

ISSN 2187-1426
環境技術研究所機関誌

第6号
2017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)



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

我が国は急速な少子高齢化に伴う社会保障費の増大と生産人口の減少という課題に直面し、地方大学の役割も変わりつつあります。平成27年度に閣議決定された「まち・ひと・しごと創出基本方針」では、地方大学の活性化が柱の一つとして位置付けられ、地域に「しごと」を作り、若者がそこで安心して働けるようにするため地方大学には産学連携の強化と地域発のイノベーション創出がこれまで以上に求められています。実際、工業の街・北九州市でも、製造業の海外移転等による雇用減少および東京や商業の街・福岡市への若者流出などで人口減少が長く続いています。このような中で本学には、人材育成だけでなく、彼らの地元定着が求められ、また本学環境技術研究所には環境関連産業に続く新たな産業創出や製造業における高い付加価値創出なども期待されています。このためにも本研究所には旧来の職種や枠組みを超えたオープンイノベーションの考えが必要不可欠となっています。

さて本研究所・バイオメディカル材料開発センターは、本年9月をもって先制医療工学研究センターに改組しました。先制医療工学研究センターでは、上述した社会保障費の増大と生産人口の減少という課題を解決すべく、バイオ、化学、情報系の教員・研究員が集結して「治療から予防へ、健康寿命を10年延ばす」ことを目標に研究開発を行います。このように本研究所はエネルギー関連技術に加えて、先制医療に向けた関連技術を重点分野として研究開発を推進します。

本研究所は創設6年目という転換期を迎え、機関紙「環境『創』」では、先制医療工学とエネルギー関連の研究展開を2大特集として紹介します。本機関紙がきっかけとなって、多くの企業や大学、研究機関と連携して我が国が直面している課題を解決できることを期待しています。

結びに、これまで以上に研究活動を推進してまいりますので、今後とも益々のご支援を賜りますようお願い申し上げます。

CONTENTS

トピックス

- 2 快適で持続可能な都市機能の実現に向けて～環境技術研究所の新たなステージ～
- 3 IEST Lab. オープン！
産学連携・研究支援室のご紹介

特集1 先制医療工学研究の展開

- 4 治療から予防へのパラダイムシフト：先制医療工学健康寿命を10年のばす統合型テクノロジーの提案 …… 先制医療工学研究センター長 櫻井 和朗
- 5 【テーマ1】先進医療用ナノバイオ材料の開発
- 6 【テーマ2】生体深部イメージングと微細構造解析
- 7 【テーマ3】生体センサと医用システム実装・最適化技術
- 8 【テーマ4】医療・健康データの長期大規模解析：先制医療への橋渡し
- 9 【テーマ5】手軽で楽しい脳年齢チェック法の開発：認知症の早期発見をめざして

特集2 エネルギー関連研究の展開

- 10 OECD(経済協力開発機構)グリーン成長モデル 4都市の連携と環境・エネルギー研究 …… 都市エネルギーマネジメント研究センター長 上江洲 一也
- 12 地域の需給特性に応じたエネルギーマネジメント支援システムの設計・開発 …… 松本 亨
- 13 効率的なエネルギーの利用を目指した社会設計の実現に向けて …… 牛房 義明
- 14 建物躯体を活用した次世代型冷暖房システムとその最適制御 …… 白石 靖幸
- 15 動的スパースモデリングによるグリーン物流システムと超スマート環境都市 …… 永原 正章
- 16 炭酸ガスを原料とするメタノールの高効率合成法(ICRプロセス)の開発 …… 朝見 賢二
- 17 光エネルギーによる物質変換技術に革新を！
過剰な電子を含む酸化チタン光触媒 …… 天野 史章
- 18 多様な炭素資源から化成品製造のための新規固体触媒の開発 …… 今井 裕之
- 19 持続可能なエネルギー社会構築を目指した触媒技術の開発 …… 黎 暁紅
- 20 燃料電池性能の非接触診断法の開発 …… 泉 政明
- 21 形状記憶合金を用いた布状アクチュエータの開発 …… 長 弘基
- 22 新しい自動車用排熱回収システムの提案 …… 吉山 定見
- 23 リノベーションによる既存建物の環境負荷削減効果に関する研究 …… 龍 有二

共同研究

- 24 巨木を創る(高強度杉圧縮集成材の製造方法に関する研究) …… 福田 展淳

国際連携

- 26 台湾の大学との国際連携 …… 吉塚 和治
海外研究機関等との学術交流協定

新任研究者の研究紹介

- 28 パワーエレクトロニクス機器の伝熱技術と信頼性に関する研究 …… 金本 恭三
- 29 船舶海洋分野における小型船舶の転覆防止装置の実用化 …… 宮國 健司
- 30 時分割多元接続方式車載ネットワークシステム的设计について …… 杉原 真
- 31 さらなる臨場感・没入感を感じるために：多感覚ベクションの研究 …… 玉田 靖明
- 32 極限環境に新しい微生物資源を求めて …… 柳川 勝紀

研究所データ

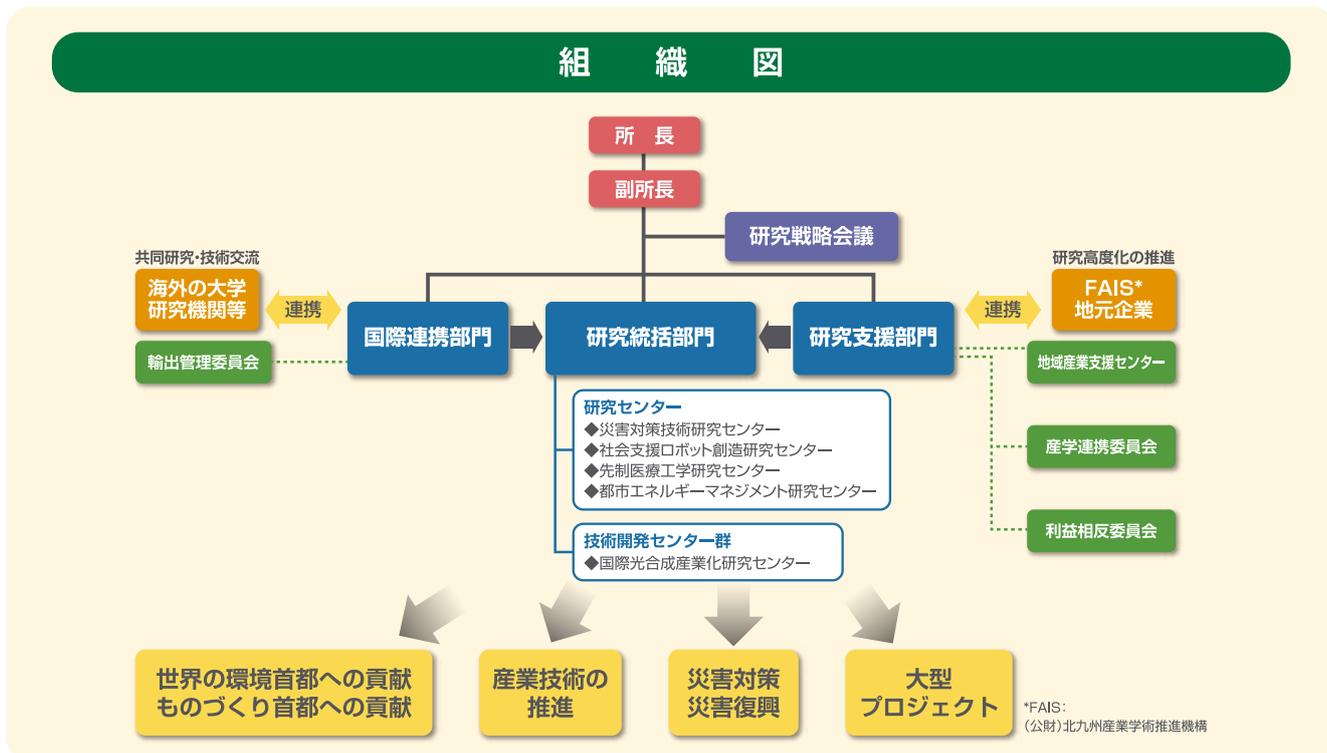
- 33 平成29年度環境技術研究所研究プロジェクト
- 34 主な外部研究費獲得事業(平成28年度)
- 35 外部研究費の推移
- 36 シーズ紹介
- 42 環境技術研究所 研究紹介

快適で持続可能な都市機能の実現に向けて ～環境技術研究所の新たなステージ～

研究体制がさらに強化されました！

環境技術研究所では、これまでの研究プロジェクトの成果を踏まえ、また、重点的に進めていく研究開発の方向性を戦略的に定め、研究統括部門における研究センターおよび技術開発センターの統合・整理により、体制強化をしました。

2017年10月現在、**災害対策技術研究センター**、**社会支援ロボット創造研究センター**、**先制医療工学研究センター**、**都市エネルギーマネジメント研究センター**の4つの常設研究組織により、分野横断的なプロジェクトを戦略的に展開しています。



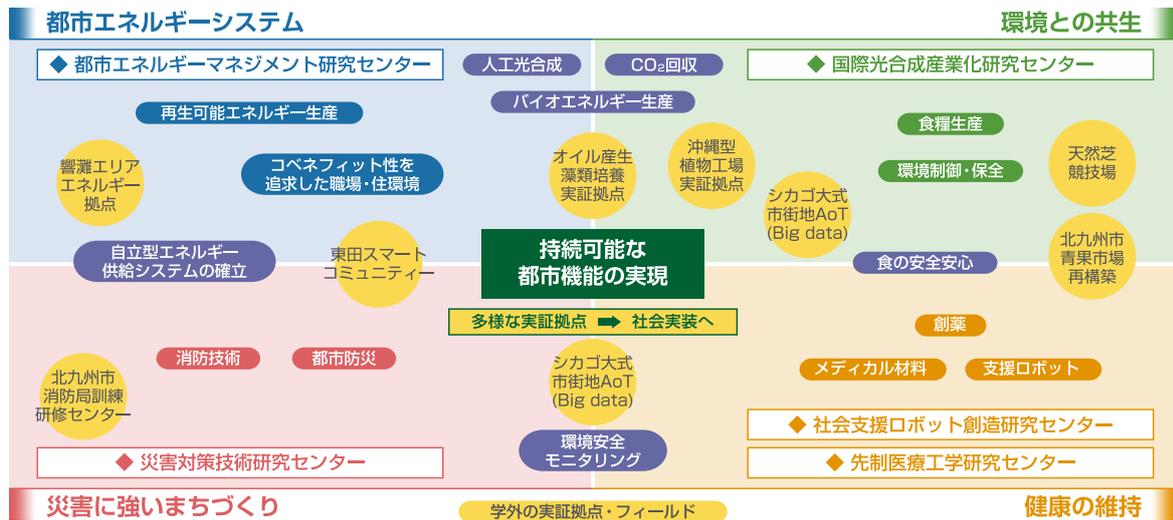
9月に新たに常設組織として始動した**先制医療工学研究センター**は、新研究施設IEST Lab.(2017年4月オープン)を拠点とし、健康で質の高い生活の維持に向けた統合型テクノロジーの研究開発を地域の医歯工連携や産官学連携による分野横断メンバーからなる複数の研究チームにより進めていきます。(特集1) 当センターは、これまで時限的に設置される技術開発センターとして活動していたバイオメディカル材料開発センターが発展的に改組したものです。今後は、先制医療工学というより広い取り組みを新たに推進していきます。

同じく、常設組織として4月に設置した**都市エネルギーマネジメント研究センター**では、これまで国際環境工学部の各分野で個別に取り組んできた「エネルギー」という共通テーマを、分野を超えた連携体制により戦略的に推進しています。持続可能な低炭素社会実現に向けて、OECD(経済協力開発機構)がグリーン成長モデルとして選定した4都市の国際連携により、世界的なスケールでの研究を進めるなど、さらに広がりを見せています。(特集2)

また、これまで技術開発センターとして、消防技術や都市防災に貢献してきた環境・消防技術開発センターを**災害対策技術研究センター**に統合しました。研究対象の方向性を同じくする常設センターに融合させることによって災害に強いまちづくりというテーマに向かって、継続的、発展的な研究開発を進めます。

新体制における環境技術研究所のアプローチ

地域産業の発展に貢献する研究所を目指す環境技術研究所は、現在、低炭素社会が要求される中で、市民にとって快適な環境を保証しながら持続可能な都市機能を実現するための研究開発、政策提言、人材育成に取り組んでいます。研究センターと技術開発センターはその使命を「都市エネルギーシステム」・「災害に強いまちづくり」・「環境との共生」・「健康の維持」の四つの領域から網羅的にアプローチします。



News Pick-ups

イースト・ラボ IEST Lab. オープン！

2013年にその後の10年間を見据えて策定した将来構想「ビジョン2013」でとりわけ目指してきた研究環境の充実。北九州市立大学創立70周年を記念して新研究施設が建設され、2017年4月にオープンしました。環境技術研究所の英語名の頭文字を使ってIEST Lab.と命名し、ロゴも新たに本学の学生によりデザインされました。

オープニングでは、北九州市の梅本和秀副市長、北九州産業学術推進機構（FAIS）の松永守央理事長らをお迎えして、本学理事長の津田純嗣、学長の松尾太加志、環境技術研究所長の梶原昭博とともに盛大にセレモニーをおこないました。

また、当日は、IEST Lab.で進めるバイオマテリアル分野の専門家により、「北九州地区に先進バイオテクノロジーの産業の芽を」と題する記念シンポジウムを開催しました。



IEST Lab.



オープニングセレモニー



記念セミナー



祝賀会

産学連携・研究支援室のご紹介

強化した研究統括部門の活動を支えるため、研究支援部門も強化しました。新たにURAを配置して、産知的財産管理・学官連携コーディネーター、利益相反アドバイザー、知的財産専門職員とともに、「産学連携・研究支援室」で研究者を支援します。

研究者が気軽に立ち寄り、情報交換、研究相談ができる場所としても利用されています。また、企業からの技術相談にも応じていますのでぜひご活用ください。

産学連携・研究支援室の新加入スタッフ紹介

環境技術研究所
知的財産管理・産学連携コーディネーター兼 URA

特任教授 中村 邦彦



金属メーカーや化学メーカーにおいて、研究開発、知的財産業務に従事した後、平成16年の国立大学法人化に際して北九州市にUターンし、九州工業大学の産学連携・知的財産部門で13年余勤務しました。4月からはこれまでの経験の集大成として産学官連携のお役に立てることが出来ればと思い北九州市立大学環境技術研究所の産学連携・研究支援室で働かせて頂くことになりました。本学の研究者の先生方やその研究成果に刺激を受ける毎日ですが、コーディネータの井上正先生、利益相反アドバイザーの安東静先生、専門事務職員の有園和子さんと机を並べて仕事しておりますので、産学官連携のことは何でもお気軽にご用命頂ければありがたく存じます。



【お問い合わせ】
E-mail:kikaku@kitakyu-u.ac.jp TEL:(093)695-3311
企画管理課 企画・研究支援係

特集 ① 治療から予防へのパラダイムシフト：先制医療工学 ～健康寿命を10年のばす統合型テクノロジーの提案～

高齢化社会は悪いですか？

世界の先進国はで医療の進歩により平均寿命が伸びている。中でも、日本では平均寿命の伸びに加えて少子化が進んでいるため、社会の高齢化の進展が加速度的に早くなっている。特に北九州市は、日本の政令指定都市の中で最も高齢化が進んでいる。「高齢化社会＝悪」との短絡的な議論があるが、健康で質の高い生活を亡くなる直前まで送ることができるなら高齢化社会は長寿化社会であり、人類が長いこと求めてきたユートピアであるとも言える。

高齢化社会の問題はすべて健康寿命と生命寿命のギャップに原因がある。現在の平均で言えば、健康寿命が終わったあとと病苦や認知症と戦いながら辛い10年を過ごさなくてはならない。また、この10年間には多くの医療費が使われているため、社会保障費の急速な伸びが国や自治体の財政を圧迫している。この2つの問題から「高齢化社会＝悪」との議論が生まれる。



先制医療工学研究センター長

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

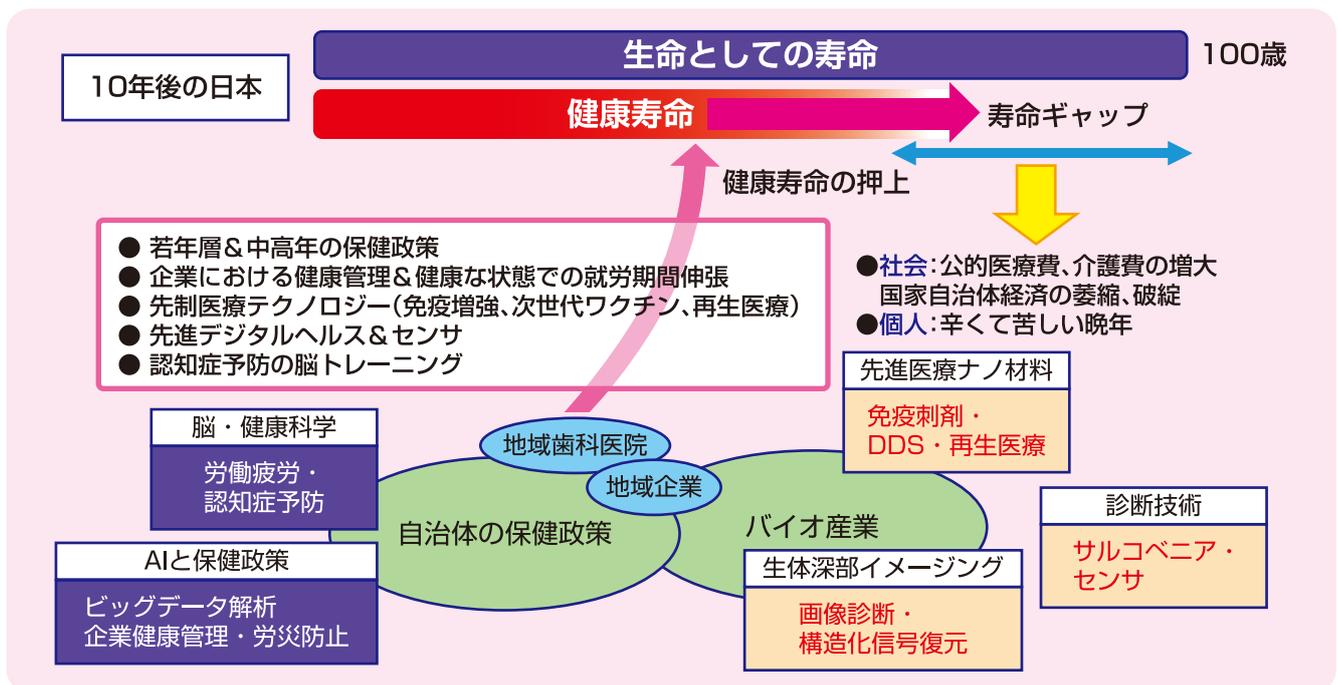
【連絡先】
sakurai@kitakyu-u.ac.jp

健康寿命を伸ばそう

高齢化社会を明るい長寿社会にするためには、若年層や中高年の保健政策を通じてリスク因子をできるだけ早く解消し、健康寿命を生命寿命に近づけることが極めて大切である。このためには、企業や自治体が持っている膨大なデータ(ビッグデータ)を人工知能や新しい情報処理技術で解析して、個人に合わせたテーラーメイドな健康管理の適切なアドバイスと健康診断のフィードバックが必要である。また、短時間で簡便な検査のためのセンサ開発技術と、それを処理する情報技術が必要である。また、免疫力を増強して病気にならないようにする予防医療や再生医療の技術が必要である。さらには、認知症予防に対する取り組みも大切である。

我々からの提案

北九州市立大学国際環境工学部では、開設よりこれらの基礎技術に取り組んで来た。中でも、情報系の研究者が取り組んできたスパースモデリングによる複雑系の情報処理や、免疫系を人工的に制御する選択的な薬物送達ナノメディシンの分野では、世界をリードする先端的で斬新な科学・技術の開発に成功している。また、センシングの技術では小型で高性能のセンサが幾つか実用化に向かって進んでいる。これらの成果を結集して、情報技術とバイオテクノロジー技術を融合して、健康寿命と生命寿命のギャップを10年短縮するような統合的なテクノロジーの開発を目指している。北九州市と密接に連携をしながら、高齢化が進む市での技術面からの政策への提言をしていきたい。



政令指定都市高齢化率トップの北九州市における実験的取り組み —先制医療テクノロジーと自治体政策の融合により明るい長寿都市へ—

研究テーマ
1

先進医療用ナノバイオ材料の開発

研究
メンバー【国際環境工学部 環境生命工学科】木原 隆典・櫻井 和朗・中澤 浩二
【環境技術研究所】望月 慎一**KEYWORDS** ドラッグデリバリーシステム(DDS)、がんワクチン、再生医療、細胞アッセイ

分子や細胞の高次規則構造化を誘導できる独自のナノバイオ材料技術を利用し、医薬・医療に役立つ新しい基盤技術を開発する。医薬品技術では、天然糖鎖や高分子ミセルを利用したDDS技術を展開して、核酸医薬やアジュバント(免疫活性化剤)などの送達技術の確立を目指す。医療技術では、細胞の三次元組織化技術や骨誘導促進技術を利用して、再生医療や細胞アッセイ技術への展開を目指す。

研究実績
と優位性

- ・大型プロジェクト(JST-CREST、NexTEP等)への採択
- ・多くの材料メーカーとの共同研究の実施
- ・100報以上の学術論文(権威ある科学雑誌への掲載:PNAS等)
- ・医歯工連携体制による「基礎から応用まで」の一貫技術の開発

波及効果

- ・健康寿命と生命寿命を向上させるための先制医療テクノロジーの提供とその産業化

地域社会・企業
との連携など

- ・産業医科大学・九州歯科大学・北九州工業高等専門学校との連携プロジェクト
- ・地元企業との共同研究

薬物送達技術

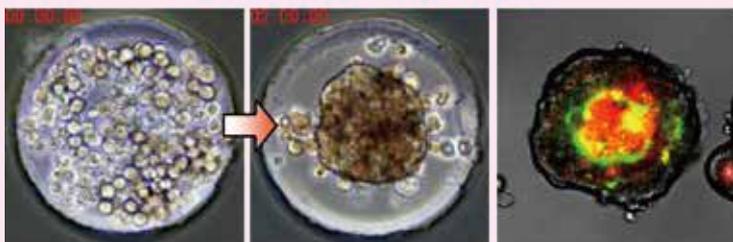
ワクチンアジュバント、ガン免疫療法、自己免疫疾患などの医薬品技術への展開



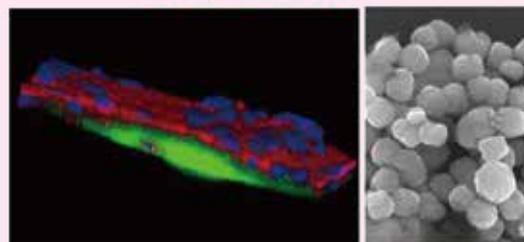
細胞制御技術

歯周病治療や骨形成のための再生医療・創薬スクリーニングのための細胞アッセイ技術への展開

細胞の三次元組織化技術



骨誘導促進技術



トピックス

特集① 先制医療工学研究の展開

特集② エネルギー関連研究の展開

共同研究

国際連携

新任研究者の研究紹介

研究所データ

研究テーマ 2 生体深部イメージングと微細構造解析

研究メンバー 【国際環境工学部 情報メディア工学科】 奥田 正浩・京地 清介
 【環境技術研究所】 永原 正章

KEYWORDS 画像診断、人工知能、病巣検出、在宅医療、ポータブル医療システム

高度情報還元技術と人工知能科学を融合した医科・歯科イメージング技術、および画像診断技術の開発。微細な異常を直視下に検出可能とし、診断精度の向上とがんなど病態の早期発見に大きく寄与する。

研究実績と優位性

- ・情報工学を中心に据えた医歯工連携体制
- ・産業医科大学、九州歯科大学と共同で、総務省「戦略的情報通信研究開発推進事業」に採択

波及効果(5年後)

- ・診断精度の向上とがんなど病態の早期発見に大きく寄与
- ・在宅医療や訪問診療において高度な診断を可能にし、超高齢化社会における新しい医療技術の発展に貢献

波及効果

医用画像還元・人工知能技術

- 医療費削減
- 小規模病院で高度画像診断
- 病巣早期発見
- 熟練医師の技術を機械学習
- 低被爆CT診療
- 過疎地医療技術の発展

地域社会・企業との連携など

- ・産業医科大学・九州歯科大学との連携プロジェクト
- ・地域医療への貢献



画像還元と微細構造解析



高度画像解析を用いた医療技術の発展

研究テーマ 3 生体センサと医用システム実装・最適化技術

研究メンバー

【国際環境工学部 エネルギー循環化学科】李 丞祐 【同 情報メディア工学科】高島 康裕・中武 繁寿
 【同 環境生命工学科】磯田 隆聡・上江洲 一也 【環境技術研究所】松田 鶴夫

