

## 研究成果のテーマ一覧

日時：平成 18 年 9 月 29 日（金） 12:00～18:00

No.	展示担当者	研究テーマ	頁
1	仁木 登	CT 画像を用いて肺・心血管・骨の病気を見つけるコンピュータの開発	6
2	早崎 芳夫	LED を用いた近赤外分光画像計測装置	7
3	末田 統	ロービジョン者のコントラスト感度特性に関する研究	8
4	藤澤正一郎	徳島におけるロービジョン者の医学的屬性計測に関する研究	9
5	吉田 憲一	生体融和機能を付与したチタン多孔体人工骨	10
6	村上 理一	腰椎分離症の各種問題点に対する有限要素法を用いた生体力学的アプローチ	11
7	大家 利彦	微量生体高分子分離分析・分取デバイスの開発	12
8	本仲 純子	疾病と血清中必須微量元素との相関	13
9	安澤 幹人	生体内グルコース濃度リアルタイムモニタリング	14
10	高麗 寛紀	ジェミニ型高機能性殺菌剤の開発	15
11	間世田 英明	微生物の言葉を利用して病原性微生物を制御する	16
12	前田 拓也	銀担持アクリル繊維光触媒を用いた病原性微生物の制御	17
13	長宗 秀明	簡易迅速遺伝子検査法の開発	18
14	友安 俊文	Small heat shock シャペロンの工学・医学的応用	19
15	櫻庭 春彦	超好熱菌アルドラーゼの医薬関連化合物合成への利用	20
16	堀 均	がんと酸素：Oxygen Medicine のメディシナルケミストリー	21
17	辻 明彦	医学応用をめざしたタンパク質工学	22
18	辻 明彦	プロプロテインコンベルターゼにより活性化される脂肪細胞分化増殖因子の探索（徳島県知的クラスター）	23
19	野地 澄晴	コオロギを用いた薬剤の 1 次スクリーニング系の開発	24
20	松木 均	生体高分子と麻酔薬の相互作用 — 麻酔作用機構の解明をめざして —	25
21	木内 陽介	携帯型運動中動脈血流計測装置	26
22	木内 陽介	生体インピーダンストモグラフィ（EIT）の開発	27
23	木内 陽介	紫外発光 LED を用いた殺菌装置の開発	28
24	岩田 哲郎	フーリエ変換型蛍光寿命計の開発とそのデータ処理	29
25	河村 保彦	光を用いる抗シュウヨウ性分子の合成と機能	30
26	望月 秋利	地震防災技術の開発 — 地盤情報 DB、液状化強度、常時微動計測 —	31
27	富田 卓朗	光変換ポリタイプを用いたワイドバンドギャップ半導体デバイスの開発	32
28	川田 昌武	電力機器設備絶縁劣化診断のための電磁波センシングシステムの開発	33
29	福見 稔	手首 EMG に基づく知的インタフェースの開発	34
30	手塚 美彦	ポリチオフェン誘導体の合成とその有機 EL 及び光起電力素子への応用	35
31	長町 拓夫	塑性加工プロセスの有限要素シミュレーション	36
32	村上 仁士	沿岸域の浅場を保全、再生する技術開発	37
33	成行 義文	ケーブルを用いた履歴吸収ダンパーの基本特性に関する解析的検討	38
34	金崎 英二	層状複水酸化物の合成と層間の化学修飾	39
35	逢坂 昭治	地盤凍結技術の向上	40
36	大西 徳生	単相連系インバータによる電源品質改善に関する研究	41
37	佐竹 弘 矢野 照久	「産学官連携プラザ」の産学連携支援活動	42

## 医工連携研究

## CT 画像を用いて肺・心血管・骨の病気を見つけるコンピュータの開発

(研) 情報ソリューション部門 情報システム工学大講座

(学) システム創生工学専攻 光システム工学コース 光情報システム講座

(学) 光応用工学科 光情報システム講座

教授 仁木 登、助教授 河田佳樹、助手 久保 満

Tel : 088-656-9432 Fax : 088-656-9433 mkubo@opt.tokushima-u.ac.jp

医療現場での CT 装置の役割は大きく、短時間の撮影で、広範囲の高分解能 3 次元画像を作成することができる。特に胸部の CT 画像は、肺・心臓・骨等の病気の表現能力が高いために早期の病気を見つけることが可能となった。胸部 CT 画像は 1 人あたり 0.5~1.0mm 間隔で数百枚となり、3 mm 程度の異常部分も見つけることができる。しかし、医師にとって大量の画像から病気を見つけ出すことは大変な労力である。

私たちは医師の負担を軽減させるためにコンピュータを使って胸部の病気を検出し、医師に知らせるシステムの開発を行っている。このシステムは、肺の中では早期肺がんの検出と肺気腫、心臓では心筋梗塞の原因といわれる冠動脈石灰化、骨においては骨粗鬆症などを高精度に検出する。図 1 は、胸部診断支援システムの外観である。医師が手軽に操作できるように工夫されている。システムの精度を医師の能力に近づけるためには、体の構造を理解することが重要である。胸部 CT 画像を入力するだけで、図 2 に示すように体・骨・心臓・肺・気管支・血管などの構造を自動的に抽出する。臓器の構造や位置などの情報をデータベースに登録することにより効率よく解析し、早期の病気を見つけるシステムの構築を目指している。図 3 は、肺がん検出結果とその 3 次元表示であり、図 4 は、肺気腫の検出結果の 3 次元表示である。これらの結果を見ることによって、病気の発生部位や進行度が容易に確認できる。このシステムの開発により胸部診断の精度や効率の向上や診断基準の統一化などが期待できる。



図 1 胸部診断支援システム

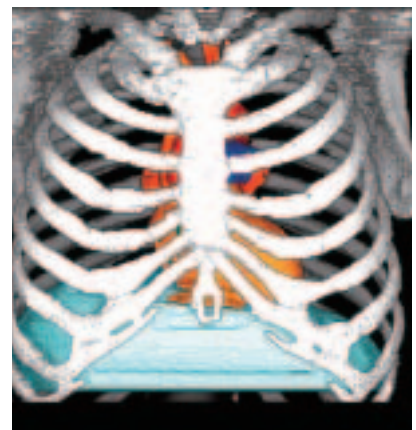


図 2 胸部構造解析

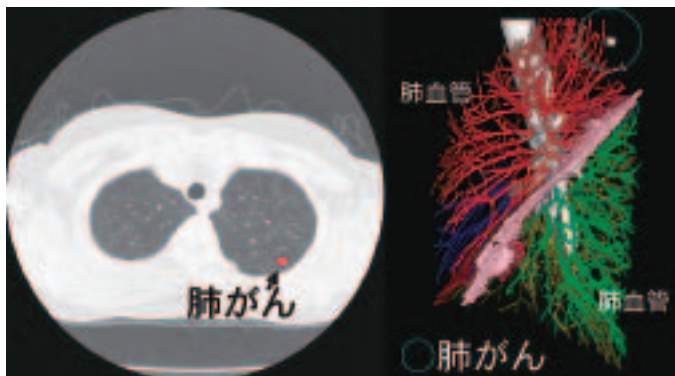


図 3 肺がん抽出結果と 3 次元表示 (左側からみた図)

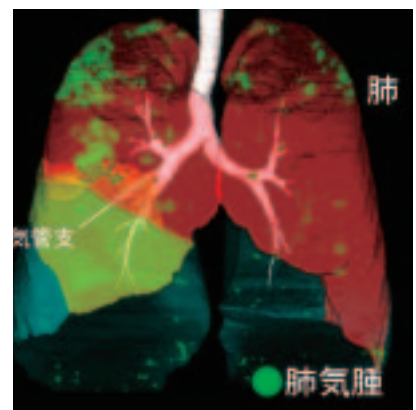


図 4 肺気腫自動検出結果

## 医工連携研究

## LED を用いた近赤外分光画像計測装置

(研) 情報ソリューション部門 情報システム工学大講座  
 (教) システム創生工学専攻 光システム工学コース 光情報システム講座  
 (学) 光応用工学科 光情報システム講座  
 助教授 早崎芳夫、助手 山本裕紹

Tel : 088-656-9426 Fax : 088-656-9435 E-mail : hayasaki@opt.tokushima-u.ac.jp

近赤外光を用いた脳組織の酸素濃度計測の可能性が報告され、これを契機に光を用いた組織酸素計測が急速に発展している。近赤外分光法による組織酸素計測は、脳や筋肉の組織代謝の時間変化を長時間で測定できる手法であり、脳活動のモニタリング、リハビリテーションにおける筋力回復診断、さらにはスポーツ医学・運動生理学への活用など広範囲な応用が期待されている。

現在、マルチチャンネル型の装置がいくつか実用化されており、脳や筋活動の空間的な代謝分布を測定するために利用されている。素子の数を増やすことにより、広範囲の代謝状態の画像化が可能となるが、素子間のバラツキの調整や素子の測定部位への取り付けが被験者への負担となり装置が大規模で高価となるために、一般の生活者が利用できる機会が少ない。近赤外分光法は、一般の人に利用できる安全な技術であるにもかかわらず、装置の構成上からそれを可能にできない。そこで、我々は、近赤外分光法を用いて、酸素動態計測が可能であり、活動による酸素動態を画像化できるシステムの開発を開始し、多チャンネル用いる手法の代わりに、少数チャンネルの測定プローブを走査する手法により画像化を行う測定装置の開発を行った。

単純なシステム構成で、近赤外分光法を用いた代謝の空間分布の取得を行うためには、近赤外分光センサーと位置検出センサーから構成される近赤外分光プローブを実現した。この近赤外分光プローブは、1組の発光素子と受光素子を体表面で走査することにより代謝の空間分布を取得できる。システムの単純化により、使用者自身の生体内代謝状態を計測することができ、小型で低拘束であるために動きをとまなう活動の際でも取り付けが容易となった。下図は、プローブの走査による代謝機能の空間分布の測定結果である。

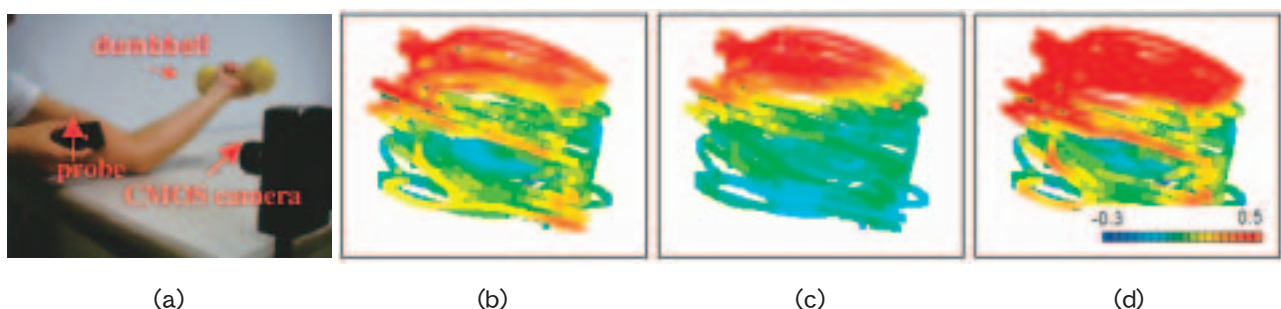


図 (a) 測定時の様子。上腕における安静状態に対する負荷状態の (b) 酸素化ヘモグロビンの変化  $\Delta[\text{HbO}_2]$ 、(c) 脱酸素化ヘモグロビンの変化  $\Delta[\text{Hb}]$ 、(d) 血液量の変化  $\Delta\text{BV}$ 。測定領域のサイズは、120mm × 150mm である。



## 医工連携研究

## ロービジョン者のコントラスト感度特性に関する研究

(研) 情報ソリューション部門 知識情報処理大講座  
 (教) 環境創生工学専攻 エコシステム工学コース 社会環境システム工学講座  
 (学) 知能情報工学科  
 教授 末田 統、助教授 藤澤正一郎、美馬 彩 (元医学部)、  
 ヘルスバイオサイエンス研究部 神経情報医学部門 感覚情報医学講座  
 教授 塩田 洋

Tel : 088-656-2167 Fax : 088-656-2168 E-mail : osamu-sueda@eco.tokushima-u.ac.jp

## はじめに

弱視者は、視覚障害者用誘導ブロック（以下点字ブロックという）と路面との間の輝度差と色差（コントラスト）を感じて歩行に役立てているが、現在点字ブロックの色や路面とのコントラストについての規格は定められていない。ISO や JIS の規格化のための基礎データを得るために、平成 16 年度から経済産業省は研究プロジェクトを立ち上げた。本研究はその一部として実施されたもので、「視覚障害者用誘導ブロックなどの視認性に係わる標準化推進委員会」で定めた実験手法で行っている。

## 被験者

被験者はこれまでに医学的屬性検査を受診した徳島在住の 150 名の弱視者を対象とし、その中の 100 名を対象として被験者を依頼している。被験者を依頼する際に、ヘルシンキ宣言に基づく十分な事前説明を行い同意を得ると共に、自宅を出て実験に参加し自宅に帰るまでの間の事故に対応できるように保険を掛けて万全を期している。

## 実験の概要

実験は図 1 のように光源として時間輝度が安定しているプロジェクターからの光を ND フィルターを用いて粗調整し、プログラムで微調整する方式とした。本方式により  $100\text{cd}/\text{m}^2$  から夜間を想定した  $1.5\text{cd}/\text{m}^2$  まで安定して映し出せるようになった。実験では各条件ごとに、まず被験者の輝度予測閾値を極限法で粗く測定し、この値を参考にして、恒常法のための 5 つの輝度値を設定した。次に設定した輝度に対して、縦、横、左斜め、右斜め、帯無しの 5 種類の帯を提示し、帯の方向と有無を 5 つの押ボタンスイッチで回答させた。図 2 は画面に投影された帯のイメージを示す。

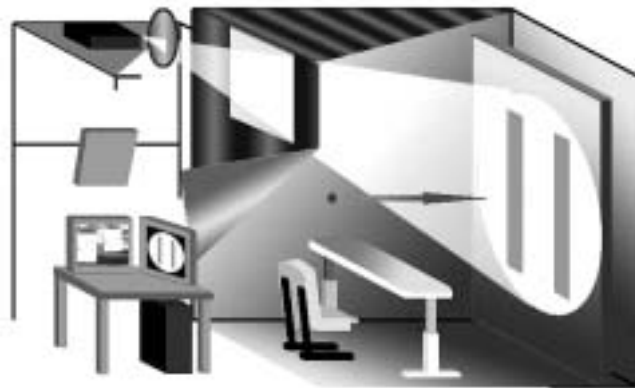


図 1 実験装置簡略図



図 2 実験に使用した画面のイメージ

## 医工連携研究

## 徳島におけるロービジョン者の医学的屬性計測に関する研究

- (研) 情報ソリューション部門 知識情報処理大講座  
 (教) 環境創生工学専攻 エコシステム工学コース 社会環境システム工学講座  
 (学) 知能情報工学科  
 教授 末田 統、助教授 藤澤正一郎、美馬 彩 (元医学部)、  
 ヘルスバイオサイエンス研究部 神経情報医学部門 感覚情報医学講座  
 教授 塩田 洋

Tel : 088-656-2167 Fax : 088-656-2168 E-mail : osamu-sueda@eco.tokushima-u.ac.jp

## はじめに

徳島大学において視覚障害者による各種の評価実験を行っているが、被験者のスクリーニングを行う心理学特性計測や視覚障害者の医学的屬性を把握するために医学的屬性検査を行っている。そのデータを元に各種の評価実験を実施している。事前に心理学特性計測や医学的屬性計測を行い、視覚障害者用誘導ブロックの視認性に関する実験や白杖による検出実験などの評価実験を行った。評価実験の概要や徳島における視覚障害者による評価システムのための人的構築に向けた取り組みを行っている。

## 心理学特性および医学的屬性計測

本研究の主な目的は、社会基盤整備のために、視覚障害者の視覚特性について、医学的な統計データを収集し、その分布を把握することである。さらに、もう1つの主要な目的として、誘導用ブロック等の色に関する心理物理的な実験を行い、その視認性に係わる標準化を目指すことが挙げられる。そこでは、限られた医学的特性に当てはまる被験者が抽出され、実験が行われる予定であり、それらの被験者から得られるデータは極めて重要である。

## まとめ

ロービジョン者の医学的屬性計測は、徳島市、阿南市、小松島市、鳴門市の4市から150名の協力を得た。また、白杖による検出実験もっており、徳島市を中心に29名、大阪・京都から11名の協力を得た。被験者への協力依頼は4市の市と徳島県と市や県の視力障害者会団体等の協力を得た。視覚障害者の社会基盤整備や支援機器開発を目的として徳島における視覚障害者による評価システムのための人的構築に向けた取り組みを進めている。



