

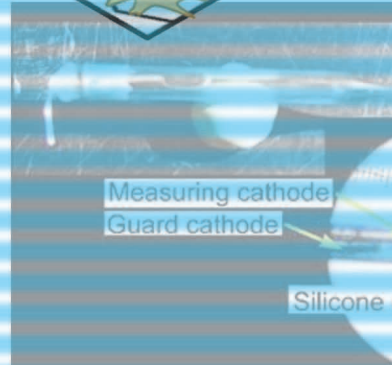
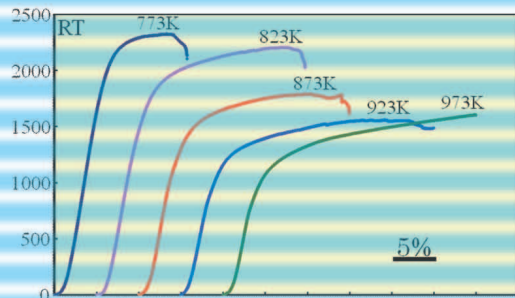
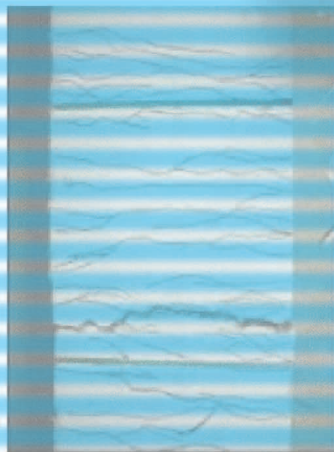
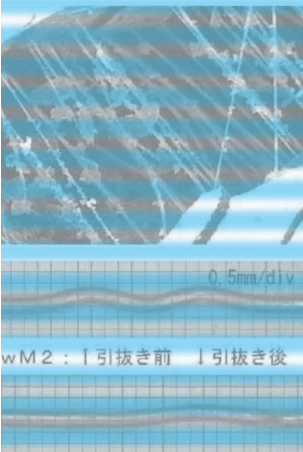
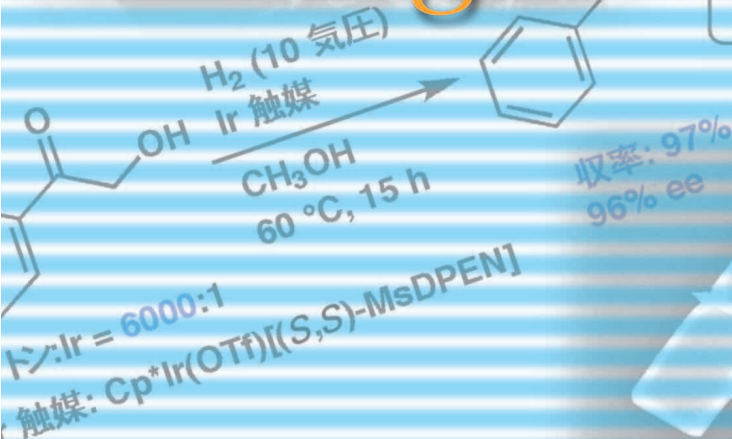


北大 工学系 シーズ集 Vol.6

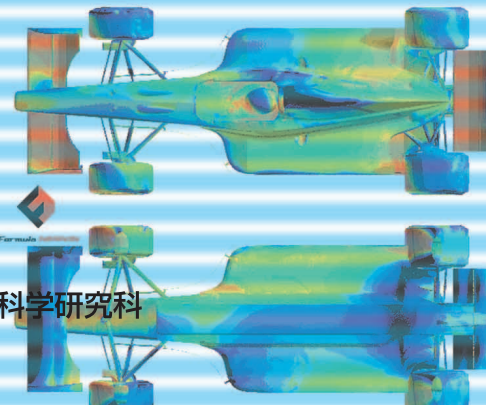
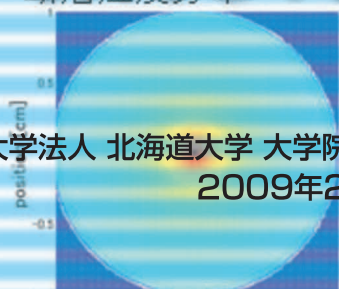
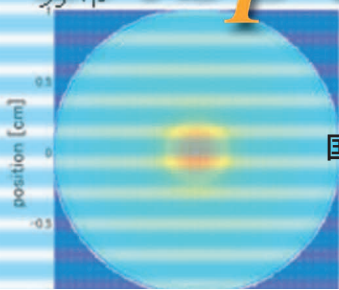
Seed Technology from the Engineering Field, Hokkaido University

