

体内で放射線がん治療を行う「アルファ線内用療法」に必要な材料、 アクチニウム 225 の高効率・高品質な製造技術を世界で初めて確立

体内に広く分散したがんにも有効な放射線治療方法の早期実用化に貢献

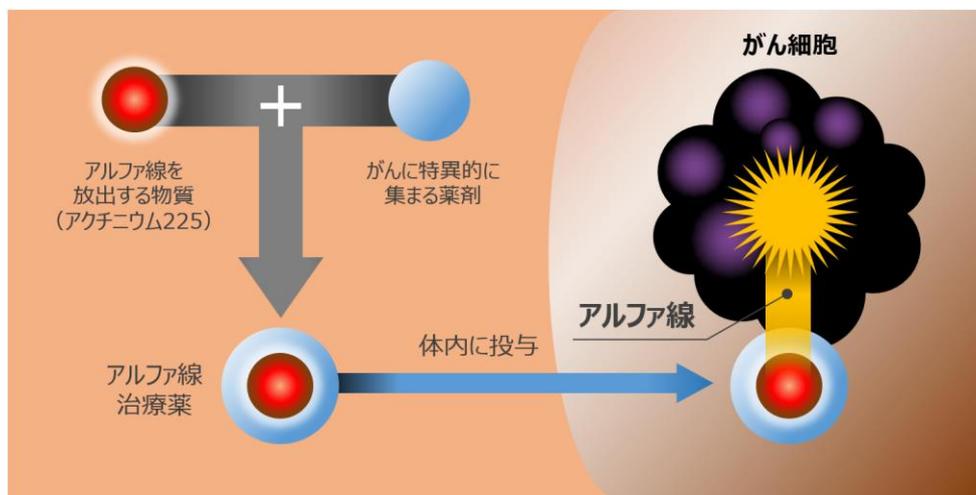


図1 アルファ線内用療法の原理

株式会社日立製作所(以下、日立)と、国立大学法人東北大学(以下、東北大学)、国立大学法人京都大学(以下、京都大学)は、放射線がん治療法の一つであるアルファ線内用療法に必要な、アクチニウム 225(以下、アクチニウム)を、高効率・高品質に製造可能な技術を世界で初めて*1 確立しました。アルファ線内用療法は、がん細胞を破壊するアルファ線を放出する物質と、がん細胞に選択的に集積する薬剤を組み合わせた治療薬(以下、アルファ線治療薬)を患者に投与し、体内からがん細胞を攻撃する新しい治療法です(図 1)。体内に広く分散したがん細胞など、既存の方法では治療困難ながんにも効果があることが知られ、早期実用化が期待されています。今回、三者はラジウム 226(以下、ラジウム)を原料とし、電子線形加速器*2 を用いることで、分離できない不純物を生成せず、高品質なアクチニウムを効率よく製造できる技術を確立しました。

今後、日立と東北大学、京都大学は、本製造技術の実用化に向けた研究開発を進め、アルファ線内用療法の早期実用化と、がん患者の Quality of Life(QoL)向上に貢献していきます。さらに日立は、国立研究開発法人国立がん研究センターと共同で、本技術で製造したアクチニウムの薬剤への適用性評価*3 に関する研究を 2021 年 10 月から開始し、社会の「安心・安全(一人ひとりの健康で快適な生活)」に貢献する研究開発をさらに推進します。

放射線がん治療法には、がん細胞に向けて放射線を体外から照射する方法と体内から照射する方法があります。アルファ線内用療法は、アルファ線治療薬を体内に投与し、がん細胞を選択的に治療する副作用の少ない治療法です。特に、体内に広く分散したがん細胞など、従来の治療法では治療が困難ながんへの適用が期待されています。アルファ線を放出する材料としてアクチニウムを用いた治療法は、がんが全身に転移した前立腺がんの患者に対して高い治療効果が報告*4 されて以降、世界各国でその効果や安全性などを確認する臨床試験*5 が進められています。しかし、アクチニウムの製造方法は、従来、取り扱いが難しい核物質*6 であるトリウム 229 を原料とした少量生産(63 GBq/年)*7 しか確立されておらず、アルファ線内用療法の普及に必要な量のアクチニウムを確保できないという課題がありました。

そこで、日立と東北大学電子光理学研究センターおよび京都大学複合原子力科学研究所は、これまで日立が粒子線治療や原子力発電分野で培ってきた技術を活用し、核物質を用いない製造方法として、ラジウム 226(以下、ラジウム)を原料とし、電子線形加速器を用いてアクチニウムを高効率・高品質に製造する技術を世界で初めて確立しました。本製造技術は、原料のラジウム全体に、透過力が高い制動放射線*8を照射して、アクチニウムを効率的に製造するもので、分離できない不純物が生成されないため、高品質なアクチニウムが得られます(図 2)。

