

福山大学
安全安心防災教育研究センター

平成30年度 活動報告書

2019年9月

活動報告書発行にあたって

福山大学 安全安心防災教育研究センター
センター長 仲嶋 一

今年は大阪で G20 が開催され、その議題として海洋プラスチックごみの問題が取り上げられました。人間の活動による環境問題の悪化とそれによる生態系への影響は、地球規模の問題としてクローズアップされています。本学でも、全学的研究プロジェクトとして 2016 年度より人の暮らしを取り巻く生態系の理解・保全と利用に焦点を当てた「瀬戸内の里山・里海学」に取り組んでいます。一方、昨今は例年のように豪雨災害が発生し、河川の災害対策が急務となっているなど、自然災害への対策の重要性が高まっています。このような自然災害は地球規模の環境の変化が影響していると言われており、本センターも防災と環境を重要な研究課題と考え工学部横断型研究プロジェクトである「ひと・まち・くらしプロジェクト」として関連研究を推進しています。前述の「瀬戸内の里山・里海学」の中でも里海にターゲットを絞った研究が、文部科学省私立大学研究ブランディング事業に採択されており、本センターでも重点的に活動を支援しています。本活動報告では、私立大学研究ブランディング事業を含めた「ひと・まち・くらしプロジェクト」と、各センター教員の個別の研究成果を掲載しました。

本研究センターの発祥であるハイテクリサーチセンターの流れをくむ構造材料開発研究部門では、西日本最大級を誇る本センターの構造試験設備を活用した鉄筋やコンクリート構造の強度評価、木造建造物の耐力特性評価など様々な研究が行われており、その中から、RC 梁部材の研究と土壁の耐力に関する研究活動を報告しています。また、木造住宅における調湿に関する研究も報告されており、防災と環境という本センターのテーマに沿う活動となっています。また、新設の河川臨海域環境保全・防減災教育研究部門では、芦田川をターゲットに河川の 2 極化を研究課題に取り上げ、植生の繁茂と出水による河道の変化について調査した結果を掲載しています。この研究は国土交通省中国地方整備局との包括連携による受託研究として今年度以降に更に深く掘り下げた展開を行います。

一方、本センターは、地域防災リーダー養成講座（地域防災基礎、地域防災応用）、みらい工学プロジェクト「防災について考える」といった防災教育を継続して実施しています。例年各学部より多くの受講があり、毎年地域防災リーダーを輩出しています。

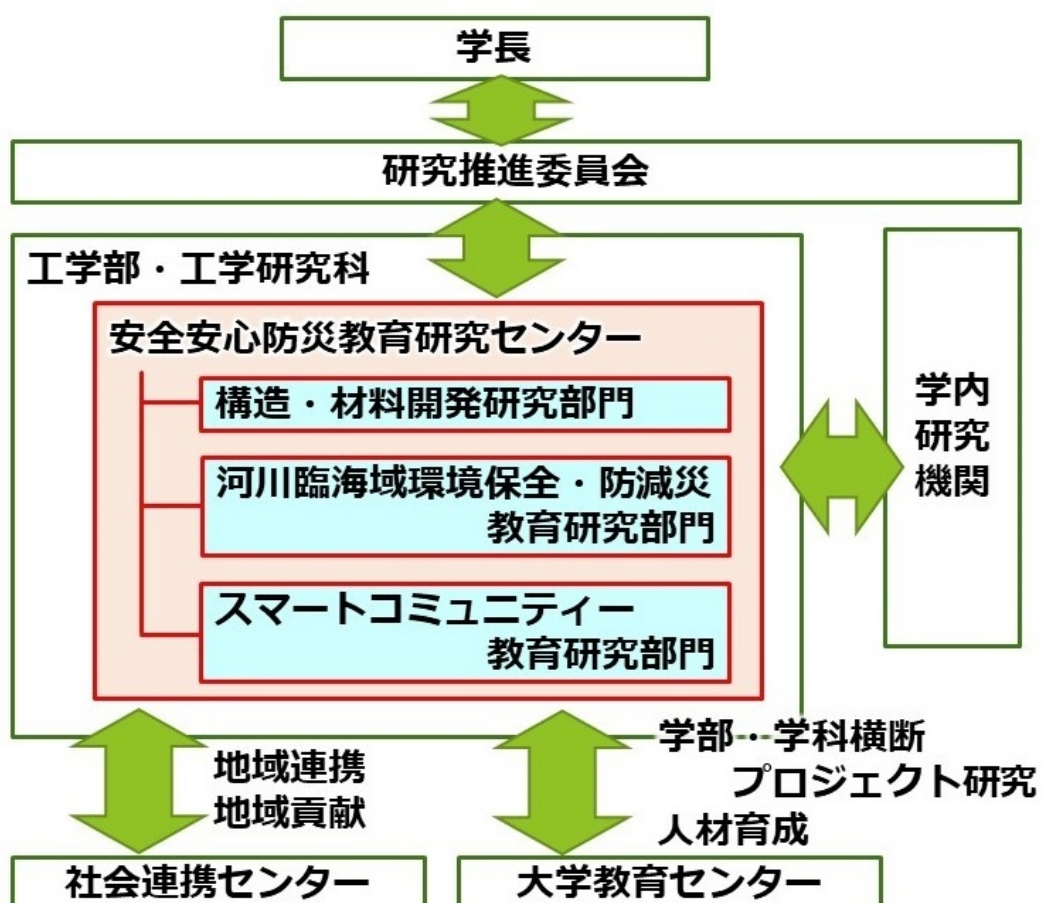
安全安心防災教育研究センター
平成30年度 活動報告書 目次

巻頭言 活動報告書発行にあたって：センター長 仲嶋 一

1. 組織および運営.....	1
1.1 組織図.....	2
1.2 運営委員会（兼 自己点検評価委員会）.....	3
1.3 センター構成員.....	4
2. 研究活動.....	5
2.1 ひと・まち・暮らしプロジェクト.....	11
(A) 瀬戸内の里山・里海学（私立大学研究ブランディング事業関連研究テーマ） .	11
(B) 瀬戸内の里山・里海学（その他研究テーマ）	33
(C) 一般研究テーマ	56
2.2 各教員による研究プロジェクト.....	63
2.3 研究資金獲得状況.....	78
2.4 研究業績一覧.....	83
3. 教育活動.....	94
3.1 みらい工学プロジェクト.....	95
3.2 地域防災リーダー養成講座.....	97
3.3 その他.....	101

1. 組織および運営

1. 1 組織図



1. 2 運営委員会（兼 自己点検評価委員会）

役職名	氏名	学内指定職名	担当業務
委員長	仲嶋 一	安全安心防災教育研究センター長 (河川臨海域環境保全・防減災教育研究部門長)	センター運営、部門運営、 ひと・まち・くらしPJ再編、予算申請
委員	都祭 弘幸	安全安心防災教育研究副センター長 (構造・材料開発部門長)	部門運営、成果報告、(予算申請)
〃	関田 隆一	スマートコミュニティ教育研究部門長	部門運営、安全
〃	山田 明	建築学科	HP・教務
〃	中道 上	情報工学科	HP
〃	小林 正明	機械システム工学科	コンプライアンス
〃	平 伸二	研究科長等協議会議長	アドバイザー
〃	伊澤 康一	建築学科	成果報告
〃	中村 雅樹	社会連携センター	社会連携・知財
〃	山之上 卓	工学部長	アドバイザー
〃	津田 将行	大学教育センター	安全・教務
〃	松野 宣英	工学部・生命工学部事務部長	事務
幹事	山崎 護	工学部・生命工学部事務長	事務

1. 3 センター構成員

	氏名	所属	職位
センター長	仲嶋 一	スマートシステム学科	教授
副センター長	都祭 弘幸	建築学科	教授
◆ 構造・材料開発部門			
	氏名	所属	職位
部門長	都祭 弘幸	建築学科	教授
研究員	宮内 克之	スマートシステム学科	教授
〃	山田 明	建築学科	准教授
〃	中東 潤	機械システム工学科	准教授
◆ 河川臨海域環境保全・防減災教育研究部門			
	氏名	所属	職位
部門長	仲嶋 一	スマートシステム学科	教授
研究員	津田 将行	大学教育センター	講師
〃	中越 信和	グリーンサイエンス研究センター	客員教授
〃	尾島 勝	学校法人福山大学宮地茂記念館 館長	名誉教授
〃	山之上 卓	情報工学科	教授
◆ スマートコミュニティー教育研究部門			
	氏名	所属	職位
部門長	関田 隆一	スマートシステム学科	准教授
研究員	伊澤 康一	建築学科	准教授
〃	佐藤 圭一	建築学科	教授
〃	中道 上	情報工学科	准教授
〃	内田 博志	機械システム工学科	教授
〃	小林 正明	機械システム工学科	講師

2. 研究活動

ひと・まち・くらしプロジェクト

瀬戸内の里山・里海学（私立大学研究ブランディング事業関連研究テーマ） アブストラクト

- 瀬戸内海の藻場の生物多様性涵養機能を探る海中・海上探査ロボットシステムの開発
／工学部・機械システム工学科 内田博志、
工学部・スマートシステム学科 仲嶋 一、
工学部・情報工学科 金子邦彦 11
- ① 海中ロボットの水槽実験の結果、現在のスラスタは水中使用時の耐久性は低いことがわかり、改良スラスタの製作に着手した。
- ② 海中ロボット用超音波通信システムの要素技術として、積層セラミックアクチュエータを用いた耐水超音波ソナーを試作し、その周波数特性を評価した。
- ③ 気球による空撮写真にカラー画像処理を施すことによって、藻場の位置を判別できる画像を得た。赤外線写真では流れ藻が鮮明に判別できた。

- 海底カメラによる海中観測実験
／工学部・スマートシステム学科 田中 聡、伍賀正典、仲嶋 一 15
- 瀬戸内海の藻場環境を観測するためにステレオカメラを搭載した「海底カメラ」を製作し、因島沖の海中に投入し撮影実験を行った。藻場探査用の海底カメラを製作し運用した。カメラは2眼のステレオカメラであり約一週間分の海底からの動画をSDカードに記録できる。夏場の観測では海水の透明度が極めて低く十分な視野が得られなかったが、藻場が成長する冬場において透明度が格段に向上し、海藻の繁茂状況や海中を流れていく浮遊物の様子を撮影することができた。

- 衛星画像藻場分布
／安全安心防災教育研究センター スマートコミュニティ教育研究部門 関田隆一 17
- 里海の豊かさを持続可能性を伴って維持するには、海の状態やその植生を表すパラメータについて季節や経年化変化を計測することが不可欠となる。本研究は地球観測衛星によるリモートセンシングデータから因島周囲沿岸部の藻場の分布状況を精度付きで解析し、里海の豊さを定量的に把握する基盤構築の一步を踏み出したものである。

- CFD 解析によるグラデーション給餌の検討—瀬戸内里海の次世代養殖システムの開発研究—
／工学部建築学科 伊澤 康一 31
- 「質」（体長25cm以上のテッポウギス）と「量」（稚魚期減耗解消）の双方の開発課題を、「自発給餌システム」と「環境制御システム」によって解決することに注目している。本研究では、将来的に、魚の成長に合わせて、餌の粒径を小さいものから大きなものへ変更しながら与える「グラデーション給餌」のアイデアを試行するための準備として、餌の粒径ごとの重力沈降速度や拡散性状を、数値解析によって検討した。

ひと・まち・くらしプロジェクト

瀬戸内の里山・里海学（その他研究テーマ）

アブストラクト

■ 芦田川の二極化抑制のための河道計画に関する研究

／工学部・スマートシステム学科 仲嶋一

大学教育センター 兼安全安心防災教育研究センター 津田将行

グリーンサイエンス研究センター 兼安全安心防災教育研究センター 中越信和

福山大学宮地茂記念館館長 兼安全安心防災教育研究センター参与 尾島勝 33

近年、多くの河川において、流況の変化に伴い河床撓乱の頻度の低下、規模の変化、土砂供給量の減少により、流路部では洗掘により河床低下が進み、その一方で、その対岸や中洲などは土砂が堆積しており、河川横断面での比高の差が大きくなっている。そして土砂堆積部においては樹林化が進行している。河川内の樹林化が進行すると、流下能力の低下による治水機能の低下、河川植生への影響が問題となる。芦田川においても中下流域において河道内の樹林化が進行しており、治水に危険な箇所については、樹木の伐開と河道整正の河川改修が行われている。本研究では、芦田川で樹木の伐開と河道整正が行われた箇所を対象として、河川改修後の植生と土砂堆積のモニタリングを行い、植生の遷移過程と土砂堆積の進行状況について調査を行った。

■ 「地域遺産」としての沼隈半島～瀬戸内島嶼部 ―備後地域遺産研究会 2018 活動報告―

／工学部 建築学科 佐藤圭一 37

本稿は、2016 年度から福山大学ひと・まち・くらしプロジェクトの一環となった「備後地域遺産研究会」（代表：佐藤圭一、活動拠点：まちづくり PJ 室 03204 号室）の 2018 年度活動報告である。2018 年度は、教育振興助成金、ブランディング推進事業研究助成、共同研究費を得て、新たに沼隈半島から瀬戸内島嶼部までフィールドを拡げ、教育、研究、実践活動を展開した。研究会の中心メンバーは、著者の指導する 3・4 年生ゼミ、大学院修士課程のゼミ学生である。

■ 里山の災害対策のための IoT システムに関する研究

／工学部・情報工学科 山之上 卓、

工学部・スマートシステム学科 香川直己

工学部・情報工学科 金子邦彦 森田翔太 41

光通信と無線通信を組み合わせる里山にセンサネットワークを張り巡らせ、これをインターネットと接続した災害対策用 IoT システムを研究開発している。里山をきれいに保つための、廃棄物再生への応用も模索している。平成 30 年度は IoT システムのハードウェアの試作、レーザ光線の射出光学系の構築、Bigdata 解析のためのデータ合成とデータアップロードのアプリの作成、音響分析における変調スペクトル分析法の高速化などを行った。

■ 看護・介護を支援するスマートシステムに関するプロジェクト

／工学部・スマートシステム学科 仲嶋一教授、三谷康夫教授、香川直己教授、田中聡准教授、伍賀正典准教授 43

本研究テーマにて御器谷科学財団の助成を受け、2016 年度から 2017 年度にかけて、パラメトリックスピーカを利用した制限音生成手法、骨伝導音による患者音声ピックアップ手法、マルチマイクのアレイ信号処理による音源特定手法、決定木を用いて病院内の会話で医療会話と非医療会話を分離する会話クラスタリング手法の開発を行い、上記科学財団への報告を完了した。完了後も各項目について卒業研究にて継続研究中である。報告では、逆伝搬ゲイン補正を行ったマルチマイクの遅延和法による信号処理を用いた音源分布生成について詳述する。

■透析患者向け医療ベッドの開発	
／工学部・情報工学科 中道上.....	48
指差しジェスチャによるマウスカーソルの移動を利用したポインティングシステムとして、Remote Touch Pointing の研究を進めています。現在、これまでに開発したポインティング技術を応用して、透析患者が人工透析中においても仕事が可能な医療ベッドの開発を進めています。天井ディスプレイとそれに対して非接触操作が可能なベッドを試作しています。	

■衛星ミッション変更	
／安全安心防災教育研究センター スマートコミュニティ教育研究部門 関田隆一.....	50
福山大学の超小型衛星プロジェクト「不退転」での新ミッションについて、衛星通信の Store & Forward (S&F) 技術を活用し、かつ将来の小型衛星による藻場研究を含む海洋科学研究に活かせるミッションへ発展させることを前提に、その候補を広く検討した。	
その結果、藻場付近の海洋ローカルデータロギングと、海上モジュールから衛星へのオンデマンド撮像というミッションを設定し、その成立性まで確認した。	

ひと・まち・くらしプロジェクト

一般研究テーマ

アブストラクト

■行動分析と誘導支援

／工学部・情報工学科 中道上、山之上卓、宮崎光二、池岡宏、森田翔太 56

ひとの行動分析や誘導支援に関する研究や新たな技術の紹介、またそれらを体験する環境の整備を進めている。とくに観光や防災への適用を進めており、その成果を発表するとともに企画や提言をおこなっている。最近では、福山市からの依頼のもと福山駅から福寿会館への案内経路について、到着できるかの実証実験をおこなうとともに、文部科学省の委託実験として今津小学校の避難経路の問題と改善案を検討するための実験を実施している。

■交通安心プロジェクト

／工学部・機械システム工学科 内田博志、関根康史、小林正明、

工学部・スマートシステム学科 仲嶋 一、伍賀正典、

工学部・情報工学科 金子邦彦、

人間文化学部・心理学科 平 伸二、宮崎由樹..... 58

- ① 国道 486 号線事故多発問題：広島県警察との共同で、横断歩道を歩行中の歩行者の視線計測を行った。歩行者は、路面を注視する傾向が強く、必ずしも接近する自動車に注意を向けられないなどの傾向があることなどがわかった。計測用眼鏡の計測データから視線推定を行い、一定精度の視線推定が可能であることを確認した。
- ② 自動運転技術：自動運転用ドライビングシミュレータと、電動車いすを利用した自動運転車の開発に着手した。

■地域の交通問題を解消する小型モビリティの開発

／工学部・機械システム工学科 小林正明 61

我々が生活を送る上での生活範囲は、職場、買い物、学校、病院など限られている。近距離での移動を考えた場合、普通自動車や軽自動車などよりコンパクトで取り回しがいよい小型モビリティへの期待が高まっている。また、小型モビリティは高齢者の移動手段としても期待されている。本研究は小型モビリティを開発することで交通混雑や高齢者の移動手段の確保などの地域の交通問題を解消することができると考えた。

各教員による研究プロジェクト アブストラクト

■小型衛星プロジェクトにおける光リンクセンサーネットワークのためのビームステアリング光学系の開発

／工学部スマートシステム学科 香川直己 63
アブストラクト 近年、多数の被災者が土砂等に埋没する災害が多く、通信インフラ喪失の中で捜索救助作業が求められ、通信インフラを構築する手段と被災者の捜索支援や二次災害の兆候を捉えるための検出技術の確立が望まれる。そこで通信と計測のハイブリッド機構を用いた通信網により被災者の捜索支援や都市ガスの漏えいを検出するシステムを開発している。本稿では、プローブ光の送受信とステアリング機構を要する光学系を試作したので報告する。

■センサーネットワークを用いた大気中二酸化炭素濃度変動の測定と気象データの関連性の検討

／工学部スマートシステム学科 香川直己 65
アブストラクト 植物が通常の生育環境とは異なる環境に置かれたときに植物に係るストレスが大気中二酸化炭素濃度の経時変化の傾向に影響を与えるのではないかと仮定し、福山市（福山大学）、広島市、岡山市に設置した CO₂ センサからの濃度データと、その観測地点の最寄りの気象台、測候所の公表する雨量データ、風向風速データ、各地点の地形を総合的に分析した。特に 2018 年 7 月の西日本豪雨の前後の各データの特徴を調査したので報告する。

■エネルギー吸収性能改善型 RC 梁部材に関する実験的研究

／工学部・建築学科 都祭弘幸 67
曲げ降伏型 RC 造梁部材の繰返し載荷時における耐力・剛性低下を抑制し、エネルギー吸収性能を改善する目的でヒンジ部損傷抑制コアを提案し、その効果を検討するために構造実験を実施した。実験結果の分析からコアに設定した 4 つの目標性能、a) 曲げ強度を上昇させない、b) 見かけ上のせん断応力を低下させる、c) せん断変形の増大を抑制する、d) 従来構造よりもエネルギー吸収量が増大する、が確認できた。

■多数回の繰返し載荷を受ける土壁の耐力特性

／工学部・建築学科 山田 明 69
本研究では、伝統構法木造軸組の主要な耐震要素である土壁を取り扱い、現行の耐震設計思想が想定している地震動の繰返し回数を超えたときの壁の耐力特性を、多数回の静的一定振幅正負交番載荷によって確認した。振幅は軸組の被害レベルを考慮した 4 種類とし、載荷回数はモデルの地震応答解析に基づいて設定した。この実験により、各変形レベルの繰返し回数に対する壁の耐力低下率を明らかにした。

■木造住宅における調湿性外壁素材の水分収支—夏季の実測と解析—

／工学部建築学科 伊澤 康一 73
透湿防水シートとセルロースファイバーが施された木造住宅を対象とし、夏季における外壁内セルロースファイバーシステムの水分収支を、実測と非定常解析によって明らかにした。セルロースファイバーの空隙部・実質部とで交互に蓄湿・放湿が起こり、本研究の条件ではおおよそ $-0.05 \sim 0.1 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{sec})$ の範囲で変動していた。昼間のセルロースファイバーへの蓄熱による実質部から空隙部への湿気移動が推測された。

キーワード：海中探査、藻場探査、海中ロボット、気球ロボット

瀬戸内海の藻場の生物多様性涵養機能を探る海中・海上探査ロボットシステムの開発

工学部 機械システム工学科

内田 博志 教授 Hiroshi Uchida 博士（工学）

専門分野：最適制御、最適設計、信号処理、統計解析

E-mail : uchidah@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

■背景と目的

- 海洋生物科学科・内海生物資源研究所と共同で、本学近隣地域の瀬戸内海の海中探査を、自前技術で開発した海中ロボットを用いて行うことを目的に、福山大学研究ブランディング事業に基づく新規研究プロジェクトとして、平成 29 年度より研究を実施している（図 1、図 2）。



図 1. 内海生物資源研究所（マリンバイオセンター）前の海岸（左）と同海域の藻場（右）



図 2. 藻場探索の対象海域

■研究構想

- ① 藻場内部に生息する魚類の観察を行うための海中ロボットの開発を行う。複雑に絡み合う藻類をすり抜けて内部に生息する魚類等の海洋生物の記録を取るための最適なロボットシステムを検討する（図 3）。
- ② 海中ロボットの運動制御技術、通信とエネルギー供給をサポートするための海上ステーション、藻場の巡回観察を自動化するための自律探索システム、海中での通信・センシング技術について研究する。

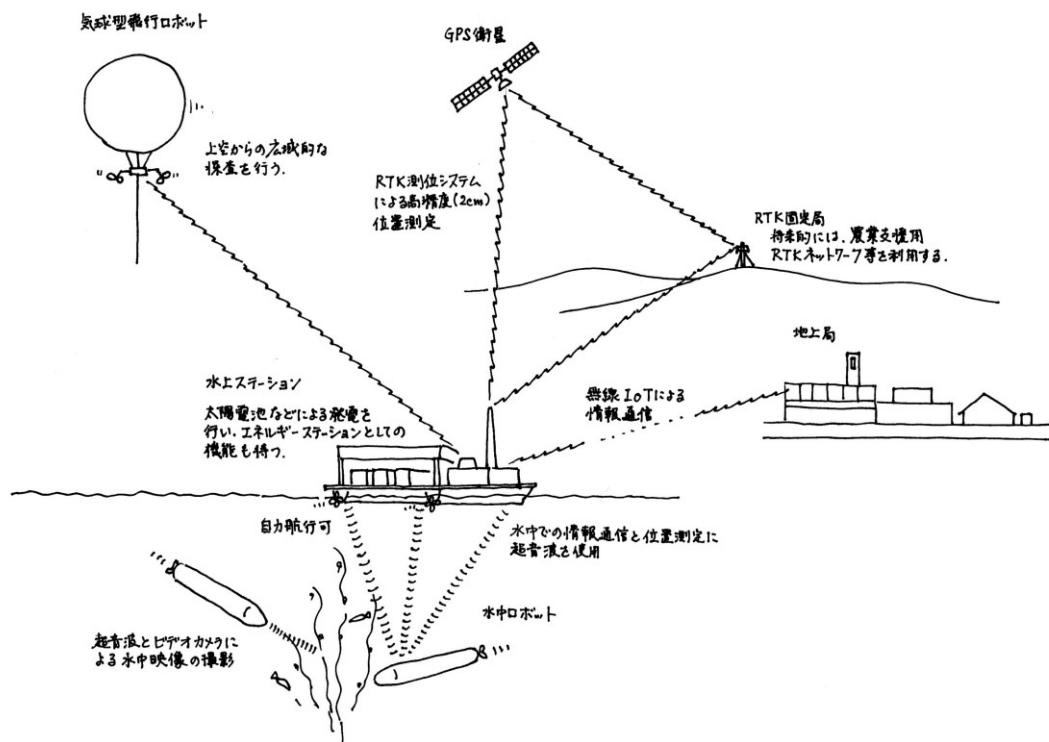


図 3. 藻場探査用海中・海上ロボットシステムの全体像

■ 海中ロボットの構造と制御

- ・ 藻場探査を目的とする海中ロボット制御技術開発を効率的に進めるため、海中ロボットシミュレータの開発を行った。同シミュレータとしての最適な機能を模索するため、3種類の異なるプラットフォーム上で開発を進めている(図4)。(情報工学科・池岡宏准教授との共同研究)

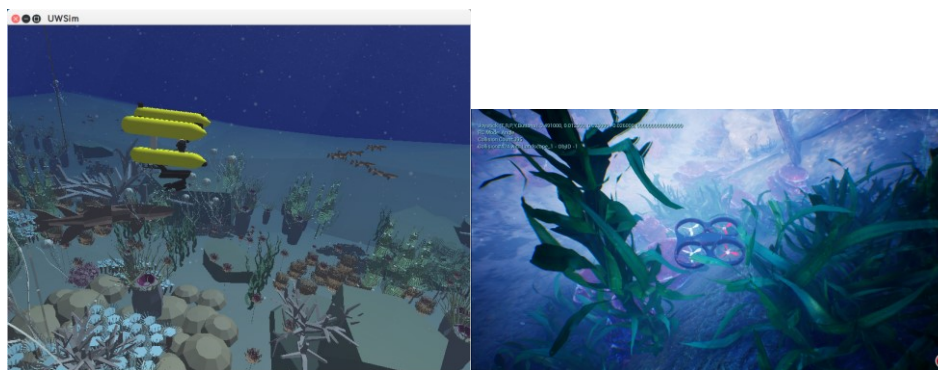


図 4. AUV 型海中ロボット (左) とマルチコプター型海中ロボット (右) の藻場内潜行シミュレーション

- ・ 海中ロボットは、メインコントローラとして Arduino Uno を用い、内界センサとしてのデジタルコンパス、加速度センサ (ジャイロを含む)、外界センサとしての小型デジタルカメラ、超音波センサ 6 個、アクチュエータとしてのスラスタ 3 基などを備えた構造とした(図 5)。
- ・ 水槽実験の結果、現在のスラスタは水中使用時の耐久性は高くないことがわかったことから、水中での使用によく耐え、より大きな推力が得られるスラスタの製作を進めている(図 6)。

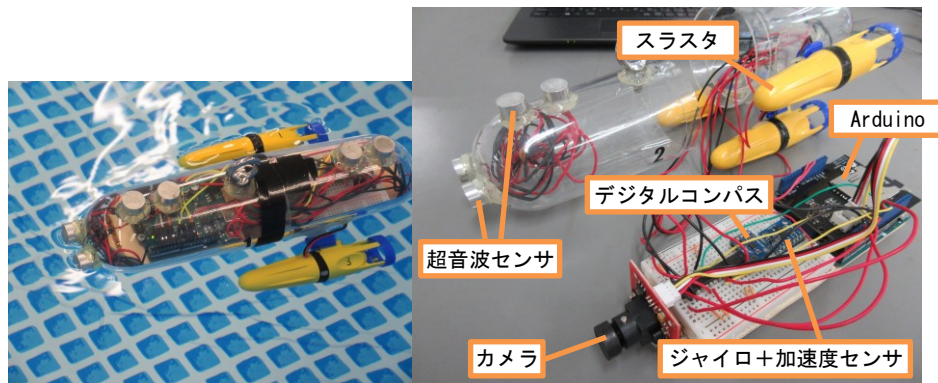


図 5. 開発中の小型海中ロボット（左）と海中ロボットの構成（右）

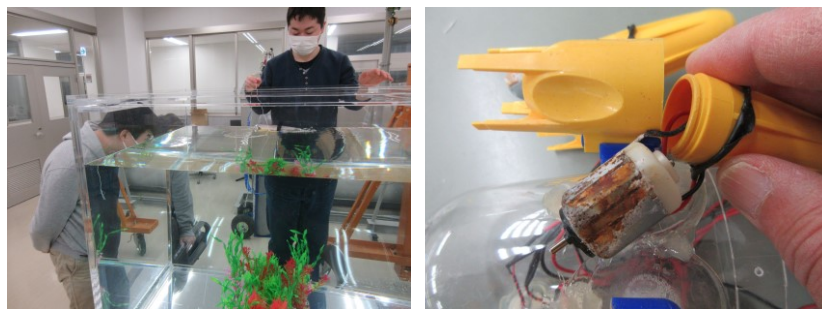


図 6. 水槽内での潜行実験（左）、スラスタ内の浸水によるモーターの腐食（右）

■ 海中ロボットの環境センシング

- 海中ロボットの水中/水上間通信と海中での環境センシングを目的とする超音波通信システムの要素技術として、積層セラミックアクチュエータを用いた耐水超音波ソナーを試作し、その周波数特性を評価して実用可能性を検討した（図 7）。（スマートシステム学科・仲嶋一教授による研究）

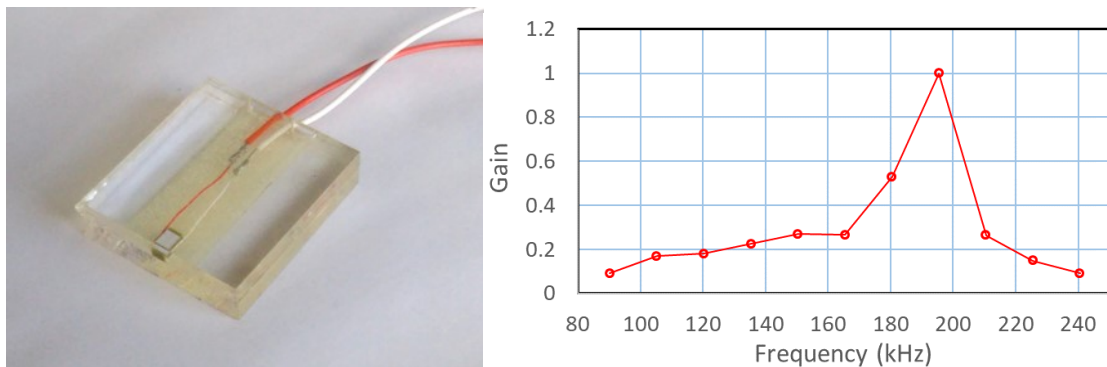


図 7. 試作した超音波ソナー（左）とその周波数特性（右）

■ 海中ロボットの環境センシング

- 気球による空撮写真から藻場の位置や範囲を見出す方法を検討した（図 8）。通常の空撮写真にカラー画像処理を施すことによって、藻場の位置を容易に判別できる画像が得られた（図 9）。赤外線空撮写真では、海上を漂う「流れ藻」が鮮明に判別できた（図 10）。



図 8. 気球による藻場観測実験

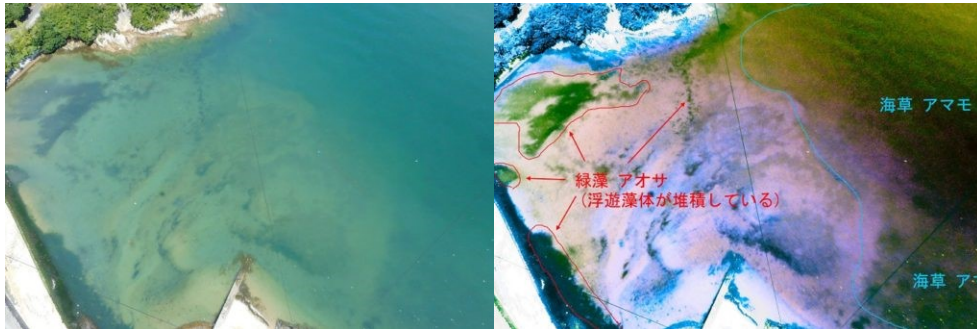


図 9. 通常の藻場海域の空撮写真（左）と画像処理による藻場領域の強調（右）



図 10. 赤外線カメラによる藻場海域の空撮写真

■今後の計画

- シミュレーションと水槽実験、および実際の海中での実験を並行して進めることにより、技術の完成度を高めてゆく。海中での自律航行技術、少数のスラスタによる運動制御技術、超音波による水中センシング・通信技術、海上ロボットや飛行ロボットとの連係動作に関する研究等に注力する。
- ソナー素子を送受信とする最適駆動回路を設計・試作し、その動作特の検証と実環境での送受信試験を行って海流による位相揺らぎや海底、海面からの反射によるマルチパスの影響を評価してビットエラーレート、通信容量の見積もりを行と共に、ダイバーシティの検討を行う。
- 生命工学部との共同により、実際の海洋調査研究への適用を進める。

海底カメラによる海中観測実験

工学部 スマートシステム学科

田中 聡

伍賀正典 仲嶋 一

専門分野：電子計測，身体性ロボティクス，マイクロ波

E-mail : tanaka3n@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

瀬戸内海の藻場環境を観測するための「海底カメラ」を製作し、因島沖の海中に投入し撮影実験を行った。海底カメラは30mの海底において長時間のステレオ画像録画ができる機能を有しており、藻場の生態観測や周囲の海流変化を長時間記録することができる。また、同システムのための画像管理、解析システム（ソフトウェア）の開発も行っている。

研究成果

海底カメラの運用の様子や撮影した画像を以下に紹介する。

■運用 強い海流や水圧に耐えるために頑丈で重い。



図2 重いカメラは船の舳先からつるして海中に沈める。浅い場所ではバラストをはずして運用することも可能（右）



図1 海中投入前には入念な準備作業を行う

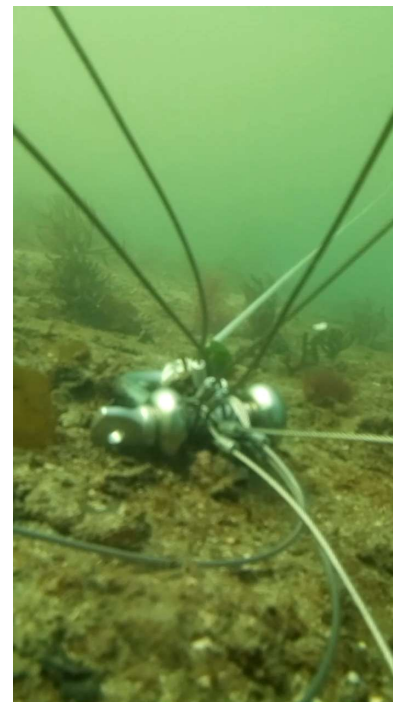


図3（左） 秋季（10月）の海中（水面方向） （右） 冬季（1月）の海中（海底方向）

■観測 海底カメラの画面には本体を吊り下げるワイヤとそれを束ねるリングギャッチ（カメラとの距離40cm）が写っている。秋季（10月）はプランクトンが多く緑色にかすんでおり、視界はせいぜい2mしかない。しかし、冬場になると透明度が増し同時に海藻の植生も豊かになる。視界も5m以上を確保することができた。

海底には多くの海藻の繁茂が観測される。冬場に大きく成長しているアカモク（図5）の間を抜

けて海底カメラが降下していく様子を撮影した。



図4 海上からながめた海中の様子
(水深3 m)



図5 海中を降下するカメラからの撮影

画像解析システム

海底カメラで記録したステレオ画像の歪補正を行い、ステレオ画像として再構成を行う画像解析システムを開発した。



図6 画像解析システムの表示例（2019年1月実験における海底カメラからの画像）

実用化にむけて

現在は動画以外には水温、水深の情報のみであるが、塩分濃度・日照・栄養塩などの海洋科学に役立つ情報を収集できるセンサ類の開発に取り組んでいる。また、LPWAを用いたネットワーク化とエネルギーはーベスティングをとりいれた運用時間の改善、さらにはエッジAIを搭載したインテリジェント化なども並行して進めている。

研究発表等

- 1 田中 聡、村上 祐紀、伍賀正典、仲嶋一：「藻場探査用海底カメラの運用」,2019年電子情報通信学会総合大会、D12-52,平成31年3月22日。（査読無し）
- 2 田中 聡、村上 祐紀、伍賀正典、仲嶋一、藻場観測のための海底カメラの開発 福山大学工学部紀要 第41巻 2018年2月
- 3 福山大学・学長室ブログ「海底カメラは海へ」シリーズ（1）－（4）

研究関連ホームページ

<http://www.fukuyama-u.ac.jp/research/project/branding.html>

キーワード：リモートセンシング、海洋観測、画像分析、持続可能性

里海の藻場探査プロジェクト 衛星画像藻場分布

安全安心防災教育研究センター スマートコミュニティ教育研究部門

関田 隆一 部門長 Ryuichi Sekita 博士(システム・マネジメント)

専門分野：システム工学、システム安全、マネジメント、宇宙機推進系

E-mail : sekita@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

里海の豊かさを持続可能性を伴って維持するには、海の状態やその植生を表すパラメータについて季節や経年化変化を計測することが不可欠となる。本研究は地球観測衛星によるリモートセンシングデータから瀬戸内海の藻場の分布状況を精度付きで観測し、里海の豊さを定量的に把握するものである。

1. 研究目的

里海の豊かさを藻場の状態（色や面積）で地球観測衛星によるリモートセンシングデータを使って定量化し、持続的な状態モニターにより藻場の経年変化を把握する技術確立することが本研究の目的である。特に本研究では、藻場が海岸周辺の人の活動により受ける影響及び里山から河川を伝って排出する砂等で受ける影響をモデル化する技術の確立まで踏み込む計画であり、これは従来研究にないもので意義が大きいと言える。

2. 平成 30 年度の実施目標及び実施計画

藻場調査研究の最終目的である「持続的に発展する瀬戸内の藻場の定量的モデル構築」の基盤として、地球観測衛星画像データから因島周囲の藻場を解析・識別し、その解析精度を求めることが目標である。研究実施は以下のⅠ～Ⅲの順に具体化してある。

- I. 地球観測衛星データを使った海洋観測、大気補正、藻場観測に適したセンシングと解析技法及び藻場の生育増減に影響する陸域の要因について先行研究論文サーベイで明らかにする
- II. 地球観測衛星データを用いて先に明確にした技法で因島周囲の藻場識別解析を行う
- III. 因島周囲の沿岸で藻場現地データ取得を行い藻場識別解析の精度を求めると共に今後の研究基盤として精細化へ向けた課題を抽出する

3. 成果

- I. 地球観測衛星データを使った海洋観測、大気補正、藻場観測に関する先行研究について文献サーベイを行った。論文サーベイで得た主要点は以下である。
 - ✓ 地球観測衛星データを使った海洋観測については、主に水循環を調べて気候変動のメカニズム解明に役立てる研究が盛んであり、藻場に関する研究はそれほど多くないことがわかった。
 - ✓ 海洋観測に関するリモートセンシング研究は、大きく分けて 4 つ（水質・海色に関する研究、海面水温に関する研究、海底地形や海藻・海草などの底質マッピングに関する研究、海水・海面高度・表層海流・海面塩分の観測に関する研究）あることがわかった。
 - 水質・海色に関する研究について、筑波大学は ESA（European Space Agency: 欧州宇宙機関）の ENVISAT に搭載された MERIS（MEdium Resolution Imaging Spectrometer: 中間解像度走査計）のデータを用いて月に数回のクロロフィル a 濃度の情報を得て、霞ヶ浦（茨城）の植物プランクトンの変動を長期的にモニタリングする可能性を示唆した（松下ほか、2015[1]）。今後、藻場の増減と水質との相関を調査する際の参考にする。
 - 海面水温に関する研究について、近畿大学は日米欧の 11 機の地球観測衛星データ