Imagination

Innovation



Inspiration



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6号(Vol.6)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19日に工学研究科、情報科学研究科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フォーラム2008」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。

2009年1月

工学研究科副研究科長 研究企画室長 恒川 昌美
情報科学研究科副研究科長 研究企画室長 栗原 正仁

追伸:北大工学系シーズ集Vol.1～Vol.5は、本研究科HPにも掲載しておりますので、併せてご参照ください。

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

北海道大学大学院工学系研究科連携推進部の役割

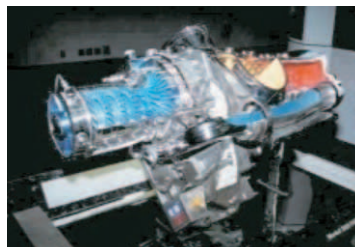
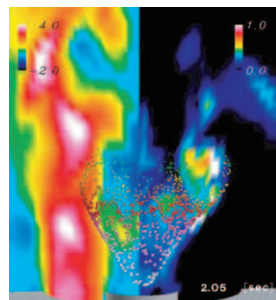
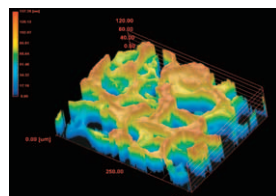
工学研究科は、1953年に北海道大学大学院の設置とともに発足し、その後、科学技術の急速な発展とわが国の国際環境、産業構造、社会構成の変化に伴って、本研究科の使命が、大学院における最高度の指導的工学専門家の育成にあるとして、「大学院重点化」に着手し、1997年に完了しました。その後、国際化、科学の高度化・学際化などに対応するため、「ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料」の4分野を重点とする情報科学研究科が工学研究科から分離独立し、2005年には現在の工学研究科15専攻+情報科学研究科6専攻に再編されました。複数の専攻にまたがる技術課題については、中核となるシーズを基に工学系連携推進部がプロジェクト形式で皆様のご要望にお応えします。

工 学 研 究 科

- 応用物理学
- 有機プロセス工学
- 生物機能高分子
- 物質化学
- 材料科学
- 機械宇宙工学
- 人間機械システムデザイン
- エネルギー環境システム
- 量子理工学
- 環境フィールド工学
- 北方圏環境政策工学
- 建築都市空間デザイン
- 空間性能システム
- 環境創生工学
- 環境循環システム

情 報 科 学 研 究 科

- 複合情報学
- コンピュータサイエンス
- 情報エレクトロニクス
- 生命人間情報科学
- メディアネットワーク
- システム情報科学



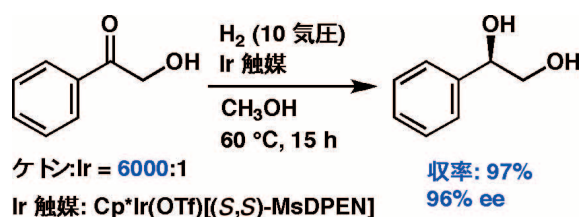
不斉水素化による光学活性1,2-ジオール類の実用的合成

Ⅲ 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1,2-ジオール類は、医薬品や香料などの生理活性物質合成の原料として有用な化合物であり、その効率的合成法の開発が望まれている。数ある合成法のなかで、 α -ヒドロキシケトン類の不斉水素化は、最も直接的な方法の一つである。当研究室では、独自に開発した光学活性イリジウム錯体を触媒に用いることで、不斉水素化による光学活性1,2-ジオール類の実用的合成に成功した。種々の芳香属および複素環をもつジオール類の合成に適用できる(特許出願中)。

応用例：医薬品、香料などの合成プロセス



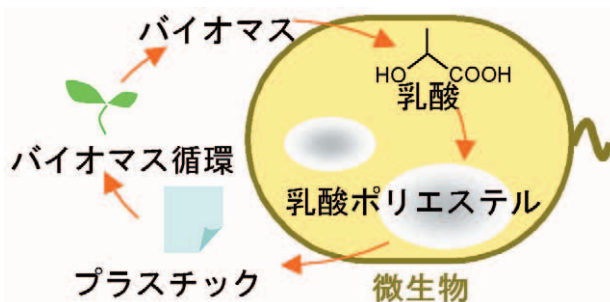
微生物による乳酸ポリエステル生産システム

Ⅲ 生物機能高分子専攻 生物工学講座
田口 精一・松本 謙一郎

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

ポリ乳酸などの乳酸ポリエステルは、乳酸を化学重合させて合成されている。乳酸を細胞内で重合することができる新たな酵素をもちいることにより、バイオマスを原料として細胞内で乳酸ポリエステルを一段階で合成することが可能になった。重金属触媒が不用になったことに加え、従来よりも、省エネ・低コストでポリマー生産が行える可能性がある。(基本特許出願中)

