

北海道大学工学系シーズ集Vol.10

イノベーションフォーラム2012 研究発表データシート一覧

番号	部門・専攻等	発表者	タイトル
1	有機プロセス工学部門	伊藤 肇 教授	メカノ発光性化合物と新合成反応の開発研究状況
2	生物機能高分子部門	大井 俊彦 准教授	バイオマスからワンステップ生産されるソフトPLA
3	材料科学部門	岩井 一彦 教授	電磁場を利用した元素不均一分布の低減
4	エネルギー環境システム部門	奈良林 直 教授	国産のゼオライトを使って安全性を高めた原子炉
5	空間性能システム部門	羽山 広文 教授	冷涼な外気を活用した自然エネルギー利用空調システム
6	環境循環システム部門	福嶋 正巳 准教授	生体の解毒作用を模倣した触媒による有機汚染物質の無害化
7	応用物理学部門	Oliver B. Wright 教授	結晶の波紋を見る
8	物質化学部門	本橋 輝樹 准教授	マンガン酸化物における新規酸素貯蔵材料の開発と応用展開
9	機械宇宙工学部門	加藤 博之 准教授	曲面が自由に変形する板 (Self-Morphing Plate)
10	人間機械システムデザイン部門	江丸 貴紀 准教授	PID制御器に適用可能な非線形補償器の提案
11	量子理工学部門	加美山 隆 准教授	パルス中性子ビームを利用した物質情報可視化技術の開発
12	環境フィールド工学部門	西村 聡 准教授	リアルタイム画像解析を用いた土の圧縮性の高精度評価
13	北方圏環境政策工学部門	中辻 隆 教授	交通シミュレーションに基づく動的OD推定法
14	建築都市空間デザイン部門	瀬戸口 剛 教授	縮小型都市デザインの将来ビジョン ー 夕張2030 ー
15	環境創成工学部門	佐藤 久 准教授	表面プラズモン共鳴を利用した病原微生物検出バイオセンサの開発
16	エネルギー・マテリアルセンター	秋山 友宏 教授	エネルギー・資源・環境の3問題を同時解決する革新的炭素循環製鉄
17	複合情報学専攻	川村 秀憲 准教授	SNSユーザの個人情報保護のためのセキュリティシステム
18	コンピュータサイエンス専攻	吉岡 真治 准教授	ナノ知識探索プロジェクト
19	情報エレクトロニクス専攻	村山 明宏 教授	半導体量子ドットの新しい集積技術
20	生命人間情報科学専攻	工藤 信樹 准教授	ソノレーション：超音波と微小気泡を用いた新しい薬物送達手法の開発
21	メディアネットワーク専攻	小川 恭孝 教授	無線通信システムの高度化を目指したアンテナ信号処理技術
22	システム情報科学専攻	小笠原 悟司 教授	パワーエレクトロニクスに関する研究

※部門・センターは大学院工学研究院所属、専攻は情報科学研究科所属となります。

研究発表データシート

【1】	伊藤 肇 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	メカノ発光性化合物と新合成反応の開発研究状況
サブタイトル	アルキルホウ素化合物の新合成法

(1) 研究者のアピールポイント

本研究者は、平成24年度より「最先端・次世代研究開発支援プログラム」に採用され、研究を行っている。主な研究内容は、「機械的刺激を利用した新規材料および反応開発」である。

(2) 本発表研究の概要

本発表では、上記プログラムに関連して、発光性メカノクロミズム化合物の研究状況（特許等の関連でここには詳細を記載しない）と、アルキルハロゲン化物の効率の良いホウ素化反応の開発について述べる。光学活性化合物のホウ素化を行った場合にはラセミ化が進行するものの、反応基質によっては立体選択的なホウ素化が可能である。

有機リチウムを用いる方法やヒドロホウ素化反応はアルキルホウ素化合物の代表的な合成法として挙げられる。しかし、有機ホウ素化合物のニーズが高まるにつれ、官能基許容性、位置選択性に優れた新しい合成法の開発が必要となってきた。ハロゲン化アルキルを置換反応により直接ホウ素化することができれば、極めて汎用性の高い sp^3 炭素-ホウ素結合形成反応となり得るが過去のこの反応を実現した触媒系は報告されていなかった。

我々は以前、銅(I)-Xantphos 触媒を用いるアリル炭酸エステルとジボロンからの γ 位選択的かつ立体選択的なアリルホウ素化合物の合成法を報告している。今回、ハロゲン化アルキルに対し、同様の触媒系を用いて反応を行うと、ホウ素置換反応が進行し、対応するアルキルホウ素化合物が効率良く得られることを明らかにした。

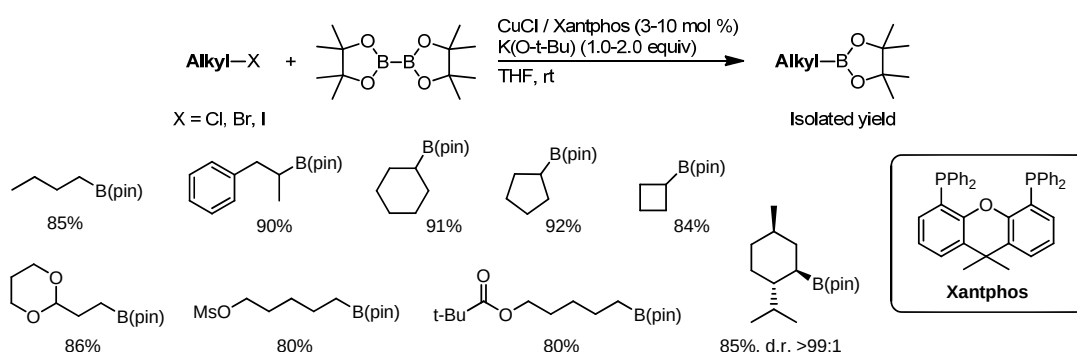


Figure 1. Copper(I)-Catalyzed Boryl Substitution of Alkyl Halides

(3) 本発表の注目点

本反応の開発により、既存の方法では合成困難であった様々なアルキルホウ素化合物の合成が可能となった。将来的には次世代プログラムで目指す機械的刺激による反応促進を検討する。

研究発表データシート

【2】	大井 俊彦 北海道大学大学院工学研究院 生物機能高分子部門・准教授	
-----	---	--

発表タイトル	バイオマスからワンステップ生産されるソフト PLA
サブタイトル	微生物工場によるプラスチック生産
(4) 研究者のアピールポイント 環境中からの微生物スクリーニングにより分離した天然微生物から、これまでにアゾ分解酵素や多糖分解酵素など、有用で興味深い酵素を見出し、タンパク質精製技術を駆使して単離・解析を行った。バイオマスを利用したポリマー生産研究においては、多糖類の分解酵素を用いて、微生物発酵に用いる炭素源を調製し、ポリマー生産菌の大量培養を行い、新規微生物産生ポリマーの物性解析を可能とした。 (5) 本発表研究の概要 代表的なバイオマス由来プラスチックとして知られるポリ乳酸は、これまで、乳酸発酵により生産した乳酸を化学的に重合させて合成されてきた。本研究グループでは、細胞内で乳酸を重合させる特殊な代謝系を構築できたことにより、ワンステップの微生物発酵で乳酸ポリマーを合成することを可能とした。加えて、このプロセスにより合成される乳酸ポリマーは、ポリ乳酸にはない柔軟性を示す新たな材料となる事が分かった。 (6) 本研究発表の詳細 本研究の鍵となるのは、乳酸の CoA 体であるラクチル CoA を重合可能な乳酸重合酵素である。乳酸重合酵素とラクチル CoA の供給に必要な CoA 転移酵素をコードする遺伝子を実験室の大腸菌に導入してグルコースなどの炭素源を与えて培養すると、乳酸ポリマーが合成される。乳酸重合酵素は、元々微生物のポリエステル重合酵素の基質特異性を進化工学的手法で拡張したものであり、非常に幅広い構造のモノマーを重合できる。このことから、他のモノマー基質、最も典型的には、3-ヒドロキシ酪酸 (3HB) の CoA 体をラクチル CoA と共に供給すると、乳酸(LA)と 3HB の共重合体が合成される。本共重合体 P(LA-co-3HB)は、乳酸の分率に依存して、異なる物性を示す。特に、乳酸分率が 30 モル%程度の共重合体は、半透明性を有し、且つ、150%程度の伸張性を有する点で、P(3HB)、PLA 単独共重合体と異なる物性を示す。 もう一つ、本システムの重要な特徴は、合成されるポリマー中の乳酸ユニットがほぼ 100% D 乳酸である点である。現在、普及しているポリ乳酸は L 乳酸をモノマーユニットとする。これは L 乳酸の発酵生産が容易なためである。L 乳酸から構成されるポリ乳酸と D 乳酸から構成されるポリ乳酸を等量混合すると、耐熱性が大幅に向上したステレオコンプレックスが形成される事が知られているが、本微生物プロセスを用いると、D 乳酸から構成される乳酸ポリマーを簡単に合成することができ、既存の L 乳酸ポリマーとの組み合わせによる相乗効果が期待できる。 (7) 本発表の注目点 ・世界初の細胞内乳酸重合系 ・共重合体の柔軟性と透明性を兼ね備えた物性 ・キラルポリマー合成系 ・バイオマスの効率的利用	

