

## 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                | B15               |           |
| 1. 申請分野<br>(該当するものに○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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |                   |           |
| 2. 拠点のプログラム名称<br>(英訳名)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 学域統合による新材料科学の研究教育拠点<br>COE for United Approach to New Materials Science                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |                   |           |
| 研究分野及びキーワード                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <研究分野: 材料化学> (材料工学)(材料化学)(複合化学)(総合工学)(基礎化学)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |                   |           |
| 3. 専攻等名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 工学研究科 (材料工学専攻 材料化学専攻 物質エネルギー化学専攻 高分子化学専攻)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |                   |           |
| 4. 事業推進担当者                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 計 19 名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |                   |           |
| ふりがな<ローマ字><br>氏 名(年齢)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 所属部局(専攻等)・職名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 現在の専門<br>学 位                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 役割分担<br>(平成14年度以降の拠点形成計画における分担事項)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |                   |           |
| (拠点リーダー)<br>Ogumi Zenpachi<br>小久見 善八(61)<br>Tanaka Isao<br>田中 功 (47)<br>Tamura Gozaburo<br>田村 剛三郎(62)<br>Kawai Jun<br>河合 潤 (48)<br>Hirao Kazuyuki<br>平尾 一之(55)<br>Masaharu Yamaguchi<br>山口 正治<br>Haruyuki Inui<br>乾 晴行(46)<br>Murakami Masanori<br>村上 正紀(63)<br>Oshima Kouichiro<br>大島 幸一郎(60)<br>Shirou Kobayashi<br>小林 四郎<br>Shunsaku Kimura<br>木村 俊作(53)<br>Itoh Shinzaburo<br>伊藤 紳三郎(56)<br>Masuda Toshio<br>増田 俊夫(62)<br>Chujo Yoshiki<br>中條 善樹(54)<br>Sawamoto Mitsuo<br>澤本 光男(55)<br>Hiyama Tamejiro<br>檜山 為次郎(60)<br>Ooe Kouichi<br>大江 浩一(45)<br>Kakiuchi Takashi<br>垣内 隆 (59)<br>Eguchi Kouichi<br>江口 浩一(51) | 工学研究科(物質エネルギー化学)・教授<br><br>工学研究科(材料工学)・教授<br><br>工学研究科(材料工学)・教授<br><br>工学研究科(材料工学)・教授<br><br>工学研究科(材料化学)・教授<br><br>工学研究科(材料工学)・教授<br><br>工学研究科(材料工学)・教授<br><br>工学研究科(材料化学)・教授<br><br>工学研究科(材料化学)・教授<br><br>工学研究科(材料化学)・教授<br><br>工学研究科(高分子化学)・教授<br><br>工学研究科(高分子化学)・教授<br><br>工学研究科(高分子化学)・教授<br><br>工学研究科(高分子化学)・教授<br><br>工学研究科(材料化学)・教授<br><br>工学研究科(物質エネルギー化学)・教授<br><br>工学研究科(物質エネルギー化学)・教授<br><br>工学研究科(物質エネルギー化学)・教授 | 工業物理化学<br>工博(京大)<br><br>量子材料設計<br>工博(阪大)<br><br>金属物理学<br>理博(京大)<br>材料分析<br>工博(東大)<br>無機材料化学<br>工博(京大)<br>結晶物性学<br>工博(阪大)<br>結晶物性学<br>工博(阪大)<br>マイクロ接合<br>工博(京大)<br>有機材料化学<br>工博(京大)<br>高分子材料化学<br>工博(京大)<br>高分子材料化学<br>工博(京大)<br>高分子物性<br>工博(京大)<br>先端機能高分子<br>工博(京大)<br>高分子合成<br>工博(京大)<br>高分子合成<br>工博(京大)<br>有機材料化学<br>工博(京大)<br>有機金属化学<br>工博(京大)<br>機能性材料化学<br>農博(京大)<br>触媒化学<br>工博(九大) | エネルギー変換材料の合成と界面反応制御<br><br>セラミックスの量子材料設計<br><br>放射光を用いた材料構造の解析<br><br>材料の化学的性質と物理現象<br><br>ナノセラミックスの合成と新規機能<br><br>金属間化合物の設計と合成<br><br>金属間化合物の設計と合成<br><br>電子デバイス用電極材料の設計と開発<br><br>環境調和型有機反応の設計と合成<br><br>酵素反応用いる環境調和型高分子材料合成<br><br>酵素反応用いる環境調和型高分子材料合成<br><br>高分子ナノ構造設計と機能制御<br><br>機能性共役高分子の設計と合成<br><br>機能性ナノコンポジットの設計と合成<br><br>高分子材料の精密合成の設計と開発<br><br>ヘテロ元素を用いる新機能分子の設計と合成<br><br>有機金属錯体の創製と反応<br><br>構造規制界面とイオン移動のダイナミクス<br><br>エネルギー変換反応と固体触媒 |                     |                   |           |
| 5. 申請・交付経費(単位:千円)千円未満は切り捨てる( )内は間接経費                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |                   |           |
| 年 度(平成)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1 7                 | 1 8               | 合 計       |
| 申請・交付金額(千円)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 100,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 89,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 87,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 80,000<br>( 8,000 ) | 73,710<br>(7,371) | 429,710千円 |