図1 計測風景

## 生体融和機能を付与したチタン多孔体人工骨

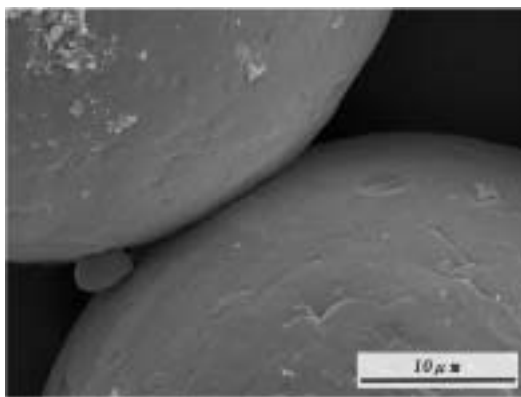
工学研究科 物質材料工学専攻 機能材料工学講座  
 博士後期課程 3年 坂本裕紀  
 (研) 先進物質材料部門 機能性材料大講座  
 (教) 知的力学システム工学専攻 機械創造システム工学コース 機械科学講座  
 (学) 機械工学科 機械科学講座  
 教授 吉田憲一  
 ヘルスバイオサイエンス研究部 再生修復医歯学部門 顎口腔再建医学講座  
 教授 浅岡憲三

Tel : 088-656-7358 Fax : 088-656-9082 E-mail : yoshida@me.tokushima-u.ac.jp

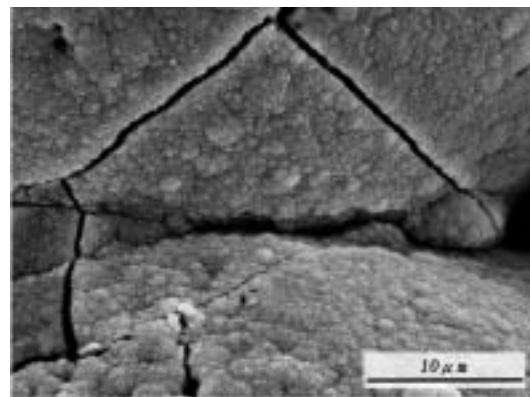
人工骨や歯科インプラントなど金属系のバイオマテリアルには、優れた生体適合性と優れた機械的性質が要求される。この要求を満たす材料として、チタンおよびチタン合金が利用されている。しかし、チタンは生物学的な生体適合性についてはリン酸カルシウム系材料(アパタイト)には及ばない。また、力学的な生体適合性については、骨との弾性係数の不適合が問題になっている。こうした問題を解決する方法として、生物学的な生体適合性については、チタン表面にアパタイトを修飾する方法、骨との接触面積を増大させることにより固定を促進する物理的方法が試みられてきた。力学的な生体適合性については、多孔材料とすることにより材料の弾性係数を著しく低下させる方法で達成できる。

チタン多孔体を従来の焼結法で作製するには、高真空、高温(1400℃)で長時間(24時間)焼結する必要があった。しかし、放電プラズマ焼結(SPS)法は低電圧大電流を流しながら焼結する方法であり、チタン粉末を焼結温度500-600℃、真空度3-4Paという条件でもって、比較的短時間(約40分)で焼結できる。

本研究では、骨と調和した機械的性質をもち、なおかつアパタイトで表面修飾され、骨への早期固定を可能とする材料の創製を目的としている。球状の純チタン粉末をSPS法によって焼結し、機械的性質の測定、擬似体液浸漬試験によるアパタイト析出量から、チタン多孔体と骨との適合性を評価した。この結果、製作したチタン多孔体は骨と同程度の弾性係数を有し、その表面に生体骨類似のアパタイトが析出することが確認された(図1)。



a) 擬似体液浸漬前



b) 擬似体液浸漬後

図1 擬似体液浸漬試験におけるチタン多孔体の表面状態の変化

## 医工連携研究

# 腰椎分離症の各種問題点に対する有限要素法を用いた生体力学的アプローチ

(研) 先進物質材料部門 材料加工システム大講座

(教) 知的力学システム工学専攻 機械創造システムコース 生産システム講座

(学) 機械工学科 生産システム講座

教授 村上理一、助手 米倉大介

Tel : 088-656-7392 Fax : 088-656-7392 E-mail : murakami@me.tokushima-u.ac.jp

腰椎の一部が破損する腰椎分離症（図1）は、長期間にわたって繰り返し負荷を受けることで発症する疲労骨折として考えられている。臨床的にはスポーツ選手など激しい動きを伴う運動を頻繁に行う場合に好発することがわかってきている。腰椎分離症やすべり症の発生には負荷様式が強く関与していると考えられる。そこで、本研究では腰椎の3次元モデルを用いた有限要素法（FEM）解析を行い、腰椎分離症に関する臨床的疑問点を力学的観点から検討した。解析によって得られた各部位の応力状態を比較・検討することにより、腰椎分離症やその合併症の発生原因について考察を加えた。なお、常成人腰椎モデルは米国オハイオ州トレド大学工学部生体工学科のV. K. Goelらのグループにより開発されたものを使用した。

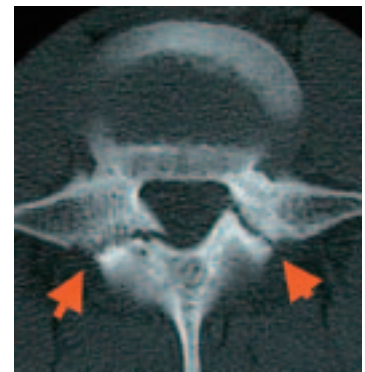
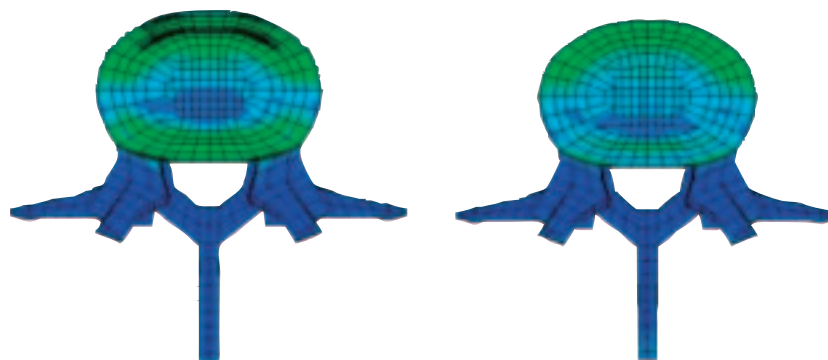


図1 腰椎分離症

## 解析結果

- 1) 片側分離症を発症した腰椎の非分離側の応力状態の解析を行った結果、非分離側には正常腰椎よりも高応力域が生じた。したがって、腰椎片側分離症を発症すると、対側に疲労骨折が生じやすいという臨床的な経験則を裏付ける結果が得られた。
- 2) 分離症の治療法である除圧手術が腰椎の応力状態に与える影響について調べた結果、Gill法は変性性すべり症を生じさせる可能性が高いことがわかった（図2）。また、遊離椎弓は腰椎運動に分離椎間の安定性に対して重要な働きをしていることがわかった。従って、遊離椎弓を摘出しない腰椎内視鏡下分離部除圧術は、Gill法の欠点を克服した理想的な最小侵襲除圧法であることを証明した。



(a) Gill法

(b) 内視鏡除圧法

図2 L5終板の応力分布（屈曲）



## 医工連携研究

## 微量生体高分子分離分析・分取デバイスの開発

産業技術総合研究所健康工学研究センターバイオデバイスチーム長

(研) 先進物質材料部門 ナノプロセッシング工学大講座

(教) 知的力学システム工学専攻 機械創造システム工学コース ナノプロセッシング工学講座

客員教授 大家利彦

Tel : 087-869-3579 Fax : 087-869-3579 E-mail:toshihiko-ooie@aist.go.jp

ヒトゲノムの構造情報が基本的に明らかにされた今日、生化学、分子生物学の研究の主体はそれぞれの遺伝子によってコードされる蛋白質へと移行しつつある。DNA や RNA などの核酸はそれぞれの構造が基本的には同一であり、その構造解析が比較的容易なのに対し、蛋白質はたとえ同一の遺伝子産物であっても、択一的スプライシングやリン酸化、糖鎖の付加などの翻訳後修飾によって多様な構造を示すため、個々の試料を分離し、分離された試料について更に解析を行うことが必要になってきている。すなわち、分離速度と分離精度の優劣がポストゲノム研究における開発競争力の鍵を握るといっても過言ではない。分取を必要とするポストゲノム研究は、大学などの基礎研究の場ではもちろんのこと、製薬会社などの創薬の場（ゲノム創薬）などでも盛んになされている。

現在、上述のような目的での研究では、これまでゲル電気泳動やクロマトグラフィーが採用されてきたが、分離までには数時間～日という長い時間を要しているため、ユーザーからは微量の試料を短時間で分離し、さらに分取できるデバイスの開発が望まれてきた。

本テーマでは、マイクロチップ型の電気泳動装置にピコインジェクター技術による試料導入機能、マイクロ液流制御による高精度分取機構、高感度多次元光検出による計測機能など、四国を中心とする地域の企業、国研で培われてきた技術・研究シーズを生かしつつ、これらを協調動作させるための制御系機能を付加し、多種多様な分子量の蛋白質等の混合物から、目的の分子量（サイズ）の部分を高速・高精度に分離し、取り出すことが可能な新規バイオデバイスの実現を目指している。これまでに各部の基本動作を確認するとともに、試料導入から分取までの全機能の連係動作試験に向けた試作・実験機を開発し、マイクロチップ流路からのタンパク質取り出しにも成功した。

※本研究開発は経済産業省の地域新生コンソーシアム事業として四国経済産業局からの委託を受け、(財) 四国産業・技術振興センターを管理人として行ったものである。

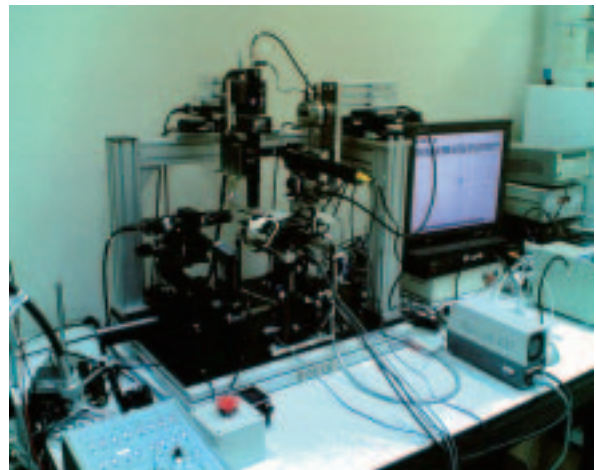


図1 微量生体高分子分離分析・分取デバイス試作・実験機



## 疾病と血清中必須微量元素との相関

(研) ライフシステム部門 物質機能化学大講座

(教) 環境創生工学専攻 化学機能創生コース 物質機能化学講座

(学) 化学応用工学科 物質機能化学講座

教授 本仲純子、講師 藪谷智規

ヘルスバイオサイエンス研究部 生体システム栄養科学部門 栄養医科学講座

教授 太田房雄、大学院生 アフェワーク・カス

Tel : 088-656-7409 Fax : 088-655-7025 E-mail : motonaka@chem.tokushima-u.ac.jp

### はじめに

人体を構成する元素の中で微量でも生命活動の維持において必要不可欠な元素を「生体必須元素」と呼ぶ。必須微量元素はその多くを食品から摂取しているが、過不足が生じると各種の機能障害が生じる。また、鉄欠乏性貧血、亜鉛不足による味覚障害など生体内の微量元素濃度と各種疾病との相関も指摘されている。そこで、血清中微量元素の簡易定量法の開発とその臨床学・栄養学への応用について、医工連携による研究を展開した。

### 血清中微量元素の簡易定量法の開発とその臨床学・栄養学への応用

アフリカにおけるエイズの蔓延は極めて深刻な地域問題として知られている。Fig. 1 に示したようにエイズだけでなく結核および寄生虫症を併発している患者も多く報告されている。血中の微量元素は患者の栄養吸収、炎症などの全身状態を反映する良い指標として利用できると考えられている。そこで、患者の血清中微量元素を測定し、疾病と元素濃度の相関を調査した。測定対象元素は生体必須性が高い鉄、銅、セレン、亜鉛について定量を行った。

血清内に含まれる微量元素はその濃度が低く、高感度な分析装置を利用することと外部からの汚染等に注意する必要がある。そのため、器具は酸および超純水で洗浄を入念に行い、測定には高感度多元素同時測定が可能な誘導結合プラズマ質量分析計を利用した。

その結果、疾病ごとに元素相関が存在することを確認した。特に、エイズと寄生虫双方に罹患した患者では有意に銅濃度が高い結果が得られた (Table 1)。生体組織の炎症時に生じるセルロプラスミン濃度上昇が銅濃度の上昇にも影響を及ぼしていることが予測される。

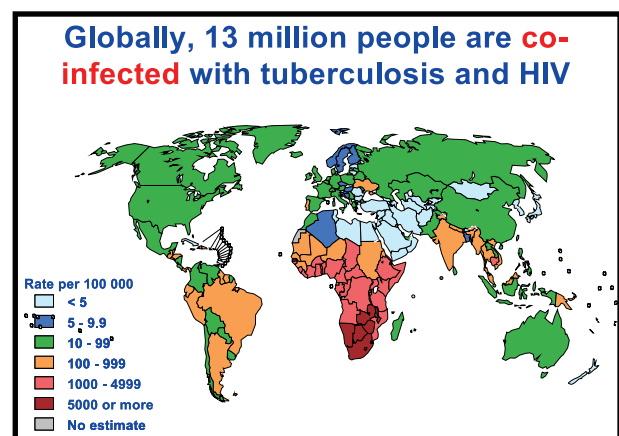


Fig. 1 エイズと結核を併発する患者の国別比較

Table 1 エイズおよび結核を併発している患者中の微量元素濃度

Trace elements	Control (n=31)	TB (n=22)		TB and HIV(n=22)	
		before treatment	after treatment	before treatment	after treatment
Fe	385.61 ± 274.31	317.4 ± 238.0	322.8 ± 249.5	286.4 ± 237.9	264.2 ± 247.6
Cu	132.12 ± 41.88	188.0 ± 50.5	151.9 ± 45.9	160.4 ± 75.9	114.3 ± 56.0
Zn	88.85 ± 34.16	87.3 ± 26.9	118.3 ± 59.6	85.0 ± 37.5	75.8 ± 28.9
Cu/Zn	1.7 ± 0.85	2.4 ± 1.0	1.6 ± 0.9	2.1 ± 1.0	1.6 ± 0.8

Unit :  $\mu\text{g} / 100 \text{ ml}$

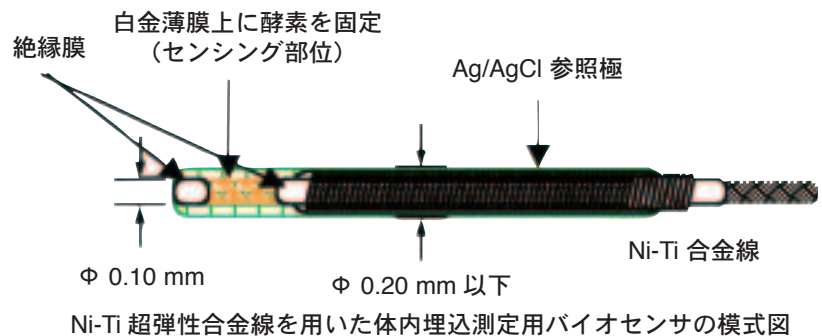
## 生体内グルコース濃度リアルタイムモニタリング

(研) ライフシステム部門 物質機能化学大講座  
 (教) 環境創生工学専攻 化学機能創生コース 物質機能化学講座  
 (学) 化学応用工学科 物質機能化学講座  
 助教授 安澤幹人

Tel : 088-656-7410 Fax : 088-655-7025 E-mail : mik@chem.tokushima-u.ac.jp

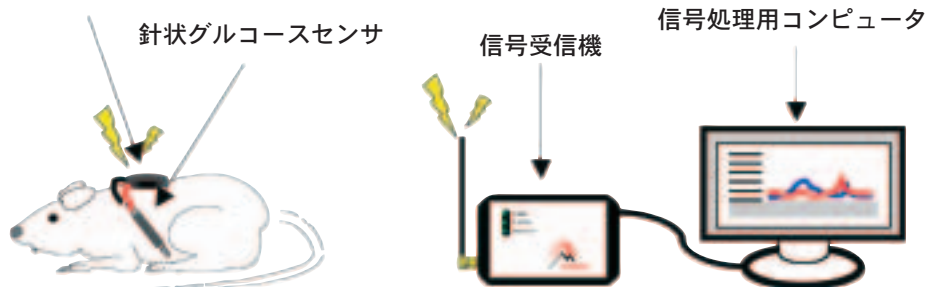
糖尿病は、自覚症状があまりない病気である反面、高血糖状態が継続すると失明、神経障害等の恐ろしい合併症を引き起こすため糖尿病患者にとって血糖値変化を知り、それに迅速に対応することは、健康維持および治療に大変重要である。しかしながら採血および血糖値測定を頻繁に行うことは患者にとって非常に負担になることから、採血を行わない検査法が求められている。その一つの方法として血糖値変化を常時リアルタイム測定が可能な体内埋込型グルコースセンサの使用が挙げられる。我々は、