研究発表データシート

【3】	岩井 一彦 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	電磁場を利用した元素不均一分布の低減
サブタイトル	ーマイクロレベルで濃度制御されたバルク材料を目指してー

（８） 研究者のアピールポイント

電磁場を使ったものづくりを行っています。具体的には、電磁振動による合金の組織制御や、結晶配向による機能性材料の創製などです。前者はミクロスケールの流動を凝固中の合金に励起させることで、製品品質の向上を目指します。一方、後者は多結晶体の結晶を配向させて擬単結晶とすることで、結晶軸(面)によって異なる物理的、化学的特性の顕在化を図り、材料の機能向上に繋がります。熱電材料、生体セラミックス等への応用が考えられます。今回は前者について紹介させていただきます。

（９） 本発表研究の概要

合金の凝固中に流動を励起することで、凝固後の合金内の濃度分布を変化させることができます。一方、流動を励起するためには、不均一に分布した外力を加える必要があります。従って、高温である液体金属内でミクロスケールの流動を励起する方法はなく、凝固後の熱処理により濃度均一化が行われてきました。本研究では、合金の凝固中に電磁場を印加することでミクロスケールの流動を励起させてマイクロ偏析の低減を図りました。この方法は、結晶粒微細化による機械特性向上も期待できます。

（１０） 本研究発表の詳細

低融点である Sn-Pb 共晶系合金の凝固中に、電流と磁場とを重畳印加して、ミクロスケールの流動（以下、電磁振動と呼ぶ）を励起しました。得られた試料の組織を観察すると共に、初晶間に晶出した共晶組織を含む領域で、Sn,Pb 濃度の線分析を行いました。結果を図に示しますが、電磁振動がない場合

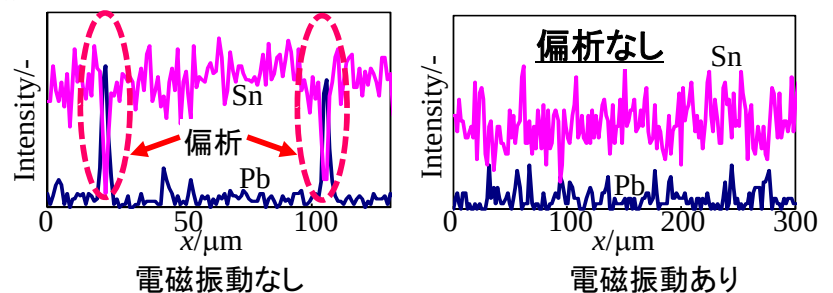


図 電磁振動が成分分布に与える効果

(通常の凝固)では、共晶組織に対応する位置で著しい偏析がみられたのに対して、電磁振動を印加した試料では偏析が抑制されています。今後は、偏析抑制に必要な電磁場印加条件を見出すこと、電磁振動の新規機能を探索すること、を中心に研究を進めたいと考えています。

（１１） 本発表の注目点

高温である液体金属の凝固中にミクロスケールの流動を励起する方法を提案しました。これによって、偏析低減を実現しました。 castingプロセスに本知見を適用することで、元素の過剰添加防止、 casting後の熱処理簡略化等が可能となります。

研究発表データシート

【4】	奈良林 直 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・教授	
-----	--	--

発表タイトル	国産のゼオライトを使って安全性を高めた原子炉
サブタイトル	フィルター付きベント

(12) 研究者のアピールポイント

原子炉工学の専門家として北海道大学で教鞭をとると共に、内閣府原子力安全委員専門委員、経済産業省原子力安全・保安院「福島第一原子力発電所の事故の知見」意見聴取会委員として事故の原因究明にあたりると共に、耐津波対策や過酷事故対策の強化のための提言を行っている。

(13) 本発表研究の概要

福島第一の事故では、格納容器のリークや部分的な損傷により放射性物質を周辺に飛散させるというあってはならない事故を発生させた。格納容器がないチェルノブイリ事故では放射性物質を世界中に撒き散らした。スリーマイルアイランドの事故では、最後の「砦」として格納容器が大きな威力を発揮した。しかし、福島第一原子力発電所では格納容器の内圧上昇や過温によりリークや破損が生じた。そこで、格納容器の圧力が高くなって大破損に至る前に、フィルターを通して放射能を除去してベント（Filtered Vent）することが必要で、様々な作動条件で高い分離性能を維持するための研究を実施している。

(14) 本研究発表の詳細

スイスやフランスのフィルター付ベントは、基礎試験から実証試験まで入念な開発試験を行っている。我が国の原子力発電所の安全性向上を急ぐことはもちろんとして、世界最高水準の安全性を確保するため、高性能のフィルター性能を達成することが必要である。

そこで、ノズルを使った水中への蒸気注入時の二相流のフローパターンと圧損などの測定を行う基礎試験を実施すると共に、圧力・温度・ボイド率分布を測定し、ガイセリングなどの二相流の不安定性を抑制するフィルター構造を工夫した

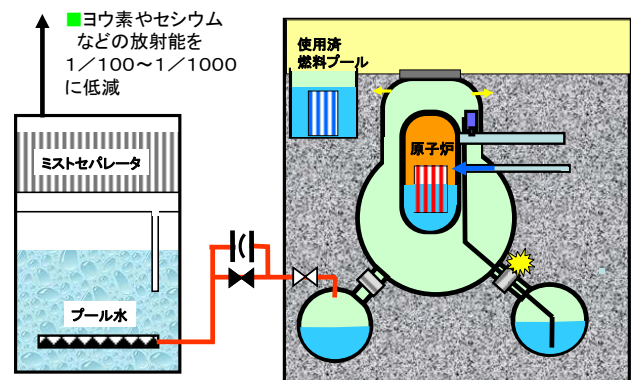


図1 フィルター付きベントシステム

(15) 本発表の注目点

北大で開発中のフィルタードベントは、放射性物質の吸着にゼオライトを使用するところがポイントである。ゼオライトは東北地方や北海道に広く産出し、従来は農業の土壌改良材などに利用されてきたほか、優れた吸着特性を利用して放射性物質の廃水浄化に使われてきた。国産のゼオライトを活用して、原子力発電所の安全性を最高水準にまで高めることを目標としている。

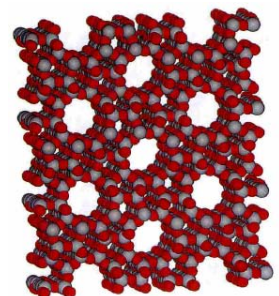


図2 ゼオライトの構造

研究発表データシート

【 5 】	羽山 広文 北海道大学大学院工学研究院 空間性能システム部門・教授	
-------	---	--

発表タイトル	冷涼な外気を活用した自然エネルギー利用空調システム
サブタイトル	
(1 6) 研究者のアピールポイント 民間企業を経て 1998 年から本学に在職。建築環境学、建築設備学を専門にしている。 http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/kankyou/ (1 7) 本発表研究の概要 温暖化ガス排出量削減に向けて建築に必要な環境配慮・省エネルギー性能も益々高度化が進む中、より高性能な「環境建築」の実現が求められている。本研究開発では、地域の気候特性である冷涼な外気を活用した自然エネルギー利用空調システムに関し、その概要と効果を紹介する。 (1 8) 本研究発表の詳細 ■大成札幌ビル (H18. 6竣工、6970㎡) …H21空気調和・衛生工学会【技術賞（建築設備部門）受賞】 ～寒冷地都市における業務ビルにおいて、寒冷地の特性を十分に活かし、快適性と運用省エネルギーを目指す空調システムを導入～ ①外断熱工法の採用と窓面積率最小化による熱負荷の低減、②フリークーリング、外気冷房、自然換気の採用による自然エネルギーの有効活用、③躯体蓄熱放射冷暖房によるエネルギー削減と負荷平準化の実現、④システム制御チューニングによる省エネルギーの実現（2006年⇒2007年） ■シチズンタ張新工場 (H20. 10 竣工、755 ㎡) …H23 空気調和・衛生工学会【技術振興賞受賞】 ～オイルミストが発生する生産施設において、北海道の冷涼な気候を活用した外気冷房併用型置換換気システムの設計・施工・運用評価を実施～ ①換気効率の向上を目指した置換換気システム、②冷涼な外気を活用した外気冷房システム、③空気搬送動力の削減を図った空気調和システム、④排熱利用を図った暖房システム、⑤高効率運転に配慮した運転制御システム、⑥運用実績による高効率運転の検証 (1 9) 本発表の注目点 建築の省エネルギー技術は、地域および建物の特性に合わせ、個々に検討する必要がある。事業用建物から住宅まで、どのような種類の建物でも検討の余地がある。特に、機械・食品などの生産施設、大容量の電力を消費するデータセンターなどでの効果が期待できる。	

