

福山大学
安全安心防災教育研究センター

2021 年度 活動報告書

2022年12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

2020年10月に日本政府は「2050年カーボンニュートラル宣言」を行いました。二酸化炭素に代表される温室効果ガスの影響による気温上昇、気象変動の影響を抑えるため、2050年までに温室効果ガスの排出をゼロにするという大変厳しい目標で、官民を挙げて取り組む重要課題です。この取り組みは持続可能な社会を築くものであり、2015年に国連総会で採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」SDGsに包含されるとも言えます。本学で推進するブランド研究プロジェクト「瀬戸内の里山・里海学」は、本学の所在する備後圏域を舞台に、環境・生態系の理解と活用に取り組むと共に、人々のくらしやものづくりを含む経済活動を持続的に発展させていくSDGsそのものと言えるものであり、カーボンニュートラルにも大きく貢献できるものです。

安全安心防災教育研究センターの主管する「ひと・まち・くらしプロジェクト」には上記「瀬戸内の里山・里海学」に関連するプロジェクトが多数あり、SDGsやカーボンニュートラルに貢献しています。また、介護・看護に関係するものや、災害予知・避難、交通安心に関わる本センター独自の研究プロジェクトも多数推進していますが、これらも「ひと・まち・くらし」に関わる、SDGsの一部と言えるもので、本報告でその活動状況を紹介しています。

一方、本センターは建築構造物の強度向上や評価を目的としたハイテクリサーチセンターを発祥としており、西日本最大級を誇る構造試験設備をはじめ、種々の構造・材料に関わる研究・試験施設を有しています。これら施設を活用した鉄筋やコンクリート等構造物の強度評価、特殊な金属素材の開発など様々な研究が行われており、センターの施設を活用した研究として掲載しました。

さらに、本センターが継続的に行っている教育活動として防災教育があり、地域防災リーダー養成講座（「地域防災基礎」、「地域防災応用」）、「実践地域防災学」、みらい工学プロジェクト「防災について考える」といった講座を実施しています。本報告では、その一部を紹介しました。