GHRSSST (Group for High Resolution Sea Surface Temperature) から得られる低緯度帯の海表面温度データとブイデータを比較して精度検証を行い、GHRSSST はどの海域も精度が良いことが示された(瀬森ほか、2014[2])。今後、藻場の増減と海面水温との相関を調査する際の参考にする。

- 海藻・海草などの底質マッピングに関する研究について、広島大学はアメリカの衛星 Terra に搭載された ASTER (Advanced Space borne Thermal Emission and Reflection radiometer:資源探査用将来型センサ) データを用いて、水深を考慮したアルゴリズムで知られている BI (Bottom Index:底質指標) による藻場マッピングの可能性を示した(レイほか、2008[3])。詳細は藻場観測の先行研究に記述する。
- 海面塩分の観測に関する研究について、横浜国立大学は韓国の静止海色衛星 COMS (Communication, Ocean and Metrological Satellite) に搭載された GOCI (Geostationary Ocean Color Imager:静止海色計) を利用した東京湾における塩分分布推定モデルを提案し、江戸川河口付近の低塩分水塊が船橋から浦安沖にかけて広がる様子を確認している(比嘉ほか、2017[4])。今後、藻場の増減と海面塩分との相関を調査する際の参考にする。

- ✓ 沿岸域リモートセンシングが外洋リモートセンシングと比べて異なる点を以下に示す。
 - 複雑な地形に囲まれた水域を解析するために「高解像度の画像」が必要であること。
 - 河川からの土砂や有機懸濁物質などの流出が多く、水質を調べるために「高い波長分解能の画像」が必要であること。

そのため、外洋と比べ沿岸のリモートセンシングは難しいといわれ、MODIS センサ等のように水質を計ることができる沿岸専用のセンサは現時点では存在しない。そこで Landsat や ALOS (Advanced Land Observing Satellite:陸域観測技術衛星) 等、陸域を観測するために設計されたセンサを使った沿岸域の水質測定が多く行われている。

- ✓ 海中からの放射輝度は、衛星で観測される全放射輝度の 10%程度であり、残りのおよそ 90%は、空気中の分子に衝突した散乱光、海面からの反射光の影響などである。従って大気補正は、海水のわずかな放射輝度の変化を推定するために高精度で行う必要があり、大気補正における 1%の誤差は、海中からの放射輝度あたりで、10%程度の誤差になる。

図 1 (森ほか、2007[5]) に太陽光の伝搬経路概念図を示す。

地球観測データの大気補正手法は、GWI (the standard Gordon and Wang algorithm with an Iterative process and a bio-optical model) 法やそれを改良した N-GWI (New-GWI) 法、MUMM 法 (Management Unit of the North Sea Mathematical Models) など様々な手法が提案されているが、補正の要因が複雑で未だ研究要素が強いことがわかった。その中で本研究では、デジタル画像で最も暗く写っている画素を引く簡易的な大気補正法(暗画素法)を採用した。

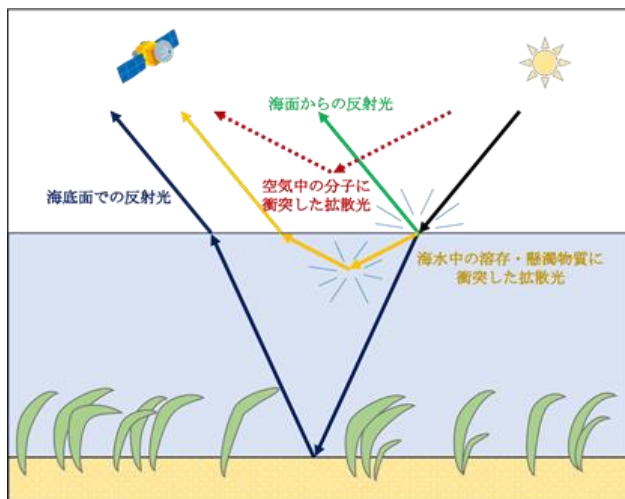


図 1 太陽光の伝搬経路概念図

- ✓ 国内の藻場観測の先行研究の中から以下を参考にする。
 - 福井工業大学は Quick Bird 衛星、GeoEye-1 衛星、WorldView-2 衛星に搭載されたマルチスペクトルカメラによる NDVI (Normalized Difference Vegetation Index: 正規化植生指標) を用いて海藻の密集度と藻場の面積を求め、藻場増減の経年変化を調べている(青山、2014[6])。NDVI を用いた藻場分布の解析技法は、季節変化による変動を含めて、藻場が存在しない海域と存在する海域を区別可能できるが、水深が大きくなると植物の判定が困難になることがわかった。
 - 環境省は「瀬戸内海における藻場・干潟分布状況調査 調査結果(中部海域)」(環境省[7])で Rapid Eye 衛星画像の解析手法を用いて、2016 年度に本研究プロジェク

ト対象の瀬戸内沿岸域を含む瀬戸内海中部を調査している。画像解析の方法は、現地調査データと地球観測衛星画像情報の比較・確認により画像解析を行い、藻場に該当する輝度（光の明るさ）の画素を藻場として分類する方法だが、より詳細な解析技法を公表していないため、本研究では解析結果だけを参考にする。また、地球観測衛星画像解析精度を検証しており、藻場の解析結果の精度は71%であった。本研究の解析精度検証の基準として参考にする。

- 広島大学は BI による藻場マッピングを作成し、現地調査に基づく藻場分布と概ね一致する結果を得ている（レイほか、2008[3]）。しかし精度検証までは行っていない。BI は Lyzenga が提案した解析技法で、異なる 2 バンドの画像（例えば、青と緑バンド）を比演算することで、青と緑バンド画像の間で反射率が異なる藻類を抽出するものである。この技法には、青と緑バンド画像を比演算することにより水深の影響を除去する水深補正が含まれている。本研究は、水深の影響を除去できる BI を採用して、MATLAB を使う初期の解析方法を構築した。

II. (1) 藻場分布の解析

(1) - 1 BI アルゴリズムによる藻場分布解析

BI アルゴリズムは、Lyzenga の「比演算アルゴリズム」（レイほか、2008[3]）を基にしたものである。図 2 に光学衛星センサが検出する放射輝度の原理を示す。

Lyzenga は、地球観測衛星に搭載されたセンサが浅海域において波長 λ で検出する放射輝度（ L_λ ）を次式で表した。

$$L_\lambda = L_{s\lambda} + E_\lambda r_{B\lambda} \exp(-k_\lambda f z) \quad (1)$$

ここで、

- $L_{s\lambda}$: 空気中での放射輝度
- E_λ : 定数（地上に到達する太陽の放射照度、大気と水面の透過率を含む）
- $r_{B\lambda}$: 底質による分光反射率
- k_λ : 水の消散係数
- f : 光路補正係数
- z : 水深

である。

水の消散係数とは、水中を光が伝播する際の光の散乱・吸収に起因する光の減衰の係数のことであり、水の混濁度により大幅に変化する（多田村ほか、1995[8]）。上記の各パラメータで空気中の情報は $L_{s\lambda}$ だけであり、それ以外のパラメータは水中の情報である。

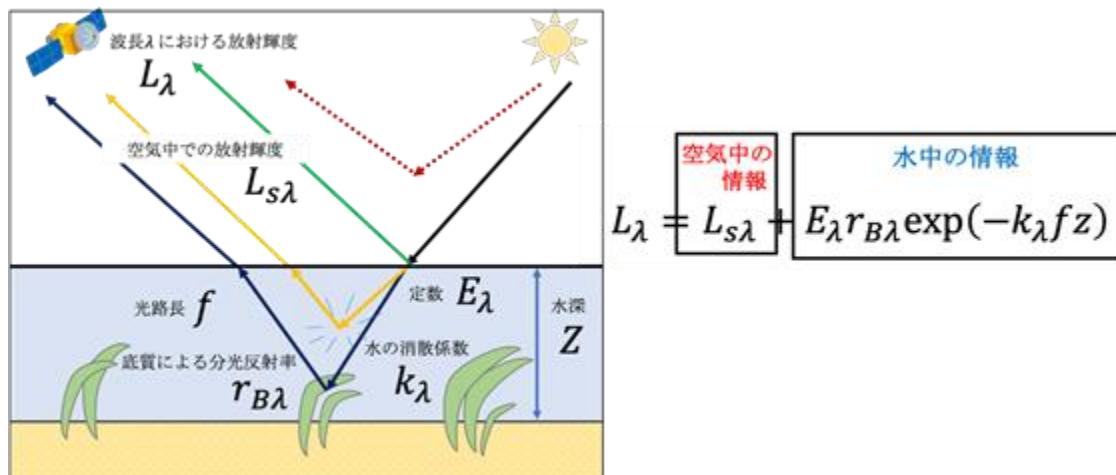


図2 光学衛星センサーが検出する放射輝度の原理

地球観測衛星画像から底質を判別するために最も有効な方法は（1）式から $r_{B\lambda}$ を求めることである。しかし、水深や消散係数に反映される水質が不明な底質環境に対

して、(1) 式の r_{BA} を解くことは非常に難しい。そこで、「底質が同じならば、異なる 2 バンドの底質反射率比は一定になる」という Lyzenga の理論を応用して、画像を比演算することにより水深の影響を除去する水深補正アルゴリズムが導かれる。以下にこれらの過程を式で表す。

異なる 2 バンド i, j により地球観測衛星が観測する放射輝度は、(1) 式からそれぞれ以下の式で表される。

$$L_i = L_{si} + E_i r_{Bi} \exp(-k_i f z) \quad (2)$$

$$L_j = L_{sj} + E_j r_{Bj} \exp(-k_j f z) \quad (3)$$

以降、簡単な数式展開なので詳細を省略するが、2 つの異なるバンドの消散係数 k_i と k_j の比（以降、消散係数比）である k_{ij} として次の (4) 式を得る。

$$\frac{\log(L_i - L_{si}) - \log(E_i r_{Bi})}{\log(L_j - L_{sj}) - \log(E_j r_{Bj})} = \frac{k_i}{k_j} = k_{ij} \quad (4)$$

この (4) 式により水深や光路長などの不明なパラメータを除去していることがわかる。(4-3.4) 式の両辺を k_{ij} で割ると以下の式で表される。

$$\frac{\log(L_i - L_{si}) - \log(E_i r_{Bi})}{k_{ij} \log(L_j - L_{sj}) - k_{ij} \log(E_j r_{Bj})} = \frac{\log(L_i - L_{si}) - \log(E_i r_{Bi})}{\log(L_j - L_{sj})^{k_{ij}} - \log(E_j r_{Bj})^{k_{ij}}} = 1 \quad (5)$$

これを更に展開することで以下の式を得る。

$$\log \left[\frac{E_i r_{Bi}}{(E_j r_{Bj})^{k_{ij}}} \right] = \log \left[\frac{L_i - L_{si}}{(L_j - L_{sj})^{k_{ij}}} \right] \quad (6)$$

この式で、左辺の変動の多くは「2 バンド間における海底反射率の比」支配され、底質の情報を持つといえる。そこで、これを底質指標 BI_{ij} とする。

$$BI_{ij} = \log \left[\frac{L_i - L_{si}}{(L_j - L_{sj})^{k_{ij}}} \right] \quad (7)$$

更に、(7) 式は、地球観測衛星のセンサが観測したデジタル値（DN : Digital Number）に置き換えることで以下の式で表される。

$$BI_{ij} = \log \left[\frac{(DN_i - DN_{si})}{(DN_j - DN_{sj})^{k_{ij}}} \right] = \log(DN_i - DN_{si}) - k_{ij} \log(DN_j - DN_{sj}) \quad (8)$$

(8) 式より、異なる 2 バンドの地球観測衛星データの関係から消散係数比がバンド比（異なるバンドの輝度値の対数をプロットした時の傾き）として求まり、理論的には画像のみから水深の影響を除去した藻場の判別が可能となる。

(1) - 2 消散係数比の算出

消散係数比は以下の方法で算出する。DN 値は 3×3 画素の平均値とする。

- ① 底質の状態がほぼ同じと仮定できる水域 50 カ所の DN を抽出する
- ② 水深が十分深いと考えられる水域 1 カ所の DN を抽出する
- ③ ①で抽出した 50 カ所から②の 1 カ所を引く
- ④ 両バンドの大気補正後の DN 値の自然対数をプロットし、その回帰直線の傾きから消散係数比を求める

本研究の消散係数算出として抽出した海域箇所を図3に示す。
今回は、底質が砂地の生名島周辺または因島最南端の日立造船付近の水域およそ50カ所を抽出した。また、水深が十分深いと考えられる水域1カ所は、観測対象の海図を基に平内島の西側の水域を抽出した。



図3 消散係数比の算出過程で抽出した水域箇所

(1) - 3 大気補正

本研究では簡易な大気補正法の1つである暗画素法を採用した。その方法は、対象とする画像の中で最も暗く写っている画素（暗画素）を、すべての画素から差し引いて行う。

(1) - 4 水深下限補正

水深が10mより深くなると太陽光が届かず、藻類は光合成ができなくなるため、藻類は存在しないことが知られている。BI アルゴリズムによる藻場分布推定法で解析を行うと、海中の光の散乱・反射により水深10mより深い領域で藻場を誤判別する場合がある。この誤判別対策として水深10mより深い領域にフィルタをかけて補正をする水深下限補正を行う。その方法を以下である。

- ① 水深が記載された因島周辺の海図を入手し、関心領域の水深10mより深い領域と陸域を黒くする。海図に記載の水深は干潮時の値が表記しており、1日で潮位が変化しても水深10mの表記エリアは潮位が10mを下ることがないため藻類が存在しないと判断する。
- ② 色の区別をした海図をスキャンして保存する。このとき、解析に用いるLandsat-8画像ファイルの種類を揃えるためTIFFで保存する。
- ③ 関心領域にトリミングする。
- ④ MATLAB上で構築した藻場識別解析プログラムで藻場の場所を特定した後、色の区別をした海図でマスクする。このようにすることで、水深10mより深い領域に藻場があると特定されていても、色の区別をした海図では黒色なので結果には反映されない。

(1) - 5 使用する地球観測衛星画像データ

本研究で使用するLandsat-8衛星の画像データは、United States Geological Survey（アメリカ地質調査所、以降USGS）のホームページ（<https://landsatlook.usgs.gov/>）にて無料で入手できる。本研究で入手するデータはLandsat-8に搭載されたOperational Land Imager（陸域イメージャ、以降OLI）データである。Landsat-8およびOLIの諸元(宇宙技術開発[9])を表1に示す。

本研究対象は、因島周辺沿岸域であり、Landsat-8衛星の画像データは、因島周辺が雲に覆われていないという条件で入手する必要がある。表2に観測日の天候(国土交通省[10])とLandsat-8の因島周辺沿岸域画像データの利用可能性を示す。

本表より、4月20日、5月22日、7月9日、7月25日、10月13日、11月30日のLandsat-8画像データを解析し、季節変化を観測することとした。

表 1 Landsat-8 および OLI の諸元

衛星	軌道	太陽同期準回帰軌道
	回帰日数	16日
	周期	約99分
	高度	705km
センサ	バンド	Band2：青 450-515nm Band3：緑 525-600nm Band5：近赤外 845-885nm
	マルチスペクトルの分解能	30m
	観測幅	185km

表 2 Landsat-8 の因島周辺水域画像データの利用可能性

観測日		生口島（因島周辺）の天気 ^[20]		観測対象の衛星データ	本研究での	備考
月	日	降水量（mm）	日照時間（h）※1	雲量※2	利用可能性	
1	14	0.0	4.8	64%	×	
	30	0.0	5.2	42%	×	
2	15	0.0	0.1	97%	×	
3	3	0.0	4.6	30%	×	
	19	29.5	0.0	100%	×	
4	4	0.0	9.4	33%	×	
	20	0.0	11.7	0%	○	
5	6	10.5	0.4	97%	×	
	22	0.0	9.7	14%	○	
6	7	0.0	6.0	56%	×	
	23	1.0	0.1	100%	×	
7	9	0.0	10.7	53%	○	雲量が多いが、観測対象の因島周辺に雲が存在しないため解析可能。
	25	0.0	11.4	14%	○	
8	10	0.0	12.3	74%	×	
	26	0.0	11.0	19%	×	条件は良いが、観測対象の因島周辺に雲が存在するため解析不可。
9	11	0.0	8.7	69%	×	
	27	0.0	5.9	60%	×	
10	13	0.0	10.4	26%	○	
	29	0.0	8.2	30%	×	
11	14	0.0	7.3	36%	×	
	30	0.0	8.6	29%	○	
12	16	6.5	1.5	89%	×	

※1：日照時間が8時間以上で好条件（緑枠）とする。
 ※2：雲量が30%未満で好条件（緑枠）とする。

（1）－6 解析手順

MathWorks 社が開発した数値解析ソフト「MATLAB」のプロット機能を使用して行う解析手順は、以下に示す 13 手順である。

- ① 求めた Band2-Band3 間の消散係数比 k_{23} を入力する
- ② Landsat-8 の青バンド（Band2）、緑バンド（Band3）、近赤外バンド（Band5）のデータ、海図（C1）を読み込む
- ③ 各バンドの関心領域（因島）を切り出す
- ④ Band2 と Band3 に対して暗画素を引く（簡易大気補正）
- ⑤ BI の計算をする
- ⑥ 画像ノイズ低減の目的で 3×3 ピクセルの平均をとる
- ⑦ 平均フィルタをかけた BI（BIfilt）と平均フィルタをかけた海図（DWfilt）を計算する
- ⑧ Band5 の輝度値で陸と海を区別する
- ⑨ 陸をマスクした底質指標の計算をする

- ⑩ 藻場の場所を特定する ($-1.6 < BI < -1.4$)
- ⑪ 水深が 10m よりも深いエリアをマスクする (水深下限補正)
- ⑫ 藻場を特定して Band5 画像と合成する (陸: 1, 藻場: 0.5, 海: 0)
- ⑬ 陸を白、海を黒、藻場の場所を緑としてマップを作成し、表示させる

解析手順⑩ではしきい値が必要であるが、現状では広島大学との技術討議で推奨された値を採用しており、最適とは必ずしも言えない。2019 年度以降に解析精度の向上として研究すべき項目である。

(2) 地球観測衛星画像の解析結果

(2) - 1 消散係数比

図 4 に各観測日における消散係数比プロット、そこから求めた Band2-Band3 間の消散係数比 k_{23} と相関関数 R^2 を表 3 に示す。

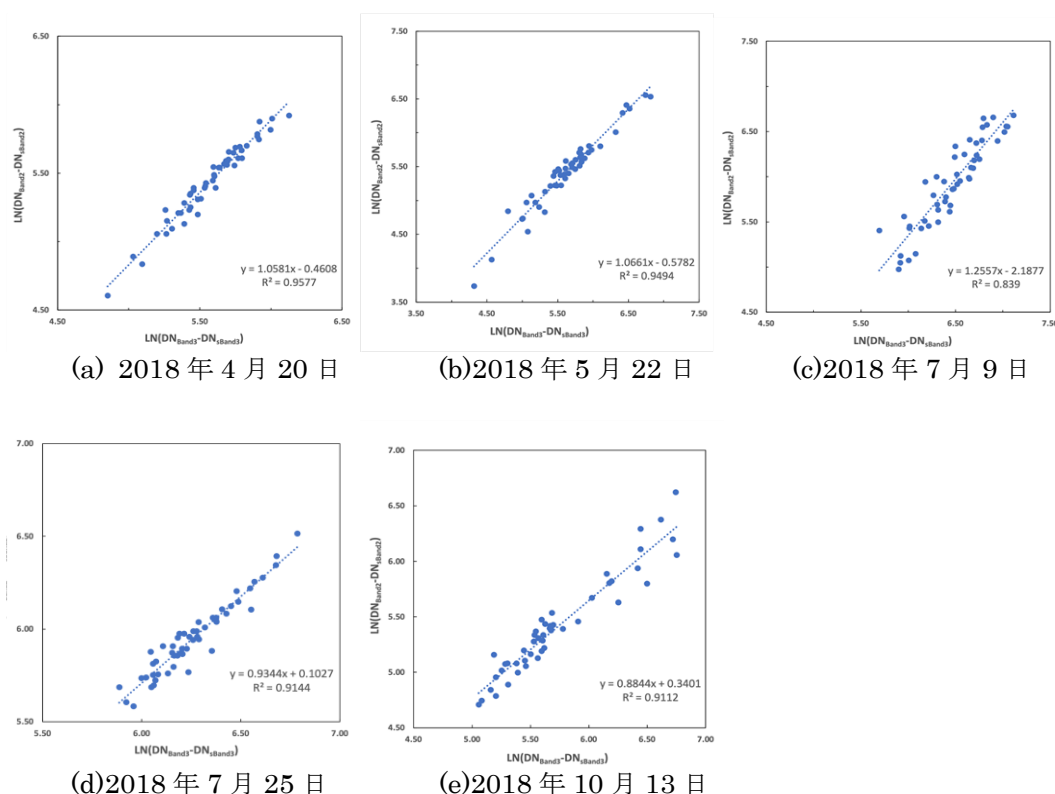


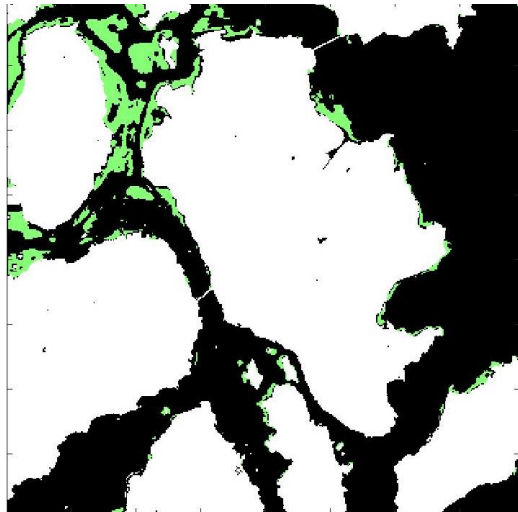
図 4 各観測日における消散係数比算出結果

表 3 消散係数比と相関係数

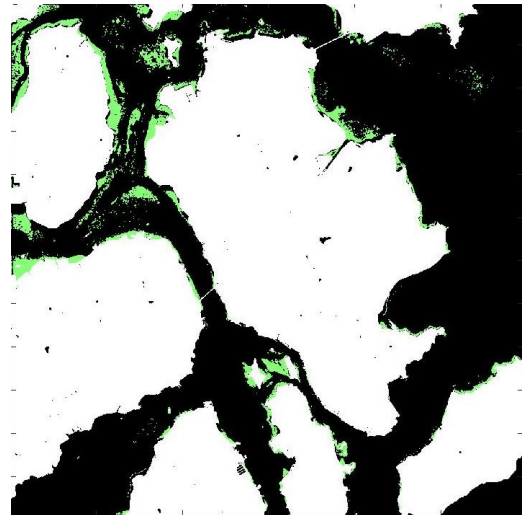
観測日	k_{23}	R^2
2018/4/20	1.06	0.96
2018/5/22	1.07	0.95
2018/7/9	1.26	0.84
2018/7/25	0.93	0.91
2018/10/13	0.88	0.91

(2) - 2 藻場識別解析結果

無料でダウンロードが可能なアメリカの Landsat-8 の OLI とヨーロッパ宇宙機関の Sentinel-2 の L1C のデータを使って藻場識別解析結果を得た。図 5 に 2018 年 4 月の藻場識別解析結果 (Landsat-8:2018/4/20、Sentinel-2:2018/4/19)、図 6 に 2018 年 10 月の藻場識別解析結果 (Landsat-8:2018/10/13、Sentinel-2:2018/10/21) を示す。

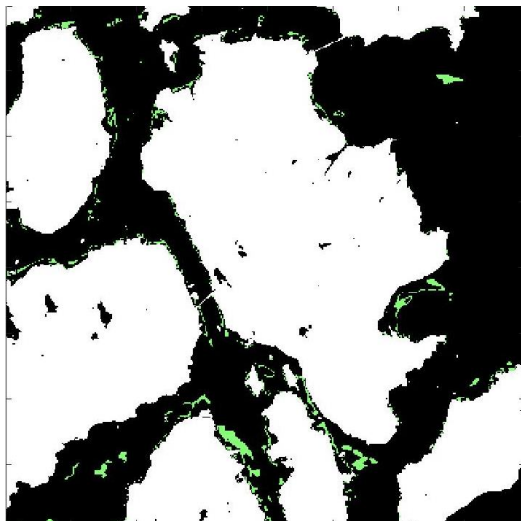


(a)Landsat-8

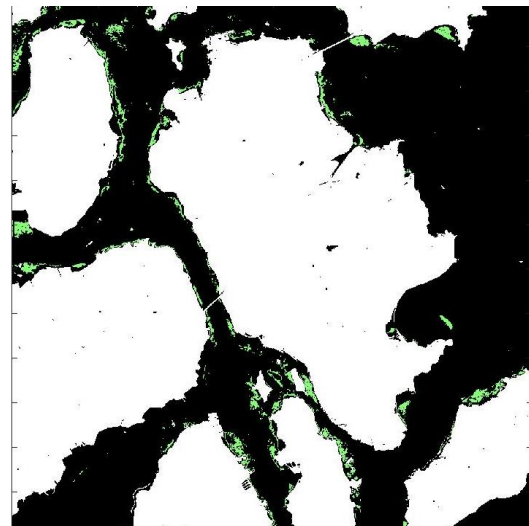


(b)Sentinel-2

図5 2018年4月の藻場識別解析結果



(a)Landsat-8



(b)Sentinel-2

図6 2018年10月の藻場識別解析結果

(2) - 3 藻場識別解析結果の考察

本研究と環境省で行った藻場識別の内、春の解析結果の比較を図7に示す。佐木島周辺や本学内海生物資源研究所付近の沿岸域に差異が認められるが、概ね良く合致した結果である。後述するが本件研究では佐木島周辺及び内海生物資源研究所付近の沿岸域について広く現地調査で観測データを得ていないため、解析結果の精度について議論ができない。2019年度以降の研究での現地調査の観測的にこれらを追加する必要がある。

(2) - 4 藻場識別解析結果の季節変化について

図8に藻場識別解析結果の経時変化を示す。本学内海生物資源研究所前の沿岸域において、4月・5月から7月上旬にかけて藻場分布が増加し、7月下旬から10月にかけて藻場分布が減少していることが表れている。「福岡市周辺の海産生物調査. II. 能古島南部におけるアマモ *Zostera marina* L.の季節的変動」(緒方ら、2015[11])によると、福岡県博多湾内の能古島でのアマモ葉長の季節変動は、春(5~7月)に葉長が長く、秋(9~11月)に最も短くなることが報告されている。福岡市と尾道市という場所の違いはあるが、本研究の藻場識別解析結果の季

節変化と一致していることがわかる。しかし後述するとおり本研究での解析精度が未だ高くないため現時点で明確な季節変化を識別できているとは言い難い。2019 年度以降、精度を高めた解析結果で季節変化を考察することが課題である。

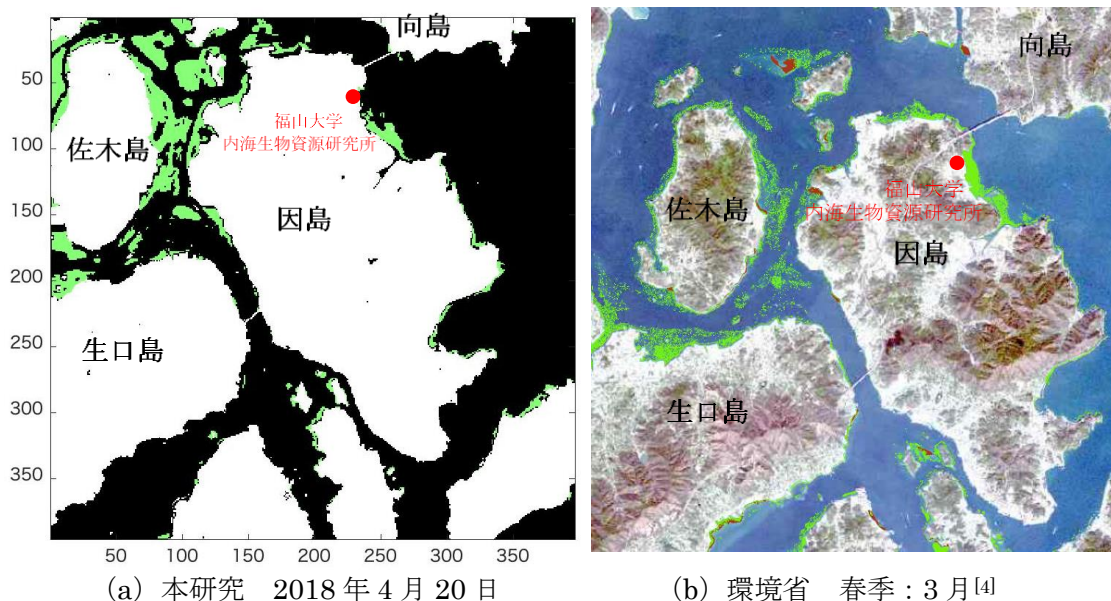


図 7 本研究と環境省の藻場識別解析結果の比較

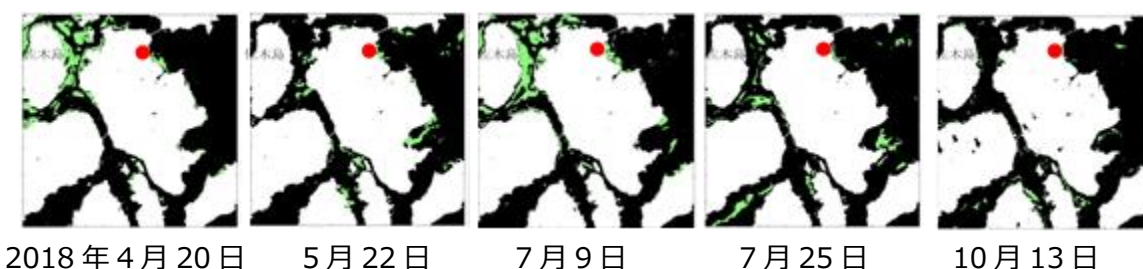


図 8 藻場識別解析結果による季節変化

(2) - 5 自然環境変化が藻場へ及ぼす影響について

図 8 の藻場識別解析結果の季節変化で、2018 年 7 月 9 日と 7 月 25 日の解析結果を比較すると、藻場分布の変化が大きいことがわかる。特に佐木島周辺の藻場が急激に減少している。また、前述した消散係数比の算出結果の表 6 消散係数比と相関係数において、他のデータの相関係数が 0.90 以上であるのに対して 7 月 9 日の相関係数は 0.84 であった。これは他のデータに比べてばらつきが多いことを示している。

この変動の要因として 2018 年 7 月上旬に起こった西日本豪雨で瀬戸内海全体に土砂が流入し懸濁度が高くなり、各バンドの反射率にばらつきが出たことが考えられる。

このことは懸濁度による藻場識別のばらつきを抑えるように、懸濁度データを解析へ反映させれば解析精度が向上する可能性を示唆している。同時に、懸濁度は最終目的である里山から河川を伝って排出する石・砂利等で受ける影響のモデル構築で考慮すべき一つのパラメータ候補と言える。

III. 現地調査による精度検証

(1) 調査概要

秋 (2018/10/24) と冬 (2018/12/12) の 2 回行い、この結果と地球観測衛星画像データを用いた藻場識別解析の結果を比較し精度検証を行った。

現地調査での観測点は、環境省の解析結果及び福山大学生命工学部海洋生物学科の阪本准教授、山岸准教授と討議して藻場が存在するであろう 12 箇所 (●) と藻場が存

在しないであろう3箇所（●）、計15箇所を選定した（図9）。

調査方法は、図10に示すとおり、岸近くで船を停止させ動画を取得するスポット調査と船を低速で岸から遠ざけながら動画を取得して藻場の存在限界を知るライン調査の2種類である。またデータ取得は釣り用の録画機能搭載赤外線水中カメラ「Big Catch LQ5050DR」で行った。本水中カメラには圧力センサーを搭載しており、写真または動画の撮影画面に水温と水深の計測値が表示される。

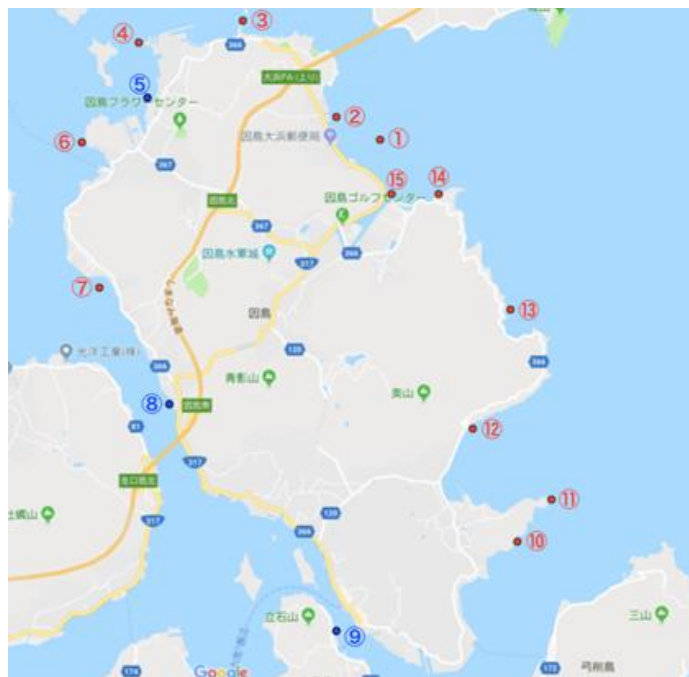


図9 現地調査の観測地点

（2）秋（2018年10月24日）の現地調査

図10に秋（2018/10/24）の現地調査を行った観測点とその時の藻場の画像を示し、調査結果のサマリーを表4に示す。

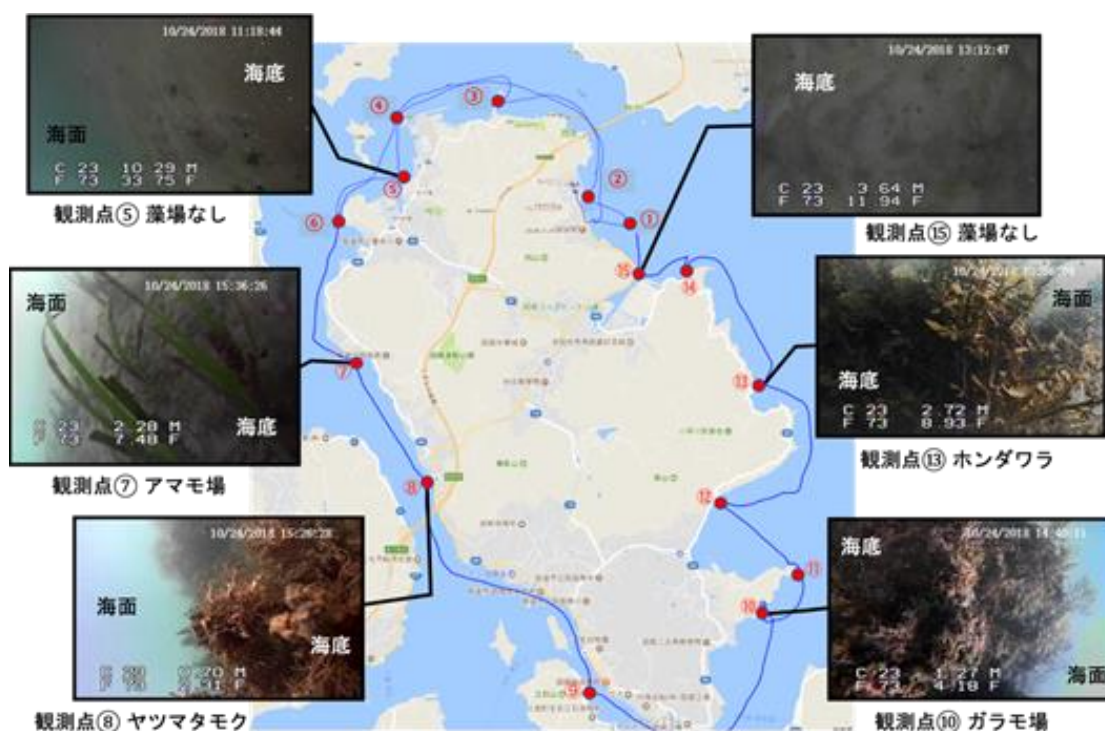


図10 秋（2018/10/24）の現地調査を行った観測点と藻場の様子

表 4 秋 (2018/10/24) の現地調査結果

観測点	緯度経度 (世界測地系 10進法)		ライン調査		スポット調査	備考
	緯度	経度	藻の種類	範囲*		
①	34° 20.6128'N	133° 10.9910'E	アオサ (?)	狭域		岩が多い。岩にへばりついた藻をわずかに観測。
②	34° 20.8319'N	133° 10.5743'E	アマモ	広域		砂地。全体的にアマモの葉が茶色である。
③	34° 21.5689'N	133° 09.6836'E			藻場なし	岩と砂が混在。潮の流れが速い。ホンダワラをわずかに観測。
④	34° 21.4416'N	133° 08.8095'E			藻場なし	岩にへばりついた藻をわずかに観測。
⑤	34° 20.9880'N	133° 08.8272'E			藻場なし	砂地。ところどころ穴が空いている。
⑥	34° 20.6622'N 34° 20.7119'N	133° 08.2465'E 133° 08.2230'E	アマモ ガラモ	広域		岸に近いところは岩だが岸から離れると砂地に変化。岸から離れても水深3mが続く。
⑦	34° 19.5164'N	133° 08.3598'E	アマモ	広域		遠浅。砂地。ところどころ穴が空いている。
⑧	34° 18.5674'N	133° 09.0878'E	ヤツマタモク	狭域		潮の流れが速い。
⑨	34° 16.8312'N	133° 10.6048'E			藻場なし	砂地。水質が良く、浅い。
⑩	34° 17.5603'N	133° 12.3238'E	アマモ ガラモ	狭域		砂地にアマモ場、岩場にガラモ場を観測。全体的にアマモは葉長が短い。ウニを多く観測。
⑪	34° 17.8181'N	133° 12.6442'E			藻場なし	地蔵鼻周辺は砂地で藻場なし。少し回り込んだ岩場に一部ガラモ (?) を観測。ピンク色の魚も観測。
⑫	34° 18.4051'N	133° 11.8785'E	ヒジキ (?)	狭域		砂地と岩場。岩場にヒジキ (?) を観測。
⑬	34° 19.3513'N	133° 12.2463'E	ホンダワラ	広域		岩場。魚の群れを観測。シログリスやピンク色の魚など。
⑭	34° 20.2181'N	133° 11.5875'E			藻場なし	細かな岩場。
⑮	34° 20.2251'N	133° 11.1059'E			藻場なし	砂地。ところどころ穴が空いている。