## 6．拠点形成の目的

“もの”に機能を付与した“材料”の進化は生活から最先端科学技術に至るあらゆる部分で、その発展をささえている。材料のさらなる発展には材料科学の飛躍的進展が必須である。本拠点では、結合距離というnm, pmスケール、反応の瞬間に着目して発展してきた化学と、強度や疲労劣化といった巨視的スケール、年といった長期間を対象として出発し、発展を遂げてきた金属学が、それぞれの特有の時間と空間スケールに基づく“認識と方法”を共有することによって新しい材料科学を生み出すことによって新しい物質観の創造を目指す。これによって、新材料の設計指針、新機能開発の指針を提出する。

## 7．研究実施計画

学域統合の第一歩として、研究言語と表現の統合を目指して理論的研究について認識を共有することからはじめる。化学と金属学の広大な階層に分散する研究対象について、たとえば第1原理計算、分子動力学計算を統合的に繋ぐことによって、研究言語の共有化の推進と優れた研究成果を目指す。これに引き続き、拠点内で取り扱う瞬時の電子移動に基づく化学反応から長時間にわたる材料機能とその劣化といった広範な時間軸・空間軸上に分布する、異なる場と階層の諸現象と観測結果を鳥瞰的に把握し、これらを統合的に理解、共有する事により新材料科学を構築する。同時に、省エネルギー・省資源且つ環境負荷をミニマム化した材料合成プロセスの開発に結びつける。

## 8．教育実施計画

学部教育において化学と金属学、材料工学に関する基礎的知識を着実に身につけていることを前提として、修士課程教育では、化学と金属学の統合という視点から、材料工学と化学の研究の先端を理解させる講義を設ける。さらに、実験を中心とする材料科学にあつて、on-the-research trainingを推進するため、研究の遂行において材料工学と化学との間で実験を中心として密接な相互協力を進める。博士課程の教育については、更にon-the-research trainingの面が強くなるが、材料科学に関する知識を総合的に効率よく修得するため、博士課程の研究教育指導に対して、化学と材料工学の協力を進める。また、博士課程学生に対して、材料科学での先端研究の把握を推進し、学生の主体性を重んじた成果発表の機会をつくる。

## 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

拠点を形成する4 専攻は、それぞれが従来の延長線上で着実に研究成果を重ねている。また、目指す学域統合の地平に新しい構造物を打ち立てるために、若手研究者の育成にも真剣に取り組んでいる。一方、現実に新しい構造物ができたかどうか、所謂アウトプットを厳しく評価すると、学域統合の姿を世界に発信するに足る知的生産物を創り上げるという点ではそのゴールに向かって仕上げの段階にあり、その目標を達成しつつあると言える。要するに、当COE事業を推進するもの全員、研究においては世界に誇る成果をあげてきており、それがCOEによって格段に飛躍したと信じている。

教育については、新講義開講、多数の討論会・講演会の開催、若手の向上に向けた新しいインセンティブの模索など、限られた予算の枠内で多くの事柄に精力的に取り組んできた。実験に基づく科学が中心となる当COEの分野では、若手育成には on-the-research training が最善の方法であると考え、研究現場とそのための国際的な視点に立った基盤知識の収集、海外ワークショップなどを通じた研究成果の積極的な発表を行わせてきた。対象となる博士課程学生、博士研究員等の若手研究者が大成するための貴重な機会が与えられたと考えている。

以上、自己評価、外部評価ともに、想定どおりの成果を挙げた、以上の評価と考えている。

#### 2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与

当COEの目標達成に向けた博士課程学生育成のために新規開講された大学院講義「統合新材料科学特論」は受講者数も多く、好評である。これまで接触の少なかった近接する異分野における研究内容、考え方と方法論を学び、金属学と化学という二つの学域の共通点と相異点を知ること、新しい視点を拓く機会を提供できた。また、拠点が開催する討論会、講演会等の話題を理解する上で必要な基礎知識を修得する場としても極めて有効に機能した。