安全安心防災教育研究センター

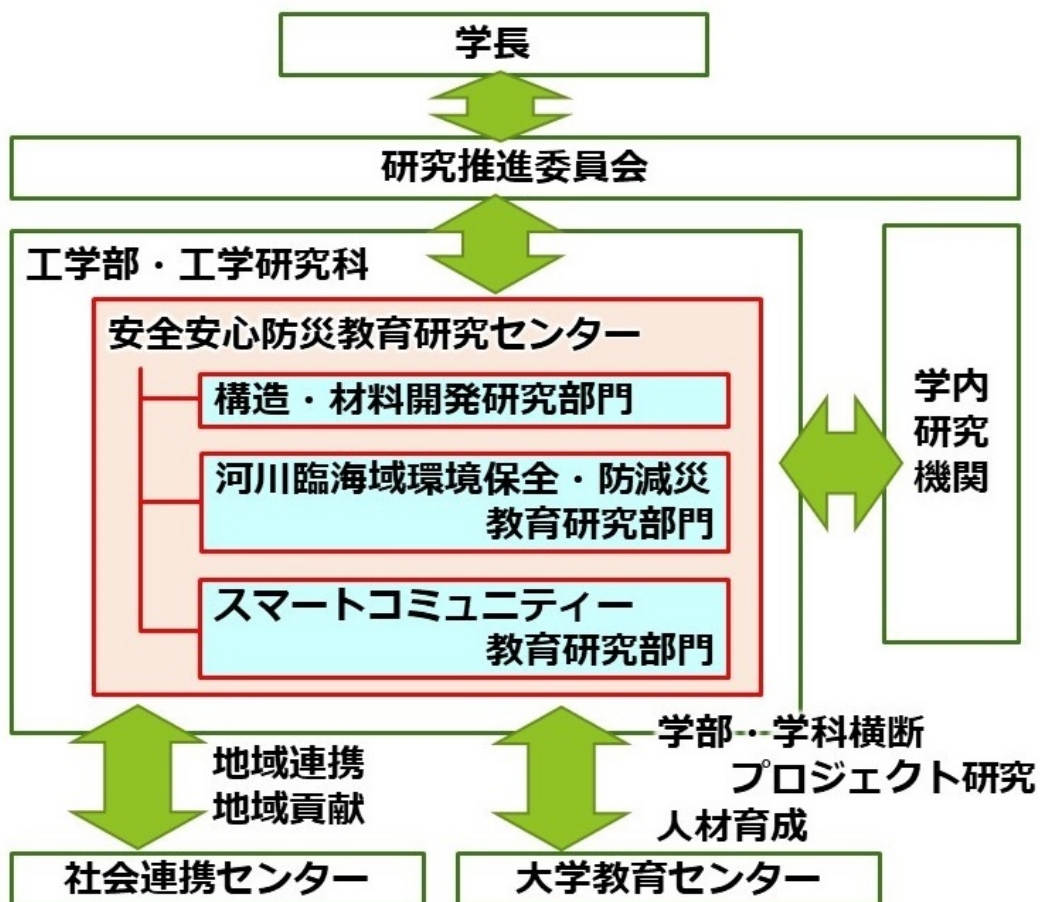
2021 年度 活動報告書 目次

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 センター体制（2022 年度）.....	3
1.3 運営委員各担当（2022 年度）.....	4
2. 研究活動.....	5
2.1 ひと・まち・暮らしプロジェクト.....	10
(A) 瀬戸内の里山・里海学関連（私立大学研究ブランディング事業関連）.....	10
(B) 瀬戸内の里山・里海学関連（その他の瀬戸内の里山・里海学）.....	27
(C) 一般研究テーマ.....	36
2.2 兼務教員による研究プロジェクト.....	44
(A) センター施設を利用した研究.....	44
(B) 一般研究テーマ.....	50
2.3 研究資金獲得一覧.....	53
2.4 研究業績一覧.....	56
2.5 特許一覧.....	61
3. 教育活動.....	62
3.1 防災士関連.....	63
3.2 その他.....	66

1. 組織および運営

1. 1 組織図



1. 2 センター体制（2022年度）

	所属	氏名	兼任	運営 委員	ひとまち くらし	ブランド 研究
センター長	スマートシステム	仲嶋 一	○	○	○	
副センター長	建築	都祭 弘幸	○	○		
工学部長	機械システム	加藤 昌彦		○		
研究科長等協議会 議長	生命栄養	井ノ内 直良		○		
社会連携センター	社会連携センター	中村 雅樹	○	○		
構造・材料開発研究部門						
部門長	建築	(都祭 弘幸)	(○)	(○)		
	スマート	宮内 克之	○			
	建築	梅國 章	○			
	機械システム	中東 潤	○	○		
河川臨海域環境保全・防減災教育研究部門						
部門長	スマートシステム	(仲嶋 一)				
	大教セ	津田 将行	○	○		
スマートコミュニティー教育研究部門						
部門長	スマートシステム	関田 隆一	○	○		
	スマートシステム	歌谷 昌弘	○			
	建築	伊澤 康一	○	○	○	
	建築	佐藤 圭一	○		○	
	情報	中道 上	○	○	○	
幹事	工学部事務	山崎 護		○		

1. 3 運営委員各担当（2022年度）

	所属	氏名	担当
センター長・部門長	スマートシステム	仲嶋 一	センター運営, 部門運営 ひと・まち・くらしPJ再編 予算申請
副センター長・部門長	建築	都祭 弘幸	部門運営 成果報告 (予算申請)
	機械システム	加藤 昌彦	アドバイザー (工学部長)
	生命栄養	井ノ内 直良	アドバイザー (研究科長等協議会議長)
	社会連携センター	中村 雅樹	アドバイザー (社会連携)
構造・材料部門	建築	中東 潤	教務 HP
河川臨海域部門	大学教育センター	津田 将行	教務 防災
スマコミ部門長	スマートシステム	関田 隆一	部門運営 安全
スマコミ部門	建築	伊澤 康一	成果報告
	情報	中道 上	HP
	機械	小林 正明	コンプライアンス