応用例：廃バイオマス資源転換システム



バイオベース乳酸ポリエステルの炭素循環

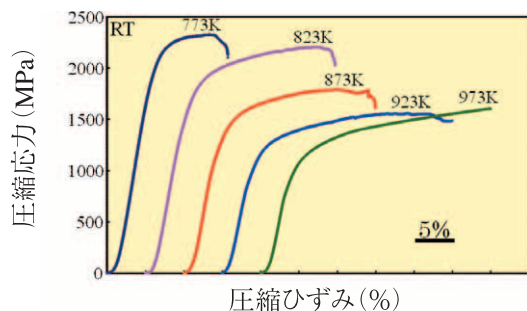
新規炭化物Fe₃AlCを分散した軽量・高強度鉄基合金の提案

Ⅲ 材料科学専攻 マテリアル設計講座
三浦 誠司

http://www.eng.hokudai.ac.jp/edu/div/material/search_case/case001.html

Fe-Al-C三元系状態図に基づき、高強度かつ変形可能な炭化物を導入した多彩な組織が熱処理により実現可能。相変態が緩やかなため等温時効での組織制御が容易で、大きな部材でも平均ラメラ間隔60nmといった均一組織が得られ、ピアノ線に匹敵する1500MPa(およそ150kgf/mm²)以上の高強度が得られる。構成元素(鉄、炭素、アルミニウム、マンガ)は資源的に豊富かつ安価。

応用例：高強度鉄鋼材料部材の代替



$\alpha + \kappa$ 二相合金の圧縮応力-ひずみ曲線
(試験温度: 常温、各曲線の温度表記は熱処理温度)

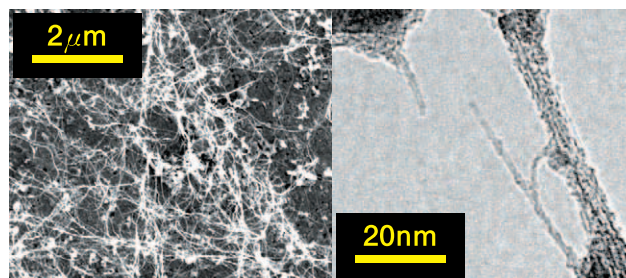
燃焼法を用いたカーボンナノチューブの生成

Ⅲ 機械宇宙工学専攻 宇宙システム工学講座
伊東 弘行・中村 祐二・藤田 修

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

火炎を利用してカーボンナノチューブを生成する燃焼法は、必要な熱源や炭素源を燃料から直接得られ簡便であるというメリットの反面、火炎近傍の温度や化学種濃度の制御が困難という課題がある。当研究室では、火炎まわりに直流電場を印加することで燃焼場の制御およびカーボンナノチューブ生成の促進を図り、単層カーボンナノチューブの大量合成を目指しています。

応用例：機能性カーボン材料の創成



燃焼法により生成された単層カーボンナノチューブ

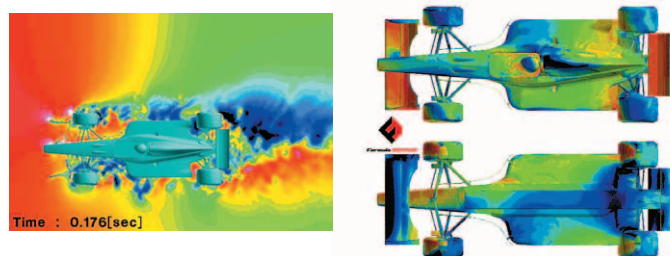
非定常空力シミュレータの開発

機械宇宙工学専攻 宇宙システム工学講座
坪倉 誠

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

車両走行時の動的姿勢変化や、突風等の自然風下で作用する非定常空気力を、予測・評価できるシミュレータを開発し、その物理メカニズムの解明を行っている。スパコンによる大規模乱流シミュレーション技術を基盤とし、自動車空力に特化させて手法の最適化を行うことで、高精度化を図っている。非定常空気力は、現行の風洞実験では把握が困難なため、次世代空力評価システムとして期待される。

応用例：自動車・列車・航空機空力解析



突風にあおられるフォーミュラカー周りの流れ構造
(左:横風速度,右:瞬時表面圧力)