博士課程学生を時間雇用研究補助員として雇用し、一人当たり年間40～50万円程度を支給した。補助員採択にあたっては、所謂「バラ撒き」になることを避けるために、事業推進担当者間で慎重に検討し、また、厳密な審査を行った。インセンティブについては、採択者の能力は十分に要請を満たしてあまりあること、博士課程の中間段階ではテーマにより研究の進捗状況が大きく異なり客観的評価が困難である、分野により注目度が異なる、などによる評価の

困難さのために大きな差別化は行わなかった。本COEは広い学問分野にまたがり、それぞれの分野で表現、認識のしかたに多様性がある。これら多様性を活かして学域の統合に向けた若手の育成と活躍を最大限に活用することを主眼において、できるだけ広い範囲で博士課程学生の育成を目指した。

講座では両分野の融合に向けて有効な取り組みとなる計算機科学の基礎を取り上げ、導入的演習も含めて講述された。また、同期間に国内外の著名な研究者（1名のノーベル賞受賞者を含む）を招いて127件の講演会を開催した。既に述べたように、拠点を形成する4専攻では、従来より多くの講演会が開催されてきたが、二つの学問領域の統合という位置づけの下、COE拠点が積極的に支援した。その結果、以前をはるかに凌ぐ多数の講演会が開催された。これらの活動は、拠点内大学院生が両分野横断的な視点の獲得へ向かうとともに、国際性を身につける貴重な機会となった。

COE活動期間に秀でた成果を挙げた博士課程学生の更なる向上を目指して、欧州の3大学においてワークショップを開催し、成果発表と国際性の涵養の機会を提供した。研究補助員経費に加えて、このような機会提供は博士課程学生に対して前向き且つ健全なインセンティブとなった、との認識を本拠点事業推進担当者全員が共有している。

#### 3) 研究活動面での新たな分野の創成と、学術的知見等

新研究領域開拓のために実際に支出した経費は、若手研究者助成プログラムと博士研究員採用の2項目である。助成プログラムへの初年度応募数は32件と多かった。また、申請テーマの内容も新規材料の創成を目指す意欲的なものであったが、拠点発足当初ということもあって、個別分野におけるそれまでの実績を踏まえた堅実なものが多く、金属学と化学の統合を目指すといった野心的なものが少なかった。当初、15年度以降は、異分野の若手研究者の共同提案に対する補助金額を増やして、新研究領域開拓を誘導することを目指していた。しかし、補助金の削減等の経済的な制約のために、この方向への展開は十分には果たすことができなかった。終了後、この方向への発展を何らかの方策を講じたい。しかし、採択テーマの成果概要から分かるように、すぐれた成果をあげたばかりでなく、多くが新材料科学の創製に向かっており、若手研究者の中に学域統合へ向けた底流が築かれたと判断される。

博士研究員は延べ15名を採用し、それぞれが採用目的に適った研究成果をあげた。

ただし、今回の事業を通じて、待遇、予算決定時期

が優秀な博士研究員を確保する上で障害となることを認識した。本拠点では、京都大学COE 博士研究員の呼称を与え、時間雇用非常勤職員として手取り20万円程度の報酬月額とした。特任助手、助教授のような身分は、資金的な制約と、博士研究員の流動性の増進と向上心を鼓舞することを意図してこれを避け、COE博士研究員の身分とした。研究者の流動化が進まない我が国社会の中であって、京都大学が雇用する時間雇用非常勤職員の身分が、優秀な若手研究者の有益な経歴となれば幸いである。また、年度が改まってからCOE予算が決定するため、博士研究員の雇用時期とその継続性に難しい点があった。

これまで超専攻的な情報交換が稀であった拠点専攻間で情報の共有化を迅速に行うために、ホーム・ページとメーリング・リストを立ち上げた。各種討論会、講演会、講座の開催予定を拠点構成員全員に周知することができ、研究のみならず教育の面においても有効に機能した。また、異なる二つの学域が共同で討論会を開催できたことは、学域統合に向けた研究面の寄与が大きかったばかりでなく、成果の将来の発展に大きな無形共有知的基盤になると確信する。

