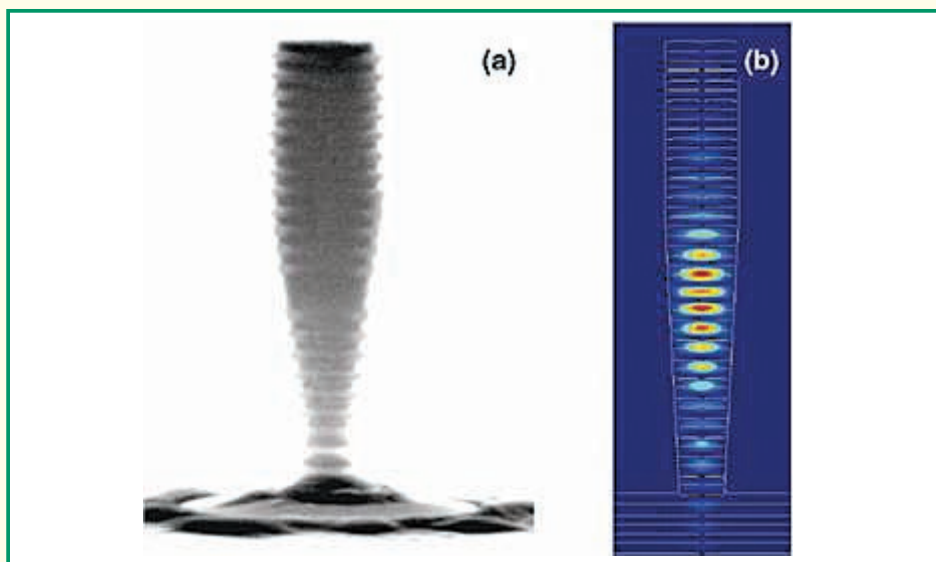


JST ニュース

VOL. 2 / NO. 8 2004 5 月号



微小柱・微小共振器中の量子ドットによる単一光子発生素子 上下2つの分布型反射鏡で構成した微小共振器
 (a) : 走査電子顕微鏡 (SEM) 画像。(頂上の直径=0.6 μ m、高さ=4.2 μ m)
 (b) : 基本モードの電界振幅強度をカラー表示。(計算値)
 国際共同研究事業「量子もつれプロジェクト」研究成果

- **Special Item** 2 国際共同研究事業 終了プロジェクト研究成果 日本—フランス「量子もつれプロジェクト」
 6 平成16事業年度科学技術振興機構予算について
- **Basic Research** 8 脳内物質オレキシンが睡眠障害を改善 9 薬物腎排泄に関わる蛋白質の発見
 10 単結晶TMR (トンネル磁気抵抗) 素子で世界最高性能を達成
 11 ナノ組織制御により液体窒素温度で世界最高の臨界電流密度を達成
 12 細胞内での分子移動 アクチン重合駆動分子モーターの発見
 13 細胞分裂が頭尾方向の非対称性を決定
 14 カオスが学習のための情報伝達を促進する
- **News** 15 「委託開発事業」における開発課題および開発企業を選定
 19 技術移転 委託開発事業 開発成功
 19 皮膚に優しく早く傷を治す創傷被覆材 20 機能性甘味料アラビノースの大量生産
 21 世界初の呼吸代謝を常時監視可能な麻酔システム
 22 医用デバイスに易滑性と血液適合性を同時に付与できるコーティング剤
 23 高い回生効率を実現した電力回生型充放電電源装置
 24 平成16年度地域科学館連携支援事業における支援企画を選定
 24 先端計測分析技術・機器開発事業 平成16年度開発課題募集
- **Topics** 25 恩賜賞・日本学士院賞受賞 安元健氏 日本学士院賞受賞 藤嶋昭氏・月田承一郎氏
 25 日本農芸化学奨励賞受賞 黒田章夫研究者
 26 日本化学会学術賞受賞 袖岡幹子研究者 26 nano tech 2004 国際ナノテクノロジー総合展に出展
- **Close Up** 27 さきがけ研究者紹介 田中秀和研究者
- **Schedule** 28 行事予定・日本科学未来館 (MeSci) 行事予定

国際共同研究事業 終了プロジェクト研究成果

日本－フランス「量子もつれプロジェクト」

研究期間：1999年1月～2003年12月



日本側代表研究者
山本 喜久

(スタンフォード大学教授/
国立情報学研究所教授)



フランス側代表研究者
Serge Haroche

(エコール・ノーマル・シュペリオール
物理学科長・教授)

プロジェクトの概要

量子力学における測定理論は、量子物理学全般において最も中心的な問題である。しかし、ごく最近に至るまでの物理学における実験は、この理論の難解で神秘的な側面に触れることなく、「波動関数の確率解釈」という量子論の側面のみで理解することが可能だった。1990年代に入ると、単一原子、単一電子、単一光子の状態を人工的に操作し、さらに複数の粒子に量子相関を持たせることが可能になってきた。これら最先端の実験では、量子測定理論の基本的な概念を避けて実験結果を理解することはできなかった。また、これらの実験技術を用いることにより、量子論の出発点というべき基本的な仮説や局所実在論と量子論の違いを直接検証することもできるようになってきた。

一方、強い量子相関を持った複数の光子、電子や原子（このような状態を量子エンタングル-Quantum Entanglement-状態という）を情報処理や通信に応用し、古典的なコンピュータや情報通信の限界を克服しようとする量子コンピュータ、量子暗号の研究が近年盛んになりつつある。

本プロジェクトでは、このような潮流の中心的概念である「量子もつれ状態」の本質を量子光学、原子物理、メソスコピック（固体）物理、核磁気共鳴（NMR）の実験技術を駆使して解明することを目的とした。また、将来の量子情報システム（量子コンピュータ、量子暗号、量子誤り訂正符号など）の中核技術となりうる技術の確立を目指した。

研究の成果の概要

本プロジェクトでは、光子、原子および原子核スピンの量子状態を操作する方法を確立することを研究目的と、スタンフォード大学（アメリカ・カリフォルニア）とエコール・ノーマル・シュペリオール（フランス・パリ）を拠点として、それぞれ独自の手法を用いてこの研究を行ってきた。

日本側における研究拠点であるスタンフォード大学では光子、電子および原子核スピンの用いた量子暗号、量子計算および量子中継に適用する量子状態である「量子ビット」の実現を目標に、単一光子の発生、半導体共振器量子電気力学（QED）、メソスコピック輸送現象および核磁気共鳴などのいくつかの分野で理論的、実験的研究を行った。この結果、5年間の研究で本プロジェクトはいくつかの突破口を実験的に実現しました。

1. 単一光子の発生

本プロジェクトは分布型反射鏡による微小柱・微小共振器を構成し、その共振器中に単一の量子ドットを組み込んだ（表紙図）。この量子ドットを光パルスによって共鳴励起して多数の電子正孔対を発生させる。このとき、量子ドット内では電子正孔対によるクーロン相互作用により、励起されたエネルギーレベルは電子正孔対の数に相当して低エネルギーにシフトして小さくなる。電子正孔対の再結合は低いエネルギーである長波長側から逐次光子を放出し、電子正孔対のエネルギーレベルは逐次大きくなり、

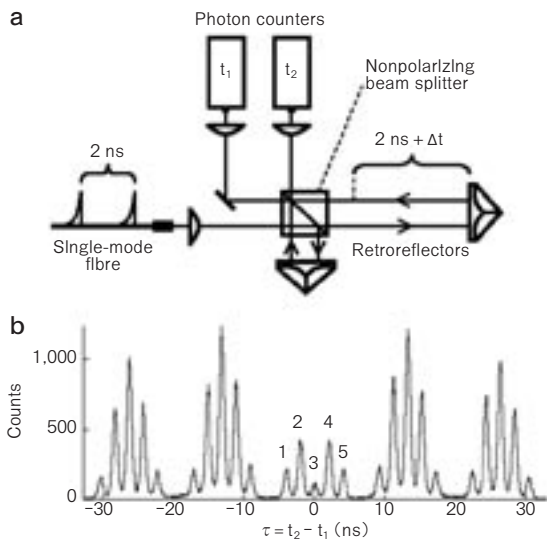


図1 2光子干渉実験

(a) : 13nsごとに、2ns離れた0あるいは1つの光子を含む2つの光パルスは、 $(2ns + \Delta t)$ の光路差を持つマイケルソン干渉計で干渉させ、2つの光子カウンターでカウントする。

(b) : 2つのカウンターの光子検出時間 t_1, t_2 における相対的な遅延時間 $\tau = t_2 - t_1$ のヒストグラムを示す。2つのパルス中の単一光子が互いに干渉する、すなわち、識別できない光子対ならば、同時に2つのカウンターで検出することは無い。 $\Delta t = 0$ (光路差2ns) におけるピーク3は2-光子干渉を示している。

最後に残った1つの電子正孔対のエネルギーレベルは最大になる。この最後のエネルギーレベルで放出された光子、すなわち、最短波長の光子を波長フィルタで選択的に取り出すことにより、励起パルス毎に必ず1個の光子を発生させることができるのである。このようにして発生させた単一光子を効率よく取り出すためには、微小共振器の構成が重要になる。

本プロジェクトは、微小共振器の特性を改善するために、フォトニクス結晶構造の共振器を新たに開発した。このフォトニクス結晶による共振器のQ値は45000以上になり、この共振器中に量子ドットを埋め込むことによって、単一光子の取り出し効率を大幅に改善できることを理論的に明らかにした。

この素子を用いた単一光子の発生の実験結果は、同一パルス内に2つの光子が存在する確率は2%未満であり、放射された単一光子波束はフーリエ変換限界を示していた。さらに、図1に示す2光子の干渉実験で、連続して生成された2つの単一光

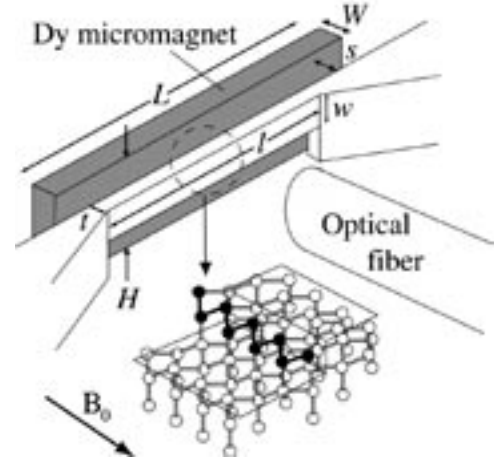


図2 全シリコン結晶格子量子コンピュータの模式図

シリコン素子(長さ $l=300\mu\text{m}$ 、幅 $w=4\mu\text{m}$ 、厚さ $t=0.25\mu\text{m}$)。シリコン素子は ^{28}Si のテラス構造のステップ端に ^{29}Si (黒球体)の原子鎖を配置する。Dy micromagnet: ディスプロジウム(Dysprosium) 微小磁石。シリコン素子からの距離 $s=2.1\mu\text{m}$ の微小磁石(長さ $L=400\mu\text{m}$ 、幅 $W=4\mu\text{m}$ 、高さ $H=10\mu\text{m}$) Optical fiberは光ポンプ用。

子の波束が量子力学的にオーバーラップする確率が0.8以上であることを確認した。これは、この素子によって発生させた光子対が「識別不能な量子粒子」と見なすことができることを意味する。すなわち、前後の2つの光子を重ね合わせたときに、互いに強い相関を持つために分離して識別することができないという「量子もつれ状態」であることを示す。このような特性を持つ単一光子を発生させることで、線形の量子光学的「テレポーテーションゲート」の実現と「ベルの不等式の違反性」を実証することができた。

さらに、この単一光子発生源を用いて、BB84プロトコルを用いた量子暗号鍵の伝送実験を行った。実験結果を図3(次頁)に示す。通常のレーザー光源を用いる従来の単一光子光パルス発生方法に比べて、伝送損失の大きな長距離で、伝送速度が高速になることを実証した。

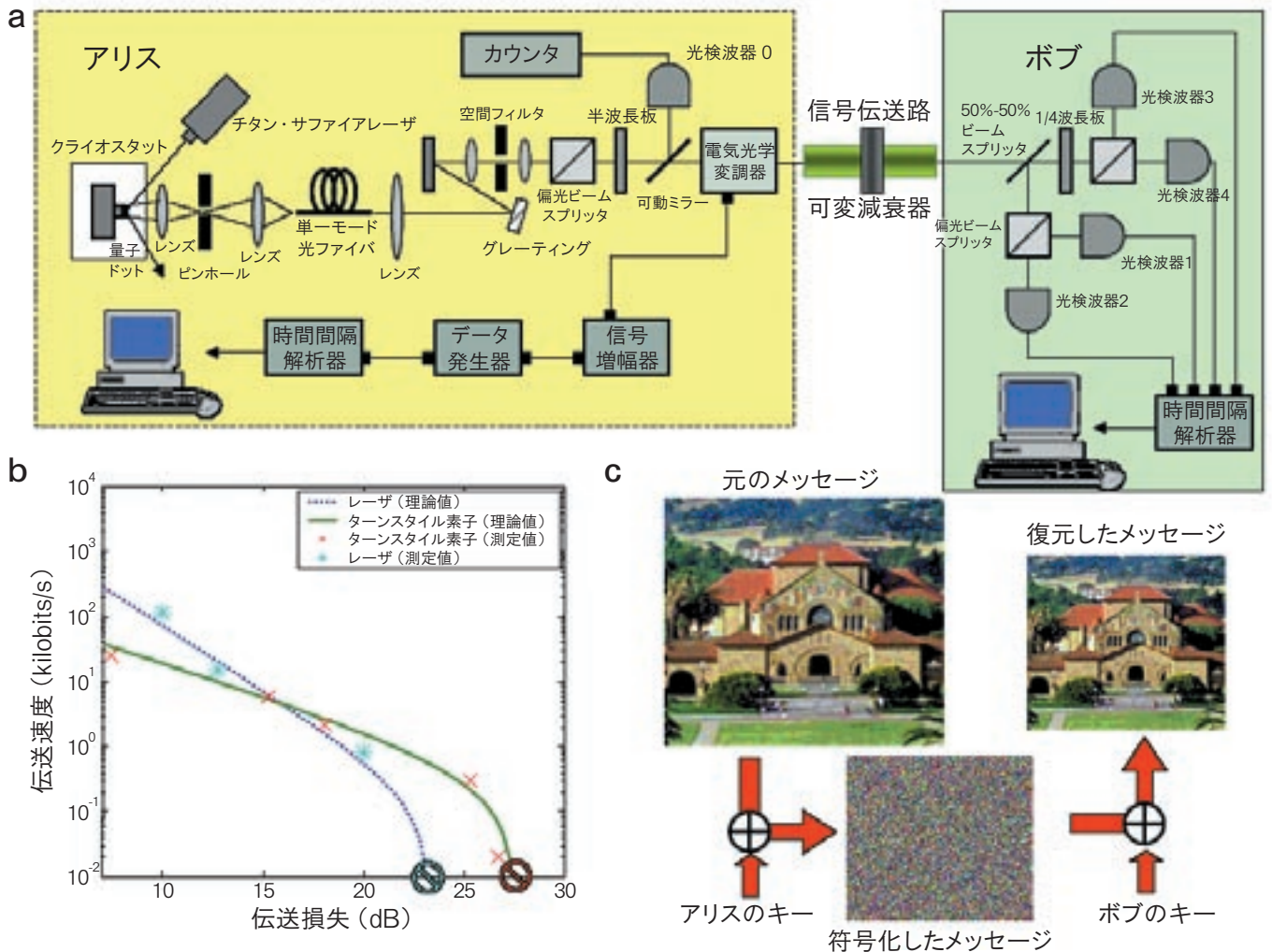


図3 BB84プロトコルによる量子暗号鍵の伝送実験

(a) 暗号鍵を伝送する実験系の構成

アリス (送信側) の暗号鍵はデータ発生器で発生させる。量子ドットで発生した単一光子のパルス列は電気光学変調器を用いて暗号鍵で変調して送信する。アリスは時間間隔解析器で符号化した暗号鍵を用いて、コンピュータでメッセージを暗号化して、別の高速回線で送信する。ボブ (受信側) では、単一光子のパルス列を光検波し、時間間隔解析器で復号化して暗号鍵を再生する。別の高速回線で受信した符号化されたメッセージ (暗号文) はコンピュータで暗号鍵を用いて復元 (平文化) する。

