

先端研究拠点事業（国際戦略型）の事後評価結果

領域・分科（細目）	化学・複合化学（複合化学）
拠点機関名	東京大学大学院工学系研究科
研究交流課題名	最先端マイクロ・ナノ化学国際研究拠点形成
採用期間	平成 20 年 4 月 1 日～平成 25 年 3 月 31 日
日本側コーディネーター（職・氏名）	大学院工学系研究科・教授・北森 武彦
交流相手国 （国・拠点機関・コーディネーター）	スウェーデン・ウプサラ大学 （Rudbeck 研究所・教授・Ulf Landegren）
	オーストラリア・南オーストラリア大学 （Ian Wark 研究所・教授・John Ralston）
	米国・IBM ワトソンリサーチセンター （ワトソンリサーチセンター・IBM フェロー/ 副社長・Tze-Chiang Chen）
	シンガポール・南洋工科大学 （電気電子工学科・教授・Ai Qun Liu）
	スイス・スイス連邦工科大学チューリッヒ校 （化学応用生物学科・助教授・Petra Dittrich）

1. これまでの交流を通じて得られた成果

当該研究交流課題を実施したことによる国際学術交流拠点の形成、成果の学術的価値、若手人材育成への貢献等につき、どの程度成果があったかへの評価。

<p>評 価</p>
<p> <input checked="" type="checkbox"/> 十分成果があった。 <input type="checkbox"/> 概ね成果があった <input type="checkbox"/> ある程度成果があった。 <input type="checkbox"/> ほとんど成果が見られなかった。 </p>
<p>コメント</p>
<p>・ 日本側拠点機関を中心とした有機的かつ継続的な国際学術交流拠点が構築されたか。</p> <p>本事業では欧州・北米・アジア・オセアニアの国々から多くの一流研究者を集めて共同研究できる体制を整備・実施している。国内5機関、国外5カ国（スウェーデン、オーストラリア、米国、スイス、シンガポール）の、それぞれの地域における中心的研究拠点と考えられる7機関での連携が行われており、アジア、オセアニア、アメリカ、ヨーロッパと広く世界をカバーしたナノ・マイクロ化学に基づく単一分子分析研究を進めるための有機的かつ継続的な国際学術交流の拠点が形成されている。特に南オーストラリア大学やルンド大学との国際交流協定の更新がなされていること、および、川崎市 KBIC に本研究分野関連のセンターを立ち上げていることなどから、拠点間に継続的かつ自立的な共同研究および交流体制が確立されており、国際学術交流拠点形成に関して十分な成果が上がったと考えられる。また、IBM 研究所とは、この事業を軸に、Deans Forum の開催や日本 IBM との社会連携講座の実施など、社会的活動にまでその協力関係を発展させたことは大変大きな成果と考えられる。共同研究の成果は多くの有力学術雑誌に掲載され、また、有力な国際会議での発表にも数多く採択されていることから、有機的な連携は十分にとれているように見受けられる。</p> <p>一方、報告書の中にも今後の課題として記述が見られるが、現在のところ、協力関係が日本側拠点とそれぞれの海外拠点との1対1の関係に留まっている印象をうける。この事業で開催されたサマーキャンプセミナーやシンポジウムを種として、将来、これら国内外の研究機関が相互に協力し合う体制の構築が期待される。</p> <p>・ 先端的かつ高度に学術的価値のある成果をもたらしたか。</p> <p>ウプサラ大学との共同研究によるマイクロチップ内 RCA 法の実現、南オーストラリア大学との共同研究によるマイクロ・拡張ナノ流体デバイスに必要な基礎学理の解明、南洋工科大学との共同研究によるフォトンクス技術を用いた分析デバイス基礎技術の開発、およびスイス連邦工科大学との共同研究による細胞空間を模倣する拡張ナノ流体デバイスの構築に成功するなど、単一細胞、単一分子分析の基礎技術となる最先端マイクロ・ナノ化学に貢献する学術成果が得られている。</p> <p>共同研究の成果は、本事業に関連したものだけでも24報の原著論文、54報の審査</p>

