

生体適合材料の出願年別件数の推移を図 3 2-2 に示した。

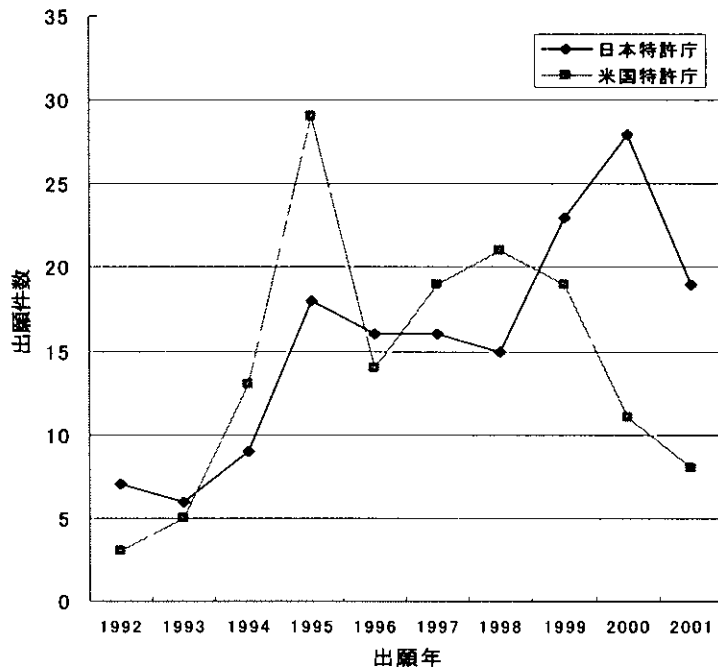


図 3 2-2 生体適合材料の出願年別件数の推移

一方、特許出願の上位企業を表 3 2-3 に示す。

表 3 2-3 特許出願の上位 (生体適合材料)

	出願人名	件数
日本特許庁	オリンパス光学工業株式会社	6
	テルモ株式会社	6
	大阪瓦斯株式会社	4
	日本油脂株式会社	4
	コーディス・コーポレイション	3
	ペースセッター クチボラゲット	3
	旭光学工業株式会社	3
	株式会社カージオペーシングリサーチ ラボラトリー	3
	大日本インキ化学工業株式会社	3
	米国特許庁	Medtronic, Inc
Advanced Bio Surfaces, Inc		7
The Rockefeller University		6
Sumitomo Chemical Company, Limited		5
Bacchus Vascular, Inc		4
Massachusetts Institute of Technology	4	

ドラッグデリバリの出願年別件数の推移を図 3 2-3 に示した。

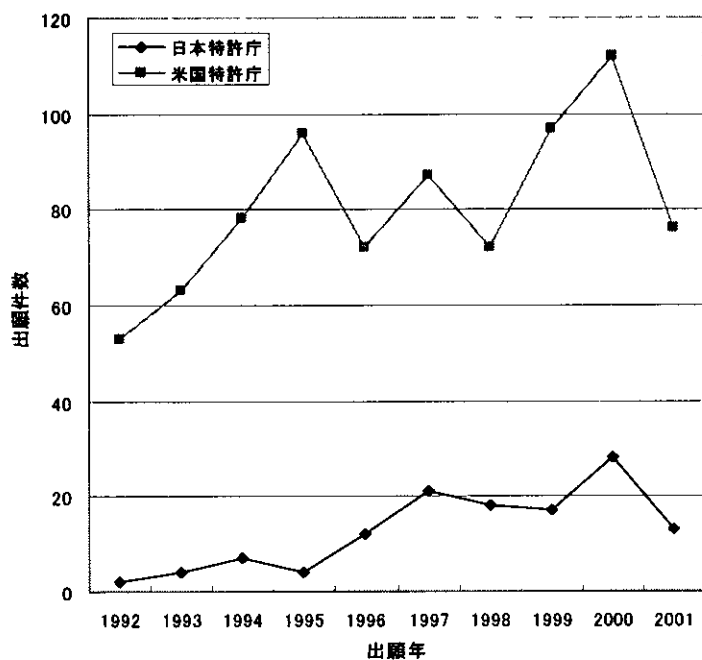


図 3 2-3 トラックデリバリの出願年別件数の推移

一方、特許出願の上位企業を表 3 2-3 に示した。

表 3 2-3 特許出願の上位 (ドラッグデリバリ)

	出願人名	件数
日本特許庁	ライト サイエンス コーポレーション	4
	イムノメディクス、インコーポレイテッド	3
	ザリーフェンソ オブ ザ ユニバーシティ オブ カリフォルニア	3
	ニユコメド・イメージング・クシエセルカペト	3
米国特許庁	Alza Corporation	102
	Medtronic, Inc	28
	Becton Dickinson and Company	24
	Cygnus Therapeutic Systems	20
	Merck & Co, Inc	20
	Advanced Cardiovascular Systems, Inc	15
	Massachusetts Institute of Technology	15
	Baxter International Inc	10
Zars, Inc	10	

