

ISSN 2187-1426

環境技術研究所機関誌

第4号

2015年
10月発行

環境「創」

かんきょう そう



北九州市立大学

環境技術研究所

THE UNIVERSITY OF KITAKYUSHU

Institute of Environmental Science and Technology (IEST)

MESSAGE FROM DIRECTOR

所長メッセージ



環境技術研究所 所長(北九州市立大学 理事・副学長)

梶原 昭博

政府が発表した成長戦略には、これまで企業が担っていた技術革新の「芽」となる研究開発や人材育成は大学に移行され、大学は今後ますます、大学間による激しい競争の中でイノベーションを起こしていくことが求められています。北九州市立大学の附属研究機関として、環境技術研究所はより一層、国や市の政策や社会のニーズに対応し、産学官が連携した研究を推進していかなければなりません。

そのために、将来構想「ビジョン2013」を基に外部委員を加えた研究戦略会議等において、研究者の支援や組織の在り方について検討を行ってきました。この度、それらの議論をふまえ、研究者の支援の充実、研究の統括と高度化を目指して、組織改正を行うことになりました。

中心となる研究統括部門では、従来の災害対策技術研究センターに加え、「社会支援ロボット創造研究センター」を新たに設置し、市がめざす「スマートシティ創造特区」構想を支える介護・福祉ロボット等の開発に鋭意取り組んでいきます。

また、本年4月には新しい技術開発センターとして「国際光合成産業化研究センター」を設置しました。地域企業と国内外の研究者が連携して、エネルギー問題、食糧問題という世界的な課題克服に挑戦します。

4年目を迎え、大きな転換期を迎えた環境技術研究所ですが、これまで以上に地域に根差した研究所として、より一層社会に貢献できるよう、研究活動を推進・支援してまいります。

ますますのご支援を賜りますようお願い申し上げます。

トピックス

- 2 環境技術研究所の組織改正のお知らせ
- 3 「国際光合成産業化研究センター」を開設
第14回産学連携フェア

プロジェクト採択者一覧

- 4 プロジェクト採択者一覧

外部研究費の推移

- 5 外部研究費の推移

重点研究

- 6 三次元超音速流れの光学的定量計測装置と
各種工業用マイクロノズルの開発研究 宮里 義昭
- 8 あらゆる環境・状況下でも安心安全を提供する
高度運転支援システムの開発に向けた基礎研究 松波 勲
山崎 恭
- 10 ビッグデータの戦略的構築と解析による
組織的災害対応能力強化 加藤 尊秋
- 12 糖類を使った新しい薬物送達技術の開発をめざして 櫻井 和朗
- 14 新バイオディーゼル燃料HiBDの自動車燃料特性評価 朝見 賢二

共同研究

- 16 超小型/超軽量の水中探査ロボット“水中Hi-ROV”の開発 伊藤 洋

国際連携

- 18 ベトナムにおける水環境改善のための連携拠点整備 安井 英斉

研究シーズ

- 20 色素増感光触媒のための有機色素の探索と
機能発現機構の解明 天野 史章
- 21 モータ等の駆動部を持たないレーザー光走査装置の研究 岡田 伸廣
- 22 工具状態監視機能を有する超高速マイクロ
エアータービンスピンドルの開発 村上 洋
- 23 長周期地震動を受けるCFT柱の損傷限界 城戸 将江
- 24 暖房機器採択が居住者の筋力に及ぼす影響の
フィールド調査 安藤真太郎
- 25 生体材料を用いた安心・安全な薬物送達システムの開発 望月 慎一

研究所データ

- 26 環境技術研究所 研究紹介

「国際光合成産業化研究センター」を開設

北九州市立大学環境技術研究所に本年4月から新しい技術開発センターが開設しました。技術開発センターは技術開発能力を高め、その成果を事業化することを目的に時限的に設置される組織で、新しいセンターを加えて3つのセンターが地域に貢献する環境技術の開発を行っています。

「国際光合成産業化研究センター」は次世代のエネルギー源として、「光合成」に着目し、東京大学をはじめ、イタリア・フィレンツェ大学といった国内外の研究機関、企業と共同で研究を行っています。植物や藻類が行う光合成の利用、IC制御高輝度LED技術やロボティクス技術を活用した新しい農業、光合成を模倣した人工の光合成システムによる画期的なCO₂回収技術の開発などを目指します。

国際光合成産業化研究センター開設記念ワークショップ ～人口光合成技術の実現と国際的事業展開に向けて～

日時 平成27年7月13日(月) 14:00～17:30 **場所** 北九州学研都市 学術情報センター

ワークショップでは、まずセンター長である国際環境工学部環境生命工学科の河野教授が、センターが目指す方向性について講演しました。

「これまでの研究成果とそれらを結びつけた光合成の様々な要素技術開発によって、①CO₂回収、②エネルギー生産、③食糧生産、④環境制御・保全という世界が直面する問題を解決したい」と河野教授。チャレンジングな目標ですが、関係機関との連携によって、「緑」の産業の実現をめざします。

続いて、東京大学藤井克司特任教授や理化学研究所中村振一郎研究員などにご講演いただき、70名の方が熱心に聴講しました。最後の討論でも活発な議論が行われました。

北九州市が掲げる「低炭素社会」を実現するための技術開発の中核を担うことを目指します。来年北九州で開催されるサミット・エネルギー相合会に情報発信ができるよう、研究を推進していきます。



第14回産学連携フェア

企画展示

社会に喜ばれる研究を目指して～研究事例紹介～

日時 平成26年10月30日(木)～31日(金) **場所** 北九州学術研究都市 体育館

特別企画

研究所で取り組む研究のうち、多糖を用いた核酸医薬のDDSの開発の研究成果を模型やパネル展示(櫻井和朗研究室)で紹介し、さらに「竹粉を用いたファイバー食品・竹粉パン」(森田洋研究室)の試食、血圧測定を可視化するデモンストレーション(中武繁寿研究室)、その他液探知・液種判別センサー(李丞祐研究室)の展示を行いました。

セミナー

「ライフィノベーション:多糖グルカンの今と未来～漢方薬から次世代の医薬品技術DDSまで～」

●βグルカンと核酸がつくる不思議な3重らせんの発見
櫻井 和朗(国際環境工学部 環境生命工学科 教授)

「農作物の潜在機能活用による食品開発」

森田 洋(国際環境工学部 環境生命工学科 教授)



環境技術研究所 平成27年度研究プロジェクト

環境技術研究所では、競争的外部研究費のより一層の獲得や企業等との共同研究等の促進、ならびに若手研究者の育成を研究プロジェクトとして支援しています。学内公募、厳正な審査を経て採択された平成27年度の重点研究推進支援プロジェクト、若手研究者支援プロジェクトの研究課題をご紹介します。

1 重点研究推進支援プロジェクト

現在進行中の研究プロジェクトで、環境技術研究所が推進する産学連携の研究プロジェクトを中心に支援を行います。支援によって「新たな外部資金」の獲得を目指すプロジェクトを対象に募集しました。

現在獲得している外部資金では規制がかかり支出できないものや、新たな外部資金獲得までの研究の継続を支援します。

平成27年度 採択研究

	プロジェクト名	研究代表者名
1	マイクロ超高速ノズルからの噴流に対するシュリーレン非定常断層撮影装置の開発研究	国際環境工学部 機械システム工学科 教授 宮里 義昭
2	完全自動運転の実現に向けた全天候性環境認識システムのためのセンサーフュージョン技術の創出	国際環境工学部 情報メディア工学科 准教授 松波 勲／准教授 山崎 恭(共同代表者)
3	データに基づくリスク対策支援ツールの開発	国際環境工学部 環境生命工学科 准教授 加藤 尊秋
4	光合成産業化研究のための広域コンソーシアム形成と基礎データベースの構築	国際環境工学部 環境生命工学科 教授 河野 智謙
5	北九州地域とベトナムにおけるβグルカンを用いた新規性癌剤と免疫制御技術の基盤構築	国際環境工学部 環境生命工学科 教授 櫻井 和朗

2 若手研究者支援プロジェクト

若手研究者の育成のため、その自由な発想に基づく独創的・萌芽的な研究を支援し、研究活動の活性化を図ることを目的としています。さらに、将来の科学研究費補助金等の外部資金の申請・獲得のための準備的研究を支援します。

※対象研究員：准教授以下

平成27年度 採択研究

	プロジェクト名	研究代表者名
1	金属有機構造体を利用した新規な液相吸着剤の開発	国際環境工学部 エネルギー循環化学科 准教授 西浜 章平
2	下水汚泥嫌気性消化プロセスにおけるリン酸マグネシウムアンモニウム(MAP)の挙動解析	国際環境工学部 エネルギー循環化学科 講師 寺嶋 光春
3	水素還元処理による金属ドーピング型可視光応答性酸化チタン光触媒の高活性化	国際環境工学部 エネルギー循環化学科 准教授 天野 史章
4	バイオ燃料製造のための酸性質を制御したゼオライトと金属のハイブリッドによる多機能性固体触媒の開発	国際環境工学部 エネルギー循環化学科 講師 今井 裕之
5	超低周波パッシブ除振装置の開発	国際環境工学部 機械システム工学科 准教授 佐々木 卓実
6	携帯端末を対象とした生体認証システムの高度化に関する研究	国際環境工学部 情報メディア工学科 准教授 山崎 恭
7	暖房機器選択が居住者の筋力に及ぼす影響のフィールド調査	国際環境工学部 建築デザイン学科 講師 安藤 真太郎
8	石灰化におよぼすアルカリフォスファターゼの機能の解明	国際環境工学部 環境生命工学科 准教授 木原 隆典
9	がん細胞の抗原提示量コントロールによるワクチン効果の向上	環境技術研究所 准教授 望月 慎一

外部研究費の推移

環境技術研究所には、専任教員および国際環境工学部に所属する全教員が研究者として所属しています。
これまで、研究所および国際環境工学部が受け入れた外部研究費の推移をご紹介します。

(単位:件、千円)

項 目	H22		H23		H24		H25		H26	
	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額
外部研究資金合計	178	758,339	181	698,136	214	613,480	191	509,155	174	385,481
外部研究費収入 (科研費除く)	144	651,104	149	595,569	173	497,619	155	431,266	149	324,055
共同研究収入	33	58,966	33	47,799	40	51,384	38	51,762	38	81,104
受託研究収入	25	364,563	26	372,295	28	231,322	25	212,819	19	117,853
寄附金収入	49	30,914	55	39,766	65	52,110	69	36,224	61	30,084
小 計	107	454,443	114	459,860	133	334,816	132	300,805	118	229,041
受託事業収入	10	6,801	10	10,489	10	9,673	4	1,320	8	21,675
補助金収入	27	189,860	25	125,220	30	153,130	19	129,141	23	73,339
科学研究費補助金等 (預り金)	34	107,235	32	102,567	41	115,861	36	77,889	25	61,426

※平成22年度から平成24年度および平成26年度の科学研究費補助金には、環境省科学研究費補助金を含む。
また、平成24年度には、厚生労働科学研究費補助金を含む。

三次元超音速流れの光学的定量計測装置と各種工業用マイクロノズルの開発研究

国際環境工学部 機械システム工学科 教授 宮里 義昭

1. まえがき

地球温暖化や大気汚染等の環境問題の深刻化に伴い、近年の自動車業界では、石油に頼らず二酸化炭素(CO₂)、窒素酸化物(NO_x)、浮遊粒子状物質(PM)等の排出をゼロとするエネルギー源をもつ燃料電池自動車(FCV)が、究極のエコカーとして期待されており、FCVに水素を供給する水素ステーションの設置が急務となっている。水素ステーションからFCVに水素を充填するときの流量計として、流れのチョーク現象を利用した音速ノズルが有望視されているが、ノズルからの噴流は衝撃波を伴う複雑な構造を持つため計測が困難であり、現在も継続してその評価試験が行われている。本研究では、衝撃波を伴う噴流の定常三次元の密度場を計測するためのシュリーレン断層撮影装置を開発した。また、実験と同一の圧力条件で流れ場の数値シミュレーションを行ったので、その結果について報告する。

2. 実験装置と方法

本研究で用いた大気吹出し式超音速風洞とレインボーシュリーレン光学系の模式図を図1に示す。圧縮機によって高圧タンクに蓄えられた乾燥空気は、図1の左端に示す圧力制御弁を通り、集合洞で一旦よどみ状態となった後、供試ノズルを通して、大気へと放出される。また、メタルハライド光源からの光は、光ファイバーケーブル、対物レンズ、図1の左端に示す直径50 μ mのピンホールを通った後、コリメータレンズで平行光線となり、集光レンズ、レインボーフィルター、カメラレンズを通してデジタルカメラの受光素子上に達する。

図2に示すように、供試ノズルはステッピングモーターとタイミングベルトによって等間隔の角度で連続的にノズル軸のまわりに回転できるようになっており、指定の回転角度に対するレインボーシュリーレン写真撮影が可能である。本実験では、ノズルを0度から180度まで10度の等間隔で回転させ、各角度の位置でレインボーシュリーレン写真撮影を行った。その後、撮影した19枚のシュリーレン写真からX線CTの原理に基づく密度再構成を行った。

