研究発表データシート

【１】	折原　宏 北海道大学大学院工学研究院 応用物理学部門・教授	

発表タイトル	ソフトマターの３次元構造観察とレオロジー測定法
サブタイトル	高分子ブレンド、ゾル、エラストマーの観測例

（１） 研究者のアピールポイント

液晶、高分子等のソフトマターの物性研究を行なっています。最近、共焦点レーザー顕微鏡とレオメーターを合体したシステムを開発し、ソフトマターの３次元構造変化とレオロジーの関係を調べています。

（２） 本発表研究の概要

新たに開発したシステムを用いた以下の観測例を紹介します。１）互いに相溶しない高分子ブレンドにせん断流と電場を印加したときの応力変化と構造変化の関係、２）流動下におけるゾル中の速度場測定、３）電場印加時の液晶性エラストマーのひずみテンソル計測。

（３） 本研究発表の詳細

２種類の互いに相溶しない高分子を混合したある種の高分子ブレンドでは、電場を印加すると見かけの粘度が可逆的に増大することが知られています（電気粘性効果）。一般に２種類の高分子を混合すると一方の高分子がドロップレットになって他方の高分子中に分散します。これに電場を印加すると、図１のようにドロップレットが電場方向に伸びてカラム構造ができ、弾性率が変化します。また、せん断流下では図 2(a)に示すようにドロップレット構造をしていますが、これに電場を印加すると(b)のネットワーク構造へと変化し、これに伴って粘度が増大します。このような構造とレオロジーの関係は今回開発したシステムにより初めて明らかになりました。

このシステムを用いるとせん断流下における流動場測定もできます。これを用いて生体物質の水溶液（ゾル）においてせん断流により誘起された相分離を明瞭に観察することに成功しました。

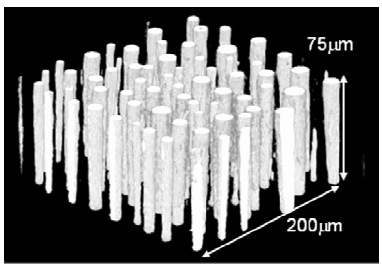
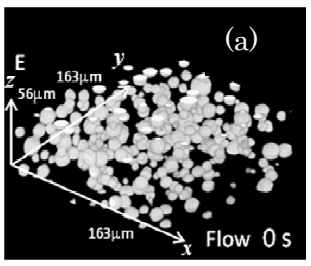


図 1. カラム構造



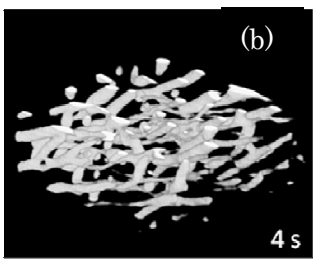


図 2. (a)ドロッププレット構造、(b)ネットワーク構造.

（４） 本発表の注目点

ソフトマターは文字通り柔らかく、外場（応力、電場等）により容易に変形します。本研究は、このような現象の機構解明およびそのデバイス応用へ役立てることができます。

研究発表データシート

【２】	向井　紳 北海道大学大学院工学研究院 有機プロセス工学部門・教授	

発表タイトル	液パルスインジェクション法によるカーボンナノファイバーの高効率製造
サブタイトル	熱移動制御による材料製造プロセスの高効率化

（５） 研究者のアピールポイント

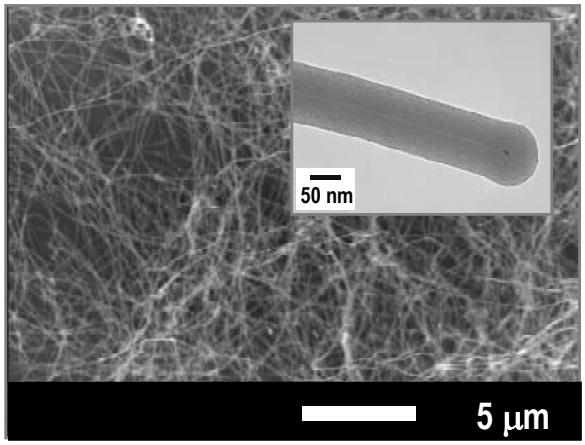
現在まで一貫して炭素材料や多孔質材料等の高機能材の開発に取り組んできた。お金をかければいい物ができるのは当然であるので、高い性能を有する材料をいかに簡単に、そして安く製造するかにずっとこだわり続けている。

（６） 本発表研究の概要

材料製造プロセスには必ずと言っていいほど熱の流入・流出が伴う。この熱移動を積極的にコントロールすることで既存のプロセスの効率を上げたり、今まで困難であった材料の製造が可能となったりする。本発表はこのようなアプローチにより達成したカーボンナノファイバーの高効率製造について紹介する。

（７） 本研究発表の詳細

高温の気相中で金属超微粒子触媒を利用して炭化水素蒸気からカーボンナノファイバー等の高機能繊維状炭素が製造可能であることは古くから知られている。しかしこのプロセスの生産性を上げることは難しく、製品の価格は依然として高い。今までのプロセスでは原料は専らガスで製造装置に導入されていた。しかし、ガスは一般に暖めにくい、つまりエネルギーを瞬時に与えることが難しい。これが問題だと考え、原料に瞬間的にエネルギーが与えられるように液パルスとして高温の固体表面に接触するように導入するようにして製造法を改良した。その結果、80%を超える高い炭素収率でカーボンナノファイバーを製造することが可能となった。



改良した製造法で得られたカーボンナノファイバー

（８） 本発表の注目点

今回の改良により生産性が向上しただけでなく、安価な原料も利用できるようになり、触媒の使用量を大幅に削減することも可能となった。最終的には製造コストを現在の数十分の一に低減できることが見込まれる。

研究発表データシート

【３】	中野　環 北海道大学大学院工学研究院 生物機能高分子部門・教授	

発表タイトル	円偏光発光性高分子の開発
サブタイトル	3D 有機 EL ディスプレイ・省エネルギーLCD のための光源材料

（９） 研究者のアピールポイント

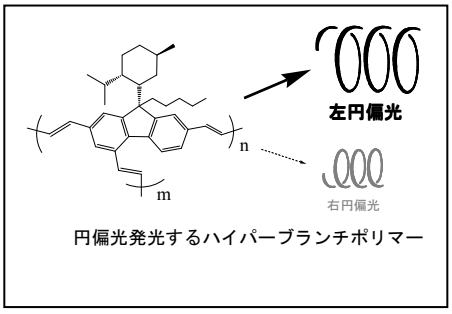
私達の研究室は高分子の精密構造制御を専門としており、らせん構造やπスタック構造などビニルポリマーの立体構造の制御に成功している。最近では、この発表で紹介する発光性高分子の開発、光を用いた高分子の立体構造制御法の開発、人工光合成のための高分子触媒の研究等、光をキーワードとする高分子研究に取り組んでいる。

（１０）　　本発表研究の概要

高効率な円偏光発光特性を示すハイパーブランチ型（枝分かれ型）ポリマーを開発した。従来の円偏光発光性高分子は高い性能を発揮させるための熱処理、分子配向処理を必要としたが、本研究で開発した新規高分子は、前処理を一切必要とせずに g 値 -0.2~0.4（発光材料が発する右巻き円偏光と左巻き円偏光の強度差を表す指標）を示す。

（１１）　　本研究発表の詳細

円偏光発光材料は近年普及し始めた３D テレビと省エネルギー型高輝度 LCD 用光源として有望である。しかし、現状の円偏光光源は直線偏光光源に円偏光透過フィルターを組み合わせたものであり、製造工程が複雑で、高コストである。この問題点の克服に最も有効な手法と考えられているのが、光源そのものを円偏光発光体とする有機電界発光材料(LED)の開発である。しかし、これまで開発された円偏光発光性の高分子材料は円偏光発光の効率が低く、効率を向上させるためには高分子の結晶化・液晶化などの前処理が必要であり、デバイス製造工程上の制約が大きかった。前頁に構造を示したハイパーブランチ型ポリマーはこれらの問題点を解決する。このポリマーは 400–600 nm の可視光領域に、高い効率で円偏光発光を示す（g 値： −0.2~0.4)。従来の有機高分子発光体では、このレベルの g 値達成のためには液晶化などの分子配列処理（前処理、高温でアニーリング）が必要であり、前処理無しの材料の g 値は 10^{-3}~10^{-2} オーダーであった。これに対して今回開発したポリマーは非晶質である可能性が高く、アニーリング工程を全く必要としない。



