



Title	STUDY ON ATOMIC LASER ISOTOPE SEPARATION OF GADOLINIUM
Author(s)	Abdel-Rehim, Naglaa El-Sayed Aly
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38774">https://hdl.handle.net/11094/38774</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	ABDEL - REHIM NAGLAA EL - SAYED ALY
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学 位 記 番 号	第 11392 号
学位授与年月日	平成6年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電磁エネルギー工学専攻
学 位 論 文 名	STUDY ON ATOMIC LASER ISOTOPE SEPARATION OF GADOLINIUM (ガドリニウムのレーザー同位体分離に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 井澤 靖和 教授 西川 雅弘 教授 山中 龍彦 教授 中井 貞雄 教授 三宅 正宣 教授 三間 圭興 教授 青木 亮三 教授 権田 俊一 教授 中塚 正大 教授 西原 功修

### 論文内容の要旨

本論文は、レーザーを用いたガドリニウム原子の同位体分離の可能性について、実験および解析により検討した結果をまとめたものであり、5章から構成されている。

第1章は緒論であり、ガドリニウム同位体分離の重要性について述べ、本研究の意義と目的を明らかにしている。

第2章では、まずガドリニウムのレーザー同位体分離には3段階電離法が最適であることを示し、多くのエネルギー準位の中から分離のプロセスに使用できる準位を選択している。ついで必要な遷移の吸収スペクトル、同位体シフト、超微細構造、吸収断面積等の分光学データを実験により求め、選択励起段と中間励起段では同位体シフトの方向が逆になること、特に中間励起段では<sup>157</sup>Gdの超微細構造拡がりが同位体シフトよりずっと大きいことを示している。その結果<sup>157</sup>Gdの選択励起には超微細構造の最も強い吸収線を利用すべきであることを指摘している。

第3章では、第2章で得た分光データを用い、種々の励起電離径路について<sup>157</sup>Gdの電離効率と濃縮比を数値解析により求め、レーザー光照射条件について検討している。その結果0-17618-33535-49834cm<sup>-1</sup>の励起径路を利用するのが最適であること、電離効率をさらに高めるためには215cm<sup>-1</sup>の準安定状態からの励起をも利用する4波長3段階電離法が望ましいことを示している。

第4章では、ガドリニウムのレーザー同位体分離プラントについて考察している。必要な濃縮量からプラントの規模を求め、原子蒸気発生装置やレーザー装置の動作条件ならびにレーザー光路について検討して、レーザーによる<sup>157</sup>Gd濃縮プラントの実現可能性を示している。

第5章は結論であり、本研究で得られた成果を総括している。

### 論文審査の結果の要旨

ガドリニウムには7個の同位体があり、中でも<sup>157</sup>Gdは熱中性子の吸収断面積が最も大きいことから、軽水炉燃料中に可燃性毒物として酸化物の形で添加されている。<sup>157</sup>Gdを濃縮できれば添加量を少なくし、燃料の燃焼時間を延長できるという利点がある。

本論文はレーザーによるガドリニウム同位体分離の可能性を検討することを目的として、ガドリニウム原子の分光

データを取得し、これを用いた数値解析により濃縮特性を評価し、濃縮プラントの概念設計を実施したものであり、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) ガドリニウムのレーザー同位体分離には3段階電離法が最適であることを示し、多くのエネルギー準位の中から3段階電離過程に使用可能な準位を選択している。必要な遷移について吸収スペクトルを測定し、同位体シフトや<sup>157</sup>Gd, <sup>159</sup>Gdの超微細構造定数を決定している。選択励起段と中間励起段では同位体シフトの方向が逆になること、前者では<sup>157</sup>Gdの超微細構造によるスペクトル拡がりが比較的狭いのに対し、後者では同位体シフトよりずっと拡がっていることを明らかにし、<sup>157</sup>Gdの選択励起には超微細構造の最も強い吸収線を利用するのが良いことを指摘している。
- (2) 測定した分光データを用い、種々の電離径路についてガドリニウムの分離特性を数値解析し、レーザー光照射条件についても考察している。多くの経路の中で、<sup>157</sup>Gdを最も効率よく分離するには $0 - 17618 - 33535 - 49834\text{cm}^{-1}$ の励起径路を利用するのが最適であること、電離効率をさらに高めるためには $215\text{cm}^{-1}$ の準安定状態から $17618\text{cm}^{-1}$ への励起をも利用する4波長3段階電離法が望ましいことを指摘して、レーザー光照射条件に対する指針を与えている。
- (3) 必要な濃縮量からレーザーによるガドリニウム同位体分離プラントの規模を検討し、原子蒸気発生装置、選択励起、電離用レーザー装置の動作条件、ならびに蒸気中のレーザー光路を明確にして、プラント実現の可能性を明らかしている。

以上のように本論文はガドリニウム原子の分光学的諸量を決定し、レーザーによるガドリニウム同位体分離の可能性について有用な知見を与えており、レーザー応用工学ならびに原子力工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。