

北大 工学系シーズ集

Vol.5

Seed Technology from the Engineering Field, Hokkaido University

Innovation

Inspiration

Imagination

発刊にあたって

2004年に創立80周年を迎えた北大工学研究科では、研究成果を広く産業界に生かしていただくことを目的として、シーズ集を発刊してきました。ご覧いただいておりますのは第5号 (Vol.5) です。

シーズ集第1号 (Vol.1)～第4号 (Vol.4)までは、工学研究科の進展した情報、新しい情報に加え、研究内容を紹介してきましたが、第5号 (Vol.5)からは、工学研究科及び情報科学研究科の情報の紹介及び研究成果の紹介することになりました。

この度のパンフレットの内容は、9月21日に工学研究科、情報科学研究科と(独)科学技術振興機構(JST)の主催により開催しました「北海道大学工学系イノベーションブリッジ2007」等において発表した研究成果を中心に、作製しました。

もちろん、ここに掲載されているものが北大工学研究科、北大情報科学研究科のすべてではありません。皆様の必要される情報やニーズ、課題なども歓迎いたしておりますので、研究企画事務室(連絡先は裏面をご覧ください。)までご連絡ください。北大工学研究科、北大情報科学研究科では、皆様からのご連絡をお待ちいたしております。

2008年1月

工学研究科副研究科長 研究企画室長 但野 茂
情報科学研究科副研究科長 研究企画室長 酒井 洋輔

追伸:北大工学シーズ集Vol.1～Vol.4は、本研究科HPにも掲載してございますので、併せてご参照ください。

HP : <http://www.eng.hokudai.ac.jp/graduate/>

#07-01-01

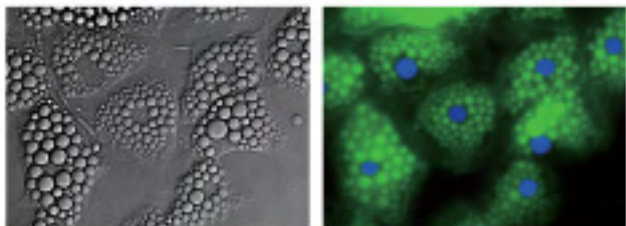
脂肪細胞の動きを 顕微鏡で見る

応用物理学専攻 凝縮系物理工学講座
永山 昌史

<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/bio/bio.html>

顕微鏡下で長期間の細胞培養を行うことで、脂肪前駆細胞が脂肪細胞へと分化・成熟していく様子をタイムラプス観察することに成功した。また、生きた細胞内の脂肪滴を蛍光染色することにも成功している。これにより、個々の細胞がどのように形態変化や細胞分裂をし、どのように細胞質内へと脂肪滴を蓄積していくかといった1細胞レベルの動きを動画として示すことが可能となった。

応用例：特定保健用食品や抗肥満薬の評価系



生きた脂肪細胞の微分干渉顕微鏡像(左)と蛍光顕微鏡像(右)。
蛍光像において、緑は脂肪滴、青は細胞核を示す。

#07-01-02

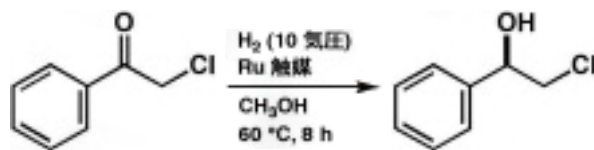
α -クロロケトン類の 触媒的不斉水素化

有機プロセス工学専攻 有機工業化学講座
大熊 毅・新井 則義

<http://os-cp.eng.hokudai.ac.jp/index.html>

光学活性アレーンRuトリフラート錯体を用いることにより、 α -クロロケトン類の高エナンチオ選択的水素化に成功した。医薬品などの合成に有用なクロロヒドリン類が最高98%の鏡像体過剰率で定量的に得られる。本反応は操作性にも優れ、実用規模の反応に適用できる(特許出願中)。