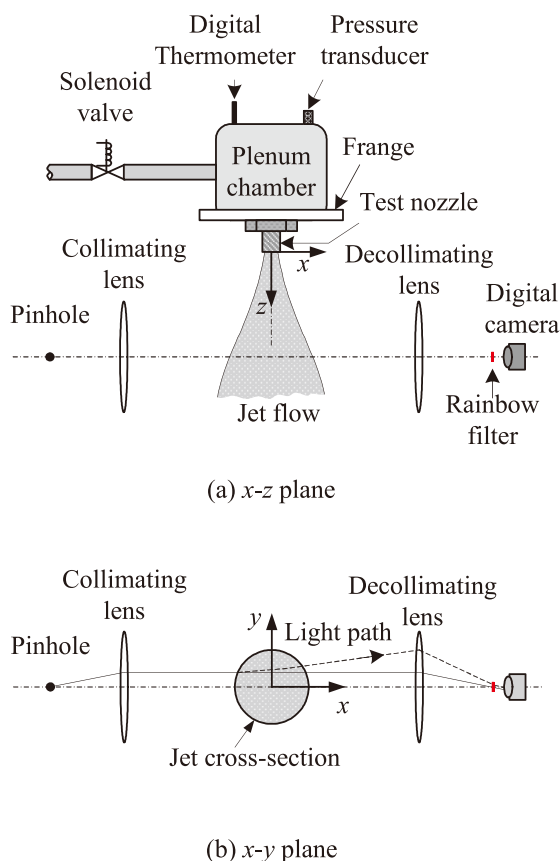


図1 超音速風洞と光学系の模式図

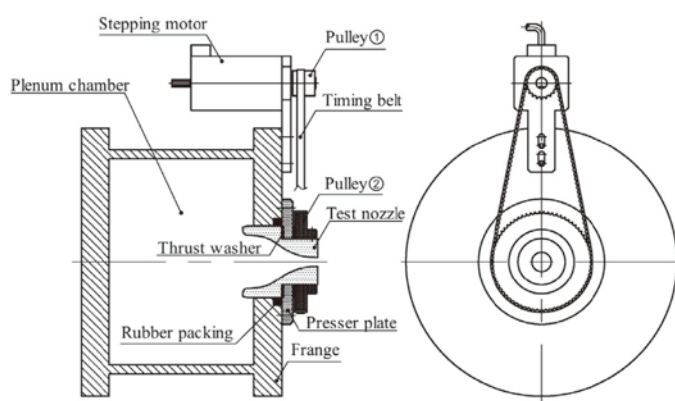


図2 ノズル回転装置

本研究で用いた供試ノズルは、ノズル出口直径が $D_e = 10\text{mm}$ で、ノズル入口から出口までの壁面が正弦曲線となる軸対称先細ノズルを用いた。また、実験は、集合洞内の圧力 p_{os} と背圧(大気圧) p_b の比が $p_{os}/p_b = 4.0$ の条件で行った。

3. 数値シミュレーションの方法

本研究で開発したシュリーレン断層撮影装置の妥当性を検証するため、ノズルからの流れ場を軸対称レイノルズ平均ナビエ・ストークス方程式(RANS方程式)を解くことによって求めた。ただし、乱流粘性係数は圧縮性流体の数値計算で実績のあるMenterの $k-\omega$ SST乱流モデルを用いて評価した。また、基礎方程式の対流項の差分は、空間3次精度MUSCL型のTVD法を適用し、セル境界の非粘性流速はRoeの流束差分法により求めた。さらに、基礎方程式の粘性項内の微分は空間2次精度中心差分を用い、時間積分は、3段階ルンゲ・クッタ法によって評価した。

4. 計測結果と数値シミュレーション結果

ノズル出口からの噴流の代表的なレインボーシュリーレン写真を図3に示す。写真は、レインボーフィルターの色相の変化がノズル中心軸(z 軸)に対して垂直になるように設置して撮影した。流れ方向は左から右で、噴流構造は紙面に対して垂直方向に平均化されたものであるが、この写真からバレル衝撃波と反射衝撃波およびマッハディスク等の不足膨張音速噴流の特徴が観察できる。しかし、マッハディスクより下流の噴流の様子は、写真が不鮮明のため不明である。

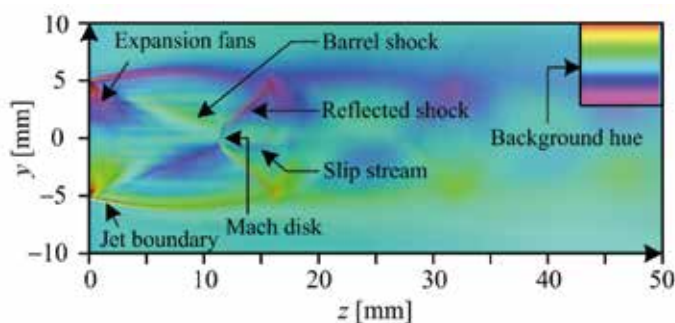


図3 レインボーシュリーレン写真

次に、ノズル中心軸を含む噴流断面上の等密度線図の計測結果と数値シミュレーション結果との比較を図4に示す。両者による等密度線図は、全領域にわたって定量的にほぼ一致することが分かる。また、計測結果は、マッハディスク下流の密度場も詳細に捉えている。

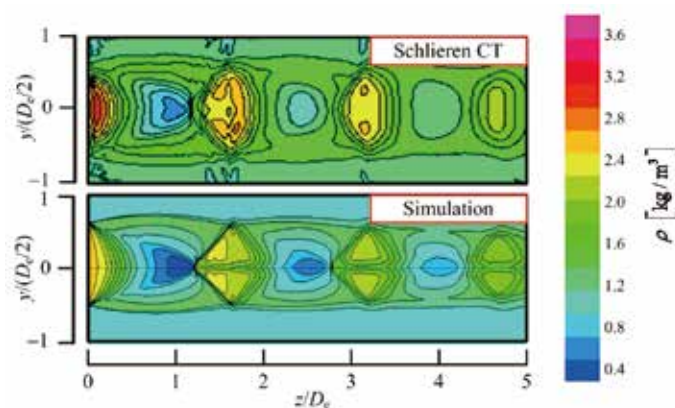


図4 衝撃波を伴う噴流の等密度線図

あともがき

本研究では、衝撃波を伴う噴流の時間平均的な3次元の密度場を高空間分解能・高精密度で計測するためのシュリーレン断層撮影装置を開発した。今後は、本装置を用いて、水素ステーション用音速ノズル等の各種工業用マイクロノズルからの噴流の評価を行う予定である。現在、本研究をさらに発展させ、シュリーレン非定常断層撮影装置の開発に取り組んでいる。

Profile



宮里 義昭

Yoshiaki Miyazato

役職／教授

学位／博士(工学)

学位授与機関／九州大学

■ 研究分野・専門

■ 主要研究テーマ

■ PR・その他

圧縮性流体力学、流動光計測学

●シュリーレン非定常断層撮影法の開発研究
●ショックレーンと擬似衝撃波に関する研究
●超音速マイクロ流れの光学計測と数値計算
超音速ノズルの設計やマイクロノズルを通る圧縮性流体の評価を行っています。これまで、転炉用ノズル、スートブロワノズル、リークピーラーノズル、ガスアトマイジングノズル等の各種工業用超音速ノズルに関する研究を行ってきました。

連絡先

TEL 093-695-3219 FAX 093-695-3316

E-mail miyazato@kitakyu-u.ac.jp

(c) 周辺監視レーダシステム

図4に開発するコンフォーマル型フェーズドアレー方式(Rxを円筒状に配置し移相制御しながらMUSIC法により1素子の監視角度を超高角度分解能化する)のレーダシステムを示す。また、アレーアンテナ部の設計例を図5に示す。

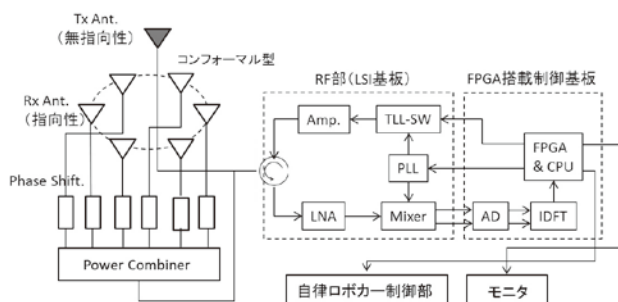


図4 周辺監視レーダシステムのブロック図

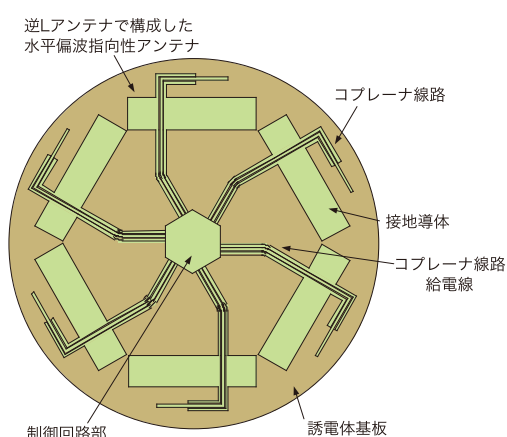


図5 開発した逆フェーズドアレーアンテナの設計例

(d) 「レーダ指紋」の提案と物体認識への応用

レーダ情報(距離、角度、強度)に基づき、認識対象の属性(人、自動車、オートバイ、自転車など)を判定することの可能な特徴量の抽出手法について検討する。本研究では、レーダから得られる属性判定に有効な特徴量を、生体認証(バイオメトリクス)における代表的なモダリティの一つである指紋になぞらえて「レーダ指紋」と呼称し、レーダ指紋の抽出手法とレーダ指紋を用いた認識対象の属性判定アルゴリズムに関する検討を行っている(図6)。生体認証技術が人の体の特定の部位から人物を特定するための特徴量を高精度かつ安定的に抽出している点に着目し、画像センサーから取得される情報も参照しながら、高精度で安定したレーダ指紋の抽出手法を確立することを目指す。

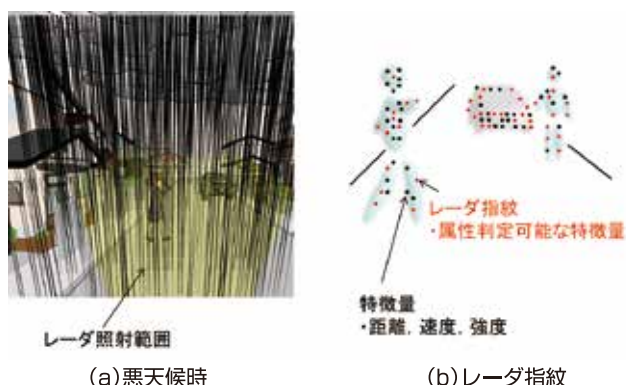


図6 レーダ指紋のイメージ図

4. 本研究の特色と今後の展開

如何なる環境・天候でもセンサー性能の劣化を招かず高信頼性を確保するため、新概念「レーダ指紋」と機械学習を取り入れることを最大の特徴とする。

- (a) 対象固有の特徴量を抽出する指紋認証になぞらえた新概念「レーダ指紋」
- (b) 異なる性質のセンサー情報を統合する「データフュージョンアルゴリズム」
- (c) 距離・角度・強度・速度・進行方向が付加された新しいレーダ画像の生成
- (d) 機械学習による「認知」性能の超高精度化

「認知」技術に機械学習を取り入れることは、最先端をいくGoogle社でも未だ実現されていない技術である。本研究により、これまで実現が困難であった、歩行者の状態推定(顔の向きや3次元的な移動方向)、属性の判定(高齢者、子ども)といった完全自動運転に欠かすことのできない技術基盤を確立する。

Profile



松波 勲

Isamu Matsunami

役職/准教授

学位/博士(工学)

学位授与機関/北九州市立大学

- 研究分野・専門 計測工学、通信・ネットワーク工学
- 主要研究テーマ
 - 自動運転支援センシング技術
 - 周辺監視小型電波センサ
 - 生体情報センシング技術

連絡先

TEL 093-695-3269

E-mail i-matsunami@kitakyu-u.ac.jp



山崎 恭

Yasushi Yamazaki

役職/准教授

学位/博士(工学)

学位授与機関/早稲田大学

- 研究分野・専門 情報セキュリティ、パターン認識
- 主要研究テーマ
 - バイオメトリクス(生体認証)
 - 音声・画像処理(認識)
 - 自動運転支援システム

連絡先

TEL 093-695-3259

E-mail y-yamazaki@kitakyu-u.ac.jp

ビッグデータの戦略的構築と解析による 組織的災害対応能力強化

国際環境工学部 環境生命工学科 准教授 加藤 尊秋

1. 組織的災害対応能力の見える化

この研究は、本学、北九州市危機管理室、同消防局、(株)インフォグラム、損保ジャパン日本興亜リスクマネジメント(株)、産業技術研究所サービス工学研究センターの連携によって実施された。また、北九州市立大学環境技術研究所 環境・消防技術開発センターによる研究開発の一環でもある。

災害対応では、組織の各部署が適切に意思決定や業務を行い、素早く情報を流して連携する必要がある。図1は、震災等によって鉄道脱線事故が起きた場合に、地方自治体(市区町村)の部署がどのように連携するか、各部署の業務と情報伝達の流れを整理した例である。なお、部署名は、災害時の編成における典型的な例を用いている。また、各部署が実施すべき行動を「個別行動」と呼ぶ。大規模な災害時には、様々な事案が同時進行で多数発生する。特に、災害発生直後には、これらの事案に優先順位をつけながら、迅速に業務を遂行する必要がある。

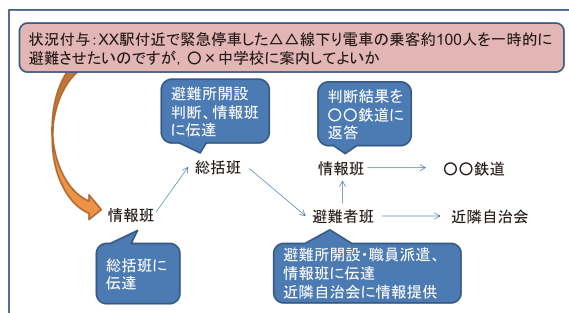


図1 組織的な災害対応の例(各部署の個別行動と連携の流れ)

組織的防災体制を向上させるための訓練手法として、図上シミュレーション訓練がある。図2は、このうち、私どもが実施している情報伝達・共有型図上訓練の概要を示す。この訓練では、訓練を受ける「プレイヤー」に、災害時に生じるであろう様々な課題(状況付与という)を次々と与え、プレイヤーは組織として連携して課題解決に取り組む。これにより、災害時の意思決定や情報伝達の流れを試すとともに、訓練参加者の間に「顔の見える関係」を作ることによって、災害時の業務円滑化が図れる。なお、図上シミュレーション訓練は、意思決定と情報伝達を主眼とした訓練のため、通常、現場での実動は行わず、プレイヤーが現場に指示を出した段階で課題完了とす

る。しかしながら、これまでの訓練手法には、大きな欠点があった。それは、最初の部署に状況付与を行った後、それがどのように組織の中で処理され、現場への指示までにどれだけの時間を要したか、評価できなかった点である。私どもが開発した手法では、図2の下側に示すように、各部署にタブレット端末を持った評価者を配置し、プレイヤーの処理と平行して評価用の情報(今、その部署はどの状況付与を処理しているか、当該状況付与に対してその部署は何をすべきか)を流すことで、詳細な業務の流れをリアルタイムで追跡可能とした。この考え方は、平成19年度の北九州市総合防災訓練において発想されたものである。当該手法は、防災訓練に新たな定量化の可能性をもたらすものとして高く評価されたが、当時は、評価者が連携するための情報を人間の伝令が走って伝えるなど、人海戦術的な実施体制であり、普及には至らなかった。本研究では、情報通信技術を用いた「危機管理教育・訓練支援システム」を開発して評価者を連携させ、素早く正確な評価を手軽に実現可能とした。