(b) 暗号鍵の伝送特性

(c) 伝送メッセージ

アリスは「元のメッセージ」を暗号鍵で「符号化したメッセージ」を作り、ボブに送信する。ボブは復号化した暗号鍵でメッセージを復元する。

2. 半導体共振器量子電気力学

半導体微小共振器中の量子井戸におけるエキシトンと光子との相互作用によるポラリトンの増幅およびレーザ発振の現象の観測に成功した。これはボーズ・アインシュタイン凝縮に類似した現象の観測に相当します。また、この実験結果は反転分布の無い半導体レーザの開発に繋がる。

3. 量子コンピュータ

固体結晶中の原子核スピンを量子ビットとする結晶格子・核磁気共鳴 (NMR) 量子コンピュータについて、当プロジェクトは次のことを検討した。

○固体結晶として自然界に多数存在する原子核スピンを持たない純粋な²⁸Siの階段状の結晶基盤に、原子核スピンが1/2の同位元素である²⁹Siの原子鎖を形成し、この原子鎖を量子ビットに用いる全シリコン量子コンピュータを提案した。基本的な構成を図2に示す。静磁界Bo中の微小磁石 (micromagnet) によって大きな磁化勾配を発生させる。

○²⁹Si量子ビットを初期化、すなわち原子核スピンの方向を揃えるために、光ポンピングについて検討を行った。従来の光ポンピングの手法と全く異なるランダムな電子スピンの原子を冷却する方法を見出し、初期化を可能にした。

○固体結晶中の原子核スピンの方向は、磁場の不均一性とスピン双極子相互作用によって短いデコヒーレンス時間で緩和し、一般的には100ナノ (10⁻⁷) 秒以下のデコヒーレンス時間でランダムになる。そこで、磁場の不均一性に対してはスピンエコー法の採用で、スピン双極子相互作用に対しては、図4に示すような、精巧なシーケンスパルスの設計によるデカップリングパルスの送出法で、²⁹Siのデコヒーレンス時間を室温で25秒という値にまで長くすることに成功した。この結果、量子コンピュータの計算ステップに換算して100万回に相当するデコヒーレンス時間を達成した。

○固体結晶中に配列された個々の原子核スピンへの情報の書き込み、読み出しは核磁気共鳴の周波数を変化させて行う。このためには、結晶サイズで変化する大きな磁界の勾配が必要になる。本プロジェクトでは微小磁石中に固体結晶を埋め込むことによって、均質で大きな磁化勾配が発生するこ

とを発見し、微小磁石中の量子ドットからの放出光を測定してこの効果を確認した。

展望

○単一光子の発生

フォトニクス結晶を用いた微小共振器の開発により、室温動作で高効率な単一光子および強相関を持った量子もつれ状態の光子対の発生が期待できる。この光源を用いれば、将来の光子を用いた量子情報処理の多くの実験が可能になる。特に、量子暗号伝送用の単一光子光源として最も有望な技術になると考えている。

○量子コンピュータ

全シリコン量子コンピュータにおける²⁹Siの初期化およびデコヒーレンス時間の改善技術と大きな磁化勾配の発生法は基本技術であり、量子コンピュータの実現に大きな期待が出来る。

本プロジェクトの5年間の研究成果により、量子力学の測定理論における最も本質的な概念である「量子もつれ状態」をより広く深く理解することができたことと、この研究の過程で得られた知見と新たに開発された実験技術が、将来の量子情報技術にインパクトを与えるものと期待する。

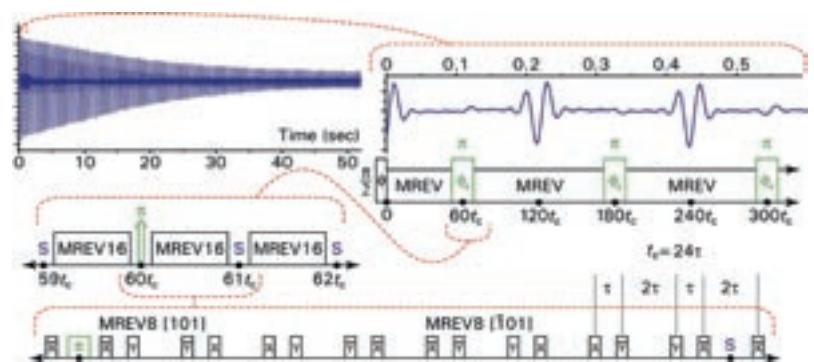


図4 CPMG-MREV-16x120シーケンス・パルス

左上：NMR応答波形、右上：拡大波形

下：MREV8基本パルスシーケンスによるMREV16パルスシーケンス

平成16事業年度科学技術振興機構予算について

独立行政法人科学技術振興機構（Japan Science and Technology Agency, 略称JST）は、旧科学技術振興事業団の業務を引き継ぎ、我が国における科学技術基本計画の中核的実施機関として平成15年10月1日に新たに発足した。現在は、中期目標・中期計画等を踏まえつつ、独立行政法人としての自発的、自立的な業務運営という特徴を活かす一方、事業の廃止、一般管理費の削減をはじめとした合理化・効率化等を行いつつ事業を実施しているところである。

国の平成16年度の科学技術振興費については、厳しい財政事情の下、我が国の発展の基盤となる科学技術の振興を図るとの観点から、総合科学技術会議による「優先順位付け（SABC）」（平成15年10月公表）の評価も踏まえて重点配分され前年度4.4%増となっている。また、科学技術関係の独立行政法人については、総合科学技術会議より提出された「平成16年度科学技術関係予算の編成に向けて（意見）」（平成15年11月）において、独立行政法人であるが故に、直ちに予算上の制約が課されることのないよう配慮することとされており、科学技術振興機構についても、競争的研究資金等の重点化が図られ、平成16事業年度（平成16年4月～平成17年3月）において総事業規模1,094億円（一般勘定991億円、文献情報提供勘定103億円）の予算が認められた。ここでは、平成16年度の事業内容と事業規模について簡単に紹介する。

1. 新技術の創出に資する研究（573億円）

（1）戦略的創造研究推進事業（463億円）

社会的・経済的ニーズを踏まえ国が定める戦略目標のもとに機構が研究領域を設定、研究課題を選定して研究者の独創性を活かした研究の推進を行う。研究領域の責任者（研究総括）に大きな裁量権を付与、柔軟・効率的な研究運営を行い、戦略目標の達成に向けた基礎研究を推進する。

（2）創造科学技術推進事業（32億円）

我が国独自の新しい科学技術の芽の創出を目指し、卓越した人物を総括責任者として、その下に組織の枠を越えて参加した研究者等による独創性に富んだ探索研究を推進する。

（3）国際共同研究事業（5億円）

海外の研究機関と共同して基礎研究を行うことにより、両国の研究活力の融合による革新的な科学技術の芽の創出や研究交流の促進などを図る。

（4）計算科学技術活用型特定研究開発推進事業（5億円）

特定研究開発分野において、高速ネットワーク等の情報基盤を利用するとともに、シミュレーション等の計算科学技術を活用する研究開発を推進する。

（5）社会技術研究推進事業（12億円※）

現実社会の諸問題の解決と新たな社会システムの構築を目指して、従来の学問領域にとらわれない幅広い分野の研究者が協力した研究を推進する。

※ 社会技術研究推進事業（公募型）予算については「1. (1)」。

（6）人道的対人地雷探知・除去技術研究開発推進（8億円）

人道的観点から、世界各地の対人地雷の探知・除去活動を支援するセンシング技術、アクセス・制御技術の研究開発を行う。

（7）革新技術開発研究事業（新規）（9.5億円）

民間等の有する革新性の高い独創的な技術シーズを育成することにより、新産業の創出を促進する。平成15年度まで文部科

学省が「独創的革新技術開発研究提案公募制度」として実施してきた制度の趣旨を維持しつつ、安全・安心で心豊かな社会の構築に関連する技術等に配慮して、事業を推進する。

（8）先端計測分析技術・機器開発（新規）（33億円）

最先端の研究ニーズに応えるため、将来の創造的・独創的な研究開発に資する先端計測分析技術・機器及びその周辺システムの研究開発を推進する。

（9）研究開発戦略機能の強化（7億円）

研究開発戦略センターに研究経験のある有識者を配置し、内外の研究開発動向や社会経済ニーズ等に関する情報の収集・分析を行い研究開発戦略を立案する。

2. 新技術の企業化開発（149億円）

（1）委託開発事業（51億円）

大学等の研究成果の実用化において、企業の開発リスクを負担することで効果的に新技術の開発を促進する。

（2）研究成果最適移転事業（12億円）

優れた成果の発掘、育成、企業化（開発）の各フェーズに対応するため、プランナーを配置するなど最適な技術移転の一貫した仕組みを構築するとともに、これを支えるサポート体制を充実させ、研究成果の迅速かつ効率的な社会還元を図る。

（3）大学発ベンチャー創出推進事業（27億円）

大学等の研究成果を基にした起業及び事業展開に必要な研究開発を推進する。

（4）技術移転支援センター事業（24億円）

知的財産推進計画（平成15年7月決定）を踏まえ、大学、公的研究機関、TLO等の研究成果の権利化・技術移転を総合的に支援する。

（5）重点地域研究開発推進事業（33億円）

大学等の研究成果の活用を促進し、経済の活性化を図るため、

8地域（北海道、宮城、石川、愛知、京都、大阪、広島、福岡）に設置した研究成果活用プラザにおいて、科学技術コーディネータによる活動や試験研究等の事業を行う。

3. 科学技術情報の流通促進（139億円）

（1）科学技術の研究開発等に関する情報の流通促進

（一般勘定：49億円）

我が国の科学技術の研究開発等に関する情報の流通を促進するため、大学・公的研究機関、研究者等に関する情報を収集し、インターネット等を活用することにより、利用者が利用しやすい形での提供等を行うとともに、科学技術情報に関する国際協力、標準化等を行う。

①研究開発活動等DB構築（6億円）

研究機関、研究者、研究課題、研究資源等の研究開発活動に関する情報、関連特許情報等を付与した技術シーズ情報、研究職等を希望する研究者の情報や産学官の研究者公募情報をデータベース化し、インターネットで提供する。

②技術者能力開発コンテンツ・失敗知識DB整備（2億円）

技術者の継続的能力開発に資するWeb学習コンテンツを開発・提供するとともに、科学技術分野における事故や失敗の事例に関する情報を収集し、事例から抽出した教訓に関するデータベースを構築し、これらをインターネットで提供する。

③バイオインフォマティクスの研究情報基盤整備（18億円）

「ポストゲノム」に対応し、ゲノム情報科学の展開に不可欠なデータベースの高機能化・標準化など、新たな産業、医療、農業の発展に資する情報科学技術の推進を図る。

④科学技術情報提供システム等（21億円）

我が国の政策立案や研究評価の基礎となるデータを提供するための研究情報基盤整備を目的として、国内外の科学技術関係資料の収集及び書誌情報の作成を行う。また、学協会等の電子ジャーナル出版を支援するシステムを開発し、運用する。

（2）科学技術に関する文献の提供（文献情報提供勘定：91億円）

科学技術文献データベース等を整備し、JOIS、STN等によるオンライン情報サービス、出版・受託サービス等を推進する。

4. 研究交流・支援（83億円）

（1）地域結集型共同研究事業（49億円）

新技術・新産業の創出に資するため、また地域COEの基盤を形成するため、地域における産学官の研究開発セクターが結集して共同研究を行う。

（2）地域研究開発促進拠点支援事業（5億円）

地域の科学技術振興のために設立されたコーディネート活動拠点の支援と、大学等の研究成果を育成して実用化につなげる

ための活動の支援を行う。

（3）戦略的国際科学技術協力推進事業（4億円）

政府間合意等に基づく重要課題に関する戦略的な国際科学技術協力を推進する目的で、外国機関と連携し、両国の研究チームによる共同研究や研究集会を開催する。

（4）国際科学技術協力基盤整備事業（3億円）

日米の最先端科学技術分野の新進研究リーダーによるFoE（Frontiers of Engineering）シンポジウム等の開催、在日外国人研究者のための外国人宿舍の運営等を行う。

（5）異分野研究者交流促進事業（0.7億円）

研究者の自由な意見交換の中から、自らの研究へのヒント或いは既存の学説にとらわれない新たな発想を生み出すため、異なる研究分野、組織の研究者等との出会いと議論の場を提供する。

（6）重点研究支援協力員派遣事業（20億円）

国研や独立行政法人研究機関に高度な知識・技術を有する協力員を派遣する。

5. 科学技術理解増進（63億円）

（1）科学技術に関する学習の支援（19億円）

文部科学省が指定する科学技術・理科教育を重点的に実施するスーパーサイエンスハイスクールに対する支援や、先進的な科学技術・理科教育用デジタル教材の開発・普及を実施し、学校における科学技術に関する学習の支援を行う。

（2）地域における科学技術理解増進活動の推進（9億円）

地域における科学技術理解増進活動を担う科学館やボランティア等の活動の支援を通じ、地域においてより効果的に活動を行うことができる環境を整備する。また、新たに青少年向けの国際科学技術コンテストに対する支援を行う。

（3）全国への科学技術情報の発信（4億円）

サイエンスチャンネルなど、波及効果の高いメディアの活用やイベントを通じ科学技術情報の発信を行う。また、先駆的な手法を用いて科学技術に関する展示手法・展示物の開発を行い、日本科学未来館や愛知万博等で活用する。これらの活動を通じて、国民に科学技術についてわかりやすく伝え、科学技術に関する理解を増進し、関心を喚起する。

（4）日本科学未来館事業（30億円）

日本科学未来館において、科学技術の理解等を増進するための情報を国内外に発信するため、各種イベントの開催、展示整備、展示開発等を行う。

脳内物質オレキシンが睡眠障害を改善 —不眠症など睡眠障害治療を切り開くか—

創造科学技術推進事業「柳沢オーファン受容体プロジェクト」の柳沢正史総括責任者（テキサス大学教授）および桜井武グループリーダー（筑波大学基礎医学系助教授）らは、オレキシンという脳内たんぱく質が、ナルコレプシーと呼ぶ睡眠障害を改善することを、マウスを用いた研究で明らかにした。

本研究ではオレキシン神経細胞欠損マウスに、新たにオレキシン遺伝子を導入し、オレキシンを作れるようにしたところ、目覚めた状態からいきなり深い睡眠に入るナルコレプシー症状が見られず、脳波の改善も得られることを発見。さらにオレキシン神経細胞欠損マウスの脳内にオレキシンを注射すると、同様にナルコレプシー症状が消え、覚醒状態が改善することを確認した。また、注射したオレキシンの覚醒作用がなくなった後、それまでよりかえって眠くなるリバウンド睡眠が見られなかった。

睡眠制御のメカニズムの根幹に関わる本研究成果は、ナルコレプシーだけでなく、日中に眠気を誘う他の睡眠障害、時差ぼけ、不眠法の治療につながり、オレキシンやその周辺物質が、一般の不眠症治療をも視野に入れた新規治療薬の開発に有力な手がかりを提供するものと期待される。本成果は、米国ハーワードヒューズ医学研究所およびテキサス大学との共同研究により得られたもので、3月15日週の米国科学アカデミー紀要「PNAS」(Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America) オンライン版で発表された。