研究発表データシート

【6】	福嶋 正巳 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	生体の解毒作用を模倣した触媒による有機汚染物質の無害化
サブタイトル	低エネルギー型環境浄化を目指して

(20) 研究者のアピールポイント

環境中に広く分布している腐植酸と有害金属や有機汚染物質との相互作用に関する研究を、有害物質の存在状態・毒性の変化、そして有害化学物質の無害化への活用という観点から行ってきました。本発表では、生体の解毒機構を利用して有機汚染物質を穏和な条件で無害化する際に、廃水中に存在する腐植酸による妨害を如何に除去するか？当研究室の取り組みを紹介します。

(21) 本発表研究の概要

生体内のシトクロム P-450 は、疎水性有機汚染物質を酸化作用により穏和な条件で無害な形態に変換します。本研究では、その活性中心である鉄ポルフィリン触媒を担体へ担持させブロモフェノール類の酸化に対する触媒活性の向上を図りました。

(22) 本研究発表の詳細

鉄ポルフィリン触媒は、生体内の解毒作用に関わるシトクロム P-450 を模倣したバイオミメティック触媒として知られており、穏和な条件で有機汚染物質を無害化できるクリーンな触媒として期待されています。しかし、鉄ポルフィリン触媒は酸素ドナー共存下ですぐに分解してしまい不活性化します。一方、近年廃棄物処分場から臭素系難燃剤に由来するテトラクロロビスフェノール A(TBBPA)のようなブロモフェノール類の浸出が問題になってきております。廃棄物浸出水中には、腐植酸と呼ばれる溶存有機成分が数十 ppm レベル含まれており、これが酸化分解による有機汚染物質の処理を大きく阻害します。本研究では、触媒の安定化による活性の向上を目的として、鉄ポルフィリン触媒を担体へ担持することを試みております。また、廃水中に含まれている妨害物質腐植酸は陰イオンの高分子化合物として知られています。そこで、担持型鉄ポルフィリン触媒の表面電荷を負にすることにより、妨害物質を触媒活性中心から排除し、ブロモフェノール類の酸化効率の向上を図りました。本研究発表では、シリカに担持した 2 種類の鉄ポルフィリン触媒(図)の合成方法、ブロモフェノール類の触媒活性に及ぼす腐植酸の影響、リサイクル性に関する検討結果を紹介します。

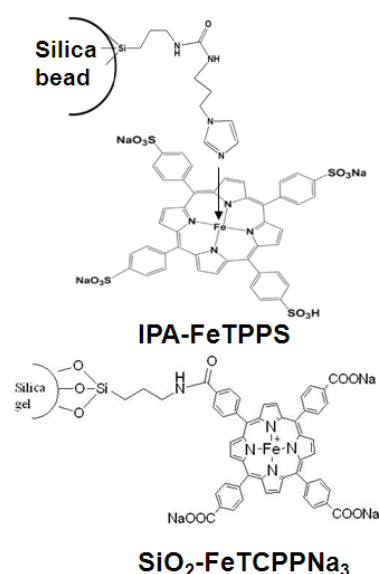


図 担持型鉄ポルフィリン触媒

(23) 本発表の注目点

妨害物質である腐植酸が 50 ppm 共存しても 90%以上のブロモフェノール類を分解することができ、10 回リサイクルしても活性が低下しない触媒を開発することができました。

研究発表データシート

【7】	Oliver B. Wright 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	結晶の波紋を見る
サブタイトル	
(24) 研究者のアピールポイント	
研究者は GHz~THz 周波数領域の超音波を光学的な方法で生成・検出するピコ秒レーザー音響法と呼ばれる研究手法の開発・発展にこの分野の黎明期より係わってきました。ピコ秒レーザー音響法に最適な干渉計の開発や GHz 音響波の時間分解 2 次元イメージングなどこの分野の先導的な研究を行ってきました。	
(25) 本発表研究の概要	
超短光パルス照射によって生成された超音波が、結晶やマイクロスケール構造の表面をナノ秒時間領域で伝播していく様子を 2 次元の動画として観測する技術を開発しました。この技術を用いると超音波がマイクロスケール構造に閉じ込められたり、構造に沿って伝わったりする様を直感的に理解することができます。	
(26) 本研究発表の詳細	
物質表面にピコ秒程度の光パルスを照射すると、その吸収されたエネルギーによる熱膨張等の過程を経て、物質表面に沿って伝播する表面音響波が生成されます。我々は伝播する表面音響波の 2 次元スナップショットをピコ秒時間分解能およびミクロン横空間分解能で観測する装置を開発しました。試料励起後の様々な時刻でのスナップショットを取得することにより、試料表面を伝播する音響波を 2 次元の動画として眺めることができます。この技術を用いて、フォノンニック結晶と呼ばれるミクロンスケール人工構造における音響波伝播を観測しました。フォノンニック結晶は、たとえば固体表面に周期的に穴を穿ったような構造で、これにより、ちょうど原子の周期的な配列が電子のエネルギーバンド構造を生じるのと同様に、音響波に対するバンド構造(フォノンニックバンド構造)を持たせることができます。これにより、たとえば特定の周波数の音響波が全く伝播できない、フォノンニックバンドギャップが出現します。フォノンニック結晶をもとに作製された導波路や共振器などの測定から、これらの音響特性を明らかにしました。	
(27) 本発表の注目点	
高周波数の音響波は、GHz 帯フィルタやセンサーなど様々な機能性デバイスにおいて活用されています。我々の音響波伝播の可視化技術は、これらのデバイス開発において極めて強力なツールとなります。	

研究発表データシート

【 8 】	本橋 輝樹 北海道大学大学院工学研究院 物質化学部門・准教授	
-------	--------------------------------------	--

発表タイトル	マンガン酸化物における新規酸素貯蔵材料の開発と応用展開
サブタイトル	エネルギー・環境分野における革新的材料の創製を目指して

(2 8) 研究者のアピールポイント

金属酸化物などセラミックスにおける新規材料および新規機能性の創製研究に取り組んでいる。材料研究分野では薄膜化・ナノ粒子化など形態制御が主流になりつつあるが、当発表者はその素材となる物質自体の開発を主眼として研究を行っている。

(2 9) 本発表研究の概要

本発表では、マンガン酸化物における新しい機能性材料 (1) $\text{BaYMn}_2\text{O}_{5+\delta}$ および (2) $\text{Ca}_2\text{AlMnO}_{5+\delta}$ を紹介する。これらは「酸素貯蔵材料」と呼ばれ、低温で多量の酸素を高速可逆に吸収放出することを特徴とする。この顕著な酸素吸収放出特性を利用し、エネルギー生産・環境保護に関わる様々な応用が期待できる。

(3 0) 本研究発表の詳細

(1) $\text{BaYMn}_2\text{O}_{5+\delta}$: 当物質は、ペロブスカイト構造の A サイトを Ba と Y が交互に積層したダブルペロブスカイト構造を持つ (図 1)。Y 層内の酸素は還元雰囲気中で容易に脱離し、 $\delta = 0 \sim 1$ の大きな酸素不定比性を示す。熱重量分析により、 $\text{BaYMn}_2\text{O}_{5+\delta}$ が 500°C 以下の温度で酸素 / 5% 水素のガス切り替えに応じて多量の酸素 ($> 3.7 \text{ wt\%}$) を高速可逆に吸収放出することが明らかになった。この顕著な酸素貯蔵特性により、排ガス浄化触媒や酸化還元剤などへの応用を検討している。

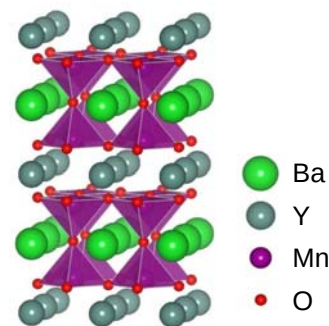


図 1. $\text{BaYMn}_2\text{O}_{5+\delta}$ の結晶構造.