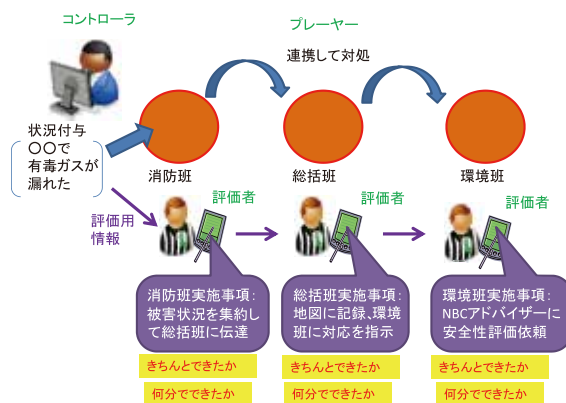


図2 情報伝達・共有型図上訓練

情報伝達・共有型図上訓練では、1回の訓練あたり500から1,000個程度の個別行動評価結果が得られる。この訓練を同じ地方自治体で繰り返したり、さまざまな地方自治体で実施したりすることにより、徐々にビッグデータと呼べる規模のデータが集積していく。このようなデータが集まれば、地方自治体に共通する災害対応上の弱点、災害対応に当たる職員数と課題解決に要する平均的な処理時間などを定量的に示すことが可能となる。もちろん、この考え方は、民間企業や災害対応に当たる医療機関やNPO等にも応用できる。

2. 多様な社会実証

平成26年度は、国、北九州市、北海道江別市、横浜市旭区、香川県坂出市のご協力をいただき、豪雨・土砂災害、地震、広域断水等の災害に対する情報伝達・共有型図上訓練を実施できた。図3にこれらの概要を示す。危機管理教育・訓練支援システムでは、プレーヤーが一堂に会す形、実災害のように各所に分散した行政庁舎を連携させる形のいずれにおいても、適切に評価ができることが示された。図4と図5は、これまでに実施した組織的災害対応能力見える化の一例である。いずれも、震災発生直後の数時間の様子である。図4は、組織的な災害対応能力を災害対応分野別に示した結果である。これは、個別行動に制限時間を設け、その達成率により評価している。図5



図3 多様な社会実証を実施

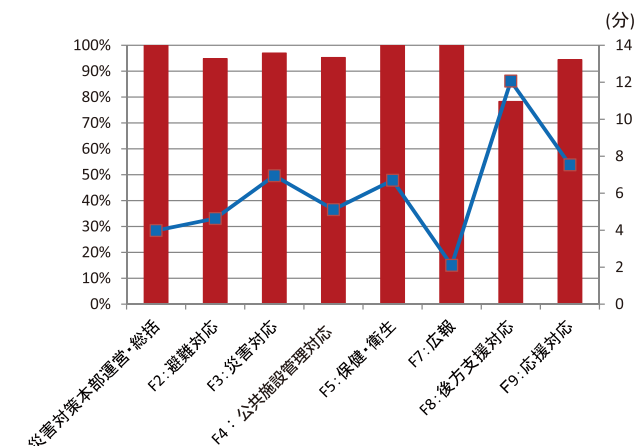


図4 災害対応分野別達成度評価

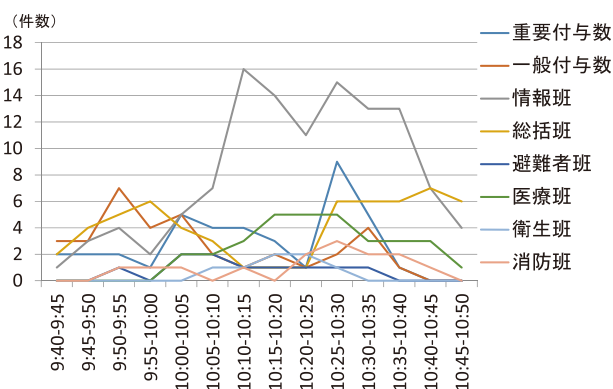


図5 各部署が取組中であった個別行動数

は、部署別の業務実施状況をまとめたものである。情報の受付や外部への連絡を担当する情報班が多忙を極め、業務が滞留する様子を示している。これらの結果により、当該組織のどの部門を強化すべきか、人員配置などの物量面を含めた検討が可能になる。

3. 今後の展開

本研究は、現在も継続中である。平成27年度は、北九州市を中心として行われる災害時医療機関連携訓練に本手法の考え方が活用される見込みである。また、情報伝達・共有型図上訓練をやってみたいという地方自治体や民間団体に訓練手法を紹介し、研修を行う体制を一般財団法人 日本防火・危機管理促進協会とともに作り、運用中である。

謝辞

本研究の実施にあたり、国（内閣府）、北九州市、北海道江別市、横浜市旭区、香川県坂出市の皆様に大変お世話になりました。また、総務省消防庁「消防防災科学技術研究推進制度」および、北九州市立大学環境技術研究所「重点研究推進支援プロジェクト」より研究資金を頂きました。ここに記して感謝の意を示します。

Profile



加藤 尊秋

Takaaki Kato

役職／准教授

学位／博士(工学)

学位授与機関／東京工業大学

- 研究分野・専門 政策評価
- 主要研究テーマ 環境政策の評価、社会的なリスク管理（自然災害、原子力災害、PM2.5による大気汚染など）
- PR・その他 効果のわかりにくい環境政策やリスク管理政策の効果を定量的に見える化し、その改善策を探ることを研究テーマにしています。産官学の連携の中で社会科学的手法と工学的手法（情報通信技術など）を組み合わせ研究を進めています。

連絡先

TEL 093-695-3237 FAX 093-695-3337

E-mail tkato@kitakyu-u.ac.jp

糖類を使った新しい薬物送達技術の開発をめざして

国際環境工学部 環境生命工学科 教授 櫻井 和朗

1. はじめに

有史以来より紙や綿として利用されている多糖であるセルロースは最も身近な天然由来の高分子物質の一つである。多糖には、我々の食用となるアミロースもふくまれ、身の回りにあふれている。多糖は植物が光合成から得るエネルギーを利用して、炭酸ガスと水から合成している。セルロースの次に豊富な多糖は、図1に示すカードランなどの β -1,3-グルカン。海藻や菌糸体が生産する多糖である。この多糖は、食品の増粘剤や化粧品の添加剤として利用されている。同じ、 β -1,3-グルカンの中でも、シゾフィランと呼ばれる多糖は、極めて興味ある歴史を持っている。漢方薬の中で、古くから中国ではサルノコシカケをはじめとするある種のキノコ類を不老長寿の霊薬として珍重してきた。その中に“スエヒロタケ”(図1)とよばれる茸があり、滋養補助や婦人病に良いと言われている。近代になって、スエヒロタケの有効成分が β -1,3-グルカンの一種のシゾフィランであることや、 β -1,3-グルカンに抗腫瘍活性があることが見出された。わが国では、シゾフィランは台糖(株)によって企業化されており(図1)、進行性子宮頸癌に対する筋肉注射製剤として産婦人科医にとってはなじみ深い薬である。



図1 漢方薬に使われるスエヒロタケと、その有効成分であるシゾフィランを抽出して作られた制癌剤。(現在では販売終了)

古代の漢方医がスエヒロタケの有効性を知っていて、特に婦人病に良いと記録している事実、中国4000年の歴史の奥深さを感じるのには著者一人ではないと思う。

2. シゾフィランがDNAを巻き込むことを発見

筆者の大学4年生のときの卒業論文のテーマが、上で述べたシゾフィランの水溶液の性質であった。大学院では別のテーマを選んだため、シゾフィランとの係わり合いはここで終わったかに思えた。修士2年生で就職した会社が、1990年代のバブル景気崩壊の中で、研究開発部門を縮小していく中で、私も所謂“リストラ”にあい、九州の久留米にある100年公園で、九州大学の新海教授が行っておられた科学技術振興事業団のプロジェクトに出向することになった。事実上の片道切符であった。

ある日、新海先生とのテーマに関するディスカッションのなかで、「なにか面白い多糖は知らないか？」と聞かれたので、「 β -1,3-グルカンの中のシゾフィランと言う、セルロースとアミロースの中間の様な多糖を知っています」と答えた。新海先生はしばらく考えた後、「はい、面白そうな多糖だね。君は他の研究員より歳をとっているし、すこし自由にこの多糖をいじってみなさい」と言われた。そんなことで、自由にシゾフィランの性質を調べていた。しかし、新しいことは、なにも起きない。2000年前から人類が付き合っている物質だから、調べて尽くされていると諦めかけたころ、実験室の冷蔵庫を見ると、誰かが使ってそのままになっている「Poly(C)」と書いてある試薬がある。遺伝に使われるDNAやRNAの一種である。それをシゾフィランに混ぜてみると、驚いたことに、予想もしなかった変化が起きるのである。これが多糖核酸複合体の発見のきっかけであった。最初にPoly(C)を試したのは幸運だった。多くあるDNAやRNAの中で、シゾフィランと結合するのはPoly(C)以外にないのである。これが他のDNAだったら、この発見は他の人がしていたかもしれない。しかし、シゾフィランと核酸が今までに報告されていない、複合体を作ることになかなか信じてもらえなかった。学会で発表しても、その分野の権威の先生方から、随分きつい質問を頂いたものである。最終的にだれもが納得するデータで、この複合体の形成を証明するには、大型放射光のSPRING-8などでの測定が必要であった。

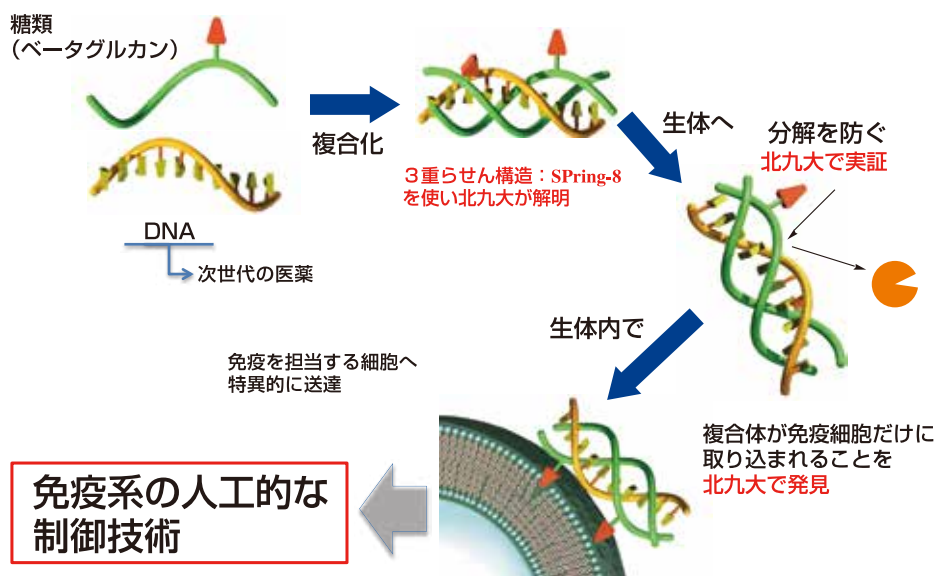


図2 新規なグルカン・核酸複合体を用いた核酸医薬の送達

シゾフィランは不思議な性質を持っていて、水に溶けない化合物を巻き込むことができることを見つけた。なかでも、遺伝情報を運ぶDNAを取り込むことを発見した。また、そのDNAを取り込んだ複合体が、免疫などをつかさどる細胞に特別に取り込まれることも見つけた。この性質をつかって、免疫系の人工的な制御技術の開発を目指している。具体的には、安全で安心なワクチン、副作用がない花粉症やアレルギーの薬、癌の新しい薬などである。

α -マンゴスチンは、癌細胞だけに作用して細胞内のエネルギーを作る器官を破壊して、癌細胞を死滅させることが知られている。しかし、 α -マンゴスチンはまったく水に溶けない化合物であり、癌細胞に送り届けることは難しい。現在、我々は、 α -マンゴスチンをシゾフィランでくるんで、癌化した細胞に送り届けるようなDDSの研究をしている。

3. 新しい薬物輸送システム(DDS)の提案

水に溶け難い性質があったり、体の中で簡単に分解して失活するような薬物を有効に働かすには、この薬物を包んで目的の臓器や細胞まで送り届ける粒子が必要である。このような粒子は、薬物輸送システム(DDS)として高い注目が集まっている。我々が見つけた多糖核酸複合体もそのようなDDS(図2)として利用できる。

そのような講演をベトナムで行ったら、一人の研究者から面白い提案を受けた。彼女は、マンゴスチンの皮に含まれる α -マンゴスチンという物質の研究をしている。マンゴスチンは、東南アジア原産の果物で、「果物の女王」と呼ばれており、高級フルーツとして知られている(図3)。



図3 マンゴスチン。食べることができるのは種の周りの白い部分であり、 α -マンゴスチンは赤い皮に含まれる。

Profile



櫻井 和朗

Kazuo Sakurai

役職／教授

学位／理学博士

学位授与機関／大阪大学

- 研究分野・専門 生体高分子化学、放射光化学、DDSテクノロジー
- 主要研究テーマ DDS(薬物運搬システム)の科学、放射光を用いたソフトマテリアル研究、超分子の化学と物理、生体高分子、小角散乱
- P R ・ そ の 他 癌など難病をなおす次世代の医薬品開発を支える技術を化学と高分子科学を基礎にして研究しています。播磨にある世界で最も強い線を出すS-Pring-8を用いて、生物を構成している生体高分子やソフトマテリアルの研究をしています。また、(独)医薬基盤研究所と共同で、ワクチンの効果を高める新規免疫核酸医薬の開発に成功。本研究成果は、2014年2月10日(米国時間)の週に米国科学誌「米国科学アカデミー紀要(PNAS)」のオンライン速報版で公開されました。

連絡先

TEL 093-695-3294 FAX 093-695-3298
E-mail sakurai@kitakyu-u.ac.jp
研究室HP <http://www.sakurai-lab.jp/>