ナルコレプシーの患者では、脳内のオレキシンが著しく欠乏していることは、以前から分かっていた。患者本人の社会的評価を下げるなど、ナルコレプシーには特有の苦しみと辛さがあり、周囲の誤解や偏見がつきまとう。また、日常的に眠い、夜間に鮮明な夢を見るため熟睡できない、あまり眠気を感じていのに、後で何をやってたのか覚えていないなどの症状がありながら、自分では病気と気付かないケースも多く、運転中などに起こる突然の睡眠発作とか夜間の不眠に悩まされるなどの症状も多い。

あらゆる生命活動は、細胞間情報伝達物質（ホルモン）が、細胞表面でアンテナの役割

をする受容体という分子に結合し、情報のやり取りで営まれる。近年、ゲノム情報から、対応する情報伝達物質が明らかでない受容体が多数見つかり、これらはオーファン（孤児）受容体と呼ばれており、これらを釣り餌に未知の情報伝達物質を発見する新しい手法が注目されている。柳沢教授らグループは、1998年に世界に先駆けてこの手法により、食欲や睡眠の制御に関連する新しい神経伝達物質オレキシンを発見した。

他にも未知のオーファン受容体遺伝子が多数見つかり、これらがどのような役割を果たしているかを突き止める研究が、柳沢オーファン受容体プロジェクトの重要なテーマのひとつとなっている。

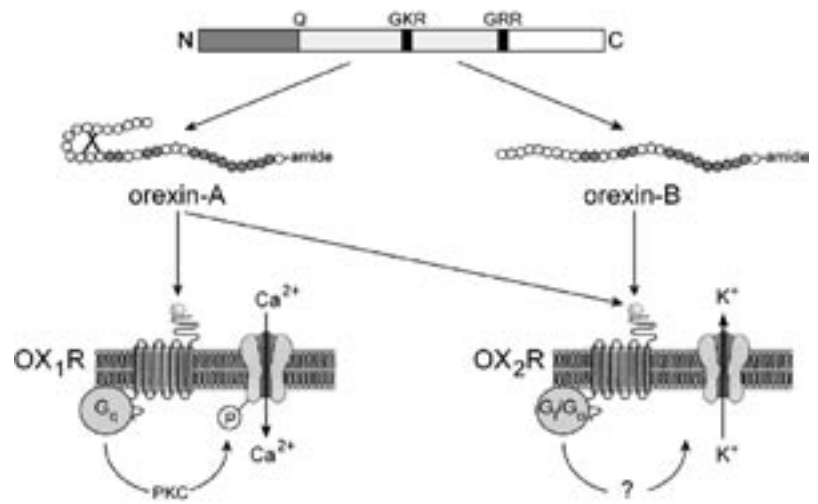


図1 オレキシン系：リガンド遺伝子と受容体

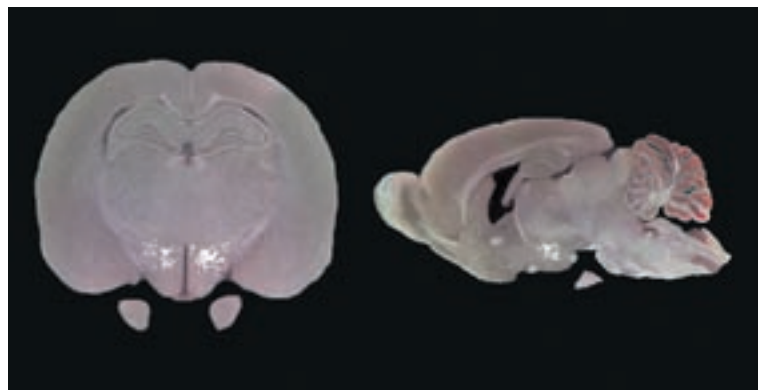


図2 マウスの脳の断面図
オレキシン産生神経細胞は外側視床下部のみに局在する（写真の白い部分）

薬物腎排泄に関わる蛋白質の発見

戦略的創造研究推進事業 個人型研究（さきがけタイプ）「情報と細胞機能」研究領域（研究総括：関谷剛男・三菱化学生命科学研究部取締役所長）での研究テーマ「有機アニオントランスポーター遺伝子群の機能解明と制がん剤デリバリーへの応用」の阿部高明研究者（東北大学医学部付属病院腎高血圧内分泌科講師）は、腎臓からの薬物排泄に重要な役割を担う遺伝子 OATP-R を発見した。

新たな腎不全治療と腎機能低下が認められる患者および薬剤性腎障害を発症した患者の薬物輸送蛋白質発現プロフィールを検討することにより、個々の患者に最適な薬剤選択や投与法を確定するオーダーメイド治療につながる成果。本成果は、米国科学アカデミー紀要「PNAS」（Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America）での発表に先立ち、3月第1週にオンライン版で公開された。

発見された遺伝子 OATP-R は腎臓だけに発現し、この遺伝子で作る蛋白質は血液から腎臓に薬物を送る輸送蛋白質で、心不全や不整脈の治療に用いられる薬物ジゴキシンの輸送蛋白質であることが明らかになった。

ジゴキシンは主に腎臓から排泄され、治療量と中毒量が極めて近く、また腎不全時にはその血中濃度のコントロールが非常に難しい。今日まで腎臓からのジゴキシンの排泄経路は、主に尿管側の多剤耐性遺伝子（MDR1）がつかさどるものと考えられていたが、その前段階として OATP-R が血液から腎臓へのジゴキシンの取り込みと血中濃度のコントロールに重要な働きをしていることが分かった。

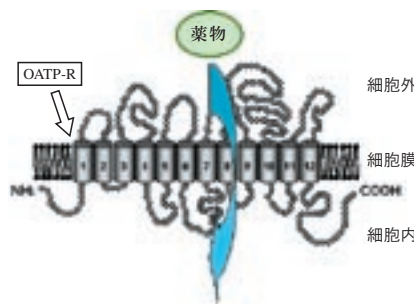


図1 遺伝子OATP-Rの構造

OATP-Rは腎臓の細胞膜を12回貫通する状態で発現し、ジゴキシンを含めた薬物を通過させる「門」の役割をはたす。

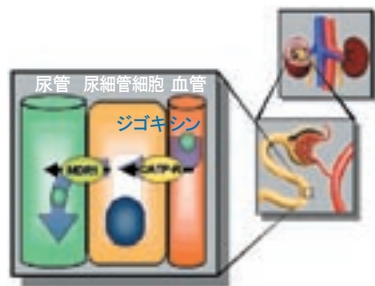


図2 腎臓の模式図

OATP-Rは、血中を流れるジゴキシンを尿管（原尿が流れている）に排出する過程の第1段階を担う。尿細管細胞に取り込まれたジゴキシンを含めた薬物は、第2段階として多剤耐性遺伝子（MDR1）により尿管に排出される。

また、腎不全モデルラットでも、多剤耐性遺伝子の発現に変化がないにもかかわらず、OATP-Rの発現に著しい低下が認められることから、OATP-Rが尿毒症物質や薬物の腎排泄を規定する重要な遺伝子であることが明らかとなった。

腎不全および腎透析を受ける患者は年々増加しており、毎年3万人以上が新たに透析を受けている。また、高齢者は腎機能の低下により薬物の体内蓄積が起こり、薬物による予期せぬ反応や副作用が現れる。特に多剤併用療法を受けている患者の場合、薬剤に起因する腎障害と蓄積性が急増している。このため腎不全など重篤な合併症を起こすことが多く早急な対策が望まれていた。

今回、OATP-Rが発見されたことにより、オーダーメイド医療が可能になると考えられるだけでなく、尿毒症物質を排除する血液浄化システムの開発、腎臓移行性を目標とした創薬のターゲットとしても有用な成果であると期待される。

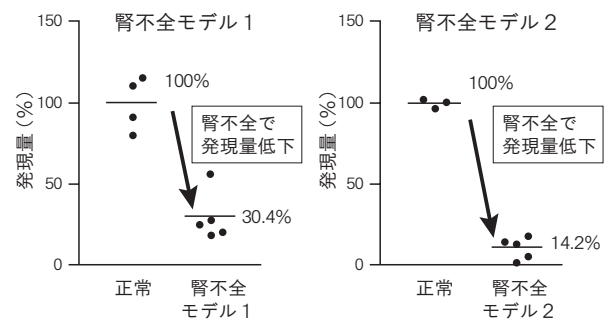


図3 腎不全モデルラットでのOATP-R発現量解析

2種類の腎不全モデル（5/6腎摘出モデル（モデル1）と抗糸球体基底膜抗体を注射した腎不全モデル（モデル2））において OATP-R の発現量は高度に低下している。

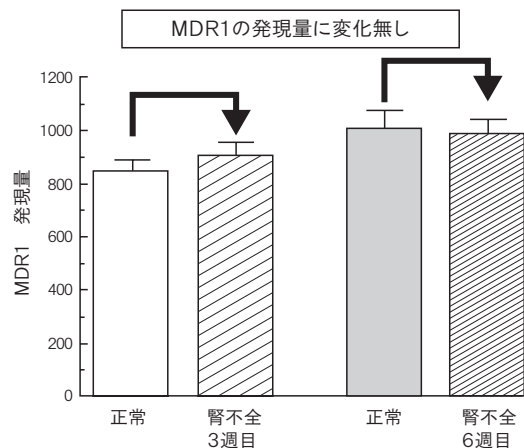


図4 腎不全モデルラット（5/6腎摘出モデル）でのMDR1発現量解析

多剤耐性遺伝子MDR1の発現量は腎不全時でも変化しない。

単結晶TMR（トンネル磁気抵抗）素子で世界最高性能を達成 —超集積MRAMの実現に道筋—

戦略的創造研究推進事業 個人型研究（さきがけタイプ）「ナノと物性」研究領域（研究総括：神谷武志・大学評価・学位授与機構教授）での研究テーマ「超Gbit-MRAMのための単結晶TMR素子の開発」の湯浅新治研究者（産業技術総合研究所エレクトロニクス研究部門スピントロニクスグループ長）は、高性能不揮発メモリとして期待されるMRAM（TMR素子を用いたコンピュータ用メモリ（図1））のキーデバイスとなる高品質の単結晶TMR素子を世界で初めて開発し、室温で磁気抵抗比88%、出力電圧380mVという世界最高の性能を達成した。これにより超高集積MRAM開発への道筋が開かれた。本成果は産業技術総合研究所との共同研究において得られたものである。

TMR素子は、強磁性金属と、それに挟まれたトンネル障壁（酸化物）で構成される（図2）。本成果は、トンネル障壁の材料に画期的な新材料とされる酸化マグネシウムを、電極材料には優れた磁気的性質を持つ鉄を用いて高品質の単結晶TMR素子（新型TMR素子）の作製に成功した。従来の酸化アルミのトンネル障壁を用いたTMR素子（従来型TMR素子）をはるかに凌駕する性能を実現した。

酸化アルミはアモルファス物質（原子配列が不規則な物質）であるため、電流が流れる際に電子が散乱されて直進しづらいという性質がある。このため、従来型TMR素子の磁気抵抗比は70%程度を上限としていた。新型TMR素子ではトンネル障壁の材料に酸化マグネシウムを用いたことにより、この限界を打破することができた。

酸化マグネシウムは単結晶であるため、電流が流れる際に電子が散乱されず直進できる。こうした場合、巨大な磁気抵抗効果が生ずることが予想されてきた。しかし、単結晶の酸化マグネシウムを用いてTMR素子を作製することは技術的に難しく、これまで高品質のTMR素子の作製に成功した例は無かった。

今回、産総研が構築した世界でも例の無い単結晶TMR素子一貫製造施設により、高品質の単結晶磁性薄膜と単結晶酸化マグネシウム層を連続積層することに成功した結果、世界最高性能を持つTMR素子の開発に成功した。

従来型TMR素子を用いたMRAMでは、出力電圧が低いため、集積度64Mbit～128Mbit程度に限

界とされている。Gbit級の超集積MRAMを実現するには400mVの出力電圧を必要とする。室温で磁気抵抗比88%、従来の2倍の出力電圧380mVを実現した新型TMR素子は、この目標値をほぼ達成し、MRAMのGbitを超える超大容量化の道を切り拓いたことになる。

今後、新型TMR素子の作製条件を工夫することでさらに大きな磁気抵抗と出力電圧の実現と、Gbit級MRAM開発のもう一つの課題である書き込み電力の低減を目指す予定である。

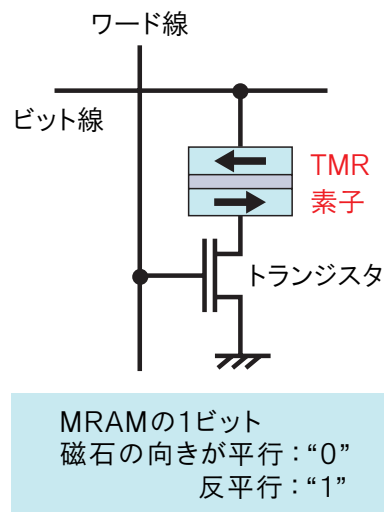
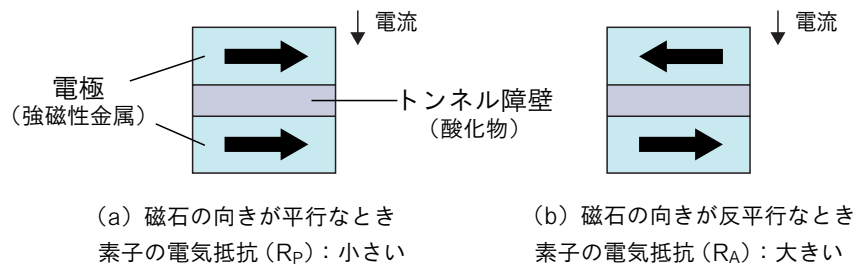


図1 MRAMの構成



$$\text{磁気抵抗比} = (R_A - R_P) \div R_P$$

図2 TMR素子の磁気抵抗効果

ナノ組織制御により液体窒素温度で世界最高の臨界電流密度を達成 — 高温超伝導体の電力・産業用途への応用に大きな進展 —

戦略的創造研究推進事業 チーム型研究 (CRESTタイプ) 「エネルギーの高度利用に向けたナノ構造材料・システムの創製」研究領域 (研究総括: 藤嶋昭・(財) 神奈川科学技術アカデミー 理事長 / 東京大学名誉教授) の研究テーマ「ナノ組織制御による高臨界電流超伝導材料の開発」(研究代表者: 松本要・京都大学大学院工学研究科助教授) において、京都大学、名古屋大学、東京大学、山形大学、(財) 電力中央研究所の研究チームは、液体窒素温度 (-196°C) で5テスラという強磁場にもかかわらず、 $20\text{万A}/\text{cm}^2$ の世界最高の臨界電流密度の実現に成功した。

これは、現在液体ヘリウム温度 (-269°C) 下で実用化されている金属系低温超伝導体の臨界電流密度に匹敵する数値を安価な液体窒素中で実現したもので、高温超伝導体の潜在力を実証し、リニアモーターカー等の電力・産業への応用を加速する大きな成果である。今回、高い臨界電流密度を達成した鍵は、ナノサイズの組織制御により効果的に導入された高温超伝

導体膜中の結晶欠陥にある。これにより強い磁場の下では臨界電流密度が低下するという従来の高温超伝導体の弱点を克服することができる。

本成果は、3月17日~19日に開催された「nano tech 2004 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議」(東京ビッグサイト) のJST展示ブースで発表された。

本研究では希土類系高温超伝導体を用いて単結晶上にc軸配向した高温超伝導薄膜を形成した。一般に高温超伝導体は、層状構造になっていることから異方性が強く、層に垂直方向をc軸、平行方向をa軸またはb軸とした時、c軸に平行に磁場Bを与えると ($B//c$) 超伝導特性が最も弱くなる。そのため高温超伝導体を磁場中で利用する際は、この方向の臨界電流密度を向上させることが最も重要となる。

