



Faculty of Engineering
The University of Tokushima

THE UNIVERSITY OF TOKUSHIMA ENGINEERING FESTIVAL 2011

第11回 エンジニアリングフェスティバル

平成23年

とき **9/16 FRI** 13:00~18:00

徳島大学工学部キャンパス

ところ 共通講義棟6F創成学習スタジオ

研究成果の公開

徳島大学

大学院ソシオテクノサイエンス研究部

香川大学工学部

産学官連携推進部

後援 ● 独立行政法人 科学技術振興機構 JSTイノベーションサテライト徳島

特別講演 / 平成23年9月16日(金) 16時~17時

共通講義棟6階 大会議室

「広域災害に備えた災害情報共有システムの開発」
徳島県危機管理部危機管理政策課 課長補佐 坂東 淳

「東日本大震災調査と地震時即時評価システムの徳島道への適用」
大学院ソシオテクノサイエンス研究部 教授 大角 恒雄

ご 案 内

徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部では、研究成果を広く社会に公開することによって研究活動に対する理解を深めていただくとともに、学内や他大学との交流促進、産学連携の推進を目的として、平成13年度からエンジニアリングフェスティバルを開催しております。

本年度は、本研究部が重点的に研究を進めている研究テーマをよりいっそう理解していただくため、本フェスティバルのメインテーマを研究部の重点研究テーマといたしました。重点テーマ12件以外に、先端工学教育研究プロジェクトの成果報告4件、各センターからの発表5件、香川大学工学部5件、JSTおよび四国総研からの発表2件を含め、発表総数は42件の予定です。

なお、昨年度好評でした講演会を今年も開催いたします。ホットなテーマとして防災に関する講演を2件予定しております。ふるってご参加ください。

また、開催時間は13時から18時までです。皆様のご来場をお願い申し上げます。

(大学院ソシオテクノサイエンス研究部・研究交流委員会委員長 原口雅宣)

目 次

■大学院ソシオテクノサイエンス研究部長挨拶	
―「エンジニアリングフェスティバル」への期待―	1
■徳島大学工学部キャンパスマップ	2
■重点研究テーマ一覧	3
■エンジニアリングフェスティバル 研究テーマ一覧	4
■大学院ソシオテクノサイエンス研究部、大学院先端技術科学教育部 及び工学部の構成	6
■研究業績及び研究費	7
■「重点研究テーマ」	8
■平成22年度 研究部研究プロジェクトの成果	42
■上記以外の研究成果	20・46

教員の所属の表記において

(研) は、大学院ソシオテクノサイエンス研究部の部門・大講座名を、

(教) は、大学院先端技術科学教育部の専攻・コース・講座名を、また、

(学) は、工学部の学科・講座名を表示しています。

「エンジニアリングフェスティバル」への期待

－震災復興の牽引力は高度の科学技術力の結集から－



巨大地震と津波による甚大な被害をもたらした東日本大震災は、住宅、工場等の壊滅的被害、福島第一原子力発電所の放射能漏れ、被災地域で集中的に生産していた部品の供給ストップによる生産活動の停滞などなどが報道されています。

今回の震災に対して、後からの意見はいろいろと出すことはできるといわれるが、初歩的な対応ができていなかったことも事実で、適切な対応が取れていればはるかに被害を小さくできた可能性は十分あったのではないかと思います。いろいろ例に取り上げて述べることは控えますが、共通して言えることは、経済効果が先に立ち、何か事故があった場合でも、被害が拡大せずに安全側に働く仕組みである“フェールセーフ”機能あるいはそのような“システム”が欠如あるいは稀薄になっていたことは否めません。研究者は、当面は最先端の研究成果を追い求めるものですが、何らかの事故が起こった時の対策が打てないものは、実用化に結びつけることができないことも心したいものです。

さて、大震災を受けた日本が再び経済復興を遂げるためには、高度の科学技術力を背景にした高度技術製品、高度な生産技術力を獲得することが不可欠です。「エンジニアリングフェスティバル」は、大学院ソシオテクノサイエンス（STS）研究部における数多くの優れた研究成果を広く地域・社会に公開し、産業界へ研究シーズの提供を行い、共同研究、技術移転ならびに製品開発等を通じて社会還元を目指し開催しているもので、数多くの分野の技術者間で、素晴らしい研究成果、技術等の情報交換を行うことにより高度な科学技術力の結集に結びつけることが期待されています。

大学における研究力の指標として研究論文に加えて文部科学省の科学研究費補助金、共同研究、受託研究および寄附金等の獲得があります。特に、最近3年間のSTS研究部における科学研究費補助金の採択件数（採択率）は、63件（33.5%）、83件（43.9%）、98件（45.8%）と増加しており、研究成果が着実に向上しています。STS研究部の当面目標は、大型研究の推進と採択率としては50%を目指したいところです。

本学STS研究部の重点研究の牽引力であるフロンティア研究センターは、第Ⅱ期に入り、国際的に評価の高い3研究部門（日亜寄附講座を中核とした光ナノテクノロジー研究部門を中心に、医工連携研究部門、資源循環研究部門）を置き、スタッフを公募し新たな研究組織として再スタートしました。また、地域産業の振興に向け、LEDおよびエネルギー関連分野を中心にした「とくしま地域産学官共同研究拠点」事業もスタートし、STS研究部は研究シーズの提供等で支援することになっています。

今年度も、連携研究の推進に向けて香川大学工学部、(株)四国総合研究所および関係機関等からの発表もいただき開催することになりました。

これら情報交換、連携研究等を通じ、STS研究部の最先端の研究成果を結集させ、技術立国日本の震災復興の牽引力あるいは一助になってくれることを期待しています。

本学の教員、技術職員や院生、研究連携に向けての外部からの教員や技術者、研究シーズの実用化に向けての企業の研究者等、大勢の皆様のご参加をお願いしますとともに、研究成果、研究シーズに関しての活発な情報交換が持たれることを祈念しております。

大学院ソシオテクノサイエンス研究部長
大西徳生

徳島大学工学部キャンパスマップ



重点研究テーマ一覧

- リスクマネジメントの観点からの国土整備保全システムのあるべき姿……………①
- 持続可能性社会実現のための機械システム技術開発研究……………②
- LED光を駆動力とする有機および高分子インテリジェント材料の開発
- ナノ構造体の高度な配列制御……………③
- 稀少鉱物資源に依存しない新規資源循環サイクルの構築
- 生命工学を応用した健康・環境・エネルギーに関する医工農連携研究 ……④
- 次世代電気エネルギーシステムに関する研究……………⑤
- 次世代電子デバイス開発に関する研究……………⑥
- 次世代情報ネットワークに関する研究
- 知的情報処理に基づく社会生活支援システムの高度化に関する研究
- 大規模マルチモーダル情報の高速・コンパクト処理技術に関する研究 ……⑦
- 新規材料とナノ光学融合技術による環境にやさしい光素子開発……………⑧
- 光・画像技術による高臨場感かつ高度なサポート環境の確立 ……⑨
- 先端技術における数理解析的手法の研究
- 新規機能材料の物性の研究

エンジニアリングフェスティバル 2011 研究テーマ一覧

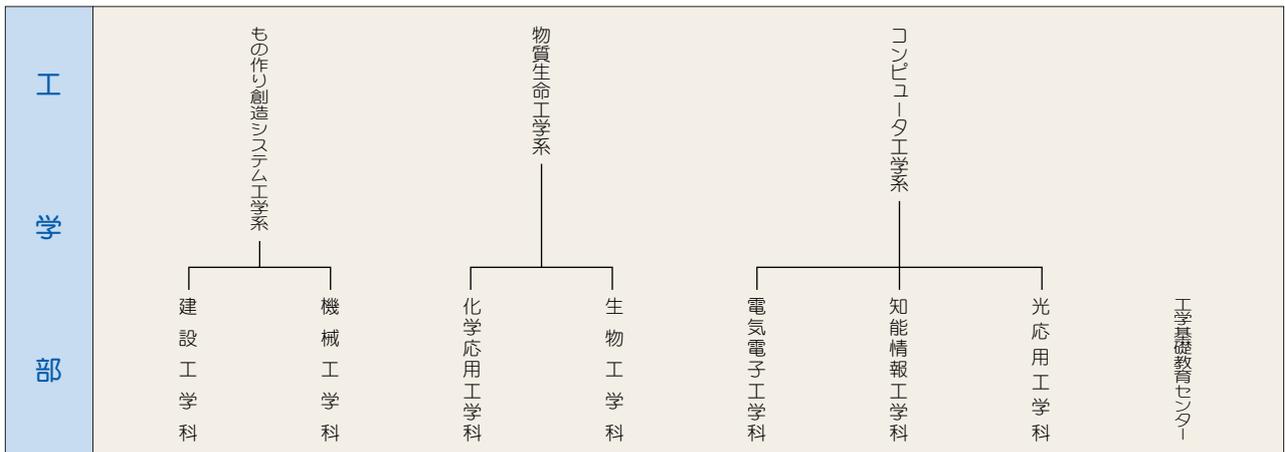
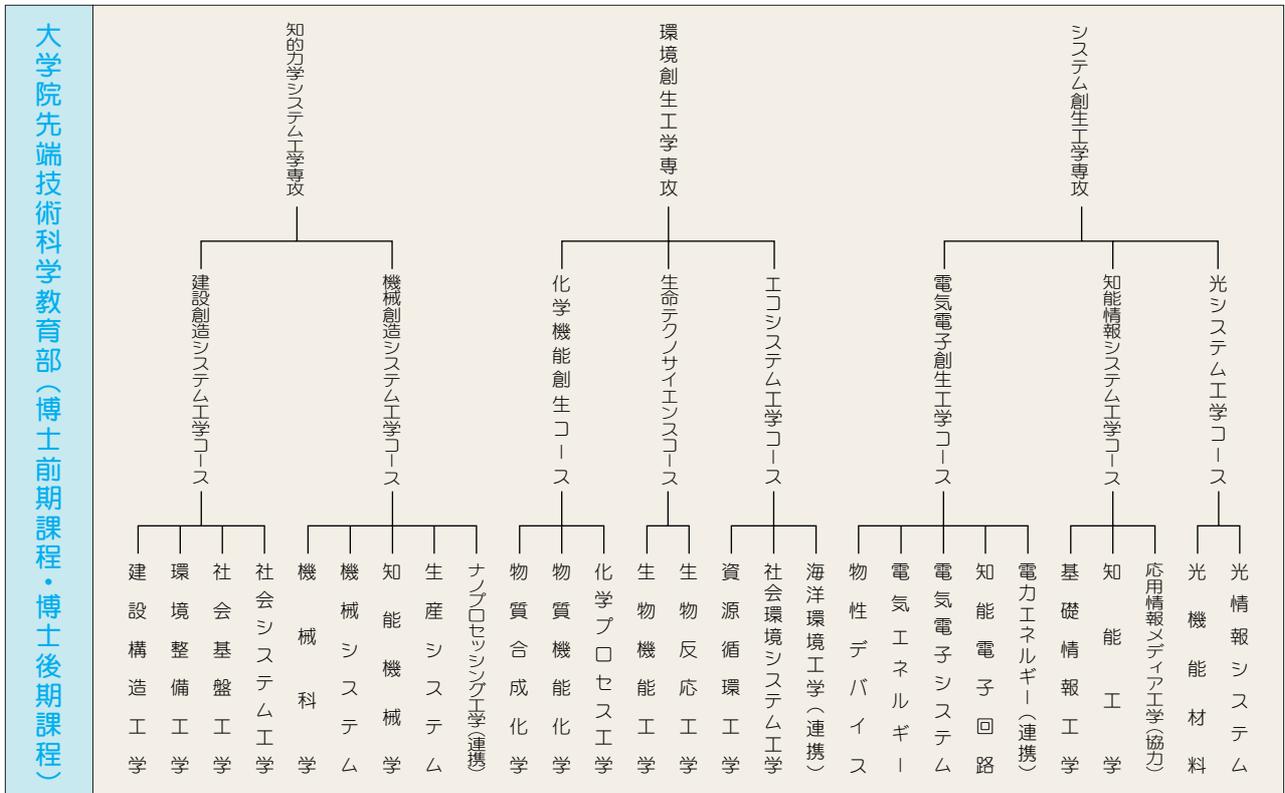
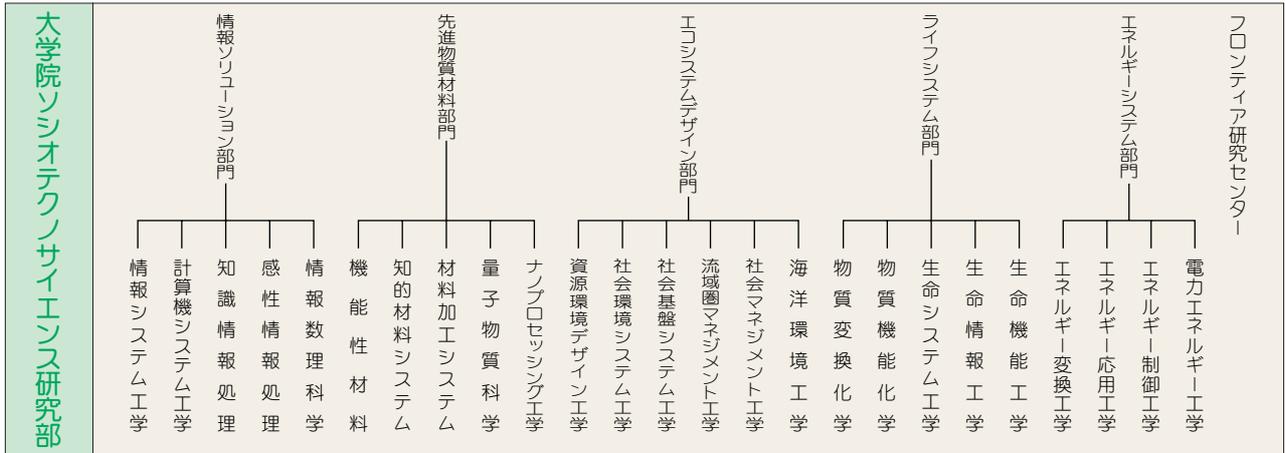
日時：平成 23 年 9 月 16 日（金） 13:00～18:00

番号	区分	所属 (センター・ 学部・部門)	研究テーマ	展示代表者	目次
1	重点研究テーマ⑤	情報 ソリューション	制御対象のくるとコントローラのくるとに対処するむだ時間システム制御法	久保 智裕	8
2	重点研究テーマ⑥	情報 ソリューション	スキャンベース BIST による検査容易化設計に関する研究	四柳 浩之	9
3	重点研究テーマ⑦	情報 ソリューション	医療所見分析による高速プロブレム推論検索とその応用研究	青江 順一	10
4	重点研究テーマ⑨	情報 ソリューション	LED アレイが空中に浮いて見える 3D デジタルサイネージ	山本 裕紹	11
5	重点研究テーマ⑧	先進物質材料	再生可能天然物を利用した構造制御高分子材料の創製	丹羽 実輝	12
6	重点研究テーマ①	エコシステム デザイン	東南海・南海地震に向けた津波減災対策の検討	中野 晋	13
7	重点研究テーマ③	ライフシステム	ナノ構造体の高度な配列制御の新展開	金崎 英二	14
8	重点研究テーマ④	ライフシステム	バイオマス利用を促進するための高機能セルラーゼの開発	辻 明彦	15
9	重点研究テーマ④	ライフシステム	小型分子シャペロンを用いたタンパク質安定化法の開発	友安 俊文	16
10	重点研究テーマ④	ライフシステム	発育鶏卵を用いた次世代型 in vivo 薬剤評価系の開発と創薬研究	宇都 義浩	17
11	重点研究テーマ②	エネルギー システム	先端レーザー計測技術の工業・医療への応用展開	出口 祥啓	18
12	重点研究テーマ⑤	エネルギー システム	MSM - GPV データを用いた簡略化ファジィ推論による日射量予測システム	安野 卓	19
13	メディア情報学・ データベース	情報 ソリューション	マルチメディア情報検索システム	北 研二	20
14	医用生体工学	情報 ソリューション	適応予測制御を用いた薬剤投与支援システムの開発	柏原 考爾	21
15	医用生体工学・ 生体材料学	情報 ソリューション	MEMS 技術を応用した細胞の力学刺激応答評価デバイスの開発	佐藤 克也	22
16	生産工学・加工学	先進物質材料	曲がり穴放電加工システムの開発	石田 徹	23
17	医用生体工学・ 生体材料学	先進物質材料	生体コラーゲン顕微鏡	安井 武史	24
18	ナノ材料・ナノ バイオサイエンス	先進物質材料	セルロースナノファイバーを用いた複合材料の開発とセルロース系副産物によるナノファイバーの低コスト生産法	中 垣 内 アントニオ 徳 雄	25
19	無機材料・物性	先進物質材料	複合アニオン化合物の光化学的性質の制御と展開	森賀 俊広	26
20	マイクロ・ ナノデバイス	先進物質材料	紫外線 LED の基礎研究	酒井 士郎	27

番号	区分	所属 (センター・ 学部・部門)	研究テーマ	展示代表者	目次
21	水工学	エコシステム デザイン	流水～土砂～建造物の相互作用系の解明	武藤 裕則	28
22	建築構造・材料	エコシステム デザイン	ポリマーセメント系塗膜防水層の造膜シミュレーションモデル	塚越 雅幸	29
23	高分子化学	ライフシステム	アクリル系多元共重合体の一次構造解析に向けたNMR分光法の方法論	右手 浩一	30
24	機械力学・制御	エネルギー システム	無人航空機の簡易操作方法と空撮・運搬への利用	三輪 昌史	31
25	熱工学	エネルギー システム	油水急速混合噴霧によるバイオマス燃料の低汚染バーナ燃焼	名田 讓	32
26	センター紹介	フロンティア 研究センター	第2期に入ったフロンティア研究センターの紹介	井須 俊郎	33
27	応用光学・ 量子光工学	フロンティア 研究センター	半導体ナノ構造による新規光デバイスの創製（日亜寄附講座研究紹介）	井須 俊郎	34
28	科学教育	創成学習開発 センター	創造的科学技术志向の人材育成をめざして	続木 章三	35
29	自然災害科学	香川大学	地震による深層崩壊危険斜面抽出技術の開発	野々村敦子	36
30	知能情報学	香川大学	活性伝播モデルを用いた時間割自動作成システム	堀 幸雄	37
31	設計工学・ 機械機能要素・ トライボロジー	香川大学	時間・周波数解析の工学問題への応用	大上 祐司	38
32	電子デバイス・ 電子機器	香川大学	MEMS技術を用いた集積化皮膚触覚センサの開発	高尾 英邦	39
33	物性	香川大学	半導体量子ドットの光学特性制御と超高速時間分解分光	中西 俊介	40
34	電力工学・電力変換・ 電気機器	四国総研	大規模電力システムシミュレータの開発	瀧川 喜義	41
※35	ナノ構造科学	エコシステム デザイン	金ナノ粒子とレーザーの相互作用による材料創製	橋本 修一	42
※36	分析化学	ライフシステム	可搬型環境試料中重金属濃度分析計の高機能化	藪谷 智規	43
※37	半導体/プラズマ エレクトロニクス	エネルギー システム	プラズマイオンと紫外光線のシナジー効果によるワイドギャップ半導体エッチングダメージの振舞い	川上 烈生	44
※38	科学教育	創成学習開発 センター	自主・共創の精神に基づく科学技術リテラシーの構築	藤澤正一郎	45
39	研究開発環境支援	産学官連携推進部	徳島大学産学官連携推進部での知的財産管理	佐竹 弘	46
40	研究開発環境支援	J S T	「JSTイノベーションサテライト徳島」の産学官連携支援活動	今枝 正夫	47
41	研究開発環境支援	AWAサポート センター	徳島大学AWA(OUR)サポートシステム	本仲 純子	48
42	研究開発環境支援	とくしま地域産学官 共同研究拠点	「とくしま地域産学官共同研究拠点」の研究支援活動	高麗 寛紀	49

