

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

[illegible]

6. 拠点形成の目的

我が国の金属を中心としたハード結晶性材料に関する材料科学・工学研究は、世界のトップレベルに位置し、優れたものづくり産業を支える基盤となっている。このような材料研究が更なる飛躍的發展を遂げ、我が国の技術的優位性を確保し続けるとともに、人類社会全体に貢献するためには、個々の要素特性、狭い専門領域のみに特化した研究体制を抜本的に見直す必要がある。真に有用な材料を生み出すためには、材料基礎物性とその評価、製造プロセス、応用から、利用・廃棄・再資源化までをも視野に入れ、実用化の過程での問題点・要求条件を正確に把握する必要がある。そのため、基礎研究と言えども各研究者が絶えずそれがどのように実用化に繋がるかを視野に入れつつ点から線へと有機的に連携し、その成果を相互にフィードバックして、材料研究の基礎に再度立ち返るといった系統的な研究体制の構築と研究拠点の形成が不可欠である。本プロジェクトでは、材料基礎物性から、組織制御、製造プロセス、接合・生産工学、先端ロボット・センサー工学などの多岐に渡る分野の研究者が連携し、構造先進材料から生体材料に至る幅広い実用材料の開発を行い、その機能診断・信頼性評価を行い、材料設計に活かすことを可能とする統合化拠点の形成を目指した。

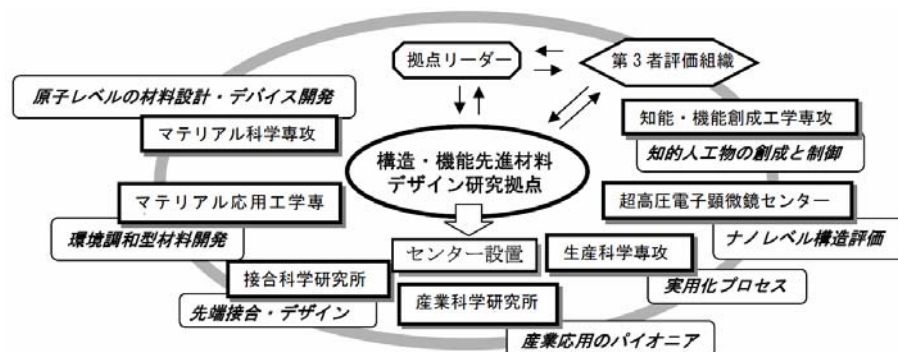
本拠点では、大阪大学内の7つの研究・教育組織を統合し、有機的に連携した拠点形成を推進した。すなわち、原子レベル材料組織制御とデバイス開発に実績のあるマテリアル科学専攻、環境調和型材料開発に卓越したマテリアル応用工学専攻、実用生産プロセスに関する国内唯一の研究教育機関である生産科学専攻、知的人工物の創成と制御に関する総括を行うことによって、本プログラム研究教育者ならびに育成プログラムの対象となる若手研究者の流動的な組織編成を実施することとした。また、プログラム終了後には、工学研究科附置の「構造・機能先進材料デザイン研究センター」を設置することを目指した。

さらには宇宙溶接を初めとする先端接合・設計に関する唯一の国際的研究組織である接合科学研究所、世界最高水準のナノレベル構造評価技術を有する超高压電子顕微鏡センター、ならびに産業応用のパイオニアである産業科学研究所が連携し、従来の材料開発指向とは全く異なる概念に立つ世界に先駆けた先進的・統合的材料研究拠点の形成を目指した。

本拠点では、(1) 構造先進材料の設計・実用化と信頼性評価プロジェクト、(2) 知的人工物創成のための機能デバイス・システムインテグレーションプロジェクト、(3) 生体再建材料の設計開発プロジェクト、の3つの研究プロジェクトを重点的に実施した。

さらに一大教育拠点を形成するために、先進材料のデザイン能力に特に秀でた若手研究者の育成のための「スーパーエリート養成プログラム」を実施した。同プログラムの支援制度として、海外武者修行プログラム、ブーメランププログラムなどのユニークな人材育成プログラムを計画した。本拠点形成により、材料創成技術者の輩出といった社会的波及効果のみならず、統合化による新たな学問分野の創造も期待された。こうした先進的材料開発拠点を形成できるのは、上述のように、材料科学のみならず接合工学、生産工学から先端ロボット・センサー工学に至る有力な組織を有し、かつその有機的結合の可能な大阪大学のみである。

なお、本拠点形成にあたっては、拠点リーダーがプログラム全般・人的配置（流動化）に関する総括を行うことによって、本プログラム研究教育者ならびに育成プログラムの対象となる若手研究者の流動的な組織編成を実施することとした。また、プログラム終了後には、工学研究科附置の「構造・機能先進材料デザイン研究センター」を設置することを目指した。



7. 研究実施計画

材料科学・工学分野で世界最高の研究水準を誇る大阪大学工学研究科内の4専攻、ならびに3研究所が連携し、「**構造・機能先進材料デザイン研究拠点**」を構築することを目指した。この研究拠点では、これまで個々には達成できなかった、原子レベルでの新材料創成から、生産プロセス・接合技術開発、材料応用に至るまでの一貫した実用材料の研究・開発拠点の構築を世界に先駆けて行うこととした。高機能・高信頼性材料を提供するための統合的研究拠点として以下の3つのプロジェクトを推進し、集中的な研究費の投入を目指した。

（1） 構造先進材料の設計・実用化と信頼性評価プロジェクト

「レンコン型超軽量ポーラス材料の開発」、「組織方向制御シリサイドによる超高温高強度材料の開発」、「無重力下の宇宙空間における溶接技術の確立」、「世界最高加速電圧の電子顕微鏡の開発とナノレベル構造評価」、「世界最高分解能陽電子消滅による点欠陥の形成過程の観察」、「磁気異方性による転位、面欠陥と材料寿命評価法の確立」などの本拠点を代表する世界的研究成果をもとに、博士後期課程のスーパーエリート候補生、若手研究者、外国人研究員の登用により、特殊環境下での使用に耐える構造先進材料の設計・応用のための基礎研究を行うことを目指した。さらに、高分解能陽電子消滅法、ナノレベル構造評価法、磁気異方性による格子欠陥検出法といった本拠点独自の材料解析法を用いることで材料信頼性評価を行い、その情報のフィードバックにより高性能・高信頼性材料の創出を目指した。具体的には、極限環境下での自己修復作用と力学機能を併せ持つ夢の航空宇宙材料、超軽量省エネルギー型高速輸送機器用材料の創成、プロセス開発を行うことを計画した。

