

「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	大阪大学	機関番号	14401	拠点番号	C11
1. 機関の代表者 (学長)	(ふりがなくローマ字) HIRANO TOSHIO (氏名) 平野 俊夫				
2. 申請分野 (該当するものに0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)	次世代電子デバイス教育研究開発拠点 - 新材料・新手法で打ち破る素子性能の限界 - Center for Electronics Devices Innovation				
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) (電気・電子材料) (センシング) (作成・評価技術) (光デバイス・光集積化)				
4. 専攻等名	工学研究科 (電気電子情報工学専攻、附属原子分子イオン制御理工学センター (平成22年6月7日付附属フロンティア研究センターから変更となった附属高度人材育成センターを平成22年11月26日付削除、平成23年4月1日付先端科学イノベーションセンターを削除))、基礎工学研究科 (システム創成専攻)、レーザーエネルギー学研究センター (レーザーテラヘルツ研究部門)				
5. 連携先機関名 (他の大学等と連携した取組の場合)	福井大学工学研究科電気電子工学専攻				
6. 事業推進担当者	計 21 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 [95.2%]				
ふりがなくローマ字 氏名(年齢)	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) O ZAKI MASANORI 尾崎 雅則 (52)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授	有機電子材料工学 (工博)	全体の統括、材料開発支援部門 (部門長) 教育実践支援室 室長		
I S E TOSHIFUMI 伊瀬 敏史 (54)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授	パワーエレクトロ ニクス(工博)	パワーデバイス部門 (部門長)		
I T O TOSHIMICHI 伊藤 利道 (59)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授	電気電子材料 (工博)	パワーデバイス部門 (半導体パワーデバイス)		
KATAYAMA MITSUHIRO 片山 光浩 (49)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授	ナノ材料工学 (工博)	センシングデバイス部門 (部門長) 戦略研究推進室・室長		
ITOZAKI HIDEO 糸崎 秀夫 (61)	基礎工学研究科(システム創成専攻)・教授	超伝導工学 (工博)	センシングデバイス部門 (超伝導磁気センサ)		
TONOUCHI MASAYOSHI 斗内 政吉 (52)	レーザーエネルギー学研究センター (レーザーテラヘルツ研究部門)・教授	テラヘルツ波 工学(工博)	センシングデバイス部門(テラヘルツイメージング)		
NAGATSUMA TADAO 永妻 忠夫 (53)	基礎工学研究科(システム創成専攻)・教授 (平成20年2月15日追加)	テラヘルツ波 工学(工博)	センシングデバイス部門(テラヘルツイメージング)		
OKUNO HIROTSUGU 奥野 弘嗣 (33)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・助教 (平成21年5月1日追加)	生体電子工学 (工博)	センシングデバイス部門 (生体センサ)		
KODAMA RYOSUKE 兒玉 了祐 (50)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授	プラズマ理工学 (工博)	フォトニックデバイス部門 (部門長) 連携推進支援室・国際連携担当		
INOUE KYO 井上 恭 (52)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授	量子光工学 (工博)	フォトニックデバイス部門 (量子光デバイス)		
OKAMURA YASUYUKI 岡村 康行 (61)	基礎工学研究科(システム創成専攻)・教授 (平成20年2月15日追加)	光エレクトロニク ス(工博)	フォトニックデバイス部門 (光制御デバイス)		
KITAYAMA KEN-ICHI 北山 研一 (61)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授	フォトネットワーク (工博)	フォトニックデバイス部門 (フォトニックネットワーク)		
KONDO MASAHIKO 近藤 正彦 (50)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授	半導体デバイス (工博)	フォトニックデバイス部門 (次世代レーザーデバイス)		
SUHARA TOSHIYUKI 栖原 敏明 (61)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授	量子光電子工学 (工博)	フォトニックデバイス部門 (集積レーザーデバイス)		
OHMORI YUTAKA 大森 裕 (62)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授	有機電子・光デバ イス(工博)	材料開発支援部門 (フレキシブルデバイス材料)		
MORI YUSUKE 森 勇介 (45)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授 (平成22年10月1日追加)	結晶工学(工博)	材料開発支援部門(高品質結晶育成) 連携推進支援室・室長・産学連携担当		
YOSHIMURA MASASHI 吉村 政志 (40)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・准教授	結晶工学(工博)	材料開発支援部門 (高品質結晶育成)		
MORI NOBUYA 森 伸也 (48)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・准教授	半導体工学(工博)	評価解析支援部門 (部門長)		
A B E MASAYUKI 阿部 真之 (41)	工学研究科(原子分子イオン制御理工学セン ター)・准教授 (平成20年4月1日所属変更)	ナノ工学(工博)	評価解析支援部門 (極限計測評価)		
MATSUOKA TOSHIMASA 松岡 俊匡 (45)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・准教授	電子回路設計 (工博)	インテグレーション支援部門 (部門長) (デバイスデザイン)		
KUZUHARA MASAOKI 葛原 正明 (56)	福井大学大学院工学研究科 (電気電子工学専攻)・教授	半導体デバイス (工博)	パワーデバイス部門 (パワーデバイス設計)		
TANIUCHI KENJI 谷口 研二 (64)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授 (平成23年3月31日辞退)	集積回路工学 (工博)	全体の統括およびインテグレーション支援部門 (部門長)		
SUGINO TAKASHI 杉野 隆 (60)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授 (平成22年4月3日辞退)	半導体デバイス (工博)	センシングデバイス部門 (半導体バイオセンサ)		
OSANAI MAKOTO 小山内 実 (43)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・講師 (平成21年3月31日辞退)	生体電子工学 (理博)	センシングデバイス部門 (生体センサ)		
KITAOKA YASUO 北岡 康夫 (45)	工学研究科(附属高度人材育成センター)・教授 (平成20年4月1日追加) (平成22年10月1日辞退)	電気材料工学 (工博)	材料開発支援部門(高品質結晶育成)連携推進室 (室長) ・産学連携担当		
AOKI HIDEMITSU 青木 秀充 (48)	工学研究科(電気電子情報工学専攻)・准教授 (平成22年5月1日追加) (平成22年10月1日辞退)	半導体デバイス (工博)	センシングデバイス部門 (半導体バイオセンサ)		

