

環境研 30 年史



令和 5 年 5 月

公益財団法人 環境科学技術研究所

発刊に当って

公益財団法人 環境科学技術研究所 理事長
島田義也



(公財) 環境科学技術研究所は、放射性物質及び放射線の環境と生物への影響等の放射線安全に関する調査研究、情報・技術の提供などを行うことにより、原子力ならびに放射線の安全で円滑な利用に寄与することを目的として、1990（平成2）年12月3日に設立され、2012（平成24）年4月1日に公益財団法人へと移行しました。

1995（平成7）年に低線量生物影響実験棟、2001（平成13）年に閉鎖型生態系実験施設（1995（平成7）年から段階的に運用）と全天候型人工気象実験施設、2004（平成16）年に先端分子生物科学研究センターの第1研究棟、2008（平成20）年には第2研究棟が竣工し、現在は、環境影響研究部、生物影響研究部、トリチウム研究センターと共創センターにおいて、研究・広報活動を進めています。これらの、世界でもユニークな研究施設をコアとして、地域環境に特化した放射性物質の動態、低線量率長期被ばくの生体影響とそのメカニズムの解明などの成果を発信してきました。これらの成果は、ICRP や UNSCEAR などの国際的な放射線規制の勧告や報告書にも引用され高く評価されています。

近年は、弘前大学、北里大学、QST、電中研そして日本海洋科学振興財団とも協定を結び、異分野の融合的共同研究を強化し、若手人材の育成にも尽力しています。さらに、文部科学省の放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点（ERAN）の一角を担い、アカデミアとの共創も活性化しています。

これも、青森県や六ヶ所村、文部科学省のご指導ならびに多くの諸先輩や学会研究者、そして何より周辺住民の方のご理解のお陰です。深く、感謝申し上げます。

再処理施設をはじめとする原子力施設の稼働は、施設の安全性はもちろんのこと、低線量の放射線影響に対する県民や村民のかたの理解のもとに進める必要があります。研究所は、学術セミナーや小グループでの情報交換を通して、放射線のみならず、健康増進や地球温暖化、災害対策や環境保全など住民の方と一緒に学習する機会を継続していきます。

エネルギーや地球環境の国際情勢はめまぐるしく変化し、将来を予想するのが難しい時代です。一方、放射線医学は、発展するゲノム科学やAI、加速器技術と融合し、多様な疾患の診断や治療の革新がめざましく利用が拡大しています。それにもかかわらず、放射線や原子力エネルギーの基礎や安全利用についての教育や人材育成を担う大学の基礎講座が縮小の一途です。だからこそ、環境科学技術研究所は広々としたアンテナを張り、地域と世界を結ぶ羅針盤となる「グローバル研究所」として、着実に成果を積み上げていく所存です。

引き続き、皆様のご支援を賜りますようお願い申し上げます。

環境研 30 年史

目次

発刊に当って: 島田義也理事長	1
目次	2
写真集	
1. 環境研全景	5
2. 六ヶ所村の自然環境	6
3. 環境研の実験・研究施設	7
4. 国際シンポジウム	11
5. VIP 来訪	19
6. 地域共創活動	20
7. 防災訓練	22
8. 環境研職員集合写真	23
9. 親睦会活動	23
環境研主要成果	
青森県における自然放射線データ	24
六ヶ所再処理施設周辺を対象とした総合モデル開発	25
アクティブ試験前後のトリチウム濃度の変化	26
土壌からイネへの放射性核種の移行	27
物質循環閉鎖居住実験	28
閉鎖陸圏施設を用いた湿地生態系炭素収支の解明	29
トリチウムの現実的な線量係数	30
低線量率放射線長期連続照射の影響	31
低線量率放射線長期照射による染色体異常の誘発	32
低線量率放射線連続照射マウスの経時的剖検実験	33
設立の経緯と沿革	34
第 1 部 環境研 30 年に寄せて	
1. 永岡桂子 文部科学大臣	37
2. 三村申吾 青森県知事	39
3. 戸田衛 六ヶ所村長	40
4. 環境研設立の頃	

4.1	思い出すままに:大桃洋一郎 元理事長	42
4.2	追悼:新田慶治 元専務理事・元環境シミュレーション研究部長	44
5.	環境研 OB からの寄稿	
5.1	稲葉次郎 元理事元環境動態研究部長	45
5.2	小野哲也 前理事長	46
5.3	久松俊一 前常務理事	47
6.	所外協力者からの寄稿	
6.1	恩田裕一 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター教授	48
6.2	甲斐倫明 日本文理大学教授	49
6.3	神谷研二 広島大学副学長	51
6.4	北宅善昭 大阪公立大学特任教授	53
6.5	酒井一夫 放射線影響協会理事長	54
6.6	桜井誠人 宇宙航空研究開発機構研究領域主幹	55
6.7	中村典 放射線影響研究所顧問	57
6.8	丹羽太貫 放射線影響研究所理事長	58
6.9	福本学 東北大学名誉教授	59
6.10	百島則幸 九州環境管理協会理事長	61
6.11	山澤弘実 名古屋大学教授	62
6.12	渡邊修一 日本海洋科学振興財団むつ海洋研究所所長	63
7.	海外からの寄稿	
7.1	Anca Melintescu 博士(IFIN-HH, ルーマニア)	64
7.2	Raymond M. Wheeler 博士(NASA Kennedy Space Center)	65
7.3	Gayle E. Woloschak 博士(Northwestern University, U.S.A.)	66
8.	地元協力者からの寄稿:古川健治 元六ヶ所村長・元六ヶ所村教育委員会教育長	67
9.	環境研地域協力担当として、そして地域住民として過ごした日々:荒谷美智 元職員	68

第2部 研究開発

1.	環境影響研究	73
2.	環境シミュレーション(閉鎖生態系)研究	85
3.	トリチウム影響研究	99
4.	生物影響研究	101

第3部 研究施設

1.	全天候型人工気象実験施設	112
2.	閉鎖型生態系実験施設(CEEF)(生態系実験施設・研究施設)	118
3.	低線量生物影響実験棟	125
4.	先端分子生物科学研究センター(AMBIC)	127

第4部 研究支援

1. 環境試料等分析技術・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 131
2. 技術支援活動・安全体制整備・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 135
3. 実験動物飼育管理・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 137

第5部 アウトリーチ活動

1. 国際シンポジウム等の開催・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 139
2. 環境研が実施してきたセミナー・講演会・・・・・・・・・・・・・・ 146
3. 環境研が発行してきた刊行物・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 148
4. 見学者の受け入れ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 150
5. 研究協力・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 151
6. 六ヶ所村への貢献・交流活動・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 153

第6部 環境研の未来

1. 若手座談会－環境研の将来展望－・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 156

資料集

- (1) 環境研の設置及び青森県の地域開発計画における環境研の位置付けに関する資料・163
- (2) 予算の推移・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 171
- (3) 組織概形及び人員の変遷・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 172
- (4) 役員・監事の変遷・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 174
- (5) 評議員・顧問の変遷・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 176
- (6) 調査検討委員会等委員名簿・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 178
- (7) 受賞リスト・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 201
- (8) 発表論文リスト・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 203
- (9) 主要施設の用地取得と建設・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 224
- (10) 出捐者・賛助会員・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 227
- (11) 環境研と世の中の年表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 228
- (12) 学術雑誌名略記リスト・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 234

執筆者等一覧・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 236

編集後記・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 237

環境研30年史編集委員会名簿／奥付・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 238

写真集

1. 環境研全景



AMBIC 上空から本所方向を望む



本館（平成5年竣工）

写真集

2. 六ヶ所村の自然環境

(撮影者の記載がない写真：一戸一晃環境研職員撮影)



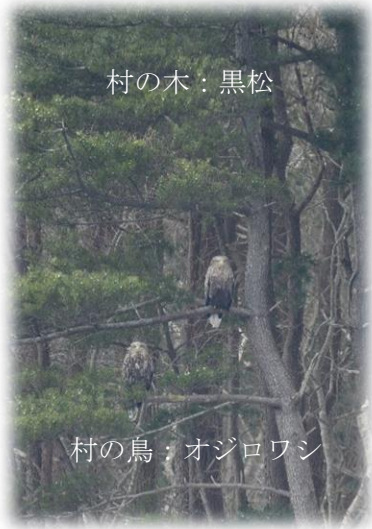
(平成 26 年 4 月 17 日)



村の花：ニッコウキスゲ



(平成 26 年 1 月 4 日)



村の木：黒松

村の鳥：オジロワシ



(令和 3 年 11 月 19 日)



(令和 4 年 1 月 24 日)



職員総出で本館前にソメイヨシノの苗木を植樹 (平成 6 年 4 月 28 日)
(撮影：小牧哲元管理部長)

本館玄関脇のアジサイ
(撮影：今田一人職員)



3. 環境研の実験・研究施設

低線量生物影響実験棟



低線量生物影響実験棟（平成7年竣工）外観



運転制御室



線源交換作業（搬入）平成26年7月29日



連続照射室



線源交換作業（照射室内設置）同上



低線量生物影響実験棟建設工事
（撮影：平成6年9月30日）

写真集

閉鎖型生態系実験施設（現名称：生態系実験施設及び生態系研究施設）



閉鎖型生態系実験施設（平成 13 年竣工）外観



制御室と運転員



4 週間閉鎖居住実験中の植物栽培（平成 19 年）



平成 15 年 12 月 3 日 毛利衛氏訪問
（制御室にて）



CNN インターナショナルの番組
Global Challenges の取材（平成 15 年）



閉鎖型生態系実験施設建設工事開始時（平成 6 年）



閉鎖型生態系実験施設建設工事の様子（同左）

写真集

全天候型人工気象実験施設



全天候型人工気象実験施設（平成13年竣工）外観



大型人工気象室



気象データ測定装置（平成27年6月16日）



土壌サンプリング（平成27年7月22日）



尾駁沼での調査（平成23年4月12日）



環境研圃場での田植え（平成30年5月30日）



秋の収穫祭（平成27年9月17日）

先端分子生物科学研究センター



先端分子生物科学研究センター（第一研究棟：平成16年 第二研究棟：平成20年完成）外観



第一研究棟開所式
（平成16年10月26日）



大盛況だった施設公開
（平成27年8月2日）



第二研究棟安全祈願祭
（平成17年11月9日）



動物実験を支える洗浄室

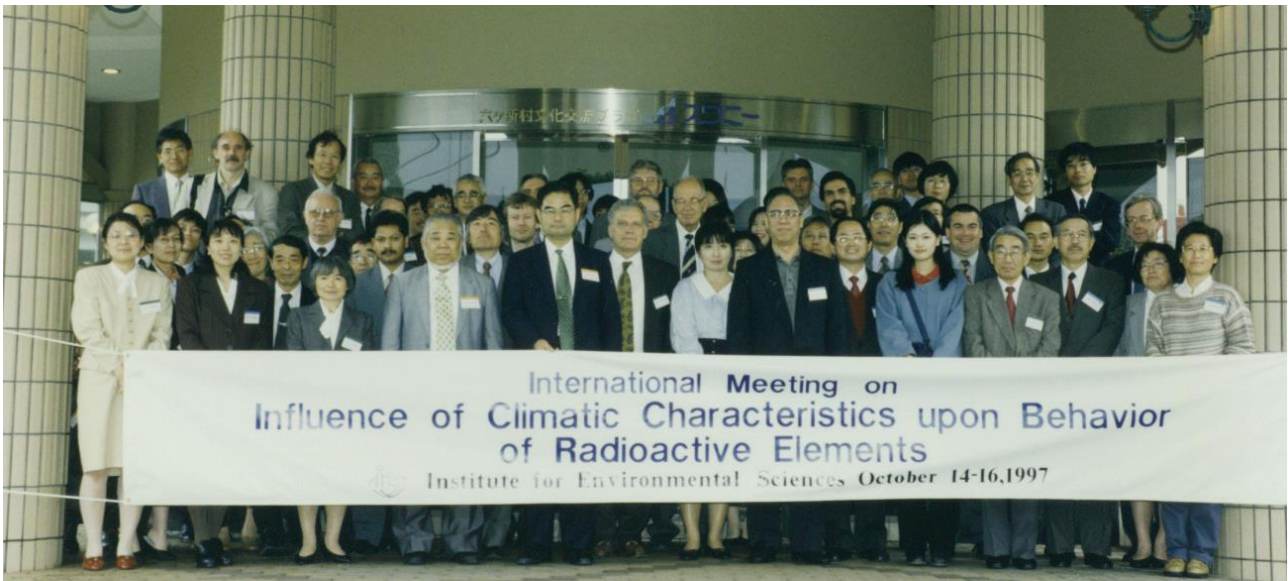


敷地内に現れたニホンカモシカ（平成28年2月）



毎年行われる動物慰霊式（令和4年9月27日）

4. 国際シンポジウム



International Meeting on
Influence of Climatic Characteristics upon Behavior of Radioactive Elements
Institute for Environmental Sciences, October 14-16, 1997
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

平成9年10月14～16日 放射性物質の挙動に及ぼす気象の影響に関する国際検討委員会
(略称：気象と物質循環の国際会議) 会場：六ヶ所村文化交流プラザスワニー



International Committee for
Material Circulation in Geo-Hydrosphere and its Applications
Institute for Environmental Sciences, July 21-23, 1998
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

平成10年7月21～23日 陸・水圏における物質循環とその応用に関する国際検討委員会
会場：六ヶ所村文化交流プラザスワニー

写真集



International Symposium on
Biological Effects of Low Dose Radiation
Institute for Environmental Sciences, October 20-22, 1999
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

平成 11 年 10 月 20～22 日 低線量放射線の生物影響に関する国際検討委員会
会場: 六ヶ所村文化交流プラザスワニー



International Workshop on
Distribution and Speciation of Radionuclides in the Environment
Institute for Environmental Sciences, October 10-13, 2000
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

平成 12 年 10 月 11～13 日 環境における放射性核種の分布と存在形態に関する国際検討委員会
会場: 六ヶ所村文化交流プラザスワニー

写真集



International Meeting for
Advanced Technology of Environment Control and Life Support
Institute for Environmental Sciences, September 26-28, 2001
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

平成 13 年 9 月 26～28 日 環境制御と生命維持の先端技術に関する国際会議
会場: 六ヶ所村文化交流プラザスワニー



International Symposium on
Biological Effects of Low-Dose Radiation
- Molecular Mechanisms for Radiation-induced Cellular Response
and Cancer Development
Institute for Environmental Sciences, October 9-11, 2002
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

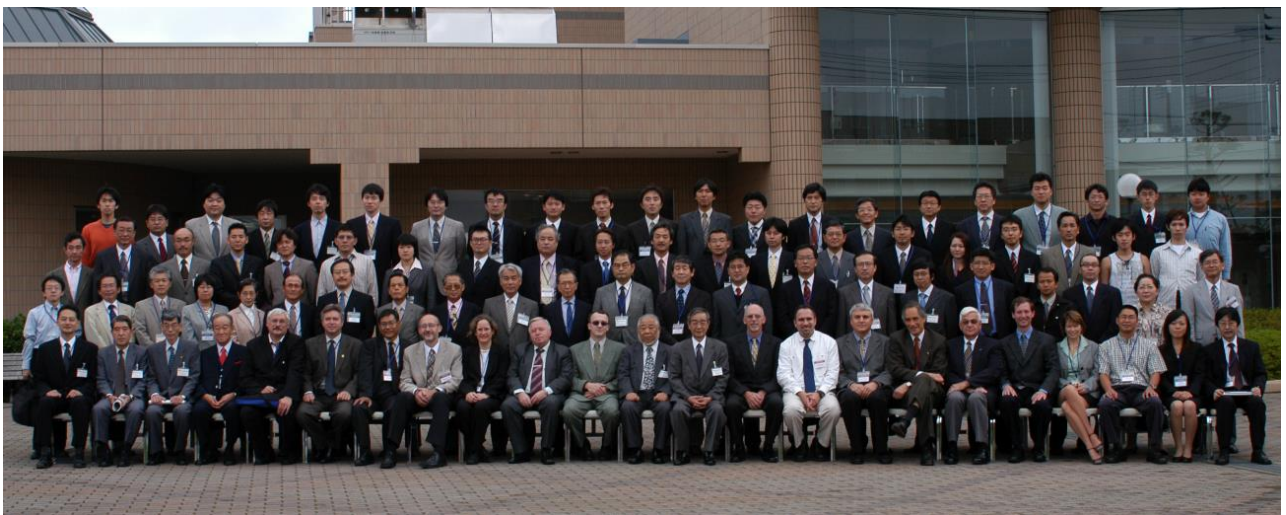
平成 14 年 10 月 9～11 日 低線量放射線の生物影響に関する国際シンポジウム
- 放射線による細胞応答とがん発生の分子機構, 会場: 六ヶ所村文化交流プラザスワニー

写真集



International Symposium on
Radioecology and Environmental Dosimetry
Institute for Environmental Sciences, October 22-24, 2003
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

平成 15 年 10 月 22～24 日 放射生態学と環境の放射線被ばくに関する国際シンポジウム
会場: 六ヶ所村文化交流プラザスワニー



International Symposium on
Closed Habitation Experiments and Material Circulation Technology
Institute for Environmental Sciences, September 28-30, 2004
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

平成 16 年 9 月 28～30 日 閉鎖居住実験と物質循環技術に関する国際シンポジウム
会場: 六ヶ所村文化交流プラザスワニー

写真集



International Symposium on
Low-Dose Radiation Effects on Bio-defense System
Institute for Environmental Sciences, September 28-30, 2005
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

平成 17 年 9 月 28～30 日 低線量放射線被ばくと生体防御機能に関する国際シンポジウム
会場: 六ヶ所村文化交流プラザスワニー



International Symposium on
Environmental Modeling and Radioecology
Institute for Environmental Sciences, October 18-20, 2006
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

平成 18 年 10 月 18～20 日 環境モデリングと放射生態学に関する国際シンポジウム
会場: 六ヶ所村文化交流プラザスワニー

写真集



International Symposium on
Application of a Closed Experimental System to Modeling of ^{14}C Transfer in the Environment
Institute for Environmental Sciences, November 15-16, 2007
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

平成 19 年 11 月 15～16 日 閉鎖系システム構築と ^{14}C 移行モデリングに関する国際検討委員会
会場: 六ヶ所村文化交流プラザスワニー



International Symposium on
Carcinogenesis and Genetic Effects of Low Dose Radiation Exposure
Institute for Environmental Sciences, October 7-8, 2008
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

平成 20 年 10 月 7～8 日 低線量放射線の発がん遺伝子影響に関する国際シンポジウム
会場: 六ヶ所村文化交流プラザスワニー

写真集



International Workshop on
the Biological Effects of Low Dose Radiation
Institute for Environmental Sciences, October 21, 2013
Sanjo Conference Hall, The University of Tokyo, Japan

平成 25 年 10 月 20～21 日 低線量放射線の生物学的影響に関する国際ワークショップ
会場: 東京大学山上会館



Joint IES-ICRP Symposium on
Environmental Protection within the ICRP System of Radiological Protection
From Science/Knowledge to Application
Institute for Environmental Sciences, October 4, 2016
Cultural Exchange Plaza Swany, Rokkasho, Aomori, Japan

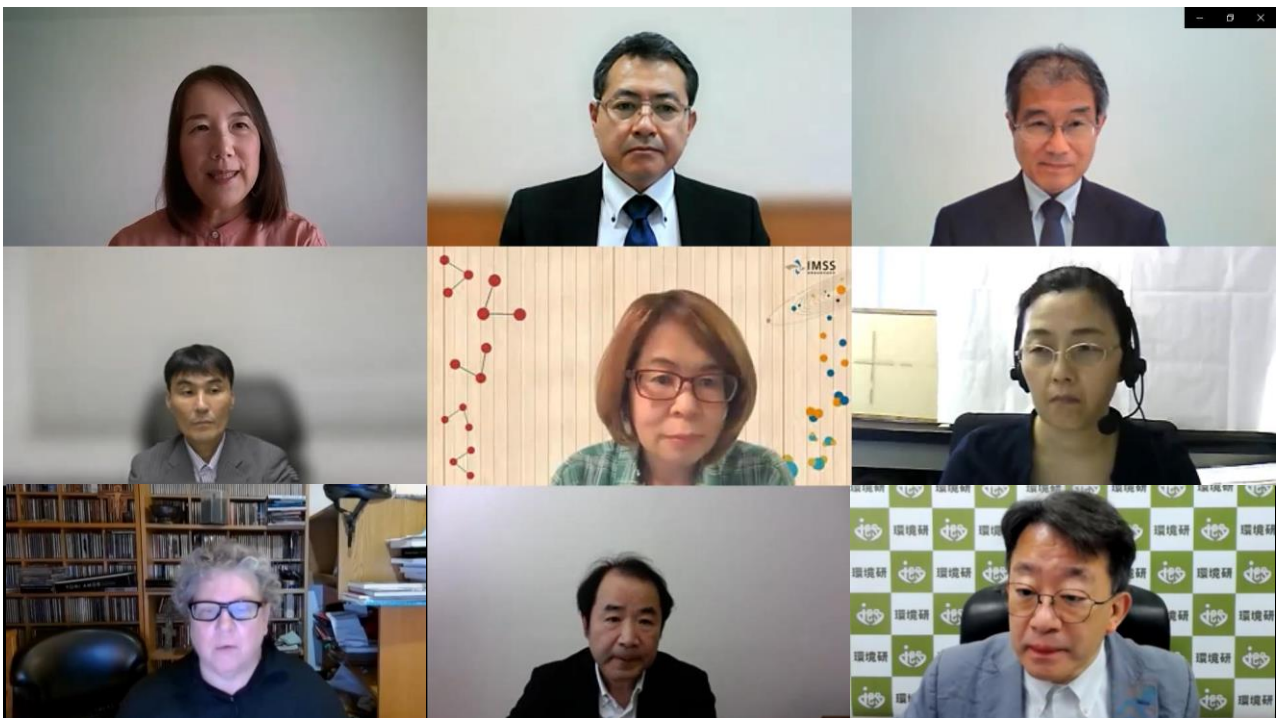
平成 28 年 10 月 4 日 環境研-ICRP 共催シンポジウム ICRP 放射線防護体系における環境防護
会場: 六ヶ所村文化交流プラザスワニー

写真集



International Symposium on
“Environmental Dynamics of Radionuclides and the Biological Effects of Low Dose-rate Radiation”
Institute for Environmental Sciences, September 27-29, 2021, held on the web, Rokkasho, Aomori, Japan

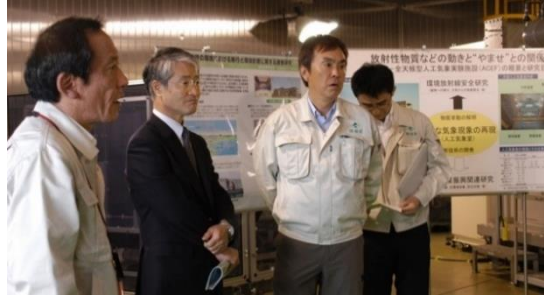
令和3年9月27～29日 放射性核種の環境ダイナミクスと低線量率放射線の生物影響に関する
国際シンポジウム (web 開催)



5. VIP 来訪



平成 5 年 9 月 16 日
江田五月 国務大臣・科学技術庁長官



平成 25 年 5 月 25 日 石原伸晃 環境大臣
内閣府特命担当大臣（原子力防災）大臣



平成 6 年 7 月 27 日
田中真紀子 国務大臣・科学技術庁長官



平成 27 年 9 月 17 日
榊原定征 日本経済団体連合会会長



平成 10 年 7 月 22 日 真鍋淑郎 博士
(2021 (令和 3) 年ノーベル物理学賞)



平成 30 年 5 月 1 日
戸谷一夫 文部科学事務次官



平成 16 年 12 月 14 日
小島敏男 文部科学副大臣



令和 3 年 7 月 7 日
松尾泰樹 文部科学省文部科学審議官



平成 25 年 5 月 7 日
秋野公造 環境省大臣政務官

6. 地域共創活動



平成 29 年 7 月 31 日



平成 25 年 7 月 25 日

リーダー研修会



平成 28 年 7 月 26 日

サイエンスキャンプ



平成 15 年 8 月 24 日

レイクタウン幼稚園芋掘り（環境研圃場）



サイエンスツアー（令和 4 年 7 月 7 日）



平成 8 年 6 月 26 日

環境研野球部（六ヶ所村朝野球に参加）



平成 15 年 8 月 28 日

わくわく
体験科学館
(蝦名俊彦職員)



六ヶ所村職場対抗ソフトボール大会第 9 回大会
準優勝（平成 9 年 8 月 18 日）



青森県産業技術
センターりんご
研究所との共同
研究で環境研の
小型人工気象チ
ャンバーを使用
(令和 4 年 5 月)

写真集



平成 29 年 7 月 11 日



平成 30 年 6 月 13 日

学生実習



ろっかしょ産業まつり (平成 16 年 10 月 30 日)



冬季理科教室 (平成 21 年 2 月 5 日)



施設公開 (理科教室) 平成 27 年 8 月 2 日



平成 15 年 4 月 16 日



平成 27 年 8 月 2 日

施設公開



平成 25 年 9 月 30 日

体験学習



平成 24 年 9 月 13 日

職場体験



親子教室 (令和 4 年 6 月 26 日)

写真集



平成24年10月24日



平成23年11月11日

夢をはぐくむ科学教室



出前説明会（青森県立三沢航空科学館）

7. 防災訓練



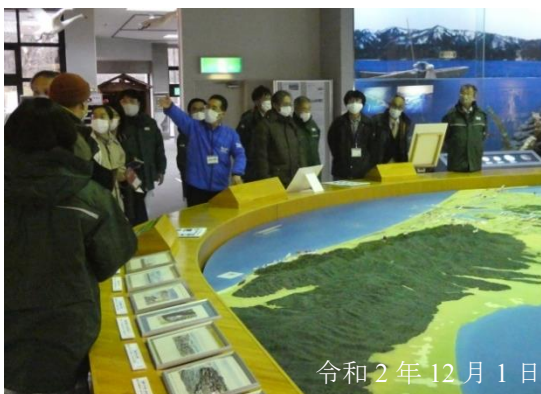
大津波を想定して、六ヶ所村立郷土館前へ避難



野外学習（尾駁小学校）



ミズバショウ播種作業

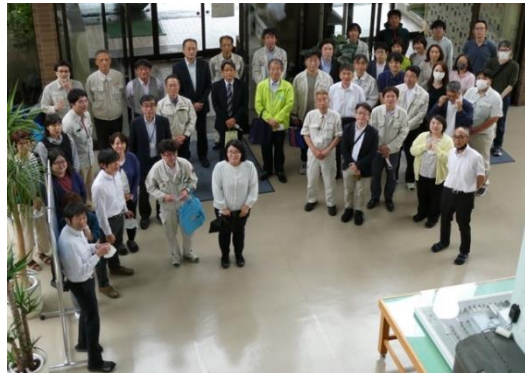


六ヶ所村立郷土館見学会

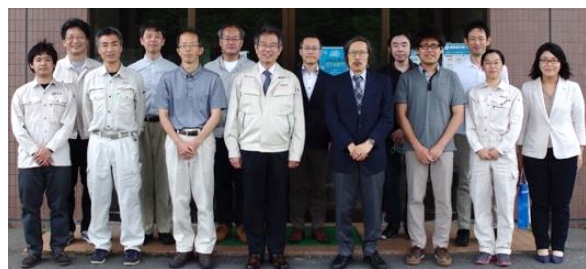


消火器取扱訓練（平成25年10月10日）

8. 環境研職員集合写真（令和4年度）



本館



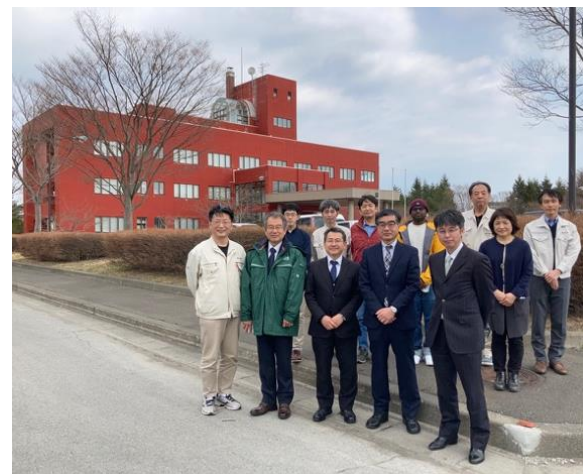
全天候型人工気象実験施設



生態系研究施設



先端分子生物科学研究センター



トリチウム研究センター

9. 親睦会活動

一泊バス旅行



カワヨグリーン牧場
でのバーベキュー
（向かって左：親睦
会長も務められた
大桃洋一郎所長）
平成8年10月

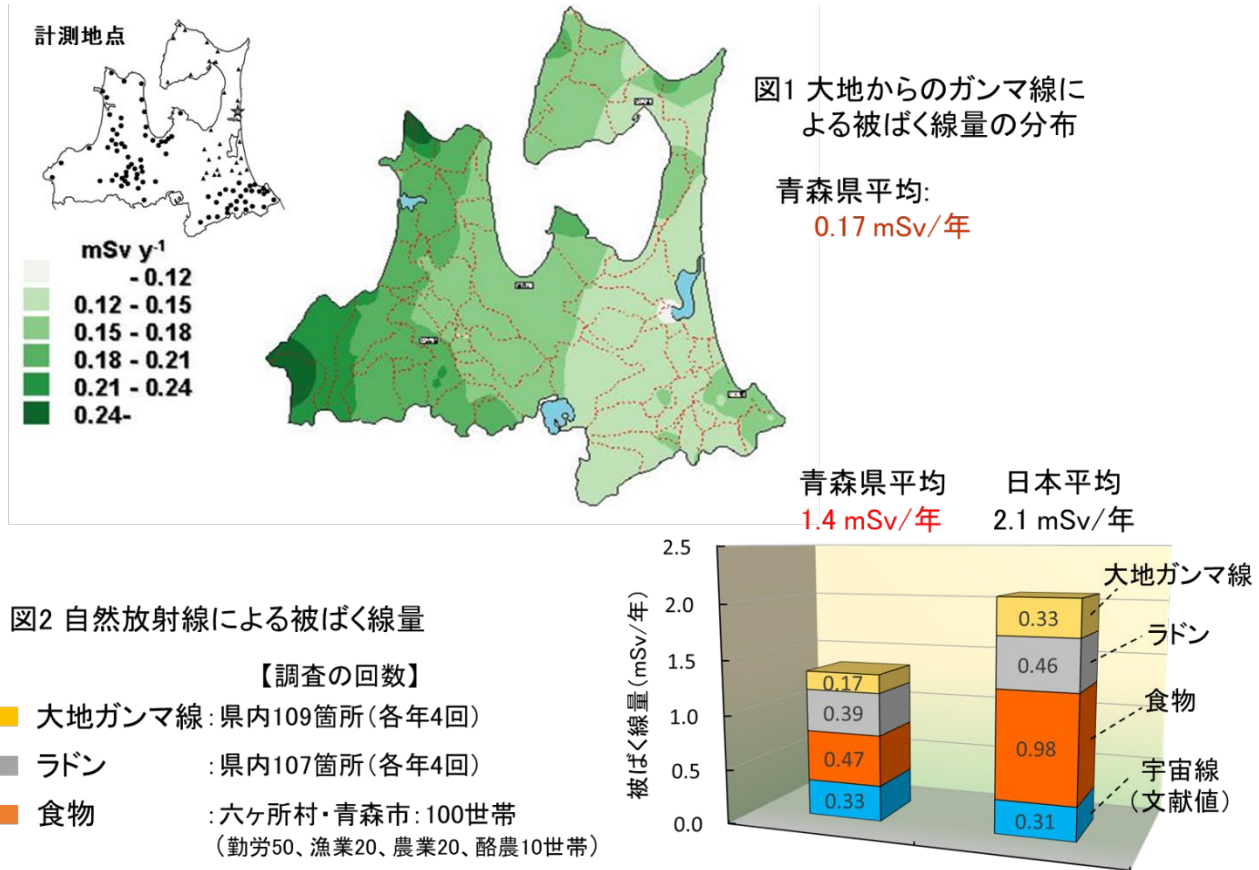


平成5年9月

環境研主要成果

環境研
主要成果

青森県における自然放射線データ



大型再処理施設の影響を評価するため、平成4年度から平成22年度にかけて青森県内の自然放射線に関する調査を実施しました。平成4年度から平成8年度に大地からのガンマ線による被ばく線量の青森県内分布を初めて明らかにしました(図1)。また、平成8年度から平成10年度に県内のラドン、平成18年度から平成22年度に食品による内部被ばくも調査し、自然放射線による県民の被ばく線量を評価したことで(図2)、施設由来の放射性物質による被ばく線量と比較して、自然放射線の寄与が明らかに大きいことを科学的に理解するための情報を提供できました。

発表論文

- Iyogi *et al.* (2002) Environmental gamma-ray dose rate in Aomori Prefecture, Japan. *Health Physics*, 82, 521-526.
- Iyogi *et al.* (2003) Radon concentration in indoor occupational environments in Aomori Prefecture, Japan. *J. Environ. Radioact.*, 67, 91-108.
- Ohtsuka *et al.* (2013) Daily radionuclide ingestion and internal radiation doses in Aomori prefecture, Japan. *Health Physics*, 105(4), 340-350.

六ヶ所再処理施設周辺を対象とした総合モデル開発



図1 放射性物質の環境中での動きと計算モデル

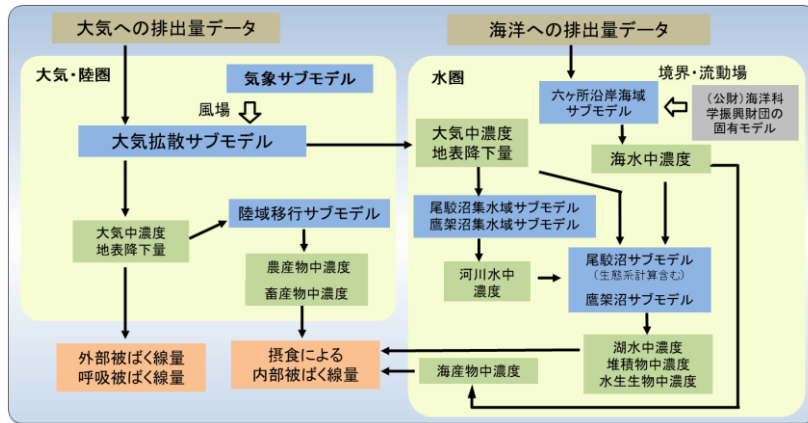


図2 総合モデルの構成

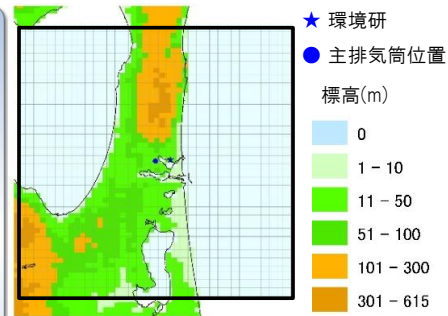


図3 大気拡散モデルの計算領域 (図中の正方形内)

大型再処理施設から排出される放射性物質の移流・拡散・移行（図1）を計算し、計算結果に基づく被ばく線量を推定するため、平成14年度から令和2年度にかけて総合的環境移行線量評価モデル（総合モデル）を開発しました。総合モデルは大気拡散、陸域移行、六ヶ所沿岸海域、尾駮沼等の各サブモデルで構成されています（図2,3）。大型再処理施設のせん断溶解処理試験時の実測データによりパラメータをチューニングした総合モデルを用いて、大型再処理施設の申請書と同じ条件で実効線量を計算すると約0.009 mSv/年となり、再処理事業指定申請書の値（約0.022 mSv/年）よりもやや小さい値が得られました。

今後、大型再処理施設の稼働に伴う排出放射性物質について、総合モデルを用いて毎年移流・拡散・移行と実効線量を計算していく予定です。

発表論文

- Akata, N. *et al.* (2013) Radiocarbon concentrations in environmental samples collected near the spent nuclear fuel reprocessing plant at Rokkasho, Aomori, Japan, during test operation using spent nuclear fuel. *Health Physics* 105: 236-244.
- Abe, K. *et al.* (2015) Estimation of ^{85}Kr dispersion from the spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan, using an atmospheric dispersion model, *Radiat. Prot. Dosimetry* 163: 331-335.
- Abe, K. *et al.* (2019) A simulation study of deposition parameters for ^{129}I discharged from the Rokkasho reprocessing plant. *Radiat. Prot. Dosimetry* 184: 376-379.

アクティブ試験前後のトリチウム濃度の変化

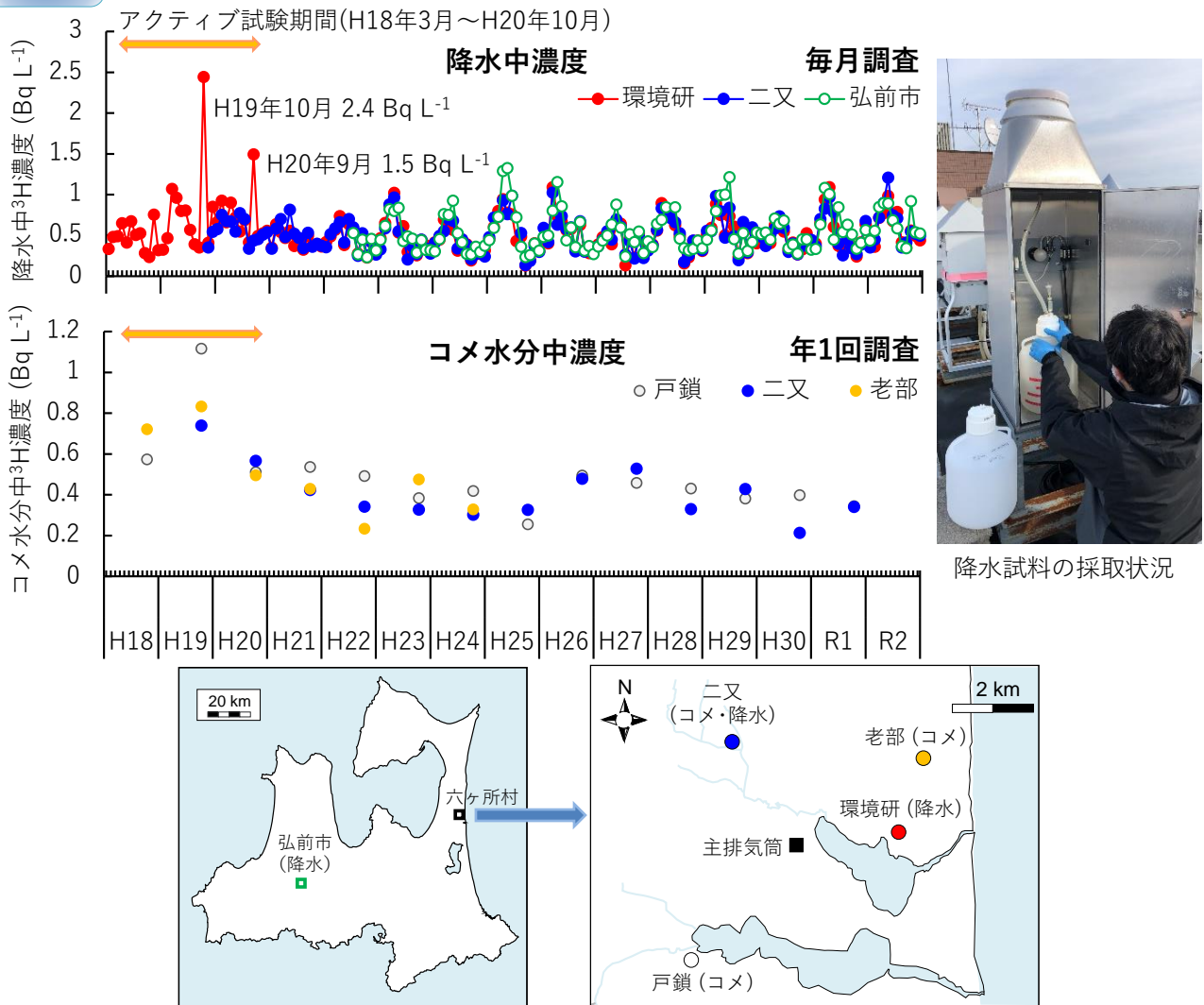


図1 降水及びコメ水分中トリチウム (³H) 濃度の変化と調査地点

大型再処理施設から大気排出される ³H の環境影響を評価するため、継続的にデータを取得してきました。アクティブ試験時には降水及びコメの水分中の ³H 濃度が一時的に上昇しましたが、試験後には速やかに低下していたことがわかりました。また、濃度が上昇した時の結果でヒトへの被ばく線量を評価し、大きく影響するレベルではないことがわかりました。なお、試験後の春季に繰り返し観測された降水中 ³H 濃度の上昇は、春季に大気環境中の ³H 濃度が高くなるスプリングピークといわれる自然現象によるものです。

発表論文

Akata, N. *et al.* (2011) Tritium concentrations in the atmospheric environment at Rokkasho, Japan before the final testing of the spent nuclear fuel reprocessing plant. *Journal of Environmental Radioactivity*, 102, 837-842.

Hasegawa, H. *et al.* (2015) Tritium activity concentrations and residence times of groundwater collected in Rokkasho, Japan. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167, 201-205.

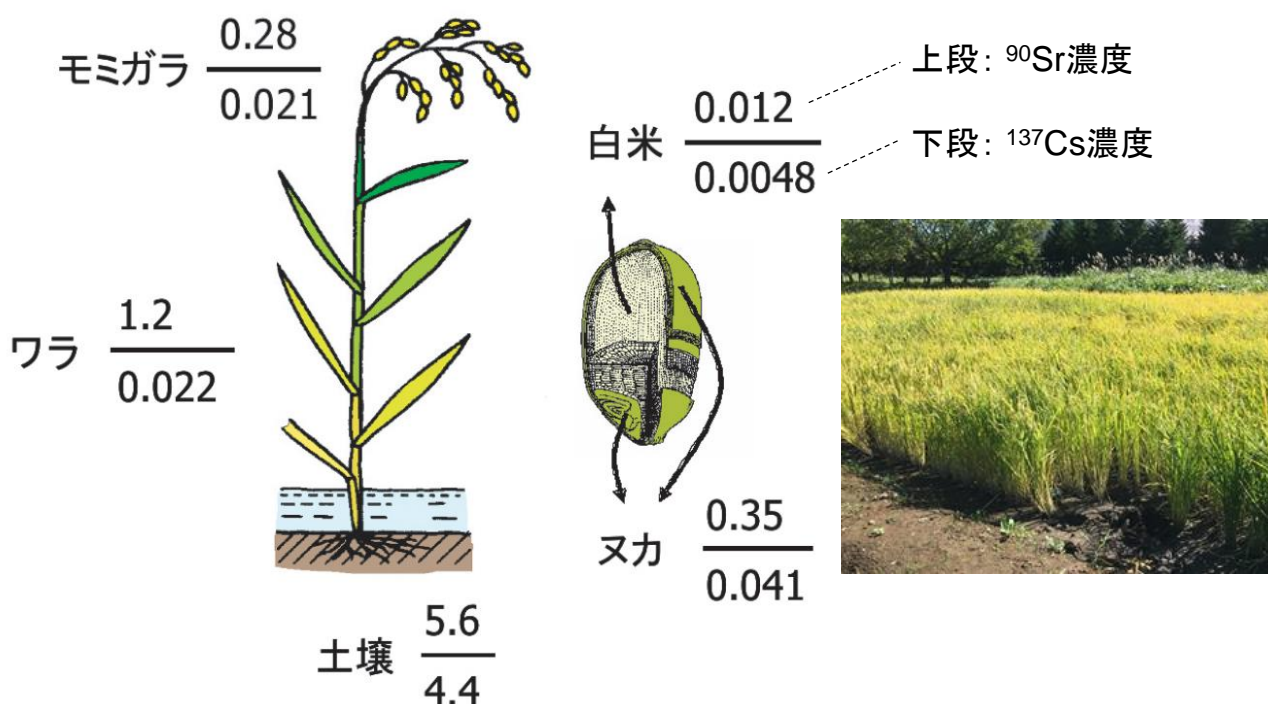


図1 土壌及びイネ各部位における ^{90}Sr 及び ^{137}Cs 濃度 (Bq/kg-乾)

放射性核種による被ばく線量評価に必要となる土壌から作物への放射性核種の移行データを、平成3年度から平成9年度にかけて取得しました。実験用の水田で収穫したイネ各部位の ^{90}Sr 及び ^{137}Cs の濃度を測定したところ、土壌から吸収された ^{90}Sr 及び ^{137}Cs は均一に分布するのではなく、食用となる白米で濃度が最も低くなることが分かりました (図1)。

^{137}Cs の成果は、平成23年3月に起きた福島第一原子力発電所の事故後、土壌からイネへの移行に関する有効な情報として利用されるとともに、環境移行パラメータのハンドブックとして国際原子力機関 (IAEA) から出版された Technical Report Series No.472 に引用されています。

発表論文

Tsukada, H. *et al.* (2002) Transfer of ^{137}Cs and stable Cs from paddy soil to polished rice in Aomori, Japan. *J. Environ. Radioact.*, 59, 351-363.

Tsukada, H. *et al.* (2005) Uptake and distribution of ^{90}Sr and stable Sr in rice plants. *J. Environ. Radioact.*, 81, 221-231.

塚田祥文ら (2011) 土壌-作物系における放射性核種の挙動. *日本土壌肥科学会誌*, 82, 408-418.

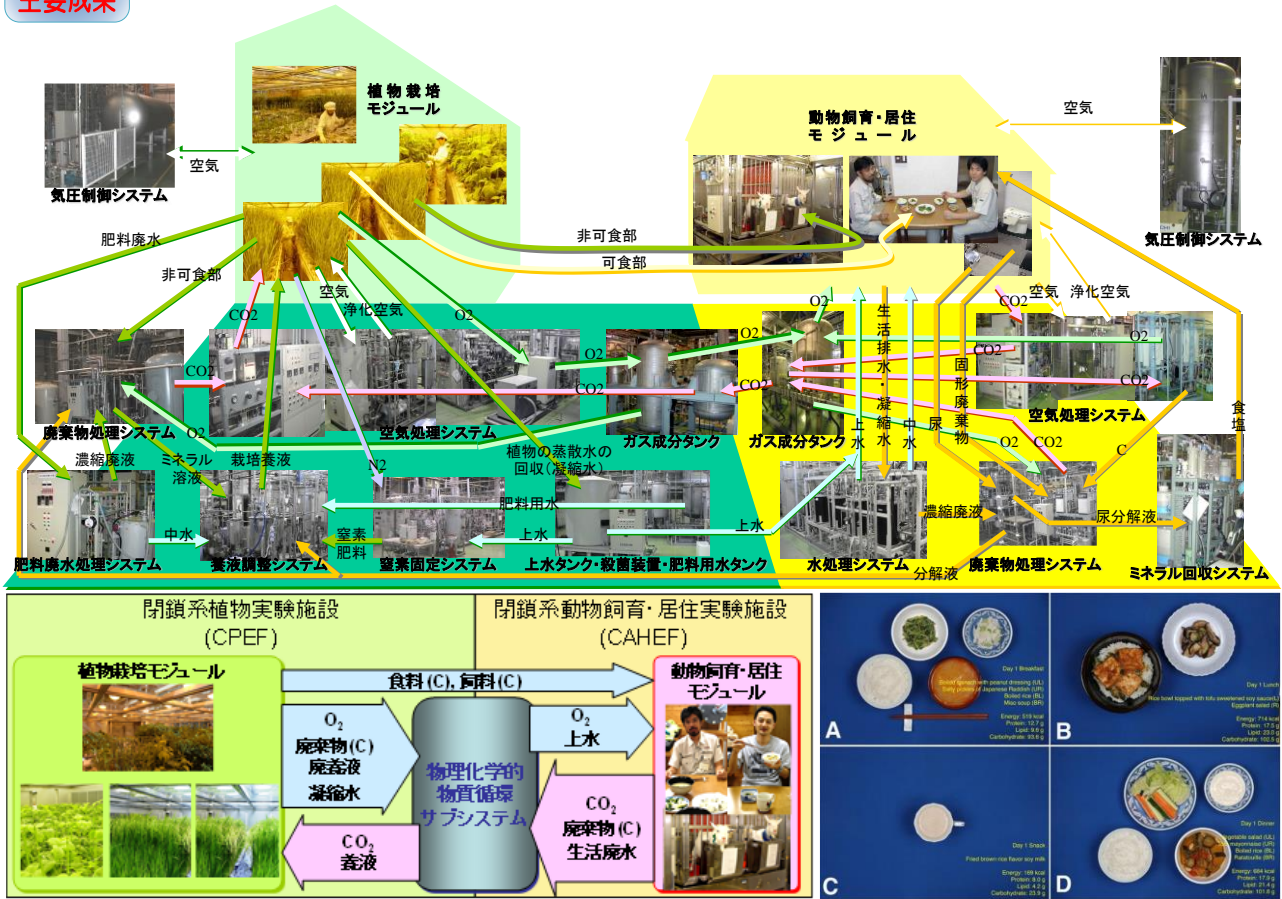


図1 閉鎖型生態系実験施設の植物系及び動物居住系における物質循環と居住実験でクルーが1日に食べた菜食メニューの例 (右下)

閉鎖型生態系実験施設は、気体を含む物質を外界と交換せずに植物栽培、動物飼育、ヒト居住などの実験を長期に行えるように設計され、環境制御のみならず物質の変換・循環も物理化学的な処理システムで制御して行うことを特長としています。このような施設は世界でも類を見ません (Wheeler, RM.* (2017) Agriculture for Space: People and Places Paving the Way, *Open Agriculture*, 2, 14-32) [*NASA Kennedy Space Center]。

本実験施設は生態系内での放射性核種移行に関する実験データ収集のため、主に 1994~1999 年に整備されました。ターゲットは環境中を気体状物質としても移行し、食物連鎖を介して内部被ばくをもたらすためヒトへの線量寄与の観点から重要な放射性炭素 (^{14}C) とトリチウム (^3H) です。本実験施設では、これらに代わり、化学的振舞いが同じ炭素 ^{13}C と重水素 (^2H) を用いることができます。

2005 年から 2007 年にかけて、植物系と動物居住系を結合して一連の実験を実施し、気体成分・水・廃棄物から回収した物質の循環 (図 1) を実証し、これらの物質を循環した実験系内にクルー 2 名が最長 4 週間滞在しました。彼らは植物系施設内でイネ、ダイズ、ラッカセイを含む 23 種類の作物を栽培し、動物居住系施設内で 2 頭のシバヤギを飼育しました。そして、系内の作物から、2 名のクルーが消費した食料 (図 1) の 82~95% と 2 頭のシバヤギが摂取した飼料の 79~100% を生産しました。

物質循環閉鎖居住実験で得られたデータは、物質的に独立した長期的なヒトの居住に必要な human-in-loop システムの検討・計画に必要な情報を提供し、将来の長期宇宙居住などで不可欠な閉鎖型生命維持システム実現に向けた貴重な基盤が築かれました。また、空気・水・廃棄物を循環した中で達成した 95% ほどの食料・飼料自給は、地球環境に負荷をかけない食料生産技術の可能性を示しました。



図1 閉鎖系陸圏施設

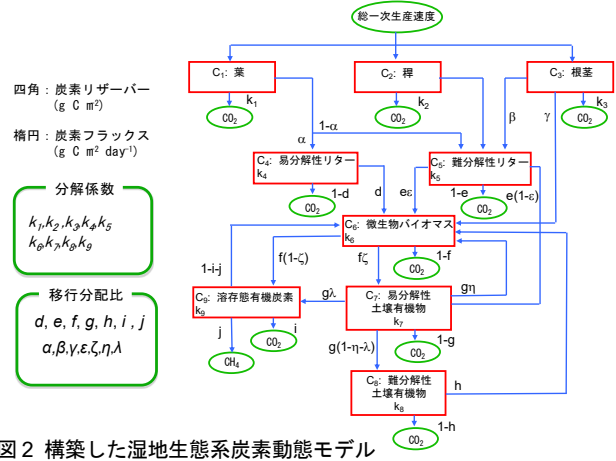


図2 構築した湿地生態系炭素動態モデル

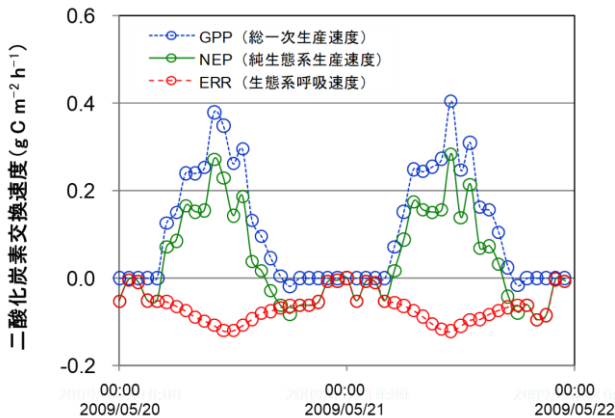


図3 閉鎖系陸圏施設内に構築したヨシが優占する湿地生態系のCO₂交換速度の日内変動の例

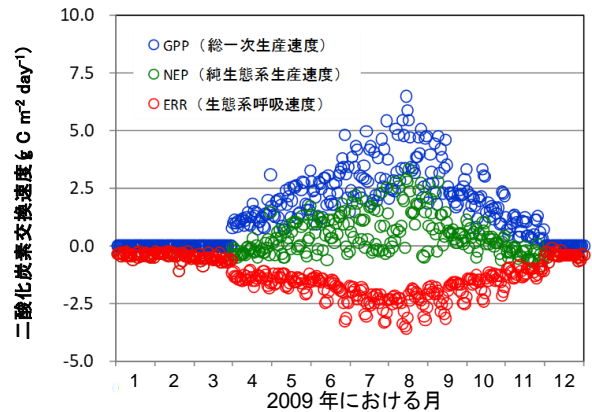


図4 閉鎖系陸圏施設内に構築したヨシが優占する湿地生態系のCO₂交換速度の年内変動

平成 10 年に六ヶ所村で開催された陸・水圏における物質循環とその応用に関する国際検討委員会において真鍋淑郎博士は「炭素循環の挙動をリアルに模擬するために、大気、海洋、地表の間での炭素交換に関係する物理学的、生物学的プロセスのモデル化が必要であり、良く制御された閉鎖系生態系システムは、このようなプロセスの研究に重要である。」と述べられています。この考えを踏襲し、六ヶ所村のヨシ湿地の生態系を用いて実験とモデルの両輪で研究しました。生態系の炭素収支は、植物の光合成による炭素加入量と生態系呼吸、メタンフラックス、溶存態有機炭素の流出を合わせた炭素放出量の差で決まりますが、これらを全て野外で定量することは困難です。実験に関して、閉鎖系陸圏施設（図 1）は、環境を制御し炭素収支を正確に定量できる利点を持ちます。モデルに関して、湿地生態系炭素動態モデル（図 2）を構築しました。炭素損失がほとんどない状態で得られた実験結果（図 3: CO₂ 交換速度の日内変動の例、図 4: CO₂ 交換速度の年内変動）に基づきモデルパラメータを決定しました。実験から、この施設に導入した湿地生態系の炭素収支は 1 年間で $64.2 \pm 19.2 \text{ g C m}^{-2}$ であることがわかりました。このことは、ヨシ湿地生態系が炭素を蓄積していることを示しています。

発表論文

Suzuki, S. *et al.* (2012) Evaluation of CO₂ exchange rates in a wetland ecosystem using the Closed Geosphere Experiment Facility. *Journal of Hydrometeorology*, 13, 966-980.

Suzuki, S. *et al.* (2010) A method to monitor air leakage from the Closed Geosphere Experiment Facility (CGEF) for investigation of net ecosystem carbon balance. *Eco-Engineering*, 22, 147-152.

Suzuki, S. *et al.* (2010) Initial performance tests of the Closed Geosphere Experiment Facility (CGEF) for investigation of ecosystem carbon cycles. *Environmental Control in Biology*, 48, 25-34.

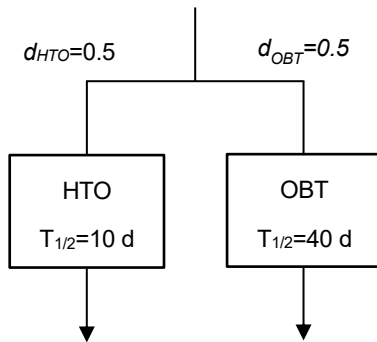


図1 公衆が有機結合型トリチウム(OBT)を経口摂取した際のトリチウム体内動態モデル
国際放射線防護委員会(ICRP)によるモデル. HTO, トリチウム水. OBT, 有機結合型トリチウム. d , 分配率. $T_{1/2}$, 半減期.

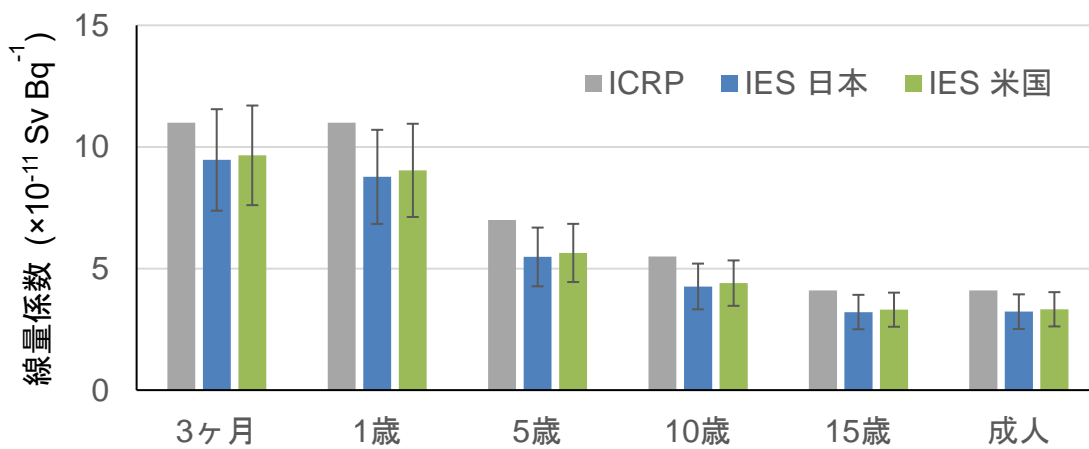


図2 公衆の有機結合型トリチウム(OBT)の経口摂取に対する線量係数
ICRP, 国際放射線防護委員会(ICRP)の示す線量係数. IES 日本, 日本人の食生活に応じ各標識物質投与実験データを加重平均して求めた線量係数. IES 米国, 同様に米国の食生活に応じて求めた線量係数.

有機結合型トリチウム(OBT)を経口摂取したときの線量評価のための線量係数は図1のモデルで計算されていますが、そこで用いられているパラメータには裏付けのデータが不足していることが指摘されていました。そこでトリチウムに代えて重水素を標識に用いた標識化合物を被験者に投与することでヒトでの代謝データを得、それを用いて日本人及び米国人の平均的な栄養摂取状況に応じた公衆の線量係数を推定しました。その結果、いずれの場合も現行の線量係数よりもやや小さいこと、即ち、現行の線量係数は適度に安全寄りの値になっていることが分かりました (図2)。この成果からは、OBT 経口摂取に対して用いられている現行線量係数の信頼性を実際のデータで裏付けるものとなります。

発表論文

Masuda T. et al. (2020) Estimation of ^{14}C dose coefficient using ^{13}C -labelled compound administration analysis. *Scientific Reports*, 10, 8156.

Masuda, T. and T. Yoshioka (2021) Estimation of radiation dose from ingested tritium in humans by administration of deuterium-labelled compounds and food. *Scientific Reports*, 11, 2816.

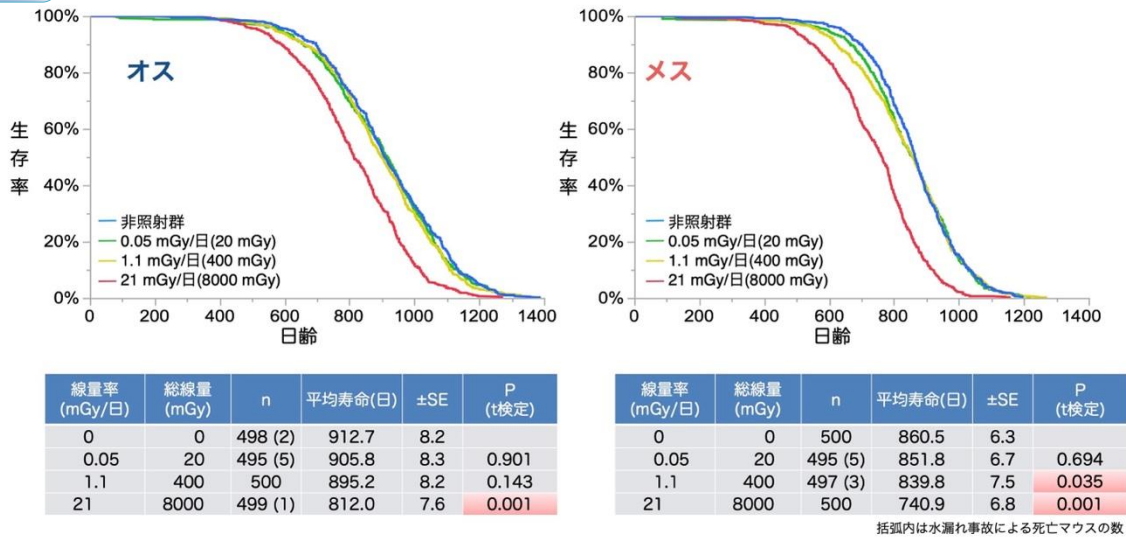


図1 低線量率ガンマ線を400日間連続照射したマウスの生存率曲線

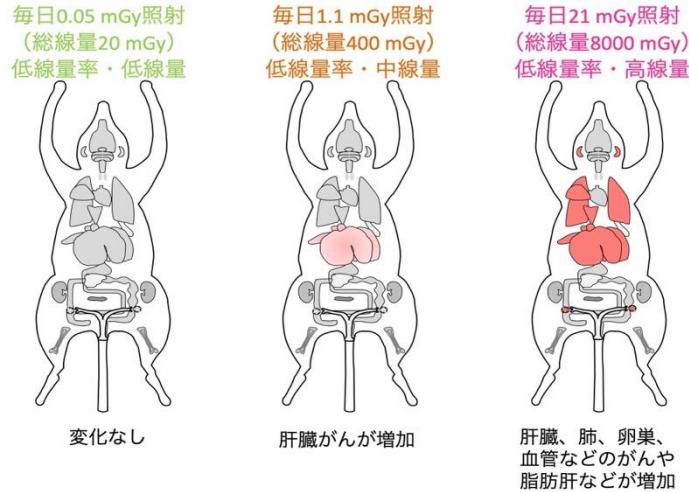


図2 低線量率ガンマ線を400日間連続照射したマウスに見られる病気

総数 4000 匹のマウスを使用して、連続した低線量率放射線照射による晩発性の生物影響を検討しました。オス 2000 匹及びメス 2000 匹の 8 週齢 SPF B6C3F1 マウスを 4 つのグループ (1 つの非照射対照群及び 3 つの照射群) に分け、照射群には一日 (照射時間は 22 時間/日) 当たり 21 mGy、1.1 mGy、0.05 mGy の線量率で ¹³⁷Cs ガンマ線を総線量がそれぞれ 8000 mGy、400 mGy 及び 20 mGy となるように 56 日齢から約 400 日間連続照射しました。これらのマウスは死亡するまで飼育し、死因を確定するために病理解剖を行いました。その結果、雌雄の 21 mGy/日照射群 (総線量 8000 mGy) 及びメスの 1.1 mGy/日照射群 (総線量 400 mGy) の寿命は、非照射対照群のものより統計学的に有意に短縮しました。しかし、雌雄の 0.05 mGy/日照射群 (総線量 20 mGy) では寿命に有意な差は認められませんでした (図 1)。また、この寿命短縮は、悪性リンパ腫を始めとした多種類の腫瘍による早期死によるものであることが分かりました。一方、良性腫瘍を含むすべての腫瘍の発生率については、1.1 mGy/日照射群及び 0.05 mGy/日照射群においてはオスマウスにおいて良性の肝腫瘍のみが、21 mGy/日照射群では良性と悪性の血管、肝臓、肺、副腎、卵巣及びハーダー腺の腫瘍が有意に増加していました (図 2)。

発表論文

Tanaka, S. *et al* (2003) No lengthening of life span in mice continuously exposed to gamma rays at very low dose rates. *Radiat. Res.*, 160, 376-379.

Tanaka, I. B. III. *et al* (2007) Cause of death and neoplasia in mice continuously exposed to very low dose rates of gamma rays. *Radiat. Res.*, 167, 417-437.

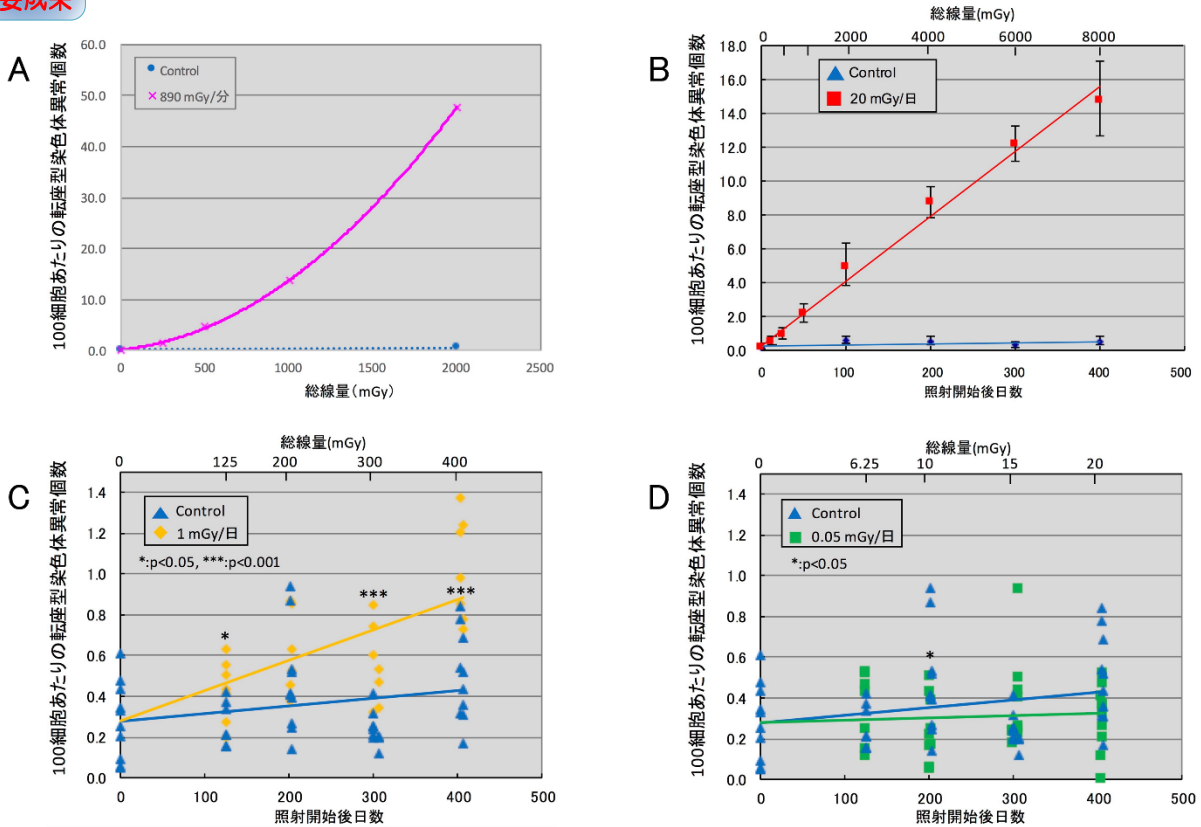


図1 高及び低線量率放射線を照射されたマウスの脾リンパ球における転座型染色体異常誘発
A: 890 mGy/分、B: 20 mGy/日、C: 1 mGy/日、D: 0.05 mGy/日。

マウスの細胞には 20 対 40 本の「染色体」と呼ばれる構造があります。それぞれの染色体を蛍光色素で別々の色に染め分ける方法を用い、低線量率放射線照射による染色体異常誘発を調査しました。SPF C3H メスマウスに 8 週齢から、1 日当たり 20 mGy、1 mGy 及び 0.05 mGy の低線量率で ^{137}Cs ガンマ線を長期間照射し、脾リンパ球における転座型染色体異常の頻度を数えました。すると、1 日当たり 20 mGy 及び 1 mGy の照射では、統計的に有意な異常増加が認められましたが、1 日当たり 0.05 mGy では、認められませんでした。低線量率長期照射の場合の線量効果関係は、高線量率（1 分当たり 890 mGy）急照射の場合の二次曲線とは異なり、直線と考えられます。また、低線量率での異常誘発頻度は、同じ総線量でも高線量率の場合よりも低いことが分かりました。

発表論文

- Tanaka, K., A. Kohda and K. Satoh (2013) Dose-rate effects and dose and dose-rate effectiveness factor on frequencies of chromosome aberrations in splenic lymphocytes from mice continuously exposed to low-dose-rate gamma-radiation. *J. Radiol. Prot.*, 33(1), 61-70.
- Tanaka, K., K. Satoh and A. Kohda (2014) Dose and dose-rate response of lymphocyte chromosome aberrations in mice chronically irradiated within a low-dose-rate range after age adjustment. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 159(1-4), 38-45.
- Kohda, A. *et al.* (2022) Frequencies of chromosome aberrations are lower in splenic lymphocytes from mice continuously exposed to very low-dose-rate gamma rays compared with non-irradiated control mice. *Radiat. Res.*, 198(6), 639-645.

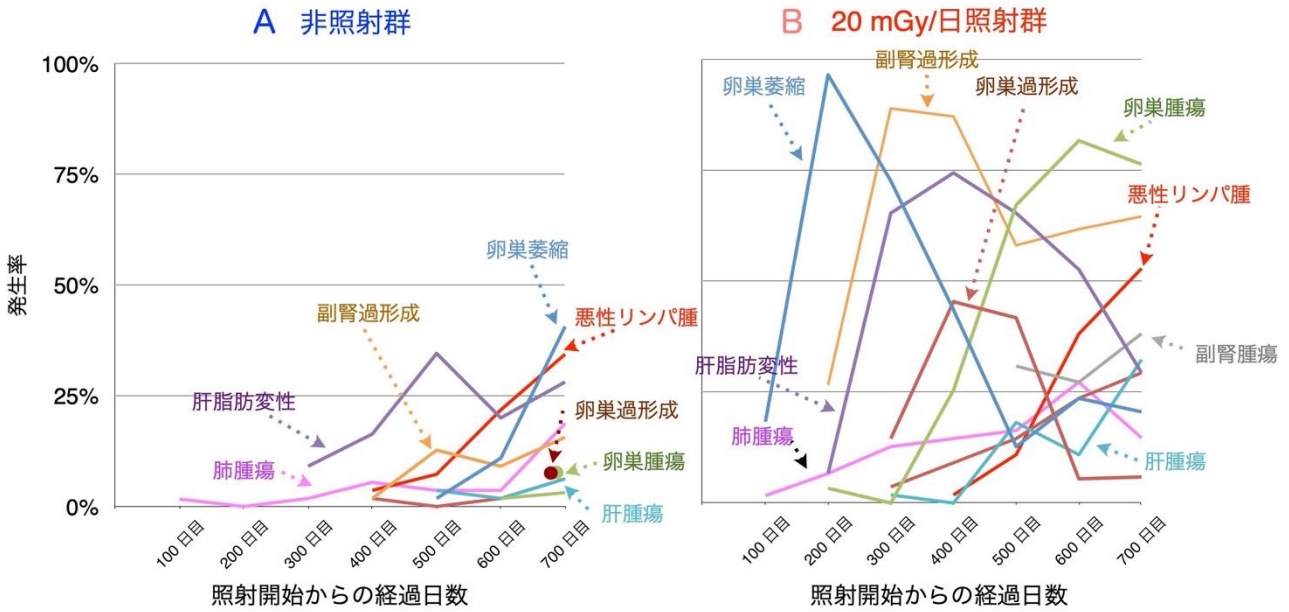


図1 低線量率ガンマ線を400日間連続照射したメスマウスに見られる病変の経時的変化

低線量率（20 mGy/日）ガンマ線を56日齢から連続照射したSPF B6C3F1メスマウスを照射開始日から100日おきに経時的に剖検し、病理学的検索を行う実験を実施しました。その結果、20 mGy/日照射群（図B）において非照射対照群（図A）と比べ、脂肪肝、副腎過形成、卵巢萎縮、悪性肝腫瘍、悪性肺腫瘍、卵巢、副腎及びハーダー腺腫瘍発生率の増加と腫瘍発生の早期化が認められました。しかし、悪性リンパ腫、良性肝腫瘍及び良性肺腫瘍は非照射対照群と照射群でほぼ同時期に発生しており、腫瘍発生の早期化は見られませんでした。これらの結果は、臓器・組織によって低線量率放射線の連続照射による影響が異なることを示唆しているものと考えられます。

発表論文

Tanaka, I., J. Komura and S. Tanaka (2017) Pathology of serially sacrificed female B6C3F1 mice continuously exposed to very low-dose-rate gamma rays. *Radiat. Res.*, 187(3), 346-360.

設立の経緯と沿革

(1) 設立の背景

環境研の設立に至る国と青森県とのやり取りについては、「資料集（1）環境研の設置及び青森県の地域開発計画における環境研の位置付けに関する資料（163～170 ページ）」に掲載した文書に具体的な記載を見ることができる。

青森県六ヶ所村で原子燃料サイクル施設の建設プロジェクトが進められている状況を背景に、国は地元の要請に応え、原子力環境安全研究の一層の充実を図ることになった。既に当時の科学技術庁傘下の放射線医学総合研究所、日本原子力研究所、核燃料サイクル開発機構など既存の機関が関連研究を進めていたが、既存の研究機関では設置・運営が困難な施設・設備を備えた新しい研究推進体制を整備し、国全体の研究を更に効果的・効率的に推進することになった。

科学技術庁の原子力研究等地域展開推進室は、新研究所設置に当り、

- ① 公的使命を有しつつ弾力的な研究運営が可能な財団法人とすること
- ② 今後の原子力関連研究機関の青森県地域への展開・集積の核とすること

という基本条件を定め、新研究所研究計画検討会、並びに技術ワーキンググループ及び研究体制ワーキンググループを設置して、具体化のための検討を開始した。

(2) 新研究所研究計画検討会

当該検討会（委員長：市川 龍資 財団法人 原子力安全研究協会 常任理事）は平成元年 12 月 15 日、平成 2 年 5 月 15 日及び 8 月 7 日の 3 回に亘って開催された。その間に技術ワーキンググループ（主査：小柳 卓 放射線医学総合研究所 那珂湊支所長）が 4 回、研究体制ワーキンググループ（主査：石川 迪夫 日本原子力研究所 東海研究所 特別研究員）が 3 回開催され、平成 2 年 8 月に報告書「新研究所の研究計画について」並びに参考資料が纏められた。

(3) 設立準備委員会

新研究所研究計画検討会の報告を受け、平成 2 年 10 月 5 日、「財団法人 環境科学総合研究所（仮称）」設立に係る打合せ会が日本電気工業会特別会議室で行われ、平成 2 年 10 月 22 日に第 1 回「財団法人 環境科学総合研究所（仮称）設立準備委員会」（委員長：森 茂 日本原子力研究所 技術相談役）が開催され、委員選任のほか、財団設立に向けてのスケジュール、設立趣意書、寄附行為、組織図、設立後 4 年間の事業計画及び収支予算等について審議された。

続いて、平成 2 年 11 月 13 日、青森国際ホテルにおいて第 2 回が開催され、財団設立許可申請書（案）及び設立発起人会の開催について審議された。また、財団の名称について、第 1 回設立準備委員会での指摘を受け検討した結果、同一名称の財団が既存している等の理由により、「環境科学技術研究所」に変更することにしたいとの提案があり、了承された。

(4) 設立発起人会

設立準備委員会において推薦された各界有識者 10 名に設立発起人となることを依頼し、全員の承諾を得て、「財団法人 環境科学技術研究所 設立発起人会」が発足した。

財団法人 環境科学技術研究所 設立発起人（敬称略・50音順）

石渡 鷹雄 動力炉・核燃料開発事業団理事長
伊原 義徳 日本原子力研究所理事長
今村 治輔 清水建設株式会社 代表取締役社長
圓城寺次郎 財団法人 日本原子力産業会議 会長
大垣 忠雄 日本原燃産業株式会社 代表取締役社長
北村 正哉 青森県知事
志岐 守哉 財団法人 日本電機工業会 会長
豊田 正敏 日本原燃サービス株式会社 代表取締役社長
那須 翔 電気事業連合会 会長
森 茂 財団法人 環境科学技術研究所 設立準備委員会 委員長

平成2年11月19日、青森国際ホテルにおいて設立発起人会が開催され、設立趣意書、財団法人 環境科学技術研究所を設立することの承認、寄附行為の承認、寄附財産、設立後4年間の事業計画及び収支予算、役員を選任、設立代表者の選任、事務所の設置等について審議され、承認または選任された。設立代表者には森 茂氏が選任された。

(5) 財団法人 環境科学技術研究所の発足

平成2年11月21日、内閣総理大臣に設立許可を申請し、12月3日に許可され、ここに財団法人 環境科学技術研究所が発足した。更に12月6日、財団法人としての登記手続きが完了し、同日、原燃産業株式会社 大石平分室あとに事務所が開設された（写真1）。

設立準備段階においては、主な事務所の所在地として東京都内、青森市内及び六ヶ所村内が検討されたが、地元との友好的信頼関係を一日も早く築き、現地に腰を落ち着けて初めて研究ができるとの考えから、六ヶ所村に決定された。

発足時の役職員は、森 茂 理事長、小柳 卓 常務理事、新研究所研究計画検討会の研究体制ワーキンググループ委員であった大桃 洋一郎 理事、旧動力炉・核燃料開発事業団から出向の辻 信雄 理事の4役員、日本原子力研究所からの派遣者2名及び地元出身者1名の職員から成る計7名であった（写真2）。組織は、企画・管理部、第1研究部及び第2研究部の3部体制で発足し、研究部長は2名の理事がそれぞれ兼任し、研究員はいなかった。



写真1 環境科学技術研究所が発足してから本所移転までの間、事業を実施した仮設事務所。撮影：平成5年4月8日



写真2 平成2年12月、環境科学技術研究所発足時の全役職員

写真2において、向かって左から辻理事、小柳常務理事、森理事長、大桃理事、吉沢企画・管理部長、河合職員、そして蝦名職員である。12月3日は環境科学技術研究所創立記念日と定められた。

(6) 本所の建設・本館（事務・研究棟）への移転等

平成3年に設計検討を開始した本所の本館（事務・研究棟）は平成4年2月20日に起工式を行い、平成5年3月31日に竣工し、移転した（写真3）。その後、本所における整備が進められ（写真4）、第3部に示す施設が整備されていった。



写真3 平成5年4月9日、竣工直後の本館周辺の様子

(7) 公益財団法人への移行と定款

平成24年4月1日、公益財団法人 環境科学技術研究所に移行した。

平成29年7月1日制定の定款では、法人の目的及び事業を次のように定めている。

目的: 放射性物質及び放射線の環境への影響（以下「放射性物質等の環境影響」という。）等の環境安全に関する調査研究、技術・情報の提供等を行い、原子力と環境のかかわりについての理解の増進を図るとともに、原子力関連分野の人材育成を支援することにより、我が国の原子力開発利用の円滑な発展に寄与することを目的とする。



写真4 平成5年5月10日、本館竣工直後の本所整備工事の様子

事業: 上記の目的を達成するため、次の事業を行う。

- ① 放射性物質等の環境影響等環境安全に関する調査研究
 - ② 放射性物質等の環境影響等環境安全に関する技術・情報の提供
 - ③ 放射性物質等の環境影響等環境安全に関する普及啓発
 - ④ 原子力開発利用の発展に寄与する人材育成への支援
 - ⑤ その他この法人の目的を達成するために必要な事業
- 上記の事業は、日本全国を対象として行うものとする。

(8) 研究部等の構成

平成2年の環境研設立時は、第1研究部（閉鎖系研究室を含む）及び第2研究部の2部構成であった。平成4年7月13日に低線量放射線生物影響研究室が開設された。平成4年10月1日には第3研究部が開設された。平成5年4月1日には、第1研究部、第2研究部及び第3研究部は廃止され、研究部は環境動態研究部、環境シミュレーション研究部及び生物影響研究部の3部体制となった。平成24年4月1日には、環境動態研究部と環境シミュレーション研究部が環境影響研究部に統一され、2研究部体制となった。更に、令和4年4月1日にはトリチウム研究センターが開設され、2研究部+1研究センターの構成となった。

また、令和3年12月1日には、共創センターが開設された。

第1部 環境研30年に寄せて

1. 環境科学技術研究所の創設30年に寄せて

永岡 桂子
文部科学大臣



公益財団法人環境科学技術研究所が平成2年に科学技術庁（当時）認可の財団法人として発足し、青森県六ヶ所村で活動を開始してから、30年以上が経ちました。この間、地域に根差した研究所として、放射性物質の環境影響等に係る環境安全に関する調査研究などが進められるとともに、その成果の発信を通じて、原子力と環境に関する理解の醸成が図られてきたことは、有意義かつ重要な取組と認識しています。貴研究所のこれまでの発展に御尽力された歴代の理事長をはじめ役職員及び研究者、関係の皆様のご御努力に、深く敬意を表します。

貴研究所の設立に当たっては、原子力関連研究機関の青森県内への集積・発展の核となるよう配慮することが、基本的考え方とされてきました。現在、量子科学技術研究開発機構、東北大学量子エネルギー工学専攻六ヶ所村分室、青森県量子科学センターが六ヶ所村に立地するとともに、むつ市などにも研究機関が立地しています。今後も、貴研究所をはじめとして地域にある研究機関が相乗効果を発揮し、研究開発活動がますます発展していくよう、文部科学省としても引き続き貢献してまいります。

ロシアのウクライナ侵略に起因した世界的なエネルギー情勢の変化や、地球温暖化といった世界規模の環境問題への懸念の高まりを受けて、国際的にも原子力の重要性が改めて認識されてきました。このような情勢を踏まえて、我が国においても、既設の原子力発電所の最大限の活用、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設などの今後の原子力政策の方向性が示されました。

核燃料サイクルは、資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点から、引き続き、我が国の原子力政策の基本的方針とされています。貴研究所の設立以降、平成23年の福島第一原発事故をはじめとする原子力施設の事故も発生しましたが、核燃料サイクル事業がこれまで地域の御理解と御協力の中で進められてきたことについては、貴研究所における科学的に中立的な立場での研究や成果の発信活動が大きな役割を果たしてきたものと考えています。

今後、日本原燃株式会社六ヶ所再処理施設の竣工・稼働を控える中、貴研究所における環境安全に関する調査研究とその成果の内外への発信等の活動は、より一層重要になってくると思います。地域の安全・安心に貢献するためには、研究活動の実績を着実に積み重ね、開かれた研究所として国内外の研究者を惹きつけるとともに、地域への具体的な貢献を通じて、研究所の発信する情報について住民の皆様の信頼を得ていくことが必要です。貴研究所におかれましては、30周年を機に開始した地域との共創活動を一つの礎として、これまで以上に大きな役割を果たしていくことを強く期待しています。

次の30年に向け、貴研究所がこれまで培われてきた実績を確実に継承し、地域とともに今後益々発展されることを心から祈念申し上げます。

2. 環境研創立 30 周年を祝して

三村 申吾
青森県知事



公益財団法人環境科学技術研究所が創立 30 周年を迎えられましたことを、心からお祝い申し上げます。

エネルギー資源に乏しい我が国は、エネルギーの安定供給、地球温暖化への対応、あるいはエネルギー安全保障等の観点から、一貫して原子力発電及び核燃料サイクルの推進を基本政策としています。

青森県は、この政策が我が国を支える重要な政策であり、確固たる国家戦略であるとの認識の下、安全確保を第一義に、地域振興に寄与することを前提に原子力施設の立地に協力してきました。

また、青森県は、「安全なくして原子力なし」との一貫した姿勢で、県民の安全・安心を守る立場として、国・事業者に対して原子力施設の徹底した安全確保対策や情報公開等を求めるとともに、環境放射線モニタリングや原子力施設への立入調査の実施のほか、関係市町村や事業者と連携した原子力防災対策の充実に積極的に取り組んでいるところです。

六ヶ所再処理工場の安全性について、現在、法令に基づき、国において厳格な審査が行われていますが、同再処理工場から排出される放射性物質が施設周辺の環境や人体に与える影響を明らかにすることは、県民のみならず国民にとっても極めて関心の高いテーマであると認識しています。

こうした中、青森県では、平成3年度から環境科学技術研究所への調査委託により、排出放射性物質による環境影響や生物影響に関する調査を継続的・計画的に実施し、環境中での放射性物質の挙動を解明し、人体及び環境生態系への被ばく線量を求めるとともに、低い線量の放射線を長期間にわたって浴びた場合の人体に与える影響を解明するための調査を継続的に行ってきたところです。

環境科学技術研究所におかれては、これらの調査により、数々の新たな科学的知見や客観的データを得るとともに、これらについて、地域住民や県民に対して丁寧な情報発信を行うことにより、理解促進に努めるなど、県民の安全・安心の確保に大きく寄与していただいていることに、心から感謝申し上げます。

今後とも、放射性物質についての科学的な影響の解明に御尽力いただきますとともに、原子力と環境の関わりについての県民の理解を増進し、地域住民や県民の安全・安心が得られるよう、引き続き御協力をお願いいたします。さらには、放射線の影響に関する知見の蓄積により、我が国及び世界に貢献されていくことを御期待申し上げます。

結びに、このたびの創立 30 周年を契機として、公益財団法人環境科学技術研究所のますますの御発展とともに、関係者の皆様の御健勝とさらなる御活躍をお祈り申し上げ、お祝いの言葉といたします。

3. 設立 30 周年に寄せて

戸田 衛
六ヶ所村長



この度、公益財団法人環境科学技術研究所が、記念すべき設立 30 周年を迎えられましたことを心よりお慶び申し上げます。

貴研究所におかれましては、平成 2 年の設立以来、六ヶ所村に立地する「再処理工場」から排出される放射性物質による周辺環境や生物に対する影響に関する調査研究に継続的に取り組み、その得られた成果を、村民をはじめ県民に対してわかりやすく情報発信するなど、原子力に対する知識の向上と理解醸成にご尽力されてきました。特に、村の各種イベントの参加をはじめ、小・中・高等学校と連携した学習支援や施設公開などを活用した理解醸成活動は、村民の理解・知識の増進につながっているものであります。ここに、島田理事長をはじめ、歴代役員の皆様、そして関係する皆様の長年にわたるご尽力に対し、心から敬意を表し、感謝を申し上げます。

さて、本村は、昭和 59 年に電気事業連合会から「ウラン濃縮施設」、「低レベル放射性廃棄物埋設施設」、「再処理施設」の立地協力要請を受け、昭和 60 年 4 月に「原子燃料サイクル施設の立地への協力に関する基本協定」を締結し、国及び電気事業者が推進する原子力エネルギー政策への協力をスタートさせました。我が国の経済成長に欠かせないエネルギーの主役は、昭和 40 年代に石炭から石油に移行し、石油中心の産業が我が国の経済成長を牽引してきた中で、二度のオイルショックを機に準国産エネルギーとして原子力発電への期待が高まり、核燃料サイクル技術の確立を加速させてきたものと理解しているところであります。立地受諾にあたっては、激しい賛否両論が渦巻き、立地地域では移転を余儀なくされるなど苦渋の選択を強いられました。現在の本村の経済や財政を見てわかるとおり、誘致することをご英断された諸先輩方には深く敬意を表する次第であります。

原子力に対する知識が乏しい本村において、施設から排出される放射性物質や放射線が環境や人体にどのような影響を与えるのか、目に見えないものをどのように測定し、評価され、村民に理解していただくかなど、様々な難題を抱えました。特に、再処理工場の建設を進めるにあたっては、安全審査で評価された施設周辺住民等が受ける年間実効線量 (0.022 ミリシーベルト) の根拠や施設から全量放出される「クリプトン 85」の捕集技術の確立と捕集技術の採用、海洋に放出される「トリチウム」の漁業への影響などへの対応は、専門的知見を必要とすることもあり、非常に苦労したところであります。

村では、貴研究所の職員などで構成する「原子力アドバイザー」や「原子力安全管理委員会」などを設置し、力強いご助言を賜りながらその対応にあたって参りました。貴研究所におきましては、引き続き、村民の安全・安心の更なる醸成を図る観点から原子力安全に関する研究にご尽力を賜るとともに、本村の第一次産業に活用できる知識や技術の提供にもご期待するところであります。再処理工場の竣工に大きな期待を寄せる本村としては、施設の安

全性を確認していくためにも本村で営まれている第一次産業の維持・発展は欠かせないものと認識することから、貴研究所のお力添えを賜りながら、本村の第一次産業の振興・発展に努めて参りたいと思います。

結びに、設立 30 周年を契機といたしまして、公益財団法人環境科学技術研究所の益々のご発展と関係の皆様の一層のご活躍を心から祈念申し上げまして、お祝いの言葉とさせていただきます。

4. 研究所設立の頃

4.1 思い出すままに

大桃 洋一郎

財団法人 環境科学技術研究所 元理事長

現職：公益財団法人 環境科学技術研究所 顧問



六ヶ所村に研究所を開設したのは1990年12月3日である。旧日本原燃大石平分室の食堂あとを改装して現地仮事務所とし、廃校となっていた鷹架小学校の音楽室に放射線測定器を持ち込んで、仕事の準備に取り掛かった。

職員について：設立当初の人員は、森茂理事長他6名、その内訳は旧日本原子力研究所（以下原研）からの派遣2名、旧動力炉核燃料開発事業団（以下動燃）からの出向者1名、旧国立放射線医学総合研究所の途中退職者2名、現地採用者1名であった。現役の研究者は事実上零だったが、翌1991年4月から、上記研究所からベテランの出向者が若干名加わった。

職員宿舎について：全員六ヶ所村に住む予定であった。しかし村内に借り上げ住宅などの受け入れ態勢が整っていなかったため、当分の間隣接の三沢市または野辺地町に住居を探すことになった。しかし1人か2人は当初予定通り六ヶ所村に・・・という意見も強かった。余談だが当時吉幾三作詞作曲の「俺ら東京さ行くだ」が流行していた。その歌詞の一部に「テレビもねえ、ラジオもねえ、車もそれほど走ってねえ」というフレーズがある。それと有名なランプの宿青荷温泉のイメージが重なって、六ヶ所村に住むことになれば、部落によってはランプ生活を覚悟しなければという思いが、一瞬みんなの脳裏をかすめたのではないかと思う。事実、他社の話だが、家族から電化製品が使えないのかと言う問い合わせが何件もあったという。

改めて振り返ってみると、当時、職員の日常生活等に関する情報提供は不十分だったのではないかと思うが、自然に笑みがこぼれるような、暖かなエピソードではある。

研究所建設予定地周辺の状況等について：建設予定地の中を熊の親子が散歩する姿を見掛けたことがあった。冬は鷹架沼が凍結するのを待って、ワカサギ釣り、春は蕨、昼休みのほんの1時間足らずのうちにワカサギ20匹ほど、蕨一抱えの収穫があった。自然豊かな明るい、楽しい土地だった。

冬のバス通勤と雪：六ヶ所村では、降り積もった雪が強い海風にあおられて舞い上がる。雪は下から降るのだ。道が凍結すると緩やかな坂道でも途中で停車したら再発進は極めて困難。大雪で倒木が道をふさいだこともあるが、通常なら1時間のところ、3時間かかったこ

とがあった。

ここで雪と敷地面積に触れておきたい。建屋の面積に対し敷地面積が広すぎるといふ指摘を受けることがあった。都会でも雪が降れば分かるが、除雪した雪の捨て場を確保しないと大変なことになるのだ。三沢市内でも屋根から落ちた雪の捨て場がないので、放置しておいたら、ストーブの排気ダクトが雪に埋もれ、人身事故になるおそれがあった。実際に生活してみないと分からないことがあるものだ。

人々との親睦：職員の数が少なかったころは、旅費を積み立て、一泊二日の職員親睦旅行があった。分野の異なる職員間の相互理解に役立った。設立初期に理化学研究所の研究者だった荒谷美智さんが、当研究所の職員として着任され、六ヶ所村内に「読書愛好会」を立ち上げ、村民との親睦と相互理解に努められ、特筆すべき大きな貢献をされた。

国際検討委員会について：研究所立ち上げの時から国際的な研究活動を意識していた。放射性物質の環境中での挙動や生態系（人を含む）への影響に関する実証的研究を実現しうる施設の整備や研究課題について世界各国の第一人者を招待し、議論を重ねた。当研究所の活動は国際放射生態学連合（IUR）の注目するところとなった。

閑話休題

ここで青森のねぶたに触れておきたい。1991年の夏、職員親睦会でねぶた見学に出掛けた。歯の根が合わぬほど寒かった。青森初めての夏祭りだったのに、寒さにふるえたことだけが記憶に残っている。

設立当時の思い出は尽きない。懐かしさに胸が締め付けられる思いである。涙が止まらない。

最後に一言。繰り返し強調したように、この研究所は排出放射性物質の環境中での挙動、生態系への影響、更に人体への影響を実証することを目的に建設された世界でも類のない研究施設である。例えば雪を降らせ、「やませ」を再現できる全天候型人工気象実験施設、建設当初「月面基地」で人々の関心と呼んだ生態系実験施設（例えば月面でも人間が一定期間自給自足しながら生活できる機能を持つ施設）、生物の個体から、細胞、遺伝子レベルまで放射線影響を実証研究できる諸施設—低線量率放射線連続照射施設や先端分子生物科学研究センターを備えている。貴重な研究成果も多数報告されている。これに対し国際放射生態学連合から最高賞が贈られた。「実証研究」が当研究所の売りである。

環境研史上最強の現理事長を支え、更なる発展を期待する。

4.2 追悼

財団法人 環境科学技術研究所 元専務理事
元環境シミュレーション研究部長
新田 慶治 先生



故 新田慶治先生

環境研 30 年史編集委員会委員長 多胡 靖宏

※（先生にはご寄稿頂くことになっていましたが、本追悼文に換えさせていただきます）

2022 年 12 月 23 日、科学技術庁 航空宇宙技術研究所（先生入所時は航空技術研究所。以下、航技研。現在 JAXA 研究開発部門）で特別研究官、環境研では専務理事と環境シミュレーション研究部長として草創期を支えた新田慶治先生が急逝されました。享年 89 才でした。

先生は、1958 年早稲田大学理工学部応用物理学科卒業後、航技研に入所され、風洞計測システム、YS-11 飛行計測システム、ロケット飛翔計測システムの研究に従事された後、ポストアポロ計画リエゾンオフィサーとして米国ワシントン DC に駐在されました。帰国後はロケット慣性誘導システム、日本人宇宙飛行士選抜法の開発に携わられました。

先生は、日本の宇宙開発において当時はまだ推進されていなかった有人宇宙活動に必要な環境制御・生命維持システム（ECLSS）技術開発に着手され、1982 年には将来、月以遠の火星などへの深宇宙有人探査活動で必要となる閉鎖（あるいは制御）生態系生命維持システム（CELSS）技術（空気・水・食料・廃棄物の再生循環を目指す技術）に関する研究開発グループを組織し、国内外のワークショップ・委員会を舞台に、強力なリーダーシップを発揮され、省庁の枠を超えた研究ネットワークを構築されました。これが母体となって、1988 年には「CELSS 研究会」（初代会長：近藤次郎日本学術会議会長）を航技研、他の国研、大学、民間の協力者と共に設立されました。自らは副会長として研究会の発展に尽力され、研究会は 1993 年に「CELSS 学会」と改称して日本学術会議に登録されました。先生は学会の発展に尽くされ、2000 年からは第 3 代 CELSS 学会長を務め、当該学会の礎を築かれました。

先生は 1992 年に航技研から環境研に移籍され、放射性炭素、トリチウム等の環境中移行模擬実験を目的とし、閉鎖系内に人が居住して CELSS 技術を実証する施設でもある閉鎖型生態系実験施設（CEEF）の建設、NASA、ロシア、ESA、カナダからの参加者を含む国際検討委員会の主催、これらのメンバーを含む国際先端生命維持ワーキンググループ（IALSWG）編成などの活動を主体的に推し進められました。また、2001 年には、環境研の国際検討委員会と並行して六ヶ所村で開催された新学会発足記念大会で、学会の検討対象を宇宙開発のための生命維持技術にとどまらず、現在の SDGs に繋がる広範な問題へと拡張すべく、CELSS 学会から「生態工学会」への改称を実施されました（初代生態工学会長（～2007 年））。

以上の功績により、先生は 2004 年 11 月に瑞宝小授章を授与され、生命維持環境制御システム分野における業績に対して 2005 年 5 月に国際環境システム学会（ICES）において Award for Technical Excellence を授与され、2021 年 7 月には生態工学会名誉会長に推挙されました。

CEEF での本格的な居住実験は 2007 年を最後に行われていませんが、物質循環閉鎖居住実験の成果は何とか達成されました（28 ページ参照）。CEEF は閉鎖されましたが、先生が残された CEEF が後世に教えるものは、宇宙開発に対しても、SDGs に対しても、今なお多いと感じます。安全保障環境の変化など新たな動きが予感される昨今、私達後進は新田先生の偉業の新世代への反映を考えていきたいと思ひます。謹んで先生のご冥福をお祈りします。

5. 環境研 OB からの寄稿（寄稿者名について 50 音順に掲載）

5.1 環境研での懐かしい思い出

稲葉 次郎

財団法人 環境科学技術研究所 元理事
元環境動態研究部長



昨秋、島田理事長から環境研設立 30 周年記念として開催された国際シンポジウムの内容をまとめた Radiation Protection Dosimetry の特集号が届いた。設立 30 周年を心からお祝いするとともに、そこに発表された論文の中に多くの顔見知りの環境研研究員の名を見つけて研究の進展を感じ、大変に嬉しい思いをした。

私は内地留学やコーネル大学留学さらにはウィーンの IAEA 出向などを含めて 36 年間で放医研で勤務し、その後 1999 年 4 月から 6 年間で環境研にお世話になった。環境動態研究部着任当時、同部は陸圏環境グループと気水圏環境グループから成り、種々の気象条件を再現できる全天候型人工気象実験施設など研究施設もほぼ完成した中、両グループとも多数の有能な若い研究者を擁して活発な研究活動が始まっていた。大型再処理施設からの放射性物質の環境での動態を明らかにしようとして行われていた多方面からなる研究はいずれも重要で私にとっても大変に興味深く、それら研究の進展にできるだけ力を尽したいと努力したことは今でも私自身の懐かしい思い出になっている。

研究の成果は学術集会や学術誌に発表された。その中で、私の任期中に動態研究部が中心になりながら環境研を挙げての国際シンポジウムを 2 回と保健物理学会の第 39 回大会を国内外から多くの研究者の参加を得て六ヶ所村の地で開催し、2 冊の立派な国際シンポジウムプロシーディングスを刊行できたのは幸いであった。

「環境」は決して一様なものではない。地域特性は大きいし、時間によっても変動する。そのことを肝に銘じたうえで、実環境で精度の高い経時的な観測を行い、実験研究も併せて観測値に対する影響因子を明らかにし、それらを用いてその環境内での種々のコンパートメント間の移行係数を導き、それらを含んだ環境モデルを構築し、さらには住民の生活様態も考慮に入れ、よって現実的で精度の高い住民の線量計算さらにはリスク評価を可能とすること、すなわち排出放射性物質による環境影響に関する調査研究は、放射性物質のみならず化学物質も含めた今日的な環境問題を科学的に正しく理解するうえで極めて重要であり、やりがいのある研究であるといえる。環境研の調査研究の今後の進展を大いに期待する所以である。

私は三沢での 6 年間で単身生活を送った。最初の冬こそ寒さに戸惑ったが、環境研の素晴らしい仲間のおかげで日々の研究を含め毎日を楽しく過ごすことができた。と同時に、青森県は十和田や八甲田など四季を通じての美しい自然と多くの文化遺産に恵まれた地、それを私自身が十分に楽しむことができ、さらには頻りに千葉や横浜から訪ねてきた友人や家族も楽しむことができた。今はこの楽しかった 6 年間で懐かしく思い出す。

5.2 環境研創立 30 周年に寄せて

小野 哲也

公益財団法人 環境科学技術研究所 前理事長



私が環境研にお世話になったのは東日本大震災の翌年である 2012 年からの 7 年間です。この時期の環境研は設立から約 20 年を経て順調に成果をあげていました。先端分子生物科学研究センターなどの大型施設が稼働し、それらを使った研究成果が着実に発表され、また六ヶ所村を中心に青森県内各地の環境中放射性物質の分布やその動態も精力的に分析され、さらにはそこで培われた手法が福島原発事故後の汚染調査でも一定の役割を担っていました。これらの成果は国内外の様々な研究者との共同研究にも結びつき、特に、前任者である嶋昭紘理事長の肝入により始められたドイツとイタリアの研究室との共同研究は特筆に値するでしょう。また環境研の成果は放射線防護に関する勧告を行っている国際学術組織である ICRP（国際放射線防護委員会）などにも評価・引用され、それは今も引き継いでいます。このような状況のもと、私は環境研の広報に努めました。具体的には国際会議を招聘したり国内の学会でワークショップを開くなどを通して環境研の存在と業績をより広く知ってもらえるようにしました。なかでも 2016 年には放射性物質の環境への影響を調査する ICRP の第 5 専門委員会メンバー 6 名が来日され、六ヶ所村で環境研と共催の公開パネルディスカッションを開き、翌日からは専門委員会の審議に環境研のメンバーをオブザーバー参加させてもらったことが印象に残っています。他に、青森県内の各地で住民向けの勉強会も続けました。一方、所内の研究者に対しては事あるごとに「論文を書いて！」と言いつつ、人事評価システムに論文を書いたかどうかを組み込むようにしました。その理由は、研究者の陥り易い問題として成果が出ているときは調査、研究に熱中してしまい成果を論文に書いて世界に発信するという作業が疎かになるという傾向があるからです。

環境研の今後の課題としては、これまでも増して国内外の研究者との共同研究を推進して研究の幅を広げ質を高めることが大切かと思えます。また、研究の方向性としては今の課題を深めると同時に放射性物質による環境汚染の影響や放射線被曝による人体への影響を軽減化する方法の探索をさらに進める事も重要かと思えます。事故、事件、戦争などにより生じる事態をも想定し、それらの影響を軽減化できれば、社会の強靱性（resilience）向上にもつながるでしょう。

最後になりますが、環境研が 30 周年を迎えられたのは、その設立と研究の推進のために所外の方々から多大なるご尽力を頂いた賜物です。改めて心よりお礼申し上げます。

環境研のさらなる発展を祈ります。

5.3 環境研のインターネット接続

久松 俊一

公益財団法人 環境科学技術研究所 前常務理事

現職：理事長アドバイザー



インターネットは今や種々の連絡に必要な不可欠の存在であるとともに、環境研の PA 活動にとっても重要であり、今後の益々の充実が望まれるところである。本稿では、環境研におけるインターネット接続の事始めを記すこととする。

当時の大桃洋一郎所長に声を掛けていただき、環境研に席を置くことになったのは平成 9 年度であった。それまで、秋田大学医学部に属していたのだが、理学部の放射化学講座の出身ということで、環境放射能研究に携わっていたことから、学会などではよく顔を合わせており、その縁で拾っていただいた次第である。環境動態研究部に入れていただいたが、全天候型人工気象実験施設は建設中で、環境動態研究部は生物影響研究部とともに本館の 2 階の大部屋に机があり、和気あいあいの雰囲気があった。

当時の環境研には常時接続のインターネットが届いておらず、インターネット接続が必要な場合には、各自が用意したモデムを電話線につないで行っていた。このモデムによる接続は速度も遅く、使い勝手も悪いものであった。所外との連絡の円滑化のためにインターネット常時接続が欲しい旨を具申すると、それならお前が案を作れということになり、二つ返事で引き受けたものの、予算は大変厳しかった。ワーキンググループを組織して、いかに経済的に繋ぐかを議論し、まずは、メールを中心とした通信ができることを目指した。

当時は、Windows 95 への変換が進みつつあるところではあったが、そもそも、各 PC が LAN 接続インターフェースを持っておらず、そのための拡張ボードを購入する必要までであった。一方、所内の一部の建屋では建屋内 LAN の整備が少しずつ行われていたが、建屋間を結ぶ LAN は無かった。

種々の案を考えた結果、建屋間の LAN 接続は見送りとし、各建屋からそれぞれ ISDN でプロバイダーのサーバーまで接続することとなった。最近、ISDN の名前を聞くことは無いが、64 kbps のデジタル通信サービスである。速度が Mbps ではなく kbps であることに時代を感じさせるが、この案は承認され、ゴーサインをいただいた。

設備投資は最低限を旨としたため、LAN 設備が確立されていなかった本館内のケーブル配線は自前で行うこととなり、天井裏のユーティリティスペースを這いまわることとなった。1、2 階は比較的楽だったが、3 階では電話線用と見られる細い管路に 10BASE-T の LAN ケーブルを引き込むという荒業を打たざるを得ず、これが結構な重労働だった。仕事をこなしてくれた職員には感謝しかない。

この時のワーキンググループは情報システム委員会となり、その後も所内のインターネット接続等に関わっていくこととなる。大学からの移りたてが何とか接続まで持って行けたのは、当時、原研から出向していた職員の助けが大きかったことを記してお礼申し上げたい。

6. 所外協力者・アカデミアからの寄稿（寄稿者名について50音順に掲載）

6.1 環境研のモニタリングへの期待

恩田 裕一

筑波大学アイソトープ環境動態研究センター 教授



我々が環境研のモニタリングに期待するのは、もちろん六ヶ所村処理施設から放射される放射性物質の正確な把握です。モニタリングと言うと、ただルーチン作業かと思われる人が居るかもしれませんが、福島原発事故後のモニタリングを経験した身としては、様々な研究者の英知を結集して、極めて慎重に、かつ粘り強く行う必要があるものです。福島事故後には、初期の緊急時モニタリングの土壌や水のデータが、実際の汚染状況をうまく反映していない状況であったという反省があります。さらに、事故後の水環境のモニタリングにおいては、測定下限値が高いために汚染状況が全く分からず、測定下限値以下のデータが公表されていた等々、様々な問題がありました。この一方で、様々な分野の研究者が集まり、協働して世界に誇れる土壌における初期沈着マップを作り上げたという経験もして、やはり多くの異分野の研究者が協働する重要性を痛感した次第です。

緊急時の放射性物質のモニタリングについては、緊急時には短時間で、汚染状況の把握を行うためには、サンプリング、放射性物質について綿密な準備と測定の計画を立てなければなりません。これは言うほど簡単なことではなく、実際にあらかじめのエクササイズが必要であると考えています。そういった意味で環境研が、2022年より筑波大、弘前大、福島大、国立環境研、日本原子力開発機構がメンバーとなっている放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点（ERAN）に加入され、これまで以上の共同研究をオープンに推進されるようになったことは、大変に喜ばしいことです。

私自身は放射性物質の水、土砂に伴う移動の研究を行っていますが、さらに大気を通じた移行、生物を通じた移行等、様々な研究がなされています。さらにこれらの研究は、福島事故後にかなり広範囲に多くの分野の研究者によって行われたため、現在では世界をリードするまでになっています。そういった多くの研究者と環境研の研究者が共働し、議論する機会が増加したのは、環境研のミッションであるモニタリングを高度化するために大変良い機会かと思います。以前お伺いして見学させていただいた際に、実験機器やスタッフ等は非常に充実していることに感銘を受けました。これらのバックグラウンドを基に、さらに共同利用共同研究拠点としての活動を行うことによって、研究の進展はもとより、通常時のモニタリング、再処理施設運転後のモニタリング、さらに言えば、万一の緊急時のモニタリングの備えについてもさらなる議論を行うことが可能になるかと思います。福島事故の教訓からも、備えあれば憂いなしということでもあります。今後の環境研の研究の進展、モニタリングのさらなる高度化を心から祈念しています。