これまで生体内埋込型針状グルコースセンサの試作を行い、ラットの後背脂肪層、腹腔内、静脈に設置し、体内濃度変化測定を行った結果、いずれの部位に設置した場合においても、グルコースのリアルタイムモニタリングを行うことに成功した。生体への負担を考えると体内に埋め込むことなく体外からグルコース濃度を検知できる携帯可能な測定システムが理想であるが、現在、作製しているセンサの直径は、0.2 mm 以下であり、また、ニッケルチタン超弾性合金線を用い、非常にフレキシビリティを有することから、これまでに開発されているセンサに比べ、生体への負担は、軽減されている。また、グルコースは、脂肪、タンパク質とともに、体内においてエネルギー源として用いられており、体内埋込測定用グルコースセンサを用いたグルコース濃度モニタリングは、体内の各種器官の機能の解明や薬剤の有効性（薬理作用）評価等への応用に有用だと期待される（大脳等の中枢神経ではグルコースが唯一のエネルギー源である）。この他、単一細胞内測定を目的とした直径10ミクロン以下のセンサやグルコースと同時に乳酸濃度モニタリングが可能なマルチチャンネル型体内埋込測定用バイオセンサの開発を行っている。



単一細胞内測定を目的とした直径10ミクロン以下のセンサやグルコースと同時に乳酸濃度モニタリングが可能なマルチチャンネル型体内埋込測定用バイオセンサの開発を行っている。

### 無線ポテンシオスタット



埋込型針状グルコースセンサを用いた体内グルコース濃度リアルタイム測定

## 医工連携研究

## ジェミニ型高機能性殺菌剤の開発

(研) ライフシステム部門 生命システム工学大講座  
 (教) 環境創生工学専攻 生命テクノサイエンスコース 生物機能工学講座  
 (学) 生物工学科 生物機能工学講座  
 教授 高麗寛紀、教務補佐員 住友倫子  
 ヘルスバイオサイエンス研究部 発達予防医歯学部門 健康長寿歯科学講座  
 教授 三宅洋一郎

代表者 Tel: 088-656-7408 Fax: 088-656-9148 E-mail: kourai@bio.tokushima-u.ac.jp

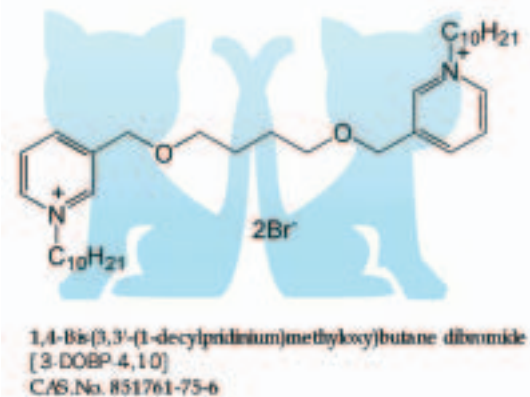
## 1. 研究の背景

微生物は工業製品にさまざまな微生物劣化を起こし、多大の経済的損失を与えている。錆びないとされているステンレス製品や微生物の増殖を抑制するとされている銅製品までもが微生物腐食 (Microbial influenced Corrosion) を受けるのには驚かされる。

ジェミニ型高機能性殺菌剤は工業製品 (塗料、紙、プラスチック、金属、皮革、繊維、生薬、化粧品、住宅、木材、コンクリート、ガラス) の微生物劣化防止、食品製造環境衛生、病院環境衛生、生活環境衛生の向上および消毒剤の開発を目指したものである。

## 2. ジェミニ型殺菌剤の特徴

ジェミニとは双子座の意味であり、右図に示す対称構造を持つ。この構造により、殺菌力の強化が達成され、温度、pH、細胞表面疎水性、共存タンパク質などの依存性が激減した。加えてグラム陽性・陽性細菌および細菌芽胞全てに対して高い活性を示し、酵母やかび胞子にも有効であることが判明した。



## 3. ジェミニ型殺菌剤の活性

静菌活性を消毒剤として広く使用されている BAC: Benzalkonium chloride (塩化ベンザルコニウム) と比較した。静菌活性とは微生物の増殖を阻止する最低の薬剤濃度 (MIC) である。

表1 ジェミニ型殺菌剤の静菌活性 (MIC)

微生物	MIC (ppm)	
	3DOBP-4,10	BAC
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC10145 (緑膿菌)	6.3	183
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC700699 (MRSA)	1.6	33
<i>Trichophyton mentagrophytes</i> NBRC2412 (水虫菌)	1.8	13.6
<i>Aspergillus niger</i> NBRC6342 (こうじかび)	7.1	13.6
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> NBRC10217 (酵母)	4.5	8.5

この値が小さいほど高い活性であることを表す。したがってジェミニ型殺菌剤は現状の塩化ベンザルコニウムと比較しておよそ2~29倍の活性を有する。



## 医工連携研究

## 微生物の言葉を利用して病原性微生物を制御する

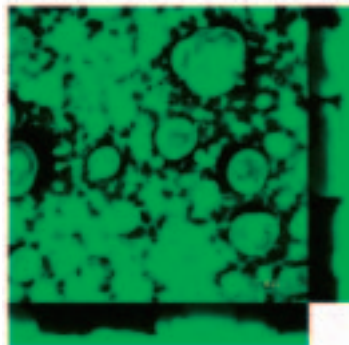
(研) ライフシステム部門 生命システム工学大講座  
 (教) 環境創生工学専攻 生命テクノサイエンスコース 生物機能工学講座  
 (学) 生物工学科 生物機能工学講座  
 助教授 間世田英明、 助手 前田拓也、 教授 高麗寛紀

Tel : 088-656-7524 Fax : 088-656-7524 E-mail : maseda@bio.tokushima-u.ac.jp

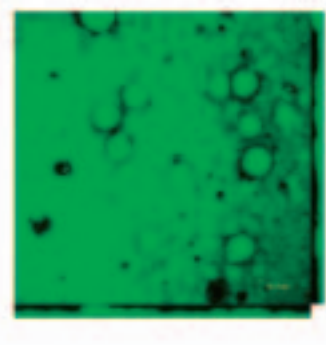
微生物は地球上の様々なところに住んでいます。そして、その環境下で生き抜いていくために、お互いに会話をしながら生活していることが最近分かってきました。この会話には「言葉」の代わりに「化学物質」が使われています。お互いにその物質を作りその量が増えることで、仲間がたくさん近くにいるということを察知して協力して生活しているのです。例えば緑膿菌という病原性細菌は体のなかで増えてくると一斉に組織を壊す物質を作り、感染領域を広げることをします。我々はその微生物の会話を盗み聞きして、事前に悪事を食い止めたり、その言葉を使って、言うことを聞かせようとしています。

## 口をつぐませて毒性を抑制する

院内感染の原因にもなる緑膿菌は、trilingualであることが分かってきました (C12-HSL, C4-HSL, PQS を言語としています)。その言葉は、細胞表面にある MexAB-OprM と名付けられたタンパク質の口から発せられています。その口を人為的に無くしてしまうと緑膿菌の様々な毒性、例えばバイオフィルムの形成や抗生物質に対する耐性が著しく抑制されます (右図参照)。



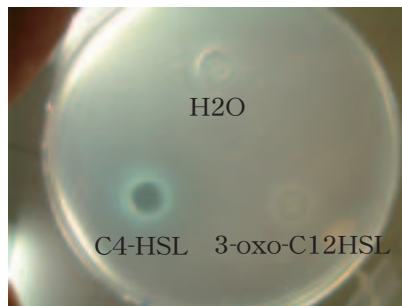
野生株のバイオフィルム



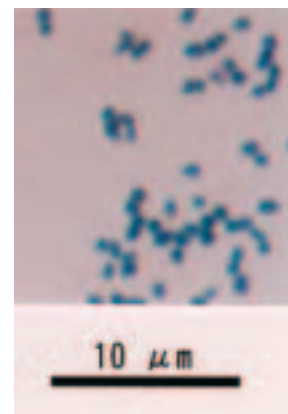
MexAB-OprM を破壊した株のバイオフィルム

## 言葉を遮断し、毒性を無くさせる

緑膿菌の言葉の一つである C4-HSL を培地中に添加すると抗生物質に対して耐性を発揮すると同時に、毒素も産生します (右図参照)。そこで、この言葉を乱してあげると抗生物質に対しても感受性になると同時に、毒素も産生しなくなるはずですが。現在、その言葉の特異的に壊す酵素の取得を行っています。実際、そのような酵素を持つ微生物を土の中から数種分離しました (右図参照)。



抗生物質含有プレートでの緑膿菌の生育と C4-HSL の効果



土壌より単離したグラム陽性菌

## 医工連携研究

## 銀担持アクリル繊維光触媒を用いた病原性微生物の制御

(研) ライフシステム部門 生命システム工学大講座

(教) 環境創生工学専攻 生命テクノサイエンスコース 生物機能工学講座

(学) 生物工学科 生物機能工学講座

教授 高麗寛紀、助手 前田拓也

Tel : 088-656-7408 Fax : 088-656-9148 E-mail : kourai@bio.tokushima-u.ac.jp

銀担持アクリル繊維とは、光触媒活性を有する有機系繊維として、我々が世界で初めて開発したもので、アクリロニトリルポリマー中のニトリル基の一部をスルホン酸基に置換し、銀イオンをキレートさせたものである(図1)。

スルホン酸基の酸素、ニトリル基の窒素をリガンドとしたことにより、通常の水系において銀をほとんど溶出することなく強い殺菌活性を示す。この銀担持アクリル繊維(銀担持量0.46% (w/w))とポリエステル繊維の混抄紙(抗菌紙)について、これまでに殺菌特性の検討と殺菌機構の解明を進めてきた。

その結果、様々な菌種に対して非常に強い殺菌力を有し、*E. coli* O157:H7、*Legionella pneumophila*、MRSAなどの病原性細菌にも有効であることが分かった。その殺菌化学種は、 $\cdot\text{OH}$ であることをESR解析とラジカルトラップ剤を用いた実験により証明し、菌体内に取り込まれた $\cdot\text{OH}$ は、リビングラジカルとして継続的な殺菌効果を示すと考えられた。さらに、ICPによる菌体内銀量と溶出銀の定量により、ラジカル以外に銀イオンによる殺菌機構も存在することが示唆され、それは溶出銀の影響による殺菌ではなく、抗菌紙から菌体への銀の移行であることを示した。

現在、抗菌紙の応用を検討しており、銀担持光触媒を用いたトマト養液栽培培養液殺菌システム(図2)をはじめとした病原性微生物制御システムの開発を行っている。

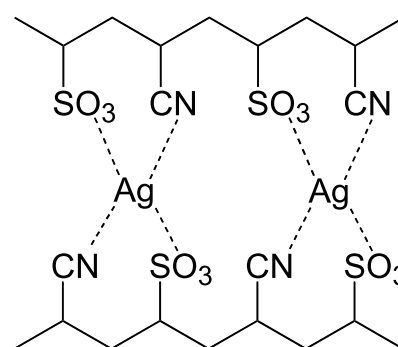


図1 銀担持アクリル繊維の化学構造



図2 銀担持アクリル繊維光触媒殺菌装置

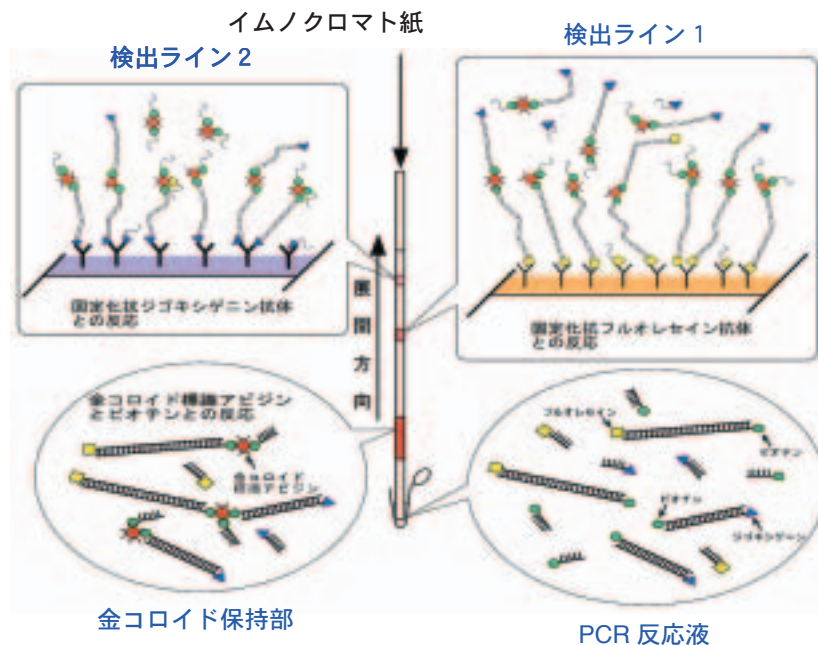
## 医工連携研究

## 簡易迅速遺伝子検査法の開発

(研) ライフシステム部門 生命システム工学大講座  
 (教) 環境創生工学専攻 生命テクノサイエンスコース 生物機能工学講座  
 (学) 生物工学科 生物機能工学講座  
 教授 長宗秀明、助教授 友安俊文、助手 田端厚之

Tel : 088-656-7525 Fax : 088-656-7525 E-mail : nagamune@bio.tokushima-u.ac.jp

近年、SARSなどの様々な新興感染症や、新たな変異や耐性を獲得して制御が困難になってきた(トリ)インフルエンザや結核などの復興感染症は、国際交流が日常化した現代においては世界規模で被害をもたらすことが懸念されている。感染症の制圧においては、その病原体をいかに早く検出して防疫や治療体勢をとるかが重要な課題であることは明白である。そのためには極微量な病原体の存在を確認するため、病原体に特異な遺伝子を増幅して検出する方法が最も効果的である。ところでヒトゲノム構造が明らかになった現在、様々な疾病の原因・素因となる遺伝子の変異・異常についての情報が蓄積しつつある。従って遺伝病や生活習慣病の素因となる遺伝子については変異・異常情報(SNPsなど)に基づいた遺伝子検査を行い、個人が自分の疾病素因を知って疾病の発症予防・治療のために自ら健康管理することができれば、医療費の節約や個人の生活レベルの向上が期待できる。このようなことから、現在では多種多様な遺伝子検査の開発が望まれている。しかしその検査方法が非常に煩雑であったり高価な機械を使わないと行えないものであると、当然その普及率は限られてくることから安価な検査システムで簡単にしかも短時間でできる手法が望ましいと言える。



我々は簡便かつ迅速に目的遺伝子を増幅できるポリメラーゼ連鎖反応(PCR)などの遺伝子増幅法とイムノクロマト法を併用した、病原微生物遺伝子や異常遺伝子の簡易迅速検査法の開発を行っている。この手法では遺伝子増幅と同時にイムノクロマト検出用マーカの導入を行うことから、その後はイムノクロマト紙を反応液に差し込むだけで数分以内に検査結果が得られる。



## 医工連携研究

## Small heat shock シャペロンの工学・医学的応用

(研) ライフシステム部門 生命システム工学大講座  
 (教) 環境創生工学専攻 生命テクノサイエンスコース 生物機能工学講座  
 (学) 生物工学科 生物機能工学講座  
 助教授 友安俊文

Tel : 088-656-9213 Fax : 088-656-7525 E-Mail : tomoyasu@bio.tokushima-u.ac.jp

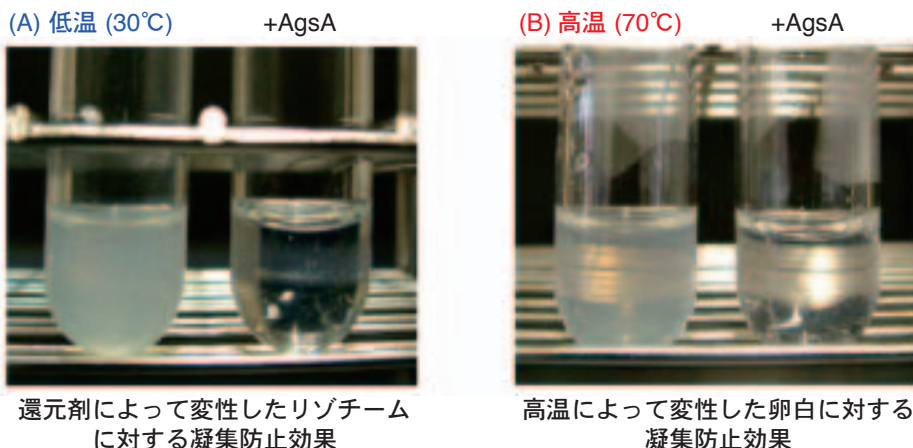
## ○分子シャペロンとは？

分子シャペロンは、原核・真核生物両方において高度に保存されており新規合成蛋白の折りたたみ、変成蛋白の巻き戻しなどの細胞内蛋白のクオリティコントロールに働いている。特に、Hsp70 や Hsp60 シャペロンは効率的に蛋白の折りたたみや凝集阻害に働く。しかしながら、それらの活性化の為に多量の ATP を必要とする。そこで、これらシャペロンの活性を維持する為には ATP 再生産系などを用いて ATP を常に加え続けなくてはならない。この性質は、これら分子シャペロンを有用蛋白質の試験管内での安定化などに用いる際の大きな制限要因になっている。多くの生命体は small heat shock protein (sHSP) と呼ばれる分子シャペロンを保有している。これら分子シャペロンの特徴は、低分子量で  $\alpha$ -クリスタリン領域を保存していることであり、その機能は細胞内で構造が不安定な蛋白や変成蛋白と結合する事により異常凝集を阻害しているものと考えられている。