*ライン調査の範囲は、直線距離30m未満で藻場が分散して存在する観測点を狭域、直線距離30m以上で藻場が連続して存在する観測点を広域とする。

(3) 冬 (2018年12月22日) の現地調査



図 11 冬 (2018/12/12) の現地調査を行った観測点と藻場の様子

図 11 に冬 (2018/12/12) の現地調査を行った観測点とその時の藻場の画像を示し、調査結果サマリーを表 5 に示す。
 なお観測点⑦調査中、水中カメラが係留していたボートの一部に引っかかりケーブルが断線し以降の調査は行えなかった。

観測点	時刻		緯度経度 (世界測地系 10進法)		ライン調査		スポット調査	備考
	開始	終了	緯度	経度	藻の種類	範囲*		
①	10:12	10:19	34° 20.6119'N	133° 11.0067'E	テングサなど	狭域		岩場が多い。八重子島の2島の間で藻場を観測。テングサ他複数の藻類を観測。
②	10:22	10:27	34° 20.8563'N	133° 10.5708'E	アマモ場	広域		砂地。広範囲に広がっている。
③	10:35	10:46	34° 21.5230'N 34° 21.5602'N	133° 09.7233'E 133° 09.7264'E			藻場なし	沿岸付近は岩場が多く、目測で20cmの魚を観測。木の枝やゴミが多い。砂が積もったような状態である。潮の流れが速く水質が悪い。ワカメの流れ藻を観測。
④	10:54	10:58	34° 21.4007'N	133° 08.8067'E	テングサなど	狭域		砂地は観測なし。岩場にテングサ他複数の藻類を観測。
⑤	11:02	11:04	34° 20.9748'N	133° 08.8805'E			藻場なし	砂地。
⑥	11:09	11:15	34° 20.6542'N	133° 08.2399'E	アマモ場	広域		全体的に葉長が長い。
⑦	11:25	11:36	34° 19.5967'N	133° 08.4054'E	アマモ場	広域		岸付近は砂地で藻の観測なし。水質が悪い。

* *ライン調査の範囲は、直線距離30m未満で藻場が分散して存在する観測点を狭域、直線距離30m以上で藻場が連続して存在する観測点を広域とする。

表 5 冬 (2018/12/12) の現地調査結果

精度検証は、現地調査日に近い日の藻場識別解析データ 2018 年 10 月 13 日と 2018 年 11 月 30 日をそれぞれ比較する予定としていたが、メキシコ国境の壁建設予算をめぐるアメリカ政府機関の一部閉鎖の影響で 2018 年 11 月 30 日の Landsat 画像データは 2019 年 2 月時点で入手できなかった。そこで 2018 年 7 月 9 日と 10 月 13 日の藻場識別解析データを精度検証対象とした。

表 6 に藻場識別解析 (2018 年 7 月 9 日) の精度検証結果を示す。
 表 6 に示した 7 月 9 日の藻場識別解析の精度は、秋 (2018/10/24) の現地調査結果と比較して 40%で、環境省の解析精度の 71%に及ばない。この原因は西日本豪雨の影響が強いと考える。一方、冬 (2018/12/12) の現地調査と比較すると 71%の精度を得るが、解析と検証の時期が違い過ぎる。

一方、表 7 に 10 月 13 日の藻場識別解析の精度検証結果を示す。
 秋 (2018/10/24) の現地調査結果と比較して 60%、冬 (2018/12/12) の現地調査結果と比較して 57%である。従って本研究での解析精度は、解析日と現地検査日が近いこのデータをから 60%と評価するが、依然として環境省の解析精度の 71%より低い。

当然のことながら精度検証に使ったデータ数が 15 個と少ないため、60%が有意な解析精度とは言い難い。有意な解析精度を得るために、今後、現地調査の観測点を追加して精度検証に資するデータ取得を継続する必要がある。また、生命工学部海洋生物科学科との調整が必要となるが、因島周辺でのフィールド学生実習時に藻場の有無データを取得していただき、検証用データを充実化する考えである。

以上、平成 30 年度に計画した研究計画はすべて実行して、目標を達成した。

表6 藻場識別解析（2018/7/9）の精度検証結果

観測点	藻場の有無					
	藻場識別解析結果 (2018/7/9)	現地調査結果 (2018/10/24)	比較	藻場識別解析結果 (2018/7/9)	現地調査結果 (2018/12/12)	比較
①	有	有	○	有	有	○
②	有	有	○	有	有	○
③	無	無	○	無	無	○
④	有	無	×	有	有	○
⑤	有	無	×	有	無	×
⑥	有	有	○	有	有	○
⑦	無	有	×	無	有	×
⑧	無	有	×	—	—	—
⑨	無	無	○	—	—	—
⑩	無	有	×	—	—	—
⑪	有	無	×	—	—	—
⑫	無	有	×	—	—	—
⑬	無	有	×	—	—	—
⑭	無	無	○	—	—	—
⑮	有	無	×	—	—	—
精度	6/15=0.400 (40%)			5/7=0.714 (71%)		

表7 藻場識別解析結果（2018/10/13）の精度検証結果

観測点	藻場の有無					
	藻場識別解析結果 (2018/10/13)	現地調査結果 (2018/10/24)	比較	藻場識別解析結果 (2018/10/13)	現地調査結果 (2018/12/12)	比較
①	有	有	○	有	有	○
②	有	有	○	有	有	○
③	無	無	○	無	無	○
④	無	無	○	無	有	×
⑤	有	無	×	有	無	×
⑥	有	有	○	有	有	○
⑦	無	有	×	無	有	×
⑧	無	有	×	—	—	—
⑨	有	無	×	—	—	—
⑩	無	有	×	—	—	—
⑪	無	無	○	—	—	—
⑫	有	有	○	—	—	—
⑬	無	有	×	—	—	—
⑭	無	無	○	—	—	—
⑮	無	無	○	—	—	—
精度	9/15=0.600 (60%)			4/7=0.571 (57%)		

参考文献

- [1] 松下 文経（筑波大学生命環境系）、他
「MERIS データによる霞ヶ浦のクロロフィル a 濃度の長期モニタリング」
『Journal of Remote Sensing Society of Japan Vol.35 No.3 (2015)』
- [2] 瀬森 裕貴、鈴木 直弥（近畿大学 理工学部）
「複数人工衛星および再解析モデルから得られる低緯度帯海表面温度データの精度比較」
『科学・技術研究 第 3 巻 2 号 (2014)』
- [3] ルイ ソチエー（広島大学 大学院工学研究科）、
作野 裕司（広島大学助教 大学院工学研究科）
「衛星 Terra/ASTER データを使った吉名干潟における藻場モニタリング」
『水工学論文集 第 52 巻 (2008)』
- [4] 比嘉 紘士（横浜国立大学助教 大学院都市イノベーション研究院）、他
「有色溶存有機物の光学特性を利用した静止海色衛星による東京湾の塩分分布推定に関する検討」『土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol.73 No.2 I_1237-I_1242 (2017)』
- [5] 森 信人（大阪市立大学講師）、二宮 順一（大阪市立大学大学院工学研究科）、他
「SFFM を用いた藻場分布と海底地形のリモートセンシング」
『海岸工学論文集 第 54 巻 土木学会 (2007)』
- [6] 青山 隆司（福井工業大学電気電子情報工学科）、
矢野 達也、八木 一平（福井工業大学電気電子情報工学科 4 年生）
「衛星リモートセンシングを用いた小浜湾の藻場計測」
『福井工業大学研究紀要 第 44 号, (2014)』
- [7] 環境省 報道・広報 報道発表資料 瀬戸内海における藻場・干潟分布状況調査（中部海域）の結果について <http://www.env.go.jp/press/104216.html>
- [8] 多田村 克己、中前 栄八郎（広島県立大学経営学部経営情報学科）
「水上および水中照明シミュレーション」『照明学会誌 Vol.79 No.8A (1995)』
- [9] 宇宙技術開発株式会社 衛星画像データサービス 衛星諸元とまとめ
Landsat「ランドサット」
http://www.sed.co.jp/sug/contents/satellite/satellite_landsat.html
- [10] 国土交通省 気象庁 各種データ・資料 過去の気象データ検索 広島県 生口島
2018 年 1 月-12 月
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=67&block_no=0687&year=2018&month=01&day=&view=
- [11] 緒方 郁夫（九州大学大学院生物資源環境科学府動物資源科学専攻水産増殖学研究室）
鶴田 幸成、川口 栄男
（九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門動物海洋生物学講座水産増殖学研究室）
「福岡市周辺の海産生物調査. II. 能古島南部におけるアマモ *Zostera marina* L. の季節的変動」『九大農芸誌 第 70 巻 第 1 号 1-6 (2015)』

特許・論文等

■特許

1. アクチュエータ 特許公開 2003-11899 三菱重工業と共同
2. 出力軸固定用ブレーキ付き電動アクチュエータ 特許公開 2003-18791 三菱重工業と共同

■論文受賞

平成 21 年度 日本工学教育協会賞 論文・論説賞
航空宇宙開発でシステム安全活性化を図るエンジニア教育効果の定量的測定

研究室等ホームページ

<http://www.fukuyama-u.ac.jp/smart-system/>
<https://www.facebook.com/FUSmartSystem/>

キーワード：里海、養殖、水槽環境システム、給餌、重力沈降、シミュレーション

CFD 解析によるグラデーション給餌の検討 —瀬戸内里海の次世代養殖システムの開発研究—

安全安心防災教育研究センター 工学部

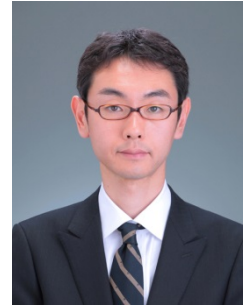
伊澤 康一

准教授 Koichi Isawa

博士（工学）

専門分野：建築環境・建築設備

E-mail: koichi.isawa@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

1. 背景・目的・方法

現在、水産業は「獲れない、食べない、獲りにいけない」の三重苦で窮地に立っており、「獲れない」の打開策の1つとして、健全な魚の子供を育て、放流や養殖へ安定的に供給する技術の確立が求められている。そのことから養殖は「里海」の取り組みの1つとして位置付けられると考える。

開発課題としては、「質」（体長 25cm 以上のテッポウギス）と「量」（稚魚期減耗解消）の双方に加えて、給餌量の必要最小化が求められている。本研究プロジェクトでは、それらの課題を「自発給餌システム」と「環境制御システム」によって解決することに注目している。

本研究では、将来的に、魚の成長に合わせて、餌の粒径を小さいものから大きなものへ変更しながら与える「グラデーション給餌」のアイデアを試行するための準備として、餌の粒径ごとの重力沈降速度や拡散性状を、数値解析によって明らかにすることを目的とした。一般に、まず大きめの魚が餌を食べ、次に小さめの魚が餌を食べる。それにより、一部の魚のみが大型化し共喰いの原因となると言われている。そこで、小さな餌を与える期間を長くすることで、小さめの魚が餌にありつける状況をつくり、一部の魚が大型化することの抑制（稚魚期減耗解消）を狙う。

2. 結果・考察

図1に、水中 CCD カメラによる給餌時の撮影画像を示す。市販の「自動給餌装置」によって水槽水面に播かれた餌は、水中内をある程度の時間をかけて重力沈降していた。シロギスに餌を食べってもらうには、餌が一定時間重力沈降しながら水中に滞留する必要があると考えられる。

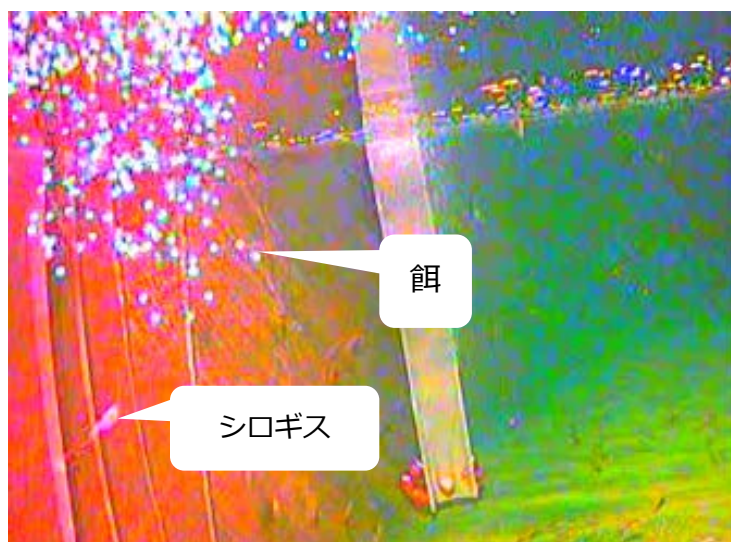


図1 水中 CCD カメラ撮影

図2に、餌の粒径と重力沈降速度の関係を示す。これは、ストークスの式を用いて算出した。餌の粒径範囲は0.1~10mmとし、餌の密度は 1.1g/m^3 、 1.6g/m^3 、 2.6g/m^3 の3ケースを計算した。例えば、 2.6g/m^3 の密度で1mmの粒径の場合では、重力沈降速度は約100cm/sであり、餌は1秒で水槽底面へ沈降してしまう。重力沈降速度を1cm/sにするには、密度 2.6g/m^3 では粒径

0.1mm、密度 1.6g/m^3 では粒径約 0.2mm、密度 1.1g/m^3 では粒径約 0.4mm にする必要がある。餌の粒径は、0.1～0.4mm 程度が妥当であると考える。

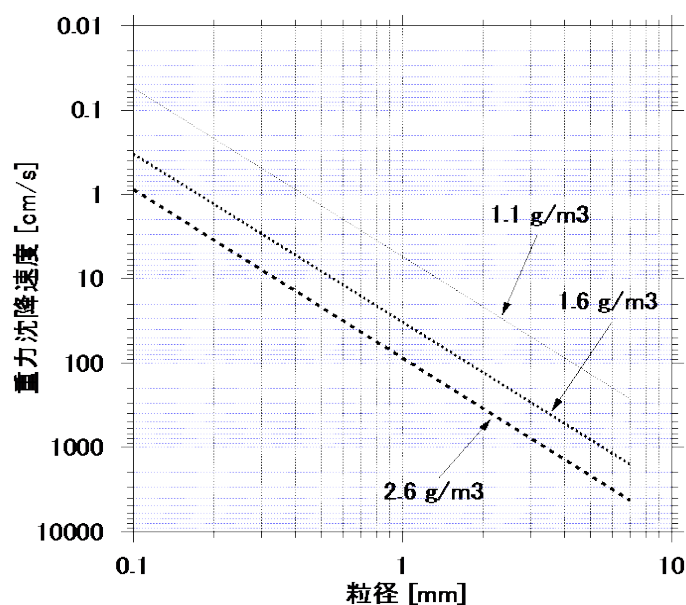


図2 粒径と重力沈降速度の関係

図3に、CFD (Computational Fluid Dynamics) 解析結果を示す。重力沈降速度が 1cm/s の条件で解析した。その他の解析条件は、実運用条件を概ね反映したものとした。注水口2個と排水口1個によって換水が行なわれているが、注水の勢いだけでは餌が十分には水槽内に拡散していない。「自動給餌装置」の直下付近の水槽底面へ餌が重力沈降して溜まっている。この餌をうまく拡散させる工夫が必要と考える。注水の勢いを利用しやすい位置に給餌装置を設置したり、給餌装置を複数台設置したりすることなどが有効かもしれない。

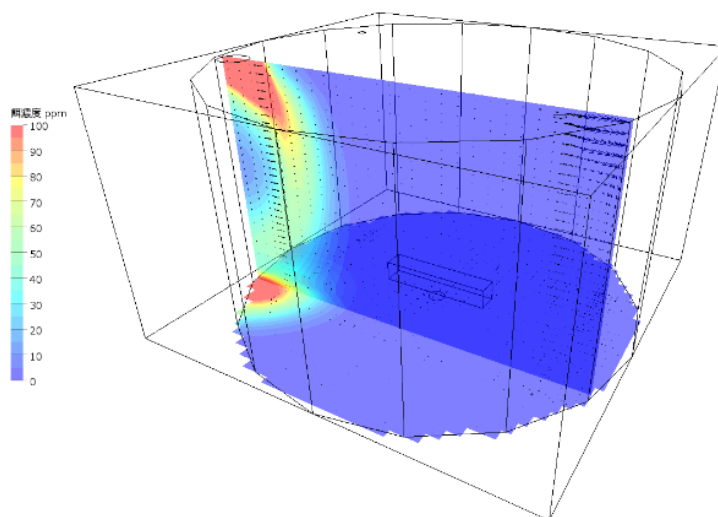


図3 濃度分布 (CFD 解析)

謝辞 シロギス養殖水槽の運用データ入手と画像撮影にあたり、本学海洋生物科学科の有瀧真人教授をはじめ有瀧研究室のスタッフ・学生の皆様にご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

芦田川の二極化抑制のための河道計画に関する研究

安全安心防災教育研究センター

河川臨海域環境保全・防減災教育研究部門

仲嶋 一，津田 将行，中越 信和，尾島 勝



研究概要

1. 研究目的：近年、多くの河川において、流況の変化に伴い河床撓乱の頻度の低下、規模の変化、土砂供給量の減少により、流路部では洗掘により河床低下が進み、その一方で、その対岸や中洲などは土砂が堆積しており、河川横断面での比高の差が大きくなっている。そして土砂堆積部においては樹林化が進行している。河川内の樹林化が進行すると、流下能力の低下による治水機能の低下、河川植生への影響が問題となる。芦田川においても中下流域において河道内の樹林化が進行しており、治水上危険な箇所については、樹木の伐開と河道整正の河川改修が行われている。本研究では、芦田川で樹木の伐開と河道整正が行われた箇所を対象として、河川改修後の植生と土砂堆積のモニタリングを行い、植生の遷移過程と土砂堆積の進行状況について調査を行った。

2. 実施内容

①芦田川流域の過去の水文資料の整理および西日本豪雨時の資料解析

②現地調査

項目	調査方法	調査目的
地形測量	横断測量(UAV3次元計測)	局所洗掘の緩和および砂州上の地形変化の把握
	写真測量(UAV撮影可視画像)	砂州上の平面的な地形変化の把握
植生調査	植生踏査	砂州上の植生・樹木の繁茂状況の把握
	UAV撮影可視画像 正規化植生指標	砂州上の植生・樹木の繁茂状況の把握
幼木調査	幼木踏査	再繁茂状況の把握
		再繁茂樹林の成長状況の把握

3. 結果概略：

3.1 西日本豪雨時の資料解析

西日本豪雨災害時の芦田川水系の降水量、河川水位、八田原ダム諸量の推移を図1～図3に示す。八田原ダム上流の古城や御調では他の地域に若干先行して7月5日正午頃より降水量が増加しており、これが八田原ダムへの初期的な流入量の増加に繋がっていると考えられる。これに伴い放流量も増加されているが、7月5日夕刻よりの降水量の低下に伴い放流量の増加が停止され、流入の減少に伴ってダム貯水量も利水容量まで回復している。河川水位としてはこの操作の効果により7月6日0時頃を頂点として若干低下した水位を維持している。7月6日の午前には神辺、福山等の下流域での降水量が増加しており、高屋川の水位は高いままであった。他河川等で災害となった7月6日午後には再び上流域が先行して降雨量が増加し、22時に40mm/h近いピーク降水量を記録している。八田原ダムへの流入量も急激に増加しているが、22時以降に降雨が小康状態となり流入量が低下したため、放流がこれに併せて制御されていることがわかる。7日の朝6時頃をピークとして御調及び下流域を主に再び降雨量が増加しているが、それに先行して八田原ダムで特別防災操作が行われており、府中での河川水位上昇抑制に有効であった。

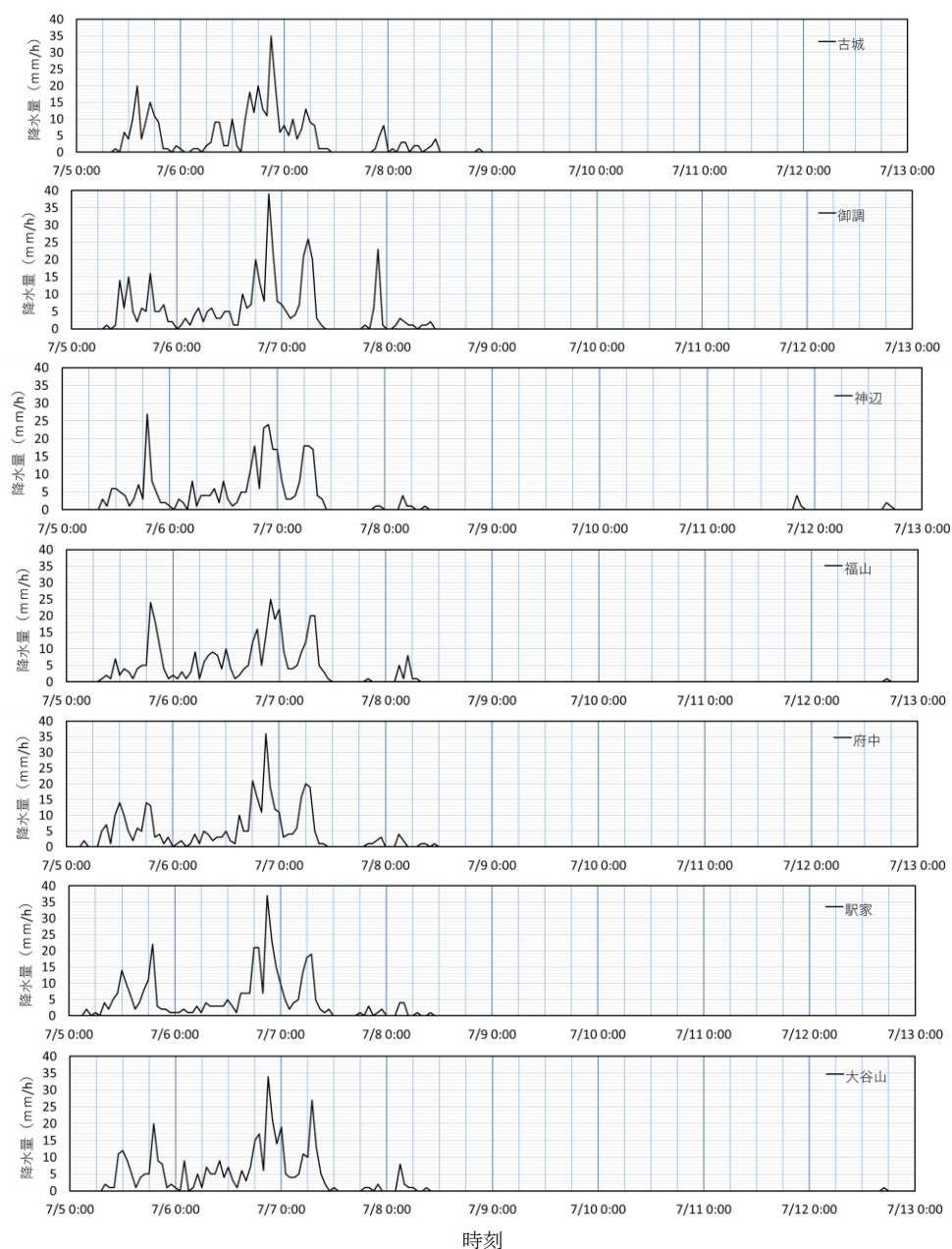


図 1. 西日本豪雨災害時の各雨量観測所の時間降水量の推移

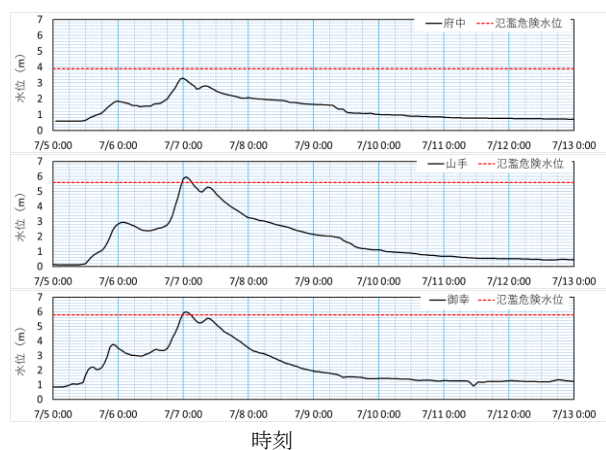


図 2. 芦田川水系の地点水位の推移

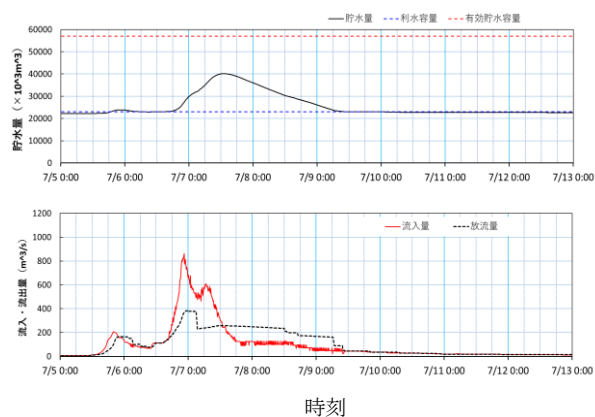


図 3. 八田原ダムの水文量の推移

3.2 地形測量

西日本豪雨災害を挟み、芦田川・高屋川合流部の地形・植生を UAV による 4 回の調査および踏査した。右図に一例として豪雨前後の 6 月と 8 月に UAV 調査により取得した NDVI（正規化植生指標）を示す。洗堀により河道が大きく変化し、植物活性も低下しているのが判る。

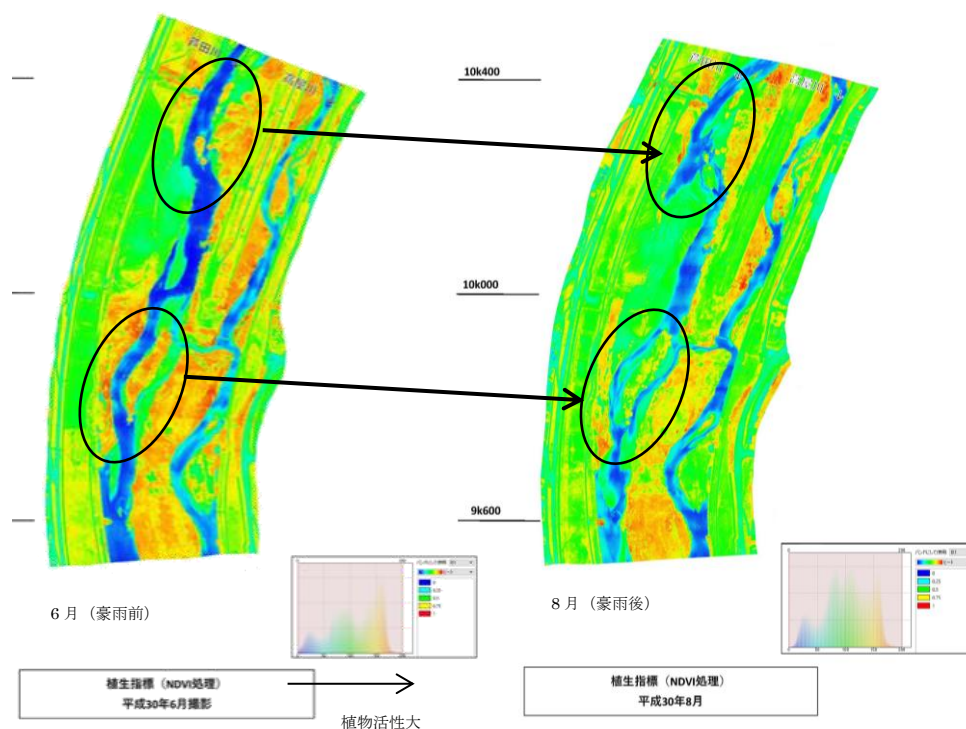


図 4. 豪雨前後の正規化植生指標

3.3 幼木踏査

伐採施工後の再繁茂状況、再繁茂樹木の成長状況の把握するための幼木調査を図 5 に示す。10k000 付近の右岸砂州を対象区間として、5 月 9 日、6 月 15 日、8 月 10 日、10 月 24 日の 4 回実施し、出水前後の砂州の変化と共に幼木の成長を画像に記録した。



図 5. 幼木踏査対象区間

4. 今後の予定：

本調査研究の対象区間は本川 9k600～10k400 に限定された約 800m 区間の右岸砂州（試験施工箇所、裸地）であった。出水があれば水沈すると想定される。したがって、出水後の地形変動ならび植生の発芽・生育などの経時的変化が生じると考えられる。

したがって出水前の初期状態を確実に 3 次元的に把握・計測し、記録に残すことが肝心であり、本調査を継続し、芦田川を対象として河川の生態系と防災の観点での研究を推進していく予定である。

5. 謝辞

本研究は、国土交通省中国地方整備局福山河川国道事務所から協力を得て実施されました。感謝申し上げます。

研究室等ホームページ

<http://www.fukuyama-u.ac.jp/research/facilities/security-disaster-prevention.html>

「地域遺産」としての沼隈半島～瀬戸内島嶼部 —備後地域遺産研究会 2018 活動報告—

工学部 建築学科

佐藤 圭一

教授

Keiichi Sato

博士（工学）

専門分野：地域生活空間計画

E-mail: keis@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

1. 背景と目的

本稿は、2016 年度から福山大学ひと・まち・くらしプロジェクトの一環となった「備後地域遺産研究会」（代表：佐藤圭一、活動拠点：まちづくり PJ 室 03204 号室）の 2018 年度活動報告である。2018 年度は、教育振興助成金、ブランディング推進事業研究助成、共同研究費を得て、教育、研究、実践活動を展開した。2018 年度の備後地域遺産研究会（以後、研究会とする）の中心メンバーは、著者の指導する建築学科 1 年生「教養ゼミ」、3 年生「ゼミナール演習」、4 年生「卒業研究」、大学院修士課程のゼミ学生であり、それら演習等の活動と成果の一部も含まれる。

地域遺産とは、「有形無形を問わず、地域の人々が守り、後世に伝えたい地域の至宝」である。事例調査から報告者が導いたものであり、ユネスコの世界遺産が、人類が共有すべき「顕著な普遍的価値」を掲げることへの批判的考察から提示したものである。しかし、この「地域遺産」の規定は仮説であり、研究会の継続的な教育、研究、実践活動を通じて常に再構築し、地域遺産の保全と継承、そして活用に至る理念構築を行うことが大きな活動目的である。現在は、暫定規定に加えて、「地域自らの遺したいという意思があり、中核的な人物や団体と、自発・自律的な実践活動があること」をその要件に加えている。備後地域の歴史と文化、生活に深く根ざした空間計画を方法として、地域のヒト・モノ・コトをデザインする実践を通じて、今まさに危機にある地域遺産を保全、継承することを第一義的な活動目的とする。

2016 年度の主要活動テーマは「備後表、明王院、別所砂留」、2017 年度は「備後表、無花果＋蔵、備後柿渋（尾道市浦崎町）、能舞台」であり、各年次報告書において報告済みであるが、これらのテーマについても、2018 年度も継続活動を行っている。地域遺産の「発掘」そのものが、研究会の活動目的の重要な部分であり、本稿では、主に 2018 年度の新たな取り組み、つまり展開について報告する。

2. 主な活動概要

2.1 2018 年度教育振興助成金による活動

2016 年度は独自の活動資金はなかったが、2017 年度はこれまでの活動実績が認められ、福山大学教育振興助成金「『地域遺産』としての備後表、明王院、別所砂留の保全と継承」（学生の参加する社会連携活動に対する助成金）を得ることができた。2018 年度は活動展開し、「ギャラリー蔵を拠点とした福山市西部の地域デザイン」と題して、引き続き同助成金を得た。本助成金活動では、学生の県外遠隔地での研修にも重点を置いている。現在、研究会では、地域と協働で福山市本郷町と熊野町において蘭草栽培実践を行っているが、国内蘭草栽培や関連業の最大・最先端地域での研修を行った。2 年生 2 人と大学院生 1 人と共に、熊本県八代地域の蘭草農家や製織工場、整経工場、織機工場を訪れ、農家や職人への聞き取りを行った。

この内 2 人の学生は、教育振興助成金による成果発表会「第 1 回ギャラリー蔵フォーラム」において、一般向けにギャラリー蔵（福山市松永町）において研究成果発表を行った。これを機に、それ自身も地域遺産である「蔵」において、継続して同フォーラムを開催予定である。当該フォーラムは、研究会の活動成果を、地域社会において、地域住民に対してプレゼンし、地域の課題に対し直接対話するものである。福山市との合併から半世紀を経て、地域のアイデンティティが失われつつある福山市西部地域に焦点をあてた課題である。外部講師もお招きして、基調講演、講評、鼎談などを行った。本学学生が地域と共に企画運営から行い、学生プレゼンだけでなく、模型やポスター製作・展示を行った。世界遺産検定やコンサートも同時開催するなど、多様な視座から地域を考える重層的で刺激的なプログラムが編成できた。次ページが当日のプログラムである。

2019.2.24 第1回ギャラリー蔵フォーラム プログラム

地域遺産としてのギャラリー蔵
－指定・登録未満の空間を遺す仕組み－

第1部

世界遺産と「地域遺産」

10:30～11:30 第35回世界遺産検定（NPO 法人世界遺産アカデミー主催）

11:40～13:00 自己採点と解説（佐藤圭一）

第2部

ギャラリー蔵を拠点とした福山市西部の地域デザイン（2018年度福山大学教育振興助成金事業）

13:00～13:10 趣旨説明：佐藤圭一（福山大学建築学科・教授） 司会：島田茉莉（大阪大学）

13:10～14:10 基調講演：徳岡秋雄「備後地域における古建築修理の現場から」
（徳岡工務店／徳岡伝統建築研究所一級建築士事務所・代表取締役）

14:20～15:20 研究成果発表（福山大学備後地域遺産研究会＋地域生活空間計画研究室）

「福山に根づく能文化と能舞台」大岩智之（建築学専攻修士1年生）

「都市の逃げ道伏見町うっかり交流空間」河田陽依菜（建築学科4年生）

「地域デザインを担う 本郷町のイチジクと屋台製作」竹内感（建築学科4年生）

「備後蘭草の継承と建築設計プロセス」道上拓海（建築学科2年生）

15:20～15:30 講評（徳岡秋雄）

15:40～16:30 鼎談「地域くを・で>デザインするということ」

檀上宗謙（臨済宗妙心寺派西光禅寺・住職）×徳岡秋雄×佐藤圭一

展示企画（模型・ポスター）2019.2.24～3.11

阿部神社能舞台復元（建築学科4年橘高弘憲）、伏見町「うっかり」交流空間（河田陽依菜）

石庭のある本屋の家（建築学科1年石口智奈月）、芦田の家、三畳茶室など

第3部

ギャラリー蔵10周年記念2019 プレイベント

19:00～21:00 管弦楽サロンコンサート in 蔵

第4部

総合ディスカッション

21:00～ ギャラリー蔵主宰者あいさつ 「蔵を維持して」



ギャラリー蔵フォーラム（2019.2.24）



本郷町でのイチジクの収穫作業（2018.8.27） 中国新聞記事（2019.10.4）

2.2 ブランディング推進のための研究プロジェクト

『地域遺産』の理念構築とその保全・継承に関する研究（代表：佐藤圭一、2018～2020 年度予定）と題するブランディング事業関連研究助成を得て、地域協働で、以下の調査研究を行っている。2018 年度は、新たに(6)能舞台に関して短い期間で大きな研究成果を得た。福山を拠点とする活動する喜多流大島家による現存能舞台の保存・活用の提案がきっかけで 2017 年度末から取り組み、研究協力もいただいている。いずれも旧福山藩ゆかりの、阿部神社（備後護国神社）と三蔵稻荷神社に現存する能舞台が主な対象である。関連して、2018 年度の建築学科 4 年生の卒業論文「旧阿部神社能舞台の実測と記録」（橘高弘憲著）が提出され、現在、修士課程の学生が関連研究を継続している。また福山市には、近代建築としての喜多流大島能楽堂、国指定重要文化財「沼名前神社能舞台」も現存しており、狭い地域にこれだけ能舞台・能楽堂の類型が揃うのは、全国的にも非常に珍しく、比較研究を展開したい。研究成果やメディア発表は、文末や巻末に記載の通りである。

- (1) 明王院、別所砂留などの先行事例の地域協働による臨地調査
- (2) 蘭草栽培実践（本郷町・熊野町）による備後表の保全と継承
- (3) 備後地域発祥の中継表の技術継承と織機復元
- (4) 鞆町を含む沼隈半島および島嶼部における地域遺産の「発掘」
- (5) 福山市西部地域における地域遺産の「発掘」と地域デザイン
- (6) 備後地域内外に残る能舞台や能楽堂の予備調査と復元
- (7) 備後地域外での建築、集落、風習など地域遺産比較調査
- (8) その他、地域遺産に関する史資料収集と聞き取り



蘭草栽培（本郷町） 中国新聞(2019.3.27) NHK 出演(2019.4.3) 手織織機コテ断面 CG

2.3 共同研究・協働事業

2018 年度は、研究会活動に関連して、1 件の共同研究と 3 件の協働事業契約を行った。

共同研究：「住まい手主導の住宅設計支援システム開発に関する研究」（有限会社アトリエ SORA）

アトリエ SORA と共同で、新しい住宅設計支援システム開発に関する研究を行うことを目的としたのもで、住宅のスタディ模型製作や CAD/CG 等でシミュレーション等を行い、次年度以降のシステム開発着手に資する研究を行った。2018.8.30-9.5 まで東京丸の内 ASJ スタジオで開催された「自分なりのこだわり住宅展」において、新しいライフスタイルの写真展示を企画し、共同研究の一部成果として発表した。また、2018.10.21 には、ギャラリー蔵においても、共同研究成果を研究会とアトリエ SORA にて一般向けに行った。

協働事業：ギャラリー蔵（松永町）、山協産業株式会社（松永町）

一般社団法人衣食住イノベーション協会（京都市）

ギャラリー蔵に関しては、上記教育振興助成金事業を中心に協働した。山協産業には、上記アトリエ SORA との共同研究においてもサポートいただいた。

衣食住イノベーション協会との協働事業は、新たに瀬戸内の島嶼部にフィールドを広げるきっかけとなった。瀬戸内海の百島（尾道市）において、東京の企業にゆかりのある地元商店のリノベーション（商店＋ゲストハウス）のための予備調査や基本構想・設計を協働で行った。また、島民と研究会との交流を図りつつ、コミュニティのあり方について意見交換し、過疎化が進む島全体の将来計画を構想中である。2019 年度の共同研究事業へ展開したい。



蔵での発表 SORA 共同



百島での桜植樹



商店前コミュニティ空間



商店庭の草取り

3. 今後の展開

上述した研究会の活動実績と成果が認められ、2019 年度は、2018 年度から継続して「福山大学ブランディング推進のための研究プロジェクト」に関する学内研究助成金（優先課題 2）「『地域遺産』の理念構築とその保全・継承」を得ることができた。また同様に、2019 年度教育振興助成金「備後地域遺産研究会によるギャラリー蔵フォーラムの開催」も活動展開して得ることができた。2019 年 9 月には、外部講師をお招きして、第 2 回ギャラリー蔵フォーラムを開催予定である。テーマは、「備後地域における伝統建材 藺草、柿渋、漆」（仮）を考えている。これらの学内助成を活かすと共に、共同研究等も推進して外部資金を獲得しつつ、これまでに「発掘」した地域遺産の保全と継承に資する教育・研究・社会（実践）活動を展開したい。