6.2 放射線影響研究の国際拠点を目指して

甲斐 倫明

日本文理大学 教授



放射線影響研究は疫学、生物、環境を対象にしてきました。広島・長崎の原爆経験は我が国の歴史の影の部分でしたが、原爆被爆者調査が放射線科学に大きく貢献した疫学調査として世界に広く知られています。被災された人々の中から構築されたコホートを生涯追跡調査する稀有の調査研究は現在も継続し、これまでに人の放射線影響に関する数々の科学的知見を創出してきました。しかし、低線量・低線量率の影響の関心の高まりによって学術的な焦点は低線量・低線量率影響に移り、疫学や生物の研究において欧米を中心に国際的なプロジェクトが進められています。疫学研究の観察研究としての限界は実験研究としての生物研究が創出する知見によって補完することで健康リスク評価が行われてきましたが、両者を融合することでより信頼できる健康リスクの評価につながることを期待されるようになってきました。一方、環境は人のための環境評価だけでなく、環境に生きる動植物を含めた生態系への影響に重点を移しています。

我が国は、2011年に福島第一原子力発電所の事故を経験し、線量評価、疫学調査および環境影響に関する調査研究が進められてきましたが、緊急時および現存被ばく状況での放射線モニタリングの重要性が強調されています。線量評価は疫学、生物、環境のすべての分野の基礎となるものですが、線量データの質が疫学、生物、環境のすべての知見の質に大きく影響することが改めて認識されています。とくに事故やインシデントがあったときの線量評価は放射線影響を推定する上での最も重要な情報であり、そのために線量情報を取得する体制を日常的に構築していくことが問われているのです。疫学、生物、環境というキーワードだけでは浮かび上がってこなかった重要課題であることを関係者が共有しておく必要があります。大規模原子力事故にもかかわらず、福島第一原子力発電所事故は低線量・低線量率の影響の重要性にさらに光を当てました。それに関係して、身体的な放射線影響にとどまらず、社会的あるいは心理的な影響は過小評価できない影響であることも私たちは事故から学んだのです。一方で、リスクコミュニケーションが事故後には注目されるようになりましたが、放射線影響に関する科学的知識や情報を単に伝達することが問題となっているのではありません。人々が日常あるいは緊急時に信頼できる情報を獲得して自らの行動選択につなげるか、その支援の方法が問われています。これは新たな放射線影響研究の課題として考えていく必要があります。

今、低線量・低線量率の影響研究を担う研究機関として環境科学技術研究所が世界的に注目されるようになってきたのは、低線量率照射装置を用いた長期動物実験の成果を発信しつづけているからだと思います。一方で、人や環境の線量評価を進めるために環境放射性物質の動態に関する研究も事故以前から着実な成果を積み重ねてきていることも注目されています。実験室レベルの研究とフィールドレベルの調査研究が補完しあい、生物と環境の影響研

究を新しい視点と国際的な動きに波長を合わせながら推進する、低線量・低線量率の影響研究の国際拠点としてさらに発展していくことを期待しています。

6.3 輝かしい30年間の成果の上に今後のさらなる発展を期待



神谷 研二

広島大学 副学長

福島県立医科大学 副学長

(公財)環境科学技術研究所が設立30周年を迎えられたことに心よりお祝い申し上げます。この間、全所員の献身的なご努力により世界に冠たる成果を挙げられたことに心よりお慶びと敬意を表します。

貴研究所は、低レベル放射能・放射線の環境及び生体への影響の解明に特化した世界的にも大変特徴ある研究機関です。この特徴ある研究所を設立する契機になったのは、申すまでもなく青森県六ヶ所村の使用済み核燃料の再処理工場の建設であり、それに対する地元の要請に答えることでした。一方、国際社会では医療や産業での放射線の利用、原子力エネルギーの平和利用、さらには最近の宇宙開発などは拡大を続けており、低線量・低線量率放射線の生体影響の解明は、放射線を利用する人類が避けて通れない共通の課題となっています。さらに、この研究成果は放射線の防護基準を通じて我々の生活にも大きな影響を与えるものです。そのため、低線量・低線量率放射線被ばくによる健康影響の解明が求められていますが、それが解析できる研究資料は極めて限られているのが現状です。原子力施設作業員集団、高自然放射線地域での住民、そして最近では国際多施設共同研究によるCT検査を受けた受検者集団を対象とした疫学研究などが代表的な情報源になりますが、このような疫学研究には、線量評価の難しさや疫学調査での交絡因子の存在などの課題があり、それを避けることはできません。その評価を裏付けるためにも、厳密に被ばく線量や被ばく状況が管理され、被ばく後の経過観察や診断が正確に実施できる動物実験が不可欠です。しかし、このような課題に対応できる極めて低い線量率や線量に焦点を当てた多数の動物を用いる大規模な実験は行われていません。この様な中であって、貴研究所は、今まで実施されたことの無い極めて低い線量率での大規模動物実験により低線量率放射線の生体影響の解明を目指す、大変意欲的で挑戦的な研究を開始されました。貴研究所の研究により、今まで十分解明できなかった低線量率放射線被ばくによる生体影響や防護基準に於ける線量率効果等の積年の放射線生物学的課題の解明にも大きな前進が期待されるものと、国内外の専門家から高い関心が寄せられました。

私は、佐藤文昭先生と(公財)原子力安全研究協会の同じ研究班で共にB6C3F1マウスを用いた動物実験に従事した経験があり、佐藤先生の科学者としての優れた能力や誠実なお人柄は良く存じていました。そのため、佐藤先生がこの研究の中核を担うと伺ったときには、この研究は必ず成功するだろうと思いました。この様なお縁もあり、貴研究所の低線量放射線生物影響実験調査委員会の委員を平成13～25年まで務めさせて戴きましたが、極めて重要な研究の進行にリアルタイムで立ち合わせて戴けたことに心より感謝しています。私が委員を務めさせて戴いた時期は、「寿命試験」の結果が得られ始めた時期で、佐藤先生の淡々とした静かな結果報告に胸をドキドキさせながら聞き入った事を昨日の事のように覚えています。

この研究結果は、ICRP や UNSCEAR の出版物にも大変重要な科学的知見として引用されるなど期待通りの大きな成果となりました。本研究の様な長期大規模動物実験を実施する上では様々な困難が伴います。それを完結するためには、強い忍耐力と優れた観察力、そして科学に対する誠実さが求められますが、佐藤先生は、それを担う小木曾洋一先生や田中聡先生といった素晴らしい後継者も育てられました。田中先生のマウス病理学はこの研究の土台を支えました。この様な優れた人財を得て初めて成功した研究だと思います。

私は、福島原発事故後、県民の健康調査に従事することになり、委員会を離れることになりましたが、低線量率・低線量被ばくの健康影響の解明は、原発事故後は専門家のみならず国内外の一般の人々も高い関心を寄せるさらに重要な研究課題となっています。

貴研究所は、現在進行中の「実証調査」に加え、今後は放射線影響のメカニズム解明を目指した「機序調査」をさらに強化して行くと同っています。大きな成功の内に積み上げた30年間の実績の上に、低線量率放射線の生体影響の解明に於いて、21世紀の金字塔とも言える成果を挙げて戴けることを心より期待申し上げます。

6.4 環境研と閉鎖系生態工学のパラダイム

北宅 善昭

大阪公立大学 特任教授



私の環境研とのお付き合いは、設立時からになります。これまで、環境シミュレーション研究関連委員会・分科会の主査や委員として、また研究施設内での調査やスタッフとの議論を通して、私自身の研究に役立つ多くの知見を得ることができました。

長期間宇宙に人が滞在する場合、人の生存に不可欠な食料の生産、空気や水の浄化、物質リサイクルなどを閉鎖環境下で行なう閉鎖生態系生命維持システム（Controlled Ecological Life Support System、略して CELSS（セルス））が必要となります。この CELSS を地上で実証しようとしたのが、米国ではバイオスフェア 2 であり、日本では環境研での閉鎖系生物圏物質循環総合実験でした。特に環境研の精緻な研究・調査・検討は、生態工学会 6 期会長としての私の見地からも、閉鎖系生態工学の新たなパラダイムを科学的に実証する有意義なプロジェクトとして、我が国の学术界においても特筆すべきものであったと考えられます。

このことは、宇宙閉鎖生態系生命維持システムと関連する多くの研究プロジェクトが環境研で活発に行われていた時期、国際会議等で高い評価を得ていることを実感しておりました。また閉鎖生態系関連プロジェクトが終了してからは、環境研主催の国際会議などを通して関わり深かった Wheeler 氏（米国）、Andre 氏（フランス）、Lasseur 氏（オランダ）、Gittelson 氏（ロシア）などの各国の宇宙機関の主要研究者に COSPAR などの宇宙関連国際会議でお会いした時に、環境研との思い出や、その後の環境研および環境研元専務理事の新田先生をはじめ当時のスタッフの状況について、親しく話をしました。やや大げさではありますが、海外の彼らの研究人生にとっても、環境研の存在の大きさを再確認した次第です。

2015 年に国連が提唱した 2030 年までに達成すべき「持続可能な開発目標（SDGs）」の中で、特に水・衛生（目標 6）、エネルギー（同 7）、持続可能な都市（同 11）、持続可能な生産と消費（同 12）、気候変動（同 13）、陸上資源（同 15）などの達成のためには、循環型社会構築が重要課題となっています。環境研がこれまでに蓄積した膨大な知見は、放射性物質の挙動解明・制御のみならず、上記のような地球規模あるいは地域規模の諸問題を解決するために、食料生産（SDGs 目標 2）はじめ、SDGs 各目標達成にも大いに貢献すると考えられます。すなわち、地球を閉鎖系と考えることにより、持続可能社会構築への環境研の知見・技術の寄与が今後ますます期待されることでしょう。

6.5 ローカルかつグローバルに



酒井 一夫

公益財団法人 放射線影響協会 理事長

環境科学技術研究所（環境研）に最初に伺った際に施設見学をさせて頂いた。低線量生物影響実験棟や閉鎖環境研究設備も印象的であったが、「全天候型人工気象実験施設」には度肝を抜かれた。雨や雪を降らせ、風を吹かせ、様々な気象現象を再現できる。この地方の特徴的な気象現象で、時として冷害をもたらすやませ（山背）も再現できる。やませを再現してその仕組みを探り、対策を検討すること。設備自体もさることながら、地域特有の課題に取り組み、研究成果を地元に戻しようという研究方針に感銘を受けた。

環境の放射線防護を考えるにあたっては、放射性核種が環境中でどのように移動し、環境生物にどのような被ばくをもたらし、影響を及ぼすかを把握する必要がある。この流れの中で重要な役割を果たすのが地域に特徴的な「代表的生物種」である。代表的生物種は、地域の動植物の中から、放射線の影響を解析しやすいか、生態系の中で重要な位置にあるか、などとともに、地域の住民にとって馴染みがあるか、農林水産物として重要か、などがその要件になる。環境研では、調査研究の対象として、イネ、リンゴ、ナガイモ、ホタテなどを選定しているが、先の要件に照らして極めて適切であると言えよう。

筆者は2006年に国際放射線防護委員会（ICRP）の中で環境の防護を担当する第5専門委員会に加わった。ICRPでは、主委員会の下に、担当分野ごとに専門委員会が設置されている。ICRPの会合には、2年に一度、すべての専門委員会が一堂に会する「合同会合」と、それぞれの専門委員会が独自に開く「個別会合」がある。2016年は個別会合の年であったが、環境研の国際シンポジウムとタイアップして六ヶ所村と三沢で第5専門委員会の個別会合が実施された。第5専門委員会は、2017年をもってその使命を完遂したとの判断で「発展的に解散」したので、第5専門委員会としての最後の個別会合がわが国で開催されたことになる。環境研には改めて感謝いたしたい。

この個別会合でも、環境研のアプローチが話題となった。地元になじみのある生物種を対象に選んでいる点、研究成果を地元に戻す姿勢を明確にしている点などが、「環境防護研究のあるべき姿」として評価された。

一方で環境研からの報告が、それまでの欧米での報告と必ずしも一致しない点も話題となった。この分野の専門家によると、青森県の黒土の質は、世界的に見てユニークなものであるとのことであった。放射性核種の挙動は土の質によって大きな影響を受けるので、ここで得られた研究成果は世界的にユニークなものであるとのことであった。ローカルな題材を対象としつつ、グローバルな視野の中でユニークな研究が進められていることになる。

今後も、地元に着目したローカルな課題につき調査研究を行いつつ、その成果はグローバルな視野の中で議論して頂きたいと思う。

6.6 日本の ECLSS 研究開発の原点

桜井 誠人

宇宙航空研究開発機構 研究領域主幹



環境研 30 周年おめでとうございます。宇宙船内の空気再生や水再生などを対象とする生命維持技術（ECLSS: Environmental Control Life Support System）の研究は航空宇宙技術研究所 NAL: National Aerospace Laboratory（現：JAXA 調布航空宇宙センター）より始まりました。NAL に在職していた新田慶治先生が月面に地球と同じような生活空間を創造するべく食糧生産を含めた自立型 ECLSS の研究を開始したのです。

閉鎖型生態系実験施設（CEEF: Closed Ecology Experiment Facilities）の研究は宇宙拠点における環境制御生命維持技術の一環として始めていたので、現在 JAXA で取り組んでいる空気再生装置も二酸化炭素分離濃縮→二酸化炭素還元（サバチエ反応）→酸素製造（水電解）の手順で行っており、環境研の手段に追随しています。現在宇宙技術の成熟度は ISS（国際宇宙ステーション）実証の直前まで来ており、ISS の次の世代の月周回宇宙ステーション Gateway では日本は CO₂ 除去と微量有害ガス除去装置を担当する計画です。これらの技術の源流は環境研の技術と繋がっています。最初に六ヶ所村の CEEF を訪れたのは 2002 年頃であり、まず施設全体の大きさに驚きました。物質循環を達成しながら生命維持を行うということはここまで大規模な施設が必要になるのかと、本当に宇宙へ持っていけるのかと心配になりました。植物の非可食部などの廃棄物の処理に関して、湿式酸化装置を有人施設の中で実証したことは世界の先駆けであり、NASA Ames Research Center の職員（物理学者）John A. Hogan 博士が 2007 年 11 月 8～30 日に環境研に外来研究員として留学されたことから分かるように海外から大変高い評価を得ています。

CEEF の技術は狭い宇宙船の中でも植物栽培できるようイネの栽培などは週毎に定植・収穫するシーケンス栽培を取り入れ、各装置間のバッファタンクを極力なくするようにする設計思想でした。

2005 年より行った閉鎖実験の中で、人間一人当たりに必要な耕作面積を 65m²であることを実験的に実証したことは、今後の恒久的宇宙居住拠点の基礎設計データとして特筆に値すると思います。さらに、物理化学的空気再生では、サバチエ反応の次のメタン分解のプロセス、および湿式酸化による廃棄物処理を有人システムとして世界に先駆け実証しています。有人規模で実証しているので故障や不具合のデータも非常に参考になります。エコノートの労力のみではイネの刈り取り、乾燥、脱穀などの時間を得ることができず、CEEF 内で栽培したイネの鉢植えを外に出し、複数の外部の職員の手により食べることができる形とし、非可食部は裁断した形で食糧生産を行わざるを得なかったことは、今後作業のロボット化・自動化技術の導入が非常に重要であることを示唆しています。

CEEF 建設に伴い環境研が NASA、ロシア、ESA、カナダからの参加者の国際検討委員会を

主催し、これらのメンバーを含む国際先端生命維持ワーキンググループ (IALSWG) 編成などを主体的に進めていただいたおかげで、2005 年頃から JAXA メンバーがこの WG への参加を引き継がせていただきました。この WG は時には中国のメンバーも参加して、ロシアのクラスノヤルスク BIOS-III など世界各地の中々見聞できない ECLSS 施設を持ち回りで見学できたので、世界の宇宙居住に関する研究施設のイメージを身に付けることができました。現在の JAXA の ECLSS 技術の基盤を形作るうえで、この見聞が大変重要な知的財産となっています。環境研の方々には ICES (International Conference on Environmental Systems) という学会もご紹介いただき 2005 年より連続して参加させていただいています。ICES は数少ない ECLSS に関する国際学会であり実験現場の方から NASA ヘッドクォーターの方まで自由にディスカッションできるので ECLSS の情報収集、意見交換のために大いに役に立っています。現在では Moon Village Association: MV という団体が月面社会の構築に関する議論を行っています。私が MV の国際会議で発表した時にも海外の参加者は六ヶ所村の施設は月面基地建設のために素晴らしい実験をしてきたと賞賛をしていました。

CELSS (Closed Ecological Life Support System 閉鎖生態系生命維持システム) という概念は、ロシアのギッテルソン氏が提唱しました。宇宙居住を目指す閉鎖生態系の実証施設は主にロシアの BIOS-III、アメリカ BIO-Plex その他、スペイン MELISSA、日本 CEEF などであり環境研の CEEF は世界のトップレベルの施設と肩を並べて研究を進めていました。

本原稿を執筆しているとき新田慶治先生の訃報に触れました。2022 年 6 月に多胡さんと一緒に青砥の御自宅近くに伺いお話をお聞きしたことがお目にかかれる最後になりました。

毎年もしくは数年に一度、ECLSS に興味を持った新しい研究者を六ヶ所村に連れて行きました。エコノートの方々からは閉鎖居住実験中のリアルな話を伺うことができ、CEEF の巨大な施設に刺激を受けた研究者は次世代の宇宙居住科学を牽引しています。自立型 ECLSS を実機サイズで示していただいたことは将来の有人宇宙ミッションのイメージに直感的に響きます。宇宙居住のイメージの輪郭をはっきりつかめたと思います。エコノートの方々とは今でも研究所、学会、科学館などでお会いし宇宙居住に関する思いを共有しています。

CEEF を訪問する度に、やはり六ヶ所村は遠隔地であると感じました。それゆえそこを訪れることは神社仏閣への参拝や、巡礼するような境地になります。宇宙居住を目指すものにとって環境研は単に先進的な技術フィールドに留まらない精神的な支柱の存在感があります。新田先生の精神を残して、環境研が今後とも日本の ECLSS の聖地として存在して行っていたきたいと思います。

6.7 環境研は世界の放射線影響研究を牽引できる

中村 典

公益財団法人 放射線影響研究所 顧問



環境研発足 30 周年おめでとうございます。

紙面が限られているので、単刀直入に申し上げます。放射線の生物影響に関する研究は、ヒット説の影響力が強くて数学的な記述で説明しようとした不毛の時代が長く続いたのは残念でした（現在でも色濃く残っていますが）。もっと生体のしくみを理解する必要がありました。放射線発がんの数理モデルが色々発表されていますが、生物研究者には理解されていないと思います。そして、大変困ったことには、放射線発がん研究の方向性についての議論がなされないまま、大学の放射線関連講座が次々と消滅する時代になってしまいました。

他方、環境研では、自然界における線量率を基準にして、マウスを長期にわたって照射し観察するという大規模研究が行われ、その成果が高く評価されてきました。とはいえ課題はあって、これらの成果から何を引き出せるかです。私が最も印象深く思うのは、マウスの悪性リンパ腫は、死亡したマウスを解剖するという一般的な検査の場合は、照射群において死亡の早期化が見られたのに対して、生きていた個体を 100 日ごとに解剖してみたら、照射群も対照群もほぼ同じ日齢でリンパ腫細胞が生じていたという発見です。つまり放射線は、悪性腫瘍を誘発しているのではなくて、自然に生じた腫瘍細胞が増殖しやすい環境を作っていた（個体死の速度が速まる）のです。文献ではかなり以前から同様の観察はあったのですが、その意味が共有されないまま今日に至っています。

動物実験のもつ意義は、放射線障害の発生のメカニズムを明らかにして、ヒトにおける障害の予防や軽減に寄与することであろうと思います。これまでずっと放射線は突然変異誘発を通じて、発がんリスクを高めるという考えであったので、被ばく後は打つ手が何もありません。しかしこの考えは間違っていたと確信しています。過去のマウス実験でも原爆被爆者の疫学情報でも、放射線は自然発症の悪性腫瘍を早期化することで、発がんリスクが高まったように見えると考えると考えたらほぼすべてを分かりやすく説明できるからです（若年発症の悪性腫瘍発生については例外とすべきかどうか未確定ですが）。その早期化を促しているのは、恐らく正常な組織の炎症です。

最近では、がんは幹細胞突然変異だけでなく周囲のマイクロ環境も考えないと理解できないと考えられるようになってきました。放射線発がんが抑制できるようになれば、それは自然発がんの抑制にもつながるので、人類全体の健康への寄与ができることとなります。炎症の多くは、体は感じません。この感じないけれども体内で起こっている炎症を見つけ出して沈静化できれば、がんの抑制が可能になると思います。環境研の今後のご活躍を心から願っています。

6.8 環境研 30 周年に寄せて

丹羽太貫

公益財団法人 放射線影響研究所 理事長



1990 年に設立された環境科学技術研究所（環境研）の開設 30 周年に心からお喜びを申し上げます。1960 年代から放射線の研究領域に入った私にとって、研究所がたどってこられた過去 30 年にはいささかの感慨を覚えるものがあります。

環境研のことを最初に知ったのは、研究所の低線量率放射線照射施設の設置に関わっておられた佐藤文昭先生からで、放射線防護で問題になる低線量率での長期照射が可能な施設を設計しているとお聞きして、たいへん興味を引かれたのを今も覚えています。この低線量率放射線施設を中心に、環境研について私なりに思うところを述べさせていただきます。

放射線の基礎研究領域では、1990 年代に低線量や低線量率放射線について、培養細胞やマウスを用いて、それまで予想されていなかったさまざまな現象が報告されました。すなわち、照射を受けた細胞だけでなく隣接する細胞にも突然変異が誘発されるバイスタンダー効果、照射細胞のみならずその子孫細胞でも染色体変異が頻発するゲノム不安定性、親の照射が子供世代の発がん頻度を上昇させる経世代影響などです。さらに低線量での前照射により細胞が放射線への抵抗性を獲得する適応応答、低線量照射がマウスでの発がん頻度の低下や寿命延長をもたらすホルミシスも報告されました。なお、これらの成果の多くは、特定の細胞株やマウスの系統について特定の条件の実験で得られ、これらが、ヒトの低線量率放射線リスクに実質的な意味をもつかについては明らかではありません。

その一方で、ヒトにおける低線量放射線のリスクについては、イランのラムサール、ブラジルのガラパリ、中国の広州、そしてインドのケララ州などの高自然放射線地域の住民を対象にした健康影響調査がおこなわれています。しかし、これらの研究からは明確な成果は出ておらず、今も継続されているものもあります。こういった状況で、1990 年の環境研の発足は、時宜を得たものであったと言えるでしょう。

近年我が国では 2011 年の福島第一原発事故があり、幸いなことに放出された放射線のレベルは人々に重篤な影響を与えるものではありませんでした。しかし社会的には極めて大きいインパクトをもたらしました。また国際的にも、いわゆる「汚い爆弾」によるテロが懸念され、今年ロシアの大統領は、ウクライナでの戦争で核兵器の使用も辞さないと言明しています。放射線の平和利用では、放射線の医療での使用はこれまで以上に増え、民間会社による宇宙旅行が可能になり、火星に人々を送り込む計画も検討され、一般の方々の放射線にさらされる機会が増えています。

こういったなかで、歴代の理事長の懇切な指導、研究員の地道な努力、一般職員の方々の支援の上に過去 30 年業績を積み重ねてこられた環境研は、これからも低線量放射線の影響について大きく貢献し、六ヶ所の地域にとっての重要な構成員として、研究を展開してゆかれることを確信しております。

6.9 環境研に寄せて：往古来今

福本 学

東北大学名誉教授・災害科学国際研究所 特任教授
理化学研究所革新知能研究センター 客員主管研究員



環境研が30年を迎えられたこと、お慶び申し上げます。思えば、私が環境研と最初に出会ったのは1996年、低線量放射線生物影響実験調査委員会、特に継世代影響と発がんに関する調査委員会に関わらせて頂いてから27年を数えることになりました。大桃洋一郎所長、佐藤文昭生物影響研究部長の時で、マウスに γ 線を20 mGy/日、400日間の継続被ばくで寿命の短縮があるがそれより低線量率では影響が有意でない、という画期的な結果が出た頃でした。生物影響のプロジェクトは基本的に、1クールほぼ5年単位で約500匹のマウスへの γ 線連続400日間照射を毎年1回ずつ開始して、その後終生飼育で解析を行うという大規模かつ息の長い解析を行うため、途中での方針転換は許されず綿密な準備と経過確認が必要です。委員会は東京で開催され、各プロジェクト開始前の準備状況、途中経過の確認と解析法の微調整、そして最終報告を確認することが業務です。研究所の予算削減もあり、委員会は原則年1回となり、実際に六ヶ所村へ出向くことは新幹線が七戸まで通るようになってからは皆無となりました。少ない訪問数ながらも強烈な思い出があります。盛岡から東北本線に乗り換え三沢駅に降ります。当時から周囲は何もなかったのですが、今となってはさらに十和田湖行の鉄道も、駅裏の老夫婦でやっていた素朴な味の津軽せんべいもありません。渋沢家の番頭さんが始めた広大な古牧温泉は破綻して星野リゾートになったと聞いています。六ヶ所村への交通手段はタクシーのみで途中、小川原湖の米軍プライベートビーチを睥睨して、子供の頃に羨んだ代々木のワシントンハイツの思い出がよみがえり、敗戦国の屈辱を味わいました。1時間ほどして日本一深いという六ヶ所温泉を過ぎると、突然開けて、活気づいた原燃再処理関係のアパートや建物群があり、その先に環境研の光がありました。AMBICの着工前に施設を見学させていただいたことがあります。低線量照射施設はもちろんですが、環境研は放射線ばかりじゃない、ユニークな設備が二つある、と案内されました。一つは「全天候型人工気象実験施設」で、東北地方の冷害の元凶「やませ」を再現できるし、青森の吹雪は一寸先がみえずに右側通行をして正面衝突を良く起こすから設置したと言われてもこの施設との関係はピンと来ませんでした。もう一つは「閉鎖型生態系実験施設」でした。ほとんどの植物は苗から3か月で食べられるようになるので、閉鎖系に3か月連続して人を住まわせたい。問題は、休みなしなので常勤では労働基準法に抵触するため、非常勤にする必要がある。それでは誰も被験者にならないだろうとぼやかれました。閉鎖系で山羊を飼い、乳をもらおうと同時に繁殖を狙って、おとなしいシバヤギの番いを購入したら2頭ともメスだったと言うお話と、清潔ながらも無機質なステンレスと太陽光を模した黄色ランプを今も鮮明に思い出します。六ヶ所村は何もないため宿泊は三沢で、バスで往復したのですが、シンポジウム会場である文化交流会館スワニーは素晴らしく立派で、多くの有名芸能人の興行が組まれていました。我々のシンポジウムの翌週辺りに、東京ではチケットの入手が困難であった、

幼かりし頃の天才山上兄弟のマジックショーが組まれていたことには驚きました。

環境研の業務です。核燃料サイクルばかりでなく、廃炉作業や ITER 関連、そして福島第一原発からのトリチウム水の放出と、国が主導する放射性物質に関わる事業が目白押しです。放射性物質の環境・生物影響への研究調査と情報発信の重要度は増す一方です。そのような業務は、世界に類を見ない設備を擁する環境研にしかできません。当初は、青森県の受託研究調査なので環境研の試料を他研究施設と共有できない、論文投稿もままならないと聞かされ、潤沢な経費はあってもなんと不自由な環境（研）であろうと思いました。公益財団への改組後、積極的に試料も情報も発信できるようになったことは極めて有意義なことです。外から見て、青森県にあるという地域性は、静かな環境で集中して独自の解析・調査が可能です。しかし反面、外部との交流が疎遠となり、人事の流動性を阻害していると感じます。研究員が業績を上げて出て行く、データは誰でも利用できる形で残す、そこへ若い研究者が来て展開する、という研究調査を深化させる縦の流れが必要と思います。新型コロナのパンデミック以降、オンラインでの会議は可能です。しかし以前のように、六ヶ所村へ直接出かけて行って対面で議論することによって得られる横への拡がりや、世界に通じる質を維持するために何物にも代えられません。これからも、じっくり仕込んだ材料を最先端の手法と考え方で調理して、誰もが味わいたいと思う成果を出し続けることを期待しております。

6.10 何事も縁である

百島 則幸

一般財団法人 九州環境管理協会 理事長



創立 30 周年、誠におめでとうございます。新しい組織を作ることは大変な仕事で、人と資金があればできるものでもないでしょうし、作ることができたとしても、更に大変なのは、常に新しい目標を立て、それに向かって組織を動かし、成果を上げ、活力を維持していくことだと思います。この 30 年の環境科学技術研究所（環境研）の活動を支えられてきた方々、そして、現在の環境研を支えている方々の労力と努力に敬意を払うとともに、次の 30 年に向けて邁進されることを期待しております。

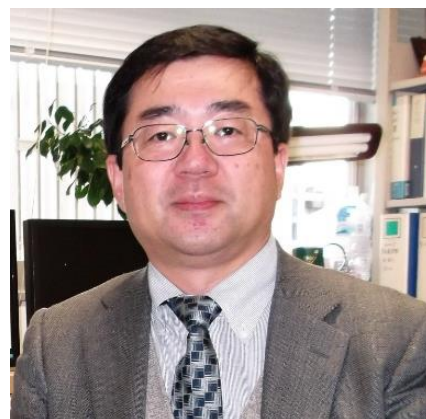
昔話になることをご容赦願ひ、環境研と私のご縁を書かせて頂くことにします。とは言っても、私は大学に勤務していたので、環境研の調査研究に設けられていた委員会に委員として参加させて頂いたことがご縁であり思い出です。私が環境研のことを最初に知ったのは、「六ヶ所村に核燃料関連施設が設置されることになり、それに合わせて、放射能に関する研究施設が青森県にできる」と聞いたときだと思います。当時、文部科学省科研費核融合特別研究（1981—1990 年）の環境トリチウム研究班で、たくさんの研究者の方々と知り合うことができました。そのなかに旧動燃の片桐裕実氏がいらっしゃいました。そのご縁で、片桐さんが環境研に出向中に「排出放射性物質影響事前調査（H3～H5）」の委員会の委員に加えて頂きました。施設はまだ建設中で委員会はおっぱら東京で開催されていました。時期は覚えていませんが、桜井直行氏にも委員会か何かの折に初めてお会いした気がします。桜井さんは旧動燃から環境研へ移られ、理事兼環境動態研究部長として活躍されました。当時の「放射性物質等分布調査（H6～H17）」の委員会の委員にも加えて頂きました。

初めて六ヶ所村の環境研を訪問したのは、当時、委員会が三沢で開催された機会だったと思います。原野のなかを車で進んでいく道筋、「元の事務所はこの辺で、確か廃校になった小学校か何かだった」と説明がありました。そこには何もなく原野の枯草のなかに建物があった痕跡だけが残っていました。沿革を拝見すると 1993（H5）3 月に事務・研究棟（現 本館）完成とあるので、車窓に雪はなかったことから、完成前の施設の見学に連れて行って頂いたのかも知れません。環境研とのご縁はその後も続くことになり、私が大学を定年退職するまで、いくつかの委員会で委員を務めさせて頂きました。

歳と共に人生を振り返ると、人生は人との縁で作られているとつくづく思います。日本語でコネにはあまりいい響きはないかもしれませんが、コネクションは縁で大切なものです。良縁が良い人生を作り、良い組織を作ることになると思っています。

拙文の最後に、環境科学技術研究所の益々のご発展をお祈り申し上げます。

6.11 環境放射能研究の基柱として



山澤 弘実
名古屋大学 教授

まずは冒頭として、設立 30 年を迎えられたことにお喜びを申し上げますとともに、これまで設立・運営にかかわられてきた方々のご努力に心からの敬意を表します。

環境研の設立から現在に至る足取りが、私がこの分野で従事し始め、現在に至っている経過と軌を一にしているように思われます。当時の原研環境安全研究部で私が研究を始めた頃に環境研設立の話があり、その後、環境研が主催する国際会議や研究委員会等の多くの機会に環境研の方々と交流させていただきました。若手だった私はその当時、地表面の物理課程を詳細に表現できれば大抵の大気・地表面課程は説明・予測可能だろうというある種の不遜な考えを持っていました。その実現のために取り組んだのが数値モデルで、適用先として環境放射能はいろんな意味で格好の対象でした。

しかし、環境放射能動態を主題とする環境研の研究者の方々との交流をとおして、思い改めさせられました。環境研でのトリチウムや炭素 14 の環境動態研究の取り組みやその成果に密に触れる機会を得て、一言で表せば「核種の都合」や「植生の都合」といった、複雑系での化学・生物機構がマクロで見たときの主要な核種動態を決めてしまう場合が少なくなく、モデル単体の無力さを痛感しました。その点で、環境研で進められている環境中での核種移行の観測・実験を主体とする研究は、極めて本質的であり、今後の着実な実施を期待します。一方モデルは重要でないかという、そうではなく、観測・実験で得られた知見を試す思考実験の器として重要と考えます。この点でも環境研では移行評価モデルの開発が着実に進められており、これも今後継続していただきたい研究です。ただし、モデル研究では実測と合う・合わないに過度にとらわれず、我々の理解の中で何が十分で、何が不十分かを見極めるための思考実験の器として活用するスタンスが肝要と考えます。

環境研の設立時は Chernobyl 原発事故の記憶がまだ新しく、環境放射能研究分野では追い風が感じられました。その後、10 年、20 年と経過するにつれて、この分野に参入する若手の数や大学・研究所の研究室の数は遞減傾向です。そのような中で起こった東電福島原発事故で、我が国の環境放射能分野が高い科学的基盤に基づき対応できたことの背景には、環境放射能を看板に掲げた環境研の長年の貢献を含むこの分野の地味ではあるが本質的な努力があったものと考えます。今後のこの分野の学術レベルの維持・発展と、それを支える人材の確保の面では、環境研にはこれまでの実績に基づく揺るぎない基盤の上で今後の柱として活動していただくことを期待いたします。

6.12 地域と世界を結ぶ研究所へ向けて

渡邊 修一

公益財団法人 日本海洋科学振興財団

むつ海洋研究所 所長



下北半島六ヶ所村への原子力関連施設の誘致と共に設立された環境科学技術研究所(以下、環境研)が放射性物質の地域内移行に関する調査研究(環境影響研究)と放射線影響に関する調査研究(生物影響研究)を行い、得られた成果とともに放射性物質に関連した新しい科学的な知見を地域の人々に発信してきました。地域の人々が放射線影響や原子力関連施設について理解を深めることに大きな役割を果たしてきたと思います。

環境研の環境影響研究では原子力関連施設から放出される放射性物質の人への放射線影響の大きさから大気・陸域の移行を中心に行われ、モデル化され、その評価がなされています。しかし、施設から放射性物質を含む廃液も直接海域に排水されています。海洋側については日本海洋科学振興財団(海洋財団)によって放射性物質の移行調査研究が行われて海洋内の環境影響については調査研究されていますが、放射性物質の海から湖沼への移行や河川等を通して陸域から海域への移行が確認されているにも関わらず、大気・陸域・海域の間の物質移行について理解は不十分です。地球の表層環境の変化が人の活動に因って大きな影響を受けていることからその状況を把握し、将来を予測するためのシミュレーション技術は著しく進歩してきましたが、その根底になっている大気・陸域・海域の境界における現象を含む物質移行についてはまだ十分に理解されていないようです。六ヶ所村周辺の原子力関連施設から放射性物質の環境における移行についても、地球表層の物質循環についての理解を深めるためにも複雑な境界付近での現象を一つ一つ明らかにし、モデル化していくことが求められています。六ヶ所村周辺の大気・陸域と海域の物質移行について調査研究を行っている二つの財団の連携に期待したい。地域の研究がグローバルな研究になります。

生物影響研究については膨大な時間を要するために実施できない低線量の生物影響研究は国際的に評価される成果を生んでいます。さらに、最近の生化学の発展を受けて、細胞レベル、遺伝子レベルの解析が進み、各生物の特異性は残るものの生物に共通した放射線の生物影響機構として明らかにされています。これは放射性物質をむやみに怖がっていた人に対して考える材料を提供することになります。時間と経費がかかり、また、放射線影響の検出が難しい研究ですが、研究継続とさらにすばらしい成果が出ることを期待したい。

環境影響研究、生物影響研究の対象はともに地域にあります但其の成果は世界へ続くものです。地球環境科学の分野で地域と世界を繋ぐ研究所に今後発展することを期待します。また、六ヶ所村周辺域の人々自身が放射性物質の扱い方を間違えなければ人類にとって有用な財産となり得ることを世界に発信するようになるくらいに丁寧な研究成果の公表と放射線影響について理解を深める活動を環境研にはお願いしたい。

7 海外からの寄稿 (寄稿者名(sur name)についてアルファベット順に掲載)

7.1 Congratulations to IES

Anca Melintescu, Ph.D.
Senior Researcher in Radiological and
Environmental Risk Assessment
“Horia Hulubei” National Institute for Physics and
Nuclear Engineering (IFIN-HH), Bucharest,
Romania
Department of Life and Environmental Physics

アンカ メリントレスク博士
物理学及び核工学 Horia Hulubei 国立研究所 (IFIN-
HH), ブカレスト
放射・環境リスクアセスメント 主任研究員
生命・環境物理学研究部



I wish to congratulate IES (Institute for Environmental Sciences) researchers for their 30 years of outstanding research. Especially, I wish to congratulate the research team involved in the study of radionuclides transfer in environment, in particular the study of tritium and radiocarbon transfer in various environmental compartments, both the experimentalists and the modellers. Their progresses in studying the behavior of these radionuclides in environment helped the international community to clarify some important aspects regarding the speciation of these peculiar radionuclides in various environmental matrices. I also wish to emphasize the efforts and progresses carried out in the frame of CEEF experiments at IES, regarding the data collection for a realistic estimation of transfer of radionuclides in plants, animals and humans, as well.

I had the great pleasure and honor to be invited at IES in 2007 at IES International Symposium, as well as to that one held on line in 2021. Although more than 15 years have passed since my first visit to IES, I was deeply impressed by the remarkable research facility used for studying closed atmosphere, materials recycling in closed systems and how these findings could be applied in human living systems in space. IFIN-HH and other nuclear institutes around the world benefited from the outstanding research carried out at IES. It was a great honor to me to have the opportunity to meet and to work with the dedicated and gifted scientists from IES and to keep this professional and friendly relationship with them.

I congratulate the IES team for the 30 years of outstanding and innovative research.

Sincerely yours,

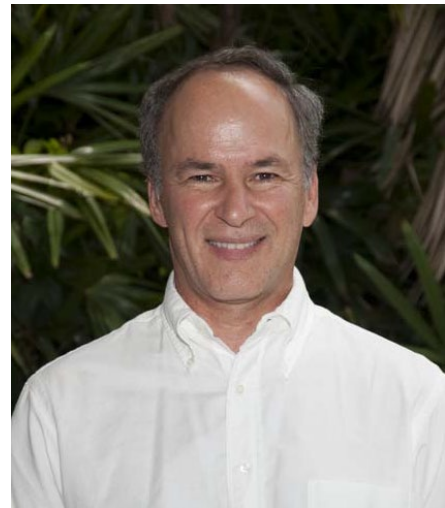
A handwritten signature in blue ink that reads "Anca Melintescu". The signature is written in a cursive style and is positioned above the printed name.

Anca Melintescu

7.2 Congratulations to IES

Raymond M. Wheeler, Ph.D.
Research Plant Physiologist
Chief Scientist, Kennedy Space Center
National Aeronautics and Space Administration
Exploration Research and Technology

レイモンド M. ウィーラー博士
NASA 探査研究技術・ケネディー宇宙センター
主任科学者（植物生理学）



Congratulations to the IES (Institute for Environmental Sciences) team for 30 years of research. In particular, congratulations to Dr. Keiji Nitta for his vision and guidance in helping IES become an internationally recognized research institute and his continuing role as Honorary President of The Society of Eco-Engineering. I have had the opportunity and great pleasure to visit the IES facilities three times over the past 20 years as a part of IES international symposiums. In addition, NASA had the opportunity to send several researchers to visit IES through the Japan Society for Promotion of Science (JSPS) fellowships, as well as collaborate through the International Advanced Life Support Working Group or IALSWG, which ran for over 10 years.

Although it has been nearly 15 years since I have been to IES, it was and is a remarkable research facility for studying closed atmosphere, water and materials cycling, and apply these findings to human life support and habitation systems for space. The data generated by IES researchers are truly unique and many of the IES publications provide a baseline for bioregenerative life support researchers around the world. I still refer to the unique gas balance measurements with photosynthetic plants and respiring humans and as well as the very thorough selection and testing of crops and menus developed for CEEF experiments at IES. NASA and other space agencies around the world have learned from these findings at IES. But perhaps most rewarding was the opportunity to meet and work with the talented and dedicated IES research team. This has built long-lasting professional and collegial relationships.

I congratulate you all on 30 years of innovative and rewarding research.

Sincerely,

A handwritten signature in blue ink that reads "Ray M. Wheeler". The signature is fluid and cursive, with a large initial "R" and "W".

Raymond M. Wheeler

7.3 Congratulations to IES

Gayle E. Woloschak, Ph.D.

Associate Dean for Graduate Student and Postdoctoral Affairs

Professor of Radiation Oncology and Radiology

Northwestern University

ゲイル E. ウォロシヤク博士

ノースウェスタン大学 大学院・博士研究院副学部長

放射線腫瘍学及び放射線学 教授



I wish to extend my sincere congratulations to IES for all the work they have done over the years. I have visited there several times, and I have been impressed with the facilities and the people at the Institute. It is clear that IES is a top training facility as well as a research center. It is known worldwide for the radiation facilities that it provides, with people from Europe, the US, and other places in the world coming to use the unique facilities at IES for low-dose rate radiation studies.

The work at IES has also been important. I have referenced many papers that have come from IES over the years. I believe the impact of that research has had a significant impact on the broad field of radiation biology. I have worked on the International Commission for Radiation Protection's report on DDREF, and data from IES helped to influence much of the discussion around decisions that will be made on the topic. A MELODI project that involved low-dose rate studies from around the world included work from IES as a key component of their animal studies. One table alone lists many papers produced by the IES team. The UNSCEAR (UN Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) has also referenced the IES work in many of their documents including the work on Low Dose and Low Dose Rate Radiation Effects.

Personally, I have valued much from the research done at IES. A recent paper from my group compared our data with similar strains of mice to those used at IES and noted that there were many similarities in the cancers that arose in the animals following radiation exposure; this is very important as it shows the reproducibility of findings of time and distance, a hallmark of a scientific finding. We have also found great value in the work done at IES examining effects on nutrition, particularly since this varies a lot from one facility to another and one country to another. The continued work of IES will be important in this area.

Finally, I have especially valued the comments and perspectives of my colleagues from IES. They have been invited to present at many different conferences and meetings over the years, and I have enjoyed the scientific interactions and ideas that they present in their research. I have found them to be highly regarded not only by myself but also by the wide radiation research community.

Congratulations to IES....may you have many years ahead of you!!!!

Best wishes,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Gayle E. Woloschak". The signature is written in a cursive, flowing style.

Gayle E. Woloschak, PhD

8. 地元協力者からの寄稿

環境研は村繁栄の礎

古川 健治
元六ヶ所村長
元六ヶ所村教育委員会教育長



環境科学技術研究所は、設立当初から村民の関心も高く、しかも特色ある外観から尾駈レークタウンのシンボルとなり村が誇る中心的な研究施設として運営されてきました。

時の流れは早いもので、環境研も歴史的に評価される多くの研究実績を積み重ねて設立 30 年の節目の年を迎え、この度、記念して「環境研 30 年史」発刊の運びとなりましたことは誠に喜ばしく、関わりを持った一人として感激に堪えない所であります。

私が責任ある立場になって、関わるようになった時には、既に 10 年以上の歴史を刻み、研究実績も高く評価され、村民の期待も大きくなっていましたので、私としてはこの優れた研究実績は必ず機能し、村繁栄の礎になるものと強い思いを持って対応してきました。

思いの根底にあったのは、村が原子燃料サイクル事業を重要産業と位置付けて誘致しようとした際、最大の争点になった環境汚染問題であります。

再処理工場から排出される放射性物質によって環境が汚染され、癌が増える。海が死に漁が出来なくなる。農産物が汚染されて食べられなくなる等。不安を煽るような厳しい情報が飛び交い、地域が嵐のように荒れた時期があったからです。荒れた地域も年を重ねながら様々な活動が展開されるたびに不安も払拭され落ち着いた社会状況になり、平行するような形で誘致した一連の事業が進められ、現在の村の姿になって来たものであります。

紆余曲折した一連の事業がここまで進んで来たその過程において、環境研の果たした役割は極めて大きなものがあったと思っています。

蓄積された研究データが様々な事象の科学的根拠になったこと、施設の参観や研究内容の公開発表、放射能に対する知識の普及や理解活動を進めてくれたこと等が村民に快く受け入れられ、結果として村民の意識改革と不安払拭に繋がったからです。

環境研の皆様のご功績とご尽力に対し、心から敬意と感謝を申し上げます。環境研の研究が深められ、成果が我が六ヶ所村から発信されますことを切に願うものであります。

日本のエネルギー政策や再処理工場の本格操業、福島県の原因事故が抱えている問題を考えますと、環境研での研究の重要性はより増していると言っても過言ではありません。「環境研 30 年史」発刊を契機に環境研の研究が更に前進し、充実・発展されますことを心からお祈り申し上げます。

9. 環境研地域協力担当として、そして地域住民として過ごした日々

平成5年から10年余にわたり環境研の地域協力担当を務められ、退職されてからも六ヶ所村に居住され地域住民として、一貫して環境研と地域を活動の場に、科学振興、女性科学者、女性文化活動の啓蒙をキーワードに、息の長い活動を続けられている荒谷美智先生から寄せられた回顧録をここに掲載し、今日の地域共創に繋がる草創期の活動を俯瞰する。

女性科学者の会・ソロプチ・作文教室

荒谷 美智

六ヶ所村文化協会

読書愛好会 編集担当



創立30周年、心よりお慶び申し上げます。

私は平成5年9月1日満60歳を迎え、勤め先の理研では年度の前半に生まれた者は9月30日が退職日、9月29日に人事課長に連れられ羽田から飛び環境科学技術研究所を訪問しました。使用済み核燃料の再処理工場が出来ると、がん・白血病になる、奇形児が生まれるなどデマで住民の方々が怖れているので、核・放射線に関する正しい知識を広める仕事というお話でした。核化学研究室所属で、その前は東大核研ですから《60歳まで核・放射線の仕事をしても元気なヒトの見本になるワケだ》と納得、勇躍お受けしました。3年のお約束でした。ただ、赴任の日が11月17日に遅れました。当時、科学技術庁長官が山東昭子氏で全国の原子力発電所や建設予定地に講演に行かれるのですが、前座の者が一人お付きで行くことが通例になっていて、私が11月前半に随行する予定になっていました。これは、不安に思う地域住民の方々に接するという意味では役に立ったと思っています。

三沢の飛行場近くに宿舎を与えられバス通勤が始まりました。職務は「地域協力担当」、村内・近隣市町村の学校を訪問、文部省が推進する「理科離れ是正で環境研がお手伝いします」という主旨なのですが、週休2日制への移行もあって学校には自由時間が無く、いくら説明して廻っても暖簾に腕押し、理科室も見せて戴きましたが、物置同然、埃だらけという散々な有様でした。

偶々読んだエネルギー・レビュー誌で、二本柳晴子さんという県婦人少年室帰りの女性活動家が平沼にお住まいで、書道教室を開いておられると知り、辻理事とお伺いし事情を話したところ「協力させていただきます」と、トントン拍子に進み、ご本人の他、石川とみゑ氏（保健協力員協議会副代表、助産師、看護師）、工藤和子氏（南部裂き織りグループ代表）、菊池トシエ氏（女性団体連絡協議会会長）、の女性団体リーダー4名の方々が環境研を訪問、大桃所長、小牧管理部長から直接説明を受け、環境研を見学、地域協力事業にご協力いただけることになりました。平成6年4月21日のことでした。そして、以後、村内の様々な団体の環境研見学が増え、村の社会教育課木村課長、寺下総括主幹、新山指導主事との交流が頻

繁になりました。

工藤和子氏のお宅が引っ越され、六原の旧宅が久しく空き家になっていると知り、村内活動の拠点として荒谷が借り受ける方向で話が始まりました。三沢市に住んでバス通勤では、六ヶ所村のことが何にも分からないのではないかと、思うようになっていたのです。これは、翌年5月連休に実現しました。この件に関心を持って下さった女性の方々が3日に集まり、屋内の大掃除や庭の草取りなど環境を整備、コスモスの種を撒きました。日本原子力文化財団の塚崎佐智子氏も参加され、楽しい一日でした。石川とみゑ氏の後のセリフによれば、私共の活動は「スワニーも無く名も無く六原で始まった」のでした。この頃六ヶ所村文化協会設立の話が盛んになり、文化交流プラザスワニーが完成すれば、ユーザーの主体団体になるとのこと、劇場・会議室・図書館の併設で寺下総括主幹としては、それまで在ったサークル、絵画・写真・書道・舞踊・茶道などに、本を読むサークルも加えたい、名称は読書愛好会、代表は二本柳晴子氏、人選は代表一任、環境研の地域協力担当荒谷も関与して欲しいとのご意向でした。地域協力担当では村の方々に読んでいただきたい関連図書も予算もあり、渡りに舟とお受けしました。

二本柳晴子代表は、会員になるよう呼び掛けた方々のお顔合わせを六原の工藤邸で開くこととし石川とみゑ氏、菊池トシエ氏、庄内の酪農家佐藤登喜氏、伊藤夏子氏、平沼の美容師野坂和子氏がお出掛け下さいました。こうして平成7年7月8日、中央公民館二階大広間で六ヶ所村文化協会設立総会が、泊の芳柳流柳美扇州師による祝舞で盛大に開催されました。会長は教育委員長であった千歳平の小林昭男氏、この日は読書愛好会発足の日でもあります。環境研の笹川澄子博士も会員になられ、ご相談しながら「六ヶ所村文化協会読書愛好会会誌」創刊号を8月20日に出すことが出来ました。

定年前、放射化学討論会という学会で研究発表をしてきましたが、毎年夏には専門的に個別の学校が各地で開催され、平成8年には八戸の八戸ハイツで「核化学夏の学校」が開かれ、懇親の部に二本柳晴子氏、菊池トシエ氏、野坂和子氏をお招きし、校長格の東京都立大学中原弘道教授、理研矢野倉実研究員、全国からの専門家に加え、大学院生、学部学生など未来の学者の卵たちも含め、親しく交流していただきました。

日本には女性の科学者も少なからず居られることは知っていましたが、日本女性科学者の会 SJWS なるものがあるのを知らず、理研入所の途端、理事で放射線研究室の大塚秀子研究員から「理研では女性研究者は全て SJWS 会員」と勧誘され、何だかよく分からないまま会員に。当時の名称は「婦人」科学者の会で、丁度、国際「婦人」年とかで理研女性科学者の人的割合の歴史的変遷の調査を依頼され、その後、理事に、定年まで会員でした。六ヶ所赴任に際し、放射線医学総合研究所主任研究官宮本霧子博士に後を託し、仙台の東北支部長、鈴木益子博士（東北薬科大学教授）、同じく東北支部理事熊野伸子博士（東北大学加齢医学研究所）に「今後、東北支部会員になりますので宜しく」とご挨拶申し上げました。平成8年12月1日、両博士が来村され、泊の東京旅館で六ヶ所村女性団体の方々と盛大に交流、これをきっかけに鈴木・熊野両博士も読書愛好会会員になられ、村民や村在住・勤務でなくても主旨に賛成して入会する会員＝遠隔地会員というカテゴリーの会員が規約に銘記され、以後、多くの専門家・市民が全国から会員になられ、読書愛好会の間口が広がったのでした。

これより先、六ヶ所村赴任に際し大学の同窓会名簿で、青森中央短期大学の佐藤はま教授のお名前を知り「六ヶ所村の核燃施設誘致にあたり住民・環境安全のための調査・研究を行

う環境科学技術研究所に首都圏より赴任した」旨、お手紙を出しておきました。平成8年に入り教授より「同窓会を青森市で開くので仕事の紹介を」との主旨のお電話、それとは別に「青森市に月1回出てくる時間的余裕は？」とのご質問があり、漠然と月1回佐藤教授とお目にかかれるものと「飲んでお伺いします」とお答えしました。

それから間もなく国際ソロプチミスト青森の對馬和子さんという方からお電話で、「佐藤先生からのご紹介ですが、男性のロータリークラブ・ライオンズクラブに当る社会奉仕の女性クラブ国際ソロプチミスト青森（以後ソロプチと略）の会長をしている者です。月1回青森に来られる由、入会のお勧め」とのこと。国際的な全国組織なら首都圏にもあったのに「私は全くの実験室人間でよくわかりません」としかお答え出来ませんでした。その後、お電話や資料送付が続々とあり、熱意にほだされた形で、よく分からないまま入会。理研のSJWSの時と同じ構図でした。

会社社長職の会と思っていたところ、入ってみれば管理薬剤師、医師、看護師、臨床検査技師、再処理工場に物を納めているような会社の技師、大学教授、社長職でも前看護師、前学校教諭、前水産技師はじめ、前銀行員、前東北電力社員、前NTT技術系社員など多士済々、入れていただいて本当によかった、と感謝。そして、SJWS東北支部鈴木支部長、熊野支部理事と六ヶ所村の読書愛好会員が、村内泊地区館で文部省「親と子の理科教室」事業を、ささやかながら懸命にやっているのを見て、先ず、野辺地川上病院の管理薬剤師川上とせ氏がSJWS東北支部第一号会員として入会、また青森市の歯科医師長内侑子氏も入会、学校時代からの親友むつ大畑の楨さち歯科医師を誘って、六ヶ所村泊地区館での親と子の理科教室事業に、度々ご来村されました。

その後、ソロプチ会長が津島園子氏に替わり、平成9年5月9日、原燃PRセンター、再処理工場、環境研、郷土館の見学後、文化交流プラザスワニーで交流、同年10月11日、文部省女性の社会参加支援推進事業による大会「考えよう地球環境 ～エネルギー基地最前線から～」が文化交流プラザで、読書愛好会主催、日本女性科学者の会共催、国際ソロプチミスト青森の協力で盛大に開かれました。この会にはSJWS会長、ニュートリノ物理学者で東邦大学教授数野美つ子博士、帝国石油役員手塚真知子博士が来村、八戸短期大学教授三村三千代氏も来賓としてご出席、文化交流プラザスワニーの柿落しとして相応しいものとなり、舞台での講演会、大会議室ぶち抜きの実験ブース、各種団体の展示ブース、農林水産業など他地域の関連産業団体まで含めた展示など60近いブースがひしめき、1日では見終らないと言われました。特筆すべきはソロプチ大和知子氏の再処理工場に納入と同じ実物大の配管類の展示でした。舞台は生田流箏曲教授で原子力文化財団の塚崎佐智子氏他2名による合奏で幕開け、総合司会は菊池トシエ・熊野伸子・川上とせの3氏、午後は、津島園子氏のピアノ、笹川博士のチェロ伴奏で、縄文時代から栄えた六ヶ所村を讃える詩が朗読されました。

平成10年には、長内侑子氏が、学校歯科医を長年されてきた奥内宮田の清岸寺三宝学園あすなろ幼稚園で、文部省「親と子の理科教室」事業を「母と子の科学教室、文部省女性の社会参加支援推進事業、日本女性科学者の会ミニサイエンス、青森」と銘打ってSJWS、ソロプチ、読書愛好会の三者合同で大々的に開催。目を輝かせた園児たちのアップ写真が河北新報や東奥日報に掲載されました。

当時、青森市内では、さる著名人が自由が丘のお屋敷で、文化・芸術事業を大々的に開催、話題をさらっていました。長内会員から「あの会合には県上層部の方々もお見えになると評

判です。文部省予算による SJWS 親と子の理科教室事業についてお知らせしたいので観桜会を開くよう段取りしました。環境研 SJWS のお二人は、幼稚園での子供たちの写真など資料を持って、自由が丘に来るよう」ご連絡がありました。当夜は晴れ、市内幼稚園の保母さん方のグループが多く、噂の通り県上層部の方々もお見えで、満開の桜の下、資料をお渡し出来ました。暫くして、県からお二人の担当官が環境研に来られ、県は「青少年の科学する心育成事業を開始するので協力するよう」お話がありました。以後、毎年、夏休みに「あおもり青少年科学セミナー西暦年号、都市名大会」という名称の一大科学行事が、県内諸都市廻り持ちで開催されるようになり、平成 15 年から「サイエンスフェア（開催年）in（開催都市名）」と名称が変更、計 10 年間継続、都市としては、青森（1999）、青森（2000）、弘前（2001）、むつ（2002）、青森（2003）、八戸（2004）、弘前（2005）、十和田（2006）、青森（2007）でした。

平成 11 年夏には青少年科学セミナーが青森公立大学で開催。有馬文部大臣が来青、ハカセのいで立ちで登場、お話と演出でヤンヤの喝采。ソロプチの對馬和子氏が「酸・アルカリについて ～酸性雨を理解する基礎～」でリトマス試験紙を使って熟演、笹川博士は金属棒で作った不思議な形の色々な構造物で丸くないシャボン玉作り。参加者が多く、翌日八千人と報道されました。

以後、毎年夏になると、愛好会も SJWS もソロプチも関係者はこの行事のためいろいろ工夫したもので、私は文部科学省の「一家に 1 枚周期表」とベータちゃんを使った放射線測定、笹川博士はお薬草とも関連する植物の標本つくりをされました。特筆すべきはソロプチの内海文子氏（鳥の観察が趣味でアカゲラについての著書あり）で、SJWS 賛助会員になって下さったばかりでなく、小鳥さんの巣箱を毎年多数寄付して下さいました。不幸にして早逝されましたが、3 年後小鳥さんが初めて入ったと報告がありました。

平成 14 年 5 月、長内侑子氏は、SJWS 会員として地域の歯科医療の傍ら青少年の科学活動を促進し本会の発展に寄与した、との功績で 2002 年度第 7 回功労賞を受賞されました。長内侑子氏の活動を地域でつぶさに観ていた鈴木益子博士が東北支部長として強く推選されたことに拠るものです。

平成 14 年 7 月、長内侑子氏は夏だけの大々的な行事でなく、青森市でいつでも手弁当的に集まって学ぶ青い森科学 BBL を始められました。生涯教育に繋がる県民カレッジにも対応するもので、BBL とは Brown Bag Lunch の略、コンビニでも買える手軽な昼食のこと、前年むつ市で行なった青少年科学セミナー「環境とエネルギーの基礎」を青森厚生年金会館で再現しました。

平成 15 年 11 月 16 日、それまでの活動を纏め「生涯教育における科学教育」と題し東京一ツ橋学会館における SJWS 学術大会で発表しました。工藤美智子、釜菴テイ、對馬和子、内海文子、荒谷美智、長内侑子の連名でした。この日、對馬和子氏は、会場に来る途中、マラソンで高橋尚子選手に出会ったとのこと、話題になりました。

平成 19 年 4 月、あおもり県民カレッジ連携機関青い森・科学 BBL「宇宙における核現象による放射線のための科学実験教室」がひらめき工房アジレント（旧横河電気）2007 助成プログラムに入選（団体：代表 長内侑子）しました。同年 12 月 25 日、読書愛好会は県知事賞「青少年の『科学する』心育成大賞」を受賞しました。3 団体合同による活動の賜でしたが、SJWS・ソロプチは有志の参加でしたので、こういう形になったのでしょうか。

二本柳代表は、親と子の科学教室にも熱心でしたが、それにも増して「六ヶ所村からの発信」に力を入れていました。大都会の人々にとっては、本州最北端の下北半島は“サルとカモシカ位しか住んでいない所”なので核燃施設のようなものができて当然。しかし、そうではなくて、「此処もヒトの住む里だ、と書いて発信しなければ到底分かってもらえない」と常々述べ書かれていました。そして荒谷も、文理両刀の寺田寅彦博士の「何かやっても書かかなければ、やったことにはならない」との言葉を信条に過ごしてきたので、読書愛好会会誌を大切に思っていました。会誌創刊から一年経った時、笹川博士は『六ヶ所村女性たちの発信』として A5 判の本に編集、刊行され、図書館に配布、会員は希望の冊数を分担し、親戚・友人・知人に配布しました。会員は初め、書くと自己がアカラサマになって恥ずかしいと中々投稿しませんでした。代表も私も、そうではなくて、「書かないと誰にも何にも伝わらない」と勧め、代表は「暮らしのこと」「思いの丈」を書くように言われました。本は、笹川博士の定年まで続き、その後は会が村の予算に応募、荒谷と熊野博士が会誌を一冊に綴じる簡易編集で今日まで継続しています。

文書的発信に加え、日本のエネルギーにおける六ヶ所核燃施設の役割について読書愛好会は、県内各地は元より東京シンポジウム・仙台シンポジウム（2014）、御前崎でのエネの会・名古屋 Ene☆Eco Wing・読書愛好会三団体交流会・むつシンポジウム（2015）を主催。平成 27 年 12 月 17 日二本柳代表急逝、平成 28 年 8 月 18 日、臨時総会開催で読書愛好会新体制菊地トシエ新代表、松本とし・澤谷幸子両副代表で発足、放射線教育フォーラム郡山国際シンポジウム参加発表（2016）、名古屋シンポジウム・高レベル放射性廃棄物（以後 HLW）意見交換会札幌（2017）、平成 30 年 9 月 3 日、むつシンポジウム「知りたい」下北半島地熱エネルギーの源（2018）、11 月 1 日、東京一ツ橋如水会館における原子力立地地域全国大会 2018 は、基調講演 元文部大臣で理論核物理学者有馬朗人氏、津島衆議院議員もお見えで、エネルギー問題と風評被害特集鼎談で菊池トシエ代表が唯一地域住民らしい語りで満場に感銘を与えました。11 月 11 日、内閣府 ImPACT ワークショップ「HLW の大幅減量・資源化」がマネジャー藤田玲子博士のもと、スワニー大会議室で行われ、関連する多くの専門家が見えていましたが、地方の女性でこんなに発言が出来る団体は見たことがない、と驚かれました。

令和元年 6 月 6 日、中央公民館ホールにおける六ヶ所村女性団体連絡協議会総会で、日本原燃代表取締役社長増田尚宏氏による「福島第二発電所ではあの日何が起こったか ～東日本大震災時の経験を踏まえて～」と題する基調講演とグループ討論で深い感銘を受けました。11 月 1 日、県立六ヶ所高等学校の第 2 学年対象の「実は身近なエネルギー ～暮らしとエネルギー～」出前授業は、彼らの祖父母の時代「村論二分・家内二分」の激論で核燃施設誘致に踏み切った動乱の歴史を彼らに知らしめたい、という代表の強い動機に端を発しています。幸い日本立地センターの予算で実施でき、生徒 60 余名の意見として A4 用紙 11 枚の感想を聴けて成功と感じました。1 年置いて 2 回目を行い、3 回目には島田義也理事長に基調講演をお願いできました。少子化で成人式が 2 年早まるなど、時代の要請に鑑み今後共続けていくことになるでしょう。

初めの 10 年余は環境研地域協力担当として、後の 19 年は地域住民として過ごした日々、ご協力いただいた多くの方々のお働きを伝えたい一心で書き記しました。貴重な機会を与えていただきありがとうございます。

令和 5 年 1 月 19 日記す

第 2 部 研究開発

1. 環境影響研究

—環境影響研究に関するこれまでの活動と成果—

青森県六ヶ所村に立地する日本原燃(株)の大型再処理施設の稼働に伴って、大気及び海洋中に放射性物質が管理排出される。主に排出される放射性核種は、大気ではクリプトン 85 (^{85}Kr)、炭素 14 (^{14}C)、トリチウム (^3H) 及び放射性ヨウ素 (^{129}I 等)、並びに海洋では ^3H 及び ^{129}I 等である。大型再処理施設からの排出放射性物質の環境影響については、周辺住民にとって最も関心が高いところであり、当該施設の稼働後、通常運転時に現実的にどのような影響があるのかを明らかにすることが必要である。さらに、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故以降は、万が一の異常事象発生時にどのような影響があるのかを把握しておくことが求められている。

大型再処理施設の稼働に伴う影響について、周辺住民の懸念の払拭及び理解の醸成を図るため、環境研は第三者機関の中立的な立場で信頼性の高いデータを取得し、当該施設から排出される放射性物質の周辺環境における挙動及び実態に即した被ばく線量について情報を公表してきた (Yoshida 2022)。

環境影響研究部は、環境研発足当時の第一研究部(平成2~4年度)から始まり、次いで環境動態研究部(平成5~23年度)、そして環境動態研究部と環境シミュレーション研究部が統合された環境影響研究部(平成24年度~)として現在にわたり、大型再処理施設の稼働に伴い排出される放射性物質の環境影響(図1)を明らかにするために調査を行ってきた。

以下に、これまでの研究活動について紹介する。

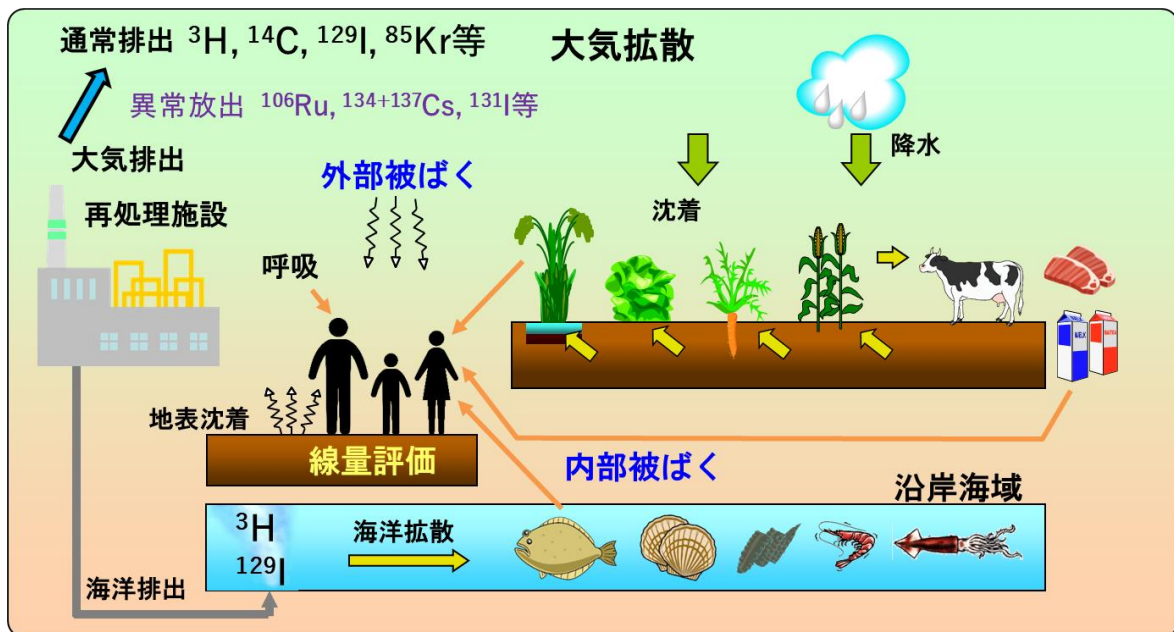


図1 環境中に排出された放射性物質の環境中の挙動とヒトまでの流れ

1.1 食品消費実態及び自然放射線に関する調査

大型再処理施設由来の放射性物質による内部被ばく線量の評価において、食品消費の実態は地域依存性が高く、線量に大きく寄与するパラメータである。平成2年度から平成9年度は、地域に即した線量評価に資するために、食事に要した材料の種類、量、加工方法といった食品消費の実態を、青森県民へのア

ンケート調査により明らかにした(五代儀ら 1995, 1996, 2002a, 2002b)。

平成4年度からは、大型再処理施設由来の線量の比較対照となる、県民の自然(天然)放射線による被ばく線量を評価するための調査を開始した。平成4年度から平成8年度には大地からのガンマ線による被ばく線量の青森県内分布を初めて明らかにし、図2

のように環境ガンマ線線量率を求め、大地からのガンマ線による被ばく線量を県内マップとしてまとめた (Iyogi *et al.* 2002)。この成果は県のパンフレットや見学者用パネル等に広く用いられている。

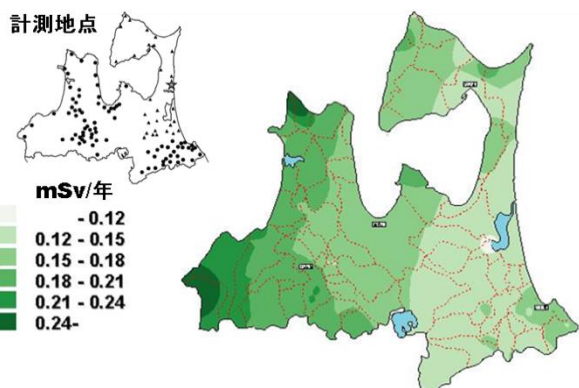
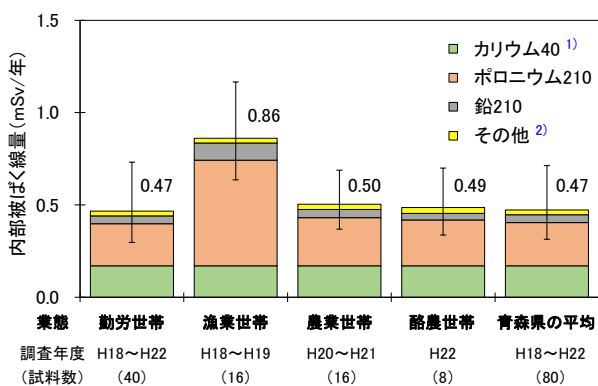


図2 大地からのガンマ線による被ばく線量の分布

加えて、平成8年度から平成10年度には青森県内の様々な地点や生活環境における空気中ラドン濃度の調査を行い、県民がラドンから受ける平均被ばく線量を求めた (Iyogi *et al.* 2003)。平成18年度から平成22年度には、食品摂取による内部被ばく線量を明らかにするために、一般家庭の食事の放射性物質濃度を陰膳法により調査して、図3のように県民の預託実効線量を業態別に評価した (Ohtsuka *et al.* 2013)。

以上の結果から、青森県内における自然放射線による被ばく線量 (1.4 mSv/年) は全国平均 (2.1 mSv/年) と比較して小さいことが明らかとなった (図4)。また、施設由来の放射性物質による被ばく線量 (申請書値: 約 0.022 mSv/年) と比較して、自然放射線の寄与が明らか



(日本人の平均値は0.4~1.3 mSv/年、世界の平均は0.29 mSv/年 (UNSCEAR, 2000))

- 1) カリウム40は体内量から計算した文献値 (Uchiyama *et al.*, 1996)
- 2) ウラン238、ラジウム226、セシウム137等の合計

図3 日常食の年間摂取による青森県の業態別内部被ばく線量平均値

に大きいことを科学的に理解するための情報を提供できた。

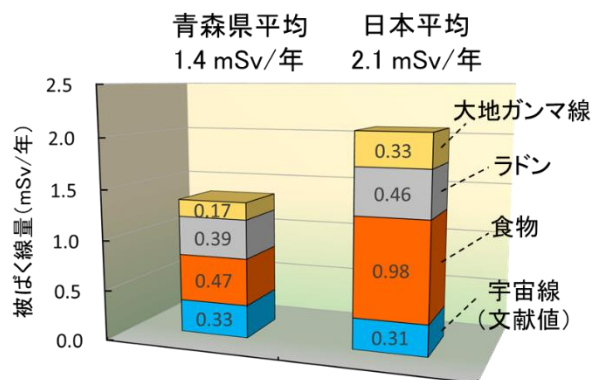


図4 自然放射線による被ばく線量

1.2 アクティブ試験期間を含む環境放射能調査

大型再処理施設では平成18年3月から平成20年10月にわたり、使用済み燃料約425 t-Uを用いたせん断・溶解処理試験 (以下、アクティブ試験) が実施され、これに伴って、環境中に³H、¹⁴C、¹²⁹I及び⁸⁵Kr等の放射性核種が排出された (図5)。

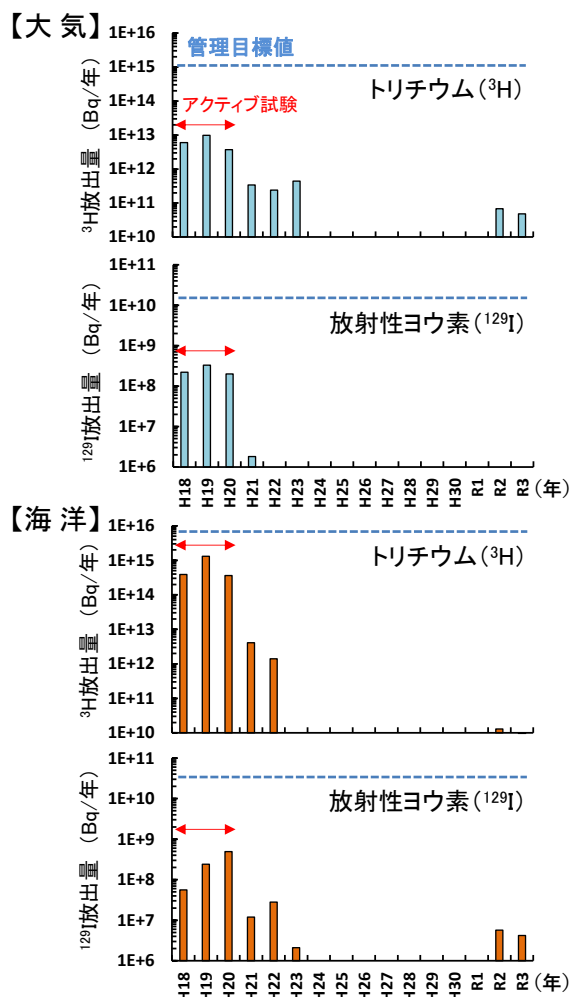


図5 大型再処理施設から管理放出されたトリチウム及びヨウ素-129の量 (日本原燃 (株) 公開データ)

環境影響研究部では、平成8年度から環境研本所構内にモニタリングポスト (NaI(Tl)) 及び気象観測器を整備し、空間線量及び気象データを継続的に取得している。大型再処理施設のアクティブ試験の期間には、本所構内の環境ガンマ線線量率が度々上昇し、主にせん断時に排出される ^{85}Kr の影響であることが認められた。加えて、アクティブ試験によって大気及び海洋に排出された ^3H 、 ^{14}C 及び ^{129}I 等を対象に、大気、大気降下物、湖沼水、河川水、地下水、農畜水産物、日常食など様々な環境試料中の濃度変動及び分布データの取得を行った。これらのデータは、後述する総合モデルの検証に利用した (Abe *et al.*, 2015, 2019)。アクティブ試験期間中に環境研本所構内で採取した大気降下物と村内で収穫されたコメ試料の一部から、バックグラウンドの水準と比較して有意に高い ^3H 濃度が検出された (図6)。また、大型再処理施設に隣接する尾駮沼及び尾駮漁港の水試料中 ^3H 濃度もアクティブ試験期間中に上昇し、最高値は 7.5 Bq/L であった。アクティブ試験終了後、降水、コメ及び湖沼水中の ^3H 濃度は、いずれも速やかにバックグラウンドの水準に戻った (Ueda *et al.* 2022)。

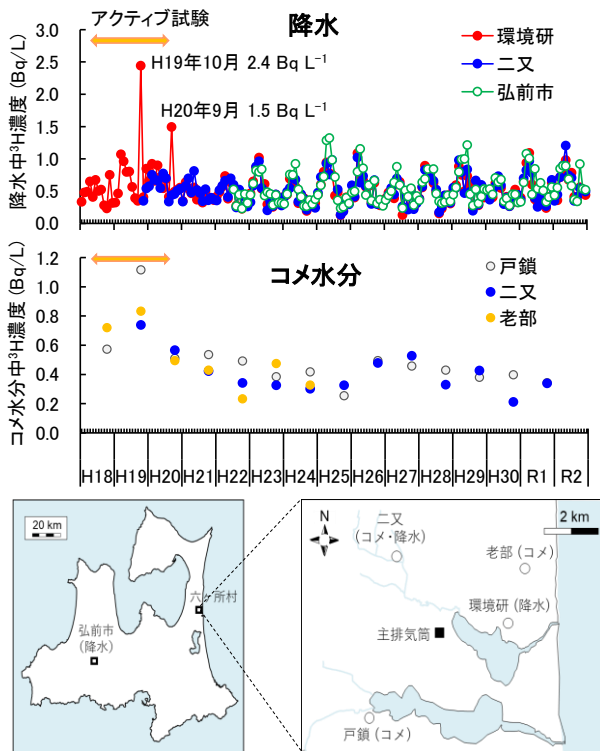


図6 アクティブ試験期間中及び試験後の降水及びコメ水分中のトリチウム濃度

さらに、六ヶ所村周辺で採取した大気及び大気降下物 (Hasegawa *et al.* 2017)、並びに農水産物 (Satoh *et al.*

2019a)、湖水、水生生物 (Ueda *et al.* 2015a, 2015b)、堆積物 (Satoh *et al.* 2019b, Ueda *et al.* 2018) 等の環境試料の一部に、大型再処理施設由来の ^{129}I が検出された。図7に示すように、尾駮沼及び尾駮漁港の水試料中 ^{129}I 濃度はアクティブ試験期間中に上昇し、試験終了後は速やかにバックグラウンドの水準に戻った (Ueda *et al.* 2022)。一方、尾駮沼の湖底堆積物には施設由来の ^{129}I の蓄積が認められ、堆積物中に ^{129}I が残留しやすいことが明らかになった (図8; Ueda *et al.* 2018)。

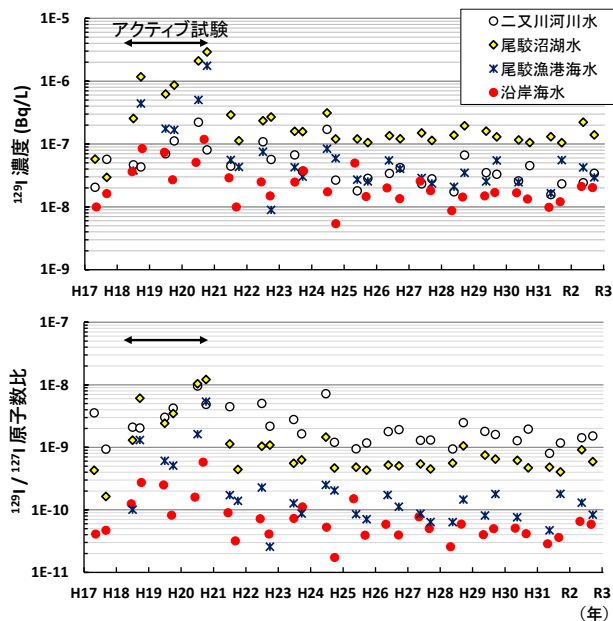


図7 施設周辺水域における水試料中の ^{129}I 濃度

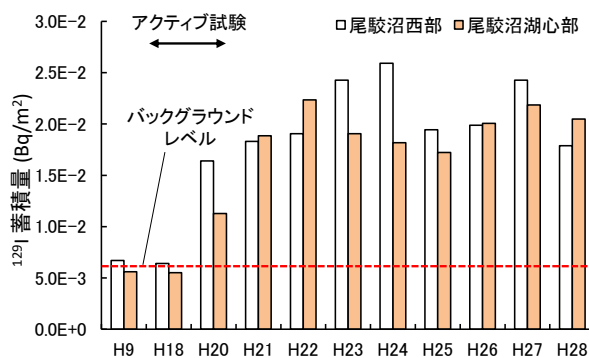


図8 尾駮沼における湖底堆積物 (0-25 cm) 試料中の ^{129}I 蓄積量

なお、大型再処理施設のアクティブ試験時に排出された放射性物質による被ばく線量の推定値は、一般公衆の被ばく線量限度 1 mSv/年 と比較して無視できる水準 ($<0.001 \text{ mSv/年}$) であった。

1.3 環境パラメータ研究

大型再処理施設の稼働に伴い環境中に排出される放射性物質は、様々な経路により人体に移行することが予想される。従って、施設由来の放射性物質による被ばく線量を評価するためには、放射性物質の移行経路別に移行パラメータを求め、線量計算を行う必要がある。その中で、農水産物の摂取による内部被ばく線量の評価のためには、環境中から農水産物への放射性物質の移行を表す環境移行パラメータが必須となる。

大型再処理施設の安全審査で評価に使用された被ばく線量は、十分に安全側に裕度をもった環境移行パラメータを用いて計算されているが、これらのパラメータは地域固有の環境条件や農水産物によって変化する可能性がある。そこで、より実態に即した被ばく線量評価に資するため、青森県内の農水産物等を対象に様々な環境移行パラメータを取得してきた。ここでは、調査対象とした環境移行パラメータ別に成果の概要を記す。

1.3.1 土壌から作物への移行

平成3年度から平成9年度にかけて、青森県内の様々な圃場及び環境研本所構内の実験圃場から土壌及び作物試料を採取し、土壌から移行した放射性物質の作物中濃度の推定に使われる土壌-作物間移行係数を31元素について求めた (Tsukada *et al.* 1998, 1999, 2002, 2005)。各元素の移行係数 (土壌中濃度に対する作物中濃度の比) は、国際原子力機関 (IAEA) 等により報告されている値と同等か1~2桁低いことが明らかになり、地域に即した値を得ることができた。セシウム (Cs) 及びストロンチウム (Sr) に関する成果の一部は、本編の主要成果TOP10の土壌からイネへの放射性核種の移行に記載している。

平成10年度から平成14年度にかけては、土壌固相-液相間分配係数 (土壌における元素の液相中濃度に対する固相中濃度の比) を元素毎に調査した。分配係数は、土壌の液相への溶出によって起こる放射性物質の作物及び地下水への移行を評価するために重要なパラメータである。青森県内の耕作土壌のほぼ全てにあたる12土壌群を対象とした調査により、地域に即した分配係数の値を得ることができた。

平成15年度から平成22年度にかけては、前述の移

行係数の変動要因を明らかにしてパラメータの高精度化に資するために、土壌中の元素の存在形態 (Takeda *et al.* 2006, 2008, 2010) 及びその時間変化が作物への移行に及ぼす影響 (Takeda *et al.* 2013, 2015a) について調査した。調査の結果、Csとヨウ素 (I) については大気から表層土壌に沈着した後、時間経過に伴い土壌粒子との結合が強固になることで液相に溶出しにくくなるエイジング効果により、牧草への移行係数が低下していくことが明らかになった。植物の元素集積特性及び細胞レベルでのCs輸送も併せて調査した (Kobayashi *et al.* 2010)。Csに関する一連の成果は、平成23年3月の福島第一原子力発電所事故後の対策に活用された (塚田ら, 2011)。

平成22年度までの調査により、土壌に沈着したヨウ素の一部は作物に吸収されるが、大部分は土壌に残留することが分かった。そこで、平成23年度から平成27年度にかけては、施設周辺の放牧地等を対象として、表層土壌から地下水への移行の評価に必要なヨウ素の下方浸透速度を求めた (Unno *et al.* 2017, 2019)。加えて、浸透性に影響するヨウ素の存在形態及びその変化の要因を明らかにした (Takeda *et al.* 2015b, 2016, 2018, 2022)。

1.3.2 作物表面沈着後の移行

大気中に放出されたCs、Sr及びI等は、重力沈降及び降雨等により大気から降下し、作物表面に沈着する。沈着後は作物表面から吸収されて可食部に移動 (転流) されるだけでなく、降雨等により除去される (ウェザリング)。作物表面沈着後の放射性核種の移行について、地域に即した評価に資するために、全天候型人工気象実験施設で室内実験を行ってきた。

平成18年度から平成22年度にかけて、六ヶ所村で広く栽培されているダイコンと同種のハツカダイコンについて、葉面からの吸収及び転流率 (Hasegawa *et al.* 2009, 2015)、並びに降雨によるウェザリングの半減期を元素別に求めた (表1)。ウェザリングの半減期を安全審査の値 (作物及び元素によらず14日で一定) と比較したところ、Cs、Sr及びヨウ素酸イオン (IO_3^-) は葉面から除去されやすいため半減期は小さく、ヨウ化物イオン (I^-) は葉内への吸収により残留しやすいため半減期は長いことが明らかとなった。

その後、平成23年度から令和3年度にかけて、施設周辺で広く栽培されている牧草及び青森県産物であるリンゴを対象として移行パラメータを取得した(Kawabata *et al.* 2022; Yanai *et al.* 2022)。令和4年度からは、六ヶ所村を含む青森県の太平洋側の地域で栽培が盛んなナガイモについて調査を開始している。

表1 六ヶ所村の気象データを用いて推定した各元素の降雨によるウェザリング半減期

元素	ウェザリング半減期(日)
セシウム (Cs)	10.3
ストロンチウム (Sr)	7.6
ヨウ素 (I) *	
ヨウ化物イオン (I ⁻)	24.6
ヨウ素酸イオン (IO ₃ ⁻)	6.0

*大気からの沈着速度が大きい無機態ヨウ素について化学形別に推定

1.3.3 放射性炭素とトリチウムの作物への移行

放射性炭素 (¹⁴C) とトリチウム (³H) は光合成によって作物中に固定される。前述の安全審査では、¹⁴C と ³H それぞれの安定同位体との比率 (¹⁴C/¹²C 及び ³H/¹H) が、大気の前年平均値と作物で等しくなるとして作物中濃度を推定している。一方、大気中の ¹⁴C/¹²C 及び ³H/¹H は気象条件等により変動し、その変動を受けて光合成による ¹⁴C 及び ³H の作物への移行速度も変化すると考えられる。そこで、大気中のこれらの比率の時間変化を考慮して作物中の ¹⁴C 及び ³H 濃度を推定するために、平成18年度からイネ、根菜、牧草、果樹等の作物類型別に ¹⁴C または ³H の移行データを実験的に取得し、作物への移行モデルを作成してきた (Tani *et al.* 2011, 2013, 2022; Imada *et al.* 2021)。

室内実験は閉鎖型生態系実験施設において実施し、イネでは出穂後の乳熟期に光合成で固定された炭素が収穫日のコメに残りやすいこと、出穂前に光合成で茎葉に固定された炭素が収穫日までにコメに移動し残留することが明らかになった (図9)。令和3年度からはナガイモ中 ¹⁴C 濃度の評価に必要な移行データを取得中である。

1.3.4 海水から海洋生物への移行

平成5年度から平成7年度にかけて、青森県に面す

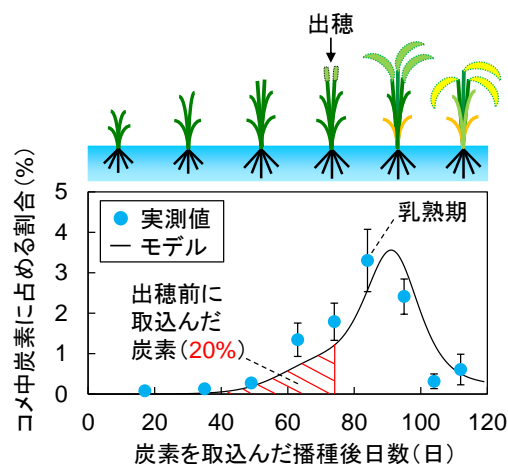


図9 播種後日数別に光合成で取込んだ炭素の収穫日のコメ中炭素に占める割合

る太平洋沿岸、陸奥湾及び日本海沿岸を対象として、31元素の濃縮係数(海水中濃度に対する生物中濃度の比)を海藻類、棘皮動物、軟体動物及び魚類等について求めた。その結果、濃縮係数に顕著な地域差は認められず、安全審査に用いられた値の妥当性を確認できた。

平成8年度から平成12年度にかけては、海洋生態系における放射性物質の挙動を理解するために必要な、生態系構造に関するデータ及び植物プランクトンを主体とした放射性物質の移行データを取得した (Kondo *et al.* 2004)。その後、平成13年度から平成22年度にかけて、化学形態別に放射性物質の移行を調査した中で、植物プランクトンに放射性の IO₃⁻ と I⁻ を添加した場合、I⁻ の吸着率が大きいことを明らかにした。

大型再処理施設から海洋排出される主要な核種である ³H の生物中濃度を評価するためには、トリチウム水 (HTO) と有機結合型トリチウム (OBT) を区別し、より生物中に残留しやすい OBT の代謝パラメータを取得する必要があることが、国内外での研究により分かってきた。OBT の代謝パラメータは淡水生物を中心に取得されてきた。そこで、平成20年度より、海藻類、棘皮動物、貝類、魚類等を対象として、海洋生物における OBT の代謝パラメータを取得してきた (Shibata *et al.* 2022)。令和3年度からは、OBT 代謝の変動要因を明らかにするために、青森県の重要な水産物であるヒラメの OBT 代謝を水温別に調査している。

³H と同じく主要な海洋排出核種である放射性ヨウ素については、平成23年度より海藻類、棘皮動物、貝類、魚類を対象として代謝パラメータを取得してきた。図

10 に示した放射性同位体の ^{125}I を餌 (^{125}I 標識メダカ) 経由でヒラメに取込ませた短期実験では、 ^{125}I は速やかに排泄されることが明らかになった (Imai *et al.* 2020)。一方、図 10 のような短期実験で得られたヒラメ各部位の ^{125}I 分布は、ヨウ素の長期的な移行の結果である ^{127}I (安定ヨウ素) の体内分布と異なることも明らかになった。そこで、令和 3 年度からはヒラメ中放射性ヨウ素の長期的な移行に関するパラメータを取得するための実験を進めている。

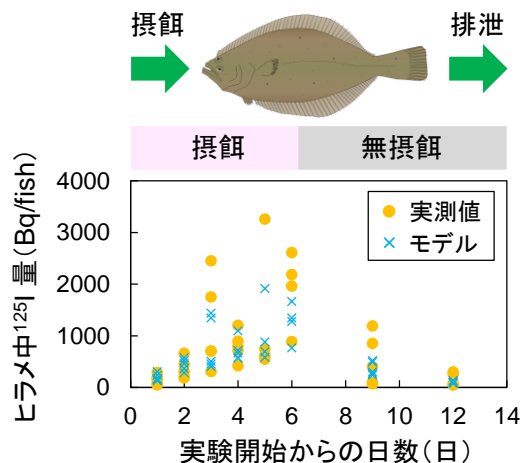


図 10 ヒラメ全身における餌由来の ^{125}I 量の変化

1.4 総合的環境移行・線量評価モデルの開発

大型再処理施設から大気・海洋へ排出される放射性物質の移行及びそれらによる現実的な被ばく線量の推定を目的として、平成 14 年度から令和 2 年度にかけて総合的環境移行・線量評価モデル (以下、「総合モデル」) を開発した。総合モデルは大気拡散、陸域移行、六ヶ所沿岸海域、尾駮沼等の各サブモデルで構成されている (主要成果 TOP10 (総合モデル開発) 参照)。

総合モデルの計算領域は大型再処理施設周辺を対象とし (図 11)、大気拡散サブモデルと陸域移行サブモデルの構築を平成 14 年度から開始し、平成 18 年度に両者を結合して検証計算を実施した。また、大型再処理施設に隣接する尾駮沼における放射性物質の移行をシミュレーション可能なサブモデルの構築を平成 13 年度から開始し、平成 19 年度に他のモデルと結合した。

大気拡散モデルの計算精度の向上を図るため、平成 21 年度に大気拡散サブモデルの前段に気象サブモデルを導入した。加えて、当研究部の調査から、尾駮沼には大気以外にも集水域と海洋から放射性物質が移行する

ことが明らかになったため、それらを扱うサブモデルを開発し、平成 22 年度に既存モデルと結合した。さらに、大型再処理施設に隣接する鷹架沼及びその集水域についてのサブモデルを構築し、平成 27 年度に既存モデルと結合した。

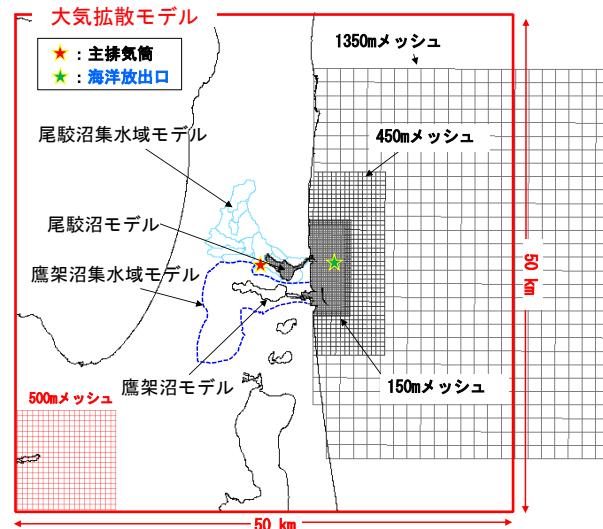


図 11 各サブモデルの計算領域

その他、令和 2 年度までに、環境パラメータ研究で得られた、ウェザリングによるダイコン葉面からの ^{129}I 除去機構モデル、大気-作物間の ^{14}C 及び ^3H 移行モデル等も組み込み、より現実的な評価が可能となった。また、データ同化機能 (予測値を実測値に近づける機能) を組み込み、モデルの精度向上を図るとともに、確率論的評価機能 (パラメータを変動させて、被ばく線量の不確かさの頻度分布を求める機能) を組み込んだ (Abe *et al.* 2022)。さらに、アクティブ試験時の大気中の ^{14}C 、 ^{85}Kr 及び ^{129}I の実測濃度を用いて、総合モデルの検証を行った (Akata *et al.* 2013; Abe *et al.* 2015, 2019)。

令和 2 年度までに開発した総合モデルを用いて、大型再処理施設の申請書と同じ条件で実効線量を計算すると約 0.009 mSv/年、放出管理目標値の放出量で計算すると約 0.007 mSv/年となり、申請書の値 (約 0.022 mSv/年) よりも小さい値が得られた (図 12)。

令和 3 年度以降は、大型再処理施設の本格稼働に向けて、施設周辺の環境試料の実測値を用いた総合モデルの検証及びモデルパラメータ等の最適化を継続するとともに、周辺住民への情報提供のためのモデルの運用を行う。

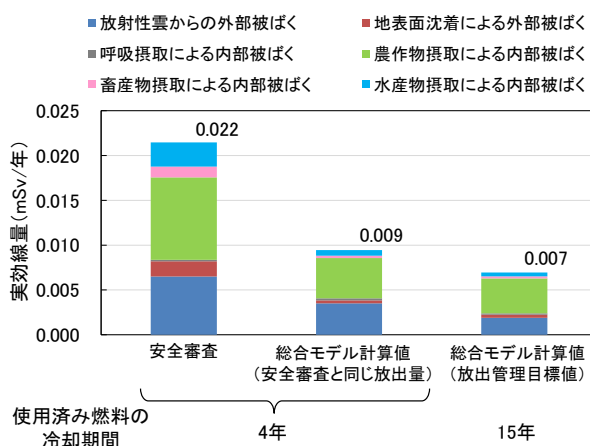


図 12 大型再処理施設に由来する放射性物質からの被ばく線量の安全審査申請値と総合モデルによる計算結果の比較

1.5 生態系のための被ばく線量評価法開発

大型再処理施設周辺の生態系に変化が認められた際に、その原因が当該施設稼働由来の放射線の影響ではないことを示すためには、施設由来の線量率を自然被ばく線量率とともに示すことが有用である。そこで、平成 18 年度から令和 2 年度にかけて、施設周辺に生息している小型（ヒメネズミ、ヒミズ）及び中型哺乳類（ホンドクツネ）、近隣湖沼の尾駮沼の水生生物（アマモ、ワカサギ、ニシン、サケ、カレイ、カキ及びムラサキイガイ）、さらに六ヶ所村内に広く生育し放射線感受性が高いとされる針葉樹のクロマツの被ばく線量率を計算する手法を確立し、その手法を用いて、比較対照となる自然被ばく線量率を求めた。

被ばく線量率は、各動植物の形状や内部構造を模して構築したファントム（図 13）を用いて、周辺環境や体内から放出された放射線が各動植物の目的部位に吸収される割合を計算することで求めた。計算には既存の放射線輸送コードを用いたモンテカルロ法を適用したコンピュータシミュレーションにより実施した。

放射線被ばく計算に使用されるファントムは、一般的には体内の内部構造を持たない均質構造で、回転楕円体などの単純な形状が用いられることが多いが、この調査では実際の動植物の大きさや形状に合わせて図 13 に示すファントムを構築した。ファントムの内部構造は、小型哺乳類（図 13A）については Digimouse (Stout *et al.* 2002; Dogdas *et al.* 2007) の画像データを、中型哺乳類と水生生物の魚類及び貝類については MRI 及び

CT スキャンによる断面画像データを用いて設定した。アマモのファントムは内部構造を持たないが、3D カメラの画像データ等に基づいて外形を設定した。これらのファントムは全て小さな立方体を積み重ねたボクセルファントムとした。

クロマツのファントムは、主幹、側枝（枝、葉及び球果）及び根部（根株、杭根及び水平根）について実測した形状及び重量データ等に基づき構築した。主幹及び根部には木部、師部及び樹皮の 3 層構造を持たせた。地上部を構成する主幹及び樹冠は円錐台等を組み合わせた比較的単純な構造の幾何ファントムとし、樹冠は付葉部及び無葉部の 2 部位に分けた。樹冠内には、側枝（枝、葉及び球果）の詳細な外形を模した側枝ファントムを 3 段の高さ別に挿入できるようにした。側枝及び根部のファントムは、計算量の低減化のために四面体ポリゴンファントムとして構築した。

各動植物のファントムは、コンピュータ上に構築した外部環境の中心に配置した。外部環境は動植物の外部被ばく線量率の計算に必要であり、陸上の環境は土壌の層序や性状、水中の環境は水深や堆積物の性状といった実測データに基づき構築した。なお、哺乳類については地上と巣穴の 2 種類の外部環境を構築し、クロマツについては図 13 J のファントムの周囲に地上部ファントムを配置して林分環境を模擬した。そして、自然の内部及び外部被ばく線量率の計算のために、各動植物の部位別試料及び周辺環境試料中の放射性核種濃度を線源濃度として入力し、線源別・部位別・核種別に自然の内部及び外部被ばく線量率を求めた (Ohtsuka *et al.* 2015a, b, 2022)。

ここで得られた自然被ばく線量率は、大型再処理施設周辺の生態系に変化が認められた際に、その原因が施設稼働由来の放射線の影響を評価ための手法及び指標として有効に利用できると思われる。

1.6 放射性物質移行低減化調査

福島第一原子力発電所事故後、周辺地域の農地では作物中の放射性セシウム濃度を低減するための対策が講じられた。放射性セシウムの土壌から作物への移行には、土壌特性が強く影響することや、土壌及び作物の違いによって低減効果が異なることが明らかになった。

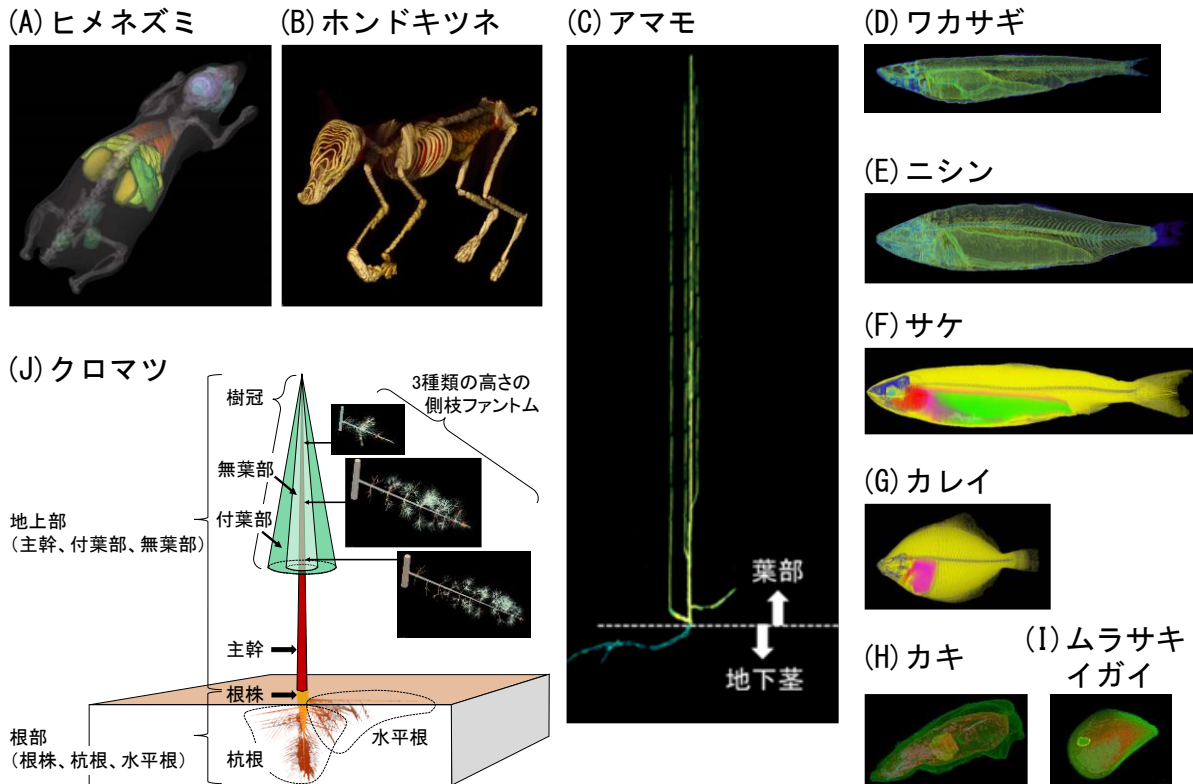


図 13 平成 18 年度から令和 2 年度に環境研で構築した動植物のファントム

A は Digimouse を基に大きさを調整して作成。

A~I はボクセルファントム、J の主幹及び樹冠は幾何ファントム、側枝及び根部は四面体ポリゴンファントム。

特に、大型再処理施設周辺で重要な作物である牧草については低減化対策の効果が小さい場合もあり、その原因には不明な点が残っている。また、カリウム施肥によるイネのセシウム低減化対策は確立されているものの、茎葉から子実へのセシウムの再転流を抑制する技術を取り入れることにより、多様な状況に対応できる可能性がある。以上の知見を踏まえ、平成 28 年度から、大型再処理施設の異常時に環境中に放出される可能性がある放射性核種のうち、放射性セシウムを対象に作物（牧草、イネ）への移行低減化手法等の開発に着手し、令和 3 年度からは放射性セシウムと同様に施設の異常時に放出が懸念される放射性ルテニウムを対象に土壤中での挙動に関する調査に着手した。

1.6.1 土壌から牧草への放射性セシウム移行抑制

平成 28 年度から令和 2 年度にかけて、青森県内の牧草地から採取した土壌に放射性セシウム (^{137}Cs) を添加し、短期間の牧草栽培実験を行い、各地域における牧草への ^{137}Cs の移行性を評価し、移行を支配する土壌要因の解析を行った (図 14)。さらに、施肥や資材施用によ

る移行低減化手法の効果を検証した (Takeda *et al.* 2020)。

令和 3 年度からは、地域の牧草地土壌における放射性セシウムの移行低減化手法の中長期的な効果を検証するための調査を開始した。

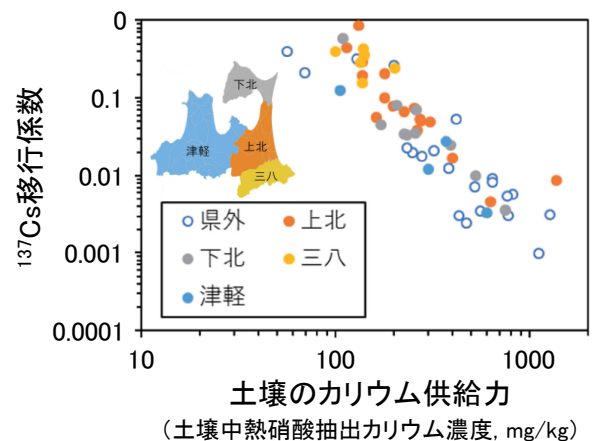


図 14 青森県内 37 地点及び県外 21 地点（岩手、宮城、福島、栃木）から採取した土壌試料を用いた栽培実験により得られた、土壌-牧草間 ^{137}Cs 移行係数と土壌中熱硝酸抽出カリウム濃度の関係

1.6.2 イネ玄米への放射性セシウム転流抑制

作物の根から吸収された放射性物質は、転流により作物体内を移動することが知られている。そこで、平成

28年度から令和2年度にかけて、イネ玄米への放射性セシウム濃度の転流抑制の手法として、カルシウムや蒸散抑制剤（0.7%ワックス溶液）等の散布の有効性について検討し、図15のように玄米中セシウム濃度が低減されることを明らかにした（Kihana *et al.* 2022）。令和3年度からは、精米の品質に影響しないことが示唆されたカルシウムの散布により、玄米中の放射性セシウム濃度を低減する手法を確立するための調査を開始した。

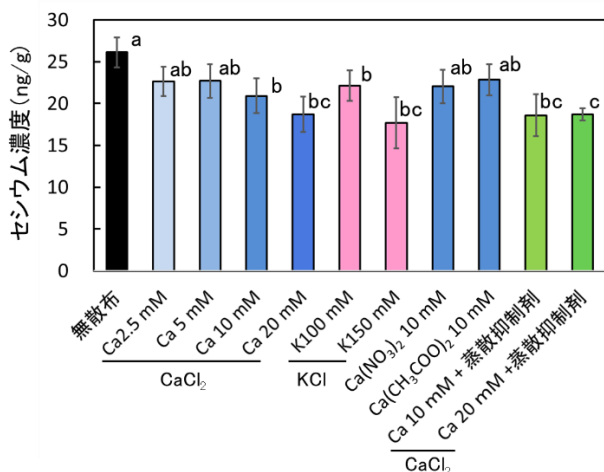


図15 穂へのカルシウム (Ca)、カリウム (K) 及び蒸散抑制剤の散布が玄米中セシウム濃度に及ぼす影響異なるアルファベットは有意差を示す ($p < 0.05$)

1.6.3 放射性ルテニウムの土壌中での挙動

令和3年度から、放射性ルテニウムの土壌中での挙動に関する調査を行うため、先ず放射性ではない安定ルテニウムを用いて化学形態を解析する手法の検討を開始した（Unno *et al.* 2022）。大型再処理施設の方が一時的に放出される可能性があるニトロシル硝酸ルテニウム ($\text{Ru}(\text{NO})(\text{NO}_3)_3$) が土壌中で化学形態を保つこと、四酸化ルテニウム (RuO_4) が土壌中において二酸化ルテニウム (RuO_2) に変化することを明らかにした（図16）。今後は、放射性ルテニウムを対象に土壌中での挙動に関する調査を実施していく予定である。

1.7 福島第一原子力発電所事故に伴う環境動態調査

福島第一原子力発電所事故に伴って環境中に大量の放射性セシウム (^{134}Cs , ^{137}Cs) 及び放射性ヨウ素 (^{131}I) 等が放出され、陸域及び海域が放射性物質により汚染された。放射性セシウムは万が一の過酷事故等により大型再処理施設から放出されると考えられるが、通常

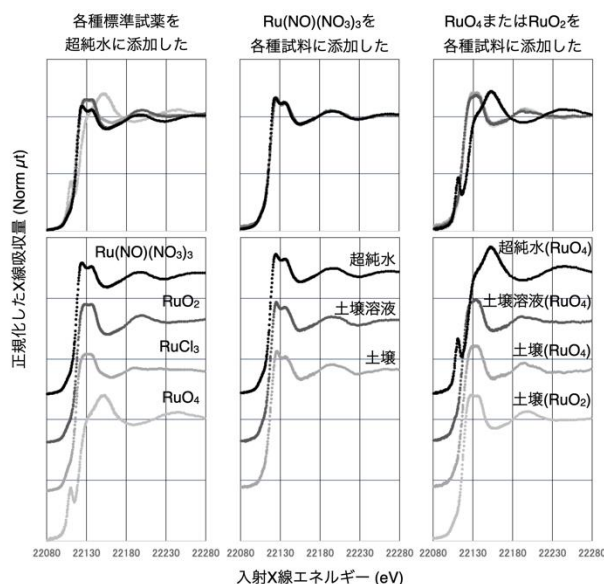


図16 X線吸収微細構造解析を用いた超純水、土壌溶液及び土壌に添加した各種ルテニウム試薬の化学形態変化解析の結果

運転時には放出量が少ないため、施設周辺では求められないパラメータが多々ある。福島県内では原子力発電所の事故に伴って放出された放射性セシウムの環境中での追跡が可能であるため、これまで得られていないパラメータを求めることにより総合モデルの予測精度向上に資することができる。加えて、汚染された地域における放射性物質の影響を明らかにし、成果を公開することにより、農作物への移行や流域の除染に関する情報としての活用が可能となり、環境修復等の問題解決に役立つことが考えられる。そこで、環境影響研究部では福島県において事故当年の平成23年から放射性セシウム及びトリチウムの環境試料中濃度変動及び環境動態等の調査を実施した。

原発事故後、福島県内では比較的高い ^{137}Cs 濃度のダイズが収穫された。当時国内で環境研のみが分析可能であった土壌の Cs 固定力 (RIP) と、土壌からダイズへの ^{137}Cs 移行係数の関係 (図17) を明らかにし (Takeda *et al.* 2014)、土壌特性に応じたカリウム施肥等の移行低減化手法の選定において関係機関と連携しながら貢献した。

大気-土壌間での放射性物質の移行モデルの一層の精度向上を図るため、大気放出後に土壌に沈着した ^{137}Cs が、再び土壌から大気へ風等により舞い上がる再浮遊に関して、その量及び物理化学的性状に関する調査を福島県浪江町南津島で実施した (図18)。 ^{137}Cs 再

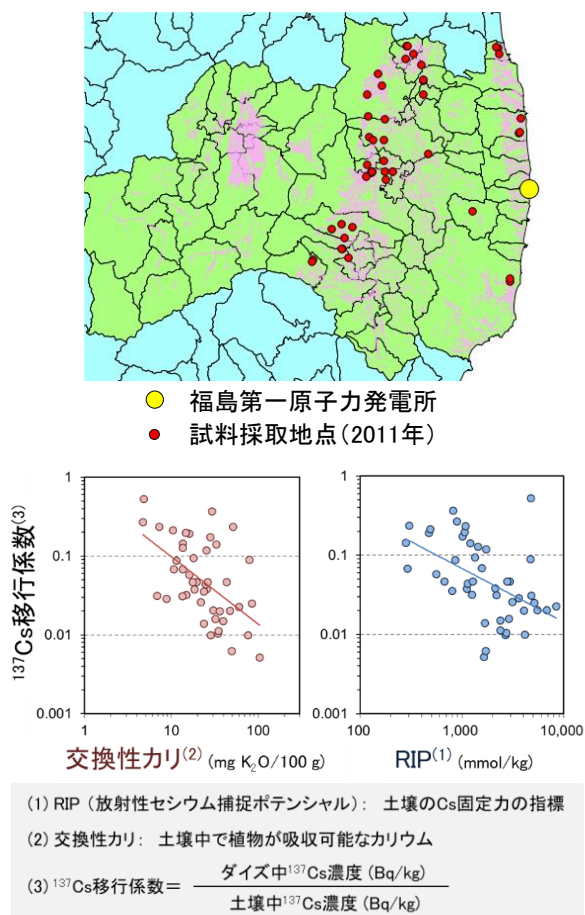


図17 福島県内における土壌からダイズへの ^{137}Cs 移行係数と土壌特性の関係

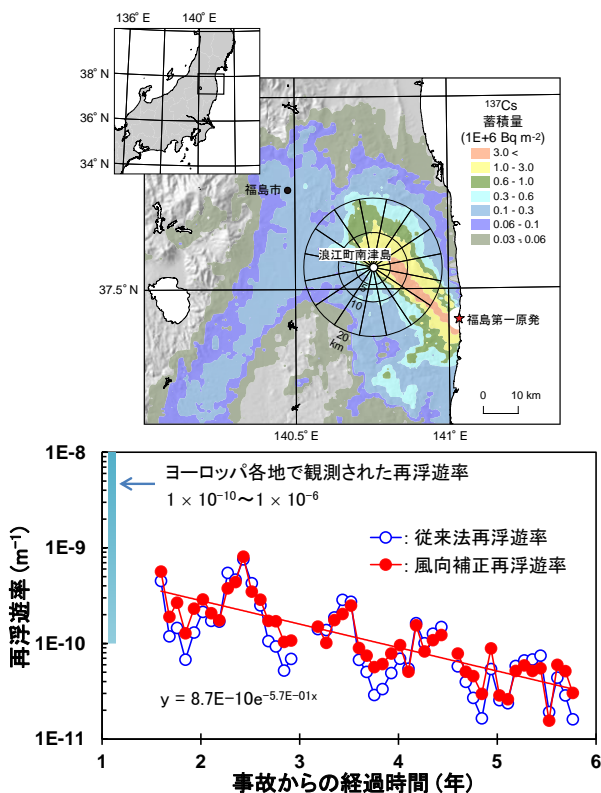


図18 福島第一原子力発電所事故後の ^{137}Cs 蓄積量分布(文部科学省, 2011)及び浪江町における ^{137}Cs の再浮遊率の経時変動

浮遊率は、観測地点周囲の ^{137}Cs 蓄積量の方角別分布と卓越風向の季節変動に影響を受けていることが示唆された。また、図18に示すように ^{137}Cs 再浮遊率は $1.0\text{E}-11$ から $1.0\text{E}-8\text{m}^{-1}$ の範囲であり、これらの値はヨーロッパ各地の観測結果の範囲と一部重なるものの、やや低い傾向にあった(Ochiai *et al.* 2016a)。

福島県内の事故直後の大気中 ^3H 濃度を推定するために、植物試料の水分中 ^3H 濃度を測定し(図19)、トリチウム水(HTO)としての大気中 ^3H 濃度を求める手法を確立した(Kakiuchi *et al.* 2012)。図19の最高濃度地点(赤丸)における大気中HTO濃度の推定値を用いて、吸入摂取による被ばく線量を評価した結果、平成23年(2011年)3月15日から7月末までの大気中HTOによる預託実効線量は $3\mu\text{Sv/年}$ であり、国際放射線防護委員会(ICRP)で勧告されている公衆被ばくの限度である 1mSv/年 と比較して極めて小さいものであった。

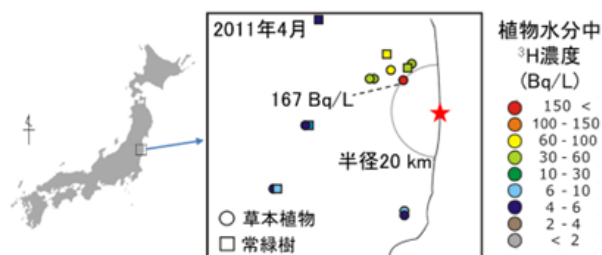


図19 福島県における原発事故後(2011年4月)の植物水分中 ^3H 濃度の推定値(★は原発を示す)

原発事故により陸域に沈着した ^{137}Cs が、河川を經由して、どの程度、どのような形態で流出するのかを明らかにするため、福島県飯舘村の河川で調査を実施した。図20に示すように事故により河川集水域内に沈着した ^{137}Cs は、事故当年に比較的多く流出し、その後徐々に河川から流出したが、集水域における ^{137}Cs 沈着量に対する事故後10年間で流出した ^{137}Cs 量の比(流出率)は約2%であり、沈着した ^{137}Cs のほとんどは集水域に留まっていた(Ueda *et al.* 2013, 2021)。河川流出した ^{137}Cs 量の約9割は粒子態であり、残りは溶存態であった。また、福島県の浜通りに分布し、太平洋に注ぎ込む7河川(宇多川、真野川、新田川、太田川、小高川、請戸川、阿武隈川)を対象に、河川水中の溶存態 ^{137}Cs 濃度を調査した結果、溶存態 ^{137}Cs 濃度は流域に沈着した単位面積当たりの平均 ^{137}Cs 蓄積量と比例関係にあることが明

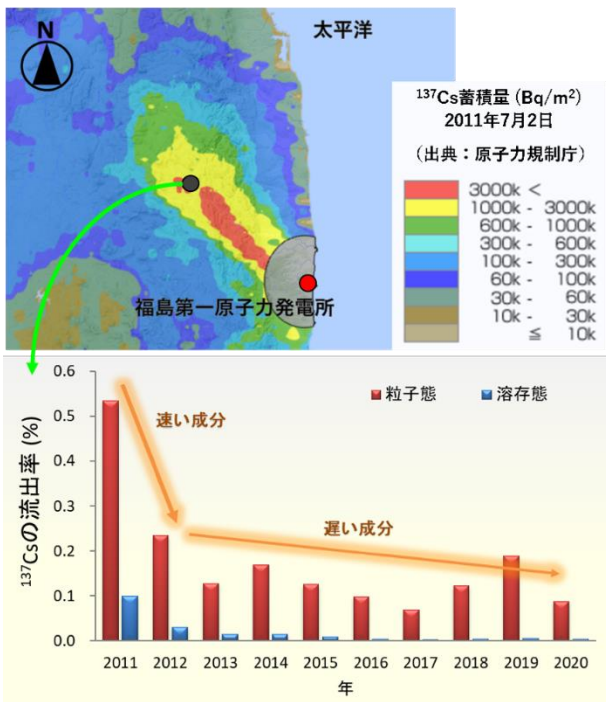


図 20 福島県飯館村の比叡川における放射性セシウム (¹³⁷Cs) 流出率の経年変化

らかとなった (Ochiai *et al.* 2015, 2016b)。加えて、福島県浜通りにおける河川水中の³H濃度は事故後一時的に上昇したが、約3年で概ねバックグラウンドの水準に戻った (Ueda *et al.* 2015c)。福島県内の調査で得られた成果は、大型再処理施設由来の放射性物質の流域における挙動を評価する際、有用な情報となることが期待される。

1.8 今後の環境研究に向けて

環境影響研究部では、自然放射線及びアクティブ試験に係る排出放射性物質の影響研究を進め、本格稼働前の周辺環境の実態を明らかにするとともに、中長期的にわたる現実的な被ばく線量評価を行う体制を整備してきた。継続的に取得してきた³H、¹⁴C、¹²⁹I及び⁸⁵Kr等の排出放射性核種データに加え、今後も信頼のおけるデータを、中立的な立場で発信していくことを目指す。また、開発した総合モデルを運用して排出放射性物質の移行計算及びそれらによる線量評価を行うとともに、モデル計算結果の可視化といった地域住民への理解醸成に向けた取り組みを進めていく。加えて、内部被ばくに影響を与える³H、¹⁴C及び¹²⁹Iを対象に、周辺の主要産物における移行性及び残留性等を解明し、住民の不安に応える。とりわけ県民の関心の高い青森県特

産の農水産物への影響については、本格稼働後の風評被害につながる懸念もあり、科学的な評価と適切な情報発信活動を行うための知見を得ることを重視する。さらに、六ヶ所沿岸海域における排出放射性物質の影響については、(公財)日本海洋科学振興財団との連携を図りつつ、海洋中での動き及び海洋生物への移行と残留に関する研究を実施していく。

加えて、異常事象の発生を想定した調査では、大気放出される可能性のある放射性セシウムについて、周辺の主要作物に沈着した後の挙動を明らかにする。さらに、放射性セシウムの移行低減化手法について、中長期的な効果を明らかにするとともに、環境中の挙動に関する知見が乏しい放射性ルテニウムについて、存在形態に着目した調査を行い、土壌内における固液分配挙動を明らかにする。これにより、万が一の異常事象発生時に放出された放射性物質の作物への移行に関する信頼性の高い情報を提供し、移行低減化に資することを旨とする。

このように、環境影響研究部では本格稼働時及び万が一の異常事象発生時の大型再処理施設に由来する放射性物質について、環境中での挙動を野外観測及び室内実験により明らかにするとともに、地域の実態に即した現実的な被ばく線量評価や中長期的な環境への影響に関する情報を発信するために、今後も調査研究を進めていく。

参考文献

Abe *et al.* (2015) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 163: 331-335.
Abe *et al.* (2019) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 184: 376-379.
Abe *et al.* (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 938-942.
Akata *et al.* (2013) *Health Phys.*, 105: 236-244.
Dogdas *et al.* (2007) *Phys. Med. Biol.* 52, 577-587.
Hasegawa *et al.* (2009) *J. Environ. Radioactiv.*, 100, 54-57.
Hasegawa *et al.* (2015) *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 303, 1409-1412.
Hasegawa *et al.* (2017) *J. Environ. Radioactiv.*, 171, 65-73.
Imada *et al.* (2021) *J. Environ. Radioactiv.*, 233, 106595.
Imai *et al.* (2020) *J. Environ. Radioactiv.*, 214-215, 106161.
五代儀ら (1995) *保健物理* 30, 337-344.
五代儀ら (1996) *保健物理* 31, 451-461.

