

**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
共同研究報告書**

平成 29 年 10 月 24 日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

所属機関・部局 大阪大学大学院工学研究科

(ふりがな)

職・氏名 准教授 羽原 英明
はばら ひであき

1. 事業名 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
2. 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

3. 共同研究実施期間 (全採用期間)
平成 24 年 10 月 1 日 ~ 平成 29 年 9 月 30 日 (5 年 0 ヶ月)

4. 研究経費総額

- (1) 本事業により交付された委託費

総額 27500 千円

初年度	(平成 24 年度) 委託費	<u>4290</u> 千円
第 2 年度	(平成 25 年度) 委託費	<u>5500</u> 千円
第 3 年度	(平成 26 年度) 委託費	<u>5500</u> 千円
第 4 年度	(平成 27 年度) 委託費	<u>5500</u> 千円
第 5 年度	(平成 28 年度) 委託費	<u>5500</u> 千円
第 6 年度	(平成 29 年度) 委託費	<u>1210</u> 千円

- (2) 本事業による経費以外の国内研究経費総額 0 円

* 本研究との関連において使用した補助金等の総額を 10 万円単位で記入してください。

5. 研究概要（研究の目的・内容・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

※ 申請書の内容を踏まえて、日本語にて記入してください。

※ 経費及び派遣・受入実績との関連がわかるように具体的に記入してください。

将来の基盤エネルギー源の一つとして開発・研究が進められている核融合発電炉の第一壁は、磁場閉じ込め・慣性閉じ込めいずれの方式でも、核融合反応に関与する高エネルギープラズマ粒子に直接曝されるため、壁材料の損傷・損耗が起こりその効果が蓄積するので、結果として、炉自身の発電性能と寿命を決定するファクターとなり得る。

このような観点から本研究は、国際連携協力研究を通じて、核融合炉第一壁環境を模擬できるような実験装置をその研究プラットフォームとして整備し模擬実験を行い、炉材料の核融合プラズマによる損傷・損耗現象に関する基礎的知見を取得し、以て、核融合発電炉開発に資する事を目的として研究を進めてきた。

特に本研究課題の研究プラットフォームである交差プルーム法実験装置（LEAF-CAP）の根幹を成すプラズマを計測するための各種機器を本研究課題の資金で整備した事により、プラズマの衝突前後の定量的なパラメータを計測することが可能となり、どのような条件でプラズマがよく衝突し、シールド効果を発揮するか、の条件を明らかにすることが出来るようになった。さらにプラズマが衝突することによって様々な化合物が生成されることが明らかになり、新しいナノ構造体、例えばカーボンナノチューブの生成手法として期待される成果を得た。

またレーザー核融合炉においては炉壁に飛来するプラズマ粒子のエネルギーはメガ電子ボルトを超えるような大きな熱量を持っている。このプラズマを再現するために高強度レーザーで加速される高エネルギーイオンを利用することを着想し、その計測のためのトムソンパラボラ検出器を本研究プログラム経費にて整備した。その研究課題は大阪大学レーザー科学研究所の大型レーザー装置の実験課題に採択され、高エネルギーイオンによって材料が熔融した可能性のある実験結果を得ることに成功し、高強度レーザー加速高エネルギーイオンが炉材料損傷の研究に対して大きな役割を果たすことを明らかにした。

これらの成果は日米欧の共同研究者の間で持ち回りにて毎年開かれる PIRE ワークショップで各国の進捗状況が発表されてきた。このワークショップでは単に成果発表だけでなく議論の時間を十分取って、実質的な共同研究を進める場ともなっており、この議論で様々な新しい提案がなされてきた。例えば核融合炉内で使用が予定されている材料に対して、従前よりタングステン等の高融点金属が提案され研究対象とされてきたが、本ワークショップに於いて長期的な核融合炉開発の見地から熔融リチウムの様な液体金属も第一壁材料として使用可能であるというという議論がなされ、今後興味を持った日本と欧州でこのような最新の材料コンセプトに関しても共同研究を進めていく事が議論されている。このように研究だけでなく教育という面においても本研究プログラムの経費で毎年行われるワークショップは非常に大きな役割を果たした。