本学のある福山市西部地域は沼隈半島の西端の付け根に位置し、東に草戸（明王院）、南に鞆の浦、中央に熊野町（藺草栽培のかつての中心地）、西に浦崎（現存唯一の備後柿渋工場）、その対岸に百島があるなど、地域遺産の宝庫である。これらを「沼隈半島」というキーワードで関係づけて活動することで、本学のブランディングにも寄与できる。

総説・招待講演・メディア掲載等

■ 2018 年度（学会以外の成果発表）

- ・ 4/1 「備後表継承会」設立、会長就任（5/1 中国新聞、5/1 山陽新聞、5/13 毎日新聞他掲載）
- ・ 4/10 中国新聞 「藩ゆかりの神社 2 能舞台を調査」
- ・ 4/14 山陽新聞 「能舞台を次世代に」
- ・ 6/2 喜多流大島能楽堂見学（講師：大島衣恵氏）（他、能舞台見学、能楽鑑賞多数）
- ・ 6/4 文化財豊保存会（文化庁選定保存技術団体）研修生入構式記念講演会招待講演「地域遺産としての備後表 - その継承とブランド再構築 -」，ハイアットリージェンシー京都（平成 30 年度文化財豊保存会技術研修報告書，pp.16-33, 2019.3）
- ・ 6/13 中国新聞 オピニオン「公共空間に生かす発想を 備後置表と建築」
- ・ 6/18 読売新聞 ひと in 福山「置は日本建築文化の核心」
- ・ 6/27 福山大学研究成果発表会「来山式手織中継織機の記録と継承 藺草栽培を通じた備後表の生産・流通・設計・施工プロセスの解明」，福山市ものづくり交流館（エフピコ RiM）
- ・ 7/14 2019 年大学院修士課程（建築学専攻）1 名推薦合格・進学。当研究会に参加したその他 3 名の 4 年生も、東京大学大学院を含め 2019 年 4 月より大学院修士課程進学。
- ・ 7/14 山陽新聞「伝統産業に理解を 本郷で刈り取り」
- ・ 7/26 中国新聞「イグサ収穫 備後表継承」
- ・ 9/1 安全安心防災教育研究センター 29 年度活動報告書「地域遺産としての備後表、無花果 + 蔵、備後柿渋、能舞台 - 備後地域遺産研究会 2017 活動報告 -」，pp.60-61
- ・ 10/4 中国新聞「福山大生、農家サポート イチジク屋台造りきっかけ」
- ・ 10/13-14 三蔵祭展示・体験企画「備後地域遺産研究会 + 地域生活空間計画講座」（活動紹介）
- ・ 12/3 中国新聞 「備後表 産地支える」
- ・ 12/3 読売新聞 「備後表イ草苗を植え付け」
- ・ 12/12 卒業論文審査会「旧阿部神社能舞台の実測と記録」（建築学科 4 年橋高弘憲）
- ・ 12/24 中国新聞シリーズ広告：福山大学ブランディング事業「瀬戸内の里山・里海学」④「日本建築文化の核心 備後表」
- ・ 2/11 一般市民向け世界遺産検定事前講習会（ギャラリー蔵、講師：佐藤圭一）
- ・ 2/13 重要文化財伏見櫓・筋鉄御門 実測調査（広島大学総合博物館・佐藤大規氏と共同）
- ・ 2/24 第 1 回ギャラリー蔵フォーラム開催（2018 年度教育振興助成金事業）（3/1 ASA 松永だより掲載）
- ・ 3/13 福山大学ブランディング推進のための研究プロジェクト成果発表会（福山大学大学院 FD 研修会）成果発表（講師）
- ・ 3/16 山陽新聞 「阿部神社能舞台 往時の姿明らかに」
- ・ 3/27 中国新聞 上記の福山の能舞台に関する卒業論文記事（建築学科 4 年橋高弘憲）
- ・ 3/27 NHK お好みワイド「能舞台がピンチ 鞆の浦沼名前神社」取材（4/3 コメント放映）

キーワード：IoT, レーザー, Big Data, 音響解析

里山の災害対策のための IoT システムに関する研究

工学部 情報工学科, スマートシステム学科

山之上卓 香川直己 金子邦彦 森田翔太

専門分野：情報工学, 電子工学

E-mail : yamanoue@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

■ 研究の背景

2018 年 7 月に中国地方で発生したような豪雨災害により里山で被害が発生している。有害鳥獣による農産物の被害も発生している。我々は IoT(物のインターネット)、レーザー光線を使った環境測定、音声処理、ビッグデータ解析などの技術を持っており、里山のこれらの被害を小さくするために我々の持つ技術が役立つ可能性があり、今後の発生する可能性のある被害を緩和するためにも、緊急な研究推進が必要となる。豪雨災害では多くの廃棄物も発生した。この廃棄物の処理を加速し、資源として有効利用することも我々の技術を使って支援できる可能性がある。

■ 研究内容

光通信と無線通信を組み合わせて里山にセンサネットワークを張り巡らせ、これをインターネットと接続した災害対策用 IoT システムを研究開発する。また、里山をきれいに保つために、廃棄物再生への応用も模索する。光通信は様々な種類の気体のセンサとしても機能し、これを他のセンサと組み合わせて里山の様々な情報を収集し、インターネット上のデータベースに集める。データベースに集められた情報は Big Data 解析や音響分析により解析され、災害の発生や予兆の発見、人命救助のための情報の抽出などが行われる。センサネットワークのノードやセンサネットワークとインターネットを接続するゲートウェイでもデータ解析を行う。

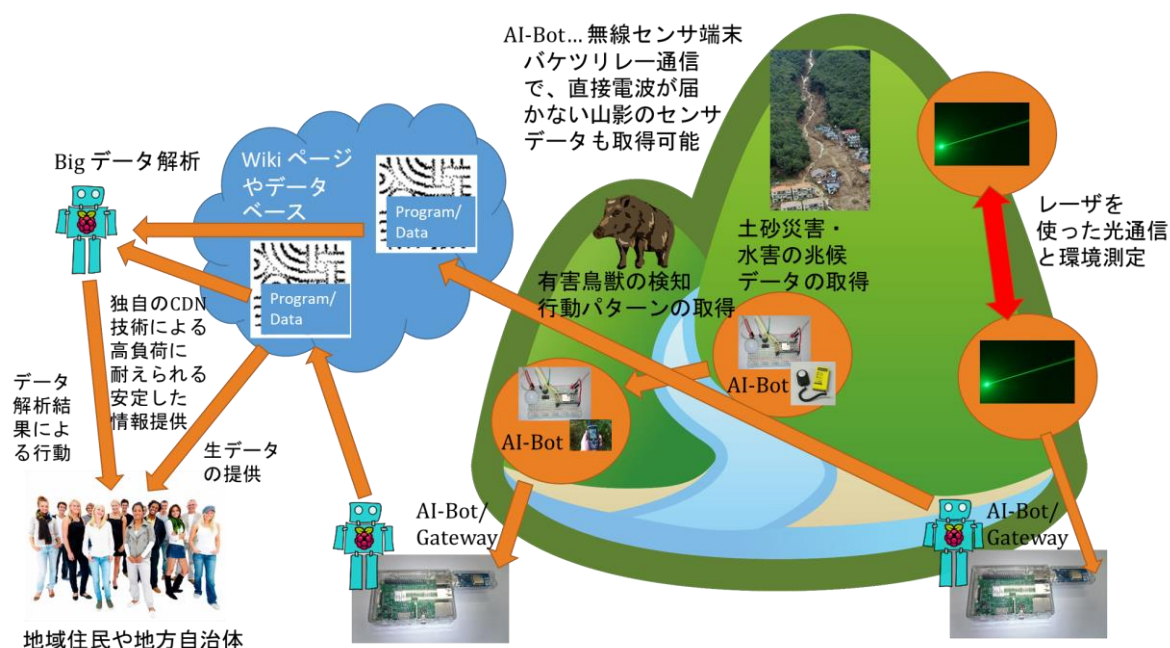


図1 本研究プロジェクトの概要図

■成果

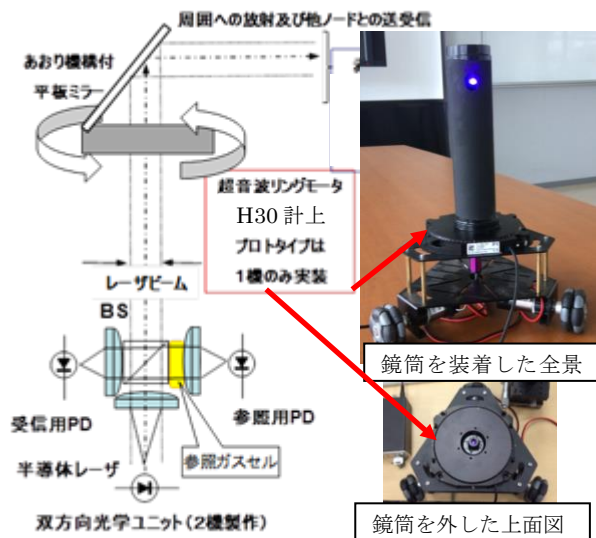
IoT システムについては、無線センサネットワーク(WSN)のノードである AI-Bot や WSN とインターネットを接続する AI-Bot/Gateway を開発中であり、ハードウェアの試作が進んでいる。ソフトウェアについては、すでに発表済みの Bot システムを利用する予定である。

光通信とそれによる環境情報獲得については、レーザ光線の出射光学系の構築を手がけ、可視光レーザによる光軸ドライブを行い超音波モータ回転ステージの有効性を確認した。また、レーザ光線を追尾するトラッキングアルゴリズムをブラッシュアップした(図2)。更に並行して大気中二酸化炭素濃度のネットワーク分析や、リモートセンシングのスマート化に関する研究も実施した。

Bigdata 解析については、Google FireBase を利用し、IoT デバイスに見立てた、データ合成とデータアップロードのアプリの作成と動作試験を実施している。Raspberry Pi への、人工知能のソフトウェア(TenforFlow バージョン 2 と Keras)と画像処理ソフトウェア

(OpenCV) のインストールなどを行った。

音響分析については、イベント検出を目的に、雑音環境下においてサンプリングレートを低くし、帯域分割処理した信号に対して包絡線を抽出し、変調スペクトル分析法の高速化に取り組んだ。このような分析方法を用いる理由は、IoT システムでは、情報量が少なく省エネルギーで駆動することが求められるためである。本研究の成果として、従来法に比べて半分以上の時間で雑音除去ならびに変調スペクトル分析を同等の性能で行えるようになった。また、IoT システムへの組み込みを考え、同処理を Python で実行できるようにした。



特許・論文等

- [1] Takashi Yamanoue, Daichi Yokoyama, Ryoya Umeda, Shota Morita, Takashi Ozeki and Noboru Nakamichi, "An IoT System with Remote Re-configurable Wireless Sensor Network Nodes and Its Application to Measure Activity of a Class", 7th International Conference on E-Service and Knowledge Management (ESKM 2018), Yonago, Japan., (2018).
- [2] 山之上 卓, "インターネット上の Wiki ページにより NAT 背後のセンサ端末の設定変更や制御が可能な IoT システムによるサーバとサーバ室の監視", 情報処理学会シンポジウム, インターネットと運用技術シンポジウム 2016 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ No. 2018, pp. 62-69, (2018-12) (冠賞 IOTS2018 PTC ジャパン賞受賞)
- [3] 香川直己: 小型衛星プロジェクトにおける光リンクセンサネットワークのための光軸トラッカーの研究開発, 2018 年度 福山大学研究成果発表集, p.20, 2018.06 (査読無し)
- [4] 七川 颯一・安原 諒・香川 直己: 光リンクセンサーネットワークのための光軸トラッカーの高速化を目的としたアルゴリズム設計, 第 27 回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集, pp.67-68, 2018.12 (査読無し)
- [5] 香川直己: リモートセンシングにおけるスマートシステムの導入と展開, 第 21 回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム, 2019.02 (査読無し)
- [6] 七川・石元・香川: 光リンクセンサーネットワークのための光軸トラッカーの設計と評価, 福山大学工学部紀要, Vol.42, pp.19-24, 2019.03 (査読無し)

研究室等ホームページ

山之上研究室 <http://www.yama-lab.org/~yamanoue/wiki/>

香川直己 <http://www.fukuyama-u.ac.jp/smart-system/facultyMember/kagawa-naoki.html>

金子邦彦 <http://www.kkaneko.jp/index.html>

森田翔太 <http://www.fukuyama-u.ac.jp/information-eng/facultyMember/entry-3386.html>

看護・介護を支援するスマートシステムに関するプロジェクト 音によるベッド内患者行動認識のための相互相関を用いた音源像生成の検討

工学部 スマートシステム学科

仲嶋一（代表）、香川直己、田中聡、伍賀正典

専門分野：計測技術、光応用技術、波動応用技術、センサ情報処理技術

E-mail : nakajima.hajime@fukuyama-u.ac.jp / 084-936-2112 (ext. 4135)



研究概要

■研究の背景

システムコンセプト

病院での入院患者や高齢の要介護者（以下対象者）はベッドを中心とした生活を送っているが、せん妄や認知による離床徘徊といったトラブルが発生しており、各種センサや監視モニタの設置による対策が行われている。しかし、センサは個々の行動に対してほぼ1対1に対応するため対象者の全ての行動を網羅するには多くのセンサの設置必要になる。また、監視モニタでは照明光が必要なため、完全に消灯して就寝する場合には赤外線カメラ、赤外線照明が必要となるうえ、プライバシーの問題から設置ができない可能性や、設置が許諾されても対象者にとっての心理的圧迫になる可能性がある。一方、音は対象者が発するもので、完全に受動の計測が可能であり、対象者にとってもプライバシーに関わる抵抗感は比較的少ない。更に、病院におけるナースコールや遠隔介護では看護師、介護士とのコミュニケーションとして音声情報機器は必須であることから、音声情報から対象者の状態や行動が推測できれば、看護、介護の品質を飛躍的に向上できると期待される。

我々は、このようなコンセプトに基づき、対象者に限定されたプライベート音空間を形成して音による高度な看護・介護環境を実現するスマートベッドシステムの開発を行っている。図1に開発中のスマートベッドシステムの概念図を示す。本システムは、プライベート音空間を主要素とする対話ハードウェア系と、対話ハードウェア系の構成要素である音源特定マイクからの情報を用いる認識処理系に大別される。対話ハードウェア系は、対象者の耳の周辺の限定された空間に音響場を生成するシステムと、複数個のマルチピックアップから音響信号を取得してアレイ信号処理により特定話者の音声を抽出する音源特定マイクロホンシステムから構成される。後者は特定話者の音声のピックアップに加えて、2次元または3次元の音源マップを形成して以下に述べる認識システムに入力し、対象者の状態を推定する。

この対象者状態推測系では、例えば腰位置の移動によるベッド軋み音や手足の移動による擦れ音、呼吸音、咳といった対象者の発する音の2次元音源分布を形成し、その時系列的な変化から対象者の動きを推測する。この処理では、動きの推測によりせん妄や認知症によるベッド離床・徘徊の予備動作の推定や脳梗塞による嘔、喘息発作等対象者の発呼の無い要看護状態の検出を目標としており、実現時の看護支援効果は非常に大きいと期待される。

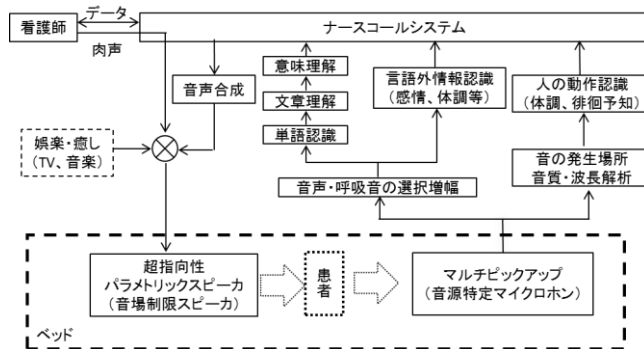


図1 システムの基本構成図

■研究内容

音源像による行動推定

人工知能を含むほぼすべての視覚認識システムがスペクトル（カラー）情報を含む光学的像の強度情報の2次元分布の特徴量により物体の認識を行っている。この場合、カラー情報は補助的役割であることが多く我々はモノクロームの画像であってもほぼ正確に物体を把握する事が出来るが、類似形状の識別などで識別精度を向上するにはカラーの情報が必須になる。音信号の場合は音源種別の探查分解能が粗いこともあり、主にスペクトルの情報により認識が行われる。しかし

ながら、視覚の場合と同様に類似音が多く存在しスペクトル情報だけからの特定が困難な場合には音源位置情報が補助として使われており、例えばエンジン音や水流の発する音などもスピーカーから本来の位置と異なる方向から再生すると認識を誤る場合もある。このようなことから、音源の特定においては、スペクトル方向に細かい階層を持つ2次元の多重スペクトル音源像を形成して、これに深層学習等を用いた認識処理を行えば、対象者の行動に伴う擦過音のような音信号もどのような行動の中の発生音であるかをある程度推測できるものと思われる。さらに、行動音は時間と共に位置及びスペクトル成分が変化するため、Recurrent Neural Network 等を用いて時系列学習処理を行うことで対象者のベッド内行動の良好な推定ができるものと考えられる。そのためには、多数の音源の存在する環境下において良好な2次元音源像の強度とスペクトル分布を取得し、深層学習の入力とする必要がある。

音源像生成のための信号処理

音伝搬モデル 一般に音源特定では検出系から離れた位置にある音源に対して行われることが多くアレイ配置したマイク群の外部に存在する音源の特定が行われているが、音源を特定するという目的には3個以上のマイクが音源を取り囲むように配列することが望ましい。一方、本研究のシステムでは音源の推定対象がベッド内に限定されており、ベッドの前後にはヘッドボードとフットボードが設置されているため、音源を取り囲むマイク配置を容易に構成することができる。このため、本研究では図2に示すように複数のマイクをヘッド/フット両ボード上に配置した構成により、直線状のマイクアレイでは困難であった、アレイに対し奥行き方向、つまりベッドの長手方向の検出分解能を向上した音源推定を行うことを目指している。その中で装置及び演算コストの面から特に、ボードの両端、つまりベッドの四隅にマイクを配置した構成による音源推定の可能性を検討している。仮定の模擬音源に対する各マイクの信号波形は、一般的な音波の伝搬式により(1)式のように表される。ここで \mathbf{S} 及び \mathbf{M} は式(1)のように、メッシュ点上の音源を総数 $L \cdot W$ のベクトル \mathbf{S} とし、マイクを総数 $2N$ のベクトルで \mathbf{M} 表現したものである。マイクへの入力はいずれも二ホールド行列を式(2)のように定義して式(3)で算出できる。ここで、 $a_{n,l,w}$ はベッド長手方向に l 番目、幅方向に w 番目のメッシュ点の点音源から n 番目のマイクへの音波の伝達関数であり、座標 $(p(l-1), p(w-1))$ の点音源とマイク M_n との距離 $d_{n,l,w}$ に対して、振幅は逆数に比例し、伝搬遅れに伴う位相シフトが発生する。前報では式(3)に補正係数をかけてアレイマニホールド行列の逆行列を生成し、逆伝搬による音源分布の推定を行った。

$$\mathbf{M} = \mathbf{A}\mathbf{S} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} s_1 \\ \vdots \\ s_{L \cdot W} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{M} = \begin{bmatrix} M_1 \\ \vdots \\ M_{2N} \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{1,1} & \cdots & a_{1,LW} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{2N,1} & \cdots & a_{2N,LW} \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$a_{n,l,w} = \frac{P_0}{d_{n,l,w}} \exp(jkd_{n,l,w}) \quad \dots\dots\dots (4)$$

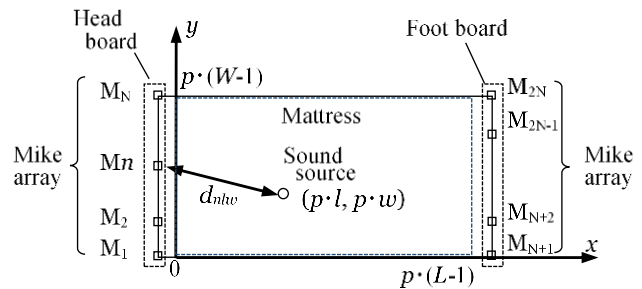


図2 マイク及び音源の配置

遅延和による音源像生成と課題 前報ではDS (Delay-and-Sum) ベースの演算方法として逆伝搬補正ゲインを用いる手法を提案した。この手法は、音源メッシュ点から各マイクまでの距離に依存した遅延時間と補正ゲインによって各マイクの信号を逆伝搬させて加算し、この加算結果をメッシュ点の音源強度と仮定するものである。前報では各マイク信号をFFTにより周波数に変換し、周波数毎の音源像を得るを試みたが、1/2 波長毎に発生する位相の整合によりゴースト像が発生し、またそのピーク位置も0.2 m程度の揺らぎが発生することが明らかとなった。図3に、衣服とベッドマットレスを擦り合せた擦過音に対して前報の方式により作成した音源分布像を示す。ベッド中央に音源としてスピーカーを設置して予め録音した前述の擦過音を出力し、アレイ配置のマイクにて得た信号を処理している。帯域 20 kHz のコンデンサーマイクを用い、サンプリング周波数 25 kHz、分解能 16bit でデータ取得した。図は全周波数について遅延和法により分布像を作成して加算したものである。中心に最大ピークが現れており、ピーク抽出として音源位置特定はできているが、ベッド全域に強度が分散しており、複数音源の分離は難しいことが判る。

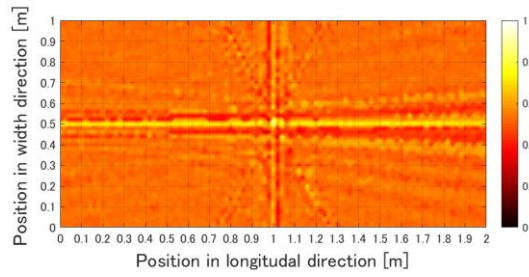


図3 遅延和法による単一音源の擦過音源像

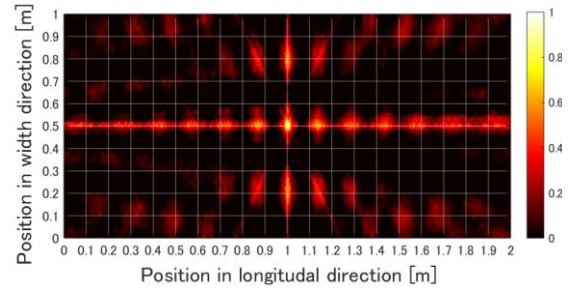


図4 相関の加算により作成した単一擦過音源の音源像

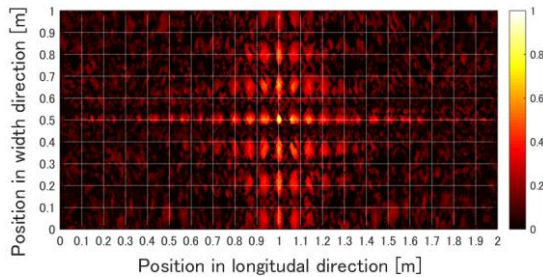


図5 相関の積算により作成した単一擦過音源の音源像

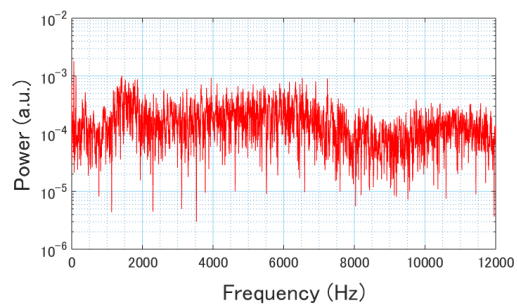


図6 評価に用いた擦過音のパワースペクトル

空間相関行列を用いる処理方式の提案

空間相関行列要素の適用 音源の空間相関行列は、一般に次式で定義される。

$$\mathbf{R} = E[\mathbf{M}\mathbf{M}^H] \quad (5)$$

受信信号 \mathbf{M} を各仮想音源位置について逆伝搬させた信号のよる相関行列

$$\mathbf{C} = E[\mathbf{S}\mathbf{S}^H] = \begin{pmatrix} C_{11} & \cdots & C_{14} \\ \vdots & C_{ij} & \vdots \\ C_{41} & \cdots & C_{44} \end{pmatrix}$$

$$C_{ij} = \int_{-\infty}^{\infty} S_i(\omega) S_j^*(\omega) d\omega \quad (6)$$

を考えると、この行列の個々の成分 C_{ij} は相互相関及び自己相関となる。この非対角成分である相互相関成分を評価するとき、逆伝搬させる仮想音源位置が真の音源位置であれば全ての相互相関において高い相関値が得られる。このため、各成分の和または積をとることにより、真の音源位置に集中した音源分布が得られる事が期待できる。

相関要素による演算結果 相関行列 \mathbf{C} は対象であるから $i < j$ の成分だけを考慮し、加算、

$$C_{12} + C_{13} + C_{14} + C_{23} + C_{24} + C_{34} \quad (7)$$

及び、積算、

$$C_{12} \times C_{13} \times C_{14} \times C_{23} \times C_{24} \times C_{34} \quad (8)$$

の分布を計算して図示したものが、図4と図5である。但し、積算に関しては積の数のべき乗で元信号の比率が拡大するため、積の演算後に $1/6$ 乗することにより加算との対比がとれるようにしている。 $1/6$ 乗を行わない場合には、周辺のゴースト像はほぼ消滅するが、複数音源がある場合には強度の低い音源も消滅するため、強度の高い数個の音源を抽出するには有効な手法ではある。加算

分布では約 130 mm シフトした位置にゴースト像が発生し、その分離は比較的明瞭である。図 6 に演算した信号のひとつについて FFT を行ったパワースペクトルを示すが、1.5 kHz 近傍にピークが存在している。室温における音速を約 340 m とすれば、1.5 kHz の音波の波長は約 230 mm であり、半波長シフトした位置で 1 周期ずれた位相整合によりゴーストが発生している。一方、積算分布では約 65 mm の位置に発生している。これは負の相関が積算されることで正の値とるためであり、加算演算では負値は 0 にクランプして示されていない。負の相関値の積算の影響を避けるため、相関毎に負値を 0 にクランプした上で積算を行ったものを図 7 に示す。1/4 波長で発生していたゴーストは消滅し、各像の広がりも縮小している。

ゴースト像の低減 前節の提案方式により音源像の形成精度は相当に向上したが、それでも真の音源位置の強度の 60 % 程度のピーク強度のゴースト像が残留している。このゴースト像は前述のように 1.5 kHz 近傍のスペクトルによるものであるが、ベッド内の行動で発生する擦過音は体や衣服の部分々が擦れて発する比較的短い波束が連続して構成されているものと考えられる。このような波束はコヒーレンシーが低く、少ない時間差でも位相が不整合となりゴースト像が消滅すると考えられるため、コヒーレンシーの高い部分を除去する事により更なるゴースト像の低減を期待した。

擦過音に含まれる波束の幅を評価するために、評価関数として次式で定義される Morlet 型のウェーブレットを用い、ウェーブレットの長さに対する音信号との相関値の平均の関係を評価した。

$$W(T, \omega) = A_0 \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{t}{T} \right)^2 \right] \exp[j\omega t] \quad (8)$$

ここで、 T はウェーブレットの包絡線幅、 ω は評価する角周波数、 t は時間である。図 8 に前述の評価に用いている擦過音に対する評価結果を示す。相関値はウェーブレットの幅で規格化しているのでウェーブレットの幅が 0 に近づくに従い 1 に収束する。完全な連続波であれば相関値はウェーブレットの幅が増えても 1 を維持するが、周波数が離散的である事から比較的幅の小さい段階から低下している。しかしながら、そのなかでも 1.5 kHz ~ 2 kHz でウェーブレット幅の大きい領域まで高い相関値が現れている。このことから、この周波数域で時間的なコヒーレンシーが高く、共振要素が含まれていると推測できる。さらに 4 kHz と 6 kHz 近傍にもコヒーレンシーの高い周波数が存在するが、波長が短く実距離としては小さくなるため、2 kHz 程度までの周波数成分を除去すればゴースト像の低減が効果のあると期待できる。

カットオフ周波数 2 kHz の 2 次低域カット IIR フィルタを設定し、相関の負値を 0 にクランプした図 7 の演算と同様の演算を実施した結果を図 9 に示す。図 7 に比較してゴースト像の強度が低減しており、擦過音に対しては効果のある事が判る。

種々の音源による評価結果と今後の展開

前章ではベッド行動推定にて主に使用する擦過音に対し、単一の音源に対する特性について述べた。実際の環境では行動音は複数の場所、又は分布的に発生すると考えられ、また対象者の発生する音声も検出の対象となる。このため、本章では複数の音源、スペクトル特性の大きく異なる音声についての分布演算を行った結果を報告し、今後の展開について述べる。図 10 に 2 個の擦過音の音源がある場合の音源像を示す。ベッド中心 (1.0, 0.5) にて衣服とマットレスによる擦過音を、

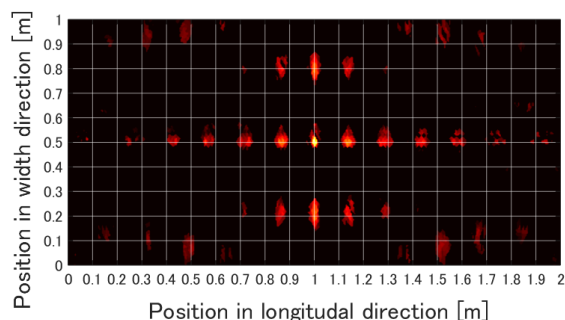


図 7 負値を 0 でクランプした相関値を積算した音源像

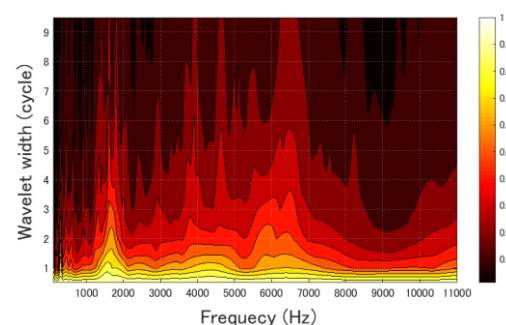


図 8 擦過音のコヒーレンシーの評価結果

ヘッドボードよりの座標 (0.5, 0.5) にて手とマットレスによる擦過音を同時に発生し、その取得音を図9で行った演算手法により解析した。真の音源位置にピークが現れており、複数音源での分布像の可能性が確認できた。しかし、不規則な位置にゴースト像が発生しており、図7、図9で得られたようなゴーストの位置との対応は見られない。この原因については、2音源の干渉により局部的に相関の強い部分が発生したものと推測しているが、確認は今後の課題である。

図11に音声「あ」を座標 (0.5, 0.5) より発した場合の音源像を示す。(a)は2 kHzの低域カットを行った場合であり、(b)がフィルタの無い場合である。何れも真の音源位置での最大ピークは得られているが、ゴースト像はフィルタ処理を行っても消えておらず、むしろフィルタの無い方が若干良好に見える。これは、音声が生帯による高調波を含む振動の周波数に対する強度変調で構成されているため、高周波となってもコヒーレンシーの低下は少ない。さらに、音声の基本波は100 Hz~300 Hzと低音域にピークを持つので、遠方にまでゴースト像のパワーが分散し、相対的に中心である真の音源位置のパワーが上昇したものと推測している。音声は一般にベッド内で単一の音源であり、周期的な波であるので、この性質を踏まえて回復処理が可能であるので、音声による周期音と擦過音のランダム音が分離できれば各々別個に良好な処理が可能と考えられ、今後分離の可能性を検討していく。

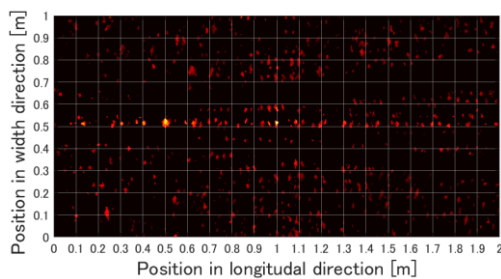
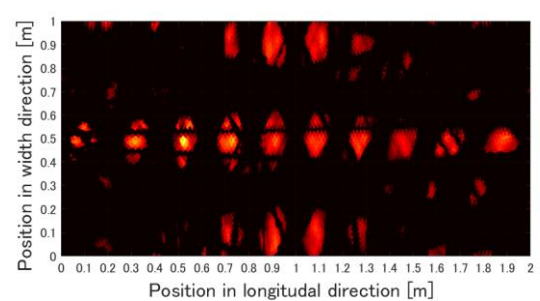
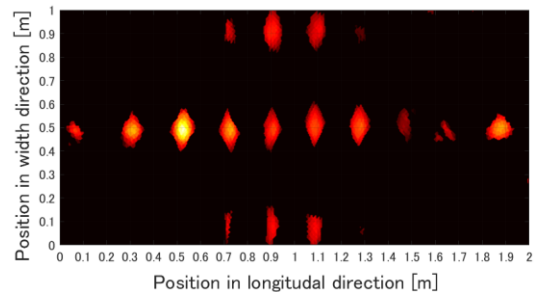


図10 2個の擦過音源による音源像



(a) With 20kHz low-cut filter



(b) Without filter

図11 音声「あ」での音源分布

キーワード：非接触操作，行動解析，UX デザイン，サービスデザイン

透析患者向け医療ベッドの開発

－ ポインティング技術の開発と応用 －

工学部 情報工学科

中道 上

准教授 Noboru Nakamichi 博士 (工学)

専門分野：HCI (ヒューマンコンピュータインタラクション), UX デザイン,
サービスデザイン, ソフトウェア工学

E-mail : nakamichi@fukuyama-u.ac.jp / 084-936-2112 (ext. 4157)



研究概要

指差しジェスチャによるマウスカーソルの移動を利用したポインティングシステムとして、Remote Touch Pointing の研究を進めています。Remote Touch Pointing は指差しジェスチャの延長線上をポインティング位置としてマウスカーソルを表示しています。そのため、直観的にポインティングを行うことが可能となります。

■ 研究の背景

日本では「少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少」「育児や介護との両立など、働く方のニーズの多様化」などの状況に直面しており、働き方改革が注目されています。「働き方改革実現会議」において 2017 年 3 月に「働き方改革実行計画」が決定され、今後実行すべき政策の 1 つとして、「**病気の治療と仕事の両立**」が掲げられています。

透析患者の患者数は年々増加しており約 32 万人もの患者がいます。透析患者は 1 回平均 4 時間かかる人工透析を 1 週間に 3 回する必要があり、1 週間に合計で 12 時間ベッドの上で過ごさなければなりません。

■ 研究内容

これまでに開発したポインティング技術を応用して、透析患者が人工透析中においても仕事が可能な医療ベッドの開発を進めています。天井ディスプレイとそれに対して非接触操作が可能なベッドを試作しました。

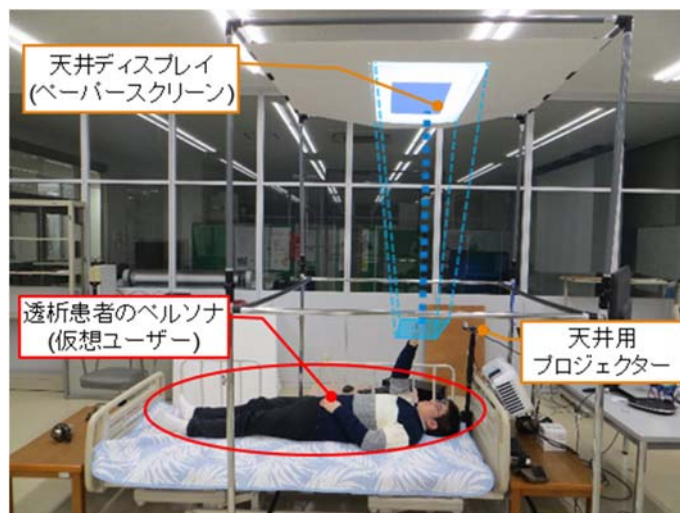


図 1 試作した透析患者向けベッド

非接触操作として仮想的なタッチパネルを実現した Remote Touch Panel を利用していますが、タッチパネル面を視認することができない課題があります。仮想的なタッチパネルの可視化に向けて、指先へのプロジェクションマッピングの適用を検討し、開発を進めております。

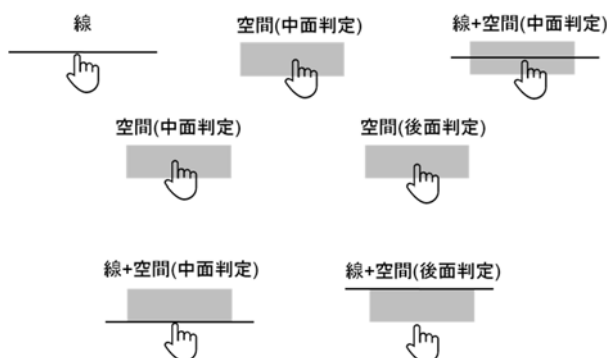


図2 照射する光の7種類の形状

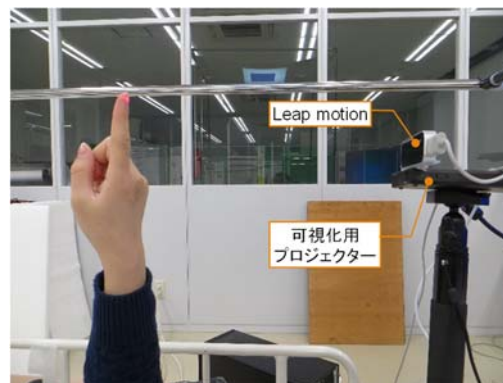


図3 線(赤)を指にあてた様子

本研究では、光による仮想タッチパネルの可視化の検証をするために、可視化用プロジェクターによって指に光を照射し、形状と色についての実験を行いました。実験は大学生 21 名(全員が男性)に対して実験を実施しました。線+空間の色の組み合わせ上位 2 組は線:白, 空間:青を 4 名が選択しており 19.0%, 線:赤, 空間:青を 3 名が選択しており 14.2%であった。線には仮想タッチパネルの判定面としての役割があり, 空間には判定面に近づいたことを示す役割があると考えられます。

■その他の応用例

現在、特許も取得し皆様に技術公開が可能となりました。さらに教育分野（スクリーンやテーブル、床面に対するポインティング技術）、自動車分野（カーナビゲーション操作や外の世界とのやり取りへの応用）への応用技術の開発を進めております。

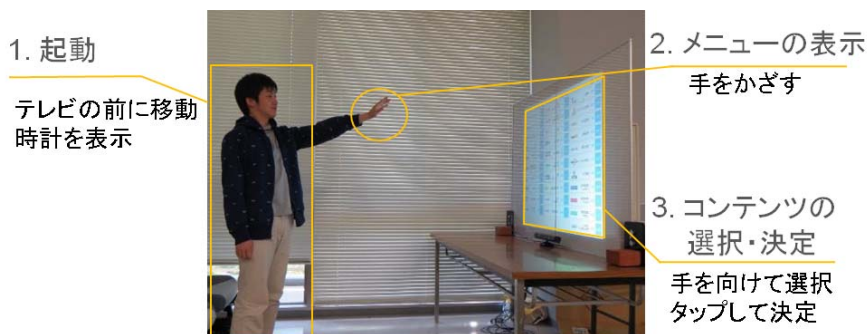


図4 リモコンのいないテレビ

特許・論文等

■特許

特許第 6 4 7 2 2 5 2 号「仮想タッチパネルポインティングシステム」

■論文

武田祐樹, 横山大知, 中道上, 稲葉利江子, 渡辺恵太, 山田俊哉, "透析患者向けベッドにおける仮想タッチパネルの可視化手法の検討", 情報処理学会インタラクション 2019 論文集, pp.658-663, Feb. 2019.