KEYWORDS モバイルセンサ、ウェアラブルヘルス、在宅介護、シニアライフ、被災地支援

生物・化学センサと生体信号処理・集積技術の融合により、がん・成人病・アレルギー診断、サルコペニア診断、分泌物解析による疲労度診断に関する技術を研究開発している。また、呼気や皮膚、排泄物からの揮発性代謝物質(volatile metabolites)分析・検知による疾患の早期発見や予防に関する研究開発にも取り組んでいる。

研究実績と優位性

- ・生物・化学系と情報系の工学系協働チームを軸とする医歯工連携体制
- ・製品化(専用チップ等)による普及を前提とした企業との共同開発体制

波及効果(5年後)

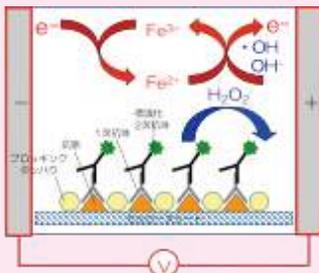
- ・介護現場(介護福祉士)、医療機関(看護師、医師)、被災地(消防士、自衛官、自治体)、臨床評価機関、センサ等機器の製造業、ホームセキュリティー産業等に拡大するビッグビジネスに成長

地域社会・企業との連携など

- ・産業医科大学・九州歯科大学との連携プロジェクト
- ・地域医療への貢献
- ・電機、素材メーカー(アルバック成膜株、アーズ株、パナソニックAP株、パナソニック株、東横化学株、日本電波工業株、株EnH Japan)、医療ソフトメーカーと共同開発(交渉中を含む)



【原理】標識酵素の酸化還元反応による検出増幅(化学増感作用)



バイオセンサモジュール™ (特許 第5837808号) センサ製造法



ウェルセンサ5™ (特願2017-129954) 酵素の集積法

研究開発事例1(磯田隆聡 環境生命工学科准教授)
 食品や化粧品等の安全性を迅速・簡便に評価できる画像センシング法の開発とそのシステム製品化。



研究開発事例2
 (中武繁寿 情報メディア工学科教授)
 心電・筋電・眼電・脳波・脈拍・皮膚温度・9軸センサ(加速度・角速度・地磁気)のマルチセンサ機能を備える生体情報IoTチップを開発し、その応用として、生体電気インピーダンス法を用いた汗成分解析により、熱中症等の体異常を予見するセンサを開発。



ハンディ型口臭・歯周病診断センサ (2018年版発売開始予定)



呼吸リズム・呼気分析用高感度ガスセンサシステム (2018年版発売開始予定)

研究開発事例3
 (李丞祐 エネルギー循環化学科教授)
 人体から発生する低分子量の揮発性化合物の定性・定量的な分析に基づいた高い疾患相関を示す分子情報の解明に取り組んでおり、更にそれらの高感度・高精度な検知を実現するためのデバイスを開発。今後、IoTやロボット産業に関連したインテリジェント人工鼻(e-nose)の開発につながると期待。

研究テーマ 4 医療・健康データの長期大規模解析：先制医療への橋渡し



【国際環境工学部 情報メディア工学科】山崎 恭 【同 環境生命工学科】加藤 尊秋
 【経済学部 経済学科】牛房 義明 【環境技術研究所】永原 正章
 連携研究機関：【産業医科大学】大谷 誠・藤野 善久・藤本 賢治・松田 晋哉

KEYWORDS

健康診断データ、長期解析、テラーメイド、解析モデル

健康を害す前に予防を行うためには、それまでに得られた様々な医療・健康データを活用して個々人の将来の健康状態を予測し、早め早めに手を打つ必要がある。当研究チームでは、北九州市立大学のデータ解析の専門家と公衆衛生に関わる産業医科大学の研究者が連携し、健康状態の将来予測をテラーメイドで行うための技術開発を行う。

研究実績と優位性

健康診断データの意味は、本来、個々人の身体特性や生活履歴により異なるが、現状では、個別時点・個別検査項目による評価にとどまっており、個人の健康遷移の全体像を描き出すことができていない。そこで、産業医科大学及び関係機関が所蔵する大規模かつ長期におよぶ健康診断データを産業医科大学と本学の研究者が連携して解析し、過去から将来にいたる健康状態の遷移モデルを作ることで、個人別の将来予測型健診評価を可能とするための基本技術を開発する。

波及効果 (5年後)

健康診断データのより有意義な解釈が可能となり、健康寿命延伸のために職場や家庭の健康管理に役立てることができるようになる。

地域社会・企業との連携など

- ・産業医科大学との連携によりプロジェクトを進める。
- ・本研究で開発する手法は、診療報酬データ等の解析にも応用できる可能性が高く、2つのデータを結合して解析することにより、テラーメイドの健康状態予測精度がさらに向上し、地域の医療機関や保健所、企業等と連携した健康管理活動が可能となる。

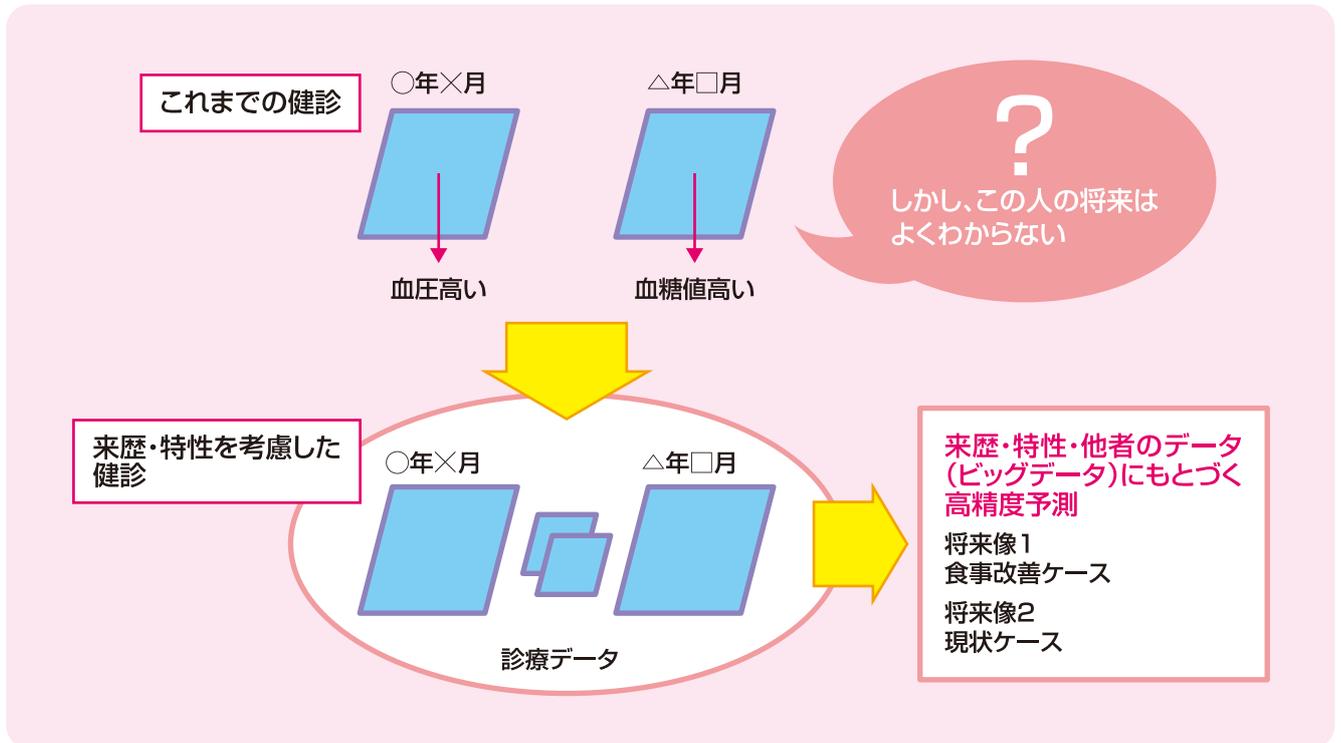


図1 これまでの健康診断と本研究で開発する健康診断活用法の違い

研究テーマ
5

手軽で楽しい脳年齢チェック法の開発： 認知症の早期発見をめざして

研究
メンバー

【国際環境工学部 情報メディア工学科】佐藤 雅之・玉田 靖明

KEYWORDS

脳機能計測、疲労・ストレス計測、脳トレ、認知症

わが国の65歳以上の高齢者の15%が認知症に罹患するという報告がある。認知症と診断されるレベルに至る前に、その兆候を検出したい。スマートフォンなどの携帯端末を使ってゲーム感覚で楽しく脳機能をチェックできるアプリケーションを開発し、認知症の予防・早期発見に役立つ。

**研究実績
と優位性**

研究メンバーはこれまで人間の感覚・知覚・認知・感性に関する心理物理学的な研究に取り組んできた。特に、空間認識と注意に関する研究成果およびその計測技術は、認知症の予防・早期発見に応用できると考えている。

日常生活に支障をきたし、簡単な記憶力テストに答えられなくなる前に、何らかの兆候があるのではないか。それを捉えるためには、脳機能を定常的にチェックする必要がある。検査にはゲーム感覚で楽しく続けられる要素が必要であろう。情報メディア工学科は、ゲームの開発に興味をもち社会に貢献したい若者で溢れている。学生たちのアイデアとバイタリティに期待している。

**波及効果
(5年後)**

まずは、すでに認知症に罹ってしまった患者さんたちの支援のためのアプリケーションを考える。介護に携わる方々や患者さんからさまざまな要望を聞き取り、アプリケーションに実装していくという作業は、それに取り組む学生たちにとっても最高の学びの機会である。

**地域社会・企業
との連携など**

産業医科大学および北九州市認知症支援・介護予防センターと連携し、プロジェクトを進める。

声に出して、できるだけ速く正確に字を読んでください。

赤 青 黄色 緑 青 緑

次に、今度は字は無視して、色を答えてください。

黄色 赤 黄色 緑 赤 赤

図1 課題の一例(ストループ効果)

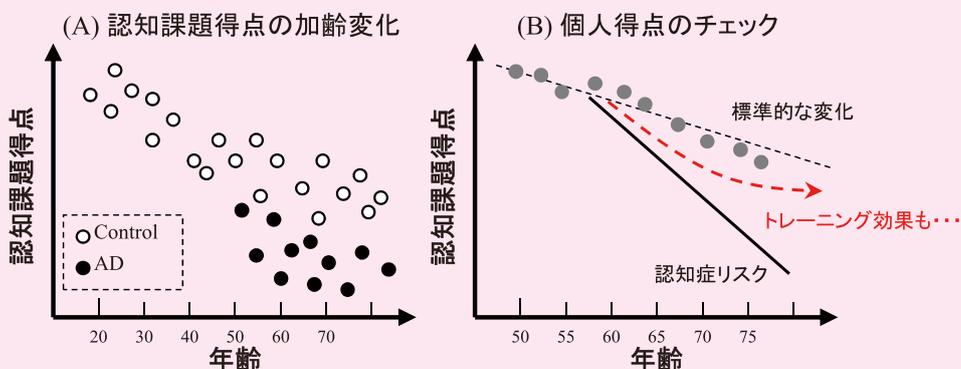


図2 加齢に伴う認知能力の変化

- (A) 数多くの被験者からデータを収集し、加齢変化の標準範囲を定める。
- (B) 個人得点の変化から、認知機能の低下を初期段階で検出する。
継続的にテストを行うこと自体が認知機能のトレーニングにもなる。

トピックス

特集① 先制医療工学研究の展開

特集② エネルギー関連研究の展開

共同研究

国際連携

新任研究者の研究紹介

研究所データ

特集 ② OECD（経済協力開発機構）グリーン成長モデル 4都市の連携と環境・エネルギー研究

環境・エネルギー研究という使命

2012年に開設した環境技術研究所では、低炭素社会が要求される中で、住民にとって快適な環境を保证する“持続可能な都市機能”を実現するために、文理融合により研究開発、政策提言、人材育成を行うことを使命と位置づけている。その使命を果たすために、4領域、すなわち『都市エネルギーシステム』、『環境との共生』、『災害に強いまちづくり』、『健康の維持』からのアプローチで進めていく。それぞれの領域における研究開発を担う研究センターを設置し、北九州市および連携都市に用意された多様な実証拠点を積極的に活用することで、社会実装への道筋を構築したいと考えている。

そのためには、大学教員の独創的な研究開発の成果だけでなく、産学官連携、学門の異分野融合、フィールド実証等、極めて困難な状況の一つ一つ克服していく必要があり、他に類を見ない挑戦的取組みである。このような取組みの中で、環境・エネルギー研究に関して、科学技術から社会システムまでの幅広い学際的な立場から、さまざまな研究機関が連携を深め、環境技術研究所が世界の環境・エネルギー研究を牽引する動きを紹介したい。



都市エネルギーマネジメント
研究センター長

上江洲 一也
Kazuya Uezu

役職/教授
学位/博士(工学)
学位授与機関/東京大学

【連絡先】
uezu@kitakyu-u.ac.jp

OECDグリーン成長モデル都市：北九州



2016年5月G7エネルギー大臣
会合会場の本学ブースにて

北九州市では、エコタウン事業や北九州スマートコミュニティ創造事業を通じて環境・エネルギー分野への継続的な取組みが行われている。それを反映し、2011年にはOECD（経済協力開発機構）により北九州、パリ、シカゴ、ストックホルムの4都市がグリーン成長モデル都市（Green growth model cities）に選定され、2016年5月には北九州市においてG7エネルギー大臣会合も開催されるなど、北九州での環境・エネルギー研究への取り組みは、国際的なステータスを獲得しつつある。

パリ大学、シカゴ大学、ストックホルム大学、北九州市立大学の4大学は、独自の取組みにより他の地域との連携を進めている。本学では、タイ、マレーシア、インドネシア、フィリピン、韓国、ベトナム、中国、台湾などのアジア諸国と、環境・エネルギーに関する研究や人材育成を積極的に行っている。したがって、この4大学の連携により、環境・エネルギー関連の研究開発、政策提言、人材育成の「ハブ」として機能することは、OECDが推進する「グリーン成長モデル都市」構想の発展に大いに貢献できる。

響灘エリア

●北九州次世代エネルギーパーク
太陽光発電や、陸上・洋上風力発電等の
次世代クリーンエネルギーの拠点化（H19年経産省認定）



●北九州エコタウン
エコタウン事業
（経産省・環境省H9年全国初の認定）



北九州学術研究都市

●産学官連携による技術開発拠点



東田エリア

●北九州スマートコミュニティ創造事業

次世代エネルギー・社会システム実証事業（経産省H22年～H26年）



●北九州水素タウンプロジェクト
水素利用社会システム構築実証事業（経産省H23～）



●超スマート社会実証の展開
超スマート社会（Society 5.0）北九州連携推進協議会
（北九州市立大学、北九州市、北九州産業学術推進機構H29～）

城野エリア

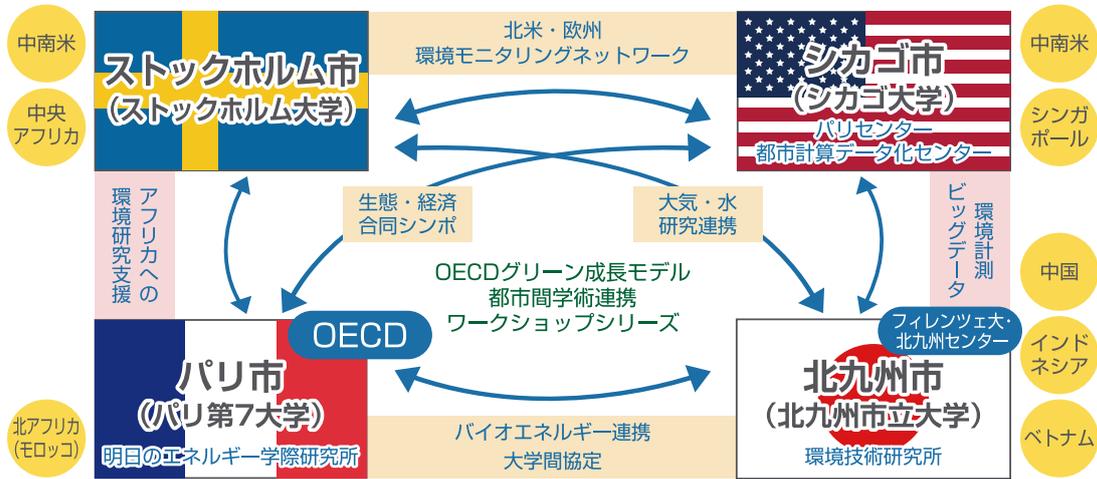
●城野ゼロ・カーボン先進街区形成事業
省エネ・創エネを備えたエコ住宅と、地域内のエネルギー
最適化による持続可能なタウンマネジメント



グリーン成長モデル都市：北九州～先進的環境・エネルギーの取組み～

4都市の大学による国際連携

パリ大学の中で環境・エネルギー研究において中心的な役割を果たすのが、パリ第7大学(パリデイドロ大学)の「明日のエネルギー学際研究所(略称: LIED)」および「パリ学際エネルギー研究所(略称PIERI)」である。エネルギー問題の学際的研究と社会へのソリューション提供に取り組んでいるパリ第7大学LIEDとは、本学の国際光合成産業化研究センター(センター長 河野 智謙 教授)が、「フードマイレージを都市における最小化した食料の生産・流通を実現する都市型農業でのエネルギー利用」の分野や「未利用植物を活用した再生利用可能なエネルギーの生産などに関する研究」に関して緊密な連携実績を持つ。この実績をさらに広い連携へと発展させていくことを相互に確認し、2017年5月に北九州市立大学とパリ第7大学は学術交流協定を締結した。



OECDグリーン成長モデル4都市の大学による環境・エネルギー研究連携構想

パリとシカゴの研究機関による「環境」と「経済」を切り口とした連携は、パリに拠点を有するユネスコ(国際連合教育科学文化機関)、パリ第7大学およびシカゴ大学との間で進められている。パリ第7大学キャンパス内には、シカゴ大学パリセンターが開設され、シカゴ大学のヨーロッパにおける研究拠点となっている。

将来のOECDグリーン成長モデル都市間のエネルギー研究に向けて、2016年9月からLIEDと北九州市立大学が連携し、まずはパリ・北九州・シカゴの3都市の研究連携を実現し、その後、最終的にはストックホルムを加えた4都市での「世界をリードする環境・エネルギーに関する学際的な国際連携のプラットフォーム」の構築を進めてきた。2017年3月29日に、4大学が一堂に会した最初のワークショップを、本学ひびきのキャンパスで開催した。各大学がそれぞれの都市において、環境とエネルギーに関してどのような取組を行っているかを紹介し、今後どのような形で共同研究を進めていくかについて、建設的な議論が行われた。この4大学のワークショップを、毎年、各都市で開催していくことが合意され、今回は、2018年5月にパリで開催予定である。

本特集においては、都市エネルギーマネジメント研究センターの柱となる研究テーマ「地域の需給特性に応じたエネルギーマネジメント支援システムの設計・開発」、「効率的なエネルギーの利用を目指した社会設計の実現」、「建物躯体を活用した次世代型冷暖房システムとその最適制御」のほか、多様な分野からアプローチする本学のエネルギー関連研究を紹介します。

OECDグリーン成長モデル4都市の大学による第1回ワークショップ

- 開催日 2017年3月29日
- 場 所 北九州学術研究都市

北九州市立大学、パリ第7大学、シカゴ大学、ストックホルム大学の研究者による環境・エネルギー研究連携のキックオフとして、第1回ワークショップを開催しました。

また、翌日に開催された北九州産業学術推進機構(FAIS)の主催による「超低炭素社会研究プラットフォームに関する北九州国際フォーラム」では、4大学によるハイレベル対話で今後の連携について確認をしました。フォーラムには、その他にも多くの国内外の大学・研究機関、国際機関、企業、国が参加し、国際的な研究プラットフォームの形成についてディスカッションが行われました。



(上)北九州国際フォーラムでの4都市の大学による対話
 (右上)同フォーラムでのOECD玉木事務次長による基調講演
 (右中)4大学研究者を含むワークショップ
 (右下)ワークショップメンバーによる視察

地域の需給特性に応じたエネルギーマネジメント支援システムの設計・開発

国際環境工学部 環境生命工学科

教授

松本 亨

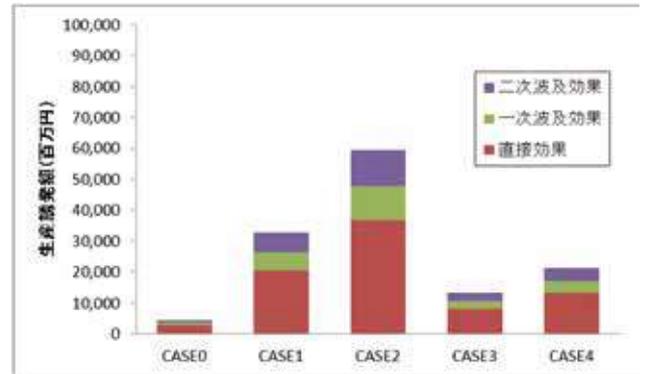
都市エネルギーマネジメント研究センター

副センター長

1. 背景

東日本大震災において大規模集中型エネルギーシステムの脆弱性が露呈したために、それ以降再生可能エネルギー等の活用を中心とした分散型エネルギーの導入が促進されている。これはリスク分散とともに、CO₂排出量の削減の意義も大きい。このような社会背景のもと、北九州市は、2013年より「北九州市地域エネルギー拠点化推進事業」に取り組んでいる。これは、低炭素で安定・安価なエネルギーを供給することを目指すものであり、地域エネルギー拠点の形成は市の成長を支える基盤として位置づけられている。

また、北九州市では、2015年12月に(株)北九州パワーが設立された。地域エネルギー会社によるエネルギーマネジメントには、安価な電力供給の他、地域資源の活用による経済効果や雇用創出、再生可能エネルギーの導入促進、需要側管理(DSM)の促進等の効果が期待されている。しかし、現実のマネジメントでは、需要データをもとにした電源選択に対して多くの部分を経験に基づいた運用がなされており、今後の供給量拡大にともなうエネルギーマネジメントに際しては、システム化ニーズが極めて大きい。



CASE 0:現状(化石燃料)
 CASE 1:薪ストーブ、CASE 2:薪ストーブ(間伐材も利用)
 CASE 3:木質ペレットストーブ
 CASE 4:木質ペレットストーブ(間伐材も利用)

図2 木質バイオマス利活用の経済波及効果の評価

2. 開発中のシステム概要

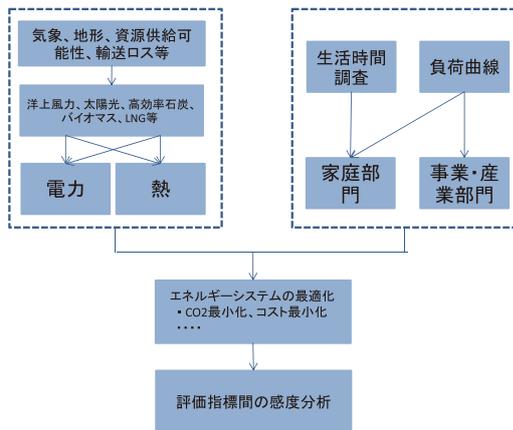


図1 エネルギーマネジメント支援システムの概要

支援システムは、①供給可能量の推計、②需要量の推計、③エネルギーシステムの評価、④最適化からなる(図1)。推計の時間単位であるが、季節別・時間帯別の推計とする。また、現時点に限らず、供給サイドのエネルギー源が順次拡大することを想定したシステムである。

- ①供給可能量の推計：現時点では廃棄物焼却発電と系統電力が対象となるが、将来的には、洋上風力発電、太陽光発電、高効率石炭火力発電、バイオマス火力発電、LNG火力発電も対象となる。発電時の排熱も対象である。
- ②需要量の推計：家庭部門は世帯あたり原単位、業務部門は床面積あたり原単位を用いて、年間の電力及び熱需要を推計する。また、月別、時間別の比率を用いて時間別需要を推計している。
- ③エネルギーシステムの評価：評価指標には、エネルギーコスト、CO₂排出量、エネルギー源の多様性指標、地域の経済波及効果・雇用創出効果が想定される。木質ストーブによる灯油代替の経済効果評価事例を図2に示す。
- ④最適化モジュール：コスト最小化とCO₂最小化の2つの目的関数を定式化し、最適化計算を行う。さらに、CO₂削減率の感度分析を行うことで、他の指標への影響を見る。

3. 想定されるシステムの適用例

- (1)北九州市地域エネルギー拠点化事業の効果分析
 上記①を制約条件とした上で、②を満たすエネルギーシステム構成を決定することになる。
- (2)ごみ発電のネットワーク化、小売事業化の効果分析
 市内に3ヶ所あるごみ発電のネットワーク化の効果として、系統電力からの買電量減少、FITから小売事業への移行による売電収入増加の効果を経済面と環境面から評価する。
- (3)ネガワット取引の効果分析
 家庭部門では、居住者属性、世帯特性とともに、生活パターンを考慮する必要があるが、これらを組み合わせる確率的な計算を行うことでデマンドレスポンス(DR)による需要の変化を推計可能である。事業部門、産業部門については、DRによって創出された省エネ(ネガワット)の取引を再現するために、マイナスのエネルギーコスト、マイナスのCO₂排出量として計算する。経済波及効果としては、省エネによるエネルギー削減コストの地域への環流を評価することとなる。

