

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	京都大学	学長名	尾池和夫	拠点番号	C11	
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)	電気電子基盤技術の研究教育拠点形成 (Center of Excellence for Research and Education on Fundamental Technologies in Electrical and Electronic Engineering)					
研究分野及びキーワード	<研究分野: 電気電子工学> (電気・電子材料)(光デバイス・集積化)(電子デバイス・集積回路)(通信方式)(電気エネルギー工学)					
3. 専攻等名	工学研究科(電子工学専攻(旧: 電子物性工学専攻、H15.4.1)・電気工学専攻) 情報学研究科通信情報システム専攻					
4. 事業推進担当者	計 28 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) Araki Mitsuhiro 荒木光彦(平成18年3月17日辞退) Noda Susumu 野田進 Asano Takashi 浅野卓 Matsunami Hiroyuki 松波弘之(平成15年3月20日辞退) Suzuki Minoru 鈴木実(平成15年3月20日追加) Kimoto Tsunenobu 木本恒暢 Onodera Hidetoshi 小野寺秀俊 Nakamura Yukihiro 中村行宏 Hisakado Takashi 久門尚史 Fujita Shigeo 藤田茂夫(平成16年1月26日辞退) Suda Jun 須田淳(平成16年1月26日追加) Kawakami Yoichi 川上養一 Matsushige Kazumi 松重和美 Ishida Kenji 石田謙司 Shibauchi Takasada 芝内孝禎 Matsuo Jiro 松尾二郎(平成15年3月20日辞退) Nakamura Taketsune 中村武恒(平成15年3月20日追加) Ishikawa Junzo 石川順三 Tachibana Kunihide 橋本英 Yoshida Susumu 吉田進 Takahashi Tatsuro 高橋達郎 Norimatsu Seiji 乗松誠司 Tomita Shinji 富田眞治 Yuasa Taiichi 湯浅太一 Hikihara Takashi 引原隆士 Kitano Masao 北野正雄 Shimasaki Masaaki 島崎眞昭 Hagiwara Tomomichi 萩原朋道	工学研究科 電気工学専攻・教授 " 電子工学専攻・教授 " 電子工学専攻・助手 " 電子工学専攻・教授 " 電子工学専攻・教授 " 電子工学専攻・教授 " 電子工学専攻・助教授 情報学研究科 通信情報システム専攻・教授 " 通信情報システム専攻・教授 工学研究科 電気工学専攻・助教授 " 電子工学専攻・教授 " 電子工学専攻 講師 " 電子工学専攻 助教授 " 電子工学専攻・教授 " 電子工学専攻・講師 " 電子工学専攻 助教授 " 電子工学専攻・助手 " 電気工学専攻・助手 " 電子工学専攻・教授 " 電子工学専攻・教授 情報学研究科 通信情報システム専攻・教授 " 通信情報システム専攻・教授 " 通信情報システム専攻 助教授 " 通信情報システム専攻・教授 " 通信情報システム専攻・教授 工学研究科 電気工学専攻・教授 " 電子工学専攻・教授 " 電気工学専攻・教授 " 電気工学専攻・教授	複合システム論及び医療制御工学/京大工博 " 量子電子工学/京大博(工) " 量子工学/京大博(工) " 機能物性工学/京大工博 " 集積機能工学/京大工博 " 機能物性工学/京大博(工) " 集積システム工学/京大工博 " 情報回路方式/京大工博 " 電気システム論/京大博(工) " 光材料物性工学/京大工博 " 光材料物性工学/京大博(工) " 量子工学/阪大工博 " 分子ナノエレクトロニクス/ケム・エレクトロニクス 大Ph.D京大工博 " 機能物性工学/九大博(工) " 集積システム工学/東大博(工) " 高機能材料工学/京大博(工) " 電磁工学/九大博(工) " 極微真空電子工学/京大工博 " 電子物理学/京大工博 " 情報通信工学/京大工博 " 通信システム工学/京大博(工) " 集積システム工学/阪大博(工) " コンピュータ工学/京大工博 " コンピュータ工学/京大理博 " 電力工学/京大工博 " 量子工学/京大工博 " ハイパフォーマンスコンピューティング, 計算電磁工学/ 京大工博 " 電気システム論/京大工博	全体の研究統括 " 光ナノ材料・デバイスの研究 " 光ナノデバイスの研究 " 電子材料(SiC)/デバイスの研究 " 電子材料/デバイスの研究 " 高効率・大電力 SiC デバイスの研究 " システムオンチップの研究 " 新しいLSI デザインコンセプトの研究 " アルゴリズムのハード化の研究 " InGaN / GaN 発光デバイスの研究 " InGaN / GaN 発光デバイスの研究 " 新しい蛍光材料とディスプレイの研究 " 分子ナノデバイスの研究 " 原子分子操作の研究 " 磁性スピンおよびデバイス応用の研究 " クラスタイオンナノ加工技術の研究 " 超伝導パワーデバイス工学の研究 " イオンビームナノ加工技術の研究 " プラズマナノ加工技術の研究 " アドホック・無線ネットワークの研究 " 次世代ネットワーキング技術の研究 " 超多重光ネットワークの研究 " コンピュータアーキテクチャの研究 " プログラミング言語の研究 " 電気エネルギーネットワークの研究 " 全体の研究統括、量子通信、コンピューティングの研究 " 環境に与える電磁場の影響の研究 " 複合ネットワーク・システムの研究			
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)	105,000 (10,500)	618,000

6. 拠点形成の目的

21世紀社会を支える電気電子基盤技術開発を目指し、その根幹を担う電子材料・デバイス分野における世界的研究教育拠点の形成を第一の目的とした。すなわち、本拠点が世界的に強みをもつ光ナノ工学（フォトリソグラフィ）、ワイドバンドギャップ半導体工学（SiC, GaN）、LSI設計工学（システムオンチップ）、分子ナノ工学を中心とする電子材料・デバイス分野の研究教育に重点を置いて、拠点形成を推進しつつ、これらの分野のシステム・ネットワーク応用に向けたブレークスルーを生み出すとともに、広い視野をもつ学生・若手研究者の育成のため、通信・電力・ネットワーク・システム分野との連携をも目指した（下図参照）。

本拠点形成において、中間評価後、特に留意した点は、

a) 材料・デバイス分野（フォトリソグラフィ、ワイドバンドギャップ半導体、システムオンチップ化技術、有機ナノデバイス等）の研究教育において世界水準の成果を挙げることに、

b) a)で得られた成果の現実のシステム・ネットワークへの応用のため、上記重点テーマを通信・電力・システム分野の研究者との深い議論・連携のもとに推進すること、

c) 分野間の研究交流を通して広い視野をもつ博士学生、若手研究者を育成すること、

d) 京都大学のベンチャービジネスラボ・国際融合創造センターとの密接な連携の下に、研究成果の社会への還元を目指すことである。

また、本学のアイデンティティであるサイエンス面や基礎を重視し、新しい学問体系の構築とともに、若手研究者、博士課程の学生の教育を重視し、次世代を担う人材育成に十分に力を入れることとした。さらに海外の研究組織との積極的な連携等も進めるとともに、国際会議の主催等を行い、本拠点の世界における知名度を十分に高めることも目指した。

以上のような拠点形成プログラムにより期待される具体的な成果として、研究面からは、電子材料・デバイス分野において、

- I. 21世紀の情報化社会を支える新しいコンセプトに基づく光・電子材料/デバイス/回路技術の創出、
- II. 電気エネルギーネットワークを支える新規材料・デバイス技術の創出、
- III. より将来に向けた分子ナノデバイスやスピントロニクス技術の確立、