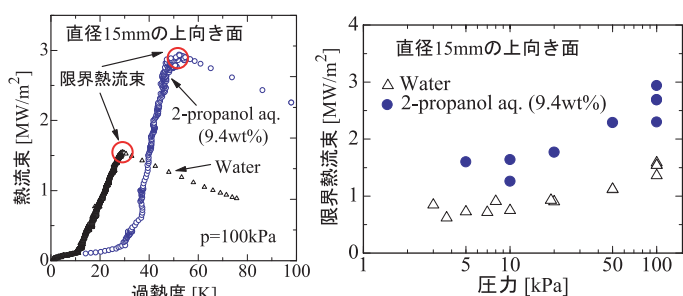
沸騰の限界熱流束の受動的促進法

エネルギー環境システム専攻 エネルギー生産・環境システム講座
坂下 弘人

http://nms.qe.eng.hokudai.ac.jp/nuclear_safety/

沸騰による高熱流束除去を可能にするためには、除熱限界である限界熱流束の促進が必須である。本研究では、受動的な限界熱流束促進法として2成分混合水溶液を用いた促進法を検討している。水に微量の2-プロパノールを添加することで、0.05気圧から1気圧までの全圧力範囲で限界熱流束が2倍程度促進されることが分かった。現在、更なる促進を可能にするために促進メカニズムの解明を行っている。

応用例：電子機器、半導体レーザーの冷却



沸騰曲線 (大気圧)

限界熱流束の促進結果

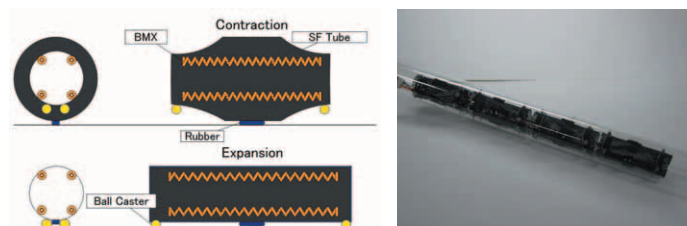
シンプルな構造のミミズ型ロボット

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
鍵和田 忠男・原田 宏幸

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

スマートメカニズム研究室では、胴体ユニットの収縮に形状記憶合金アクチュエータを、伸長に胴体外装を兼ねたポリエステルの網組みチューブを用いた、シンプルな構造を持つぜん動運動(ミミズ型)ロボットを開発した。電源などを除けば、ほぼ「表皮のみ」で動作する構造が特徴である。これを管内で用いれば、断水を伴わない水道管の検査などに応用できる可能性がある。

応用例：配管検査ロボット、レスキューロボット



ユニットの概念図
(BMX:形状記憶合金,SF Tube:網組みチューブ)

管内を移動する
ミミズ型ロボット

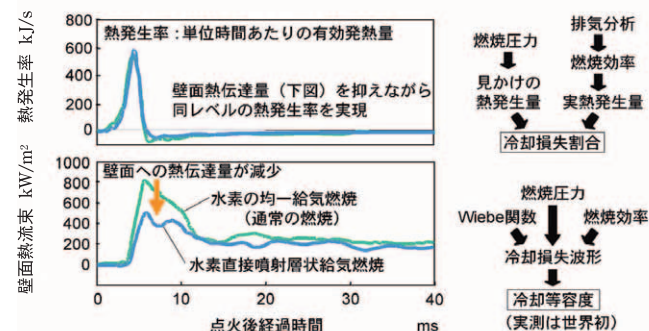
直接噴射層状給気による水素エンジンの冷却損失低減と熱効率向上

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>

水素エンジンは次世代動力システムとして期待されるが、燃焼ガスから燃焼室壁面への熱伝達による冷却損失が熱効率向上を妨げている。本研究では冷却損失と冷却等容度の新たな解析手法を考案し、水素エンジンの熱効率因子を詳細に解析するとともに、直接噴射層状給気による冷却損失低減を提案し、その効果を明らかにした。自動車技術会学術奨励賞および日本機械学会研究奨励賞を受賞。

応用例：自動車エンジン、定置式発電システム



直接噴射層状給気による壁面熱伝達量の減少、熱効率因子解析手法

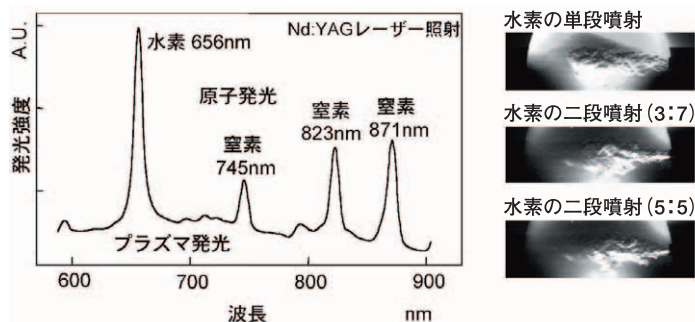
レーザー誘起ブレイクダウン分光法による水素エンジンの燃料濃度分布計測

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>

水素エンジンの熱効率向上のためには、燃焼室内の水素濃度分布の把握および制御が重要となる。本研究では、燃焼室内にパルスレーザーを集光照射して得られる原子固有の発光の波長と強度比から存在する原子の種類と割合を求める手法を用い、水素直接噴射層状給気における水素濃度分布の瞬時計測を行なった。また、多段噴射による水素濃度分布制御を試み、熱効率向上のための指針を得た。

