

21世紀COEプログラム 平成14年度採択拠点事業結果報告書

1. 機関の 代表者 (学長)	(大学名) 慶應義塾大学	機関番号	32612
	(ふりがな<ローマ字>) (氏名) Anzai Yuichiro 安西 祐一郎		

2. 大学の将来構想

慶應義塾大学の使命は、1858年創立以来150年近い研究教育・医療・社会貢献の実績を生かし、社会のリーダー育成と知的価値の創造を図り、日本と国際社会の未来を先導する原動力となることにある。世界的研究教育拠点の形成は、そのための、またこれからの日本と世界への貢献のための重要な手段である。2001年9月に塾長が発表した「慶應義塾21世紀グランドデザイン」に掲げた感動教育実践、知的価値創造、実業世界開拓の3つのメッセージのもと、大学の使命を果たすために、時代を先導する思想をもって総合改革を進め、世界的研究教育拠点の形成と世界最高水準の大学づくりについて、以下の点に焦点をあてて将来構想がなされた。

(1) 博士課程教育の強化を図り、知的価値創造に関するトレーニングを十分に積んだ博士課程修了者を多数輩出すること。

(2) 世界最高水準の知的価値創造を実現するべく「総合研究推進機構」を設置して、研究科・学部の縦割り研究教育体制を超えた創造的研究、外部組織との大規模な共同研究を全学レベルで展開すること。

(3) 世界レベルの研究成果を上げるべく、各キャンパスに設置されている大規模な研究センター同士の連携を強化し、拠点形成プログラムとも連携を図り、全学的連携を作り出すこと。

(4) 社会のさまざまな人や組織とタイアップを図るべく、先端的学術研究や産官学連携共同研究の分野で、従来のキャンパスとは異なる新しい研究教育の場を活用すること。

(5) 国際社会に通用するプロフェッショナルな人材育成のために新たに3つの大学院/研究科を創設すること。

(6) 大学に寄付されたチェアシップ講座の活用や、ティーチング・アシスタント(TA)、リサーチ・アシスタント(RA)制度の活用、研究費支給等の博士課程学生への支援を拡充すること。

(7) 英語を主言語とした大学院プログラムや外国語教育、遠隔教育システムを活用するなどして、世界に通用する人間を育成すること。

(8) 経営改革プロジェクト室を設置して国際競争力を保持するトップレベルの大学になるべく、合理的組織・経営システムの改革を実行すること。

慶應義塾大学のマネジメント体制は、経営最高責任者としての理事長と教学運営責任者としての学長を兼務した塾長のもとで経営、教学等のすべてが統合した体制がとられている一方で、その選任がすべての卒業生および教職員等の責任に委ねられている、という独自の特徴をもっている。

塾長は、慶應義塾の塾務について一切の責任を負うとともに、自らを筆頭とするマネジメント体制を整備してリーダーシップを発揮できる立場を与えられている。

このような塾長を中心としたマネジメント体制のもとで、慶應義塾は世界トップレベルの研究教育拠点を形成するべく、2001年に塾長が発表した「慶應義塾21世紀グランドデザイン」により、大学の発展へのビジョンが提示された。その後2002年に新しい研究教育を実現するための具体案を「総合改革プラン」として提示したことにより、世界的研究教育拠点への支援に直結する多くの改革が実行された。たとえば、新たなオーバーヘッドシステムの構築と研究教育支援を含む新しい学内予算措置の仕組みが構築されたり、総合的研究の推進・インキュベーション・起業支援・知的財産の蓄積と充実等の受け皿として「総合研究推進機構」を塾長のリーダーシップで創設したことにより、世界的研究教育拠点を形成するにふさわしい組織的な土壌が確立された。また、新しい大学院等の研究教育組織の創設に加えて、施設・スペースの充実のために、三田キャンパス新校舎の建築構想が生まれた。さらに、新しい研究教育拠点で活動する研究者や研究支援者のための柔軟な人事制度・給与制度の導入、有期契約教員制度の導入等、合理性と独立性を持った経営システムの実現が図られた。

3. 達成状況及び今後の展望

2002年度採択の21世紀COEプログラムでは、慶應義塾大学から5つの拠点が採択され、大きな成果を残すことができた。

博士課程の授与者は、21世紀COEプログラム開始前の1998年～2001年度の平均約190名/年から、開始後の2002～2005年度には約260名/年と大幅に増加した。また、各研究拠点のリサーチ・アシスタント(RA)が多数活躍し、異なる拠点間でのRAの意見交換や合同シンポジウムなどを通し、RAの教育が強力に推進された。

また、「総合研究推進機構」が、2003年に塾長のもとに設置され、研究の体系的な推進に大きな役割を果たし、さらに研究倫理や知的財産権の面でも主導的に機能している。そして、総合研究推進機構内に2007年2月に設置された先導研究センターのもとに、大型研究プログラムごとの研究センターを設置し、分野横断的かつ総合的な研究教育活動の土壌を作り出した。

産官学連携のために新しいキャンパスとして設置された「新川崎タウンキャンパス」及び「鶴岡タウンキャンパス」は21世紀COEプログラムの重要な研究教育活動の場として活用された。

新たな大学院研究科については、2004年に設立された「法務研究科」に加えて、創立150年記念事業の一環として2008年4月にスタートする「システムデザイン・マネジメント研究科」と「メディアデザイン研究科」の創設が決定した。

国際的な活動を強化するために、塾長の名の下に2004年、「国際連携推進機構」を創設し、より戦略的かつグローバルに研究教育の展開がなされるようになった。また、グローバルな情報ネットワークを支える「デジタルメディア・コンテンツ統合研究機構」を同年設立し、ケンブリッジやニューヨークなどに6つの海外拠点を創設した。理工学研究科や政策・メディア研究科では英語を主言語とした国際コースが設立された。

2002年に経営改革プロジェクト室が創設されたことにより、「財政・経営システム」、「人事・給与制度改革」、「病院経営改革」の3項目の改革が展開された。具体的には、各組織に予算裁量の権限が付与される仕組みが作られ、全塾レベルでの予算管理・評価システム構築が進んでいる。また、一部の教職員に年俸制が導入され、研究支援や国際連携支援などの専門職務の職員の人事制度が別途導入された。そして、支援・助言・監督を行う「病院経営ボード」を2004年に創設し、慶應義塾大学医学部と病院を合わせた消費収支差額を2003年度の約マイナス30億円から2005年度には約マイナス16億円に圧縮させ、病院単体ではプラスに転

換するなど、病院経営の改善に成功した。

事業が終了した現在は、21世紀COEプログラムに引き続き、世界的な教育研究拠点における活動を、さまざまな支援方法をもとに推進・発展させている。

学内予算措置として、研究者が使用できる大学の教育研究予算及び施設整備予算の一部をグローバルCOEプログラムなどに振り分け、順調に増加している外部研究資金の間接経費/オーバーヘッドを研究支援体制の整備や研究施設の充実に今後活用していく。

教育研究組織の改革として、創立150年記念事業の中で設立が決定した新たな大学院研究科や今後設置が予定されている大学院との連携も図る。また、先導研究センター内の各研究センターが国内外の教育研究拠点との密接な連携関係を築き、また発展させていくために必要な支援を行っていく。

施設・スペースの整備としては、21世紀COEプログラムで活用した3キャンパスの研究センターと2つの新キャンパスの施設に加えて、創立150年記念事業の中で、新たな施設を建設し、十分な施設環境を整える。

研究者・教員及び教育研究支援者の措置では、グローバルCOEプログラムの拠点形成プログラムで多数の特別研究教員を活用するなど、専任教員のほかに有期契約教員を多数雇用する。また、従来から実施してきたリサーチ・アシスタント(RA)、ティーチング・アシスタント(TA)制度をさらに充実させ、博士課程の学生を支援し、支援と教育研究活動を充実させる。

以上のような支援体制を基盤に、総合研究推進機構長、国際連携推進機構長およびデジタルメディア・コンテンツ統合研究機構長も兼ねる塾長を中心としたマネジメント体制のもとで、国際的な教育研究ネットワークを重視した、世界最高水準かつグローバルな教育研究環境の構築を今後も進展させていく。