6. 派遣・受入実績

(1) 研究期間中に米国又は米国以外の国を訪問した日本側参加者の氏名、派遣期間、主たる訪問先（米国以外の国における訪問先には下線をひいてください。）

氏名・所属	期 間 (現地到着日～現地出発日)	主たる訪問先
田中和夫	H25. 1. 20～24、5 日間 H25. 1. 25～29、5 日間	ロチェスター、カレッジパーク ウェストラファイエット
廣岡慶彦	H25. 6. 15-20、6 日間	サンフランシスコ
田中和夫	H26. 6. 28-7. 5、8 日間	<u>ロシア・サンクトペテルブルグ</u>
砂原淳	H26. 7. 2-7. 5、4 日間	<u>ロシア・サンクトペテルブルグ</u>
砂原淳	H26. 2. 6-18、13 日間	ウェストラファイエット
高木一茂	H26. 2. 6-18、13 日間	ウェストラファイエット
山下真直	H26. 7. 21-8. 5、16 日間	リノ
砂原淳	H27. 5. 10-14、5 日間	ウェストラファイエット
今村圭介	H27. 5. 10-14、5 日間	ウェストラファイエット
山内智輝	H27. 5. 10-14、5 日間	ウェストラファイエット
田中和夫	H27. 6. 26-7. 5、10 日間	<u>アイルランド・ダブリン</u>
廣岡慶彦	H27. 9. 20-23、4 日間	シアトル
廣岡慶彦	H28. 5. 28-6. 4、8 日間	<u>イタリア・ローマ</u>
長井圭治	H28. 6. 23-25、3 日間	<u>中国・上海</u>
廣岡慶彦	H28. 7. 12-17、6 日間	<u>ドイツ・ユーリッヒ</u>
砂原淳	H28. 10. 30-11. 6、8 日間	サンノゼ
羽原英明	H28. 11. 5-10、6 日間	<u>中国・成都</u>

芦川直子	H29. 1. 18-21、4 日間	<u>韓国・チョンブク</u>
芦川直子	H29. 3. 16-22、7 日間	<u>中国・大連・合肥</u>
廣岡慶彦	H29. 9. 24-28、5 日間	<u>ロシア・モスクワ</u>
計 20 名 (延べ人数)	計 146 日	

(2) 研究期間中に受け入れた米国側参加者の氏名、来日期間、主たる訪問先

氏名・所属	期 間 (来日日～離日日)	主たる訪問先
Hehsmat Aglan	H25. 7. 3-6、4 日間	京都
Ahmed Hassanein	H25. 7. 3-6、4 日間	京都
Tatyana Sizyuk	H25. 7. 3-6、4 日間	京都
Sivanandan S. Harilal	H25. 7. 3-6、4 日間	京都
Nicole LaHaye	H25. 7. 3-6、4 日間	京都
Heshmat Aglan	H29. 7. 23-27、5 日間	伊勢
Ahmed Hassanein	H29. 7. 23-27、5 日間	伊勢
Joyce Main	H29. 7. 23-27、5 日間	伊勢
Tatyana Sizyuk	H29. 7. 23-27、5 日間	伊勢
James Stubbins	H29. 7. 23-27、5 日間	伊勢
計 10 名 (延べ人数)	計 45 日	

7. 研究の成果（「5. 研究概要」の内容と対応させつつ、本研究によって得られた新たな知見、成果を平易な表現で記述してください。）

(1) 学術的価値（本研究により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果）

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、既存物質の融点を越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（プラズマシールドディング）を、本研究において米国と共同で提唱した。本プログラムによって得られた大きな学術的価値としては、レーザーアブレーション装置を用い、2つのレーザー生成プラズマを衝突させる交差ブルーム法を提案・実施し、プラズマによってプラズマを吸収させるプラズマシールド効果を実証したことである（図-1）。さらにプラズマの衝突によってエアロゾルが生成・成長し、カーボンターゲットの場合はカーボンナノチューブが生成されることを示し、新しいナノ物質の生成手法を示した。さらにエアロゾル生成に関する研究から得られる知見を基に、レーザーアブレーションによって生成したエアロゾルの並進運動方向を能動的に変える反跳ジェット法を提案し、核融合炉の連続運転に必要となる炉内環境の改善手法を開発した。