2. 研究活動

ひと・まち・くらしプロジェクト

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

■福山大学ブランド研究プロジェクト「瀬戸内の里山・里海学」瀬戸内の海中探査プロジェクト
／スマートシステム学科 仲嶋 一、田中 聡、関田 隆一、沖 俊任、伍賀 正典、
情報工学科 池岡 宏、
機械システム工学科 内田 博志 10
本学では瀬戸内の里海の生態系を究明し産業利用を推進する全学的プロジェクト研究を展開している。そのような中で、工学部として、このような里海の藻場の把握するためのテクノロジーを開発するプロジェクト「里海の海中探査プロジェクト」を、「小型自律水中ロボットシステム」「藻場環境観測システム（海底カメラ）」「地球観測衛星データ利用藻場分布解析」「藻場生態観測用 ROV」のサブテーマにて5年間に亘り遂行した。

■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 15
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を目的の研究である。本研究では、藻場が陸域の人の活動により受ける影響をモデル化として造船活動と因島の産業及び日常生活で発生する排水の影響を考察した。研究を進めた結果、規模の大きな基礎的な調査・研究が必要であり、陸域活動による藻場増減のモデル化は極めて困難と判明した。

■水中ロボットシステムのための自己位置同定技術
／工学部・機械システム工学科 内田博志 18
水中ロボットが海中で自律運動するための自己位置同定方法を検討した。水中ロボットに複数の点光源を取り付け、水上ステーション底面の水中カメラからの画像で水中ロボットの位置・姿勢を推定する方式とした。推定手法としては、アンサンブル推定と粒子フィルタを併用した。シミュレーションの結果、動作軌跡の推定結果は、主なノイズが除去され、慣性航法を用いた場合のような積分誤差も伴わない、良好な推定を示した。

■AIを用いた自発給餌システムの開発
／工学部・情報工学科 池岡宏 20
シロギスを対象とした次世代養殖システムの開発を目指している。その際、魚分布認識および給餌制御にAIを用いることで、運用面での低コスト化および省力化を図りつつ、最適な給餌を実現可能な自発給餌機能の開発を進めている。なお、本システムは拡張性および設置性を高めるため、画像入力部、画像認識部、給餌制御部、給餌器作動部の四つのモジュールで構成され、水槽側およびPC側の各デバイスを無線通信で接続する構成としている。

養殖水槽におけるシロギスの成長と熱・光環境の関係—2020年度・2021年度の実測調査—
／建築学科 伊澤康一 22
産業支援を目的として大型のシロギス＝「テッポウギス」の安定的な養殖が求められている。その課題を「AIを用いた自発給餌システム」によって解決することに着目した。本研究では、養殖水槽の熱・光環境と養殖魚の成長との関係性を明らかにするとともに、人工知能学習のための教師データとしての基礎的な知見を得ることを目的とした。

ひと・まち・くらしプロジェクト

瀬戸内の里山・里海学関連（その他の瀬戸内の里山・里海学）

アブストラクト

■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 ～マイク対アレイを用いた音源分布像生成～

／スマートシステム学科 仲嶋 一 27

○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。ヘッドおよびフットボード上に複数のマイク対の配列を構成し、各マイクまでの伝搬時間で各マイクの音波信号補正した上でマイク対間の相関演算を行い、さらに音波信号強度で距離補正を行うことにより、音源強度像を生成した。

■マルチホップ型センサネットワークを用いたデータ収集システムに関する研究

／工学部・スマートシステム学科 香川直己 30

毎年豪雨による、水害や土砂災害が発生している。気象庁では、局地モデルや降水ナウキャストを用いて豪雨予測を行うが、数十分の短時間で急速に発達し、狭い範囲に豪雨が発生するため、降り始めの時間、場所や降水強度を詳細に予測することが困難である。そこで、例えば雨音などの俯瞰的な情報から局所的な状態を推定することができないかと考えている。その端緒として局所多点の情報を取得する無線センサネットワークシステムの構築を試みた。

