

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域「プロセスインテグレーションによる
機能発現ナノシステムの創製」
研究課題「拡張ナノ空間特異性を利用した
革新的機能デバイスの創成」

研究終了報告書

研究期間 平成21年10月～平成27年3月

研究代表者：北森 武彦
(東京大学大学院工学系研究科、
教授)

§ 1 研究実施の概要

(1)実施概要

当グループでは、10-100nm の拡張ナノ空間の基盤技術(加工、接合、流体制御、検出など)を世界に先駆けて開発して、特異的な溶液物性(高い粘度、プロトン移動度など)が発現することを独自に見出してきた。そこで本研究では、これらの拡張ナノ空間の特異性を利用した革新的デバイスの創成を目指し、以下に示す共通基盤技術および4つの項目について研究を推進した。バイオ分析が得意な日本女子大学を中心とするバイオデバイスグループ、水のプロトン輸送機構など物理化学が得意な東京工業大学を中心とするナノ流体デバイスグループと連携して、マイクロ・ナノ化学の技術・方法論が得意な東京大学を中心とする共通技術・エネルギーデバイスグループが中核となり研究を進めることで、チーム全体として十分な成果が得られた。

共通基盤技術	流路への化学機能付与、紫外微分干渉熱レンズ顕微鏡
(A)極限分析デバイス	A-1:単一細胞・単一分子分析 A-2:スーパークロマトグラフィー
(B)エネルギーデバイス	B-1:ヒートパイプ B-2:光燃料電池

共通基盤技術では、特別推進研究「拡張ナノ空間流体工学の創成」(H21-H25 年度)で開発したガラス基板の低温接合法(25-100°C)を応用して、機能性材料を拡張ナノ空間に組み込む新しい方法論を実現した。これにより、リソグラフィーやプラズマエッチングなどトップダウンで加工したマイクロ・拡張ナノ空間の中に生体分子や触媒・電極などをボトムアップ的に固定し、低温接合法で蓋をすることによって、マイクロ・拡張ナノスケールの極微小閉空間に化学的機能を付与することがはじめて可能になった。その結果、以下の研究項目(A)極限分析デバイスおよび研究項目(B)エネルギーデバイスが可能になり、拡張ナノデバイス工学のブレークスルーにつながった。また、もう一つの重要な共通基盤技術として検出技術を開発した。拡張ナノ空間は波長よりも小さい極微小空間であるため、検出が非常に困難である。特に、ほとんどの分子が非蛍光性であるために、非蛍光性分子をそのまま拡張ナノ空間で検出することが必須である。そこで、当グループでこれまで独自に開発した微分干渉熱レンズ顕微鏡を紫外領域に展開することで、タンパク質などの生体分子をそのまま拡張ナノ空間で検出可能な紫外微分干渉熱レンズ顕微鏡をはじめて開発した。その結果、例えば(A-2)のスーパークロマトグラフィーにおいて検出がはじめて可能になり、拡張ナノ空間での超高効率物質分離と合わせて極限の分離分析デバイスが実現した。

研究項目(A)極限分析デバイスでは、近年単一細胞(体積ピコリットル(pL))など極微量試料の分析法が求められることを考慮して、極微量・単一分子の分析性能を有する極限分析デバイスをはじめて創成した。(A-1)では、極めて狭いという拡張ナノ空間の特性を活用して、特定の単一分子を特定の場所に確実(ほぼ100%の捕捉効率)に捕捉することを実現した。また、タンパク質の分析で広く用いられている酵素結合免疫測定を拡張ナノ空間に集積することに成功した。最終的に、当グループ独自の検出法である熱レンズ顕微鏡と組み合わせることで、pL試料中のタンパク質1分子の検出を世界ではじめて実現した。(A-2)では、表面の効果が支配的であるという拡張ナノ空間の特性を活用し、表面相互作用の違いにより複数種の分子を空間的に超高効率に分離する分離デバイスの創成を目標とした。既に開発したナノ流体制御法を一定試料体積のハンドリングに応用して、単一細胞の1/1000以下となるアトリットル(aL)~フェムトリットル(fL)の試料ハンドリングをはじめて実現した。また、数10万~数100万段という従来よりも2~3桁高効率な分離が可能であることを実証するとともに、粒子充填により微小空間を作り出していた従来の液体クロマトグラフィーの限界を突破することに成功した。更に、流路表面の化学的性質(親水/疎水性)を制御することにより様々な分離モードを実現し、アミノ酸などの生体分子を高速分離することに成功した。以上は、現在世界中の研究者が利用している微小空間であるマイクロ空間では実現できない機能・性能であり、拡張ナノ空間によってはじめて革新的なデバイスを実現できた。

研究項目(B)エネルギーデバイスでは、拡張ナノ空間においてのみ発現する水の特異的な物性を利用することではじめて実現可能なエネルギーデバイスの開発に取り組んだ。(B-1)では、拡張ナノ空間では水の凝縮が沸点である 100°C以上でも促進されるという特異性を活用し、蒸発と凝縮を繰り返すことにより効率的に熱を輸送するヒートパイプデバイスを開発した。拡張ナノスケールのピラー構造を用いることにより、凝縮が促進されることを確認した。また、ピラー構造を組み込んだヒートパイプデバイスを作製して、加熱による水の循環を確認して動作原理を実証した。以上から、最終的に CPU と同等のサイズでありながら、50W レベルの冷却が可能であると見積もった。(B-2)では、拡張ナノ空間の高いプロトン移動度を利用し、かつ水の光のみで駆動するクリーンなマイクロ燃料電池デバイスをはじめて開発した。拡張ナノ空間が従来のプロトン交換膜やメソポーラスシリカと比べて、プロトン移動度、動作温度、耐久性など優れた性能があることを実証した。また、拡張ナノ流路を組み込んだマイクロ燃料電池デバイス、光触媒反応により水から酸素・水素を生成・分離するマイクロ燃料生成デバイスを作製して、それぞれの動作原理、高い性能を確認した。また、光触媒ではナノロッドと電気析出を利用する独自の的方法論で、世界最高レベルの性能を実現した。

以上のように、当グループが世界を先導している拡張ナノ流体技術をベースに、デバイス化のための共通基盤技術を開発して、拡張ナノ空間でしかできない革新的な性能のデバイスを世界に先駆けて実現した。

(2) 顕著な成果

<優れた基礎研究としての成果>

1. “Enhancement of Proton Mobility in Extended-Nanospace Channels”, H. Chinen et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, **51**(15), 3573–3577 (2012).

概要: (200 字程度)

拡張ナノ空間におけるプロトンの高速移動を直接的に初めて実証した。特に、直径 200 nm の拡張ナノ流路におけるプロトン伝導度が、既存材料である Nafion や現在研究が進められているメソポーラスシリカと比較して 1 桁以上高い値であることを明らかにした。ガラス製の拡張ナノ流路は容易に劣化せず、しかも常温で動作することから、従来材料に代わる燃料電池用のプロトン交換膜としての応用が期待される。また、これらの基礎的知見は、光合成や細胞内エネルギー産生など、プロトン移動を利用した多くの生体反応の理解にもつながると期待される。

2. 微細流路を備えた機能性デバイスの製造方法及び微細流路を備えた機能性デバイス(特願2012-216267)

概要: (200 字程度)

拡張ナノ空間に化学機能を付与する重要な方法論である。本方法論を用いれば、MEMS やエレクトロニクスが対象としてきたシリコンテクノロジーを取り込むことも可能になり、マイクロ・拡張ナノ化学と融合することで超高機能デバイスを実現でき、新しいデバイス工学を構築できると期待される。また、低温接合によりさまざまな機能材料を組み込むことが可能になったことは、マイクロ・ナノフルイディクス分野にも非常に大きなインパクトを与える。

<科学技術イノベーションに大きく寄与する成果>

1. ”Extended Nanofluidic Immunochemical Reaction with Femtoliter Sample Volumes”, K. Shirai et al., *Small* **10**(8), 1514–1522 (2014).

概要: (200 字程度)

マイクロ・拡張ナノ流路内の特定の領域をアミノ基で化学修飾し、低温接合法で基板同士を強固に接合して閉空間を形成し、その内部に抗体分子を導入してアミノ基と化学結合させることによって抗体パターンニングに成功した。既にマイクロ化学技研株式会社と実用化したマイク

ロ免疫分析装置に本方法論を組み込むことによって、既存の手法では困難な超高感度免疫分析・診断が実現できると考えられる。

2. "Highly efficient and ultra small volume separation by pressure driven liquid chromatography in extended nanochannels", R. Ishibashi et al., *Small* **8**(8), 1237–1242 (2012).

概要: (200 字程度)

従来の液体クロマトグラフィーでは多孔質粒子のもつ拡張ナノサイズの細孔を用いて分離していたが、拡張ナノ流路そのものを分離場として用いるという発想の大きな転換により、これまで桁では性能が向上しなかった液体クロマトグラフィーに対して、2 桁以上の革新的な性能向上をもたらした。また、試料体積は最小 180aL であり、単一細胞よりも圧倒的に少ない試料量で分離分析が可能なのはじめての方法である。現在、プロテオミクスの分野では単一細胞レベルの分離分析の要望が高いものの、最低 nL の試料量を必要とし分離効率が悪いのが現状である。そこで本法を単一細胞プロテオミクスに展開することで、従来の分析法・機器を凌駕する分析機器市場を開拓できると考えられる。

§ 2 研究実施体制

(1) 研究チームの体制について

① 共通技術・エネルギーデバイスグループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
北森 武彦	東京大学大学院工学系研究科	教授	H21.10～H26.3
馬渡 和真	同上	准教授	H21.10～H26.3
田中 陽	理化学研究所	ユニットリーダー	H21.10～H26.3
嘉副 裕	東京大学大学院工学系研究科	助教	H22.5～H26.3
ピホシュ ユーリー	同上	主任 研究員	H22.5～H26.3
王晨曦	同上	主任 研究員	H22.5～H25.12
清水 久史	同上	助教	H21.10～H26.3
スミルノバ アデリナ	同上	学術支援 専門職員	H21.10～H26.3
レ ハク ハウン ツー	同上	特任研究員	H21.10～ H25.10
笠井 健太郎	同上	M1～	H24.4～H26.3
中尾 達郎	同上	M1～	H24.4～H26.3
太田 諒一	同上	M1～	H24.4～H26.3
池田 啓輔	同上	M1～	H26.4～H26.3
森田 裕樹	同上	M1～	H26.4～H26.3
宮脇 直也	同上	M1～	H26.4～H26.3
森川 響二郎	同上	特任研究員	H21.10～H26.3
山下 忠紘	同上	D1～D3	H21.10～H25.9
白井 健太郎	同上	D1～D3	H21.10～H26.3
浅野 良寛	同上	M1～M2	H24.4～H26.3
赤池 寛人	同上	M1～M2	H22.4～H24.3
久保田 翔吾	同上	M1～M2	H22.4～H24.3
石橋 亮	同上	D1～D3	H21.10～H24.3
許 岩	同上	研究員	H21.10～H23.3
山本 竜広	同上	特任研究員	H22.4～H23.2

研究項目

- ・共通基盤技術、極限分析デバイス、エネルギーデバイス

② バイオデバイスグループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
佐藤 香枝	日本女子大学	准教授	H21.10～H26.3

研究項目

- ・極限分析デバイス

②ナノ流体デバイスグループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
塚原 剛彦	東京工業大学	助教	H21.10～H23.3
木倉 宏成	同上	准教授	H21.10～H23.3
原田 雅幸	同上	助教	H21.10～H23.3
池田 泰久	同上	教授	H21.10～H23.3
川崎 武志	同上	研究員	H22.4～H22.10
宮本 尚美	同上	D1～2	H21.10～H23.3
鈴木 智也	同上	M2	H22.4～H23.3
高橋 優也	同上	D3～D4	H21.10～H23.3

研究項目

・エネルギーデバイス

(2)国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について
(研究チーム外での連携や協働についてご記入ください。ライフ分野では臨床医等を含みます。)

国内では平成26年度より、京都大学化学研究所・辻井敬亘教授および東北大学金属材料研究所・齊藤英治教授のグループとCREST領域内共同研究を開始した。また国外では、並行して実施していた日本学術振興会の先端研究拠点事業「最先端マイクロ・ナノ化学国際研究拠点形成」において形成したネットワークを引き継ぐ形でスウェーデン、スイス、オーストラリア、アメリカ、シンガポールと協調して研究を推進した。更に、本事業の成果によって理化学研究所の蓑田亜希子ユニットリーダー、樽井寛上級研究員、および東大病院皮膚科臨床医の吉崎歩助教の3名と共同研究ネットワークを形成するに至った。また、事業終了に際して開催したシンポジウムにおいて香港科技大学、カリフォルニア大学サンタバーバラ校、大阪大学、慶応大学の研究者らと共同研究をスタートすることで合意した。

また、産業界ではマイクロ化学技研株式会社と共同で免疫分析デバイスの実用展開などを推進している。

§ 3 研究実施内容及び成果

3.1 共通基盤技術

(共通技術・エネルギーデバイスグループ)

3.1.1 流路への化学機能の付与

(1) 目的

拡張ナノ空間に生体分子、触媒、電極を部分修飾してさまざまな化学機能を付与することが機能デバイス実現に必須であり、本プロジェクト全体の成功の鍵である。しかし、これまで 1000℃以上でガラスを接合する熱融着法が用いられており、熱融着により修飾した材料がすべて焼失するため化学機能の付与は極めて困難だった。そこで、修飾剤が焼失しない低温でガラス基板を接合する方法をはじめて実現して、拡張ナノ空間への化学機能の付与を可能にした。このブレークスルーにより、3.2以降の各デバイス開発が大きく加速した。

(2) 特筆すべき成果:

- ①部分修飾後にガラス基板を低温(25-100℃)で接合する方法をはじめて実現した(特許出願)。
- ②拡張ナノ空間に生体分子、触媒、電極などの機能性材料の部分修飾をはじめて可能になった。
- ③部分修飾の位置・サイズを設計・制御でき、特定の目的分子を特定の位置で捕捉・反応することが可能になり、デバイス工学の重要な基盤技術を構築できた。

(3) 研究実施内容及び成果

図3.1に示すように、当グループがすでに構築したガラス基板の低温接合法(酸素プラズマとフッ素による表面処理)に、部分修飾を組み込む新しいプロセスを開発することで、化学機能の付与を実現した。概要は以下の通りである。1枚のガラス基板にはマイクロ・拡張ナノ流路を加工した基板に酸素プラズマ処理とフッ素表面処理を施す。もう1枚の基板には部分修飾を施す。このとき、酸素プラズマにより修飾剤の活性が損なわれるので、酸素プラズマの代わりに真空紫外光(VUV)を用いて、修飾剤をフォトマスクにより覆うことで、修飾剤を保護するとともにそれ以外の領域をプラズマ照射と同様に活性化することによって表面処理の条件を最適化することで2枚の基板を低温(25-100℃)で接合することがはじめて可能になった。

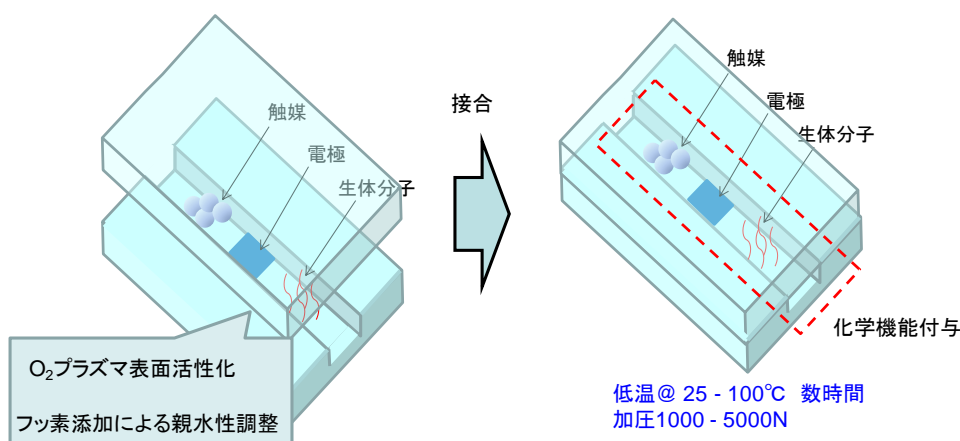


図 3.1 ガラス基板の低温接合による流路への機能付与

例として、抗体と触媒を部分修飾したデバイスの写真を図 3.2 に示す。このように、マイクロ・拡張ナノ空間に関わらず、任意の位置・領域に機能性材料を部分修飾することが可能

になった。そして、修飾した機能性材料の機能を活用することで、拡張ナノ空間特有の化学プロセスが実現した。

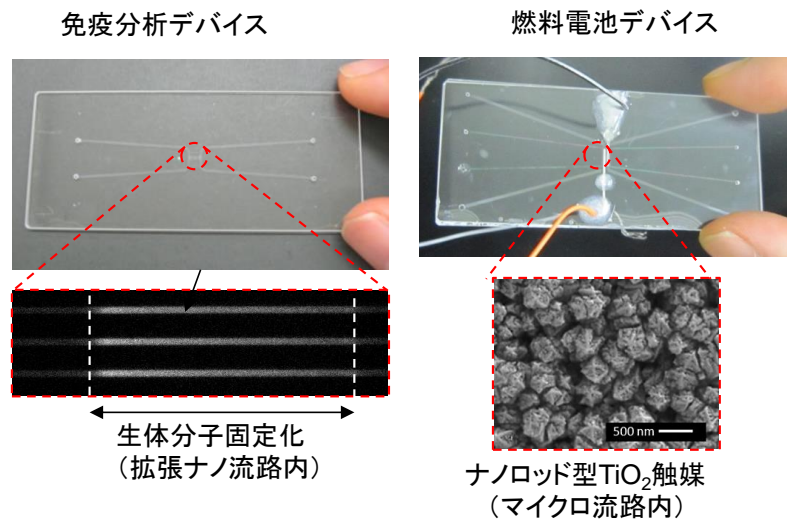


図 3.2 ガラス基板の低温接合による流路への機能付与

次に接合した基板の耐圧性能を評価した。拡張ナノ空間の圧力送液では、極微小空間の流体輸送となるため、MPa 程度の高圧を印加する。したがって、MPa の圧力印加時において、拡張ナノ流路やマイクロ流路の接合部から漏れが生じないことが不可欠である。そこでリークテストを実施した。圧力コントローラにより圧力を制御しながら蛍光色素溶液を導入して、リークがないか蛍光画像により観測した。

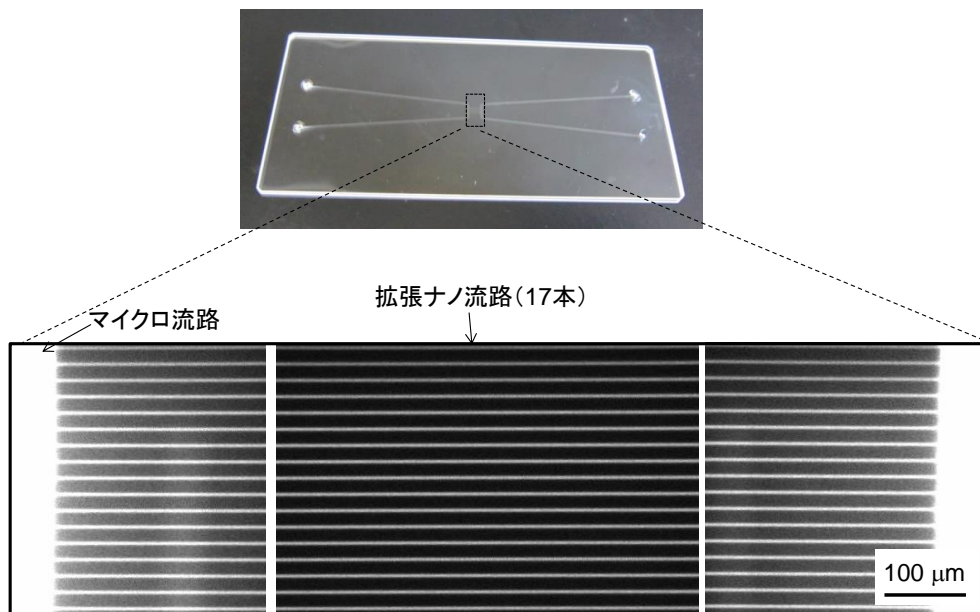


図 3.3 リークテストの結果(印加圧力 10 MPa)

図 3.3 に示すように、蛍光観察の結果、印加圧力 10MPa でも溶液がマイクロ流路、拡張ナノ流路からリークしないことを確認した。以上の結果から、開発した方法が拡張ナノ流体システムの接合法として十分に機能することを実証した。

3. 1. 2 非蛍光タンパク質高感度検出

(1) 目的

拡張ナノ空間を用いたバイオデバイスでは、aL-fL オーダの超微量体積の生体分子試料を光の波長よりも短い空間で検出することが必要となる。タンパク質やDNAなどの生体分子はほとんどが蛍光を持たないので、細胞から取り出した生体分子を拡張ナノ流路内で分析する場合、蛍光物質などで標識しない無標識検出が望まれる。そこで、特別推進研究において開発した拡張ナノ空間での非蛍光分子定量を可能とする微分干渉式熱レンズ顕微鏡(DIC-TLM)を応用し、タンパク質分子の紫外波長における吸収を利用して、励起光に紫外レーザを用いたDIC-TLM(UV-DIC-TLM)を開発した。

(2) 特筆すべき成果

- ① UV 光に対応した微分干渉顕微鏡の光学系を初めて実現した。
- ② 可視光の波長と同程度のサイズの拡張ナノ空間において、zeptomol ($\text{zmol}: 10^{-21} \text{ mol}$) のタンパク質を蛍光標識せず検出することに成功した。

(3) 研究実施内容及び成果

図 3.4 に設計・製作した UV-DIC-TLM を示す。プローブ光の偏光分離および干渉を担う微分干渉プリズム(DIC プリズム)を UV に対応させることが課題であったが、DIC プリズムおよびそれを納める顕微鏡を独自に設計・開発することで課題を解決した。DIC プリズムの材料として紫外領域で高い透過率および複屈折を持つ $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ を選定し、更に上下対称の光学配置を採用することによって高い精度で干渉を実現し、UV に対応した微分干渉光学系を初めて実現した。

