

## 平成25年度 先端研究拠点事業(国際戦略型) 活動報告書(概要)

研究交流課題名 (和文)	最先端マイクロ・ナノ化学国際研究拠点形成	
日本側拠点機関名	東京大学大学院工学系研究科	
コーディネーター 所属・職・氏名	東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻・教授・北森武彦	
相手国(地域)側*	国名	拠点機関名
	スウェーデン	ウプサラ大学
	オーストラリア	南オーストラリア大学
	米国	IBMワトソンリサーチセンター
	シンガポール	南洋工科大学
	スイス	スイス連邦工科大学

※交流相手国数に応じて行を追加して記入してください。

**\*5カ年の研究交流内容・成果などの概要をA4 1枚にまとめて記載してください。**

近年、医学や生物学の分野において、10億個の細胞中に一個しか存在しない血中循環がん細胞(CTC)や、貴重な幹細胞であるES・iPS細胞など、単一あるいはごく少数の細胞を詳細に調べる研究が求められている。このような研究では細胞中の遺伝子発現やタンパク質を単一分子レベルで分析する必要があり、従来手法では容易ではない。一方、東京大学工学系研究科は数cm角の基板に様々な化学機能を集積化するマイクロ・ナノ化学の世界的研究拠点として認められつつあり、とくにきわめて微小体積試料の分析が可能となる拡張ナノ空間(10-1000nm)の研究に注力してきた。そこで本事業では、拡張ナノ空間に表面化学や生化学の技法を組み込むことで単一細胞、およびその中の単一分子の分析が可能になるという着想のもと、様々な最先端分野の学術融合の上に成り立つ国際研究拠点を形成すべく、各国拠点との交流および共同研究を進めてきた。

本事業のもとで国内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7機関の連携と120名の参加者により、マイクロ・ナノ化学の世界初の国際研究拠点を形成することができた。ウプサラ大学(メディカルバイオ)、南オーストラリア大学(表面化学)、IBM(IT、MEMS)とは世界トップの異分野交流により共同研究で極めて重要な成果が得られ、新分野であるマイクロ・ナノ化学を開拓することができた。一方、同分野で将来有望な南洋工科大学、スイス連邦工科大学とは東京大学が指導的な立場に立つことで本事業後も持続可能な交流ネットワークを構築した。

また、若手養成で特筆すべき事項として、将来有望な若手研究者の育成のために平成22年度には箱根において、平成23年度には伊豆において、サマーキャンプセミナーを開催した。各共同研究先から若手研究者を計10名程度呼び日本側からの参加者も含めて約40名が参加し、3日間、寝食をともにしながら研究のプランニングや発表についてのトレーニングを集中的に行った。コーディネーターや単一分子分析の権威であるEdward S. Yeung教授らが講師となって研究の立案や推進の仕方、プレゼンのいろはについて講義を行い、参加者をテーマごとに5つのチームに分けて研究テーマの提案、発表を競わせることで、総合的な研究能力を鍛錬した。これらの成果は着実にあらわれ、若手研究者が国際賞を15件受賞し、さらには昇進に繋がった。

本事業において形成したマイクロ・ナノ化学の国際研究拠点をベースとして共同研究や産学連携を展開していくことで、将来的に単一細胞・単一分子分析デバイスの実現につながり、マイクロ・ナノ化学分野においてきわめて強力な国際的リーダーシップをとることができると期待される。

**平成25年度 先端研究拠点事業(国際戦略型)  
事後評価資料(実施報告書)**

## 1. 概要

研究交流課題名 (和文)	最先端マイクロ・ナノ化学国際研究拠点形成		
日本側拠点機関名	東京大学大学院工学系研究科		
コーディネーター 所属・職・氏名	東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻・教授・北森武彦		
相手国(地域)側*	国名	拠点機関名	コーディネーター所属・職・氏名
	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・助教授・Petra Dittrich

※交流相手国数に応じて行を追加して記入してください。

## 2. 研究交流目標

移行審査時に計画した目標と現時点における達成度について記入してください。

### ○移行審査時の研究交流目標（移行審査資料に記載した目標を転載のこと）

拠点形成型においては、単一分子分析のための学術的基礎およびネットワークを築くために、スウェーデン・ウプサラ大学およびオーストラリア・南オーストラリア大学と国際研究交流を進め、実際にマイクロチップをベースとした単一分子分析の基礎を確立した。また、英語での発表や議論の機会を積極的に増やすことで、若手研究者・学生の国際化に対しても十分な成果を得た。

そこで、国際戦略型においては、これらの学術成果・人的資源をベースとして、国際的な研究教育・産学連携拠点を神奈川県川崎市・かわさき新産業創造センター（KBIC）に構築する。単一分子分析の基礎学術基盤を単一細胞・単一分子分析デバイスにまで発展させ、マイクロ・ナノ化学の理工学を広くカバーできる世界初の研究拠点をつくる。そのために、デバイス技術のシーズを有するシンガポール南洋工科大学（フォトニクス）、アメリカIBMワトソンリサーチセンター（MEMS、IT）、スイス連邦工科大学チューリッヒ校（人工細胞、高感度検出）を新たに加える。KBICはすでに国内の産学連携拠点としての役割を果たしつつあるので、強力なユーザーでもあるこれらの国々との産業応用研究も可能となる。学術においても、単一細胞プロテオミクス・メタボロミクス、単一細胞がん診断など次世代の医療・バイオへの要求に対してツールを提供することが可能となる。また、地理的な観点では、ヨーロッパ・アジア・オセアニア・アメリカと広く世界をカバーでき、それぞれの機関がそれぞれの地域のハブでもあるので、これらのハブをつなぐ非常に強力な国際拠点となる。この国際拠点をベースに若手研究者や学生の人材交流を実施して英語で議論する力を身につけさせ、共同研究のリーダーに登用していけば、世界をリードできる若手研究者・技術者の育成にもつながる。

さらに、この拠点は川崎市の協力のもと本事業終了後も継続していくので、拠点としての持続的な発展が期待される。

### ○目標に対する達成度とその理由

- 研究交流目標は十分に達成された
- 研究交流目標は概ね達成された
- 研究交流目標はある程度達成された
- 研究交流目標はほとんど達成されなかった

#### 【理由】

本事業のもとで国内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7機関の連携と当初予定の72名を上回る120名の参加者により、マイクロ・ナノ化学の世界初の国際研究拠点を形成することができ、当初の研究交流目標を概ね達成することができたといえる。

ウプサラ大学（メディカルバイオ）、南オーストラリア大学（表面化学）、IBM（IT、MEMS）とは世界トップの異分野交流を展開することで共同研究において極めて重要な成果が得られ、新分野であるマイクロ・ナノ化学を開拓することができた。一方、同分野で将来有望な南洋工科大学、スイス連邦工科大学とは東京大学が指導的な立場に立つことで交流ネットワークを構築することができた。

また、若手養成で特筆すべき事項として、将来有望な若手研究者の育成のために平成22年度には箱根において、平成23年度には伊豆において、サマーキャンプセミナーを開催した。各共同研究先から若手研究者を計10名程度呼び日本側からの参加者も含めて約40名が参加し、3日間、寝食をともにしながら研究のプランニングや発表についてのトレーニングを集中的に行った。コーディネーターや単一分子分析の権威であるEdward S. Yeung教授らが講師となって研究の立案や推進の仕方、プレゼンのいろはについて講義を行い、参加者をテーマごとに5つのチームに分けて研究テーマの提案、発表を競わせることで、総合的な研究能力を鍛錬した。これらの成果は着実にあらわれ、若手研究者が国際賞を14件受賞し、さらには昇進に繋がった。

国内の拠点形成においては、単一細胞からの超微小体積試料の分析にきわめて重要な拡張ナノ空間

(10-1000 nm) の物理化学・流体力学の研究を重点的に推進するために、川崎市 KBIC に研究拠点として拡張ナノフルイディックセンターを立ち上げ、拡張ナノ空間での単一分子検出法や流体制御法といった基盤技術を確認し、様々な溶液物性を明らかにしてきた。これによる成果をもとに本事業では 5 カ国の拠点機関と研究交流を行い、表面化学、生物物理、流体力学といった様々な観点から議論し、新たなトピックが見出されるという好循環を生み出した。

研究交流と共同研究を推進し、かつ若手研究者の英語ディスカッション能力の養成を図るため、毎年共同研究先の拠点機関と 1 回ずつ計 14 回の 2 国間ジョイントセミナーを開催してきた。参加者は発表者だけでのべ 200 名を超え、特にシンガポール・南洋工科大学とスイス・スイス連邦工科大学では関連分野の研究者も招いて毎年 40 名規模のセミナーが開催される等、研究交流とネットワークの構築に大きく貢献した。また、共同研究の技術習得のため、2010 年度と 2012 年度に東京大学の学生をスイス連邦工科大学に短期派遣し、共同研究先からも情報収集・議論のため研究者を頻りに招聘した。研究成果は分析化学最高峰の *Analytical Chemistry* 誌やマイクロ化学最高峰の *Lab on a Chip* 誌に掲載され、本分野最大で審査の極めて厳しい国際会議  $\mu$ TAS に 3 年間で 15 件採択される等、それぞれ各機関の特色を活かした共同研究を行うことで国際的にも評価の高い成果が得られた。以下にそれぞれの成果を示す。

- ・ スウェーデン・ウプサラ大学とは一つ一つの DNA 分子を輝点として観察することで原理的に単一分子検出を可能とする RCA (Rolling Circle Amplification) 法のオンチップ化に取り組んだ。検出効率の飛躍的な向上 (220 倍)、超微量化 (zmol ( $10^{-21}$  mol))、超高速化 (数時間から数分) を達成し、癌細胞から特異的な mRNA を検出することに成功し、オンチップ単一細胞分析についてきわめて重要な成果が得られた。
- ・ オーストラリア・南オーストラリア大学とは Ian Wark 研究所が得意とする表面化学をもとに共同研究を行い、拡張ナノ空間の溶液の導電率上昇や誘電率低下といった特異的物性を明らかにし、また、ナノ構造体により表面濡れ性を巧みに制御して 100 nm スケールの超微小な流路に化学のバルブをはじめ構築するなど、拡張ナノ空間の基礎科学や基盤技術について重要な成果が得られた。
- ・ 米国・IBM ワトソン研究所とはジョイントセミナーで議論を行い、極微小な拡張ナノ流路内に化学修飾や電極を組み込む方法論の確立に重要な役割を果たした。また、コーディネーターが工学系研究科長として IBM 代表の Tze-Chiang Chen 副社長と議長を務める Deans Forum on Engineering 2011 の開催が実現し、さらに KBIC において日本 IBM との社会連携講座を実施するに至った。
- ・ シンガポール・南洋工科大学とは得意とするフォトリソ技術を用いた分析デバイスの開発を行い、マイクロ空間のタンパク質検出法を確立した。また、研究交流でも外部参加者も含めて 40 名規模のセミナーを毎年開催してネットワークの構築を行った。
- ・ スイス・スイス連邦工科大学とは生物物理学の知見を活かした共同研究を行い、100 nm スケールの細胞空間を模擬するバイオミメティック拡張ナノ流体デバイスの構築に成功し、従来 *in vivo* では困難であった細胞間・細胞内空間の研究のためのツールをはじめ確立した。また、セミナーを通じて生物物理学の権威である Viola Vogel 教授のグループとマイクロ流路内での細胞挙動に関する共同研究を立ち上げた。

