

先端研究施設共用イノベーション創出事業【ナノテクノロジー・ネットワーク】
(ナノ・ネット事業) 研究課題追跡調査報告書

支援機関名	独立行政法人産業技術総合研究所
研究課題名	微量イオン物質のセンシング技術研究と環境センサの開発 (H19 装置利用) 微量イオン物質のセンシング技術と環境センサの開発 (H20 技術代行) 微量イオン物質のセンシング技術研究と環境センサの開発 (H21 装置利用) 微量イオン物質のセンシング技術研究と環境センサの開発 (H22 装置利用)
利用者氏名	中村英博 様
利用者所属	日立化成工業株式会社
研究領域	超微細加工
利用の形態	装置利用、技術代行
利用年度	H19-22 年度

1. ナノ・ネット事業を利用したのは、研究のどのフェイズにおいてか
研究の立案時
2. ナノ・ネット事業の利用結果について
<p>研究者の質的向上・スキルアップにつながった。その他として研究開発速度を向上させること、研究開発費の効率的執行ができた。</p> <p>支援機関との良好な補完関係が保たれたため、研究課題は順調に進展しかなりの成果を上げることができた。研究開発期間中、実用化に向けた技術的課題が幾つか発生したが、方針転換を図り、かつ市場を絞り込むことによってイノベーションの可能性が向上し、最終的には新製品プロトタイプの検討の開始まで到達することができた。</p>

3. ナノ・ネット事業利用終了後の研究課題展開について		
新製品プロトタイプの見込みが立った。		
4. ナノ・ネット事業利用終了後の研究課題継続方法について		
今後とも、ナノネット事業を継続して利用し、今まで以上の成果をあげ、新製品の開発に取り組むことを考えている。		
5. ナノ・ネット事業の研究課題で開発された成果の普及について		
	ナノ・ネット事業により得られた成果	ナノ・ネット事業利用終了後に研究を継続し得られた成果
特許出願	国内 件、海外 件、PCT 出願 件	国内 件、海外 件、PCT 出願 件
論文発表	国内誌 件、海外誌 件	国内誌 件、海外誌 件
口頭発表	国内発表 2 件、国際発表 件	国内発表 件、国際発表 件
解説記事	国内誌 件、海外誌 件	国内誌 件、海外誌 件
プレス発表	件	件
各種受賞等		
6. ナノ・ネット事業の貢献内容について		
実用化、研究者（人材）育成 まあまあ高い (リピーターとして当事業を複数年度にわたってご活用頂いた、製品化までのご支援をして頂いた。)		
7. イノベーションへの貢献について		
まあまあ高い		
8. 科学技術的／社会的／経済的な効果・効用及び波及効果について		
<p>研究開発を進める源となった知財については、主として社内のもを用いた。実用化につなげるための試作や、現象分析のために、ナノネットの設備を利用した。</p> <p>社内で受け入れたポスドクの実習にも、ナノネットの設備を活用した。</p> <p>設備群の管理やより精度の高いデータを取得する際に、ナノネット事業の装置責任者がアドバイスや、技術代行を行った。</p> <p>これらにより、研究開発のスピードアップ、研究費の効率的執行ができ、また、電子線リソグラフィ技術の習得など個人スキルのアップにつながった。</p>		
9. その他（問題点、要望等）について		
<p>【利用者より】まずは、関連の皆様にご挨拶申し上げます。特に問題点はございませんが、下記のような要望をさせていただきます。</p> <p>1) 設備群の使用時間が限られており、使用時間帯の拡充が可能であればありがたい。</p> <p>2) 本ネットワークは、産学における技術発展のためにも、さらに普及を広め、今後も是非継続発展させていただきたいと思っております。</p>		

微量イオン物質のセンシング技術研究と環境センサの開発

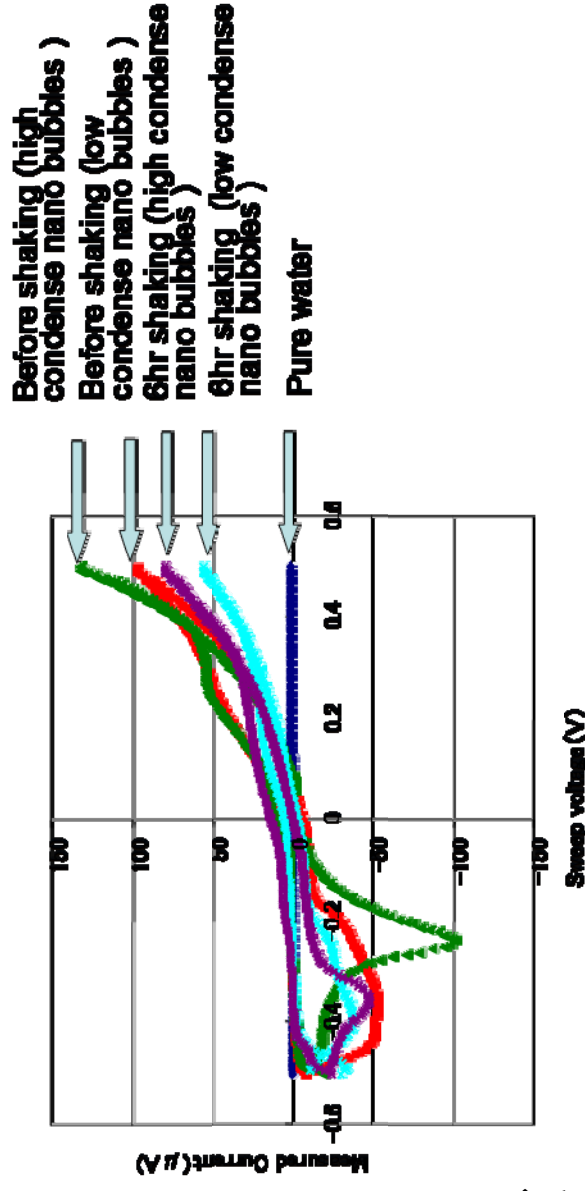
Study for Sensing a Very Small Quantity of Ion Material and Development of Sensor in the Environmental Field

◆ 市場の動向等を鑑み、平成21年度までに開発した微量イオン物質センシング技術を発展的に継承した「**土壌中微量重金属の定量評価用センサシステム(*)**」の開発を推進し、当該プロトタイプ・センサシステムにおける前処理工程高速化の見通しを得た。