微小医療器械の出願年別件数の推移を図 3 2-4 に示した。

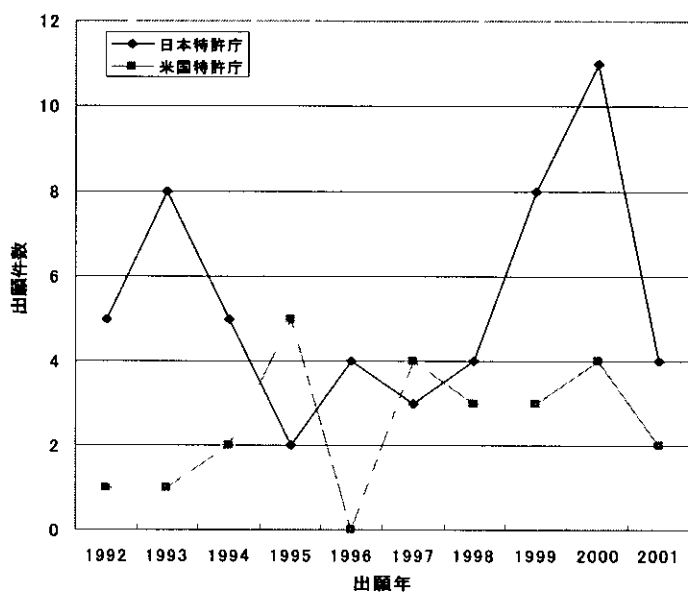


図 3 2-4 微小医療器械の出願年別件数の推移

一方、特許出願の上位企業を表 3 2-4 に示した。

表 3 2-4 特許出願の上位（微小医療器械）

	出願人名	件数
日本特許庁	株式会社東芝	10
	株式会社島津製作所	6
	富士通株式会社	4
	株式会社日立メディコ	3
	アロカ株式会社	2
	科学技術振興事業団	2
	松下電器産業株式会社	2
	富士写真フイルム株式会社	2
	米国	Advanced Cardiovascular Systems, Inc
Medtronic, Inc		2
Seiko Epson Corporation		2

マイクロイメージングの出願年別件数の推移を図 3 2-5 に示した。

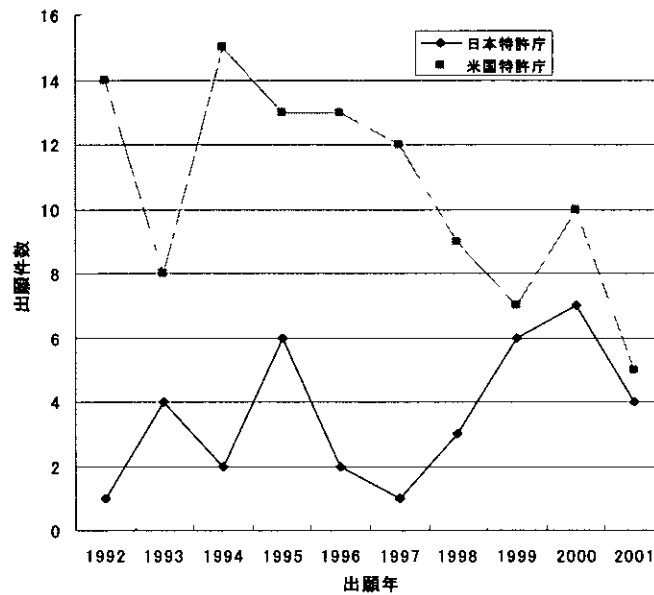


図 3 2-5 マイクロイメージングの出願年別件数の推移

一方、マイクロイメージングの特許出願の上位企業を表 3 2-5 に示した。

表 3 2-5 特許出願の上位 (マイクロイメージング)

	出願人名	件数
日本特許庁	オリンパス光学工業株式会社	10
	カール・ツァイス・ステイフツング	7
	株式会社ニデック	3
	興和株式会社	3
	マニー株式会社	2
米国特許庁	Carl-Zeiss-Stiftung	21
	Konan Camera Research Institute Inc	6
	University of Miami	6
	Nidek Co., Ltd	5
	Olympus Optical Co Ltd	5
	Tokyo Kogaku Kikai Kabushiki Kaisha	5
	Brandeis University	3
	Heartport, Inc	3

なお、日本特許庁への出願分について、ナノメディシン分野の上位出願人を表 3 2-6~7 に示した。

表 3 2-6 ナノメディシン分野の上位出願人（日本特許庁への出願分）

	生体材料	DDS	微細機器	イメージング	合計
オリンパス光学工業株式会社	6	0	1	10	17
株式会社東芝	0	0	10	0	10
カール・ツァイス スティフツング	1	0	0	7	8
テルモ株式会社	6	0	1	0	7
株式会社島津製作所	1	0	6	0	7
株式会社日立メディコ	2	0	3	1	6
ライトサイエンスーズコーポレーション	0	4	0	1	5
ザリー・エンノ・オブ・ザ・ユニバーシティ・オブ・カリフォルニア	1	3	0	0	4
ペースセッター クチボラゲット	3	0	1	0	4
大阪瓦斯株式会社	4	0	0	0	4
日本油脂株式会社	4	0	0	0	4
富士通株式会社	0	0	4	0	4

表 3 2-7 ナノメディシン分野の上位出願人（米国特許商標庁への出願分）

	生体材料	DDS	微細機器	イメージング	合計
Alza Corporation	0	102	0	0	102
Medtronic Inc	11	28	2	0	41
Becton Dickinson and Company	0	24	0	0	24
Carl-Zeiss-Stiftung	0	0	0	21	21
Merck & Co, Inc	1	20	0	0	21
Cygnus Therapeutic Systems	0	20	0	0	20
Massachusetts Institute of Technology	4	15	0	0	19
Advanced Cardiovascular Systems, Inc	0	15	2	0	17
Baxter International Inc	0	10	1	0	11
Zars Inc	0	10	0	0	10

さらに、日本特許庁出願分における出願人国籍別件数を表 3 2-8 に示した。米国、ドイツを合わせると日本とほぼ互角であり、過半数は海外からの出願であることがわかる。