(機関名: 大阪大学 拠点のプログラム名称: 次世代電子デバイス教育研究開発拠点)

機関（連携先機関）名	大阪大学、福井大学
拠点のプログラム名称	次世代電子デバイス教育研究開発拠点 －新材料・新手法で打ち破る素子性能の限界－
中核となる専攻等名	工学研究科電気電子情報工学専攻
事業推進担当者	（拠点リーダー）尾崎 雅則 教授 外20名

[拠点形成の目的]

21世紀のユビキタス社会では、超小型・軽量・低消費電力でありながら大容量・超高速な演算処理ができる電子機器が求められる。さらに、資源の枯渇・地球温暖化への配慮から高効率・低環境負荷の電子デバイス、安心安全なディペンダブル社会を支える電子デバイスが不可欠である。このような多様化する社会の要請に応える電子デバイスを実現するには、既存の概念を超越した**画期的な材料の開発**と、従来の半導体微細加工の限界を破る**新しい製造プロセス技術**の開拓が必須である。

急速に発展するエレクトロニクス分野では、企業は熾烈な国内外との競争に勝ち抜くためリスクの高いイノベーション指向の研究が手薄となっている。他方、大学でも、多岐にわたる基礎研究を展開しているにもかかわらず、実用化される技術シーズは少ない。この現況は、基礎的研究成果をイノベーションに繋げる人材が海外と比べ決定的に不足していることに起因している。

本拠点では、**組織の壁を取り外した新しい教育研究プラットフォームを構築**し、我々の保有する世界に冠たる卓越したシーズ、すなわち、半導体材料・光学結晶・有機材料などの「新材料」と、原子操作技術・新光源・新結晶育成技術などの「新手法」をテクノロジー・プースターとして、上記社会的要請に応える**次世代電子デバイスの研究開発**と「**真の博士**」に相応しい**人材の育成**を同時に実践する。