応用例：医薬品、香料などの合成プロセス



収率: >99%
98% ee

#07-01-03

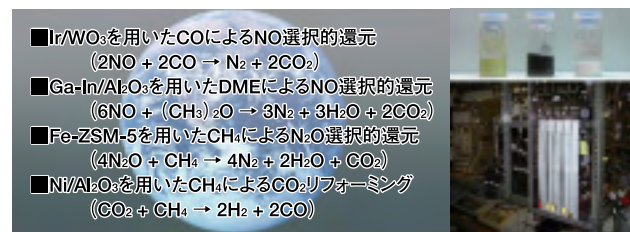
環境汚染物質(NO、NO₂、N₂O、CH₄、CO) 相互浄化触媒の開発

Ⅰ 有機プロセス工学専攻 化学工学講座
下川部 雅英

<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/catal/index.html>

地球温暖化、オゾン層破壊、酸性雨等の地球環境問題は年々深刻化しています。これらの問題は環境汚染物質と言われ、酸性雨、森林枯渇の原因物質であるNO_x(NO、NO₂)、温室効果の原因物質のCO₂、CH₄、オゾン層破壊の原因物質のN₂O等が大気中に存在することが原因です。本研究では、これらの環境汚染物質を相互に反応させ、無害な物質に変換する浄化触媒を開発するとともに、その反応機構の解明を目指しています。

応用例：大気と排ガスの浄化、温室効果ガス「メタンとCO₂」の再資源化



#07-01-04

新規ニオブ基複合体およびこれを用いた耐熱材料

Ⅰ 材料科学専攻 マテリアル設計講座
三浦 誠司

<http://lms0-ms.eng.hokudai.ac.jp/japanese/homepage.html>

この新規ニオブ基複合体(融点>1900℃)は、高温強度に優れるが常温韌性に乏しいニオブシリサイド(Nb₅Si₃)を分断し、延性・靱性の高いニオブ結晶が略同一の結晶方位を持って連結した特徴的構造を持つ。この構造は、ニオブによるNb₅Si₃中の亀裂進展の抑制効果(図)と、Nb₅Si₃分散によるニオブ変形抑制効果を併せ持ち、耐熱材料としての実用化が期待できる(特許出願中)。

応用例：各種工業分野耐熱材料への適用

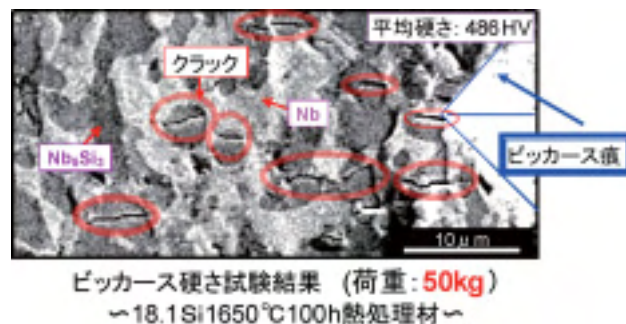


図 硬さ試験後の組織観察結果

#07-01-05

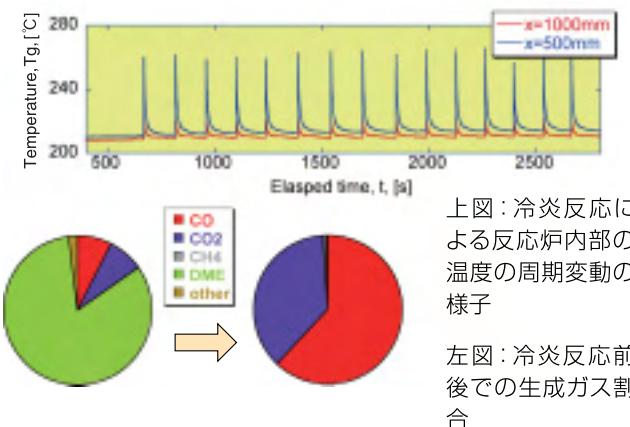
低温廃熱を利用したDMEの冷炎反応による無触媒改質方式の提案

Ⅰ 機械宇宙工学専攻 宇宙システム工学講座
中村 祐二・伊東 弘行

<http://york-me.eng.hokudai.ac.jp/~yuji>

新燃料として期待されるDME(ジメチルエーテル)を触媒なしで水素へ改質する方式を提案しています。低温冷炎反応によりDMEを瞬時に高効率でCOへと変換し、水性ガスシフト反応で水素へと変換するこの方式では、触媒活性温度以下の低温熱源(210℃程度。工業廃熱や暖房用温水などの温度領域)を使った水素への改質が可能となります。