表 3 2-8 日本特許庁出願分における出願人国籍別件数

	生体材料	DDS	微細機器	イメージング	合計
日本	100	14	46	23	183
アメリカ合衆国	49	86	12	7	154
ドイツ	7	4	2	9	22
イスラエル	3	6	0	0	9
イギリス	2	6	0	0	8
スウェーデン	4	3	1	0	8
スイス	3	1	0	1	5
フランス	3	2	0	0	5
イタリア	3	1	0	0	4
カナダ	1	2	0	0	3
ノルウェー	0	3	0	0	3
アイルランド	1	1	0	0	2
オランダ	1	1	0	0	2
デンマーク	1	1	0	0	2
フィンランド	1	1	0	0	2
リヒテンシュタイン	1	1	0	0	2
韓国	2	0	0	0	2
インド	0	1	0	0	1
シンガポール	0	0	0	1	1
ベルギー	0	1	0	0	1
ルクセンブルグ	0	1	0	0	1
中国	0	1	0	0	1
計	182	137	61	41	421

分析結果をまとめると次のことが言える。

- ・1992年以降のナノメディシン分野の特許出願件数は日米出願ともに増加傾向にある。
- ・日本人による出願は、生体適合材料分野の割合が高く、DDSの割合は低い。
- ・米国人による日本への出願は、DDSの割合が高い。
- ・DDS分野では日本からの出願が海外勢に比較して非常に少ない。
- ・微小医療機器分野は日本人による出願が多く、日本優勢の分野である
- ・マイクロイメージング分野はCarl-Zeiss社対日本勢数社という構図である。
- ・DDS以外の3分野は、特許出願件数そのものが少なく、未開拓状況である。

3 3 海外動向調査

3 3 1 海外現地調査

本調査研究プロジェクトの一環として、①COMS2003 (8th International Conference on Commercialization of Micro and Nano Systems) (オランダ、アムステルダム) と②TOP Nano 21 (Technology Oriented Program 21) (スイス、ザンクガレン) に参加し、欧州の動向を調査した。いかにその概要を期す。

(1) COMS2003 (8th International Conference on the Commercialization of Micro and Nano Systems)

COMS2003 は、MANCEF (Micro and Nanotechnology Commercialization Education Foundation) が主催する「MEMS 分野の商業化に関する国際シンポジウムであり、下記に示しように、欧州と米国を交互に開催地として、毎年開催されている。今回の参加者は、登録者レベルで 250 名であった。わが国からの参加者はきわめて少なく、早稲田大学と大日本印刷の研究発表があったのみである。

- 1994 年 バンフ (カナダ)
- 1996 年 ハワイ (米国)
- 1998 年 サンジエゴ (米国)
- 1999 年 ドルトムント (ドイツ)
- 2000 年 サンタフェ (米国)
- 2001 年 オックスフォード (英国)
- 2002 年 ウィシランチ (米国)
- 2003 年 アムステルダム (オランダ)
- 2004 年 エドモントン (カナダ 予定)

COMS2003 の全体構成 は、以下のようであり、通常の技術国際会議と異なり、商業化の戦略についてじっくり議論するという姿勢がうかがえた。

- 9 月 8 日 (月) ・オフィシャルオープニング
 - ・キーノートスピーチ (1)
 - ・キーノートスピーチ (2)
 - ・ワイアレス・RF MEMS
 - ・バイオ医療・薬事
 - ・鋳造
 - ・HAMST
 - ・戦略

- ・装置
- 9月9日(火) ・キーノートスピーチ
- ・起業
- ・Ongeldige Koppeling
- 9月10日(水) ・キーノートスピーチ
- ・ロードマップ
- ・公-私パートナーシップ
- ・設計製造
- ・インフラストラクチャ
- ・消費者応用
標準
- ・アッセンブリ
- ・パッキング
- ・テレコム
- ・航空/自動車
領域内製作/インフラストラクチャ
- 9月11日(木) ・ハイテクビジネスのスタートアップ
- ・教育

COMS2003 における「生体医療／製薬」セッションでは、下記の5つの報告があった。

- ・ Sphere Medical – 血液ガス分析と臨床診断に向けた新たなセンシング技術
Sphere Medical Ltd , UK
- Millennium Pharmaceuticals におけるナノメディシンと治療機能をもつデバイス
Millennium Pharmaceutical, USA
- ・ ネットシェイプセラミック部材 – 研究から歯科用部材の生産ラインまで
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, GERMANY
- ・ ゲル化メビオールを用いた T 字型チャンネルによるマイクロソーティングデバイス
Waseda University, JAPAN
- ・ 血中のナトリウム (Na) とカリウム (K) を測定する「Na K CIE バイオチップ」
Academy of Science Research and Technology, EGYPT

① Sphere Medical – 血液ガス分析と臨床診断に向けた新たなセンシング技術

(Sphere Medical Ltd UK)

Sphere Medical 社は血液ガス分析、臨床診断の分野において、超小型シリコンセンシング技術を活用した商業活動を開始した。この技術により、ISFET (イオン選択性電界効

果トランジスター) や電流測定デバイス、電気伝導度測定デバイスなど、別々に配慮された科学センサーを1つのシリコンチップ上に組み込むことが可能である。このセンサーは、特別設計の複合的な昨日をもったハウジングで覆われている。この技術を用いれば、低コストでリアルタイムに測定値を提供できる新世代の診断機器と分析機器が実現し、治療法の決定時間をガン祝てくるはずである。同社ではまず、動脈圧モニタリングラインの中に組み込んだ使用が可能で、患者ごとに使い捨ててくる血液パラメータ用センサーを提供することによって、こうした問題に取り組むことを目指している。このセンサーを動脈圧ラインに組み込んで患者の体外に置き、採決装置でセンサーを通して血液を採取すると、必要に応じて血液パラメータを読み取ることができる。