付国際会議論文があり、その中にはインパクトファクターが7を超える雑誌も含まれるため、学術的価値は高いと思われる。特に、審査過程が極めて厳しいことで広く知られ、世界最先端の研究が発表される場であり、極めて先端的な研究として世界に認められていることを示す一つの指標である MicroTAS 国際会議への発表件数が5年間で81件、というのは世界的に見ても極めて Outstanding な成果と言ってよいと思われる。

マイクロ化学の世界有数の研究拠点の一つであると広く認知されている日本側拠点とそれぞれの海外拠点が、WIN-WIN の関係で高度な共同研究を展開したことは明らかであり、十分な学術的成果が得られたものと判断される。

・次世代の中核となる若手研究人材の育成について、方法や手法は適切であり、十分な成果をもたらしたか。

次世代人材育成に関する方法・手法としては、ジョイントセミナー・マイクロ・ナノ化学国際シンポジウム等の国際シンポジウムの開催およびそこでの学生の積極的な発表（英語）と参加、定期的に行われるサマーキャンプセミナー（H22, H23）での一流の外国人講師の招聘による研究立案・推進・プレゼン法の講義、コンペ形式での学生チーム発表（英語）、共同研究先の海外大学への短期派遣等が実施されている。これらはそれぞれ適切な事業と考えられる。国際シンポジウムへの参加は多くの大学で行われるが、特にサマーキャンプセミナーは特筆すべき大変重要な取組であり、できれば今後も継続して開催してほしい。いくつもの有力な国際会議において、13件もの学生のポスター賞受賞があることから、十分な成果が目に見える形で上がっている点は、高く評価できる。またその波及効果として、若手研究者の准教授への昇進など、21件の昇進の事例が示されており、十分な成果が得られていると考えられる。

・日本への先端的かつ国際的学術情報の収集整備に貢献することができたか。

ジョイントセミナーや6カ国間シンポジウムを通して、本分野の先端学術情報が収集されるとともに、得られた成果や情報は整理され、成果公表のためにホームページで公開されている。特に、国際会議 MicroTAS での発表件数が5年間で81件に及んだ点は、特筆に値する。またジョイントセミナーを23回開催（うち6回は日本開催）しており、十分な回数である。ただ、これだけの回数実施するのであれば国内開催回数をもう少し増やすことができれば、拠点としての意味づけが更に深まったと思われる。さらに、海外研究者の招聘を12回実施しており、約半年おき以上の頻度で情報収集の機会があったと考えられ全体として国際的学術情報の情報収集・整備への貢献は達成できていると思われる。

海外の5拠点は、それぞれの地域の中心的研究機関であり、研究レベルについても国際的に高い評価を保持している。日本側拠点は、それらの機関と対等の共同研究関係を構築しており、当該分野の世界最先端の学術情報にアクセスできる体制確立に本事業が貢献しているものと思われる。

・社会的理解や社会的認知を促進するための手法は適切であり、社会的理解や社会的認知は進んだか。

社会的貢献事業として、ラボツアー、一般公開シンポジウム、海外研究者の招聘による学生への情報発信、社会連携講座、高校生見学会の実施等が行われており、手法は適切と思われる。海外から共同研究先の研究者を招聘して、本分野の研究を広く学生に発信するとともに、海外からの来訪者に対するラボツアーは事業期間内に 21 回実施されている。さらに高校生を対象とした複数回の見学会実施、東京大学 1 日体験化学教室の実施等、広く一般に研究紹介を行う企画が実施されている。どのレベルの理解・認知が進んだかまでは報告書からは読み取れないものの、回数的には十分すぎるほどの実施回数であり、多くの設備を備えた実験室の見学では一般人の素朴な興味を引くことができたであろうことが推測される。一方で、本分野の社会的理解や社会的認知を得るためには、HP だけでなく、本分野の成果を発信するためのマスメディアの利用、啓発本の出版など、より幅広い階層への情宣活動を行うための努力が必要と思われる。

また、一般的な手法以上に、前述のように、IBM ワトソン研究所との共同研究を軸に計画された Deans Forum の開催やマイクロ・ナノデバイス工学を活用して、省エネルギー情報処理に関する研究を行う日本 IBM との社会連携講座の実施は、極めて重要な社会貢献事業と考えられ、評価できる。これらは本事業とは別の体制で、さらに発展的に継続されることが望まれる。