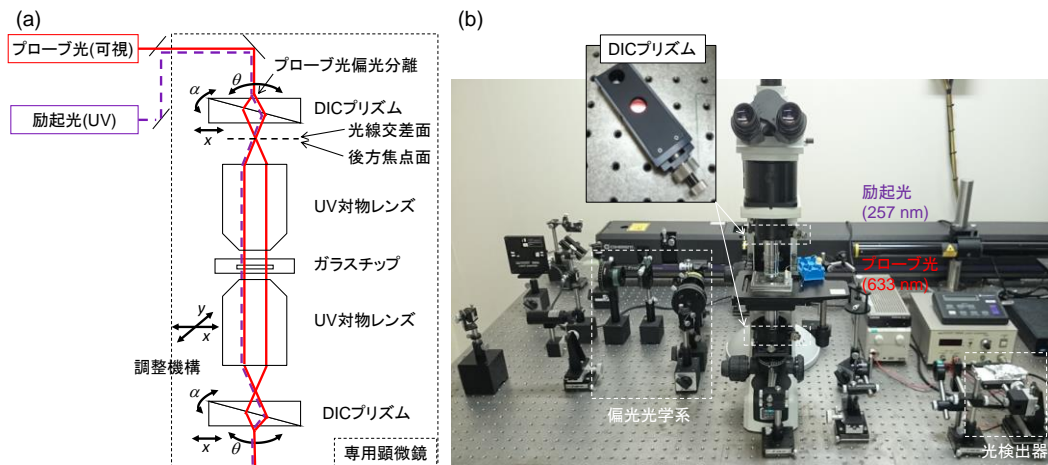


図 3.4 UV-DIC-TLM の(a)光学設計(b)写真

UV-DIC-TLM を用いて拡張ナノ流路内でタンパク質(ウシ血清アルブミン)を定量した結果を図 3.5 に示す。深さ 900 nm の拡張ナノ流路を用いた結果、検出限界として 440 aL 中のわずか 280 分子のタンパク質を定量することに成功した。nm オーダの空間で、生体分子が本来持っている光吸収を利用して高感度検出する分析機器としては他に例がなく、mm オーダの空間で一般に用いられている分光光度計と比較すると2桁以上高感度である。今後拡張ナノクロマトグラフィーと組み合わせることによって細胞由来の微小試料を無標識で分離検出するなど、極めて有望な技術である。

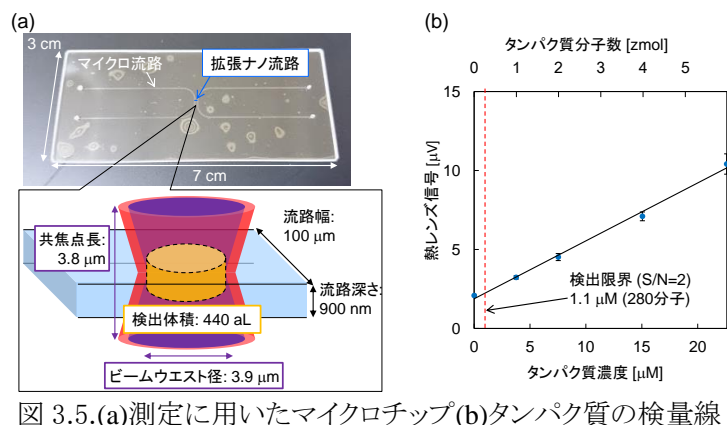


図 3.5.(a)測定に用いたマイクロチップ(b)タンパク質の検量線

3. 2 研究項目A-1: 単一細胞・単一分子分析

(共通技術・エネルギーデバイスグループ、バイオデバイスグループ)

(1) 目的

近年の医学・細胞生物学的研究の進展に伴い、発生・分化・発現など様々な機能が単一細胞毎に異なることが指摘され、単一細胞レベルの分析手法が要求されている。しかし単一細胞は体積が pL であり、マイクロ流路(体積:サブ nL-nL)を用いても分析は非常に困難である。そこで、本項目では単一細胞(pL)より圧倒的に小さい拡張ナノ空間(aL-fL)に免疫分析法を集積化することで、単一細胞試料からの単一分子を逃さずに確実に分析可能な分析化学として究極の分析デバイス「fL-pL 単一分子免疫分析デバイス」を実現する。

(2) 特筆すべき成果

- ① 単一分子の免疫分析法をはじめて実現した。
- ② 可算個分子のカウンティングをはじめて実現した。
- ③ 100 fL 試料での分析をはじめて可能になった。
- ④ 以上、拡張ナノ流路でしかできない極限分析手法を実現した。

(3) 研究実施内容及び成果

拡張ナノ空間を利用した fL-pL 単一分子免疫分析デバイスのコンセプトを図 3.6 に示す。マイクロ流路から拡張ナノ流路に、当グループの独自技術である圧力流体制御により fL/分程度の流量で試料を導入する。そして、試料中の目的分子(抗原)は、反応場(体積 pL-fL)に固相化された捕捉抗体により選択的に捕捉される。この時、拡張ナノ流路は 100nm と非常に小さく、目的分子の1秒当たりのブラウン運動距離を考慮すると、1秒あたり壁面と 1000 回程度衝突する。このように表面との相互作用頻度が非常に高いので、目的分子は1秒程度の反応時間でほぼ 100%捕捉抗体に捕捉されることが期待される。次に、捕捉された目的分子に酵素標識抗体を導入して複合体を形成する。最後に基質分子を導入すると、酵素反応により基質は青色に発色する(酵素免疫分析法)。このプロセスにより、単一目的分子と複合体を形成した単一酵素から 10^3 - 10^4 分子の色素が生成する。ここで検出法が極めて重要である。拡張ナノ空間は波長よりも短い極微小空間である。そして、この色素に由来する吸光度は 10^{-7} (abs.) となり、通常の吸光度計の検出限界よりも 4 桁も小さい値である。そこで、波長よりも小さい空間で非蛍光性分子の超高感度測定が可能当グループ独自の検出法(微分干渉熱レンズ顕微鏡)を用いることで、生成した色素を検出・定量する。以上により fL-pL 試料中の単一目的分子を逃さずに分析することが可能となる。

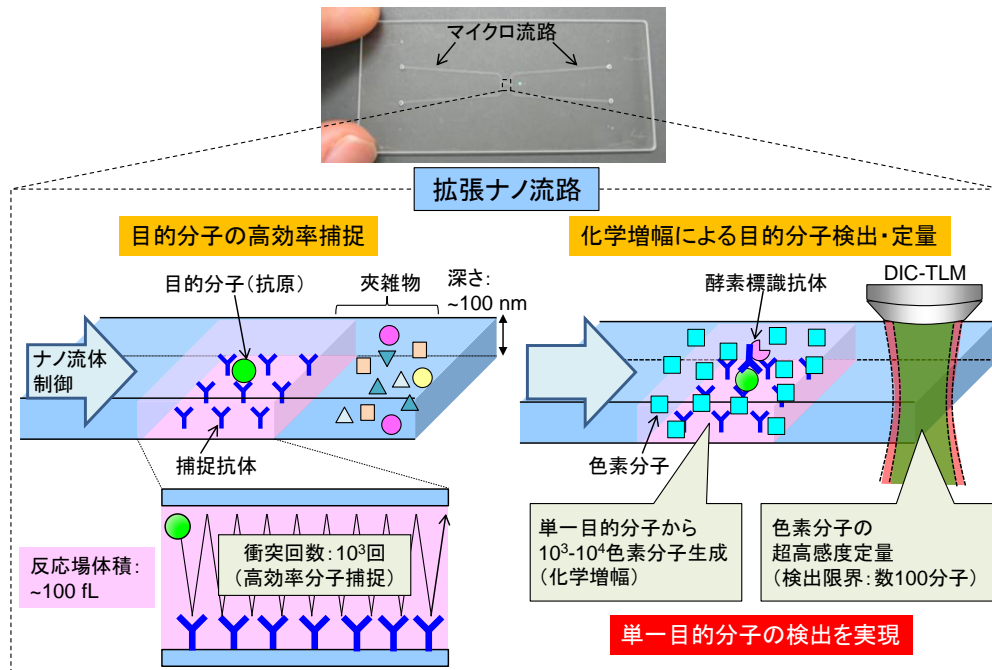


図 3.6.fL-pL 単一分子免疫分析デバイス

以上のコンセプトを実現するために、3. 1. 1で開発した方法を用いて fL 免疫反応場を構築した。そのプロセスを図 3.7 に示す。一方の基板は、アミノ基を全体修飾後 VUV 光をフォトマスクを通して照射することで、フォトマスク部にはアミノ基が残り、それ以外の部分はプラズマ照射と同様の清浄表面となるよう表面を制御した。もう一方の基板は、マイクロ流路と拡張ナノ流路を形成して、酸素プラズマとフッ素により表面を修飾した。そして、これら2枚の基板を低温(100℃)で接合した。接合後にポリエチレングリコール(シランカップリング剤)を導入して、抗体以外の領域を修飾した。最後に、捕捉抗体を導入して、捕捉抗体のアミノ基と基板のアミノ基をグルタルアルデヒドにより化学的に結合させた。以上により、特定の位置に単一分子を捕捉することが可能になり、確実な分析が実現できると期待した。また、反応場体積は 85fL と単一細胞体積 pL と比べて桁違いに小さく、本反応場が単一細胞試料の分析に適している空間であると考えられる。

次に修飾した抗体の機能を確認した(図 3.8)。ナノ流体制御により蛍光標識マウス IgG (目的分子)を濃度を変化させながら一定流量(45fL/秒)で導入した。この時、免疫反応により捕捉される目的分子の蛍光強度の増加を蛍光顕微鏡により観測した(図 3.8(a))。その結果、濃度に応じて、蛍光強度の増加速度が大きくなることが確認され、抗体が機能していることがわかった(図 3.8(b))。また、導入した分子数と結合した分子数の比から捕捉効率を算出した。詳細は省略するが、結合分子数は事前に作製した検量線から実験的に求めている。その結果、捕捉効率は95%前後であり(図 3.8(c))、ほぼ100%の効率で分子捕捉が可能であることが実証された。

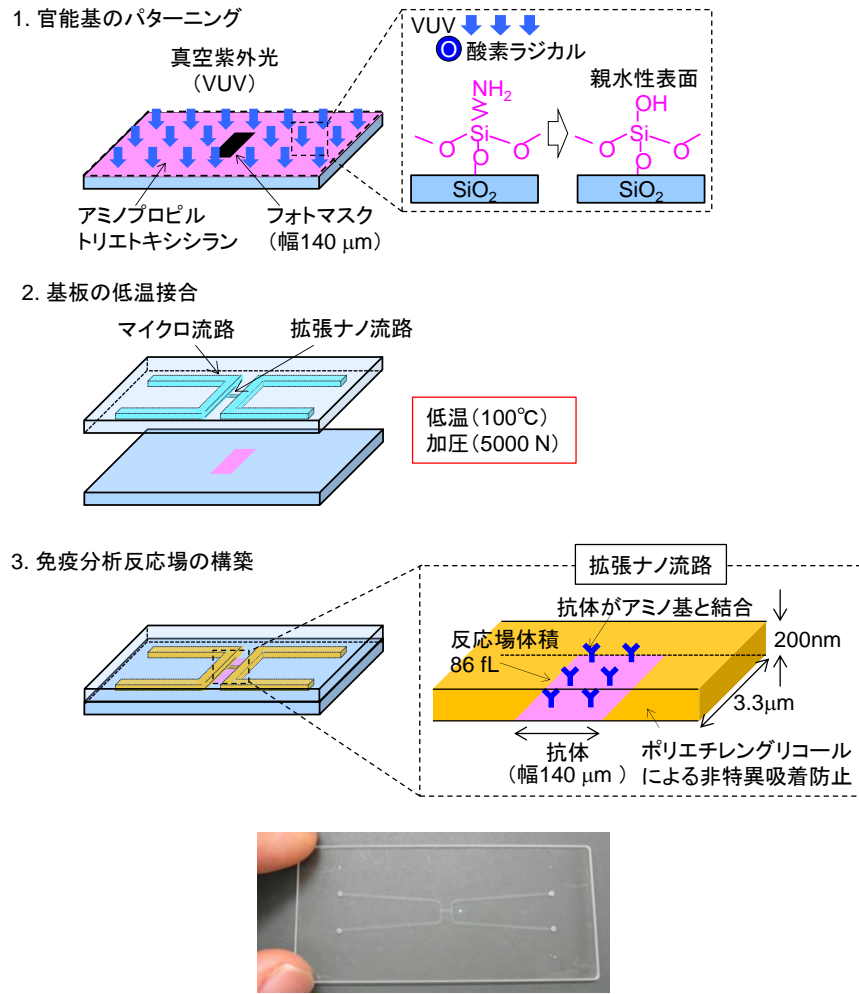


図 3.7 fL 免疫反応場の構築のための加工プロセスと作製したマイクロ化学チップ

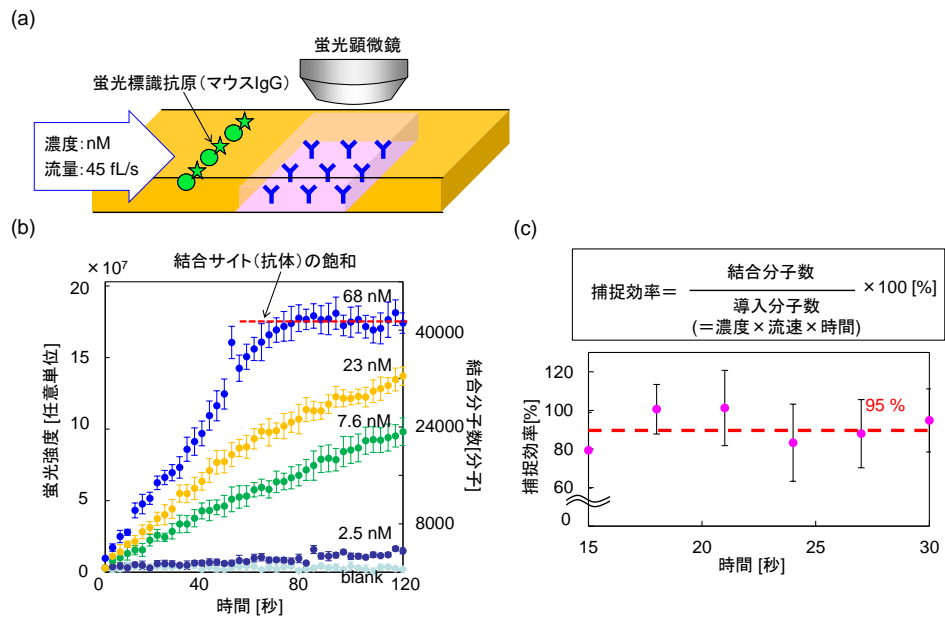


図 3.8 抗体の機能の確認:(a)抗原抗体反応の測定システム、(b)抗原抗体反応による蛍光強度変化の測定結果、(c)捕捉効率の算出結果

最後に単一分子検出を実証した。デバイスの設計を図 3.9 に示す。拡張ナノ流路は、微分干渉熱レンズ顕微鏡の検出に適したサイズ 800nm に設定した。この深さでの確実な分子捕捉を実現するために、抗体標識領域(抗マウス IgG 抗体)を 3mm とした。ここに試料体積を 8pL (流量 83fL/秒×95 秒) 導入した。なお、それぞれの反応時間は約 50 秒である。その後、HRP(ペルオキシダーゼ)を同じ流量で導入して複合体を形成させた。最後に基質である TMB を導入して、ストップフローの条件で 60 秒間反応させた。この時、図 3.9 に示すように、目的分子一分子から 360,000 分子が生成される。酵素反応後再び同じ流量で微分干渉熱レンズ顕微鏡に導き、それぞれのピークが検出される。到達時間から抗体標識領域を特定できるので、抗体標識領域以外からの非特異吸着を除外した。また、事前に作成した検量線を用いて一分子当たりのピーク面積を求め、得られたピークの分子数を算出した。

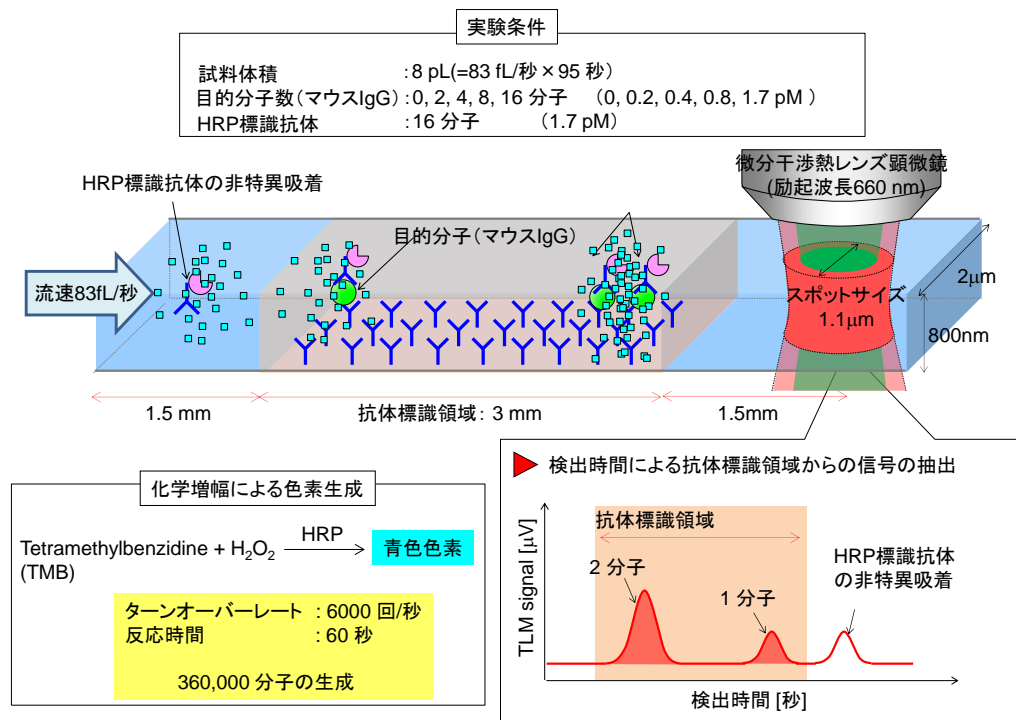


図 3.9 pL 単一分子免疫分析デバイスの設計

測定結果を図 3.10 に示す。予想通りのピーク信号が得られ、濃度に応じて変化することを確認した(図 3.10(a))。また、抗体修飾領域外からのピーク信号が殆ど観測されず、ポリエチレングリコールによる非特異吸着防止が有効に機能していることを確認した。また、目的分子に対して検量線を作成したところ、濃度とともに単調に増加する検量線が得られ、100%分子捕捉を仮定した理論線に近いことがわかった。分子数 0、2、4、8 個の領域の誤算範囲は導入分子数のばらつきをあわらずポアソンノイズとほぼ一致することもわかった。

以上の結果から、拡張ナノ空間の特性を利用することで、単一細胞 pL 体積での確実な単一分子分析を世界で初めて実証し、分析化学における究極のデバイスを実現した。

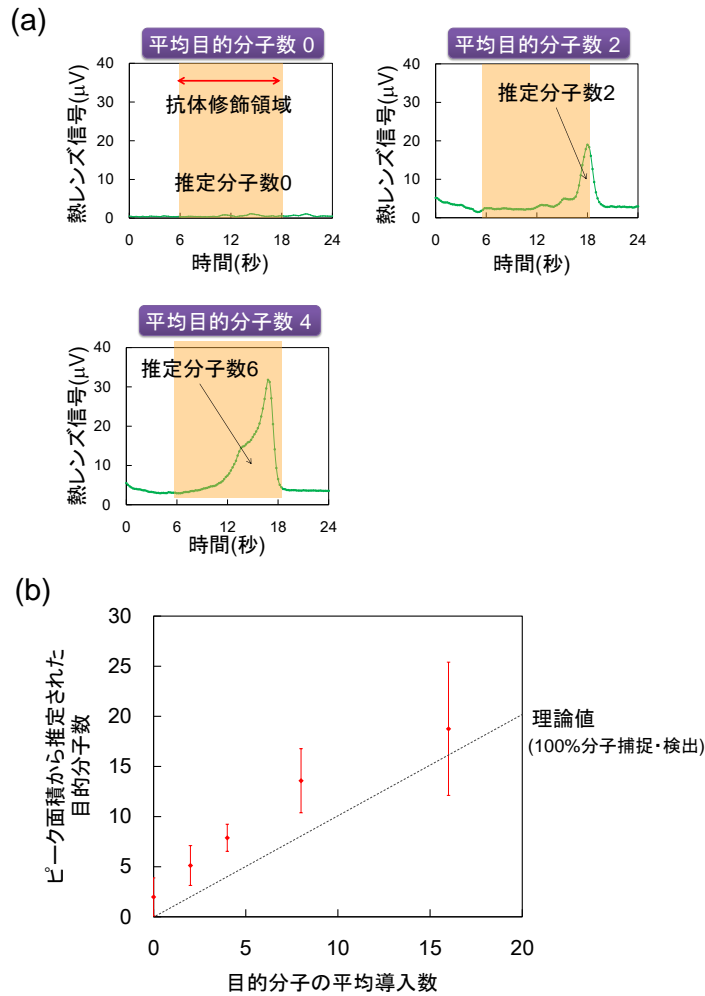


図 3.10 測定結果:(a)微分干渉熱レンズ顕微鏡の検出波形、(b)目的分子数に対する検量線

3. 3 研究項目A-2: スーパークロマトグラフィー

(共通技術・エネルギーデバイスグループ、バイオデバイスグループ)

(1) 目的

物質を分離・精製するクロマトグラフィーは試料分析に必要不可欠な技術である。分離分析の分野では、長らく微量の試料を高性能で分離する技術の開発が進められてきたが、粒子充填カラムを用いた従来のクロマトグラフィーは試料体積、分離性能ともに限界に達していた。一方、拡張ナノ空間そのものを分離場として用いるクロマトグラフィーを実現すれば、極微量試料の分離分析が可能となるだけでなく、サイズ制御された表面支配空間を利用して超高効率分離が実現すると着想した。そこで本研究項目では、拡張ナノ空間を用いて超微量・超高効率分離を実現するクロマトグラフィーデバイスの開発を目的とした。

(2) 特筆すべき成果

- ① 最小で 180 aL の試料インジェクションを実現した。
- ② 分離性能(理論段)が数万段、理論的には 100 万段に到達することを明らかにした。
- ③ 以上より、従来技術とは桁違いの性能を有するクロマトグラフィーを開発した。
- ④ 表面の親水/疎水性を制御することにより、様々な分子の分離を実現した。

(3) 研究実施内容及び成果

図 3.11 に拡張ナノクロマトグラフィーのコンセプトを示す。従来のクロマトグラフィーは数 mm 径のカラム内に数 μm サイズの多孔質粒子を充填し、それらの間隙 (10-100 nm スケール) を用いて表面相互作用による分離を実現していた。一方、同じ 10-100 nm スケールのサイズを持つ拡張ナノ流路自体を分離場として用いれば、 μL の試料量で超高効率な分離が設計可能となる。ここで、試料を切り取って拡張ナノ流路に導入 (インジェクション) する際に、試料の拡散による散逸を防ぐことが課題となる。例えば、低分子試料 (拡散係数 $D=10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ 程度) であれば、1 秒間に拡散によって数 10 μm 幅まで試料が広がってしまう。また、拡張ナノ流路に流体を流すためには MPa オーダーの高い圧力を要する。そこで、特別推進研究で開発した流体制御技術を応用することにより拡張ナノクロマトグラフィーのための超高圧・超高速流体制御システムを開発することで課題を解決した。