(2) $\text{Ca}_2\text{AlMnO}_{5+\delta}$: 当物質は、酸素欠損ペロブスカイト構造の一種であるブラウンミラーライト型をとる。 $\delta = 0$ の組成では B サイトの Al, Mn がそれぞれ四面体および八面体配位を形成して交互に積層する (図 2)。低温・酸化雰囲気中では Al 四面体層に過剰酸素を取り込み、最大で $\delta = 0 \sim 0.5$ の酸素不定比性を示す。我々は、当物質が酸素気流中や空気中において、約 600°C を境に多量の酸素を吸収放出することを見出した。温度変化のみで顕著な酸素吸収放出が起きるのが当物質の特徴であり、これを利用して低温酸素吸収と高温酸素放出を組み合わせた酸素濃縮技術への応用が期待される。

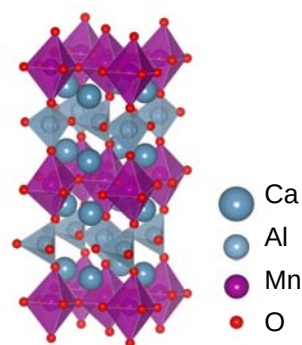


図 2. $\text{Ca}_2\text{AlMnO}_{5+\delta}$ の結晶構造.

(3 1) 本発表の注目点

酸素は人類の生活に不可欠な数多くの化学反応に関与しており、酸素貯蔵材料による酸化還元反応の精密制御は影響力が大きい。本発表を通じて、今回見出した顕著な酸素吸収放出現象を何に活用するか、その応用展開の可能性を一緒に議論していきたい。

研究発表データシート

【 9 】	加藤 博之 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	曲面が自由に変形する板 (Self-Morphing Plate)
サブタイトル	
(3 2) 研究者のアピールポイント 本学では機械工学における材料力学の教育を分担し、基礎（学部）と計算力学（大学院）の講義を行っている。研究は機械材料の強度に関する分野で、純金属と合金の単結晶の育成および引張り試験による格子欠陥研究を専門としている。金属結晶のすべりや固体相変態がある時の応力ひずみ挙動の研究が主たるテーマである。最近の 5 年間で、ワシントン大学、マンチェスター大、兵庫県立大、東北大、岐阜大との共著論文と講演、および京大、名大、横国大、東京工大の研究施設の利用を含め、本研究課題もこのうちいくつかと協力関係にある。 (3 3) 本発表研究の概要 外から力を加えないで自律的にその曲面を変形させることができる板の概念設計を行った。 (3 4) 本研究発表の詳細 形状記憶合金繊維を一方向に配列して埋め込んだアルミニウム板を、配向方向を直交させて積層した構造である。形状記憶合金繊維にはプレストレスを与え、通電加熱により形状記憶効果を起こして繊維を収縮させ曲げひずみを発生させることにより曲面形状を変化させる。繊維の配向と通電のオンオフにより曲面形状を制御する。 (3 5) 本発表の注目点 上述の動作はいわゆるバイモルフ型アクチュエータであり、バイメタルを典型として、熱ひずみや圧電素子、磁歪素子などでは一般的に用いられる構造である。形状記憶合金を用いたバイモルフ型構造についても、既にかかなりの数の先行研究があるが、それらに比較して、本研究の新規性および有用性は次の三点にある。 ①ミクロンオーダーの極めて細い形状記憶合金繊維を用いることにより、アルミニウム積層板の薄板化を計る。これにたわみ変形を拡大するとともに、形状記憶繊維からのせん断力の伝達および熱伝達の高効率化を得る。 ②曲面の数理、例えばガウス曲率など古典的な数学的な取り扱いを材料力学への適用を試み、工学的に有用な曲面の表現方法を探る。 ③形状記憶合金の電気抵抗変化の特性を利用して、形状変化を計測する手法とすること。これによって、形状記憶合金繊維が力の発生源（アクチュエータ）であると同時に、位置決めをするセンサとなる。この機構の単純化によって構造強度を向上させ、高い信頼性を得ることが期待できる。	

研究発表データシート

【10】	江丸 貴紀 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・准教授	
------	--	--

発表タイトル	P I D制御器に適用可能な非線形補償器の提案
サブタイトル	
(36) 研究者のアピールポイント 非線形信号処理、非線形制御などの学問分野をベースとし、ロボットのナビゲーション問題、福祉介護機器の安全性を保障した制御、ロボットマニピュレータの制御など、メカニカルシステムの性能・安全性・ユーザビリティの向上を目指して研究を展開している。 (37) 本発表研究の概要 現在、産業界ではPID制御が主力の制御手法として用いられているが、PID制御則には摩擦や重力項といった非線形項の影響により制御精度が劣化するという問題がある。我々は、PID制御器に対し容易に追加することができる非線形補償器を提案する。 (38) 本研究発表の詳細 ディジタル加速度制御（DAC）はモデル化困難な非線形項やモデリング誤差が存在する系に対してロバストな制御則である。本研究発表では、DACに基づく新しい非線形補償器を提案し、PID制御則と組み合わせることにより簡便に制御性能の向上を実現する。 DACは非常に効果的な制御器であるが、加速度目標値に対して制御を行うため単体では位置制御を行うことができない。これまでの研究では、PID、DAC双方のメリットを得ることができるPID-DAC併合制御系によりロバストな位置・加速度制御を行う手法を提案してきた。しかし、制御対象の加速度情報を得るために追加のセンサが必要となる、さらには初期値追従性が不安定になりやすいなどの欠点が確認されている。そこで、本発表では一般的なPID制御器などに「センサレス」で「容易」に追加することができる新しい非線形補償器を提案する。 具体的には、上記の問題を解決するために制御対象の加速度目標値を0とした「PID-DA0制御系」、制御対象の加加速度（ジャーク）目標値を0とした「PID-DJ0制御系」という2つの制御器を提案し、その性能を比較することにより提案手法の特徴や有効性を明らかにする。双方とも既存のPID制御器に簡単に追加でき、さらには追加のセンサも必要ないことからセンサレスでシステムの性能を向上することができるという大きなメリットを持つ。 これらの提案手法について、2リンクロボットマニピュレータを制御対象としてシミュレーション・実機実験を行い、PID-DJ0制御系が様々な目標値、外乱に対して有効に働く制御器である事を確認した。 (39) 本発表の注目点 PID制御は産業界で97%以上利用されている制御則といわれており、大変広く用いられている。本研究は、このPID制御器に対し簡単に追加することで摩擦・重力項などの非線形項を補償することが可能であり、潜在的に大きな市場を有していると考えている。特に産業用マニピュレータなどのメカニカルシステムの制御において大きなポテンシャルを有すると考える。	

研究発表データシート

【 1 1 】	加美山 隆 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	パルス中性子ビームを利用した物質情報可視化技術の開発
サブタイトル	エネルギー分解型中性子イメージング技術による不可視情報のマッピング