一方、研究成果の発表および情報交換、さらに若手研究者に発表機会を与えるため、研究室を挙げて学会発表・論文発表に取り組んだ。平成 22 年度の移行後からの論文発表数は 46 件、国際会議件数は 155 件、国内学会発表件数は 90 件、特に、国際会議  $\mu$ TAS での発表件数は 3 年間で 45 件を記録しており、同分野で匹敵する研究室はない。

本事業の総仕上げとして 6 カ国間のネットワークをより強固なものとするために、平成 25 年 3 月に東京大学においてマイクロ・ナノ化学に関する国際シンポジウムを開催した。本事業の交流相手国の研究者に加えて本分野の最先端の研究者を招聘し、更には来場者も含めて約 150 名が参加し、互いの成果を発表して議論と交流を深めた。これにより、本事業終了後も持続的な国際的協力関係を構築することができた。

### 3. 研究交流活動の成果

これまでの交流を通じての成果を、「国際学術交流拠点の形成」「成果の学術的価値」及び「若手人材育成への貢献」の観点から記入してください。また、活動成果の「情報集約性」「社会貢献性」がある場合には記入してください。

#### ○国際学術交流拠点の形成

本事業のもとで国内 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 7 機関の連携と当初予定の 72 名を上回る 120 名の参加者により、マイクロ・ナノ化学の世界初の国際研究拠点を形成することができた。

マイクロ・ナノ化学の理工学を広くカバーできる世界初の国際研究拠点を形成すべく、東京大学を中心として研究交流および共同研究を行ってきた。ウプサラ大学（メディカルバイオ）、南オーストラリア大学（表面化学）、IBM（IT、MEMS）とは世界トップの異分野交流を展開することで共同研究において極めて重要な成果が得られ、新分野であるマイクロ・ナノ化学を開拓することができた。オーストラリアとの共同研究に関連し、東京大学との国際交流協定を更新した他、共同ラボを南オーストラリア大学の Ian Wark 研究所に建設した。これは、アジア・オセアニア・ヨーロッパの国際交流拠点としてきわめて重要である。スウェーデンとの共同研究においても、ウプサラ・ルンド両大学と東京大学との国際交流協定を更新し、またコーディネーターがルンド大学との東大代表窓口となった。一方、同分野の南洋工科大学・スイス連邦工科大学とは東京大学が指導的な立場に立ち、将来有望な交流ネットワークを構築することができた。これらにより、単一細胞・単一分子分析に展開可能な基盤技術と交流ネットワークを整備することができた。

国内においては、単一細胞・単一分子分析において超微小体積試料の分析にきわめて重要な拡張ナノ空間（10-1000 nm）の物理化学・流体工学の研究を重点的に推進するために、コーディネーターが特別推進研究「拡張ナノ空間流体工学の創成」（H21～H24 年度）により川崎市 KBIC に研究拠点として拡張ナノフルイディックセンターを立ち上げ、拡張ナノ空間での単一分子検出法や流体制御法といった基盤技術を確認し、様々な溶液物性を明らかにしてきた。これによる成果をもとに本事業では 5 カ国の拠点機関と研究交流を行い、拡張ナノ空間の科学について表面化学、生物物理、流体力学といった様々な観点から議論し、新たなトピックが見出されるという好循環を生み出した。

上記の研究交流および共同研究による拠点形成を円滑に推進するために、毎年共同研究先の拠点機関と 1 回ずつ計 23 回のジョイントセミナーを開催してきた。このうち 2008 年 12 月には京都で開催されたマイクロ化学の国際会議である ISMM と連携してスウェーデン側研究者を招いて特別講演を行い、貴重な講演を多くの参加者に朝貢して頂いた。また、2010 年 3 月には川崎市で開催された国際会議「ナノ・マイクロ多機能デバイス国際シンポジウム」と合同で実施し、スウェーデンおよびオーストラリア側の研究者を招いて来場者（130 名程度）に講演を行い、本事業の成果公開として非常に有意義であった。これらの参加者はのべ 505 名を超え、特にシンガポール・南洋工科大学とスイス・スイス連邦工科大学では関連分野の研究者も招いて毎年 40 名規模のセミナーが開催される等、研究交流とネットワークの構築に大きく貢献した。シンガポールでは南洋工科大学に加えシンガポール国立大学の研究者も参加し、事業終了後も引き続きジョイントセミナーを開催することで合意した。スイスではマイクロ化学の権威である Andrew de Mello 教授と生物物理学の権威である Viola Vogel 教授のグループが新たに参加し、このうち Viola Vogel 教授のグループとはマイクロ空間における細胞挙動に関する共同研究を立ち上げた。

また、共同研究の技術習得のため 2008 年度にはスウェーデンに、2009 年度にはオーストラリアとスウェーデンに、2010 年度と 2012 年度にはスイス連邦工科大学に学生を短期派遣し、2012 年度には米国・フロリダ大学から学生が技術習得のため東京大学に短期滞在するなど、技術交流も行ってきた。

以上により構築した 6 カ国間のネットワークをより強固なものとするために、平成 25 年 3 月に東京大学でマイクロ・ナノ化学に関する国際シンポジウムを開催した。本事業の交流相手国の研究者に加えて本分野の最先端の研究者を招聘し、更には来場者も含めて約 150 名が参加し、互いの成果を発表して議論と交流を深めた。これにより、本事業終了後も持続的な国際的協力関係を構築することができた。

本事業において形成したマイクロ・ナノ化学の国際研究拠点をベースとして、基礎学理である拡張ナノ空間の科学と基盤技術の確立に今後も取り組んでゆくことで、6カ国の拠点機関が有する知見・技術を有機的につなげることができ、将来的に単一細胞・単一分子分析デバイスの実現につながると期待できる。

## ○成果の学術的価値

近年、医学や生物学の分野において、単一あるいはごく少数の細胞を詳細に調べる研究が求められている。例として、10億個の細胞中に一個しか存在しない血中循環がん細胞（CTC）や、作製に時間がかかり、貴重な幹細胞である ES・iPS 細胞の分析が挙げられる。このような研究は、大量の細胞の中から特定の細胞のみを分離し、さらに遺伝子発現やタンパク質を単一分子レベルで分析する必要があるが、従来の分析手法では容易ではない。一方、コーディネーターらのグループにおいては、マイクロ化学チップを用いた微小空間への化学・生化学実験の集積化を進めてきた。とくに単一細胞以下の体積であり、きわめて微小体積試料の分析が可能となる拡張ナノ空間（10-1000 nm）を用い、さらにここに表面化学や生化学の技法を組み込むことで単一細胞、およびその中の単一分子の分析が可能になるという着想のもと、各国拠点との共同研究を進めてきた。

### 1. スウェーデン・ウプサラ大学との共同研究

ウプサラ大学 Rudbeck 研究所 Landegren 教授らの遺伝子増幅法：RCA (Rolling Circle Amplification)法は一つ一つの DNA 分子を輝点として観察可能で、原理的に単一 DNA 分子検出可能だが、バルクスケールでは体積が大きいため増幅産物の検出効率が 0.1 %程度と低い。そこで、本研究ではマイクロチップ内 RCA 法の実現を目的とし、将来的には単一細胞・単一分子分析に発展しうる極めて学術的価値の高い成果が得られた。

- ・ マイクロチャンネル内のビーズ表面や拡張ナノチャンネル壁面を用いた RCA を確立し、従来よりも検出効率を格段に向上させ（約 22%, 220 倍）、 $\text{zmol}$  ( $10^{-21}$  mol) という超微量 DNA 分子の検出に成功した。さらに、本手法を用いて実際のゲノムサンプルの検出にも成功した。
- ・ 従来の RCA において DNA 分子を一つ一つの輝点として観察する際の大きな誤差を改善するために、コーディネーターのグループで確立してきた非蛍光分子検出法（熱レンズ顕微鏡）を用いた RCA 産物の溶液中での濃度定量法を開発した。これにより、検出時間を数時間から数分と大幅に短縮させ、尚且つ  $\text{zmol}$  の定量性を達成し、マイクロチップ内 RCA 法による高速・高感度検出を実現した。
- ・ マイクロチップを用いて補足した癌細胞から特異的な mRNA を検出することに成功し、オンチップ単一細胞分析を実現した。

この関連の成果は査読つき学術誌に 3 件採択され (Sato et al. Lab Chip, 2010, Tanaka et al. Anal. Chem., 2011, Jang et al., Biomicrofluidics, 2012)、また本分野最大で審査の極めて厳しい国際会議  $\mu$ TAS（採択率 60%以下）に 13 件採択されており、特許 1 件を出しているなど、国際・国内問わずきわめて高い評価を受けている。

### 2. オーストラリア・南オーストラリア大学との共同研究

Ian Wark 研究所 Ralston 教授らが得意とする表面化学の知見と当グループが有するデバイス工学を基に共同研究を行った。これにより、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に大きく貢献し、表面化学を用いた基盤技術を確立することができた。

- ・ 表面化学の観点から議論を深め、ナノ構造体に伴う表面濡れ性を巧みに制御して、拡張ナノ空間に化学のバルブをはじめ構築した。
- ・ 当グループで確立した拡張ナノ空間での流動電位計による結果について議論をし、拡張ナノ流路内でのイオン伝導度の上昇や誘電率の低下を明らかにし、デバイス創成へ向けた基礎的知見が得られた。
- ・ 表面化学を基にしたデバイス設計によってマイクロ流路内相界面における抽出技術を共同で開発した。

この関連の成果の共著論文は査読つき学術誌に 2 件採択され (Priest et al. Int. J. Miner. Process., 2011,

Mawatari et al., Anal. Chem., 2012)、国際会議  $\mu$ TAS にて 5 件採択された。

### 3. 米国・IBM との共同研究

平成 22 年度より新たに加わった米国・IBM ワトソン研究所では、独自の技術であるナノワイヤを用いた拡張ナノ流路での分子・イオン検出法を開発して単一分子分析の基盤を確立することを目標とした。

