

先端工学研究発表会

2022

先端研究をわかりやすく伝え、次世代技術者を育成する。

FACULTY OF
ENGINEERING AND
DESIGN

日時

令和4年1月31日(月)

13:30~18:10(受付・接続テスト13:00~)

開催
方法

オンライン開催

主催

香川大学創造工学部

お問い合わせ

香川大学創造工学部庶務係
☎087-864-2000 FAX 087-864-2032
E-mail:shomu-t@kagawa-u.ac.jp

URL

https://www.kagawa-u.ac.jp/kagawa-u_ead/topics/event/2022/



先端研究発表

13:40~14:30

香川大学創造工学部の各領域の
先端研究を紹介



レジリエンス・デザイン領域

准教授 勝又 暢久

「折り紙工学を応用した超大型
宇宙構造物の実現に向けて」



環境デザイン工学領域

教授 紀伊 雅敦

「高松市の公共交通政策と交通
需要分析」



電子・情報工学領域

講師 小玉 崇宏

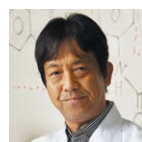
「海底光無線通信ネットワーク構
築に向けたこれまでの取り組み」



機械システム工学領域

教授 鈴木 桂輔

「VRシミュレータを活用した自動車
ライバのメタ認知学習方法の提案」



先端材料科学領域

教授 掛川 寿夫

「持続可能な社会を実現するた
めの革新的防錆技術の開発：
微細粉末ヒドロキシアパタイト
配合ジंक塗料の開発」

医工連携セミナー

14:40~15:40

医学部×創造工学部は共同研究の推進を
めざしています



香川大学医学部 小児科学

教授 日下 隆

新生児期の酸素とビリルビン
代謝の特異性とその障害によ
る病態

若手研究者ショットガン プレゼンテーション

15:50~16:20

若手研究者・研究者ポスターセッション

16:30~18:00

企業技術紹介展示

16:30~18:00

参画機関

香川大学(創造工学部、医学部、農学部)、徳島大学大学院社会産
業理工学研究部、香川高等専門学校、国立研究開発法人産業技
術総合研究所、香川県産業技術センター、(株)石垣、イヌイ(株)、
(株)STNet、(株)ADSムラカミ、(株)大林組、(株)技研製作所、
(株)北川鉄工所、広成建設(株)、日本興業(株)、(株)富士クリーン、
(株)三井E&S マシナリー



香川大学 創造工学部

〒761-0396 香川県高松市林町2217-20
TEL:(087)864-2000(代) E-mail:shomu-t@kagawa-u.ac.jp

KAGAWA UNIVERSITY FACULTY OF ENGINEERING AND DESIGN

創造工学部

http://www.kagawa-u.ac.jp/kagawa-u_ead/



創造工学部HP



13:00-13:30	受付・接続テスト
13:30-13:40	開会挨拶
13:40-14:30	先端研究発表
ブレイク (10分)	
14:40-15:40	医工連携セミナー
ブレイク (10分)	
15:50-16:20	若手研究者ショットガンプレゼンテーション
ブレイク (10分)	
16:30-18:00	ポスターセッション <若手研究者・研究者・企業技術紹介展示>
18:00-18:10	閉会挨拶

先端研究発表

●香川大学創造工学部

- 先端-01 勝又 暢久 折り紙工学を応用した超大型宇宙構造物の実現に向けて
- 先端-02 紀伊 雅敦 高松市の公共交通政策と交通需要分析
- 先端-03 小玉 崇宏 海底光無線通信ネットワーク構築に向けたこれまでの取り組み
- 先端-04 鈴木 桂輔 VRシミュレータを活用した自動車ドライバのメタ認知教習方法の提案
- 先端-05 掛川 寿夫 持続可能な社会を実現するための革新的防錆技術の開発：微細粉末ヒドロキシアパタイト配合ジンク塗料の開発

医工連携セミナー

●香川大学医学部

- 医工-01 日下 隆 新生児期の酸素とビリルビン代謝の特異性とその障害による病態

若手研究者ポスターセッション

●香川大学創造工学部・香川大学大学院工学研究科

- 若手-01 北村 尊義 観光エクスペリエンスを高めるために考えるアプローチとは!?
- 若手-02 地元 孝輔 大規模堆積平野における長周期地震動の伝播特性に関する研究
- 若手-03 竹内 謙善 ランニングシューズの最適化に関する研究
- 若手-04 李 セロン 連鎖パターンマイニングの心電図データへの適用
- 若手-05 Nazmul Huda Remote sensing spatial analysis of waterlogging from cyclone Sidr in Bangladesh
- 若手-06 角野 拓真 河川の水位履歴が橋脚周りの局所洗掘災害に与える影響に関する研究
- 若手-07 榊原 洋子 水の浸透がもたらすRC構造物の鉄筋腐食リスクに対する非破壊検査手法の開発
- 若手-08 谷中 彩寧 複数の化学種を含む溶液からヒ素を高効率で吸着する材料の開発
- 若手-09 檜垣 大地 アクティブ・ラーニング型授業の評価改善に向けたVR遠隔授業評価支援システムの提案
- 若手-10 越智 剛 断層画像再構成法の演算高速化
- 若手-11 坂田光一郎 拡張現実状態機械によるソフトウェア仕様の作成工程へのテストファーストの導入
- 若手-12 近藤 大輔 EADの発生に関わるパラメータの調査
- 若手-13 門脇 惇 人工筋駆動ロボットの機能向上を目的としたMcKibben型空気圧ゴム人工筋モデルの構築
- 若手-14 池上 慶次 腰痛緩和を目的とした腹圧上昇抑制及び受動性を考慮した動作の最適化に関する研究
- 若手-15 Lingling Zheng A Modular Multifunctional Capsule Robot System
- 若手-16 Ziyi Yang A task performance-based sEMG-driven variable stiffness bilateral rehabilitation system
- 若手-17 森下 修平 國廣 誠貴 円偏光発光デバイス実現に向けた新規液晶性半導体の開発
- 若手-18 FAN ZHAOJUN Preparation of pGCN/GO/PVDF films for water purification
- 若手-19 柳瀬 裕太 金属3Dプリンタを用いた新規のAl/SiC複合材料の開発と現象論的理解
- 若手-20 松本 真緒 抗菌性を有する希少糖の構造と分子間相互作用

●徳島大学大学院社会産業理工学研究部

- 若手-21 白山 敦子 南海トラフ巨大地震における免震建築物の応答評価と被害想定

●国立研究開発法人 産業技術総合研究所 四国センター

- 若手-22 横田 一道 マイクロボアデバイスを用いた物理指標に基づく1細胞識別

●香川県産業技術センター

- 若手-23 神内 杜夫 深層強化学習を用いた力制御ロボット

研究者ポスターセッション

●香川大学農学部

- 研究-01 横山みなみ 青枯病菌由来巨大リボペプチド合成酵素遺伝子のクローニングと異種発現系の構築
- 田淵 光昭
- 研究-02 杉田左江子 ジャポニカイネはどのように「栽培化」されたのか? ~イネの種子の脱離現象の解明~

●徳島大学大学院社会産業理工学研究部

- 研究-03 平野 朋広 立体規則性N-アルキルアクリルアミド共重合体の水溶液が示すLCST型相転移における特異な温度履歴
- 研究-04 西村 良太 リアルタイム制御が可能な音声対話システムの構築
- 研究-05 蓮沼 徹 ページナンバークのk-樹連結グラフへの木の増大

●香川高等専門学校

- 研究-06 三崎 幸典 高感度呼吸センサによるCOVID-19在宅・宿泊療養者見守りシステム

●国立研究開発法人 産業技術総合研究所 四国センター

- 研究-07 重藤 元 癌や生活習慣病に関わる解析・診断技術のための新規分子認識プローブの開発

企業技術紹介展示 (ポスターセッション)

●株式会社 石垣

- 企業-01 加戸 浩哉 全速全水位型横軸水中ポンプ「フラッドバスター」

●イヌイ株式会社

- 企業-02 織田 貴宏 マルチプラントにおける多品種少量化合物の製造について

●株式会社 STNet

- 企業-03 西山 賢・檜垣 龍徳 (香川大学大学院工学研究科) 共同でのセキュリティ情報収集業務の支援システムに関する研究

●株式会社 ADS ムラカミ

- 企業-04 村上 康裕 水圧関連機器・「水が機械を動かす」(地球にやさしいクリーンエネルギー)

●株式会社 大林組

- 企業-05 梶木 盛也 カーボンニュートラルに向けた大林組の水素事業への取り組み

●株式会社技研製作所

- 企業-06 西尾 勇哉 インプラント工法で世界の建設を変える

●株式会社北川鉄工所

- 企業-07 藤住 飛翔 低温摩擦接合技術等の当社技術のご紹介

●広成建設株式会社

- 企業-08 三ツ廣良太 「鉄道の安全を守る」線路・鉄道構造物のメンテナンス技術

●日本興業株式会社

- 企業-09 津郷 俊二 セメントを使用しない土系ブロック『つちみちパイプ』の開発

●株式会社富士クリーン

- 企業-10 小川 直紀 バイオガスの液体燃料化に関する技術検証及びメタノール燃料電池活用への検討

●株式会社三井 E&S マシナリー

- 企業-11 志岐 純平 船舶主機関モニタリングシステム e-GICS Advance / CMAXS e-GICSX

先端研究発表

- ◆先端-01 勝又 暢久
折り紙工学を応用した超大型宇宙構造物の実現に向けて
- ◆先端-02 紀伊 雅敦
高松市の公共交通政策と交通需要分析
- ◆先端-03 小玉 崇宏
海底光無線通信ネットワーク構築に向けたこれまでの取り組み
- ◆先端-04 鈴木 桂輔
VR シミュレータを活用した自動車ドライバのメタ認知
教習方法の提案
- ◆先端-05 掛川 寿夫
持続可能な社会を実現するための革新的防錆技術の開発
：微細粉末ヒドロキシアパタイト配合ジンク塗料の開発

折り紙工学を応用した超大型宇宙構造物の実現に向けて



香川大学創造工学部 レジリエンス・デザイン領域 准教授 勝又 暢久
連絡先 katsumata.nobuhisa@kagawa-u.ac.jp

研究背景

宇宙太陽光発電衛星 (Space Solar Power Satellite: SSPS) は、50年以上も前にそのコンセプトが提唱されているものの、実現が難しい超大型宇宙構造物の一つです。その理由の一つにサイズが挙げられます。現存する最大の宇宙構造物は国際宇宙ステーションですが、その大きさ(面積)はサッカーコート一面分(縦×横の長さが約100×70 m)です。しかし、図1に示す発電機一体型のSSPSに求められる大きさは、辺の長さが約2.5×2.5 kmとキロメートルオーダーになります。さらに、宇宙への輸送が必須であることから、どんなに大きな構造物もロケットフェアリング内(H-IIBで約φ4m×10m)に収まる体積しか運ぶことができません。よって、大面積の構造物も必ず折りたたむなど、コンパクトに収納して輸送する必要があります。(ただし、宇宙での建造を考えない場合です。宇宙建築・建造が可能な場合には、材料のみの輸送となり、構造概念・設計コンセプトから別の考え方になります。)また、体積だけでなく重量も輸送時の制約となる。そのため、キロメートルオーダーのSSPSを達成するためには、軽量かつ大面積へ展開可能な構造物を用いて、できる限り少ない打ち上げ回数と宇宙での組立により、大型構造物を構築する必要があります。

研究内容

折り紙やその応用である折り紙工学に着目し、コンパクトな収納と宇宙での安定した展開が実現可能な展開構造物の研究です。図2は、紙の厚さによる収納効率の劣化が起こらないように考案された折り紙の収納状態です。たとえ紙のように薄いものでも、構造物が大型化すればその厚みの影響は無視できなくなります。そのため、図2のような折り方でコンパクトに収納することは、宇宙構造物にとって重要です。しかし、SSPSなどの発電機一体型アンテナは紙より厚いパネルで構成されるため、これらの折り方をそのまま板に適用しても折りたたみません。そこで考案したのが図3に示す板構造のミウラ折りです。紙では表と裏の折り線の分離を無視することができるために折りたためていましたが、板では無視できない問題を解決したのが図3の折り方になります。この折り方を使えば、ブロックのような厚みがあるものでも、図3下図のような状態で収納することが可能になります。

なお、この折れる板構造は超小型人工衛星「ひろがり」に搭載され、宇宙空間での展開実証に成功しています。

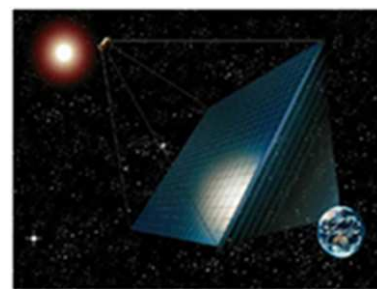


図1 発電機一体型 宇宙太陽光発電システム ©Japan Space Systems



図2 紙の厚みを考慮した折り紙: ミウラ折り(左上)、ダブルアコーディオン折り(右上)とらせん折り(中央下)

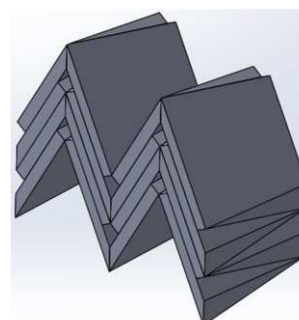
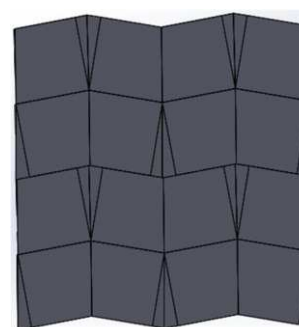


図3 板構造のミウラ折り

高松市の公共交通政策と交通需要分析

香川大学創造工学部 環境デザイン領域 教授 紀伊 雅敦

連絡先 kii.masanobu@kagawa-u.ac.jp



当研究室では土地利用・交通マイクロシミュレーション技術を用いた都市・交通政策評価に取り組んでいます。多くの地方都市では、自動車利用の増加、都市の郊外化、人口減少が進展し、公共交通の維持が困難となっています。一方、高齢化は公共交通サービスのニーズを高めますが、需要が空間的に分散しているとサービス供給は困難となります。本研究では、2050年までの人口変化を想定し、現在高松市が取り組んでいる公共交通ネットワークの再編効果をシミュレーションモデルにより分析しました。その際、都市のコンパクト化が進むシナリオについても併せて分析しました。この研究はミュンヘン工科大学の Rolf Moeckel 教授との共同研究として実施しています。

図1は現況の人口分布と2050年の予測結果を示しています。これより都心部の人口密度が低下する一方で、郊外部で低密に居住する地域が増加していることがわかります。これは、現在の住宅地や商業地の郊外化が続く想定に基づいています。

図2は2050年に公共交通ネットワークを再編した場合の乗車人数変化を、土地利用が郊外化するケースと、コンパクト化するケースについて示しています。新たに設定されるループ状のバス路線で旅客の増加が見込まれますが、郊外路線では旅客が減少すると見込まれます。一方、コンパクト化では郊外拠点周辺にも人口が集積する想定となっており、一部の郊外路線で乗客の増加が推計されています。

なお、鉄道・バスを含む平均乗車率は2010年には13.2人と推計されていますが、路線再編を行わない場合、2050年の郊外化ケースでは7.0人、コンパクト化ケースでは6.5人と推計されています。路線再編によりそれぞれ

8.1人、7.8人になると推計されていますが、人口減少に伴い、公共交通の利用者が大幅に減少すると推計されています。自動車を運転できなくても出かけられる都市とするには、公共交通のさらなる再編と、人々の住まい方についても再考が必要なことをこれらの結果は示唆しています。

併せて、自動車からのCO₂排出量についても推定しています。公共交通が便利になれば、モーダルシフトによりCO₂が削減されると期待されていますが、本研究の推計ではその削減効果は1%に満たないと推計されています。2010年と比較して、2050年には人口減少により27%、コンパクト化が進むと13%、自動車技術の進展により30%減少すると推測され、併せて70%ほどの排出削減を推計しています。しかし、カーボンニュートラルとするためには、さらなる追加削減が求められます。

詳細については下記文献をご参照ください。

Kii, M.; Goda, Y.; Tamaki, T.; Suzuki, T. Evaluating Public Transit Reforms for Shrinking and Aging Populations: The Case of Takamatsu, Japan. *Future Transp.* 2021, 1, 486-504. <https://doi.org/10.3390/futuretransp1030026>

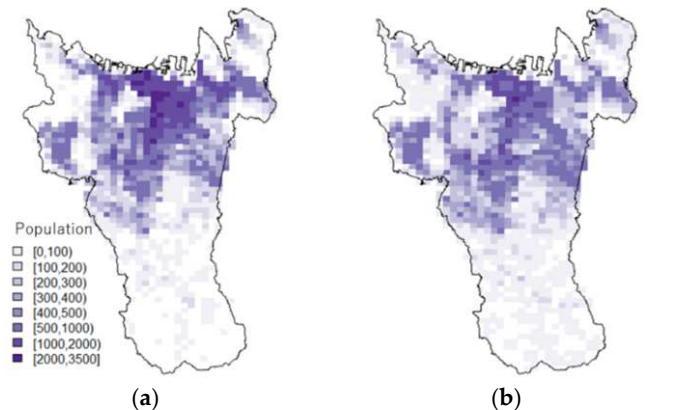


図1 人口分布(左: 現況, 右: 2050年予測)