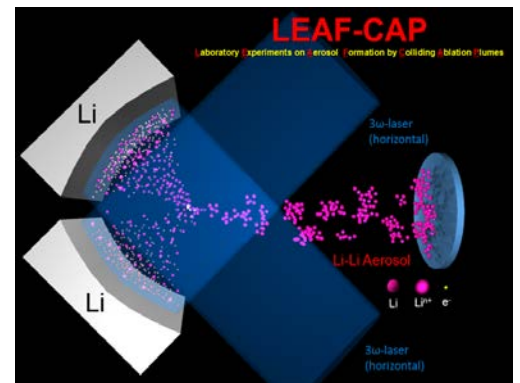


図-1. 交差ブルーム法の原理図

(2) 米国との交流実績（本研究による国際共同研究の活性化や、両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果）

米国と関連する研究を行っているロシア、ドイツ、アイルランドの研究者と研究ワークショップを開催しており、初回のキックオフと最終回を日本で開催し、本研究分野において日本がリードしていることをはっきり示してきた。その上、我々の交差ブルーム法が実験手段としての有用性が認識され、米国においても全く同じ実験体系が採用され、研究者らの交流を通じて日米で効率よく研究を進めることができた。特に米国の研究者の協力により、レーザー核融合炉だけでなくトカマクなどの磁場核融合炉に関しても本手法の有用性を共同で示すことができた。

(3) 社会的貢献（社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか）

特に核融合に於いてはプラズマを閉じ込めて核融合反応を持続的に反応させる炉心プラズマの研究が先行しており、システムとしての炉工はあまり研究されてこなかった。本研究課題の最大の成果は炉壁材料を核融合プラズマから保護する手法を提案し、その有用性を示したことであり、これによってシステムとしての核融合炉の実現に向けて大きな一歩が刻まれたと言える。

(4) 若手研究者養成への貢献（若手研究者養成への取り組み、成果）

米国や欧州では大学院生のみならず、30代の若い常勤の研究者が本研究に取り組み、活発な研究活動を行うようになった。特に米国パデュー大学では、助教相当の研究生が阪大で行っている交差プルーフ法の実験装置を阪大側の指導の元構築し、研究テーマを阪大側と議論を行いつつ新しい実験に多数取り組んでいる。これらは概要でも述べたように、毎年各国持ち回りで行われたPIREワークショップにおいて若手研究者を優先的に、比較的長時間（30分以上）報告させることで、研究を人に見せることを教育するとともに、各国の研究者らと議論することによって自分の研究の意義や今後の方針、新しい視点などを深く学ぶことが出来たと考えている。これらの成果により日本においても阪大や核融合研において毎年5, 6名の博士前期課程（修士課程）修了者が生まれ、特に核融合研（総研大）では本研究プログラムにて2名の工学博士を生み、本研究プログラムの特筆に値するものである。

(5) 将来発展可能性（本研究・交流事業を実施したことで、当初見込んでいた将来的な発展は認められたか）

本プログラムを実施することにより、日米のみならず欧州でも個別にやられていた研究が有機的にネットワークを構築することができた。概要でも述べた各国が持ち回りで毎年行っていたワークショップでも様々な提案がなされ、本プログラムの目的を達成する成果が多数発表されただけでなく、様々な派生研究が生まれた。特に米国（Purdue Univ.）からはエアロゾル研究から派生したグラファイトの特性に関する共同研究を今後も日本と行いたいと要請があり、また核融合炉内で使用が予定されている材料に対して、従来よりタングステン等の高融点金属が提案され研究対象とされてきたが、長期的な核融合炉開発の見地から熔融リチウムの様な液体金属も第一壁材料として使用可能であるというという議論がなされ、今後興味を持った日本と欧州でこのような最新の材料コンセプトに関しても共同研究を進めていく事が議論されている。このようにプラズマシールド効果のみならず、炉の母材料に関しても新しい材料や特性の計測手法などに関して共同研究を進めていくことが合意された。