※平成22年度先端工学教育研究プロジェクト

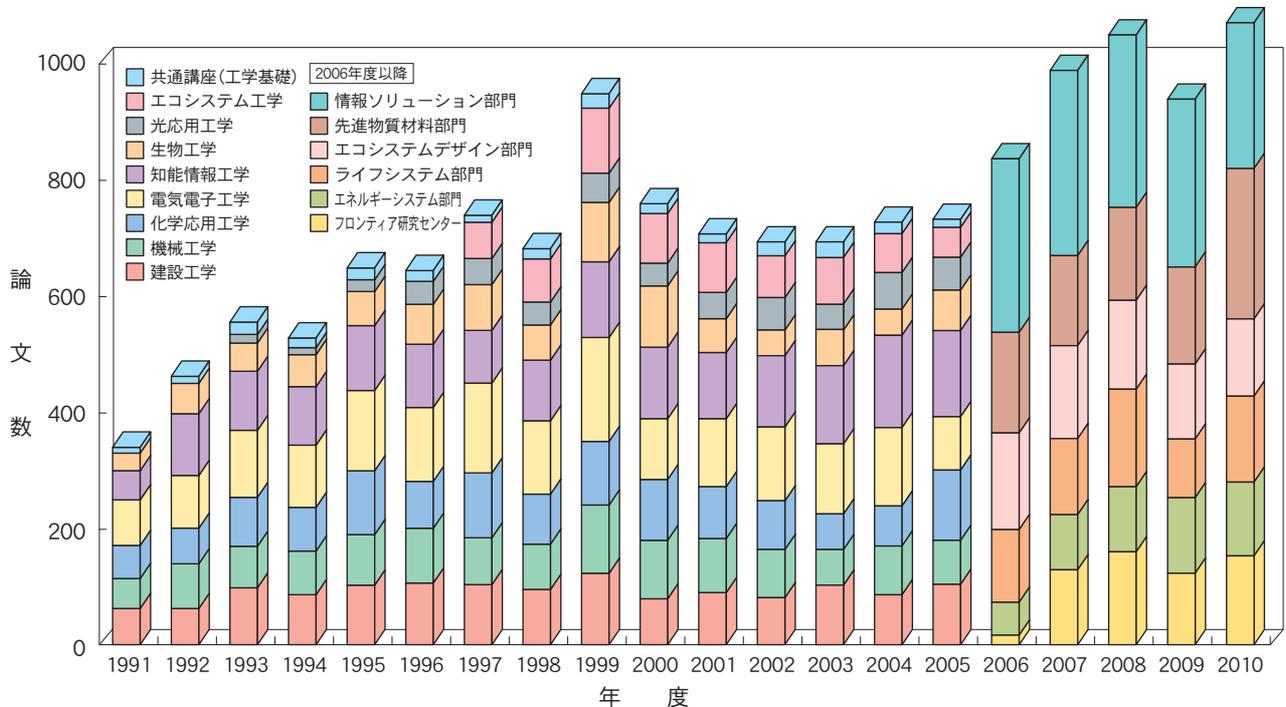
大学院ソシオテクノサイエンス研究部、大学院先端技術科学教育部及び工学部の構成



研究業績

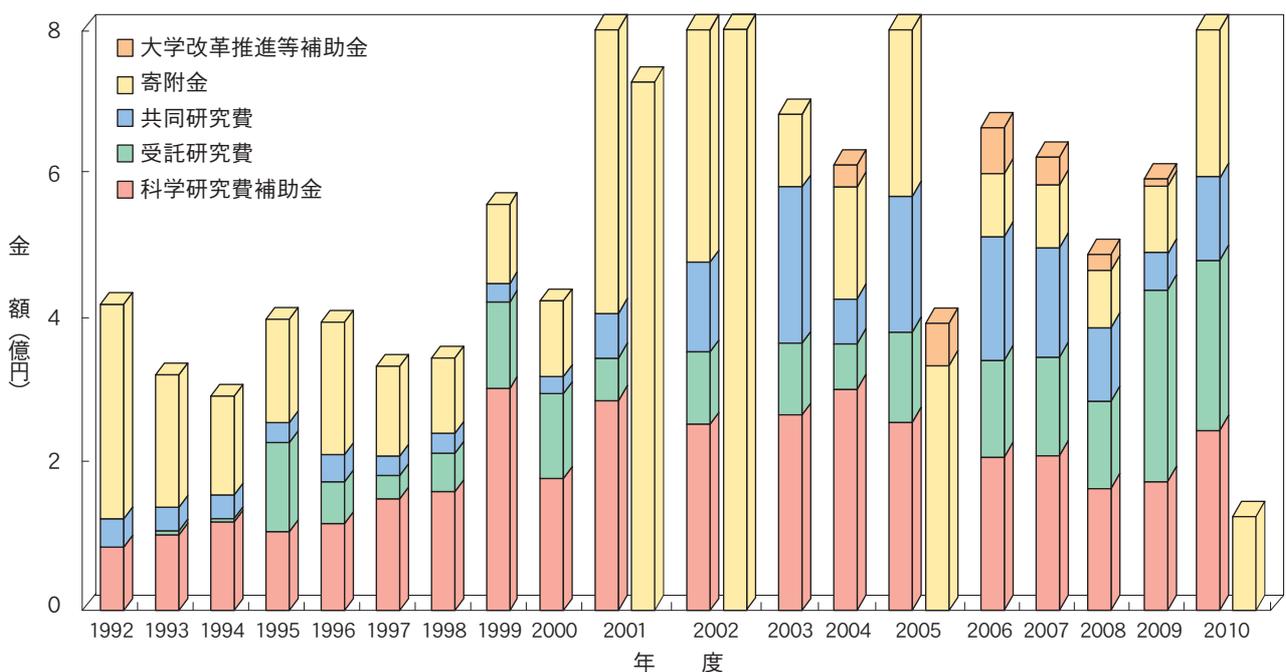
大学院ソシオテクノサイエンス研究部（平成17年度までは工学部及び大学院工学研究科）から公表された研究成果のうち、学術論文と国際会議論文の合計数を年度毎の推移で示した。

（データは工学部研究報告及び研究部研究報告より転載した）



研究費

運営費交付金以外に研究用に導入された外部資金のうちで代表的な、科学研究費補助金、受託研究費、共同研究費、寄附金、大学改革推進等補助金等について年度毎の推移で示した。



重点研究テーマ⑤

制御対象のくるいとコントローラのくるいに対処する
むだ時間システム制御法

(研) 情報ソリューション部門・計算機システム工学大講座
 (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 久保智裕



久保智裕

Tel/Fax : 088-656-7466 E-mail : kubo@ee.tokushima-u.ac.jp

フィードバック制御システムを設計する場合、状態方程式や伝達関数など制御対象の数式モデルを使う方法がよく知られています。しかし物理的計測値には誤差がありますし、設計を簡単にするために近似を行うこともあります。したがって数式モデルは実際の制御対象を正確に表現しているとは言えず、ある程度くるっていると考えの方が自然です。また一度設計したコントローラも、長年の使用によって性質が変化してくることもあります。ですからコントローラも完全に設計通りではなく、ある程度くるっていると考えの方が自然です。

数式モデルが正確で、コントローラも設計通りの性質をもつ時には素晴らしい性能を発揮する制御システムでも、数式モデルやコントローラが少しくるっただけで途端におかしくなってしまうようでは、実用的ではありません。

そこで制御対象のモデルもコントローラの性質も、ある程度くるっていることを前提として、それでも制御システムを安定に動作させる制御法が考えられています。これはロバスト制御と呼ばれる方法の一種です。

数式モデルが

$$\dot{x}(t) = A_0 x(t) + A_1 x(t-h) + Bu(t)$$

であるような制御対象を考えます。このように $A_1 x(t-h)$ の項を含んでいるシステムは状態むだ時間システムと呼ばれ、化学プラントなど物質の輸送に伴って信号が伝達される制御対象によく見られます。 A_0 と A_1 は、 $A_0 = \sum_{i=1}^N \lambda_i A_{0,i}$ 、

$A_1 = \sum_{j=1}^M \mu_j A_{1,j}$ で表されるような不確かさをもつものとし、ただし $A_{0,i}$ ($i=1, \dots, N$)、 $A_{1,j}$ ($j=1, \dots, M$) は既知の行列、 λ_i ($i=1, \dots, N$)、 μ_j ($j=1, \dots, M$) は未知の非負スカラーで、 $\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1$ 、

$\sum_{j=1}^M \mu_j = 1$ を満たすものとし、これはポリティ

ピックな不確かさとよばれ、これによって許容され得る制御対象のくるいの範囲をあらかじめ指定しておくことができます。もし

$$\begin{bmatrix} -SA_{0,i}^T - A_{0,i}S - aS + BTB^T & -A_{1,j}S \\ -SA_{1,j}^T & aS \end{bmatrix} > 0$$

を満たす正のスカラー a と正定行列 S 、 T がみつかれば、

$$u(t) = -TB^T S^{-1} x(t)$$

のようなフィードバックにより、制御システムを構成できます。

このようにして得られた制御システムは、あらかじめ指定された制御対象のくるいの範囲内で、コントローラのゲインが 50% まで低下しても、あるいは位相が 60 度までずれても、安定に動作することが理論的に保証されます。

重点研究テーマ⑥

スキャンベース BIST による検査容易化設計に関する研究

- (研) 情報ソリューション部門計算機システム工学大講座
 (教) システム創生工学専攻電気電子創生工学コース知能電子回路講座
 (学) 電気電子工学科知能電子回路講座
 准教授 四柳浩之



四柳浩之

Tel/Fax : 088-656-9183 E-mail : yanagi4@ee.tokushima-u.ac.jp

現在、集積回路の高集積化に伴い検査時間やテストデータ量などのテストコストの増大が問題となっている。それらのテストコスト削減のため、順序回路内のフリップフロップ (FF) の内部状態の制御・観測を容易にするスキャン設計と回路内部に検査用の入力系列生成・観測用回路を付加する組み込み自己テスト (BIST) を併用するスキャンベース BIST による検査容易化設計が用いられている。

スキャンベース BIST において、より検査時間を短縮するために、回路内で生成される擬似乱数パターンを自動テストパターン生成 (ATPG) により得られる故障検出に必要なパターンに反転させる BIST-aided Scan Test (BAST) 法が提案されている。本研究では、外部から与える反転信号削減を目的とし、擬似乱数パターン生成器 (PRPG) における生成ビット間の相関関係と反転信号との相関を保つため反転信号をシフト可能な反転ブロックを開発し、また故障検出に必要な論理値割当が矛盾しないフリップフロップの集合である両立 FF 集合を基にスキャンチェーンを構成する手法を提案した。両手法の適用により FF の配置を考慮しない従来の反転ブロックを用いる BAST 手法に比べ約 3 割のテストデータ量を削減することができた。

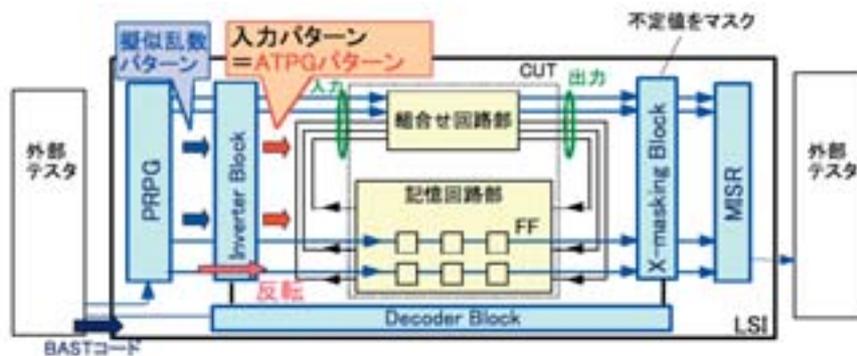


図1 BAST 構造

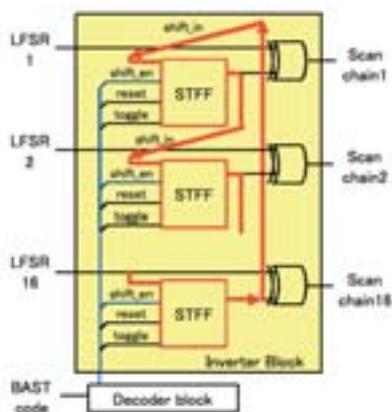


図2 反転信号シフト可能な反転ブロック

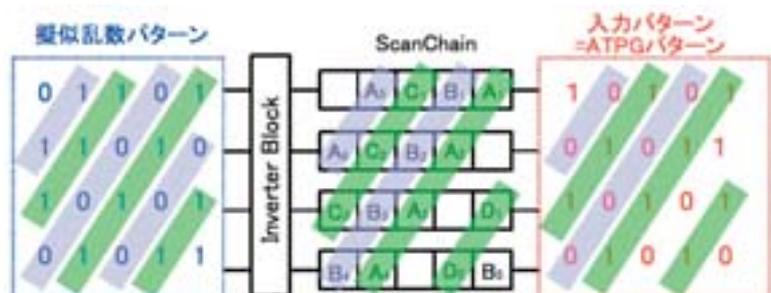


図3 相関関係を考慮するスキャン FF 配置
 (A, B, C, D は両立 FF 集合 ; 同値で故障検査可能)

重点研究テーマ⑦

医療所見分析による高速プロブレム推論検索とその応用研究

- (研) 情報ソリューション部門感性情報処理大講座
 (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 青江順一、准教授 泓田正雄、講師 森田和宏



青江順一

Tel : 088-656-7486 Fax : 088-655-4424 E-mail : aoe@is.tokushima-u.ac.jp

現在、普及が進みつつある電子カルテシステムは、入力主体のデータ蓄積型システムであり、診療データを分析・評価・検索する機能がなく、多忙を極める医療関係者への効率的な支援はあまり行われていない。そこで、電子カルテに記載された医師の診断知識を、高度な言語理解技術を用いて高速に自動学習し、正しい医療知識として蓄積し、この正しい医療知識との検証による医療ミス診断（医師の経験への依存緩和、ヒューマンエラー防止）や、効果的な医療治療手法を確立する最先端の医療情報処理技術を研究する。



図1 大規模分散医療情報処理装置

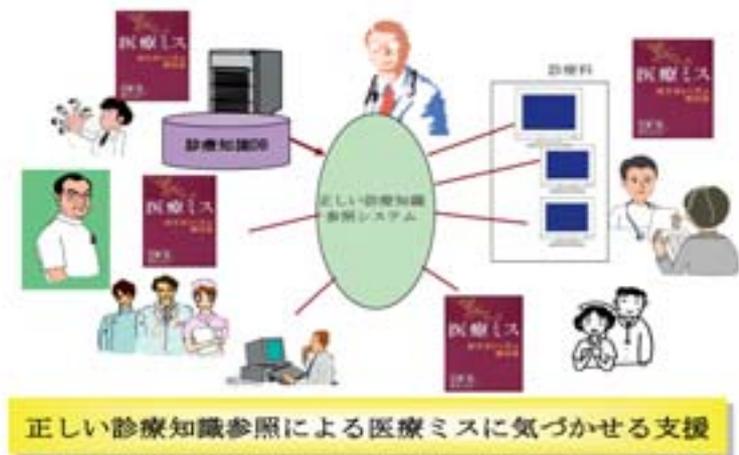


図2 医療所見検索画面

電子カルテシステム内に蓄積した電子ファイルデータを検索や推論できるように解析分析を行い、知識データベースに格納する。知識データベースを検索して過去の類似した所見から、関連するプロブレム（病名）を推論支援する。そして、プロブレムに対する禁忌情報を有する投薬知識とマッチングすることで、医療関係者に対する情報伝達ミス防止などの支援方法を研究している。

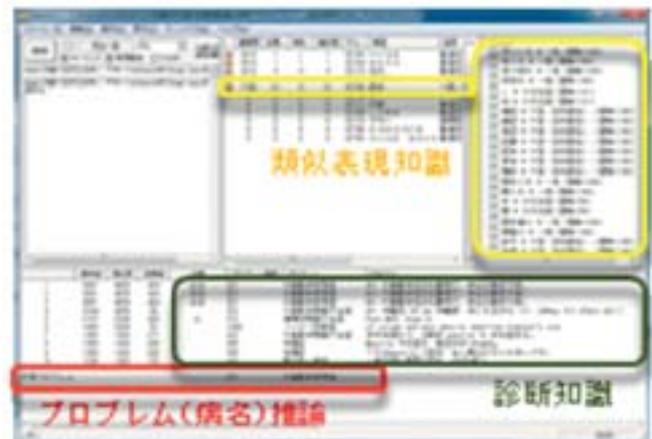


図3 プロブレム（病名）推論画面

重点研究テーマ⑨

LED アレイが空中に浮いて見える3D デジタルサイネージ

- (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
 講師 山本裕紹、教授 陶山史朗
 (学) 先端技術科学教育部システム創生工学専攻
 博士前期課程1年 板東宏記



山本裕紹

陶山史朗

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

高輝度 LED による情報伝達は広告や信号、標識などいろいろな表示に用いられています。一方で、こういった LED サインが増えることで、注目が薄れてしまうことや、伝えたい人に選択的に情報を伝えることが課題です。

本研究では、何も無いように見える空中に文字が浮いて見えるような新しい3D表示によるLEDサインを提案します。これは3D表示による高い実在感だけでなく、安全上も有効です。空中表示を実現できれば、図1に示すように、停止の警告をドライバーの目の前に表示できるようになります。空中像ですので、万ードライバーのブレーキ操作が遅れても看板に衝突することはない上に、運転席のすぐ前に提示されるので見落としの心配もありません。



図1 空中に浮く夢の看板

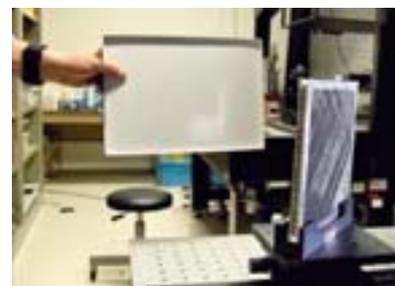
今回、LEDアレイを空中に結像するための反射型光学素子を特別に設計しました。世界初の素子となるため素材の検討から加工方法まで何度も試作検討を必要としましたが、本学の総合技術センター設計・製作技術分野（機械実習工場）の協力を得まして製作することができました。図2は試作した反射型光学素子によりLEDアレイの空中結像の様子を示します。LEDの像を空中に形成することに成功しました。空中に浮いて見える像をご覧いただき、感想を伺えれば幸いです。



(スクリーンを近づけたとき)



(スクリーンがピント位置のとき)



(スクリーンを遠ざけたとき)

図2 LEDによる文字が空中に結像される様子。スクリーンを前後させるとピントのあう位置ではっきりと文字（スクリーンの反対側から観察すると“L”の文字）が見えます。

重点研究テーマ⑧

再生可能天然物を利用した構造制御高分子材料の創製

- (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
 助教 丹羽実輝、講師 手塚美彦、教授 田中 均



丹波実輝

Tel : 088-656-9424 Fax : 088-656-9435 E-mail : niwa@opt.tokushima-u.ac.jp

我々の身の回りにある高分子（プラスチック、ポリマー）の多くは簡便で安価なラジカル重合法で合成されている。しかし、これまでこの重合法では高分子の立体構造の制御が困難という欠点があり、そのため構造制御はコストのかかる別の方法に頼ってきた。なお、立体構造の制御は、同じ原料から優れた特性（熱耐性、屈折率、強度等）の高分子を得る手法として緊急の課題となっている。これらのことより構造制御ポリマーを既存の汎用ラジカル重合装置で製造可能となれば、大きなコスト削減が図れる。さらに、現在、プラスチック製品の原料は石油由来のものが大多数であるが、近年の石油価格の上昇および環境問題を考慮すれば再生可能植物原料の利用は必然となっている。

今回我々は、再生可能天然物である乳酸を原料としたラジカル重合により高度に構造制御されたポリマーを得ることに成功した。

▼新規ポリ乳酸の合成法

本法で得られるポリマーは加水分解反応により新しいタイプのポリ乳酸へと容易に変換された。このとき副生するアルデヒドは、そのまま原料モノマーの合成に再利用することが可能である。これより本法はサステナブルケミストリーの観点からも非常に優れたプロセスである（図1）。

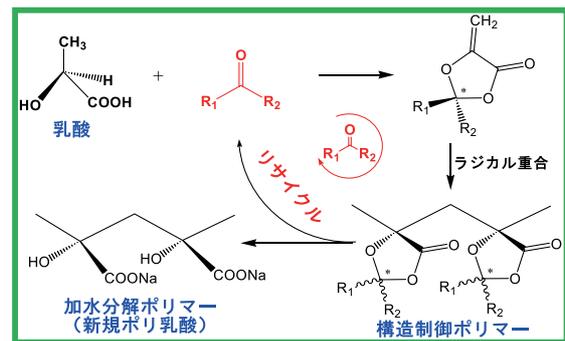
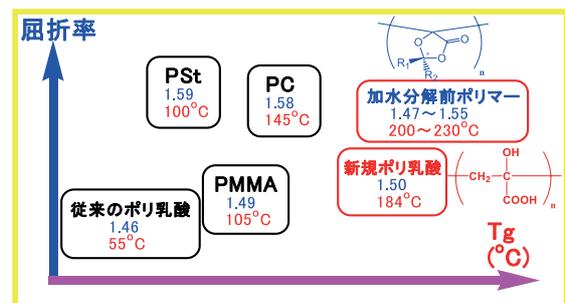