#### 4) 事業推進担当者相互の有機的連携

構造と物性解析 研究言語と表現の統合を図るため、理論的研究に対する認識を共有することは極めて重要である。まず、反応初期からバルクの結晶/非結晶に至る広大な階層に分散し、構造、bond length, bond energy等々についてそれぞれ行われている、例えば、第一原理計算、分子動力学計算を統合的に繋ぐことを試みた。このことによって、研究言語の共有化推進のみならず、優れた研究成果を得た。例えば、核形成から始まる融解/凝固現象の時系列を明らかにでき、また、環境調和型反応に必須である有機金属触媒や構造とモルフォロジーを制御するための分子設計等に新しい指針が得られた。これまで得られなかった単結晶の作製、単結晶の大型化、工業製品では太陽電池の高性能化等々に繋がる可能性があり、その波及効果は計り知れない。また、材料工学分野の重要な未解決問題の一つである変形/破壊過程の時系列の解明、さらに材料機能とサイズ、モルフォロジーの相関の解明を通して、材料の作り込みプロセスを最適化するための指針の獲得に繋がったと考えられる。

合成 現行の材料を、省エネルギー・省資源かつ環境負荷をミニマム化する新規合成方法を開発し、物性と構造の解析によって得られた指針を活かした新材料の合成の可能性を追求した。そのために、合成反応全体を見直すと共に、wet processとdry process

の拡張と融合を図った。また、構造とモルフォロジーを制御した材料の合成も取り組んだ。さらに、環境調和型反応のための有機金属触媒や生体酵素等の開発・利用を積極的に推進し、同時に構造制御を押し進め新規機能材料の創成を目指した。

次の6領域での研究の拠点化、教育の拠点化を押し進め、進展する研究の相互作用を促し、新しい視野に基づく研究の活性化に努めた。理論と実験に基づく物性/構造の解析と機能材料の設計と設計指針、結晶性材料の微細制御と機能、生体関連物質を活用した材料合成とその反応ならびに物性/構造解析、高分子材料の精密合成とその機能化、分子設計に基づく触媒開発と環境調和型反応による材料合成、環境調和型エネルギー変換のための材料と反応。

本拠点には、異なる時間と空間スケールの現象に対するさまざまな観測系が整備されているが、これまで各研究者は学域の異なる観測結果を鳥瞰する機会をほとんど持てなかった。同時に、個人では全ての学域の観測結果を理解することは不可能である。これらの実験系の統合と共有により、例えば、材料工学が重きを置く格子欠陥の概念が化学分野の触媒反応に新しい視点をもたらし、逆に高分子材料において確立しているポリマーアロイのナノ構造制御を高度に制御された金属粒子の3次元配列へ応用することも可能になりつつある。本拠点に、格子欠陥/触媒反応、高分子高次構造/力学物性/金属系材料組織制御等の統合研究グループを結成し、材料機能の高度化と新機能の発見に挑戦した。具体的には、光機能、エネルギー変換材料、固体触媒、液晶について上記の視点に基づく研究を展開した。

#### 5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

本拠点では、後継者たる若手研究者を積極的に支援した。具体的には、若手研究者（助教授・助手）が独立して、その能力を十分に発揮できるように、本拠点の経費のうち研究支援員（ポスドク）と研究補助員（博士後期課程学生）に配分する人件費を除く大部分を、若手の独創的かつ学域を超えた発想に基づく研究に配分した。研究テーマは公募し、ピア・レビューにより採択した。また、国際的な拠点として機能するため、積極的に外国からの関連研究者を招き、若手が海外で共同実験を行うことを通して国際的共同研究を推進した。先端的研究成果をいち早く世界に発信するのみならず、新たな研究方向・展開を示唆できる指導性のある国際研究拠点としての地位を築くことができたと考えている。

#### 6) 国内外に向けた情報発信

拠点発足以来、10件の国際シンポジウム（ノーベ

ル賞受賞者の参加も得た。), 8 件の国内シンポジウム, 2 件の講座を企画し, 主催・共催した。これらのシンポジウムでは, 金属学と化学の両分野にわたる研究者が一同に会し, 分野の壁を越えて学域の統合に向けた発展的な議論が活発になされたことから, 国内外に本拠点が掲げる材料科学における学域統合の試みが知られ, また, 理解されるようになったと考えられる。

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 )