今回、特別な結晶成長プロセスを利用したナノ組織制御技術を開発し、ピン止め点となる結晶欠陥を膜中に導入する方法を試みた。その結果、微細な結晶欠陥を膜中に分散させることができた。電子顕微鏡観察によると、5nmサイズのピン止め点が20~30nmの間隔で分散していることが確認された。

得られた薄膜の臨界密度を種々の条件下で測定したところ、液体窒素温度下で5テスラの磁場中において $20\text{万A}/\text{cm}^2$ という世界最高の臨界電流密度を得ることに成功した。これはイットリウム系超伝導体で得られていた磁場中臨界電流密度の3倍から20倍に達する数値である。また、この値は液体ヘリウム温度、5テスラで実用ニオブチタン超伝導線材の臨界電流密度 ($30\text{万A}/\text{cm}^2$) に匹敵し、世界で初めて実用レベルの数値が達成されたことになる。現在、日・米・欧それに中国、韓国で研究開発が進んでいるイットリウム系高温超伝導線材の作製プロセスにも十分に適応できるものである。この成果は、2010年前後に活発化が予想される高温超伝導体の電力・産業への応用への展開に大きく貢献するものと期待される。

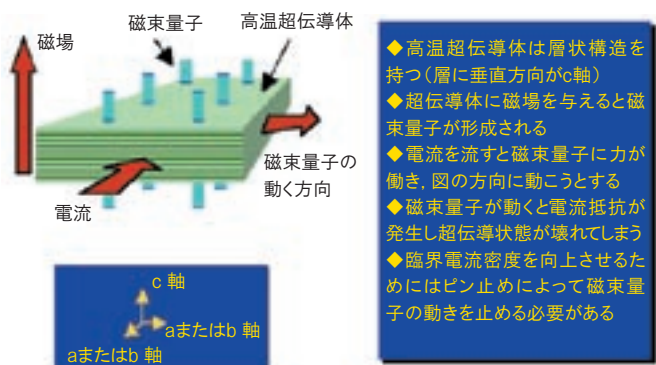


図1 高温超伝導体の構造と電流-磁場方向

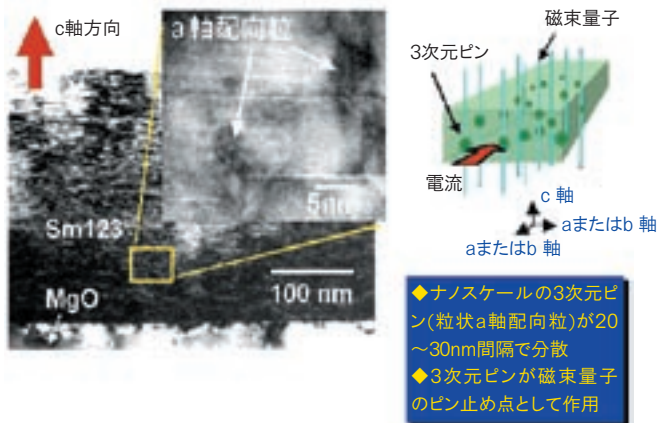


図2 ナノ組織制御による3次元APC (粒状ピン) の導入

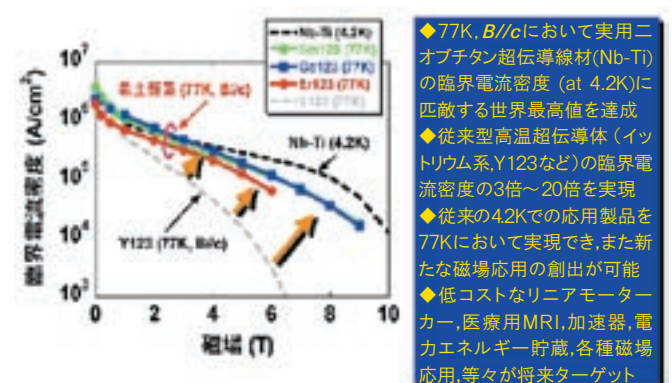


図3 希土類とナノテクで世界最高の臨界電流密度達成

細胞内での分子移動 アクチン重合駆動分子モーターの発見

戦略的創造研究推進事業 個人型研究（さがけタイプ）「認識と形成」研究領域（研究総括：江口吾朗・尚絅学園理事長）での研究テーマ「細胞運動制御の単分子スペクル法による総合的解析」の渡邊直樹研究者（京都大学大学院医学研究科助教教授）は、生きた細胞を用い細胞内の分子挙動をリアルタイムで観察できる独自に開発した「単分子スペクル法」（図1）により、アクチン線維の重合エネルギーを利用した全く新しい細胞内の分子移動機構を発見した。本成果は、3月26日発行の米科学雑誌「サイエンス」で発表された。

今回の研究成果のポイントとしては、①アクチン線維の重合エネルギーを利用した新たな分子モーターの示唆②単分子スペクル（斑、斑点）法（生きた細胞内の分子挙動のダイナミクスをCCDカメラと高精度蛍光顕微鏡を組み合わせた装置で1分子ごとに捉えるイメージング法）による、mDia1蛋白質（以下mDia1）の細胞内高速移動の観察（秒速2マイクロメートル）③mDia1は、細胞内のアクチン線維の伸長端に結合しながらアクチン重合速度に従って移動する（図2）、の3点が挙げられる。

本研究では、緑色蛍光蛋白質で標識したmDia1を生きた細胞内に導入し、それを1分子ごとに高感度蛍光顕微鏡で可視化したところ、mDia1が数十マイクロメートルの距離を、方向性をもって分子移動していることを突き止めた（図3）。mDia1の細胞内移動は、アクチンの重合、脱重合を阻害する薬剤で完全に停止したが、停止するまでの移動速度変化は、アクチン線維の伸長速度の変化と一致した。

生体内で物質を輸送し、細胞を動かす原動力発生装置として、アクチン線維を足場とするミオシンや、微小管を足場とするキネシン、ダイニンなどの分子モーターが知られているが、本研究で

はミオシンの非存在下において、mDia1が重合を続けるアクチン線維に連続的に会合するのを顕微鏡で確認した。これらの結果から、mDia1は細胞内のアクチン線維の伸長端に連続的に結合しながら、アクチン重合速度に従って移動すると考えられる。

この新たな分子移動機構の発見は、Forminファミリー蛋白質の一つであるmDia1が、アクチン重合を促進するだけでなく、アクチン重合のエネルギーを利用して、自らの分子移動を行う能力のあることを示すものである。

今回の研究は、分子全体の動きの観察では全く捉えられなかったと思われる一つ一つの分子の動きを捉える、細胞内単分子イメージング手法の画期的な成功例となった。今後の研究の発展により、発見されたアクチン重合駆動分子モーター的性質が生体のどこで、いつ利用されるのか、その詳細が明らかにされるだろう。また、同様の手法で各種の生体内現象を分子レベルで捉えること、分子標的治療薬の細胞内での直接作用評価といったことなどへの応用が期待できる。

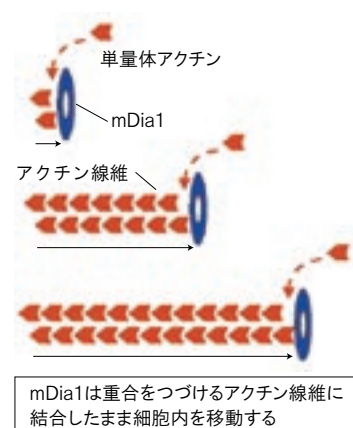


図2 mDia1の移動機構

蛍光標識蛋白質
1) 一分子ごとに観察可能な極低密度で細胞に導入。
2) 細胞骨格に結合し、自由拡散を停止したときのみ点状のスペクル像として捉えられる。

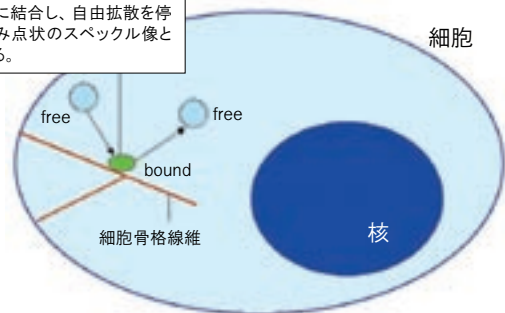
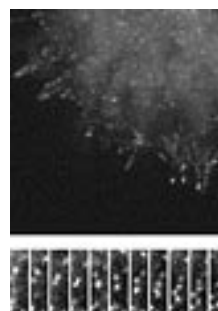


図1 単分子スペクル法

アクチン関連蛋白質の細胞内活性化（アクチン線維結合）部位と、その解離キネティクスの可視化のために開発された。



一つ一つの点状のシグナルが、1分子レベルで生きた細胞内で可視化された蛍光mDia1を表す。

図3 培養細胞内で可視化された蛍光標識mDia1の単分子スペクル画像

下図ではその細胞の一部を拡大し、0.2秒間隔で蛍光撮影画像を並べた。細胞先端（下）へ向かって、多数のmDia1分子が移動しているのが判る。

細胞分裂が頭尾方向の非対称性を決定 —臓器の再生医療に向けまた一歩前進—

戦略的創造研究推進事業 チーム型研究 (CRESTタイプ) 「生物の発生・分化・再生」研究領域 (研究総括: 堀田凱樹・情報・システム研究機構機構長) の研究テーマ「形態の非対称性が生じる機構」 (研究代表者: 濱田博司・大阪大学大学院生命機能研究科教授) の研究メンバーである大阪大学大学院生の山本正道氏、同助教授の目野主税氏らの研究グループは、体の左右非対称性を決める2つの遺伝子レフティ1 (Lefty1)、サール (Cer1) が哺乳動物の頭の位置を決定することを突き止めた。胚の初期段階で対称な位置にあった特殊な内胚葉細胞 (DVE) が、2つの遺伝子が働き始めた側に移動して頭部を形成する。哺乳動物の非対称性に関与する遺伝子の発見は、非対称な3次元構造を有し、複雑な形状を示す人間の臓器の再生医療につながる基本成果である。本成果は、3月7日付けの英国科学雑誌「ネイチャー」オンライン版で発表された。

哺乳類の初期胚内部で、対称な位置にあるDVEが片方へ移動し、移動した側に頭が形成されるという現象自体はすでに知られている。濱田研究代表者チームが、すでに明らかにした体の左右の違いを作る遺伝子が、この現象をも支配するメカニズムを、今回の成果で明らかにした。

本研究では、マウスを用いて以下の実験を行い、これまで謎であったDVEがなぜ頭側に移動するかを解く重要な知見を得た。それは①レフティ1の発現を調べたところ、DVEが移動を始める前にすでに片側に偏って発現していた。レフティ1と同様にノーダル (Nodal: 細胞ヘシグナルを入れる分泌性の蛋白質) の抑制因子として働くサールも非対称に発現していた②DVEが移動開始前のマウス胚へレフティ1やサールの機能を導入すると、DVEは導入された側へ移動した。逆にノーダルを導入すると、導入した場所とは逆の方向へ移動した③ノーダルはDVEを含む臓側内胚葉の細胞分裂を上昇させ、レフティ1やサールは逆に抑制した④レフティ1やサールを欠損したマウスでは、DVEの移動が大幅に遅れた。

以上の結果からレフティ1およびサールの非対称な発現が、細胞分裂を非対称性に抑制することにより、DVEの移動方向、引いては体の頭尾の方向を決めていることが分かった。左右の決定で重要な役割を持つレフティやノーダルが、もう一つの体の軸である頭尾軸をも決めていることになる。発生途中の細胞が移動することは、体が出来上がる過程で、様々な場所で認められているが、細胞分裂速度の違いが、移動方向を決めるというメカニズムはまだ他に例がない。

体は外見的には左右対称だが、臓器の多くは3次元的に非対称で、非常に複雑な形状をしている。このような複雑な臓器

を作るには多様な細胞を必要とし、加えて細胞集団内に方向性 (非対称性) の存在が必須である。本研究成果を進展させていくことで、体が出来上がるための基本的な仕組みの解明が期待される。さらに本研究で得られた知識は、将来の医療として注目されている再生医療、ヒトの先天的奇形の原因究明、その早期治療法の確立につながるなどが期待される。

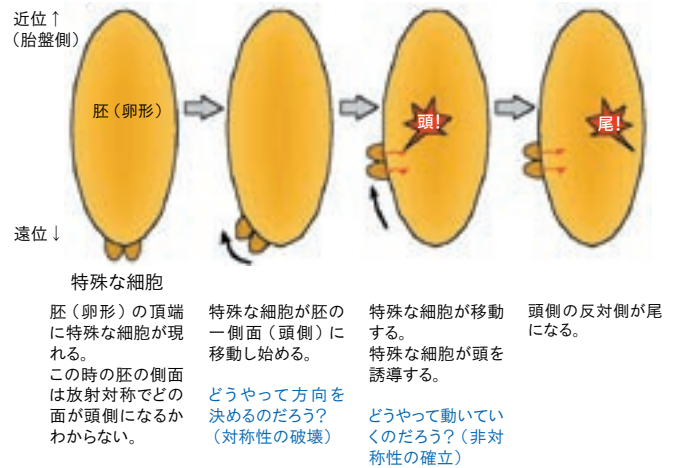


図1 頭尾の方向の決定

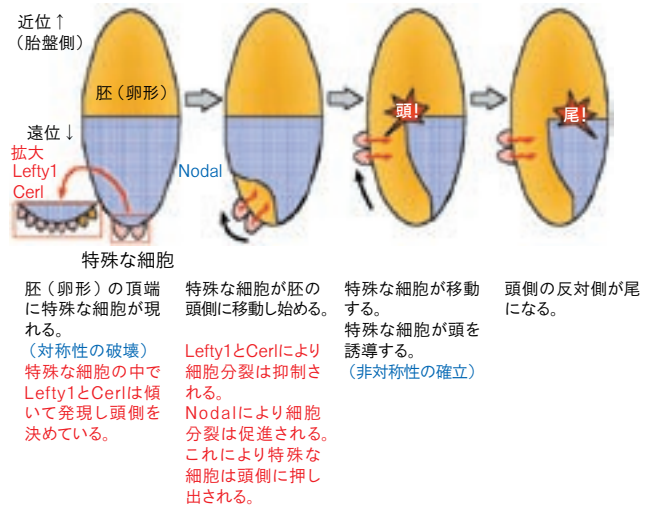


図2 <新> 頭尾の方向の決定

カオスが学習のための情報伝達を促進する —下オリブ核の電気シナプス回路の役割—

戦略的創造研究推進事業 チーム型研究 (CRESTタイプ) 「脳を創る」研究領域 (研究総括: 甘利俊一・理化学研究所脳科学総合研究センター長) の研究テーマ「メタ学習と情動コミュニケーション機構の解明」(研究代表者: 銅谷賢治・ATR脳情報研究所神経生物学研究室長) のNicolas Schweighofer 研究員らの研究グループは、神経細胞のネットワークのカオス的な発火が、小脳の学習に不可欠な情報の伝達を促進する可能性があることを明らかにした。本成果は、3月30日発行の米国科学アカデミー紀要「PNAS」(Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America) に掲載された。

小脳は、様々な運動の制御と学習に重要な役割を果たしていることが知られている。小脳の学習は、脳幹の下オリブ核から小脳プルキンエ細胞への登上線維入力を誤差信号とした教師あり学習であり、それにより身体や環境の内部モデルが小脳に獲得されると考えられている。実際、登上線維入力は運動の誤差情報を持つこと、プルキンエ細胞のシナプスは登上線維入力に応じた可塑性を持つことが実験的にも証明されている。