- ・ 拡張ナノ流路内へのナノワイヤの組み込みには電極にダメージのない低温でガラス基板を張り合わせる必要がある。ジョイントセミナーを通じてディスカッションを進め、ガラス基板の低温ボンディング法の実現に大きな役割を果たした。これにより拡張ナノ流路内に抗体等の機能性物質や電極を組み込むことが可能となり、拡張ナノ流路での単一分子検出の基盤を構築した。

この関連の成果の共著論文は査読つき学術誌に 1 件採択された (Xu et al. Anal. Bioanal. Chem., 2012)。

### 4. シンガポール・南洋工科大学との共同研究

同じく平成 22 年度より新たに共同研究先に加わったシンガポール・南洋工科大学では、得意とするフォトリソ技術を用いた分析デバイスの基盤技術を開発した。これにより、フォトリソを流体力学に 응용したマイクロ流体デバイスの基盤技術を構築できた。

- ・ 表面に結合したタンパクを高感度に光学検出する SPR (表面プラズモン共鳴) の手法を用いて、単一細胞内のタンパク質をマイクロ空間で検知するシステムを構築した。
- ・ マイクロ流路にナノ液滴を充てんしてアレイ構造によるフォトリソ結晶を構築した。液滴径を 100-600 nm まで変化させて光の伝播を制御し、組み込み式の光源や光学系として有効であることを実証した。

この関連の成果の共著論文は査読つき学術誌に 1 件採択され (Guo et al. Lab Chip, 2011)、国際会議  $\mu$ TAS に 1 件採択された。

### 5. スイス・スイス連邦工科大学との共同研究

同じく平成 22 年度より新たに共同研究先に加わったスイス・スイス連邦工科大学では、得意とする単一分子蛍光検出や生物物理学の知見を活かし、細胞を用いたマイクロ化学システム設計の方法論の確立に取り組んだ。これにより、生化学分析や生物物理学の研究に応用可能なマイクロ・拡張ナノ流体デバイスを設計するための方法論の基礎を構築した。

- ・ 100 nm スケールの細胞間・細胞内空間の機能に重要な分子輸送や反応機構を解明するために、細胞空間を模擬するマイクロ・拡張ナノ流体デバイスを構築した。共同研究により石英ガラス流路への脂質二重膜修飾法を開発し、これにより *in vivo* では従来困難であった細胞間・細胞内空間の研究のための *in vitro* 手法をはじめて確立した。
- ・ ジョイントセミナーを通じて生物物理学の権威である Viola Vogel 教授のグループとマイクロ流路内での生細胞挙動について議論を深め、共同研究を立ち上げた。

この関連の成果は国際会議  $\mu$ TAS に 2 件採択された。

以上のように、それぞれ各機関の特色を活かした共同研究を行うことで、国際的にも学術的に評価の高い成果が得られ、本事業によりマイクロ化学チップを用いた単一細胞・単一分子分析の基盤技術を確立することができたといえる。

### ○若手人材育成への貢献

若手研究者の養成面では、上記のジョイントセミナーやマイクロ・ナノ化学の国際シンポジウムで若手研究者に発表機会と議論の場を与え、さらに頻りに国際会議発表に派遣して発表能力、英語でのディスカッション

能力を養成してきた。また、英語のコミュニケーションスキル向上のために研究室におけるセミナーは発表・議論を英語で進めてきた。

さらに、将来有望な若手研究者の育成のために平成 22 年度には箱根において、平成 23 年度には伊豆においてサマーキャンプセミナーを開催した。各共同研究先から若手研究者を計 10 名程度呼び日本側からの参加者も含めて約 40 名が参加し、3 日間、寝食をともにしながら研究のプランニングや発表についてのトレーニングを集中的に行った。コーディネーターや単一分子分析の権威である米国・アイオワ州立大学の Edward S. Yeung 教授らが講師となって研究の立案や推進の仕方、プレゼンのいろはについて講義を行い、参加者をテーマごとに 5 つのチームに分けて研究テーマの提案、発表を競わせることで、総合的な研究能力を鍛錬した。また、日本人にとっては英語の研修も兼ね、外国人にとっては日本の自然や文化に触れてもらうことも目的とし、盛況のうちに終了した。

以上の若手育成の成果は着実にあらわれ、表 1 にみられるように本事業参加の若手研究者が国際賞 15 件を受賞した。平成 22 年度の The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2010)における Student Poster Competition (清水久史)に代表されるように学生を受賞が多くを占め、上記のような英語でのコミュニケーション能力向上の成果が表れていると考えられる。

また、若手育成の波及効果として、本事業参加者の若手研究者の昇進に繋がった。東京大学の馬渡和真博士は講師から准教授に昇進し、現在は化学とマイクロ・ナノシステム研究会の実行副委員長を務めている。同じく嘉副裕博士は、研究員から助教に昇進している。さらに、東京大学の助教であった田中陽博士は平成 23 年度に理化学研究所のユニットリーダーとして着任した。一方、学外においても、本事業メンバーである東京工業大学の塚原剛彦博士が助教から准教授に昇進した。また、名古屋大学の准教授であった渡慶次学博士が北海道大学の教授として着任した。さらに海外においても若手研究者が本事業期間中に昇進しており、本事業の成果が表れているといえる (表 2)。

表 1 本事業参加者 (日本) の国際賞受賞

受賞者	賞の名称
北森武彦	IBM Faculty Award
許 岩	Best Poster Award (MSB2009)
清水久史 (学生)	Student Poster Competition (Pacifichem 2010)
白井健太郎 (学生)	Poster Award (The 2nd Annual Single Cell Analysis Congress)
吉岡翔太 (学生)	CHEMINAS Poster Award (ISMM2011)
片桐純平 (学生)	Springer Best Poster Award (HPLC2011)
赤池寛人 (学生)	Best Poster Award (APCE2011)
片桐純平 (学生)	Best Poster Award (JSPS Core-to-Core Program Joint Seminar on Micro/Nano Technology and Photonics)
片桐純平 (学生)	Best Poster Award (MSB2012)
山下忠紘 (学生)	Best Poster Award (JSPS Core-to-Core Program Joint Seminar and Specially Promoted Research Joint Symposium)
安井隆雄 (学生)	CHEMINAS Poster Award (ISMM2010)
内藤豊裕 (学生)	Springer Poster Presentation Award (IUPAC International Congress on Analytical Science)
川井隆之 (学生)	Student Poster Award (Pacifichem 2010)
川井隆之 (学生)	JAIMA Poster Presentation Award (JAIMA Discussion on Analytical Science and Technology 2011)
川井隆之 (学生)	PSC Young Scientist Award (HPLC2011)
末吉健志	Best Poster Award (APCE2011)



表 2 本事業参加者の昇任

該当者	昇進の内容
馬渡和真 (東大)	講師 → 准教授
田中 陽 (東大)	助教 → ユニットリーダー(理研)
嘉副 裕 (東大)	研究員 → 助教
清水久史 (東大)	博士課程 → 研究員
張 氣薫 (東大)	博士課程 → 研究員
許 岩 (東大)	研究員 → 講師(大阪府大)
佐藤香枝 (東大)	講師 → 准教授(日本女子大)
西中正弘 (東大)	修士課程 → 研究員
塚原剛彦 (東工大)	助教 → 准教授
渡慶次学 (名大)	准教授 → 教授(北大)
安井隆雄 (名大)	博士課程 → 助教
北川文彦 (京大)	講師 → 准教授(弘前大)
川井隆之 (京大)	博士課程 → 研究員(PD)
Erik Ullerås (ウプサラ大)	研究員 → 准教授
Mats Nilsson (ウプサラ大)	准教授 → 教授
Rossen Sedev (南オーストラリア大)	上級研究員 → 准教授
Craig Priest (南オーストラリア大)	研究員 → 上級研究員
Ai Qun Liu (南洋工科大)	准教授 → 教授
Daniel Schaffhauser (ETH)	博士課程 → 助教(東京医科歯科大)
Renberg Björn (KTH)	研究員 → 助教
Rossteuscher Tobias (ミュンヘン工科大)	博士課程 → 研究員

### ○情報集約性

研究交流と共同研究に際して上記のようにジョイントセミナーや6カ国間シンポジウムを開催し、本分野の最先端の情報を集約してきた。また、情報収集と研究成果の情報交換のため、研究室を挙げて学会発表・論文発表に取り組んだ。平成20年度の事業開始後からの論文発表数は75件、国際会議件数は207件、国内学会発表件数は143件、特に、国際会議μTASでの発表件数は5年間で81件を記録しており、匹敵する研究室はない(表3)。上記のような成果や収集した情報を整理し、成果公表用ホームページ(<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/kitamori/project/>)を公開している。それらに加えて、情報収集・議論のため、共同研究先の研究者を頻繁に招聘した(表4)。

表 3 発表状況

項目	件数	特筆事項
原著論文	75	Angew. Chem. Int. Ed. (IF=13.1, V.I.P.)
うち本事業に関連したもの	24	Advanced Materials (IF=8.4) Small (IF=7.3) etc.
査読付き国際会議論文	81	Proc. μTAS 2008 (18), Proc. μTAS 2009 (18)
うち本事業に関連したもの	54	Proc. μTAS 2010 (13), Proc. μTAS 2011 (14) Proc. μTAS 2012 (18)
総説・解説	22	Chemical Society Reviews (IF=20.1)
招待講演	102 プレナリー: 17 キーノート: 10	APCE 2010 (Hong Kong) PACIFICHEM 2010 (Honolulu) HPLC2011 (Dalian) etc.
学会発表	350 国内学会: 143 国際会議: 207	μTAS 2008-2012 MSB 2008-2012 PACIFICHEM 2010 (Honolulu) etc.
受賞	18	HPLC 2011 Springer Best Poster Award JSAC Award etc.