円偏光発光するハイパーブランチポリマー

（１２）　　本発表の注目点

円偏光発光性高分子は 3D 有機 EL ディスプレイ（円偏光方式）開発には不可欠の部材であり、次世代のディスプレイデバイスに実用化されることが期待される。

研究発表データシート

【４】	長谷川　靖哉 北海道大学大学院工学研究院 物質化学部門・教授	

発表タイトル	光情報を制御する希土類ナノ結晶
サブタイトル	未来の光産業技術の向上を目指して

（１３）　　研究者のアピールポイント

研究者は光化学を基盤としたナノ材料開発に取り組み、これまでナノ構造の強発光体および磁性半導体開発に成功している。その成果はテレビや新聞等にて紹介され、光化学協会奨励賞などを受賞している。

（１４）　　本発表研究の概要

現代の光科学技術をさらに発展させるためには、光の持つ特性を自在に操る光機能物質の研究が鍵となる。光情報を高効率に伝達制御できる新しい物質として、本講演では新型半導体・希土類ナノ結晶を紹介する。この希土類ナノ結晶を含むデバイスは次世代の光情報通信や光計測分野への応用展開が期待できる。

（１５）　　本研究発表の詳細

光科学技術は現代の通信分野や計測分野を支える重要な研究開発領域である。未来を指向した光情報通信帯域のブロードバンド化や環境・医療分野への光計測技術の進展にともない、光情報を正確かつ高速に伝えるための可視光対応型の光アイソレーター材料が現在強く望まれている。

光アイソレーターとは、材料に磁場を印加することにより光が逆向きに進まないようにフィルターの役目を果たす受動部品である。この光アイソレーターは物質の光磁気効果を利用した光機能素子であり、現在は近赤外光対応型の光アイソレーターが使用されている。

可視光対応型の優れた光アイソレーターの創成は、光情報通信分野だけでなく環境・医療計測分野のさらなる発展に大きく貢献できると考えられる。

新しいファラデー素子用材料として、長谷川は新型半導体 EuX ナノ結晶に関する研究を行っている（図１）。EuX ナノ結晶は 400 年以上使用可能な Eu(II)イオンと酸素や硫黄などから構成される磁性半導体であり、可視光領域に大きなファラデー効果（世界最大値）を示す。本研究発表では、新物質 EuX ナノ結晶の可視光対応型光アイソレーター材料としての可能性について紹介する。

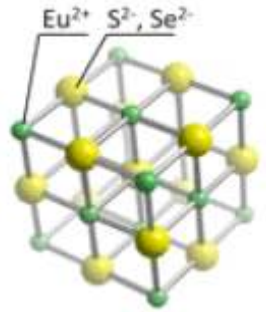


図１　半導体 EuX 結晶

（１６）　　本発表の注目点

新しい機能物質の創成は、新学術領域の開拓だけでなく新産業の創出にも大きな影響を与える。本講演では、新型半導体・EuX ナノ結晶を創出するに至った着眼点・経緯を含め、その科学技術をわかりやすく紹介する。

研究発表データシート

【５】	米澤　徹 北海道大学大学院工学研究院 材料科学部門・教授	

発表タイトル	電子材料・触媒に使うナノ材料の新規設計・合成
サブタイトル	

（１７）　　研究者のアピールポイント

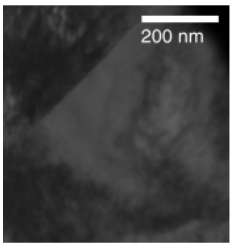
金属や酸化物材料、半導体などのナノ材料の合成法の開拓とその応用研究に従事している。応用用途も幅広く、電子材料（配線・電極）・触媒（燃料電池・有機化学反応・光反応）をはじめ、質量分析による薬物・毒物の検出、近赤外領域で発光するバイオセンサー、蛍光材料、ナノ粒子を含む透明屈折率制御樹脂など、多くの応用例について検討を重ねている。

（１８）　　本発表研究の概要

本発表では、特に電子材料や触媒につかうナノ材料の設計・合成法とその応用展開について紹介したい。私たちは、おもに金属イオンを還元もしくは酸化物に変換する化学法によってナノ材料を合成している。その合成時に用いる副材料や合成温度、条件を細かく制御することにより、非常に使いやすい材料を作っている。こうした匠の技の一部を紹介したい。

（１９）　　本研究発表の詳細

本研究では、1 nm から 1 ミクロンまでの金属ナノ粒子・微粒子を様々な手法を用いて合成し、特に、携帯電話に用いられるコンデンサの中や燃料電池や有機化学反応の触媒として用いる材料として展開している。その合成法は、フラスコの中に混合液を入れ、混ぜる・加熱するなど非常に簡単な手法である。この手法の中に、化学・金属学に裏付けられた様々な知識・技術が凝縮している。さらに、これらの構造をナノ領域をみるための電子の眼を用い、詳しく観察し、その結果を合成法にフィードバックして、よりよいものをより簡便に、効率よく大量合成できるようにプロセス設計を行っている。結果として、たとえば図に示すような、コンデンサの電極に用いられる金属をこれまでのものを代替し、よりよい性能をもたらすことを示した。



コンデンサに用いられる銅電極の電顕写真

こうした手法で合成されるナノ材料は、電子部品、触媒のみならず、様々な分析法の開拓や、これまで用いられてきた有機材料の性質を変えることにも用いられる。その一端について、分かりやすく説明したい。

（２０）　　本発表の注目点

フラスコと加熱器を用いて、簡単に最先端のナノ材料を、人間の力でコントロールして作っているところに興味を持っていただけたらと思います。その応用例、解析法についても、分かりやすく説明したいと思います。

研究発表データシート

【６】	戸谷　剛 北海道大学大学院工学研究院 機械宇宙工学部門・准教授	

発表タイトル	超小型人工衛星の熱制御
サブタイトル	

(1)　研究者のアピールポイント

人工衛星、宇宙ステーションの熱制御を研究しています。2006 年 9 月に宇宙へ打上げた HIT-SAT では熱・構造設計を、2010 年 5 月に打上げた超小型宇宙探査機 UNITEC-1 では熱設計を担当しました。

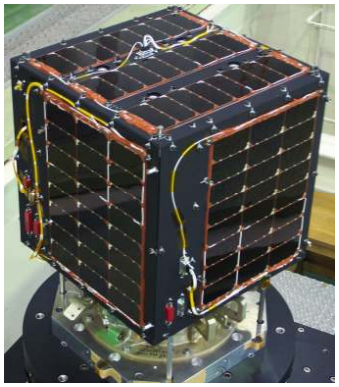


図 1　UNITEC-1

(2)　本発表研究の概要

50cm 以下の超小型人工衛星がイノベーションを起こそうとしています。小型化で問題となるのが、熱制御です。熱設計論が確立されていないだけでなく、電力リソース不足より、既存の衛星や惑星探査機で採用された熱制御手法を使うことが難しいからです。超小型人工衛星の研究開発の現状と熱制御について発表します。

(3)　本研究発表の詳細

既存の人工衛星は、5～10 年の長い開発期間を必要とし、プロジェクト開始から打ち上げまで平均 15 年かかっています。すぐ結果が欲しい技術開発やスピードの要求されるビジネスでは、15 年という長期間は、致命的です。

50cm 級の超小型人工衛星を用いることで、プロジェクト開始から打上げまでの期間を 1 年半に短縮するというイノベーションを起こしたい。50cm というハンドリングのしやすさと信頼性を確保するために試験を最小限に留めることで、開発期間を押さえ、衛星の低価格化を実現します。

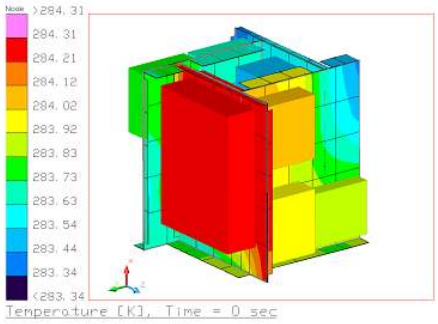


図 2　UNITEC-1 内部構造の温度分布（解析結果）

超小型人工衛星の熱設計論は確立していないだけではなく、衛星の小型化は、放熱面積の減少、発電電力の減少に伴うヒーター電力の減少、熱容量の減少に伴う温度変化のしやすさの増加、高密度実装化に伴う発熱集中を引き起こします。既存の中型・大型衛星では、十分な電力と搭載性を生かして、ヒーターやラジエータを使った熱制御方式が採用されてきました。一方、超小型人工衛星では、十分な電力と搭載性が確保できない。そこで、１年半という衛星開発期間にマッチした熱設計論と超小型人工衛星にあった熱制御材料（蓄熱材）の研究開発を行っています。