等を、また、ネットワーク・システム面からは、

- IV. 通信情報ネットワーク/コンピューティングの高度化・柔軟化・複合化、来るべき電力自由化時代を見越した太陽電池などの分散電源を含む電気エネルギーネットワークの構築、

等を掲げた。また、拠点形成プログラムの推進により得られる世界水準の研究基盤、分野融合の成果をもとに、新たなセンターの設立や、新しい教育研究システムの構築をも、本プログラムの大きな目標とした。



7. 研究実施計画

前項でも述べたように、本拠点では、21世紀社会を支える電気電子基盤技術の根幹をなす「電子材料・デバイス分野」に軸足を置いて、世界的研究拠点を形成することを最大の目標として研究を実施した。その際、具体的な応用分野であるシステム・ネットワーク分野との相互連携によって本質的なブレークスルーを生み出すことを目指すとともに、幅広い知見と見識をもつ学生・若手研究者を育成するために、通信・電力ネットワーク・システム分野の研究の推進をも併せて進めた。

また、研究成果の産業展開を目指し、本拠点が中心に運営しているベンチャー・ビジネス・ラボラトリーや国際融合創造センターを通じて企業との共同研究を積極的に推進した。

具体的には、

- a) 光ナノデバイス技術(フォトニック結晶)、
- b) システムオンチップ化技術、
- c) ワイドバンドギャップ半導体、
- d) 分子ナノデバイス技術

を重点4テーマに設定するとともに、これらの重点テーマの出口イメージを明確化するため、

- e) 情報通信ネットワーク分野(無線・光・衛星通信ネットワーク技術)、
- f) 電力ネットワーク・システム分野、

の研究を併せて推進し、議論・連携を積極的に進めた。

拠点形成にあたって、重視した項目は以下の通りである。

重点4分野における世界水準の成果

上述のフォトニック結晶、ワイドバンドギャップ半導体、システムオンチップ化技術、分子ナノデバイス技術の重点4分野において、世界水準の成果を上げ、次のステップにつながる、世界拠点の形成を目指す。

研究分野間の協力と連携

各研究テーマに研究推進責任者をおき、拠点リーダーのリーダーシップのもと研究連絡会の定期的な開催による拠点形成メンバー間の深い議論、また若手研究者や学生を対象とする日常的な研究交流セミナーなどにより研究分野間の協力と連携を促進して、材料、デバイス分野と通信・電力・ネットワーク・システム分野の研究の相互作用によるシナジー効果を最大限に発揮させる。

競争的研究資金の確保

本拠点プログラムを進める際、本補助金以外にも、各種の競争的研究資金を積極的に獲得し、各テーマの展開と深化を図る。

海外との連携

積極的に海外の有力な大学との国際交流・連携を進める。若手、中堅研究者の相互交流や共同研究の推進のために、本補助金を活用する。

国際シンポジウム等の開催

本拠点で得られた成果を積極的に世界に広め、拠点としての認知度を十分に高めるため、世界トップレベルの研究者を集めたシンポジウムを開催する。また、分野間の情報交換と議論を促進させるため、ワークショップなどを随時開催する。

産学連携の積極的な推進

得られた研究成果の出口として、産業界との積極的な連携を進める。本3専攻が中心に運営しているベンチャー・ビジネス・ラボラトリーや国際融合創造センターを中心に、産業界との連携等を積極的に進める。

なお、申請時の計画では電気電子工学分野の大半を一様にカバーするという方針をとったため、拠点の方向性が見えにくくなっているという問題点が指摘された。これに対する解決策として、既に述べたように、拠点の性格を本学が特に強い電子材料・デバイス分野にフォーカスすることとし、さらに、それらの成果の現実のシステム・ネットワークへのインパクトを得るため、また博士課程の学生・若手研究者に幅広い視野を持たせるため、電力・通信・ネットワーク分野との密接な連携のもとに、研究を進めることとした。さらに、研究者の融合の促進と、拠点メンバーとしての意識を共有するため、拠点リーダーが、大学執行部の一員としてこれまで培ってきたファカルティディベロップメントの手法を用い、頻繁に各分野の研究推進者連絡会議を開き、それぞれの研究者間の理解を深め、相互交流を促すこととした。また、電子材料・デバイス分野とシステム・ネットワーク分野の連携を促進するためワイドバンドギャップ半導体の電力応用という融合テーマの設定と、フォトニックデバイス技術と通信ネットワーク技術の連携を図るための頻繁な議論と連携を進めた。

8. 教育実施計画

本拠点の特色は、世界水準の実績を挙げている電子材料・デバイス分野に重点をおいて活動しつつ、その研究成果の応用の方向性を明確化する上で重要な無線・通信ネットワーク・電力ネットワークなどの分野と協力して、21世紀ネットワーク化社会を支える電気電子基盤技術の持続的発展を可能とする研究教育拠点を形成しようとする点にあった。教育の実施においてもこの研究のアクティビティと多様性を最大限に活用し、深い専門性ととともに広い視野を併せ持ち、各既存領域の探求のみならず新たな学問領域の創成にも寄与できる人材を創出する事を目標とした。すなわち、自分の専門に関して、個性豊かで深みのある研究を展開する一方で、その研究の意義、他分野や応用との関わりを認識しようという意欲と意識をもった人材育成を目指した。

さらに、博士課程学生や若手研究者が自らの発想で自由に研究を進めることのできる環境を重視し、分野を超えた若手同士の交流を推奨して、革新的、萌芽的な技術揺籃の場の醸成を図った。研究能力のみならず、コミュニケーション能力や研究管理能力の開発も重視し、新規領域や新規立ち上げプロジェクトの中核研究者として研究を推進できる人材を育成することを目指した。

上記の目的を実現するために、以下のようなプログラムを実施した。

若手研究者/博士研究員育成プログラム：

若手研究者や博士課程学生を研究員として雇用することによって、アルバイト等に時間を割くことなく、本拠点が推進する研究に専念させるようにした。同時に、拠点のさまざまなプログラムへの参画を促すことによって、内外の研究者との交流を通して、専門性と広い視野を兼ね備えた人材育成を実現することを目指した。

COE学生セミナー：

博士課程の学生と若手研究員を対象にした、セミナーを定期的開催して、研究成果の発表と意見交換の場とした。電気電子工学の広い分野をカバーする内容に触れる機会を設けることによって、各自の研究の位置づけを確認する契機になることが期待できる。またセミナーの運営や開催の形態に関しては、学生の自主性に任せた。これは将来、学会や研究グループにおいて指導的な役割

を果たす素地を養うためでもある。また、学生の発案によって、特別講師を招聘する、特別セミナーも随時開催した。

プレゼンテーション講習：

学会、とくに国際会議でのプレゼンテーション技術の向上のための実地的な講習会を定期的開催した。また、論文投稿のプロセスを系統的に学習するため、国際学術出版関係の専門家を招聘してセミナーなどを開催した。

コラボレーションスペースの整備：

本拠点は電気電子工学分野のハードウェアに重点をおいて研究を進めた。したがって、さまざまなアイデアをプロトタイプとして目に見えるものとして実現することが望ましい。そのため、コラボレーションスペースを整備し、設計支援ツール・デバイスや回路の試作設備・測定評価装置・シミュレーション環境など、多様な要求に応えられる汎用ツール群(ハードウェアとソフトウェア)を配置し、プロトタイピングや原理の実証などが手早く行なえる環境を構築した。また、ブレインストーミングなどに活用できる会議スペースを確保し、若手研究者同士が日常的に議論できる場と、着想を直ちに試行実践できる環境を提供した。