■研究費

日本学術振興会の科学研究費補助金（若手研究（B）15K16108）の助成、昭特科学振興財団の一般研究、電気通信普及財団の研究調査助成により実施しております、厚く御礼申し上げます。

研究室等ホームページ

■ <http://n2lab.com/>

里海の藻場探査プロジェクト 衛星ミッション変更

安全安心防災教育研究センター スマートコミュニティ教育研究部門

関田 隆一 部門長 Ryuichi Sekita 博士(システム・マネジメント)

専門分野：システム工学、システム安全、マネジメント、宇宙機推進系

E-mail : sekita@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

スマートシステム学科で 2015 年度から開始した「超小型衛星研究プロジェクト 不転軌」は、2017 年度に土砂崩れ予測ミッションの基本設計続行が地上ミッション研究の困難さから不可能との判断に至った。そこで大学ブランディング研究プロジェクトとして里海の豊かさを持続可能性を伴って維持する研究の一環での活用につながる新しい超小型衛星ミッションを設定する。

1. 研究目的

流れ藻のバイオロギングデータ回収ミッションを有力な新ミッション候補と想定してそれを設定する目的で研究を開始したが、本学生命工学部研究者との討議を進めた結果、このミッションへの海洋科学研究要望は希薄と判明した。そこで海洋データをグローバルに収集する将来の低軌道衛星に必要な「Store & Forward データ通信技術」に関連するミッションを新たに定義し、初期解析を通してミッションの成立性を評価することを本研究の目的とした。

2. 2018 年度の実施目標及び実施計画

瀬戸内の藻場調査研究のみならず、衛星を活用することの特徴であるグローバルな海洋データ収集を将来実用化させることを目標として開発する超小型衛星のミッション設定を、以下のⅠ～Ⅲの順に具体化してある。

- I. 里海の藻場探査など海洋研究に活用できる低軌道 Store & Forward データ通信(以下 S&F と略す) 衛星に関連するミッション候補から最適案の選定
- II. I で得るミッションの重要技術を実証する超小型衛星システムコンセプトの明確化
- III. 超小型衛星システムの通信回線マージン解析

3. 2018 年度の研究成果

I. ミッション候補の選定。

(1) 前提条件

ミッション候補を検討するにあたり、以下の 3 項目を前提条件とした。

- ① 小型衛星で実行可能なミッションであること
- ② Store & Forward (S&F) 技術を活用したミッションであること
- ③ 藻場研究を始めとする海洋科学研究に活かせるミッションであること

(2) ミッション候補

社会情勢及び海洋観測の状況を考慮して以下に示す 4 件を候補とした。

- ① ローカルオンデマンド撮像による藻場と周辺海域の海水データモニタリング
- ② マイクロプラスチック動態調査
- ③ スマートバイによる赤潮モニタリング
- ④ 海鳥のバイオロギング

(3) 各ミッション候補の概要

- ① ローカルオンデマンド撮像による藻場と周辺海域の海水データモニタリング
藻場研究に活かすため、モニタリングの対象となるいくつかの藻場を含む海域に、何かしらの方法によって固定された海上モジュール(各種センサ GPS 受信機、S&F 通信機、電源)で平常時は気温・水温など藻場の調査研究に必要な物理量と、位置

情報を取得しロギングする。

海上モジュールは衛星からのデータリクエスト信号に反応し、S&F で位置情報と取得物理量ログを送信する。

衛星はそれを受信できると、その位置方向を狙って画像撮像を行う。そうすることで、藻場周辺のローカルに取得した物理量と、その周辺の衛星画像を藻場側からのリクエストとして撮像できる。

これらの優れた点は、以下の3点である。

1点目は、事前の撮像計画に基づいていないため、様々な藻場に設置したモジュールを自由にトラッキングできること。

2点目は、携帯の通信網のような地上インフラでは届かないようなエリアでの通信が必要とされ S&F でやる意義がある上、そういった衛星網も世界的に整備が進む中、あえて福山大学オリジナルで通信システムを構築することに意味が出てくる。それはデータを集めるだけでなく、データ通信に応じて撮像を行う自前の衛星をシステムに組み込む必要があるからである。

3点目は、全体システムの複雑さの割に、基礎研究が新たに必要なほどに困難な要素技術が少なく実現性があることである。

海水に関するどの物理量をローカルに測定するか、衛星画像としてどの波長帯をどのような解像度で取得すべきか、などは今後の詳細研究が必要となるが、ある程度柔軟に目的に応じて決められるという点で、広がり期待して良い。

② マイクロプラスチック動態調査

最近、世界的に社会的に注目されているマイクロプラスチック問題の解決に活かすミッションを考えた。未だ発生メカニズムに関して不明な点の多い本問題に対し、その発生要因である海に浮遊するプラスチックごみを模擬したモジュールを海浮かべ、その位置情報や海水データを衛星の S&F により収集することで、マイクロプラスチックの発生要因をつかむ動態調査に活かすものである。

社会的ニーズがあり、実現容易性も高く、別の手法への代替の難しさもあるため、有望な候補と言える。しかし、疑似プラスチックごみモジュールの位置情報のトラッキングが主な情報であることから、発生要因をつかむ研究の中で寄与する成果のインパクトが小さい。本研究での衛星ミッションとして対象から外した。

③ スマートブイによる赤潮モニタリング

瀬戸内海でも多く発生する赤潮被害への対策に役立てるミッションである。スマートブイのように各種センサーが取り付けられたブイを観測したい複数の海域に浮かべ、そこからの海水データを衛星 S&F 通信によって収集し、海水モニタリングや赤潮状況アラートを発生しようというものである。

社会的ニーズがあり、実現容易性も高い。ただし赤潮を自動でセンシングするためのセンサーや、定位置にとどまって長期間動作するスマートブイの開発などはある程度のコストと期間が必要である。

しかし衛星と連携したスマートブイというシステム自体が、アルゴ計画として既に存在している。新たにこれと同様のシステムを福山大学でオリジナルに構築する研究の意義が小さい。本研究での衛星ミッションとして対象から外した。

④ 海鳥のバイオリギング

海鳥自体の生態調査や、海鳥をトラッキングすることで様々な海洋科学に活かすデータを収集するミッションである。複数の海鳥に GPS 受信機と衛星 S&F 通信機を搭載できれば、地上の通信インフラに頼ることなくリアルタイムで調査が行える。しかし、海鳥を捕獲するというバイオリギングを実行する難しさや、海鳥にとって負担とならない程に S&F 通信機を小型化する技術的困難度が高く実現性が低い。

(4) ミッション候補の選定

概要説明の中でも検討したとおり、候補②、③及び④は対象から外すこととした。従って候補①ローカルオンデマンド撮像による藻場と周辺海域の海水データモニタリングを選定した。

II. ミッションの重要技術を実証する超小型衛星システムコンセプトの明確化

将来、小型衛星システムによりローカルオンデマンド撮像による藻場と周辺海域の海水データモニタリングを実現させる前段階で S&F 通信技術を主に検証する超小型衛星システムのコンセプトを以下のとおり検討した。

(1) 運用コンセプト

藻場に設置する海洋モジュール付近での超小型衛星の運用コンセプトを図 1 に示す。

海上モジュールは藻場に固定されて常に海水の物理データを計測し記録している。

①衛星が軌道上において海上モジュール上空付近を通過する際に、データリクエスト信号を一定間隔で衛星から送り始める。

②それを受けた海上モジュールは、それまでに記録したデータの内、直近のデータを衛星へ送信する。

③それをきっかけとし、回収したデータに含まれる位置情報を基に、海上モジュールの方向を衛星が向いて周辺を撮像する。

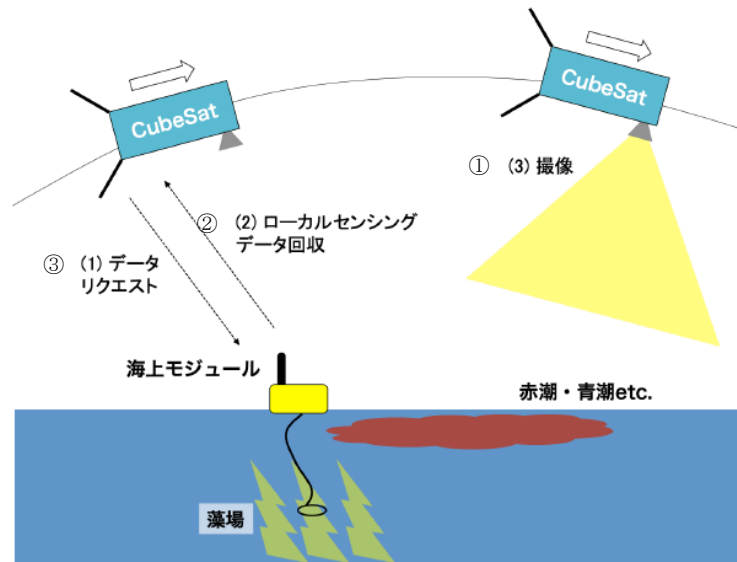


図 1 超小型衛星の運用コンセプト

図 2 にグローバルに収集する海洋データの S&F 運用コンセプトを示す。

ある周回で世界各地に設定した海上モジュールから収集した海水データと撮像したりモートセンシングデータは、次の周回で衛星が福山大学地上局上空を通過する際に一括ダウンリンクが行われる。

(2) 衛星システム概念

前述した運用を可能とする超小型衛星システム概念を図 3 に示す。

全体は 3U サイズの衛星に収まる計画である。

ペイロードとしては S&F 通信機およびデータレコーダーとマルチスペクトルカメラが主な構成コンポーネントである。地上の撮像を行うため、姿勢制御系にはある程度精度の高い制御が可能なアクチュエータであるリアクションホイールを搭載する。S&F で収集したミッションデータを地上局へダウンロードする通信系は S バンド送信機としてパッチアンテナを用いる。衛星管制用のテレメトリ・コマンドの通信系は UHF バンドとしてそのアンテナは S&F 通信機用アンテナの反対側に配置する。

上記は、通常の海洋リモートセンシングとしてマルチスペクトルカメラをミッション機器としているが、このカメラの代わりに例えば RICOH の 360°カメラを搭載することで、地球全体または逆の宇宙空間を撮像でき、他にない特徴的な衛星画像を取得するミッションにも展開が可能である。(図 3b)

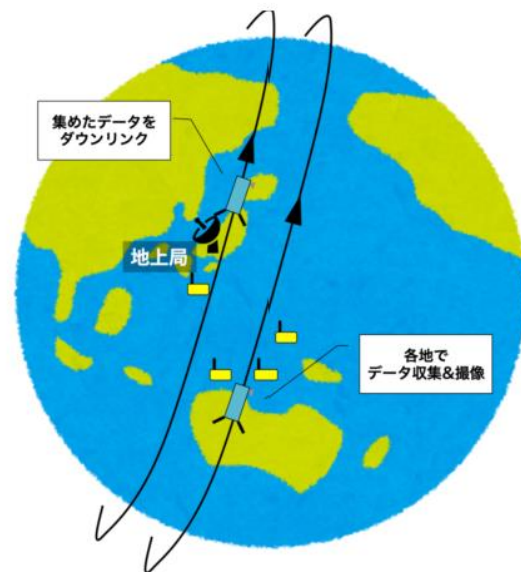


図 2 S&F 運用コンセプト

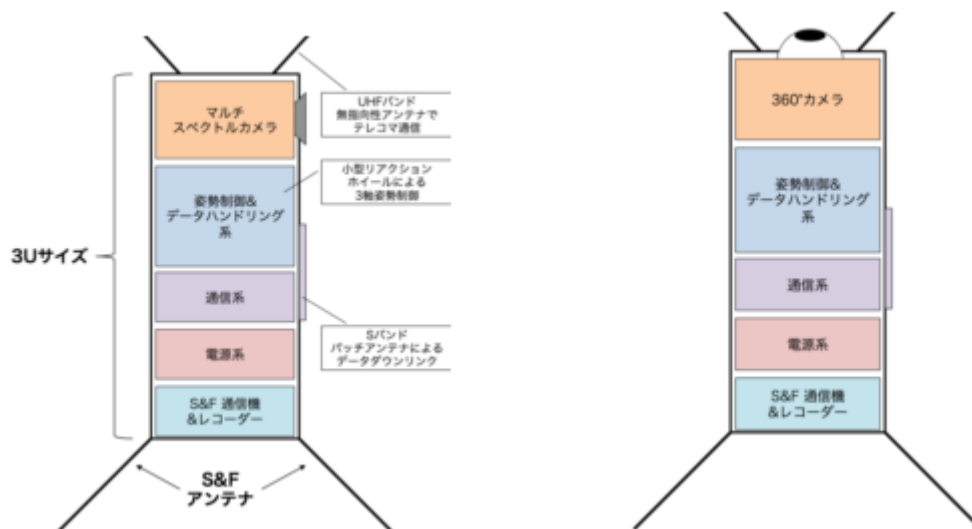


図 3a マルチスペクトルカメラミッション

図 3b 360°カメラミッション

図 3 衛星システム概念図

(3) S&F 通信機の候補

S&F 通信機は、すでに宇宙実績のある LoRa 通信機で計画する。

地上（海上）モジュールとして、特定小電力無線帯である LoRa モジュールを用いることにより、免許不要で無線局を開局する必要が無いことが特徴である。

衛星側受信機、地上側送信機それぞれ、東京大学が開発し 2018 年 2 月 3 日に低軌道へ投入された TRICOM-1R のシステム（松本、2018[1]）を活用できると考えている。衛星側の S&F モジュールの写真と諸元を図 4 と表 1 に、地上（海上）側の S&F モジュールの写真と諸元を図 5 と表 2 に示す。

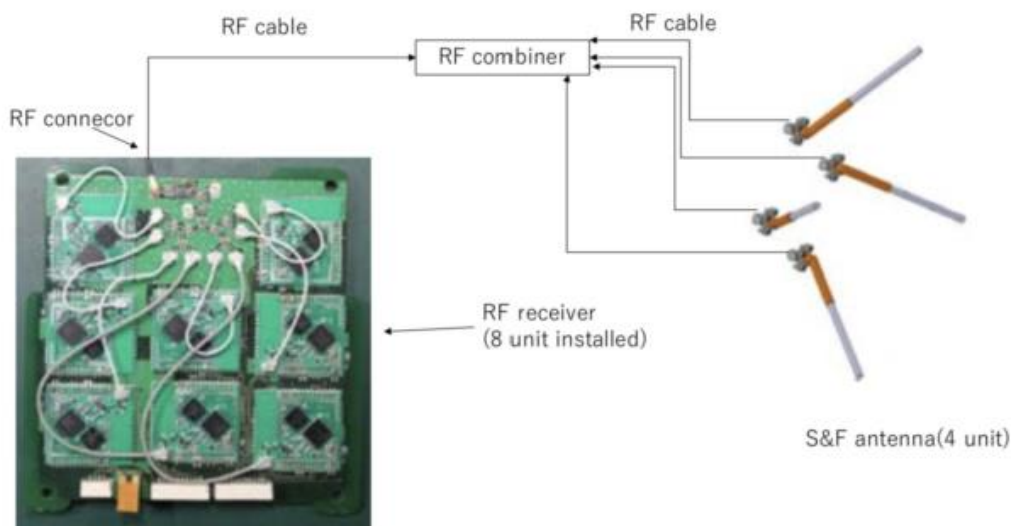


図 4 S&F モジュール（衛星側）

表 1 S&F モジュール（衛星側）諸元

伝送速度と 受信感度	実効伝送速度(bps)	受信感度 (dBm)
	45	-145
	146	-139
	293	-136
電源	5V、350A 以下	
重量	約 50g（アンテナ含まず）	

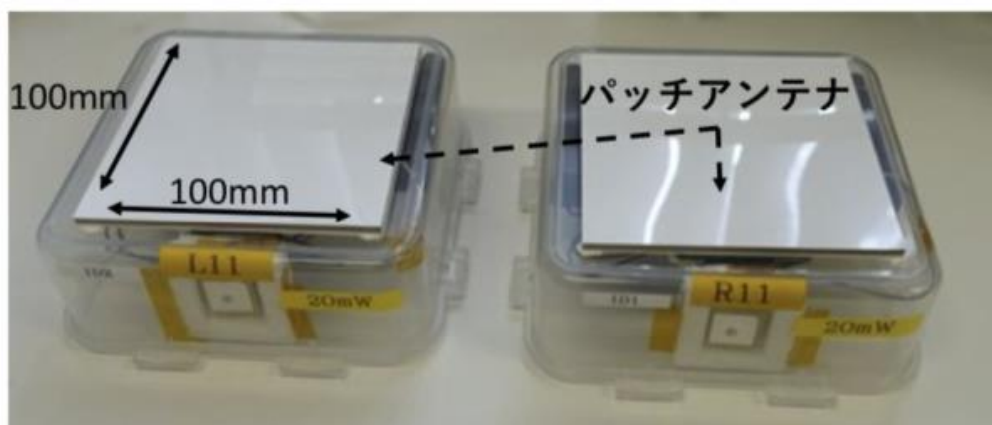


図 5 S&F モジュール 2 個 1 セット（海上側）

表 2 S&F モジュール（海上側）諸元

送信電力(mW)	20	
ビットレート(bps)	293	可変 (45、146、293bps)
サイズ(mm)	100×100×30	バッテリー等に依る
重量(g)	200～400	バッテリー等に依る
変調方式	LoRa	

III. 超小型衛星システムの通信回線マージン解析

前述したとおり、本研究のミッションでデータ通信の候補とした S&F モジュールは、東京大学により低軌道で衛星通信実験を行った実績があるものの、ミッションを設定する概念検討の段階で通信回線余裕をブラックボックスとして扱うことには、以降の研究フェーズに影響がある。

そこで初期解析として通信回線マージン解析を行うこととした。その結果を次ページの表 3 に示す。

投入する低軌道を 500km とし、解析を簡略化するため通信距離も同じとした。特定小電力無線帯の電力上限である 20mw で、ビットレートを 切りの良い数値で 100bps と仮定した際の回線マージンは 6.3dB との解析結果で十分余裕がある。

本解析結果は、参考文献に記載のある東京大での宇宙実績とも照合して、妥当であることまで確認してある。

超小型衛星の軌道への投入方法は、JAXA のミッション相乗り公募で採用されることを前提とするが、その場合、現実的には軌道高度 400km 程度の国際宇宙ステーション軌道となるケースが多い。その場合は軌道高度が低くなる分、通信回線マージンはさらに余裕が生ずることになる。

まとめ

福山大学の超小型衛星プロジェクト「不退転」で実現させる新ミッションについて、新しい衛星通信の Store & Forward (S&F) 技術を活用し、かつ将来の小型衛星による藻場研究を含む海洋科学研究に活かせるミッションへ発展させることを前提に、その候補を広く検討した。

その結果、藻場付近の海洋ローカルデータロギングと、海上モジュールから衛星へのオンデマンド撮像という形式を用いることで、福山大学オリジナルの衛星システムを持つ強みを活かしたミッションを設定し、その概念について詳細を検討した。

無線局免許を必要としない特定小電力無線帯の通信機を活用する点は、東京大学で既に実験実績はあるものの、実用に向けてはチャレンジングなミッションではある。しかし要素技術として新規基礎研究が必要なものはなく、ミッション成立性が見通しまで得たため、2019 年度は本超小型衛星ミッションを実現させるための概念設計へ進むことが可能である。

以上、2018 年度に計画した研究計画はすべて実行して目標を達成した。

表3 回線通信マージン解析結果

	No	Items	Unit	Downlink	Note			
地上LoRaセンサ 送信性能	1	Frequency	MHz	920.00				
	2	Transmit EIRP	dBW	-14.99	Value = A - B + C - D			
	3	A Transmit Power	dBW	-16.99	[dBW] = 10log[W]	power	0.02	W
	4	B Power Supply Loss	dB	1.00		†特小無線に適合		
	5	C Transmit Antenna Gain	dBi	3.00	100mm x 100mm パッチアンテナ			
	6	D Pointing Loss	dB	0.00				
ロス	7	Power Distribution Loss	dB	0.00				
	8	Free Space Loss	dB	159.93	$32.45 + 20\log(f \text{ [MHz]}) + 20\log(d \text{ [km]})$	distance	500	km
	9	Polarization Coupling Loss	dB	0.00				
	10	Atmospheric Absorption Loss	dB	0.50	ITU-R			
	11	Rain Loss	dB	0.61	99.9% availability (ITU-R)			
	12	Other Loss	dB	0.00				
衛星LoRa受信機 受信性能	13	Receive G/T	dB/K	-19.77	Value = - a + b - c - d			
	14	a Antenna Pointing Loss	dB	0.50				
	15	b Receive Antenna Gain	dBi	6.00	TRICOM			
	16	c Power Supply Loss	dB	0.50				
	17	d System Noise Temperature	dBK	24.77	300K			
実受信力	18	Receive C/No	dBHz	32.80	Value = 2 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 + 13 + 228.6			
要求受信力	No	Items	Unit	Telemetry	Note			
	1	Modulation Type		LoRa				
	2	Required Eb/No	dB	5.00				
	3	H/W Loss	dB	1.50				
	4	Encoding Gain	dB	0.00				
	5	Bitrate	dBHz	20.00	$10\log(\text{bit rate [bps]})$	bitrate	100	bps
	6	Modulation Loss	dB	0.00				
	7	Required C/No	dBHz	26.50	Value = 6 + 2 - 4 + 3 + 5			
要求受信力 - 実受信力	8	Link Margin	dB	6.30	Receive C/No - Required C/No			

参考文献

[1] 松本 健, (東京大学)

「TRICOM-1R(たすき)における LoRa を用いた Store and Forward ミッションの軌道上実証結果」

『第 62 回宇宙科学技術連合講演会, 論文番号 1F13 (2018)』

特許・論文等

■特許

1. アクチュエータ 特許公開 2003-11899 三菱重工業と共同

2. 出力軸固定用ブレーキ付き電動アクチュエータ 特許公開 2003-18791 三菱重工業と共同

■論文受賞

平成 21 年度 日本工学教育協会賞 論文・論説賞

航空宇宙開発でシステム安全活性化を図るエンジニア教育効果の定量的測定

研究室等ホームページ

<http://www.fukuyama-u.ac.jp/smart-system/>

<https://www.facebook.com/FUSmartSystem/>

キーワード：行動解析，UX デザイン，サービスデザイン

ペアテストング手法の開発

－ 避難行動分析と誘導支援 －

工学部 情報工学科

中道 上

准教授 Noboru Nakamichi 博士（工学）

専門分野：HCI（ヒューマンコンピュータインタラクション）、UX デザイン、サービスデザイン、ソフトウェア工学

E-mail : nakamichi@fukuyama-u.ac.jp / 084-936-2112 (ext. 4157)



研究概要

避難行動などのフィールドワークにおいて、**参加者と観察者が二人一組のペアとなって参加者の振る舞いを記録するペアテストング手法**を提案しています。提案手法では、参加者が自身の振る舞いを記録するとともに観察者が参加者の振る舞いを観察しながら記録します。避難行動実験に適用して検証を行った結果、観察者による参加者の振る舞いの記録によって参加者自身が記録した振る舞いから 47.5%を補足することが可能となりました。

■研究の背景

世界有数の自然災害大国と呼ばれる日本において学校施設は、児童生徒等の学習・生活の場であるとともに、災害時には地域住民の避難所としての役割も果たすことから、防災機能の強化は極めて重要です。東日本大震災では、津波等により学校施設に多くの被害が生じたり、応急避難場所としての施設機能に支障が生じたりするなど、従来想定していなかった新たな課題が見られました[1]。

[1]文部科学省：「東日本大震災の被害を踏まえた学校施設の整備について」の取りまとめについて； http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shisetu/017/toushin/1308045.htm (2011)。

学校現場での自然災害理解と防災・減災の取り組みの効果を高めるため、フィールドワークを組み込む防災教育が実践されています。またハザードマップ作成の支援環境が整備されており、発災時には参加者がマップを読みながら安全な場所へ移動する場面が想定されています。フィールドワークの進め方として、実施後にアンケートやインタビュー、また参加者らで議論するといった方で進められることが多い。しかし実施中においては、参加者は避難行動に集中しており、迷いや不安といった自身の振る舞いに気づくことが難しい。また実施後では参加者の記憶も薄れており、振る舞いの地点や状況といった貴重な意見が漏れている場合があります。フィールドワークの進め方によっては、気づいた点をその都度マップに記入する場合もあるが、通常の避難行動とは異なり、実際の避難行動時における問題点であるか判断が難しいなど様々な課題があります。

■研究内容

本研究では、参加者と観察者が二人一組となって、参加者の振る舞いを記録するためのペアテストング手法を提案しています。提案手法では、参加者は自身の振る舞いを記録し、観察者は参加者を観察しながら参加者の振る舞いを記録します。またペアテストング手法において参加者の振る舞いの記録と確認を支援するツール群として、振る舞いの時刻と位置を記録するためのボタンと振る舞いの位置を確認するための可視化ツールを開発しました。ペアテストング手法と振る舞いの記録と確認を支援するツール群を、「学校施設の防災力強化プロジェクト（平成 28 年度）」の避難行動実験へ適用[2]しました。避難実験行動の中で、参加者の振る舞いを記録し、記録漏れを補足することが可能であるか検証しました。

[2]福山大学：学校施設の防災力強化プロジェクト（平成 28 年度）委託事業成果報告書；
<http://www.fukuyama-u.ac.jp/archives/023/201703/学校施設の防災力強化プロジェクト.pdf> (2017)。

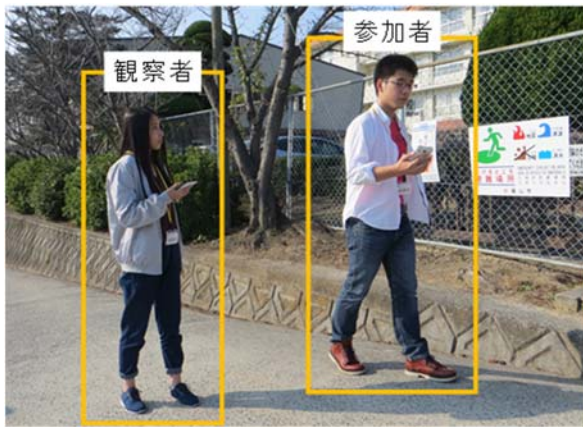


図1 ペアテストを実行している様子

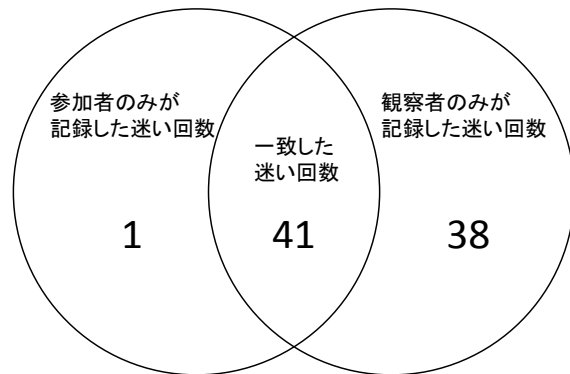


図2 参加者と観察者が記録した迷い回数

ペアテスト手法では、参加者と観察者が二人一組のペアとなって参加者の振る舞いを記録し、お互いに確認を行います。これにより、参加者自身が記録を忘れた場合においても、観察者によるインタラクション評価の記録を用いて補足することで、より記録漏れの少ない参加者の振る舞いを記録することが可能になります。その手順について下記に示す。

手順 1. 振る舞いの記録

参加者と観察者が二人一組のペアとなって、それぞれが参加者の振る舞いを記録する。参加者は主観評価、観察者はインタラクション評価を同じタイミングで実施し、参加者の振る舞いの記録を始める。

手順 2. 振る舞いの確認

ペアテスト手法において参加者自身が記録した振る舞いと観察者が記録した参加者の振る舞いの包含関係を図に示す。参加者と観察者が記録した振る舞いが一致したか、一致していないかに関わらず、正しく記録されているかをお互いに確認する必要がある。

参加者と観察者が記録した図2の迷いの包含関係を確認すると、参加者が記録した振る舞いを観察者が記録した振る舞いによって $47.5\% (= 38 / (1 + 41 + 38))$ が補足可能であった。この結果より、ペアテスト手法とその支援ツール群によって参加者の記録漏れを補足可能であることが明らかとなりました。

■ その他の応用例

ペアテスト手法を用いた行動分析は、観光の分野においても案内板の設置を検討する際にも利用されています。福山駅北側にある福寿会館はご存知ですか？ 駅から福寿会館まで地図だけでたどり着くことは非常に難しかったのですが、行動分析をおこなった結果、特定の個所で迷っていることを明らかにしました。現在は、特に迷いやすい3地点に案内板が設置され迷わずたどり着けるようになりました。このような迷い地点の検出は、迷わせない街づくりには欠かせません。

特許・論文等

■ 論文

中道上, 川野由香子, 浜信彦, 渡辺恵太, "振る舞い記録のためのペアテスト手法の提案", ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.20, No.4, pp.427-434, Nov. 2018.

■ 研究費

本研究の実験は、文部科学省「学校施設の防災力強化プロジェクト（平成 28 年度）」の委託により、実施いたしました。厚く御礼申し上げます。

研究室等ホームページ

■ <http://n2lab.com/>

地域の交通安全を支える人間計測・自動運転技術

工学部 機械システム工学科

内田 博志 教授 Hiroshi Uchida 博士（工学）

専門分野：自動車工学、最適制御、最適設計、振動音響、品質工学

E-mail : uchidah@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

■研究の背景

- 福山大学の地元である備後地域には、地域特有の交通問題がある。広島県警察、広島県、府中市、国交省等の協力を得つつ、地域特有の交通問題に関する調査研究を行い、心理学的・工学的知見に基づく解決策を提案することを通じて、地元地域の交通安全に貢献する研究を行っている。人々が安心して生活できる地域社会を実現するための、地域密着型自動運転技術の研究も視野に入れた研究を進めている。

■研究内容

1. 国道 486 号線事故多発問題対策

- 地元地区を通過する国道 486 号線において重大事故が多発していることから、広島県警察との共同で、横断歩道を歩行中の歩行者の視線を計測する公道実験を行った。歩行者は、路面を注視する傾向が強く、必ずしも接近する自動車に注意を向けないなどの傾向があることが分かった（図 1）。
- 運転中のドライバーの視線については、ドライビングシミュレータと視線推定技術を併用した研究を行うための実験準備に着手した。



図 1. 広島県警察と共同で行った公道実験で、横断歩道を横断中の歩行者が向いた方向の映像（ヘルメットに取り付けたカメラで撮影）

2. 生体計測に基づく運転警告技術

- 車両信号や生体センサー信号の特徴量からドライバーの注意散漫状態やイライラ状態を推定し、警告を発するためのドライバー生体計測によるデータ収集を行った。企業との共同研究を交えて行った（図 2）。



図 2. 計測用眼鏡をつけた状態での運転状況（左）と計測用眼鏡（右）

- 顔面動作計測用眼鏡の計測データから視線推定を行い、一定精度での視線推定が可能であることを確認した（図 3）。

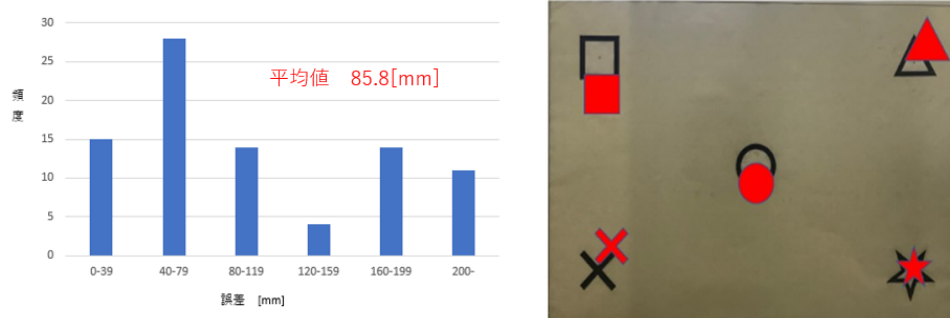


図 3. 比較的良好な視線推定の結果（赤が推定結果）（左）と、x 方向の推定誤差のヒストグラム（右）

3. 実写型ドライビングシミュレータ

- コンピュータ・グラフィクス(CG)による通常のシミュレータは、実際の道路モデルを作成するのに時間（数か月）を要することから、360 度カメラで撮影した映像をもとに、運転体験できるシミュレータを開発した（図 4）。



図 4. ヘルメットにカメラをつけて映像を撮影（左）した後、一部映像を切り出し補正し、シミュレータ用映像として利用する（右）。

4. 地域密着型自動運転技術

- オープンソース技術を活用した自動運転用シミュレータの開発に着手した。
- 自動運転ドライビングシミュレータと、電動車いす等を利用した自動運転技術の開発を進めた。自動運転用車両センサーとして用いるためのデプスセンサーの動作確認を行い、距離を表すカラー映像が得られることを確認した。

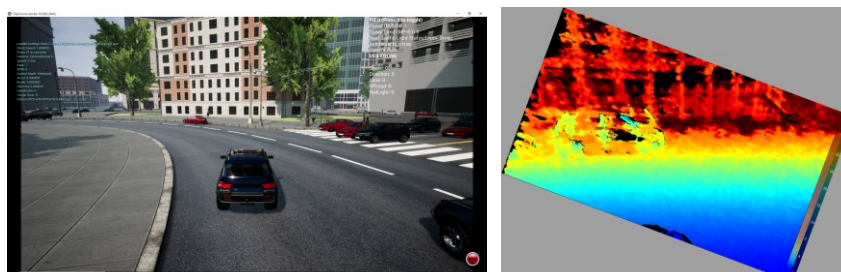


図 5. 自動運転シミュレータの映像（左）とデプスセンサーによる距離映像（右）。距離映像は青いほど近く、赤いほど遠くを表す

■ 成果まとめ

- ① 国道 486 号線事故多発問題対策：広島県警察との共同で、横断歩道を歩行中の歩行者の視線計測を行った。歩行者は、路面を注視する傾向が強く、必ずしも接近する自動車に注意を向けないなどの傾向があることが分かった。

- ② 運転警告技術：企業との共同研究を通じてドライバー生体計測によるデータ収集を行った。顔面動作計測用眼鏡の計測データから視線推定を行い、一定精度の視線推定が可能であることを確認した。
- ③ 自動運転技術：自動運転用ドライビングシミュレータと、電動車いすを利用した自動運転車の開発に着手した。自動運転用外界センサーとして用いるためのデプスセンサーの動作確認を行い、距離を表すカラー映像が得られることを確認した。

■今後の予定

- ・ 歩行者やドライバーの過疎化・高齢化、地域の過疎化に対応した交通安全システムを検討する。携帯電話などのモバイル端末や安価な受信専用レシーバを介して警告を与えることにより、交差点進入以前の時点で早期に事故回避するシステムなどについて研究を進める。
- ・ 地域の交通弱者の生活サポート（ラストワンマイルの移動など）を主目的とする、地域密着型の自動運転技術を開発する。地方道や一般道における不規則な道路形状や混在的な道路環境における自動誘導技術を開発する。

地域の交通問題を解消する 次世代小型モビリティの開発

工学部 機械システム工学科

小林 正明

専門分野：専門分野：教育工学，モノづくり教育，交通システム

E-mail：m-koba@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

■研究の背景

我々が生活を送る上での生活範囲は、職場、買い物、学校、病院など限られており大半が自家用車による移動が中心である。しかし、近距離での移動を考えた場合、普通自動車や軽自動車などよりコンパクトで取り回しがいよい小型モビリティへの期待が高まっている。また、小型モビリティは高齢者や子育て中のお母さんの移動手段としても期待されている。そこで、軽自動車と原動機付自転車の間の小型モビリティを開発することで交通混雑や高齢者の移動手段の確保などの地域の交通問題を解消することができると考えた。

■開発車両について

開発している車両は、自転車以上、軽自動車未満の原動機を動力とした小型モビリティと言われている車両である。小型モビリティは街中等の近距離の移動に適しており、自動車に対し、小型、低環境負荷、操作が簡易などの特性を持っており開発を行っている。本研究で開発している車両は、小型モビリティでも前 2 輪、後 1 輪の逆トライクと呼ばれる側車付二輪車のカテゴリーに属している。開発している車両のエンジンや駆動系はスクーターのものを使用することで構造が簡単になり製作が容易である。また使用するエンジンは、原動機付 2 種の排気量 125 cc のガソリンエンジンを使用することで車検制度もない。側車付二輪車は、二輪車ではないのでヘルメットは必要ない。また、自動車ではないので丸いハンドルや自動車のシートをつけることができない。側車付二輪車の保安基準を表 1 に示す。

表 1 側車付二輪車の保安基準

車両寸法	長さ：2.5m 以下、幅：1.3m 以下、高さ：2.0 以下
安定性	空車状態で左側及び右側に傾けて、転倒しない角度が 25°である
制動装置	独立した二系統以上の制動装置を備えなければならない
車両特性	運転席の側方が開放されていること。昇降口やステップ等にドアなどがなく、完全に開放されていること。 運転席の側方が解放されていれば、屋根もつけることも可能である
ハンドル	バーハンドル方式であること
シート	跨りシート式であること
ヘルメット	任意着用
シートベルト	任意着用
運転免許	普通自動車免許

2016 年度製作した 1 号車を図 1 に示す。1 号車は運転席スペースを大きく取り、買い物かごを 2 つ搭載することができる仕様であった。買い物かごを 2 つ搭載するために車両サイズが大きくなった。そのため取り回しが難しく利便性に問題がある車両となった。2018 年度は設計を見直しより小型の車両を開発した。2018 年度製作した 2 号車を図 2 に示す。2 号車は買い物かごを 1 個だ

け搭載することとした。また後部座席のスペースを少し狭くして全長を短くした。その結果、2号車は1号車に比べ長さで178mm、幅で150mm小型化することができた。1号車、2号車の車両サイズを表2に示す。



図1 2016年度製作1号車

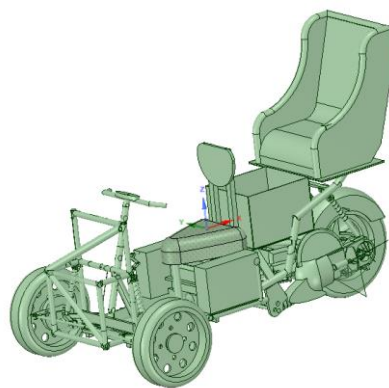


図2 2018年度製作2号車

表2 車両サイズ

	2016年度1号車のサイズ	2018年度2号車のサイズ
全長 (mm)	2,128	1,950
全幅 (mm)	1,100	950
床幅 (mm)	1,000	540
座席高 (mm)	420	420