図1 ポリ乳酸の合成法

▼応用展開

得られた加水分解前のポリマーのガラス転移温度 (T_g) は約 200°C と非常に高く優れた耐熱性をもっていることがわかった（図2）。また、加水分解ポリマー（新規ポリ乳酸）も T_g は約 184°C と高い値を示し、従来のポリ乳酸 ($T_g = 55^\circ\text{C}$)、PMMA ($T_g = 105^\circ\text{C}$) に比べ優れた熱耐性をもつことから、自動車のインパネ等、高温下で使用する材料に適している。また、屈折率は、現在のPMMA等と同等あるいはそれ以上の値を示し、レンズ、光ファイバー、LEDの封止剤のような光学材料への応用が期待される。

図2 T_g と屈折率

重点研究テーマ①

東南海・南海地震に向けた津波減災対策の検討

- (研) エコシステムデザイン部門・流域圏マネジメント工学大講座
 (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・環境整備工学講座
 (学) 建設工学科・環境整備工学講座
 教授 中野 晋

Tel : 088-656-7330 Fax : 088-656-9042 E-mail : nakano@ce.tokushima-u.ac.jp

3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)は近代日本が経験した最悪の大災害となった。6月24日現在で確認されている死者・行方不明者の総数は22,874名、その多くは巨大津波の犠牲者である。西日本に深刻な影響をもたらす東南海・南海地震も巨大津波を伴って、今世紀前半には必ず発生すると考えられ、東南海・南海地震に向けた津波減災対策が急がれる。その中でも今回の東日本大震災を受けて、中央防災会議でもこれまでの地震・津波の規模や被害想定を早急に見直し、南海トラフ等で発生する津波に備えるよう説いている。

図1は徳島県で測定された津波痕跡高を示している。約1000km離れた三陸沖で発生した津波であったが、阿南市橘町鵜で3.5m、同福井町湊で3.4mと大きな痕跡を残したことがわかる。今後、発生が予測される東南海・南海連動型地震はMw8.55程度になると想定されていたが、最大規模であるMw9.0を視野に入れた防災対策が必要となる。

地震マグニチュードから最大津波高を簡略的に予測する方法を阿部(1989)が提案している。これはもともと観測された津波高から地震のマグニチュードを推定するために提案されたものであるが、これを将来の南海トラフ上の地震津波に適用し、徳島沿岸で計算すると、津波高はこれまでに比べて、Mw8.8で1.6倍、Mw9.0では2.0倍と試算される。地震規模によって津波浸水エリアが大幅に拡大することが予想されるため、一日も早く、正確な津波の数値シミュレーションを実施し、大学としても下記のような具体的な津波対策を行政等と連携して進める必要がある。

- (1) 津波ハザードマップの作成
- (2) 地区ごとの津波被災シナリオの作成と被害想定
- (3) 地区の住民避難計画
- (4) 海岸保全施設などの防災施設の被災予測と改修・復旧対策
- (5) 医療機関・学校施設などの公益施設の減災対策
- (6) 自治体や企業の危機管理体制構築と業務継続計画の策定



図1 徳島県での津波到達状況 (各地の津波痕跡高)

重点研究テーマ③

ナノ構造体の高度な配列制御の新展開

- (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

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

背景

物質機能化学大講座は「ナノ構造体の配列制御」を重点研究テーマとしている。この研究テーマに関する、最近の主な研究題目及び担当者氏名は下記の通りである。

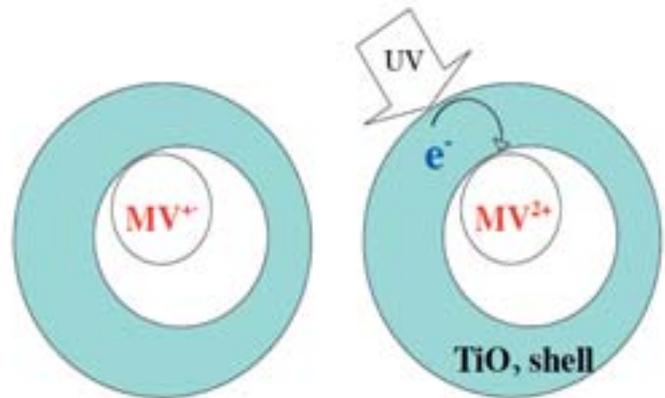
- 糖尿病患者への負担を軽減するための血糖値センサーの作製 安澤幹人准教授
- 遷移金属水酸化物ナノシートの積層化による新規機能性材料の開発 倉科 昌助教
- 3次元完全バンドギャップを持つ3次元大型フォトニック結晶の作製 鈴木良尚講師
- タンパク質の結晶成長機構の研究および結晶構造解析 鈴木良尚講師
- NMR 緩和測定による膜中の疎水性溶質の回転運動に対するコレステロール濃度効果 魚崎泰弘教授・吉田健助教
- 光電子蓄積機能をもつメチルバイオロジェン内包 TiO_2 シェルの作成と蓄積された光電子の白金電極への放電 金崎英二教授・三好弘一准教授・倉科昌助教

研究成果

ここでは、「光電子蓄積機能をもつメチルバイオロジェン内包 TiO_2 シェルの作成と蓄積された光電子の白金電極への放電」について紹介する。右図はメチルバイオロジェン (MV^{2+}) を内包した TiO_2 シェルの紫外光照射前 (右図) と照射後 (左図) の模式図である。

n 型半導体である TiO_2 (anatase) は禁制帯幅以上のエネルギーを有する紫外光を照射すると電荷分離が起こり、伝導帯に電子が、荷電子帯に正孔が生じる。この電子は、シェルに内包される MV^{2+} に移動しそのラジカル ($\text{MV}^{\bullet+}$) がシェル内部に生成する (左図)。

つまり、光半導体内部に生成した電子をラジカルとしてナノカプセル内に蓄積した。蓄積した電子は、紫外光照射停止後、Pt 電極を介したアノード電流として取り出すことに成功した。本法を更に改良し、昼間の太陽光により光半導体内部に生成した電子を、ナノカプセル中に一旦蓄積し、日没後に電流として取り出すことが可能な光電荷蓄積型湿式太陽電池を構成することができると考える。太陽電池は、バックアップのための蓄電池を別に必要とすることが欠点だったが、その欠点は近い将来解決できるものと確信する。



重点研究テーマ④

バイオマス利用を促進するための高機能セルラーゼの開発

- (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



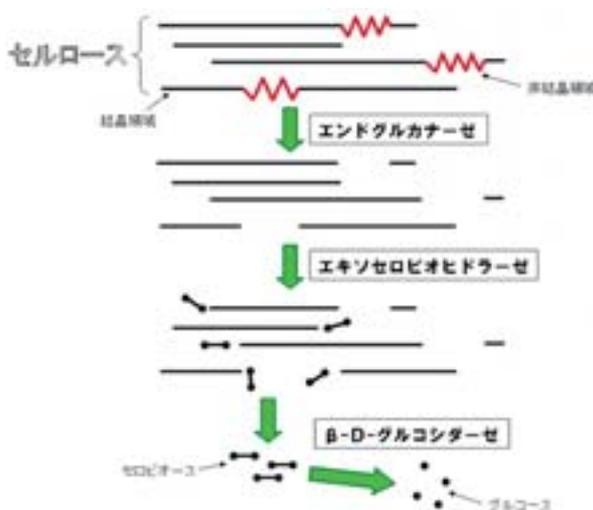
辻 明彦

Tel : 088-656-7526 Fax : 088-655-3161 E-mail : tsuji@bio.tokushima-u.ac.jp

セルロース系バイオマスの糖化は、非食料資源からの燃料エタノール生産および化学工業や食品工業への原料供給のための重要な技術であり、早急な技術開発が待望されている。糖化とは、多糖類であるセルロースをグルコースへ分解する操作であるが、酵素を用いる方法が収量、エネルギーコスト、環境への負荷のうえから、最も技術改善が期待されている。しかし、セルロースを糖化するセルラーゼは、現在、外国メーカーが開発した糸状菌由来のセルラーゼ類が使用され、その性能は国産セルラーゼを凌駕しているものの、膨大なセルラーゼコストがバイオエタノール生産の実用化の最大の障壁になっている。セルロースは以下の3つの酵素の共同作用により、最終的にグルコースにまで分解される(下図)。

これまで、微生物・糸状菌由来セルラーゼに比べると、動物由来セルラーゼの研究は極端に少ない。動物の中で昆虫や海藻を主食とする貝類は自らセルラーゼを合成し、グルコースに分解できるが、個々のセルラーゼの研究は行われているものの、セルロースからグルコース分解に至る酵素反応や個々のセルラーゼの協同作用の解析は行われていない。微生物に比べ動物では、より少ない酵素系でセルロースの分解が行われると期待されている。それで、より高機能で安価なセルラーゼの開発を目的として、私たちは大型巻貝であるアメフラシ(下の写真)の消化液に含まれる、セルロースの分解に関わる全ての酵素の単離とクローニング、大量発現の研究を進めている。

今までに、鳴門海岸で採取されたアメフラシ消化液より4種類のエンドグルカナーゼタイプのセルラーゼと、1種類のβグルコシダーゼを分離同定し、クローニングを開始した。また、これらの酵素の協同作用によるセルロースの分解システムを解析している。研究の現状を紹介したい。



改訂で海藻を食べるアメフラシ

3種類のセルラーゼ群によるセルロースの分解システム

重点研究テーマ④

小型分子シャペロンを用いたタンパク質安定化法の開発

(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

准教授 友安俊文



友安俊文

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

小型分子シャペロンは、生物界に普遍的に存在する分子シャペロンの一種である。このシャペロンは、低分子であるが9～40個のサブユニットが会合して巨大なオリゴマーとして存在すること、シャペロン活性にATPを必要としないことなどの特徴がある。

我々は、サルモネラ属細菌が保有する小型分子シャペロンAgsAが、強いシャペロン活性を持つことを発見した。そこで、AgsAの基質としてウミシイタケルシフェラーゼ (RlucI) を高温下 (45°C) でAgsA存在下 (▲) または非存在下 (●) で保温することで酵素活性保護効果を検討した (Fig.1A)。その結果、AgsAを添加した場合、何も加えていない場合と比較して、RlucIの活性が有為に保護されることを発見した。興味深いことに、酸化防止剤のジチオスレイトール (DTT) を添加した条件においてAgsAが非常に優れた活性保護作用を示すことが分かった (Fig.1B)。また、酵素の安定化のために添加される牛血清アルブミン (BSA, ◆) は、DTTが存在するとRlucIの活性を阻害してしまうことも明らかにした (Fig.1B)。

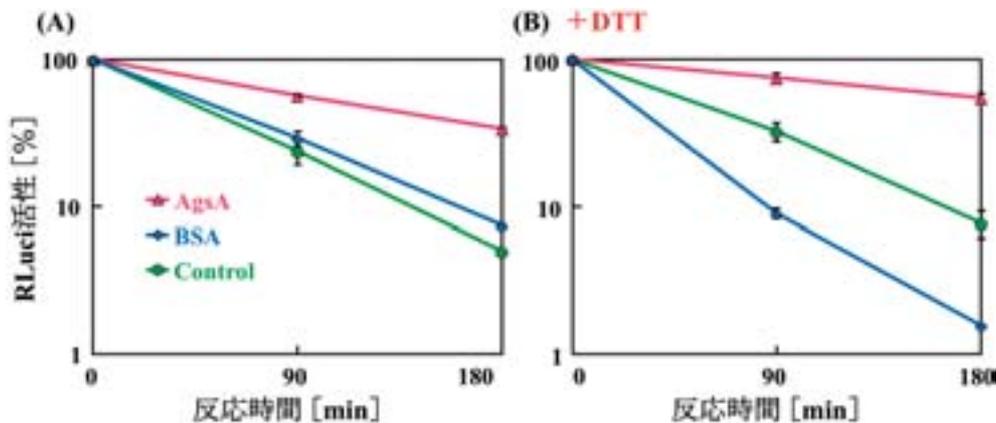


Fig.1 RlucI (0.5 μM) を高温 (45°C) で保温したときの活性保護効果

さらに、AgsAの酵素活性保護効果を13種類の制限酵素を用いて検討した。その結果、AgsAを加えた場合、BSAを加えた場合と同等かそれ以下の低い酵素濃度で基質DNA (pUC18)の切断が可能であった。特に、6種類の制限酵素ではBSAを添加した場合の1/4以下の濃度で切断が可能なることを確認した。

以上の結果から、AgsAを用いることで効果的なタンパク質安定化システムが構築できることが明らかになった。

重点研究テーマ④

発育鶏卵を用いた次世代型 in vivo 薬剤評価系の開発と創薬研究

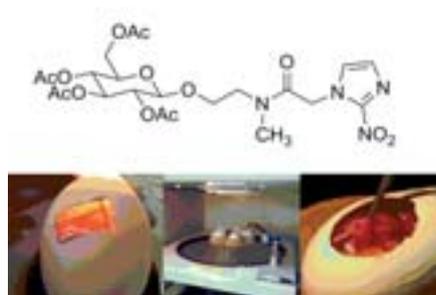
- (研) ライフシステム部門・生命情報工学大講座
 (教) 環境創生工学専攻・生命テクノサイエンスコース・生物機能工学講座
 (学) 生物工学科・生物機能工学講座
 准教授 宇都義浩、教授 堀 均



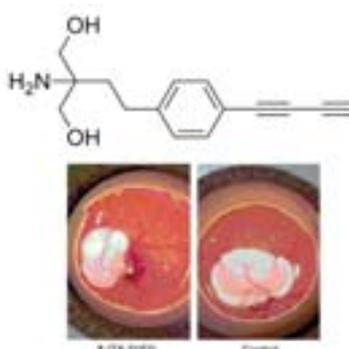
宇都義浩

Tel / Fax : 088-656-7522 E-mail : uto@bio.tokushima-u.ac.jp

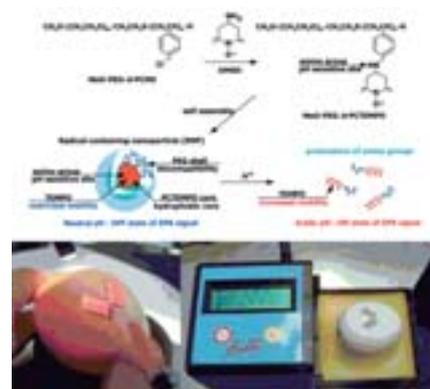
創薬開発プロセスにおいて、臨床試験における薬剤の投与量や投与期間などを決定するためには、薬理効果、薬物動態、毒性などを総合評価できる実験動物モデルが必要不可欠である。また、近年、臨床試験における医薬品候補薬剤の脱落要因として薬物動態学/薬力学や治療効果が挙げられており、ノックアウトマウスやトランスジェニックマウスなど遺伝子改変が可能な実験動物モデルの開発が強く求められている。我々が開発している実験動物モデルの発育鶏卵（孵卵状態の受精鶏卵）は、古くから腫瘍学や発生学の研究材料として使用されている実績があり、RNAiやエレクトロポレーションによる遺伝子機能の欠失・獲得が可能である。鶏胎児は常に卵殻の中にいるので逃亡する恐れがないため特別な動物実験施設が不要であり、孵化させない場合は微生物実験と同じ扱いとなり工学部においても簡便に使用できる。また、医薬品候補薬剤の最適化において重要な薬物動態パラメーターである吸収・分布・代謝・排出・毒性などの評価も可能である。既にアメリカでは、発育鶏卵の漿尿膜（CAM）モデルは皮膚炎症に関する前臨床試験の代替評価法としてFDAから承認されている。よって、発育鶏卵は次世代の実験動物として有用性・将来性が期待できる。我々の研究グループでは、発育鶏卵を用いた種々の in vivo 評価系を構築するとともに、構築した発育鶏卵モデルを基盤とした創薬研究を行っている。そこで本フェスティバルでは、下に示す放射線増感剤/防護剤、血管新生阻害剤、抗酸化剤、に関する研究成果について報告したい。



アセチル化グルコースを修飾した放射線増感剤 TX-2244（上）と腫瘍移植鶏卵モデルによる活性評価（下）



免疫抑制剤 FTY720 のポリイン誘導体で強力な血管新生阻害作用を有する TX-2152（上）と CAM 法による評価（下）



ラジカル含有ナノ粒子 TEMPO-RNP（上）と鶏卵モデルによる抗酸化活性の評価（下）

重点研究テーマ②

先端レーザ計測技術の工業・医療への応用展開

- (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 出口祥啓
 (学) 先端技術科学教育学部知的力学システム工学専攻
 M1 栗原正和



出口祥啓

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

1. 背景

化学プロセス制御、プラント制御などでは、使用するガス成分濃度管理や不純物管理がプラントや製品の性能に影響する。また、福島原子力発電所の事故で明らかのように、環境中に飛散した環境汚染物質の迅速なモニタリング技術の確立が切望されている。一方、医学・医療分野では、分子機能を遺伝子あるいはタンパク機能の側面から明らかにする生化学的あるいは分子生物学的研究から、レーザなどを用いた生体内分子可視化による細胞挙動の解明が行われつつある。

本研究では、上記ニーズに対応するため、医工連携体制を踏まえつつ、先端レーザ計測技術を工業・医療分野に応用展開することを目指す。

2. 開発技術

【開発技術】

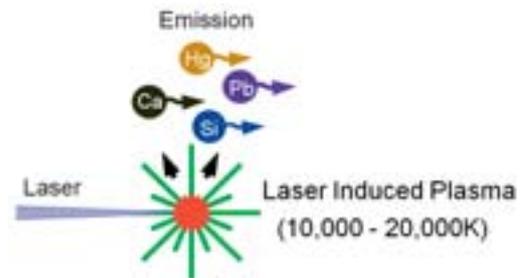
- 1) LIBS *)、半導体レーザ吸収法
環境分析、プラント制御
- 2) ラマン散乱法
プラント制御、生体内分子のラベルフリー可視化
- 3) レーザイオン化 TOFMS **) 法
排ガス、生体成分の超微量成分分析 (ppt)

【開発技術／装置の応用分野】

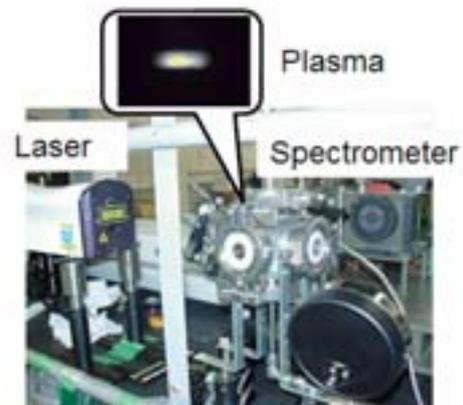
- 1) 自動車産業：排ガス管理、燃焼制御
- 2) 各種プラントでのプロセスモニタ・制御
- 3) 半導体産業での不純物管理 (H₂O, NH₃ など)
- 4) 医学・医療：生体内の可視化、生体モニタリング

*) LIBS: Laser Induced Breakdown Spectroscopy

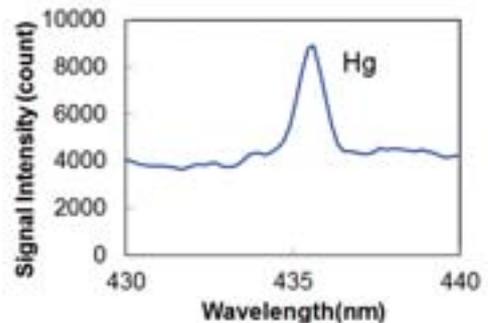
**) TOFMS: Time of Flight Mass Spectrometry



(a) LIBS 原理



(b) 装置例



(c) Hg のスペクトル例

図1 LIBS の環境モニタリングへの応用

重点研究テーマ⑤

MSM-GPV データを用いた簡略化ファジィ推論による
日射量予測システム

(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) 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
 准教授 安野 卓



安野 卓

Tel/Fax : 088-656-7458 E-mail : yasuno@ee.tokushima-u.ac.jp

日射量は、太陽光発電の出力や太陽光利用型植物工場における環境および生育制御において大きな影響を与える。しかしながら、日射量自体を直接制御することは不可能である。そのため、日射のエネルギーを効率良くかつ効果的に利用するためには、日射量予測技術の構築が重要となる。

本研究では、天気予報と気象庁がインターネット配信しているメソ数値予報値 (MSM-GPV) をもとに、関数近似手法および簡略化ファジィ推論法を用いて日射量予測システムを構築している。

図1に、提案する日射量予測システムの構成を示す。本システムは二段型の構成となっている。まず、天気予報を定量化し、それと日付から関数近似により日射量の時間変化を大まかに予測する。次に、関数近似予測日射量と MSM-GPV に含まれる気象要素 (気温、相対湿度、全層透過日射量、全雲量透過日射量、1時間降水量) を各々組み合わせ、関数近似予測日射量を補正する。