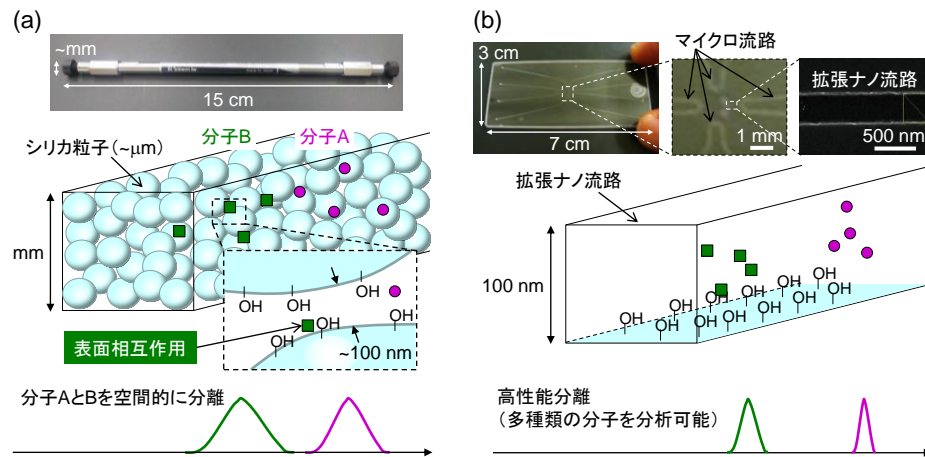


図 3.11 (a)従来の充填カラムを用いたクロマトグラフィー、(b)拡張ナノクロマトグラフィーのコンセプト

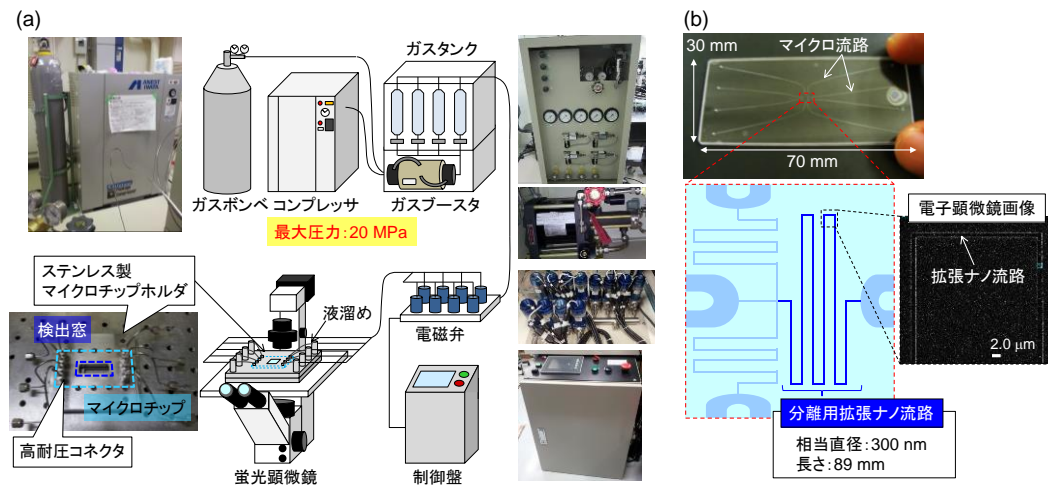


図 3.12. (a) 拡張ナノクロマトグラフィー用超高圧・超高速流体制御システムおよび (b) マイクロチップと拡張ナノ流路

拡張ナノ流路において Hagen-Poiseuille 流および開放型キャピラリーを用いたクロマトグラフィーの理論式を仮定し、革新的性能を実現可能な条件を設計した。試料として、代表的なタンパク質であるウシ血清アルブミン ($D=2 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$) を仮定し、ガラスチップの耐圧限界である 20 MPa の圧力下で理論段 100 万段を実現する流路設計を算出したところ、幅

および深さが 300 nm で長さが 89 mm の拡張ナノ流路が必要であることが分かった。この計算結果に基づいて開発した超高圧・超高速流体制御システムおよびマイクロチップを図 3.12 に示す。高圧ガスをガスブースタを用いて最大 20 MPa まで昇圧し、液溜めの中の液体を押し出してマイクロチップ内に導入した。また、電磁弁を 10 ms のタイムスケールで開閉することにより、インジェクション中の拡散によるバンド幅の広がりを数 μm に低減することに成功した。

まず原理実証のため、モデル試料として蛍光色素 Pyromethene 597 (P597) と Coumarin 460 (C460) を用いて高性能分離を実証した。固定相としてシリカ表面、移動相としてヘキサン/2-プロパノールを用いて順相モードで分離を試みた。このとき、P597 について理論段の理論値を計算したところ、39,000 段という値が予測された。

試料インジェクションのために実施した圧力操作を図 3.13 (a) に示す。上側の拡張ナノ流路から試料を導入し、左右から移動相を導入することで試料をローディングした。次に、圧力を切替えることによって流れの向きを変え、交差点部分の試料を分離用拡張ナノ流路に導入した。以上の流体操作により、超微量試料のインジェクションに成功した。拡張ナノ流路のサイズおよび圧力切替のタイミングを制御することにより、インジェクション体積を最小 180 aL ~ 数 10 fL まで制御することに成功した。

P597 および C460 の分離結果 (クロマトグラム) について、従来技術である高速液体クロマトグラフィー (HPLC) と拡張ナノクロマトグラフィーの結果を図 3.13 (b) で比較した。P597 のピークについて理論段を計算すると拡張ナノクロマトグラフィーでは 36,000 段で、HPLC よりも 1 桁高性能であった。また、蛍光強度から試料体積を計算すると 35 fL で、HPLC よりも 8 桁小さいスケールで分離することに成功した。以上の結果より、拡張ナノ空間を用いて従来 HPLC の限界を打破し、圧倒的に小さい体積で高性能な分離が可能であることを証明した。また、理論段の実験値 36,000 段が計算値である 39,000 段とほぼ一致したことから、タンパク質を用いて実験すれば理論段 100 万段が得られることが期待される。

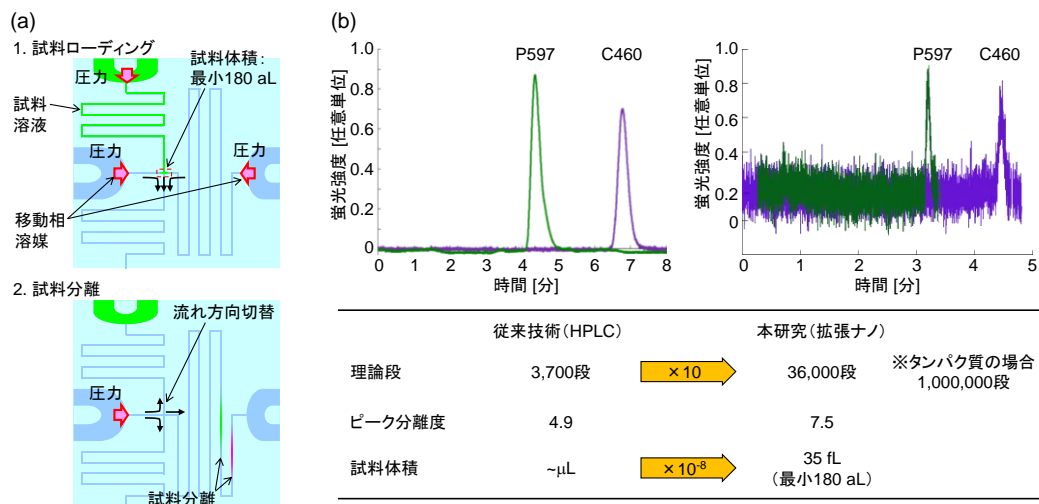


図 3.13 (a) 圧力流体制御を用いた試料インジェクション法、(b) 従来技術と本研究のクロマトグラムの比較

以上の実験で証明した革新的分離技術を様々な分子の分離分析に応用するため、拡張ナノ流路表面の親水/疎水性を制御して様々な分離モードを実現した。図 3.14 に本研究で実現した分離モードとそれらのクロマトグラムを示す。クロマトグラフィーで用いられる分離モードには、主に順相、親水性相互作用 (HILIC)、逆相の3つが存在する。順相モードでは極性の固定相と非極性の移動相を用いて親水性相互作用によって試料を分離する。そこで、ガラス製のナノ流路の表面を水酸化ナトリウム水溶液で洗浄することでシラノール基を

露出させ親水性とし、移動相に疎水性のトルエンを用いたところ、疎水性の高い P597 が親水性の高い C460 よりも先に溶出し、順相モードで分離されたことを確認した。HILIC モードでは移動相が極性溶媒(水系)となるが、同様に親水性相互作用による分離が行われていることを確認した。一方、逆相モードでは非極性の固定相と極性の移動相を用いて試料を分離するため、拡張ナノ流路表面を疎水性にする必要がある。この方法について検討を重ねた結果、トリメチルシリルイミダゾールまたはオクタデシルジエチルアミノシランを液体のまま拡張ナノ流路内に導入し、反応時間および温度を精密制御することで表面に疎水分子を均一に化学結合させることに成功した。その結果、親水性のフルオレセインが疎水性のスルホーダミンBよりも先に溶出し、逆相モードでの分離を確認した。また、図3.15に示すように数種類のアミノ酸やタンパク質を分離分析することにも成功した。全ての分離について、従来 HPLC では分離に分オーダーの時間を要していたが、本研究では超高効率分離により秒単位での分離に成功した。

以上で述べたように、本研究で開発した拡張ナノクロマトグラフィーの試料体積は aL~fL のオーダーであり、現時点で研究段階にあるキャピラリーカラムやマイクロチップカラム(試料体積~nL)と比較しても圧倒的に小さい。また、単一細胞(~pL)と比較しても 1/1000 の以下の体積であることから、細胞をすり潰して分析する従来の分析法に留まらず、細胞を生かしたまま試料を少しだけ採取し、その中に含まれる生体分子を網羅的に解析するといった新しい応用も考えられる。

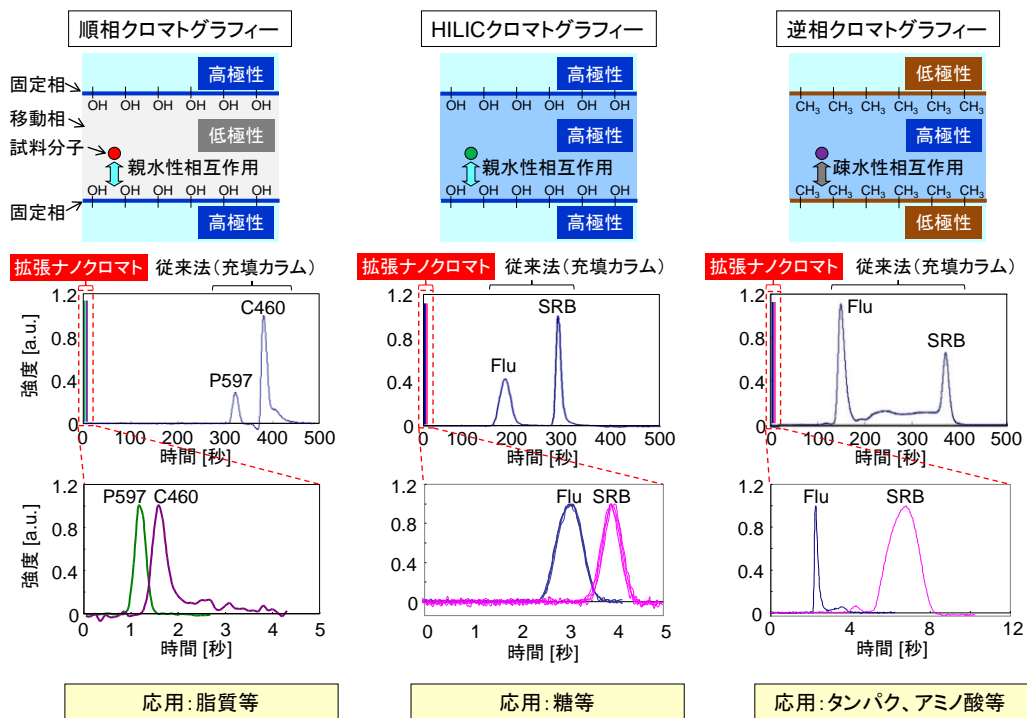


図 3.14 クロマトグラフィーにおける主要な分離モードと従来法、拡張ナノクロマトによる分離結果

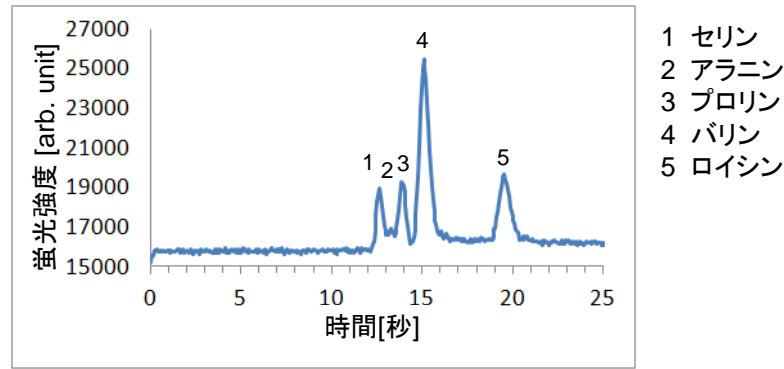


図 3.15 アミノ酸の高速分離分析結果

3.4 研究項目B-1:ヒートパイプ

(共通技術・エネルギーデバイスグループ)

(1) 目的

LSI の小型化・高度集積化による発熱量の飛躍的増加に伴い、50-100W の高効率な冷却デバイスが要求されている。これまでに、相転移に伴う熱輸送を利用したマイクロヒートパイプが開発されてきたが、冷媒の凝縮効率が非常に悪く冷却ファンを要するため、外部電源を必要とし、さらに(数 cm)³ 以下の小型化は困難であった。そこで、本項目では拡張ナノ空間の蒸気圧低下という特異性を活用することを着想し、無電力で LSI と同等のサイズ((0.1cm)³)ながら 50-100W の冷却効率を実現する拡張ナノヒートパイプを開発する。

(2) 特筆すべき成果

- ① 数 100nm の石英ガラス製拡張ナノピラーの加工法を確立した。
- ② 従来理論とは異なる拡張ナノ特有の水の凝縮促進効果を見出した。
- ③ 無電力でも動作する拡張ナノヒートパイプをはじめて検証した。

(3) 研究実施内容及び成果

拡張ナノヒートパイプのコンセプトを図 4.16 に示す。拡張ナノ流路に水を満たし、拡張ナノ流路とマイクロ流路が交差している部分を加熱すると水蒸気が生成する。この生成した水蒸気が拡張ナノピラー部に達すると拡張ナノピラーの間隙で高速毛管凝縮が起こり、凝縮熱が放出される。毛管凝縮により凝縮した液体はサイドに形成された拡張ナノ流路内のラプラス圧により加熱部へと再び回収される。このような循環流を作り出し、熱を蒸発部から凝縮部へ伝達する。このようなデバイスを実現するために、拡張ナノピラー加工法を開発して、拡張ナノ空間の凝縮促進効果の検証し、拡張ナノヒートパイプの動作検証を行った。

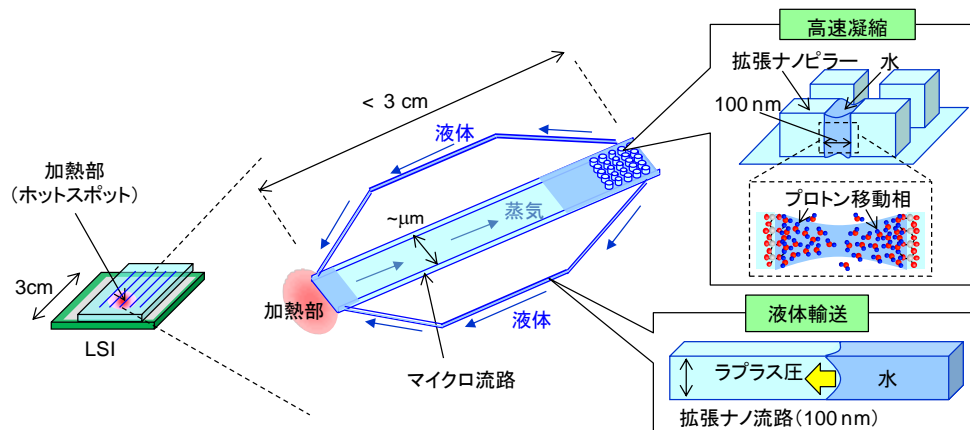


図 3.16 拡張ナノヒートパイプのコンセプト

当研究室では、電子線リソグラフィーとドライエッチングを用いた石英ガラス基板のナノ加工法を開発してきたが、これまでは数 μm のピラーサイズが限界であった。そこで、電子線レジストの広がりや、現像試薬の濃度検討、真空下での基盤乾燥法など、加工条件を最適化した。これにより、3.17 に示すように、これまでよりも 1 桁小さい数 100nm の石英ガラス製拡張ナノピラーを実現した。これにより、拡張ナノ流体デバイス工学においてナノ構造体を用いた表面濡れ性制御なども可能になった。

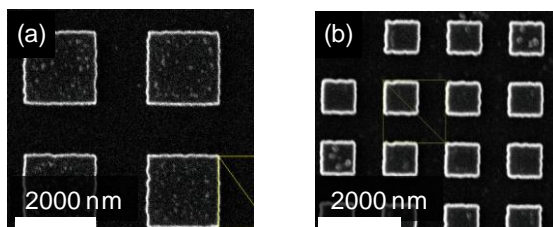


図 3.17 ナノ加工により作製した石英ガラス製拡張ナノピラーの SEM 画像 ((a) 幅:2000 nm、間隔:1000 nm、高さ:250 nm、(b) 幅:500 nm、間隔:300 nm、高さ:250 nm)

開放系で拡張ナノピラーにおける水の凝縮速度を測定し、拡張ナノ空間の水の凝縮促進効果を検証した。図 3.18(a) に示す実験装置を構築し、拡張ナノピラーに水蒸気を直接接触させることで凝縮を発生させた。凝縮で拡張ナノピラーに水が満たされることによる屈折率変化を明視野観察により測定し、水の凝縮速度を算出した。図 3.18(b) に示すように、凝縮による屈折率変化から、ピラー間隔 500nm 以下の空間で顕著な凝縮促進効果が認められ、図 3.18(c) に示すように、ピラー間隔 150nm の空間では凝縮速度が 3 倍にまで上昇した。これは、凝縮水の生成過程で、代表者らが見出してきた拡張ナノ空間表面近傍 50 nm の水の構造化が顕在化したためと考えられる。以上より、拡張ナノ空間における水の凝縮促進効果をはじめて見出した。これは、物理化学や伝熱工学など相転移を研究する分野においても重要な知見である。

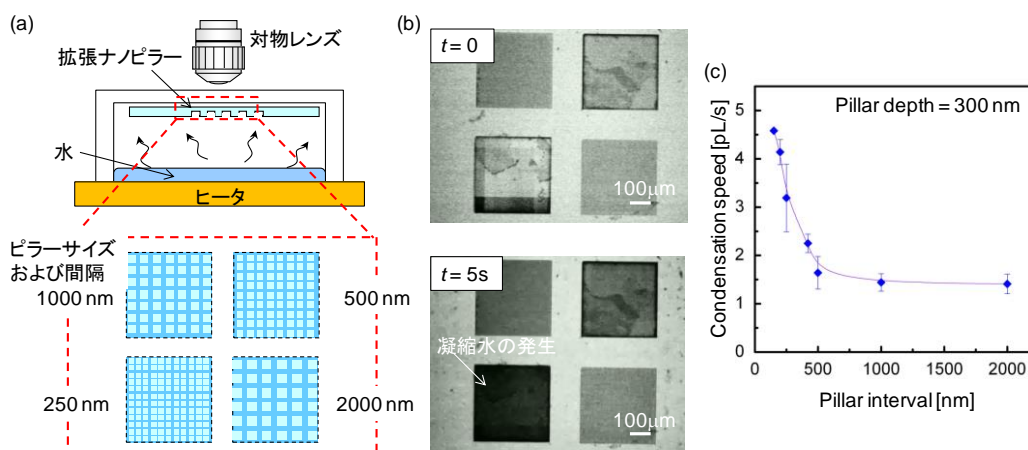


図 3.18. (a) 拡張ナノピラーでの毛管凝縮実験の概略図、(b) 毛管凝縮の明視野観察画像、(c) 拡張ナノピラーのサイズ・間隔を変化させたときの水の凝縮速度

拡張ナノヒートパイプが動作するか検証実験を行った。図 3.19(a) に示すように、蒸気を輸送するマイクロ流路、蒸気を凝縮させる拡張ナノピラー、凝縮水を輸送する拡張ナノ流路、を集積化した拡張ナノヒートパイプデバイスを作製した。ここで、水のドライアウトを防ぐため、

加熱部にも水を保持するための拡張ナノピラーを作製した。ヒートパイプ内の蒸気輸送と凝縮を促進するために、真空システムを構築して気圧を 15 kPa まで減圧した。拡張ナノヒートパイプの性能評価のために、特別推進研究で代表者らが確立した拡張ナノ空間の流動電位法を用いて、デバイスを加熱したときの蒸発・凝縮に伴う水の流量を測定した。

図 3.19 (b) に、110°C 加熱時に測定された拡張ナノ流路の水の流量を示す。加熱開始後しばらくして流量が 150 pL/s 程度に上昇し、120 分後の加熱終了後に再び流量 0 となった。拡張ナノヒートパイプの液相体積が 15 nL であることにもとづけば、この間流れた水の総量から拡張ナノヒートパイプを水が 56 回以上循環したことが判った。さらに、図 3.19 (c) に示すように、加熱温度を上昇させると循環する水の流量も増加した。以上より、拡張ナノヒートパイプデバイスの動作をはじめて検証した。

得られた流量 150 pL から冷却効率を算出したところ、 $8.4 \times 10^{-3} \text{ W}$ であった。これは目標値である 50 W からは 4 桁も低い値である。これは、凝縮水を輸送する拡張ナノ流路の体積が nL であるため、冷媒である水の流量が小さいことに起因する。そこで、凝縮水を輸送する流路の深さを $6 \mu\text{m}$ にして体積・L とし、その中にサイズが 300 nm のナノ構造体を構築してラプラス圧を実験と同様の 600 kPa にすれば、循環する水の流量を桁で向上させることができ、冷却効率が現状の 200 倍に上昇すると考えられる。この方策により、拡張ナノヒートパイプ 1 本の冷却効率を数 W 程度まで改善することが可能である。これを 10 本程度集積化すれば、将来的には LSI と同等のサイズで 50 W 程度の冷却効率をもつ拡張ナノヒートパイプデバイスが実現できると期待される。

以上より、将来的に LSI と同等のサイズで高冷却効率を達成可能な拡張ナノヒートパイプの動作をはじめて検証した。

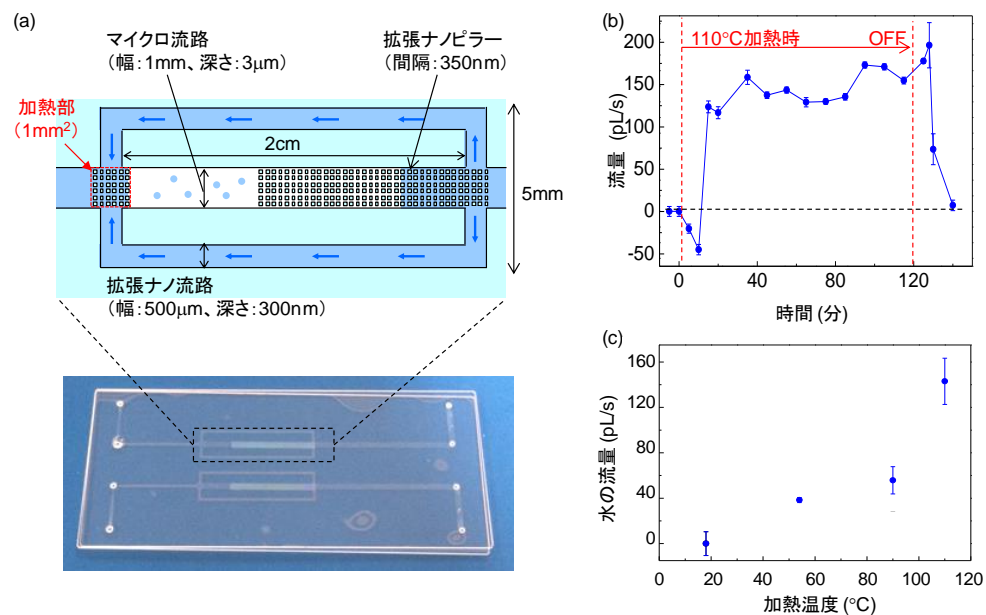


図 3.19 (a) 拡張ナノヒートパイプの設計および作製したデバイス、(b) 110°C 加熱時に拡張ナノ流路を流れる水の流量の経時変化、(c) 加熱温度を変化させたときの拡張ナノ流路内の水の流量

3. 4 研究項目B-2:光燃料電池

(共通技術・エネルギーデバイスグループ、ナノ流体デバイスグループ)

(1) 目的

Recently the claim for green and renewable energy sources has increased. In addition, spreading of personal electronic devices requires more powerful portable power sources. Micro fuel cells (μ -FC) are considered as the best candidate for these purposes. The energy density of fuel cells, which use external hydrogen fuel, is higher compared to existing batteries. Unlike to existing batteries, μ -FC can continuously produce electricity as long as external fuel is supplied. However, this external fuel supply causes difficulties in making portable FC.