Profile

松本 亨

Toru Matsumoto

役職/教授
 学位/博士(工学)
 学位授与機関/九州大学

【連絡先】
 matsumoto-t@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
 環境システム工学、環境マネジメント論

■ 主要研究テーマ
 ・エネルギーシステム分析
 ・資源循環システムの評価、最適化
 ・環境意識と行動に関する分析
 ・アジアの都市環境問題に関するシステム分析

■ PR・その他
 環境システム分析の分野から、低炭素型都市システムや地域循環圏の研究を実施しています。ここで紹介したエネルギーシステムの他、資源リサイクルの低炭素効果分析、IoTを活用したリサイクルシステム高度化、静脈物流の低炭素化、環境保全行動の消費者意識分析等に取り組んでいます。また、アジア諸国が抱える環境問題、特に廃棄物問題、水環境問題、環境教育の強化も研究対象としています。主な対象国は、中国、インドネシア、モンゴルです。

トピックス

特集① 先制医療工学研究の展開

特集② エネルギー関連研究の展開

共同研究

国際連携

新任研究者の研究紹介

研究所データ

効率的なエネルギーの利用を目指した社会設計の実現に向けて

経済学部 経済学科 (環境技術研究所 兼務)
都市エネルギーマネジメント研究センター

准教授 牛房 義明
副センター長

1. はじめに

東日本大震災以降、各地の原子力発電所が運転を停止し、電力需給がひっ迫する状況が生じた。震災以前の日本のエネルギー政策の主な目的はエネルギーの効率的な利用、化石燃料使用の低減によるエネルギーセキュリティや二酸化炭素排出の削減でしたが、震災後は電力需給ひっ迫に直面したことから、電力需給バランスを意識したエネルギー管理や省エネ・節電が、震災以降、より重要な政策課題となりました。特に、電力需給バランスや節電を価格を操作することでコントロールできる可能性を経済産業省が次世代エネルギー社会システム実証で検証しました。北九州はその実証事業の一つの地域として選定され、2012年の夏から2014年の夏まで八幡東区の東田地区において、電気の需要量が多いとき(ピーク)の電気料金を高く設定して(ダイナミックプライシングと呼びます)、どれだけ当該エリアの居住者や事業所の電力需要が削減したかを検証するフィールド実証が実施されました。そして、この実証からいくつかのエビデンス(科学的根拠)が得られました。

2. ダイナミックプライシング(変動料金制)

北九州スマートコミュニティ創業事業の実証事業の一つであるダイナミックプライシングのフィールド実証が2012年度から2014年度まで実施されました。このフィールド実証では、需給ひっ迫時の電力需要を電気料金を引き上げることでどれだけ減らすことができるのかが検証されました。

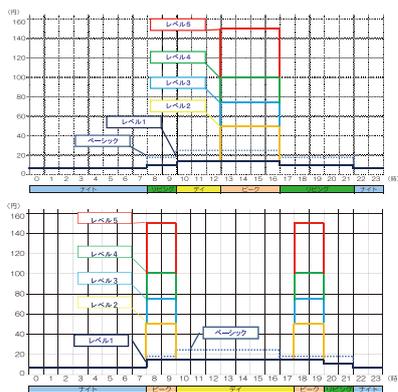


図1 家庭向けダイナミックプライシングの料金体系
図上:6月から9月の料金体系 図下:12月から2月の料金体系

図1は夏(6月から9月)と冬(12月から2月)のダイナミックプライシングの料金体系です。東田地区では30分単位で電力使用量が計測でき、無線でそのデータが転送されるスマートメーターが設置されていたため、1時間単位で電力料金の単価を変えることができます。このような料金体系を導入することで、東田地区の居住者1世帯当たりの平均電力使用量の削減率は次の図2のような結果になりました。このフィールド実証で明らかになったことは、電気料金を上げることで電力使用量を抑制することは可能で、さらに約9%から13%の電力使用量の削減が実現できたことです。



図2 2012年度の夏から2013年度の冬までの節電効果の結果

さらに図2の結果から読み取れることは、2012年夏は電気料金が50円/kWh、75円/kWh、100円/kWh、150円/kWhと上昇するにつれ、それぞれ9.0%、9.6%、12.6%、13.1%と電力使用量が削減しました。しかし、2012年冬、2013年夏は電気料金が上昇するにつれて、削減率が大きくならない現象がみられました。経済学では価格が上がるにつれて、需要量が減少するという「需要の法則」がありますが、その法則が今回の実証において途中から成立しなくなりました。

3. 今後の展開

この「需要の法則」がなぜ成り立たないのかについては、本学の国際環境工学部の加藤尊秋教授と一緒に解明しています。また、北九州スマートコミュニティ創業事業で培った技術やノウハウは小倉北区の城野地区にあるボンジョーノという住宅エリアにおいて脱炭素社会(ゼロ・カーボン)を実現するツールとして活用されています。私たちの研究成果は学術的な分野で認知してもらっただけでなく、様々な世代の市民、企業、行政、NPOなどに知って頂き、多くの関係者と連携して、エネルギーの地産地消、エリアレベルや個人レベルでの効率的なエネルギー利用、さらには脱炭素社会の実現に貢献できればと思います。

Profile



牛房 義明
Yoshiaki Ushifusa

役職/准教授
学位/修士(経済学)
学位授与機関/中央大学
【連絡先】
ushifusa@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
公共経済学、環境経済学、行動経済学
■ 主要研究テーマ
電力需給調整、ゼロ・カーボン、オフィスにおけるエネルギー効率などに関する経済分析
■ PR・その他
北九州で実施されたスマートコミュニティ社会実証において電力需給ひっ迫時に電気料金を上げることにより(ダイナミックプライシング)、どれだけ消費者の電力使用量を削減したかを定量的に分析しました。このような実際の生活の中で仮説検証を行うフィールド実証の手法を利用して様々な因果関係を明らかにする研究を行っています。

建物躯体を活用した次世代型冷暖房システムとその最適制御

国際環境工学部 建築デザイン学科 教授 白石 靖幸

1. 背景

近年、快適性と省エネルギー性を両立させる空調システムとして、放射冷暖房が国内でも多数導入されており、対象用途もオフィスから病院、展示施設等の他用途への拡がりをみせている。更に建築躯体(主にコンクリートスラブ)を放射・蓄熱部位として有効活用するThermo Active Building System (TABS, 躯体蓄熱型放射空調システム)の導入も試みられており、次世代型の空調システムとしても注目されている。当該システムは、躯体の熱容量を活かしたピークシフト効果により、系統貢献が期待できるだけでなく、熱源容量の縮小やイニシャルコスト削減にもつながる。また躯体利用によって天井仕上げを行わないため直接コストの削減や階高低減による間接コストの削減等も期待できる。更に他の放射空調同様に、ドラフトを感じない均一な温熱環境も実現可能である。

上記のように通常の放射冷暖房と比較して、TABSは高い省エネ・快適性やコストメリットを有しているものの、外調機(外気導入を担う空調機)と併用した場合の運用条件やTABSの制御方法に関しては不明な点が多く、今後の研究開発が期待されている。

2. 研究の概要

本研究では、図1及び図2に示す新築オフィスを対象に、(1) TABSと外調機を併用した場合の最適運用条件の提案、更には(2) TABSの最適制御方法を提案すると共に、(3) これらの有効性を数値シミュレーション技術を駆使して検証している。



図1 TABSを導入したオフィス

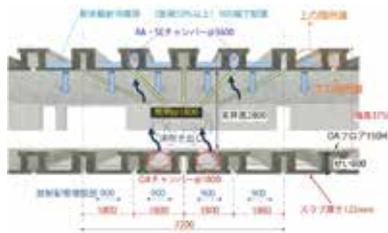


図2 対象オフィス基準階のTABS断面図

(1)では、人体の生理量を予測可能な体温調節数値人体モデル(以下、人体モデル)、オフィス空間における物理量を詳細に予測可能なCFD(Computational Fluid Dynamics)解析ツール、更に空調機の詳細な挙動及びエネルギー消費量を予測可能なES(Energy Simulation)ツールとの連成解析(図3)を用いて、室内温熱環境を良好な状態に保ちつつ、高い省エネ性を有するTABSと外調機の運用条件の組み合わせを決定している。即ち、室内環境側の目標値としては、人体モデルの皮膚温(温冷感との相関性が高い指標)とし、この皮膚温が快適域となるようなTABS及び外調機の出力(天井面温度及び室温)を決定している。

(2)では、TABSそのものが時間的に大きな遅れを伴った挙動を示すため、モデル予測制御を用い、オフィスの想定される負荷パターンに対して、天井面温度の変動を抑制し、安定化さ

せるTABSの入力(送水温度及び流量)パターンの決定手法を提案している。

(3)では、図3に示すような連成解析ツールを用いて、TABSのピークシフト運転等、TABSをより有効に活用しうる様々な運転手法に関する系統的な解析を実施し、提案する運用条件や制御手法の検証を行っている(図4)。

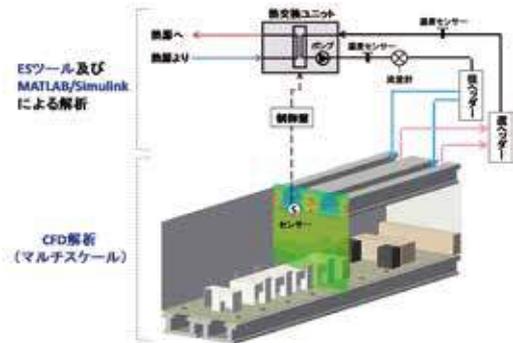


図3 連成解析ツールを用いた性能検証(基準階0.5スパン分を対象とした解析)

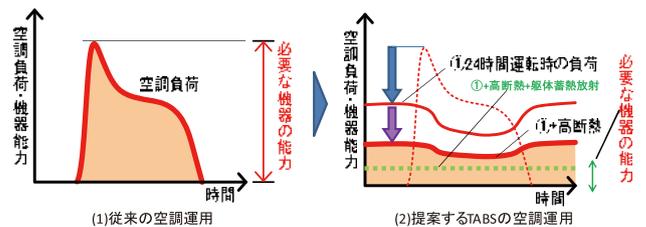


図4 空調運用方法の比較

3. 他機関との連携など

本研究は、大手設計事務所や放射パネルメーカーとの共同研究として実施しており、研究成果は最終的には対象物件のTABSの制御手法として実装する予定である。今後は既存物件の改修手法として施工性等を勘案したシステム開発も計画しており、本研究成果はその際の制御手法として採用することも視野に入れている。

Profile



白石 靖幸
Yasuyuki Shiraishi

役職/教授
学位/博士(工学)
学位授与機関/東京大学

【連絡先】
shiraishi@kitakyu-u.ac.jp

- 研究分野・専門
建築・都市環境工学, 建築設備
- 主要研究テーマ
各種空調システムの最適制御
放射空調システムの冷暖房能力推定
土壌熱交換システムの年間性能予測
- PR・その他
快適、健康、省エネ等のこれからの建築分野に求められる様々な要件を満足する住まいづくり、建物づくり、まちづくりに関する研究を行っています。近年では、特に空調設備を対象とした研究を中心に行っており、これらの研究成果を少しでも社会に還元できるように、建築プロジェクトを通じた企業との共同研究にも多数取り組んでいます。

動的スパースモデリングによる グリーン物流システムと超スマート環境都市

環境技術研究所 (国際環境工学部 情報メディア工学科 兼務) 教授 永原 正章

1. はじめに

近年のセンサ技術やクラウド技術の発展に伴い、IoT (Internet of Things) や第4次産業革命 (Industrie 4.0) などと呼ばれる技術が世界的に注目されている [1]。日本においても、2016年1月に閣議決定された第5期 (2016~2020年度) 科学技術基本計画において、Industrie 4.0を超える概念としてのSociety 5.0 (超スマート社会) が提唱されている [2]。

超スマート社会の実現には、情報技術やデータ科学だけでなく、計測や自動制御、およびシステムの理論や技術が重要である。分野横断的な共同研究を推進し、産官学が一体となって研究・開発を進めていくことが、日本の科学技術のさらなる発展に不可欠だといえよう。このような背景から、筆者は2016年度から富士通研究所と共同研究を開始し、省エネルギーを考慮した物流システム (これをグリーン物流システムと呼ぶ) の分散協調的な最適化を研究している。また、2017年度からは、超スマート環境都市の実現に向けて北九州を中心とした産官学の組織による共同研究・実証実験のプロジェクトを計画している。本稿では、これらの取り組みについて簡単に紹介したい。

2. 分散協調型の最適化

超スマート社会に向けた重要な技術のひとつとして、分散最適化がある。これまでのいわゆるビッグデータ分析では、ネットワーク上のデータを大規模サーバで集中的に収集し、大規模な最適化計算を行ってデータを分析することが想定されている。しかし、集中サーバ方式では、通信負荷の増加やセキュリティ脆弱性の問題が指摘されており、それを解決する手法として、フォグコンピューティングやエッジコンピューティングと呼ばれる分散最適化手法が近年提案されている。これらは、データ収集とデータ分析 (最適化計算) を局所的に配置された小規模または中規模のサーバで行う技術である。

また、超スマート社会では、システムの設計において、効率化だけでなく省エネルギーがきわめて重要な設計目標となる。ここで、省エネルギーとは、エネルギー消費を抑えることはもちろんのこと、CO₂など有害物質の排出や騒音などを削減することを意味する。そのような目標を達成するような制御系設計法として、近年、スパース最適制御 (maximum hands-off control) の理論を基礎とした動的スパースモデリングが提唱され、その有効性が示されている [3,4]。筆者は富士通研究所との共同研究で、動的スパースモデリングの技術を物流システムの入出荷計画問題に適用した。動的スパースモデリングの技術を使うことにより、移動量をなるべく少なくするような物流最適化が可能となる。筆者が開発した最適化技術により、高速にこのような計算ができるようになった。

3. 超スマート環境都市の実現に向けて

1901年の官営八幡製鉄所の操業から日本の産業革命 (Society 3.0) が始まった。その後、北九州は公害の克服を経て、環境先進都市として国内外から注目される都市に生まれ変わった。このような背景から、企業利益・効率を最上位に据える第4次産業革命 (Industrie 4.0) を超える概念としての超スマート社会 (Society 5.0) では、人間の生活と社会環境の向上を最上位の目標とすべきである。

動的スパースモデリングの技術を始めた人工知能・計測制

北九州の過去、現在、そして未来



図1 産業革命 (Society3.0) から超スマート環境都市 (Society 5.0) へ (図は北九州市立大学大学院マネジメント研究科(K2BS)の網岡健司特任教授から提供)

御技術は超スマート社会の実現に必須の技術である。この技術を基盤とした超スマート環境都市の実現を目指して、筆者らは現在、北九州産業学術推進機構 (FAIS) や北九州市内の企業などと共同で産官学連携プロジェクトを計画している。興味のある方は、ぜひ永原までご連絡いただきたい。

【参考文献】

- [1] E. A. Lee and S. A. Seshia, *Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach*, 2nd edition, MIT Press, 2016.
- [2] 内閣府ホームページ, 科学技術基本計画, <http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html>
- [3] M. Nagahara, D. E. Quevedo, and D. Nesić, Maximum hands-off control: a paradigm of control effort minimization, *IEEE Transactions on Automatic Control*, 61(3), 2016.
- [4] 永原, 最適制御とスパースモデリング, *IEICE Fundamental Review*, 10(3), 2017.

Profile



永原 正章
Masaaki Nagahara

役職/教授
学位/博士 (情報学)
学位授与機関/京都大学

【連絡先】
nagahara@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
自動制御、人工知能、スパースモデリング

■ 主要研究テーマ
自動制御や人工知能、スパースモデリングなどの基礎理論を研究するとともに、物流システムや電力ネットワーク、社会システムなどへの応用研究も推進しています。

■ PR・その他
自動制御理論の信号処理への実応用に対して、2012年、IEEEの制御システム部門より国際賞である Transition to Practice Award を日本人で初めて受賞しました。基礎理論から実社会への実装まで、幅広く研究を進めています。

炭酸ガスを原料とするメタノールの高効率合成法(ICRプロセス)の開発

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

メタノール(CH₃OH)は、合成繊維及び合成樹脂などの原料あるいはアルコール燃料として使用される基礎化学品であり、現在の世界生産量は年間約6000万トンである。また現行の利用法に加え、メタノールを水蒸気改質して水素を取り出し、燃料電池に用いることで、電気エネルギーとして利用するなどの未来のクリーンエネルギーとしても注目を浴びており、今後も需要の伸びが見込まれている。メタノールは古来木質の乾留で得られていたが、現在はほとんど全てが天然ガスを水蒸気改質して得られる合成ガス(水素(H₂)と一酸化炭素(CO)の混合ガス)を原料とし、銅-亜鉛系の固体触媒を用いて加圧下で合成されている(式(1))。すなわち、原料は化石資源に由来しており、最終的に製品や燃料が焼却されれば炭酸ガス(CO₂)の増加を招く。しかし、再生可能エネルギーを用いてCO₂をメタノールに転化することができれば、化石資源を使用しない低環境負荷のエネルギー媒体になり得る。CO₂からメタノールを合成するためには、現行法のCOの場合と同様にH₂が不可欠である(式(2))。筆者らは、このH₂の製造には、太陽光など自然エネルギーで得られた電力による水の電気分解や光触媒による水分解などを想定している。



COからのメタノール合成反応は平衡的に生成系に不利な反応であるため、現行のプロセスでは50~100気圧のもとで未反応ガスを数回リサイクルさせて、高転化率を得ている。従って経済性を高めるためには、大規模な製造設備が必要である。CO₂を原料とする場合には、平衡の制約はさらに厳しいものとなり、現行法の延長線上では経済性を満足せず、工業化は困難である。

筆者らは、H₂/COからのメタノール合成を、リサイクルを必要としない小規模プロセスで実施可能な方法として、内部凝縮型反応器(Internal Condensation Reactor, ICR) [1]を開発している。これは、メタノールのように低温下で凝縮する生成物を反応器内で液体にすることで平衡の制約を取り除き、高い転化率を得ようというものである。本稿では、このシステムを用いるCO₂からの高効率メタノール合成プロセスの開発について紹介する。

2. 内部凝縮型反応器(ICR)の概要

図1, 2に、試作したICRの外観と内部の模式図をそれぞれ示す。図2は円筒形反応器の垂直断面の半分を示しており、左端が反応器の中心、右端の冷却面の外側が反応器の外部である。触媒は、通気性のよい断熱拡散膜で覆われた反応器の中央部に充填されている。拡散膜の外側には空間があり、膜の反対側は水冷された冷却面となっている。H₂/CO₂の原料ガス(C)は触媒層の上部より供給され、層内で反応して生成物のメタノール(M)と水(W)が生じ、この温度圧力条件下での平衡濃度に達する。拡散膜のない通常の反応器では、反応はここで停止し、平衡組成の混合ガスが得られる。拡散膜で隔てられた空間があると、触媒層との間に濃度の差があるため、膜を通して物質が流出することができ、触媒層での生成物濃度が下がるので、反応をさらに進めることができる。しかし触媒層と空間の温度が等しいときは、濃度勾配がなくなったところ、すなわち平衡濃度に達したところで反応は



図1 内部凝縮型反応器(ICR)試作器の外観



図2 ICR内部の模式図

停止し、結局は平衡制約を逃れることができない。これに対しICRでは、冷却面を設けているので、低温に冷却された凝縮性のメタノールと水は液化し、重力により反応器下部へ移動して排出される。これにより、空間内のメタノールと水の濃度は常に触媒層よりも低い状態に保つことができるので、これらの触媒層からの流出が促進され、反応をさらに進めて平衡転化率を超えることが可能となる。

3. 実験室規模での実証実験と今後の展開

図3にICRと従来型反応器における原料H₂/CO₂比とCO₂転化率との関係を示す。230℃ 3 MPaの条件下では、H₂/CO₂比3~6の間で式(2)におけるCO₂の平衡転化率は約20~30%であり、従来型の反応器ではこれに近い値が得られた。このとき、逆水性ガスシフト反応(式(3))も同時に進行していたため、メタノール収率はこれよりも6~8%低い値であった。



一方ICRでは、約35~50%の値が得られており、平衡を超えてCO₂が転化していることが分かる。図4にそのとき得られた生成物の収率を示す。この場合も式(3)によるCOの生成が認められたが、メタノールの収率は式(2)における平衡値を超えており、最大収率は約40%に達し、実験室規模での高効率合成が実現された。

以上のようにICRプロセスにより、高効率でCO₂からメタノールが得られることが明らかとなった。今後は、システムの運転条件の最適化を図るとともに、副生する水による劣化を受けにくい耐水性の触媒の開発を進め、スケールアップを通じて実用化に取り組んでいく予定である。

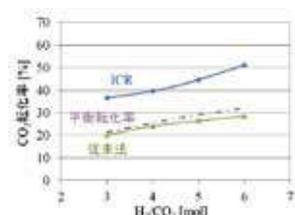


図3 ICRと従来型反応器によるCO₂転化率の比較

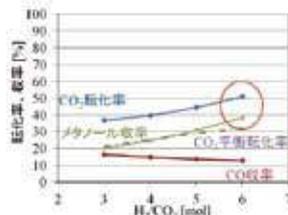


図4 ICRで得られた生成物の収率

【謝辞】

本開発研究は、小俣光司島根大学教授を代表とするJST-ALCAプログラムにより、(一社)HiBD研究所と共同で実施した。

[1] 藤元薫、朝見賢二、黎曉紅、特許4487103号 (2010)。

Profile



朝見 賢二
Asami Kenji

役職/教授
学位/工学博士
学位授与機関/東京大学

【連絡先】
asami@kitakyu-u.ac.jp

■ 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。ICRプロセスによる高効率メタノール合成法が実用化されるよう、さらに開発を進めてまいります。

光エネルギーによる物質変換技術に革新を！ 過剰な電子を含む酸化チタン光触媒

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

人類が直面する環境・エネルギー問題を解決する低炭素社会を実現するうえで、太陽光エネルギーの変換・貯蔵技術の開発が最大の課題です。その本命中の本命が、半導体光触媒による水分解技術です。太陽電池と同様に、半導体光触媒が紫外光や可視光を吸収すると、励起電子(e^-)と正孔(h^+)といった電荷が空間的に離れた状態が生成します(図1)。この電荷分離状態は、いろいろな化学反応(酸化還元反応)を起こすことができます。例えば、植物が光合成で水から酸素をつくって二酸化炭素の還元反応から有機物をつくるように、水から酸素をつくる($H_2O + 2h^+ \rightarrow 1/2O_2 + 2H^+$)と同時に水素イオンの還元反応で水素をつくる($2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$)ことができます。再生可能エネルギーである太陽光と、循環型資源の水さえあれば燃料となる水素を作ることができ、光エネルギーを貯蔵・運搬が可能な化学物質に変換したことになります。使いたいときに使いたい場所で再生可能エネルギーを使うことができるため、燃料電池を基盤とした低炭素社会を実現できると期待されています。しかし、光の利用効率の面で光触媒技術にはまだまだ課題が多く、これからの研究開発が重要です。

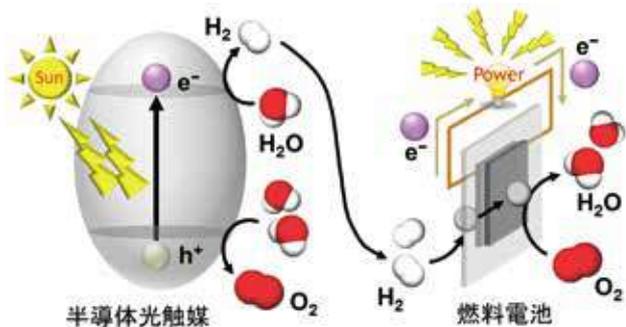


図1 半導体光触媒を用いた太陽光水分解による水素製造($H_2O \rightarrow H_2 + 1/2O_2$)と、燃料電池を用いた水素循環型社会の構築

2. 酸化チタン光触媒の高性能化

北九州市立大学では、古くからよく知られた光触媒材料である酸化チタン(TiO_2)について、従来からの「常識」にとらわれない新規手法によって高活性化・高効率化することに成功しました。光触媒を高温焼成した場合の失活機構の研究をヒントとして、水素還元処理という新しい活性化手法を開発しました(図2)。水素雰囲気中で熱処理すると、酸素欠陥(V_o)と水の生成に伴って伝導電子や3価のチタン種(Ti^{3+})が生成するため、 TiO_2 粉末が灰色に着色します。過剰な電子が TiO_2 粒子中に蓄積することで、電子伝導性が向上するとともに、粒子表面に空間電荷層の電位勾配(バンドの曲がり)が形成します。この二つの効果によって、励起電子と正孔の電

荷分離が促進され、光触媒活性が大きく向上することがわかりました。この水素処理の手法によって、低活性で知られる低比表面積のルチル型 TiO_2 粒子を高活性化できるようになり、金属ドーパ型 TiO_2 などの可視光応答性光触媒や半導体電極へ応用展開が可能となりました。