## ○ AgsA の有用性

我々は、サルモネラ属細菌において新規 sHSP、AgsA を発見しその機能を解析している。これまでの研究から AgsA は変成蛋白の細胞内凝集防止に役立ち、*dnaK* シャペロン変異株の高温感受性を部分的に抑制することを報告した。また、低温で還元剤によって変性させたリゾチームの凝集(A)と 70℃ の高温で起こる卵白の凝集(B)を ATP 非依存的に効率よく抑制することを発見した。これら結果から、AgsA は不安定でなおかつ付加価値の高い酵素の活性の維持、長期保持、膜蛋白などの著しく溶解度の低い蛋白の可溶化などに応用出来る可能性が考えられる。加えて、ハンチントン舞踏病などを代表とする蛋白質凝集病の基礎研究や治療法の開発をめざした応用研究には蛋白レベルの研究が不可欠であるが、しばしば精製蛋白の不安定性や溶解度の低さがそれら研究を行うにあたっての制限要因になっている。我々が計画している研究は、それら問題点を解決する糸口になる可能性がある。

## AgsA の凝集阻害効果



## 医工連携研究

## 超好熱菌アルドラーゼの医薬関連化合物合成への利用

(研) ライフシステム部門 生命システム工学大講座

(教) 環境創生工学専攻 生命テクノサイエンスコース 生物反応工学講座

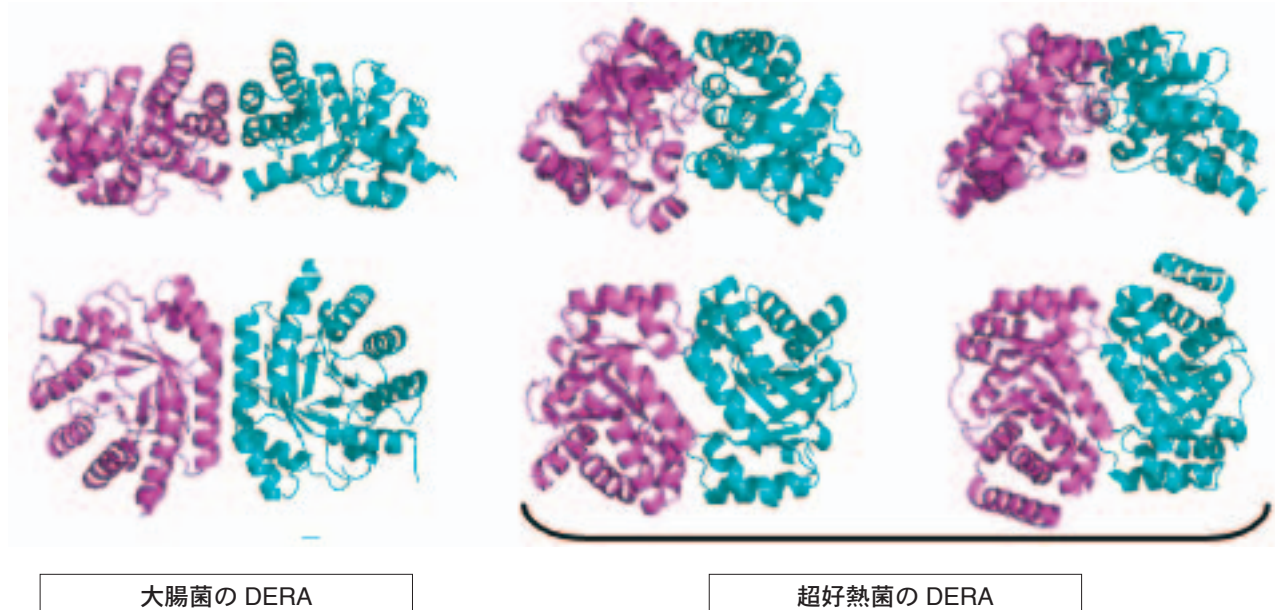
(学) 生物工学科 生物反応工学講座

助教授 櫻庭春彦

Tel : 088-656-7531 Fax : 088-656-9071 E-mail : sakuraba@bio.tokushima-u.ac.jp

## 超好熱菌の 2-デオキシリボース-5-リン酸アルドラーゼ

ゲノム情報から、超好熱菌に初めて 2-デオキシリボース-5-リン酸アルドラーゼ (DERA) を見出した。遺伝子発現と産物の解析を行ったところ、生産された酵素は驚くほど耐熱性の高い、高度に安定な DERA であることが判明した。アルドラーゼは可逆的にアルドール縮合反応を触媒する酵素であり、光学活性化合物の合成に利用できる。中でも DERA は基質特異性が広く、2-デオキシリボヌクレオシドなど様々なキラルポリオール構築への利用が期待されている。これらは抗ウイルス剤、抗がん剤のビルディングブロックであり、その需要は拡大している。しかしながら、これまで見出された DERA はすべて常温生物由来のものであり、不安定で失活しやすく、現在のところ工業的な利用には至っていない。



超好熱菌 DERA の X線結晶構造解析を行い、大腸菌由来 DERA の立体構造と比較したところ、ユニークな四次構造の形成に伴う疎水性相互作用の増強によって耐熱化が達成されていることが示唆された。さらに、超好熱菌の酵素は、ある種の有用キラル化合物の合成反応においては、25℃ のような低温であっても大腸菌由来の酵素よりはるかに反応性に優れていることが明らかとなった。活性中心の構造の微妙な違いが、この反応性の差に寄与していると考えられる。安定で特徴的な反応性を示す超好熱菌酵素を利用することで、アルドラーゼの実用化を大きく推進できるかもしれない。

# がんと酸素：Oxygen Medicine のメディシナルケミストリー

(研) ライフシステム部門 生命情報工学大講座

(教) 環境創生工学専攻 生命テクノサイエンスコース 生物機能工学講座

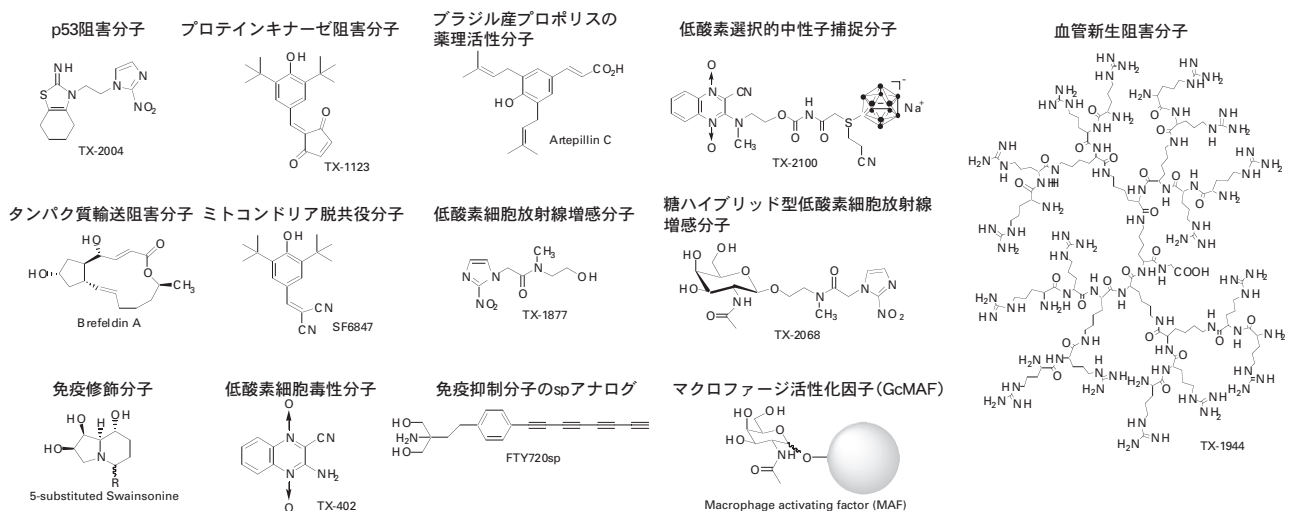
(学) 生物工学科 生物機能工学講座

教授 堀 均、助手 宇都義浩

Tel : 088-656-7514 Fax : 088-656-9164 E-mail : hori@bio.tokushima-u.ac.jp

生物は、刻々と変化する自然環境を認識し、様々な環境に適応して生存し、進化してきた。このような環境ストレス応答反応は生理的レベルのみならず細胞レベルでも営まれており、今日では分子レベルのストレス応答機構が解明されつつある。中でも酸素の存在は、地球上で生存する生物にとって最も重要な環境因子のひとつである。細胞の低酸素ストレス応答反応として、解糖系の活性化や血管新生の誘導が起こることなどが知られており、これらの変化は腫瘍の微小環境にみられる特徴とよく一致している。この低酸素細胞は放射線感受性が低く、放射線癌治療における予後を悪くし再発の原因の一つとして問題にされている。

我々は、最近明らかになってきた低酸素微小環境下での癌細胞のサバイバル戦略を標的とした分子設計に取り組み、腫瘍選択性の高い癌治療法を確立しようという試みを行っている。この戦略として、低酸素細胞において酸素に類似した働きをすることにより放射線感受性を高める「低酸素細胞放射線増感剤」や、低酸素環境で特異的に還元代謝による活性化をうけて殺細胞効果を発揮する「低酸素薬剤」の分子設計を行っている。さらに、このような低酸素標的化分子に腫瘍ハイポキシアにおける生物応答修飾機能を付加することによる「分子標的薬剤」として、血管新生阻害、転移抑制、アポトーシス誘導、マクロファージ活性化作用などユニークながんの生物応答修飾作用を有する新規抗がん剤の開発研究を行っている。また、“イソプレノミクス”（植物及び動物で生合成されるプレニル化芳香族化合物を探索して生物活性を調べ、合成に関わる DNA やタンパクを同定して chemotype を明らかにし、それによって得られた知見を医薬品開発に応用する研究）を提唱し、天然物の生合成を模倣した新規抗酸化剤の開発を行っています。以上示した分子に御興味のある方との共同研究は大歓迎ですので、お気軽にご相談下さると幸いです（上記の電話やメールでも結構です）。





## 医工連携研究

## 医学応用をめざしたタンパク質工学

(研) ライフシステム部門 生命情報工学大講座

(教) 環境創生工学専攻 生命テクノサイエンスコース 生物反応工学講座

(学) 生物工学科 生物反応工学講座

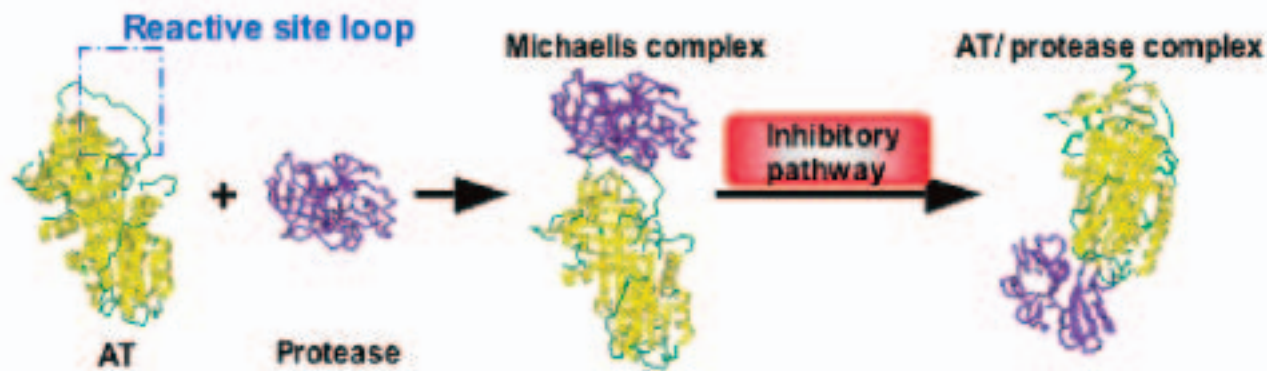
教授 辻 明彦、助教授 長浜正巳、助手 湯浅恵造

TEL : 088-656-7526 FAX : 088-655-3161 E-Mail : tsuji@bio.tokushima-u.ac.jp

## 改変セルピンの作製と応用

プロテアーゼ（タンパク質分解酵素）は、感染症における細菌毒素タンパク質の活性化、ウイルスの増殖、またアルツハイマー病、自己免疫疾患、高血圧等多くの疾患と関係した酵素である。これまでプロテアーゼに阻害作用を持つ化合物が治療薬として、AIDS の治療や降圧剤として使用されている。私達は、もともとヒトの体で作られている、プロテアーゼ阻害作用を持つタンパク質（プロテアーゼインヒビター）に焦点をしばり、タンパク質工学技術により、その性質を改変し、医薬への応用をめざした研究を進めている。

セルピンはセリンプロテアーゼを阻害するセリンプロテアーゼインヒビターの総称で、ヒト血液中には $\alpha$ 1-アンチトリプシンと呼ばれるセルピンが存在する。このセルピン（AT）は下図に示すように、特定のプロテアーゼ（protease, 白血球エラスターゼ）と反応し不可逆的に複合体を形成することによって、プロテアーゼを不活性化する。私達は、セルピンの反応ループと呼ばれる領域にタンパク工学的に変異を加え、感染症や癌の転移に関与しているプロテアーゼを阻害する改変体を作製している。これまで特にウイルスや細菌のプロテアーゼ阻害剤では、阻害剤が効かない耐性株の出現が問題となっている。私達のアプローチは宿主側のプロテアーゼに焦点を絞っているため、耐性株の出現の可能性は少なく、感染症の治療に可能性が高いと考えている。



## 医工連携研究

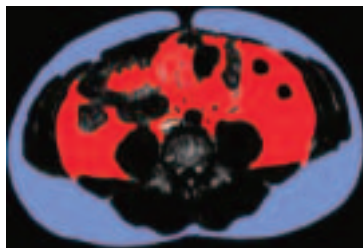
## プロテインコンベルターゼにより活性化される脂肪細胞 分化増殖因子の探索（徳島県知的クラスタ）

(研) ライフシステム部門 生命情報工学大講座  
 (教) 環境創生工学専攻 生命テクノサイエンスコース 生物反応工学講座  
 (学) 生物工学科 生物反応工学講座  
 教授 辻 明彦、助教授 長浜正巳、助手 湯浅恵造

TEL : 088-656-7526 FAX : 088-655-3161 E-Mail : tsuji@bio.tokushima-u.ac.jp

脂肪（トリグリセライド）は生体内では皮下および内臓周辺（腹部）に貯えられ、エネルギーの保存、体温の維持、物理的衝撃から守るためのショックアブソーバーとしての機能を持つ。脂肪は脂肪細胞に油滴として貯えられ、脂肪組織とは脂肪細胞の固まりである。近年、先進国では脂肪の摂取増加による摂取カロリーの増大と運動不足による消費カロリーの低下によって、肥満症が激増している。疫学的研究、病態生理学的研究によって、特に内臓脂肪の蓄積が高血圧、糖尿病、動脈硬化などの成人病発症と密接に関連していることが明らかになっている。さらに内臓脂肪細胞は内分泌細胞として生体内のエネルギー代謝を制御する多くの因子を合成分泌していることが判明し、内臓脂肪が蓄積した肥満症では、これら因子の異常分泌または因子間のアンバランスによって成人病が引き起こされると考えられる。しかし内臓脂肪細胞が分泌する因子や皮下脂肪細胞との違いに関しては、まだ十分な研究は行われていない。

私達は、昨年（平成17年度）より、徳島地域知的クラスタ創成事業「肥満研究プロジェクト」に参加し、肥満症の診断、予防、治療へ応用可能なバイオマーカー、新規蛋白質の発見をめざして、脂肪細胞ができる仕組み、内臓と皮下脂肪細胞の違いについて、これまで研究室で積み重ねてきたプロテアーゼの立場から研究を進めている。現在まで得られた研究成果について報告したい。



肥満患者の腹部 CT スキャン画像（赤い部分が脂肪組織）

## 医工連携研究

## コオロギを用いた薬剤の1次スクリーニング系の開発

(研) ライフシステム部門 生命機能工学大講座  
 (教) 環境創生工学専攻 生命テクノサイエンスコース 生物反応工学講座  
 (学) 生物工学科 生物反応工学講座  
 教授 野地澄晴、助教授 大内淑代、助手 三戸太郎

TEL : 088-656-7528 FAX : 088-656-9074 E-Mail : noji@bio.tokushima-u.ac.jp

昆虫はヒトの遺伝性疾患の原因遺伝子の約70%の遺伝子を持っている。そこで最近、遺伝性疾患の治療を行なう薬剤の1次スクリーニングに昆虫を使用することが試みられている。我々は遺伝子の機能喪失実験が比較的簡単にできるコオロギを用いて病気モデル昆虫を作製し薬剤スクリーニング法の研究を行なっている。その成果について紹介する。

## コオロギの鳴き方を利用した薬剤スクリーニング法の開発

(大学院生: 濱田明日香)

精神遅滞を引き起こすヒト遺伝性疾患の1つにFragile X症候群がある。この疾患は *fragile X mental retardation1 (FMR1)* 遺伝子のサイレンシングにより引き起こされる。この遺伝子に対応するコオロギの遺伝子 (*Gb'fmr*) を単離し、RNA干渉を行なった。幼虫期におけるRNA干渉による機能解析の結果、成虫になった際の前翅の重なり方および呼び鳴きのパルス時間、パルス間隔が異常になった(図)。これより *Gb'fmr* が、コオロギの鳴き方に影響を与える遺伝子である可能性が示唆された。