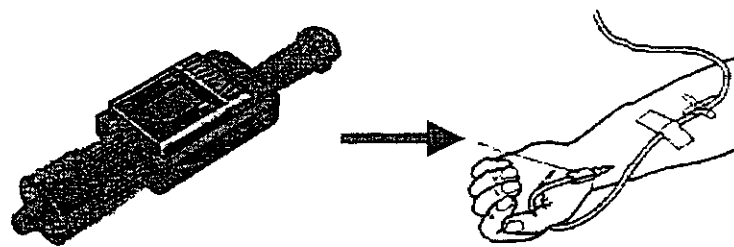


図 3 3-1 血液ガスセンサー

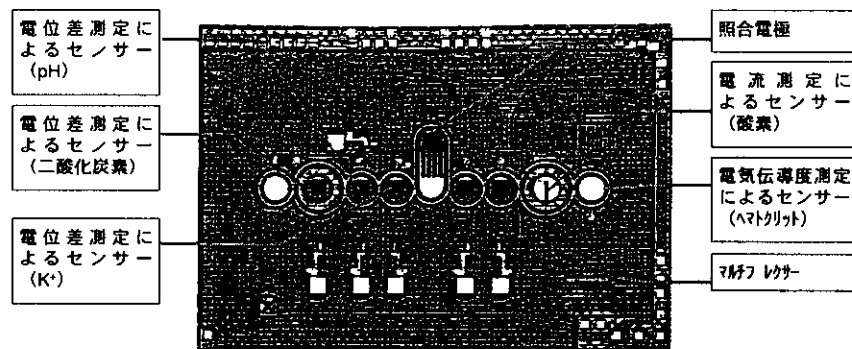
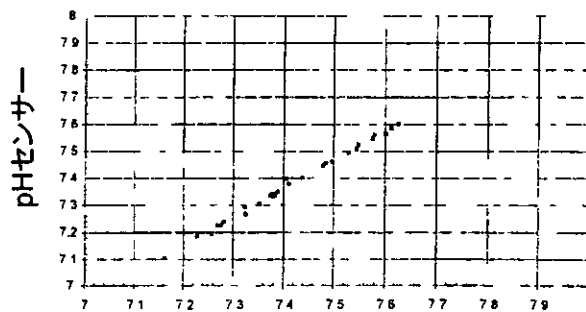


図 3 3-2 血液ガスセンサー



pH血液ガス分析器ABL 505

図 3 3-3 検査室の分析器による測定値と対比させた前臨床 *in vivo* 試験の pH 測定値

このシステムでは、反応時間が非常に速いため、要求に応じたモニタリングまたは連続モニタリングが可能である。サイズが小さいため、センサーを患者に装着することが可能である（体外装着）。血液試料の必要量が少ないため、未熟児や頻繁な測定または連続測定に非常に有利である。標準 CMOS プロセスに基づいた製造法であり、製造コストが安い。自動校正により、長期にわたってセンサーが安定である。血液適合性が高く、感染と血栓のリスクが非常に低い。血栓は動脈ラインが失敗する重要な要因であり、1日あたりほぼ10%のラインに発生する、という特徴がある。

② Millennium Pharmaceuticals におけるナノメディシンと治療機能をもつデバイス

(Millennium Pharmaceutical, USA)

Millennium 社は、マイクロアレイとマイクロ流体のプラットフォームを産業化したことにより、創薬パイプラインを満たすべく、医薬品標的を識別するデバイスの生産性を生み出した。マイクロアレイとマイクロ流体の産業化は、生産性、スクラップ発生率、効率、品質、分析法の適切性、および分析成功の影響について、定期的に定量測定することによって実現している。産業化の測定基準は、どのようなプラットフォームとテクノロジーを選択すべきかを導く基準でもある。同社の創薬パイプラインは、今や確認済みの医薬品標的に満たされており、腫瘍や炎症に焦点を合わせた多数の臨床試験が行われている。同社は大量のマイクロアレイ・チップとマイクロ流体・チップを消費している。当社は、ナノメディシン、医学画像ナノ造影剤、治療機能をもつデバイス（医師がチップを用いて行う治療）、個の医療などに適用できる製品等としてバイオテクノロジーが次の世代に活用される方法と用途を評価中である。

③ ネットシェイプセラミック部材－研究から歯科用部材の生産ラインまで

(Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, GERMANY)

マイクロテクノロジー分野におけるセラミック部材の主な欠点の1つは、焼結時の収縮にある。しかし、 $ZrSiO_4$ をヘースにして反応で結合させた酸化セラミックを用いれば、高度な正確さでネットシェイプセラミック部材を作製できる。こうした部材は、焼結前に微細加工することによって機械的な成形が可能であるほか、微量注入成形（micro injection moulding）によっても作製できることから、新たな適用分野に関心が高まっている。Forschungszentrum Karlsruhe の Materialforschung III 研究所はこの数年間に、ネットシェイプ焼結セラミック「ZircoDur」を合成し、この材料に対する基本的な科学的知識を生み出すことかてきた。