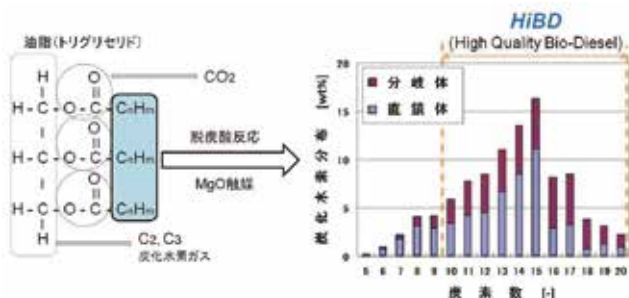
新バイオディーゼル燃料HiBDの自動車燃料特性評価

国際環境工学部 エネルギー循環化学科 教授 朝見 賢二

1. はじめに

近年、二酸化炭素排出量の増大に伴う地球温暖化を防ぐため、再生可能エネルギーの開発が盛んに行われており、輸送用燃料の分野においては、カーボンニュートラルなバイオ燃料に転換することに注目が集められている。ディーゼル代替燃料としては、植物油脂(脂肪酸トリグリセリド)を原料とする脂肪酸メチルエステル(FAME)や水素化精製バイオディーゼル(BHD)などが開発されている。しかしこれらの燃料には、メタノールや水素などの副原料が必要であることや、新型ディーゼルエンジンへの対応、製造コストなどいくつかの問題点が指摘されている。

当研究室では、固体触媒を用いてトリグリセリドを改質して得られる高品質の新しいバイオディーゼル燃料HiBD (High Quality Bio-Diesel)の開発研究を進めている(図1)。HiBDの99%以上は炭化水素であり、分岐体を含むブロードな炭素数分布の混合物であるため、ディーゼル燃料として好適であると考えられる。本技術は、タイでの実用化をめざして、平成22年度科学技術振興機構(JST)と国際協力機構(JICA)が共同で実施する地球規模課題対応国際科学技術事業(SATREPS)に採択され、26年度まで基礎的学術研究と実用化のための技術開発、さらにパイロットプラントによるHiBD製造などが行われた。



本重点研究では、このプラントで製造されたHiBDの燃料性状を分析するとともに、最新式のコモンレール式エンジンによる運転特性を調べ、ディーゼル燃料としての有用性を実証することを目的とした。原料油には、現在廃棄物となっているパームの空果房(EFB)に含まれる残留油脂分を回収したEFB搾り油を用いた(図2)。この油には遊離脂肪酸や水分が多く含まれ、FAMEの製造には適さない。また、国内での本技術の普及も視野に入れ、国内の廃食油から製造したサンプルも同時にテストし、石油系の軽油と比較した。通常のバイオ燃料は、石油系燃料

と混合して使用されるが、HiBDのニート(単独)での使用可能性を考慮して、ここでは混合せずに実施した。



EFB搾り油
図2 原料油と製品油

2. テスト試料用HiBDの製造

タイの油脂試料からのHiBD製造はパームEFB搾り油を原料とし、図3に示すパイロットプラント(横型内部攪拌式、反応器容積30L、原料供給量10L/h)で行った。酸化マグネシウム系触媒の存在下、温度430℃、原料供給速度LHSV=0.3h⁻¹の条件下で反応させた。流出油を3段階の凝縮器で回収し、2段階の回収物をHiBD粗油とした。この油に混合吸着剤処理を施して微量の不純物を除去し、日本へ輸送して性状分析、エンジンテストに用いた。

国内のHiBD試料は、廃食油を原料として製造した。国内にはパイロット規模のHiBD製造装置がないため、分解反応装置(縦型内部攪拌式、内容積900L)、吸着剤処理装置、および蒸留装置を用いて、段階的に製造した。用いた触媒および反応や処理等の諸条件は基本的にはほぼタイのものと同等である。



HiBD製造用反応設備
吸着剤処理装置
図3 HiBD製造用パイロットプラント
チュラロンコン大学サラブリキャンパス(タイ)

3. 性状分析とエンジンテスト

表1に、燃料性状分析の検査項目と結果、およびそれぞれの2号軽油に対するJIS規格を合わせて示す。いずれの試料も、密度、動粘度、セタン指数など多くの点で軽油規格を満たしており、優れた炭化水素系バイオ燃料であるといえる。タイの試料では目詰まり点が高かったことよ

表1 HiBD油の性状分析結果(交通安全環境研究所、昭和シェル石油)

試験項目	単位	HiBD (タイ) (原料: パーム油) EFB99%油	HiBD (日本) (原料: 廃食用油)	(参考) 2号軽油 JIS 規格
密度@15℃	g/cm ³	0.8172	0.8245	0.86 以下
動粘度@30℃	mm ² /s	2.812	1.870	2.5 以上
引火点 (杯 密閉法)	℃	49.5	47.5	50 以上
硫黄分 (紫外蛍光法)	mass ppm	26	34	10 以下
セタン価	-	61.4	55.4	-
セタン指数	-	59.5	46.6	45 以上
流動点	℃	-7.5	-15.0	-7.5 以下
目詰まり点	℃	11	-17	-5 以下
10%残留炭素分	-	0.65	0.14	0.1 以下
CHO 分析				
炭素分	mass %	85.2	86.6	-
水素分	mass %	13.6	13.0	-
酸素分	mass %	1.2	0.4	-
低位発熱量 (実測)	kJ/kg	42,000	42,460	-

り、炭素数の多い成分が多く含まれていると考えられる。また両者とも、硫黄分と10%残留炭素分は規格を満たしていない。混合燃料として使用するのであればこの影響は小さくできるが、ニートで使用するためには改善が必要である。

最新の排ガス規制に適合したディーゼルエンジンを
用いて、JE05モード排出ガス試験により燃費・排ガス性能を測定し、軽油の場合と比較評価した。使用したディーゼルエンジンの外観を図4に、仕様を表2にそれぞれ示す。いずれのHiBDにおいてもJE05モードでのエンジン運転そのものには特段問題がなく、スムーズに行うことができた。排ガス性状の例として、COの排出量を図5に示す。図にはそれぞれの燃料についての3回の測定結果および平均値が示されており、軽油の結果と同等と評価される。NO_x、メタン以外の炭化水素、PMについても同様に測定した結果、HiBDからの排出量は軽油よりも



図4 テストエンジンの外観(交通安全環境研究所)

表2 エンジン仕様(交通安全環境研究所)

エンジン形式	直列4気筒インタークーラターボディーゼルエンジン
総排気量	2999 cm ³
過給システム	2 段過給
EGR システム	クールド EGR
燃料供給システム	コモンレール
後処理装置	酸化触媒, DPF
排出ガス規制適合	ポスト新長期排出ガス規制適合
最高出力/回転数	110 kW/2800 rpm
最大トルク/回転数	375 Nm/1400-2800 rpm
アイドル回転数	600 rpm
最高エンジン回転数	3950 rpm

若干多い傾向を示したが大差はなかった。また燃料消費量(燃費)についても、セタン価が高いために軽油よりも高くなったが、その差はわずかに4~5%であった。これらの問題に関しては、エンジン制御の設定変更のみで十分改善できるものと考えられる。

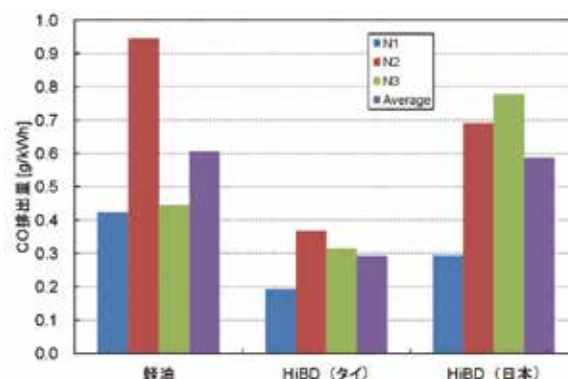


図5 JE05モード試験におけるCO排出量

4. 今後の展開

以上の試験結果より、タイのパームEFB搾り油および国内の廃食用油より製造した新燃料HiBDは、輸送用バイオディーゼルとして、優れた燃料であることが明らかとなった。今後明らかとなった改善点の解決とともに、実証プラントの設置など社会実装をすすめること、さらに、タイ以外の東南アジア諸国への技術の普及拡大に取り組んでいく予定である。

Profile



朝見 賢二

Kenji Asami

役職/教授

学位/工学博士

学位授与機関/東京大学

- 研究分野・専門 有機資源化学・触媒反応工学
- 主要研究テーマ
 - 石油代替資源(天然ガス・バイオマス・廃棄物)からのクリーン燃料と化学品の製造
 - 炭酸ガスの有効利用技術開発
- PR・その他 限りある石油資源を見据えて代替資源の活用を図るため、天然ガスやバイオマスなどの炭素資源から、メタノール、LPG、ジメチルエーテル、ガソリン、ディーゼルなどの輸送用液体燃料や、化学原料としての低級オレフィンを合成するための触媒や反応システムの開発を研究してきました。HiBDが地球温暖化を抑制する画期的なバイオ燃料として世界に普及するよう、さらに開発を進めてまいります。

連絡先

TEL 093-695-3284 FAX 093-695-3376
E-mail asami@kitakyu-u.ac.jp

超小型/超軽量の水中探査ロボット“水中Hi-ROV”の開発

国際環境工学部 エネルギー循環化学科 教授 伊藤 洋

1. 背景と開発の経緯

「水中ロボットを普通車のバンに一人で積んで海まで行って、陸上もしくはボート上から水中の世界を自由に観察し、記録することができる」、それを実現したのが“水中Hi-ROV”(後述)である。昨今では空中を簡単に飛ばせる「ドローン」が有名になっているが、ロボットはペットから産業用ロボットまで幅広く存在する。こうしたロボットの中で意外と開発が進んでいないのが、水中分野である。水中のロボットと言えば、図-1に示したように深海底を探索する潜水艦のようなものが多く、潜水士が作業可能な水深数十m程度までの作業に適した水中ロボットはほとんど存在していない。もちろん、水深300m対応可能な水中ロボットであれば水深20mでも適用可能であるが、コストや作業性、機動性に課題が多く、事実上適用は難しい。ここで開発した「水中ROV(Remotely Operated Vehicle)」は、こうした水深40m以内にターゲットを絞り、安価で軽量で機動性に優れた「水中ロボット」の開発を目指したものである。この水中ロボットの名称は決まっていなかったので、ここでは、「High-mobility innovative underwater ROV(高機動性の革新的水中ROV)」から“水中Hi-ROV”と呼ぶことにする。

この“水中Hi-ROV”の活躍の場は、潜水士の作業範囲と概ね合致する。つまり、潜水士の代わりにロボットが作業を行うイメージになる。加えて、潜水士が作業を行う場合のデメリットである、①安全性確保(周辺海域を含めた対応が必要)、②作業時間の限界(たとえば、水深50mでは10分程度)、③対象物のリアルタイム検証、④連続した調査記録映像保存、などといった課題は大きく改善されることになる。ここで最大の課題はコストであり、“水中Hi-ROV”では潜水士作業コストレベルかそれ以下を目指している。そこで、革新的発想をしたのが、山本郁夫教授(長崎大学、元北九州市立大学)と稲川直裕准教授(日本文理大学、元FAIS)である¹⁾。センサーや駆動機器を水密性の優れた容器

内に収めるのではなく、浮力バランスを考慮した骨組み構造にセンサーや駆動機器を取り付ける構造を提案し、ニッスイマリン工業(株)の支援を得て当初は学生の教育研究の材料として試作を行ったのが出発点である。その後、山本先生が他大学に移ることになり、その時に門外漢の小生が本学の担当になった。この時、この“水中Hi-ROV”を見て、本格的に技術開発を進めれば‘大化けする’と確信した。その後の成果は後述するが、図-2に示した産学共同研究体制で精力的な技術開発が進められ、一気に実用化に近づき、国土交通省の現場実証実験対象技術に採択されるなど多目的な展開も視野に入るようになってきている。

2. “水中Hi-ROV”の特長

写真-1は、“水中Hi-ROV”の全体のシステム構成であり、基本的なコンセプトは以下の3点である。表-1は、“水中Hi-ROV”の主な特長を整理したものである。

■安価

機能を限定し、システム規模を小型化することで潜水士作業と同等のコストを目指す。

- ・使用水深を40m程度に限定し、フレーム構造とする。

■超軽量

一人で運搬できる重量を目指す。

- ・付帯設備を含めて数kg程度とする。

■優れた機動性

夜間や冷水中でも運行可能とし、迅速で多方向への移動ができ、操縦も容易なシステムを目指す。

- ・8方向(前後進、左右水平、左右旋回、浮上、潜航)の推進機能を有し、ジョイスティックでの手動操作とする。



写真-1 “水中Hi-ROV”の全体システム

表-1 “水中Hi-ROV”の主な特長

着眼点	設計方針	結果
圧倒的な低コスト	用途・機能の限定し、システム規模を小型化する。	・システム全体で数百万円
圧倒的な機動性	抵抗が少なく簡素なシステム構成とする。 ① ROV本体 ② ケーブル ③ 基地局	・1台の普通車に搭載可能 ・超小型/超軽量(本体3.0kg以下) ・運転開始まで約5分
汎用性	容易に電源確保できること。	・可搬性発動機あるいは家庭用電源を使用
広い用途	探査の目的に対応した着脱可能なシステム構造とする。	・着脱可能なセンサーを採用 ・深度(水深)センサー ・水中位置測定観測機器 ・距離センサーなど
操縦性	専門のオペレータでなくても容易に操縦できること。	・マイコン支援の手動操作の簡易なコントローラ

3. 実証実験の例

実証実験は、海洋の沿岸付近の海底調査、護岸の亀裂調査、沈没船の調査から水中洞窟の探検、ダム堤体の劣化調査、海洋の構造物の劣化調査や海底ケーブルの調査に至るまで多くの実証実験を行ってきており、ここでは代表的なものを簡単に紹介する。