しかし、下オリブ核のニューロンは互いに電気シナプスで結合され、最高でも数ヘルツ程度の低い頻度でしか発火しない。一般に電気シナプスで結合されたニューロンは同期的・周期的に発火すると考えられており、そうだとすると下オリブ核ニューロンは小脳に非常に貧弱な情報しか送ることができない(図1a)。これは小脳が精巧な運動の学習に関与するという事実と矛盾する。

そこでSchweighofer 研究員らのグループは、電気シナプス結合された下オリブ核ネットワークでは時空間的なカオスが起り、それより同じ入力に対しても各試行ごとに異なるタイミング

でスパイクが生成され、複数回の試行の繰り返しにより誤差信号が正しく伝達されるのではないかと考えた(図1b)。

この仮説を検証するため、本グループはまず、これまで得られた生理学実験結果をもとに下オリブ核ニューロンの数学モデルを構築し、その複雑な電気的な振る舞いを再現した。次にこのニューロンモデルを電気シナプスで結合した下オリブ核回路モデルを構築し、電気シナプス結合が非常に強い場合は同期的な発火が起こるものの、生理学的に現実的なレベルの結合では、非同期的な発火が起こることを発見した。岐阜大学工学部の深井英和博士により、この領域ではカオスの指標であるリアプノフ指数が正になることが検証された(図2a)。

さらに研究グループは、産業技術総合研究所で行われたサルの実験データから求められた眼球運動の誤差信号を入力として、下オリブ核回路の情報伝達特性を、入出力信号の相互情報量により定量化した。電気シナプスの強度を変えて数値実験を行った結果、ネットワークにカオスが見られるのと同じ領域で、情報伝達の効率が最大化することが明らかになった(図2b)。このことは、実時間での運動制御への影響を抑えるためなるべく少ないスパイクで、誤差情報を効率よく小脳に伝えるために、下オリブ核回路のカオスが使われていることを示唆している。

旧来、ノイズやカオスは情報処理には邪魔なものと考えられて来た。近年、それらが情報伝達に有用に働く可能性は、「確率共鳴」の現象として注目され、末梢の感覚神経系ではその存在が指摘されている。今回の発見は、「カオス共鳴」が、中枢神経系の情報処理において有益に働いている可能性を初めて示したものである。

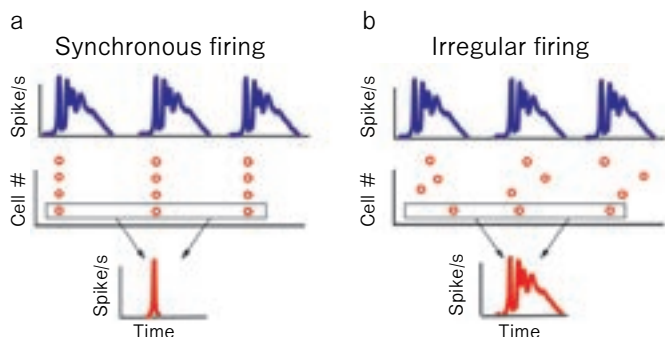


図1 下オリブ核のカオス共鳴仮説

a 電気シナプス結合されたニューロンが、入力信号に対して低頻度で周期的、同期的に応答する場合、入力信号のうち強いピーク部分しか伝達されない。

b ニューロンがカオス的、非同期的に応答すると、スパイクは入力波形の様々な部分で、入力に応じて疑似ランダム的に生成され、反復加算や空間的な加算により、元の信号がより正確に再現される。

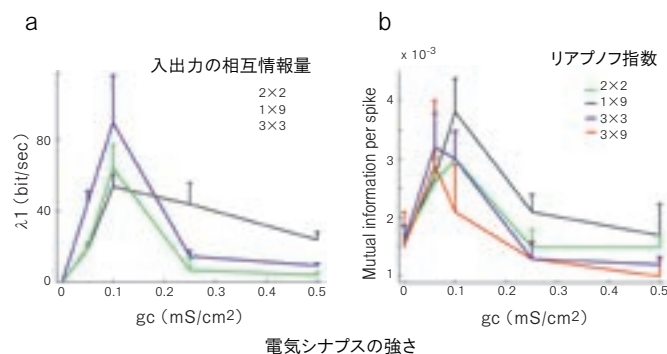


図2 カオスと情報伝達

電気シナプス強度(gc)が、生理学的に妥当なレベル($gc=0.1\text{mS/cm}^2$)では、カオスの指標であるリアプノフ指数が最大になり(a)、情報伝達(bit/spike)が最も効率よく行われる。

「委託開発事業」における開発課題および開発企業を選定

委託開発事業では、このほど開発課題及び開発企業を選定した。

委託開発事業は、国民経済上重要な科学技術に関する研究及び開発の成果であって、特に企業化が困難なものを新技術開発課題として選定し、企業等に委託して企業化開発を実施することにより、当該新技術の技術移転による企業化を促進することを目的としている。

科学技術振興審議会 技術移転部会 委託開発事業評価委員会において、技術の新規性、国民経済上の重要性、開発に伴うリスクを選考基準により審査（事前評価）し、その結果をもとに課題を選定した。

開発課題および課題内容

○ 一般枠

新技術をもとに、開発実施企業に開発費を支出し、企業化開発（以下「開発」という）が成功の場合、開発費の返済（無利子）を求め、不成功の場合は返済を求めないことで、JSTが開発のリスク負担を行って、新技術の開発を促進することを目的とする。

課 題 名	超低損失GaN系パワーデバイス
新技術の研究者	湘南工科大学工学部 教授 寺嶋 一高
委 託 企 業	古河電気工業株式会社
新 技 術 の 内 容	<p>本技術は、シリコン基板上にリン化硼素および窒化ガリウム系エピタキシャル半導体結晶を積層したパワーデバイスに関するものである。従来、シリコン系デバイスが用いられているが、性能は理論限界に達している。また、窒化ガリウムは、電力変換効率を高めることが可能だが、シリコン基板との整合性が悪く、クラックが生ずるため、実用化が困難であった。</p> <p>本技術では、シリコン基板と窒化ガリウム系素子の間に、シリコンと結合しやすかつ窒化ガリウムとも格子整合するバッファ層を設けることにより、クラックフリーの窒化ガリウム系パワーデバイスが可能となる。素子形成にあたっては、まずシリコン基板上に、バッファ層であるリン化硼素を有機金属化学堆積気相成長法で成膜し、その上に窒化ガリウムと窒化ガリウムアルミニウムのヘテロ構造を形成する。このヘテロ接合は、電子移動度および絶縁破壊電界強度が高いため、低損失かつ高耐圧のパワーデバイスができる。</p> <p>本技術による窒化ガリウム系パワーデバイスは、電力変換装置、一般電源機器、スイッチング装置等への応用が期待される。</p>

課 題 名	カーボンナノチューブを用いた熱交換器複合材料
新技術の研究者	大阪府立産業技術総合研究所 材料技術部 主任研究員 垣辻 篤
委 託 企 業	住友精密工業株式会社
新 技 術 の 内 容	<p>本技術は、熱伝導性や機械的強度等に優れた熱交換器伝熱面複合材料に関するものである。従来、熱交換器伝熱面材料を薄板加工したフィンを高密度で実装することにより熱交換特性を向上させているが、微細加工は限界にきている。また、比較的熱伝導率が高い銅などを適用する試みもあるが、重量増加や高コストとなり実用化製品としての普及には至っていない。</p> <p>本技術では、熱伝導性に優れたカーボンナノチューブを金属あるいはセラミックスと適切な条件で複合化させることにより、現在の熱交換器の伝熱面材料として多用されているアルミニウムや耐熱金属などと比較して、熱伝導性を向上させることができる。</p> <p>本技術によるカーボンナノチューブを用いた熱交換器複合材料は、小型軽量化が望まれる自動車や航空機などの熱交換器や今後大きな市場が期待されるマイクロガスタービンやコージェネレーションシステム用の高温廃熱回収用熱交換器への適用が期待される。</p>

課 題 名	炭素繊維強化アルミニウム基複合材料の製造技術
新技術の研究者	福井大学工学部 助教授 荻原 隆
委 託 企 業	サカイオーベックス株式会社
新技術の内容	<p>本技術は、ポリアクリルニトリル（PAN）系炭素繊維の表面にアルミナセラミックス膜を均一にコーティングし、その後アルミニウムを含浸させる高強度複合材料の製造に関するものである。従来は、アルミニウム含浸時に、高温のアルミニウムと炭素繊維が界面反応を起こして炭素繊維が劣化し、機械的強度が低下するという問題があるため、実用化が困難であった。</p> <p>本技術では、コーティングされたアルミナセラミックス膜が、炭素繊維とアルミニウムの接触を防止することにより、界面反応が抑止され、高強度複合材料が得られる。また、アルミナセラミックスのコーティングには、金属アルコキシド溶液に炭素繊維を浸漬する方法を用いるため、安価に製造することが可能となる。</p> <p>本技術により、軽量かつ高強度の材料が安価に製造可能となるため、自動車部品または風力、波力ブレード等への利用が期待される。</p>
課 題 名	フォトサーモダイナミックバルーンカテーテル
新技術の研究者	慶應義塾大学 理工学部 教授 荒井 恒憲
委 託 企 業	日本ライフライン株式会社
新技術の内容	<p>本技術は、血管狭窄部のバルーン拡張時に最適な温度を短時間だけ加えることにより、生体に大きな損傷を与えることなく十分な拡張を可能にするカテーテルに関するものである。狭心症や心筋梗塞等の治療では、先端にバルーンがついたカテーテルを挿入し、狭窄部でバルーンを拡張する方法等が行われているが、術後に高い確率で再狭窄を生じるため問題となっている。</p> <p>本技術では、ファイバーでカテーテル内に導入されたレーザー光により、カテーテル内を還流する造影剤を短時間照射することで、血管壁のコラーゲン成分を軟化させ滑らかに血管を拡張し、さらにその後急速に冷却するため、患部への負担の少ない拡張法となっている。</p> <p>本技術は、血管に必要な以上の大きな力学的、熱的侵襲を与えないことから、損傷が少なく、再狭窄なども殆ど起こらないと考えられ、従来の治療法に代わる新しい治療法になることが期待される。</p>
課 題 名	微小電気化学セルを利用した重金属分析装置
新技術の研究者	筑波大学 物質工学系 助教授 鈴木 博章
委 託 企 業	積水化学工業株式会社
新技術の内容	<p>本技術は、微小電気化学セルを利用した重金属分析装置に関するものである。微小な電気化学セル中に導入する試料溶液に含まれる重金属物質の電流応答を計測することにより、重金属を精度よく、迅速に計測できる。人体への有害性が高く、移動性がなく長い年月蓄積される重金属汚染は、深刻な社会問題になっている。</p> <p>本技術により、有害重金属類の同定及び定量を従来にない簡便な手法にて実現出来ることから、各種環境アセスメントへの広範な利用が期待出来る。</p>

○ 返済特例枠（中堅中小企業対象）

中堅中小企業（資本金10億円以下）を対象とし、開発費の返済条件を緩和して新技術の開発を促進することを目的とする。

課 題 名	超極細繊維を用いた低漏血性人工血管
新技術の研究者	横浜市立大学 医学部 講師 野一色 泰晴
委 託 企 業	新道繊維工業株式会社
新技術の内容	<p>本技術は、素材を生体内での安全性が認められているポリエステルから逸脱することなく、単にその形態を変化させただけで、漏血を少なくした安全性の高い人工血管に関するものである。現在、漏血防止には、ポリエステルに牛由来のコラーゲンを被覆した人工血管が使用されているが、アレルギー反応や最近のBSE（牛海綿状脳症）の発生により、安全性について懸念されている。</p> <p>本技術では、ポリエステルの通常繊維間隙に超極細繊維を絡ませることで、細胞に良好な足場を提供して、血液の凝固を促進し漏血を防止することが可能である。</p> <p>本技術による人工血管は、ウシ由来のコラーゲン被覆品に代わる安全な人工血管として、患者のQOLの向上や医療費の削減などが期待される。</p>

課 題 名	可視化遺伝子診断キット
新技術の研究者	浜松医科大学 医学部 教授 梶村 春彦
委 託 企 業	株式会社常光
新技術の内容	<p>本技術は、同一細胞上の癌特異的蛋白質と癌特異遺伝子の増幅を同時に検出する診断キットに関するものである。これまでは癌特異的蛋白質の標識を行うと二次的变化による夾雑物や変性物等の影響で癌特異遺伝子をその標本から検出するのが困難であった。</p> <p>本技術では、癌特異遺伝子の検出処理時にマイクロ波照射を行い、さらに蛍光色素を抗原とする抗体に可視域の色素を結合させた抗体を用いることで、同一細胞の癌特異的蛋白質の過剰発現と癌遺伝子の増幅を光学顕微鏡で同時に検出することが可能となる。</p> <p>本技術による遺伝子診断キットは、多くの癌に対して有効であることから、簡易で高精度な癌の診断システムとして広く利用が期待される。</p>

課 題 名	デジタルサーボ地震計
新技術の研究者	横浜市立大学 理学部 教授 木下 繁夫
委 託 企 業	株式会社東京測振
新技術の内容	<p>本技術は、扱う信号すべてをデジタル化することにより、ダイナミックレンジ（振動上限値と下限値の比率をdB単位で表したもの）を広くし、微小な地震から強大地震まで広範囲の振動を1台で計測できる地震計に関するものである。従来のアナログ式地震計では、扱う信号電圧の制限から、ダイナミックレンジには限界があった。</p> <p>本技術では、地震により揺れる振り子を振れた分サーボで微小な電流により0の位置に戻すのであるが、電流が流れた時に1をカウントし、この繰り返しにより、地震の波を数値化させることが可能となる。</p> <p>本技術による地震計は、広範囲の振動のデータ取得を1台の地震計で可能とし、地震予知などの研究に有用である各種震源情報の取得など広く利用が期待される。</p>

課 題 名	低温・高速スパッタリング成膜装置
新技術の研究者	金沢大学 工学部 教授 畑 朋延
委 託 企 業	株式会社ライク
新技術の内容	<p>本技術は、耐熱性の低いプラスチックの樹脂の基板の上に低温かつ高速で無機材料等を成膜させる装置に関するものである。耐熱性の低い材料にスパッタ成膜すると、プラズマ中の電子流とプラズマ放射エネルギーが下地材料に作用して下地温度を上昇させてしまい、70℃以下での成膜は困難であった。</p> <p>本技術では、プラズマの広がりを制限し、かつプラズマから流れ出る電子流が下地に作用しないように特殊電極を設けて吸収除去することで、放射とジュール熱による下地温度の上昇を抑制することにより、低温かつ高速での成膜を可能とするものである。</p> <p>本技術による成膜装置は、平面ディスプレイ画面表面への反射防止膜の装着の外、他の金属膜、導電性酸化膜の成膜にも広く利用が期待される。</p>

課 題 名	振動による褥瘡治療用具
新技術の研究者	金沢大学 医学部 教授 真田 弘美
委 託 企 業	マツダマイクロニクス株式会社
新技術の内容	<p>本技術は、振動を利用して継続的な虚血状態を解消することにより褥瘡の早期治癒を図る用具に関するものである。これまでは体位変換と除圧を施して血流の停滞を防止していたが、患部を治癒させることが難しい場合もあった。</p> <p>本技術では、患部に振動を与えることにより血液の環流を促進させて、圧迫によって血流が低下している状態を解消させることで、早期の褥瘡に対する治療効果が期待できる。</p> <p>本技術による褥瘡治療用具は、寝たきりの人の褥瘡の重症化を最小限にとどめるため、病院、介護施設、一般家庭まで広く利用が期待される。</p>