（4）　本発表の注目点

- 50cm 級の超小型人工衛星を用いて、プロジェクト開始から打上げまでの期間を 1 年半に短縮するというイノベーションを目指していること
- １年半という衛星開発期間にマッチした熱設計論と超小型人工衛星にあった熱制御材料（蓄熱材）の研究開発を行っていること

研究発表データシート

【7】	大橋　俊朗 北海道大学大学院工学研究院 人間機械システムデザイン部門・教授	

発表タイトル	MEMS 技術を利用した細胞力学環境計測・操作の新展開
サブタイトル	

（２１）　研究者のアピールポイント

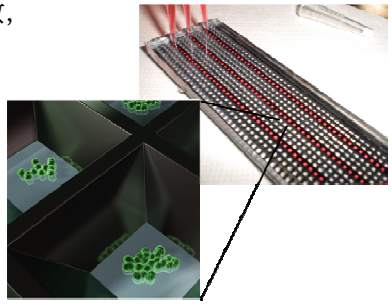
材料力学や流体力学などの学問分野を基盤として，生命現象と力学環境の関わりについて最先端の工学・生化学技術を駆使した研究を展開し，生命活動の普遍原理を探求するとともに病態原因の解明など医学分野への応用を目指しています．

（２２）　本発表研究の概要

私達は，生命現象を力学的に解明するバイオメカニクス研究を行っています．材料力学，流体力学的研究手法を軸に，生化学的・細胞生物学的手法を駆使して，生体組織や細胞の力学刺激に対する応答を中心に研究を進めています．特に，近年注目を集める微細加工技術を応用したバイオ MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）研究にも精力的に取り組んでおり，本発表では細胞の力学応答計測・力学環境操作が可能な小型バイオチップの開発について紹介します．

（２３）　本研究発表の詳細

細胞は同一種においても，個々について形状や増殖動態，遺伝子・たんぱく質の発現に個体差が存在しています．そこで細胞一つ一つの評価を行う単一細胞解析が注目されており，我々は単一細胞解析のための新規バイオアッセイデバイスの開発を目指しています．本デバイスは個々の細胞の反応室の役割を果たす微小孔を規則的に配置したシリコン製マイクロウェルスライドと，試薬を送液するシリコーン製マイクロチャネル層で構成されます（右下図）．従来の手法と比べて高額な試薬や貴重な試料の使用が少なく，したがって迅速かつ低コストの単一細胞解析が可能となります．本研究はスウェーデン王立工科大学との共同研究です．また，細胞の遊走性を調べる実験デバイスの開発も行っています．細胞は外部からの力学的刺激，化学的刺激，接着する基質の性質変化などに反応し遊走します．細胞遊走は癌の発生や転移，損傷治癒過程における血管新生などに深く関わっていますが，細胞遊走メカニズムの詳細は十分にわかっていません．そこで MEMS 技術を用いて細胞遊走時の局所力学的環境を計測する独創的な実験デバイスを開発しています．本研究は豪州クイーンズランド大学との共同研究です．



（２４）　本発表の注目点

私達は最先端の機械工学・生化学技術を駆使し生命現象の解明を目指しています．工学と医学・生物学間の学際領域研究を積極的に展開している実際の一端を紹介します．また，スウェーデン，オーストラリア，アメリカ，イギリスなど海外との共同研究を積極的に推進しています．

研究発表データシート

【８】	渡辺　精一 北海道大学大学院工学研究院 エネルギー・マテリアル融合領域研究センター・教授	

発表タイトル	レーザー敷設型超高圧電子顕微鏡開発とそれを利用した研究例紹介
サブタイトル	―光・イオン・電子のマルチ量子ビーム電子顕微鏡の開発に向けて―

（２５）　研究者のアピールポイント

「時空間マルチスケール構造解析に基づく非平衡系材料科学とナノ材料創製」
をメインテーマに以下の研究を行っています
・金属ナノボール創製に関する研究
・レーザー誘起量子ドットに関する研究
・マルチ量子ビームと非平衡材料科学
・新型超高圧電子顕微鏡の開発

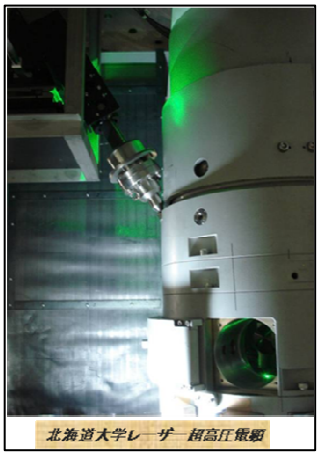
（２６）　本発表研究の概要

これまで，北海道大学超高圧電子顕微鏡研究室が進めてきた，世界的にもユニークな短パルスレーザー発振装置を付加した超高圧電子顕微鏡の開発状況とそれを利用した先端研究例を紹介します．将来的には，世界初となるレーザー・イオン・電子のトリプル量子ビームの照射が可能な超高圧電子顕微鏡の開発導入を目指し頑張っています．

（２７）　本研究発表の詳細

全国超高圧連携ステーション事業の一環として北海道大学超高圧電子顕微鏡研究施設において進められてきた，短パルスレーザー照射で材料がどのように組織変化し，自己組織化していくかをナノスケールでその場観察することができる，レーザー敷設型超高圧電子顕微鏡を開発と，これによる新たなその場観察技法に基づく照射効果現象と格子欠陥研究手法の開拓研究を主に紹介します．

北海道大学イオン加速器(2台)付
マルチビーム超高圧電子顕微鏡



（２８）　本発表の注目点

光（レーザー）とは？量子ビームとは何か？また，イオンビーム，電子ビームが当たると物質はどうなるのか？レーザービーム照射との違いは？マルチビームって？

【ヒント：ハドロン（イオン）ビーム，レプトン（電子）ビームに加え，フォトン（電磁波）ビームであるレーザー光導入により，素粒子系量子ビームのすべてが揃う．すべてを一緒に当てられる．】

そこで，何ができるだろうか？

研究発表データシート

【９】	小山 聡 北海道大学大学院情報科学研究科 複合情報学専攻・准教授	

発表タイトル	Web における時間情報処理
サブタイトル	時間変化する情報の“名寄せ”と年表生成

（２９）　研究者のアピールポイント

Web 検索・マイニング、機械学習などについての研究を行っています。特に情報検索や知識発見における時間の扱いに着目して取り組んでいます。また、学外の企業や研究機関との共同研究を積極的に行っています。

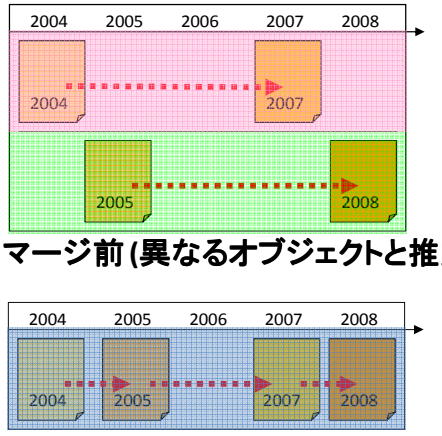
（３０）　本発表研究の概要

本発表では、現在の検索エンジンのようにページ単位で結果を返すのではなく、人物や商品といった実世界のオブジェクト単位で情報を抽出・集約して呈示するオブジェクトレベル検索について述べ、特にオブジェクトの時間変化に着目した研究について詳しく紹介します。

（３１）　本研究発表の詳細

人物や組織といった実世界のオブジェクトは、その属性や活動が時間とともに変化し、それは Web 上の情報にも反映されます。年表型検索エンジンは、過去から現在までのオブジェクトの情報を Web から収集し、年表形式での閲覧を可能にします。