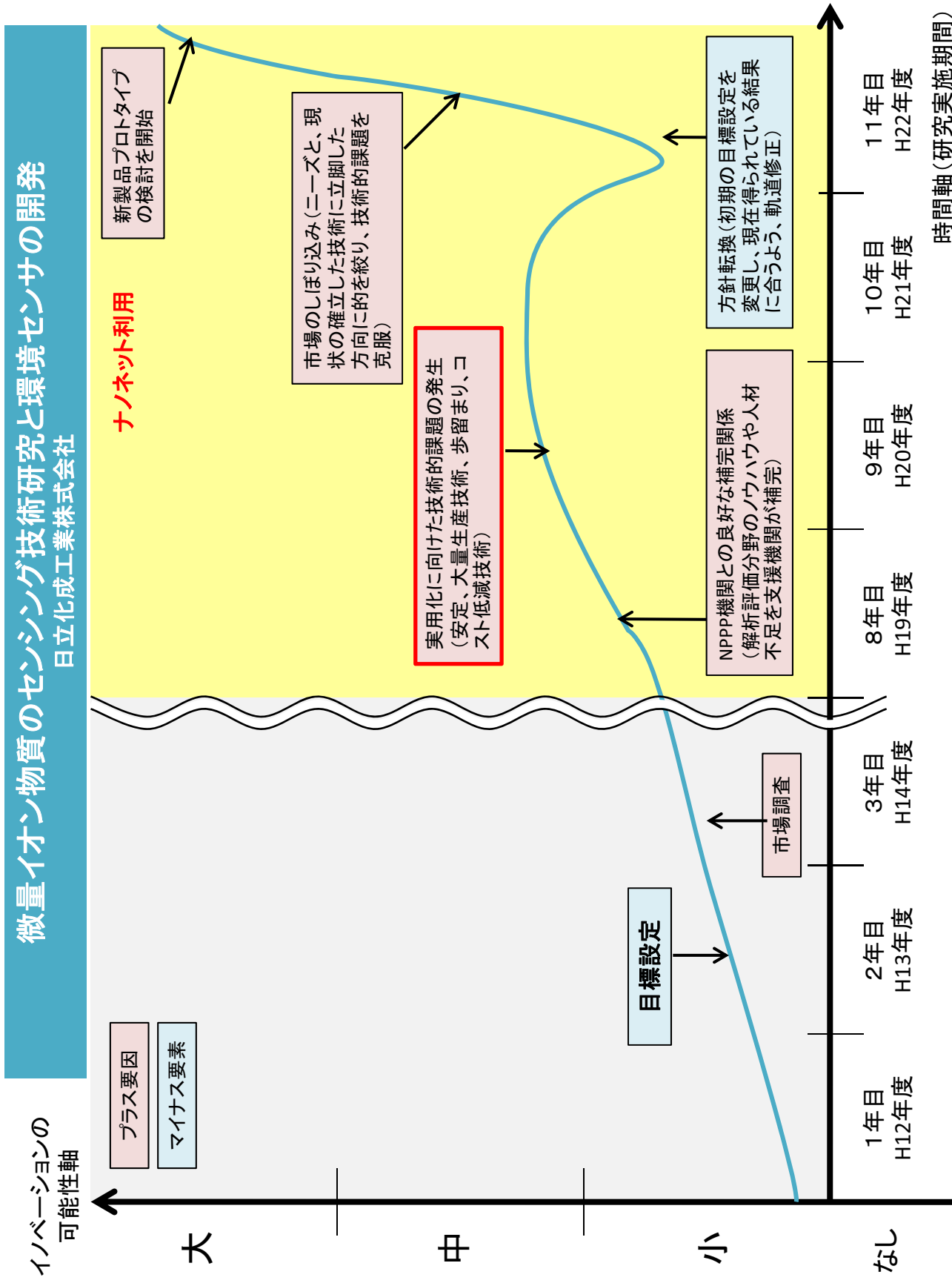
(*) 海洋性発光バクテリアが有害物質に接触することにより、その発光強度を減少させる性質を利用したセンサ



Cdなど20種類の重金属を含有する汚染土壌に、超純水(左)およびナノバブル水(右)を注入し、振盪および0.45μmフィルタでの濾過後、2時間静置した。分析の結果、ナノバブル水を用いた場合の重金属の抽出率は、超純水を用いた場合に比べて、1.3倍程度高いことがわかった。センサシステムの実用化には、高効率かつ短時間での重金属抽出法の確立が必須の条件となる。ナノバブル水は抽出液として有力である。



各抽出液を用いた場合のCV特性評価の結果。ナノバブル水を用いた場合において、掃引電圧に対応した酸化還元電流を観測した。また、その電流値は、ナノバブル濃度が高いほど大きい。振盪に伴い低下することから、泡の圧壊により酸化還元力は減少すると考えられる。ナノバブル水の抽出能力が高い理由には、泡が圧壊する際に放出する電気的な性質が関係していると考えられる。



先端研究施設共用イノベーション創出事業【ナノテクノロジー・ネットワーク】
(ナノ・ネット事業) 研究課題追跡調査報告書

支援機関名	九州大学
研究課題名	s/o 化技術を利用した医薬品・化粧品に関する研究
利用者氏名	水野 恒政
利用者所属	SO ファーマ株式会社
研究領域	<input type="checkbox"/> ナノ計測・分析 <input type="checkbox"/> 超微細加工 <input checked="" type="checkbox"/> 分子・物質合成 <input type="checkbox"/> 極限環境 <input type="checkbox"/> 放射光
利用の形態	<input checked="" type="checkbox"/> 装置利用 <input type="checkbox"/> 技術代行 <input type="checkbox"/> 共同研究 <input type="checkbox"/> 技術相談
利用年度	<input type="checkbox"/> 平成 19 年度以前 <input type="checkbox"/> 平成 19 年度 <input type="checkbox"/> 平成 20 年度 <input type="checkbox"/> 平成 21 年度 <input checked="" type="checkbox"/> 平成 22 年度

<p>1. ナノ・ネット事業を利用したのは、研究のどのフェイズにおいてか</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用化開発 ・製品化、上市
<p>2. ナノ・ネット事業の利用結果について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 新たな研究成果、技術を得ることができた。 ・ これまで課題とされてきた、皮膚浸透の機能を明らかにすることができ、商品改良に繋がった。

3. ナノ・ネット事業利用終了後の研究課題展開について		
引き続き、研究課題を継続している。		
4. ナノ・ネット事業利用終了後の研究課題継続方法について		
製品として、実用化を達成した。さらに、共同研究によって、新商品の開発に向けて展開する。		
5. ナノ・ネット事業の研究課題で開発された成果の普及について		
	ナノ・ネット事業により得られた成果	ナノ・ネット事業利用終了後に研究を継続し得られた成果
特許出願	国内 2 件、海外 1 件、PCT 出願 1 件	国内 1 件、海外 1 件、PCT 出願 1 件
論文発表	国内誌 1 件、海外誌 5 件	国内誌 1 件、海外誌 1 件
口頭発表	国内発表 6 件、国際発表 2 件	国内発表 2 件、国際発表 1 件
解説記事	国内誌 2 件、海外誌 0 件	国内誌 2 件、海外誌 1 件
プレス発表	0 件	0 件
各種受賞等	平成 22 年度「ISIT 九州先端科学技術研究開発表彰」において、SO ファーマ株式会社が九州先端科学技術研究開発 NT 企業大賞を受賞	
6. ナノ・ネット事業の貢献内容について		
製品化に役立った。		
7. イノベーションへの貢献について		
商品化のブレークスルーをもたらした。		
8. 科学技術的／社会的／経済的な効果・効用及び波及効果について		
年度：平成 22 年度 内容：化粧品「VIVCO」を製品化し、1 年間で 5 億 2 千万円の売り上げを達成した。		
9. その他（問題点、要望等）について		
なし		

S/O化技術を利用した医薬品・化粧品に関する研究

Development of novel functional medicines and cosmetics by utilizing solid-in-oil(S/O) techniques

S/O[®]ナノサスペンション
Solid in Oil Nano-Suspension

有効な薬剤を脂溶性に変えることで、薬物利用度を改善し、薬効と安全性を保持しつつ、皮膚への吸収性を飛躍的に高めます。

医薬品

剤型追加による医薬品ライフサイクル・マネジメント (LCM)

SOファーマ独自のナノ技術を活かした研究開発によって、服薬コンプライアンスの向上や副作用の低減を可能にします。

化粧品

創薬技術を利用した化粧品の開発

ビタミン、アミノ酸などの栄養因子をS/O[®]化することにより、アンチエイジング等を目的とした機能性化粧品の製品開発を進めています。

Solid-in-oil (S/O[®]) 調製の略図

親水性薬物 (水相) / 界面活性剤 (油相) → Water-in-Oil (W/O) (油相) → Solid-in-Oil (S/O[®]) → 凍結乾燥 → 油中分散 / 界面活性剤-薬物複合体

