

## 先端研究拠点事業－国際戦略型－

### 平成21年度 実施計画書

採用年度	平成21年度	採用番号	19003	領域	数物系科学
分科	プラズマ科学	細目名	プラズマ科学	細目コード	4501

1. 日本側拠点機関名 国立大学法人 大阪大学

日本側コーディネーター（所属部局・職・氏名） 大阪大学大学院工学研究科・教授・児玉 了祐

研究交流課題名 （和文）高いエネルギー密度状態の科学

（英文） High Energy Density Science

研究交流課題に係るホームページ：<http://www.eei.eng.osaka-u.ac.jp/icheds/>

2. 採用期間 平成21年 4月 1日 ～ 平成24年 3月 31日（36ヶ月）

3. 先端研究拠点事業としての全期間を通じた交流目標

本計画では、高出力レーザーを使用して「高エネルギー密度状態の科学」を戦略的に開拓するための国際交流センターを目指した研究拠点形成を行うことである。そのために共同研究、情報収集、若手人材育成に関する以下の目標を設定する。

**【共同研究】** 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター、英国ラザフォード研究所、仏国 LULI の高出力レーザーや計算コード、ミシガン大学超高強度レーザー、ネバダ大学パルスパワー結合超高強度レーザー、オハイオ大学高出力高繰り返しレーザー（建設中）を有機的且つ効果的に使用することで、大型装置利用が抱える従来の制約を大幅に削減し効率的な共同研究を進める。これまでの経験を生かし、年間5つの研究課題に対して各2つ合計10件の共同研究を実施する。これにより卓越した成果を出すのみならず高出力レーザー国際バーチャラボの機能を構築する。

**【情報収集】** 将来の国際情報バーチャルセンターを見据えた効率的な情報収集コアシステムを構築する。高エネルギー密度科学に関する先端的学術情報は、web のホームページ上で、戦略的かつ系統的な収集・整理を行う。またプレプリントサーバーや論文検索に役立つサーバーなども設ける。また国内外でのワークショップは定例化し、これらの情報を前述のホームページで一元管理できるようにしバーチャル国際情報センター構築に役立てる。

**【人材育成】** 本事業において優秀な若手研究者を海外の拠点における大型装置を利用した共同研究に積極的に参加させたりサマースクールを自ら企画させることで、国際的なリーダーシップを持った次世代の若手研究者育成を計る。さらに高エネルギー密度科学という学際的・学術融合的な学術分野の研究を通して幅広い視野を持った若手を育成する。このような広い視野とリーダーシップを持った若手研究者が次世代の国際ネットワークの発展基盤を作る。

#### 4. 前年度までの交流活動による目標達成状況

19年度には、高エネルギー密度科学に関する共同研究、セミナー、研究者交流において延べ41人を派遣した。20年度にも同程度の人員(38人)を派遣した。共同研究においては、日英米仏の高出力レーザーを有効に利用さらに計算コードを利用した共同研究が進められ、**Nature Phys. Phys. Rev. Letts** など著名な論文をはじめ**29篇の共著論文が出版された**。また共同研究の成果は、米国物理学会、欧州物理学会をはじめとした国際的な会議でも多く発表された。若手人材育成では、共同研究などを通し世界に通用する人材が育ちつつあり、本事業による相手機関などに3名以上の博士研究員が就職している。国際情報収集に関しては、年間5件程度のワークショップを開催し効率的な情報収集が行われた。日英、日米、日仏の二国間ワークショップにより、さらなる共同研究が展開されつつある。また日英ワークショップなどが定例化されつつある。

##### ① 共同研究課題の推進

共同研究については、英国ラザフォード・アップルトン研究所、仏国 LULI、米国ミシガン大学、リバモア研究所および大阪大学のレーザーを連携利用することで、1. 相対論プラズマ物性、2. 高圧凝縮物性、3. 固体-プラズマ中間体物性、4. 実験室宇宙物理、5. プラズマフォトニクス の5つのテーマに関してほぼ予定通りの共同実験が行われた。特に英国ラザフォード・アップルトン研究所、仏国 LULI においては、5つのうち4テーマ(1, 2, 4, 5)が行われた。英国ラザフォード・アップルトン研究所における共同研究(1及び5に関するテーマ)に関しては、**Nature Physics** などの**主要論文**にその成果が掲載された。特に日英共同研究に関しては、これまでの実績と今後の研究計画が高く評価され、3年に1度の**ダイワイドリアン賞を受賞**した。さらに実験室宇宙物理に関しては、英国、仏国、日本の研究施設を効率的に利用することができた。また各国の計算コードに関しても、連携した利用で効果的・効率的な共同研究が実施されPhy. Rev. Lett.などに論文化された。さらに本計画では、若手研究者、博士課程学生を共同研究に積極的に参加させることで人材育成にも大きく貢献している。

