

「グローバルCOEプログラム」(平成19年度採択拠点)事業結果報告書

概 要

機 関 名	東京工業大学	機関番号	12608	拠点番号	C06
1. 機関の代表者 (学 長)	(ふりがなくローマ字) IGA KENNICHI (氏 名) 伊賀 健一				
2. 申請分野 (該当するものに〇印)	A<生命科学> B<化学、材料科学> C<情報、電気、電子> D<人文科学> E<学際、複合、新領域>				
3. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	フォトンクス集積コアエレクトロニクス (Photonics Integration-Core Electronics)				
研究分野及びキーワード	<研究分野: 電気電子工学> (光エレクトロニクス) (光デバイス・光回路) (ナノ電子デバイス) (電子デバイス・集積回路) (ネットワーク・LAN)				
4. 専攻等名	大学院総合理工学研究科物理電子システム創造専攻・物理情報システム専攻・ 大学院理工学研究科電気電子工学専攻・電子物理工学専攻・集積システム専攻				
5. 連携先機関名 (他の大学等と連携した取組の場合)	カリフォルニア大学バークレイ校・ナノフォトンクス研究センター ケンブリッジ大学・先端光電子工学研究センター				
6. 事業推進担当者	計 22名 ※他の大学等と連携した取組の場合: 拠点となる大学に所属する事業推進担当者の割合 [90.9%]				
ふりがなくローマ字 氏 名 (年齢)	所属部局(専攻)・職名	現在の専門 学 位	役 割 分 担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)		
(拠点リーダー) K O Y A M A F U M I O 小山 二三夫 (54)	大学院総合理工学研究科 物理電子システム創造専攻・教授	光エレクトロニクス 工学博士	COEの統括		
U E N O H A R A H I R O Y U K I 植之原 裕行 (47) (平成22年4月1日追加)	大学院総合理工学研究科 物理電子システム創造専攻・准教授	光エレクトロニクス 工学博士	教育研究戦略		
T S U T S U I K A Z U O 筒井 一生 (54) (平成23年4月1日追加)	大学院総合理工学研究科 物理電子システム創造専攻・教授	電子デバイス 工学博士	国際連携推進		
I W A I H I R O S H I 岩井 洋 (62)	大学院総合理工学研究科 物理電子システム創造専攻・教授	LSI設計 工学博士	教育プログラム推進		
M A S U K A Z U Y A 益 一哉 (57)	大学院総合理工学研究科 物理電子システム創造専攻・教授	テラヘルツエレクトロニクス 工学博士	教育研究戦略		
A S A D A M A S A H I R O 浅田 雅洋 (55)	大学院総合理工学研究科 物理電子システム創造専攻・教授	光エレクトロニクス 博士 (工学)	教育研究戦略		
M I Y A M O T O T O M O Y U K I 宮本 智之 (40)	大学院総合理工学研究科 物理電子システム創造専攻・准教授	ナノデバイス 博士 (工学)	教育研究戦略		
A R A I S H I G E H I S A 荒井 滋久 (58)	大学院理工学研究科 電気電子工学専攻・教授	光エレクトロニクス 工学博士	教育研究戦略 (サブリーダー)		
A N D O M A K O T O 安藤 真 (60)	大学院理工学研究科 電気電子工学専攻・教授	電磁波工学 工学博士	国際連携推進		
M I Z U M O T O T E T S U Y A 水本 哲弥 (55)	大学院理工学研究科 電気電子工学専攻・教授	光集積回路 工学博士	教育プログラム推進 (サブリーダー)		
A K A G I H I R O F U M I 赤木 泰文 (57)	大学院理工学研究科 電気電子工学専攻・教授	ハワ-エレクトロニクス 工学博士	国際連携推進		
O D A S H U N R I 小田 俊理 (60)	大学院理工学研究科 電子物理工学専攻・教授	ナノデバイス 工学博士	国際連携推進 (サブリーダー)		
I W A N O T O M I T S U M A S A 岩本 光正 (60)	大学院理工学研究科 電子物理工学専攻・教授	有機デバイス 工学博士	国際連携推進		
M A T S U Z A W A A K I R A 松澤 昭 (59)	大学院理工学研究科 電子物理工学専攻・教授	集積回路 工学博士	教育プログラム推進		
M I Y A M O T O Y A S U Y U K I 宮本 恭幸 (51)	大学院理工学研究科 電子物理工学専攻・准教授	ナノデバイス 工学博士	教育プログラム推進		
M A J I M A Y U T A K A 真島 豊 (47)	応用セラミクス研究所・教授 電子物理工学専攻・教授	分子デバイス 工学博士	教育プログラム推進		
S A K A I Y O S H I N O R I 酒井 善則 (65)	大学院理工学研究科 集積システム専攻・教授	通信ネットワーク 工学博士	教育研究戦略		
K U N I E D A H I R O A K I 國枝 博昭 (61)	大学院理工学研究科 集積システム専攻・教授	LSI設計 工学博士	教育プログラム推進		
U E N A T S U T O M O H I K O 植松 友彦 (52)	大学院理工学研究科 集積システム専攻・教授	通信工学 工学博士	教育研究戦略		
O O Y A M A N A G A A K I 大山 永昭 (58)	大学院総合理工学研究科 物理情報システム専攻・教授	光情報処理 工学博士	教育プログラム推進		
Connie Chang-Hasnain (51)	カリフォルニア大学バークレイ校ナノフォトンクス研究センター・センター長	ナノフォトンクス PhD	国際連携推進		
William I. Milne (64)	ケンブリッジ大学先端光電子工学研究センター・センター長	電子デバイス PhD	国際連携推進		
K O B A Y A S H I K O U R O U 小林 功郎 (67) (平成22年4月1日辞退)	大学院総合理工学研究科 物理電子システム創造専攻・教授	光エレクトロニクス 工学博士	教育研究戦略		
I S H I H A R A H I R O S H I 石原 宏 (66) (平成23年4月1日辞退)	大学院総合理工学研究科 物理電子システム創造専攻・教授	電子デバイス 工学博士	教育研究戦略		

