

先端研究拠点事業
平成23年度 事業実績報告書

平成24年4月10日

採用番号	20003
領域	工学
分科	電気・電子工学
細目	電子デバイス・電子機器
分科細目コード	5103
研究交流課題名（和文）	シリコンフォトンクスによる電子・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22年4月1日～平成25年3月31日（36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）	東京大学大学院工学系研究科長・原田 昇
コーディネーター（所属・職・氏名）	大学院工学系研究科・教授・和田 一実
協力機関数	6
参加者数	68

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・R. バーツ
協力機関数	8
参加者数	14

※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・L.C. キマリング
協力機関数	8
参加者数	15

交流目標の達成（見込）状況

目標の達成（見込）状況を、A～Eのそれぞれの観点から、ポイントを絞って記載すること。

A 学術的な成果 B 持続的な協力関係の基盤構築 C 若手研究者育成における成果

D 国際的学術情報の収集整備 E 事業の波及効果

① 平成23年度事業計画における達成目標

北米、欧州、および我が国における研究拠点間の交流を促進することにより、シリコンフォトニクスによる電子・光融合に関する連携研究を行う体制を整える。具体的にはマサチューセッツ工科大学(MIT)、Ghent 大および東京大をそれぞれ中核する北米ネット、欧州ネットおよびアジアネットを統合するインター・ネットワークを構築し、次世代の情報処理および通信を支えるシリコン上での電子・光回路融合を進める連携研究パートナーシップを形成する。これにより、素子のプロトタイプ化に道が拓け、我が国の研究レベルを欧米と比肩しうるところまで押し上げる結果がもたらされるとともに、従来は素子設計に終始していた若手研究者の多くがこの分野に流入・定着し、将来の優秀な人材の養成の場を提供する。

② 平成23年度事業計画の達成状況 ※成果の公表状況を、別表1にて作成のこと。

※派遣・受入等の交流実施については、別表4-1、4-2にて作成のこと。

A 学術的な成果

MIT では昨年度成功した Si 上での Ge レーザーの発振に続き、pn 接合による Ge の電流注入レーザーの発振に成功した。これにより光源を Si 上へモノリシックに集積することに道が拓けた。Group IV Photonics に関する国際会議(英国開催 2011.9)本研究プロジェクトの北米、欧州、および東大の拠点が集結し集中した議論を進めた。Ge レーザーの発振はその翌週であった。今後は、各拠点でこの成果を検証することとした。

B 持続的な協力関係の基盤構築

昨年度は9月に北米(一名)、欧州(二名)の研究者が国際会議で来日した機会を活用し、三回のセミナーを開催し、それぞれの拠点における最新の成果について議論をした。この3月には北米から Ge レーザーの発振に直接関わった学生を迎え、発振の詳細について報告を受け、議論を深めた。

C 若手研究者育成における成果

International schooling of Si photonics (2011.11 京都)を開催し、この分野の第一線の研究者(10名)を講師陣として世界各国から招聘し、北米、欧州、およびアジアからの学生(合計16名)に対し、4日間のスクーリングを行った。詳細は以下のサイトを参照されたい。

<https://sites.google.com/site/coretocore2011/home>

レクチャーは全てビデオに収録し、open course ware とした。これにより、興味を持ちつつ参加できなかった学生などに最先端の技術とそれを支える基盤研究の現状を伝えることとした。このスクーリングにより、若手研究者および学生間のネットワークが醸成され、今後さまざまな局面でそれが生きることと信じる。

D 国際的学術情報の収集整備

シリコンフォトニクスにおける最大の壁であった IV 族レーザの発振により、世界ではその検証に重心を移行し始めた。本研究拠点では公開された論文などに記述された情報に加え、B に述べた未公開データをいち早く入手することとなった。国際戦略型拠点間協力の意義が明瞭であり、研究の重点化を進めるに必要な情報を得ることができた。

E 事業の波及効果

ビデオでの講演やレクチャーの公開は初年度から進めてきたが、これらの映像情報どの程度見られているかは明確ではないが、第一回のシリコンフォトニクス国際会議のダイジェストは YouTube でも公開しており、そのサイトの訪問回数が 1500 となり、実際に会議の参加者の 10 倍となった。これは拠点活動の一つの成果と受け止めている。