また超短パルスレーザー駆動高エネルギー粒子を用いた炉壁損傷の研究に関しては欧州の方から強く継続的な共同研究の要請があり、実験及びシミュレーションの双方で高強度レーザーを用いた核融合炉心プラズマを研究していた研究者らを巻き込んで新しい研究分野を立ち上げていくことが議論され、合意された。

このように様々な派生研究が多数見込まれる本プログラムの研究課題に関して、今後も米国物理学会や欧州物理学会等の機会にてシンポジウムなどを開催し、サテライトとして様々な分野の研究者を引きつけるワークショップの開催と将来的な共同研究の実施を日米欧で合意した。

(6) その他（上記(1)～(5)以外に得られた成果があれば記述してください）

特になし。

8. 研究発表（本共同研究の一環として発表したもの、又は、発表予定のものについて記入してください。なお、印刷物がある場合は1部添付してください。）

【雑誌論文】 計（14）件 うち査読付論文 計（14）件

通番	共著の有無*	著 者 名	論 文 標 題						
①		J Alvarez Ruiz, A Rivera, K Mima, D Garoz, R Gonzalez-Arrabal, N Gordillo, J Fuchs, K Tanaka, I Fernandez, F Briones, and J Perlado	Plasma-wall interaction in laser inertial fusion reactors: novel proposals for radiation tests of first wall materials						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		Plasma Phys. Control. Fusion	有	54	2	0	1	2	124051 1-7
②		著 者 名	論 文 標 題						
		三上勝大, 本越伸二, 藤田雅之, 實野孝久	誘電体材料のレーザー耐力温度依存性						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		電気学会論文誌	有	C132	2	0	1	2	83-88
③		著 者 名	論 文 標 題						
		K. Mikami, S. Motokoshi, M. Fujita, T. Jitsuno, and K. A. Tanaka	Laser-Induced Damage Thresholds of Optical Coatings at Different Temperature						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		Proc. SPIE	有	8190	2	0	1	2	81900A 1-7
④		著 者 名	論 文 標 題						
		Katsuhiro Mikami, Shinji Motokoshi, Masayuki Fujita, Toshihiro Somekawa, Takahisa Jitsuno, and Kazuo A Tanaka	Temperature Dependence of Laser Induced Plasma Thresholds and Periodic Structures by Nanosecond Infrared Laser for Copper, Iron, and Chrome						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		Applied Physics Express	有	5	2	0	1	2	062701 1-3
⑤	◎	著 者 名	論 文 標 題						
		K.F.Al-Shboul, S.S.Harilal, S.M.Hasan, A.Hassanein, J.T.Costello, T.Yabuuchi, K.A.Tanaka, and Y.Hirooka	Interpenetration and stagnation in colliding laser plasmas						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		PHYSICS OF PLASMAS	有	21	2	0	1	4	013502 1-8
⑥		著 者 名	論 文 標 題						
		K. Nishimura, R. Shibata, T. Yabuuchi, A. Sunahara, and KA. Tanaka	Laser scattered observed from carbon plasma stagnation and following molecular formation						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		Applied Physics Letters	有	104	2	0	1	4	244105、244105-3
⑦		著 者 名	論 文 標 題						
		K. Takaki, K. Kageyama, A. Sunahara, T. Yabuuchi, K. A. Tanaka	Simulated ablation of carbon wall by alpha particles for a laser fusion reactor						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		Journal of Nuclear Materials	有	459	2	0	1	5	77-80