応用例：燃料電池、工業廃熱・温水の有効利用



上図：冷炎反応による反応炉内部の温度の周期変動の様子

左図：冷炎反応前後での生成ガス割合

#07-01-06

柔軟構造物の振動制御・力制御

Ⅰ 人間機械システムデザイン専攻 バイオ・ロボティクス講座
小林 幸徳・星野 洋平

<http://mech-me.eng.hokudai.ac.jp/~rd>

軽量で柔軟な機械構造が高速で運転されると、弾性振動が発生して高精度な位置決め障害となります。また、ロボットアームが人や障害物に接触する場合には力を制御する必要があります。当研究室では、柔軟な構造を有するロボットアームの振動や力の制御に関するシミュレーションと実験を行い、モデリングや制御手法に関する研究を行っています。

応用例：長大な作業用アームの振動制御



ゴルフスイングロボット

#07-01-07

積分型 超音波センサシステム

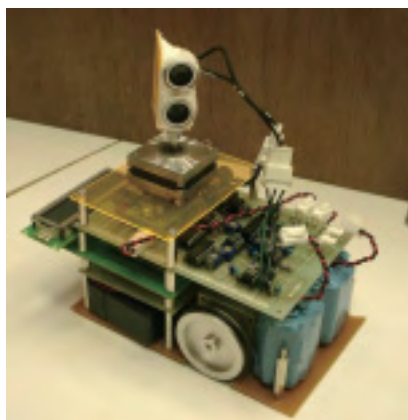
人間機械システムデザイン専攻 バイオ・ロボティクス講座
江丸 貴紀

<http://mech-me.eng.hokudai.ac.jp/~rd>

超音波センサは、小型、軽量、さらには安価であることから多くの移動ロボットに利用されており、特に複数のソナーを同心円状に並べたソナーリングが一般的である。しかし、コストや搭載するためにスペースを必要とすることから、1組のトランスデューサをモータによって駆動し、さらには反射波の積分値情報を利用する「積分型超音波センサシステム」を提案し、障害物回避・速度制御を実現している。

応用例：

無人搬送システム、
ロボットを利用した教育



移動ロボットシステム

#07-01-09

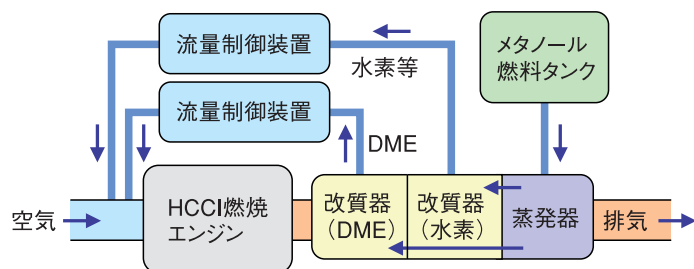
水素による低温酸化抑制効果を利用した 排熱回収HCCIエンジンシステム

エネルギー環境システム専攻 応用エネルギーシステム講座
首藤 登志夫

<http://mech-me.eng.hokudai.ac.jp/~netsu2/sh-vitae>

新方式エンジンとして期待される予混合圧縮着火 (HCCI) エンジンは、高熱効率とクリーンな排気を実現するが、着火時期制御が困難なため実用化されていない。本研究では、水素による低温酸化抑制効果を利用した着火時期制御を提案している。この方式では、排気熱を利用してメタノールを改質して着火性の異なるDMEと水素を生成し、その供給比率により着火時期を制御する。HCCIによる高いエンジン効率と燃料改質 (吸熱反応) による排気熱回収により高い総合効率を得られる。

応用例：自動車、定置式発電



排熱利用燃料改質によるHCCIエンジンシステム

#07-01-08

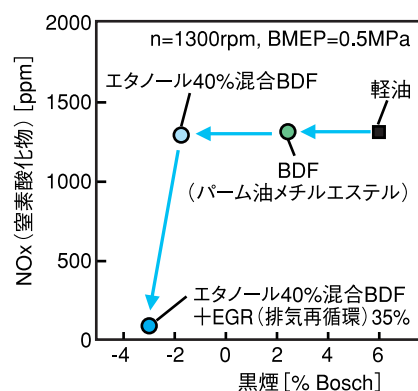
バイオディーゼル燃料とバイオエタノールの 混合とEGRによる排ガス浄化

エネルギー環境システム専攻 応用エネルギーシステム講座
首藤 登志夫

<http://mech-me.eng.hokudai.ac.jp/~netsu2/sh-vitae>

地球温暖化防止の観点からバイオ燃料が注目されています。本研究では、バイオディーゼル燃料 (BDF) にエタノールを混合し、排気再循環 (EGR) を組合せることで、ディーゼルエンジンの排ガスを大幅に浄化できることを示し、その黒煙低減メカニズムを明らかにしました。2007年自動車技術会論文賞を受賞。