The objective of this work is to develop a novel solar light driven self recharging micro-fuel cell device that would provide enhanced power output and efficiency. Specifically, the objectives are to develop a solar light driven internal micro fuel (H_2/O_2) generation system and combine it with a μ -FC device utilizing specific properties of micro/extended-nano spaces.

(2) 特筆すべき成果

- ① Establishment of a new approach for the fast proton transport and separation.
- ② Design, fabrication and first time working principle demonstration of the internal fuel supplier device.
- ③ Design, fabrication and first time working principle demonstration of the μ -FC device based on nanochannels.
- ④ Design, fabrication and first time working principle demonstration of a totally integrated device.

(3) 研究実施内容及び成果

The photocatalytic water splitting is a well-suitable approach for the internal micro fuel generation device. Formerly, such kind of combined devices could be driven by the solar energy, where the separation of the generated protons (H^+), O_2 and H_2 is required. Conventionally, such separation is possible by utilizing proton exchange membrane (PEM), but there are many difficulties occurring in the PEM integration process due to its low mechanical strength and deterioration in quite a short working time. On the other hand, our laboratory has already reported on the unique properties of extended-nano space made in fused silica substrate. In response to this issue, we proposed a new concept device that combines an μ -FC with an on-chip micro-fluidic system for hydrogen generation via photoelectrochemical water splitting (図 3.20).

The device consists of two parts: an internal fuel generation and a fuel cell. The both parts are integrated in one closed system based on two microchannels which are bridged by the system nanochannels arrays (for H^+ transfer and separation). The fuel generation part contains an integrated TiO_2 based photoanode and a Pt cathode. The fuel cell part consists of a composite Pt-Pd anode and a Pt cathode. The working principle is based on four steps: I. $H_2O+h\nu\rightarrow 1/2O_2+2H^++2e^-$; II. $2H^++2e^-\rightarrow H_2$; III. $H_2\rightarrow 2H^++2e^-$; IV. $1/2O_2+2H^++2e^-\rightarrow H_2O$. For the successful implementation of the proposed self-recharging light driven micro-fuel cell device a few important issues must be solved.

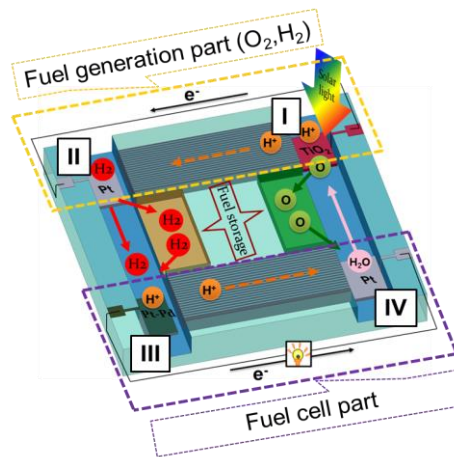


图 3.20. Conceptual sketch of the proposed light driven micro-fuel cell

For the successful implementation of the proposed light driven micro-fuel cell device, a stable proton transporting media is needed instead of the PEM. At first, two-dimensional nanochannels array was proposed as a H^+ conductor and separator. We designed and fabricated the nanochannels devices on fused silica substrates. These devices consist of two U-shaped microchannels bridged by a nanochannels array, with different equivalent diameters for each substrate with a constant length of $400\ \mu\text{m}$. In the next step, a series of experiments was performed to directly verify the H^+ diffusion rate in the extended nanochannels array with the help of a pH-sensitive fluorescent probe method, when proton mobility was derived from the diffusion coefficient. The maximum value of H^+ diffusion coefficient was detected when the nanochannels size decreased to $180\ \text{nm}$, and the result was ~ 5 times higher than the bulk value (图 3.21).

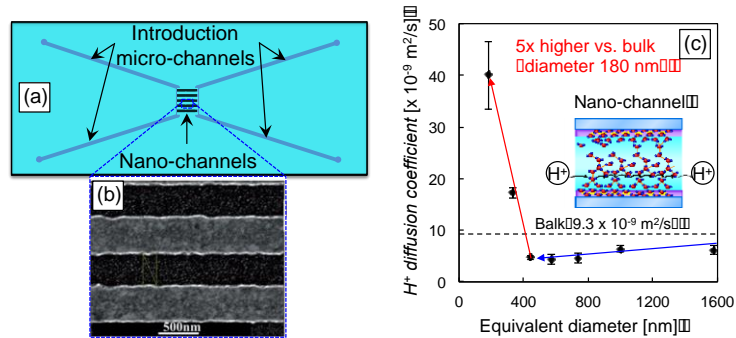


图 3.21. (a) Schematic illustration of the nano-channels device, (b) SEM image of the two nano-channels with an equivalent diameter of $330\ \text{nm}$ and (c) Proton diffusion coefficient for nano-channels sizes in the range of $180\text{--}1580\ \text{nm}$ (the inside image corresponds to the proton diffusion mechanism in the nano-channel).

Next, the internal micro-fuel supplier device based on photocatalytic water splitting was developed and realized utilizing the top down and bottom up technology. The device structure is shown in 图 3.22. It consists of three main parts: photocatalytic water splitting system based on the TiO_2 brush type nanorods structure, H^+ transfer and H_2/O_2 separation system based on the extended nano-space, and the gases liquid separation system. TiO_2 photoanode and Pt cathode are integrated into the micro channels by the GLAD technique. The micro channels are bridged by extended-nano channels (equivalent diameter $180\ \text{nm}$), and finally the shallow micro channels, which are located parallel to deeper micro channels,

are partially modified by a fluoropolymer solution for the gas–liquid separation (see Fig. 3.21 for details). Then, the low temperature bonding technique was used to finalize the micro–fuel generation device.

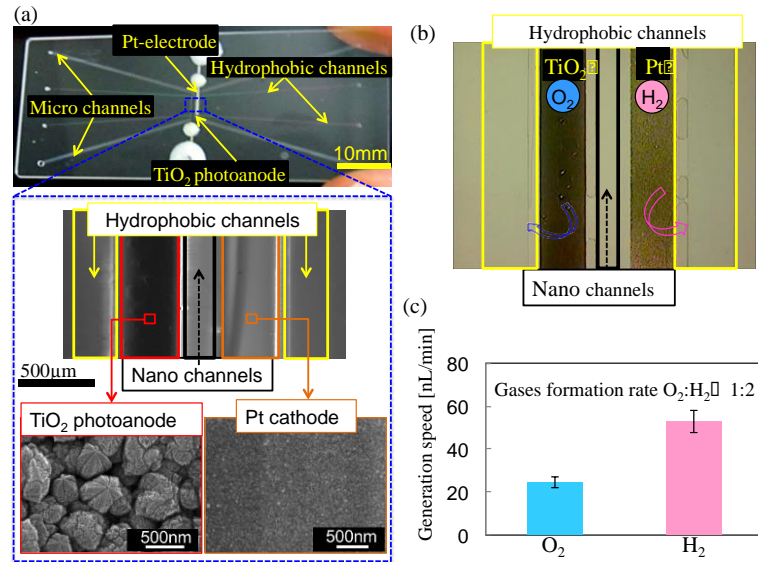
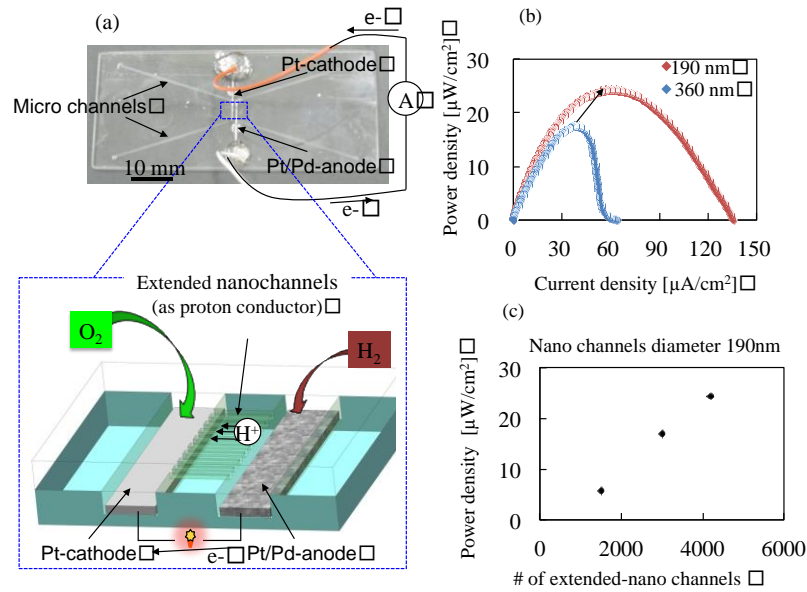


Fig. 3.22. (a) Photo of the micro–fuel supplier device for internal H₂/O₂ generation. SEM image of the central part of the fabricated device, (b) Snap shot of the H₂/O₂ gas generation and separation process during solar light illumination, and (c) Rate of H₂/O₂ production under the same conditions.

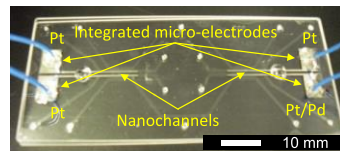
When the solar light illuminates the photoanode, water can be photocatalytically decomposed to O₂, H⁺ and e⁻. Proton is transferred to the Pt cathode through the extended–nano space and then H₂ is catalytically produced. Then, the generated gases are separated with the help of hydrophobic shallow micro channels due to Laplace pressure, which prevents the water introduction but enhances the generated gases introduction to hydrophobic shallow micro channels. During these processes, the generated gases cannot be introduced into the extended–nano channels due to a large Laplace pressure there. In this work, we developed a new TiO₂ brush type nanorods structure and successfully integrated it into the micro–fuel generation device in a form of a photoanode for efficient H₂/O₂ generation. With our new TiO₂ photoanode and chip fabrication methodology, H₂/O₂ generation and separation under the solar light illumination were demonstrated for the first time with STH of ~0.05%.



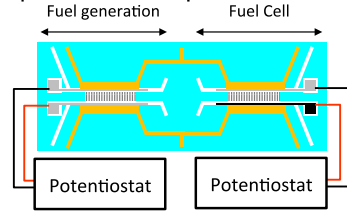
☒ 3.23. (a) Photo of the fabricated μ -FC device (the image below demonstrates the main μ -FC module), (b) Power density vs. nano-channels diameter and (c) Power density vs. number of the nano-channels in the μ -FC device (nano-channels diameter is fixed at constant value of 180nm).

As we described before, μ -FC usually consists of a proton exchange membrane which serves as a proton conductor. However, there are serious problems in the μ -FC development: the PEM deteriorates and fuel crossover gets worse with thinning of the PEM. For this reason we proposed to use two-dimensional nano-channels where we detected the enhanced proton mobility. Photo of the fabricated device is shown in ☒ 3.23. It consists of two main parts: a catalytic system based on Pt/Pd and a Pt microelectrode integrated in the micro-channels of the μ -FC and H^+ transfer system based on the extended-nano space. The Pt/Pd anode and the Pt cathode are integrated into the micro channels by the GLAD technique. The micro-channels are bridged by the extended-nano channels network for efficient proton transport. Then, the low temperature bonding technique was used to finalize the micro-fuel generation device and the working principle was verified. As we expected, the highest power density $\sim 25\mu\text{W}/\text{cm}^2$ was realized at the nano channels size of 180nm. ☒ 3.23 (b-c) shows the behavior of the power density vs. the number of the nano channels in a MFC device where nano-channels diameter was fixed at constant value of 180nm. The both of these results clearly demonstrate a possibility of the device improvement by changing the diameter and the number of the nanochannels.

Totally integrated device

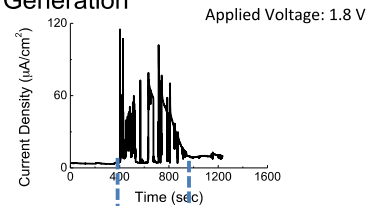


Experiential set up

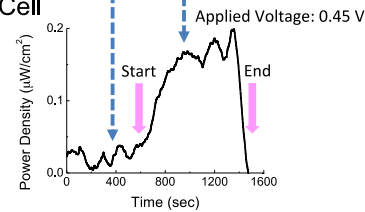


Fuel Generation: Electrolysis of H_2O
Gas Channel: Filled with air

Fuel Generation



Fuel Cell



Max Power: $0.2 \mu W/cm^2$
(H_2 Pressure: ~ 13 kPa)

☒ 3.24. Snapshot of the totally integrated device, experimental set-up and power output results from the self-driven μ -FC device.

In the next step, we combined the fuel generation system with the μ -FC device in order to create a self-driven μ -FC device on a one-microfluidic chip platform (☒ 3.24). The whole device was fabricated on a fused silica plate (30x70mm) with the help of the top down and bottom up technological processes. In order to verify the working principle, electrolysis of water was used for H_2/O_2 generation. For the working principle verification of the fabricated device, the following protocols were used: 1) Aqueous solution of 0.1 M H_2SO_4 was introduced into the device as an electrolyte; 2) H_2/O_2 generation by electrolysis of water was conducted by applied bias voltage of 1.8V; 3) During the water splitting process, simultaneous chronoamperometric measurement at the fuel generation part and μ -FC part was conducted using two independent potentiostats and these results are presented in ☒ 3.24 (left part). At first, we started H_2/O_2 generation for 550 sec and ~ 33 nL of H_2 was generated. When H_2/O_2 from the fuel generation part reached the μ -FC part due to gases diffusion process in the microchannels, the output power density reached the maximum value of $0.2 \mu W/cm^2$. In order to verify gases utilization rate in the μ -FC part, we stopped H_2/O_2 generation at certain time (See ☒ 3.24). The μ -FC stopped to generate electrical power after the total working time ~ 900 sec at a certain time rag, and ~ 3 nL of H_2 was consumed in total. From these results, we can conclude that the working principle of the totally integrated device was verified. However, the consumption rate of the H_2 was ~ 9 %. Thus, presently, we are optimizing the totally integrated device to reach a higher power density output and a higher H_2 consumption rate.

§ 4 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌 0 件、国際(欧文)誌 70 件)

【原著論文】

1. M. Ihara, A. Yoshikawa, Y. Wu, H. Takahashi, K. Sato, K. Mawatari, T. Kitamori, H. Ueda, “Micro OS-ELISA: Rapid noncompetitive detection of a small biomarker peptide by open-sandwich ELISA integrated into microfluidic device”, *Lab on a Chip* 10, 1, 92-100, 2010.
2. Y. Xu, K. Sato, K. Mawatari, T. Konno, K. Jang, K. Ishihara, T. Kitamori, “A Microfluidic Hydrogel Capable of Cell Preservation Without Perfusion Culture Under Cell-based Assay Conditions”, *Advanced Materials* 22, 28, 3017-3021, 2010.
3. Y. Xu, K. Jang, T. Konno, K. Ishihara, K. Mawatari, T. Kitamori, “The biological performance of cell-containing phospholipid polymer hydrogels in bulk and microscale form”, *Biomaterials* 31, 34, 8839-8846, 2010.
4. T. Ohashi, K. Mawatari, T. Kitamori, “On-chip antibody immobilization for on-demand and rapid immunoassay on a microfluidic chip”, *Biomicrofluidics* 4, 3, 032207, 2010.
5. K. Jang, Y. Xu, Y. Tanaka, K. Sato, K. Mawatari, T. Konno, K. Ishihara, T. Kitamori, “Single-cell attachment and culture method using a photochemical reaction in a closed microfluidic system”, *Biomicrofluidics* 4, 3, 032208, 2010.
6. T. Yamashita, Y. Tanaka, N. Idota, K. Sato, K. Mawatari, T. Kitamori, “Cultivation and recovery of vascular endothelial cells in microchannels of a separable micro-chemical chip”, *Biomaterials* 32, 10, 2459-2465, 2011.
7. Y. Tanaka, H. Xi, K. Sato, K. Mawatari, B. Renberg, M. Nilsson, T. Kitamori, “Single-Molecule DNA Patterning and Detection by Padlock Probing and Rolling Circle Amplification in Microchannels for Analysis of Small Sample Volumes”, *Analytical Chemistry* 83, 9, 3352-3357, 2011.
8. Y. Tanaka, Y. Yanagisawa, T. Kitamori, “Fluid actuation for a bio-micropump powered by previously frozen cardiomyocytes directly seeded on a diagonally stretched thin membrane”, *Sensors and Actuators B: Chemical* 156, 1, 494-498, 2011.
9. Y. Dong, Y. Xu, Z. Liu, Y. Fu, T. Ohashi, K. Mawatari, T. Kitamori “Rapid screening swine foot-and-mouth disease virus using micro-ELISA system”, *Lab on a Chip* 11, 13, 2153-2155, 2011.
10. X. Gao, Y. Tanaka, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, “Basic Structure and Cell Culture Condition of a Bioartificial Renal Tubule on Chip towards a Cell-based Separation Microdevice”, *Analytical Sciences* 27, 9, 907-912, 2011.
11. Y. Tanaka, H. Akaike, Y. Sugii, T. Kitamori, “Establishment of a confluent cardiomyocyte culture in a cylindrical microchannel”, *Analytical Sciences* 27, 9, 957-960, 2011.
12. K. Mawatari, T. Ohashi, T. Ebata, M. Tokeshi, T. Kitamori, “Thermal lens detection device”, *Lab on a Chip* 11, 17, 2990-2993, 2011.
13. K. Jang, H. T. T. Ngo, Y. Tanaka, Y. Xu, K. Mawatari, T. Kitamori, “Development of a Microfluidic Platform for Single-cell Secretion Analysis Using a Direct Photoactive Cell-attaching Method”, *Analytical Sciences* 27, 10, 973-978, 2011.