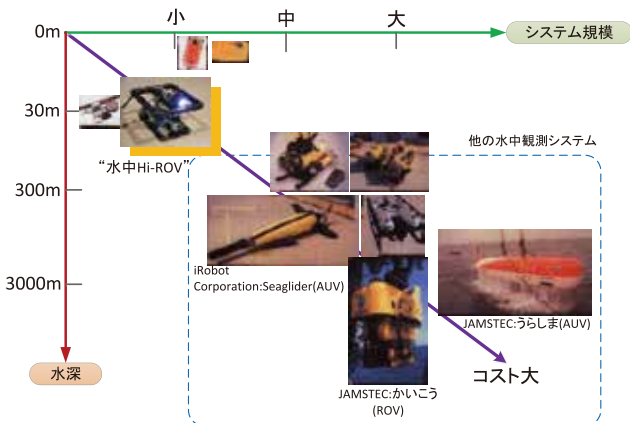


図-1 “水中Hi-ROV”の位置づけ

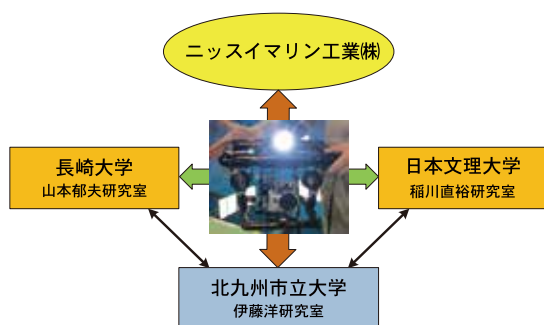


図-2 共同研究体制

3.1 実験水槽での試運転と予備実験

プロトタイプ「水中Hi-ROV」は、ニッスイマリン工業(株)が運営する日本サバイルトレーニングセンターの大型水槽で試運転を行い、写真-2にその状況を示した。

一方、写真-3は、ダム堤体等でのコンクリートの損傷等の識別可能な水中の濁度評価のために実施した実験の状況を示したものである²⁾。



写真-2 大型水槽での試運転状況



写真-3 水中濁度とコンクリートの損傷等識別精度の実験状況

3.2 水中洞窟の探検

鍾乳洞の中に底なしとされる縦穴の水中洞窟があり、その探検を行った。水は冷たく透明度は高いが当然ながら水底は見えない。「水中Hi-ROV」の投入で探検が始まる・・・(写真-4)。



写真-4 水中鍾乳洞の底なし洞窟の探検

3.3 ダム堤体の調査

ダム堤体の劣化・損傷調査は、国土交通省の「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進」プロジェクトの「水中維持管理技術」部門に採択されて実施したものである。周知のようにこれまでに蓄積された社会インフラは膨大な数・量であり、今後の維持管理手法を確立することは国家の基盤を維持するためにも重要な課題となっている。つまり、建設現場での人手不足対応のみならず、効率的で質の高い維持管理を行う上でロボットの開発が不可欠となる。この実証実験の中では、トランスポンダーと水深センサーによる水中での三次元位置情報管理や高出力LED照明、ハイビジョンカメラ搭載、画角による距離判定システムなどの付加機能を搭載した。

また、トライアルとして水深100m深度にも対応できるように改良を加え、水深95m程度までの画像を得ることができた。写真-5は、ダム堤体付近での船艇上の状況である。

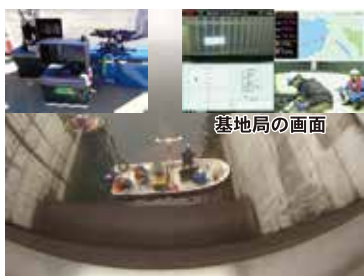


写真-5 ダム堤体のコンクリート壁面調査状況(水深20~100m)

3.4 海底探査

海洋構造物の基礎および海底ケーブルの点検などの目的で海底探査のテストトライを行った。ここでは、そのイメージとして別の場所での海底探査映像例を写真-6に示す。



写真-6 海底探査の状況

4. 今後の展開

「水中Hi-ROV」は、非常に自由度が高く、目的に応じた様々な設計・製作が可能である。水中での観察が可能な分野は様々であり、現在視野に入れているターゲットは以下のとおりである。

- ① 養殖場の網および沈殿物の調査(実証実験済)
- ② ダム堤体の劣化・損傷調査(2014年度国交省の現場実証実験実施、2015年度も実施予定)
- ③ 河川護岸の劣化・損傷調査(2014年度国交省の現場実証実験実施)
- ④ 橋脚等の水中部の劣化・損傷調査(一部テストトライ済)
- ⑤ 海底ケーブルの劣化・損傷調査(テストトライ済)
- ⑥ 船艇の劣化・損傷調査(実証実験済)
- ⑦ 海難事故時の海中調査【客船転覆事故時の船内調査など】(構想のみ)
- ⑧ 災害時等での浅海底の調査【サンプリング、放射線測定など】(構想のみ)
- ⑨ 栈橋の腐蝕劣化調査【海中から上部観察】(構想のみ)
- ⑩ 沿岸部付近での調査【護岸欠損調査、沈没船調査など】(実績多数)
- ⑪ 水中洞窟等の探検(実績あり)

これ以外にも様々な応用展開が考えられる。現在、ダム堤体を軸としたインフラ調査での実用化を最優先の目標にしているが、それ以外でも既に多くのテストトライアルの依頼がきており、継続的な技術開発によって³⁾、「水中Hi-ROV」の実用化は近いと感じている。

なお、「水中Hi-ROV」は、山本研究室・稲川研究室の合同チームでTechno-Ocean国際水中ロボット競技会で『優勝』(2012)、沖縄海洋ロボットコンテスト(内閣府)のROV部門で『最優秀賞』(2014)、といった国内外コンテストでも高く評価されている。

【参考文献】

- 1) I.Yamamoto, Y.Morinaga, N.Inagawa et al.(2013) : Development of a High-Mobility Unmanned Underwater Observation Vehicle with Super-Luminosity LEDs for Sea Exploration, Proc. of the 2013 International Offshore and Polar Engineering, Anchorage, Alaska, USA, pp.383~387.
- 2) 小池廣光・山本郁夫・稲川直裕・伊藤洋・山田百合子(2014) : 水中ROVにおける濁度とコンクリート損傷等の識別精度の関係について, 土木学会第69回年次学術講演会, pp.975-976.
- 3) I.Yamamoto, D.Kawabata, N.Inagawa and Y.Ito (2015) : Research and Development of User Friendly ROV with High Maneuvering Control System, Proc. of the 2015 International Offshore and Polar Engineering, Vol.2, Kona, Hawaii, USA, pp.510~514.

Profile



伊藤 洋

Yo Ito

役職/教授

学位/工学博士

学位授与機関/北海道大学

■ 研究分野・専門 ■ 主要研究テーマ

土壌汚染浄化/廃棄物工学/地圏環境工学
1. 「多機能盛土」の開発(重金属汚染土壌、放射性物質)
2. 廃棄物陸域埋立における浸出水制御
3. 地中ガス観測による斜面崩壊予測

■ P R ・ そ の 他

これまで、原子力発電所の設計・研究、コンクリート構造物関連、放射性廃棄物地中処分、地下環境影響評価、最終処分場管理技術、土壌洗浄プラント開発、昨今では汚染土壌を封じ込める「多機能盛土」や有機酸・蒸発作用による土壌浄化、地中ガス反応による斜面崩壊予測などの研究を進めています。また、実務でも多くの経験があり、企業との共同研究や自治体等の難題解決に取り組んでいます。
資格:技術士(総合技術監理、建設)、第2種放射線取扱主任者ほか

連絡先

TEL 093-695-3253 FAX 093-695-3379
E-mail yito@kitakyu-u.ac.jp

ベトナムにおける水環境改善のための連携拠点整備

国際環境工学部 エネルギー循環化学科

教授 安井 英斉（前国際連携推進センター長）

1. 背景とこれまでの経緯

ベトナムは急速な経済的発展によって都市化が進行しているものの、国民一人あたりの年収は900ドルほど日本の1/40以下に留まっている。そのため、社会インフラはそうとう貧弱で、特に水処理のシステムは発展途上の段階である。首都であるハノイ市でも下水道の普及率は2010年の段階で12%に過ぎず、整備が比較的進んでいるホーチミン市でも17%しかない。そこで、わが国は平成22年に国土交通省とベトナム建設省によって技術協力の覚書を締結し、都市域の水環境を改善するための国際協力を進めることにした。これにより、北九州市も日越定期会議に参加し、長年培ってきた下水処理事業のノウハウをベトナムに展開している。北九州市と密接に連携している本学においては、高等教育研究機関の立場から人材育成と技術開発をベトナムの大学と共同して進めている。これは、先進国では技術の知見が民間企業に蓄積されていることで速やかな社会実装が可能なことに対し、社会での人材が薄いベトナムでは大学がその

ミッションを担っていることによる。

本学は、環境システムの教育研究分野を担当する教員と環境技術研究所を中心として、ベトナムの環境保全分野で指導的な立場であるベトナム国家大学ハノイ校ハノイ科学大学をパートナーとして共同研究や人材育成（環境リーダー育成）を進めてきた。これにより、ベトナム教育訓練省が実施する若手教員学位取得推進事業（Project 911）の海外協力校第1号に指定され、今後は10年間に亘ってハノイ科学大学の若手教員20名が本学へ順に留学することになった。また、日本政府とベトナム政府の共同事業として2016年度にベトナムで開設する日越大学大学院について、日本側協力校の一つとして参画することにもなっている。これらは上下水・廃棄物に関する北九州市の関連部局と連携して進めるつもりである。そして、ベトナム政府が注力している新交通網（ベトナムからタイを経由してミャンマーまで接続）の拠点となるダナンにおける都市づくりの一環として、ダナン大学とも大学間協定を締結し、学生交流や様々な共同研究をおこなえるようにした。



写真1 ハノイ科学大学での本学教員講義風景



写真2 日越大学起工式

2. 現在進行中の研究

先進国で広く使われている下水処理システムは活性汚泥法と呼ばれるもので、バイオリアクタに空気を吹き込んで排水の汚濁物質を生物学的に酸化分解することを原理とする。本システムは高速で排水を処理できる特長がある一方で、空気を吹き込むための電力がかなり必要となる。これについて、ダナン市の下水処理場をフィールドとして、消費電力を極限まで削減できる新システムの開発をわが国の代表的な水処理メーカーである株式会社メタウォーターとおこなっている。このシステムは、まずスポンジを充填したフィルターで下水に含まれる固形物を取り除き、残りの溶解性成分を生物膜が付着した担体に散水して分解するものである。この担体上で増殖・剥離する生物膜の汚泥は生物処理水とともに後段に設けたフィルターに通水し、捕捉・除去される。酸化分解に必要な酸素は空気中から生物膜に自然に溶解するので、システムの必要電力は極めて小さい。これは2014年度に日本下水道事業団より海外向け技術確認第1号に認定されるとともに国土交通省大臣賞〈循環の



写真3 メタウォーター（株）との共同研究装置(ダナン)

みち下水道〉として表彰された。そして、これをわが国でも展開するために、国土技術政策総合研究所B-DASHプロジェクトのひとつである「無曝気循環式水処理技術実証事業」として高知県の下水処理施設に実規模の検証装置が2015年6月より稼働している。

3. 今後の発展性

ベトナムの第一の国民性は勤勉・真面目であり、日本人と基質が似通っているためか、極めて親日的な国柄である。社会インフラや人材はまだとぼしいものの、ベトナムのあちこちに日本の協力で建設された様々な施設があり、日越の友好関係を実感できる（日本とベトナムの国旗が付いているので直ちに判る）。わが国では少子高齢化による都市構造の変化に伴い、エネルギーと費用がかかる既存の水処理システムを省資源型に改造していく必要性が顕在化してきた。一方のベトナムは都市構造の変化方向はわが国と逆であるが、省資源型システムのニーズは共通である。そのため、新技術の開発と人材育成を両国で協力して進め、至急のニーズがあるベトナムでシステムをまず社会実装し、続いて日本のインフラ改造につなげていくことは日越関係をいっそう強化するとともに、お互いの国にとって持続可能性の高い社会の実現に結びつくと考えている。

Profile



安井 英斉

Hidenari Yasui

役職／教授

学位／博士(工学)

学位授与機関／東北大学

■ 研究分野・専門 環境保全工学、用排水システム

■ 主要研究テーマ ●嫌気性生物処理プロセス
●生物学的栄養塩除去技術
●省資源の水処理システム
●プロセスシミュレーション

■ P R ・ そ の 他 持続可能な社会を創るには、私たちの生活から排出される廃棄物を資源に変えて活用していくことが何より大切です。私の研究室では、限らない微生物の力を利用して廃棄物を資源化する先進的な生物処理プロセスや、アジアをはじめとする国々の環境保全に資するシステムの開発をおこなっています。

連絡先

TEL 093-695-3736 FAX 093-695-3784

E-mail hidenari-yasui@kitakyu-u.ac.jp

色素増感光触媒のための有機色素の探索と機能発現機構の解明

国際環境工学部 エネルギー循環化学科 准教授 天野 史章

1. 研究背景

太陽光は無尽蔵で膨大な再生可能エネルギーです。地球表面上で使える最大エネルギーは、仕事率として約 1.2×10^5 TW となります。人類による一次エネルギーの総消費速度は約 15 TW ですから、わずか一時間、あるいは地表のわずか 0.012% にふりそそぐ太陽エネルギーで、世界の年間消費エネルギーをまかなえる計算になります。環境・エネルギー問題を抜本的に解決するうえで新規な太陽エネルギー変換技術の開発が必要です。

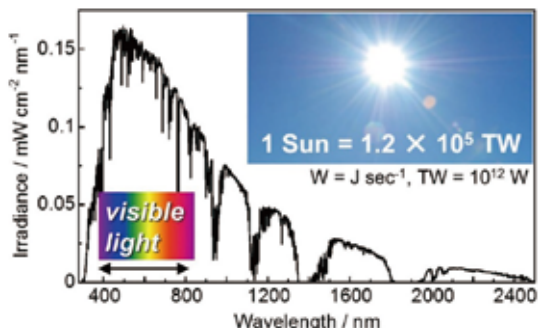


図1 太陽光のスペクトル(光強度の波長分布)

2. 太陽光エネルギーの変換と貯蔵

植物は、太陽光に多く含まれる可視光を吸収し、水から電子を取り出し、CO₂を還元して糖類を製造しています。この過程を光合成と呼びます。光合成にならない太陽光をもちいて燃料を生産する人工的システムを「人工光合成」と定義します。人工的な太陽エネルギー変換システムには太陽光発電もありますが、電力は原理的には貯蔵できません。大規模な太陽エネルギー利用のためには、貯蔵と運搬に有利な化学燃料への直接変換が望まれます。水を分解して水素をつくったり、CO₂を還元してギ酸(HCOOH)やメタノール(CH₃OH)をつくったり、太陽光エネルギーを用いて化学燃料を生産できれば、炭素資源に依存しないエネルギー循環系を構築できます。このための主要材料が「光触媒」です。