（2） 知的人工物創成のための機能デバイス・システムインテグレーションプロジェクト

「新構造磁性ドットメモリーの発見」、「Fe-Pt基超磁歪物質の発見」といった世界に誇る成果のもと、知的人工物の制御に用いられる次世代機能デバイスおよびそのインテグレーション技術の構築を目指した。具体的には超高集積磁性メモリ素子、高性能電磁変換素子、超機能半導体素子、超磁歪アクチュエータ素子、高感度センサー素子などに利用できる特殊材料の開発およびその材料評価を行い、さらにそれらの材料・素子に対する高信頼・超微細エレクトロニクスアセンブリプロセス開発と界面評価、新たな微細接合プロセスの開発とその信頼性評価、超高速・大容量情報処理・通信を可能とするシステムの創成とその評価を行うことで、材料、機能、信頼性の統合的生産設計システムの確立を目指した。

（3） 生体再建材料の設計開発プロジェクト

「骨組織内での力学機能を反映するナノイオン結晶配列の発見」、「再生医工学による再生硬組織の新評価法の開発」といった先進的研究成果のもとで、各種生体組織の自己再生、ならびに再生誘導を促進するための生体再建材料の開発・設計、生産プロセス開発を計画した。具体的には、生体硬組織と類似、もしくはそれを上回る機能を持つ低弾性型ポーラス合金や生体適合性に優れたアパタイト系複合材料の創成、最終的には、人工骨、人工歯根などへの応用を目指した。本プロジェクト推進のため、医歯学系、生物系のスーパーエリート博士後期課程大学院生の積極的登用を行うこととした。

なお、本拠点は平成16年度の間評価で高い評価を受けた後も、今後の発展性が期待されるテーマの選別を厳しく行なうとともに、連携・融合型研究の促進を目的にした拠点内での研究費の重点配分を計画した。



8. 教育実施計画

本拠点の中核専攻は、平成13年度文部科学省の教育研究形成支援費9件中の1件として採択され、教育拠点形成を行った。本拠点では更にこれを発展させ、将来の構造・機能先進材料の研究・開発を担う優れた若手研究者を輩出することを目的として、以下の3つのユニークな教育プログラムを実施することとした。

(1) スーパーエリート研究者養成プログラム

博士後期課程の大学院生および35歳以下の若手教員に対し、独立した研究テーマを公募する。書類審査、ヒアリングを経てテーマを採択された特に優秀な提案に対して研究費を交付する。また、大学院生にはRAとしての経済的自立を促す。海外・他研究機関の研究者を含むトップクラスのスタッフが研究指導、成果発表指導、論文執筆指導などの集中的な鍛練を行い、将来のスーパーエリート研究者としての能力を開発する。毎年度の最終報告会で評価を行い、その結果を次年度の採択に反映させる。

(2) 海外武者修行プログラム

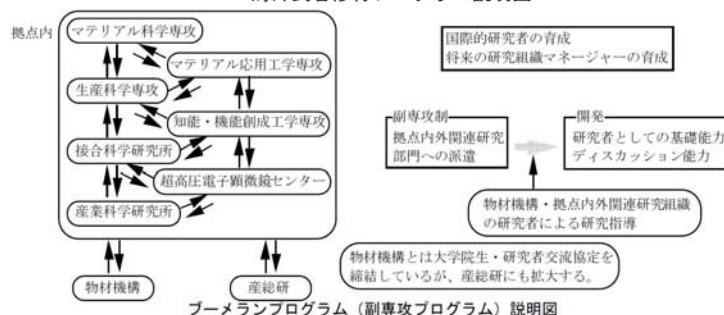
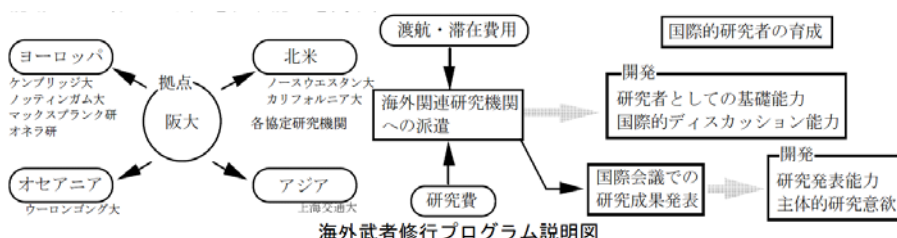
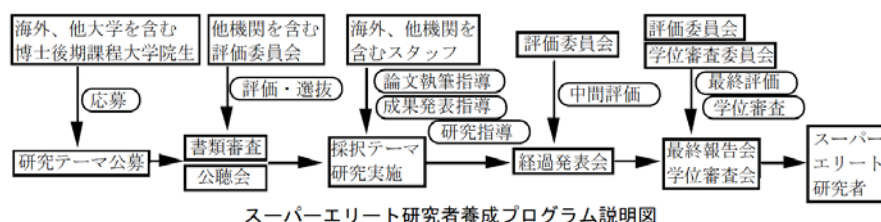
国際的研究者の育成を目的とし、博士後期課程の大学院生を数ヶ月以上、関連の深い海外研究機関に派遣し、研究者としての基礎能力、国際的ディスカッション能力などの開発を行う。大

学院生には、渡航費、滞在費を支給する。得られた成果は、積極的に国際会議で発表させることで研究発表基礎能力を養い、より高いレベルの研究への意欲を持たせ、受動的な研究から脱却し、能動的・主体的な研究を行う能力を養う。

(3) ブーメランプログラム(副専攻プログラム)

将来のハイエンド研究者、研究組織のマネージャーとしての人材の育成を目的とし、大学院生を1～数カ月程度、関連の深い他部門(副専攻)に派遣する。大学院生には、交通費、滞在費を支給する。派遣先は、本拠点外の研究機関も含み、研究者としての基礎能力、マネジメント能力、ディスカッション能力などを養う。