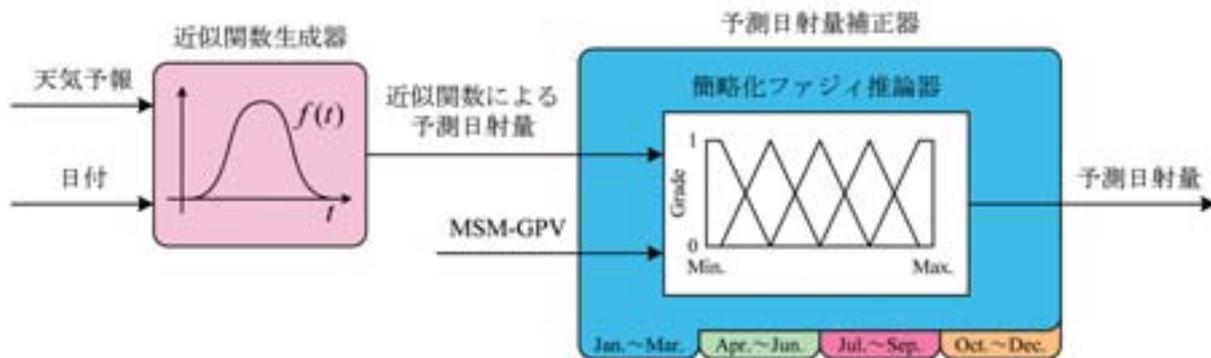


図1 日射量予測システム

図2は、実測日射量と関数近似日射量および MSM-GPV の各気象要素を組み合わせることで補正した結果の日射量予測誤差 (1年間の RMSE) を比較している。関数近似予測日射量を相対湿度により補正した場合が最も RMSE が小さいという結果が得られた。

今後は、提案する日射量予測システムを太陽光発電システムの出力予測や太陽光利用型植物工場のセンサレス自動灌水制御システムに応用する計画である。

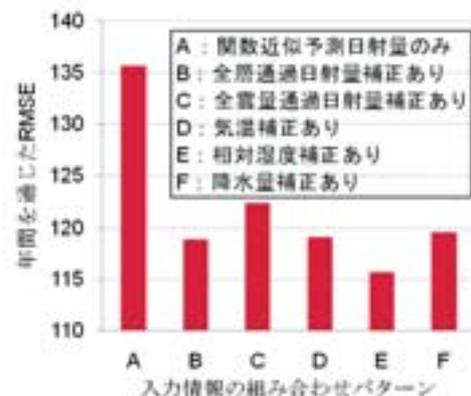


図2 年間を通じた RMSE の比較

マルチメディア情報検索システム

- (研) 情報ソリューション部門・感性情報処理大講座
 (教) システム創生工学専攻・知能情報システム工学コース・基礎情報工学講座
 (学) 知能情報工学科・基礎情報工学講座 (A2グループ)
 教授 北 研二、准教授 獅々堀正幹、准教授 鈴木基之、助教 松本和幸

Tel/Fax : 088-656-7496 E-mail : kita@is.tokushima-u.ac.jp

テキスト、画像、映像、音楽等のさまざまなメディアを対象とした高速検索アルゴリズムや情報検索技術について研究を進めており、商用サービスで用いられている技術も数多く開発しています。代表的な研究を以下に示します。

1. 高速な検索アルゴリズムに関する研究

世界最高速の多次元データ検索アルゴリズム、Earth Mover's Distance に対する高速検索アルゴリズム、ハミング空間の高速検索アルゴリズム (特許出願中)、ヒント機能を備えたテキスト検索アルゴリズムなど、効率的なマルチメディア・コンテンツ検索を実現するうえで必須の高速検索アルゴリズムの研究開発を行っています。

2. オーディオ指紋に基づく音楽検索/同定システムの研究開発

オーディオ指紋と呼ばれる音楽特徴量に基づき、楽曲の断片から元の楽曲の曲名やアーティスト名を自動的に検索するシステムの研究開発を行っております。SN 比が -5 程度 (楽曲よりもノイズのほうが多い) でも 98.5% 以上の精度という非常に頑健なシステムであり、実用化に向け研究開発を進めています。

3. 色・テクスチャ・形状に基づく画像検索システムの研究開発

画像から色・テクスチャ (模様)・形状等の特徴を自動的に抽出し、これらの特徴に基づき類似した画像を検索するシステムの研究開発を行っております。EC サイトにおける商品画像の類似性測定や商品推薦システムなどに実際に用いられています。最近では、携帯端末上で動作する画像検索システムについても開発しています。

4. SIFT 特徴量に基づく映像データに対する人物検索システムの研究開発

SIFT 特徴量と呼ばれる局所的特徴量に基づき、大量の映像データから特定の人物が映っているシーンを検索するシステムの研究開発を行っております。複数の人物が映っているシーンや背景が異なるシーンに対しても、高精度で人物を検索することが可能であり、実用化に向け研究開発を進めています。

5. 歌声からの楽曲検索システムの研究開発

曲の一部を歌うことで、大量の曲データから目的の曲を検索するシステムを開発しています。まずは歌声から歌詞を高精度に認識し、その結果から候補を絞り込みます。その後、メロディー情報を用いてスコアの再計算を行い、最終的な検索結果を得ます。現在は、歌詞認識の高精度化や、歌詞がいまいだった場合への対処などを研究しています。

医用生体工学

適応予測制御を用いた薬剤投与支援システムの開発

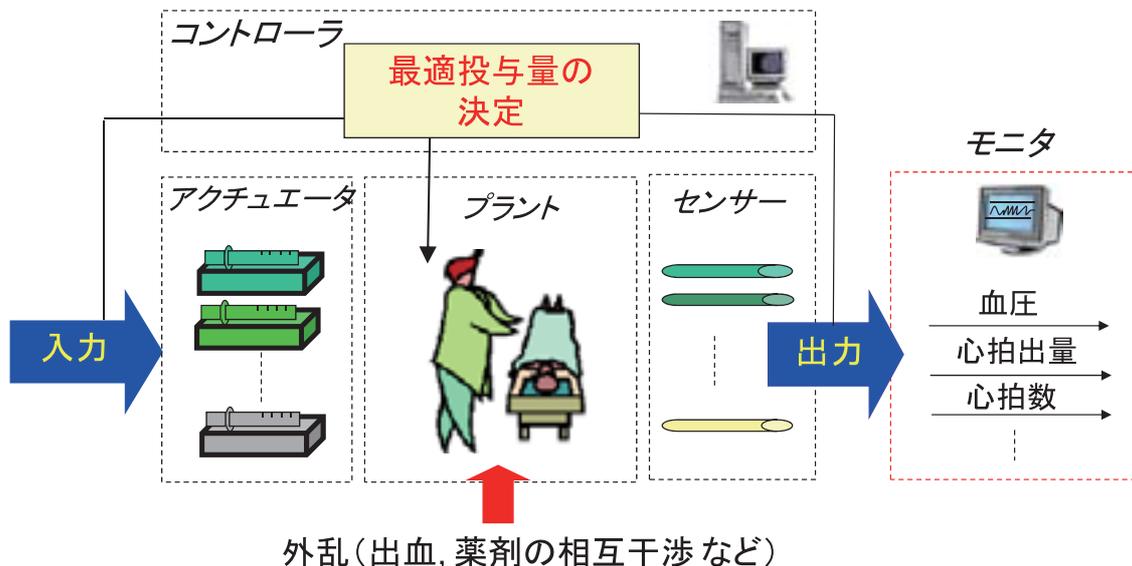
- (研) 情報ソリューション部門・情報システム工学大講座
 (教) システム創生工学専攻・知能情報システム工学コース・知能工学講座
 (学) 知能情報工学科・知能工学講座
 講師 柏原考爾、助教 伊藤桃代、教授 福見 稔



柏原考爾

Tel / Fax : 088-656-9315 E-mail : kojikasi@is.tokushima-u.ac.jp

地域の過疎化が進む中、医師不足が深刻な社会問題となっています。その様な状況下で、医療地域や医療環境（医師の習熟度等）に関係なく、一定の治療効果を実現することが望めます。中でも、複雑な医療システムを操作する初心者や研修医の最終判断を、適切かつ素早く手助けできるコンピュータ支援システムの利用が有効と考えています。



本研究では、ニューラルネットワークを利用した適応予測制御方式により、薬剤投与の調整作業を支援できるシステムを構築しました。このシステムでは、過去の入出力応答に基づいて数段階先の血圧応答を予測し、最適な薬剤入力量を制御画面上に提示できます。作業者はその結果を参考にしながら最終判断を行います。特に、患者の容態により刻々と変化する薬剤への応答特性を適切に把握したり、脱血などの突発的な緊急事態へ対処する能力は、研修医と熟練医師との間で大きな差があります。そのため、経験の浅い初心者の迅速な意思決定の支援に、この知的制御システムを応用できる可能性があります。

実際に、作業初心者を対象として、バーチャルな生体応答を用いたシミュレーション実験を行うことで、支援システムの評価を行っています。特に、大きな出血等の予期せぬ突発的な事態に対して、その有効性を確認できています。今後は、緊急時の効果的な警告方法や複数薬剤投与への対応等において、操作者の認知特性を考慮した支援システムに発展させていくことを課題としています。

MEMS 技術を応用した細胞の力学刺激応答評価デバイスの開発

(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・協力講座

講師 佐藤克也



佐藤克也

Tel/Fax : 088-656-2168 E-mail : katsuyas@eco.tokushima-u.ac.jp

エコシステム工学コース・人間適応工学研究室では、近年、発達著しい再生医療への応用をにらんで、生化学的因子以外での細胞誘導・制御技術開発の基礎研究を行っています。生体は、重力・筋力・血流など常に力が作用した状態に置かれています。このことは、生体組織の機能などを調節する上で非常に重要ですが、まだ生体がこれら力の作用（力学的刺激）を感じ取る仕組みについてはよく分かっていません。もしその仕組みが明らかになれば、細胞の働きを人為的に制御して目的とする臓器や組織の再生へ生かすことが可能となるでしょう。我々は、マイクロ・ナノ技術を駆使して細胞の機能解明を目指しています。

我々の研究グループでは、生体組織の中でも特に力学的刺激による影響の大きい骨組織に着目しています。骨を作る細胞は力を受けると骨を作る活動を活発化させます。これは運動による骨の強化、またその逆の無重力空間における宇宙飛行士の骨の脆弱化など経験的に知られています。しかしながら、骨の細胞が力を感じ取るメカニズムについては、まだ詳しく分かっていません。もし、このメカニズムが解明されれば、骨を作る細胞に狙った通りの骨形成を誘導するための制御因子として、力の加わり方を設計するような手法として応用できると考えられます。

そこで、大きさ数十ミクロンという骨を作る細胞に引張りの力を加えて、その際の細胞の変形の様子・応答の様子を顕微鏡下で詳しくその場観察するためのデバイスを開発しました。デバイス自体が全長2mmというマイクロデバイスです。これを使って、これまで観察されていない現象を明らかにすることができると期待されています。

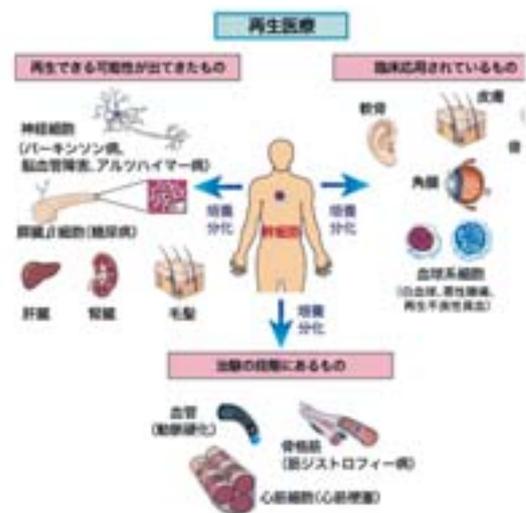


図1 再生医療の概念図 (中外製薬 HP より引用)

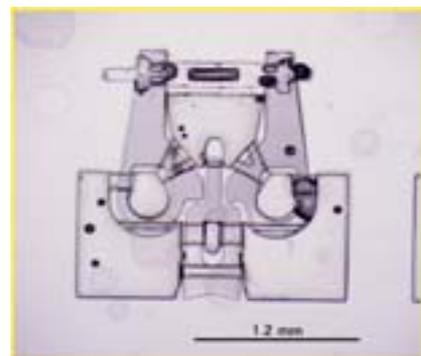


図2 開発したマイクロデバイス



図3 デバイスを用いた実験の様子

曲がり穴放電加工システムの開発

- (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・生産システム講座
 (学) 機械工学科・生産システム講座
 教授 石田 徹



石田 徹

Tel : 088-656-7379 Fax : 088-656-9082 E-mail : ishida@me.tokushima-u.ac.jp

機械加工分野では、これまでに多様な原理による穴加工法が実用化されてきているが、これらの加工法により形成可能な穴の形状は直線状である。よって、機械技術者の間では、穴加工とは直線状の穴すなわち直穴を加工することと理解されており、ほぼ常識となっている。しかし同時に、このことは、直線状ではない形状をした穴の加工法が実用化されていないため、直穴が最適ではない場合に対しても、直穴を適用せざるを得ないことを意味している。

その具体例として、油空圧機器の作動油供給管や金型の冷却管がある。これらの管路は最適な位置や形状が事前に把握できるにもかかわらず、それを実現する加工法がないため、最適ではない位置に形成された直線状の管路あるいはそれらを連結した折れ線状の管路で妥協せざるを得ない。たとえ、最適な位置や形状に近い折れ線状の管路が実現できたとしても、本来なら必要の無い管路が残留し、止め栓の使用が不可欠となる。さらに、折れ線状の管路を形成するためには直穴を連結させなければならないが、このような直穴どうしの連結部は、管路としては急激な角度変化部分にあたり、圧力損失の原因となるのに加え、加工時にはバリの発生しやすい部分でもあり、その除去は容易ではない。その結果、油空圧機器においては、特に、供給管設計の複雑化、製造工程の煩雑化、および、機器の大型化や重量増などを、金型においては、特に、成型時の温度制御や熱流制御を最適化できないために成形欠陥の増大を招く。

これらの問題は、直線状をした穴の加工法しか実用化されていないことに起因しているため、その解決のためには、曲線状の穴すなわち曲がり穴の加工法を確立すればよい。そこで本研究室では、放電加工機に取り付けることによって、電極に曲線軌跡上を運動させながら放電加工を実現する装置やシステムを開発してきた。これらの装置やシステムを用いれば、通常の型彫放電加工とほぼ同様の感覚で曲がり穴を創成することができる。これまでに、U字形曲がり穴などの加工に成功してきた。現在は、図に示すような蛇型曲がり穴放電加工システムの開発中であり、すでに、この図に示すような形状をした曲がり穴の創成を実現している。

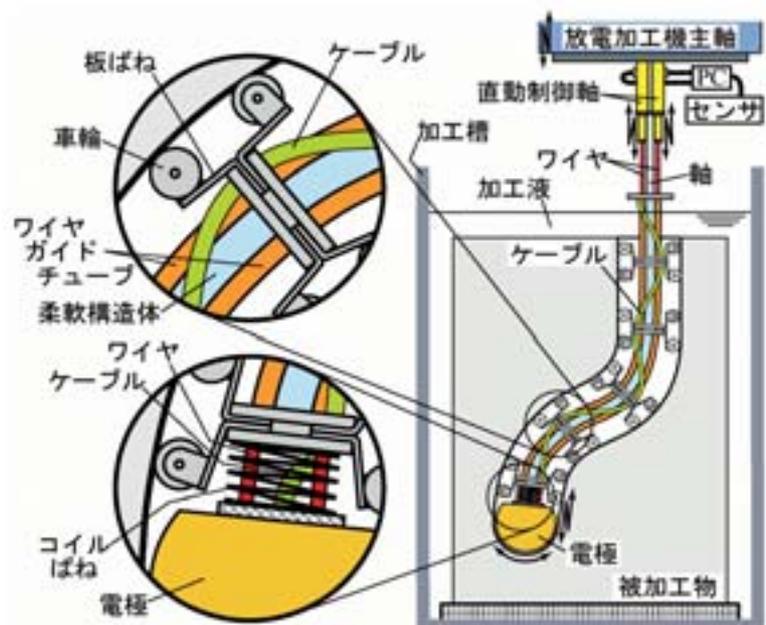


図 蛇型曲がり穴放電加工システムの模式図

生体コラーゲン顕微鏡

- (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・生産システム講座
 (学) 機械工学科・生産システム講座
 教授 安井武史



安井武史

Tel/Fax : 088-656-7377 E-mail : yasui@me.tokushima-u.ac.jp

最近の健康に対する意識の高まりと共に、日々の暮らしの中でコラーゲンという言葉をよく耳にする。「食べるコラーゲン」、「飲むコラーゲン」、「塗るコラーゲン」など、その真偽はさておき、コラーゲンという言葉を目にしない日は無い。コラーゲンは、真皮、靭帯、腱、骨、軟骨などを構成する生体構造タンパク質で、ヒトでは全タンパク質の約30%（全体重の約6%）を占める。ヒトを形作る生体組織を超高層ビルに例えると、コラーゲンは鉄筋に相当し、その濃度分布や配向構造は生体組織の形態・機能・機械的特性に深く関与している。しかし、コラーゲンを生きたありのままの状態を選択的に可視化することはこれまで困難とされてきた。

フェムト秒（ 10^{-15} 秒）オーダーの超短パルス光を生体組織に照射すると、コラーゲン固有の非線形光学特性によって波長変換が起こり、入射レーザー光の半分の波長を有する第2高調波発生光（生体SHG光）が特異的に発生する。我々は、この生体SHG光を利用した生体コラーゲン顕微鏡を開発し（図1）、生きたありのままの状態のコラーゲン線維分布を選択的に可視化する技術を確立した。図2は、日焼けしていない色白の50代男性と慢性的な日焼けによって光老化が進行した50代男性における頬のコラーゲン線維分布を測定した例である。両者を比較すると、日焼けしていない皮膚ではキメの細かいコラーゲン線維が密に分布しているのに対し、光老化が進行した皮膚では太く発達したコラーゲン線維が粗に分布しており、コラーゲン線維分布の様相が顕著に異なることが分かる。これは、過度の光老化によって真皮コラーゲン線維が異常減少し、シワが発生しやすい状態を反映していると考えられる。このように生きたありのままの状態のコラーゲンを可視化できる生体コラーゲン顕微鏡は、皮膚科学関連分野（皮膚老化診断、熱傷診断、創傷治癒モニタリング、再生・培養組織の品質評価など）における有用なツールになると期待される。

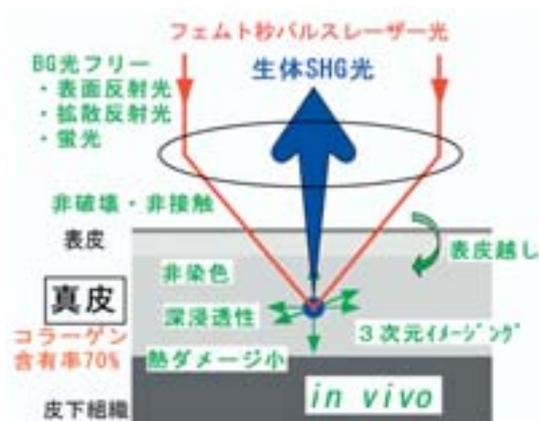


図1 生体コラーゲン顕微鏡

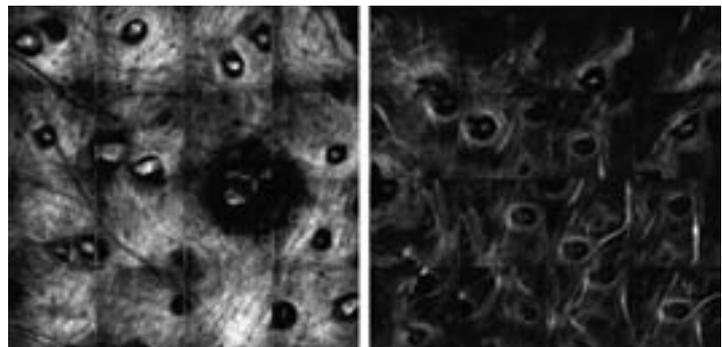


図2 真皮コラーゲン線維の測定例。
 (a)光老化していない皮膚と(b)光老化した皮膚。

ナノ材料・ナノバイオサイエンス

セルロースナノファイバーを用いた複合材料の開発と
セルロース系副産物によるナノファイバーの低コスト生産法

(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

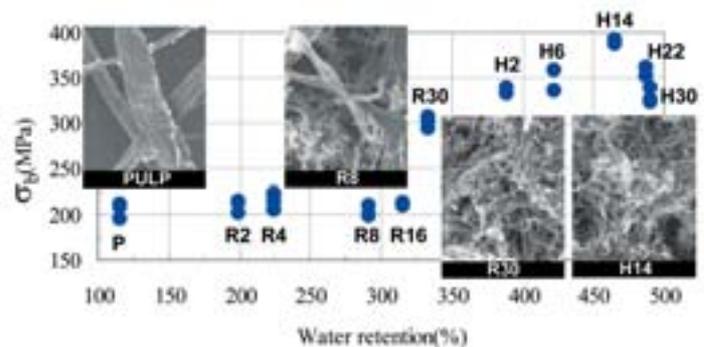
講師 Antonio Norio Nakagaito



Antonio Norio Nakagaito

Tel/Fax : 088-656-7364 E-mail : norio@me.tokushima-u.ac.jp

セルロースは多糖類で植物細胞壁の骨格として存在し、地球で最も豊富なバイオマスである。セルロースナノファイバーはナノサイズの要素で真っ直ぐな分子鎖がマイクロフィブリルの軸に平行に配置されている。分子の水酸基は水素結合で横方向に接続し、結晶化されている。この特有の構成により、約140GPaに近い弾性率と2GPaを超える引っ張り強度を持つ。この顕著な機械的特性はアラミッド繊維に匹敵する数字である。セルロースは低コスト、再生可能、再利用可能、単位重量当たりの強度が高い材料で合成繊維と匹敵するものである。有用な構造材料でナノファイバー特性を利用する唯一の方法は、植物の細胞壁からナノファイバーを抽出し樹脂の補強材とすることである。通常のマикроコンポジットに比べて優れた補強はパーコレーション現象、つまり水素結合で接続されたナノファイバーの相互作用により、剛体のネットワークが形成することが初期のセルロースナノコンポジットの研究の結果から明らかになった。図はマイクロサイズ(左)とナノサイズ(右)のセルロース繊維とフェノール樹脂で作られた複合材料の曲げ強度の変化を示しています。



