

採用年度	平成20年度
種別	拠点形成型

先端研究拠点事業
平成21年度 事業実績報告書

平成22年4月12日

領域・分野	工学・電気・電子工学
分科細目名（分科細目コード）	電子デバイス・電子機器（5103）
採用番号	20003
研究交流課題名（和文）	シリコンフォトニクスによる電子・光融合に関する研究
研究交流課題名（英文）	Electronics and Photonics Convergence by Si Photonics
採用期間	平成20年4月1日～平成22年3月31日（24ヶ月）

《実施組織体制》

日本側

拠点機関名	東京大学大学院工学系研究科
実施組織代表者（所属・職・氏名）	研究科長 保立 和夫
コーディネーター（所属・職・氏名）	東京大学・教授・和田 一実
協力機関数	5
参加者数	32

相手国1

国名	ベルギー
拠点機関名	ヒェント大学
コーディネーター（所属・職・氏名）	ヒェント大学・教授・ラウルバーツ
協力機関数	4
参加者数	6

※交流相手国が複数の場合、適宜、枠を追加して記入すること。

国名	米国
拠点機関名	マサチューセッツ工科大学
コーディネーター（所属・職・氏名）	マサチューセッツ工科大学・教授・LCキマリング
協力機関数	4
参加者数	8

交流目標の達成（見込）状況

① 平成21年度事業計画における達成目標

シリコンフォトニクス素子・システム・プロセスに関する連携パートナーシップを形成し、共同研究を加速する。本課題では世界を牽引する下記研究拠点が電子・光融合のための連携研究パートナーとなり各々の特長を発揮することでこの限界打破に挑戦する。主な進め方は以下の通り。

- ・ 日本：東京大を中心とする研究拠点ネットが新たなシリコンフォトニック素子・材料の設計を行う。
- ・ 北米：MITを中心とする研究拠点ネットが主としてシステム設計を進める。
- ・ 欧州：Ghent大を中心とする研究拠点ネットが主としてプロトタイプ製作を進める。

具体的には、本事業で始めたシリコンフォトニクスによるチップ試作、言い換えれば我が国の大学発のファウンドリーチップ試作を昨年に続き継続する。また、参加研究拠点が一堂に会するワークショップやセミナー等を開催し、広く世界の研究拠点と連携する基盤となるパワーリンクをつくる。同時に、face-to-faceの議論などによる人的交流を加速するため、我が国の若手研究者を本課題にある中核研究拠点などに派遣する。期間を3ヶ月以内で年間数名を派遣する。短期についても効果の上がる形態をとる。

北米および欧州からの派遣も受け入れ、海外の拠点機関の人材養成の一翼を担うよう運営に努める。

② 平成21年度事業計画の達成状況

年度当初に計画した事業をおおむね実施することができた。以下にその概要を示す。

平成20年度に開始した大学によるシリコンフォトニクスチップ試作(ファウンドリー試作)を今年度も継続し、現在評価中である。これにより本事業以外でもファウンドリー試作を実施する大学や企業が増えつつあることは、本事業の大きな成果の一つといえよう。

平成22年1月に、日本、欧州、および北米の中核研究機関がMITに集結し、シリコンフォトニクスに関する研究状況について討論を行った。本事業初年度に日本において第一回シリコンフォトニクス国際会議を東京大学において行った経験から、研究者間でもすでにネットワークが出来ており、この第二回では密度の高い討論と意見交換が行われた。第一回と同様、全講演をビデオに収録し一般に公開する予定である。こうした国際会議とそのアウトリーチ活動は単に成果発表としての意味を持つだけでなく、これを通じ若手研究者の成長を大いに促進している。特に、MITでの発表に続く質問やアグレッシブな議論あるいは休憩時のさらなる議論など、身をもって経験する中で、英語での発表・討論に対するバリアが低くなっている。これによりインターネットセミナーやスカイプによる電話会議など日常的に行うことのできる人的ネットワークが構築されつつある。

この他にMITからMichel先生を招聘し、セミナーを開催した。ここでは、世界初となるMITにおけるGeレーザ発振に関する情報が公開された。これは会議発表後わずか半月経過した段階で詳細が入手できたことなど、本事業により人的ネットワークが整備され、セミナーを定期的に行ってきたことの成果である。

実施状況

国内協力大学との共同研究については、東京大学は我が国の中核研究機関としてファウンドリーチップ試作の中核を継続してつとめた。

第二回シリコンフォトニクス国際会議の実施については、開催場所として MIT を選び実施計画を現地実行委員とともに立案・実施した。MIT からは会議運営に関し研究員や事務職員の多くの協力を得ることができ、計画通り極めて密度の高い会議を開催することができた。

