

先端研究拠点事業
事業実績報告書

採用年度	平成 16 年度
種別	拠点形成促進型
分科細目	基礎科学・物理化学
採用番号	16002

領域・分野	化学・基礎科学
分科細目（分科細目コード）	基礎科学・物理化学
採用番号	16002
研究交流課題名（和文）	超高速強光子場科学
研究交流課題名（英文）	Ultrafast Intense Laser Science
採用期間	平成16年4月1日～平成17年3月31日

《実施組織体制》

日本側

拠点機関名	東京大学
実施組織代表者（職・氏名）	教授・山内薫
コーディネーター（職・氏名）	大学院理学系研究科・教授・山内薫
協力機関数	13 機関
参加者数	15 名

相手国 1

国名	カナダ
拠点機関名	ラバル大学
実施組織代表者（職・氏名）	教授・See Leang Chin
コーディネーター（職・氏名）	教授・See Leang Chin
協力機関数	4 機関
参加者数	5 名

相手国 2

国名	フランス
拠点機関名	原子エネルギー研究機構サクレー研究所
実施組織代表者（職・氏名）	研究部長・Didier Normand
コーディネーター（職・氏名）	研究部長・Didier Normand
協力機関数	4 機関
参加者数	8 名

相手国 3

国名	ドイツ
拠点機関名	イエナ・フリードリッヒシラー大学
実施組織代表者（職・氏名）	教授・Roland Sauerbrey
コーディネーター（職・氏名）	教授・Roland Sauerbrey
協力機関数	5 機関
参加者数	9 名

相手国 4

国名	イタリア
拠点機関名	パレルモ大学
実施組織代表者（職・氏名）	教授・Gaetano Ferrante
コーディネーター（職・氏名）	教授・Gaetano Ferrante
協力機関数	7 機関
参加者数	13 名

相手国 5

国名	英国
拠点機関名	ストラスクライド大学
実施組織代表者（職・氏名）	教授・Kenneth Ledingham
コーディネーター（職・氏名）	教授・Kenneth Ledingham
協力機関数	3 機関
参加者数	4 名

相手国 6

国名	米国
拠点機関名	ミシガン大学
実施組織代表者（職・氏名）	教授・Gerard Mourou
コーディネーター（職・氏名）	教授・Gerard Mourou
協力機関数	8 機関
参加者数	11 名

交流目標の達成（見込）状況

平成17年度事業計画における達成目標

本先端拠点事業「超高速強光子場科学」では、近年の超短パルスレーザー光源の進歩が生み出した、物理学、化学、レーザー工学にまたがる新しい学際研究領域である「強光子場科学」において、日本の研究者が参加各国の研究者と国際的な連携の下に、学際領域のフロンティアを開拓すること、そして、研究交流や学会・セミナーを通じて、日本をはじめとする各国の若手研究者を、次世代を担う国際性豊かな研究者として育成することを目指した。具体的には、主に、以下の4項目の内容を達成目標とした。

- (1) 共同研究の推進：日本と各国間での研究者交流、特に、若手研究者の交流を支援し、先端的、研究テーマに関する国際共同研究の推進とともに、若手研究者の育成という観点を重視する。
- (2) マッチングファンドの確保：参加各国の拠点研究機関および協力研究機関において、本プロジェクトを支援するために、マッチングファンドを確保する。
- (3) 研究者交流の数値目標：2年間に若手研究者を中心とする延べ150名の研究者の国際交流を行うことを平成16年のプロジェクト発足時に設定した。
- (4) 英文総説誌の刊行：本事業に参加する各国のメンバーとの連携の下、新しい分野の重要性を広報するために、「超高速強光子場科学」に関する英文総説誌の刊行を開始することを目標とした。
- (5) 国際研究集会の開催と支援：国際的な規模での研究交流に資するとともに強光子場科学の振興とそのフロンティアの開拓のために、国際シンポジウム・セミナーを開催および支援することを目標とした。