表 4 海外研究者の招聘実績

目的	時期	招聘元	来訪者
招待講演	2008年 9月	オーストラリア	John Ralston教授
招待講演	2008年12月	スウェーデン	Kmali-Moghaddam研究員
実験指導	2008年12月	スウェーデン	田中有希研究員
共同研究打合せ	2009年 2月	オーストラリア	Craig Priest研究員
招待講演	2009年 5月	スウェーデン	Renberg Björn助教
招待講演	2010年 5月	オーストラリア	John Ralston教授
招待講演	2010年 9月	オーストラリア	Rossen Sedev研究員
招待講演	2011年 5月	米国	Edward S. Yeung教授
招待講演	2012年 3月	米国	Hugh Fan教授
共同研究打合せ	2012年10月	オーストラリア	Rossen Sedev准教授 Craig Priest研究員
セミナー	2012年11月	スウェーデン	Thomas Laurell教授
招待講演	2013年 1月	米国	Edward S. Yeung教授

### ○社会貢献性

学術への社会的理解の促進のためには、ラボツアーや一般公開シンポジウムなどが必要であり、これらに積極的に取り組んできた。海外からの来訪者に対するツアーを本事業期間内に 21 回行っており、またこれとは別に毎年 7～8 月には小倉高校および浦和高校からの高校生の見学会を実施した。2009 年 8 月には日本化学会主催の東京大学 1 日体験化学教室を実施し、2009 年 8 月、2011 年 12 月には東京大学オープンキャンパスに参加して、多数の高校生に研究内容を紹介し、実験室を見学させた。この他、例年学園祭でも研究室紹介に参加し、一般人にわかりやすく研究を紹介するなど、様々な企画において、高校生などを含めた一般人への研究室の案内や研究内容の紹介を行った。これらに加えて、海外から共同研究先の研究者を招聘して東京大学で招待講演を行い、本分野の研究について学生への発信に努めてきた（表 4）。

さらに本事業の波及効果として、構築した国際交流ネットワークにより、コーディネーターが工学系研究科長として米国 IBM ワトソン研究所の Tze-Chiang Chen 副社長とともに議長を務め、世界の工学系をリードする大学の代表者がこれからの工学教育について話し合う Deans Forum on Engineering 2011 の開催が実現し、公開セッションにはのべ 165 名が参加した。さらに KBIC において、世界的な課題である省エネルギー化、循環型社会の構築などに対し、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 との社会連携講座を実施するに至った。

#### 4. 研究交流活動の交流実績

これまでの研究交流活動について、「共同研究」、「セミナー」及び「研究者交流」の交流の形態ごとに、派遣及び受入の概要を記入してください。

※各年度における派遣及び受入実績については、「事後評価資料(交流状況報告書)」に記入してください。

##### ○共同研究

###### 【概要】

前述のように、本事業は、拠点形成型で構築した異分野交流と共同研究成果である単一分子検出法をベースとして、交流を深めつつ更に拡張し、マイクロ・ナノ化学システムを用いた単一細胞・単一分子分析の実現のための基盤技術やデバイス工学的的方法論を創成することを目標として共同研究を行ってきた。ウプサラ大学(メディカルバイオ)、南オーストラリア大学(表面化学)、IBM(IT、MEMS)とは世界トップの異分野交流を通じて新分野であるマイクロ・ナノ化学を創成することを目的とし、同分野の南洋工科大学、スイス連邦工科大学とは共同研究を行いつつ将来有望な研究交流ネットワークを構築することを目的とした。

以上の結果、マイクロ・ナノ化学における基礎科学、ナノ加工、流体制御、検出、デバイス設計といったいずれも単一細胞・単一分子分析に不可欠な基盤技術を確立することができた。研究成果は分析化学最高峰の Analytical Chemistry 誌やマイクロ化学最高峰の Lab on a Chip 誌をはじめとする国際誌に 7 報掲載され、本分野最高峰で採択率が 50%以下と非常に審査の厳しい国際会議  $\mu$ TAS に 14 件採択され、またこのうち 1 件について特許を出した。

また、上記のような直接的な研究成果に加えて、関連する拡張ナノ化学の研究についてもジョイントセミナーにおいて活発に議論を行っており、これらを含めると本事業に関連したものとして、論文発表数は 24 件、国際会議発表件数は 61 件、国内学会発表件数は 41 件、特に、国際会議  $\mu$ TAS での発表件数は 5 年間で 54 件を記録した。

##### ○セミナー

(回)

	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度
国内開催	1	1	1	2	1
海外開催	2	2	5	4	4
合計	3	3	6	6	5

###### 【概要】

前述のように、研究交流と共同研究を推進し、かつ若手研究者の英語ディスカッション能力の養成を図るため、毎年共同研究先の拠点機関と 1 回ずつ計 23 回のジョイントセミナーを開催してきた。参加者はのべ 500 名を超え、特にシンガポール・南洋工科大学とスイス・スイス連邦工科大学では関連分野の研究者も招いて毎年 40 名規模のセミナーが開催される等、研究交流とネットワークの構築に大きく貢献した。

さらに、6 カ国間のネットワークをより強固なものとするために、平成 25 年 3 月に東京大学でマイクロ・ナノ化学に関する国際シンポジウムを開催した。本事業の交流相手国の研究者に加えて本分野の最先端の研究者を招聘し、来場者も含めて約 150 名が参加し、互いの成果を発表して議論と交流を深めた。

一方、若手研究者の養成のために、平成 22 年度には箱根において、平成 23 年度には伊豆においてサマーキャンプセミナーを開催した。各共同研究先から若手研究者を計 10 名程度呼び日本側からの参加者も含めて約 40 名が参加し、3 日間、寝食をともにしながら研究のプランニングや発表についてのトレーニングを集中的に行った。コーディネーターや単一分子分析の権威である Edward S. Yeung 教授らが講師となって研究の立案や推進の仕方、プレゼンのいろはについて講義を行い、参加者をテーマごとに 5 つのチームに分けて研究テーマの提案、発表を競わせることで、総合的な研究能力を鍛錬した。若手養成の成果は着実にあらわれ、若手研究者が国際賞を 15 件受賞し、さらには国内外の研究機関における昇進に繋がった。

## ○研究者交流

### 【概要】

研究者交流としては、前述の2カ国間ジョイントセミナー、6カ国間国際シンポジウム、サマーキャンプセミナーを有効に活用してきた。ジョイントセミナーでの参加者は5年間で約500名にのぼる。これに6カ国間国際シンポジウム（150名参加）、サマーキャンプセミナー（2回で80名）を含めると、本事業で開催したセミナー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6カ国間で730名を超える研究者交流が行われた。

また、情報収集と研究成果の情報交換のため、研究室を挙げて学会発表・論文発表に取り組んだ。本事業においては、5年間で若手研究者や学生を国際会議には101名、国内学会には28名派遣して研究者交流を行ってきた。

さらに、共同研究の技術習得のため2008年度にはスウェーデンに、2009年度にはオーストラリアとスウェーデンに、2010年度と2012年度にはスイス連邦工科大学に学生を短期派遣し、2012年度には米国・フロリダ大学から学生が技術習得のため東京大学に短期滞在するなど、技術交流も行ってきた。また、共同研究先からも情報収集・議論のため研究者を頻りに招聘した（表4）。

## 5. 事業の実施体制

本事業における、「日本側拠点機関の実施体制」「相手国拠点機関との協力体制」及び「日本側拠点機関の事務支援体制」について記入してください。

### ○日本側拠点機関の実施体制（拠点機関としての役割・国内の協力機関との協力体制等）

東京大学では、国内外の共同研究をとりまとめ、融合し、医療応用に向けた単一細胞・単一分子分析デバイスの基盤を築くことで、本事業におけるマイクロ・ナノ化学の国際研究拠点の形成に中心的な役割を果たしてきた。以下、国内の協力機関との協力体制について述べる。

#### 1. 名古屋大学

名古屋大学大学院工学研究科の馬場研究室は DNA などのバイオ分析法に関して著名な研究室であり、ウプサラ大学 Rudbeck 研究所との研究交流の実績も有している。そこで、バイオ分析の専門家として、ウプサラ大学 Rudbeck 研究所との共同研究に関してアドバイスを頂いた。また、ジョイントセミナーや国際シンポジウム、サマーキャンプセミナーにも積極的に参加して頂いた。

#### 2. 京都大学

京都大学大学院工学研究科の大塚研究室は電気泳動を用いた分離分析に関して著名な研究室であり、表面と流体の相互作用や評価法に関する幅広い知見を有している。そこで、表面化学についての共同研究に関してアドバイスを頂いた。また、国際シンポジウムやサマーキャンプセミナーにも積極的に参加して頂いた。

#### 3. 早稲田大学

理工学部電気・情報生命工学科の庄子研究室は機械工学および流体力学に関して著名な研究室であり、これらの観点から共同研究に関するアドバイスを頂いた。

#### 4. 日本女子大学

本事業参加者で東大講師であった佐藤香枝博士が日本女子大に異動したため国際戦略型より新たに加わって頂き、細胞操作や RCA 法のマイクロ・ナノ化学チップへの応用についてアドバイスを頂いた。また、ジョイントセミナーや国際シンポジウムにも積極的に参加して頂いた。

### ○相手国拠点機関との協力体制（各国の役割分担・ネットワーク構築状況等）

本事業における相手国拠点機関との協力体制の全体の構想を図 3 にまとめる。東京大学が中心となり、単一細胞・単一分子分析のためのマイクロ・ナノ化学の国際研究拠点を構築すべく、研究交流ネットワーク構築および将来を担う若手研究者の養成に取り組んできた。

#### 1. スウェーデン・ウプサラ大学

ウプサラ大学 Rudbeck 研究所は非常に特異性の高い DNA 増幅法を開発しており、単一 DNA 分子を測定できる感度を実現している（*Nature Method* 2006 年 9 月など）。拠点形成型においては、申請者らのマイクロ化学の方法論および基盤技術と融合することで単一分子検出の基盤技術を築いたが、国際戦略型では感度をさらに高めてこれを拡張ナノ空間へと展開するため、継続した交流を行ってきた。本事業により単一分子検出のオンチップ化と拡張ナノ空間への展開、さらには癌細胞への応用を達成し、ネットワークをさらに強固なものとする事ができた。また、協力機関であるスウェーデン王立工科大学、ルンド大学とも引き続き交流を行い、事業後も持続可能な研究協力体制を構築することができた。

#### 2. オーストラリア・南オーストラリア大学

南オーストラリア大学 Ian Wark 研究所は表面と分子・流体の相互作用について幅広い経験と知識を有しており、また国際的共同研究を幅広く展開していることから、交流相手として最適と考え、拠点形成型においてはマイクロ空間における表面修飾法を実現した。国際戦略型では、これを拡張ナノ空間へと展開し、表面の親水・疎水を塗り分け、流体制御へと応用するために継続した交流を行った。その結果、拡張ナノ空間の基礎科学や流体制御の確立に大きく貢献した。さらにマイクロ化学チップを用いた二相抽出による金属イオン分離の産業応用に向けた共同研究も立ち上がるなど、構築したネットワークをさらに進展させることができた。