歯科医療分野では、セラミック材料の重要性がますます高まっている。化学的に安定であ

り、優れた生体適合性をもち、見た目か美しいという特性は、固定局部義歯への適用に向けた必要条件をすべて満たしている。 $ZrSiO_4$ をベースにして反応焼結させたセラミックは、焼結収縮を補うという利点も併せ持っている。このため、素地を加工することにより、マイクロメートルの精度の微細さをもつ複雑な部材の作製が可能である。「インテリシエント材料」であるため、収縮を数値で補う必要がない。歯科技術への利用に向けてこの材料を専門に開発するため、政府の研究センターForschungszentrum Karlsruhe は KaVo 社との共同事業を開始した。特に、「KaVo Everest®」 CAD/CAM システムを用いてこの材料の機械加工と焼結を行うための要件に合った開発を行った。最近この共同事業の 1 つの成果として、工業規模でこの材料から素材を製造するために、新会社 KaVo Material を設立した。

④ケル化メビオールを用いた T 字型チャンネルによるマイクロソーティングデバイス

(Nanaotechnology Research Laboratory, Waseda University)

Y 字型および T 字型マイクロチャンネル・ソーティングデバイスにおける流れを数値的にシミュレートし、加熱によって液体からゲルに変化するメビオールをキャリアーとして用いたデバイスの性能を実験的に評価した。これらのチャンネルにおける流れを Finite Element Method でシミュレーションした結果から、T 字型チャンネルは流れのよとみか少なく、接合部での速度差が小さいことから、目的物質は T 字型チャンネルによってより速く収集され得ることか示唆される。レーザー蒸発法により、石英ガラス板で T 字型ソーティングデバイスを作製し、熱感受性のキャリアー材料としてメビオールを用い、目的物質として直径 $1 \mu\text{m}$ のビーズを用いて、スイッチング/ソーティング特性を測定した。T 字型チャンネルでは 33 ms のスイッチング時間が得られ、これは、以前に評価して報告した Y 字型ソーティングデバイスよりも 1 桁以上速い数値である。

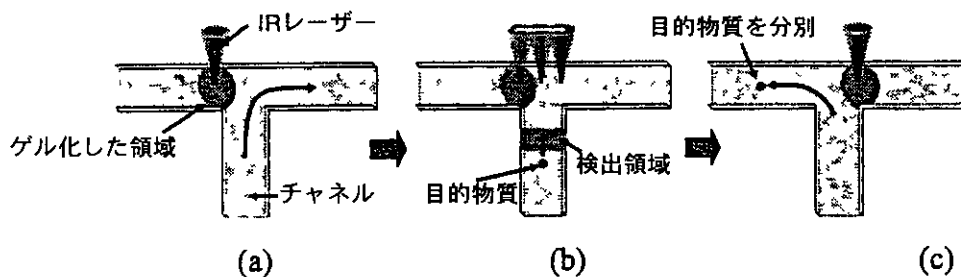


図 3 3-4 T 字型ソーティングシステムの原理

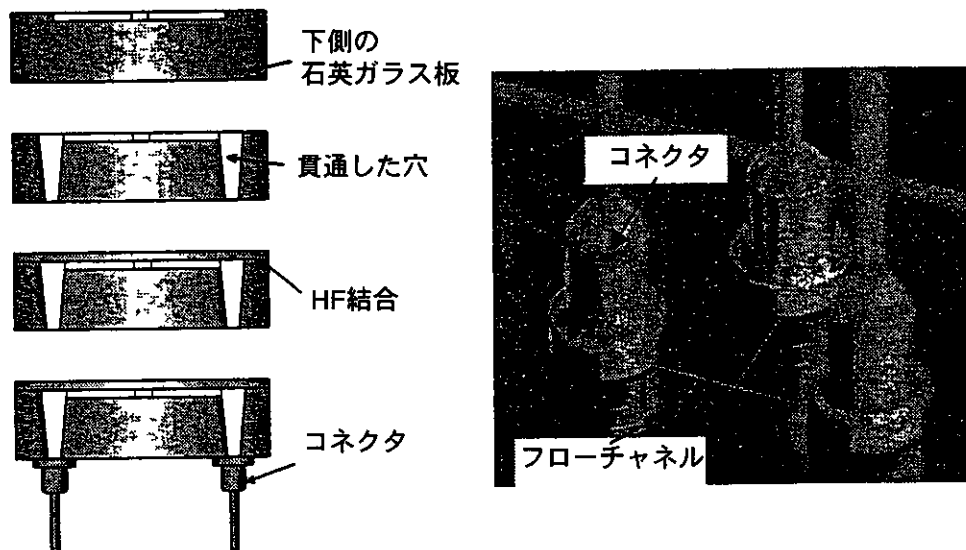


図3 3-5 ソーティングデバイスの作製方法 図3 4-6 T字型ソーティングデバイスの写真

⑤血中のナトリウム (Na) とカリウム (K) を測定する「Na K CIE バイオチップ」

(Academy of Science Research and Technology, EGYPT)

バイオチップ (ラボ・オン・チップ) は小型の使い捨て統合デバイスで、血液の投入口があり、出力のための端子が接続されている。小型の安価な携帯式測定装置にバイオチップを接続した状態でバイオチップの投入口に血液を数滴いれると、迅速に測定結果が得られる。測定は簡単で、医師だけでなく患者にも容易に測定できる。

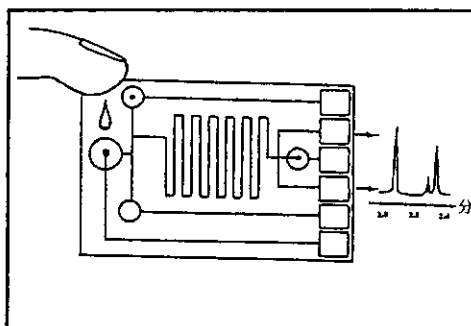


図3 3-7 ナトリウム&カリウム検出マイクロチップのイメージ

「Na K CIE バイオチップ」の利点は下記のように考えられている。

- ・小型、軽量、安価、迅速な測定結果、使いやすい、高性能、多くの疾患と救急患者に必要であり、どこでも使用でき、環境に優しい。
- ・多くの疾患の診断に使用される 腎不全、心不全、電解質異常など。
- ・救急患者に使用できる 火傷、下痢 (全世界で年間 500 万人の小児が下痢で死亡している)、脱水 (スポーツ選手に起こる) など。