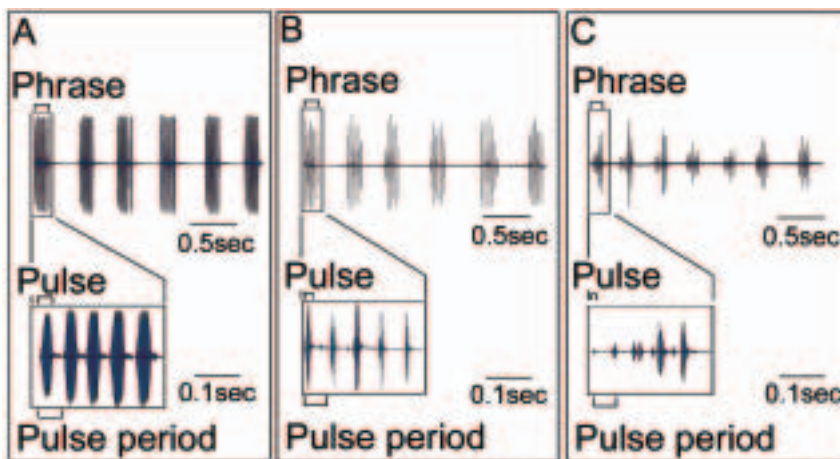


図 コオロギの鳴き声の構造

- A : 一般的なフタホシコオロギの呼び鳴き
- B : RNAi の表現型がマイルドな個体の呼び鳴き
- C : RNAi の表現型がシビアな個体の呼び鳴き

一方、ショウジョウバエの研究で、代謝型グルタミン酸レセプターのアンタゴニストを投与するとFragile X症候群の症状が回復したという報告がある。そこで、コオロギにおいてその薬効を、鳴き方の解析により検定しようという試みを行なっている。

## 医工連携研究

# 生体高分子と麻酔薬の相互作用 —麻酔作用機構の解明をめざして—

(研) ライフシステム部門 生命機能工学大講座

(教) 環境創生工学専攻 生命テクノサイエンスコース 生物機能工学講座

(学) 生物工学科 生物機能工学講座

助教授 松木 均、助手 玉井伸岳、教授 金品昌志

Tel : 088-656-7520 Fax : 088-655-3162 E-mail : matsuki@bio.tokushima-u.ac.jp

エーテルのような単純な有機化合物が麻酔作用を有することは昔から知られているが、その作用機構は現在でも不明である。我々は生体高分子（タンパク質や脂質膜）とリガンド間に働く相互作用の比較研究から、麻酔作用は両者に働く弱い（非特異的）相互作用に基づくことを明確にした。

## モデルタンパク質とリガンドの相互作用

ホタル発光酵素ルシフェラーゼ（FFL）および牛血清アルブミン（BSA）に対する吸入麻酔薬（ハロセンやイソフルラン）の相互作用様式をこれらタンパク質に対する長鎖脂肪酸（ミリスチン酸やパルミチン酸）のものと比較した。吸入麻酔薬は長鎖脂肪酸よりも1,000倍以上高い濃度でFFLとBSAに作用し、FFLでは吸入麻酔薬と長鎖脂肪酸の作用は拮抗、BSAでは両者の作用は逆に相乗することが判明した。吸入麻酔薬はFFLとBSAに非特異的に結合するが、長鎖脂肪酸は強い（特異的）相互作用でFFLとBSAの基質結合部位に結合する。

## モデル脂質膜とリガンドの相互作用

脂質膜は膜の状態変化によりリガンドを認識する。ジバルミトイルホスファチジルコリン（DPPC）二重膜に両リガンドがおよぼす影響を調べた（図1）。脂質膜においても吸入麻酔薬は長鎖脂肪酸よりも著しく高濃度で作用発現し、吸入麻酔薬はDPPC二重膜のゲル相よりも液晶相に優先的に取り込まれたが、長鎖脂肪酸は逆に液晶相よりもゲル相に優先的に取り込まれた。吸入麻酔薬は脂質膜の流動性を上げ、ゲル相を不安定化させるが、他方、長鎖脂肪酸は脂質膜の流動性を下げ、ゲル相を安定化させる。

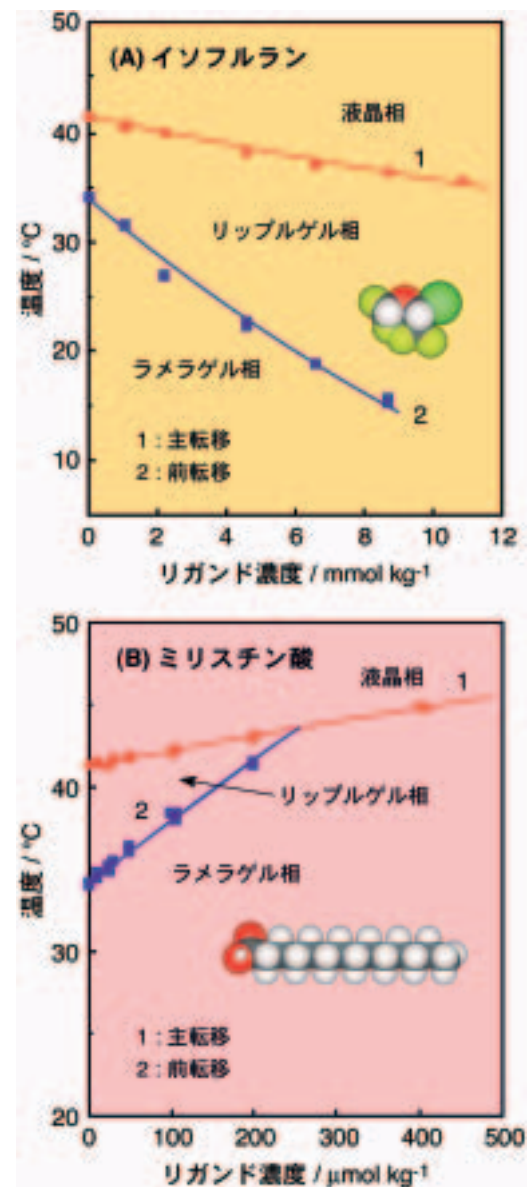


図1 DPPC二重膜へのリガンド効果



## 医工連携研究

## 携帯型運動中動脈血流計測装置

(研) ライフシステム部門 生命機能工学大講座  
 (教) システム創生工学専攻 電気電子創生工学コース 電気電子システム講座  
 (学) 電気電子工学科 電気電子システム講座  
 教授 木内陽介、講師 芥川正武  
 ヘルスバイオサイエンス研究部 発達予防医歯学部門 病態予防医学講座  
 教授 吉崎和男  
 総合科学部 人間社会学科 人間科学講座  
 人間自然環境研究科人間行動ウェルネス行動科学  
 教授 野村昌弘、小原 繁

Tel : 088-656-7475 Fax : 088-656-7475 E-mail : kinouchi@ee. tokushima-u.ac.jp

## 研究背景

近年の社会情勢において、体の健康維持や高齢者の病気予防が極めて重要な課題である。現在最も多い疾患が血流循環器系であることから、特に血液、血管系の疾患予防が望まれている。代表的な血流循環器系疾患は動脈硬化や梗塞、血流状態の異常に起因することが多く、そのメカニズムも徐々に解明されつつある。このように血流を計測することによって得られる血流情報は、健康状態の評価からスポーツ訓練やリハビリ機能回復の評価まで広く利用できると考えられる。本研究開発では、身体機能で最も重要な脳血流を供給する頸動脈血流を運動中に計測できる装置を開発することを目的とする。



図1 開発した携帯型血流計測装置

## 本開発装置の特徴

1. 測定対象動脈は頸動脈
2. 方式は超音波ドプラ計測
3. 携帯可能な小型装置
4. 運動負荷時も血流計測可能
5. 健康化社会に向けて多くの応用が可能

## 血流計測の臨床応用

## ① 病気予防

- ・ 血流が正常かどうかをチェック
- ・ 循環系疾患の早期発見
- ・ 高齢社会

## ② 運動時の循環系メカニズムの解明

- ・ スポーツ生理機能の解明
- ・ 運動訓練効果の評価

## ③ 治療効果の評価

- ・ リハビリ治療効果
- ・ 運動治療効果

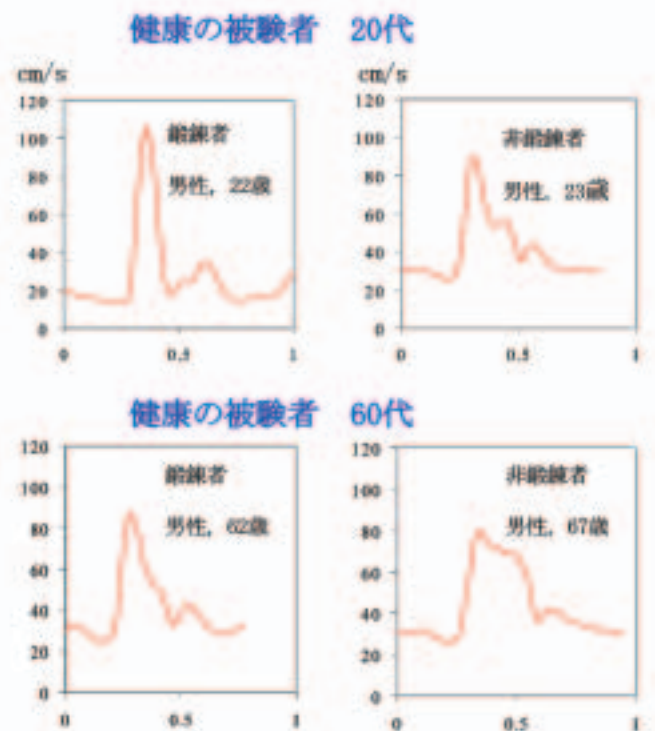


図2 20歳代(上)と60歳代(下)の血流パターン

## 医工連携研究

## 生体インピーダンストモグラフィ (EIT) の開発

- (研) ライフシステム部門 生命機能工学大講座  
 (教) システム創生工学専攻 電気電子創生工学コース 電気電子システム講座  
 (学) 電気電子工学科 電気電子システム講座  
 教授 木内陽介  
 医学部 保健学科  
 教授 森本忠興

Tel : 088-656-7475 Fax : 088-656-7475 E-mail : kinouchi@ee.tokushima-u.ac.jp

生体組織の電気特性は、細胞レベルでの組織構造や生理学的機能・状態を反映しており、これを利用した様々な研究は以前から行われている。本研究では細胞を3パラメータを持つ細胞等価回路とし、生体や組織は細胞の等価回路が格子状に並ぶ集中定数等価回路と考える。EITはX線CTなどと比べ、非侵襲、放射線被爆などの危険性がなく、経時的測定が容易、比較的安価な装置で測定が可能であると考えられ、本研究により局所的な生体断面の画像を取得できるEITシステムの開発を目指している。

## EIT システム

局所的な生体インピーダンス分布の測定から生体画像の取得のために本研究では多くのデータが得られる図1の構造のものを用いる。電流電極から生体に電圧を印加し、体表面に現れる電圧を電圧電極で測定する。電極から得られた生体を流れる電流と表面に現れる電圧をコンピュータに取り込み、生体インピーダンス分布の推定アルゴリズムを用いた計算により生体インピーダンス分布を求めて画像化を行う。

## 計算機シミュレーション

図2の腫瘍のある生体の等価回路モデルを考え、電極から得られた情報を元に等価回路のパラメータの推定を行った。生体インピーダンスのモデルパラメータはそれぞれ、1～2層目を脂肪、3層目は脂肪と筋肉、4～5層目を筋肉、3層目の一部に腫瘍を想定してパラメータを選定した。腫瘍のあるモデルにおいて小さい誤差で推定でき、腫瘍部分の判別ができた。また、腫瘍のインピーダンスが異なる場合にも同様に推定可能であった。このことから、腫瘍の良性、悪性の判別も可能と考えられ、有用性が示された。

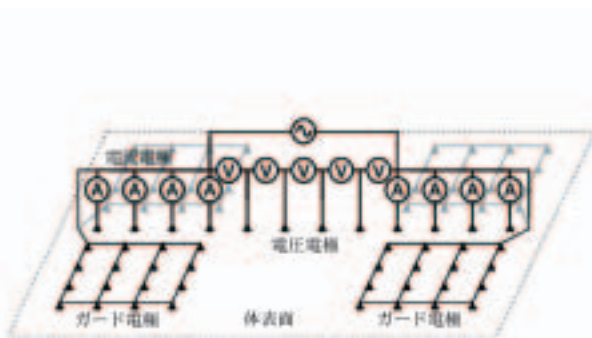


図1 測定電極の構造

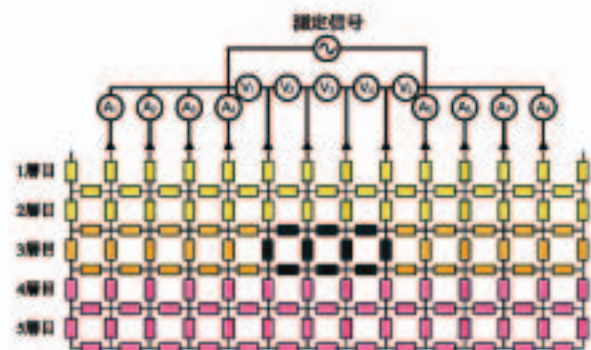


図2 腫瘍のある生体等価回路モデル

## 医工連携研究

## 紫外発光 LED を用いた殺菌装置の開発

(研) ライフシステム部門 生命機能工学大講座

(教) システム創生工学専攻 電気電子創生工学コース 電気電子システム講座

(学) 電気電子工学科 電気電子システム講座

教授 木内陽介、講師 芥川正武

ヘルスバイオサイエンス研究部 生体システム栄養科学部門 医療栄養科学講座

助教授 高橋 章

Tel : 088-656-7475 Fax : 088-656-7475 E-mail : kinouchi@ee.tokushima-u.ac.jp

殺菌は食品・衛生・医療など様々な分野で利用されており、日常生活において不可欠な技術となっている。近年、薬剤の使用による弊害や環境意識の高まりから、紫外線による殺菌が注目されている。LED は非常に小型であるため、従来の殺菌用水銀ランプでは組み込みが困難な狭い箇所の殺菌や、小型で省スペースな殺菌装置など、目的に応じた様々な装置を作製することが可能となる。また、水銀を含まず、環境に悪影響を及ぼす物質を含まない殺菌装置として開発が期待される。

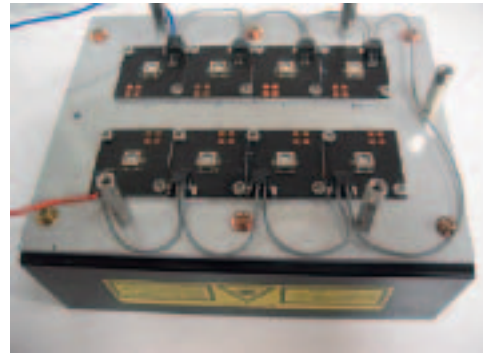


図 1 LED 殺菌装置

## これまでの研究成果

紫外線の照射時間を変化させ、様々な菌の致死率を調べた。殺菌には従来、260nm 付近の紫外線を放射する殺菌用水銀ランプが用いられているが、本研究では波長 365nm の LED を用い、その効果を調べた。

大腸菌では 30 分間、腸炎ビブリオでは 10 分間の照射で完全に殺菌でき、サルモネラ菌の場合では 30 分間で 85% 殺菌することができた。(図 2 参照)

水銀ランプのように、短時間で殺菌することは現時点では困難であるが、しばらく時間をかけて殺菌する場合には殺菌装置への応用が十分に可能であると考えられる。

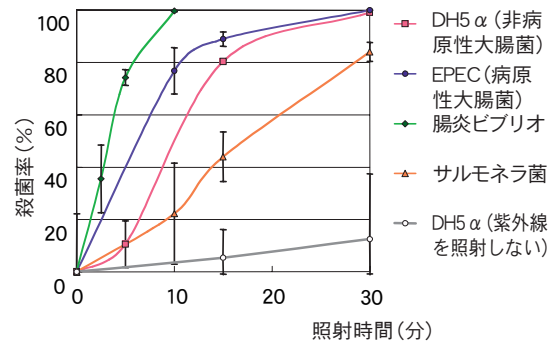


図 2 実験結果

## 期待される応用

紫外発光 LED による殺菌が実現できれば、単に従来の殺菌装置の代替としてだけでなく、省エネ、省スペースで環境に優しい殺菌装置として、様々な分野での活用が期待される。