本拠点が提案したユニークな教育プログラムは、平成16年度に実施された中間評価において高い評価を得、それぞれの教育プログラムは21世紀COEプログラムのホームページで紹介され、21COEの1つのモデルケースにまでなると自負する。中間評価後は、若手の自立と国際化プログラムの更なる強化を目指し、若手外国人招聘プログラム、国内留学型国際化教育プログラム、等を追加企画した。



9. 研究教育拠点形成活動実績

① 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

1. 想定以上の成果を挙げた

平成14～18年度の5年間で、材料科学・工学分野における研究教育拠点としての基盤形成を達成した。特にその**オリジナルな若手人材養成プログラム**は、**日本学術振興会のホームページでも紹介**され、その後、他のCOE拠点でも類似のプログラムが採用されるなど、我が国における新しい教育・研究システム構築のための先導的役割をも担った。拠点から巣立った若手研究者の数、Scienceをはじめとする国際一流学術誌に発信された研究成果の数と質は、すでに同分野の国内最高水準に達し、国際的にもトップレベルにある。ロータス型ポーラス材料、超微細粒金属材料、磁性ドットメモリーなどの世界的研究成果も萌芽している。

平成16年度に実施された中間評価において、本拠点が**5段階評価の最高レベル**の評価を受けたことは、こうした実績を客観的に裏付けている。また、本プログラムをきっかけに、**工学研究科材料系3専攻が1専攻へと再編**され、また本拠点の活動場所として**構造・機能先進材料デザイン教育研究センターの設置とその専用建物の建設（平成19年11月施工）**が決定されるなど、さらなる競争力の強化に向けた組織的な取り組みも大阪大学内でなされており、**当初期待した以上の成果が得られている**。

2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与

本拠点では、**拠点独自のユニークな3つの教育プログラム**、すなわち、(a)「**スーパーエリート養成プログラム**」（若手研究者の独創的研究と経済的自立の促進）、(b)「**海外武者修行プログラム**」（海外研究機関への派遣を通じた国際的研究者の養成）、(c)「**ブーメランプログラム**」（国内他機関への派遣による自立性の拡大・醸成）を継続的に実施した。ここでは、材料科学・工学に関する幅広い専門知識に加えて、競争意識と自立心を具備し、国際感覚と独創性に富んだ世界に通用する若手研究者の養成を目的に、毎年度の書類・ヒアリング審査に

より選抜された博士後期課程学生20～30名および35歳以下の若手研究者約10名を集中的に育成してきた。こうした教育プログラムの効果は絶大であり、例えば、大学院生による論文発表数（104件(H14)→148件(H18)）、学会発表数（127件(H14)→175件(H18)）受賞件数等が顕著に増加するなど、目に見える形で実績の拡大が続いている。特に海外研究機関や拠点外の大学・研究所への就職数（海外研究機関5名、大学教員16名、国内研究機関7名他(H14～H18実績)）が増加し、本拠点が**国内外の材料工学分野で活躍する人材育成の重要拠点として機能してきた**ことを実証している。また、この内の**3名は、申請中のグローバルCOEプログラム（第Ⅱ期）での事業推進担当者に抜擢**されるまでの成長を遂げている。

他の若手研究者も経済的支援に甘えることなく自立した研究者として研究活動に取り組み、平成15年12月には若手研究者達が材料科学の若手研究者間の交流・連携を目的としたシンポジウムを自ら企画運営した。さらに、これらの交流・連携から独創的な研究が生み出されており、文部科学省科学研究費補助金若手研究(A)やJST、NEDO等からの大型予算をはじめ、若手による多数の競争的資金の獲得(H14-H18:39件、総計130,250千円)に繋がっている。

3) 研究活動面での新たな分野の創成と、学術的知見等

本21世紀COEプログラムでは、狭い専門領域に特化した研究体制を打破するため、金属材料を中心とする結晶性材料の創製、組織制御、機能創成・信頼性評価、溶接・接合に関して世界最高レベルの研究実績を誇る学内の専攻・研究所・センターが部局を横断して連携し、「**基盤テクノロジーとハイテクノロジーの融合**」を合言葉に、材料科学・工学分野における新たな学問の創出を目標に、連携融合による新学問・研究領域を創成するための仕組みづくりに努め、先進構造・機能材料に関する世界的教育・研究拠点の構築を目的とした活動を行なってきた。具体的には、(a) 構造先進材料の設計・実用化と信頼性評価プロジェクト、(b) 知的人工物創成のための機能デバイス・システムインテグレーションプロジェクト、(c) 生体再建材料の設

計開発プロジェクトの3重点研究プロジェクトを実施するとともに、各研究分野・領域を越えた連携を図った。

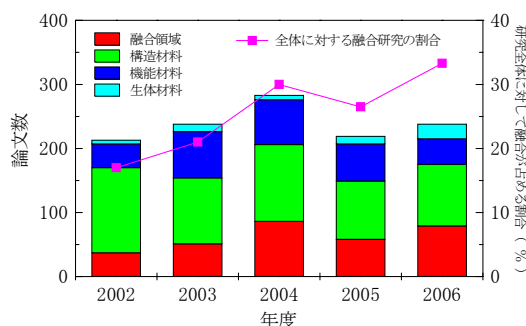
その結果、数多くの世界的研究成果が生まれた。これらの成果に対して、6) 項で後述するように、数多くの新聞報道がなされた。また、組織上も、旧来の材料系3専攻を統合して「**マテリアル生産科学専攻**」に再編し、拠点内での教育・研究における有機的連携のための体制を確立した。

このような積極的な拠点形成活動により、発表した学術論文は5年間で1000編を超え、**Science**や**Nature Materials**その他の一流学術誌に掲載される世界的成果を挙げてきた。このような活動に対して、中間評価時点では5段階評価の最高位の高い評価を受けた。さらに中間評価後に新設した、「**連携・融合型研究重点経費**」（3年間で19件採択）は、専門横断型共同数の増加を加速し、数多くの成果に繋がった。

また、本研究拠点で得られた最先端研究成果をもとに、また、産業界との**数々の社会連携**も行われ、すでに数々の研究連携協定等が締結されている。また、異分野との交流においても、例えば、大阪大学で**医工連携プログラム**がスタートし、融合の実績を挙げつつある。