⑧		著 者 名	論 文 標 題						
		SN Chen, T Iwawaki, K Morita, P Antici, SD Baton, F Filippi, H Habara, M Nkatsutsumi, P Nicolai, W Nazarov, C Rousseaux, M Staroudubstev,KA Tanaka and J Fuchs	Density and temperature characterization of long-scale length, near-critical density controlled plasma produced from ultra-low density plastic foam						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		Scientific Reports	有	6	2	0	1	6	DOI:10.1038/srep21495
⑨		著 者 名	論 文 標 題						
		Yoshi Hirooka, Kazuo Tanaka, Keisuke Imamura and Katsuya Okazaki	Laboratory experiments on the formation and recoil jet transport of aerosol by laser ablation						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		Journal of Physics: Conf. Ser.	有	717	2	0	1	6	012094 (4pp)
⑩		著 者 名	論 文 標 題						
		Hailin BI, Yoshi HIROOKA and Juro YAGI	A Study on Hydrogen Transport in Liquid Metals under Steady State Plasma Bombardment						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		Plasma and Fusion Research	有	11	2	0	1	6	2405026
⑪		著 者 名	論 文 標 題						
		Yue XU, Yoshi HIROOKA, Takuya NAGASAKA and Juro YAGI	Hydrogen Gas-Driven Permeation through F82H Steel Coated with Vacuum Plasma-Sprayed Tungsten						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		Plasma and Fusion Research	有	11	2	0	1	6	2405064
⑫		著 者 名	論 文 標 題						
		Yoshi Hirooka, Hailin Bi, Michiya Shimada, Masa Onod	Hydrogen and helium recycling from a JxB-force convected liquidmetal Ga67In20.5Sn12.5under steady state plasma bombardmentYoshi						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		Fusion Engineering and Design	有	117	2	0	1	7	140-144
⑬		著 者 名	論 文 標 題						
		Hailin Bi, Yoshi Hirooka, Juro Yagi, Yue Xu	A study on hydrogen isotopes transport in a liquid metal GaInSn by plasma-driven permeation method						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		Nuclear Materials and Energy	有	000	2	0	1	7	1-5
⑭		著 者 名	論 文 標 題						
		Hailin BI, Yoshi HIROOKA, Takuya Nagasaka	Bi-directional hydrogen isotopes permeation through a reducedactivation ferritic steel F82H						
		雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年			最初と最後の頁	
		Fusion Engineering and Design	有		2	0	1	7	In press

*相手国研究代表者との共著がある場合は○、相手国研究代表者との共著であり論文内に事業名を明記している場合は◎と記入した上で、明記されている箇所（頁、巻頭、巻末等）を記入してください。

備考：必要に応じて、欄を追加してください。

〔学会発表〕 計（４１）件 うち招待講演 計（１）件

①	発表者名	発表標 題	
	西村清秀 他	Particle detection with laser scattering measurement	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	22 nd International Toki Conference	2012/11/20	Ceratopia Toki, Toki, Gifu
②	発表者名	発表標 題	
	大本直輝 他	Ablation Rate Measurements For Inertial Fusion Wall Materials	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	22 nd International Toki Conference	2012/11/22	Ceratopia Toki, Toki, Gifu
③	発表者名	発表標 題	
	三島陽介	Control of fast electron spectra with different target materials	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	HEDS2012	2012/4/26	Yokohama
④	発表者名	発表標 題	
	森田清	Measurement of electron density of plasma channel in long scale plasma via interferometry	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	HEDS2012	2012/4/26	Yokohama
⑤	発表者名	発表標 題	
	廣岡慶彦	慣性炉チェンバーの壁挙動：１．エアロゾル形成の物理過程	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	第９回核融合エネルギー連合講演会	2012/6/28	神戸国際会議場
⑥	発表者名	発表標 題	
	西村清秀	慣性炉チェンバーの壁挙動：２．プラズマブルーム交差点でのレーザー散乱計測	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	第９回核融合エネルギー連合講演会	2012/6/28	神戸国際会議場
⑦	発表者名	発表標 題	
	大本直輝	慣性炉チェンバーの壁挙動：３．炉壁のアブレーション率	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	第９回核融合エネルギー連合講演会	2012/6/28	神戸国際会議場
⑧	発表者名	発表標 題	
	柴田 怜	慣性炉チェンバーの壁挙動：４アブレーションブルーム特性	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	第９回核融合エネルギー連合講演会	2012/6/28	神戸国際会議場
⑨	発表者名	発表標 題	
	藪内俊毅	慣性炉チェンバーの壁挙動：５．障壁プラズマによるプラズマ熱流束遮蔽現象	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	第９回核融合エネルギー連合講演会	2012/6/28	神戸国際会議場