14. H. Chinen, K. Mawatari, Y. Pihosh, K. Morikawa, Y. Kazoe, T. Tsukahara, T. Kitamori, "Enhancement of Proton Mobility in Extended-Nanospace Channels", *Angewandte Chemie International Edition* 51, 15, 3573–3577, 2012.
15. R. Ishibashi, K. Mawatari, T. Kitamori, "Highly efficient and ultra small volume separation by pressure driven liquid chromatography in extended nanochannels", *Small* 8, 8, 1237–1242, 2012.
16. R. Ishibashi, K. Mawatari, T. Kitamori, "High Resolution Separation by Pressure-Driven Liquid Chromatography in Meander Extended-Nanochannels", *Journal of Chromatography A* 1238, 152–155, 2012.
17. N. Sasaki, M. Shinjo, S. Hirakawa, M. Nishinaka, Y. Tanaka, K. Mawatari, T. Kitamori, K. Sato, "A palm-top-sized microfluidic cell culture system driven by a miniaturized infusion pump", *Electrophoresis* 33, 12, 1729-1735, 2012.
18. K. Jang, Y. Xu, K. Sato, Y. Tanaka, K. Mawatari, T. Kitamori, "Micropatterning of biomolecules on a glass substrate in fused silica microchannels by using photolabile linker-based surface activation", *Microchimica Acta* 179, 1-2, 49-55, 2012.
19. 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" *Biomicrofluidics* 6, 4, 044117, 2012.
20. Y. Tanaka, T. Fujikawa, Y. Kazoe, T. Kitamori, "An active valve incorporated into a microchip using a high strain electroactive polymer", *Sensors and Actuators B: Chemical* 184, 163-169, 2013.
21. K. Shirai, K. Mawatari, T. Kitamori, "Extended Nanofluidic Immunochemical Reaction with Femtoliter Sample Volumes", *Small* 10, 8, 1514-1522, 2014.
22. H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "Femtoliter-Scale Separation and Sensitive Detection of Nonfluorescent Samples in an Extended-Nano Fluidic Device", *Analyst* 139, 9, 2154-2157, 2014.
23. Y. Dong, Y. Xu, Z. Liu, Y. Fu, T. Ohashi, K. Mawatari, T. Kitamori, "Determination of Cattle Foot-and-Mouth Disease Virus by micro-ELISA system", *Analytical Sciences* 30, 3, 359-363, 2014.
24. Q. Chen, J. Liu, S. Wang, L. Zhang, Y. Dong, K. Mawatari, T. Kitamori, "A competitive micro fluidic immunological clenbuterol analysis using a microELISA system", *RSC Advances* 4, 39894-39896, 2014.
25. Y. Pihosh, I. Turkevych, K. Mawatari, T. Asai, T. Hisatomi, J. Uemura, M. Tosa, K. Shimamura, J. Kubota, K. Domen, T. Kitamori, "Nanostructured WO₃/BiVO₄ Photoanodes for Efficient Photoelectrochemical Water Splitting", *Small* 10, 18, 3692-3699, 2014.
26. Y. Pihosh, I. Turkevych, K. Mawatari, N. Fukuda, R. Ohta, M. Tosa, K. Shimamura, E. Villora, T. Kitamori, "Ubiquitous Element Approach to Plasmonic Enhanced Photocatalytic Water Splitting: the Case of Ti@TiO₂ Core-shell Nanostructure", *Nanotechnology* 25, 31, 315402, 2014.
27. K. Morikawa, Y. Kazoe, K. Mawatari, T. Tsukahara, T. Kitamori, "Dielectric Constant of

Liquids Confined in the Extended Nanospace Measured by a Streaming Potential Method”, *Analytical Chemistry*, 87, 3, 1475-1479, 2015

【査読付プロシーディング(採択率 60%以下のもの)】

28. H. Akaïke, Y. Tanaka, Y. Sugii, T. Kitamori, “Development of insulin delivery devices composed of langerhans islets and cardiomyocytes”, *Proceedings of Micro Total Analysis System (μTAS) 2010*, 2017-2019, 2010.
29. T. H. H. Le, K. Mawatari, K. Kitamura, T. Yatsui, T. Kawazoe, M. Ohtsu, T. Kitamori, “Investigation of phonon-assisted optical near-field effect on nanostructured TiO₂ towards on-chip fuel cell application”, *Proceedings of Micro Total Analysis System (μTAS) 2010*, 1889-1891, 2010.
30. 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”, *Proceedings of Micro Total Analysis System (μTAS) 2010*, 764-766, 2010.
31. T. Yamashita, Y. Tanaka, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, “Construction of vascular-mimetic tissue in a separable microchip”, *Proceedings of Micro Total Analysis System (μTAS) 2010*, 1316-1318, 2010.
32. Y. Xu, K. H. Jang, K. Mawatari, T. Konno, K. Ishihara, T. Kitamori, “Cell-based toxin screening integrated with a cell-sustainable hydrogel on chip for onsite and portable applications”, *Proceedings of Micro Total Analysis System (μTAS) 2010*, 1499-1501, 2010.
33. 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”, *Proceedings of Micro Total Analysis System (μTAS) 2010*, 1160-1162, 2010.
34. T. Ohashi, O. Fukahori, H. Tazawa, A. Harano, T. Ebata, K. Mawatari, T. Kitamori, “One-step micro-ELISA for highly sensitive determination of TSH”, *Proceedings of Micro Total Analysis System (μTAS) 2010*, 821-823, 2010.
35. 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”, *Proceedings of Micro Total Analysis System (μTAS) 2011*, 1032-1034, 2011.
36. Y. Kajita, Y. Pihosh, K. Mawatari, T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF H₂/O₂ GENERATION CHIP FOR MICRO FUEL CELL DEVICES”, *Proceedings of Micro Total Analysis System (μTAS) 2011*, 653-655, 2011.
37. Y. Tanaka, Y. Yanagisawa, T. Kitamori, “CELL SHEET FREE ACTUATOR FOR A BIO-MICROPUMP USING PREVIOUSLY FROZEN CARDIOMYOCYTES”, *Proceedings of Micro Total Analysis System (μTAS) 2011*, 1846-1848, 2011.
38. R. Ishii, N. Sasaki, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, K. Sato, “COUNTING SINGLE DNA MOLECULE BY ON-BEAD ROLLING CIRCLE AMPLIFICATION FOR QUANTITATIVE ANALYSES”, *Proceedings of Micro Total Analysis System (μTAS) 2011*, 70-72, 2011.
39. Y. Pihosh, K. Mawatari, I. Turkevych, T. H. H. Le, Y. Kajita, H. Chinen, M. Tosa, T. Kitamori, “Hierarchical TiO₂ Brush Type Nanostructures for Efficient Photoelectrochemical Water Splitting”, *Proceedings of Micro Total Analysis System*

(μ TAS) 2012, 148-150, 2012.

40. X. Gao, K. Mawatari, Y. Kazoe, Y. Tanaka T. Kitamori, "Creation of a Cell-Based Separation Microdevice Using Human Renal Proximal Tubule Epithelial Cells", Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2012, 602-604, 2012.
41. K. Shirai, K. Mawatari, T. Kitamori, "Patterning of Biomolecules in Extended Nanochannel Using Low-Temperature Bonding", Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2012, 713-715, 2012.
42. Y. Xu, K. Mawatari, T. Konno, K. Ishihara, T. Kitamori, "Temperature-Flexible Cell Microcontainers Fabricated with a Phosphorylcholine Polymer Hydrogel on Chip", Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2012, 1048-1050, 2012.
43. R. Ishibashi, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "Attoliter Liquid Chromatography Using Extended-Nano Channels For Separation of Proteins in a Single Cell", Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2012, 1162-1164, 2012.
44. T. Yamashita, K. Mawatari, Y. Tanaka, T. Kitamori, "Smooth Muscle Cell Culture in Microchannel Toward Construction of Multilayered Vascular Tissue in Micro-Scale", Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2012, 1708-1710, 2012.
45. 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", Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS), 2012 1984-1986, 2012.
46. Y. Kajita, Y. Pihosh, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of Light-Driven H_2/O_2 Generation Chip for Micro Fuel Cell Devices", Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2012, 2005-2007, 2012.
47. K. Shirai, K. Mawatari, T. Kitamori, "MOLECULAR CAPTURE IN EXTENDED NANOCHANNELS FOR FEMTO LITER SCALE IMMUNOASSAY", Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 107-109, 2013.
48. Y. Tanaka, K. Jang, J. Wakabayashi, R. Ishii, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, "SHALLOW ANTIBODY-COATED MICROCHANNEL BASED SELECTIVE CELL CAPTURE AND ANALYSIS", Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 359-361, 2013.
49. Y. Pihosh, Y. Kajita, K. Mawatari, T. Kitamori, "SOLAR LIGHT DRIVEN MICRO FUEL (H_2/O_2) GENERATION DEVICE BASED ON THE MICROFLUIDIC CHIP", Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 608-610, 2013.
50. T. H. H. Le, K. Mawatari, H. Shimizu, T. Yatsui, T. Kawazoe, M. Naruse, M. Ohtsu, T. Kitamori, "NOVEL DETECTION OF NON-ABSORBING MOLECULES BY OPTICAL NEAR-FIELD INDUCED THERMAL LENS MICROSCOPY", Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 675-677, 2013.
51. Y. Hiramatsu, C. Wang, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF HEAT-DRIVEN NANOFLUIDIC PUMP", Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 760-762, 2013.
52. Y. Asano, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF UV EXCITATION DIFFERENTIAL INTERFERENCE CONTRAST THERMAL LENS

- MICROSCOPE TOWARD COUNTING OF PROTEIN MOLECULES”, Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 916-918, 2013.
53. M. Kumagai, K. Jang, K. Mawatari, T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF VOLUME INTERFACE BETWEEN CELL AND ANALYSIS METHOD UTILIZING THE AIR-LIQUID TWO-PHASE FLOW FOR SINGLE CELL ANALYSIS”, Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 1027-1029, 2013.
 54. H. Shimizu, A. Smirnova, K. Mawatari, T. Kitamori, “ATTOLITER CHROMATOGRAPHY AND DETECTION FOR NONFLUORESCENT BIOMOLECULES TOWARD SINGLE CELL ANALYSIS”, Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 1215-1217, 2013.
 55. R. Ohta, K. Mawatari, Y. Kazoe, Y. Pihosh, T. Kitamori, “NEAR-FIELD ILLUMINATION METHOD FOR THE SPECTROSCOPIC MEASUREMENT IN EXTENDED-NANO SPACE”, Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 1568-1570, 2013.
 56. K. Kasai, C. Wang, H. Shimizu, Y. Kazoe, K. Mawatari, T. Kitamori, “ENHANCEMENT OF CAPILLARY CONDENSATION IN EXTENDED NANOSPACE FOR HIGH-PERFORMANCE MICRO HEAT PIPE DEVICE”, Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 1577-1579, 2013.
 57. Y. Liu, H. Shimizu, K. Mawatari, A. Smirnova, T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF MILLION PLATES LIQUID CHROMATOGRAPHY USING EXTENDED-NANO CHANNEL”, Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 1866-1868, 2013.
 58. Y. Pihosh, H. Chinen, K. Mawatari, T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF A MICRO FUEL CELL DEVICE BASED ON THE MICROFLUIDIC CHIP”, Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 1899-1901, 2013.
 59. T. Yamashita, P. Kollmannsberger, K. Mawatari, V. Vogel, T. Kitamori, “CURVATURE-INDUCED SPONTANEOUS DETACHMENT OF VASCULAR SMOOTH MUSCLE CELL SHEETS: TOWARDS VASCULAR SELF ASSEMBLY IN MICROCHANNELS”, Proceedings of Micro Total Analysis System (μ TAS) 2013, 2022-2024, 2013.
 60. K. Ikeda, Y. Kazoe, T. Tsukahara, K. Mawatari, T. Kitamori, “ENHANCEMENT OF PROTON TRANSFER BY SURFACE SILANOL GROUPS IN EXTENDED NANOSPACE”, Proceedings of Micro Total Analytical System (μ TAS) 2014, San Antonio, USA, 61-63, 2014.
 61. K. Shirai, R. Ohta, K. Mawatari, H. Shimizu, T. Kitamori, “DETECTION OF COUNTABLE NUMBER OF MOLECULES BY ENZYME-LINKED IMMUNOSORBENT ASSAY IN EXTENDED NANOCHANNELS”, Proceedings of Micro Total Analytical System (μ TAS) 2014, 817-819, 2014.
 62. Y. Pihosh, N. Kabeta, K. Mawatari, Y. Kazoe, K. Kitamura, O. Tabata, T. Tsuchiya, T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF A HIGH EFFICIENT PROTON CONDUCTOR MEDIA USING EXTENDED-NANO SPACE UNDER THE OUTER ELECTRIC FIELD”, Proceedings of Micro Total Analytical System (μ TAS) 2014, 1326-1328, 2014.
 63. K. Morikawa, H. Shimizu, Y. Liu, T. H. H. Le, A. Smirnova, K. Mawatari, and T. Kitamori, “FEMTOLITER CHROMATOGRAPHY USING EXTENDED

NANOCHANNEL TOWARD MILLION PLATE NUMBERS: DESIGN METHOD AND ITS VERIFICATION”, Proceedings of Micro Total Analytical System (μ TAS) 2014, 1335-1337, 2014.

64. C. Wang, Y. Kazoe, K. Morikawa, H. Shimizu, K. Kasai, K. Mawatari, and T. Kitamori, “INTEGRATED HEAT PIPE DEVICE USING ENHANCED CAPILLARY CONDENSATION AND HIGH LAPLACE PRESSURE IN EXTENDED NANOSPACE”, Proceedings of Micro Total Analytical System (μ TAS) 2014, 1341-1343, 2014.
65. N. Miyawaki, K. Mawatari, Y. Kazoe, and T. Kitamori, “FABRICATION OF BIO-MIMETIC EXTENDED NANOSPACE AND INVESTIGATION OF THE UNIQUE LIQUID PROPERTY: pH SHIFT”, Proceedings of Micro Total Analytical System (μ TAS) 2014, 1805-1807, 2014.
66. Y. Pihosh, J. Uemura, K. Mawatari, and T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF A NANOSTRUCTURED PHOTOANODE MATERIAL FOR EFFICIENT WATER SPLITTING TOWARDS FABRICATION OF A MICRO-FUEL GENERATION DEVICE”, Proceedings of Micro Total Analytical System (μ TAS) 2014, 1939-1941, 2014.
67. H. Shimizu, Y. Asano, K. Mawatari, and T. Kitamori, “DETECTION OF ZEPTOMOLE NONLABELED PROTEIN IN EXTENDED-NANO CHANNEL USING UV EXCITATION DIFFERENTIAL INTERFERENCE CONTRAST THERMAL LENS MICROSCOPE (DIC-TLM)”, Proceedings of Micro Total Analytical System (μ TAS) 2014, 2250-2252, 2014.
68. R. Ohta, K. Mawatari, Y. Kazoe, Y. Pihosh, and T. Kitamori, “DEVELOPMENT OF 10^1 NM SCALE LOCAL OPTICAL ILLUMINATION METHOD IN EXTENDED-NANO SPACE BY INTEGRATED NANOSLIT NEAR-FIELD PROBE”, Proceedings of Micro Total Analytical System (μ TAS) 2014, 2253-2255, 2014.
69. A. Smirnova, H. Shimizu, K. Mawatari, and T. Kitamori, “HIGH EFFICIENT FEMTOLITER REVERSED PHASE CHROMATOGRAPHY IN EXTENDED-NANOSPACE FOR AMINO ACIDS ANALYSIS”, Proceedings of Micro Total Analytical System (μ TAS) 2014, 2372-2374, 2014.
70. Y. Kazoe, T. Matsuno, K. Mawatari, and T. Kitamori, “ON-CHIP MICRO ICE-DROPLET BULLET COLLIDER FOR MECHANOCHEMISTRY”, Proceedings of Micro Total Analytical System (μ TAS) 2014, 2438-2440, 2014.

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

1. K. Mawatari, T. Tsukahara, T. Kitamori, “Extended nanospace chemical systems on a chip for new analytical technology”, *Analyst* 136, 3051-3059, 2011.
2. 山本竜広、嘉副裕、馬渡和真、北森武彦, “マイクロ・ナノ化学システム”, *有機合成化学協会誌* 69, 5, 526-533, 2011.
3. 比企伸一郎, 清水久史, 馬渡和真, 北森武彦, “熱レンズ顕微鏡を用いた非蛍光性生体試料の超高感度計測”, *光学* 40, 5, 208-215, 2011.
4. K. Mawatari, Y. Kazoe, A. Aota, T. Tsukahara, K. Sato, T. Kitamori, “Microflow Systems for Chemical Synthesis and Analysis: Approaches to Full Integration of

Chemical Process”, *Journal of Flow Chemistry* 1, 1, 3-12, 2011.

5. 比企伸一郎, 馬渡和真, 北森武彦, “マイクロガス分析システムの開発と大気超微量アンモニアへの応用”, *ケミカルエンジニアリング* 56, 7, 26-32, 2011.
6. Y. Xu, K. Jang, T. Yamashita, Y. Tanaka, K. Mawatari, T. Kitamori, “Microchip-based cellular biochemical systems for practical applications and fundamental research: from microfluidics to nanofluidics”, *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 402, 99-107, 2012.
7. 馬渡和真, Le Hac Huong Thu, Pihosh Yuriy, 北森武彦, “マイクロ・拡張ナノ流体システムと新規エネルギーデバイスへの応用”, *オプトロニクス* 363, 95-99, 2012.
8. 馬渡和真, 北森武彦, “分子とバルク空間を繋ぐ空間(拡張ナノ空間)における溶液物性・化学反応”, 第72回分析化学討論会 展望とトピックス 17, 2012.
9. K. Mawatari, Y. Pihosh, H. Shimizu, Y. Kazoe T. Kitamori, “Micro and Extended-Nano Fluidics and Optics for Chemical and Bioanalytical Technology”, *Progress in Nanophotonics 2 (Nano-Optics and Nanophotonics)*, Motoichi Ohtsu Ed., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
10. 嘉副裕, 井関恵三, 馬渡和真, 北森武彦, “拡張ナノ流路における流速分布計測法の開発”, *ナノ学会会報* 12, 3-6, 2013.
11. C. Cassano, K. Mawatari, T. Kitamori, Z. Fan, “Thermal Lens Microscopy as a Detector in Microdevices”, *Electrophoresis* 35, 16, 2279-2291, 2014
12. K. Mawatari, Y. Kazoe, H. Shimizu, Y. Pihosh, T. Kitamori, “Extended-nanofluidics: Fundamental Technologies, Unique liquid properties, and Application in Novel Chemical and Bio Analysis Methods and Devices”, *Analytical Chemistry* 86, 9, 4068-4077, 2014.
13. K. Sato, N. Sasaki, H. Svahn, K. Sato, "Microfluidics for nano-pathophysiology." *Advanced Drug Delivery Reviews* 74, 115-121, 2014.
14. H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, “Thermal lensing, detection”, *Encyclopedia of Microfluidics and Nanofluidics*, 2nd edition, Dongqing Li Ed., Springer Reference, 2014.
15. 馬渡和真, 北森武彦, “拡張ナノ空間を用いた aL-fL 高機能分析デバイスの開発”, *生体の科学*, 65, 2, 127-132, 2014
16. 北森武彦, “吸収イメージング”, *発光の事典(太田信廣ら編)*, 朝倉書店, in press.

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

- ① 招待講演 (国内会議 15 件、国際会議 53 件)

【国内】

1. 北森武彦, “マイクロチップ診断で病を防ぐ”, 東大公開講座「防ぐ」, 東京大学安田講堂, 2010/4/10
2. 北森武彦, “拡張ナノ空間の化学とデバイス”, 第59分析化学会年会シンポジウム, 東

北大学川内北キャンパス, 2010/9/17

3. 北森武彦, “マイクロ・ナノ化学システムの現状と展望”, 次世代センサ協議会センサテクノスクール, 化学会館(御茶ノ水), 2010/10/7
4. 北森武彦, “マイクロ/拡張ナノ流体デバイスと化学技術”, 新化学技術推進協会 電子情報技術部会 MEMS 分科会 講演会, 三番町 KSビル, 2011/12/16
5. 北森武彦, “マイクロ・ナノ化学システムの現状と展望”, 次世代センサテクノスクール, 化学会館(御茶ノ水), 2012/5/31.
6. 北森武彦, “マイクロから拡張ナノフルイディクスへー流体デバイスの技術の過去・現在・未来ー”, 第 32 回キャピラリー電気泳動シンポジウム, 産総研関西センター, 2012/11/7.
7. 北森武彦, “マイクロ化学チップによる高速診断分析デバイスの実用化”, 先端医療開発支援管理委員会合同シンポジウム, 伊藤国際学術研究センター, 2013/1/25.
8. 北森武彦, “Micro and Extended-Nano Fluidic Devices for Chemistry and Life Science”, Integrating Chemistry and Biology symposium, 英国大使館, 2013/9/3
9. 馬渡和真, “拡張ナノ空間を用いた aL-fL 分析デバイスの開発”, キャピラリー電気泳動シンポジウム 2013, 日本女子大学, 2013/11/15
10. 北森武彦, “拡張ナノ流体デバイス”, 産総研次世代バイオナノ研究会, 東京ビッグサイト, 2014/1/30
11. 北森武彦, “マイクロ・ナノ化学システムの現状と展望”, 次世代センサ協議会・センサテクノスクール, 化学会館(御茶ノ水), 2014/6/26.
12. 北森武彦, “極端に狭い空間を利用するという事”, 日本分析化学会第63年会, 広島大学東広島キャンパス, 2014/9/17-19.
13. 北森武彦, “微細加工を応用した分析装置の現状と展望”, 新潟県工業技術総合研究所での講演, 新潟市, 2014/11/11.
14. 北森武彦, “マイクロ/拡張ナノ流体デバイス工学と化学・バイオ・医療への応用”, 武田薬品工業での講演会, 武田薬品工業湘南研究所 2014/11/13.
15. 北森武彦, “拡張ナノ流体デバイス”, 産総研次世代バイオナノ研究会, 東京ビッグサイト, 2015/1/30.