応用例：自動車、定置式発電、農業機械



排ガス中の黒煙とNOxの同時低減の様子

#07-01-10

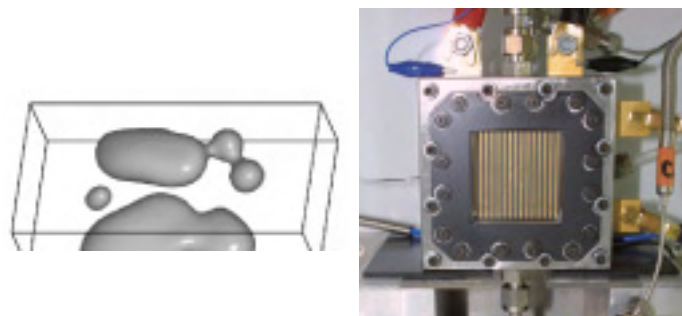
高性能固体高分子形 燃料電池の開発

エネルギー環境システム専攻 応用エネルギーシステム講座
近久 武美

<http://energy-me.eng.hokudai.ac.jp/>

燃料電池の性能低下要因である生成水によるフラッディングや氷点下での凍結現象を解明し、これらの現象が生じないような高性能燃料電池の開発を目的としている。可視化燃料電池を用いた凝縮水ならびに凍結挙動の解析、電流密度分布の同時計測、格子ボルツマン法 (LBM) による水分挙動の解析などにより、現象の解明を行っている。

応用例：燃料電池自動車、移動用電源、コジェネレーション、
携帯機器電源



燃料電池内部現象の可視化観察装置 (右) と
LBM計算によるマイクロ流路内液滴挙動の計算例 (左)

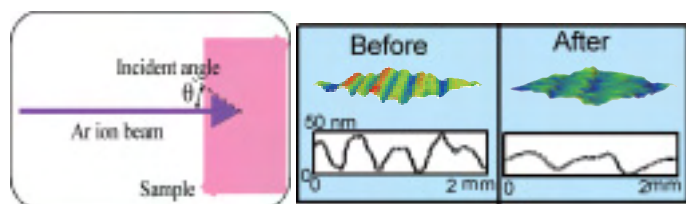
#07-01-11

ナノレベル・エッチング技術

量子理工学専攻 プラズマ理工学講座
日野 友明http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/ppel_jp/index.html

半導体やマイクロ・エレクトリカル・メカニカル・システム(MEMS)等では更なる微細化が求められており、ナノスケールの超高精度加工技術が必要である。図に示すAr照射装置を用いて、アルゴン・イオンを斜めから入射するナノ・エッチング技術を用いて金属表面を平滑加工した結果、表面の凹凸を20nmに下げること成功した。この平滑度は世界最高レベルであり、金属のみならず他の材料に対しても適用できる。

応用例：MEMS、半導体の極超平滑化など



Arイオン照射装置 (a)エッチング前 (b)エッチング後

エッチング前後の銅の表面形態

#07-01-12

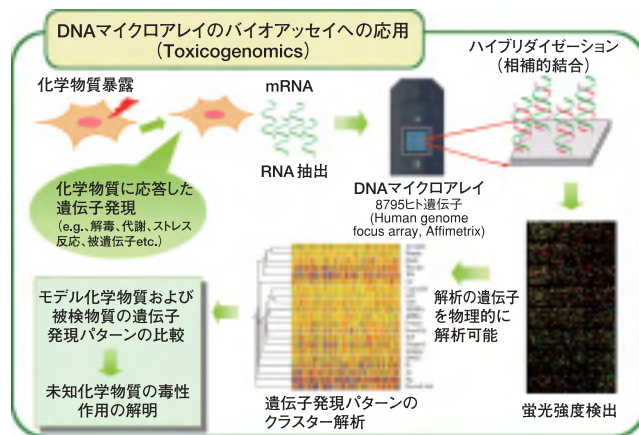
DNAマイクロアレイを用いた多指標型バイオアッセイの開発

環境創生工学専攻 水代謝システム講座 岡部 聡

<http://wqc-ue.eng.hokudai.ac.jp/~JOUSUI/>

特定の有害作用(タンパク変性、酸化ストレス、DNA障害性)を持つ化学物質存在下において、特異的に発現するヒト遺伝子(群)を、ヒトDNAマイクロアレイ技術を用いて網羅的に探索・検出し、毒性マーカー遺伝子として用いることにより環境水の毒性評価のためのより体系化された迅速・簡便・安価なバイオアッセイシステムを開発中である。