4) 事業推進担当者相互の有機的連携

研究と教育3重点プログラムの推進責任が、拠点リーダー指示のもと、連携して事業を推進してきた。このような体制のもと、事業推進担当者とは定期的に会合を開き、研究・教育の進捗状況に関する情報交換と共に、新規プロジェクト立案について検討した。



この会合において、若手研究公募の基準を設定するとともに審査、予算配分並びに研究へ助

言を行ってきた。さらに、拠点形成に必要な設備の選定、研究発表会の開催計画の立案を行った。

平成16年度より設けた「連携・融合型研究重点経費」により、専門を横断した連携・融合型研究の割合が、COE(第I期)前半の2年間(H14: 17%、H15: 21%)に比べて大幅に増加(H16: 30%、H17: 26%、H18: 33%)した。（左下図参照）

5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

国際的に活躍できる若手研究者を育成するため、国内外から著名な研究者を招き最先端の研究紹介と材料基礎に関する集中講義や英語によるグループ討論を定期的実施するとともに、海外研究機関に博士課程学生を派遣し、国際性豊かで創造性に富む若手研究者育成のための教育プログラムを実施した。その結果、平成18年度の本拠点を形成する大学院各専攻への学外からの入学希望者は大幅に増加した。

一方、大学当局はCOE研究拠点に対して重点支援することを中期計画に盛り込み、これまでの機会均等的な予算配分制度から、競争原理を導入した「競争型大学」への転換の契機となった。さらに、国際化を推進するために、オランダ・グローニンゲン、米国・カルフォルニアに海外拠点を設け、各COE拠点事業等の推進を国際的に進めるための基盤づくりを図っている。

大学は、本21世紀COEプログラムにおいては、その成果を継続するための組織改編に対しても積極的に支援を行い、それにより、本申請拠点に関しては、構造・機能先進材料デザイン教育研究センターの設置を決定・許可したことは、組織面での本拠点の継続に繋がっている。また、本研究拠点の採択は、関連分野企業からの大阪大学工学研究科材料系専攻への強い関心を集めることとなり、工学研究科にて平成15年度より始まった企業との包括提携制度では、本研究拠点が主導的役割を果たして、三菱重工業(株)、住友金属工業(株)、(株)神戸製鋼所などの世界的企業との包括提携契約が締結された。以上のように本拠点は大阪大学での教育・研究の国際化、異分野・産学連携の個性形成に貢献している。

6) 国内外に向けた情報発信

本拠点ではこれまで先進構造・機能材料に関する世界的教育・研究拠点の構築を目的とした活動を行い、多くの世界的研究成果を生み出してきた。その優れた成果を学術雑誌に発表するのは当然として、さらに一般社会へも積極的に公開するための情報発信・広報活動に精力的に取り組んできた。例えば新聞報道は、高集積MRAMを可能にする「磁性リングドットの作製」(H15. 4. 23、読売新聞)、電磁波を蓄積する「フォトリソグラフィ」(H16. 1. 7、朝日新聞)、「レンコン金属」実用化へ(H17. 9. 1、朝日新聞)、「アルミ、鉄なみ強度に」(H18. 4. 14、日経新聞)、「骨の健康診断に新指標 症状の把握、正確に」(H18. 4. 24、日経新聞)等など多数あり、最近5年間(H14-H18)で224件(H14: 40件、H15: 45件、H16: 47件、H17: 50件、H18: 42件)の新聞報道実績を持つ。これらの報道の中には拠点における教育活動に関するものも多くあり、例えば、「大競争時代 COE」(H15. 3. 5、読売新聞)および「かがやき未来塾 人の心 ロボットで発見」(H18. 7. 4、産経新聞)など、教育に関するものが16件を占める。また、書籍による成果の社会への公開も積極的に行っており、5年間(H14-H18)で専門分野に関する著書・教科書を70冊以上出版している。

本拠点で生み出された成果は、論文発表(1053件/5年)、新聞報道(224件/5年)などを通じて、**国内外に情報発信された**。さらに、「構造・機能先進材料デザインに関する国際会議(H16. 11. 10)」をはじめとする9件の国際会議の開催、国際論文誌2件で特集号の発行等を行なった。

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)

研究経費は、主に若手研究者の育成のために必要な教育関係費用としてその多くを投資し、若手研究者公募型研究費、博士後期課程学生研究員補助費をはじめ効果的に使用された。こうした経費により、多くの若手研究者が優れた研究成果を挙げ、国内・海外の主要な学会において成果発表する機会を得ることができた。

②今後の展望

21世紀COEプログラムで築いた拠点としての基盤をさらに発展させ、**恒常的な構造・機能先進材料デザイン教育研究拠点を形成する**。まず、「**構造・機能先進材料デザイン教育研究センター**」設置と専用建物を平成19年11月に竣工し、拠点の企画運営・実施の中核が組織的にも物理的にも整備される。また上述のように、申請中のグローバルCOEにおいては、**育成された若手研究者精鋭を事業推進担当者**として積極的に登用し、自立した活動を支援する等、人的な面においても継続性を維持する。

本21世紀COEプログラムで構築された部局横断的な教育・研究組織に、さらに、「**原子分子イオン制御理工学センター**」を新たに加え、材料機能の発現メカニズムを原子・分子のレベルから理解・意図的に構築するという基礎科学的アプローチを強化する。一方、本拠点は基礎科学をその主たる対象とするが、社会に貢献するために、産業界のニーズにも的確に答える**共同研究講座**を平成19年度に設置する。

また、主に**海外の先進的教育・研究機関**と、個々の得意分野に特化した連携協定を機関レベルで締結し、外国人客員教授団と併せて国際的な教育・研究プログラムの実施に活用する。

以上の一例に見られるように、恒常のエリート若手研究者人材養成に向けた拠点の今後の展望は極めて明るい。

③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)

ナノテク、バイオ、情報、環境と共に、材料はわが国の最重点研究対象分野であり、これら分野の共通基盤でもある。しかし大学では狭い専門領域に特化した研究者、組織が多く、その成果が広く社会に十分に活かされているとはいい難かった。

本研究拠点で進めている学内外各所との連携は、本研究拠点が主導的役割を担って工学とビジネスあるいは医療と工学などの部局を越えた連携を具体化するに至り、全学的な異分野間連携の契機となった。こうした本研究拠点が打ち出した異分野間の交流は異分野間融合による新領域の確立と複数分野の知識をもつ人材の育成が期待され、本COE研究拠点が**大阪大学の個性の形成**に大きく貢献した一例である。