[拠点形成計画及び達成状況の概要]

教育研究プラットフォーム（IDERユニット群）の構築と実践

我々が保有する**世界最高水準の卓越したシーズ**を基に**機動的なグローバル教育研究プラットフォーム**を構築し、次世代電子デバイスの開発と人材育成を実現するため、①明確な目的（イノベーション創出に焦点を絞った戦略テーマ）を設定し、②異分野相補的連携ユニットを形成（差別化技術を有する国内外の研究組織を積極的に取り込む）、③研究の展開に柔軟に対応して機動的にユニット構成を発展させ、④若手研究者の自立的活躍の場を提供した。若手研究者が自らリーダーとなって分野・階層横断型の研究テーマを掲げた**Innovation-oriented Dynamic Education and Research (IDER) ユニット**を構築し、on the job training (OJT) を通じて教育・研究開発を実施。半年毎に進捗状況と成果を確認するために審査を行い、IDERユニットの発展的な再編や改廃を指導しながら教育研究を推進した。

戦略研究テーマと実施体制

次世代電子デバイスとして、「**パワーデバイス**」、「**フォトニックデバイス**」、「**センシングデバイス**」を戦略テーマとし、拠点内の卓越した研究シーズを、三つの戦略を推進する**戦略部門**と、戦略テーマ実現に不可欠な**材料開発**、「**評価解析**」、「**インテグレーション**」の三つの要素技術を担う**支援部門**に分類し、お互いの部門が縦糸・横糸として密接に連携しながら次世代デバイスの開発を推進した。

研究室のシーズを束ねた各部門においては、同じ分野・階層の研究室が連携して個々の研究をさらに深めるが、それと同時に、複数の部門・研究室の教員・学生・若手研究者で構成されるIDERユニットにおいては、分野・階層（部門・研究室）の壁を越えてデバイスイノベーション創出を目指し、蝸壺に陥らない人材を教育する。また、部門・研究室を跨いだシーズの融合を支援するため「**戦略研究推進室**」を設置。IDERユニットの活動を通して研究室間の壁が取り払われ、他研究室に学生や教員が自由に入出入りして議論を深める機会が増えて戦略部門と支援部門の間で技術情報の交換が活発に行われた。

育成する人材像と教育プログラム

本拠点では、次世代電子デバイス開発のプロジェクトを組織し、**リーダーとして研究開発を推進できる人材の育成**を目的とした。そのため、個々の専門分野・階層のみに精通しているだけでなく、分野・階層横断的な知識・経験を有してシステム全体を俯瞰でき、基礎から応用まで幅広い視野を持ってシームレスにイノベーションを創出する研究開発能力を持つ人材を育成し、同時に、異分野間・階層間の円滑なコミュニケーションがとれるグローバルリーダーの輩出を目指した。そのため、①イノベーション指向の実践プロジェクト教育を通して実戦力を涵養する「**IDERプラットフォーム実践教育プログラム**」、②相互浸透型の産学交流実践プロジェクトを通して柔軟で高い適応力を育成する「**グローバル産学交換プログラム**」、③普遍的な形式知を身につけると同時に研究企画力・マネジメント力を涵養する「**グローバルリーダー養成プログラム**」、④国際交流を通じて真の国際人を育成する「**グローバルコミュニケーションプログラム**」の四つプログラムを柱として、「**教育実践支援室**」の指導のもとで高度な人材育成を図った。