【国際】

16. T. Kitamori, “Extended-Nano Fluidics for Chromatography on Chip”, 35th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques (HPLC 2010), Boston, MA, USA, 2010/6/20-24
17. T. Kitamori, “Micro and nano fluidics on chip for bioanalytical chemistry”, Gordon Research Conference, New London, CT, USA, 2010/6/20-25

18. T. Kitamori, "Nano to atto liter fluidic devices for rapid medical immunoassay and single cell analysis", The 2nd International Conference on Cellular and Molecular Bioengineering (ICMB2), Singapore, 2010/8/2-4
19. T. Kitamori, "Extended-nano chromatography on microchip", The 10th Asian-Pacific International Symposium on Microscale Separations and Analysis (APCE 2010), Hong Kong, China, 2010/12/10-13
20. T. Kitamori, "Extended-nano fluidic devices for analytical and green chemistry", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, HI, USA, 2010/12/15-20
21. T. Kitamori, "Micro and Extended-Nano Fluidics on Microchip for Chemistry and Bio-Medical Applications", The 8th ASME-JSME Thermal Engineering Joint Conference (AJTEC2011), Honolulu, HI, USA, 2011/3/13-17
22. T. Kitamori, "Nano/Micro Fluidic Device as Chemical CPU and System for Biomedical Application", JSPS スtockホルム研究連絡センター共催会議 KVA Seminar, Stockholm, Sweden, 2011/8/16
23. T. Kitamori, "Extended-Nano Fluid on Chip: Physics and Chemistry", JSPS スtockホルム研究連絡センター共催会議 KVA Seminar, Lund, Sweden, 2011/8/17
24. T. Kitamori, "Micro and Nano Fluidic Devices for Chemical and Biomedical Analysis", 6th International Symposium on Chemical-Environmental-Biomedical Technology-2011, Hsinchu, Taiwan, 2011/9/4-5
25. T. Kitamori, "pL Ultra-fast HPLC Using Extended-Nano Channel on Microchip", 37th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques (HPLC 2011 Dalian), Dalian, China, 2011/10/8-11
26. T. Kitamori, "Creation of fluid engineering in extended-nano space and development of novel devices using its unique properties", Bio-Inspired Engineering of Next-Generation Sensors and Actuators, Berkeley, CA, USA, 2011/11/12-13
27. T. Kitamori, "Micro and Extended-Nano Fluidic Devices for Chemical and Biomedical Analysis", Joint-University Workshop in Biomedical Engineering, Hong Kong, China, 2012/1/5-7
28. Takehiko Kitamori, "Extended-Nano Fluidics and Optical Absorption Detection by TLM for Bioanalysis", 2012 KSBB International Symposium, Changwon, Korea, 2012/4/12-13.
29. T. Kitamori, "Extended-nano Fluidic Devices for Atto Litter Analysis", 3rd International West Lake Forum on Microfluidic Analysis, Hangzhou, China, 2012/4/22-23.
30. T. Kitamori, "Extended Nano Fluidics on Glass Fabricated Microchip", The 3rd International Conference on Advances in Microfluidics and Nanofluidics (AMN 2012), Dalian, China, 2012/5/23-26.
31. T. Kitamori, "Extended-Nano Fluidics on Glass Microchip", 5th International Symposium on Bioanalysis, Biomedical Engineering and Nanotechnology (ISBBN 2012), Changsha, China, 2012/6/7-10.
32. K. Mawatari, T. Kitamori, "Attolitter and highly-efficient chromatography integrated in

- extended nanospace”, The 4th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM 2012), Hsinchu, Taiwan, 2012/6/10-13.
33. T. Kitamori, “Micro/Extended-Nano Fluidic devices for Medical and Chemical Analysis”, RSC Analytical Symposium, Chiba, Japan, 2012/9/6-7.
 34. T. Kitamori, “Extended-Nano Fluidic Systems on Chip for Analysis”, 19th International Symposium, Exhibit & Workshops on Electro- and Liquid Phase-separation Techniques (ITP 2012), Baltimore, MD, USA, 2012/9/30-10/3.
 35. T. Kitamori, “Characterization and Modification of Extended-Nano Channel”, International Symposium on MicroScale BioSeparations and Analyses (MSB 2012), Shanghai, China, 2012/10/22-25.
 36. T. Kitamori, “Atto-Little Chromatography Using Extended-Nano Channel Fabricated on a Glass Microchip”, IFPT & Single-cell analysis Workshop, Kyoto, Japan, 2012/11/27.
 37. T. Kitamori, “Micro/Extended-Nano Fluidics on Microchip and its Application to Chemistry and Biomedicine”, The Second International Conference on Small Science (ICSS2012), Orlando, FL, USA, 2012/12/16-19.
 38. T. Kitamori, “Technology and Science in Micro/Extended-Nano Fluidic Devices”, 4th Australia and New Zealand Micro/Nanofluidics Symposium and Student Workshop, Adelaide, Australia, 2013/4/22-4/24
 39. K. Mawatari, “Extended-nano fluidics and chemistry”, 4th Australia and New Zealand Micro/Nanofluidics Symposium and Student Workshop, Adelaide, Australia, 2013/4/22-4/24
 40. T. Kitamori, “Micro and Extended-Nano Fluidic Device Technology for Bioanalysis”, International Symposium on Bio-sensing & Imaging, Ulsan, Korea, 2013/5/2-3
 41. T. Kitamori, “Micro and Extended-Nano Fluidics for Chemistry and Novel Functional Devices”, the 2nd conference Implementation of Microreactor Technology in Biotechnology, Dubrovnik, Croatia, 2013/5/5-8
 42. T. Kitamori, “Extended-Nano Fluidics for Novel Functional Devices”, The 5th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM 2013), Xiamen, China, 2013/5/16-19
 43. T. Kitamori, “Technology and Science of Micro and Extended-Nano Fluidics for Novel Functional Devices”, Symposium of Beijing University of Chemical Technology, Beijing, China, 2013/7/12-13
 44. T. Kitamori, “Extended-Nano Fluidic Device Technology for Chemistry and Analysis”, ASIANALYSIS XII, Fukuoka, Japan, 2013/8/22-23
 45. T. Kitamori, “Science and Device Technology of Extended-Nano Fluidics”, 15th Asian Chemical Congress, Singapore, 2013/8/21-23
 46. T. Kitamori, “Micro and Extended-Nano Fluidic Devices for Chemistry and Life Science”, Integrating Chemistry and Biology symposium, British Embassy, Tokyo, Japan, 2013/9/3
 47. K. Mawatari, Takehiko Kitamori, “Thermal lens microscopy for micro and extended-nano

fluidics”, Dasan conference 2013, Jeju, Korea, 2013/9/25-27

48. T. Kitamori, ”Surface Modification of Chanel Inside for Analytical Application of Extended-Nano Fluidics”, 20th International Symposium on Electro- and Liquid-Phase Separation Techniques, Canary Island, Spain, 2013/10/6-9
49. T. Kitamori, ”Surface Modification of Extended-Nano Fluidic Devices and femto-Liter Immunoassay”, 9th International Forum on Post-Genome Technologies, Shenzhen, China, 2013/11/7-8
50. T. Kitamori, ”Surface Control for Extended-Nano Fluidics for Liquid Phase Separation”, The 40th International Symposium on High-Performance-Liquid-Phase Separations and Related Technique (HPLC2013), Hobart, Australia, 2013/11/18-21
51. T. Kitamori, “Technology and Science of Micro/Extended-Nano Fluidics for Novel Functional Devices”, International Symposium on Single Biomolecule Analysis 2013, Kyoto, Japan, 2013/11/21-22
52. K. Mawatari, Takehiko Kitamori, “Single molecule immunoassay utilizing nanofluidics”, PITTCO 2014, Chicago, IL, 2013/3/2-6
53. T. Kitamori, “Single molecule ELISA in Extended-Nano Fluidic Device”, 30th International Symposium on Microscale Separation (MSB 2014), Pecs, Hungary, 2014/4/27-5/1
54. T. Kitamori, “Extended Nano-Fluidic Devices and Countable Molecule Analysis at Femto to Atto Liter”, Advances in Microfluidics & Nanofluidics 2014 (AMN 2014), Taipei, Taiwan , 2014/5/21-23
55. T. Kitamori, “Single and countable molecule ELISA in Extended-Nano Fluidic Device”, 6th International Symposium on Bioanalysis, Biomedical Engineering and Nanotechnology, Changsha, China , 2014/5/29-6/1
56. T. Kitamori, “Micro and Extended-nano Fluidic Device Technology for Chemical and Physical Study at Femto to Atto Liter”, From Solid State to BioPhysics, Dubrovnik, Croatia , 2014/6/7-14
57. T. Kitamori, “Pico-, Femto-, Atto-Liter Chemical Processes on Extended-Nano Fluidic Device for Single and Countable Bio-Molecule Analysis”, Joint Meeting of the 1st Africa International Biotechnology & Biomedical Conference and the 8th International Workshop on Approaches to Single-Cell Analysis, Nairobi, Kenya, 2014/9/10-12
58. K. Mawatari, T. Kitamori, “Single molecule immunoassay devices by extended-nano fluidic technology”, Joint Meeting of the 1st Africa International Biotechnology & Biomedical Conference and the 8th International Workshop on Approaches to Single-Cell Analysis, Nairobi, Kenya, 2014/9/10-12
59. T. Kitamori, “Pico-,Femto-,Atto-Litter Bio-Analytical Instrumentation on Extended-Nano Fluidic Device”, the 7th Shanghai International Symposium on Analytical Chemistry, Shanghai,China , 2014/9/24-25
60. T. Kitamori, “Single Molecule Immunoassay at Femto Liter on Extended-Nano Fluidic Device:A Crazy ELISA”, ITP-LACE2014, Natal,Brazil , 2014/10/4-8
61. T. Kitamori, “Extended-Nano Fluidics for Femto-Liter Analysis”, the International

Conference on Microfluidic Chip and Micro/NanoScale Bioseparation Analysis,
Wuhan,China , 2014/10/30-11/2

62. K. Mawatari, T. Kitamori, “Analytical devices by nanofluidic technology”, Royal Australian Chemical Institute National Congress, Adelaide, Australia, 2014/12/7-12
63. T. Kitamori, “Single Molecule Detection and Counting by Femt-Liter ELISA on Extended-Nano Fluidic Device”, 14th Asia-Pacific International Symposium on Microscale Separations and Analysis, Kyoto University, Japan , 2014/12/20
64. K. Mawatari, T. Kitamori, “Ultrasensitive absorptiometry with near-field light for nanofluidic technology”, PITTCON, New Orleans, USA, 2015/3/6-10
65. T. Kitamori, “Extended nanofluidics for novel functional devices”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27
66. K. Mawatari, T. Kitamori, “Engineering of extended-nano space for single molecule immunoassay”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27
67. Y. Pihosh, T. Kitamori, “Solar Light Driven μ -Fuel Cell”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27
68. Y. Kazoe, T. Kitamori, “Fluid Properties of Liquid Confined in Extended-nanochannel”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27

② 口頭発表 (国内会議 21 件、国際会議 16 件)

【国内】

1. 若林潤, 田中陽, 佐藤香枝, 馬渡和真, 田中有希, Nilsson Mats, 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, 2010/5/15-16
2. 白井健太郎, 田中陽, 杉井康彦, 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”, 日本分析化学会第59年会, 東北大学川内北キャンパス, 2010/9/15-17
3. Le H. H. Thu, Pihosh Yuriy, 馬渡和真, 北村心, 八井崇, 川添忠, 大津元一, 北森武彦, “酸化チタンナノ構造体における近接場光を用いた光触媒反応に関する研究”, 化学工学会第76年会, 東京農工大学小金井キャンパス, 2011/3/22-24
4. 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, 2011/3/26-29
5. レ ハク ホウン ツー, Yuriy Pihosh, 馬渡和真, 北村心, 八井崇, 川添忠, 大津元一, 北森武彦, “酸化チタンナノ構造体における近接場光を用いた光触媒反応に関する研究”, 日本化学会第91年会, 神奈川大学横浜キャンパス, 2011/3/26-29
6. 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, 2011/3/26-29

7. 石橋亮, 馬渡和真, 北森武彦, “拡張ナノ空間を用いた圧力駆動液体クロマトグラフィーの開発”, 日本分析化学会第60年会, 名古屋大学東山キャンパス, 2011/9/14-16
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, 2011/9/14-16
9. 清水久史, 馬渡和真, 北森武彦, “拡張ナノクロマトグラフィーと微分干渉熱レンズ顕微鏡を用いた非蛍光性分子の分離検出”, 第72回分析化学討論会, 鹿児島大学工学部, 郡元キャンパス, 2012/3/19-20
10. 清水久史, 馬渡和真, 北森武彦, “拡張ナノクロマトグラフィーと微分干渉熱レンズ顕微鏡を用いた非蛍光性分子の分離検出”, 第72回分析化学討論会, 鹿児島大学工学部, 郡元キャンパス, 2012/3/19-20.
11. 馬渡和真, 知念啓之, Yuriy Pihosh, 嘉副裕, 北森武彦, “拡張ナノ空間における溶液物性:プロトン拡散速度の測定”, 第72回分析化学討論会, 鹿児島大学工学部, 郡元キャンパス, 2012/3/19-20.
12. 中尾達郎, 馬渡和真, 佐藤香枝, 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, 2012/9/19-21.
13. 白井健太郎, 馬渡和真, 北森武彦, “拡張ナノ空間を用いた免疫分析デバイスの開発”, 第73回分析化学討論会, 北海道大学函館キャンパス, 2013/5/18-19
14. 劉依霖, 清水久史, Smirnova, Adelina, 馬渡和真, 北森武彦, “Development of Attoliter Liquid Chromatography with Million Plates Using Extended-Nano Channel”, 日本分析化学会第62年会, 近畿大学東大阪キャンパス, 2013/9/10-12
15. 清水久史, 馬渡和真, Smirnova, Adelina, 北森武彦, “拡張ナノクロマトグラフィーと微分干渉熱レンズ顕微鏡を用いた非蛍光微小試料の高性能分離検出”, 日本分析化学会第62年会, 近畿大学東大阪キャンパス, 2013/9/10-12
16. 浅野良寛, 清水久史, 馬渡和真, 北森武彦 “無標識単一タンパク分子検出に向けたUV 励起型微分干渉熱レンズ顕微鏡の開発”, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学東山キャンパス, 2014/3/27-30
17. 太田諒一, 馬渡和真, 嘉副裕, 北森武彦, “埋込み型近接場プローブを用いた拡張ナノ近接場分光法の開発”, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学東山キャンパス, 2014/3/27-30
18. 松野拓史, 嘉副裕, 馬渡和真, 北森武彦, “マイクロ氷滴衝突化学反応デバイスの開発”, 日本化学会第94春季年会, 名古屋大学東山キャンパス, 2014/3/27-30
19. 清水久史, 浅野良寛, 馬渡和真, 北森武彦, “紫外励起型微分干渉熱レンズ顕微鏡の開発と拡張ナノ空間内の計測への応用”, 第74回分析化学討論会, 日本大学工学部, 2014/5/24-25
20. 太田諒一, 馬渡和真, 嘉副裕, 北森武彦, “拡張ナノ流体デバイスのための超高空間分解能分光法の開発”, 第74回分析化学討論会, 日本大学工学部, 2014/5/24-25

21. 清水久史, 森川響二郎, Le Hac Huong Thu, Smirnova Adelina, 馬渡和真, 北森武彦, “拡張ナノクロマトグラフィーによるタンパク質 100 万段分離に向けた設計論の確立”, 日本分析化学会第 63 年会, 広島大学東広島キャンパス, 2014/9/17-19

【国際】

22. 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”, International Symposium on Microchemistry and Microsystems 2010 (ISMM 2010), Hong Kong, China, 2010/5/28-30
23. 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”, 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, HI, USA, 2010/12/15-20
24. R. Ishibashi, K. Mawatari, T. Kitamori, “Liquid chromatography in extended-nano space using pressure-driven flow: Toward normal phase separation”, 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, HI, USA, 2010/12/15-20
25. K. Jang, A. Kogo, K. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, “Heat pipe with extended nanopillar inside the micro-nano combined chip”, 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, HI, USA, 2010/12/15-20
26. R. Ishibashi, K. Mawatari, T. Kitamori, “Pressure-driven Chromatography in Extended Nanochannels”, IUPAC International Congress on Analytical Sciences 2011 (ICAS 2011), Kyoto, Japan, 2011/5/22-26
27. K. 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”, International Symposium on Microchemistry and Microsystems 2011 (ISMM 2011), Seoul, Korea, 2011/6/2-4
28. R. Ishibashi, K. Mawatari, T. Kitamori, “Development of Pressure-Driven Chromatography in Extended Nanochannels: Toward High Resolution Separation”, 36th International Symposium on High-Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques (HPLC2011), Budapest, Hungary, 2011/6/19-23
29. Y. Kajita, Y. Pihosh, Kazoe, K. Mawatari, T. Kitamori, “Development of light-driven H₂/O₂ generation chip”, The 4th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM2012), Hsinchu, Taiwan, 2012/6/10-13
30. Y. Pihosh, K. Mawatari, I. Turkevych, T. H. H. Le, Y. Kajita, H. Chinen, M. Tosa, T. Kitamori, “Hierarchical TiO₂ Brush Type Nanostructures for Efficient Photoelectrochemical Water Splitting”, The 16th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2012), Okinawa, Japan, 2012/10/28-11/1.
31. Y. Pihosh, Y. Kajita, K. Mawatari, T. Kitamori, “New Approach towards Developing a Solar Light Driven Micro Fuel (H₂/O₂) Generation Device based on the Microfluidic Chip”, The 5th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM 2013), Xiamen, China, 2013/5/16-19

32. T. H. H. Le, K. Mawatari, H. Shimizu, T. Yatsui, T. Kawazoe, M. Naruse, M. Ohtsu, T. Kitamori, "NOVEL DETECTION OF NON-ABSORBING MOLECULES BY OPTICAL NEAR-FIELD INDUCED THERMAL LENS MICROSCOPY", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
33. T. Yamashita, P. Kollmannsberger, K. Mawatari, V. Vogel, T. Kitamori, "CURVATURE-INDUCED SPONTANEOUS DETACHMENT OF VASCULAR SMOOTH MUSCLE CELL SHEETS: TOWARDS VASCULAR SELFASSEMBLY IN MICROCHANNELS", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
34. H. Shimizu, Y. Liu, K. Morikawa, A. Smirnova, K. Mawatari, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF FEMTOLITER SCALE LC USING EXTENDED-NANO CHANNEL TOWARD SEPARATION OF PROTEINS WITH MILLION PLATE NUMBERS", 30th International Symposium on MicroScale Bioseparations (MSB 2014), Pecs, Hungary, 2014/4/27-5/1
35. Y. Pihosh, K. Mawatari, I. Turkevych, T. Kitamori, "Development of Efficient Nanostructured Heterojunction", The 6th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM 2014), Singapore, Singapore, 2014/7/30-8/1
36. Y. Kazoe, T. Matsuno, K. Mawatari, T. Kitamori, "Micro ice-droplet shooting and acceleration for on-chip mechanochemistry", The 6th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM 2014), Singapore, Singapore, 2014/7/30-8/1
37. K. Ikeda, Y. Kazoe, T. Tsukahara, K. Mawatari, T. Kitamori, "ENHANCEMENT OF PROTON TRANSFER BY SURFACE SILANOL GROUPS IN EXTENDED NANOSPACE", The 18th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2014), San Antonio, USA, 2014/10/26-30

③ ポスター発表 (国内会議 53 件、国際会議 111 件)

【国内】

1. 赤池寛人, 田中陽, 杉井康彦, 北森武彦, "心筋細胞を用いた自己灌流マイクロインスリンポンプの開発", 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, 2010/6/10-11
2. 白井健太郎, 田中陽・杉井康彦・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, 2010/6/10-11
3. 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, 2010/6/10-11
4. 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, 2010/6/10-11
5. 昼間深, 清水久史, 馬渡和真, 北森武彦, "拡張ナノ空間における抗体パターンニング法の開発", 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, 2010/6/10-11

6. K. H. Jang, Y. Xu, Y. Tanaka, K. Mawatari, T. Kitamori, “Direct approach to modify individual cells in microfluidic device for single cell analysis”, 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, 2010/6/10-11
7. 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, 2010/6/10-11
8. 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, 2010/9/1-3
9. レ・ハク・ホウン・ツー, 馬渡和真, 北森武彦, 北村心, 八井崇, 川添忠, 大津元一, “ナノ構造体における近接場光を用いた光触媒反応に関する研究”, 東京コンファレンス2010, 幕張メッセ国際会議場, 2010/9/1-3
10. 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, 2010/9/1-3
11. 赤池寛人, 蓮本尚佑, 馬渡和真, 杉井康彦, 北森武彦, “拡張ナノ空間のためのナノ構造体による近接場光部分修飾法の評価”, 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, 2010/11/17-18
12. 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”, 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, 2010/11/17-18
13. レハクホウンツー, Yuriy Pihosh, 馬渡和真, 北村心, 八井崇, 川添忠, 大津元一, 北森武彦, “酸化チタンナノ構造体における近接場光を用いた光触媒反応に関する研究”, 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, 2010/11/17-18
14. 若林潤, 田中陽, 佐藤香枝, 馬渡和真, Mats Nilsson, 北森武彦, “Padlock RCA 法の集積化によるマイクロチップ上での細胞内単一遺伝子検出法の開発”, 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, 2010/11/17-18
15. X. Gao, Y. Tanaka, Y. Sugii, T. Kitamori, “Creation of cell-based separation microdevices: design and initial test of a bioartificial kidney (BAK) microchip”, 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, 2010/11/17-18
16. 井関恵三, 杉井康彦, 北森武彦, “拡張ナノ空間における蒸気圧と温度を制御した毛管凝縮速度の測定”, 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, 2011/6/10-11
17. 梶田康仁, Yuriy Pihosh, 馬渡和真, 北森武彦, “拡張ナノ空間を用いた酸素・水素生成デバイスの開発”, 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, 2011/6/10-11
18. 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, 2011/6/10-11
19. 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, 2011/6/10-11
 20. X. Gao, Y. Tanaka, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, “Structure and cell culture condition for miniaturization of a bioartificial renal tubule on chip”, 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, 2011/6/10-11
 21. 石橋亮, 馬渡和真, 北森武彦, “拡張ナノ空間を用いた液体クロマトグラフィーの開発: 順相クロマトグラフィーの評価”, 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, 2011/6/10-11
 22. 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, 2011/6/10-11
 23. 高小放, 田中陽, 杉井康彦, 馬渡和真, 北森武彦, “Construction of a cell-based separation microdevice using renal tubule cells cultured on chip”, 日本分析化学会第60年会, 名古屋大学東山キャンパス, 2011/9/14-16
 24. 梶田康仁, Yuriy Pihosh, 馬渡和真, 北森武彦, “マイクロ燃料電池内での燃料生成のための気液分離法の開発”, 第1回 CSJ 化学フェスタ, 早稲田大学 大隈記念講堂・大隈小講堂・小野記念講堂, 2011/11/13-15
 25. 新城美佳, 佐々木直樹, 佐藤香枝, “マイクロ流体デバイスを用いた血管内皮細胞の培養”, 第1回 CSJ 化学フェスタ, 早稲田大学 大隈記念講堂・大隈小講堂・小野記念講堂, 2011/11/13-15
 26. 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, 2011/11/17-18
 27. 梶田康仁, Pihosh Yuriy, 馬渡和真, 北森武彦, “マイクロ燃料電池のための水素・酸素生成デバイスの開発”, 第25回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 崇城大学, 2012/5/17-18
 28. 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, 2012/5/17-18
 29. 石橋亮, 馬渡和真, 北森武彦, “拡張ナノ空間を用いた液体クロマトグラフィーの開発: 水系移動相を用いた分離”, 第25回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 崇城大学, 2012/5/17-18
 30. 高小放, 田中陽, 王晨曦, 杉井康彦, 馬渡和真, 北森武彦, “Creation of a cell-based separation microdevice using renal tubule cells”, 第72回分析化学討論会, 鹿児島大学工学部・郡元キャンパス, 2012/3/19-20