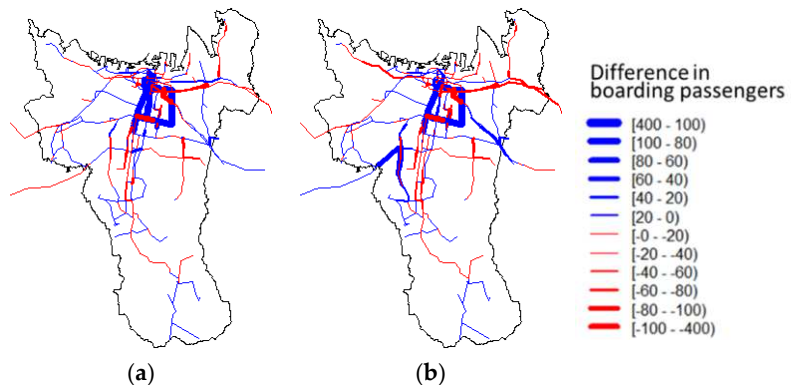


図2 2050年公共交通の利用者数変化(左: 郊外化, 右: コンパクト)

海底光無線通信ネットワーク構築に向けたこれまでの取り組み

香川大学創造工学部 電子・情報工学領域 講師 小玉 崇宏
連絡先 kodama.takahiro@kagawa-u.ac.jp



2030年以降に実用化が掲げられている6Gでは、通信ネットワークの更なる開拓が求められている。現時点で海底空間は通信ネットワークが未開の領域であり、次世代の水中用情報通信端末の普及に伴った海底資源探査や海底地形観測といったアプリケーションが期待される。

当研究室では、光無線端末をもつセンサの通信トラヒックを収容する次世代海底光無線ネットワークのアーキテクチャについて、大学間で連携しながら提案してきた。図1に、超多数のセンサ信号を海底光無線ネットワークで収容した通信トラヒックを光ファイバで伝搬し、データセンタまで送信した後、地上でビッグデータとして処理される将来像を示す。提案する海底光無線ネットワークは、コアネットワークとアクセスネットワークの2階層で構成される。コアネットワークの研究では、複数の中継端末をバス型に接続した場合における中継端末の最適距離間隔に関して、大阪大学と同志社大学と連携しながら検討を進めてきた。一方で、アクセスネットワークの研究では、多端末・高速アクセス技術に焦点を当てた検討を山梨大学と連携しながら進めてきた。

当研究室の最近の取り組みによって、長距離・可変伝送容量を特長とする時間領域ハイブリッドパルス振幅変調方式を用いることで、1Gbit/s~2Gbit/s級の可変大容量性を有しながら、50m級の長距離水中伝送が可能となることを示した。今後も、様々な視点で海底光無線ネットワーク領域の開拓に努めていく。

新たな価値『海底がよく解る』

① 人類の英知の結晶の獲得

② 安全な資源採掘の支援

海底対象ビッグデータ解析
(海底情報の高分解能化)

海底リアルタイム観測
(海底観測の高サンプリング化)

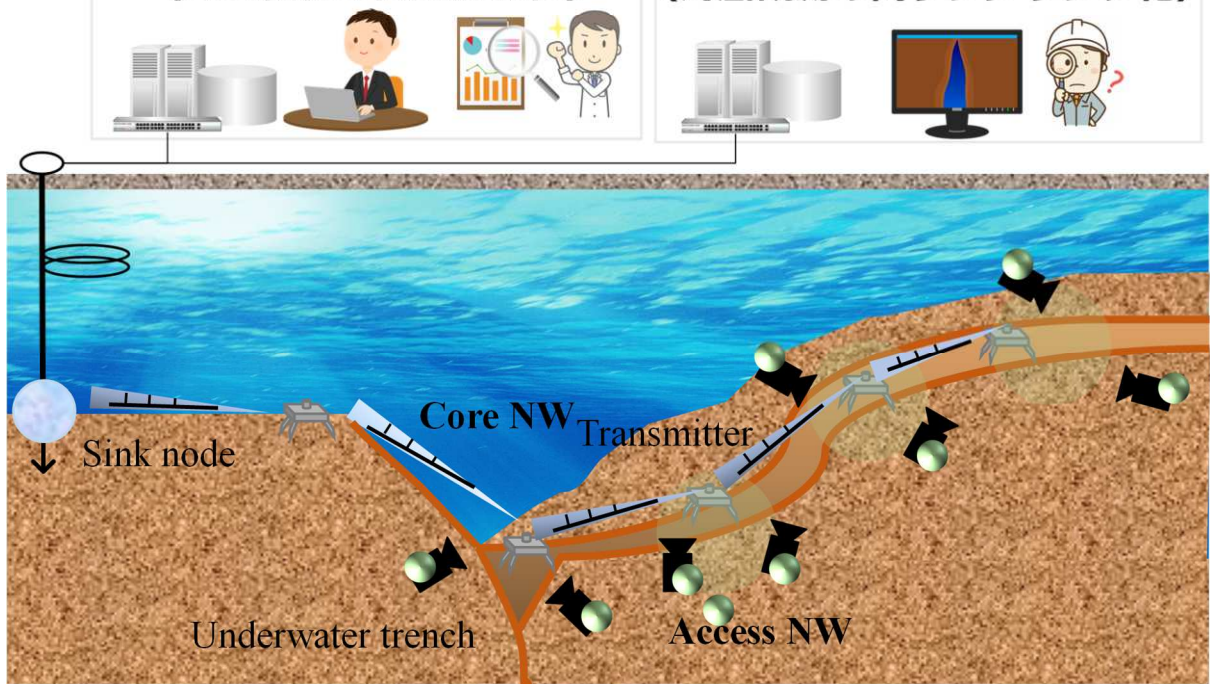


図1 次世代海底光無線ネットワークを活用したデータ処理技術の全体像

VR シミュレータを活用した自動車ドライバのメタ認知教習方法の提案

香川大学創造工学部 機械システム工学領域 教授 鈴木 桂輔

連絡先 suzuki.keisuke@kagawa-u.ac.jp



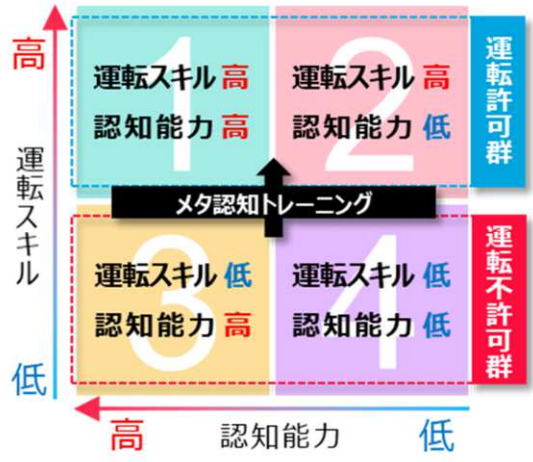
背景

安全不確認等
認知機能の低下に起因する交通事故が多発
公共交通機関の未発達な地方圏
BUT
多少認知機能が低下していても生活のために自動車を運転しなければならない



目的

多少認知機能が低下していても安全に運転できるように、**メタ認知トレーニング・支援**を行い、③④から①②に改善する



認知機能低下者の運転再開を支援するプロセス

STEP1

安全に運転するために必要な認知機能の有無を評価



STEP2

自己の認知機能の状態を正しく認知(メタ認知のレベルを高め)させ、補償行動を促すトレーニング



STEP3

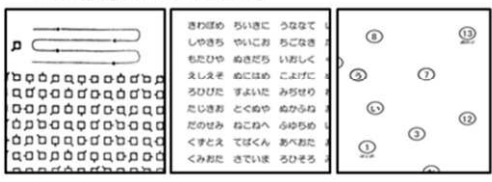
運転支援機能を搭載したパーソナルモビリティの使用を推奨



安全に運転するために必要な認知機能の評価

机上検査

認知機能の臨床的評価に用いられる3種類の神経心理学検査を実施

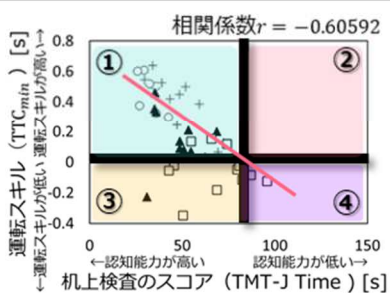


ドライビングシミュレータ試験

交通事故マイクロデータを基に、事故件数の多い無信号交差点での出会い頭事故を再現

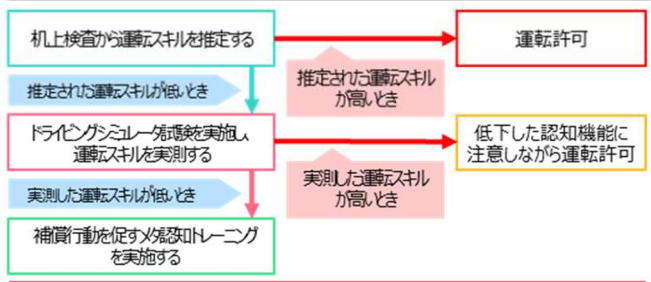


机上検査のスコアと運転スキルの関係



- 健常者
- + 軽度認知機能低下ドライバ
- ▲ 中度認知機能低下ドライバ
- 重度認知機能低下ドライバ

運転可否を判定するフローと総括



運転可否を判断するフロー、および判断閾値のガイドラインを提案

今後の課題

- より多くの運転継続希望者に対する本手法の妥当性の検証
- 補償行動を可能とするメタ認知トレーニング方法の効果の検証

持続可能な社会を実現するための革新的防錆技術の開発： 微細粉末ヒドロキシアパタイト配合ジンク塗料の開発

香川大学創造工学部先端材料科学領域 教授 掛川 寿夫

連絡先 kakegawa.hisao@kagawa-u.ac.jp



【研究背景及び研究目的】

これまで研究により、骨の無機性主成分であるヒドロキシアパタイト (Hap) が、微細粉末状態で、金属鉄腐食反応における金属鉄からの鉄イオンと電子の遊離 (アノード反応) を強力に抑制することを世界で初めて発見した。本研究では、強度の塩害地域および火山性ガス濃度の高い地域の鉄鋼構造物や車両などに幅広く使用できる革新的な高機能性防錆塗料を開発することを目的として、Hap 配合ジンク塗料を設計および製作した後、その防錆作用および防錆メカニズムを検証した。

【研究結果及び考察】

① 微細粉末 HAp 配合 1 液型油性有機ジンク塗料の防錆効果の検証

油性有機ジンク塗料の防錆効果に対する微細粉末 HAp の影響を確認することを目的として、7%微細粉末 HAp を配合した 1 液型油性有機ジンク塗料および本塗料から 7%微細粉末 HAp を除いた 1 液型有機ジンク塗料を作製した。これらの塗料および市販の 2 液型有機ジンクリッチ塗料を鉄板に塗布し、塗膜にクロスカットを施した後、塩害環境の海域沿岸 (徳島県鳴門市北灘町折野上三津) に設置した。その結果、Fig. 1 に示すように、微細粉末 HAp を配合していない 1 液型有機ジンク塗料を塗布した鉄板では、設置 4 ヶ月後までにクロスカット部位に赤錆が発生した後、12 ヶ月後まで強度の赤錆の発生が持続的に進行したが、7%微細粉末 HAp 配合 1 液型有機ジンク塗料では、設置 12 ヶ月後までクロスカット部位の腐食の進行は完全に抑制され、塗膜表面もほとんど変化しなかった。一方、HAp が配合されていない市販の 2 液型有機ジンクリッチ塗料を塗布した鉄板では、設置 4 ヶ月後までにクロスカット部位にわずかな赤錆が発生した後、12 ヶ月後まで緩和な赤錆の発生が持続的に進行した。しかし、8 ヶ月後には、塗膜表面に亜鉛の酸化による白錆と特徴的な無数の孔食の発生が観察された。

② アノード分極およびターフェル測定における微細粉末 HAp および微細粉末金属亜鉛の影響

微細粉末 HAp がジンク塗料の防錆効果を促進するメカニズムを追求することを目的として、鉄電極を作用電極として用いたアノード分極およびターフェル測定に及ぼす微細粉末 HAp および微細粉末金属亜鉛の影響を検討した。ターフェル測定の結果、微細粉末金属亜鉛を設置した際の腐食電位は、-1.03V に低下したことから、電極が鉄電極表面から設置した微細粉末金属亜鉛に移行したことが示された。この結果は、微細粉末金属亜鉛による金属鉄に対する犠牲防食作用に関連しているものと考えられた。アノード分極においては、Fig. 2 に示すように、鉄電極表面に微細粉末金属亜鉛を設置した場合、金属亜鉛のアノード反応に起因した大きな応答電流の発生が観察されたが、微細粉末金属亜鉛および微細粉末 HAp (26 mg あるいは 300 mg) の両方を混合し設置することにより、この特徴的な大きな応答電流の発生は著しく抑制された。これらの結果から、微細粉末 HAp が金属亜鉛からの亜鉛イオンと電子の遊離を遅延させ、応答電流の発生を強く抑制することにより、金属亜鉛による金属鉄の犠牲的防錆効果を維持した状態で、金属鉄からの鉄イオンと電子の遊離を強力に抑制できるアノード反応抑制剤であることが判明した。本研究で開発された HAp 配合ジンク塗料は、強度の塩害地域および火山性ガス濃度の高い地域の鉄鋼構造物や車両などに幅広く使用できる革新的な高機能性防錆塗料であると考えられた。

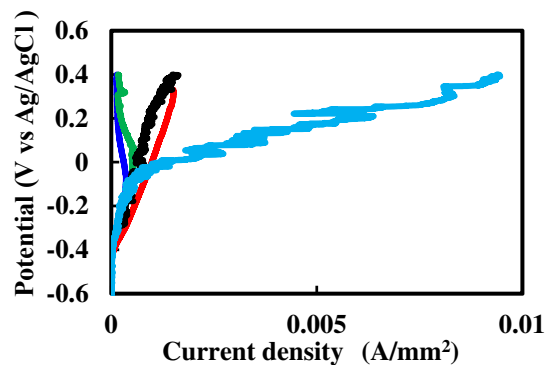
One-component type of zinc paint with 7% HAp



One-component type of zinc paint without HAp



Fig. 1 The rust preventive effects of the zinc paints with or without fine powder of HAp on the field experiment in coastal area of Kitada Nada, Naruto-City,



— without HAp — with HAp (300 mg)
— with zinc fine powder (300 mg)
— with HAp (300 mg) + zinc fine powder (300 mg)
— with HAp (26 mg) + zinc fine powder (300 mg)

Fig. 2 Influence of HAp and zinc fine powder on anodic polarization curve using iron electrode in 3% NaCl solution

医工連携セミナー

- ◆ 医工-01 日下 隆
新生児期の酸素とビリルビン代謝の特異性とその障害
による病態

新生児期の酸素とビリルビン代謝の特異性とその障害による病態

香川大学医学部小児科学講座

日下 隆

Mt. Everest in utero という有名な言葉通り、ヒトは出生を契機に胎盤を有した胎児循環から、肺呼吸を行なう循環に移行し、動脈血内の酸素分圧は急激に上昇する。酸素はミトコンドリア電子伝達系からの電子を受け取り水に変換(カップリング)されるが、生後の急激な酸素供給の上昇に応じて電子伝達系の電子供給が急激に増加することは考え難い。よって不完全な電子の供給を受けた酸素は活性酸素となり、多くの生体成分と反応してその機能や構造を損傷し得る。ヒト新生児は酸素消費量が低いため(特に脳)、活性酸素やフリーラジカルが産生され易く、特に早産児(未熟児)ではこの防御機構が脆弱であるため様々な障害を生じる。

新生児黄疸を認める動物はヒトとアカゲザルのみで、その生理的意義はビリルビンの抗酸化作用により、生後の急激に増加する活性酸素等を消去して組織障害を軽減する事と考えられる。ビリルビンは、ヘモグロビンのプロトヘムがヘムオキシゲナーゼにより α 位で開環し、ビリベルジン IX α が生成され、そのビリベルジン IX α がビリベルジン還元酵素により還元され生成される。生成されたビリルビン IX α はヒトでは主にビリルビン UDP-グルクロン酸転移酵素によりグルクロン酸抱合され胆汁・尿中へ排泄され、便中で酸化・還元を受けウロビリニン体になり体外へ排泄される。グルクロン酸転移酵素活性の発達パターンは新生児黄疸の生後経過とよく対応し、出生を契機に一日約1%ずつ上昇し、ほぼ3ヵ月で成人活性となり、その発達の促す因子は受精からの時間ではなく、出生後時間に依存している点が特徴的である。

酸素毒性に起因する新生児特有の病態としては、早産児の慢性肺疾患、未熟児網膜症等があるが、特に低酸素性虚血性脳症などの中枢神経障害を来す病態に対し、ベットサイドでの酸素代謝や循環評価は臨床的に重要である。**Near-infrared Spectroscopy (NIRS)** は新生児の脳循環や酸素代謝評価に応用されており、特に時間分解分光法(**Time-Resolved Spectroscopy, TRS**)は脳血液量や脳内 Hb 酸素飽和度の定量的測定が可能で、NICUにおける測定が簡便であるためベットサイドでの循環管理、酸素投与量を設定するために有用である。