図 3 期待される応用



## 医工連携研究

## フーリエ変換型蛍光寿命計の開発とそのデータ処理

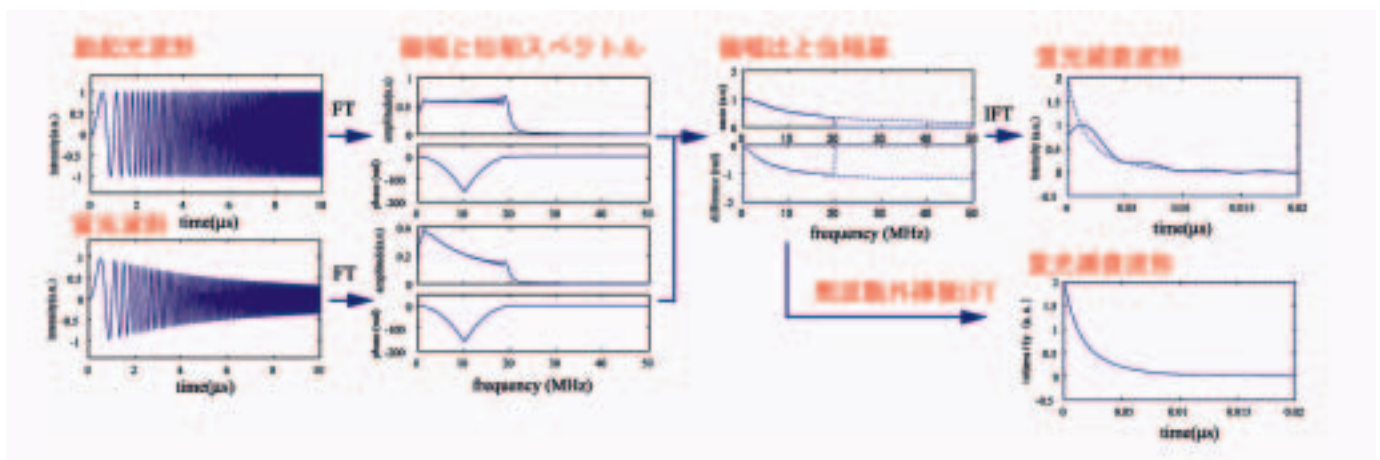
(研) エネルギーシステム部門 エネルギー制御工学大講座  
 (教) 知的力学システム工学専攻 機械創造システム工学コース 知能機械学講座  
 (学) 機械工学科 知能機械学講座  
 教授 岩田哲郎

TEL : 088-656-9743 Fax : 088-656-9082 E-mail : iwata@me.tokushima-u.ac.jp

我々の研究室では、光・分光計測に関する新しい手法の考案と装置の開発を行っている。ここでは、最近の成果の一つである、蛍光減衰波形が取得可能な「フーリエ変換型位相変調方式蛍光寿命計 (FT-PMF; Fourier-Transform Phase-Modulation Fluorometer)」(本研究室の命名) と、それに適用可能な「反復ヒルベルト変換を用いた周波数外挿手法」について紹介する。

物質の定性分析という立場での蛍光寿命測定の意義は、蛍光スペクトルの形状だけでは識別しにくい試料に対し、蛍光寿命値の長短を併用して分析の識別能力を向上させるという点にある。その測定手法は、パルス励起法と位相変調法の2つに大別できる。ここで我々が提案する FT-PMF 法は、その両者の長所を兼ね備えた手法である。すなわち、位相変調法の高精度で試料にダメージを与えないという長所を活かしつつ、パルス励起法の蛍光減衰波形が直接測定できるという長所を併せ持つ。測定の原理は、励起光の変調周波数ある最大周波数まで短時間で連続掃引し、その蛍光応答波形を測定した後、周波数領域でデコンボリューション処理を行うということに相当する。我々は、実際にそのような処理が行える測定システムを構築し、落射型蛍光顕微鏡下で生体試料の同定を試みた。

しかし、蛍光寿命値の小さな試料に対しては、最大変調周波数を高く設定する必要がある。一方、装置的には自ずと限界がある。そこで、この問題をデータ処理で解決する一つの手法を考案した。すなわち、帯域制限された周波数データの実部と虚部が互いにヒルベルト変換対となって因果律を満足するように反復修正しつつ、周波数を外挿する方法である。詳細は略すが、以下に FT-PMF の処理の流れと外挿の手順を示す。





## 平成 17 年度工学部研究プロジェクト

## 光を用いる抗シュヨウ性分子の合成と機能

(研) ライフシステム部門 物質変換化学大講座

(教) 環境創生工学専攻 化学機能創生コース 物質合成化学講座

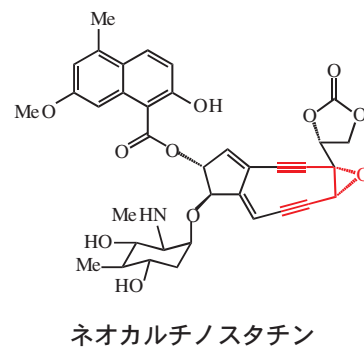
(学) 化学応用工学科 物質合成化学講座

教授 河村保彦

Tel : 088-656-7401 Fax : 088-655-7025 E-mail : kawamura@chem.tokushima-u.ac.jp

## 概要

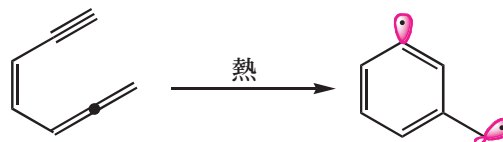
ある種の天然産抗シュヨウ活性物質（ネオカルチノスタチン等）の作用機序は、活性ピラジカル種によるDNAの損傷によるとされる。この鍵活性物質は、熱的に誘起される環化反応によって生成する。続いてこの種は、DNA糖鎖から水素引抜き反応を起こし、DNAを切断する。その代表的なものとして、バーグマン及びマイヤース・斉藤反応が挙げられる。近年、こうした物質の熱活性化に加え、光力学療



Bergman

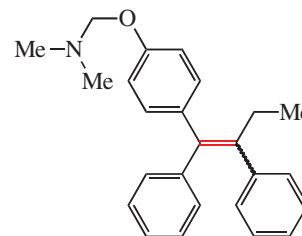


Myers - Saito



法（Photodynamic Therapy; PDT）の観点から、光活性化に多大な関心が払われている。実際、バーグマン環化においては、通常 200℃ 以上の加熱によって反応が誘起される。しかし、こうした高温を要する反応では、到底有効な医薬として生体に用いることはできない。本研究では、光刺激により抗シュヨウ活性を示す医薬開発の基礎研究を狙いとした。

「光」は、しばしば「大きさのない試薬」と表現される。同時に、波長を選択すれば何ら害もなく、また光そのものに由来する副生成物もちろん無い。上記に加え、光を反応剤として用いる有用な物質変換に寄与することを図った。すなわち、シュヨウの成長を予防・阻害することで医薬としての需要が最大とされる、タモキシフェン等の物質に含まれる、炭素-炭素二重結合の効率的合成を検討した。



タモキシフェン

## 成果と意義

その結果、リチオ化に続くエポキシドの反応で、目的分子を合成できた。シクロヘキサジエンを水素供与体として紫外・可視光を照射したところ、目的とした水素引抜き反応が起こった。この反応は、基本的に標的分子が生成した後は熱反応のはずだが、熱の影響がないという興味深い結果を得た。第二のプロジェクトに関しては、結晶状態の C=C 結合の光異性化を見出した。異性体のそれぞれを単結晶として得た上、それらの X 線構造解析も成功した。現在結晶格子における分子パッキングの様子を詳細に検討している。この考察から、前例のない結晶光片道異性化のメカニズムについて重要な知見が得られると期待している。

## 平成 17 年度工学部研究プロジェクト

## 地震防災技術の開発 –地盤情報 DB、液状化強度、常時微動計測–

(研) エコシステムデザイン部門 社会基盤システム工学大講座  
 (教) 知的力学システム工学専攻 建設創造システム工学コース 社会基盤工学講座  
 (学) 建設工学科 社会基盤工学講座  
 教授 望月秋利

Tel/Fax : 088-656-9721 E-mail : motizuki@ce.tokushima-u.ac.jp

## 1. はじめに

2030年までに50%確率で発生するとされている南海、東南海地震は、西日本を中心に多大な被害をもたらすものと予想されており、それへの対応が急務である。特に徳島都市域では、液状化の発生が予想され、家屋被害とそれに伴う人的被害、さらに大小合わせると数百橋以上といわれている橋の倒壊とそれによる交通麻痺、津波の来襲、火災等の二次災害の発生等、甚大な被害が予想されている。本研究は、高精度の被害予測が可能になれば減災が可能である、との考えに基づき、下記の3点に重点を置き、研究を進めている。

## 2. データベースの構築とその目的

四国地盤情報活用協議会に参加し、他の四国3大学と共同して、液状化および地震時応答解析の基礎データとして必須の条件となる、「四国地盤DBの構築」を目指している。徳島県内では約1,900本の柱状図の入力が終わり、さらに徳島市、県からの協力を得て、今後数百本の資料を入力する。図-1にDBからの出力例を示す。

## 3. 新しい液状化強度の試験法の開発

液状化強度の判定は、地盤地震時特性評価の重要課題である。本研究室では、一面せん断試験機を用いた試験法の開発を進め、通常の方法で得た強度よりも30~50%高い液状化強度を得ている。液状化の判定や応答解析に適用し、高精度の被害予測を可能にする。

## 4. 常時微動計測とその応用

地盤の特性の内、卓越周期 ( $P_p$ ) および応答倍率 ( $A_r$ ) は解析を行う上で重要な因子となる。昨年度来の研究で、常時微動計で適切な  $P_p$ 、 $A_r$  が得られることを、k-net 記録データと比較解析を行い確認した。これにより、 $P_p$ 、 $A_r$  計測の信頼性と手法が開発され、さらに解析結果の検証データとするための、研究を継続している。図に  $P_p$ 、 $A_r$  の計測結果例を示す。

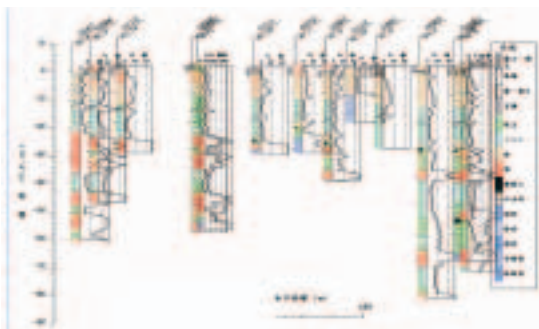


図1 柱状図例



図2 常時微動計

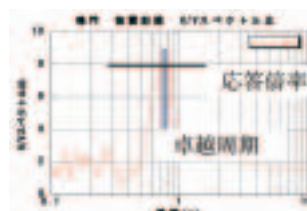


図3 強震記録

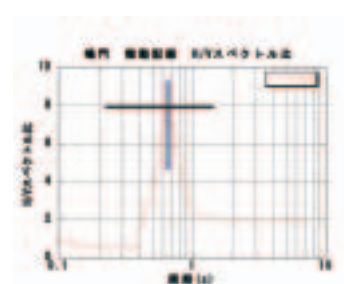


図4 微動計結果

## 平成 17 年度工学部研究プロジェクト

## 光変換ポリタイプを用いたワイドバンドギャップ半導体デバイスの開発

(研) エコシステムデザイン部門 資源環境デザイン工学大講座  
 (教) 環境創生工学専攻 エコシステム工学コース 資源循環工学講座  
 (学) 機械工学科

助手 富田卓朗、助教授 松尾繁樹

(研) 先進物質材料部門 機能性材料大講座  
 (教) 知的力学システム工学専攻 機械創造システム工学コース 機械科学講座  
 (学) 機械工学科 機械科学講座

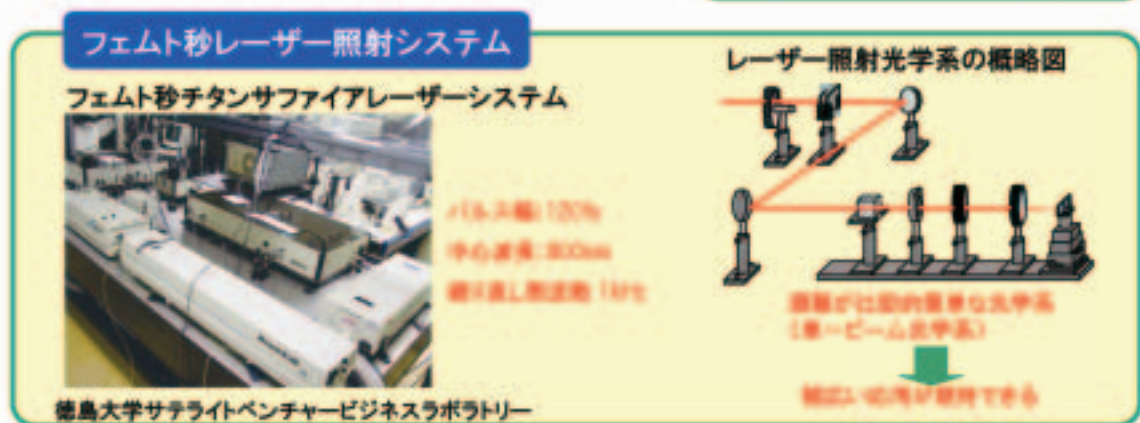
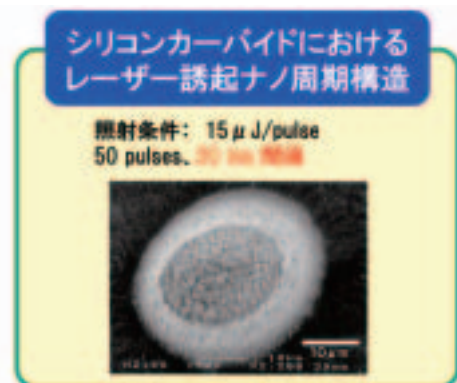
助教授 岡田達也

(研) 先進物質材料部門 量子物質科学大講座  
 (教) システム創生工学専攻 電気電子創生工学コース 物性デバイス講座  
 (学) 電気電子工学科 物性デバイス講座

助教授 直井美貴

Tel : 088-656-9846 Fax : 088-656-7598 E-mail : tomita@eco.tokushima-u.ac.jp

10兆分の1秒という非常に短い瞬間に強力な単色光を発するフェムト秒レーザーが近年急速に注目を集めている。フェムト秒レーザー光を固体表面に照射すると従来の加工技術では不可能であった微細加工や加工周辺部へのダメージの少ない加工が実現されることが知られている。一方で、レーザー加工閾値近傍の強度でレーザーを照射すると強度に敏感に依存し様々な変化を示すことが知られているが、詳細なメカニズムは殆ど理解されていない。本プロジェクトではレーザー加工閾値近傍強度で引き起こされる物質相の変化を主にワイドバンドギャップ半導体を対象として研究するとともに、レーザー照射によって誘起された物質相を三次元電子デバイス作製技術に展開するための基礎研究を行った。実験ではフェムト秒レーザー光をシリコンカーバイド表面に照射すると右図に示す様な明確な閾値特性をもった二種類のナノ周期構造(周期:500nm、250nm)が自発的に生成された。また、照射部の物性解析からナノ周期構造の周期は照射による物性変化と強い相関を持つことが明らかになった。





## 平成 17 年度工学部研究プロジェクト

## 電力機器設備絶縁劣化診断のための電磁波センシングシステムの開発

(研) エネルギーシステム部門 エネルギー応用工学大講座  
 (教) システム創生工学専攻 電気電子創生工学コース 電気エネルギー講座  
 (学) 電気電子工学科 電気エネルギー講座  
 助教授 川田昌武

Tel : 088-656-7460 Fax : 088-656-7460 E-mail : kawada@ee.tokushima-u.ac.jp

## 1. 背景

高度情報社会の進展に伴い、電力の安定供給がこれまで以上に望まれており、電力機器設備の機能維持、故障の未然防止に対する診断技術開発への社会的要求が高まっている。

電力機器設備の各種絶縁体劣化の予兆現象である部分放電 (PD : Partial Discharge) の検出、位置特定技術は重大事故を防ぐという点から必要となっている。

電磁環境両立性 (EMC : Electro Magnetic Compatibility) 対策という点からも、PD 放射電磁波の常時監視技術の開発は重要である。

## 2. 目的

PD による放射電磁波を受信することで、その発生位置を特定する「電磁波センシングシステム」の開発を行う。

## 3. 結論

PD による放射電磁波の到来角推定が可能であることを確認した。本システムを複数用意することで位置特定も可能である。

## 4. 応用範囲 (キーワード)

電力、鉄道、電気自動車、電磁波漏洩対策、絶縁材料評価



(a) アンテナ  
 (b) 受信・解析システム  
 図 1 電磁波センシングシステム

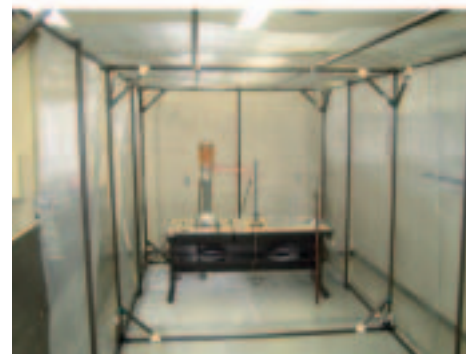


図 2 部分放電実験 (高電圧印加)