申請時の事業計画においては, 初年度の実質的事業期間が4ヶ月余りであることに十分配慮して初年度経費を申請したが, 設備備品費の全額が削減される結果となり, 交付額は申請額の20% 弱になった。次年度以降は前年度実績に基づいて補助金額が交付された。その結果, これまでに交付された補助金( 直接経費 ) は10,000 万円( 14 年度 ), 8,900 万円( 15 年度 ), 8,700 万円( 16 年度 ), 7,900 万円( 17 年度 ), 7,371 万円( 18 年度 ) である。

このような事情から, 本格的な活動の開始にあたって大幅な事業計画見直しが余儀なくされた。特に, 研究に関する事業計画を大幅に見直した。すなわち, これまでに金属学と化学の両学域で蓄積された学術的成果の発展的統合を目指す新研究領域開拓に対する資金投下が難しくなったために, 現有装置を活用してそれを補強するとともに, 拠点を形成する研究分野間の情報交換というソフト面を重視する方針に転換することで, 新研究領域開拓へ向かう自発的テーマ設定の誘導を目指した。これは学域統合を基礎

的な部分から進めていくという方向付けになり, 一つの進め方として結果的には大きな成果を上げることができた。

今後の展望

今後, 本研究科の高等研究院などの機構を利用して, 学域統合が継続的に進展することは疑う余地がない。また, 本学に在る「化学・材料」領域の二つの拠点は, これまでに開催した国内外における合同シンポジウムを通して, お互いの相互補完性を認識し始めており, 材料科学の分野において国際的にも評価され, 今後これら二つの拠点が発展的に融合し, より大きな国際的潮流へと向かうことが十分に期待される。

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 )

今回の拠点活動を通じて, それぞれの分野で世界をリードする京都大学工学研究科の金属学研究者と化学研究者の心理空間の位相構造に変化が生じたことは間違いない。これまで, 交流が限られている研究者群が, 分野を超え, また, 国を超え, お互いの人となりと研究対象を知り, 二つの学域の遠くて近く, また近くて遠い距離感を肌で感じたことの意義と各研究者の今後の進展に及ぼす影響は極めて大きい。matured scienceに至りつつある化学と金属学を融合させる本COEの成果が, 化学と金属に多くを依拠する材料科学を新しい階層へと発展させるために大きな貢献をすると確信する。