本講演ではヒト新生児期における酸素とビリルビン代謝の特異性、その障害による病態やその管理方法について概説する。

略歴

- 1991年3月 香川医科大学医学部医学科 卒業
1995年3月 香川医科大学大学院医学研究科 修了
1995年4月 香川医科大学助手 医学部附属病院
2001年4月 香川医科大学講師 医学部附属病院
2003年10月 香川大学講師 医学部附属病院
2013年4月 香川大学自然生命科学系 小児科学講座 准教授
2014年4月 香川大学自然生命科学系 小児科学講座 教授

1999年1月－3月 Visiting research assistant、米国、ペンシルバニア大学、
Biophysics and Biochemistry 教室

2006年10月－2007年1月 Visiting lecturer、ブルネイ・ダルサラーム国、
国立ブルネイ・ダルサラーム大学医学部及び健康省

認定医・専門医

日本小児科学会専門医、指導責任医

臨床修練指導医

新生児蘇生法「専門」コース インストラクター

日本臨床遺伝専門医

日本周産期・新生児医学会周産期（新生児）指導医



ポスターセッション <若手研究者>

- ◆若手-01 北村 尊義 観光エクスペリエンスを高めるために考えうるアプローチとは!?
- ◆若手-02 地元 孝輔 大規模堆積平野における長周期地震動の伝播特性に関する研究
- ◆若手-03 竹内 謙善 ランニングシューズの最適化に関する研究
- ◆若手-04 李 セロン 連鎖パタンマイニングの心電図データへの適用
- ◆若手-05 Nazmul Huda Remote sensing spatial analysis of waterlogging from cyclone Sidr in Bangladesh
- ◆若手-06 角野 拓真 河川の水位履歴が橋脚周りの局所洗掘災害に与える影響に関する研究
- ◆若手-07 榊原 洋子 水の浸透がもたらす RC 構造物の鉄筋腐食リスクに対する非破壊検査手法の開発
- ◆若手-08 谷中 彩寧 複数の化学種を含む溶液からヒ素を高効率で吸着する材料の開発
- ◆若手-09 檜垣 大地 アクティブ・ラーニング型授業の評価改善に向けた VR 遠隔授業評価支援システムの提案
- ◆若手-10 越智 剛 断層画像再構成法の演算高速化
- ◆若手-11 坂田光一郎 拡張有限状態機械によるソフトウェア仕様の作成工程へのテストファーストの導入
- ◆若手-12 近藤 大輔 EAD の発生に関わるパラメータの調査
- ◆若手-13 門脇 惇 人工筋駆動ロボットの機能向上を目的とした McKibben 型空気圧ゴム人工筋モデルの構築
- ◆若手-14 池上 慶次 腰痛緩和を目的とした腹圧上昇抑制及び受動性を考慮した動作の最適化に関する研究
- ◆若手-15 Lingling Zheng A Modular Multifunctional Capsule Robot System
- ◆若手-16 Ziyi Yang A task performance-based sEMG-driven variable stiffness bilateral rehabilitation system
- ◆若手-17 森下 修平・國廣 誠貴 円偏光発光デバイス実現に向けた新規液晶性半導体の開発
- ◆若手-18 FAN ZHAOJUN Preparation of pGCN/GO/PVDF films for water purification
- ◆若手-19 柳瀬 裕太 金属 3D プリントを用いた新規の Al/SiC 複合材料の開発と現象論的理解
- ◆若手-20 松本 真緒 抗菌性を有する希少糖の構造と分子間相互作用
- ◆若手-21 白山 敦子 南海トラフ巨大地震における免震建築物の応答評価と被害想定
- ◆若手-22 横田 一道 マイクロポアデバイスを用いた物理指標に基づく 1 細胞識別
- ◆若手-23 神内 杜夫 深層強化学習を用いた力制御ロボット

観光エクスペリエンスを高めるために考えるアプローチとは！？

香川大学創造工学部 レジリエンス・デザイン領域 准教授 北村 尊義

連絡先 kitamura.takayoshi@kagawa-u.ac.jp



1. はじめに

2019年から2021年の本稿執筆時まで、大打撃を受けた領域としてまず挙げられるのは観光である。しかし、観光は人の活動と知的好奇心がある限り減びることはない。新型コロナ禍が少し収まった途端に観光に向く人が出てくるのも、人の特性であるためであると言える。「知らない土地に行ってみたい」「あの名店のご飯を食べたい」「あの湯につかりたい」という欲求は、観光という行動なくしては完璧に満たされることがないためである。筆者は、このような人の体験欲求を高めるにはどうすれば良いかに関心があり、観光エクスペリエンスを高めるシステムデザインを研究テーマの一つに掲げている。

2. 観光エクスペリエンス

観光エクスペリエンスには、観光者側と観光サポート側の2つの視点が考えられる。観光者側の視点ではプレ旅マエ、旅マエ、旅ナカ、旅アトという分類が存在する[1]とされている。プレ旅マエとは、どこに行こうか決める段階で、さまざまな土地の情報収集をしたり、ともに行きたい家族や友人と相談したりしている状態である。具体的な目的地が決定すると旅マエの段階に移行する。旅マエでは、名所をくまなく巡る・のんびりと1地点でくつろぐ・気の赴くままといったスタイルが決定され、それぞれのスタイルにあった準備がなされる。旅ナカは、目的地に移動しはじめたときから帰宅するまでであり、旅アトは帰宅した後である。旅アトでは旅ナカで撮影した写真を印刷してスケッチブックに貼ったり、共に同行した仲間たちと思い出話を共有したり、旅ナカで出会った人と連絡を取り合うということが考えられる。そのため、旅が思い出として想起されることがある限り、旅アトが終わることはない。

観光サポート側の視点では、観光者のプレ旅マエ、旅マエ、旅ナカ、旅アトの体験を豊かにする「検討」→「立案」→「試行」→「実導入」→「効果の調査・確認」→「検討へのフィードバック」という分類が考えられる[2]。観光に関する情報工学分野では、このいずれかの段階にターゲットを絞る研究が多いのではないだろうか[2]。

3. アプローチ

情報工学分野において、観光エクスペリエンスを高めるためのアプローチはさまざまなものが提案されている。その中でも筆者が注目するのは情報を制限加工することによる「思考させてくれる観光」である。具体的には、スマートフォンやスマートウォッチなどの情報システムが自分に何を薦めているのかを考えながら観光するスタイルのことである。「思考させてくれる観光」は観光サポート側と観光者との距離感を程よく保ち、さらに観光者による新たな観光資源の発見に繋がる可能性があると考えている。本発表会では、このように考えるようになった研究を紹介することで議論を提供したい。

参考文献

- [1] インバウンドビジネスの課題を解決し埋もれたチャンスを掘り起こす | Club Unisys【日本ユニシス】 , <https://cu.unisys.co.jp/hairpin/inbound-business-services/> (参照 2021-12-15).
- [2] 北村尊義: “観光エクスペリエンスへの挑み”, ヒューマンインタフェース. 学会誌, Vol. 22, No. 2, pp. 4-5, 2020.

大規模堆積平野における長周期地震動の伝播特性に関する研究

香川大学 創造工学部 レジリエンス・デザイン領域 准教授 地元 孝輔

連絡先 chimoto.kosuke@kagawa-u.ac.jp

(1) はじめに

盆地端部生成波は大規模堆積平野の端部で発生し、エッジ効果による地震被害をもたらしたりする。盆地端部生成波は長い時間をかけて盆地内を行き来するため、通常の強震観測では記録されないことがある。MeSO-netは関東平野に構築された高密度な中感度地震観測網であり、連続観測していることが特徴であり、関東平野西端部において発生した盆地端部生成波が、明瞭に観測された記録を紹介する。

(2) 2020年銚子市付近の地震 M6.0

図1は2020年6月25日銚子市付近の地震 M6.0 の震央を示す。震央距離およそ 160 km のところに八王子構造線が南北方向に存在している。MeSO-net の観測記録のうち、赤で示した観測点で観測された加速度記録を積分して推定した速度波形を図2に示す。振幅はそれぞれの波形で規格化されている。

周期 3-9 秒のフィルタを施した NS 成分の速度波形は、約 60 秒後に S 波が八王子構造線に到達し、その後震源方向に向かう波が確認できる。これが盆地端部生成表面波である。また、地震発生後、速度 0.5km/s と遅い速度で伝わる表面波が確認される。UD 成分には、S 波と表面波のほかに、速度 1km/s 程度で伝わる波があり、この波は表面波の高次モードと考えられる。EW 成分は少し不明瞭だが、わずかに確認される。これらの地震波の伝播について、地震波シミュレーションにより再現できることを確認した。

謝辞：MeSO-net (<https://doi.org/10.17598/NIED.0023>)

の記録を使用しました。

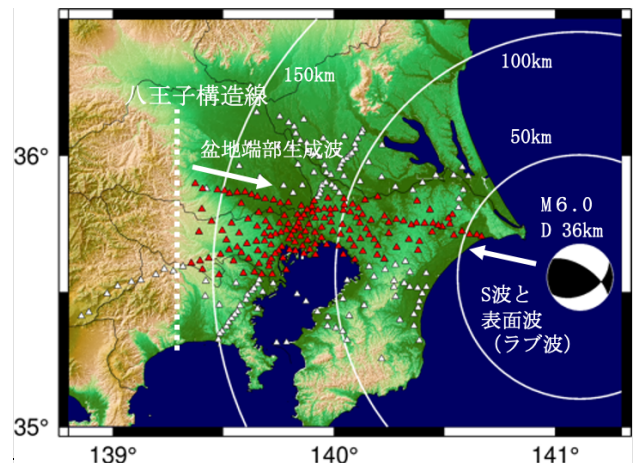


図1 2020年銚子市付近の地震の震源メカニズムと MeSO-net 観測点の位置。

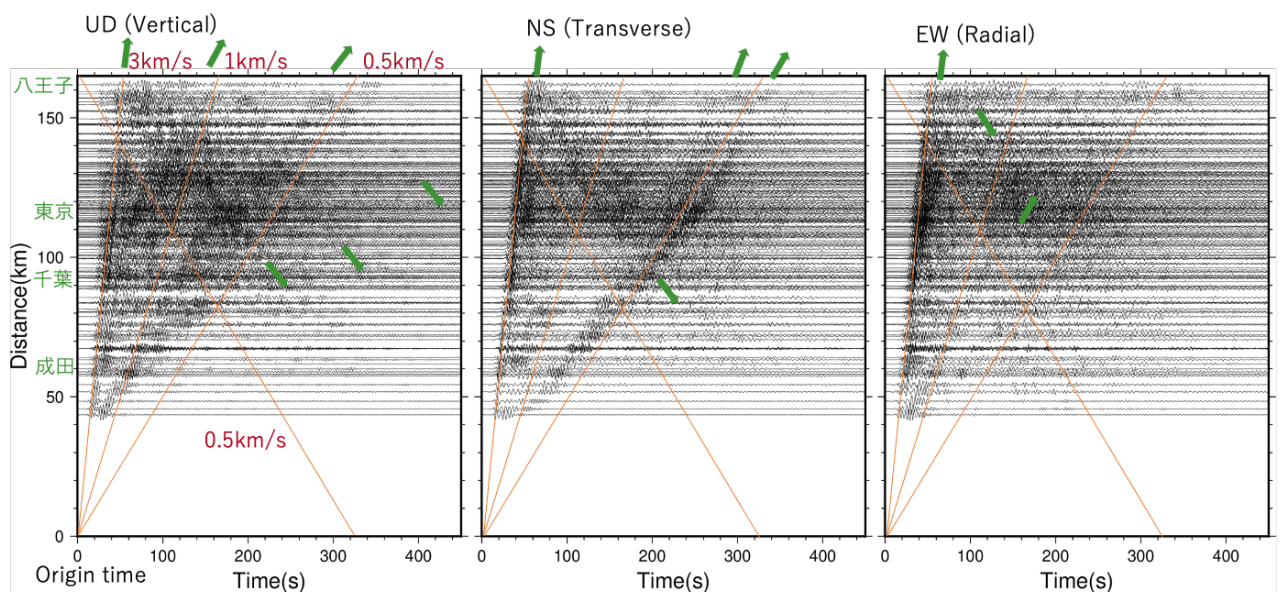


図2 MeSO-net で観測された 2020 年銚子市付近の地震の速度波形。周期 3~9 秒でフィルタ処理している。地震発生後、5 分間以上にわたって、さまざまな波の到来が確認できる。

ランニングシューズの最適化に関する研究

香川大学創造工学部 造形・メディアデザインコース 講師 竹内 謙善
連絡先 takeuchi.kenzen.u8@kagawa-u.ac.jp



研究の背景と目的

場所を選ばず高価な機材も必要としないランニングは、近年の健康志向も相まって人気のあるスポーツの一つと言える。そのランニングに欠かせない用具がランニングシューズである。ランニングシューズには数多くの機能が求められる。例えば、使用者の負担を考えるとランニングシューズは軽い方が良いし、不意な荷重に対して壊れずに長期間の使用に耐えられる方が良い。ランニングシューズのメーカーでは、そういった「軽量性」や「耐久性」だけにとどまらず、様々な機能を考慮に入れた設計が行われている。

ランニングシューズに求められる多様な機能を実現するために、メーカーでは新しい素材を使用したり、形状に工夫を凝らしたりしているが、設計の過程で試作や実験を繰り返すのは、時間やコストの面でも環境負荷の面でも望ましくない。そこで、有限要素法に代表される数値シミュレーション技術と最適化技術が重要な役割を果たすことになる。従来、これらの技術は主に自動車、飛行機、船、建設機械、工作機械等の分野で使用されてきたが、コンピュータの高速、大容量化とシミュレーションソフトウェアの進化に伴って、ランニングシューズの設計過程においても適用されつつある。

本研究の目的はランニングシューズの設計過程に適用可能な数値シミュレーション技術と最適化技術を確立することで、設計過程における諸問題を解決することである。

近年の研究

ランニングシューズ上部の甲を包む部分はアッパーと呼ばれる。アッパーはシューズ内温度の制御に関連する「通気性」や履き心地に関連する「フィット性」等の機能に対して特に重要である。アッパーは布や人工皮革等で構成されるが、従来は、布製品に対する数値シミュレーション技術が確立されていなかった。本研究では、布製品に独特な非線形性と異方性を持つ材料のシミュレーションモデル（構成則）を提案し、実験値と比較によりその有効性を示した（図1）。

提案されたシミュレーションモデルを利用することにより、ランニングシューズのアッパーの数値シミュレーションの適用が容易になった。

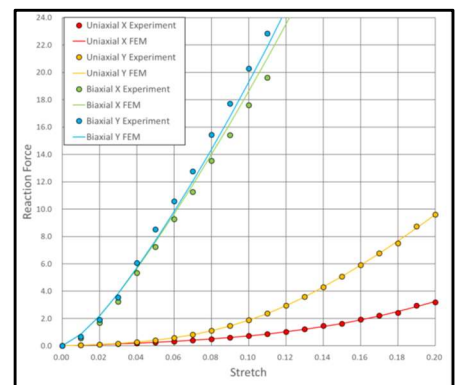


図1：シミュレーションモデルと実験結果の比較

今後の展望

ランニングシューズの数値シミュレーションが容易に行えることで、例えば、アッパーを構成する布や人工皮革の配置の最適化がコンピュータ上で行えるようになり、より効率的な設計が期待できる。

また、ランニングシューズに限らず、素材に布や人工皮革を使用した工業製品は数多い。提案したシミュレーションモデルは、より幅広い製品の開発、設計に適用できる可能性がある。

連鎖パターンマイニングの心電図データへの適用

香川大学創造工学部 造形・メディアデザイン領域 助教 李 セロン

連絡先 lee.saerom@kagawa-u.ac.jp

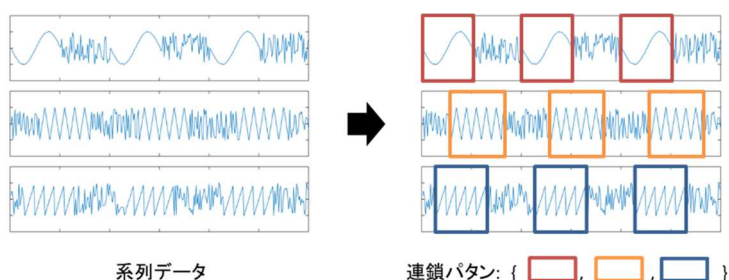


○ 複数系列データを対象とした連鎖パターンマイニング法の開発

連鎖パターンマイニングは、複数の系列データにまたがって繰り返す頻出パタンの集合（連鎖パターン）を発見する手法である。この手法では、異なる系列データで出現する頻出パターン間で類似性や相関性を示さなくとも、それらが同時刻帯に連鎖的に出現するならば連鎖パターンとして抽出される。そのため、バイタルデータや音声データの解析を行う際の有効なツールになると期待される。しかし、既存の連鎖パターンマイニング手法は、ノイズやゆらぎを含む連鎖パタンの抽出精度が極めて低いという問題があった。