応用例：自動車エンジン、ガスタービン、水素センサー



発光スペクトルの例、水素直接噴射のシュリーレン画像

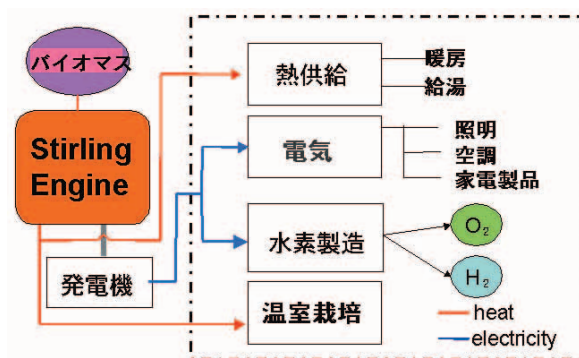
バイオマス燃料 スターリングエンジン

エネルギー環境システム専攻 エネルギー生産・環境システム講座
奈良林 直

<http://shima3.qe.eng.hokudai.ac.jp/>

間伐材や稲わら、汚泥などの非食料系バイオマスからバイオエタノールを作るには多量のエネルギーや発酵プロセスに複雑な装置を必要とする。我々は、宇宙用原子力発電システム用に開発した液体金属を熱媒体とする高効率スターリングエンジンをバイオマスを燃料として作動させ、電気・熱・水素を供給する総合エネルギーシステムを開発した。

応用例：非食料系バイオマス燃料利用システム



バイオマス燃料総合エネルギー供給システム

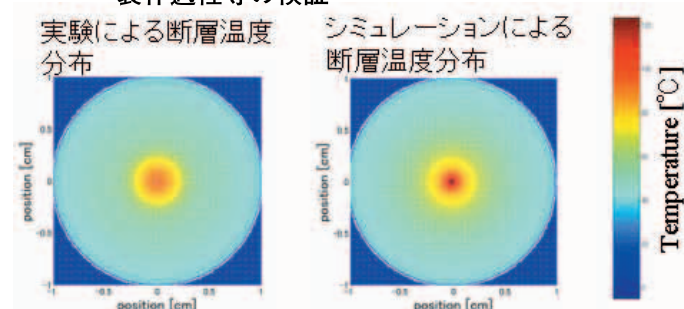
非破壊非接触の温度分布断層撮像

量子理工学専攻 応用量子ビーム工学講座
加美山 隆・鬼柳 善明

<http://jukebox.qe.eng.hokudai.ac.jp/>

中性子共鳴吸収分光法は、加速器線源からのパルス中性子を利用し、物体内部の核種とそのダイナミクスを分析する。共鳴吸収エネルギーは核種に固有なので同位体の分析が従来より感度良くでき、またそのピーク形状から核種毎の実効的な温度を分析することが可能である。当研究室では、これとCT法を組み合わせ、非破壊・非接触に物体内部の核種・温度分布断層像を得る手法を開発している。

応用例：燃料ペレット内の核種分布測定、古美術品の製作過程等の検証



中心に熱源がある円筒状試料内部の断層温度分布

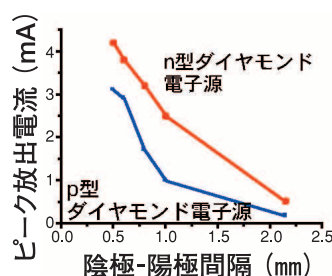
ダイヤモンドX線源

量子理工学専攻 応用量子ビーム工学講座
金子 純一・本間 彰

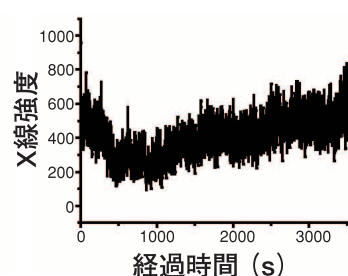
<http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~q16646/>

住友電気工業との共同研究に基づき、ダイヤモンド電子源のX線源応用を行っている。パルスモードによる高電圧の印加により、針状のダイヤモンド電子線源から最大4.2mAの電流値を繰り返し得る事に成功。F-Nプロットから求めた電流放出密度は 10^9A/cm^2 を達成。X線の連続発生にも成功。非破壊測定装置メーカー等とのアライアンスを検討中。