比較的長い TiO_2 の研究の歴史のなかで、高比表面積かつ高結晶性の光触媒がよいと考えられてきました。これに対して、低比表面積のルチル型 TiO_2 にあえて結晶欠陥を導入することで、通常の TiO_2 粉末では電子密度が低く粒子径も小さいために形成させることが困難であったバンド曲がり形成させ、励起電子と正孔の電荷分離を促進させることに成功しました。低炭素社会実現のためのキーテクノロジーである光触媒材料の高性能化に新たな道筋をもたらすとして、その革新性が学術的に高く評価されています。



図2 過剰な電子を含むルチル型 TiO_2 光触媒の電荷分離機構

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

【連絡先】
amano@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
触媒化学、光電気化学、エネルギー化学
■ 主要研究テーマ
・新しい光化学反応プロセスの開発
・光触媒や半導体電極の高性能化
■ PR・その他
京都大学工学部卒業。北海道大学を経て、2011年より研究室を主宰。2015年より科学技術振興機構さきがけ研究員を兼任。主な受賞に「第6回 Honda-Fujishima Prize」、「平成29年 触媒学会 学術奨励賞」がある。

多様な炭素資源から化成品製造のための新規固体触媒の開発

国際環境工学部 エネルギー循環化学科 准教授 今井 裕之

1. 産業と炭素資源

近代から現代までの産業は、石炭化学から石油化学へと化学技術の変遷が見られつつも、炭素資源の化成品への変換技術の革新とともに発展を遂げていきました。現在も、ガソリンを始めとする燃料、繊維、プラスチック、医薬品、化粧品、カーボンファイバーなど、身近に接するものから普段は目にしないものまで、多種多様な製品が炭素資源を利用して製造されています。現代産業では、利用しやすさの点から“石油”が炭素資源の主体となり、あらゆる方面で利用されている一方で、埋蔵地域は非常に限定的です。加えて、近年の世界的なエネルギー・資源消費量の増大および地下資源の埋蔵量の有限性から、炭素資源は現代産業にとって必須である一方で、将来に渡る継続的な利用に不安が残されています。現在の世界的な情勢から、炭素資源の長期的な利用を考慮すると、①石油から得られる炭素資源を全て無駄なく効率的に利用すること、②石油以外の炭素資源を石油と同じように利用することが必要であり、これらを実現するための化学技術の革新と発展が最重要課題となります。

本稿では、多様な炭素資源を活用するための技術を開発し、将来的には産業に繋げていくために筆者が取り組んでいる研究について紹介します(図1)。

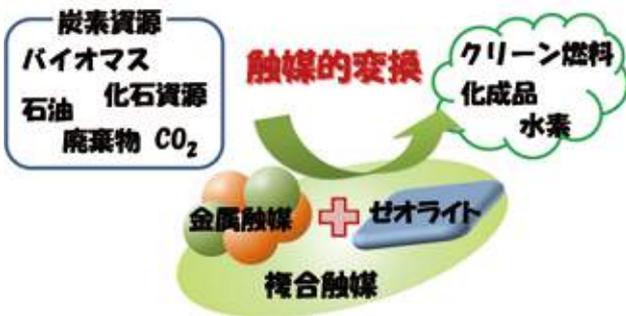


図1 炭素資源の触媒変換による化成品製造(研究の取り組み)

2. バイオマスから化成品合成のための固体触媒開発

炭素資源は、石油をはじめ石炭や天然ガスといった炭素を主成分とする化石資源(地下資源)が主な対象とされていますが、近年では、動植物やそこから派生するバイオマス全般、さらにはCO₂までも炭素資源として活用するための技術開発が進められています。バイオマス利活用の一例として、醗酵で得られるバイオエタノールが上げられます。現状では、ガソリンとの混合で燃料として使用されますが、化成品原料として利用することで、用途の拡大が図れます。本研究室では、エタノールを出発として、合成ゴムや合成樹脂の原料として高い需要が見込まれる1,3-ブタジエンを直接製造する固体触媒の開発を行っています。従来の触媒ではアセトアルデヒドのみの生成であるのに対し、開発した新規触媒を用いることで、ブタジエンの直接合成に成功しています(図2)。

また、バイオマスの利活用として、植物油から液体燃料油(バイオディーゼル)の製造が広く行われています。現状で用いられている触媒では、ディーゼル留分のみが得られます。本研究室では、液体燃料としての用途を拡充するた

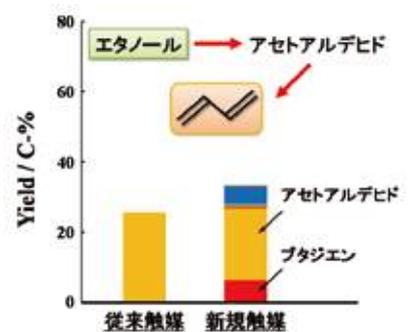


図2 エタノールからブタジエン合成

め、固体触媒の開発を行っており、菜種油を原料としてガソリンやジェット燃料を多く製造することに成功しています(図3)。これは、開発した触媒では、植物油からディーゼル油への変換、さらにディーゼル油のガソリンやジェット燃料油へのアップグレードを連続的に起こすことができるためです。

より変換効率の高い固体触媒を開発するために、合成・分析・反応を組み合わせた研究に取り組んでいきます。

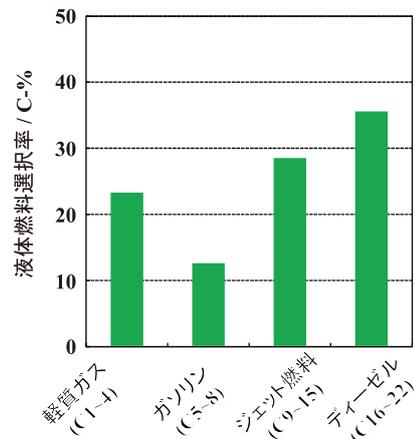


図3 菜種油から液体燃料油の製造

Profile



今井 裕之
Hiroyuki Imai

役職/准教授
学位/環境科学博士
学位授与機関/北海道大学
【連絡先】
h-imai@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
触媒化学、無機材料化学、資源化学
■ 主要研究テーマ
・新規固体触媒の開発と触媒反応プロセスへの応用研究
・多孔質材料の開発および機能化
・多様な炭素資源の有用化学品への変換研究
■ PR・その他
石油をはじめ化石資源の高効率活用、バイオマスなどの化石資源以外の炭素資源から工業化学品の製造は将来に渡って克服すべき課題です。課題解決のため、環境負荷を低減した化学品や燃料の新規製造プロセスの構築、原子・分子レベルで精密に制御した新しい固体触媒材料の開発研究に取り組んでいます。

持続可能なエネルギー社会構築を目指した触媒技術の開発

国際環境工学部 エネルギー循環化学科 教授 黎 暁紅

1. 背景

我々の生活および社会発動には、エネルギーの存在が欠かせません。しかし、人口増加や、経済成長に伴い、世界のエネルギー消費量は急速に増えています。地球の中に限るエネルギー資源を有効利用していくのは、今後の大きな課題となっています。また、地球温暖化問題の原因である温室効果ガスの中に、最も大きな割合を占める二酸化炭素の排出を抑制する「低炭素社会」の構築することが急務です。本研究室では、石油以外の炭素資源を原料とした、クリーンで高品位ガソリン・ディーゼル、メタノール、水素などを合成する固体触媒プロセス(図-1)の開発を目指し、触媒の組成・構造と性能の関係を原子・分子のレベルで研究しています。

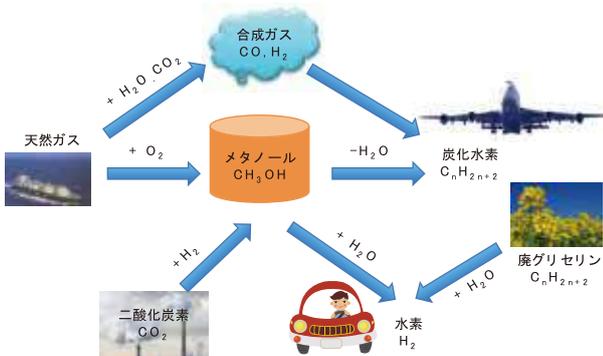


図-1 研究マップ

2. 研究例1 二酸化炭素から炭化水素への合成

工場から排出されるCO₂を、水力あるいは太陽などの自然エネルギーから水の電気分解により製造した水素と反応させ、メタノール合成触媒と水素化・重合触媒(ゼオライト)のハイブリッド触媒を利用して、メタノール合成反応とメタノール水素化反応のハイブリッド反応より、メタノール合成反応の化学平衡を生成物側にシフトさせながらガソリン留分の炭化水素の合成を継続できる触媒およびプロセスの研究開発を行なっています。生成した炭化水素は石油代替燃料として、直接に利用できます。(図-2、図-3)

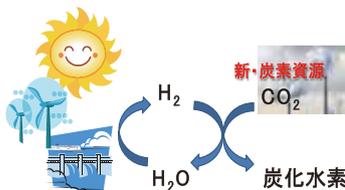


図-2 二酸化炭素からの炭化水素合成のイメージ図

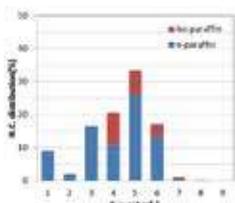


図-3 生成した炭化水素の炭素数分布
特許【公開番号】特開2014-51472 (P2014-51472A)、炭化水素の製造方法、出願者:公益財団法人北九州産業学術進行機構、発明者:黎 暁紅、他2人。

3. 研究例2 バイオ水素製造用触媒の開発

バイオマスから水素、および炭化水素を製造する過程に水蒸気改質用触媒の研究開発はとても重要です。本研究室では、バイオマスの乾留液、或いはバイオメタノールを効率的に水素へと変換し、高い収率で水素が得られる高性能触媒の研究開発を行っており、この研究は「新エネルギーベンチャー技術革新事業」にも採択されました。従来このプロセスに用いられてきたCu/ZnO系触媒は、耐熱性が乏しいため、システムの頻繁な起動・停止による経時的な性能劣化が著しいでした。そこで黎研究室では、触媒の耐久性の向上を目指すと同時に、高い活性・選択性も併せ持つナノ構造触媒(図-4)の研究開発を行っています。本研究で開発した新しい触媒を用いてメタノールの改質実験を行なった結果、比較的高い改質温度においても安定な触媒活性を示し、活性劣化はほとんど見られません。また、望ましくないCOの生成は数千ppm以下であり、メタンの生成も検出されておられません。

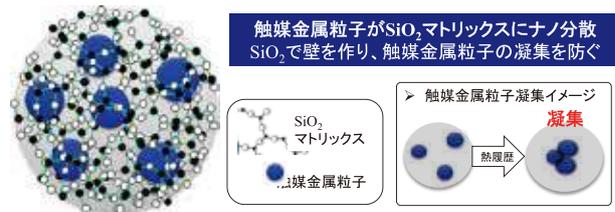


図-4 水蒸気改質用ナノ構造触媒のイメージ図

4. おわりに

本研究室で行われている2つ研究例を簡単に紹介しました。もちろんここで紹介した研究以外にも天然ガスや石炭由来の合成ガスから炭化水素の製造プロセス(GTL, CTL)および触媒の開発に関する研究が行われています。興味を持たれた企業方やもしくは志望する学生は、問い合わせ先へご連絡ください。

Profile



黎 暁紅
Xiaohong Li

役職/教授
学位/工学博士
学位授与機関/東京大学

【連絡先】
lixiaohong@kitakyu-u.ac.jp

- 研究分野・専門
触媒化学
エネルギー化学
- 主要研究テーマ
バイオマス、スーパークリーンディーゼル燃料の合成(Fischer-Tropsch合成)、高品位ガソリン合成、メタノール合成、エッグシェル触媒、ナノ構造触媒
- PR・その他
石油以外の炭素資源を原料とした、クリーンで高品位ガソリン・ディーゼル、LPG、水素などを合成する固体触媒プロセスの開発を目指し、触媒の組成・構造と性能の関係を原子・分子のレベルで研究しています。

燃料電池性能の非接触診断法の開発

国際環境工学部 機械システム工学科 教授 泉 政明

1. 燃料電池の現状

燃料電池は小容量でも発電効率が高く、このため二酸化炭素の削減が可能であり、更に静粛性、多様な燃料利用および窒素酸化物や硫黄酸化物等の大気汚染物質の排出量削減などの利点を持っています。このため環境・エネルギー問題の技術的な解決手段として期待されています。我が国では2009年に家庭用燃料電池“エネファーム”の市販が開始され、2016年度末には累積販売台数20万台を突破しました。また、2014年に販売を開始した燃料電池自動車も販売台数を着実に伸ばしています。

2. 大量生産への課題

このように燃料電池の普及期に入り、燃料電池の大量生産が始まろうとしています。生産現場において品質管理が厳しさを増していますが、大量生産に対応した検査方法が確立されていません。これは燃料電池が膜電極接合体と呼ばれる発電素子を数十枚から数百枚積層した構成(図-1)であることも原因の一つです。この中で1枚でも発電性能の低い膜電極接合体が存在すると燃料電池全体の性能を下げてしまいます。性能検査には膜電極接合体各々に電圧測定端子を接続し電圧値を測定しなければなりません、多くの手間と時間を要し現実的な方法とは言えません。

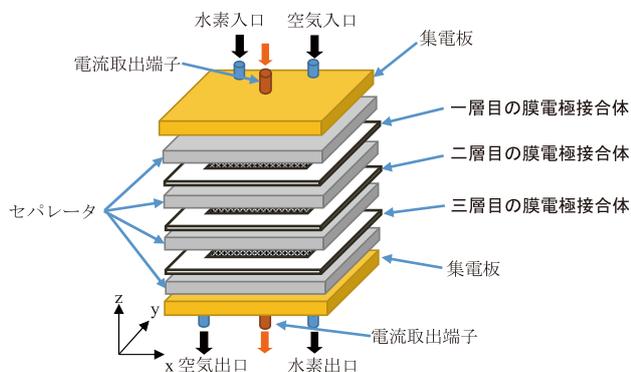


図-1 3層の膜電極接合体を積層した燃料電池の構成

3. 非接触診断法

私の研究室では、燃料電池の発電状態を外部から非接触で、しかも容易に瞬時に診断できる技術の開発を行っています。この診断法では、燃料電池の発電時にその周囲に形成される磁界を磁気

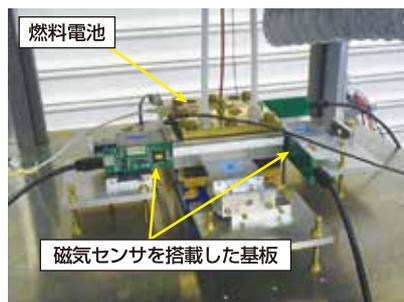


写真-1 燃料電池性能の診断中の写真

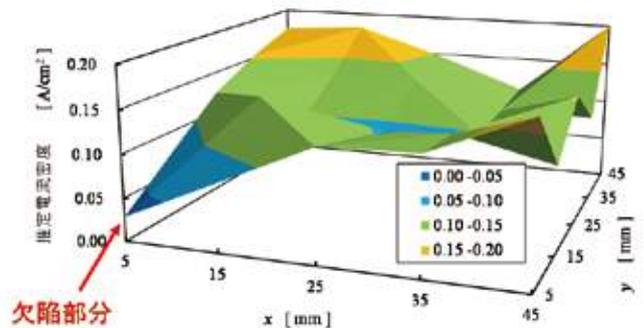


図-2 膜電極接合体の電流分布(左角の部分が欠陥箇所と検出できた例)

センサで測定し(写真-1)、測定した磁界分布から逆問題解析により燃料電池内部の電流分布(図-2)を求めます。この電流分布から発電状態を診断します。例えば、燃料電池内に何らかの欠陥があると、その箇所は特徴的な低い電流値を示すために欠陥箇所を同定することが可能になります(特願2016-177184)。欠陥を持つ膜電極接合体がわかれば、この膜電極接合体を良品と交換することにより燃料電池の性能を回復させることが可能になります。

4. 普及拡大に向けて

現在、この診断法により3層の膜電極接合体を積層した燃料電池内の10 mm × 10 mmの寸法の欠陥を検出することに成功しています。今後は更に分解能を高め小さな欠陥まで検出できるよう改良を進めていきたいと考えています。これは小さな欠陥が燃料電池を使っている間に大きくなり、燃料電池の寿命を短くすることが予想されるからです。この診断法を燃料電池の品質管理技術として確立し、燃料電池の普及拡大に貢献していきたいと考えています。

Profile



泉 政明
Masaaki Izumi

役職/教授
学位/学術博士
学位授与機関/岡山大学
【連絡先】
izumi@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
熱工学、エネルギー変換、燃料電池
■ 主要研究テーマ
燃料電池内部の物質移動
燃料電池の製造法
■ PR・その他
燃料電池の製造、発電、出力制御など幅広い試験・実験を行えるよう設備を整えています。燃料電池に興味がある方、燃料電池がどのようなものかを知りたい方、あるいは、ある程度知っているがもう少し深く知りたい方、このような方々の個別の要望に応じた短期間の研修も行っています。

形状記憶合金を用いた布状アクチュエータの開発

国際環境工学部 機械システム工学科 准教授 長 弘基

1. はじめに

形状記憶合金(SMA)は「変形させても加熱により形状が元に戻る」という特異な性質を持つ合金です。図1に示すように、形状記憶合金細線を使用した筒状メッシュは変形させても加熱により元の形状に回復していることがわかります。数ある形状記憶合金の中でもTi-Ni系形状記憶合金は機械的特性、繰返し特性、生体適合性に優れるだけでなく、形状回復時に筋肉の1000倍以上という、非常に大きな単位体積あたりの出力を示すため、例えば民生・工業分野では炊飯器の調節工や新幹線のブレーキシステム、医療分野では自己拡張型ステントやガイドワイヤーなど幅広く応用がなされています。



図1 形状記憶合金細線による筒状メッシュの変形と形状回復

形状記憶合金は加熱により変形を回復しますが、この形状回復は通電による抵抗加熱によっても行われるため、形状記憶合金は通電により動作するアクチュエータ素子としての応用が期待されています。私たち研究グループは、形状記憶合金を用いたアクチュエータ機器の研究を行っており、これまでに、従来の形状記憶合金アクチュエータでは不可能であった、任意位置への移動・保持制御を可能とする「抵抗値フィードバック制御法」を確立しております。この手法はスマートフォン用カメラの手ぶれ補正装置などにも応用されております。しかしながら、本制御法は制御手法の制限により、形状記憶合金の細線1本(出力約0.15kgf)のみを使用する必要があり、より大きな出力を必要とする用途に使用できないという問題点がありました。

そこで、形状記憶合金の細線と、電気的絶縁性を有するアルマイトを被膜させたアルミ細線を編み合わせることで、新たな位置保持制御可能な形状記憶合金アクチュエータ素子である「布状形状記憶合金アクチュエータ素子」を製作、この素子を用いた位置保持制御が可能なアクチュエータ(図2)を設計・試作しました。このアクチュエータは長さ300mmの50本の形状記憶合金細線からなり、出力を測定した結果、動作距離10mm、出力7.0kgfを確認でき、ほぼ設計時に算出した理論

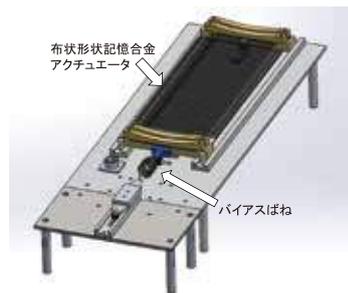


図2 布状形状記憶合金アクチュエータ素子を用いた試験用アクチュエータの3DCAD図面

出力と動作距離を有していることが確認されました。

この布状アクチュエータ素子は布状であるため、3次元的な変形動作も可能なアクチュエータ素子として活用することもできます。そのため、現在急速に進む高齢化や、労働作業負荷の軽減に対応するために研究開発が行われている「ウェアラブルアシストスーツ」(図3)への応用が期待されます。表1にアシストスーツ用駆動素子の性能比較表を示しますが、布状形状記憶合金アクチュエータ素子は出力ではモーターに劣るが軽量であり、ゴムなどには重量で劣るが出力では勝り、ゴムやモーターとは違う特徴を持つことがわかります。そのため、モーターやゴムと組み合わせることでより高性能なアシストスーツを開発するための駆動素子としての活用が期待できる素材であり、現在、さらなる研究開発を行っております。



図3 布状形状記憶合金アクチュエータ素子を用いたウェアラブルアシストスーツ

表1 ウェアラブルアシストスーツ用駆動素子の性能比較表

	出力(1箇所あたり)	重量(バッテリー含)	駆動制御	消費電力
モーター	◎ (15kgf以上)	△ (5kg以上)	◎	△
SMAメッシュ(試算値)	○ (5~15kgf)	○ (1~3kg)	◎	○
ゴム(高分子材料)	△ (5kgf以下)	◎ (1kg程度)	△	◎

Profile



長 弘基
Hiroki Cho

役職/准教授
学位/博士(工学)
学位授与機関/筑波大学

【連絡先】
h-cho@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
金属材料学、金属組織学
■ 主要研究テーマ
・形状記憶合金を用いたアクチュエータの研究開発
・形状記憶合金を用いた医療・福祉機器の研究開発
・形状記憶合金の高機能・高性能化のための基礎研究
■ PR・その他
変形後、加熱すると変形前の形状に戻るという特殊な特性を持つ形状記憶合金は、そのユニークな特徴と、生体内での安定性が非常に高いことから、炊飯器の調節口や携帯電話のアンテナなど民生・産業製品だけでなくステントなどの医療分野にも幅広く応用されております。そこでこの形状記憶合金の高性能化、および新たな応用としての形状記憶合金を用いたアクチュエータ・新たな医療機器などの研究開発を行っております。

新しい自動車用排熱回収システムの提案

国際環境工学部 機械システム工学科 教授 吉山 定見

1. 研究背景

今日、CO₂排出量の低減は先進国・発展途上国を含めた地球規模の課題となってきた。そこで、自動車用動力源としても燃料電池やバッテリー(蓄電池)などを用いる次世代自動車の開発が各国で進められており、今後、内燃機関が占める割合は減少していく傾向にあることは確かである。しかしながら、2040年頃までは自動車用動力源の大部分は内燃機関であるという予測もされている。従来型の内燃機関を用いた自動車がすでに全世界に普及していることから、自動車1台当たりのCO₂排出量を削減していくためには、この内燃機関の燃費向上は急務ともいえる課題である。内閣府SIPの中で「革新的燃焼技術」という国家プロジェクトが進行しているが、「2020年までに内燃機関の熱効率を50%にする」という目標を掲げ、内燃機関における燃焼改善技術の研究開発が産学官連携のもと進められている。現在、最新の自動車用ガソリンエンジンの平均的な熱効率は35%程度である。したがって、燃料がもつエネルギーの65%は利用されずに大気中に放出されている。そこで、捨てられている排熱を有効利用するために排熱を熱源とする排熱回収システムが数多く提案されている。これまでもランキンサイクル、スターリングサイクル、熱電素子などのシステムが提案されてきた。しかしながら、エネルギー回収率、装置のコストなどの課題も多く、いまだ実用化には至っていない。先に述べた熱効率向上を燃焼改善技術のみで達成することは難しく、燃焼改善以外の試みとして排熱回収システムの研究開発にも注目が集まっている。

2. 排熱回収システムの概要

提案する排熱回収システムの装置概略図を図1に示す。量産エンジンから排出される高温の燃焼ガスは熱交換器において高圧ポンプで加圧された動作流体(水)を加熱し、高温高圧となった液体(水)をレシプロエンジン(SLFB Engine)内に噴射し、フラッシュ蒸発を発生させる。さらに、シリンダ内でフラッシュ蒸発しなかった飽和液を高温に加熱したシリンダ壁面により加熱蒸発させる。これらの2つの蒸発現象により体積変化を発生させ、ピストンを押し下げることにより動力を発生させる蒸気機関を提案している。ここで、熱交換器において低圧ポンプにより供給された熱媒体オイルが加熱され、高温の熱媒体オイルによりシリンダ壁面を加熱することにより、排熱からのエネルギー回収率を向上させている。本システムは排熱を高温高圧水および高温オイルにて貯蔵することが可能であり、任意のタイミングで高温高圧水をシリンダ内に噴射することで動力を発生させることができるため、負荷変動に対する応答性を高くすることもできる。また、レシプロエンジンを用いることで既存の内燃機関等の技術を活用できるため、生産コストなどを低く抑

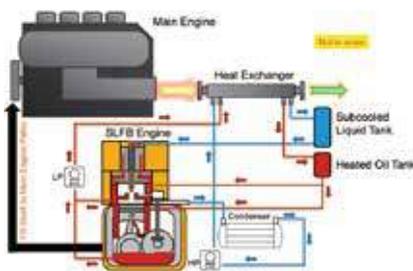


図1 提案する排熱回収システムの装置概略図

えることも可能である。また、ランキンサイクルシステムに比べて装置全体を小型化することも可能であると考えている。

3. 現在の進捗状況(地元企業との連携)

試作した排熱回収システムおよびフラッシュ蒸気機関の外観を写真1および2に示す。現在、市販されている発電用単気筒エンジンに延長ピストンと延長シリンダブロックを追加し、さらにディーゼルエンジン用のコモンレールインジェクタを改造した噴射装置を追加し、シリンダ内圧力や各位置での温度変化などを測定し、フラッシュ蒸気機関の性能評価試験を行っている。また、排熱回収のための熱交換器の試作については北九州市内の(株)山一製作所のご協力を頂いている。本排熱回収システムは新しい熱機関システムであり、熱交換器、蒸気機関、噴射装置、高温用加圧ポンプなどの開発すべき部品も多く、基礎的なデータを取得しながら、地元企業をはじめ、多くの企業と連携をしながら、研究開発を進めていきたいと考えている。本研究は共同研究者であるダミング・ハワビタラネ博士の研究成果によるところが大きい。詳細については文献を参照していただきたい。



写真1
試作した
排熱回収
システム



写真2
試作したフ
ラッシュ蒸
気機関

【文献】

- (1) Hewavitarane, D., Yoshiyama, S., Wadahama, H., Li, X., SAE Int. J. Engines, (2014), pp.1705-1721.
- (2) Hewavitarane, D., Yoshiyama, S., SAE Technical Paper No. 2015-01-1966, (2015), pp. 1-10.
- (3) Hewavitarane, D., Yoshiyama, S., JSAE Congress (Autumn), No. 1-105, (2016), pp. 181-188.
- (4) Hewavitarane, D., Yoshiyama, S., COMODIA 2017, C203, (2017), pp. 1-10.