リグノセルロース材料は植物や作物、木などに大量に存在する。しかし、セルロースナノファイバーは木材の細胞壁のような複雑な植物繊維の中に埋め込まれている。繊維は中空管構造でヘミセルロースおよびリグニンなどでセルロースナノファイバーが接合されている。ナノファイバーの抽出は、要素への損傷を最小限にすべき長さを保ちながらナノスケールの直径を確保、アスペクト比を維持することが主に重要である。従来のナノフィブリル化方法では高圧ホモジナイザー、マイクロフルイダイザー、研削盤などの装置を使用し、機械的せん断力をかけ、あるいは超音波を繊維に与えて処理されている。良質のナノファイバーは従来のナノフィブリル化方法によって得ることができるが、エネルギー消費が非常に高く、比較的低い収率である。ナノフィブリル化を容易にするために化学処理および酵素前処理を行うが製造原価に上昇に繋がる。

本研究では、農業副産物の柔組織細胞などからセルロースナノファイバーを抽出することである。強調は、天然のバイオリクターに基づく効率的な前処理によってナノフィブリル化のコストを下げる方法の探査である。得られたナノファイバーは最もグリーンな商品製品の製造を目指して新しい環境に優しい複合材料を開発するために使用される。

無機材料・物性

複合アニオン化合物の光化学的性質の制御と展開

- (研) 先進物質材料部門・機能性材料大講座
 (教) 環境創生工学専攻・化学機能創生コース・化学プロセス工学講座
 (学) 化学応用工学科・化学プロセス工学講座
 教授 森賀俊広、講師 村井啓一郎



森賀俊広

Tel : 088-656-7423 Fax : 088-655-7025 E-mail : moriga@chem.tokushima-u.ac.jp

複数のアニオンから構成される複合アニオン化合物は、アニオンの電気陰性度の違いからイオン結合、共有結合等の多様な結合性を内包し、層状などの特異な構造を形成する。また複合アニオン化合物は、価数の異なるアニオンを複合させることで当該物質内の電荷制御を行うことも可能であり、有意な材料の創製と新規で高度な機能の発現に寄与するものと期待される。本発表では、複合アニオンとして酸素と窒素を含む酸窒化物の光化学的性質の制御に関する研究結果を報告する。

(1) LaTiO_2N 系酸窒化物顔料

RoHS 指令や REACH 規制など特定有害物規制が世界に広まりはじめた中、耐光性・耐久性などの優位性から PbCrO_4 (黄鉛) や Cr_2O_3 (クロムグリーン)、 $\text{CdS} \cdot \text{CdSe}$ (カドミウムレッド) が未だに市中で使われている。これら有害な無機顔料の使用量を削減すべく、 LaTiO_2N 系酸窒化物顔料の開発を行った。ペロブスカイト型 LaTiO_2N において、O/N 比の制御により試料の色調を決めることが可能となり、さらに Ti/La 比の制御により色の明暗の調整が可能となった。特に $\text{Ti/La} > 1$ の場合、La の一部を Sr に置換すると、基礎吸収端直後の波長領域の反射率は向上させるが、赤色領域の反射率は低下させる特徴があることを見いだした。以上の La-Sr-Ti-O-N 系酸窒化物の特徴を利用して、3 原色顔料を作製することに成功した。

(2) $\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$ 系蛍光体

白色 LED の社会生活への進出と共に、新しい白色 LED 用蛍光体の開発が急がれている。アルカリ土類金属とケイ素を組み合わせた酸窒化物は、資源的に環境に優しい蛍光体ホスト材料と考えられる。今回、賦活剤として Eu^{2+} をドーブした緑色蛍光体 $\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$ の Ba の一部を Sr に置換し、発光波長をレッドシフトさせ黄色蛍光体にすることに成功した。この Sr で 50% 置換した蛍光体は青色 LED と組み合わせて白色 LED に使用される $\text{YAG}:\text{Ce}^{3+}$ 蛍光体に勝るとも劣らない発光特性・温度特性を示すことが明らかになった。

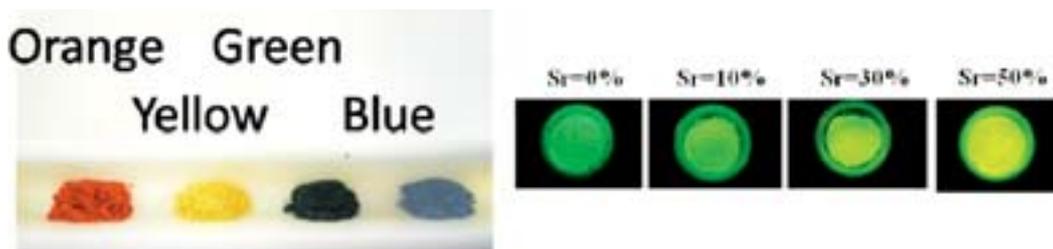


図1 左：さまざまな (La, Sr) TiO_2N 系酸窒化物顔料と、右：さまざまな (Ba, Sr) $_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2$ 系酸窒化物蛍光体

マイクロ・ナノデバイス

紫外線 LED の基礎研究

- (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・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
 教授 酒井士郎



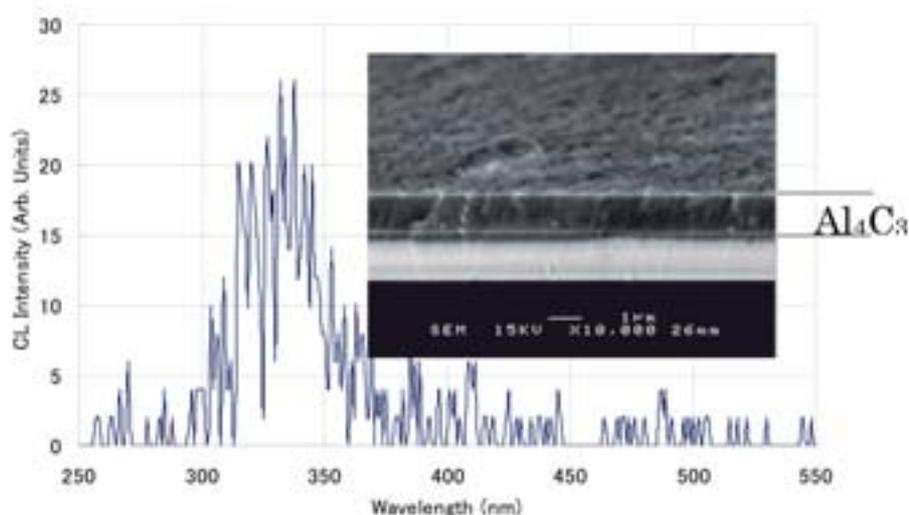
酒井士郎

Tel/Fax : 088-656-7446 E-mail : sakai@ee.tokushima-u.ac.jp

これまで、青、緑、赤といった可視光の LED は順調に発展してきているが、紫外線になると話は別である。330nm で紫外レーザができたという例はあるが、LED は AlGaIn で外部量子効率 8 % で止まっている。一般に、周期率表の上の元素ほど短い波長で発光するといわれている。周期率表で、C は 2 番目、Al は 3 番目であるので、Al₄C₃ をつくってみればどうだろう、ということで、本研究がスタートした。

作製方法は、有機金属気相成長 (MOCVD) 法、ガス源には、C 用には CH₄、Al 源には TMA を用いた。温度 1150°C 以上の高温で、サファイア上に Al₄C₃ が得られた。その SEM 鳥瞰図と CL (Cathode ray luminescence) 図を示す。図に示すごとく、1 μm 程度の膜厚と、波長 330nm での発光が得られた。この発光の、左側の落方と右側のそれが異なっているが、これはサファイアの吸収によるものである。また、Al₄C₃ の透過スペクトルでは、Al₄C₃ のバンドギャップが 3.7eV であることが分かった。

次に、この材料で LED を考えた場合、この材料より小さなエネルギーギャップを持つ GaC などへのヘテロ接合を考えなくてはならない。これについて現在検討中である。



水工学

流水～土砂～構造物の相互作用系の解明
 - 河川の防災と環境保全・回復の調和を目指して -

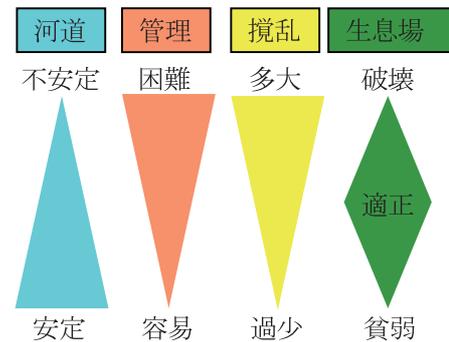
(研) エコシステムデザイン部門・流域圏マネジメント工学大講座
 (教) 知的力学システム工学専攻・建設創造システム工学コース・環境整備工学講座
 (学) 建設工学科・環境整備工学講座
 教授 武藤裕則



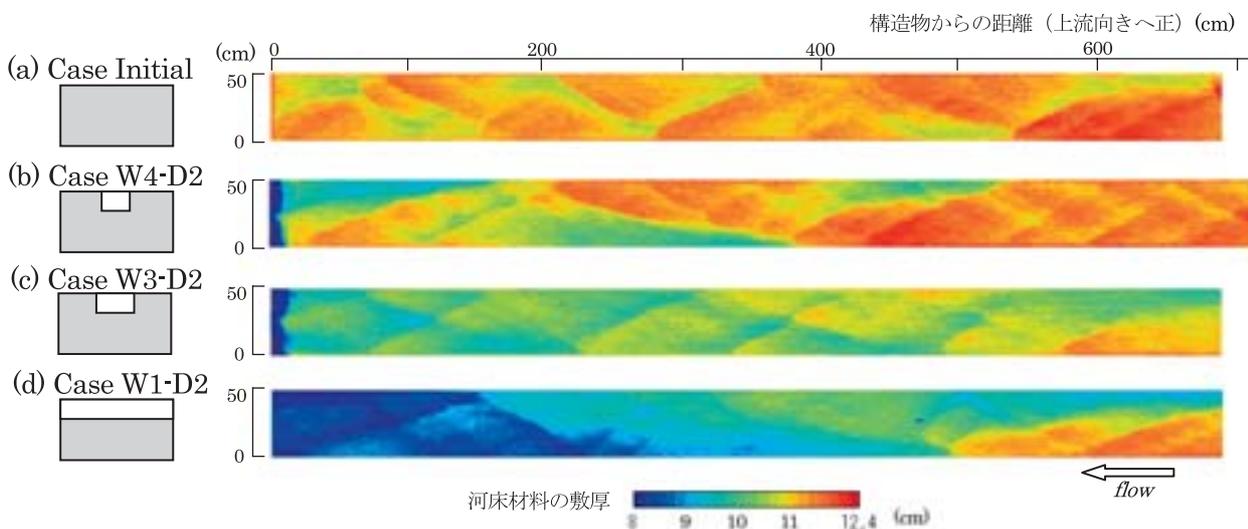
武藤裕則

Tel/Fax : 088-656-7329 E-mail : muto_yas@ce.tokushima-u.ac.jp

わが国では古来より様々な形で川への手が入られてきたが、特に戦後の建設技術の発達に伴い種々の構造物が施工され、我々の生活の安全性と利便性は飛躍的に向上した。一方で現代の河川のあり方はそれら構造物の存在に大きく規定されることとなった。例えばダム・堰・落差工などは、河川構造・景観・水生生物の遡上降下などの連続性を分断し、生態系に著しく影響を与えている。河道の連続性の改善を目指す基本的な方向性としては、これらの構造物は撤去されることが望ましいが、その社会的影響は多大であり、河道管理的には、安定していた河道地形の不安定化や河床変動の激化等により我々の生息基盤が危険にさらされる事態も想定される。ここには環境回復と治水を巡って河川構造物のあり方にコンフリクトが見られるが、このように、これまで我々が享受してきた安心・安全・利便をできるだけ損なうことなく、環境を保全・回復するための河道の管理方法が模索されており、そのためには流水～土砂～構造物相互作用系の解明が不可欠である。



下図は、横断構造物の改変（部分撤去）を行った際の上流河床の応答を実験的に検討したものである。撤去の規模によって、形成される砂州パターンとその安定性が変化する。このような検討を通じて、その場に相応しい環境を回復・創造するのに必要な構造物の設計条件や、河道安定条件から見た実現可能性を模索している。



建築構造・材料

ポリマーセメント系塗膜防水層の造膜シミュレーションモデル

- (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) 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・社会システム工学講座
 (学) 建設工学科・社会システム工学講座
 助教 塚越雅幸



塚越雅幸

Tel : 088-656-7349 Fax : 088-656-7351 E-mail : mtsukagoshi@ce.tokushima-u.ac.jp

ポリマーセメント系塗膜防水層とは？

ポリマーセメント系塗膜は、防水層としての使用を目的に、適度な強度と変形性をもつように作られたセメントとポリマーの複合材料です。材料の性質上、湿潤な下地面への施工が可能で、また施工時の環境への負荷も少なく、建築物の地下部分や水槽、ピット等を中心に、様々な部位に広く使用されています。

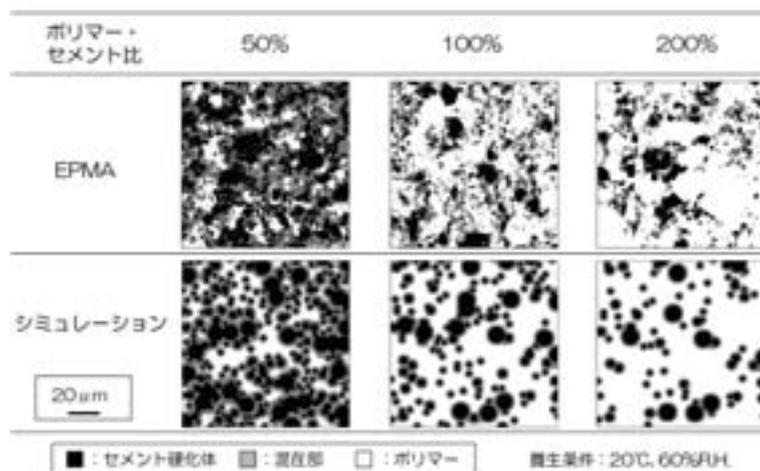


数値シミュレーションによる構造と物性の解明

通常この防水層は、材料の調合条件（セメント・ポリマー・水の量の割合）は当然のこと、塗膜厚さ 1.0～2.0 mm 程度で施工されるため、造膜中の水分の乾燥速度などの要因が、最終的に造膜したポリマーセメントの構造に大きな影響を与えと考えられます。造膜後の物性は、ポリマーとセメントがどのような構造をとるかに依存します。すなわち、防水層の物性の理解には、防水層がどのように形成され、どのような構造になるかを明らかにする必要があります。

セメントはポリマーエマルジョンより水分を得ることにより水和物を形成する一方、ポリマーはセメントの水和による水分の消費と、表面からの乾燥により水分を失うことで、最終的にポリマー同士が融着し造膜します。

これらの影響を考慮した、ポリマーセメント防水層形成過程の数値シミュレーションモデルを作成し、防水層の設計に役立つツールの開発に取り組んでいます。



EPMA を用いた構造の観察結果とシミュレーションによる予測結果の比較

高分子化学

アクリル系多元共重合体の一次構造解析に向けた NMR 分光法の方法論

(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 右手浩一、准教授 平野朋広



右手浩一

Tel : 088-656-7402 Fax : 088-656-7404 E-mail : ute@chem.tokushima-u.ac.jp

実用的なビニルポリマーの多くは共重合体である。求められる特性に応じて、性質の異なるモノマーが3種以上共重合されることも珍しくない。各々のモノマー単位がポリマー鎖中にどのように分布しているかを調べることは、共重合体の特性を理解する上で重要であり、その結果は共重合体の製造過程にフィードバックされる。NMR 分光法は、高分子の構造解析における最も有力な方法であるが、共重合体の NMR スペクトルは一般的に複雑で線幅が広く、モノマー連鎖や立体規則性に関する定量的情報を得るためには工夫が必要である。われわれは、多変量解析と DOSY (Diffusion-ordered NMR spectroscopy) を応用した、アクリル系多元共重合体の構造解析に関する研究を行っている。

アクリル系 3 元共重合体の NMR スペクトルの多変量解析

メタクリル酸メチル (MMA) とメタクリル酸 *t*-ブチル (TBMA) の 2 元共重合体の ^{13}C NMR スペクトルに多変量解析を応用すると、複雑な共鳴線の帰属を行うことなく、組成、モノマー連鎖ならびに立体規則性に関する定量的情報が得られることは既に報告した^{1, 2)}。この系に第 3 のモノマーとしてメタクリル酸 2-ヒドロキシエチル (HEMA) を加え、主成分分析 (PCA) を行った結果を図 1 に示す。第 1 主成分 (PC1) から第 3 主成分 (PC3) までの累積寄与率は 91.5% であり、この系の構造情報が共重合組成 (主として PC1-PC2 面内) とモノマー連鎖の不均一性 (主として PC3 軸方向) のみで定量的に説明できることがわかる。

統計的 2 次元 NMR

合成条件の異なる複数のポリマーの NMR スペクトルについて、共分散解析を行うとスペクトルの帰属に有用であることを提案している。

共重合組成の分子量依存性

DOSY は、パルス磁場勾配 NMR を利用した一種の二次元 NMR である³⁾。この 5 年ほどの間に DOSY の有効性は幅広い化学の研究に用いられているが、合成高分子への応用はほとんど報告されていない。われわれは、この方法による多元共重合体の特性解析についても独自の研究を展開している⁴⁾。

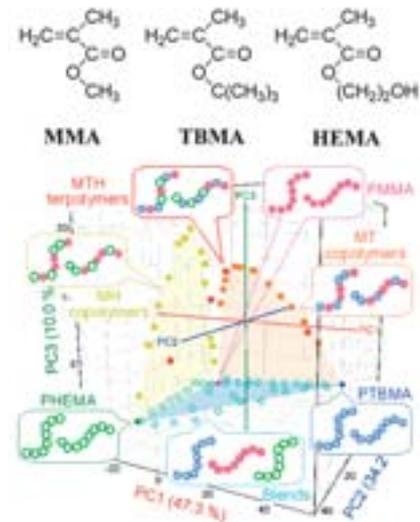


図 1 MMA-TBMA-HEMA 3 元系の ^{13}C NMR スペクトルの主成分分析スコアプロット: PMMA (◆), PTBMA (◆), PHEMA (◆), 単独重合体のブレンド物 33 種 (◇), poly (MMA-co-TBMA) 16 種 (■), poly (MMA-co-HEMA) 14 種 (■), poly (MMA-co-TBMA-co-HEMA) 4 種 (●).

