

国際共同研究事業  
国際共同研究教育パートナーシッププログラム  
平成24年度実施計画書

平成24年 9月18日

共同研究代表者

所属機関・部局 大阪大学大学院工学研究科

職・氏名 准教授 羽原 英明

1. 研究課題名 (和文) 極限状態における核エネルギーシステムと材料に関する教育・研究国際協力  
(英文) PIRE: Nuclear Energy Systems and Materials under Extreme Conditions

2. 共同研究実施期間

平成24年10月1日～平成29年9月30日(5年0ヶ月)

(注) 本計画書は、受託機関を通して電子データにて提出してください。

5. 共同研究参加者

(1) 日本側参加者\* (代表者を除く)

氏名	所属研究機関・職名	専門及び本研究における役割
田中 和夫	大阪大学大学院工学研究科・教授	プラズマ工学・国際関係
藪内 俊毅	大阪大学大学院工学研究科・助教	炉工学・レーザー実験設計
兒玉 了祐	大阪大学大学院工学研究科・教授	高エネルギー密度科学・大学院生指導
尾崎 典雅	大阪大学大学院工学研究科・助教	高圧物性・高圧実験設計
米田 仁紀	電気通信大学・教授	プラズマ理論・数値計算統括
廣岡 慶彦	自然科学研究機構・教授	核融合工学・大学院生指導
砂原 淳	レーザー技術総合研究所・研究員	プラズマ工学・レーザー整備
實野 孝久	大阪大学レーザーエネルギー学研究センター・特任教授	レーザー工学・レーザー損傷実験統括
宮永 憲明	大阪大学レーザーエネルギー学研究センター・教授	レーザー工学・レーザー開発
柴田 怜	大阪大学大学院工学研究科・博士前期課程学生	プラズマ工学・実験遂行
影山 慶	大阪大学大学院工学研究科・博士前期課程学生	プラズマ理論・実験遂行

\* 継続の共同研究で前年度から新たに参加者を追加する場合は、追加する参加者に（新）のマークをつけてください。

(2) 米国側参加者\* (代表者を含む)\*\*

氏名	所属研究機関・職名	専門及び本研究における役割
○Hassanein Ahmed	Purdue University, Professor	高エネルギー密度科学・プログラム統括
Heshmat Aglan	Tuskegee University, Professor	材料科学・大学院生指導
Audeen Fentimann	Purdue University, Professor	核物理学・大学院生指導
Sivanandan Harilal	Purdue University, Research Associate Professor	プラズマ工学・実験統括
Joyce Main	Purdue University, Assistant Professor	工学教育・国際関係
James Stubbins	University of Illinois at Urbana-Champaign, Professor	材料科学・エネルギー政策

\* 継続の共同研究で前年度から新たに参加者を追加する場合は、追加する参加者に（新）のマークをつけてください。

\*\* 米国側代表者の氏名の前に、「○」のマークをつけてください。

## 6. 本年度実施計画の概要

- ※ 申請書の内容を踏まえて、日本語にて記入してください。
- ※ 経費との関連がわかるように具体的に記入してください。

### [研究概要]

将来の基盤発電技術の一つとして期待されている核融合発電の炉壁や、大気圏に再突入する際に高エネルギー密度な熱流束に曝されるスペースシャトルや惑星往還スペースシップの外壁には、既存物質の融点を超えた耐熱材料の開発が不可欠となっている。そのような材料システムの候補として、我々は強大な熱負荷吸収が可能な、制御されたプラズマ層導入による損傷抑制（プラズマシールドイング）を、米国と共同で提唱している。本プログラムでは、1) 現在の損傷閾値を超えた極限環境下で機能する材料システムを開発するために、レーザーや量子（高エネルギー電子やイオン）ビームを用いた研究プラットフォームを構築し、2) これを利用してプラズマシールドイングの詳細な機構を明らかにして、理論・シミュレーションによる現象の理解と広いパラメータ領域での予測能力を構築することで、新しい学術体系を確立するのみならず、実際の極限環境下で機能する材料システムを提案する。

### [本年度に取り組む研究課題]

本プログラムで取り扱う課題のうち、今年度は

- (A) 慣性核融合炉内でのプラズマ衝突
- (B) XFEL をプローブとした材料の極限状態の計測

について、以下の内容に取り組む。

・電磁プローブを用いてレーザー生成プラズマの特性（密度、温度、速度、エネルギー、強度など）を計測し、評価済みの2つのプラズマを互いに衝突させ、その挙動を時間分解高速カメラで捉える。これまでの我々の研究により、プラズマ衝突時にはエアロゾルが形成されることが分かっている。エアロゾル形成は慣性核融合炉の性能に大きな影響を与え、またカーボンナノチューブやフラーレンなどを効率的に生成する手段としても期待されているが、その詳細な機構は理解されていない。エアロゾルの特性（生成量、形状、原子組成）を調べ、その形成メカニズムを解明し、プラズマ衝突現象の理解につなげる。エアロゾル観察は既存の電子顕微鏡を用いるが、これに元素分析装置（新規）を追加することで、異なる材料のプラズマが衝突した際に生成されるエアロゾルの組成を調べることが可能となり、エアロゾル形成機構の詳細な理解が可能となる。