本研究では、ノイズに対して頑健な連鎖パターンマイニング手法を開発した。本手法は、1) 系列データの正規化・離散化、2) 各系列からの頻出パターン抽出とそれらへのラベル付け、3) ラベル付けされた頻出パタンの区間グラフ生成、4) 区間グラフへの飽和集合マイニング、5) 連鎖パターン出力、の5ステップで構成される。本手法の新規性は、ステップ4) の飽和集合マイニングにより、ノイズによって偶然に形成される偽のパターンが排除し、クリアな連鎖パターンのみを抽出する点にある。

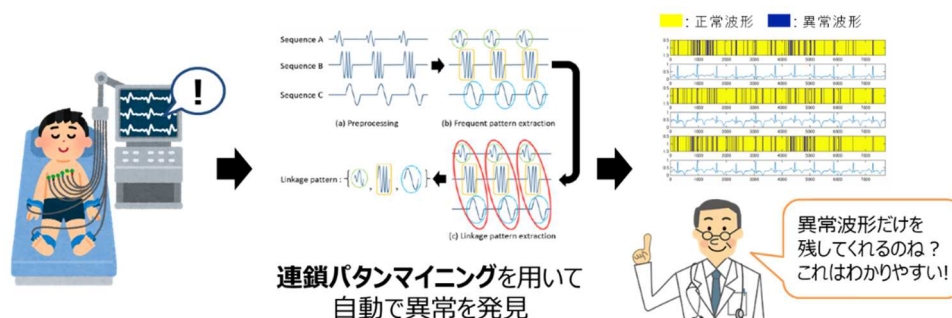
実験では、埋め込み連鎖パターンを含む人工系列データセットを用いて、本手法と従来法の性能比較を実施した。結果として、本手法により、系列データにおけるノイズの有無に関わらず、連鎖パタンの抽出精度を大幅に向上できることが示された。



○ 連鎖パターンマイニングの心電図データへの適用

心電図は心臓の12部位（誘導）における心臓の活動電位を時系列で記録したもので、12系列で構成される。心電図の波形の変化や異常により心臓病の診断が行われる。心臓病の種類には、心筋梗塞のように複数の誘導にわたって異常波形が現れるものが存在する。しかし、既存の心電図自動解析機は誘導を総合的に判断する機能が備わっていない。

本研究では、連鎖パターンマイニング法に基づいて複数誘導を総合的に俯瞰できる新たな異常波形検出法を提案した。連鎖パターンマイニングを用いると、連鎖的かつ周期的な波形を検出することができるため、それらをマスキングすることで、異常波形のみが浮かび上がる。健常者と疾患者（心筋梗塞）の心電図データを用いた実験により、本手法は規則的な正常波形と不規則な異常波形を識別できることが示された。



Remote sensing spatial analysis of waterlogging from cyclone Sidr in Bangladesh

Nazmul Huda, Graduate School of Engineering, Kagawa University
hudasociology@gmail.com



Introduction: A category-5 cyclone, Sidr, with a maximum wind speed of 260km/h, was landfall on 15 November 2007 in the Southwest of the Bengal delta, Bangladesh (SWB), a country that has a long history of seasonal storms. At least 4,234 people have confirmed the death, with 8.9M affected. Estimated damage from the Sidr is around \$2.31B. It created a huge ground

impact on land use and land class. This study estimates surface water on the physical settlement area due to the Sidr that refers to as waterlogging. Physical settlement is defined as any built-up such as rural and urban housing, institutions, industries, parks, roads, etc. The study aims to estimate the waterlogging risks developed from the Sidr based on zonal analysis. **Methodology:** The geographical extent of the study area is 88.84E–88.56E and 21.65N–23.37N. Figure-1 shows a total of 2282 mauzas in the

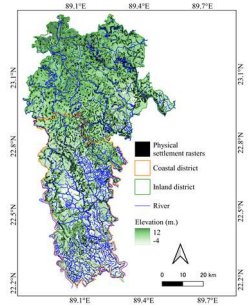


Figure 1. The study area

inland and coastal districts of SWB. For estimating the surface water area, the Landsat-07 missions' satellite reflectance data with 30m resolution, dated 21 November 2007, of Green and Near Infrared bands, were used to produce Normalized Difference Water Index (NDWI). The $NDWI > 0.0$ is considered as water pixels. A high-resolution spatial map of physical settlement was converted to 30m raster image. Change matrix tool was used to overlap the water raster layer on the physical settlement raster. Finally, the water pixels that overlapped on the settlement were considered as the waterlogging pixels. For zonal analysis, the mauza or village-level boundary was considered. The mauza containing $>75\%$ waterlogging pixels, considered to very high-risk zone derived by cyclone or storm. Similarly, $(>50-75)\%$ as risk zone, $(>25-50)\%$ as moderate-risk zone, $(>0-25)\%$ as the low-risk zone and the area without any waterlogging pixel as a no-risk zone were defined as waterlogging risks.

Result: Figure-2 shows that eight clusters covering 12.7 sq. km. and nine clusters covering 13.9 sq. km. in the inland district appeared as high-risk and risk-waterlogging clusters, respectively. Around 54 sq. km. containing 34 clusters were identified as moderately-risk waterlogging. Again, around one-third of the land, which has 323 clusters in total covering 862.3 sq. km. has been observed as a low-risk zone. The waterlogging risk was not identified around 63.4% of the land covering 941 clusters in the inland area. Nevertheless, the waterlogging risk is much more severe in the coastal district. A total of 70 clusters covering 220.9 sq. km., or 9.6% of the coastal district land appeared as high-risk clusters, but only 5.5% of the area containing 45 clusters categorized as risk-cluster. A total of 70 clusters covering 321.9 sq. km. appeared as moderately-risk clusters. One-third of the coastal district land remained without any waterlogging risk after the Sidr.

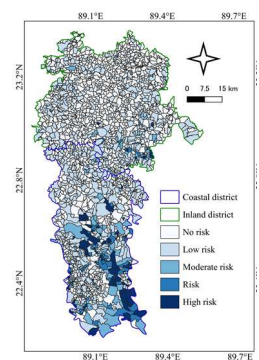


Figure 2. waterlogging risks

Conclusion: The study concluded, waterlogging risks are very high in the mauza when the percent of inundation is high, and the percent of settlement is low. The investigation provides credence that remote sensing research is workable even for the village-level ground impacts from natural hazards.

河川の水位履歴が橋脚周りの局所洗掘災害に与える影響に関する研究

香川大学大学院工学研究科安全システム建設工学専攻 D2 角野 拓真

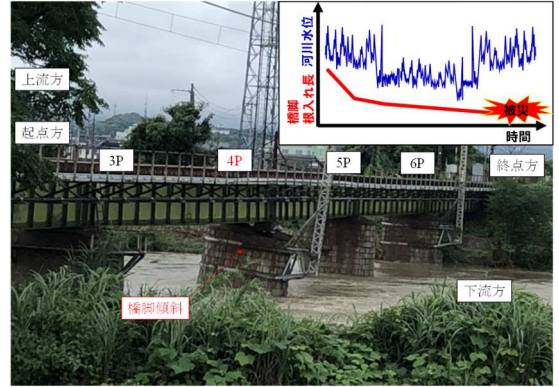
連絡先 s20d401@kagawa-u.ac.jp



研究の背景

近年激甚化する豪雨災害の一つとして局所洗掘による橋脚の損傷やそれに伴う落橋等が各地で頻発している。この種の災害に対する維持管理では、局所洗掘深さやその範囲の推定が重要となる。これらの推定式は、多くの実験、あるいは現象論的モデルを用いて検討されているものの、一定の通水条件下で局所洗掘の進展が平衡状態になるまで通水を継続している場合が多く、実際の河川を想定した際に考えられる条件の一つである年間を通じた河川水位の上昇・下降の繰り返し作用による影響を陽に考慮した検討はほとんどない。

本研究では、河川水位の上昇と下降の繰り返し作用による影響を再現した水理実験により、河川の水理履歴が局所洗掘の進展に与える影響を把握した。



実験概要

実験条件	実験ケース	
目標通水位での累積時間を一定 ⇒一定通水, 繰り返し通水	【計測項目】 洗掘形状, 時間, 水位, 流量	円形 楕円形 $\theta: 0^\circ, 30^\circ, 45^\circ$
$T = \sum_i t_i$		

水位の上昇と下降の繰り返し作用が局所洗掘の進行に与える影響

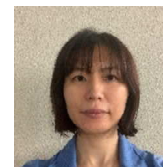
洗掘深さに及ぼす影響：小	洗掘延長に及ぼす影響：大	洗掘延長の理論値
水位の上昇と下降の繰り返し ⇒ 橋脚上流方の洗掘延長の増加		

結論

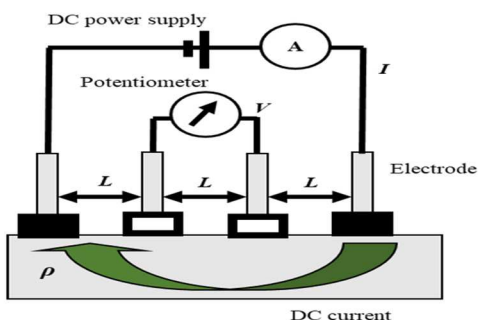
- ◆河川水位の上昇と下降を繰り返すことにより、局所洗掘深さは増加するものの、収束し平衡状態に至る傾向であり、水位履歴が局所洗掘深さに及ぼす影響は小さいことが分かった。
- ◆河川水位の上昇と下降を繰り返すことにより、橋脚上流方の局所洗掘延長は、水位中安息角と局所洗掘深さから求まる理論値よりも増加する傾向であることが分かった。

水の浸透がもたらす RC 構造物の鉄筋腐食リスクに対する 非破壊検査手法の開発

香川大学大学院工学研究科安全システム建設工学専攻 D3 榎原洋子
連絡先 s20d402@kagawa-u.ac.jp



Background



- RC structures have been reported to deteriorate due to salt attack, carbonation, and ASR and so on. In particular, when water penetrates into carbonated cover concrete, reinforcing bar corrosion occurs, and the cover concrete delaminates.
- Even if the cover concrete is carbonated, water is not supplied, the reinforcing steel will not be corroded. Therefore, in considering the corrosion of steel bars in deteriorated RC structures, it is the most important to know whether water has reached the steel bars or not, but a simple and non-destructive method has not yet been established.
- In this study, we focus on electrochemical measurement and propose a method to evaluate the contact of water with the reinforcement from the change in electrical resistivity caused by the penetration of water in the RC.

Experimental Results

- Experiments were conducted to test the hypothesis that the electrical resistivity of concrete changes when water infiltrating from the surface of the concrete reaches the reinforcement.
- The concrete specimens were 100 mm wide, 100 mm high, and 380 mm deep. Four cases were made: no reinforcement and with reinforcement (25, 50, and 70 mm of the thickness of the cover concrete).

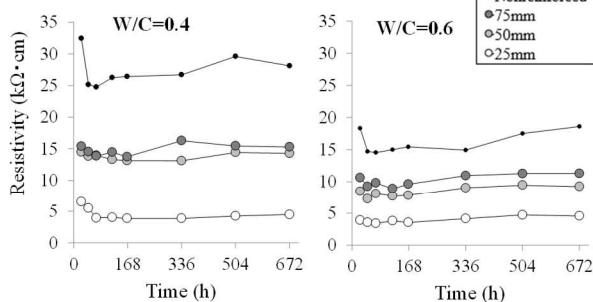


Fig.1 Relationship between electrical resistivity of each cover concrete thickness and time

Simulation Results

- The two-dimensional FEM was conducted. It for the four-electrode method was performed using the V5.6 AC/DC module of COMSOL Multiphysics® software.

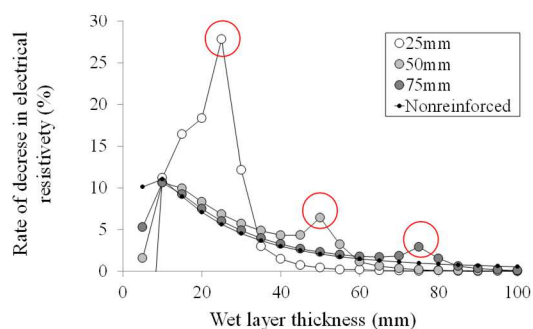


Fig.2 Relationship between rate of decrease in electrical resistivity and location of water penetration

- The rate of decrease in electrical resistivity instantly increases once the water reaches the reinforcement. Thus, this may serve as an indicator that water has contacted the reinforcement.

Re-consideration

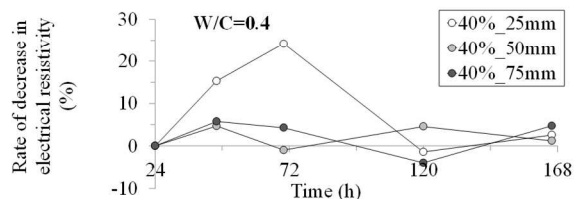


Fig.3 The graph showing rate of decrease in electrical resistivity at each time

- Based on the simulation results, we again considered the experimental results. Similar to the simulation results, it was confirmed from the experiments that the rate of decrease in electrical resistivity exhibited a peak at the initial stage of water supply. In the case of W/C = 0.4 and 25 mm cover concrete, the resistivity decreased by 25% at 72 h and then converged, suggesting that the water had penetrated the position of the reinforcement.

Conclusions

- The experimental results show that the electrical resistivity of the RC specimens is much lower than that of the non-reinforced specimens, and the electrical resistivity decreases significantly when water reaches the reinforcement.
- In the simulation study, the experimental results were confirmed by numerical analysis, where the resistance decreased rapidly as the water reached the reinforcement. It was newly found that the rate of decrease in electrical resistivity has the maximum value when the water reaches the reinforcement, because the electrical resistivity decreases significantly when the water reaches the reinforcement.
- Water has contacted the reinforcement that the rate of decrease in electrical resistivity instantly increases once the water reaches the reinforcement.

複数の化学種を含む溶液からヒ素を高効率で吸着する材料の開発

香川大学大学院工学研究科安全システム建設工学専攻 博士後期課程 谷中 彩寧

連絡先 s21d403@kagawa-u.ac.jp

研究背景・目的 吸着材

- 世界各地の地下水にてヒ素汚染を確認
- バングラデシュ等の発展途上国では、慢性ヒ素中毒等の健康被害が頻発
- 将来的な人口増加予測による水不足の懸念
 - ➡ ヒ素の除去が急務（安価かつ簡易的なヒ素除去手法）

Functional Fishbone Powder (FFP)
 魚骨由来のヒドロキシアパタイト (Fishbone Powder, FbP) の表面に水酸化鉄をコーティングした吸着材



吸着処理の課題点

吸着材の製造コスト，共存化学種の影響

安価な吸着材の開発
 共存化学種がヒ素吸着性能に及ぼす影響について検証

試験方法・試験条件

- As の初期濃度を 3, 7, 30 mg/L に調製し，所定の濃度（表 1）に調製した化学種（1 種類 or 複数種）を添加
- 遠沈管に調製した溶液 10 mL を投入し，FFP20 mg を添加
- 20 °C の温度条件下にて 200 rpm で 24 時間振盪
- 2000 rpm で 3 分間遠心分離し，溶液中の As 残留濃度を ICP-AES により分析

表1 混入化学種の種類と濃度

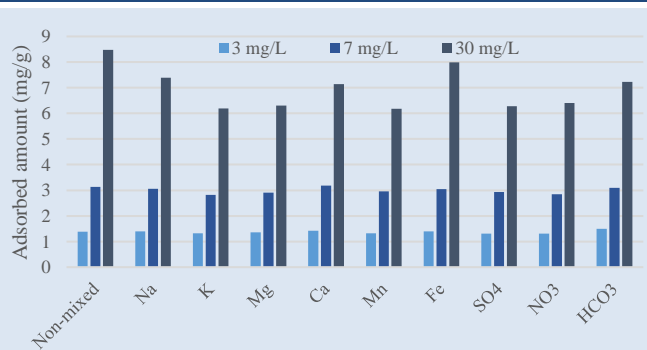
混入化学種	濃度(mg/L)
Na	491.7
K	5.5
Mg	30.9
Ca	56.1
Mn	241.7×10 ⁻³
Fe	1.6
SO ₄	1371.3
NO ₃	19.3
HCO ₃	267.7

表2 複数種混入時の化学種の組合せ

	化学種組合せ
Sample 1	Mn, Fe, HCO ₃
Sample 2	Na, K, Mg, Ca, SO ₄ , NO ₃ , HNO ₃
Sample 3	Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, SO ₄ , NO ₃ , HNO ₃

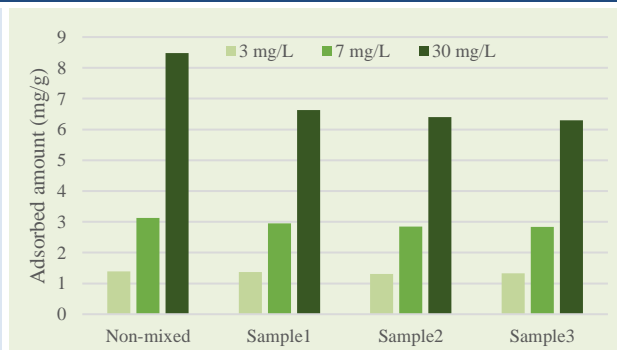
※化学種の種類や濃度，組合せは，参考文献[1]-[4]を基に設定

試験結果



化学種 1 種類混入の場合

- As 初期濃度 3, 7 mg/L のとき，混入した化学種の種類に関係なく As 吸着量同程度
- As 初期濃度 30 mg/L のとき，無混入時と比較して，K, Mg, Mn, SO₄, NO₃ 混入時の As 吸着量低下