(4 0) 研究者のアピールポイント

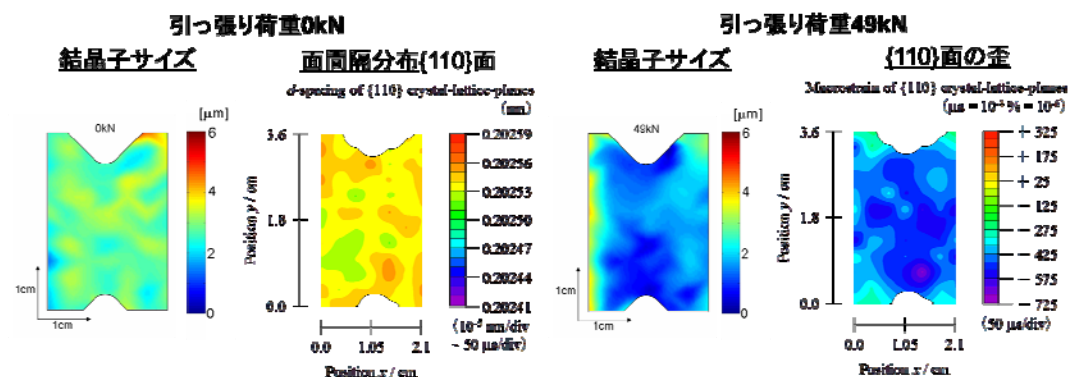
加速器中性子源を利用した新しい計測手法の開発およびその応用研究を進めています。北大に設置されているような小型加速器中性子源は、各種研究機関や企業毎にも設置・利用が可能な量子ビーム源として世界的な推進の機運が高まっており、北大は先導的なモデルとして注目されています。その線源設置や利用、さらには大型中性子源施設プロジェクトへの積極的な参画を通じて、量子ビームの生成から応用まで一貫した研究・教育を行っています

(4 1) 本発表研究の概要

低いエネルギーの中性子を利用するブラッグエッジイメージングと高いエネルギーの中性子を利用する共鳴吸収イメージングについて紹介します。前者はひずみや結晶配向、結晶子サイズなどの可視化に、後者は核種分布や温度分布の可視化に利用でき、北大を中心に開発されてきた手法です。

(4 2) 本研究発表の詳細

北大の加速器施設で作られるようなパルス中性子ビームを利用すると、中性子のエネルギー毎の透過スペクトルを得ることができます。この測定に2次元位置敏感型検出器を用いると、試料の各位置に対応する透過スペクトルが得られます。試料の各位置にある材料を想定してスペクトルを解析することで、スペクトル解析から得られる核種や結晶構造、マイクロ組織、内部応力、温度等の情報を、試料全体にわたる分布としてマッピングすることが可能になります。下図は鉄の引張試験片の結晶子サイズや面間隔、歪を試験片上にマッピングしたもので、塑性変形の進行に伴い、歪や結晶子の細粒化が試験片全体に進行していることがわかります。



(4 3) 本発表の注目点

この手法は、一般的な顕微法では不可視な情報を非破壊で可視化できるものとして、国内外の多くの分野から注目を受けています。小型加速器でも適用可能な手法として発展が期待されます。

研究発表データシート

【12】	西村 聡 北海道大学大学院工学研究院 環境フィールド工学部門・准教授	
------	--	--

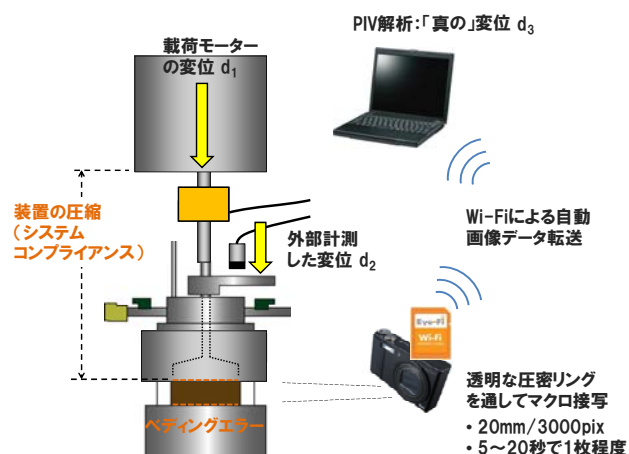
発表タイトル	リアルタイム画像解析を用いた土の圧縮性の高精度評価
サブタイトル	

(44) 研究者のアピールポイント

地盤工学の根幹に関わる土の力学的性質を正確に評価するための精密な試験方法の開発と、土質力学の理解に基づいたその運用・結果解釈に従事しており、世界での有数の水準のシステムを備えた北大土質実験室の管理・発展に努めています。

(45) 本発表研究の概要

土の圧縮性を正確に評価するには、土に触れる载荷装置の変位ではなく、土そのものの変形を直接計測する必要がある。剛な壁で土を囲む従来の圧密試験ではこれが不可能である。よって、可視化・画像解析を通してこの問題を解決するシステムを開発した。



(46) 本研究発表の詳細

土の圧縮性を正確に評価するには、土に触れる载荷装置の変位ではなく、土そのものの変形を直接計測する必要がある。これは、载荷装置と土の間の不陸および装置の微小な変形などが結果に影響を及ぼすからである。三軸試験などでは、供試体の壁面にセンサーを直接設置してこの問題を回避するが、一次元圧縮を目的とする従来の圧密試験では、剛な壁で土を囲むため、この解決方法は適用できない。今回開発したシステムは、供試体が薄く圧密にかかる時間が短いという従来の圧密試験の利点を残しつつ、画像解析によって窓越しに非接触で変形を測定することにより、各種の誤差を回避することができる。本システムはまだ開発途上であるが、予備試験からその有効性が示された。画像解析に用いるオリジナルのソフトウェアは、サブピクセル解析アルゴリズムを適用しながらも、一次元圧縮という自由度の限られた変形を考慮することにより、高速かつ詳細な (10^{-4}mm のオーダー) 解像を可能にしている。実用性の観点から、実験後にデータを解析するだけでなく、Wi-Fi を用いた自動転送によるリアルタイムの解析も可能となっている。

(47) 本発表の注目点

研究目的で各種計測に画像解析を用いる例は非常に多いが、本システムは、あくまで実務に用いる土質定数を求めるためのツールとして提案する。従来の圧密装置に追加購入が必要なものは透明圧密リング、市販のデジタルカメラと Wi-Fi SD カードくらいであり、これらを合わせても標準的な定ひずみ速度圧密装置のコストの 10% にも満たない。低コストで実験精度を合理的に向上できるのが今回提案するシステムの特筆すべき点である。

研究発表データシート

【 1 3 】	中辻 隆 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	交通シミュレーションに基づく動的 OD 推定法
サブタイトル	交通流シミュレータと Unscented Kalman Filter の統合システム
(4 8) 研究者のアピールポイント 市販の交通流シミュレータ AIMSUN や VISSIM を Unscented Kalman Filter の枠組み統合し、高精度な交通シミュレーションを行いながら、交通量な地点速度などの車両感知器 (VICS) データやプローブデータから融合的に交通需要や交通状態を動的に推定する (4 9) 本発表研究の概要 OD 交通量の動的推定法に関して、Unscented カルマンフィルター枠組みの中で、市販の交通流シミュレータも含めた多様な交通シミュレーションモデルを組み込んだ推定法の確立を理論的に行うとともにその有効性を数値計算によって検証。 (5 0) 本研究発表の詳細 理論的背景 ・ 交通流モデル：ミクロ交通流、マクロ交通流モデル ・ カルマンフィルター：拡張カルマンフィルター、Unscented カルマンフィルター ・ 市販交通流シミュレーションパッケージ AIMSUN, VISSIM の概要 ・ AIMSUN と VISSIM の API(Application Program Interface)の概要 ・ API 機能を利用した交通流シミュレーションモジュールの Unscented カルマンフィルターへの統合 ・ 分布交通量と配分交通量の統合推定によるダウンサイジング 数値解析事例 阪神高速道路および札幌市内街路における適用事例 ・ 交通密度の動的推定 ・ 交通需要 OD 交通量 ・ 拡張カルマンフィルターと Unscented カルマンフィルターの比較 ・ デュアルカルマンフィルターによるモデルパラメータと交通需要の同時推定 (5 1) 本発表の注目点 実務者 ・ 市販交通シミュレータの導入による交通シミュレーションの信頼性向上 ・ 適用精度と適用限界 学務者 ・ API 機能を利用した市販交通流シミュレータの Unscented カルマンフィルターへの統合 ・ デュアルカルマンフィルターによるモデルパラメータと交通需要の同時推定	

研究発表データシート

【 1 4 】	瀬戸口 剛 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	縮小型都市デザインの将来ビジョン ー夕張 2030ー
サブタイトル	

(5 2) 研究者のアピールポイント

都市地域デザイン学研究室では、わが国の人口減少時代の都市において、最先端の課題である、縮小型都市デザインを提案している。人口が激減する夕張市において、市や住民と協働するなかで、縮小型都市の将来像を提案する。

(5 3) 本発表研究の概要

今後、人口が減少するわが国のなかで、最も課題が深刻で、人口が激減する、夕張市の都市デザインビジョンについて、夕張市と共同で行った研究室の実際の取り組みをもとに紹介する。わが国の将来都市像を見極めるうえで、非常に重要な取り組みである。

