

平成30年7月27日現在

機関番号：82502

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K13727

研究課題名（和文）がん治療用アスタチン-211の大量製造を可能にする循環式液体ビスマス標的の開発

研究課題名（英文）Development of circulating liquid bismuth target system enabling large-scale production of astatine-211 for cancer treatment

研究代表者

石岡 典子 (ISHIOKA, NORIKO)

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・高崎量子応用研究所 放射線生物応用研究部・首席研究員（定常）

研究者番号：30354963

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：アスタチン-211（ ^{211}At ）は、 α 線放出核種であり、体内に投与する次世代のがん治療薬として期待が高い。 ^{211}At の大量製造には、 $^{209}\text{Bi}(\alpha, n)^{211}\text{At}$ 反応の利用が必須であるが、標的であるBiが低融点のため、高電流照射時に溶融し、製造量に限界があった。本研究では、新規照射システムの考案と原理実証を目的とした。結果として、 α 線の局所加熱により生じる現象を利用した方式を提案し、その成立性を示した。そのうえ、プロトタイプ製作および照射試験を実施し、定常的な照射を実現した。

研究成果の概要（英文）：Alpha (α)-emitting radionuclide, astatine-211 (^{211}At), has potential as a next-generation anti-cancer drug. The $^{209}\text{Bi}(\alpha, n)^{211}\text{At}$ reaction is required to produce large amount of ^{211}At . However, bismuth (Bi) target is readily melted by an irradiation with high beam current due to its low melting point, which has limited the scale-up of ^{211}At production. Purpose of this study is to formulate and verify an innovative concept for the large amount production of ^{211}At using newly Bi irradiation system. Configuration of the Bi target was studied in terms of local heating by α -beam irradiation and the optimal one was presented. Its prototype was newly fabricated and irradiation tests were implemented with α -beam up to 8 μA by using an AVF cyclotron. As a result, steady irradiation was realized and the concept of the new irradiation system was verified.

研究分野：放射化学

キーワード：アスタチン 211 ビスマス アルファビーム 大量製造 がん治療

1. 研究開始当初の背景

がんを治す方法には、切除・抗がん剤の投与・外部からの放射線照射等があるが、これらの手法を以てしても治せないがんにより、多くの命が奪われているのが現状である。この様なことから、新たな治療法の開発は、全世界において喫緊の課題である。アスタチン-211 (^{211}At) は、細胞を死に至らしめる線を放出する放射性同位体 (RI) であることから、体内に投与する次世代のがん治療薬として期待が高い。 ^{211}At の薬剤化研究は、欧米が先行して進めているが、根幹となる ^{211}At の製造量は、複数の病院で治療を可能にする数十 GBq に応えられていない。

^{211}At を大量に製造するためには、 $^{209}\text{Bi}(\alpha, 2n)^{211}\text{At}$ 反応の利用が必須であるが、標的であるビスマス (Bi) の融点が低いため、高電流照射時の溶融が問題となり、製造量に限界があった (最大製造量: 6.6 GBq[1])。

2. 研究の目的

本研究では、新規の Bi 標的を探索することで高電流照射の実現を目指した。数十 GBq の ^{211}At 製造を実現する設備の将来像として、mA 級の高電流線照射を目標とする。本研究では、Bi を標的として扱う新規システムの検討、プロトタイプの製作及び照射試験により、Bi 標的システムの原理実証を目的とした。

3. 研究の方法

^{211}At の迅速・大量製造を実現する新発想の製造概念の確立を目指し、システム概念の検討、プロトタイプの製作、原理検証試験を行った。概念検討を基に、プロトタイプを製作した。原理実証の手段として、TIARA AVF サイクロトロンを利用し、 α 線実照射試験 (28MeV、10 μA) を目標とした。

3.1. Bi 標的システムの概念検討

入射ビームの熱負荷を除去しつつ、照射中に変動する温度、圧力等の流動パラメータを一定に保ち、照射期間中の全てに渡り、物理的・化学的な安定性を維持することが求められる。最適な伝熱方式を検討し、システムの基本構造を決定した。Bi からの ^{211}At 抽出については、筆者らが保有する技術を照射システム内で適用させるために、容器の構造、材質、抽出温度及び回収法等を最適化し、適用した。

3.2. Bi 標的プロトタイプの照射試験

原理検証を目的として、標的容器のプロトタイプを製作し、量研・高崎量子応用研究所が所有する TIARA AVF サイクロトロンでの α 線実照射試験を実施した。

4. 研究成果

4.1. プロトタイプの作製と照射試験

照射システムのプロトタイプを製作し、照射実験を行った。種々検討を行った結果、 α

線連続照射による ^{211}At の連続製造の原理実証がされた。

[1] M. R. Zalutsky et al., J Nucl Med., 42, 1508-15 (2001)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: 放射性同位体の製造方法、放射性同位体製造装置

発明者: 石岡典子、近藤浩夫、渡辺茂樹

権利者: 量研

種類: 特許

番号: 特願 2017-210442

出願年月日: 2017 年 10 月 31 日

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石岡 典子 (ISHIOKA, Noriko)

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・高崎量子応用研究所放射線生物応用研究部・上席研究員 (定常)

研究者番号: 30354963

(2) 研究分担者

渡辺 茂樹 (WATANABE, Shigeki)

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・高崎量子応用研究所放射線生物応用研究部・主幹研究員 (定常)

研究者番号: 10450305

近藤 浩夫 (KONDO, Hiroo)

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・六ヶ所核融合研究所核融合炉材料研究開発部・主幹研究員 (定常)

研究者番号: 40403159