応用例：μフォーカスX線源



ダイヤモンド電子源からの放出電流強度



発生したX線の経時変化

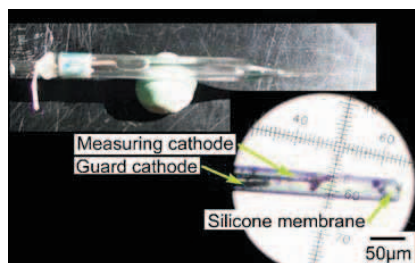
微小領域濃度測定用 マイクロセンサー

環境フィールド工学専攻 水圏環境工学講座
佐藤 久

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

微生物は物質変換速度が極めて高い。そのため、微生物が高密度に生息する部分(河川底泥表面や廃水処理プロセス内の微生物集塊内)では、時間的(秒単位)にも空間的(ミクロンオーダー)にも物質濃度が極めてドラスティックに変化している。当研究室では10数年にわたりマイクロセンサーを開発してきた。マイクロセンサーは先端径が数ミクロンのセンサーであり、数10ミクロンの空間的分解能、秒単位の時間的分解能で微生物集塊内の物質濃度を定量できる。

応用例：微量液体サンプル(酵素溶液など)内の
反応速度の測定



マイクロセンサー

地盤の非線形応答度合いの 指標化

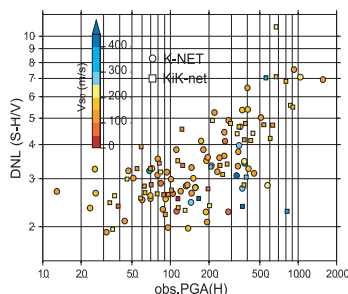
建築都市空間デザイン専攻 空間防災講座
笹谷 努

地震記録に基づく地盤の非線形応答は、弱震記録の地表と地中のS波スペクトル比(R_{weak})と強震記録のそれ(R_{strong})との比較から推定される。非線形時におけるスペクトル比は、ピーク周波数の低周波数側へのシフト、及びその高周波数レベルの低下を示す。この変化を以下の指標(DNL)で定量的に評価する。

$$DNL = \sum \left| \log(R_{strong} / R_{weak}) \right| \cdot \Delta f$$

図に示すように、2003年宮城県沖スラブ内地震時に観測された強震記録に対して評価したDNLは、観測されたPGAが大きく、地表のS波速度が遅いほど大きな値を示している。

応用例：地盤の非線形応答全国マップ



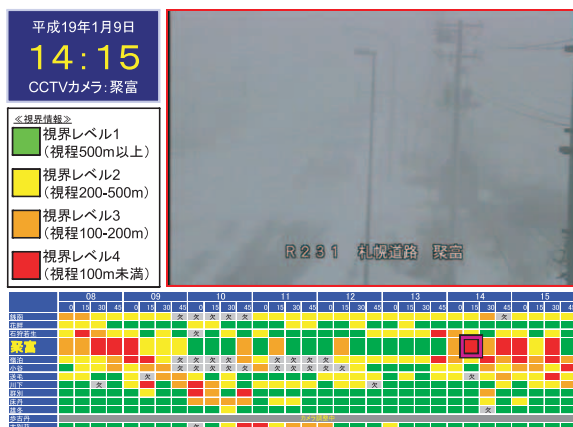
デジタル静止画像を使った 視界情報収集装置の開発

北方圏環境政策工学専攻 寒冷地建設工学講座
萩原 亨

hagiwara@eng.hokudai.ac.jp

デジタル静止画像に含まれる人間のコントラスト感度が高い空間周波数に着目し、視界情報を判定するソフトウェアを作成した。道路に設置されている複数の管理カメラから道路画像を時空間的に収集し、道路の視界を連続的に判定し、管理者と利用者に提供している。

応用例：視界情報提供、空間周波数分析



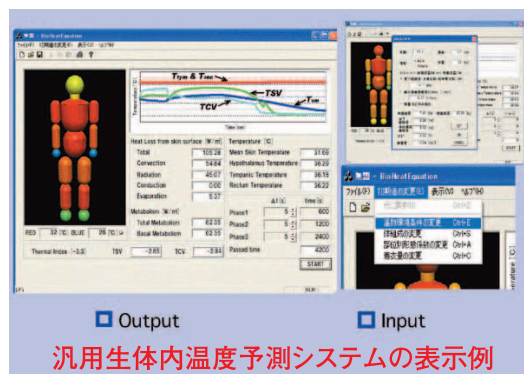
汎用生体内温度予測シミュレーション 技術の構築と応用展開

空間性能システム専攻 空間性能講座
横山 真太郎・前田 享史・倉前 正志

<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/EN-ERGO/>

汎用生体内温度予測シミュレーションにより、温度受容器の状態、体温調節の調節出力量、環境との部位別熱授受量、さらには温冷感、温熱快適感の予測を行うことができる。応用として、次世代車室内を含む省エネルギー健康冷暖房、次世代車室内設計・制御支援ツールが実用段階に至っている。さらには、ミクロな分野への応用として極低温癌治療の予測・制御ツールの研究が進んでいる。