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	大阪大学	拠点番号	B17
拠点のプログラム名称	構造・機能先進材料デザイン研究拠点の形成		
1. 研究活動実績			
①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（<u> </u>）：拠点からコピーが提出されている論文 下線（<u> </u>）：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			
[1] N.Tsuji, Y.Ito, Y.Saito, Y.Minamino, Strength and Ductility of Ultrafine Grained Aluminum and Iron Produced by ARB and Annealing, Scr. Mater., 47[12] 893-899 (2002).			
[2] <u>H. Tsuchiya</u> , S. Fujimoto, O. Chihara, T. Shibata, Semiconductive behavior of passive films formed on pure Cr and Fe-Cr alloys in sulfuric acid solution” Electrochim. Acta 47[27] 4357-4366 (2002).			
[3] T. Nakano, K. Kaibara, Y. Tabata, N. Nagata, S. Enomoto, E. Marukawa, Y. Umakoshi, “Unique Alignment and Texture of Biological Apatite Crystallites in Typical Calcified Tissues Analyzed by Micro-Beam X-ray Diffractometer System, Bone, 31[4] 479-487 (2002).			
[4] Y. Mizutani, H. Yasuda, I. Ohnaka, N. Maeda, Y. Waku, Coupled growth of unidirectionally solidified Al ₂ O ₃ -YAG eutectic ceramics, J. Crystal Growth, 244[3-4] 384-392 (2002).			
[5] F. Takehisa, S. Ohara, M. Naito, K. Nogi, Performance and Stability of SOFC anode fabricated from NiO/YSZ composite particles, J.Power Sources, 110[1], 91-95, (2002).			
[6] <u>T. Nagase</u> , Y. Umakoshi, Effect of electron irradiation on nano-crystallization in Zr _{66.7} Cu _{33.3} and Zr _{65.0} Al _{7.5} Cu _{27.5} amorphous alloys, Mater. Sci. Eng. A, 343[1-2] 13-21 (2003).			
[7] G.-B. Cho, M. Yamamoto, Y. Endo, <u>Y. Shiratsuchi</u> , Y. Kamada, K. Sato, Magnetic Properties and Morphology of Fe Film Grown on Self-Organized SrTiO ₃ (001) substrate with Inclined angel, Jpn. J. Appl. Phys., 42[10] 6543-6550 (2003).			
[8] M. Mizuno, H. Araki, Y. Shirai, Energetics and structural relaxation of constitutional defects in CoAl and CoTi from first princiles, Phys. Rev. B, 68[14] 144103-1-144103-3 (2003).			
[9] I. Tanaka, T. Mizuguchi, M. Matsui, S. Yoshioka, H. Adachi, T. Yamamoto, T. Okajima, M. Umesaki, W.Y. Ching, Y. Inoue, M. Mizuno, H. Araki, <u>Y. Shirai</u> , Identification of ultradilute dopants in ceramics, Nature Materials, 2 [8] 541-545 (2003).			
[10] T. Haruna, Y. Morikawa, S. Fujimoto, T. Shibata, Electrochemical noise analysis for estimation of corrosion rate of carbon steel in bicarbonate solution, Corros. Sci., 45[9] 2093-2104 (2003).			
[11] G.-B. An, M. Ohata, M. Toyoda, Effect of Strength Mismatch and Dynamic Loading on Ductile Fracture Initiation, Engng. Fract. Mech., 70[11] 1359-1470 (2003).			
[12] 後藤友彰, 上西啓介, 藤本公三, 小林紘二郎, チタン酸ジルコン酸鉛厚膜セラミックス焼成プロセスとその圧電特性術, 高温学会誌, 29[2] 51-57 (2003).			
[13] H. Yasuda, I. Ohnaka, Y. Yamamoto, K. Tokieda, K. Kishio, Formation of Crystallographically Aligned BiMn Grains by Semi-solid Processing of Rapidly Solidified Bi-Mn Alloys under a Magnetic Field, Mater. Trans., 44[10] 2207-2212 (2003).			
[14] P. Shen, H. Fujii, T. Matsumoto, K. Nogi, Wetting of (0001) α-Al ₂ O ₃ single crystals by molten Al, Scr. Mater., 48[6] 779-784 (2003).			
[15] C. Hwang, <u>J.-G. Lee</u> , K. Suganuma, H. Mori, Interfacial microstructure between Sn-3Ag-xBi alloy and Cu substrate with or without electrolytic Ni Plating, Electron. Mater., 32[2] 52-62 (2003).			
[16] S.K. Hyun, H. Nakajima, Effect of solidification velocity on pore morphology of lotus-type porous metals fabricated by unidirectional solidification, Mater. Lett., 57[21] 3149-3154 (2003).			
[17] Y. Wu, L. Zhen, D.Z. Yang, M.S. Kim, S.K. Hwang, Y. Umakoshi, In Situ Tensile Deformation and Fracture Behavior of Ti-24Al-14Nb-3V-0.5Mo alloy with various microstructures, Intermetallics, 12[1] 43-53 (2004).			
[18] R. Nakatani, T. Yoshida, Y. Endo, Y. Kawamura, M. Yamamoto, T. Takenaga, S. Aya, T. Kuroiwa, S. Beysen, H. Kobayashi, Magnetic chirality due to asymmetrical structure in Ni-Fe annular dots for high-density memory cells, J. Appl. Phys., 95[11] 6714-6716 (2004).			
[19] Y. Shiratsuchi, Y. Endo, M. Yamamoto, Transition from superparamagnetic to ferromagnetic state of ultrathin Fe films grown Al ₂ O ₃ (0001) substrates, Thin Solid Films, 464-465 141-145 (2004).			
[20] M. Mizuno, R. Tonomori, <u>K. Sakaki</u> , H. Araki, Y. Shirai, First-principles calculations of positron lifetimes of lattice defects induced by hydrogen absorption, Solid State Ionics, 172[1-4] 149-153 (2004).			
[21] J. Lee, A. Kiyose, S. Nakatsuka, <u>M. Nakamoto</u> , T. Tanaka, Improvements in the Measurements of Surface Tension of Liquid Metals Having Low Capillary Constants by the Large Sessile Drop Method, ISIJ International, 44[11] 1793-1799 (2004).			
[22] T. Terai, <u>T. Murata</u> , T. Fukuda, T. Kakeshita, The influence of grain boundaries on the magnetoresistance in La _{0.7} A _{0.3} Mn _{0.3} (A= Ca, Sr) and La _{1.36} Sr _{1.64} Mn ₂ O ₇ , J. Phys.: Condens. Matter., 16[48] S5801-S5806 (2004).			
[23] <u>H. Tsuchiya</u> , S. Fujimoto, T. Shibata, Semiconductive Properties of Passive Films Formed on Fe-18Cr in Borate Buffer Solution, J. Electrochem. Soc., 151[2] B39-B44 (2004).			
[24] K. Yasuda, J.-M. Kim, M. Yasuda, K. Fujimoto, New Process of Self-Organized Interconnection in Packaging by Conductive Adhesive with Low Melting Alloy Filler, J. J. Appl. Phys., 43[4B] 2277-2282 (2004).			