- ・ ところでも使用できる 遠隔地、救急車、スポーツ競技場、患者のベッド脇など。
- ・ 費用効果が高く、経済的に魅力がある 患者にとって、多数の利点のほかに安価であることが魅力である。投資家にとっては、ハイテク製品の利点のほかに利益と内部収益率（IRR）に非常に魅力がある。さらにこのバイオチップは、ゲノムを含めたハイオテクノロジーへの利用に関する「シリコンハレー・テクノロジー」の対象となる将来性のある先端技術に属している。

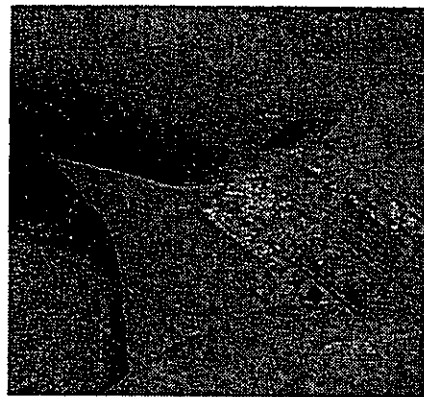


図 3 3-8 マイクロフルイディクス・チップ

マイクロフルイディクス技術は、ナノリットル単位の微量の溶液を操作する技術である。チップに組み込んだ微小なキャピラリー・チャンネルを通して溶液を操作する。これには溶液を移動させ制御する方法が必要になる。多くは、電場を使用する方法が採られており、特に荷電イオンの存在下ではこの方法が用いられている。制御した条件下で大規模並列化（massive parallelization）をうまく利用することによって、生化学反応を起こすことが可能である。こうしたバイオチップは、多数の用途に利用できる可能性がある。

COMS2003 では、プログラム自体に驚かされた。MEMS の国際会議であったが、ビジネススクール、ロースクールのセッションかきちんと設けられていた。我が国では全く見られない取り組みであろう。いわゆる、理工系の研究者のみの会議にせず、ビジネスに関する広い視野から議論することか創立時からの一貫した姿勢である。このセッションの議題を以下に示す。

-Strategies

- ・ 商業化の方法論
- ・ マーケットプルのシナリオを持つ
知的財産権保護について

- ・MST/MEMS の新しい市場機会について

-Entrepreneurship

- ・技術の商業化はなぜやさしくないか？
- ・戦略的なパートナーの選ひ方
- ・MEMS 製品からいかにして利益を上げるか？
- ・マイクロシステムのバーチャル企業
- ・マイクロシステム製品のビジネスモデル分析

-ナノの商業化

- ・ナノロボティクス
- ・早く、コスト効果のあるマイクロ/ナノシステムのマーケット
- ・ナノテクノロジーの潜在性

-ロードマップ

MANCEF ロードマップのアップデート

- ・MEMS-次の3つのキラーアプリケーション
(ハイオチップ (DNA 分析および血液分析)、デジタルミラーデハイス、
圧力センサー、エア-ハッグ加速度計、インクジェットプリンターヘッド)
- ・技術とマーケットトレンド
ライフサイエンスのためのマイクロ流体ロードマップ

-Public Private Partnerships

- ・公的な研究とスタートアップの関係
- ・アジアパシフィックにおける微細技術の動向 (オーストラリアが幹事)
- ・マイクロからナノへ
- ・ナノにおける大学の役割
公的な資金による商業化の問題

ちなみに、この会議には我が国の参加者はほとんどいなかった。この会議の運営主体は NGO であり、これを中核として、政府とは独立して国際的な連携が図られつつある。どうも、技術者とエコノミストが混在化した輪の中には、我が国の研究者は入れない (入れてもらえない) ようである。

(2) TOP NANO 21

TOP (Technology Oriented Program) Nano21 の目的はナノメートルに基礎をおく新技術の応用を通してスイス経済の強化を図ることである。知的財産権の保護と売り込み（利用）は、TOP NANO21 の主な目的の1つである。

1999年に準備をはじめ、実行フェーズ（2000-2003）に入っている。基本的に、非営利機関に附いては100%の支援、産業界については50%支援である。今回のTOP NANO 21 シンポジウムのプログラムを以下に示す。

- 9月9日（火）
 - ・オープンセッション
 - ・テーマセッション
 - ライフサイエンス
 - ツール
- 9月10日（水）
 - ライフサイエンス
 - ・マテリアルサイエンス
 - ・オプティクス、エレクトロニクス
- 9月11日（木）
 - ・マテリアルサイエンス
 - オプトロニクス、エレクトロニクス

TOP NANO 21 プロジェクト報告を見る限り、以下のプロジェクトが実行されていることがわかった。

- ・ Tips and Probes 11件
 - Replication/Surfaces 6件/12件
 - Optical Devices/Light Sources 12件/5件
- ・ Machining/Manipulation and Assembly 12件/3件
- ・ Nobel Materials 42件
 - Biomaterials 9件
 - Sensors 18件
- ・ Instrumentation/Devices 9件/10件
- ・ Energy Storage/Environmental Applications
 - Photovoltaics 5件/6件/5件
- ・ Data Storage 5件
- ・ Business Related Services 8件