応用例：簡易水質診断、残留農薬検出など



トキシコゲノミクス的アプローチによる毒性評価手法

#07-01-13

“混ぜない”、“集めない”をコンセプトとした排水処理システム

環境創生工学専攻 水代謝システム講座
船水 尚行・堀田 真也<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/UBNWTRSE/>

家庭から出される排水を特徴ごとに分類し、発生源において個別に処理するシステムの開発を行う。し尿のコンポスト化や、台所・洗濯排水の土壌処理やMBR処理などに加えて、医薬品・ホルモン類など微量汚染物質の分離・処理技術(オゾン処理・電解酸化処理・電気透析処理)の開発も行っている。埼玉県秩父市では実際にシステムを個人宅に導入し、システムの機能評価を行っている。

応用例：乾式資源化トイレ、傾斜土層装置



#07-01-14

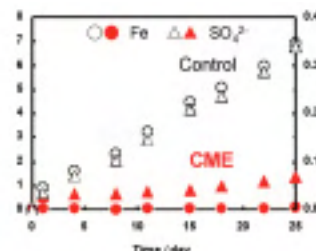
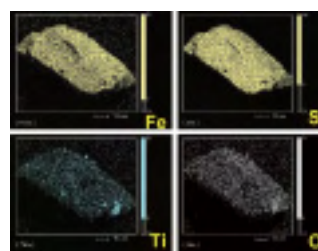
重金属汚染源の原位置封じ込め技術

環境循環システム専攻 廃棄物資源講座 広吉 直樹

<http://mp-er.eng.hokudai.ac.jp/indexjp.htm>

重金属を含んだ粒子(埋め立てられた金属廃棄物や土木工事で掘り出された天然金属鉱物など)は地表近くの土中にあると風化溶解して地下水や河川を重金属で汚染する。これらの汚染源を化学的に安定なSiO₂やTiO₂のサブミクロン薄膜で被覆して安定化させる技術(キャリアマイクロエンカプセレーションCME)を開発した。TiやSiと結びついた水溶性キャリアを使って薄膜を作るので原位置での施工も可能。各種金属材料の防食に応用できる可能性もある。

応用例：土木工事掘削残土の安定化など

CMEでTiO₂被覆した鉱物粒子(FeS₂) 鉱物からのFeや硫酸の溶出を抑制

#07-01-15

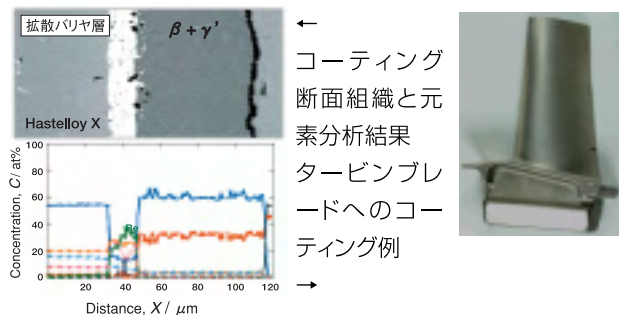
長寿命・高信頼性遮熱コーティングを実現する拡散バリア型ボンドコートの新製

情 特別推進研究室 成田 敏夫

E-mail: narita@eng.hokudai.ac.jp

地球温暖化防止は洞爺湖サミットの大きなテーマである。CO₂削減に対する実効的な手段としてガスタービンなどの燃焼ガス温度の上昇が図られ、その温度は1500℃以上に達する。そこに用いられる材料には遮熱コーティングが必須の技術である。当研究室では、拡散バリア型コーティングという新規コンセプトのもと、従来よりも長寿命で、機械的強度も兼ね備えるコーティングを開発した。これにより、材料の長寿命化、更なる高温化が可能となり、環境問題に寄与すると期待される(特許取得済)。