### 3. 米国・IBM ワトソン研究所

近年のコンピュータサイエンスの発展に伴い、トランジスタやその中に使われるシリコン電極の微小化が求められているが、従来のトップダウン的加工法ではサイズに限界がある。このような状況の中、IBM ワトソン研究所は、金ナノ粒子から成長させる極微小のシリコンナノワイヤ電極の作製法を開発した（*Science* 2008 年 11 月など）。これを拡張ナノチャンネル内に作りこむことで、拡張ナノチャンネル内の分子・イオンの検出に応用するべく研究交流を行ってきた。ジョイントセミナーを通じてナノワイヤを拡張ナノ空間に組み込むための基盤技術を確立することができ、事業後も持続可能な研究協力体制を整えることができた。

### 4. スイス・スイス連邦工科大学チューリッヒ校

スイス連邦工科大学チューリッヒ校はベシクルの生成や検出、これを用いた壁面の修飾法を開発している。これは擬似細胞間空間を拡張ナノ空間に形成して、生物物理の研究や分析に応用する上で必要不可欠であることから、研究交流を展開してきた。その結果、疑似細胞拡張ナノ空間の構築法を確立することができ、さらにジョイントセミナーを通じてマイクロ分析化学の権威である Andrew de Mello 教授と生物物理学の権威である Viola Vogel 教授のグループが新たに参加することとなった。このうち Viola Vogel 教授のグループとはマイクロ空間における細胞挙動の研究が立ち上がるなど、本事業後も引き続き交流を持続させる予定である。

### 5. シンガポール・南洋工科大学

南洋工科大学は微細加工技術とフォトニクス的手法を組み合わせ、細胞や微小流路内の屈折率を計測する手法を確立しており、これを循環がん細胞 CTC (Circulating Tumor Cells) の検査などへ応用する研究を進めている。本技術を応用して単一細胞・単一分子分析の基盤を確立するという目標のもと、研究交流を行ってきた。その結果、マイクロ流路におけるタンパク分子検出法をはじめとするフォトニクスを応用した技術を確立することができた。また、南洋工科大学やシンガポール国立大学の同分野の研究者を呼んで 40 名規模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するなど、本事業以前にはなかったマイクロ・ナノ化学の研究交流ネットワークを構築することができた。

### ○日本側拠点機関の事務支援体制（拠点機関全体としての事務運営・支援体制等）

日本側コーディネーターである北森研究室が具体的な事務支援を行うとともに、東京大学大学院工学系研究科においては、学務課の下に交流事業チーム（平成 23 年度からは国際推進課 国際交流チーム）を設置しており、事務サポートにあたってきた。専門的な職員も配置しており、海外拠点との連絡・調整に大きく貢献した。

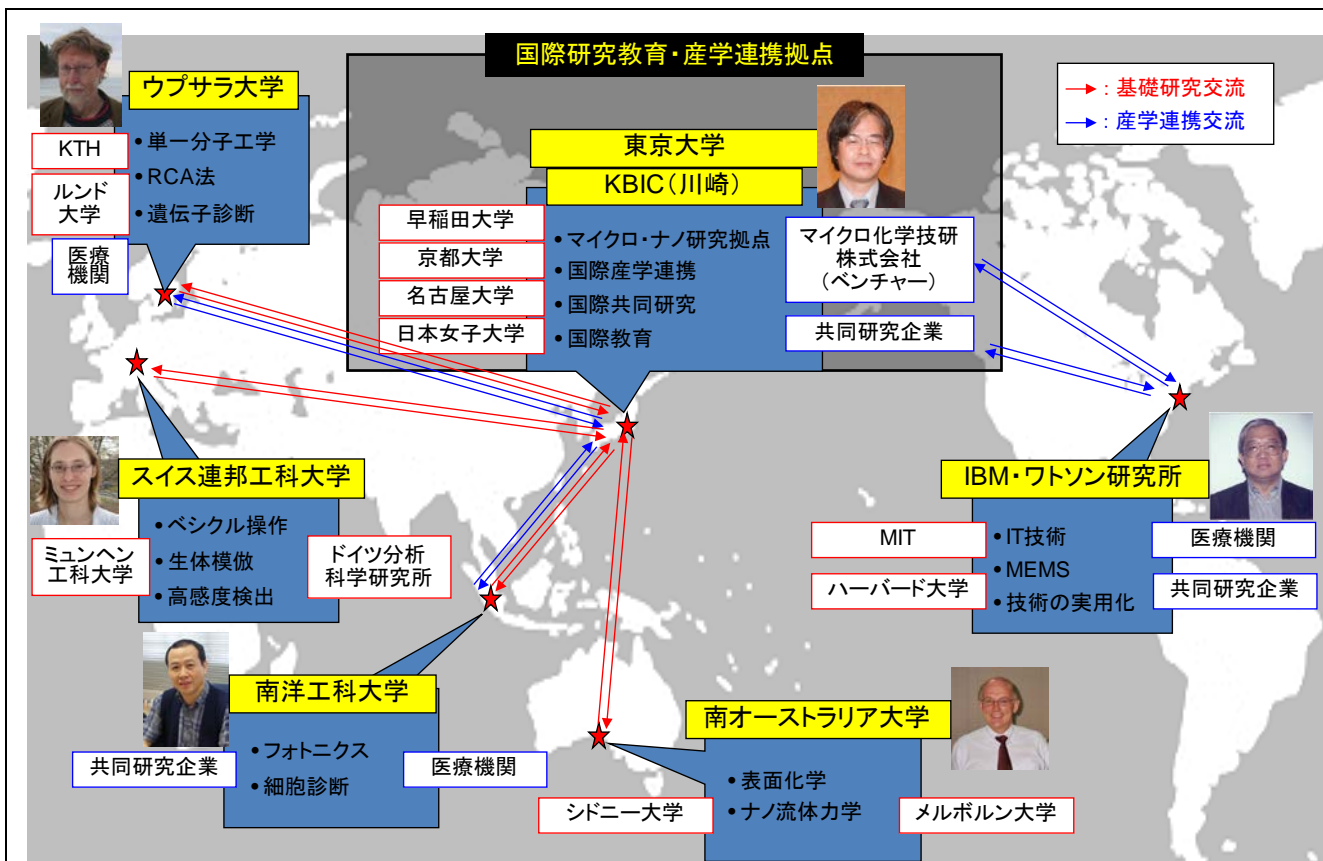


図1 本事業における相手国拠点機関との協力体制構想

## 6. 今後の課題と展望

5か年の活動によって明確になった本分野・体制等における課題、本事業から得られた成果や拠点機関としての研究交流活動の展開について将来的な展望を記入してください。

### ○課題等

本事業により、交流相手国の拠点機関とそれぞれマイクロ・ナノ化学の国際研究拠点形成のためのネットワークを築くことができた。今後は、各国と築いてきたネットワークをより強化して6カ国間で共同研究を展開し、単一細胞・単一分子分析デバイスを実現していくことが課題となる。また、ネットワークを産学連携へと展開し、産業応用研究への発展を目指す。アジア、オセアニア、アメリカ、ヨーロッパの地域のバランスを配慮した拠点がそれぞれの周辺地域の機関と共同研究や技術供与を行うことにより、マイクロ・ナノ化学分野において、主要国を網羅したきわめて強力な国際的リーダーシップをとることができると期待される。

また、若手研究者・技術者の育成においても、本拠点において、ジョイントセミナーやサマーキャンプなどを定期的で開催し、研究・教育両面において質の高い交流を図ることで、将来を担う若手研究者の養成を本事業終了後も継続していくことが課題となる。特にサマーキャンプについては、参加した国外の若手研究者にも概ね好評であり、なおかつ若手の受賞や昇任につながるなど着実に成果を挙げているため、マイクロ・ナノ化学の国際研究拠点を持続させていくためにぜひとも継続したい。

これらにより、研究・産学連携・教育のいずれの面においても、本分野における主導的拠点となることが期待できる。しかし、研究交流および若手育成を十分に継続していくためには、それらを目的とした継続援助が不可欠であり、こういった活動を継続していくための予算の獲得が大きな課題となる。

### ○将来的な展望

本事業では、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を立ち上げるとともに、共同研究先の各国拠点機関との研究交流を展開し、事業後も持続可能で将来的にも有望なネットワークを構築してきた。このうち、米国 IBM とは交流ネットワークを活かし、日本 IBM と東大間でマイクロ・ナノデバイスに関する社会連携講座を実施するなど、KBIC への研究拠点の集約化を進めてきた。これらのネットワークと本事業におけるマイクロ・ナノ化学の拠点形成、研究交流の成果をリンクさせることでより強固な国際ネットワークの形成が可能であり、本事業終了後も持続的な発展が期待できる。

上記により形成した研究拠点を中心として、若手研究者を共同研究先の各国へと派遣し、本事業での成果を基盤に相手国において基礎研究あるいは産学連携研究を主導し、その成果を本拠点から巣立ったもの同士で協力しながらさらに相互発展・融合させることにより、新たな分野の創出につながっていくものと期待できる。

また、本事業での実現を目標とした「単一分子分析デバイス」は、次世代デバイス工学としても、また、そのデバイスを使った学術展開としても、非常に大きなインパクトを与えると確信する。将来的には、マイクロ化学システムの高密度集積化を実現する工学的基盤となり、モバイル・携帯型を越えてカード型の超高性能分析デバイスとしても展開が期待される。IC チップと結合させ、個人の健康・疾病管理デバイス、食品安全、対テロの化学・バイオ検出デバイスなど、その応用は極めて広範囲に渡る。



## 7. この課題に関連した主な発表論文名・著者名

コーディネーターあるいは参加研究者が実施期間中に発表した論文で、この交流の成果であり、本事業名が明記されているものを記載してください。コーディネーター・参加研究者の氏名にはアンダーラインを付してください。また、相手国の参加研究者との共著論文には、文頭の番号に○印を付し、相手国名を記入してください。