Profile



吉山 定見
Sadami Yoshiyama

役職/教授
学位/博士(工学)
学位授与機関/岡山大学

【連絡先】
yoshiyama@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
内燃機関・燃焼工学・熱工学
■ 主要研究テーマ
自動車用エンジンの燃焼センサの開発
エンジンシリンダ内燃焼の計測
排熱回収のための熱機関システムの開発
■ PR・その他
自動車用エンジンの燃焼診断のためのセンシング技術の開発を行っている。最近では、初期火災伝播に及ぼすマルチ放電装置の検討も行っており、レーザ計測によるガス流動計測や火災伝播計測なども行っている。また、排熱回収のための新しい熱サイクルの提案も行っている。

リノベーションによる既存建物の環境負荷削減効果に関する研究

国際環境工学部 建築デザイン学科 教授 龍 有二

1. 背景と概要

建築の分野においても省エネルギー及び資源の有効活用とCO₂排出量の削減は最重要課題の一つである。これまで、新築の建物を中心に多くの研究が進められ、低環境負荷型の優れた建築事例も増えている。一方、「フロー型社会」から「ストック型社会」への移行に伴い、近年重要視されているのが、既存建物の環境性能改善と長期的有効活用である。本研究室では、既存建築ストックの活用と環境負荷削減を目的として以下の研究に取り組んでいる。

- 1) 事務所ビルの再生とZEB化に関する研究
- 2) 廃校や空き教室を利用した高齢者施設及び保育所の環境計画指針
- 3) 高齢者向け住宅のエコリフォームに関する研究

2. 事務所ビルの再生と省エネルギー

紙面の都合上、ここでは上記1)の研究を中心に紹介し、2)と3)については別の機会に譲りたい。さて、具体的な対象建物は、改修時において築45年の中規模事務所ビルであり、老朽化・狭小化が顕著になっていた。従来であれば、既存建物の撤去および新

築建替によって解決を図るところであるが、本事業では「リノベーション」(総合的な改修による建物の機能と価値の向上)による既存建物の活用を検討した。研究体制としては、九州電力、西日本技術開発、九電工の意匠・構造・設備の技術者および本研究室が一体となり、計画・工事・評価を行った(本研究室は環境・設備を担当)。耐震診断と耐震補強方法の検討や、建替とリノベーションについてコストおよび環境負荷の比較検討を行い、総合的に判断してリノベーションの採用が決定した。

本事業の特徴の一つは、室内環境改善および省エネルギーであり、図1に示すように、屋根および外壁の外断熱、複層真空ガラス窓、日射遮蔽ルーバー、昼光利用のための光ダクト、夜間冷気を利用したナイトパーズ、BEMS、蒸発冷却によるPV発電効率向上など、数多くの建築的省エネルギー手法と設備的省エネルギー手法を複合的に採用した。実測調査によれば、オフィス空間の快適性を維持した状態で、建物の電力使用量は改修前の6割減を達成している(図3参照)。

今回のリノベーション手法が「中小規模事務所の総合改修モデル(低炭素化モデル)」として今後の低炭素社会の実現に向け寄与することを期待したい。



図1 採用した各種省エネルギー手法



リノベーション前(写真上)と後(写真下)

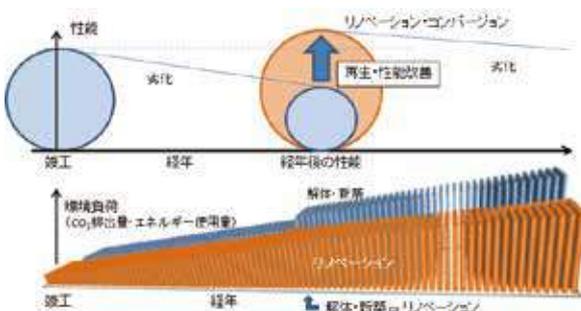


図2 竣工後の性能と環境負荷の概念

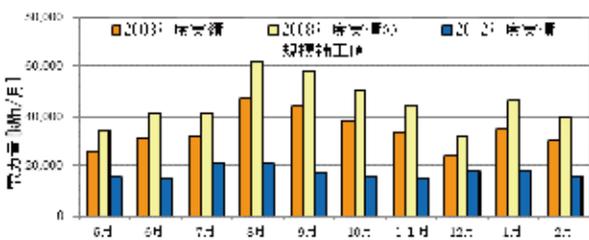


図3 リノベーション前(2008年)と後(2012年)の電力使用量

3. 今後の展望

物理的寿命(耐用年数)を迎える前に、社会的寿命のために解体される建物が多い。本稿で紹介した事務所ビルは機能的要求水準を満たさなくなった例であり、少子化に伴う過疎地の廃校や余裕教室は社会的条件の大きな変化によるものである。既存建物活用のためのリノベーションやコンバージョンについて、環境や省エネルギーに着目して今後も研究を進めていく予定である。

<p>Profile</p> <p>龍 有二 Yuji Ryu</p> <p>役職/教授 学位/工学博士 学位授与機関/九州大学</p> <p>【連絡先】 ryu@kitakyu-u.ac.jp</p>	<p>■ 研究分野・専門 建築環境工学 建築設備計画</p> <p>■ 主要研究テーマ 建築における自然エネルギー利用 高齢者福祉施設の温熱環境改善など</p> <p>■ PR・その他 人間環境・健康と地球環境の両立を目指す研究に取り組んでいます。</p>
--	--

巨木を創る（高強度杉圧縮集成材の製造方法に関する研究）

国際環境工学部 建築デザイン学科 教授 福田 展淳

1. 間伐から皆伐へ

日本の森林資源の保全と活用は、CO₂削減目標達成のためにも必要不可欠である。特に戦後、大量に植林された杉材は、杉材が建設材料としては強度がないことや国内の人件費によるコスト高のために利用されず、人工林の荒廃が顕著である。国内の木材利用の70%が安い輸入材であることは、世界的な森林資源保全の観点からも問題である。また、戦後70年を過ぎており、中径木の杉材の利用促進が重要な課題となっている。

一方、国内の建築業界では、構造材としても利用できる集成材が市場を大幅に広げつつあり、1990年から2000年の十年間で国内使用量が約10倍に膨らんでいる。さらに2002年の建築基準法の大幅な改正により、防・耐火性が得られ、構造計算が可能な集成材であれば中高層建築にも利用できる可能性が出てきた。その後、リーマンショック後の落ち込みはあるものの、現在まで集成材の使用量は高いまま推移している。集成材は、一般木材では入手が難しい長さ6mの梁材や大きな板材になること、通常の木材の約1.5倍の強度を持ち、ばらつきがないため構造計算が可能であることなどから、一般の木材よりも高い価格で取引されている。

これらの背景を踏まえ、本研究では、戦後大量に植えられ、十分な需要が見込めない杉材を高強度の集成材として利用できる技術を開発することを目的としている。杉が戦後大量に植林された背景には、成長が早いことが大きな理由であった。しかし、成長が早いことは、比重が小さく軽い木材であったため、利用が進まず、山はそのまま放置林となっている。本研究では、高温高压の状態での杉を軟化させ、圧縮成型し、密度を高めることによって、杉の高強度化技術を開発してきた。また、圧縮時に数本の木材を接着剤で接着しながら圧縮することで高密度化と集成材化を一括して行い、製造コストを大幅に下げることを目指している。

2. 中高層建築物のための柱梁材となる巨木を創る

最終的に想定している木材は、断面が1m*1m、長さ12mの巨木のような柱梁材で、鉄骨造やRC造に変わる木造中高層建築物の構造材となる材料を目指している。このような巨大な人工木材の製造方法は、まだ、国内はもとより海外でも確立されていない。

製造工程は非常に単純で、まず、杉丸太を高温高压容器の中で軟化させ、その後、接着剤を塗布し、杉が軟化している状態で治具に装填し、プレス機を用い角材に圧縮成型する。(図1,2)

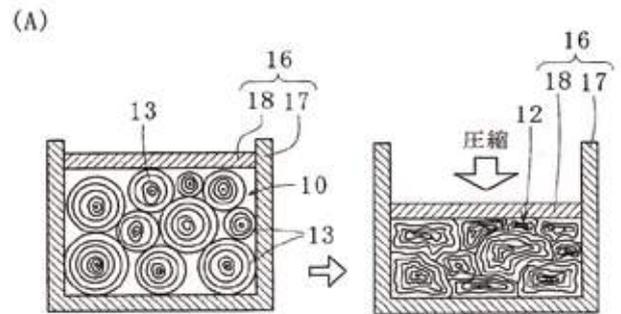


図1 高温状態で軟化した木材をプレス圧縮する際の変形イメージ

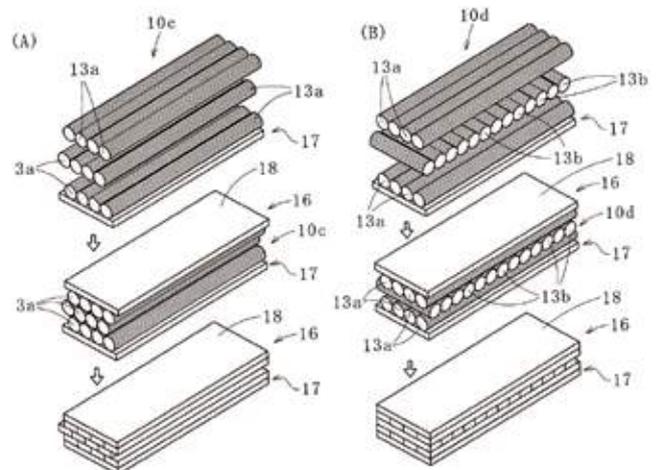


図2 圧縮成型する際の丸太材の配置例

3. 大断面集成材との違い

同様の大きな木材を製造する技術として大断面集成材がある。しかし、大断面集成材は、一般の木造住宅で使われる幅105~120mmの角材や梁など2階建て住宅用の小さな集成材を作る工程を経て、さらに大きな木材を製造している。20mm~30mm厚の板材(ひき板)を重ねて接着するため、大きな丸太から、一旦、小さなひき板を製造し、再度大きな木材に接着する工程を辿っている。500mm角以上の大きな材となるRCラーメン構造用木材として開発されたものではない。この大断面集成材の製造方法では、大きな材になればなるほど、工程が膨らみコストがかかる。一方、本技術では、大きな木材を製造することを製造の第1目的としているため、例えば、直径50cmの丸太を、板材に加工することなく、そのまま、集成材にすることが可能で板材の製造工程を省略できる。

4. CLTとの違い

現在日本各地で導入が進められている大規模木造の主要な材料にCLTがある。CLTは、集成材と同様に20mm～30mm厚のひき板を用い、大断面の柱、梁ではなく、厚さ150mm、6m×2.7mの巨大な板材を製造する技術である。ヨーロッパで開発が進んで来た背景には石作りによる壁を主体に建物を作ってきた壁構造(組石造)の文化がある。日本の場合は、柱梁による軸組構造が、大規模な木造建築でも使われてきた伝統があり、壁を主体とした建築物はほとんどない。現在、中高層の多くの建物がコンクリートや鉄骨の柱・梁によるラーメン構造で建てられており、これらに変わる安価で高強度の大断面集成材が開発できれば、CLTよりも、中高層建築には導入し易いと思われる。ただし、CLTに匹敵する強度特性とコスト競争力が必要である。

5. コスト面での優位性

丸太をそのまま利用できるため、ひき板を作る必要がないことは、歩留まりが高いことにつながる。一般の集成材やCLTが歩留まり30-35%に対し、本木材はほぼ100%の歩留まりとなり、材料費にかかるコスト低減につながっている。高温高压にする工程が、コストアップにならないかとの懸念もあるが、圧縮木材は含水率が自然に低下するため、ほぼ同等の高温状態が必要となる木材を乾燥する工程を省略することができ、乾燥に必要な熱エネルギーのコストを相殺することになる。

6. 今後の取り組み

これまでの断面が10cm*6cm、長さ1mの製造実験では、比重0.35程度の杉材から比重0.7～1程度の杉集成材を製造し、高い曲げ強度及び圧縮強度を有することを確認してきた。今後は、断面積60cm*30cm、長さ3mの大断面集成材の製造実験を行い、強度特性を把握するとともに、増産を可能とする製造方法の検討を行う。(図3, 4, 5)

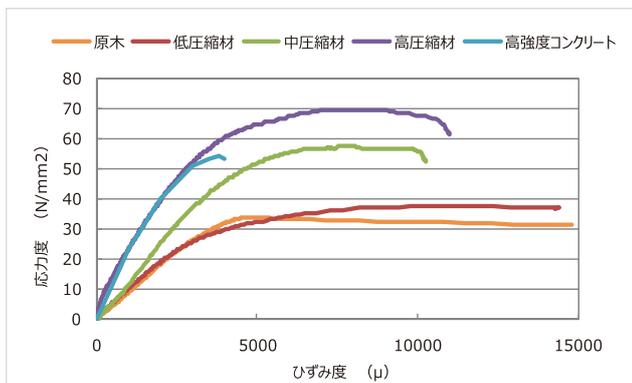


図3 圧縮強度の比較 (中圧縮材、高圧縮材は高強度コンクリートと同等以上の圧縮強度を示した。)

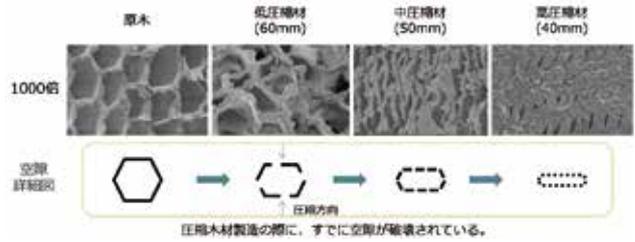


図4 走査電子顕微鏡による微視的観察 (密実になることで、繊維密度が高まり、強度が向上したと考えられる)

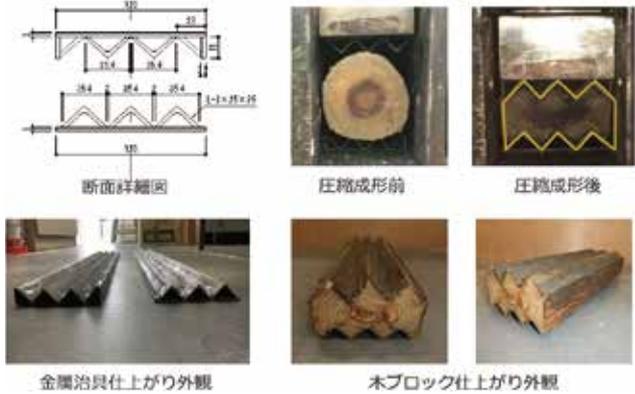


図5 金属治具による木ブロック製造実験 (圧縮強度が高まっており、木ブロックなどの用途も考えられる)

【参考資料】：日本CLT協会<http://clta.jp/techreport/20170811>

Profile



福田 展淳
Hiroatsu Fukuda

役職/教授
学位/博士(工学)
学位授与機関/早稲田大学

【連絡先】
fukuda@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
建築・都市環境工学、建築意匠、木質材料

■ 主要研究テーマ
省エネルギー建築及び住宅、住宅の湿気結露問題、高強度再生木材、リサイクル木材、低炭素まちづくり、コンパクトシティ、アルゴリズムデザイン

■ PR・その他
都心居住をテーマに学位を取り、環境に配慮したまちづくりから、建物の省エネルギー、リサイクル問題にテーマを広げ、現在は、動的熱負荷シミュレーションに基づく住宅設計、住宅の湿気問題、杉の有効利用のための再生木材の研究、杉105角材間伐材を多用した新たな建築構法、トロンプウォールやダブルスキンによる省エネルギー住宅の設計手法、アルゴリズムを用いた新たな建築デザインの生成法の研究を行っています。

トピックス

特集① 先制医療工学研究の展開
特集② エネルギー関連研究の展開

共同研究

国際連携

新任研究者の研究紹介

研究所データ

台湾の大学との国際連携

国際環境工学部 エネルギー循環化学科 教授 吉塚 和治

1. これまでの国際交流の経緯

2005年4月頃、台湾の中国土木水利工程學會から招待講演の依頼が舞い込んだ。依頼の内容は北九州エコタウンおよび廃棄物からのメタル回収について紹介してほしいとのことであった。北九州エコタウンは当時すべてが稼働し始めたころであり、見学にいったことはあっても、私の関与は無に等しいことであり、一度は招待をお断りしかけたのであるが、北九州学術推進機構 (FAIS) の方に相談したところ、当時のFAISの阿南副理事長の勧めもあり、北九州エコタウンおよび私どもが研究を行っている廃棄物からのレアメタル回収について紹介させて頂くことにした。中国土木水利工程學會での招待者が台北科技大学工程學院環境工程與管理研究所の張添晋教授であった。台北科技大学は1918年に臺灣總督府工業學校として設立され、100年の歴史をもつ台湾唯一の工業大学である。台北科技大学の環境工程與管理研究所でも廃棄物のリサイクル研究や無害化研究、環境改善技術の開発を精力的に進めていることもあり、その後の研究交流の中で、さらに広げて研究者交流や学生交流などをやっていきませんかとの提案があり、学部間の学術交流協定の締結を進めることとともに、セミナーを定期的に開催することに同意した。相互の国際交流委員会等への働きかけが実り、2006年4月4日に「国立台北科技大学工程学院と北九州市立大学国際環境工学部との学術交流協定」が締結され、同時に、「第一回環境科学技術に関する交流ワークショップ」が、2006年9月に北九州市立大学で開催された。2回目は「環境科学・技術・管理に関する台日シンポジウム」として、2007年9月に台北科技大学で開催された。セミナーや相互交流のために、大学院生を伴い相互訪問するとなると渡航費の支出を伴うため、いかに必要経費を捻出するかを考えなければならなかった。幸いにも、当時FAISの事業「アジアの大学との共同研究への助成」を活用させていただくとともに、財団法人交流協会(現、日本台湾交流協会)の「若手研究者交

流事業短期グループ派遣事業」等の採択を受けて、基本的に一年に一度相互訪問し、のべ17回のセミナーなどを開催してきた。加えて、交流協会の「若手研究者交流事業長期派遣事業」の採択を受けて、2名の大学院生を本学にて3か月間の受け入れや共同研究論文の発表を実施してきた。当時FAISでは、台湾(新竹、南部、中部)サイエンスパークと交流協定を締結するなど活発な交流を行っており、我々のセミナーも交流の一部に加えて頂き、2007年2月に、FAISおよび台北駐日経済文化代表處の支援を受けて「台日環境科学・生命科学・環境管理国際研討會」を北九州研究都市で開催し、国際連携の推進に大きな成果をもたらすことができた。

この交流セミナーや交流事業に桃園市にある中原大學工學院環境工程學系(当時、生物環境工程學系)の先生方が参画したいとの意向が示され、2014年4月のセミナーから教員と大学院生が参加されている。またこれを機に、2015年6月5日に「中原大學工學院と北九州市立大学国際環境工学部との学術交流協定」を締結するとともに、中原大學環境工程學系の大学院生を2~3名を短期滞在者として受け入れ、共同研究等を実施してきた。さらに加えて2015年9月には、我々とは別途開催されていた熊本県立大学環境共生学部と台北科技大学との国際交流セミナーと合体し、「4大学セミナー」として拡充され、春は日本側、秋は台湾側で年2回の交流セミナーを交



写真-2 台日環境科学・生命科学・環境管理国際研討會の懇親会での阿南FAIS理事長の挨拶



写真-1 台日環境科学・生命科学・環境管理国際研討會のセミナー風景



写真-3 2017環境科学・技術・管理に関する日台シンポジウムの懇親会



写真-4 2017環境科学・技術・管理に関する日台シンポジウムの参加者

互に開催するまでに発展してきた経緯がある。2017年3月には、「2017環境科学・技術・管理に関する日台シンポジウム」を北九州市立大学で開催し、4大学セミナーや新門司工場の見学、門司港レトロ地区の訪問を行った。

2. 今後の国際交流の展開

台湾と日本はともに加工貿易国であり、原料を諸外国から輸入し、高度な製品へ変換し続けなければならない産業構造が極めて類似している。加えて、廃棄物のリサイクルや再利用のための技術開発も必要である。我々の開発している環境技術は、台湾でも利用可能なものが多く、また逆も多く存在している。一方で、我が国の産業構造は大企業から中小企業まで普く高い技術力を有しているが、台湾の場合は、中小企業の技術力が育っておらず、技術の独自性に乏しい現状がある。台湾では、我が国と同様に廃棄物からリサイクルにより「自前の資源」を生み出すことに注力しており、台湾の3つのサイエンスパークでもリサイクル産業の育成を目指すとともに、技術者の養成にも力を入れている。我々北九州で開発している環境技術、とりわけリサイクル技術や

廃棄物処理技術には高い関心があり、若い技術者に学ばせたいという機運が高い。もちろん我々にとっても、台湾の大学や研究機関での科学技術開発を学ぶことは重要である。相互に行き来して、Face-to-Faceで話し合うことが第一歩である。

我々のグループでは、台湾の大学の学生を短期滞在で引き受けることや、大学院生を連れて台湾の大学や研究機関、企業を訪問する行事を10年以上行っている。我々の専門であるレアメタルの回収・リサイクル技術、とりわけ、レアアースの回収については、台湾での人気が高く、官民で取り組んでいる技術開発の1つとなっているため、引き合いも多く、連携を模索中である。

また、2007年度に設置された国際環境工学部国際連携環境研究センターでは、6年間の設置期間に多くの教員および学生の交流セミナーへの参加および共同研究の実施を行った実績もある。今後、台湾の大学や研究機関とどのような国際交流や国際連携が可能かを模索しながら、取り組んでいきたい。

Profile



吉塚 和治
Yoshizuka Kazuharu

役職/教授
学位/工学博士
学位授与機関/九州大学

【連絡先】
yoshizuka@kitakyu-u.ac.jp

- 研究分野・専門
分離工学
- 主要研究テーマ
レアメタル回収
メタルリサイクル
- PR・その他
未利用資源からのレアメタル回収や廃棄物からのメタル回収に取り組んでいます。常に実用化を目指しています。

ひびきのキャンパスを主体とする海外研究機関等との学術交流協定

国際化を推進する北九州市立大学では、研究における国際連携活動も活発に進めています。

研究を柱に連携する新たな大学間協定校

●パリ・ディドロ大学（パリ第7大学） 2017年5月締結



OECD のグリーン成長モデル都市間の研究連携をはじめとし、全学的な交流についても協力していきます。

●インド工科大学ボンベイ校 2017年10月締結（予定）



IT や工学分野の研究連携を中心に、教員・学生の交流における協力を予定しています。

学術交流協定件数

2017年10月時点(予定含む)

種別	件数	相手機関名(国番号順)
大学間協定	11件	インド工科大学ボンベイ校、タイタマサート大学、韓国国立昌原大学校、ベトナムダナン大学、ハノイ科学大学、ベトナム国家大学ハノイ校、中国西安交通大学、大連理工大学、台湾中華大学、イギリスノッティンガム大学、フランスパリ・ディドロ大学(パリ第7大学)
部局間協定 (国際環境工学部 環境技術研究所)	23件	タイチェンマイ大学、インドネシアアイルランガ大学、アングラス大学、インドネシア教育大学、バスタン大学、バンドン工科大学、マラン国立大学、ランブン大学、ランランブアナ大学、モンゴルモンゴル科学技術大学、ベトナムハノイ建設大学、ベトナム科学アカデミー環境技術研究所、中国吉林建築大学、高長春応用化学研究所、同済大学、南開大学、遼寧工業大学、台湾国立台北科技大学、中原大学、トルコエーゲ大学、ドイツロッセンドルフ研究所、イタリアフィレンツェ大学、ウズベキスタンウズベキスタン農水省灌漑・水問題研究所
学科間協定 ①エネルギー循環化学科 ②機械システム工学科 ③情報メディア工学科 ④建築デザイン学科 ⑤環境生命工学科	24件	タイラジャマンガラ工科大学タンヤブリ校、マレーシアトゥング・アブドゥル・ラーマン大学、インドネシアインドネシア教育大学、ガジャ・マダ大学、バンダール・ランブン大学、メトロ市、フィリピンフィリピン大学、韓国東明大学校、延世大学、ベトナムハノイ建築大学、中国齊魯工業大学、杭州電子科技大学、四川大學、成都大学、青島理工大学、大連民族大学、浙江工業大学、浙江大學、浙江大學城市學院、浙江農林大學、台湾国立成功大学、中華大学、デンマークオールボー大学