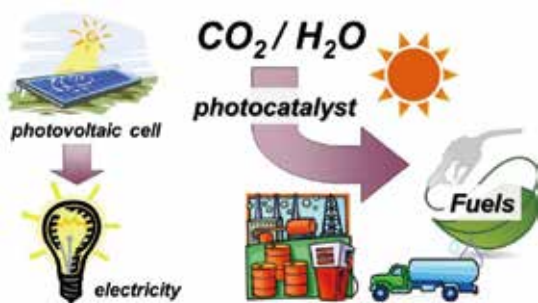


図2 太陽光発電と太陽光燃料生産(人工光合成)

3. 有機色素を用いた光触媒の開発

物質が光を吸収し、電子のエネルギーが高くなることを光励起と呼びます。この光励起状態において化学反応を引き起こす機能性材料が「光触媒」です。可視光照射下において効率良く化学反応を進める光触媒の開発が重要な課題となっています。

本研究では、可視光応答性光触媒の一つとして、色素増感光触媒に注目しました。TiO₂という光触媒は可視光を吸収することはできませんが、有機色素で分光増感する(長波長の光にも応答するようにする)ことによって、可視光を吸収してエネルギーの高い電子をつくることができます。この電子がTiO₂微粒子内を移動し、TiO₂表面に固定化されたナノメートルサイズのPt触媒の働きのもと水素イオンを還元します。こうしたメカニズムによって、光照射下において水から水素が発生します。

アントラキノン骨格を有するアリザリンという有機分子を増感色素として検討したところ、特定の化学構造をもつ色素においてのみ水素を生成できることがわかりました。この光触媒機能が発現するメカニズムを解明することによって、さらに高効率な光触媒材料を開発できると期待されます。

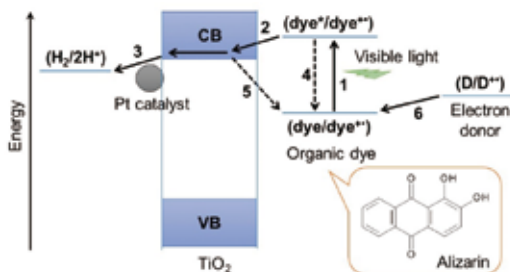


図3 有機色素で増感したPt/TiO₂による水素生成反応

Profile

天野 史章

Fumiaki Amano

役職/准教授

学位/博士(工学)

学位授与機関/京都大学

研究分野・専門

触媒化学、エネルギー化学

主要研究テーマ

- 太陽光分解のための新しい光触媒や半導体電極の開発
- 二酸化炭素の有用資源化のための触媒開発

連絡先

TEL 093-695-3372

E-mail amano@kitakyu-u.ac.jp

モータ等の駆動部を持たないレーザ光走査装置の研究

国際環境工学部 機械システム工学科 教授 岡田 伸廣

1. 研究の背景

レーザ光は様々な特徴を用いて幅広い分野で応用されているが、その直進性の高さから三次元計測でもよく用いられている。その際、レーザ光の照射方向を変化させて対象を走査する必要があるが、従来はそのためにモータ等で駆動されたガルバノミラーやポリゴンミラーが用いられて来た。これらは、機械的な駆動部を持つために小型化や省電力化が難しかった。また、半導体製造プロセスを応用したマイクロミラー素子を用いるものもあったが、その動作はアナログ的であり、走査速度や方向精度の向上に難しさがある。小型、省電力、高速かつ高精度なレーザ光走査装置を実現するには、新しい走査方法の開発が必要である。

2. DMDを用いたレーザ光走査装置

近年プロジェクトに多く使用されるようになった素子にデジタルマイクロミラー素子(DMD)がある。これは、向きを変えられる数100万枚のマイクロミラーを表面に並べた数mm角の大きさの素子であり、光源からの光をスクリーン方向へ反射したりしなかったりすることでスクリーンに映像を映し出す。モータ等の駆動部を持たないために小型で省電力であり、ON/OFFの繰り返しで明暗を作り出すほど高速に動作し、また精度も高い。しかしながら、ONかOFFかのデジタル的な動作を行う素子であるため、反射光の方向は基本的に2方向のみに限られ、そのままでは任意の方向にレーザ光を反射させて走査を行うことができない。

そこで本研究室では、DMDの上に特殊形状のミラーを置き、それらの間でレーザ光を複数回反射させ、DMD表面上で反射する際のその点のマイクロミラーの向きを変えることによって、最終的なレーザ光の方向を変化させる手法を研究している。図1に複数枚のミラーとDMDを組み合わせた手法の概要を示す。図の左側は横から見た図で、DMD上のミラーの高さは反射を繰り返すたびに低くなるよう設置される。図の右側はDMD表面を上から見た図で、レーザ光はDMD表面で反射されるたびにそのON/OFFに応じて左右に振り分けられる。高さがだんだんと低くなるので左右に振り分けられる距離も短くなり、各反射位置のミラーを適切にON/OFFすれば左右の任意の位置からレーザ光を射出することができる。実際には、複数枚ミラーは図2のような階段状ミラーを用いて実現される。試作した階段状ミラーと構築した実験システムをそれぞれ図3、図4

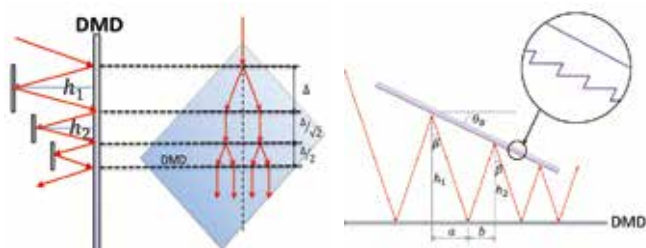


図1 DMDと複数枚ミラーを用いてレーザ光の反射位置を変化させる手法 図2 階段状ミラーによる実現

に示す。ただし、図4において階段状ミラーは取り外された状態である。

本実験システムを用いて、基本的にDMDを用いてレーザ光の走査を行えることを実験によって示した。また、階段状ミラーではなく、表面にアルミ蒸着を施したプリズムキューブをDMDの上に置いて、DMD表面とプリズムキューブの内面とでレーザ光を複数回反射させる手法も開発し、プリズムキューブの試作とそれを用いた実験も行っており、同様にレーザ光の射出方向を変化させられることを示した。



図3 試作した階段状ミラー

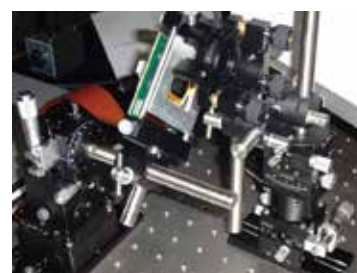


図4 構築したレーザ光走査の実験システム

3. 今後の展望

上記の実験においては、実験装置の組み立て精度が非常に重要であり、多数回の反射を精度よく行わせることは困難であった。また、DMDがパッケージで覆われているために特殊形状ミラーとDMDとをある程度以上近づけられないことも、多数回の反射を実現するための妨げになる。今後は、階段状ミラーでの反射のさせ方に検討中の新規なアイデアを取り入れ、上記の問題を解決していく計画である。

Profile

岡田 伸廣

Nobuhiro Okada

役職/教授

学位/博士(工学)

学位授与機関/九州大学

研究分野・専門 主要研究テーマ

ロボット工学、三次元画像計測とその応用
●駆動部を持たないレーザ光走査装置の研究
●柔軟物体の変形の三次元画像計測に関する研究
●小型窓清掃ロボット用移動機構の開発
●複数自己組織化マップによる大規模データの欠損値推定に関する研究
DMD素子を用いることで、モータ等を必要としない小型・低消費電力のレーザ光走査装置を研究しています。三次元画像計測装置によって得られる柔軟変形物体の距離情報から、変形の様子を計測する手法の研究を行っています。任意の形状・動きを計測できるため、人体の一部や機器の動きの計測にも応用できます。窓清掃や壁面検査ロボットに用いることのできる簡易で小型・安価な壁面移動機構を開発しています。

PR・その他

連絡先

TEL 093-695-3317 FAX 093-695-3394

E-mail n-okada@kitakyu-u.ac.jp

工具状態監視機能を有する超高速マイクロエアタービンスピンドルの開発

国際環境工学部 機械システム工学科 准教授 村上 洋

1. 研究背景

近年の精密微細加工技術の進歩に伴い、微細金型や自動車燃料噴射ノズル等の各種ノズル穴、光通信機器、医療機器、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)、マイクロマシン等のマイクロ部品等において直径が0.1mm以下の微小径穴加工の重要性は増加している。微小径穴の加工方法としてドリル加工が多く用いられるが、微小径ドリルの場合、工具径が小さいため剛性が低く切り屑詰まりなどにより折損しやすいという問題がある。ドリルが折損すると、破損したドリルが工作物の穴に詰まり、その結果工作物が使用できなくなる恐れがある。また、詰まったドリルを除去するのに多大な時間を要して加工の歩留まり低下を生じ、大きな問題となる。

ドリルの折損検出法として様々な方法が提案されているが、直径が0.1mm以下の微小径ドリルの折損や工具摩耗には対応できず、実用化には至っていないのが現状である。そこで本研究では、エアタービンスピンドル等のトルク変動に伴う回転数の変化や各種異常をマイクロフォンにより測定し、トルク変動によるタービン付近の圧力変動を圧力センサにより測定することで、安価で簡単に直径0.1mm以下の微小径ドリル加工の際の切り屑詰まりや折損、工具摩耗、ベアリングの異常やその他のスピンドルの異常をリアルタイムに検出することが可能な加工状態監視機能を有する超高速マイクロエアタービンスピンドルの開発を目的とし研究を実施した。

2. マイクロエアタービンスピンドル

図1・2に開発したスピンドルの写真を示す。図1は転がり軸受、図2は空気静圧軸受を用いたスピンドルである。マイクロフォンをエアタービンスピンドルの空気排出口付近に設置し、空気排出の際に生じる音を記録する。また、マイクロフォンの他にタービン羽根部の圧力を測定するために圧力センサを設置している。基礎実験の結果、図3に示すように本スピンドルを用いることで、直径が0.1mmの微小径ドリルの折損を検出するのに必要な微小トルク変動(0.1N・cm)の測定が可能であることを確認した。今後は、スピンドル回転数の超高速化、回転精度の高精度化、切削実験による各種センサを活用した異常検知手法の検討等を行う予定である。

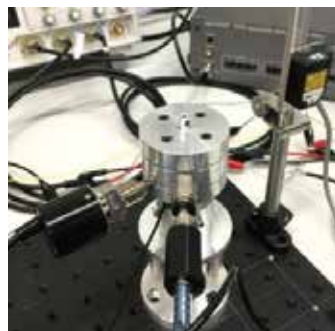


図1 転がり軸受マイクロエアタービンスピンドル



図2 空気静圧軸受マイクロエアタービンスピンドル

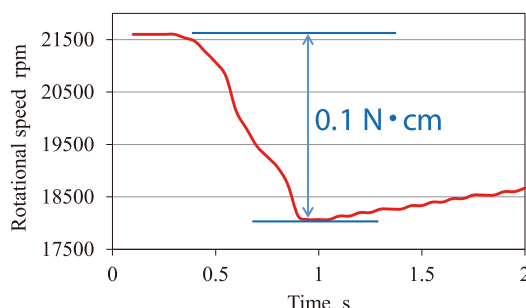


図3 微小トルク変動の測定結果

Profile

村上 洋

Hiroshi Murakami

役職/准教授

学位/博士(工学)

学位授与機関/九州大学

研究分野・専門

微細形状測定、加工計測

主要研究テーマ

- 微小径光ファイバプローブを用いた微細三次元形状精度測定システムの開発
- 工具状態監視機能を有する超高速マイクロエアタービンスピンドルの開発

連絡先

TEL 093-695-3201 FAX 093-695-3394

E-mail murakami@kitakyu-u.ac.jp

長周期地震動を受けるCFT柱の損傷限界

国際環境工学部 建築デザイン学科

准教授 城戸 将江

1. 長周期地震動と超高層建築

南海トラフを震源とする巨大地震の発生が懸念されている。東北地方太平洋沖地震では、震源から離れた地域でも地震の揺れが観測され、関東や関西の超高層建物の高層階では長周期地震動により、長時間大きな振幅でゆっくりと揺れ続けるという現象が見られた。南海トラフの地震でも、この長周期地震動による被害がもたらされる可能性が示唆されている。

都心には、多くの超高層建築物が建てられている。それらの多くは、コンクリート充填鋼管(CFT)と呼ばれる、鋼管にコンクリートを充填したものが柱に利用されている(図1)。超高層建築物は長周期地震動により長く大きく揺れる傾向がある。細い針金を繰り返し曲げていると弱くなって切れる。建物を構成する柱部材も、長く大きく揺れることにより繰り返しの力を受けることになる。そのため、長周期地震動に対するCFT柱の性能評価法を確立することは喫緊の課題である。

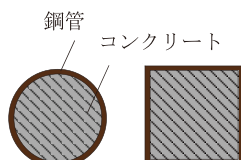


図1 CFT柱断面

2. CFT柱の構造実験とその結果

昨年度、建築構造用高強度鋼材H-SA700を用いた角形CFT柱の縮小モデルで構造実験を行った。このH-SA700鋼材は一般的な鋼材の2倍ほどの強さを持っており、2000年代に開発されたものである。

図2に荷重装置と試験体を示す。柱材には常に軸力が作用しており、地震時には水平方向に変形する、すなわち水平力を受ける。その条件となる荷重を試験体に与えて行う。図3に繰り返し同じ振幅で水平荷重を与えたときの荷重と変形(図2中の模式図で、矢印が荷重でオレンジ(ブルー)が変形後の柱)の関係を表している。柱の上部への押し引きを100回繰り返しているが、荷重の低下はほとんど見られず損傷もない。参考としてSTKR400という普通強度の鋼材を用いた場合の荷重—変形関係を示す(図4)。この実験では、徐々に振幅が大きくなる漸増繰り返し載荷という方法を用いているため、比較はできないが振幅が大きくなると部材に損傷が生じたりして耐力が低下する(図4中写真のような状態になることを局部座屈と呼ぶ)。今回は、H-SA700鋼材を用いて実験を行ったこともあり荷重の