YRP モバイルラボにおける遠隔講義：

横須賀市横須賀リサーチパーク（YRP）に設置された京都大学次世代モバイルネットワーク研究グループYRPラボにて、この地域から受け入れている社会人博士課程学生等に対する遠隔教育を実施した。研究成果の実社会への移転と活用のための拠点、さらに優れた人材に対する社会人博士課程のプロモートのための拠点としても利用した。

大学院講義の開講

修士課程学生を対象にした授業科目「電気電子基盤技術の展望」を新たに開講し、事業推進担当者が、当拠点が推進する電気電子基盤技術をレビューするとともに各個別技術の位置づけや役割と展望などを講義した。本授業により、当拠点の先進性と広がり、そして関連性を理解させ、世界トップレベルの研究に従事できる環境を示して博士課程進学を促した。また、講義の概要をホームページを通して学外にも公開した。

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

先にも述べたように、本プログラムの目的は、21世紀社会を支える電気電子基盤技術開発を目指し、その根幹を担う電子材料・デバイス分野に重点をおいた世界的研究教育拠点の形成を目指すことにある。

各グループの研究テーマ（フォトリソグラフィ、ワイドバンドギャップ半導体、システムオンチップ化技術、有機ナノデバイス）において世界水準の成果を挙げることを目標に掲げたが、これについては、予想以上の成果を挙げることができた。NatureやScienceなど影響の大きい論文が数多く出版されたこと、OSA Fraunhofer Awardsなどの国際的な大賞を得たこと、科学研究費をはじめとする多くの競争的資金を獲得できたことがそれを裏付けている。

また、物性やデバイス分野の成果の現実のシステムへ応用を探るため、これらの重点研究テーマを通信・電力システム分野の研究者との連携のもとに推進した。特に、1) SiCに関して、デバイスの研究グループと電力システムの研究グループの共同は順調に立ち上がり、SiCパワーデバイスについて有意な成果を挙げるとともに、2) 光ナノデバイスについても、デバイスグループとシステムグループの頻繁な議論を通じて、デバイス性能の大幅な向上が達成され、分野間協調が促進されたと言える。

京都大学ベンチャービジネスラボ(VBL)や国際融合創造センター(IIC)との密接な連携の下に企業との共同研究などを通して研究成果の社会への還元を行うことができた。また、京都地域における知的クラスターの中心を本拠点が担った。

教育については、研究のアクティビティを最大限に活用し、専門性ととともに広い視野を併せ持ち、既存領域の探求のみならず新たな学問領域の創成にも寄与できる人材を輩出することを目的として、博士課程学生や若手研究者が自らの発想で自由に研究を進めることのできる環境を整備し、分野を超えた若手同士の交流を促進してきた。人材育成の成果を短期に判断することは難しいが、本プログラムを経験した博士課程の学生が学内学外の研究ポジションを得て活躍を始めている。

特に教員ポジションに就いた若手が後進の指導に当たって、既成の概念に囚われない自由な発想を強調するなど、熱心に教育に携わっている様子も伺われ、本プログラムの成果の浸透が感じられる。博士課程学生や若手研究者の分野を超えた交流が活発化するとともに、先端研究推進母体としての研究活動が活性化している。その成果は、優秀論文賞や学術奨励賞などの受賞(COEプログラム開始以来、博士課程学生等の若手研究者に対して延べ30件を超える)により実証されており、予想以上の成果を挙げることができた。

本拠点における教育に関するさまざまな取り組みをシステム化して継続するために新しい教育プログラムを平成20年度から実施することになっている。大学院博士前期課程と後期課程を一連の課程として運用する連携プログラムであり、高度な専門性と広い視野を併せ持った人材を育成することを目指すものである。

全体を通しての最も重要な成果の一つは、本プログラムにおけるさまざまな取り組みをシステムとして恒常的に運営できる体制が整備されたことである。2007年4月に発足した工学研究科附属「光・電子理工学教育研究センター」は、本学が最も強みとする光・電子分野の世界的な研究成果を核に、本プログラムで醸成されてきた、さまざまな分野間の融合連携をさらに推進し、今後の新たな連携の可能性を探る場としての機能を果たすものである。教育面においても、複数の分野の教員が協力して修士課程、博士課程の学生を指導する場としても機能するように設計されている。

前述の大学院博士課程前後期連携教育プログラムに対しても本センターが重要な役割を担うことになっている。さらには、海外との共同研究、インターンシップなど、対外交流の核としての機能も担っている。本センターの設置は5年にわたるCOEプログラムを正規のシステムとして定着させるためのものであり、本拠点が想定以上の成果を挙げた証しである。

外部評価を2006年10月に実施した。外部評価委員は内外の関連分野の著名な有識者に依頼した。各グループの研究活動と、グループ間の連携に関してレビューをお願いした。各グループの活動に関しては、高い評価を受け、想定どおり、あるいは想定以上の成果を挙げているとされた。グループ間の連携に関しても、デバイス分野とシステム

分野が共同して先進的なプログラムを進めている点が他には見られない点であるとして、高く評価された。(本拠点の総括報告書に詳細を記述。)

2)人材育成面での成果と拠点形成への寄与

COE で研究の中心となる博士課程学生および若手教員を中心にCOE学生セミナーを開催した。ランチオンセミナーやポスターセッションによる成果発表および異分野の学生の交流を図った。特に、全ての企画から実施までを博士課程学生の自主的な運営にまかせ、企画運営の体験の場とした。学生セミナーの特別企画として、シュプリング出版物理部門編集責任者による学術論文の出版、Journal of Applied Physics の Editor による学術雑誌の編集と論文出版に向けた英語表現についての招待講演会を実施した。

博士課程学生および若手教員の国際会議における発表の円滑化のためネイティブの講師による英語プレゼンテーションの実地的指導を定期的に実施した。

コラボレーションスペースでは設計支援ツール・デバイスや回路の試作設備・測定評価装置・シミュレーション環境など、多様な要求に応えられる汎用ツール群(ハードウェアとソフトウェア)を整備し、プロトタイピングや原理の実証などが手早く行なえる環境を構築した。

横須賀リサーチパーク(YRP)に設置された京都大学次世代モバイルネットワーク研究グループYRPラボにて、この地域から受け入れている社会人博士課程学生等に対する遠隔教育を平成16年度より実施した。

大学院修士課程学生を対象にした拠点紹介の授業を開講し、事業推進担当者が、当拠点が推進する電気電子基盤技術の概要とともに各個別技術の位置づけや役割と展望などを講述した。

本拠点が実施した人材教育の取り組みは、光・電子理工学教育研究センター設置構想につながり、センターを中心とする博士課程の充実、複数教員による従来の研究室、研究分野を越えた研究指導体制の確立に発展している。

3)研究活動面での新たな分野の創成と、学術的知見等

本拠点は活発な数多くの研究グループで構成されており、研究上の成果をすべて列挙することはできないが、その概要を述べる。

光ナノデバイス(フォトリソグラフィ)技術では、究極の発光制御の可能性の実証、フォトリソグラフィヘテロ構造の概念の提唱と、光ナノデバイスの実現、世界最大のQ値をもつナノ共振器の実現、大面積コヒーレントレーザの提案・実証など世界をリードする成果を挙げ、それらの成果は、Nature、Science、Nature Materials等のインパクトの高い雑誌に数多く掲載された。