このうち、生体材料のテーマは、下記の9件であった。

- ・ナノスケールでパターンを形成した生体材料およびバイオセンサーの境界面におけるタンパク質の配座と分子相互作用
- ・天然材料の生物学的ナノ構造の高性能セラミックスへの変換
細胞接着研究のためのナノパターンのある材料の作製
- ・個々の膜タンパク質を解析するためのナノ構造をもつチップ
- ・新しい抗菌性ナノサイズ粒子を用いた創傷パット治療
ナノハイオトライボロシー 潤滑を得るための生物学的方法と生物にヒントを得た方法
—生体潤滑剤と制御した表面ナノ構造による方法
- ・ポリマー補強用セルロースナノ原線維
サブミクロンパターンを形成した基板を用いた単一細胞接着部位の分子制御—細胞外摂動を介して細胞の振る舞いを操作するための叩き台
- ・WawiGel

**ナノスケールでパターンを形成した生体材料および
バイオセンサーの境界面におけるタンパク質の配座と分子相互作用**

研究パートナー	企業パートナー：
ETH Zurich Laboratory for Surface Science and Technology (LSST)	Institut Straumann AG, Waldenburg
ETH Zurich Institute for Biomed, Engineering (IBE)	Dr. H.C. Robert Mathys Stiftung, Bettlach
ETH Zurich Institute for Molecular Biology and Biophysics (IMBB)	Zeptosens AG Witterswil
Universite de Fribourg (UNIF) Institut de Physique	

要 旨
 本プロジェクトでは 単一分子レベルでのタンパク質の配座と、表面化学およびナノトポグラフィーの役割のほか、細胞膜に位置する単一のまたは一群の受容体と構造的タンパク質要素との相互作用について検討している。細胞接着性領域と非接着性領域からなるパターンを形成した表面 ナノメートル単位の表面トポグラフィーで設計した表面 ならびに表面に接着させるタンパク質の密度、配座および配向を制御した表面を 作製し検査するためにナノ関連の遺伝子工学を組み合わせることによって生じる問題について研究を行っている。プロジェクト三年度では LSST および IMBB におけるサブプロジェクトが継続されており、UNIF におけるサブプロジェクトは成功裏に終了し IBE でのサブプロジェクトは新しい Top Nano 21 プロジェクト (6209 1) の範囲内で再設定され 実施期間が延長された。

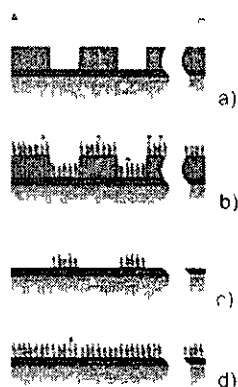
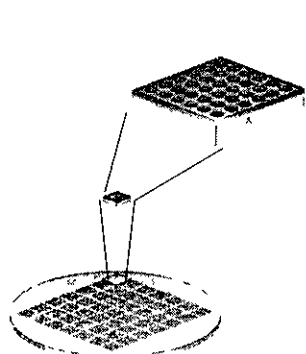


図 3 3-9 「リフトオフによる分子集合パターンニング (MAPL)」と名付けたパターンニング技法の手順

左 図 1 cm² につき試料約 50 個を作製するために

全体で 4 インチのウェーハに適用する例

中央図 MAPL 技法の逐次段階

(赤=フォトリジスト, 青=酸化物基板)

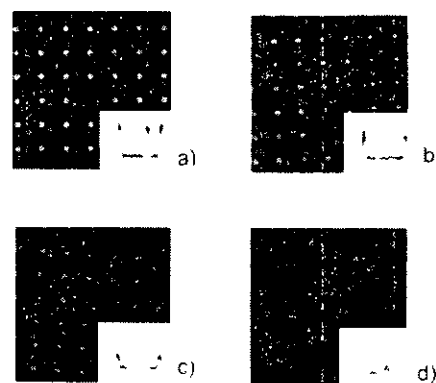


図 3 3-10 ビオチン/ストレプトアビジンの表面濃度をさまざまに定量的に制御した 20 μm のドットパターン

(面積は同じであるがビオチン表面濃度を低下させたパターン上に標識したストレプトアビジンの蛍光画像)

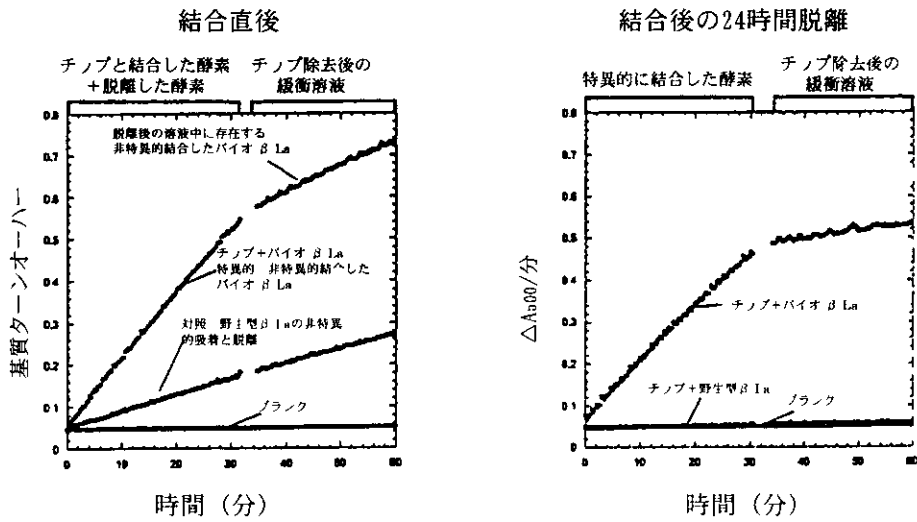


図 3 3-11 ニオヒウムでコーティングしたガラス表面において固定した酵素β-ラクタマーゼの触媒活性。チップ上と溶液中の酵素活性を測定することにより、非特異的吸着、特異的結合、および非特異的結合したβ-ラクタマーゼの脱離を高感度でモニターできる。