オブジェクトレベル検索を実現する際には、同姓同名の人物など曖昧性を持つデータの扱いが課題となります。オブジェクト識別（名寄せ）はデータや文章中の記述が実世界の同じオブジェクトを指しているか否かを判別する問題です。人物や組織などは、時間とともに所属や所在地といった属性が変化するため、長期間に渡って収集された Web ページを扱う場合、名寄せが特に困難になります。私たちは、オブジェクトの属性値の時間変化の確率を考慮しつつ、同一オブジェクトの情報と推定される異なる時点のデータを順にマージしていくことで、時間変化するオブジェクトを精度良く名寄せする方式を開発しました。



図：時間変化するオブジェクトの識別

（３２）　本発表の注目点

今後も Web への情報の蓄積は続き、過去から現在までの情報を時間横断的に活用することが様々な分野で重要になってくると考えられます。本発表はそれらの基礎となる技術について紹介しています。

研究発表データシート

【１０】	村井　哲也 北海道大学大学院情報科学研究科 コンピュータサイエンス専攻・准教授	

発表タイトル	ラフな計算とその応用
サブタイトル	～粒状性の可能性～

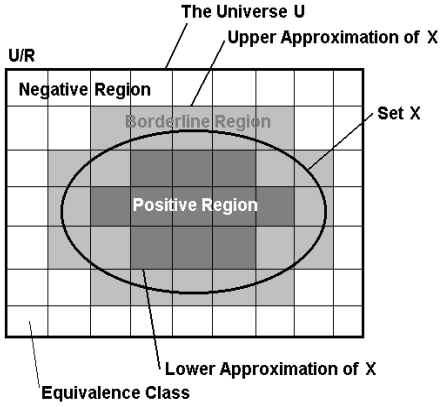
（３３）　　研究者のアピールポイント

数学の基礎理論，特に，論理，束論，位相などを踏まえながら，情報の粒状性（ラフ集合）や感性工学（画像，音楽，怪しい論理など）への応用を企んでいること．応用でも，集合論の重要さを理解できてない人が多すぎることが残念に思っている研究者．

（３４）　　本発表研究の概要

ラフ集合の理論を使った粒状性の定式化とその応用の可能性について説明する．特に重要なのは粒度をコンテクストにあわせていかに調整するかであり，その問題はまだ十分研究されているとはいいがたい．

（３５）　　本研究発表の詳細



ラフ集合の本質は「近似」である．まず，人間にとって，近似はどういう存在なのか？その一つの答として，近似とは，人間の認知・認識能力において不可欠な要素の一つである，という考え方がある．その理由として，人間は (1) 所有するデータの総体 (2) データから情報を引き出す計算力，の少なくとも二点において，有限な存在だからである，という論がある．その有限性ゆえ，人間は原理的に，対象を近似的にしか理解できない，と考えられるからだ．諸々の事象に対して完全な理解が可能なのは，おそらく「神」と呼ばれる存在のみであろう．

ラフ集合論の基本的考え方，それは既知の有限なデータを使って，未知の対象たちを記述し，理解するための数学的枠組を与える，というものだ．ラフ集合論では，まず，既知のデータの下で，同じ性質を持つ対象をグループ化して，ブロック(クラスタ)を構成する．一般に，ブロックは複数個，生成される．これらのブロックを使って，未知の集合にできるだけ近いものを組み立てること，そこにラフ集合の本質がある．しかし，人間にとって，知識が多すぎても，却って対象の本質を理解できない．また，むしろ，逆に，利用する知識を巧妙に限定することで，より効率的な情報処理を実現する，などと，弱点をプラスにしてしまう裏ワザさえ，人間は使っているふしがある．つまり，情報処理における適切な知識ないしデータの量があって，その結果，処理を効率よく遂行するために適当な近似の程度が度合いが存在するのであって，重要な問題は，それを調節するメカニズムの解明である．

（３６）　　本発表の注目点

従来の科学や計算は基本的に，精密さ志向に見える．それに対して，ラフな計算は逆方向の計算もあり？と考えている．粗さを上手に調整すれば，”いい加減”ではなくて，”良い加減”になる，などと期待することになる．例えば，人間観でも，人に概略を伝えればOKの場面では，ラフに報告したら良い感じだが，事細かくクドクド言ったら，以前流行った「KY」である．情報化社会はめまぐるしく進展しながら，「計算」にも ”空気読め”と言い出した？そう感じている．

研究発表データシート

【１１】	末岡　和久 北海道大学大学院情報科学研究科 情報エレクトロニクス専攻・教授	

発表タイトル	原子スケールのスピン計測
サブタイトル	原子スケールの電子スピン状態の計測と制御に向けて

（３７）　研究者のアピールポイント

走査型プローブ顕微鏡と電子顕微鏡の応用を中心に，原子スケールでのスピン状態の計測制御に向けた新技術開発と，MEMS 技術やカーボンナノチューブ FET 等を応用した各種センサーの研究開発を進めています.

（３８）　本発表研究の概要

これまで開発を進めてきたスピン状態の検出可能な走査型プローブ顕微鏡であるスピン偏極 STM と交換相互作用力顕微鏡，ならびに周辺関連技術について紹介し，最近の研究成果および研究動向と将来展望について紹介します.

（３９）　本研究発表の詳細

走査型トンネル顕微鏡（STM）技術に端を発する走査プローブ顕微鏡(SPM)を用いて試料表面の電子スピン状態を計測する試みが始められてから 20 年あまりが経過したが，まだ確立した計測技術とまではなっていない．スピン偏極 STM では，原子分解能で電子状態のスピンの偏りを可視できることが様々な系で示されてきた．我々もいくつかの系での研究を進めてきており，最近ではマグネタイトに着目した研究を行っている．STM は導電性の試料の観察を対象とするが，興味のある磁性材料，特に酸化物材料は絶縁性の場合が多い．また，分子におけるスピン状態の計測でも電流が流れることが期待できない場合が多い．そこで，SPM のひとつである原子間力顕微鏡を応用した交換相互作用力顕微鏡（MxFM）を提案し，絶縁性の試料表面でのスピン計測を実現するための研究を進めてきた．探針先端原子と試料表面原子との間に働く交換相互作用力の計測を目指すものである．これまでに NiO(001)表面で予備実験をすすめ，これが可能であることを示した．現在，より広範な試料や分子での交換相互作用力の測定を目指して，新しい MxFM 装置の開発を進めている.

（４０）　本発表の注目点

本発表で紹介する交換相互作用力顕微鏡は我々が提案し世界に先駆けて実験的検証をおこなったもので，現在，次のステップへ向けて新しい計測システムの開発を進めています.

研究発表データシート

【１２】	清水　孝一 北海道大学大学院情報科学研究科 生命人間情報科学専攻・教授	

発表タイトル	光による体内構造および機能の透視イメージング
サブタイトル	

（４１）　　研究者のアピールポイント

光は体を透過せず、数 mm 厚み以上の透視は無理と考えられている。本研究は、強散乱体内部の透視実現をめざすとともに、既存透視技術とは異なる生体機能の分布を得て医療・医学への応用をめざすものである。

（４２）　　本発表研究の概要

空間光差分および時間分解計測によって、生体透過近軸散乱光が検出可能なレベル実在することを示してきた。これを利用して生体内の強い光散乱効果を抑制することにより、体内吸光構造の透視や断層イメージングを可能としてきた。また、スペクトル解析や蛍光を利用することにより、生体機能の無侵襲イメージングを実現してきた。

（４３）　　本研究発表の詳細

生体の裏側より光を照射し、表側から観察する。近赤外光のように生体組織における吸収が比較的小さい光の場合には、観測側に透過光が得られる。この光は、生体組織における強い光散乱により、拡散されて透過して来る。これにより、ラット脳機能を無侵襲的にとらえることができる。たとえば、脳内血流変化、脳内酸素化状態変化のイメージングが可能となる。体性感覚刺激に伴うラット大脳の局所的血液量変化を Fig.1 に示す。