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。

【パワーデバイス】

◆コージェネレーションシステムの直流接続により、災害などによる停電時における電力供給の継続が可能であることを示し、住戸間の電力融通により戸別利用に比べて一次エネルギーを5%削減可能であることを示し、安心・安全・省エネ技術の開発に成功した(日刊工業新聞2008年2月13日)。◆ガスエンジンコージェネレーションの50Hz,60Hz地域への共用化技術として周波数可変システムの試作に成功し、停電状態での起動と負荷投入時の制御法を開発した(日刊工業新聞2010年12月28日)。この成果により博士後期課程の学生が、2011年に韓国で開催の国際会議International Conference on Power Electronics -ECCE AsiaにてBest Paper Award 2nd Prizeを受賞している。◆大容量インバータ向けソフトスイッチング回路の開発に成功し、大容量インバータの高効率化による省エネ技術の開発に成功した。この成果により博士前期課程の学生がIEEE Industrial Electronics Society Japan Chapter Young Engineer Award を受賞している(2011年4月)。◆液相成長(NaフラックスLPE)法によるGaN基板上にFETを作製し、世界最高性能を得た。

【フォトニックデバイス】

◆Christos Tsekrekos(オランダ・Technische Universiteit Eindhovenポストドク)を1年間(H20.3.1~H21.3.31)非常勤職員として雇用し、短期ながら光ファイバ無線通信で成果を上げた。また日本人大学院生に対する英語教育の一旦を担った。◆Pablo Jesus Argibay Losadaをエラスムス・ムンドスプログラムの交換教員として5ヶ月間(H23.11.14~H24.2.13) 招聘し、データセンターネットワークへの光フロースイッチング技術の導入の可能性を検討し、その性能評価を行った。◆EUの大学院教育の国際標準化と流動性の向上を目的とした大学院学生・教員交流プログラムである“Erasmus Mundusプログラム”の第2期に、欧州3大学(伊Scuola Superiore Sant'Anna(聖アンナ高等大学)、独ベルリン工科大、英国Aston大学)と連携して提供する光ネットワーク工学分野の修士課程プログラム:MAsters on Photonic NETworks Engineering (MAPNET:http://mapnet.sssup.it/)が採択された(2009年より5年間)。2010年10月より第一期生が入学、2011年10月より、うち5名が来日、本事業推進担当者の6名他が英語で1学期分の修士課程の講義を提供している。(読売新聞 平成23年12月6日朝刊)

【センシングデバイス】

◆博士後期課程学生が開発した、昆虫視覚系に学んだ衝突回避用センサにより、平成19年11月開催の国際会議(International Conference on Neural Information Processing)にてStudent Best Paper Award を受賞◆世界的にオリジナルなテラヘルツ放射顕微鏡・カーボンナノチューブテラヘルツ偏光子など世界をリードする成果を挙げ、2007年以降テラヘルツに関する国際会議招待講演は45件を越え、その成果は高く評価されている。また、民間企業と合同でテラヘルツ波を用いた太陽電池検査システムを考案、その機能を実証した。この成果は2011年10月15日プレス発表され、読売新聞、日本経済新聞など各種新聞、インターネット等の各種メディアで報道され注目を集めている。◆テラヘルツに関する研究の重要性・方向性を世界に示し、解説論文“Cutting Edge Terahertz Technology, nature photonics, 1(2007)97”が2012年6月現在でサイテーション720を越えるなど高く評価されており、また新たな分野としてテラヘルツナノ科学の創成を提唱し、第一回テラヘルツナノ科学国際シンポジウムを、2011年11月に大阪で開催した。その内容がNature Photonics紙において大きく紹介されるなど、その独創性・重要性が高く評価されている。(nature photonics 6(2011)82-83.)

【新材料】

◆有機トランジスタの研究で国際的な成果を挙げている韓国のKyung Hee Universityの Jin Jang 教授と大阪大学の森教授との間で研究と教育に関して相互協力協定を結び、韓国からの大学院博士課程学生の短期間の受け入れを行った(2009年2月から5年間)。

【評価解析支援部門】

◆走査型プローブ顕微鏡による個々の原子の元素同定・操作技術をScience誌(Vol.322, (2008) p.413)に発表し、またこのことが国内外の多数のメディアで紹介された(NHKテレビ、朝日新聞、毎日新聞、日経産業新聞、時事通信社、Newton誌、Nature Nanotechnology誌、各Webメディアなど)。◆原子操作技術の学術分野への顕著な貢献が認められ、平成23年春の紫綬褒章、平成21年度文部科学大臣表彰、アジア人初のFeynman Prize 2009(米国)、アメリカ真空学会Albert Nerken Award賞等を受賞した。