■降雨量推定を目的としたひずみゲージを用いた雨滴の運動エネルギー測定を試み

／工学部・スマートシステム学科 香川直己 32

降雨強度と現地の音の関係を明らかにすることを試みている。それを一か所ではなく、センサネットワークを用いて複数の地点で降雨強度と音を同時継続的に観測することにより、両者の相関関係、さらに、遠方の音との相関関係も明らかになると期待している。本稿では、現地に設置するセンサノードに搭載し降雨量を推定することを目的とした、ひずみゲージを用いた雨滴の運動エネルギーの計測センサの試作について述べる。

■「地域遺産」としての旧街道と宿場町 ―備後地域遺産研究会 2021 活動報告―

／工学部・建築学科 佐藤圭一 34

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：ひとまちくらしPJ室2（04204 号室））の2021 年度活動報告である。2021 年度は新たに、「<地から成る／力なる>建築」を活動ミッションに加え、教育・研究・社会活動を展開した。研究会の中心メンバーは、著者の指導する建築学科のゼミ学生である。

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

■非接触操作における状態遷移モデルの妥当性確認 - 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..... 36
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 の研究を進めている。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、多数の人が接触操作を行う ATM やエレベータなどでの接触感染対策として非接触タッチパネルを試作している。

■サイバー空間における避難誘導アプリによる避難時間短縮の分析 - 避難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 38
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。とくに防災への適用を進めている。学校などの屋内施設におけるセンサーネットワーク環境についても研究を進め、わかりやすい避難誘導インターフェースの開発、また実際のフィジカル空間での実験やサイバー空間での実験を行っている。

■幹線道路渋滞時における生活道路のETC2.0による交通量分析と事故多発交差点の安全対策
／工学部・機械システム工学科 関根 康史 40
国道2号の「明神町交差点」は、朝夕の通勤時間帯に200mを超える長さの渋滞が発生する交差点である。本研究では、国道2号に並行する生活道路について、ETC2.0データを用いた交通量の分析を行い、「明神町交差点」の渋滞状況と生活道路の交通量の増減に関連性があることを明らかにすると共に、GIS情報を活用し、「事故の詳細情報」を地図上の事故多発地点と連結させることにより事故の発生要因を求め、具体的な安全対策（案）を導いた。

■「ヒヤリハットデータベース」にみられるペダル踏み間違い事故事例の分析
／工学部・機械システム工学科 関根 康史 42
東京農工大学スマートモビリティ研究拠点のヒヤリハットデータベースに保管されている2010年～2021年に発生したヒヤリハット事例のうち、「ペダル踏み間違いによる事故」と明記されている事例およびペダル踏み間違いに類似する事例について分析を行い、ペダルを踏み間違えた運転者は「どのような行動をとるのか？」あるいは「どのような場合にペダル踏み間違いを誘発するようなことが起きるのか？」、運転者の行動を観察した。

各教員による研究プロジェクト センター施設を利用した研究 アブストラクト

- 高せん断応力度比の曲げ降伏型 RC 梁におけるせん断変形量抑制方法に関する研究
／工学部・建築学科 都祭弘幸..... 44
鉄筋コンクリート梁部材の部材種別はせん断応力度比だけで判定される。靱性が期待できる FA ランクはせん断応力度比 0.15 以下であればよいが、0.15 に近づくとつれ曲げ降伏後のせん断破壊や主筋の付着割裂破壊が懸念される。本研究では、高せん断応力度比梁部材の曲げ降伏後における曲げ性能維持とヒンジ部補強方法との関係を実験的に検討した。その結果、ヒンジ部補強により曲げ降伏後のせん断変形量増加抑制が可能であることを確認した。

- 高温熱処理による構造用鋼の曲げ降伏型制震ダンパーへの適用可能性
／工学部・機械システム工学科 中東潤..... 47
本研究では、曲げ降伏型制震ダンパーに適した鋼材の候補として、炭素含有量が少なく、かつ入手性や経済性に優れた機械構造用炭素鋼 (S15C) をとりあげ、これに通常の焼鈍と比較して高温領域での熱処理を行って、引張特性がどのように変化するかを調査した。また、板厚の異なる試験片を準備し、同様に高温熱処理を行って引張試験を行った。さらに高温熱処理後の金属組織を光学顕微鏡にて観察した。