微小な粒子を調製可能

化粧品「VIVCO」を製品化し、1年間で5億2千万円の売り上げを達成

ビタミンC-S/O[®]を配合した美容液

ヒアルロン酸、ビタミンC-S/O[®]を配合したオйлゲルシート

ビタミンCの作用

生体内のバリアー機能 水の蒸散を防ぐ

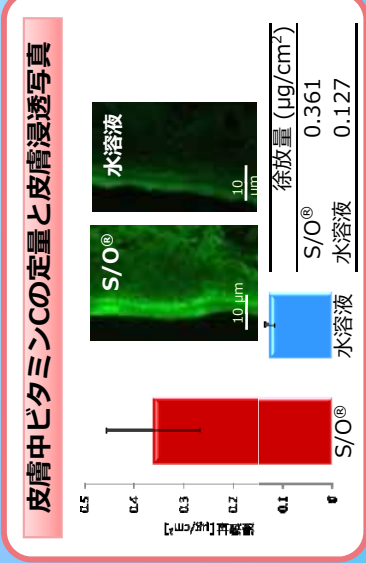
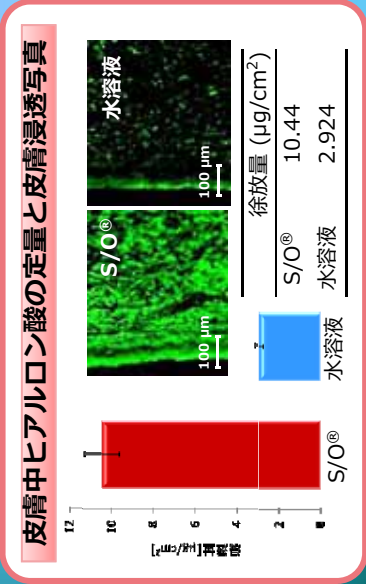
角質層 (10-15 μm) / 表皮 (100 μm) / 真皮 (2 mm)

メラノサイト

チロシナーゼの阻害剤 / 加水分解されやすい

Tyrosine → Dopa → Dopaquinone → Melanin

L-Ascorbic acid



S/O[®]の医薬品への応用

1. ペプチド/タンパク質デリバリーシステム

S/O化によって、インスリンの経皮吸収に世界で初めて成功。

Tahara et al., *J. Chem. Comm.*, 46, 9200-9202 (2010).

2. 経皮ワクチンの開発

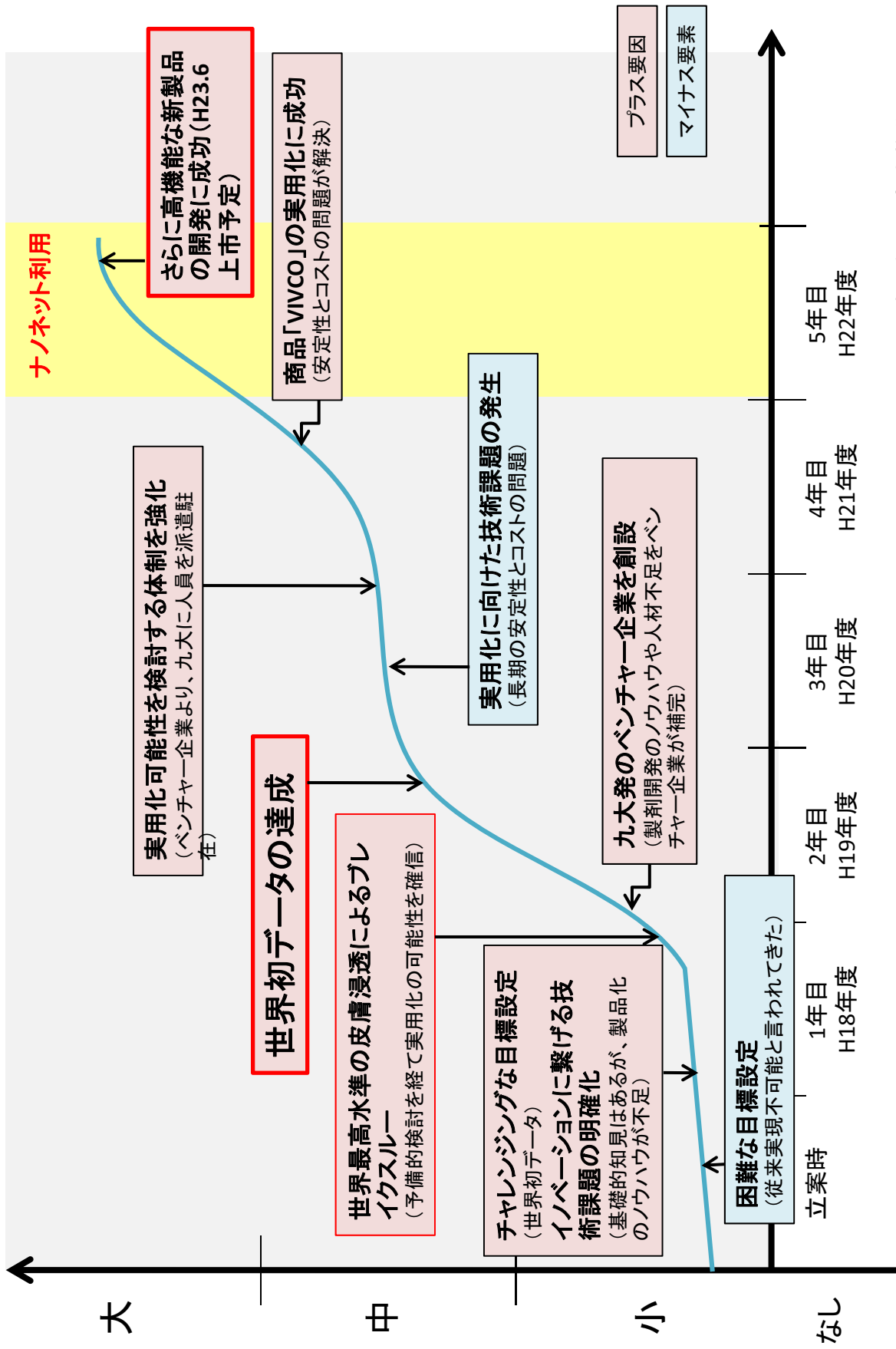
タンパク質OVAを塗り薬にして、初めて抗体産生 (ワクチン効果) を確認。

Dakrong et al., *J. Small*, 7, 215-220 (2011).

s/o化技術を利用した医薬品・化粧品に関する研究

SOファーマ株式会社

イノベーションの
可能性軸



時間軸(研究実施期間)

先端研究施設共用イノベーション創出事業【ナノテクノロジー・ネットワーク】
(ナノ・ネット事業) 研究課題追跡調査報告書

支援機関名	豊田工業大学
研究課題名	単一分子検出マイクロ流路チップの開発
利用者氏名	中野 圭洋, 亀岡 遵, 安池 雅之
利用者所属	株式会社 ESPINEX
研究領域	<input type="checkbox"/> ナノ計測・分析 <input checked="" type="checkbox"/> 超微細加工 <input type="checkbox"/> 分子・物質合成 <input type="checkbox"/> 極限環境 <input type="checkbox"/> 放射光
利用の形態	<input checked="" type="checkbox"/> 装置利用 <input checked="" type="checkbox"/> 技術代行 <input type="checkbox"/> 共同研究 <input type="checkbox"/> 技術相談
利用年度	<input type="checkbox"/> 平成 19 年度以前 <input type="checkbox"/> 平成 19 年度 <input type="checkbox"/> 平成 20 年度 <input checked="" type="checkbox"/> 平成 21 年度 <input checked="" type="checkbox"/> 平成 22 年度