21世紀COEプログラム 平成14年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	慶應義塾大学	学長名	安西 祐一郎	拠点番号	C16	
1. 申請分野	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>					
2. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	アクセス網高度化光・電子デバイス技術 Optical and Electronic Device Technology for Access Network					
研究分野及びキーワード	<研究分野:電気電子工学>(電子デバイス・集積回路)(光デバイス・集積化) (波動利用工学)(通信方式(無線、有線、衛星、光、移動))(ネットワーク・LAN)					
3. 専攻等名	<u>理工学研究科総合デザイン工学専攻</u> /理工学研究科開放環境科学専攻					
4. 事業推進担当者	計 21名					
ふりがな<ローマ字> 氏 名	所属部局(専攻等)・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)						
MAKABE Toshiaki 真壁 利明	理工学研究科総合デザイン工学専攻・教授	プラズマエレクトロニクス 工学博士	拠点リーダー、全体の総括、ULSIとダメージフリープラズマプロセス光デバイス作製			
OBARA Minoru 小原 實	理工学研究科総合デザイン工学専攻・教授	フェムト秒レーザ物理工学 工学博士	高速ブロードバンド移動通信			
SASASE Iwao 笹瀬 巖	理工学研究科開放環境科学専攻・教授	デジタル通信工学 工学博士	オンチップネットワーク			
AIANO Hideharu 天野 英晴	理工学研究科開放環境科学専攻・教授	システムLSI設計 工学博士	低電力高速システムLSI			
KURODA Tadahiro 黒田 忠広	理工学研究科総合デザイン工学専攻・教授	システムLSI設計 工学博士	ソフトウェア無線			
SANADA Yukitoshi 眞田 幸俊	理工学研究科総合デザイン工学専攻・助教授	ソフトウェア無線 工学博士	超高速POF通信			
KOIKE Yasuhiro 小池 康博	理工学研究科総合デザイン工学専攻・教授	光ファイバー工学 工学博士	リアルタイムシステム制御			
OHNISHI Kouhei 大西 公平	理工学研究科総合デザイン工学専攻・教授	システム制御 工学博士	光アクセス・ノード用回路			
TSUDA Hiroyuki 津田 裕之	理工学研究科総合デザイン工学専攻・助教授	光通信デバイス 工学博士	光・電子集積回路用材料			
MATSUMOTO Satoru 松本 智	理工学研究科総合デザイン工学専攻・教授	半導体工学 工学博士	量子もつれあい光の発生			
KANNARI Fumihiko 神成 文彦	理工学研究科総合デザイン工学専攻・教授	量子光工学 工学博士	高密度光メモリー			
SAIKI Toshiharu 斎木 敏治	理工学研究科総合デザイン工学専攻・助教授	近接場光学 工学博士	照明光通信			
NAKAGAWA Masao 中川 正雄	理工学研究科開放環境科学専攻・教授	移動・ワイヤレス通信工学 工学博士	移動通信のQoS制御			
SANO Akira 佐野 昭	理工学研究科総合デザイン工学専攻・教授	制御工学・信号処理 工学博士	リアルタイムコンピュータグラフィックス			
OHNO Yoshio 大野 義夫	理工学研究科開放環境科学専攻・教授	コンピュータ情報処理 工学博士	リアルタイム多次元信号処理			
HAMADA Nozomu 浜田 望	理工学研究科総合デザイン工学専攻・教授	画像処理・信号処理 工学博士	リアルタイムコンピュータビジョン			
OZAWA Shinji 小沢 慎治	理工学研究科開放環境科学専攻・教授	コンピュータビジョン 工学博士	光ネットワークアーキテクチャ・光通信ノード (平成17年4月1日追加)			
YAMANAKA Naoaki 山中 直明	理工学研究科開放環境科学専攻・教授	光通信システム 工学博士	拡張現実表示技術 (平成18年4月1日追加)			
SAITOH Hideo 斎藤 英雄	理工学研究科開放環境科学専攻・教授	画像工学 工学博士	フレキシブルネットワークシステム (平成15年3月31日辞退)			
DOI Norihisa 土居 範久	理工学研究科開放環境科学専攻・教授	ソフトウェア工学 工学博士	フレキシブルネットワークシステム (平成15年4月1日追加平成18年3月31日辞退)			
NAKAJIMA Masato 中島 真人	理工学研究科総合デザイン工学専攻・教授	画像工学 工学博士				
5. 交付経費(単位:千円) 千円未満は切り捨てる () : 間接経費						
年 度(平成)	1 4	1 5	1 6	1 7	1 8	合 計
交付金額(千円)	140,000	128,000	128,000	117,000 (11,700)	108,200 (10,820)	621,200

6. 拠点形成の目的

目的：21世紀の情報通信分野と電子・光デバイス分野の技術革新は“非連続的”で、かつ互いに広範囲に相互作用しながら急速に変化するために、本分野の最先端技術の展開には分野縦割り型から分野横断型の研究教育体制への移行が必要不可欠である。そこで、世界のコミュニケーション基盤技術潮流創造を担う若手研究者・リーダーを育成するために、システムとデバイスの連携・融合を図った国内外に例を見ない研究教育拠点(COE)「アクセス網高度化光・電子デバイス技術」を形成する。本COEでは、拠点リーダーの強いリーダーシップの下で、光・電子デバイス技術と光・無線ネットワーク高度化技術の融合とその協奏効果により、コミュニケーション基盤技術を生み出す。デバイスとシステム研究教育で目標を共有し、かつ分野横断型研究教育の範として5年間で世界最高水準の研究教育拠点として認知されたCOEを形成する。

背景：慶應義塾大学大学院の当該2専攻は、トップダウン超微細加工プロセスデザイン、低電力LSI設計技術、フェムト秒レーザ技術、光デバイス技術、ブロードバンドプラスチック光ファイバー(POF)技術などの「光・電子デバイス技術」、及びブロードバンド移動通信技術、ホームリンク等の「アクセスネットワーク技術」分野で独創的な研究成果を発信し、それぞれの科学技術分野の国際的研究拠点として世界を先導してきた。これは当該専攻の教員が若手の准教授を含めて、それぞれ独立して研究室を運営し、独自の研究分野を開拓し、多くの大学院学生を直接精力的に指導してきた結果である。

必要性：当該専攻では、既に教員間や産学官の連携により多くの独創的成果を上げ、事業推進担当者18名では過去3年間に250編の学術論文と300編以上の国際会議論文(75編以上の招待・基調講演を含む)に結実している。次のステップは、これら独創的研究成果を一層有機的に連携させ相互にフィードバックでき、より一層革新的な分野横断型の組織構築である。一層高度な研究能力を備えた柔軟で将来の発展が確信できる博士を多数輩出し、我が国ITの国際技術競争力を特段に高めるためには、独創的で画期的な研究実績を上げている当該専攻が、前記の各先端科学技術分野の連携・融合を図った国内外に例を見ない研究教育拠点を形成することであり、ここに本分野の教員を中心に「アクセス網高度化光・電子デバイス技術」のCOE形成を提案。本COEでは、特に、博士課程大学院学生がITの新技术を生み出すために必要な光・電子量子デバイス技術と光・無線ネットワーク高度化技術に関する幅広い最先端科学技術を修得し、かつ本分野の最先端研究を通じて高度な研究能力を備え、研究者として自立して

国際的に活躍できる自信と実力が身につくような人材育成を展開する。

成果と意義：アクセスネットワークの高度化が次世代ITには不可欠で、「端末のダウンサイジング」と「ネットワークのアップグレード」が必須である。様々な革新的技術が光アクセス網、ホームリンク、ブロードバンド近距離通信などに最近芽生えており、技術動向や展望の予測が難しい分野の一つである。本COEが、例えば、システムLSIの無線結合モジュール、超高速可視光域POFと照明光通信、光アクセス・ノード用光デバイス、リアルタイム双方向通信制御などで革新的研究成果を創出できれば、アクセスネットワークのパラダイムシフトに国際的な貢献ができる。さらに、多種多様、遍在、分散を特徴とする情報通信ネットワークの複雑さを意識させない、様々な通信品質要求に柔軟に対応できる本COEの高度なアクセスネットワーク技術、例えばブロードバンド移動通信技術や時間遅延に厳しいリアルタイムネットワーク技術は、高度光・電子デバイス技術を基盤とした高度な科学技術開発によってのみ達成可能である。

本COEの特長：本COEは、「光・電子デバイス技術」と「アクセスネットワーク技術」の2つの専門分野で多くの独創的研究成果を上げた実績を踏まえて、現在・将来の研究プロジェクトの成果と協奏・増幅効果を一層高め、アクセス網高度化光・電子デバイス技術分野で分野横断的に教育し、世界最高水準の融合的基盤技術を生み出す。さらに光・電子ナノデバイスのデザインと研究開発を基盤とした高度化ネットワークの研究開発能力を修得させ、世界を先導する高度な研究能力を備えた多数の博士の人材を育成する。自らが主体的に参加し獲得した研究成果が、定期的な研究会の場で議論され、戦略的かつ競争的環境の中で自らの独創性を醸成する創発の場が提供される。世界を先導する新分野の開拓は、予め設定された境界条件のもとで対象をデザインするのではなく、仕組みや境界が未知な開放環境のもとで行われねばならないので、情報・電気・電子分野の本COEは「総合デザイン工学専攻」と「開放環境科学専攻」の教員の緊密な連携で新分野開拓に対して一層強固なものとなっている。産業界との連携は科学技術の将来課題と当該研究教育の長期的指針についてインプットする場としても機能する。

