

短寿命 RI の利用促進のための分子イメージング・トレーサー実験の実態調査

1. 調査研究の目的

研究用 RI は物理、化学、生物学の基礎研究から、工学、農学、薬学、医学分野の応用研究に至る幅広い研究分野で使用されている。無機材料から人体まで全ての物質の構成要素である元素(原子核)を、放射性同位体に置換することにより、標識化することができる。また放射性同位体から放出される粒子でがんの治療を行うための開発研究も始まっている。特に生化学分野ではこの特徴を生かして、トレーサーや分子イメージングのような物質の生体内での動きや集積を調べる実験が行われてきている。しかし、これまで使われてきた標識用 RI は流通上の理由により寿命の長い RI に限られていた。寿命の長い RI だけでは選択できる元素も限られており、また放出される放射線の種類の選択肢が限られるという問題があった。近年、加速器を利用することで短寿命 RI を製造することが可能になり、前述の問題を解決することが可能になった。近年、大阪大学核物理研究センター(RCNP)が中心となって、国内の加速器施設がネットワーク化して実現した「短寿命 RI 供給プラットフォーム」により短寿命 RI を個々の研究者が入手することが可能となった。しかし、短寿命 RI の利用者が急激には増えてはいないため、短寿命 RI の利用の障害を探るための調査を行うこととした。特に、生化学分野でこれまで使われてきた検出装置は特定の RI に特化されて設計されているため、急激に短寿命 RI を利用することは困難で検出器等の整備が必要である。物理学分野では、測定する放射線の種類に応じて必要な検出器を設計することを長年行ってきたので、物理学分野における検出器の技術を応用する可能性や共同研究の可能性も探ることとした。

2. 調査の方法

主に動物や植物のイメージングを行っており、短寿命 RI をすでに使用しているか今後使用する希望がある RI 施設を訪問した。具体的な実験方法のヒアリング、現在使用している RI や装置の調査を行った。また、短寿命 RI 利用の可能性、研究の拡張性、法的な問題点、異分野との共同研究への興味等のヒアリングを行った。

調査を行った施設は以下の通りである。

① 主に動物のイメージングを行っている施設

- ・東京大学 ラジオアイソトープ総合センター (2018/9/14)
- ・長崎大学 先導生命科学研究支援センター アイソトープ実験施設 (2018/11/12)
- ・北海道大学 アイソトープ総合センター(2019/1/31)
- ・理化学研究所 生命機能科学研究センター (2019/2/19)

② 主に植物のイメージングを行っている施設

- ・量子科学技術研究開発機構 高崎量子応用研究所 (2018/7/11)
- ・東京大学 大学院農学研究科 (2018/9/14)
- ・鳥取大学 研究推進機構 研究基盤センター 鳥取地区放射線施設 (2018/10/31)
- ・筑波大学 アイソトープ環境動態研究センター (2019/2/28)

3. 調査結果

① 動物のイメージングを行っている施設でのRI利用の特徴

主に ^{18}F をデリバリーまたは近隣施設からの譲渡により利用している。 ^{18}F の寿命が短いので $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ ジェネレータを使用している施設もあった。抗体等の分子量が大きい物質に標識するので、RI としては元素の種類は問わず、将来的に人に投与することを考慮すると寿命が短いことが重要である。

$^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ ジェネレータはデリバリーのスケジュールに依存しないので非常に便利だが高価であること、またデリバリーの ^{18}F は放射能濃度が小さいことが問題点として挙げられた。

アルファ線内用療法を目的とした ^{211}At を短寿命 RI プラットフォームを利用して入手するほか、自施設での使用承認がないため ^{211}At を製造する施設へ出向いて研究を行っている施設もあった。

② 植物のイメージングを行っている施設でのRI利用の特徴

植物の研究では、元素そのものの動態を見るので特定の元素の RI が必要である。その一方で、RI の寿命は長くても短くても良い。特に三要素と言われている窒素、リン、カリウムのうちカリウムには半減期が極端に長い物(例: ^{40}K)の他は短寿命 RI しか存在しない。ある施設ではたまたま入手できた $^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$ ジェネレータを利用していた。また、短寿命 RI プラットフォームにより $^{42,43}\text{K}$ を供給した施設では画期的なデータが得られていた。

③ 使用している検出器

どの施設もオートサンプルチェンジャーを備えたガンマカウンタや液体シンチレーションカウンタを所有し、利用していた。

動物のイメージングを行っている施設では PET カメラや SPECT カメラを使用していた。マルチトレーサーPET を開発している施設では短寿命 RI プラットフォームが供給した $^{44\text{m}}\text{Sc}$ を利用していた。

植物のイメージングでも PET カメラや BGO によるガンマカメラを使用している施設があった。

シンチレータを植物に近づけたり塗布したりし、その光を CCD カメラを使ってイメージングしている施設もあった。それぞれ工夫された独自の検出器が使われていた。ある施設ではストリップ型ゲルマニウム検出器を使用しており、その複雑さからデータ解析に時間を要していた。

④ 分野を超えた共同研究の可能性

新しいイメージング検出器を開発している施設では、検出器からの信号の読み出しや解析に詳しい物理分野との共同研究の希望があった。すでにその専門家がいます施設もあったがマンパワーが十分でないため、学生の教育や大学院生のアルバイトなどができても良いという意見もあった。

RI 標識合成においても例えば合成の確認のための HPLC と放射能を評価するガンマカウンタは独立しているので、これらを自動化して効率の良い測定ができると良いという意見があった。

総合大学や研究所では分野の異なる研究者同士が協力している例もあったが、より広い範囲で共同研究に向けたオープンに話し合う場があると良いという希望もあった。

⑤ その他の課題

短寿命 RI プラットフォームが個々の研究者に対して課題を公募しているため、施設が主体となってイメージングを行っている施設は応募しにくいという意見を得た。例えば、デリバリーの¹⁸F は放射能濃度が小さいので、濃度の大きい¹⁸F をプラットフォームから供給を得ようとしてもできあがった画像を見る研究者がその必要性を述べてプラットフォームに応募することは困難であるとのことであった。