

エアロゾルを用いた At-211 の分離回収試験

Experiment of At-211 separation and recovery methods by aerosol

湯原 勝¹⁾ 宮本 真哉¹⁾ 和田 怜志¹⁾ 中居 勇樹¹⁾ 大森 孝¹⁾
Masaru YUHARA Shinya MIYAMOTO Satoshi WADA Yuki NAKAI Takashi Omori

¹⁾東芝エネルギーシステムズ

(概要) 放射性同位元素 (RI) を用いたがん治療薬原料として、短半減期 α 核種アスタチン-211 (At-211) が注目されている。Bi ターゲット中に α 線照射で生成した At-211 を医薬品原料として使用するには、生成した At-211 を Bi から分離・回収する必要がある。一般的な分離手法として、Bi の沸点が At より高いことを利用した乾留法が開発されているが、量産化のためには At 回収のための洗浄工程の合理化が求められる。そこで、乾留法にエアロゾルを導入し、フィルタで回収する手法を検討した。本手法の At 分離回収への適用性検討のため分離回収試験を実施し、エアロゾル導入により At 回収率が向上することを確認した。

キーワード : At-211、分離、回収、エアロゾル

1. 目的

At-211 の半減期は 7.2 時間と短いため、製造後の迅速な分離回収技術の開発が必須である。既往研究 (引用文献 1) では、乾留後の配管内に付着した At は純水で洗浄回収しているが、量産化プロセスを実現するには、上記洗浄工程の削減あるいは簡略化が望まれる。そこで、乾留法にエアロゾルを導入してフィルタ上に回収する手法を検討した。当該手法は超重元素の迅速分離・分析技術 (ガスジェット法) の応用であり、蒸発した At-211 をエアロゾルに付着させて回収するものである。Bi ターゲット中からの At 乾留分離回収において、エアロゾルを導入による At のフィルタ回収率への影響を評価することで、本手法の適用性について検討した。

2. 方法

図 1 に示すように Bi チップをアルミ箔で養生し、照射用治具にセットしてタンデム加速器ビームライン R2 にて照射することで At-211 を生成した。At-211 の化学分離には図 2 に示す装置を使用した。石英ボートにエアロゾル源 (KCl 粉末)、照射済み Bi チップを入れ、それぞれエアロゾル用電気炉、ターゲット用電気炉内に装填して加熱することで、エアロゾル発生および At-211 蒸発を行った。He ガスをマスフローコントローラで流量調整し、試験装置に導入した。加熱対象物 (エアロゾル源もしくは照射済み Bi チップ) の直上に設置した熱電対を温調器に接続して、加熱対象物の加熱温度を調整した。2 台の電気炉内配管は 2 重構造として外管は SUS 製、内管は石英製とした。その他の接続配管はフッ素樹脂製のものを使用した。

①ターゲットの照射 (At の生成)

タンデム加速器ビームライン R2 にて 24.85 または 28.0 MeV に加速した α 線を Bi チップに 10 分間照射し、 $^{209}\text{Bi} (\alpha, 2n) ^{211}\text{At}$ により At-211 を生成した。照射済みターゲットを取り出し、Ge 半導体検出器で γ 線スペクトルを測定し、76~92 keV のピークを用いて At-211 生成量を求めた。

②エアロゾルの発生

石英ボートに KCl 粉末を入れ、電気炉で 750°C に加熱した。He ガスを 1.5 L/min で導入することで KCl をエアロゾル化させた。

③At の分離回収

電気炉内に照射済み Bi チップをセットし、エアロゾル含有 He ガス導入開始後、照射済みターゲットを加熱して At-211 を蒸発させ、回収ガスをガラス繊維フィルタに通すことでエアロゾルを回収した。フィルタ捕集物を NaOH 水溶液で溶解し、Ge 半導体検出器で溶液の γ 線スペクトルを測定し、76~92 keV のピークにより At-211 を定量した。