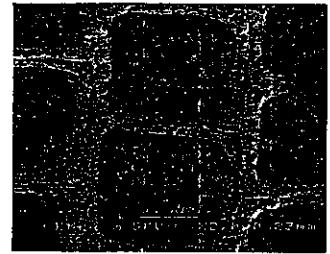
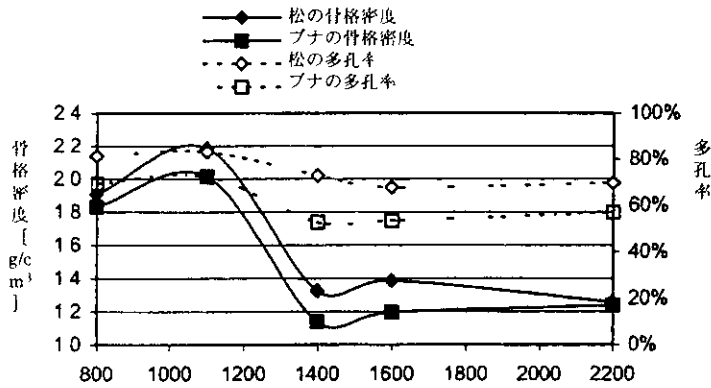
天然材料の生物学的ナノ構造の高性能セラミックスへの変換

研究パートナー High Performance Ceramics Section	企業パートナー：
---	----------

要 旨

石灰化などのプロセスによって 有機的な樹木の構造が無機的な材料に変換することは自然のなかでは良く知られている。本プロジェクトでは 炭素熱反応による人工的な手段で樹木構造を無機セラミックスに変換している。

この目的を達成するため 熱分解プロセスを通して木材を炭素鑄型に変換している。熱処理工程を制御することによって異方性のメソ多孔性 年輪パターンおよびナノ多孔性など樹木構造の主な特徴を炭素状態でそのまま残す。続く浸透段階では、 SiO_2 -ゾルをメソ多孔性炭素構造に導入する。 SiO_2 と炭素の混合物をアルゴン雰囲気中で 1600°C に加熱して 炭素熱反応を起こさせると 炭素構造は 最初の樹木構造と同一で方向性のある多孔性をもつ SiC セラミックスに変換する。セラミックス化した木材の微視的構造は SiC 形成時に起こる結晶の成長プロセスによって影響を受ける。その結果 セラミックス状態では細胞壁のナノ構造が消失することになる。



セラミックス化した松の構造 SiC



Alを浸透させた SiC (ブナ由来)



熱分解したブナに浸透した SiO_2 、ノル円柱のX線断層撮影像
(コンピュータ計算で描出した炭素部分)

細胞接着研究のためのナノパターンのある材料の作製	
研究パートナー：	企業パートナー：
Paul Scherrer Institut Dr L Tiefenauer	
Laboratory for Surface Science & Technology Dr M Textor	
要 旨 細胞接着分子または細胞反応分子の選択的分子集合に使用できるように、石英表面上に酸化チタンのナノパターンを作製する技術を開発した。作製した化学的ナノパターンは 細胞-表面相互作用の分子レベルでの理解を目的とした細胞接着研究と細胞機能研究のために使用される。ナノ複製は ウェーハ スケールでナノ構造を定義するための最適な方法であり 生物学的実験に必要な十分な量のチップを作製することができる。ナノ構造の構成はマイクロ構造よりも プロセス パラメータにかなり敏感に反応することがわかった。	

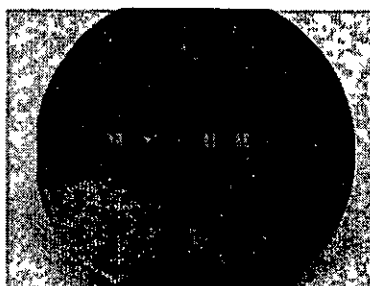


図 3 3-12 熱エンボス加工によりウェーハ全体に作製したナノ構造
レジストにエンボス加工したナノライン構造がウェーハの中央部に見える。

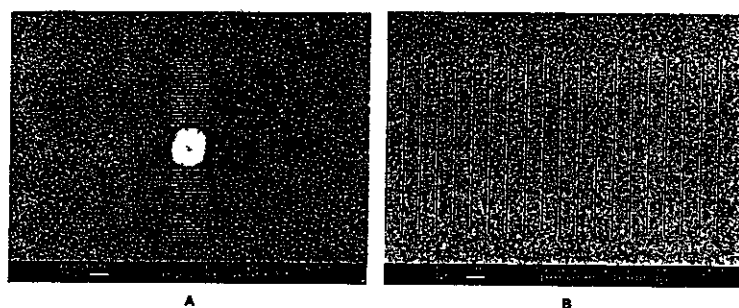


図 3 3-13 石英上の TiO₂ のナノ構造

- A: ナノバレー、連続していない等方性タイプ、縮尺バー 10 μm
 B: ナノヒル、連続していない等方性タイプ (パターン全体の一部)、縮尺バー 2 μm