化学種複数種類混入の場合

- As 初期濃度 3, 7 mg/L のとき，混入した化学種の組合せに関係なく As 吸着量同程度
- As 初期濃度 30 mg/L のとき，無混入時よりも As 吸着量低下するが，サンプル間では同程度

まとめ 参考文献

- ✓ As 初期濃度が低いとき，共存化学種の影響大きくない
 - ➡ 低濃度においては，FFP は選択的にヒ素を吸着
- ✓ As 初期濃度が高いとき，吸着量に差
 - ➡ K, Mg, Mn, SO₄, NO₃ は吸着性能に影響及ぼす可能性

[1] Ohno K. *et al.*, *Environ. Eng. Res.*, 41, 591-600 (2004)
 [2] Bretzler A. *et al.*, *Sci. Total Environ.*, 584-585, 958-970 (2017)
 [3] Berg M. *et al.*, *Sci. Total Environ.*, 372(2-3), 413-425 (2007)
 [4] Malana A. M. *et al.*, *J. Saudi Chem. Soc.*, 15(1), 39-47 (2011)

アクティブ・ラーニング型授業の評価改善に向けた VR 遠隔授業評価支援システムの提案

香川大学 工学研究科 信頼性情報システム工学専攻 檜垣大地
連絡先 s20g479@kagawa-u.ac.jp



1. はじめに

文部科学省が推進するアクティブ・ラーニング (AL) 授業は、授業評価において対象とすべき学習者の能力が多岐にわたり、授業評価が困難であるという課題点がある。これを解決するために、映像データとして授業過程を記録することで評価支援を行うという取り組みが行われている。しかし、従来の手法では評価に用いる視点が1つに制限されるため、参加者同士の関係性が重要視される AL 型授業においては不十分である可能性があり、各参加者から授業過程を非同期に観測できる手法を開発することで、より効果的な授業評価につながると考えられる。

本研究では、VR (Virtual Reality, 仮想現実) を用いて、AL 型授業における議論活動を仮想化し、その過程を記録することで、各参加者の主観的視点や授業を俯瞰的に観測する客観的視点など多くの視点から授業活動を非同期に観測可能とする、遠隔授業評価支援システムを提案する。

2. システム設計とプロトタイプの実現

提案システムの全体設計図を図 1 に示す。提案システムは、VR を用いて議論活動を仮想空間上で実践可能な環境を構築し、仮想空間内の事象を時系列データとして記録、非同期に記録した活動を再現し自由な視点から活動を観測可能とする機能群を有する。VR は、現実世界の事象を計算機上で擬似的に再現可能とする技術であり、ユーザの身体動作を始めとする空間内での事象を、電子データとして記録できる。また、記録したデータに基づいて、記録時の事象をそのまま再現し、追体験することが可能である。ユーザが仮想空間に没入している状態では、現実世界での物理的制約を受けないため、記録時の活動に参加していたユーザの視点に移り変わるなど、任意の視点から自由に視点を切り替える事が可能となる。このことから、従来の映像ベースでの手法における課題

である、評価のための視点が映像データの範囲に制限される点が解消され、より有意義な評価につながると考えられる。

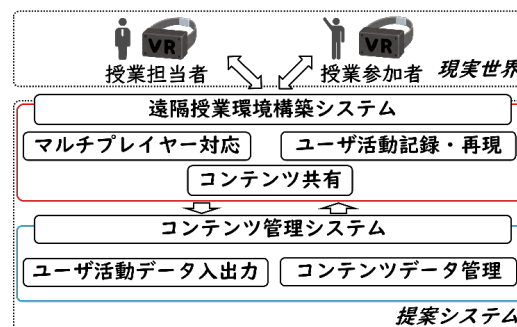


図 1. 提案システムの全体設計図

現在、提案システムの有効性評価のための実証実験に向けて、プロトタイプの開発を行っている。現状のプロトタイプは、ユーザが仮想空間に没入し議論活動を実施でき、その過程を記録したものを非同期に再現し、複数の視点から観測する一連の手続きが実現できている。実際に記録した活動を、複数の視点から観測した様子を図 2 に示す。



図 2. 複数の視点から活動を観測した様子

3. 今後の展望

今後はプロトタイプを用いて、実際の AL 型授業を対象に実証実験をおこなう予定である。AL 型授業を実施している教員や ICT を授業に取り入れようとしている教員などのユーザから、意見を収集することで提案システムが教育の現場で有用であるかを評価するとともに、提案手法によって効果的な授業評価に繋がるかどうかを検証する。

断層画像再構成法の演算高速化

香川大学大学院工学研究科信頼性情報システム工学専攻 藤本研究室 越智 剛

連絡先 s21g460@kagawa-u.ac.jp



研究概要

X線CT(Computed Tomography)装置の普及台数に起因して、本邦における年間当たりの医療被ばく線量は世界平均と比較して極めて高く、CT検査における医療被ばく量低減が課題となっている。現在のCT装置で用いられている主な画像再構成手法は、フィルタ補正逆投影法と逐次法に大別される。フィルタ補正逆投影法はフーリエ変換に基づく変換法であり、ハードウェア実装により高速に画像を再構成できるが、X線照射方向数が少ない場合は再構成画像にアーチファクトが発生し画質低下が生じる。一方逐次法は、X線照射方向数が少数の場合でも比較的鮮明な画像を再構成できることから被ばく量低減が期待できる。その反面、繰り返し計算量が膨大であり、再構成画像を得るまでの時間短縮が課題である。統計理論に基づく逐次法に、Maximum Likelihood Expectation Maximization(ML-EM)法とその高速化アルゴリズムである Ordered Subset - EM(OS-EM)法がある。本稿では、OS-EM法よりもさらに高速な再構成法の開発を目的として、ML-EM法における繰り返し計算過程の改良を行い、これら手法を比較検討した結果について述べる。

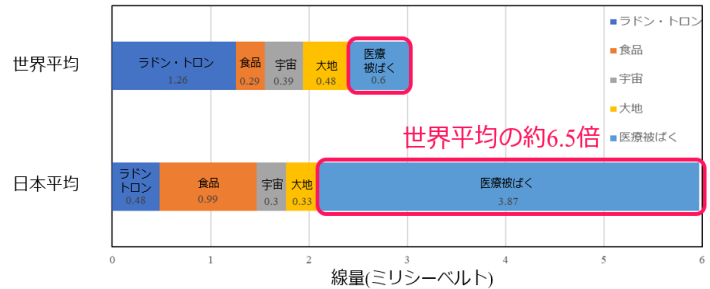


図1 日本と世界の被ばく線量

提案 ML-EM 手法

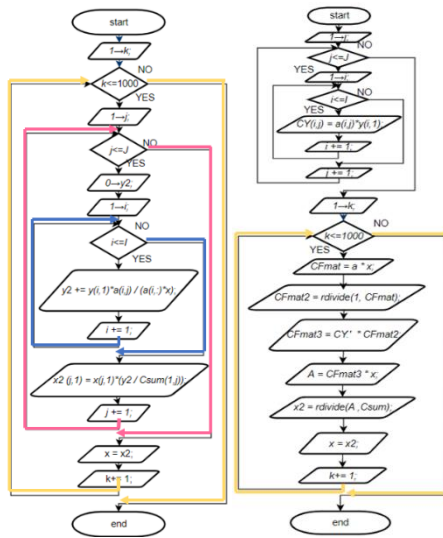


図2 左: 従来法, 右: 提案法

手法	再構成時間 [秒]		反復回数 [回]
	MATLAB	C 言語	
従来 ML-EM 法	6.01×10^3	5.98×10^1	849
従来 OS-EM 法	3.13×10^3	2.53×10^1	390
提案 ML-EM 法	1.12×10^0	2.10×10^{-1}	849
提案 OS-EM 法	5.23×10^0	2.42×10^{-1}	390

表1 再構成時間と収束回数の比較

考察

MATLAB, C 言語のいずれも、ベクトル演算方式を採用することで再構成時間をかなり短縮することができたが、C 言語環境のほうが MATLAB 環境よりも時間短縮効果が小さくなった。また、提案法において、収束性の良い OS-EM 法よりも ML-EM 法が短時間で再構成できた理由としては、OS-EM 法の実質的なループ回数が $4,290 (=390 \times 11)$ と ML-EM 法よりも多く、ベクトル演算部分の実行時間差よりもループ処理の所要時間差が大きいためだと推測される。

図2における左側の図は、ML-EM法のフローチャートであり、定義どおりにコード化すれば3重ループとなる。これに対し本研究では、計算過程における繰り返し計算の一部をベクトル演算表記に改め、BLAS(Basic Linear Algebra Subprograms)の利用に適した計算方式を提案する。提案法のフローチャートを図2における右側の図に示す。図中の `rdivide()` は右除算、記号 `'` は転置、`Csum` は行列 `C` の列方向に要素値の総和をとり、それら総和値を要素に持つ横ベクトルである。これにより、BLASを有効利用したコード化が可能となり、再構成処理の高速化が期待できる。

数値実験結果

図2における両フローチャートに基づいた ML-EM 法と OS-EM 法それぞれについて 10 回の再構成実験を行い、再構成に要した平均時間と反復回数を表1にまとめた。MATLABにおける再構成時間については、従来 ML-EM 法が 6,010 秒で最長となり、提案 ML-EM 法が 1.12 秒で最短となった。すなわち、提案 ML-EM 法を利用することにより、再構成時間を従来 ML-EM 法の 5,366 分の 1 に短縮できた。C 言語環境についても同様に、従来 ML-EM 法が最長で 59.8 秒、提案 ML-EM 法が 0.21 秒で最短となり、両者の比較により、提案 ML-EM 法を用いれば再構成時間を従来 ML-EM 法の 285 分の 1 に短縮できたことがわかる。所要反復回数については、ML-EM 法は 849 回、OSEM 法は 390 回と、OS-EM 法の収束性の良さが例証された。



1. はじめに

高品質のソフトウェアを開発するための手法のひとつとして、曖昧さがなく実行可能な仕様書（形式仕様）の作成が知られています。EFSM (Extended Finite State Machine) は、その形式仕様を記述する言語のひとつであり、FSM を VDM++によって拡張し表現力を高めたものです。EFSM によって記述されたソフトウェアの仕様 (EFSM 仕様) に基づいて設計や実装、品質管理が行われるため、まずは EFSM 仕様の品質が重要となります。しかし、高品質を実現するための体系的な手法は確立されていません。そこで、本研究では、テストファーストを EFSM 仕様の作成工程に導入した新たな手法とその支援ツールを開発しています¹。

2. テストファーストによる EFSM 仕様の作成

本研究の手法では、開発者はまず EFSM 仕様の単体テストのためのテストケースを作成します。ここでいうテストケースは、EFSM 仕様における各遷移に対応しており、遷移元/遷移先状態やイベント、変数の値などから構成されます。次に、このテストケースを EFSM 仕様 (このテストケースに対応する遷移が完全には作成されていない EFSM 仕様) に適用し、パスしないことを確認します。これは、このテストケースが機能することを確認するために行うものです。そして、テストケースにパスするように、当該遷移を作成していきます。最後に、当該遷移をリファクタリングし、当該遷移の仕様を洗練します。遷移の作成やリファクタリングの過程において、既存のテストケース群を繰り返し実行することで、直近の変更箇所を検証するだけでなく、すでに作成済みの他の箇所に副作用を及ぼしていないか (欠陥を作り込んでいないか) を確認することが可能になる

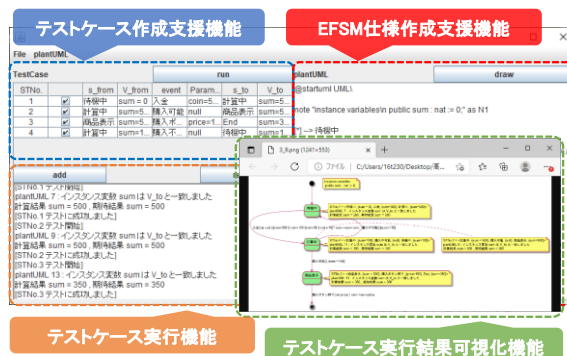


図 1. 試作ツール

と考えられます。また、最初にテストケースを作成することで、EFSM 仕様の作成に先立ってソフトウェアに対する要件を明確にすることができると考えられます。

3. 支援ツールの試作

本手法を支援するツールを試作しています (図 1 参照)。本ツールは、テストケース作成支援機能、EFSM 仕様作成支援機能、テストケース実行機能、テストケース実行結果可視化機能を有しています。

4. おわりに

今後の研究においては、本手法をより精密化する予定です。たとえば、EFSM の拡張部を含めたテスト充分性評価に基づいて、EFSM 仕様を着実に作成していく手法を検討しています。さらに、試作中の支援ツールを用いて有効性の評価を行う予定です。

参考文献

1. T. Takagi, K. Sakata, "Test-First for Abstracted Behavior of Software Using Extended Finite State Machine", Proceedings of International Symposium on Software Reliability Engineering, pp.159-160, Oct. 2020.

EADの発生に関わるパラメータの調査

香川大学大学院 工学研究科 信頼性情報システム工学専攻 近藤 大輔

連絡先 s21g464@kagawa-u.ac.jp

研究背景

現在、心室頻拍などの心室性不整脈の発生は、EAD（早期後脱分極）の撃発活動が関係すると考えられている。本研究では人間の**心臓数理モデル**を用いて膜電位の変化を観察することで、EADの発生原因について調査する。

EADとは

細胞膜上には特定のイオンを通す**イオンチャネル**というものがあり、心筋細胞の興奮・収縮はこれによるイオンの出入り（イオン電流）で制御されている。細胞内外のイオンの濃度差によって発生する電位差を膜電位と呼び、これを観察することで心筋細胞の動きがわかる（図1）。

EADとは、膜電位が元の電位（-90[mV]）に戻るまでの時間が延長され、新たな電位のピークが発生している状態である。これは心筋細胞の動きが異常であることを示す。EADが起これると心室細動を引き起こし、死につながるとされる。

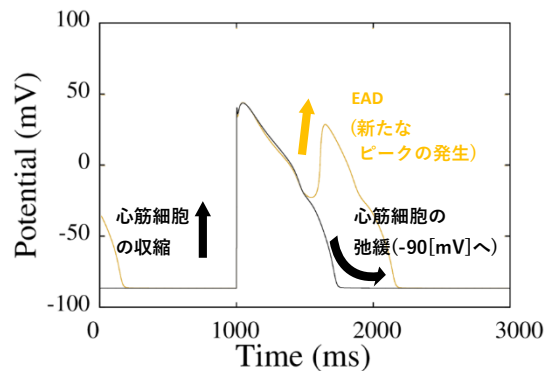


図1 正常な膜電位波形とEADの膜電位波形

イオンチャネルについて

膜電位は、心筋細胞に流れるイオン電流の総和によって表される。イオン電流はイオンチャネルの通りやすさ（コンダクタンス値）や細胞内外のイオン濃度によって決定されるため、それらを変化させた際の膜電位を調べれば、異常な波形の出力に関係するチャネルやイオンの種類を特定することができる（図2）。

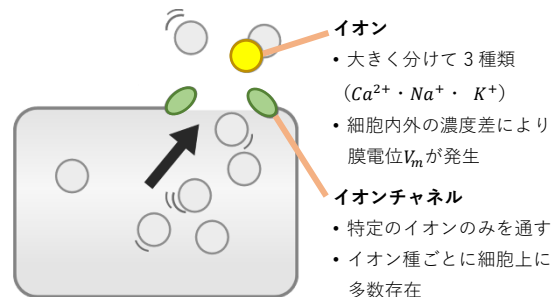


図2 心筋細胞膜上のイオンチャネルの模式図

実験内容と結果

15種のコンダクタンスのうち2種を選び変化させ、膜電位波形の1周期あたりのピーク回数を調査し、回数ごとに異なる色の点を打った2パラメータ図を作成した。

調査の結果、急速遅延整流 K^+ 電流 I_{Kr} のコンダクタンスである G_{Kr} の低下がEADの発生に関係しているということが分かった（図3）。青の領域では通常の波形、黄の領域ではEADとみられる波形が発生していた。他のパラメータの組み合わせにおいても同様に、 G_{Kr} の低下とともにEADが発生していたことから、 G_{Kr} の低下がEADの発生原因の一つであることが分かる。