各教員による研究プロジェクト 一般研究テーマ アブストラクト

- エネルギー自立型避難所体育館を目指した太陽熱温水システムに関する数値解析
／建築学科 伊澤康一..... 50
ライフライン途絶時と長期避難所暮らしの双方に対応できるエネルギー自立型の避難所を構築することが求められている。そこで本研究では、避難所の環境を改善するとともにエネルギー自立型の ZEB (Net Zero Energy Building) 化された避難所を提案することを目指した。本報では、高断熱化した体育館における太陽熱温水床暖房システムの可能性と限界を数値解析によって検討した結果を述べる。

キーワード：藻場生態系、探査ロボット、音響通信、海底カメラ、画像認識、人工知能、ROV

福山大学ブランド研究プロジェクト「瀬戸内の里山・里海学」 瀬戸内の海中探査プロジェクト

工学部
スマートシステム学科



仲嶋 一、田中 聡、関田 隆一、沖 俊任、伍賀 正典、
情報工学科 機械システム工学科



池岡 宏 内田 博志

専門分野：電気・電子工学，情報工学，機械工学，
E-mail：nakajima.hajime@fukuyama-u.ac.jp（代表者）

研究概要

■ 研究の背景

藻場や干潟の生態系は、二酸化炭素の固定と酸素の生成や水質の浄化、生物多様性の保全、海岸線の保全、環境学習、そして保養等、人の生活に有益な様々な機能（生態系サービス）を有している。これら沿岸生態系は単位面積当たりの生態系サービスが地球上で最も多く、熱帯雨林をはるかにしのぐとも言われており、人の福利に資する多くの未知の機能が眠っていると考えられる。しかしながら、近年の工業発展に伴う沿岸開発による沿岸域への負荷の増大や、地球規模での気候変動によって、藻場と干潟等沿岸生態系は深刻な影響を受けつつある。にも拘わらず、藻場・干潟生態系の理解は、調査技術の制約により、極めて限定的であり、その生態系サービスは十分に理解されているとは言えない。このため、里海の生態系および多様性を維持し、資源の利用をはじめとする生態系サービスの恩恵に与るためには、その環境や状況を正確に把握することが急務である。

一方、福山市は瀬戸内海のちょうど中央の満潮時に東西から流入する潮が合流する場所に位置し、潮汐における干満の差が大きいという特有の自然環境を持っている。また、島が多く典型的な多島海を有することから、他地域と比較して沿岸域が顕著に多いのも特徴である。このような地形的特質から必然的に藻場や干潟が発達し、これらの生態系は比類ない地域の特色となっている。このような環境に立地する本学として、瀬戸内の里海の生態系を究明し産業利用を推進する全学的プロジェクト研究を展開している。そのような中で、工学部として、このような里海の藻場の把握するためのテクノロジーを開発するプロジェクト「里海の海中探査プロジェクト」を5年間に亘り遂行した。

■ 研究ターゲット

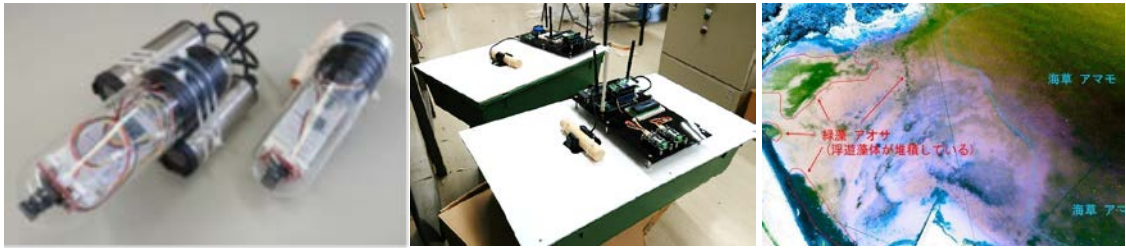
本プロジェクトは以下の4つのサブプロジェクトで取り組んだ。

1. 自律航行する海中ロボットで藻場の状況や生育域を探索する「藻場観測用小型自律水中ロボットシステム」
2. 海底に設置するステレオカメラ等測定器により藻場環境を定点観測する「藻場環境観測システムの開発（海底カメラ）」
3. 衛星画像から広域藻場分布を推定する「地球観測衛星データによる藻場分布解析」
4. 藻場における生態系詳細観測のための「藻場における生態観察用 ROV の開発」