2. 事業の実施状況

事業の戦略性、拠点形成に向けた実施体制への評価。

評 価
<input type="checkbox"/> 非常に効果的に実施された。 <input checked="" type="checkbox"/> 概ね効果的に実施された。 <input type="checkbox"/> ある程度効果的に実施された。 <input type="checkbox"/> 効果的に実施されたとは言えない。
コメント
<p>・拠点機関ひいては日本のプレゼンスを高めるための取り組みが、拠点機関全体として、戦略的かつ計画的になされたか。</p> <p>本研究交流課題は当初「拠点形成型」から始まっており、その終了後に「国際戦略型」に移行・展開してきた。その際、交流国を北欧（スウェーデン）・オセアニア（オーストラリア）のみではなく、北米（米国）、アジア（シンガポール）、欧州（スイス）まで拡張し、それぞれの海外拠点をハブとした研究交流の拡張までを目標とした。海外の5拠点それぞれとの実質的な共同研究が進行し、2カ国間のジョイントセミナー、6カ国間の国際シンポジウム、サマーキャンプセミナーが拠点機関全体として戦略的かつ計画的に実施されており、拠点機関を含む日本のプレゼンスを高めるのに大きく寄与していると思われる。なお、これらのセミナーの開催により、新分野であるマイクロ・ナノ化学について、5年間で730名を超える研究者交流が行われた点も、高く評価できる。</p> <p>また、米国・オーストラリア・スウェーデンから多くの著名研究者を招聘しているが、これも各国の有力研究者に拠点機関のレベルの高さを周知し、日本のプレゼンスを示すのによい機会になっていたと思われる。</p> <p>一方、日本側拠点からの派遣は大学院生を中心に十分に行われているが、日本側への受け入れ人数は、事業後半で増加しているものの、全体としてやや少数との印象を受ける。日本へ大学院生などを受け入れることは、将来の日本のプレゼンスという点で重要と考えられるため、今後の改善を期待したい。</p> <p>・拠点機関及び協力機関において、適切な運営体制・国内外の連携体制がとられていたか。</p> <p>国内の拠点（東京大学）と協力機関の連携に関しては、まず、名古屋大学、京都大学、早田大学、日本女子大学など、国内の当該分野の代表的研究室が協力機関に入っており、本事業の研究レベルの確保の観点から評価できる。また、それら協力機関が共同研究をはじめとし、セミナーやワークショップに積極的に参加していることから、本事業に適切に参加しており、連携が円滑かつ効果的に行われていると判断できる。一方、海外の研究拠点との連携も幅広い研究分野の研究者との共同研究の実施を軸に、ウプサラ大学（スウェーデン）、南オーストラリア大学（オーストラリア）、IBMワシントン研究所（米国）、チューリッヒ大学（スイス）、南洋工科大学（シンガポール）と適切で円滑な連携体制が</p>

取られていると判断できる。

従って、マイクロ・ナノ化学の国際拠点として研究交流ネットワークが、国内外にバランス良く構築されている点が、高く評価できるが、前述のように、まだ日本側拠点とそれぞれの海外拠点との1対1の関係に留まっている印象をうけるので、今後、これら国内外の研究機関が相互に協力し合う体制の構築が期待される。