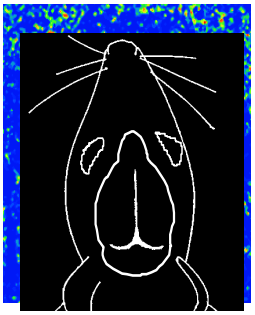


Fig.1 前肢刺激時の大脳血液量変化

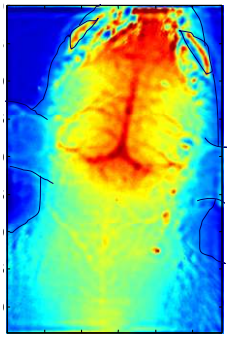


Fig.2 ラット頭部の蛍光透視像

生体に光を入射すると、生体組織の強い光散乱性のため入射光は体内に拡散し、その一部が後方散乱光として入射側に戻って来る。この戻る光が後方からの照明光となり、体表付近の吸光物体が、皮膚を介してイメージングされる。ただし通常の光入射法では、体表面における散乱性反射光の強度が強く、内部からの光を観測することは難しい。この問題を解決するため、蛍光物質を利用する。Fig.2 に PSF デコンボルーション法により改善したラット頭部の経皮蛍光像を示す。脳表を走行する主要血管を中心に蛍光分布が観察される。また画像改善により矢状静脈や横行静脈をはじめ、脳血管が明瞭になることがわかる。

（４４）　　本発表の注目点

従来不可能と考えられてきた光による強散乱体の透視が実現できると、どのようなことが新たに可能となるか。医学・医療のみならず、種々の分野で新たな応用が考えられる。

研究発表データシート

【１３】	小川　恭孝 北海道大学大学院情報科学研究科 メディアネットワーク専攻・教授	

発表タイトル	アンテナ信号処理技術を用いた無線通信システムの高度化
サブタイトル	チャネル予測による下り回線マルチユーザ MIMO システムの特性改善

（４５）　研究者のアピールポイント

本研究者は，アンテナ信号処理技術の我が国におけるパイオニアである．本研究者は 1980 年代初めに，この技術の移動通信への応用に関する研究を開始し， PHS の空間分割多元接続の商用化に貢献した．

（４６）　本発表研究の概要

基地局が複数のユーザ端末と同時に通信を行うマルチユーザ MIMO システムは，動的フェージング環境の場合，ユーザ間干渉とストリーム間干渉が残留し，特性の劣化が生ずる．本発表では，下り回線信号送信時刻のチャネルを予測することにより，特性改善が可能となることをチャネルの測定結果を基に明らかにする．

（４７）　本研究発表の詳細

送受信機双方に複数のアンテナを設置する MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) システムは，チャネル利用効率を向上させることが可能である．図に示したように基地局が複数のユーザ端末と同時に通信を行うマルチユーザ MIMO システムも鋭意検討されている．しかし，下り回線マルチユーザ MIMO システムにおいては, ユーザ間干渉とストリーム間干渉が重大な特性劣化を引き起こすことになる．これらの干渉を除き，伝送速度を向上するため，ブロック対角化法と固有ベクトルビーム空間分割多重伝送が用いられる．これを実現するためには，基地局において下り回線チャネル情報が必要となる. 実際の下り回線信号送信時刻はチャネル推定時刻よりも遅れているため, 動的フェージング環境では, その間の遅延によりチャネルの変動がおきることになる. その結果，ユーザ間干渉とストリーム間干渉が残留し，特性の劣化が生ずる．本発表では，推定されたチャネルを用いて, 実際の下り回線信号送信時刻のチャネルを予測することにより, 下り回線マルチユーザ MIMO システムの特性改善が可能となることを, チャネルの測定結果を基に明らかにする．

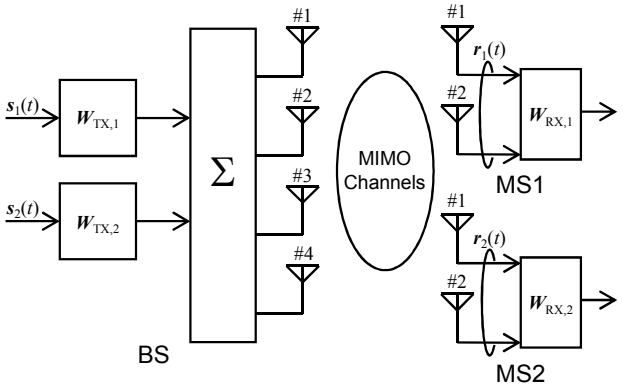


図 マルチユーザ MIMO システム

（４８）　本発表の注目点

通信に信号処理技術は広く使われているが，これまでは主に，時間領域と周波数領域に関するものであった．本研究者が検討している，複数のアンテナによる空間領域信号処理はチャネルの利用効率を著しく改善する．

研究発表データシート

【１４】	山下　裕 北海道大学大学院情報科学研究科 システム情報科学専攻・教授	

発表タイトル	微分不可能ダイナミクスが導く新しい制御
サブタイトル	

（４９）　　研究者のアピールポイント

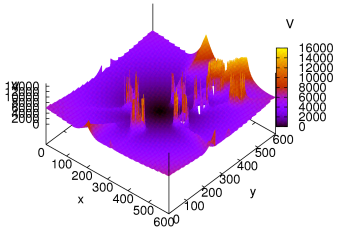
システム制御に関する理論・技術全般、特に非線形システムの制御理論の研究が専門。その他、インターネットなどの伝送遅れをループ内に含む制御や移動体の制御などさまざまな研究に従事。

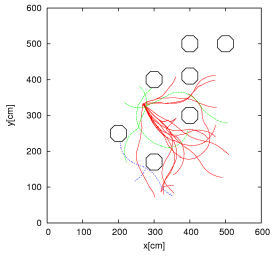
（５０）　　本発表研究の概要

近年、フィードバックに微分不可能な関数を含めることで、制御系の性能を向上させたり、制御系設計における困難さを克服したりすることが可能であることがわかってきた。ひとつは局所的な収束性能の向上であり、もうひとつは大域的な性質の改善である。本発表ではこれらについて、簡単に説明する。

（５１）　　本研究発表の詳細

まず、微分不可能制御則の効用を、2 つに分けて説明する。1 つは局所的な収束性能の改善であり、原点で無限大のゲインを持つフィードバックによって、連続時間有限整定制御や厳密微分器が可能であることを示す。対象が線形システムの場合、数学的に美しい制御はやはり線形制御であるが、微分不可能制御則を用いたほうが人間にとって望ましい応答であることが多い。また、厳密微分器を用いれば、単なる差分よりノイズが少なく、またフィルタの遅れがない微分動作が可能であることが示される。もう一つは、制御対象の大域的な構造に起因する困難さを克服する手段としての微分不可能制御である。剛体の回転運動の制御や、移動ロボットの障害物回避問題においては、「どちらに回るのがよいのか？」という意思決定における分岐点が存在し、そこでは制御則は不連続にならざるを得ない。本研究室では、そのような問題に対しシステマティックに数式だけの世界でその不連続フィードバックを導く汎用的な方法を研究している。例題として移動ロボットの IF-THEN ルールを使わない障害物回避制御を示す(図)。





（５２）　　本発表の注目点

今まで最善と思ってきた線形制御の指数的収束がはたして本当に望ましいのか？それに対する一つの提案を示す。また、大域的制御において IF-THEN ルールや MAP を人間がいちいち作ることの批判と、大域的制御のシステマティックな構成に対する一つの数学的な回答を示す。

研究発表データシート

【１５】	田部　豊 北海道大学大学院工学研究院 エネルギー環境システム部門・准教授	

発表タイトル	耐氷点下起動性に優れた固体高分子形燃料電池の開発
サブタイトル	電池内マイクロナノ凍結現象の解明

（５３）　研究者のアピールポイント

多様なエネルギーシステムの持続可能なベストミックスを実現するための専門集団であるエネルギー環境システム部門の一員として，広い視野を持って，エネルギー問題，地球温暖化問題の解決を目指しています．

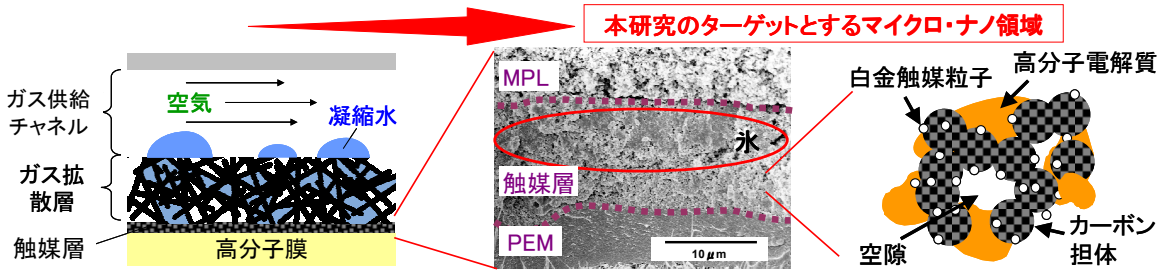
（５４）　本発表研究の概要

固体高分子形燃料電池の寒冷地利用において，反応により生成した水が凍結し性能低下を引き起こすことが問題となる．本研究では，マイクロナノスケールである反応層近傍の凍結現象について，超低温型電子顕微鏡による可視化や電気化学測定を用いて解明することにより，耐氷点下起動に優れた電池の開発を行っている．