7. 研究実施計画

本大学院当該専攻では、これまで顕著な実績を挙げてきた光・電子量子デバイスの高度化技術を基盤にして、国内外に技術を先導しているブロードバンド移動通信、POF、ホームリンク等のアクセス網高度化技術の研究開発に特化して、これらの分野を融合的・水平横断的に研究する「アクセス網高度化光・電子デバイス技術」のCOEを形成し、融合的かつ集中的な研究教育を行う。事業推進担当者にCOE-RAや若手研究者を加え、独立して十分に実力が発揮できるような計画・方法を採用する。独創的なアクセスネットワークング技術を生み出すためには、超微細加工プロセスデザイン技術、LSI設計技術、微細シリコンデバイス設計技術、レーザ技術、光デバイス技術などの高度な電子・光量子デバイスの基盤技術の修得はもちろんのこと、光・無線アクセスネットワークングに関するハード・ソフト両面の情報技術の研究教育が必須である。さらに、科学技術研究だけでなく、その実用化、普及、標準化、関連技術者の養成、社会への影響など、幅広い視野にもとづく検討も行う。

本COEが世界的研究拠点として戦略的な方針のもとに「アクセス網高度化光・電子デバイス技術」に関するサブテーマを定め、具体的な研究課題を教員から募り、競争的な環境で世界最高水準の研究課題を選考する。この過程で、できるだけ複数の教員が共同で1つの研究課題を遂行する環境を醸成し、かつ各課題の目標および研究進捗状況を的確に把握し、優れた研究が重点的に促進できる環境を整備する。研究テーマを有機的に連携させ、相互にフィードバックさせて革新的成果を創発する組織を構築する。もちろん社会・世界を見据えた基礎研究の深化も強化する。

電子デバイス研究として、Si-LSIと無線システムが融合した無線モジュール(LSIのUWBによる無線配線)に焦点を絞り、トップダウンプラズマ超微細加工デザイン、超小型低電力高速システムLSI設計技術、低電力短距離無線通信インタフェース技術やアンテナ設計等の融合技術を開発し達成。

さらに低電力短距離無線通信インタフェース技術の研究を実施する。

光デバイス研究としてノード技術を重点に、超高速光信号処理回路、光導波路と光デバイス、並びに超大容量光メモリー、ブロードバンドPOF等を取り上げる。フェムト秒レーザと近接場光子操作によるナノプロセッシング技術、電子波動関数の時空間操作技術、量子もつれ合い状態光制御技術を研究。全光アクセスネットワーク実現のために、光デバイス技術、超高速光信号処理回路及び光ノード技術を研究。知的ブロードバンドアクセスネットワーク・ホームネットワーク構築に資するために、光デバイスと融合を図った照明光・無線通信システムを研究開発。

移動通信・無線アクセスネットワークに関する研究として、モビリティ環境下で最大100 Mbps伝送の実現に向けて、基盤技術となる変復調技術、誤り訂正符号技術、アンテナ、パスダイバーシチ、アンテナアレイ等の信号処理を利用した干渉除去技術、さらに携帯電話とLANなどの異なるネットワーク間を、ソフトハンドオフなどを用いてシームレス接続する技術などの研究を行うとともに、IPv6を基盤としたモバイルコンピューティング環境を構築。また、ネットワーク接続されたロボットや情報家電などのシームレス制御、リアルタイムモニタリング、緊急時のリアルタイム情報伝達などの実世界環境に適応するフレキシブルネットワークシステムの設計・実装。無線・光アクセスネットワーク高度化光・電子デバイス技術の成果を総合的に評価し、本COEを世界最高水準にするように戦略・戦術を改善。

国際的ワークショップを多数開催し、本COEの成果を内外に発信する。

8. 教育実施計画

当該専攻は今までにトップダウン超微細加工プロセスデザイン、低電力LSI設計技術、フェムト秒レーザ技術、光デバイス技術、ブロードバンドプラスチック光ファイバー(POF)技術などの「光・電子デバイス技術」、及びブロードバンド移動通信技術、ホームリンク等の「アクセスネットワーク技術」に関する専門分野で多くの優秀な博士課程学生を輩出した。以上の背景に鑑みて、本COEでは、特に、博士課程大学院学生が世界をリードするITの新技术を生み出すために必要な光・電子デバイス技術と光・無線ネットワーク高度化技術に関する幅広い最先端科学技術を融合的に修得し、かつ本分野の最先端研究を通じて高度な研究能力を備え、自立して国際的に活躍できる人材育成を展開する。

拠点リーダーを中心に、競争的環境を醸成し、ダイナミックな決断・運営をする。システムLSI設計をはじめとした最先端電子・光デバイス設計技術とネットワークの先端科学技術セミナー、およびCTE研究会を定期的に開催し、博士課程大学院学生に最先端技術の研究教育を行う。さらに、企業・世界のCOE等との技術・頭脳交流を通じて、本COEを世界最高水準にする。「国際インターンシップ」で博士課程学生を海外COE等の機関に派遣し、かつ、海外のCOE等からも若手研究者を受け入れ、研究水準の向上および世界をリードする創造的人材育成を図る。著名学者との日常的交流を通じて、事業推進担当者、若手研究者および大学院学生の研究の質的向上に資する。国際的な視野を備えた学生を世界に輩出するために、次の(1)のプログラムを用意し、その選考にあたって、委員会が戦略的かつ競争的にこのプログラムを実施。

(1) COE-RAの国際インターンシップ

当該COEでは、オリジナリティの高い萌芽的研究で成果を上げつつある学生を、研究テーマの関連した海外の世界的COE等に派遣し、概ね6ヶ月間、共同研究の機会を与えるプログラムを実施。博士課程学生が異文化環境のもとで、人間関係の感受性を涵養し、能力を開花させることで、真に国際的な競争力を備えた若手研究者を育成。本国際インターンシップの特長は、当

該COEの事業推進担当者が世界的に活躍している強みを生かして、海外から優秀で積極的なPOSDOC等が本COEに参加し研究する環境が整い、研究水準の向上と世界をリードする創造的な人材育成を促進することができる。

(2) 先端研究技術セミナー、CTE研究会、海外COE等との技術交流、および国際シンポジウムの開催

教育プログラム(先端研究技術セミナー)を毎週開催。さらにCTE研究会を定期的に実施、COEの事業推進担当者が基盤技術に関して最近の技術動向も含めた先端科学技術に関する教育を博士課程学生に行なう。さらに、COE-RAは概ね年2回定期的に研究成果を英語で発表し報告書を出版。さらに技術討論を頻繁に行い、複数の教員や第一線の企業の研究者、および海外のCOE等との連携・技術交流を深める。研究成果のまとめ、発表資料の製作、質問に対する回答、各分野の著名学者との交流、COE等の技術訪問のいずれも博士課程学生・若手研究員・若手事業推進担当者にとって貴重な体験および研究のインセンティブとなり、自立して創造的研究が推進できる環境が醸成されるものと確信する。

(3) COE-RAと若手研究員の育成

博士課程学生をCOE-RAとして競争的に採用し雇用・育成する。COE-RAには「光・電子デバイス技術」と「アクセスネットワーク技術」のインタラクティブな研究の場に参画させ、柔軟で高度な研究能力を発揮する機会を与え、複数の専門を身に付けさせ社会へ輩出。COE-RAは研究成果を社会へ技術移転する役割も演ずることができる。

以上、独創的な情報通信アクセスネットワーク技術を生み出すためには、高度な電子・光デバイスの基盤技術と情報ネットワーク等に関するハード・ソフト両面の情報技術の研究教育が必須である。本COEの教育で世界を先導し高度で実践的な光・電子デバイス技術とネットワーク技術を備えた創造的人材育成を図る。

9. 研究教育拠点形成活動実績

目的の達成状況

1) 世界最高水準の研究教育拠点形成計画全体の目的達成度

情報通信分野と光・電子デバイス分野の連携融合を具現化した国内外に例の無いユニークな研究教育拠点「アクセス網高度化光・電子デバイス技術」を完成させた。その拠点をベースに、慶應義塾で分野横断的大学院教育、海外COEとの日常的交流を一層発展させ、それぞれのCOEの強みを生かしたNETWORK OF COMPETENCEを通じてNETWORK OF EXCELLENCEを構築した。統合した「ULSIと無線システムが融合したLSIの無線配線」、「GbitブロードバンドPOFネットワーク通信とリアルタイム制御の融合技術」、「光アクセス・ノード光回路と光制御の技術統合」、「ユビキタスネットワーク実現に向けたブロードバンドワイヤレス通信技術」、「ユビキタス環境構築に向けた高度情報処理技術」を特段に発展させた。本COEの外部評価（国外・国内の当該分野の10名の著名専門家による）を実施した結果、慶應COEが国際的研究教育拠点として形成され、その研究・教育活動が国際的に卓越し、当該融合分野を先導しているとの高い評価を得た。

