

最先端の光の創成を目指した ネットワーク研究拠点プログラム (平成20-29年度)

総括PO: 加藤義章

PO: 藪崎努、八木重典、佐野雄二(平成20-25年度)

文部科学省量子科学技術委員会
平成31(2019)年2月1日

1. プログラム全体の達成度

(1) 研究開発

光源や計測手法に関し、世界に比肩あるいは超える多くの独創的成果が得られた(以下例示)。本プログラムは、我が国の光科学技術の発展に多大な貢献をしたのみならず、ここで培われた独創的な研究は国際的にも光科学技術に大きな影響を与えてきた。

- APSAでは、世界最高精度(18桁)光格子時計とそのネットワーク接続が実現され、次世代周波数標準☆、相対論測地○など、超高精度光を広く利用する技術基盤が確立された。また、世界初の高強度広帯域コヒーレント光源「フォトンリング」が実現され、この利用により、材料・物性・生物・医学などの分野で、多様な展開が生み出されると期待される☆。更に、次世代レーザーに必要とされる高出力化・波長域拡大に適した新型セラミックレーザー○、円偏光発光・受光ダイオード○などが開発された。
- C-PhoSTでは、高品質フォトニック結晶面発光レーザー(PCSEL)の高出力化と、その学術的基礎が確立され、産業利用が見通せる段階に至った☆○。また、電子振動波束のアト秒精度量子制御、分子コンピュータ原理実証など、量子科学研究展開に資する研究成果が得られた☆。更に、レーザー電子加速における世界で最も安定な加速電子の実現☆、新規開発レーザー○による高エネルギー密度状態生成とそのXFEL計測☆など、高強度光科学に関し世界を先導する成果が得られた。

(☆科学技術面、○は近い将来の産業反映、における重要性。)

(2) 人材育成

関東・関西両拠点の研究機関は、新たな方法による人材育成に、極めて熱心に取り組んだ。非常に広い分野の若手研究者の教育を同じ土俵で行うことにより、異なった分野の研究者、学生達に予想外の交流をもたらしたことは大きな収穫であった。

- APSAでは、先端光量子科学アライアンスセミナー(H30年末で計38回)、22社参画による先端レーザ科学教育研究コンソーシアム(CORAL)が実施された。また、30名を超える研究員が雇用され、落ち着いて研究に専念する環境が構築された(平均雇用期間:約2年半、4年以上9名)。CORALに基づき、「先端光科学講義」、「先端光科学実験実習」が出版された。
- C-PhoSTでは、光科学に関する部局横断カリキュラム、テレビ会議システムを用いた高校への遠隔講義配信、大学院生・若手研究者の国際共同研究への積極的参画などが実施された。また、自立的な研究者育成を図るため、大学院生が主体となり企画運営する道場や夏の学校開催、産業界との交流を図る光科学フォーラムサミット(100社以上が参画)なども実施された。部局横断カリキュラムに基づき、「光科学の世界」が出版された。

(3) その他(拠点間の連携体制、等)

光拠点プログラムでは、両拠点において拠点長と各機関の研究責任者が一体となって新しい連携体制づくりに取り組んだ。

- APSAにおいては、光に関わる学理の代表研究機関の参画を得て、バランスよく高度な研究が進められた。
- C-PhoSTにおいては、各機関の努力で、個性的な良さを残しながら、内容においても人的にも高度な連携体制が構築された。
- 拠点間の連携は、毎年共同で開催した光拠点合同シンポジウムによる交流によって大いに促進され、連携の目的は十分に達成された。

2. プログラム全体の運営

(1) プログラム全体の運営について

- プログラムの運営： 拠点運営委員会（拠点毎、年2回）、サイトビジット等において、研究の進捗、成果のレビュー、計画検討などを実施した。
- 毎年、各拠点の研究進捗状況等を把握する会議を開催し、進捗状況等に応じた予算配分を実施した。
- 本プログラムと並行して実施された光科学に関する戦略的創造研究（CREST、さきがけ）と連携し、公開の合同シンポジウムを毎年開催した。これにより、異なる機関・異なる分野の研究者間の緊密な交流が深まり、広がりや深みのある研究が生まれた。
- 長期（10年）のテーマとリソースにより、若手研究者が落ち着いて研究に取り組むことが可能になり、多くの優れた研究成果が得られる基盤となった。
- 本プログラムの内容と成果を、公開シンポジウム、小冊子、ホームページ、雑誌記事などで広報したが、成果を迅速に広範囲に広報するには至らなかった。大規模プログラムにおいては、プログラムの趣旨・成果などを広く広報することが重要であるので、発足当初に広報を事業の一環に据え、体制・予算等を含めた実施計画を明確にして開始することが必要であると思われる。