（５５）　本研究発表の詳細

固体高分子形燃料電池は，次世代の自動車等の移動動力用電源，民生用の定置型分散電源他，多くの分野において，高効率でクリーンなエネルギー変換機器として普及が期待されている．この燃料電池の氷点下環境起動では，生成した水が凍結し，発電停止，劣化を引き起こすため，電池内の凍結現象を明らかにすることは，電池性能および耐久性向上のために極めて重要となる．

反応による生成水は，下の左図のように数十 nm の径である触媒層空隙を通り，数μm 径の空隙を有する多孔膜であるマイクロポーラスレイヤー（MPL）を介して，ガス拡散層・ガス供給チャネルへと排出される．この過程の超微細多孔体の中で，水がどの部位で凍結し，どのような機構で性能停止および経年劣化に繋がるかを微視的観察，電気化学測定，触媒層モデル解析により解明し，耐起動性の向上や超寿命化を達成することを目指している．下の中図は触媒層が氷で埋められている様子，右図は解析でモデル化している触媒層の構造模式図である．



マクロ水輸送現象（カソード側）　触媒層内氷分布のクライオ SEM 画像　触媒層の構造模式図

（５６）　本発表の注目点

普段見ることのない超微細構造内の凍結現象をぜひご覧下さい．微視的観察，電気化学測定，触媒層モデル解析を駆使する極めて独創的な本試みは，札幌のような寒冷地での燃料電池の普及に役立つものと考えています．

研究発表データシート

【１６】	藤吉　亮子 北海道大学大学院工学研究院 量子理工学部門・准教授	

発表タイトル	土壌中の環境放射性核種
サブタイトル	ラドンを知る

（５７）　　研究者のアピールポイント

研究室のスタッフ、学生はじめ周りの多くの人達に支えられ現在の自分がある。人間は一人では生きてゆけないと実感している。研究は生活の重要な部分を占め、それはまだ続くと思う。自然に感激する心を忘れないこと。

（５８）　　本発表研究の概要

身の回りに存在する多くの放射性核種（環境放射性核種）のうち、常温常圧で気体（放射性気体）であるラドンについてその正体を明らかにするとともに、人間とのいろいろな関わり（良い面と悪い面）を紹介する。地表面下で発生して移動するラドンを追跡するとどのようなことが明らかになるか最近の研究結果をもとに解説する。

（５９）　　本研究発表の詳細

喫煙に次いで高い肺ガンの要因として、ラドンは欧米諸国において最も注目されている放射性核種である。ラドンによる健康被害を低減するため、EU 諸国では国ごとに独自にラドン放射能濃度を測定し、その結果をマッピングする努力がなされてきた。しかし、測定法や測定対象（屋内なのか土壌なのか等）は国の事情により大きく異なる。最近、EC（European Commission）が中心となって統一的な測定手法の確立、測定およびマッピングに向けた動きが活発になっている。特に、チェコ共和国(地質調査所および Radon EU) のラドン測定・評価技術はすぐれており、彼らは国内にラドンフィールドを設けて定期的に測定法および測定結果のクロスチェックを行っている。一方、日本、特に北海道においてラドンの測定はほとんど行われていない。また、ほとんど注目もされていない。人為的介入の比較的少ない森林（北海道、スロベニア）においてラドン（および他の土壌空気成分）のモニタリングを継続している（図１）。特に、冬季積雪期におけるラドンの挙動を明らかにして、北国における環境パラメータを確立することをめざす。

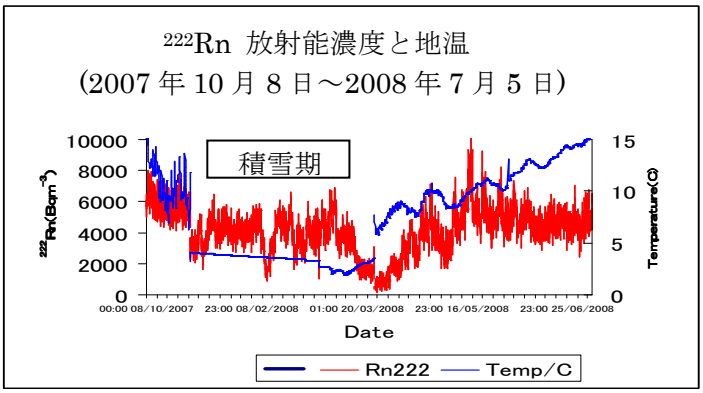


図１　森林土壌における ^{222}Rn および地温の継時変化

（６０）　　本発表の注目点

ラドンは放射性気体であり、系列を作る天然放射性核種の壊変生成物である。半減期 3.8 日の ^{222}Rn は放射線被ばくという面で人間に有害な影響をもたらす半面、土壌空気の地表面への動きを知るための有用なパラメータとなる。

研究発表データシート

【１７】	清水　康行 北海道大学大学院工学研究院 環境フィールド工学部門・教授	

発表タイトル	河床・河道変動の数値シミュレーション技術
サブタイトル	日米共同による河川シミュレーションソフトの共同開発

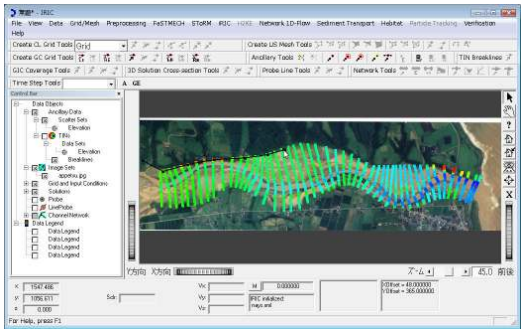
（６１）　　研究者のアピールポイント

本日は私共が現在取り組んでいる日米共同研究による、河川の流れや氾濫、河床・河岸の変動をシミュレーションするためのフリーソフト、iRIC(http://i-ric.org)について、その開発経緯、現況、能力、将来について紹介致します。

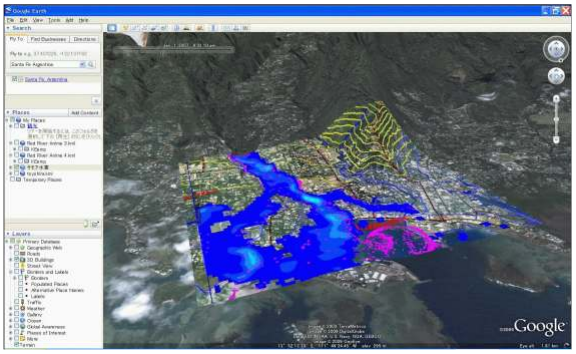
（６２）　　本発表研究の概要

iRIC は専門家でなくても簡単に使えるように工夫されており、測量データや GIS データから計算用のグリッドデータの作成から、計算条件の設定と実行、美しくて迫力あるアニメーション出力などに工夫が凝らされており、その機能と操作方法の説明をします。
iRIC を用いた世界中の河川の洪水、氾濫、蛇行などのシミュレーション結果を紹介します。

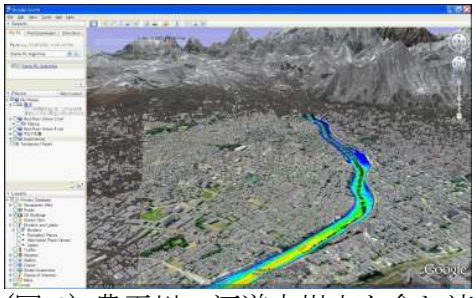
（６３）　　本研究発表の詳細



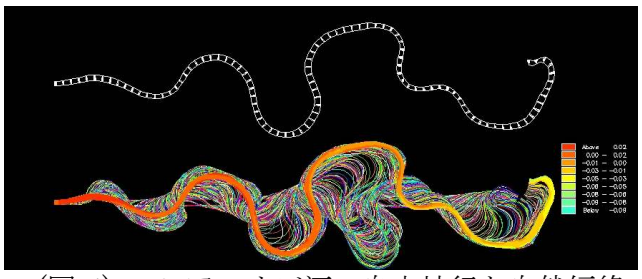
(図-1)　DEM データから計算用の格子を作成する GUI 画面例



(図-2) サモア国アピア市の氾濫計算例



(図-3) 豊平川の河道内樹木を含む流れ



(図-4) ロシア・オビ河の自由蛇行と自然短絡

（６４）　　本発表の注目点

本ソフトは今まではごく少数の研究者にしか出来なかった最先端の河川工学を背景とした高度な計算を、誰もが簡単に無料で出来るようにしたものです。アジア、ヨーロッパ各地でもユーザーが増えつつあり、今後の発展が期待されます。

