

先端研究拠点事業
平成23年度 事業実績報告書

平成24年3月31日

採用番号	21001
領域	工学
分科	電気電子工学
細目	通信・ネットワーク工学
分科細目コード	5104
研究交流課題名（和文）	超高速光通信に関する拠点形成
研究交流課題名（英文）	Collaborative Research Center on Ultrahigh-speed Optical Communication
採用期間	平成23年4月1日 ～ 平成26年3月31日（36ヶ月）

《実施組織体制》

日本側

拠点機関名	東北大学 電気通信研究所
実施組織代表者（所属・職・氏名）	電気通信研究所・所長・中沢 正隆
コーディネーター（所属・職・氏名）	電気通信研究所・教授・中沢 正隆
協力機関数	3
参加者数	81

相手国1

国名	ドイツ
拠点機関名	ハインリッヒ・ヘルツ研究所
コーディネーター（所属・職・氏名）	光ネットワークシステム部門・グループリーダー・Colja SCHUBERT
協力機関数	0
参加者数	9

相手国2

国名	英国
拠点機関名	サザンプトン大学

コーディネーター（所属・職・氏名）	光エレクトロニクス研究センター・教授・David RICHARDSON
協力機関数	0
参加者数	14

相手国3

国名	デンマーク
拠点機関名	デンマーク工科大学
コーディネーター（所属・職・氏名）	フォトニクス工学科・教授・Palle JEPPESEN
協力機関数	0
参加者数	21

※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。

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

拠点形成型プログラムで推進してきたテラビットへの高速化をさらに推し進め、2 Tbit/s/ch を超える伝送速度で長距離伝送に挑戦する。伝送に用いる信号パルスの時間幅がサブピコ秒の領域であることから、ファイバ中の高次の偏波分散など従来の伝送システムでは想定していなかった問題が予想される。そこでそれら伝送性能の制限要因を明確にし、新たな伝送方式ならびに関連するデバイスの最適化を、相手国拠点機関の協力を得ながら進める。超テラビット級への高速化と並行して、超高速光パルス伝送技術と、光の位相を活用するコヒーレント伝送技術との融合により、周波数利用効率の拡大や低消費電力化など新たな課題の解決にあたる。学術情報の発信に関しては、拠点形成型プログラムを通じて定着し始めた国際シンポジウム International Symposium on Ultrafast Photonic Technologies (ISUPT)を今年度も継続・発展させ、相手国側拠点機関の一つであるドイツのハインリッヒ・ヘルツ研究所において開催する。光伝送システム・デバイス技術に加え、レーザ制御技術、標準・計測技術も含めた幅広い分野から研究者を集め、超高速フォトンクスの極限性能を実現するために解決すべき課題を明らかにする。また、光科学談話会を引き続き実施するとともに、電気・情報系だけでなく東北大学の全部局から光の研究に携わる研究者（全30研究室）を集い「東北大学光科学技術フォーラム」を開催する。本フォーラムは部局を越えて異なる光分野の研究者が情報交換を行なう場であり、本拠点形成を組織横断的、分野横断的な学術交流拠点へ発展させるうえで重要な役割を果たすものである。

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

時間領域光フーリエ変換法により 2.56 Tbit/s/ch - 300 km の超高速長距離伝送に初めて成功した。超短パルス伝送における性能劣化の主要因として、偏波分散の高次効果による伝送歪みの問題を実験および解析により明らかにした。さらに、これらの限界を克服するために、高速化と周波数利用効率の拡大を同時に実現可能な伝送方式として光ナイキストパルスを用いた時分割多重伝送を新たに提案し、分散耐力の大幅な向上などその優れた特徴を実証した。

B. 持続的な協力関係の基盤構築

国内で長年超高速フォトンクスの研究に従事してきた日本人研究者が昨年10月よりデンマーク工科大学の教授に赴任し、さらに本年4月からは英国 Bath 大学で博士号を取得したポスドクを本学で受け入れるなど、交流相手国との協力関係が一層強固なものへ発展している。

C. 若手研究者育成における成果

若手研究者育成の機会として「東北大学光科学技術フォーラム」「光科学談話会」を企画し、研究討論を通じて資質向上に貢献した。その結果、本年度は本事業に中核として携わった博士後期課程学生がその卓越した業績により東北大学総長賞を受賞したのをはじめとして、大学院生による受賞が一研究室から3件にのぼり、若手研究者育成の成果が着実に現れている。

D. 国際的学術情報の収集整備

超高速光通信に関する学術情報発信の場として ISUPT2011 をドイツ・HHI で開催した(2011年9月15~16日)。この分野を代表する研究者が一堂に会して活発な議論が繰り広げられ、大きな反響を呼んだ。本シンポジウムは超高速フォトンクス分野の第一線の研究者が最新の成果を競って発表する場として既に定着しており、その技術的水準は回を重ねるごとにますます向上している。