3. 今後の展望

今後、複数の学術先進諸国との間で、我が国における先端研究交流拠点として、学術国際交流の発展に継続的な活動が期待できるかどうか、拠点としての代表性への評価。

評 価
<input type="checkbox"/> 大いに期待できる。 <input checked="" type="checkbox"/> 概ね期待できる。 <input type="checkbox"/> 一層の努力が必要である。 <input type="checkbox"/> 期待できない。
コメント
<p>・当該研究交流課題の今後の研究協力体制の維持・発展に向けた展望について、事業終了後においても継続的に代表制を維持することが期待できるか。</p> <p>本研究交流課題は、ウプサラ大学、南オーストラリア大学、IBM、南洋工科大学、スイス連邦工科大学、いずれの大学との共同研究でもそれぞれの大学の得意とする分野に東京大学グループが得意とするマイクロ・拡張ナノ流体デバイスが基盤技術として用いられている。役割分担ができあがっており、マイクロ・ナノ化学の国際拠点として世界的なネットワークが構築されていることから、今後も本分野で東京大学が、国際的なリーダーシップを発揮することが期待できる。</p> <p>また、それぞれの共同研究内容については、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 現在ウプサラ大学との共同研究で癌細胞応用までが達成されていること 2) 南オーストラリア大学の場合には、本交流課題の成果をベースに産業応用に向けた共同研究が立ち上がっていること 3) IBM の場合には、ナノワイヤ組み込み拡張ナノ空間作製のための基盤技術が確立できており、今後の展開が期待できること 4) スイス連邦工科大学の場合には、新たに参加することになったグループとのマイクロ空間内細胞挙動の共同研究が立ち上がっていること 5) 南洋工科大学の場合には、シンガポールエリアの研究者とのセミナーを毎年開催し、今後も引き続き継続することが決定していること <p>などから、いずれの共同研究・交流も本研究交流事業がベースとなって展開していく段階にあると見受けられ、事業終了後も継続していただくだけの素地は十分にあると思われる。すべての海外拠点と「単一細胞・単一分子分析」のための実質的・発展的な共同研究が進行中であり、適切な研究費が今後も確保されれば、今後も大いに継続的発展が期待される。特に、報告書の「今後の課題と展望」に書かれているとおり、6 か国間の真の共同研究ネットワークシステムへの展開および産業応用研究への発展が目標となるであろうが、そのためには、引き続き競争的資金など予算獲得が不可欠と考えられる。</p> <p>また、国内で開催しているジョイントセミナーやサマーキャンプなど若手研究者育成のための継続的実施に関する手段が、予算の獲得方法も含めやや不明確であるが、サマーキャンプのような若手研究者育成のための教育プログラムは、本来の目的にも極めて有効と考えられると同時に、当該分野における日本のリーダーシップ確立にも有効と考</p>

えられるため、今後の発展を大いに期待したい。

今後の国際的リーダーシップの確立には、国内の研究拠点の充実も重要な課題となる。

将来展望としては、川崎市 KBIC に、拡張ナノ化学の研究拠点として、拡張ナノフルイディックセンターが立ち上がっており、このセンターを中心とするネットワークと、本事業におけるマイクロ・ナノ化学の国内外ネットワーク、研究交流の成果をリンクさせることができれば、より強固な国際ネットワークの形成が可能になり、本事業の終了後においても、継続的な発展が期待でき、東京大学における研究拠点の整備・拡充も今後さらに期待できるだろう。今後は本事業の成果が、最先端マイクロ・ナノ化学システムの高密度集積化を実現する工学的な基盤となり、超高性能分析デバイスを活用した新しい産業分野の創出を期待したい。

4. 総合的評価（書面評価）

評 価
<p> <input type="checkbox"/> 当初の目標は想定以上に達成された。 <input checked="" type="checkbox"/> 当初の目標は想定どおり達成された。 <input type="checkbox"/> 当初の目標はある程度達成された。 <input type="checkbox"/> 当初の目標はほとんど達成されなかった。 </p>
コメント
<p>本事業は、以下の3点において特に優れていると判断されたが、課題もあるため、評価をBとした。</p> <p>1. 世界有数の研究機関との実質的・発展的な共同研究の展開</p> <p>「拠点形成型」から「国際戦略型」への移行に伴い、交流国を北欧（スウェーデン）・オセアニア（オーストラリア）のみならず、北米（米国）、アジア（シンガポール）、欧州（スイス）まで拡張したことは高く評価できる。地球上の大陸を網羅した組み合わせは、それぞれの拠点が中心となり、それぞれのエリアで日本のプレゼンスを高めていくチャンスを得ることに直結していくことが予感される。特に今後の経済発展が期待されているアジアエリアにおいて、毎年開催するセミナーの継続が決定している点は、アジアの中の日本のプレゼンスを高めるための足掛かりとして重要な役割を果たしていくであろう。今後を大いに期待したい。</p> <p>本事業で提携したウプサラ大学（スウェーデン）、南オーストラリア大学（オーストラリア）、IBM ワシントン研究所（米国）、チューリッヒ大学（スイス）、南洋工科大学（シンガポール）など、5つの海外研究機関は、国際的評価も高いそれぞれの地域における中心的研究拠点である。また、東京大学を拠点として、国内では、名古屋大学、京都大学、早田大学、日本女子大学との協力体制を取っており、最先端マイクロ・ナノ化学の国際拠点として研究交流ネットワークが、国内外にバランス良く構築されている。本事業の成果により、日本側拠点とそれぞれの拠点と継続的かつ自立的な共同研究および交流体制が確立されている。研究成果では、一例として、ウプサラ大学との共同研究によるマイクロチップ内 RCA 法の実現は、すでに大きな成果を生みつつあり、今後の発展も大いに期待される。また、南オーストラリア大学との共同研究によるマイクロ・拡張ナノ流体デバイスに必要不可欠な基礎学理の解明、南洋工科大学との共同研究によるフォトンクス技術を用いた分析デバイス基礎技術の開発、およびスイス連邦工科大学との共同研究による細胞空間を模倣する拡張ナノ流体デバイスの構築に成功するなど、単一細胞、単一分子分析の基礎技術となるマイクロ・ナノ化学に貢献する学術成果が得られている。</p> <p>共同研究では、共同研究グループ相互に利益を得る WIN-WIN の関係が重要と考えられるが、本事業ではそれが十分に達成されていると判断される。</p> <p>2. 若手研究者のための優れた国際的な教育プログラムの構築</p> <p>若手研究者の育成に関しては、サマースクールの実施（H22, H23）は、注目に値する大変重要な取組と思われる。外国人を招聘してのセミナーは最もよく行われる形式</p>