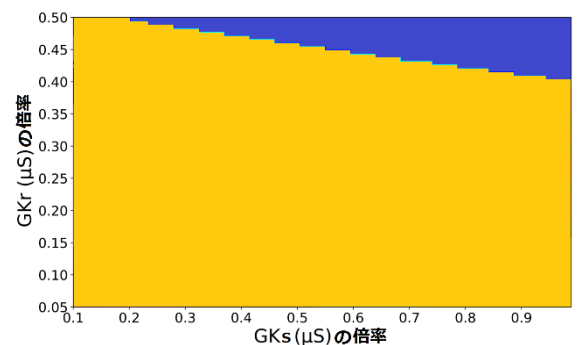


図3 G_{Kr} を含む2パラメータ図の例

G_{Kr} ：急速遅延整流 K^+ 電流のコンダクタンス

G_{Ks} ：低速遅延整流 K^+ 電流のコンダクタンス

人工筋駆動ロボットの機能向上を目的とした McKibben 型空気圧ゴム人工筋モデルの構築



香川大学大学院工学研究科 知能機械システム工学専攻 博士後期課程 3年 門脇 惇
連絡先 s19d502@stu.kagawa-u.ac.jp

1. 緒言

空気圧ゴム人工筋は出力重量比に優れ、高い柔軟性を有する。中でも 図 1 に示す McKibben 型空気圧ゴム人工筋は、簡便な構造と高い発生力を有するが、発生力特性はゴム材料の粘弾性による非線形性の影響を受けるため、モデルを用いた特性の推定は容易ではない。本報告では、著者らがこれまでに提案した McKibben 型空気圧ゴム人工筋モデル^[1]について解説し、提案モデルを用いた特性の推定値と実際に制作された人工筋の発生力特性とを比較することで有効性を述べる。

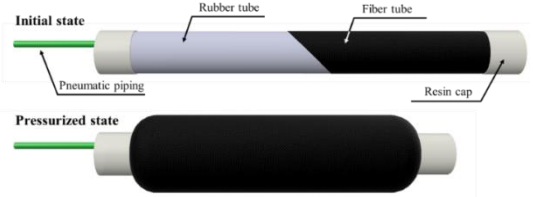


Fig. 1 McKibben type artificial rubber muscle

2. McKibben 型空気圧ゴム人工筋モデルの概要

本報告で解説する McKibben 型空気圧ゴム人工筋モデルを(1)式に、式中の変数を表 1 に示す。人工筋の発生力 F_e は、人工筋の平面展開モデルにおいて、展開されたゴムチューブに生じる各力について仮想パンタグラフ上でつり合いを求めることによって導出される。平面展開モデルは、人工筋の一端を切り開いて平面に展開したと仮定したものである。

$$F_e = \frac{N_p \left(D_{in} L_m + \frac{D_{in}^2}{8} (\pi - \theta + \sin \theta) \right)}{2n_p \tan \alpha} P - \frac{\pi D_{in}^2 P}{4} - \frac{N_p L_z h}{n_p \tan \alpha} \sigma_\theta - \frac{\pi D_{out} h \sigma_\theta}{2} - G \frac{2\delta}{h} S_{ce} \quad (1)$$

3. 比較検証

提案モデルによる発生力推定値と、製作した人工筋の発生力実測値との比較を行う。比較対象として、ゴム材質と駆動長を変更した人工筋を製作し、圧縮空気を供給したときの発生力特性を計測する。計測された発生力と推定値との比較を図 2 に示す。それぞれの人工筋において提案モデルの推定値に沿った実測値が得られていることが確認できた。

Table 1 List of parameters in the artificial muscle

F_e	Contraction force
P	Internal pressure
α	Cross angle between fibers
σ_θ	Stress of rubber to circumferential direction
L_z	Drive length of artificial muscle
L_m	Drive length of cylindrical part
D_{out}	Outer diameter of rubber tube
D_{in}	Inner diameter of rubber tube
h	Thickness of rubber tube
n_p	Number of series pantographs
N_p	Number of parallel pantographs
δ	Shear deformation
G	Shear modulus
S_{ce}	Contact area

4. 結言

著者らが提案した人工筋の形状パラメータと物性に基いた人工筋モデルについて解説し、比較検証よりモデルの推定精度を確認した。

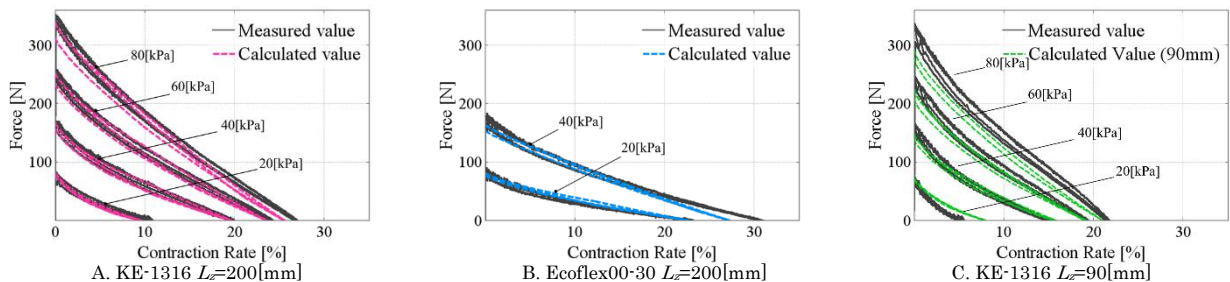


Fig. 2 Comparison between calculated and measured values

[1] 門脇惇, 佐々木大輔, 八瀬快人, 原田魁星, “初期形状を考慮した短駆動長 McKibben 型空気圧ゴム人工筋の特性推定”, 日本機械学会会機素潤滑設計部門講演会予稿集, 2101, 2021.

A Modular Multifunctional Capsule Robot System

香川大学工学研究科 郭研究室 博士後期課程 Lingling Zheng
 連絡先 s19d504@stu.kagawa-u.ac.jp
<http://guolab.org/>



Research Background

Intestinal cancer becomes one of the most common cancers and causes of cancer-associated deaths. Earlier-stage diagnosis and treatments for intestinal diseases can reduce the difficulty of the operation and decrease the fatality rate. Intestinal endoscopy, which uses a long flexible tube with a light and camera to insert from the mouth or anus to the nidus, is used to perform diagnosis and treatments. However, conventional intestinal endoscopy has caused discomfort and pain to patients and some potential complications in the process of operation, which may include perforation, infection, bleeding, and so on. In addition, the success rate mainly depends on the experience of surgeons. Therefore, microrobot has been widely investigated due to its potential applications in the clinical practices of intestinal tracts.

Medical Procedure

Three kinds of situations of Medical procedure can be described as follows. (a) Using the diagnosis module to check the intestinal conditions is the first step of the endoscopy procedure. If the diagnosis module did not detect any problem, it would finally be discharged.

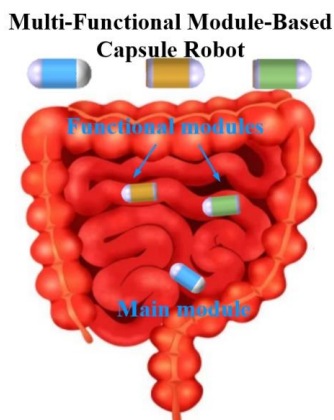
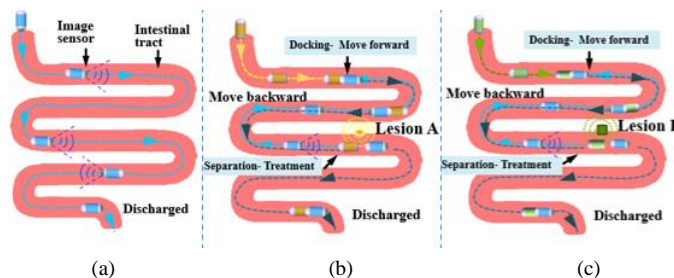


Fig.1. Ddiagram of multi-functional module-based capsule robot.

(b) When the diagnosis module finds out a suspicious lesion, the treatment module should be selected and swallowed. The diagnosis module moves backward to dock with the treatment module and moves together to the targeted position A, and then they are separated for treatment. They will be finally discharged. (c) Similar to (b), the other treatment module would be selected to treat lesion B.

Fig.2. Medical procedure.

Research Method

1. Capsule robot modules structure design
2. Modeling, analysis of the mechanism
3. Performance verification of the robots

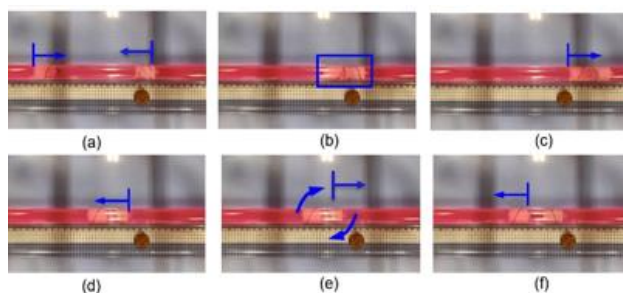


Fig.3. Experiment for robot modules docking and separation.

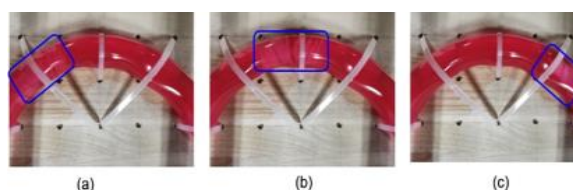


Fig.4. Experiment for docked robot in the crooked pipe.

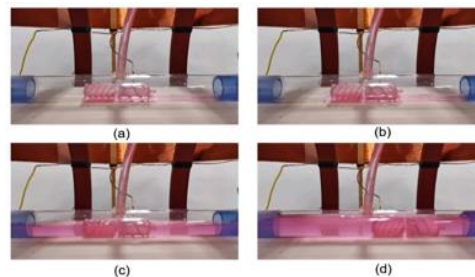


Fig.5. Experiment for accidental separation test.

References: [1] L. Zheng, S. Guo, Z. Wang and T. Tamiya, "A Multi-Functional Module-Based Capsule Robot," *IEEE Sensors Journal*, vol. 21, no. 10, pp. 12057-12067, 15 May15, 2021, doi: 10.1109/JSEN.2021.3058354.

A Task Performance-based sEMG-driven Variable Stiffness Bilateral Rehabilitation System

香川大学工学研究科 知能機械システム専攻 D1 Ziyi Yang
連絡先 s21d502@kagawa-u.ac.jp

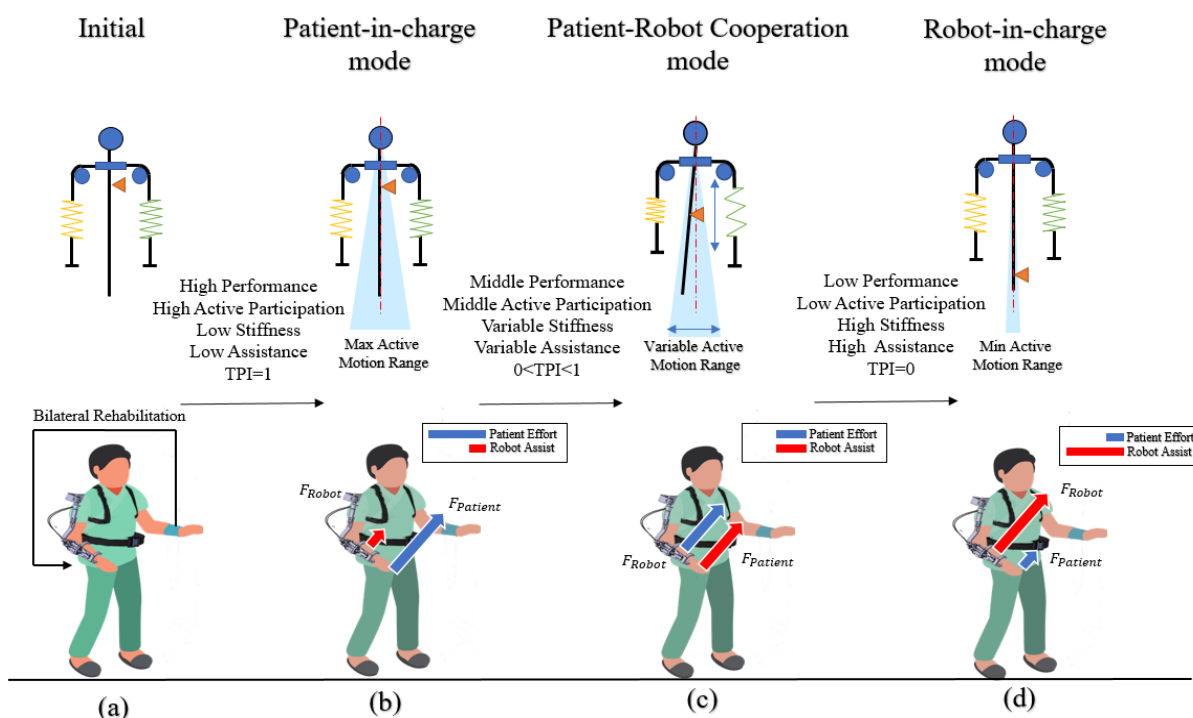


Fig.1 The sEMG-driven variable stiffness control framework based on the task performance index including patient-in-charge mode, patient-robot cooperation mode and robot-in-charge mode

In this paper, an sEMG-driven variable stiffness control with a novel training task quantitative factor TPI was purposed for upper limb elbow joint bilateral rehabilitation shown as Fig.1. Based on the purposed control frameworks, the demands of patients with different injury level can be satisfied and the patient voluntary participant can be promoted for facilitating efficient upper limb rehabilitation. Firstly, the dynamics of the PVSED were analyzed for estimating the human active torque for minimal assistance intervention and maximal patient active participation. Then, an sEMG-driven musculoskeletal model was utilized for calculating the real-time reference stiffness from non-paretic limb during the bilateral rehabilitation training. In the performance-based control low, an impedance control was implemented as the low-level controller for master-slave position tracking and bilateral limb coordination. Furthermore, the training task quantitative factor TPI is designed by considering both training accuracy and training intensity which can realize that the multiple stiffness modes can be integrated into a single high-level controller with a smooth and automatic transition. With the TPI regulation, the stiffness modes can be smoothly switch among the patient-in-charge mode, robot-in-charge mode and the patient-robot cooperation mode.

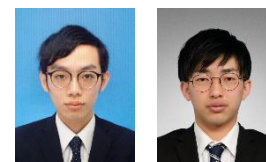
The preliminary experiments of three different stiffness modes were performed to validate the different interaction characteristics and assistance performance. Then, a validation experiment of multiple stiffness modes switching prove the smooth and automatic Transition with the TPI parameter according to the training task performance. Moreover, a comparison experiments in different load bilateral training task were also carried out to evaluate the performance in different training intensities, which also shows that the purposed control framework can efficiently induce the patient voluntary participant.

Future work will focus on the clinic application with hemiplegia patients. And the human active torque estimation method should also be improved with the real patients' conditions

円偏光発光デバイス実現に向けた新規液晶性半導体の開発

香川大学大学院工学研究科 材料創造工学専攻 森下 修平, 國廣 誠貴

連絡先 s20G570@kagawa-u.ac.jp, s20G557@kagawa-u.ac.jp



研究背景

近年、円偏光は医療や化学、情報通信、ディスプレイなど様々な分野への応用が期待されており、円偏光発光材料への需要が高まっている。我々は円偏光発光材料として、コレステリック液晶 (CLC) という液晶材料に着目した。CLC は、棒状分子にキラリティーを導入することで自発的に周期らせん構造を形成する材料であり、可視光の波長程度のスケールで周期的な誘電率分布を持つ。このことから、CLC は 1 次元フォトニック結晶の一種として知られており、らせん軸に沿った円偏光に対してのみ、フォトニックバンドギャップ (PBG) という光の禁制帯が現れるようになる。この PBG 内では光の状態密度 (ODOS) が減少することで相互作用が弱くなる一方で、PBG 端近傍では ODOS が増大することで相互作用が強くなる。このような PBG 域において発光が生じると、ODOS 変調により片方の円偏光の発光のみが抑制あるいは増強されるようになり、円偏光発光やレーザー発振が可能となる。我々は、**CLC 分子に発光・半導体部位としての役割を担う π 電子共役系を導入**することで、電気励起による円偏光発光やレーザー発振が可能な光・電子デバイスへの応用に向けた新規機能性有機半導体の創出を行っている。

液晶性 OPV 誘導体の開発と物性評価

現在我々は、CLC 分子に導入する π 電子共役系としてオリゴ (*p*-フェニレンビニレン) (OPV) を採用した液晶性半導体の開発に取り組んでいる。通常の有機発光分子は、凝集状態において凝集起因消光により発光効率が低下してしまうが、OPV は凝集状態でも優れた発光効率を示すことが知られている。それに加え、OPV は電界発光高分子 PPV の部分構造でもあるため、電気励起による円偏光発光・レーザー発振が可能なのではないかと考えた。

我々が合成したコレステリック液晶性 OPV 誘導体の分子構造を図 1 に示す。まず、(*S*)-ダイマー型分子 (化合物 1) では、200°C 程度の高温域で CLC 相を示したが、急冷することでガラス化し、室温で周期的らせん構造を保持できることが分かった。Time-of-Flight 法によってキャリア移動度を測定したところ、CLC 相において 10^{-4} cm²/Vs オーダーのホール輸送を観測した。このダイマー型分子単独では、室温において円偏光発光特性を示したものの、ガラス化により分子配向の乱れが生じてしまい、円偏光発光の質が低下してしまう問題があった。