■開発車両の考察

2号車は1号車にくらべ小型化することができた。その結果、取り回しが楽になった。特に足元である床幅を1,000mmから540mmと460mm小さくすることによって押して移動するときに体の中心が車両中心に近づくことにより軽い力で押すことができるようになった。しかし、全幅を小さくするために前輪のトレッドを小さくしたため旋回時の安定が悪くなった。

■今後の計画

1号車を製作し乗車での安定性や利便性を検討した結果、サイズが大きくなり取り回しが難しいという結果となった。2号車はサイズをギリギリまで小さくし利便性能向上をはかった。しかし、サイズを小さくすることで旋回時の安定性に問題が生じることとなった。今後は2号車をもとに安全性の向上や実用性を考慮した車両の開発を行いボディの製作も検討する。さらに、完成した車両を用いて実証実験を行い、小型モビリティを用いた地域の交通問題解消の検証を行う。

キーワード：レーザ分光，温室効果ガス，光空間通信，センサーネットワーク，ビームステアリング

小型衛星プロジェクトにおける光リンクセンサーネットワークのためのビームステアリング光学系の開発

工学部・スマートシステム学科

香川 直己

教授 Naoki Kagawa

博士（工学）

専門分野：電子機器学，光応用計測

連絡先：kagawa@fukuyama-u.ac.jp / 084-936-2112 (ext. 4138)



研究概要

■ 研究の背景

近年，多数の被災者が瓦礫，土砂に埋没する災害が多い。このような現場においては，通信インフラが失われた状況の中で捜索，救助作業が求められ，緊急に通信インフラを構築する手段と，被災者の捜索の迅速化を図る支援や二次災害の兆候を捉えるためのセンシング技術の確立が望まれる。

■ 研究内容

通信と計測のハイブリッド光リンク機構を用いてネットワークを構築し，ノード間の通信を行うと共に，ノードを結ぶ赤外光リンクをプローブとしてネットワーク下の CO_2 ， CH_4 等の温室効果ガスを測定し，土砂，瓦礫等に埋没した被災者の呼気検出による捜索支援，都市ガスの漏えい源をリアルタイムに検出し捜索の危険を通知するシステムを開発する。本稿では，プローブ光の送受信とステアリング機構を要する光学系を試作したので報告する。

■ 実験結果

【ビームステアリング光学系】

図1の様な光学系を製作した。図2にある鏡筒の上部から見えるのは出射中のレーザ光線である。

図3は，光学素子を格納した鏡筒を取り除いた状態である。中心にレーザ素子がある。当該回転ステージは超音波モータを用いており，レーザ光線の光軸中心と機構重心を重ねられるため，移動を前提としたプラットフォームに対して安定な制御を提供することが期待できる。

今回は，プラットフォームとして，オムニホイールベースを用いたが，当該回転ステージにて点対象構造が実現でき，ステージの稼働に対してもブレの少ない光軸の調整が可能であることが明らかとなった。

【ビームトラッキング光学系】

パルスモータ駆動光学ステージを用いて開発したトラッキングアルゴリズムを電子回路系を改装したオムニホイールロボットを用いたトラッキングシステム実装し実験を行った。

オムニホイールロボットの主たる改装点は，モータドライバ回路基板である。改装前はモータ駆動電流が画像処理および制御用CPUからの制御信号に影響を及ぼし，不安定な動作を示していたが，安定した。

結果，光学ステージモデルで正当性を評価できたアルゴリズムを実装したオムニホイールロボットを用いた光軸トラッカーで，光軸の追尾が可能であることを確認できた。

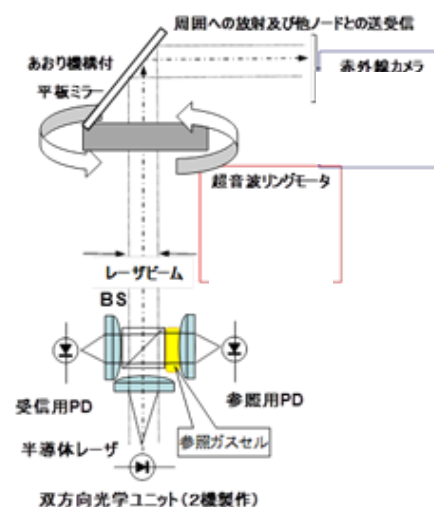


図1 ビームステアリング光学系の概略図



図2 製作したステアリング光学系の全景

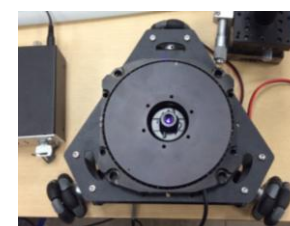
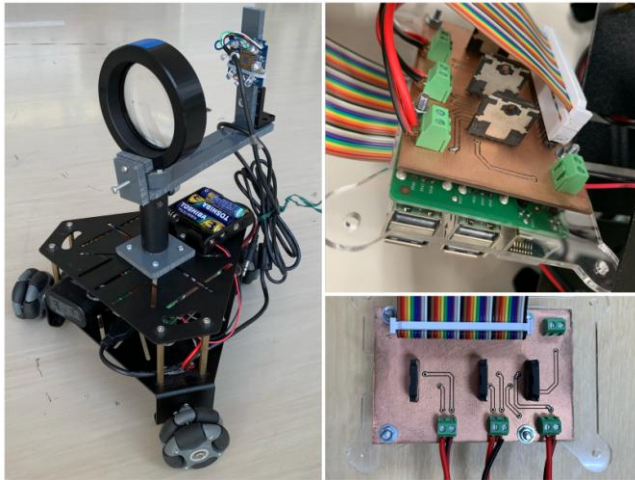
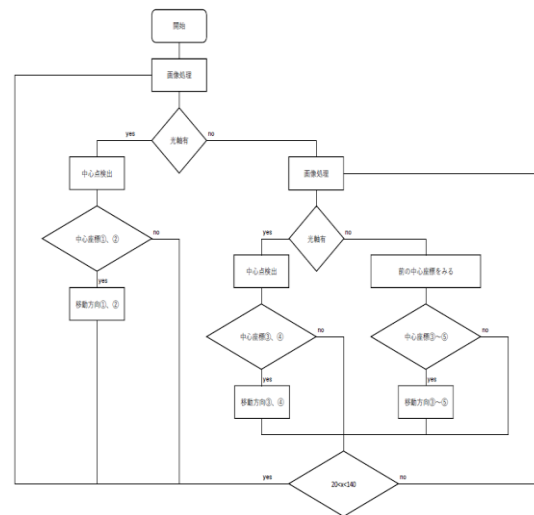


図3 超音波リングモータによる回転ステージ。中央はレーザ素子

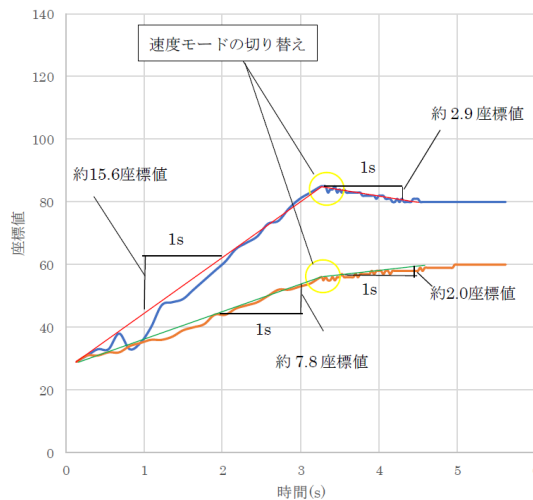
オムニホイールトラッキングシステム



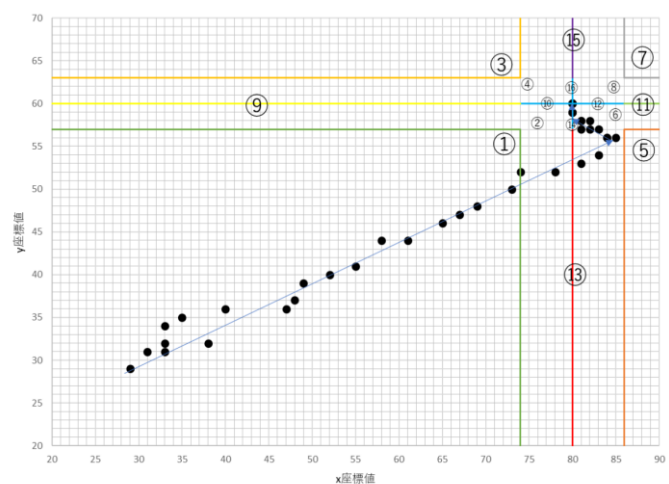
トラッキングのフローチャート



トラッキングの時間応答特性



トラッキングの座標整定特性



特許・論文等

■ 関連論文：

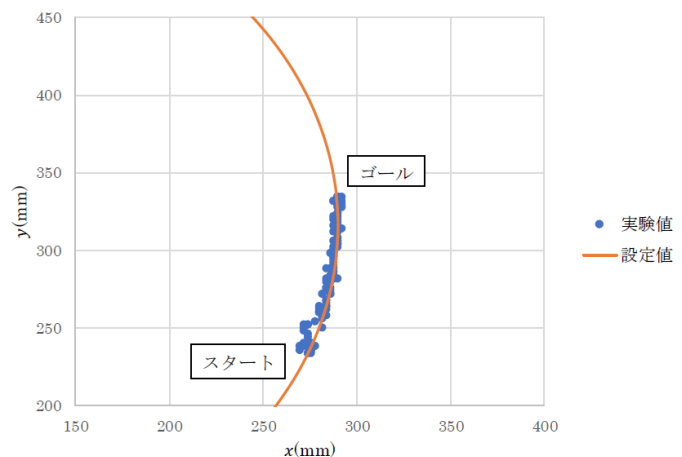
七川颯一, 高富大夢, 香川直己, "光リンクセンサーネットワークのための光軸トラッカーのモデル設計と評価", 第26回計測自動制御学会中国支部学術講演会, pp. 53 - 54, 2017.

七川颯一, 石元達也, 香川直己, "光リンクセンサーネットワークのための光軸トラッカーの設計と評価", 福山大学工学部紀要第42巻, pp. 19 - 24, 2019.

研究室等ホームページ

- 研究室：<http://www.fukuyama-u.ac.jp/smart-system/original/entry-2126.html>
- 研究者：<http://rdbv.fukuyama-u.ac.jp/view/n2fwI/>

オムニホイールトラッキングシステムの0.22秒毎の軌跡



キーワード：気象、植物の環境ストレス、二酸化炭素、センサーネットワーク、SDGs

センサーネットワークを用いた大気中二酸化炭素濃度変動の測定と気象データの関連性の検討

工学部・スマートシステム学科

香川 直己

教授

Naoki Kagawa

博士（工学）

専門分野：電子機器学、光応用計測

連絡先：kagawa@fukuyama-u.ac.jp / 084-936-2112 (ext. 4138)



研究概要

■ 研究の背景 通常の生育環境と異なる環境に晒された植物は、その環境に対応した様々な生理的変化を起こす。このような、植物に対する不適な環境条件の影響を環境ストレスという。そこで、本研究では植物が通常の生育環境とは異なる環境に置かれたときに、植物に係るストレスが大気中二酸化炭素濃度の経時変化の傾向にも影響を与えるのではないかと仮定し、福山市（福山大学）、広島市、岡山市に設置した CO₂ センサーからの濃度データと、その観測地点の最寄りの気象台、測候所の公表する雨量データ、風向風速データ、さらに、各地点の地形を総合的に分析した。特に、本件では 2018 年 7 月の西日本豪雨の前後の数日に亘り、各データの特徴を調査したので報告する。

■ 研究内容 大気中二酸化炭素濃度の経時変化は、報告者も協働する NPO 法人「CO2SOS」が全国 12 か所に設置しているセンサーデータを利用する。CO2SOS の展開する CO₂ センサーは NDIR(非分散型赤外線吸収法)を用いており、取得データは接続された小型コンピュータに一旦保持された後、30 秒毎にインターネット経由でデータサーバに集約され、ウェブサイトを通じてダウンロードできる。

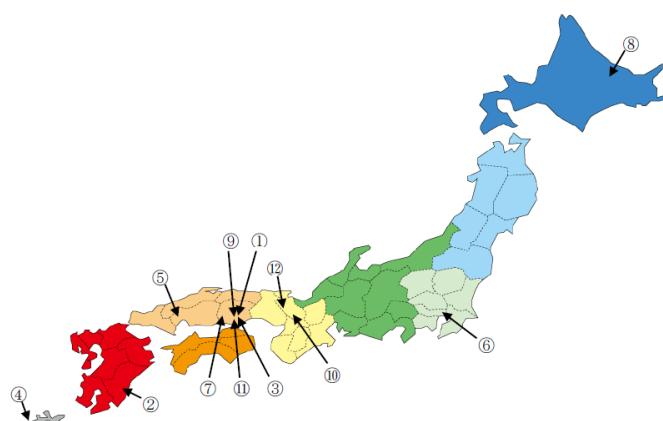


図 3-1-2 CO₂濃度測定装置設置箇所

①岡山大学周辺、②宮崎市南約 10km、③岡山駅前、④沖縄県浦添市、⑤広島県広島市、⑥東京都中央区、⑦岡山県井原市、⑧北海道北見市、⑨岡山県生涯学習センター人と科学の未来館サイピア、⑩京都府亀岡市、⑪岡山県倉敷市、⑫京都府南丹市

連携仕様 - Network Diagram

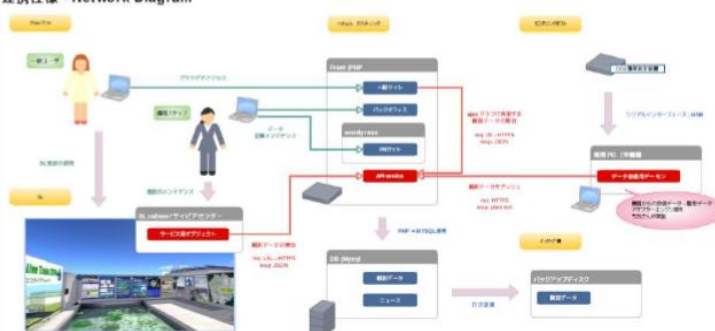


図 3-5 CO₂濃度公開システムの概要



■ 検討内容

全国 12 地区のセンサーの内、概ね 70km 離れた同一気候帯にある 3 地点、福山市、広島市、倉敷市の 3 か所を選び、2018 年 7 月、9 月のデータを抽出した。



図 3-1-1 CO₂濃度測定装置設置風景



図 3-1-3 福山大学と松永測候所の距離

図 1 は、福山市の 7 月 4 日から 6 日の 3 日間の結果である。図中において、橙色の線は 7 月～9 月の 3 ヶ月間の CO₂ 濃度の平均値の経時変化を示しており、これは、植生が活性化する夏季における CO₂ 濃度の典型的な経時変化を示すものと仮定している。灰色の線は各日の CO₂ 濃度の経時変化であり、先の平均値変化から極端な偏差が認められる場合は、植生活動の低下も一因ではないかと考えている。同図中にある青色の線は、福山大学南東 2.1km の地点にある福山特別地域気象観測所で観測された降水量である。

典型的な経時変化からの偏差を明確にするために平均値変化に対する各日の変動を対数表示したものを図 2 に示す。図中の細矢印は各時刻の風向風速を示している。夜間の負の方向の偏差、昼間の正の方向の偏差が植生の環境ストレスと因果関係があるかを追究してゆく予定である。

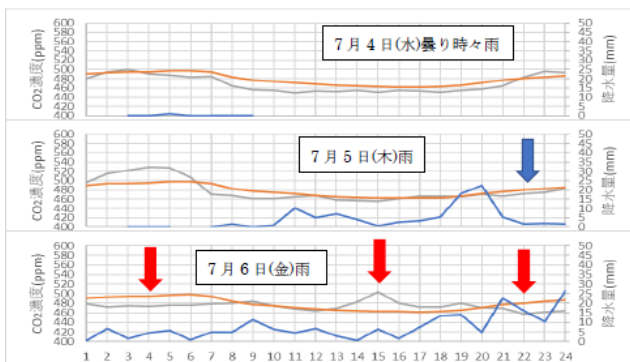


図 1 福山市の 7 月 4 日～6 日の CO₂ 濃度変化と降水量

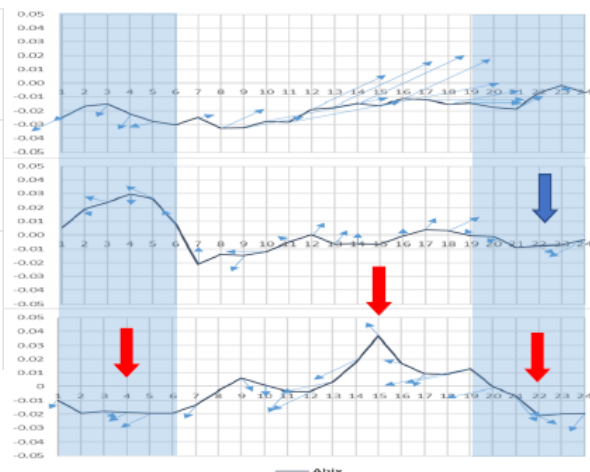


図 2 平均濃度変化を基準とした各日の濃度偏差

特許・論文等

■ 関連論文：安原 諒, “大気中二酸化炭素の濃度変動と気象の関連性の検討”, 福山大学工学部卒業論文, 2019 年 3 月。

研究室等ホームページ

- 研究室：<http://www.fukuyama-u.ac.jp/smart-system/original/entry-2126.html>
- 研究者：<http://rdbv.fukuyama-u.ac.jp/view/n2fwI/>
- NPO 法人 CO2SOS:<http://www.co2sos.net/index.html>

エネルギー吸収性能改善型RC梁部材に関する実験的研究

工学部 建築学科

都祭 弘幸 教授 Hiroyuki Tomatsuri 博士 (工学)

専門分野：建築構造，鉄筋コンクリート構造，損傷制御，合成構造
E-mail : tomatsuri@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

■研究の背景

RC 造建築物の保有水平耐力時メカニズムは，一般的に 1 階脚部・最上階柱頭を除き梁が曲げ破壊する全体崩壊系が計画される。靱性に富む梁部材であっても繰返し応力を受けると，耐力低下や除荷剛性の減少，スリップ変形の増加等によりエネルギー吸収量が低下する。本研究は，梁ヒンジ領域における断面コア部を補強することにより図 1 (a)に示すようなエネルギー吸収性能改善型 RC 梁を開発することが狙いである。断面コア部を補強した柱脚部に関する既往研究はあるが，梁部材に関する研究例はなく，履歴ループの改善を目的とした研究例はない。

曲げ降伏型 RC 梁部材は，曲げ降伏後にコンクリート損傷に伴うせん断変形成分が増加するため剛性が劣化し，図 1 (b)に示すように再載荷時の剛性が低下する。この再載荷時剛性の低下を抑え履歴ループを改善する目的でコア部を補強する方法を提案した。本研究は，提案したヒンジ部損傷抑制コアの効果を実験により検討するものである。

■ヒンジ部損傷抑制コアの概要

エネルギー吸収性能改善型 RC 梁は，ヒンジ部損傷抑制コアを図 2 に示すように RC 造梁ヒンジ部に配置する。このコアの目標性能は，a)せん断余裕度を下げる要因となる曲げ強度を上昇させない，b)見かけ上のせん断応力を低下させる，c)せん断ひび割れの拡大を抑えせん断変形の増大を抑制する，d)従来構造よりも履歴ループを改善し吸収エネルギー量が増大する，である。

■試験体

試験体は 1/2 縮尺の RC 造曲げ降伏型梁部材であり，基準試験体（従来構造）は日本建築学会：鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準（案）・同解説の設計例を参考に検討した。設計応力は，試験装置のせん断スパンを考慮して決定し，配筋は，コアの基本的な効果が反映され易いように 1 段配筋とした。試験体数は全 5 体で，内訳は従来構造 1 体とヒンジ部損傷抑制コアを有する試験体 4 体である。図 3 に試験体の形状を，図 4 にパラメータとなるヒンジ部損傷抑制コアの配筋を示す。コア有り試験体のパラメータは，目標性能 b)，c)に係わるコア断面せい，ダボ筋本数およびコア拘束筋量である。

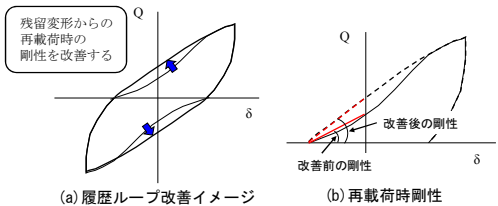


図 1 本研究の狙いおよび再載荷域の剛性

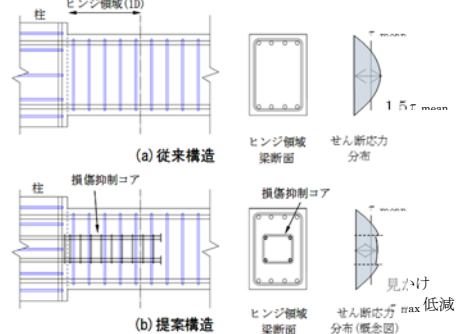


図 2 ヒンジ部損傷抑制コアの配筋例と τ 分布

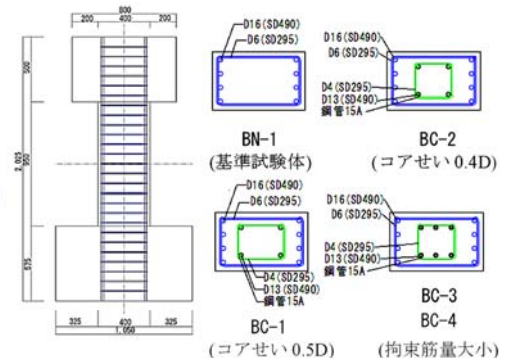


図 3 試験体形状および梁断面

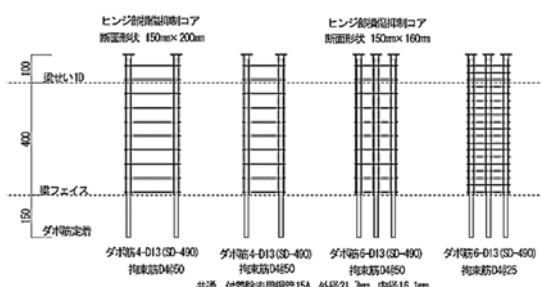


図 4 ヒンジ部損傷抑制コアの配筋

■実験計画

図5に荷重装置を示す。荷重は片持ち梁形式とし、1MN油圧ジャッキにより正負交番の繰り返し荷重を行った。変位制御は、荷重高さにおける部材角 R により実施した。加力履歴は、部材角 $R=\pm 1/1600(\text{rad})$ を各1回、 $\pm 1/800$ 、 $\pm 1/400$ を各2回、 $\pm 1/200$ 、 $\pm 1/133$ 、 $\pm 1/100(\text{rad})$ を各3回、 $\pm 1/67$ 、 $\pm 1/50$ 、 $\pm 1/33$ 、 $\pm 1/25$ 、 $\pm 1/20(\text{rad})$ を各2回繰り返した。

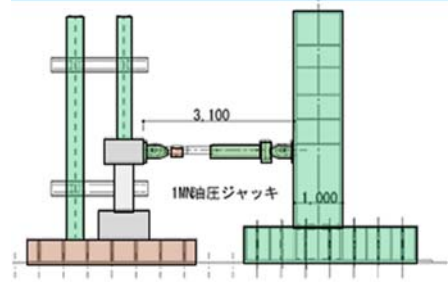


図5 荷重装置

■実験結果

実験結果一覧を諸強度計算値との比較とともに表1に示す。また、代表として従来梁 BN-1 とコア有り BC-4 の Q-R 関係を図6に示す。

弾性剛性および曲げひび割れ強度の実験値/計算値の比はコアの有無に関係なく、せん断ひび割れの実験値/計算値の比は、コアを有する方が約1割ほど実験値が高くなる傾向が見られた。曲げ終局強度の実験値/計算値の比は、コアの有無にかかわらず約1.2倍となった。

エネルギー吸収量の比較を図7に、 $R=1/67$ および $1/33$ 定常ループの比較を図8に示す。コアを有する試験体は、曲げ降伏以前の初期変形段階から目標性能 d) を満足することが確認できた。その増大する割合は、コア面積が大きい方が、またダボ筋本数よりもコア拘束筋量が多い方が初期から大変形まで吸収エネルギー量が大きくなる傾向がある。

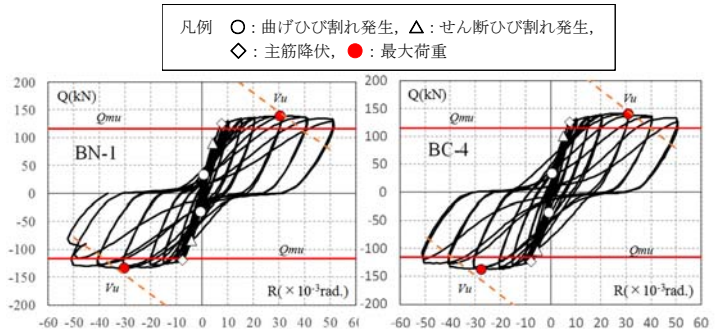


図6 Q-R 関係

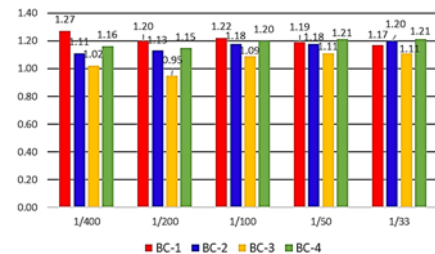


図7 定常ループにおける吸収エネルギー量の比較

■まとめ

実験結果の分析から、ヒンジ部損傷抑制コアに設定した4つの目標性能、a) 曲げ強度を上昇させない、b) 見かけ上のせん断応力を低下させる、c) せん断変形の増大を抑制する、d) 従来構造よりもエネルギー吸収量が増大する、が確認できた。エネルギー吸収性能改善効果は、コアの面積が大きいほど、コア拘束筋量が多いほど高くなる。

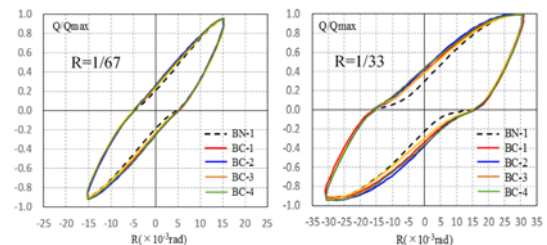


図8 $R=1/67$ および $1/33$ 定常ループの比較

表1 諸強度の実験値と計算値の比較

試験体名	初期剛性			曲げひび割れ強度			せん断ひび割れ強度			曲げ終局強度		
	EK_0 kN/mm	K_0 kN/mm	$\frac{EK_0}{K_0}$	EQ_{mc} kN	CQ_{mc} kN	$\frac{EQ_{mc}}{CQ_{mc}}$	EQ_{sc} kN	CQ_{sc} kN	$\frac{EQ_{sc}}{CQ_{sc}}$	EQ_{mu} kN	CQ_{mc} kN	$\frac{EQ_{mu}}{CQ_{mc}}$
BN-1	44.1	35.3	1.25	32.5	20.7	1.57	86.8	81.3	1.07	136.6	116.1	1.18
BC-1	46.1	35.6	1.29	35.0	21.0	1.67	96.2	82.4	1.17	136.9		1.18
BC-2	46.7	35.6	1.31	35.0	21.0	1.67	102.3	82.4	1.24	137.7		1.19
BC-3	45.4	36.0	1.26	32.0	21.5	1.49	101.5	84.2	1.21	139.5		1.20
BC-4	44.7	40.1	1.12	34.0	21.2	1.60	101.8	84.5	1.20	139.0		1.20

$$\text{曲げひび割れ強度: } Q_{mc} = 0.56\sqrt{\sigma_b}Z_e/\ell \quad \text{せん断ひび割れ強度: } Q_{sc} = \left\{ \frac{0.061(\sigma_b + 49)}{M/(Qd) + 1.7} \right\} bj \quad \text{曲げ終局強度: } Q_{mu} = 0.9a_s\sigma_y d/\ell$$

【謝辞】 本研究はJSPS 科研費 18K04451 の助成を受けたものです。深く感謝致します。

特許・論文等

■特許：特願 2019-87687 (2019.5.7 出願)

■論文：都祭弘幸：ヒンジ部損傷抑制コアの効果に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集 Vol.41, 2019.7

都祭弘幸，他：エネルギー吸収性能改善型 RC 梁部材に関する実験的研究 その1～3，日本建築学会大会学術講演梗概集，2019.9

多数回の繰り返し載荷を受ける土壁の耐力特性

工学部・建築学科

山田 明

准教授 Akira Yamada

博士(工学)

専門分野：耐震工学，建築振動学，木構造学

E-mail : yamada@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

■ はじめに

木造住宅の壁倍率の評価試験では，各変形レベルの繰り返しが3回以上とされている。これは，耐震設計で想定してきた地震動，地震被害とも整合していると思われる。ところが，昨今の地震，例えば2016年熊本地震では，震度7の大地震が立て続けに2回，震度6弱・6強を含めると7回発生し，他の地域においても，中以上の地震が複数回発生した事例もある。したがって，木造住宅の耐震設計においても，実状に応じ，複数回の中・大地震を想定すべきと思われ，耐力壁の耐力特性にも多数回の繰り返し載荷による影響が考慮されるべきと考えられる。

本報では，これまでの繰り返し数以上の載荷に対する木造耐力壁の劣化特性を実験的に明らかにすることを目的とし，被害レベルに関係する層間変形角の一定振幅正負交番繰り返し載荷を実施した結果について報告する。なお，対象としたのは半間の土壁である。

■ 事前解析

(1) 解析方法

静的実験における載荷回数は想定する地震動に基づかねばならない。しかし，地震動の入力レベル，継続時間，周期特性，繰り返し回数を決めることは困難である。一方，木造住宅の地震応答解析の復元力特性には履歴型とスリップ型の複合型復元力特性が採用されることが多く，最大変位がその後の履歴過程に反映される。したがって，経験した最大変位（事前損傷）を予め仮定すれば，耐力等の劣化は反映されないものの，疑似的に複数回の地震動による劣化を考慮できる。そこで，土壁の復元力特性を考慮した1質点系に事前損傷を仮定して地震応答解析を行い，変位応答が閾値を超過する回数を確認することで，静的実験における載荷回数の参考とした。

解析に用いた土壁の復元力特性は，既往の研究¹⁾を考慮し，3つの異なる折点変形角（1/480，1/120，1/30rad）の完全弾塑性型とスリップ型とした。複合したときの1/120rad時耐力（降伏耐力 P_y ）が1になるよう基準化し，1/480radの折点耐力を1/3，1/120radのそれを3/5，1/30radのそれを4/5とした。完全弾塑性とスリップの複合比は0.1:0.9である。復元力特性の一例として，図1に事前損傷0，1/30radの形状を示す。

降伏せん断力係数 C_y は1/120rad時耐力 P_y に基づいたもので，0.1～0.5の0.05刻みとした。減衰は1/120rad時の割線剛性に対して $h=0.02$ とした。計算に用いた事前損傷は0（地震経験なし），1/240rad（無被害），1/120rad（軽微），1/60rad（中破），1/30rad（大破）である。

入力地震動は法に適合する中地震（Level 1）と大地震（Level 2）の人工地震波とし，解放工学的基盤の加速度応答スペクトルに第2種地盤の増幅特性を考慮した地震波を入力レベル別に10波作成した²⁾。継続時間はLevel 1，2についてそれぞれ60，120秒，位相特性は乱數位相，包絡線はJennings型である。

数値積分の方法は中央差分法で，刻み時間を $\Delta t=0.001$ 秒とし，層間変形角の応答が1/10radに達した場合には計算を打ち切った。

(2) 解析結果

図2(a)～(f)は，解析結果を入力レベル別，閾値別に，最大層間変形角 R_{max} と閾値の超過回数の関係をプロットしたものである。ここで，閾値とは被害レベルに関係する層間変形角（1/120，1/60，1/30，1/15rad）であり，入力地震動の継続時間中に層間変形角の応答が当該閾値を超過する回数を n とする。

同図(a)，(b)より，Level 1の場合には， R_{max} と閾値1/120，1/60radの超過回数 n_{120} ， n_{60}

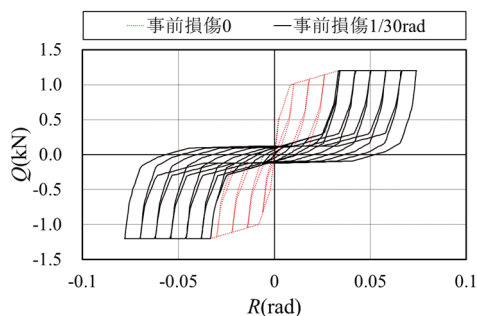


図1 復元力特性

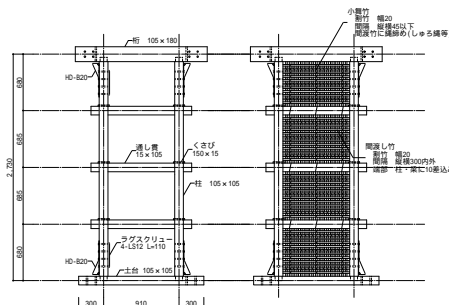


図3 供試体軸組図

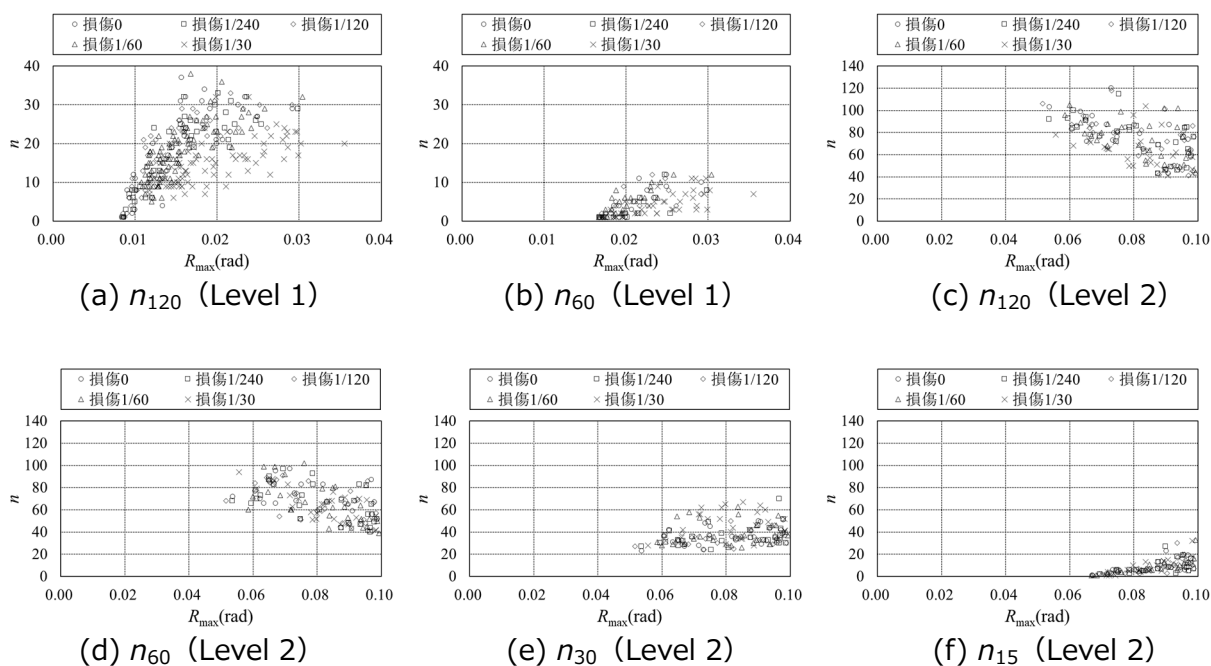


図2 閾値の超過回数 n

の間にはともに正の相関があることが分かる。他方、図(c), (d)の Level 2 では負の相関にある。これは、入力レベルが大きくなると、1/120 や 1/60rad のような小変形を繰り返し経験することなく R_{\max} に達するためと考えられる。同図(e), (f)では R_{\max} と n_{30} , n_{15} の間には正の相関が見られる。

同図(a), (b)より、Level 1 の入力地震動に対する n_{120} , n_{60} の最大はそれぞれ約 40, 約 15 であることが分かる。同図(c)~(f)からについても、Level 2 の n_{120} , n_{60} , n_{30} , n_{15} の最大はそれぞれ約 120, 約 100, 約 70, 約 40 であることが分かる。これらの n を、後述の特定変形レベルにおける静的実験の繰り返し回数に関連づけた。

■ 実験

(1) 供試体

図3に示す土壁供試体を4体制作した。形状は柱心間 910mm, 土台梁心間 2,730mm である。部材断面は柱・土台とも 105×105mm (無等級スギ) とし、柱仕口は短ほぞとした。梁断面は 105×180mm (無等級ベイマツ) である。壁下地は 15×105mm (無等級スギ) の3段の通し貫に小舞竹を固定し、その上に荒壁・中塗壁を塗り、総厚 60mm とした。柱頭・柱脚には短期許容引抜き 20kN のホールダウン金物を取り付け、実験中の柱の引拔を防止した。

実験中における供試体の変位を測定するため、梁小口1カ所、梁側面1カ所、土台小口1カ所に水平方向の変位計を、両側の柱の柱頭・柱脚にそれぞれ1カ所の鉛直方向の変位計を取り付けた。

供試体の土台を鉄骨架台にアンカーボルトで固定し、梁を変位制御で正負交番に水平载荷した。その変位は、前述の被害レベルに対応した一定振幅 1/120, 1/60, 1/30, 1/15rad である。目標载荷回数については、事前解析結果を考慮して 1/120, 1/60rad については 100 往復、1/30,