機関（連携先機関）名	東京工業大学、カリフォルニア大学バークレイ校、ケンブリッジ大学		
拠点のプログラム名称	フォトニクス集積コアエレクトロニクス		
中核となる専攻等名	総合理工学研究科物理電子システム創造専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー) 小山二三夫・教授		他 21 名

〔拠点形成の目的〕

本拠点は、21世紀COEプログラム「フォトニクスナノデバイス集積工学拠点」で推進してきた世界最高水準の教育研究を持続的にさらに発展させ、博士課程学生を国際的に第一級の力量を持つ研究者等に育成する教育研究拠点を構築する。高度な研究能力に加え、問題発見・解決力を備える研究者・技術者を育成する。また、その能力を社会に活かすため、技術マネージメント力、企画運営力、対人力に加え、国際性を備えさせることで、科学技術の基礎から産業界までをも見通すことのできる人材「総合力のある東工大人」を持続的に輩出することを目標とする。本拠点では、21世紀COEプログラムで200人規模の博士課程学生に実施してきた教育プログラムを進化、発展させ、国際的な第一級の力量を身につけるための教育プログラムを実施し、最先端で高度な研究を実施できる教育研究環境を整備することで、国際的に卓越した教育研究拠点を構築する。さらに、フォトニクスと集積エレクトロニクスの分野で世界トップレベルの北米カリフォルニア大学バークレイ校ナノフォトニクス研究センターと欧州ケンブリッジ大学先端光電子工学研究センターとの機関連携を推進して教育研究拠点を強化する。