##### ② 若手研究者養成

研究者交流は、相手国研究機関への中長期派遣、学会および米国でのスクール参加など若手派遣に重点をおいて実施した。英国ラザフォード・アップルトン研究所への若手研究者の長期派遣により高エネルギー密度科学の開拓に必要な不可欠な高出力レーザー技術情報交流が進んだのみならず日本原子力機構とラザフォード・アップルトン研究所との共同研究が新たにスタートした。共同研究に若手研究者、学生を積極的に参加させることで国際的な視点に立った若手研究者が育成されつつあり、博士課程終了後に本事業に関連する上記研究機関に就職をしているまたは希望している。中でも仏国 LULI では本事業により育成された博士研究員が、高い競争率の現地ポジションをトップの評価で採択されるなど世界に通用する次世代若手研究者が育成されている。

##### ③ 国際的学術情報の収集整備

英米仏を中心とした国際ワークショップ、二国間ワークショップ、ウインタースクールなどを国内複数機関と協力して実施し、効率的・効果的な情報収集と本事業の国際的プレゼンスを高めることができた。

19年度は「高エネルギー密度科学に関する日英ワークショップ」を駐日英国大使館と、「超高強度レーザー駆動相対論プラズマの、科学、工業、医療への応用を議論するための国際会議」を日本原子力研究開発機構と「実験室宇宙物理国際ワークショップ」を核融合科学研究所と、「固体-プラズマ中間体物性に関するウインタースクール」をカルフォルニア大学バークレー(米国)との協力のもと実施した。

20年度は、日英、日米、日仏それぞれのワークショップ、2件の国際ワークショップを実施した。特に19年度、駐日英国大使館で実施した日英ワークショップに関しては、20年度、日英国交150周年事業の一環として日本学術振興会ロンドンオフィスと連携を取りながら英国ロイヤルソサエティーにて実施した。また当ワークショップにおいて日本学術振興会と英国 Science and Technology Facilities Council(STFC)の交流協定が交わされた。また、日本と仏国における高エネルギー密度科学全般に関する連携推進を目指した第1回日仏ワークショップを仏国大使館、フランス国立科学研究センター(CNRS)東京オフィスと連携をとり東京で開催した。なお本ワークショップは日仏国交150周年記念事業の1つとして仏国大使館の協賛で実施された。さらに、これまで欧米のみにて実施されていた Warm Dense Matter(固体-プラズマ中間体物性)に関する最も歴史的な国際ワークショップを当拠点形成プログラムによって初めて我が国で開催した。本会議は、世界各国から固体-プラズマ中間体物性を研究する精鋭の科学者が2年ごとに集まり情報交換する重要な会議であり、情報交換のみならず我が国の当分野の国際的プレゼンスを高めることになった。

以上より、高エネルギー密度科学に関する国内、国外の連携実施体制がほぼ整備され、その体制は国際拠点型に発展させていくうえで非常に有用なものとなった。

## 5. 本年度の交流計画の概要

### (共同研究)

高エネルギー密度状態の科学の開拓のため学際的かつ学術融合型のアプローチとして、拠点形成型で設定した5つの課題（1. 相対論プラズマ物性、2. 高圧凝縮物性、3. 固体－プラズマ中間体物性、4. 実験室宇宙物理、5. プラズマフォトニクス）を戦略的に開拓する。よりチャレンジングでインパクトのある新規共同実験課題を設定し、日欧米の高出力レーザーを高出力レーザー国際バーチャルラボのような有機的国際連携のもとで有効に利用する。また各国の計算コードに関しても、状況に応じて最適なコード利用を行うことで効果的・効率的な共同研究を実施する。

拠点形成型では、これまで我が国と欧米の1機関もしくは2国間によるものであった。国際戦略においては、我が国を軸とした3国以上の共同研究を進める予定である。

- ・ 日米英チームにより相対論プラズマ物性の共同実験を英国 RAL などの施設で実施。
- ・ 日英仏米チームで仏 LULI、英国 RAL と阪大レーザー研で高圧凝縮物性に関する共同実験を実施
- ・ 日英仏米チームにより米国バークレー研究所などの装置を利用してプラズマ-固体中間体物性に関連する金属-非金属物性実験を行う。
- ・ 日仏英のチームで阪大レーザー、仏 LULI の装置を利用した実験室宇宙物理（ジェット生成、無衝突衝撃波、輻射衝撃波）に関する実験と理論の共同研究を行う。
- ・ 日英仏米のチームにより阪大、仏 LULI、英 RAL の装置を利用したプラズマフォトニクスの共同実験を実施。