応用例：温熱環境の評価・制御シミュレータ



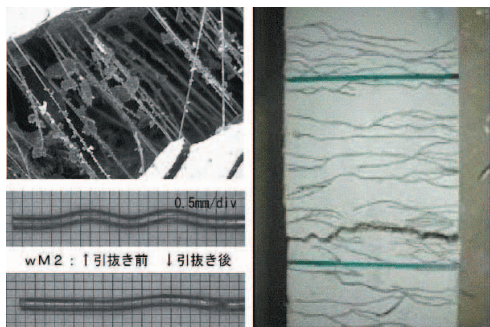
マイクロメカニクスによる 繊維補強複合材料開発

環境創生工学専攻 社会基盤施設管理講座
松本 高志

<http://www.infra.eng.hokudai.ac.jp/~bridge/index.html>

繊維長、繊維径、繊維強度などの微視的材料定数に基づいて構築されたマイクロメカニクスモデルにより、引張強度、靱性、疲労寿命などの材料特性との関係が得られる。モデルにより、要求される材料特性を発揮する微視的材料定数の組み合わせを設計することができ、部材特性(曲げ強度、曲げ疲労寿命)の解析と設計も可能である。

応用例：補修・補強、耐衝撃、耐震



ひび割れ架橋繊維と高ひずみ・高エネルギー吸収性能の複数微細ひび割れ型繊維補強セメント系複合材料

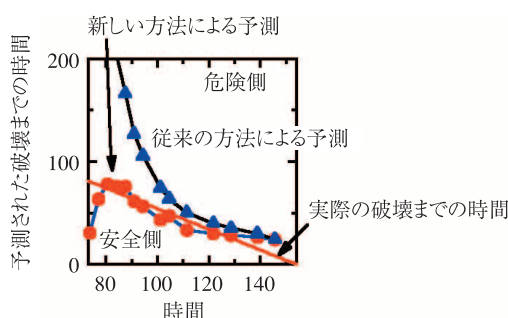
変位やひずみの計測に基づく岩盤や 地盤の破壊時刻の予測

環境循環システム専攻 地圏循環工学講座
藤井 義明

<http://rock.eng.hokudai.ac.jp/japanese.html>

変位やひずみの計測に基づく斜面や地下空洞(トンネルなど)の破壊時刻の新しい予測方法を提案しています。この方法は、従来からある方法を改良したものです。従来の方法より予測が簡単で、比較的安全側の予測が早期に得られます。今のところ、岩石供試体のクリープ試験から大規模な地すべりまでの4事例について、いずれも従来の方法よりもよい予測結果を得ることができています。

応用例：トンネル、岩盤斜面崩壊、土砂崩れ、地滑り



従来の方法と新しい方法による破壊時刻の予測

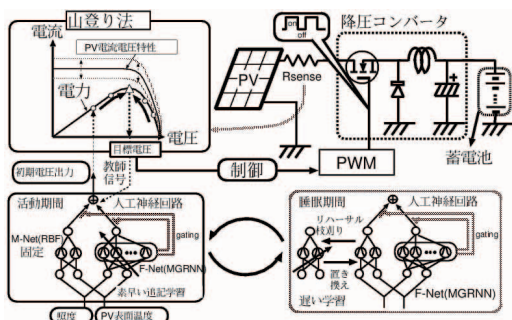
追記学習型神経回路による太陽電池の フィードフォワード型MPPT制御

複合情報学専攻 複雑系工学講座
山内 康一郎

<http://kussharo.complex.eng.hokudai.ac.jp/~yamauchi>

神経回路に対して学習データを非定常に与えても安定した学習結果を得る追記学習法を開発した。これを太陽電池の発電効率を高めるMPPTコンバータに応用し、太陽電池固有特性に適応するMPPTの実現を目指している。すなわち、MPPTは照度の変化に応じて負荷の大きさを制御することが望まれるが、太陽電池の汚れや経年劣化に応じて制御器そのものを補正する必要がある。この補正を、追記学習型神経回路によって実現する。