本拠点の研究分野は、フォトニクスをコアに集積エレクトロニクスを融合する学術分野であり、①基礎探求、②集積フォトニクス・エレクトロニクス、③応用システム展開の研究を推進する。フォトニクスとエレクトロニクスの集積・融合により、将来の情報通信技術をはじめとして新たな価値の創出が期待される。21世紀COEプログラムで構築してきた最高水準の教育研究環境を持続的にさらに発展させることで、世界をリードする総合力のある人材を育成することを目的とした。

〔拠点形成計画及び達成状況の概要〕

＜拠点形成計画＞

●人材育成： 21世紀COEで実施されてきた「海外特別実習制度」、「RA制度」、「メンター制度」、「学外審査員制度」、「マネージングプロフェッサー（常任）の採用」、「語学力強化プログラム」、電気系5専攻を横断した「博士フォーラム」の学生による企画運営、「教育改革推進会議」の設置などに加えて、新たに、英語による発表形式の講義「特別コロキウム」や「サマースクール」（集中講義）の実施などを中心とした高度な基礎学力を備えた学生育成を目指した「大学院カリキュラムの改革」、「コ・アドバイザー制度」、「グローバルCOEアワードの新設」、「海外特別実習制度の拡充」を行う。カリフォルニア大学バークレイ校、ケンブリッジ大学の海外拠点と強力な連携を図って、15%（毎年10人強）の博士課程学生を中長期の海外特別実習に派遣し、指導教員の研究費から博士課程学生にRA経費の一部を支出するための制度化を行う。これらの総合的な施策によって、国際的に第一級の力量をもつ研究者等を育成する。

●国際連携： 当該研究分野で世界トップレベルのカリフォルニア大学バークレイ校、ケンブリッジ大学との機関連携を中心として、海外との教員・若手研究者の相互交流を通して、真に優れた大学院博士課程の教育研究制度の改革を進め、国際的に卓越し、持続的に発展可能な教育研究拠点を確立する。本事業終了後においても海外2拠点との連携を継続する仕組み作りを進める。

●研究基盤構築： フォトニックデバイスの革新と深化とともに、シリコン電子システムとの集積・融合による高度光電子集積技術確立し、これらに基づく応用システムへ展開する。

＜達成状況＞

●人材育成： 「海外特別実習制度」（短期124名派遣、中長期47名派遣）、「RA制度」（延364名雇用）、「メンター制度」（延927名実施）、「学外審査員制度」（213名実施）、「語学力強化プログラム」（延1195名実施）、に加え、英語による発表形式の必修講義「特別コロキウム」、国際版「サマースクール」（15カ国300名参加）、及び国内版サマースクール（167名参加）を実施し、高度な基礎学力を備えた学生育成を目指した「大学院カリキュラムの改革」を行った。機関連携の海外2拠点と強力な連携を中心として、平成19～23年度で47名（23%相当）の博士課程学生を中長期の海外特別実習に派遣した。持続的なシステムを構築するため、指導教員の研究費から博士課程学生にRA経費の一部を支出するための制度化を行い、RA支給額の30%にあたる経費は教員負担とした。

●国際連携： カリフォルニア大学バークレイ校、ケンブリッジ大学との機関連携を中心として、2週間にわたる国際版サマースクールの開催、海外連携2拠点の教員によるレクチャーシリーズ（計20回実施）、海外からの招聘研究者114名、国際研究集会の主催・共催（28回）を実施するなど、国際連携を推進した。

●研究基盤・ネットワーク構築： 異分野・複数の事業推進担当者を核とする特別推進研究、総務省プロジェクトの大型研究を推進するとともに、国内研究機関（NICT、NTT）との研究ネットワークを形成した。

