

<p>&lt; 2 &gt; 新規産業開発研究  サブテーマ名： &lt; 2 - a &gt; 先導的探索 / 実証研究  小テーマ名： 物質改変～レーザーによる陽電子放出核種生成実験（フェーズ ， ）</p>
<p>サブテマリーダー 光産業創成大学院大学 土屋 裕  （代理：光科学技術研究振興財団 コア研究室 研究リーダー 青島紳一郎）  研究従事者 光科学技術研究振興財団 コア研究室 研究員 高橋宏典、藤本正俊、青島紳一郎、大須賀慎二、松門宏治、沖原伸一郎</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標  研究の概要  レーザーによるポジトロンCT(PET)用陽電子放出核種生成を実験的に実証するとともに、これを実用的な装置として有効利用できるような研究をおこない、ノウハウを整備・統合して基盤技術として集大成することができた。さらに、将来を見越して、レーザーイオン源のターゲットとして導電性プラスチックが有望であることを明らかにできた。</p> <p>研究の独自性・新規性  各国を代表する先端的な大型の研究施設で同様な研究が開始されているが、本事業では、重陽子を用いた閾値が低い反応に着目し、世界で初めてテーブルトップレーザーによる短寿命放射性同位体生成に成功した（プレス発表実施）。また、当該地域ではPET診療施設も運用されており、その現場サイドのニーズを基にして、本事業の他のテーマの成果であるテラワットパルスの波形整形と波面補償を世界で初めて同時に達成した技術を適用して、独自の研究を実施し、新規知見を得た。よって、本共同研究は、独自性・新規性のある研究である。</p> <p>研究の目標  フェーズ ：短寿命放射性同位体への物質改変に関する調査・検討・試算を進め、可能性を検討するための基礎実験を行う。  フェーズ ：レーザーによる短寿命放射性同位体生成の可能性を実験的に実証するための実験をおこなう。さらに、関連する基礎データを収集・整理し、基盤技術として集大成する。</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況  フェーズ では、&lt; 2 &gt; 新規産業開発研究 のサブテーマ&lt; 2 - a &gt; 先導的探索研究 において小テーマ 物質改変 として進めた。短寿命放射性同位体等への物質改変の関連する研究項目に関して調査・検討を行ない、本事業で開発する実証システムを用いた実証研究への妥当性・発展可能性を検討した。それを念頭に基礎実験を開始し、さらに短寿命放射性同位体生成の可能性を実験的に実証した。</p> <p>フェーズ では、&lt; 2 - a &gt; 先導的実証研究～物質改変 の小テーマ レーザーによる陽電子放出核種生成実験 として進めた。超高密度レーザーパルスを重陽子発生ターゲットに照射して重陽子を発生させ、この重陽子を放射性同位体生成ターゲットへ照射して短寿命放射性同位体を生成した。また、実験結果を検討し、レーザーで発生した重陽子のエネルギー分布が短寿命放射性同位体生成効率を左右することを明らかにした。また、ガン治療に有効とされる炭素等の重イオンの発生に関しても実験的におこなった。さらに、関連する知見やノウハウを整備・統合して、レーザーによるPET用陽電子放出核種生成のための基盤技術として集大成した。</p> <p>レーザーによるPET用陽電子放出核種生成を実験的に実証するとともに、これを実用的な装置として有効利用できるような以下の研究をおこない、ノウハウを整備・統合して基盤技術として集大成することができた。</p> <p>以上、本テーマに関連する研究は順調に進捗した。さらに、予定していた成果以外の成果も得られた。よって、目標達成度は 130 % である。</p>
<p>主な成果  短寿命放射性同位体の生成に関する調査・検討  PETで使用される短寿命放射性同位体標識薬剤に使用する短寿命放射性同位体の生成に関して、調査および試算等の検討を行った。検討の結果、高密度超短パルス光照射によって発生する重陽子の性質が放射性同位体生成に大きく影響することが明らかになった。また、重陽子の性質は重陽子発生ターゲットの特性や構造に、また放射性同位体生成効率は同位体生成ターゲットの特性や構造に大きく依存することが明らかになった。</p> <p>TWレーザーを用いた真空実験系の構築  高密度パルス光を集光するための軸はずし放物面鏡を設置・調整して、高い集光強度を得た。粒子発生ターゲットを保持するための回転治具を整備して、薄膜ターゲットへレーザーを照射できるようにした。また、戻り光を防止するために光アイソレータと、コンプレッサーと実験チャンバーを分離するためのペリクルを追加して、光学部品の破損・劣化を防止できた。さらに、連</p>