平成17年度事業計画の達成状況

国際規模の組織的連携事業が日本の研究者の主体的努力の下に推進され結果、上記の達成目標は十分に達成された。それにとどまらず、予想を超える国内外の反響があり、本事業の構想の斬新性と重要性を国内外に広く周知することとなった。

(1) 共同研究の推進：国際規模での研究連携と研究推進を推進された結果、先端的な研究成果が得られている。(次ページ「共同研究」参照)

(2) マッチングファンドの確保：拠点形成型の2年間の研究交流によって、参加各国の拠点研究機関および協力研究機関において、本プロジェクトを支援するために、マッチングファンド獲得の努力が成され、具体的なマッチングファンドの獲得という成果が得られた。カナダではS. L. Chin教授がすでにNSERCのSpecial Research Opportunity (SRO) Programの確保に成功し、フランスではCEAのDidier Normand博士、アメリカではCSMのJ.A. Squier教授がそれぞれマッチングファンドを確保し、イタリアでは、CNRのA. Giuliotti教授、ローマ大学のS. Martellucci教授がそれぞれマッチングファンドを確保しており、欧州においてはEuropean Concerted Research Action COST P14のプログラムと連動するべくESFと覚書を交わす段階に入っている。

(3) 研究者交流の数値目標：拠点形成型の2年間に「若手を中心とする延べ150名の研究者の国際交流」を目標としていたが、実際に初年度87名、第2年度67名(合計147名)の交流を支援し、その目標をほぼ達成した。

(4) 英文総説誌の刊行：研究交流や共同研究での成果を報告するだけでなく、現在の本研究分野における研究の状況を国際的学術情報として広く知らせること、また同時に、初学者にとって分かりやすい分野の紹介となることをめざし、本事業に参加する各国のメンバーが主体となった国際的な連携と努力の結果、ドイツのSpringer社より新シリーズ"Progress in Ultrafast Intense Laser Science"の刊行が決定され、第1巻および第2巻の編集が終了し、第1巻は、本年7月に出版されることとなった。本事業の代表者である山内がシリーズエディターとなり国際連携の下、編集のリーダーシップをとっている。現在第3巻の編集が始まっており、目標を十分に達成した。編者は、山内(日本側コーディネーター)、S. L. Chin(カナダ側コーディネーター)、P. Agostini(フランス側研究協力者)、G. Ferrante(イタリア側コーディネーター)である。

(5) 国際研究集会の開催と支援：国際会議やセミナーを開催し活発な討論が行われた(セミナーの項目を参照)。本事業で支援した国際研究集会は、その質の高い内容について国内外において高い評価を受けており、本分野の研究交流や研究活動の活性化に本事業が果たした役割は大きい。平成17年12月に米国ハワイ州にて開催された国際シンポジウムは、日本側からの参加者については、その旅費等を本事業で支援したが、欧米諸国の研究者から、経済的支援がなくてもぜひ参加して議論に加わりたいという声が多く寄せられた。このことは、本事業のこれまでの取り組みが国際学術社会からの高い評価を得たことを意味している。

国際研究集会の成果とともに、マッチングファンドの確保に関する交渉に際して、各国の研究者や機関との交渉を行ってきた結果、「日本において、Core-to-Core Programと呼ばれる新しい国際協力事業がJSPSのリーダーシップのもとで開始された。」ことは欧米各国で広く知られるようになった。そして、EU諸国の研究ネットワークであるCOST P14のプログラムとの連携体制が構築されるなど、当初予想していなかったより大きな規模の国際協力へと発展したことは、本プロジェクトにとって大きな励みとなったと同時に、「新興学際分野の発展における拠点形成の重要性の共通認識化」という成果が得られたことを意味している。