⑩	発 表 者 名	発 表 標 題	
	木久山健士郎	慣性炉チェンバーの壁挙動：6．レーザー誘起 プロトン（MeV）による材料損傷評価	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	第9回核融合エネルギー連合講演会	2012/6/28	神戸国際会議場
⑪	発 表 者 名	発 表 標 題	
	Y.Hirooka	AEROSOL FORMATION AND BUFFER G AS EFFECTS IN A HIGH-REPETITION RATE ICF REACTOR	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	パルスパワー工学に関する国際会議PPPS-2013	2013/6	アメリカ・サンフ ランシスコ
⑫	発 表 者 名	発 表 標 題	
	田中和夫	Wall Plasma Interaction Using Ablated Pla sma Plumes Induced with Laser Beam	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	国際会議P I R E ワークショップ	2013/7/4	リーガロイヤルホテル京都
⑬	発 表 者 名	発 表 標 題	
	簗内俊毅	Damage production in matter irradiated wi th energetic particles	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	国際会議P I R E ワークショップ	2013/7/4	リーガロイヤルホテル京都
⑭	発 表 者 名	発 表 標 題	
	影山 慶	Effects of equation of state on plasma dyn amics related to the thermonuclear fusion r eactor	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	国際会議P I R E ワークショップ	2013/7/5	リーガロイヤルホテル京都
⑮	発 表 者 名	発 表 標 題	
	柴田 怜	Model Experiment on Aerosol Formation an d Hydrogen Co-deposition in Ambient Gas and Plasma for Laser Fusion Reactor	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	国際会議P I R E ワークショップ	2013/7/5	リーガロイヤルホテル京都
⑯	発 表 者 名	発 表 標 題	
	彭 明超	Fusion Reactor Chamber Dynamics Interact ion of Low Density Plasma Induced by Las er Ablation	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	国際会議P I R E ワークショップ	2013/7/5	リーガロイヤルホテル京都
⑰	発 表 者 名	発 表 標 題	
	高木一茂	Hydro simulation of fusion reactor wall irr adiated by alpha particles	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	国際会議P I R E ワークショップ	2013/7/5	リーガロイヤルホテル京都

⑮	発 表 者 名		発 表 標 題	
	林 宜章		New Experimental Environment for Laser Ablation with Background Plasma	
	学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所
	国際会議 P I R E ワークショップ		2013/7/5	リーガロイヤルホテル京都
⑰	発 表 者 名		発 表 標 題	
	山下真直		Ultra-fast investigation of damage formation in solid using energetic particle irradiations	
	学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所
	国際会議 P I R E ワークショップ		2013/7/5	リーガロイヤルホテル京都
⑳	発 表 者 名		発 表 標 題	
	Y.Hirooka		A review of plasma-wall boundary effects on core confinement and lithium applications to boundary-controlled magnetic fusion experiments	
	学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所
	国際会議 P I R E ワークショップ		2013/7/4	リーガロイヤルホテル京都
㉑	発 表 者 名		発 表 標 題	
	A.Sunahara		Numerical modeling of heated materials related to the fusion reactor	
	学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所
	国際会議 P I R E ワークショップ		2013/7/4	リーガロイヤルホテル京都
㉒	発 表 者 名		発 表 標 題	
	T. Sizyuk		Mixed materials effects on plasma performance in reactor environments	
	学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所
	国際会議 P I R E ワークショップ		2013/7/4	リーガロイヤルホテル京都
㉓	発 表 者 名		発 表 標 題	
	A. Hassanein		Plasma and Debris Wall Interactions in Magnetic and Inertial Fusion Reactors	
	学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所
	国際会議 P I R E ワークショップ		2013/7/4	リーガロイヤルホテル京都
㉔	発 表 者 名		発 表 標 題	
	S. S. Harilal		Plasma diagnostics & characterization	
	学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所
	国際会議 P I R E ワークショップ		2013/7/4	リーガロイヤルホテル京都
㉕	発 表 者 名		発 表 標 題	
	Nicole LaHaye		Laser ablation techniques for materials detection and identifications	
	学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所
	国際会議 P I R E ワークショップ		2013/7/5	リーガロイヤルホテル京都
㉖	発 表 者 名		発 表 標 題	
	簗内俊毅		慣性核融合炉内でのアブレーションプラズマの挙動	
	学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所
	日本物理学会		2013/9/25	徳島大学