研究発表データシート

【１８】	萩原　亨 北海道大学大学院工学研究院 北方圏環境政策工学部門・教授	

発表タイトル	エゾシカと車両の衝突問題に関する研究
サブタイトル	

（６５）　　研究者のアピールポイント

北海道においてエゾシカの生息地域と個体数は急激に拡大している。エゾシカと車両との事故問題を少しでも予防することが重要であり、具体的かつ有効な衝突回避策を得るためエゾシカと車両との事故を詳細に分析した。

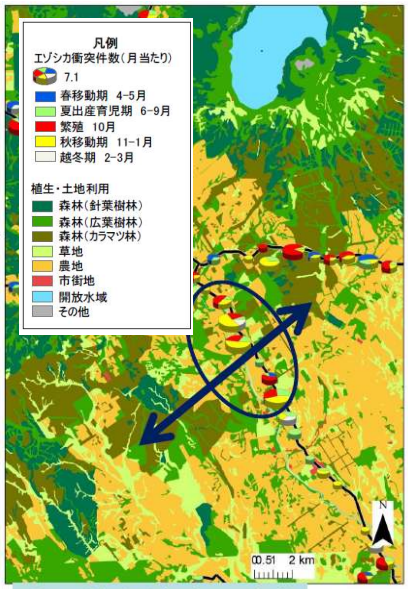
（６６）　　本発表研究の概要

衝突時の被害が大きいことからエゾシカとの事故に北海道のドライバは高い関心を寄せている。エゾシカと車両の衝突回避支援を目的とし、衝突事故が発生しやすい条件をエゾシカの生態および道路の沿道環境から明らかにする。

（６７）　　本研究発表の詳細

北海道の国道における野生動物と車両との衝突件数の増減について、時系列的・空間的な視点で分析を行うとともに、衝突件数の増減と生態との関連について明らかにした。通年で衝突件数が多い場所は、大規模なエゾシカの越冬地がある場所であった。一方、季節によって衝突件数が増減する箇所は、エゾシカの季節移動が主な原因となっていた。

GIS を用いた空間分析によって、エゾシカと車両との衝突件数が増加する道路周辺環境条件を明確にした。道路周辺環境として、積雪、標高、土地利用、河川との距離、交通量を説明変数としたポアソン回帰分析を行った。衝突件数の増加には、森林(針葉樹林、広葉樹林、カラマツ林)、草地、農地、開放水域の存在、河川からの距離が近いこと、積雪深の多さが影響することを示した。路線別の土地利用環境と衝突頻度区間の分析によって、森林割合が高い環境(森林内) と森林と農地の境界部では衝突が増加し、森林割合が低く農地割合が高くなると衝突件数は減少していた。エゾシカが好んで利用する環境が衝突件数を増加させていた。



秋の季節移動経路の可能性

（６８）　　本発表の注目点

エゾシカの生態とそれに密接にかかわる沿道環境を結ぶことから、エゾシカとの衝突頻度が高い箇所を抽出できることを明らかとした。人間社会と生態との複合情報の生成が自然共生社会の実現に繋がる一例と言える。

研究発表データシート

【１９】	岡田　成幸 北海道大学大学院工学研究院 建築都市空間デザイン部門・教授	

発表タイトル	コンピュータビジョンによる安全を監視する技術
サブタイトル	地震からの生命安全性モニタリング～音声避難誘導システム

（６９）　　研究者のアピールポイント

建築系の地震防災を研究テーマとし、自助･共助･公助の観点から広く提言を行っています。コンピュータを利用したモニタリング技術を建築防災の領域に応用し、自助の活性化を狙ったのが今回の発表です。この研究により、2011 年地域安全学会論文賞を受賞しました。

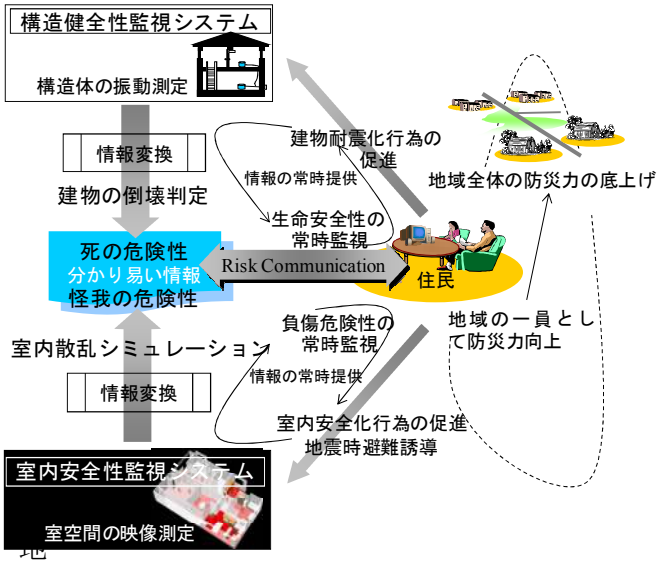
（７０）　　本発表研究の概要

情報化社会が進む中、[状態]の現状把握とそれに基づく将来予測は重要なキーワードであり、そのための情報をいかに早く正確に収集し加工し効果的に利用していくかの技術が求められています。建築防災にとっての[状態]とは、地震時の建物の振動特性であり、室内の散乱状況であり、その中での人間行動です。地震計と CCD カメラにより状態をモニタリングし危険が迫っていたらどうすべきかの意思決定情報をリアルタイムで流すシステムを紹介します。

（７１）　　本研究発表の詳細

防災の最低要件は住人を死なせないこと、そして傷つけないことです。そのためにシステムは 2 つの情報を操作します。

建物は地震に依らずとも常時微小な振幅で振動しています。提案するシステムは、その揺れを高感度地震計でモニタリングし建物固有の特性値を同定することにより、地震による被害状態や住人の生命安全性を判断します。さらに室内に取り付けた CCD カメラが室内環境や住人行動をモニタリングし続けており、地震発生時に同報される緊急地震速報の情報を併用して地震襲来時の危険性を判断し、住人を安全な場所へと音声にて誘導します。



図：地域防災力向上へと拡張するシステムの全体像

（７２）　　本発表の注目点

東日本大震災でも緊急地震速報は極めて有効であったとの報告がありました。一歩先読みの情報が人命を救います。システムは未だ試行錯誤的な部分も残されていますが、防災の未来を感じて頂ければ幸いです。

研究発表データシート

【２０】	濱田　靖弘 北海道大学大学院工学研究院 空間性能システム部門・准教授	

発表タイトル	次世代分散型電源に関する近年の動向
サブタイトル	

（７３）　　研究者のアピールポイント

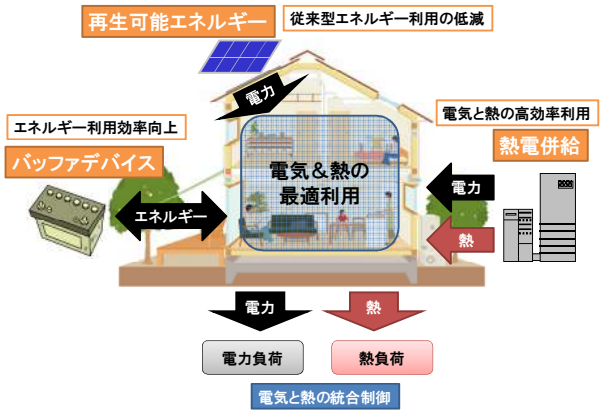
スマートエネルギーネットワークとは水素を含めた先進的な分散型エネルギーシステムと大規模集中電力，熱エネルギーの融通などを組み合わせ，エネルギーの効率的利用や新エネルギーの有効活用を促進するシステムである．エネルギー制御を積極的に住宅で行うことでスマートエネルギーネットワーク全体としての省エネルギー性も向上する．