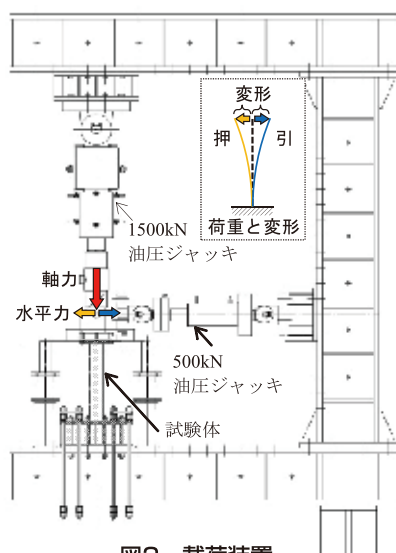


図2 荷重装置

低下は見られなかったが、既往の研究では、局部座屈が発生したり、繰り返し何度も変形を受けることで荷重が次第に低下する場合があることがわかっている。今後性能評価方法を確立するには様々な実験因子での実験資料の蓄積が望まれる。

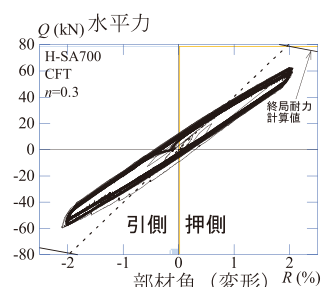


図3 荷重—変形関係(H-SA700)と実験後の写真

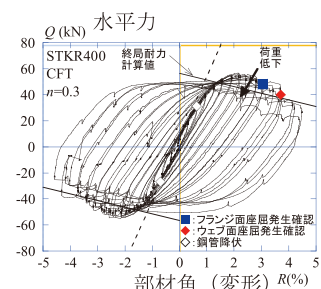


図4 荷重—変形関係(STKR400)と実験後の写真

3. まとめ

超高層建築物は簡単に建て直したりすることはできず、また、多くの人が利用することから地震の後でも継続的に使用できることが望まれる。損傷が少なく長く利用できる建物を設計することは、省資源化に貢献できる。よって、長周期地震動を受けた場合のCFT柱部材の耐力と損傷の程度を明らかにすることで、今後起こりうる巨大地震への安全性を高めるだけでなく、長く利用できる建物の設計に役立てることができると考えている。

現在も、長周期地震動を受けるCFT柱に関する研究を続けており、耐力や損傷についての評価法の確立を目指している。

Profile

城戸 将江

Masae Kido

役職/准教授

学位/工学博士

学位授与機関/北九州市立大学

■ 研究分野・専門

●建築構造学

●鋼構造および鋼・コンクリート合成構造

■ 主要研究テーマ

●コンクリート充填鋼管柱の設計法

●細長い柱の設計法

連絡先

TEL 093-695-3248 FAX 093-695-3348

E-mail kido-m@kitakyu-u.ac.jp

トピックス

プロジェクト探検者一覽

外部研究費の推移

重点研究

共同研究

国際連携

研究シリーズ

研究所データ

暖房機器採択が居住者の筋力に及ぼす影響のフィールド調査

国際環境工学部 建築デザイン学科 講師 安藤 真太郎

1. 研究背景

2012年、医学誌Lancetにおいて「全世界の死亡の9.4%は、身体活動不足によるもの」とし、この現状はパンデミックに相当すると報告された。日本においても例外でなく、死亡に関連する危険因子として、喫煙、高血圧につぐ3番手に運動不足が挙げられている。

このような背景に日本国も大きな方針転換を示した。健康日本21において、声掛けや啓発を主とした歩行促進キャンペーンに効果が認められなかったこと等を契機として、健康日本21(第2次)において、新たに「運動しやすい住環境整備に取り組む自治体数増加」を目標に掲げたのである。食生活(栄養)、生活習慣に次いで、住環境が注視された瞬間でもあった。

2. 研究目的

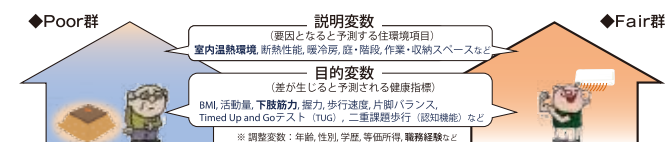
前述のように、良好な住環境の形成が居住者の身体活動に好影響をもたらすと推察される。しかしながら、その機序についての知見については十分に蓄積されていない。そこで、本研究においては、良好な住環境形成を「運動を阻害する要因を除去し、居住者を自然と運動するように仕向ける環境づくり」として捉える。これは、既往のRCT研究において存在する“健康指導(介入)”を行った群は反って死亡者が増加していたという皮肉な報告や、前述のように啓発キャンペーンが不発に終わったことを鑑みたものである。従って、本研究の目的は、住環境における運動阻害要因を見出し、改善に貢献することにある。

3. 調査内容

先行調査において、「冬季に寒冷的な室内温熱環境に身をおく居住者ほど、活動量が低下している」ことが示唆された。これは特に、自宅内の室温温度差が顕著である住宅ほど強い傾向であった。室温温度差は、断熱性能の他に暖房機器採択や使用状況に依存する。例えば、炬燵のような局所的暖房のみの使用となると、該当箇所以外との温度差が大きくなるといった具合である。

このような住まい方が居住者の運動阻害要因となつて、室温移動頻度の抑制ならびに座位姿勢の長時間化に影響を及ぼし、結果的に活動量の低下ひいては下肢筋力

の減少といった形で顕在化するという仮説の下で、活動量・筋肉量と温熱環境に関するフィールド調査を展開する。その基本構想を図に示す。特に、下肢筋力に着目する理由として、その減少が転倒や自立度の低下に寄与し、寝たきりや認知症の引き金になることが近年、問題視されていることにある。普段の何気ない生活で使用する暖房機器を変更することによって、これを予防することができるのなら、居住者を自然と運動するように仕向けることができると期待する。



4. 今後の予定

福岡県北九州市や愛媛県新居浜市の一般市民を対象としたフィールド調査を秋から冬季にかけて実施する。対象者数は80世帯程度を予定し、日々の室内温熱環境と活動量、住まい方の実態について把握する。また、作業療法士立会いの下で、対象者の歩行調査、体組成調査、バランス・ストレッチ調査、握力調査によって、所謂サルコペニア指標(運動機能)のデータを収集することで、統計的な関係性を導く予定である。

Profile	
安藤 真太郎 Shintaro Ando	役職/講師 学位/博士(工学) 学位授与機関/慶應義塾大学
■ 研究分野・専門 ■ 主要研究テーマ	建築・都市環境工学、公衆衛生学 1) 住環境と健康に関するコホート研究 2) 超高齢化対応に向けた虚弱予防型住宅システムの検証 3) 活動量促進に寄与するコミュニティ・街路環境の研究
■ P R ・ そ の 他	住空間や設備システムを快適性や省エネ性の観点だけでなく、健康性(疾病予防等)や知的生産性(作業効率等)、心理・行動の誘導効果といった新たな観点から評価することで、“付加価値創出”や“課題検証”を進め、該当システムの普及促進に貢献することを目指しています。
連絡先	
TEL 093-695-3313 FAX 093-695-3323 E-mail s-ando@kitakyu-u.ac.jp	

生体材料を用いた安心・安全な薬物送達システムの開発

環境技術研究所 准教授 望月 慎一

はじめに

遺伝情報に基づいたタンパク質発現、炎症時の免疫応答等、細胞内・細胞間コミュニケーションは常に「鍵」と「鍵穴」の関係で表される特異的な相互作用を通して行われている。こうした生体内の特異的な相互作用を理解することで医学・バイオテクノロジーは急速な発展を遂げている。本稿では生体由来の材料・分子を用い、生体特有の相互作用を利用した薬物送達システム(DDS)の開発について紹介する。

1. 多糖を利用した免疫細胞への核酸送達

核酸医薬とは、タンパク質をコードする配列を有していないが、生理活性を持ち、治療目的に使われる塩基数が数十程度のオリゴ核酸の総称である。アンチセンス、siRNAやCpG-DNAなど様々な核酸医薬が知られており、どれも特異的に標的とする核酸、タンパク質と結合するため副作用のない薬として期待されている。しかし、生体中には外来の核酸を分解する酵素や、速やかに代謝・腎排泄する機能が備わっている。そこで、核酸医薬を必要な時に、必要な場所に送達可能な薬物キャリアの開発が求められている。キノコから抽出される β -1,3グルカンの一種であるシゾフィラン(SPG)は①核酸と複合化する、②免疫細胞の一つである抗原提示細胞に取り込まれるという2つの性質を持っている。そこで、核酸医薬を複合化させればその核酸は体内で特異的に抗原提示細胞に送達されると期待される(図1)。

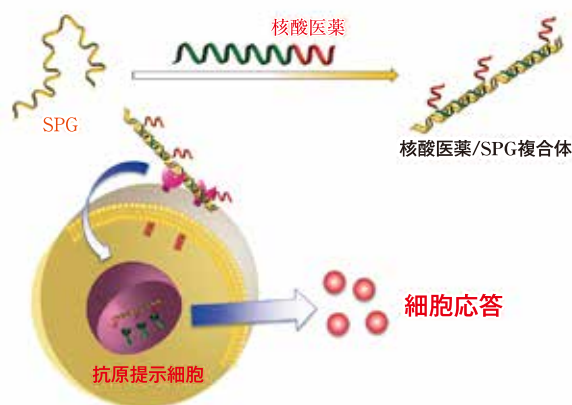


図1 核酸医薬/SPG複合体による細胞機能制御

実際にアンチセンス核酸を複合化させ、劇症肝炎の抑制効果を評価したところ、複合体を投与したグループでは生存率が向上した(図2)。肝臓の組織を観察してみても、アンチセンス核酸のみの投与では細胞の壊死が広範囲に認められたが、複合体投与マウスでは正常組織とほとんど変わらなかった。こうした結果より核酸医薬/SPG複合体投与によって炎症が軽減されていることがわかった。

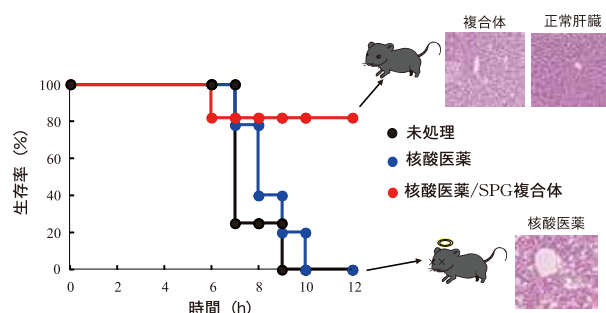


図2 複合体投与による劇症肝炎の抑制

2. 肝臓特異的薬物送達システムの開発

肝臓は肝実質細胞、血管内皮細胞、マクロファージ(Kupffer細胞)等、様々な細胞群から成り立っており、各細胞はそれぞれ特異的な糖鎖を認識する受容体を有している。そこで、薬物を内包させたキャリアに糖鎖を修飾することで肝臓内のそれぞれの細胞に対するDDSが可能になると期待できる(図3)。

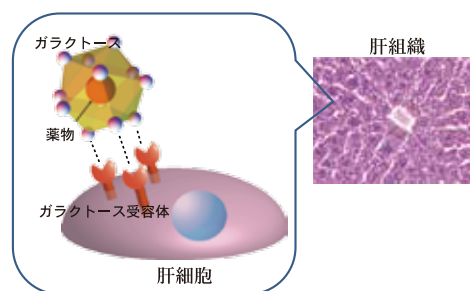


図3 肝臓特異的薬物送達システム

3. おわりに

次世代バイオ医薬品として注目されている核酸医薬であるが、効率よいDDS材料の開発がなければ実用化は難しいと考えられる。今回紹介した天然多糖から成る“生体に優しい”キャリアが核酸医薬の実用化に対して1つのブレークスルーとなることを願い実験に励みたい。

Profile

望月 慎一

Shinichi Mochizuki

役職/准教授

学位/工学博士

学位授与機関/九州大学

■ 研究分野・専門
■ 主要研究テーマ

生体高分子科学、生物化学
 ● 生体由来材料からなる新規がんワクチンの開発
 ● 肝臓特異的薬物送達システムの開発
 ● ナノテクノロジーを利用した疾患治療
 生体由来の安心・安全な材料を用いた医療材料を開発すると同時に、様々な医学部の先生方とその臨床応用を目指して研究をしています。

■ P R ・ そ の 他

連絡先

TEL 093-695-3203 FAX 093-695-3390

E-mail mochizuki@kitakyu-u.ac.jp

環境技術研究所 研究紹介

■ …… 災害対策 ■ …… 産業技術 ■ …… 国際連携 ■ …… その他

※下記の研究について詳しい情報は、環境技術研究所ホームページをご覧ください。 <http://office.env.kitakyu-u.ac.jp/kangiken/>

赤川 貴雄 准教授

建 築

- 環境共生街区の設計手法に関する計画技術
- 既存の都市環境を活用した、建築技術および都市計画技術
- 環境に配慮した建築の設計とデザインに関する技術

秋葉 勇 教授

化 学

- 精密重合技術を利用した特殊構造高分子の合成
- 放射光を用いたソフトマテリアルの構造解析
- 階層的構造制御による高分子複合材料の創製

朝見 賢二 教授

化 学

- バイオマスからのクリーン燃料製造技術
(油脂の接触改質、BTL技術、合成LPG)
- C1化学による非石油系資源からの化学品合成
- 化学反応を用いた廃熱回収省エネルギー技術

天野 史章 准教授

化 学

- 環境浄化のための光触媒材料の開発技術
- 太陽光エネルギー変換のための化学的アプローチ
- 結晶形態が制御された無機材料の合成技術

安藤 真太郎 講師

建 築

- 活動量促進に寄与する地域環境改善技術
- 超高齢化に対応した虚弱予防型住宅システムの検証
- 居住者の住まい方改善に向けた学習法式の技術

石川 精一 教授

環 境

- 膜処理等各種水処理及び環境水の浄化
- 廃棄物の処理・処分及びリサイクル
- 光触媒を用いた製品開発

泉 政明 教授

機 械

- 燃料電池発電状態の非接触診断装置の開発
- 急速起動・高性能燃料電池の開発研究
- 燃料電池内部の物質移動に関する研究

磯田 隆聡 准教授

生 命

- プロテインチップならびにペプチドチップ開発のための基礎研究
- 抗体やタンパクを固体表面に配列した新規バイオ材料の開発
- バイオセンサをネットワーク化した遠隔医療端末機器