- 五代儀ら (2002a) *保健物理*, 37, 143-152.
- 五代儀ら (2002b) *保健物理*, 37, 335-349.
- Iyogi *et al.* (2002) *Health Phys.*, 82, 521-526.
- Iyogi *et al.* (2003) *J. Environ. Radioactiv.*, 67, 91-108.
- Kakiuchi *et al.* (2012) *Sci. Rep.*, 2, 947.
- Kawabata *et al.* (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 971-975.
- Kihana *et al.* (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1120-1124.
- Kobayashi *et al.* (2010) *Biosci., Biotech. Biochem.*, 74, 203-205.
- Kondo *et al.* (2004) *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 260, 81-87.
- 文部科学省 (2011) 第3次航空機モニタリングの結果について.
https://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/5000/4858/24/1305819_0708.pdf.
- Ochiai *et al.* (2015) *J. Environ. Radioactiv.*, 144, 86-95.
- Ochiai *et al.* (2016a) *J. Environ. Radioactiv.*, 165, 131-139.
- Ochiai *et al.* (2016b) *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 307, 2167-2172.
- Ohtsuka *et al.* (2013) *Health Phys.*, 105, 340-350.
- Ohtsuka *et al.* (2015a) *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 303, 1441-1445.
- Ohtsuka *et al.* (2015b) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167, 235-238.
- Ohtsuka *et al.* (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1131-1136.
- Satoh *et al.* (2019a) *Environ. Monit. Assess.*, 191, 61.
- Satoh *et al.* (2019b) *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 322, 2019-2024.
- Shibata *et al.* (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1125-1130.
- Stout *et al.* (2002) *Molecul. Imag. Biol.*, 4, S27.
- Takeda *et al.* (2006) *Soil Sci. Plant Nutr.*, 52, 406-417.
- Takeda *et al.* (2008) *J. Environ. Radioactiv.*, 99, 900-911.
- Takeda *et al.* (2010) *Plant Soil*, 330, 383-392.
- Takeda *et al.* (2013) *J. Environ. Radioactiv.*, 122, 29-36.
- Takeda *et al.* (2014) *J. Environ. Radioactiv.*, 137: 119-124
- Takeda *et al.* (2015a) *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 303, 1191-1195.
- Takeda *et al.* (2015b) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167, 181-186.
- Takeda *et al.* (2016) *Anal. Sci.*, 32, 839-845.
- Takeda *et al.* (2018) *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 82, 815-825.
- Takeda *et al.* (2020) *J. Environ. Radioactiv.* 217, 106207
- Takeda *et al.* (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1047-1051.
- Tani *et al.* (2011) *J. Environ. Radioactiv.*, 102, 340-347.
- Tani *et al.* (2013) *Health Phys.*, 105, 121-127.
- Tani *et al.* (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 886-890.
- Tsukada *et al.* (1998) *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 236, 123-131.
- Tsukada *et al.* (1999) *Sci. Total Environ.*, 228, 111-120.
- Tsukada *et al.* (2002) *J. Environ. Radioactiv.*, 59, 351-363.
- Tsukada *et al.* (2005) *J. Environ. Radioactiv.*, 81, 221-231.
- 塚田ら (2011) *土肥誌* 82, 408-418.
- Uchiyama *et al.* (1996) *Health Phys.*, 71, 320-325.
- Ueda *et al.* (2013) *J. Environ. Radioactiv.*, 118, 96-104.
- Ueda *et al.* (2015a) *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 303, 1211-1215.
- Ueda *et al.* (2015b) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167, 176-180.
- Ueda *et al.* (2015c) *J. Environ. Radioactiv.*, 146, 102-109.
- Ueda *et al.* (2018) *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 318, 89-96.
- Ueda *et al.* (2021) *J. Environ. Radioactiv.*, 240, 106759.
- Ueda *et al.* (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 957-963.
- Unno *et al.* (2017) *J. Environ. Radioactiv.*, 169-170, 131-136.
- Unno *et al.* (2019) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 184, 380-384.
- Unno *et al.* (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 943-946
- UNSCEAR (2000) UNSCEAR 2000 Report Volume I.
https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2000_1.html.
- Yanai *et al.* (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1200-1204.
- Yoshida (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1019-1024.

CEEFはClosed Ecology Experiment Facilitiesの略称である。生態系ヒトを含む部分の機能を模擬するため、CEEFは閉鎖系植物実験施設(CPEF, Closed Plant Experiment Facility)、閉鎖系動物飼育・居住実験施設(CAHEF, Closed Animal and Human habitation Experiment Facility)、及び閉鎖系陸・水圏実験施設(CGHEF, Closed Geo-Hydrosphere Experiment Facility)で構成された(図2)。各実験施設は夫々、物質循環・環境計測制御システムを持つ。これらのシステムは物質を変換し循環するために物理化学的手法を用いている(Tako *et al.* 2001ab, 2002, 2003, 2004, 2005ab, 2010, 多胡2002, Nitta 2002, 多胡ら2005, 新田・多胡2006)。

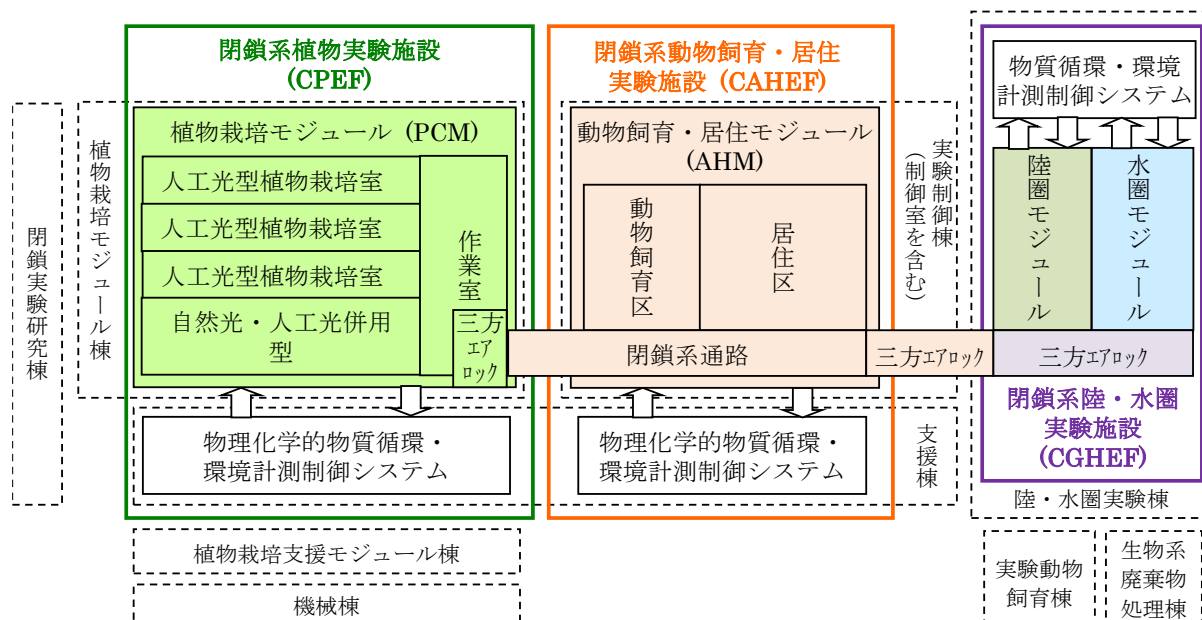


図2 閉鎖型生態系実験施設(CEEF)の構成

2.1 ヒトを含む生態系における物質循環研究

2.1.1 生物影響実験調査(閉鎖系)及び生物体移行実験調査

これらの調査では、CEEFの設計・建設・整備と並行して、施設の概念及び基本設計要因、施設内における栽培候補植物種及びそれらの栽培方法、飼育動物種の選定及び飼育法、並びに生物生理代謝による物質移行測定技術の検討を行った。これらの調査での実施内容は、財団法人環境科学技術研究所五年史(pp24-28)、財団法人環境科学技術研究所創立五周年「調査研究成果の概要」(平成2年度～平成6年度)(pp99-128, pp213-227)、並びに環境研十年史(pp83-121)に詳しい。

2.1.2 生物圏物質循環総合実験調査

代表的成果である閉鎖居住実験について記す。

2.1.2.1 物質循環閉鎖居住実験—食料・飼料自給及び物質(空気成分、水、廃棄物)循環

2.1.2.1.1 概要

平成17年から19年にかけて、CPEFとCAHEFを結

合して一連の実験を実施し、気体成分、水、及び廃棄物から回収された物質の循環を実証した。これら2つの設備を結合して、これらの物質を循環した閉鎖実験系内にはクルー2名が滞在した。CPEFの植物栽培モジュール(PCM)内でイネ、ダイズ、ラッカセイを含む23種類の作物を栽培し、CAHEFの動物飼育・居住モジュール(AHM)内で2頭のシバヤギを飼育した。

平成17年には1週間の閉鎖居住実験を3回行い、平成18年にはクルー(2名)が1週間ごとに交代し、2週間連続した物質循環・閉鎖系内居住を3回行った。平成19年には同一クルー(2名)による連続した閉鎖系内居住を1週間(1回)、2週間(2回)、4週間(1回)の各期間で行った(表1)。

2.1.2.1.2 実験系

図3は平成19年最後の4週間閉鎖居住実験における物質循環系を示している。表1に示した全ての実験は、CPEFとCAHEFを結合して行った。PCMからAHMへの食料と飼料の運搬は人手を介して行ったが、空気成

表 1 各閉鎖居住実験の実施期間とクロー・飼育動物

2005年に行った実験の	9月	9月27日-	10月			
実施期間	6-13日	10月4日	18-25日			
居住者	AおよびB	AおよびB	AおよびB			
シバヤギの頭数	2	2	2			
2006年に行った実験の	9月	9月	10月	10月	11月	11月
実施期間	5-12日	12-19日	10-17日	17-24日	7-14日	14-21日
居住者	AおよびC	B及びD	AおよびD	BおよびC	AおよびB	CおよびD
シバヤギの頭数	2	2	2	2	2	2
2007年に行った実験の	8月28日-	9月18日-	10月	10月30日-	11月13日-	
実施期間	9月4日	10月2日	16-30日	11月13日	12月11日	
居住者	CおよびD	AおよびD	CおよびD	なし	AおよびC	
シバヤギの頭数	2	0	2	2	2	

分及び水の循環と廃棄物の分解は物理化学的物質循環システムを用いて行った。

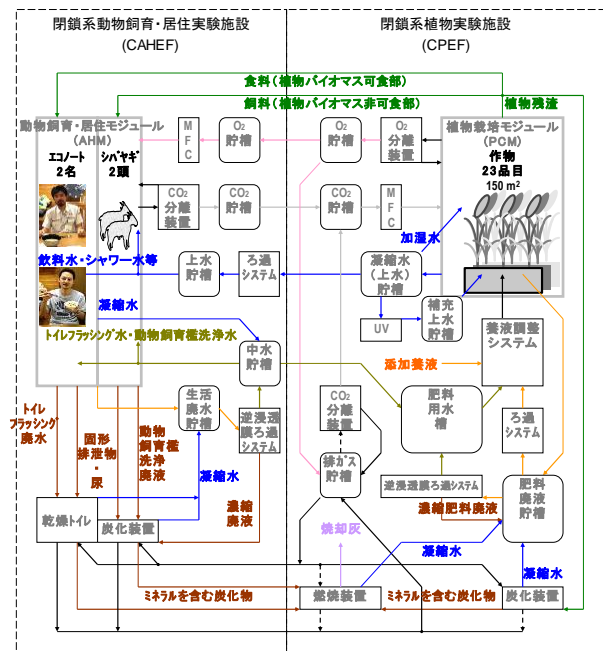


図3 平成19年最後の4週間閉鎖居住実験での物質循環系。平成17年にはCAHEFでの水処理後のCPEFの養液調整システムへの還流を行っておらず、平成17~18年には炭化・燃焼装置による系内での廃棄物処理とそれから回収されたCO₂のPCMへの注入を行っていない。MFC: マスフローコントローラー、UV: 紫外線殺菌システム

PCM (図4) は夫々43 m²の床面積、146 m³の容積、及び5 m²×6 台=30 m²の栽培面積を持つ人工光型植物栽培室3室、65 m²の床面積、239 m³の容積、及び5 m²×12 台=60 m²の栽培面積を持つ自然光・人工光併用型植物栽培室1室、332 m³の容積を持つ作業室、並びに8 m³の容積を持つエアロックから成る。平成17~19年に行った閉鎖居住実験では、23種類の作物を連続的に栽培したが、その栽培法をシークエンス栽培と呼んだ。この栽培法は、夫々の品目に割り当てた面積を更に分割して、小区画ごとに一定のインターバルで苗の移植または播種と収穫を行うことで、苗から収穫直前ま

で生育段階が連続的に異なる植物体から成り、全体としては定常状態の個体群を形成し、作物代謝量と収穫物生産量が定常化する方法である。イネ及びダイズは移植に先立ち自然光・人工光併用型植物栽培室で夫々24日間及び14日間育苗した。総栽培面積は150 m²であり、その内10.3 m²は育苗に用いた。

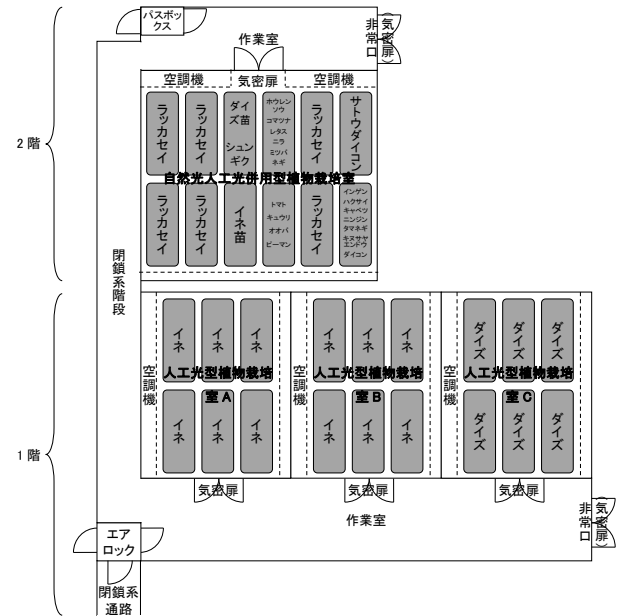


図4 PCMの各植物栽培室における養液栽培床 (灰色部分、各5 m²) と作付けした作物の配置。平成18年の例を示す。主要作物は平成17~19年にわたって共通である。その他の栽培品目も種類は共通である

AHM (図5) は22 m²の床面積と54 m³の容積を持つ動物飼育区、51 m²の床面積と123 m³の容積を持つ居住区、163 m³の容積を持つ閉鎖系通路、及び8 m³の容積を持つエアロックから成る。

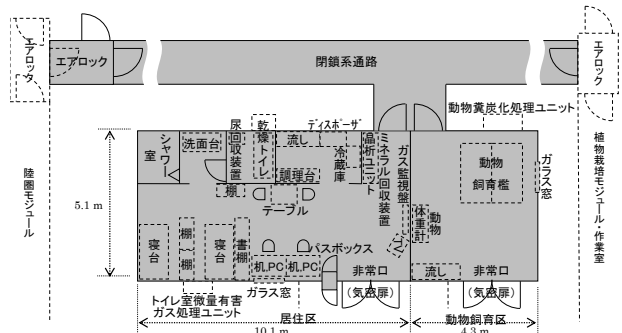


図5 AHM (灰色部分) における設備等の平面配置

閉鎖居住実験においては同時に2名のクローがCEEF内に滞在した (図6上)。平日の場合、PCMでの作業で2時間程、動物飼育区での作業で1時間程、系内でしか

行えない環境等計測用センサー類の校正作業（系内各所：作業場所は日によって異なる）で2時間程、自らの医学的・心理学的検査（医師による遠隔診断を含む；居住区）で1時間程、調理等（居住区）で1.5時間程、食事（居住区）で1.5時間程、シャワー等（居住区）で0.5時間程、睡眠（居住区）で8時間程を過ごしたので、その他マージンとしての時間（居住区）が6.5時間程であったが、系内で居住者自身がトラブル対処等に当たった場合（主に居住区）はマージンの時間が削られた。実験中、2頭のシバヤギを動物飼育区内の動物飼育檻内で飼育した（図6下）。CEEF内で収穫した作物の内、ヒトにとっての非可食部をシバヤギに給餌した。シバヤギは雌であったが、妊娠が必要な搾乳は行わなかった。

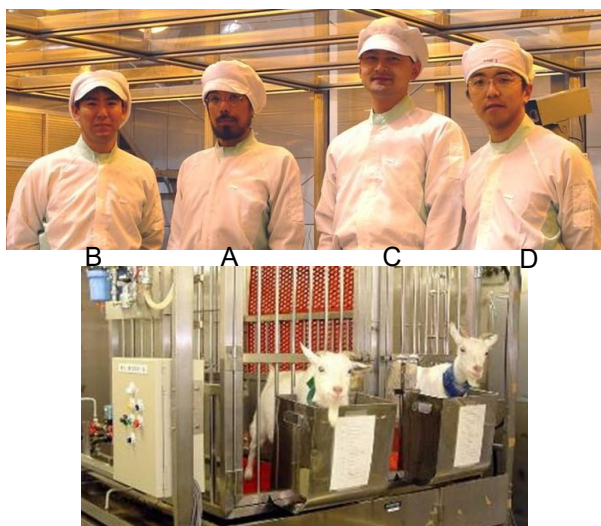


図6 閉鎖居住実験でCEEFに滞在したクルーとシバヤギ

図7は閉鎖居住実験で用いた空気処理システムを示す。CO₂分離装置は吸脱着体として固体アミンを使用し、冷温水夫々のバッファタンクを持ち、それらを用いた温度圧カスイング法でCO₂を分離する（Tani *et al.* 2007）。微量有害ガス処理装置では、酸性及びアルカリ性ト्रेसコンタミナントガスを夫々、アルカリ添着活性炭及びリン酸添着活性炭で吸着除去し、植物に影響を及ぼすエチレンを含む中性の炭化水素等のガスは加熱したパラジウム触媒で分解する。

図8は閉鎖居住実験で用いた水処理システムを示す。PCM大気からの凝縮水処理水は施設運転当初から植物栽培養液に還流し再利用していたが、平成18～19年の閉鎖居住実験では、更に肥料廃液処理水と生活廃水処理水も植物栽培養液に還流し再利用した。

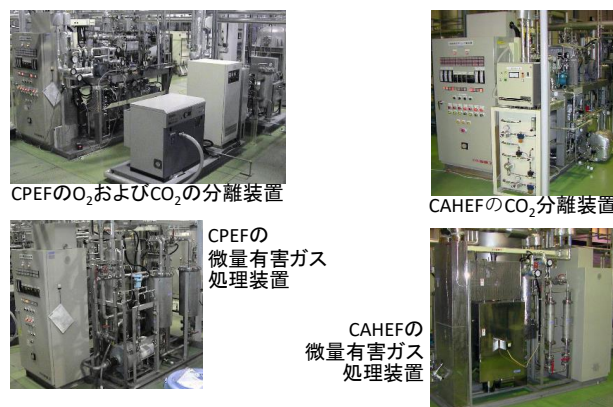


図7 閉鎖居住実験で用いた空気処理システム



図8 閉鎖居住実験で用いた水処理システム

図9は閉鎖居住実験で用いたCPEFの廃棄物処理システムを示す。平成19年の閉鎖居住実験では、回収した廃棄物、飼料としても用いなかった非可食部を、植物系廃棄物処理システムで先ず炭化処理し、次に燃焼処理した。炭化と燃焼の2段階に分けて処理した理由は、機器に障害をもたらすタールの発生を避けるためであった。これらの処理で発生した排ガスに対して、排ガス処理ユニットで、CO無害化のための触媒酸化と、PCM大気への注入のためのゼオライトを吸脱着体として用いる圧カスイング法によるCO₂濃縮を行った。

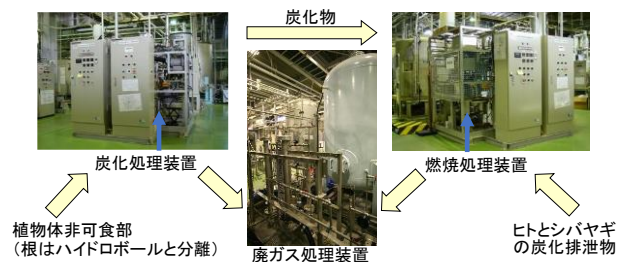


図9 閉鎖居住実験で用いたCPEFの廃棄物処理システム

図10は閉鎖居住実験で用いたCAHEFの廃棄物処理システムを示す。ヒトの排泄物を炭化処理する乾燥ト

イレ、シバヤギ糞を回収する動物飼育檻糞尿分別回収装置、及び動物糞炭化処理ユニットによって排泄物の回収・炭化処理を行い、ヒトとシバヤギの炭化排泄物は CPEF の廃棄物処理システムの燃焼処理ユニットと排ガス処理ユニットを用いて最終処理した。初期の閉鎖居住実験では居住区の乾燥トイレ運転時にトイレ室内の NO₂ がヒトに影響を与える濃度まで上昇することがあったため、トイレ室微量有害ガス処理ユニットを増設・運用し、乾燥トイレの運用を改善した。

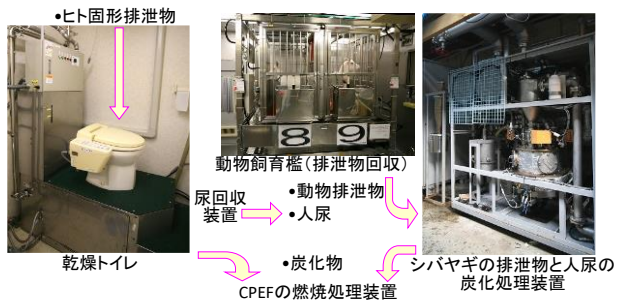


図 10 閉鎖居住実験で用いた CAHEF の廃棄物処理システム

2.1.2.1.3 1週間食事メニュー

閉鎖居住実験における食事は完全なヴェジタリアンであり、タンパク質、脂質、炭水化物の3大栄養素

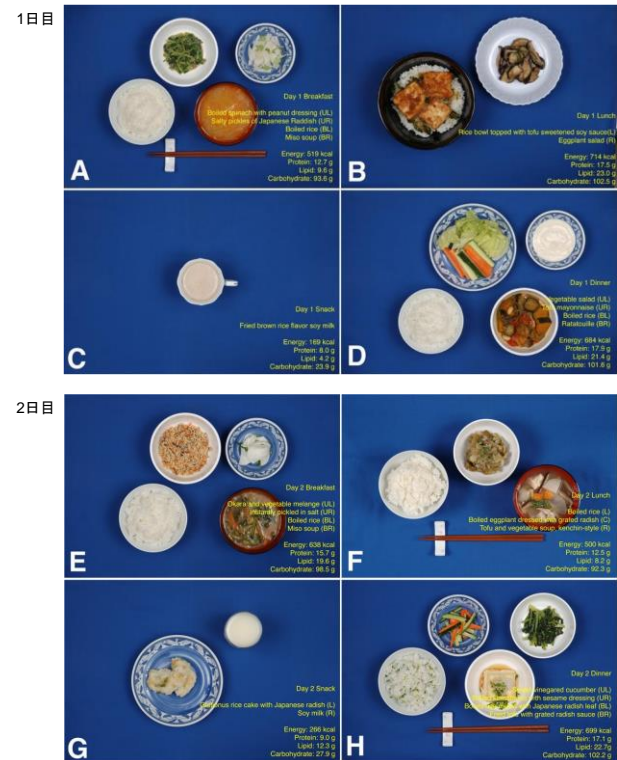
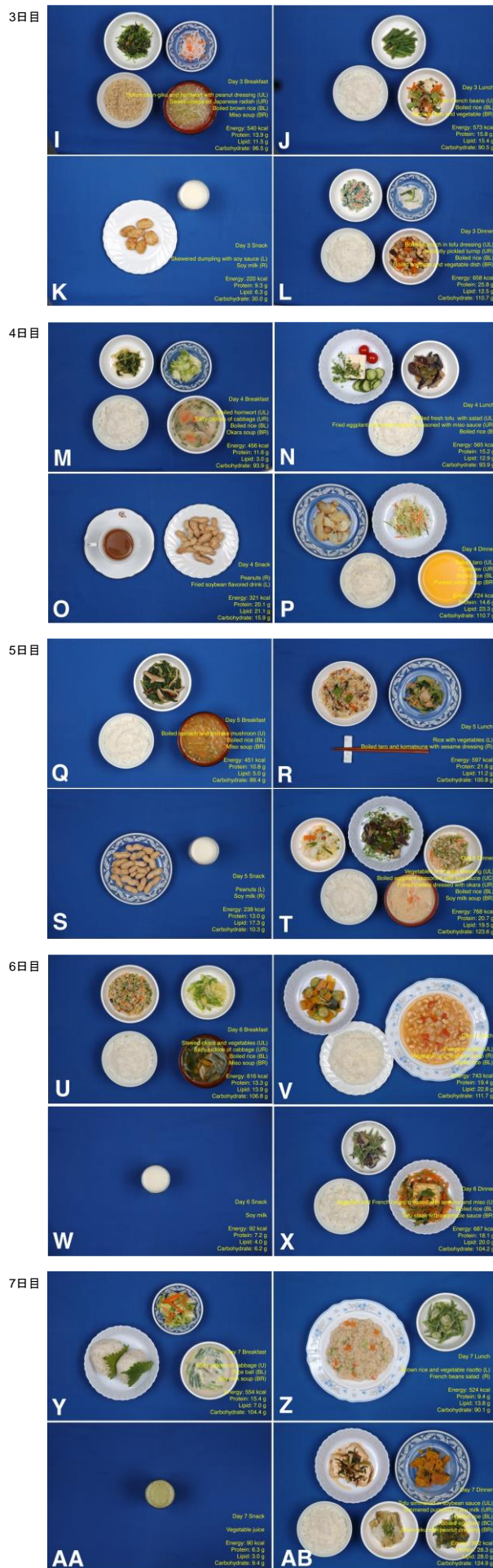


図 11 閉鎖居住実験におけるクルーの1週間サイクル食事メニュー。各日の写真において、左上は朝食、右上は昼食、左下は間食、右下は夕食である。



要求量を満たすように設計された (Masuda *et al.* 2005abcd, 2006, 増田・多胡 2005, Masuda 2007)。エネルギーは、クルーの活動量から計算された要求量を満たすように設計された。1週間サイクル食事メニューを図11に示す。

2.1.2.1.4 自給自足と物質循環に関する成果

2.1.2.1.4.1 平成17年の主要成果 (Tako *et al.* 2006, 2008)

平成17年、CEEFにおけるO₂・CO₂循環及び栽培作物からの食料供給を実証するため、1週間閉鎖居住実験を3度行った。全閉鎖居住実験期間を通して居住区及び動物飼育区の気温、相対湿度、CO₂濃度及びO₂濃度は夫々ヒト及びシバヤギにとって好適な範囲に制御された(表2)。表3は平成17年の全収穫期間について平

表2 平成17年閉鎖居住実験におけるAHMの居住区及び動物飼育区の明暗周期及び大気環境条件の制御結果

区画	実験	明期/暗期 [h d ⁻¹]	気温 [°C]	相対湿度 [%]	CO ₂ 濃度 [μL L ⁻¹]	O ₂ 濃度 [% (v/v)]
居住区	1回目実験	16/8	24.8-25.5	37-55	1,477-3,676	20.1-20.6
	2回目実験	16/8	24.9-25.4	37-51	1,472-3,492	20.0-20.8
	3回目実験	16/8	24.9-25.3	37-52	1,832-3,514	20.1-20.3
動物飼育区	1回目実験	12/12	19.9-25.3	44-60	1,610-4,002	20.1-20.6
	2回目実験	12/12	19.8-22.0	45-53	1,496-4,214	20.2-21.0
	3回目実験	12/12	19.8-22.4	45-54	1,921-3,656	20.2-20.6

表3 平成17年の全収穫期間について平均した各作物のバイオマス生産速度

植物栽培室	作物種	可食部	バイオマス生産速度 (g 生重/日)		
			可食部	非可食部	トータル
A	イネ	玄米	369	2585	2954
B	イネ	玄米	378	2648	3026
C	ダイズ	子実	744	1599	2343
F	ラッカセイ	子実	226	2253	2479
	サトウダイコン	肥大直根	568	49	617
	ダイコン	肥大直根	95	38	133
	カブ	肥大直根	47	16	63
	キャベツ	地上部	122	65	187
	エンドウ	鞘	28	23	51
	インゲン	鞘	48	37	85
	タマネギ	鱗茎	24	63	87
	ニンジン	肥大直根	59	32	91
	ハクサイ	地上部	42	23	65
	トマト	果実	65	66	131
	キュウリ	果実	135	20	155
	ピーマン	果実	30	17	47
	オオバ	葉 (10 cm以上)	7	20	27
	ハウレンソウ	葉	25	1	26
	ネギ	鱗茎・葉	33	1	34
	シュンギク	葉	199	7	206
	コマツナ	葉	54	1	55
	レタス	葉	53	1	54
	ミツバ	葉	41	3	44
ニラ	鱗茎・葉	34	3	37	

均した各作物の生重量ベースのバイオマス生産速度を示す。非可食部バイオマスにはシバヤギが摂取したも

のと植物残差が含まれる。2回目と3回目の実験では、生重量ベースで、クルー2名分の食料の82%とシバヤギ2頭分の飼料の全てをPCM内で生産された作物から供給した。ガス収支に関して、CO₂のAHMにおける発生量はPCMにおける消費量の46~51%であった。O₂の剰余量とCO₂の不足量が発生したのは、排泄物がほとんど処理されなかったためである。クルーの推定摂取炭素量は、収穫された作物体可食部炭素量の64~92%であった。シバヤギの推定摂取炭素量は、収穫された作物非可食部炭素量の36~53%であった。

2.1.2.1.4.2 平成18年の主要成果 (Tako *et al.* 2007)

平成18年、4名から2名を取る全ての組合せで閉鎖居住実験を行った。この年の閉鎖居住実験における食料自給率を表4に示す。イネ、ダイズ、ラッカセイといった主要作物については外部から全く供給しなかった。1週間当たりの調味料は915gであった。外部供給量と系内作物生産量から計算した自給率は88.6~95.0%であった。

一方、表5にシバヤギの飼料自給率を示す。シバヤギ2頭の1週間当たりの必要飼料エネルギーは31242 kcalであった。これと系内作物からの飼料供給量から計算されたシバヤギが摂取した飼料のエネルギーベースでの自給率は94.9~95.7%であった。

表4 平成18年の閉鎖居住実験における食料自給率

		生重量 (g)					
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
外部供給	イネ・ダイズ・ラッカセイ	0	0	0	0	0	0
	野菜20種	154	20	0	760	0	1167
	調味料	915	915	915	915	915	915
	合計	1069	935	915	1675	915	2082
	系内生産量	17400	17300	17300	16800	17300	16200
食料自給率 (%)		94.2	94.9	95.0	90.9	95.0	88.6

表5 平成18年の閉鎖居住実験における飼料自給率

	飼料エネルギー (kcal)					
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
系内生産	29854	29902	29909	29744	29909	29659
必要量	31242	31242	31242	31242	31242	31242
飼料自給率 (%)	95.6	95.7	95.7	95.2	95.7	94.9

作物のガス交換に関しては、各植物栽培室における注入CO₂量と分離O₂量から計算したイネ、ダイズ及びその他の作物群の同化商(AQ=同化CO₂量 / 発生O₂量)

は、夫々0.95、0.87及び0.90であった。一方、可食部と非可食部の収穫量、栄養成分分析による炭水化物と食物繊維の含有量・タンパク質含有量・脂質含有量に関するデータから求めたイネとダイズの同化商(AQ)推定値は夫々0.98と0.91であった。この様に収穫量データと栄養成分分析結果を用いて同化商(AQ)をある程度推定できることを示した。また、ヒトとシバヤギのガス交換に関して、AHMにおける分離CO₂量と注入O₂量から、クルー2名とシバヤギ2頭の全体としての呼吸商(RQ = 排出CO₂量 / 消費O₂量) = 0.86を得た。

平成18年には、CPEFとCAHEFを結合した水の循環も初めて行った。表6に示すように、PCMに供給された水量とそれから排出された水量の差は0.5%未満であった。クルーの適正労働時間を超過するため、収穫された作物はパスボックスを介して一旦搬出され、系外で乾燥・脱穀・計測等を行って再び系内に搬入したが、上記の水量の差は収穫された作物と共に排出され系外で乾燥された際に失われた水量に匹敵していた。各養液栽培床は上面の植物栽培トレイまたは栽培床下部の養液バッファタンクに1床当たり300Lの養液を保持していたため、PCMが保有する水の量は約9000Lだった。この内2087Lの水が毎日入れ替わっていた。そして、2006年の閉鎖居住実験に先立つ期間を含むPCMでの植物栽培では、18週間の収穫期を含め38週間の全栽培期間において、僅か500Lの肥料廃水養液を廃棄したに過ぎなかった。

表6 平成18年の閉鎖居住実験におけるPCMの水収支 (平均±標準偏差、2週間×3回)

PCMへの供給水	水量 (L d ⁻¹)
補給上水	737± 93
供給養液	1350±750
PCMからの排水	水量 (L d ⁻¹)
凝縮水として回収された蒸散水	679± 22
回収廃養液 (逆浸透膜で処理)	1400±720

AHMに供給された水の量と排出された水の量の差は約9%であったが、その差は生理観察のため系外に排出した人尿の量と、外気を用いたシバヤギ糞尿の炭化処理時の水蒸気損失分の合計量に匹敵した(表7)。

2.1.2.1.4.3 平成19年の主要成果 (Tako *et al.* 2009, 2010, 2017, 2022, 多胡 2015, 2018ab, 2022, 多胡ら 2022)

表7 平成18年の閉鎖居住実験におけるAHMの水収支 (平均±標準偏差、2週間×3回)

AHMへの供給水	水量 (L d ⁻¹)
供給上水	51.5± 8.3
トイレ及び飼育檻洗浄用中水	23.7± 2.9
AHMからの排水	水量 (L d ⁻¹)
逆浸透膜処理水	56.3±17.8
濃縮廃水	4.6± 1.7
凝縮水	7.3± 8.0

平成19年、4週間に亘って行った閉鎖居住実験における2名のクルーの体重変化データ(図12)から、実験期間中の体重減少はかなり小さく、食料は充分供給されていたと考えられる。実際は、CEEF内の作物はクルーの活動に必要な量を上回る熱量を供給できていたが、実験期間中に人体の水収支がシフトしていた可能性がある。

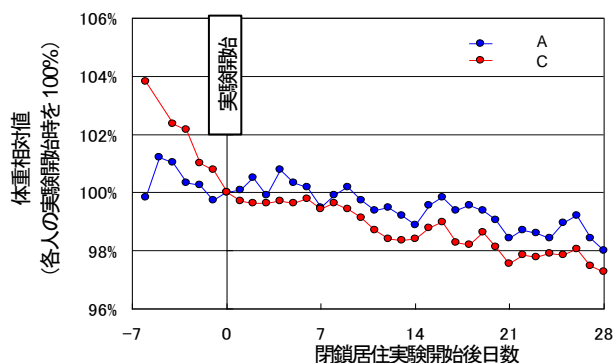


図12 平成19年の4週間閉鎖居住実験及びそれに先立つ1週間におけるクルー(2名)の体重(実験開始時を基準とした相対値)変化

表8は平成19年、最後4週間の閉鎖居住実験期間中の1日当たりの可食部、飼料バイオマス及び廃棄非可食部の生産量を栽培品目ごとに示している。表9は系外から1日当たり補給した食料及び飼料の生重量を栽培品目ごとに示すとともに、シバヤギに外部から補給した鉱塩と米ぬかの生重量を示している。これらの結果から、食料と飼料の自給率は夫々91.4%及び97.2%と評価した。

4週間の閉鎖居住実験では、系内空気を用いて以下の

- ①～⑤の工程からなる廃棄物処理を行った。
- ①ヒト固形排泄物の炭化
- ②シバヤギ排泄物及び人尿の炭化
- ③シバヤギ飼料を除く作物非可食部の炭化
- ④炭化人糞の燃焼

⑤シバヤギ排泄物と人尿の混合炭化物の燃焼

これら5工程で発生したCO₂を回収したが、その実験期間の一部ではトラブルシューティングを行い、その間は人尿とシバヤギ排泄物の炭化が外気を用いて行われた。そのため、系内空気のみを用いてこの全5工程を実施した最長の連続期間は平成19年12月2日から12月12日までの10日間だった。この期間にPCMに注入したCO₂、AHMから分離したCO₂及び廃棄物分解処理から回収したCO₂の積算量(mol)の変化を図13に示す。当該10日間の各積算量は877mol、543mol及び245molであり、作物に吸収されたCO₂の90%がAHMの居住者及びシバヤギの呼気並びに廃棄物分解時に発生する排ガスから回収された。循環できなかった10%は廃棄物処理装置内への付着や植物栽培固形培地から分離できなかった物が原因と推測した。

表8 平成19年4週間閉鎖居住実験における1日当たり可食部、飼料生産量及び廃棄非可食部発生量(g生重d⁻¹)

作物種	食料 (可食部)	飼料 バイオマス	廃棄 非可食部
イネ	598	1016	339
ダイズ	167	279	20.3
ラッカセイ	72	433	19.8
サトウダイコン	107		2.50
ハウレンソウ	6.47		0.54
コマツナ	5.12		0.56
シュンギク	4.10		1.38
レタス	2.80		0.34
ミツバ	5.40		1.31
ニラ	2.83		3.31
ネギ	1.97		0.33
キャベツ	3.83		0.40
ハクサイ	3.18		0.26
ダイコン	5.58		0.65
ニンジン	6.89		0.39
カブ	2.57		0.65
タマネギ	1.45		0.27
サヤインゲン	2.33		1.25
サヤエンドウ	3.29		0.76
トマト	2.21		0.63
キュウリ	2.94		0.87
ピーマン	0.78		0.38
オオバ	1.49		0.57
合計	1009	1728	396

2.1.2.1.5 物質循環閉鎖居住実験の総括

植物、動物及びヒトを循環系に組み入れ、長期に安定した物質循環機能を段階的・総合的に実証したことで、CEEFを用いる実験の実施に必要な運用技術を獲得

表9 平成19年4週間閉鎖居住実験における1日当たり系外から供給した食料及び飼料(g生重d⁻¹)

作物種	食料	飼料
イネ	60.7	23.4
ダイズ	4.07	0.00
ラッカセイ	6.16	0.00
サトウダイコン	0.00	
ハウレンソウ	0.00	
コマツナ	0.03	
シュンギク	12.1	
レタス	0.00	
ミツバ	0.00	
ニラ	0.74	
ネギ	0.00	
キャベツ	0.00	
ハクサイ	0.00	
ダイコン	5.21	
ニンジン	0.80	
カブ	1.82	
タマネギ	1.05	
サヤインゲン	1.21	
サヤエンドウ	0.18	
トマト	0.69	
キュウリ	0.04	
ピーマン	0.39	
オオバ	0.17	
鉾塩		2.5
米ぬか		23.4
合計	95.4	49.3

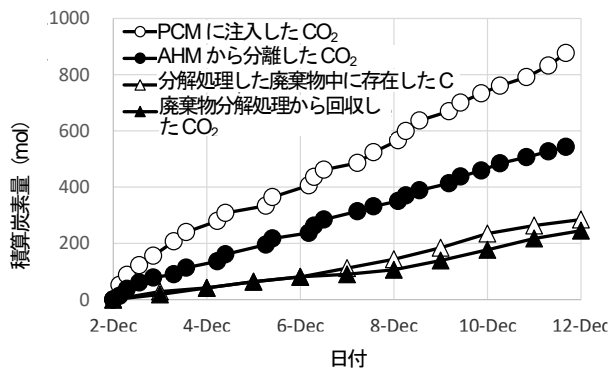


図13 平成19年12月2日から12月12日までの期間にPCMに注入したCO₂(○)、AHMから分離したCO₂(●)、分解処理した廃棄物中に存在したC(△)及び廃棄物分解処理から回収したCO₂(▲)の積算量(mol)の変化

得した。と同時に、将来の隔離された環境中での居住に不可欠な閉鎖型生命維持システムの実現に向けた貴重な基盤が築かれた。一方、空気・水・廃棄物をほぼ完全に循環した中で95%程の食料・飼料自給を達成したことは、地球もしくは環境への負荷の少ない食料生産技術の可能性を示す事例ともなった。

2.2 物質循環要素技術開発・微生物系調査・陸水圏生態系移行研究

2.2.1 物質循環システム要素技術開発

CEEF 整備に先立つ平成 2 年度から開始された放出放射性物質影響試験では、施設内で物質循環を実現するために必要な物理化学的処理を行う様々な装置の要素技術開発を行った。平成 12 年度から開始された物質循環システム要素技術開発では、物質循環をよりの確に行い、微生物を利用した処理装置や陸・水圏実験施設における物質循環を行うことをめざして、以下の 5 つの調査を実施した。

2.2.1.1 資源再生型バイオリアクタに関する研究

CEEF を用いた閉鎖居住実験では生物系廃棄物が発生するが、植物残渣については被験者並びに実験動物の飼料として消費されるため原則的に余剰分は発生しない。本研究では実験動物（シバヤギ）の排泄物を試料として活性汚泥法を用いた分解試験を実施した。シバヤギの排泄物には未分解の植物性有機物が多量に含まれており、植物性廃棄物への応用も視野に入れていた。

排水処理には嫌気好気法排水処理試験装置（図 14）を、固形廃棄物処理試験には高温嫌気消化処理法を採用し、試験装置を作成した。処理条件の最適化を行った結果、CEEF 内で発生する排水の処理が可能であると判断された。



図 14 嫌気好気法排水処理試験装置

2.2.1.2 有害ガス分解バイオリアクタの開発

閉鎖型生態系実験施設物質循環試験では系内の生物や資材から各種有害ガスが微量ながら発生する。閉鎖系内ではこれらが蓄積し、濃度が高くなると生物に影響を及ぼす懸念があった。そこで、主として生物機能を活用した微量有害ガス分解技術の開発を目的として、親水性吸収塔と疎水性吸収塔及び活性汚泥槽からなるバイオリアクタ（図 15）を作成した。シバヤギ飼育施設の大気には 100 種類を超える微量成分が存在しているが、エタノール、アセトアルデヒド、アセトンなどの親水性化合物は親水性吸収塔において吸収されたが、大気成分の大部分は除去することが出来なかった。そこで、平成 15 年度からは前処理装置としてプラズマ分解実験装置を製作し、併用試験を行った。その結果、難水溶性化合物であるメチルブタン、メチルヘキサン、ベンゼン、トルエンなどを含む多くの化合物を分解または除去することが可能であった（永井ら 2007）。

2.2.1.3 閉鎖系物質循環システムの制御技術に関する研究

CEEF では、物質循環処理のため多くの処理装置やバッファタンクが設置されていた。施設内の物質はこれらの装置、作物、家畜およびヒトの間を循環する。多くの装置はバッチ処理で動作し循環系であるため、一般的な制御法を用いることが困難であった。そこで、物質循環系を構築する処理装置や生物の取り込み量と払い

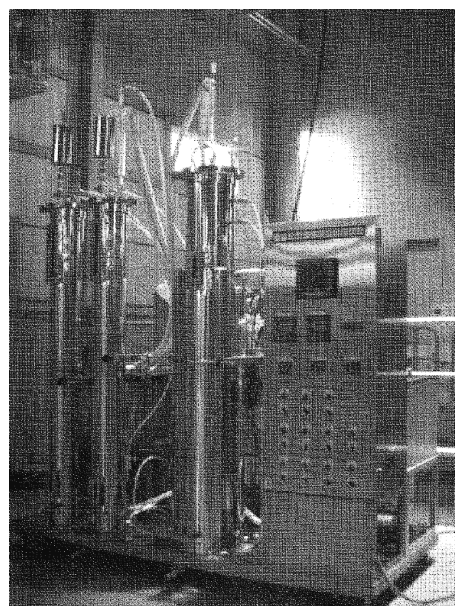


図 15 有害ガス分解バイオリアクタ

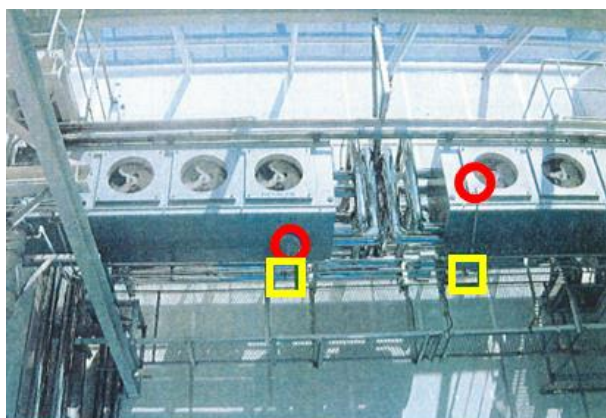
出し量を予測し、予測に基づいた実験施設の運用をめざして、閉鎖系挙動予測システムを開発した (Abe *et al.*, 2003b)。

最終的に、居住実験における物質循環データから、閉鎖系動物・居住実験施設モデル、閉鎖系植物実験施設モデルを構築し、それぞれのモデルを結合させシミュレーションプログラムを完成させた (Abe *et al.*, 2005, 2006)。居住実験の結果とシミュレーションの結果を比較すると、開発した閉鎖系挙動予測システムを用いて居住実験を行うことが出来れば、閉鎖実験期間中の施設内への物質の投入量・払い出し量を大幅に低減できることがわかった。

2.2.1.4 霧発生制御技術に関する研究

CEEF 内の陸圏モジュールには、六ヶ所村特有の気象現象である「やませ」の再現をめざして、霧発生装置 (図 16) が組み込まれている。この装置は水の噴霧により植物や土壌への給水を模擬できる。しかし、大気中においては霧の発生が光環境、温湿度、エアロゾルの挙動に影響を及ぼす (Abe *et al.*, 2003a) が、陸圏モジュールに組み込まれた霧発生装置ではこのような現象を模擬できなかった。

そこで、陸圏モジュール内のエアロゾルの特性、既設の霧発生装置による水滴の発生状況などを把握し (Casareto *et al.*, 2004)、気流シミュレーションにより霧の発生・制御法を検討した。さらに、陸圏モジュールを模した霧発生試験装置を用いて霧発生試験を行い、陸圏モジュールで大気中と同様の条件で霧を発生させるために必要な設備の仕様を検討した。



○ 降雨装置ノズル □ 霧発生装置ノズル

図 16 陸圏モジュール内の霧発生装置

2.2.1.5 閉鎖型作業服の開発

CEEF 内で長期間実験を継続するために、系外から作業者が入らざるを得なくなる可能性がある。しかし、そのような事態になると、作業者の呼気や発汗により、閉鎖系内の物質循環に大きな影響を与えてしまう。そこで、作業者が系内に入る際に用いる閉鎖型作業服 (図 17) を開発した。

開発した閉鎖型作業服は、作業者からの呼気や汗の放出を防ぐための気密服、作業者に酸素を供給し呼気ガス中の CO₂ 等を除去する呼吸制御装置、及び作業者の発汗に代わり代謝熱を除去する冷却服からなる。このような作業服は通常非常に重くなる (例えば宇宙服では 100kg 超) が、着用して自立作業が可能で約 25kg までの軽量化に成功した (Abe *et al.*, 2003c)。



図 17 開発した閉鎖型作業服

2.2.2 陸・水圏物質循環実験調査

大型再処理施設から大気中及び沿岸海域へ排出された放射性核種の陸・水圏環境中での循環に関する実験調査を平成 9 年に開始した。この調査は次の陸・水圏生態系炭素等移行実験調査終了の平成 21 年まで継続して行われた。

2.2.2.1 水圏物質循環実験調査

平成 9 年度から平成 11 年度までは閉鎖系陸・水圏実

験施設を整備すると同時に予備的に候補生物の栽培試験を行った。その結果、根・葉部から栄養源を吸収し、単一群落を形成する海草類のアマモが、沿岸域生態系を実験施設内に長期間安定させるのに適していることが分かった。また、枯死アマモの分解に関わる微生物類についても調査を行った。平成11年度に閉鎖系水圏実験施設が完成し、平成12年度以降は施設内での生態系構築のための調査を行った。2t水槽を用いてアマモを栽培し、必要な光量、栄養塩類の添加量などに関する結果を得、20t育成槽による長期育成を可能とした。図18は2t水槽と20t水槽におけるアマモ株の増加を示す。

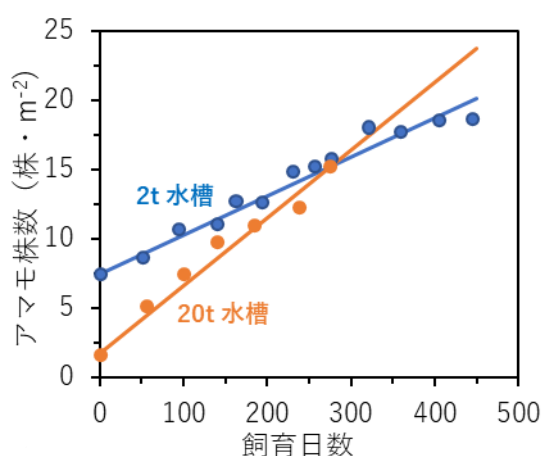


図18 2t水槽と20t水槽における単位面積あたりのアマモ株数の経時変化

2.2.2.2 陸圏物質循環実験調査

六ヶ所村内の代表的な陸上自然環境である小川原湖沼群に広がる湿原生態系を閉鎖型陸圏実験施設に導入することとし、尾駱沼周辺域の生物の現地調査を平成11年度に行った。多くの水中生物、昆虫、陸上植物、陸上動物の存在を確認した。陸上植生はいくつかの群落に分かれ、ヨシ群落、ヨシースゲ群落、ヨシーヤチハンノキ群落、ヤチヤナギーヌマガヤ群落などが河口域から丘陵地にかけて分布していた。

平成12年度からは、試験対象をヨシ群落とし、放射性炭素の移行を調査するために全炭素の循環を把握する必要があると考え、尾駱沼において土壌からのメタン放出量及び、大気・植物・土壌間での二酸化炭素収支量の測定法を検討し、測定を行った。その結果、メタン発生(図19)は1日のうち15:30頃に最大となり、そ

の原因はメタンの土壌からの放出に植物体(ヨシの幹)が関わっているためであると推察された。一方、二酸化炭素のフラックス(図19)は、日中は光合成量に左右されるため、群落の生育段階の違いが大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。また、施設内の植生に影響する光環境の詳細な調査を実施した。

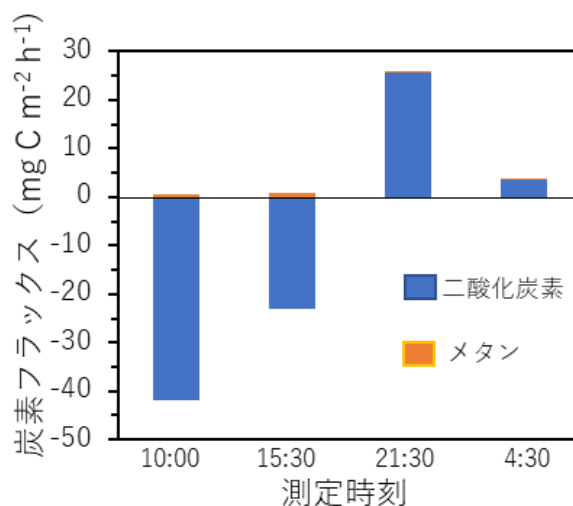


図19 2004年10月26日におけるヨシ群落の測定時刻別炭素フラックス

2.2.3 陸・水圏生態系炭素移行実験調査

平成16年度までに実施した予備的検討の結果をもとに、閉鎖系水圏実験施設に六ヶ所村沿岸域に存在するアマモを中心とした海草群落生態系を、閉鎖系陸圏実験施設にヨシ群落からなる湿地生態系を構築し、炭素の移行・蓄積を明らかにすることで、大型再処理施設稼働後の¹⁴Cの周辺環境における挙動を予測することを目的に調査を実施した。

2.2.3.1 海草群落生態系における炭素移行試験

平成17年度から平成20年度にかけて、閉鎖系水圏実験施設内に、生産者としてのアマモ、消費者としてのウニ、分解者としてのマナマコからなる人工的な海草群落生態系を構築し、各生物レベル、及び群集レベルでの炭素移行に関する実験を実施した。平成21年度には、閉鎖系水圏実験施設内に海水温を20℃及び15℃に設定した海草-エゾバフンウニ-マナマコからなる海草群落生態系を構築して、各生物、海水中及び堆積物中の炭素量に関するデータを取得した。これらに基づき海



図 22 閉鎖系陸圏モジュールに敷き込んだ湿地根圏層土壌（上）と敷き込み1年後のヨシの様子（下）

の非可食部（稲藁）にも固定されると考えられるが、稲藁は堆肥化や水田への鋤き込みによる再資源化が推奨されていることから、堆肥発酵過程や土壌に施用された後の稲藁由来有機物の分解及び土壌に蓄積される割合を明らかにする調査を行った。

2.2.4.1 堆肥化による炭素挙動の調査

^{13}C 標識した稲藁と牛糞を原料とした堆肥を作成し、発酵過程における炭素の挙動を調査した。稲藁と牛糞を乾燥重量比で等量になるように混合し、堆肥化した

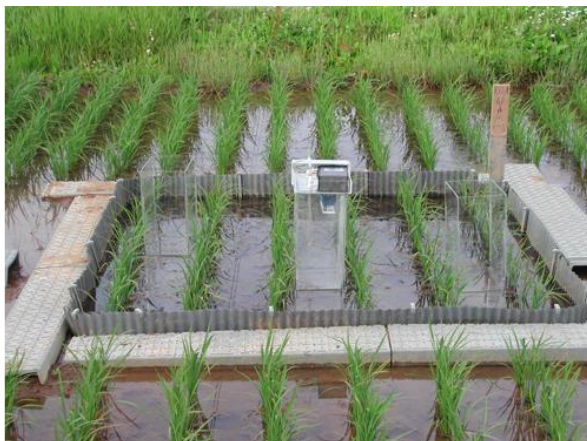


図 24 ^{13}C 標識稲藁を鋤き込んだ水田と土壌に残存する ^{13}C 量の経時変化

ところ、稲藁と牛糞由来の炭素比は初期は 5 : 6 であったが、発酵が進むと 1 : 2 に変化した。これにより堆肥熟成過程では稲藁由来の有機物の分解が大きく、牛糞由来の有機物は残留する傾向があった。稲藁由来の有機物を 3 つのコンパートメントに分けて予測式を構築した。発酵開始直後は分解率が高く約 10 日後から分解速度が遅くなることが明らかとなった（図 23）。

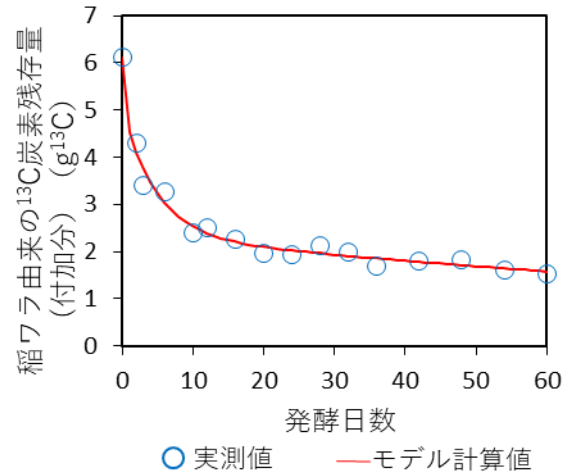


図 23 ^{13}C 標識稲藁と牛糞を主原料とする堆肥発酵中の ^{13}C 量の経時変化

2.2.4.2 土壌における炭素の蓄積と放出の調査

2.2.2.4.1 で作製した ^{13}C 標識した堆肥を施用したニンジン畑と ^{13}C 標識稲藁を鋤き込んだ水田において、土壌中 ^{13}C 量の減衰を測定することにより、稲藁由来の有機物の土壌での分解速度を調査し、稲藁由来の ^{14}C の土壌への蓄積速度を評価した（図 24）。

牛糞堆肥を施用したニンジン畑では、堆肥に含まれていた ^{13}C は施用 1 年後には 55% の残存率であった。堆肥発酵前からは、発酵過程で 50% に減少した後、施用 1 年後には 29% の ^{13}C が土壌に残存した。稲藁を鋤き込んだ水田では 1 年後には ^{13}C の 49% が土壌に残存

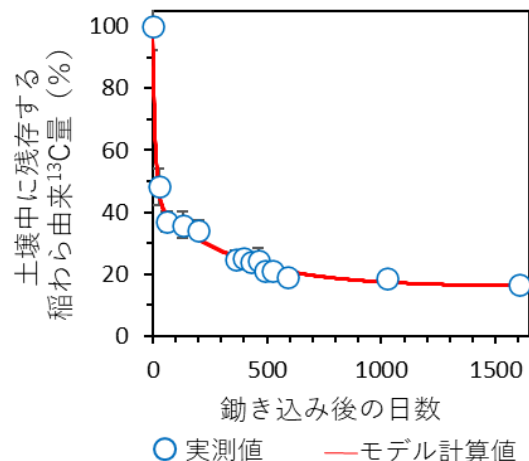


図 24 ^{13}C 標識稲藁を鋤き込んだ水田と土壌に残存する ^{13}C 量の経時変化

した。水田では1700日まで実験を続け、稲藁由来の有機物を3つのコンパートメントに分けて予測式を構築した。いずれの場合も施用直後には分解率が高く、約1か月後から分解速度が遅くなった (Nagai et al., 2023)。また、施用した初年度の畑、水田で栽培したニンジン及びイネ (図25) に、夫々0.1%、0.6%の ^{13}C が移行することが明らかになった。

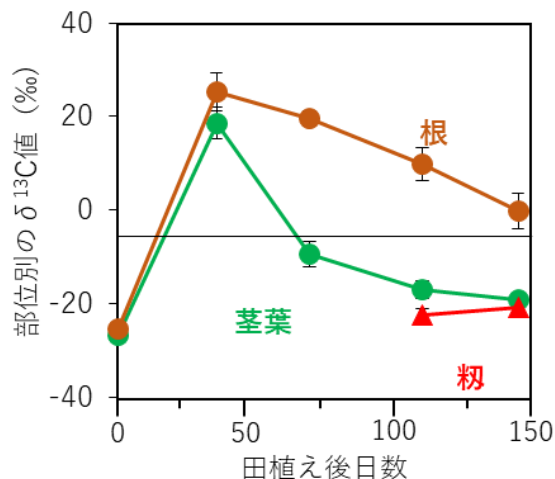


図25 ^{13}C 標識稲藁を鋤き込んだ水田で栽培した稲中の ^{13}C 濃度の経時変化

以上のように、物質循環要素技術開発から閉鎖系陸・水圏実験施設を用いた研究では、施設内に生態系を再現し、水圏では沈殿物への、陸圏では土壌への放射性核種の蓄積を調査し、上記の成果が得られた。また、微生物系物質循環実験調査では、野外圃場でトレーサ実験を行い、土壌への放射性炭素の蓄積と次期作物への移行を評価した。これらの成果は排出放射性炭素の蓄積評価に関する実験調査及び排出トリチウム生物体移行総合実験調査へと引き継がれた。

引用文献

Abe et al. (2003a) *Fluid Dyn. J.*, 12, 295-308.
 Abe et al. (2003b) *SAE Tech. Pap.*, 2003-01-2547.
 Abe et al. (2003c) *Eco-Engineering*, 15, 13-19.
 Abe et al. (2005) *Adv. Space Res.*, 35, 1597-1608.
 Abe et al. (2006) *SAE Tech. Pap.*, 2006-01-2125.
 Casareto et al. (2004) *Eco-Engineering*, 16, 39-44.
 Masuda et al. (2005a) *SAE Tech. Pap.*, 2005-01-2819.
 Masuda et al. (2005b) *Habitation*, 10, 87-97.
 Masuda et al. (2005c) *Eco-Engineering*, 17, 55-60.
 Masuda et al. (2005d) *Eco-Engineering*, 17, 61-66.

増田・多胡 (2005) *生態工学*, 17, 183-189.
 Masuda et al. (2006) *Habitation*, 11, 69-84.
 Masuda (2007) *World of Food Science*, 2.
 永井ら (2007) *生態工学*, 19, 179-184.
 Nagai et al. (2023) *Eco-Engineering*, 35: 3-12.
 Nitta (2001) *Adv. Space Res.*, 27, 1505-1512.
 Nitta (2002) *Adv. Space Res.*, 31, 63-68.
 新田・多胡 (2006) *これからの大学等 研究施設 第3編 「環境科学編」*, 文教施設協会・科学新聞社, pp 181-187.
 Suzuki et al. (2010a) *Eco-Engineering*, 22, 147-152.
 Suzuki et al. (2010b) *Environ. Control. Biol.*, 48, 25-34.
 Suzuki et al. (2012) *J. Hydrometeorol.*, 13, 966-980.
 Tako et al. (2001a) *SAE Tech. Pap.*, 2001-01-2133.
 Tako et al. (2001b) *Adv. Space Res.*, 27, 1541-1545.
 Tako et al. (2002) *SAE Tech. Pap.*, 2002-01-2484.
 多胡 (2002) *関東の農業気象*, 28, 10-11.
 Tako et al. (2003) *SAE Tech. Pap.*, 2003-01-2452.
 Tako et al. (2004) *SAE Tech. Pap.*, 2004-01-2349.
 Tako et al. (2005a) *SAE Tech. Pap.*, 2005-01-3108.
 Tako, et al. (2005b) *J. Agric. Meteorol.*, 60, 1099-1104.
 多胡ら (2005) *生態工学*, 17, 231-242.
 Tako et al. (2006) *SAE Tech. Pap. (SAE 2006 Transactions, J. Aerospace)*, 2006-01-2075.
 Tako et al. (2007) *SAE Tech. Pap. (SAE 2007 Transactions, J. Aerospace)*, 2007-01-3091.
 Tako et al. (2008) *Adv. Space Res.*, 41, 714-724.
 Tako et al. (2009) *SAE Tech. Pap.*, 2009-01-2580.
 Tako et al. (2010) *Gravit. Space Res.*, 23, 13-23.
 多胡 (2015) *閉鎖生態系・生態工学ハンドブック*, pp 48-56, (生態工学会編) 丸善, 東京.
 Tako et al. (2017) *Space Util. Res. (JAXA)*, 31, 1-4.
 多胡 (2018a) *Eco-Engineering*, 30, 103-106.
 多胡 (2018b) *月刊誌「生活と環境」*, (1月号), 18-23.
 多胡 (2021) *宇宙科学技術連合講演会論文集* 65, 2H01, 1-6.
 Tako et al. (2022) *JASMAC* 34, 0705, 1-9.
 多胡ら (2022) *宇宙科学技術連合講演会論文集* 66, 3J15, 1-6.
 Tani et al. (2007) *SAE Tech. Pap. (SAE 2007 Transactions, J. Aerospace)*, 2007-01-3097.

3. トリチウム影響研究

3.1 トリチウム研究センターの目指すもの

ALPS 処理水の海洋放出が決定されてトリチウムへの社会的関心が高まる中、環境科学技術研究所では、六ヶ所村に建設された大型再処理施設の本格稼働にともなって排出されるトリチウムへの地域住民等の様々な不安や懸念に丁寧に応え得る体制をとることが必要と考え、令和4年4月にトリチウム研究センターを新たに設置した。

当研究所では、これまでも環境影響研究部やその前身となる環境動態研究部、環境シミュレーション研究部等においてトリチウムの環境中での移行や農畜水産物への移行及びヒトが摂取した後の代謝等に関する様々な調査を行ってきた。しかし、トリチウムからの内部被ばくによる生体影響に関しては調査を行っていなかった。一方、低線量率γ線照射施設を有する生物影響研究部では外部被ばくの生物影響に関して国際的にも高く評価される研究の実績がある。そこでトリチウム研究センターでは、外部被ばく影響研究の成果を活用しつつ、新たにトリチウムからの内部被ばくによ

る影響をマウスで調べる調査を開始した。これにより、大型再処理施設からのトリチウムの放出後の大気や海洋における拡散の研究から、環境中での移行、農畜水産物への移行、食品を通じヒトへの移行、ヒトが受ける線量の評価、そして受けた線量と生物影響の関係の研究までの全体が環境科学技術研究所の調査で概ね網羅されることとなる(図1)。

トリチウム研究センターでは、それらの調査の成果取り纏め、また、所内だけではなく内外のトリチウム研究情報を収集整理することにより、トリチウムに対する地域住民等の様々な不安や懸念に科学的データで応えることができる体制を整える。集約した情報は、整理した分かり易い形で地域住民に伝え、また行政や学术界等にも提供することで社会に還元していくことを目指す。トリチウム研究センターの設立準備段階において、原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)2016年報告書科学的附属書C内部被ばく核種の生物学的影響—トリチウム—の邦訳(島田2021)を行っていたのは、その第一歩としての活動である。

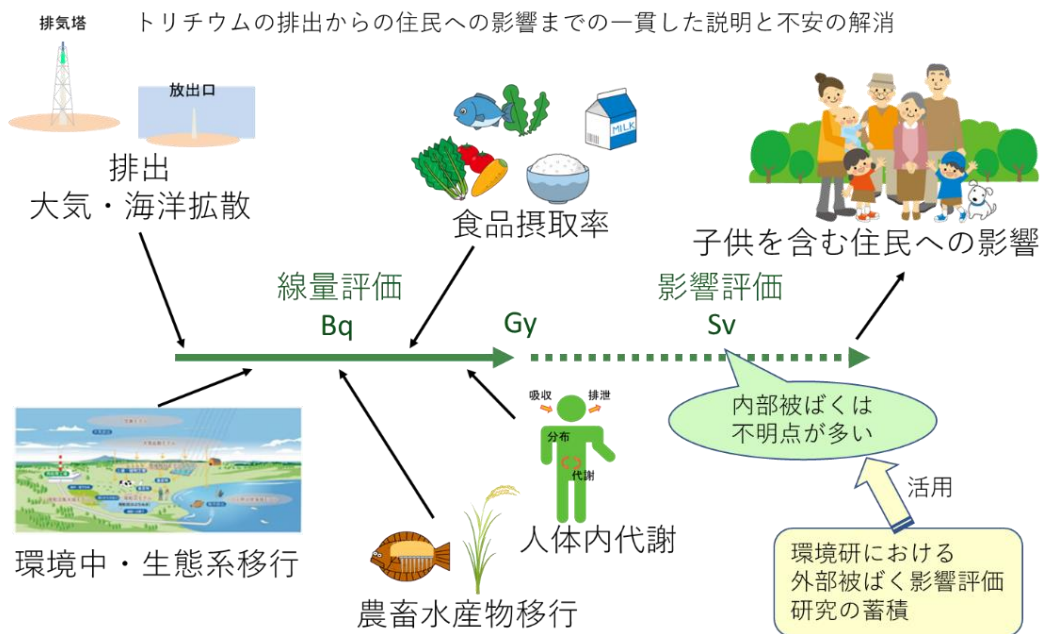


図1 大型再処理施設によるトリチウムの放出からヒトへの影響までの流れ

3.2 設立準備期までの活動

トリチウムは環境中やヒト体内で主にトリチウム水

(HTO)あるいは有機結合型トリチウム(OBT)の形態で存在するが、そのうちでHTOについては動態及び影響

について多くのことが分かっているのに対し、OBTについては不明点が多くさらなる研究が必要であることはUNSCEARも指摘しているところである。特にOBTの体内動態については不明点が多く、国際放射線防護委員会(ICRP)が線量係数を求める際に用いているOBT摂取後の体内代謝モデル(図2)のパラメータについてもヒトでの代謝データの裏付けが十分ではなかった。

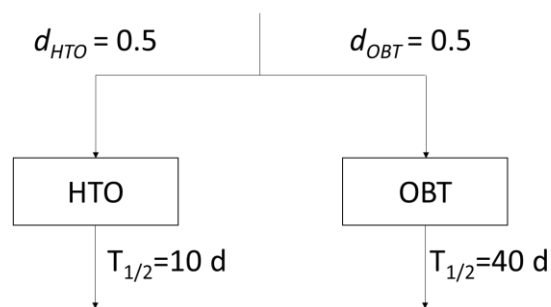


図2 公衆が有機結合型トリチウム(OBT)を経口摂取した際のトリチウム体内動態モデル
国際放射線防護委員会(ICRP)によるモデル. HTO, トリチウム水. OBT, 有機結合型トリチウム. d , 分配率. $T_{1/2}$, 半減期.

そこで平成22年度からの排出トリチウム生物体移行総合実験調査等において、トリチウムに代えて重水素を標識に用いた様々な化合物等を被験者に投与して呼気や尿等の排泄物中重水素濃度を測定すること等でヒトでのトリチウム代謝を推定するためのデータを得た(Masuda *et al.* 2016, 2020, Masuda and Yoshioka 2021)。それらを用いて、日本人及び米国人の栄養摂取状況に応じた平均的な食事中トリチウムのHTO及びOBTコンパートメントへの分配率 d_{HTO} 及び d_{OBT} を求め、ICRPモデルのパラメータに置き換えて公衆の線量係数を推定したところ、いずれの国の場合も現行の線量係数よりもやや小さい値となった(図3)(Masuda and Yoshioka 2021)。これは現行の線量係数は適度に安全寄りであることをヒトでのデータによって示す成果である。

3.3 今後のトリチウム影響研究に向けて

図2に示すようにICRPモデルではOBTも体内均一分布を仮定している。しかし、OBTは様々な化学形を取るため、各化学形で臓器組織間分布が異なり得る。ま

た、トリチウムからのβ線は極めてエネルギーが小さく、その平均飛程(0.56 μm)が細胞のスケール(10-100 μm)に対して短いため、細胞内での局在も線量評価に影響し得る。先行調査の次の課題として、これらを考慮したトリチウム生体影響研究が挙げられた。

トリチウム研究センターの設立とともに、環境科学技術研究所では、トリチウムをマウスに投与する内部被ばく実験が可能な施設を整備している。令和4年度からのトリチウム生体影響調査では、ヒトに投与することが難しいトリチウムをマウスに投与し、ヒトでは測定することが難しい体内分布を解剖測定する。このような施設を活用した調査によってOBTからの生体影響をより明らかにしていく。

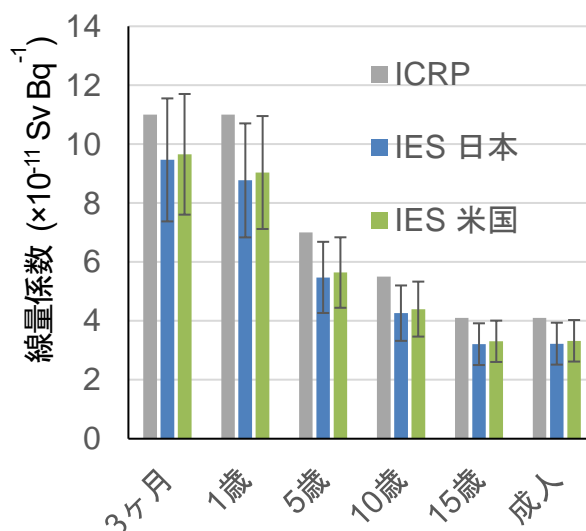


図3 公衆の有機結合型トリチウム(OBT)経口摂取に対する年齢別線量係数

ICRP, 国際放射線防護委員会(ICRP)の示す線量係数. IES 日本, 日本人の食生活に応じ各標識物質投与実験データを加重平均して求めた線量係数. IES 米国, 同様に米国の食生活に応じて求めた線量係数.

引用文献

- Masuda *et al.* (2016) *J. Radiol. Prot.*, 36(3), 532-546.
 Masuda *et al.* (2020) *Sci. Rep.*, 10, 8156.
 Masuda and Yoshioka (2021) *Sci. Rep.*, 11, 2816.
 環境科学技術研究所監修. (2022)

https://www.ies.or.jp/publicity_j/data/unscear_2016annex_v2.pdf

4. 生物影響研究

4.1 はじめに

環境科学技術研究所では、これまで約30年間にわたり、主にマウスを実験材料として、低線量率放射線の生物影響の研究を行ってきた。研究所は、平成2年に設立され、まず環境中の放射性物質の分布・動態の研究が開始された。少し遅れて平成7年に、低線量率放射線を生物に照射するための施設が建設され（松本ら2011）、低線量率放射線生物影響の研究が開始された。

動物照射および実験施設は、平成7、16、20年の3次にわたって整備された。照射施設としては、図1に示すような、中心のセシウム線源をマウスのケージが等距離で取り囲むタイプのものが典型的であるが、現在は、このようなタイプのものが5室あり、それぞれにおいて specific pathogen-free (SPF) 条件下で約400匹のマウスを同時に長期連続照射できる。なお、1日のうち2時間は、線源を格納し、この間にマウスの世話などの作業を行っている。使用できる線量率としては、0.05 mGy/日、1 mGy/日、20 mGy/日、100 mGy/日、400 mGy/日から選択できる。

図2に示すように、このうち、一番高い400 mGy/日以外の4つは、低線量率の範疇に属し、一番低い0.05 mGy/日は、ほぼ20 mSv/年、すなわち、事故時の避難指

示基準や職業人の実効線量の限度として使われている基準値に概ね相当する。なお、自然放射線による被ばくは、その十分の一である2 mSv/年程度、そのうち外部被ばくは、1 mSv/年程度とされていることから、0.05 mGy/日という線量率は、照射実験が成立しうる最も低いレベルに近いと考えている。近年、低線量率放射線の影響が注目されるようになり、各国に低線量率生物照射施設が設置されているが、0.05 mGy/日程度の線量率での照射が可能なものはほぼ存在せず、また、SPF条件下で多数のマウスを長期照射可能なものほとんどない（Tanaka *et al.* 2018）。

もう一つのタイプの照射施設として、線量率可変のものが2室あり、片方を動物照射用（非SPF条件）に、もう一方を培養細胞照射用に供している。このタイプの照射室では、セシウム線源から放射線が比較的狭い角度で放出され、照射野内に距離を変えて比較的少数の対象（マウスのケージもしくは細胞培養用CO₂インキュベーター）を置くことにより（さらには大きさの異なる線源を用いることにより）、線量率を変えることができる。図2には、このような照射室で実際に用いている線量率の範囲を示した。なお、比較目的の高線量率照射のためには、ガンマセル（Nordion）をSPF条件用

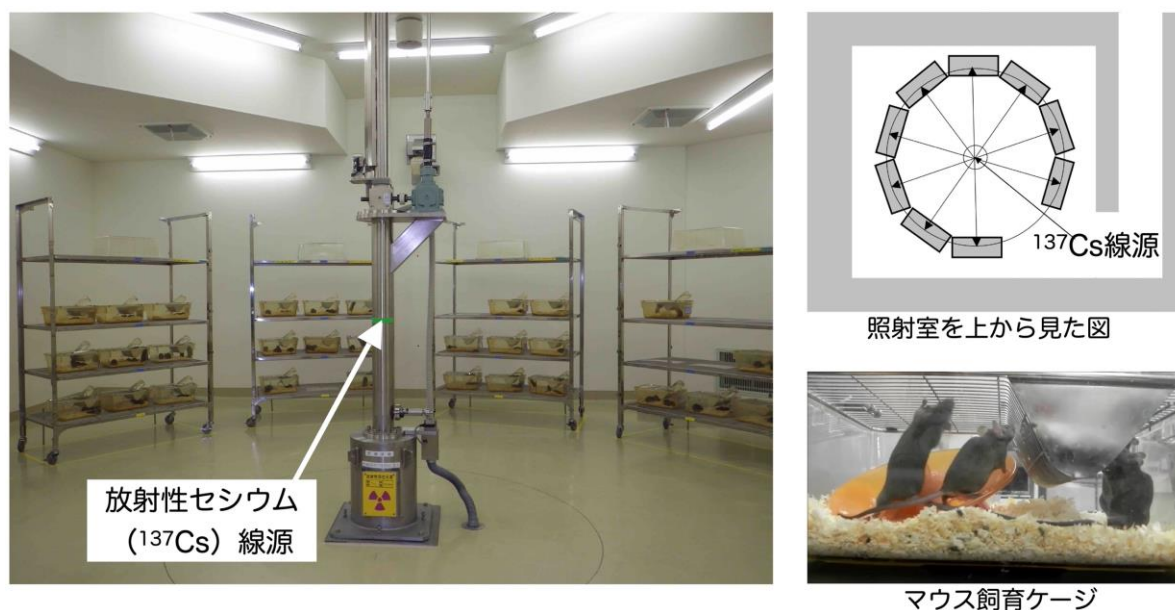


図1 環境科学技術研究所の低線量率放射線照射室の例。右上は平面図。中心のセシウム線源をマウスのケージが等距離で取り囲むタイプのもの。

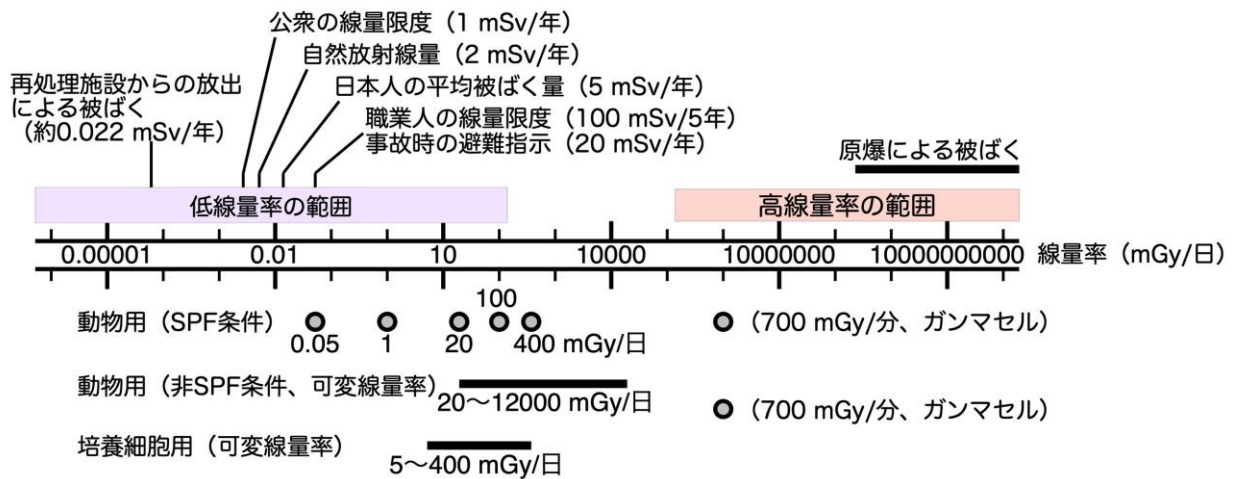


図 2 環境科学技術研究所の放射線照射実験で主に使用している低線量率。線量率のスケールは対数で表す。単位は原則、mGy/日であるが、カッコ内のものは異なっている。左側に行くほど低線量率、右側に行くほど高線量率。スケールの上には基準値などを、下にはそれぞれのタイプの照射施設の線量率を示す。

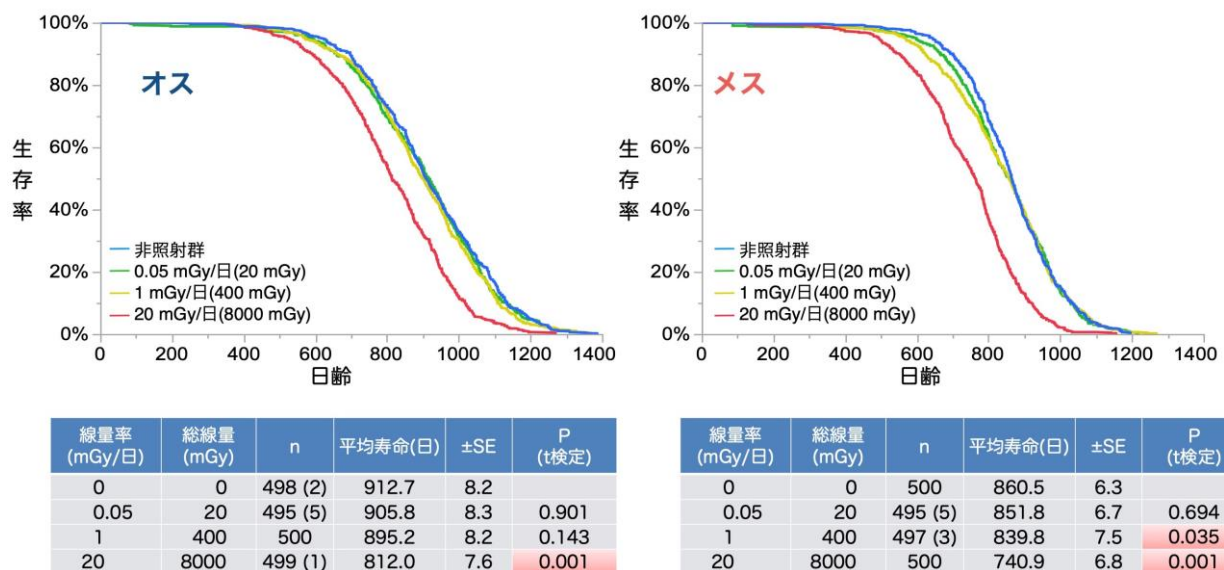
に 1 台、非 SPF 条件および培養細胞用に 1 台備えている。

マウス飼育は、原則、SPF 条件下で行われている。特に終生飼育などの長期飼育実験は、すべて SPF 条件下で実施されている。マウスの系統としては、原則、毒性試験に多くの実績がある B6C3F1 が使用されているが、研究目的に応じて、他のマウス系統も使用されている。

4.2 初の実験：寿命試験

平成 8 年から 8 年以上を費やして、環境科学技術研究所における最初の生物影響実験である「寿命試験」が

実施された。この実験においては、B6C3F1 マウスに低線量率放射線 (0.05 mGy/日、1.1 mGy/日、もしくは 21 mGy/日) を成年期 (56 日齢から 400 日間) に照射後、終生飼育を行い、寿命のデータを得るとともに、死亡時の病理解析を行った (Tanaka *et al.* 2003, Tanaka *et al.* 2008)。雌雄の照射群および非照射群各 500 匹、総計 4000 匹のマウスが用いられた。(この実験より後の実験では、1.1 mGy/日の代わりに 1.0 mGy/日、21 mGy/日の代わりに 20 mGy/日の線量率が用いられたこともあり、以下の記述では、この実験についても、便宜上、1 mGy/日、20 mGy/日と表記する。) 寿命に関する結果のまとめ



括弧内は水漏れ事故による死亡マウスの数

図 3 寿命試験・生存率曲線と平均寿命

を、図3に示す。20 mGy/日（総線量 8000 mGy）の照射では、雌雄とも 100 日以上的大幅な寿命短縮が認められた。1 mGy/日（総線量 400 mGy）の照射では、影響は小さく、寿命短縮はメスのみにおいて有意であった。0.05 mGy/日（総線量 20 mGy）では、寿命短縮は雌雄とも有意ではなかった。すなわち、低線量率照射によっても総線量が高くなると、高線量率の場合と同様、寿命短縮が引き起こされうること、またこの影響は線量または線量率依存的であり、線量または線量率が少なくなると影響は小さくなり、基準値程度になると影響の検出が難しいことが示された。この結果を報告した論文（Tanaka *et al.* 2003）の題名は、“No Lengthening of Life Span...”となっており、低線量率放射線が寿命延長を引き起こすという証拠が得られなかったことを強調している。これについては、現在からすると多少奇異な感じを受けるが、発表当時は「放射線ホルミシス」の仮説が跋扈しており、低線量率放射線により寿命が延長するとの言説も流布していたことを反映している。他にも低線量率放射線を照射したマウスの寿命を調べた研究はあるものの、完備した SPF 条件下で多数の個体を用い、かつ詳細な病理解析を実施した研究はそれまで例がなく、この「寿命試験」の結果はICRPやUNSCEARの出版物にも重要で標準的な結果として引用されている。なお、寿命試験のマウスの病理解析の結果、寿命短縮の主要な原因は腫瘍による死亡の早期化によるものであることが明らかになった（Tanaka *et al.* 2008）。

4.3 実証調査と機序調査

多くのマウスに低線量率連続照射を行い、寿命・死亡・疾病発生率などを調べ、個体レベルの影響の概要を記述するような実験（私たちは「実証調査」と呼んでいる）としては、上記の成年期の照射実験に続き、胎児期（照射期間は 18 日間）の照射実験を完了し、現在幼若期（照射期間は 56 日間）の照射実験を行っている。また、オス（成体）に 400 日間照射し、子孫への影響を調べる実験も実施した。これらの実証調査の主要部分は、体重、寿命、死因、腫瘍および非腫瘍性疾患の発生率などの共通の基本パラメーターを用いた、放射線の生物学的影響の概要の評価である。基本パラメーターに加え、個々の研究の必要に応じて、生殖に関するパラメ

ター、生殖細胞突然変異、（胎児の）骨化などのパラメーターなども用いられた。さらに、実証調査で認められた影響・現象の発現機序（メカニズム）を明らかにするための実験（「機序調査」と呼んでいる）を行い、分子から個体までのレベルのさまざまなパラメーターを取得している。以下に、これらの実験の結果のいくつかを順に記す。

4.4 経時的剖検実験（腫瘍の潜伏期間とその進行）

寿命調査の結果に基づき、20 mGy/日を照射したメスの B6C3F1 マウスを用い、終生飼育ではなく 100 日ごとのサンプリングにより、腫瘍の潜伏期とその進行について横断的調査（経時的検索）を実施した。その結果、腫瘍発生リスク（発生率、潜伏期間、進行度）は臓器や組織によって異なることが示された。この研究（Tanaka *et al.* 2016）では、20 mGy/日照射により悪性リンパ腫や肺、肝臓の良性腫瘍などの潜伏期間の短縮は見られなかったが、肺、肝臓の悪性腫瘍や卵巣、副腎、ハーダー腺の腫瘍の潜伏期は短縮し、さらに肝臓（肝細胞腺腫、肝細胞癌）、肺（腺腫/癌）、卵巣（腺腫および顆粒膜細胞腫瘍、良性）、副腎（腺腫、被膜下細胞）およびハーダー腺に由来する腫瘍の発生率が増加した（表 1）。

表 1 経時的剖検実験・まとめ

病変	非照射群との比較
がん病変	
悪性リンパ腫	早期化無し、頻度 増
肺&肝臓の良性腫瘍	早期化無し、頻度 増
肺&肝臓の悪性腫瘍	早期化 、頻度 増
卵巣、副腎、ハーダー腺腫瘍	早期化 、頻度 増
下垂体腫瘍、甲状腺腫瘍	早期化無し、頻度変化無し
非がん病変	
リンパ過形成	早期化無し、頻度変化無し
肝臓脂肪変性	早期化 、重篤度 増
肝臓過形成	早期化無し、頻度 増
卵巣萎縮&過形成	早期化 、頻度 増
副腎過形成	早期化無し、重篤度 増
心弁膜症	早期化無し、重篤度変化無し
嚢胞状子宮内膜増殖症	早期化無し、頻度 減

4.5 遺伝的影響（継世代影響）

低線量率放射線に長期被ばくしたオスマウスの子、孫に及ぼす影響を調査した。実験には、C57BL6 マウスを用い、オスに低線量率放射線（0.05 mGy/日、1 mGy/日および 20 mGy/日）を成年期（56 日齢から 400 日間）

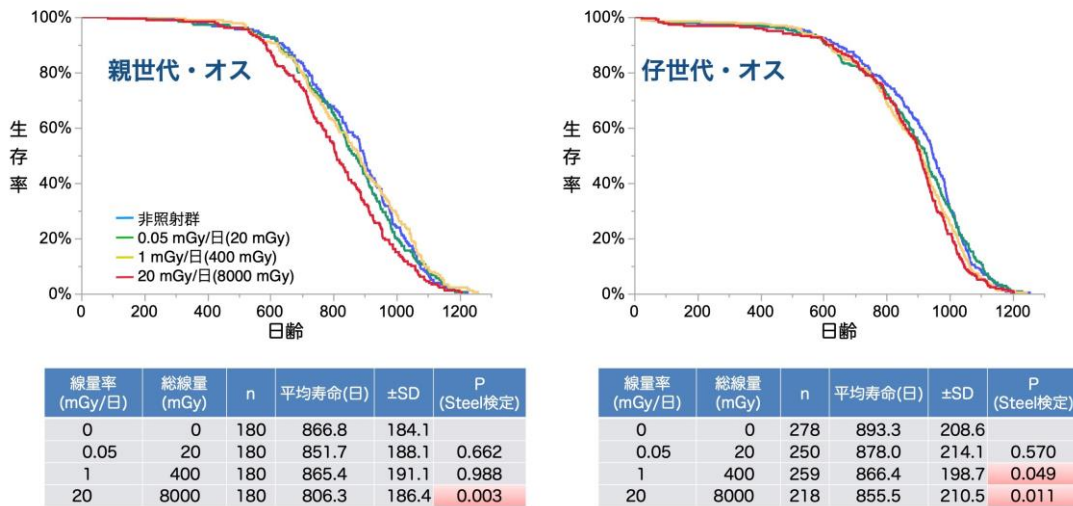


図4 遺伝的影響・生存率曲線と平均寿命

に照射後、8週齢の非照射メスと交配し、子マウスを得、さらに子マウス同士を交配することにより孫マウスを得た。これらのマウスの終生飼育を行い、寿命のデータを得るとともに、死亡時の病理解析を行った。その結果、親世代では20mGy/日を照射したオスマウス、子世代では1mGy/日および20mGy/日照射群のオス子マウスに有意な寿命短縮が観察された(図4)。

また、子マウスについて遺伝子コピー数の変異(CNV、主に欠失)を調べた結果、20mGy/日照射群の子マウスでは、有意に変異が増加していた(Ogura et al. 2021)。また、平均死亡日齢に対するCNVの影響は有意であり(p=0.0019)、CNVの存在が死亡日齢の短縮と関連している可能性が示唆された(図5)。

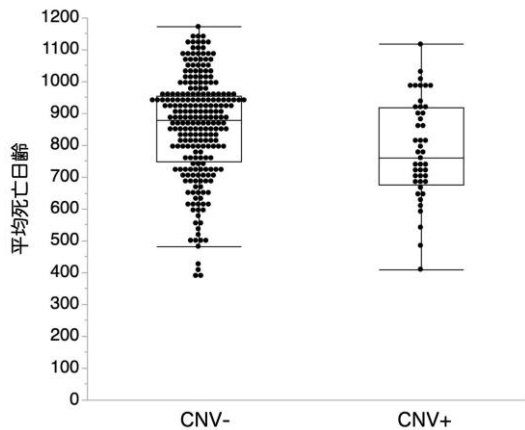


図5 遺伝的影響・CNVの有(右CNV+)無(左CNV-)と死亡日齢

4.6 胎児期被ばく(母胎内被ばく)

20mGy/日で胎児期(妊娠期間、18日間)に照射を受けたB6C3F1マウスは、母胎内における着床後死亡、胎児サイズ/体重、子宮サイズ、骨化及び発育異常に関して有意な影響を示さなかった(Gulay et al. 2018)が、胎齢18日目の雌雄両方の胎児において、わずかではあるが生殖細胞数の減少が見られた(図6)(Nakahira et al. 2020)。また、10週齢の時点において臓器重量(絶対値および相対値)に関しては、非照射対照との間に有意な

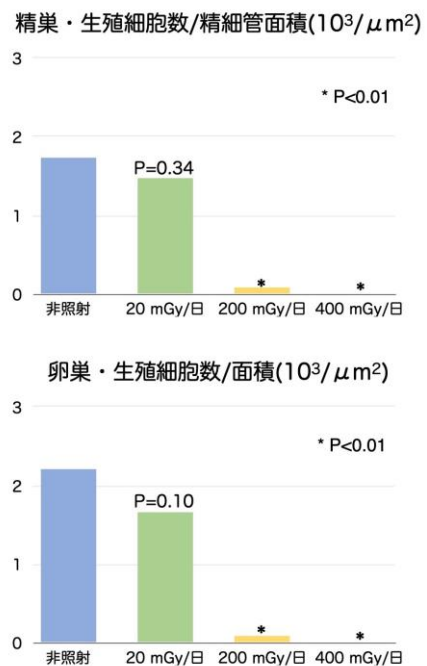
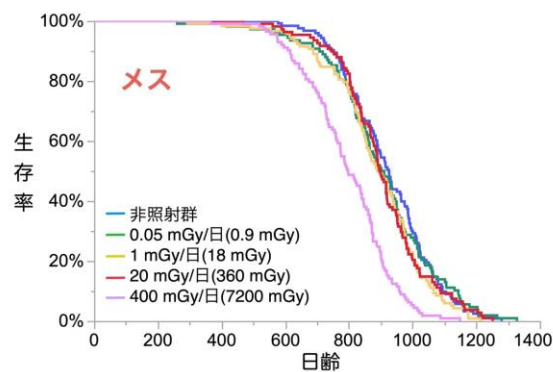
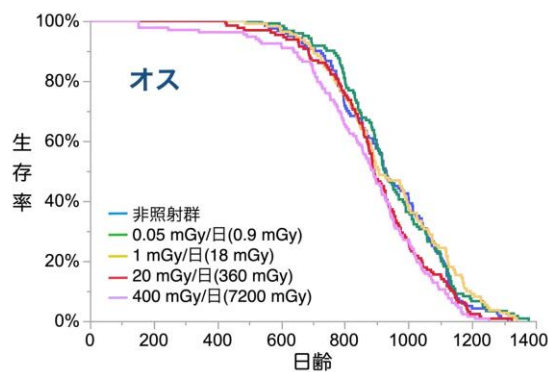


図6 胎児期被ばく・精巣(上)と卵巣(下)の生殖細胞数・胎齢18日



線量率 (mGy/日)	総線量 (mGy)	n	平均寿命(日)	95%CI	P (Steel検定)
0	0	120	935.3	(903.4, 967.1)	
0.05	0.9	121	948.9	(918.4, 979.4)	0.972
1	18	111	941.9	(906.3, 977.5)	1.000
20	360	129	900.7	(870.8, 930.6)	0.470
400	7200	133	862.6	(826.7, 898.5)	0.046

線量率 (mGy/日)	総線量 (mGy)	n	平均寿命(日)	95%CI	P (Steel検定)
0	0	123	923.8	(898.8, 948.8)	
0.05	0.9	108	902.3	(868.9, 935.6)	0.832
1	18	118	885.0	(856.0, 913.9)	0.322
20	360	108	904.8	(877.6, 931.9)	0.716
400	7200	113	794.9	(769.5, 820.3)	<0.0001

図7 胎児期被ばく・生存率曲線と平均寿命

差は見られなかった (Gulay *et al.* 2018)。

さらに、胎児期の B6C3F1 マウスに低線量率 (0.05 mGy/日、1 mGy/日および 20 mGy/日) もしくは中線量率 (400 mGy/日) を照射 (18 日間) した後、終生飼育を行い、寿命のデータを得るとともに、死亡時の病理解析を行った結果、雌雄ともに 400 mGy/日照射群のみ有意に寿命が短縮 (図 7) し、メスの肝、卵巣、下垂体、副腎の腫瘍とオスの肝腫瘍の発生率が増加し、逆に悪性リンパ腫発生率が雌雄ともに減少した。しかし、20 mGy/日以下の低線量率照射による有意な影響は観察されなかった (Tanaka *et al.* 2022)。

4.7 遺伝子発現

20mGy/日の放射線を 200 および 300 日間照射したメスマウスでは、「コレステロール合成」や「脂質生成」に関連する遺伝子群の発現に極めて顕著な変動が認められた (図 8)。同様に照射したオスマウスでは、変動はこれほど顕著なものではなかった。個々の遺伝子の発現についてみると、コレステロール合成反応を触媒するいくつかの酵素の遺伝子の発現量はメスの照射群で増加したが、オスの照射群では増加していなかった。しかし、脂質代謝関連の転写因子の遺伝子の中には、雌雄ともに照射群において発現が増加しているものがあった。これらの結果は、20mGy/日放射線を照射したメスマウスで脂肪肝と肥満の発生率が増加したことと一致しているように思われ、代謝が低線量率放射線の