パワーエレクトロニクス機器の伝熱技術と信頼性に関する研究

環境技術研究所（国際環境工学部 機械システム工学科 兼務）

教授 金本 恭三

1. はじめに

低炭素社会の実現を目指す環境技術研究においてエネルギー発生効率を高めるとともに、エネルギー損失コスト（ネガワットコスト）の低減が大きな柱となります。このような観点から電力変換と動力の制御を司るパワーエレクトロニクス（パワーエレ）分野における稼働率の向上を大きなテーマと捉え不意の故障による機器の停止を低減して信頼性を高める技術を開発します。そのために大きく以下の2つの取り組みを行います。

2. 熱マネジメント技術開発

1) パワー半導体モジュール（パワーモジュール）の温度分布と熱抵抗評価

電流をスイッチングするパワーモジュールはその動作（遮断/導通）によって電力損失を伴うため発熱が避けられません。パワーモジュールの許容上限温度は現在150℃ですが図1に示すように熱膨張係数の異なる様々な材料を接合して一体化したものであるため温度変動に伴う熱膨張・収縮により接合界面付近では許容温度以下の使用であっても金属材料が疲労による劣化を起こします。このような劣化がモジュールの寿命を決めるため、効果的な熱の制御が必須となります。

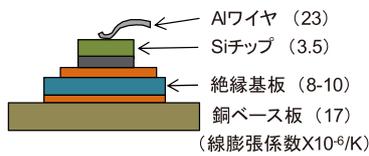


図1 パワー半導体モジュールの断面構造

そのためにまず熱流体解析シミュレーションによりパワーモジュール内部の熱の流れを把握し図2に示すように温度分布と温度変動の最適化、電気伝導特性や熱伝導特性を利用した劣化の進行状況の詳細なモニタリング技術などを研究します。

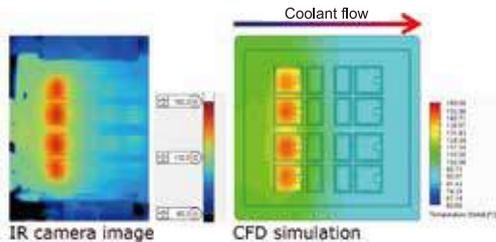


図2 モジュールの温度分布 (K.Olsen, ECPE Workshop on Thermal and Reliability Modeling 2016)

2) パワーモジュールの冷却構造の改善と高信頼化

パワーモジュールの劣化を抑えるためには熱を効率良く逃がして温度上昇を防ぐことと、特定の箇所が高温化して寿命を低下させるのを防ぐ必要があります。

ここでは図3に示すような冷却媒体の気化を有効に利用するヒートスプレッターによる熱分散技術により熱伝達の経路を広げることで冷却効率を高めるとともに温度を均一化して劣化の集中を抑える研究を行っています。

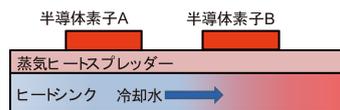


図3 蒸気ヒートスプレッターによる温度均一化

3. 信頼性評価技術開発

1) パワーモジュールの劣化メカニズムの把握

パワーモジュールの疲労劣化による寿命を把握することはメーカーにとってもユーザーにとっても非常に重要です。メーカーでは寿命加速試験としてモジュールに高電流の通電と遮断を繰り返し通常の温度変動の3倍から5倍程度の温度変動を加えることで耐用年数約15年のモジュールの寿命を1ヶ月程度に短縮して評価することも可能になります。

ここでは色々な加速試験条件において劣化部分の解析と劣化メカニズムの解明を行います。

2) パワーモジュールの劣化モニタと故障予知

パワーエレは主にインバーター / コンバーターやモーター制御回路の形で家電製品から車や鉄道などの運輸機械、電力システムなど生活のあらゆる場面に浸透しています。このようなパワーエレ機器の故障を予知し未然にメンテナンスを行う技術は経済的側面だけでなく安全性の側面からも非常に重要です。

ここではパワーモジュールの電気抵抗、熱抵抗、超音波応答などの特性に見られる劣化につながる異常信号（故障の予兆）を実動作状態で検出するオンラインモニタ技術を開発します。このために予兆信号を捕らえるための新たなセンシング技術、信号波形の処理技術、故障時期を推測して適切な処置を行うための診断技術などを開発します。



図4 175℃動作での主な故障要因 (F.Momose 他; PCIM2015 pp.772-778)

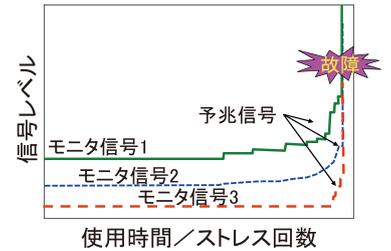


図5 故障の予兆を検出するモニタリング

4. 終わりに

これまでのエレクトロニクスは電気・電子工学科の専門でしたが、パワーエレの信頼性に関してはこれに加えて伝熱工学、破壊力学、材料工学などの機械工学の素養がますます必要とされています。さらに劣化モニタ情報はIoT技術を通して蓄積ビッグデータとして活用することで、より有効で経済的な予兆保全を実現することが可能になります。この電気・電子工学領域と機械・伝熱工学領域さらに情報工学の交わる新しい境界領域に取り組んでいくつもりです。

Profile



金本 恭三
Kyoza Kanamoto

役職/教授
学位/工学博士
学位授与機関/東北大学

【連絡先】
k-kanamoto@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
半導体材料・物性、パワーエレクトロニクス、伝熱工学、信頼性評価

■ 主要研究テーマ
パワー半導体機器の伝熱技術と熱疲労の研究
パワー半導体機器の疲労劣化診断技術の研究

■ PR・その他
これまで30年余り企業で研究開発に携わってきました。これまでの経験を生かした教育と研究に携わりたいと考えています。

船舶海洋分野における小型船舶の転覆防止装置の実用化

国際環境工学部 機械システム工学科 講師 宮國 健司

1. はじめに

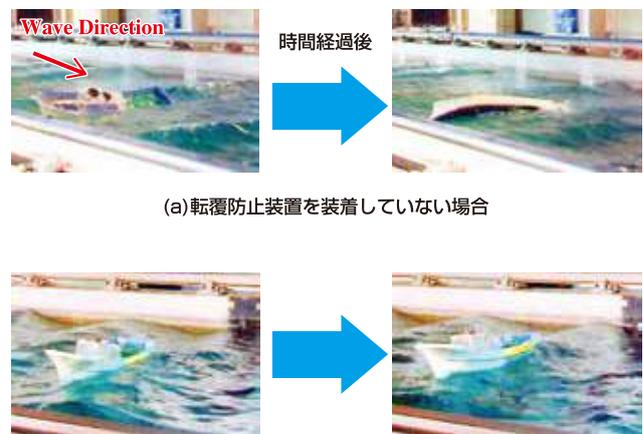
小型船舶の転覆事故は、近年になっても毎年100隻前後発生しており、多大な船舶という財産の喪失のみならず尊い人命の損失を伴う重大な海難事故となっている。海難事故でも直接人命に関わる船舶の転覆事故は、船舶安全性の中でも最も重要な問題の一つとして古くから大きな関心のもとに多くの研究が行われてきた。その中で、四方を海に囲まれた日本において、小型船舶の転覆を防止する装置について国の機関でも研究が行われてきた経緯がある。国の機関も含め、これまでに公表された小型船舶の転覆を防止する装置は、自動車のエアバック式のものと類似しており、転覆の危険が生じたときに圧縮空気により浮力タンクを膨らまし、予備浮力を増加させ転覆を回避するものであるが、転覆の危険を何時判断するかが問題となり、判断を誤れば多額の無駄な出費を伴うため実用化されなかった。また、国際的な研究機関でも研究例がなく、実用化された前例は見当たらない。このような理由から、波浪条件下での航行にも耐える、転覆防止効果の高い転覆防止装置の実用化を目指して、今後の共同研究を含めたシーズ紹介としたい。

2. 提案する転覆防止装置について

小型船舶の転覆を防止する装置は、小型船舶の操船者のみならず、船主にとっても必要不可欠の装置でありながら、これまでの技術的問題や経済的理由で実用化されなかった経緯がある。しかし、国内登録約140,000隻の小型漁船の操船者は常に荒天中での転覆の危険性を感じており、最大で船価の15%、最小で船価の3%であれば転覆防止装置の装着を希望するとの回答をアンケート調査で得ている。このような社会的状況を勘案すると、早期に実用化しなければならないと考えている。本装置の実用化を目指して、①小型船舶に容易に装着でき②取り扱いが簡単で③船舶を転覆の危険な状態から回避し、安全を確保することができるを条件として試作装置を作り上げ実装試験を行うことを計画している。本研究で試作しようとしている転覆防止装置の性能については、図1に示すように既に船舶用の試験水槽において実験済みであり、水槽試験では装置の大きさ(膨張したときの容積)および装着位置等については検討済みである。本研究で試作しようとしている転覆防止装置は、図2に示すように船舶の舷側に操船・操業の邪魔にならないように装着し、操船者が荒天に遭遇し船が大きく揺れるかあるいは何らかの原因でヒヤリ・ハットを感じた時に、緊急用スイッチを入れることによって、装置に取り付けたファンの回転・送風で膨張させ転覆を回避し船舶の安全性を確保するものである。収納時はファンを逆回転させ装置内に溜まった空気を抜くことで格納することができる。この方式は、収納後の次の展開、そして収納と繰り返し使用できることが従来のものと大きく異なる点である。

3. おわりに

上述したように、小型船舶を転覆から回避することは、最重要課題の一つとして安全対策等を講じることが急務となっているが、画期的な小型船舶の転覆を防止する装置は未だ確立されていないのが現状である。本研究は、小型船舶を取り巻く社会情勢と一致しており、しかも世界的に見ても新しい技術であり、新規産業のシーズとして社会に貢献できれば望外の幸いである。



(a) 転覆防止装置を装着していない場合

(b) 転覆防止装置を装着している場合

図1 水槽試験の様子

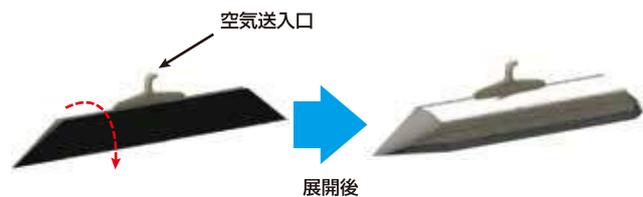


図2 提案する転覆防止装置のイメージ図
(左:収納時形態、右:膨張時形態)

Profile



宮國 健司
Takeshi Miyaguni

役職/講師
学位/博士(工学)
学位授与機関/長崎総合科学大学

【連絡先】
t-miyaguni@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
機械工学(加工計測学、設計工学)
■ 主要研究テーマ
加工状態のモニタリングシステムに関する研究
■ PR・その他
今後、急速な展開が予想されるIoTを援用した生産システムにおいて、リアルタイムで監視・把握できる加工状態のモニタリングシステムの開発を目指して研究を進めています。また、機械工学分野以外においても、船舶・海洋工学の技術を応用した船舶安全装置に関する研究も行っています。

トピックス

特集① 先制医療工学研究の展開

特集② エネルギー関連研究の展開

共同研究

国際連携

新任研究者の研究紹介

研究所データ

時分割多元接続方式車載ネットワークシステムの設計について

国際環境工学部 情報メディア工学科 教授 杉原 真

自動車の安全性、利便性、省エネルギー性、及び環境性能を向上するために、車載ネットワークシステム(IVNS: In-Vehicle Network System)の大規模化が進んでいる。2012年時点のラジクラス車には平均32.0個のECUが搭載されており、2025年時点で51.9個まで増加すると予測されている。IVNSは、ECU(Electronic Control Unit)をはじめとする車内に分散する多数の部品を通信回路とワイヤハーネス(WH: Wire Harness)により接続する分散型組み込みシステムである。一般に、大規模な分散型組み込みシステムを実現するには、高速な通信インターフェース回路及び動作周波数が高いWHが必要である。一般に、動作周波数が高いWHにはより多くの製造コストを必要とする。また、設計対象となるIVNSが大規模である場合、多くの人的、物的な資源を投入し、設計せざるを得ず、設計コストが増加する。日本の自動車産業が競争力を維持するために、部材コスト及び設計コストを抑制するIVNS設計技術の確立が喫緊の課題である。

自動車製品において実時間制約を有する機能の採用が増加することを見据え、我々は、実時間性の保証が容易な時分割多元接続(TDMA: Time Division Multiple Access)方式に焦点を当てている[1-5]。TDMA方式は通信資源を時分割し、複数の主体の間で通信資源を用いる方式であり、通信時間や計算時間に制約が課されるリアルタイムシステムに対し親和性が高い。車載用としてはFlexRayが考案されている。また、昨今注目を浴びているEthernetにも適用可能である。我々は、自動車走行の環境や計画に依存して動作する機能が定まり、延いてはIVNS内でアクティブとなる通信信号が定まる点に注目し、動作モードの概念を導入する。ここで通信信号とは、送信ノード、受信ノード集合、一つのメッセージ当りのデータ量、メッセージの送信要求周期、及び相対デッドライン時刻の5つ組で規定される送信ノードの振る舞いを指す。動作モードはそれが対象とする状況でアクティブな通信信号の集合を定めるものであり、適応的に切り替えて用いるものである。図1に、動作モードを有するIVNSのメッセージスケジューリングの概要を示す。我々は、自動車走行の環境や計画に依存してIVNSの動作モードを適応的に切り替えることにより通信資源の浪費を排除し、部材コストに優れたIVNSを自動合成する設計技術について研究を進めている。

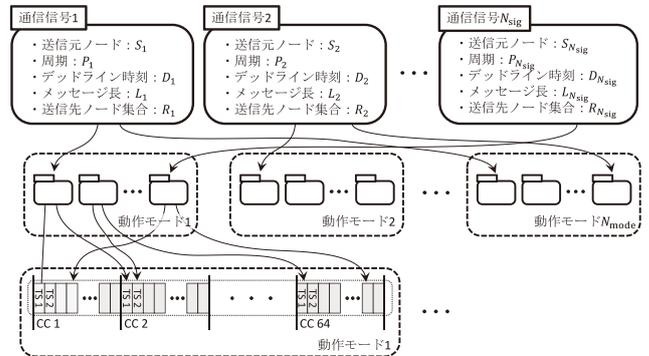


図1 動作モードを有するIVNSのメッセージスケジューリング。

【参考文献】

1. M. Sugihara and A. Iwanaga, "Minimization of FlexRay bus bandwidth for hard real-time applications," Journal of Information Processing, Vol. 21, No. 1, pp. 46-52, January 2013.
2. M. Sugihara and A. Iwanaga, "Slot multiplexing optimization for minimizing the operating frequency of a FlexRay bus under hard real-time constraints," Journal of Information Processing, Vol. 21, No. 3, pp. 563-571, July 2013.
3. 岩永明人, 杉原真, 耐故障性の実現と通信帯域幅の最小化を両立するTDMAスケジューリング手法, 情報処理学会論文誌, 第54巻, 7号, pp.1873-1882, 2013年7月.
4. M. Sugihara, "Minimization of the fabrication cost for a bridged-bus-based TDMA system under hard real-time constraints," IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E97-D, No. 12, pp. 3041-3051, December 2014.
5. 杉原真, "時分割多元接続方式における動的スロットマルチプレクシング及びメッセージスケジューリングの提案," 情報処理学会DAシンポジウム, pp. 157-162, 2016年9月.

Profile



杉原 真

Makoto Sugihara

役職/教授
学位/博士(工学)
学位授与機関/九州大学

【連絡先】
sugihara@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
VLSI及び組み込みシステムの設計自動化、自動車ITシステム
■ 主要研究テーマ
車載ネットワークシステム設計技術に関する研究
■ PR・その他
私はこれまでに、価格競争力に優れたVLSIや組み込みシステムの実現する設計技術に関する研究を行ってきました。最近では、リアルタイム性が要求される車載ネットワークシステムを自動合成する設計技術に関する研究を行っています。新しい形のVLSIや組み込みシステムを探求したいと考えています。

さらなる臨場感・没入感を感じるために：多感覚ベクションの研究

国際環境工学部 情報メディア工学科 講師 玉田 靖明

1. はじめに

視覚は、外界の認識に寄与するだけでなく、自己移動感覚や姿勢制御においても重要な役割を果たしている。身体の移動に伴って生じるような一様な視覚運動(オプティカルフロー)を広い視野に呈示すると、錯覚的な自己の身体移動感覚が生じる。これをベクションと呼ぶ[1, 2]。停車中の電車の中から向かいの電車が発車する様子を見てみると、まるで自分が乗っている電車の方が動き始めたかのように錯覚することがある。このトレインイリュージョンはベクションの好例である。

初期の研究では、タンブリングルームのような非常に大掛かりな装置(図1)を用いて、非常に強いベクションが駆動された。最近では、コンピュータグラフィックス(CG, 図2と図3)が用いられるが、そこで生じるベクションの強度はタンブリングルームで生じるものに比べて弱い。しかし、視覚刺激の操作が容易になったことで、刺激の大きさ、速度、形、色など、それぞれの視覚情報が自己移動感覚におよぼす影響についてはかなり多くのことが知られるようになった。

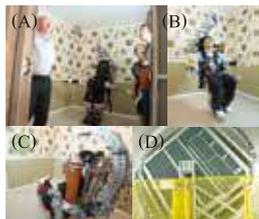


図-1 リメイクされたタンブリングルーム(カナダのトロントにあるヨーク大学)。(A)ルームの内側は、テクスチャで装飾されている。(B, C)観察者の身体はシートにしっかりと固定される。※この装置では観察者の身体回転も可能。(D)観察者の身体を正立に保ったまま、ルームを回し始めると、すぐに強力な自己の身体回転を錯覚する。

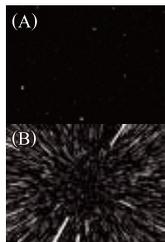


図-2 オプティカルフロー。(A)ランダムドットパターンに前進移動を応答し、身体の重心は前後よりも左右方向に大きく変化した。



図-3 Tamada & Seno [3]の実験では、床面にランダムドットを投影し、観察者から見て右から左に動かした。このとき、観察者は右方向への身体移動感覚を応答し、身体重心は前後よりも左右方向に大きく変化した。

2. 多感覚刺激呈示によるベクションの増強

最近では、音(聴覚)、風(皮膚感覚)、電流(前庭感覚)などの刺激と視覚刺激を組み合わせるときに生じる自己移動感覚、すなわち多感覚ベクションに注目が集まっている。

我々のラボで行われた多感覚ベクションの研究の一例を示す。前進時に生じるオプティカルフロー(図2)とともに、家庭用



図-4 家庭用の足浴機器。

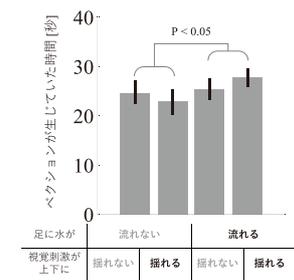


図-5 足への水流が自己移動感覚におよぼす影響[4]。被験者は、刺激が呈示されている間、ボタン押しにより自己移動感覚の有無を応答した。

の足浴器具(図4)を用いて被験者のつま先から踵の方向に水流が呈示された。その結果、水流を加えることで、ベクションの持続時間が長くなった(図5)。このことは、視覚と足の体性感覚の身体移動に関する整合性を高めることで自己移動感覚が増強されることを示唆している。

3. まとめ

現在、映画館では、4Dのコンテンツが登場している。4Dは観客の臨場感や没入感を高めることを目的として作られた体感型の視聴方式のことで、映画のシーンに合わせて、座席が振動する、風が吹く、煙が焚かれるといった具合に、様々な仕掛けが駆動する。これらの仕掛けは、移動を伴うシーンで多用されるが、ベクションを効果的に駆動させるという点では改良の余地があるように思われる。最近では、Oculus RiftやPlayStation VRなどの家庭用のVR機器が普及し始めているが、家庭では、座席を動かすような大掛かりな装置を導入することは難しい。このため、省スペースでも実現可能な多感覚刺激の呈示手法が求められている。4DやVRコンテンツの臨場感や没入感、さらには、安全性を高めるために、ベクション研究は今後も重要な役割を果たす。現実さながら、あるいは、それ以上の身体移動感覚を生じさせるための、多感覚刺激の呈示手法をみつけることが今後の課題である。

【参考文献】

- 妹尾武治. ベクションとは何だ?!. 共立出版, 2017.
- T. Brandt, J. Dichgans, and E. Koenig. Differential effects of central versus peripheral vision on egocentric an exocentric motion perception, *Experimental Brain Research*, Vol. 16, pp.476-491, 1973.
- Y. Tamada and T. Seno. Roles of size, position, and speed of stimulus invection with stimuli projected on a ground surface, *Aerospace Medicine and Human Performance*, Vol. 86, pp.794-802, 2015.
- 原清志郎, 玉田靖明, 藤井芳孝, 妹尾武治, 佐藤雅之. 足底振動が視覚誘導性自己運動感覚におよぼす影響, 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 40, No. 37 (HIP2016 61-75), pp.29-32, 2016.