■成果

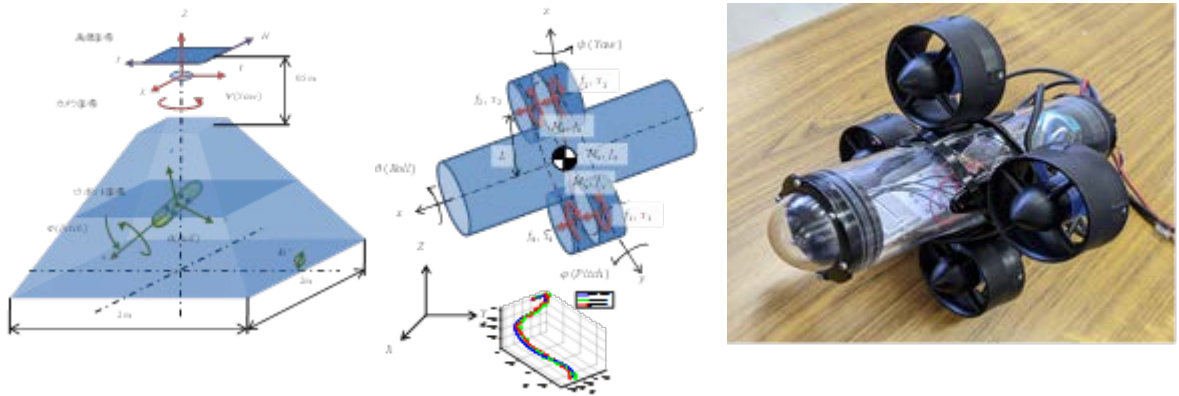
1. 「海中探査ロボット」:

- ① (2017~2021 年度) 小型水中ロボットシステム (1 次、2 次) を製作して大型水槽、プール、内海研付近沿岸のそれぞれで基本動作実験を行った。また気球空撮画像から藻場領域 (ロボット探査領域) を特定する実験を行った。



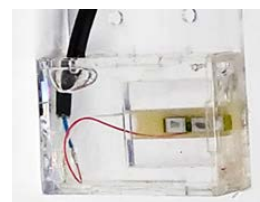
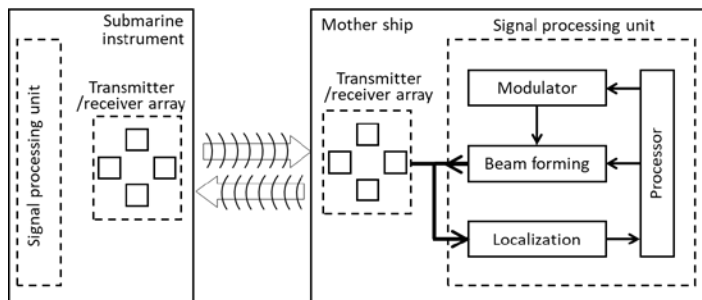
(左)水中ロボット 2 次試作品 (中)水上ロボット 2 次試作品 (右)藻場領域特定結果

(2022 年度) 粒子フィルタの応用により、水中ロボットシステムの非ホロノミック制御パラメータをリアルタイムで決定するプログラムと、水上ロボットから水中ロボットの位置・姿勢を特定するプログラムを開発し、シミュレーションで効果を確認した。推進力を向上し、機動性を高めた水中ロボット (3 次) を製作した (2022 年度中に実験予定) 。