重要な標的であることを示唆している (Fujikawa *et al.* 2022)。

マウス脾臓における低線量率照射の影響を解析した結果、癌抑制遺伝子 p53 依存性の遺伝子の発現量が、400 mGy/日の中線量率照射では顕著に増加するが、20 mGy/日の低線量率照射では反応が見られないことを見いだした (図 9) (Sugihara *et al.* 2011.)。これは、低線量率照射では、より高い線量率での放射線照射に特異的な p53 依存性の細胞応答 (増殖抑制や細胞死) が生じない、もしくは顕著ではないことを示唆する (Sugihara *et al.* 2018)。

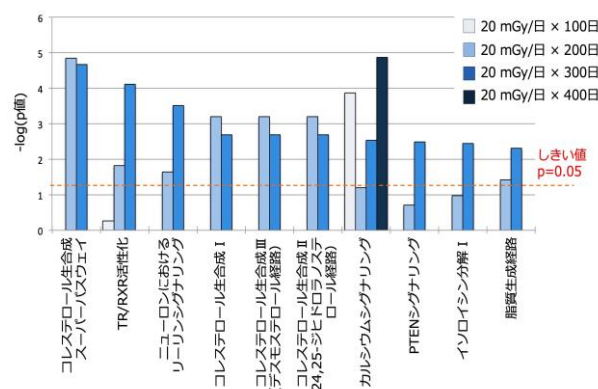


図8 遺伝子発現・B6C3F1 メスマウス 300 日照射群マウス肝臓で発現変動した遺伝子群。

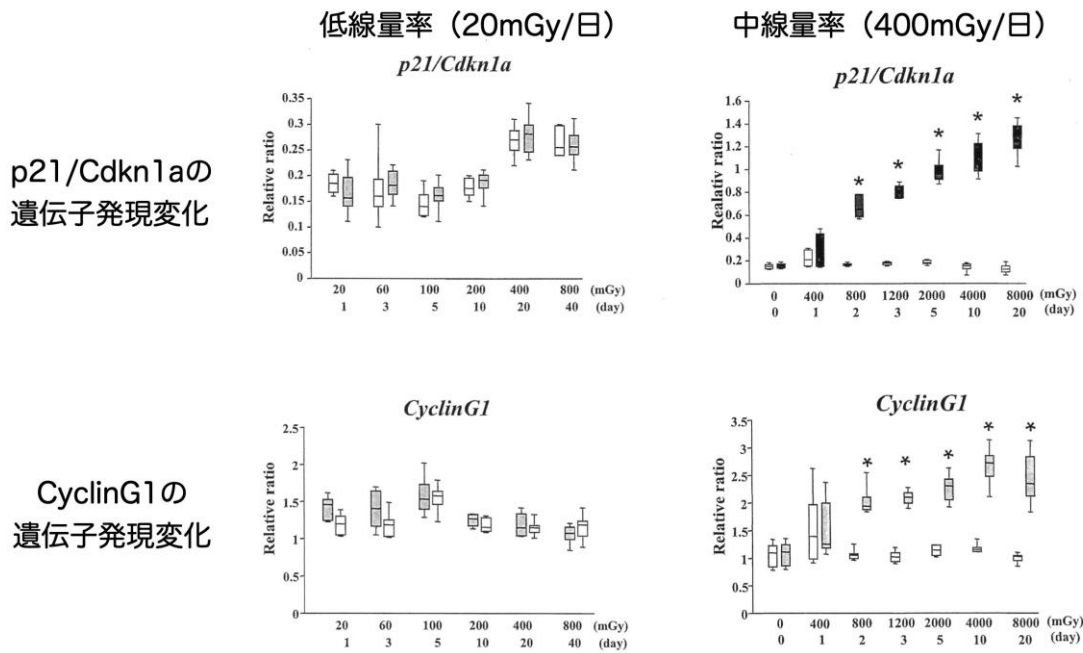


図9 遺伝子発現・p53 依存性の遺伝子の発現量の照射による変化

4.8 白血病と遺伝子欠失

高線量率あるいは中線量率 (400mGy/日) 放射線を照射した C3H マウスに発生した骨髄性白血病の細胞では、第2染色体 (白血病の発生に関係する転写因子 PU.1 の遺伝子が存在する) の欠失が多く認められるが、低線量率 (20mGy/日) 照射群や非照射群に発生した白血病の

細胞では、このような欠失は少ない (図 10) (Hirouchi *et al.* 2014)。

4.9 放射線照射による寿命短縮を緩和する修飾要因 (N-acetylcysteine (NAC) 投与、カロリー制限の影響)

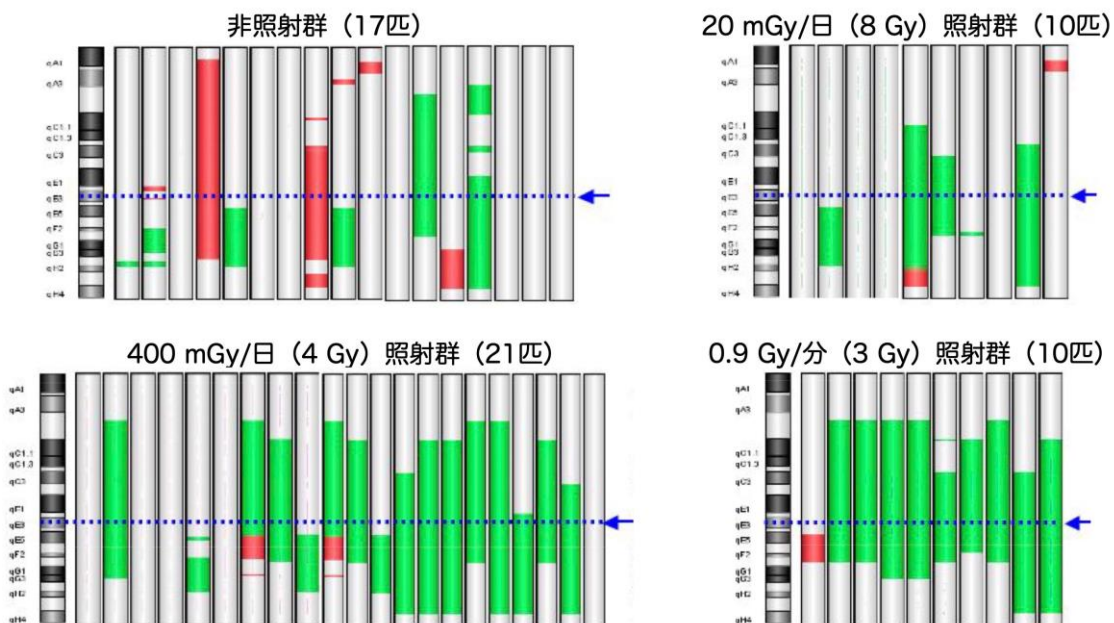


図 10 白血病と遺伝子欠失・照射条件別の白血病の細胞における染色体領域の欠失 (緑) と重複 (赤)。青点線は *PU1* locus の位置を示す

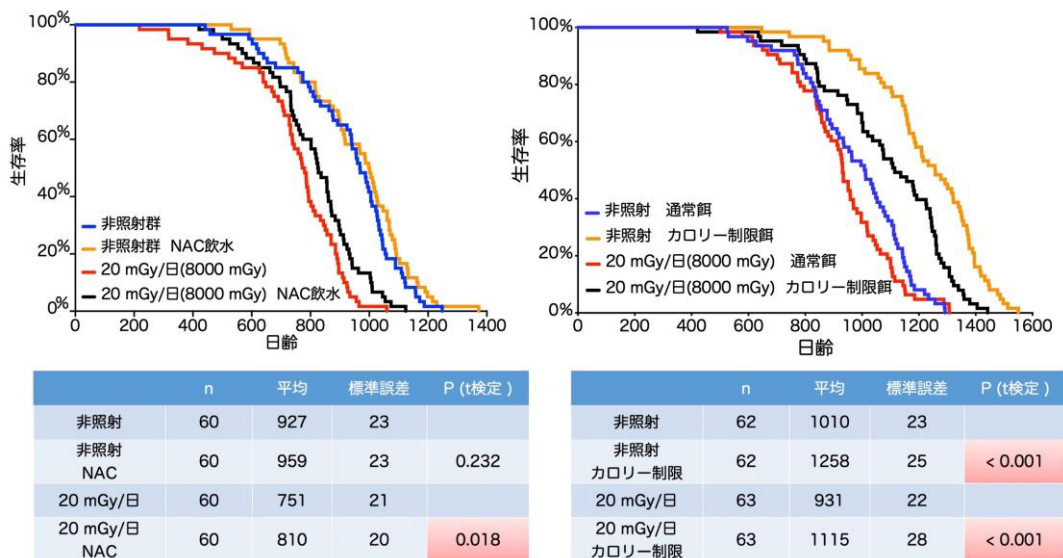


図 11 寿命短縮を緩和する修飾要因・NAC 投与実験（左）およびカロリー制限実験（右）・生存率曲線と平均寿命

ラジカル消去剤であるN-アセチルシステイン(NAC)のメスマウスへの投与 (Yamauchi *et al.* 2019) と、オスマウスのカロリー制限 (Yamauchi *et al.* 2019b) は、20 mGy/日の400日間連続照射による寿命短縮を緩和することが確認された (図 11)。

4.10 抗腫瘍免疫能

20 mGy/日の低線量率放射線を照射したB6C3F1メスマウスへの顆粒膜細胞腫瘍由来OV3121細胞の移植実験により、照射は抗腫瘍免疫能の低下を起こすことが分かった (Takai *et al.* 2011)。しかし、照射により抗腫瘍免疫能が低下したマウスに、マウスの隠れ家である「イグルー」を与えるような環境エンリッチメント処置を

施すことにより、抗腫瘍免疫能を活性化できることが示された (図 12) (Takai *et al.* 2019)。

4.11 閉経と脂肪化

20 mGy/日の低線量率放射線を照射したB6C3F1メスマウスにおいて卵母細胞数減少と性周期異常発生 (閉経) の早期化、体重および脂肪組織重量の増加が観察された (図 13)。このようなマウスについてさらに調査したところ、卵巣の早期萎縮 (早発閉経) に加えて、グルコース (インスリンとグルコース値の上昇) および脂質代謝 (血清コレステロールとトリグリセリド値の上昇) に関する代謝マーカーの変化が生じていることが明らかになった (Nakamura *et al.* 2022)。

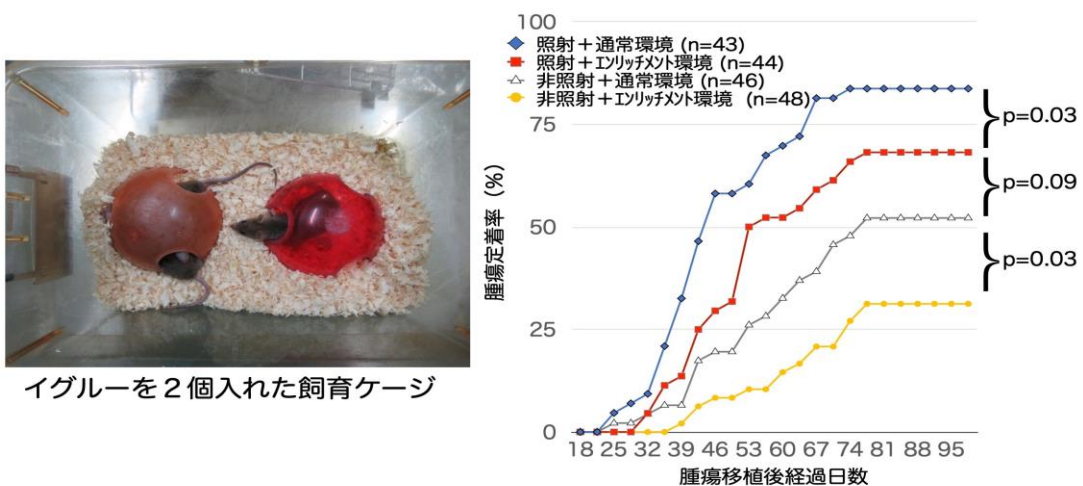


図 12 抗腫瘍免疫能・環境エンリッチメント処置による抗腫瘍免疫能の活性化 (移植腫瘍生着率の低下)

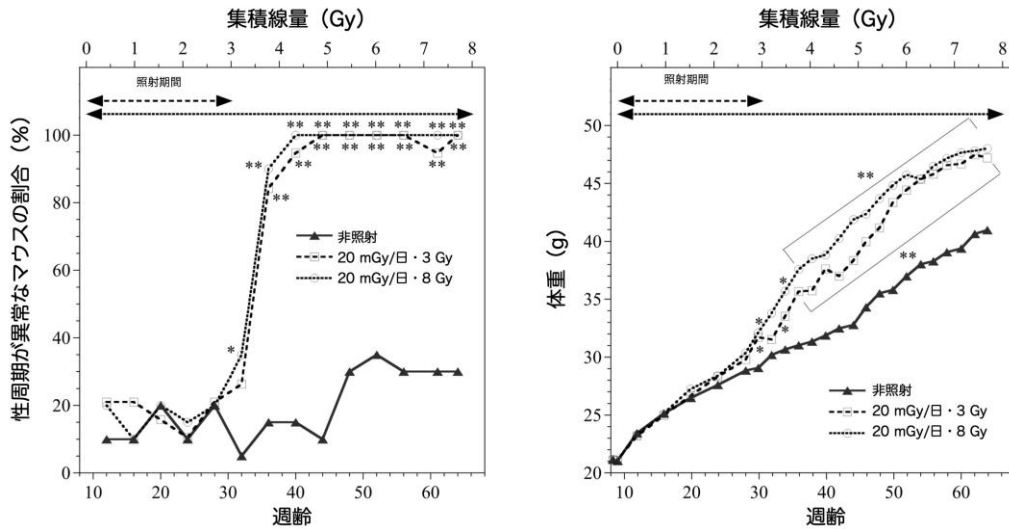


図 13 閉経と脂肪化・低線量率放射線照射マウスの性周期異常マウスの割合と体重

さらに、20mGy/日（総線量3Gy）を照射したメスマウスにおける卵巣萎縮が体重増加、寿命および腫瘍・非腫瘍性疾患の発生に及ぼす影響を調べるために、卵巣摘出術と卵巣移植術を用いて実験を行った。その結果、照射したマウスに卵巣移植術を行うことにより、照射による性周期異常の早期発生、寿命短縮が緩和された。

発に関する調査では、1mGy/日と20mGy/日の低線量率長期照射により染色体異常頻度の明確な増加が観察された（Tanaka *et al.* 2013, 2014）。一方、より低い線量率0.05mGy/日の照射群では、異常頻度がわずかではあるが非照射群よりも低い可能性が示唆された（Kohda *et al.* 2022）。高線量率と低線量率の間のさまざまな線量率の照射による染色体異常誘発を調べた結果、「線量率効果」（同じ総線量でも、線量率が低くなると影響が小さくなる）は、かなり広い線量率域で認められる現象であることが示された（図 14）。

4.12 染色体異常

C3H メスマウスのリンパ球における染色体異常誘

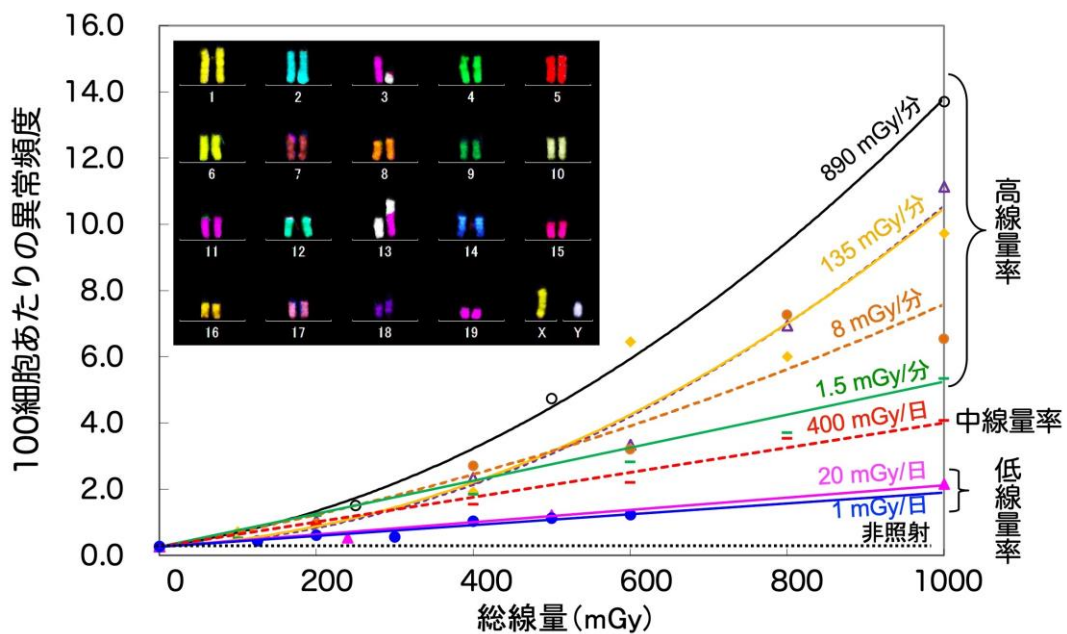


図 14 染色体異常・転座型染色体異常の発生頻度と線量率

4.13 幼若期の被ばく

現在進行中である最も新しいプロジェクトは、生まれてから青年期までの期間、低線量率放射線を被ばくした場合の寿命、疾病に及ぼす影響を調べるとともに、高線量率放射線と低線量率放射線の照射影響の違いを調べることを目的とし、神経学的機能および認知活動、免疫反応などを評価するための追加パラメーターを含めた調査を進めている。

4.14 まとめ

以上のようなさまざまな実験の結果（表 2 にまとめて示す）は、全体としてみると、上述した寿命試験の結果と同様、低線量率照射によっても、高線量率の場合と同様、さまざまな生物影響が引き起こされうること、またこの影響は線量または線量率依存的であり、線量または線量率が少なくなると影響は小さくなり、基準値程度になると影響の検出が難しくなることを示している。なお、表 2 の 0.05 mGy/日（事故時の避難指示基準 20 mSv/年や職業人の実効線量の限度 100 mSv/5 年にほぼ等しいと考えることができる）の列には「－」

（有意な影響なし）ではない記載がなされているものがあり、目を引くと思われるので、これらについて簡単に説明を加えておく。「腫瘍発生頻度」については、20 mGy/日照射群では、雌雄ともさまざまな種類の腫瘍の頻度増加が認められる。1 mGy/日照射群では、わずかな種類の腫瘍の頻度の変化が認められ、0.05 mGy/日照射群では、オスの肝腫瘍のみに増加が認められる。「染色体異常」については、20 mGy/日照射群では、転座型染色体異常の頻度増加は極めて顕著で、線量効果関係はほぼ線形と判断することができる。1 mGy/日照射群では、頻度の増加は有意ではあるもののわずかであり、線量効果関係の形を判別することは容易ではない。0.05 mGy/日照射群では、反対向きの変化（頻度の減少）が一応有意に認められるものの、個体差や加齢に伴う変化に比べても極めてわずかなものである。「遺伝子発現」については、マイクロアレイを用いた網羅的解析により、数万個の遺伝子のうち有意な発現変化を示すものをスクリーニングし抽出した結果である。20 mGy/日照射群では、パスウェイ解析などの方法を用いてさまざまな細胞の機能に関連した遺伝子のグループごとの発

表 2 生物影響研究・低線量率放射線照射影響のまとめ

線量率	0.05 mGy/日	1 mGy/日	20 mGy/日	資料集(8)論文等 リスト番号
成体400日間照射の身体的影響	(総線量 20 mGy)	(総線量 400 mGy)	(総線量 8000 mGy)	
寿命	－	メスのみ短縮	短縮	(501)
腫瘍発生頻度	オス肝腫瘍のみ増加	オス肝腫瘍増加 メス甲状腺腫瘍減少	多種類の腫瘍が増加	(533)
腫瘍発生潜伏期間	NA	NA	短縮(メス)	(640)
白血病(C3H,オス)	NA	NA	自然発症タイプ増加	(622)
動脈硬化症(ApoE,メス)	NA	アテローム形成増加 (総線量 300 mGy)	アテローム形成増加 (総線量 6000 mGy)	(630)
抗腫瘍免疫能	－	－	低下	(593,633)
血圧	NA	NA	加齢による低下を加速(メス)	(651)
染色体異常(C3H,メス)	減少	増加	増加	(619,628,673)
遺伝子変異	－	－	増加	(566,576)
遺伝子発現	変化あり	変化あり	変化あり	(572,574,591,672)
卵母細胞減少/閉経	NA	加速	加速	(669)
成体400日間照射影響の緩和	(総線量 20 mGy)	(総線量 400 mGy)	(総線量 8000 mGy)	
卵巣移植	NA	NA	寿命短縮を緩和(メス)	(U)
環境エンリッチメント	NA	NA	抗腫瘍免疫能低下を緩和(メス)	(651)
抗酸化剤投与	NA	NA	寿命短縮を緩和(メス)	(652)
カロリー制限給餌	NA	NA	寿命短縮を緩和(メス)	(656)
胎児期18日間照射の身体的影響	(総線量 0.9 mGy)	(総線量 18 mGy)	(総線量 360 mGy)	
生殖細胞	－	－	減少	(646,657)
寿命	－	－	－	(666)
腫瘍発生頻度	－	－	－	(666)
オス親400日間照射の遺伝的影響	(総線量 20 mGy)	(総線量 400 mGy)	(総線量 8000 mGy)	
子、孫世代の寿命	－	子世代オスのみ短縮	子世代オスのみ短縮	(U)
子世代のゲノム変異(欠失)	－	－	増加	(662,U)
影響のまとめ	影響は検出が 難しいレベル	一部の指標で 明確に影響を検出	多くの指標で 障害・影響は明らか	

一部は共同研究による。－; 有意な影響は検出されず。NA; 該当なし。U; 未出版

現変化の方向性を検討することにより、分子レベルの影響発現機序解明の手掛かりを得ることも可能である。しかし線量率がより低くなると、このような解析により細胞の機能に関する変化の方向性を見出したり、抽出されてきた各遺伝子の発現変化について何らかの意義づけをしたりすることも困難になってくる。日周性発現変化がある遺伝子の場合などは、放射線照射に関連した変化というよりは日内変動を検出してしまっている可能性も疑われる。これらのことを総合的に考慮し、表2の「影響のまとめ」の0.05 mGy/日の欄には、「影響は検出が難しいレベル」と記載している。

ここで、非常に低い線量率の放射線のごくわずかな影響を検出することができる鋭敏な指標は何かということについて、付け加えておきたい。表2に示されるような結果から、私たちは、「集会的」(collective)な指標が最も感度が良いと考えている。例えば、「寿命」は、個々の疾病などの致死的な悪影響を総合したようなものであり、1種類だけの疾病の発生頻度などよりもはるかに検出力が高いと思われる。また、転座型の「染色体異常」は、経時的にみて、原則、消滅することはないゲノムに蓄積していく一方なので、感度良く検出されると考えられる。これを裏返すと、集会的な指標でようやく検出可能な程度のわずかな影響を分割して解析してしまうと、検出限界以下になってしまう危険性があるということである。例えば、ある組織や細胞集団に影響が見られ、この影響がサイトカインやホルモンなどの多くの因子を介して引き起こされている場合、1種類の分子のみに着目して機序解析を行うと何も見えてこない可能性もあるであろう。低線量率放射線が個々の分子種や遺伝子に与える影響はごくわずかなもので、多くの独立した経路の影響が束ねられることによってようやく可視的な影響が生じている場合が多いのではないだろうか、私たちは想像している。細胞や動物の1個の遺伝子を欠損させて、ある経路を完全にブロックするような実験手法は、生命現象の機序解明の上で極めて強力なものであるが、低線量率放射線影響発現機序の解析に用いる場合には、このような点に関して留意が必要かもしれないと考える。

4.15 共同研究

以上の記述の一部には、他の研究機関との共同研究の成果も含まれている。日本国内の機関との共同研究としては、弘前大学との放射線防護剤の研究、放射線影響研究所(放影研)との自然発症高血圧ラットに対する放射線の影響に関する研究、日本原子力研究開発機構との放射線防護剤の研究などがある。国外の機関とのものとしては、ドイツのヘルムホルツ協会(Helmholtz Munich)、イタリアの新技术・エネルギー・持続的経済開発局(ENEA)との共同研究をこれまでに実施し、現在、シンガポール国立大学との共同研究が進行中である。

4.16 今後の展開

「実証調査」については、これまで、成年期照射、胎児期照射、幼若期照射の寿命や疾病発生への影響を順に調べてきたことから、今後、老年期照射実験を行い、放射線影響の照射時年齢依存性の研究を完結させる必要があると考えている。さらに、メス親を照射した場合の遺伝的影響の解析や、複数世代連続照射した場合の影響の解析も行うことが望ましいと考えているが、マウスの卵母細胞は他の種のそれに比べ著しく放射線感受性であることから、継代が可能かということに関して他の動物種を用いるなど、十分な検討が必要と思われる。これまでに得られた(またこれから得られる)膨大なマウスデータについては、所外の研究にも供するため、最近開始したアーカイブ化を進めていく予定である。低線量率・低線量域における放射線防護の観点からは、現在の防護体系が、人の高線量率急性被ばくの場合の(原爆被爆者の方々の)データに立脚しており、環境中における被ばく影響の見積もりのためには、高線量率急性被ばくから低線量率長期被ばくへのいわゆる「外挿」が必要であることから、被ばく影響の種類や大きさについて、高線量率と低線量率の違い(すなわち線量率効果)を明確にマウス実験のデータで示すことが、当研究所の最も重要な使命の一つであると理解している。

「機序調査」については、「実証調査」よりも遅れて開始され、低線量率放射線影響の発現機序がどのようなものがあるのかを明らかにするという目的で、分子か

ら個体までのさまざまなレベルでの解析を進めてきたが、上述した線量率効果の観点では、必ずしも十分なものではなかった。今後は、低線量率放射線の影響発現の機序が、高線量率の場合とどのくらい同じでどのくらい違うのかを明らかにすることを最重点に、研究を進めていく予定である。またこれとともに、低線量率照射の結果生じた変化とその発生機序が、自然発生（spontaneous）のものや加齢に伴うものとどのくらい同じでどのくらい違うのかという観点（古くからある、放射線は加齢を促進しているのかという観点）も、機序の理解に重要と考えている。低線量率で起きることは、もしかすると、高線量率で起きることよりも自然発生のものに似ているのかもしれない。

引用文献

- Fujikawa *et al.* (2022). *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1165–1169.
- Gulay *et al.* (2018) *Radiat. Res.*, 189, 425-440.
- Hirouchi *et al.* (2014) *Radiat. Emerg. Med.*, 3, 35-44.
- Kohda *et al.* (2022). *Radiat. Res.*, 198, 639-645.
- 松本ほか (1995) *建設設備士* 10: 20-28.
- Nakahira *et al.* (2020) *Radiat. Res.* 195, 235-243.
- Nakamura *et al.* (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 926–933.
- Ogura *et al.* (2021) *Int. J. Mol. Sci.*, 22, 12437.
- Sugihara *et al.* (2011) *Radiat. Res.*, 175, 328-335.
- Sugihara *et al.* (2018) *Int. J. Radiat. Biol.*, 94, 315-326.
- Takai *et al.* (2011) *Int. J. Rad. Biol.*, 87, 729-735.
- Takai *et al.* (2019) *Exp. Anim.*, 68, 569-576.
- Tanaka, I. *et al.* (2007) *Radiat. Res.*, 167, 417-437.
- Tanaka, I. *et al.* (2017) *Radiat. Res.*, 187, 346-360.
- Tanaka, I. *et al.* (2018). *Int. J. Radiat. Biol.*, 94, 423-433.
- Tanaka, I. *et al.* (2022). *Radiat. Res.* 198, 553-572.
- Tanaka, K. *et al.* (2013) *J. Radiol. Prot.*, 33, 61-70.
- Tanaka, K. *et al.* (2014) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 159, 38-45.
- Tanaka, S. *et al.* (2003). *Radiat. Res.*, 160, 376-379.
- Yamauchi *et al.* (2019) *Int. J. Radiat. Res.*, 17, 67-73.
- Yamauchi *et al.* (2019b) *Radiat. Res.*, 192, 451-455.

第3部 研究施設

1. 全天候型人工気象実験施設 (ACEF : Artificial Climate Experimental Facility)



図1 全天候型人工気象実験施設の外観

1.1 施設設置の経緯

全天候型人工気象実験施設(図1)は、平成6年6月、本館、微量放射能影響実験調査施設(現 低線量生物影響実験棟)、生物体移行実験施設及び生物圏物質循環シミュレーション施設(現 生態系実験施設)に続く、4番目の施設として、全天候型環境シミュレーション施設(仮称)の整備を平成7年度から開始するために、平成7年度予算の概算要求に予算要求を行った。その結果、平成6年8月26日のデーリー東北朝刊(図2)を始めとする地元新聞に、科学技術庁(現 文部科学省)が平成7年度予算の概算要求に盛り込んだ旨の記事が掲載された。当所が要求した予算額は、平成7年度に5億円、平成8及び9年度16億円、平成10年度17億円、4年間の合計が54億円であった。

平成7年度予算の概算要求に盛り込まれたことを受け、施設の詳細仕様を取り纏めることが本格化し、国内外の同様な施設の調査、それら施設の建設を手がけたことのある重機械メーカーとの打合せを行い、平成6年末までに施設の仕様を概ね固めた。

同年12月21日の東奥日報(図3)を始めとする地元新聞に、平成7年度政府予算の大蔵原案内示がほぼ明らかとなり、当施設予算として、平成7年度の要求額より6千万円少ない、4億4千万円が内示されたという記事が掲載された。

平成7年度予算には、建設用地の購入と施設全体の基本設計、並びに建屋及び設備の詳細設計の費用が盛り込まれた。建設用地は、むつ小川原開発(株)から本

館等敷地の南側に2.1ha購入した。施設全体の基本設計及び設備の詳細設計は、三菱重工業(株)に、建屋の詳細設計は、東電設計(株)に委託した。設計の基本方針として、本施設内に、人工気象設備の他、当所初の非密封放射性同位元素を取り扱うことのできる放射線管理区域を設けることとした。



図2 平成6年8月26日 デーリー東北朝刊記事 (デーリー東北新聞社の許諾を得て掲載)



図3 平成6年12月21日 東奥日報記事 (東奥日報社の許諾を得て掲載)

その結果、本施設には、大型人工気象設備及び小型人工気象設備の2種類の人工気象設備を整備することとし、小型人工気象設備の一部は、非密封放射性同位元素を取り扱うことのできる放射線管理区域内に整備することとなった。他に、人工気象設備を使用した実験で得られた試料や大型再処理施設から排出された放射性物

質の挙動を把握するために野外で採取した試料を前処理、分析するための実験室、機器分析室、微量元素の処理、分析のためのクリーンルームを整備することとなった。建屋の建設は、大型人工気象設備を整備する大型人工気象棟（仮称）と物質挙動実験棟（仮称）に分けて、2年度に掛けて行うこととなった。

また、本館を始めとする3施設までであれば、東北電力（株）からの受電電圧が6,600Vの高圧受電で可能の契約電力が2,000kW以下とすることができたが、当施設が加わることにより、契約電力を2,000kW以上にする必要が予想された。契約電力を2,000kW以上にするためには、東北電力（株）の電気供給約款から6,600Vの高圧受電では受電出来ず、66,000Vの特別高圧受電にする必要があることが分かり、特別高圧受電設備を追加で要求することとなった。

最終的に、特別高圧受電設備の追加要求及び平成9年4月1日に実施された消費税増税により、施設整備費は総額56億8千万円とし、各年度予算の都合により、平成12年度までの6年間で整備することとなった。

1.2 施設整備

平成7年度に実施した建屋及び設備の詳細設計を受け、平成8年度から整備が開始された。各年度の整備状況を表1に示した。

平成8年度は、主に物質挙動実験棟の建設及びそれに関連する一部研究設備の整備を行った。

物質挙動実験棟の建設は、平成8年6月3日に実施

した入札の結果、大手建設会社の大成建設（株）、準大手建設会社の佐藤工業（株）及び青森県内の建設業者である岡山建設（株）の3社による共同企業体に発注し、同年6月18日に安全祈願祭を行い、建設が始まった。関連する研究設備は三菱重工業（株）に発注し、建屋建設の進捗に合わせ9月から始まった。

平成9年度は、主に大型人工気象棟の建設、物質挙動実験棟の空調設備、放射線管理区域の安全管理設備、及び特別高圧受変電設備の基本設計を行った。大型人工気象棟の建設は、物質挙動実験棟の建設に引き続き、大成・佐藤・岡山建設共同企業体に発注した。また、物質挙動実験棟の空調設備に必要な温水ボイラー、空冷チラー等熱源設備は、三菱重工業（株）に発注した。さらに、特別高圧受変電設備の基本設計は、（株）クリハラントに発注した。

平成10年度は、主に放射線管理区域内に小型人工気象設備を整備するとともに、平成11年度から運用を予定していた放射線管理区域のための安全管理設備の整備を行った。いずれの整備も三菱重工業（株）に発注した。また、放射性物質測定のための分析機器の整備を開始し、アロカ（株）製の液体シンチレーション測定装置等を購入した。

平成11年度は、主に一般区域用の小型人工気象設備、環境試料中の微量元素を測定するためのクリーンルーム設備、及び大型人工気象設備の一部設備の整備を行った。いずれの整備も三菱重工業（株）に発注した。また、各種実験に必要な実験台設備を整備するとともに、

表1 全天候型人工気象実験施設整備年次計画

項目	平成7年度	平成8年度	平成9年度	平成10年度	平成11年度	平成12年度
土地購入	←→					
基本設計	←→					
詳細設計	←→					
建屋建設		←→				
物質挙動実験棟		←→				
大型人工気象棟			←→			
構内整備				←→		
研究設備整備				←→		
放射線同位元素使用施設				←→		
人工気象設備				←→		
給排気・安全管理設備等		←→				
一般化学実験施設					←→	
人工気象設備					←→	
クリーンルーム等設備					←→	
熱源空調設備等			←→			
大型人工気象施設					←→	
人工気象設備					←→	
受変電施設		←→				
受変電設備		←→				
分析機器整備				←→		
実験台設備整備					←→	
特別高圧受変電設備			←→			
設計			←→			
設備整備					←→	←→

分析機器の整備が本格化し、放射性物質測定のための Ge 半導体核種分析装置や環境試料中の微量元素を測定するための ICP 質量分析器等を購入した。さらに、特別高圧受変電設備は、平成 9 年度に行った基本設計の結果、本年度に設備の製作、翌年度の平成 12 年度に設備の設置を行うこととなり、入札の結果、設備の製作を (株) 高岳製作所に発注した。

平成 12 年度は、全天候型環境シミュレーション施設の整備最終年度であり、主に大型人工気象設備の整備を行うとともに、特別高圧受変電設備の据え付け、調整を行った。大型人工気象設備の整備は、三菱重工業 (株) に、また特別高圧受変電設備の据え付け、調整は (株) 高岳製作所に発注した。特別高圧受変電設備への東北電力 (株) からの受電は、平成 13 年 2 月 7 日に行い、同年 2 月 10 日に、本所全域の停電を行い、高圧の 6,600 V 受電から特別高圧の 66,000 V 受電へ変更するため、負荷側の切替を行った。また、様々な分析機器も整備し、走査型分析電子顕微鏡、放射線管理区域内用の ICP 質量分析装置等を購入した。

平成 13 年 3 月 31 日に全ての整備を完了したのを受け、平成 13 年 4 月 20 日に、六ヶ所村文化交流プラザ「スワニー」の大会議室において、技術使用説明会を行い、その後、施設の一般公開を実施した (図 4)。



図 4 平成 13 年 4 月 21 日 デーリー東北朝刊記事 (デーリー東北新聞社の許諾を得て掲載)

1.3 人工気象設備の仕様

人工気象設備の仕様については、平成 12 年 12 月に発行した環境研十年誌 (pp181-185) 及び川端ら (2002) に詳細を記載したため、詳細仕様については割愛するが、以下に簡述する。

1.3.1 大型人工気象設備

大型人工気象設備の鳥瞰図を図 5 に、室内の写真を図 6 に示した。また、再現出来る各要素の範囲を表 2 に示した。表 2 に示した範囲は、各要素を単独で運転した場合であり、組み合わせて運転した場合の範囲は、各要素を単独で運転した場合と異なる。また、各項目を自由に組み合わせて運転出来るわけではなく、要素の組合せには制限がある。

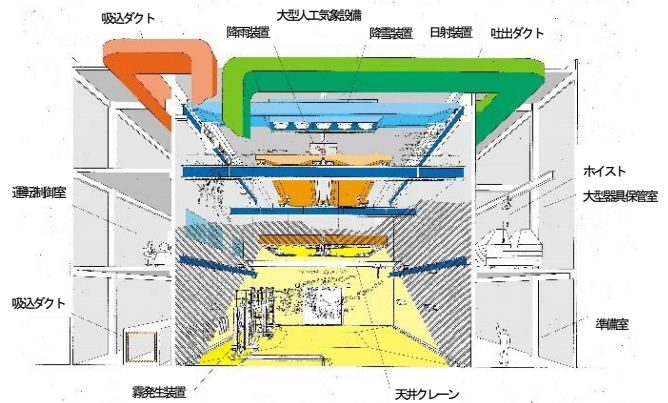


図 5 大型人工気象設備の鳥瞰図

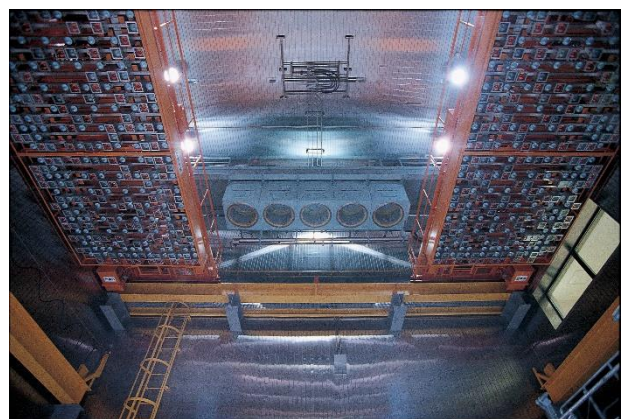


図 6 大型人工気象室内の写真

大型人工気象設備は、温度及び湿度の他、太陽光の模擬、降雨及び降雪を再現することができる。また、北東北から北海道の太平洋沿岸における夏季特有な気象である「やませ」時によく発生する霧の再現も可能である。

さらに、塵や埃の総称であるエアロゾルを発生することが可能である。日本で降る雨ややませ時に発生する霧の pH は、大気中の二酸化炭素が雨や霧に溶け込み平衡状態になった pH より小さく、酸性化しているため、降雨及び霧については、酸性雨及び酸性霧を再現することも可能である。酸性雨を再現する装置は、平成 20 年度に機能改修を実施し、降雨量の再現のみではなく、雨滴径及び雨滴の落下速度を自然の雨の条件に概ね合わせた。

表 2 大型人工気象設備の仕様

項目	運転範囲
大きさ (m)	12W×11D×13H
温度 (°C)	-25 - +50
相対湿度 (%RH)	20 - 90
照度 (klx)	15 - 50
降雨 (mm h ⁻¹)	10 - 100
降雪 (mm day ⁻¹)	50 - 250
霧 (g m ⁻³)	0.2 - 2
酸性雨 (mm h ⁻¹)	10 - 20
酸性霧 (g m ⁻³)	0.2 - 2
エアロゾル	固体及び液体

1.3.2 小型人工気象設備

小型人工気象設備の鳥瞰図を図 7 に、室内の写真を図 8 に示した。また、整備当時の再現できる各要素の範囲を表 3 に示した。表 3 に示した範囲は、大型人工気象設備と同様、各要素を単独で運転した場合であり、組み合わせて運転した場合の範囲は、各要素を単独で運転した場合と異なる。

小型人工気象設備で再現できる要素は、温度及び湿度の他、太陽光の模擬のみとなる。但し、設備全体での温度の運転範囲は、大型人工気象設備より広く、日本全国の平地を網羅できる -40°C から +50°C である。

全天候型人工気象実験施設の人工気象設備に整備されている太陽光を模擬するための日射装置は、東芝ライテック (株) 製のメタルハライドランプ及びハロゲン

ランプを、また一部のメタルハライドランプに特殊フィルターを組合せ、3 種類の光源を用いることにより、太陽光の分光分布に近似した仕様であった。しかし、メタルハライドランプの製造中止に伴い、小型人工気象設備の日射装置を平成 27 年度に更新した。更新に伴い日射装置の仕様が変更となり、最大照度は 50 klx となった。また、光源をメタルハライドランプのみの単光としたため、太陽光の分光分布とは異なり、光スペクトルは、主に可視光となった。

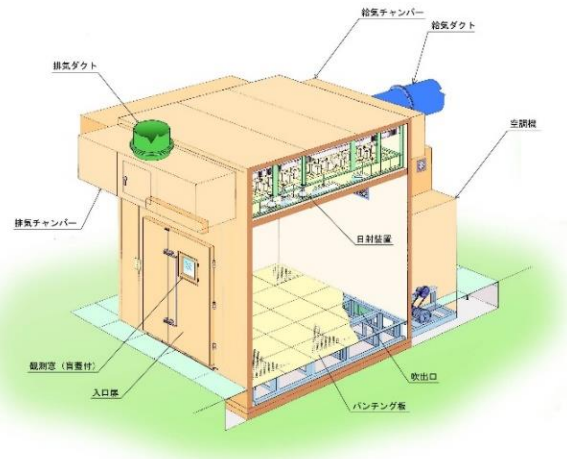


図 7 小型人工気象設備の鳥瞰図



図 8 小型人工気象室内の写真

また、オゾン層保護のための国際枠組みを履行するために制定された「特定物質の規制等によるオゾン層

表 3 小型人工気象設備の仕様

項目	運転範囲				
	一般-A	一般-B	一般-C	RI-A	RI-B
大きさ (m)	2.7W×2.7D×2.5H				
温度 (°C)	-5 - +50	-15 - +50	-40 - +50	-5 - +50	-40 - +50
相対湿度 (%RH)	20 - 90	20 - 90	20 - 90	20 - 90	20 - 90
照度 (klx)	21 - 70	21 - 70	21 - 70	21 - 70	21 - 70

の保護に関する法律」(オゾン層保護法)に従い、人工気象設備の空調設備に使用されている冷凍機の冷媒(HCFC-22)が製造中止となることから、順次、冷凍機交換を進めており、令和3年末時点で小型人工気象設備の一般-B及びCの冷凍機交換が完了し、冷媒は特定フロンから代替フロンのHFC404Aに変更した。

1.4 施設の運用

1.4.1 人工気象設備の運用

人工気象設備の運用に先立ち、国際検討委員会を実施することとし、国内から8名、外国から3名の委員で委員会を構成し、平成9年3月4日及び5日に準備委員会を開催し、プログラムの骨子、及び国内外の招待者の検討を行った。準備委員会の結果を受け、平成9年10月14日から16日にかけて、六ヶ所村文化交流プラザ「スワニー」の大会議室において、「International Meeting on Influence of Climatic Characteristics upon Behavior of Radioactive Elements (放射性物質の挙動に及ぼす気象の影響に関する国際検討委員会)」を開催し、国内外の研究者に全天候型環境シミュレーション施設の構想と研究計画について説明を行うとともに、関連する研究施設及び研究成果について情報収集を行った。検討委員会の詳細に関しては、第5部第1章 国際シンポジウム等の開催を参照されたい。

平成12年度末に、全施設の整備が完了したが、既に整備が完了していた小型人工気象設備については、整備完了後随時運用を開始した。平成12年度末に整備が完了した大型人工気象設備は、小型人工気象設備と異なり、多くの機器から構成されていることから、平成13年度の上期に運転方法の習熟を行い、同年度下期から運用を開始した。運用開始後、青森県からの受託調査(表4)に関する実験に使用するとともに、青森県原子力センター等との共同研究にも使用した。

表5に最近5か年の人工気象設備の稼働率を示した。小型人工気象設備は、概ね設備の定期点検を除き、運転されている状況で高い稼働率を維持している。大型人工気象設備での実験では、大型機材の準備、後片付けに日数を要するため、稼働率が10~20%に留まっている。

表4 青森県からの受託調査

事業名	調査期間
特殊気象影響調査	H8~H12
気圏環境動態調査	H13~H17
陸圏環境動態調査	H13~H17
元素集積植物調査	H18~H22
微量元素葉面挙動調査	H18~H22
放射性物質形態別移行調査	H18~H22
放射性ヨウ素環境移行パラメータ調査	H23~H27
青森県産物放射性物質移行調査(第1期)	H27~R1
放射性物質環境移行低減化調査	H28~R2
青森県産物放射性物質移行調査(第2期)	R2
放射性物質異常放出事後対応調査	R3~

表5 人工気象設備の稼働率

設備	稼働率(%)					
	H29	H30	R1	R2	R3	
大型人工気象設備	8	15	17	10	13	
小型人工気象設備	一般-A	95	96	95	92	95
	一般-B	60	36	35	25	35
	一般-C	42	36	39	25	31
	RI-A	77	76	76	84	68
	RI-B	89	84	95	94	88

1.4.2 その他分析機器等の使用状況

全天候型人工気象実験施設には、使用済み核燃料を再処理する商業用再処理工場から排出されるトリチウム(^3H)や放射性ヨウ素の ^{129}I 、また、福島第一原子力発電所事故で環境に放出された放射性セシウム($^{134,137}\text{Cs}$)等の放射性物質を測定するための分析機器や、様々な環境試料中の主要元素や微量元素を測定するための分析機器が整備されている。

主なものとしては、トリチウムを測定するための液体シンチレーションカウンター(図9)、トリチウムでも非常に低濃度の試料を測定するための希ガス測定用質量分析装置(図10)、放射性セシウム等のガンマ線放出核種を測定するためのGe半導体検出器付多重波高分析装置(図11)、 ^{129}I 等を測定するためのICP質量分析装置(図12)がある。希ガス測定用質量分析装置は、希ガスを測定するための質量分析装置で、トリチウムの放射壊変により生成された希ガスのヘリウムを測定することにより、トリチウムの濃度を決定している。液体シンチレーションカウンターや希ガス測定用質量分析装置を用いることにより、青森県が商業用再処理工場周辺で実施している環境放射線等モニタリングで定

量下限値以下として示された試料でも検出が可能な場合がある。Ge 半導体検出器付多重波高分析装置は、青森県からの受託調査の他に、福島第一原子力発電所事故後、近隣自治体からの放射性セシウムの測定や、文部科学省が実施した「放射性物質の分布状況等に関する調査研究」における放射性セシウムの土壌マップ作成について、日本原子力研究開発機構からの受託調査に使用された。



図9 液体シンチレーションカウンター
(日立アロカメディカル LSC-LB7R48-1)



図10 希ガス測定用質量分析装置
(Nu Instruments Noblesse HR)

1.5 施設を用いて得られた成果

全天候型人工気象実験施設を使用して得られた成果は、第2部 研究開発の1. 環境影響研究に纏められており、国際誌等に発表した論文は、資料集(7)の発表論文リスト(環境影響研究)に記載されている。



図11 Ge 半導体検出器付多重波高分析装置



図12 ICP 質量分析装置
(アジレント・テクノロジー Agilent8800)

人工気象設備を使用して得られた代表的な成果には、土壌中元素の存在形態の時間変化が作物への移行に及ぼす影響に関する実験の結果 (Takeda *et al.* 2013, 2015) などがある。

その他分析機器等を使用して得られた代表的成果には、環境研主要成果に記述したアクティブ試験前後のトリチウム濃度変化の調査結果 (Hasegawa *et al.* 2017, Ueda *et al.* 2022 等) や福島第一原子力発電所事故に伴い放出された放射性物質の環境中動態に関する調査結果 (Kakiuchi *et al.* 2012, Ochiai *et al.* 2016 等) などがある。

引用文献

- Hasegawa *et al.* (2017) *J. Environ. Radioact.*, 171, 65-73.
Kakiuchi *et al.* (2012) *Sci. Rep.*, 2, 947.
川端ら (2002) *寒地技術論文・報告集* 18, 753-760.
Ochiai *et al.* (2016) *J. Environ. Radioact.*, 165, 131-139.
Takeda *et al.* (2013) *J. Environ. Radioact.*, 122, 29-36.
Takeda *et al.* (2015) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167, 181-186.
Ueda *et al.* (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 957-963.

2. 閉鎖型生態系実験施設（CEEF：Closed Ecology Experiment Facilities）[設置当初（平成28年8月迄）の名称：現在の名称：生態系実験施設及び生態系研究施設]

2.1 整備構想、用地取得、設計及び植物系整備

平成元～2年度に科学技術庁に設置された新研究所計画検討委員会において、地球環境中での生態系を介する物質の移行・循環を調べることを目的とした閉鎖型生態系実験施設（以後、CEEF）の整備構想が検討された。

これに基づき、青森県からの補助金事業：生物影響実験調査設備等整備事業において、平成4年度にはCEEFの概念設計を行い、平成5年3月末にCEEF及び低線量生物影響実験棟（以後、低線量棟、125～126ページ）の建設用地29,533.88m²をむつ小川原開発(株)から購入し、平成5年度にはCEEFの詳細設計を行った。また、補助金事業：生物圏物質循環実験調査設備等整備事業では、平成6年度にCEEFの閉鎖系植物実験施設（Closed Plant Experiment Facility, 以後CPEF）の建屋（図1）及び人工光型植物栽培室（図2）3基を整備し、平成7年3月22日に新たに建設用地6,060.00m²を購入し、平成7年度にCPEFの自然光人工光併用型植物栽培室1基（図3）を整備するとともに、平成6～7年度にCPEFの物理化学的物質循環システム（空気処理設備（図4）、水処理設備（図5）、養液処理・調整設備（図6）、廃棄物処理設備（図7）等）を整備した（第2部2.1.2.1.2節参照）。

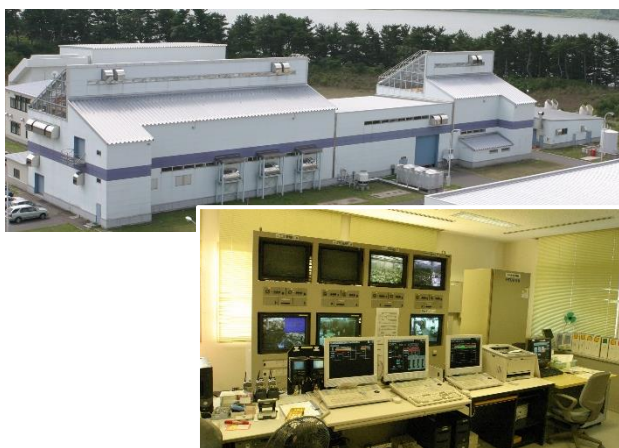


図1 CEEF_閉鎖系植物実験施設_建屋（上）及び制御室（下）



図2 CEEF_閉鎖系植物実験施設_人工光型植物栽培室（床面積43m²、容積146m³、栽培面積30m²、3室）及び植物栽培モジュール1F作業室（右下）



図3 CEEF_閉鎖系植物実験施設_自然光人工光併用型植物栽培室（床面積65m²、容積239m³、栽培面積60m²、1室）及び閉鎖系階段（右）

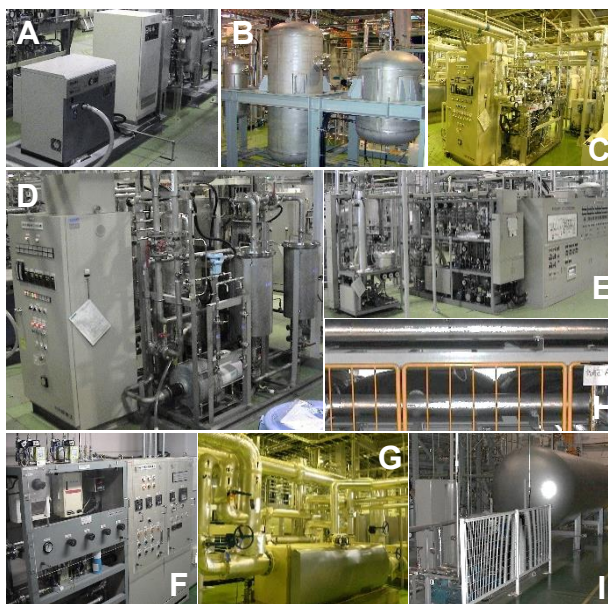


図4 CEEF_閉鎖系植物実験施設_空気処理設備（A：O₂分離装置，B：N₂・CO₂・O₂貯槽，C：CO₂分離装置（吸脱着剤：固体アミン，温度圧カスイング法），D：微量有害ガス制御装置（リン酸添着活性炭，アルカリ添着活性炭，パラジウム触媒），E：O₂再生装置（サバチエ第1・第2反応），F：CO₂注入装置，G：臭気処理装置）と内圧制御装置（H：ゴムバッファ，I：コンプレッサ+エアタンク）



図 5 CEEF_閉鎖系植物実験施設_水処理設備（前左: 上水槽（空調凝縮水受入れ）、後: 中水槽（廃養液からの回収水受入れ）、右後: 肥料用水槽（養液調合用浄化水タンク）、右下: 紫外線殺菌装置）



図 6 CEEF_閉鎖系植物実験施設_養液処理・調整設備（左: 肥料廃水処理装置（RO（逆浸透）膜使用）、右: 養液調整装置（廃棄物湿式酸化分解溶液、窒素固定設備で作製したアンモニア水及び硝酸水、または濃縮養液、各ミネラル成分溶液（EDTA 鉄溶液等）などから凝縮水・回収水を用いて作物栽培養液を調合、pH 調整し各栽培床へ順次送液）



図 7 CEEF_閉鎖系植物実験施設の廃棄物処理設備（A: 湿式酸化装置, B: 廃棄物処理排ガス処理設備, C: 炭化処理装置, D: 燃焼処理装置）と窒素固定設備（E: N_2 と水からアンモニアと硝酸合成）

2.2 動物飼育・居住系整備

平成 8～9 年に、CEEF の動物飼育・居住実験施設（Closed Animal holding and Habitation Experiment Facility, 以後、CAHEF）を整備した。CAHEF の動物飼育・居住モジュール（第 2 部 2.1.2.1.2 節参照）は 51 m^2 の床面積と 123 m^3 の容積を持つ居住区（図 8A-E）、 22 m^2 の床面積と 54 m^3 の容積を持つ動物飼育区（図 8F）、 163 m^3 の容積を持つ閉鎖系通路（図 8G）、及び 8 m^3 の容積を持つエアロックから成る。

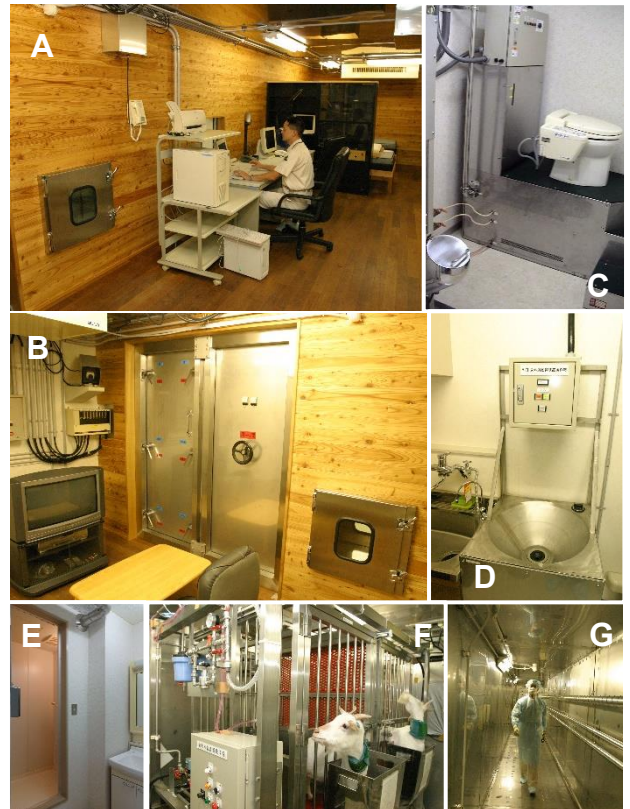


図 8 CEEF_閉鎖系動物飼育・居住実験施設の動物飼育・居住モジュール（A: 居住区（書棚の奥がベッド）、B: 居住区のパスボックス、脱出用密閉扉, C: 乾燥トイレ及び尿採取装置, D: 食物屑粉碎装置, E: シャワー室, F: 動物飼育区_動物飼育檻）及び G: 閉鎖系通路

CAHEF は物理化学的物質循環・環境計測制御システム（図 9: 空気処理設備, 図 10: 排水処理設備, 図 11: 廃棄物処理設備・ミネラル回収装置等）を持つ。

環境研主要成果「物質循環閉鎖居住実験」は、CPEF と CAHEF を結合し、第 2 部第 2 章図 3～10 に示す設備を稼働して実施した。

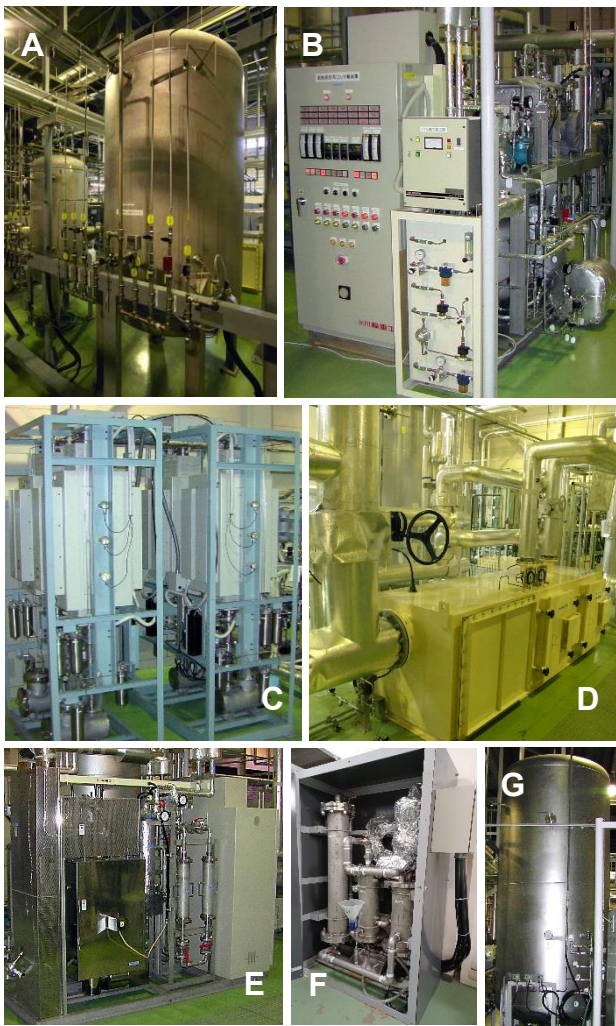


図 9 CEEF_閉鎖系動物飼育・居住実験施設_空気処理設備 (A: O₂・CO₂・N₂貯槽, B: CO₂分離装置 (吸脱着剤:固体アミン, 温度圧カスイング法), C: O₂再生装置 (サバチエ第1・第2反応), D: 臭気処理装置, E: 微量有害ガス制御装置 (リン酸添着活性炭, アルカリ添着活性炭, パラジウム触媒), F: 乾燥トイレ NOx 除去ユニット (乾燥トイレ運転時に発生し問題となった NOx を酸化し水溶・除去)) 及び内圧制御装置 (G: コンプレッサ+エアタンク)



図 10 CEEF_閉鎖系動物飼育・居住実験施設_排水処理設備 (RO (逆浸透) 膜使用)

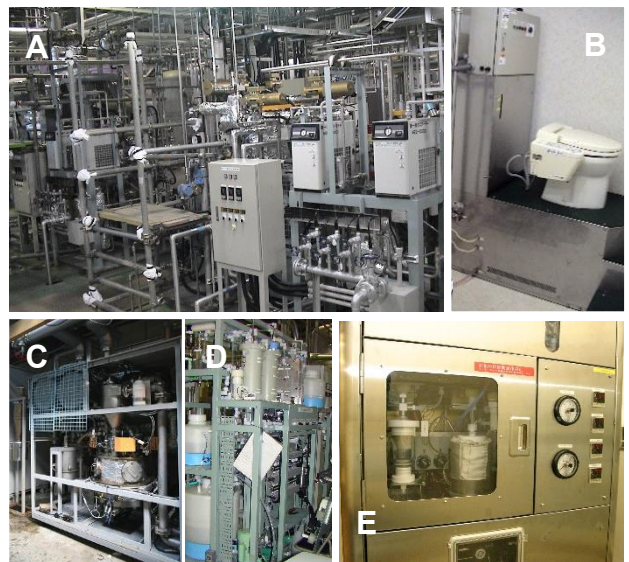


図 11 CEEF_閉鎖系動物飼育・居住実験施設の廃棄物処理設備 (A: 尿及び固形廃棄物湿式酸化装置, B: 乾燥トイレ (炭化処理), C: 尿・動物糞炭化処理装置) 及びミネラル回収装置 (電気透析器 (D) ではイオン交換膜によって尿の湿式酸化処理液から 1 価のイオンを回収・濃縮する。動物飼育・居住モジュールの居住区内に設置された晶析器 (E) では塩濃縮液を蒸発・濃縮し析出した塩を濾過・回収する)

2.3 閉鎖系陸・水圏実験施設及び生物圏物質循環総合実験棟の整備

平成 11 年度までに閉鎖系陸・水圏実験施設 (図 12) が整備され、平成 12 年度末までに、物質循環閉鎖居住実験を実施するための各種準備・運用作業等を行う施設として生物圏物質循環総合実験棟 (図 13, 居住実験研究棟と改称) が整備された。

以上により、第 2 部第 2 章 図 2 に構成を示す CEEF の全施設 (図 14, 15 及び表 1) が竣工した。



図 12 閉鎖系陸・水圏実験施設. 前方: 閉鎖系陸圏実験施設 (環境研主要成果「湿地生態系炭素収支の解明」を実施), 後方: 閉鎖系水圏実験施設



図 13 生物圏物質循環総合実験棟（居住実験研究棟）。1階に植物栽培実験用人工気象器（図 16）を設置した部屋、炭素・水素同位体を測定する同位体質量分析装置（図 17）・イオンクロマトグラフ等を設置した分析室及び試料前処理室、水生生物を用いた実験を実施できる防水床・排水溝を持つ実験室（図 18）等、2階に研究員室、会議室等を備える。



南東からの鳥瞰



北東からの鳥瞰

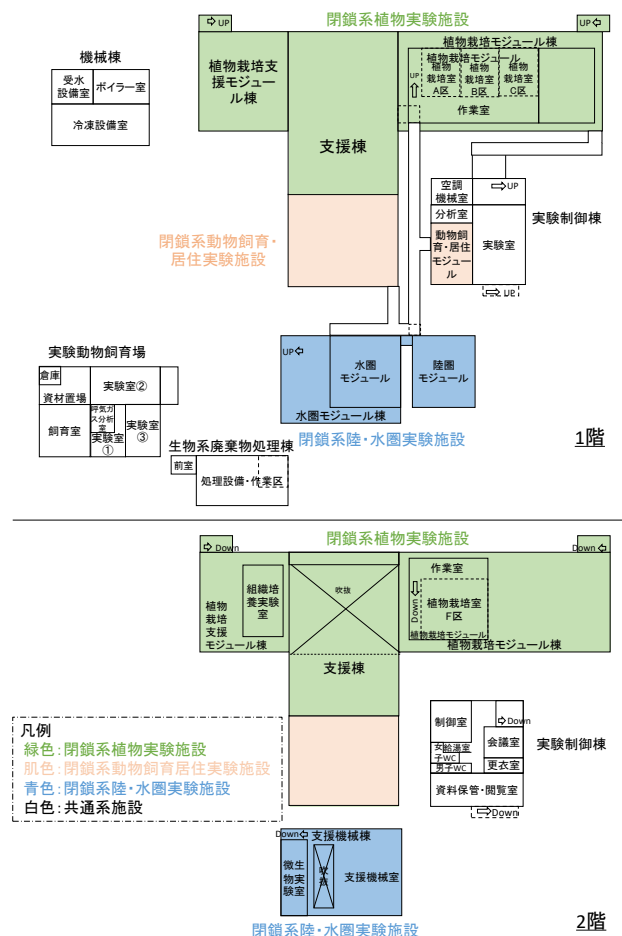
図 14 CEEF の全体写真

閉鎖系陸圏実験施設は南面及び傾斜した天井がガラス張りで、特殊な鉄筋コンクリート建屋・ガラス枠のシリコン製ガスケット・内圧制御装置により気密性を確保した陸圏モジュール（南北 8.7 m × 東西 5.8 m × 中心深さ 3.0 m の土壌槽を有し、地上部の高さ 6.2~11.2 m、容積 575 m³）、降雨・霧発生装置、空気処理設備、淡水処理設備などの物質循環・環境計測制御システムを有し、CO₂、O₂、CH₄などのガス濃度制御・ガス収支測定が可能である。

閉鎖系水圏実験施設は、容量 20 t の生物飼育槽 2 基、人工海水槽 1 基、泡沫分離による海水有機物除去装置等が設置された面積 140 m² の気密性の水圏モジュールのほか、空気処理設備、海水成分調整装置、スラッジ処理装置、植物プランクトン

ン培養設備（直径 1.8m × 高さ 1.3 m の培養槽 2 基を有する）、高圧水槽設備（7 MPa）などの物質循環・環境計測制御システムを有する。

CEEF の CPEF では、イネ、ダイズ、ダイコン、葉菜等の作物の生育段階別 ¹³C₂O₂ ばく露実験による植物群落放射性炭素移行モデル検証、乳牛、肉牛及びヒトにおける放射性炭素代謝モデル検証のための ¹³C 標識牧草、イネ、ダイズ等の生産、水田及び畑地の作物群落光合成モデル作成のためのガス交換データ取得等を行い、CAHEF ではヒト等の O₂ 及び CO₂ のガス交換データ等を取得した。また、居住実験研究棟に設置された人工気象器では、ヒトのトリチウム代謝モデル検証のための重水素標識イネ、ダイズの作製等を行った。さらに、閉鎖系陸・水圏実験施設の閉鎖系陸圏実験施設では「湿地生態系炭素収支の解明」を、閉鎖系水圏実験施設では「沿岸域アマモ群落生態系」の構築及び炭素移行データ取得を行った。以上の成果を以って CEEF は整備当初の目的を達成した。



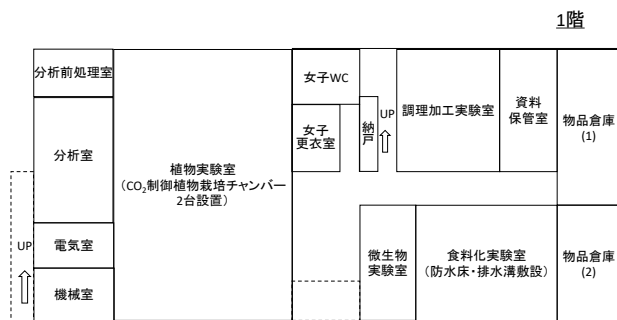


図 15 (2) CEEF_居住実験研究棟の平面配置図

表 1 CEEF の各施設及び付帯設備の設置面積

施設建屋名	延床面積 (m ²)
植物栽培モジュール棟	1,162
支援棟	1,215
植物栽培支援モジュール棟	600
実験制御棟	755
閉鎖系通路	80
陸圏モジュール棟	72
水圏モジュール棟	840
実験動物飼育場	128
機械棟	300
生物系廃棄物処理棟	86
居住実験研究棟	973



図 16 CO₂ 濃度制御植物栽培チャンパー

2.4 閉鎖型生態系実験施設の大規模改修及び改称

平成 27 年度より青森県産の主要農水産物における放射性核種移行モデル作成調査を開始し、そ



図 17 炭素・水素安定同位体用同位体質量分析装置

(環境研主要成果「トリチウムの現実的な線量係数」、「放射性炭素とトリチウムの作物への移行 (71 ページ)」、「海水から海洋生物への移行 (71 ページ)」等の評価や「堆肥化による炭素挙動の調査 (91 ページ)」、「土壌における炭素の蓄積と放出の調査 (92 ページ)」等において、ヒト呼気、生物試料等の ¹³C や重水素の定量を実施)



図 18 CEEF_居住実験研究棟の防水床と排水溝を敷設した実験室 (循環式実験水槽群を設置)

れまで対象として来なかったリンゴ、ナガイモなどの大型作物のばく露実験を可能とするため、平成 26~28 年度に植物栽培モジュールの改修を行った。閉鎖系植物栽培室から養液栽培床は撤去して栽培植物の高さを大きく取り、C 区は同位体質量分析計を用いたフィードバック制御で ¹³CO₂ 等の濃度を正確に制御可能なばく露室とし(図 19 及び 20)、A, B, F 区は完全人工光型で ¹³CO₂ 等の濃度をモニター可能とした(図 21 及び 22)。本施設では鉢植えのリンゴ幼木等を実験に供した。なお、令和 2 年度に開発した野外 (果樹園) リンゴ成木の ¹³CO₂ ばく露用可搬型チャンパーシステム (図 23) を用いたトレーサ実験を行い (Tako *et al.* 2022)、果樹を対象とした放射性炭素移行調査を終了した。

さらに、施設の冷温設備等の老朽化を受け、令和 4 年度には、鉢植えナガイモの ¹³CO₂ 等ばく露用の新たなばく露チャンパー (LED 照明採用) を、後述する「生態系研究施設」に設置した (図 24)。

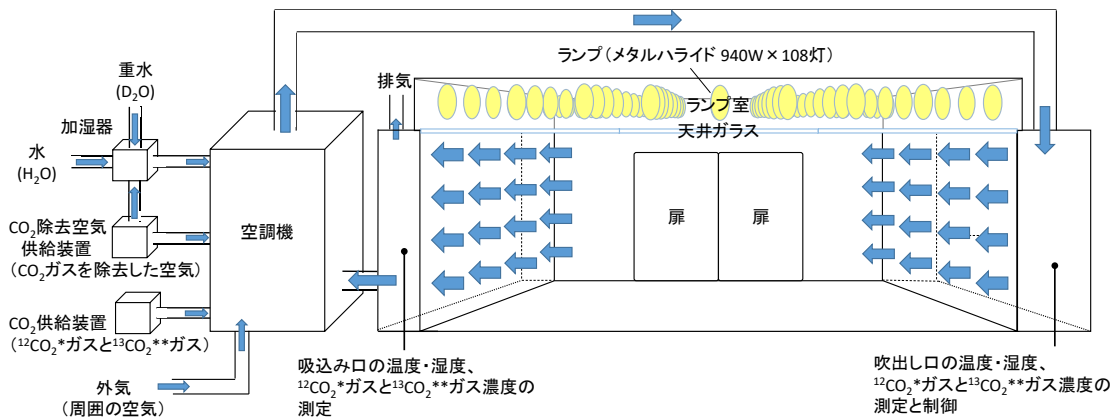


図 19 植物栽培モジュール（植物栽培室 C 区）を改修して設置した大型作物 $^{13}\text{CO}_2$ ばく露システムの模式図

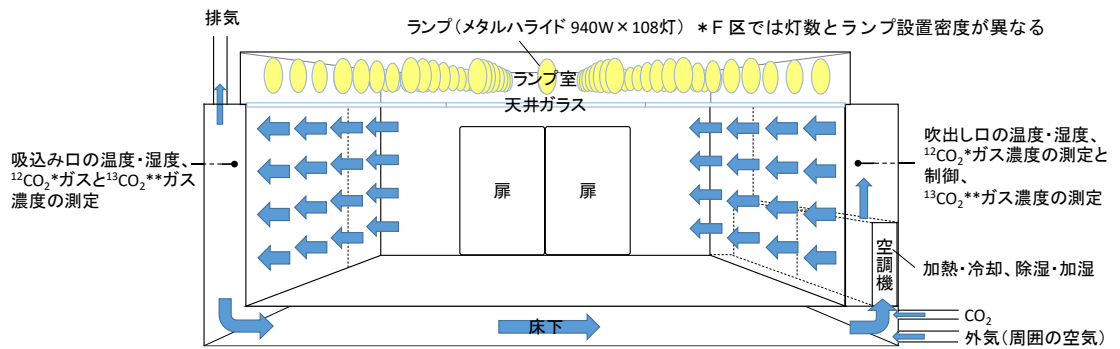


図 21 植物栽培モジュール（植物栽培室 A, B, F 区）を改修して設置した大型作物栽培設備の模式図



図 20 改修した植物栽培室における鉢植えリンゴ樹 $^{13}\text{CO}_2$ ばく露の様子



図 23 野外（果樹園）におけるリンゴ成木 $^{13}\text{CO}_2$ ばく露の様子



図 22 改修した植物栽培室における鉢植えリンゴ樹栽培の様子



図 24 鉢植えナガイモの $^{13}\text{CO}_2$ ばく露に用いるチャンパー

一方、青森県産主要海産物としては、県魚ヒラメやホタテガイを対象としたトリチウム移行調査のため、循環式実験水槽群（図 18）を用いて重水ばく露実験を実施するとともに、放射性ヨウ素移行モデル作成用データ取得のため、後述する「生態系研究施設」の一部の実験室を令和 2 年度に改修して RI 域外使用区域を設定し（図 25）、ヒラメ等を対象とした放射性ヨウ素トレーサ実験を行っている。



図 25 ヒラメ等における放射性ヨウ素の長期的移行調査のため RI 域外使用区域として設定し、防水床、排水溝等を敷設した実験室

なお、以上は、放射性核種移行データをより効率的に取得するための改修であり、必ずしも閉鎖された実験系のみで運用しないことから、平成 28 年 9 月には「閉鎖型生態系実験施設」の名称は「生態系実験施設」に変更され、さらに、平成 31 年 4 月からは「居住実験研究棟」であった建屋を「生態系研究施設」、それ以外を「生態系実験施設」と称することになり、「生態系研究施設」には令和 4 年 4 月に新たにトリチウム研究センター室が設置された。図 26 に令和 4 年度末時点の施設・建屋・部屋の名称を示す。

引用文献

Tako et al. (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1175-1182.

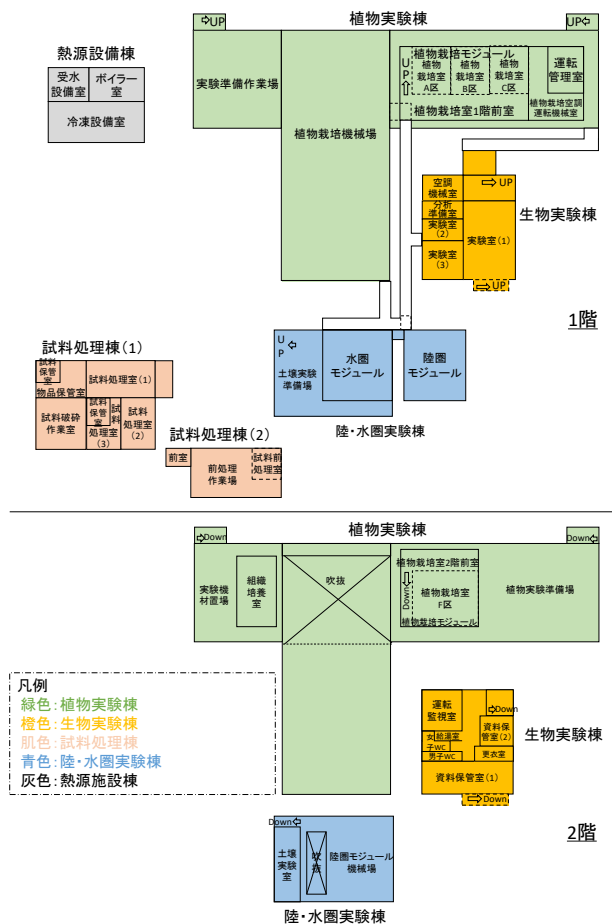


図 26 (1) 生態系実験施設の平面配置図と令和 4 年度末における建屋、部屋等の名称

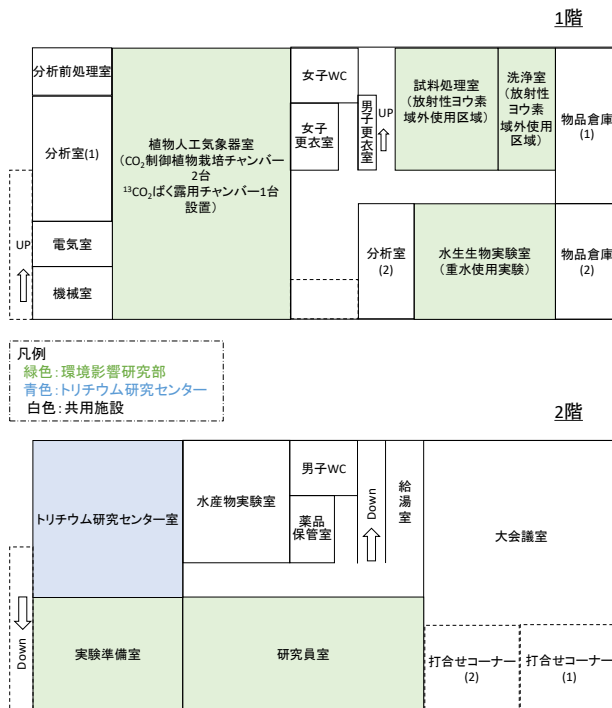


図 26 (2) 生態系研究施設の平面配置図と令和 4 年度末における部屋等の名称

3. 低線量生物影響実験棟 (LERF : Low-Dose Radiation Effects Research Facility)

3.1 施設設置の経緯

低線量生物影響実験棟 (以後、低線量棟) は、SPF (Specific Pathogen Free : 特定の病原体が存在しない) 環境下で多数のマウスを対象に低線量率放射線の連続照射と飼育が同時に行える動物実験施設 (空調条件等は日本実験動物学会が定めたマウス飼育環境条件を遵守) として、平成 4 年 7 月に低線量放射線生物影響評価委員会が設計が検討され、科学技術庁放射線医学総合研究所 (現、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 : 以後、放医研) の協力の下、詳細設計が平成 5 年度に行われ、平成 6 年 7 月に建設工事を開始し (図 1)、平成 7 年 3 月に竣工した。

低線量棟の仕様については、平成 12 年 12 月に発行した「環境研十年史」(pp176-177) 及び松本ら (1995) に詳細を記載したため、詳細仕様については割愛するが、以下に簡述する。



図 1 低線量棟建設工事開始 (平成 6 年 7 月 7 日)

3.2 施設概要

低線量棟には最大 1,800 匹/室のマウスの飼育が可能な SPF 動物室 (2.50 m×9.00 m) が 4 室、最大 450 匹/室にセシウム 137 線源を用いた照射が可能な照射室 (8.35 m×7.50 m) が 3 室 (0.05、1、及び 20 mGy/22 h) 設置されている。なお、最も低い線量率の照射室では、職業人の線量限度 (平均年間 20 mSv) 及び原子力災害時の避難・帰還基準 (年間 20 mSv) とほぼ等しい線量率での照射実験が可能である。他に購入 (導入) したマウスを一定期間検疫飼育するための検疫室と微生物検査室、死亡動物の病理検索を主体とする実験室及びマウ

ス照射・飼育に必要な機械・設備・作業室が配置されている。

3.3 動物実験開始まで

平成 7 年 4 月より空調設備の調整運転、8 月より照射室の線量分布測定、照射実験飼育作業の習熟訓練、及び実験動物取扱作業要領の改訂、9 月にホルマリン燻蒸による清浄区域の滅菌を行い、10 月より SPF マウスを 3 か月間飼育して清浄度確認試験を行った。清浄度確認試験における病原微生物検査が全て陰性となり、SPF 区域の確立を確認できたことから、平成 8 年 2 月より SPF マウスを用いた動物実験を開始した。

この間、使用した六ヶ所村水道水 (水質) は他の地域より多くの珪素及びカルシウム等の硬度成分が含まれたものであったため、熱源供給設備の供給水は硬水軟水化装置で、飼育マウスへの飲料水は純水製造装置でそれぞれ水道水より硬度成分を除去した。建設工事中に「三陸はるか沖地震」に遭遇 (六ヶ所村は震度 4 と推定) したことから、地震発生時における動物飼育架台の転倒を防止するため、照射室の飼育架台に固定用丸落しを取り付けて床と、飼育室の飼育架台には固定ポール (突っ張り棒) を取り付けて天井とそれぞれ固定した。冬期、雪の付着・氷結による機器の作動不良により、空調設備や電気設備等の 24 時間運転に支障が生じることが予想されたため、空調機屋外給気口に防雪ブース (図 2) を、非常用自家発電装置に排気防雪フードを、さらに焼却炉に防雪壁を設置した。



図 2 防雪ブースの設置 (平成 7 年)

3.4 平成9年度から平成25年度

平成9年6月には、一般生活排水及び飼育・実験系排水の混合排水を一括処理している既設の浄化槽が処理能力の限界に達したため、混合排水より一般生活排水を分けて処理するための浄化槽を1台増設した。加えて平成11年3月には、排水対策として高アルカリ性清缶剤を含む機械室系排水及び高塩素濃度消毒液を含む飼育・実験室系の混合排水を薬品で中和するために排水薬注処理装置を既存浄化槽に附設した。また、平成10年3月に既存蒸気ボイラーの故障対応として、増設した蒸気ボイラーの収納用として、増加した病理組織標本等の収容用として、それぞれ屋外に建屋を設置した。

使用済床敷及び残餌等の廃棄物は焼却炉を用いて処分していたが、ダイオキシン類排出量規制値が強化されることもあり、平成14年3月に、廃棄物を焼却することなく堆肥化処理する有機資源循環処理装置に変更した。

平成14年3月、放射線障害防止関係法令改正（平成12年10月）への対応に伴い母屋の管理区域を拡大したことから、飼料保管庫等が使用できなくなり、プレハブ区域の増改築を行った。

3.5 平成26年度から

共に10年の期間を要した「寿命・発がん影響実証調査」及び「継世代影響実証調査」が平成26年4月末までに終了したのに伴い、竣工以来、簡易点検及び故障時の応急処置に留めてきた設備の更新等を行った。すなわち、放射線源の更新を伴う放射線源駆動部等の改修、火災受信機、煙感知器及び誘導灯等の消防装置の更新、陽圧維持自動制御ダンパー、温湿度制御電動弁及び排気ファン等の空調設備の修繕、塩素添加水供給配管、床面耐水長尺シート、飼育室断熱壁面及びパスボックス等の建築関連設備の修繕・更新、照射室の線量分布測定をそれぞれ5月から8月の間に実施した。8月下旬に清浄区域をホルマリン燻蒸して滅菌化した後、空調設備を再稼働させて9月から清浄度確認試験を実施し、12月にSPF区域が再構築さ

れたのを確認して、平成27年1月より動物実験及びSPFマウスの自家繁殖を再開した。

平成28年6月に水管に穿孔を生じて運転不能に至った温水ボイラー1号機を、平成29年3月に水管に穿孔を生じて運転不能に至った蒸気ボイラー1号機を、平成30年11月に経年劣化が認められた温水ボイラー2号機を、令和元年3月に経年劣化が認められた冷凍機2号機を、令和5年1月に水管に穿孔を生じて運転不能に至った蒸気ボイラー1号機を、令和5年3月に経年劣化が認められた冷凍機1号機をそれぞれ更新した(図3)。



図3 低線量棟鳥瞰（令和5年3月）

3.6 施設の運転・維持管理

低線量棟は動物実験施設でありマウス飼育条件（温度 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $50\pm 10\%$ 等）及びバリア構築条件（当該区域を外部より高い圧力で常時維持すること（陽圧管理）を保持しつつ、当該施設を24時間連続運転している。

平成7年の竣工以来、空調設備、衛生設備、火災報知設備、電気工作物、照射装置、高圧蒸気滅菌器、全自動酸化エチレンガス滅菌器、塩素添加装置、動物給水装置、ケージワッシャー、排水薬注処理装置、屋外タンク貯蔵所及び非常用発電機等について日常点検及び定期点検を行い、その性能を維持した。また、各種関係法令を遵守するとともに不具合等を未然防止することによって、本動物実験施設を正常かつ安全に運転・維持管理している。

引用文献

松本ら（1995）*建築設備士* 10, 20-28.

4. 先端分子生物科学研究センター (AMBIC: Advanced Molecular Bio-Sciences Research Center)

4.1 設立の経緯

平成7年5月中旬：大桃洋一郎所長より、非密封のRIを使用した細胞培養や分子生物学的な研究を行なえる研究施設（仮称：遺伝子実験施設）の建設計画書を6月第1週までに作成するように、斎藤、山上（当時宇井）、箭内の各研究員に指示が下された。この後、大桃所長が相手先関係機関から求められた実験施設建設に関わる資料や研究計画等の説明資料を、斎藤、山上、箭内、曾田（平成10年から）の4研究員で随時作成した。

平成7年6月9日：科学技術庁に遺伝子実験施設建設計画書を提出した。

平成8年4月：役員会議にて、「遺伝子実験施設（仮称）」の名称を、「先端分子生物科学研究センター (Advanced Molecular Bio-Science Research Center : AMBIC)」に変更し、以後この名称を使用することに決定した。

平成8年6月12日：六ヶ所村が（社）日本原子力産業会議に「RI・放射線利用に関わる総合研究施設」の誘致に向け調査を委託した。

平成9年4月1日：青森県畑作園芸試験場・前場長の竹村達男氏を特別研究員に招聘した。

平成9年10月24日：季報 六ヶ所村 別冊 (AUTUMN 1997) の国際科学技術都市誘致特集内で、土田村長（当時）が総合研究施設誘致計画を紹介 同号で大桃所長が六ヶ所村研究機能施設誘致促進検討委員会の委員として遺伝子・RI利用研究施設の必要性を説明した（これを受けて、国より村、県との調整を行なうようにとの指示が下された）。

平成10年3月：土田六ヶ所村長、大桃所長と調整により、「RI・放射線利用に関わる総合研究施設」内の「農・生物学研究所」に関して、環境研のAMBICに一本化することで一致した。

平成10年8月上旬：大桃所長、竹村特別研究員がAMBICの建設計画説明のために県の試験研究機関を訪問し、全ての研究機関より賛同を得た。

平成11年4月：「低線量放射線生物影響に関する研究調査」で、AMBIC研究テーマに関する事前評価を受け、おおむね妥当であるとの評価を受けた。

平成12年4月：「低線量放射線生物影響に関する研究調査」で、AMBIC建設のための基本設計書の作成を行なった。

平成13年4月：AMBICの整備（詳細設計）を開始した。

平成16年9月30日：AMBIC第一研究棟が竣工された（実験施設整備完了：平成17年3月31日）。

平成16年10月1日：AMBIC第一研究棟の運用が開始された。

平成17年4月：AMBIC第二研究棟設計・基礎工事が開始された。

平成19年3月30日：AMBIC第二研究棟が竣工された（実験施設整備完了：平成20年3月31日）。

平成20年4月1日：AMBIC第二研究棟の運用が開始された。

これにより、総敷地面積約32,500 m²、第一研究棟延床面積約5,600 m²、第2研究棟延床面積約1,400 m²の先端分子生物科学研究センターの施設（図1）が完成し、



図1 先端分子生物科学研究センターの外観

現在に至っている。

4.2 現行の施設内容と運用

4.2.1 マウスの飼育と照射

先端分子生物科学研究センターでは、マウスや培養細胞などを用いて遺伝子やタンパク質のレベルから、細胞、個体のレベルまで低線量（率）放射線が生物に及

ばす影響を調査している。その結果を踏まえて、人がごく微量の放射線を受けた場合のリスクを推定することをめざしている。当センターには最大 6,000 匹のマウスを飼育できる SPF (specific pathogen free) マウス飼育室 (図 2) に加え、多くのマウスを SPF 環境下で飼育し



図 2 マウス飼育室



図 3 低線量率放射線連続照射室

つつ長期照射 (たとえば連続 400 日間) を行なう、世界に類を見ない低線量率放射線連続照射室 (図 3) がある。線源としてセシウム 137 (^{137}Cs) を用いたガンマ線を 4 つの線量率 (400、200、20、1 mGy/日) で最大 1,200 匹の SPF マウスに長期間連続して照射を行うことができる。最も低い線量率の照射室では、職業人の線量限度 (5 年間に 100 ミリシーベルト) や宇宙ステーションでの被ばく線量 (1 日に 1 ミリシーベルト) とほぼ等しい線量率での照射実験が可能である。他に、実験の目的に応じて放射線源からの距離を変えることで必要な線量率の放射線をマウスや細胞に照射することができる。ガンシミュレーター室 (図 4) や照射装置から飼育ラックまでの距離を変えることにより、最小 20 mGy/日から最大 13 Gy/日までの線量率で CV (コンベンショナル: SPF に比べると清浄度が落ちるが十分に清浄な環境) 飼育下



図 4 ギンシミュレーター室

のマウスにガンマ線照射を行うことができる線量率可変照射室がある。

また、高線量率 (約 700 mGy/分) のガンマ線をマウスや細胞等に照射する装置であるガンマセルが SPF 環境下と CV 環境下にそれぞれ設置されている。

4.2.2 病理学的解析

当センターでは、マウスの病理解析を行い低線量率放射線を浴びたマウスの死因や病態を明らかにしている。これまでに約 15,000 匹のマウスの病理解析を行っており、低線量率放射線の生物影響を詳細に調べている。また、そのデータをアーカイブとして国内外で広く利用できるよう準備を行っている (図 5)。

4.2.3 染色体異常



図 5 アーカイブ用データ取得装置

生物の染色体上に生じた異常は、低線量率放射線被ばくによる極めて小さな生物影響を高感度に検出できる指標であることが知られている。当センターにおいても、M-FISH (Multicolor-fluorescent in situ hybridization) 法 (図 6) を用いてマウスに生じた染色体異常を検出定量する設備があり、年間約 36,000 個のマウス細胞を解析している。

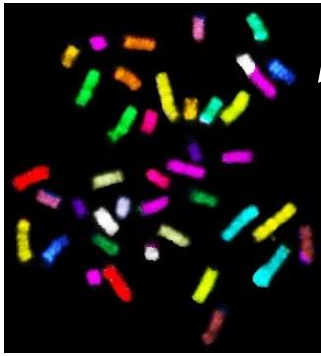


図6 M-FISHの結果

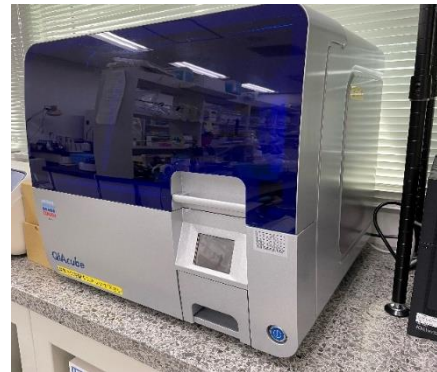


図8 核酸・たんぱく質自動抽出システム

4.2.4 細胞生物学的解析

マウス細胞を高速かつ大量に計数、選別、および特性解析するためのレーザーを利用したフローサイトメーター（図7）を用い、マウス細胞に生じた放射線影響を解析している。



図7 フローサイトメーター

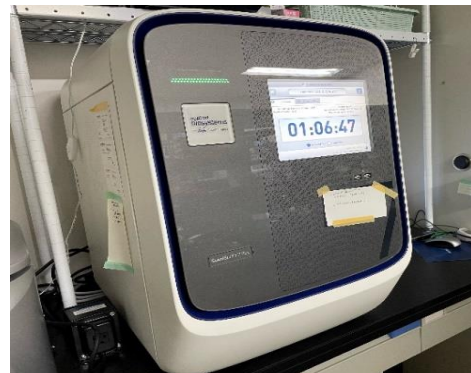


図9 リアルタイムPCRシステム

4.2.5 分子生物学的解析

マウスの臓器や細胞から核酸を抽出精製し、遺伝子構造や遺伝子発現を調べるために、核酸・たんぱく質自動抽出システム（図8）、リアルタイムPCRシステム（図9）、デジタルPCRシステムやアレイスキャナー（図10）を備え、低線量率放射線の生物影響を分子生物学的な手法で解析している。さらに、顕微鏡下で組織切片を観察しながら、切片上の標的とする個々の細胞、または少数の細胞集団を単離するレーザーマイクロダイセクションシステム（図11）を用い、遺伝子の発現を詳細に解析している。



図10 アレイスキャナー

4.2.6 生化学的解析

マウスの臓器や細胞からたんぱく質を抽出し、その量や修飾をウェスタンブロッティングやELISAのた



図11 レーザーマイクロダイセクションシステム

めの装備を用い、低線量率放射線の生物影響を生化学的に解析している。また、たんぱく質の構造や詳細な変化を観察し解析するために、タンパク質量分析装

置（図 12）を用い、タンパク質の構造、翻訳後修飾、相互作用に基づく定量的同定と特性解析に基づいた研究を行っている。



図 12 タンパク質質量分析装置

4.2.7 運用

現在、博士号を有した研究員 15 名が常駐し研究に当たっている。更に研究をサポートする職員が約 15 名、事務職員 1 名、動物飼育管理に当たる者 12 名、放射線管理に当たる者 4 名、施設の維持管理に当たる者 16 名が在籍し、研究を推進している。



第4部 研究支援

1. 環境試料等分析技術

1.1 整備した測定装置の概要

平成3年度にGe半導体検出器、平成4年度に微量元素の分析用に質量分析装置がそれぞれ1台整備されて以降、徐々に各種分析装置を整備し、令和4年度現在、環境影響研究部では様々な分析装置を運用・管理して

いる。整備した機器は、再処理施設から排出される放射性物質の環境影響や環境中移行に係る、青森県からの受託調査のための環境・生物・食品等の放射性核種及び安定元素の分析に活用している。表1には、保有する代表的な測定器を示した。

表1 環境影響研究部が管理・運用している主な測定器（令和4年度現在）

装置名	設置場所	主な使用目的
四重極型 ICP 質量分析装置	本館 3F クリーンルーム	微量元素分析
	全天候 3F クリーンルーム	微量元素分析
	全天候 RI 区域	長半減期放射性核種
高分解能型 ICP 質量分析装置	本館 3F クリーンルーム	精密同位体比分析
ICP 発光分光分析装置	本館 2F	元素分析
Ge 半導体検出装置	本館 1F	γ線放出核種分析
	全天候 RI 区域 (4台)	
蛍光X線分析装置	全天候 2F	元素分析
X線回折装置	全天候 2F	鉱物組成
ガスクロマトグラフ質量分析装置	全天候 2F	微量有機化合物分析
イオンクロマトグラフ	全天候 2F	陽イオン・陰イオン分析
	生態系研究施設 1F	
希ガス測定用質量分析装置	全天候放射線管理区域	OBT 分析
液体シンチレーションカウンタ	全天候放射線管理区域 (3台)	β線放出核種分析
α線スペクトル分析装置	全天候放射線管理区域 (2台)	α線放出核種分析
オートウェル・ガンマシステム	全天候放射線管理区域	γ線放出核種分析
イメージングプレート	全天候放射線管理区域	b・γ線放出核種分析
ガスクロマトグラフ	生態系研究施設 1F	重水素分析
元素分析装置	生態系研究施設 1F	水素・炭素分析
	全天候 2F	
炭素同位体比分析装置	生態系研究施設 1F	¹³ C/ ¹² C (炭素同位体比) 測定
安定同位体比分析装置	生態系研究施設 1F	D/H (水素同位体比) 測定

1.2 放射性物質の測定

環境や食品試料中放射性核種の濃度レベルは極めて低いことが多く、濃縮や精製と行った様々な化学処理を行った後、 α 線スペクトル分析装置、低バックグラウンド液体シンチレーションカウンタ、Ge 半導体検出器等の放射線検出器を用いて測定している。 α 線スペクトル分析装置(図1)は、主に天然放射性核種であり、環境中に比較的高濃度で存在し、ヒトの内部被ばく線量に大きく寄与する ^{210}Po の分析に使用している。



図1 α 線スペクトル分析装置

^3H は β 線を放出する放射性核種であり、当該施設の通常稼働時に排出される主要な放射性核種の一つであることから、その測定のために平成11年度に低バックグラウンド液体シンチレーションカウンタを整備して以降、更新と増設を行い、令和4年度現在3台の測定器を保有しており、これまでバックグラウンドレベルの環境試料中 ^3H の測定を継続的に実施している。

Ge 半導体検出器(図2)は、放射性Cs等の γ 線放出核種測定に使用する装置であり、環境研に初めて整備された平成3年度以降、環境や食品試料中 γ 線放出核種の測定に利用している。令和4年現在、比較的広い範囲の γ 線エネルギーを測定できる検出器や少量の試料でも測定できる井戸型タイプなど合計5台の検出器を保有している。植物や食品などのように試料中濃度が極めて低い試料の測定の際には、全天候施設内に整備した中型灰化装置を用いて、時には数kgの試料を灰化して数十~数百倍に濃縮した試料を測定して、バックグラウンドレベルの濃度測定に対応している。



図2 Ge 半導体検出装置

放射性Cs等の γ 線を放出する核種を用いたトレーサ実験で得られる比較的高濃度の高い試料の分析には、オートウェル・ガンマシステムを用いるなど、濃度レベルに応じて測定器を使い分けている。

半減期が1,000年を超える放射性核種の分析には放射線測定よりも質量分析の方が感度が良いことから、特に低濃度の長半減期核種の分析についてはICP質量分析装置を用いている。環境研では4台所有するICP質量分析装置(図3)のうち、1台を放射線管理区域内に設置し、環境試料中の ^{99}Tc 、 ^{226}Ra 、 $^{239,240}\text{Pu}$ のほか、 ^{129}I を用いたRIトレーサ実験で得られる試料の分析に対応している。



図3 四重極型 ICP 質量分析装置

少し変わったところでは、有機結合型トリチウム(OBT)の分析の一部に希ガス測定用質量分析装置(図4)を用いている。通常OBTは、試料を燃焼させ、試料中の ^3H を燃焼水として回収した後、液体シンチレーションカウンタで測定する。環境研では、この方法の他に、試料中OBTのT(^3H)が β 崩壊した後にできる ^3He を希ガス測定用質量分析装置で測定するシステムも所有している。



図4 希ガス測定用質量分析装置

1.3 安定元素の測定

放射性物質の環境中での挙動のより深い理解や安定同位体を用いた実験のために、安定元素の分析も実施している。

前者のためにはH、C、Nといった主要元素を測定する元素分析装置、微量元素を測定する質量分析・発光分光分析装置、陽イオン・陰イオンを測定するイオンクロマトグラフ等を使用している。

後者では、放射性核種を用いることができない一般環境や室内環境における大規模な実験やヒトを対象とした代謝実験において、放射性核種の代わりに重水(D)、¹³Cをはじめ、Sr、Cs、Iなどの安定元素(安定同位体)を用いた実験を行い、そこで得られた試料の分析を安定同位体比分析装置及び質量分析装置等を使用している。

1.4 実験・測定の環境

環境・食品試料及び安定元素を用いたトレーサ実験で取り扱う放射性核種や安定元素の試料中濃度レベルは、極めて低いことが多く、前処理及び測定を通常の実験室内で行うと、空気中の塵や埃などが試料に混入する汚染が起り、正確な定量が困難になる。

これに対して、環境研では、空気中の塵や埃などの粒径0.15 μmの粒子に対して、99.9%以上除去するフィルターを通過した空気を導入する局所排気装置(クリーンドラフト)4台を本館内に整備し、試料の酸分解等の前処理のほとんどをこれらのクリーンドラフト内で実施している。前処理した試料を測定器に導入す

るために必要な試料溶液の希釈等の試料調製は本館のクリーンルーム内で実施している。さらに、試料の前処理や調製、並びに機器の洗浄には超純水を使用している。特に、最終的な調製に使用する超純水や試薬は純度の高いものが求められるため、超純水製造はクリーンルーム内で行い、使用する試薬も超高純度の製品を使用している。調製済み試料の測定には、本館及び全天候施設内のクリーンルームにICP質量分析装置を用いることで、ppt(10⁻¹² g/g)オーダーの濃度レベルの分析を可能としている。

1.5 放射性核種及び安定元素の分析例

1.5.1 α線放出核種

六ヶ所村の大型再処理施設において大量に取り扱われるプルトニウム(Pu)の当該施設稼働前のバックグラウンド濃度レベルとその分布を把握するために、平成13年度～平成23年度及び令和3年度以降、青森県や六ヶ所村内の土壌や湖沼・海洋堆積物中の²³⁹⁺²⁴⁰Pu濃度及び²⁴⁰Pu/²³⁹Pu同位体比の分析を四重極型ICP質量分析装置を用いて行っていることに加えて、当該施設の方が一の事故時で放出されるPuの迅速分析法の開発も行ってきた。

U系列に属し、ヒトやヒト以外の生物種の内部被ばく線量に大きく寄与する²¹⁰Poを測定しており、ヒトに関しては、六ヶ所村で生産された食品や青森市及び六ヶ所村の調査協力者から入手した調理済み食事(日常食)を入手し、青森県における食品摂取による内部被ばく線量率の推定を行い、大型再処理施設の稼働に伴い排出される放射性核種による被ばく線量率の対照となるバックグラウンド線量の推定に役立てた(平成18年度～令和22年度及び令和3年度以降)。

1.5.2 β線放出核種

環境試料や食品試料中の³H濃度は極めて低いため、これらの試料から得られた水分中³H(自由水型トリチウム)を直接測定できないことから、平成13年度から導入した³Hの電解濃縮装置を用いて試料中³H濃度を数倍濃縮し、その試料を低バックグラウンド仕様の液体シンチレーションカウンタで測定することで、バックグラウンドレベルの環境試料中³Hの測定を年間約600

試料実施している。

地域主要農水産物への移行・残留性の調査では、魚類を対象とした放射性ヨウ素 (^{129}I) を用いたトレーサ実験を実施しており、飼育に使用した海水や得られた魚試料中の ^{129}I を全天候施設の管理区域内に整備した四重極型 ICP 質量分析装置を用いて測定している。

1.5.3 γ 線放出核種

Ge 半導体検出器による環境試料中 γ 線放出核種の測定には、1 試料あたり 1 日～数日必要であるが、環境研では複数台の測定器を使用することで年間 200～300 試料を分析している。平成 23 年 3 月に起こった福島第一原子力発電所事故では、直後から青森県、岩手県、福島県、宮城県などの自治体からの放射性 Cs 等の分析依頼があり、水道水や生乳等の試料では即日分析値を回答するなどして、各自治体からのリクエストに柔軟に対応した。さらに、弘前大学からの分析依頼、並びに研究機関 (JAEA) からの委託分析を含めると、当該事故関連の依頼分析は平成 29 年度までの約 6 年間で計 2,773 試料であった。

全天候施設内の放射線管理区域内において実施している ^{137}Cs や ^{125}I を用いた土壌・植物や魚類を対象としたトレーサ実験の試料は、これらの核種の濃度が比較的大きく、試料数も多いことから、これらの測定には、オートウェル・ガンマシステムを用いている。

1.5.4 安定元素

淡水の溶存態試料では、H から Bi までの希ガスや放射性核種を除く 77 元素中 72 元素に加えて、Th や U といった長半減期核種を測定できる体制を整えおり、極低濃度の元素分析技術を環境や食品中の元素分析に応用している。例えば、大型人工気象施設を用いた牧草、

ハツカダイコン、リンゴ等の植物における Sr、Cs 及び I の葉面吸収やウエザリング効果を調べる調査では、これらの安定同位体を植物体に降雨や霧等の状態で植物体表面に負荷し、植物体内中における残留を調査したが (平成 18 年度～)、ここで得られた試料の分析には、四重極型 ICP 質量分析装置を用いている。ヒラメ等の水産物を対象とした ^3H の移行・残留性の調査では、 ^3H の代わりに重水素 (D) を用いた海水ばく露や摂餌実験を行い、飼育に使用した海水や得られた水産物試料等の D 濃度を安定同位体比分析装置を用いて測定した。

加えて、ICRP が報告するヒトの ^3H や ^{14}C の預託実効線量係数を求める調査 (平成 27 年度～令和元年度) では、これらの放射性核種の代わりに D や ^{13}C を含有した食品を調査協力者に投与し、排泄物や毛髪中濃度を安定同位体比分析装置を用いて測定した。さらに、令和 2 年度から開始した HT 型トリチウムの酸化活性に関する調査では、環境研内圃場及び六ヶ所村内畑地において水素の土壌への沈着速度や酸化速度を得るために、重水素 (D_2) ガスをチャンバー内に通流し、チャンバー内の空気中 D 濃度をガスクロマトグラフを用いて測定している。

加えて、人材育成の一環として、主に大学院生の実習生を受け入れ、分析技術全般、即ち、試料の前処理、化学分離、ICP 質量分析装置や安定同位体比分析装置等を用いた機器分析について、手法取得や技術向上のサポートを行っている。

1.6 運用体制

これらの測定装置及び実験室の維持・運用及び分析試料の調製に係る前処理作業には、環境影響研究部に所属する研究員のほか、サポートする派遣職員により実施している。

2 技術支援活動・安全体制整備

2.1 技術・安全課について

建屋の維持管理、営繕及び安全等に関して、本館（平成5年3月31日竣工）を企画・管理部（現在：総務部）が、低線量生物影響実験棟（以後、低線量棟：平成7年3月31日竣工）を生物影響研究部が、第1種放射線取扱主任者、1級建築士及び第2種電気主任技術者の協力を得てそれぞれ実施してきた。

平成10年2月、企画・管理部に技術係が設置されたのに伴い、技術係が本館及び低線量棟の維持管理、低線量棟の放射線安全管理及び飼育管理を、平成11年12月より全天候型人工気象実験設備（以後、全天候施設）の放射線安全管理を、平成17年より先端分子生物科学研究センター（以後、AMBIC）の維持管理、放射線安全管理及び飼育管理を、平成18年4月より全天候の維持管理（実験設備を除く）を、平成21年4月より閉鎖型生態系実験施設（現在：生態系実験施設及び生態系研究施設）の維持管理（実験設備を除く）を、それぞれ現在まで実施している。

なお、企画・管理部技術係は、同部の改組に伴い平成17年4月に技術・安全室に引き継がれ、さらに平成25年に技術・安全課として総務部へ編入された。この間、人員の拡充により平成23年4月に施設安全係と放射線安全係が、平成26年4月に飼育管理係がそれぞれ設置され現在に至っている。

2.2 放射線安全管理について

放射線安全管理業務は、技術・安全課放射線安全係において、各施設の放射線取扱いに関する安全管理、放射線業務従事者個人に対する被ばく管理、放射性同位元素による汚染管理（低線量棟を除く）、照射装置の運転管理（全天候施設を除く）等の定常管理業務を実施するとともに、放射線管理用機器等を定期的に点検し、性能等の維持管理を継続的に行っている。

各施設の管理区域内、管理区域境界及び事業所

境界における放射線量の測定を行うとともに、全天候施設及びAMBICにおける空気、排水及び排気に係る放射性同位元素の濃度並びに表面汚染密度の測定を行い、全ての測定結果について法定限度を下回っていることを管理区域設定以降現在まで確認している。

放射線業務従事者に関しては、放射性同位元素等規制法に基づく教育を定期的実施し、外部被ばく及び内部被ばく（低線量棟を除く）の線量結果においては現在まで有意な被ばく線量はなかった。

2.3 一般安全衛生管理について

2.3.1 安全衛生活動

職員等の安全の確保等に努める目的で安全衛生規則を平成8年1月に定めた。平成12年4月に常勤職員数が50人を超えたので、同規則を改正して安全衛生委員会（安全管理者、衛生管理者、産業医及び勤務者代表選出委員で構成）を設置して、各部における安全衛生に関する活動状況について報告を受けるとともに、その後の活動等について確認を毎月行った。また、平成18年から野辺地警察署による冬期安全運転講習会を行い、交通安全の意識向上を図った。その他、平成20年から六ヶ所消防署による普通救命講習（心肺蘇生法及び止血法等の応急手当並びに自動体外式除細動器の取扱方法を含む）及び負傷者搬送訓練をそれぞれ実施（令和2年から新型コロナウイルス感染症拡大に伴い実施せず）し、安全衛生水準の向上を図った。

2.3.2 安全衛生教育訓練

衛生管理及び放射線安全等に関する関係法令・所内規程等の周知徹底を図るとともに、新規採用職員に対して入所時等の安全衛生教育（平成25年からは教育資料として当研究所の実情にあった「安全の手引き」を技術・安全課が作成）を実施し、安全衛生水準の向上に努めた。また、平成18年より電気工作物及び高圧ガス設備の保安に関して各業務従事者等に教育・訓練を実施し、安全