Profile



玉田 靖明
Yasuaki Tamada

役職/講師
学位/工学博士
学位授与機関/北九州市立大学

【連絡先】
y-tamada@kitakyu-u.ac.jp

- 研究分野・専門
人間計測・知覚情報処理
- 主要研究テーマ
1) 3DおよびVRコンテンツにおける多感覚刺激呈示手法の提案
2) 簡易視機能診断アプリケーションの開発
- PR・その他
心理物理実験手法を用いて、人間の感覚・知覚・認知特性を測定することができます。

極限環境に新しい微生物資源を求めて

国際環境工学部 環境生命工学科 准教授 柳川 勝紀

1. 微生物の99%は培養できない

地球上で、微生物(特に原核生物)の存在しない、いわゆる無菌環境を探すことは極めて困難です。80度を超す高温環境、暗黒かつ高水圧の深海、地上や海底から数kmに渡る地下圏といった極限環境からも微生物は検出されています。その生息範囲もさることながら、その数はさらに驚愕です。地球は、 3×10^{30} もの微生物が生息している、まさしく「微生物の星」と考えられています。しかしながら、そのうちのほとんどは未培養性であり、その代謝活動はもちろんエネルギー源さえも未知です。宇宙における暗黒物質にちなんで、「微生物ダークマター」と呼ばれています(写真1)。我々はこの難培養性微生物の生理・生態の解明を目指し、極限環境の微生物生態系を対象に研究を進めています。

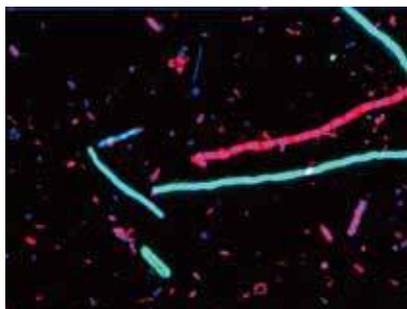


写真1. 熱水噴出孔近傍に生息する微生物ダークマターを特殊な方法で染色

2. 海底資源の生成に関わる未培養微生物の発見

これまで、深海という極限環境の調査のために、国内の研究調査船はもちろん、フランスやドイツの調査船にも乗船した経験があります。長いときは丸一ヶ月洋上で過ごしました。また、深部掘削船「ちきゅう」や有人潜水艇「しんかい6500」による調査航海にも参加したことがあります(写真2)。これらの航海の目的は、深海堆積物、熱水噴出孔(海底温泉)、メタンの湧出する海底などに分布する未培養微生物の生態を探るという



写真2. カリブ海の調査のために、しんかい6500に乗船



写真3. 日本海で取得されたメタンハイドレート



写真4. 沖縄トラフの海底熱水鉱床

純粋理学にありました。しかし、知見が蓄積するにつれ、それらの微生物には工学的応用を期待させる能力があることが分かってきました。例えば、次世代エネルギーとして期待されるメタンハイドレート(写真3)や、希少金属を高品位で含む海底熱水鉱床(写真4)といった海底資源の成因には微生物による生物地球化学的物質循環が大きな影響を与えることが分かりつつあります。実際に我々も、メタンハイドレート胚胎域には、メタンを産出するアーキアが、海底熱水鉱床では硫化鉱物を作るバクテリアが優占していることを発見しています。

3. 新たな研究展開に向けて

極限環境とはあくまで人間の活動範囲を基準にして定義付けられています。我々は、深海に限らず、陸域に存在する様々な極限環境にも目を向け、以下のような応用展開を目指して研究を進めています。

- 100℃を越す超高温環境にも関わらず、地熱水から大量の微生物が検出されることがある。ある試料では1mlあたり 10^6 細胞もの微生物が検出された。新たな超好熱性微生物資源の獲得を目指して、様々な調査地での微生物解析を進めている。
- 花崗岩帯の地下深部を調査したところ、電子の授受を介してエネルギーを獲得すると期待される微生物生態系がしていた。優占する微生物を活用すれば新たな微生物燃料電池の開発に繋がることを期待される。
- クワガタなど食材性昆虫の腸内も極限環境の一つである。そこには嫌気性微生物が多数生息し、木材バイオマスの分解に積極的に関わっていると考えられる。このプロセスを解明し、木材バイオマスの有効利用法についての新たな提案に繋げたい。
- 汚染環境から、バイオレメディエーション(生物学的環境修復)に有用な微生物の獲得を試みている。

以上のように、分子生物学と地球科学を両輪とした研究スタイルで、自然環境中の微生物の役割・能力の解明を目指し、基礎研究からスタートしています。近い将来、極限環境未培養微生物の潜在能力を生かして、新たな応用展開に繋げられるよう研究を展開していきます。

Profile



柳川 勝紀

Katsunori Yanagawa

役職/准教授

学位/博士(理学)

学位授与機関/東京大学

【連絡先】

kyanagawa@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
環境微生物学 微生物生態学 生命地球科学

■ 主要研究テーマ
地球惑星生命フロンティアに生息する難培養性微生物の生理・生態学

■ PR・その他
自然界の様々な環境に生息する難培養性微生物の理解を通して、エネルギー・環境問題で新たな展開を生み出してまいります。

平成29年度 環境技術研究所研究プロジェクト

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29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、環境技術研究所が重点的に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。

環境技術研究所が重点的に推進する研究

- ① エネルギー、環境関連の研究
- ② 地域課題を解決する研究
- ③ 次世代産業の創出や既存産業の高度化に資する研究

	プロジェクト名	研究代表者名
1	スパース深層学習を用いた生体医用画像の復元 ～北九州医歯工連携による医療ICT基盤構築～	奥田 正浩
2	過負荷運動における熱中症予見センサを伴うバイタルサインモニタリングシステムの開発	中武 繁寿
3	自動運転とIoTのための次世代環境認識技術の研究開発と専門人材育成のための教育プログラムへの展開	松波 勲
4	高温高压下で圧縮成型し製造する杉集成材の高付価値化に関する研究	福田 展淳
5	被災地や介護現場での遠隔医療診断実現のためのヒューマンケア・センサの開発と事業化	礪田 隆聡
6	北九州地域とベトナムにおけるDDSナノ粒子を用いた新規制癌剤と免疫制御技術の基盤構築	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、将来の科研費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

	プロジェクト名	研究者名
1	酸化物半導体電極による気相水蒸気の光電解システムの開発	天野 史章
2	酢酸資化性メタン生成古細菌と協同して水酸化コリンを分解するメチル基資化性メタン生成古細菌の集積	寺嶋 光春
3	形状記憶合金の座屈を利用した高性能かつコンパクト・軽量・汎用的な超低周波防振装置の開発	佐々木 卓実
4	水中映像認識のための水中映像色補正技術	京地 清介
5	Deep Learningを利用した細胞画像解析手法の開発	木原 隆典
6	分子生態学で探る超好熱性微生物資源の探索	柳川 勝紀
7	DNA-ペプチドコンジュゲート体による超微量投与量による免疫活性の誘導	望月 慎一

主な外部研究費獲得事業(平成28年度)

事業名	文部科学省「地域産学官連携科学技術振興事業 地域イノベーション戦略支援プログラム」	事業費
事業概要	福岡次世代社会システム創出推進拠点	10,646千円 (平成28年度分)
	高度情報社会、低炭素社会、健康・長寿社会等の世界が直面している課題に対応し、イノベーションを連続的に創出するために、課題解決を目的とした多様な次世代社会システムの開発を積極的に実施し、「社会主導型研究開発モデル」の確立に取り組む。また、開発成果の国際標準化を強力に進め、アジアをリードする世界トップクラスのイノベーション拠点「福岡次世代社会システム創出推進拠点」の形成を図る。 中武 繁寿 教授:「低電力量アナログLSIの高信頼設計技術に関する研究」 河野 智謙 教授:「新規高輝度LED利用による省エネルギー・超高集約型植物栽培システムの開発」	研究期間
		平成24年度 ～28年度
本学研究者	国際環境工学部 情報メディア工学科 中武 繁寿 教授、環境生命工学科 河野 智謙 教授	
連携機関	九州大学、福岡大学、早稲田大学、福岡県、北九州市、福岡市、(公財)九州先端科学技術研究所、他	
事業名	科学技術振興機構(JST)「科学技術試験研究委託事業」	事業費
事業概要	量子ビーム連携によるソフトマテリアルのグリーンイノベーション	8,700千円 (平成28年度分)
	放射光の散乱・分光と中性子の散乱・反射率測定量子ビーム連携を行い、散乱・分光測定結果の可視化技術に基づくソフトマテリアルのグリーンイノベーションを目指す研究を行う。	研究期間
本学研究者	国際環境工学部 エネルギー循環化学科 秋葉 勇 教授、環境生命工学科 櫻井 和朗 教授(代表)	平成25年度 ～29年度
連携機関	九州大学、京都大学、東京大学、(公財)高輝度光科学研究センター	
事業名	経済産業省「戦略的イノベーション創造プログラム(自動走行システム):全天候型白線識別技術の開発及び実証」	事業費
事業概要	ミリ波レーダ方式検討および基礎データ解析	8,070千円 (平成28年度分)
	悪天候時や照度が急激に変化する環境下においても正確に白線を識別でき、かつコスト面にも優れた技術を開発することにより、車線維持支援システムの性能を向上することにより、ドライバーの運転負担を軽減し、車線逸脱事故の大幅な削減に貢献することを目的とする。	研究期間
本学研究者	国際環境工学部 情報メディア工学科 梶原 昭博 教授	平成26年度 ～30年度
連携機関	(一財)日本自動車研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所	
事業名	科学技術振興機構(JST)「戦略的創造研究推進事業(CREST)」	事業費
事業概要	超空間制御に基づく高度な特性を有する革新的機能素材等の創製	48,100千円 (平成28年度分)
	環境・資源・エネルギー・医療・健康等の諸課題を解決するために、空間空隙を有する物質の次元、形状、大きさ、組成、規則性、結晶性、および界面を高度設計する超空間制御技術を構築し、既存材料・技術では到達困難な革新的機能素材等の創製を目的とする。	研究期間
本学研究者	国際環境工学部 エネルギー循環化学科 秋葉 勇 教授、環境生命工学科 櫻井 和朗 教授(代表)、中澤 浩二 教授 環境技術研究所 望月 慎一 准教授	平成27年度 ～32年度
連携機関	京都大学大学院、(公財)高輝度光科学研究センター	
事業名	科学技術振興機構(JST)「戦略的創造研究推進事業(さきがけ)」	事業費
事業概要	光電気化学的メタンカップリング	21,320千円 (平成28年度分)
	光電気化学反応のための膜型反応器の設計、光電極触媒の開発、光電気化学的メタンカップリング反応の評価を行うことで、高活性・高選択性なC ₂ 炭化水素の製造プロセスの実現を目指す。	研究期間
本学研究者	国際環境工学部 エネルギー循環化学科 天野 史章 准教授	平成27年度 ～30年度
事業名	科学技術振興機構(JST)「産学共同実用化開発事業(NexTEP)」	事業費
事業概要	新規汎用型ワクチンアジュバント	5,000千円 (平成28年度分)
	2013年末にWHOから発出された「アジュバントおよびアジュバントを含むワクチンの非臨床ガイドライン」基準以上のデータパッケージおよび品質を担保した製剤化を確立し、安全性を含めて臨床免疫プロファイルが明確化されたBG-CpGの創製を目標とする。	研究期間
本学研究者	国際環境工学部 環境生命工学科 櫻井 和朗 教授	平成26年度 ～36年度
連携機関	第一三共(株)、(独)医薬基盤研究所	

事業名	新エネルギー・産業技術総合開発 (NEDO)「地熱発電技術研究開発/熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発/還元熱水高度利用化技術(熱水中のスケール誘因物質の高機能材料化による還元井の延命・バイナリー発電の事業リスク低減)」	事業費
事業概要	「地熱発電技術研究開発/熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発/還元熱水高度利用化技術(熱水中のスケール誘因物質の高機能材料化による還元井の延命・バイナリー発電の事業リスク低減)」に係る委託業務 地熱水に含まれるシリカを市場価値の高いコロイダルシリカとして回収するシステムや、地熱水からリチウムを分離するために必要な吸着分離剤、及びリチウム回収システムの開発等を通じて、地熱開発を促進する取り組みとして、地熱発電の導入拡大に資する革新的技術開発を行うことを目的とする。	44,154千円 (平成28年度分)
		研究期間
本学研究者	国際環境工学部 エネルギー循環化学科 吉塚 和治 教授(代表)、西浜 章平 教授	平成27年度 ~29年度
連携機関	地熱技術開発(株)、日揮(株)	

事業名	環境省「環境研究総合推進費補助金」	事業費
事業概要	廃ネオジム磁石からのレアアースのリサイクルシステムの開発 廃ネオジム磁石からレアアースであるネオジムとディスプロシウムを分離回収するリサイクルシステムの開発を目的として、(1) 磁石を粉碎した微粉末からのレアアースの選択的浸出技術、および、(2) 浸出溶液からのレアアースの分離回収技術の開発を行う。	7,798千円 (平成28年度分)
		研究期間
本学研究者	国際環境工学部 エネルギー循環化学科 吉塚 和治 教授(代表)、西浜 章平 教授	平成26年度 ~28年度

事業名	新エネルギー・産業技術総合開発 (NEDO)「新エネルギーベンチャー技術革新事業」	事業費
事業概要	「新エネルギーベンチャー技術革新事業/新エネルギーベンチャー技術革新事業(バイオマス)/CO ₂ フリー水素を経済的に提供するシステムの技術開発」に係る委託業務 バイオメタノールを用いて、効率よく水素に変換するシステムを開発し、CO ₂ 負荷の低い(CO ₂ フリー水素)を経済的に供給するしくみの構築とその事業化を目指す。	4,830千円 (平成28年度分)
		研究期間
本学研究者	国際環境工学部 エネルギー循環化学科 黎 暁紅 教授	平成28年度 ~29年度
連携機関	伊藤工機(株)	

事業名	科学技術振興機構(JST)「戦略的創造研究推進事業(CREST)」	事業費
事業概要	メタンから低級オレフィンへの直接転換を可能にする金属超微粒子を担持した複合酸化物触媒材料の創製 既存の触媒材料では成し得なかった、メタンを高度に活性化し、低級オレフィン(エチレン、プロピレン、ブテン類)への直接転換を可能にする新しい触媒材料の創製を目指す。	4,810千円 (平成28年度分)
		研究期間
本学研究者	国際環境工学部 エネルギー循環化学科 朝見 賢二 教授	平成28年度 ~33年度
連携機関	東北大学、東京大学	

事業名	科学技術振興機構(JST)「戦略的創造研究推進事業(CREST)」	事業費
事業概要	酸素原子シャトルによるメタン選択酸化反応プロセス開発 反応温度200 - 300℃でメタン転化率10%、メタノール・ホルムアルデヒドの合計選択率85%を実現する触媒反応の開発を目指す。	2,223千円 (平成28年度分)
		研究期間
本学研究者	国際環境工学部 エネルギー循環化学科 黎 暁紅 教授	平成28年度 ~33年度
連携機関	東京大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所	

外部研究費の推移

環境技術研究所には、専任教員のほか、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。

(千円)

		受託研究	共同研究	奨学寄附金	受託事業	補助金	科研費	合計
平成24年度	件数	28	40	65	10	31	47	221
	金額	231,133	51,384	52,110	9,673	155,479	115,250	615,029
平成25年度	件数	25	38	69	4	18	45	199
	金額	212,305	51,762	36,224	1,320	128,351	88,409	518,371
平成26年度	件数	19	37	60	8	24	36	184
	金額	117,853	79,304	29,804	21,675	76,362	70,783	395,781
平成27年度	件数	20	37	56	11	23	39	186
	金額	141,595	84,822	47,599	19,561	60,495	81,398	435,470
平成28年度	件数	30	40	57	15	24	55	221
	金額	197,534	101,761	41,411	26,777	77,227	111,723	556,433

※前年度からの繰越分は除く ※科研費については、他大学からの分担金を含む ※研究費受入れを伴わない共同研究については件数から除く

シーズ紹介

汚染物質処理は浄化より隔離・保管が現実的 重金属汚染土壌及び放射性物質含有土壌・廃棄物の拡散防止技術構造

特許第5704742号
特許第5924472号

エネルギー循環化学科 環境技術研究所 伊藤 洋 教授、門上 希和夫 特命教授、他

【課題】 トンネルやダム等の掘削工事等によって排出される自然由来の重金属汚染土壌や原発事故によって発生した放射性物質含有土壌・廃棄物が大量に発生している。こうした汚染土壌や廃棄物を掘削除去処理や洗浄処理することは現実的ではなく、オンサイトで迅速に処理する技術が求められている。しかし、従来技術では大きく変化する降水に伴う浸透量、ガス発生、放射線遮蔽などを制御することが困難であった。

【内容】 本技術は、基本的に盛土構造であり、天盤の特殊な排水構造で降雨浸透量を最小限に制御することができ、上部および下部に敷設された吸着層で重金属等を補足する構造となっている。また、下部に通気層を設け、天盤に向かって通気する構造で盛土内を好気的な雰囲気維持し、硫化水素やメタンなどのガス発生を抑制することができる。加えて、盛土斜面をジオセル構造とすることで優れた耐震性補強と放射線遮蔽効果を実現した。

【利用分野】 汚染土壌の隔離・保管、放射性物質含有土壌の隔離・保管、廃棄物・汚泥等の現地隔離・保管



簡潔、コンパクトな反応器で、メタノール合成を1パスで達成し、合成効率を向上 メタノールの高効率合成法及びそのための装置

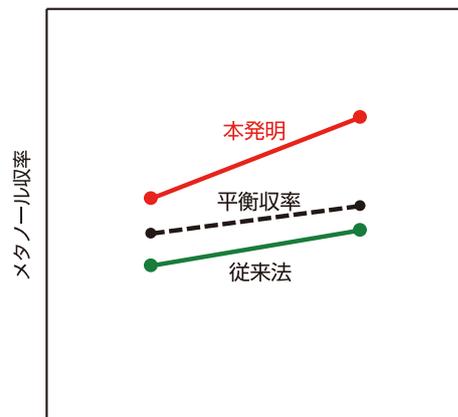
特許第4487103号

エネルギー循環化学科 朝見 賢二 教授、黎 暁紅 教授、藤元 薫 名誉教授

【課題】 触媒反応に基づきメタノールを合成する際に生じる熱処理により、生成効率が低下する点や生成の過程で原料ガスとメタノールが平衡値に近づくと原料濃度が低下し反応速度も低下する点などの課題がある。

【内容】 触媒層内に生成メタノールの蒸気圧が露点以下の冷却面を用意し、その冷却面においてメタノールを液化させて反応系外に抜き出し、平衡転化率を超える転化率の下でメタノール合成をさせるようにした高効率合成法を提案する。

【利用分野】 エネルギー(石油、電力等)、環境、運輸



反応圧力

バイオディーゼル燃料製造時に副生するグリセリンの量を削減し、良質のバイオ燃料を生成 バイオディーゼル燃料の製造方法及びその製造装置、 その方法に用いる油脂脱炭酸分解触媒

特許第5896510号
国際公開WO/2013/069737

エネルギー循環化学科 朝見 賢二 教授、藤元 薫 名誉教授、他

【課題】 バイオディーゼル燃料は、エネルギー循環型社会の構築のために極めて重要な技術であるが、従来のバイオディーゼル燃料の製造方法は、製造時にグリセリンが生成される等の問題があった他、製造された燃料の流動点が高く、寒冷地の使用に適さない等の問題が生じていた。

【内容】 使用済みの触媒を利用した接触分解法により、廃食用油や不純物を含む油脂から、含酸素成分を除去し、炭素数9~24の、オレフィン・パラフィンを中心とする炭化水素混合物を副生成物なく高効率かつ低コストに合成する。反応は400℃前後かつ常圧下で行われ、装置も非常にシンプルである。また、製造された灯・軽油相当の燃料の流動点も低いものが製造できる。

【利用分野】 エネルギー(石油、電力等)、環境、運輸



パイロットプラント

一酸化炭素と水素から炭化水素を高効率で合成する触媒技術を提供 炭化水素製造用触媒の製造方法及び炭化水素製造用触媒、並びに炭化水素の製造方法

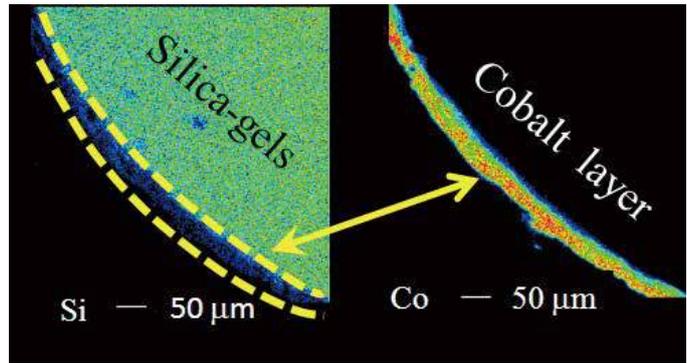
特許第5555920号

エネルギー循環化学科 黎 暁紅 教授、他

【課題】 従来のインシipientウェットネス法、沈殿法では、金属の前駆体溶液が触媒担体の表面に存在する細孔に浸入し、細孔の内部表面にも活性金属種が凝集して結合した触媒が調製される。触媒の内部に結合した活性金属種は、還元反応に寄与しないだけでなく、二次反応を生じさせてメタンを発生させるといった課題を有していた。

【内容】 本発明は上記従来の課題を解決するもので、一酸化炭素の転化率が高く、かつメタン選択率が低く、さらにその活性を長期間維持できるとともに、触媒金属が脱落し難く耐久性に優れた触媒が得られる炭化水素製造用触媒の製造方法を提供する。

【利用分野】 環境・エネルギー、触媒化学



本発明：ほとんどの活性金属（コバルト）が外表面に局在していることにより触媒活性が向上する

二酸化炭素と水素から、n-ヘキサン等の炭化水素を高効率で合成 炭化水素の製造方法

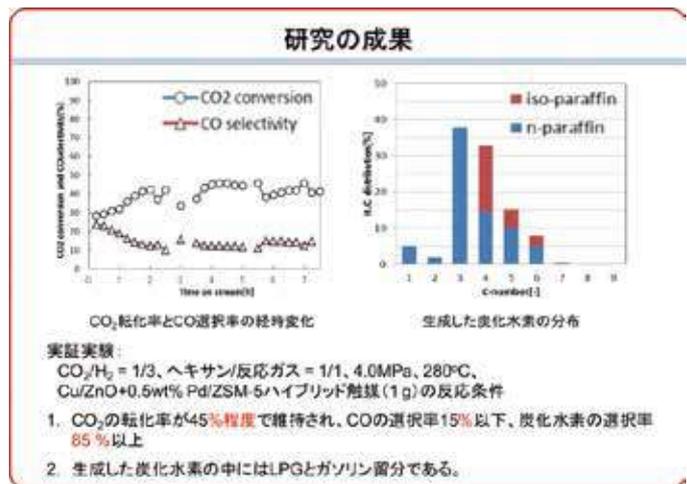
国際公開WO/2015/174351

エネルギー循環化学科 黎 暁紅 教授、他

【課題】 CO₂からのメタノール合成平衡転化率は熱力学的平衡定数によって決定され、化学平衡に不利な反応であり、例えば250℃、15MPaの条件下で40%である。したがって、水素と二酸化炭素を含む原料ガスを用いたメタノール合成反応において、化学平衡の制約から解放されない限り、高いワンパス転化率を得ることはできない。

【内容】 本発明の炭化水素の製造方法では、銅-亜鉛系メタノール合成触媒とゼオライト触媒を混合して用いるため、二酸化炭素と水素との反応により生成したメタノールが、ゼオライト触媒の作用により迅速に水素化して炭化水素に変換することで、化学平衡の制約から解放される。

【利用分野】 環境・エネルギー、触媒化学



草本バイオマス処理にメタン発酵技術による減量・資源化技術を提供 有機性廃棄物の生物学的処理装置およびその方法

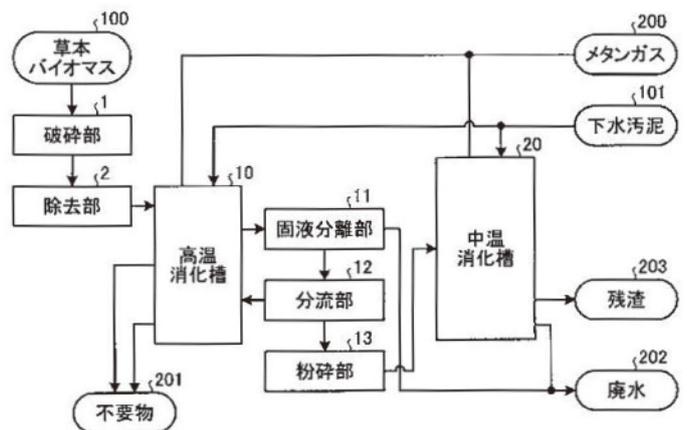
特許第4903908号

エネルギー循環化学科 安井 英斉 教授、他

【課題】 草本バイオマスをメタン発酵する際に、簡易な構成で、残渣を少なくしてエネルギー効率を高くすること。

【内容】 草本バイオマスを嫌気性条件下で生物学的処理を行う有機性廃棄物の生物学的処理装置において、草本バイオマスを嫌気性条件下で嫌気性微生物を用いた生物学的処理を行う高温消化槽と、高温消化槽の内容物の少なくとも一部を固液分離する固液分離部と、前記固液分離部で分離された固形内容を、嫌気性微生物が分泌する菌体外酵素の有効到達距離以下に機械的に粉碎する粉碎部と、固液分離された固形内容を嫌気性条件下で嫌気性微生物を用いた生物学的処理を行う中温消化槽を備える。

【利用分野】 環境・エネルギー、農業



空港テロなどの爆薬を、高感度で迅速に検知するセンサを提供

高感度雰囲気センサーの製造方法、
高感度雰囲気センサーおよびそれを用いた物質の検知方法

特許第5812419号

エネルギー循環化学科 李 丞祐 教授、他

【課題】 爆薬成分としては代表的なものに芳香族ニトロ化合物であるが、空港などでは検知犬によって爆薬の検知を行っている。しかしながら、検知犬は訓練育成に費用と時間が掛かり、その数を増やすことは困難である。一方、最近の国際情勢では空港テロなど爆薬による無差別殺人が多く行われ、爆薬の迅速な検知体制の強化が必要とされ、爆薬の匂いに鋭敏な雰囲気センサーの開発が期待されている。

【内容】 爆薬成分などに用いられる物質を高感度で検知することが可能な高感度雰囲気センサーを簡便で且つ効率よく製造することができる高感度雰囲気センサーの製造方法を提供する。チタニアブトキシドとポリマーと機能性分子とを混合して混合液を得る混合工程と、その混合液を基板に塗布し、相分離による二重のチタニア層とそのチタニア層に挟み込まれた機能性分子を含有するポリマー層からなる3層構造を形成することを特徴とする高感度雰囲気センサーの製造方法である。
【利用分野】 空港、港湾、警察、警備



爆薬粉末を付着した指を蛍光基板（エキシマー蛍光導入）に接触
爆薬応答の顕著な違いが素早く観察

光ファイバ表面に多層膜を形成することで、ガスや湿度を高感度で検知するセンサを提供

雰囲気センサー

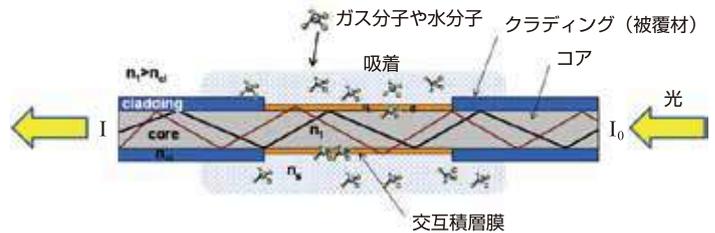
特許第5219033号

エネルギー循環化学科 李 丞祐 教授、他

【課題】 従来、光ファイバを利用したガス検知用のセンサーが開発されているが、検知感度の向上のため、光ファイバを螺旋状に巻回して光路を長くする必要があったことや、検知部に必要となる製膜技術の制御が難しく、品質の安定性や耐久性に欠けるなどの課題を有していた。

【内容】 特殊な交互積層膜での製膜により、検知感度が向上。また、製膜の強度・耐久性が高いことに加え、製膜時間が短く、安定した品質の提供が可能となる。また、一本の光ファイバを部屋に張り巡らせることによる任意の複数ヶ所の検知も可能となる。

