

第 63 回応用物理学会春季学術講演会

2.放射線 分科企画シンポジウム 「医学分野における RI 利用の現状と展望」開催報告

【1】はじめに

放射性同位元素 (RI) は医療分野で広く利用されており、RI から放出される放射線を用いることで、がんの治療や病巣位置の診断を行うことが可能となった。近年、医学分野では科学の進歩がもたらした新しい診断法・治療法として RI 利用が注目されている。そこで、RI を利用した画像診断や医薬品の開発、治療方法等について紹介することを目的として、2016年3月20日(日)に「医学分野における RI 利用の現状と展望」のテーマでシンポジウムを開催した。本シンポジウムでは招待講演者6名による講演を二部構成で行い、前半はイメージングや細胞損傷シミュレーションに関する内容を、後半は RI の製造や医療応用に関する内容をご紹介頂いた。

【2】講演内容抜粋

前半セッションの一人目からは、最新イメージング技術の医学利用の試みとして、宇宙線測定や環境放射能モニタリングで利用されているコンプトンカメラ技術を応用した事例を幾つかご紹介頂いた。なかでも、 ^{90}Y のイメージングに関する研究は非常に興味深いものであった。現状で ^{90}Y を治療に用いる際には、事前に ^{111}In によるイメージングを行う事が求められている。講演者は、本来治療に用いられる ^{90}Y から放出される制動放射線に着目し、 ^{90}Y 自体をイメージングする技術を検討されている。この技術が実用化されれば、 ^{111}In によるイメージングが不要となる可能性があり、多くの患者の利益につながる事が期待される。講演後には多くの質問が寄せられ、イメージング技術の分解能や今後の課題等について活発な議論が交わされた。二人目の講演者からは、医学分野において臨床現場で普及している PET 装置についてご紹介頂いた。正しい画像を得るまでに必要となる工学的解析技術のさまざまなアプローチを、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターにおける実例とともに網羅的にご紹介頂き、さらに、アミロイド β やタウタンパクに着目したアルツハイマー病の早期診断といった最先端の応用事例についてもご紹介頂いた。前半セッションの最後は、Geant4 を用いた MK モデルによる細胞損傷シミュレーションについてご講演頂いた。内用療法における基礎研究においては、現在、モンテカルロシミュレーションによる DNA レベルの放射線相互作用計算の利用検討が進められており、応用物理学会でも関連する演題が増加することが見込まれる。今回のご講演で、シミュレーションで得られた細胞損傷の式が、線量の細胞応答を評価する上で度々使用される LQ モデルと良く一致する事が報告されたが、質疑応答において、他のグループの研究者の実験からも同様の式が得られているとのコメントがあり、理論面から式を導いた点で大変意義深いとの意見が寄せられた。

後半のセッションでは、まず加速器を用いた RI 製造における垂直照射についてご紹介頂いた。一般的な加速器は水平に設置されており、ターゲットへの照射も水平に行われる。しかしながら、大電流の照射を行うとターゲットが融け落ちてしまい、効率的な照射が行えない可能性が従来から問題視されてきた。講演者は、照射場所を地下に設置し、電磁石を用いてビームを 90°曲げることで垂直照射を実現した。この方法ではターゲットが融けても一定のターゲット厚が維持できるため、大強度の照射を行う事が可能である。この方法で ^{211}At を製造した結果 9.5mCi が製造できており、この倍の量を作ることが出来れば、治療に適用することも可能ではないかとのことであった。今後、製造方法等のさらなる改良による大量製造の実現が期待されることが説明された。二人目の講演者からは、RI 治療における α 放射体の適用についてご紹介頂いた。低酸素組織のがん細胞に対する β 線や γ 線の細胞致死効果は小さい。しかしながら、 α 線は低酸素組織に対しても細胞致死効果が大きく、また α 線は短い距離で大きなエネルギーを失うため、的確にがん細胞へ薬剤が輸送されれば正常細胞への悪影響を低減することが可能である。これらの理由から α 治療薬は RI 内用療法への適用が期待されており、いくつかの α 核種の製造方法や臨床例等について報告された。講演後には多数の質問があり、 α 治療薬のイメージング技術等について活発な議論が交わされた。後半セッションの最後は、新しい β -放出核種を用いた放射性薬剤の開発についてご講演頂いた。これまで述べたように α 核種は今後の RI 内用療法に期待されているが、現在 RI 内用療法で治療が行われているのは β 核種である ^{90}Y 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I のみである。最後の講演では β 核種に着目し、腫瘍サイズに応じた最適な β 線エネルギーが存在するのではないかとの考えのもと、いくつかの症例が紹介された。投与量が大きく異なるものの、 ^{90}Y イブリツモマブチウキセタンと ^{131}I トシツモマブでは症例によっては同等以上の治療効果が得られることが紹介され、 β 線エネルギーが高ければ治療効果が上がるわけではない事が説明された。本発表では ^{90}Y より放出する β 線のエネルギーが小さく、 ^{64}Cu と同一の標識で利用できる可能性のある ^{67}Cu に着目してマウスで実験した結果が紹介された。しかしながら、生成できた ^{67}Cu の放射能は約 46 μCi と小さく、治療効果は確認できなかったとのことである。今後はより高い放射能の ^{67}Cu を製造するための技術開発が望まれており、本シンポジウムで紹介された垂直照射などの技術の応用が期待される。腫瘍サイズに応じた最適な β 線エネルギーという考えが定着すれば、 ^{67}Cu と ^{90}Y の間のエネルギーも必要になるのではないかという質問があり、その解決策の一つとして ^{177}Lu や ^{186}Re などの核種が有効ではないかとの意見が交わされた。

【3】終わりに

本シンポジウムでは、イメージング技術から RI の製造、臨床例まで幅広く紹介された。本シンポジウムの講演は大変興味深いものが多く、医学における RI 利用が今後発展していくことを予感させるものであった。これらの内容が他分野も含め多くの研究者にとって有益なものであり、結果として多くの患者の利益につながることを期待する。