### (1) 学術雑誌等(紀要・論文集等も含む)に発表した論文又は著書

・査読がある場合、印刷済み及び採録決定済のものに限り、査読中・投稿中のものは除く。また「査読」欄に○印を付す。

整理番号	著者名、発表論文名、学会誌名、発表年月巻号等	査読	相手国名 (共著の場合)
①	K. Jang, Y. Tanaka, J. Wakabayashi, R. Ishii, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, "Selective Cell Capture and Analysis Using Shallow Antibody-Coated Microchannels", <i>Biomicrofluidics</i> , 2012年12月, <b>6</b> , 044117.	○	スウェーデン
2	L. Li, Y. Kazoe, K. Mawatari, Y. Sugii, T. Kitamori, "Viscosity and Wetting Property of Water Confined in Extended Nanospace Simultaneously Measured from Highly-Pressurized Meniscus Motion", <i>The Journal of Physical Chemistry Letters</i> , 2012年8月, <b>3</b> , 2447.	○	
3	T. H. H. Le, K. Mawatari, N. Hasumoto, Y. Pihosh, K. Kitamura, T. Yatsui, T. Kawazoe, M. Naruse, M. Ohtsu, T. Kitamori, "OPTICAL NEAR-FIELD INDUCED CHEMICAL PARTIAL HYDROPHOBIC/HYDROPHILIC MODIFICATION WITH SUB-DIFFRACTION LIMIT RESOLUTION", <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012年10月, <b>1</b> , 222.	○	
4	T. Saruko, K. Mawatari, T. Kitamori, "INVESTIGATION OF ENZYME REACTION IN EXTENDED-NANO SPACE MIMICKING CELLULAR ENVIRONMENTS", <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012年10月, <b>1</b> , 314.	○	
5	X. Gao, K. Mawatari, Y. Kazoe, Y. Tanaka, T. Kitamori, "Creation of a Cell-Based Separation Microdevice Using Human Renal Proximal Tubule Epithelial Cells", <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012年10月, <b>1</b> , 602.	○	
6	K. Morikawa, Y. Kazoe, K. Mawatari, T. Tsukahara, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF DIELECTRIC CONSTANT MEASUREMENT METHOD FOR UNIQUE REACTION IN EXTENDED-NANO SPACE", <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012年10月, <b>1</b> , 701.	○	
7	K. Shirai, K. Mawatari, T. Kitamori, "PATTERNING OF BIOMOLECULES IN EXTENDED NANOCHANNEL USING LOW-TEMPERATURE BONDING", <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012年10月, <b>1</b> , 713.	○	
8	L. Li, Y. Kazoe, K. Mawatari, Y. Sugii, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF METHOD FOR SIMULTANEOUS MEASUREMENT OF VISCOSITY AND SURFACE TENSION FORCE IN BIO-MIMETIC EXTENDED-NANO SPACE", <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012年10月, <b>1</b> , 722.	○	
9	T. Matsuno, Y. Kazoe, K. Mawatari, T. Kitamori, "ICE DROPLET COLLIDER: ULTIMATE ACCELERATION OF DROPLET USING MICROSCALE PHASE TRANSITION FOR CHEMICAL REACTION BY KINETIC ENERGY", <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012年10月, <b>1</b> , 872.	○	
10	H. Shimizu, R. Ishibashi, K. Mawatari, T. Kitamori, "ATTOLITER LIQUID CHROMATOGRAPHY USING EXTENDED-NANO CHANNEL FOR SEPARATION OF PROTEINS IN A SINGLE CELL", <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012年10月, <b>1</b> , 1162.	○	
11	K. Kasai, Y. Kazoe, K. Morikawa, K. Mawatari, T. Kitamori, "MULTI-STEP MIXING IN EXTENDED NANOSPACE BY CONTINUOUS FLOW CHEMICAL PROCESSING WITH EFFECT OF ION HYDRATION ON LIQUID PROPERTY", <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012年10月, <b>1</b> , 1285.	○	
12	K. Mawatari, S. Kubota, Y. Xu, T. Kitamori, "NANO LAPLACE VALVE FOR FEMTOLITTER LIQUID GENERATION AND HANDLING REALIZED BY NANOPILLAR-IN-NANOCHANNEL FABRICATION AND SURFACE MODIFICATION", <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012年10月, <b>1</b> , 1447.	○	
13	H. Akaike, Y. Kazoe, K. Kasai, K. Mawatari, T. Kitamori, "FORMATION OF PARALLEL AQU/ORG TWO PHASE FLOW IN EXTENDED NANOCHANNEL BY PARTIAL MODIFICATION WITH MOLECULAR	○	

	ABLATION USING EVANESCENT WAVE”, <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012 年 10 月, 1, 1462.		
14	T. Yamashita, K. Mawatari, Y. Tanaka, T. Kitamori, “SMOOTH MUSCLE CELL CULTURE IN MICROCHANNEL TOWARD CONSTRUCTION OF MULTILAYERED VASCULAR TISSUE IN MICRO-SCALE”, <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012 年 10 月, 1, 1708.	○	
15	T. Nakao, K. Mawatari, K. Sato, T. Kitamori, “HIGHLY SPECIFIC ZEPT-MOLE LEVEL DNA DETECTION BY COMBINATION OF THERMAL LENS MICROSCOPE AND ROLLING CIRCLE AMPLIFICATION”, <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012 年 10 月, 1, 1984.	○	
16	Y. Kajita, Y. Pihosh, K. Mawatari, T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF LIGHT-DRIVEN H <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> GENERATION CHIP FOR MICRO FUEL CELL DEVICES”, <i>Proceedings of MicroTAS 2012</i> , 2012 年 10 月, 1, 2005.	○	
17	R. Ishii, N. Sasaki, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, K. Sato, “Counting Single DNA Molecule by On-Based Rolling Circle Amplification for Quantitative Analyses”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2011</i> , 2011 年 11 月, 1, 70.	○	
18	Y. Tanaka, H. T. T. Ngo, Y. Kazoe, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, “MULTISTEP MIXING, REACTION AND DETECTION SYSTEM IN AN EXTENDED-NANO FLUIDIC NETWORK”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2011</i> , 2011 年 11 月, 1, 380.	○	
19	S. Yoshioka, K. Mawatari, T. Kitamori, “REACTION ANALYSIS IN EXTENDED-NANO SPACE BY A NOVEL NMR CHIP AND ENHANCEMENT OF DIELS-ALDER REACTIVITY OF CYCLOPENTADIENE”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2011</i> , 2011 年 11 月, 1, 419.	○	
20	H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, “CHROMATOGRAPHIC SEPARATION OF NONFLUORESCENT MOLECULES USING EXTENDED-NANO CHANNEL AND DIFFERENTIAL INTERFERENCE CONTRAST THERMAL LENS MICROSCOPE”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2011</i> , 2011 年 11 月, 1, 559.	○	
21	Y. Kajita, Y. Pihosh, K. Mawatari, T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF H <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> GENERATION CHIP FOR MICRO FUEL CELL DEVICES”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2011</i> , 2011 年 11 月, 1, 653.	○	
22	K. Shirai, Y. Sugii, Y. Tanaka, K. Mawatari, T. Kitamori, “INTEGRATION OF SINGLE CELL MANIPULATION, LYSIS, INJECTION AT SUB-PICOLITER SCALE UTILIZING EXTENDED-NANO SPACE FOR SINGLE CELL ANALYSIS”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2011</i> , 2011 年 11 月, 1, 1032.	○	
23	S. Kubori, Y. Kazoe, K. Mawatari, Y. Sugii, T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF NONINTRUSIVE MEASUREMENT TECHNIQUE OF FLOW RATE AND PRESSURE DROP FOR EXTENDED NANOSPACE CHANNEL FLOWS” <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2011</i> , 2011 年 11 月, 1, 1062.	○	
24	S. Kubota, K. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, “LAPLACE PRESSURE VALVE UTILIZING NANO-IN-NANO STRUCTURE TOWARD ATTOLITER SCALE LIQUID HANDLING”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2011</i> , 2011 年 11 月, 1, 1068.	○	
25	J. Katagiri, T. Yamamoto, K. Mawatari, T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF POLYMER-MODIFICATION METHOD FOR CREATION OF FUNCTIONAL EXTENDED NANOSPACE”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2011</i> , 2011 年 11 月, 1, 1752.	○	
26	Y. Tanaka, Y. Yanagisawa, T. Kitamori, “CELL SHEET FREE ACTUATOR FOR A BIO-MICROPUMP USING PREVIOUSLY FROZEN CARDIOMYOCYTES”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2011</i> , 2011 年 11 月, 1, 1846.	○	
27	H. Chinen, Y. Pihosh, K. Mawatari, T. Kitamori, “A NOVEL MICRO FUEL CELL UTILIZING EXTENDED-NANOCHANNELS AS FAST PROTON CONDUCTOR”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2011</i> , 2011 年 11 月, 1, 2031.	○	
28	K. Takahashi, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, “DYNAMICS OF A MICRO DROPLET COLLIDER TO EXTEND MICROFLUIDIC APPLICATIONS”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2010</i> , 2010 年 10 月, 1, 422.	○	
29	H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, “CONCENTRATION DETERMINATION IN EXTENDED NANOCHANNEL USING DIFFERENTIAL INTERFERENCE CONTRAST THERMAL LENS MICROSCOPE”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2010</i> , 2010 年 10 月, 1, 575.	○	
30	J. Wakabayashi, Y. Tanaka, K. Sato, K. Mawatari, Y. Tanaka, M. Nilsson, T. Kitamori, “Development of	○	スウェー

	specific single-cell gene analysis system on a microchip”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2010</i> , 2010 年 10 月, 1, 764.		デン
③1	Y. Tanaka, H. Xi, K. Sato, K. Mawatari, B. Renberg, M. Nilsson, T. Kitamori, “Extended-nano channel based rolling circle amplification to detect single molecule DNA”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2010</i> , 2010 年 10 月, 1, 1160.	○	スウェーデン
32	T. Yamashita, Y. Tanaka, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, “CONSTRUCTION OF VASCULAR-MIMETIC TISSUE IN A SEPARABLE MICROCHIP”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2010</i> , 2010 年 10 月, 1, 1316.	○	
③3	K. Sato, Y. Kitamura, N. Sasaki, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, “Single DNA molecule detection by on-bead rolling circle amplification using microchip for efficient detection”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2010</i> , 2010 年 10 月, 1, 1460.	○	スウェーデン
34	T. H. H. Le, K. Mawatari, K. Kitamura, T. Yatsui, T. Kawazoe, M. Ohtsu, T. Kitamori, “INVESTIGATION OF PHONON-ASSISTED OPTICAL NEAR-FIELD, EXCITATION ON NANOSTRUCTURED TiO2 TOWARDS ON-CHIP FUEL CELL APPLICATION”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2010</i> , 2010 年 10 月, 1, 1889.	○	
③5	K. Shirai, B. Renberg, K. Sato, K. Mawatari, T. Kitamori, “Graft Linker Immobilization for Spatial Control of Antibody Immobilization inside Fused Microchips”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2009</i> , 2009 年 11 月, 1, 1566.	○	スウェーデン
③6	H. Xi, K. Sato, K. Mawatari, B. Renberg, M. Nilsson, T. Kitamori, “Towards Single Molecule Detection in Minute Volumes . UV-Grafted DNA Probes with Padlock Probe Detection and RCA Amplification”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2009</i> , 2009 年 11 月, 1, 1554.	○	スウェーデン
③7	J. Wakabayashi, K. Kato, K. Mawatari, Y. Tanaka, M. Nilsson, T. Kitamori, “Development of Microchip-Based in Situ Rolling Circle Amplification for Sepsis Diagnosis”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2009</i> , 2009 年 11 月, 1, 1097.	○	スウェーデン
③8	A. Tachihara, K. Kato, B. Renberg, K. Mawatari, Y. Tanaka, M. Nilsson, T. Kitamori, “Single Molecule Detection of Bacterial Genomic DNA Using Microchip Integrated Rolling Circle Amplification”, <i>Proceedings of <math>\mu</math>TAS 2009</i> , 2009 年 11 月, 1, 1076.	○	スウェーデン