課 題 名	表面をゼオライト化した機能性発泡ガラスの製造技術
新技術の研究者	佐賀大学 低平地研究センター副センター長 教授 荒木 宏之
委 託 企 業	日本建設技術株式会社
新技術の内容	<p>本技術は、発泡ガラスの表面にゼオライトを担持させることにより、用途に応じて水分や重金属を吸着できる機能性発泡ガラス製造に関するものである。</p> <p>現在、リユースが難しい有色廃ガラスびんの大部分は埋立て処理が行われてきたが、近年、埋立て処分場の逼迫に伴いリサイクル用途の拡大が急務となっていた。</p> <p>本技術ではマイクロ波加熱によりガラス表面を覆ったアルカリ分の表面溶解を促し、ゼオライトあるいはゼオライト類似の吸着能を有する物質を表面に形成する。</p> <p>本技術により製造された人工ゼオライト並みの保水性・吸着能を有する機能性発泡ガラスは、環境に安全な浄化資材として海水・湖沼浄化や屋上緑化など幅広い用途への展開が期待できる。</p>

○ 返済特例枠（新規企業対象）

新規企業（設立登記後5年以内）を対象とし、開発費の返済条件を緩和して新技術の開発を促進することを目的とする。

課 題 名	薄膜抵抗内蔵マイクロ波増幅素子
新技術の研究者	電気通信大学 電子工学科 助教授 内田 和男
委 託 企 業	株式会社ナノテコ
新技術の内容	<p>本技術は、無線や携帯電話をはじめとする通信機器の小型化に対応するために、その構成部品であるマイクロ波増幅器素子に関するものである。従来製品は、電流集中による破壊を防止するための金属抵抗体をトランジスタの外部に設置しているために、機器の小型化を阻害する要因となっている。</p> <p>本技術では、イオンビームスパッタリング法によりトランジスタ上に金属抵抗体を直接積層させ素子面積の縮小化を可能とすることや、均質な抵抗膜形成によりマイクロ波増幅特性の劣化を防止できる。</p> <p>本技術による薄膜抵抗内蔵マイクロ波増幅素子は、振幅変調成分の大きい次世代デジタル無線方式で使用する各種通信機器への適用が期待される。</p>

課 題 名	テラーメイド前立腺癌ペプチドワクチン
新技術の研究者	久留米大学 医学部 教授 伊東 恭悟
委 託 企 業	株式会社グリーンペプタイト
新技術の内容	<p>本技術は、末期の前立腺癌の個々の患者に対して、最適なペプチドワクチンを診断して投与するテラーメイドの癌ペプチドワクチンに関するものである。ワクチン療法は新規治療法として待望されており、さらに、画一医療から個々人に最適なテラーメイド医療も21世紀医療として強く期待されている。</p> <p>本技術では、前立腺癌細胞に強く発現していることがわかっているペプチドワクチンの候補パネルの中から、個人に最適なペプチドを選択して投与することで、免疫細胞がそのペプチドを認識して活性化され、同じ目印（ペプチド）を持つ癌細胞を選択的に破壊することが可能である。</p> <p>本技術により、ペプチドそのものが直接的に癌細胞を攻撃することなく、自己の免疫力を高めて治療することが可能となるため、副作用も少なく、患者のQOLの向上が期待される。</p>

課 題 名	C型肝炎高周波加温治療装置
新技術の研究者	和歌山県立医科大学 名誉教授 湯川 進
委 託 企 業	医療電子精工株式会社
新技術の内容	<p>本技術は、C型肝炎ウイルスに感染した肝臓に高周波を加えて、肝臓を加温することにより、肝臓内のウイルスを排除するC型肝炎治療用の高周波加温装置に関するものである。C型肝炎の治療では、インターフェロンを中心とした薬物療法があるが、その有効率は低く、治療期間も半年から2年間を要し、また多くの副作用も伴う。</p> <p>本技術では、体外から電極により肝臓を挟み込み、高周波で非侵襲的に肝臓を加温することで、感染細胞を熱による攻撃と免疫力の活性化によってウイルスの減少・排除が期待できる。</p> <p>本技術は、薬物療法ではなく物理療法によるC型肝炎の治療法であり、非侵襲的であるため、外来による日帰り治療が可能であり、重篤な副作用も無いと考えられることから、何度でも反復治療が可能で広く病院、診療所への普及が期待される。</p>

技術移転 委託開発事業 開発成功

皮膚に優しく早く傷を治す創傷被覆材

研究者 幕内 恵三 (株)イービーシステム代表取締役(元日本原子力研究所)
吉井 文男 日本原子力研究所 高崎研究所 材料開発部次長

委託企業 ニチバン(株)(東京都文京区関口、資本金5,451百万円)

開発費 約300百万円 **開発期間** 6年6ヶ月

本技術は、水溶性高分子材料に低エネルギーの電子線を照射して高分子鎖を架橋させることにより、吸収性に富み強度に優れるハイドロゲル(線状高分子を架橋することによりできる高分子網目が、多量の水により膨潤した状態で固化した物質)剤型被覆材を製造するものである。網目構造の中に水分を保持するため、得られる製品は、創傷被覆材に必要な適度の吸水性と強度を持ち、滲出液を吸収しても溶解せず、従来品に比べ取り扱いやすくなっている。

製造は①高分子水溶液をシート上に塗布②得られたシート上の高分子水溶液に電子線を照射し、ハイドロゲル化させる③シートを巻き取り、販売単位毎に裁断し、打ち抜く④シートを梱包し、殺菌する等の工程からなる。本新技術で得られる製品の特徴として、水分を含むので、乾いた傷にも湿った環境を与えられること、透明性が高いため、貼ったまま傷口が観察でき、傷の状態に応じて被覆材の交換や処置が適切な時期にできること、滲出液を吸収しても被覆材が溶解せず、液だれしたり、傷に被覆材の一部が残留せず取扱いやすいこと、粘着性がないため、交換時に皮膚を傷めないこと等が挙げられる。

本創傷被覆材は取り扱いやすく、治療効果が高いことから真皮に達した傷、すなわち①Ⅱ度熱傷(軽度～中程度のやけど)②外傷性皮膚欠損創(擦過傷など)③採皮創(植皮のために採皮した皮膚の跡)④軽度～中程度の褥瘡(床ずれ)の治療に、従来品に代わり幅広く使用でき、治癒期間の短縮、QOL(クオリティ・オブ・ライフ)の向上に役立つことが期待できる。

傷の手当てには、これまでガーゼで覆って傷口からの滲出液を吸収して乾燥させ、かさぶたを作って治すのが良いと考えられてきた。しかし、最近は、滲出液を傷口に保持し、適度に湿った状態にしておく方が、滲出液中の傷の治りを促進させる成分が働き、治癒が早まること分かってきた。

従来技術の中で代表的な創傷被覆材であるハイドロコロイド材は、過剰な滲出液を吸収すると被覆材が溶解することや、剥がす際に被覆材の一部が傷に残ってしまう、また、乾燥した傷に対しては湿った環境にする必要がある、透

明性がないため被覆材を剥がさないと傷口の様子が観察できない等、改善要望が多くあり、これらの解決が求められていた。本新技術は、こうした要求に応えられる技術といえるものである。

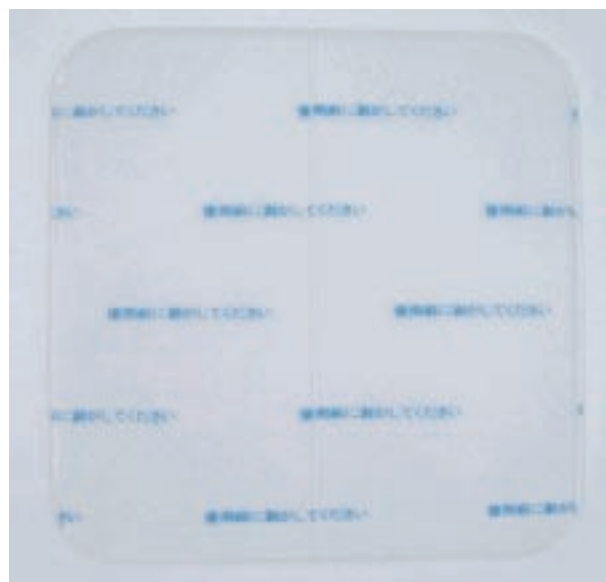


図1 開発製品

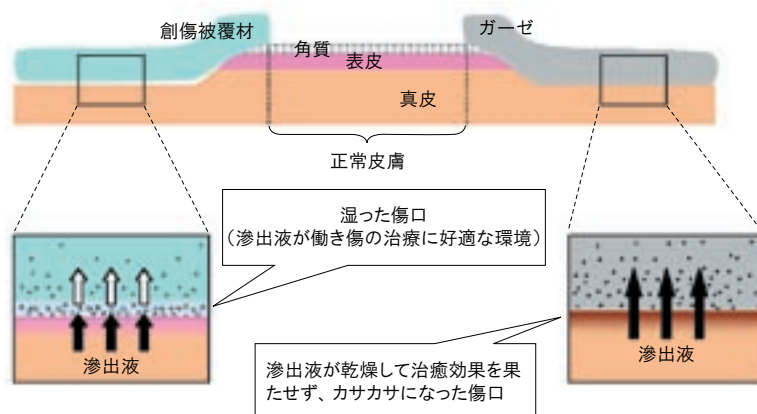


図2 湿潤環境と乾燥環境における傷の治療

技術移転 委託開発事業 開発成功

機能性甘味料アラビノースの大量生産

研究者 鹿児島大学名誉教授 (故) 檜作 進

委託企業 三和澱粉工業(株) (奈良県橿原市雲梯町、資本金500百万円)

開発費 約1,450百万円 開発期間 3年6ヶ月

とうもろこしから澱粉を製造する過程で、副産物としてとうもろこし粒の外皮(種皮)などの繊維質が多量に出るが、その用途は現状では付加価値が低く、より有効な利用が望まれてきた。その繊維質中のヘミセルロースには、アラビノキシランの形でアラビノースが多量に含まれている。これまでのアラビノース製造については、試薬用としてアラビノキシランを強酸で加水分解する方法が使われてきたが、特定の糖を選択的に切断・遊離するのが困難であり、目的以外の糖も遊離してしまうため分離・精製工程が複雑となって大量生産が困難であった。

本新技術は、とうもろこし種皮を酸分解して、アラビノースを選択性良く切断、遊離させ、さらに複数のクロマトグラフィー分離カラムで新規の糖分離法を用い連続的に抜き出し処理して大量生産を可能とした。

原理的な研究では、植物繊維に含まれる各種の多糖類の結合状態を解析し、アラビノキシランを形成するアラビノースの結合部位を、特定の条件下で酸により加水分解処理すると、選択性良く切断できることが突き止められた。これにより、これまで特定の糖を選択的に切断遊離するのが困難であった酸による加水分解法の問題を解決した。

また、酸分解で遊離したアラビノースを含む糖質の混合液からの分離精製には、複数のクロマトグラフィー分離カラムを用いて、連続的にアラビノースを分離・抜き取りが可能な新しい分離・精製法を検討し、アラビノースを効率良く分離・精製できることを明らかにした。

本新技術は、この原理をスケールアップし酸分解、脱色・不純物除去、糖分離、濃縮・結晶化からなる大量生産工程を実現し、すでに月間原料処理量100トンスケールのプラントにより量産化を確認している。

製造したアラビノースは、ヒト体内でシュクロース(砂糖)分解酵素の働きを抑制してシュクロースの消化・吸収をコントロール

する機能があり、また、アラビノース自体もシュクロースの約50%の甘味でありながら、腸管からほとんど吸収されないという性質がある。このため、糖尿病の予防や血糖値の上昇を抑える新規の機能性甘味料としての利用が期待される。それにアラビノース分離後に残存するアラビノキシロオリゴ糖、キシロオリゴ糖などには整腸作用等の機能があることから、今後、この面でも大きな需要が期待できる。

本新技術は、とうもろこしだけでなく、穀類の種皮を有効利用して、酸分解やクロマトグラフィー分離により、効率良くアラビノースを大量生産できることから今後、これらの需要にも応えていくことができる。



図1 酸分解装置



図2 分離、結晶化装置

	新技術 (L-アラビノース)	従来技術 (エリスリトール)
甘味度	砂糖の50%	砂糖の70~80%
味質	良質	特有の味質
使用形態	砂糖に2~5%混合	砂糖に25~50%混合
砂糖に対する作用	砂糖吸収量の抑制	砂糖摂取量の抑制
機能	急激な血糖値の上昇抑制	低カロリー

表1 従来製品との比較

技術移転 委託開発事業 開発成功

世界初の呼吸代謝を常時監視可能な麻酔システム

研究者 順天堂大学医学部麻酔科学講座教授 釘宮 豊城

委託企業 泉工医科工業（株）（東京都文京区本郷、資本金30百万円）

開発費 300百万円 開発期間 3年1ヶ月

従来の全身麻酔器は、患者の摂取量より多い麻酔ガスを流すのが一般的で余剰ガスは大気中に捨てていた。開発した全身麻酔器は、呼気ガス中の濃度を高精度で測定し、刻々と変わる麻酔ガス摂取量や麻酔中の呼吸代謝量を算出、監視可能なもので、目的とする麻酔深度に必要な量に近い麻酔ガスを供給する。

本新技術は、ミキシングチャンバにより、呼気の時間変化を相殺して平均的ガス濃度を計測し、同時に計測する呼吸量の流量値と合わせて麻酔ガス用に新たに考案した代謝計算式から酸素、麻酔ガスの消費体積を算出、表示して麻酔ガスの調節に必要な情報を入手できる全身麻酔システム。

ミキシングチャンバの小型化に取り組んだ結果、代謝モニターのためにミキシングチャンバやその他のガス計測部を追加したにもかかわらず、麻酔システム全体の大きさは、従来品とほぼ同程度に抑えられた。

呼吸気は、短時間のうちに変化することに加え、麻酔時に供給するガス組成、濃度が特殊であり、一般的に用いられている代謝計算式（呼吸の量と濃度のバランスから、酸素、二酸化炭素の摂取／放出体積を算出する計算式）は適用できない。このため、これまでは、麻酔中に呼吸気から代謝状態を計測することができなかった。新代謝計算式は、従来のように身体に不活性な窒素ガス濃度を計算の基準にする必要がないため、麻酔

ガスのように窒素を含まない状態でも計算を可能としたものである。このアルゴリズムの妥当性は、動物実験や実際の麻酔中の呼吸ガス濃度を用いた計算等により検証されている。

新麻酔システムの主な特徴に挙げられているのは①麻酔ガス摂取量と代謝の両面から、麻酔状態を常に把握できるため、供給する麻酔ガスの中身を必要十分な量に制御できる②全身麻酔中の身体状態を、直接的な生命活動である代謝の面から把握できるため、状態変化が容易に察知でき、麻酔時の安全性が向上する、などである。

本麻酔システムによると、大気中に廃棄される麻酔ガス量を劇的に減少させることができるため、麻酔ガスによるオゾン層の破壊も抑えられる効果が期待できる。さらに、麻酔中の安全性向上に寄与する代謝状態が容易に監視できるため、手術の際に麻酔医の負担が軽減され、将来的には麻酔の自動化などへの道を開く技術としても期待される。



図2 試作機外観

大きさは、従来の全身麻酔システムとほぼ同じ。外観上は代謝状態表示を含めた総合的な制御が可能なディスプレイが特徴的です。

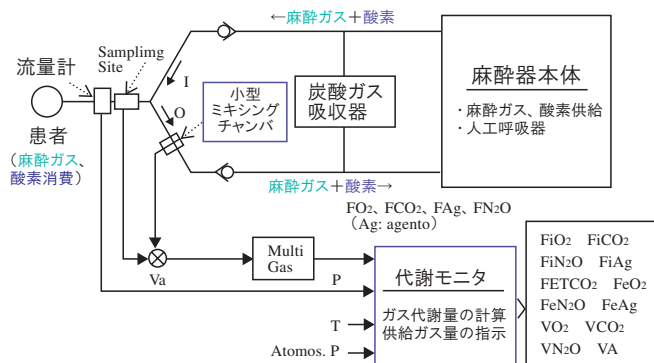


図1 新技術による麻酔システムの構成図

患者の吐息をミキシングチャンバで平均化します。代謝モニターは、測定された濃度等を用いて患者が摂取した麻酔ガスや酸素の体積を計算し表示します。麻酔医は、これらのデータから必要にして十分な麻酔ガス量を求め、供給するため、ガスの無駄がなくなります。