伊藤 洋 教授

環 境

- 多機能盛土による重金属/放射性物質汚染土壌・廃棄物の隔離・保管技術
- 廃棄物陸域埋立における塩類等浸出制御
- 地中ガス観測による斜面崩壊予測

井上 浩一 准教授

機 械

- 高出力LED型投光器の開発
- 火力・原子力発電用熱交換器の高性能化に関する研究
- 電子機器の冷却技術

今井 裕之 講師

化 学

- 非石油由来炭素資源の有効利用のための固体触媒による変換技術・化学プロセスの開発
- バイオマスを原料とした化学品合成のための固体触媒・化学プロセスの開発
- 多孔質材料を基礎にした精密分子認識材料の開発

上江洲 一也 教授

化 学

- 生態系への影響を大幅に低減した林野・泥炭火災用消火剤の開発
- バイオサーファクタントを利用した機能性材料の創製
- 分離材料設計のための分子認識機構の解明

上田 直子 教授

環 境

- 沿岸海域における生態系の動態解明
- 生態系を活用した環境修復技術の開発
- 底生動物を用いた底質の安全性評価手法の開発

上原 聡 教授

情 報

- カオス写像を用いた乱数生成器とセキュリティ技術
- 多重通信のための有限体または有限環上の疑似乱数系列の構成法とその評価

大矢 仁史 教授

環 境

- 過熱水蒸気をもちいたリサイクル技術開発
- シュレッダーダストからの貴金属、レアメタルを含む有価物の回収
- 回収金属の高付加価値化によるリサイクルの推進

岡田 伸廣 教授

機 械

- 駆動部を持たないレーザー光走査装置の研究
- 柔軟物体の変形の三次元画像計測に関する研究
- 小型窓清掃ロボット用移動機構の開発
- 複数自己組織化マップによる大規模データの欠損値推定に関する研究

奥田 正浩 教授

情 報

- 高ダイナミックレンジ画像処理と車載カメラ・監視カメラへの応用
- スパース解析による画像処理(画像の高精細化、画像復元)
- 基礎デジタル信号処理(フィルタ設計、Wavelet変換)

小野 大輔 准教授

機 械

- マップ・ツェンダー干渉法を用いた高速流れの密度計測システム
- 災害情報収集用小型航空機の機体の開発

梶原 昭博 教授

情 報

- 超高速無線伝送を実現するための通信方式・アクセス技術・ネットワーク技術
- 電波センサ技術(生体情報監視技術・侵入者検知技術)
- 車載用ミリ波レーダ・車内用無線ハブス技術

加藤 尊秋 准教授

環 境

- 市民連携による廃棄物リサイクル網構築と効果計測
- 図上防災シミュレーション訓練による組織的災害対応能力の評価
- 地区の特性を考慮したリスクマネジメント

門上 希和夫 教授

環 境

- GC-MSおよびLC-MS用全自動同定・定量データベースの開発
- 微量有害物質の網羅(1500種)分析法の開発
- 微量有害物質分析および環境等調査

河野 智謙 教授

生 命

- 高輝度LEDによる省エネ・超高集約型植物栽培技術
- 生物を利用した環境バイオモニタリング
- ペプチド・DNA利用型バイオセンサー及び人工酵素

高 偉俊 教授

建 築

- 地域分散型エネルギー計画
- アジア都市環境研究
- 建築リサイクル研究

城戸 将江 准教授

建 築

- 鋼およびコンクリート充填鋼管部材の設計法
- CFT柱-H形鋼梁接合部の構造性能評価法
- 消火活動時の安全性確保のための安定化技術の開発

木原 隆典 准教授

生 命

- 細胞機能の評価
- 生体内異所性石灰化の形成制御
- 人工組織を用いた疾患研究

京地 清介 准教授

情 報

- クラウドストレージ負荷削減のためのマルチメディア全体圧縮符号化技術
- 高画質映像のリアルタイム双方向通信のための低遅延軽量高圧縮符号化技術
- センサノイズ除去技術

清田 高德 教授

機 械

- 本質的安全設計に基づく制御法の展開と応用
- 空気圧システムの安全高精度制御
- パワーアシストシステムの開発

古閑 宏幸 准教授

情 報

- コンピュータネットワークの構築・運用技術
- ネットワーク通信品質制御・トラフィック制御技術
- 新世代ネットワークアーキテクチャ設計技術

小山田 英弘 准教授

建 築

- 森林資源の保全・利用システム
- 建設から運用・解体までのリスク分析、安全管理・対策
- 深刻化する地球温暖化と暑環境下のコンクリート工事

櫻井 和朗 教授

化 学

- 天然多糖の有効利用と天然多糖を用いた薬物輸送システムの構築
- 新規なカチオン性脂質を用いた遺伝子導入剤の開発と細胞系で評価
- SPRING-8と鳥栖シンクロトロンでの放射光を用いたソフトマテリアルの構造解析

佐々木 卓実 准教授

機 械

- パッシブ/セミアクティブ小型防振装置
- 大規模システムに対する振動解析法

佐藤 敬 教授

情 報

- 情報通信システムに関するセキュリティ技術

佐藤 雅之 教授

情 報

- 大きな両眼網膜像差による奥行き知覚のメカニズム
- 両眼網膜像差による奥行き知覚の個人差
- 眼球運動時の視野統合・安定メカニズム

白石 靖幸 教授

建 築

- 躯体蓄熱型放射空調システムの最適設計
- 土壌熱交換システムの年間性能予測
- 体温調節数値人体モデルに基づく全身及び局所温冷感評価

鈴木 五郎 教授

情 報

- VLSI高速・高精度信号解析技術
- VLSI故障検出容易化アーキテクチャ技術
- VLSI信号処理アーキテクチャ技術

鈴木 拓 准教授

化 学

- 酸化チタンナノチューブを用いた環境物質の分離分解
- X線を用いた機器分析技術の新規開発と環境評価

化学

環境

機械

建築

情報

生命

…主な研究領域

陶山 裕樹 講師

建築

- 副産物由来の粉体を高含有するコンクリートの諸特性
- コンクリート中の細孔組織と強度特性の関係
- フライアッシュの建材材としての用途拡大

孫 連明 教授

情報

- 工学プロセスモデリング技術、システム同定アルゴリズムの開発と応用
- 時空間域と周波数域における計測信号、通信信号処理、低周波震動信号解析
- 適応アルゴリズムと適応システム設計、非線形システム解析と設計

高島 康裕 准教授

情報

- 製造ばらつきを考慮したLSI設計技術
- 高速レイアウト手法

高巢 幸二 教授

建築

- 改質フライアッシュコンクリートを利用した被災地のインフラ建設技術
- 低炭素社会実現に向けた建築材料の性能考慮型環境影響評価
- 硬化コンクリートの試験・分析手法の標準化に関する要素技術

高橋 徹 教授

情報

- 種々のシステムに対して学習機能を持たせる学習制御の研究
- 学習制御を応用した画像復元の研究

趙 昌熙 准教授

機械

- 生体機械工学、バイオトライボロジーに関する研究
- 臨床用人工関節の長寿命化(摩擦低減化)及び高性能化
- 災害で失った生体関節機能の再現のための人工関節関連技術

長 弘基 准教授

機械

- 形状記憶合金を使用した民生・産業・医療機器の研究開発
- 形状記憶合金を使用した低温排熱エネルギー回収システム(熱エンジン)の研究開発

津田 恵吾 教授

建築

- 鋼構造骨組および柱材の座屈に対する設計法
- コンクリート充填鋼管柱材の構造性能と設計法
- 鋼コンクリート合成構造・部材の耐力と挙動

寺嶋 光春 講師

環境

- 用排水処理装置の流動制御・シミュレーション
- 下水処理場における活性汚泥モデルの利用技術
- 嫌気性消化槽内の無機物析出反応のメカニズム解明

デワンカー・バート 教授

建築

- ドイツ及びASEAN諸国におけるコンパクト都市づくりの研究
- 環境共生建築・都市デザインに関する研究
- 都市計画及び市民参加のまちづくりに関する研究

仲尾 晋一郎 准教授

機械

- 航空機用翼の流れ場解析
- 小型風力タービンの性能改善
- 管内の波動現象の解明

中澤 浩二 教授

生命

- 動物細胞を用いた基礎・応用研究

中武 繁寿 教授

情報

- ミクストシグナルLSI設計技術
- 半導体自動設計システム
- センサーシステム統合化技術

西浜 章平 准教授

化学

- レア金属の分離回収プロセス

野上 敦嗣 教授

環境

- 大気中浮遊微粒子センシング技術(有害微粒子・細菌類)
- 環境シミュレーション技術(汚染物質拡散、分子物性)
- 環境情報システム技術(GISによる地形・植生解析)

原口 昭 教授

生命

- 湿原や河川の生物群集と土壌・水環境との関連の解析
- 湿性植物の生理活性の環境応答性に関する研究
- 化石資源の利用に伴う水圏環境の強酸性化に関する研究

福田 展淳 教授

建築

- 杉間伐材による木造壁密実構法(日本型ログハウスの開発)
- 省エネルギー・低環境負荷のための建築技術の開発、設計手法の研究
- 市街地再開発事業を活用した住民主体のまちづくり／アジア型コンパクトシティ研究

二渡 了 教授

環境

- 地域レベルの環境マネジメントシステムの構築と運用
- 地域の環境資源管理のための評価システム
- アジア地域における環境資源管理システムの構築

保木 和明 講師

建築

- 古いRC造建物を対象とした耐震性評価法の高度化
- 既存建物を対象とした効率的な耐震補強法の新技術開発
- 被災建物の早期復旧に向けた耐震補修技術の開発

堀口 和己 教授

情報

- システムのモデリングと低次元化
- ロバスト制御システムの解析と設計
- ロバスト制御理論とその応用

松田 鶴夫 教授

情報

- 生体信号(筋電図等)を使用したメカトロ(ロボティクス)制御技術と生体刺激
- キネクト等を使用した廉価なリハビリテーション支援環境構築
- マイクロコントローラやLabView等を活用する組み込み制御技術

松永 良一 教授

機械

- 金型の高機能・高精度化に関する研究
- 転造加工に用いる工具形状最適化に関する研究
- 有限要素法を用いた最適工程設計に関する研究

松波 勲 准教授

情報

- 車載レーダによる複数移動目標探知・識別技術・走行状態推定技術
- 自立カーロボを実現するためのセンサーフュージョンシステム
- 電波センサによるリアルタイムイメージング技術

松本 亨 教授

環境

- 次世代社会技術・システムのためのライフサイクル総合評価手法
- 低炭素都市の計画・評価のための細密空間モデル
- 途上国における環境問題の将来予測と政策評価

宮里 義昭 教授

機械

- 圧縮性流体の非接触定量的可視化計測技術
- 軸対象超音速ノズルおよび二次元超音速ノズルの設計
- 管内の超音速流れの通しピトー管による静圧測定技術

宮下 弘 教授

情報

- 信号遅延やタイミングを考慮したVLSIの配置、配線、バッファ挿入手法
- VLSI設計とそのモデル化に関連する数値最適化などの応用数値
- VLSIの配置、配線、分割などの組合せ最適化問題への数値最適化の応用

村上 洋 准教授

機械

- 光ファイバプローブを用いた微小怪穴形状精度測定装置の開発
- 工具状態監視機能を有する超高速マイクロエアータービンスピンドルの開発

望月 慎一 准教授

化学

- 生体由来材料からなる新規がんワクチンの開発
- 肝臓特異的薬物送達システムの開発
- ナノテクノロジーを利用した疾患治療

森田 洋 教授

環境

- 脂肪酸塩による新規微生物制御法の開発
- 微生物の拮抗作用に着目した新規培養法の確立

安井 英斉 教授

環境

- 微生物による汚濁物質分解の数学モデル
- 省資源・資源回収の排水・廃棄物処理プロセス
- 好塩性嫌気性細菌群を用いた塩害土壌の修復

山崎 進 講師

情報

- ソフトウェア開発(組込みシステム、ウェブアプリケーション、モバイルアプリケーションなど)
- ウェブマーケティング、ビジネスモデリング
- ソフトウェア分野の教育(インストラクショナル・デザイン、研究型インターナシップと徒弟制)

山崎 恭 准教授

情報

- バイOMETリック認証(生体認証)技術
- パターン認識を応用した情報セキュリティ技術
- 自動運転支援のためのセンシングシステム技術

山本 勝俊 准教授

化学

- 新しい構造・組成を持つ結晶性多孔質材料の創製およびその材料への応用
- BTL(Biomass to Liquid)プロセス用固体酸触媒の開発

吉塚 和治 教授

化学

- レア金属の分離回収システム

吉山 定見 教授

機械

- 自動車用内燃機関の燃焼検出のためのイオンセンサ技術の開発
- 自動車用内燃機関の廃熱回収システムに関する技術開発
- 内燃機関における燃焼計測に関する技術

黎 暁紅 教授

化学

- 木質バイオマスから合成ガスおよび水素の製造
- 石油以外の炭素資源から液体燃料の製造
- ナノ構造触媒の研究開発

李 丞祐 教授

化学

- 機能性有機-無機ナノハイブリッドの合成および分離・検知素子への活用
- 生体臭気情報に基づいた疾患相関およびその生体機構の解明
- 自己組織化ナノ構造を有する高感度臭気センサおよび検知システム

龍 有二 教授

建築

- 自然エネルギー利用による建築の冷暖房・給湯エネルギー削減技術
- 省エネルギーと快適性に配慮した放射冷暖房システムの開発・評価技術
- 高齢者生活施設の温熱環境調査と環境改善技術

トピックス

プロジェクト探検者一覽

外部研究費の推移

重点研究

共同研究

国際連携

研究シーズ

研究所データ

ACCESS MAP

アクセスマップ

北九州学術研究都市 全体配置図



北九州市立大学 国際環境工学部 ひびきのキャンパス (北九州学術研究都市)



ひびきのキャンパス HIBIKINO CAMPUS

〒808-0135 北九州市若松区ひびきの1番1号
TEL 093-695-3311
URL <http://www.kitakyu-u.ac.jp/env/>

北九州市営バス (所要時間約20分)

「折尾駅西口」バス乗車(市営バス33・35・63・64番)
→「学研都市ひびきの」バス停下車すぐ



公立大学法人
北九州市立大学
THE UNIVERSITY OF KITAKYUSHU

北九州市立大学 環境技術研究所

〒808-0135 北九州市若松区ひびきの1-1
TEL 093-695-3311 FAX 093-695-3368
<http://office.env.kitakyu-u.ac.jp/kangiken/>