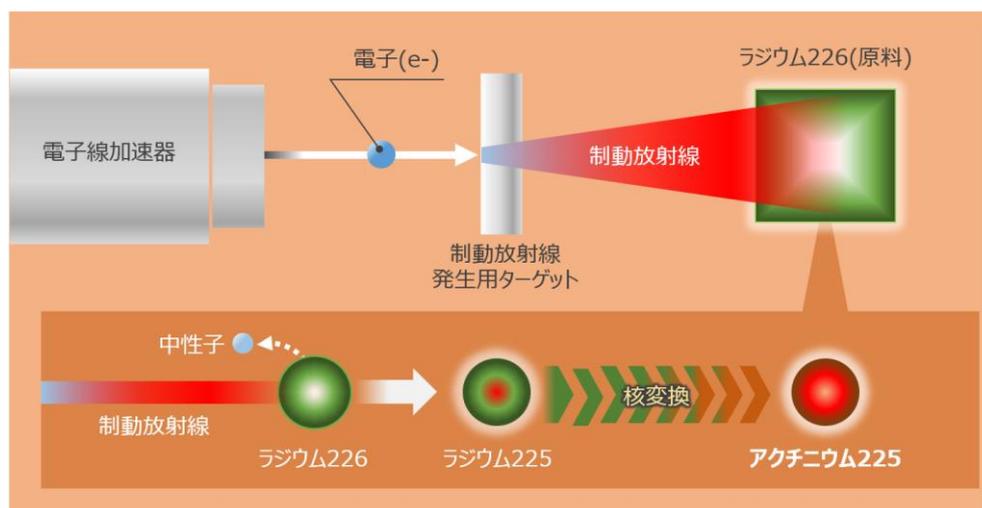


図 2 電子線形加速器によるアクチニウム 225 の製造方法

今回、少量のラジウムを用いたアクチニウムの製造に関する原理試験を行い、制動放射線とラジウムとの光核反応*9に関する詳細なデータを収集しました。その知見に基づき、大量のラジウムを取り扱える技術をもつ東北大学金属材料研究所を加えた共同研究により、今後の薬剤への適用性評価に十分な量(約 370kBq)となるアクチニウムの製造に成功しました。これは、本製造技術の実用化に向けた大きな進歩であり、実用化により、世界年間製造量(63 GBq/年)*7のアクチニウムを 1 日で製造可能*10となります。

なお、本成果の一部は、2021 年 10 月 20 日～23 日に開催される第 34 回欧州核医学会*11において、Top Rated Oral Presentation として発表します。

*1 電子線形加速器を利用し、ラジウム 226 原料の光核反応によってアクチニウム 225 を製造する一連の技術として世界初。
 *2 電子を加速し、高エネルギーの電子ビームを生成する直線型の加速器。
 *3 アクチニウムを薬剤に結合させる際の効率や安定性を評価すること。
 *4 C. Kratochwil et al., J Nucl Med. 2016, vol.57, p1941-1944.
 *5 健康な成人や患者を対象に新しい薬や治療法の効果や安全性を科学的に調べる方法。
 *6 原子力発電所の核燃料の原料となる物質(ウラン、プルトニウム、トリウム)。
 *7 A. K. H. Robertson et al., Curr. Radiopharm., 2018, vol.11, p156-172.
 *8 高エネルギーの電子を金属等に照射した際に生成する電磁波。
 *9 高エネルギーの光子(制動放射線など)によって生じる原子核反応。
 *10 試算条件: 反応断面積(反応確率)の理論値を用いたシミュレーション、及び原理試験時のアクチニウム製造量結果によるもの。
 *11 第 34 回 欧州核医学会: 34th Annual Congress of the European Association of Nuclear Medicine(EANM2021).
<https://eanm21.eanm.org/>

■日立製作所について

日立は、データとテクノロジーで社会インフラを革新する社会イノベーション事業を通じて、人々が幸せで豊かに暮らすことができる持続可能な社会の実現に貢献します。「環境(地球環境の保全)」「レジリエンス(企業の事業継続性や社会インフラの強靭さ)」「安心・安全(一人ひとりの健康で快適な生活)」に注力しています。IT・エネルギー・インダストリー・モビリティ・ライフ・オートモティブシステムの6分野で、OT、IT およびプロダクトを活用する Lumada ソリューションを提供し、お客さまや社会の課題を解決します。2020年度(2021年3月期)の連結売上収益は8兆7,291億円、2021年3月末時点で連結子会社は871社、全世界で約35万人の従業員を擁しています。

詳しくは、日立のウェブサイト(<https://www.hitachi.co.jp/>)をご覧ください。

■東北大学電子光理学研究センターについて

東北大学電子光理学研究センターは、東北大学の附置研究所で、電子線形加速器と電子シンクロトロン加速器を使って最大エネルギー1.3GeVの電子線あるいは光子ビームを作り、共同利用の実験者に提供するとともに、原子核内のクォーク・ハドロンから、物質科学まで広い範囲を対象とした物質の構造と性質の研究を推進しています。また、より高度なビーム利用実験を可能にするため、最先端の加速器科学・ビーム物理の研究を進めています。

■東北大学金属材料研究所について

東北大学金属材料研究所は、東北大学の附置研究所で、材料科学に関する学理及びその応用の研究を目的としています。理学と工学を連携・融合し、材料科学の基礎から応用にわたる研究教育活動を展開しています。

■京都大学複合原子力科学研究所について

京都大学複合原子力科学研究所は、全国大学共同利用研究所として2基の研究用原子炉(KUR、KUCA)や加速器などを用いて、物理、化学、生物、工学、農学、医学などの多様な分野にわたる同位体利用化学研究及び教育活動を行っています。

以上