(左)水中位置・姿勢特定原理図 (中)水中ロボット理論モデル (右) 水中ロボット 3 次試作品

- ② 母船間情報伝達用の音響送受信器を試作し、搬送周波数 50kHz、シンボルレート 3.125ksymbol/s で BPSK 変調を行った M 系列符号を伝送し、伝送能力評価と課題抽出を行った。マルチパスの影響除去が今後の課題である。



送受信素子

音響ビーコン/通信システム

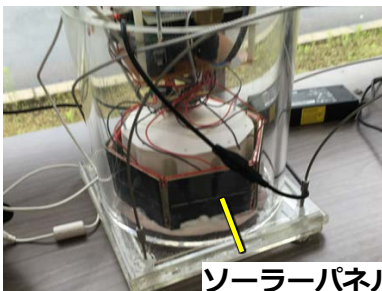
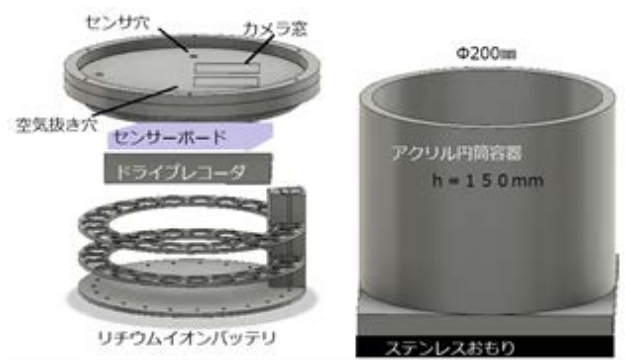
- ③ 自動航行支援用および周囲環境認識用 AI に関するプログラムと評価用シミュレータを構築して性能検証と課題抽出を行った。



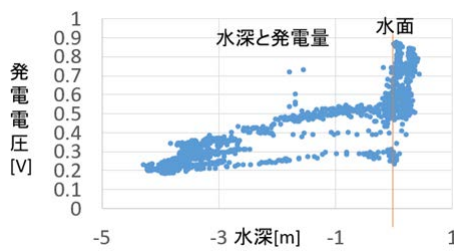
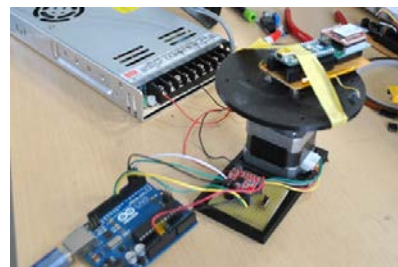
自動航行支援システム/藻場領域認識システム

2. 「藻場探査システム」:

観測用海底カメラを4号機まで試作し、ステレオカメラの現地機能検証と画像処理による観察機能の検証、海底設置状況把握のための姿勢センサの機能検証の他、エネルギーハーベスティングと省エネルギー化による動作時間拡大の検討を行った。



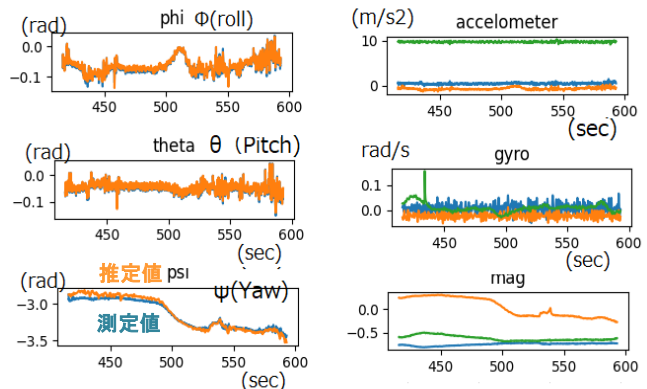
ソーラーパネル



消費電力削減とソーラーパネルの検討

1号機: 約6W (RaspberryPi3×2)