6-1. 国際的に卓越した拠点形成としての成果

国際的に卓越した教育研究拠点の形成という観点に照らしてアピールできる成果について具体的かつ明確、簡潔に記入してください。

異分野研究者を包含した連携研究が生み出された。

この典型的な成功例として、総務省のミリ波周波数帯開拓へ向けての大型5年プロジェクトが電気電子(安藤)、電子物理(松澤)、集積システム(鈴木)さらには物理電子システム創造専攻(から昇任異動した岡田)が共同して提案採択された。高効率の高利得導波管平面アレーは、従来の開放型伝送路を有するものの効率を倍増するものであり、東工大が世界をリードし確立した学問領域である。この技術は周波数が上がりミリ波周波数帯となるとその優位性が際立つ。前述の総務省プロジェクト(2007~2012)では、近年米国が先行し推進したシリコンミリ波無線において、本技術のアンテナグループ(安藤・広川研)と、やはり傑出した技術を有する本学の回路グループ(松澤・岡田研)、移動体通信グループ(鈴木・府川研)と連携することで、世界に追いつき追い越す成果(最高速度、低消費電力のミリ波無線システム)を実現できた。実用化を目標に、高速低消費電力のCMOS回路開発を基盤として、信号処理、マイクロ波からアンテナに至る幅の広い分野において、大学が関連5企業をリードする形で、目的指向型の国プロジェクトを推進して成功を収めた。これまで日本では容易に実現できなかった体制であり、外部評価委員から今後のプロジェクト運営の新しい模範となる可能性があるとの高い評価と注目を浴びるものとなっている。2009年度には成果の一つである40GHz帯高速無線システムが、学内キャンパスに用意されたモデルネットワークにおいて移動した。

もう一つの連携研究の事例として、Si系LSI内広帯域光を目指した研究が平成19年度開始の特別推進研究として採択された。SOI上の低消費電力半導体レーザ・光デバイス、超高速電子デバイス、その周波数を繋ぐテラヘルツデバイスの開発と一体集積化を目指した研究であり、フォトリソとナノエレクトロニクスの融合により、新たな学術基盤を構築するものであり、中間評価でも高い評価を得た。

また、今年度からスタートする連携研究の取り組みとして、本学統合研究院では、産業課題や社会課題を分野横断的に取り組む研究をソリューション研究として位置づけているが、益をリーダーとして平成20年度後半より新プロジェクト“Green ICT”を開始している。技術要素として本G-COEでの中核的研究である半導体集積回路との極限微細化と光エレクトロニクスの融合を基盤として、Green and Dependable system開発による指導し、G-COEに参加する研究者が7名参加している。この研究活動は学内ではICE Cube Center(異種機能集積研究センター、平成23年4月1日設置)と共同して推進されている。活動の一環としてセンサ、フォトリソ、MEMS、エネルギーハーベスタなどの種々の機能を集積回路上に形成するためのウエハシャトル技術を世界に先駆けて構築し、実際に2011年に最初のウエハ思索を行った。コノウエハシャトルには、国内7大学9研究グループ(東工大3研究グループ)が参加した。

システム研究に関しても国家プロジェクトを推進する先導的な研究が事業推進担当者(大山)を中心に推進されてた。現在政府が進める電子私書箱(仮称)の構想に対して、民間企業との間で共同の研究会を立ち上げ、電子私書箱を構成するシステムの整理・検討を行い、電子私書箱システム実装ガイドラインを作成した。また、この技術を世へ普及させるため関連する省庁や企業と連携した活動を行っている。また学外に対する情報交換の場として平成19年及び20年に個人健康・医療情報懇談会を計3回開催し、それぞれに回において200名近い医療従事者、医療情報ベンダー等の関係者に参加を得て大きな反響をもたらしている。

国際連携に関しては、機関連携による欧米2拠点との強力な連携体制が構築され、教員・博士課程学生の相互交流が加速し、共同研究の成果が生み出されている。2008年に主催した国際サマースクールは、国内外から参加者300名、開催期間2週間におよび、海外・国内からの招待講演者からは高い評価を得た。