1. ナノ・ネット事業を利用したのは、研究のどのフェイズにおいてか

本研究は、タンパク質等の生体分子を単一分子レベルで検出できるマイクロ流路チップに関するもので、ナノ・ネット事業利用の段階で、米国テキサス A&M 大学と MD アンダーソン癌研究センターの共同研究により検出原理の確認までは終了しておりました。しかし、実験データを蓄積する段階で、当初の再現性が悪いマイクロ流路チップはデータのバラツキ等の問題が明らかになったため、高精度な微細加工技術を有する豊田工業大学に相談させていただきました。

2. ナノ・ネット事業の利用結果について

本研究対象のマイクロ流路チップは、当初の段階で微細流路構造の成形、洗浄工程での不純物除去、4inch 熔融石英ウェハの溶着の各工程で再現性に問題があり、良品チップの供給が 1 割程度に留まっておりましたが、豊田工業大学の技術支援を受けて、各工程の再現性が高まり、良品率が 7 割程度に劇的に改善しました。

また、マイクロ流路チップは、熔融石英を加工して製作されるため、材料費が非常に高く、安価な材料への代替が原理上難しいことや、コンタミを避けるために使い捨てでの使用が前提となるため、製造コストが実用化段階での課題でしたが、本事業を利用して流路の高度集積化によるコストの低減が可能となり、当初の 10 分の 1 程度のコストを達成した。

以上の結果を受けて、MD アンダーソン癌研究センターでのデータ収集の安定化・高速化が達成されたため、続々と新たな実験結果を得られつつある。

3. ナノ・ネット事業利用終了後の研究課題展開について

現在、テキサス A&M 大学と MD アンダーソン癌研究センターが共同して行う単一分子検出に関する研究は、今後様々なタンパク質に検出対象を広げて研究が行なわれる予定です。マイクロ流路チップの加工技術に関する研究課題については、更に低分子の検出を可能にする極微細流路加工の検討や、チップの良品率を上げるための各工程の見直しと、更なる集積化によるコスト低減を考えています。

4. ナノ・ネット事業利用終了後の研究課題継続方法について

3.で述べたチップの加工技術に関する研究課題は、ナノ・ネット事業利用終了後に同事業と同様の支援を受けられる機関は国内には無いため、現状では米国コーネル大学附属機関であるナノ加工施設での課題の継続しか選択肢がありません。そのため、引き続き本事業でご支援いただけることを望んでおります。

5. ナノ・ネット事業の研究課題で開発された成果の普及について

	ナノ・ネット事業により得られた成果	ナノ・ネット事業利用終了後に研究を継続し得られた成果
特許出願	国内 1 件、海外 0 件、PCT 出願 0 件	国内 件、海外 件、PCT 出願 件
論文発表	国内誌 0 件、海外誌 2 件	国内誌 件、海外誌 件
口頭発表	国内発表 3 件、国際発表 0 件	国内発表 件、国際発表 件
解説記事	国内誌 1 件、海外誌 0 件	国内誌 件、海外誌 件
プレス発表	0 件	件
各種受賞等	ナノネット 5 大成果	

6. ナノ・ネット事業の貢献内容について

2.で前述の通り、マイクロ流路チップの製造の各工程で技術的な改善ができたことで、全体としてチップの良品率が 1 割から 7 割に劇的に改善されました。また、集積化によるコストの削減により、製造コストを 10 分の 1 程度に抑えることが出来ました。

7. イノベーションへの貢献について

実際にマイクロ流路チップの再現性が向上したことで、今後タンパク質の単一分子検出精度が向上していくと考えております。

8. 科学技術的／社会的／経済的な効果・効用及び波及効果について

本研究対象であるマイクロ流路チップは、MD アンダーソン癌研究センターにおいて、癌のメカニズムの解明や抗癌剤の創薬スクリーニングに使用されております。本研究によって、再現性のあるチップの供給が軌道に乗り次第、順次研究対象とするタンパク質を広げていくことを予定しております。

9. その他（問題点、要望等）について

本研究では、梶原建氏をはじめとする豊田工業大学共同クリーンルームの皆様にご助言・ご協力頂き、高精度な試作品が完成しました。ここに深く感謝致します。残された研究課題についても、引き続き本事業でご支援いただけることを望んでおります。

単一分子検出マイクロ流路チップの開発

Microfluidic chip for Single molecular detection

Keywords

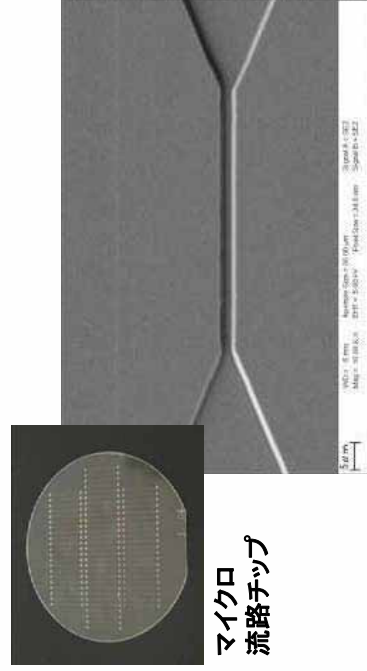
Microfluidics, Micro fabrication, Single molecular detection, Protein interaction

近年、生化学分析用マイクロ流路チップの研究が盛んに行われており、マイクロ流路チップの製造には、フォトソリッドグラフィイーやエッチングなどの超微細加工技術の向上が不可欠である。本研究では、そのマイクロ流路チップを作製し、タンパク質の相互作用を単一分子単位で検出することに成功した。

マイクロ流路に適した超微細加工技術を実現 タンパク質相互作用の単一分子検出等の次世代生化学分析チップとして期待

Side View	Fabrication Flow
(a)	4-inch fused silica wafer
(b)	Spin coat photoresist
(c)	UV exposure and develop
(d)	Dry etch to 500nm
(e)	Remove photoresist
(f)	Sand blasting inlet and outlet holes
(g)	Bond with another wafer
(h)	Top View of fig.(g)

マイクロ流路チップの製造工程

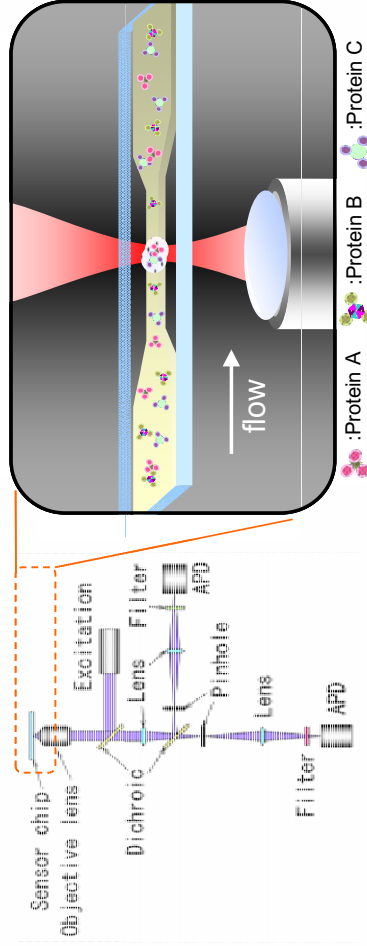


マイクロ流路チップ

検出部の拡大画像

マイクロ流路は、溶融石英ガラス基板上に高解像度のフォトレジストをスピコートし、マスクアライナーで露光後に現像し、その後、ドライエッチングで深さ0.5μmの流路を形成して作製した。さらに、サンドブラスト加工により試料導入孔を加工し、石英製の蓋材と熱溶着し、導入孔上に試料を溜めるリザーバーを接着して、マイクロ流路デバイスを作成した。マイクロ流路中心部において、最小流路幅2μm×流路深さ0.5μmの高精度な超微細加工を実現した。