- [25] T. Ohmura, K. Tsuzaki, N. Tsuji, N. Kamikawa, Matrix Strength Evaluation of Ultra-Fine Grained Steel by Nanoindentation, J. Mater. Res., 19[1] 347-350 (2004).
- [26] H. Yasuda, I. Ohnaka, K. Kawasaki, A. Sugiyama, T. Ohmichi, J. Iwane, K. Umetani, Direct observation of Stray Crystal Formation in Unidirectional Solidification of Sn-Bi Alloy by X-ray Imaging, J. Cryst. Growth, 262[1-4] 645-652 (2004).
- [27] P. Shen, H. Fujii, T. Matsumoto, K. Nogi, Wetting and Reaction of MgO Single Crystal by molten Al at 1073-473 K, Acta Mater., 52[4] 887-898 (2004).
- [28] K. Arakawa, M. Hatanaka, H. Mori, K. Ono, Effect of Chromium on the One-dimensional Motion of Interstitial-type Dislocation Loops in Iron, J. Nucl. Mater., 329-333[2] 1194-1198 (2004).
- [29] M. Tane, T. Ichitsubo, H. Nakajima, S.K. Hyun, M. Hirano, Elastic properties of lotus-type porous iron; Acoustic measurement and extended effective-mean-field theory, Acta Mater., 52[17] 5195-5201 (2004).
- [30] H.Y. Yasuda, M. Aoki, A. Takaoka, Y. Umakoshi, Pseudoelasticity in Fe₃Ga single crystals, Scr. Mater., 53[2] 253-257 (2005).
- [31] Y. Fujiwara, Room-temperature operation of injection-type 1.5 μ m light-emitting diodes with Er, O-codoped GaAs, Mater. Trans., 46[9] 1969-1974 (2005).
- [32] 高平信幸, 田中敏宏, 李俊昊, 原茂太, 還元雰囲気下における表面酸化した固体鉄上の液体金属の特異拡張濡れ, 日本金属学会誌, 69[6] 465-471 (2005).
- [33] H. Kibayashi, F. Teraoka, S. Fujimoto, M. Nakagawa, J. Takahashi, Surface Modification of Pure Titanium by Plasma Exposure and Its Bonding to Resin, Dent. Mater. J., 24[1] 53-58 (2005).
- [34] 坂本辰顕, 福田隆, 掛下知行, 強磁性形状記憶合金Fe-31.2mol%Pdの一軸結晶磁気異方性定数ならびに双晶変形応力, 日本金属学会誌, 69[8] 649-653 (2005).
- [35] M.-S. Choi, T. Fukuda, T. Kakeshita, Anomalies in resistivity, magnetic susceptibility and specific heat in iron-doped Ti-Ni shape memory alloys, Scr. Mater., 53[7] 869-873 (2005).
- [36] K. Yasuda, J.-M. Kim, K. Fujimoto, Adhesive Joining Process and Joint Property with Low Melting Point Filler, J. Electronic Packaging, 127[1] 12-17 (2005).
- [37] T. Sakurai, O. Yamada, Y. Miyamoto, Combustion synthesis of fine AlN powder and its reaction control, Mater. Sci. Eng. A, 415[1-2] 40-44 (2005).
- [38] T. Nakano, K. Hayashi, Y. Umakoshi, Y.-L. Chiu and P. Veyssi re, Effects of Al concentration and resulting long-period superstructures on the plastic properties at room temperature of Al-rich TiAl single crystals, Philosophical Magazine, 85 [22] 2527-2548 (2005).
- [39] K. Sato, Y. Hirotsu, H. Mori, Z. Wang, T. Hirayama, Determination of order parameter of L1₀-FePd nanoparticles by electron diffraction, J. Appl. Phys., 97[8] 084301-1 – 094301-7 (2005).
- [40] K. Sato, Y. Hirotsu, H. Mori, Z. Wang, T. Hirayama, Long-range order parameter of single L1₀-FePd nanoparticles determined by nanobeam electron diffraction: Particle size dependence of the order parameter, J. Appl. Phys., 98[2] 024308-1 – 024308-8.
- [41] T. Ide, M. Tane, T. Ikeda, S.K. Hyun, H. Nakajima, Compressive properties of lotus-type porous stainless steel, J. Mater. Res., 21[1] 185-198 (2006).
- [42] K. Yamaoka, Y. Yoshizako, H. Kato, D. Tsukiyama, Y. Terai, Y. Fujiwara, Room-temperature plasma-enhanced chemical vapor deposition of stable SiOCH films using tetraethoxysilane, Physica B: Condens. Matter., 376-377 399-402 (2006).
- [43] A. Mishina, T. Akahori, Y. Terai, I. Yamauchi, Y. Fujiwara, Growth of bulk β -FeSi₂ crystals by annealing of well aligned solidification structures, Physica B: Condens. Matter., 376-377 795-798 (2006).
- [44] J.-H. Kim, F. Inaba, T. Fukuda, T. Kakeshita, Effect of magnetic field on martensitic transformation temperature in Ni-Mn-Ga ferromagnetic shape memory alloys, Acta Mater., 54[2] 493-499 (2006).
- [45] T. Terai, T. Murata, N. Tamai, T. Fukuda, T. Kakeshita, Crystallographic domain structures associated with charge ordering transition in Pr_{0.55}Ca_{0.45}MnO₃ and Nd_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃, Mater. Sci. Eng. A, 438-440 173-175 (2006).
- [46] Y.-C. Tang, S. Katsuma, S. Fujimoto, S. Hiromoto, Electrochemical Study on Type 304 and 316L Stainless Steels in Simulated Body Fluids and Cell Culture, Acta Biomater., 2[6] 709-715 (2006).
- [47] M. Mochizuki, H. Yamasaki, S. Okano, M. Toyoda, Distortion Behavior during In-Process Control Welding by Additional Cooling, Welding in the World, 50[5-6] 46-50 (2006).
- [48] K. Hagihara, T. Tanaka, H. Fujimoto, T. Nakano, Y. Umakoshi, Microstructure and plastic deformation behavior of Ni₃(Ti, X) (X=Nb, Al) single crystals with long-period geometrically closely-packed crystal structures, Intermetallics, 14[10-11] 1332-1338 (2006).
- [49] K. Sakaki, R. Date, M. Mizuno, H. Araki, Y. Shirai, The effect of hydrogenated phase transformation on hydrogen-related vacancy formation in Pd_{1-x}Ag_x alloy, Acta Materialia, 55[17] 4641-4645 (2006).
- [50] J. Lee, H. Ishimaru, T. Tanaka, Anisotropy of wetting of molten Au on differently oriented α -Al₂O₃ single crystals, Scr. Mater., 54[7] 1369-1373 (2006).
- [51] B.L. Li, N. Tsuji, N. Kamikawa, Microstructure Homogeneity in Various Metallic Materials Heavily Deformed by Accumulative Roll-Bonding, Mater. Sci. Eng. A, 423[1-2] 331-342 (2006).
- [52] H. Fujii, L. Cui, N. Tsuji, M. Maeda, K. Nogi, Friction Stir Welding of Carbon Steels, Mater. Sci. Eng. A, 429[1-2] 50-57 (2006).
- [53] X. Huang, N. Hansen, N. Tsuji, Hardening by Annealing and Softening by Deformation in Nanostructured Metals, Science, 312, 249-251 (2006).
- [54] K. Nogita, H. Yasuda, K. Yoshida, K. Uesugi, A. Takeuchi, Y. Suzuki, A.K. Dahle, Determination of strontium segregation in modified hypoeutectic Al-Si alloy by micro X-ray fluorescence analysis, Scr. Mater., 55[9] 787-790 (2006).
- [55] P. Shen, M. Nose, H. Fujii, K. Nogi, Wettability of TiAlN Films by Molten Aluminum, Thin Solid Films, 515[4] 2009-2014 (2006).
- [56] S. Fujimoto, H. Tsuchiya, Semiconductor properties and protective role of passive films of iron base alloys, Corros. Sci., 49[1] 195-202 (2007).
- [57] A. Nino, T. Nagase, Y. Umakoshi, Electron irradiation induced crystallization and amorphization in Fe₇₇Nd_{4.5}B_{18.5} metallic glass, Mater. Sci. Eng. A, 499-451, 1115-1118 (2007).