衛生水準の向上を図った。

2.3.3 健康の保持増進

産業医による健康相談を毎月実施し、疾病予防及び健康意識の高揚を図った。また、定期健康診断実施後の結果を基に、生活習慣の改善が必要と判断された役職員に対して保健師による特定保健指導を平成 25 年から、及び小集団学習を平成 27 年からそれぞれ実施し、成人病等の予防に努めた。その他、職員のメンタルヘルスの不調を未然に防止し、健康の保持増進を図るため、ストレスチェック及び医師による面接指導を平成 29 年から、並びにメンタルヘルスに関する教育研修を令和元年からそれぞれ実施した。

2.3.4 健康診断

一般健康診断として、定期健康診断、特定業務従事者への健康診断及び雇入れ時の健康診断並びに特殊健康診断として、特定化学物質健康診断、有機溶剤等健康診断、電離放射線健康診断及び歯科医師による健康診断を行い、疾病の早期発見等に努めた。

2.3.5 職場の巡視

職場環境及び施設等における安全を確保するため、年 2 回（GW 前と年末）の衛生パトロールを平成 9 年度から、建屋所掌部長による毎月の巡視を平成 10 年 11 月からそれぞれ開始した。平成 12 年 4 月から各部長、産業医及び衛生管理者による職場巡視を四半期ごとに行い安全環境等の確保に努めるとともに各規程等に基づく作業環境

巡視を実施した。

2.3.6 災害事故対策

災害事故対策は平成 12 年から各部の所掌建屋ごとに消火訓練、通報訓練及び管理区域内除染訓練等を始めた。平成 14 年には各施設において自衛消防隊を編成し、災害事故時における組織としての防災体制及び労働者個人の緊急時対応能力の強化を図ることを目的に年 1 回の総合防災訓練として、これまで継続して実施（改善を含む）した。

平成 23 年の東日本大震災においては、当研究所においては停電、燃料供給不足等があったものの、各施設の事故対応班（自衛消防隊）と事故対策本部において円滑に情報共有ができ滞りなく緊急対応ができたことから、当研究所の防災体制に問題はないこと及び当該訓練の実効性が認められた。

また、平成 23 年 11 月からは新たに、防災対策として各建屋のエレベータにおいて救出作業訓練を半年ごとに実施した。

2.3.7 その他

受水槽法定検査、浄化槽法定検査及びエレベータ法定検査を実施し、施設・設備等について健全な機能維持を図った。

その他、安全衛生に関し、関係法令及び規程等に基づき、作業環境測定、冷凍設備施設検査)、電気設備等定期（年次）点検、消火設備定期点検)、ばい煙濃度検査及びレジオネラ属菌検査)、化学物質に係るリスクアセスメント等を実施した。

3. 実験動物飼育管理

3.1 30匹のマウスから

平成7年度から開始される低線量生物影響実験棟（以下「低線量棟」）での長期放射線照射実験に先立ち、平成6年度に、実験目的や低線量棟の実態に即した飼育管理法を確立する目的で研修及び実験・検討を行った。

平成6年10月より1か月半の期間、科学技術庁放射線医学総合研究所（現、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構、以下「放医研」）SPF生産・実験棟において、再現性の伴った長期間の動物実験を実施するための実験動物飼育管理方法を受講した。12月には、10日間、米国ジャクソン研究所及びピッツバーグ大学医学部中央動物施設において、最新のマウス飼育管理方法及び動物実験施設管理方法の情報収集を行った。また、実験動物中央研究所 ICLAS モニタリングセンター及び日本実験動物技術者協会所属会員等より、適宜、助言を得られる体制を構築した。

12月下旬から休日を除く約2か月間、本館2階にある生物実験室（パッケージエアコンにて室温を約23℃に調整、相対湿度は40～70%、照明は8時半点灯・17時消灯）の理科用実験台において、低線量棟で使用予定の飼育器材・飼料・飲料水、床敷を用いてB6C3F1マウス30匹を1ケージ5匹に分けて飼育（図1）して実験動物取扱作業要領の原案を作成した。

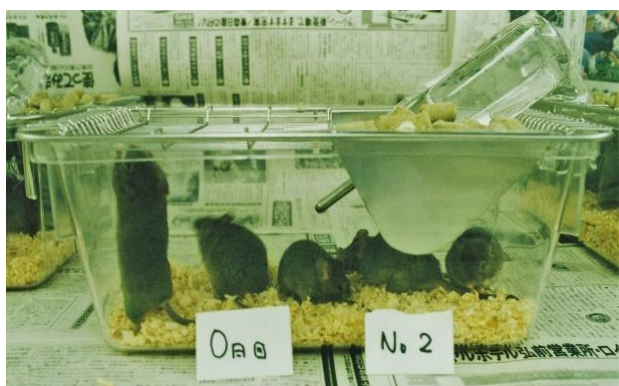


図1 動物実験開始

3.2 実証調査の開始

平成7年3月に竣工した低線量棟において8月

より2か月間、照射実験飼育作業の習熟訓練を行い、実験動物取扱作業要領改訂を行うとともに当研究所の動物実験の最大の特徴である長期飼育を遂行するための微生物学的統御方法を策定した。なお、清浄区域の滅菌（ホルマリン燻蒸）は、タライにホルマリン溶液を張り、手動で過マンガン酸カリウムを投入する方法で行った。

9月に「動物実験委員会規程」、10月に「動物実験及び実験動物取扱規程」の所内規程を制定した後、実験動物取扱作業要領に基づいて3か月間の清浄度確認試験を実施した。試験において病原微生物が検出されなかったことより、SPF区域が確立されたと判断し、平成8年2月から実験動物飼育管理を開始した。

平成10年1月、検疫マウスで緑膿菌陽性個体が認められたので、全入荷マウスを検疫室内で安楽死させ、他のSPF区域への感染拡大を防止した。

平成11年、放医研・実験動物開発管理室より繁殖等の専門家を招聘し、マウスの繁殖及び系統維持方法を研修すると共にC57BL/6J/Nrsマウスを導入して同系統マウスの供試（モニターマウス及び実験マウス）を開始した。なお、平成13年9月には、放医研よりC3H/He/Nrsマウスを導入し系統維持・繁殖を実施したことにより、2系統で交雑が起きていないことを確認するために年1回の頻度で遺伝子モニタリングを開始した。

3.3 発現機序調査の開始

平成9年7月より、本館2階にある生物実験室に温湿度及び照明時間を制御可能な動物飼育装置を設置して動物実験を開始したことに伴い、低線量棟の洗浄室において洗浄・滅菌した飼育器材等を専用作業台車に収納・運搬して飼育管理を実施した。

平成16年9月に先端分子生物科学研究センター（以下AMBIC）第1研究棟が竣工し、平成17年2月に、清浄区域の滅菌（ホルマリン燻蒸）を実施した。ホルマリン燻蒸は、被滅菌区域にホルマリン溶液を入れた電気炊飯器（蓋は開放）を設置し遠隔操作でホルマリン溶液を加熱する方法

を採用した。

平成17年4月よりAMBIC CV区域（区域内での作業衣類を簡素化し、微生物モニタリングは未実施）で、8月よりAMBIC SPF区域でそれぞれ低線量に準じた実験飼育管理（SPF区域における微生物モニタリングを含む）を開始した。

3.4 実験動物管理区域の飼育管理

SPF区域及びCV区域で飼育しているマウスは、利用者の要望の無い限り以下のとおり実施した。

- 1) 飼育器材； 高圧蒸気滅菌若しくはガス滅菌又は消毒液浸漬
- 2) 給水； 塩素添加純水：2回交換/週
- 3) 床敷； 木材チップ：1回交換/週
- 4) ケージ； TPX樹脂製：1回交換/週
- 5) 飼料； 放射線滅菌固形飼料：不断給餌
- 6) 飼育環境確認及び動物観察：毎日
- 7) 区域内洗浄水：塩素添加水道水
- 8) 検疫期間：2週間

SPF区域で飼育しているマウスの衛生状態を確認する目的で微生物汚染モニター用マウス（6週齢の自家繁殖マウスを各照射室及び各SPF動物室に配置し、それぞれ実験マウスと同様に3か月間飼育）を毎月定期的に、更に購入・導入マウスの一定数を入荷毎に、それぞれ解剖検査及びSPF指定病原体の検査を実施した。

なお、SPF指定病原体検査は以下のとおりである。

- 1) 肉眼検査
- 2) 細菌培養検査：
緑膿菌 (*Pseudomonas aeruginosa*)
サルモネラ (*Salmonella* spp.)
肺パスツレラ (*Pasteurella pneumotropica*)
腸粘膜肥厚症菌 (*Citrobacter rodentium*)
ネズミコリネ菌 (*Corynebacterium kutscheri*)
肺マイコプラズマ (*Mycoplasma* spp.)
黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus*)
(免疫不全マウスのみ)
- 3) 血清検査：
センダイウイルス (*Sendai virus*)

マウス肝炎ウイルス (*Mouse hepatitis virus*)
ティザー菌 (*Clostridium piliforme*)
肺マイコプラズマ (*Mycoplasma pulmonis*)
ネズミコリネ菌 (*Corynebacterium kutscheri*)

4) 顕微鏡検査：

消化管内原虫 (*Hexamita muris, Giardia muris*)

また、施設の微生物検査としてSPF区域の床の拭取り検査（緑膿菌の有無：低線量棟；33箇所、AMBIC；61箇所）及び同区域の落下菌検査（低線量棟：70箇所、AMBIC：119箇所）を毎月定期的に行った。マウス飲料水の検査は、週2回給与時に実施し、飲料水中の残留塩素濃度が設定範囲内（8～12ppm）であること、及び珪素が低濃度（2～5ppm）であることを確認した。

これらの検査結果は、月例報告として利用者に定期的に報告した。

3.5 実験動物慰霊式

放射線安全研究のために使われる実験動物の尊い命への哀悼と感謝の意を表すために、実験動物慰霊式を低線量棟（図2）において平成9年から動物愛護週間に合わせて毎年実施した。なお、平成17年からはAMBIC（図3）において開催した。



図2 低線量棟に掲げたメモリアルレリーフ



図3 AMBICに設置した慰霊碑

第5部 アウトリーチ活動

1. 国際シンポジウム等の開催

環境科学技術研究所では、六ヶ所大型再処理施設から排出される放射性物質による環境影響、並びに低線量率放射線の生物影響に関する調査を実施するにあたり、国際検討委員会、国際会議、国際シンポジウム、国際ワークショップ、及び共催シンポジウムを、主に六ヶ所村文化交流プラザ「スワニー」で開催し、国内外の多くの有識者に、委託調査に関する評価、及び関連する最新の研究に関する意見交換を行って頂いた。

1.1 環境動態研究部

環境動態研究部が担当した国際シンポジウムを平成9、12、15、及び18年度に開催し、その内容を年度ごとに一冊の英文プロシーディングスにまとめた。

平成9年度は、10月14～16日に六ヶ所村文化交流プラザで「International Meeting on Influence of Climatic Characteristics upon Behavior of Radioactive Elements (放射性物質の挙動に及ぼす気象の影響に関する国際検討委員会(略称:気象と物質循環の国際会議))を開催した。本会議では特別講演をはじめとして、19題の口頭講演及び18題のポスター発表が行われた。この会議の主な目的は、環境研で建設中の全天候型人工気象実験施設の運用に先立ち、気象条件が放射性同位元素の環境中挙動に与える影響を広く討論しようとするものであった。講演は放射生態学の歴史についてのベルギーのリエージュ大学のKirchmann教授の特別講演にはじまり、セッションAでは環境研の全天候型人工気象実験施設の概要とそこにおける実験計画が説明され、次いで、世界の植物栽培用人工気象装置の紹介とその運用経験が説明された。セッションBでは、温帯や寒帯、又は特殊な気象条件における放射性同位体の環境挙動について講演が行われた。セッションCでは熱帯や亜熱帯における放射性同位体の環境挙動に関しての発表があった。セッションDでは放射生態学研究の今後の方向性について討論が行われ、環境自体に対する影響の評価、分子レベルでの移行メカニズムの解明など、多様な意見が出された。環境研で初めての国際シンポジウムは、

活発な議論が交わされる有意義な会議となった。

平成12年度は、10月11～13日に六ヶ所村文化交流プラザで「International Workshop on Distribution and Speciation of Radionuclides in the Environment (環境における放射性核種の分布と存在形態に関する国際検討委員会)」を開催した。参加者は海外から12名、国内から134名であり、海外における先端的な研究に関する情報を含んだ有意義な情報交換を行うことができた。本会議では2題の特別講演、29題の口頭講演と23題のポスター発表が行われた。特別講演では、イタリアのENEAのCigna博士による「環境中における放射性核種の分布と存在形態：その放射生態学的意義」、元IAEAモナコ海洋研究所所長のBaxter博士による「2000年の環境放射能：その状況と優先課題、国際的見地から」と題した講演が行われた。放射生態学の最新の情報及び今後についての講演も行われ、有意義な会議となった。

口頭講演は以下のセッションに分けて行われた。

A：陸域環境における放射性核種の分布	6題
B：水圏環境における放射性核種の分布	8題
C：気圏環境における放射性核種の分布	5題
D：環境中放射性核種の存在形態	6題
E：環境試料の分析手法	3題
F：存在形態と環境モデル開発	1題

平成15年度は、10月22～24日に六ヶ所村文化交流プラザで「International Symposium on Radioecology and Environmental Dosimetry (放射生態学と環境の放射線被ばくに関する国際シンポジウム)」を開催した。参加者は総勢約200名(うち海外から14名)であり、同時通訳を介して行われた。本シンポジウムでは、基調講演1題、特別講演3題、口頭講演26題、ポスターセッション49題の発表が行われた。基調講演では、Journal of Environmental Radioactivity 編集委員長のSheppard博士による「これから求められる放射生態学研究について」の講演が行われた。また、本シンポジウムのテーマでもある「環境の放射線被ばく」への理解を深めるため、東京大学の嶋昭純名誉教授により「Comparative Radiation Biology: What we learnt from our studies on medaka germ cell

mutagenesis」と題した講演が行われた。口頭講演は以下のセッションに分けて行われた。

- A：放射生態学研究 3題
- B：環境放射線防護 2題
- C：陸域環境における放射性核種の分布 8題
- D：環境中放射性核種の存在形態 3題
- E：水圏環境における放射性核種の分布 4題
- F：気圏環境における放射性核種の分布 3題
- G：環境中放射性核種移行モデル 3題

平成18年度は、10月18～20日に六ヶ所村文化交流プラザで「International Symposium on Environmental Modeling and Radioecology（環境モデリングと放射生態学に関する国際シンポジウム）」を開催した（写真1）。国内外の研究者総勢約100名（うち海外から7名）が参加し、各講演において活発な議論が行われた。本シンポジウムでは、移行モデルを主なテーマとして、基調講演1題、特別講演4題、口頭講演20題、ポスター33題の発表が行われた。基調講演は、ドイツのGSF-National Research Centre for Environment and HealthのPröhl博士による「陸域環境へ放出された放射性核種の影響に関する現実的評価」であった（写真2）。本講演は、大気中から降水により降下した放射性核種の土壌、植物及び動物への移行等に関するモデル解析についての話題であった。特別講演において、イタリアのENEAのMonte博士は、「淡水環境管理のための意志決定支援システムに使用されている最新の放射生態学モデル」と題して、過去数十年の間にIAEAの国際的な研究プロジェクトによって開発された淡水生態系における放射性核種の移行や影響を予測するためのモデルについて発表した。ルーマニアのNational Institute for Physics and Nuclear EngineeringのGaleriu博士は、動物や人間の線量評価に用いられるトリチウム移行に関して、環境、栄養、代謝などのプロセスを考慮したモデル開発の学際的取り組みについて報告した。口頭講演は、以下のA～Gのセッションに分けて行われた。

- A：水圏環境における移行モデル 5題
- B：水圏環境における放射性核種の挙動 3題
- C：大気環境における移行モデル 3題
- D：大気環境における放射性核種の挙動 2題
- E：陸域環境における放射性核種の挙動 2題

- F：陸域環境における移行モデル 3題
- G：東海再処理施設周辺の線量評価 2題

講演及びポスター発表では多くの参加者から活発な質疑応答（写真3）があり、研究者間の情報交換が盛大になされたことは事務局としてこの上ない喜びであった。大会初日には歓迎会が行われ、食事をとりながらさらに具体的な研究事象について各人が議論を深めることができた。

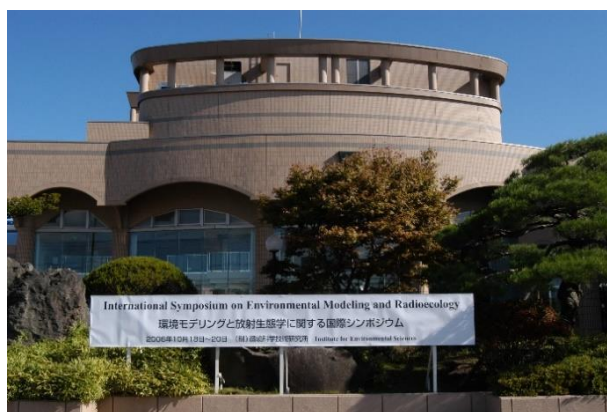


写真1 平成18年の国際シンポジウム開催場所：
六ヶ所村文化交流プラザ



写真2 平成18年の国際シンポジウムにおける
G. Pröhl博士による基調講演



写真3 平成18年の国際シンポジウム；
ポスターセッション会場におけるディスカッション

1.2 環境シミュレーション研究部

環境シミュレーション研究部が担当した国際シンポジウムを平成4、10、13、16、及び19年度に開催し、年度ごとに一冊の英文プロシーディングスにまとめた。

平成4年度は、平成5年3月31日にホテル青森（青森市）で「International Committee for Closed Ecology Experiment Facilities（閉鎖型生態系物質循環施設に関する検討委員会）」を開催した。森茂環境研理事長の挨拶の後、講演は、NASA ゴダードスペースフライトセンター（GSFC）G.A. Soffen、古川俊之国立大阪病院長、新田慶治環境研理事、ロシア科学アカデミーJ.I. Gitelson、ロシア生物物理学研究所 L.A. Somova、欧州宇宙機関（ESA）J.F. Redor（オランダ）、不破敬一郎東大名誉教授・CELSS 研究会長・環境化学会長、植田洋匡九大教授、ドイツ航空宇宙研究所（DLR）K. Kreuzberg、水谷広三菱化成生命科学研究所主任研究員、土屋清帝京大学教授、功刀正行国立環境研究所主任研究官、NASA エームスリサーチセンター（ARC）R.D. MacElroy、フランス原子力委員会 M. Andre、日本原研・和達嘉樹、相賀一郎大阪府大教授、大矢晴彦横浜国大教授、時岡達志気象研究所室長、及び 大坪孔治航空宇宙技術研究所室長の各氏が行った。地球環境の変動が世界中で問題視されている中で、「物質循環」は原子力と環境との関係の理解にとどまらず、広く社会の関心に寄与する課題であるとの認識の下、環境研の閉鎖系システム技術検討委員会での閉鎖型生態系物質循環実験施設検討の一環として、国内外の著名な研究者が一堂に会し、集中的な議論を展開した。

平成10年度は、7月21～23日に六ヶ所村文化交流プラザで「International Committee for Material Circulation in Geo-Hydrosphere and its Application（陸・水圏における物質循環とその応用に関する国際検討委員会）」を開催した。本委員会では、閉鎖型生態系実験施設の紹介と整備を開始した閉鎖系陸・水圏実験施設のための技術情報獲得を第1の目的とし、地球環境問題と宇宙応用に関連して将来これらの施設で行うべき研究について議論することを第2の目的とした。なお、本委員会はCELSS学会設立10周年記念「閉鎖生態系システムの地球と宇宙への応用に関する国際会議」と並行して実施された。初日は環境研の施設見学を行った。2日目は、不破敬一

郎 CELSS 学会長、佐藤章一環境研理事長、大桃洋一郎環境研所長らの挨拶と所の紹介に続き、米国地球変動研究所・真鍋叔郎、ロシア科学アカデミーJ.I. Gitelson の両博士が基調講演を行い、大坪孔治環境研部長心得、NASA-ARC の M.H. Kliss、NASA ジョンソンスペースセンター（JSC）Y. Vodovotz、フランス CEN カダラッシュ原子力安全防護研究所 C. Tamponnet、ドイツ・ルール大学ボーフム V. Blüm、ロシア生物物理学研究所 S.I. Bartsev、NASA-GFSC の G.A. Soffen、新田慶治環境研常務理事及び J.I. Gitelson の各氏が講演を行った。3日目は、CELSS 学会の国際会議の講演とともに、相賀一郎大阪府立大学長、S.I. Bartsev、不破敬一郎、M.H. Kliss、水谷広日大教授、村松晋宇都宮大学教授、新田慶治、大矢晴彦横浜国大教授、G.A. Soffen、玉浦裕東工大教授、Y. Vodovotz、及び NASA ケネディースペースセンター（KSC）R.M. Wheeler の各氏をパネリストとして C. Tamponnet の司会でパネル討論を行った。特筆すべきは、基調講演を行った真鍋叔郎博士（写真4）が海洋モデルと大気モデルを結合して地球環境変動予測に貢献した業績に対して令和3年にノーベル物理学賞を授与されたが、博士は環境研の実験施設について、「閉鎖生態系の地球環境変動研究への適用」として、「1. 地球環境変動の生態系へのインパクト」と「2. 大気・海洋・陸の結合システムの変動が生物圏のCO₂の取り込みに与える影響」を挙げ、「これら2つの研究課題のためには制御性と閉鎖性が優れていることが非常に重要であると信じる」というコメントを残していることである（環境研主要成果「閉鎖陸圏施設を用いた湿地生態系炭素収支の解明」参照）。

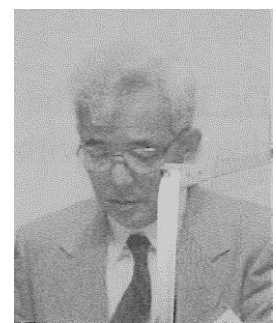


写真4 平成10年の国際検討委員会における真鍋叔郎博士の基調講演

平成13年度は、9月26～28日に六ヶ所村文化交流プラザで「International Meeting for Advanced Technology of Environment Control and Life Support（環境制御と生命維持の先端技術に関する国際会議）」を開催した。本国際会議では、閉鎖型生態系実験施設の紹介と閉鎖居住実験のための技術情報獲得を第1の目的とし、地球環境

問題と宇宙応用に関連して将来本施設で行うべき研究について議論することを第2の目的とした。特別講演は科学ジャーナリストの中野不二男氏が行った。講演はNASA本部C.J. Barnes、NASA-JSCのD.L. Henninger、NASA-ARCのM.H. Kliss、NASA-KSCのR.M. Wheeler、ESA-ESTECのC.J. Savage、同左C. Lasseur、カナダ宇宙局(CSA)本部A. Berinstain、カナダGuelph大学M.A. Dixon教授、宇宙開発事業団の下田隆信、新田慶治環境研常務理事、多胡靖宏環境研副主任研究員、大政謙次東大教授、北宅善昭大阪府立大教授、新井竜司環境研研究員、遠藤政弘環境研次長、小松原修環境研研究員、本田剛環境研研究員、皆川秀夫北里大講師、伊藤伸彦北里大教授、小池淳平東工大助手、毛利元彦JAMSTEC研究部長、篠原正典環境研研究員、阿部康一環境研研究員、坂田洋環境研研究員、及び曾田匡弘環境研研究員が行った。また、環境研の新田慶治常務理事が平成12年にNASA及びESAの関連研究者に呼びかけ組織されることになった国際先端生命維持作業部会(International Advanced Life Support Working Group (IALSWG))の会議を行い、新田慶治、遠藤政弘、多胡靖宏、Y. Takashima (CELSS 学会米国支所)、C.J. Barnes、D.L. Henninger、K.R. Daus (NASA-JSC)、R.M. Wheeler、M.H. Kliss、C. Lasseur、C.J. Savage、M.A. Dixonの各氏が参加した。

平成16年度は、9月28～30日に六ヶ所村文化交流プラザにおいて「International Symposium on Closed Habitation Experiments and Control and Life Support (閉鎖居住実験と物質循環技術に関する国際シンポジウム)」を開催した。本シンポジウムでは、閉鎖型生態系実験施設において閉鎖居住実験実施のため行われた予備居住実験、取得された植物栽培及び動物飼育データ、並びに物理化学的処理装置の改良に関する報告を第1の目的とし、海外における同様の実験・計画の報告を第2の目的とした。さらに、環境研実験施設における物質循環機能向上のみならず地球環境保全に不可欠な資源循環社会構築を目指した技術的挑戦の報告と情報交換を企図した。特別講演は科学ジャーナリストの山根一眞氏が行った。研究発表は口頭またはポスター形式で、新田慶治環境研専務理事、増田毅環境研副主任研究員、小松原修環境研研究員、篠原正典環境研研究員、多胡靖宏環境研主任研究員、中村三佐男(サイエンテック社)、福

田修司(同左)、津賀正一環境研研究員、新井竜司環境研研究員、本田剛環境研副主任研究員、NASA-JSCのD.J. Barta、NASA-KSCのJ.C. Sager、NASA-ARCのM.H. Kliss、ESA-ESTECのC. Lasseur、カナダGuelph大学M.A. Dixon教授、Y. Takashima(CELSS 学会米国支所)、Cornell大学J.D. Hunter教授、ロシア生物物理学研究所S.I. Bartsev、同左・A.A. Tikhomirov、ロシア生物医学研究所V.K. Iryin、JAXA井上夏彦、遠藤政弘環境研次長、五十嵐泰夫東大教授、皆川秀夫北里大助教授、竹内俊郎東京海洋大教授、岡村隆成八戸工大教授、水谷広日大教授、鈴木静男環境研研究員、浦野裕(拓殖大学北海道短大)、小島洋(新菱冷熱)、露木透(大阪府大)、安武大輔(九大)、谷享環境研研究員、小西敦美(東大)、遠藤亮輔(東大)、野副晋環境研研究員、谷晃東海大学教授、宮崎裕子(千葉工大)、西功(ウェストロン社)、嶋宮民安(山梨大学)、山崎恵(日大)、相部洋一環境研研究員、谷克二(阪大)、山口進康(同左)、宮嶋宏行(東京女学館大)、阿部康一環境研研究員、JAXA桜井誠人、丸山和孝(サイエンテック社)、白石文秀(九工大)、西野康夫環境研副主任、吉田智(九大)、名取裕太(静大)、黒沢克彦(水圏科学コンサルタント)、遠藤雅人(東京海洋大)、藤田和男(岡山県環境保健センター)、辻正俊(東洋エンジニアリング)の各氏が行った。また、環境研本館セミナー室でIALSWG会合を行い、NASA本部C.J. Barnes、C. Martin-Brennan(同左)、D.J. Barta、J.C. Sager、M.H. Kliss、ESA-ESTEC・G. Tan、C. Lasseur、A.A. Tikhomirov、V.K. Iryin、CSA本部A. Berinstain、M.A. Dixon、JAXA木部勢至朗、大西充(同左)、新田慶治、多胡靖宏、遠藤政弘、Y. Takashimaの各氏が参加した(写真5)。



写真5 平成16年の国際シンポジウム開催期間中に行われたIALSWG会合の参加者

平成19年度は、11月15～16日に六ヶ所村文化交流プラザで「International Symposium on Application of a

Closed Experimental System to Modeling of ^{14}C Transfer in the Environment (閉鎖系システム構築と ^{14}C 移行モデリングに関する国際シンポジウム)」を開催した。本シンポジウムでは、完了段階に至っている閉鎖型生態系実験施設を用いた物質循環閉鎖居住実験系構築に関する報告と海外における同様の実験系の報告を第1の目的とし、本格操業を間近に控えた六ヶ所再処理施設において最も公衆の線量寄与が高いと予測される放射性炭素の移行モデル化に関する情報交換を第2の目的とした。特別講演はルーマニア Horia Hulubei 国立研究所・D. Galeriu 博士と NASA-JSC の D.J. Barta 博士が行った。研究発表は口頭またはポスター形式で、高橋知之京大准教授、谷享環境研副主任研究員、韓国原研・ドン・クオン・ケウム、ルーマニア Horia Hulubei 国立研究所・A. Melintescu、増田毅環境研副主任研究員、山澤弘実名大教授、ランカスター環境センター・N. Ostle、鈴木静男環境研副主任研究員、原研機構・小嵐淳、永井勝環境研研究員、NASA-KSC の R.H. Wheeler、多胡靖宏環境研主任研究員、ESA-ESTEC の C. Lasseur、JAXA 大西充、NASA-ARC の J.A. Hogan、津賀正一環境研研究員、カナダ Guelph 大学 Y. Zheng、新井竜司環境研研究員、ロシア生物医学研究所 V.K. Iryin、ロシア生物物理学研究所 A.A. Tikhomirov、大阪大学・山口進康、野副晋環境研研究員、名大・大田雅和、千葉大・イ・チョル・ギユ、東農大網走・西野康人、静大・城間和代、JAXA 宇宙研・橋本博文、石川義朗環境研研究員、北京航空航天大学・リュウ・ホン教授、琉球大・平山琢次の各氏が行った。

1.3 生物影響研究部

生物影響研究部が担当した国際シンポジウムを平成11、14、17、20、及び25年度に開催し、年度ごとに一冊の英文プロシーディングスにまとめた。

平成11年度は、10月20～22日に六ヶ所村文化交流プラザで「International Symposium on Biological Effects of Low Dose Radiation (低線量放射線の生物影響に関する国際検討委員会)」を開催した。参加者は、招待研究者が33名(国外8名、国内25名)、行政機関より8名、大学等の研究機関から74名の合計115名であった。特別講演を含む口頭発表9つのセッション(発表数26)

とポスターセッション(発表数11件)が行われた。特別講演は ICRP の主委員会委員である松平寛通博士により、ICRP の歴史や最近の活動状況について解説がされた。続いて、佐々木正夫博士、生島隆治博士による情報伝達と適応応答、V.Di Majo 博士、G.Gerber 博士、T.M. Seed 博士による外部照射による腫瘍について、P.Fritsch 博士による内部被曝による影響について、野村大成博士、嶋昭紘博士による放射線の遺伝的影響について講演があった。また、K.H.Clifton 博士、神谷研二博士、武藤正弘博士、S.D.Bouffer 博士、F.J.Burns 博士による放射線発がんの機構について、R.L.Ullrich 博士、丹羽太貫博士が遺伝的不安定性について、F.J.Burns 博士が低線量放射線影響研究の将来展望について話された。環境研からは、佐藤理事兼生物影響研究部部長、斎藤研究員、箭内研究員、田中研究員、白田研究員、一戸担当役による低線量率連続照射による影響について発表が行われ、活発な論議が行われた。

平成14年度は、10月9～11日に六ヶ所村文化交流プラザで「International Symposium on Biological Effects of Low Dose Radiation-molecular Mechanisms for Radiation-induced Cellular Response and Cancer Development (低線量放射線の生物影響に関する国際シンポジウム—放射線による細胞応答とがん発生の分子機構)」を開催した。参加人数は合計189名(内訳は外国、国内の招待研究者19名、生物影響研究部の委託調査の委員会委員の研究者15名を含む研究者91名。国、県、村の行政関連8名。企業関連48名。報道関連7名。環境研の役員、研究者、職員35名)全国の公募によるポスター発表関連の参加者は57名。参加外国人は国内在住外国人も含め、9カ国から13名が参加された。シンポジウムでは、「人体への影響、マウス発癌と癌遺伝子、癌感受性遺伝子」のセッションにおいて、T.G.Hinton 教授、村田紀博士、鎌田七男博士、P.Duport 博士、島田義也博士、木南凌博士、J-L.Poncy 博士、M. Atkinson 博士と森展子博士の講演があり、「細胞応答と遺伝子異常」のセッションにおいては、佐渡敏彦博士の特別講演と酒井一夫博士、鈴木啓司博士、馬替純二博士、C.Mothersill と C.Seymour 両博士、C.R.Geard 博士、K.Holmberg 博士、丹羽太貫博士の講演があった。「血液障害と白血病、新しい遺伝子研究手法」のセッションでは、前川昭彦博士の特別講演

に続き、環境研からは低線量率長期被ばくによる血球前駆細胞数の変化について発表が行われ、平林容子博士による白血病の発生機序、継世代の白血病についてB. I. Lord 博士の講演が行われた。また、染色体とゲノム解析について、G. Kreth 博士と野田哲生博士による講演があり、活発な論議が交わされた。

平成 17 年度は、9 月 28～30 日に六ヶ所村文化交流プラザで「International Symposium on Low-Dose Radiation Effects on Bio-defense System (低線量放射線被ばくと生体防御機能に関する国際シンポジウム)」を開催した。合計 134 名の参加者により、シンポジウム形式で開催した。大阪大学名誉教授野村大成博士による特別講演「放射線生物影響研究における問題点」の後、22 演題を 5 つの個別セッションに分け、「マクロファージと生体防御」セッションでは、Y. Shibata 博士、竹屋元裕博士、小林芳郎博士に、「放射線被曝と非がん病変・原爆被曝者の非がん病疾病や継世代影響等」セッションでは、楠洋一郎博士、N. Priest 博士、J. Baulch 博士、F. F. Hahn 博士に、「樹状細胞と生体防御」セッションでは、松野健二郎博士、K. Takahara 博士、H. Yoneyama 博士、高岡晃教博士、R. J. Steptoe 博士に、「放射線被ばくと生体防御」セッションでは、G. Halliday 博士に、「リンパ球/NKT 細胞と生体防御」セッションでは、西村孝司博士、藤井庄人博士、M. Terabe 博士、佐藤加代子博士による講演があり、それぞれ討議が行われた。

平成 20 年度は、10 月 7～8 日に六ヶ所村文化交流プラザで「International Symposium on Carcinogenesis and Genetic Effects of Low Dose Radiation Exposure (低線量放射線の発がん遺伝子影響に関する国際シンポジウム)」を開催した。海外からの研究者 6 名、国内研究者 40 名を含む、合計 103 名の参加者があった。研究発表は、低線量放射線による発がん、非がん病変、継世代影響の他に、放射線生物影響アーカイブとその利用、および低線量率放射線の生物影響共同研究という 5 つのテーマに分けて合計 17 題の講演が行われた。具体的には、環境研で行われた悪性リンパ腫の遺伝子変異解析研究を含む実験放射線発がんの機構、心血管疾患のリスクと機構、生物学的線量評価の実際と将来展望、環境研で現在進めている実験調査、原爆被曝者の継世代影響に関する調査、マウスを用いた DNA 損傷・修復、染色体

異常等の機構に関する実験、環境研における病理標本データの保存管理を含めた放射線生物影響に関するデータベースや標本、試料のアーカイブの現状、さらに環境研と他機関との間で進めている共同研究の成果について、それぞれ発表があり、討論が行われた。

平成 25 年度は、10 月 20～21 日にホテルクラウンパレス青森及び東京大学山上会館の 2 箇所で開催された「International Workshop on the Biological Effects of Low Dose Radiation (低線量放射線の生物学的影響に関する国際ワークショップ)」を開催した。10 月 20 日は、青森における放射線影響学会の場を借りて、低線量放射線の非がん影響に関するワークショップを催し、当研究所での研究内容 (2 演題) を発表し、内外の委員に評価していただくとともに、小笹晃太郎博士による被ばく者の心疾患の疫学について、岩崎利泰博士による最近 ICRP が心血管疾患に関して設定した閾値 (0.5 Gy) について、S. Tapio 博士 (写真 6) による心血管疾患のモデルとしてのヒト血管内皮細胞由来培養細胞を用いた照射実験の結果についての講演があった。また、内外の委員に、DNA 修復、組織応答、白血病モデル、年齢依存性などの幅広い話題について先進的な研究内容について発表があり、M. H. Barcellos-Hoff 博士による細胞周辺微小環境などを介した影響の重要性、C. Badie 博士による慢性骨髄性白血病の分子機構、M. Weil 博士によるガンマ-H2AX フォーカスによる障害の定量、島田義也博士による発生・成長中のマウスへの照射実験、鈴木啓司博士による、DNA 二本鎖切断の生成と修復を 53BP1 フォーカスを利用して解析した結果について講演が行われた。21 日に東京大学山上会館 (写真 7 及び 8) で開催されたシンポジウムでは、環境研で実施している実験調査である、継世代影響、腫瘍細胞移植実験、照射による体重増加実験、放射線誘発白血病解析および転座型染色体異常解析についてそれぞれ発表し、委員に評価をしていただき、また調査の方向性や方法などについて議論を交わすことができ、有意義なものとなった。



写真6 平成25年の国際ワークショップにおける S.Tapio 博士の講演



写真7 平成25年に開催した国際ワークショップの講演会場（東京大学山上会館）



写真8 平成25年に開催した国際ワークショップの懇親会会場

1.4 その他の国際シンポジウム

平成28年10月4日に六ヶ所村文化交流プラザで「Joint IES-ICRP Symposium on Environmental Protection within the ICRP System of Radiological Protection（環境研-ICRP 共催シンポジウム ICRP 放射線防護体系における環境防護）」を開催した。

また、令和3年9月27～29日に「International Symposium on “Environmental Dynamics of Radionuclides and the Biological Effects of Low Dose-rate Radiation”（放射性核種の環境ダイナミクスと低線量率放射線の生物影響に関する国際シンポジウム）」をウェブ形式で開催した。本シンポジウムでの発表論文は、国際学術誌 *Radiation Protection Dosimetry*, volume 198 No. 13-15, 2022, special issue（Oxford University Press）に *Proceedings of Institute for Environmental Sciences’ International Symposium on Environmental Dynamics of Radionuclides and the Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation, September 27 to 29, 2021* として出版された（写真9）。本誌には54篇の査読論文が掲載され、その内24篇の筆頭著者が環境研の研究職員であった。

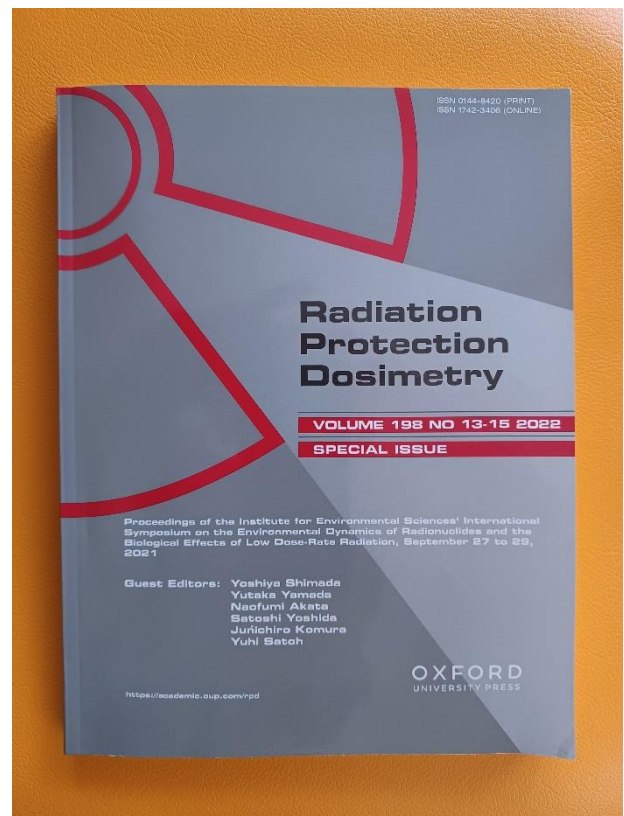


写真9 令和3年の国際シンポジウムでの発表論文を掲載した *Radiation Protection Dosimetry*, volume 198 No. 13-15, 2022, special issue; *Proceedings of Institute for Environmental Sciences’ International Symposium on Environmental Dynamics of Radionuclides and the Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation, September 27 to 29, 2021*

2. 環境研が実施してきたセミナー・講演会

2.1 環境研セミナー

職員の能力向上を第一の目的として平成3年5月から開始し、令和2年度までに193回のセミナーを行ってきた(写真1)。研究所の調査研究業務に関連する幅広い分野の研究者等を研究機関や教育機関、関連団体から招聘し、自由な討議を通して情報交換や知見拡大を図ってきた。参加者は環境科学技術研究所(以下、環境研)の職員に加え、近隣の自治体、関連機関・企業など村内の専門家、関係者に限定した形で行ってきた。



写真1 第7回 環境研セミナーの様子
(島根大学教授 橋谷 博氏)

しかし平成25年、一般の方にも興味を持っていただけるような内容で、公開実施するものも合わせて行っていくこととし、第175回環境研セミナーでは施設公開の基調講演として「青森県民のがん死亡とその予防」



写真2 第175回 環境研セミナーの様子
(弘前大学 松坂 方士 氏)

と題して、青森県短命県返上に取り組んでいる弘前大学大学院医学研究科の松坂方士氏をお招きして、公開セミナーを開催した(写真2)。それ以降、193回までは内容によって参加者を限定、あるいは公開形式で行うものを実施した。

令和2年度以降、環境研セミナーは理解醸成・地域交流の一貫として一般に公開して行うものとし、専門家向けや研究員能力向上のためのセミナーは環境研学術セミナーなど、別形式で行うこととしている。

2.2 原子力と環境の関わり(講座)

環境研では、「原子力と環境の関わり」をテーマとして、国(文部科学省)からの広報関連の直接受託事業を実施していた。本事業の対象地域は全国であり、実施内容についても原子力等の理解に資する幅広い科学的な基礎知識に関する内容であった。

その一環として、平成16年11月4日から12月2日にかけて青森市においてエネルギー、原子力、環境、放射線などに関する全5回のシリーズ講演会を開催した(写真3)。また、平成17年11月8日から12月7日にかけて八戸市においても同様に全5回の講演を行った。



写真3 講座「原子力と環境のかかわり」 青森市
(電気事業連合会 増田 博武 氏)

さらに平成18年10月には弘前市において、上記と同様の全3回のシリーズ講演会を実施した他、11月に東京都千代田区では「低線量率・低線量放射線の影響の解明に挑む」のテーマで(写真4)、また、岩手県盛岡市では環境研が進める放射性物質の環境動態研究及び低線量率・低線量放射線の生物影響の研究成果に関する講演会を行った。



写真4 講座「原子力と環境のかかわり」東京都千代田区

2.3 成果報告会・環境科学セミナー

環境研の調査研究の成果を報告する場として、成果報告会を開催してきた。当初は、六ヶ所村のみで実施しており、平成7年度から18年度まで例年5月に六ヶ所村文化交流プラザスワニーにおいて、環境影響研究部、環境シミュレーション研究部、生物影響研究部の主要調査研究項目ごとに前年度の調査結果を報告する場として、調査研究成果報告会（写真5）を行っていた。



写真5 調査研究成果報告会(平成16年度)

平成19年から青森県からの受託事業として排出放射性物質影響調査情報発信活動が開始され、立地地区である六ヶ所村に加えて、青森市、弘前市、八戸市において、環境影響・生物影響研究分野から、主要な調査研究の成果や調査内容を選んで、例年9月から12月にかけて各地域で成果報告会として行う形となった。なお、従来行ってきた六ヶ所村での調査研究成果報告会は所内成果報告会となり、当該報告会で発表する課題を選定するための場として位置づけられた。

初年度である平成19年度は「放射線の影響を探る」のテーマで、環境影響研究分野からは「青森県民が大地からのガンマ線によって受ける被ばく線量」、「青森県民が大気中ラドンから受ける被ばく線量」、「青森県民の内部被ばく線量の推定」の3課題、生物影響研究分野からは「低線量率放射線長期連続照射による影響（寿命試験）」、「マウス悪性リンパ腫の遺伝子解析」の2課題の報告を行った（写真6）。



写真6 成果報告会
(情報発信活動、平成19年度弘前市開催)

また、平成25年度からは排出放射性物質影響調査の六ヶ所村沖合海洋調査を青森県から受託している（公財）日本海洋科学振興財団と六ヶ所村、八戸市での合同での成果報告会の開催を開始した。さらに平成26年度からは参加者から寄せられたアンケートで健康や環境、エネルギー問題などの関心が高かったことから、外部の有識者をお招きして基調講演を組み合わせることにし、環境科学セミナーと改称した。最初の基調講演は青森市において、東京大学医学部附属病院の放射線科医、中川恵一氏に「放射線とがんのウソ・ホント」と題してご講演頂いた（写真7）。



写真7 環境科学セミナー（青森市開催 中川 恵一 氏）

環境科学セミナーはコロナウィルス感染症の流行により中止となった会もあったが、これまで毎年、継続して実施している。

3. 環境研が発行してきた刊行物

環境科学技術研究所では、これまで、法人として、また受託事業の一つとして各種刊行物を発行してきた。前者は当所の活動記録や活動内容の記録、広報用資料として発行してきた年報や年史、環境研ニュース、環境研パンフレット、後者は国や青森県からの委託事業の発行物であるパンフレット（原子力と環境のかかわり、放射線の基礎知識）やリーフレット（環境研ミニ百科、ハイホーインフォ、サイエンスノート）などが挙げられる。この項では、これら発行物について振り返る。

3.1 環境科学技術研究所年報及び年史

当所の調査研究や広報活動、その他の様々な事項についての活動の記録として、平成7年度から年報（写真1）を発行してきた。年報は所内に設置された広報・連絡委員会（現共創推進委員会）が中心となって制作を行っている。配布先は青森県や国、関連機関、賛助会員などであり、またISSN番号も取得しており、国会図書館への登録、送付を行っている。また、平成2年に設立後、五年史、十年史（写真1）の発行を行い、それぞれの時点までの活動の記録として総括を行った。



写真1 年報（上段）と五年史、十年史

3.2 環境研ニュース（IES News Letter）

当所の調査研究に関連する活動状況や所内での様々な出来事などのトピックスをまとめた環境研ニュース（写真2）を平成4年度から凡そ年4回のペースで継続的に発行してきた。また、令和元年度からはIES News Letter（写真2）と改称し、一般の方が手に取って短時間で読めるA4サイズ1枚のものとするとしてリニ

ューアルを図った。昨今の潮流としてペーパーレス化が進んでいることもあり、ホームページトピックスの更新頻度を上げるなど、紙媒体以外の取り組みにも注力しており、発行の在り方についての議論を行っており、過渡期を迎えている。



写真2 環境研ニュース及びIES News Letter

3.3 環境研パンフレット

当所の成り立ちや事業内容等の説明に用いるパンフレット（事業要覧、写真3）を平成3年から作成し、組織変更や事業内容の変遷とともに、適宜、改訂を行ってきた。大きな改訂があった時期としては、先端分子生物科学研究センターの設立が決定した平成14年度、公益財団法人化並びに環境動態研究部及び環境シミュレーション研究部の合併があった平成24年度、共創センター及びトリチウム研究センターが設置された令和4年度が挙げられる。



写真3 環境研パンフレット
（上段左上から下段右下への順番で変遷）

3.4 受託事業説明用パンフレット

当所では国から受託した原子力に関する普及啓発に関する事業を実施していた。その事業の一環として平成7年に放射線の性質や環境放射線や放射線の生体影響、原子力施設に関する基礎知識などの情報をまとめた「原子力と環境のかかわり」パンフレット(写真4)を発行し、その後継続して改訂、発行を行った。また、平成19年から始まった青森県から受託した情報発信活動において、それら基礎知識に加えて環境研が進めてきた調査研究の成果も含んだ内容の「放射線の基礎知識」にリニューアルし、現在でも改訂を重ねて発行している。これら資料は、住民への説明会でのテキストや補助資料として活用している



写真4 事業説明用パンフレット

3.5 受託事業説明用リーフレットとミニパンフレット

身近な事柄に対する素朴な問い「なぜ？」に応える資料として、環境研ミニ百科(写真5)が平成7年3月に国からの受託事業に係る発行物の一つとして創刊された。平成7~19年度にかけて、毎年凡そ10号程度ずつ、身近な科学に関する内容を中心にA4サイズ1枚両面のボリュームで平成第133号まで発行した。

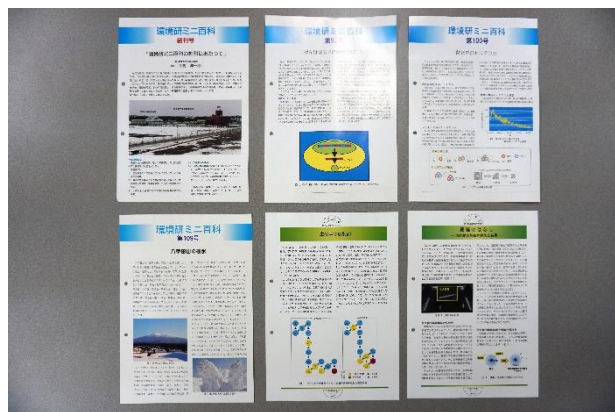


写真5 環境研ミニ百科

また、平成13年度からは原子力、放射線、科学一般、環境研の活動やデータ等に関わる事柄をイラストなどの比率を上げ、4ページの構成でより分かりやすく説明をするサイエンスノート(写真6)を新たに創刊した。本資料も平成19年度第29号まで発行し、主に出前説明会や対話集会用の資料として活用した。



写真6 サイエンスノート

更に平成24年度からは、排出放射性物質影響調査に係る放射線や放射性物質に関する基礎的な話、調査研究で使われている施設・設備・実験手法などの紹介、調査研究の成果などを簡潔にまとめて説明するリーフレットを創刊した。なるべく親しみやすい資料となる様、「はいほーっ!いんふお」と名付け、A4サイズ両面で表面は概要や調査内容等を簡単にまとめたものとし、裏面に更に詳しい情報を記載する形式としている(写真7)。なお、環境研のこと、環境と自然、健康と生活、放射線のはなし、の4つの分類で発行しており、これまで28種類の資料を作成してきた。

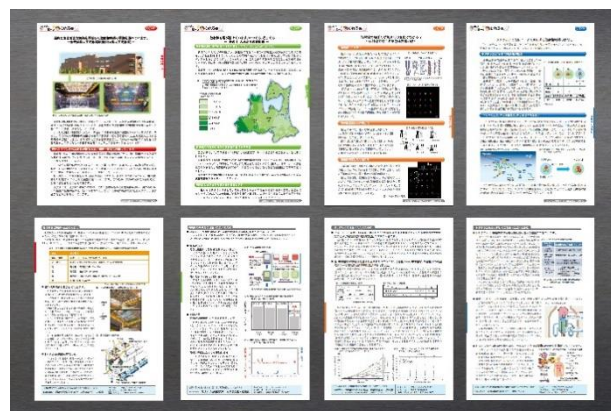


写真7 はいほーっ!いんふお

今後も、当所の活動内容や調査研究内容の理解がより深まるような資料を作成していく予定である。

4. 見学者の受け入れ

環境研では、行政機関、企業、教育機関、各種団体、個人からの要請に応じて、見学者の受け入れを行ってきた。また平成22年度からは国が進める「次世代エネルギーパーク」(新エネルギーをはじめとする次世代エネルギーを、多くの人が見て触れる機会を増やし、次世代エネルギーのあり方について理解を深めることを目的に、これらの設備が集積している地域に整備)に六ヶ所村が指定・参加することを契機に、協力機関として見学者の受け入れ(写真1、2)を行ってきた。

統計を取り始めた平成6年度から令和3年度までの見学者数の推移を表1に示す。施設整備・建設・竣工それらに伴うプロジェクト開始などが多かった平成10年代が見学者数が多く、その後は減少傾向が続いている。令和に入り、コロナウィルス感染症流行の影響もあり、年間400人程度で推移している。

なお、令和に入ってから来所者の傾向として、近隣の教育機関や全国各地のエネルギー関連の企業・団体などが多くを占めている。



写真1 北里大学からの見学



写真2 青森県立七戸高校からの見学

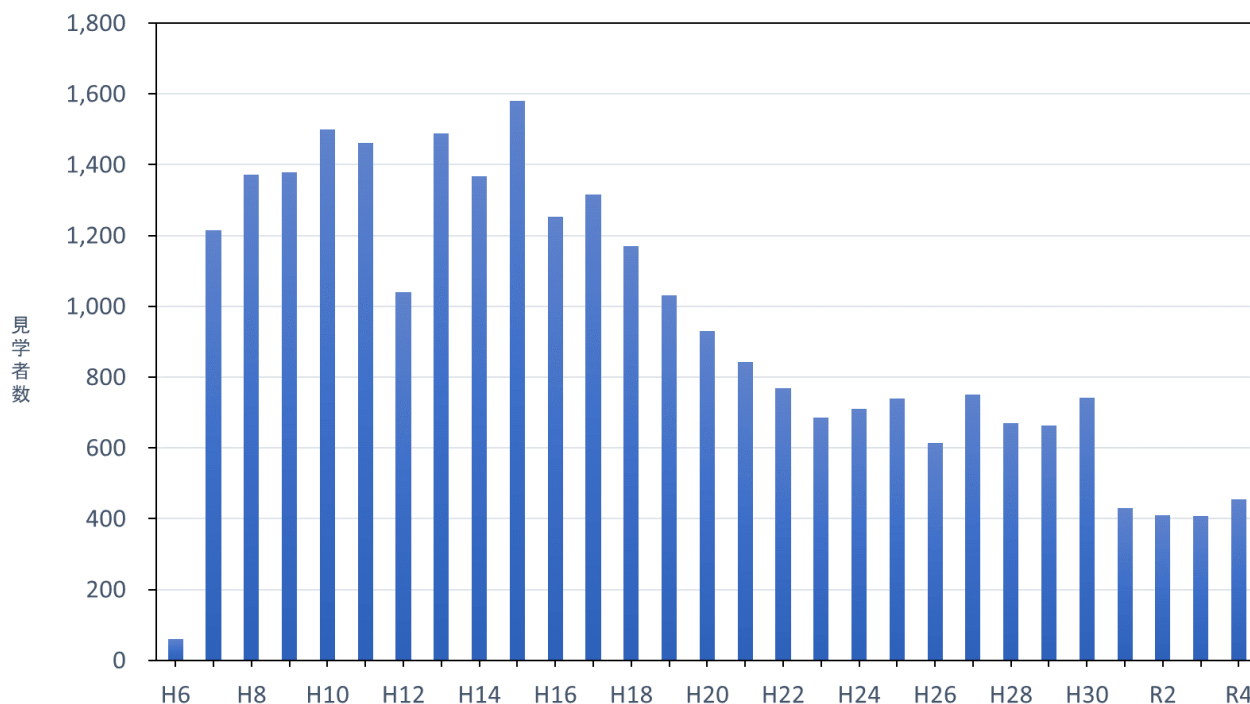


表1 平成6年度から令和4年度までの見学者数の推移

5. 研究協力

環境科学技術研究所では、研究の効率的な推進と成果の向上を図るため、設立初期から他機関との研究協力を進めてきたが、平成 14 年度に体制や制度整備を行い現在に至っている。環境研では、研究協力は共同研究、及び協力研究に区分し、前者は機関相互の成果を利用すること、後者は機関相互の研究推進を図ることを目的としている。なお、研究協力の件数を図 1 に示すが、年間 10~20 件程度で推移している。

また、令和元年からは、より協力体制を深めるため、量子科学技術研究開発機構、福島大学環境放射能研究所、弘前大学(写真 1)、学校法人北里研究所(写真 2)、公益財団法人日本海洋科学振興財団(写真 3)との間で包括的な連携協定を締結するとともに、令和 3 年からは筑波大学アイソトープ環境動態研究センターが核となり 6 研究機関で構成される放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点(ERAN)に参画した(図 2)。



写真 2 学校法人北里研究所との包括連携協定締結



写真 3 日本海洋科学振興財団との包括連携協定締結



写真 1 弘前大学との包括連携協定締結

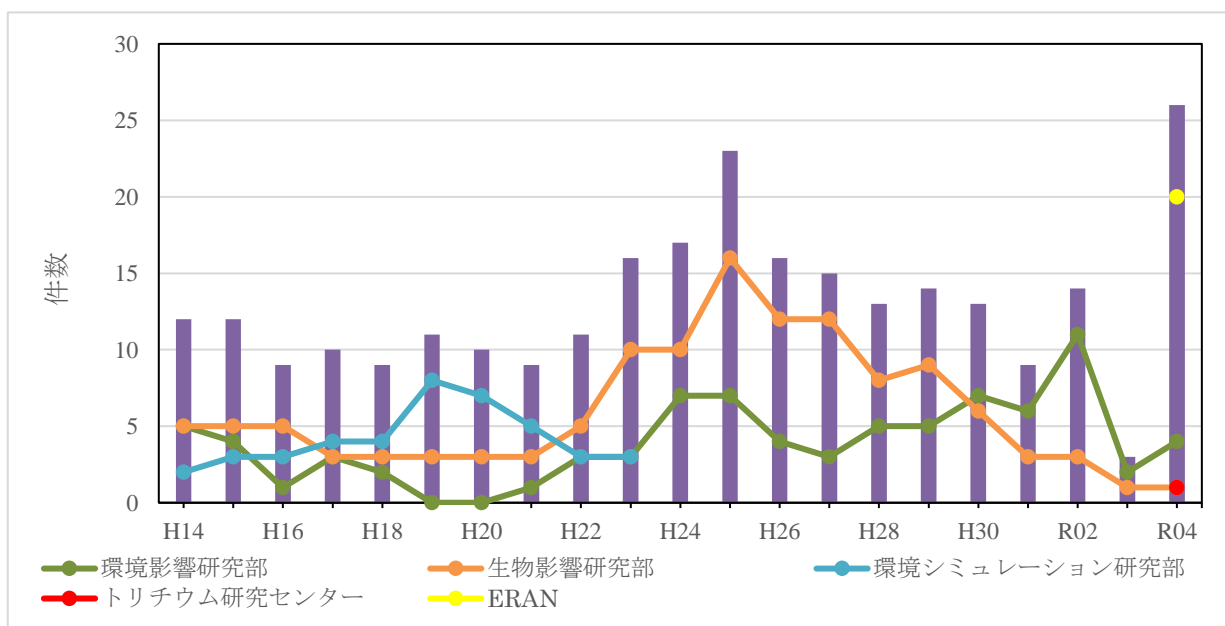


図 1 研究協力件数の推移

(凡例は令和 4 年度の研究部名。平成 23 年以前の「環境影響研究部」は「環境動態研究部」を示す)

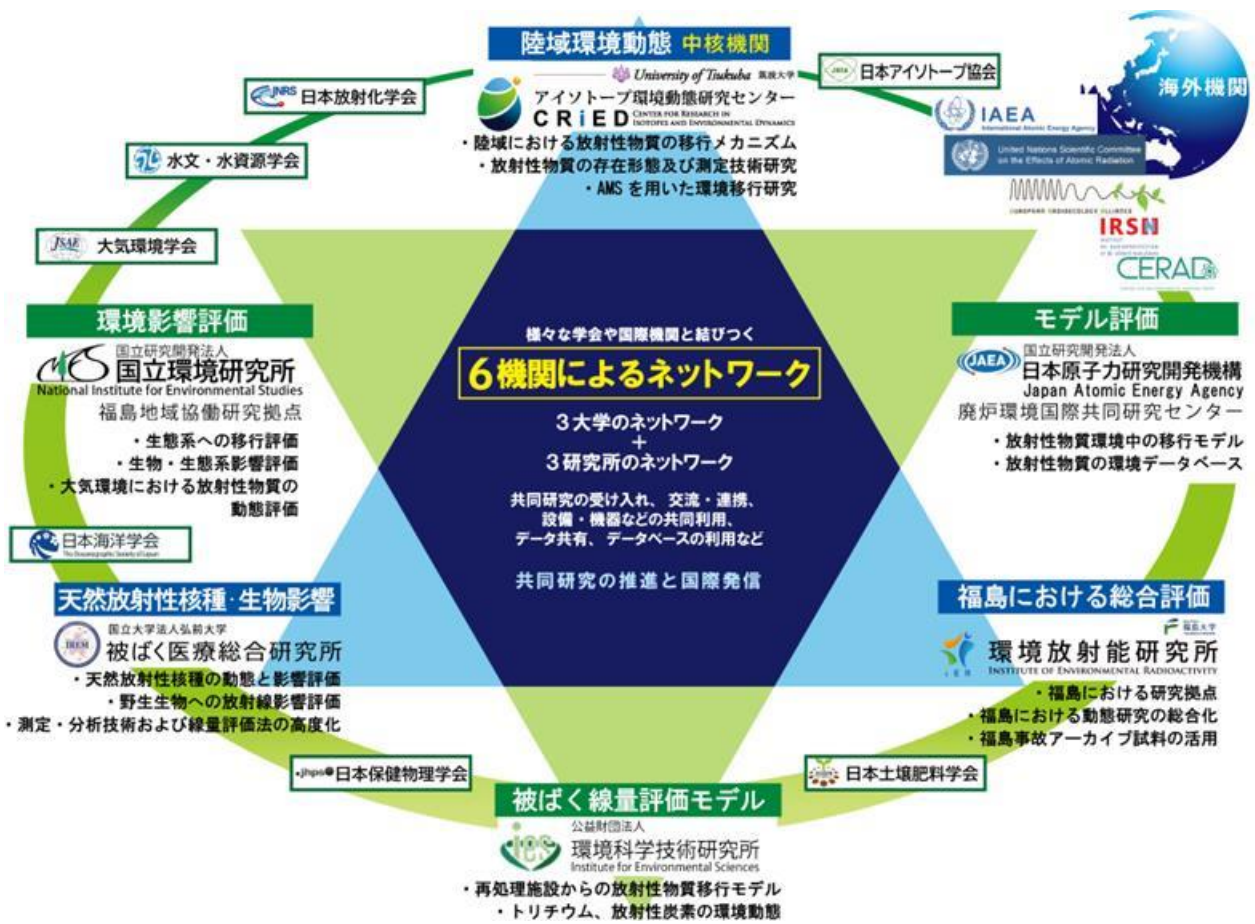


図2 放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点 (ERAN)

6. 六ヶ所村への貢献・交流活動

環境科学技術研究所（以下、環境研）では、六ヶ所村に立地する研究所としての特徴と研究所がもつ人材を活かし、原子力施設関連事業者と立場が違う研究所として原子力に関する知識の普及活動を行う他、青少年の科学に関する興味・関心の昂揚を図るために活動を行ってきた。その一環として、科学体験イベントの開催や地域で行われるイベントへの出展、教育機関等への講師派遣や見学受け入れなど、主に青森県内を対象として地域貢献・交流活動を行ってきた。その中でも当所が立地する六ヶ所村では、ろっかしよ産業まつりにおける理科教室の実施、村内小学校を対象とした環境研理科教室、尾駈小学校を対象とした尾駈沼環境自然学習を長年にわたり継続して行っている。また、近年では村内の環境改善や農産品に関する開発等への協力も進めている。この章では、六ヶ所村を対象に行ってきたこれらの活動について振り返る。

6.1 ろっかしよ産業まつりにおける理科教室

「ろっかしよ産業まつり」（写真1）は11月上旬の週末2日間にわたって行われ、メス鮭のつかみ取りイベントが有名で県内だけでなく県外からの来客もある六ヶ所村の秋の一大イベントである。当該イベントは尾駈（おぶち）漁港で開催されており、環境研は平成8年から「環境研理科教室」として出展を始め、コロナウィルス感染症流行による中止が令和2、3年度とあったものの、継続して出展をしている。理科教室の会場は漁港の六ヶ所村海水漁業協同組合倉庫を特設会場とし、産業まつりの主要イベントの一つとして定着している。



写真1 ろっかしよ産業まつり（平成16年度）



写真2 ろっかしよ産業まつりでの科学体験の様子
（令和4年度）

当理科教室については家族連れを中心に概数ではあるが2日間で400から600名の方が参加し、毎年大変盛況である。

平成8年度から19年度までは環境研単独で実施をしていたが、村内に新たに設立された国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（QST）量子エネルギー部門六ヶ所研究所や青森県量子科学センター、東北大学六ヶ所村分室の参加が平成20年度以降に始まり、同倉庫のスペースを拡張した上で共同して理科教室イベント（写真2）を実施するようになり、現在に至っている。

6.2 環境研理科教室

環境研では村の教育委員会の意向も踏まえ、平成10年度から青少年の科学に対する豊かな探究心と創造力を養うことを目的とした環境研冬季理科教室を、村内小学校を対象として開始した。また、平成11～13年度は村教育委員会主催の「青少年科学体験セミナー」が夏



写真3 ジュニアリーダー研修会（平成14年度）
バンダナ作り（草木染めの体験）

季に行われ協力した他、平成14年度から同じく夏季に行われていた村内各地域の子供会の代表が集まるジュニアリーダー研修会での科学体験（写真3）を担当し、平成25年度まで継続して実施した。

環境研冬季理科教室（写真4）については、令和3年度は新型コロナウイルス感染症流行により中止となったものの、継続して実施している。これまで村内全小学校5、6年生を対象として村の教育委員会を通じて希望をとり実施しているが、概ね全小学校が参加してきた。当初は学校・生徒数も多く合計で300名近くの参加者があったが、令和4年度時点で村内小学校は4校となり参加者数も100名程度と少子化の波が押し寄せている。



写真4 冬季理科教室（平成19年度）
レプリカハンド作り（泊小学校）

6.3 尾駁沼での環境自然学習

環境研の至近にある尾駁小学校は、平成16年度から豊かな自然環境を持つ尾駁沼を対象とした環境自然学習（3年生を対象）の取り組みを始めた。その際、尾駁沼を調査研究の主な対象フィールドとしており、沼に関する知見や人材が豊富である環境研に対して協力要請があり全面的に協力をすることとした。

第1回目は平成16年9月に「汽水湖尾駁沼の水質や生き物」と題して、六ヶ所村海水漁業協同組合の協力の下、実際に乗船して沼の生物観察や採水サンプリングなどの実演を行った（写真5）。平成17年度以降は、その年によって違いはあるが、乗船しての尾駁沼観察に加えて尾駁沼湖畔での野鳥や水生生物の観察や、それらのまとめを、小学校での授業の中で行うようになり、内容の拡充を図った。なお、平成26年度以降、沼の改



写真5 尾駁沼で乗船しての環境自然学習（平成22年度）

修工事などもあり、暫くの間、乗船体験ができない状態であったが、令和4年に8年ぶりに復活し、今後も継続していきたいと考えている。また、それ以外にも、多くの野鳥が見られる時期である2～3月の厳冬期の野鳥観察や、尾駁沼周辺に自生する様々な植物の観察など、内容を拡充して開催時期に合わせた内容で行っており、現在に至っている。

なお、このような長期間にわたる自然学習への取り組みが評価され、平成22年に六ヶ所村より善行表彰を受けている。

6.4 サイエンスツアー

研究活動を模擬的に体験してもらうサイエンスツアーを企画し、主に高校生を対象とした実践的な実習活動を令和3年度から展開している。

実習では、PCR法をテーマとしたプログラムを作成し、あるマウスの遺伝子が含まれる溶液に薬品などを入れてPCR法でこれを増幅し、電気泳動法によって比較することで同一遺伝子を持つマウスを特定する作業を行った（写真6）。また、弘前大学などの大学生にも協力を仰ぎ、実習指導や、生徒たちのロールモデルとして、高校時代の目的意識の持ち方や進路などに関する意見交換を行ってもらうなど、交流の機会も設けた。



写真6 サイエンスツアーでPCR実習に取り組む高校生

6.5 田面木沼浄化及び富ノ沢地区の農業開発への協力

大規模土地開発や農業事業形態の近代化は、環境破壊や陸水環境の悪化をもたらしており、六ヶ所村でも田面木沼や市柳沼の水質悪化や環境汚染等を招いている。そこで、環境研では六ヶ所村からの委託を受けて、六ヶ所村湖沼群の環境調査と田面木沼の浄化技術の開発を行っている。加えて、六ヶ所村の村有地である富ノ沢地区の農用地の有効利用に向けて、農地の環境調査及び候補作物選定調査等を進めている。

田面木沼は流入水と沼の水の富栄養化が原因で夏場にアオコが発生する。その浄化法としてヨシ原などの浄化植物群落に沼の水を流し込み、窒素とリン酸の除去を調査している。現在ヨシの有効性が確認でき、ニッコウキスゲ・ミズバショウ・ノハナショウブなど浄化植物の増殖が可能になっている。また、富ノ沢農用地では、ハマナシの栽培及び苗の増殖技術を開発した。さらに、礫が多く強風に晒されることが多い農地に適合した作物として、ヤマゴボウ、ルバーブなどの高冷地野菜や冷凍用ブロッコリー、加工用キャベツ等の有効性を提示した。さらに、養蜂の可能性についても調査を進めている。

6.6 地域共創委員会

地域の様々な層の方々と共に、対話による情報共有や課題の掘り起こしのため、令和2年度から六ヶ所村

内の行政、農業、漁業、教育、商業の関係者などの各層から代表者を選定した地域共創委員会（写真7）を設置している。

本委員会では、放射線や放射性物質に関して村民が持つ疑問や課題、各分野での課題、環境研が行う交流活動等の共創活動の進め方などについて議論を進め、環境研として対応可能な課題に対して説明などの対応に当たることとしている。



写真7 第1回地域共創委員会（令和2年2月17日）

6.7 共創アドバイザー

令和3年度より、リスクコミュニケーションや科学コミュニケーションの専門家等を共創アドバイザー（表1）として委嘱し、環境研が実施する理解醸成活動をはじめとする共創活動の方向性や実施内容に対する評価や助言を得るため、共創アドバイザー会議を運営している。

表1 共創アドバイザー

氏名	所属・役職等
菖蒲 順子	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 核燃料・バックエンド研究開発部門 核燃料サイクル工学研究所 総務・共生課
池辺 靖	日本科学未来館 科学コミュニケーション専門主任
工藤 純一	新むつ小川原株式会社 青森本部 取締役常務執行役員 青森本部長
高村 昇	長崎大学 原爆後障害医療研究所 国際保健医療福祉学研究分野 教授
土屋 智子	一般社団法人 複合リスク学際研究・協働ネットワーク 理事
坪倉 正治	福島県立医科大学 医学部 放射線健康管理学講座 主任教授
東嶋 和子	科学ジャーナリスト

第6部 環境研の未来

1. 若手座談会 ―環境研の将来展望―



写真1 座談会前の参加者

手前左から：中平研究員、三谷共創センター長、今井研究員、海野研究員、多胡30年史編集委員長、佐藤研究員、長島研究員、田内トリチウム研究センター長

開催日：2022年9月30日

参加者（写真1）

研究員：

環境影響研究部：今井祥子、海野佑介、佐藤雄飛

生物影響研究部：中平嶺

トリチウム研究センター：長島明輝

ファシリテーター：

三谷啓志共創センター長

田内広トリチウム研究センター長

響を研究していました。

今井 海産魚を使った放射性物質の移行調査をしています。ここに来る前は水俣病の研究所や、東京の船舶の研究所にいました。学生の時にはメダカを使って、化学物質の移行や生物への影響を見る実験をしていました。ここに来るまで放射性物質の研究をしたことはありませんでしたが、同じ手法を使って出来ると聞き、こちらでも海産魚を使って飼育実験をしています。

1.1 はじめに～参加者の自己紹介

田内 私の本務は茨城大学大学院で放射線をキーワードにした量子線科学専攻の教員をしています。DNAの損傷の修復機構と、その結果として起こる突然変異、や発がんを研究しています。

三谷 本務は東京大学の環境安全本部の中で、東大全体の放射線管理をする放射線管理部長をしています。一昨年の退官までメダカを使って生殖細胞の放射線影

海野 再処理施設に万が一の事態が起こった時どのようなにすれば食べ物を介した内部被ばくを低減できるかについて研究しています。環境研着任以前は北海道大学、国際コムギ・トウモロコシ研究所、農研機構に所属し、安全な作物を安定的に生産する方法について研究を行ってきました。2011年からは東京電力福島第一原発事故により放出された放射性セシウムについて、土壌から作物への移行を低減する方法についての研究も行ないました。

佐藤 ここ2年は六ヶ所村沿岸海域の調査全般を行っており、それ以前は農作物中の放射性核種に関する調査を行っていました。前職は茨城県東海村にある日本原子力研究開発機構で、福島沿岸・河川における放射性ヨウ素動態に関する研究をしていました。大学では、気候変動に関連する炭素循環の研究をしていました。

長島 茨城大学で学位を取った後、環境研に就職しました。大学院では体細胞突然変異を高感度に検出できる細胞を用いて、低線量放射線による突然変異を研究しました。その中で低濃度のトリチウム水をばく露させる実験を行った縁から、環境研のトリチウム研究が始まるのに合わせて、こちらに来ました。

中平 2016年からは母体内における被ばくについて、現在は幼若期の被ばくについて調べています。出身は日本獣医生命科学大学で、専門は獣医病理学です。在学中はジャンガリアンハムスターのアンドロゲンに感受性を示す細胞について研究しており、環境研に来てから放射線に関わるようになりました。

1.2 環境研において研究を行うメリットなど

三谷 最初にこの研究所で研究をするメリットや、ここを変えれば研究しやすくなるという改善点、したい研究等があれば、教えてください。

中平 メリットは大規模な実験が出来る事でしょうか。環境研で使えるレベルの放射線を長期に渡り外部被ばく出来る環境は他に無いようです。改善点としては、規模が大きくなると何人かで協調して研究を進める必要があるものの、十分に協力出来ていないように思うので、協調して分担する形でできれば成果も出やすくなるのではと思っています。

三谷 低線量の長期照射実験は非常にユニークで、世界的にも数少ない施設です。中平さんが来る前にも歴史があり、そのスキルの伝承や、中平さんが来る前の人たちがしていた事について学ぶことはメリットですか。

中平 環境研の、死因を究明したり、寿命を見たりとい

うところはあまり一般的には行われていない操作ですので、継承していくことも重要だと思います。

三谷 継承という意味で、このようなものがあるといふというものはありますか。

中平 継承といますか、人員不足などもあるのか、シニア～若手間で技術の伝達が十分ではないように思います

三谷 そこを埋める仕組みを考えなければいけませんね。次は長島さんをお願いします。

長島 先ほど話があったように、装置が充実していることでしょうか。特に低線量放射線影響の研究をする上では、ここならではのメリットがあります。大学から続けてきた細胞への影響を調べる実験も、こちらで継続できます。数mGy/日という低線量率で長期間の照射ができる装置を使って研究を続けられることも、環境研ならではの点です。また、トリチウム研究センターのスタート段階から研究に関われることは非常にやりがいがあります。研究所が良くなるように思う点は、来年度から放射性物質を扱う新たな管理区域が立ち上がるので、トリチウム研究の拠点としてどのように盛り上げるか、考えていかなければいけないと思っています。

大学だと先生がいて、学生がいてという環境ですが、研究所は自分が大勢の研究者の中の1人になるので、自分の置かれている環境や周りとの関わり合いはかなり違うと感じていて、日々、勉強しなければと思うことが多いです。自分の研究をどのように進めるかを周りや相談しながら、自分の力で考えなければいけません。それは非常に大きいです。

佐藤 メリットを前職との比較で考えてみます。前職（原子力機構）と比べて大きな違いは資金面です。原子力機構も資金は豊富でしたが、こちらはテーマ当たりの資金が圧倒的に多く、定期的な財源があることはメリットだと思います。施設が保証されていることもメリットです。分析やデータ取得方法が担保されているので、成果を出しやすい環境です。また、多様な分野の

人がいることもメリットです。自分の分野の相談をしにくい可能性もありますが、それは過去の知り合いなどに話をすることが出来ます。他分野の人が近くにいる環境の方が貴重に感じます。

それを踏まえての改善点は、他分野に対する協力関係が希薄な部分です。環境研では計画を立てるときに、テーマをいくつか挙げます。一つのテーマの担当になると他テーマの担当とは分担が違うので協力し難くなります。もう一つは、予算規模やテーマの重さの割に人が少ない気がします。この予算規模なら、もう少し多くの人数を確保してほしいです。

三谷 恒常的な研究ができることは、この研究所の特徴ですね。環境を扱う研究はプロジェクトが終わったからといって終了ではありません。これから何十年という未来も続けて、この地域の環境と生物影響を見ていくというミッションを持っています。タイムスパンの感覚として、ライフサイエンスのようにサイクルを早く回し、終わったら次へいく研究と、環境系の長いスパンの研究を一緒に場所ですることに価値があるのかもしれないと思いました。

海野 環境研では基本的な分析を分析グループに依頼分析できるというメリットがあります。各々の分析機械に担当技術者が付いていて、分析や保守点検を行う体制が整っています。これは大きなメリットです。また研究に使える時間が多いこともメリットです。こうしたメリットがあることで、長期計画のもと長時間と多くの労力を必要とする大規模研究や、多くの試行錯誤を必要とする最先端の技術に挑戦できています。

ただ課題もあります。長期計画があるために、緊急性を要する事象にすぐには対応しにくいという問題です。この先、緊急性を要する事象が生じた時にスムーズに対応できる体制を準備することも必要だと思います。

今井 最も大きなメリットは、再処理施設のすぐそばで環境の研究をしているということです。多様な分野の人がいることはメリットであり、デメリットでもあります。環境分野でも重なる分野がないほどばらばらなのはメリットであると同時に、自分の研究について

近場で相談できる人がいないという意味ではデメリットだと思います。

資金に関して特徴的なメリットとは感じていません。前職は国立水俣病総合研究センターで、基本的に予算の削減はありませんでした。その前は国土交通省の研究所で、もとの額がそれなりに多く、それほど困ったことはありません。ここでも困らずに研究できていることは非常にありがたいです。

改善点として、国立研究開発法人などの他の研究所とは違い、何かあった時にすぐに対応できないという海野さんの意見と同じです。

1.3 将来に行いたい研究

田内 将来に行いたい研究について順番に話してください。

中平 環境研ではほとんどがマウスの実験ですが、私は元々ハムスターを使っていたこともあり、他の動物種ではどうなのかということも気になります。生物学的な興味もあり他の動物種に手を広げてみたいですね。

あと、放射線の影響単体ではなく、それを修飾するような要因など、例えば病原体との複合ばく露などは非常に面白いかもしれないと思います。ただ、感染実験ができる施設がないので難しいとは思っています。

さらに、近くに処理施設があり、そこでサンプルを採れるというメリットを生かして、野生動物のモニターは非常に面白いと思います。野生動物は未知の部分も多いので、個人的な興味ですが面白い病気もあるのではないかと考えています。

田内 野生動物は私も気になっていることがあります。ヒトは遺伝的に超ヘテロな集団ですので、それを模した実験は、同じマウスにしても野生ネズミでなければできないのかもしれないかもしれません。当然、感染を持ち込む可能性など、課題は山ほどありますが、将来のテーマとして考えてもいいと思います。

長島 目の前のことを一生懸命こなすことで手一杯で、その後をどのように広げるかはまだ考えが及びませんので、将来というより現在の研究をどのように進める

かという話をします。先ほども話したように、環境研には低線量率でガンマ線照射が出来る装置があります。これまでトリチウム水の実験で、突然変異頻度が特定の線量率で変わることが報告したので、ガンマ線でも影響が見えてくるのかを実験しています。そこからトリチウムベータ線の損傷の特徴などを調べていければいいと思っています。特に有機物に結合するトリチウムの場合には、トリチウム水と動態が変わるので、今後重要になってきます。

佐藤 私は気候変動などに関連させ、炭素循環の研究を行いたいです。炭素は基本的に生き物が唯一のエネルギー源として使える元素という意味で、炭素循環を見ると生き物のエネルギーフローを化学で記述できます。生物学的にも生態学的にも非常に面白い分野ですので、分野外の人にも興味が伝わりやすい分野です。放射性物質に直接的に絡めることは難しいかもしれませんが。

具体的には、土壌の炭素年齢を測定したり、海洋の溶解態有機物の生成要因が分かっているないので、それを調べたりなど、炭素循環全般に関する研究を環境研で進めたいです。研究室レベルの実験とフィールドレベルの両方を組み合わせたいです。幸い、近くの沿岸で海水採集しますし、室内実験に関しては環境研の施設は充実していますので、両方とも可能だと思います。

田内 そこは面白いですね。理学部の化学教員の中には、化学は理学の中心だと豪語する人もいますが、ある意味合っていると思います。生物、あるいは地球もそうですけれども、化学反応で成り立っていることは多いです。化学式や反応などで色々な事が説明できるようになれば、研究所のミッションになっている生体影響なども、分かり易い言葉で語れると思います。

次は海野さんをお願いします。

海野 放射性物質の環境動態に関しては、再処理工場が稼働した時に、これまで環境研の研究成果を検証してみたいです。今までの成果が反映される所を見たいし、それに貢献出来れば良いと思います。また、この先、原子力を新たに使用する国や地域にも貢献できる研究

をしたいです。それぞれの国でパターンは違いますが、雨が多くて暑い所だったり、暑くて乾燥している所だったり、これまで原子力が使用されてきた地域と異なる環境条件も環境研の施設を使えば、再現可能です。環境研が行ってきたような研究がしにくい地域にも貢献出来る、国際共同研究のようなことも出来ると広がりができると考えています。

それ以外では、放射性物質以外の、これから50年ほどで問題になる元素に関しても研究したいと思っています。実際に科研費で研究しているものにはリンがあります。リンについての環境問題は、良質なリン資源の枯渇と環境中におけるリンの過剰蓄積という2点があります。質の低いリン資源には不純物としてウラン等の放射性元素が比較的多く含まれているため、こうした質の低いリン肥料を用いて生産された食べ物を介した内部被ばくを懸念する報告もあります。研究所のデータと外部資金でのデータを合わせて、うまく進められればと思います。

私も佐藤さんと同じで、元素循環にも興味があります。元素循環を研究するに当たっては環境ゲノム解析を行っています。今までのマイクロバイオームのように、系統基準遺伝子の変動ではなく、ゲノム構成の変化を環境レベルで見られる時代が来たので、それを研究したいと考えています。私の研究対象は陸圏、土壌や植物、食料生産に絡んだものですが、ゲノム構成の比較となると水圏も腸内圏にも広がりを作れます。

今井 環境をモニタリングしていく時もそうですけれども、実際、生き物がある濃度になっていることが結果として出ますが、その濃度に至った過程を調査する研究テーマがあればいいと思います。

それから、(放射性物質を用いた)トレーサー実験では割と高濃度でばく露しますが、低濃度でばく露した時にどうなるのか、それから、濃度だけではなく、どのようなメカニズムで起きているのかなど、環境研では海の生き物としては手を付けていないテーマなので、モニタリングと合わせつつ、今後、出来たら良いと思います。

田内 海野さんが言った、環境ゲノムの話や、佐藤さん

の化学式で語るという話も、共通して見えるところはメカニズム研究です。そこまで発展すれば、研究所のステータスは上がるでしょうから、ぜひ、心の片隅に留めてほしいです。皆さんが言うように、設備は非常に充実していますので、それを活かしてください。

1.4 地域共創をどのように展開するか

三谷 研究者が自分の知っている事を伝えて、皆が何を知りたがっているかを聞くことがアウトリーチ活動ですが、共創活動はもう一步踏み込んで、一緒に何かを、誰かと創る事です。それは国や県、企業かもしれませんが、ここは地域が一つのキーワードになっているので、地域というキーワードで誰と何を創るかを考えるハブとして、共創センターが作られたと理解しています。

皆さんは共創活動にどのようなイメージを持っていますか。また、もっと新しい何かを生み出すために、自分たちのスキルなり知識がどのように使えるかという観点や、今までの環境研のアクティビティーを見て思ったことでもいいです。

中平 環境研では2年前から高校生と一緒にPCRを使った実験をして、科学的な技術や考え方を育む活動をしています。このように子どもたちと一緒にいろいろな実験を試みることは一つの手ではないでしょうか。例えば、夏休みの自由研究でもいいですし、そういったものを気軽に引き受けられるような体制があるといいと思います。

また、個人的には共創活動で重要なことは、信頼関係だと思います。私も、突然知らない先生がセミナーに来て、本当かなと思う程度ですが、それが知っている先生であれば、あの先生が言っているからそうなのだろうと思います。六ヶ所村の方と仲良くなる活動も進めているようですので、施設公開や見学に来たから対応するだけでなく、常日頃から話せる関係になることが理想的ではないでしょうか。ただ、一朝一夕にできるものではないでしょう。

さらに、放射線の測定など、環境の方は当然できると思うのですが、事故時対応などで、甲状腺の線量を計ってくださいと言われても、私はできません。生物系の人はこういったものは不得手だと思いますので、私達とし

ては現状では、学習的な方向からバックアップができないかと思っています。

長島 中平さんの話ではサイエンスツアーなどを増やしたらいいのではと書いていました。忙しくなりますが、もう少し機会があってもいい気がします。生物の方は放射線量を計ることの知識がないのであれば、環境と繋げてはどうですか。こちらも学ぶ意味がありますし、住民も巻き込んで実際に使えるようにするなど、そういった機会を作ることも良いと思います。

ALPS 処理水が排出されるという状況の傍らで、再処理工場の稼働が遅れています。処理水中のトリチウムの影響が一般の方には懸念される事柄ですので、そういった不安に対する情報提供や住民からの疑問に答えられるような体制を作る事は、トリチウム研究センターとしての、今後の大きな課題だと思います。

佐藤 2点あります。1点目は先行研究的な話です。原子力施設の建設に関する社会調査では、科学的に丁寧な説明をすると、反感を持つ住民に対しては反対の意思が強くなる場合がある事が示されています。それは心理学や社会学的な観点に立つと整合的で、そんなに丁寧に説明するという事は「裏」があるのではないかと、という気持ちが働くようです。私達の常識は理学で、この常識に基づく説明をしても、一部の一般の方には、その説明が正しく受け取られない可能性があります。これを踏まえて地域共創を展開することが大前提です。この(社会科学)分野は、私達の分野ではありませんので、専門家がいた方が良くと思っています。

2点目は自分の経験を踏まえての話です。私は以前に畑で5年ほど、現在は海で2年ほど仕事をしています。畑で仕事をするにあたって、畑の管理や農作物を作る地元業者を雇っていました。一緒に畑作業をし、ランチマットを敷いておにぎりなどを食べているところに、たまにお邪魔しました。このような経緯を経て仲良くなり、施設が稼働すると、放射性物質が出るのか、作物中の濃度が上がるのか、実際に食べたらどうなるのか、など聞かれました。過去の試験操業時のデータを基に、その際と同等の水準なら影響は無視できる程度、と答えたら、そうなのかと納得してくれました。

結局、こちらの説明を素直に聞いてくれる人間関係を構築することが大事です。ある程度の交流がある人は、私達の説明をそのまま聞いてくれますが、初めて会った住民に成果をどれほど丁寧に説明しても、100パーセントは伝わりません。この研究所の性質や、この研究所が地域のためにどう頑張ってきたかなどを、科学の面だけではなく、社会的な面で伝え、科学的信頼性ととも社会的信頼性のバックグラウンドを作る事が大事ではないでしょうか。

上から説明する研究所ではなく、近くにあるスーパーのような感覚で、自分たちが気軽に行ける研究所が教えてくれると思って貰わなければ、説明を聞き入れて貰えません。長い時間をかけて行っていく作業だと思います。

海野 私は農学部出身です。確立した技術を現場に届けることが大事だとされていて、共創活動は私達の研究とセットだという考えが元からあります。ただ、それは目標を達成するための技術とは別の話です。私が以前に在籍した国際コムギ・トウモロコシ研究所は、アフリカの貧困や飢餓を解決することを目標に、作物の生産性を上げる研究をしています。大きな柱としては遺伝子組み換え作物プランと土壌の健全化プランの複合プランが進められています。そのうち普及活動において前面に出されているのは、土壌の健全化プランです。遺伝子組み換え作物プランを前面に出した普及活動には、未だ抵抗感があるため、難しさがあります。やはり現地の人にメリットを感じて貰い、納得して貰えるものを届ける方が共創活動をし易いです。

現地の人達と仲良くなり、その結果、現地の人を受け入れにくい情報を現地の人に受け入れて貰ったという話が成功例として出ますが、本当はそうではない方向で、もっとやんわりと包み込むように、現地の人に総体としてのメリットを感じて貰い、納得して貰えるものとして届ける方が良いだろうと感じます。そのためにはまず、六ヶ所村の委託を受けて行っている湖の浄化や緑化の研究などから現場の人と信頼関係を作り、六ヶ所村の人がどのような情報に価値を感じるのかを把握する事が大事だと感じています。

今井 今まで研究者であれば、アウトリーチとして論文にしたり、シンポジウムをしたりすることで許されていたものが、地域に還元しなければいけない方向になってきました。私達は何ができるかを考えた時に、まずは研究データを示すことが出来ます。

共創活動は基本的に即効性が出るものではないでしょうから、一度、何かをしたからといって、すぐにいい結果が出ることはありません。長い目で放射性物質に限らず、子ども達に環境研と関わりを持って貰い、小学校～高校と六ヶ所村で過ごすうちに、徐々に研究所の活動を知ってもらう機会を作る事が重要です。子ども達に、生き物の解剖を教えたり、沼の調査に一緒に行ったり、教室的なもので触れ合い、小学校1年生から高校卒業するまでの12年間に、環境研を知って貰うという共創活動でも良いのではないのでしょうか。すぐに成果は出ませんが、それが今後の六ヶ所村のためになると思います。

三谷 時間と場所を共有することで同胞意識を持つことは大切です。上から目線ではなく、自分たちが知っている事はこれですが皆さんの知っている事は何かと、素直に聞いて、そこで何が互いに足りないのかを話し合う場を設けることは、これからも続けていかなくてははいけないうらうと思いました。

佐藤 私は去年からずっと漁協に出入りしていて、尾駮漁港の皆さんとは話はできるし、仲良くしています。仕事上で目的があつて関わりがあれば、自然と仲良くなれます。

田内 佐藤さんが言うように、いざという時の説明は誰が言っているかが非常に大事です。海岸の掃除など、年に1回でも大勢で参加すると良いのではないですか。顔が見えるように、少しでも努力しましょう。繋がりを作れる人は、ぜひ、それを深めてください。子どもたちへの顔つなぎも大事ですので、その辺りは工夫が必要でしょうか。

中平 子どもたちへは、広報の仕事として総務の人が行っていたと思いますが、そこに研究者も参加する方

が良いと思います。

田内 何年かに1度のローテーションなら良いという気になりませんか。毎年は難しいでしょうから、5年に1回で回ってくるかもしれないという程度であれば可能ではないでしょうか。

海野 私も高校の科学部の手伝いをする事があります。その場合は弘前大学などの大学を経由して依頼が来ます。相談する窓口のある大学には相談し易いのです。私達のような研究所は窓口を作って、それを周知する事からしなくてはいけないのではないのでしょうか。環境研の共創センターが窓口を作り青森県内の高校に周知しなければ、私達が動いても、あなたは誰ですかと言われてしまいます。

三谷 そこは共創センターのミッションですね。

1.5 まとめ

三谷 何より良かったのは、皆さんが研究を楽しそうにしている事です。私の経験では、信頼関係を築くため

には自分の研究を楽しそうに話す事です。先生の言っていることは良く分かりませんが、楽しそうでしたという感想を聞いて、そこから話が広がります。楽しそうに話していると、向こうも質問をしてくれたりする事もあります。分からない顔をされてもめげずに、楽しいと訴え続けることが、人間関係を作るために大事なことだと思いました。この座談会を基に共創センターでも出来る事を考えたいと思います。

田内 私は研究面の部分で、いいアイデアが出てきたように思います。ここの施設を生かした、共同研究の拠点として具体化して欲しいと思います。もう一つは所内にいろいろな分野の研究者がいますが、協力や連携が部署やセクションに限られていることがもったいないと思いました。成果報告会よりも気軽なポスター発表会でも良いかもしれません。「一緒に出来るかも」というきっかけになる会が、2年に1回でもあれば良いと思います。皆さんの研究の将来構想が発展して、メカニズム研究まで進み、環境研から凄い成果が出れば、非常に嬉しいです。

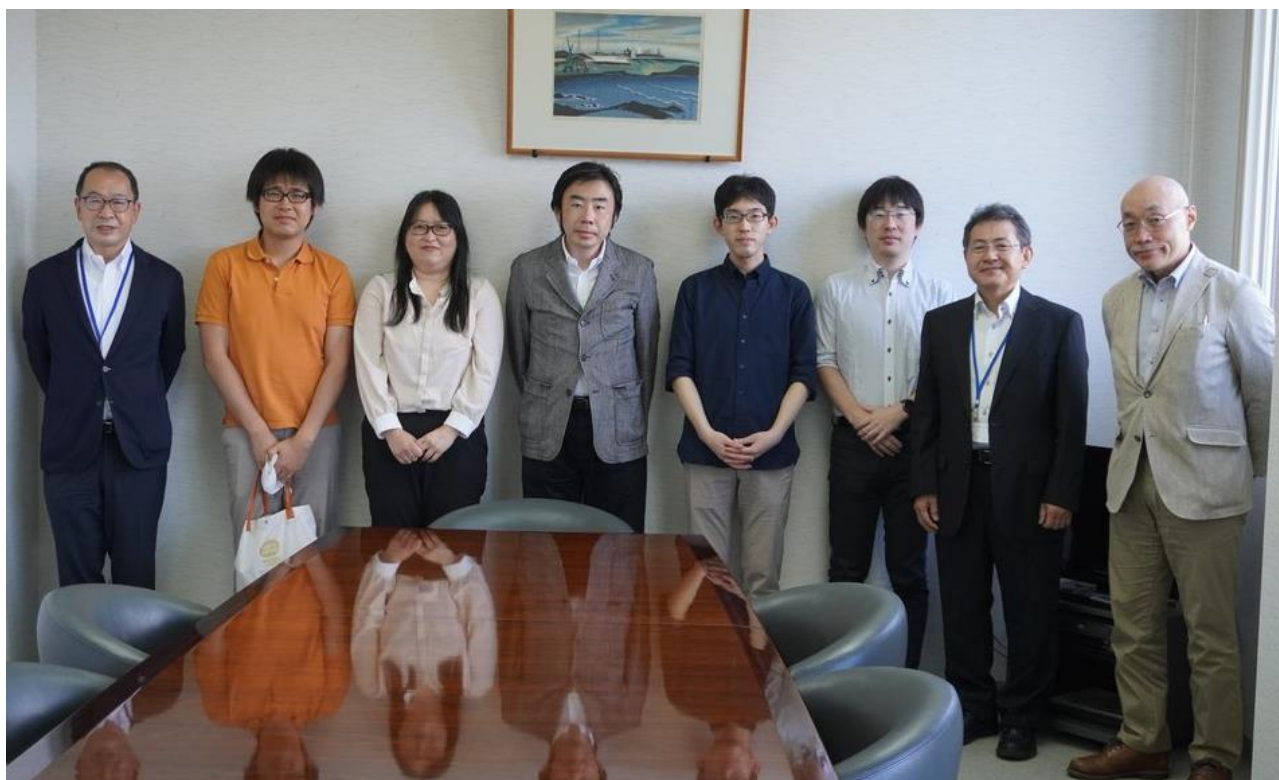


写真2 座談会後の集合写真

左から：三谷共創センター長、佐藤研究員、今井研究員、海野研究員、長島研究員、中平研究員、田内トリチウム研究センター長、多胡30年史編集委員長

資料集

(1) 環境研の設置及び青森県の地域開発計画における環境研の位置付けに関する資料

環境研の設立に至った経緯を示す国と県との間のやり取りを記録した資料、並びに平成19年に青森県が策定した「新むつ小川原開発基本計画」における環境研に関わる資料の一部を抜粋して掲載した。

1.1 むつ小川原開発第2次基本計画

昭和50年12月20日 青森県
付

昭和60年4月17日

むつ小川原開発第2次基本計画（昭和50年12月20日策定）の開発の基本方向のもとに、原子燃料サイクル施設立地について、以下のとおり織り込むものとする。

1. 工業基地計画

原子燃料サイクル施設の立地をはかるとともに、工業開発を通じて地域の総合開発をはかるといふむつ小川原開発第2次基本計画の開発の方針に基づき、原子燃料サイクル事業関連企業をも含めて多角的に企業立地を推進するものとし、引き続きそのために必要な港湾、道路等の工業基地の条件整備を進めるものとする。

1-1 工業立地・土地利用計画

原子燃料サイクル事業のウラン濃縮施設、使用済燃料再処理施設及び低レベル放射性廃棄物貯蔵施設について次表のとおり立地を想定する。

なお、その配置については、ウラン濃縮施設及び低レベル放射性廃棄物貯蔵施設は大石平地区に、また使用済燃料再処理施設は弥栄平地区にそれぞれ計画する。

業種	能力		従業員
原子燃料サイクル事業	ウラン濃縮	1,500 トン SWU/年 程度	約 200 人
	再処理	約 800 トン U/年 なお施設の増設を 見込む	約 1,000 人
	低レベル放射性 廃棄物貯蔵	約 20 万 m ³ なお最終規模は 約 60 万 m ³	約 100 人

1-2 安全防災計画

(1) 安全計画

- ①原子燃料サイクル施設の運営にあたっては、一般公衆の受ける線量を国際放射線防護委員会の勧告に沿って十分低く抑えさせ、かつ安全を第一とした施設の設計、建設、運転管理、さらに事業者による環境放射線監視を行わせる。
- ②県は、関係市町村と協力し、国の指導と支援を得、住民の安全と健康を保持するため、環境放射線監視計画を策定して観測設備を整

備し、地域住民参加のもとに環境放射線監視・評価のための組織を設置する等により監視体制の確立をはかる。

(2) 防災計画の整備

原子燃料サイクル施設に係る災害が発生し、または発生するおそれのある場合に備え、各施設の操業前までに災害対策基本法に基づき、地域防災計画において所要の原子力防災計画を整備する。

(3) 安全協定の締結等

- ①安全確保の実効を期するため、事業者との間に放射性物質の放出、事故時の措置、輸送の安全確保等、安全管理及び防災措置全般にわたって協定を締結する。
- ②原子力損害の賠償に関する法律等に基づき賠償措置が講じられる原子力損害以外に、原子燃料サイクル施設立地に伴う影響が発生した場合に対処するため、施設立地事業者に救済措置を講じさせるものとする。

2. 地域開発計画

原子燃料サイクル施設の立地に伴い、同施設の立地と住民福祉の向上との調和した地域の開発をはかるとともに、原子燃料サイクル事業の技術の先端性、国際性等の特性を生かすなど、電源三法交付金の活用をも通じ地域振興を一層推進する。

2-1 原子燃料サイクル施設と調和した地域産業の振興

- ①人口の流入に伴う食料品等一次産品需要の増大に対処して、地元農林水産物の生産の振興をはかるとともに、流通体制の整備をすすめて地元供給体制の確立をはかる。
- ②労働力需要に対応し、農林水産業を主産業とするこの地域に滞留している労働力の吸収をはかるため、教育・職業訓練の充実等による地元雇用の促進をはかる。
- ③建設工事、資材調達並びに荷役・輸送、土地・建物の管理、給食、清掃業務等についての地元参画をはかるため、地元企業の組織化、下請けのあっせん、関連企業の設立・育成等を進める。

2-2 原子燃料サイクル施設の立地を契機とした地

域開発

- ①原子燃料サイクル施設の機器などのメンテナンス事業所の集積をはかるとともに、原子力技術の特性に基づいた研究機能の充実・人材の育成をはかる。
- ②地域への人口の流入、商業業務活動の拡大等に対処して、第2次基本計画の工業基地周辺都市計画に即し、中心市街地等について、民間活力の導入をもちかりつつ計画的整備をすすめる。
- ③高速交通体系の整備、原子力技術の特性等を活用して、産業集積、広域的都市圏形成をはかり、国際化にも対応した複合的な地域開発を促進するものとする。

1.2 むつ小川原開発について

昭和 60 年 4 月 24 日

むつ小川原総合開発会議

むつ小川原開発については、さる昭和 52 年 8 月 29 日付けの本会議申し合せ「むつ小川原開発について」に基づき、関係各省庁において、「むつ小川原開発第 2 次基本計画」を参しゃくしつつ、計画の具体化のための措置を講じてきたところであるが、昨年 7 月、電気事業連合会から青森県に対し原子力燃料サイクル施設のむつ小川原地区への立地に関し、協力要請が行われた。青森県は、このたび、これを受諾し、「むつ小川原開発第 2 次基本計画」に核燃料サイクル施設の立地を織り込んだ形で修正を行い、これを関係各省庁に提出してきたところである。

関係各省庁は、青森県の計画修正について検討した結果、核燃料サイクル施設の立地はむつ小川原地区の開発に資するものであり、かつ、自主的核燃料サイクルの確立が我が国のエネルギー政策及び原子力政策の見地から重要な課題であるとの認識のもとに、安全の確保を前提として、地域との調和を図りつつ、計画修正の主旨に沿ったむつ小川原開発を推進することとし、以下のとおり申し合わせる。

記

工業開発を通じ、地域の開発を図るというむつ小川原開発の基本的考え方の下に、同地区への多角的な企業立地を促進するものとし、そのために必要な基盤整備を引き続き進めつつ、次により核燃料サイクル施設の立地を図る。

1. むつ小川原工業地区の弥栄平地区に再処理施設（処理能力約 800 トン U/年）を、大石平地区にウラン濃縮施設（1,500 トン SWU/年程度）

及び低レベル放射性廃棄物貯蔵施設（最終約 60 万 m³）の立地をそれぞれ想定する。なお、その立地の具体化に当たっては、各種計画等との調整を図りつつ進めるものとする。

2. 核燃料サイクル施設の設計・建設・運転管理については、以下により安全性の確保に万全を期するものとする。

事業者に対し設計・建設・運転管理における十全の安全対策を講じさせるとともに、厳正な安全審査の実施等安全規制の徹底を期する。あわせて、環境放射線監視の実施、原子力防災計画の策定等青森県が行う周辺住民の安全確保・環境保全のための措置に対して適切な指導及び支援を行う。

なお、防衛施設との関連については、その機能の確保に配慮しつつ、核燃料サイクル施設立地の安全性確保の観点から、上空飛行の制限等について必要に応じ所要の調整を行う。

3. 核燃料サイクル施設の立地・運営に当たっては、以下により、地域住民の十分な理解と協力を得て、円滑に進められるよう努めるものとする。

地元の意向を踏まえた農林水産業等の地域産業の振興に配慮するとともに、電源三法交付金の活用等を通じ教育文化・医療・産業振興施設等の整備を支援し、核燃料サイクル施設の立地と調和した地域住民の福祉の向上を図る。また、地元雇用の促進、地元企業の活用について適切な指導を行うとともに、核燃料サイクル施設の立地が地域の開発の契機として生かされるよう関連する企業等の立地について所要の支援を行う。

1.3 むつ小川原開発について

昭和 60 年 4 月 26 日 閣議口頭了解

むつ小川原開発については、さる昭和 52 年 8 月 30 日の閣議口頭了解にしたがい、各般の措置が講ぜられてきたところであるが、今般、関係各省庁は青森県が提出してきた核燃料サイクル施設の立地にかかる「むつ小川原開発第 2 次基本計画」の修正について検討した結果、むつ小川原総合開発会議において別紙のとおり申し合わせを行った。

核燃料サイクル施設のむつ小川原地区への立地は、工業開発を通じてこの地域の開発を図るというむつ小川原開発の基本的考え方に沿うものであり、かつ、我が国のエネルギー政策及び原子力政策の見地からも重要な意義をもつことにか

んがみ、関係各省庁は、今後、この申し合わせに基づき、むつ小川原開発の推進を図るものとし、そのために必要な施策等について適切な措置を講ずるものとする。

1.4 原子燃料サイクル施設の立地協力要請受諾にあたっての要望書

昭和 60 年 4 月 青森県

《主旨》

むつ小川原開発については、昭和 50 年に策定した「むつ小川原開発第 2 次基本計画」に基づき、関係省庁の御指導・御支援を得て、鋭意、計画の具体化に努めて参っているところであります。

さて、昭和 59 年 7 月、本県は、電気事業連合会から原子燃料サイクル事業三施設をむつ小川原開発地区に立地したいとする立地協力要請を受けたのでありますが、今般、本事業は国のエネルギー政策上重要な課題であり、かつ、この施設立地が地域の振興に資するものであると理解し、安全性の確保を大前提に立地協力要請を受諾し第 2 次基本計画に、原子燃料サイクル事業三施設を「付」として織り込む形での修正を致しました。

ついては、原子燃料サイクル施設の立地を円滑に推進・・・

・・・中略・・・

④むつ小川原地域の河川、上・下水道等生活環境整備

(2) 工業基地への企業の立地誘導

工業基地の基盤整備の進展をもとに、国においても、原子燃料サイクル事業関連企業をも含めて多角的に企業立地の誘導支援をはかられたい。

2. 原子燃料サイクル事業の安全確立と事業の円滑な推進

(1) 安全審査指針等の整備

原子燃料サイクル事業三施設の建設・運営に係る安全を確立するため次の措置をはかられたい。

- ①安全審査指針、安全基準等の早期整備
- ②安全審査及び検査等の厳正な実施並びに国の現地事務所設置等安全確保体制の整備

・・・中略・・・

②交付金の適正額の確保

③交付金使途の拡大

④原子力発電施設等周辺地域交付金の交付対象化

(2) 税制上の措置

原子燃料サイクル事業に伴う地元地方公共団体の行政需要の増大に対処し、税制上の措置等について特段の措置を講ぜられたい。

4. 施設立地と地域の産業振興

(1) 高等教育・訓練機関の整備等による地元雇用の促進

原子燃料サイクル施設及び関連事業所等への地元雇用の促進するとともに、その実効を期するため県内高等教育・訓練機関において、関係教育・訓練課程の整備をはかられたい。

・・・中略・・・

・・・長期にわたる施設建設に対処し、計画的な中心市街地及び建設業務地区等の整備の推進に際して、指導協力されたい。

なお、整備にあたっての民間活力導入のための金融上の措置をあわせ講ぜられたい。

(2) 原子力及び関連研究所の立地等

原子燃料サイクル事業の関連研究活動、国際的な人的交流等に基づく地域の複合的発展を期するとともに、地域産業との調和をはかるため、原子力及び関連する工学系研究所並びに原子力交際交流センター等の設置をはかられたい。

(3) 広域的都市圏形成の推進

地域の都市的利便向上のため、医療、福祉、教育文化、レクリエーション施設等整備を進めて広域的・・・以下省略

1.5 科学技術庁長官殿 原子燃料サイクル施設立地に対する要望書

平成元年 6 月 青森県

要望事項

1. 原子燃料サイクル施設の安全性の確保について
2. 原子燃料サイクル施設の立地に係る PA 対策の充実強化について
3. 原子力関連研究所等の立地について

1. 原子燃料サイクル施設の安全性の確保について

(主旨)

原子燃料サイクル施設の安全規制については、

関係法令及び安全審査指針等に基づき厳正に実施し、施設の安全性確保に万全を期していただきたい。

また、原子燃料サイクル事業の具体化に伴い、国の現地事務所設置等安全確保体制の整備・拡充について、特段の御配慮をしていただきたい。

(説明)

昨今の全国的な原子力施設に関する不安の高まりの中で、本県においても原子燃料サイクル施設に対する県民の不安や疑問等が見られており、本年3月、事業者から国に対し事業申請がなされた再処理施設等については、特に県民の不安や疑問の声が大きくなってきております。

つきましては、さる4月、その審査に当たっては、特に厳しく配慮されるよう要望したところがありますが、今回重ねて要望申し上げます。

また、施設の建設段階における検査及び操業段階における保安措置の確認等を厳正に実施するため現在の青森原子力連絡調整官事務所を強化・拡充される等、安全確保体制の整備について特段の御配慮をしていただきたい。

2. 原子燃料サイクル施設の立地に係る PA 対策の充実強化について

(主旨)

原子燃料サイクル施設の立地を巡る環境は、昨今の反原発運動の高まりから極めて厳しくなっており、更に一層の拡大傾向が見られる状況にありますので、当該施設に係る国の位置付けをこの上とも明らかにするとともに、PA活動を充実強化していただきたい。

(説明)

原子燃料サイクル施設の立地は、安全性の確保を前提とし、地域産業の振興が図られるという考え方のもとに、むつ小川原開発の一環として、これまで県民の理解を得ながら進めてきたところでもあります。

しかし、最近における反原子力運動が活発化するなかで、本県においても農業者や市民グループを中心として県民の間で原子燃料サイクル施設の立地に対する不安や疑問が広がりつつあります。

県としては、このような状況を厳しく受け止め、安全性等について県民の理解を深めるため PA活動を強化して参る所存ではありますが、サイクル施設の安全性、必要性等については、国民的合意形成が図られることが必要であります。

つきましては、国におかれましても、国家的な

立場から、より一層 PA活動の充実・強化を図られるよう特段の御配慮をお願いいたします。

3. 原子力関連研究所等の立地について

(主旨)

原子燃料サイクル施設の事業化が進められている本県へ、将来の原子力研究開発のための中核となる原子力関連研究所等を設置されるよう特段の御配慮をしていただきたい。

(説明)