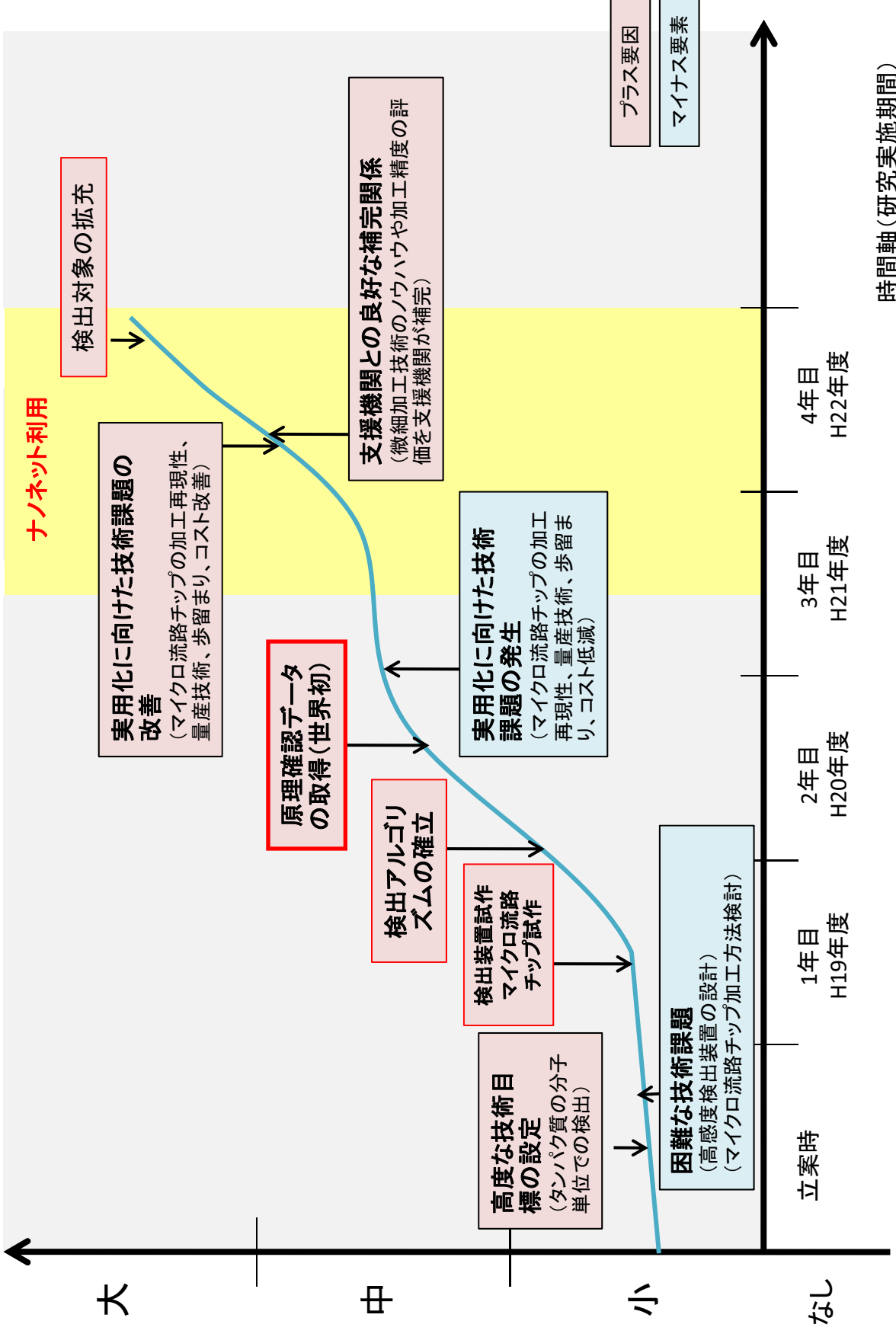
このマイクロ流路チップは、米国のMDアンダーソン癌センター及びテキサスA&M大学との共同研究に使用されている。量子ドットで修飾したタンパク質と励起光をマイクロ流路の検出部に導入し、検出部を通過したタンパク質の反射光をアバランシェフォトダイオード(APD)により検出している。これにより単一分子レベルの検出が可能となった。また、波長毎に複数のAPDを光学系に組み込むことで複数のタンパク質の相互作用も定量的解析が可能となった。新薬や新治療法の開発への可能性が広がった。



単一分子検出マイクロ流路チップの開発

株式会社ESPINEX

イノベーションの
可能性軸



先端研究施設共用イノベーション創出事業【ナノテクノロジー・ネットワーク】
(ナノ・ネット事業) 研究課題追跡調査報告書

支援機関名	東京大学超微細リソグラフィー・ナノ計測拠点
研究課題名	ナノカーボン材料のカスタム合成
利用者氏名	野田 優
利用者所属	東京大学 大学院工学系研究科
研究領域	<input checked="" type="checkbox"/> ナノ計測・分析 <input type="checkbox"/> 超微細加工 <input type="checkbox"/> 分子・物質合成 <input type="checkbox"/> 極限環境 <input type="checkbox"/> 放射光
利用の形態	<input checked="" type="checkbox"/> 装置利用 <input type="checkbox"/> 技術代行 <input type="checkbox"/> 共同研究 <input type="checkbox"/> 技術相談
利用年度	<input type="checkbox"/> 平成 19 年度以前 <input type="checkbox"/> 平成 19 年度 <input checked="" type="checkbox"/> 平成 20 年度 <input checked="" type="checkbox"/> 平成 21 年度 <input checked="" type="checkbox"/> 平成 22 年度

1. ナノ・ネット事業を利用したのは、研究のどのフェイズにおいてか
既にスタートしている研究の発展
2. ナノ・ネット事業の利用結果について
<p>カーボンナノチューブ(carbon nanotube, CNT)は、物理・理学分野を中心にその素晴らしい可能性が示されている。反面、特に単層 CNT は合成が難しく、実用例は僅かである。本研究では、応用用途に応じて CNT の構造・形態や合成プロセスをカスタマイズするというコンセプトに基づき、特に化学気相成長(CVD)法で基板上に CNT を直接成長させる技術の開発を基礎・応用の両面で進めた。</p> <p>基礎では、CNT の質と量の両立が重要である。コンビナトリアル触媒探索法を独自に開発し、多様な CNT を 1 枚の基板上で合成した。直径数 nm と極端に細い単層 CNT の構造解析を、ナノ・ネット事業にて恒常的に行い、良質な単層 CNT を数分で 1 mm 長に高速成長させる技術を確立した。その過程で、触媒の構造変化に伴う単層 CNT の構造変化や成長停止機構等の種々の発見も得た。</p> <p>応用は複数を実行して検討した。その一例として、省エネルギーなディスプレイ・面発光照明や高輝度な蛍光管・X線源等への展開が期待できるフィールドエミッタの製法を開発した。エミッタでは CNT の直径・長さ等の個々の構造に加え、その集合形態の制御が特に重要となる。また、実用面では安価なガラス基板上への形成が必要不可欠である。ガラスの耐熱温度 500°C 以下での低温合成が膨大に検討されたが、CNT の成長速度が低下しスループットが悪い。本研究では逆に、ガラスの“耐熱時間”のコンセプトの下、800°C 以上の高温で 1 秒以内と瞬時に CNT エミッタを成長させる技術を開発した。ナノ・ネット事業で微細電極をガラス基板上に作製し、その上に触媒を担持、CVD 原料ガス雰囲気中で 1 秒間電極を通電加熱することで、ガラス基板を損傷せずに微細電極上に CNT を位置選択的に形成した。CNT 形態も触媒量により孤立・網状・棘状・林状と多様に制御した。真空ポンプも加熱炉も用いずにガラス上に CNT を 1 秒以内と瞬時に実装する本技術は、エミッタだけでなく種々の応用実現にも貢献すると期待される。</p> <p>以上、ナノ・ネット事業は研究遂行のみならず人材育成にも有効であり、更なる成果を期待できる。</p>

