

JCO 臨界事故5周年に思う

高エネルギー加速器研究機構 名誉教授
放射線防護研究会 会長 加藤 和 明



東海村の核燃料加工施設 JCO で臨界事故が起きたのは5年前の1999年9月30日のことである。早いものであれから5年の月日が経った。類似事故の再発防止策を含め、この事故の後始末に費やされた労力やお金は膨大である。まともに計算したらどれくらいになるのか見当も付かない。医療・行政・司法・学界・産業界、等々多くの関連分野で沢山の仕事が生じた。延べ1万人に働いて貰うと、足代や食費を含め、1日に1万円は掛かるだろうから、これだけで1億円である。親会社が失った財は社会的評価の損失を除いても数百億円を超えと思われる。事故・災害には結果的に GDP を押し上げる力もあるけれど black joke の域を出るものではない。

事故は起こさないに越したことはないが起きてしまったものは仕方がない。意識的に行うことが許されない実験を神様がやって見せてくれたのだと考え、事故が起きたらそれから最大限の教訓やデータを汲み出すことに努めるべきである。

事故や災害は忘れた頃に起きるといわれるが、嫌な体験・思い出は、神様の智慧か、忘れるのが早い。災害・事故は沢山のことを学ばせてくれる貴重な教材なのだから、積極的に活用しなければならない。それでは、我々はこの事故から何をどのように学んだのであろうか？政府の原子力安全委員会や専門学会である原子力学会から分厚い調査報告書が作られているが、提言は丁寧に検討され、実行に移されているのであろうか？

ここでは、放射線防護の世界に身を置く者の一人として、個人的に思いを強くしている事項について書き残しておきたいと思う。

1. 放射線が人体に与える影響と放射線事故が人体に与える影響とは同じでないことを知った。放射線嫌悪症 radiophobia の成因についても正しく知る必要がある。
2. 緊急時の情報処理に際しては質への拘（こだ）わりより、経過時間への配慮の方が重要であることを関係者に教え込む必要がある。
3. 今日（世の中の分業若しくは専門化が細分化した結果）“木（樹）を見る名人”はそれなりにいるといえるが、“森を観ることのできる名人”が極端に少なくなっているということ。人材養成が喫緊の課題である。
4. 緊急時・非常時においては、物事の優先順位が通常時のそれとは異なるものであるということ、関係者に教え込む必要がある。医療の世界でいうトリアージュの概念が放射線防護の実務においても使われるべきである。
5. 原子力施設近傍の住民や一般人に対し、原子力や放射線に対する理解を深めて、“放射線嫌悪症”に悩む人たちが少なくしようという、従来の PA・PR 活動の方策は、いわれているほどには有効でないこと。信頼される“仲介者”の育成と活用のための制度設計や、希望者に対する個人線量計の無償貸与策、などが検討されることを期待する。
6. JCO の一般社員や家族に向けられた“社会的制裁”は“正当化”されない。次に備えた検討を望む。
7. 事故時の処置に対する評価も必要である。線量の評価値が 1 mSv を超えた住民に「ひばくしゃ」のレッテルを貼り健康診断を毎年続けているが、この政策には疑問を覚える。
8. 同様に、再発防止策への検証もなされるべきである。具体的には (1) 法令整備の出来映え評価、(2) 緊急時の被曝管理 [多くの放射線事業所では平常時/緊急時の管理システム切り替えの仕組みが適切に用意されていない]、(3) 専門家・特殊機材の活用策 [ネットワークなどを前もって用意して置かなければいざというとき間に合わない]
9. 最後に、(その気になれば、少なくとも物理的には、可能であった) 再現実験がなされようともしなかったことは、なされなかったこと以上に残念に思う。臨界量、線量、線量の伝播、等の推定値に対する実験的検証は学術的に有用である。

放射線防護の要諦はそのためのシステムの設計と運用に在るというのが、半世紀近くこの分野に身を置いて私が得た結論であるが、事故防止や緊急時の放射線防護についても例外ではない。