31. 王晨曦, 馬渡和真, 北森武彦, “Integration of Nanofluidic Chip Using Low-Temperature Bonding Techniques”, 第 73 回分析化学討論会, 北海道大学函館キャンパス, 2013/5/18-19
32. 浅野良寛, 清水久史, 馬渡和真, 北森武彦, ”紫外励起型の微分干渉熱レンズ顕微鏡の開発”, 第 27 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 東北大学片平キャンパス, 2013/5/23-24
33. 太田諒一, 馬渡和真, 嘉副裕, 北森武彦, ”拡張ナノ空間における近接場分光”, 第 27 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 東北大学片平キャンパス, 2013/5/23-24
34. 笠井健太郎, 王晨曦, 清水久史, 馬渡和真, 北森武彦, ”拡張ナノピラーにおける水の凝縮族度の評価”, 第 27 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 東北大学片平キャンパス, 2013/5/23-24
35. Y. Liu, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, ”Million Plates Liquid Chromatography by Ultrahigh Pressure System in Extended Nanochannels”, 第 27 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 東北大学片平キャンパス, 2013/5/23-24
36. 白井健太郎, 馬渡和真, 北森武彦, ”拡張ナノ空間を用いた免疫分析デバイスによる分子捕捉”, 第 27 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 東北大学片平キャンパス, 2013/5/23-24
37. 清水久史, 馬渡和真, 北森武彦, ”微分干渉熱レンズ顕微鏡を用いた拡張ナノクロマトグラフィーのための非蛍光試料の高感度検出”, 第 27 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, 東北大学片平キャンパス, 2013/5/23-24
38. 清水久史, 石橋亮, 劉依霖, 馬渡和真, 北森武彦, ”拡張ナノ流路を用いたクロマトグラフィーと100万段分離に向けた検討”, 第 20 回 クロマトグラフィーシンポジウム, 神戸大学百年記念館六甲ホール, 2013/6/5-7
39. 平松洋治朗, 王晨曦, 清水久史, 馬渡和真, 北森武彦, ”拡張ナノ空間を利用した熱駆動ナノ流体ポンプの開発”, 第 3 回 CSJ 化学フェスタ 2013, タワーホール船堀, 2013/10/21-23
40. 清水久史, Smirnova, Adelina, 馬渡和真, 北森武彦, ”Separation of Amino Acids Using Extended-Nano Chromatography”, 第 24 回クロマトグラフィー科学会議, 東京大学武田先端知ビル, 2013/11/11-13
41. 浅野良寛, 清水久史, 馬渡和真, 北森武彦, ”UV 励起型微分干渉熱レンズ顕微鏡の開発と単一タンパク分子検出への応用”, 第 33 回キャピラリー電気泳動シンポジウム, 日本女子大学目白キャンパス, 2013/11/13-15
42. 迫屋賢人, 清水久史, 馬渡和真, 北森武彦, ”逆相グラジエント拡張ナノクロマトグラフィーのプロテオミクスへの応用”, 第 28 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, イーグレひめじあいめっせホール, 2013/12/5-6
43. 清水久史, 劉依霖, 森川響二郎, Smirnova, Adelina, 馬渡和真, 北森武彦, ”拡張ナノ流路を用いた 100 万段クロマトグラフィーの開発”, 第 28 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会, イーグレひめじあいめっせホール, 2013/12/5-6

44. Y. Pihosh, K. Mawatari, Y. Kajita, T. Kitamori, “Development of an internal micro-fuel (H₂/O₂) generation device based on a micro-fluidic chip for a micro-fuel cell device”, 化学とマイクロ・ナノシステム学会第 29 回研究会, 日本女子大学目白キャンパス, 2014/5/22-23
45. L. Lin, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, “Development of an Extended-nano Interface for Living Single Cell Analysis”, 化学とマイクロ・ナノシステム学会第 29 回研究会, 日本女子大学目白キャンパス, 2014/5/22-23
46. 池田啓輔, 嘉副裕, 塚原剛彦, 馬渡和真, 北森武彦, ”拡張ナノ空間の表面シラノール基の効果による水分子のダイナミクス”, 化学とマイクロ・ナノシステム学会第 29 回研究会, 日本女子大学目白キャンパス, 2014/5/22-23
47. 宮脇直也, 馬渡和真, 嘉副裕, 北森武彦, ”バイオ拡張ナノ空間の pH 測定”, 化学とマイクロ・ナノシステム学会第 29 回研究会, 日本女子大学目白キャンパス, 2014/5/22-23
48. 森川響二郎, 嘉副裕, ChihChang Chang, 馬渡和真, 塚原剛彦, 北森武彦, ”流動電位法による拡張ナノ空間の溶液物性評価”, 日本女子大学目白キャンパス, 2014/5/22-23
49. 土屋義隆, 嘉副裕, 馬渡和真, 北森武彦, ”シナプス間隙の伝達物質輸送の測定に向けたバイオメテック拡張ナノ流体デバイスの開発”, 化学とマイクロ・ナノシステム学会第 30 回研究会, 北海道大学フロンティア応用科学研究棟, 2014/10/2-3
50. 太田諒一, 馬渡和真, 白井健太郎, 清水久史, 北森武彦, ”拡張ナノ空間を用いた免疫分析デバイスによる加算個分子検出”, 化学とマイクロ・ナノシステム学会第 30 回研究会, 北海道大学フロンティア応用科学研究棟, 2014/10/2-3
51. 王晨曦, 嘉副裕, 森川響二郎, 笠井健太郎, 清水久史, 馬渡和真, 北森武彦, ”拡張ナノ特異性を利用したヒートパイプデバイスの開発”, 化学とマイクロ・ナノシステム学会第 30 回研究会, 北海道大学フロンティア応用科学研究棟, 2014/10/2-3
52. Le Hac Huong Thu, 清水久史, 森川響二郎, Adelina Smirnova, 馬渡和真, 北森武彦, ”fL タンパク質試料の 100 万段分離を目的とした拡張ナノクロマトグラフィーの開発”, 化学とマイクロ・ナノシステム学会第 30 回研究会, 北海道大学フロンティア応用科学研究棟, 2014/10/2-3
53. 植村仁, Yuriy Pihosh, 馬渡和真, 北森武彦, ”拡張ナノフルイデイクスに基づいた自立駆動型燃料電池デバイスの開発”, 化学とマイクロ・ナノシステム学会第 30 回研究会, 北海道大学フロンティア応用科学研究棟, 2014/10/2-3

【国際】

54. R. Ishibashi, K. Mawatari, M. Inaba, M. Kato, T. Kitamori, “Development of Pressure-Driven Chromatography in Extended-Nano Channel”, International Symposium on Microchemistry and Microsystems 2010 (ISMM 2010), Hong Kong, China, 2010/5/28-30
55. Y. Xu, K. H. Jang, T. Konno, K. Ishihara, K. Mawatari, T. Kitamori, “Comparative Investigation on Long-term Cellular Functions of Cells in a Microfluidic Hydrogel Capable of Cell Preservation”, International Symposium on Microchemistry and Microsystems 2010 (ISMM 2010), Hong Kong, China, 2010/5/28-30

56. K. H. Jang, Y. Xu, Y. Tanaka, T. Kitamori, "A Method for Single Cell Patterning by Using Photochemical Reaction in fused microchannel", International Symposium on Microchemistry and Microsystems 2010 (ISMM 2010), Hong Kong, China, 2010/5/28-30
57. R. Ishibashi, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of Pressure-Driven Chromatography in Extended-Nano Channels: Evaluation of HILIC Mode Separation", 35th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques (HPLC 2010), Boston, MA, USA, 2010/6/19-24
58. R. Ishibashi, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of Pressure-Driven Liquid Chromatography in Extended-Nanochannels; Automated Injection and Normal Phase Mode", 17th International Symposium on Electro- and Liquid Phase-separation Techniques (ITP 2010), Baltimore, MD, USA, 2010/8/29-9/1
59. H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of Antibody Patterning Method in Extended-Nano Channels", 17th International Symposium on Electro- and Liquid Phase-separation Techniques (ITP 2010), Baltimore, MD, USA, 2010/8/29-9/1
60. K. H. Jang, Y. Xu, Y. Tanaka, T. Kitamori, "Multi-patterning of biological samples on glass substrate and inside the fused microchannel by using photochemical reaction", 17th International Symposium on Electro- and Liquid Phase-separation Techniques (ITP 2010), Baltimore, MD, USA, 2010/8/29-9/1
61. H. Akaike, Y. Tanaka, Y. Sugii, T. Kitamori, "Development of insulin delivery devices composed of langerhans islets and cardiomyocytes", The 14th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2010), Groningen, The Netherlands, 2010/10/3-7
62. Thu. H. H. Le, K. Mawatari, K. Kitamura, T. Yatsui, T. Kawazoe, M. Ohtsu, T. Kitamori, "Investigation of phonon-assisted optical near-field effect on nanostructured TiO₂ towards on-chip fuel cell application", The 14th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2010), Groningen, The Netherlands, 2010/10/3-7
63. 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", The 14th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2010), Groningen, The Netherlands, 2010/10/3-7
64. T. Yamashita, Y. Tanaka, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, "Construction of vascular-mimetic tissue in a separable microchip", The 14th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2010), Groningen, The Netherlands, 2010/10/3-7
65. Y. Xu, K. H. Jang, K. Mawatari, T. Konno, K. Ishihara, T. Kitamori, "Cell-based toxin screening integrated with a cell-sustainable hydrogel on chip for onsite and portable applications", The 14th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2010), Groningen, The Netherlands, 2010/10/3-7
66. 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", The 14th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2010), Groningen, The Netherlands, 2010/10/3-7

67. T. Ohashi, O. Fukahori, H. Tazawa, A. Harano, T. Ebata, K. Mawatari, T. Kitamori, "One-step micro-ELISA for highly sensitive determination of TSH", The 14th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2010), Groningen, The Netherlands, 2010/10/3-7
68. S. Kubota, K. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, "Development of Laplace valves capable of attoliter level injection for chromatography systems in extended-nano space", The 10th Asian-Pacific International Symposium on Microscale Separations and Analysis (APCE 2010), Hong Kong, China, 2010/12/10-13
69. X. Gao, Y. Tanaka, Y. Sugii, T. Kitamori, "Creation of cell-based separation microdevices: design and initial test of a bioartificial kidney on chip", The 10th Asian-Pacific International Symposium on Microscale Separations and Analysis (APCE 2010), Hong Kong, China, 2010/12/10-13
70. Y. Tanaka, H. Xi, K. Sato, K. Mawatari, B. Renberg, M. Nilsson, T. Kitamori, "Rolling circle amplification in micro and extended-nano channels to detect single-molecule DNA", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, HI, USA, 2010/12/15-20
71. H. Akaike, Y. Tanaka, Y. Sugii, T. Kitamori, "Development of a self-perfusion micro insulin pump powered by cardiomyocytes", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, HI, USA, 2010/12/15-20
72. K. Shirai, Y. Tanaka, Y. Sugii, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of the interface for single cell analysis in the extended-nano space", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, HI, USA, 2010/12/15-20
73. T. H. Le, K. Mawatari, K. Kitamura, T. Yatsui, T. Kawazoe, M. Hotsu, T. Kitamori, "Investigation of phonon-assisted optical near-field effect on nanostructured TiO₂ electrodes", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, HI, USA, 2010/12/15-20
74. J. Wakabayashi, Y. Tanaka, K. Sato, K. Mawatari, Y. Tanaka, M. Nilsson, T. Kitamori, "Integration of highly efficient gene analysis system on a microchip", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, HI, USA, 2010/12/15-20
75. Y. Xu, K. Jang, K. Mawatari, T. Konno, K. Ishihara, T. Kitamori, "Microfluidic hydrogel for more flexible cell-based applications", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, HI, USA, 2010/12/15-20
76. K. Sato, Y. Kitamura, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, "Single DNA molecule detection by on-bead padlock/rolling circle amplification", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, HI, USA, 2010/12/15-20
77. J. Wakabayashi, Y. Tanaka, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, "Development of in situ rolling circle amplification on a microchip for single cell and single gene detection system", 26th International Symposium on MicroScale Bioseparations (MSB 2011), San Diego, CA, USA, 2011/5/1-5
78. K. 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, 2011/5/18-19

79. Y. Tanaka, J. Wakabayashi, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, "Single cell and single gene detection system using rolling circle amplification on a microchip", 2nd annual Single Cell Analysis Congress, London, UK, 2011/5/18-19
80. S. Kubota, K. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, "A Laplace Pressure Valve to Control Nanofluidics for Chromatography Systems in Extended-Nano Space", IUPAC International Congress on Analytical Sciences 2011 (ICAS 2011), Kyoto, Japan, 2011/5/22-26
81. X. Gao, Y. Tanaka, Y. Sugii, T. Kitamori, "Design and Initial Test of a Bioartificial Renal Tube on Chip", IUPAC International Congress on Analytical Sciences 2011 (ICAS 2011), Kyoto, Japan, 2011/5/22-26
82. Y. Dong, Y. Xu, A. Liu, Y. Fu, T. Ohashi, Y. Tanaka, K. Mawatari, T. Kitamori, "Screening Swine Type 0 Foot-and-Mouth Disease Virus with Micro-beads based Microfluidic Thermal Lens Microscopy", IUPAC International Congress on Analytical Sciences 2011 (ICAS 2011), Kyoto, Japan, 2011/5/22-26
83. K. Jang, K. Iseki, A. Kogo, Y. Xu, K. Mawatari, Y. Sugii, T. Kitamori, "A Flat Heat Pipe System Contained Capillary Condensation and Vapor-Liquid Coexisting Process Based on Extended Nanopillar", IUPAC International Congress on Analytical Sciences 2011 (ICAS 2011), Kyoto, Japan, 2011/5/22-26
84. K. 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", International Symposium on Microchemistry and Microsystems 2011 (ISMM 2011), Seoul, Korea, 2011/6/2-4
85. S. Kubota, K. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, "A Laplace Valve in Extended-nano Channels for Attoliter-Level Liquid Injection", International Symposium on Microchemistry and Microsystems 2011 (ISMM 2011), Seoul, Korea, 2011/6/2-4
86. J. Wakabayashi, Y. Tanaka, K. Sato, K. Mawatari, Mats Nilsson, T. Kitamori, "Integration of in situ Rolling Circle Amplification on a Microchip for Single Cell and Molecule Analysis", International Symposium on Microchemistry and Microsystems 2011 (ISMM 2011), Seoul, Korea, 2011/6/2-4
87. S. Kubota, K. Mawatari, Y. Xu, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF aL SCALE LIQUID HANDLING METHOD IN EXTENDED NANOSPACE", International Symposium on Microchemistry and Microsystems 2011 (ISMM 2011), Seoul, Korea, 2011/6/2-4
88. Y. Kajita, Y. Pihosh, K. Mawatari, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF H₂/O₂ GENERATION CHIP FOR MICRO FUEL CELL DEVICES", The 15th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2011), Seattle, WA, USA, 2011/10/2-6
89. 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", The 15th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2011), Seattle, WA, USA, 2011/10/2-6
90. Y. Tanaka, Y. Yanagisawa, T. Kitamori, "CELL SHEET FREE ACTUATOR FOR A

BIO-MICROPUMP USING PREVIOUSLY FROZEN CARDIOMYOCYTES”, The 15th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2011), Seattle, WA, USA, 2011/10/2-6

91. R. Ishii, N. Sasaki, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, K. Sato, “COUNTING SINGLE DNA MOLECULE BY ON-BEAD ROLLING CIRCLE AMPLIFICATION FOR QUANTITATIVE ANALYSES”, The 15th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2011), Seattle, WA, USA, 2011/10/2-6
92. Y. Xu, M. Takai, T. Kitamori, “Bioinspired Micro/Nano Interfaces and Devices Based on 2-Methacryloyloxyethyl Phosphorylcholine Polymers”, 15th International Conference on Thin Films (ICTF-15), Kyoto, Japan, 2011/11/8-11
93. R. Ishibashi, K. Mawatari, T. Kitamori, “Pressure driven attoliter liquid chromatography in extended nanospace: Development of aqueous mobile phase chromatography”, 27th International Symposium on MicroScale Bioseparations and Analyses (MSB2012), Geneva, Switzerland, 2012/2/12-15
94. H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, “High-Performance Liquid Chromatography of Nonfluorescent Molecules Using Extended-Nano Channel and Differential Interference Contrast Thermal Lens Microscope”, The 4th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM2012), Hsinchu, Taiwan, 2012/6/10-13
95. R. Ishibashi, K. Mawatari, T. Kitamori, “Pressure driven attoliter liquid chromatography in extended nanospace: Hydrophilic interaction chromatography”, 38th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques (HPLC 2012), Anaheim, CA, USA, 2012/6/16-21
96. H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, “Sensitive Detection of Nonfluorescent Molecules Using Differential Interference Contrast Thermal Lens Microscope for High-Performance Extended-Nano Chromatography”, 38th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques (HPLC 2012), Anaheim, CA, USA, 2012/6/16-21
97. K. 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”, The 4th International NanoBio Conference (NanoBio Seattle 2012), Seattle, WA, USA, 2012/7/23-26
98. T. Yamashita, K. Mawatari, Y. Tanaka, T. Kitamori, “Hybrid glass microchip bonded with porous polycarbonate membrane for smooth muscle cell culture in micro-scale”, The 4th International NanoBio Conference (NanoBio Seattle 2012), Seattle, WA, USA, 2012/7/23-26
99. Y. Kajita, Y. Pihosh, K. Mawatari, T. Kitamori, “Development of H₂/O₂ Generation Chip Utilizing Specific Properties of Extended-Nano Space”, RSC Tokyo International Conference -Micro/Nano Technologies for Analysis of Human Health and Diagnostics-, Chiba, Japan, 2012/9/6-7.
100. H. Chinen, K. Mawatari, Y. Pihosh, T. Kitamori, “Development of Micro Fuel Cell Utilizing Extended-Nano Channels as Proton Conductor”, RSC Tokyo International Conference -Micro/Nano Technologies for Analysis of Human Health and Diagnostics-, Chiba, Japan, 2012/9/6-7.

101. K. Shirai, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of Biomolecules Patterning Method in Extended Nanochannel Utilizing Low-temperature Bonding Toward Single Cell Analysis", 19th International Symposium, Exhibit & Workshops on Electro- and Liquid Phase-separation Techniques (ITP 2012), Baltimore, MD, USA, 2012/9/30-10/3.
102. H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "Sensitive Detection of Nonfluorescent Molecules using Differential Interference Contrast Thermal Lens Microscope for More Efficient Separation using Extended-nano Chromatography", 19th International Symposium, Exhibit & Workshops on Electro- and Liquid Phase-separation Techniques (ITP 2012), Baltimore, MD, USA, 2012/9/30-10/3.
103. X. Gao, K. Mawatari, Y. Kazoe, Y. Tanaka, T. Kitamori, "Creation of a Cell-Based Separation Microdevice Using Human Renal Proximal Tubule Epithelial Cells", The 16th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2012), Okinawa, Japan, 2012/10/28-11/1.
104. K. Shirai, K. Mawatari, T. Kitamori, "Patterning of Biomolecules in Extended Nanochannel Using Low-Temperature Bonding", The 16th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2012), Okinawa, Japan, 2012/10/28-11/1.
105. Y. Xu, K. Mawatari, T. Konno, K. Ishihara, T. Kitamori, "Temperature-Flexible Cell Microcontainers Fabricated with a Phosphorylcholine Polymer Hydrogel on Chip", The 16th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2012), Okinawa, Japan, 2012/10/28-11/1.
106. R. Ishibashi, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "Attoliter Liquid Chromatography Using Extended-Nano Channels For Separation of Proteins in a Single Cell", The 16th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2012), Okinawa, Japan, 2012/10/28-11/1.
107. T. Yamashita, Kazuma Mawatari, Yo Tanaka, Takehiko Kitamori, "Smooth Muscle Cell Culture in Microchannel Toward Construction of Multilayered Vascular Tissue in Micro-Scale", The 16th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2012), Okinawa, Japan, 2012/10/28-11/1.
108. 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", The 16th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2012), Okinawa, Japan, 2012/10/28-11/1.
109. Y. Kajita, Y. Pihosh, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of Light-Driven H₂/O₂ Generation Chip for Micro Fuel Cell Devices", The 16th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2012), Okinawa, Japan, 2012/10/28-11/1.
110. H. Chinen, K. Mawatari, Y. Pihosh, T. Kitamori, "Enhancement of Proton Conductivity in Extended Nanochannels and Application to Micro Fuel Cell", 28th International Symposium on Microscale Bioseparations and Analyses (MSB 2012 Shanghai), Shanghai, China, 2012/10/21-24.
111. Kentaro Shirai, Kazuma Mawatari, Takehiko Kitamori, "Femtoliter Scale Molecular Capture by Extended Nanofluidic Immunoassay Device", 4th Australia and New Zealand Micro/Nanofluidics Symposium and Student Workshop, Adelaide, Australia,

2013/4/22-4/24

112. H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "Studies on Photothermal Effect in Nanofluidic Channel Toward Ultrasensitive Detection of Nonfluorescent Molecules Using Differential Interference Contrast Thermal Lens Microscope", Nanotech Conference & Expo 2013, Washington DC, USA, 2013/5/12-5/16
113. Y. Pihosh, Y. Kajita, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of a Microfluidic Chip for Internal H₂ and O₂ Generation and Separation Driven by Solar Light", Nanotech Conference & Expo 2013, Washington DC, USA, 2013/5/12-5/16
114. T. Matsuno, Y. Kazoe, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of Ice Droplet Collider for Chemical Reaction by Kinetic Energy", The 5th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM 2013), Xiamen, China, 2013/5/16-19
115. A. Smirnova, K. Mawatari, T. Kitamori, "Liquid Chromatography in Extended Nanospace: Development of Micellar Liquid Chromatography for Dansyl Amino Acids Separation", 39th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques (HPLC 2013), Amsterdam, Netherlands, 2013/6/16-20
116. Y. Asano, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF UV EXCITATION DIFFERENTIAL INTERFERENCE CONTRAST THERMAL LENS MICROSCOPE FOR SINGLE PROTEIN DETECTION", RSC Tokyo International Conference 2013 - Analytical Biochemistry & Biophysics, Chiba, Japan, 2013/9/5-6
117. R. Ohta, K. Mawatari, Y. Kazoe, T. Kitamori, "NEAR-FIELD ILLUMINATION METHOD IN EXTENDED-NANO SPACE FOR ANALYSIS OF PROTON MOBILITY WITH HIGH DEPTH RESOLUTION", RSC Tokyo International Conference 2013 - Analytical Biochemistry & Biophysics, Chiba, Japan, 2013/9/5-6
118. K. Kasai, C. Wang, H. Shimizu, Y. Kazoe, K. Mawatari, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF MICRO HEAT PIPE DEVICE USING UNIQUE PROPERTY IN EXTENDED-NANO SPACE", RSC Tokyo International Conference 2013 - Analytical Biochemistry & Biophysics, Chiba, Japan, 2013/9/5-6
119. T. Matsuno, Y. Kazoe, K. Mawatari, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF ICE DROPLET COLLIDER FOR CHEMICAL REACTION USING GAS FLOW ACCELERATION", RSC Tokyo International Conference 2013 - Analytical Biochemistry & Biophysics, Chiba, Japan, 2013/9/5-6
120. Y. Liu, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF EXTENDED-NANO LIQUID CHROMATOGRAPHY WITH MILLION PLATES USING ULTRAHIGH PRESSURE SYSTEM", RSC Tokyo International Conference 2013 - Analytical Biochemistry & Biophysics, Chiba, Japan, 2013/9/5-6
121. K. Shirai, K. Mawatari, T. Kitamori, "MOLECULAR CAPTURE IN EXTENDED NANOCHANNELS FOR FEMTO LITER SCALE IMMUNOASSAY", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
122. Y. Tanaka, K. Jang, J. Wakabayashi, R. Ishii, K. Sato, K. Mawatari, M. Nilsson, T. Kitamori, "SHALLOW ANTIBODY-COATED MICROCHANNEL BASED SELECTIVE CELL CAPTURE AND ANALYSIS", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg,