②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））

本拠点の教育・研究活動に関連して、以下の5件を含む全9件の国際会議を開催した。

[1]

- 【会議の名称】 第13回アジア太平洋防食会議（実行委員会事務局長：藤本慎司教授（本拠点事業推進担当者））
- 【開催時期・場所】 2003年11月16日～21日、大阪大学コンベンションセンター
- 【参加人数】 324名（うち外国人参加者143名）
- 【主な招待講演者】 ① M. Stratmann (Max-Planck Institute for Iron Research)
② J. H. Payer (Case Western University)
③ H. -S. Kwon (Korean Advanced Institute of Science and Technology)
- 【会議の概要】 「腐食科学と技術の最前線」をテーマとし、本拠点の研究プロジェクトの中核をなす構造材料、機能材料、生体材料などの金属材料の腐食挙動や耐環境性改善に関する研究成果、技術動向について討議した。

[2]

- 【会議の名称】 教育改革国際シンポジウム（実行委員長：大中逸雄教授（本拠点事業推進担当者））
- 【開催時期・場所】 2003年11月21日～22日、大阪大学銀杏会館
- 【参加人数】 105名（うち外国人参加者5名）
- 【主な招待講演者】 ① 飯井政博（ノースウェスタン大学）
② D. Cannon (Case Western University)
③ 中島和生（メリーランド大学）
- 【会議の概要】 工学分野での教育改革について、特にPBL(Project Based Learning)の導入で著名な海外の専門家を招き、本拠点形成にも参画している本学工学研究科知能・機能創成工学専攻および国内他大学における本拠点の成果を中心に工学教育改革の実例をまじえ討議した。

[3]

- 【会議の名称】 構造・機能先進材料デザインに関する国際会議（実行委員長：馬越佑吉教授（本拠点リーダー））
- 【開催時期・場所】 2004年11月10日～12日、ホテル阪急エキスポパーク
- 【参加人数】 165名（うち外国人参加者20名）
- 【主な招待講演者】 ① H. -E. Schaefer (Stuttgart University)
② V. Paidar (Institute of Physics ASCR)
③ P. Schmuki (University of Erlangen-Nuremberg)
- 【会議の概要】 国内外の著名な研究者ならびに本拠点の主要な研究プロジェクトである構造材料、機能材料、生体材料各分野における新進気鋭の若手研究者を招き、本拠点の研究成果を世界に発信するとともに、最新の研究成果について討議した。

[4]

- 【会議の名称】 第4回ポーラス金属および発泡金属国際会議（実行委員長：中嶋英雄教授（本拠点事業推進担当者））
- 【開催時期・場所】 2005年9月21日～23日、国立京都国際会館
- 【参加人数】 149名（うち外国人参加者46名）
- 【主な招待講演者】 ① P. R. Onck (Groningen University)
② D. C. Dunand (Northwestern University)
③ H. -W. Seeliger (Alm GmbH)
- 【会議の概要】 本拠点が誇る世界的研究成果のひとつであるポーラス金属および発泡金属に関して、その基礎から応用までの幅広い分野における最新の研究成果について討議した。

[5]