続いて多くのレーザーショットを可能にするテーブルターゲット駆動装置を整備し、長時間正確にレーザーをターゲットに集光照射できるようになった。

#### 高速粒子の検出

トムソンパラボラ型イオン分析器を用いて、高速粒子の種類およびエネルギーを弁別し、固体飛跡検出用プラスチックCR-39で検出した。さらに、イオンの軌道解析計算プログラムを作成し、粒子同定とエネルギー分析を高精度におこなうことが可能になった。

#### 重陽子発生

ターゲットへレーザー光を集光照射した際に生じるターゲット上の穴径、X線発生量、プラズマ発光のスペクトルからターゲットの最適位置を知ることができた。重陽子ターゲットとして、PTFEメンブレンフィルターに染み込ませた重水素化ポリスチレンを用いて重陽子発生実験を行い、最大エネルギーは1.6 MeVの重陽子を得ることができた。別途、1~4価までの炭素イオンも放出されていることが確認できた。

#### 陽電子放出核種生成

重陽子発生ターゲットとして、PTFEタイプメンブレンフィルターに染み込ませた重水素化ポリスチレンを、放射性同位体生成ターゲットとしてメラミン樹脂を用いて陽電子放出核種生成の実験を行った。この際、 $^{12}\text{C}(d,n)^{13}\text{N}$ の過程によって、メラミン樹脂中の炭素を物質改変して1 Bqの窒素 $^{13}\text{N}$ を得ることに成功した。これは、世界で初めてテーブルトップレーザーによる短寿命放射性同位体生成の実証である。

特許件数： 1      論文数： 4      口頭発表件数： 13      プレス発表： 1

### 研究成果に関する評価

#### 1 国内外における水準との対比

本事業では、世界で初めてテーブルトップレーザーによる短寿命放射性同位体生成に成功した。また、高い技術レベルで実現した波形整形かつ波面補償したテラワットパルスを利用して、先進的な研究を実施し、有効な知見を得た。よって、高い水準で研究を推進し、フェーズ までの研究を完了した。

#### 2 実用化に向けた波及効果

PETに必要な短寿命放射性同位体を高密度レーザーによって生成できるようになると、大型で放射線の遮蔽が必要なサイクロトロンが不要になるので多くの医療機関においてPETを容易に設置できるようになり、ガン検診等の診断を普及することができる。将来的には、車載用のPET診断施設も期待される。さらに、レーザーイオン源の研究成果は、イオンを用いた医療応用等に有効利用できると思われる。

### 残された課題と対応方針について

本研究テーマでは、フェーズ 、 における当初の目標を十二分に達成したので、残された課題は特にない。フェーズ では、参画企業においてリーディングプロジェクト等を利用して研究を継続し、実用レベルのレーザーによる短寿命放射性同位体生成を実現するための条件を明確にしていく。

	J S T 負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合計
	H12	H13	H14	H15	H16	H17	小計	H12	H13	H14	H15	H16	H17	小計	
人件費	131	654	734	2,433	3,862	2,088	9,902	131	654	734	1,524	1,727	1,168	5,938	15,840
設備費	27,034	44,476	12,305	9,956	9,480	3,941	107,192	0	0	0	0	0	0	0	107,192
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	213	1,372	898	2,797	1,893	3,518	10,691	0	0	0	0	0	0	0	10,691
旅費	0	58	10	226	334	115	743	0	0	0	0	0	0	0	743
その他	53	146	375	400	558	706	2,238	0	0	0	0	0	0	0	2,238
小 計	27,431	46,706	14,322	15,812	16,127	10,368	130,766	131	654	734	1,524	1,727	1,168	5,938	136,704

### 代表的な設備名と仕様 [ 既存 (事業開始前) の設備含む ]

J S T 負担による設備：高密度フォトン発生計測装置、真空環境実験装置、放射線計測装置、ファイバーレーザー、ハイスピードカメラ

地域負担による設備：