上記のように、拠点形成型の2年間には極めて充実した成果が得られた。これは、当初の目標が十分に達成されたことを如実に示している。

実施状況

研究交流計画実施にあたる実施体制

本事業は、日本を中心として、欧州4ヶ国（フランス、イタリア、ドイツ、英国）、北米2ヶ国（カナダ、米国）の合計7ヶ国の間での国際的な研究協力事業である。各国では拠点機関に所属するコーディネーターが主体的な努力を行い、それぞれの国内における協力研究者と連携を取り合ってきた。特に、カナダではコーディネーターを中心に協力機関との間で連携体制が確立し、NSERC から3年間にわたる SRO プログラムが、日本における本事業と連携することを明確に謳って発足することとなった。他の国々に於いても、前頁に記述したように、マッチングファンドが確保され、平成18年度からの国際連携事業がより充実した形で発展する基礎が築かれた。日本においては、拠点機関である東京大学と協力機関の間で十分な連携がとられ、国際シンポジウムや研究者交流における計画立案に当たって、国際的な視野を身につけた日本の若手研究者を育成することに留意している。

日本側拠点機関における研究交流課題への取り組み（事務支援体制等の観点より）

日本側拠点機関である東京大学においては、大学院理学系研究科の協力の下、本事業と連携した研究交流活動のために、大学院理学系研究科に、「超高速強光子場科学研究センター(Center for Ultrafast Intense Laser Science)」が、新規に平成17年2月10日に設置され、本事業の代表者である山内がセンター長に就任した。また、同理学系研究科の支援の下、平成17年度の1年間、上記センターにおいて、本事業による研究者の派遣および交流事業の事務的手続きを支援するために非常勤事務員1名を雇用した。

共同研究

共同研究においては、いずれのプロジェクトも、本事業による研究交流が契機となり推進されているものであり、若手研究者（助手、ポスドク、大学院博士課程学生など）が積極的に参加する体制をとっている。すなわち、先端的研究テーマに関する国際共同研究の推進とともに、若手の育成という観点を重視した。これら共同研究には、いずれも研究室の若手研究者が参加しており、共同研究を通じて若手研究者の実地での育成を進めることができた。

国際共同研究は多くのメンバーの間で行われているが、その成果が顕著に挙げられた例として、日本側メンバーである河野裕彦助教授（東北大学）とドイツ側メンバーである Farhad Faisal 教授（Bielefeld Univ.）の共同研究が挙げられる。彼らは、それぞれが発展させてきた理論研究を融合させ新しい研究領域を開きつつある。具体的には、強光子場S行列理論に分子の励起状態ダイナミクスを取り入れることにより、イオン化確率の核間距離依存性や光電子スペクトルを再現できる新手法を開発した。また、日本側メンバーの大森賢治教授（分子科学研究所）とフランス側メンバーである Bertrand Girard 教授（Paul Sabatier Univ.）氏は、共同で波動関数の時間位置分解検出法の開発に成功している。上記の「河野助教授と Faisal 教授の共同研究」、「大森教授と Girard 教授の共同研究」の他に「山内 薫 教授（東京大学）と Didier Normand 博士（CEA, Saclay, France）との短波長強光子場によるクラスターのイオン化に関する共同研究」、「大森教授と Robert Levis 教授（Temple Univ. US）の反応制御に関する共同研究」、「中島信昭教授（大阪市立大）と Kenneth Ledingham 教授（Univ. Strathclyde, UK）との有機分子の強光子場下でのクーロン爆発反応に関する共同研究」、「中島信昭教授（大阪市立大）と Werner Fuss 博士（Max-Planck-Institute of Quantum Optics, Germany）との有機分子の強光子場下で電荷移行に関する共同研究」、「西村博明教授（大阪大学レーザーエネルギー学研究センター）と Dimitri Batani 教授（Universtiy Milano, Bicocca）の超短パルスレーザー生成プラズマエネルギー輸送に関する研究」、「山内教授と Andreas Becker 博士（Max-Planck-Institute for the Physics of Complex Systems, Germany）との強光子場下での分子励起に関する理論と実験の共同研究」などを挙げることができる。

セミナー

本年度は以下の4つの国際研究集会を開催した。その内2件は国内、1件はドイツ、1件は米国にて開催した。また、国内において開催された国際会議1件について、それを支援した。