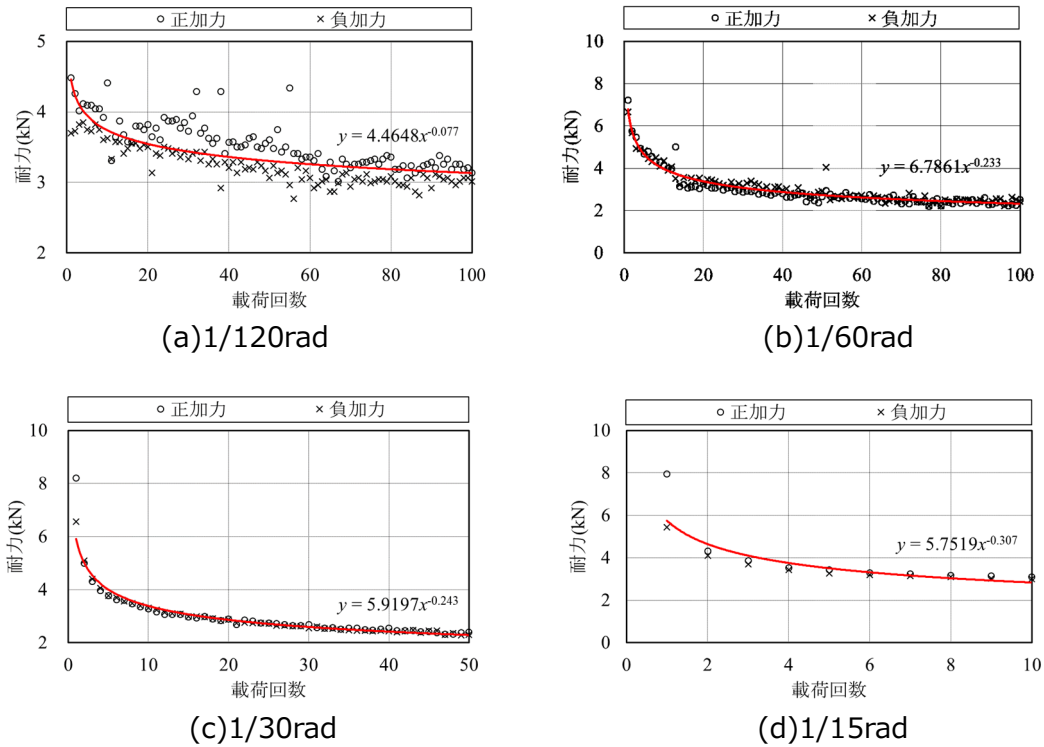


図4 载荷回数と最大耐力の関係

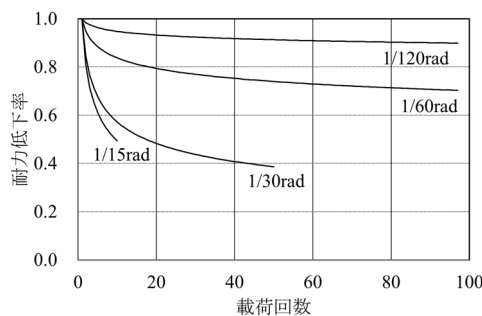


図5 载荷回数と耐力低下率の関係

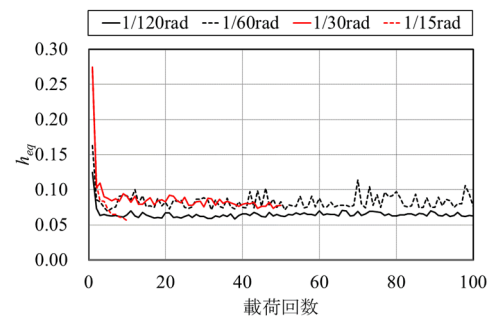


図6 载荷回数と等価粘性減衰定数の関係

1/15rad については 50 往復とした。しかし、1/15rad については、载荷中の試験体の損傷が激しかったため、10 往復で実験を打ち切った。

(2) 実験結果

図4 (a)~(d)に、1/120, 1/60, 1/30, 1/15rad の载荷回数と当該回の最大耐力の関係を示す。図中には正負加力別に結果を散布図で示している。図より、どの変形角の加力においても、载荷回数が少ないときに急激に耐力低下し、それ以降は漸減する傾向にあることが分かる。その傾向から、正負加力の平均値を指数関数で回帰し、式とともに図中に示す。図5には、図4の回帰曲線を载荷回数1回目の耐力で基準化した耐力低下率を示す。

図6に、各载荷回の履歴ループから求めた粘性減衰定数 h_{eq} の载荷回数に対する変化を示す。図より、どの変形角においても、1回目から5回目程度までは h_{eq} が大きく低下するが、それ以降の変化はほとんど見られず、0.07~0.08 程度に収まっている。したがって、载荷回数の増大に伴って耐力は低下するが、履歴形状が変化することはほとんどないと言える。

■ おわりに

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 解析の結果、Level 1 地震動に対する応答の超過回数 n_{120} , n_{60} の最大は約 40, 15, Level 2 の n_{120} , n_{60} , n_{30} , n_{15} の最大は約 120, 100, 70, 40 であった。
- 2) 実験結果から载荷回数に対する耐力低下率を図示した。
- 3) 等価粘性減衰定数の変化から、履歴回数が増えることにより耐力低下は起こしても、履歴ループ

プの形状が変わることはない。

■ 謝辞

本研究は、三島産業株式会社と共同で実施したものです。ここに記して感謝申し上げます。

■ 参考文献

- 1) 山田明：軸組木造住宅の地震応答特性に基づく剛性倍率評価に関する一考察，日本建築学会構造系論文集，第 584 号，pp.111-117，2004.10
- 2) 建設省建築研究所他：設計用入力地震動作成手法技術指針（案），1992.3

※本報は、2019 年度日本建築学会大会の発表梗概をまとめ直したものです。

木造住宅における調湿性外壁素材の水分収支 —夏季の実測と解析—

工学部・建築学科

伊澤 康一

准教授 Koichi Isawa

博士（工学）

専門分野：建築環境・建築設備

E-mail: koichi.isawa@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

1. 背景・目的・方法

高気密にするため湿気の出入りを遮断した外壁仕様は、地震の際、張りつめたビニル層に隙間ができ内部結露の原因となり得る。内部結露は、木材腐敗による耐久性の低下など深刻な被害を招く。調湿性に劣る「ビニルクロス」と「グラスウール」が施された従来の外壁構成の替わりに、調湿性に優る「透湿防水シート」と「セルロースファイバー」が施された外壁構成を採用する工夫が注目されている。

「透湿防水シート」と「セルロースファイバー」による調湿（透湿・吸湿・放湿）の効果とそのメカニズムは十分には解明されていないことから、それを定量的に解明することが課題となっている。

そこで本研究では、「透湿防水シート」と「セルロースファイバー」が施された透湿性外壁を有する木造住宅を対象とし、夏季における外壁内「セルロースファイバー」システムの水分収支を、実測と非定常解析によって明らかにした。

2. 非定常解析

2. 1 解析方法

まず、外壁内セルロースファイバーを系（システム）とする熱収支と水分収支を微分方程式で記述し、それらを後退差分式にして近似した。次に、後退差分式を未知数である温度と絶対湿度について解く式に変形した。計算間隔は、実測間隔と同様に 10 分間とした。

2. 2 解析条件

(a) 固定値

表 1 に、外壁内のセルロースファイバーの物性値を示す。熱伝導に関わるのは比熱・密度・熱伝導率であり、湿気伝導に関わるのは吸湿率・放湿率・透湿率である。セルロースファイバーの厚さは 0.1 m とし、体積は 27.55 m³ とした。

表 2 に、外壁の室内側・屋外側の熱コンダクタンス・湿気コンダクタンスを示す。これは、表 1 に示す各材料の熱伝導率・透湿率（湿気伝導率）と材厚から求めた。

表 1 セルロースファイバーの熱・湿気物性値

熱伝導	c	比熱	J/(kg・K)	1880
	ρ	密度	kg/m ³	25
	λ	熱伝導率	W/(m・K)	0.040
湿気伝導	χ	吸湿率	g/m ³ ・(g/kg)	5600
	ν	放湿率	g/m ³ ・°C	2650
	h _v	透湿率 (湿気伝導率)	ng/(m・s・Pa)	155
			g/(m・s・(g/kg))	0.00002521

表2 セルロースファイバーの熱・湿気コンダクタンス

材 料			室内側	屋外側				
材厚		mm						
		m						
熱伝導率		W/(m・K)						
熱 コンダクタンス	各部位	W/(㎡・K)						
	室内側・屋外側							
透湿率 (湿気伝導率)		ng/(m・s・Pa)						
		g/(m・s・(g/kg'))						
湿気 コンダクタンス	各部位	g/(m ² ・s・(g/kg'))						
	室内側・屋外側							

(内装下地材 石膏ボード)	セルロースファイバー 25K		(外装下地材 ダイライト)	(外貼り用断熱材 EPSボード)	
12.5	50	50	9	25	
0.0125	0.05	0.05	0.009	0.025	
0.140		0.040	0.040	0.130	0.040
11.2	0.8	0.8	14.4	1.6	
0.75		0.51			
39.7	155	155	8.3	7.3	
0.00000646	0.00002521	0.00002521	0.00000136	0.00000119	
0.000517	0.000504	0.000504	0.000151	0.000047	
0.000255		0.0000337			

(b) 変数値

7月2日の実測値を用いて解析した。外壁の室内側表面には室内空気の温度と絶対湿度を与え、外壁の屋外側表面には外気（百葉箱）の空気温度と絶対湿度を与えた。

3. 結果考察

図1・図2に、セルロースファイバー内部の温度・絶対湿度を示す。セルロースファイバーの温度は、外気（百葉箱）と室内空気（1F-LDK）の間にあり、24～29℃で変動している。セルロースファイバーの絶対湿度もほぼ外気（百葉箱）と室内空気（1F-LDK）の間にあり、14～17 g/kg'で変動している。12:00～18:00の時間帯では、セルロースファイバーの絶対湿度は約17 g/kg'となっていて比較的高い。12:00～18:00では、セルロースファイバーの温度が28～29℃と比較的高いことに加えて、屋外と室内の双方の絶対湿度が低いことから、セルロースファイバー内において実質部から空隙部への放湿が促進されたと推測される。

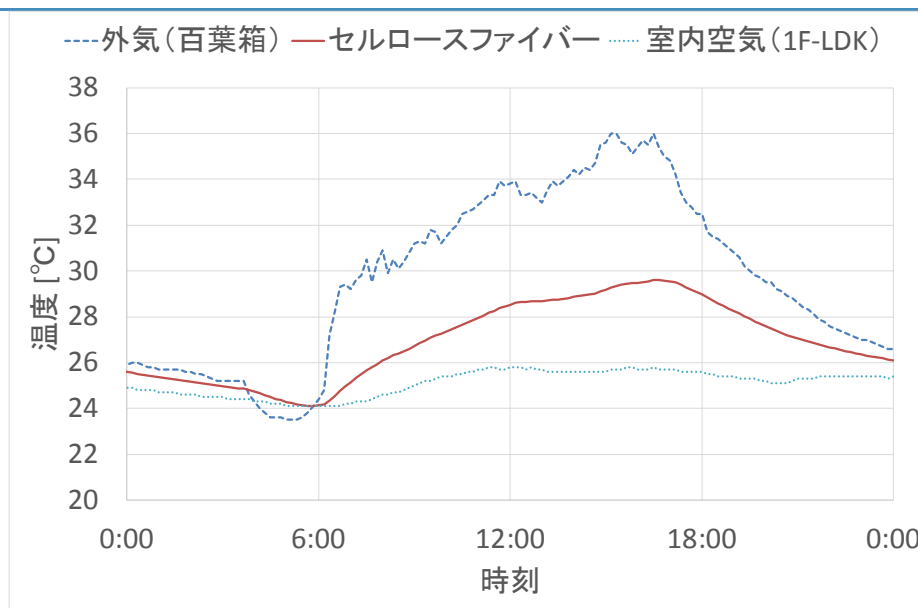


図1 温度の経時変化 (2018年7月2日)

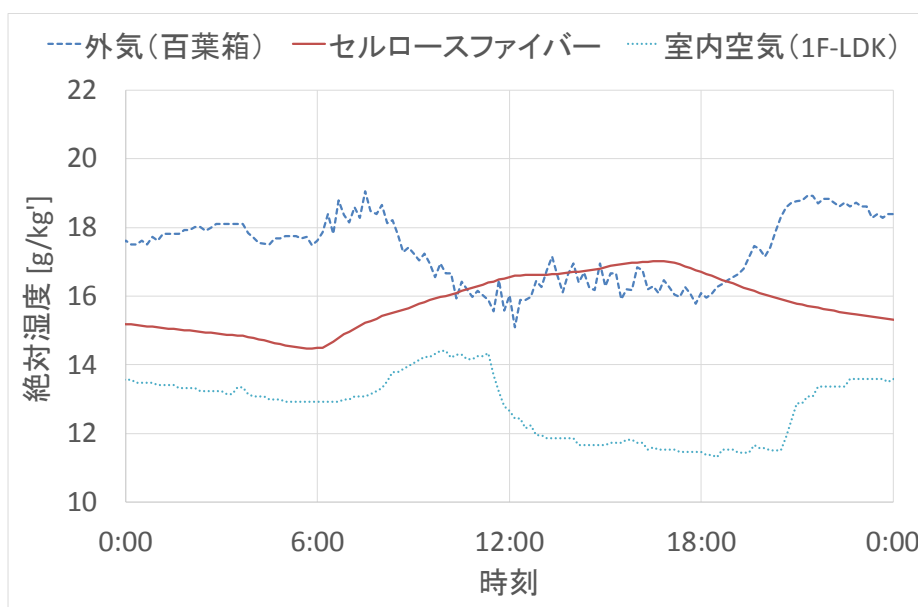


図2 絶対湿度の経時変化 (2018年7月2日)

図3・図4に、セルロースファイバーの熱収支・水分収支を示す。屋外からセルロースファイバーへの「入力」は、昼間に大きくなっており、2～3 W/m²になっている。これは、昼間の外気温が高いことが影響していると考えられる。セルロースファイバーから室内への「出力」は、おおむね「入力」と同様の増加・減少の変動パターンとなっているが、昼間では「入力」>「出力」の傾向が、夕方・夜間では「入力」<「出力」の傾向が見られる。セルロースファイバーへの「蓄積」は、外気温が高い昼間に増加（プラス値）になっており、夕方・夜間に減少（マイナス値）になっていることが確認できる。水分収支を見ると、「入力」・「出力」に比べて「蓄積（空隙部）」と「蓄積（実質部）」の値が大きい。これは、セルロースファイバーの吸放湿性能が比較的高いこと、すなわち、吸湿率と放湿率が比較的大きいことが影響していると考えられる。温度・絶対湿度を勘案すると、温度が低く、絶対湿度が高い時間帯では、セルロースファイバーの実質部への水分蓄積が起きている。一方、温度が低く、絶対湿度が高い時間帯では、空隙部への水分蓄積が起きている。実質部における水分減少（放湿）と空隙部における水分増加（蓄湿）がほぼ同時に起きている。また、セルロースファイバーでの「蓄熱」と「蓄湿」の変動パターンが類似している。昼間にセルロースファイバーに蓄熱されると、実質部から空隙部へ湿気が移動していると推測される。

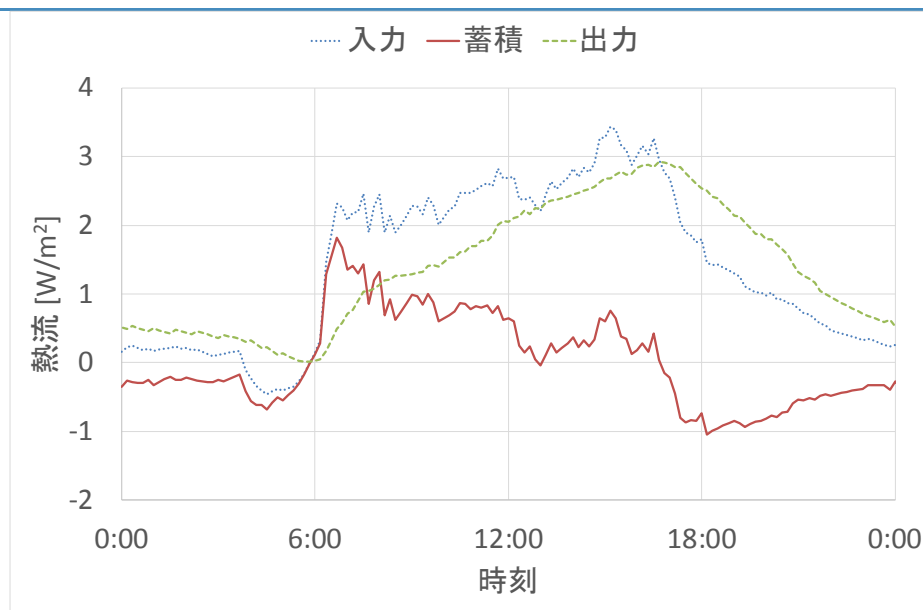


図3 熱流の経時変化 (2018年7月2日)

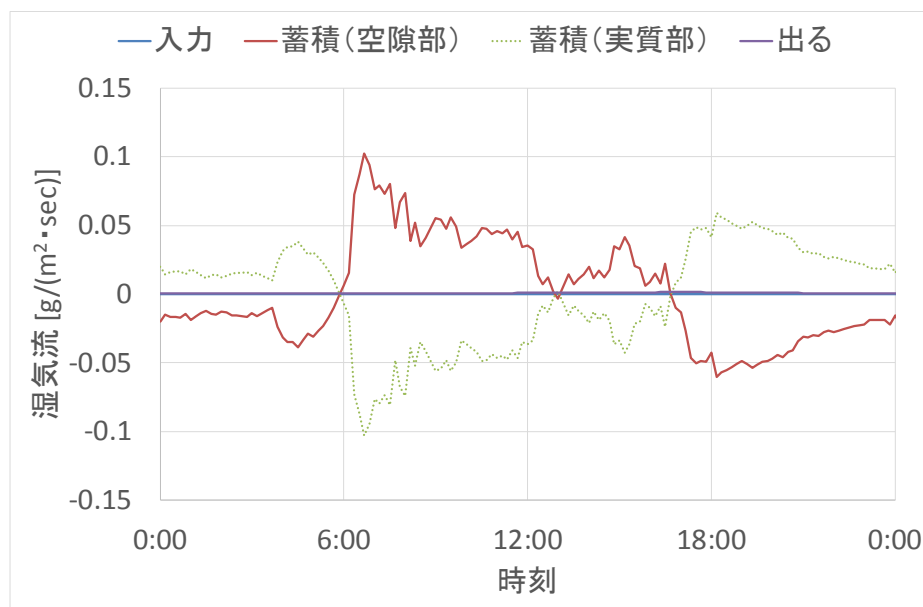


図4 湿気流の経時変化 (2018年7月2日)

4. 結論

セルロースファイバーの空隙部・実質部とで交互に蓄湿・放湿が起こり、本研究の条件では、おおよそ $-0.05 \sim 0.1 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{sec})$ の範囲で変動していた。昼間にセルロースファイバーに蓄熱されると、実質部から空隙部へ湿気が移動していると推測された。

5. 今後の課題

- ◇ 本研究の非定常解析では、簡便のため外壁構成材料のうちセルロースファイバーのみに着目して解析したが、外壁構成材料のすべてを考慮して解析する。
- ◇ セルロースファイバーが施された外壁の調湿（透湿・吸湿・放湿）性能を、従来の外壁仕様と比較評価する。
- ◇ 「外壁の水分収支」と「室内空気の水分収支」の関係性を定量的に明らかにする。
- ◇ 本研究では外壁内部の温湿度を計算によって推測しているが、これらを実測によって検証する。
- ◇ 上記と同様の実測と解析を、冬季の場合についても実施する。

参考文献

- [1] 田中優・相根昭典：天然住宅から社会を変える 30 の方法, 合同出版, pp.24-27, 2010 年 4 月.
- [2] 船瀬俊介：日本の家はなぜ 25 年しかもたないのか？—ビニールクロス（壁紙）とグラスウール（断熱材）が犯人だ！, 彩流社, 2012 年 9 月.
- [3] 気象庁：<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>（過去の気象データ・ダウンロード）
- [4] 田中俊六 他：最新建築環境工学（改訂 3 版）, 井上書院, p.250-252, 2006 年 3 月 10 日.
- [5] 宿谷昌則：数値計算で学ぶ光と熱の建築環境学, 丸善, p.117, 1993 年 7 月.
- [6] M. Shukuya, M. Saito: Simplified simulation of indoor temperature and humidity using control volume heat and moisture balance method, Energy and Buildings, Vol. 14, pp.373-384, 1990.

謝辞 木造住宅の温湿度実測調査にあたり、K 社の K 氏をはじめ社員の皆様にご協力をいただきました。また本研究は、青木佑太さん・広井克弥さんの卒業研究（平成 30 年度）によるところが大きいです。ここに記して謝意を表します。

2. 3 研究資金獲得状況

(1) 科学研究費

基盤研究(C)：平成 30 年度～平成 32 年度：ヒンジ部損傷抑制コアの効果に関する実験的研究、
研究代表者：都祭弘幸、研究経費 4,420 千円

研究成果：平成 30 年度は、比較のための従来構造梁 1 体とヒンジ部損傷抑制コアを設けた 4 体の計 5 体の構造実験を実施し、ヒンジ部損傷抑制コアの剛性・強度・破壊性状に関する定性的な効果を確認した。その研究成果は査読付き論文に投稿し、審査中である。

若手研究(B)：平成 27 年度～平成 30 年度、協調学習のための直観的なスマートインタラクション環境に関する研究、研究代表者：中道上、研究経費 4,160 千円

研究成果：生涯にわたって学び続ける力、主体的に考える力を持った人材を育成するためにアクティブラーニング環境の導入が積極的に進められている。そのような環境において「わかり方の多様性」という学習感をもとにした協調学習 (Collaborative Learning) が実施されている。本研究では、学修者に対して能動的な学修への参加を促すため、教員と学修者がスクリーンに映し出された学習内容に対して直観的に操作可能なスマートインタラクション講義環境の構築とそれによる協調学習効果の有効性の検証を目指す。提案する環境は、教員と学修者が協調的に学習を進めることが可能であり、お互いの情報共有と相互理解の促進による協調学習効果について検証する。

基盤研究(C)：平成 27 年度～平成 30 年度（期間延長）、アオリ光学系を用いた車載用周囲監視システムのための距離推定、研究代表者：池岡宏、研究経費 4,030 千円

研究成果：アオリ光学系を活用した距離推定方式を提案しており、その精度向上を図るため、ディープラーニングの活用を試みた。その際、鮮鋭度を抽出するニューラルネットおよび鮮鋭度比を算出するニューラルネットを組み合わせることで、距離の推定精度が上がることを確認できた。

基盤研究(C)：平成 30 年度～平成 32 年度、色収差およびカラーフィルタ絞りを利用したアオリ光学系による距離推定技術の開発、研究代表者：池岡宏、研究経費 3,640 千円

研究成果：アオリ光学系を活用した距離推定方式において、レンズによる色収差が距離推定精度を悪化させる原因であったが、これを逆に利用することで高精度化を図る提案を行った。その効果を確認するために、光学シミュレータを用いて実験・検証を行い、その実行性を確認した。

基盤研究(C)：平成 28 年度～平成 30 年度、Wiki と良性ボットを使った悪性ボットネット対策システム、研究代表者：山之上 卓、研究経費 4,290 千円

研究成果：計画では平成 28 年度中に良性ボットネットの試作と評価実験を行うことになっていたが、平成 29 年度中に行うことができた。平成 29 年度中に行うことになっていた改良とその評価実験も平成 29 年度中から開始している。計画していたグローバルネットワーク上の Wiki サーバの構築も、既存のサーバを利用して行っている。平成 30 年度には研究成果をまとめて、国際会議 2 件(査読付き)、国内シンポジウム 1 件(査読付き)、国内研究会 5 件の発表を行った。

基盤研究(C)：平成 28 年度～平成 31 年度：データベースから予測失敗の原因を探る ― 直腸癌・放射化学療法の目利き支援 ―、研究代表者：金子邦彦、研究経費 4,030 千円

研究成果：予測手法としては、データサイエンス手法(統計的検定、次元削減)および人工知能手法を調査の上、それら既存技術のソフトウェアを集積したシステムを製作。その上で、顔画像の解析、顔画像の再識別、直腸癌・放射化学療法の実験評価、舌画像の解析等の実験にもあわせて取り組み、それらにおける予測失敗の原因の事例を集めている

(2) 共同研究

千葉大学環境リモートセンシング研究センター共同利用研究：平成 30 年 7 月 2 日～平成 31 年 2 月 28 日、研究代表者：香川直己、115 千円、リモートセンシングにおけるスマートシステムの導入と展開(共同研究者：千葉大学 椎名達雄准教授)

研究成果：本研究では高速、高分解フォトンカウンタの開発を中心に、PC のインターフェースが高速になった USB3.0 の利用やロングメモリを活かしたデータ蓄積、さらには一般の利用者が理解しやすい GUI を搭載したスマートシステムの導入を検討した。

アサヒタクシー株式会社共同研究：平成 30 年度、研究代表者：関田隆一、1,200 千円、タクシー事故情報データの定量解析(その 2)

研究成果：自動車旅客輸送業を福山市中心に展開するアサヒタクシーにとって日々の営業運転で発生する交通事故の減少と被害最小化は解決を要する経営課題である。その課題解決を目的として、これまで紙ベースで蓄積してきた事故情報から運転手に潜在する交通事故発生要因を定量的に明らかにする研究を昨年度から継続し、首都圏の企業まで対象を拡大させた。また事故を起こした運転手と事故を起こしていない運転手の運転と安全に関する意識や健康状態などのデータを質問紙調査により収集し、事故未然防止のモデルを明らかにする意識構造解析を行っている。新たな安全マネジメントシステムを構築する一步を踏み出しているが、本研究は

期限を3月末から6月末へ延期して継続中である。

共同研究：平成29年度～平成30年度、研究代表者：都祭弘幸、780千円、高強度せん断補強筋の接合技術に関する研究

研究成果：要素実験21体、部材実験3体を実施し、接合方法の妥当性を検証した。

共同研究：平成30年度、研究代表者：都祭弘幸、180千円、鋼管杭の接合技術に関する研究

研究成果：新たに開発された鋼管杭の接合技術における曲げモーメントに関する構造性能を明らかにするため5体の構造実験を実施した。鋼管杭の接合方法で工法認定を取得することができた。

共同研究：平成30年度、研究代表者：都祭弘幸、1,500千円、構造部材のエネルギー吸収性能に関する研究

研究成果：科研費に絡む共同研究である。

共同研究：平成30年9月～平成31年3月、研究代表者：佐藤圭一、300千円「住まい手主導の住宅設計支援システム開発に関する研究」（有限会社アトリエ SORA）

有限会社アトリエ SORA と共同で、新しい住宅設計支援システム開発に関する研究を行った。住宅のスタディ模型製作や CAD/CG 等でシミュレーション等を行い、次年度以降のシステム開発着手に資する研究を実施した。

共同研究：平成30年7月20日～平成31年3月31日、研究代表者：山田明、600千円、木造軸組の耐力特性に関する研究

研究成果：伝統構法木造軸組について、各種被害のクライテリアに対応する変形レベルの繰り返し载荷に対する剛性と耐力の劣化特性に関する実験を実施し、既往の耐震設計思想を超過する複数回の地震動に対する耐力特性を明らかにした。

（3）受託研究・委託研究

国土交通省中国地方整備局福山河川国道事務所：平成30年度、研究代表者：仲嶋 一、900千円、芦田川の二極化抑制のための河道計画に関する研究

研究成果：本研究では、芦田川で樹木の伐開と河道整正が行われた箇所を対象として、河川改修後の植生と土砂堆積のモニタリングを行い、植生の遷移過程と、土砂堆積の進行状況について、治水と環境の両面を勘案した適切、効率的・効果的な河道計画・管理についての検討を行

った。西日本豪雨出水前後において地形変動ならび植生の発芽・生育などの経時的变化が生じると考えられるため、UAVによる空撮による解析を用い地形変化を計測した。また、植生の踏査も実施した。

一般財団法人ひろぎん経済研究所受託研究：平成30年度、研究代表者：関田 隆一、200千円、中国地域におけるドローン活用に関する意識構造の解析

研究成果：中国地域全体の住民、企業担当者及び行政担当者を対象として収集した質問紙調査データについて多変量解析をかけて、ドローンの認知度、地域でのドローン活用により生活が便利になることへの住民要望、企業や行政がドローン活用で実行したい施策への期待度や今後解決すべき課題などを定量的に明らかにした。更にドローン活用による地域活性化の意識構造の数量化モデルまで導出した。

国土交通省 中国地方整備局との包括的連携・協力に関する協定書に基づく平成30年度受託研究：平成30年11月27日～平成31年31日、研究代表者：関根康史、2,232千円、幹線道路の渋滞が生活道路へ及ぼす影響に関する研究

研究成果：国道2号および県道244号の両幹線道の沿道に立地する手城小学校の周辺地域を対象に、幹線道路の渋滞が及ぼす影響について調査および分析を実施、国道2号（明神町交差点）を通行する車両台数と手城小学校前の道路（手城小学校東交差点）を通行する車両台数の関係に、正の相関があることを明らかにした。すなわち、国道2号で渋滞が発生すると、手城小学校前の道路に車両が多く流入、通学児童を含む歩行者にとって危険な状態となる。

（４）研究助成寄付金

独立行政法人日本学術振興会 産学協力研究委員会調査研究助成金：平成30年度、研究代表者：関田隆一、500千円、電気・電子系設備のIoT活用リスクベースメンテナンス技法の研究
研究成果：経産省は、家庭内機器に加えて産業分野でもIoTファーストの政策を採り、スマート設備保全を目指している。しかしプラントの電気・電子設備はこれまでデータ活用保全が行われていない。その解決に向けて製品の信頼性を実使用条件で評価するPrognostics and Health Management（以下PHM）の研究が世界的に始まっている。本研究はPHM適用の電気・電子設備保全でIoTを活用して取得すべきデータと故障の因果関係を事故情報と質問紙調査から解析し技術基盤を得た。更に本研究に係る産学ネットワークとして、富士ゼロックス㈱、東芝テックソリューションサービス㈱、JXTGエネルギー㈱、電通国際情報サービス㈱と協働での調査・研究を開始し人的基盤も得た。

オリエンタル白石：平成 30 年度、研究代表者：都祭弘幸、鉄筋コンクリート部材の変形性能に関する研究

京泉工業：平成 30 年 8 月、寄付対象者：金子邦彦、1,800 千円、情報工学研究に対する研究助成寄付金

本学情報工学科の AI, IoT, データサイエンス, データベース研究振興のための寄付を受け入れたもの。

(5) 学内研究助成金

福山大学教育振興助成金：平成 30 年度、研究代表者：佐藤圭一、200 千円、「ギャラリー蔵を拠点とした福山市西部の地域デザイン」（学生の参加する社会連携活動に対する助成金）

以上

2. 4 研究業績一覧

【スマートシステム学科】 -----

<香川直己>

1. 香川直己：小型衛星プロジェクトにおける光リンクセンサネットワークのための光軸トラッカーの研究開発，2018 年度 福山大学研究成果発表集、p. 20，2018. 06（査読無し）
2. 香川直己：小型衛星プロジェクトにおける光リンクセンサネットワークのための熱交換器の設計と基本性能の検証，2018 年度 福山大学研究成果発表集、p. 21，2018. 06（査読無し）
3. 高富大夢・安原 諒・香川直己：屋外使用可能な低電力可同調半導体レーザヘッドの開発（2），平成 30 年度(第 69 回)電気・情報関連学会中国支部連合大会，R18-15-06，2018. 10（査読無し）
4. 七川 颯一・安原 諒・香川直己：光リンクセンサーネットワークのための光軸トラッカーの高速化を目的としたアルゴリズム設計，第 27 回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集，pp. 67-68，2018. 12（査読無し）
5. 香川直己：リモートセンシングにおけるスマートシステムの導入と展開，第 21 回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム，2019. 02（査読無し）
6. 七川颯一・石元達也・香川直己：光リンクセンサーネットワークのための光軸トラッカーの設計と評価，福山大学工学部紀要，Vol. 42，pp. 19-24，2019. 03（査読無し）

<関田隆一>

7. Ryuichi Sekita：Risk-Based Maintenance Methodology Applying IoT to Electrical Facilities，AIAA，IEEE and so on，65th Reliability and Maintainability Symposium (RAMS2019) papers，pp03E3-089，January，2019（査読有り）
8. 関田隆一：自然災害時の確実な避難を導く緊急情報に関するデータ解析，福山大学工学部紀要第42巻，pp33-42，2019年2月（査読無し）
9. 関田隆一：地域交通自動化での事故0に資する自動車旅客輸送業の事故情報定量解析，(財)日本科学技術連盟，第48回信頼性・保全性シンポジウム報文集，pp369-374，2018年7月，（査読あり）
10. 関田隆一：中国地域におけるドローン活用に関する意識構造の解析，ひろぎん経済研究所受

< 仲嶋一 >

11. 藻場探査用海底カメラの運用,
田中聡, 村上祐紀, 伍賀正典, 仲嶋一, 電子情報通信学会総合大会, D-12-52, (2019) (査読無)
12. 音によるベッド内行動認識のため多重スペクトル音源像の生成～空間相関行列適用検討～,
仲嶋一, 信本真一郎, 電気学会計測研究会, LM-19, LM-19-009, (2019) (査読無)
13. 音によるベッド内患者行動認識のための相互相関を用いた音源像生成の検討, 仲嶋一, 信本真一郎, 福山大学工学部紀要 No. 42, pp. 9-17, 2019 (査読無)

< 田中聡 >

14. 田中 聡, 伍賀正典, 仲嶋一: 「瀬戸内海の藻場探査用海底カメラの開発」, 第 101 回パターン計測部会研究会, 2018 年 6 月 8 日. (査読無し)
15. 田中 聡, 伍賀正典, 仲嶋一, 「藻場環境計測のための海底カメラの開発 (中間報告)」
2018福山大学研究成果発表会, 平成30年6月27日. (査読無し)
16. 田中 聡, 村上 祐紀: 「数字列のタイムスタンプを用いて同期する海底ステレオビデオカメラの動画記録システム」, 平成30年度(第69回)電気・情報関連学会中国支部連合大会, R18-22-04, 平成 30 年 10 月 20 日. (査読無し)
17. 村上 祐紀, 田中 聡: 「海底カメラのための画像処理システムの開発」第 27 回計測自動制御学会中国支部 学術講演会, pp. 49 - 50, 平成30年12月1日. (査読無し)
18. 田中 聡, 村上 祐紀, 伍賀正典, 仲嶋一: 「藻場探査用海底カメラの運用」, 2019年電子情報通信学会総合大会, D12-52, 平成31年3月22日. (査読無し)
19. 田中 聡, 村上 祐紀, 伍賀正典, 仲嶋一, 藻場観測のための海底カメラの開発 福山大学工学部紀要 第41巻, pp. 25-32, 2018年2月 (査読無し)

< 伍賀正典 >

20. 伍賀 正典: 透明柔軟樹脂を用いた光学式触覚センサの開発, ロボティクス・メカトロニクス講演会2018 (ROBOMECH2018), 1P1-M14-1, (2018, 6) (査読無し)
21. 伍賀 正典: 透明柔軟樹脂を用いた光学式触覚センサの性能評価, 伍賀 正典, 第19回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会論文集, 2A3-06, (2018, 12) (査読無し)

<都祭弘幸>

22. 田中圭介, 中澤淳, 藤井稔己, 都祭弘幸: 高強度せん断補強筋を用いたフックの定着力に関する実験的研究 (その 6), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造Ⅳ, pp. 83-84, 2018.9 (査読無し)

23. 都祭弘幸, 藤井稔己, 谷昌典, 西山峰広, 向井智久, 坂下雅信, 福山洋, 和泉信之, 勅使川原正臣, 加藤大介: 高密配筋された腰壁・垂れ壁を有する実大および縮小 RC 梁試験体の構造性能に関する実験的研究 (その 1. 実験概要および結果概要), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造Ⅳ, pp. 195-196, 2018.9 (査読無し)

24. 藤井稔己, 都祭弘幸, 谷昌典, 西山峰広, 渡邊秀和, 諏訪田晴彦, 北山和宏, 石川裕次, 田尻清太郎, 鹿島孝: 高密配筋された腰壁・垂れ壁を有する実大および縮小 RC 梁試験体の構造性能に関する実験的研究 (その 2. 強度と変形状に関する考察), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造Ⅳ, pp. 197-198, 2018.9 (査読無し)

25. 谷昌典, 一宮弘昂, 小寫遼平, 大西健太, 藤田有章, 西山峰広, 都祭弘幸, 向井智久, 坂下雅信, 和泉信之, 勅使川原正臣, 加藤大介: 高密配筋された袖壁を有する実大および縮小 RC 袖壁付き柱試験体の構造性能に関する実験的研究 (その 1: 背景および実験概要), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造Ⅳ, pp. 277-278, 2018.9 (査読無し)

26. 一宮弘昂, 小寫遼平, 大西健太, 藤田有章, 谷昌典, 西山峰広, 都祭弘幸, 渡邊秀和, 坂下雅信, 諏訪田晴彦, 北山和宏, 石川裕次: 高密配筋された袖壁を有する実大および縮小 RC 袖壁付き柱試験体の構造性能に関する実験的研究 (その 2: 軸力比 0.15 試験体の実験結果), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造Ⅳ, pp. 279-280, 2018.9 (査読無し)

27. 小寫遼平, 一宮弘昂, 谷昌典, 大西健太, 藤田有章, 西山峰広, 都祭弘幸, 向井智久, 渡邊秀和, 福山洋, 田尻清太郎, 鹿島孝: 高密配筋された袖壁を有する実大および縮小 RC 袖壁付き柱試験体の構造性能に関する実験的研究 (その 3: 軸力比 0.3 試験体の実験結果および限界変形角), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造Ⅳ, pp. 281-282, 2018.9 (査読無し)

28. 藤田有章, 大西健太, 木村仁, 井戸裕勇樹, 谷昌典, 西山峰広, 向井智久, 坂下雅信, 都祭弘幸: 高密配筋された実大および縮小 RC 柱試験体の構造性能に関する実験的研究 (その 6: 寸法効果を考慮したファイバー積層解析の概要), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造Ⅳ, pp. 315-316, 2018.9 (査読無し)

29. 大西健太, 藤田有章, 木村仁, 井戸裕勇樹, 谷昌典, 西山峰広, 向井智久, 坂下雅信, 都祭弘幸: 高密配筋された実大および縮小 RC 柱試験体の構造性能に関する実験的研究 (その 7: 寸法効果を考慮したファイバー積層解析の結果), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造

IV, pp. 317-318, 2018. 9 (査読無し)

30. 藤原光太, 川崎亮, 谷昌典, 西山峰広, 鹿島孝, 和泉信之, 都祭弘幸, 向井智久, 坂下雅信: 鉄筋コンクリート造中高層建物の隅柱に生じる軸力変動 (その1: 解析モデル概要および静的増分解析結果), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造IV, pp. 335-336, 2018. 9 (査読無し)
31. 川崎亮, 藤原光太, 谷昌典, 西山峰広, 鹿島孝, 和泉信之, 都祭弘幸, 渡邊秀和, 諏訪田晴彦: 鉄筋コンクリート造中高層建物の隅柱に生じる軸力変動 (その2: 時刻歴応答解析結果), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造IV, pp. 337-338, 2018. 9 (査読無し)
32. 大上旭, 稲井栄一, 秋田知芳, 都祭弘幸, 尾崎純二, 北原敬佑, 河本孝紀: 既存RC 造建築物の外付けフレームによる耐震補強工法の研究 その11 中間層補強に関する水平加力実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造IV, pp. 367-368, 2018. 9 (査読無し)
33. 都祭弘幸: H形鋼を用いた曲げ降伏型制震部材に関する実験的研究, 福山大学紀要, pp. 61-68, 2018. 3 (査読無し)

<佐藤圭一>

34. 佐藤圭一: 備後中継表の技術史 ―蘭草栽培を通じた備後表の生産・流通・設計・施工プロセスの解明 その3―, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 21-22, 2018. 9 (査読無し)
35. 佐藤圭一, 大岩智之: 絵図・古写真分析による阿部神社能舞台の建築年代推定 福山市に現存する能舞台と能楽堂の空間構成に関する研究 その2, 日本建築学会中国支部研究発表会, pp. 165-168 (査読無し)
36. 大岩智之, 佐藤圭一: 阿部神社能舞台の復元図面作製 (意匠図) 福山市に現存する能舞台と能楽堂の空間構成に関する研究 その2, 日本建築学会中国支部研究発表会, pp. 169-172 (査読無し)