応用例：ガスタービン、ジェットエンジン等



#07-01-17

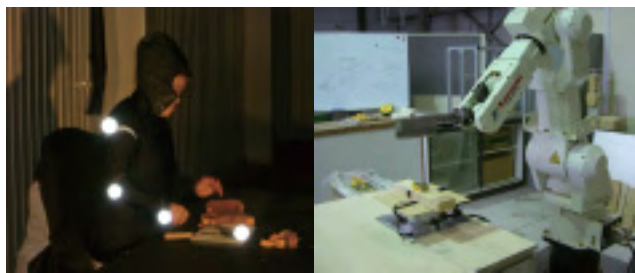
硬野菜食品加工作業の人間工学ロボットの研究開発

情 複合情報学専攻 複雑系工学講座 和田 充雄

<http://chaosweb.complex.eng.hokudai.ac.jp/>

南瓜のように形状が不定形で硬い野菜をほぼ一定の形状・容量・重量に小分けカットする食品加工の省力化に資するため、熟練者によるカット作業の人間工学的計測を行い、それらの相互相関関数分析からモーションを捉え、熟練者の包丁裁きのスキル分析を行っている。写真は実作業時の肩、肘、手首、包丁の動きと筋電位活動との計測例と実ロボットによる加工作業実験例であるが、これらから熟練者には見事な運動連鎖によって筋の協働効果を発揮してカット作業を行っていることが定量的に分析され、これまで困難であった食品加工作業のロボット化を進める上での有効な資料を得ている。

応用例：ヒューマンスキルを備えたロボット開発



硬野菜加工作業の計測及びロボットによる加工作業例

#07-01-16

屋内用飛行船ロボットシステム

情 複合情報学専攻 複雑系工学講座 大内 東・川村 秀憲

<http://harmo.complex.eng.hokudai.ac.jp>

屋内3次元空間を自由に移動する飛行船ロボットには夢があります。空調や温度変化、自身の慣性などに大きく影響を受ける飛行船の軌跡を精密に制御するためには、軽量化されたハードウェア、および非線形下での制御を可能とするソフトウェアの開発が必要です。当研究室では、オリジナルの飛行船ロボットを開発し、その制御理論を確立しています。

応用例：エンタテインメント、室内監視、高所作業補助、災害監視



制御ユニット



エンタテインメントロボ

#07-01-18

木構造データからのデータマイニング

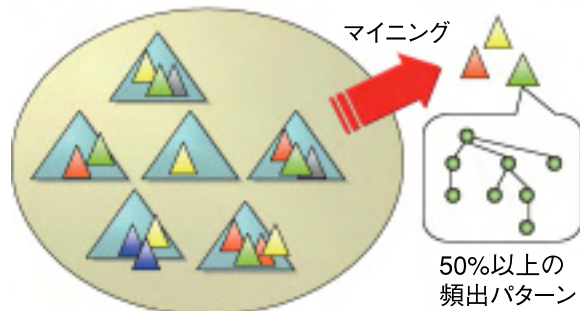
情 コンピュータサイエンス専攻 知識ソフトウェア科学講座 有村 博紀

<http://www-ikn.ist.hokudai.ac.jp/>

ウェブページやXML文書などの木構造データや、化合物のグラフ構造などから、特徴的な部分構造を小さな木のパターンとして高速に発見するアルゴリズム「FREQT」を開発した。木構造に対応付けすることが可能なデータならば、種類を問わず適用することができる。

応用例：化合物データ群からの共通構造発見、ウェブサイトからのテンプレート構造発見、文章集合からの共通表現抽出など

木構造の集合 (XML文書集合など)



ツリー・データマイニングの概念図

#07-01-19

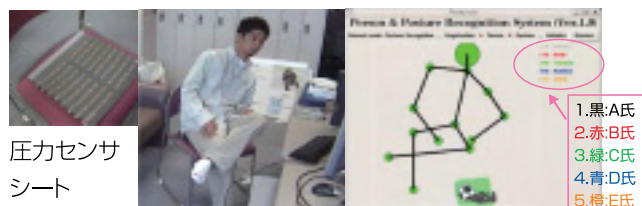
椅子に敷設した圧力センサによる 個人認証と姿勢識別

情 コンピュータサイエンス専攻 数理計算科学講座
工藤 峰一・外山 淳

<http://prml.main.ist.hokudai.ac.jp>

セキュリティ確保のためのバイオメトリクス認証ではなく、家庭やオフィスなどで個人の要求に適ったサービスを提供するための認証方式を開発している。座面に64個の圧力センサを敷設し、座り方の差によって個人を認証する。また、座った状態での姿勢の違いを識別する。カメラでの認証が多く研究されているが、被写体の心理的な抵抗が大きい。そこで、協力動作を必要とせず、生活の場で無理なく認証できる各種システムを考案している。