より高品位な円偏光発光を実現するために、CF₃基を導入した(*Rac*)-ダイマー型分子 (化合物 2) を合成した。化合物 1 ではガラス化の際にらせんピッチ変化が大きかったが、嵩高い CF₃基を持つ化合物 2 を化合物 1 中に添加することで**急冷に伴うらせんピッチ変化を抑制**することができた。さらに、この試料に化合物 1 と同じ π 電子共役系を持つモノマー型分子 (化合物 3) を添加したところ、**急冷に伴う結晶化の抑制**にも成功した。これについては、化合物 1 と化合物 3 の融点の違いによるものだと考えている。

化合物 1~3 を 4:2:3 のモル比で混合した薄膜試料 (膜厚: 4.6 μ m) における透過スペクトルおよび発光スペクトルを図 2 に示す。実線が発光、破線が透過であり、赤線が右円偏光 (RCPL)、青線が左円偏光 (LCPL) である。まず、約 530 nm 以下の波長域にて RCPL の透過率が減少していることから、本試料では RCPL に対して PBG を形成していることが分かる。ただし、約 480 nm 以下の波長域における透過率減少は OPV の光吸収によるものである。そして、発光スペクトルを見ると、PBG 内にて RCPL の発光強度が減少しており、**室温で高品位な円偏光発光を観測**することができた。波長 550 nm 付近の発光ピークについては PBG 端近傍にて ODOS が最大となっていることに起因していると考えられる。さらに、発光寿命測定を行ったところ、RCPL の方が遅い緩和となっており、ODOS が反映されていることを確認することができた。今後は、PBG 端近傍における発光の増強や電気励起による円偏光発光の他、この系における円偏光発光のメカニズム解明に向けて取り組んでいく。

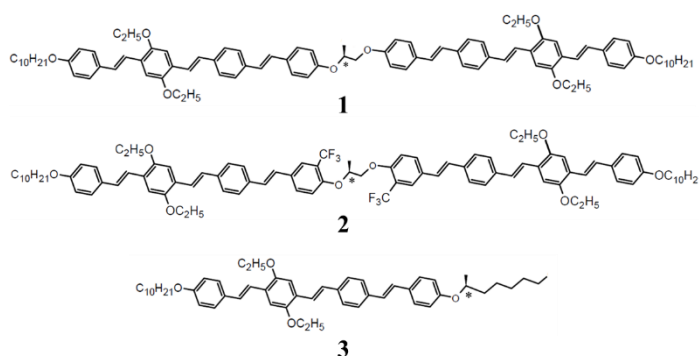


図 1. 合成した液晶性 OPV 誘導体の分子構造

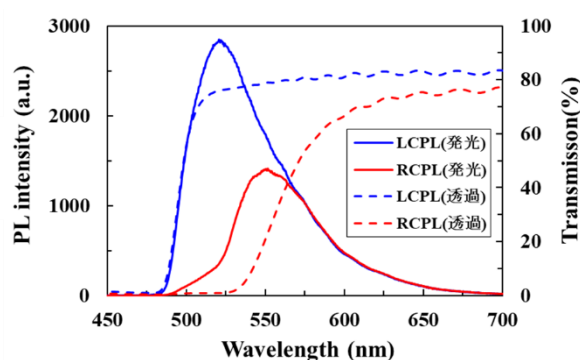


図 2. 透過/発光スペクトルの円偏光依存性

Preparation of pGCN/GO/PVDF films for water purification

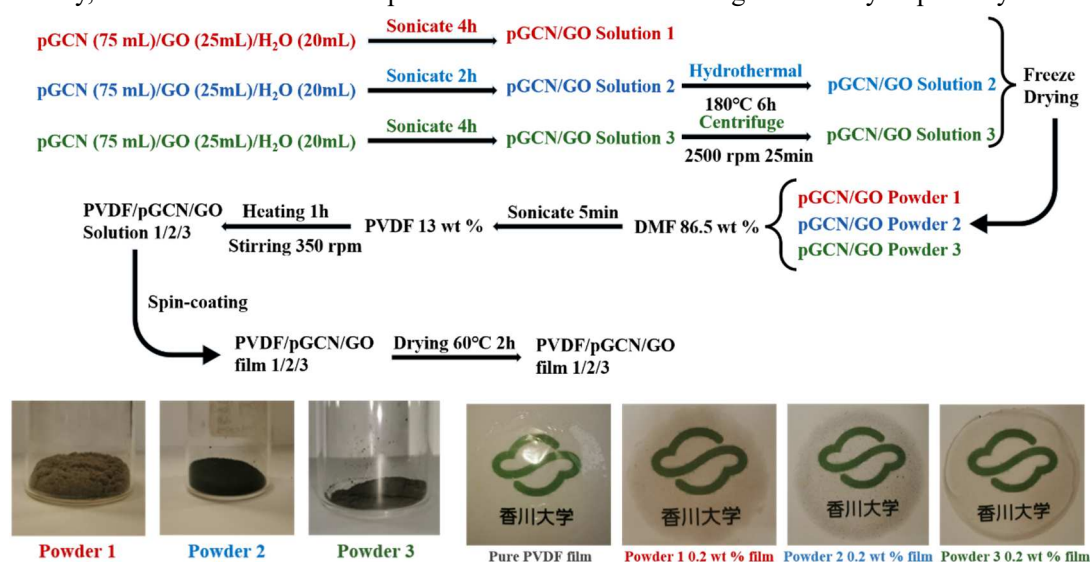
香川大学工学研究科 材料創造工学専攻 M2 FAN ZHAOJUN

連絡先 s20g566@kagawa-u.ac.jp



As the world's population grows and the climate changes, freshwater is becoming increasingly scarce. For the solution of the freshwater crisis, seawater desalination is one of the promising methods, because seawater comprises ca. 98% of the earth's available water. The traditional seawater desalination technology is mainly divided into two methods: the distillation method and the film method. The most widely used film method is reverse osmosis (RO) technology, in which seawater is filtered through porous films under higher pressure than osmosis pressure. Commercial RO films are dominated by thin-film composite polyamides. However, new materials for RO composite thin film are expected, due to the low water permeability and the fouling on the polyamides.

In our lab, 2D nanosheet materials such as graphene oxides (GO) and protonated graphitic carbon nitrides (pGCN) have been used for constructing functional thinner RO films. We have found that the large size of the nanosheets and the stabilization of the nanosheet-layered films by the interaction between nanosheets are effective to prohibit the ion permeation. In this research, the composites of pGCN/GO with PVDF (Polyvinylidene difluoride) have been studied for focusing on the improvement of pure water flux of the films and the contamination resistance of the films. Recently, Rahimi and co-workers reported GO/PVDF films with high surface hydrophilicity and water flux.^[1]



Three types of pGCN/GO/PVDF composite films were prepared by the wet processes as the above chart. All of the prepared films were mostly transparent, but small aggregates were partially found in the composite films by the observation of an optical microscope. The desalination properties of the films were investigated with the water flux, ion permeability, and ion rejection. The ion rejection rate of PVDF film with 0.2 wt % powder 3 was highest, indicating that pGCN/GO composite powders were protected through ions permeation. Regarding the water flux measurement of the films, the PVDF film with 0.2 wt % powder 1 possessed the highest pure water flux. This might be due to the improvement of the hydrophilicity of PVDF film by adding the pGCN/GO composite powder. Additionally, the addition of pGCN/GO powder can decrease the porosity of the PVDF, and increase the pure water flux of the film.

Furthermore, it was found that the ion retention of PVDF with pGCN/GO powder increased, although all the ion rejection were lower than the reported data^[1]. The results might be due to use low content of the ionic nanosheets as the film components and distribute the powders in PVDF inhomogeneous.

[1] A. Rahimi, H. Mahdavi et al. Zwitterionic-functionalized GO/PVDF nanocomposite membranes with improved anti-fouling properties [J]. Journal of Water Process Engineering, 2019, 32: 100960.

金属 3D プリンタを用いた新規の Al/SiC 複合材料の開発と現象論的理解

香川大学大学院 工学研究科 材料創造工学専攻 修士 2 年 柳瀬 裕太
連絡先 s20g572@stu.kagawa-u.ac.jp



1. 研究テーマについて

私の研究のテーマを端的に申しますと、いわゆる**金属 3D プリンタを用いた新規材料**の開発です。金属粉末レーザー積層造形法（以下 **SLM**）は金属 3D プリンタとも呼ばれ、ごく薄く敷かれた微細な金属粉末を、高出力のレーザーで熔融・凝固させるといったプロセスを繰り返すことで、従来の製造方法では実現の難しかった構造体を比較的短時間で製造する事の出来る技術です。例えば複雑形状なラティス構造などを部品の一部に導入することで、従来の強度を保ったまま部品の大幅な軽量化が実現できます。また、CAD データから直接製造が可能であり、金型が不要であるため、オーダーメイド品の製造が非常に簡易であるといった利点があり、航空・宇宙分野や自動車分野だけでなく医療分野からも注目がされております。実際に実用化されている部品も多々あり、今後大きな展望が望める技術であると考えております。

2. 具体的な研究内容について

SLM を用いた Al（アルミ）合金/セラミックス複合材料の製造が私の研究内容です。Al 系合金は軽量で高い強度を有する一方で、耐摩耗性や硬度に優れないといった弱点があり、SLM における材料開発が十分でない現状では、これを改善することは困難です。そこで我々が着目したのが、SLM を用いた金属/セラミックス複合材料の製造です。より具体的には、Al 系材料の粉末に、Al 粉末と同程度の粒径のセラミックス粉末(SiC)を混合させ SLM を用いて造形し、Al 系材料の弱点である耐摩耗性や強度の大幅な向上を目指しております。SLM を用いた複合材の開発は国内でも例が少なく、これからの金属/セラミックス複合材の SLM 造形の指針となるような研究であると考えております。

3. 実験結果や成果など

Al 合金粉末 (Fig.1(a))を原料とし SiC 粒子(Fig.1(b))を 10%混合させて出発粉末(Fig.1(c))としました。製造の際、レーザーの出力や、レーザーを走査させる間隔・速さを変更させて造形し、製造した造形体の密度の測定を行います。密度は造形体の品質を示し、SLM 造形において非常に重要な評価パラメータとなります。本研究ではレーザー条件の最適化を行い 98.2 %の相対密度(その物質の理論密度を 100%として導出)をもつ欠陥の少ない良質な複合材の造形が可能となりました。次に、マクロ・ミクロ両面からの試料の微細組織の評価を行いました。Fig.2 に光学顕微鏡(Fig.2(a))、走査型電子顕微鏡(Fig.2(c))を用いて試料の観察を行った結果を示します。また金属組織学に基づく結晶方位像(Fig.2(b))も併せて示します。Fig.2(a)から、SiC 粒子は Al 母相に均一に分散していることが分かります。また特筆すべき特徴として、造形された複合材はこれまでの製造方法では見られなかった針状の金属間化合物である Al_4SiC_4 相が形成されていることが明らかとなりました(Fig.2(c))。この Al_4SiC_4 は、Al 母材をレーザーにより熔融した際に、Al-SiC 間で化学的な反応が生じ形成されたものであり、強度・耐食性に優れた相であるため、複合材のさらなる強化相としての役割が期待されます。また Fig.2(b)に示す結晶方位像は、造形体上面では等軸状ですが、造形体側面では上下に伸長した組織を有しております。これは柱状の結晶組織が形成されていることを示し、これも SLM 造形体特有の性質です。実際に機械的特性を測定したところ、Al 母相単独と比較して、大きく硬度や弾性率が改善 (20~30%の向上) されており、高い比強度を持つ Al 基複合材の造形方法の確立に成功しました。また、本研究では応用として熱処理などによる延性の向上や組織制御の検討も行っております。

本研究を通して、金属 3D プリンタ (SLM) による AlSi10Mg/SiC 複合材の製造方法を確立し、組織評価、機械的特性評価から良質な複合材を製造できることが明らかとなりました。特に新規の金属間化合物である Al_4SiC_4 が形成されることが分かり、材料強度の更なる強化が見込まれることが明らかとなりました。

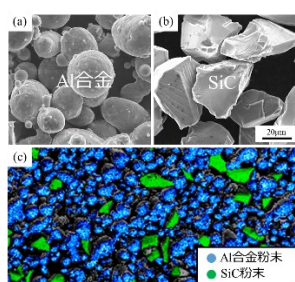


Fig.1 造形で使用する原料粉末：(a)Al 合金粉末、(b)SiC、(c)混合した粉末

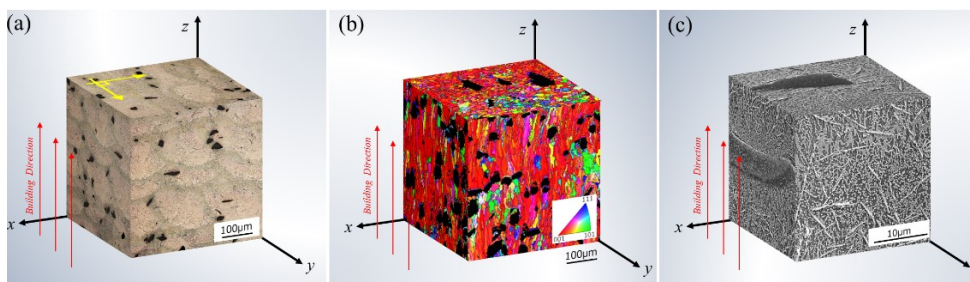


Fig.2 金属 3D プリンタ (SLM) により造形された Al/SiC 複合材の微細組織観察の結果：(a)光学顕微鏡像、(b)結晶方位像、(c)走査型電子顕微鏡像 (SEM 像)

抗菌性を有する希少糖の構造と分子間相互作用

香川大学大学院工学研究科 材料創造工学専攻 松本 真緒
 連絡先 s21g566@kagawa-u.ac.jp



希少糖とは

我々の身の回りには、グルコースやフルクトースなどの糖が多く存在する。これらのように自然界に多く存在する糖は天然型単糖と呼ばれる。その一方で、自然界に微量にしか存在しない「希少糖」と呼ばれる糖がある。希少糖には50種類以上もの糖があり、例えばプシコースやソルボースなどがこれに含まれる。一般に、希少糖の価格は天然型単糖の約100万倍も高い(例えば、1グラムあたりの価格は、フルクトースでは0.1円であるのに対して、プシコースでは10万円)。そのため、希少糖の入手は困難であり、これまで希少糖に注目した研究はほとんど行われてこなかった。一方、香川大学で何森健教授により、多種の単糖の酵素反応をリング状に体系化したイズモリング(図1)が考案された。これにより、単糖の戦略的な合成が可能になり、希少糖の研究が盛んに行われるようになった。

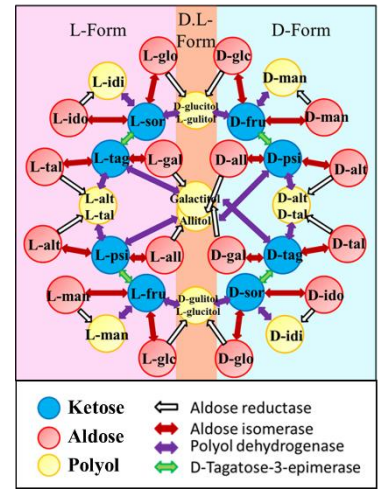


図1. イズモリング。単糖の戦略的な合成。

希少糖の抗菌性

近年、希少糖 L-ソルボースの誘導体であるアルキル-L-ソルボシドは、抗菌剤としての利用が期待されている。

アルキル-L-ソルボシドは、L-ソルボースとアルコールの脱水縮合により合成される(図2)。

アルキル-L-ソルボシドの特長

- ・ 選択的抗菌性 (ニキビ菌、加齢臭、水虫など)
- ・ マイルドな作用
- ・ 抗菌性の強さの制御可能
- ・ 食経験あり

マイクロバイオー
 (細菌そう)
 を維持

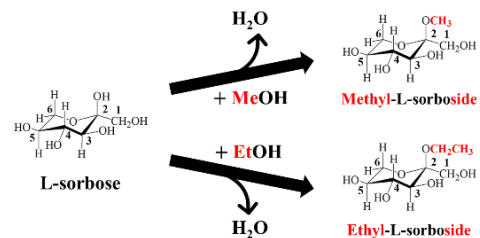


図2. アルキル-L-ソルボシドの合成。

抗菌性を有する希少糖の構造

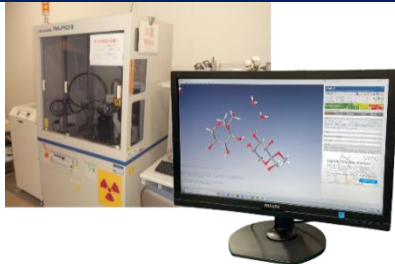


図3. X線を用いた構造解析。

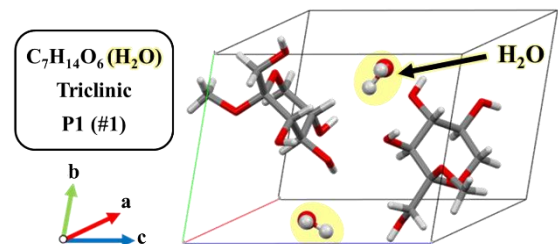


図4. メチル-L-ソルボシドの結晶構造。

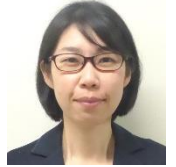
X線を用いて構造解析を行った結果(図3)、メチル-L-ソルボシドの結晶中には、糖分子に加えて「結晶水」が含まれていた(図4)。この結果から、メチル-L-ソルボシドは抗菌性に加え、「保湿性」も有する物質であると考えられる。そのため、保湿ローションなどの化粧品としての利用がより一層期待される。また、エチル-L-ソルボシドでは、直方体状と粒状の2つの異なる結晶形があり、それぞれにおいて構造解析を行ったところ両者の内部構造は等しいことが分かった。この結果から、結晶形の違いは分子配列に起因するものではないと考えられる。この結果は、エチル-L-ソルボシドの製造において多形を制御する際に活かされる。