具体的成果：本COEでは、デバイス物理技術とシステムネットワークのコア革新技術のシームレスな連携からアクセス網の高度化を目指した。本アカデミック・フュージョンによるパラダイムシフトとして、LSIチップ間の無線配線（世界記録）、可視光通信とLED（革新技術）、ハプティクス技術とリアルタイム双方向通信（革新技術）、PLZT光スイッチによる映像コンテンツ分配システム（世界記録）など、フォトリソグラフィとエレクトロニクスの独自の融合連携技術を生み出し、革新性を持った科学技術のメインストリームを創出した。平成18年末の時点で、学術誌に608編の論文（英文誌：370編、和文誌：238編）を公刊し、国際会議で167件の基調・招待講演と846件の研究発表を行い、事業推進担当者の国内外の受賞数は33件に達する。さらに20冊のCOE活動報告書/国際会議議事録等を発行。慶應義塾情報・電気・電子分野COEの拠点形成、育成する博士のキャリアパスなどの内容

を「21世紀創造技術立国への道」（247ページ）と題する単行本（培風館）を出版し、社会に成果を発信した。

人材育成の実績：大学院にCOE設置科目「先端科学技術セミナー」、「科学技術倫理と著作権」、「国際インターンシップ」を設け、デバイス物理技術とシステムネットワークのシームレスな融合発展、専門学術の融合、グローバル化社会での科学技術倫理、国際活動を展開するための基盤・人脈づくりの方法論等の講義を、JEITA等の後援で企業現場から120名をこえる講師を招聘し運用した（JEITAの博士教育プログラム支援は本COEのみ）。COE総直接経費の21%を若手研究者の直接支援に充当して、5年間で73名（日本人62名、留学生11名。学位取得者の30%は2.5年未満で早期博士学位取得）の博士課程学生を競争的環境の中でCOE-RAに採用した。欧米の30%を超える教育研究機関と国際ネットワーク・オブ・エクセレンスの関係を結び、12名のCOE-RAを概ね6ヶ月派遣（米国（6）、EU（6））。結果として、5年間にCOE-RAが原著論文163編、国際会議論文412編を発表し、国内外の論文賞などを17件受賞するなど、優れた研究能力とグローバルな研究・社会環境で活躍できる幅の広い人間性を有する博士を輩出するプラットフォームを確立した。慶應義塾大学学長・拠点リーダーから、博士号を取得し顕著な業績を残し、高い人間力を持つ21名のCOE-RAにCOE-Diplomaを授与した。

外部評価：本COEの最終外部評価は平成18年9月から12月に実施。国際的に著名な学者・研究者10名を招聘し、評価頂いた結果、慶應COEが国際的研究拠点として形成され、その研究・教育活動が国際的に卓越し当該分野を先導しているとの高い評価を得た。主な評価項目はプログラム全体の構成、国際連携の数および成果の質、COE-RA育成プログラムの内容および質、各研究プロジェクトの成果の数・質等の合計29項目で、その全てで極めて高い評価を得た。

前記のように本COEでは融合領域の教育研究活動の国際的研究教育拠点を確立し、国際連携の中で主導的に研究教育を恒常的に進めている。

以上の具体的実績から、想定以上の成果を挙げたと考える。

2)人材育成面での成果と拠点形成への寄与

情報通信分野と電子・光デバイス分野の連携融合を具現化した国内外に例の無いユニークな研究・教育拠点「アクセス網高度化光・電子デバイス技術」をベースに、慶應義塾で分野横断の大学院教育並びに海外COEと国際インターンシッププログラムを一層発展させ。

大学院COE設置科目「先端科学技術セミナー」、「科学技術倫理と著作権」、「国際インターンシップ」を設け、デバイス物理技術とシステムネットワークのシームレスな融合発展、専門学術の融合、グローバル化社会での科学技術倫理、国際的研究活動を展開するための基盤・人脈づくりの方法論等の講義を、企業現場から120名をこえる講師を招聘し運用した(JEITA、SEAJの後援)。5年間で「先端科学技術セミナー」を58回、CTE研究会を85回実施。

COE総直接経費の21%を若手研究者の直接支援に充当し、5年間で73名(日本人62名、留学生11名。学位取得者の内10名は2.5年以内で早期博士学位取得)の博士課程学生を競争的環境の中でCOE-RAに採用し育成した。この結果、5年間にCOE-RAが、原著論文163編、国際会議論文412編を発表した。本COEでは、COE-RAが国際的学術論文誌へ英語論文を公刊し、国際会議で研究発表することは恒常化しており、COE-RAがグローバルな舞台で活躍している。

COE-RAの受賞等は、Best Student Presentation, SPIE Photonics West 2005 USA、平成15年電気学会 優秀論文発表賞 A (電気学会)など17件受賞。優れたデバイス・システム融合(Academic Fusion)分野の学術で研究能力とグローバルな環境で活躍できる幅の広い人間力(competency)をもつ博士を輩出する拠点を確立した。慶應義塾大学から博士号を取得し顕著な業績を残した21名のCOE-RAにCOE-Diplomaを授与した。

欧米の30を越える教育研究機関とネットワーク・オブ・エクセレンスの関係を結び、競争的環境下で12名のCOE-RAを概ね6ヶ月研究インターンシップに派遣した(米国(6)とEU(6))。その結果、国際的研究環境の下でCOE-RAの国際共同研究が推進され、COE-RAが国際的研究者・技術者として、異文化の中で研究のリーダーシッ

プが発揮できる能力が醸成された。派遣された多くのCOE-RAは国際的専門誌・国際会議で共著論文を発表した。

5年間で海外研究教育機関の教授クラスから若手研究員まで13名を招聘し研究・教育活動に貢献頂いた。

5年間の教育活動並びに、海外のCOEとの交流を通して21世紀COEプログラムの趣旨「国際競争力のある世界最高水準の大学づくり」に教育面から貢献できた。

3)研究活動面での新たな分野の創成と、学術的知見等

情報通信分野と電子・光デバイス分野の連携融合を具現化した国内外に例の無いユニークな研究・教育拠点をベースに、「ULSIと無線システムが融合したLSIの無線配線」、「GbitブロードバンドPOFネットワーク通信とリアルタイム制御の融合技術」、「光アクセス・ノード光回路と光制御の技術統合」、「ユビキタスネットワーク実現に向けたブロードバンドワイヤレス通信技術」、「ユビキタス環境構築に向けた高度情報処理技術」の融合学術・研究分野を創生・発展させた。

具体的には次の学術的分野を世界的メインストリームに成長させた。

Si-LSIの無線配線：工学デザイン能力を活かしチップの設計・製作と通信実験に成功し、データ転送速度(1 Tb/s)、消費エネルギー(0.14 pJ/b)、実装密度(20 μ mピッチ)の全てで世界記録を更新し、高信頼通信(ビット誤り率 10^{-14})を実現し、世界的に高く評価された。

可視光通信とLED：LEDの高効率・長寿命・高速スイッチング特性と、可視光を通信に利用した技術は革新的新規技術。「可視光通信コンソーシアム」を発足させ、企業20社と研究並びにメインストリームのため普及・標準化活動を推進。アウトカムの視点から、空港で実証実験などの公共へのサービス研究も展開し、高い評価を得た。

超高速光スイッチと世界標準プロトコル化：米国ファンドリベンチャと共同研究したPLZT薄膜導波路技術で、10 ns超高速光スイッチ(従来は数100 ms)を製作した。本成果をデバイス・システム連携させるため、NTT、KDDI、

NEC等と世界標準プロトコルを目指し
(Photonic Internet Labs: 主査 慶應義塾大学)標準化に取組み、米国の相互接続検証サイトISOCOREで国際相互接続公開実験に参加。国際的メインストリーム構築を推進。

リアルタイム双方向通信制御：世界初のハプティック通信で2件の国際賞を受賞。アクセス空間における双方向リアルタイム通信のプロトコルやハプティック信号のデファクト・スタンダードを目指し産業界と協力体制を築き、ハプティクスをメインストリームを構築。

4)事業推進担当者相互の有機的連携

情報通信分野と電子・光デバイス分野の連携融合を具現化したユニークな研究・教育拠点をベースに、融合学術・研究分野を発展させた。プログラム毎に国際ワークショップ・シンポジウムを、拠点リーダーを中心に事業推進担当者相互で有機的連携し、国内外で実施・会議録を出版。前項 3)研究活動面での新たな分野の創成と学術的知見等で記載した学術分野で、事業推進担当者相互の有機的連携の証拠として、連名の論文が公刊されている。さらにCOE-RAの学位審査を連携して実施した事例も多くなってきた。従来の縦系的大学組織の中に横系的・分野横断的な研究・教育拠点が構築された価値は高い。