## (2)国際会議における発表

・著者名(参加研究者を含む全員の氏名を、論文等と同一の順番で記載すること)、発表題名、発表した学会名、開催場所、論文等の番号、発表年月日等を記載すること。発表者に○印を付すこと。

・査読がある場合、「査読」欄に○印を付す。

整理番号	著者名、発表題名、学会名、開催場所、口頭・ポスター等の形式、論文等の番号、発表年月日等	査読	相手国名(共同発表の場合)
1	OT. Saruko, K. Mawatari, T. Kitamori, “INVESTIGATION OF ENZYME REACTION IN EXTENDED-NANO SPACE MIMICKING CELLULAR ENVIRONMENTS”, MicroTAS 2012, Okinawa, Japan, ポスター, M.1.10, 2012 年 10 月	○	
2	OK. Shirai, K. Mawatari, T. Kitamori, “PATTERNING OF BIOMOLECULES IN EXTENDED NANOCHANNEL USING LOW-TEMPERATURE BONDING”, MicroTAS 2012, Okinawa, Japan, ポスター, M.6.150, 2012 年 10 月	○	
3	OL. Li, Y. Kazoe, K. Mawatari, Y. Sugii, T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF METHOD FOR SIMULTANEOUS MEASUREMENT OF VISCOSITY AND SURFACE TENSION FORCE IN BIO-MIMETIC EXTENDED-NANO SPACE”, MicroTAS 2012, Okinawa, Japan, ポスター, M.6.153, 2012 年 10 月	○	
4	OK. Mawatari, S. Kubota, Y. Xu, T. Kitamori, “NANO LAPLACE VALVE FOR FEMTOLITTER LIQUID GENERATION AND HANDLING REALIZED BY NANOPILLAR-IN-NANOCHANNEL FABRICATION AND SURFACE MODIFICATION”, MicroTAS 2012, Okinawa, Japan, ポスター, W.1.3, 2012 年 10 月	○	
5	OT. Yamashita, K. Mawatari, Y. Tanaka, T. Kitamori, “SMOOTH MUSCLE CELL CULTURE IN MICROCHANNEL TOWARD CONSTRUCTION OF MULTILAYERED VASCULAR TISSUE IN	○	

	MICRO-SCALE”, MicroTAS 2012, Okinawa, Japan, ポスター, W.3.94, 2012 年 10 月		
6	OT. Nakao, K. Mawatari, K. Sato, T. Kitamori, “HIGHLY SPECIFIC ZEPT-MOLE LEVEL DNA DETECTION BY COMBINATION OF THERMAL LENS MICROSCOPE AND ROLLING CIRCLE AMPLIFICATION”, MicroTAS 2012, Okinawa, Japan, ポスター, W.8.192, 2012 年 10 月	○	
7	OK. Shirai, K. Mawatari, T. Kitamori, “Development of Biomolecules Patterning Method in Extended Nanochannel Utilizing Low-temperature Bonding Toward Single Cell Analysis”, ITP 2012, Baltimore, USA, ポスター, 2012 年 9 月		
8	OK. Shirai, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, “Integration of Single Cell Preparation at Sub-picoliter Scale utilizing Extended Nanospace toward Chemical Analysis of Single Cell”, Nanobio Seattle 2012, Seattle, USA, ポスター, 2012 年 7 月		
9	OT. Yamashita, K. Mawatari, Y. Tanaka, T. Kitamori, “Hybrid glass microchip bonded with porous polycarbonate membrane for smooth muscle cell culture in micro-scale”, Nanobio Seattle 2012, Seattle, USA, ポスター, 2012 年 7 月		
10	S Kubota, OK. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, “Attoliter scale liquid handling using Laplace valve in Extended Nanospace”, ISMM 2012, Hsinchu, Taiwan, ポスター, 2012 年 6 月		
11	OL. Li, Y. Kazoe, K. Mawatari, Y. Sugii, T. Kitamori, “Investigation of viscosity of water in biomimetic extended nanochannel”, ISMM 2012, Hsinchu, Taiwan, ポスター, 2012 年 6 月		
12	OS Kubota, K. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, “LAPLACE PRESSURE VALVE UTILIZING NANO-IN-NANO STRUCTURE TOWARD ATTOLITER SCALE LIQUID HANDLING”, MicroTAS 2011, Seattle, USA, ポスター, T3E, 2011 年 11 月	○	
13	OK. Shirai, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, “INTEGRATION OF SINGLE CELL MANIPULATION, LYSIS, INJECTION AT SUB-PICOLITER SCALE UTILIZING EXTENDED-NANO SPACE FOR SINGLE CELL ANALYSIS”, MicroTAS 2011, Seattle, USA, ポスター, T17D, 2011 年 11 月	○	
⑭	OR. Ishii, N. Sasaki, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, K. Sato, “Counting Single DNA Molecule by On-Based Rolling Circle Amplification for Quantitative Analyses”, MicroTAS 2011, Seattle, USA, ポスター, M5A, 2011 年 11 月.	○	スウェーデン
15	OS Kubota, K. Mawatari, T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF aL SCALE LIQUID HANDLING METHOD IN EXTENDED NANOSPACE”, JAIMA Discussion on Analytical Science and Technology 2011, Makuhari, Japan, ポスター, 2011 年 9 月		
16	OS Kubota, K. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, “Development of Laplace Pressure Valve for Chromatography System in Extended-nano Space”, HPLC 2011, Budapest, Hungary, ポスター, 2011 年 6 月		
17	OK. Shirai, Y. Sugii, Y. Tanaka, K. Mawatari, T. Kitamori, “Development of Interface Between Micro and Extended-Nano Spaces for Femtoliter Scale Analysis of Single Cells”, ISMM 2011, Seoul, Korea, ポスター, 2011 年 6 月		
18	OS Kubota, K. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, “A Laplace Valve in Extended-nano Channels for Attoliter-Level Liquid Injection”, ISMM 2011, Seoul, Korea, ポスター, 2011 年 6 月		
19	OH. Emon, K. Mawatari, T. Tsukahara, T. Kitamori, “Creation of Mimicked Intercellular Structure and Solution Properties Analysis by NMR in the Extended-nano Space”, ISMM 2011, Seoul, Korea, ポスター, 2011 年 6 月		
⑳	J. Wakabayashi, OY. Tanaka, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, “Integration of in situ Rolling Circle Amplification on a Microchip for Single Cell and Molecule Analysis”, ISMM 2011, Seoul, Korea, ポスター, 2011 年 6 月		スウェーデン
21	OS Kubota, K. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, “A Laplace Pressure Valve to Control Nanofluidics for Chromatography Systems in Extended-Nano Space”, ICAS 2011, Kyoto, Japan, ポスター, 2011 年 5 月		
22	OK. Shirai, Y. Sugii, Y. Tanaka, K. Mawatari, T. Kitamori, “Single Cell Analysis at Femtoliter Scale utilizing Extended-nano Space”, 2nd annual Single Cell Analysis Congress, London, UK, ポスター, 2011 年 5 月		

②3	○Y. Tanaka, J. Wakabayashi, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, "Single cell and single gene detection system using roL <sub>2</sub> Ling circle amplification on a microchip", 2nd annual Single Cell Analysis Congress, London, UK, ポスター, 2011 年 5 月		スウェーデン
②4	J. Wakabayashi, ○Y. Tanaka, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, "Development of in situ roL <sub>2</sub> Ling circle amplification on a microchip for single cell and single gene detection system", MSB 2011, San Diego, USA, 2011 年 5 月		スウェーデン
25	○T. Yamashita, Y. Tanaka, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, "Study on the culturing condition and recovery of smooth muscle cells in a separable microchip", PACIFICHEM 2010, Honolulu, USA, 口頭, 2010 年 12 月		
②6	○Y. Tanaka, H. Xi, K. Sato, K. Mawatari, B. Renberg, M. Nilsson, T. Kitamori, "RoL <sub>2</sub> Ling circle amplification in micro and extended-nano channels to detect single-molecule DNA", PACIFICHEM 2010, Honolulu, USA, ポスター, 2010 年 12 月		スウェーデン
27	○K. Shirai, Y. Tanaka, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of the interface for single cell analysis in the extended-nano space", PACIFICHEM 2010, Honolulu, USA, ポスター, 2010 年 12 月		
②8	○J. Wakabayashi, Y. Tanaka, K. Sato, K. Mawatari, Y. Tanaka, M. Nilsson, T. Kitamori, "Integration of highly efficient gene analysis system on a microchip", PACIFICHEM 2010, Honolulu, USA, ポスター, 2010 年 12 月		スウェーデン
②9	○K. Sato, Y. Kitamura, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, "Single DNA molecule detection by on-bead padlock/roL <sub>2</sub> Ling circle amplification", PACIFICHEM 2010, Honolulu, USA, ポスター, 2010 年 12 月		スウェーデン
30	○S. Kubota, K. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, "Development of Laplace valves capable of attoliter level injection for chromatography systems in extended-nano space", APCE 2010, Hong Kong, China, ポスター, 2010 年 12 月		
31	○J. Wakabayashi, Y. Tanaka, K. Sato, K. Mawatari, Y. Tanaka, M. Nilsson, T. Kitamori, "Development of specific single-cell gene analysis system on a microchip", MicroTAS 2010, Groningen, Netherland, ポスター, T2A, 2010 年 10 月.	○	スウェーデン
32	○T. Yamashita, Y. Tanaka, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, "Construction of vascular-mimetic tissue in a separable microchip", MicroTAS 2010, Groningen, Netherland, ポスター, T1H, 2010 年 10 月.	○	
③3	○Y. Tanaka, H. Xi, K. Sato, K. Mawatari, B. Renberg, M. Nilsson, T. Kitamori, "Extended-nano channel based roL <sub>2</sub> Ling circle amplification to detect single molecule DNA", MicroTAS 2010, Groningen, Netherland, ポスター, T5E, 2010 年 10 月.	○	スウェーデン
③4	○K. Sato, Y. Kitamura, N. Sasaki, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, "Single DNA molecule detection by on-bead roL <sub>2</sub> Ling circle amplification using microchip for efficient detection", MicroTAS 2010, Groningen, Netherland, ポスター, W4A, 2010 年 10 月.	○	スウェーデン
35	○T. Yamashita, Y. Tanaka, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, "Culture and recovery of smooth muscle cells in a separable microchip for the construction of micro-scale vascular tissue", ISMM 2010, Hong Kong, China, 口頭, 2010 年 5 月		
36	○S. Kubota, K. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, "Development of Laplace valve in extended-nano space using well-defined patterning by nanostructure", ISMM 2010, Hong Kong, China, ポスター, 2010 年 5 月		
37	○H. Emon, K. Mawatari, T. Tsukahara, T. Kitamori, "Investigation of Vesicle Injection into Extended-nano Space for Lipid Bilayer Modification", ISMM 2010, Hong Kong, China, ポスター, 2010 年 5 月		
③8	○K. Shirai, B. Renberg, K. Sato, K. Mawatari, T. Kitamori, "Graft Linker Immobilization for Spatial Control of Antibody Immobilization inside Fused Microchips", MicroTAS 2009, Jeju, Korea, ポスター, 2009 年 11 月.	○	スウェーデン
③9	○H. Xi, K. Sato, K. Mawatari, B. Renberg, M. Nilsson, T. Kitamori, "Towards Single Molecule Detection in Minute Volumes . UV-Grafted DNA Probes with Padlock Probe Detection and RCA Amplification", MicroTAS 2009, Jeju, Korea, ポスター, 2009 年 11 月.	○	スウェーデン