県は、原子燃料サイクル施設の立地と地域の農林水産業等との調和を図りつつ、当該施設の技術の先端性、国際性等の特色を生かした関連研究活動及び人的交流等により地域の発展を期して参りたいと考えております。

国におかれましては、将来の原子力研究開発の中核となる原子力関連研究所等を本県に立地されますよう特段の御配慮をお願いいたします。

1.6 青森県への研究機関設置に関する県からの要望（平成元年9月19日 科技庁長官訪青時に北村知事より提出） 原子燃料サイクル施設立地に対する要望書

平成元年9月 青森県
要望事項

1. 原子燃料サイクル施設の安全性の確保について
2. 原子燃料サイクル施設の立地に係る PA 対策の充実強化等について
3. 原子力関連研究所等の進出・展開について
4. むつ小川原工業基地への企業の立地誘導について

・・・中略・・・

3. 原子力関連研究所等の進出・展開について

(主旨)

原子燃料サイクル事業が具体的に展開されている現状にあつては、これを支援する原子力開発のための中核となる原子力関連研究所等の設置が不可欠の要件であります。ついては、平成2年度概算要求の具現化について特段の御配慮をしていただきたい。

(説明)

本県は、原子燃料サイクル施設の立地にあつては、地域の農林水産業との調和を図りつつ、当該施設の技術の先端性、国際性等の特色を生かした関連研究活動及び人的交流等が可能になるも

のと考え、これらを通じ一層地域の発展を期して参りたいと志向しております。

ついては、当該事業を支援する原子力研究開発の中核となる原子力関連研究所等の設置について、平成2年度概算要求で措置がなされたところであり、その具現化について、この上とも特段の御配慮をお願いいたします。

・・・以下省略

1.7 新むつ小川原開発基本計画 ―世界に貢献する新たな「科学技術創造圏」の形成を目指して― 平成19年5月 青森県

1 開発の意義

むつ湾及び小川原湖周辺のむつ小川原地域において、巨大臨海コンビナートの形成を軸とした大規模工業基地の建設を推進する構想が昭和44年5月に策定された新全国総合開発計画に位置付けられた。

当時、我が国では、全国総合開発計画で構想された新産業都市及び工業整備特別地域といった拠点開発により、人口、産業の効率的分散は一定の成果を上げつつあったものの、過密・過疎現象はさらに深刻化し、これを根本的に解決することが喫緊の国家的課題であった。

また、産業界では、激化する国際競争に対処すべく、新たな生産機能の展開を迫られていたが、大都市圏の既成工業地域への立地は困難を極めており、その受け皿の創出が急務とされていた。

こうした状況を打破し、国土利用の抜本的再編成を図るべく、遠隔地大規模工業基地建設の推進が新全国総合開発計画で提唱された。

むつ小川原開発は、その一つとして位置づけられ、以後累次の計画にも、引き続き位置づけられることとなる。

むつ小川原開発は、まさに時代の要請への対応を基本としつつ、農林水産業を主体とする地域の産業構造を、石油精製、石油化学などの基幹型工業の導入を契機に高度化し、地域の住民、ひいては広く青森県民全体の生活の安定と向上に寄与することを目標として計画され、国、青森県、産業界などが一体となって取り組んできた国家プロジェクトである。

これまで、むつ小川原開発基本計画については、関係省庁などの協力を得ながら、青森県が策定し、最終的には、むつ小川原総合開発会議（関係省庁会議）での計画の推進についての申合せと、その申合せに基づく閣議口頭了解がなされ、事業全体

の総合調整が図られてきている。

こうした中で、むつ小川原地域は、我が国のエネルギー政策にとって重要な施設である国家石油備蓄基地や原子燃料サイクル施設の立地に加えて、研究施設の立地をはじめとした多角的な土地利用も進みつつあり、我が国に残された数少ない、貴重な大規模利用適地として、我が国はもとより、青森県、さらには、産業界のため、今後とも活かしていかなければならない重要な地域となっている。

一方、むつ小川原開発は、計画が実施に移された直後を襲った二度のオイルショックをはじめとして、経済社会情勢の大きな変化に強く影響を受けた。

我が国の石油精製、石油化学工業を巡る環境変化や、産業経済活動のグローバル化、国際競争の激化などにより、我が国の工業は、国内から国外へと生産拠点を移し、また、世界的にみても、緊密な国際分業体制が構築されつつある。

こうした状況を踏まえると、むつ小川原開発の新たな展開を図るためには、従来の大規模工業基地の建設に替る新たな開発の方向を設定し、豊かな自然環境を残しつつ、開発可能性の高い広大な空間を活用していくことが重要である。

この計画は、地域の一体性を確保しつつ開発を効果的に展開する観点から、これまでのむつ小川原地域を基本とした12市町村を対象とし、開発に当たって進むべき方向を明らかにするとともに、関係機関の緊密な連携、協力体制の下に取り組むべき、2020年代までの基本的指針を取りまとめた物である。

2 開発の基本方向

(1) 開発の方向

今世紀半ばには、世界の人口が90億人に迫ることが予想される中で、温暖化をはじめとした、人間活動に起因する地球規模での環境悪化は一層進行することが懸念され、また、食料、資源、エネルギーの供給が全世界的に不足する可能性もあるとされている。

こうした国際的な諸課題に対応するためには、科学技術が果たす役割への期待がますます高まっていくとの認識の下に、国では、平成7年11月に科学技術基本法を制定し、科学技術の振興を最重要政策課題の一つとして位置付け、科学技術創造立国を目指した施策の展開を図っている。

とりわけ、高度情報通信社会の急速な進展に対応したIT（情報技術）等の情報通信分野や、健康

で活力に満ちた安心できる生活を実現するために重要なライフサイエンス分野、さらに地球温暖化対策等近年重要性が高まっている環境分野などの重点分野については、積極的、戦略的に投資を行い、研究開発を推進することとしている。

むつ小川原地域において、こうした科学技術を活かした成長産業の立地が進展すれば、中国や韓国、台湾といった東アジア諸国の急迫を受ける中で、我が国が抱える産業の空洞化への対応に資するとともに、特に労働集約型で付加価値が低い青森県製造業の弱点克服の打開策ともなり得る。

幸い、30年以上にわたるむつ小川原開発の展開により、むつ小川原地域は、港湾、道路などの基盤整備が進められ、国策により国家石油備蓄基地や原子燃料サイクル施設、財団法人環境科学技術研究所が立地したことに加え、クリスタルバレイ構想の一環として、液晶関連企業が立地するなど、環境・エネルギー問題といった国際的課題に対応し得る研究開発や新しい時代を切り開く産業集積の拠点形成の素地ができています。

また、今後の研究開発機能の展開や成長産業等の立地展開には、研究者・技術者等の活動をサポートする「人」・「家族」を重視した環境づくりが不可欠であり、魅力ある生活環境を整備することが、研究開発機能の展開や成長産業等の立地展開を左右するポイントの一つとなる。

そこで、むつ小川原開発においては、日本が目指す科学技術創造立国の実現に向け、我が国及び国際社会への貢献や青森県の雇用拡大など地域振興に資する観点から、環境、エネルギー及び科学技術の分野における研究開発機能の展開と成長産業等の立地展開を図るとともに、森と湖に囲まれた、アメニティあふれる新たな生活環境を整備し、多様な機能を併せ持つ、世界に貢献する新たな「科学技術創造圏」の形成を進める。

(2) 開発の方針

開発に当たっては、以上の方向の下、次の方針に沿って進める。

- ① 六ヶ所村尾駁沼及び鷹架沼周辺から三沢市北部に至る臨海部の約 5,180 ヘクタールを「むつ小川原開発地区」とし、ここにおいて開発を展開することを基本とする。
- ② 開発の展開に当たっては、国の科学技術政策や産業動向などを見据えつつ、むつ小川原地域の特性を活かし、環境、エネルギー及び

科学技術の分野において、国レベルで取り組むべき研究開発機能等の展開と液晶関連産業の集積など成長産業等の立地展開を図る。

- ③ 研究者・技術者等とその家族のための住環境の整備に当たっては、ライフスタイルや職住近接など居住条件のニーズに配慮しつつ、開発の展開に伴う定住人口の動向を踏まえ、アメニティあふれる生活環境の整備を進める。
- ④ 研究開発の交流・連携や産業活動の促進、住民の広域的な都市的サービスの享受を支援するため、既存の施設を活用しつつ、今後の開発の展開に応じ、交通、情報通信など各種の基盤整備を図る。
- ⑤ 開発の展開に当たっては、環境影響評価の結果を踏まえ、緑や湖沼などの多様で豊かな自然環境を保全するとともに、開発に伴う環境負荷を極力少なくすることなどを通じて、自然と共生した良好な生活環境等の保全を図り、環境に十分配慮した開発を行うこととする。

なお、環境影響評価書において、具体的な配慮内容として取りまとめた環境配慮指針等に基づき、環境の保全に万全を期すこととする。

- ⑥ 開発に当たっては、むつ小川原開発地区における研究開発機能の展開と成長産業等の立地展開はもとより、人材・資源等の供給、生活機能の向上など開発を促進する機能の発揮や、地域産業の振興、新産業の創出など開発がもたらす効果の波及を通じて、むつ小川原地域の振興を図る。

3 開発の展開

(1) 開発の視点

21世紀に入った今、科学技術は一層の広がりや深まりをみせ、その進歩は、人類の生活と福祉、経済社会の発展に一層貢献し、世界の持続的な発展のけん引車となることが期待されている。

我が国が、知の創造と活用により世界に貢献できる国、国際競争力があり持続的発展ができる国、安全・安心で質の高い生活のできる国として存立していくためには、科学技術が新たな知を生み出し、国民の生活や経済活動を持続的に発展させ、また、国際的な貢献を果たすべきものであるという視点に立った、積極的な科学技術振興が不可欠である。

むつ小川原地域においては、我が国で、今後、

国家的・社会的課題に対応し重点的に取り組むこととしている環境分野と、国の存立にとって基盤的なエネルギー分野を中心に、情報通信・ライフサイエンス等の分野をも視野に入れ、これまでの関連施設の集積や基盤整備の進展を活かしながら、研究開発機能の展開を図り、我が国が目指す科学技術創造立国の実現の一翼を担う。

また、一層のグローバル化が進行するとともに、我が国を含む先進諸国間の大競争時代が到来する中、新産業の創出につながる産業技術を強化し、強い国際競争力を回復することが必要である。

我が国が培ってきた高い技術力や知識力を活かし、経営資源と技術資源の選択と集中を行うことによって産業競争力を強化し、さらに規制改革を通じた民業拡大が新たな市場を創出して消費者の滞在需要を実現することが、我が国の経済の活性化にとって重要である。

むつ小川原地域においては、これら国内外の産業動向を踏まえ、新しい時代を切り開く、多角的な産業集積の拠点形成を進めつつ、環境・エネルギー分野における規制緩和等の先行導入を通じて実証試験や技術開発、制度設計を推進しながら、成長産業等の立地展開を図り、我が国の構造改革の先進モデルとして今後の改革推進の原動力となる。

(2) 研究開発機能の展開

地球温暖化対策の一環としての、二酸化炭素の削減に資する技術開発への対応については、先進国日本としても国家的な取組が求められており、また、化石燃料の枯渇やウラン資源の有限性への対応として、次世代エネルギーの研究開発で世界をリードし、国際貢献していくことは、科学技術創造立国を目指す日本にとって大きな意義がある。

こうした環境、エネルギー及び科学技術の分野における研究開発の拠点を、我が国のエネルギー政策上の要衝であるむつ小川原開発地区に整備していくことの意義もまた大きい。

現在、核融合による恒久的エネルギー源としての「人工太陽」の実現を目指し、国際熱核融合実験炉（ITER）計画が、日本、EU、ロシア、アメリカ、中国、韓国及びインドの七極による国際協力プロジェクトとして進められている。

我が国が ITER 計画の効果的な推進に大きな役割を果たし、核融合研究開発で世界に貢献する主要な役割を担っていくため、むつ小川原開発地区

に、次世代核融合炉の実現に向けた核融合研究開発を行う国際研究拠点の整備を進める。

また、持続可能な発展に向け、既存のエネルギー利用との協調を図りつつ、クリーンなエネルギーの利用等による経済社会の実現が求められているが、むつ小川原地域は、農林水産業等に由来する豊富なバイオマス資源や、近隣に天然ガス田、メタンハイドレートの開発等による天然ガス供給の可能性も高まっていることに加え、これらを活用した水素利用の大きなポテンシャルを有している。

このようなことを踏まえ、水素を軸とし、資源、事業、国・地域の枠を超えた、ボーダレスな次世代向けのエネルギーシステムの創出を目指し、むつ小川原スタンダードの発信も視野に入れ、むつ小川原開発地区にバイオマス、天然ガス、水素等のクリーンなエネルギーの利用等に係る研究開発や実証試験等の集積を進める。

一方、財団法人環境科学技術研究所は、平成 2 年 12 月の設立以来、放射線や放射性物質が生物や地球環境に及ぼすメカニズムの解明とその対応策など、世界的にも独創的な研究を進めており、今後、生物に対する放射線の影響を遺伝子レベルで解明するための先端分子生物科学研究センターの整備など、同研究所における機能の拡充を促進する。

また、新しい科学技術として、高輝度光源を持つ放射光施設は、広く国民生活の向上に寄与しているが、現在、つくば市にある高エネルギー加速器研究機構の放射光研究施設（PF）を北限としており、広範なユーザーが利用可能な放射光施設をむつ小川原開発地区に設置する意義は大きい。

本地区の放射光施設が、東北、北海道で最初の施設になることを考慮し、産学官の連携の下、放射光を用いた生命科学（医学、獣医学、農・生物学）、理工学などに係る基礎及び応用研究や人材育成の機能を有する施設としての整備を進める。

なお、これらの施設については、具体的研究開発が相互に関連することも多いと考えられることに加え、高齢社会に対応した医薬品等の開発など、地域住民に直結する研究開発や、発展途上国への農業技術支援に資する研究など、国際貢献に資する研究開発が想定されることから、相互の連携を強化しつつ、広範な視点から効果的な展開を図る。

このような環境、エネルギー及び科学技術の分野における研究開発機能の展開に当たっては、関連する研究施設等の立地や、大学、公設試験研究

機関など地域の研究機関との交流を促進するとともに、科学技術に関する国際的な研究開発を進める上で欠かせない人材の育成や産学官連携の

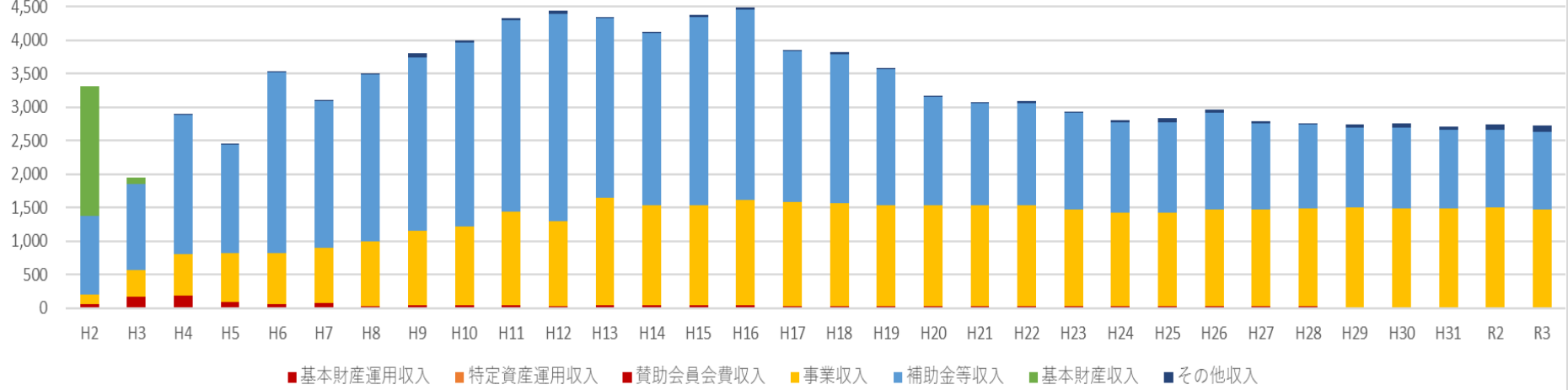
拠点として、大学院大学等の中核的な研究・人材育成機能の整備を目指す。
 ・・・・以下の本文は省略

上記資料に添付された[参考]

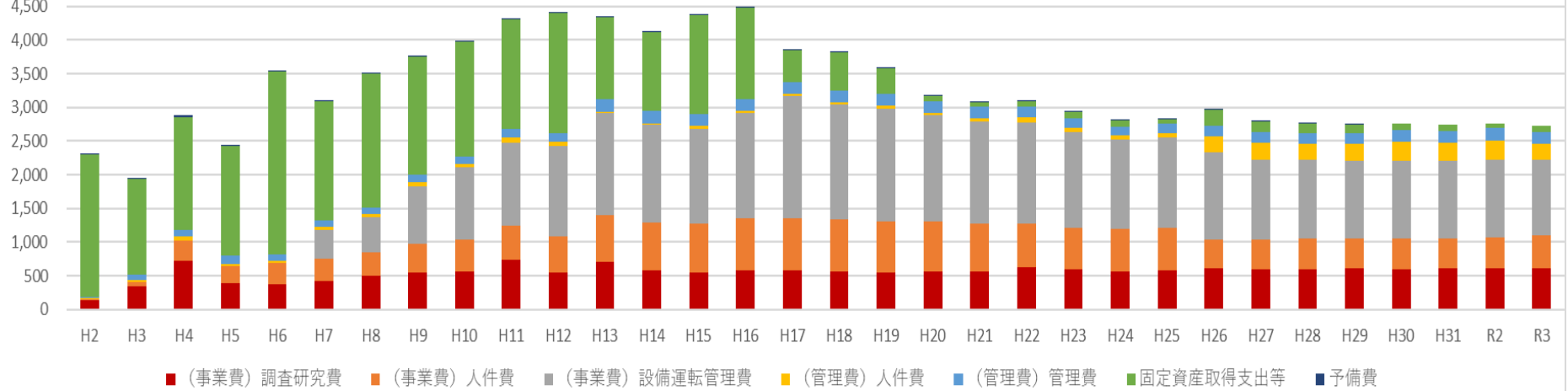
むつ小川原開発のあゆみ

S44. 5.30	新全国総合開発計画決定
45. 4. 1	県庁内に陸奥湾小川原湖開発室設置
46. 3.22	むつ小川原総合開発会議設置
47. 6. 8	むつ小川原開発第1次基本計画及び住民対策大綱策定
9.14	むつ小川原開発について閣議口頭了解
12.25	用地買収交渉開始
50.12.20	むつ小川原開発第2次基本計画策定
52. 8.30	むつ小川原開発閣議口頭了解
9.13	むつ小川原港重要港湾政令指定
12. 2	むつ小川原港港湾計画運輸大臣承認
53. 3.23	高瀬川水系工事実施基本計画決定
12. 6	小川原湖総合開発事業に関する基本計画建設大臣告示（56.8.12 変更告示）
54. 5. 8	六ヶ所都市計画市街化区域及び市街化調整区域、用途地域指定告示
10. 1	国家石油備蓄基地立地決定
55.11.11	国家石油備蓄基地着工（60.9.30 完成）
58. 9. 1	むつ小川原港作業船基地船溜一部供用開始（2,000 トン級岸壁1バース）
59. 4.20	原子燃料サイクル事業の下北半島太平洋側立地について包括的協力要請
7.27	原子燃料サイクル施設の六ヶ所村立地について協力要請（事業概要発表）
60. 4.17	むつ小川原開発第2次基本計画修正（「付」追加）
4.18	原子燃料サイクル施設立地協力要請受諾
4.20	むつ小川原開発について閣議口頭了解
61. 8. 5	原子燃料サイクル施設用地造成起工式
63.10.14	ウラン濃縮工場着工（H4.3.27 操業開始）
H 元. 3.20	（財）むつ小川原地域・産業振興財団設立
2.11.30	低レベル放射性廃棄物埋設センター着工（4.12.8 操業開始）
12. 3	<u>（財）環境科学技術研究所設立</u>
4. 5. 6	高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター着工（7.4.26 操業開始）
5. 4.28	再処理施設着工
7.10.23	県、国際熱核融合実験炉（ITER）誘致決定
12.18	青森県 ITER 誘致推進会議設立
10. 6.22	今後のむつ小川原開発の進め方について（新計画の骨子案）策定
12. 8. 4	新むつ小川原（株）設立
12.12.25	開発構想部会における「開発の方向性」の中間取りまとめ
14. 5.31	閣議により六ヶ所村が ITER の国内候補地に決定
17. 6.28	仏カダラッシュを ITER 建設地とすることを参加6極閣僚級会合により合意
17.10.12	ITER 計画に係る幅広いアプローチの立地要請を受諾

収入（単位：百万円）



支出（単位：百万円）



(3) 組織概形及び人員の変遷

	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16		
役員																	
会長								会長									
理事長	理事長																
専務理事								専務理事						専務理事			
常務理事	常務理事																
理事	理事																
所長	所長																
所付			所付	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	(4)	(7)	(5)	(5)	(3)	(3)	(4)		
事務部門	企画・管理部	(4)	(7)	(7)	(9)	(11)	(13)	(15)	(16)	(15)	(13)	(16)	企画・管理部	(17)	(17)	(17)	(18)
広報部門													広報・研究情報室	(4)	(4)	(3)	(3)
研究部門	第1研究部	(2)	(3)														
	└ 閉鎖系研究室																
	環境動態研究部	(8)	(8)	(8)	(9)	(9)	(10)	(10)	(12)	(14)	(15)	(16)	(17)				
第2研究部	(1)	(3)	(4)														
	環境シミュレーション研究部	(4)	(4)	(7)	(8)	(8)	(10)	(12)	(12)	(15)	(16)	(16)	(18)				
第3研究部			(2)														
	└ 低線量放射線生物影響研究室																
	生物影響研究部	(2)	(6)	(5)	(4)	(6)	(6)	(8)	(9)	(8)	(10)	(12)	(11)				
													先端分子生物科学 研究センター建設準備室	(-)	(-)	(-)	
													先端分子生物科学 研究センター建設室	(-)	(-)	(-)	
職員数計	(5)	(12)	(18)	(25)	(31)	(36)	(39)	(43)	(45)	(50)	(54)	(63)	(65)	(67)	(71)		

注) () 内は各年度末における職員数。(非常勤を除く)

H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4		
理事長																			
		専務理事				専務理事													
常務理事							常務理事											常務理事	
理事														理事					
所長																			
所付																			
(2)	(3)	(3)	(3)	(4)	(3)	(4)	(5)	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	(5)		
→ 総務部 (12) (11) (10) (10) (11) (11)						→ 総務部 (18) (19)		→ 総務部 (25) (24) (23) (23) (23) (24) (26) (28)						→ (20) (20)					
→ 技術・安全室 (5) (5) (5) (5) (5) (4) (6) (6)																			
広報・研究情報室 (3) (3) (3) (3) (3) (3)																	共創センター (7) (11)		
環境動態研究部 (16) (15) (16) (13) (14) (14) (15)							環境影響研究部 (24) (25) (24) (25) (23) (25) (25) (24) (22) (22)									(14)			
環境シミュレーション研究部 (19) (18) (16) (15) (13) (11) (11)																			
生物影響研究部 (12) (13) (13) (13) (14) (14) (15) (14) (18) (15) (15) (15) (15) (15) (14) (16) (14)														(11)					
先端分子生物科学研究センター (-) (1) (1) (1) (-) (-)																			
														トリチウム研究センター (7)					
(69)	(69)	(67)	(63)	(64)	(60)	(69)	(68)	(71)	(65)	(65)	(63)	(65)	(66)	(67)	(69)	(67)	(68)		

(4) 役員・監事の変遷

	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16
会長(非常勤)								更田 豊治郎							
理事長(常勤)	森 茂 (非)							佐藤 章一 (非)				大桃 洋一郎			
専務理事(常勤)								大桃 洋一郎						新田 慶治	
常務理事(常勤)	小柳 卓				大桃 洋一郎			新田 慶治							
理事(常勤)	大桃 洋一郎														
	辻 信雄					桜井 直行				小山 兼二					
			新田 慶治												
			佐藤 文昭									稲葉 次郎			
							上原 功		成松 祐輔					門間 静雄	
理事(非常勤)	内山 克己		秋田谷 恒夫		成田 正光				木村 敏昭		蒔田 弘一		蝦名 武	天童 光宏	関 格
	大崎 順彦							鈴木 誠之						荻原 勉	
	熊取 敏之														
	竹之内 一哲							藤本 昭穂							
	小林 正孝						大畑 宏之					清野 貫男			石村 毅
	栗冠 正利														
	住谷 寛					飯尾 博一				根岸 學				猪俣 俊雄	
	高岡 敬典														
	高木 勇			畔柳 昇				殿塚 猷一					濱田 隆一		
	高屋 光吾														
	濱田 裕志					永井 信夫						藤本 弘次			
	森 一久										宅間 正夫				
	吉村 晴光				佐竹 宏文						佐藤 征夫				
					松平 寛通										
												松尾 多盛		鴻坂 厚夫	
監事(非常勤)	内田 勇夫					石塚 貢		平野 拓也							
						細越 善次郎									
	藤川 直迪		内山 克巳		内山 克巳					佐藤 立治				葛西 勝尚	

H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
大桃 洋一郎 (非)			嶋 昭紘				小野 哲也							島田 義也			
	嶋 昭紘						松本 恒弥										
嶋 昭紘			松本 恒弥					中村 裕二						伊藤 宗太郎			
武山 謙一														久松 俊一			
	中村 裕二																
松本 恒弥							小野 哲也										
	喜多 俊清							村上 正一						伊藤 宗太郎			竹内 大二
	佐藤 光彦	奥川 洋一	佐々木 郁夫														
中島 勝彦				阿部 耕造			八戸 良城										
			竹浪 浩				黒木 美彦										
										高瀬 賢三							
平田 良夫						桑原 茂			田中 治邦					石原 準一			森 鐘太郎
伊藤 範久					久米 雄二		田沼 進							大森 武			藤田 博文
	早野 敏美																
	服部 拓也						佐藤 克哉										植竹 明人
木村 良		片山 正一郎		鈴木 侃			萩野 伸明 庄子 邦明			飯塚 幸治			藪内 典明				
教士 幸夫																	
									松本 恒弥								
											飯田 孝夫						山澤 弘実
											丹羽 太貴						
今村 努				渡邊 修一										板倉 周一郎			森本 浩一
			高坂 孚														
後藤 正紀				中島 勝彦			阿部 耕造										

(5) 評議員・顧問の変遷

	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	
評議員	青地 哲男										立川 圓造		佐竹 宏文			
	石川 迪夫															
	市川 龍資				大塚 益比古			浜田 達二					渡貫 憲一			
	大石 博					須田 忠義			竹内 榮次	中神 靖雄					岸本 洋一郎	
	勝又 義信				松田 泰				松本 保男	須藤 豊					小林 邦英	
	坂本 澄彦															
	佐々木 信介															
	清水 誠															
	滝澤 行雄															
	竹川 鉦一										阿部 由直					
	土田 浩										橋本 寿				古川 健治	
	野澤 清志	近藤 俊幸							外門 一直					兒島 伊佐美		
	浜田 達二								池田 長生							
	平沢 哲夫						田沼 四郎				松本 保男					
	更田 豊治郎		吉川 允二				松浦 祥次郎				高橋 裕幸	齋藤 伸三			岡崎 俊雄	青江 茂
	堀内 純夫						佐々木 壽康									
	松阪 尚典															
	山内 善郎						工藤 俊雄				山口 柁義	成田 榮子		山口 柁義		蝦名 武
	山崎 清五郎	江渡 代次郎														
	顧問	齊藤信房														
田島 英三																
田島 弥太郎																
								森 茂								
											更田 豊治郎					
												佐藤 章一				

(6) 調査検討委員会等委員名簿

(ゴシック体で記した委員は当該委員会の委員長、主査またはグループリーダーを務められたことがある。委員の記載順序は50音順)

①環境動態研究部及び環境影響研究部実施事業(②を除く)に係る委員会

再処理施設環境放射能総合調査 自然・社会環境調査検討委員会(平成2～6年度)

委員名	所属機関	委嘱期間
阿部 征裕	青森県環境保健センター 放射能部	H3～6
五十嵐 敏文	電力中央研究所 我孫子研究所 原燃サイクル部	H4
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H2～6
木村 敏正	日本分析センター 企画室	H2～6
篠原 邦彦	動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所 安全管理部	H2～6
清水 誠	東京大学 農学部	H2～3
鈴木 讓	放射線医学総合研究所 那珂湊支所	H2～6
住谷 みさ子	放射線医学総合研究所 那珂湊支所	H2
関 李紀	筑波大学 化学系	H2～6
高城 裕之	神奈川衛生研究所 生活環境部	H2～6
田中 涼一	大阪府立衛生研究所	H2～6
本郷 昭三	放射線医学総合研究所 環境衛生研究部	H3
久松 俊一	秋田大学 医学部 公衆衛生学講座	H2～6
福井 正美	京都大学 原子炉実験所	H2～6
藤高 和信	放射線医学総合研究所 環境衛生研究部	H2～6
馬原 保典	電力中央研究所 我孫子研究所	H2～3, 5～6
宮本 進	畜産試験場 生理部	H2～6
森内 茂	日本原子力研究所 東海研究所	H2～6
山崎 慎一	農業環境技術研究所 環境資源部	H2～6
山本 政儀	金沢大学 理学部	H2～6
遊坐 次夫	青森県農産物加工センター	H2～6
渡部 輝久	放射線医学総合研究所 那珂湊支所	H2

同上調査 食品消費実態調査検討委員会(平成7～8年度)

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H7～8
北村 禎三	大阪府立看護大学 医療技術短期大学部 臨床栄養学科	H7～8
関 李紀	筑波大学 化学系	H7～8
田中 涼一	大阪薬科大学 公衆衛生学	H7～8
久松 俊一	秋田大学 医学部 公衆衛生学講座	H7～8
湯川 雅枝	放射線医学総合研究所 環境衛生研究部	H7～8
遊坐 次夫	青森県農業試験場	H7～8

同上調査 環境情報データベース検討委員会(平成7～8年度)

委員名	所属機関	委嘱期間
木村 敏正	日本分析センター 企画室	H7～H8
工藤 英嗣	青森県環境保健センター 放射能部	H7～H8
高城 裕之	神奈川衛生研究所 生活環境部	H7～H8
久松 俊一	秋田大学 医学部 公衆衛生学講座	H7～H8
福井 正美	京都大学 原子炉実験所 放射線管理研究部門	H7～H8
本郷 昭三	放射線医学総合研究所 技術部 技術科 情報処理室	H7～H8

同上調査 環境安全評価パラメータ調査・被ばく線量低減化検討委員会（平成9年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H9
小川 弘毅	青森県水産部 漁業振興課	H9
小林 定喜	放射線医学総合研究所	H9
中村 裕二	放射線医学総合研究所 第4研究グループ	H9
本間 俊充	日本原子力研究所 環境安全研究部	H9
村松 康行	放射線医学総合研究所 第4研究グループ	H9
遊坐 次夫	青森県農業試験場	H9

排出放射性物質影響事前調査（青森県における放射性物質の分布等に関する調査）

自然放射線等評価委員会（平成3～5年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
天野 光	日本原子力研究所 環境安全研究部	H3～H5
飯田 孝夫	名古屋大学 工学部	H3～H5
木村 秀樹	青森県環境保健センター 放射能部	H3～H5
桐田 博史	日本分析センター 分析部	H3～H5
小村 和久	金沢大学 理学部附属低レベル放射能実験施設	H3～H5
武石 稔	動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター 安全管理部	H3～H5
長岡 鋭	日本原子力研究所 東海研究所 環境安全研究部	H3～H5
中村 良一	放射線医学総合研究所 那珂湊支所 海洋生態学研究部	H3～H5
橋本 哲夫	新潟大学 理学部	H3～H5
藤高 和信	放射線医学総合研究所 環境衛生研究部	H3～H5
古田 定昭	動力炉・核燃料開発事業団 人形峠事業所 安全管理課	H3～H5
百島 則幸	九州大学 理学部	H3～H5

再処理施設環境放射能安全性実証試験（海洋系環境放射能安全性実証試験）*

海洋環境評価委員会（平成3～12年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
井田 齊	北里大学 水産学部	H3～7
北岡 豪一	京都大学 理学部	H9～12
倉林 美積	動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター 安全管理部	H3, 8～12
清水 誠	東京大学 農学部 水産学科	H3～7
清家 泰	島根大学 総合理工学部	H8～12
小林 義威	日本原子力研究所 環境安全研究部 環境放射化学研究室	H3～7
田村 眞通	青森県水産増殖センター 漁業部	H3～6
津田 良平	近畿大学 農学部 水産学科	H8
中原 元和	放射線医学総合研究所 那珂湊支所 海洋放射生態学研究部	H3～12
仲村 俊毅	青森県水産増殖センター 漁場部	H8
中山 英一郎	滋賀県立大学 環境科学部	H8～12
野尻 幸宏	国立環境研究所 地球環境研究グループ	H5～7
本田 晴朗	財団法人 電力中央研究所 我孫子研究所 生物部 水産技術研究室	H3～12
松本 昌也	青森県水産増殖センター 漁業部	H7
三田村 緒佐武	滋賀県立大学 環境科学部	H8～12

*H11 は放出放射性物質影響試験（海洋系環境放射能影響試験）、H12 は海洋系環境放射性物質等安全実態調査に改称

再処理施設環境放射能安全性実証試験（陸上系環境放射能安全性実証試験）**

陸上環境評価委員会（平成3～12年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H3～9
内田 滋夫	放射線医学総合研究所 那珂湊支所 環境放射生態学研究部	H3～12
大場 貞信	青森県畑作園芸試験場 園芸部	H3～9
片桐 裕実	動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所 安全管理部 環境安全課	H5～7
久保井 徹	静岡大学 農学部 応用生物化学科	H3～8
谷山 一郎	農業環境技術研究所 環境資源部 土壌管理科 土壌保全研究室	H10～12
玉川 和長	青森県農業試験場 藤坂支場	H10, 12
外川 織彦	日本原子力研究所 環境安全研究部 環境影響解析研究室	H4～5
野村 保	動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所 安全管理部 放射線管理第2課	H3～4
橋本 俊明	青森県畜産試験場 草地飼料部	H3～9
福井 正美	京都大学 原子炉実験所	H10～12
藤原 徹	東京大学大学院 農学生命科学研究科 応用生命化学専攻 植物栄養・肥料学研究室	H8～12
本間 俊充	日本原子力研究所 環境安全研究部 環境影響解析研究室	H3, 6～12
柳田 雅芳	青森県畑作園芸試験場 病虫肥料部	H11
山崎 慎一	農業環境技術研究所 環境資源部 水質管理課 水質動態研究室	H3～12
山本 政儀	金沢大学 理学部附属低レベル放射能実験施設	H9～12

** H11 は放出放射性物質影響試験（陸上系環境放射能影響試験）、H12 は陸上系環境放射性物質等安全実態調査に改称

再処理施設環境放射能安全性実証試験（被ばく低減化環境放射能総合調査）***

環境安全評価パラメータ調査・被ばく線量低減化検討委員会（平成10～12年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H10～12
小林 定喜	放射線医学総合研究所	H10～12
中村 裕二	放射線医学総合研究所 第4研究グループ	H10～11
原口 健二	青森県水産部 漁業振興課	H10～12
本間 俊充	日本原子力研究所 環境安全研究部	H10～12
圓尾 好宏	核燃料サイクル開発機構 安全管理部	H12
村松 康行	放射線医学総合研究所 第4研究グループ	H10～12
遊坐 次夫	青森県農産加工指導センター	H10～12

*** H11 は放出放射性物質影響試験等（被ばく低減化環境放射能総合調査）、H12 は環境安全実態総合調査に改称

放射性物質等分布調査 自然放射線等評価委員会（平成6～13年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
天野 光	日本原子力研究研究所 東海研究所 環境安全研究部	H6～13
飯田 孝夫	名古屋大学 工学部	H6～12
大橋 直之	日本分析センター 研修・開発部	H11～12
奥村 稔	島根大学 総合理工学部	H8～12
木村 秀樹	青森県環境保健センター 放射能部	H6
桐田 博史	日本分析センター 分析部	H6～8
小村 和久	金沢大学 理学部附属低レベル放射能実験施設	H6～13
今 武純	青森県環境保健センター 放射能部	H10～12
佐々木 久美子	青森県環境保健センター 放射能部	H13
武石 稔	動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター 安全管理部	H6～12
外崎 久美子	青森県環境保健センター 放射能部	H7～9
長岡 鋭	日本原子力研究研究所 東海研究所 環境安全研究部	H6～10
中村 良一	放射線医学総合研究所 海洋生態学研究部	H6～12
橋本 哲夫	新潟大学 理学部	H6～13
藤高 和信	放射線医学総合研究所 環境衛生研究部	H6～12
藤元 憲三	放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター 防護体系構築研究グループ	H13
古田 定昭	動力炉・核燃料開発事業団 人形峠事業所 安全管理課	H6～12
百島 則幸	九州大学 理学部	H6～13
森本 隆夫	日本分析センター 研修・開発部	H9～10

同上調査 環境安全評価パラメータ調査・被ばく線量低減化検討委員会（平成13年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部 獣医学科	H13
岡村 泰治	日本原燃株式会社 六ヶ所本部 再処理事業所 放射線管理部	H13
尾坂 康	青森県農林水産部 水産振興課	H13
小林 定喜	元放射線医学総合研究所 特別研究員	H13
本間 俊充	日本原子力研究研究所 東海研究所 安全性試験研究センター 原子炉安全工学部	H13
圓尾 好宏	核燃料サイクル開発機構 放射線安全部	H13

同上調査 環境移行モデル調査検討委員会（平成14～17年度；H17：環境移行・線量評価モデル調査検討委員会に改称）

委員名	所属機関	委嘱期間
岡村 泰治	日本原燃株式会社 再処理事業部 放射線管理部	H14～17
小林 定喜	独立行政法人 放射線医学総合研究所	H14～17
今 武純	青森県環境生活部 原子力安全対策課	H14～17
本間 俊充	日本原子力研究研究所 東海研究所 安全性試験研究センター	H14～17
圓尾 好宏	核燃料サイクル開発機構 人形峠環境技術センター	H14～17
村松 康行	独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター	H14～17

放射線・放射性核種調査検討委員会（平成14～17年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
天野 光	日本原子力研究研究所 東海研究所 環境科学研究部	H14～17
小村 和久	金沢大学 自然計測応用研究センター	H14～17
木村 秀樹	青森県原子力センター 分析課	H16
佐々木 久美子	青森県環境保健センター 放射能部	H14～15, 17
橋本 哲夫	新潟大学 理学部	H14～17
藤元 憲三	独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター	H14～17
百島 則幸	熊本大学 理学部	H14～17

環境中移行実態調査検討委員会（平成7～12年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
飯嶋 敏哲	財団法人原子力発電技術機構 原子力安全解析所	H7～11
飯田 孝夫	名古屋大学大学院 工学研究科 原子核工学専攻	H12
井上 君夫	農林水産省 東北農業試験場 地域基盤研究部	H7～11
川村 宏	東北大学 理学部	H7～11
工藤 精一	青森県環境保健センター 八戸公害事務所	H7
外川 織彦	日本原子力研究所 むつ事業所 海洋調査研究室	H12
中西 孝	金沢大学 理学部 化学科	H12
中村 裕二	放射線医学総合研究所 第4研究グループ	H12
林 浩昭	東京大学大学院 農学生命科学研究科	H7～8
伏見 克彦	気象庁 気象研究所 地球化学研究部	H12
松尾 章	青森県環境保健センター 公害部	H8～11
村野 健太郎	環境庁 国立環境研究所 酸性雨研究チーム	H7～11
山澤 弘実	日本原子力研究所 東海研究所 環境安全研究部	H7～12

特殊気象影響検討委員会（平成10～12年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
穴水 孝道	青森県農業試験場	H10～12
魚住 信之	名古屋大学 生物分子応答研究センター	H10～12
茅野 充男	東京大学名誉教授	H10～12
藤原 徹	東京大学大学院 農学生命科学研究科	H10～12
山口 勇	理化学研究所 微生物制御研究室	H10～12
吉田 光二	東北農業試験場 低温ストレス研究室	H10～12

気圏環境動態調査検討委員会（平成13～17年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
飯田 孝夫	名古屋大学大学院 工学研究科 原子核工学専攻	H13～14
佐田 幸一	財団法人 電力中央研究所 狛江研究所 大気科学部	H14～17
鈴木 利孝	山形大学 理学部 地球環境学科	H13～17
中西 孝	金沢大学 理学部 化学科	H13～17
中村 裕二	独立行政法人 放射線医学総合研究所 企画室	H13～17
向井 人史	独立行政法人 国立環境研究所 地球温暖化の影響評価と対策効果プロジェクトグループ	H13～17
山澤 弘実	日本原子力研究所 環境科学研究部 陸域環境研究グループ	H13, 15～17

水圏環境動態調査検討委員会（平成13～17年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
日下部 正志	独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター 那珂湊支所	H15～17
塩垣 優	青森県水産増殖センター 魚類部	H13～15
清家 泰	島根大学 総合理工学部	H13～17
外川 織彦	日本原子力研究所 むつ事業所 施設部 海洋調査研究室	H13～17
中田 喜三郎	東海大学 海洋学部	H14～17
中村 良一	独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター 那珂湊支所	H13～14
中山 英一郎	滋賀県立大学 環境科学部	H13
藤井 智康	奈良教育大学 教育学部	H16～17
三田村 緒佐武	滋賀県立大学 環境科学部	H13～17
山室 真澄	独立行政法人 産業技術総合研究所 海洋資源環境研究部門	H13～17

放射性物質形態別分析調査評価委員会（平成13～17年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
大貫 敏彦	日本原子力研究所 東海研究所 環境科学研究部	H13～17
今 武純	青森県環境保健センター 放射能部	H13
齋藤 稔	青森県環境保健センター 放射能部	H14～15
島村 匡	北里大学 医療衛生学部	H13～17
杉山 雅人	京都大学 総合人間学部	H13～17
野呂 幸男	青森県原子力センター 青森市駐在	H16～17
原口 紘丞	名古屋大学大学院 工学研究科	H13～17
古田 直紀	中央大学 理工学部	H13～17

植物系動態評価委員会（平成13～17年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
魚住 信之	名古屋大学 生物分子応答研究センター	H13～17
高城 哲男	青森県農林総合研究センター 藤阪稲作研究部	H15
高館 正男	青森県農林総合研究センター 藤阪稲作研究部	H16～17
茅野 充男	秋田県立大学 生物資源科学部	H13～17
中堀 登示光	青森県農業試験場 藤坂支場	H13～14
狭間 章博	岡崎国立共同研究機構 統合バイオサイエンスセンター	H13～17
藤原 徹	東京大学 農学部	H13～17
村田 芳行	岡山大学 農学部	H13～17

土壌系動態評価委員会（平成14～17年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
内田 滋夫	独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター	H14～17
但野 利秋	東京農業大学 応用生物科学部 生物応用化学科 植物生産化学研究室	H16～17
谷山 一郎	独立行政法人 農業環境技術研究所 環境資源部 食料生産予測チーム	H14～15
中井 信	独立行政法人 農業環境技術研究所 農業環境インベントリーセンター 土壌分類研究室	H16～17
福井 正美	京都大学 原子炉実験所	H14～17
本間 俊充	日本原子力研究所 東海研究所 安全性試験研究センター 原子炉安全工学部 安全評価研究室	H14～17
山崎 慎一	株式会社県南衛生工業 ハザカプラント研究所	H14～15
山口 紀彦	青森県農業試験場 環境部	H14～17

天然放射能調査検討委員会（平成18～22年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
石森 有	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 人形峠環境技術センター	H21～22
斎藤 公明	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門	H18～22
庄司 博光	青森県原子力センター 安全監視課	H18～20
床次 眞司	独立行政法人 放射線医学総合研究所 企画部	H18～20
中村 尚司	東北大学名誉教授	H18～22
安井 明美	独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所	H18～22
安田 浩	青森県原子力センター 安全監視課	H21
山本 政儀	金沢大学 自然計測応用研究センター	H18～22
吉田 聡	独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター	H18～22

放出放射能環境分布調査検討委員会（平成 18～22 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
木村 秀樹	青森県原子力センター 分析課	H18～21
佐々木 耕一	日本原燃株式会社 安全技術室	H19～22
佐々木 守	青森県原子力センター 安全監視課	H22
嶋田 純	熊本大学大学院 自然科学研究科	H18～22
鈴木 利孝	山形大学 理学部	H18～22
清家 泰	島根大学 総合理工学部	H18～19
外川 織彦	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門	H20～22
中田 喜三郎	東海大学 海洋学部	H18～22
橋本 哲夫	新潟大学 自然科学系理学部	H18～22
本間 俊充	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 安全研究センター	H18
百島 則幸	九州大学 アイソトープ総合センター	H18～22
山澤 弘実	名古屋大学大学院 工学研究科	H18～22

放射性物質形態別移行調査検討委員会（平成 18～22 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
大貫 敏彦	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター	H18～22
木村 和彦	宮城大学 食産業学部	H18～22
櫻井 泰弘	独立行政法人 農業環境技術研究所 土壤環境研究領域	H21～22
島村 匡	北里大学 医療衛生学部	H18～22
下山 邦博	青森県農林総合研究センター 環境保全部	H18
杉山 英男	国立保健医療科学院 生活環境部	H18～22
清藤 文仁	青森県農林総合研究センター 環境保全部	H19～22
中井 信	独立行政法人 農業環境技術研究所 農業環境インベントリーセンター	H18～20
原口 紘丞	名古屋大学大学院 工学研究科	H18～22
古田 直紀	中央大学 理工学部	H18～22

微量元素葉面挙動調査検討委員会（平成 18～22 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
有江 力	東京農工大学大学院 共生科学技術研究院	H18～22
大河内 博	早稲田大学 理工学術院 理工学部 環境資源工学科	H18～22
木方 展治	独立行政法人 農業環境技術研究所 土壤環境研究領域	H18～22
工藤 俊明	青森県原子力センター 青森市駐在	H20～22
栗田 進	気象庁 気象研究所 環境・応用気象研究部	H18～22
佐々木 久美子	青森県原子力センター 青森市駐在	H18～19
高松 武次郎	茨城大学 広域水圏環境科学教育研究センター	H18～22
田中丸 重美	岡山大学 資源生物科学研究所	H19～22
中村 裕二	財団法人 原子力安全技術センター 防災技術センター	H18

元素集積植物調査検討委員会（平成 18～22 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
天野 光	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 むつ事業所 施設部	H18～22
魚住 信之	名古屋大学 生物機能開発利用研究センター	H18～22
榎本 秀一	理化学研究所 仁科加速器研究センター 応用研究部門	H18～22
西澤 直子	東京大学大学院 農学生命科学研究科	H18～22
長谷川 一	地方独立行政法人 青森県産業技術研究センター 野菜研究所	H21
藤原 徹	東京大学 生物生産工学研究センター	H18～22
三上 泰正	地方独立行政法人 青森県産業技術研究センター 野菜研究所	H22
村田 芳行	岡山大学大学院 自然科学研究科	H18～22
山谷 秀明	青森県農林総合研究センター りんご試験場 栽培部	H18～20

排出放射能環境移行調査検討委員会（平成 23～27 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
五十嵐 健	青森県原子力センター 分析課	H25～26
小林 卓也	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門	H23～27
佐々木 守	青森県原子力センター 安全監視課	H23～24
佐々木 耕一	日本原燃株式会社 安全技術室 環境管理センター	H23～27
島 茂樹	財団法人 日本海洋科学振興財団 むつ海洋研究所 海洋研究部	H23～27
鈴木 利孝	山形大学 理学部	H23～25
長尾 誠也	金沢大学 環日本海域環境研究センター 低レベル放射能実験施設	H23～27
中田 喜三郎	名城大学大学院 総合学術研究科	H23～27
橋本 哲夫	新潟大学名誉教授	H23～27
藤原 英司	独立行政法人 農業環境技術研究所 企画戦略室	H23～27
松山 大	青森県原子力センター 分析課	H27
百島 則幸	九州大学 アイソトープ総合センター	H23～27
山澤 弘実	名古屋大学 大学院工学研究科	H23～27

自然放射線・天然放射性核種による被ばく線量等調査検討委員会

（平成 23～27 年度；平成 24 年度に被ばく線量評価法及びα放射性核種に関する調査検討委員会に改称）

委員名	所属機関	委嘱期間
大久保 英樹	青森県原子力センター 安全監視課	H25～26
川口 勇生	独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター 規制科学研究プログラム	H26
工藤 俊明	青森県原子力センター 分析課	H24
斎藤 公明	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 福島支援本部 環境支援部	H23～27
坂口 綾	広島大学 大学院 理学研究科 地球惑星システム学専攻	H25～27
佐藤 純	明治大学名誉教授	H23～24
鈴木 将文	青森県原子力センター 安全監視課	H27
中村 尚司	東北大学名誉教授	H23～27
御園生 淳	財団法人 海洋生物環境研究所 事務局 研究調査グループ	H23～27
安田 浩	青森県原子力センター 安全監視課	H23
山本 政儀	金沢大学 自然計測応用研究センター	H23～27
吉田 聡	独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター	H23～25

放射性ヨウ素環境移行パラメータ調査検討委員会（平成 23～27 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
天知 誠吾	千葉大学 園芸学研究科	H23～27
有江 力	東京農工大学大学院 農学研究科	H23～27
大貫 敏彦	独立行政法人 日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター	H23～27
木方 展治	独立行政法人 農業環境技術研究所 土壌環境研究領域	H23～27
木村 芳伸	青森県原子力センター 青森市駐在	H23～25
颯田 尚哉	岩手大学 農学部 共生環境課程	H23～27
神 俊雄	青森県原子力センター 青森市駐在	H26～27
高橋 嘉夫	広島大学大学院 理学研究科 地球惑星システム学専攻	H23～27
村松 康行	学習院大学 理学部化学科	H23～26
山田 秀和	京都府立大学大学院 生命環境科学研究科	H23～27

青森県産物放射性物質移行調査検討委員会（平成27～令和2年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
青野 辰雄	国立研究開発法人 放射線医学総合研究所 福島復興支援本部 環境動態・影響プロジェクト	H27～R2
荒川 修	弘前大学 農学生命科学部 園芸農学科	H27～R2
大貫 敏彦	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門 先端基礎研究センター	H27～R1
北宅 善昭	大阪府立大学 大学院 生命環境科学研究科	H27～R2
木村 芳伸	青森県原子力センター 分析課	H30～R1
桐原 慎二	地方独立行政法人 青森県産業技術センター 下北ブランド研究所	H27～R2
神 俊雄	青森県原子力センター 分析課	R2
高橋 知之	京都大学 原子炉実験所 原子力基礎工学研究部門	H27～R2
藤澤 春樹	地方独立行政法人 青森県産業技術センター 野菜研究所	R2
武藤 逸紀	青森県原子力センター 青森市駐在	H27～29
百島 則幸	九州大学 アイソトープ統合安全管理センター	H27

陸畜蓄積評価調査検討委員会（平成27～令和元年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
五十嵐 飛鳥	青森県原子力センター 分析課	H27～29
犬伏 和之	千葉大学大学院 園芸学研究科	H27～R1
小嵐 淳	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門 原子力基礎工学研究センター	H27～R1
小泉 博	早稲田大学 教育・総合科学学術院 理学科	H27～R1
佐藤 義人	地方独立行政法人 青森県産業技術センター 畜産研究所 酪農飼料環境部	H27～R1
神 俊雄	青森県原子力センター 分析課	H30～R1
山中 勤	筑波大学 生命環境系	H27～R1

人体内代謝実験調査検討委員会（平成27～令和元年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
高橋 知之	京都大学 原子炉実験所 原子力基礎工学研究部門	H27～R1
武田 洋	元国立研究開発法人 放射線医学総合研究所	H27～R1
田中 茂穂	国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所 基礎栄養研究部	H27～R1
八田 秀雄	東京大学 大学院 総合文化研究科	H27～R1
吹越 恵里子	青森県原子力センター 分析課	H27～H29
武藤 逸紀	青森県原子力センター 安全監視課	H30～R1
横山 須美	藤田保健衛生大学 医療科学部	H27～R1

環境科学技術研究所研究倫理委員会（平成27～令和元年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
浦上 愛	無所属	H28～R1
小川 和俊	中部上北広域事業組合教育委員会 中部上北教育研修センター	H27～R1
Victor Carpenter	弘前大学 人文学部	H27～R1
菊池 トシエ	六ヶ所村文化協会 読書愛好会	H27～R1
相馬 りか	文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術動向研究センター	H27～R1
平田 松吾	東邦大学 看護学部	H27～29
久松 俊一	公益財団法人 環境科学技術研究所	H27～R1
深沢 岳久	弁護士法人深澤法律事務所	H27～R1
吉岡 利忠	弘前学院大学	H27～R1

排出放射能環境動態調査検討委員会（平成28～令和2年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
乙坂 重嘉	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究センター 環境動態研究グループ	H28～R2
菊池 浩司	青森県原子力センター 安全監視課	R2
佐々木 耕一	日本原燃株式会社 安全・品質本部環境管理センター	H28～R2
島 茂樹	公益財団法人 日本海洋科学振興財団 むつ海洋研究所 海洋研究部	H28～30
杉原 真司	九州大学 アイソトープ統合安全管理センター	H28～R2
鈴木 将文	青森県原子力センター 安全監視課	H28～29
反町 篤行	福島県立医科大学 医学部	H28～R2
田上 恵子	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 福島再生支援本部	H28～R2
玉熊 義久	青森県原子力センター 青森市駐在	H30～R1
寺田 宏明	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門 原子力科学研究所 原子力基礎工学研究センター	R1～2
中山 智治	公益財団法人 日本海洋科学振興財団 むつ海洋研究所 海洋研究部	R1～2
長尾 誠也	金沢大学 環日本海域環境研究センター 低レベル放射能実験施設	H28～R2
橋本 哲夫	新潟大学名誉教授	H28～30
山澤 弘実	名古屋大学大学院 工学研究科	H28～30

樹木の被ばく線量評価法開発調査検討委員会（平成28～令和2年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
安積 潔	青森県原子力センター 青森市駐在	H30～R2
天知 誠吾	千葉大学大学院 園芸学研究科	H28～R2
川口 勇生	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 放射線防護情報統合センター	H28～R2
斎藤 公明	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 福島環境安全センター	H28～R2
坂口 綾	筑波大学 数理物質系	H28～R2
神 俊雄	青森県原子力センター 青森市駐在	H28～29
中村 尚司	東北大学名誉教授	H28～R2
馬場 光久	北里大学 獣医学部	H28～R2

放射性物質環境移行低減化調査検討委員会（平成28～令和2年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
安藤 麻里子	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究センター 環境動態研究グループ	H28～R2
石井 伸昌	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 福島再生支援本部	H28～R2
魚住 信之	東北大学大学院 工学研究科	H28～R2
葛西 邦生	青森県原子力センター 分析課	R2
木村 和彦	宮城大学 食産業学部	H28～R2
澤田 譲	青森県原子力センター 分析課	H28～30
信濃 卓郎	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター 福島研究拠点	H28～R2
檜山 宝孝	青森県原子力センター 分析課	R1
藤澤 春樹	地方独立行政法人 青森県産業技術センター 野菜研究所	R2
細田 洋一	地方独立行政法人 青森県産業技術センター 野菜研究所	H28～R1

HT 型トリチウム移行調査検討委員会（令和 2 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
小嵐 淳	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門	R2
高橋 知之	京都大学 原子炉実験所 原子力基礎工学研究部門	R2
高松 利恵子	北里大学 獣医学部	R2
檜山 宝孝	青森県原子力センター 分析課	R2
横山 須美	藤田医科大学 研究支援推進本部 共同利用研究設備サポートセンター	R2
米村 正一郎	県立広島大学 生物資源科学部	R2

大気・海洋排放射放射性物質影響調査検討委員会（令和 3 年度～）

委員名	所属機関	委嘱期間
青野 辰雄	量子科学技術研究開発機構 高度被ばく医療センター 福島再生支援研究部	R3～4
赤田 尚史	弘前大学 被ばく医療総合研究所	R3～4
大坂 直人	青森県原子力センター 安全監視課	R3～4
乙坂 重嘉	東京大学 大気海洋研究所	R3～4
幸 進	日本原燃株式会社 安全・品質本部 環境管理センター 環境安全グループ	R4
今 智穂美	地方独立行政法人 青森県産業技術センター 野菜研究所	R4
佐々木 耕一	日本原燃株式会社 安全・品質本部	R3
高橋 知之	京都大学 複合原子力科学研究所	R3
塚田 祥文	福島大学 環境放射能研究所	R4
寺田 宏明	国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究センター 環境・放射線科学ディビジョン 環境動態研究グループ	R3～4
中山 智治	公益財団法人 日本海洋科学振興財団 むつ海洋研究所 海洋研究部	R3～4
長尾 誠也	金沢大学 環日本海域環境研究センター 低レベル放射能実験施設	R3～4
藤澤 春樹	地方独立行政法人 青森県産業技術センター 野菜研究所	R3

放射性物質異常放出事後対応調査検討委員会（令和 3 年度～）

委員名	所属機関	委嘱期間
石井 伸昌	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 放射線医学研究所 福島再生支援研究部 環境移行パラメータ研究グループ	R3～4
魚住 信之	東北大学大学院 工学研究科 バイオ工学専攻 応用生物物理化学分野	R3～4
葛西 邦生	青森県原子力センター 分析課	R3
木村 和彦	宮城大学 食産業学部 ファームビジネス学科	R3～4
今 智穂美	地方独立行政法人 青森県産業技術センター 野菜研究所	R4
信濃 卓郎	北海道大学大学院 農学研究院 作物栄養学研究室	R3～4
二瓶 直登	福島大学 食農学類 農業生産学コース	R3～4
藤澤 春樹	地方独立行政法人 青森県産業技術センター 野菜研究所	R3
堀田 智史	青森県原子力センター 分析課	R4
山田 大吾	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門 畜産飼料作研究領域 省力肉牛生産グループ	R3～4

②環境シミュレーション研究部実施事業（環境影響研究部として継承した事業を含む）に係る委員会
閉鎖系システム技術検討委員会（平成3～11年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
相賀 一郎	大阪府立大学 農学部	H3～11
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部 獣医学科 獣医放射線学講座	H9～11
大坪 孔治	航空宇宙技術研究所 宇宙研究グループ	H3～6
大矢 晴彦	横浜国立大学 工学部	H3～11
小口 美津夫	航空宇宙技術研究所 宇宙研究グループ	H3～6
北宅 善昭	千葉大学 園芸学部	H6～10
木部 勢至朗	航空宇宙技術研究所 構造力学部	H3～11
栗原 康	奥羽大学 歯学部 生物学科	H7
小林 義威	日本原子力研究所 環境安全研究部	H3～11
斉藤 勝利	宇宙開発事業団 宇宙環境利用システム本部	H9
鈴木 和夫	宇宙開発事業団 環境利用システム本部	H7～8
高野 泰吉	名城大学 農学部	H3～10
高橋 秀幸	東北大学 遺伝生態研究センター	H11
竹内 俊郎	東京水産大学 資源育成学科	H9～11
寺井 稔	大妻女子大学 社会情報学部	H3～11
時岡 達志	気象研究所 気候研究部	H3～5
長岡 俊治	宇宙開発事業団 宇宙環境利用システム本部	H10
中村 裕二	放射線医学総合研究所	H3～5
西村 格	農業環境技術研究所 環境管理部	H3～10
新田 慶治	航空宇宙技術研究所	H3
古川 義宣	北里大学 獣医畜産学部	H3～10
馬淵 和雄	気象研究所 気候研究部	H6
水谷 広	石巻専修大学 理工学部	H5～11
宮澤 政文	宇宙開発事業団 環境利用システム本部	H6～7
村松 晋	宇都宮大学 農学部	H5～11
山口 勇	理化学研究所 微生物制御研究室	H3～7
米山 一彦	宇宙開発事業団 宇宙ステーション開発本部	H5

循環制御技術検討分科会（平成3～4年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
小口 美津夫	航空宇宙技術研究所 宇宙研究グループ	H3～4
春日 忠造	株式会社ペスコ東海事務所	H3～4
三宮 都一	動力炉・核燃料開発事業団	H3～4
白石 文秀	九州工業大学 情報工学部	H3～4
進藤 勇治	物質工学工業技術研究所 化学システム部分離工学課	H3～4
玉浦 裕	東京工業大学 理学部	H3～4
中村 裕二	放射線医学総合研究所	H3～4
新田 慶治	航空宇宙技術研究所	H3
松本 甲太郎	航空宇宙技術研究所 宇宙研究グループ	H3～4

微量物質検討分科会（平成3～4年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
大政 謙次	国立環境研究所	H3～4
大矢 晴彦	横浜国立大学	
寺井 稔	大妻女子大学 社会情報学部	H3～4
新田 慶治	航空宇宙技術研究所	H3
林 直美	動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所	H3～4
古川 義宣	北里大学 獣医畜産学部	H3～4
村松 康行	放射線医学総合研究所 環境放射生態学研究室	H3～4
山口 勇	理化学研究所 微生物制御研究室	H3～4

植物生理検討分科会（平成3～5年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
相賀 一郎	大阪府立大学 農学部	H3～4
大政 謙次	国立環境研究所 生物圏環境部	H5
小畑 仁	三重大学 生物資源学部	H5
北宅 善昭	千葉大学 園芸学部	H5
古在 豊樹	千葉大学 園芸学部	H3～4
後藤 英司	東京大学 農学部	H3～5
齋藤 高弘	宇都宮大学 農学部	H5
高野 泰吉	名城大学 農学部	H3～4
高橋 秀幸	東北大学 遺伝生態研究センター	H5
多胡 靖宏	航空宇宙技術研究所	H3～5
谷 晃	大阪府立大学 農学部	H5
西崎 進治	新エネルギー産業技術総合開発機構	H3～4
西村 格	農業環境技術研究所 環境管理部	H3～4
新田 慶治	航空宇宙技術研究所	H3
村松 晋	宇都宮大学 農学部	H5
村松 康行	放射線医学総合研究所 環境放射生態学研究室	H5
渡部 良朋	電力中央研究所 我孫子研究所	H3～5

設備利用検討分科会（平成3～5年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
浅川 征男	農業環境技術研究所 他感作用研究室	H5
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H5
岩田 勉	宇宙開発事業団 筑波宇宙センター システム技術開発部	H4～5
大坪 孔治	航空宇宙技術研究所 宇宙研究グループ	H3～4
大桃 洋一郎	財団法人 環境科学技術研究所 理事	
木部 勢至朗	航空宇宙技術研究所 構造力学部	H5
功刀 正行	国立環境研究所 地球環境グループ 海洋研究チーム	H5
小池 惇平	東京工業大学 生命理工学部	H5
小林 義威	日本原子力研究所 環境安全研究部	H3～4
時岡 達志	気象研究所 気候研究部	H3～5
西尾 光夫	地域環境研究所	H3～4
新田 慶治	航空宇宙技術研究所	H3
水谷 広	石巻専修大学 理工学部	H5
義村 利秋	政策科学研究所	H5

植物関連実験検討分科会（平成6～11年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
浅川 征男	農業環境技術研究所 環境生物部	H6～7
大政 謙次	国立環境研究所 生物圏環境部	H6～7
小畑 仁	三重大学 生物資源学部	H6～7, 11
北野 雅治	九州大学 生物環境調節センター	H6～7
北宅 善昭	千葉大学 園芸学部	H6～10
後藤 英司	東京大学 農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻	H8～11
齋藤 高弘	宇都宮大学 農学部	H6～11
高橋 秀幸	東北大学 遺伝生態研究センター	H6～11
谷 晃	大阪府立大学 農学部	H6～11
村松 康行	放射線医学総合研究所 環境放射生態学研究室	H6～11
吉田 敏	九州大学 生物環境調節研究センター	H11
渡部 良朋	電力中央研究所 我孫子研究所	H6～11

陸・水圏閉鎖系施設利用検討分科会（平成6～7年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H6～7
岩田 勉	宇宙開発事業団 筑波宇宙センター システム技術開発部	H6～7
大坪 孔治	航空宇宙技術研究所 宇宙研究グループ	H7
大桃 洋一郎	財団法人 環境科学技術研究所	
大和田 紘一	東京大学 海洋研究所	H6～7
木部 勢至朗	航空宇宙技術研究所 構造力学部	H6
功刀 正行	国立環境研究所 地球環境グループ 海洋研究チーム	H6～7
栗原 康	奥羽大学 歯学部 生物学科	H7
小池 惇平	東京工業大学 生命理工学部	H6～7
竹内 俊郎	東京水産大学 資源育成学科	H7
辻 義人	海洋科学技術センター	H6～7
西尾 光夫	地域環境研究所	H6～7
新田 慶治	財団法人 環境科学技術研究所	
馬淵 和雄	気象研究所 気候研究部	H6
水谷 広	石巻専修大学 理工学部	H6～7
義村 利秋	政策科学研究所	H6～7

施設利用検討分科会（平成8～11年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部 獣医学科	H8～11
岩田 勉	宇宙開発事業団 筑波宇宙センター 技術研究本部 システム技術研究部	H8
小池 惇平	東京工業大学 生命理工学部	H8～11
下田 隆信	宇宙開発事業団 筑波宇宙センター 技術研究本部 先端ミッション研究センター	H9～11
西尾 光夫	株式会社 地域環境研究所	H8
皆川 秀夫	北里大学 獣医畜産学部 畜産土木工学科	H8～11
村松 晋	宇都宮大学 農学部 生物生産学科	H8～11
義村 利秋	財団法人 政策科学研究所	H8～11

水棲生物生態系検討分科会（平成8～11年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 克彦	国立養殖研究所 環境管理部	H8～11
功刀 正行	国立環境研究所 地球環境研究グループ	H8～11
倉林 美積	動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター 安全管理部	H8～11
鈴木 款	静岡大学 理学部	H11
竹内 俊郎	東京水産大学 資源育成学科	H8～11
辻 義人	海洋科学技術センター 情報室	H8～11
三浦 昭雄	青森大学 工学部 生物工学科	H8～10
古谷 研	東京大学大学院 農学生命科学研究科	H11

閉鎖系内作業分析検討分科会（平成11年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
久米 稔	早稲田大学 文学部	H11
小池 惇平	東京工業大学大学院 生命理工学研究科	H11
杉山 貞夫	関西学院大学大学院 社会学研究科	H11
関口 千春	宇宙開発事業団 宇宙環境利用推進部	H11
毛利 元彦	海洋科学技術センター 海洋生態・環境研究部	H11

閉鎖系要素技術検討委員会（平成 12～17 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
五十嵐 泰夫	東京大学大学院 農学生命科学研究科	H12～17
石川 芳男	日本大学 理工学部	H12～17
木部 勢至朗	航空宇宙技術研究所 革新宇宙プロジェクト推進センター	H12～17
鈴木 款	静岡大学 理学部	H15～17
水谷 広	日本大学 生物資源科学部	H12～17
皆川 秀夫	北里大学 獣医畜産学部	H12～17

陸・水圏生態系検討委員会（平成 12～21 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
犬伏 和之	千葉大学 園芸学部	H17～21
川崎 保夫	財団法人 電力中央研究所 我孫子研究所 応用生物部	H13～21
北山 兼弘	京都大学 生態学研究センター	H17～21
功刀 正行	国立環境研究所 地球環境研究グループ	H12～16
倉林 美積	東京商船大学 商船学部	H12
鈴木 款	静岡大学 理学部	H12～14, 18～21
竹内 俊郎	東京水産大学 水産学部	H12～16
谷口 和也	東北大学大学院 農学研究科	H12
辻 義人	社団法人 日本深海技術協会	H12
津田 敦	北海道区水産研究所 亜寒帯海洋環境部	H12～17
古谷 研	東京大学大学院 農学生命科学研究科	H12～21
鞠子 茂	筑波大学 生物科学系	H15～17

生物圏物質循環総合実験調査検討委員会（平成 12～19、21 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
相賀 一郎	大阪府立大学	H12～19
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H12～19, 21
大矢 晴彦	横浜国立大学 工学部	H12
大西 充	独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 総合技術研究本部	H17, 21
北宅 善昭	大阪府立大学大学院 農学生命科学研究科	H13～19, 21
木部 勢至朗	航空宇宙技術研究所 革新宇宙プロジェクト推進センター	H12～17
篠原 邦彦	日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター	H18～19
杉山 貞夫	関西学院大学	H12～17
高橋 知之	京都大学 原子炉実験所	H21
高橋 秀幸	東北大学 遺伝生態研究センター	H12
竹内 俊郎	東京水産大学 水産学部	H12
武田 洋	独立行政法人 放射線医学総合研究所	H21
辻 義人	社団法人 日本深海技術協会	H13～16
寺井 稔	大妻女子大学 社会情報学部	H12
水谷 広	日本大学 生物資源科学部	H12～19, 21
村中 健	八戸工業大学 工学部	H12～19
村松 晋	社団法人 畜産技術協会	H12～17
毛利 元彦	海洋科学技術センター 海洋生態・環境研究部	H12～19, 21
柳川 孝二	独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 基幹システム本部	H18～19
義村 利秋	財団法人 政策科学研究所	H17～18

植物関連実験検討分科会（平成 12～16 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
小畑 仁	三重大学 生物資源部	H12～13
北宅 善昭	大阪府立大学大学院 農学生命科学研究科	H13～16
後藤 英司	東京大学大学院 農学生命科学研究科	H12～16
齋藤 高弘	宇都宮大学 農学部	H12～16
高橋 秀幸	東北大学 遺伝生態研究センター	H12～16
谷 晃	東海大学 開発工学部	H12, 14～16
宮嶋 宏行	東京女子館大学 国際教養学部	H15～16
村松 康行	放射線医学総合研究所 第4研究グループ	H12～15
吉田 敏	九州大学 生物環境調節研究センター	H12～16
渡部 良朋	財団法人 電力中央研究所 我孫子研究所 生物科学部	H12～16

植物栽培技術検討分科会（平成 17 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
北宅 善昭	大阪府立大学大学院 農学生命科学研究科	H17
齋藤 高弘	宇都宮大学 農学部	H17
高橋 秀幸	東北大学大学院 生命科学研究科	H17
吉田 敏	九州大学 生物環境調節研究センター	H17
渡部 良朋	財団法人 電力中央研究所 環境科学研究所	H17

植物炭素移行検討分科会（平成 18～21 年度；平成 20 年度に植物炭素移行検討委員会に改称）

委員名	所属機関	委嘱期間
相賀 一郎	大阪府立大学	H20
北宅 善昭	大阪府立大学大学院 農学生命科学研究科	H18～21
後藤 英司	千葉大学 園芸学部	H18～21
高橋 知之	京都大学 原子炉実験所	H18～21
高橋 秀幸	東北大学大学院 生命科学研究科	H18
谷 晃	東海大学 開発工学部	H18～21
吉田 敏	九州大学 生物環境調節研究センター	H18～21
渡部 良朋	財団法人 電力中央研究所 環境科学研究所	H18

動物飼育実験検討分科会（平成 12～13 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H12～13
小池 惇平	東京工業大学大学院 生命理工学研究科	H12～13
下田 隆信	宇宙開発事業団 宇宙環境利用システム本部 宇宙環境利用推進部	H12～13
皆川 秀夫	北里大学 獣医畜産学部	H12～13
村松 晋	社団法人 畜産技術協会	H12～13
義村 利秋	財団法人 政策科学研究所	H12～13

居住関連実験検討分科会（平成 12～13 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
下坂 智恵	大妻女子大学 短期大学部 家政科	H12～13
鈴木 平光	農林水産省 食品総合研究所 食品機能部	H12～13
関口 千春	宇宙開発事業団 宇宙環境利用システム本部 宇宙環境利用推進部	H12～13
寺井 稔	大妻女子大学 社会情報学部	H12～13
毛利 元彦	海洋科学技術センター 海洋生態・環境研究部	H12～13

動物・居住系実験検討分科会（平成 14～17 年度；平成 17 年度に動物・居住技術検討分科会に改称）

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H14～17
小池 惇平	東京工業大学大学院 生命理工学研究科	H14～17
下坂 智恵	大妻女子大学 短期大学部 家政科	H14
鈴木 平光	独立行政法人 食品総合研究所 食品機能部	H14～17
関口 千春	宇宙開発事業団 宇宙環境利用システム本部 宇宙環境利用推進部	H14～16
那須 正夫	大阪大学大学院 薬学研究科	H17
原島 恵美子	実践女子大学 生活科学部	H15～17
皆川 秀夫	北里大学 獣医畜産学部	H14～17
村松 晋	社団法人 畜産技術協会	H14～16
毛利 元彦	日本海洋事業株式会社	H14～17
義村 利秋	財団法人 政策科学研究所	H14～16

動物・ヒト炭素移行検討分科会（平成 18～21 年度；平成 20 年度に動物・ヒト炭素移行検討委員会に改称）

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H18～21
佐野 宏明	岩手大学 農学部	H20～21
篠原 邦彦	日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター	H20～21
鈴木 平光	女子栄養大学 栄養学部	H18～19
武田 洋	独立行政法人 放射線医学総合研究所放射線防護研究センター	H18～21
陀安 一郎	京都大学 牛態学研究センター	H18～21
平松 琢二	琉球大学 農学部	H19
村中 健	八戸工業大学 工学部	H20～21
村松 晋	社団法人 畜産技術協会	H18

物質循環検討分科会（平成 17～20 年度；平成 20 年度に、実験系運用技術検討委員会に改称）

委員名	所属機関	委嘱期間
石川 芳男	日本大学 理工学部	H18～20
大西 充	独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 総合技術研究本部	H17～20
後藤 英司	千葉大学 園芸学部	H17
齋藤 高弘	宇都宮大学 農学部	H18～20
谷 晃	東海大学 開発工学部	H17
陀安 一郎	京都大学 牛態学研究センター	H17
竹内 正男	独立行政法人 産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門	H19～20
那須 正夫	大阪大学大学院 薬学研究科	H18
水谷 広	日本大学 生物資源科学部	H18～20
宮嶋 宏行	東京女学館大学 国際教養学部	H17～18

安全検討委員会（平成 12～15 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H12～15
久米 稔	早稲田大学 文学部	H12～15
五戸 雅彰	五戸法律事務所	H14～15
齋藤 誠二	中央大学 法学部	H12～13
関口 千春	宇宙開発事業団 宇宙環境利用システム本部 宇宙環境利用推進部	H12～15
高木 鞠生	日本経済新聞社	H15
鳥井 弘之	日本経済新聞社	H12～14
毛利 元彦	海洋科学技術センター 海洋生態・環境研究部	H12～15

ミニ地球居住実験安全検討委員会（平成 16～19 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
伊藤 伸彦	北里大学 獣医畜産学部	H16
久米 稔	適合性評価研究所	H16～19
関口 千春	独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 有人宇宙技術部	H16～19
高木 鞆生	日経サイエンス社	H16～18
那須 正夫	大阪大学大学院 薬学研究科	H19
深沢 岳久	深沢法律事務所	H16～19
毛利 元彦	日本海洋事業株式会社	H16～19
吉岡 利忠	弘前学院大学	H16～19

炭素移行実験安全検討委員会（平成 20～21 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
内田 勝雄	山形県立保健医療大学 理学療法学科	H20～21
鈴木 平光	女子栄養大学 栄養学部	H20～21
中村 裕二	財団法人 環境科学技術研究所	H20～21
深沢 岳久	深沢法律事務所	H20～21
毛利 元彦	日本海洋事業株式会社	H20～21
吉岡 利忠	弘前学院大学	H20～21

微生物系物質循環検討委員会（平成 18～21 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
五十嵐 康夫	東京大学大学院 農学生命科学研究科	H18～21
小嵐 淳	日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター	H18～21
坂本 清	青森県農林総合研究センター 環境保全部	H18～21
水谷 広	日本大学 生物資源科学部	H18～21

排出放射性炭素の蓄積評価検討委員会（平成 22～26 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
池田 英男	千葉大学 環境健康フィールド科学センター	H22～26
犬伏 和之	千葉大学大学院 園芸学研究科	H22～26
小嵐 淳	日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究部門	H22～26
佐藤 義人	地方独立行政法人 青森県産業技術センター畜産研究所 酪農飼料環境部	H22～26
日浦 勉	北海道大学 北方生物圏フィールド科学センター	H22～26
横沢 正幸	独立行政法人 農業環境技術研究所 大気環境研究領域	H22～26

トリチウム移行検討委員会（平成 22～26 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
北宅 善昭	大阪府立大学大学院 生命環境科学研究科	H22～26
鈴木 款	静岡大学 創造科学技術大学院	H22～26
高橋 知之	京都大学 原子炉実験所 原子力基礎工学研究部門	H22～26
竹内 俊郎	東京海洋大学	H22～26
武田 洋	独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線防護センター	H22～26
八田 秀雄	東京大学大学院 総合文化研究科	H22～26
百島 則幸	九州大学 アイソトープ総合センター	H22～26
吉田 敏	九州大学 生物環境利用推進センター	H24～26

環境科学技術研究所研究倫理委員会（平成 22～26 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
影田 有美子	無所属	H22～26
相馬 りか	独立行政法人 理化学研究所 脳科学総合研究センター	H22～26
中村 裕二	財団法人 環境科学技術研究所	H22～25
久松 俊一	公益財団法人 環境科学技術研究所	H26
深沢 岳久	深澤法律事務所	H22～26
吉岡 利忠	弘前学院大学	H22～26

③トリチウム研究センター実施事業に係る委員会

トリチウムの影響に関する調査検討委員会（令和4年度～）

委員名	所属機関	委嘱期間
岩間 貴士	青森県原子力センター	R4～
馬田 敏幸	産業医科大学 アイソトープ研究センター	R4～
鈴木 正敏	東北大学 災害科学国際研究所	R4～
武田 洋	元放射線医学総合研究所	R4～
立花 章	茨城大学大学院 理工学研究科	R4～
夏堀 雅宏	北里大学 獣医学部	R4～
真辺 健太郎	日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所	R4～

④生物影響研究部実施事業に係る委員会

低線量放射線生物影響評価委員会（平成3～12年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
青木 芳郎	東京大学 医学部	H3～5
生島 隆治	京都大学 原子炉実験所	H3～5
井尻 憲一	東京大学 アイソトープ総合センター	H3～5
石井 敬一郎	財団法人 電力中央研究所 生物科学部	H9～10
大津 裕司	放射線医学総合研究所	H3～7
大津山 彰	国立がんセンター研究所	H3～5
大山 ハルミ	放射線医学総合研究所	H9～12
小野 哲也	東北大学大学院 医学系研究科	H6～12
葛西 宏	産業医科大学 産業生態科学研究所	H6～8
熊澤 蕃	日本原子力研究所 東海研究所 保健物理部	H5～8
酒井 一夫	財団法人 電力中央研究所 生物科学部	H11～12
佐藤 文昭	北海道大学 獣医学部	H4～6
鈴木 和夫	千葉大学 薬学部 衛生化学研究室	H7～8
関野 正義	青森県環境保健センター	H3
野村 大成	大阪大学 医学部	H3～5
湯川 修身	放射線医学総合研究所 生物影響研究部	H8
淀野 啓	弘前大学 医学部	H3～5
米澤 司郎	大阪府立大学 先端科学研究所 アイソトープ総合研究センター	H9～12
平嶋 邦猛	埼玉医科大学健康管理センター	H9～12
福本 哲夫	山口大学 医学部	H12
細野 正道	新潟大学大学院 自然科学研究科	H11～12
森 和博	新潟大学 理学部	H9～11
渡辺 正巳	長崎大学 薬学部	H3～5

文献調査委員会（平成5年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
青木 芳郎	東京大学 医学部	H5
大津 裕司	放射線医学総合研究所	H5
佐藤 文昭	北海道大学 獣医学部	H5
米澤 司郎	大阪府立大学 附属研究所	H5

低線量放射線生物影響調査委員会（平成11～12年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
新関 稔	弘前大学 農学生命科学部	H12
岡田 重文	東京大学 名誉教授	H11
小野 哲也	東北大学大学院 医学系研究科	H11～12
川崎 東彦	大阪府立大学大学院 農学生命科学研究科	H12
鈴木 正彦	青森県グリーンバイオセンター	H11～12
丹羽 太貫	京都大学 放射線生物研究センター	H11～12
野村 大成	大阪大学大学院 医学系研究科	H11
松平 寛通	財団法人 放射線影響協会	H11～12

研究成果検討ワーキンググループ（平成 11 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
小野 哲也	東北大学大学院 医学系研究科	H11
武藤 正弘	放射線医学総合研究所 生物影響研究部	H11
森 和博	新潟大学 理学部	H11
米澤 司郎	大阪府立大学 先端科学研究所 アイソトープ総合研究センター	H11

将来計画検討ワーキンググループ（平成 11 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
丹羽 太貴	京都大学 放射線生物研究センター	H11
川崎 東彦	大阪府立大学 農学部	H11
鈴木 文男	広島大学 原爆放射能医学研究所	H11
鈴木 正彦	青森県グリーンバイオセンター	H11
新関 稔	弘前大学 農学生命科学部	H11
三品 昌美	東京大学大学院 医学系研究科	H11
森 和博	新潟大学 理学部	H11

低線量放射線生物影響実験調査委員会（平成 7～令和 2 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
生島 隆治	京都教育大学 教育学部	H8～17
井尻 憲一	東京大学 アイソトープ総合センター	H7～11
今岡 達彦	放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター	H26～R2
大津 裕司	放射線医学総合研究所 特別研究官	H7
大津山 彰	産業医科大学 医学部	H24～R2
小木曾 洋一	放射線医学総合研究所 内部被ばく・防護研究部	H8～15
小野 哲也	東北大学大学院 医学系研究科	H8～23
神谷 研二	広島大学 原爆放射能医学研究所	H12～25
佐藤 文昭	北海道大学大学院 獣医学研究科	H7
島田 義也	放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター	H16～25
高橋 規郎	放射線影響研究所	H20～R2
藤堂 剛	大阪大学大学院 医学系研究科	H26～R2
中村 典	放射線影響研究所	H26～R2
福本 学	東北大学 加齢医学研究所	H18～R2
細田 裕	財団法人 放射線影響協会	H7
松下 悟	放射線医学総合研究所 人材・研究基盤部	H10～25
松本 恒 弥	放射線医学総合研究所 企画室	H8～12
水野 正一	財団法人 東京都老人総合研究所 情報シミュレーション部門	H7
村田 紀	財団法人 放射線影響協会 放射線疫学調査センター	H16
米澤 司郎	大阪府立大学 先端科学研究所 アイソトープ総合研究センター	H7～13

低線量放射線細胞影響調査委員会（平成 13～16 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
井上 達	国立医薬品食品衛生研究所 安全生物試験研究センター	H15～16
大山 ハルミ	放射線医学総合研究所	H13～16
小野 哲也	東北大学大学院 医学系研究科	H13～16
平嶋 邦猛	埼玉医科大学 健康管理センター	H13～16
福本 哲夫	山口大学 医学部	H13～16
細野 正道	新潟大学大学院 自然科学研究科	H13～16
武藤 正弘	放射線医学総合研究所	H13～16
米澤 司郎	大阪府立大学 先端科学研究所 アイソトープ総合研究センター	H13～16

低線量放射線遺伝子影響調査委員会（平成 13～16 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
大津山 彰	産業医科大学 医学部	H13～16
小野 雅夫	立教大学 理学部	H13～14
酒井 一夫	財団法人 電力中央研究所 生物科学部	H13～16
島田 義也	放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター	H13～16
鈴木 文男	広島大学 原爆放射能医学研究所	H13～16
山本 和生	東北大学大学院 生命科学研究科	H13～16

低線量放射線がん遺伝子影響調査委員会（平成 17～21 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
大津山 彰	産業医科大学 医学部	H17～21
小野 哲也	東北大学大学院 医学系研究科	H17～21
酒井 一夫	財団法人 電力中央研究所 生物科学部	H17～21
鈴木 文男	広島大学 原爆放射能医学研究所	H17～21
丹羽 太貴	京都大学 放射線生物研究センター	H17～18
福本 学	東北大学 加齢医学研究所	H17～21
山本 和生	東北大学大学院 生命科学研究科	H17～21

低線量放射線生体防御機能影響実験調査委員会（平成 17～26 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
五十嵐 美德	独立行政法人 国立がん研究センター研究所	H24～26
石川 雄一	財団法人 癌研究会 癌研究所	H23
小野江 和則	北海道大学 遺伝子病制御研究所	H17～18
楠 洋一郎	放射線影響研究所	H17～26
小林 芳郎	東邦大学 理学部	H23～26
坂下 直実	徳島大学大学院 ヘルスバイオサイエンス研究部	H23～26
竹屋 元裕	熊本大学大学院 薬学研究部	H17～22
細井 義夫	東北大学大学院 医学系研究科	H17～26
細野 正道	新潟大学大学院 自然科学研究科	H17～22
山田 裕	放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター	H17～21

DNA 修復関連遺伝子への低線量率放射線影響調査委員会（平成 22～26 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
石川 雄一	財団法人 癌研究会 癌研究所	H22～26
大津山 彰	産業医科大学 医学部	H22～26
小野 哲也	東北大学大学院 医学系研究科	H22～23
酒井 一夫	財団法人 電力中央研究所 生物科学部	H22～26
續 輝久	九州大学大学院 医学研究院	H23～26
伴 伸彦	公立大学法人 大分県立看護科学大学	H22～26
福本 学	東北大学 加齢医学研究所	H22～26

生物学的線量評価調査委員会（平成 15～26 年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
阿部 由直	弘前大学 医学部	H15～19
鎌田 七男	財団法人 広島原爆被害者援護事業団	H15～19
神田 玲子	放射線医学総合研究所	H20～26
児玉 靖司	大阪府立大学大学院 理学系研究科	H25～26
児玉 喜明	放射線影響研究所	H15～26
神 裕	日本原燃業務管理室 げんねん診療所	H15～19
立野 裕幸	旭川医科大学 医学部	H20～26
早田 勇	放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター	H15～19
吉田 光明	放射線医学総合研究所 緊急被ばく医療研究センター	H20～26

低線量率放射線に対する生理応答影響調査委員会（平成 27～令和元年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
五十嵐 美德	独立行政法人 医薬品医療機器総合機構 新薬審査第五部	H27～R1
楠 洋一郎	放射線影響研究所 放射線影響研究部 分子生物科学部	H27～R1
小林 芳郎	東邦大学 理学部	H27～R1
坂下 直実	徳島大学大学院 医歯薬学研究部 器官病態修復医学講座 地方独立行政法人 くまもと県北病院機構	H27～R1
細井 義夫	公立玉名中央病院 病理診断科 東北大学大学院 医学系研究科	H27～R1

低線量率放射線に対する分子応答影響調査委員会（平成 27～令和元年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
大塚 健介	財団法人 電力中央研究所 原子力技術研究所 放射線安全研究センター	H27～R1
児玉 靖司	大阪府立大学大学院 理学系研究科	H27～R1
田内 広	茨城大学 理学部 理学科 生物科学コース 茨城大学大学院 理工学研究科 理学部	H27～R1
田代 聡	広島大学 原爆放射線医科学研究所 細胞修復制御研究分野	H27～R1
中島 徹夫	量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所	H27～R1

母体内における低線量率放射線被ばく影響調査委員会（平成 27～令和元年度）

委員名	所属機関	委嘱期間
王 冰	量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所 放射線影響研究部	H27～R1
島田 義也	量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所	H27～H29
長尾 哲二	近畿大学 理工学部 生命科学科 発生生物学研究室	H27～R1
三谷 啓志	東京大学大学院 新領域創生科学研究所	H27～R1

低線量率放射線被ばく影響の実証調査委員会①幼若期被ばく影響の解析（令和 3 年度～）

委員名	所属機関	委嘱期間
飯塚 大輔	量子科学技術研究開発機構 放射線医学研究所	R3～
今井 俊夫	独立行政法人 国立がん研究センター研究所	R3～
坂田 律	放射線影響研究所	R3～
濱崎 幹也	放射線影響研究所	R3～
三浦 富智	弘前大学 被ばく医療総合研究所	R3～
横須賀 誠	日本獣医生命科学大学	R3～

低線量率放射線に対する修飾要因実験調査委員会・低線量率放射線被ばく影響の実証調査②修飾要因の解析（令和 2 年度～）

委員名	所属機関	委嘱期間
五十嵐 美德	国立研究開発法人 国立がん研究センター研究所	R2～
小林 芳郎	東邦大学 理学部	R2～
鈴木 啓司	長崎大学 医学部 医学科 医歯薬学総合研究科 放射線医療科学専攻	R2～
中島 徹夫	量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所	R2～
武藤 倫弘	京都府立医科大学 医学研究科	R2～
森岡 孝満	量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所 放射線影響研究部	R2～

低線量率放射線に対する分子応答影響調査（第二期）委員会・低線量率放射線被ばく影響の機序調査①細胞・分子・遺伝子への影響の解析（令和 2 年度～）

委員名	所属機関	委嘱期間
今井 高志	量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所	R2～
小林 敏之	順天堂大学 大学院 医学研究科	R2～
臺野 和広	量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所	R2～
田代 聡	広島大学 原爆放射線医科学研究所 細胞修復制御研究分野	R2～
筆宝 義隆	千葉県がんセンター研究所 発がん制御研究部	R2～
藤通 有希	財団法人 電力中央研究所 サステナブルシステム研究本部	R2～

低線量率放射線に対する生理応答影響調査（第二期）委員会・低線量率放射線被ばく影響の機序調査②生理機能への影響の解析（令和2年度～）

委員名		所属機関	委嘱期間
今岡	達彦	量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所 放射線影響研究部	R2～
大石	勝隆	産業技術総合研究所 細胞分子工学研究部門 食健康機能研究グループ	R2～
北川	昌伸	東京医科歯科大学	R2～
楠	洋一郎	放射線影響研究所	R2～
児玉	靖司	大阪府立大学大学院 理学系研究科	R2～
志村	勉	国立保健医療科学院	R2～

(7) 受賞リスト

(環境影響研究)

年月	氏名	所属	受賞・表彰名 (授与機関名)	対象業績
H14.9	高久 雄一	環境動態研究部	創立 50 周年記念顕彰 (日本地球化学会)	ICP 質量分析法等の新分析法の研究・開発
H14.9	高久 雄一	環境動態研究部	Award of the best poster presentation (The 8 th International Conference on Plasma Source Mass Spectrometry)	同上
H16.5	植田 真司	環境動態研究部	第 2 回堀田記念奨励賞 (海洋理工学会)	核燃料リサイクル施設に隣接する汽水湖尾駁沼における流動モデルの開発
H16.11	大桃 洋一郎	環境科学技術研究所 理事長	瑞宝小授章	
H23.6	大桃 洋一郎	環境科学技術研究所 特別顧問	V.I. Vernadsky Award (International Union of Radioecology)	50 年以上にわたる環境放射能研究に対する貢献及び六ヶ所村に環境放射能研究の一大拠点を作り上げた功績
H23.8	武田 晃	環境動態研究部	第 29 回日本土壌肥料学会奨励賞 (日本土壌肥料学会)	土壌環境中における多元素の分布と可給性に関する研究
H25.5	赤田 尚史	環境影響研究部	東北雪氷賞学術賞 (日本雪氷学会東北支部)	東北日本を対象とした雪氷化学に関する研究
H25.9	塚田 祥文	環境影響研究部	第 58 回日本土壌肥料学会賞 (日本土壌肥料学会)	農作物への放射性核種の移行と分布に関する研究
H29.6	植田 真司	環境影響研究部	海洋理工学会 論文賞 (海洋理工学会)	青森県汽水湖鷹架沼における流況と塩分躍層の構造特性
R1.11	海野 佑介	環境影響研究部	根研究学会 優秀発表賞 (根研究学会)	C-11 ライブイメージングにより示された光合成産物の根からの分泌に対する根圏土壌の生化学的応答

(環境シミュレーション研究)

年月	氏名	所属	受賞・表彰名 (授与機関名)	対象業績
H9.6	多胡 靖宏	環境シミュレーション研究部	平成 9 年度 CELSS 学会論文賞 (CELSS 学会)	閉鎖生態系における有機廃棄物処理液の植物栽培への利用に関する研究
H16.9	多胡 靖宏	環境シミュレーション研究部	平成 16 年度生態工学会賞学術賞 (生態工学会)	生物体移行実験調査並びに生物圏物質循環総合実験調査において実施してきた植物栽培システムの研究開発に関わる一連の研究
H16.11	新田 慶治	環境科学技術研究所専務理事	瑞宝小授章	
H17.5	新田 慶治	環境科学技術研究所 技術顧問	The International Conference on Environmental Systems Award for Technical Excellence (The International Conference on Environmental Systems)	生命維持環境制御システム分野における業績及び学術的権威
R1.5	多胡 靖宏	環境影響研究部	平成 30 年度日本農業工学会フェロー授与 (日本農業工学会)	日本農業工学会の関与する分野の学問技術の発展における継続的に顕著な功績
R3.7	新田 慶治	環境科学技術研究所元専務理事	生態工学会名誉会長	国内外における生態工学の発展に対する貢献

(生物影響研究)

年月	氏名	所属	受賞・表彰名 (授与機関名)	対象業績
H20.10	嶋 昭紘	環境科学技術 研究所 専務理事兼所長	日本放射線影響学会 功労賞 (一般社団法人 日本放射線影響学会)	メダカを用いた放射線が誘発する生殖細胞突然変異生成に関わる研究、日本放射線影響学会の活動と運営における貢献
H24.9	嶋 昭紘	環境科学技術 研究所 理事長	日本放射線影響学会 名誉会員 (一般社団法人 日本放射線影響学会)	放射線影響科学分野における国際的な高い評価、国内外の研究者の育成における長年の貢献、日本放射線影響学会の活動と運営における貢献
H24.9	中村 慎吾	生物影響研究部	日本放射線影響学会 奨励賞 (一般社団法人 日本放射線影響学会)	低線量率放射線を連続照射したマウスでの生理学的影響に関する研究
H25.4	杉原 崇	生物影響研究部	放射線影響研究奨励賞 (公益財団法人 放射線影響協会)	低線量率放射線連続照射による生体内分子シグナル挙動の解明
H27.5	廣内 篤久	生物影響研究部	Excellent Poster Award (第15回国際放射線 研究会議)	Analysis of early responses of hematopoietic stem cells and common myeloid progenitor cells to chronic low dose-rate irradiation in mice
			日本放射線影響学会 奨励賞 (一般社団法人 日本放射線影響学会)	放射線誘発マウス白血病に関する研究
R3.9	中平 嶺	生物影響研究部	日本放射線影響学会 優秀演題発表賞 (一般社団法人 日本放射線影響学会)	Long-term effects of continuous in utero low and medium dose-rate gamma-radiation
R4.10	中平 嶺	生物影響研究部	ポスター賞 (低線量・低線量率放射線研究国際ミニワークショップ ～現状と今後の展望～)	Biological effects of low dose-rate radiation exposure In Utero

(その他)

年月	氏名	所属	受賞・表彰名 (授与機関名)	対象業績
H22.1	一戸 一晃 植田 真司 近藤 邦男	生物影響研究部 環境動態研究部 環境動態研究部	善行表彰 (六ヶ所村)	小学校の野外学習への長年の貢献

(8) 発表論文リスト

環境影響研究

- 1) 大桃洋一郎 (1991) 環境から植物への放射性物質の移行. *Radioisotopes*, 40, 56.
- 2) 住谷みさ子, 村松康行, 大桃洋一郎 (1991) 茨城県沿岸住民の食品摂取量(VIII) - 東海村における調査 - . *保健物理*, 26, 39-46.
- 3) Uchida, S., Y. Muramatsu, M. Sumiya, Y. Ohmomo (1991) Biological half-life of gaseous elemental iodine deposited onto rice grains. *Health Phys.*, 60, 675-679.
- 4) 内田滋夫, 住谷みさ子, 柳沢啓, 大桃洋一郎 (1991) 放射性核種の経根吸収による農作物への移行および転流に関する溢泌液の利用. *Radioisotopes*, 40, 347-353.
- 5) 大桃洋一郎 (1992) 陸圏のラジオエコロジー - 放射性核種の農作物への移行モデルとパラメーター. *Radioisotopes*, 41, 218-227.
- 6) 佐伯誠道, 飯嶋敏哲, 馬原保典, 大桃洋一郎, 内田滋夫, 住谷みさ子, 村松康行, 清水誠, 稲葉次郎 (1992) 公衆の線量評価に用いる環境パラメータ. *日本原子力学会誌*, 34, 382-407.
- 7) 磯村公郎, 樋口正信, 柴田尚, 塚田祥文, 岩島清, 杉山英男 (1993) 蘚苔類中の放射性セシウム濃度分布と指標植物としての応用. *Radioisotopes*, 42, 157-163.
- 8) 杉山 英男, 寺田 尚, 磯村 公郎, 塚田 祥文, 柴田 宙 (1993) キノコへの放射性セシウムの移行特性 - 野生キノコおよび培養キノコ -. *Radioisotopes*, 42, 683-690.
- 9) 近藤邦男, 清家泰, 橋谷博 (1994) 汽水湖中海における栄養塩類および植物プランクトンの鉛直分布を支配する塩分躍層の役割. *陸水学会誌*, 55, 47-60.
- 10) Tazaki, K., M. Aratani, S. Noda, P. J. Currie, V. S. Fyfe (1994) Micro-structure and chemical composition of duckbilled dinosaur eggshell. *Sci. Rep. Kanazawa Univ.*, 39, 17-37.
- 11) Furuya, K., K. Matsushita, M. Aratani (1995) Depth and state analyses of deuterium and helium in D₂-annealed He⁺-implanted yttrium iron garnet. *Jpn. J. Appl. Phys.*, 34, 6260-6267.
- 12) 五代儀貴, 大桃洋一郎 (1995) 青森県における食品消費の実態 I - 三八・上北地区における消費量 -. *保健物理*, 30, 337-344.
- 13) 近藤邦男, 川端一史, 五代儀貴, 倉林美積 (1995) 青森県六ヶ所村の汽水湖尾駁沼における湖水中からの放射性核種等の除去に果たす水生植物の役割. 第37回環境放射能調査研究成果論文抄録集.
- 14) 塚田祥文, 真田哲也, 上野隆, 天野光, 小林義威 (1995) 千葉市大気中における粒子状およびガス状塩素, 臭素, および沃素について. *エアロゾル研究*, 10, 214-220.
- 15) 五代儀貴, 中村裕二, 大桃洋一郎 (1996) 青森県における食品消費の実態 II. *保健物理*, 31(4), 451-461.
- 16) Tsukada, H., T. Watabe (1996) Dependence of soil-to plant transfer factors of elements on their concentrations in soil. *Nuclear Cross-Over Research, International Workshop on Improvement of Environmental Transfer Model and Parameters*, 165-173.
- 17) 塚田祥文, 渡部輝久 (1996) 土壌 - バレイシヨにおける元素の移行について. *保健物理*, 31, 177-183.
- 18) 植田真司, 川端一史, 五代儀貴, 長谷川英尚, 近藤邦男 (1996) 尾駁沼における湖底堆積物中の放射性核種の分布調査. 第38回環境放射能調査研究成果論文抄録集.
- 19) 新真理子, 天野光, 一政満子, 一政祐輔, 柿内秀樹, 佐久間洋一, 野口宏, 久松俊一, 百島則幸, 横山須美 (1997) 核融合炉内外におけるトリチウムの挙動. 6. 自然環境中トリチウム挙動. *プラズマ・核融合学会誌*, 73, 1317-1363.
- 20) 久松俊一 (1997) トリチウムの影響と安全管理, IV-2 食品および人体中トリチウム. *日本原子力学会誌*, 39, 914-942.
- 21) Katoh, K., Y. Motohashi, S. Hisamatsu, N. Hachiya (1997) Smoking habits and attitudes toward smoking among medical students. *J. Sch. Health*, 39, 157-162.
- 22) 塚田祥文 (1997) 松林における基質からきのこへの放射性および安定Csの移行. 環境中微量物質動態専門研究会. *KURRI-KR-18*, pp. 27-32.
- 23) Hachiya, N., Y. Takizawa, S. Hisamatsu, T. Abe, Y. Abe, Y. Motohashi (1998) Atmospheric mercury concentrations in the basin of the Amazon, Brazil. *Environ. Health Prev. Med.*, 2, 183-187.
- 24) 久松俊一 (1998) 環境研全天候型人工気象施設の概要. *クロスオーバー研究シンポジウム「放射性物質の環境移行研究の新たな展開」報告集. JAERI-CONF 99-001*, pp. 196-201. 日本原子力研究所.
- 25) Hisamatsu, S., T. Katsumata, Y. Takizawa (1998) Tritium concentrations in pine needle, litter and soil samples. *J. Radiat. Res.*, 39, 129-136.
- 26) Hisamatsu, S., T. Masaki, T. Okai, N. Momoshima (1998) Behavior of tritium in the environment: tritium in food and the human body. *Comparative Evaluation of Environmental Toxicants*, pp. 75-86, Kodansha Scientific LTD., Tokyo.
- 27) Hisamatsu, S., H. Amano, K. Isogai, M. Atarashi, H. Zhu, Y. Takizawa (1998) Organically-bound ³H concentration in rice around atomic energy facilities. *Health Phys.*, 74, 448-450.
- 28) 近藤邦男, 植田真司, 川端一史, 長谷川英尚, 大桃洋一郎 (1998) 六ヶ所村の汽水湖尾駁沼における放射性核種の挙動. *クロスオーバー研究シンポジウム「放射性物質の環境移行研究の新たな展開」報告集. JAERI-CONF 99-001*, pp. 241-245. 日本原子力研究所.
- 29) Tsukada, H. (1998) Transfer of essential and trace elements from soil to agricultural plants. *Comparative Evaluation of Environmental Toxicants, Health Effects of Environmental Toxicants Derived from Advanced Technologies*, Supplement, pp. 89-94, National Institute of Radiological Sciences, Japan.
- 30) Tsukada, H., Y. Nakamura (1998) Transfer factors of 31 elements in several agricultural plants collected from 150 farm fields in Aomori, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 236, 123-131.
- 31) Tsukada, H., H. Shibata, H. Sugiyama (1998) Transfer of radiocaesium and stable caesium from substrata to mushrooms in a pine forest in Rokkasho-mura, Aomori, Japan. *J. Environ. Radioact.*, 39, 149-160.
- 32) 植田真司, 川端一史, 長谷川英尚, 桜井直行, 近藤邦男 (1998) 青森県汽水湖尾駁沼の堆積物中における²³⁸U, ¹³⁷Cs及び安定元素の分布特性. *陸水学雑誌*, 59, 159-173.
- 33) Inaba, J. (1999) Criticality accident at Tokai-mura. *Radiol. Prot. Bull.*, 217, 7-9.
- 34) 五代儀貴, 植田真司, 近藤邦男, 久松俊一, 桜井直行 (1999) 青森県の屋内職場環境におけるラドン濃度調査. 環境放射能調査研究成果論文抄録集, pp. 23-24, 科学技術庁.
- 35) Tsukada, H., Y. Nakamura (1999) Transfer of ¹³⁷Cs and stable Cs from soil to potato in agricultural fields. *Sci. Total Environ.*, 228, 111-120.
- 36) 塚田祥文, 長谷川英尚, 久松俊一 (1999) 土壌からバレイシヨへの¹³⁷Csおよび安定Csの移行について. 環境放射能調査研究成果論文抄録集, pp. 93, 科学技術庁.
- 37) 塚田祥文, 長谷川英尚, 久松俊一 (1999) 安定元素の分配係数測定法. 天然バリア Kd, *KURRI-KR-44*, pp. 159-162, 京都大学原子炉研究所.
- 38) Ueda, S., H. Hasegawa, K. Kondo (1999) Concentration and speciation of ¹³⁷Cs in the surface sediments in brackish Lake Obuchi, Rokkasho Village. *Radioisotopes*, 48, 683-689.