3. ナノ・ネット事業利用終了後の研究課題展開について		
現在研究段階で継続中であるが、今後本格的な実用化プロセスとして、企業との共同研究などが見込まれている。		
4. ナノ・ネット事業利用終了後の研究課題継続方法について		
ナノ・ネット事業を利用し、また公的競争的資金(下記)および民間企業の共同研究費により継続中。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 文部科学省 科学研究費補助金 若手研究(A)、2009/04/01~2012/03/31. ・ JST 戦略的創造研究推進事業・さきがけ、2009/10/01~2013/03/31. ・ JST 先端的低炭素化技術開発事業、2011/03/01~2016/03/31. 		
5. ナノ・ネット事業の研究課題で開発された成果の普及について		
	ナノ・ネット事業により得られた成果	ナノ・ネット事業利用終了後に研究を継続し得られた成果
特許出願	国内 10 件、海外 1 件、PCT 出願 3 件	国内 件、海外 件、PCT 出願 件
論文発表	国内誌 0 件、海外誌 14 件	国内誌 件、海外誌 件
口頭発表	国内発表 56 件、国際発表 32 件	国内発表 件、国際発表 件
解説記事	国内誌 1 件、海外誌 0 件	国内誌 件、海外誌 件
プレス発表	3 件	件
各種受賞等	長谷川馨, 野田優「添加剤フリーでの単層カーボンナノチューブ・ミリメートル成長」第 38 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム, 2P-34, 愛知県名古屋市, 2010 年 3 月 3 日 (若手奨励賞). 関口康太郎, 古市考次, 白鳥洋介, 杉目恒志, 野田優「パルス通電加熱 CVD による CNT フィールドエミッタの瞬間実装」化学工学会宇都宮大会 2010, PD108, 栃木県宇都宮市, 2010 年 8 月 19 日 (学生賞金賞).	
6. ナノ・ネット事業の貢献内容について		
ハイリスクな研究の実施・研究者(人材)育成。当該グループで行っているナノカーボン研究全般で、ナノ・ネット事業での透過型電子顕微鏡解析やサンプル微細加工を、本研究の推進に欠かせないものとして利用。基礎研究、応用研究、実用化研究開発、人材育成等で貢献。		
7. イノベーションへの貢献について		
創造性の高い研究を円滑に進められるよう、安定した研究環境を提供しています。		
8. 科学技術的/社会的/経済的な効果・効用及び波及効果について		
CNT の実用化に向け、省エネルギーなディスプレイ・面発光照明や高輝度な蛍光管・X 線源等への展開が期待できるフィールドエミッタを具体的に対象とした画期的な作成方法であり、着実に CNT 実用化の実現に向かう波及効果の高い研究である。		
9. その他(問題点、要望等)について		
現状で良好で、是非、事業の長期の継続を希望します。		

カーボンナノチューブ フィールドエミッタの瞬間実装

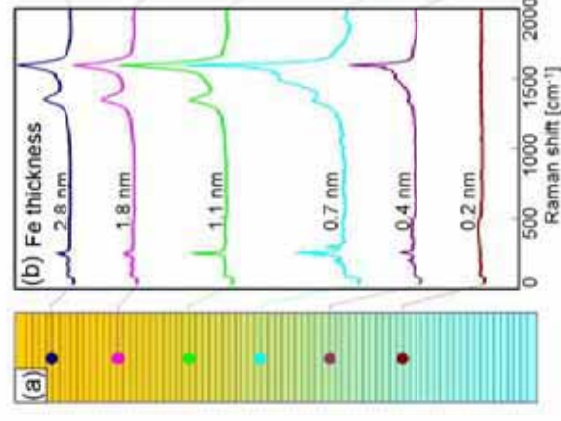
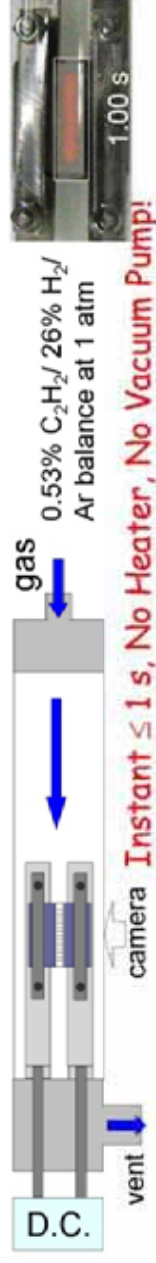
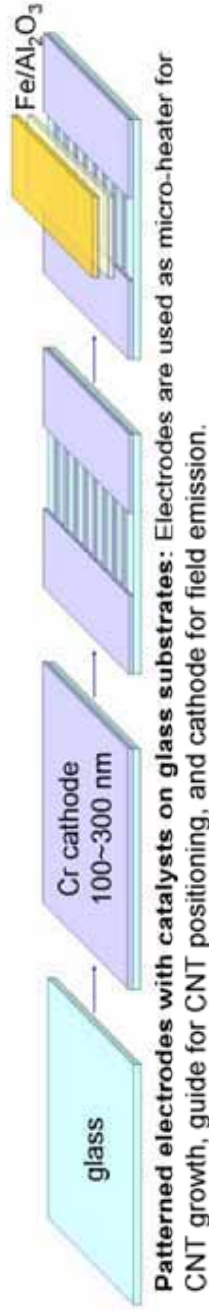
Instant Implementation of Carbon Nanotube Field Emitters

Keywords Carbon Nanotubes (CNTs), Field Emitters, Glass Substrates, One Second Growth,

ガラス基板上にナノチューブ
エミッタアレイを瞬間成長
真空ポンプもヒータも不要な
簡便なCNT実装技術は
多様な展開が期待

ガラス基板上に位置と形態を制御して、CNTを簡便に成長させる技術を開発しました。触媒付き電極パターンを1秒以下と瞬間的に通電加熱して、ガラス基板を損傷せずにCNTを成長させました。作製したCNTフィールドエミッタアレイはディスプレイやX線源等への応用が、そして真空ポンプもヒータも不要な簡便なCNT実装技術は更に多様な応用が期待されます。