研究最前線

質量分析計を用いた有機結合型 トリチウムの測定

環境動態研究部 柿内秀樹



トリチウムとは約12年の半減期を持つ水素の放射性同位体です。トリチウムは宇宙線生成核種であり、環境中のトリチウム濃度はほぼ一定の値となっていました。しかし1952年以降の大気中核実験によって人工的に大量のトリチウムが放出されたため、降水中トリチウム濃度は上昇し、1963～1964年のピーク時には天然レベルの100倍を越え、その後大気中核実験の停止に伴い、その濃度は年々減少し、現在ではほぼ天然レベルまで下がってきています。

生物中のトリチウムには水の中に含まれるいわゆる自由水中トリチウムに加えて、有機物に結合した有機結合型トリチウムがあります。有機結合型トリチウムは生物学的半減期が長く、生体に吸収されやすいため線量評価上重要です。

従来、トリチウムは液体シンチレーションカウンターで計測されてきました。この手法は比較的検出感度が低く、また現在ではトリチウム濃度が減衰しているため、トリチウムを濃縮しないと検出できなくなっています。しかも水に不純物が入っていると異常値が出る等の欠点があります。

有機結合型トリチウムを測定するためには、乾燥試料を燃焼させて得られる水試料を液体シンチレーションカウンターで計測することによって行われます。有機結合型トリチウムは、水として地上へ供給されたトリチウムが光合成を通じて植物中に固定されたものなので、降水の濃度を反映し、現在の濃度レベルでは検出することが難しくなっています。

最近では放射能分析に依らず、質量分析計によって放射性核種を測定することが多くなってきました。トリチウムも、以下にあげる段階をへて、その壊変生成物であるヘリウム-3を質量分析計で測定することにより、低レベルのトリチウム濃度を高精度で測定することが出来ます。

- 1 脱ガスし、もともとあったヘリウムを除去します。
- 2 数ヶ月間放置し、トリチウム由来のヘリウム-3を蓄積させます。
- 3 質量分析計でヘリウム同位体比を測定します。
- 4 計算によって試料中のトリチウム濃度を算出します。

質量分析によるトリチウム測定は前処理が簡単なだけでなく、従来の液体シンチレーションカウンターで計測して定量する方法と比べて、検出感度は少なくとも10倍以上になります。またこの手法は試料の種類、形状を選ばないので様々な試料について応用が可能な分析法と言えます。



「希ガス質量分析計」

第121回環境研セミナー

講師：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

ラドン研究グループ

グループリーダー 山田 裕司 氏

日時：平成16年6月16日（水）10：30～12：00

演題：環境研究とエアロゾル

気体中に浮遊する微小な固体または液体の粒子をエアロゾルと呼ぶ。ヤマセに伴っての霧やタバコの煙などもエアロゾルである。自然界には種々のエアロゾル発生源が有るが、人間活動によっても発生し、工学、理学、医学等広い分野から関心をもたれている。

山田先生はエアロゾル研究に長く従事され、特に放射性エアロゾルに関してはわが国を代表する研究者である。放医研において、プルトニウムのエアロゾルを発生させて実験動物に吸入させ、生物影響を観察するという大きなプロジェクトのうち、吸入投与関連領域の責任者としてプロジェクトを成功に導かれ、現在はラドンの人体影響に関心を持ち、グループリーダーとしてラドン被ばくに関する実験研究を主導されている。

セミナーでは、エアロゾルの科学を基礎から分かりやすくお話いただくと共に放医研で行われているラドン研究の紹介をいただいた。すなわち、「エアロゾルとは」に始まり、いくつかの例を挙げて私たちが日常出会うエアロゾルについてお話し、



山田 裕司 氏

粒径等を含めたエアロゾル測定に関する最新の技術を詳細に解説された。また、任意のエアロゾルを発生させ、その物性や挙動に関し実験研究をする方法の紹介もされた。さらにその技術を用いての環境研究とのかかわりに関しお話いただいた。

環境中のエアロゾルのなかで環境放射能の観点から興味深いものとしてラドン壊変生成物がある。先生のグループは放医研においてラドンの標準場を主要設備とするラドン実験棟を整備し、環境中ラドン被ばく評価の精度向上を目指して精力的に研究を進めている。その一環として実施されたラドン被ばくにおけるトロンの寄与に関するお話、ならびに中国黄土高原地帯での洞窟居住者のラドン被ばく線量推定に関するフィールド調査のお話は大変に興味深いものであった。