(2) 総括PO／POの貢献度

- 総括POは、光拠点シンポジウム立案、各拠点運営会議での助言、拠点間予算調整などを通じて、本プログラムの適切・円滑な運営を図った。
- 藪崎POは主として学術・人材育成に関し、本質的視点によるアドバイスを運営会議等で行った。
- 八木PO、佐野POは産業界のコモンセンスを背景とし、具体的テーマを実現しつつ科学技術を深堀すべきこと、高度性・新規性だけでなく質的進歩が重要であることなどを、助言した。

3. 成果のまとめ

- 本プログラムでは異なる機関、異なる分野の研究者がネットワークを構成し、緊密に連携し、革新的手法による新しい光源・計測法等の研究開発に取り組んだ。
- その結果、超高精度光格子時計、フォトンリング、アト秒科学、高出力フォトニック結晶レーザー、超高密度物質創成、超高速量子シミュレータ、各種先進的光源など多様な最先端の成果が生まれた。
- 光格子時計による重力効果の検出は、いわば新しい基礎科学の分野を開発したと言ってもよく、今後、地球内部変動の観測、測地学など様々な新しい応用に展開されていくと予想される。また、半導体レーザーの革命ともいえるフォトニック結晶面発光レーザーは高出力化に成功し、将来の様々な基礎研究や実用研究への応用において重要な新しい光源となるであろう。
- 全期間を通じて、我が国の将来を担う研究者育成を図ったことはこの事業の貴重な試みであり、その成果は最終年度の第10回文科省光拠点事業合同シンポジウム「グローバルリーダーを育む光科学」（平成30年1月）において示された。
- 本プログラムにより、光科学が大きく進歩したのみならず、今後の展開に必要な、研究者間の緊密な連携体も形成され、人材が強化され、産業技術として光が社会における大きな役割を担う基礎作りに資することとなった。
- これらは本プログラム発足に先立ち実施された文部科学省「光科学技術の推進に関する懇談会中間報告書」（平成19年7月）において指摘された諸事項に十分応えるものであり、本事業の目標は十分に達成されたと考えられる。

4. 今後の展望

- 光科学技術は、近年のノーベル賞の対象となった様々な研究において、極めて重要な基盤実験・観測手段となっている。光拠点プログラムにおける若手の教育は、このような基盤科学技術を根本的に習得するもので、将来の様々な新しい挑戦的な研究に取り組む上で非常に重要になるであろう。また、若手研究者間の協力的な関係は将来のわが国の研究にとって大変良い結果をもたらすであろう。光科学拠点プログラムが終了した後も、この世界に誇る教育システムが何らかの形で存続してほしい。
- 科学技術面では、光格子による時計の飛躍的な向上と重力マッピング、アト秒科学による生体分子測定のパラダイムシフト、新しいレーザー・XFEL技術による科学・産業の推進、フォトニック結晶レーザーによるものづくりの革新など、多様な展開が期待される。
- 本プログラム発足後に開始された文部科学省、経済産業省、内閣府などによる光・量子に関する事業に、本プログラム参画者も参画しており、今後社会的課題の解決に大きく貢献すると期待される。
- わが国では、大型研究・開発プロジェクトが多様な形で実施されているが、学術論文や国際会議発表などの数が減少傾向にある。研究開発における我が国の国際競争力を向上するには、より多くの研究者が研究開発に参画し、日本全体の研究者人口を増やすことが不可欠であり、そのための仕組みを構築することが必要である。光拠点プログラムには約200名の研究者が参画したが、更に大規模の研究者が参画する仕組みが必要である。
- 欧州では、人材育成への大型投資Erasmus programmに加え、先端施設へのアクセスを促進するLaserLab Europe (2003年発足、16か国、33機関、22施設が参画)により研究者の移動、交流、共同研究が活発に進められ、米国においては昨年LaserNet US (5大学、2研究所が参画)が開始された。わが国でも、先端レーザー施設を核として、研究者の移動と交流を促進し、先端研究推進と若手研究者育成に取り組む仕組みを構築することが必要であると思われる。