（７４）　　本発表研究の概要

本研究は電気と熱の複合利用を住宅レベルで実施することにより，更なる省エネルギー性の検討を目的としたものである．まず，高効率給湯・暖房システム，および新しいガスエンジン，燃料電池を導入した家庭用熱電併給システムの導入効果について，実験，フィールド実測，および解析によって明らかにした．次いで，再生可能エネルギー・各種バッファデバイスとの複合利用効果について評価した．

（７５）　　本研究発表の詳細

改正省エネルギー法（エネルギーの使用の合理化に関する法律の一部を改正する法律）では，住宅の省エネルギー性能の判断基準として，基準一次エネルギー消費量が示され，その達成率の報告が求められる．そして，省エネルギー性能については，これまでの断熱・気密性能などに関する内容に加え，暖冷房・給湯などの住宅設備の機器効率を踏まえた評価が必要となる．住宅における省エネルギー化は，近年の増加傾向にある民生部門の省エネルギー化をめざす上でも重要である．このような状況から，給湯・暖房用のボイラは潜熱回収型が普及しつつあるが，さらに高い省エネルギー性，環境保全性からガスエンジン，燃料電池などの家庭用熱電併給システムが注目されている．まず，潜熱回収型給湯・暖房システムを対象とした試験モードを用いた実験を実施するとともに，フィールド実測を行い，実使用下における期間を通じたシステム性能について評価を実施した．次いで，新しいガスエンジンシステムについては，排熱を暖房にのみ利用することによる導入効果を検証するとともに，燃料電池を含め，エネルギー需要特性と省エネルギー性について評価した．さらに，スマートエネルギーハウスにおける太陽光発電，バッファデバイスを取り上げ，寄与率，一次エネルギー削減ポテンシャルについて検討した．



スマートエネルギーハウスの考え方の例

（７６）　　本発表の注目点

■家庭用熱電併給システムの最新動向

■スマートエネルギーハウスへの将来展望

研究発表データシート

【２１】	石井　一英 北海道大学大学院工学研究院 環境創生工学部門・准教授	

発表タイトル	社会技術システムとしてのバイオマス利活用に関する研究
サブタイトル	

（７７）　　研究者のアピールポイント

不法投棄現場、廃棄物処理・リサイクル施設、家畜ふん尿の堆肥・バイオガス化施設等の現場に出向き、技術的・社会的側面から現場の問題解決に向けた研究を行うと共に、将来あるべき物流管理方策を研究している。

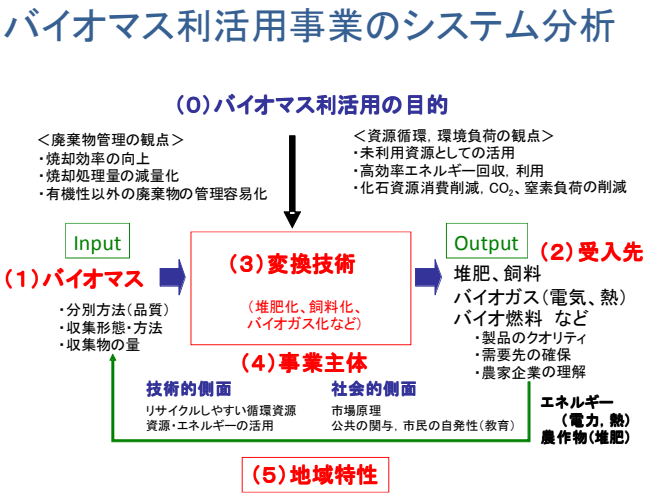
（７８）　　本発表研究の概要

北海道において賦存量が多いバイオマスの利活用促進を目指して、システムズアプローチにより技術、環境、経済、社会の要素が複雑に絡み合うバイオマス利活用システムの構築の考え方を示す。そして、特に本研究室で提唱している北海道 ABC 開拓構想とそのシステム解析例を示す。

（７９）　　本研究発表の詳細

１．バイオマス利活用の事業化のポイント

バイオマス利活用をシステムとしてとらえ、事業として普及・促進を図っていくためには、(0)バイオマス利活用の目的を明確にし、(4)事業主体や(5)地域特性を考慮に入れながら、(1)Input、(2)output、(3)変換技術を組み合わせる必要がある。このような視点から、合計 21 事例の解析を行い、事業主体別に事業化成功のポイントをまとめた。



２．北海道 ABC 開拓構想

本研究室では、北海道バイオコミュニティ開拓構想（Advanced Bio-Community Dream in Hokkaido、「ABC 開拓構想」と略記）を提案している。コンセプトは、バイオマス（主に廃棄物系、未利用系）の利活用を実践するために、バイオリサイクル技術の開発、実機運転から、バイオリサイクル事業の起業、施設展開まで、技術とシステムが集積した総合基地をモデル事業として作ることである。その構想の一環として、石狩湾新港にバイオガス化施設を工業団地内に立地することを提案している。

３．システム解析例

石狩湾新港におけるバイオガス化施設の実行可能性評価の一例として、生ごみの収集量の推測、システムのコスト試算例について発表する。

（８０）　　本発表の注目点

バイオマスの利活用は、革新的な技術の発展も重要であるが、地域特性にあわせてコミュニティーを形成しながら既存技術を組み合わせることも重要である。

研究発表データシート

【２２】	川﨑　了 北海道大学大学院工学研究院 環境循環システム部門・准教授	

発表タイトル	リン酸カルシウム化合物を用いた新しい地盤注入材の開発
サブタイトル	

（８１）　　研究者のアピールポイント

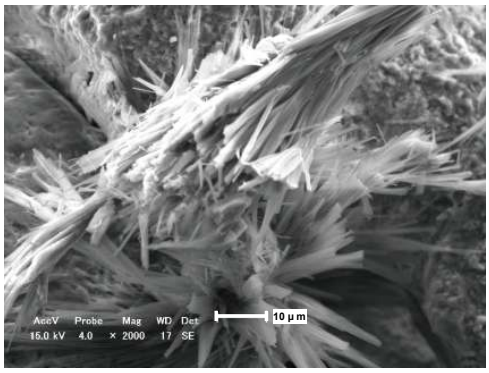
専門は，地盤工学，岩盤工学，土質力学，岩盤力学，応用地質学である。力学を中心とした各種の実験，理論解析，数値解析などで培った知識と経験を活かしながら，新たに生物学を力学と連携させた研究を展開している。

（８２）　　本発表研究の概要

新しい地盤注入材のセメント物質として，歯や骨の主成分であるリン酸カルシウム化合物（以下，CPC と略記）に着目し，CPC が析出する最適条件の検討および CPC と豊浦砂で作製した供試体の一軸圧縮試験を行った。その結果，ケミカルグラウトとバイオグラウトの２つの新しい地盤注入材としての利用可能性を示した。

（８３）　　本研究発表の詳細

本発表では，環境負荷が小さい新たな地盤注入材を開発することを目的として，自然界の生物によって生成される鉱物（バイオミネラル）の中でも歯や骨の主要な構成成分である CPC に着目し，１）CPC が析出する最適条件に関する検討，２）CPC と豊浦砂を用いて作製した供試体の一軸圧縮試験，を実施した結果について報告する。具体的には，２種類のリン酸溶液および２種類のカルシウム溶液を用いて実施した CPC 析出試験では，pH が弱酸性から中性付近へ上昇することに伴い，析出体積が増加する傾向が認められた。また，豊浦砂と CPC により作製した供試体の一軸圧縮強さは，作製から 84 日後に約 90 kPa まで達した。液状化しない地盤の一軸圧縮強さの目安は 50～100 kPa 以上であることから，一軸圧縮強さが約 90 kPa に改良された地盤は液状化しないことになる。供試体片の電子顕微鏡観察によれば，ウィスカー状の CPC 結晶が確認された（図－1）。本発表では，CPC を地盤注入材に用いて，自己硬化性を利用したケミカルグラウトと析出体積の pH 依存性を利用したバイオグラウトという，２つの新しい地盤注入材としての利用可能性があることを示す。



図－1　ウィスカー状 CPC 結晶の電子顕微鏡画像

（８４）　　本発表の注目点

CPC は，医学および歯学の先行研究によって物理化学的にとてもユニークな特性を持つことが知られている。工学の地盤注入材として用いる場合においても，少しの工夫で多くのメリットがあることを紹介する。