環境研では大気中での放射性物質の動態も調査研究の柱の一つになっている。そのための全天候型人工気象実験施設での実験研究ではエアロゾルの取り扱いがポイントの一つになり、本セミナーは大変に有益なものであった。（稲葉 次郎）

第122回環境研セミナー

講師：大塚化学ホールディングス取締役

兼専務執行委員

日本農薬学会副会長

梅津 憲治 氏

日時：平成16年7月15日（木）15：00～16：30

演題：農薬と食：安全と安心

梅津先生は、カリフォルニア大学リバーサイド校時代に殺虫剤として国内外で広く使用されている「オンコル」を開発し、現在は、大塚化学ホールディングス株式会社取締役として経営企画を担当、また農薬学会副会長、神戸大学客員教授、福山大学非常勤講師として、農業並びに農薬に関する指導、教育を行っておられる。本セミナーでは、農薬が有する多面的な側面のうち、「人の健康との係わり」に焦点を当て、農薬を良い面、悪い面を

問わず正しく、正当に理解するという観点からお話を伺った。

果たして農薬の使用が、一般に言われるほど、事実として環境や農産物を汚染し、人の健康に悪影響を及ぼしているのであろうか。ゴルフ場において使用される農薬が飲料水の水源を汚染し、それが人の健康に害を及ぼすに至っているのであろうか。無農薬栽培の野菜は農薬を使用して栽培された野菜に比べ、より安全と言えるのであろうか。むしろ、安全性の保証された農薬を使用した方が、よりクリーンな農産物を生産できるのではないだろうか。社会一般に信じられているように、野鳥のトキの絶滅やメダカが減少した主な原因は農薬のせいなのだろうか。

消費者を始め多くの人々が、作物への農薬残留については心配しているが、同じ作物中に存在している天然化学物質については安全であると信じ込んでいる。しかしながら、天然物すなわち安全と言えるのであろうか。化学合成農薬という人工物との対比において、一般消費者の抱いている「天然、自然は良いもの」というイメージは果たして正しいのであろうか。また、同じような意味で最近もてはやされている「健康食品」は科学的に見て安全で人の健康に良いものなのであろうか。

約30年前の1970年当時における社会一般の農薬に対する認識は、「危険、怖い」であった。しかしながら、以後30年間の農薬科学に関する進歩には目覚ましいものがあり農薬の人や環境に対する安全性は格段に向上した。一方、一般の農薬に対する認識は依然として変わっていない。現在、農薬登録のある薬剤については厳密な安全性試験により



梅津憲治氏

登録範囲内で使用される限り安全性が保証されているが、一般が安全と思い込んでいる各種の農薬の代替資材（天然物、植物抽出物など）については安全性の保証がない。つまり、社会の農薬に対する思い込みと科学的なリスク評価はあべこべである。

これら農薬と食品の安全性に関し、一般の認識と科学的事実に基づいた検証結果や専門家の見方との間に大きなズレがあること、またそれに至った歴史的経緯と陥りやすい誤解について、判りやすく解説して頂いた。正確な情報を正しく伝えること、正しく理解することの大切さを痛感したご講演であった。（遠藤 政弘）

第123回環境研セミナー

講師：前大阪府立大学先端科学研究所教授
米澤 司 郎 氏

日時：平成16年8月18日（水）10：30～12：00

演題：小線量事前照射によるマウスの放射線抵抗性獲得とそのメカニズム

細胞レベルでは低線量放射線が適応応答を生じることがこれまでによく知られているが、今回のセミナーではマウスの個体レベルでの放射線適応応答という新しい現象を発見された米澤先生を迎え、講演していただいた。

マウスに、0.5Gy / min の線量率で6.75Gy の放射線を照射した場合、照射後10日前後から、生残率が低下し、30日後には20%未満にまで低下するが、6.75Gy 照射の12日前に0.45Gy / min の線量率で0.45Gy の放射線を事前照射しておく、30日後の生残率が80%以上にまで大幅に増えた。この場合の死因は主に骨髄死によるものであったが、6.75Gy 照射後の造血前駆細胞（内因性脾コロニー）、血球（血小板や赤血球）数を比較すると、事前照射をしたものは、事前照射していない場合に比べ、造血前駆細胞数の回復が早くなった。一方、血球数の回復には大きな差は見られないにもかかわらず