本事業の国際連携を通して、欧米・アジア地域の研究ネットワークが形成された。教育面では、ドイツのマックスプランク研究所や英国のキャンベッシュ研究所にポスドクとして学生を送り出すことができた。さらに、博士課程学生が、国内外の国際会議での論文賞・学会奨励賞を多数受賞するなど国内外に大きなインパクトを与えた。国際共同研究として、国際科学技術協力基盤整備事業(日本—台湾研究交流、岩井・小山の2件)およびJSTインド二国間交流事業が採択されている。

日本学術振興会研究者招聘制度を利用して、平成21年度には、台湾交通大学のSimon Sze教授を招聘し、博士課程学生を中心とした大学院生に特別講義を実施した。同教授は、ベル研究所でトランジスタ、集積回路の研究開発に従事し、“Physics of Semiconductor Devices”の著者として世界的に良く知られている。この教育研究拠点のグローバルな国際交流活動が評価され、事業推進担当者(岩井)は、IEEE Board Member(40万人会員のうち30人)に選出されている。

実用化研究の一例としては、システムLSIの自動合成に関して、C言語を入力にマルチコアからなるプロセッサシステムに自動合成法の開発を行い、アルゴリズム生成、アルゴリズムに最適なプラットフォーム自動生成、高速性能評価(速度、面積、消費電力)というシステム設計とLSI設計を合体させた新たな設計フローの実現が目前となっている。これらの結果については、自動車、精密機器、デジタル家電、LSIメーカー、CADベンダーのトップメーカーからの高い評価を得ており、世界に先駆けた実用的システムLSI合成手法として、LSI設計の革命的手法として注目されている。また、指紋認証組み込みシステムの開発では、携帯用の光学式幅狭のスリープセンサーを利用した指紋認証アルゴリズムと組み込みシステムを開発し、世界に先駆けて実用性能を達成することに成功した。これらの成果は、大学発ベンチャー企業を通じて100万台の携帯電話に搭載された。

「グローバルCOEプログラム」（平成19年度採択拠点）事後評価結果

機 関 名	東京工業大学	拠点番号	C06
申請分野	情報、電気、電子		
拠点プログラム名称	フォトニクス集積コアエレクトロニクス		
中核となる専攻等名	総合理工学研究科物理電子システム創造専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー名)小山 二三夫 外 21 名		

◇グローバルCOEプログラム委員会における評価（公表用）

（総括評価）

設定された目的は十分達成された。

（コメント）

大学の将来構想と組織的な支援については、研究戦略室、教育推進室、企画室、評価室、国際室による学長を中心とした全学的なマネジメントが行われた。

拠点形成全体については、特別コロキウム、国際サマースクール、国際シンポジウムなどについて海外2拠点および他の数大学と連携を図り、有効に機能し成功を収めた。カリフォルニア大学バークレイ校、ケンブリッジ大学との3極間ネットワークは特に有効であり、大きな成果をあげた。

人材育成面については、国際サマースクールへの50名の博士課程学生参加、海外の大学等の研究機関や企業で3カ月以上の研究・実習の経験をさせる海外特別実習制度を設けるなど、若手研究者育成に大きく寄与した。また、国際的に活躍できる研究者育成のための仕組みを構築し、経済的支援も強化された。他の部門や組織からのアドバイスや指導は教育の場においても有効であった。

研究活動面については、MEMS構造による面発光レーザ、薄膜半導体フォトニクス、共鳴トンネルダイオードによる最高周波数達成等、独創的な成果が生み出され、評価される。特に、フォトニクスとナノエレクトロニクスとの融合分野で成果が生まれたことは、重要である。

今後の展望については、電気情報系リーダー育成コースをはじめ、学内の教育拠点体制が継続される予定であり、評価される。また世界トップレベルの12研究機関と教育・研究実施に関する協定書を締結しており、組織的連携も進めている。

全般的には、優れた拠点形成がなされており、「フォトニクス集積コアエレクトロニクス」に特化したグローバルCOEプログラムではあるが、大学の強みを生かして大きな拠点を育成したと言える。