ガラスの耐熱温度(≦500 °C)以上に瞬間通電することで、“耐熱時間”内で、高温で瞬間的にCNTを形成する技術を開発しました。

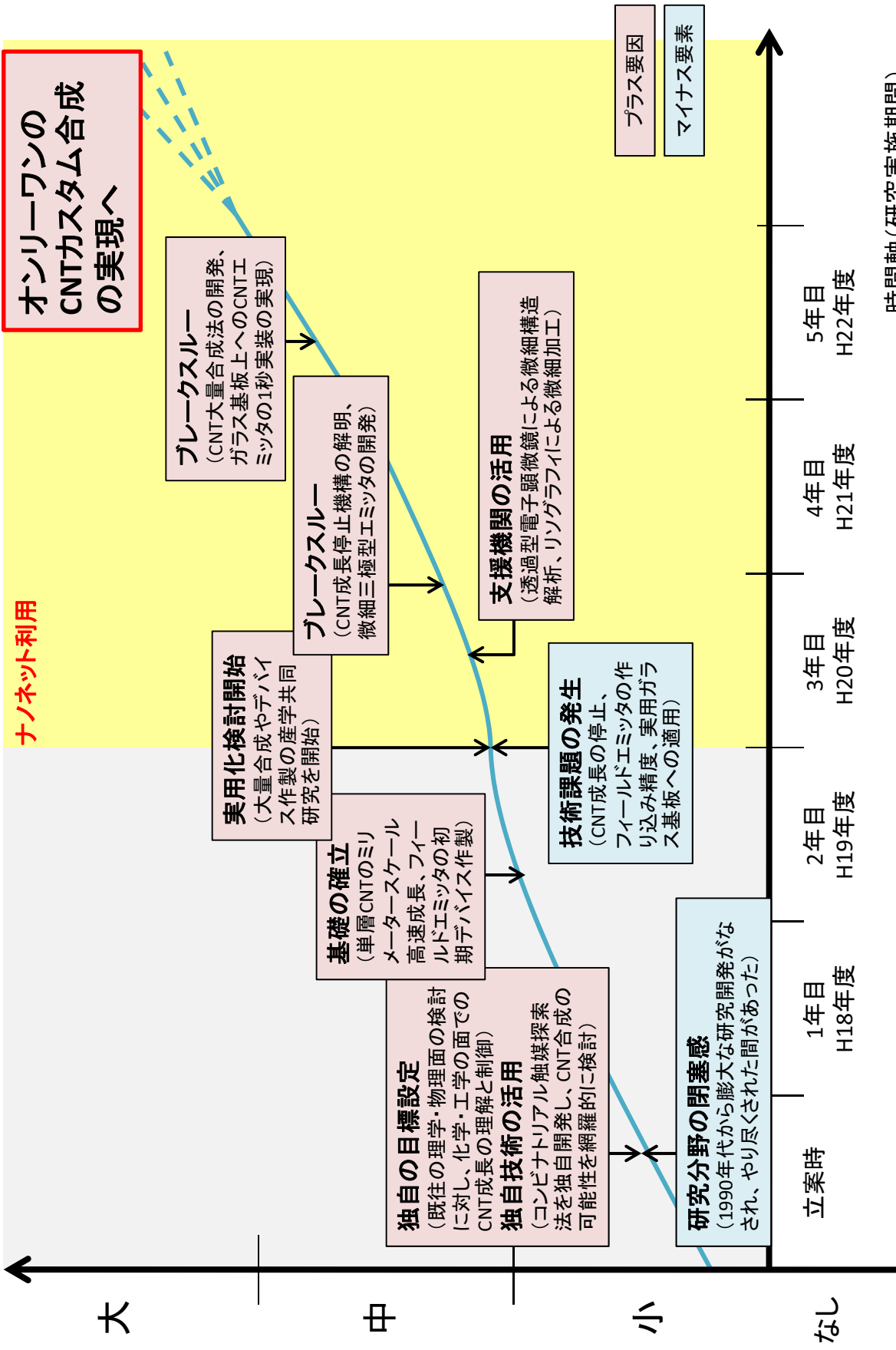


CNTs grown in 1 s: (a) Cathode lines with combinatorial catalysts, (b,c) Raman spectra and SEM images of grown CNTs, and (d) IV curves and cathode luminescence using CNTs as emitters.

ナノカーボン材料のカスタム合成

東京大学 大学院工学系研究科

イノベーションの
可能性軸



先端研究施設共用イノベーション創出事業【ナノテクノロジー・ネットワーク】
(ナノ・ネット事業) 研究課題追跡調査報告書

支援機関名	阪大複合機能ナノファウンダリ
研究課題名	ナノ空間制御による新機能性材料の創製
利用者氏名	鷲尾 方一
利用者所属	早稲田大学 理工学術院
研究領域	<input checked="" type="checkbox"/> ナノ計測・分析 <input checked="" type="checkbox"/> 超微細加工 <input type="checkbox"/> 分子・物質合成 <input type="checkbox"/> 極限環境 <input type="checkbox"/> 放射光
利用の形態	<input type="checkbox"/> 装置利用 <input type="checkbox"/> 技術代行 <input checked="" type="checkbox"/> 共同研究 <input type="checkbox"/> 技術相談
利用年度	<input type="checkbox"/> 平成 19 年度以前 <input type="checkbox"/> 平成 19 年度 <input checked="" type="checkbox"/> 平成 20 年度 <input checked="" type="checkbox"/> 平成 21 年度 <input checked="" type="checkbox"/> 平成 22 年度

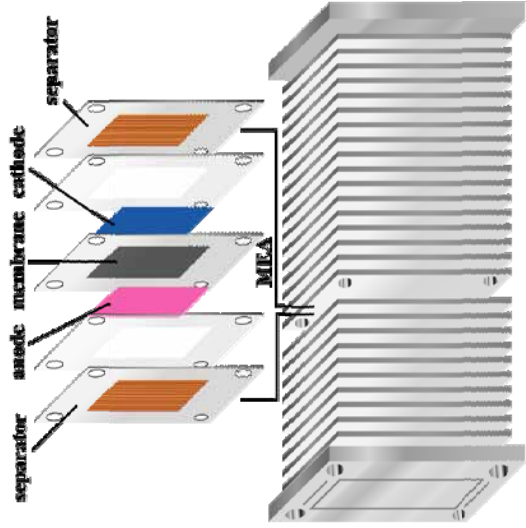
<p>1. ナノ・ネット事業を利用したのは、研究のどのフェイズにおいてか</p> <p>電子、イオンなどの量子ビームを用いたナノ空間制御材料の創製において、その基礎研究のスタートアップから実用化に向けた応用研究（現在継続中）</p>
<p>2. ナノ・ネット事業の利用結果について</p> <p>当初目的とする研究を支援により着実に発展させ、実用化に向けてその応用研究を現在も鋭意遂行中であるが、派生的な研究成果を元に5つの新たな研究テーマへとつなげることができている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 機能性フッ素樹脂の微細加工体の作製 ● マイクロ燃料電池用フィリング電解質膜の作製研究 ● 生分解性高分子の微細加工に関する研究 ● フッ素樹脂加工体を用いた電子線、プラズマおよびイオンビームによる金属還元に関する研究 ● 量子ビームを用いたナノインプリントリソグラフィに関する研究 <p>また、当初の研究成果についても、量子ビームによる精密微細加工技術を応用することで、材料媒体中の厚さ方向におけるナノ空間でのイオンチャンネルに傾斜機能を持つ新規材料の合成に成功し、現在、膜内部の傾斜機能性の評価を検討している。実際に合成した材料を固体高分子型の燃料電池膜として用いることで、セル温度 60℃で、ほぼ無加湿の低湿度状態で、比較的長期間の連続運転に成功しており、膜内部のイオン交換基の傾斜性や含水状態などと発電性能との相関を今後評価し、最適化することで、実用化につながるものと考えている。</p> <p>本テーマに関わる早稲田大学の大学院生の実験研究を通して、当研究室では利用することが困難な各種先端機器を用いて実験を進めることができ、研究者の育成（質向上／スキルアップ）についてもはかることができた。しかも、チャレンジングな材料加工創製のための設備導入などのリスク回避につながる研究を行うことができた。</p> <p>さらに、他の支援課題において、他のナノネット参画機関を紹介いただき、複数の機関を利用して研究を効率よく発展させることができた。</p>