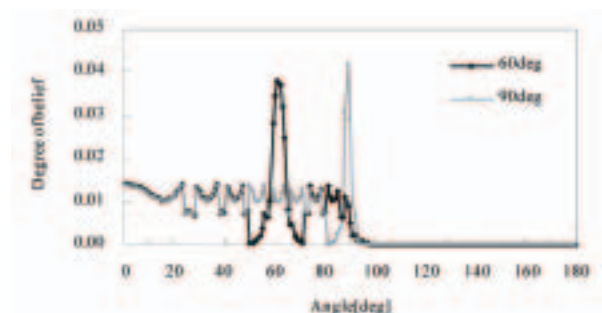


図 3 到来角推定結果



## 大学院ソシオテクノサイエンス研究部の研究成果

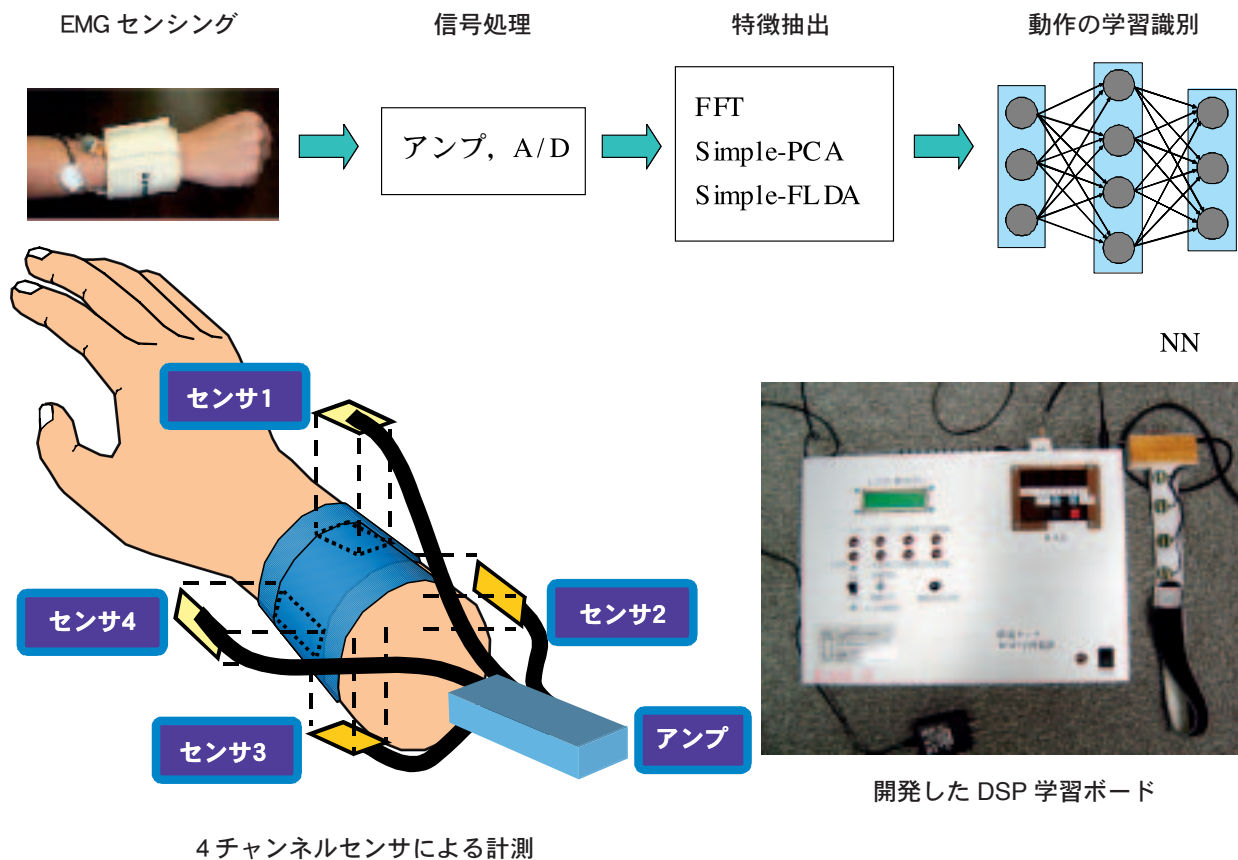
## 手首 EMG に基づく知的インタフェースの開発

- (研) 情報ソリューション部門 情報システム工学大講座  
 (教) システム創生工学専攻 知能情報システム工学コース 知能工学講座  
 (学) 知能情報工学科 知能工学講座  
 教授 福見 稔、講師 柘植 覚

Tel/Fax : 088-656-7510 E-mail : fukumi.tsuge@is.tokushima-u.ac.jp

EMG (electromyogram) は体表面で計測される電位のことである。EMG には、筋収縮レベルに応じて発生する動作や力の入れ具合の情報など、運動レベルに応じた情報が含まれているため、操作信号として柔軟に扱える可能性がある。我々の研究グループでは、義手等の随意的な制御入力 (医療福祉)、ゲーム機のコントローラ (アミューズメント分野)・携帯機器の無線型リモコン操作装置 (IT 分野)、産業/宇宙用ロボットのコントローラ (FA 分野) などで利用可能な、手首で計測される EMG を用いた知的インタフェースの研究開発を行っている。

手首に設置された4チャンネルセンサにより計測された EMG 信号を増幅・ノイズ除去後、フーリエ変換し、ニューラルネットワークで学習識別を行う。アルゴリズムは下記の DSP 学習ボード上のフラッシュメモリに実装されており、オンラインでの特徴抽出と学習識別が可能となっている。



## 大学院ソシオテクノサイエンス研究部の研究成果

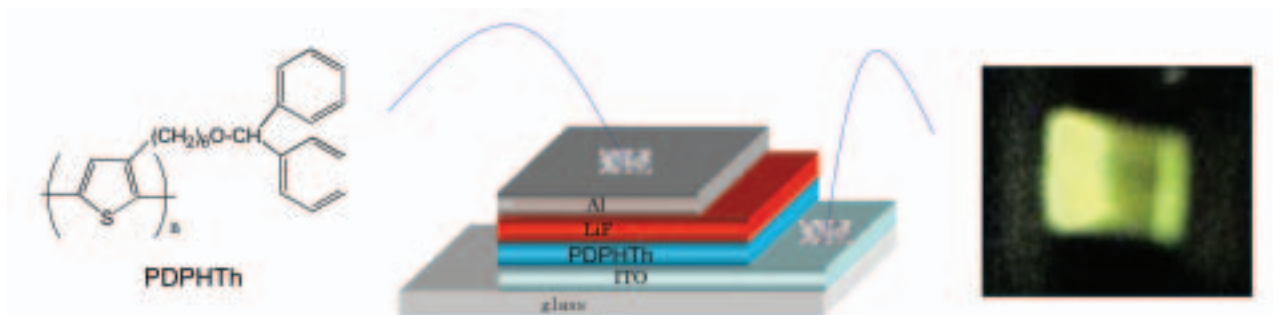
### ポリチオフェン誘導体の合成とその有機 EL 及び光起電力素子への応用

(研) 先進物質材料部門 知的材料システム大講座  
 (教) システム創生工学専攻 光システム工学コース 光機能材料講座  
 (学) 光応用工学科 光機能材料講座  
 教授 田中 均、講師 手塚美彦

Tel 088-656-9423 Fax 088-656-9435 E-Mail : ytezuka@opt.tokushima-u.ac.jp

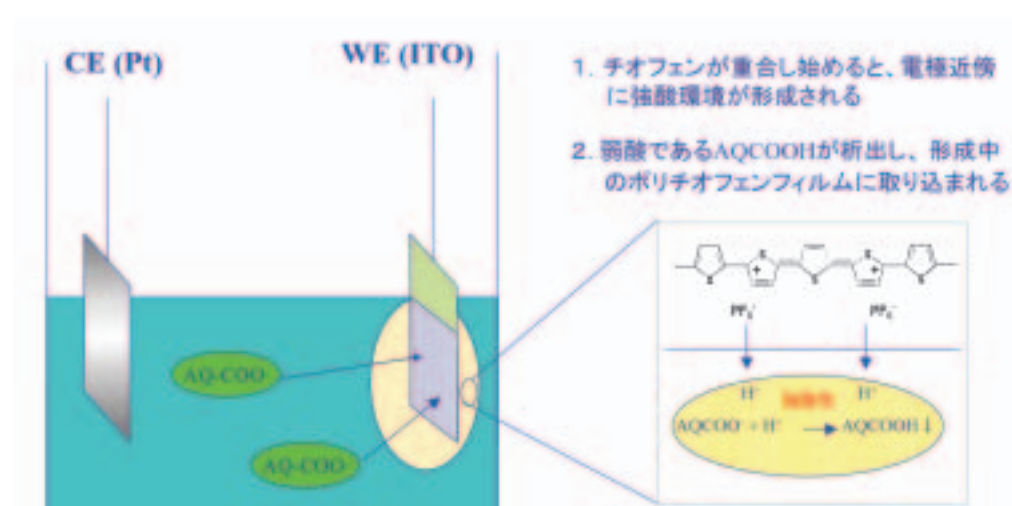
#### ポリチオフェン誘導体の有機 EL 素子への応用

ポリチオフェンはフィルム状態での蛍光量子収率 ( $\phi F$ ) が低いことから有機 EL 素子の発光層としては適さないと考えられてきた。フィルム状態で  $\phi F$  が大幅に低下する理由としては強い鎖間相互作用を通しての無放射失活や硫黄の重原子効果による項間交差が考えられている。そこで我々はポリチオフェンの側鎖にかさ高いジフェニル基を導入したポリチオフェン誘導体 (PDPHTh) を合成し、これを発光層に用いた有機 EL 素子を作成した。



#### 無置換ポリチオフェンの光起電力セルへの応用の試み

可溶性の導電性ポリマーフィルムをアクセプター分子と一緒に溶媒に溶かし、電極上にスピコートすることにより光起電力セルが作成できる。一方、無置換のポリチオフェンは溶媒に不溶であるため、電極上のフィルム形成とアクセプター分子の取り込みを同時に行なう必要がある。我々はチオフェンの電解重合時に電極近傍に形成される強酸環境を利用してポリチオフェンとアントラキノンカルボン酸のコンポジットフィルムを作成した。



## 大学院ソシオテクノサイエンス研究部の研究成果

# 塑性加工プロセスの有限要素シミュレーション

(研) 先進物質材料部門 材料加工システム大講座

(教) 知的力学システム工学専攻 機械創造システム工学コース 機械システム講座

(学) 機械工学科 機械システム講座

講師 長町拓夫

Tel : 088-660-5082 Fax : 088-656-9082 E-mail : ngmch@me.tokushima-u.ac.jp

徳島県内には、独自の技術とノウハウを持った優秀な製造業者が数多く存在し、研究室ではそのような地域の企業との共同研究を進めている。ここでは二つの事例について紹介する。

## 六角ボルトのすえ込みプロセスの有限要素解析

六角ボルトの成型中の変形挙動およびひずみ状態を明らかにすることで、歩留り向上のための最適な金型形状の解明を試みた（(株)ヒラノファステック、代表取締役 平野敬太郎 との共同研究、図1、図2）。



図1 六角ボルトの成型工程例

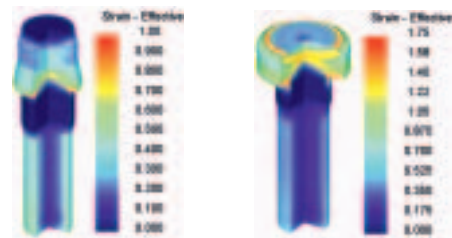


図2 素材に生じる相当ひずみの解析例

## インサートナットの後方押し・打抜き工程の有限要素解析

自動車の鍵系部品として用いられるインサートナットについて、成形中の工具に働く荷重および相当応力を明らかにし、工具破損軽減および工程数削減のための指標を示した（西精工(株)、代表取締役 西 佳昭 との共同研究、図3～図5）。

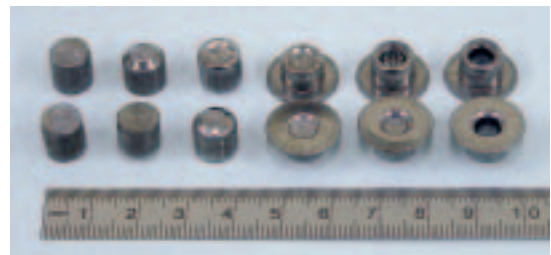


図3 インサートナットおよびその成型工程例

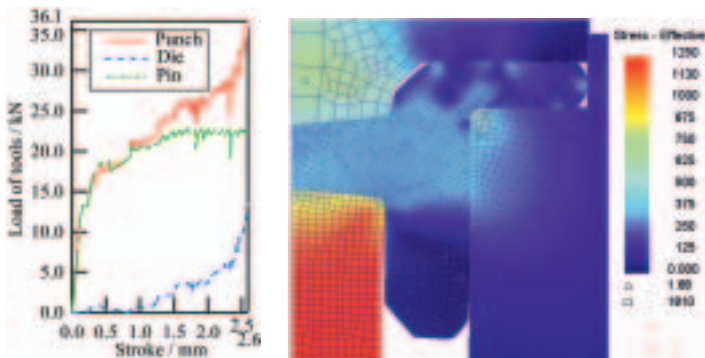


図4 フランジ成型工程における各工具に働く荷重および相当応力

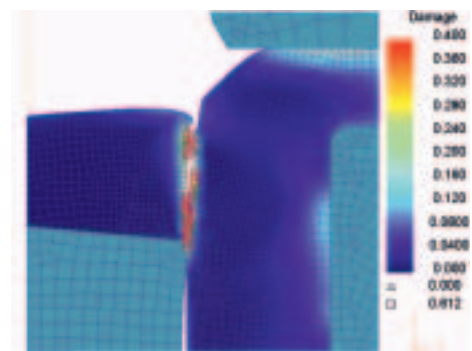


図5 打ち抜き工程の解析例



## 大学院ソシオテクノサイエンス研究部の研究成果

### 沿岸域の浅場を保全、再生する技術開発

(研) エコシステムデザイン部門 社会環境システム工学大講座  
 (教) 環境創生工学専攻 エコシステム工学コース 社会環境システム工学講座  
 (学) 建設工学科  
 教授 村上仁士、助教授 上月康則

Tel : 088-656-7335 Fax : 088-656-7335 E-mail : kozuki@eco.tokushima-u.ac.jp

#### 沿岸域の浅場と人とのかかわり

本来、沿岸域には延々と砂浜や磯浜などが広がり、そこから人は魚貝類など豊かな海の恵みを享受してきた。その一方で、土砂の堆積は災害、船の運航の妨げ、港の埋没などの原因ともなり、町の興亡に大きな影響を与えた。そのような自然の営みに対峙できるような技術を持つことができたのは明治時代になってからであり、その後、防災や経済活動を目的に、全国各地で港湾づくりや沿岸部の埋め立てが大規模にかつ急速に行われ、戦後だけでも全国の干潟や藻場の4割を消滅させた。しかし1980年代になると、浅場が天然の浄化装置、生物生産、生育場として重要な役割を持つことがわかり、2001年には自然再生推進法が制定された。これを契機に残された浅場を保全し、失われた浅場を再生する取り組みが全国で行われるようになり、瀬戸内海では、失われた藻場干潟の1,450haの60%を今後20年間で再生するといった行動計画が作られている。しかし、砂が堆積しないように制御してしまった環境の中で、再び砂の堆積する環境へと再生することは単に形状を復元したら良いというものではなく、理学、工学の他、一度遠ざけた人を再び海辺につなげ直すなど新しい学問分野を創生するほどのことが必要とされている。

#### 浅場の保全、再生に向けた取り組み

保全再生に向けた取り組みの中では、①行政市民専門家との共働組織作り、②保全意識の醸成、③環境評価方法、④再生技術の開発などが課題となっている。本研究室では徳島県、兵庫県、国土交通

省らとともにそれらの課題について取り組んでおり、①については、NPO組織（（特）人と自然とまちづくり）を立ち上げ行政と市民との間をつなぎ、②では、関心の薄い人にも容易く理解される干潟の環境情報を明示することを目的とした研究、

③では生物生息場、物質循環、生物生産（浄化）の機能に関する研究を行ってきた。④については、大阪湾湾奥で市民によって守られてきた浜辺である、兵庫県御前浜での劣化した浜を再生する取り組みに参画し、シンポジウム、実証実験、モニタリングを行っている（図1）。また護岸や防波堤で囲まれた港湾では、場所、水深、水質面で干潟や藻場などの浅場作りは困難とされてきたが、波などのエネルギー、水質、生物相などから、その場に応じた簡便で、安価で、省力化できる浅場作りの方法を技術化し、実用化することに成功した（図2）。



図1 御前浜での干潟再生事業



図2 エコシステム式防波堤



大学院ソシオテクノサイエンス研究部の研究成果

ケーブルを用いた履歴吸収ダンパーの基本特性に関する解析的検討

(研) エコシステムデザイン部門 社会基盤システム工学大講座  
 (教) 知的力学システム工学専攻 建設創造システム工学コース 建設構造工学講座  
 (学) 建設工学科 建設構造工学講座  
 教授 平尾 潔、助教授 成行義文

Tel : 088-656-7326 Fax : 088-656-9037 E-mail : nariyuki@ce.tokushima-u.ac.jp

免震橋梁では、地震による上部構の揺れが大きいため、隣接桁間ならびに桁-橋台間等で、衝突が発生する可能性がある。本研究では桁間等の伸縮を受動的に抑制する「ケーブルを用いた履歴吸収ダンパー (Multi-Cable Damper : MCD)」を考案した。

ケーブルは引張材であり、図1に示すように圧縮に対しては無抵抗である。しかし、ケーブルを装置の伸縮方向に対してある角度を持たせて設置 (図2の破線部: この場合は直角) することにより、“伸・縮” いずれの場合もケーブルに発生する引張力によってその動きが抑制される。また大地震時には、ケーブルの塑性化 (図1 (b)) により、桁の運動エネルギーの一部が履歴エネルギーとしてケーブルに吸収されるため、地震応答が低減する。

図3は、MCDの基本モデル (a) に同図 (b) のような強制交番変位を与えた場合の復元力-変位履歴曲線 (同図 (c)<sub>1</sub> ~ (c)<sub>3</sub>) を示したものである。これより、引張側 (第1象限) のみでなく、圧縮側 (第3象限) でも比較的大きなエネルギー吸収が可能であることがわかる。