ワイドバンドギャップ半導体技術においては、次世代の高効率パワーデバイス、高機能ディスプレイデバイスを目指して、本学独自のワイドバンドギャップ半導体(SiC、III族窒化物)の結晶成長、物性制御、デバイス作製、および関連する技術に関する研究を行い、注目すべき多くの成果を得た。

システムオンチップ化技術に関しては、新コンセプトLSIと新しいSoC設計技術の提案に向けた取り組みを推進し、アーキテクチャとソフトウェアの両面からSoC化技術の高度化に取り組んだ。

次々世代材料デバイス技術では、単一/少数分子系のエレクトロニクスの実現を最終的な目標として、分子機能の発現に必要なナノスケールでの分子の操作、組織化、配向制御技術確立、導電性、強誘電性などの特異な電子機能を有する分子薄膜を用いた新規電子デバイスの作製、評価、素子設計に関する研究を実施した。

システム・ネットワーク応用(ネットワーク)については、ユビキタス・ネットワーク社会を支える超広帯域の光バックボーンネットワーク、無線アクセスネットワーク、ネットワークマネジメント技術さらには信号処理技術について研究を実施した。システムネットワーク応用(電力)に関しては、SiCパワーデバイスを技術的ベースとして、環境制約条件を考慮した電力ネットワーク・システムの解析、制御技術の体系化を行った。

4)事業推進担当者相互の有機的連携

本拠点到参画した事業推進担当者は、2つの研究科、3つの専攻に所属しており、その研究分野、内容は多岐にわたっている。しかしながら、電気電子基盤技術という共通の問題意識とアプローチを共有しており、本拠点プログラムの実施によってその連携を一層深めることができた。階層を越えた連携で最も注目すべき成果は、SiC パワーデバイスに関する。パワーデバイスグループと電力システムグループの連携である。グループ間の

共同研究として、パッケージや回路の検討により、450 という高温環境でのスイッチング動作を世界に先駆けて達成したことは特筆に値する。

5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

教育面では、これまでのCOEの経験実績を踏まえて、前述のように、「博士課程前後期連携教育プログラム（5年コース）」を平成20年度から開始することが決まっている。専門の異なる複数教員による指導、学内外へのインターンシップなど、よりシステム化された教育プログラムを導入して、専門性と広い視野を兼ね備えた人材育成を行うことを目指すものである。また、この連携教育プログラムを担い、あわせて領域融合研究を推進する組織として、平成19年4月に工学研究科付属「光・電子理工学教育研究センター」が設置され活動を開始している。これらはいずれも、本拠点5年間の成果を実体化し、今後の展開の確かな足場となるべく構築されたものである。

6) 国内外に向けた情報発信

本拠点では年に1回定例のCOEシンポジウムを開催した。いずれも100ないし150名程度の参加者があり盛況であった。拠点の研究成果の発表だけではなく、関連分野の大学あるいは企業の研究者にも講演をお願いして、意見交換を行う場とした。また、学生を交えてのパネルディスカッションやポスターセッションを取り入れるなど、若手が積極的に参加できる工夫をした。これらのシンポジウムには必ず複数の研究グループが主たるメンバーとして関与できるようテーマ設定を行った。その他に、テーマ別のワークショップ、シンポジウムを開催した。特に、2004年度にはフォトニック結晶に関する国際会議を主催し、300人を越える参加者を得て、本学のフォトニック結晶に関する成果を世界へと発信することが出来た。

最終年度には、本拠点の総括シンポジウムを開催した。本国際シンポジウムは、最終年度を迎えた本拠点全体の成果を集結して国内外に発信すると共に、当該分野の世界的権威を招聘して最先端の研究状況や課題について意見交換を行うことを目的として開催された（参加者約250名）。このように、シンポジウムやワークショップを通して国内外に向けての情報発信は十二分に実施できたといえる。

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）

補助金のかなりの部分は、博士課程の学生をRAとして雇用し、研究に専念させることを目的に使用された。特に、重点分野である電子材料・デバイス分野における博士課程の定員充足率は80-90%以上に達し、かつ国際会議の発表件数も倍増したことは特筆に値する。また何より重要なことは、博士課程の学生が拠点のメンバーとしての自覚をもって、さまざまな活動に積極的に参加することで、分野間の交流が促進されたことである。またワークショップやシンポジウムの開催、講演者への謝金などに有効に活用することができた。さらに、複数のグループが連携するために有用と思われる装置や、コラボレーションスペースの整備等にも使用した。

今後の展望

現在、エネルギー・環境問題、飛躍的な情報量の増大、過度のグローバル化がもたらすさまざまな弊害への対応が迫られており、これらを解決するための有効な手段として科学技術への期待は大きい。特に本拠点で取り組んできた（1）基礎に立ち戻って科学、技術の体系を再構築する、（2）深い専門性と幅広い視野を備えた人材育成を行う、などのアプローチが益々重要になる。

本COEの成果の結晶として設置した「光・電子理工学教育研究センター」を核とし、かつまた平成20年度より、新設予定の博士課程前後期連携教育プログラムをもとに、本拠点のアクティビティを一層、高めて行きたいと考えている。19年度開始予定のグローバルCOEに是非とも採択され、引き続き、世界的な教育研究拠点の形成を目指して行きたいと考えている。

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）

2005-2006年における電子材料・デバイス分野の被引用論文件数の伸びは著しい(Thomson ISIによれば、この分野だけで年間2000件を越える)。これは、本拠点の教育研究の影響力が極めて大きいことを示す。また、分野融合の推進によって、新しいタイプの人材を育成できたことは今後の展開にとって有意義であると考えられる。さらに、上述の光・電子理工学教育センターの設置、博士課程前後期連携教育プログラムの新設は新しい試みとして、学内外から大いに注目されている。