## 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 | B15 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------|-----|
| 拠点のプログラム名称                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 学域統合による新材料科学の研究教育拠点 |      |     |
| 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】                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |      |     |
| <div><div>・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）</div><div>・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</div><div>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</div><div>波下線（ ）：拠点からコピーが提出されている論文</div><div>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</div></div>  |                     |      |     |
| S. Murai , H. Masuda, Y.Koide, and M.Murakami, "Effect of Pd or Pt Addition to Ti/Al Ohmic Contact Materials for n-type AlGaIn", <i>Appl. Phys. Lett.</i> <b>80</b> (16), 2934-2936 (2002)                                                                                                                                        |                     |      |     |
| M. Kamigaito, <u>Y. Watanabe</u> , T. Ando, M. Sawamoto, "A new ruthenium complex with an electron-donating aminoindenyl ligand for fast metal-mediated living radical polymerizations", <i>J. Am. Chem. Soc.</i> <b>124</b> , 9994-9995 (2002)                                                                                   |                     |      |     |
| <u>R Mogi</u> , M Inaba, Y Iriyama, T Abe, Z Ogumi, "Study of the decomposition of propylene carbonate on lithium metal surface by pyrolysis-gas chromatography-mass", <i>Langmuir</i> <b>19</b> , 814-821 (2003)                                                                                                                 |                     |      |     |
| I. Tanaka, T Mizoguchi, M. Matsui, S. Yoshioka, H. Adachi, T. Yamamoto, T. Okajima, M. Umesaki, W.-Y. Ching, Y. Inoue, M. Mizuno, H. Araki and Y. Shirai, "Identification of ultradilute dopants in ceramics", <i>Nature Materials</i> <b>2</b> , 541-545(2003)                                                                   |                     |      |     |
| M.Inui, X.Hong and K.Tamura, "Local structure of expanded fluid mercury using synchrotron radiation: from liquid to dense vapor", <i>Phys. Rev. B</i> <b>68</b> , 1-9 (2003)                                                                                                                                                      |                     |      |     |
| J. Kondo, H. Shinokubo, and K. Oshima, " From Alkenylsilanes to Ketones with Air as the Oxidant", <i>Angew. Chem. Int. Ed.</i> <b>42</b> , 825–827( 2003)                                                                                                                                                                         |                     |      |     |
| <u>F. Shibahara</u> , K. Nozaki, T. Hiyama, "Solvent-Free Asymmetric Olefin Hydroformylation Catalyzed by Highly Cross-Linked Polystyrene-Supported (R,S)-BINAPHOS - Rh(I) Complex", <i>J. Am. Chem. Soc.</i> <b>125</b> (28), 8555-60 (2003)                                                                                     |                     |      |     |
| <u>Y. Shimotsuma</u> , P.G. Kazansky, J. Qiu, K. Hirao, "Self-organized nanogratings in glass irradiated by ultrashort light pulses", <i>Physical Rev. Lett.</i> , <b>91</b> , 24 (2003)                                                                                                                                          |                     |      |     |
| <u>A. Nagaki</u> , K. Kawamura, S. Suga, T. Ando, M. Sawamoto, J. Yoshida, "Cation Pool-Initiated Controlled/Living Polymerization Using Microsystems", <i>J. Am. Chem. Soc.</i> , <b>126</b> , 14702–14703 (2004).                                                                                                               |                     |      |     |
| S. Yasutomi, T. Morita, Y. Imanishi, S. Kimura, "A Molecular Photodiode System That Can Switch Photocurrent Direction", <i>Science</i> , <b>304</b> , 1944-1947 (2004)                                                                                                                                                            |                     |      |     |
| <u>T. Tohei</u> , A. Kuwabara, T. Yamamoto, F. Oba, and I. Tanaka, "General rule for displacive phase transitions in perovskite compounds revisited by first principles calculations", <i>Phys. Rev. Lett.</i> <b>94</b> , 035502 (2005).                                                                                         |                     |      |     |
| A. Sato, H. Yorimitsu, K. Oshima, "Synthesis of (E)-1,2-Diphosphanylene Derivatives from Alkynes by Radical Addition of Tetraorganodiphosphane Generated In Situ", <i>Angew. Chem., Int. Ed.</i> , <b>44</b> , 1694-1696 (2005).                                                                                                  |                     |      |     |
| K. Nakano, <u>Y. Hidehira</u> , K. Takahashi, T. Hiyama, K. Nozaki, "Stereospecific Synthesis of Hetero[7]helicenes by Pd-catalyzed Double N-arylation and Intramolecular O-arylation", <i>Angew. Chem. Int. Ed.</i> , <b>44</b> , 7136-7138 (2005)                                                                               |                     |      |     |
| <u>T. Terashima</u> , M. Ouchi, T. Ando, M. Sawamoto, "In-Situ Hydrogenation of Terminal Halogen in Poly(methyl Methacrylate) by Ruthenium- Catalyzed Living Radical Polymerization: Direct transformation of "Polymerization Catalyst" into "Hydrogenation Catalyst", <i>J. Am. Chem. Soc.</i> , <b>128</b> , 11014–11015(2006). |                     |      |     |
| <u>H. Hojo</u> , K. Fujita, K. Tanaka, K. Hirao, "Room-temperature ferrimagnetic semiconductor 0.6FeTiO <sub>3</sub> -0.4Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> solid solution thin films", <i>Appl. Phys. Lett.</i> , <b>89</b> , 142503 (2006).                                                                                         |                     |      |     |
| A. Zerr, R. Riedel, T. Sekine, J. E. Lowther, W. Y. Ching, and I. Tanaka, "Recent advances in new hard high-pressure nitrides", <i>Adv. Mater.</i> <b>18</b> , 2933-48 (2006).                                                                                                                                                    |                     |      |     |
| <u>J. Konishi</u> , K. Fujita, K. Nakanishi, K. Hirao, "Phase-separation-induced titania monoliths with well-defined macropores and mesostructured framework from colloid-derived sol-gel systems", <i>Chemistry of Materials</i> , <b>18</b> , 864-866 (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))

## &lt;平成15年度&gt;

- ・2003年10月8-9日J-MRS のThe 8 th IUMRS International Conference on Advanced Materialsにおいて、国際会議「United Approaches to Materials Science」を開催
- ・2003年10月11-12日国際シンポジウム「United Approaches to Materials Science」を、日本金属学会において開催
- ・2003年2月3日大阪シーキューブにて開催「国際シンポジウム「United Approach to New Materials Science 2004」 - 複合から統合へ新材料を化学する - 主催 140名(2名) Ulrich STIMMING King-Ning TU
- ・2003年8月20日 - 22日Taejon, Korea韓国科学技術院大学にて開催国際シンポジウム[日・韓合同シンポジウムKAIST]実施材料工学専攻の学生21名を韓国へ派遣