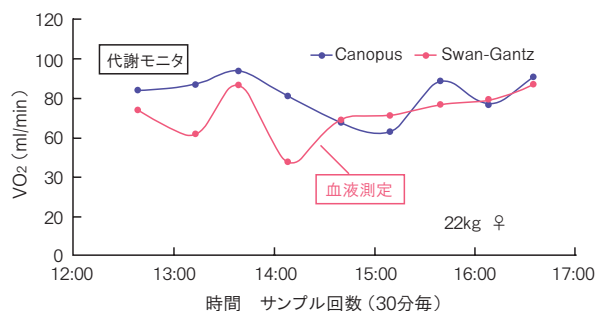


図3 酸素摂取量の算出結果

血液中の酸素量から計算される酸素摂取体積と比較しても、ほぼ同等の結果が得られることが確認されています。麻酔以外の汎用代謝モニターとしても使用可能です。

技術移転 委託開発事業 開発成功

医用デバイスに易滑性と血液適合性を同時に付与できるコーティング剤

研究者 早稲田大学理工学総合研究センター 客員教授 森 有一
 委託企業 (株)セイシン企業(東京都渋谷区千駄ヶ谷、資本金300百万円)
 開発費 約326百万円 開発期間 2年6ヶ月

本新技術は、医用デバイス表面に易滑性と血液適合性を同時に与えられるポリテトラフルオロエチレン (PTFE) とエチレン-アクリル酸共重合体 (EAA) との複合微粒子からなるコーティング剤に関するものである。

外科手術は、患者に多大の苦痛を与え、治療期間も長いことから、近年、カテーテル等を血管に挿入し、局所的な治療を施すインターベンション治療が大きな注目を集めている。この治療には、カテーテル、ガイドワイヤー、ステント等の血管関連医用デバイスが使用されている。いずれも疼痛、癒着、感染等の生体組織の損傷を軽減するため、表面特性として生体内に容易に挿入できるように、低摩擦性(易滑性)があることと、長期に生体内留置する場合、血栓等の生体成分の付着を抑制できる抗血栓性(血液適合性)が求められている。

しかし、これまで医用デバイス表面に易滑性と血液適合性を与える方法は、それぞれ個別に開発されてきたため、適用可能な医用デバイスに制限があるという問題を有している。これらの問題を解決するには、易滑性と血液適合性を同時に与えられる血管関連医用デバイスの新しい表面処理法が求められていた。

複合微粒子剤の調整法は、いわゆるケミカル粉砕法を応用して、PTFEを取り込んだ複合微粒子を生成し、イソプロピルアルコールなどにこの複合微粒子を分散させて安定したコーティング剤が得られる。この様にして得られたコーティング剤は、ディッピング法などの一般的な塗布技術により、医用デバイス表面に容易に均一なコーティングが可能であり、コーティング後の加熱処理により、PTFE微粒子が膜表面に移行し、医用デバイス

表面に易滑性を与えると共に、PTFE/EAAの形成膜が高い血液適合性を発揮する。

また、EAAは接着性に優れるため、医用デバイス表面にPTFE微粒子を強固に固定する役割を果たす。すでに動物実験を含めて、最適な複合微粒子サイズやその割合などに関する基本条件は明確となっており、易滑性と血液適合性についても満足すべき結果を得ている。

本技術によると、容易に優れた易滑性および血液適合性が得られることから、医療技術として、その将来が大きく期待できる医用技術である。

今後は医療デバイスメーカーと協力することにより、臨床への実用化に向けた安全試験の実施、治験としての臨床データの蓄積を行い、効果と安全性を確認することによって、医療用具の製造業界に広く利用されることが期待できる。

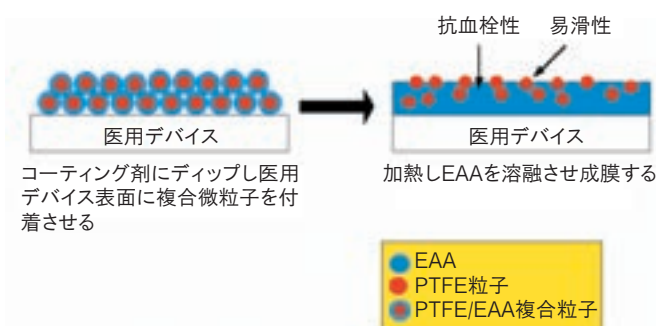


図2 コーティング方法とコーティング層の模式図

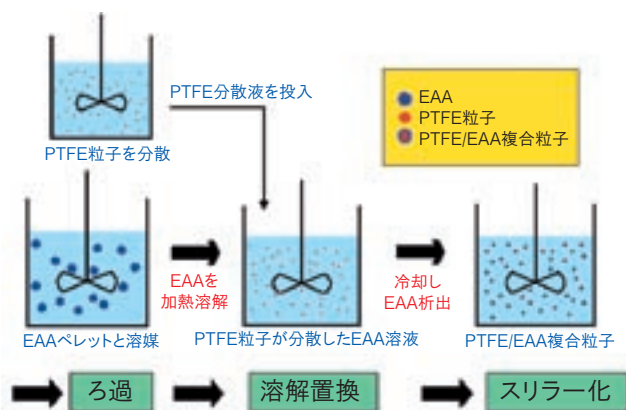


図1 複合微粒子の製造方法

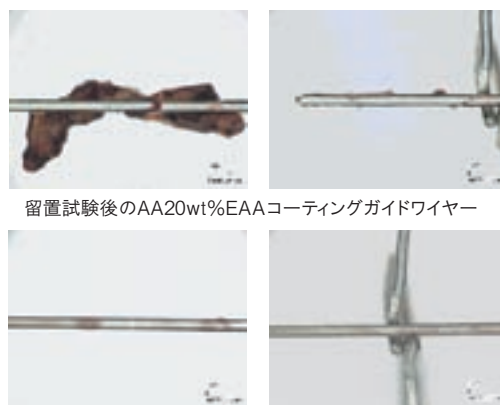


図3 抗血栓性試験結果(麻酔下成犬5時間留置後)

技術移転 委託開発事業 開発成功

高い回生効率を実現した電力回生型充放電電源装置

研究者 東洋大学工学部 教授 柏木 邦宏
 委託企業 (株)千代田(埼玉県蕨市錦町、資本金140百万円)
 開発費 約119百万円 開発期間 2年6ヶ月

本新技術は、二次電池の開発、製造、検査等で使用される電力回生(二次電池に蓄えた電力を商用電源に送り返すこと)型充放電電源装置に関するものである。

充電することにより、繰り返し使用できる二次電池の製造工程や製品評価試験等では充放電試験を行うが、この際、二次電池に充電された電力を有効に再利用するため、電力回生型充放電電源装置が使用される。従来技術では、電力の伝送が単方向であるため、充電時には充電装置を、放電時には放電装置を個別に必要となっていた。また、放電時に二次電池の電圧が低くなると、電源電圧まで昇圧するのが困難であり、別途にバイアス電源を用いて二次電池の電圧を昇圧するか、または熱として放電抵抗器で大気へ放出させるため、装置の大型化が余儀なくされると共に、放電時の電力回生でバイアス電源を要し、回生効率も40%と低く無駄にエネルギーが消費されていた。こうしたことから回生効率の向上、コンパクト化さらには高精度化を実現した電力回生型充放電電源装置が強く求められていた。

本新技術では、電力の正逆双方向伝送を可能とするPPM(パルス位相変調)方式を採用したことにより、二次電池の充電回路と放電回路を一体化し、装置のコンパクト化を可能とした。

また、コンバータの高周波数化やPPM制御の特徴を活かした±制御により、バイアス電源を不要とし、高回生効率化を実現した。こうした技術的特徴により、従来技術の回生効率を2倍

以上大幅に上回る85%以上の高回生率化を可能とすると共に、高精度化、コンパクト化を実現した。

本開発の結果、二次電池の製造工程や評価試験で使用する回生型充放電電源装置だけでなく、高速充放電切り替えを可能としたことにより、電気自動車用の大容量型二次電池の走行シミュレータへの利用が可能となった。

本新技術による電力回生型充放電電源装置は、モバイル社会、高度エネルギー社会を担う二次電池関連業界で、省エネルギー化に向け広い利用が期待できる。

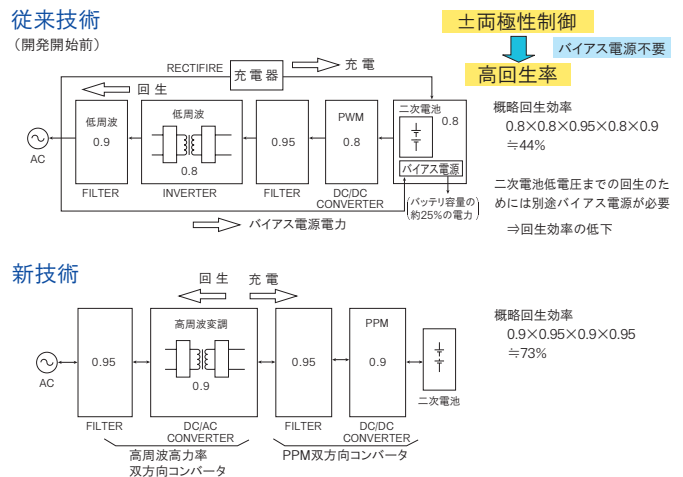


図2 新技術の特長2

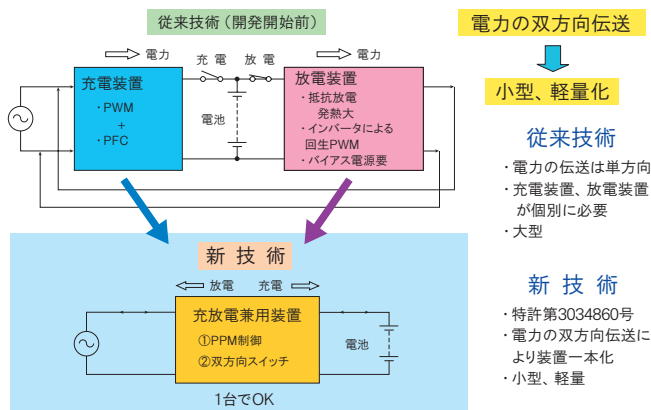


図1 新技術の特長1

開発した装置の外観



主な特長(目標値)

- ・大容量 80kw
- ・高回生効率 80%以上
- ・小型 W1100×H2269×D1200
- ・高精度 設定精度±0.1%
- ・高速充電⇄放電切替 10ms以内

HEVの走行種シミュレータとしての機能

図3 開発製品

平成16年度地域科学館連携支援事業における支援企画を選定

地域科学館連携支援事業では、平成16年度の支援企画を14件選定した。

平成13年度より行っている本事業は、地域の科学館と学校が共同で企画する「実験学習指導」「野外観察」「出前授業」「巡回科学展示」などの実施に必要な機器や展示物を整備することにより、地域ごとに特色ある科学技術や理科に関する教育普及活動の推進および地域の科学館と学校教育機関との連携の充実を図るものである。具体的な支援内容は、①企画実施に必要な機器を貸与する②必要な展示物等の開発費を支援し、成果物を貸与する③企画実施に必要な当年度運用費や消耗品等を支援することである。

平成16年度では実施企画を全国各地の科学館に募集したところ、28件の応募があり、3月1日に開催した「科学館活動支援委員会」の選考結果を踏まえ、支援企画を選定した。

平成16年度支援を行う企画では、複数の科学館が連携し、県内の小中学校と環境学習を進めるものや、可搬型電子顕微鏡を使った出前教室でミクロの世界を探検するなどの取り組みが行われる。また、海岸から遠い山間部の児童・生徒に海洋生物や貝類の調査を含む自然観察実践を行うなど、各地域科学館の特色ある企画が採択された。



地域科学館連携支援事業 活動の様子

採択企画一覧

企画名称	科学館名	連携数
スターライトキャラバン2004	りくべつ宇宙地球科学館	小学校4 中学校1
ロボットまるごと体験学習	盛岡市子ども科学館	小学校3 中学校3
「地域別環境指標」による環境学習の連携と推進	仙台市科学館	小学校5 中学校5
環境にやさしいエネルギー教室～風のエネルギーを学ぼう～	大洗わくわく科学館	中学校2
高原山自然探検隊	栃木県立博物館	小学校4
耳をたよりに環境を調べよう：地域の生物音声辞書活用立体録音誌の作成	千葉県立中央博物館	小学校2
「出張ラボラトリー—電子顕微鏡でミクロの世界を見てみよう—」	科学技術館	小学校1 中学校1 高校2
太陽系シミュレータを利用した天文学習	伊勢原市立子ども科学館	小学校10 中学校4
ぼくらの地球とぼくらのまちの環境学習	岐阜県先端科学技術体験センター	科学館4 小学校15 中学校12
ミクロの世界を体験しよう	大阪市立自然史博物館	中学校4
郷土の化石大探検!キシワダワニとモササウルスを科学しよう!!	きしわだ自然資料館	小学校3 中学校3 高校2
学び舎再発見『プチ植物図鑑』をつくらう	兵庫県立人と自然の博物館	高校3
「知ってる?萩の海のこと」	萩市郷土博物館	中学校2
屋久島から学ぶ—自然環境教育用の教材の制作と活用	屋久町立屋久杉自然館	小学校2 中学校2 高校1
計 14件		

先端計測分析技術・機器開発事業 平成16年度開発課題募集

先端計測分析技術・機器開発事業では、平成16年度開発課題の募集を行っております。

本事業は平成16年度より新たに開始するもので、最先端の研究ニーズに応えるため、将来の創造的・独創的な研究開発に資する先端計測分析技術・機器の開発を推進します。先端計測分析機器開発事業（機器開発プログラム）と、先端計測分析技術・手法開発事業（要素技術プログラム）の2つの事業として実施致します。

●各プログラムの概要

(1) 先端計測分析機器開発事業（機器開発プログラム）
産と学・官の各機関が密接に連携して開発チームを編成し、チームリーダーの強力なリーダーシップのもと、要素技術開発から応用開発、プロトタイプによる実証までを一貫して実施することによって、最先端の研究ニーズに応えられるような計測分析・機器の開発を行うことを目的としています。

(2) 先端計測分析技術・手法開発事業（要素技術プログラム）
最先端の研究活動を通じて産まれたニーズや独創的な発想をもとに、将来機器開発につながるような新規性のある独創的な計測分析技術・手法の開発を行うことを目的としています。

●開発費や開発期間等

各プログラム共、計画に基づいて最も適切な開発期間及び開発費を申請していただけます。

公募締切 平成16年5月24日（月）（当日消印有効）

問い合わせ先 戦略的創造事業本部 先端計測技術推進室
〒332-0012 埼玉県川口市本町4-1-8 川口センタービル14階
Tel 048-226-5648 Fax 048-226-5666

E-mail sentan@jst.go.jp

詳細はホームページ<http://www.jst.go.jp/sentan/boshuu.html>をご参照下さい。

恩賜賞・日本学士院賞受賞 安元 健氏 日本学士院賞受賞 藤嶋 昭氏・月田 承一郎氏

沖縄県地域結集型共同研究事業 研究課題「亜熱帯生物資源の高度利用技術の開発」研究統括の安元健・(財)日本食品分析センター多摩研究所学術顧問／東北大学名誉教授、戦略的創造研究推進事業 チーム型研究「エネルギーの高度利用に向けたナノ構造材料・システムの創製」研究領域の研究総括およびプレベンチャー事業「ダイヤモンド電極による生体成分分析装置」チームリーダーの藤嶋昭・(財)神奈川科学技術アカデミー理事長／東京大学名誉教授、戦略的創造研究推進事業 継続研究「微小管ネットワークの動的制御機構の解析」研究代表者の月田承一郎・京都大学大学院医学研究科教授が、学術上特に優れた論文・著書、研究業績を顕彰する2004年度の日本学士院賞を受賞した(安元氏は恩賜賞も併せて受賞)。