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	京都大学	拠点番号	C11
拠点のプログラム名称	電気電子基盤技術の研究教育拠点形成		
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			
・ Y. Akahane, T. Asano, B. S. Song, and S. Noda: "High-Q photonic nanocavity in a two-dimensional photonic crystal," Nature, Vol.425, No.6961, pp.944-947, 2003. ・ B. S. Song, S. Noda, and T. Asano, " Photonic Devices Based on In-Plane Hetero Photonic Crystals," Science, Vol.300, pp.1537-1537, 2003. ・ S. Ogawa, M. Imada, S. Yoshimoto, M. Okano, and S. Noda, " Control of light emission by 3D photonic crystals," Science, Vol.305, No.5681, pp.227-229, 2004. ・ M. Fujita, S. Takahashi, Y. Tanaka, T. Asano, and S. Noda, " Simultaneous inhibition and redistribution of spontaneous light emission in photonic crystals," Science, Vol.308, No.5726, pp.1296-1298, 2005. ・ E. Miyai, K. Sakai, T. Okano, W. Kunishi, D. Ohnishi, and S. Noda, "Lasers producing tailored beams", Nature, Vol.441, No.7096, pp.946-946, 2006. ・ Takuya Okamoto, Takafumi Yuasa, Tomonori Izumi, Takao Onoye, Yukihiro Nakamura, "Design Tools and Trial Design for PCA-Chip2", IEICE Trans. on Information and Systems, Vol. E86-D, No.5, pp.868-871, 2003. ・ K. Okada, K. Yamaoka, H. Onodera, Realistic Delay Calculation Based on Measured Intra-chip and Inter-chip Variabilities with the Size Dependence, IEICE Trans. on Fundamentals, E86-A-4, pp.746-751, Apr. 2003. ・ Akio Kaneta, Giichi Marutsuki*, Yukio Narukawa, Takashi Mukai, Koichi Okamoto, Yoichi Kawakami, and Shigeo Fujita, " Spatial and temporal luminescence dynamics in an InxGa1-xN single quantum well probed by near-field optical microscopy ", Applied Physics Letters, 81, No.23, pp.4353-4355, 2002. ・ M. Miura, S. Nakamura, J. Suda, T. Kimoto, and H. Matsunami, " Fabrication of SiC lateral super junction diodes with multiple stacking p- and n-layers ", IEEE Electron Device Lett. Vol.24, pp.321-323, 2003. ・ K. Kobayashi, H. Yamada, and K. Matsushige ; " Dopant profiling on semiconducting sample by scanning capacitance force microscopy ", Appl. Phys. Lett., Vol.81, No. 14, 2626-2628, 2002. ・ Yoshiharu Yamada and Minoru Suzuki, " Coherent quasiparticle tunneling in d-wave superconductor SIS junctions ", Phys. Rev. B, 66, p.132507, 2002. ・ Y. Goto, Y. Kasahara, and T. Sato, " Determination of plasmaspheric electron density profile by a stochastic approach, " Radio Science, Vol.38, No.3, pp.1060-26-12, 2003. ・ Y. Susuki and T. Hikiyama, " An analysis with differential-algebraic equation in electric power system with dc transmission ", Proceedings of IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition 2002: Asian Pacific, Vol. 3, Yokohama, Japan, October 6-10, pp. 1933-1936, 2002. ・ T. Hagiwara, " Spectral Analysis and Singular Value Computations of the Noncompact Frequency Response and Compression Operators in Sampled-Data Systems ", SIAM Journal on Control and Optimization, Vol. 41, No. 5, pp. 1350-1371, 2002. ・ T. Mifune, T. Iwashita and M. Shimasaki, " New Algebraic Multigrid Preconditioning for Iterative Solvers in Electromagnetic Finite Edge-Element Analyses ", IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 39, No. 3, pp.1677 -1680, 2003. ・ Norifusa Tanaka and Kunihide Tachibana, " Measurements of Atomic Carbon Density in Processing Plasmas by Vacuum Ultraviolet Laser Absorption Spectroscopy, " J. Appl. Phys. Vol.92, No.10, pp. 5684-5690, 2002. ・ Kunihide Tachibana, Kaname Mizokami, Naoki Kosugi and Tetsuo Sakai, " Three-Dimensional Diagnostics of Dynamic Behaviors of Excited Atoms in Microplasma for Plasma Display Panels ", IEEE Trans. Plasma Science, Vol. 31, No. 1, pp. 68-73, 2003. ・ M. Kitano, T. Nakanishi, and K. Sugiyama, " Negative Group Delay and Superluminal Propagation: An Electronic Circuit Approach ", IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, 9(1), pp.43-51, 9, 2003. ・ Yuichi Asahiro, Refael Hassin, Kazuo Iwama, " Complexity of Finding Dense Subgraphs ", Discrete Applied Mathematics, Vol.121, No.1-3, pp.15-26, 2002. ・ Takuya Okamoto, Takafumi Yuasa, Tomonori Izumi, Takao Onoye, Yukihiro Nakamura, " Design Tools and Trial Design for PCA-Chip2 ", IEICE Trans. on Information and Systems, E86-D, No.5, pp.868-871, 2003. ・ K. Okada, H. Onodera, " Realistic Delay Calculation Based on Measured Intra-Chip and Inter-Chip Variabilities with the Size Dependence ", IEICE Trans. on Fundamentals, Vol. E86-A, No 4, pp.746-751, 2003. ・ A. Yonemoto, T. Hisakado and K. Okumura: " Expression of Transient Phenomena at Faults on Ideal Transmission Lines by Laguerre Functions, " IEE Proc.-Circuits Devices Syst., Vol.150, No.2, pp.141-147, 2003. ・ M. Miura, S. Nakamura, J. Suda, T. Kimoto, and H. Matsunami, " Fabrication of SiC lateral super junction diodes with multiple stacking p- and n-layers ", IEEE Electron Device Lett.24, pp.321-323, 2003. ・ K. Anagawa, Y. Yamada, T. Watanabe, and M. Suzuki, " Absence of density of states transfer observed by interlayer tunneling spectroscopy for Bi2Sr2CaCu2O8+δ ", Phys. Rev. B, Vol. 67, No. 21, pp.214513-1--214513-5, 2003. ・ K. Yano, S. Hirose, S. Yoshida, " Multistage interference canceller combined with adaptive array antenna for DS-CDMA system, " IEICE Trans. on Fundamentals, Vol. E86-A, No. 7, pp.1603-1610, 2003. ・ T. Kumagai, T. Asaka, and T. Takahashi, " Location Management using Mobile History for Hierarchical Mobile IPv6 Networks, " IEICE Transactions on Communications, Vol.87-B, NO.11, pp.2567-2575, 2004. ・ T. Sakamoto and T. Sato, " An estimation algorithm of target location and scattered waveforms for UWB pulse radar systems ", IEICE Trans. Commun., Vol.E87-B, No.6, pp.1631-1638, 2004.			