照射済みターゲットで生成した At-211 量とガラス繊維フィルタからの At-211 回収量を比較することにより分離回収性能を評価した。

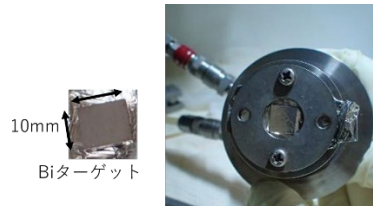


図 1 ターゲット外観および照射治具取り付け後の様子

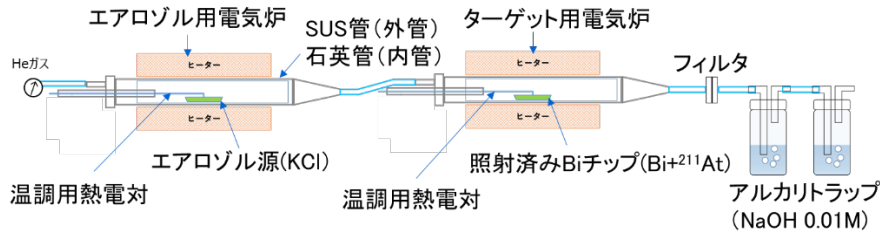


図 2 At-211 分離装置

3. 結果及び考察

図 3 に分離前後のターゲットの γ 線スペクトルを示す。分離前ターゲットの γ 線スペクトル解析により、At-211 の生成を確認した。また、分離処理後の γ 線スペクトルから、At の沸点以上にターゲットを加熱することでターゲットから At が蒸発することが確認できた。分離回収性能をエアロゾル有無で比較したところ、エアロゾル未導入に対しエアロゾル導入によりフィルタ上での At 回収率が 4.7 倍に増大した。蒸発した At-211 がエアロゾルに付着することにより物理捕集されやすい形態となったためと考えられる。今後、エアロゾルの発生条件および At-211 とエアロゾルの混合条件を見直すことで At-211 の回収率向上を図る。

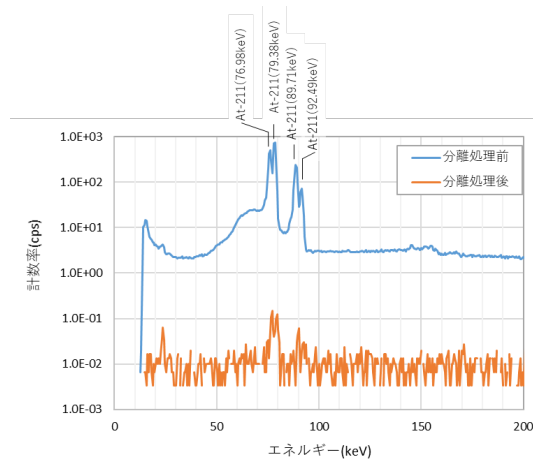


図 3 分離処理前後のターゲット γ 線スペクトル

4. 引用(参照)文献等

1. E. Aneheim et al, “Automated astatination of biomolecules – a stepping stone towards multicenter clinical trials” (2015)

以下の項目について必ず記入してください。(公開されません)

実施報告書提出日	2021 年 5 月 31 日 提出期限は原則5月30日必着です。	
研究代表者	氏名 湯原 勝 (所属 東芝エネルギーシステムズ株式会社)	
利用施設	施設	装置 (ビームポート、ライン名等)
	タンデム加速器	ビームライン R2
成果公表の予定	<p>供用施設を利用した年度の翌年度の4月1日から起算して2年以内に論文発表等で成果を公表し、公表後速やかに「成果公表連絡票」により発表資料等の写しを添えて報告してください。</p> <p><u>定められた期間内に成果が公表されなかった場合は、成果占有課題の利用料金が適用され、お支払済みの利用料金との差額をお支払いいただきます。また、今後の利用課題の採択及び利用時間の配分を決定する際に重要な判断基準となりますので、ご承知お願います。</u></p>	
発表形式 (該当を○で囲む)	原著論文、総説、プロシーディングス、書籍、雑誌、社内報、 (学会) 研究会、セミナー、シンポジウム、講演会、報告会、プレス発表、 特許出願等	
誌名/講演会名	放射化学討論会または日本原子力学会	
投稿/発表時期 (該当を○で囲む)	3ヶ月以内 (6ヶ月以内) 1年以内 2年以内 発表の予定が立たない	
	発表の予定が立たない場合はその理由と今後の計画	例:「論文になる十分な結果が得られなかったため再実験を行う予定」、「複数回の実験が必要で次回の課題終了後に発表予定。」等
公表にあたって	本研究を論文発表等で成果を公開する場合は、論文等に「日本原子力研究開発機構の施設供用制度」にて行ったことを明記してください。 英文の場合は、以下を参考にしてください。 This work was performed under the Shared Use Program of JAEA Facilities.	
学位論文等の件数	機構の施設供用制度をより一層発展・充実させるためには、供用施設を用いて行われた研究成果が科学技術発展への寄与や成果の社会への還元が図られていること、そして施設供用が原子力の人材育成に寄与していること等を、外部に向けて発信することが求められています。 そのため供用施設を用いて行われた研究に係る学位論文等の件数が重要な指標の一つとなりますので、該当がある場合は以下にご記入願います。	
	集計期間*	__年4月 ~ __年3月
	学位論文 (博士)	件
	学位論文 (修士)	件
	学位論文 (学士)	件
	学術論文	件
	* 集計期間は、施設供用が行われた年度の1年間	