

<p>< 2 > 新規産業開発研究 サブテーマ名： < 2 - a > 先導的探索 / 実証研究 小テーマ： 物質改変～高エネルギー粒子と物質の相互作用の調査研究（フェーズ Ⅰ）</p>
<p>サブテマリーダー：土屋 裕（光産業創成大学院大学） （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：静岡大学理学部教授 奥野健二、 光科学技術研究振興財団 コア研究室 研究員 高橋宏典</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>研究の概要</p> <p>フェムト秒レーザー照射により生成する高エネルギー粒子、特に水素同位体のそれら同士の相互作用および物質との相互作用による中性子発生の可能性に関する調査および基礎的研究を進め、「放射性同位体生成装置」の特許を出願することができた。さらに、フェムト秒レーザーを利用してのボロン薄膜中でのD - ³He核融合反応による炭素¹¹Cポジトロン放射体の生成に向け、ボロン薄膜中での水素同位体およびヘリウムの挙動についての研究を進め、新規知見を得ることができた。</p> <p>本テーマは、静岡大学理学部の奥野健二教授との共同研究で実施した。</p> <p>研究の独自性・新規性</p> <p>高強度場における新しい物理の研究が大型施設を有する先端的な研究機関で始められている。本事業では小型のフェムト秒レーザーを用いたPET用を想定した短寿命放射性同位体を生成するテーマ「物質改変」を進めているが、本テーマでは、高エネルギー粒子と物質の相互作用の利用に関して、ボロン薄膜中でのD - ³He核融合反応によるポジトロン放射体の生成に着目した点に研究の独自性・新規性がある。</p> <p>研究の目標</p> <p>フェーズ Ⅰ：高エネルギー粒子の固体中における化学的挙動の研究を行う。また、核融合炉施設のトリチウム表面汚染の挙動の研究を行う。さらに、フェムト秒レーザー照射により生成する高エネルギー粒子、特に水素同位体同士の相互作用および物質との相互作用による中性子発生の可能性に関する調査および基礎的研究を実施する。</p> <p>フェーズ Ⅱ：PET用RI製造装置の小型化を目指して、フェムト秒レーザー照射により生成する高エネルギー粒子、特に高エネルギー水素同位体の発生とそれらと物質との相互作用に関する調査研究を進める。さらに、フェムト秒レーザーを利用してのボロン薄膜中でのD - ³He核融合反応による炭素¹¹Cポジトロン放射体の生成に向け、ボロン薄膜中での水素同位体およびヘリウムの挙動についての研究を進める。</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況</p> <p>フェーズ Ⅰでは、特に核融合に関連する高エネルギー粒子に関する研究をとして、高エネルギー粒子の固体中における化学的挙動の速度論的及び量子化学的研究、ならびにその宇宙及び核融合炉材料への応用を研究した。また、グラファイト単結晶またはダイヤモンドを対象材料としてX線光電子分光法および昇温脱離法を用いて、重水素の炭素との結合状態、および加熱時の重水素の脱離過程を評価し、結晶構造の違いによる重水素の化学的挙動の違いを明らかにした。さらに、フェムト秒レーザー照射により生成する高エネルギー粒子、特に水素同位体のそれら同士の相互作用および物質との相互作用による中性子発生の可能性に関する調査および基礎的研究を進め、レーザーを利用した小型中性子源の有用性がわかった。</p> <p>フェーズ Ⅱでは、PET用RI製造装置の小型化を目指して、フェムト秒レーザー照射により生成する高エネルギー粒子、特に高エネルギー水素同位体の発生とそれらと物質との相互作用に関する調査研究を進め、特許出願することができた。さらに、フェムト秒レーザーを利用してのボロン薄膜中でのD - ³He核融合反応による炭素¹¹Cポジトロン放射体の生成に向け、ボロン薄膜中での水素同位体およびヘリウムの挙動についての研究を進め、イオン注入された重水素の化学的挙動の詳細を明らかにした。</p> <p>以上、本テーマに関連する研究は順調に進捗し、目標達成度は 100 % である。</p>
<p>主な成果</p> <p>グラファイト結晶中へ打込まれた重水素の化学的挙動の研究</p> <p>核融合炉プラズマ対向壁材料の候補材であるグラファイト中に打ち込まれた重水素の化学的挙動に関する研究をX線光電子分光法及び昇温脱離法を用いて実施した。その結果、グラファイト中での重水素の炭素との結合状態及び加熱時の重水素の脱離過程が明らかとなった。また、打込まれた重水素と結晶欠陥との間には化学的相互作用が存在することが明らかとなった。レーザーを利用した中性子発生の可能性についての調査研究</p>

フェムト秒レーザー照射により生成する高エネルギー粒子、特に水素同位体のそれら同士の相互作用および物質との相互作用による中性子発生の可能性に関する調査として、レーザーを利用した中性子発生の可能性について調査し、レーザーを利用した小型中性子源は医療、工業等で有効とすることがわかった。

D - ³He核融合反応を利用した同位体生成の可能性についての調査研究

フェムト秒レーザー照射により生成する高エネルギー粒子、特に水素同位体のそれら同士の相互作用および物質との相互作用による中性子および高エネルギー陽子発生の可能性に関する調査として、D - ³He核融合反応を利用した医療用放射性同位体製造の可能性についての基礎研究を調査した。得られた知見をもとに小型で効率の良いPET用RI生成装置を検討し、レーザー励起による重陽子Dを利用しておこなう「放射性同位体生成装置」(出願番号 2005-39685)を特許出願した。

ボロン中における水素同位体およびヘリウムの挙動の研究

フェムト秒レーザー照射により生成する高エネルギー粒子、特に水素同位体のそれら同士の相互作用および物質との相互作用による基礎的研究として、温脱離法(TDS)およびX線光電子分光法(XPS)の装置を整備し、ボロンコーティング膜における高エネルギー粒子の挙動の研究を行い、酸素含有不純物にイオン注入された重水素は複数の化学結合を作っていることが明らかになった。

特許件数： 1 論文数： 12 口頭発表件数： 11

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

本テーマでは、D - ³He核融合反応に着目して「放射性同位体生成装置」の特許出願を行うことができた。また、TDS及びXPS装置を用いて薄膜中にイオン注入された重水素の化学的挙動に関する新規知見を得て論文発表することができた。このように、本テーマの研究成果は世界レベルの研究水準にある。

2 実用化に向けた波及効果

本研究は、将来の核融合炉材料開発、宇宙材料開発、半導体材料開発につながるものである。「放射性同位体生成装置」(出願番号 2005-39685)

残された課題と対応方針について

残された課題は特にない。フェーズ 2 では、静岡大学において独自の予算で調査研究を継続するとともに、将来的には参画企業が「放射性同位体生成装置」の実現を目指す。

	J S T 負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合 計
	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	小計	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	小計	
人件費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他研究費 (消耗品費、材料費等)	0	0	1,000	1,508	1,970	1,100	5,578	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	770	5,770	11,348
旅費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小 計	0	0	1,000	1,508	1,970	1,100	5,578	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	770	5,770	11,348

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
 地域負担による設備：X線光電子分光装置、昇温脱離実験装置