## &lt;平成16年度&gt;

- ・2004年8月18日-19日京都大学にて開催、国際シンポジウム「日韓合同シンポジウム・KAIST」韓国の大学院学生28名を招待、

## &lt;平成17年度&gt;

- ・2005年4月25-28日京都大学桂キャンパスにて「Kyoto-UCSB Work shop」152名(16名) Harry Kroto Phil Pincus Karen Wooley 他
- ・2005年5月19日-20日京都大学にて「KIPS-NIST」56名(12名)
- ・2005年8月18日-19日 光州光華大学にて開催、国際シンポジウム「日韓合同シンポジウム・KAIST」材料工学専攻の大学院学生19名を韓国へ派遣
- ・2005年10月7日京都大学にて「Kyoto-TUM Work shop」 141名(4名) Johannes Buchne Thomas Sceibel Michael Shelper Matthias Rief Rainer Jordan

## &lt;平成18年度&gt;

- ・2006年4月29日スウェーデン、ウプサラ大学にて「Kyoto-Uppsara Workshop on Materials Science」
- ・2006年5月2日フランス、パリ大学にて「Work Shop Salle Chouard」
- ・2006年5月5日イタリア、ローマ大学にて「COE Meeting Kyoto University-Department of Chemistry, University "La Sapienza", Rome Aula Parravano, Chemistry Department University La Sapienza」ヨーロッパへ学生4名及び教官5名を派遣
- ・2006年8月18日-19日東北大学にて開催、国際シンポジウム「日韓合同シンポジウム・KAIST」をで材料工学専攻の大学院学生15名を東北大へ派遣
- ・2006年9月5-7日京都大学にて開催「2nd International Symposium on New Materials Science」 143名(7名) Claude Delmas Elsa Reichmanis A. R. Yavari 他

## 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. 拠点内提案型若手研究助成金（40歳以下の若手研究員によるCOE研究提案、原則として2年計画、選考委員による投票）

平成14年度 支給額 2,000千円（初年度）

材料工学専攻 足立 大樹 邑瀬 邦明 守山実樹 材料化学専攻 藤田晃司 中尾佳亮 大前仁  
物質エネルギー化学専攻 和田健司 保原大介 高分子化学専攻 三田文雄 松本幸三

平成15年度 支給額 1,200千円（初年度）

材料化学専攻 忍久保洋 北川文彦 物質エネルギー化学専攻 岩本伸司 岡崎隆男 高分子化学専攻 竹中幹人

（平成14年度採択分継続者9名には、それぞれ500千円を支給）

平成16年度 支給額 1,200千円（初年度）

材料化学専攻 堀中順一 森田智行 物質エネルギー化学専攻 田邊一仁 西直哉 高分子化学専攻 大北 英生 長昌史

（平成15年度採択分継続者8名には、それぞれ500千円を支給）

### 2. COE研究員（COEに関わる研究を発展促進するための研究員、COE事業推進担当者による審査、時間雇用）

材料工学 ベンジャミンシムキン（平成15年4月採用7月退職）坂口佳史（平成15年6月採用平成18年3月末退職） 材料化学専攻 外波弘之（平成15年4月採用平成16年3月末退職）

物質エネルギー化学専攻 王宏宇（平成15年2月採用平成16年10月末退職）西直哉（平成15年4月採用10月末退職）土井貴之（平成17年4月採用平成17年5月末退職）高分子化学専攻 イーザンシバニア

（平成15年1月～平成15年11月末退職）原田 保（平成15年5月採用平成16年5月末退職）王夏琴（平成15年9月採用平成16年3月末退職）印出井努（平成15年4月採用平成16年3月末退職）趙躍（平成17年4月採用平成18年1月退職）岳冬梅（平成17年9月採用平成18年9月退職）チャドミッシェル（平成18年4月採用4月末退職）プリティサンダーモハンティー（平成17年11月採用平成18年4月末退職）

### 3. COEリサーチアシスタント（博士課程在籍者、COE研究の補助研究員、他より助成を受けていない者、COE事業推進担当者による審査）

平成14年 支給額 99千円@1ヶ月

材料工学専攻5名 材料化学専攻10名 物質エネルギー化学専攻11名 高分子化学専攻15名

平成15年 支給額 42～56千円@1ヶ月

材料工学専攻8名 材料化学専攻13名 物質エネルギー化学専攻15名 高分子化学専攻14名

平成16年 支給額 49千円@1ヶ月

材料工学専攻10名 材料化学専攻14名 物質エネルギー化学専攻16名 高分子化学専攻10名

平成17年 支給額 49千円@1ヶ月

材料工学専攻6名 材料化学専攻13名 物質エネルギー化学専攻10名 高分子化学専攻10名

平成18年 支給額 49千円@1ヶ月

材料工学専攻8名 材料化学専攻16名 物質エネルギー化学専攻11名 高分子化学専攻11名

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)