(5 4) 本研究発表の詳細

都市地域デザイン学研究室での調査研究より、夕張市において選択可能な5つの都市の将来像を開発した。具体的な5つの都市像を以下に示す。

- ①「拠点形成+住替促進型」夕張市を1つの拠点に集約する。
- ②「拠点形成+交通整備型」夕張市を1つの拠点に集約するが、都市骨格を形成し、他地区との交通連携も重視する。
- ③「広域連携型」夕張市には拠点を設けずに、拠点施設は隣接の市町に依存する。
- ④「地区間相互依存型」夕張市の拠点は設けずに、都市骨格上の地区で集約化を進め、それらの地区を相互に連携させる。
- ⑤「地区内自立型」各地区内で集約化を進める。

それらをもとに、夕張市や夕張市民との話し合いの中から、20年後である2030年の将来都市像とその実現方策を導き出した。

(5 5) 本発表の注目点

わが国で都市集約化の将来像や具体的な方策を示し、実際に取り組んでいる研究は、本研究が初めてである。



> 当面の市街地像 2020 >>> 地区ごとにコンパクト化



> 将来の市街地像 2030 >>> 南北軸に市街地を集約化

研究発表データシート

【15】	佐藤 久 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	表面プラズモン共鳴を利用した病原微生物検出バイオセンサの開発	
サブタイトル	迅速な病原微生物検出を実現	
(56)	研究者のアピールポイント 土木環境工学をバックグラウンドとしながら、分析化学の手法を活用して、健康を害する様々な有害物質を簡易に検出するセンサを開発している。	
(57)	本発表研究の概要 光の波に関連する物理現象である表面プラズモン共鳴反応を利用して、病原微生物を検出可能なバイオセンサを開発した。水に病原微生物を添加し検出を試みた結果、前処理なしで、約6分でO157 (10^6 個/mL) およびノロウイルス (10^7 個/mL) を検出できた。	
(58)	本研究発表の詳細 本研究では水系感染症を引き起こす病原微生物の例としてノロウイルスを、食中毒を引き起こす病原微生物の例として腸管出血性大腸菌 O157 をターゲットとし、これらの SPR バイオセンサを開発することを試みた。特に、バイオセンサの定量性、定量下限値、感度向上について検討した。センサチップは、金蒸着高屈折率ガラスを用いて作製した。金薄膜上に自己組織化単分子膜を形成した。ここに病原微生物に対する抗体を含むリン酸緩衝溶液 (PBS) を $10\mu\text{L}$ 滴下した。本研究で使った抗体溶液は、抗大腸菌 O157 モノクローナル抗体を含む PBS、抗ノロウイルス GII.4 モノクローナル抗体を含む PBS である。このように作製した、抗体が固定化された高屈折率ガラス (センサチップと称す) に PDMS 流路を重ね、フローセル型センサとした。サンプル溶液には非病原性大腸菌 O157:H7 (ATCC 700728) およびノロウイルスのウイルス様粒子 (NoVLP) を加えた。センサチップ上で生ずる抗原抗体反応は、SPR スペクトルの最大共鳴波長のシフト量を用いて定量した。大腸菌を含まない PBS を 20 分間供給した。最大共鳴波長が 675.6nm で安定していたので、20 分に大腸菌濃度 10^5 個/mL の PBS を供給した。その後 6 分間では最大共鳴波長は変化しなかった。PBS でセンサチップを洗浄した後、31 分に大腸菌濃度 10^6 個/mL の PBS を供給した。すぐに最大共鳴波長は増大し、36 分に 676.4nm で安定した。この結果から、O157 用 SPR センサの検量線を作成することができた。	
(59)	本発表の注目点 前処理なしで、約6分でO157 (10^6 個/mL) およびノロウイルス (10^7 個/mL) を検出できた。	

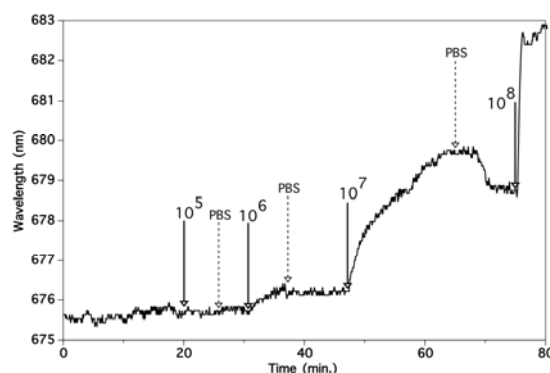


図 1. O157 用センサのセンサグラム

研究発表データシート

【16】	秋山 友宏 北海道大学大学院工学研究院 附属エネルギー・マテリアル融合領域研究センター・ 教授	
------	--	--

発表タイトル	エネルギー・資源・環境の3問題を同時解決する革新的炭素循環製鉄
サブタイトル	

(60) 研究者のアピールポイント

当研究室の究極目的は、各種産業が物質とエネルギーでリンクされ、最小エネルギー、最小環境負荷を実現し恒常性維持機能を有す「ホメオスタシス社会」の創成である。現在、物質・エネルギーネットワークのハブである鉄鋼業に着目して、熱・化学・電気エネルギーの貯蔵・輸送媒体の開発、次世代製鉄の研究及び、革新的物質・エネルギー併産システムの研究を実施している。

(61) 本発表研究の概要

鉄鋼業では高品位鉱石・強粘結炭の資源減少、CO₂大量放出が深刻な問題である。本提案の目的は低品位鉱石を触媒に、製鉄廃熱を有効活用し、自立的に炭素を循環する革新的製鉄法を実現することにある。本技術により、製鉄業が直面するエネルギー、資源、環境の3つの深刻な問題を同時に解決できる可能性が高い。

(3) 本研究発表の詳細

我が国の産業を支える鉄鋼業は、エネルギー、資源および環境の三つの問題、即ち、エネルギー多消費、高品位鉱石・高品位炭の枯渇、CO₂多量排出に対する決定的な解決策が求められている。本研究で実現する製鉄法はこれら三重苦を一挙に解決する革新的省エネルギー・低炭素製鉄法である。図はその概念図を示す。結晶水含有鉱石を廃熱で乾燥しナノ細孔を有する多孔質鉱石を製造する。次にバイオマス熱分解時に発生するタールとCO₂を廃熱で加熱された多孔質鉱石充填層に流通させ、多孔質鉱石をガス化及びガス改質促進触媒に利用し、CO₂を熱化学再生し、還元ガスとして循環利用すると同時に、鉱石細孔内に炭素を析出させた炭素含有鉄源を製造する。炭素含有鉄源はFe-O-C間がナノスケールで近接するため、低温・迅速還元が可能となり、超高効率製鉄プロセスが実現する。

(4) 本研究発表の注目点

主要鉄鋼各社はもとより、鋼材消費量が年々増加（超100kg/年・人）している東南アジア諸国（マレーシア・インドネシアほか）の鉄鋼製錬を中心とした産業開発プロジェクトを視野に入れた国際共同研究を展開中である。