- K. Inoue, S. Yamamoto, T. Ushio, and T. Hikiyara, "Torque based control of whirling motion in a rotating electric machine under mechanical resonance", IEEE Transactions on Control Systems Technology IEEE Trans. on Control Systems and Technology, Vol.11, No.3, pp.335-344, 2003.
- Mori, S., Tsumura, T., Goshima, M., Nakashima, Y., Nakashima, H., Tomita, S., "ReVolter/C40: A Scalable Parallel Computer for Volume Rendering--Design and Implementation", IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol.E86-D, No.10, pp.2006-2015, 2003.
- T. Nakanishi, K. Sugiyama, M. Kitano, "Generation of photon pairs using polarization-dependent two-photon absorption", Phys. Rev. A 67, 4, 043809, 2003.
- A. Kawachi, and K. Iwama, "A New Quantum Claw-Finding Algorithm for Three Functions", New Generation Computing, Vol.21, No.4, pp.319-327, 2003.
- T. Nakamura, T. Nishimura, S. Momose, and K. Tachibana, "In Situ Infrared Spectroscopic Study on a Titanium Source in MOCVD", Journal of the Electrochemical Society, 151, C605, 2004.
- K. Nishizuka, M. Funato, Y. Kawakami, Y. Narukawa, T. Mukai, and Sg. Fujita, "Efficient radiative recombination from <11-22>-oriented InGaN multiple quantum wells fabricated by the re-growth technique", Appl. Phys. Lett. 85, pp.3122-3124, 2004.
- N. Onojima, J. Suda, T. Kimoto, H. Matsunami, "4H-polytype AlN grown on 4H-SiC(11-20) substrate by polytype replication", Appl. Phys. Lett. 83, pp.5208-5210, 2004.
- A. Higuchi, K. Kobayashi, and H. Onodera, "Instruction-level power estimation method by considering hamming distance of registers", IEICE Trans. on Fundamentals, Vol. E87-A, Vol. 4, pp. 823-829, 2004.
- T. Ichii, T. Fukuma, K. Kobayashi, H. Yamada, K. Matsushige: "Surface potential measurements of phase-separated alkanethiol self-assembled monolayers by non-contact atomic force microscopy", Nanotechnology, pp.S30-S33, 2004.
- K. Yamasue and T. Hikiyara: Domain of attraction for stabilized orbits in time delayed feedback controlled Duffing systems, Phys. Rev. E 69, 056209, 2004.
- T. Matsuo, Y. Terada and M. Shimasaki, "Stop Model with Input-Dependent Shape Function and Its Identification Methods," IEEE Transactions on Magnetics, Vol.40, No.4, pp.1776-1783, 2004.
- K. Higashikawa, T. Nakamura, T. Hoshino and I. Muta: Design of Bi-2223/Ag Coil Based on Genetic Algorithm and Finite Element Method, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol.15, No.2, pp.1895-1898, 2005.
- Koji Yamamoto, Susumu Yoshida, "Analysis of reverse link capacity enhancement for CDMA cellular systems using two-hop relaying," IEICE Transactions on Fundamentals, Vol. E87-A, No.7, pp.1712-1719, 2004.
- K. Kamio, K. Nishimura, and T. Sato: Adaptive sidelobe control for clutter rejection of atmospheric radars, Annales Geophys., Vol.22, No.11, pp.4005-4012, 2004.
- T. Kimoto, H. Kawano, and J. Suda, "1330 V, 67 mΩcm² 4H-SiC(0001) RESURF MOSFET" IEEE Electron Device Lett. Vol. 26, pp.649-651, 2005.
- H. Fujiwara, T. Kimoto, T. Tojo, and H. Matsunami, "Characterization of in-grown stacking faults in 4H-SiC(0001) epitaxial layers and its impacts on high-voltage Schottky barrier diodes", Appl. Phys. Lett. 87, 051912-1-3, 2005.
- K. Tsujino, K. Furuya, W. Kobayashi, T. Izumi, T. Onoye, and Y. Nakamura, "Design of realtime 3-D sound processing system", IEICE Trans. on Information and Systems, Vol.E88-D, No.5, pp.954-962, 2005.
- T. Fukuma, K. Kobayashi, K. Matsushige, H. Yamada, "True atomic resolution in liquid by frequency-modulation atomic force microscopy", Appl. Phys. Lett., Vol.87, pp.034101, 2005.
- T. Kawakami, T. Shibauchi, Y. Terao, and M. Suzuki, "Pseudogap in Electron-Doped Superconducting Sm_{2-x}Ce_xCuO_{4-δ} by Interlayer Magnetotransport", Phys. Rev. B74, 144520, 2006.
- K. Kishine, H. Onodera, "Acquisition-time estimation for over 10 Gbit/s clock and data recovery ICs", Electronics Letters, Vol. 41, No. 23, pp.1273-1275, 2005.
- R. Shinkuma, J. Maeda, and T. Takahashi, "Distributed Channel Access for QoS Control in Link Adaptive Wireless LANs," IEICE Trans. Commun., Vol.E89-B, No.6, pp.1846-1855, 2006.
- Koji Nishimura, Eikoh Gotoh and Toru Sato, "Fine scale 3D wind field observed with a multistatic equatorial atmosphere radar", J. Meteor. Soc. Japan, CPEA Special Issue, 84A, pp.227-238, 2006.
- Hiroshi Tsuji, Nobutoshi Arai, Kazuya Ueno, Tetsuya Matsumoto, Naoyuki Gotoh, Kouichiro Adachi, Hiroshi Kotaki, Yasuhito Gotoh, Junzo Ishikawa, "Formation of mono-layered gold nanoparticles in shallow depth of SiO₂ thin film by low-energy negative-ion implantation", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 242, pp.125-128, 2006.
- Y. Tamayama, T. Nakanishi, K. Sugiyama, and M. Kitano, "Observation of Brewster's effect for transverse-electric electromagnetic waves in metamaterials: Experiment and theory", Physical Review B, Vol. 73, 193104, 2006.
- M. Funato, T. Kotani, T. Kondou, Y. Kawakami, Y. Narukawa and T. Mukai, "Tailored emission color synthesis using microfacet quantum wells consisting of nitride semiconductors without phosphors", Appl. Phys. Lett. 88, #261920/1-3, 2006.
- T. Nakamura, R. Tai, and K. Tachibana, "Metalorganic chemical vapor deposition of magnetoresistive manganite films exhibiting electric-pulse-induced resistance change effect", J. Appl. Phys., 99, 08Q302, 2006.
- H. Tsutsui, T. Masuzaki, Y. Hayashi, Y. Taki, T. Izumi, T. Onoye, and Y. Nakamura, "Scalable design framework for JPEG2000 system architecture," Intelligent Automation and Soft Computing, Vol.13, No.3, pp.331-343, 2006.
- A. Tsuchiya, M. Hashimoto, and H. Onodera, "Interconnect RL Extraction Based on Transfer Characteristics of Transmission-Line," IEICE Trans. on Fundamentals, Vol.E89-A, No.12, pp.3585-3593, 2006.
- K. Kimura, K. Kobayashi, H. Yamada, K. Usuda and K. Matsushige: "Two-dimensional carrier profiling on operating Si-MOSFET by scanning capacitance microscopy", Journal of Vacuum Science and Technology B, Vol.24, PP1371-1376, 2006.
- K. Anagawa, T. Watanabe, and M. Suzuki, "Superconducting gap and pseudogap for overdoped Bi₂Sr₂CaCu₂O_{8+δ} using 60 ns time-scale short-pulse interlayer tunneling spectroscopy", Phys. Rev. B, 73, 184512, 2006.
- M. Yamada, R. Shinkuma, and T. Takahashi, "Cooperative Networking Based on Infrastructure Multihop Architecture in Heterogeneous Mobile Networks," IEICE Trans. Commun., Vol.E89-B, No.10, pp.2763-2773, 2006.
- Shouhei Kidera, Takuya Sakamoto, Satoshi Sugino, and Toru Sato, An accurate imaging algorithm with scattered waveform estimation for UWB pulse radars, IEICE Trans. on Commun. Vol.E89-B, No.9, pp.2588-2595, 2006.
- O. Yamamoto, T. Satoh, H. Hayashi, S. Hamada, T. Kobayashi, H. Omura, and H. Morii, "Effects of Roughening Insulator Surface on Charging and Flashover Characteristics of a Long Glass Insulator in Vacuum," IEEE Trans. on Fundamentals and Materials, Vol.126, No.8, pp.769-774, 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))