1) N. Nagayama *et al.*, "Ethyl- α -L-sorboside", *IUCrData*, (2020), **5(12)**, x201625.
 2) M. Matsumoto *et al.*, "Methyl- α -L-sorboside", *IUCrData*, (2022), *accepted, in press.*

南海トラフ巨大地震における免震建築物の応答評価と被害想定

徳島大学大学院社会産業理工学研究部 理工学域 社会基盤デザイン系 講師 白山 敦子

連絡先 atsuko.shirayama@tokushima-u.ac.jp



1. はじめに

近年、南海トラフ地震による長周期地震動の発生が予想されている。免震建物の場合、免震部材が長時間にわたって多数回の繰り返し変形を受け、高減衰ゴム系積層ゴム (HDR) や鉛プラグ挿入型積層ゴム (LRB) は、吸収エネルギーの増大により高減衰ゴムや鉛プラグの温度が上昇し、免震部材の水平特性が変化する。

そこで、本研究では、免震部材の累積吸収エネルギーを求めて水平特性の変化率を算出し、変化した特性値を用いて再度解析を行って時刻歴応答を求める簡易評価法 (以下、簡略法) により、繰り返し変形による部材の性能低下を考慮した地震応答解析を行い、免震建築物の地震応答特性を評価する。

2. 解析モデル概要

解析モデルは、図 1 および表 1 に示す通り 6 質点の等価せん断型、線形モデル (許容応力度以内) を採用する。内部粘性減衰は、剛性比例型減衰を設定し、1 次モードに対する減衰定数を 2% とする。表 2 に基礎固定時の上部構造の固有周期を示す。

免震層の復元力特性は、HDR および LRB は修正バイリニアモデルとし、内部粘性減衰は 0% とした。

南海トラフ地震を想定した長周期地震動波形は、対象地域毎に公表されており、入力地震動として採用した計 10 波の応答スペクトルを図 2 に示す。

3. 解析結果

免震部材の特性変化について、従来の設計で用いられている歪 250% 時 (625mm 変形) における各モデルの等価剛性 K_{eq} と切片荷重 Q_d の変化率を表 3 に示す。累積吸収エネルギーの大きい地震動 OS1, CH1 は、LRB の切片荷重 Q_d の低下率が大きい結果となった。

図 3 と図 4 に長周期地震動毎の最大応答層せん断力係数と免震層の最大層間変位応答を示す。建物低層部の最大応答層せん断力係数は OS1 が他の地震動と比べて大きい。また、HDR では上層部の最大応答層せん断力係数は CH1, SZ1 が大きく、免震層の絶縁効果が大阪圏の OS1 と比べて低下するものと考えられる。OS1 では、LRB において、免震層に大きな変形が生じ、設計クライテリア 75cm を大きく超える結果となり、擁壁に衝突することがわかった。

免震部材の特性変動が大きい場合、上層部の応答に対する免震効果にも影響を与え、上部構造の応答を増減する要因となっていることがわかった。

4. まとめ

本研究では、南海トラフ地震を想定した長周期地震動群に対して、簡略法による免震部材の繰り返し特性変化を考慮した解析を行い、上部構造及び免震層の地震応答性状を評価し、免震建物応答に及ぼす傾向、免震部材の組み合わせによる応答への影響、免震層の過大变形など、被害想定を行った。

表 1 上部構造の諸元

階	質点重量 [kN]	初期剛性 [kN/cm]
R	1084.5	—
6	28318.0	1596.8
5	99823.0	6411.3
4	115800.0	26490.0
3	129740.0	37818.0
2	128600.0	48667.0
1	118760.0	58285.0

表 2 固有周期

次数	固有周期 [s]
1 次	0.956
2 次	0.443
3 次	0.323
4 次	0.231
5 次	0.183

免震層固定時

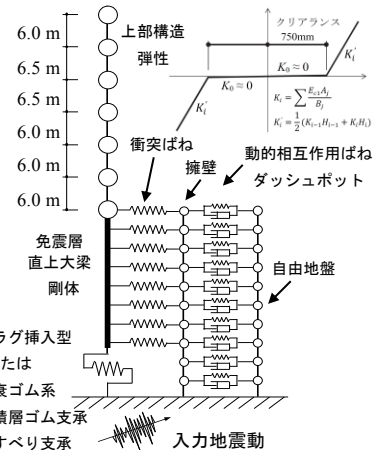
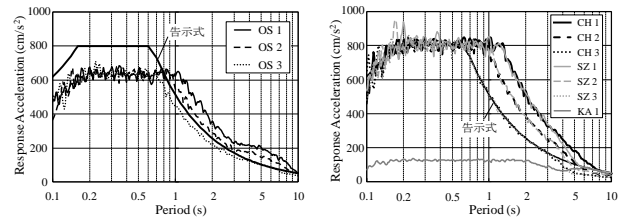


図 1 衝突解析モデルの概要



(a) 大阪圏 (b) 中京・静岡・関東圏
図 2 入力地震動特性：加速度応答スペクトル (h=5%)

表 3 625mm 変形時における免震層の特性変化率

モデル	低下率	OS1	OS2	OS3	CH1	CH2	CH3	SZ1	SZ2	SZ3	KA1
		K_{eq}	0.894	0.926	0.949	0.901	0.922	0.965	0.930	0.937	0.980
HDR	Q_d	0.857	0.902	0.932	0.867	0.896	0.954	0.908	0.917	0.974	0.973
	K_{eq}	0.847	0.948	0.992	0.853	0.913	0.999	0.949	0.950	1.000	1.000
LRB	Q_d	0.552	0.846	0.977	0.569	0.745	0.998	0.850	0.853	1.000	1.000

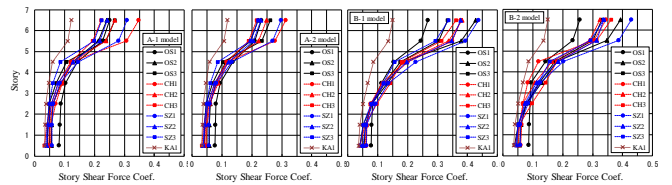
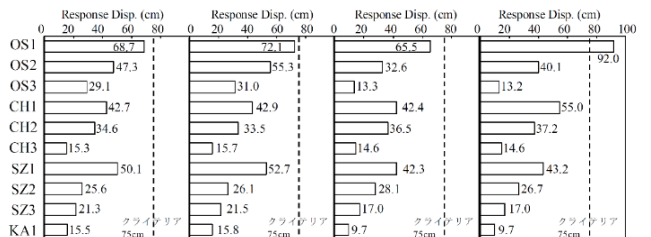


図 3 最大応答層せん断力係数



(a) HDR (b) 簡略法 (c) LRB (d) 簡略法
図 4 免震層の最大層間変位応答

マイクロポアデバイスを用いた物理指標に基づく 1 細胞識別

産業技術総合研究所 健康医工学研究部門 細胞機能解析研究グループ 研究員 横田 一道

連絡先 kazumichi.yokota@aist.go.jp



はじめに -マイクロポアデバイスとは-

ポアデバイスは絶縁体中にマイクロ・ナノスケールの細孔（ポア）を有し、電解質溶液が満たされている [図 1(a)]。電圧を印可するとポアを介した一定のイオン電流が流れるが [図 1(a)i]、微粒子がポアを通過す際にはイオンの流れが阻害される [図 1(a)ii]。イオン電流の時間変化から 1 粒子のポア通過が 1 パルスの電流シグナルとして検出でき [図 1(b)i-iii]、阻害電流の大きさ (I_p) や幅 (t_d)、波形から通過粒子のサイズや表面電荷、形状などが評価可能になる。この原理を基に、増幅や生化学的な標識を必要としない 1 粒子分解能計測手法として、分子やウイルス、人工・生体微粒子などの検出・識別デバイスへの応用が期待されている。

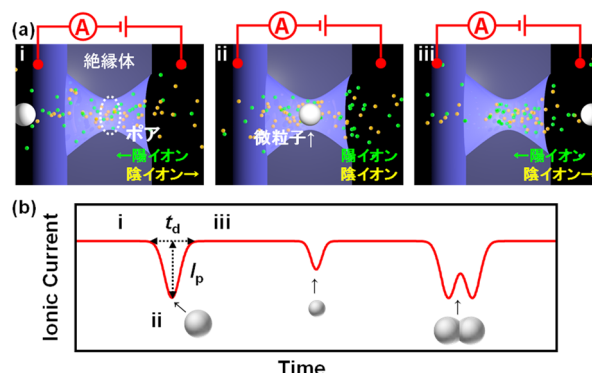


図 1. (a)ポアデバイスによる粒子計測および(b)イオン電流計測による粒子検出と識別の模式図

マイクロポアデバイスを用いた非標識細胞識別

血流に乗って体内を巡る血中循環がん細胞 [Circulating Tumor Cell, CTC、図 2(a)] の定量検出は、がん転移リスクや治療効果の評価指標として注目されている。現在、血球細胞中の CTC は免疫染色によって検出されているが、多様性の大きながん細胞は抗原発現が細胞によって異なり、標的抗原発現量の小さながん細胞は見逃されるため、標識に依らない新たな検出・識別技術が求められている¹。本研究では、モデル系として肺腺がん由来の H1650 細胞と、T リンパ球由来の CCRF-CEM 細胞を用い、マイクロポアデバイスによる計測と識別の実証を行った¹。

ポア形状は、細胞が詰まらず且つ 1 細胞ずつ通過する幅 17 μm 、長さ 12 μm とした [図 2(b)]。1 \times PBS 中に細胞を分散させて電圧 1.0 V で計測したところ、がん細胞、白血球ともに 1 細胞通過が 1 パルスのシグナルとして計測された。 I_p と t_d による判別分析から、それらの識別精度は 81.3% となり。これは顕微鏡を用いたサイズに基づく識別と同程度であり、細胞表面電荷は識別に利用できていないと考えられた。そこでイオンによる遮蔽効果低減のため、0.5 \times PBS を用い電圧 2.0 V で計測を行った [図 2(c)]。表面電荷の差が t_d に反映され (t_d ヒストグラム)、 t_d による識別精度は 1 \times PBS の 54.9% から 93.3% に改善した。更に、白血球のサイズ縮小によって I_p による識別精度も 1 \times PBS の 72.7% から 95.3% に改善し (I_p ヒストグラム)、 I_p と t_d による 2 次元の判別分析では 95.5% の高い識別精度が達成できた (I_p - t_d 散布図)。

現在は、更なる多次元解析や、センサーデバイスとしての産業的な応用にも取り組んでいる²。

1. K. Yokota, *et al. Biosensors* 2021, 11, 78.
2. K. Yokota, *et al. Biosensors* 2021, 11, 272

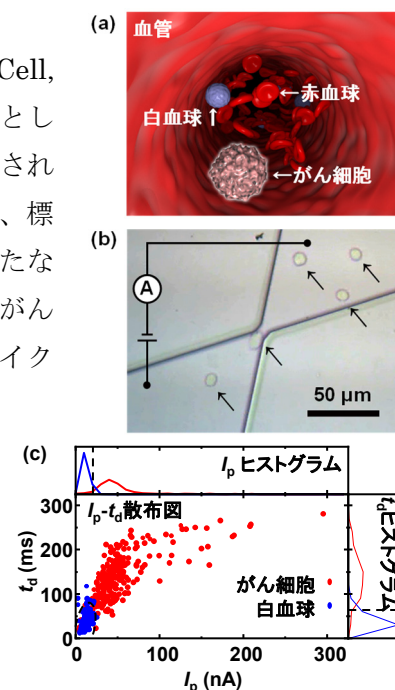


図 2 (a)CTC の模式図(b)ポアを通過するがん細胞 (矢印) の顕微鏡像およびイオン電流計測(c)0.5 \times PBS 中で計測されたがん細胞 (赤) と白血球 (青) の I_p 、 t_d 、および I_p - t_d 分布。

深層強化学習を用いた力制御ロボット

香川県産業技術センター システム技術部門 技師 神内 杜夫

連絡先 jinnai@itc.pref.kagawa.jp



(1) はじめに

一般に、物理的接触を伴う作業を行う場合、力制御が行われるが、対象物への接近速度を十分遅くしなければ対象物の表面でバウンドするなどし、安定的な接触を保てない。

解決策として、学習モデルに多層パーセプトロン (MLP) を用いた深層強化学習 (深層 Q 学習) による力制御コントローラの構築が提案されている。本研究は、深層強化学習の学習モデルに LSTM を用いることで、更なる性能向上を目指すものである。

(2) 深層強化学習

本研究では、対象物に対して手先を一定の力で押し付ける動作について検討した。図 1 に検証で使用した装置の写真を示す。

行動 a は、ロボットに与える速度指令値とし、 $v_0 = 8.9[\text{mm/s}]$ を用いて以下の値を取るものとする。

$$a \in \{v_0, -v_0\}. \quad (1)$$

各モデルの状態 s は、ロボットが受ける力 $f(t)$ 、ロボットの手先速度 $v(t)$ 、および過去の速度指令値 $v_{cmd}(t)$ の 32 サンプル前までのデータを用いて以下の値とする。

$$s_{LSTM} = \begin{bmatrix} f(t) & v(t) & v_{cmd}(t) \\ f(t-T) & v(t-T) & v_{cmd}(t-T) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ f(t-32T) & v(t-32T) & v_{cmd}(t-32T) \end{bmatrix}, \quad s_{MLP} = \begin{bmatrix} f(t) & v(t) \\ v_{cmd}(t-T) + \dots + v_{cmd}(t-4T) \\ \vdots \\ v_{cmd}(t-29T) + \dots + v_{cmd}(t-32T) \end{bmatrix}. \quad (2)$$

報酬 r は、押しつけ力の目標値を $f_d = -20[\text{N}]$ とし、以下のように設定する。

$$r = \begin{cases} -(f(t) - f_d)^2, & \text{if } f(t) > 1.5, \\ -100^2, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (3)$$

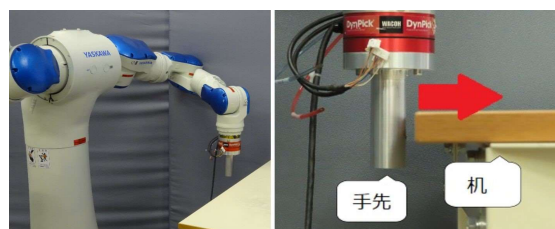
(3) 実機検証

本検証では、各モデルで 20000 エピソードの学習を行った中で、10000 エピソード終了時までと、20000 エピソード終了時までで、1 秒あたりの報酬がもっとも高かったコントローラを選択し、それぞれ 10 回の試行を行って性能評価をした。各モデルで得られた結果を図 2、図 3 に示す。

MLP を用いた場合には 20000 エピソード学習しても押しつけ力に振動が残っていたが、LSTM を用いた場合には、10000 エピソード時点で目標値付近の押しつけ力での一定力押しつけを実現しており、より良好な定常特性を実現していることが確認された。

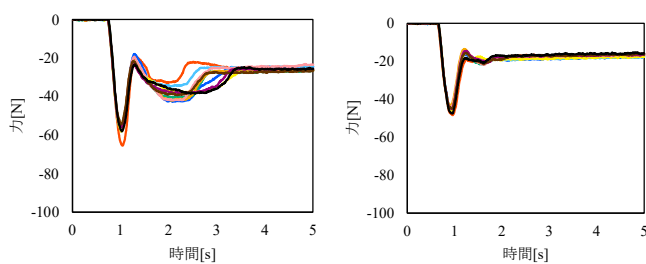
(4) おわりに

本研究では、深層強化学習による突き当て動作のための力制御コントローラの性能向上を目的として、学習モデルを MLP から LSTM モデルに変更した力制御コントローラの構築及び評価を行った。検証の結果、LSTM を用いることで、押しつけ力の振動が抑制された良好なコントローラを半分以下の学習回数で得られることが確認できた。



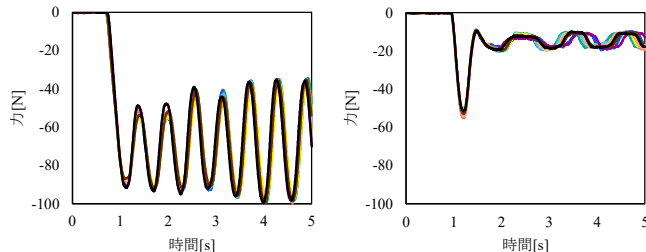
(a) 全体図 (b) 手先部

図 1 突き当て装置



(a) 10000ep まで (b) 20000ep まで

図 2 LSTM で 10 回の試行を行った結果



(a) 10000ep まで (b) 20000ep まで

図 3 MLP で 10 回の試行を行った結果