応用例：自動ログイン、疲労度検出など



圧力センサ
シート

被験者の姿勢

個人認証結果(色で区別)
と姿勢識別結果の同時表示

#07-01-20

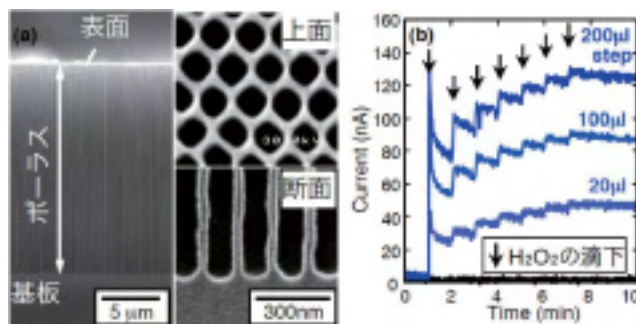
化合物半導体ポーラスナノ構造の 自己組織化形成とセンサ応用

情 情報エレクトロニクス専攻 量子情報エレクトロニクス講座
佐藤 威友

<http://hydrogen.rciqe.hokudai.ac.jp/~taketomo/home/index.html>

電気化学反応を利用した「化合物半導体ポーラス(多孔質)ナノ構造」の形成と、その形状および寸法の精密制御に取り組んでいる。自己組織化形成される超高密度ナノ構造で、孔の径に対する深さの比は数100倍にもなる。この大きな表面積と、化合物半導体材料の優れた物性を活かした「高感度化学センサ」への応用を目指している。

応用例：高感度化学／バイオセンサ



(a) InPポーラスナノ構造の電子顕微鏡写真と

(b) ポーラス過酸化水素センサの応答特性

#07-01-21

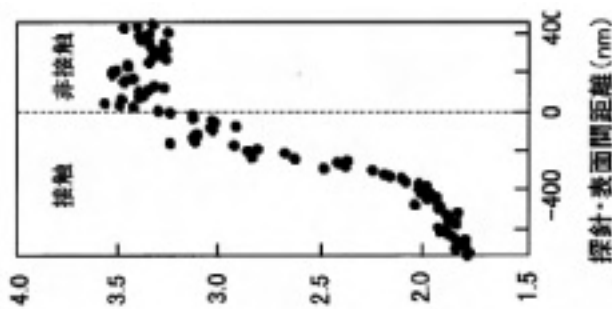
柔らかな表面の位置計測方法

情 生命人間情報科学専攻 生体システム工学講座
岡嶋 孝治

<http://cell-c.ist.hokudai.ac.jp/>

本技術シーズは、細胞のような柔らかな試料表面の位置を正確に、低侵襲で、かつ高速(リアルタイム)に計測することができる。本シーズは、カンチレバーの探針と試料表面との間の距離を変化させながらカンチレバーの熱振動スペクトルを計測し、距離に対する熱振動スペクトルの面積が変化し始める位置を、試料表面の位置として特定する(特許出願中)。

応用例：細胞等の壊れやすい試料の計測



熱振動スペクトルの面積(任意目盛)

延伸方向制御の概念図

#07-01-22

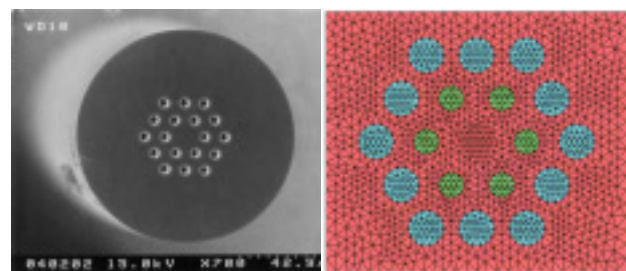
微細構造光ファイバの 自動設計技術

情 メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座
小柴 正則・齊藤 晋聖

<http://icp.ist.hokudai.ac.jp>

次世代光ネットワークの主役として期待が高まるフォトニック結晶技術、とりわけ光の損失や分散を自在に操るフォトニック結晶ファイバは世界的な研究の広がりとともに、実用化のフェーズに入りつつある。こうしたフォトニック結晶ファイバに代表される微細構造光ファイバづくりにシミュレーション解析は不可欠で、有限要素法と遺伝的アルゴリズムを搭載した自動設計技術の開発を進めている。