- ・2003年12月15日 Meritus Mandarin Hotel(Orchard Road, Singapore)
 “The First Singapore-Japan International Workshop on Info-Communications Technologies for the Ubiquitous Networked Society (第1回シンガポール・日本ユービキタスネットワーク社会のための情報通信技術国際ワークショップ)”
 参加人数：25名(15名)
 主な招待講演者：KOH Soo Ngee、KAM Pooi Yuen、LYE Kin Mun、他
- ・2004年3月7日～11日 国立京都国際会議場
 “International Symposium on Photonic and Electromagnetic Crystal Structures V(PECS-V)
 (第5回フォトニック結晶に関する国際シンポジウム)”
 参加人数：310名(107名)
 主な招待講演者：Axel Scherer、Sajeev John、Philip Russell、他
- ・2004年11月29日 京都大学百周年時計台記念館 国際交流ホール
 “3rd Asian Workshop on Signal Integrity EDAPS 2004 Electrical Design of Advanced Packaging and Systems (EDAPS) 2004 (第3回先端パッケージとシステムの電子設計に関するアジア地域におけるワークショップ)”
 参加人数：82名(8名)
 主な招待講演者：Madhavan Swaminathan、Joungho Kim、Jared Zerbe、他
- ・2005年2月21日～23日 京都大学工学部10号館第2講義室
 “First International Symposium on Information and Language Processing Technologies for the Ubiquitous Networked Society (第1回 情報と言語処理に関する国際シンポジウム)”
 参加人数：52名(16名)
 主な招待講演者：Wushur Silamu、Tuergen Yibulayin、Jiong Yu、他
- ・2005年9月15日 京都大学百周年時計台記念館 国際交流ホール
 ““Center-of-Excellence” workshop for SoC Design Technology and Automation”
 参加人数：80名(13名)
 主な招待講演者：Pai Chou、Jaijeet Roychowdhury、Youn-Long Lin、他
- ・2006年10月25日 京都大学桂キャンパスBクラスター 桂ホール
 ““Center-of-Excellence” International Workshop on SiC Power Devices and Circuits 2006”
 参加人数：122名(6名)
 主な招待講演者：Anant Agarwal、H. Alan Mantooth、Peter Friedrichs、他

その他、毎年、拠点の成果をアピールするためのシンポジウムを開催。

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

本拠点で実施した21世紀COEプログラムにおいて、特に博士課程および若手研究者の人材育成として実施した取組は以下の通りである。

1. COE 学生セミナー COE で研究の中心となる博士課程学生および若手教員を中心にCOE学生セミナーを開催した。初年度は、従来機関内で研究室を越えて交流する機会の乏しかった博士課程学生、若手教員によりランチオンセミナーの形態で研究交流を開始した。次年度以降、よりアクティブな交流と双方向の情報交換を容易とするため、ポスターセッションを中心とする成果発表および異分野の学生の交流の場とした。特に、全ての企画から実施までを博士課程学生の自主的な運営にまかせ、企画運営の体験の場とした。本形式の自主セミナーは、工学研究科主催の8大学博士課程学生セミナーの運営にも採用され、本COEのRA学生が主体的にその運営にあたり、他大学の博士課程学生との研究討論におけるリーダー形成にも効果があった。初年度のランチセミナーは2週間おき、その後のポスターセッションは年5～6回程度実施し、各会10人程度の発表に対して多くの博士課程学生および教員が機論する場が醸成された。

2. COE学生セミナー招待講演 学生セミナーの企画として、シュプリング出版物理部門編集責任者による学術論文の出版、Journal of Applied Physics の Editor による学術雑誌の編集と論文出版に向けた英語表現についての招待講演会を実施した。いずれも、学生のみならず教員に向けた、論文出版への意識の啓発を意図したものである。その教育効果は大きく、従来研究室内で行われていた学会、出版社等への論文投稿の指導を、論文誌のエディターの側からの視点で指導を受けることができたことは特にこれから論文を投稿する若手および現在投稿中の若手に大きな指針となった。

3. COE英語プレゼンテーション研修

博士課程学生および若手教員の国際会議における発表のハードルを下げるために、ネイティブの講師により、英語によるプレゼンテーションの実地的指導を平成15年度より実施した。一連の研修により国際会議を控えた受講生に対して効果的な指導を実施することができた。さらに各受講生の英語プレゼンテーションのポテンシャルを向上させるための課題を把握し、継続的な指導効果を高める工夫をした。

4. コラボレーションスペース

コラボレーションスペースには、設計支援ツール・デバイスや回路の試作設備・測定評価装置・シミュレーション環境など、多様な要求に応えられる汎用ツール群(ハードウェアとソフトウェア)を整備し、プロトタイピングや原理の実証などが手早く行なえる環境を構築した。40 平米の広さの室で、ブレインストーミングなどに活用できる会議スペース(プロジェクタやスクリーンなどを常設)も確保した。これにより、若手研究者同士が日常的に議論できる場と、着想を直ちに試行実践できる環境を提供した。設置した計算機を遠隔から操作することが可能にした。回路分野では、SPICE 互換の高速シミュレータであるHSIM、高速信号解析用のADS 等のトランジスタ・伝送線レベルのシミュレーション環境が利用できる。実験装置などのプロトタイピングには、プリント基板設計CADや基板作成装置が利用できる。デバイス系の特性シミュレーションには、TMA デバイスシミュレータを用いることができる。小/中規模システム検証用ボードやLSI 設計用CAD は、大学院の授業でも活用しており、大学院教育の高度化に貢献している。東京大学大規模集積システム設計教育研究センター(通称VDEC) より提供されている回路シミュレータhspice のライセンスを用いて、大学院向けの集積回路工学特論の受講生にアカウントを配布し、回路の特性抽出の演習を行っている。また、コラボレーションスペースに設置されているワークステーションは、VDEC 京都大学サブセンターが行っている近隣大学へのCAD ライセンス提供を行うライセンスサーバとしても機能している。

5. YRP モバイルラボにおける遠隔講義

神奈川県横須賀市横須賀リサーチパーク(以下YRP)に設置された京都大学次世代モバイルネットワーク研究グループYRP ラボ(以下本ラボ)にて、この地域から受け入れている社会人博士課程学生等に対する遠隔教育を平成16年度より実施した。また、研究成果の実社会への移転と活用のための拠点、さらに優れた人材に対する社会人博士課程のプロモートのための拠点としても利用した。

本拠点が実施した人材教育の取り組みは、その後の光・電子理工学教育研究センターの設置(平成19年度学内組織の改組により設置)の構想につながり、センターを中心とする博士課程充足及び複数教員による従来の研究室、研究分野を越えた研究指導体制の確立に発展している。本拠点の教育への取り組みは目覚ましい展開を求めたものではないが、実質的な研究推進者である博士課程学生および若手教員の意識改革を経て、大きな組織改革による新たな研究体制を確立するに至ったことは特筆すべきことと考えている。

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)

研究教育拠点形成全体については、総長の総括下「研究戦略タスクフォース」によるCOEプログラムの実践的支援を行う体制となっており、本拠点の研究教育活動を更に発展させるため工学研究科附属「光・電子理工学教育研究センター」を平成19年度に発足させるなど、大学内システムへの定着を図る適切なマネジメントが行われている。拠点の強みである光ナノデバイス、ワイドギャップ半導体材料・デバイスにおいて世界をリードする成果をあげており、教育においては、博士課程学生等の論文賞などが30件を越えているなど、大学院生の国際的視野の拡大、分野を超えた交流などで成果をあげており、全体として、本プログラムの目的は十分達成されていると評価できる。

人材育成面については、大学院生の自主運営によるCOE学生セミナー、コラボレーションスペースの整備、大学院博士前期・後期連携教育プログラム（平成20年度から実施）などにより分野を超えた知識の交流と視野の拡大を図っており、さらには若手研究者スタートアップ研究費、複数指導教員制などの試みが行われている。また、電子材料・光ナノデバイス分野の博士課程学生の国際会議発表件数が倍増している。