5)国際競争力ある大学づくりへの貢献度

情報通信分野と光・電子デバイス分野の連携融合を具現化した国内外に例のないユニークな研究教育拠点「アクセス網高度化光・電子デバイス技術」を完成させた。その拠点をベースに、慶應義塾大学で分野横断の大学院教育、海外COEとの日常的交流を一層発展させ、それぞれのCOEの強みを生かしたNETWORK OF COMPETENCEを通じてNETWORK OF EXCELLENCEを構築したことで慶應義塾大学の国際的競争力の増大・向上に多大な貢献をした。

6)国内外に向けた情報発信

慶應情報電気電子分野 COEのホームページ：
<http://www.coe.keio.ac.jp/> で情報を常に国内外に発信。平成18年末の時点で、学術誌に608編の論文(英文誌：370編,和文誌：238編)

を公刊し、国際会議で167件の基調・招待講演と846件の研究成果発表。さらに20冊のCOE活動報告書/国際会議議事録等を発行し、国内外の関連研究教育機関に送付。本COEの研究・教育・人材育成、ならびに社会で活躍する博士のキャリアパスを論じた、慶應COEの集大成、拠点リーダー真壁利明編著「21世紀創造技術立国への道」(247ページ、培風館、ISBN-10:4563019151)を平成18年10月に出版。世界的な舞台で活躍できる高度科学技術者の人材育成(慶應型キャリアパス)と研究の拠点として慶應COEを世界にアピールした。

7)拠点形成費等補助金の使途について(拠点形成のため効果的に使用されたか)

拠点形成費等補助金は世界的な研究教育拠点形成のために効率的・効果的に使用された。研究実施のための研究資金は、主に競争的外部資金・受託研究費等で賄われた。COE-RAの雇用費、育成プログラム費用、拠点形成費用に本補助金は効率的かつ効果的に使用された。COE総直接経費の21%を若手研究者の直接支援に充当。

今後の展望

慶應COEの豊かな成果を継承するのみならず次世代科学技術に向けたパラダイムシフトが必要である。そこで欧米アジアを代表する国際的拠点である Ecole Centrale de Lyon - Lyon Nanotechnology Institute、Harvard大学、西安交通大学と密に連携することで、国際的連携研究と教育のスペクトルを広げ、基盤研究からネットワークシステム研究に至る広範な融合研究教育活動がグローバルに展開できるよう努力している。

その他(世界的な研究教育拠点の形成が学内外に与えた影響度)

本COEの研究・教育・人材育成から国際社会で活躍できる博士のキャリアパスを論じた、本COEの集大成、拠点リーダー真壁利明編著「21世紀創造技術立国への道」(247ページ、培風館、ISBN-10:4563019151)を平成18年10月に出版した。世界的に活躍できる高度科学技術者の人材育成(慶應型キャリアパス)と研究拠点として慶應COEを学内外に発信し、建設的な影響を与えた。