②⑦	発 表 者 名	発 表 標 題	
	影山 慶	気液混合領域を扱う状態方程式を用いたレーザーアブレーションの流体シミュレーション	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	レーザー学会	2014/1/20	北九州国際会議場
②⑧	発 表 者 名	発 表 標 題	
	高木一茂	高エネルギーイオンの高強度照射による慣性炉壁アブレーションの流体シミュレーション	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	第10回核融合エネルギー連合講演会	2014/6	つくば国際会議場
②⑨	発 表 者 名	発 表 標 題	
	山下真直	高エネルギーイオンの高強度照射による慣性炉壁材料の空孔生成	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	第10回核融合エネルギー連合講演会	2014/6	つくば国際会議場
③⑩	発 表 者 名	発 表 標 題	
	Yusuke Yoshida	MeV Proton Beam Damage Produced on Fe Surface by Interaction of Ultra Intense Laser	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	ASHULA Grand Seminar / Symposium	2016/1/6	Osaka University Ichō-Kaikan
③⑪	発 表 者 名	発 表 標 題	
	Keisuke Imamura	Aerosol Formation and its Removal in Modeled IFE Reactor by Laser Ablation Jet Recoil	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	ASHULA Grand Seminar / Symposium	2016/1/6	Osaka University Ichō-Kaikan
③⑫	発 表 者 名	発 表 標 題	
	Yoshi Hirooka, Hailin Bi, Michiya Shimada, Mas a Ono	Steady state hydrogen, deuterium, helium and argon plasma interactions with a liquid metal: Ga67In20.5Sn12.5 convected by Lorentz force	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	International Conference on Plasma Surface Interaction 国際会議	2016/5/28-6/4	Pontifical Urbana University
③⑬	発 表 者 名	発 表 標 題	
	長井圭治	Mass-productive target fabrication and its delivering for high repetition laser	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	The 1st Asia-Pacific User Meeting for the Helmholtz International Beamline for Extreme Fields 2016国際会議	2016/6/23-25	Jia Ding Hotel
③⑭	発 表 者 名	発 表 標 題	
	廣岡慶彦	Effects of liquid convection on particle recycling	
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
	The 1st International “All-about-Divertor” Symposium (IADiS-1) Kyoto International Community House	2016/10/14	京都市国際交流会館