- 39) Hisamatsu, S., Y. Inoue, K. Miyamoto, Y. Takizawa (2000) Free water ^3H concentration in diet samples collected during 1969-88 in Akita, Japan. *Proceedings of 10th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA-10)*, P-4a-239, pp. 1-6. Hiroshima, Japan.
- 40) Inaba, J. (2000) Radiological and environmental aspects of the criticality accident in Tokai-mura. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 92, 239-246.
- 41) Iyogi, T. (2000) Food consumption survey in Aomori Prefecture. *Proceedings of 10th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA-10)*, P-4b-252, pp. 1-6. Hiroshima, Japan.
- 42) 近藤邦男, 植田真司, 川端一史, 大桃洋一郎 (2000) 六ヶ所村の汽水湖尾駁沼における放射性核種の挙動. *原子力基盤総合的研究*, pp. 31-35.
- 43) Mitamura, O., Y. Seike, K. Kondo, N. Ishida, M. Okumura (2000) Urea decomposing activity of fractionated brackish phytoplankton in Lake Nakauimi. *Limnology*, 1, 75-80.
- 44) Takizawa, U., S. Hisamatsu, T. Abe, J. Yamashita (2000) Actinides and long-lived radionuclides in tissues of the Japanese population: Summary of the past 20-year studies. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 243, 305-312.
- 45) Tsukada, H., H. Hasegawa (2000) Transfer of ^{137}Cs , essential and trace elements from soil to potato plants in an agricultural field. *Proceedings of 10th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA-10)*, P-4a-242, pp. 1-7. Hiroshima, Japan.
- 46) Tsukada, H., S. Hisamatsu, Y. Nakamura (2000) Soil-to-plant transfer factors of ^{137}Cs and stable Cs in agricultural field. *Health Phys.*, 79, 312.
- 47) 塚田祥文 (2000) 土壌から農作物・きのこへの放射性 Cs および安定 Cs の移行について. pp. 19-22, *環境放射能・放射線—夏の学校*, 金沢大学辰口共同研修センター, 辰口.
- 48) Ueda, S., H. Hasegawa, T. Iyogi, H. Kawabata, K. Kondo (2000) Concentration of radiocaesium Cs-137 in the bottom sediments of the Lake Obuchi in Rokkasho Village, Japan. *Proceedings of 10th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA-10)*, P-4a-250, pp. 1-6. Hiroshima, Japan.
- 49) Ueda, S., H. Hasegawa, T. Iyogi, H. Kawabata, K. Kondo (2000) Investigation of physicochemical form of uranium in sediment of brackish Lake Obuchi using sequential extraction procedure. *Limnology*, 1, 231-236.
- 50) Ueda, S., H. Kawabata, H. Hasegawa, K. Kondo (2000) Characteristics of fluctuations in salinity and water quality in brackish Lake Obuchi. *Limnology*, 1, 57-62.
- 51) 高久雄一, 大塚良仁 (2001) 水環境試料中の多元素分析法の開発. *環境と測定技術*, 28, 38-42.
- 52) 高久雄一, 五代儀貴, 島村匡 (2001) 青森における降雪の化学組成. *環境化学*, 11, 273-282.
- 53) Takano, J., M. Yamagami, K. Noguchi, H. Hayashi, T. Fujiwara (2001) Preferential translocation of boron to young leaves in *Arabidopsis thaliana* regulated by the BOR1 gene. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 47, 345-357.
- 54) Yamasaki, S., A. Takeda, M. Nanzyo, I. Taniyama, M. Nakai (2001) Background levels of trace and ultra-trace elements in soils of Japan. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 47, 755-765.
- 55) 山下順助, 渡会二郎, 久松俊一 (2001) 秋田県民の環境 γ 線被ばく線量. *Radioisotopes*, 50, 435-441.
- 56) 柳澤文孝, 奥村信貴, 本山玲美, 松本寿子, 山下千尋, 赤田尚史, 阿部修 (2001) 2001年3月に東北地方に降った「赤い雪」の特徴. *寒冷地技術論文・報告集*, 17, 310-316.
- 57) 赤田尚史, 柳澤文孝 (2002) 全降下物およびエアロゾルに含まれる非海塩性硫酸イオンの硫黄同位体比. *エアロゾル研究*, 17, 247-251.
- 58) 赤田尚史, 柳澤文孝, 本山玲美, 川端明子, 上田晃 (2002) 日本の湿性降下物に含まれる非海塩性硫酸イオンの硫黄同位体比. *雪氷*, 64, 173-184.
- 59) Iida, T., K. Saito, H. Kawabata, H. Hasegawa, N. Akata (2002) A study on the washout coefficient of tritiated water vapor in the atmosphere. *Proceedings of the First Asian and Oceanic Congress for Radiation Protection (AOCR-P-1)*, ps-6-35 (in CD-ROM), Seoul, Korea.
- 60) 五代儀貴, 中村裕二 (2002) 青森県における食品消費の実態 III. *保健物理*, 37, 143-152.
- 61) 五代儀貴, 中村裕二 (2002) 青森県における食品消費の実態 IV. *保健物理*, 37, 335-349.
- 62) 五代儀貴, 久松俊一, 稲葉次郎 (2002) 青森県六ヶ所村及びその周辺市町村における家畜の飼料給与量. *保健物理*, 37, 230-235.
- 63) Iyogi, T., S. Ueda, S. Hisamatsu, K. Kondo, H. Haruta, H. Katagiri, M. Kurabayashi, Y. Nakamura, N. Tsuji (2002) Environmental gamma-ray dose rate in Aomori Prefecture, Japan. *Health Phys.*, 82, 521-526.
- 64) Iyogi, T., S. Ueda, S. Hisamatsu, K. Kondo, H. Haruta, H. Katagiri, M. Kurabayashi, Y. Nakamura, N. Sakuratani, N. Tsuji (2002) Radon concentration in dwelling in Aomori Prefecture, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 254, 175-179.
- 65) 川端一史, 近藤邦男, 稲葉次郎, 大桃洋一郎 (2002) 全天候型人工気象実験施設の紹介. *寒冷地技術論文・報告集*, 18, 753-760.
- 66) 川端一史, 植田真司, 長谷川英尚, 赤田尚史, 近藤邦男, 稲葉次郎, 大場良二 (2002) 青森県六ヶ所村における風向と風速の季節変動. *寒地技術論文・報告集*, 18, 766-771.
- 67) 近藤邦男, 川端一史, 植田真司 (2002) 水環境の放射能汚染とモニタリング. *水環境学会誌*, 25, 188-192.
- 68) 本山玲美, 柳澤文孝, 赤田尚史, 鈴木祐一郎, 金井豊, 小島武, 川端明子, 上田晃 (2002) 東アジアで使用されている石炭に含まれる硫黄の同位体比. *雪氷*, 64, 49-58.
- 69) Ohtsuka, Y., M. Yamamoto, K. Sasaki, K. Komura (2002) Cosmogenic radionuclide ^{22}Na as an index in evaluating residence time of lake water. *RADIOPROTECTION-Colloques 37*, C1, pp. 63-68.
- 70) 高久雄一, 工藤友華, 木村盛児, 林匠馬, 太田郁子, 長谷川英尚, 植田真司 (2002) 環境水中の希土類元素のイミノニ酢酸キレート樹脂ディスク予備濃縮/誘導結合プラズマ質量分析法による定量. *分析化学*, 51, 539-544.
- 71) Tsukada, H., H. Hasegawa (2002) Soil-to-plant transfer of ^{137}Cs , essential and trace elements in cabbage plants. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 252, 219-224.
- 72) Tsukada, H., H. Hasegawa, S. Hisamatsu (2002) Distributions of alkali and alkaline earth metals in several agricultural plants. *Radioprotection*, 37, C1-535-C1-540.
- 73) Tsukada, H., H. Hasegawa, S. Hisamatsu, S. Yamasaki, (2002) Transfer of ^{137}Cs and stable Cs from paddy soil to polished rice in Aomori, Japan. *J. Environ. Radioact.* 59, 351-363.
- 74) Tsukada, H., H. Hasegawa, S. Hisamatsu, S. Yamasaki, (2002) Rice uptake and distribution of radioactive ^{137}Cs , stable ^{133}Cs and K from soil. *Environ. Pollut.*, 117, 403-409.
- 75) Tsukada, H., A. Takeda, H. Hasegawa, S. Hisamatsu, J. Inaba (2002) Transfer of ^{90}Sr and stable Sr from soil to potato tuber in Aomori, Japan. *Proceedings of the International Conference on Radioactivity in the Environment* (in CD-ROM), Monaco.
- 76) 塚田祥文, 武田晃, 長谷川英尚, 久松俊一, 稲葉次郎 (2002) 青森県の耕作土壌における安定元素の分配係数について. *日本原子力研究所 JAERI-Review*, 2002-014, p 350.
- 77) Ueda, S., H. Hasegawa, Y. Takaku, K. Kondo, J. Inaba (2002) Investigation of behavior of uranium in an anoxic layer in brackish Lake Obuchi in Rokkasho Village, Japan. *Proceedings of the International Conference on Radioactivity in the Environment* (in CD-ROM), Monaco.
- 78) 植田真司, 川端一史, 久松俊一,

- 稲葉次郎, 細田昌広, 横山瑞江, 近藤邦男 (2002) 浅い汽水湖尾駁沼における塩分躍層の構造特性. *陸水学雑誌*, 63, 125-135.
- 79) 植田真司, 近藤邦男 (2002) 汽水域における物理・化学的水質の変動特性—尾駁沼における自動連続観測結果の事例—. *陸水学雑誌*, 63, 255-259.
- 80) 山本政儀, 小藤久毅, 大塚良仁 (2002) 旧ソ連核実験場セミパラチンスク周辺の Hot-particle のキヤラクタリゼーション, *立教大学原子炉利用共同研究成果報告書*, 29, pp. 104-110.
- 81) 柳澤文孝, 貫疎源, 益田晴恵, 赤田尚史, 本山玲美, 上田晃, 川端明子 (2002) 峨眉山の降雨に含まれる硫酸イオンの硫黄同位体比. *J. Ecotechnol. Res.*, 8, 37-40.
- 82) Akata, N., F. Yanagisawa, S. Y. Jia, X. D. Li, H. D. Yang, H. Masuda (2003) Seasonal variation and altitude distribution of bulk deposition chemistry at Mt. Emei, Sichuan Province, China. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 67, 18(S-1), A11.
- 83) Hasegawa, H., I. Kita, T. Sato (2003) Correlation between nitrogen isotopic ratios and productivity of calcareous nannoplankton of the Quaternary sediments off Bahama Bank of the Caribbean Sea. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 67, 18(S-1), A137.
- 84) Hisamatsu, S., Y. Takizawa (2003) Validation of ICRP metabolic models for the transuranics in a Japanese population. *Health Phys.*, 85, 701-708.
- 85) Hisamatsu, S., Y. Inoue, N. Hachiya, K. Katoh, T. Nakagomi, O. Nakagomi, Y. Motohashi, Y. Takizawa (2003) Free water ^3H concentrations in serum samples collected during 1969-92 in Akita, Japan. *Health Phys.*, 85, 204-209.
- 86) Iyogi, T., S. Ueda, S. Hisamatsu, K. Kondo, N. Sakurai, J. Inaba (2003) Radon concentration in indoor occupational environments in Aomori Prefecture, Japan. *J. Environ. Radioact.*, 67, 91-108.
- 87) Kakiuchi, H., M. A. Andoh, H. Amano (2003) The evaluation of uptake of tritiated methane to the plants, *JAERI-Conf 2003 "Proceedings of the International Symposium: Transfer of Radionuclides in Biosphere - Prediction and Assessment"*, pp.233-238.
- 88) Kato Y, Hazama A, Yamagami M, Uozumi N. (2003) Addition of a Peptide Tag at the C Terminus of AtHKT1 Inhibits Its Na^+ Transport. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 67, 2291-2293.
- 89) Kawabata, H., H. Narita, K. Harada, S. Tsunogai, M. Kusakabe (2003) Air-sea gas transfer velocity in stormy winter estimated from radon deficiency. *J. Oceanogr.*, 59, 651-661.
- 90) Kondo, K., H. Kawabata, S. Ueda, H. Hasegawa, J. Inaba, O. Mitamura, Y. Seike, Y. Ohmomo (2003) Distribution of aquatic plants and absorption of radionuclides by plants through the leaf surface in brackish Lake Obuchi, Japan, bordered by nuclear fuel cycle facilities, 99) *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 257, 305-312.
- 91) Kondo, K., H. Kawabata, S. Ueda, N. Akata, J. Inaba, O. Mitamura, Y. Seike, Y. Ohmomo (2003) Distribution and dynamics of radionuclides and stable elements in the coastal waters of Rokkasho Village, Japan, prior to the opening of a nuclear reprocessing facility. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 258, 33-41.
- 92) Kondo, K., H. Kawabata, S. Ueda, N. Akata, O. Mitamura, Y. Seike, J. Inaba, Y. Ohmomo (2003) Distribution and dynamics of radionuclides and stable elements in the coastal waters off Rokkasho Village, Japan, prior to the opening of a nuclear reprocessing facility Part III. Concentration levels of radionuclides in seawater of Rokkasho Village. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 258, 463-472.
- 93) Ohtsuka, Y., Y. Takaku, S. Hisamatsu, J. Inaba (2003) Development of analytical method for plutonium in soil samples using UTEVA resin. *Health Phys.*, 84, No. 6, Supplement, pp. S208-S209.
- 94) Ohtsuka, Y., T. Iyogi, H. Kakiuchi, S. Hisamatsu, J. Inaba (2003) Background distributions of $^{239+240}\text{Pu}$ and ^{137}Cs of upland soil in Rokkasho, Japan, *JAERI-Conf 2003 "Proceedings of the International Symposium: Transfer of Radionuclides in Biosphere - Prediction and Assessment"*, pp. 300-306.
- 95) 大塚良仁, 高久雄一, 久松俊一, 稲葉次郎 (2003) UTEVA 樹脂を用いた環境試料中 Pu の迅速分析法の開発, 第 45 回環境放射能調査研究成果論文抄録集(平成 14 年度), pp. 133-134.
- 96) Sakaguchi, A., M. Yamamoto, K. Ishikawa, K. Kashiwaya, Y. Ohtsuka (2003) Uranium and thorium isotopic composition in lake bottom sediment and environmental change-Lake Biwa, Japan. *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, 4, Supplement, pp. 56. (in Japanese)
- 97) Sakaguchi, A., M. Yamamoto, K. Komura, Y. Ohtsuka, K. Sasaki, K. Yokota (2003) Development of low-level cosmogenic ^{22}Na measurement in lake water system and its application, *Proceedings of the third workshop on environmental radioactivity-KEK, Tsukuba, Japan*, pp. 127-134.
- 98) Sakaguchi, A., M. Yamamoto, Y. Ohtsuka, K. Sasaki, K. Yokota, K. Komura (2003) Low-level measurement of cosmogenic radionuclide ^{22}Na in fresh water by ultra low-background γ -ray spectrometry after simple radiochemical separation. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 258, 101-105.
- Sakaguchi, A., M. Yamamoto, Y. Ohtsuka, K. Yokota, K. Sasaki, K. Komura (2003) Cosmogenic radionuclide ^{22}Na as a tracer of pollutant transport from watershed area to fluvial system: Lake Biwa system in Japan. *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, 4, 335-342.
- 100) Takeda, A., K. Kimura, S. Yamasaki (2003) Concentrations of Th and U in soils collected in Japan. *JAERI-Conf 2003-010. Proceedings of the International Symposium: Transfer of Radionuclides in Biosphere - Prediction and Assessment*-, pp.307-313, Mito, Japan.
- 101) Takeda, A., H. Tsukada, T. Uemura, Y. Takaku, S. Hisamatsu, J. Inaba (2003) Effect of long-term application of fertilizers and liming material on the mobile fraction of 25 elements in soil. *Proceedings of 7th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements*, pp.226-227, Uppsala, Sweden.
- 102) 塚田祥文 (2003) キヤベツ葉中におけるアルカリ金属およびアルカリ土類金属の経根吸収と分布, 「施設・環境放射能動態」専門研究会報告書, 京都大学原子炉実験所 KURRI-KR-87, pp 90-94.
- 103) Tsukada, H., H. Hasegawa (2003) Uptake and distribution of ^{137}Cs , stable Cs and K in rice plants. *Proceedings of the International Symposium: JAERI-Conf 2003 "Proceedings of the International Symposium: Transfer of Radionuclides in Biosphere - Prediction and Assessment"*, pp.247-250, Mito, Japan.
- 104) Tsukada, H., S. Hisamatsu, J. Inaba (2003) Transfer of ^{137}Cs and stable Cs in soil-grass-milk pathway in Aomori, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 255, 455-458.
- 105) Tsukada, H., A. Takeda, T. Takahashi, H. Hasegawa, S. Hisamatsu, J. Inaba (2003) Uptake and distribution of ^{90}Sr and stable Sr in rice plants. *Proceedings of 7th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements*, pp.390-391, Uppsala, Sweden.
- 106) Ueda, S., H. Hasegawa, Y. Takaku, K. Kondo (2003) Behavior of uranium in different redox condition in shallow brackish lake. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 256, 247-252.
- 107) Yanagisawa, F., N. Akata, A. Ueda, A. Kawabata (2003) Sulfur isotope ratio of aerosol collected in Japan and China. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 67, 18(S-1), A558.
- 108) Akata, N., F. Yanagisawa, Y. Takigami, R. Motoyama, H. Kawabata, S. Yabuki, S. Kanayama,

- A. Kawabata, A. Ueda (2004) The contribution of volcanic eruptions of Miyake Island to sulfur isotope ratios of sulfate in atmospheric bulk deposition in metropolitan Tokyo, Japan. *Jpn. Soc. Atmos. Environ.*, 39, 21-30.
- 109) Egashira, K., K. Aramaki, M. Yoshimasa, A. Takeda, S. Yamasaki (2004) Rare earth elements and clay minerals of soils of the floodplains of three major rivers in Bangladesh. *Geoderma*, 120, 7-15.
- 110) 五代儀貴 (2004) 青森県における乳幼児の食品摂取の実態. *保健物理*, 39, 220-230.
- 111) Iyogi, T., K. Kudo, H. Takegahara, S. Hisamatsu, H. Kimura, K. Sasaki, M. Saito, J. Inaba (2004) Temperature dependency of radiophotoluminescence glass dosimeter sensitivity. *J. Nucl. Sci. Technol.*, Supplement 4, 470-473.
- 112) Iyogi, T., S. Ueda, S. Hisamatsu, N. Sakurai and J. Inaba (2004) Radon concentration in outdoor occupational environment in Aomori Prefecture, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 262, 363-369.
- 113) 川端一史, 赤田尚史, 長谷川英尚, 築地由貴, 近藤邦男, 稲葉次郎 (2004) 降雪時の視程・降水強度および雪片の大きさの同時観測. *寒地技術論文・報告集*, 20, 684-688.
- 114) Kondo, K., H. Kawabata, S. Ueda, H. Hasegawa, O. Mitamura, Y. Seike, J. Inaba, Y. Oomomo (2004) Distribution and dynamics of radionuclides and stable elements in the coastal waters off Rokkasho Village, Japan, prior to the opening of a nuclear reprocessing facility I. Sedimentation flux of suspended particles and elimination of radionuclides and stable elements from seawater. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 260, 81-87.
- 115) Kondo, K., S. Ueda, Y. Chikuchi, H. Kawabata, N. Akata, H. Hasegawa, O. Mitamura, Y. Seike, J. Inaba (2004) Effect of salinity on biological concentrations of ^{137}Cs in phytoplankton inhabited in brackish Lake Obuchi, Japan, bordered by nuclear fuel facilities. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 261, 559-567.
- 116) Ohtsuka, Y., T. Iyogi, H. Kakiuchi, S. Hisamatsu, J. Inaba (2004) Distributions and downward velocities of $^{239+240}\text{Pu}$, ^{137}Cs and ^{210}Pb in un-disturbed fields in Rokkasho, Japan. *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, 5, Supplement, pp. 188.
- 117) Ohtsuka, Y., T. Iyogi, H. Kakiuchi, Y. Takaku, S. Hisamatsu, J. Inaba (2004) Evaluation of fallout $^{239+240}\text{Pu}$, ^{137}Cs and natural ^{210}Pb of upland soil in Rokkasho, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 261, 625-630.
- 118) Ohtsuka, Y., J. Kimura, K. Nishimura, Y. Takaku, S. Hisamatsu, J. Kimura (2004) Rapid analytical procedure of plutonium isotopes in soil samples, *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, 5, Supplement, pp. 184.
- 119) Ohtsuka, Y., Y. Takaku, J. Kimura, S. Hisamatsu, J. Inaba (2004) On-line column/ID-ICP-MS for determination of plutonium in environmental sample, *Proceedings of the fifth workshop on environmental radioactivity-KEK, Tsukuba, Japan*, pp. 250-255.
- 120) 高久雄一 (2004) 環境分析への固相抽出の応用. *ぶんせき*, 358, 604-608.
- 121) Takaku, Y., T. Hayashi, I. Ota, H. Hasegawa, S. Ueda (2004) Development of trace levels of iron in a seawater sample using isotope dilution/inductively coupled plasma mass spectrometry. *Anal. Sci.*, 20, 1025-1028.
- 122) 高久雄一, 秋葉俊介, 古川郁, 久松俊一, 稲葉次郎 (2004) Stir Bar Sorptive Extraction/GC-MS を用いた有機スズ化合物分析法の開発. *環境化学*, 14, 817-823.
- 123) Takeda, A., K. Kimura, S. Yamasaki (2004) Analysis of 57 elements in Japanese soils, with special reference to soil group and agricultural use. *Geoderma*, 119, 291-307.
- 124) Takeda, A., H. Tsukada, M. Nanzyo, Y. Takaku, T. Uemura, S. Hisamatsu, J. Inaba (2004) Soluble fractions of heavy metals in the soil acidified by long-term application of fertilizers. *Proceedings of 6th International Symposium on "Plant-Soil Interactions at Low pH"*, pp. 158-159, Sendai, Japan.
- 125) 築地由貴, 植田真司, 近藤邦男, 清家泰, 三田村緒佐武 (2004) 青森県汽水湖尾駈沼における動物プランクトンの出現特性. *陸水学雑誌*, 65, 211-219.
- 126) 塚田祥文, 武田晃, 久松俊一, 稲葉次郎 (2004) 青森県における土壌群別の塩素分配係数, 日本原子力研究所, *JAERI-Review 2004-016*, pp. 507-508.
- 127) Ueda, S., K. Kondo, J. Inaba, M. Hosoda, H. Kutsukake, Y. Seike, K. Nakata (2004) Development and application of the ecosystem model in brackish Lake Obuchi, Japan. *Korean J. Limnol.*, 37, 448-454.
- 128) Ueda, S., Y. Ohtsuka, K. Kondo (2004) Inventories of $^{239+240}\text{Pu}$, ^{137}Cs , and excess ^{210}Pb in sediment cores from brackish Lake Obuchi, Rokkasho Village, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 261, 277-282.
- 129) Ueda, S., Y. Ohtsuka, K. Kondo, J. Inaba (2004) Inventories of $^{239+240}\text{Pu}$ and ^{137}Cs in sediment cores from brackish Lake Obuchi, Rokkasho Village, Japan, bordered by nuclear fuel cycle facilities. *Proceedings of the fifth workshop on environmental radioactivity-KEK, Tsukuba, Japan*, pp. 230-232.
- 130) 植田真司 (2004) 汽水湖における生態系を考慮した放射性核種移行モデル開発の試み—核燃料サイクル施設に隣接した尾駈沼への適用に向けて、その方法と手順—. *海洋理工学会平成16年度秋季大会講演論文集*, pp. 1-9.
- 131) 植田真司, 近藤邦男, 稲葉次郎, 細田昌広, 横山瑞江, 中田喜三郎 (2004) 核燃料サイクル施設に隣接する汽水湖尾駈沼における流動モデルの開発. *海洋理工学会*, 9: 81-97.
- 132) 植田真司, 近藤邦男, 築地由貴, 清家泰, 三田村緒佐武 (2004) 汽水湖尾駈沼における植物プランクトンの出現特性. *陸水学雑誌*, 65, 27-35.
- 133) Yamagami, M., K. Haga, R. M. Napier, M. Iino. (2004) Two Distinct Signaling Pathways Participate in Auxin-Induced Swelling of Pea Epidermal Protoplasts. *Plant Physiol.*, 134, 735-747.
- 134) 赤田尚史, 川端一史, 長谷川英尚, 築地由貴, 佐藤忠広, 西村幸一, 古川郁, 近藤邦男, 稲葉次郎 (2005) 青森県六ヶ所村、鱈ヶ沢町および八甲田山における ^7Be および ^{210}Pb 降下量. *Proceedings of the Sixth Workshop on Environmental Radioactivity*, 49-52.
- 135) Akata, N., Yanagisawa, F. and Kawabata, H. (2005) Major ionic components in atmospheric depositions collected along the altitudinal gradient of Mt. Emei, Sichuan, China. *Radioisotopes*, 54, 321-327.
- 136) Akata, N., F. Yanagisawa, S. Y. Jia, X. D. Li and H. Kawabata (2005) Preliminary study of below-cloud deposition rates of the major ionic species using atmospheric depositions collected along the altitudinal gradient on Mt. Emei, Sichuan, China, *Proceedings of Fourth ADEC Workshop, Nagasaki, Japan*, pp.257-260.
- 137) 古川雅英, 赤田尚史, 床次眞司 (2005) 大東諸島の自然放射能レベルとその地質学的解釈. *Radioisotopes*, 54, 213-224.
- 138) 古川雅英, 赤田尚史, 卓維海, 郭秋菊, 檜崎幸範, 床次眞司 (2005) 自然放射能からみた東アジアにおけるレスと風成塵起源土壌の特徴. *エアロゾル研究*, 20, 306-312.
- 139) Furukawa, M., Zhuo, W., Tokonami, S., Akata, N. and Guo, Q. (2005) Eolian dust may be an effective expander of HBRA: a case of China-Ryukyu connection. *Int. Congr. Ser.*, 1276, 307-308.
- 140) Harada, T., W. Kurahashi., M. Yanai, Y. Wakasa, T. Satoh (2005) Involvement of cell proliferation and cell enlargement in increasing the fruit size of *Malus* species. *Sci. Hortic.*, 105, 447-456.
- 141) 近藤邦男, 植田真司, 山口啓子, 初見眞知子, 河野正剛, 小林大輔, 築地由貴, 稲葉次郎, 大桃洋一郎

- (2005) ウネナシトマヤガイの尾駁沼個体群と中海個体群における形態的差異と遺伝的変異レベル—尾駁沼に生息するウネナシトマヤガイに関する種の再確認—. *陸水学雑誌*, 66, 43-50.
- 142) 中井信, 南條正己, 今井登, 関陽児, 田崎和枝, 櫻井泰弘, 戸上和樹, 武田晃 (2005) 2004年福岡大会シンポジウムの概要: 土壌生成と重金属動態. *土肥誌* 76, 539-545.
- 143) Ohtsuka, Y., J. Kimura, Y. Takaku, T. Sekine, S. Hisamatsu, J. Inaba (2005) Analytical method of trace level ^{99}Tc in environmental sample by using TEVA disc. *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, Supplement, 6, pp. 187-188.
- 144) Ohtsuka, Y., Y. Takaku, J. Kimura, S. Hisamatsu, J. Inaba (2005) Development of rapid plutonium analysis for environmental samples by isotope dilution/inductively coupled plasma mass spectrometry with on-line column. *Anal. Sci.*, 21, 205-208.
- 145) 武田晃, 南條正己, 中井信 (2005) 日本の土壌中における元素分布. 土壌生成と重金属動態, pp.141-157, 日本土壌肥料学会編, 博友社, 東京
- 146) Takeda, A., H. Tsukada, M. Nanzyo, Y. Takaku, T. Uemura, S. Hisamatsu, J. Inaba (2005) Effect of long-term fertilizer application on the concentration and solubility of major and trace elements in cultivated Andisol. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 51, 251-260.
- 147) Tsukada, H., A. Takeda, H. Hasegawa, S. Ueda, T. Iyogi (2005) Comparison of NAA and ICP-MS for the determination of major and trace elements in environmental samples. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 263, 773-778.
- 148) Tsukada, H., A. Takeda, T. Takahashi, H. Hasegawa, S. Hisamatsu, J. Inaba (2005) Uptake and distribution of ^{90}Sr and stable Sr in rice plants. *J. Environ. Radioact.*, 81, 221-231.
- 149) Ueda, S., K. Kondo, Y. Chikuchi (2005) Effects of halocline on water quality and phytoplankton composition in a shallow brackish lake (Lake Obuchi, Japan). *Limnology*, 6, 149-160.
- 150) Ueda, S., Y. Ohtsuka, K. Kondo, J. Inaba (2005) Sedimentation rate in brackish Lake Obuchi, Rokkasho Village, Japan, bordered by nuclear fuel cycle facilities. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 264, 343-349.
- 151) 植田真司, 築地由貴, 近藤邦男, 山室真澄 (2005) 青森県汽水湖尾駁沼におけるベントスの種構成およびその歴史の変遷. *陸水学雑誌*, 66, 197-206.
- 152) Iyogi, T., S. Hisamatsu, J. Inaba (2006) ^{222}Rn concentrations in greenhouses in Aomori Prefecture, Japan. *Sci. Total Environ.*, 354, 142-149.
- 153) 大塚良仁 (2006) 質量分析装置を用いた環境試料中の放射性核種分析の現状. 連載講座 超低レベル放射能測定の実況と展望 (第7回). *Radioisotopes*, 55, 651-664.
- 154) Ohtsuka, Y., M. Aoyama, Y. Takaku, Y. Igarashi, M. Hattori, K. Hirose, S. Hisamatsu (2006) Plutonium isotope ratio of monthly fallout during 1963-1964 in Japan. *Proceedings of 2006 SHOTS Workshop*, Meteorological Research Institute, Tsukuba, Japan, pp.5-3-1 - 5-3-8.
- 155) Ohtsuka, Y., T. Iyogi, Y. Takaku, T. Sekine, S. Hisamatsu (2006) Concentrations of ^{99}Tc and ^{137}Cs in edible kelps and sea urchin ovaries from the northern part of Japan. *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, 7, Supplement, p.177.
- 156) Ohtsuka, Y., Y. Takaku, K. Nishimura, J. Kimura, S. Hisamatsu, J. Inaba (2006) Rapid method for the analysis of plutonium isotopes in a soil sample within 60 min. *Anal. Sci.*, 21, 309-311.
- 157) Ohtsuka, Y., M. Yamamoto, Y. Takaku, S. Hisamatsu, J. Inaba (2006) Cascade ultrafiltering of ^{210}Pb and ^{210}Po in freshwater using a tangential flow filtering system. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 268, No. 2, pp.397-403.
- 158) Takeda, A., H. Tsukada, H. Y. Takaku, S. Hisamatsu, M. Nanzyo (2006) Accumulation of uranium derived from long-term fertilizer applications in a cultivated Andisol. *Sci. Total Environ.*, 367, 924-931.
- 159) Takeda, A., H. Tsukada, Y. Takaku, S. Hisamatsu, J. Inaba, M. Nanzyo (2006) Extractability of major and trace elements from agricultural soils by chemical extraction methods: application for phytoavailability assessment. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 52, 406-417.
- 160) 築地由貴, 植田真司, 近藤邦男, 千賀康弘 (2006) 13種類の植物プランクトン色素混合標準を用いたHPLC定量法の有用性. *海洋理工学会誌*, 12, 27-35.
- 161) Ueda, S., K. Kondo, J. Inaba, H. Kutsukake (2006) Development and application of an eco-hydrodynamic model for radionuclides in a brackish lake: Case study of Lake Obuchi, Japan, bordered by nuclear fuel cycling facilities. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 268, 261-273.
- 162) 植田真司, 築地由貴, 近藤邦男 (2006) 青森県汽水湖尾駁沼におけるアマモ場の水平分布と資源量. *陸水学雑誌*, 67, 113-121.
- 163) Akata, N., H. Hasegawa, H. Kawabata, Y. Chikuchi, T. Sato, Y. Ohtsuka, K. Kondo, S. Hisamatsu (2007) Deposition of ^{137}Cs in Rokkasho, Japan and its relation to Asian dust. *J. Environ. Radioact.*, 95, 1-9.
- 164) Egashira, K., K. Aramaki, M. Yoshimasa, A. Takeda, S. Yamasaki (2007) Variation of rare earth element of soils in the process of soil formation - a case-study for terrace and hill soils in Bangladesh -. *Clay Sci.* 13, 117-124.
- 165) Hasegawa, H., N. Akata, H. Kawabata, Y. Chikuchi, T. Sato, K. Kondo, J. Inaba (2007) Mechanism of ^7Be scavenging from the atmosphere through precipitation in relation to seasonal variations in Rokkasho Village, Aomori Prefecture, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 273, 171-175.
- 166) Ohtsuka, Y., T. Iyogi, H. Kakiuchi, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2007) Migration rates and distribution coefficients of fallout $^{239+240}\text{Pu}$ and ^{137}Cs , and natural ^{210}Pb in soils of un-cultivated grassland around the nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan. *Biogeochemistry of trace elements: Environmental protection, remediation and human health*, eds, Y. Zhu, N. Lepp and R. Naidu, ISBN: 978-7-302-15627-7, pp. 433-434.
- 167) 大塚良仁, 五代儀貴, 柿内秀樹, 高久雄一, 久松俊一 (2007) 青森県における勤労世帯及び漁業世帯の天然放射性核種摂取量. 第49回環境放射能調査研究成果論文抄録集(平成18年度), pp. 93-94.
- 168) Tsukada, H., H. Hasegawa, A. Takeda, S. Hisamatsu (2007) Concentrations of major and trace elements in polished rice and paddy soils collected in Aomori, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 273, 199-203.
- 169) Ueda, S., K. Kondo, J. Inaba (2007) Background concentration of ^{14}C in aquatic samples in brackish Lake Obuchi, Rokkasho, Japan, adjacent to nuclear fuel reprocessing facilities. *Radiocarbon*, 49, 161-171.
- 170) Akata, N., H. Kawabata, H. Hasegawa, T. Sato, Y. Chikuchi, K. Kondo, S. Hisamatsu, J. Inaba (2008) Total deposition velocities and scavenging ratios of ^7Be and ^{210}Pb at Rokkasho, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 277, 347-355.
- 171) 木村和彦, 本吉(手嶋)博美, 武田晃, 山崎慎一 (2008) 宮城県の農耕地土壌中の微量元素濃度. *土肥誌*, 79, 358-364.
- 172) 大塚良仁, 五代儀貴, 高久雄一, 久松俊一 (2008) 森林内哺乳類のバックグラウンド被ばく線量評価の試み. 第2回放射線防護研究センターシンポジウム—放射線の環境影響を考える, 放射線医学総合研究所, pp. 53-56.
- 173) Takeda, A., H. Tsukada, Y. Takaku, N. Akata, S. Hisamatsu (2008) Plant induced changes in concentrations of caesium, strontium and uranium in soil solution with reference to major ions and dissolved organic matter. *J. Environ. Radioact.*, 99, 900-911.

- 174) Tsukada H, A. Takeda (2008) Concentration of chlorine in rice plant components. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 178, 387-390.
- 175) Tsukada, H., A. Takeda, S. Hisamatsu, J. Inaba (2008) Concentration and specific activity of fallout ^{137}Cs in extracted and particle-size fractions of cultivated soils. *J. Environ. Radioact.*, 99, 875-881.
- 176) Tsukada, H., A. Takeda, H. Hasegawa (2008) Uptake and distributions of ^{90}Sr and ^{137}Cs in rice plants, *Proceedings on the 16th Pacific Basin Nuclear Conference -Pacific Partnership toward a Sustainable Nuclear Future-*, Aomori, Japan. P16P1121.
- 177) Tsukada, H, A. Takeda, K. Tagami, S. Uchida (2008) Uptake and distribution of iodine in rice plants. *J. Environ. Qual.*, 37, 2243-2247.
- 178) 植田真司, 長谷川英尚, 香掛洋志, 中田喜三郎, 久松俊一 (2008) 汽水湖集水域における放射性核種移行モデルの開発へのアプローチ. *海洋理工学会誌*, 14 (1), 27-35.
- 179) 植田真司, 近藤邦男, 築地由貴 (2008) 青森県汽水湖尾駁沼のアモモ場内 (*Zostera marina* L.) の生態系構造. *海洋理工学会誌*, 14, 9-19.
- 180) Akata, N., H. Kawabata, H. Hasegawa, K. Kondo, T. Sato, Y. Chikuchi, S. Hisamatsu, J. Inaba (2009) Air mass origins by back trajectory analysis for evaluating atmospheric ^{210}Pb concentrations at Rokkasho, Aomori, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 279, 493-498.
- 181) Hasegawa, H., H. Tsukada, H. Kawabata, Y. Chikuchi, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2009) Effect of the counter anion of cesium on foliar uptake and translocation. *J. Environ. Radioact.*, 100, 54-57.
- 182) 近藤邦男, 山口啓子, 植田真司, 清家泰, 三田村緒佐武 (2009) 絶滅危惧種ウネナシトマヤガイ *Trapezium liratum* の汽水湖尾駁沼における空間分布と成長過程. *陸水学雑誌*, 69, 237-245.
- 183) Nanzyo, M., A. Takeda, H. Tsukada (2009) Selective dissolution analysis of major and trace elements in an allophanic andisol acidified by long-term fertilizer application. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 40, 2743-2755.
- 184) Takeda, A., H. Tsukada, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2009) Fractionation of metal complexes with dissolved organic matter in a rhizosphere soil solution of a humus-rich Andosol using size exclusion chromatography with inductively coupled plasma mass spectrometry. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 55, 349-357.
- 185) Ueda, S., Y. Ohtsuka, K. Kondo, S. Hisamatsu (2009) Inventories of $^{239+240}\text{Pu}$, ^{137}Cs , and excess ^{210}Pb in sediments from freshwater and brackish lakes in Rokkasho, Japan, adjacent to a spent nuclear fuel reprocessing plant. *J. Environ. Radioact.*, 100, 835-840.
- 186) 植田真司, 近藤邦男, 久松俊一 (2009) 六ヶ所村大型再処理施設周辺の水圏環境における放射性核種移行モデルの構築. *放射線科学*, 52, 48-52.
- 187) 山崎慎一, 木村和彦, 本吉(手嶋)博美, 武田晃, 南條正巳 (2009) 日本の土壤中的カドミウム濃度. *土肥誌*, 80, 30-36.
- 188) 赤田尚史, 柿内秀樹, 植田真司, 近藤邦男, 川村秀久, 久松俊一 (2010) 環境科学技術研究所における環境試料中 ^{129}I 濃度の分析法, *JAEA-Conf 第2回 JAEA AMS MUTSU 利用報告会論文集*, 11-14.
- 189) Kobayashi D., N. Uozumi, S. Hisamatsu, M. Yamagami (2010) AtKUP/HAK/KT9, a K^+ transporter from *Arabidopsis thaliana*, mediates Cs^+ uptake in *Escherichia coli*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 74, 203-205.
- 190) Tagami, K., S. Uchida, A. Takeda, S. Yamasaki, N. Tsuchiya (2010) Estimation of plant-unavailable iodine concentrations in agricultural fields. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 74, 1562-1567.
- 191) Takeda, A., H. Tsukada, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2010) Assessment of phytoavailability of Sr in an Andosol by addition of stable isotope. *Plant Soil*, 330, 383-392.
- 192) Akata, N., H. Kakiuchi, N. Shima, T. Iyogi, N. Momoshima, S. Hisamatsu (2011) Tritium concentrations in the atmospheric environment at Rokkasho, Japan before the final testing of the spent nuclear fuel reprocessing plant. *J. Environ. Radioact.*, 102, 837-842.
- 193) 赤田尚史, 柳澤文孝, 鈴木利孝, 岩田尚能, 長谷川英尚, 上田晃 (2011) 南極・昭和基地周辺で採取された表層積雪に含まれるイオウの同位体組成. *日本雪氷協会雑誌*, 73, 339-345.
- 194) Hasegawa, H., S. Ueda, H. Kakimoto, S. Takaya, S. Hisamatsu (2011) Tritium concentration in river water and groundwater collected in Rokkasho, Aomori, Japan. *Fusion Sci. Technol.*, 60, 1260-1263.
- 195) 中尾 淳, 武田 晃, 塚田 祥文 (2011) カリウム飽和・乾湿処理によるスメクタイト質土壌のセシウム保持能の向上とその持続性--スメクタイト質土壌とアロフェン質土壌の比較. *土肥誌*, 82, 290-297.
- 196) 南條正巳, 武田晃, 塚田祥文 (2011) 放射性物質による土壌-作物系の汚染に対する対応の概況. *粘土科学*, 50, 58-62.
- 197) 大塚良仁, 五代儀貴, 久松俊一 (2011) 森林内に生息する小型ほ乳動物のバックグラウンド線量の測定-ヒメネズミとヒミズ-. *京都大学原子炉実験所専門研究会報告書*, 「ヒト以外の生物への放射線影響」専門研究会, 63-72.
- 198) 高久雄一, 古川郁, 皆川昌幸, 森田貴巳, 藤本賢 (2011) 日本周辺海域における有機スズ化合物の濃度分布. *環境化学*, 21, 175-179.
- 199) 武田晃 (2011) 土壤環境における多元素の分布と可給性に関する研究. *土肥誌*, 82, 367-368.
- 200) Takeda, A., S. Yamasaki, H. Tsukada, Y. Takaku, S. Hisamatsu, N. Tsuchiya (2011) Determination of total contents of bromine, iodine and several trace elements in soil by polarizing energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometry. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 57, 19-28.
- 201) 塚田祥文, 鳥山和伸, 山口紀子, 武田晃, 中尾淳, 原田久富美, 高橋知之, 山上睦, 小林大輔, 吉田聡, 杉山養男, 柴田尚 (2011) 土壌-作物系における放射性核種の挙動. *土肥誌*, 82, 408-418.
- 202) Ueda, S., H. Kakiuchi, H. Hasegawa, S. Hisamatsu (2011) Validation of a radionuclide transfer model in a brackish lake. *Fusion Sci. Technol.*, 60, 1260-1263.
- 203) Yamamoto, A., M. Hirota, S. Suzuki, P. Zhang, S. Mariko (2011) Surrounding pressure controlled by water table alters CO_2 and CH_4 fluxes in the littoral zone of a brackish-water lake. *Appl. Soil Ecol.*, 47, 160-166.
- 204) 山崎 慎一, 松波 寿弥, 武田 晃, 木村 和彦, 山路 功, 小川 泰正, 土屋 範芳 (2011) 偏光式エネルギー分散型蛍光 X 線分析法による土壌および底質中の微量元素の同時分析. *分析化学*, 60(4), 315-323.
- 205) 赤田尚史, 柿内秀樹, 島長義, 久松俊一 (2012) 化学形態別大気中トリチウム濃度. *京都大学原子炉実験所専門研究会報告書*, 「環境放射能モニタリングと移行挙動研究」専門研究会, 38-43.
- 206) Kakiuchi, H., N. Akata, H. Hasegawa, S. Ueda, S. Tokonami, M. Yamada, M. Hosoda, A. Sorimachi, H. Tazoe, K. Noda, S. Hisamatsu (2012) Concentration of ^3H in plants around Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station. *Sci. Rep.*, 2, 947.
- 207) Kamiya, T., M. Yamagami, M. Y. Hirai, T. Fujiwara (2012) Establishment of an in planta magnesium monitoring system using CAX3 promoter-luciferase in *Arabidopsis*. *J. Exp. Bot.*, 63, 355-363.
- 208) 川端一史, 長谷川英尚, 塚田祥文, 高久雄一, 久松俊一 (2012) ハツカダイコン葉面に負荷した Cs、Sr 及び I の葉面吸収と転流. *京都大学原子炉実験所専門研究会報告書*, 「環境放射能モニタリングと移行挙動研究」専門研究会, 54-59.
- 209) Nakao, A., S. Funakawa, A. Takeda, H. Tsukada, T. Kosaki (2012) The distribution coefficient for cesium in different clay fraction in soil developed from granite and Paleozoic shales in Japan. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 58, 397-403.

- 210) Takeda, A. (2012) Behaviour and phytoavailability of radiocaesium in surface soil. *J. Integr. Field Sci.*, 9, 27-32.
- 211) Tsukada, H., A. Takeda, A. Nakao (2012) Vertical distribution and physicochemical form of fallout ^{137}Cs in an Allophanic Andisol acidified by long-term fertilizer application. *Pedologist*, 55, 435-441.
- 212) 植田真司, 五代儀貴, 沓掛洋志, 中田喜三郎, 久松俊一 (2012) 水圏環境における放射性核種移行モデルへの生態系の導入. *J. Adv. Mar. Sci. Technol. Soc.*, 18, 13-24.
- 213) Yamaguchi, N., S. Eguchi, H. Fujiwara, K. Hayashi, H. Tsukada (2012) Radiocaesium and radioiodine in soil particles agitated by agricultural practices: Field observation after the Fukushima nuclear accident. *Sci. Total Environ.*, 425, 128-134.
- 214) Akata, N., K. Abe, H. Kakiuchi, T. Iyogi, N. Shima, S. Hisamatsu (2013) Radiocarbon concentrations in environmental samples collected near the spent nuclear fuel reprocessing plant at Rokkasho, Aomori, Japan, during test operation using spent nuclear fuel. *Health Phys.*, 105, 236-244.
- 215) 柿内秀樹, 赤田尚史 (2013) 原子力関連施設周辺での環境トリチウムモニタリングの実際. *核融合・プラズマ学会誌*, 89, 645-651.
- 216) Ohtsuka, Y., H. Kakiuchi, N. Akata, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2013) Daily radionuclide ingestion and internal radiation doses in Aomori prefecture, Japan. *Health Phys.*, 105, 340-350.
- 217) Takeda, A., H. Tsukada, A. Nakao, Y. Takaku and S. Hisamatsu (2013) Time-dependent changes of phytoavailability of Cs added to allophanic Andosols in laboratory cultivations and extraction tests. *J. Environ. Radioact.*, 122, 29-36.
- 218) Ueda, S., H. Hasegawa, H. Kakiuchi, N. Akata, Y. Ohtsuka and S. Hisamatsu (2013) Fluvial discharges of radiocaesium from watersheds contaminated by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, Japan. *J. Environ. Radioact.*, 118, 96-104.
- 219) Yamasaki, S., A. Takeda, K. Nunohara, N. Tsuchiya (2013) Red soils derived from limestone contain higher amounts of trace elements than those derived from various other parent materials. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 59, 692-699.
- 220) Hasegawa, H., N. Akata, H. Kawabata, T. Sato, Y. Chikuchi, S. Hisamatsu (2014) Characteristics of hydrogen and oxygen stable isotope ratios in precipitation collected in a snowfall region, Aomori prefecture, Japan. *Geochem. J.*, 48, 9-18.
- 221) Takeda, A., A. Tsukada, N. Yamaguchi, M. Takeuchi, M. Sato, A. Nakao, S. Hisamatsu (2014) Relationship between radiocaesium interception potential and transfer of radiocaesium from soil to soybean cultivated in 2011 at Fukushima, Japan. *J. Environ. Radioact.*, 137, 119-124.
- 222) Abe, K., T. Iyogi, H. Kawabata, J. H. Chiang, H. Suwa, S. Hisamatsu (2015) Estimation of ^{85}Kr dispersion from the spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan, using an atmospheric dispersion model. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167, 331-335.
- 223) Akata, N., H. Hasegawa, H. Kawabata, H. Kakiuchi, Y. Chikuchi, N. Shima, T. Suzuki, S. Hisamatsu (2015) Atmospheric deposition of radionuclides (^7Be , ^{210}Pb , ^{134}Cs , ^{137}Cs and ^{40}K) during 2000–2012 at Rokkasho, Japan, and impact of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 303, 1217-1222.
- 224) Akata, N., H. Kakiuchi, T. Tamari, M. Tanaka, T. Kawano, H. Miyake, T. Uda and K. Nishimura (2015) FWT and OBT concentrations in pine needle samples collected at Toki, Japan (1998–2012). *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167, 210-214.
- 225) Hasegawa, H., H. Tsukada, H. Kawabata, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2015) Foliar uptake and translocation of stable Cs and I in radish plants. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 303, 1409-1412.
- 226) Hasegawa, H., S. Ueda, N. Akata, H. Kakiuchi, S. Hisamatsu (2015) Tritium activity concentrations and residence times of groundwater collected in Rokkasho, Japan. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167, 201-205.
- 227) Nagao, S., M. Kanamori, S. Ochiai, M. Inoue, M. Yamamoto (2015) Migration behavior of ^{134}Cs and ^{137}Cs in the Niida River water in Fukushima Prefecture, Japan during 2011–2012. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 303, 1617-1621.
- 228) Nakao, A., A. Takeda, S. Ogasawara, J. Yanai, O. Sano, T. Ito (2015) Relationships between Paddy Soil Radiocaesium Interception Potentials and Physicochemical Properties in Fukushima, Japan. *J. Environ. Qual.*, 44, 780-788.
- 229) Ochiai, S., M. Yamamoto, S. Nagao, T. Itono, K. Kashiwaya (2015) Sediment transport processes in a reservoir–catchment system inferred from sediment trap observations and fallout radionuclides. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 303, 1497-1501.
- 230) Ochiai, S., S. Ueda, H. Hasegawa, H. Kakiuchi, N. Akata, Y. Ohtsuka, S. Hisamatsu (2015) Effects of radiocaesium inventory on ^{137}Cs concentrations in river waters of Fukushima, Japan, under base-flow conditions. *J. Environ. Radioact.*, 144, 86-95.
- 231) Ohata, M., S. Kurosawa, I. Shinoduka, Y. Takaku, Y. Kishi (2015) Spectroscopic characteristics of spiral flow ICP for axially viewing ICP optical emission spectrometry. *Anal. Sci.*, 31, 105-111.
- 232) Ohtsuka, Y., T. Iyogi, S. Ueda, S. Hisamatsu (2015) Vertical distribution of radiation dose rates in the water of a brackish lake in Aomori Prefecture, Japan. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167, 235-238.
- 233) Ohtsuka, Y., Y. Takaku, S. Hisamatsu (2015) Background internal dose rates of earthworm and arthropod species in the forests of Aomori, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 303, 1441-1445.
- 234) Takeda, A., H. Tsukada, M. Takahashi, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2015) Changes in the chemical form of exogenous iodine in forest soils and their extracts. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167, 181-186.
- 235) Takeda, A., H. Tsukada, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2015) Effect of aging on availability of iodine in grassland soil collected in Rokkasho, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 303, 1191-1195.
- 236) Ueda, S., H. Hasegawa, H. Kakiuchi, S. Ochiai, N. Akata, S. Hisamatsu (2015) Nuclear accident-derived ^3H in river water of Fukushima Prefecture during 2011–2014. *J. Environ. Radioact.*, 146, 102-109.
- 237) Ueda, S., H. Kakiuchi, H. Hasegawa, H. Kawamura, S. Hisamatsu (2015) Concentration of ^{129}I in aquatic biota collected from a lake adjacent to the spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167, 176-180.
- 238) Ueda, S., H. Kakiuchi, H. Hasegawa, N. Akata, H. Kawamura, S. Hisamatsu (2015) Iodine-129 in water samples collected adjacent to a spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 303, 1211-1215.
- 239) Unno, Y., T. Shinano, K. Minamisawa, S. Ikeda (2015) Bacterial community shifts associated with high abundance of *Rhizobium* spp. in potato roots under macronutrient-deficient conditions. *Soil Biol. Biochem.*, 80, 232-236.
- 240) Yamasaki, S., A. Takeda, T. Watanabe, K. Tagami, S. Uchida, H. Takata, Y. Maejima, N. Kihou, N. Tsuchiya (2015) Bromine and iodine in Japanese soils determined with polarizing energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 61, 751-760.
- 241) 柿内秀樹 (2016) 環境分析のためのトリチウム電解濃縮(<小特集>トリチウム分離・濃縮技術). *プラズマ・核融合学会誌*, 92, 26-30.
- 242) Ochiai, S., H. Hasegawa, H.

- Kakiuchi, N. Akata, S. Ueda, S. Tokonami, S. Hisamatsu (2016) Temporal variation of post-accident atmospheric ^{137}Cs in an evacuated area of Fukushima Prefecture: Size-dependent behaviors of ^{137}Cs -bearing particles. *J. Environ. Radioact.*, 165, 131-139.
- 243) Ochiai, S., S. Ueda, H. Hasegawa, H. Kakiuchi, N. Akata, Y. Ohtsuka, S. Hisamatsu (2016) Spatial and temporal changes of ^{137}Cs concentrations derived from nuclear power plant accident in river waters in eastern Fukushima, Japan during 2012–2014. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 307, 2167-2172.
- 244) Takaku, Y. (2016) Studies in the Department of Radioecology, Institute for Environmental Sciences. *Health Phys.*, 51, 64-65.
- 245) Takeda, A., H. Tsukada, Y. Takaku, N. Satta, M. Baba, T. Shibata, H. Hasegawa, Y. Unno, S. Hisamatsu (2016) Determination of iodide, iodate and total iodine in natural water samples by HPLC with amperometric and spectrophotometric detection, and off-line UV irradiation. *Anal. Sci.*, 32, 839-845.
- 246) 植田真司, 矢部いつか, 服巻辰則, 中田喜三郎, 久松俊一 (2016) 青森県汽水湖鷹架沼における流況と塩分躍層の構造特性. *海洋理工学会誌*, 22, 11-25.
- 247) Yamasaki, S., A. Takeda, K. Kimura, N. Tsuchiya (2016) Underestimation of chromium and zirconium in soils by hydrofluoric acid digestion and inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 62, 121-126.
- 248) Hasegawa, H., H. Kakiuchi, N. Akata, Y. Ohtsuka, S. Hisamatsu (2017) Regional and global contributions of anthropogenic iodine-129 in monthly deposition samples collected in North East Japan between 2006 and 2015. *J. Environ. Radioact.*, 171, 65-73.
- 249) Imada S., Y. Tako, T. Tani, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2017) Translocation and distribution of photosynthetically assimilated ^{13}C to 'Tsgaru' apple fruits. *J. Agric. Meteorol.*, 73, 187-194.
- 250) Sugiyama, A., Y. Unno, U Ono, E. Yoshikawa, H. Suzuki, K. Minamisawa, K. Yazaki (2017) Assessment of bacterial communities of black soybean grown in fields. *Commun. Integr. Biol.*, 10, e1378290.
- 251) 植田真司, 矢部いつか, 服巻辰則, 中田喜三郎, 久松俊一 (2017) 防潮堤によって仕切られた汽水湖鷹架沼における湖水交換. *海洋理工学会誌*, 23, 9-17.
- 252) 植田真司, 長谷川英尚, 久松俊一 (2017) 青森県六ヶ所村における湖沼の水質の長期変動 (2004年~2015年). *陸水学雑誌*, 78, 75-85.
- 253) Unno, Y., H. Tsukada, A. Takeda, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2017) Soil-soil solution distribution coefficient of soil organic matter is a key factor for that of radioiodide in surface and subsurface soils. *J. Environ. Radioact.*, 169-170 (Supplement C), 131-136.
- 254) Yamaguchi, N., H. Tsukada, K. Kohyama, Y. Tanaka, A. Takeda, S. Isono, I. Taniyama (2017) Radiocesium interception potential of agricultural soils in northeast Japan. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 63, 119-126.
- 255) Akata, N., H. Kakiuchi, M. Tanaka, N. Shima, Y. Shiroma, S. Tokonami, M. Hosoda, Y. Ishikawa, M. Furukawa, T. Sanada (2018) Development of rapid sampling system of atmospheric water vapor for tritium measurement. *Plasma Fusion Res.*, 13, 3405064.
- 256) Kadowaki, M., G. Katata, H. Terada, T. Suzuki, H. Hasegawa, N. Akata, H. Kakiuchi (2018) Impacts of anthropogenic source from the nuclear fuel reprocessing plants on global atmospheric iodine-129 cycle: a model analysis. *Atmos. Environ.*, 184, 278-291.
- 257) 柿内秀樹 (2018) トリチウムの環境動態及び測定技術. *日本原子力学会誌*, 60, 537-541.
- 258) Takeda, A., A. Nakao, S. Yamasaki, N. Tsuchiya (2018) Distribution and speciation of bromine and iodine in volcanic ash soil profiles. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 82, 815-825.
- 259) Ueda, S., H. Kakiuchi, S. Hisamatsu (2018) Inventory of ^{129}I in brackish lake sediments adjacent to a spent nuclear fuel reprocessing plant. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 318, 89-96.
- 260) Abe, K., H. Hasegawa, N. Akata, H. Kakiuchi, J. H. Chiang, H. Suwa, S. Hisamatsu (2019) A simulation study of deposition parameters for ^{129}I discharged from the Rokkasho reprocessing plant. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 184, 376-379.
- 261) Ohtsuka, Y., M. Aoyama, Y. Takaku, Y. Igarashi, M. Hattori, K. Hirose and S. Hisamatsu (2019) $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ and $^{242}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ atom ratios of Japanese monthly atmospheric deposition samples during 1963–1966. *Sci. Rep.*, 9, 8105.
- 262) Satoh, Y., H. Kakiuchi, S. Ueda, N. Akata and S. Hisamatsu (2019) Concentrations of iodine-129 in livestock, agricultural, and fishery products around spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan, during and after its test operation. *Environ. Monit. Assess.*, 191, 61.
- 263) Satoh, Y., S. Wada, S. Hisamatsu (2019) Seasonal variations in iodine concentrations in a brown alga (*Ecklonia cava* Kjellman) and a seagrass (*Zostera marina* L.) in the northwestern Pacific coast of central Japan. *J. Oceanogr.*, 75, 111-117.
- 264) Takeda, A., Y. Unno, H. Tsukada, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2019) Speciation of iodine in soil solution in forest and grassland soils in Rokkasho, Japan. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 184(3-4), 368-371.
- 265) Unno, Y., A. Takeda, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2019) Relationship between soil-soil-solution distribution coefficients of ^{125}I and ^{127}I in pasture soil. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 184, 380-384.
- 266) Imai, S., T. Tani, Y. Ishikawa, Y. Tako, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2020) Short-term metabolism of biologically incorporated ^{125}I ingested by olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *J. Environ. Radioact.*, 214-215, 106161.
- 267) Ota, M., H. Terada, H. Hasegawa, H. Kakiuchi (2020) Processes affecting land-surface dynamics of ^{129}I impacted by atmospheric ^{129}I releases from a spent nuclear fuel reprocessing plant. *Sci. Total Environ.*, 704, 135319.
- 268) Satoh, Y., S. Imai (2020) Evaluation of dissolution flux of iodine from brackish lake sediments under different temperature and oxygenic conditions. *Sci. Total Environ.*, 707, 135920.
- 269) Satoh, Y., S. Ueda, H. Hasegawa, H. Kakiuchi, K. Abe (2020) Sources of dissolved I-129 in brackish lake water during and after the operation of a spent nuclear fuel reprocessing plant. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 327, 465-475.
- 270) Satoh, Y., S. Wada, S. Hisamatsu (2020) Relationship between iodine and carbohydrate contents in the seagrass *Zostera marina* on the northwestern Pacific coast of central Japan. *Bot. Mar.*, 63, 273-281.
- 271) Shikanai, Y., R. Yoshida, T. Hirano, Y. Enomoto, B. Li, M. Asada, M. Yamagami, K. Yamaguchi, S. Shigenobu, R. Tabata, S. Sawa, H. Okada, Y. Ohya, T. Kamiya, T. Fujiwara (2020) Callose synthesis suppresses cell death induced by low-calcium conditions in leaves. *Plant Physiol.*, 182, 2199-2212.
- 272) Someya, N., M. Kubota, K. Takeuchi, Y. Unno, R. Sakuraoka, T. Morohoshi (2020) Diversity of antibiotic biosynthesis gene-possessing rhizospheric fluorescent pseudomonads in Japan and their biocontrol efficacy. *Microbes Environ.*, 35, ME19155.
- 273) Takeda, A., H. Tsukada, Y. Unno, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2020) Effects of organic amendments on the natural attenuation of radiocesium transferability in grassland soils with high potassium fertility. *J. Environ. Radioact.*, 217, 106207.
- 274) Yin, Y. G., N. Suzui, K. Kurita, Y. Miyoshi, Y. Unno, S. Fujimaki, T.

- Nakamura, T., Shinano, N., Kawachi (2020) Visualising spatio-temporal distributions of assimilated carbon translocation and release in root systems of leguminous plants. *Sci. Rep.*, 10, 8446-8446.
- 275) Akata, N., H. Kakiuchi, M. Tanaka, Y. Ishikawa, N. Kurita, M. Furukawa, M. Hegedüs, T. Kovács, M. Gusyev, T. Sanada (2021) Isotope and chemical composition of monthly precipitation collected at Sapporo, northern part of Japan during 2015-2019. *Fusion Eng. Des.*, 168, 112434.
- 276) Imada, S., T. Tani, Y. Tako, Y. Moriya, S. Hisamatsu. (2021) *In situ* experimental exposure of fruit-bearing shoots of apple trees to ¹³CO₂ and construction of a dynamic transfer model of carbon. *J. Environ. Radioact.*, 233, 106595.
- 277) Kubo, K., H. Maruyama, H. Fujimoto, M. Suzuki, A. Kan, Y. Unno, T. Shinano (2021) Comparative study of radioactive cesium transfer from soil to peanut and soybean. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 67, 707-715.
- 278) 仲宗根峻也, 中村夏織, 石津裕二, 城間吉貴, 田中将裕, 赤田尚史, 伊志嶺聡伸, 石川義朗, 柿内秀樹, 真田哲也, 古川雅英 (2021) 沖繩島における降水中のトリチウム濃度と水素・酸素安定同位体比及び主要イオン濃度との関係. *保健物理解*, 56, 265-279.
- 279) Ochiai, S., S. Ueda, S. Nagao, H. Tsuji, S. Tomihara, S. Watanabe, K. Suzuki (2021) Spatial and temporal changes of ¹³⁷Cs concentrations in river waters and correlation with the radiocesium inventory in Fukushima and adjacent areas. In: Nagao S. (eds) *Impacts of Fukushima Nuclear Accident on Freshwater Environments*. Springer, Singapore.
- 280) Satoh, Y., S. Imai (2021) Flux and pathway of iodine dissolution from brackish lake sediment in the northeast of Japan. *Sci. Total Environ.*, 789, 147942.
- 281) Satoh, Y., S. Imai, S. Ueda (2021) Spatial variation of radioiodine (¹²⁹I) dissolution from sediment of a brackish lake beside a spent nuclear fuel reprocessing plant in Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 329, 1477-1489.
- 282) Satoh, Y., A. Ishimine, H. Kakiuchi (2021) Cryogenic vacuum extraction scarcely changes low-level tritium (³H) concentrations in free water extracted from environmental samples. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 331, 165-169.
- 283) Satoh, Y., H. Kakiuchi (2021) Calibration method to address influences of temperature and electrical conductivity for a low-cost soil water content sensor in the agricultural field. *Agric. Water Manag.*, 255, 107015.
- 284) Satoh, Y., S. Wada (2021) Characterization of organic biomolecules (monosaccharide, fatty acid, and amino acid) by losses on ignition under stepwise increases in temperature. *Chem. Lett.*, 50, 560-562.
- 285) Satoh, Y., S. Wada (2021) Characterizing behavior of fatty acids in natural organic samples during loss on ignition (LOI) at each temperature. *Chem. Lett.*, 50, 1758-1761.
- 286) Someya, N., M. Kubota, Y. Unno, T. Morohoshi (2021) Distribution of pink-pigmented facultative methylotrophs isolated from the leaves of potato grown in different regions of Japan. *Jpn. Agric. Res. Q.*, 55, 341-345.
- 287) Ueda, S., H. Hasegawa, Y. Ohtsuka, S. Ochiai, T. Tani (2021) Ten-year radiocesium fluvial discharge patterns from watersheds contaminated by the Fukushima nuclear power plant accident. *J. Environ. Radioact.*, 240, 106759.
- 288) Ueda S., H. Hasegawa, H. Kakiuchi, S. Ochiai (2021) Spatial and temporal fluctuations of nuclear accident-derived tritium concentrations in the river waters of eastern Fukushima, Japan. In: Nagao S. (eds) *Impacts of Fukushima Nuclear Accident on Freshwater Environments*. Springer, Singapore.
- 289) Abe, K., K. Oshima, J.-H. Chiang, H. Suwa, S. Hisamatsu (2022) Variation of exposure dose rates of discharging radio materials from the spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho under different yearly weather conditions. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 938-942.
- 290) Ayabe, Y., H. Kakiuchi, H. Watanabe, M. Fujii, M. Nagai, T. Tani (2022) A simple system for extracting water from soil and plant substrates—effects of substrate-derived exchangeable hydrogen on isotope ratios of extracted water—. *J. For. Res.*, 27, 429-438.
- 291) Cai, Y., H. Yamazawa, J. Moriizumi, H. Hasegawa (2022) Analysis of ²¹⁰Pb deposition distribution characteristics in winter at Rokkasho in Aomori based on high resolution atmospheric transport/deposition model calculation. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 914-919.
- 292) Hasegawa, H., H. Kakiuchi, S. Ochiai, N. Akata, S. Ueda, S. Tokonami (2022) Temporal variation of post-accident ¹²⁹I in atmospheric particulate matter collected from an evacuated area of Fukushima Prefecture, Japan. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1143-1149.
- 293) Hira, S., H. Kakiuchi, N. Akata, T. Tamari, S. Sugihara, N. Shima, S. Yokoyama, M. Tanaka (2022) Characterization of atmospheric tritiated water concentration in the vicinity of the Fukushima daiichi nuclear power plant. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 331, 3077-3083.
- 294) Imada, S., Y. Tako, Y. Moriya (2022) Direct assimilation of atmospheric carbon by immature apple fruits. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1004-1008.
- 295) Imada, S., Y. Tako (2022) Seasonal accumulation of photoassimilated carbon relates to growth rate and use for new aboveground organs of young apple trees in following spring. *Tree Physiol.*, 42, 2294-2305.
- 296) Imai, S., K. Matsushita, Y. Takaku, Y. Ishikawa (2022) Distribution of iodine-127 in marine organisms from coastal waters around Aomori, Japan. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1066-1070.
- 297) Kajino, M., A. Watanabe, M. Ishizuka, K. Kita, Y. Zaizen, T. Kinase, R. Hirai, K. Konnai, A. Saya, K. Iwaoka, Y. Shiroma, H. Hasegawa, N. Akata, M. Hosoda, S. Tokonami, Y. Igarashi (2022) Reassessment of the radiocesium resuspension flux from contaminated ground surfaces in eastern Japan. *Atmospheric Chem. Phys.*, 22, 783-803.
- 298) Kawabata, H., M. Yanai, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2022) Transfer of cesium and iodine from the surface to the interior of apple fruit. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 971-975.
- 299) Kihana, M., M. Yamagami (2022) Inhibitory effect of calcium on caesium absorption in plant roots. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1120-1124.
- 300) Nagai, M., S. Suzuki (2022) Temperature-dependent degradation of soil organic matter in farmlands and pastures. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1183-1188.
- 301) Ohtsuka, Y., H. Hasegawa, Y. Ayabe, S. Hisamatsu (2022) Distribution of radiocesium in black pine tree forests in Rokkasho, Aomori, Japan. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1131-1136.
- 302) Satoh, Y., S. Imada, Y. Tako, Y. Moriya (2022) Experimental evaluation of distribution of ¹⁴C photoassimilated into carbohydrates in different growth stages of fruit-bearing apple shoots using a ¹³CO₂ in-situ exposure system. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 920-925.
- 303) Satoh, Y., S. Imada, T. Tani, A. Ishimine, R. Arai (2022) Investigation of ratio of carbon to hydrogen (C/H ratio) in agricultural plants for further estimation of their productivity of organically bound tritium. *J. Environ. Radioact.*, 246, 106845.
- 304) Satoh, Y., S. Wada (2022) Organic matter composition regulates residual potential of organic carbon of the seagrass *Zostera marina* L. during its decomposition process in seawater.

- Mar. Environ. Res.*, 182, 105790.
- 305) Satoh, Y., S. Wada (2022) Iodine and climate change in Japan. In: Richards, P.A.C. and Colleagues (eds) *Seaweed. The Status of Iodine and Climate Change in Tasmania*.
- 306) Shibata, T., Y. Ishikawa (2022) Deuterium transfer analysis including food chain from seawater into abalone. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1125-1130.
- 307) Shikanai, Y., S. Takahashi, Y. Enomoto, M. Yamagami, K. Yamaguchi, S. Shigenobu, T. Kamiya, T. Fujiwara (2022) *Arabidopsis* Glucan Synthase-Like1 (GSL1) is required for tolerance to low-calcium conditions and exhibits a function comparable to GSL10. *Plant Cell Physiol.*, 63, 1474-1484.
- 308) Shikanai, Y., M. Asada, T. Sato, Y. Enomoto, M. Yamagami, K. Yamaguchi, S. Shigenobu, T. Kamiya, T. Fujiwara (2022) Role of GSL8 in low calcium tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Biotechnol.*, 39, 221-227.
- 309) Shimizu, H., K. Inoue, H. Tsuruoka, N. Veerasamy, K. Saito, M. Fukushima (2022) Distribution of radiocesium concentrations of soils in the eight Izu Islands after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 879-885.
- 310) Takeda, A. (2022) Soil Properties Affecting Soil-to-Crop Transfer of Fukushima-Derived Radiocesium. In: Nanba, K., Konoplev, A., Wada, T. (eds) *Behavior of Radionuclides in the Environment III Fukushima*. Springer, Singapore.
- 311) Takeda, A., Y. Unno, H. Tsukada, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2022) Soil-soil solution distribution coefficient of radioiodine in surface soils around spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198(13-15), 1047-1051.
- 312) Tako, Y., R. Arai, Y. Yanagawase, S. Nishikawa, K. Fujimoto, S. Imada, Y. Moriya (2022) Development of *in-situ* systems for ^{13}C exposure and determination of ^{13}C net assimilation rate of fruit-bearing shoots and whole tree and chamber for precision ^{13}C exposure of young potted trees. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1175-1182.
- 313) Tani, T., M. Nagai (2022) Retention of organically bound deuterium in grass plants exposed to heavy water vapor at different growth stages. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 886-890.
- 314) Tani, T., Y. Satoh (2022) Development of a carbon accumulation model for estimating the concentration of ^{14}C in Japanese radish. *J. Nucl. Sci. Technol.*, <https://doi.org/10.1080/00223131.2022.2123407>.
- 315) Ueda, S., H. Hasegawa, H. Kakiuchi, (2022) Tritium and iodine-129 in water samples collected adjacent to a spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 957-963.
- 316) Unno, Y. A. Takeda, Y. Takaku (2022) Investigation of short-term chemical change in stable ruthenium added to rainwater using X-ray absorption fine structure analysis. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 943-946.
- 317) 海野佑介 (2022) フィチン酸から探る土壌有機態リンの機能と動態. *土肥誌*, 93, 34-39.
- 318) Wada, S., Y. Satoh, T. Hama (2022) Massive loss and microbial decomposition in reproductive biomass of *Zostera marina*. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 275, 107986.
- 319) Yamagami, M., M. Yanai (2022) Effect of rice plant root TTC-reducing activity on the chemical form of iodine in cultivated soil solutions. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1189-1195.
- 320) Yamanashi, T., T. Uchiyama, S. Saito, T. Higashi, H. Ikeda, H. Kikunaga, M. Yamagami, Y. Ishimaru, N. Uozumi (2022) Potassium transporter KUP9 participates in K^+ distribution in roots and leaves under low K^+ stress. *Stress Biology*, 2, 52, <https://doi.org/10.1007/s44154-022-00074-x>.
- 321) Yamazawa, H., Y. Cai, T. Matsumoto, J. Moriizumi, H. Hasegawa, T. Kawano (2022) Long-Range atmospheric transport of radon in East Asia and deposition of its progenies in Japan. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 891-895.
- 322) Yanai, M., H. Kawabata, Y. Takaku (2022) Iodine absorption by apple leaf surfaces. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1200-1204.
- 323) Yoshida, S. (2022) Research on the environmental effects of radionuclides at IES – an overview. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198, 1019-1024.
- 324) Satoh, Y., Y. Ohtsuka (2023) Investigation of changes in the iodine concentrations of oceanic sediment and terrestrial soil samples after thermal drying. *Environ. Monit. Assess.*, 195, 429.

環境シミュレーション研究

- 325) Ashida, A., K. Nitta (1993) Material circulations in a closed system. *SAE Tech. Pap.*, 932289, 1-8.
- 326) Inagaki, H., Y. Midorikawa, T. Fujii, A. Hasegawa, K. Nitta (1993) The utility value of mushroom for CELLS nutritional system. *SAE Tech. Pap.*, 932170, 1-8.
- 327) Numaguchi, T., Y. Inada, R. Kanki, Y. Sakata, I. Funada, K. Nitta (1993) Development of the nitrogen fixation system for CELSS III. NH_3 separation by PSA in atmospheric synthesis loop. *SAE Tech. Pap.*, 932250, 1-9.
- 328) Ashida, A. (1994) Consideration of human's long stay in closed system. *Acta Astronaut.*, 33, 149-153.
- 329) Kashiwai, T., H. Matsumoto, N. Kamishima, S. Hatano, T. Sawada, K. Nitta (1994) Oxygen recovery using reduction of carbon dioxide and water decomposition by electrolyte. *SAE Tech. Pap.*, 941447, 1-7.
- 330) Kurokawa, H., K. Funabashi, S. Sugawara, R. Abe, K. Nitta, A. Ashida (1994) Mineral recovery system in a CEEF. *SAE Tech. Pap.*, 941499, 1-8.
- 331) Nitta, K. (1994) Earth environment and closed ecology experiment facilities. *Acta Astronaut.*, 33, 155-165.
- 332) Nitta, K., A. Ashida, S. Tachihara, S. Okada, A. Hattori, M. Takagishi (1994) Trace contaminants control assembly development for the Japanese Closed Ecology Experiment Facilities. *SAE Tech. Pap.*, 941446, 1-10.
- 333) 齋藤高弘, 大坪孔治, 種村利春, 小口美津夫, 多胡靖宏, 芦田章, 新田慶治, 浜野亘男, 三谷健司 (1994) CELSS における水再生循環システムの開発. *生物環境調節*, 32, 17-24.
- 334) Suzuki, M., M. Toyobe, H. Hamami, M. Tayama, T. Fujii, T. Sato, K. Nitta, S. Kibe (1994) Needs of physiological and psychological research using artificial gravity. *Acta Astronaut.*, 33, 231-237.
- 335) Toki, A., S. Kosaka, N. Takama, K. Nitta (1994) Plant cultivation experiments for CEEF. *SAE Tech. Pap.*, 941540, 1-10.
- 336) Tsuji, M., T. Numaguchi, S. Iiyama K. Kikuchi, K. Nitta, A. Ashida (1994) Experimental study of nitrogen fixation system in a closed ecological system. *SAE Tech. Pap.*, 941409, 1-11.
- 337) Yokota, A., M. Enomoto, M. Oguchi, K. Nitta (1994) A study on the elements recycled in the vegetable supplying system of a lunar base CELSS. *SAE Tech. Pap.*, 941498, 1-11.
- 338) Hosomi, T., Y. Tako, A. Ashida, K. Nitta, T. Yamamoto (1995) Material flow simulation software for CEEF: Closed Ecology Experiment Facilities. *SAE Tech. Pap.*, 951537, 1-12.
- 339) 多胡靖宏, 齋藤高弘, 谷晃, 寺井

- 稔, 新田慶治 (1995) 閉鎖生態系における有機廃棄物処理液の植物栽培への利用に関する研究 (廃棄物湿式酸化液の植物栽培養液としての利用に対する適合性改善に関する実験的研究). *CELSS J.*, 7, 19-26.
- 340) Ashida, A., K. Hirate (1996) Activities of Japan Society for Controlled Ecological Life Support Systems. *Life Support Biosph. Sci.*, 3, 89-99.
- 341) 芦田章, 新田慶治, 内田剛, 中野晋, 石ヶ森薫, 菅原敏, 高草木常彦 (1996) 閉鎖系実験施設エアバツプアシステムの開発. *CELSS J.*, 9, 1-4.
- 342) Ashida, A., Y. Tako, K. Nitta (1996) Material circulation design based on organic matter analysis of edible and inedible parts of plants for CEEF. *SAE Technical Papers*, 961414.
- 343) Funabashi, K., H. Kurokawa, M. Oda, S. Sugawara, T. Takakusagi, A. Ashida, K. Nitta (1996) Simulation software of material circulation in a CEEF: Closed Ecology Experiment Facility. *SAE Tech. Pap.*, 961500, 1-7.
- 344) Kurokawa, H., K. Funahashi, M. Oda, S. Sugawara, T. Takakusaki, K. Nitta, A. Ashida (1996) Mineral recovery system in a CEEF. *Life Support Biosph. Sci.*, 3, 141-148.
- 345) Nitta, K. (1996) Basic design concept of Closed Ecology Experiment Facilities. *Plants in Space Biology*, 255-270.
- 346) Nitta, K., A. Ashida, K. Otsubo (1996) CEEF (Closed Ecology Experiment Facilities) construction planning and present status. *Life Support Biosph. Sci.*, 3, 101-115.
- 347) Nitta, K., K. Otsubo, A. Ashida, H. Matsumoto, S. Hatano, Y. Kita (1996) Oxygen recovery system using sabatier carbon dioxide reduction for Closed Ecology Experiment Facilities (CEEF). *Life Support Biosph. Sci.*, 3, 159-167.
- 348) Nitta, K., Y. Tako, K. Abe, T. Sawaki, I. Hattori, K. Hayashi, Y. Midorikawa (1996) Organic decomposing system for supplying nutrients in Closed Ecology Experiment Facilities (CEEF). *Life Support Biosph. Sci.*, 3, 149-158.
- 349) Tani, A., Y. Kitaya, M. Kiyota, I. Aiga, K. Nitta (1996) Problems related to plant cultivation in a closed system. *Life Support Biosph. Sci.*, 3, 129-140.
- 350) Tani, A., M. Kiyota, I. Aiga, Y. Tako, K. Nitta, A. Ashida, K. Otsubo, T. Saito (1996) Measurements of trace contaminants in closed-type plant cultivation chambers. *Adv. Space Res.*, 18(4), 181-188.
- 351) Ashida, A. (1997) Problems of human life in a CELSS. *SAE Tech. Pap.*, 972515, 1-6.
- 352) Hattori, I., K. Hayashi, K. Nitta, T. Tora (1997) Waste management system for the habitat module for CEEF. *SAE Tech. Pap.*, 972519, 1-11.
- 353) 石川義朗, 鈴木款, 平賀哲男 (1997) ZINCON 指示薬と自動光度滴定装置によるサンゴ礁海水中のカルシウム濃度の精密測定. *地球科学*, 31, 163-170.
- 354) Miyajima, H., Y. Ishikawa, K. Nitta (1997) Material circulation analysis of CEEF through simulation. *SAE Tech. Pap.*, 972297, 1-9.
- 355) 宮嶋宏行, 石川芳男, 新田慶治 (1997) シミュレーションによる CEEF の物質循環解析 (1) シミュレーションツールの開発. *CELSS J.*, 10, 5-14.
- 356) 宮嶋宏行, 石川芳男, 新田慶治 (1997) シミュレーションによる CEEF の物質循環解析 (2) モジュール運用のモード解析. *CELSS J.*, 10, 15-22.
- 357) Nakano, S., T. Uchida, I. Ishigamori, K. Nitta (1997) Numerical analysis for the small positive control system of CEEF. *SAE Tech. Pap.*, 972516, 1-11.
- 358) Sakamoto, T., H. Eida, A. Ashida, K. Nitta (1997) Experimental study on ammonium nitrate production in a Closed Ecology Experiment Facility. *SAE Tech. Pap.*, 972518, 1-8.
- 359) Tako, Y., K. Abe, K. Nitta (1997) The Initial tests for performance evaluation of Closed Plant Experiment Facility (CPEF) of Closed Ecology Experiment Facilities (CEEF). *SAE Tech. Pap.*, 972517, 1-14.
- 360) Tako, Y. (1997) Closed Plant Experiment Facility (CPEF) of Closed Ecology Experiment Facilities (CEEF) and preliminary studies on CPEF operation. *Plant Production in Closed Ecosystems*, pp. 321-338, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- 361) Tako, Y., T. Hosomi, K. Nitta (1997) A mathematical model on physiological processes of candidate crops in CEEF. *SAE Tech. Pap.*, 961499.
- 362) Abe, K., K. Nitta, K. Otsubo, S. Kibe (1998) Development of Closed Work Suits for Closed Ecology Experiment Facilities. *21st ISTS Proceedings*, 1753-1758.
- 363) 安達達男, 齋藤高弘, 大坪孔治 (1999) CELSS における微量ガス成分除去技術に関する研究 (第 2 報) - 温度が触媒フィルタの微量ガス成分除去特性に与える影響. *CELSS J.*, 11, 9-15.
- 364) Nitta, K. (1999) Basic design concept of Closed Ecology Experiment Facilities. *Adv. Space Res.*, 24, 343-350.
- 365) 新田慶治 (1999) 閉鎖生態系実験の概要 - 電子情報通信学会誌, 82, 933-937.
- 366) 多胡靖宏, 新井竜司, 大坪孔治, 新田慶治 (1999) CEEF の閉鎖系植物実験施設における群落光合成・蒸散測定技術に関する研究. *CELSS J.*, 11, 1-7.
- 367) 谷晃, 齋藤隆雄, 林宏一郎, 佐藤光, 多胡靖宏, 新井竜司, 清田信 (1999) 矮性イネから放出される微量ガス種の同定およびガス交換速度の測定. *CELSS J.*, 12, 15-20.
- 368) Nabenishi, H., H. Sakata, Y. Tako, K. Otsubo, K. Nitta, H. Minagawa (2000) Preliminary research on metabolism of candidate animals in Closed Ecology Experiment Facilities (CEEF). *SAE Tech. Pap.*, 2000-01-2336.
- 369) Nitta, K., K. Otsubo, A. Ashida (2000) Integration test project of CEEF - a test bed for Closed Ecology Life Support Systems. *Adv. Space Res.*, 26, 335-338.
- 370) 多胡靖宏 (2000) 大型閉鎖系施設 CEEF の植物栽培システム. *IGE シリーズ 26 Perspective of Plant Research in Space*, 東北大学遺伝生態研究センター.
- 371) Tako, Y., S. Tsuga, R. Arai, K. Otsubo, K. Nitta, T. Nakai, T. Kobayashi, T. Kumagai, T. Baba (2000) Plant nutrient solution production subsystem and mineral recycling in CEEF. *SAE Tech. Pap.*, 2000-01-2335.
- 372) Abe, K., M. Kameda, F. Higashino, M. Endo, K. Nitta, (2001) A study on micro droplets growth rate. *Proceedings of 2nd International Conference on Fog and Fog Collection*, pp.449-452, International Development Research Centre, Ottawa, Canada.
- 373) 遠藤政弘 (2001) ミニ地球と居住実験について - 閉鎖型生態系実験施設の概要 - . *真空ジャーナル*, 74, 4-7.
- 374) Endo, M., K. Nitta (2001) Outline of the Closed geo-Hydrosphere Experiment Facility (CGHEF). *Proceedings of the International Workshop on Efficiency of Purification Processes in Riparian Buffer Zones - Their Design and Planning in Agricultural Watersheds-*, pp.323-327, The Organizing Committee for International Workshop of Riparian Buffer Zones, Kushiro, Japan.
- 375) Miyajima, H., K. Abe, K. Nitta, Y. Ishikawa, A. Ashida (2001) Simulation to support an integration test project of CEEF. *SAE Tech. Pap.*, 2001-01-2130.
- 376) Nitta, K. (2001) The CEEF, Closed Ecosystem as a laboratory for determining the dynamics of radioactive isotopes. *Adv. Space Res.*, 27, 1505-1512.
- 377) Tako, Y., R. Arai, K. Nitta (2001) Integration of sequential cultivation of main crops and gas and water processing subsystems using Closed Ecology Experiment Facilities. *SAE Tech. Pap.*, 2001-01-2133.
- 378) Tako, Y., R. Arai, K. Otsubo, K. Nitta

- (2001) Application of crop gas exchange and transpiration data obtained with CEEF to global environmental change problem. *Adv. Space Res.*, 27, 1541-1545.
- 379) Nitta, K. (2002) New problems to be solved for establishing closed life support system. *Adv. Space Res.*, 31, 63-68.
- 380) Sota, M., M.Endo, K. Nitta, H. Kawasaki, M. Tsuda. (2002) Characterization of a class II defective transposon carrying two haloacetate dehalogenase genes from *Delftia acidovorans* plasmid pUO1. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68, 2307-2315.
- 381) Tako, Y., R. Arai and K. Nitta (2002) Analysis of photosynthesis and biomass allocation for simulation of edible and inedible biomass production and gas exchange of main crops within CEEF. *SAE Tech. Pap.*, 2002-01-2484.
- 382) 多胡靖宏 (2002) 閉鎖型生態系実験施設 CEEF, 関東の農業気象, 28, 10-11.
- 383) Tani, A., R. Arai, Y. Tako (2002) Trace gas concentration inside closed ecology experiment facilities. *Eco-Engineering*, 14, 23-31.
- 384) Abe, K., M. Kameda (2003), Condensation on droplets in moist air by heterogeneous nucleation. *Comut. Fluid Dyn. J.*, 12, 295-308.
- 385) Abe, K., M. Endo, K. Nitta, H. Miyajima, Y. Ishikawa, S. Kibe (2003), A Simulation Model for the CEEF Behavioral Prediction System. *SAE Tech. Pap.*, 2003-01-2547, 2003.
- 386) Abe, K., K. Otsubo, K. Nitta, S. Kibe (2003) Research and development of closed work suit for the application to CEEF. *Eco-Engineering*, 15, 13-19.
- 387) Miyajima, H., Y. Ishikawa, R. Arai, Y. Tako, K. Nitta (2003) Considerations of Material Circulation in CEEF Based on the Recent Operation Strategy. *SAE Tech. Pap.*, 2003-01-2453.
- 388) Sota, M., H. Kawasaki, M. Tsuda (2003) Structure of haloacetate-catabolic IncP-1 plasmid pUO1 and genetic mobility of its residing haloacetate-catabolic transposon. *J. Bacteriol.*, 185, 6741-6745.
- 389) Suzuki, Y., M. Fujii, B. E. Casareto, A. Furuta, Y. Ishikawa (2003) CO₂ sequestration and fate of organic matters within seagrass (*Zostera marina*) ecosystem. *J. Chem. Eng. Japan*, 36, 417-427.
- 390) Tako, Y., G. Honda, O. Komatsubara, M. Shinohara, R. Arai, K. Nitta. (2003) Matching of gas metabolism among crop community, human and animal in the CEEF. *SAE Tech. Pap.*, 2003-01-2452.
- 391) Taniguchi, A., K. Haraguchi, Y. Nakamura, K. Arita, Y. Umiguchi, Y. Nishino (2003) A possible scenario for environmental remediation in coastal waters by use of phytoplankton and waste materials. *Tohoku J. Agric. Res.*, 53, 53-63.
- 392) 新田慶治 (2003) 生態工学による持続可能型社会の創生. *Eco-Engineering*, 16, 5-8.
- 393) 新田慶治 (2003) ミニ地球と関連研究プロジェクト. *日本深海技術協会会報*, 39, 8-13.
- 394) Casareto, B. E., K. Abe, Y. Ishikawa, K. Nitta, Y. Suzuki (2004) Bio-aerosols in the Geo-sphere Module of CEEF: *Eco-Engineering*, 16, 39-44.
- 395) Masuda, T., Y. Tako, M. Gonohe. K. Nitta (2004) An Eco-naut as a worker. *Eco-Engineering*, 16, 69-79.
- 396) 増田毅, 新田慶治 (2004) 生態工学における倫理 (1) 生態工学研究者のための倫理綱領の必要性に関する検討. *生態工学*, 16, 223-226.
- 397) 増田毅, 新田慶治 (2004) 生態工学における倫理 (2) エコノートにおける倫理問題に関する検討. *生態工学*, 16, 227-230.
- 398) 野副晋, 谷晃 (2004), フラックス測定用テルペンガス自動濃縮採取装置の開発と性能評価. *農業気象*, 60, 273-283.
- 399) Tako Y., S. Tsuga, R. Arai, T. Tani, G. Honda, K. Nitta. (2004) Estimation of water circulation based on experimental results from sequential crop cultivation, closed goat breeding and simulated habitation using CEEF. *SAE Tech. Pap.*, 2004-01-2349.
- 400) Tani, T., Y. Tako, K. Nitta (2004) Application of a biochemical model of photosynthesis for the simulation of CO₂ exchange of crop population in the closed plantation experiment facility. *Eco-Engineering*, 16, 53-59.
- 401) Abe, K., Y. Ishikawa, S. Kibe, K. Nitta (2005) Simulation Model for the Closed Plant Experiment Facility of CEEF. *Adv. Space Res.*, 35, 1597-1608.
- 402) Komatsubara, O., Y. Aibe, M. Shinohara, Y. Tako, K. Nitta, T. Yoshioka (2005) Estimation of Energy Requirements of Eco-nauts in the Closed Ecology Experiment Facilities (CEEF). *SAE Tech. Pap.*, 2005-01-3004.
- 403) Masuda, T., T. Ogasawara, Y. Tako, K. Nitta (2005) Paper production in an Advanced Life Support Systems. *SAE Technical Papers*, 2005-01-2929.
- 404) Masuda, T., Y. Tako, K. Nitta (2005) Matching between food supply and human nutritional requirements in an Advanced Life Support Systems. *SAE Tech. Pap.*, 2005-01-2819.
- 405) Masuda, T., R. Arai, O. Komatsubara, Y. Tako, E. Harashima, K. Nitta (2005), Development of a one-week cycle menu for an Advanced Life Support System (ALSS) utilizing practical biomass production data from the Closed Ecology Experiment Facilities (CEEF). *Habitation*, 10, 87-97.
- 406) Masuda, T., T. Ogasawara, E. Harashima, Y. Tako, K. Nitta (2005), Evaluation and implementation of an Advanced Life Support (ALS) menu for Closed Ecology Experiment Facilities (CEEF). *Eco-Engineering*, 17, 55-60.
- 407) Masuda, T., Y. Yako, K. Nitta (2005), Matching between food supply and human nutritional requirements in Closed Ecology Experiment Facilities (CEEF). *Eco-Engineering*, 17, 61-66.
- 408) 増田毅, 多胡靖宏 (2005) 閉鎖居住実験の準備状況(1)閉鎖生態系実験施設(CEEF)における食糧供給. *生態工学*, 17, 183-189.
- 409) Sakamoto, Y., K. Minato, M. Nagai, M. Mizuno, T. Sato (2005) Characterization of the *Lentinula edodes* *exg2* gene encoding a lentinan-degrading α -D-glucanase. *Curr. Genet.*, 48, 195-203.
- 410) Shinohara, M., O. Komatsubara, Y. Aibe, S. Nozoe, G. Honda, Y. Tako, K. Nitta (2005) Workloads and environment of closed habitation experiments in CEEF (Closed Ecology Experiment Facilities) and physio- psychological changes on habitants (Eco-nauts) during the experiments. *SAE Tech. Pap.*, 2005-01-3005.
- 411) Suzuki, S., G. Kudo (2005) Resource allocation pattern under simulated environmental change and seedling establishment of alpine dwarf shrubs in the mid-latitude mountain. *Phyton*, 45, 409-414.
- 412) Suzuki, M., K. Yamaguchi, G. Honda, R. Iwata, S. Furumoto, M. G. Jeong, H. Fukuda, M. Itoh (2005) An experimental study on O-[¹⁸F]fluoromethyl-L-tyrosine for differentiation between tumor and inflammatory tissues. *Ann. Nucl. Med.*, 19, 589-595.
- 413) Tako, Y., R. Arai, T. Tani, K. Nitta (2005) Estimation of flows of carbon and oxygen in the CEEF system based on data collected in a stable phase of sequential crop cultivation lasting more than 100 days. *SAE Tech. Pap.*, 2005-01-3108.
- 414) Tako, Y., T. Tani, R. Arai, G. Honda, O. Komatsubara, M. Shinohara, S. Tsuga, T. Masuda, K. Nitta (2005) Flows of carbon, oxygen and water within Closed Ecology Experiment Facilities, CEEF calculated from preliminary experiment data. *J. Agric. Meteorol.*, 60, 1099-1104.
- 415) 多胡靖宏, 新井竜司, 谷享, 本田剛, 小松原修 (2005) 閉鎖居住実験計画とミニ地球における物質フローの検討. *生態工学*, 17, 231-242.
- 416) 多胡靖宏 (2005) C9.6.1 閉鎖生態系生命維持技術の概要. 第3版 航空宇宙工学便覧 (社)日本航空宇宙

- 学会 編, 1128-1129, 丸善, 東京.
- 417) Tani, T., Y. Tako, K. Nitta (2005) Effects of elevated CO₂ and temperature on growth and yield of soybean in the Closed Plantation Experiment Facility. *Phyton*, 45, 395-400.
- 418) Tsuda, M., Hirokazu Yano, Hiroyuki Genka, Shiho Wakase, and Masahiro Sota, (2005) Structure and Rearrangement of a *Pseudomonas* IncP-7 Plasmid Carrying Toluene Catabolic Transposons. *Proceedings of Plasmid Biology 2004: International Symposium on Molecular Biology of Bacterial Plasmids and other Mobile Genetic Elements*.
- 419) Abe, K., M. Endo, K., Nitta, T. Hirosaki, H. Miyajima, Y. Ishikawa (2006) Simulation model for the closed animal and habitation experiment facility of CEEF. *SAE Tech. Pap.*, 2006-01-2125.
- 420) Aibe, Y., M. Shinohara, O. Komatsubara, M. Suzuki, Y. Tako, T. Shimamiya, T. Yoshioka, M. Yoshida, M. Mohri (2006) Air circulation confinement experiments in the CEEF - Changes in physical conditions and health managements of eco-nauts. *SAE Tech. Pap.*, 2006-01- 2296.
- 421) Komatsubara, O., Y. Aibe, M. Shinohara, Y. Tako, T. Yoshioka (2006) Air circulation confinement experiments in the CEEF - Workloads and energy expenditures of eco-nauts in closed habitation experiments. *SAE Tech. Pap.*, 2006-01- 2295.
- 422) Masuda, T., Y. Tako, M. Endo (2006) Menu optimization for an earth-based advanced life support system (ALSS) test bed considering crop cultivation scheduling. *Habitation*, 11, 69-84.
- 423) Miyajima, H., K. Abe, T. Hirosaki, Y. Ishikawa (2006) Design of intelligent control software for mini-earth, *SAE Tech. Pap.*, 2006-01-2123.
- 424) Nagai, M., Y. Sakamoto, K. Nakade, T. Sato (2006) Isolation and characterization of the gene encoding manganese peroxidase from *Lentinula edodes*. *Mycoscience*, 48, 125-130
- 425) Nozoe, S., S. Tsuga, M. Nakamura, Y. Tako (2006) NOx emission during operation of a drying toilet system in air-circulated confinement experiment. *SAE Tech. Pap.*, 2006-01-2155.
- 426) 新田慶治, 多胡靖宏 (2006) 6.4.1 閉鎖居住実験(ミニ地球), 6.4 生態系バイオスフィア(Biosphere) 生命圏、生物圏, 第6章 環境創造, 有馬 朗人 監修 *これからの大学等研究施設 第3編「環境科学編」*, 社団法人 文教施設協会・株式会社 科学新聞社, pp 181-18.
- 427) Sakamoto, Y., H. Watanabe, M. Nagai, K. Nakade, M. Takahashi, T. Sato (2006) *Lentinula edodes* *tlg1* encodes a thaumatin-like protein that is involved in lentinan degradation and fruiting body senescence. *Plant Physiol.*, 141, 793-801.
- 428) Shimamiya, T., T. Kitama, M. Osada, Y. Ozaki, M. Shinohara, Y. Aibe, O. Komatsubara, S. Nozoe, N. Terada and M. Mohri (2006) Air circulation confinement experiments in the CEEF: Physiological status in econauts through repeated seven-day habitations. *SAE Tech. Pap.*, 2006-01-2293.
- 429) Shinohara, M., T. Shimamiya, O. Komatsubara, Y. Aibe, S. Nozoe, Y. Tako, K. Nitta (2006) Air circulation confinement experiments in the CEEF: Psychological status in eco-nauts through repeated seven-day habitations. *SAE Tech. Pap.*, 2006-01- 2293.
- 430) 鈴木静男, 谷亨, 塩崎俊一, 佐々木通雄, 山本昭範, 鞠子茂 (2006) 汽水沼周辺湿地におけるメタンフラックス. *国立環境研究所地球環境研究センター-CGER-REPORT*, I065-2006, 162-163.
- 431) Tako, Y., S. Tsuga, T. Tani, R. Arai, O. Komatsubara, M. Shinohara (2006) Carbon flow in an artificial ecosystem comprised of crew, goats and crops for three 1-week confined habitation experiments using CEEF, *SAE Tech. Pap. (SAE 2006 Transactions, J. Aerospace)*, 2006-01-2075.
- 432) Tani, T., S. Nozoe, S. Tsuga, Y. Tako (2006) Carbon dioxide separation and recovery from the closed animal breeding and habitation module of the CEEF during closed habitation experiments. *SAE Tech. Pap.*, 2006-01-2076.
- 433) Masuda, T., Y. Tako, M. Endo (2006) Menu optimization for an earth-based advanced life support system (ALSS) test bed considering cultivation scheduling. *Habitation*, 11, 69-84.
- 434) Sota, M, H. Yano, Y. Nagata, Y. Ohtsubo, H. Genka, H. Anbutsu, H. Kawasaki, M. Tsuda (2006) Functional analysis of unique class II insertion sequence IS1071. *Appl. Environ. Microbiol.*, 72, 291-297.
- 435) Sota, M, H. Yano, A. Ono, R. Miyazaki, H. Ishii, H. Genka, E. M. Top, M. Tsuda (2006) Genomic and functional analysis of the *ncP-9 Naphthalene-catabolic plasmid NAH7 and its transposon Tn4655* suggests catabolic gene spread by a tyrosine recombinase. *J. Bacteriol.*, 188, 4057-4067.
- 436) Yamaura, G., T. Yoshioka, H. Fukuda, K. Yamaguchi, M. Suzuki, S. Furumoto, R. Iwata, C. Ishioka (2006) O-[¹⁸F]Fluoromethyl-L-Tyrosine is a potential tracer for monitoring tumor response to chemotherapy using PET. The initial comparative in vivo study with deoxyglucose and thymidine. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*, 33, 1134-1139.
- 437) Aibe Y., O. Komatsubara, M. Shinohara, S. Nozoe, Y. Tako, T. Shimamiya, M. Osada, Y. Ozaki, T. Yoshioka, M. Mohri (2007) The influence of repeated closed habitation experiments on crews health. *SAE Tech. Pap.*, 2007-01-3229.
- 438) Komatsubara, O., Y. Tako, T. Ogasawara (2007) Sweetener production and self-sufficiency in closed habitation experiments. *SAE Tech. Pap.*, 2007-01-3049.
- 439) Liu, H., M. J. Dagg, J. M. Napp, R. Sato (2007) Mesozooplankton grazing in the coastal Gulf of Alaska: *Neocalanus* spp. vs. other mesozooplankton. *ICES J. Mar. Sci.*, 65, 351-360.
- 440) Masuda T. (2007) Food supplies on habitation experiments on an earth-based Advanced Life Support System. *World of Food Science*, 2.
- 441) Miyajima, H., K. Abe, T. Hirosaki, Y. Ishikawa (2007) Development of Advanced Life Support Systems control software considering computational effort and mathematical validity. *SAE Tech. Pap.*, 2007-01-3025.
- 442) Nagai, M., Y. Sakamoto, K. Nakade, T. Sato (2007) Isolation and characterization of the gene encoding a manganese peroxidase from *Lentinula edodes*. *Mycoscience*, 48, 125-130.
- 443) 永井勝, 曾田匡洋, 遠藤政弘 (2007) 閉鎖型生態系実験施設へのプラズマ分解と親水性スクラバを用いた有害ガス分解除去システムの適用に関する一考察. *Eco-Engineering*, 19, 179-184.
- 444) 西野康人, 石川義朗 (2007) 閉鎖循環式水槽におけるアマモ *Zostera marina* の長期育成. *Eco-Engineering*, 19, 247-253.
- 445) Nozoe, S., O. Komatsubara, M. Shinohara, Y. Aibe, Y. Tako, K. Nitta (2007) Outreach activities of the Closed Ecology Experiment Facilities (CEEf). *SAE Tech. Pap.*, 2007-01-3068.
- 446) Shimamiya, T., T. Kitama, M. Osada, Y. Ozaki, A. Usui, M. Shinohara, Y. Aibe, O. Komatsubara, S. Nozoe, N. Terada, M. Mohri (2007) Physiological monitoring of crew repeated 7-day habitation in an advanced life support system. *SAE Tech. Pap.*, 2007-01-3230.
- 447) Tako, Y., O. Komatsubara, S. Tsuga, R. Arai, K. Koyama, S. Fukuda, M. Akaishi, M. Ogasawara (2007) Circulation of water in addition to CO₂, O₂ and plant biomass in an artificial ecosystem comprised of humans, goats and crops during 2-week closed habitation experiments using CEEF. *SAE Tech. Pap. (SAE*

- 2007 *Transactions, J. Aerospace*), 2007-01-3091.
- 448) Tani, T., R. Arai, Y. Tako (2007) Temperature dependence of bulk respiration of crop stand – Measurement and model fitting. *J. Nucl. Sci. Technol.*, 44, 923-927.
- 449) Tani, T., S. Tsuga, Y. Tako, K. Nitta (2007) Improved operation of CO₂ separator for preventing increases in CO₂ concentration of air in the habitation room during closed habitation experiments. *SAE Tech. Pap. (SAE 2007 Transactions, J. Aerospace)*, 2007-01-3097.
- 450) 新井竜司, 津賀正一, 多胡靖宏, 齋藤高弘, 西館一則 (2008) 閉鎖系養液循環システムの植物栽培への適用. *Eco-Engineering*, 20, 5-10.
- 451) 馬場貴志, 山口進康, 篠原正典, 多胡靖宏, 那須正夫 (2008) 閉鎖型生態系実験施設(CEEF)の水環境中における細菌の動態. *Eco-Engineering*, 20, 11-17.
- 452) Miyajima, H., K. Abe, T. Hirotsaki, Y. Ishikawa (2008) Development of advanced life support systems control software integrating operators' empirical knowledge. *SAE Tech. Pap.*, 2008-01-1973.
- 453) Sakamoto, Y., K. Nakade, A. Yano, Y. Nakagawa, T. Hirano, T. Irie, H. Watanabe, M. Nagai, T. Sato (2008) Heterologous expression of *lcc1* from *Lentinula edodes* in tobacco BY-2 cells results in the production of an active, secreted form of fungal laccase. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 79, 971-980.
- 454) Sato, R., Y. Ishibashi, Y. Tanaka, T. Ishimaru, M. Dagg (2008) Productivity and grazing impact of *Oikopleura dioica* (Tunicata, Appendicularia) in Tokyo Bay. *J. Plankton Res.*, 30, 299-309
- 455) Tako, Y., S. Tsuga, T. Tani, R. Arai, O. Komatsubara, M. Shinohara (2008) One-week habitation of two humans in an airtight facility with two goats and 23 crops – Analysis of carbon, oxygen, and water circulation. *Adv. Space Res.*, 41, 714-724.
- 456) Tsuga, S., O. Komatsubara, S. Nozoe, Y. Tako, K. Nishidate, S. Fukuda (2008) Research and development of operation technology on the waste processing system of the Closed Ecology Experiment Facilities for circulation of carbon in an experimental closed ecosystem comprised of humans, goats and crops. *SAE Tech. Pap.*, 2008-01-1979.
- 457) Nagai, M., Y. Sakamoto, K. Nakade, T. Sato (2009) Purification and characterization of a novel laccase from *Lentinula edodes* in solid-state culture. *Mycoscience*, 50, 308-312.
- 458) Sakamoto, Y., K. Nakade, M. Nagai, H. Uchiyama, T. Sato (2009) Cloning of *Lentinula edodes lemnp2*, a manganese peroxidase that is secreted abundantly in sawdust medium. *Mycoscience*, 50, 116-122.
- 459) 佐藤利次, 永井勝, 渡辺久敬, 高橋真智子, 中出啓子, 坂本裕一, 山内隆弘, 青木貴行, 枝克昌, 鮎澤澄夫, 小澤慶一, 吉田敏博, 内宮博文 (2009) シイタケ上面栽培液 (上面水) のラッカ―ゼ製剤としての利用. *日本きのこ学会誌*, 17, 11-17
- 460) Tako, Y., T. Masuda, S. Tsuga, R. Arai, O. Komatsubara, S. Nozoe, Y. Aibe, M. Shinohara, M. Suzuki, M. Ishioka, K. Abe, Y. Ishikawa, K. Nitta, M. Sakurai (2009) Outline of material circulation - closed habitation experiments conducted in 2005-2007 using Closed Ecology Experiment Facilities. *SAE Tech. Pap.*, 2009-01-2580.
- 461) Yamamoto, A., M. Hirota, S. Suzuki, Y. Oe, P. Zhang, S. Mariko (2009) Effects of tidal fluctuations on CO₂ and CH₄ fluxes in the littoral zone of a brackish-water lake. *Limnology*, 10, 229-237.
- 462) Masuda, H., H. Matsumae, T. Masuda, H. Hatta (2010) A thiamin derivative inhibits oxidation of exogenous glucose at rest, but not during exercise. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 56, 9-12.
- 463) Minagawa, H., T. Doi, H. Sakata, M. Nagai (2010) Mushroom cultivation on the substrates with different animal feces and supplementary combinations. *Eco-Engineering*, 22, 69-75.
- 464) Shiroma, K., Y. Suzuki, B. E. Casareto, Y. Ishikawa (2010) Effects of heat stress and nitrate enrichment on nitrogen allocation in zooxanthellate corals. *Eco-Engineering*, 22, 101-104.
- 465) Suzuki, S., M. Endo, S. Tsuga, S. Fukuda, K. Kaga, K. Nitta (2010) Initial performance tests of the Closed Geosphere Experiment Facility (CGEF) for investigation of ecosystem carbon cycles. *Environ. Control. Biol.*, 48, 25-34.
- 466) Suzuki, S., H. Sakata, T. Baba, S. Kagiya (2010) Effects of soil characteristics on plant zonation and species diversity in a cool-temperate brackish marsh. *Eco-Engineering*, 22, 19-26.
- 467) Suzuki, S., S. Tsuga, S. Fukuda, K. Kaga, M. Endo, K. Nitta (2010) A method to monitor air leakage from the Closed Geosphere Experiment Facility (CGEF) for investigation of net ecosystem carbon balance. *Eco-Engineering*, 22, 147-152.
- 468) Tako, Y., R. Arai, S. Tsuga, O. Komatsubara, T. Masuda, S. Nozoe, K. Nitta (2010) CEEF: Closed Ecology Experiment Facilities. *Gravit. Space Res.*, 23, 13-23.
- 469) Tani, T., R. Arai, S. Nozoe, Y. Tako, T. Takahashi, Y. Nakamura (2011) Development of a dynamic transfer model of ¹⁴C from the atmosphere to rice plants. *J. Environ. Radioact.*, 102, 340-347.
- 470) Suzuki, S., M. Yokozawa, K. Inubushi, T. Hara, M. Kimura, S. Tsuga, Y. Tako, Y. Nakamura (2012) Evaluation of CO₂ exchange rates in a wetland ecosystem using the Closed Geosphere Experiment Facility. *J. Hydrol.*, 13, 966-980.
- 471) Tani, T., R. Arai, S. Nozoe, Y. Tako, Y. Nakamura (2013) A dynamic transfer model for the estimation of ¹⁴C radioactivity in Japanese radish (daikon) plants. *Health Phys.*, 105, 121-127.
- 472) Nagai, M., T. Sato (2014) Production of plant cell wall-degrading *Lentinula edodes* and the important role early stages of solid-state cultivation. *Mushroom Sci. Biotechnol.*, 22, 114-120.
- 473) 多胡靖宏 (2015) 第1章第5節 閉鎖型生態系実験施設を用いた閉鎖居住実験 —食料自給および物質(空気・水・廃棄物)循環、ならびにトラブルシューティング 閉鎖生態系・生態工学ハンドブック, pp 48-56, (生態工学学会編)丸善, 東京.
- 474) Tako, Y., T. Masuda, S. Tsuga, R. Arai, O. Komatsubara, S. Nozoe, Y. Aibe, M. Shinohara, Y. Ishikawa, K. Abe, K. Nitta (2017) Major achievements of material circulation – closed habitation experiments using Closed Ecology Experiment Facilities. *Space Util. Res. (JAXA)*, 31, 1-4.
- 475) 多胡靖宏 (2018) 閉鎖型生態系実験施設を用いた物質循環閉鎖居住実験. *Eco-Engineering*, 30, 103-106.
- 476) 新田慶治, 多胡靖宏, 芦田章 (2018) CELSS 学会の活動について. *Eco-Engineering*, 30, 97-102.
- 477) 多胡靖宏 (2018) 閉鎖型生態系実験施設"ミニ地球"における物質循環模擬実験について. *月刊誌「生活と環境」*, (1月号), 18-23.
- 478) 多胡靖宏 (2022) CEEF (Closed Ecology Experiment Facilities)を用いた物質循環閉鎖居住実験. *宇宙科学技術連合講演会論文集* 65, 2H01, 1-6.
- 479) Tako, Y., R. Arai, T. Masuda (2022) Sustainable food production based on plant cultivation attempted during closed habitation experiments conducted using Closed Ecology Experiment Facilities constructed in Rokkasho-village, *JASMAC34*, 0705, 1-9.
- 480) 多胡靖宏, 新井竜司, 増田毅(2022) 六ヶ所村の閉鎖型生態系実験施設で行った閉鎖居住実験で試みた植物栽培による持続可能な食料生産. *宇宙科学技術連合講演会論文集* 66, 3J15, 1-6.
- 481) Nagai, M., H. Sakata, E. Sakaiya, Y. Tako (2023) Degradation rate of ¹³C-enriched rice straw ploughed into paddy fields and uptake of released ¹³C by rice plants grown in the fields, *Eco-Engineering* 35: 3-12.

トリチウム影響研究

- 482) Masuda, T., Y. Tako, K. Matsushita, H. Takeda, M. Endo, Y. Nakamura, S. Hisamatsu (2016) Biokinetics of ^{13}C in the human body after oral administration of ^{13}C -labeled glucose as an index for the biokinetics of ^{14}C . *Journal of Radiological Protection*, 36(3), 532-546.
- 483) Masuda, T., T. Yoshioka, T. Takahashi, H. Takeda, H. Hatta, K. Matsushita, Y. Tako, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2020) Estimation of dietary ^{14}C dose coefficient using ^{13}C -labelled compound administration analysis. *Scientific Reports*, 10, 8156.
- 484) Masuda, T., T. Yoshida (2021) Estimation of radiation dose from ingested tritium in humans by administration of deuterium-labelled compounds and food. *Scientific Reports*, 11, 2816.
- 485) 増田毅 (2021) トリチウムの体内動態研究, 日本原子力学会誌, 63(10), 718-722.
- 486) Masuda, T. (2021) Development of carbon-based metabolic models for estimation of doses of organically bound tritium ingested in humans. *Fusion Eng. Des.*, 168, 112370.
- 487) Masuda, T., T. Tani, R. Arai, Y. Tako (2022) Metabolisms of ^{13}C in cattle semitendinosus muscle after administration of ^{13}C labeled orchard grass. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198(13-15), 1150-1154.
- 488) Nagashima, H., Y. Hayashi, S. Tanimoto, Y. Sakamoto, H. Tauchi (2022) *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198(13-15), 1009-1013.