1. H. Momose, K. Hattori, T. Hirano, K. Ute, "Multivariate analysis of ^{13}C NMR spectra of methacrylate copolymers and homopolymer blends", *Polymer*, **50**, 3819-3821 (2009).
2. H. Momose, T. Maeda, T. Hirano, K. Ute, "Determination of comonomer sequence distributions of MMA-TBMA copolymers by means of multivariate analysis of ^{13}C NMR spectra", *23rd International Symposium on Polymer Analysis and Characterization*, Pohang, Korea, 2010.
3. C. S. Johnson, Jr, "Diffusion ordered nuclear magnetic resonance spectroscopy: principles and applications", *Prog. NMR Spectrosc.*, **34**, 203-256 (1999).
4. 右手浩一, "メタクリレート系共重合体の連鎖分布・組成の分子量依存性・立体規則性 - NMR スペクトルの多変量解析と DOSY によるアプローチ", 第 59 回高分子討論会 (札幌) 招待講演, *Polym. Prepr. Jpn.*, **59**, 2214-2216 ((2010)).

機械力学・制御

無人航空機の簡易操作方法と空撮・運搬への利用

(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
 講師 三輪昌史



三輪昌史

Tel : 088-656-7387 Fax : 088-656-9082 E-mail : miw@me.tokushima-u.ac.jp

最近、無人航空機を用いた航空撮影が業務として盛んになってきています。また、農薬散布や、高圧電線の敷設工事におけるパイロットロープの延線などの空中作業においては、無人ヘリコプタの使用が増えてきています。これには、1) 実機よりも低コスト 2) 必要なときに必要な場所で撮影できるという利点があります。反面、操縦には技術が必要であり、さらに撮影や各種作業を行うことはかなり難しい操作となります。そこで無人航空機を簡単かつ安全に使用するために、操縦を支援するリモートコントロールサポートシステムを研究しています。

今回、家庭用ゲーム機 Wii のリモコンを用いた無人ヘリコプタの簡易操縦方式を開発しました。この方式では、Wii リモコンの傾斜を無人ヘリコプタの目標傾斜として位置制御装置に入力するマスター・スレーブ方式を実現しました。実験では全くの初心者が安全に無人ヘリコプタを操縦することに成功しました。

また、無人ヘリコプタを用いた吊り荷の運搬作業を想定した実験を行っています。この実験では無人ヘリコプタに 500 g の重りを 3 m のワイヤで吊り下げています。無人ヘリコプタが移動状態からホバリング機動に移ると、重りは慣性で振り子のように振動を行います。このときの振動の振れ角を測定し、それをキャンセルするように無人ヘリコプタの機体を傾斜させることで、吊荷の振動を抑えることに成功しました。この実験はソシオテクノサイエンス研究部 エネルギーシステム部門 エネルギー制御工学の園部助教との共同研究で行っています。その他にも無人ヘリコプタに替る垂直離着陸飛行体の研究を行っております。これらの研究成果と空撮・運搬作業への応用について報告します。



図1 簡易操縦方式構成

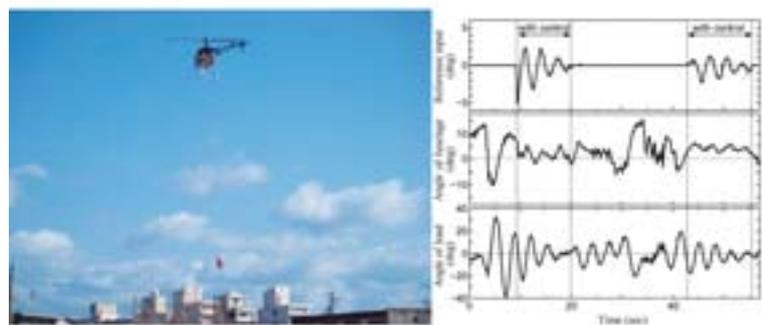


図2 吊り荷実験の様子と、制振制御の結果

熱工学

油水急速混合噴霧によるバイオマス燃料の低汚染バーナ燃焼

(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) 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
 教授 木戸口善行、講師 名田 譲



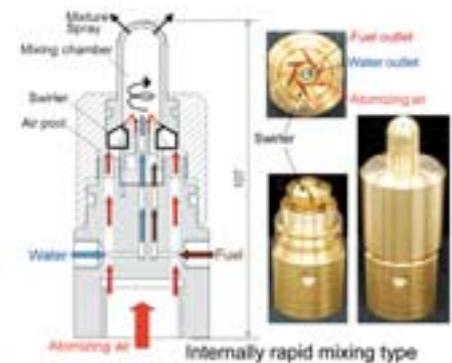
木戸口善行 名田 譲

Tel : 088-656-9633 Fax : 088-656-9124 E-mail : kidog@eco.tokushima-u.ac.jp

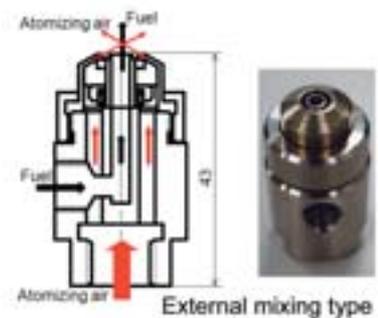
バイオマス燃料は、CO₂フリーであり、再生可能で循環型社会の構築に寄与することから、代替燃料として有望である。一方で、バイオマス燃料、例えば廃食用油などは、粘性が高く蒸発特性も悪いため、クリーンな排気ガスとして低汚染燃焼させることが難しい。本研究では、バーナ燃焼においてバイオマス燃料を高いエネルギー効率で低汚染燃焼させることを検討している。

本研究では、低汚染燃焼させるために燃焼場に水を導入する。水導入の効果としては、水の蒸発潜熱による燃焼温度低下でNO_xが低減し、マイクロ爆発および水性ガス反応などの効果で煤塵、微粒子(PM)も低減することが知られている。水を導入するためには、従来から燃料の水エマルジョン化が行われてきた。しかし、コスト高の要因にもなる界面活性剤が必要であり、また、水エマルジョン化はさらなる粘性の増加をまねく。これらの問題を解決するため、油水急速混合噴霧ノズルを開発し(図1 a)、バーナ燃焼に適用した。このノズルでは、燃料と水を独立でノズル内に導入し、ノズル内部で微粒化用空気とともに急速に三流体混合させて噴霧する。水エマルジョン化に比べて、界面活性剤は不要であり、水割合を燃焼中に任意に変更でき、燃料の粘性も増大しないという点で有利である。

バーナ燃焼による排気性能(図2)は従来のノズルより良好で、水導入の効果も大きい。とくに、高負荷燃焼を行ったときのPM低減効果が大きい。高負荷燃焼が可能になることは、同じ燃料量を少ない空気量で燃焼させることを意味し、排気ガスが持ち去る熱によるエネルギー損失が少なくなり、エネルギー効率も高くなることが期待される。



(a) 油水内部急速混合



(b) 従来型(外部急速混合)

図1 噴霧ノズル

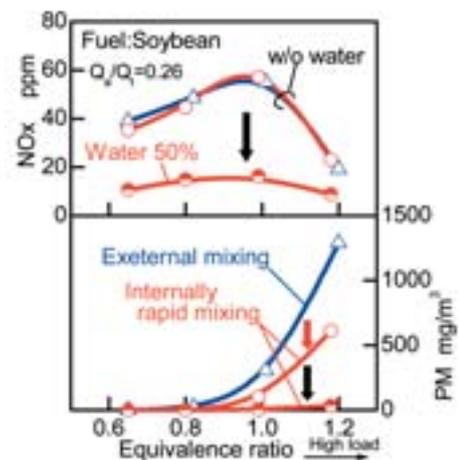


図2 バーナ燃焼による排気性能

センター紹介

第2期に入ったフロンティア研究センターの紹介

(研) フロンティア研究センター
 センター長 大西徳生
 副センター長兼部門長 杉山 茂
 部門長 井須俊郎、部門長 青江順一



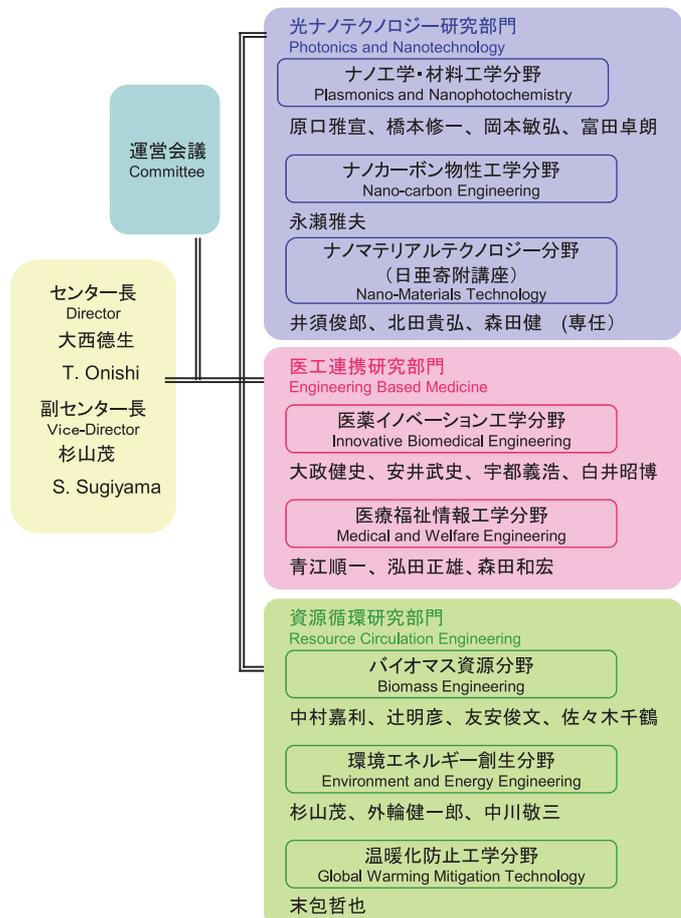
大西徳生 杉山 茂

法人化を経た各大学は、戦略的に教育研究において独自性を出し、生き残りを懸けています。法人化後の教育研究環境の優劣は、各大学の努力の結果が如実に反映される環境となり、大学間の競争が激化しているのが現状です。このような背景のもと、工学部では平成17年度にフロンティア研究センターを設置し、平成18年度の組織改編により大学院ソシオテクノサイエンス研究部に移行し、平成22年度に第1期が終了致しました。第1期目のスタートアップ期を経た平成20年度～22年度の3年間には、センターにおいて132名の博士後期課程学生の指導実績、7.8億円に上る競争的資金獲得等、教育研究に対して戦略的に対応し、目覚ましい成果を出すことができました。

このようなセンターの成果をもとに新たな第2期を開始すべく、光ナノ材料・計測技術に関する研究開発、医薬・介護福祉技術に関する医工連携の研究開発、未開拓エネルギー資源に関する工学技術の研究開発を行うことを目的に3研究部門（光ナノテクノロジー研究部門、医工連携研究部門、資源循環研究部門）を設置し、公募により研究組織を整備しました。

第2期の組織上の特徴としまして、センターの活動をソシオテクノサイエンス研究部の方針と従来以上に連動させるため、センター長には研究部長が就き、副センター長がセンター長の意向を受けて実質的な研究活動を行うようにいたしました。新たに整備した組織を通じて、大学院生を社会の第一線で活躍できる技術者・研究者として育てていく人材育成も本センターの重要な役目となります。

このようにして時代にマッチさせて再構成された研究組織を通じて、センターの教育研究力を第1期以上に高め、(1)競争的資金への採択率の向上、(2)産学官連携による幅広い共同研究の促進、(3)国際的学術誌や学会等における成果発表と特許化、(4)国内外の研究機関との教員・学生の相互交流などを目指した取り組みを行うことにしています。



半導体ナノ構造による新規光デバイスの創製 (日亜寄附講座研究紹介)

(研) フロンティア研究センター
ナノマテリアルテクノロジー分野 (日亜寄附講座)
特任教授 井須俊郎、特任准教授 北田貴弘、特任助教 森田 健
共同研究員 中河義典



井須俊郎

Tel : 088-656-7670 Fax : 088-656-7674 E-mail : t.isu@frc.tokushima-u.ac.jp

日亜寄附講座は、2008年4月に設置され、先端的な「もの作り」技術の開発を基本理念に、半導体ナノ構造を用いた新しい高機能なデバイス開発を目標として、結晶成長からプロセス技術、デバイス技術、特性評価にいたるまで一貫した研究をすすめてきました。2011年4月より、第2期としてスタートし、これまでの成果を発展させるとともに新たな研究にも取り組む予定です。これまでの5年間の成果の一部を紹介します。

●通信波長帯超高速全光スイッチ

1.5 μm 通信波長帯で動作する新しい面型超高速全光スイッチとして、InAs 量子ドットと GaAs/AlAs 多層膜微小光共振器構造を用いた素子構造を考案し、動作パワー 6.5 $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ 、消光比 18dB、応答速度 2.0ps の光カースイッチ信号を得ました。さらに量子ドットに Er を添加することにより、連続動作特性の改善を図り、応答速度 4 ps の吸収変化特性を得ています。この量子ドットを含む構造は、低パワー動作可能な面型超高速全光スイッチとして期待されます。

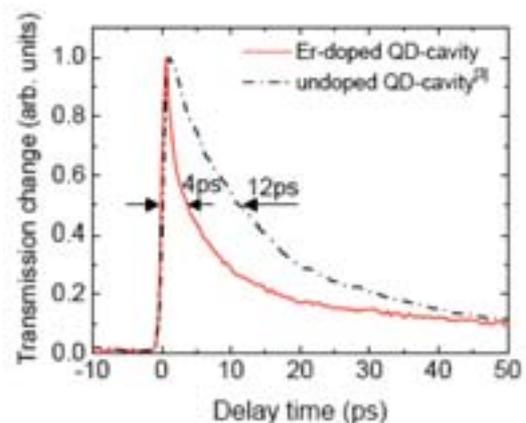


図1. 量子ドットを含む微小共振器構造の透過率変化

●テラヘルツ光発生素子

結合共振器構造において強い光電場強度をもつ二つの共振器モード間の差周波発生によりテラヘルツ光を発生する新規なテラヘルツ光発生素子を考案しました。テラヘルツ光は未開拓周波数領域の電磁波としてその応用が幅広く注目されており、簡便な発生・検出素子が強く要望されています。これまで、二次非線形光学効果で生じる強い和周波発生の確認とともに、光学異方性や内部の光電場と非線形分極の振る舞いを明らかにしました。また、フェムト秒パルスレーザー照射による時間分解測定によって、テラヘルツ光の発生を確認しました。さらに、電流注入によるテラヘルツ光発生素子の実現に向けて研究を進めています。

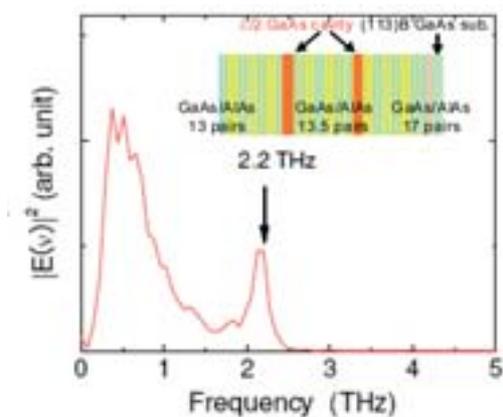


図2. フェムト秒レーザーパルス照射による差周波発生信号のフーリエスペクトル

地震による深層崩壊危険斜面抽出技術の開発

香川大学 工学部 安全システム建設工学科

准教授 野々村敦子

Tel : 087-864-2146 E-mail : nonomura@eng.kagawa-u.ac.jp

南海トラフの巨大地震は、約百年に一度発生してきており、今後数十年の間に高い確率で再び発生すると予測されている。巨大地震の際、山間部では大規模な斜面崩壊（深層崩壊）が発生し、瞬間的に膨大な量の土砂が発生するだけでなく、崩壊地から長期間に亘り発生する土砂が下流域に甚大な被害を及ぼす恐れもある。

本研究では、過去の南海トラフの巨大地震で深層崩壊が発生した高知県室戸市加奈木の崩えり周辺斜面をモデルケースとして、地震による深層崩壊の危険箇所を抽出する手法を検討した。京都大学防災研究所の千木良雅弘教授らの研究によって、過去の南海トラフの巨大地震によって震源域周辺で発生する深層崩壊は四万十帯の堆積岩からなる岩盤が地表付近でくの字に折れ曲がる転倒構造（トッピング）をして緩んだ（ガサガサになった）斜面で発生していることが明らかにされている。

そこでまず始めに、トッピングしている可能性のある箇所を、地形の特徴を考慮して一次的に絞り込む手法を検討した。使用するデータは、国土地理院から無償で提供されている解像度 10 m の数値標高モデル（DEM）である。トッピングによって形成された地表の凹凸の地形をマクロおよびミクロに捉えるアルゴリズム（計算方法）を構築することで、トッピング構造をもつ箇所を自動的に抽出することができた。これによって、まず、広い地域を対象にトッピングによる深層崩壊危険斜面の一次スクリーニングを行うことが可能となった。

次に、トッピングによって著しく岩盤が緩んでいる斜面が地質的には最も崩れやすいと推定されることから、このような斜面の広がりや深さ、すなわち崩壊箇所と規模を予測するために、岩盤が緩んでいる箇所を抽出することを目的として、トッピングによって緩んだ斜面が割れ目に空気を多く含むことに着目し、140 kHz ~ 340 Hz の 6 周波の電磁波を斜面に放射し、空中電磁探査を実施した。その結果、深さ 5 - 30 m の比抵抗分布データに基づき、トッピングによって著しく岩盤が緩んだ斜面を抽出することができた。これらの斜面に地震動が大きくなる尾根部や急傾斜等の地形効果を加味して「地震による深層崩壊危険度分布図」を作成した。

本研究で検討した一連の調査・解析手法を用いれば、南海地震によって深層崩壊する可能性のある斜面を抽出し、崩壊規模想定することができる。これにより、迫りくる巨大地震に対し、被害を最小限に抑えるための対策を具体的に検討することが可能となると考えられる。

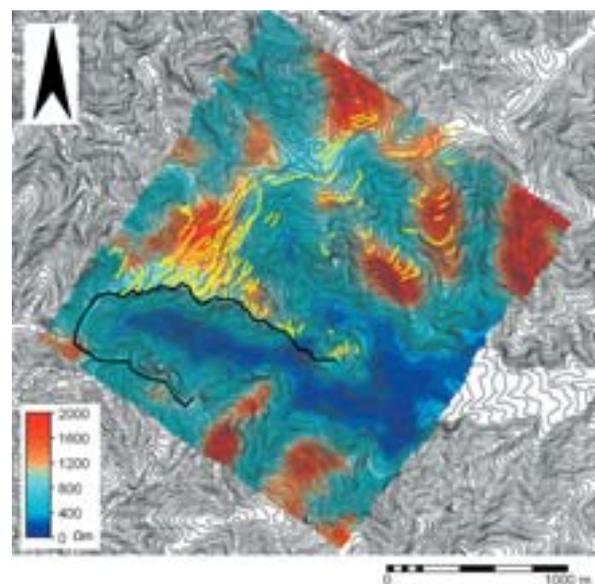


図1 加奈木の崩えり周辺斜面の比抵抗分布データ（深さ 5 - 30 m）

知能情報学

活性伝播モデルを用いた時間割自動作成システム

香川大学 工学部 信頼性情報システム工学科

助教 堀 幸雄 (株式会社ホワイトベース)

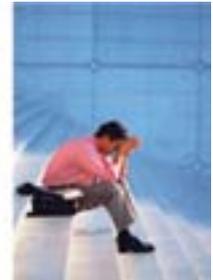
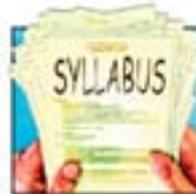


堀 幸雄

Tel/Fax : 087-832-1297 E-mail : horiyuki@itc.kagawa-u.ac.jp <http://www.itc.kagawa-u.ac.jp/~horiyuki/>
株式会社ホワイトベース <http://whitebase.org/>

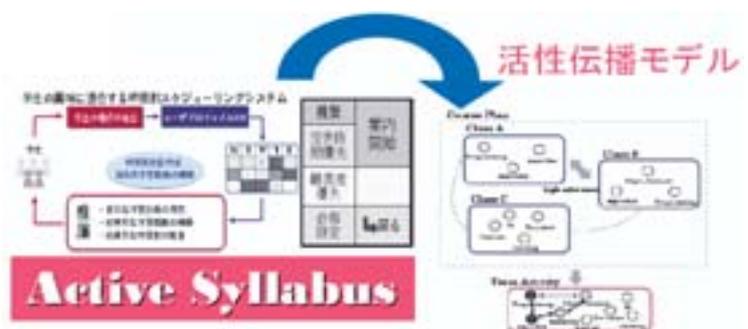
1. 大学における時間割作成の問題

大学では学生自身が講義について書かれた情報（シラバス：Syllabus）をもとに開講科目の中からカリキュラムによって定められた卒業要件を満たす時間割を作成しなくてはなりません。卒業要件を満たし、自分の興味関心に適合する時間割を作成する作業は、これからその科目の内容を理解しようとする学生にとっては困難を伴う作業であり、このために時間割作成について悩んでいる学生も少なくありません。本研究は卒業要件を満たし、学生の興味に基づいて簡単に時間割を作成できる時間割ナビゲーションシステム Active Syllabus の開発を行なっています。