<山田明>

37. 山田明, 金野章子: 木造と鉄骨造の併用軸組の水平変形性能に関する一実験的研究、日本建築学会近畿支部研究報告集、第58号・構造系、pp. 489-492、2018. 6 (査読なし)
38. 山田明, 金野章子: 木造―鉄骨造併用軸組の水平変形性能に関する実験的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅲ、pp. 173-174、2018. 9 (査読なし)
39. 金野章子, 山田明: 施工段階を考慮した木造2階建て住宅の常時微動計測～備後地域における木造住宅の構造調査～、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅲ、pp. 169-170、2018. 9 (査読なし)
40. 金野章子, 山田明: 備後地域における軸組木造住宅の常時微動計測による構造特性評価に関

する研究、福山大学工学部紀要、第 42 巻、pp. 91-104、2019. 2（査読なし）

41. 山田明、金野章子：鉄骨梁を併用した木造軸組の水平変形性能に関する実験的研究、福山大学工学部紀要、第 42 巻、pp. 85-90、2019. 2（査読なし）
42. 山田明、金野章子：府中市市指定重要文化財・府中市歴史民俗資料館の耐震性能評価に関する研究、福山大学工学部紀要、第 42 巻、pp. 75-84、2019. 2（査読なし）

<伊澤康一>

43. 伊澤康一：避難所体育館冬季熱環境の人体エクセルギー消費，日本建築学会大会学術講演梗概集（東北）、pp. 679-680、2018. 9（査読無し）
44. 伊澤康一：避難所体育館冬季熱環境の定常感度解析による基礎的検討，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集（名古屋），第 6 巻，pp. 37-40、2017. 9（査読無し）
45. 伊澤康一：シロギス養殖水槽環境システムにおける水温・照度の簡易シミュレーションモデルの構築，太陽／風力エネルギー講演論文集（松江），pp. 247-250、2018. 11（査読無し）
46. Koichi Isawa, Numerical Sensitivity Analysis of Human-body Exergy Balance Under an Unsteady-state Thermal Environment -Physiological Adaptation Induced by the Difference in Thermal Environment in Summer-, Proceedings of the 34th International Conference on Passive and Low Energy Architecture（香港），Vol. 3, pp. 936-938, 2018. 12（査読有り）
47. 伊澤康一：木造住宅における調湿性外壁素材の水分収支―夏季の実測と解析―、福山大学工学部紀要、第 42 巻、pp. 105-110、2019. 3（査読無し）
48. 伊澤康一：避難所体育館冬季熱環境の人体エクセルギー収支，避難所体育館の熱環境解析による基礎的検討，日本建築学会中国支部研究報告集（宇部），第 42 巻，pp. 447-450、2019. 3（査読無し）

【情報工学科】 -----

<中道上>

49. Takashi Yamanoue, Daichi Yokoyama, Ryuya Umeda, Shota Morita, Takashi Ozeki, Noboru Nakamichi, "An IoT System with Remote Reconfigurable Wireless Sensor Network Nodes

- and its Application to Measurement of Classroom Activity”, IIAI-AAI2018 International Congress on Advanced Applied Informatics, pp.13-20, Jul. 2018. (査読有り)
50. Nobuhiko Hama, Kenta Amahaya, Keiya Sugihara, Noboru Nakamichi, Shota Morita, Keita Watanabe, “Scene Extraction of Oral Explanation for Interaction in a Pointing System”, IIAI-AAI2018 International Congress on Advanced Applied Informatics, pp.986-987, Jul. 2018. (査読有り)
51. Yukako Kawano, Nobuhiko Hama, Noboru Nakamichi, “Pair-testing method to Complement User’s behavior records”, IIAI-AAI2018 International Congress on Advanced Applied Informatics, pp.988-989, Jul. 2018. (査読有り)
52. 中道上, “QOL を高める医療ベッドのための天井スクリーンに向けた非接触操作”, 第 9 回川崎医科大学学術集会抄録集, pp.S79-, Aug. 2018. (査読無し)
53. 横山大知, 浜信彦, 中道上, 杉原慶哉, 渡辺恵太, 山田俊哉, “立位・座位におけるポインティングジェスチャーによる関節角度の差異”, FIT2018 (第 17 回情報科学技術フォーラム) 第 4 分冊, pp.229-232, Sep. 2018. (査読無し)
54. 濱田大祐, 武田祐樹, 竹本一哉, 中道上, 渡辺恵太, 小滝泰弘, “屋内避難時における携帯端末への通知による誘導効果”, FIT2018 (第 17 回情報科学技術フォーラム) 第 4 分冊, pp.235-238, Sep. 2018. (査読無し)
55. Daichi Yokoyama, Nobuhiko Hama, Noboru Nakamichi, Keiya Sugihara, Keita Watanabe, Toshiya Yamada, “Pointing-gestures’ Angle Differences between a Standing posture and a Sitting posture”, Proc. IEEE 7th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp.116-119, Oct. 2018. (査読有り)
56. 小畠祐里, 横山大知, 中道上, 杉原慶哉, 渡辺恵太, 山田俊哉, “腕の可動域を考慮したポインティング環境の検討”, 平成 30 年度(第 69 回)電気・情報関連学会中国支部連合大会論文集, pp.R18-25-08-2, Oct. 2018. (査読無し)
57. 武田祐樹, 横山大知, 中道上, 山田俊哉, “ペルソナに基づく透析患者向け医療ベッドの試作”, 平成 30 年度(第 69 回)電気・情報関連学会中国支部連合大会論文集, pp.R18-25-09-2, Oct. 2018. (査読無し)
58. 中道上, 川野由香子, 浜信彦, 渡辺恵太, “振る舞い記録のためのペアテストティング手法の提案”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.20, No.4, pp.427-434, Nov. 2018. (査読有り)

59. 武田祐樹, 横山大知, 中道上, 稲葉利江子, 渡辺恵太, 山田俊哉, “透析患者向けベッドにおける仮想タッチパネルの可視化手法の検討”, 情報処理学会インタラクシオン 2019 論文集, Vol. 2019, pp. 658-663, Feb. 2019. (査読有り)
60. 川野由香子, 浜信彦, 中道上, “避難行動における迷い時の心拍計測”, 情報処理学会インタラクシオン 2019 論文集, Vol. 2019, pp. 958-961, Feb. 2019. (査読有り)
61. 森田翔太, 上岡優希, 中道上, 山之上卓, “会話の盛り上がりと感情の関係の調査”, 情報処理学会第 81 回(平成 31 年)全国大会講演論文集(2), No. 5D-01, pp. 55-56, Mar. 2019. (査読無し)
62. 小川和也, 川野由香子, 宮崎光二, 中道上, “アラート通知時の心拍変動の調査”, 情報処理学会第 81 回(平成 31 年)全国大会講演論文集(4), No. 4ZB-04, pp. 49-50, Mar. 2019. (査読無し)
63. 濱田大祐, 大段一真, 中道上, 渡辺恵太, 小滝泰弘, “屋内避難時におけるスマートフォンへの画面通知タイミングによる誘導効果”, 情報処理学会第 81 回(平成 31 年)全国大会講演論文集(4), No. 4ZB-06, pp. 53-54, Mar. 2019. (査読無し)
64. 大段一真, 濱田大祐, 中道上, 池岡宏, 渡辺恵太, 小滝泰弘, “避難誘導支援のための方向指示と禁止提示による画面設計の検討”, 情報処理学会第 81 回(平成 31 年)全国大会講演論文集(4), No. 4ZB-07, pp. 55-56, Mar. 2019. (査読無し)
65. 川野由香子, 浜信彦, 中道上, “避難行動時の迷い位置による状況分類”, 情報処理学会第 81 回(平成 31 年)全国大会講演論文集(4), No. 5ZB-04, pp. 65-66, Mar. 2019. (査読無し)
66. 横山大知, 武田祐樹, 浜信彦, 中道上, 山之上卓, 渡辺恵太, “グループ学習における非接触操作の評価指標の検討”, 情報処理学会第 81 回(平成 31 年)全国大会講演論文集(4), No. 5ZB-08, pp. 73-74, Mar. 2019. (査読無し)

<池岡宏>

67. 土屋敦彦, 杉村大輔, 池岡宏, 浜本隆之, RGB-D 映像の時空間相関を用いた高品質な深度画像の取得, 画像符号化シンポジウム(PCSJ)/映像メディア処理シンポジウム(IMPS) 予稿集, P-3-4, 2017. 11 (査読有)
68. Hiroshi Ikeoka, Takayuki Hamamoto: Depth Estimation from Tilted Optics Blur by Using Neural Network, International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT), 4pages, 2018. 1 (査読有)

69. 西峯沙耶, 池岡宏, 浜本隆之: アオリ光学系における色収差を用いた距離推定, 2018 映像情報メディア学会年次大会, 12B-3, 2pages, 2018.8 (査読無)

<山之上卓>

70. Takashi Yamanoue, Daichi Yokoyama, Ryuya Umeda, Shota Morita, Takashi Ozeki, Noboru Nakamichi, "An IoT System with Remote Reconfigurable Wireless Sensor Network Nodes and its Application to Measurement of Classroom Activity", IIAI-AAI2018 International Congress on Advanced Applied Informatics, pp.13-20, Jul. 2018. (査読有り)
71. Takashi Yamanoue, "A Botnet Detecting Infrastructure Using a Beneficial Botnet," SIGUCCS '18 Proceedings of the 2018 ACM on SIGUCCS Annual Conference, pp. 35-42, Orland, Florida, USA, Oct., 2018. (査読あり)
72. 山之上 卓, "インターネット上の Wiki ページにより NAT 背後のセンサ端末の設定変更や制御が可能な IoT システムによるサーバとサーバ室の監視", 情報処理学会シンポジウム, インターネットと運用技術シンポジウム 2016 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ No. 2018, pp. 62-69, Dec. 2018. (査読あり)
73. 山之上 卓, "悪性 Botnet 包囲網における P2P 通信検知の試み", 情報処理学会 研究報告インターネットと運用技術 (IOT) , 2018-IOT-42(3), 1-8, Jun. 2018 (査読なし)
74. 村上 順也, 山之上 卓, "悪性 Botnet 包囲網における DGA 検知の試み", 情報処理学会 研究報告インターネットと運用技術 (IOT) , 2018-IOT-42(4), 1-8 Jun. 2018 , 2188-8787(査読なし)
75. Takashi Yamanoue, "Bot Computing and its Application to Solve Minimal Path Problems", 情報処理学会プログラミング研究会第 122 回研究発表会, Jan. 2019. (査読なし)
76. 山之上 卓, 長副誉司, "悪性 Botnet 包囲網の Bot による WannaCry のようなマルウェアの活動検知の試み", 情報処理学会 研究報告インターネットと運用技術 (IOT) , 2019-IOT-44(5), 1-8, Feb. 2019. (査読なし)
77. 森田翔太, 上岡優希, 中道上, 山之上卓, "会話の盛り上がりと感情の関係の調査", 情報処理学会第 81 回(平成 31 年)全国大会講演論文集(2), No.5D-01, pp.55-56, Mar. 2019. (査読無し)

<金子邦彦>

78. Kunihiko Kaneko, Design and Development of Integrated Map Database System to Store and Share Map Datasets, Proc. The 5th IIAI Int. Congress on Advanced Applied

- Informatics (IIAI-AAI), Special Session ESKM, 2018.7.8-12, Tottori, Japan. (査読有り)
79. Akira Fukuda, Tsuneo Nakanishi, Kenji Hisazumi, Kunihiko Kaneko, Shigeaki Tagashira, Tsunenori Mine, Yutaka Arakawa, Shigemi Ishida, Takahiro Ando, Shuichi Ashihara, Toward Sustainable Smart Mobility Information Infrastructure Platform-Current Status, Proc. The 5th IIAI Int. Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI), Special Session ESKM, 2018.7.8-12, Tottori, Japan. (査読有り)
80. 半田勝之, 金子邦彦: Google Firebase を用いた位置情報共有システム, 2019年電子情報通信学会総合大会 D-4-4, 2019.3.21. 早稲田大学, 東京. (査読無し)
81. 井上新, 金子邦彦: 気圧センサーを用いた傾斜計測システムのデータベース, 2019年電子情報通信学会総合大会 D-4-6, 2019.3.21. 早稲田大学, 東京. (査読無し)
82. 金子邦彦: 顔画像と顔情報のデータベース設計の試み, 2019年電子情報通信学会総合大会 D-4-7, 2019.3.21. 早稲田大学, 東京. (査読無し)
83. 田坂征也, 金子邦彦: 深層学習表情認識システム, 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2019.3.5. 長崎. (査読無し)
84. 半田勝之, 金子邦彦: Google Firebase を用いた位置情報共有システム, 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2019.3.5. 長崎. (査読無し)
85. 井上新, 金子邦彦: 気圧センサーを用いた傾斜計測システムのデータベース, 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2019.3.5. 長崎. (査読無し)
86. 飯塚敦志, 金子邦彦: 深層学習を用いた複数カメラの人物再識別, 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2019.3.5. 長崎. (査読無し)

<森田 翔太>

87. Takashi Yamanoue, Daichi Yokoyama, Ryuya Umeda, Shota Morita, Takashi Ozeki, Noboru Nakamichi, "An IoT System with Remote Reconfigurable Wireless Sensor Network Nodes and its Application to Measurement of Classroom Activity", IIAI-AAI2018 International Congress on Advanced Applied Informatics, pp.13-20, Jul. 2018. (査読有り)
88. Nobuhiko Hama, Kenta Amahaya, Keiya Sugihara, Noboru Nakamichi, Shota Morita, Keita Watanabe, "Scene Extraction of Oral Explanation for Interaction in a Pointing System", IIAI-AAI2018 International Congress on Advanced Applied Informatics, pp.986-987,

Jul. 2018. (査読有り)

89. 森田翔太, 上岡優希, 中道上, 山之上卓, “会話の盛り上がりと感情の関係の調査”, 情報処理学会第81回(平成31年)全国大会講演論文集(2), No. 5D-01, pp. 55-56, Mar. 2019. (査読無し)
90. 岡田祥平, 森田翔太, 山之上卓, “MSA に基づく雑音に頑健な VAD 法の処理高速化の検討”, 日本音響学会 学生研究交流会, Mar. 2019. (査読無し)

【機械システム工学科】 -----

<内田博志>

91. 内田 博志, 自動車運転時の道路幅間感覚に対する走行速度と明るさの影響, 日本機械学会 中国四国支部 第 57 期総会・講演会, 709 , 2019. 3 (査読無し)
92. 内田 博志, 福島 直人, 萩原 一郎: ハイブリッド電気自動車の自動運転へのエネルギー最適制御の適用 ―位置制御のための最適制御則の導出―, 日本機械学会 IIP2019 情報・知能・精密機器部門 (IIP 部門) 講演会, 1D04, 2019. 3 (査読無し)

<関根康史>

93. 関根康史: 小型トラック同士の衝突時における運転者傷害の交通事故統計による分析, 自動車技術会 2018 年春季大会学術講演会予稿集, CD-ROM, 2018. 05 (査読無し)
94. 関根康史・柴崎宏武・伊藤聡子・平川晃洋: 高齢運転者の脚部姿勢とペダル踏み間違いの関係についての分析 ―レイアウトの違いによるブレーキペダル踏み位置の分散状況の比較― , 第 54 回日本交通科学学会・学術講演会講演集, p. 83. , 2018. 06 (査読無し)
95. 関根康史: 中型トラック同士の前面衝突および後面衝突における運転者の傷害内容の分析, 自動車技術会論文集, Vol. 49, No. 5, 2018, pp. 999-1004, 2018. 09 (査読付き)
96. 関根康史: 交通事故統計分析から推測する生活道路における自動車の安全運転支援, 日本機械学会 2018 年度年次大会講演論文集, J1810201 in DVD, 2018. 09 (査読無し)
97. 関根康史: 広島県における安全運転サポート車の乗員傷害低減効果の推定 正面衝突事故での乗員傷害の推定, 自動車技術会 2018 年秋季大会学術講演会予稿集, CD-ROM, 2018. 10 (査読無し)
98. 関根康史: 広島県における歩行者死亡事故の安全運転サポート車による傷害低減効果の推定, 日本機械学会 第 27 回交通・物流部門大会 講演論文集, 3102 in USB メモリ, 2018. 12 (査

読無し)

【客員教授】 -----

< 中越信和 >

99. Nobukazu Nakagoshi: Sustainable mangrove forestry in West Kalimantan, Indonesia. International Conference on Ecological Gradients and Vegetation, 2018. 6. 23-24. Camerino, Italy (査読無し)
100. Nobukazu Nakagoshi: Landscape ecology for sustainable society. International Conference on Agriculture and Environmental Development, 2018. 8. 27. Malang, Indonesia (査読無し)
101. Prayoto, Rachmad Firdaus, Nobukazu Nakagoshi: Tree species diversity and structural composition of tropical peat swamp forest: a study in Riau, Indonesia. Hikobia 17: 261-271. 2018. 12. (査読あり)

以上

3. 教育活動

みらい工学プロジェクト「防災について考える」の実施

宮内 克之*1・山田 明*2・中村 雅樹*3

*1 工学部スマートシステム学科、*2 工学部建築学科、*3 社会連携センター



1. はじめに

みらい工学プロジェクトは、与えられたプロダクト（成果物）あるいは、そのコンセプトを学科横断のプロジェクトチームにより、完成させる。その過程において、ものづくりの手順を知り、積極性、即ち、企画力、行動力、コミュニケーション力の礎を築くことを目的として、2012 年度からスタートした。また、2014 年度からは授業科目として単位化されている。

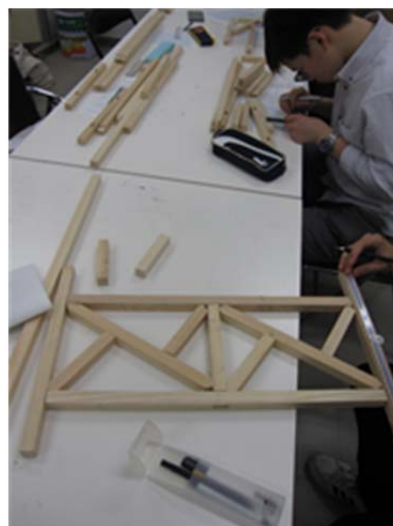
センターでも、2012 年度から「防災について考える」というテーマで、自ら作製した耐力壁の模型の強さを競うことにより、木造家屋を構成する耐力壁の役割および機能の理解を勧めてきた。

2. 講義の内容

講義内容の概要は、以下のようである。

- (1) 地震とその被害（主に木造建築物）に関して知る。
- (2) 木造構造物における耐力壁の役割について知る。
- (3) 各自、耐力壁に関するアイデアを練る、アイデアの具体化、設計図面の作成
- (4) 耐力壁の作製
- (5) 耐力壁綱引き大会
- (6) レポート作成、まとめ

3. 耐力壁の作製風景（過年度含む）



4. 対戦を終えて



みらい工学プロジェクト
～ 防災について考える ～
担当: 安全安心防災教育研究センター
宮内、山田、中村

テーマ: 耐力壁綱引き大会
＜目的＞
自ら作製した耐力壁の模型の強さを競うことにより、木造家屋を構成する耐力壁の役割および機能を理解する。

＜競技方法＞
同じ重りを引き合い、横への変形量が少ない方を勝者とする。

みらい工学プロジェクト「防災について考える」
耐力壁綱引き大会

ようやく本番だ！

優勝トーナメントを勝ち抜いた二人による決勝戦！
どちらが栄冠を勝ち取るか！

地震に強い構造は・・・
え～と・・・

勝者を囲んで？ バチリ！
みんな、いい笑顔！

ぼくが工夫した点は・・・
え～と・・・

ああでもない。
こうでもないって！

まだまだ道半ば

プロジェクト紹介パネル

「地域防災リーダー養成講座」の実施

宮内 克之

工学部スマートシステム学科



1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震以降も大地震、大雨による水害、土砂災害が頻繁に発生し、多くの人命と財産が失われた。そのような状況の中、2018 年 7 月の西日本の豪雨により広島県、愛媛県を中心とした土砂災害、および岡山県を中心とした浸水害は、近年比較的自然災害が少ないとされていた備前、備中、備後地域においては極めて強烈に印象に残るものとなった。また、自然災害が少ないがゆえに様々な問題が残された。

福山大学では 2013 年度より、「地域防災基礎」および「地域防災応用」の 2 科目の一般教育科目からなる「地域防災リーダー養成講座」を開講している。この講座は、福山大学が特定非営利活動法人日本防災士機構から防災士養成研修実施法人としての認証を受け開講するもので、講座を修了した学生は日本防災士機構が実施する「防災士資格取得試験」の受験資格を得ることができる。

2. カリキュラム

防災に関する正しい知識と技能を有し、災害発生時には自助、共助の中心として活躍できるだけでなく、平常時においては地域の防災・減災力向上のための一員として協働できる人材となるために必要な防災・減災に関する基礎的な知識を有する「地域防災リーダー」を育成するために、地域防災リーダー養成講座は、以下の 2 科目で構成されている。また、一般教育科目として開講されているため、履修登録し、一定の要件（出席、成績）を満たせば、単位認定される。表－3 に 2018 年度のカリキュラムを示す。また、写真－1 に講義風景を示す。

前期：「地域防災基礎」 選択 2 単位 種別：共通教育科目 教養教育科目
後期：「地域防災応用」 選択 2 単位 種別：共通教育科目 教養教育科目

3. 受講者数および単位取得者数

表－1 に 2018 年度の受講者数等を示す。

表－1 受講者数等（名）

	講義科目	履修登録者	平均出席者	定期試験受験者	単位取得者
前期	地域防災基礎	231	203	222	202
後期	地域防災応用	177	149	163	146

4. 普通救命講習

防災士資格取得試験合格者が防災士として認証登録を行うためには、「普通救命講習Ⅰ」を受講することが必要である。そのため、福山地区消防組合の協力を得て、10/20（土）、10/27（土）の 2 回に分けて普通救命講習を実施した。

5. 防災士資格取得試験

防災士資格取得試験は、毎年、福山大学で 2 月中旬に実施している。試験は日本防災士機構から派遣された 2 名の試験官で実施される。表－2 に、2018 年度の受験者数および合格者数を示す。

表－2 防災士資格取得試験の結果（名）

	合計	人間文化学部部	経済学	工学部	生命工学部	薬学部	大学院
受験者	16	2	1	8	5	0	0
合格者	13	1	1	7	4	0	0

表－３ 「地域防災リーダー養成講座」のカリキュラム（2018年度）

(a) 前期：「地域防災基礎」：2単位

回	日付	講義内容	講師（所属）
1	4/11	概説、防災士の役割	宮内 克之（工学部教授）
2	4/18	近年の自然災害に学ぶ	山本 雅治（広島県危機管理監危機管理課防災担当監）
3	4/25	地震・津波のしくみと被害	宮内 克之（工学部教授）
4	5/2	風水害と対策	尾島 勝（福山大学名誉教授 宮地茂記念館長）
5	5/9	川・水が語る日本の近代史	尾島 勝（福山大学名誉教授 宮地茂記念館長）
6	5/16	最新の地震活動、地震危険情報	中村 雅樹（福山大学社会連携センター助教）
7	5/23	災害情報と災害報道	福田 彩乃（中国新聞社 備後本社編集部 記者）
8	6/6	防災気象情報の知識と活用	熊谷 智代（気象予報士：日本気象予報士会広島県支部）
9	6/13	意思決定訓練	磯打 千雅子（香川大学地域強靱化研究センター特命准教授）
10	6/20	土砂災害と対策	宮内 克之（工学部教授）
11	6/27	ライフラインと被害	神宮 祥司（国土交通省中国地方整備局企画部総括防災調整官）
12	7/4	火山噴火のしくみと被害	田辺 和康（工学部教授）
13	7/11	災害・避難情報の入手と発信	山口 正記（福山市危機管理防災課長）
14	7/18	火災と防火対策	青山 康博（福山地区消防組合消防局警防部予防課長）
15	7/25	被害想定・ハザードマップと避難行動	山口 正記（福山市危機管理防災課長）

(b) 後期：「地域防災応用」：2単位

回	日付	講義内容	講師（所属）
1	9/26	災害とライフライン	宮内 克之（工学部教授）
2	10/3	行政の災害対策と支援制度	伊藤 健（国土交通省中国地方整備局企画部防災課長）
3	10/10	耐震診断と耐震補強	山田 明（工学部准教授）
4	10/17	身近でできる防災対策	宮永 正稔（日本防災士会広島県支部事務局長）
5	10/31	地域の防災活動	青木 秀明（福山防災リーダー連絡協議会長）
6	11/14	惨事ストレスと心のケア	谷口 敏淳（人間文化学部心理学科准教授）
7	11/21	ゲリラ豪雨等災害と避難	熊谷 智代（気象予報士：日本気象予報士会広島県支部）
8	11/28	事業継続計画と地域継続計画	宮内 克之（工学部教授）
9	12/5	災害ボランティア活動と避難所の運営	鳥海 洋治（福山市社会福祉協議会ボランティアセンター長）
10	12/12	災害と損害保険	深澤 政博（日本損害保険協会中国支部事務局長）
11	12/19	訓練と防災研修	磯打 千雅子（香川大学地域強靱化研究センター特命准教授）
12	1/9	災害と危機管理	山本 雅治（広島県危機管理監危機管理課防災担当監）
13	1/16	災害と応急手当	鴨田 吉浩（福山地区消防組合消防局警防部救急救助課救急担当次長）
14	1/23	都市防災	宮内 克之（工学部教授）
15	1/30	地域の復興と再建	宮内 克之（工学部教授）



写真－１ 講義風景

6. 講義において一番印象に残った事項

本講座においては、2013 年度の開講当初から、各講義の終わりに、出席確認を兼ねて 400 字詰め原稿用紙 1 頁の簡単なレポートの作成・提出を課している。レポートの記述内容は、「講義内容の概要」260 字以内と「一番印象に残った事項」80 字以内である。

2018 年度第 13 回は、当初 7/11 に実施の予定であったが、7/4～7/7 にかけて西日本を襲った豪雨により、広島県内においても未曾有の土砂災害に見舞われた。この災害により、JR 西日本の山陽本線等が寸断され、列車の運休が長期に及び、学生の通学も困難となり、福山大学は 7/6～7/15 全学休校となった。7/11 予定の講義担当者である福山市危機管理防災課長も最前線での災害対応が長期に及ぶことから、後日の補講実施も困難な状況であった。そこで、前もって準備されていた講義資料を大学再開後受講生に配布し、自学によりレポートを作成、提出する形態をとった。

図－1 は、第 13 回のテーマである「災害・避難情報の入手と発信」において「一番印象に残った事項」をまとめたものである。第 13 回の講義内容は、過去の災害事例、災害情報の種類、避難情報の種類、情報収集手段などであり、レポート提出者 178 名の記述結果をまとめたものである。なお、「一番印象に残った事項」として、多くの学生が、1 項目ないし 2 項目程度記述しており、総項目数は 192 であった。

近年、比較的自然災害が少ないと認識されていた備前・備中・備後地域で甚大な被害が発生したこと。および、多くの福山大学の出身地である広島県、岡山県、愛媛県で多数の死者が出たこともあって、「災害は他人事ではない」ことを実感した学生が 25 名いた。

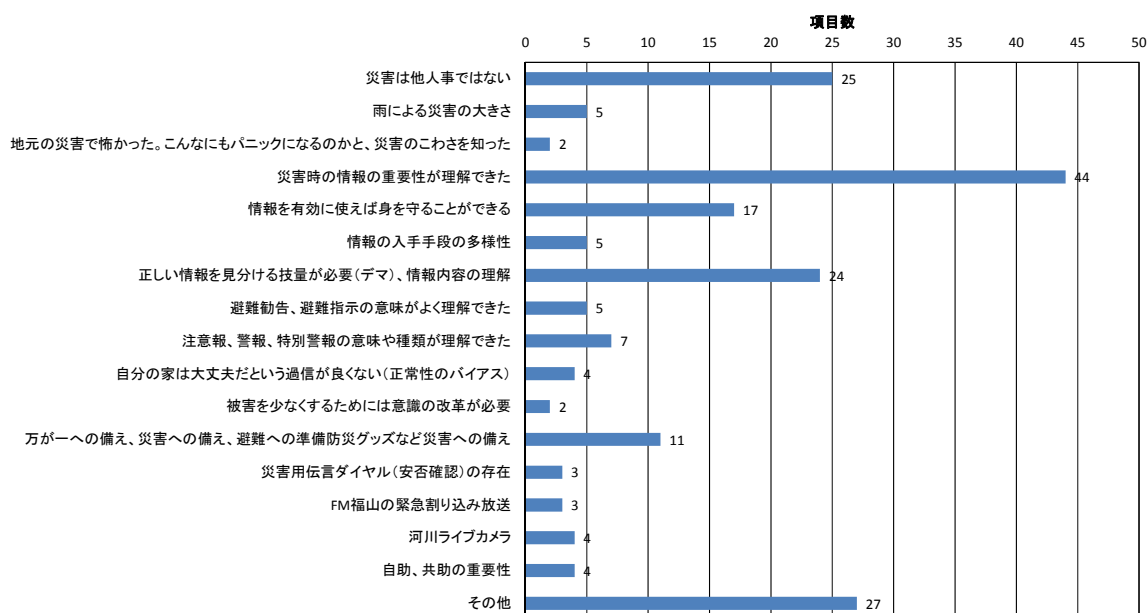
本人や家族、友人、知人など身近なところで極めて厳しい状況が発生したこともあり、今回のテーマでもある「災害時の情報」に関する項目を挙げた学生が 112 名いた。その中で特に多かったのは、「災害時の情報の重要性が理解できた」とする学生が 44 名、「情報を有効に使えば身を守ることができる」が 17 名であった。

また、注意報、警報、特別警報や避難勧告、避難指示の意味が理解できたとする学生が合わせて 12 名いた。

一方で、SNS で拡散した不謹慎なデマを挙げた学生が 24 名おり、「正しい情報を見分ける技量が必要」とする意見があった。また、「災害時にデマを投稿する人がいることが悲しい」とする意見もあった。

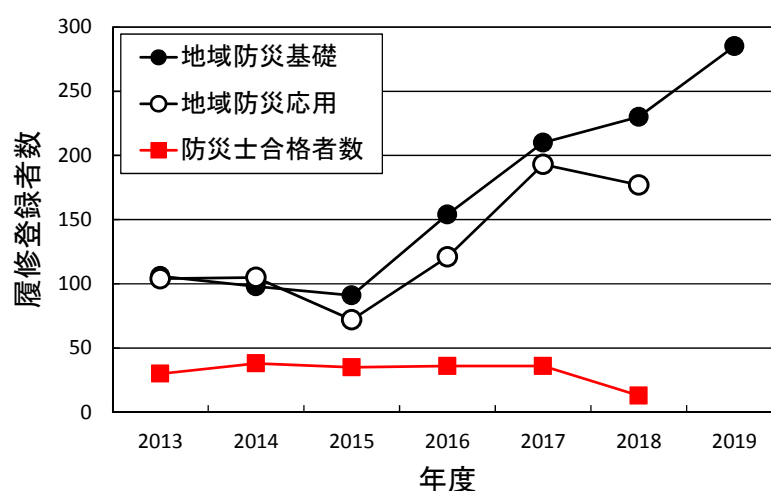
被害を少なくするためには、自分は大丈夫だという過信（正常性のバイアス）が良くない、意識の改革が必要だと感じた学生が 6 名であった。

また、災害時の備えが必要と認識した学生が 11 であった。



図－1 2018 年度第 13 回「災害・避難情報の入手と発信」において「一番印象に残った事項」

(参考)



図－２ 地域防災リーダー養成講座の履修登録者数の推移
(2019年度「地域防災応用」の履修登録者数は未定)

2013. 10. 16 : 伊豆大島土石流災害（死者：36名、行方不明：3名）
2014. 2 : 低気圧による大雪・暴風雪（死傷者：2,000名以上）
2014. 8. 20 : 広島土砂災害（直接の死者：74名）
2014. 9. 27 : 御嶽山噴火（死者：58名、行方不明：5名）
2015. 9. 9-9. 11 : 関東・東北豪雨；茨城県常総市で鬼怒川堤防決壊
2016. 4. 14, 4. 16 : 熊本地震（直接の死者：50名、関連死：205名以上）
2016. 10 : 台風10号（死者：22名、行方不明：5名）
2016. 12. 22 : 糸魚川大火（147棟焼損）
2017. 7. 5-7. 6 : 九州北部豪雨（死者：38名、行方不明：5名）
2017. 11-2018. 4 : 大雪（死者：116名）
2018. 4. 11 : 大分県中津市耶馬溪町土砂災害（死者：6名）
2018. 6. 18 : 大阪府北部地震（死者：6名）
2018. 6. 28-7. 8 : 平成30年7月豪雨（死者：224名、行方不明：8名）
2018. 9. 4 : 台風21号（死者：14名）
2018. 9. 6 : 北海道胆振東部地震（死者：42名）
2018. 9. 28-9. 30 : 台風第24号（死者：1名、行方不明：1名）

防災ステイ(避難所生活体験プログラム)の試行

安全安心防災教育研究センター 工学部

伊澤 康一

准教授 Koichi Isawa

博士(工学)

専門分野：建築環境・建築設備

E-mail : koichi.isawa@fukuyama-u.ac.jp



研究概要

1. 背景・目的

平時において災害時を想定して防災準備をすることは重要である。しかし、頭で知っているつもりでも身体で解っていないため、物心両面の備えの本気度が低い場合も多いと考えられる。また、防災には重苦しい(堅苦しい)イメージが否めず、防災準備を実行するには心理的抵抗が少なからずあると考えられる。

その2つのボトルネックを解消する工夫として、「防災ピクニック」などの『アクティブ防災』の考え方・取り組み方[1][2]に着目した。平時において、災害時に起こり得ることを身体で体感しながら体験してもらうことによって気づきを誘発し、主体的な備えを促すというコンセプトである。

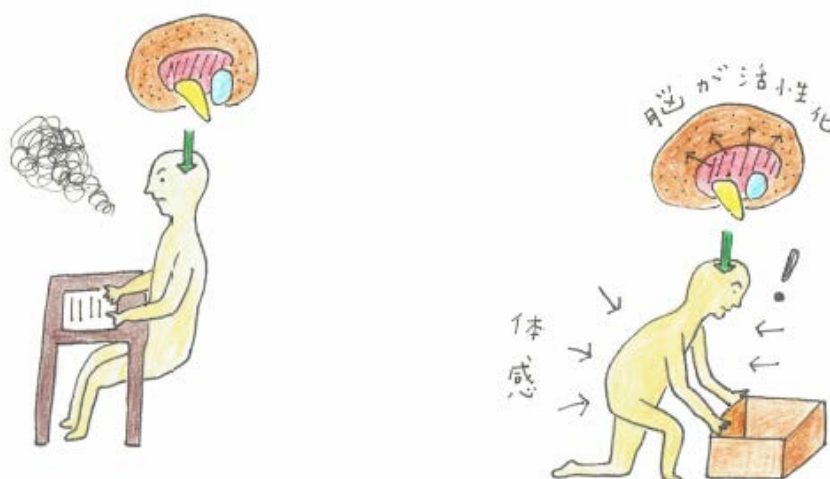


図1 防災ステイのコンセプト

これは、脳科学に照らしても有効性が高いと考えられる。すなわち、脳の古皮質で「快」と判断されてはじめて新皮質の「知」が活性化するという性質に合致しており、物事の習得の仕方として理に適っている[3]。『アクティブ防災』は、「アクティブラーニング」に通じるものがある。

そこで本研究では、『アクティブ防災』の一環として避難所生活体験プログラム「防災ステイ」を提案・試行した。

2. 研究方法

本学体育館において夏季と冬季の防災ステイを試行した。夏季は、8月9日～8月10日に実施し、13名(伊澤ゼミ4年生6名+3年生6名+教員1名)で宿泊した。冬季は、11月29日～11月30日に実施し、14名(伊澤ゼミ4年生8名+3年生5名+教員1名)で宿泊した。夏季・冬季ともに、ダンボールの廃材を利用したダンボールルームの組立て体験と、夕食と朝食に非常食を食べる体験を実施した。実施プログラムの妥当性を、目視観察・ヒアリング調査・アンケート調査によって調べた。また、同時に居住環境(熱環境・湿気環境・光環境・空気環境・音環境)について実測調査した。



写真1 防災ステイ（夏季）



写真2 防災ステイ（冬季）

3. 結果・考察

アンケートでの満足度は、夏冬ともに「やや満足」という回答が一番多かった。夏季では防災ステイ開始時、冬季では朝方に熱的ストレスによる体への負担が大きいことが確認された。特に冬季では「寒すぎて眠れなかった」とのコメントが多かった。“楽しみながら防災意識を高める”という防災ステイのコンセプトを勘案すると、一般の参加者に対しては、熱的ストレスが小さく、我慢が不要な中間期（春季・秋季）に実施する、あるいは、夏季の冷房装置、冬季の暖房装置・寝袋の提供などの熱的配慮が必要と考える。

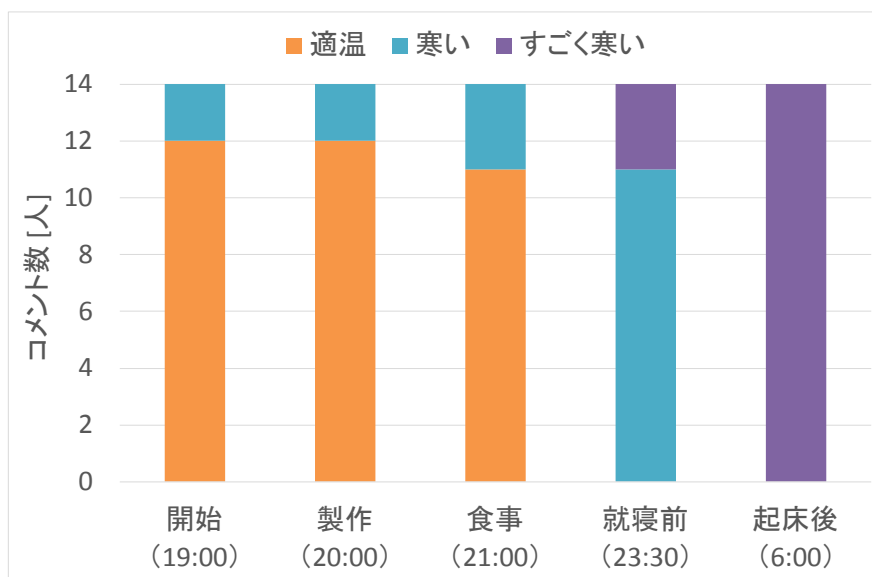


図1 ヒアリング結果（冬季）

参考文献

- [1] アクティブ防災, Available: <http://www.active-bousai.com/> [26 Apr 2019].
- [2] MAMA-PLUG 編・著, 防災ピクニックが子どもを守る！－災害時に役立つサバイバル術を楽しむ学－, 株式会社 KADOKAWA, 2014.2
- [3] M. Shukuya: Bio-Climatology for Built Environment, CRC Press, pp.50-53, 2019.3.

謝辞 防災ステイ実施にあたり、工学部・生命工学部事務室・学生課をはじめ本学職員の皆様にご協力をいただきました。また本研究は、大垣葵さん・古藤萌さんの卒業研究（平成 30 年度）によるところが大きいです。ここに記して謝意を表します。