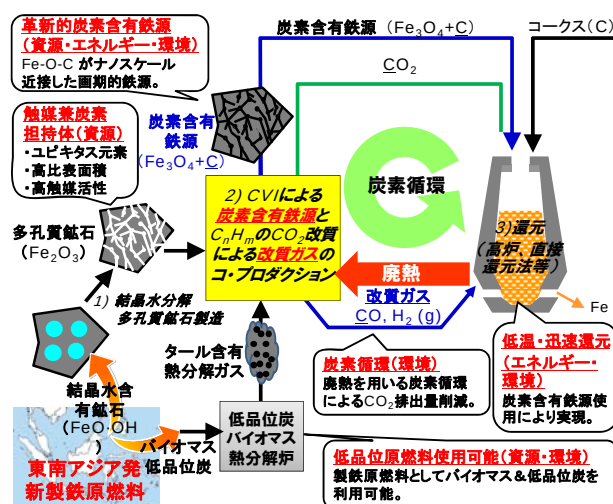


図 提案製鉄システム概念図

研究発表データシート

【 1 7 】	川村 秀憲 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	SNS ユーザの個人情報保護のためのセキュリティシステム
サブタイトル	ツイッター、フェイスブック、炎上、個人情報保護、企業モラル
(6 2) 研究者のアピールポイント 情報科学研究の成果を社会サービス実現のための基盤技術に昇華させる方法論について研究を行っております。特に、実験レベルで技術評価するのではなく、最終的なサービス運用までを視野に入れて、社会ニーズに即した研究テーマに取り組むことを強く意識しています。 (6 3) 本発表研究の概要 近年、ツイッター等の SNS 上での不用意な発言が炎上し、個人情報が掲示板等にさらされたり、過剰な社会的責任を負わせるために匿名での過激な行動が行われたりすることが社会問題化しています。SNS 利用時において設定や発言を監視することで、個人情報を適切に保護し、炎上を防止するための対策を行うシステムを開発しました、 (6 4) 本研究発表の詳細 近年、ツイッターやブログ上での不用意な発言によりネットユーザに標的にされ、ネット上に分散していた個人情報が次々に関連づけられて掲示板にさらされたり、過剰な社会的責任を負わせるために匿名での過激な行動が行われたりすることが社会問題化しています。この問題には、① SNS やネットを慎重に利用していないために、個人情報の断片がネット上に分散的に存在してしまっていること、② つい内輪感覚で公の場ではふさわしくない発言をしてしまうこと、の二つが要因となって引き起こされます。本研究では、まずツイッター、フェイスブック等の SNS の設定状況、利用状況を自動的に解析し、個人情報が推測されてしまう断片的な情報がどれぐらいあるのか、またどのように設定したら良いのかについて判定を行うシステムを開発しました。また、ツイッター上の発言とネット掲示板を常時監視し、テキストマイニングを行うことで炎上につながる発言や炎上の予兆、進行を自動検出し、リアルタイムにユーザに警告と対策を促すシステムを開発しました。この二つのシステムを利用することで、不用意に SNS の炎上を引き起こしたり、炎上に巻き込まれたときの個人情報拡散を防止したりすることが可能となります。このような SNS セキュリティは、個人を守るためだけでなく、個人的に SNS を利用している社員の企業モラル違反を適切に監視することも可能となります。 (6 5) 本発表の注目点 個人を守ることに主眼を置いた SNS セキュリティシステムを実現したところが注目点です。	

研究発表データシート

【18】	吉岡 真治 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	
------	---	--

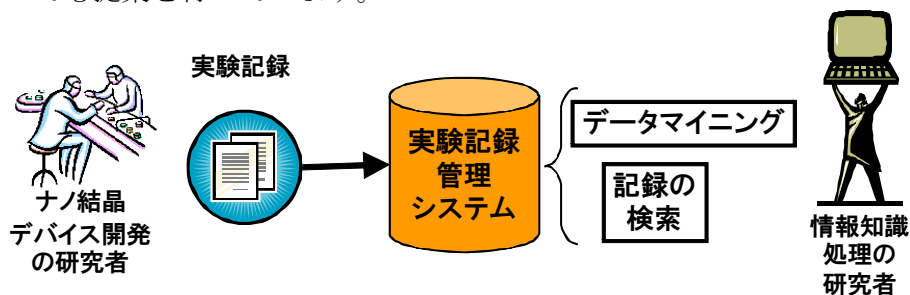
発表タイトル	ナノ知識探索プロジェクト
サブタイトル	ナノ結晶デバイスの実験記録からの知識発見

(66) 研究者のアピールポイント

量子集積エレクトロニクス研究センターの研究者とともに、異分野共同の研究を行っています。私自身、博士課程では、機械設計の知能化をテーマとしていたこともあり、実際のデバイス開発に有用な情報は何かを考えながら、知識発見の手法について検討を行っています。

(67) 本発表研究の概要

本研究では、ナノ結晶デバイスの研究開発の過程で行われる実験記録やその成果を取りまとめた論文などから、有用な情報を抽出し、整理する知識マネジメントの研究を行っています。実際に、情報を分析するプロトタイプシステムの構築と、ナノ結晶デバイスの研究者による評価のサイクルを繰り返すことにより、実験記録データをどのように整理するべきかについての議論を行い、実験記録管理システムを提案しています。また、ナノ結晶デバイス開発論文からの情報抽出の方法についても提案を行っています。



(68) 本研究発表の詳細

本発表では、実際のナノ結晶デバイス開発の研究者からのインタビューに基づいた、実験記録管理システムを提案しています。本システムでは、これまで別々に保存記録されていた実験に用いていたパラメータの記録と、その結果である実験記録を統合的に管理する方法を提案しています。また、最終的な実験のまとめである論文からの情報抽出を行うことにより、研究者によって行われる一連の実験の目的や特徴などを詳細に分析し、様々な事例間の類似性などを議論するための基盤として活用する方法を提案しています。本手法では、少数の手作業で作成した情報抽出のためのコーパスに、機械学習の方法を用いることにより、未知の論文に対し、有用な情報抽出を行うための方法を提案しています。

(69) 本発表の注目点

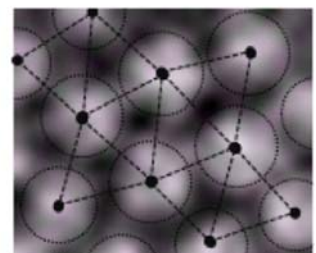
ナノデバイス開発論文からの情報抽出に関する研究は、バイオインフォマティクスの研究などと異なり、まだ、研究の端緒についたばかりです。本研究では、他に類のない、ナノデバイス開発論文のための論文コーパスの作成を行っており、これまでとは違った形での論文の活用方法の方向性を示しています。

研究発表データシート

【19】	村山 明宏 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	半導体量子ドットの新しい集積技術
サブタイトル	光学応用を目指す半導体量子ドットの新しい展開
(70) 研究者のアピールポイント 本研究者はこれまで電子ナノ材料の研究を行ってきており、超高密度ハード磁気ディスク用の磁性ナノ材料や、光通信用集積ナノガラス材料などを独自に開発しその実用化にも成功している。 2003～2005 年 経済産業省 NEDO フォーカス 21 プロジェクト「デバイス用高機能化ナノガラスプロジェクト」プロジェクトリーダー (71) 本発表研究の概要 半導体量子ドットは優れた光学特性を持ち、極めて省電力の光通信用レーザー素子材料として、あるいは単一光子光源への応用や、さらには高効率の太陽電池の実現が期待されるなど、将来の光デバイス材料として大いに注目されています。半導体量子ドットの新しい光学機能性の創出を目指して、以下の二つの新しい集積技術の研究を紹介します。 (A) 極限的な高密度の量子ドット規則配列構造を実現する 「バイオテンプレートを用いた量子ドット集積構造の作製」 (B) 強磁性体ナノ構造との集積化により量子ドットのレーザー光に電子スピン情報を転写する 「量子ドットスピンレーザー」 (72) 本研究発表の詳細 (A) 「バイオテンプレートを用いた量子ドット集積構造の作製」 タンパク質をテンプレートとして利用した半導体量子井戸のエッチングを行い量子ドットを形成します。この方法の素晴らしい点は、タンパク質の分子設計により 0.1 nm オーダーでサイズを制御した量子ドットの最密充填配列構造を自然に実現できることです。従来の半導体微細加工では作製できない数 nm の量子ドットにより、高強度のレーザー素子を開発していきます。 (B) 「量子ドットスピンレーザー」 半導体量子ドットでは電子のスピン状態が比較的安定に保たれます。この現象を利用すると、量子ドットの光情報（発光やレーザー光）に、固体電子回路における電子スピンの情報を転写することが可能になります。このような量子ドットを用いたスピンレーザーを実現するため、半導体量子ドット層に強磁性体を積層し、量子ドットにスピン状態が揃った電子を注入する技術確立するための研究を進めています。 (73) 本発表の注目点 半導体量子ドットは、電子や光の制御において様々な利点を持つ新しい電子・光材料です。量子ドットの優れた特性を生かすための新しい集積技術について紹介します。	

10nm

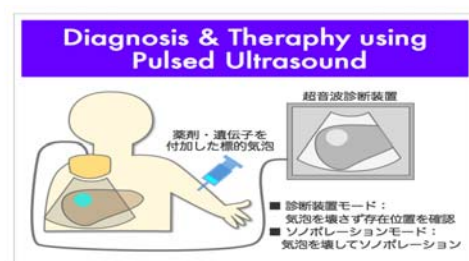


実際に作製した Si 量子ドットの
二次元規則配列構造の SEM 像

研究発表データシート

【20】	工藤 信樹 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・准教授	
------	--	--