2. 活性伝播モデルを用いた科目ネットワーク

Active Syllabus は学生のシラバス閲覧の振舞いから学生の学習戦略、興味関心を自動で抽出し、時間割作成上の様々な条件を制約充足問題 (Constraint Satisfaction Problem) に適用することで、学生にとって最適な時間割を作成することを可能にしました。学生が幅広い知識を体系的に学習するために、科目間の相互の関連を活性伝播モデルに適用した目的関数を用いることで、学生にとって直接興味のない科目も時間割に取り入れることを可能としています。



3. 成果の活用

本研究は、車でどこかに出かける際にカーナビを使うように、大学に入って何かを学ぼうとするときに Active Syllabus を使って、大学で学べることを分かりやすく提示することを目指しています。Active Syllabus をはじめ、得られた研究成果を社会に展開するために 大学発ベンチャー (株式会社ホワイトベース) を立ち上げ、活動をしています。



時間・周波数解析の工学問題への応用

香川大学 工学部 知能機械システム工学科
教授 大上祐司

Tel : 087-864-2344 Fax : 087-864-2369 E-mail : ohue@eng.kagawa-u.ac.jp

1. 目的

工学の様々な現象は、時間的に変動する非定常現象が大多数を占める。その非定常現象を解明するために、通常、フーリエ解析などの周波数解析手法が用いられているが、詳細に検討するためには、瞬間的な時間範囲での周波数を把握する必要がある。その非定常現象を解析する時間・周波数解析手法の一つとして、ウェーブレット変換がある。そのウェーブレット変換を用いて様々な工学問題を解析し、工学問題の現象解明とその解決策の提案などを行ってきたのでそれらを紹介する。

2. 時間・周波数解析の工学問題への応用

図1は、時間的に振幅と周波数が変化する波形を、ウェーブレット変換と高速フーリエ変換（FFT）で解析した結果である。それからわかるように、FFTでは波形にどのような周波数が含まれているかが判断できない。一方、ウェーブレット変換では時間的に周波数の成分が変化するとともに、その振幅変化も解析できている。このように、ウェーブレット変換は、非定常現象を解析するには非常に優れている手法であることがわかる。

2.1 歯車稼働の状態診断 歯車の疲労などに伴う歯車稼働状態の変化を早期に検知するために、歯車振動にウェーブレット変換を適用した例を図2に示す。時間周波数解析することで、歯車回転回数 $N = 2.5 \times 10^6$ でわずかに発生した損傷を、歯車かみ合い周波数 f_z よりも高い周波数帯（黄色の破線）を監視することで検知可能であることを明らかにした。

2.2 衝撃緩和材の衝突モデル構築 遊具周りに敷設される衝撃緩和材の衝撃緩和性能の設計のために HIC（頭部損傷障害基準）試験を実施した。その試験で得られた衝突振動波形を解析すること（図3左上）で、衝撃中の特徴周波数を明らかにした。その周波数と HIC 値の間には強い相関（図3右上）があり、非線形硬化ばねモデルで衝突現象を推定できる可能性を示した（図3下）。

本研究成果は、(株)ワイジーテック、(株)都村製作所などの香川県の企業の方々の援助を頂いて実施して得たものである。ここに記して謝意を表す。

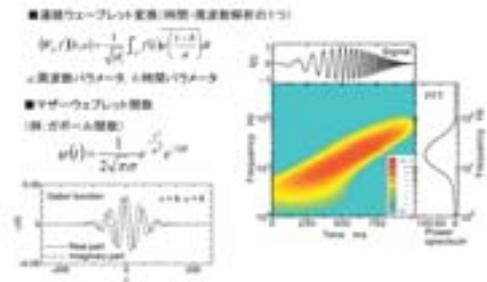


図1 ウェーブレット変換

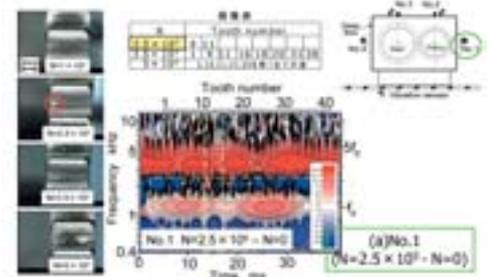


図2 歯車稼働状態の診断

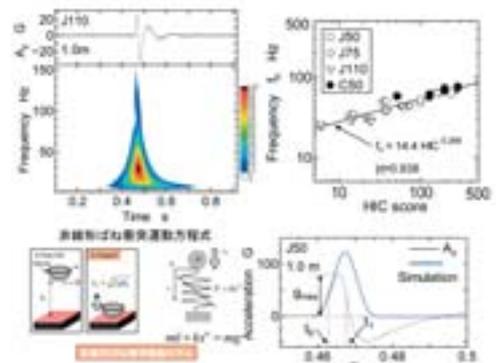


図3 衝撃緩和材の衝突モデル構築

MEMS 技術を用いた集積化皮膚触覚センサの開発

香川大学 工学部 知能機械システム工学科
准教授 高尾英邦



高尾英邦

E-mail : takao@eng.kagawa-u.ac.jp

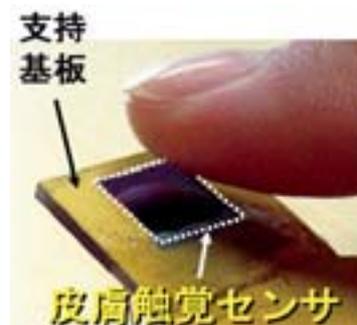
概要

本研究では、半導体シリコン MEMS 技術を用い、人間の中で最も高密度かつ高度な触覚機能を有する指先皮膚に匹敵する性能の超高感度触覚センサを開発する。本来、半導体シリコンは鋼鉄同様に堅いものであるが、本センサにおける最大の特徴は、力覚センサや温度センサを高密度に集積した半導体回路を 10 マイクロメートルまで薄膜化し、空気圧で膨らませることにより、皮膚のように弾力ある触覚センサ面を実現するところにある。以下の図は、本触覚センサの基本構造と、開発された触覚センサデバイスの一例である。

シリコン技術による多機能集積触覚面を2次元アレイ化

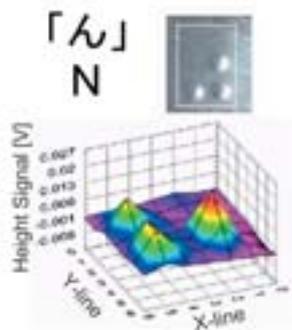


弾力性表面を実現する半導体集積化触覚センサ

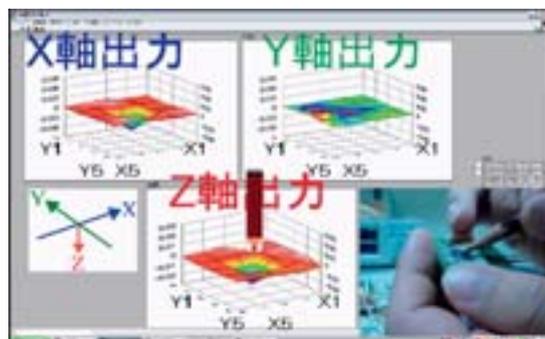


開発した皮膚触覚センサの一例

本センサの触覚検知面サイズは直径 0.8 cm であり、指先程度の領域において高密度の高度触覚情報取得が可能である。実際にセンサ表面を金属製の点字に軽く当てるだけで、表面形状を即座に認識することができる (成果 1)。また、鋭利な物体の先端形状や滑り摩擦力の 2 次元分布等を同時取得可能であり、物体の手触りや触感を高感度で識別することが可能である (成果 2)。本技術は、内視鏡手術器具先端への触覚機能の実装、ロボットハンドの指先からの触覚フィードバック取得、手触り感のデジタル記録や新しい検査機器への応用など、各種新分野への応用と新規開拓が期待できる。



成果 1 JIS 点字形状の読み取り



成果 2 鉛筆の先端形状や摩擦力分布の読み取り

本成果を含めて平成 20 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞を受賞。

半導体量子ドットの光学特性制御と超高速時間分解分光

香川大学 工学部 材料創造工学科

教授 中西俊介

Tel/Fax : 087-864-2413 E-mail : nakanish@eng.kagawa-u.ac.jp

化学合成法により作製される半導体量子ドット (Quantum Dots, QDs, 図1) は、シャープな発光スペクトル、高い発光量子効率、光学的安定性などの優れた光学特性を有するため、新しい発光材料として基礎的、応用的研究が盛んに行われている。しかし、化学合成法による QDs は不規則に発光が明滅する Blinking 現象を示すため、応用上の制約となっている。この発表では、我々が行っている QDs の Blinking を抑制する研究と、QDs 内の励起子が示す超高速光学応答の研究について報告する。



図1 QDs の発光

1. CdSe/ZnSコア/シェル型 QDs の Blinking 抑制

QDs の Blinking 現象の原因は、励起された電子が QDs 表面の欠陥に補足される過程と Auger イオン化過程であると想定されている。このうち、後者が主に効いていると考えられている。Auger 過程では、QDs 内に励起された2つの励起子の一方のエネルギーを得て他方の励起子電子が QDs 外へ放出され、QDs がイオン化するために発光できなくなる。我々は、QDs 外へ放出された電子を素早く QDs へ戻すチャンネルを作成するために求電子性の高い TiO₂ ナノ粒子を QDs に付加することで、Blinking を抑制できるのではないかと考えた。測定は単一 QD を対象とし、シラン結合を有するガラス基板上に単一 QD を固定して Blinking 特性を測った。図2は TiO₂ ナノ粒子を付加する前後での Blinking 特性の変化を示している [1]。TiO₂ ナノ粒子を付加すると多くの QDs は発光しなくなるが、この図で示したものは発光し続けている単一 QD の結果である。TiO₂ ナノ粒子の付加で発光しなくなるのは、QD-TiO₂ の結合が強い場合で、発光するまでに電子が TiO₂ に移動してしまうためである。しかし、QD-TiO₂ の結合が適当な場合には、Auger 過程がおきる前に電子が TiO₂ へ移動し、その後 QD に戻ってくることで、発光できる状態が回復すると考えられる。この結果は、TiO₂ ナノ粒子との相互作用により Blinking を抑制できることを示している。

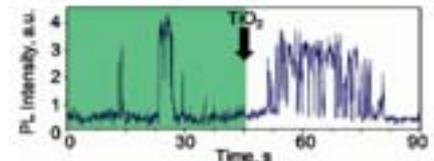


図2 単一 QD の Blinking 特性

2. QDs 溶液におけるフェムト秒四光波混合分光 (FWM)

半導体 QDs は優れた光学特性のため、量子コンピューターへの応用が模索されている。量子コンピューターへの応用では、QDs の励起子準位のコヒーレンス時間が重要な因子になってくる。我々は、CdSe / ZnSQDs での励起子コヒーレンス時間を測るために、溶液に分散した QDs に対するフェムト秒四光波混合分光 (FWM) を行った。FWM 分光では、フェムト秒パルスを2つ (k_1, k_2) に分け、一方に時間遅延をかけて試料の1点に照射し、 $2k_2 - k_1$ 方向に放出される信号光を観測する。この信号光の緩和からコヒーレンス時間が分かる。図3は QDs のトルエン (a) とテトラヒドロフラン溶液 (b) における信号波形である。コヒーレンス時間はそれぞれ 0.72ps, 1.2ps と求めることができる。この結果から、QDs のコヒーレンス時間は溶媒分子の種類によりその影響が大きく異なることが分かった。

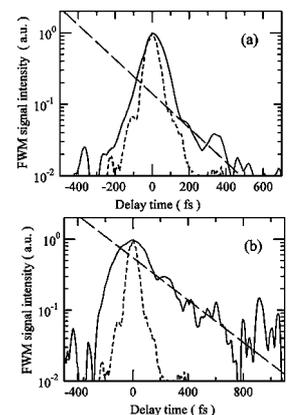


図3 QDs の FWM 信号

[1] M. Hamada, S. Nakanishi, T. Itoh, M. Ishikawa, V. Biju, ACS Nano, 4(8), (2010) pp.4445-4454.

[2] H. Kouzai, Y. Hirose, H. Miyagawa, N. Tsurumachi, S. Koshihara, S. Nakanishi, V. Biju, and M. Ishikawa, accepted for presentation in IQEC/CLEO Pacific Rim (Sydney, Australia, August 2011).

大規模電力系統シミュレータの開発

株式会社 四国総合研究所
副主席研究員 瀧川喜義



瀧川喜義

Tel : 087-844-9214 Fax : 087-844-9234 E-mail : k-takigawa@ssken.co.jp

概要

近年、インバータ（PCS:Power Conditioning Subsystem）で系統連系する太陽光発電などの分散電源の普及が進んでいますが、大量の PCS が配電線に連系された場合、その相互干渉が単独運転検出機能などの保護装置の動作に影響を及ぼすことが懸念されています。そこで、数百台規模の PCS が連系された電力系統の電気現象を瞬時値レベルで解析できる電力系統シミュレータを開発しました。

電力系統シミュレータ

電力系統の電気現象を詳細解析するプログラムとして EMTP（Electro-magnetic Transients Program：電磁過渡現象解析プログラム）が標準的に用いられていますが、従来の EMTP では入力できる部品数の制約により 10 台程度の PCS のシミュレーションが限界でした。

そこで、EMTP の計算をネットワーク上の複数台のパソコンに分担させる演算手法を開発し、シミュレータに実装することで大規模な電力系統の瞬時値レベルでの解析を可能としました。

これにより数百台規模の PCS が連系された電力系統の解析や課題対策の検討ができるほか、将来、実際の電力系統で問題が発生した場合の早期原因究明や適切な対策実施など実運用での活用が期待されています。

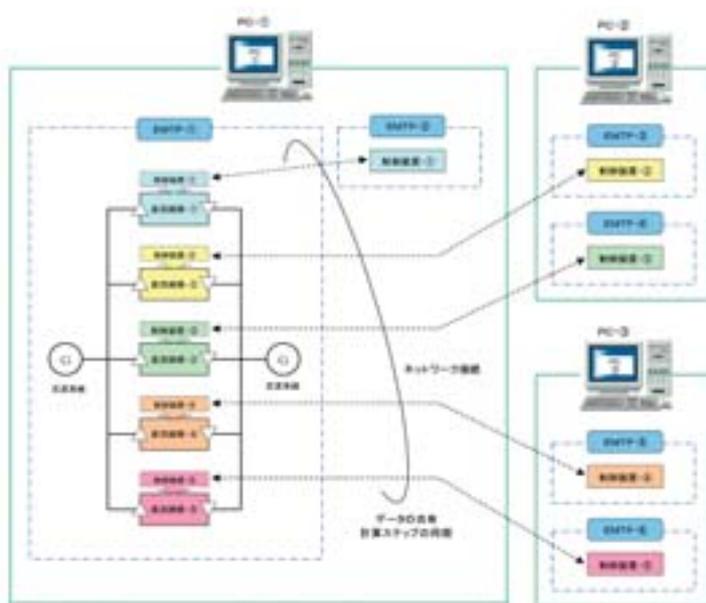


図1 電力系統シミュレータの概要



写真1 電力系統シミュレータ

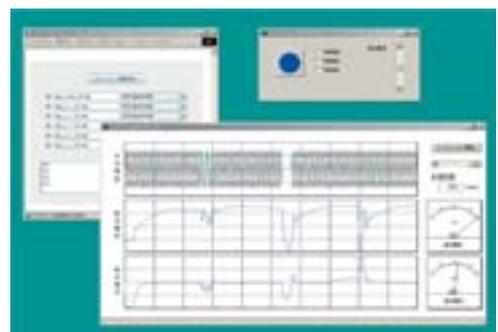


図2 シミュレーション画面の一例

研究プロジェクト ナノ構造科学

金ナノ粒子とレーザーの相互作用による材料創製

(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
 教授 橋本修一



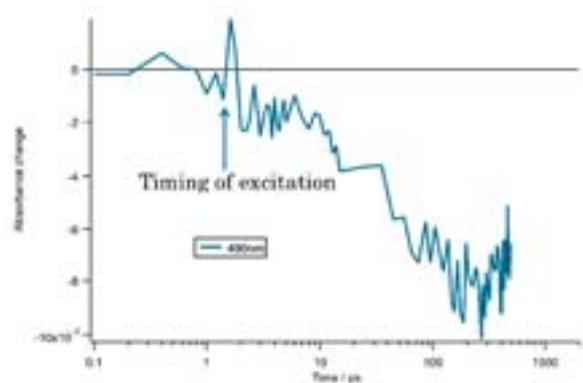
橋本修一

Tel : 088-656-7389 Fax : 088-656-7598 E-mail : hashi@eco.tokushima-u.ac.jp

貴金属ナノ粒子は局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) に基づく特異な光学的特性を持ち、可視光と相互作用して吸収・散乱による発色を示す。LSPR バンドはナノ粒子のサイズ、形状、周囲媒体の屈折率、粒子の集合状態などを敏感に反映して変化するため、バイオセンサーへの応用が期待される。貴金属ナノ粒子は入射電場をその近傍において増強する機能を持ち、ラマン増強、蛍光増強などにより単一分子レベルでの検出を可能にし、極微量分析への応用が期待される。さらに、貴金属ナノ粒子はバルクにない触媒機能を持つことでも知られる。本研究では、金ナノ粒子を応用した材料創製をめざし、レーザーとの相互作用について研究した。

1. パルスレーザーとの相互作用による形態変化

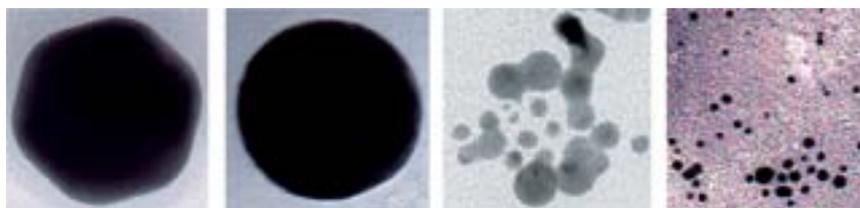
金ナノ粒子はパルスレーザーのエネルギーを吸収することによって微細化する。我々はシミュレーションによって、ナノ秒レーザーの場合は格子加熱・蒸発により微細化すること、フェムト秒レーザーの場合は格子温度の上昇より前に電子温度の上昇によって熱電子放出がおり、クーロン爆発が起こると推測した。そして、フェムト秒過渡吸収分光により、レーザー励起後、数ピコから100ピコ秒程度の時間で微細化に基づく信号の観測に成功した(上図参照)。ナノ秒励起の場合は技術的問題があって微細化の直接観測には至っていない。しかし、金粒子の周りに生成するバブルの中で分裂がおこるため、微細化によって生成する粒子の形状が異なると推測している。



我々は、顕微鏡下で波長 532nm、1 mW 程度の弱い連続波レーザーを金ナノ粒子に照射した場合も形状変化が起こることを、散乱スペクトルの変化により、観測した。これは、金の融点は 1067°C であるが、表面融解は 100°C よりわずかに高い場合でも起こることを示し、興味深い。

2. CW レーザーとの相互作用

我々は、顕微鏡下で波長 532nm、1 mW 程度の弱い連続波レーザーを金ナノ粒子に照射した場合も形状変化が起こることを、散乱スペクトルの変化により、観測した。これは、金の融点は 1067°C であるが、表面融解は 100°C よりわずかに高い場合でも起こることを示し、興味深い。



(a)未照射

(b) CW 照射

(c)ナノ秒

(d)フェムト秒

研究プロジェクト 分析化学

可搬型環境試料中重金属濃度分析計の高機能化

(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
 講師 藪谷智規、村井啓一郎



藪谷智規

Tel/Fax : 088-656-7413 E-mail : yabutani@chem.tokushima-u.ac.jp

生体・環境試料を分析するにあたり、まず簡易分析（1次スクリーニング）を実施し、疑わしい（興味深い）サンプルを2次的に精密分析することが望ましい。目視分析は簡易かつ安価であるが、定量性や選択性などの点で改善の余地がある。セレン（Se）は生体必須微量元素であり多量摂取や欠乏による健康への悪影響が生じることが知られている。本研究では、Se（IV）と2,3-ジアミノナフタレン（DAN）の反応で生じる4,5-ベンゾピアセレンオール（Se-DAN）の蛍光に基づく目視法について、操作性および定量性向上への取り組みを実施した。具体的にはSe-DANの吸着剤および蛍光増強剤であるβ-シクロデキストリン（β-CD）を修飾したシリカゲルを調製してTLC、マイクロカラム法にそれぞれ適用した。

固相へのβ-CD修飾はオクタデシルシリル基修飾（ODS）シリカゲルに物理吸着（疎水の吸着）することで行った。固相上のSeDANにブラックライト（ $\lambda_{ex} = 365\text{nm}$ ）を照射し、目視により蛍光色を確認した。

Se-DANをTLC上にスポットしたところ、濃度に依存した蛍光色（橙色）の濃淡を確認した。なお、未修飾プレートではSe-DANの蛍光色はほとんど確認できなかった。つまり、このSe-DANの蛍光はβ-CDの吸着作用と蛍光増強作用に起因していると想定される。β-CD修飾シリカゲル充填マイクロカラムにSe-DANを通液し、メタノール-水混合溶媒を用いてSe-DANを展開したところ、濃度に比例した着色長の伸長が確認された。

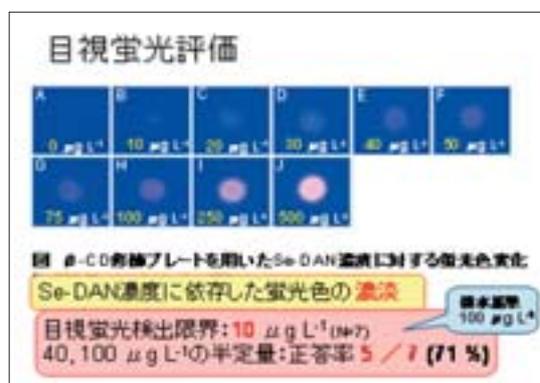


図 マイクロカラムの概要とカラム着色
 試料 5 ml of $100 \mu\text{g L}^{-1}$ (a) and $10 \mu\text{g L}^{-1}$ Se (b).