実施状況

研究交流計画実施にあたる実施体制

*国内外の拠点機関及び協力機関の間の、協力連携の状況
※研究参加者リストを、別表2にて作成のこと。*

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推進した。

JSPS International School 実施において、開催場所として 京都大学を4日間提供していただき、京都大学野田研究室見学、スクール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スクール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、海外派遣関連の申請、経費や報告書のとりまとめなど事務支援は多忙を極めている。特に、今年度は若手交流の主軸である JSPS International Schooling on Si Photonics 2011 を行い、計画段階において多大な時間を割いた。海外からの講師10名、学生16名招聘に当たり、事務手続き、VISA 取得のための書類の用意など多岐にわたる準備にあたった。

共同研究

*年度当初の交流計画をふまえ、共同研究を実施するにあたっての枠組み、活動内容、得られた成果等
(国内外の拠点機関・協力機関との連携状況も、考慮すること)*

年度当初の計画にあるシリコンフォトニクスにおける光源集積は研究開始から三年目にあたる、昨年度に光励起 Ge レーザとしてシリコン上で実現し、四年目にあたる今年度最終年度には電流注入 Ge レーザが実現された。これは本プロジェクトにおける成果であり、今後のシリコンフォトニクスの方向性を明瞭に示すことができた。

すでに三年度から本計画終了後を見据え、インターネットを最大限に活用した若手のネットワーク作りを進め、さらに拠点形成事業の開始時には予定していなかったが、スクーリングを認めて頂き、多くの学生や若手研究者のネットワーク作りにも最適な環境を整えることができた。さらに、研究費がなくとも費用のかからない方法でネットワークを途切れないようにすることを継続的に進め、最終年度にシームレスに繋がる成果を得ることができた。大学では難しかったシリコンフォトニクス素子や回路のファウンドリー試作は順調に浸透し、当初予想をしていなかった光計算に関する研究成果がでるなど、超える展開を示してきている。

国内外の拠点間の連携は日常化し、三極でのシリコンフォトニクス研究開発の現状や方向性などを含む最新の成果を会議などを活用しシェアすることができている。

セミナー

- ・研究交流計画におけるセミナーの位置づけを、他の交流形態と関連させつつ述べること
 - ・交流目標達成に向け、セミナーが果たした貢献を、具体的に述べること
- ※具体的な実施状況及び成果については、別表3にて作成のこと

- 9/30 第8回マイクロフォトニクスセミナー 東京大学 工4号館セミナー室(15名参加)
Max Planck Institute of Microstructure Physics
Dr. Otwin Breitenstein
“太陽電池の局所特性解析方法”について講演
- 9/28 第9回マイクロフォトニクスセミナー 東京大学 工4号館セミナー室
MIT Prof. Michael R. Watts
“ナノフォトニックエレクトロマグネティックマニピュレーションから VLSI フォトニクス迄”について講演
- 10/3 第10回マイクロフォトニクスセミナー 東京大学 工4号館セミナー室
Univ. Paris Sud Dr. Laurent Vivien
“シリコンフォトニクス光電子デバイスの最近の結果”について講演
- 3/30 第11回マイクロフォトニクスセミナー 東京大学 工4号館405室
MIT Mr. Rodolfo Camracho-Aguilera
“結晶とデバイス”について講演

世界のトップに位置づけられる講師の講演の機会を得ることができた。活発な研究討論をかわすことができた。Dr. Laurent Vivien はこの講演をきっかけとして、11月の Fall School の講師として参加いただくことになった。

研究者交流

- ・研究交流計画における研究者交流の位置づけを、他の交流形態と関連させつつ述べること
 - ・交流目標達成に向け、研究者交流が果たした貢献を、具体的に述べること
- ※具体的な交流状況については、別表4-1、4-2にて作成のこと

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。

23年度は33名、253日、米国、カナダ、英国、ポーランド、ドイツに派遣した。

様々な国際会議に参加し、研究成果の発表、情報収集に努めた。

- ・海外 Conference on Laser and Electro-Optics (CLEO2011)に参加し、シリコンフォトニクスへの応用に向けた高屈折率差 AlGaAs 導波路のハイブリッド位相整合について発表を行い、波長変換とシリコンフォトニクスの分野の研究者との有意義な意見交換を行った。

- ・ SPIE Microtechnologies に参加し、シリコンフォトニクスにおける材料技術の発表及び情報交換、収集を行った。

- ・長期派遣として McMaster 大学の Xu 先生のもとに、1ヶ月派遣し、波長変換を用いた中赤外光発生とそれを用いたガス検知の実験を行い、その操作方法を習得した。またバイオフォトニクスに関するワークショップに参加し、カナダの大学教授や現地の会社の技術者と有意義な意見交換した。