生物影響研究

- 489) 松本恒弥, 木村博則, 佐藤好幸, 上田仁人 (1995) 低線量放射線による生物影響実験施設. 建設設備士 (10): 20-28.
- 490) Shiragai, A., M. Saitou, I. Kudo, T. Matsumoto, T. Furuse, T. Yanai, K. Ichinohe, F. Sato and Y. Ohmomo (1997) Estimation of the absorbed dose to mice in prolonged irradiation by low-dose rate gamma-rays from ^{137}Cs sources, *Radiotopes*, 46, 904-911.
- 491) Saitou M., T. Yanai, H. Hasegawa, N. Akata, S. Kanaiwa-Kudo, T. Matsumoto, Y. Noda, H. Otsu and F. Sato (1998) Concentration of Metallothionein in Mice Livers after a Small Dose of Irradiation. *J. Rad. Res.*, 39, 239-242.
- 492) Yamada, Y. (1999) Mutagenesis in internal exposure of plutonium. *International symposium on biological effects of low dose radiation*, 87-92.
- 493) Saitou, M. (1999) Absorbed dose to mice in prolonged irradiation by low-dose rate ionizing radiation. *International symposium on biological effects of low dose radiation*, 115-121.
- 494) Yanai, T. (1999) Effects of a prolonged irradiation with low dose-rate ionizing radiation on the hemopoiesis of mice. *International symposium on biological effects of low dose radiation*, 122-128.
- 495) Sato, F. (1999) Late effects of continuous gamma rays with low dose rates on mice – Experimental design and preliminary result – *International symposium on biological effects of low dose radiation*, 129-135.
- 496) Tanaka, S. (1999) Long-term low-dose continuous gamma-ray irradiation on mice - Pathological examination (interim report) – *International symposium on biological effects of low dose radiation*, 210-212.
- 497) Shirata, K. (1999) Effects of prolonged irradiation by low dose-rate ionizing radiation on the gene expression of hematopoietic factors of mice. *International symposium on biological effects of low dose radiation*, 213-222.
- 498) Ichinohe, K. (1999) Microbiological quality control in low-dose radiation effects research facility. *International symposium on biological effects of low dose radiation*, 219-218.
- 499) Yanai, T., K. Shirata, S. Kanaiwa-Kudo, J. Izumi, Y. Sunaga, M. Saitou, S. Nakamura, T. Takabatake, K. Tanaka, S. Tanaka, K.J. Mori and F. Sato. (1999) Effects of a prolonged irradiation with low dose-rate ionizing radiation on the hemopoiesis of mice. *International symposium on biological effects of low dose radiation*, 104-109
- 500) Ichinohe, K., S. Tanaka, I. III Braga-Tanaka, S. Sasagawa, T. Matsumoto, H. Otsu, F. Sato and S. Matsushita. (1999) Microbiological monitoring in long-term low-dose-rate continuous gamma-ray irradiation in mice. *International symposium on biological effects of low dose radiation*, 355-359.
- 501) Tanaka, K., Minamihisamatu, M., Yagi, S., Kyo, T., Dohy, H., Kamada, N. (2001) Two step mechanism for formation of complex 9;22 chromosomal translocation in chronic myelocytic leukemia, detected by fluorescence in situ hybridization. *Exp. Oneal*. 23, 29-38.
- 502) Gajendiran, N., K. Tanaka, N. Kamada (2001) Comet assay to assess the non-target effects of neutron-radiation in human peripheral blood. *J. Radial. Res.*, 42, 157-163.
- 503) Tanaka, S., I. III Braga-Tanaka, K. Ichinohe, M. Saitou, s. Matsushita, S. Sasagawa, T. Matsumoto, H. Otsu and F. Sato. (2002) Long-term low-dose-rate continuous gamma-ray irradiation on mice – Interim report –. *Molecular mechanisms for radiation-induced cellular response and cancer development*. 31-40.
- 504) Tanaka, K., N. Gajendiran, M. Mohankumar. (2002) RBE values and dose rate effects on the ratio of translocation to dicentrics yields in neutrons with low-energy spectrum, *International Congress Series* 1236, 383-385.
- 505) 和泉堯己, 小村堯, 久島公夫, 山下美佐子, 田中公夫 (2002) 好酸球性白血病 Eosinophilic Leukemia. 比治山大学現代文化学部紀要, 9, 155-164.
- 506) Sugihara, T., J. Magae, R. Wadhwa, S.C. Kaul, Y. Kawakami, K. Tanaka and F. Sato. (2002) A cell based assay for low dose rate gamma-ray radiation response of murine cells. *Molecular mechanisms for radiation-induced cellular response and cancer development*, 240-242.
- 507) Saitou, M. S. Nakamura, Y. Yamada, K. Shirata, J. Izumi, K. Tanaka, T. Sugihara, T. Yanai, K. Ichinohe, S. Tanaka, H. Otsu and F. Sato. (2002) Microarray analysis of gene expression in hematopoietic tissues from mice continuously irradiated by low dose-rate gamma rays. *Molecular mechanisms for radiation-induced cellular response and cancer development*, 280-283.
- 508) Izumi, J. K. Tanaka, K. Shirata, T. Yanai and F. Sato. (2002) Chromosomal instability in mice bone marrow and spleen cells induced by prolonged ^{137}Cs gamma-ray irradiation with low dose rate of 20 mGy/day. *Molecular mechanisms for radiation-induced cellular response and cancer development*, 287-289.
- 509) Nakamura, S., S. Tanaka, K. Tanaka and F. Sato. (2002) Mitochondrial DNA deletion and aging induced by low dose rate of radiation in mice. *Molecular mechanisms for radiation-induced cellular response and cancer development*, 312-315.
- 510) Tanaka, S., I. B. Tanaka III, S. Sasagawa, K. Ichinohe, T. Takabatake, S. Matsushita, T. Matsumoto, H. Otsu and F. Sato (2003). No lengthening of life span in mice continuously exposed to gamma rays at very low dose rates. *Radiat.*

- Res., 160, 376-379.
- 511) 伊藤琢生, 田中英夫, 伊藤欣朗, 田中公夫, 許泰一, 土肥博雄, 鎌田七男, 木村昭郎 (2003) μ -BCR/ABL mRNA 陽性慢性骨髄性白血病の3症例と文献26症例の臨床的解析. *臨床血液* 44(4), 234-241.
- 512) 和泉堯己, 小村堯, 山下美佐子, 久島公夫, 田中公夫 (2003) Childhood Leukemia (小児白血病). *比治山大学現代文化学部紀要*, 10, 139-146.
- 513) Sugihara, T., J. Magae, R. Wadhwa, S. C. Kaul, Y. Kawakami, T. Matsumoto, and K. Tanaka (2004) Dose and dose-rate effects of low-dose ionizing radiation on activation of Trp53 in immortalized murine cells. *Radiat. Res.*, 162, 296-307.
- 514) Ito T., H. Tanaka, K. Tanaka, K. Ito, T. Kyo, H. Dohy, N. Kamada, A. Kimura (2004) Insertion of a genomic fragment of chromosome 19 between BCR intron 19 and ABL intron 1a in a chronic myeloid leukaemia patient with micro-BCR-ABL (e19a2) transcript. *Br. J. Haematol.*, 126, 752-753.
- 515) Tanaka H., K. Tanaka, N. Oguma, K. Ito, T. Ito, T. Kyo, H. Dohy, A. Kimura (2004) Effect of interferon- α on chromosome abnormalities in treated chronic myelogenous leukemia patients. *Cancer Genet. Cytogenet.*, 153(2), 133-143.
- 516) Mohankumar M.N. and K. Tanaka (2004) Unique biomarkers of radiation quality-A chromosomal study using neutrons of various energies. Internet open Full papers, Session 3, *Dosimetry and Instruction, International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA 11)*, 1-7.
- 517) 田中英夫, 田中公夫, 小熊信夫, 許泰一, 土肥博雄, 木村昭郎(2004) 広島原爆被爆者を含む慢性骨髄性白血病(CML) 急性転化における付加的染色体異常. *長崎医学全雑誌* 79, 特集号, 81-86.
- 518) 和泉堯己, 田中公夫, 小村堯, 山下美佐子, 久島公夫(2004) Ph 陽性急性白血病, *比治山大学現代文化学部紀要*, 11, 197-208.
- 519) 松本恒弥(2004) (財) 環境科学技術研究所における先端分子生物科学研究センターについて, *保険物理*, 39, 3, 164-169.
- 520) Oghiso, Y. (2005) Outlines of the IES research projects on biological effects of low-dose radiation. *Low-dose radiation exposure and bio-defense system*, 105-106.
- 521) Tanaka, S., I. III Braga-Tanaka, Y. Oghiso and F. Sato. (2005) Life span and tumorigenesis in mice exposed to continuous low dose-rate gamma-rays. *Low-dose radiation exposure and bio-defense system*, 107-108.
- 522) Tanaka K, A. Kohda, K. Ichinohe, T. Matsumoto (2005) Changes of chromosome aberration rate and micronucleus frequency along with accumulated doses in continuously irradiated mice with a low dose rate of γ -rays. High Levels of National Radiation and Radon Areas: Radiation Doses and Health Effects, *International Congress Series* 1276, 177-178.
- 523) 杉原 崇 (2005) 低線量放射線照射された培養細胞の細胞応答とその分子機構. *放射線生物* 40:156-167.
- 524) 杉原 崇, 田中 公夫 (2005) 低線量放射線によるマウス培養細胞への影響. *放射線科学* 48:118-122.
- 525) 松本恒弥, 江上基治, 熊倉善久(2005) (財) 環境科学技術研究所先端分子生物科学研究センターについて第1研究棟の概要と施設内容 (特に空調に関する考え方), *クリーンテクノロジー*, 5:71-75.
- 526) 和泉堯己, 山下美佐子, 久島公夫, 田中公夫(2005) 乳児白血病, *比治山大学現代文化学部紀要*, 12, 203-212.
- 527) 一戸一晃(2005)財団法人環境科学技術研究所先端分子生物科学研究センターについて. *日本実験動物技術者協会会報*, 29, 26-28.
- 528) Fujikawa, K., T. Takabatake, S. Tanaka, S. Nakamura, T. Sugihara, I. III B. Tanaka, K. Ichinohe, M. Nakamura, M. Takada, S. Kakinuma, M. Nishimura, Y. Shimada, K. Tanaka, T. Matsumoto and Y. Oghiso. (2005) Loss-of-heterozygosity of chromosome 12 in malignant lymphomas from mice exposed to continuous low dose-rate gamma-rays irradiation. *Low-dose radiation exposure and bio-defense system*, 109-110.
- 529) Hirouchi, T., T. Takabatake, Y. Kazuko, Y. Nitta, M. Nakamura, S. Tanaka, Y. Oghiso and K. Tanaka. (2005) Array CGH analysis of chromosome aberration observed in mice with acute myeloid leukemia (AML) induced by gamma-rays irradiation. *Low-dose radiation exposure and bio-defense system*, 111-112.
- 530) Kohda, A., T. Toyokawa, K. Ichinohe, Y. Oghiso and K. Tanaka. (2005) Dose-rate effect and chronological changes of chromosome aberration rates in spleen cells from mice chronically exposed to gamma-rays at low dose-rates. *Low-dose radiation exposure and bio-defense system*, 113-114.
- 531) Saitou, M., T. Sugihara, K. Tanaka, Y. Oghiso, T. Funayama, S. Wada, T. Sakashita and Y. Kobayashi. (2005) Biological effects of 260 MeV Ne ion-microbeam irradiation on p53 transcription activity in mouse fibroblast cells. *Low-dose radiation exposure and bio-defense system*, 115-116.
- 532) Takabatake, T., K. Fujikawa, S. Tanaka, T. Hirouchi, M. Nakamura, S. Nakamura, I. B. Tanaka III, K. Ichinohe, M. Saitou, S. Kakinuma, M. Nishimura, Y. Shimada, Y. Oghiso and K. Tanaka (2006) Array-CGH analyses of murine malignant lymphomas: genomic clues to understanding the effects of chronic exposure to low-dose-rate gamma rays on lymphoma genesis. *Radiat. Res.*, 166, 61-72.
- 533) Tanaka, K., S. Iida, N. Takeichi, N. J. Chaizhunosova, B. I. Gusev, K. N. Apsalikov, T. Inaba, M. Hoshi (2006) Unstable-type chromosome aberrations in lymphocytes from individuals living Semipalatinsk nuclear test site. *J. Radial Res.*, 47, 159-164.
- 534) Takeichi, N., M. Hoshi, S. Iida, Y. Harada, Z. Zhumadilov, N. Chaizhunosova, K. N. Apsalikov, Y. Noso, T. Inaba, K. Tanaka, S. Endo (2006) Nuclear abnormalities in aspirated thyroid cells and chromosome aberrations in lymphocytes of residents near the Semipalatinsk nuclear test site. *J. Radial Res.* 47, 171-177.
- 535) Tanaka, I. B. III., S. Tanaka, K. Ichinohe, S. Matsushita, T. Matsumoto, H. Otsu, Y. Oghiso and F. Sato (2007) Cause of death and neoplasia in mice continuously exposed to very low dose rates of gamma rays. *Radiat. Res.*, 167, 417-437.
- 536) Tsuruga, M., Taki, K., Ishii, G., Sasaki, Y., Furukawa, C., Sugihara, T., Nomura, T., Ochiai, A., Magae J. (2007) Amelioration of Type II Diabetes in db/db Mice by Continuous Low Dose-Rate γ -Irradiation, *Radiat Res.* 167, 592-599.
- 537) Yoshida, M., I. Hayata, H. Tateno, K. Tanaka, S. Sonta, S. Kodama, Y. Kodama, M. Sasaki (2007) The chromosome network for biodosimetry in Japan. *Radiation Measurements* 42, 1125-1127.
- 538) Yamamoto A., T. Hirouchi, T. Mori, M. Teranishi, J. Hidema, H. Morioka, T. Kumagai and K. Yamamoto (2007) Biochemical and biological properties of DNA photolyases derived from ultraviolet-sensitive rice cultivars. *Genes Genet. Syst.*, 82, 311-319.
- 539) Oghiso, Y., S. Tanaka, I.B. Tanaka III, and F. Sato (2008) Experimental studies on the biological effects of low-dose-rate and low-dose-radiation. *J. Low Dose Radiat.*, 5(1), 55-59.
- 540) Tanaka, S., I. Braga-Tanaka III, K. Ichinohe, Y. Oghiso and F. Sato. (2008) Transgenerational effects in mice continuously exposed to low dose-rate gamma-rays – Pathological Study – *Carcinogenesis and genetic effects of low dose radiation exposure*. 42-43.
- 541) Tanaka, I. III B., S. Tanaka and Y. Oghiso. (2008) Data and sample management in IES. *Carcinogenesis and genetic effects of low dose radiation exposure*, 49-51.

- 542) Oghiso, Y. (2008) Outlines of the IES research projects on biological effects of low-dose radiation. *Carcinogenesis and genetic effects of low dose radiation exposure*, 73-74.
- 543) Ogura, K., S. Tanaka, I. Braga-Tanaka III, K. Ichinohe and Y. Oghiso. (2008) Transgenerational effects in mice continuously exposed to low-dose-rate gamma rays – Genome-wide approach for the germ cell mutation – *Carcinogenesis and genetic effects of low dose radiation exposure*, 75-76.
- 544) Kitahashi, T., M. Takahashi, Y. Yamada, Y. Oghiso, M. Yokohira, K. Imaida, M. Tsutsumi, N. Takasuka, T. Sigimura, K. Wakabayashi (2008) Occurrence of mutations in the epidermal growth factor receptor gene in X-ray-induced rat lung tumors. *Cancer Sci.* **99**, 241-245.
- 545) Tanaka, K., A. Kohda, T. Toyokawa, K. Ichinohe, Y. Oghiso (2008) Chromosome aberration frequencies and chromosome instability in mice after long-term exposure to low dose-rate γ -irradiation. *Mutat. Res./Genet. Toxicol. Environmental. Mutagenesis*, **657**, 19-25.
- 546) Tanaka, K. and S. Ihda (2008) Radiation-induced chromosome instability and leukemogenesis in human. *J. Genetic Toxicol.* **1**, (1) 1-18.
- 547) Tanaka, K., T.S. Kumaravel, S. Ihda, N. Kamada (2008) Characterization of late-arising chromosome aberrations in human B-cell lines established from α -ray- or γ -ray-irradiated lymphocytes. *Cancer Getet. Cytogenet.* **187**, 112-124.
- 548) Liu, H., K. Tanaka, N. Tanaka (2008) Differential expression of PML in ^{60}Co γ -ray and γ -IFN- induced apoptosis in B-lymphocytes. *Ind. J. Sci. Technol.* **1**(3), 1-13.
- 549) Liu, H., K. Tanaka, N. Kamada (2008) Increased expression of PML protein in lymphocytes induced by serum from patients with severe aplastic anemia. *Ind. J. Sci. Tecnol.* **1**(4), 1-9.
- 550) 鎌田七男, 齊藤紀, 清水潤司, 池田正直, 武島幸夫, 木村昭郎, 田中公夫(2008), フォールアウトによると思われる3重癌と3つの放射線関連疾患を持つ1症例 *長崎医学会雑誌*, **83**, 335-340.
- 551) Yamada, Y., Y. Oghiso (2008) Life-span animal studies on experimental carcinogenesis induced by plutonium compounds. *Proceedings The 16th Pacific Basin Nuclear Conference (16PBNC) -Pacific Partnership toward a Sustainable Nuclear Future-*, Paper ID P16P1049, 1-6.
- 552) Tanaka, K., A. Kohda, K. Ichinohe, Y. Oghiso (2008) Dose and dose rate effectiveness factor (DDREF) for chromosome aberration rates in splenocytes from mice continuously exposed to low-dose-rate gamma rays. *Proceedings The 16th Pacific Basin Nuclear Conference (16PBNC) –Pacific Partnership toward a Sustainable Nuclear Future-* Paper ID P16P1142.1-6.
- 553) Takabatake, T., S. Kakinuma, T. Hirouchi, M. Nakamura, K. Fujikawa, M. Nishimura, Y. Oghiso, Y. Shimada and K. Tanaka (2008) Analysis of changes in DNA copy number in radiation-induced thymic lymphomas of susceptible C57BL/6, resistant C3H and hybrid F(1) mice. *Radiat. Res.*, **169**, 426-36.
- 554) Takabatake, T., H. Ishihara, Y. Ohmachi, I. Tanaka, M. Nakamura, K. Fujikawa, T. Hirouchi, S. Kakinuma, Y. Shimada, Y. Oghiso and K. Tanaka (2008) Microarray-based global mapping of integration sites for the retrotransposon, intracisternal A-particle, in the mouse genome. *Nucleic Acids Res.*, **36**, e59.
- 555) Sugihara, T., H. Murano, K. Tanaka and Y. Oghiso (2008) Inverse dose-rate-effects on the expressions of extra-cellular matrix-related genes in low-dose-rate gamma-ray irradiated murine cells. *J. Radiat. Res.*, **49**, 231-40.
- 556) Nakajima, T., K. Taki, B. Wang, T. Ono, T. Matsumoto, Y. Oghiso, K. Tanaka, K. Ichinohe, S. Nakamura, S. Tanaka and M. Neno (2008) Induction of rhodanese, a detoxification enzyme, in livers from mice after long-term irradiation with low-dose-rate gamma-rays. *J. Radiat. Res.*, **49**:661-666.
- 557) Hirouchi T, Takabatake T, Yoshida K, Nitta Y, Nakamura M, Tanaka S, Ichinohe K, Oghiso Y, Tanaka K (2008) Upregulation of c-myc gene accompanied by PU.1 deficiency in radiation-induced acute myeloid leukemia in mice. *Exp Hematol.*, **36**, 871-85
- 558) Takabatake, T., K. Fujikawa, S. tanaka, T. Hirouchi, M. Nakamura, S. Nakamura, Y. Braga-Tanaka III, K. Ichinohe, M. Saitou, S. Kakinuma, M. Nishimura, Y. Shimada, Y. Oghiso and K. Tanaka. (2008) DNA copy-number aberrations in lymphomas collected from mice in the IES life-span study. *Carcinogenesis and genetic effects of low dose radiation exposure*, 5-8
- 559) Sugihara T., H. Murano, K Tanaka and Y. Oghiso. (2008) Gene expressions of p21 and cyclinG1 in spleens from mice after irradiation with medium- or low-dose-rate gamma-ray. *Carcinogenesis and genetic effects of low dose radiation exposure*, 68-71.
- 560) Takai, D, A. Todate, K. Ichinohe and Y. Oghiso. (2008) Studies on subpopulations and proliferative responses of splenic T-cells of mice irradiated with low-dose-rate gamma-ray. *Carcinogenesis and genetic effects of low dose radiation exposure*, 77-80
- 561) Nakamura, S. and Y. Oghiso. (2008) Factors related to increased body weights of B6C3F1 female mice continuously irradiated with low-dose-rate gamma-ray. *Carcinogenesis and genetic effects of low dose radiation exposure*, 81-84.
- 562) Fujikawa, K., S. Tanaka, I. III B. Tanaka, K. Ichinohe, M. Nakamura, Y. Oghiso and K. Tanaka. (2008) Gene expression analysis of malignant lymphomas developed in mice exposed to continuous low dose-rate gamma-ray. *Carcinogenesis and genetic effects of low dose radiation exposure*, 85-87
- 563) Hirouchi, T., S. Tanaka, M. Notsu, A. Todate, K. Ichinohe, Y. Oghiso and K. Tanaka. (2008) Mechanisms underlying development of murine leukemias induced by gamma-ray irradiation at three different dose-rates. *Carcinogenesis and genetic effects of low dose radiation exposure*, 88-93.
- 564) Tanaka, K., A. Kohda, K. Satoh, T. Toyokawa and Y. Oghiso (2008) Dose and dose rate effectiveness for unstable-type chromosome aberrations detected in mouse splenocytes after continuous irradiation with low-dose-rate gamma rays. *Carcinogenesis and genetic effects of low dose radiation exposure*, 94-98.
- 565) Kohda, A., T. Toyokawa, K. Ichinohe, Y. Oghiso and K Tanaka. (2008) Dose dependent increases of chromosomal translocation in splenocytes from mice continuously exposed to low-dose-rate gamma-rays. *Carcinogenesis and genetic effects of low dose radiation exposure*, 99-101.
- 566) Kumaravel, T.S., K. Tanaka, T. Kyo, H. Dohy, N. Kamada (2008) Hidden genetic or chromosomal alterations in patients with acute myeloid leukemia showing a cytogenetically normal karyotype. *Chrom. Sci.*, **11**, 53-60.
- 567) 田中 聡, 辻カ イグ ナシ ャ III プラカ, 小木曾 洋 (2009) 低線量率長期照射マウスの寿命と病理解析. *放射線生物*, 44:51-59.
- 568) Ono T, Y. Uehara, N. Okudaira, K. Fujikawa, N. Kagawa, M. Yoshida, I. Hayata, T. Nohmi, T. Matsumoto, Y. Oghiso, K. Tanaka, K. Ichinohe, S. Nakamura and S. Tanaka (2009) Alteration of genome structure induced by very low dose-rate irradiation in mouse tissues. *Data Sci J.* **8**:BR36-BR41.
- 569) Tanaka K., A. Kohda, K. Satoh, T. Toyokawa, K. Ichinohe, M. Ohtaki and Y. Oghiso (2009) Dose-rate effectiveness for unstable-type chromosome aberrations detected in

- mice after continuous irradiation with low-dose-rate γ rays. *Radiat. Res.*, 171, 290-301.
- 570) Tanaka, K., N. Gajendran, N. Kamada (2009) Relative biological effectiveness (RBE) and dose rate dependent ratio of translocation to dicentric chromosome yield in 252Cf neutrons. *Ind. J. Sci. Technol.* 2(1), 1-11.
- 571) Tanaka, K, M. Arif, N. Kamada (2009) The usefulness of two-colour fluorescence *in situ* hybridization technique using chromosomal subsets at metaphase and interphase stage in radiation biodosimetry. *Ind. J. Sci. Technol.*, 2(4), 1-11.
- 572) Tanaka, K., A. Mansoor, N. Kamada (2009) Detection of minimal malignant clone in lymphocytes and bone marrow cells by cytogenetic and molecular genetic studies in healthy atomic bomb survivors. *Ind. J. Sci. Technol.*, 2(12), 1-19.
- 573) Tanaka, K., N. Kamada (2009) Distribution of breakpoints on chromatid-type aberration induced by three different radiations, in relation to fragile sites. *Ind. J. Sci. Technol.*, 2(9), 1-9.
- 574) Taki K., B. Wang, T. Nakajima, J. Wu, T. Ono, Y. Uehara, T. Matsumoto Y. Oghiso, K. Tanaka, K. Ichinohe, S. Nakamura, S. Tanaka, J. Magae, A. Kakimoto and M. Neno (2009). Microarray analysis of differentially expressed genes in the kidneys and testes of mice after long-term irradiation with low-dose-rate γ -rays. *J. Radiat. Res.*, 50:241-252.
- 575) 田中 公夫, 香田 淳, 佐藤 健一 (2009) 低線量率放射線長期照射マウスの染色体異常頻度と線量/線量率効果. *放射線生物研究*, 51, 34-56.
- 576) Yamada, Y, A. Nakata, M. Yoshida, Y. Shimada, Y. Oghiso, J.L. Poncy (2010) Implications of p16 inactivation in tumorigenic activity of respiratory epithelial cell lines and adenocarcinoma cell line established from plutonium-induced lung tumor in rat. *In Vitro Cell Dev. Biol. Anim.*, 46(5), 477-486.
- 577) Nakamura, S., I.B. Tanaka III, S. Tanaka, K. Nakaya, N. Sakata and Y. Oghiso (2010) Adiposity in female B6C3F1 mice continuously irradiated with low-dose-rate gamma-rays. *Radiat. Res.*, 173, 333-341.
- 578) Okudaira, N., Y. Uehara, K. Fujikawa, N. Kagawa, A. Ootsuyama, T. Norimura, K. Saeki, T. Nohmi, K. Masumura, T. Matsumoto, Y. Oghiso, K. Tanaka, K. Ichinohe, S. Nakamura, S. Tanaka and T. Ono (2010) Radiation Dose-Rate Effect on Mutation Induction in Spleen and Liver of gpt delta Mice. *Radiat. Res.*, 173, 138-147.
- 579) Uehara, Y., Y. Ito, K. Taki, M. Neno, K. Ichinohe, S. Nakamura, S. Tanaka, Y. Oghiso, K. Tanaka, T. Matsumoto, T. Paunesku, G. E. Woloschak, T. Ono (2010) Gene expression profiles in mouse liver after long-term low-dose-rate irradiation with gamma rays. *Radiat. Res.*, 174, 611-617.
- 580) Yamamoto, Y., N. Usuda, Y. Oghiso, Y. Kuwahara, M. Fukumoto (2010) The uneven irradiation of a target cell and its dynamic movement can mathematically explain incubation period for the induction of cancer by internally deposited radionuclides. *Health Phys.*, 99(3), 388-393.
- 581) Tanaka, K., H. Dohy, N. Kamada (2010) Small percent of additional clones to Ph chromosome in the early chronic phase detected by the large number of karyotype analysis and transformation to blastic crisis in chronic myelocytic leukemia. *Ind. J. Sci. Technol.*, 3(3), 1-9.
- 582) Rodzi, M., S. Ihda, M. Yokozeki, N. Takeichi, K. Tanaka, M. Hoshi (2010) Blood transport method for chromosome analysis of residents living near Semipalatinsk nuclear test site. *Hiroshima J. Med.*, 58(4), 67-73.
- 583) 生田幹博, 高松泰, 田中公夫, 石田寛美, 加藤純子, 藤波清香, 二田優子, 川島博信, 松永彰 (2010) 多数の isodicentric chromosome 21 を認めた急性骨髄性白血病の 1 例. *日本検査血液学会雑誌*, 11(2), 195-201.
- 584) 和泉堯己, 田中公夫(2010) 骨髄異形成症候群 (MDS)における細胞系列別の遺伝子・染色体異常の解析 -形態と染色体異常の同一細胞での観察 (MC)法とその応用. *比治山大学現代文化学部紀要*, 16, 87-94.
- 585) Tanaka, K., A. Kohda, K. Satoh, T. Tabatake, K. Ichinohe, Y. Oghiso (2010) Chromosome aberration rates in splenocytes and genomic alterations in malignant lymphoma from mice long-term exposed to low-dose-rate gamma rays. *Proceedings of The 1st International Symposium on Radiation Emergency Medicine in Hirosaki University*, 53-64.
- 586) Tanaka, K., A. Kohda, K. Satoh (2010) Dose and dose rate effects on chromosome aberrations in splenocytes from mice continuously exposed to low-dose-rate gamma rays, Development of Chromosome Research Network in Asia. Proceeding for Chromosome Science Symposium. *The 3rd Asian Chromosome Colloquium, Osaka, Japan 2008, in Advances in Chromosome Sci.*, 3, 50-52.
- 587) 小木曾洋一 (2011) 総説 動物実験による放射線発がん. *BioPhilia*, 7(1), 55-58.
- 588) 小木曾洋一 (2011) 原発事故で放出された放射性物質の生物影響-チェルノブイリ事故の教訓-. *Biophilia*, 7(2), 69-72.
- 589) Tanaka, K., K. Arita, S. Nishimura (2011) Transmissible genes induced chromosome-type aberrations in the lymphocytes of multiple endocrine neoplasia type 1 and type 2A(MEN1 and MEN2A) patients. *Ind. J. Sci. Technol.*, 3(9), 982-989.
- 590) Tanaka, K. and N. Hirabayashi (2011) Cytogenetic studies on esophageal squamous cell carcinoma and gastric adenocarcinoma cell lines. *Ind. J. Sci. Technol.*, 4(5), 468-476.
- 591) 和泉堯己, 田中公夫 (2011) 成人に見られる成熟 T 細胞性白血病・リンパ腫. *比治山大学短期大学部紀要*, 46, 67-78.
- 592) Sugihara, T., H. Murano, M. Nakamura., K. Ichinohe, K. Tanaka (2011) p53 mediated gene activation in mice at high doses of chronic low-dose-rare γ radiation. *Radiat. Res.*, 175, 328-335.
- 593) Sugihara, T., H. Murano, M. Nakamura, K. Ichinohe, K. Tanaka (2011) Activation of interferon-stimulated genes by γ -ray irradiation independently of the ataxia telangiectasia mutated-p53 pathway. *Mol. Cancer Res.*, 9(4), 476-484.
- 594) Vares, G., Y. Uehara, T. Ono, T. Nakajima, B. Wang, K. Taki, T. Matsumoto, Y. Oghiso, K. Tanaka, K. Ichinohe, S. Nakamura, S. Tanaka, M. Neno. (2011) Transcription factor-recognition sequences potentially in modulation of gene expression after exposure to low-dose-rate γ -rays in the mouse liver. *J. Radiat. Res.*, 52(2), 249-256.
- 595) Takai, D., A. Todate., T. Yanai, K. Ichinohe, Y. Oghiso (2011) Enhanced transplantability of a cell line from a murine ovary granulosa cell tumour in syngeneic B6C3F1 mice continuously irradiated with low dose-rate gamma-rays. *Int. J. Rad. Biol.*, 87(7), 729-735.
- 596) He, D., Y. Uehara, M. Ikehata, J.I. Komura, K. Yamauchi, S. Kakinuma, Y. Shang, Y. Shimada, A. Ootuyama, T. Norimura, T. Ono (2011) Effects of calorie restriction on the age-dependent accumulation of mutations in the small intestine of lacZ-transgenic mice. *Mech. Ageing Dev.*, 132(3), 117-122.
- 597) Hirouchi, T., M. Akabane, S. Tanaka, I. Tanaka, A. Todate, K. Ichinohe, Y. Oghiso and K. Tanaka (2011) Cell surface marker phenotypes and gene expression profiles of murine radiation-induced acute myeloid leukemia stem cells are similar to those of common myeloid progenitors. *Radiat. Res.*, 176(3), 311-322.
- 598) 田中 聡 (2012) 低線量率放射線が生体に与える影響の評価」動物実験の重要な役割. *LABIO*, 21, 48:14-16.
- 599) Shima, A., S. Tanaka, I. Tanaka and K. Ichinohe (2012) Low-dose/ low dose-rate effects: an interim summary of studies performed in Institute for

- Environmental Sciences(IES) using low dose-rate exposure facilities- Can we estimate radiation risks for 100 mGy delivered at low dose-rates? *A new challenge of radiation health risk management : proceedings of the 6th International Symposium of Nagasaki University Global COE Program "Global Strategic Center for Radiation Health Risk Control"*, Nagasaki Newspaper Publish, 93-98.
- 600) Ohnishi, K., S. Tanaka, Y. Oghiso and M. Takeya (2012) Immunohistochemical detection of possible cellular origin of hepatic histiocytic sarcoma in mice. *JCEH*, 52(3), 171-177.
- 601) 廣内 篤久 (2012) 高線量率と低線量率の放射線誘発白血病の研究から予測される放射線が白血病幹細胞の発生に及ぼす効果. *放射線生物研究*, 47(1), 64-73.
- 602) Tanaka, K. (2012) Cytogenetic instability in atomic bomb-related acute myelocytic leukemia cells and hematopoietic cells from healthy atomic bomb survivors. *Recent Trends in Cytogenetics Studies-Methodologies and Applications*, In Tech-Open Access Publisher, 93-106.
- 603) Tanaka, K. (2012) Identification of nine chromosomal segments with jumping translocation in 564 human leukemia and lymphomas. *Ind. J. Sci. Technol.*, 5(4), 2473-2486.
- 604) Tanaka, K., S. Iida, N. Takeichi and M. Hoshi (2012) Frequencies of dicentric chromosome and translocation in lymphocytes from residents in radio-contaminated villages near Semipalatinsk Nuclear Explosion Test Sites. *Proceedings of the 17th Hiroshima International Symposium, Lessons from unhappy events in the history of nuclear power development, Lessons from unhappy events in the history of nuclear power development*, 215-223.
- 605) Tanaka, K., T. Shintani, M. Minamihisamatsu, T. Kyo and N. Kamada (2012) High Incidence of Loss of RARA-PML Chimeric Gene of Acute Myelocytic Leukemia M3 with Simple or Complex 15;17 Translocation. *Ind. J. Sci. Technol.*, 5(9), 3229-3240.
- 606) Tanaka, K., M. Minamihisamatsu, T. Kyo and N. Kamada (2012) Complex 8;21 Chromosome Translocations formed by Two Step Mechanism and Simple 8;21 chromosome Translocation without AML1 Gene Involvement in Acute Myelocytic Leukemia. *Ind. J. Sci. Technol.*, 5(3), 2240-2252.
- 607) Tanaka, K., N. Gajendran, H. Asaoku, T. Kyo and N. Kamada (2012) Higher Involvement of Subtelomere Regions for Chromosome Rearrangements in Leukemia and Lymphoma and in Irradiated Leukemic Cell Line. *Ind. J. Sci. Technol.*, 5(1), 1801-1811.
- 608) Sugihara, T., H. Murano and K. Tanaka (2012) Increased gamma-H2A.X intensity in response to chronic medium-dose-rate gamma-ray irradiation. *PLoS one*, 7(9), e45320.
- 609) Tanaka, S. (2013) Molecular analysis of non-neoplastic disease in chronic low-dose-rate gamma-ray irradiated mice., *Workshop on low-dose radiation and non-cancer diseases*. 23-28.
- 610) Ono, T. (2013) Outline of the IES Research projects on biological effects of low-dose-rate radiation. *IES international workshop on the biological effects of low dose radiation*. 71-76.
- 611) Tanaka, I., S. Tanaka, (2013) Transgeneration effects in mice exposed to continuous low-dose-rate gamma-rays – pathological study.- *IES international workshop on the biological effects of low dose radiation*, 77-82.
- 612) Ogura, K., H. Negishi, C. Harada, K. Fujikawa, S. Tanaka, I. Tanaka, J. Komura (2013) Transgeneration effects in mice exposed to continuous low-dose-rate gamma-rays, genome mutation study. *IES international workshop on the biological effects of low dose radiation*, 83-88.
- 613) Sugihara, T., H. Murano, M. Nakamura and K. Tanaka (2013) In vivo partial bystander study in a mouse model by chronic medium-dose-rate gamma-ray irradiation. *Radiat. Res.*, 179(2), 221-231.
- 614) Norikura, T., K. Fujiwara, T. Yanai, Y. Sano, T. Sato, T. Tsunoda, K. Kushibe, A. Todate, Y. Morinaga, K. Iwai and H. Matsue (2013) p-Terphenyl Derivatives from the Mushroom *Thelephora aurantiotincta* Suppress the Proliferation of Human Hepatocellular Carcinoma Cells via Iron Chelation. *J. Agric. Food. Chem.*, 61(6), 1258-1264.
- 615) 杉原 崇 (2013) 低線量率放射線連続照射による生体内分子シグナルの解明. *放射協ニュース*, (4月号).
- 616) Sugihara, T. S. Tanaka, I. Tanaka, H. Murano, J. Komura (2013) Molecular analysis of non-neoplastic disease in chronic low-dose-rate gamma-ray irradiated mice., *Workshop on low-dose radiation and non-cancer diseases*. 29-34
- 617) Takai D. (2013) Response of B6C3F1 mice continuously irradiated with low-dose-rate gamma rays to transplanted tumor cells. *Workshop on low-dose radiation and non-cancer diseases*. 89-92
- 618) Nakamura S. (2013) Relationship radiation-induced menopause and body weight gain in mice continuously irradiated low-dose-rate gamma rays. *Workshop on low-dose radiation and non-cancer diseases*, 93-98.
- 619) Hirouch T. (2013) Mutations and alteration of expression in genes associated with DNA repair system in leukemia induced by continuous exposure to gamma rays at low-dose-rates. *Workshop on low-dose radiation and non-cancer diseases*, 99-104.
- 620) Kohda A., J. Komura, K. Tanaka (2013) Chromosomal translocation rates in splenocytes of mice chronically exposed to low-dose-rate gamma rays. *Workshop on low-dose radiation and non-cancer diseases*, 105-110.
- 621) Tanaka, K., A. Kohda and K. Satoh (2013) Dose-rate effects and dose and dose-rate effectiveness factor on frequencies of chromosome aberrations in splenic lymphocytes from mice continuously exposed to low-dose-rate gamma-radiation. *J. Radiol. Prot.*, 33(1), 61-70.
- 622) Tanaka, K., T. S. Kumaravel and N. Gajendran (2013) Low Amount Expression of Ku 70 Protein Related to Radiation-induced Chromosome Instability and Radiosensitivity in Normal Lymphocytes, and Leukemia and Lymphoma Cell Lines. *Ind. J. Sci. Technol.*, 6(2), 3981-3989.
- 623) Wang, B., K. Tanaka, B. Ji, M. Ono, Y. Fang, Y. Ninomiya, K. Maruyama, N. Izumi-Nakajima, N. Begum, M. Higuchi, A. Fujimori, Y. Uehara, T. Nakajima, T. Suhara, T. Ono and M. Neno (2014) Total body 100-mGy X-irradiation does not induce Alzheimer's disease-like pathogenesis or memory impairment in mice. *J. Radiat. Res.*, 55, 84-96.
- 624) Hirouchi, T., S. Tanaka, I. Tanaka and K. Tanaka (2014) Chromosomal gain aberrations predominate in murine myeloid leukemia induced by continuous exposure to low-dose γ -irradiation. *Radiat. Emerg. Med.*, 3(1), 35-44.
- 625) Yamaguchi, M., T. Hirouchi, M. Nakano, S. Monzen, H. Yoshino, M. Chiba, J. Ishikawa, A. Nishiyama, S. Murakami, K. Ito and I. Kashiwakura (2014) Long-lasting radioprotective effects of a combination of pharmaceutical drugs on the survival of mice exposed to lethal ionizing radiation. *Radiat. Emerg. Med.*, 3(1), 50-55.
- 626) Shang, Y., S. Kakinuma, K. Yamauchi, T. Morioka, T. Kokubo, S. Tani, T. Takabatake, Y. Kataoka and Y. Shimada (2014) Cancer prevention by adult-onset calorie restriction after infant exposure to ionizing radiation in B6C3F1 male mice. *Int. J. Cancer*, 135(5), 1038-1047.
- 627) Isoda, T., Y. Nakatsu, K. Yamauchi, J. Piao, T. Yao, H. Honda, Y.

- Nakabeppu and T. Tsuzuki (2014) Abnormality in Wnt signaling is causatively associated with oxidative stress-induced intestinal tumorigenesis in MUTYH-null mice. *Int. J. Biol. Sci.*, 10(8), 940-7.
- 628) Shang, Y., S. Kakinuma, K. Yamauchi, T. Morioka, T. Kokubo, S. Tani, T. Takabatake, Y. Kataoka and Y. Shimada (2014) Cancer prevention by adult-onset calorie restriction after infant exposure to ionizing radiation in B6C3F1 male mice. *Int. J. Cancer*, 135(5), 1038-47.
- 629) 杉原 崇 (2014) 血清成分にみられる低線量率放射線の影響. *放射線生物研究*, 49(1), 85-97.
- 630) Tanaka, K., K. Satoh and A. Kohda (2014) Dose and dose-rate response of lymphocyte chromosome aberrations in mice chronically irradiated within a low-dose-rate range after age adjustment. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 159(1-4), 38-45.
- 631) Tanaka, I., S. Tanaka and S. Nakamura (2015) Effects of Chronic Low Dose-rate Gamma Ray Irradiation in Mice. Fukushima Nuclear Accident: Global Implications, Long-Term Health Effects and Ecological Consequences, pp.135-153, Nova Science Publishers, New York, USA.
- 632) Mancuso, M., E. Pasquali, I. Tanaka, S. Tanaka, A. Pannicelli, P. Giardullo, S. Pazzaglia, S. Tapio, M. J. Atkinson and A. Saran (2015) Acceleration of atherosclerosis in ApoE^{-/-} mice exposed to acute or low-dose-rate ionizing radiation. *Oncotarget*, 6(31), 31263-31271.
- 633) Rühm, W., G. E. Woloschak, R. E. Shore, T. V. Azizova, B. Grosche, O. Niwa, S. Akiba, T. Ono, K. Suzuki, T. Iwasaki, N. Ban, M. Kai, C. H. Clement, S. Bouffler, H. Toma and N. Hamada (2015) Dose and dose-rate effects of ionizing radiation: a discussion in the light of radiological protection. *Radiat. Environ. Biophys.*, 54(4), 379-401.
- 634) Hirouchi, T., K. Ito, M. Nakano, S. Monzen, H. Yoshino, M. Chiba, M. Hazawa, A. Nakano, J. Ishikawa, M. Yamaguchi, K. Tanaka and I. Kashiwakura (2015) Mitigative Effects of a Combination of Multiple Pharmaceutical Drugs on the Survival of Mice Exposed to Lethal Ionizing Radiation. *Curr. Pharm. Biotechnol.* 17(2), 190-199.
- 635) Takai, D., A. Todate, K. Ichinohe and J. Komura (2015) Effects of chronic low dose-rate gamma irradiation on the anti-tumor activity and chemokine systems in mice. *J. Radiobiol.*, 2(2), 24-29.
- 636) Watanabe, H., A. Kohda and H. Tateno (2015) Experimental approach to prezygotic chromosome screening using only a single pair of gametes in mice. *J. Reprod. Dev.*, 61(6), 511-518.
- 637) Kempf, S. J., D. Janik, Z. Barjaktarovic, I. Tanaka, S. Tanaka, F. Neff, A. Saran, M. R. Larsen and S. Tapio (2016) Chronic low-dose-rate ionising radiation affects the hippocampal phosphoproteome in the ApoE(-/-) Alzheimer's mouse model. *Oncotarget*, 7(44), 71817-71832.
- 638) Tsujiguchi, T., T. Hirouchi, S. Monzen, Y. Tabuchi, I. Takasaki, T. Kondo and I. Kashiwakura (2016) Expression analysis of radiation-responsive genes in human hematopoietic stem/progenitor cells. *J. Radiat. Res.*, 57(1), 35-43.
- 639) 小嶋 光明, 廣内 篤久 (2016) 急性骨髄性白血病につながる造血細胞および組織の放射線応答. *放射線生物研究*, 51(1), 34-56.
- 640) Xing, Y., Y. Tian, T. Kurosawa, S. Matsui, M. Touma, T. Yanai, Q. Wu and K. Sugimoto (2016) CCL11-induced eosinophils inhibit the formation of blood vessels and cause tumor necrosis. *Genes Cells*, 21(6), 624-638.
- 641) Fan, X., Y. Li, Y. Zhang, M. Sang, J. Cai, Q. Li, T. Ozaki, T. Ono and D. He (2016) High mutation levels are compatible with normal embryonic development in Mhl1-deficient mice. *Radiat. Res.*, 186(4), 377-384.
- 642) Tanaka, I., J. Komura and S. Tanaka (2017) Pathology of serially sacrificed female B6C3F1 mice continuously exposed to very low-dose-rate gamma rays. *Radiat. Res.*, 187(3), 346-360.
- 643) Nakajima, T., B. Wang, T. Ono, Y. Uehara, S. Nakamura, K. Ichinohe, I. Tanaka, S. Tanaka, K. Tanaka and M. Neno (2017) Differences in sustained alterations in protein expression between livers of mice exposed to high-dose-rate and low-dose-rate radiation. *J. Radiat. Res.*, 58(4), 421-429.
- 644) Yamamoto, A., T. Hirouchi, S. Kawamorita, K. Nakashima, A. Sugiyama and Y. Kato (2017) Radioprotective activity of blackcurrant extract evaluated by in vitro micronucleus and gene mutation assays in TK6 human lymphoblastoid cells. *Genes and Environment*, 39, 22.
- 645) Nakamura, T., K. Murakami, H. Tada, Y. Uehara, J. Nogami, K. Maehara, Y. Ohkawa, H. Saitoh, H. Nishitani, T. Ono, R. Nishi, M. Yokoi, W. Sakai and K. Sugasawa (2017) Thymine DNA glycosylase modulates DNA damage response and gene expression by base excision repair-dependent and independent mechanisms. *Genes Cells*, 22(4), 392-405.
- 646) Watanabe, H., A. Kohda, J. Komura and H. Tateno (2017) Preservation of chromosomal integrity in murine spermatozoa derived from gonocytes and spermatogonial stem cells surviving prenatal and postnatal exposure to γ -rays in mice. *Mol. Reprod. Dev.*, 84(7), 638-648.
- 647) Tanaka, I., S. Tanaka, A. Kohda, D. Takai, S. Nakamura, T. Ono, K. Tanaka and J. Komura (2018) Experimental studies on the biological effects of chronic low dose-rate radiation exposure in mice: overview of the studies at the Institute for Environmental Sciences. *Int. J. Radiat. Biol.*, 94(5), 423-433.
- 648) Gulay, K. C. M., I. Tanaka, J. Komura and S. Tanaka (2018) Effects of continuous gamma-ray exposure in utero in B6C3F1 mice on gestation day 18 and at 10 weeks of age. *Radiat. Res.*, 189(4), 425-440.
- 649) Yamaguchi, M., T. Hirouchi, K. Yokoyama, A. Nishiyama, S. Murakami and I. Kashiwakura (2018) The thrombopoietin mimetic romiplostim leads to the complete rescue of mice exposed to lethal ionizing radiation. *Sci. Rep.*, 8(1), 10659.
- 650) Sugihara, T., S. Tanaka, I. Tanaka, H. Murano, M. Nakamura-Murano and J. Komura (2018) Screening of biomarkers for liver adenoma in low-dose-rate γ -ray-irradiated mice. *Int. J. Radiat. Biol.*, 94(4), 315-326.
- 651) Cho, K., T. Imaoka, D. Klovov, T. Paunesku, S. Salomaa, M. Birschwilks, S. Bouffler, A. L. Brooks, T. K. Hei, T. Iwasaki, T. Ono, K. Sakai, A. Wojcik, G. E. Woloschak, Y. Yamada and N. Hamada (2019) Funding for radiation research: past, present and future. *Int. J. Radiat. Biol.*, 95(7), 816-840.
- 652) Barjaktarovic, Z., J. Merl-Pham, I. Braga-Tanaka, S. Tanaka, S. M. Hauck, A. Saran, M. Mancuso, M. J. Atkinson, S. Tapio and O. Azimzadeh (2019) Hyperacetylation of Cardiac Mitochondrial Proteins Is Associated with Metabolic Impairment and Sirtuin Downregulation after Chronic Total Body Irradiation of ApoE (-/-) Mice. *Int. J. Mol. Sci.*, 20(20), 5239.
- 653) Takai, D., A. Abe and J. Komura (2019) Chronic exposure to gamma irradiation at low dose-rates accelerates blood pressure decline associated with aging in female B6C3F1 mice. *Int. J. Radiat. Biol.*, 95(3), 347-353.
- 654) Yamauchi, K., Y. Tsumumi, K. Ichinohe, M. Yoneya, J. Komura, T. Ono and K. Tanaka (2019) Effects of N-acetylcysteine on life shortening induced by chronic low dose-rate gamma-ray exposure in mice. *Int. J. Radiat. Res.*, 17(1), 67-73.
- 655) Ojima, M., T. Hirouchi, R. Etani, K. Ariyoshi, Y. Fujishima and M. Kai (2019) Dose-Rate-Dependent PU.1 Inactivation to Develop Acute

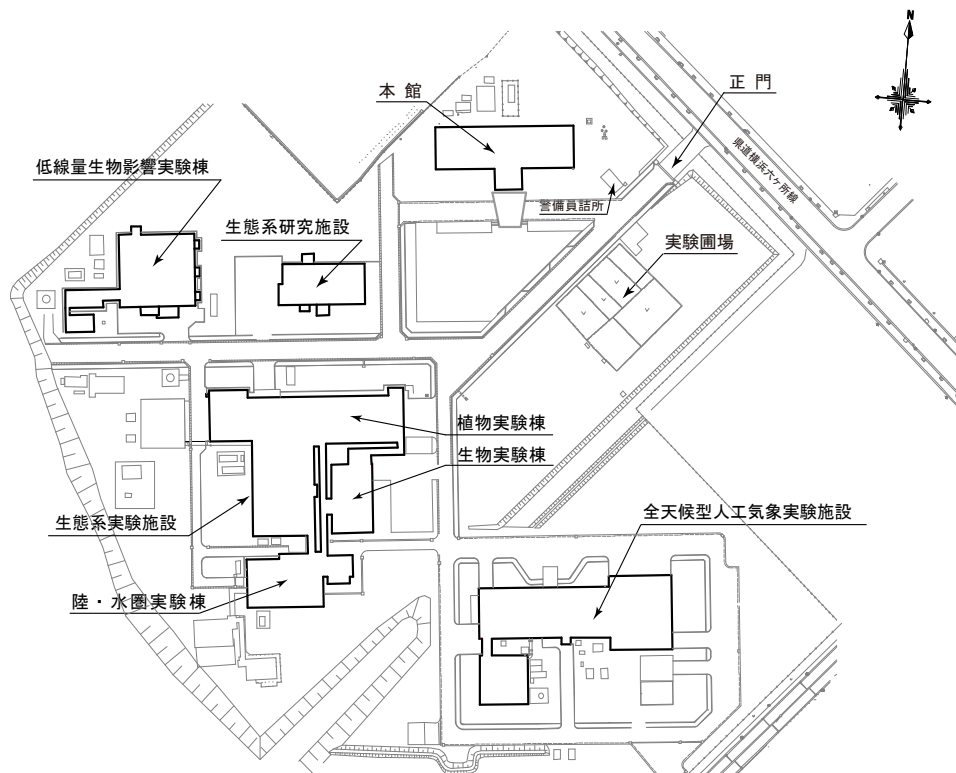
- Myeloid Leukemia in Mice Through Persistent Stem Cell Proliferation After Acute or Chronic Gamma Irradiation. *Radiat. Res.*, 192(6), 612-620.
- 656) Takai, D., A. Abe, H. Miura, S. Tanaka and J.-i. Komura (2019) Minimum environmental enrichment is effective in activating antitumor immunity to transplanted tumor cells in mice. *Exp. Anim.*, 68(4), 569-576.
- 657) Yamaguchi, M., T. Hirouchi, H. Yoshioka, J. Watanabe and I. Kashiwakura (2019) Diverse functions of the thrombopoietin receptor agonist romiplostim rescue individuals exposed to lethal radiation. *Free Radic. Biol. Med.*, 136, 60-75.
- 658) Yamauchi, K., T. Ono, Y. Ayabe, S. Hisamatsu, M. Yoneya, Y. Tsutsumi and J. Komura (2019) Life-Shortening Effect of Chronic Low-Dose-Rate Irradiation in Calorie-Restricted Mice. *Radiat. Res.*, 192(4), 451-455.
- 659) Nakahira R., Y. Ayabe, I. Tanaka, S. Tanaka, J. Komura, (2020) Effects of Continuous In Utero Low- and Medium-Dose-Rate Gamma-Ray Exposure on Fetal Germ Cells. *Radiat. Res.* 195, 235-243.
- 660) Takahashi N, Munechika Misumi, Yasuharu Niwa, Hideko Murakami, Waka Ohishi, Toshiya Inaba, Akiko Nagamachi, Satoshi Tanaka, Ignacia Braga Tanaka III and Gen Suzukig (2020) Effects of Radiation on Blood Pressure and Body Weight in the Spontaneously Hypertensive Rat Model. Are Radiation Effects on Blood Pressure Affected by Genetic Background? *Radiat. Res.*, 193, 552-559.
- 661) Doi K, Michiaki Kai, Keiji Suzuki, Tatsuhiko Imaoka, Megumi Sasatani, Satoshi Tanaka, Yutaka Yamada and Shizuko Kakinuma (2020) Estimation of Dose-Rate Effectiveness Factor for Malignant Tumor Mortality: Joint Analysis of Mouse Data Exposed to Chronic and Acute Radiation. *Radiat. Res.* 194, 500-510.
- 662) 真鍋勇一郎, 衣川哲弘, 和田隆宏, 田中 聡, 角山雄一, 中島裕夫, 土岐 博, 坂東昌子 (2020) 放射線の生体影響を理解するための数理モデルの重要性 —もぐらたたきモデルとその後の進展—. *RADIOISOTOPES*, 69, 243-252.
- 663) Takai D, A. Abe, H. Miura, I.B. Tanaka, M. Saito, J.I. Komura (2021) Adverse effects of chronic low dose-rate gamma-ray exposure ameliorated by environmental enrichment in mice. *Int. J. Radiat Res.*, 19, 543-550.
- 664) Ogura K, Yoshiko Ayabe, Chihiro Harada, Ignacia Braga Tanaka III, Satoshi Tanaka and Jun-ichiro Komura (2021) Increased Frequency of Copy Number Variations Revealed by Array Comparative Genomic Hybridization in the Offspring of Male Mice Exposed to Low Dose-Rate Ionizing Radiation. *Int. J. Mol. Sci.* 22,12437.
- 665) Tanaka I. B. (2022). Experimental studies at the ies on the biological effects of chronic low dose-rate radiation exposure in mice. *Radiat. Prot. Dosimetry* 198 (13-15), 985-989.
- 666) Kinugawa T, T. Wada, Y. Manabe, F.Sato, S. Tanaka (2022). Combined analysis of cancer incidence and lifespan in mice exposed to chronic low dose rate radiation. *Radiat. Prot. Dosimetry*. 9;198(13-15), 1160-1164.
- 667) Wada T, T. Kinugawa and S. Tanaka (2022) On radiation-induced aging/ accelerated or premature aging. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198 (13-15), 1155-1159.
- 668) Tanaka I. B., R. Nakahira, J. I. Komura, and S. Tanaka (2022). Life Span, Cause of Death and Neoplasia in B6C3F1 Mice Exposed In Utero to Low- and Medium-Dose-Rate Gamma Rays. *Radiat. Res.*, 198, 553-572.
- 669) Jaylet T., Quintens, R., Benotmane, M. A., Luukkonen, J., Tanaka, I. B., 3rd, Ibanez, C., Durand, C., Sachana, M., Azimzadeh, O., Adam-Guillermin, C., Tollefsen, K. E., Laurent, O., Audouze, K., & Armant, O. (2022). Development of an adverse outcome pathway for radiation-induced microcephaly via expert consultation and machine learning. *Int. J. Radiat. Biol.*, 98 (12), 1752-1762.
- 670) Burt J. J., Leblanc, J., Randhawa, K., Ivanova, A., Rudd, M. A., Wilkins, R., Azzam, E. I., Hecker, M., Horemans, N., Vandenhove, H., Adam-Guillermin, C., Armant, O., Klovov, D., Audouze, K., Kaiser, J. C., Moertl, S., Lumniczky, K., Tanaka, I. B., 3rd, Yamada Y, Hamada N, Al-Nabulsi I, Preston RJ, Bouffler S, Applegate K, Cool D, Beaton D, Tollefsen KE, Garnier-Laplace J, Laurier D, Chauhan V. (2022). Radiation adverse outcome pathways (AOPs) are on the horizon: Advancing radiation protection through an international Horizon-Style exercise. *Int. J. Radiat. Biol.*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/09553002.2022.2121439>.
- 671) Nakamura, S., Tanaka III, I. B., Komura, J., and Tanaka, S. (2022). Premature menopause and obesity due to oocyte loss in female mice chronically exposed to low dose-rate γ -rays. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198 (13-15), 926-933.
- 672) Hirouchi T. (2022). Comparison of the proliferative responses of hematopoietic stem cells exposed to low dose rate radiation in vivo and ex vivo. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198 (13-15), 1025-1029.
- 673) Sugihara, T., H. Murano, K. Fujikawa, I. B. Tanaka, and J-I. Komura (2022) Adaptive response in mice continuously irradiated with low dose-rate radiation. *Radiat. Prot. Dosimetry* ,198 (13-15), 1196-1199.
- 674) Fujikawa, K., Sugihara, T., Tanaka, S., Tanaka, I., Nakamura, S., Nakamura-Murano, M., Murano, H., & Komura, J. I. (2022). Low dose-rate radiation-specific alterations found in a genome-wide gene expression analysis of the mouse liver. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 198 (13-15), 1165-1169.
- 675) Kohda, A, Toyokawa, T., Umino, T., Ayabe, Y., Tanaka, I.B. and Komura, J.I. (2022) Frequencies of Chromosome Aberrations are Lower in Splenic Lymphocytes from Mice Continuously Exposed to Very Low-Dose-Rate Gamma Rays Compared with Non-Irradiated Control Mice. *Radiat. Res.*, 198, 639-645.
- 676) Suzuki, K, T. Imaoka, M. Tomita, M. Sasatani, K. Doi, S. Tanaka, M. Kai, Y. Yamada and S. Kakinuma (2023) Molecular and cellular basis of the dose-rate-dependent adverse effects of radiation exposure in animal models. Part I: Mammary gland and digestive tract. *J. Radiat. Res.* <https://doi.org/10.1093/jrr/rrad002>.
- 677) Suzuki, K, T. Imaoka, M. Tomita, M. Sasatani, K. Doi, S. Tanaka, M. Kai, Y. Yamada and S. Kakinuma (2023) Molecular and cellular basis of the dose-rate-dependent adverse effects of radiation exposure in animal models. Part II: Hematopoietic system, lung and liver. *J. Radiat. Res.* <https://doi.org/10.1093/jrr/rrad003>.

(9) 主要施設の用地取得と建設

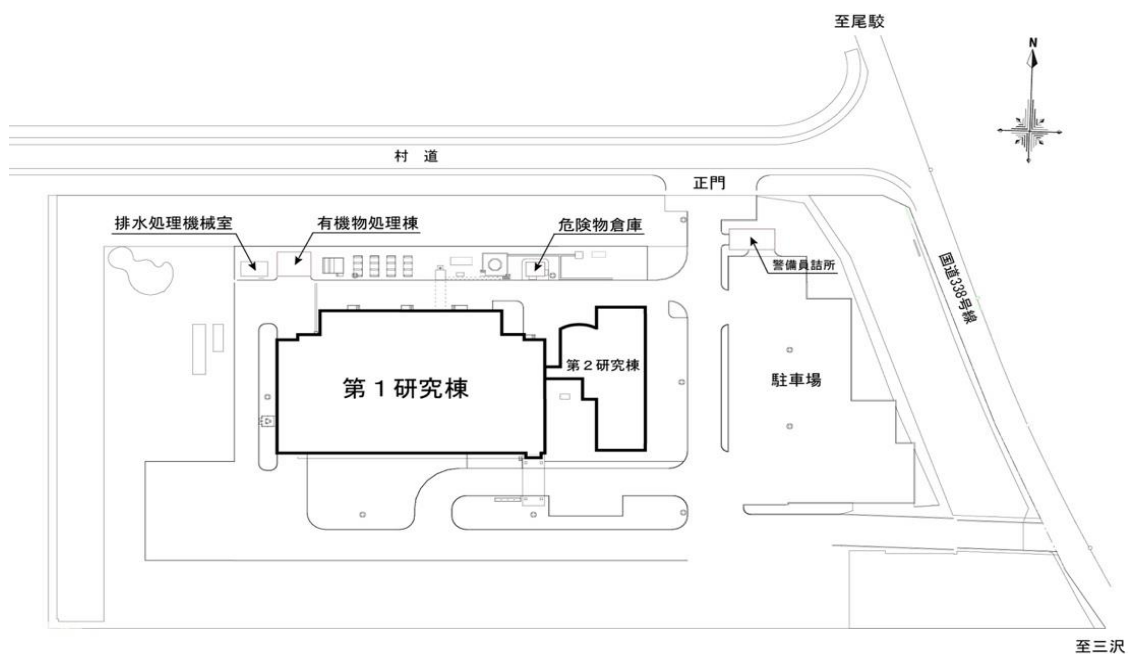
1. 構内配置図

(令和5年3月31日現在)

本所 (六ヶ所村大字尾駸字家ノ前1番7)



先端分子生物科学研究センター (六ヶ所村大字鷹架字発茶沢2番121)



2. 主要施設の建築概要

2.1 本館

用地取得：平成3年12月10日（約2ha）

竣工*：平成5年3月31日

構造§：鉄筋コンクリート造

床面積：

1 階： 910.32 m²

2 階： 768.21 m²

3 階： 807.83 m²

4 階： 217.27 m²

5 階： 89.40 m²

搭屋： 60.45 m²

総床面積： 2853.48 m²

2.2 低線量生物影響実験棟

用地取得：平成5年3月31日（約1ha）

竣工*：平成7年3月31日

構造§：鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造

床面積：

1 階： 1009.74 m²

総床面積： 1009.74 m²

2.3 閉鎖型生態系実験施設（平成28年9月1日に生態系実験施設に改称）

用地取得：平成5年3月31日（約2ha）及び平成7年3月22日（約0.6ha）

竣工*：**実験制御棟** 平成7年3月31日（平成21年9月1日に**生物実験棟**に改称）

閉鎖系植物実験棟 平成7年3月31日（平成21年9月1日に**植物実験棟**に改称）

陸・水圏実験棟 平成12年3月31日

構造§：鉄骨造、一部鉄筋コンクリート造

床面積：

1 階： 3660.95 m²

2 階： 1640.42 m²

総床面積： 5301.37 m²

生物圏物質循環総合実験棟（居住実験研究棟、閉鎖系実験研究棟）

（平成28年9月1日に生態系実験研究棟に、平成31年4月1日に生態系研究施設に改称）

竣工*：平成13年3月31日

構造§：鉄骨造、一部鉄筋コンクリート造

床面積：

1 階： 480.00 m²

2 階： 493.20 m²

総床面積： 973.20 m²

2.4 全天候型人工気象実験施設

用地取得：平成8年3月18日（約2.1 ha）

竣工*：平成13年3月31日

構造§：鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造

床面積：

1 階：2189.62 m²

2 階：1330.41 m²

3 階：1090.17 m²

4 階：149.02 m²

総床面積：4759.22 m²

2.5 先端分子生物科学研究センター（第1研究棟、第2研究棟）

用地取得：平成13年12月21日（約3.2 ha）

竣工*：第1研究棟 平成16年9月30日

第2研究棟 平成19年3月31日

構造§：鉄骨造、一部鉄筋コンクリート造

床面積：

1 階：3554.65 m²

2 階：3185.98 m²

搭屋：260.06 m²

総床面積：7000.69 m²

*竣工日は主建屋のみについて記載し、増設及び附属棟の竣工日については記載していない

§建屋の構造は主建屋のみについて記載し、増設及び附属棟の構造については記載していない

(10) 出捐者・賛助会員

1. 出捐者一覧

令和5年3月31日現在

石川島播磨重工業(株)
伊藤忠商事(株)
宇部興産(株)
株荏原製作所
株大林組
株奥村組
株鹿島建設(株)
株川崎重工業(株)
株川崎製鉄(株)
株熊谷組
株原燃環境
株鴻池組
株神戸製鋼所
株五洋建設(株)
株佐藤工業(株)
株清水建設(株)
株住友海上火災保険(株)
株住友化学工業(株)
株住友銀行
株住友金属工業(株)
株住友金属鉱山(株)
株住友原子力工業(株)
株住友建設(株)
株住友重機械工業(株)
株住友商事(株)
株住友信託銀行(株)

住友生命保険相互会社
株住友セメント(株)
株住友倉庫
株住友電気工業(株)
株住友不動産(株)
株第一勧業銀行
株大成建設(株)
株竹中工務店
株千代田化工建設(株)
株千代田保安用品
株電気事業連合会
株北海道電力(株)
株東北電力(株)
株東京電力(株)
株中部電力(株)
株北陸電力(株)
株関西電力(株)
株中国電力(株)
株四国電力(株)
株九州電力(株)
株沖縄電力(株)
株電源開発(株)
株日本原子力発電(株)
株東芝
株東京ニュークリア・サービス(株)
株東洋エンジニアリング(株)

株戸田建設(株)
株飛島建設(株)
株日揮(株)
株日商岩井(株)
株日本板硝子(株)
株日本エヌ・ユー・エス(株)
株日本火災海上保険(株)
株日本国土開発(株)
株日本電気(株)
株間組
株日立製作所
株フジタ
株富士通(株)
株富士電機(株)
株古河電気工業(株)
株前田建設工業(株)
株三井建設(株)
株三井造船(株)
株三菱原子燃料(株)
株三菱原子力工業(株)
株三菱重工業(株)
株三菱電機(株)
株三菱マテリアル(株)

※五十音順

※寄付時の社名等で掲載

2. 賛助会員一覧

令和5年3月31日現在

株青森銀行
株(有)アート印刷
株茨城青写真製本(株)
株エンテックス
株鹿島建設(株)
株共立医科器械(株)
株原燃環境
株五洋建設(株)
株ザックス
株シバタ医理科

株千代田テクノ
株東京ニュークリア・サービス(株)
株東酸
株東北化学薬品(株)
株東北環境科学サービス(株)
株東北ニュークリア(株)
株飛島建設(株)
株南部医理科
株日本エヌ・ユー・エス(株)
株(一社)日本原子力産業協会

株富士電機(株)
株(有)北東ビル管理
株三菱重工機械システム(株)
株六ヶ所エンジニアリング(株)
株六ヶ所原燃警備(株)
株六ヶ所テクノス(株)

※五十音順

(11) 環境研と世の中の年表

西暦 (和暦)	国内外の主な出来事	国、青森県及び六ヶ所村の 関連する出来事	環境研
1990 (H02)	・天皇陛下が即位の礼・大嘗祭 ・景気拡大、「岩戸」抜いて史上2位に	・むつ小川原港に5千トン級岸壁が完成、供用を開始(11.14) ・低レベル放射性廃棄物埋設事業許可(11.15)	・新研究所研究計画検討会が「新研究所の研究計画について」をとりまとめ(8月) ・財団法人環境科学総合研究所(仮称)設立に係る打合せ(10.5) ・第1回設立準備委員会(10.22) ・財団法人環境科学技術研究所設立発起人会(11.19) ・財団法人環境科学技術研究所設立(設立許可書交付)(12.3) ・第1研究部、第2研究部設置(12.3) ・設立登記完了。発足(12.6)
1991 (H03)	・雲仙・普賢岳で火砕流 ・若貴ブーム、千代の富士引退 ・湾岸戦争ぼっ発	・県及び村と日本原燃産業(株)との間において、ウラン濃縮施設に関する安全協定締結(7.15) ・六ヶ所村立郷土館オープン(8.3) ・六ヶ所原燃 PR センター開館(9.20)	・科学技術庁委託業務の開始(3.20) ・事務、研究棟の設計検討開始 ・青森県委託業務の開始(8.27)
1992 (H04)	・バブル崩壊で不況深刻化 ・バルセロナ五輪14歳の岩崎恭子が金メダル ・地球環境サミット、ブラジルで開催	・ウラン濃縮工場操業開始(3.27) ・高レベル放射性廃棄物貯蔵施設事業許可(4.3) ・高レベル放射性廃棄物貯蔵施設着工(5.6) ・日本原燃サービス(株)と日本原燃産業(株)が合併、日本原燃(株)設立(7.1) ・県及び村と日本原燃(株)との間において、低レベル放射性廃棄物埋設施設に関する安全協定締結(9.21) ・低レベル放射性廃棄物埋設センター操業開始(12.8) ・再処理工場事業許可(12.24)	・事務、研究棟起工式(2.20) ・田名部匡省農林水産大臣視察(9.29) ・第3研究部設置(10.1)
1993 (H05)	・皇太子、雅子さまご結婚 ・Jリーグ開幕 ・再処理工場の建設開始	・再処理工場着工(4.28) ・原燃 PR センター別館オープン(5.1) ・ウラン濃縮工場から製品ウランを初出荷(11.18)	・渡海政務次官視察(3.11) ・特定公益増進法人の許可(3.22) ・閉鎖型生態系物質循環施設に関する国際検討委員会(3.31) ・事務・研究棟(現本館)竣工(3.31) ・環境動態、生物影響、環境シミュレーションの3研究部に改称(4.1) ・平野政務次官視察(5.24) ・江田五月科学技術庁長官視察(9.16)
1994 (H06)	・大江健三郎氏ノーベル文学賞 ・記録的な猛暑と水不足	・県及び村と日本原燃(株)との間において、高レベル放射性廃棄物貯蔵施設に関する安全協定締結(12.26)	・田中真紀子科学技術庁長官視察(7.27) ・衆議院科学技術委員会視察(8.31)
1995 (H07)	・阪神大震災 ・オウム真理教地下鉄サリン事件 ・野茂投手が米大リーグ新人王に ・もんじゅ火災事故	・六ヶ所村が国際熱核融合実験炉(ITER)のむつ小川原開発地域への誘致表明(1.30) ・高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター操業開始。海外から返還廃棄物を初搬入(4.26) ・青森県が国際熱核融合実験炉(ITER)のむつ小川原開発地域への誘致表明(10.23)	・閉鎖系植物実験棟、低線量生物影響実験棟建屋竣工(3.31) ・プレスへの施設公開(5.30) ・遺伝子実験施設建設計画書を科学技術庁に提出(6.9) ・斉藤青森県副知事視察(6.19) ・平野科学技術庁顧問視察(6.21) ・間宮科学技術庁官房審議官視察(10.4) ・蛭名青森県出納長視察(11.15)

西暦 (和暦)	国内外の主な出来事	国、青森県及び六ヶ所村の 関連する出来事	環境研
1996 (H08)	<ul style="list-style-type: none"> 病原性大腸菌 O157 が猛威 国連、核実験全面禁止条約を採択 	<ul style="list-style-type: none"> (社) 日本原子力産業会議に「RI・放射線利用に関わる総合研究施設」の誘致に向け、調査を委託(6.12) ウラン濃縮工場への原料ウラン海上輸送初搬入(9.17) 	<ul style="list-style-type: none"> 財団法人環境科学技術研究所五年史発行(3.31) 西方青森県むつ小川原開発室次長視察(4.8) 工藤青森県副知事視察(5.10) 荒井科学技術庁原子力局研究技術課長視察(5.30) 中川国務大臣・科学技術庁長官視察(7.8) 内藤原子力安全委員会委員長代理視察(10.18) 都甲原子力安全委員長視察(11.12) 近岡国務大臣・科学技術庁長官視察(12.14)
1997 (H09)	<ul style="list-style-type: none"> 動燃で爆発・火災事故 香港、中国に返還 	<ul style="list-style-type: none"> 季報六ヶ所村別冊(AUTUMN 1997) 国際科学技術都市誘致特集で、土田村長が総合研究施設誘致計画を紹介(10.24) 	<ul style="list-style-type: none"> 加藤科学技術庁原理力局長視察(1.21) 松原原子力安全委員視察(3.4) 青森県畑作園芸試験場竹村達男前場長を特別研究員に招聘(4.1) 土屋科学技術庁原子力局核燃料課長視察(7.2) 伊藤国務大臣・国土庁長官視察(8.8) 谷通商産業省環境立地局産業施設課長視察(9.29) 気象と物質循環の国際会議(10.14-16) 大桃所長が六ヶ所村研究機能施設誘致促進検討委員会委員として遺伝子・RI 利用研究施設の必要性を説明(10.24) 藤野国土庁計画調査局審議官視察(11.5)
1998 (H10)	<ul style="list-style-type: none"> 金融ビッグバン始動、業界の提携・再編急進展 長野冬季五輪開催 サッカーW 杯日本初の本大会出場 	<ul style="list-style-type: none"> (財)原子力安全技術センターが防災技術センター事務局を開設(10.5) 	<ul style="list-style-type: none"> 陸・水圏における物質循環とその応用に関する国際検討委員会(7.21-23) 大桃所長と竹村特別研究員が県の全試験研究機関に AMBIC 建設計画を説明し、賛同を得た(8月)
1999 (H11)	<ul style="list-style-type: none"> 東海村核燃料加工会社で国内初の臨界事故 臓器移植法に基づく初の脳死移植実施 	<ul style="list-style-type: none"> 六ヶ所村で JCO 事故の説明会開催 	<ul style="list-style-type: none"> 低線量放射線生物影響に関する研究調査で AMBIC 研究テーマに関する事前評価を受けた(4.1～) 低線量放射線の生物影響に関する国際検討委員会(10.20-22)
2000 (H12)	<ul style="list-style-type: none"> 初の南北朝鮮首脳会談 有珠山と三宅島噴火 鳥取西部大地震 シドニー五輪、マラソンの高橋尚子が金メダル コンコルド墜落、乗員乗客 109 人死亡 	<ul style="list-style-type: none"> むつ小川原(株)解体、新むつ小川原(株)創設(8.4) 国内原子力発電所から使用済燃料初搬入(12.9) 	<ul style="list-style-type: none"> 湿式酸化実験装置の事故(3.10) 低線量放射線生物影響に関する研究調査で AMBIC 建設のための基本設計書作成(4.1～) 成田榮子青森県副知事視察(4.27) 蓮実進国土総括政務次官視察(9.5) 木下博夫国土事務次官視察(9.12) 環境中における放射性核種の分布と存在形態に関する国際検討委員会(10.11-13) 創立 10 周年記念「報告と講演の会」開催(12.6)

西暦 (和暦)	国内外の主な出来事	国、青森県及び六ヶ所村の 関連する出来事	環境研
2001 (H13)	<ul style="list-style-type: none"> 国内初の BSE 感染牛確認 ノーベル化学賞に野依名大教授 米で同時多発テロ 米英軍アフガン攻撃、タリバン政権崩壊 米マリナーズ・イチロー MVP と新人王 	<ul style="list-style-type: none"> 建設中の再処理工場で通水作動試験開始(4.20) 原子燃料サイクル施設における事故対応の拠点となる、応急対策拠点施設(オフサイトセンター)「原子力防災研究プラザ」が尾駈地区に完成し、関係者に公開(7.6) クリスタルバレイ構想立地企業第 1 号のエアアイエス(株)が液晶カラーフィルター製造工場の操業開始(7.9) 日本原燃(株)が MOX 燃料工場立地協力要請(8.24) エコパワーがむつ小川原開発地域に建設していた風力発電機 9 基が完成(11.22) 	<ul style="list-style-type: none"> 全天候型人工気象実験施設・閉鎖型生態系実験施設竣工(3.31) 全天候型人工気象実験施設運用開始(4.1) 先端分子生物科学研究センター(AMBIC)整備開始(4.1) 環境制御と生命維持の先端技術に関する国際会議(9.26-28) 環境研十年史発行(9.28)
2002 (H14)	<ul style="list-style-type: none"> 初の日朝首脳会談、致被害者 5 人の帰国 ノーベル物理学賞に小柴昌俊氏、化学賞に田中耕一氏 日韓共催サッカー W 杯で日本ベスト 16 	<ul style="list-style-type: none"> 原子力防災プラザが国からオフサイトセンターの指定を受ける(2.8) 閣議により六ヶ所村が ITER の国内候補地に決定(5.31) 再処理工場で化学試験開始(11.1) 次期埋設事業予定地の本格調査開始(11.13) 再処理工場の核査察を主な目的とした六ヶ所保障措置センター業務開始(12.1) 	<ul style="list-style-type: none"> 大島理森衆議院議員視察(8.5) 今井敬日本経済団体連合会名誉会長視察(10.5) 低線量放射線の生物影響に関する国際シンポジウム(10.9-11) 細田博之科学技術政策担当大臣視察(10.28) 森喜朗前内閣総理大臣視察(10.29)
2003 (H15)	<ul style="list-style-type: none"> 米英軍イラク攻撃、フセイン元大統領拘束 新型肺炎(SARS)が中国などで大流行 米スペースシャトル・コロンビア号帰還時に空中分解 	<ul style="list-style-type: none"> 日本原燃(株)が本社を六ヶ所村に移転(1.1) 環境エネルギー産業特区にむつ小川原地域 16 市町村と八戸市が認定(5.23) 	<ul style="list-style-type: none"> 大野松茂文部科学省大臣官房政務官視察(5.1) 毛利衛日本科学未来館館長・宇宙飛行士視察(6.3) 放射生態学環境の放射線被ばくに関する国際シンポジウム(10.22-24)
2004 (H16)	<ul style="list-style-type: none"> 新潟県中越地震最大震度 7 アテネ五輪で金メダル史上最多タイ 16 個 プロ野球、楽天球団参入 イチロー・大リーグ年間最多安打記録更新 	<ul style="list-style-type: none"> 日本風力開発(株)六ヶ所村二又地区に風力発電機 20 基完成(5.26) 	<ul style="list-style-type: none"> 居住実験と物質循環技術に関する国際シンポジウム(9.28-30) AMBIC 第一研究棟竣工(9.30) AMBIC 第一研究棟運用開始(10.1)
2005 (H17)	<ul style="list-style-type: none"> 郵政民営化法成立 JR 福知山線脱線事故 紀宮さま御成婚 東通原子力発電所運転開始 	<ul style="list-style-type: none"> 再処理工場でウラン試験開始(1.17) 県及び村と日本原燃(株)との間において MOX 燃料加工施設に係る立地基本協定締結(4.19) ITER 本体建設地フランスカダラッシュに決定(6.28) 文部科学省からの ITER 計画に係る幅広いアプローチ(BA)の立地要請を青森県が受諾(10.12) 	<ul style="list-style-type: none"> 低線量放射線被ばくと生体防御機能に関する国際シンポジウム(9.28-30) AMBIC 第二研究棟設計・基礎工事開始(4.1)
2006 (H18)	<ul style="list-style-type: none"> トリノ五輪フィギュアスケートで荒川静香金メダル 再処理工場アクティブ試験開始(～2008) 	<ul style="list-style-type: none"> 再処理工場でアクティブ試験開始(1.31) 第 3 次六ヶ所村総合振興計画に「環境科学技術研究所の増設に取り組み多様な産業の立地を誘導します」と記載(3.14) 文部科学省が、原子力防災研究プラザに六ヶ所村保障措置分析所に係る原子力防災専門官事務室を開設するとともに同プラザをオフサイトセンターに指定(3.30) 日本原子力研究開発機構、尾駈地区に青森事務所を開設(4.1) 文部科学省が原子力防災研究プラザ内に原子力専門官事務室を設置(4.14) クリスタルバレイ構想立地企業第 2 号の東北デバイス(株)竣工(4.29) 	<ul style="list-style-type: none"> 環境モデリングと放射生態学に関する国際シンポジウム(10.18-20)

西暦 (和暦)	国内外の主な出来事	国、青森県及び六ヶ所村の 関連する出来事	環境研
2007 (H19)	<ul style="list-style-type: none"> 年金記録未統合 5,000 万件が判明 食品偽装問題 中越沖地震、柏崎刈羽原発でトラブル多発 	<ul style="list-style-type: none"> ITER 関連施設の運営、費用負担等をめぐる協定に日欧署名(2.5) ITER 関連施設の運営、費用負担等をめぐる協定を閣議決定(2.27) 新むつ小川原(株)、弥栄平で国際核融合エネルギー研究センターなどの建設に向けた土地造成工事に着手(5.17) 核融合科学研究所シミュレーション部六ヶ所研究センター弥栄平地区に開設(5.28) 文部科学省は日本と欧州原子力共同体による ITER 関連事業の実施機関に日本原子力研究開発機構を指定(6.1) 青森県が新むつ小川原開発基本計画を策定(6.14) 新むつ小川原開発基本計画の閣議口頭了解(「環境研」が「AMBIC の整備など、機能拡充の促進」と記載)(6.22) 	<ul style="list-style-type: none"> 閉鎖系システム構築と ¹⁴C 移行モデリングに関する国際検討委員会(11.15-16) 青森県内(六ヶ所村、青森市、八戸市、弘前市)での成果報告会が始まる 広瀬崇子・伊藤隆彦原子力委員来所(7.20) 古谷毅文科省大臣官房審議官来所(7.26)
2008 (H20)	<ul style="list-style-type: none"> 秋葉原で通り魔事件 日本人 4 人にノーベル賞南部陽一郎氏、益川敏英氏、小林誠氏/物理学賞、下村脩氏/化学賞 北京五輪、競泳北島康介が 2 大会連続 2 冠達成 後期高齢者医療制度開始 リーマンショック金融危機、株価暴落 大間原子力発電所の設置を許可 	<ul style="list-style-type: none"> ITER 関連研究ブローダーアプローチ(BA)活動・弥栄平で国際核融合エネルギー研究センターなどの建設工事着工(5.21) 「六ヶ所村次世代エネルギーパーク」が東北地区で初めて経済産業省認定(6.3) 	<ul style="list-style-type: none"> AMBIC 第二研究棟竣工(3.31) AMBIC 第二研究棟運用開始(4.1) 低線量放射線の発がん遺伝子影響に関する国際シンポジウム(10.7-8)
2009 (H21)	<ul style="list-style-type: none"> 民主圧勝、政権交代 裁判員裁判開始 行政刷新会議、概算要求「事業仕分け」を公開 新型インフル、WHO パンデミック宣言 マイケル・ジャクソン死去 	<ul style="list-style-type: none"> 国際核融合エネルギー研究センター管理研究棟完成記念式典(4.10) 	
2010 (H22)	<ul style="list-style-type: none"> 小惑星探査機「はやぶさ」が 7 年ぶり帰還 ウィキリークス、米外交公電大量公開 	<ul style="list-style-type: none"> 1 日には資源エネルギー庁長官、2 日には日本原燃(株)及び電気事業連合会、6 日には経済産業大臣から青森県及び六ヶ所村に「海外返還廃棄物の受入れ」(海外からの返還低レベル廃棄物受入れ等)要請(3 月) 国際核融合エネルギー研究センターなどが完成(3.12) 経済産業大臣が日本原燃(株)に MOX 燃料加工施設事業許可(5.13) 六ヶ所村次世代エネルギーパーク開業(東北初)(5.22) 青森県が海外返還廃棄物受入れ了解(8.19) 村議会が原子燃料サイクルに見合った電源立地地域対策交付金法制化や施設周辺国道整備を国に求める意見書を全会一致で可決(9.13) 村長、議長及び副議長が経済産業大臣に意見書を直接提出(9.14) 	<ul style="list-style-type: none"> 六ヶ所村次世代エネルギーパークの協力機関として参画 六ヶ所村から地域教育機関での教育活動貢献に対して善行表彰
2011 (H23)	<ul style="list-style-type: none"> 東日本大震災、東京電力福島第 1 原発事故で過酷事故 	<ul style="list-style-type: none"> 村長及び村議会が、国の近藤駿介原子力委員会委員長及び高原一郎経済産業省資源 	<ul style="list-style-type: none"> 福島原発事故に対する対応として公的機関からの放射能測定や発電所作業員の被ばく線量評価に貢献

西暦 (和暦)	国内外の主な出来事	国、青森県及び六ヶ所村の 関連する出来事	環境研
	<ul style="list-style-type: none"> ・なでしこジャパン、サッカーW杯優勝 ・歴史的円高、一時1ドル=75円32銭 ・独伊などで脱原発決定 	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー庁長官に核燃料サイクル政策の堅持を求める要望書提出(10.26) ・むつ、大間、東通、六ヶ所の4市町村長及び議長が経済産業省などに核燃料サイクルを含む原子力政策を堅持し、原発の建設や原子力関連事業を着実に推進するよう要望(12.21) 	<ul style="list-style-type: none"> ・総務部と広報・研究情報室が統合して総務部へ ・イタリア共和国新技術・エネルギー・環境開発庁との共同研究「脳腫瘍発生への低線量率・低線量放射線による影響(H23-H27)」 ・大桃洋一郎特別顧問が国際放射生態学連合最高賞(“V.I.Vernadsky Award”)受賞
2012 (H24)	<ul style="list-style-type: none"> ・衆院選で自公圧勝、政権奪還 ・原発、一時稼働ゼロ ・山中教授にノーベル医学生理学賞 ・ロンドン五輪で日本勢史上最多メダル38個 	<ul style="list-style-type: none"> ・下北半島地域の防災力強化等のため、8市町村及び防災関係機関で組織する「下北半島防災連絡会議」を設置(2.1) 	<ul style="list-style-type: none"> ・公益財団法人への移行(4.1) ・環境シミュレーション及び環境動態研究部を環境影響研究部に統合(4.1) ・イタリア共和国新技術・エネルギー・環境開発庁及びドイツ連邦共和国放射線防護庁ヘルムホルツセンター・ミュンヘンとの共同研究「病態モデルマウスを用いた低線量放射線の心血管系障害影響解析(H24-H29)」
2013 (H25)	<ul style="list-style-type: none"> ・アベノミクス始動、特定秘密保護法が成立 ・福島第1原発、汚染水深刻化 ・日本、TPP交渉に参加 ・中国で「PM2.5」汚染深刻化 	<ul style="list-style-type: none"> ・むつ、大間、東通、六ヶ所の4市町村長及び議長が経済産業大臣、資源エネルギー庁長官、県選出国会議員に核燃料サイクル政策の堅持を要望(2.19) ・原子力規制委員会より核燃料施設等の新規基準を施行(12.18) 	<ul style="list-style-type: none"> ・秋野公造環境省大臣政務官視察(5.7) ・石原伸晃環境大臣視察(5.25) ・日本維新の国会議員視察(12.17)
2014 (H26)	<ul style="list-style-type: none"> ・解釈改憲で集団的自衛権容認 ・御嶽山噴火、広島で土砂災害 ・理化学研究所小保方研究員STAP細胞論文に捏造や改ざん発覚 		<ul style="list-style-type: none"> ・青森県議会環境厚生委員会議員視察(7.2,25) ・低線量放射線の生物影響の国際ワークショップ(10.20-21) ・低線量生物影響実験棟改修(セシウム線源交換)
2015 (H27)	<ul style="list-style-type: none"> ・日本人3人(赤崎勇氏、天野浩氏、中村修二氏)にノーベル物理学賞 ・エボラ出血熱感染拡大 		<ul style="list-style-type: none"> ・低線量・低線量率放射線生物影響研究の新展開国際シンポジウム(5.26) ・榊原定征日本経済団体連合会会長視察(9.17) ・青森県議会商工労働観光エネルギー委員会視察(8.26) ・Christopher H. Clement 国際放射線防護委員会秘書官視察(9.9-11)
2016 (H28)	<ul style="list-style-type: none"> ・熊本地震 ・米大統領、歴史的な広島訪問 ・リオ五輪過去最多41メダル ・地球温暖化対策のパリ協定発効 ・もんじゅ廃炉決定 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電における使用済み燃料の再処理等の実施に関する法律(再処理等拠出金法)成立(5.11) ・使用済み燃料再処理機構設立(10.3) ・青森県、使用済み燃料再処理機構と「使用済み燃料の再処理等の業務に関する基本協定書」締結(11.1) 	<ul style="list-style-type: none"> ・「閉鎖型生態系実験施設」の名称を「生態系実験施設」に変更(9.1) ・環境研-ICRP 共催シンポジウム「ICRP放射線防護体系における環境防護-科学・知識から応用に向けて」開催(10/4)
2017 (H29)	<ul style="list-style-type: none"> ・森友・加計・日報、政権揺るがす ・九州北部豪雨 ・将棋の藤井聡太四段29連勝 ・国連、核禁止条約採択 	<ul style="list-style-type: none"> ・青森県量子科学センター(QSC)開設(10.1) 	
2018 (H30)	<ul style="list-style-type: none"> ・日産ゴーン会長を逮捕 ・西日本豪雨、北海道地震、災害相次ぐ 	<ul style="list-style-type: none"> ・茨城県大洗町、東海村、岡山県鏡野町、六ヶ所村の4自治体で原子力研究開発推進自治体協議会設立(4.24) 	<ul style="list-style-type: none"> ・戸谷一夫文部科学事務次官視察(5.1)

西暦 (和暦)	国内外の主な出来事	国、青森県及び六ヶ所村の 関連する出来事	環境研
	・平昌五輪最多メダル 13 個、 フィギュア羽生弓弦連覇		
2019 (R01*)	・天皇陛下即位。「令和」改元 ・探査機はやぶさ2、小惑星リュウグウに着地成功 ・ラグビーW 杯日本大会日本 8 強 ・消費税率 10%スタート ・ノーベル化学賞に吉野彰氏 ・沖縄・首里城焼失	・むつ、大間、東通、六ヶ所の 4 市町村長が 県に県核燃料物質等取扱税から周辺市町 村に交付される交付金の上限撤廃を要請 (1.29)	・「生態系実験施設」の名称を「生態 系実験施設」及び「生態系研究施 設」に変更(4.1) ・島田義也理事長が国際放射線研究 連合(IARR)会長に就任 ・国立研究開発法人量子科学技術研 究開発機構(QST)と包括連携協定 締結(11.1)
2020 (R02)	・新型コロナウイルス感染拡大、緊急事態宣言 ・はやぶさ2、カプセル帰還 ・スパコン計算速度で「富岳」 世界一 ・藤井聡太七段 最年少タイ トル ・九州で記録的豪雨	・第 12 回核燃料サイクル協議会において、 青森県知事から国に対し原子力・核燃料サ イクル政策の推進について本事業の継続 的遂行について要望。これに対し、官房長 官から「我が国の原子力政策にとって、核 燃料サイクルの確立は重要。政府として、 地元の声にも配慮しつつ、核燃料サイクル 政策を進める」と発言(10.21)	・福島大学環境放射能研究所と包括 連携協定（研究協力に関する協定 書）を締結（3.31） ・シンガポール大学との共同研究 「異なる線量率の照射後の B6C3F1 マウスにおける血液及び 脾臓のバイオマーカー、脳神経発 生及び老化の相関性研究」 ・堀内 文部科学省審議官視察 (10.15) ・弘前大学と包括連携協定を締結
2021 (R03)	・新型コロナウイルス 1 都 3 県 に緊急事態宣言 ・東京五輪開幕 ・真鍋叔郎氏にノーベル物理 学賞 ・米大リーグ・エンジェルス大 谷翔平 MVP 受賞	・六ヶ所村議会、第 4 次六ヶ所村総合振興計 画 2016-2025・後期基本計画 2021～2025 議 決に「②六ヶ所村では、環境科学技術研 究所や国際核融合エネルギー研究センター などの国際的な研究機関の開設に伴う外 国人研究者や技術者との交流実績、子ども たちの国際化に取り組む国際教育研修セ ンターなどの環境が整いつつあり、今後 は、これらを取り込んだ特色ある国際教育 等へ積極的に取り組むことで、六ヶ所村な らではの環境を活かした地域発のグロー バルな人材育成が期待されています」と記 載あり。「8) 次世代エネルギーパークに (公財)環境科学技術研究所：放射性物質の 環境中での動きに関して実験する全天候 型人工気象実験施設と閉鎖型生態系実験 施設」と記載あり(3.14)	・地域共創委員会(六ヶ所村内有識 者から成る)の創設と開催(2.17) ・松尾泰樹文部科学省文部科学審議 官視察(7.7) ・放射性核種の環境ダイナミクスと 低線量率放射線の生物影響に関する 国際シンポジウム(9.27-29, オン ライン) ・共創センター開設(12.1)
2022 (R04)	・北京冬季五輪。 ・ロシア・プーチン大統領によ るウクライナ軍事侵攻開始 ・安倍晋三元首相暗殺。 ・サッカーW 杯日本がドイツ、 スペインを破りベスト 16		・柏木司青森県副知事視察(1.17) ・トリチウム研究センター開設(4.1) ・学校法人北里研究所と包括連携協 定締結(6.9) ・(公財)日本海洋科学振興財団と包 括連携協定締結(11.24)
2023 (R05)	・トルコ・シリア大震災 ・野球 WBC 日本優勝 ・新型コロナウイルス日本で 5 類感染症に移行 ・藤井聡太最年少 6 冠(3 月時 点)		

*2019.5.1 に平成から令和に改元

(12) 学術雑誌名略記リスト

1/2

	学術雑誌名称	本30年史で用いた略記*
A	Acta Astronautica	<i>Acta. Astronaut.</i>
A	Advances in Space Research	<i>Adv. Space Res.</i>
A	Agricultural Water Management	<i>Agric. Water Manag.</i>
A	Analytical Sciences	<i>Anal. Sci.</i>
A	Annals of Nuclear Medicine	<i>Ann. Nucl. Med.</i>
A	Applied and Environmental Microbiology	<i>Appl. Environ. Microbiol.</i>
A	Applied Microbiology and Biotechnology	<i>Appl. Microbiol. Biotechnol.</i>
A	Applied Soil Ecology	<i>Appl. Soil Ecol.</i>
A	Atmospheric Chemistry and Physics	<i>Atmospheric Chem. Phys.</i>
A	Atmospheric Environment	<i>Atmos. Environ.</i>
B	Bioscience, Biotechnology and Biochemistry	<i>Biosci. Biotechnol. Biochem.</i>
B	Botanica Marina	<i>Botanica Marina</i>
B	British Journal of Haematology	<i>Br. J. Hematol.</i>
C	Cancer Genetics and Cytogenetics	<i>Cancer Genet. Cytogenet.</i>
C	Cancer Science	<i>Cancer Sci.</i>
C	CELSS Journal	<i>CELSS J.</i>
C	Chromosome Science	<i>Chrom. Sci.</i>
C	Communications in Soil Science and Plant Analysis	<i>Commun. Soil Sci. Plant Anal.</i>
C	Communicative and Integrative Biology	<i>Commun. Integr. Biol.</i>
C	Computational Fluid Dynamics Journal	<i>Comput. Fluid Dyn. J.</i>
C	Current Genetics	<i>Curr. Genet.</i>
C	Current pharmaceutical biotechnology	<i>Curr. Pharm. Biotechno.</i>
D	Data Science Journal	<i>Data Sci. J.</i>
E	Environmental Control in Biology	<i>Environ. Control. Biol.</i>
E	Environmental Monitoring and Assessment	<i>Environ. Monit. Assess.</i>
E	Environmental Pollution	<i>Environ. Pollut.</i>
E	Estuarine, Coastal and Shelf Science	<i>Estuar. Coast. Shelf Sci</i>
E	European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging	<i>Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging</i>
E	Experimental Animal	<i>Exp. Anim.</i>
E	Experimental Hematology	<i>Exp. Hematol.</i>
F	Free Radical Biology and Medicine	<i>Free Radic. Biol. Med.</i>
F	Fusion Engineering and Design	<i>Fusion Eng. Des.</i>
F	Fusion Science and Technology	<i>Fusion Sci. Technol.</i>
G	Geochemical Journal	<i>Geochem. J.</i>
G	Geochimica et Cosmochimica Acta	<i>Geochim. Cosmochim. Acta</i>
G	Gravitational and Space Research	<i>Gravit. Space Res.</i>
H	Health Physics	<i>Health Phys.</i>
H	Hiroshima Journal of Medical Sciences	<i>Hiroshima J. Med.</i>
I	ICES Journal of Marine Science	<i>ICES J. Mar. Sci.</i>
I	In Vitro Cellular & Developmental Biology - Animal	<i>In Vitro Cell Dev. Biol. Anim.</i>
I	Indian Journal of Science and Technology	<i>Ind. J. Sci. Technol.</i>
I	International Congress Series	<i>Int. Congr. Ser.</i>
I	International Journal of Biological Sciences	<i>Int. J. Biol. Sci.</i>
I	International Journal of Cancer	<i>Int. J. Cancer</i>
I	International Journal of Molecular Sciences	<i>Int. J. Mol. Sci.</i>
I	International Journal of Radiation Biology	<i>Int. J. Rad. Biol.</i>
J	Japan Agricultural Research Quarterly	<i>Jpn. Agric. Res. Q.</i>
J	Journal of Radiation Research	<i>J. Radiat. Res.</i>
J	Journal of Advanced Marine Science and Technology Society	<i>J. Adv. Mar. Sci. Technol. Soc.</i>
J	Journal of Aerospace	<i>J. Aerospace</i>
J	Journal of Agricultural and Food Chemistry	<i>J. Agric. Food. Chem.</i>
J	Journal of Agricultural Meteorology	<i>J. Agric. Meteorol.</i>
J	Journal of Bacteriology	<i>J. Bacteriol.</i>
J	Journal of Chemical Engineering of Japan	<i>J. Chem. Eng. Japan</i>
J	Journal of clinical and experimental hematopathology	<i>JCEH</i>
J	Journal of Ecotechnology Research	<i>J. Ecotechnol. Res.</i>
J	Journal of Environmental Quality	<i>J. Environ. Qual.</i>
J	Journal of Environmental Radioactivity	<i>J. Environ. Radioact.</i>
J	Journal of Experimental Botany	<i>J. Exp. Bot.</i>
J	Journal of Genetic Toxicology	<i>J. Genetic Toxicol.</i>
J	Journal of Integrated Field Science	<i>J. Integr. Field Sci.</i>
J	Journal of Japan Society for Atmospheric Environment	<i>J. Jpn. Soc. Atmos. Environ.</i>
J	Journal of Low Dose Radiation	<i>J. Low Dose Radiat.</i>
J	Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences	<i>J. Nucl. Radiochem. Sci.</i>
J	Journal of Nuclear Science and Technology	<i>J. Nucl. Sci. Technol.</i>
J	Journal of Nutritional Science and Vitaminology	<i>J. Nutr. Sci. Vitaminol.</i>
J	Journal of Oceanography	<i>J. Oceanogr.</i>
J	Journal of Plankton Research	<i>J. Plankton Res.</i>
J	Journal of Radiation Research	<i>J. Radiat. Res.</i>

	学術雑誌名称	本30年史で用いた略記*
J	Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	<i>J. Radioanal. Nucl. Chem.</i>
J	Journal of Radiological Protection	<i>J. Radiol. Prot.</i>
J	Journal of Radiological Protection	<i>J. Radiol. Prot.</i>
J	Journal of Reproduction and Development	<i>J. Reprod. Dev.</i>
K	Korean Journal of Limnology	<i>Korean J. Limnol.</i>
L	Life Support & Biosphere Science	<i>Life Support Biosph. Sci.</i>
M	Marine Environmental Research	<i>Mar. Environ. Res.</i>
M	Mechanisms of Ageing and Development	<i>Mech. Ageing Dev.</i>
M	Microbes and Environments	<i>Microbes Environ.</i>
M	Molecular Cancer Research	<i>Mol. Cancer Res.</i>
M	Molecular Reproduction and Development	<i>Mol. Reprod. Dev.</i>
M	Mushroom Science and Biotechnology	<i>Mushroom Sci. Biotechnol.</i>
M	Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis	<i>Mutat. Res. /Genet. Toxicol. Environmental Mutagenesis</i>
P	Plant Physiology	<i>Plant Physiol.</i>
P	Plasma and Fusion Research	<i>Plasma Fusion Res.</i>
R	Radiation and Environmental Biophysics	<i>Radiat. Environ. Biophys.</i>
R	Radiation Emergency Medicine	<i>Radiat. Emerg. Med.</i>
R	Radiation Protection Dosimetry	<i>Radiat. Prot. Dosimetry</i>
R	Radiation Research	<i>Radiat. Res.</i>
S	SAE Technical Paper	<i>SAE Tech. Pap.</i>
S	Science of the Total Environment	<i>Sci. Total Environ.</i>
S	Scientia Horticulturae	<i>Sci. Hortic.</i>
S	Scientific Reports	<i>Sci. Rep.</i>
S	Soil Biology and Biochemistry	<i>Soil Biol. Biochem.</i>
S	Soil Science and Plant Nutrition	<i>Soil Sci. Plant Nutr.</i>
S	Soil Science Society of America Journal	<i>Soil Sci. Soc. Am. J.</i>
S	Space Utilization Research	<i>Space Util. Res.</i>
T	Tohoku Journal of Agricultural Research	<i>Tohoku J. Agric. Res.</i>
T	Tree Physiology	<i>Tree Physiol.</i>
N	日本土壤肥料学雑誌	土肥誌

*原則として、標準略称 (ISO4) - Academic Accelerator に従った

執筆者等一覧

(目次及び本文中に記した寄稿者についてはこの一覧に含めていない。)
(敬称略・所属を記さない執筆者等は環境研職員・括弧内は R5.3.31 の所属)

章または節	執筆者等
環境研主要成果 青森県における自然放射線データ	植田 真司
環境研主要成果 六ヶ所再処理施設を対象とした総合モデル開発	阿部 康一
環境研主要成果 アクティブ試験前後のトリチウム濃度の変化	長谷川 英尚
環境研主要成果 土壌からイネへの放射性核種の移行	谷 享
環境研主要成果 物質循環閉鎖居住実験	多胡 靖宏
環境研主要成果 閉鎖陸圏施設を用いた湿地生態系炭素収支の解明	鈴木 静男 (沼津高専)
環境研主要成果 トリチウムの現実的な線量係数	増田 毅
環境研主要成果 低線量率放射線長期連続照射の影響	田中 聡
環境研主要成果 低線量率放射線連続照射による染色体異常の誘発	小村 潤一郎
環境研主要成果 低線量率放射線連続照射マウスの経時的剖検実験	田中 聡
設立の経緯と沿革	多胡 靖宏
第 2 部 研究開発	
1. 環境影響研究	植田 真司 谷 享 武田 晃 大塚 良仁 阿部 康一
2. 環境シミュレーション(閉鎖生態系)研究	多胡 靖宏 永井 勝
3. トリチウム影響研究	増田 毅
4. 生物影響研究	田中 聡 小村 潤一郎
第 3 部 研究施設	
1. 全天候型人工気象実験施設	川端 一史
2. 閉鎖型生態系実験施設	多胡 靖宏
3. 低線量生物影響実験棟	一戸 一晃
4. 先端分子生物科学研究センター	箭内 敬典 高井 大策
第 4 部 研究支援	
1. 環境試料等分析技術	大塚 良仁

2. 技術支援活動・安全体制整備	一戸 一晃
3. 実験動物飼育管理	一戸 一晃
第 5 部 アウトリーチ活動	
1. 国際シンポジウム等の開催	伊藤 寿 植田 真司 多胡 靖宏 田中 聡
1.1 環境動態研究部	
1.2 環境シミュレーション研究部	
1.3 生物影響研究部	
1.4 その他	
2. 環境研が実施してきたセミナー・講演会	伊藤 寿
3. 環境研が発行してきた刊行物	坂田 洋
4. 見学者の受け入れ	伊藤 寿
5. 研究協力	坂田 洋
6. 六ヶ所村への貢献・交流活動	伊藤 寿 植田 真司 山上 睦
第 6 部 環境研の未来	
1. 若手座談会	取り纏め：佐藤 雄飛
資料集	
(1) 環境研の設置及び青森県の地域開発計画における環境研の位置付けに関する資料	多胡 靖宏
(2) 予算の推移	高田 琢央
(3) 組織概形及び人員の変遷	高田 琢央
(4) 役員・監事の変遷	高田 琢央
(5) 評議員・顧問の変遷	高田 琢央
(6) 調査検討委員会等委員名簿	谷 享 多胡 靖宏 増田 毅 田中 聡
(7) 受賞リスト	谷 享 多胡 靖宏 田中 聡
(8) 発表論文リスト	谷 享 多胡 靖宏 増田 毅 田中 聡
(9) 主要施設の用地取得と建設	一戸 一晃
(10) 出捐者・賛助会員	高田 琢央
(11) 環境研と世の中の年表	坂田 洋 多胡 靖宏
(12) 学術雑誌名略記リスト	谷 享 田中 聡
執筆者等一覧	多胡 靖宏

編集後記

令和4年度始めの島田義也理事長の所員への挨拶では、環境研に課せられた、設立以来行ってきた事業の総括という大きな宿題に対する研究所の回答書が漸く纏まり、「第3者委員会」による一定の評価を得たことを受け、所内各層多くの方々が多いに汗をかかれたことに謝意を述べられるとともに、5年ほどの後にその「回答書」で示した対処の検証が必ず課せられるものと心に期して、全所一丸となって当たるべく意志の共有が図られた。

また、実際には令和2年12月に既に設立30年を経過していたのだが、研究所の正念場が一旦峠を越えたこのタイミングで、環境研30年史を発刊するとお話された。これを拝聴した聴衆の一員であった私は、先輩方が初期に纏められた五年史、十年史を参考にと理事長にお持ちしたところ、所設立時に在籍された方は既に残っていらっしやらず、初期を知る者も少なくなっていることから、私が本史の編纂を拝命することになった。さらに、現在当所顧問を務められている大桃洋一郎元所長・元理事長は、新田慶治元専務理事が創設された閉鎖生態系プロジェクトの総括がまだ十分に出来ていないと仰り、この30年史事業の中で長年の課題であった当該プロジェクトの記録を残すというミッションも、私には課せられることになった。

なお、本史では、原則令和3年度末、可能な場合は令和4年度末までの状況について記載した。「30年史」と称してはいるが、実質「31.3ないし32.3年史」ということになる。

改めて設立前後の資料を見ると、国内初の大型商用使用済核燃料再処理施設の地元受入れ条件の一つに答える形で設置された環境研ではあったが、当初は再処理施設が竣工し安全性が確認されるまでの限定された期間に、環境と住民の安全を第三者の立場で確認する役割を果たす位置付けであったことが分かる。その中で地元産業振興への寄与を含む期待も寄せられていた。それが2011.3.11福島第一原発事故から、日本のような技術先進国におけるいわゆる「原子力安全神話」の崩壊と共に、世の中の原子力を見る目が大きく変わり、環境研が地道に進めてきた環境放射能安全研究や低線量率放射線生物影響研究の発がんメカニズム解明への進展の重要性やユニークな成果が、世の中やアカデミアから認められつつあることが、この機に海外を含む所外から寄せられた熱いメッセージからも伺い知ることができる。

本史編纂の第一の方針として、こうした研究所の年史本は贈られてもそのまま書棚に収められてしまうことが多いが、この30年史は手に取って読んでみたいと思えるものにしたという島田理事長の意向があった。そこで、写真集に続く冒頭で、環境研主要成果を選抜し、各々1ページでイラストレーティブに作成することを企画した。上に述べたとおり、いわゆるステークホルダー、環境研OB、国内外の外部協力者、地元協力者の方々に依頼したところ、皆様予想以上に快く受け入れて下さり、外交辞令とは思われない熱いメッセージをお寄せいただいた。

環境研の世の中や青森県を含めた地元における認知度を広めることは今なお研究所の課題であるが、その期待の大きさにどう答えていくかは所員個々にとっても念頭に置くべき重い課題であろう。第5部アウトリーチ活動は、これに対応したこれまでとこれからの環境研の姿勢を示すものとして掲載した。しかしながら、環境研の未来は若手の活力なくしては机上の空論となってしまう。第6部として当所若手研究者の生の声を収録し、その意気を示すものとしたというのが、編集者の意図である。

なお、本史のアーカイブとしての価値を高めるものとして、研究機関としての成果を具現化した発表論文リスト、環境研を共に作り上げて下さったともいえる調査検討委員会等委員の方々のリストは省略することなく記載した。

完成した30年史を概観すると、必ずしも環境研の約30年を取りこぼしなく網羅した物とはなっておらず、またこうした年史本として均衡の取れた物ともなっていない。その責を負うとすれば、編集委員会委員長の不徳の致すところであり、予めお詫び申し上げる次第である。

令和5年4月 環境研30年史編集委員会委員長 多胡 靖宏

環境研 30 年史編集委員会

(委員、事務局及びスーパーバイザーは 50 音順)

委員長：多胡 靖宏

副委員長：箭内 敬典

委員：一戸 一晃, 伊藤 寿, 植田 真司, 川端 一史, 佐藤 雄飛, 高田 琢央, 田中 聡, 増田 毅, 吉田 聡

事務局：坂田 洋, 谷 享, 向井 香緒里

スーパーバイザー：大桃 洋一郎, 竹内 大二, 久松 俊一

理事長：島田 義也

環境研 30 年史

令和 5 (2023) 年 5 月 31 日

発行：公益財団法人 環境科学技術研究所

039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字家ノ前 1 番 7

TEL 0175-71-1200 FAX 0175-72-3690

ホームページ <http://www.ies.or.jp/> E メール kanken@ies.or.jp



印刷：有限会社 アート印刷

本書の無断複製・転載を禁じます

Institute for Environmental Sciences (IES)



2023, May