③⑤	発 表 者 名	発 表 標 題		
	徐跃	Hydrogen isotopes diffusive transport parameters and deuterium retention in sputter-deposited tungsten coatings		
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
	The 1st International “All-about-Divertor” Symposium (I ADiS-1) Kyoto International Community House	2016/10/14	京都市国際交流会館	
③⑥	発 表 者 名	発 表 標 題		
	毕 海林	Deuterium transport in a liquid metal GaInSn with natural convection under steady state plasma bombardment		
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
	The 1st International “All-about-Divertor” Symposium (I ADiS-1) Kyoto International Community House	2016/10/14	京都市国際交流会館	
③⑦	発 表 者 名	発 表 標 題		
	砂原淳	Diffusion of external magnetic fields into the cone-in-shell target in the fast ignition		
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
	米国物理学会	2016/10/31-11/4	マッケンリー会議場	
③⑧	発 表 者 名	発 表 標 題		
	羽原英明	Review and prospect of "super-penetration" fast ignition		
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
	The 4th International Symposium on Laser Interaction with Matter（第4回レーザー物質相互作用国際会議）(invited)	2016/11/6-9	Wangjiang Hotel	
③⑨	発 表 者 名	発 表 標 題		
	山内智輝	高エネルギーα粒子照射によるタングステンの欠陥生成シミュレーション		
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
	プラズマ・核融合学会	2016/11/29	東北大学青葉山キャンパス	
④⑩	発 表 者 名	発 表 標 題		
	今村圭佑	慣性核融合炉内で発生浮遊するエアロゾルのアブレーション反跳ジェットによる移動		
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
	プラズマ・核融合学会	2016/11/29	東北大学青葉山キャンパス	
④⑪	発 表 者 名	発 表 標 題		
	岡崎克哉	交差ブルーム法による材料創成		
	学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
	プラズマ・核融合学会	2016/12/1	東北大学青葉山キャンパス	

備考：必要に応じて、欄を追加してください。

〔図 書〕 計 (0) 件

通番	共著の有無*	著 者 名	出 版 社		
①					
		書 名	発 行 年	総ページ数	
②		著 者 名	出 版 社		
		書 名	発 行 年	総ページ数	
③		著 者 名	出 版 社		
		書 名	発 行 年	総ページ数	
④		著 者 名	出 版 社		
		書 名	発 行 年	総ページ数	
⑤		著 者 名	出 版 社		
		書 名	発 行 年	総ページ数	

備考：必要に応じて、欄を追加してください。

*相手国研究代表者との共著がある場合は○、相手国研究代表者との共著であり論文内に事業名を明記している場合は◎と記入した上で、明記されている箇所（頁、巻頭、巻末等）を記入してください。

9. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出 願〕 計（ 0 ）件

	産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別
①						
②						
③						
④						
⑤						
⑥						

備考：必要に応じて、欄を追加してください。

〔取 得〕 計（ 0 ）件

	産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
①						
②						
③						
④						
⑤						
⑥						

備考：必要に応じて、欄を追加してください。

10. 今後の展望（今後の研究協力体制の維持・発展に向けた展望について、具体性・実現可能性等を踏まえて、継続的に展開していくための計画を記述してください。）

「将来発展可能性」で述べたように本プログラムの研究課題や様々な派生研究に関して米国や欧州から強く今後の継続的な共同研究の要請がある。参加者の間では今後も引き続きワークショップの開催と共同研究の実施することを合意しており、当面は各自の研究資金で共同研究を行うことと、米国物理学会や欧州物理学会等の国際会議のサテライトやシンポジウムとして本プログラムで行っていたワークショップを引き続き行っていくことを合意している。特に米国側とは超短パルスレーザー駆動高エネルギー粒子を用いた炉壁損傷の研究に関しては強く継続的な共同研究の要請があり、既にシミュレーション分野の日本人研究員をチームの一員として迎え入れており、彼をパイプ役としながら双方で高強度レーザーを用いた核融合炉心プラズマを推進していくことを議論しており、本年度、または来年度の米国物理学会プラズマ分科会の機会を捉えて議論を進めていくことを話し合っている。

11. 要望、意見等

特になし。

<備考>

1. この報告書は、共同研究の全採用期間が終了した翌月末（3月末に終了する場合は翌年度4月18日）までに提出してください。
2. 振興会の事業報告等に記載するための適当な写真がありましたら、説明を付して添付してください。
3. この報告書の1.～5.、7.、8.及び様式4-2は、交流成果として本会ホームページに掲載するほか、報告書全てを閲覧用に公開します。また、この報告書を振興会の事業報告として刊行する場合、内容に影響しない範囲で修正を行うことがあります。