発表タイトル	ソノポレーション：超音波と微小気泡を用いた新しい薬物送達手法の開発
サブタイトル	細胞レベルでのターゲティング機能を実現
(74) 研究者のアピールポイント 医用電子工学を学び、メーカにて医用機器の研究・開発に従事。その後大学に戻り、医療に貢献する新しい技術や装置の開発を目指して研究を行っている。現在は、新しい超音波治療法の確立、光学的手法による超音波音場可視化について研究を行っている。 (75) 本発表研究の概要 直径数ミクロンの微小気泡を血管内に注射し、これが生じる強い反射波を画像化することにより微細な血管の描出を可能とする超音波造影法が開発され、広く臨床応用が行われている。我々は、この微小気泡を薬剤や遺伝子の担体として利用するソノポレーション（音響穿孔）法に注目し、ソノポレーションが起きる瞬間の撮影に世界に先駆けて成功し、その発生機序を明らかにしてきた。現在は、安全性の高い薬剤送達の実現に向けて研究を進めている。 (76) 本研究発表の詳細 すでに確立されている造影超音波診断技術と、血管内に投与できる安定な微小気泡を組み合わせ、<i>in vivo</i>で超音波による局所薬物送達を実現する手法の開発を行っている。 治療のイメージ（右図） 治療の対象とする細胞にのみ付着するターゲティング機能を有する気泡を静脈から注射する。気泡が集積した部位、すなわち治療対象となる細胞が存在する部位を超音波造影法により検出し、診断装置から気泡を壊すパルス超音波を発生してソノポレーションを実現する。気泡に薬剤や遺伝子などを付加しておくことにより、接着していた細胞にのみ高い濃度で薬剤を放出することができるため、局所性の高い薬物送達が可能である。生体に対する安全性の高いパルス超音波を用いることで繰り返し治療が可能となる。 微小気泡の設計・評価 がん組織など特定の組織に標的性を持つ気泡や、気泡への薬剤の付加法について、薬学系の研究者と共同研究を進めており、その有効性の評価を行っている。 最適な超音波照射条件の検討 細胞内に効率良く薬物を取り込ませるためには、気泡の寸法やシェルの材質を考慮した超音波照射条件の最適化が必要である。微小な気泡を制御するための光ピンセット装置を開発し、種々の細胞、気泡を対象に最適な超音波照射条件について検討している <i>In vivo</i> 治療の実現 研究は培養細胞を対象に開始したが、<i>in vivo</i> 治療の実現には生体内の条件を考慮したソノポレーション条件の最適化は必須であり、基礎医学、獣医学系の研究者と共同で研究を進めている。 (77) 本発表の注目点 必要な細胞にのみ薬剤を安全に送達する無侵襲治療の基礎技術として、将来の医療に与えるインパクトは大きい。	



研究発表データシート

【 2 1 】	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	無線通信システムの高度化を目指したアンテナ信号処理技術
サブタイトル	Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) システムによる高速無線通信
(7 8) 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に関して先駆的研究を行ってきた。1980 年代の初めから、アンテナ信号処理技術の移動通信への応用を提案し、Personal Handy-phone System (PHS) における空間分割多元接続の商用化に貢献するなど、関連技術に多大な貢献を行った。	
(7 9) 本発表研究の概要 送信側と受信側の双方に複数のアンテナを設置して、それぞれにおいて信号処理を行う Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) システムは、周波数帯域幅を広げることなく高速伝送を可能とする優れた無線通信技術である。その概要と応用分野の紹介を行う。	
(8 0) 本研究発表の詳細 携帯電話や無線 LAN などの無線通信システムは、現在、我々の生活になくてはならないインフラとなっている。1990 年代の後半から、送信機と受信機の双方に複数のアンテナを設置した MIMO システムと呼ばれる技術が登場し、極めて多くの研究成果が報告され続けている。この技術を用いることによって、周波数帯域幅を増加させることなく伝送速度を高めることや誤りの少ない信頼度の高い通信が実現できることから、無線 LAN や最新の携帯電話には導入がなされている。また、MIMO システムの関連領域は、通信、信号処理、アンテナ、電波伝搬、情報理論と多岐に及んでいる。このことにより、MIMO システムには多方面の研究者が携わることになり、爆発的な研究成果を生むところとなっている。本発表では、その概要と応用分野の紹介を行う。	
(8 1) 本発表の注目点 複数のアンテナを送受信機の両方に設置することは、過去にも検討が行われたことがある。しかし、現在の MIMO システムの研究には過去に比べて大きな違いが見られる。これは多重伝搬波（マルチパス波）を利用していることである。無線通信は空間を伝送媒体としているため、電波が反射、散乱され、受信アンテナには多数の素波（多重伝搬波）が到来する。これらが重なり合うことによって、フェージングと呼ばれる受信レベルの変動が生じることになる。この現象は無線特有の問題であり、これまでの無線技術者を悩ませ続けてきた。一方、MIMO システムでは、この多重伝搬波が存在することにより、伝送速度の向上が可能となっている。従来、有害と考えられてきた現象を利用する点は注目に値する。	

研究発表データシート

【 2 2 】	小笠原 悟司 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	パワーエレクトロニクスに関する研究
サブタイトル	インバータ，モータドライブシステム，モータ設計，EMI/EMC

(8 2) 研究者のアピールポイント

インバータに代表されるパワーエレクトロニクス(以下 PE)技術は，一般産業のみならず自動車や家電製品にまで利用されており，社会に広く浸透している。

(8 3) 本発表研究の概要

システム変換学研究室では，インバータなどの電力変換器，モータドライブシステムならびにその応用，モータ設計，インバータが発生する EMI/EMC の研究を行っている。

(8 4) 本研究発表の詳細

近年のパワー半導体デバイスの発展に伴い，これらのデバイスのスイッチング動作を基本とする PE 技術が広く使われている。しかし，このスイッチング動作は電圧電流の急峻な変化を伴うため，他の機器に電磁障害(EMI)を引き起こす可能性がある。PE 機器においては，これらの EMI/EMC の問題を解決することが重要となってきた。図 1 は，インバータ出力ケーブルから発生する放射電磁波のシミュレーション結果を示している。このような手法を用いて EMI 低減可能なフィルタ等の対策法について研究を進めている。

一方，環境問題への高まりから電気自動車やハイブリッド自動車などの駆動系の電動化が進められている。従来は，高性能な永久磁石である希土類磁石を用いた永久磁石同期モータ(PMSM)が駆動用モータとして使用されてきたが，近年のレアアース問題による価格高騰と供給の不安定性から，希土類磁石を用いない高性能なレアアースフリーモータを研究・開発することが強く望まれている。システム変換学研究室では，NEDO の研究開発事業の一環としてフェライト磁石を用いたアキシアルギャップモータの開発を行った。図 2 および図 3 に，開発したモータの構造とその外観を示す。これは市販のハイブリッド自動車用モータ(希土類磁石を使用)と同一体積で同一出力を達成でき，希土類磁石を使用しなくても同等の性能を実現できることを実車サイズの実験で確認している。

(8 5) 本発表の注目点

システム変換学研究室では，PE 技術に基づいて電磁環境，地球温暖化，資源問題などの環境への貢献をしています。「PE 技術は地球を救う」

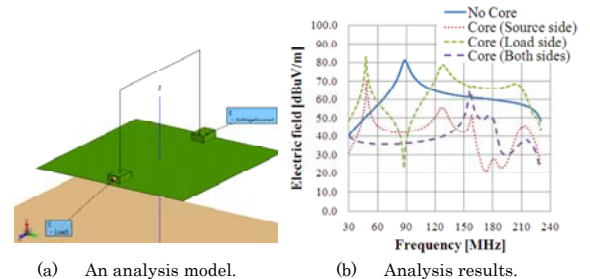


図1 模擬配線を対象にした電磁シミュレーションの様

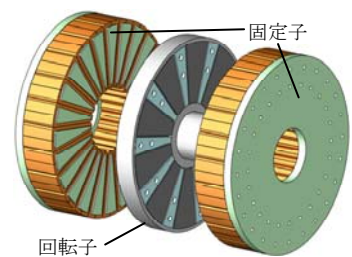


図2 提案するモータ構造

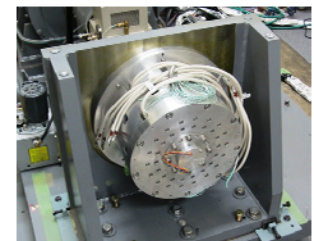


図3 試作機2号機の写真