・JST「XFEL とパワーレーザーによる新極限物質材料の探索」プロジェクト（平成 24 年度採択）で理化学研究所の播磨研究所に整備するパワーレーザーを固体に照射し、溶融する現象を、隣接する X 線自由電子レーザー（XFEL）をプローブ光とすることで、極めて高い時間（数十 fs 以下）、空間（数ミクロン以下）分解能をもつ観測手法の確立を目指し、同施設で準備実験を行う。

### [その他]

若手研究者・大学院生に対する国際共同研究・教育をスムーズに行うために、日本側の国際担当、米国側のプログラム統括がそれぞれ他方の研究機関を訪問し、研究・教育環境の最新情報の詳細を確認し、議論を行う予定である。また、プログラム開始とともに、速やかな情報共有、成果発信のためのウェブページを大阪大学に設ける。

7. 本年度経費総額 4,290 千円

(単位：千円)

研究経費							業務委託手数料
設備備品費	消耗品費	旅費等		人件費・謝金等	その他経費	外国旅費・人件費・謝金等に係る消費税*	
		国内旅費	外国旅費				
3,600	0	0	285	0	0	15	390

\* 外国旅費・人件費・謝金等に係る消費税を本経費から支出しない場合は、その理由等を「外国旅費・人件費・謝金等に係る消費税」欄に記入してください。

\* 委託費の総額の上限は、研究経費 500 万円以内/年（かつ 2,500 万円/全研究期間）に、研究経費に対し 10%以内の業務委託手数料を加えた額です。

翌年度所要見込額	翌々年度所要見込額	3 年度後所要見込額	4 年度後所要見込額	5 年度後所要見込額
5,500	5,500	5,500	5,500	1,210

\* 上の欄は該当する場合のみ記入してください。(単位：千円)

\* 委託費の総額の上限は、研究経費 500 万円以内/年（かつ 2,500 万円/全研究期間）に、研究経費に対し 10%以内の業務委託手数料を加えた額です。

研究計画全体必要額
27,500

2 年度目以降の場合は、前年度までの執行済額も含めて記載してください。

(単位：千円)

8. 設備備品費、消耗品費、人件費・謝金等、その他経費

	細目	金額 (単位：千円)	積算内訳
設備備品費	走査型電子顕微鏡用 元素分析装置	3,600	日本電子製 EDS 1台
	計	3,600	
消耗品費		0	
	計	0	
人件費・謝金等		0	
	計	0	
その他経費		0	
	計	0	

備考：

- ① 細目は設備備品費、消耗品費、人件費・謝金等、その他経費（「通信費（切手・電話等）」「運搬費」「印刷費」等（手引 8-9 参照）の別に記入してください。
- ② 設備備品費、消耗品費、人件費・謝金等、については、「積算内訳」の欄に品名または人物名、単価および数量を明記してください。

9. 交流計画

(a) 日本側参加者（代表者を含む）の米国への渡航計画

出張者 (氏名・職名)	出発地	用務先 (都市名)	旅行期間*	用 務	経費負担**
田中和夫・教授	大阪	パデュー 大学（ウェ ストラフ アイエッ ト）	11 月頃、5 日間	米国側代表者・参加者と最 新の研究成果の情報交換、 来年度の共同研究の打ち 合わせ	有

\* 旅行期間の欄の記入例：「6 月頃、10 日間」

\*\* 本経費使用予定の有無を記入すること

(b) 日本側参加者（代表者を含む）の米国以外の国への渡航計画\*

出張者 (氏名・職名)	出発地	用務先 (国名・都 市名)	旅行期間**	用 務	経費負担***

\* 外国出張の渡航先は原則として、米国のみを渡航先とします。ただし、当該共同研究の研究成果発表を目的とする学会等への出席や、フィールドワーク等で当該第三国へ行くことが必須である研究上の理由がある場合に限り、米国以外の国を訪問することは可能です。

\*\* 旅行期間の欄の記入例：「6月頃、10日間」

\*\*\* 本経費使用予定の有無を記入すること

(c) 米国側研究者の来日計画

出張者 (氏名・職名)	用務先	旅行期間*	用 務
A. Hassanein・教授	大阪大学	1月頃、7日間	日本側研究設備の状況視察、共同研究の打ち合わせ

\* 旅行期間の欄の記入例：「6月頃、10日間」