応用例：ソーラーカー用MPPTコンバータ



トランスメディア技術による草書体 文書画像の全文検索システム

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
田中 譲・猪村 元

<http://km.meme.hokudai.ac.jp/>

トランスメディアとは、イメージスキャナなどによって取り込んだ活字・手書きの文書画像を対象に、文字の図形としての特徴をもとに全文検索を実現する技術である。これによって、文書画像を特定のフォント・言語によらずに統一的な手法で、活用することが可能となる。近年、重要視されている電子図書館やデジタルアーカイブと呼ばれる電子的な文書管理におけるさらなる文書の活用が期待できる。この成果は、歴史的な文献の解読支援ツールに関する共同研究に活用されている。

応用例：古文書研究、翻刻支援、手稿管理



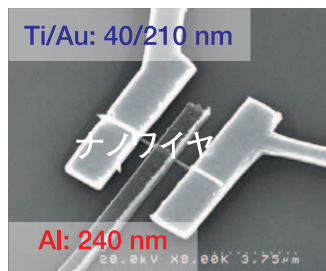
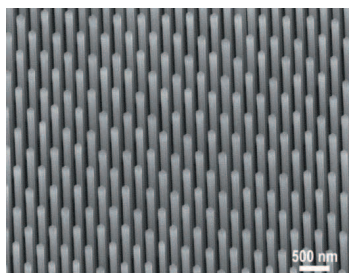
半導体ナノワイヤエレクトロニクス

情報エレクトロニクス専攻 集積システム講座
福井 孝志

<http://www.rciqe.hokudai.ac.jp>

Si CMOS LSIの限界を破り、さらなるエレクトロニクスの進化を可能性にする「半導体ナノワイヤとその集積デバイスへの応用」の研究開発を行っています。半導体ナノワイヤは「ナノスケールの直径をもつ1次元半導体構造」です。超高集積化や、低次元がもたらす新規物性の工学応用が期待されています。選択結晶成長によるIII-V族化合物半導体ナノワイヤおよび集積構造形成、物性探索、ナノワイヤデバイス応用、新機能デバイスと回路の開拓をすすめています。

応用例：半導体ナノワイヤトランジスタ



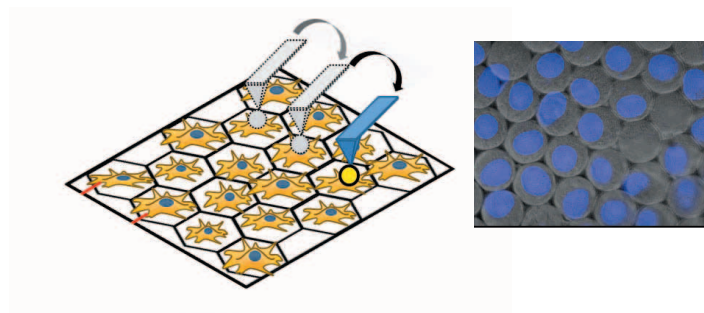
多数細胞の力学計測

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/>

細胞の機能は、その力学特性と密接に関係している。今回、多数の細胞を配列・培養し、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて、単一細胞のレオロジー (粘弾性) を計測することができるシステムを構築した。本計測手法を用いて、接着細胞の粘弾性の周波数応答や、ダイナミックに変化する力学挙動の統計情報を得ることができる。

応用例：単一細胞の力学診断



ホログラフィック・テレビジョンシステム

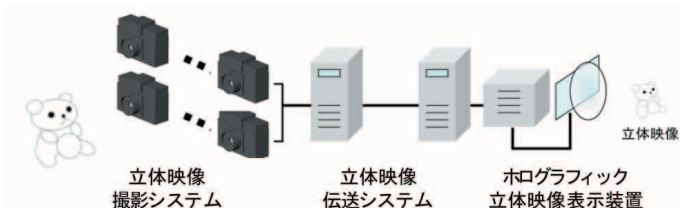
メディアネットワーク専攻 情報メディア学講座
坂本 雄児

<http://mcm-lab.ist.hokudai.ac.jp/>

SF映画等で立体映像システムとしてなじみ深いホログラムは、SFでの話から現実のシステムとなりつつある。本研究室ではホログラフィック・テレビジョンシステムの実現に向けて、立体映像の撮影から、伝送、ホログラムによる表示まで様々な問題について研究を行ってきた。近年、これらの成果を基に、小規模なシステムを試作し、立体映像の伝送に成功した。



応用例：立体映像テレビジョンシステム



ホログラフィック・テレビジョンシステム



◆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
情報科学研究科 研究企画室

◆印刷◆

東洋印刷株式会社