- 【会議の名称】 第2回界面評価及び界面制御国際会議（実行委員長：野城清教授（本拠点事業推進担当者））
- 【開催時期・場所】 2006年9月6日～9日、ホテル日航倉敷
- 【参加人数】 199名（うち外国人参加者55名）
- 【主な招待講演者】 ① K. Ewsuk (Sandia National Laboratories)
② N. Sobczak (Foundry Research Institute)
③ F. Hodai (Domaine University)
- 【会議の概要】 界面を制御することによる材料設計、界面評価・分析技術、ならびに材料接合に至る“界面”が関わる幅広い研究領域を包括した研究成果、研究開発動向について討議した。

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

[1] スーパーエリート研究者養成プログラム

1-A) 博士後期課程学生研究員補助金

- 【対象】 拠点内の博士後期課程学生（申請書・ヒアリングによる選抜並びに傾斜重点配分）
 【内容】 スーパーエリート候補博士後期課程学生に対して、RAとしての給与支援を行う。
 【実施時期】 平成14年度～18年度
 【実績】 総額94,910千円支援（H14年度8,799千円、H15年度23,650千円、H16年度14,809千円、H17年度18,909千円、H18年度28,743千円）

1-B) 若手研究者公募型研究費

- 【対象】 拠点内の博士後期課程学生、若手研究者（研究提案書・ヒアリングによる選抜並びに傾斜重点配分）
 【内容】 博士後期課程学生、若手研究者により提案される自主テーマに基づき、研究費を競争的に分配する。
 【実施時期】 平成14年度～18年度
 【実績】 総額99,097千円支援（H14年度23,040千円、H15年度19,600千円、H16年度17,100千円、H17年度18,300千円、H18年度21,057千円）

1-C) 国内外著名研究者による招聘特別講義

- 【対象】 拠点内の博士後期課程学生、若手研究者(1-A、もしくは1-Bにて競争的に採択された者)
 【内容】 国際的著名研究者及び国内の一線級の研究者が最先端の材料科学に関する講義を行う。また国際的著名研究者の一部は材料基礎に関する講義も担当する。
 【実施時期】 平成14年度～18年度
 【実績】 全52回（H14年度8回、H15年度11回、H16年度3回、H17年度14回、H18年度16回）

1-D) 英語によるプレゼンテーション指導・グループディスカッション

- 【対象】 拠点内の博士後期課程学生、若手研究者(1-A、もしくは1-Bにて競争的に採択された者)
 【内容】 外国人研究者の指導を通じて学生・若手研究者の英語によるプレゼンテーション能力の開発を行う。ならびに国際的著名研究者を囲みグループディスカッションを行い国際コミュニケーション能力の養成を図る。
 【実施時期】 平成14年度～18年度
 【実績】 全21回（H14年度3回、H15年度6回、H16年度4回、H17年度4回、H18年度4回）

1-E) 若手外国人招聘プログラム

- 【対象】 拠点内の博士後期課程学生、若手研究者(1-A、もしくは1-Bにて競争的に採択された者)
 【内容】 新進気鋭の若手外国人研究者を招聘するとともに、海外武者修行プログラム(下記の項目[2]参照)における拠点内学生派遣と併せて、双方向の分野間若手交流(若手相互交流プログラム)を推進する。
 【実施時期】 平成16年度～18年度
 【実績】 全11件（H16年度7回、H18年度4回）

1-F) 国内留学型国際化教育プログラム

- 【対象】 拠点内の博士後期課程学生(1-A、もしくは1-Bにて競争的に採択された者)
 【内容】 海外派遣を必要としない国際化教育の方策として、海外のトップクラスの研究者による長期セミナーを実施し、拠点全体の学生のレベル向上を図る。
 【実施時期】 平成16年度～18年度
 【実績】 全6件（H16年度2回、H17年度2回、H18年度2回）

[2] 海外武者修行プログラム

- 【対象】 拠点内の博士後期課程学生(申請書・ヒアリングによる選抜)
 【内容】 拠点と関連の深い海外研究機関に博士後期課程学生を派遣し、そこでの研究活動を通じて、研究者としての基礎能力、国際的ディスカッション能力の向上を行う。学生には渡航費、滞在費、研究費を全面支援する。
 【実施時期】 平成14年度～18年度
 【実績】 下記3件を含む、全6件
 ① 白土優、アメリカ合衆国・アルゴンヌ国立研究所、平成15年1月15日～2月14日
 ② 紙川尚也、デンマーク・リソー国立研究所、平成16年8月2日～11月1日
 ③ 高平信幸、フィンランド・ヘルシンキ大学、平成18年10月2日～11月1日

[3] プーメランプログラム

- 【対象】 拠点内の博士後期課程学生、若手研究者(1-A、もしくは1-Bにて競争的に採択された者)
 【内容】 将来のハイエンド研究者、研究組織のマネージャーとしての人材育成を目的とし、関連の深い国内他機関、拠点内の他部門(副専攻)に学生・若手研究者を派遣する。
 【実施時期】 平成14年度～18年度
 【実績】 下記3件を含め、全12件
 ① 土谷博昭(博士後期課程学生)、東北大学電気通信研究所、平成16年1月17日～23日
 ② 串田悠彰(博士後期課程学生)、日本原子力開発機構、平成18年6月21日～26日
 ③ 村田剛志(博士後期課程学生)、日本原子力開発機構、平成18年6月21日～26日

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)

研究教育拠点形成計画全体については、本プログラムが拠点リーダーの強いリーダーシップの下に運営され、目標を十分に達成したと評価できる。

採択時の指摘事項である「寄り合い所帯」は、組織改編を実施して対応するとともに、構造・機能先進材料デザイン教育研究センターの設置により、拠点継続性についても十分に配慮したものとなっている。

人材育成面では、海外武者修行プログラム、ブーメランプログラムなど、独自のプログラムを創設し、若手研究者の教育に成功していると評価できる。これらのプログラムにおいては、高い教育効果が見られることから、持続的展開においても、更なる発展、拡充を期待したい。

研究活動面では、論文の数と質、競争的資金獲得状況等からも大きな成果をあげたと言える。

また、本拠点は国際的にも高いレベルにあるが、一方で海外の学生を呼び入れようとする姿勢があまり見えないなど、国際化の活動については多少改善の余地があると思われる。

補助事業終了後の持続的展開についても、継続、発展させ、このプログラムでの成果を基盤として、更なる飛躍を期待する。