④⑩	○J. Wakabayashi, K. Kato, K. Mawatari, Y. Tanaka, M. Nilsson, T. Kitamori, “Development of Microchip-Based in Situ Rolling Circle Amplification for Sepsis Diagnosis”, MicroTAS 2009, Jeju, Korea, ポスター, 2009 年 11 月.	○	スウェーデン
④⑪	○A. Tachihara, K. Kato, B. Renberg, K. Mawatari, Y. Tanaka, M. Nilsson, T. Kitamori, “Single Molecule Detection of Bacterial Genomic DNA Using Microchip Integrated Rolling Circle Amplification”, MicroTAS 2009, Jeju, Korea, ポスター, 2009 年 11 月.	○	スウェーデン

### (3) 国内学会・シンポジウム等における発表

・(2)と同様に記載すること

整理番号	著者名、発表題名、学会名、開催場所、口頭・ポスター等の形式、論文等の番号、発表年月日等	査読	相手国名 (共同発表の場合)
①	○中尾達郎, 馬渡和真, 佐藤香枝, 清水久史, ウルフ・ランデグレン, 北森武彦, “RCAと熱レンズ顕微鏡を用いたzeptoモル DNA の高選択的かつ高感度な検出と定量”, 日本分析化学会第 61 年会, 金沢大学角間キャンパス, 口頭, 2012 年 9 月		スウェーデン
2	○李麗瀟, 嘉副裕, 馬渡和真, 杉井康彦, 北森武彦, “Measurement of viscosity and surface tension force in bio-mimetic extended-nano space”, 日本分析化学会第 61 年会, 金沢大学角間キャンパス, 口頭, 2012 年 9 月		
3	○猿子卓, 馬渡和真, 北森武彦, “細胞構造模倣の拡張ナノ空間における酵素反応に関する研究”, 第 25 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 崇城大学, ポスター, 1P15, 2012 年 5 月		
4	○山下忠紘, 田中陽, 馬渡和真, 北森武彦, “微細血管組織構築に向けた血管平滑筋細胞のマイクロ空間内培養法の開発”, 第 25 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 崇城大学, ポスター, 2P17, 2012 年 5 月		
⑤	久保田翔吾, ○馬渡和真, 許岩, 北森武彦, “拡張ナノ空間におけるナノ構造体を用いた超微量液体操作法の開発”, 日本化学会第 92 春季年会, 慶應義塾大学日吉キャンパス・矢上キャンパス, 口頭, 2012 年 3 月		スウェーデン
6	久保田翔吾, ○馬渡和真, 許岩, 北森武彦, “拡張ナノ空間におけるアトリットル操作のためのラプラスバルブの開発”, 第 24 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 大阪府立大学中百舌鳥キャンパス, ポスター, 2011 年 11 月		
7	○白井健太郎, 馬渡和真, 北森武彦, “常温接合による拡張ナノ空間表面の生体分子固定化法の構築”, 第 24 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 大阪府立大学中百舌鳥キャンパス, ポスター, 2011 年 11 月		
⑧	○田中陽, 若林潤, 佐藤香枝, 張氣薫, 馬渡和真, Mats Nilsson, 北森武彦, “マイクロ化学チップを用いた単一細胞単一遺伝子検出法の開発”, 日本分析化学会 第 60 年会, 名古屋大学東山キャンパス, 口頭, 2011 年 9 月		スウェーデン
9	○白井健太郎, 杉井康彦, 田中陽, 馬渡和真, 北森武彦, “pL 空間内細胞前処理操作による単一細胞分析のためのマイクロ・拡張ナノインターフェースの構築”, 第 23 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 千葉大学西千葉キャンパス, ポスター, 2011 年 6 月		
10	○山下忠紘, 田中陽, 杉井康彦, 馬渡和真, 北森武彦, “マイクロ流路における血管組織構築のための平滑筋細胞と内皮細胞の共培養”, 第 23 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 千葉大学西千葉キャンパス, ポスター, 2011 年 6 月		
⑪	若林潤, ○田中陽, 佐藤香枝, 馬渡和真, Mats Nilsson, 北森武彦, “マイクロチップを用いた単一細胞内単一遺伝子解析法の開発”, 第 23 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 千葉大学西千葉キャンパス, ポスター, 2011 年 6 月		スウェーデン
12	○衛門久樹, 馬渡和真, 塚原剛彦, 北森武彦, “拡張ナノ空間内擬似細胞間構造創成と水分子運動解析”, 日本化学会 第 91 年会, 神奈川大学横浜キャンパス, 口頭, 2011 年 3 月		
13	○白井健太郎, 杉井康彦, 田中陽, 馬渡和真, 北森武彦, “マイクロ・拡張ナノ空間をつなぐインターフェ		

	ースを用いた単一細胞内タンパク質分析法の開発”, 日本化学会 第 91 年会, 神奈川大学横浜キャンパス, 口頭, 2011 年 3 月		
⑭	若林潤, 田中陽, 佐藤香枝, 馬渡和真, Mats Nilsson, 北森武彦, “マイクロ化学チップを用いた単一細胞単一遺伝子検出法の開発”, 日本化学会 第 91 年会, 神奈川大学横浜キャンパス, 口頭, 2011 年 3 月		スウェーデン
15	○衛門久樹, 馬渡和真, 塚原剛彦, 北森武彦, “拡張ナノ空間における擬似細胞間構造創成と溶液物性解析”, 第 22 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 名古屋大学医学部附属病院, ポスター, 2010 年 11 月		
16	○白井健太郎, 杉井康彦, 田中陽, 馬渡和真, 北森武彦, “単一細胞分析のためのマイクロ・拡張ナノインターフェースの構築”, 日本分析化学会 第 59 年会, 東北大学川内北キャンパス, 口頭, 2010 年 9 月		
17	○衛門久樹, 馬渡和真, 塚原剛彦, 北森武彦, “拡張ナノ空間における擬似細胞間構造構築に関する研究”, 東京コンファレンス 2010, 幕張メッセ国際会議場, ポスター, 2010 年 9 月		
18	○白井健太郎, 杉井康彦, 田中陽, 馬渡和真, 北森武彦, “拡張ナノ空間を利用した単一細胞分析のための細胞溶解法の構築”, 東京コンファレンス 2010, 幕張メッセ国際会議場, ポスター, 2010 年 9 月		
⑰	○若林潤, 田中陽, 佐藤香枝, 馬渡和真, 田中有希, Mats Nilsson, 北森武彦, “マイクロ化学チップを用いた高効率単一細胞内遺伝子検出法の開発”, 東京コンファレンス 2010, 幕張メッセ国際会議場, ポスター, 2010 年 9 月		スウェーデン
20	○久保田翔吾, 馬渡和真, 許岩, 北森武彦, “ナノ構造体を用いた拡張ナノ空間におけるラプラスバルブの開発”, 第 21 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 東京大学本郷キャンパス, ポスター, 2010 年 6 月		
21	○衛門久樹, 馬渡和真, 塚原剛彦, 北森武彦, “溶液物性解析のための拡張ナノ空間内リン脂質二重膜修飾”, 第 21 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 東京大学本郷キャンパス, ポスター, 2010 年 6 月		
22	○白井健太郎, 杉井康彦, 田中陽, 馬渡和真, 北森武彦, “拡張ナノ空間における単一細胞分析に向けた細胞溶解液導入のための流体デバイスの開発”, 第 21 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 東京大学本郷キャンパス, ポスター, 2010 年 6 月		
⑳	○若林潤, 田中陽, 佐藤香枝, 馬渡和真, 田中有希, Mats Nilsson, 北森武彦, “マイクロ化学チップを用いた padlock probe/RCA 法による細胞内遺伝子解析法の開発”, 第 21 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 東京大学本郷キャンパス, ポスター, 2010 年 6 月		スウェーデン
24	○山下忠紘, 田中陽, 杉井康彦, 馬渡和真, 北森武彦, “分離型マイクロ化学チップ内での血管平滑筋細胞の培養条件の検討”, 第 21 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 東京大学本郷キャンパス, ポスター, 2010 年 6 月		
㉑	○田中陽, 席慧, 佐藤香枝, 馬渡和真, Björn Renberg, Mats Nilsson, 北森武彦, “マイクロ・拡張ナノチャネルを利用した単一 DNA 分子パターンニングおよび検出法の開発”, 第 21 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 東京大学本郷キャンパス, ポスター, 2010 年 6 月		スウェーデン
㉒	○若林潤, 田中陽, 佐藤香枝, 馬渡和真, 田中有希, Mats Nilsson, 北森武彦, “マイクロ化学チップを用いた高効率細胞内 DNA 検出法の開発”, 第 71 回分析化学討論会, 島根大学松江キャンパス, 口頭, 2010 年 5 月		スウェーデン