E. 事業の波及効果

平成23年度は様々な機会を捉えて北米およびアジアの研究者にも超高速フォトンクスの重要性を働きかけ、グローバル規模で波及効果が及びつつある。韓国で開催された「Korea-Japan Workshop on Beyond 100G」は、韓国国内の産学の研究者との架け橋として多大な役割を果たした。また北米からはベル研究所の重鎮として世界的に著名な研究者を招聘し、本拠点活動に対して大変高い評価を受けている。

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。

次世代光通信のターゲットである単一チャネルテラビット伝送の実現に向けて、超高速フォトニクス技術の重要性を各拠点機関が共通認識として共有し、デバイス研究とシステム開発のシナジー効果により世界最高の研究水準を保持している。デンマーク工科大学に日本人研究者が教授として着任するなど、人的交流も一層活性化している。

国内の協力機関とは、産業技術総合研究所(AIST)、情報通信研究機構(NICT)との相互連携を継続している。特に NICT は今年1月に東北大学との間で情報通信技術の研究に関する包括協定を締結し、仙台地域にテストベッドを構築するなど、相互の連携がより強固なものへ発展している。AIST は東北大学との間で超高速コヒーレント光制御に関する共同プロジェクト研究を推進しており、OTDM 送受信デバイスの小型化や光パスネットワークへの展開など、実用化を指向した優れた研究成果をあげている。

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）

本年度も引き続き、拠点機関である東北大学電気通信研究所の事務部研究協力係ならびに本部国際交流部国際交流課の協力を得て、万全な事務支援体制により順調に交流課題を遂行することが出来た。

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)

平成22年度の1.28 Tbit/s/ch 単一偏波 DQPSK 伝送の結果を踏まえ、平成23年度は偏波多重方式の導入により2.56 Tbit/s/ch への高速化を図り、超高速時間領域光フーリエ変換法を用いて300 kmの長距離伝送に世界で初めて成功した。本実験を通じて、超短パルス伝送においては偏波分散の高次効果による伝送歪みが性能劣化の支配的な要因となるという問題点を新たに見出した。この伝送歪みは信号帯域の4乗に比例して増大することを解析および実験により示し、超高速光パルス伝送における信号帯域の狭窄化が不可欠であることを明らかにした。周波数利用効率を向上させることの重要性を各研究機関が共有し、その結果多値変調の導入やパルス波形の最適化など新たな方向性が見出されている。

東北大学ではこの課題解決に向けた取り組みとして、光ナイキストパルスと呼ばれる新たな光パルスを用いた時分割多重伝送を提案した。これは高速化と周波数利用効率の拡大を同時に実現可能な伝送方式であり、上述の偏波分散による伝送歪みの抑制に極めて有効であると予想される。実際に160 Gbaudのシンボルレートで分散耐力の大幅な向上が実現できることを明らかにしている。本伝送技術には各機関とも高い関心を寄せており、平成24年度以降研究の加速が期待される。

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

2011年9月15~16日の2日間、ハインリッヒ・ヘルツ研究所（ベルリン）において **International Symposium on Ultrafast Photonic Technologies (ISUPT 2011)**を開催した。本シンポジウムは東北大学、情報通信研究機構、産業技術総合研究所との共催により開催された。シンポジウムでは21件の招待講演が行なわれ、デバイスからシステム、信号処理、ネットワークに至る幅広いテーマにわたって最新の成果が報告され、活発な議論が繰り広げられた。参加者は日本、EU、米国など世界各国から80名にのぼった。会期中にはラボツアーも催され参加者の好評を博した。

超高速フォトニクス分野の研究者が一堂に会し交流を深める機会是他に無く、本シンポジウムは最新の成果を競って発表する場として定着しており、回を重ねるごとにその技術的水準はますます向上している。本拠点が牽引するこれらのセミナー活動はこの分野の研究活性化に多大な貢献を果たしている。次回の国際シンポジウムは2013年に米国・ロチェスター大学で開催することが既に決定しており、世界的規模へ発展を遂げている。

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

23年度は OFC (Optical Fiber Communication Conference), ECOC (European Conference on Optical Communication), CLEO (Conference on Lasers and Electro-Optics)などの国際会議をはじめとする様々な機会を活用して、北米およびアジアの研究者にも超高速フォトニクスの重要性を働きかけ、本拠点活動のグローバル規模への展開を進めてきた。これらの交流活動を進めるにあたり、国内からは延べ33名の研究者をドイツ、スイス、米国、韓国へ派遣した。昨年6月に韓国で開催された「Korea-Japan Workshop on Beyond 100G」は、これまでこの分野で交流の機会が少なかった日韓の架け橋として多大な役割を果たし、両国の研究者から大きな反響を呼んだ。また北米からはベル研究所の重鎮として世界的に著名な Tingye LI 博士を招聘し、我々のアクティビティに対して大変高い評価を受けた。

なお本年4月からは、英国 Bath 大学で博士号を取得したポスドク研究員を本学で受け入れ、次世代光ファイバの設計・解析に従事する予定である。