21世紀COEプログラム 平成14年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	慶應義塾大学	拠点番号	C16
拠点のプログラム名称	アクセス網高度化光・電子デバイス技術		
1. 研究活動実績			
この拠点形成計画に関連した主な発表論文名・著書名【公表】			
・事業推進担当者（拠点リーダーを含む）が事業実施期間中に既に発表したこの拠点形成計画に関連した主な論文等（著書、公刊論文、学術雑誌、その他当該プログラムにおいて公刊したもの） ・本拠点形成計画の成果で、ディスカッション・ペーパー、Web等の形式で公開されているものなど速報性のあるもの 著者名（全員）、論文名、著書名、学会誌名、巻(号)、最初と最後の頁、発表年（西暦）の順に記入 波下線（ ）：拠点からコピーが提出されている論文 下線（ ）：拠点を形成する専攻等に所属し、拠点の研究活動に参加している博士課程後期学生 T. Makabe, Z.Petrovic: "Plasma Electronics: Applications in Microelectronic Device Fabrication" (340 pages), Taylor & Francis: New York, 2006. K. Ishihara, <u>T. Shimada</u>, <u>T. Yagisawa</u>, T. Makabe: "Prediction of organic low-k material etching in two frequency capacitively coupled plasma," Plasma Phys. Control. Fusion, Vol.48, pp.B99-B104, 2006. <u>T. Yagisawa</u>, <u>T. Shimada</u>, and T. Makabe: "Modeling of radial uniformity at a wafer interface in a 2f-CCP for SiO₂ etching," J. Vac. Sci. Technol., Vol.B23, pp.2212-2217, 2005. <u>T. Ohmori</u>, T. Goto, T. Kitajima, T. Makabe: "Time-resolved measurement of charging on hole bottoms of SiO₂ wafer exposed to plasma etching in a pulsed two-frequency capacitively coupled plasma," Jpn. J. Appl. Phys.(Express Letter), Vol.44, pp.L1105-L1108, 2005. <u>T. Ohmori</u>, T. Goto, T. Makabe: "Negative charge injection to a wafer in a pulsed two-frequency capacitively coupled plasma for oxide etching; diagnostics for an interface by emission selected-computerized tomography," J. Phys. D-Appl. Phys., Vol.37, pp.2223-2231, 2004. <u>N. Miura</u>, <u>D. Mizoguchi</u>, <u>M. Inoue</u>, <u>K. Niitsu</u>, <u>Y. Nakagawa</u>, <u>M. Tago</u>, <u>M. Fukaishi</u>, <u>T. Sakurai</u>, <u>T. Kuroda</u>: "A 1Tb/s 3W inductive-coupling transceiver for 3D-stacked inter-chip clock and data link," IEEE J. Solid-State Circuits, Vol.42, No.1, pp.111-122, 2007. <u>N. Miura</u>, <u>D. Mizoguchi</u>, <u>M. Inoue</u>, <u>T. Sakurai</u>, <u>T. Kuroda</u>: "A 195-Gb/s 1.2-W inductive inter-chip wireless superconnect for 3-D-stacked system in a package," IEEE J. Solid-State Circuits, Vol.41, No.1, pp.23-34, 2006. <u>Y. Okaniwa</u>, <u>H. Tamura</u>, <u>M. Kibune</u>, <u>D. Yamazaki</u>, <u>T. S. Cheung</u>, <u>J. Ogawa</u>, <u>N. Tzartzanis</u>, <u>W. W. Walker</u>, <u>T. Kuroda</u>: "A 40-Gb/s CMOS clocked comparator with bandwidth modulation technique," IEEE J. Solid-State Circuits, Vol.40, No.8, pp.1680-1687, 2005. <u>Y. Tomita</u>, <u>M. Kibune</u>, <u>J. Ogawa</u>, <u>W. Walker</u>, <u>H. Tamura</u>, <u>T. Kuroda</u>: "A 10-Gb/s receiver with series equalizer and on-chip ISI monitor in 0.11-μm CMOS," IEEE J. Solid-State Circuits, Vol.40, No.4, pp.986-993, 2005. <u>N. Miura</u>, <u>D. Mizoguchi</u>, <u>T. Sakurai</u>, <u>T. Kuroda</u>: "Analysis and design of inductive coupling and transceiver circuit for inductive inter-chip wireless superconnect," IEEE J. Solid-State Circuits, Vol.40, No.4, pp. 829-837, 2005. <u>A. Jouraku</u>, <u>M. Koibuchi</u>, <u>H. Amano</u>: "An effective design of deadlock-free routing algorithms based on 2D turn model for irregular networks," IEEE Trans. on Parallel and Distributed Systems, Vol.18, No.3, pp.320-333, 2007. <u>V. Tunbunheng</u>, <u>M. Suzuki</u>, <u>H. Amano</u>: "Multicasting procedure for increasing configuration speed of coarse grain reconfigurable devices," IEICE Trans. Inf. and Syst., Vol.E90-D, No.2, pp.473-481, 2007. <u>M. Koibuchi</u>, <u>K. Anjo</u>, <u>Y. Yamada</u>, <u>A. Jouraku</u>, <u>H. Amano</u>: "A simple data transfer technique using local address for networks-on-chips," IEEE Trans. on Parallel and Distributed Systems, Vol.17, No.12, pp.1425-1437, 2006. <u>H. Amano</u>, "A survey on dynamically reconfigurable processors," IEICE Trans. Commun., Vol.E89-B, No.12, pp.3179-3187, 2006. <u>M. Koibuchi</u>, <u>K. Watanabe</u>, <u>T. Otsuka</u>, <u>H. Amano</u>: "Performance evaluation of deterministic routings, multicasts, and topologies on RHINET-2 cluster," IEEE Trans. on Parallel and Distributed Systems, Vol.16, No.8, pp.747-759, 2005. <u>R. Esmailzadeh</u>, <u>M. Nakagawa</u>: "TDD-CDMA for Wireless Communications" Artech House Publishers, 2003. <u>H. Sugiyama</u>, <u>S. Haruyama</u>, <u>M. Nakagawa</u>: "Experimental investigation of modulation method for visible light communications," IEICE Transactions on Communications, Vol.89-B, No.12, pp.3393-3400, 2006. <u>N. Linn</u>, <u>O. Takyu</u>, <u>R. Esmailzadeh</u>, <u>M. Nakagawa</u>: "Evaluation of asymmetric TDD systems employing AMC and HARQ by considering MCS selection errors," IEICE Transaction on Fundamentals, Special Section on Wide Band Systems, Vol.E89-A, No.11, pp.3138-3147, 2006. <u>T. Komine</u>, <u>M. Nakagawa</u>: "Fundamental analysis for visible light communication systems using LED lights," IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol.50, Issue 1, pp.100-107, 2004. <u>M. Nakagawa</u>, <u>H. Zhang</u>, <u>H. Sato</u>: "Ubiquitous homelinks based on IEEE 1394 and ultra wideband solutions," IEEE Communications Magazine, Vol. 41 No. 4, pp.74-82, 2003. <u>A. Tagaya</u>, <u>M. Ohkita</u>, <u>R. Mukoh</u>, <u>T. Sakaguchi</u>, <u>Y. Koike</u>: "Compensation of the birefringence of a polymer by a birefringent crystal," Science, Vol. 301, Issue 5634, pp.812-814, 2003. <u>T. Okumura</u>, <u>A. Tagaya</u>, <u>Y. Koike</u>, <u>M. Horiguchi</u>, <u>H. Suzuki</u>: "Highly-efficient backlight for liquid crystal display having no optical films," Appl. Phys. Lett., Vol.83, No.13, pp.2515-2517, 2003. <u>H. Ohkita</u>, <u>Y. Abe</u>, <u>H. Kojima</u>, <u>A. Tagaya</u>, <u>Y. Koike</u>: "Birefringence reduction method for optical polymers by the orientation-inhibition effect of silica particles," Appl. Phys. Lett., Vol. 84, No. 18, pp.3534-3536, 2004. <u>W. Liu</u>, <u>Y. Koike</u>, <u>Y. Okamoto</u>: "Synthesis and radical polymerization of perfluoro-2-methylene-1,3-dioxolanes," Macromolecules, Vol.38, No.23, pp 9466-9473, 2005. <u>A. Tagaya</u>, <u>H. Ohkita</u>, <u>T. Harada</u>, <u>K. Ishibashi</u>, <u>Y. Koike</u>: "Zero-birefringence optical polymers," Macromolecules, Vol.39, No.8, pp.3019-3023, 2006. <u>N. Nedyalkov</u>, <u>T. Sakai</u>, <u>T. Miyamishi</u>, <u>M. Obara</u>: "Near field in the two dimensionally arrayed gold nanoparticles on platinum substrate," Appl. Phys. Lett., Vol.90, pp.123106-1/3, 2007. <u>M. Kamata</u>, <u>M. Obara</u>, <u>R. R. Gattass</u>, <u>L. R. Cerami</u>, <u>E. Mazur</u>: "Optical vibration sensors fabricated by femtosecond laser micromachining," Appl. Phys. Lett., Vol.87, pp.051106/1-3, 2005. <u>T. Nagata</u>, <u>M. Kamata</u>, <u>M. Obara</u>: "Optical waveguide fabrication with double pulse femtosecond lasers," Appl. Phys. Lett., Vol.86, pp.251103/1-3, 2005. <u>E. Toratani</u>, <u>M. Kamata</u>, <u>M. Obara</u>: "Self-fabrication of void array in fused silica by femtosecond laser processing," Appl. Phys. Lett., Vol.87, pp.171103/1-3, 2005. <u>J. Sakuma</u>, <u>Y. Asakawa</u>, <u>M. Obara</u>: "Generation of 5-W, deep-UV, cw radiation at 266 nm by an external cavity with CLBO crystal," Optics Letters, Vol. 29, No. 1, pp.92-94, 2004. <u>M. Yasumoto</u>, <u>T. Suzuki</u>, <u>H. Tsuda</u>, <u>M. Raj</u>, <u>D. Kudsuma</u>, <u>J. Dawley</u>, <u>D. Ritums</u>, <u>Y. Tanaka</u>, <u>M. LaBuda</u>, <u>K. Nashimoto</u>, "Fabrication of (Pb,La)(Zr,Ti)O₃ thin film arrayed waveguide grating," Electron. Lett., Vol. 43, No. 1, pp. 24-25, 2007. <u>D. Miyamoto</u>, <u>K. Mandai</u>, <u>A. Aizawa</u>, <u>T. Kurokawa</u>, <u>H. Tsuda</u>: "Waveform-controllable optical pulse generation using an optical pulse synthesizer," IEEE Photon. Technol. Lett., Vol.18, No.5, pp. 721-723, 2006. <u>K. Mandai</u>, <u>D. Miyamoto</u>, <u>T. Suzuki</u>, <u>H. Tsuda</u>, <u>A. Aizawa</u>, <u>T. Kurokawa</u>: "Repetition rate and center wavelength-tunable optical pulse generation using an optical comb generator and a high resolution arrayed-waveguide grating," IEEE Photon. Technol. Lett., Vol.18, No.5, pp.679-681, 2006. <u>T. Suzuki</u>, <u>K. Masuda</u>, <u>H. Ishikawa</u>, <u>Y. Abe</u>, <u>S. Kashimura</u>, <u>H. Uetsuka</u>, <u>H. Tsuda</u>: "Planar lightwave circuit dispersion compensator using a compact arrowhead arrayed-waveguide grating," IEICE Electronics Express, Vol.2, No.23, pp.572-577, 2005. <u>T. Suzuki</u>, <u>Y. Shibata</u>, <u>H. Tsuda</u>: "Small v-bend silica waveguide using an elliptic mirror for miniaturization of planar lightwave circuits," IEEE J. Lightwave Technol., Vol.23, No.2, pp. 902-908, 2005.			