研究活動面については、電子材料・光ナノデバイス分野の被引用論文件数が年間2,000件を超えるなど、注目度が高く、拠点の存在感を高めている。世界水準の優れた研究成果を発表しており、電子材料・光ナノデバイス分野の活動は顕著である。その中の光ナノデバイス関連の活動の主要な部分の方向性は実用から離れている面があるが、有力な雑誌への論文掲載が多い、被引用件数が高い、学生数が増加したなど数量的尺度では優れている。システム分野の貢献については、状況が判りにくいものの、デバイス研究グループとシステム研究グループ（電力、通信）の分野連携に進展がみられ、新分野構築への貢献もある。また異分野連携研究・教育の場として「光・電子理工学教育研究センター」の活用を試みようとしている。

中間評価への対応については、採択時の課題であった拠点の方向性・特色の見えづらは、電子材料、デバイス分野を重点化することでほぼ克服され、SiCに関してはデバイスグループとシステムグループの連携で450℃という高温環境におけるSiCデバイスのスイッチング動作を達成した。光ナノデバイスでは、高いQ値をもつ共振器の実現など新しい機能を実証してフォトニック結晶の専門分野に大きな反響を呼んだが、中間評価で指摘したそれらの産業的意味は現時点では不明であり、今後の努力に期待する。

補助事業終了後の持続的展開については、「光・電子理工学教育研究センター」の設置、「博士課程前期・後期連携教育プログラム」の新設など、教育改革と分野融合への新しい試みが具体化されており、今後の展開が期待できる。

事後評価結果に対する意見申立て及び対応について

意見申立ての内容	意見申立てに対する対応
【申立て箇所】 1 ページ目、下から6行目： 「その中の光ナノデバイス関連の活動の方向性は実用から離れている面があるが、有力な雑誌への論文掲載が多い、被引用件数が多い、――」 2 ページ目、下から5行目： 「―― 大きな反響を呼んだが、中間評価で指摘した産業的インパクトの不足は基本的に変っていないため、――」 【意見及び理由】 事後評価において、光ナノデバイス（フォトニック結晶）関連の教育研究活動に対し、全体的には極めて高い評価を頂いていることに大変感謝いたします。この光ナノデバイス関連の教育研究活動は、サイエンス面と産業展開面の両面において、大変重要かつ興味深い可能性を持っております。今回の事業結果報告書では、例えば、p. 7右欄1～8行目に、「光ナノデバイス（フォトニック結晶）技術では、究極の発光制御の可能性の実証、フォトニック結晶ヘテロ構造の概念の提唱と、光ナノデバイスの実現、世界最大のQ値をもつナノ共振器の実現、<u>大面積コヒーレントレーザの提案・実証</u>など世界をリードする成果を挙げ、それらの成果は、Nature、Science、Nature Materials等のインパクトの高い雑誌に数多く掲載された」というように、成果の要点を記述させて頂きました。幸いにも、サイエンス面での重要性は、ご理解頂き、極めて高く評価いただきましたが、<u>産業展開面でのインパクトをも重視して本学が鋭意努力している教育研究活動が、審査委員会に十分に伝わらなかったものと思われます。この点が大変残念です</u>ので、以下では、光ナノデバイス（フォトニック結	【対応】 以下の通り修正する。 「その中の光ナノデバイス関連の活動の<u>主要な部分の方向性</u>は実用から離れている面があるが、有力な雑誌への論文掲載が多い、被引用件数が多い、――」 以下の通り修正する。 「―― 大きな反響を呼んだが、中間評価で指摘した<u>それらの産業的意味は現時点では不明であり、今後の努力に期待する。</u>」 【理由】 前段については、申立てにあるような詳細は事業結果報告書には十分に示されておらず、また、「2次元フォトニック結晶導波路、導波路形共振器」「3次元フォトニック結晶による光閉じ込め・光制御」の研究が実用から離れていることを指摘したものであるが、申立てを踏まえ、その趣旨がより明確になるよう一部表現を修正した。 後段についても、前段で指摘した2つの研究について指摘したものであるが、申立てを踏まえ、趣旨がより明確になるよう、一部表現を修正した。

晶) 関連の教育研究活動において、産業的インパクトにも重点を置いて、活動した面について、以下、説明させていただきますたく存じます。

その1つの重要例は、上述の大面積コヒーレントレーザーに関する活動であります。この教育研究活動に関して、21COEの実施期間中に、以下に示すように、著しい進展を達成し、産業界にも、大きな影響を及ぼしたものと確信しております。このレーザーは、フォトリック結晶のバンド端における群速度零効果に基づく定在波状態を大面積レーザー共振器として用いるという、本学独自のレーザーであり、大面積であっても単一縦・横モードで発振可能という大きな特長をもちます。また、フォトリック結晶自身の回折効果により、面発光機能を併せもちます。(基本特許も、幸いにも、2007年に取得することが出来ました。特許番号：03983933。) 本レーザーに関する教育研究活動は、21COE期間中、終始、産業界と連携をとりながら進めました。まず、2002-2003年には本レーザーの世界初の室温連続発振を達成し、さらに、現在では、室温連続状態において、単一縦横偏光モードで、60mWを越える連続面発光動作を達成することに成功しております。(通常の面発光レーザーが単一縦横モードを保った状態では、出力パワーが1~2mW程度に限られることを考えますと、60mWは驚異的なパワーを達成したと言えます。) さらに、パルス状態では、単一縦横モードを保ちながら、1Wに迫る面発光動作にも成功しております。将来的には、数10W~数100Wを越えるパワーで、単一縦横モード面発光動作が可能であると期待しております。このような高いポテンシャルをもつ我が国独自のレーザーゆえ、産業界から厚い支持を受け、これまで多くの企業との共同研究を進めてきております。

このレーザーは、さらに次世代レーザーとしての可能性をも併せもっております。具体的には、フォトリック結晶を構成する格子点の形状を制御することにより、出射ビームパターンの形状を、単峰形状から、ドーナツ形状へと変化させることが出来ます(2006年、Natureに発表し、大きな反響を得ました)。特に、ドーナツビームは、不透明物質を操作できる新しい光

ピンセット光源として、また、偏光制御により、波長の数分の1以下に集光できる可能性をも併せもち、ポスト青色DVD用光源として、大きく寄与できると期待されます。

以上に加え、本学では、固体照明への展開を目指し、青色から緑色LEDの効率向上にも鋭意努力しております。非極性面を用いるという本学独自のアイデアとともに、フォトリソグラフィによる自然放出制御の活用に至る幅広い研究を行い、産業界（複数の企業）と強く連携しながら、研究を進めております。

以上のように、フォトリソグラフィおよびそれに関連した光ナノ構造・材料・デバイス研究は、サイエンス面のみならず、産業展開上も極めて重要な成果を挙げ
ており、複数の企業を巻き込んだ重要プロジェクトに
発展しつつあります。つまり、「教育研究活動は、実
用の方向をも十分意識して進めており」、「産業的イ
ンパクトも十分高い」と確信しております。申し立て
の対象となる箇所に関して、以上を踏まえ、例えば削
除頂く等のご高配を頂きますと大変幸いに存じます。

（なお、産業展開や現実のシステムへの応用を目指して本拠点が活発に活動を行なっていましたことの全体概要につきましては、例えば、事業結果報告書 p. 5左欄20～35行目に記述させていただいております。ただ、事業報告書の限られたスペースと、1つの分野の教育研究活動のみ、あまりに丁寧に記述することが報告書全体のアンバランスを生むこと、さらに何より重要なことは、企業の内部情報に深く関わるものがございましたので、上述の全てを丁寧に事業結果報告書に記述することは大変困難でありましたことを、最後に、申し添えさせていただきます。以上、ご高配の程、どうぞ宜しくお願い申し上げます。）