研究プロジェクト 半導体/プラズマエレクトロニクス

プラズマイオンと紫外光線のシナジー効果による ワイドギャップ半導体エッチングダメージの振舞い

(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・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 川上烈生

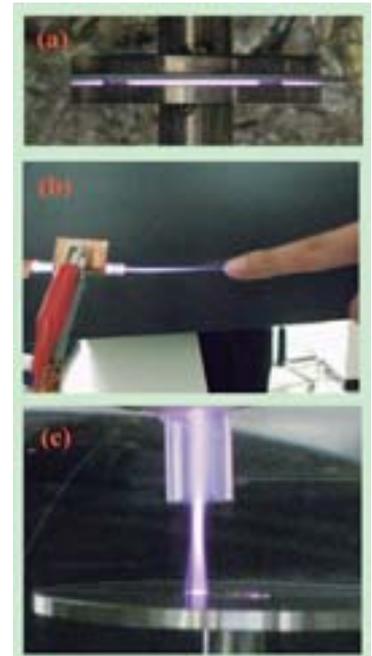


川上烈生

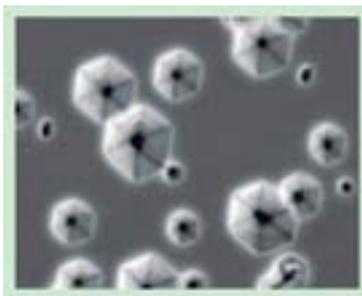
Tel/Fax : 088-656-7441 E-mail : retsuo@ee.tokushima-u.ac.jp

現在、ワイドギャップ半導体として、窒化ガリウム (GaN) と二酸化チタン (TiO₂) が注目されている。GaN は高温下で安定であることから、過酷環境下での光・電子デバイス材として期待されている。一方、TiO₂ は高い光触媒酸化反応を示すことから、空気洗浄といった環境浄化デバイス材として期待されている。しかしながら、両者とも二元素化合物であることから半導体ナノプロセスダメージが問題視されている。特に、従来にはないワイドギャップ半導体特有のダメージ、すなわち、“プラズマイオンと紫外光線のシナジー効果 (synergy effect) によるダメージの振舞い” が明らかになりつつある。

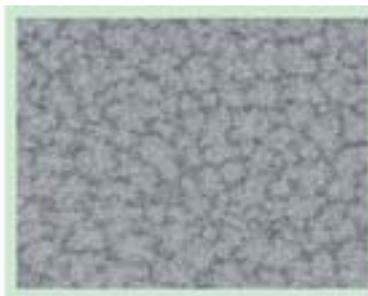
シナジー効果に着目し、CCP プラズマよりどのようなエッチングダメージが GaN と TiO₂ に現れるのか、半導体プラズマとワイドギャップ半導体ダメージの相関性を明らかにしつつあり、次の学術的知見が明らかになった。① GaN の He プラズマエッチングでは、物理的ダメージ (N の選択的エッチング) に加えて熱的ダメージ (Ga 昇華) が生じるが表面上は滑らかである。一方、TiO₂ では、高ガス圧 (50 – 100mTorr) でエッチング時間 (> 60min) が長くなると、シナジー効果により表面欠陥 (pits) が現れる。② DBD エアプラズマエッチングダメージについては、開発した装置 (APOLLO) により、低ガス圧 (100hPa) において、処理時間に依存することなく、TiO₂ へのダメージが混入せず、逆に興味深いことに、光触媒反応性が向上することを見出した。これは酸素空孔 (oxygen vacancy) と吸着酸素 (adsorbed oxygen) が原因である。③ JET He プラズマについては装置 (VENUS II) を独自に開発し、実験を行い、ガス圧 (200 – 100hPa) や処理時間 (1 – 10min) に依存することなく、しかもブラックライト照射の ON/OFF に関わらず TiO₂ 光触媒反応性が向上することを見出した。



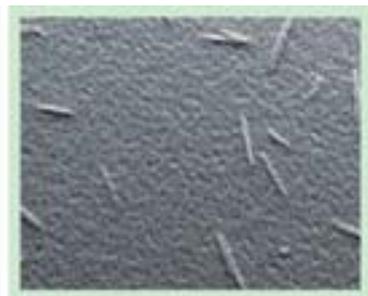
(a) DBD air plasma, APOLLO,
 (b) He Jet plasma, VENUS,
 (c) He Jet plasma, VENUS II,
 developed by the author.



GaN defects by charge-up



GaN surface roughening

TiO₂ surface roughening

研究プロジェクト 科学教育

自主・共創の精神に基づく科学技術リテラシーの構築

- (研) 情報ソリューション部門 知能情報処理大講座
 (教) エコシステム工学コース 社会環境システム工学講座
 (学) 工学部創成学習開発センター
 センター長・教授 藤澤正一郎、助教 続木章三



藤澤正一郎

Tel/Fax : 088-656-8236 E-mail : s-fuji@eco.tokushima-u.ac.jp

1. 自主・創造性を育む教育支援

創成学習開発センターは平成16年の設立から、学生の自主・創造性を育む創造的学習法、学習達成度評価法の開発とその成果について全国へ発信している。また、センターでは「自主」、「共創」、「創造」の3つの理念を掲げ、教育手法の開発にともなう学生の自主・創造的なプロジェクト活動やマネジメント能力向上などの支援をハードとソフト両面から行っている。

平成19年からは、県内の4大学・1高専や各学校が連携し、互いの教育資産を共有するとともに、地域における科学教育ネットワークの構築をめざした事業を展開している(図1)。

平成22年度においても科学技術振興機構(JST)などの支援を受け、地域の人たちや学生自らの科学技術リテラシー向上をめざした各イベントにおける教育実践活動を継続的に実施している。



図1 科学技術ネットワーク構想

2. 平成22年度の取り組み

平成22年度では14のプロジェクト(ロボコン 航空宇宙 飛行船 LEDなど)が活動し、それぞれ報告会で成果を発表した。これらのうち「LEDデザインプロジェクト」は「徳島LEDアートフェスティバル2010」に作品を出展し、学生賞1位を受賞した。「プロジェクト・マネジメント研修会」にはプロジェクトの学生が多数参加し、その手法などを修得した。また、地域と連携した科学イベントとして高校への出前授業、科学工作教室などに学生を派遣し、教育体験活動を実施した。22年度に開講した日亜特別奨学生STC対象の「ものづくり演習1」をセンター教員で担当した。



LEDアートフェスティバル出展作品



プロジェクト・マネジメント研修会



徳島科学技術高校での出前授業



STC「ものづくり演習1」授業

3. おわりに

本構想の取り組みは、その緒に就いたばかりの段階であるが、平成23年度も地域と学内に向けた科学技術リテラシー普及に向けた取り組みを計画している。

研究開発環境支援

徳島大学産学官連携推進部での知的財産管理

産学官連携推進部

講師 新居 勉、客員教授 兼平重和、助教 大井文香

技術移転アソシエイト 嵯峨山和美、特許管理アソシエイト 小山秀子

知財情報管理アソシエイト 谷美奈子

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

徳島大学産学官連携推進部では研究者の知的財産の管理につきまして「知的財産管理事業」と位置づけ、活動を行っています。今回は、研究成果を活用に向けて権利化する体制や流れを紹介します。

- ・ 発明発掘活動

本学の客員教授、主席研究員（企業で研究開発などに携わってきた方など）が中心となり発明発掘活動を行ない、学内研究者との直接面談を通じて研究の状況を把握しています。

- ・ 特許相談の実施

学内研究者からの出願そのものの依頼や出願に関する幅広い相談について、アソシエイトが研究者を直接訪問するなどして知財化の事前準備に向けた具体的な支援を行っています。

- ・ 発明届の受理

知財化が見込まれる案件については、研究者が発明届を作成します。

- ・ 出願後に発生する対応

審査請求など、出願後に発生する対応については、基本特許として大学が有しておくべきと判断する案件以外は、具体的な技術移転が進んでいる案件であるかどうか確認した上で対応を判断します。

- ・ アソシエイトの活動

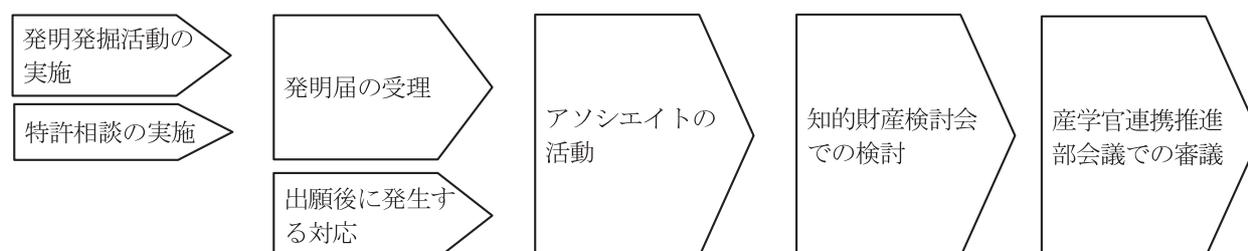
アソシエイトは研究者と直接面談して、先行技術の有無、研究データの優位性、特許出願後の技術移転の可能性などにより、案件の新規性、進歩性、利用可能性を確認しています。

- ・ 知的財産検討会での検討

本検討会ではアソシエイトが評価した案件について、客員教授、主席研究員が研究の優位性や市場性などをもとに知財化するに値するかどうかを意見交換します。

- ・ 産学官連携推進部会議での審議

知財化を行うかどうかを最終的に会議で決定します。知財化を行うことが決定した案件は必ず弁理士を通じて出願／審査請求等を行い、審査請求のタイミングなどの管理を確実にしています。



研究開発環境支援

「JST イノベーションサテライト 徳島」の産学官連携支援活動

独立行政法人科学技術振興機構 JST イノベーションサテライト徳島
館長 今枝正夫



今枝正夫

Tel : 088-611-3117 Fax : 088-611-3118 E-mail : tokushima@tokushima-jst-satellite.jp

JST イノベーションサテライト徳島は、独立行政法人科学技術振興機構（JST）の東四国地域における活動拠点として、平成18年10月に発足いたしました。地域の独創的な研究成果を活用した新規事業の創出、技術革新による経済活性化を目指して、大学や自治体と連携を図りながら、「地域の産学官交流」、「独創的研究成果の育成」、「諸事業との連携」を推進します。



● 地域の産学官交流

科学技術コーディネータが大学や企業等の研究開発情報を収集し、地域における試験研究のコーディネート活動を行います。また、研究者、技術者、経営者によるセミナー、フォーラム、研究会等を開催します。

● 研究成果の育成

大学等の独創的研究成果により実用化が望まれる技術について、課題を募集します。研究開発の段階に応じた支援プログラムにより、事業化を支援します。

● 諸事業との連携

科学技術コーディネータ等が収集した研究開発情報、JST イノベーションサテライトにおける研究成果等を、JSTをはじめ各省庁が行う諸事業へ橋渡しし、研究成果の社会還元に向けた多面的な展開を図ります。

研究成果最適展開事業

[平成23年度の場合（公募は終了しました）]

研究成果最適展開支援事業（A-STEP）

◆ フィジビリティスタディ（FS）ステージ

- | | | |
|------------|----------|-------|
| ・探索タイプ | 基準額130万円 | 期間1年度 |
| ・シーズ顕在化タイプ | 基準額800万円 | 期間1年 |
| ・起業検証タイプ | 基準額800万円 | 期間1年 |

◆ 本格研究開発ステージ

- | | | |
|-------------|----------|------|
| ・若手起業家タイプ | 4,500万円 | 期間3年 |
| ・起業挑戦タイプ | 1億5千万円 | 期間3年 |
| ・ハイリスク挑戦タイプ | 2,000万円 | 期間2年 |
| ・シーズ育成タイプ | JST支出2億円 | 期間4年 |
| ・実用化挑戦タイプ | | |
| 中小・ベンチャー開発 | 3億円 | 期間5年 |
| 創薬開発 | 10億円 | 期間5年 |
| 委託開発 | 20億円 | 期間7年 |

研究開発環境支援

徳島大学 AWA (OUR) サポートシステム

徳島大学 AWA サポートセンター
センター長 本仲純子



本仲純子

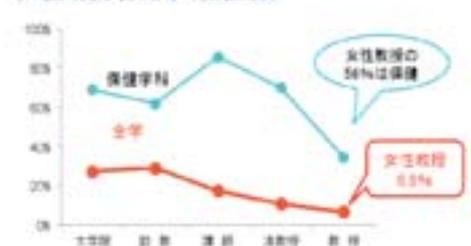
Tel : 088-633-7538 Fax : 088-633-7572 E-mail : awa@jim.tokushima-u.ac.jp

平成 22 年度文部科学省科学技術振興調整費「女性研究者支援モデル育成」事業に「徳島大学 AWA (OUR) サポートシステム」が採択されました。AWA サポートセンターは同年 10 月にその活動実施母体として開設され、女性研究者支援システムの構築に取り組んでいます。

徳島大学の女性研究者の現状

本学の女性教員の割合は 16.5% で、助教・助手層では 28.9% にもかかわらず、教授層は 6.8% にしかすぎません (H 21 年 4 月)。また、過去 3 年間の新規採用研究者 (教員) 全体に占める女性比率は平均 27.6% と全国平均 (17.9%) に比べて高いのですが、一般に研究者として最も生産性が高く充実した年齢層であるべき 30 歳～44 歳の在職女性研究者比率が激減している状況です。

女性研究者比率(職位別)



女性研究者支援のための取組

- 啓発・広報活動** 各種セミナー、イベント等の開催や HP、印刷物による広報等を通じて男女共同参画への意識啓発を促します。①H 22 年 1 月、キックオフシンポジウム開催。②H 23 年 1 月、外国人女性研究者を招聘し啓発セミナー開催。③女性研究者による中・高校生向け出張講義実施。④印刷物による事業紹介やロールモデル提示。⑤ HP の開設。⑥ e-ラーニングによる意識啓発。
- 人材育成活動** リトリート実施やメンター制度の利用による女性研究者ネットワークを構築し、研究支援セミナー等を通じて研究力向上やキャリア形成支援を行います。①H 23 年 2 月、リトリート実施。②H 23 年 1 月、英文論文作成に関する講義を実施。③ SNS 女性研究者ネットワークの構築。④人材バンクの設立・運営。⑤メンター制度設計。⑥子育て世代の女性研究者を支援するために研究支援員を配置。
- ワークライフバランス推進活動** ベビーシッター制度の構築、支援情報の提供等を通じて女性研究者のワークライフバランス実現を支援します。①外部機関との連携による AWA ベビーシッター制度の構築。H 23 年 3 月、ベビーシッター養成講座開催。②学内外の妊娠・出産・育児・介護等に関する規則等を HP 等で紹介。

【学長裁量女性研究者プロジェクト事業】

学長裁量ポストにより女性講師 1 名を採用しました。選考プロセスは、各部局等で女性教員を選考し、男女共同参画推進本部会議によるヒアリング審査を行って決定しました。



取組により期待される効果

上位職に応募可能な研究実績と高い見識を備えた女性研究者人口の増加が期待されます。

研究開発環境支援

「とくしま地域産学官共同研究拠点」の研究支援活動

とくしま地域産学官共同研究拠点
 チーフコーディネーター 高麗寛紀
 技術職員 津村恵子
 拠点事務室長 佐藤明義



高麗寛紀

Tel : 088-656-9330 Fax : 088-656-9326 E-mail : kourai@bio.tokushima-u.ac.jp

徳島県は、独立行政法人科学技術振興機構 (JST) による地域産学官共同研究拠点整備事業における全国 28 の構想支援地域の一つに採択されました。徳島県の戦略的推進 4 分野のうち、「LED テクノロジー」および「エネルギーテクノロジー」の 2 分野を中心に、先進技術、革新的技術を研究開発するとともに、高度技術者を養成し、地域企業力を飛躍的に高め、地域経済の活性化、地域産業構造の改革等を目的としています。徳島大学産学官連携プラザ内に拠点本部を置き、一部の「LED アグリ融合応用」分野については徳島県立工業技術センターにサテライト拠点を置き、それぞれ独立に運営することになっています。



産・学・官が互いに連携しながら充実した共同研究施設として活用することにより、徳島県の地域企業力の向上、研究シーズの産業分野への適用、卓越した研究推進等を通じて徳島県の地域企業力の向上と経済の活性化を目指します。

以下に示す数多くの設備機器とこれらを活用する支援体制も整っております。共同研究等を通じて皆様の積極的な活用を期待しています。

設置機器一覧

◆拠点本部（徳島大学産学官連携プラザ 2 F、3 F）

(1) MALDI-TOF-MS (2) 化学成分解析装置 (3) 基板加工システム (4) レーザー顕微鏡 (5) 微細構造観察装置 (6) 顕微加工観測装置 (7) 蛍光燐光光度計 (8) 連続角度光散乱光度計 (9) 分取用 HPLC (10) 二次元色彩輝度計 (11) 分光放射輝度計 (12) 蛍光顕微鏡 (13) クリーンベンチ (14) CO₂ インキュベーター (15) NMR システム (16) 系統連系模擬試験システム (17) 新エネルギー模擬電力変換システム (18) 電動機制御試験システム (19) 三次元 PIV システム (20) 燃焼温度・燃焼生成物の定量測定装置 (21) 燃焼イオンクロマトグラフ分析システム (22) ICP 発光分光分析装置 (23) 検出器切換型 X 線 CT 装置 (24) 非接触輪郭形状測定機

◆サテライト拠点（徳島県立工業技術センター）

(1) 香気成分分析システム（加熱脱着装置付きガスクロマトグラフー質量分析計） (2) 全窒素分析装置 (3) (乾燥機、粉碎機、打錠機) システム (4) キャピラリー電気泳動システム (5) 液体窒素製造装置 (6) 包装システム (7) 色差計（分光測色計）

… M E M O …

… M E M O …

… M E M O …

平成23年度 研究交流委員会 委員名簿

委員長	原 口 雅 宣	先進物質材料部門	教 授
副委員長	杉 山 茂	先進物質材料部門	教 授
委 員	大 西 徳 生	大学院S T S研究部長 フロンティア研究センター長	教 授
	福 富 純一郎	大学院S T S副研究部長	教 授
	辻 明 彦	大学院S T S副研究部長	教 授
	河 村 保 彦	大学院S T S副研究部長	教 授
	任 福 継	情報ソリューション部門	教 授
	後 藤 信 夫	情報ソリューション部門	教 授
	岸 本 豊	先進物質材料部門	教 授
	橋 本 親 典	エコシステムデザイン部門	教 授
	上 月 康 則	エコシステムデザイン部門	教 授
	長 宗 秀 明	ライフシステム部門	教 授
	森 田 郁 朗	エネルギーシステム部門	教 授
	日 野 順 市	エネルギーシステム部門	教 授



● JR徳島駅からの距離・交通手段・所要時間

工学部 約2km

○徒歩の場合 30分

○バス利用の場合 10分

〔徳島駅前より徳島市営バス「島田石橋」行、「商業高校」行外に乗車し、「助任橋」又は「徳島大学前」下車徒歩5分

お問い合わせは

徳島大学工学部総務係

〒770-8506 徳島市南常三島町2丁目1番地

T E L (088) 656-7304

F A X (088) 656-7328

<http://www.e.tokushima-u.ac.jp/>

E-mail: kgsoumuk@jim.tokushima-u.ac.jp