3. ナノ・ネット事業利用終了後の研究課題展開について		
現在継続して利用中である。		
4. ナノ・ネット事業利用終了後の研究課題継続方法について		
現在継続して利用中である。		
5. ナノ・ネット事業の研究課題で開発された成果の普及について		
	ナノ・ネット事業により得られた成果	ナノ・ネット事業利用終了後に研究を継続し得られた成果
特許出願	国内 0 件、海外 0 件、PCT 出願 0 件	国内 0 件、海外 0 件、PCT 出願 0 件
論文発表	国内誌 0 件、海外誌 2 件	国内誌 0 件、海外誌 0 件
口頭発表	国内発表 3 件、国際発表 1 件	国内発表 0 件、国際発表 0 件
解説記事	国内誌 1 件、海外誌 0 件	国内誌 0 件、海外誌 0 件
プレス発表	0 件	0 件
各種受賞等	第 53 回放射線化学討論会にてポスター賞 Asia Pacific Symposium on Radiation Chemistry (APSRC 2010) 及び Trombay Symposium on Radiation & Photochemistry(TSRP-2010)の連合シンポ ジウムにて Poster Award 受賞	
6. ナノ・ネット事業の貢献内容について		
<p>各種競争的資金を得て研究を進めているが、研究室単独で各種先端機器を全て整備することも難しい。また、私学のため学生数も多く、利用可能な大学の共通実験装置に関してもマシンタイムの確保が難しい。そのような中、本事業は先端機器の開放と拠点の研究員の高度なサポートにより運営されており、少ない投資で効率のよい実験（リスク回避も含め）が可能であり、大いに役立った。</p>		
7. イノベーションへの貢献について		
<p>本研究課題での特許申請等はできなかったが、研究を通して複数のアイデアが生まれ、別課題として支援を受けおり、それらの課題において 2 件の特許出願を行うことができた。本課題に関しても基礎的な知見の取得もほぼ終了し、今後実用化に向けた研究フェイズに移りつつある。</p>		
8. 科学技術的／社会的／経済的な効果・効用及び波及効果について		
<p>ナノ拠点において集中的に複数の先端の実験装置を併用することができたので多くの知見を得ることができ、研究の飛躍的な進歩につながった。</p>		
9. その他（問題点、要望等）について		
<p>各種装置について、1 週間程度の連続的使用（占有利用）ならびに、装置開放時間（日中 8 時間）外の利用、例えば、深夜帯を含む土曜・日曜等の利用も含め常時外部に開放できるような運営体制を構築して頂きたい。また、このような事業は是非恒常的な運営を行っていただきたい。</p>		

ナノ空間制御による新機能性材料の創製

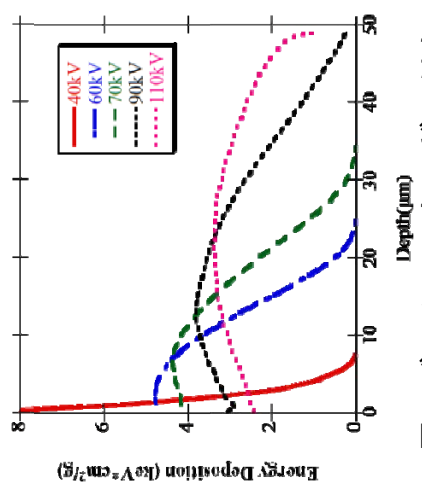
Fabrication of high performance material in the controlled nano space

固体高分子型燃料電池は、**可搬かつ高出力・高効率な電源**であり、**温暖化ガスの放出がほとんどない**
低環境負荷な移動用電源ならびに**家庭用の定置用電源**として、**実用化／普及が期待**されています。

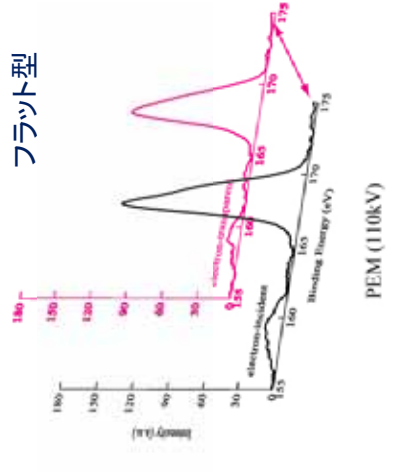
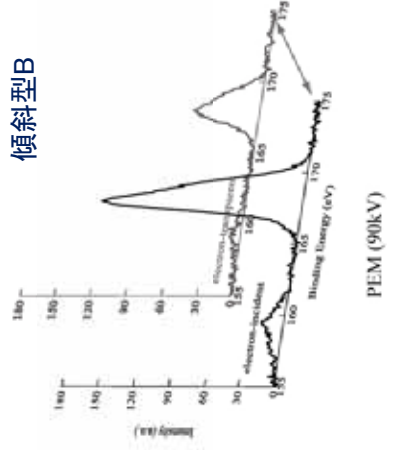
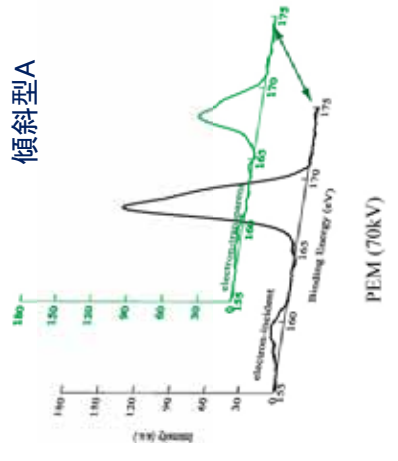


fuel-cell stack

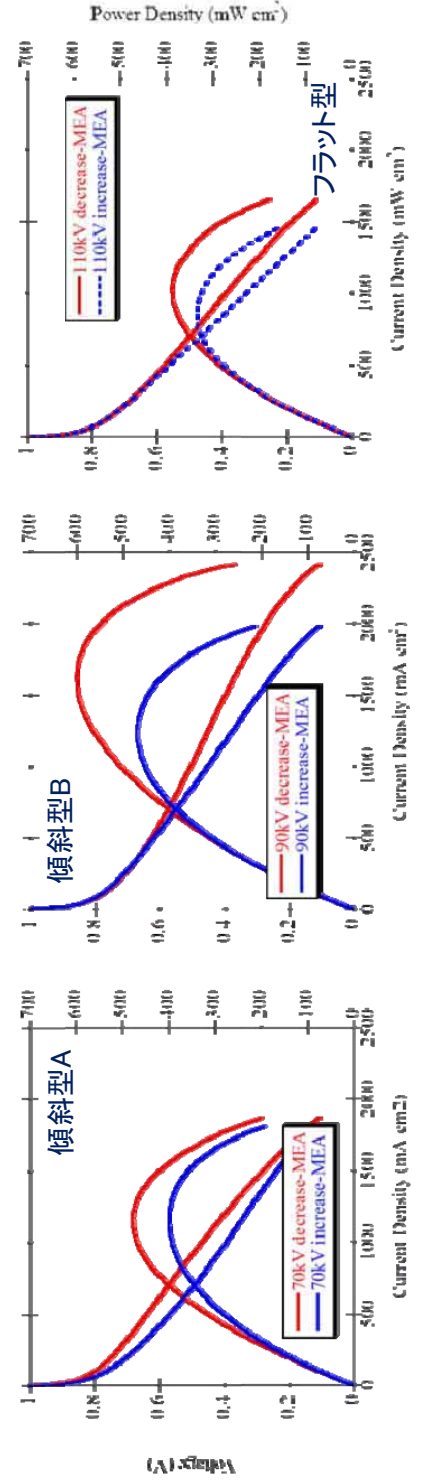
燃料電池スタック構成



電子ビームのエネルギー付与



電解質膜のXPSによる深さ方向の化学構造分析



含水傾斜型燃料電池の電流-電圧・電力応答

試験温度 60°C, 相対湿度 16%

ナノ空間制御による新機性能性材料の創製

早稲田大学 理工学術院

イノベーションの
可能性軸