本装置は、引張材の種類・配置方法を種々変化させることにより、多種多様な復元力履歴特性を創出できる。

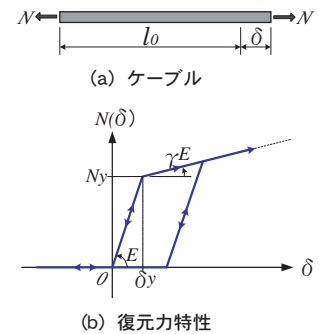


図1 ケーブルの復元力特性

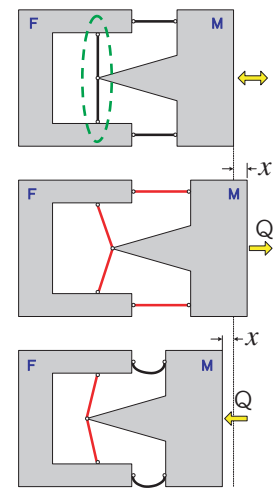


図2 MCDの原理

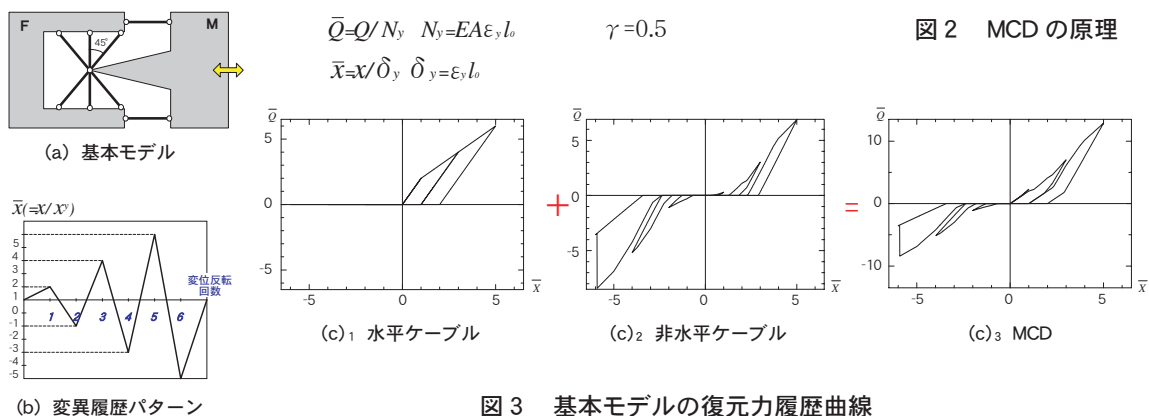


図3 基本モデルの復元力履歴曲線

## 大学院ソシオテクノサイエンス研究部の研究成果

## 層状複水酸化物の合成と層間の化学修飾

- (研) ライフシステム部門 物質機能化学大講座  
 (教) 環境創生工学専攻 化学機能創生コース 物質機能化学講座  
 (学) 化学応用工学科 物質機能化学講座  
 教授 金崎英二、助手 倉科 昌

Tel : 088-656-9444 Fax : 088-655-7025 E-mail : kanezaki@chem.tokushima-u.ac.jp

層状化合物はその二次元構造を保ったまま層間に分子やイオンを取り込むことで層間を化学修飾することができる。この現象をインターカレーションといい、層間の分子やイオンに特異な場を与えることで、反応性や物性に変化を与えることが可能である。そのような層状化合物の一つとして、層状複水酸化物 (LDH: Layered Double Hydroxide) がある。LDH は層がカチオン性であり、層間にアニオンを取り込むことが知られている。この層間アニオンはイオン交換により他のアニオンをインターカレーションすることが可能である。本研究では LDH へのリン酸や有機色素のインターカレーションを行った。また、遷移金属水酸化物層で構成された層状化合物を合成し、それらの構造と特性に関する研究を行った。

水中に溶存するリン酸塩は、閉鎖的水域で富栄養化を生じ赤潮等の一因となるが、一方でリン酸は枯渇化しつつある資源とされる。そこで Mg/Al - LDH を用い、水中のリン酸イオンの回収を検討した。リン酸イオンは層間の炭酸イオンとのイオン交換によりインターカレーションさせることができた。また加熱による LDH の層構造の変化が観測され、LDH 層間が反応場である可能性を示唆している。

水溶性の有機色素として Orange II を Mg/Al - LDH にインターカレーションさせている。これは不溶化と熱安定性の向上を意図し、顔料としての応用を期待している。

一方、層が Co (II) または Cu (II) の水酸化物からなる層状水酸化物を合成し、その物性を検討している。どちらの金属イオンも磁性を持つため、これら化合物を層剥離した場合に分子サイズの厚みを持った、ナノシート磁石になることが期待される。

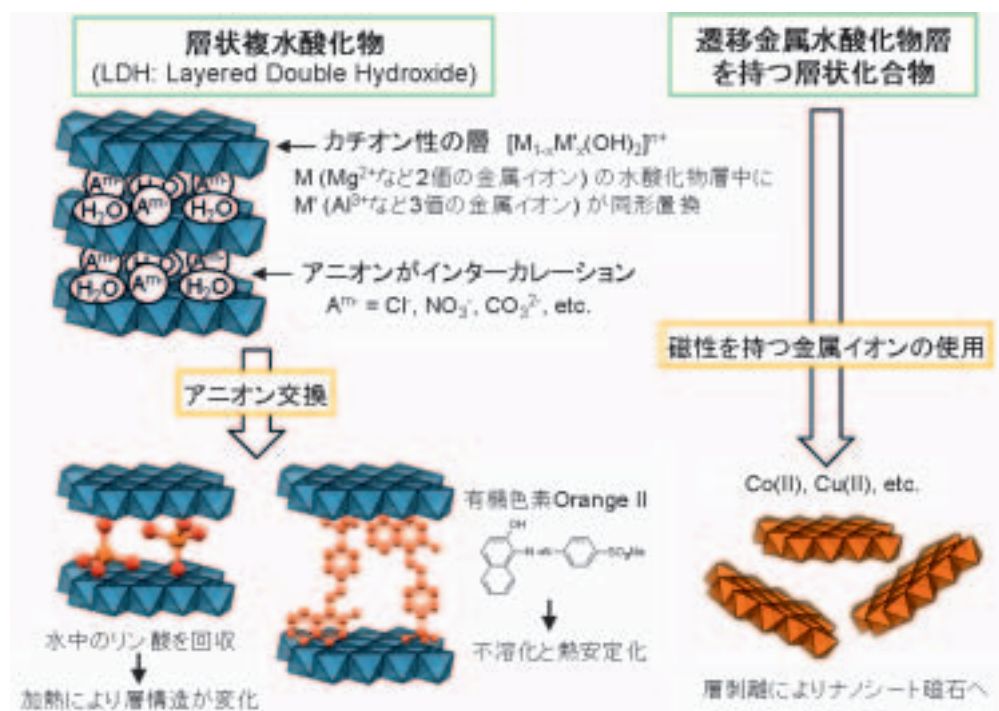


図 1 層状水酸化物の構造と化学修飾の概要

## 地盤凍結技術の向上

(研) エネルギーシステム部門 エネルギー変換工学大講座

(教) 知的力学システム工学専攻 機械創造システム工学コース 機械システム講座

(学) 機械工学科 機械システム講座

教授 逢坂昭治、助手 草野剛嗣

Tel : 088-656-7375 Fax : 088-656-9082 E-mail : ousaka@me.tokushima-u.ac.jp

### 研究の概要

近年では地下空間の利用が急速に増大し、地下鉄、道路、上下水道などの地下構造物が数多く存在する。地下土木工事ではシールド工法の普及に伴い、工事中の耐力・止水壁として人工凍土を用いる地盤凍結工法がその低公害性から注目され、施工実績は年々増加してきている。また、従来は人工凍土は施工後、自然融解されるものがほとんどであったが、長期の地盤変動を避けるために強制融解を行う例も増え、さらにこれらの技術を応用したメタンハイドレートの採掘法（加熱法）が実用期を迎えて、凍結だけでなく融解現象を含む土壌内の温度場および凍土範囲の正確な予測が必要とされている。本研究ではこれらの問題に適応する、複雑な系にも適用可能で取り扱いが簡易な数値モデルの構築を行った。



図1 人工凍土

このモデルを利用することで、地下水流が存在し、凍結・融解現象を含む事象が容易に解析可能となり、最適な凍結管配置や工法の省エネルギー・省コスト化に大いに寄与している。

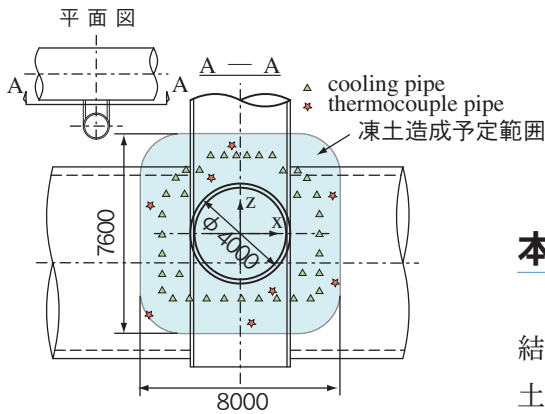


図2 凍結管および測温管配置図

### 本技術の応用

本数値モデルを利用し凍土範囲および温度予測を行った結果と、実際の測温データとの比較を図2～図4に示す。凍土は図2に示すように、立坑と洞道を接続する部分（地下約30m）に造成され周囲の土質は砂質泥岩で、凍結温度は $-30^{\circ}\text{C}$ である。図から、良好な結果を得ていることがわかる。

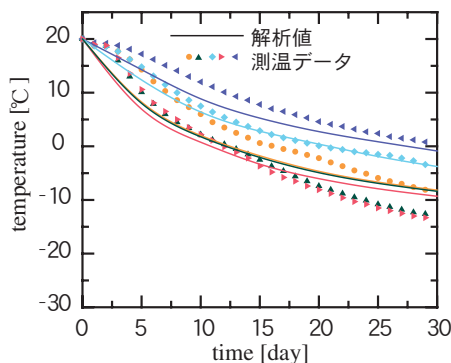


図3 計算値と測温データの比較

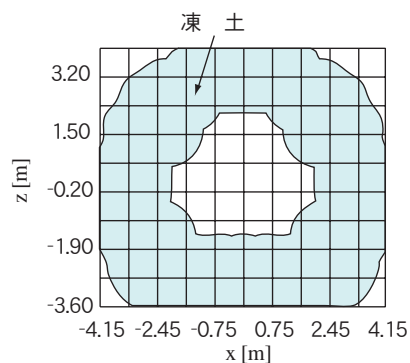


図4 凍結開始30日後の予想凍土



## 大学院ソシオテクノサイエンス研究部の研究成果

## 単相連系インバータによる電源品質改善に関する研究

(研) エネルギーシステム部門 エネルギー変換工学大講座  
 (教) システム創生工学専攻 電気電子創生工学コース 電気エネルギー講座  
 (学) 電気電子工学科 電気エネルギー講座  
 教授 大西徳生、助手 北條昌秀

Tel : 088-656-7456 Fax : 088-656-7456 E-mail : ohnishi@ee.tokushima-u.ac.jp

近年、インバータエアコンはじめパワーエレクトロニクス機器の普及に伴い、配電系統の電源電圧波形に大きな歪みがみられる。これは、これら負荷の電流波形が正弦波とはならず高調波を含んだ歪み波形となっているためであり、電圧波形面での電源品質の低下を招いている。

ここでは、電源品質改善のため、現行の太陽光発電システムにおける連系インバータ制御に簡単な変更を加えるだけで電源品質改善を可能とした連系制御法を紹介する。

図1は、現行の系統連系太陽光発電制御システムに、点線枠の電圧波形補償ループを付加した連系インバータの主回路構成と制御システムである。

図2、図3は、電源電圧  $e_s$  および負荷電流  $i_o$  が歪みがある状態での連系インバータによる電源品質の補償効果を示したものである。図中、 $i_b$  はインバータの連系電流、 $i_s$  は電源電流、 $e_o$  は受電負荷端子電圧である。通常の連系運転 ( $k = 0$ ) では  $i_b$  は正弦波のため、電源品質改善には寄与しないが、 $k$  の値を大きくすることにより、振動現象を伴うことなく  $e_o$  の波形改善を行うことができる。

一般の太陽光発電用連系インバータの容量は、数 kVA 程度であるため、家庭のエアコン、テレビ、パソコン等から発生する高調波を十分補償することができる。しかし、電源系統に歪みがある場合には、大きな補償電流が必要となる。インバータの電流が制限値を超えない範囲で、波形補償ゲイン  $k$  を制御することにより、現行のインバータ装置容量を増大させることなく、昼夜を問わず需要家における電源品質改善を行うことができる。図4は実験による動作波形である。

[ $E_s = 200V$ ,  $f_s = 60Hz$ ,  $E_d = 350V$ ,  $C_d = 5000\mu F$ ,  $V_{oc} = 400V$ ,  $V_{opt} = 350V$ ,  $R_{ps} = 4\text{ ohm}$ ,  $R_L = 25\text{ohm}$ ,  $L_s = L_b = 1\text{ mH}$ ,  $L_c = 2\text{ mH}$ ]

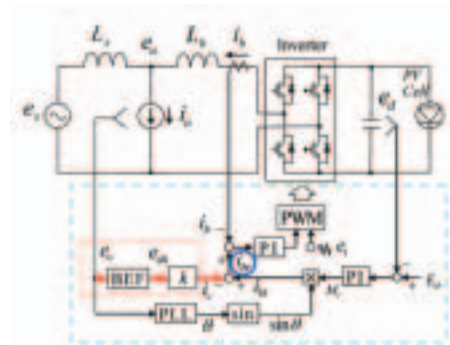


図1 主回路構成と制御システム

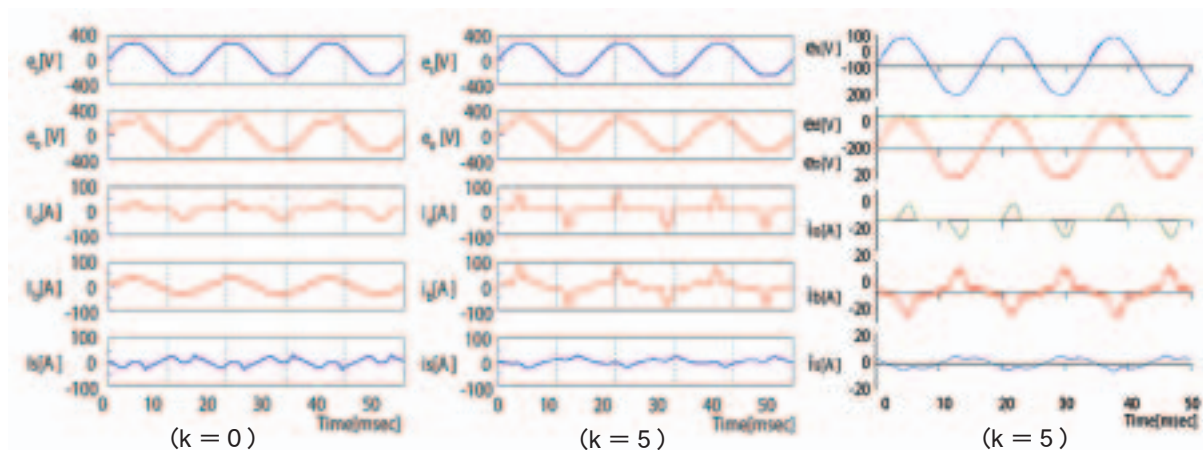


図2 現行の系統連系運転動作波形

図3 電圧波形補償動作波形

図4 実験結果

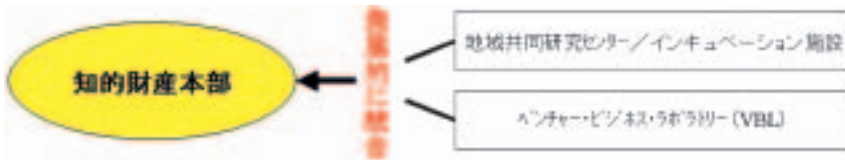


## 「産学官連携プラザ」の産学連携支援活動

知的財産本部 産学連携研究企画部長 佐竹 弘  
 産学連携研究企画副部長 生駒良雄  
 産学連携研究企画部企画推進員 矢野照久

Tel : 088-656-7592 Fax : 088-656-7593 E-mail : center@ccr.tokushima-u.ac.jp

平成17年4月1日より知的財産本部、地域共同研究センター、サテライト・ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー (SVBL)、インキュベーション施設が発展的に統合され“知的財産本部”として一本化しました。知的財産本部が産学官連携に関する総合窓口として、学内外からの多様なご要望にお応えいたします。また、これを機に施設名を総称して「産学官連携プラザ」といたしました。通称として広く皆様に親しんでいただけますよう、よろしくお願い申し上げます。



産学官連携プラザ内に、総合窓口のセクションとして「産学連携研究企画部」を新設。『共同研究』『特許相談』『技術相談』『創業相談』など様々なご相談をワンストップで対応させていただきます。「問い合わせ先が分からない・・・」そんな時は「産学連携研究企画部」にご連絡を。知的財産本部内の各部門と協力して迅速に対応いたしますので、どうぞお気軽にご利用下さい。