ず生残率が増加するという、従来の骨髄死に関する知見とは矛盾する結果が得られた。造血前駆細胞が何を生産することによって骨髄死を抑制するかを調べることで新しい知見が得られると考えられる。また、事前照射による放射線抵抗性の誘導（生残率の増加）のためには、一定の照射条件、すなわち、0.3～0.5Gy 事前照射では照射後9～17日の9日間に、さらに低い0.05～0.1Gy 事前照射では2ヶ月～2.5ヶ月後にそれぞれ急照射を施すことが必要であることが分かった。また前者の場合、頭部の事前照射が不必要であることも分かった。さらに、p53遺伝子欠損マウスでは造血前駆細胞数と血球数の回復を指標とした場合の事前照射の影響がみられなくなったことから、適応応答に p53 が関与していると考えられた。

このような、事前照射により放射線抵抗性にな

る現象は、事前照射の線量率によって変化することが考えられるので、環境研の0.05、1.0、20mGy / day の線量率ではどのような結果が得られるのか、ぜひ調べてほしいというご提案をいただいた。

(廣内 篤久)



米澤 司郎氏

短 信

夏のイベント特集!

7月から9月にかけて実施しました夏のイベントについて、ご報告します。

原子力と環境のかかわりに関する普及活動（文部科学省委託事業）の一環として、「理科教室」、「わくわく体験科学館」、「エネルギービデオ上映会」を実施しました。

村内の小学生を対象に、7月27日（火）に開催した理科教室「どこまで届くかな？ ～糸電話 vs. 電線電話～」では、誰もが遊びの中で経験したことがある糸電話や電気信号で音を伝える電線電話作りに挑戦しました。体育館一杯に張った40mの糸電話からかすかに聞こえる声や、500mの電線電話からはっきりと聞こえる声に驚きながら、目には見えない電気とその性質について、音を通して学びました。

毎年恒例の「わくわく体験科学館」が、青森県営スケート場（8月20日（金）～22日（日））と



「理科教室」

十和田市総合体育センター（8月28日（土）～30日（月））で開催され、温泉・海・キャンプ場などをイメージした空間で、湯の花や昆布などからの自然放射線を測定する「～探してみよう！放射線～ガンマランド」や、放射線観測装置「スパークチェンバー」や「霧箱」を展示しました。また、放

射線の利用として、貴金属などの成分を非破壊で測定できる「蛍光X線分析装置」の測定実演も実施し、両会場とも1万人を超える参加者で賑わいました。



「わくわく体験科学館 青森会場」

さらに、エネルギーや放射線についてわかりやすく解説したビデオや Mr. マサックのエネルギー実験ショーが楽しめる「エネルギービデオ上映会」が、7月31日（土）の八戸開催を皮切りに、弘前（8月22日（日））、青森市（9月19日（日））で開催され、幅広い年代の方々が来場されました。



「エネルギービデオ上映会 八戸会場」

村内レイクタウン幼稚園の園児約80名が、8月24日（火）、所内圃場にてジャガイモの収穫を体験しました。6月末の花の観察会で見た、土の中の赤ちゃんジャガイモの成長ぶりに驚きながら、両手で持ちきれないほどのジャガイモを収穫していました。



「ジャガイモ収穫体験」

実験動物慰霊祭

動物愛護週間中の9月21日（火）、実験動物慰霊式を執り行いました。役員、動物実験委員会委員他関係者参列のもと、黙祷、理事長による慰霊の詞、献花を行い、犠牲となった幾多の実験動物の尊い命を無駄にしないことを誓いました。



環境研ニュース 第47号 2004年10月

〔編集発行〕 財団法人 環境科学技術研究所

〔編集責任者〕 広報連絡委員会委員長 小山 兼二

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駮字家ノ前1番7

☎ 0175-71-1200(代) FAX 0175-72-3690 URL : <http://www.ies.or.jp>

〔印刷〕 (有)アート印刷