【利用分野】 各種無機、有機ガスメータ、エレクトロニクス産業



交互積層膜によるガスや水分の吸着量により光の吸収率が変化する。

衝撃波を伴う噴流の三次元の密度場を高空間分解能・高精度で計測する装置を提供

シュリーレン断層撮影装置及び三次元圧縮性噴流評価方法

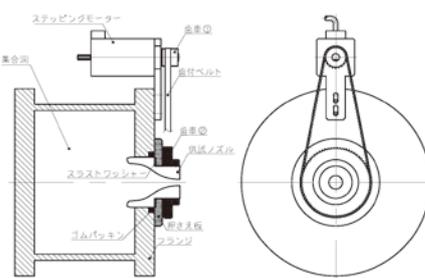
特開2016-075590号

機械システム工学科 宮里 義昭 教授、他

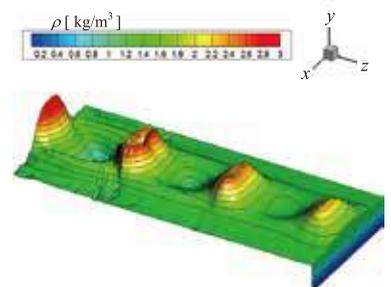
【課題】 低速の噴流内の圧力や速度などを測定するために、ピトー管や熱線流速計等の検査プローブがよく利用されるが、超音速の噴流中に検査プローブを挿入すると、一般にプローブの周りに衝撃波が生じて元の流れ場を大きく乱すことが知られている。従って、流れ場を乱さずに超音速の噴流構造を調べる装置の開発を目指す。

【内容】 密度変化を伴う媒質中を通る光は、プリズムを通る場合と同じように屈折する性質がある。この光の性質を利用して、本装置では光学的に噴流構造を詳細に調べることが可能である。本装置によって、FCVの水素噴射ノズルに代表される次世代のマイクロノズルの評価を行うためのデータ取得が可能となる。

【利用分野】 FCV、航空宇宙、鉄鋼、繊維、医療、農業



実験装置の模式図



超音速噴流の密度場鳥瞰図

LED投光器の大型化を可能にする、ヒートスプレッダーを利用した放熱対策を提供

LED投光器

特開第2014-099334号

機械システム工学科 井上 浩一 教授

【課題】 LEDを光源とする高出力投光器では、放熱性能を確保するためのヒートシンクが大きくなるために照明装置の外形寸法と重量が増加する。また高出力・高発熱密度となる光源部では、局所高温部の発生によるLEDの性能劣化が発生しやすくなる。これらの熱的な問題により、LED投光器の大出力化は困難であった。

【内容】 本発明は、投光器に本来付属しているリフレクターに放熱機能を持たせてLED光源裏面のヒートシンクからの放熱量を減らすとともに、光源部を均温化(局所高温部の消失)することで、ヒートシンクを小型・軽量化するものである。放熱機能付きリフレクター(放熱パネル)は、多層の放熱板、それらの間に設置した微細フィン、LED実装部から放熱パネル全体に熱輸送するヒートパイプから構成される。

【利用分野】 LED発光器、自動車、電気機器



自動車エンジンなどから排出される未利用熱エネルギーを動力に変換するための蒸気機関を提供

蒸気機関(排熱回収システムのための蒸気機関)

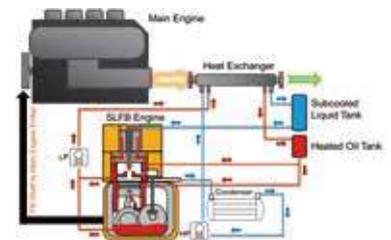
特許第5804555号

機械システム工学科 吉山 定見 教授、他

【課題】 自動車用内燃機関をはじめとして、機関や燃焼器から排出される燃焼ガスのもつ熱エネルギーは未利用のまま大気中に排出されている。この熱エネルギーを動力に変換するための蒸気機関を提供する。

【内容】 機関や燃焼器などから排出される高温ガスの熱エネルギーを熱交換器により回収し、その熱によって加圧した作動流体(液体)を加熱し、この過熱液をピストン機関のシリンダ内へ噴射させることにより、フラッシュ蒸発を発生させ、さらにシリンダ壁を加熱することでフラッシュしなかった飽和液を蒸発させ、動力を発生させる装置を提供する。

【利用分野】 自動車用内燃機関、発電機用小型内燃機関、燃焼機器(バーナ、小型燃焼炉)



蒸気機関 (SLFB Engine)

病院や施設内の患者の動静、安全、健康を確保するため、患者の動体を監視するシステムを提供

動体監視方法及びその装置

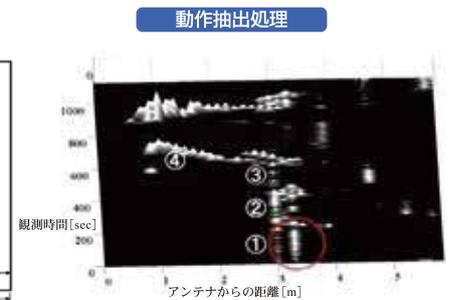
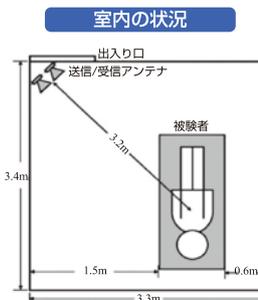
特許第5413897号

情報メディア工学科 梶原 昭博 教授

【課題】 病院や高齢者福祉施設における患者や入居者(以下「被験者」)の安全を確保するためには、室内での行動状況を逐次把握する必要があり、看護師・介護士(以下「管理者」)の心身の負担に加え、被験者のプライバシーの問題も生じていた。

【内容】 非常に微弱な電波である「超広帯域無線波(UWB-IR)」を用いて室内の被験者の行動情報をモニタリングすることにより、常時監視していなくても、予め設定した各種しきい値を超える異常を感知したときに別室にいる管理者に自動的にアラームを送信することが可能となった。また、着床時には、被験者の呼吸数・心拍数も、非接触かつ無拘束でモニタリングが可能となる。

【利用分野】 病院、リハセンター、老人ホーム、独居老人



フライアッシュから未燃カーボンを除去すれば、有価な資源に変身

浮遊分離装置及び方法並びにその利用製品の製造方法

特許第4802305号

建築デザイン学科 高巢 幸二 教授、松藤 泰典 名誉教授、他

【課題】 火力発電所の副産品として大量に産出される石炭灰(フライアッシュ)は、コンクリート混和剤をはじめ、多くの分野で利用されている。しかし、コンクリート混和材として利用するためには、フライアッシュに含まれる未燃カーボンを除去する必要があり、従来技術では十分な生産性を得にくかった。

【内容】 本発明の浮遊分離装置は、コンパクトで簡素な構成かつ簡単な操作性を有しており、未燃カーボンを多く含んでいるフライアッシュを、未燃カーボンが3wt%以下になるように効率よく改質することが可能となる。

【利用分野】 石炭火力発電、環境・エネルギー、セメント



CCAS(改質フライアッシュ)製造プラント

生体親和性や引張り強度に優れたアルギン酸繊維やフィルムの製造技術を提供 アルギン酸成形体の製造方法

特許第5435723号

環境生命工学科 森田 洋 教授、他

【課題】 アルギン酸フィルムは、医薬品、化粧品、食品等の様々な分野で使用されており、多くの応用製品が製造されている。しかし、製造過程で変形等の製造不良が生じやすく、生産性が低下する等、大きな課題を有していた。

【内容】 ゲル化を二段階で行う事により、製造工程の簡素さを維持しつつ、延伸処理が不要で、また被膜にも適用化でき汎用性に優れ、さらに引張強度及び親水性が高く応用性に優れたアルギン酸繊維又はアルギン酸フィルムの製造方法を提供する事が可能となる。

【利用分野】 医薬品、化粧品、食品等の分野で使用されるアルギン酸成形体の製造方法



ゲル化一段階目



ゲル化二段階目

純粋培養に拘りますか、混合培養技術で新規な酒類を!

アスペルギルス属菌及びリゾープス属菌の混合培養系を用いた アミラーゼの生産方法

特許第5900871号

環境生命工学科 森田 洋 教授、他

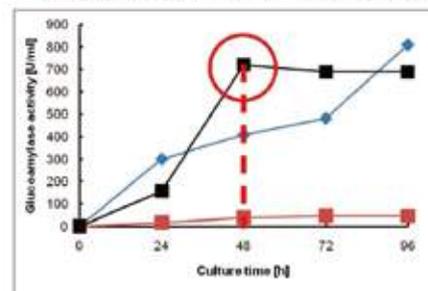
【課題】 グルコアミラーゼや α -アミラーゼはそれぞれ糖化酵素、液化酵素と呼ばれ、デンプン加工(ブドウ糖製造など)の際に欠かすことのできない酵素である。また、これらの酵素は日本酒や焼酎などの酒類製造の際に使用される麹中にも多く含まれており、両者の酵素を同時にかつ高生産性を有する培養法の構築が望まれている。

【内容】 アスペルギルス属菌(黄麹カビ)とリゾープス属菌(クモノスカビ)の初発孢子数の割合と培養時間を制御することにより、原料のデンプンからグルコアミラーゼや α -アミラーゼを効率よく、短時間で高生産する技術である。また液体培養や固体培養といった培地の物性に関係なく適用することが可能であり、孢子数比と培養時間の制御により、生産されるグルコアミラーゼと α -アミラーゼの量も制御可能となる。

【利用分野】 酵素製剤(デンプンの加工など)、酒類醸造(日本酒や焼酎など)、甘酒の製造など

【純粋培養法と混合培養法の比較】

■: *Aspergillus oryzae* IFO 5238 ◆: *Rhizopus cohnii* F5 ■: 混合培養法(44:1)



・*A. oryzae* と *R. cohnii* の孢子数の比が44:1で同時に接種することにより、純粋培養に比べて短時間の培養(48 h)で720 U/mlと高いグルコアミラーゼ活性が得られました。

・*A. oryzae* と *R. cohnii* の添加孢子数の比を制御することでグルコアミラーゼと α -アミラーゼ生産性が制御可能です。

過酷な環境(高温・凍結)でのバイオセンサー利用が可能な人工酵素

人工酸化還元酵素及びその使用方法

特許第5534128号

特許第5622207号

環境生命工学科 河野 智謙 教授、他

【課題】 容易に利用することができるとともに安定なペルオキシダーゼなどの人工酸化還元酵素を提供する。

【内容】 本発明の人工酵素の特徴は、一般に酵素の弱点である熱および凍結に対して高い耐性を有することであり、耐熱性(100°C)、凍結融解の繰り返しなど過酷な環境での耐性を有し、長寿命のバイオセンサーや特殊環境での反応形の構築が可能となる。本発明の人工酸化還元酵素は、アミノ酸の数が6~13個のポリペプチドに金属イオンが結合した構造を有する。前記ポリペプチドは、構成アミノ酸としてチロシン及びヒスチジンを含む。ヒスチジン残基は前記ポリペプチドのN末端以外の位置に存在している。

【利用分野】 バイオセンサー、抗体ラベリング、生化学反応

高価なICP-MSに依らず、希土類を高感度で検出できる分析方法を提供

希土類イオンの検出方法及び希土類イオン検出用キット

特許第5656125号

環境生命工学科 河野 智謙 教授、上江洲 一也 教授、他

【課題】 水溶液中の低濃度の希土類イオンの超高感度での検出技術を提供する。検出濃度範囲: ppb~ppt。

【内容】 試料中の希土類イオンを検出する本発明の方法は、試料を鋳型DNAに接触させる工程と同時に又はその後、鋳型DNAを用いてプライマーの存在下でPCR反応を行う工程と、PCR反応により増幅されたDNA断片を検出する工程とからなる。希土類を高感度ラベル剤として用いる場合、生物、化学、環境分野での様々な応用が見込める。

【利用分野】 環境モニタリング、バイオセンシング、水質検査、半導体洗浄プロセス管理

GC/MS又はLC/MSにおいて標準物質不要の同定・定量DBシステムの開発手法の提供
クロマトグラフ/質量分析装置向け標準物質不要の汎用多成分一斉同定・
定量用データベースシステムの開発手法

特許第4953175号

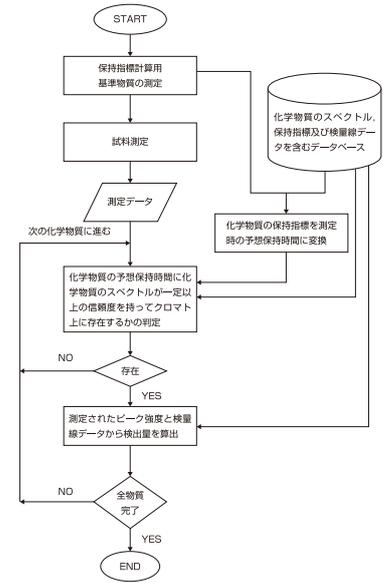
環境技術研究所 門上 希和夫 特命教授、他

【課題】 GC/MSまたはLC/MSにおいて標準物質を使用することなく多数の化学物質を同定・定量するデータベースシステムを開発するための手法を提供。特徴：GC/MSやLC/MSに適用、標準物質不要、測定物質数は無制限、容易に新規物質追加、機種依存なし、同定・定量が可能。

【内容】 本発明は、(1)多数の物質を確実に同定・定量するための手法、及び(2)容易に新規物質を追加する手法の2つのノウハウを提供するものであり、本発明を用いてデータベースを構築することができる。データベース構築者は、所定条件に設定したGC/MS(またはLC/MS)で標準物質を測定し、その質量スペクトル、相対保持指標、及び検量線をデータベースに登録する。ユーザーはデータベース登録時と同一条件に設定したGC/MS(またはLC/MS)に測定試料を注入して測定する。データベースシステムは、登録データと測定データの保持時間とマススペクトルを比較して測定データに登録物質が存在するかを判定(同定)し、含まれている場合は登録検量線からその量を計算(定量)する。

【利用分野】 環境、食品、法医学など

【その他】 すでに実用化されており、数社とライセンス契約締結済



燃料電池の異常部分を高い精度で特定できる、燃料電池の発電性能の診断装置を提供
燃料電池の発電性能の診断システム、補正装置、及び診断装置、
並びに燃料電池の発電性能の診断方法

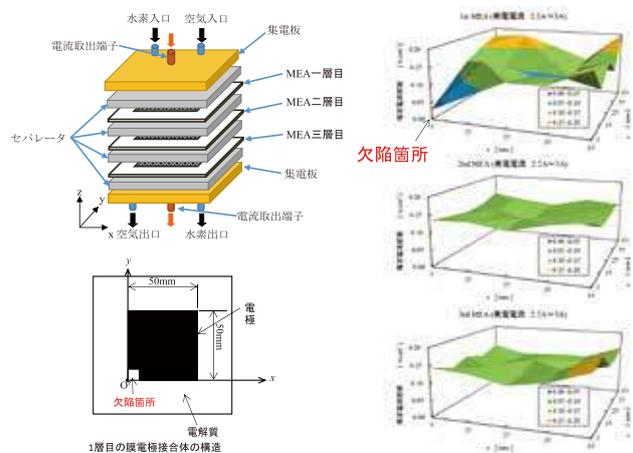
特願2016-177184

機械システム工学科 泉 政明 教授、他

【課題】 数十～数百層の発電素子(膜電極接合体; MEA)を電気的に直列に積層して構成される燃料電池において、一部のMEAに欠陥が発生すると、燃料電池全体の発電性能が大幅に低下する。欠陥MEAを識別するには各々のMEAに電圧測定端子を接続し電圧を測定しなければならないが、多くの手間と時間を要してきた。

【内容】 発電中の燃料電池の周囲に発生する磁界を測定し、この磁界から逆問題解析により燃料電池内部の電流分布を推定する。この電流分布を解析することにより、燃料電池内部の欠陥箇所を検出する。本手法は燃料電池周囲の磁界を測定するため非接触で容易に瞬時に行えるため、従来の手間や時間を大幅に削減することが可能になる。

【利用分野】 燃料電池製造時の検査用、燃料電池開発時の計測用、燃料電池運用時の性能モニター用



少量の体液から迅速に生体情報を検出するセンサーチップ技術
溶液分析装置及びその製造方法、並びに溶液分析方法

特願2017-129954

環境生命工学科 磯田 隆聡 准教授

【課題】 本発明は従来と比較して精度及び再現性の高い溶液成分分析を解決するための分析キット、分析方法、及び分析装置の提供を可能とする。

【内容】 本発明は生体試料や食品、飲料水等に含まれる特定成分の濃度を、電流変化に基づいて検知することができるバイオセンサの作動原理、製造方法ならびに検出システムに関するものである。本システムにおける分析対象は、血液、尿、体液、動植物の組織、細胞、食品、及び飲料などに含まれるイオン、糖、脂質、タンパク質、抗体、及び抗原等である。被検液体の形態は特に限定されず、全血や血漿、尿、大便、唾液、汗、精液、膿液、鼻汁、涙、痰などの生体由来の未精製若しくは粗精製の液体、これらの液体の希釈物、及びこれらの液体に対して試薬などを用いて前処理をした試料などを、被検液体とすることができる。これは生体情報を簡便、迅速に検出するための情報端末機器の主要部品(センサーチップ)に関する製造方法、ならびに計測システムの技術である。現在、この特許を基に小型携帯測定システムを共同研究企業で製品化するに至っている。(写真)

【利用分野】 臨床検査、健康診断、在宅介護、トイレ、食品検査



トピックス

特集① 先制医療工学研究の展開

特集② エネルギー関連研究の展開

共同研究

国際連携

新任研究者の研究紹介

研究所データ

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/>

藍川 昌秀 教授 環境

- 降水化学と物質循環
- 大気中ガス状・粒子状汚染物質とその濃度支配因子
- 大気環境から見た地域汚染と越境汚染

赤川 貴雄 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
- 化学反応を用いる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

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

- 新規バイオセンサの開発と応用 1. がん検査
- 2. 唾液診断
- 新規バイオセンサの開発と応用 3. 食品鮮度
- 新規バイオセンサの開発と応用
- 4. バイオ-IoT技術(バイオセンサのネットワーク化)

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湿出制御
- 地中ガス観測による斜面崩壊予測

井上 浩一 教授 機械

- 高出力LED型照明の開発
- 火か・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 准教授 化学

- 多様な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
- 多孔質材料を基礎と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環境配慮型消火剤の開発
- 放射線グラフト重合法による機能性材料の開発
- 分離材料の設計のための分子認識機構の解明

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
- 音声デジタルデータの改ざん検知

牛房 義明 准教授 環境

- デマンドレスポンスの経済分析
- 超スマート社会の経済分析

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
- シュレッタ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補正に関する研究

岡本 則子 准教授 建築

- 室内音環境の数値シミュレーション技術
- 建築材料の吸音特性の現場測定技術

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)
- 医用画像解析

小野 大輔 准教授 機械

- マッハ・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

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

梶原 昭博 教授 情報

- ワイヤレス生体情報センシング技術の開発
- 全天候型周辺監視レーダと自車位置推定技術の開発
- ソフトウェアミリ波レーダシステム

加藤 尊秋 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
- スマートコミュニティにおける電力使用特性解析
- 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

門上 希和夫 特命教授 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
- 微量有害物質の総羅(1500種)分析法の開発
- 微量有害物質分析および環境等調査

金本 恭三 教授 機械

- パワーエレクトロニクスモジュールの信頼性に関する研究
- パワーエレクトロニクスモジュールの冷却技術に関する研究

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

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と応用

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
- 次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中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

- 情報セキュリティ
- 次世代型情報通信ネットワーク

佐藤 雅之 教授 情報

- 大きな両眼網像差による奥行き知覚のメカニズム
- 両眼網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

トピックス

特集① 先制医療工学研究の展開

特集② エネルギー関連研究の展開

共同研究

国際連携

新任研究者の研究紹介

研究所データ

化学 環境 機械 建築 情報 生命 ... 主な研究領域

杉原 真 教授 情報
車載ネットワーク設計技術
視線計測技術
ディメンダブルVLSI設計技術

鈴木 拓 准教授 化学
多元系新規酸化物光触媒の開発と評価
酸化物光触媒を用いた光デバイスの開発

陶山 裕樹 准教授 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
バリ協定のCO₂削減目標に貢献するセメントフリーコンクリートの開発
浮遊塵法による建築材料用フライアッシュの製造及びその応用技術の開発
硬化コンクリートの試験・分析手法標準化に関する要素技術
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

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

玉田 靖明 講師 情報
視覚、聴覚、前庭感覚、皮膚感覚を組み合わせた自己運動感覚に関する研究
VR環境下での空間認識、臨場感、酔いに関する研究
スマート端末を利用した視機能診断アプリケーションの開発

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(摩耗低減化)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 准教授 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・パート 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 晋一朗 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

永原 正章 教授 情報
動的パースモデリングによる省エネルギーのための自動制御技術
マルチエージェントシステムの制御理論
デジタル音声・画像・動画処理

西浜 章平 教授 化学
レアメタルの分離回収プロセス

野上 敦嗣 教授 環境
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)
大気中浮遊微粒子センシング技術(有害微粒子・細菌類)

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 准教授 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术開発
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
ロボ制御システムの解析と設計
ロボ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
非接触センサ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
Bluetoothメッシュネットワークの各種応用に関する研究

松波 勲 准教授 情報
車載レーダーによる複数移動目標探知・識別技術・状況推定技術
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
ライフサイクル思考にもとづく次世代社会技術・システムの提案・評価
地域エネルギーシステムの総合評価手法
途上国における環境問題の将来予測と政策評価

宮國 健司 講師 機械
難被削材の最適な加工法に関する研究

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ビトー管による静圧測定技術

村上 洋 准教授 機械
光ファイバプローブを用いた微小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
工作機械の知能化に関する研究

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
室内カビ・ダニの新規制御法に関する研究
微生物の拮抗作用に着目した新規培養法の確立

安井 英育 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
下水・産業排水処理

柳川 勝紀 准教授 生命
難培養性微生物による海底資源の生成/分解ポテンシャルの解明
難培養性微生物によるバイオレメディエーション
食材料昆虫の共生微生物を活用した木材バイオマスの有効利用

山崎 進 准教授 情報
ソフトウェア開発(組込みシステム、ウェアアプリケーション、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、研究型インターンシップと徒弟制)

山崎 恭 准教授 情報
生体認証(バイオメトリクス)
情報セキュリティ
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 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
レアメタル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

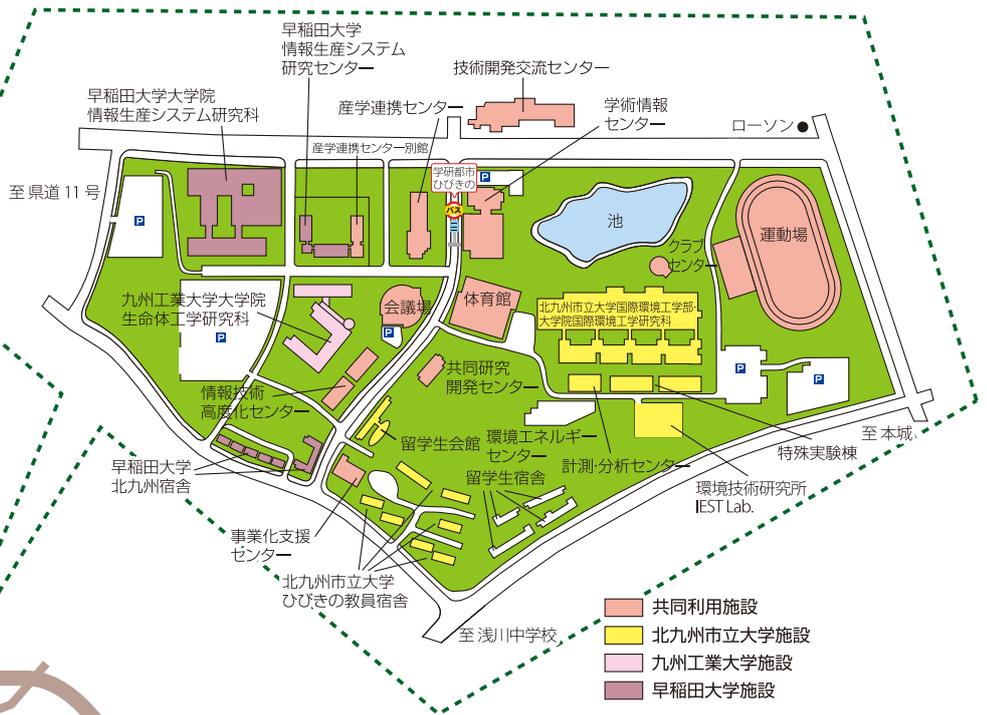
李 丞祐 教授 化学
機能性有機-無機ナノハイブリッドの合成および分離・検知素子への活用
生体気情報に基づいた疾患相関およびその生体機構の解明
自己組織化ナノ構造を有する高感度気体センサおよび検知システム

龍 有二郎 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

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 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

- ・国際環境工学部
- ・大学院国際環境工学研究科
- ・環境技術研究所

〒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



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 E-mail kikaku@kitakyu-u.ac.jp
<http://office.env.kitakyu-u.ac.jp/kangiken/>