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）

国内外の拠点大学への研究者交流に関し、今年度も昨年同様多くの若手を中心とする研究者を無事派遣することができた。年間の交流件数は多く、海外派遣関連の経費や報告書のとりまとめなど事務作業は多忙を極めているが、日本側コーディネーターの研究室を中心に工学系研究科の交流事業チームや財務課の事務支援により、課題を適切に遂行することができた。

共同研究

1) チップ上光源集積の基本技術

光源をチップ上に集積する上で最大の障害の一つはチップ温度の変動による光源波長のふらつきである。チップ温度を一定に制御することは従来の LSI の使用条件を大きくかえることとなり実用的ではなく、現使用環境下で波長を一定に制御する必要がある。このため、本研究ではシリコンのバンドギャップが歪みにより変化する点に着目し、シリコンの梁構造を製作しバンドギャップの歪み依存性をシリコンの発光スペクトルにより評価することとした。この結果、発光が歪みにより長波長側へシフトすることを明瞭に示すことができた。このシフト量は変形ポテンシャルを用いた計算結果と一致し、本手法がチップ上光源集積の基本技術となることを裏付ける結果となった。この研究では MIT との集中的な議論ができるこの枠組みが重要であった。

2) ファウンドリー試作チップの後行程

共同研究の成果は大学発のファウンドリー試作を定常的なものとしたことであり、今年度も国内全機関が試作に参画した。実際のチップには試作後に光源などのシリコンフォトニクスデバイスをチップに集積することが必要となるため、チップの後行程について検討した。この結果、チップ試作後に後行程として希フッ酸処理で問題が生じることが明らかとなった。現在、その現象を明確化している。この研究では国内協力機関、特に岡山大との連携が重要であった。

セミナー

□10/14 第5回マイクロフォトンクスセミナー 東京大学 2号館 211号(71名参加)

MITのJurgen Michel先生を招き 東京大学マテリアル工学科3年を対象にtutorial Lectureを行った。授業後の学生からのレポートに、今回こういった形で海外で研究をされている方の話を聞くことができたのは非常に貴重な経験であると感じると同時に、今後のためにも英語のスキルを伸ばしていく必要性を強く感じた。「マイクロフォトンクスは現代の社会において非常に重要になってくると思った。バイオにも応用できるし、環境問題の一助にもなるということで、今後注目していきたい。」などの感想があり、次世代を担う若手研究人材育成、国際性の滋養を図る観点から非常に有意義なセミナーとなった。

□12/1 第6回マイクロフォトンクスセミナー 東京大学 4号館セミナー室(16名参加)

MITのL.C.Kimerling教授を迎え拠点・協力機関の先生方との熱心な質疑応答もあり貴重な時間を持てた。

□1/22 第2回シリコンフォトンクス国際会議 MIT(日本18名、海外5名、MIT16名参加)

会議前日の1/21は本会議参加の学生及び研究者はMITの研究施設等見学。

1/22 MIT Chipman Roomにて会議を開催、19名が発表を行った。

世界のトップに位置づけられるMITで日米の学生が発表の機会を得ることができた。活発な研究討論をかわし、この国際会議を開いたことにより我が国と学術先進諸国との持続的な協力関係を構築し、次世代の中核を担う若手研究人材育成の貢献に大きく寄与できた。

研究者交流

個々の研究者や学生が研究拠点機関を訪問し、国際的な研究交流ネットワークの基盤構築の促進に大いに貢献し、研究交流を通し、貴重な知見を得ている。

- ・JSPS 先端拠点事業の研究協力者であるイタリア・ローマ第三研究大学・電子工学科のロレンツォ・コーシェ教授を訪問、デバイス設計、作プロセス、測定全般について、研究に資するところ大であった

- ・米国電気電学会 IEEE が主催するフォトンクススイッチング国際会議においてマイクロディスク共振器とそのスイッチング作に関する招待講演を行った。

- ・米国サンフランシスコで開催された国際会議 Group IV Photonics に出席・講演。Si 基板上の光増幅媒質と期待されている Er_2SiO_5 結晶とそのデバイス応用について2件の発表を行い、各国の研究機関から多くの質問を受け議論した。

- ・2月5日から3月11日の期間、アメリカ合衆国 Cornell 大学の Gaeta 教授の研究室で酸化物導波路の非線形光学効果の研究を行った。高屈折率差構造を持つ光導波路特有の増強された非線形光学効果を観測することに成功した。ここで習得した測定技術は、同様に光閉じ込め効果の強い Si 細線導波路においても適用できる。今後の Si フォトンクスの超高速光学現象への応用という観点から、非常に重要な知見を得ることができた。

- ・日本国内においても各拠点より春季応用物理学会に多数参加し、研究発表等研究交流を行った。