- K. Hirosawa, H. Frumochi, A. Tada, F.Kannari, M. Takeoka, M. Sasaki: "Photon number squeezing of ultrabroadband laser pulses generated by microstructure fibers", Phys. Rev. Lett. , Vol.94, No.20, pp.203601/1-4, 2005.
- J. Chen, H. Kawano, Y. Nabekawa, H. Mizuno, A. Miyawaki, T. Tanabe, F.Kannari, K. Midorikawa: "Selective excitation between two-photon and three-photon fluorescence with engineering cost functions," Opt. Express, Vol.12, No.15, pp.3408-3414, 2004.
- J. Chen, H. Kawano, Y. Nabekawa, H. Mizuno, A. Miyawaki, T. Tanabe, F.Kannari, K. Midorikawa: "Selective excitation between two-photon and three-photon fluorescence with engineering cost functions," Opt. Express, Vol.12, No.15, pp.3408-3414, 2004.
- S. Suzuki, H. Yonezawa, F.Kannari, M. Sasaki, A. Furusawa: "7 dB quadrature squeezing at 860 nm with periodically-poled KTiOPO₄," Appl. Phys. Lett., Vol.89, No.6, pp.061116/1-3, 2006.
- Y. Oishi, M. Kaku, A. Suda, F.Kannari, K. Midorikawa, "Generation of extreme ultraviolet continuum radiation driven by a femtosecond two-color laser field," Opt. Express, Vol.14, No.16, pp.7230-7237, 2006.
- A. Ishizumi, K. Matsuda, T.Saiki, C. W. White, Y. Kanemitsu, "Photoluminescence properties of single Mn-doped CdS nanocrystals studied by scanning near-field optical microscopy," Appl. Phys. Lett., Vol. 87, pp.133104/1-3, 2005.
- K. Matsuda, T.Saiki, T. Yamada, T. Ishizuka: "Direct optical observation of compositional fluctuation in GaAs_{1-x}N_x by near-field photoluminescence spectroscopy and microscopy with high spatial resolution," Appl. Phys. Lett., Vol.85, pp.3077-3079, 2004.
- K. Matsuda, K. Ikeda, T.Saiki, H. Saito, K. Nishi: "Carrier-carrier interaction in single In_{0.5}Ga_{0.5}As quantum dots at room temperature investigated by near-field scanning optical microscope," Appl. Phys. Lett., Vol. 83, pp.2250-2252, 2003.
- K. Matsuda, T.Saiki, S. Nomura, M. Mihara, Y. Aoyagi: "Near-field photoluminescence imaging of single semiconductor quantum constituents with a spatial resolution of 30 nm," Appl. Phys. Lett., Vol.81, pp. 2291-2293, 2002.
- Y. Kanemitsu, T. J. Inagaki, M. Ando, K. Matsuda, T.Saiki, C. W. White: "Photoluminescence spectrum of highly excited single CdS nanocrystals studied by a scanning near-field optical microscope," Appl. Phys. Lett., Vol.81, pp.141-143, 2002.
- S. Kobayashi, M. Imaeda, S. Matsumoto: "Single electron transistor fabricated with SOI wafer," Materials Science and Engineering, Vol.C26, No.5-7, pp.889-892, 2006.
- S. Seto, S. R. Aid, S. Matsumoto, J. Murota, K. Wada, T. Abe: "Determination of Silicon self-interstitial diffusivity using isotopically pure ³⁰Si multi-layer," Materials Science and Engineering , Vol.B114-115 pp.334-338, 2004.
- H. Mori, H. Nagai, S. Matsumoto: "Formation Ge quantum dots on boron-reconstructed surface," Materials Science and Engineering, Vol.B89, pp.188-190, 2002.
- S. Nishimura, K. Terashima, S. Matsumoto: "Growth of GaN on Si substrate-role of BP thin layer," Optical Materials, Vol.19, pp.223-228, 2002.
- S. Nishimura, K. Terashima, S. Matsumoto: "Variation of Si melt viscosity with boron addition," J. Crystal Growth, Vol.237-239, pp.1667-1670, 2002.
- S. Katsura, Y. Matsumoto, K. Ohnishi: "Modeling of force sensing and validation of disturbance observer for force control," IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.54, No.1, pp.530-538, 2007.
- S. Katsura, K. Ohnishi: "Force servoing by flexible manipulator based on resonance ratio control," IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.54, No.1, pp. 539-547, 2007.
- S. Katsura, K. Ohnishi: "A realization of haptic training system by multilateral control," IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.53, No.6, pp.1935-1942, 2006.
- S. Katsura, J. Suzuki, K. Ohnishi: "Pushing operation by flexible manipulator taking environmental information into account," IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.53, No.5, pp.1688-1697, 2006.
- S. Katsura, Y. Matsumoto, K. Ohnishi: "Analysis and experimental validation of force bandwidth for force control," IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.53, No.3, pp. 922-928, 2006.
- H. N. Nguyen and I. Sasase: "Downlink queuing model and packet scheduling for providing seamless handoff and QoS in 4G mobile networks," IEEE Trans. on Mobile Computing, Vol.5, No.5, pp.452-462, 2006.
- T. Miyazawa, I. Sasase: "Enhancement of tolerance to MAIs by the synergistic effect between M-ary PAM and the chip-level receiver for optical CDMA systems," IEEE J. Lightwave Technology, Vol.24, No.2, pp.658-666, 2006.
- T. Miyazawa, I. Sasase: "Multi-rate and multi-quality transmission scheme using adaptive overlapping pulse-position modulator and power controller in optical CDMA networks," J. Communications and Networks, Vol.7, No.4, pp.462-470, 2005.
- D. Ishii, N. Yamanaka, I. Sasase: "A self-learning route selection scheme using multi-path searching packets in an OBS network," The Journal of Optical Networking, Vol.4, No.7, pp.432-445, 2005.
- H. Sekiya, H. Koizumi, S. Mori, I. Sasase, J. Lu, T. Yahagi: "FM/PWM control scheme class DE inverter," IEEE Trans. on Circuit and Systems-I, Vol.51, No.7, pp.1250-1260, 2004.
- S. Shimizu, Y. Arakawa, N. Yamanaka: "A Wavelength assignment scheme for WDM networks with limited range wavelength converters," J. Optical Networking, Vol.5, No.5, pp.410-421, 2006.
- N. Yamanaka: "Photonic Internet Lab.: Breakthrough for leading edge photonic GMPLS," IEICE Trans. on Commun., Vol.E87-B , No.3 , pp.573-578, 2004.
- K. Shiimoto, E. Oki, W. Imajuku, S. Okamoto, N. Yamanaka: "Distributed virtual network topology control mechanism in GMPLS-based multi-layer/region networks," IEEE J. on Selected Areas in Commun., SAC Vol.21, pp.1254-1262, 2003.
- E. Oki, N. Yamanaka, K. Nakai, N. Matsuura: "Multi-stage switching system using optical WDM grouped links based on dynamic bandwidth sharing," IEEE Communications Magazine, Vol.41, No.10, pp.56-63, 2003.
- J. Wang, A.Sano, D. Shook, T. Chen, B. Huang: "A blind approach to closed-loop identification of Hammerstein systems," International Journal of Control, Vol.80, No.2, pp.302-313, 2007.
- J. Xin, A.Sano: "Efficient subspace-based algorithm for adaptive bearing estimation and tracking," IEEE Trans. Signal Processing, Vol.53, No.12, pp.4485-4505, 2005.
- J. Xin, A.Sano: "Computationally efficient subspace-based method for direction-of-arrival estimation without eigendecomposition," IEEE Trans. Signal Processing, Vol.52, No.4, pp.876-894, 2004.
- A.Fujita, N. Hamada: "Separation of moving sound sources by time-frequency masking method," J. Signal Processing, Vol.10, No.4, pp.271-274, 2006.
- T. Fukue, N.Hamada, "DOA estimation of moving target under the clutter environment by applying MUSIC to the QMF Doppler filter bank," IEICE Trans. Commun., Vol.E88-B, No.5, pp.2142-2151, 2005.
- K. Yokoi, N. Hamada: "ICA-based separation and DOA estimation of analog modulated signals in multipath environment," IEICE Trans. Commun., Vol.E88-B, No.11, pp.4246-4249, 2005.
- Y. Hioka, N. Hamada: "Tracking of speaker direction by integrated use of microphone," IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E88-A, No.3, pp.633-641, 2005.
- Y. Hioka, N. Hamada, "Voice activity detection with array signal processing in the wavelet domain," IEICE Transaction on Fundamentals, Vol. E86A, No.11, pp.2802-2811, 2003.
- Y.Sanada, M.Ikehara: "Digital compensation scheme for coefficient errors of complex filter bank parallel A/D converter in low-IF receivers," IEICE Trans. on Commun., Vol..E85-B, No.12, pp.2656-2662, 2002.
- T. Yuba, Y. Sanada: "Decision directed scheme for IQ Imbalance compensation on OFCDM direct conversion receiver," IEICE Trans. on Communications, Vol. E89-B, No.1, pp.184 -190, 2006.
- W. Horie, Y. Sanada, "Novel CSMA scheme for DS-UWB ad-hoc network with variable spreading factor," IEICE Trans. on Fundamentals, Vol.87-A, pp.2615-2620, 2004.
- S. Hirooka, H. Saito: "Calibration free virtual display system using video projector onto real surface," IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E89-D, No.1, pp.88-97, 2006.
- S. Yaguchi, H. Saito, "Improving quality of free-viewpoint image by mesh based 3D shape deformation," J. WSCG, Vol.14, No.1-3, pp.57-64, 2006.

国際会議等の開催状況【公表】

(事業実施期間中に開催した主な国際会議等の開催時期・場所、会議等の名称、参加人数(うち外国人参加者数)、主な招待講演者(3名程度))

【主催】

(1) 2003/12/5 東京国際フォーラム、東京、日本

International Symposium on Optical and Electronic Device Technology for Access Network

【参加人数】約400名(30名)

【主な招待講演者】Prof. David B. Graves (University of California at Berkeley, USA)
北城 悟太郎(日本IBM 取締役会長)
Prof. Giok Djan Khoe (IEEE LEOS President, Eindhoven University of Technology, Netherlands)

(2) 2004/9/22 -23 Begijnhof Congres Hotel, Leuven, Belgium

International Workshop on Optical and Electronic Device Technology for Access Network "Academic Fusion between Si-LSI Design"

【参加人数】30名(16名)

【主な招待講演者】Dr. Peter Ventzek (Freescale Semiconductor, USA)
Prof. C. Piquet (CSEM Centre Suisse d'Electronique, Switzerland)
Prof. Zoran Lj Petrovic (Institute of Physics at Belgrade, Serbia Montenegro)

(3) 2005/1/27 -28 Hilton San Jose & Tower Hotel, San Jose, USA

International Workshop on Optical and Electronic Device Technology for Access Network "Nano Photonics and Functional Device Technology"

【参加人数】50名(10名)

【主な招待講演者】Prof. Eric Mazur (Harvard University, USA)
Prof. Tom Milster (University of Arizona, USA)
Prof. Lambertus Hesselink (Stanford University, USA)
Novi Auditorium, NOVI Science Park, Aalborg, Denmark