【インテグレーション支援部門】

◆アナログ回路の製品展開を念頭ににおいた社会人技術者教育(アナログ・高周波回路設計教育)が高く評価され、大不況にもかかわらず、ほぼ毎年民間企業10社以上の社会人技術者教育事業の協賛を得ている。平成18年~23年度を受講生ものべ848名にも上っている。これはデジタル全盛の時代でも製品の差別化の最大要因はアナログ・高周波回路であることを示唆しており、本拠点の社会人技術者教育の意義を産業界が認めていることの証である。◆UWB用低雑音増幅器(RFIC 2008), 0.5V動作 $\Delta-\Sigma$ A/D変換器(ESSCIRC 2009), TVチューナ用RFIC(VLSI Circuits Symp. 2009)など、集積回路の分野で著名な国際会議に採択される研究成果を挙げている。また、UWB用低雑音増幅器に関する論文では、2010年度電子情報通信学会論文賞も受賞している。◆南開大学(中国)との部局間協定による学生受け入れ(4名)。本共同研究による共著論文3件。

「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	大阪大学	拠点番号	C11
申請分野	情報、電気、電子		
拠点プログラム名称	次世代電子デバイス教育研究開発拠点		
中核となる専攻等名	工学研究科電気電子情報工学専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー名)尾崎 雅則		外 20 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、及び拠点形成全体については、「地域に生き世界に伸びる」とのグラウンドプランの下、大学が本拠点の活動を財政面や雇用面で支え、組織の壁を取り外した新しいInnovation-oriented Dynamic Education and Research (IDER) ユニットなどの枠組みを活かした学際的取組みを可能にした点を評価する。また、本事業の終了後の活動の継続に向け、「次世代電子デバイス研究開発センター」を発足させた点も意欲の表れと言える。なお、学際的研究や教育の推進に関しては、本事業の取組は初期的であるが、学内の関連の取組を先導した面も評価できる。

人材育成面については、RA制度を通じて博士課程学生へ手厚い財的支援を実施するとともに、IDER制度によって博士課程学生や若手研究者による研究提案への支援を通じて自立性を高めたこと、学生主催の国際シンポジウムや海外派遣制度等により国際性を涵養したことを評価する。博士課程定員の充足にはあと一歩だが、毎年40～50名を受入れ、着実に育成した点は評価できる。

研究活動面については、GaNの結晶成長、そのパワー素子応用、フォトニックネットワーク、CNTガスセンサーなどに関して顕著な成果を上げ、一流学術誌での発表を通じて世界に向け発信した点や、IDER制度を活かし、複数の研究室や大学間の学際協力を強化した点が評価できる。

中間評価への留意事項への対応については、大学院教育における専門性と学際性のバランス確保といった、我が国の全大学が直面する重要課題に対し、本拠点では、「蛸壺」型からの脱却に向けた教員の意識改革と研究状況のより良い把握・助言など指導体制の改善が進んだと言える。

今後の展望については、事業の継続的展開に向け「次世代電子デバイス研究開発センター」を発足させており、継続への意欲は評価できる。そのための資金確保は容易でないが、本拠点にはGaN結晶の卓越した研究などを通じ外部資金が獲得できる研究者が多く、自己努力による活動継続が期待できる。

補助金の使途については、RAの雇用を中心に、若手研究者支援のための人件費として経費

総額の半分程度が支出されており、その他の支出も含め、グローバルCOE制度の目的に適した使用がなされている。

本事業は、博士課程学生に対し、財的支援に留まらず、専門性を深めさせるとともに、デバイスからシステムまでの学際的視野を養い、研究を主体的に推進する力を獲得するための機会を提供し、大学院教育の質向上に貢献した。研究面でも、GaN系の素子・素材の研究など、優れた成果を上げており、卓越した教育・研究拠点の基盤を着実に構築したものと判断される。