安元氏の受賞対象研究は「海洋生物毒の化学とそれらの毒物の海洋生態系における動態解析」。1970年代以降、各種海洋生物毒の複雑な化学構造を明らかにするとともに、それら毒物の海洋生態系における動態の解析を広範に展開し、魚介類が食物連鎖を通じて、海洋中で二次的に毒化する機構を解明する上で、多大な貢献をした。その過程で、フグの肝臓や卵巣に含まれる猛毒成分、テトロドトキシンの起源が、フグ自身ではなく、海洋中に生息するバクテリアにあることをも確認している。

藤嶋氏の受賞対象研究は「半導体光触媒反応の研究」。酸化チタン半導体を用いる水の光分解を達成し、その原理に基づく半導体光触媒反応について基礎から応用まで集中的研究を



安元 健氏



藤嶋 昭氏



月田 承一郎氏

を行い、これを画期的に発展させ実用化に至らしめた。すなわち酸化チタンを表面に固定した材料の酸化力による大気中の有害物質の除去、また超親水性を利用したセルフクリーニング等防汚、消臭、抗菌等特別なエネルギーを加えることなく浄化を行う方式として環境保全の上から重要な貢献を行った。

月田氏の受賞対象研究は「上皮細胞間バリアーの分子基盤の解明」。多細胞生物の体は、上皮細胞シートにより囲まれると同時に、上皮細胞シートによりいくつもの機能単位に分けられている。多細胞生物が生存するためには、上皮内の隣り合う細胞間を通る物質の移動が制限されなければならない。月田氏は、この上皮細胞間バリアーを直接担う細胞間接着分子クローディン及びその遺伝子ファミリーを世界に先駆けて同定して、上皮のバリアー機能の分子的基盤を解明した。月田氏の研究は医学及び生物学の分野に全く新しい研究領域を開くものとして高く評価されている。

授賞式は6月中旬、東京・上野の日本学士院会館で行われる。

日本農芸化学奨励賞受賞 戦略的創造研究推進事業 黒田章夫研究者

戦略的創造研究推進事業 個人型研究(さきがけタイプ)「変換と制御」研究領域(研究総括:合志陽一・国立環境研究所理事長)の黒田章夫研究者(広島大学大学院先端物質科学研究科助教授、研究課題「微生物によるリン酸ポリマー蓄積機構の解明と利用」)が、日本農芸化学奨励賞を受賞した。授賞式と受賞講演は3月28日、2004年度日本農芸化学会大会(広島国際会議場)で行われた。

日本農芸化学奨励賞は、農芸化学の進歩に寄与する優れた研究をなし、なお将来の発展を期待し得る新進気鋭の研究者に対して贈られるものである。黒田研究者は微生物のポリリン酸(リンが重合した化合物)に関して優れた研究を行い、農芸化学の進歩に寄与したことが高く評価され、この度の受賞となった。

リンは貴重な資源であると共に、水域の富栄養化の原因とも

なる。黒田研究者は、ポリリン酸の代謝制御機構とその生理作用を解明し、ポリリン酸量が向上した新しいリン蓄積微生物の開発を行い、この開発によって土壌や水圏のリン循環を活発化させ、貴重なリン資源の有効利用と環境保全を目指す研究を進めている。これまでのポリリン酸の生理作用の解明は米国科学雑誌サイエンスのperspective欄で取り上げられている。また、リン蓄積微生物のスクリーニング法であるX-リン酸法を確立し、それを利用して改良菌を作り出すことに成功した。さらに、ポリリン酸をエネルギーの基質として利用するグルコキナーゼの発見や、新しいATP増幅反応の確立などの業績を挙げている。



日本化学会学術賞受賞 — 戦略的創造研究推進事業 袖岡 幹子研究者 —

戦略的創造研究推進事業 個人型研究（さきがけタイプ）「合成と制御」研究領域（研究総括：村井眞二・JST研究開発戦略センター上席フェロー）の袖岡幹子研究者（東北大学多元物質科学研究所教授、研究課題「配位子としての水の特性を生かした触媒反応」）が、日本化学会学術賞を受賞し、日本化学会第84春季年会（関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス）において3月27日に表彰式が行われた。同賞は、化学の基礎または応用のそれぞれの部門において先導的開拓的な研究業績をあげた研究者に贈られるものである。

今回の賞は、パラジウムエノラートを鍵とする不斉触媒反応の開発に関する研究業績に対して贈られた。エノラートの化学は、どの有機化学の教科書にもかならず載っている基本的な反応であるが、通常はアルカリ金属エノラートなどが用いられ、強塩基性条件下で行う反応である。同氏は、遷移金属エノラートに着目して研究を行い、キラルなパラジウムエノラートを中性または酸性条件下で生成させる新しい触媒の開発に成功した。本触媒

を用いて、アルデヒド、イミン、エノン、フッ素化剤など、さまざまな求電子剤とエノラートとの高効率で高選択的な不斉反応を実現した。

同氏は現在「さきがけ研究」において、本触媒系を用いた新規反応開発と、その生物活性物質合成への応用研究に取り組んでおり、今後のさらなる発展が期待される。

なお、同領域の岩本武明研究者、忍久保洋研究者、松田建児研究者の3名が同年会において日本化学会進歩賞を受賞している。

■日本化学会ホームページ：<http://www.chemistry.or.jp/>

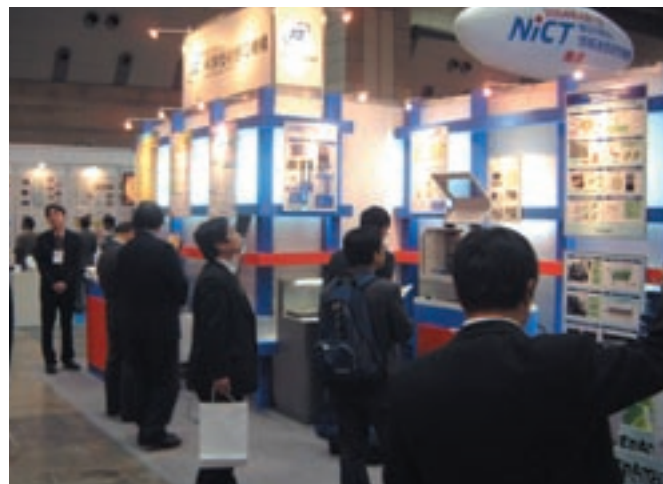


nano tech 2004 国際ナノテクノロジー総合展に出展

3月17日（水）から19日（金）までの3日間、東京ビッグサイトにおいて「nano tech 2004 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議」（主催：nano tech実行委員会、共催：新エネルギー・産業技術総合開発機構）が開催された。3回目を迎えた本イベントは、日本におけるナノテクノロジーの研究・開発の急激な進歩により、国内から198の企業・団体、海外からも欧米、韓国、中国、オーストラリアなど18カ国・地域から62の企業・団体が出展、世界最大規模のナノテク総合展となり、3日間での来場者が32,475名という盛況ぶりだった。

昨年度に引き続き2回目の出展となるJSTは、戦略的創造研究推進事業 大津局在フォトプロジェクト（総括責任者：大津元一・東京工業大学大学院総合理工学研究科教授）の「21世紀を担うナノフォトニクス～光加工、デバイス、システムのパラダイムシフト～」、重点地域研究開発推進事業 研究成果活用プラザ大阪の育成研究採択課題「発現特化型cDNAマイクロアレイ作製技術の実用化」（研究者：野島博・大阪大学微生物病研究所教授）などナノテク分野の研究成果をパネル、試作品、

配布資料等で紹介。また、研究開発支援総合ディレクトリデータベース（ReaD）のデモを行い、研究開発活動における情報面でのサポートも紹介した。



さがし研究

田中 秀和 (たなか ひでかず)

研究領域 「ナノと物性」

研究期間 平成13年12月1日～平成16年11月30日

研究課題 ナノスケール機能調和人工格子による
強相関電子デバイスの創成

所 属 大阪大学 産業科学研究所
極微プロセス研究分野 助教授



■ 遷移金属酸化物と強相関電子デバイス

遷移金属酸化物は、強磁性、超巨大磁気抵抗等の多彩な物性（強相関電子物性）が室温以上で発現するおもしろい物質である。強い電子相関のため、電子濃度、圧力、温度のわずかな変化で系のバランスが崩れ、その物性が非常に大きく変化するのがその特徴である。

強相関電子デバイスは、電場や光などの外場に応答する遷移金属酸化物と、強磁性などの電子のスピンを反映した物性を示す遷移金属酸化物をナノスケールで組み合わせて作製する。これまでの人工格子の研究により、強相関電子の相互作用のおよぶ距離は十ナノメートル以下であろうと考えられている。すなわち、強相関電子の相互作用を制御するデバイスを実現するためには、ナノスケールの精度で制御された構造の作製が不可欠なのである。

本研究では、スピン物性を示す遷移金属酸化物と光・電場に応答する酸化物半導体材料をナノスケールで組み合わせた“機能調和人工格子”を作製し、強相関電子の振る舞いを明らかにする。そして、ここで得られた知見をもとに、強相関電子の振る舞いを制御する方法を確立し、強磁性をはじめとする強相関電子物性を光・電場等の外場の変化によりスイッチできる新機能デバイスを創出することも目指している。

■ これまでの成果

我々はこれまでに、レーザを用いた分子線エピタキシー法（レーザMBE法）により、強磁性体と反強磁性体などを1単位格子（0.4nm）～10単位格子（4nm）ごとに交互積層した新物質を作製し、界面において、磁気相互作用や電子・スピン状態が劇的に変化する現象を見いだしている。

さらに、レーザMBE法を用いて作成した(La, Ba) MnO₃歪み薄膜が、極薄膜（～5nm）においても室温でキャリア誘起強磁性および超巨大磁気抵抗を示すことを見出している。この知見をもとに、光学半導体酸化物と強誘電体酸化物を組み合わせたダイオード、電界効果トランジスタ等のデバイス構造を作製し（図参照）、金属-絶縁体転移温度が、電圧印加により、室

温付近で変化することを世界で初めて発見した。この物質（Mn酸化物）の金属-絶縁体転移は、強磁性転移を伴うことが知られている。つまり、この結果は、光学半導体酸化物と強誘電体酸化物の界面の電子（正孔）濃度が、電界により変調され、強磁性のスイッチングが起こっていることを示していると考えられる。現在、磁気光学効果を用いた磁性評価法を構築し、光による強磁性の変調を確認しているところである。

■ 今後の展開

今後は、電界アシスト型の不揮発性磁気メモリ（MRAM）などを作製し、応用も視野に入れたと考えている。更に走査型プローブ顕微鏡を用いたナノリソグラフィーにより、薄膜成長方向だけでなく面内方向にもナノ加工を施した構造を作製し、面内の電子相関に起因する急激な電子・スピン（金属-絶縁体、強磁性）相転移現象も見出したいと思っている。遷移金属酸化物には、電荷整列現象や分子応答機能などのユニークな機能もあり、組み合わせを広げることで半導体デバイスには出来ない様々な応答が可能なデバイスができると期待している。

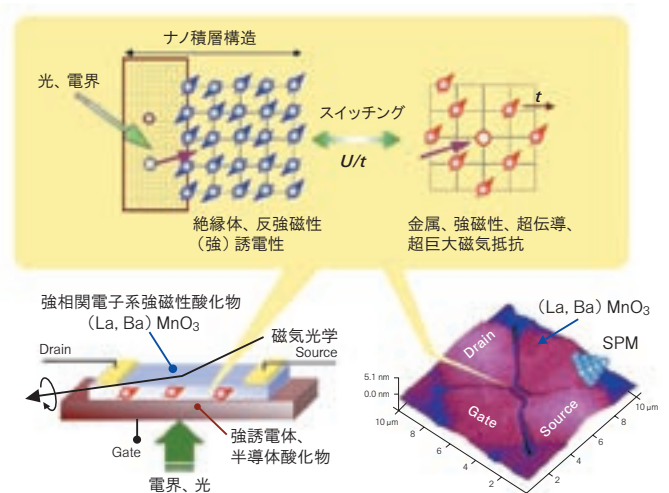


図 強相関電子デバイス（左下）：強磁性電界効果トランジスタ構造
（右下）：AFMリソグラフィーによるナノ加工

行事予定

5月15日(土)	社会技術「社会システム／社会技術論」第1回領域シンポジウム(東京全国町村会館)
25日(火)～26日(水)	継続 ジョイントシンポジウム(1)「DNAコンジュゲートケミストリー」(コクヨホール)
6月10日(木)	地雷「人道的地雷探知・除去支援技術」報告会(早稲田大学国際会議場)
11日(金)	戦略創造「高度メディア社会の生活情報技術」第2回公開シンポジウム(日本科学未来館)
7月 1日(木)～2日(金)	戦略創造「審良自然免疫」Pj共済シンポジウム「マクロファージ分子細胞生物学」 (千里ライフサイエンスセンター)
5日(月)	戦略創造「資源循環・エネルギーミニマム型社会システム技術」第5回公開シンポジウム (JAホール)

日本科学未来館(MeSci) 5月行事予定

〈5月の休館日(11日、18日、25日)〉

《新規イベント》

- ボランティアメッセ2004
「つながりあう未来のミュージアム」
5月5日(水・祝) 10:00～17:00
7F みらいCANホールおよび交流サロン、会議室1、2、3
- サイエンスカフェ・ウィークエンド・コンサート
5月15日(土) 14:00～ 5F サイエンスカフェ
- 展示の前で研究者に会おう!「日本の月・惑星探査計画」
5月29日(土) 15:00～16:30
5F 地球環境とフロンティア 月・惑星探査計画のコーナー

《企画展》

アースラウンジVOL.2「F.C.R.B.スタジアムプロジェクト」展
～掘る。戦う。埋め戻す。地球とともにプレイする。～
3月24日(水)～5月31日(月) 1F シンボルゾーン
■関連 新規イベント
特別レクチャー: 5月22日(土) 17:00～18:00
クリエータートーク: 5月15日(土) 16:00～16:45
フットサル大会: 5月22日(土)、23日(日)、29日(土)、
30日(日)

《特別展》

『PlayStationと科学展』
～コンピュータテクノロジーとエンタテインメントの融合～
4月29日(木)～5月31日(月) 1F 催事ゾーン

《継続イベント》

- ASIMOデモンストレーション
平日13:00～／土・日・祝13:00～、15:30～
- 実験工房 毎週土・日曜日・祝日 3F 実験工房
[超伝導コース] [レーザーコース] [ロボットコース]
[バイオ初級コース] [バイオ中級コース] [化学コース]
- MeSci 研究棟ツアー 各日約15名(当日先着順)
5月1日(土)／5月15日(土)／5月29日(土)
11:30～12:30 BIRD大浪プロジェクト
5月1日(土)／5月15日(土)
14:00～15:00 相田ナノ空間プロジェクト
5月8日(土)／5月22日(土)
14:00～15:00 柳沢オーファン受容体
- インターネット電子顕微鏡
第1・第3日曜日 13:30～14:30 3F サイエンスライブラリ

JSTニュース
VOL. 2 / NO. 8

平成16年 5月1日発行

禁無断転載



独立行政法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency

インターネットホームページ <http://www.jst.go.jp>

〒332-0012 埼玉県川口市本町4-1-8 川口センタービル 総務部広報室
TEL. 048-226-5606 FAX. 048-226-5651



古紙配合率100%再生紙を使用しています。