設定された目的はある程度達成された

(コメント)

豊富な研究者陣を擁して、既に多くの著名な研究者を育成している実績が本プログラムをして21世紀COEプログラム採択の大きな要因であった。優秀な資質を有する学生を、真に世界のトップクラスの研究者に育成することが、日本の基幹高等研究機関としての貴学の背負うべき高邁な理念の一つであり、化学と金属学を統合して新しい材料科学分野を樹立するための斬新なカリキュラム作成が高らかに掲げられたことに対して大きな期待を抱かせた。この点において、中間評価の際に拠点リーダーから高度な教育カリキュラムを形成したと発表されたが、カリキュラムの具体的な成果、あるいはカリキュラムの内容が事業結果報告書に十分提示されておらず、総じてこのプログラムの終了段階でカリキュラム面での成果が見えにくいのは極めて残念である。

若手研究者養成には、on-the-research training を理念に学生の自主性を尊重することを基本方針とされたが、結果として必ずしも成功したことが、事業結果報告書からは、評価できなかった。よりきめ細かい指導教育の必要性を強く感じた。

学域統合という観点での優れた研究成果は未だ出ていないが、貴学の目標値は極めて高く、補助事業終了後も、このプログラムでの成果を基盤とし、その発展型として、桂地区キャンパスを中心にした研究教育機関を纏め、真に世界的な材料科学の先端研究センターを構築して、優秀な若い研究者の育成を目指していただきたい。

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                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>【申立て箇所】</p> <p>② 7行目</p> <p><u>教育内容が事業結果報告書に充分提示されておらず、総じてこのプログラムの終了段階で変化が見えにくいのは極めて残念である</u></p> <p>【意見及び理由】</p> <p>② 次のように変更してもらいたい</p> <p><u>新しい教育プログラムに基づく成果が事業結果報告書に充分提示されておらず、総じてこのプログラムの終了段階で新しい教育効果が見えにくいのは極めて残念である</u></p> <p>理由</p> <p>中間評価の時の質疑応答においてリーダーから説明したように、学域統合を目指した高度なカリキュラムの設定、ならびに、学生の国際交流等、教育プログラムの充実の説明もし、それらの実行があったと考えている。「教育内容が事業結果報告書に充分提示されておらず、総じてこのプログラムの終了段階で変化が見えにくいのは極めて残念である」との文章では、中間評価での質疑応答からすると、少し誤解を生む可能性があり、上記の文章が正確な表現であると考えます。</p> | <p>【対応】</p> <p>以下の通り修正する。</p> <p><u>カリキュラムの内容が事業結果報告書に充分提示されておらず、総じてこのプログラムの終了段階でカリキュラム面での成果が見えにくいのは極めて残念である</u></p> <p>【理由】</p> <p>作成された高度な教育カリキュラムの具体的な成果等が見えにくいことについて、指摘したものであるが、申立てを踏まえ、その趣旨が明確になるよう修正した。</p> |
| <p>【申立て箇所】</p> <p>③ 11行目</p> <p>途中で方針変更を余儀なくされたとも窺えるが、よりきめ細かい指導教育の必要性を強く感じた</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>【対応】</p> <p>以下の通り修正する。</p> <p>よりきめ細かい指導教育の必要性を強く感じた</p>                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>【意見及び理由】</p> <p>③ アンダーラインの部分の説明を追加してもらいたい</p> <p><u>学域統合に向かった研究推進については途中で方針変更を余儀なくされたとも窺えるが、on-the-research trainingにおいて、よりきめ細かい指導教育の必要性を強く感じた。</u></p> <p>理由</p> <p>途中で方針変更を余儀なくされたのは、予算の大幅な減額によるポストクの採用、外国人招聘の制限であり、教育への交付金からの配分には極力影響を及ぼさないように配慮した。そこで、上記のような教育と研究を分けた表現がより適切であると考え</p> | <p>【理由】</p> <p>on-the-research trainingが必ずしも成功しているとは見受けられず、よりきめ細かい指導教育の必要性を指摘したものであるが、申立てを踏まえ、その趣旨が明確になるよう修正した。</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|