その他、日英米仏の計算コードや理論家の交流による共同研究を予定している。

### (セミナー)

研究成果の主要論文掲載はもちろん、拠点形成型において定例化できた2国間ワークショップ（日米、日英、日仏）を継続する。また5つの研究テーマに関して年1-2回程度の個別ワークショップを共催し効果的・効果的な情報収集と学術成果の発信に利用する。さらに、英米仏日の共同によるワークショップやスクールを隔年で開催し戦略的情報収集と本事業による世界拠点としてのプレゼンス向上をはかる。

- ・ 米国にて高エネルギー密度プラズマ計測に関するワークショップを開催（米国・サンフランシスコ）
- ・ 米国を中心として相対論プラズマ物性に関するセミナーを日本で実施。（米国・アトランタ）
- ・ 日本と英国における高エネルギー密度科学全般に関する連携推進を目指した第3回日英ワークショップを大阪にて開催する。（日本・大阪）
- ・ 高エネルギー密度に関するウインタースクール（若手人材）を大阪で開催する。（日本・大阪）
- ・ 第3回レーザー誘起相対論プラズマと応用に関する国際シンポジウムを日本原子力機構関西科学研究所と実施する。（日本・奈良）
- ・ 高エネルギー密度科学に関する第2回日仏ワークショップを仏国にて実施する。（フランス・オソワ）

### (研究者交流)

上記共同研究、セミナー参加のための派遣、受け入れを通じて研究者交流を行う。特に共同実験には若手研究者、博士課程大学院生を積極的に参加させ若手人材育成に資する。またこれらとは別に2-3カ月程度若手研究者を英国オックスフォード大学、ラザフォードアップルトン研究所に派遣する（若手人材）。また若手研究者、博士課程大学院生を6月開催のヨーロッパ物理学会（ブルガリア）に1名、9月米国で開催される慣性核融合科学及び応用に関する国際会議（IFSA）に3名、11月開催の米国物理学会プラズマ領域に4名派遣し研究成果の発表機会を与える。さらに日本のコーディネーターを欧州拠点および米国拠点・主要協力機関との議論するための派遣を実施し、マッチングファンドを含めた戦略的な国際連携について議論を行う。また3月に仏国で実施予定のウインタークール（若手人材）を共同で開催しこれに大学院生をはじめとした若手研究者を派遣する。

## 6. 実施組織

### ○日本側実施組織

拠点機関	国立大学法人大阪大学
実施組織代表者 職・氏名	国立大学法人大阪大学総長・鷺田清一
コーディネーター 所属部局・職・氏名	大学院工学研究科・教授・兒玉了祐
協力機関数	17
協力機関名	国立大学法人東北大学 国立大学法人宇都宮大学 国立大学法人電気通信大学 国立大学法人東京大学 国立大学法人東京工業大学 国立大学法人横浜国立大学 国立大学法人名古屋大学 国立大学法人京都大学 国立大学法人広島大学 摂南大学 光産業創成大学院大学 大学共同利用機関法人自然科学研究機構 独立行政法人産業技術総合研究所 独立行政法人日本原子力研究開発機構 国立大学法人 熊本大学 独立行政法人 物質・材料研究機構 独立行政法人宇宙航空研究開発機構
拠点機関事務組織：事務総括責任者	研究推進・国際部国際交流課長・江藤靖弘
事務総括担当者	研究推進・国際部国際交流課 吉野 真理子(旧:杉谷あかね)
経理管理責任者	工学研究科研究協力室産学連携係長 山下鶴弘
経理管理担当者	工学研究科研究協力室産学連携係長 山下鶴弘

### ○相手国側実施組織 1

国名	英国
拠点機関	ラザフォードアップルトン研究所
コーディネーター 所属部局・職・氏名	Central Laser facility・Professor・Peter Norreys
協力機関数	6
協力機関名	Imperial College London University of Oxford University of York Queen's University Belfast University of Strathclyde University of Essex

○相手国側実施組織 2

国名	仏国
拠点機関	Ecole Polytechnique (CNRS)
コーディネーター 所属部局・職・氏名	Laboratoire pour l'Utilisation des Lasers Intenses (LULI) Senior Scientist・Michel Koenig
協力機関数	7
協力機関名	Uniterosite Pierre et Marie Curie Commissariat Energie Atomique CEA/DAM Île-de-France, Bruyères-le-Châtel Observatoire de Paris-Meudon Laboratoire pour l'Application des Lasers de Puissance (CNRS) ENSMA University of Bordeaux 1

○相手国側実施組織 3

国名	米国
拠点機関	University of California San Diego
コーディネーター 所属部局・職・氏名	Engineering science・Associate Professor・Farhat Beg
協力機関数	14
協力機関名	University of California, Berkeley Ohio State University Princeton University University of Texas, Austin Lawrence Berkeley National Laboratory Lawrence Livermore National Laboratory Sandia National Laboratory University of Michigan Rice University University of Rochester University of Nevada, Reno General Atomics Purdue University University of Maryland