(4) 2005/9/15 -16 Novi Auditorium, NOVI Science Park, Aalborg, Denmark

International Workshop on Optical and Electronic Device Technology for Access Network "Aalborg University - Keio University Joint Workshop for Broadband Wireless Communications"

【参加人数】48名(25名)

【主な招待講演者】Prof. Ulf Körner (Lund University, Sweden)
Prof. Markku Sipilä (Technical Research Center of Finland(VTT), Finland)
Prof. Ramjee Prasad (Aalborg University, Denmark)

(5) 2005/12/2 東京国際フォーラム、東京、日本

2nd International Symposium on Optical and Electronic Device Technology for Access Network

【参加人数】約300名(約30名)

【主な招待講演者】Prof. Kerry Vahala (California Institute of Technology, USA)
土井美和子 (㈱東芝 研究開発センター)
所 眞理雄 (ソニー㈱ イノベーション戦略オフィス)

(6) 2005/12/8 University of Canterbury, Christchurch, New Zealand

International Workshop on Optical and Electronic Device Technology for Access Network "Advanced Information Processing for Ubiquitous Networks"

【参加人数】30名(10名)

【主な招待講演者】竹村 治雄 教授(大阪大学, 日本)
Associate Prof. Gregory Welch (University of North Carolina at Chapel Hill, USA)
Prof. Hyun Seung Yang (KAIST, Korea)

(7) 2006/1/30 -2/1 ホテルハイランドリゾート、河口湖、日本

4th International Workshop on Basic Aspects of Nonequilibrium Plasmas Interfacing with Surfaces: Negative Ions and thier Functions and Designability

【参加人数】40名(11名)

【主な招待講演者】Prof. Jean Paul Booth (Ecole Polytechnique, France)
Prof. Eva Stoffels (Eindhoven University of Technology, The Netherlands)
Prof. Nigel Mason (The Open University, UK)

【共催】

(8) 2005/7/10 -15 Corsica, France

ERPOS10: Electrical and Related Properties of Organic Solids and Polymers

【参加人数】約200名(約180名)

【主な招待講演者】Prof. Nasser Peyghambarian (Arizona University, USA)
Prof. Andre Persoons (Catholic University of Leuven, Belgium)
Prof. Kwang-Sup Lee (Hannan University, Korea)

(9) 2005/12/15 -20 Hilton Hawaiian Village, Honolulu, Hawaii

International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2005) "Symposium on Macromolecules for Photonic Application"

【参加人数】約10000名(約8000名)

【主な招待講演者】Prof. Larry Dalton (University of Washington, USA)
Prof. Alex Jen (University of Washington, USA)
Prof. Yoshiyuki Okamoto (Polytechnic University, USA)

(10) 2007/3/7 -9 The Serbian Academy of Sciences and Arts in Belgrade, Belgrade, Serbia

5th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing: Radicals and Non-Equilibrium Processes in Low-Temperature Plasma

【参加人数】100名(90名)

【主な招待講演者】Prof. Mark J. Kushner(Iowa State University, USA)
Prof. Bill Graham (Queen's University Belfast, UK)
Prof. Uwe Czarnetzki(Ruhr University Bochum, Germany)

2. 教育活動実績【公表】

博士課程等若手研究者の人材育成プログラムなど特色ある教育取組等についての、各取組の対象（選抜するものであればその方法を含む）、実施時期、具体的内容

国際的な環境でリーダーシップを発揮でき、デバイス・システムネットワークの知識融合できる若手研究者を育成するために下記の特色あるプログラムを実施。

● 国際シンポジウム開催・参加

海外で7回、国内で3回の合計10回の国際シンポジウムを主催・共催した。COE-RA（COE研究員）が国際シンポジウム（含ワークショップ）の企画・運営に主体的に参加した。Leuven (Belgium), San Jose(USA), Aalborg(Denmark)等で開催した国際会議で著名な研究者の招待講演の聴講、COE-RAの論文発表、並びに著名研究者との技術討論を通じてCOE-RAの国際的な環境で活躍するに必要なスキルを研鑽した。

● 国際共同研究の実施

International Network of Excellence (NOE)組織を中心に、30箇所の大学研究機関との間で、共同研究を実施した。NOE組織を通してのCOE-RAの研究活動、および事業推進担当者との共同研究で、5年間で総数19編の共著英文論文を公刊し、若手研究者自身が数多くの質の高い国際共同研究実績を挙げた。

● COE国際インターンシップ

グローバル化する社会の中で「人間力(competency)」を備え、技術社会を先導できる博士人材を育成する目的で、多国籍・複数の文化の研究環境のなかで6ヶ月程度共同研究に参加するCOE-RAの国際インターンシップを実施した。競争的な環境で選抜し派遣した。具体的には、Harvard、Carnegie Mellon、USC、UC Davis、UC San Diego、George Masonなど米国の大学(6名)と、Cambridge、London、Trento、Stockholm、Laser Zentrum Hannover、Sloveniaなどヨーロッパの大学・機関(6名)で実施した。帰国後、周囲のCOE-RAに与えた建設的な影響は想定をはるかに超えるもので、若手研究者育成面で21世紀COEの大きな成果となった。

● COE教育プログラムの運用

「COE先端科学技術セミナー」をJEITAなどの後援の下で、企業の最先端の研究開発現場の担当者100名を講師として招聘し120回(総数)の講演会を開催した。また、「CTE(Center of Technology Emergence)研究会」では国内外の大学研究者を講師に、86回開催し、関連する専門分野の講演はもとより、海外の大学の博士課程の現状や学生の生活・連携体制などを紹介した。上述の「COE先端科学技術セミナー」「COE国際インターンシップ」は、グローバル化した社会を先導してゆく博士が養わなければならない工学の思想背景と倫理、著作権と倫理をバイラテラルな対話形式で展開する「COE科学技術倫理と著作権」と併せて、大学院設置科目として理工学研究科委員会で正規科目として認められ(学則に記載)、現在運用中である。

● COE-RA 成果発表会

毎年9月と2月の2回、英語によるCOE-RA研究成果発表会を定期的に行う。英語の報告書も出版。研究成果・発表が卓越しているRAに優秀賞を授与した。

● 金曜ランチョン(ビジネス・ランチ)の運営

異分野の研究者（事業推進担当者を含む）約4人のなかに、約4人のCOE-RAを組み込んだ昼食会を毎週金曜日に常設し、アカデミック・フュージョンの実をあげる仕組みを構築し、合計93回開催した。これは若手研究者やCOE-RAの関心を広げ柔軟な思考・教養を涵養し、さらには人脈作りに貢献する仕組みとなった。

● COE Certificateの授与

慶應義塾大学大学院理工学研究科委員会が授与基準を承認し、極めて優れた活動実績を顕彰するために、5年間のCOE-RAの総数73名中で、21名のCOE-RAにCertificateを授与した。

● 「慶應テクノモール（技術展示）」に出展

慶應義塾大学理工学部が「東京国際フォーラム」で毎年12月に開催している技術展示展「慶應テクノモール」に、COE-RAが中心となってその活動を紹介するブースを設け、若手研究者の成果を社会に発信した。COEの出展は2回を数え（事業推進担当者のCOE-RAの出展は5回）、2005年の出展時には、若手研究者の研究が新聞一面で紹介されるなど、社会へのインパクトがあった。

21世紀COEプログラム委員会における事後評価結果

(総括評価)

設定された目的は十分達成され、期待以上の成果があった

(コメント)

拠点形成計画全体について、本COEは光・電子デバイス技術とアクセスネットワーク技術を融合させ、アクセス網の高度化技術を研究・教育するユニークなプログラムであり、設定された目的は十分達成され、期待以上の成果があったと評価する。

研究活動面については、UWB（超広域帯無線技術）によるLSI（大規模集積回路）の無線配線、可視光短距離通信、POF（プラスチック光ファイバー）、PLZT（透明強誘電体セラミック）光スイッチ、などにおいて世界的な成果をあげつつある。また、これらについて研究に止まらず、コンソーシアムの設立など、産学連携により実用技術に育成しつつある活動は高く評価できる。

人材育成面については、本COE設置科目として先端科学技術セミナー、科学技術倫理と著作権、国際インターンシップを設置し、分野横断的教育や国際的研究者の育成を推進しており、また、事業推進担当者を指導教員とする博士課程入学者を多く確保している点も評価できる。

事業終了後の持続的展開について、本COEの成果である高度な技術、例えば可視光通信とPOFを組み合わせた革新的アクセスネットワークなど、COE研究のシナジーを生かし、より大きな成果を上げることが期待される。また、欧米アジアの研究機関と連携することが計画されているので、本COEを発展させ、世界レベルでの高度な基盤技術を構築するための国際連携体制と、若手研究者の人材育成にスペクトルを広げた拠点づくりを、今後も推進していただきたい。