

公益財団法人環境科学技術研究所における調査研究評価の実施結果について
「人体内代謝実験調査」事後評価

公益財団法人 環境科学技術研究所

公益財団法人環境科学技術研究所においては、調査研究活動の効率化及び活性化を図ることを目的として、調査研究課題について、外部の評価者による評価を実施しています。今般、「人体内代謝実験調査」の事後評価を行いました。その概要は以下のとおりです。

1. 人体内代謝実験調査の概要

① 調査研究内容

大型再処理施設の稼動に伴い排出される放射性炭素(^{14}C)とトリチウム(^3H)は、被ばく線量評価上重要な核種であるが、現行の ICRP による経口摂取された ^{14}C 及び ^3H に対する内部被ばく線量換算係数は、人体内における代謝データの不足から極めて単純化された代謝モデルに基づいて求められている。そこで本調査では、 ^{13}C で標識したアミノ酸や脂肪酸等の栄養素を種類毎にボランティアに経口投与し、代謝に関するデータを取得して、実験に裏付けられた ^{14}C 代謝モデルを構築することにより、ICRP の線量換算係数の安全裕度を明らかにするとともに、食生活や食品の流通経路の変化に対応した柔軟な評価を可能にすることを目的とした。さらに、有機結合型 ^3H についても、 ^{14}C 代謝モデルと HTO の代謝モデルを組み合わせることにより、代謝モデルを構築して、同様の調査を行うことを目的とした。

本調査研究では以下の調査を実施した。

1) 被験者による代謝実験調査

主要栄養素に含まれる炭素の代謝サブモデルを作成するため、以下の ^{13}C 標識化合物をボランティアに経口投与し、無機態（呼気で代表）及び有機態（毛髪で代表）での排泄を測定した。

- (1) 一価不飽和及び多価不飽和脂肪酸の代表としてオレイン酸及びリノール酸
- (2) 主要アミノ酸、コラーゲン材料アミノ酸及び芳香族アミノ酸の代表としてグルタミン酸、グリシン及びフェニルアラニン
- (3) 単糖の代表としてグルコース

2) モデルの作成・検証と線量評価

上記 1) の調査結果及びこれまでに得られている結果を組み合わせ、栄養成分構成比の異なる食材及び食事摂取状況に対応した予測が可能な ^{14}C 代謝 IES モデル及び ^3H 代謝 IES モデルを作成した。また、食材の例として ^{13}C 標識したラッカセイ（脂質を多く含む食材）及びダイズ（3 大栄養素をバランスよく含む食材）を用いて、1) と同様の実験を行い、 ^{14}C 代謝 IES モデルの有効性を検証した。さらに、モデルにより日本人の栄養摂取状況に従った線量換算係数を求めた。

② 調査研究期間

平成27年4月～令和元年度（5年間）

③ 調査研究結果

1) 被験者による代謝実験調査

^{13}C で標識した脂肪酸2種類、アミノ酸3種類及び糖質1種類の16週以上にわたる炭素代謝排泄データを呼気及び毛髪から得た。平成26年度以前の飽和脂肪酸及び分岐鎖アミノ酸投与実験の結果と併せて比較したところ、不飽和脂肪酸中 ^{13}C では、投与量に対する回収率が低かった。

2) モデルの作成・検証と線量評価

1) で得られたデータ及びこれまでの結果を総合して ^{14}C 及び ^3H 代謝モデルを構築した。不飽和脂肪酸等では、投与した ^{13}C の一部が未回収となったため、未回収部分は脂肪組織に蓄積されるとして、文献による脂肪組織中炭素の生物学的半減期を用いてモデル計算を行った。脂肪組織には組織加重係数(Tw)が与えられていないため、これを0、その他組織の0.12及び1.0と仮定して線量換算係数を計算したところ、Twの値により線量換算係数が大きく変化するものの、ICRPの ^3H 及び ^{14}C の線量換算係数は計算結果の範囲に入ることが分かった。Tw=0.12とした場合の ^{14}C の線量換算係数はICRPの値と同様であったが、 ^3H ではICRPの約2倍の値となった。

^{13}C で標識したラッカセイとダイズをボランティアに投与した実験結果を基に代謝モデルを作成し、Tw=0.12として線量換算係数を求め、上記モデルによる値と比較したところ、後者は前者の約2倍となり、上記モデルは保守的な結果となることが明らかとなった。

2. 評価の概要

① 評価の種類 : 事後評価

② 評価実施期日 : 令和2年2月14日

③ 評価結果

- 1) 計画されていた結果は得られており、当初の目標及び目的は達せられた。今後は、得られた結果の適用限界も明確にしつつ早期に論文にすることが望まれる。
- 2) 将来の検討課題として、線量換算係数への影響が大きかった未回収部分に関する解明、体形及び性別等による個人差並びに栄養素単体と食品との吸収等の差の解明が挙げられる。

3. 評価に対する対処方針

- 1) 今後、適用の限界を明確にしつつ、積極的に調査成果を論文として発表していく。
- 2) 今後の調査等において、指摘された課題の解明を行うことを検討する。

4. 評価委員

主査	八田 秀雄	東京大学大学院 総合文化研究科
	高橋 知之	京都大学 複合原子力科学研究所 原子力基礎工学研究部門
	武田 洋	元放射線医学総合研究所
	田中 茂穂	医薬基盤・健康・栄養研究所
	武藤 逸紀	青森県原子力センター
	横山 須美	藤田医科大学 医療科学部 放射線学科