応用例：微細構造光ファイバ型パッシブ・アクティブ光デバイス、非線形光デバイスなど



微細構造光ファイバと自動生成された高品質メッシュ

#07-01-23

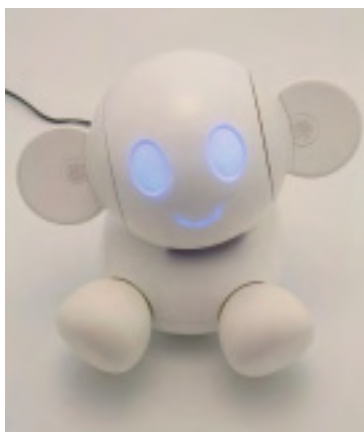
ロボスト音声認識の 組み込みシステム

情 メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座
宮永 喜一

<http://csw.ist.hokudai.ac.jp/>

外乱や雑音の変化に非依存な音声の特徴量を推定し、それに基づく単語認識システム(さまざまな雑音環境でのSN比20dBで、98%程度)を実現した。さらに、実時間処理を目指し、そのシステムをLSIチップ化し、小型・低消費電力な高性能な音声認識システムを開発した。

応用例：音声対話型ロボット



音声対話型ロボット
(株式会社レイトロン社との
共同開発)

#07-01-24

シリコンラバー製 擬似人体の開発

情 メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座
野島 俊雄

<http://wtmc.ist.hokudai.ac.jp>

民間企業と共同で新素材の開発を行っている。シリコンゴムに炭素結晶のカーボンナノチューブ等を混合することにより、人体と同様の電気的特性を有する擬似人体材料を実現した。開発した材料は、成型が容易で軽量、環境に優しく高安定という従来材料にない特長を有する。特に、電磁界や電波が実際の形状をした人体の影響をどのように受けるかといった複雑な問題を実験評価するのに適する。

応用例：携帯電話・無線LAN・RFID等の性能評価、植込み型医療機器のEMI評価 等



擬似人体(上半身・手)の例

#07-01-25

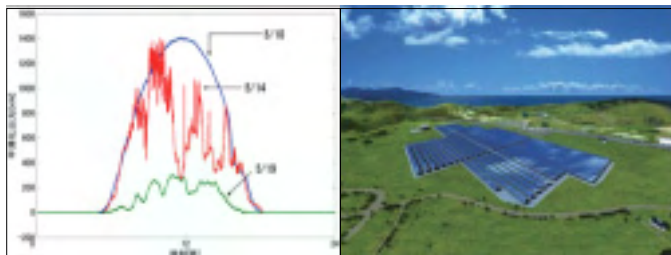
大規模電力供給用 太陽光発電システムの出力安定化

情 システム情報科学専攻 システム融合情報学講座
北 裕幸・原 亮一

<http://si.ssi.ist.hokudai.ac.jp>

太陽光発電(PV)システムの普及が進み、大規模電力供給用PV発電所としての実用性が求められている。発電所としての運用には、出力変動の抑制が大きな課題とされ、解決策としてNAS電池、電気二重層キャパシタといった蓄電池を用いたPV出力変動(図1)吸収のための制御アルゴリズムの開発を行っている。現在、企業と共同で実証サイト(図2)を建設しつつ、PV発電所の実用化・事業化へ向けた出力変動抑制に関する最適手法の開発およびサイトへの適用を行っている。

応用例：大規模電力供給用PV発電事業



(図1) PV出力

(図2) サイト完成予想図



■連絡先／

国立大学法人 北海道大学大学院 工学研究科 研究企画事務室
TEL: 011-706-7571(直通・平日9:00~17:00) FAX: 011-706-7895
E-Mail: kenkyou@eng.hokudai.ac.jp

HP: <http://www.eng.hokudai.ac.jp/graduate/>

国立大学法人 北海道大学大学院 情報科学研究科 研究企画事務室
TEL: 011-706-6514(直通・平日9:00~17:00) FAX: 011-706-7890
E-Mail: soumu@ist.hokudai.ac.jp

HP: http://www.ist.hokudai.ac.jp/index_jp.php

■発行／

国立大学法人 北海道大学大学院 工学研究科 研究企画室
国立大学法人 北海道大学大学院 情報科学研究科 研究企画事務室

■印刷／

東洋印刷株式会社

【おことわり】本誌記事・写真・イラストなどの無断転載・複製は固くお断りいたします。