(1) 国際シンポジウム International Symposium on Ultrafast Intense Laser Science 4 [期間: 2005年12月10日~14日、場所: ハワイ島、米国]: “Relativistic phenomena”, “Application of attosecond pulses”, “Few-cycle pulses and application”, “Imaging and related topics” など8つのセッションにおいて、最先端の研究成果に対して活発な議論が交わされた。強光子場科学における学際的な国際研究交流をより深めることができただけでなく、会議の際に開催されたコーディネーター会議において、7カ国のコーディネーターが一同に会し、本事業の運営方針や来年度の計画、マッチングファンドの応募などについて議論した。

(2) 国際シンポジウム International Symposium on Ultrafast Phenomena of Atoms, Molecules and Bio-molecules in Designed Laser Fields (デザインされたレーザー場における原子・分子・生体分子の超高速過程に関する国際会議) [期間: 2005年7月9日、場所: 東京]: 国内から7名、海外から10名の招待講演者を招き、デザインされた光子場中での原子・分子、生体分子の超高速過程という先端領域研究について議論を行った。分子科学、光化学、レーザー工学、光生物学の分野における学際的交流がより一層促進された。

(3) 国際セミナー International Seminar and Workshop on Intense Laser-Matter Interaction and Pulse Propagation (レーザー物質相互作用とパルス伝播に関する国際セミナーとワークショップ) [2005年8月15日~19日、場所: ドレスデン(ドイツ)]: ワークショップ形式で行われ、若手研究者のための講義形式の講演、および、一般講演から構成され、研究交流ばかりでなく、若手研究者の育成に資するものであった。

(4) 国際会議 International Symposium on Complexified Dynamics, Tunnelling and Chaos (複雑系ダイナミクス・トンネリング・カオスに関する会議) [2005年8月28日~9月4日、場所: 京都]: 特に、非線形動力学に関する分野の学際的な研究交流を行った。カオス、トンネル効果、多次元トンネル問題を中心に据えて、世界の第一線講師を集め、複素化された古典、量子、半古典力学と量子カオスをめぐる問題を化学反応理論、強光子場下でのトンネルイオン化、古典散乱理論、複素力学系理論、漸近展開理論、パリティ時間対称性等の諸問題と関係させつつ議論した。十分な時間をかけて議論を行ったので、日本から参加した若手研究者や大学院生にとって良い刺激となった。

また、上記の国際研究集会とは別に、国際会議 Annual International Laser Physics Workshop 2005 [期間: 2005年7月4日から8日、場所: 京阪名]を支援した。この会議では、30カ国総勢250名の研究者が講演を行い、また活発な議論が行われた。

平成17年度においても、平成16年度に引き続き、国内外におけるシンポジウムやセミナーにおいて、若手研究者のためのポスター発表の場を設けるなど、若手研究者が積極的に議論に参加できるような環境作りに努めた。

研究者交流

研究者交流は、共同研究に加え、国際研究集会を通じて行われた。共同研究については、日本側から研究者派遣によるものが主なものであった。若手研究者の比較的長期にわたる滞在は、共同研究を格段に推進させる契機となった。

国際研究集会においては、単に、研究内容についての議論ばかりでなく、先端研究における情報交換を行った。また、そのような機会を捉えて、海外の若手研究者が、本プロジェクトの拠点機関、協力機関を訪問し交流を行った。

このような交流が元となって、各国にマッチングファンドを用意するという機運が醸成され、達成状況の項目に示したような、各国でのマッチングファンドの取得につながった。さらに、COST P14との連携など、当初予想できなかった形で、国際交流が拡大することとなったことも、このような研究者交流において派遣された研究者の努力の成果である。

さらに、本研究分野の成果を分かり易い形の総説誌として発刊するという事業についての理解も世界的規模で深まり、これも、達成状況の項目に示したように、多くの寄稿があった。本年7月よりシリーズとして、Springer社より新シリーズ "Progress in Ultrafast Intense Laser Science" の刊行が始まることとなった。