Germany, 2013/10/27-31

123. Y. Pihosh, Y. Kajita, K. Mawatari, T. Kitamori, "SOLAR LIGHT DRIVEN MICRO FUEL (H₂/O₂) GENERATION DEVICE BASED ON THE MICROFLUIDIC CHIP", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
124. T. H. H. Le, K. Mawatari, H. Shimizu, T. Yatsui, T. Kawazoe, M. Naruse, M. Ohtsu, T. Kitamori, "NOVEL DETECTION OF NON-ABSORBING MOLECULES BY OPTICAL NEAR-FIELD INDUCED THERMAL LENS MICROSCOPY", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
125. Y. Hiramatsu, C. Wang, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF HEAT-DRIVEN NANOFLUIDIC PUMP", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
126. Y. Asano, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF UV EXCITATION DIFFERENTIAL INTERFERENCE CONTRAST THERMAL LENS MICROSCOPE TOWARD COUNTING OF PROTEIN MOLECULES", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
127. M. Kumagai, K. Jang, K. Mawatari, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF VOLUME INTERFACE BETWEEN CELL AND ANALYSIS METHOD UTILIZING THE AIR-LIQUID TWO-PHASE FLOW FOR SINGLE CELL ANALYSIS", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
128. H. Shimizu, A. Smirnova, K. Mawatari, T. Kitamori, "ATTOLITER CHROMATOGRAPHY AND DETECTION FOR NONFLUORESCENT BIOMOLECULES TOWARD SINGLE CELL ANALYSIS", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
129. R. Ohta, K. Mawatari, Y. Kazoe, Y. Pihosh, T. Kitamori, "NEAR-FIELD ILLUMINATION METHOD FOR THE SPECTROSCOPIC MEASUREMENT IN EXTENDED-NANO SPACE", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
130. K. Kasai, C. Wang, H. Shimizu, Y. Kazoe, K. Mawatari, T. Kitamori, "ENHANCEMENT OF CAPILLARY CONDENSATION IN EXTENDED NANOSPACE FOR HIGH-PERFORMANCE MICRO HEAT PIPE DEVICE", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
131. Y. Liu, H. Shimizu, K. Mawatari, A. Smirnova, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF MILLION PLATES LIQUID CHROMATOGRAPHY USING EXTENDED-NANO CHANNEL", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
132. Y. Pihosh, H. Chinen, K. Mawatari, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF A MICRO FUEL CELL DEVICE BASED ON THE MICROFLUIDIC CHIP", The 17th

International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31

133. T. Yamashita, P. Kollmannsberger, K. Mawatari, V. Vogel, T. Kitamori, "CURVATURE-INDUCED SPONTANEOUS DETACHMENT OF VASCULAR SMOOTH MUSCLE CELL SHEETS: TOWARDS VASCULAR SELF ASSEMBLY IN MICROCHANNELS", The 17th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS2013), Freiburg, Germany, 2013/10/27-31
134. T. Matsuno, Y. Kazoe, K. Mawatari, T. Kitamori, "Micro ice droplet collider for chemical reaction using two-step acceleration method", 13th Asia Pacific International Symposium on Microscale Separation and Analysis (APCE 2013), Jeju, Korea, 2013/11/3-6
135. C. Wang, K. Jang, K. Mawatari, T. Kitamori, "Precise Aligned Low-Temperature Bonding for Creating Micro/Nanofluidic Devices", 13th Asia Pacific International Symposium on Microscale Separation and Analysis (APCE 2013), Jeju, Korea, 2013/11/3-6
136. A. Smirnova, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "Reversed-phase Chromatography in Extended Nanospace for Amino Acids Separation", 41th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques (HPLC 2014), New Orleans, USA, 2014/5/11-15
137. K. Ikeda, Y. Kazoe, T. Tsukahara, K. Mawatari and T. Kitamori, "Dynamics of Water Molecules Affected by Surface Silanol Groups in Extended Nanospace", The 6th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM 2014), Singapore, Singapore, 2014/7/30-8/1
138. N. Miyawaki, K. Mawatari, Y. Kazoe, T. Kitamori, "Measurement of Proton Concentration in Bio-mimetic Extended Nanospace", The 6th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM 2014), Singapore, Singapore, 2014/7/30-8/1
139. K. Sakoya, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of Gradient Extended-nano Chromatography", Royal Society of Chemistry Tokyo International Conference 2014, Chiba, Japan, 2014/9/4-5
140. K. Kasai, C. Wang, Y. Kazoe, K. Morikawa, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of extended-nano heat pipe device", Royal Society of Chemistry Tokyo International Conference 2014, Chiba, Japan, 2014/9/4-5
141. J. Uemura, Y. Pihosh, K. Mawatari, T. Kitamori, "Development of self-driven micro fuel cell device based on specific properties of extended-nano space", Royal Society of Chemistry Tokyo International Conference 2014, Chiba, Japan, 2014/9/4-5
142. M. Kumagai, H. Shimizu, K. Mawatari, E. Mori, R. Miyake, T. Kitamori, "Development of plasma separation microchip using microfluidic effect and filtering", Royal Society of Chemistry Tokyo International Conference 2014, Chiba, Japan, 2014/9/4-5
143. K. Shirai, R. Ohta, K. Mawatari, H. Shimizu, T. Kitamori, "DETECTION OF COUNTABLE NUMBER OF MOLECULES BY ENZYME-LINKED IMMUNOSORBENT ASSAY IN EXTENDED NANOCHANNELS", The 18th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences

(MicroTAS 2014), San Antonio , USA , 2014/10/26-30

144. Y. Pihosh, N. Kabeta, K. Mawatari, Y. Kazoe, K. Kitamura, O. Tabata, T. Tsuchiya, T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF A HIGH EFFICIENT PROTON CONDUCTOR MEDIA USING EXTENDED-NANO SPACE UNDER THE OUTER ELECTRIC FIELD", The 18th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2014), San Antonio , USA , 2014/10/26-30
145. K. Morikawa, H. Shimizu, Y. Liu, T. H. H. Le, A. Smirnova, K. Mawatari, and T. Kitamori, "FEMTOLITER CHROMATOGRAPHY USING EXTENDED NANOCHANNEL TOWARD MILLION PLATE NUMBERS: DESIGN METHOD AND ITS VERIFICATION", The 18th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2014), San Antonio , USA , 2014/10/26-30
146. C. Wang, Y. Kazoe, K. Morikawa, H. Shimizu, K. Kasai , K. Mawatari, and T. Kitamori, "INTEGRATED HEAT PIPE DEVICE USING ENHANCEDCAPILLARY CONDENSATION AND HIGH LAPLACE PRESSURE IN EXTENDED NANOSPACE", The 18th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2014), San Antonio , USA , 2014/10/26-30
147. N. Miyawaki, K. Mawatari, Y. Kazoe, and T. Kitamori, "FABRICATION OF BIO-MIMETIC EXTENDED NANOSPACE AND INVESTIGATION OF THE UNIQUE LIQUID PROPERTY: pH SHIFT", The 18th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2014), San Antonio , USA , 2014/10/26-30
148. Y. Pihosh, J. Uemura , K. Mawatari, and T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF A NANOSTRUCTURED PHOTOANODE MATERIAL FOR EFFICIENT WATER SPLITTING TOWARDS FABRICATION OF A MICRO-FUEL GENERATION DEVICE", The 18th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2014), San Antonio , USA , 2014/10/26-30
149. H. Shimizu, Y. Asano, K. Mawatari, and T. Kitamori, "DETECTION OF ZEPTOMOLE NONLABELED PROTEIN IN EXTENDED-NANO CHANNEL USING UV EXCITATION DIFFERENTIAL INTERFERENCE CONTRAST THERMAL LENS MICROSCOPE (DIC-TLM)", The 18th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2014), San Antonio , USA , 2014/10/26-30
150. R. Ohta, K. Mawatari, Y. Kazoe, Y. Pihosh, and T. Kitamori, "DEVELOPMENT OF 10^4 NM SCALE LOCAL OPTICAL ILLUMINATION METHOD IN EXTENDED-NANO SPACE BY INTEGRATED NANOSLIT NEAR-FIELD PROBE", The 18th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2014), San Antonio , USA , 2014/10/26-30
151. A. Smirnova, H. Shimizu, K. Mawatari, and T. Kitamori, "HIGH EFFICIENT FEMTOLITER REVERSED PHASE CHROMATOGRAPHY IN EXTENDED-NANOSPACE FOR AMINO ACIDS ANALYSIS", The 18th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2014), San Antonio , USA , 2014/10/26-30
152. Y. Kazoe, T. Matsuno, K. Mawatari, and T. Kitamori, "ON-CHIP MICRO ICE-DROPLET BULLET COLLIDER FOR MECHANOCHEMISTRY", The 18th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences

(MicroTAS 2014), San Antonio , USA , 2014/10/26-30

153. A. Smirnova, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, “Reversed Phase Chromatography with Step-Gradient in Extended-Nanospace for Amino Acids Analysis”, 14th Asia-Pacific International Symposium on Microscale Separations and Analysis (APCE2014), Kyoto, Japan, 2014/12/7-10
154. T. Nakao, K. Mawatari, H. Shimizu, K. Sato, T. Kitamori, “Development of the Method of Efficient Capture and Quantification of DNA Molecules Utilizing Microfluidics and Thermal Lens Microscope”, 14th Asia-Pacific International Symposium on Microscale Separations and Analysis (APCE2014), Kyoto, Japan, 2014/12/7-10
155. Ling Lin, Kazuma Mawatari, Kyojiro Morikawa, Takehiko Kitamori, “Extended-nano Interface for Living Single Cell Analysis”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27
156. N. Miyawaki, Y. Asano, H. Shimizu, K. Mawatari and T. Kitamori, “UV EXCITATION DIFFERENTIAL INTERFERENCE CONTRAST THERMAL LENS MICROSCOPE”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27
157. K. Morikawa, Y. Kazoe, K. Mawatari, T. Tsukahara, T. Kitamori, “Study on liquid properties in extended nanospace by streaming current/potential method”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27
158. K. Ikeda, Y. Kazoe, T. Tsukahara, K. Mawatari, T. Kitamori, “Proton Transfer Enhanced by Surface Silanol Groups in Extended Nanospace”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27
159. H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, “Separation Analysis of Using Extended-Nano Chromatography and Differential Interference Contrast Thermal Lens Microscope”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27
160. K. Sakoya, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, “Development of Gradient System for Extended-Nano Chromatography”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27
161. A. Smirnova, H. Shimizu, K. Mawatari, T. Kitamori, “Step-Gradient Reversed Phase Chromatography In Extended-Nanospace For Amino Acids Separation”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27
162. R. Ohta, K. Mawatari, K. Shirai, H. Shimizu, and T. Kitamori, “COUNTABLE-MOLECULE IMMUNOASSAY BY INTEGRATING ELISA IN EXTENDED-NANO SPACE”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27
163. Tatsuro Nakao, Kazuma Mawatari, Hisashi Shimizu and Takehiko Kitamori, “Efficient Capture of DNA Utilizing Extended-nano Channel for the Quantification of Countable DNA”, International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015, Tokyo, Japan 2015/3/26-27
164. H. Seo, Y. Pihosh, K. Mawatari, Y. Kazoe, K. Kitamura, T. Tsuchiya and T. Kitamori, “Development of High-Efficient Proton Conductor Based on Ferroelectric LN

(4)知財出願

①国内出願 (6件)

1. 発明の名称: マイクロ化学チップ
発明者: 佐藤香枝、北森武彦、馬渡和真、田中陽
出願人: 佐藤香枝、北森武彦、馬渡和真、田中陽
出願日: 平成23年3月14日
出願番号: 特願2011-055447
2. 発明の名称: 微分干渉熱レンズ顕微鏡
発明者: 清水久史、馬渡和真、北森武彦
出願人: マイクロ化学技研株式会社
出願日: 平成24年7月26日
出願番号: 特願2012-166198
3. 発明の名称: 微細流路を備えた機能性デバイスの製造方法及び微細流路を備えた機能性デバイス
発明者: 北森武彦、馬渡和真
出願人: 独立行政法人科学技術振興機構
出願日: 平成24年9月28日
出願番号: 特願2012-216267
4. 発明の名称: 被検物質の定量方法及びそのための定量デバイス
発明者: 馬渡和真、清水久史、北森武彦、田澤英克
出願人: マイクロ化学技研株式会社
出願日: 平成26年6月16日
出願番号: 特願2014-123845
5. 発明の名称: 光触媒構造体および光電池
発明者: ピホシュ・ユーリ、馬渡和真、嘉副裕、北森武彦、テウレケウイチ・イワン
出願人: 国立研究開発法人 科学技術振興機構
出願日: 平成27年2月26日
出願番号: 特願2015-037227
6. 発明の名称: プロトン伝導体および燃料電池
発明者: 嘉副裕、ピホシュ・ユーリ、馬渡和真、北森武彦、北村健二、長田貴弘
出願人: 国立研究開発法人 科学技術振興機構
出願日: 平成26年10月23日
出願番号: 特願2014-215905

③ 海外出願 (1件)

1. Functional device and functional device manufacturing method
Publication number: WO2014051054 A1
Publication type: Application

Application number: PCT/JP2013/076271
Publication date: Apr 3, 2014
Filing date: Sep 27, 2013
Priority date: Sep 28, 2012
Inventors: Takehiko Kitamori, Kazuma Mawatari
Applicant: Japan Science And Technology Agency

③その他の知的財産権
該当なし

(5)受賞・報道等

①受賞

1. 許岩
Best Poster Award, The 24th International Symposium on MicroScale Bioseparations (MSB 2009) (2009年10月)
"Cell Bank on Chip Working at Room Temperature"
2. 衛門久樹
優秀ポスター賞, 第21回化学とマイクロ・ナノシステム研究会 (2010年5月)
"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"
3. 清水久史
Student Poster Competition Award, The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010) (2010年12月)
"Detection of non-fluorescent molecules in extended nanochannel using differential interference contrast thermal lens microscope"
4. 井関恵三
工学部長賞, 東京大学工学部応用化学科卒業論文発表会 (2011年3月)
"拡張ナノ空間における凝縮熱伝達の評価とナノヒートパイプへの応用"
5. 白井健太郎
Poster Award, The 2nd annual Single Cell Analysis Congress (2011年5月)
"Single Cell Analysis at Femtoliter Scale utilizing Extended-nano Space"
6. 吉岡翔太
Cheminas Poster Award, The International Symposium on Microchemistry and Microsystems 2011 (ISMM 2011) (2011年6月)
"Development of a NMR chip for chemical reaction analysis in nano space"
7. レ ハクホウンツー
ポスター賞, 第23回化学とマイクロ・ナノシステム研究会 (2011年6月)
"ナノ構造体に発生した近接場光効果による酸化チタンの可視光応答光触媒反応"
8. 比企伸一郎、馬渡和真、斎藤麻希、北森武彦
会長奨励賞, 日本空気清浄協会 (2011年7月)
"マイクロアンモニアモニターの開発"

9. 片桐純平
Springer Best Poster Award, 37th International Symposium on High-Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques (HPLC2011 Dalian)(2011年10月)
"Development of Polymer-Modified Extended Nanospace for Novel Separation Device"
10. 片桐純平
優秀ポスター発表賞, 第1回 CSJ 化学フェスタ(2011年11月)
"原子移動ラジカル重合を用いた拡張ナノ空間における表面修飾法の開発"
11. 赤池寛人
Best Poster Award, 11th Asia-Pacific International Symposium on Microscale Separations and Analysis (APCE 2011)(2011年11月)
"DEVELOPMENT OF METHOD FOR FORMATION OF AQUEOUS-ORGANIC TWO PHASE PARALLEL FLOW IN EXTENDED NANOSPACE"
12. 梶田康仁
優秀ポスター賞, 第25回化学とマイクロ・ナノシステム研究会(2012年5月)
"マイクロ燃料電池のための水素・酸素生成デバイスの開発"
13. 山下忠紘
優秀ポスター賞, 第25回化学とマイクロ・ナノシステム研究会(2012年5月)
"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"
14. 高小放
若手ポスター賞, 日本分析化学会第72回分析化学討論会(2012年5月)
"Creation of a cell-based separation microdevice using renal tubule cells"
15. Junpei Katagiri
BEST POSTER AWARD, 28th International Symposium on MicroScale Bioseparations and Analyses (MSB2012 Shanghai)(2012年10月)
"Development of polymer-modified extended nanospace for high-efficiency protein separation"
16. 松野拓史
Springer Bronze Scholar Award, The International Symposium on Microchemistry and Microsystems 2013 (ISMM 2013)(2013年5月)
"Development of Ice Droplet Collider for Chemical Reaction by Kinetic Energy"
17. 馬渡和真
化学とマイクロ・ナノシステム学会奨励賞(2013年5月)
18. 嘉副裕
若手優秀ポスター発表賞, ナノ学会第11回大会(2013年6月)
19. 平松洋治朗
優秀ポスター発表賞, 第3回 CSJ 化学フェスタ 2013(2013年10月)
"拡張ナノ空間を利用した熱駆動ナノ流体ポンプの開発"
20. 嘉副裕
Best Poster Award, HPLC 2013 Hobart(2013年11月)
"Study of pressure driven flow profile in extended nanochannel by evanescent"

wave-based particle tracking method”

21. 宮脇直也
CHEMINAS Poster Award, ISMM2014, Singapore (2014年7月)
"Measurement of Proton Concentration in Bio-mimetic Extended Nanospace"
22. 嘉副裕
日本機械学会奨励賞 (2013年4月)
23. Adelina Smirnova
Best Poster Award (honorable mention), HPLC 2014 New Orleans (2013年5月)
"Reversed Phase Chromatography in Extended Nanospace for Amino Acids Separation"

②マスコミ(新聞・TV等)報道
該当なし

③その他
該当なし

(6)成果展開事例

①実用化に向けての展開

②社会還元的な展開活動

該当なし

§ 5 研究期間中の活動

5. 1 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2010/3/18-19	ナノ・マイクロ多機能デバイス国際シンポジウム	川崎市産業振興会館	約200人	下記1)
2011/9/17-19	若手研究者育成プログラム(サマーキャンプ)	日本 IBM 天城ホームステッド	約50人	下記2)
2012/8/13	Uppsala Univ.-UT joint seminar	スウェーデン・ウプサラ大学	約20人	下記2)
2012/8/15-16	ETH-UT jointseminar on microfluidics	スイス・スイス連邦工科大学チューリッヒ校	約40人	下記2)
2012/11/3	Joy talk with world reader of microfluidics	東京大学	約 30 人	下記3)
2012/12/14	Fundamental Studies of Extended Nano and OptoFluid Engineering	シンガポール・南洋理工工大学	約 50 人	下記2)
2013/3/26-27	JSPS Core-to-Core Program and Specially Promoted Research Joint Symposium	東京大学	約 180 人	下記4)
2014/1/16	講演: 誘電泳動を用いたマイクロフルイディクス	東京大学	約 30 人	台湾国立大学の Fan 教授を招聘しご講演頂いた。
2014/2/3-4	講演: 単一細胞・単一分子分光法	東京大学	約 50 人	アイオワ州立大学の E. S. Yeung 教授を招聘しご講演頂いた。
2014/7/2 2014/8/1 2014/8/6 2014/9/2	World Lecture Series on Micro/Nanofluidics	かわさき新産業創造センター	約 200 人 (延べ)	下記5)
2015/3/26-27	International Workshop on Extended-Nano Fluidics (IWENF) 2015	東京大学小柴ホール	約 100 人	下記6)

1. 研究代表者・北森がコーディネーターを務める JSPS 最先端マイクロ・ナノ化学国際研究拠点事業において、「拡張ナノ空間」の工学研究を促進するため慶應義塾大学、早稲田大学、東京工業大学、東京大学の四大学が発足させたコンソーシアム(共同事業体)と共催で開催したシンポジウムで、表面化学・流体解析の分野で世界的な権威である南オーストラリア大学の John Ralston 教授など、拡張ナノデバイスに関連したきわめて著名な研究者を招待したものであり、本 CREST 事業の展開のためにもきわめて意義の大きなシンポジウムである。
2. 上記 JSPS 事業において、本 CREST 事業の北森グループを中心とする日本側メンバーと交流相手国5ヶ国の協力研究機関(スウェーデン・ウプサラ大学、スイス・スイス連邦工科大学チューリッ

ヒ校、オーストラリア・南オーストラリア大学、米国・IBM ワトソン研究所、シンガポール・南洋理工(大学)の研究者の間で実施した、本事業の展開のためにもきわめて意義の大きなセミナーである。特に若手研究者を招聘して数日間にわたり共同研究の提案および英語での議論の訓練を行ったほか、相手国側の研究機関を訪問しマイクロ・拡張ナノ流体デバイスを用いた単一細胞・単一分子分析への展開について互いの研究成果を発表、共有するとともに議論を実施した。

3. マイクロ流体デバイスの開発で有名なスウェーデン・ルンド大学の **Thomas Laurell** 教授を招聘し、自身の独創性や研究哲学について講演いただいたセミナーであり、若手研究者の教育にとって非常に大きな意義のあるセミナーとなった。
4. 上記 **JSPS** の国際研究拠点事業および特別推進研究の終了に際して、2つのプロジェクトで得られた研究成果を発信すると同時に、プロジェクトの協力研究者および関連分野で世界をリードする研究者を招聘して最新の結果について議論を深めた国際シンポジウムである。外部から 100 名近くの参加者を動員し、**CREST** 研究の推進にとっても極めて意義の大きなセミナーとなった。
5. 本 **CREST** 領域内で研究代表者を務めている東京大学生産技術研究所・藤井輝夫教授および東京大学大学院工学系研究科・野地博行教授とともに計画した全4回のセミナーで、マイクロ・ナノ流体の分野で活躍する世界的に著名な研究者を招聘して講演を依頼した。外部から延べ200人以上の参加者を動員し、その半数は企業の研究者であったことから、マイクロ・拡張ナノ流体工学の産業への応用を推進する上で有意義なセミナーとなった。
6. **JST** の国際強化支援を受けて開催したワークショップで、拡張ナノフルイデイクスのみをテーマとした国際会議としては世界で初めて開催したものである。世界的に著名な研究者から新進気鋭の研究者まで 16 名を招聘し、拡張ナノフルイデイクスにフォーカスした議論を深めることができた。その結果、香港科技大学の **Levent Yobas** 教授やカリフォルニア大学サンタバーバラ校の **Sumita Pennathur** 教授、大阪大学の花崎逸雄助教らをはじめとして共同研究の計画を立案するに至った。本研究プロジェクトの成果を広く一般に公開するだけでなく、今後の展開への足がかりになったという点で手応えの得られた、プロジェクト終了に相応しいセミナーとなった。

§ 6 最後に

拡張ナノ空間という波長よりも短い極微小空間に化学プロセスを集積化して、革新的デバイスを実現するという非常に挑戦的な研究であり、開発目標とした4つのデバイスいずれも非常にボリュームのある内容である。そのような状況の中、世界に注目される分析デバイスを実現して、さらに革新的性能を有するエネルギーデバイスの見通しを付けた本研究の達成度は高いと自己評価する。また、特別推進研究で構築した基盤技術を展開することによって、研究費が不足することなく、円滑な運営ができた。