であるが、多くの研究機関に所属する若手研究者・学生たちに研究課題設定の仕方やプレゼン法の指導など、通常であれば研究室内の学生にしか明かさないうような手の内の中身を若い学生たちに広く伝えた点は高く評価できる。しかもその講師として Edward S. Yeung 教授など、世界的にも著名な研究者を招聘して実施している点は極めて高く評価でき、多くの若手参加者への刺激になったものと思われる。また、このキャンプでは各国から参加した学生をグループ分けし、相互のコミュニケーションがとれる形でコンペ形式の発表会を行っている点も、何の利害関係もない若い学生たちが将来この分野を世界レベルで伸ばしていくための人間関係作りに大きく寄与していると思われる。若い参加者が三日間寝食をともにしながら共同で行った作業というのは、作業内容よりも、「その作業を行った」、という事実が重要であり、高く評価したい。できれば今後も継続して開催することを希望する。

学生の海外拠点への短期派遣および国際会議への若手研究者の積極的な発表と参加、が本事業の中で行われており、関係学生のポスター賞の受賞など、成果も目に見える形で上がっている。またその波及効果として、21 件の昇進の事例が示されており、この点も評価できる。

3. 優れた社会への情報発信

IBM 研究所との共同研究から生まれた Deans Forum は、本事業の研究分野にとどまらず、世界の工学教育の今後の在り方を議論する重要な機会となった。また日本 IBM との社会連携講座は、本研究分野の社会的意義を広く議論する重要な機会と考えられる。これらは新たな資金を得て是非継続されるべき事業と考えられる。一方で、本分野の社会的理解や社会的認知を得るためには、より幅広い階層への情宣活動を行うための努力が必要と思われる。

今後は本事業の成果が、最先端マイクロ・ナノ化学システムの高密度集積化を実現する工学的な基盤となり、超高性能分析デバイスを活用した新しい産業分野の創出を期待したい。

以上、本事業は効果的に極めて有意義な成果を生んだプロジェクトであったと総括される。研究、教育、社会貢献などの分野において、様々な種子が、本プロジェクトから生まれたと判断されるが、これらの成長には、様々な枠組みを利用して、引き続き予算を獲得することが必要と考えられ、今後はそれぞれの共同研究テーマに対する助成金・補助金等で独立して継続していくことが推測される。本研究交流課題の交流は、本研究交流課題の交流は毎年約 2000 万円から 3000 万円の経費をかけて実現できる交流であるため、同じレベルでの継続を維持するためには国内・海外の拠点研究者に多大な労力が必要であるように思われる。

以上のように、先端研究拠点事業として、最先端マイクロ・ナノ化学国際拠点形成の当初の目標は、想定どおり達成されたと言える。