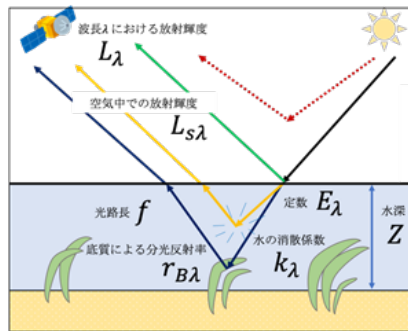
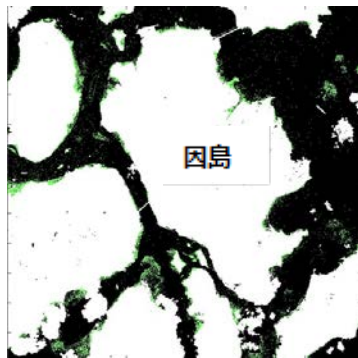
⇒ 2号機: 約3W (RaspberryPi CM3+IO)



姿勢測定センサ

3. 「衛星画像藻場分布」:

地球観測衛星画像の波長情報を Lyzenga の理論を応用して解析し、大気、水深、塩分濃度、透明度、水温に対する補正を行うことにより、藻場の生育有無を推定した。これにより、藻場の持続的モニターによる季節変化や経年変化を把握する技術を確立した。

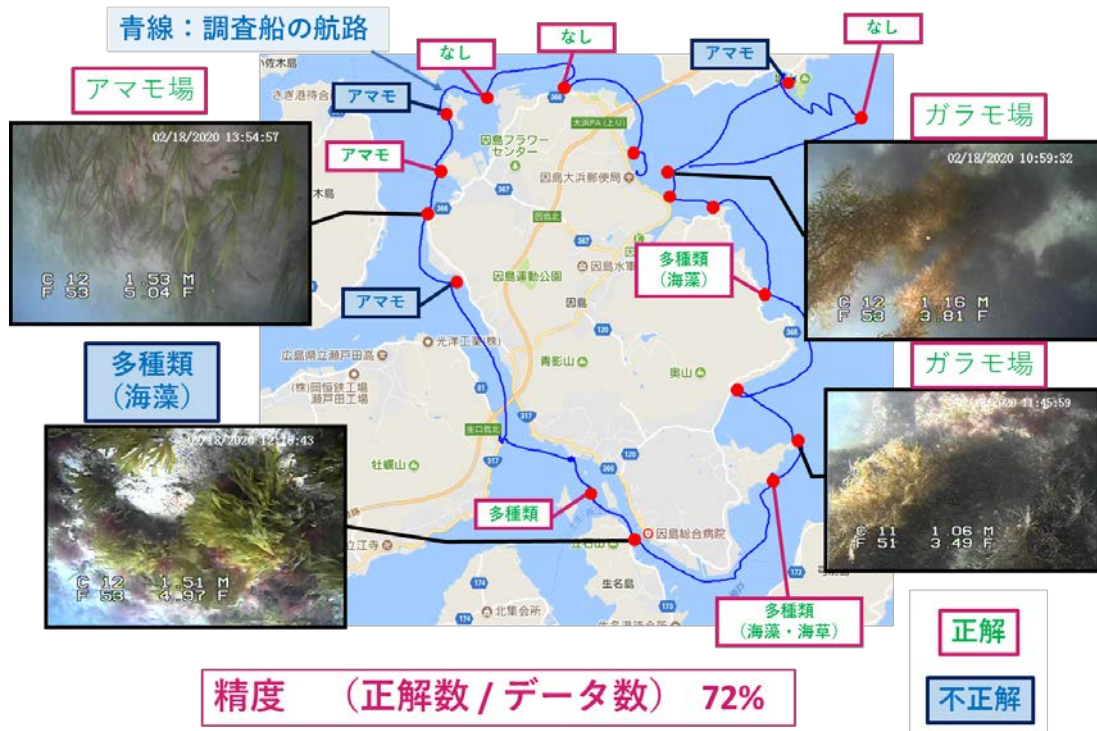


$$L_{\lambda} = L_{s\lambda} + E_{\lambda} r_{B\lambda} \exp(-k_{\lambda} f z)$$

空気の情報 (Air information) 水中の情報 (Underwater information)

Sentinel-2 (2020/2/18) (緑が藻場)

地球観測衛星センサーが検出する放射輝度 L_{λ} の算出

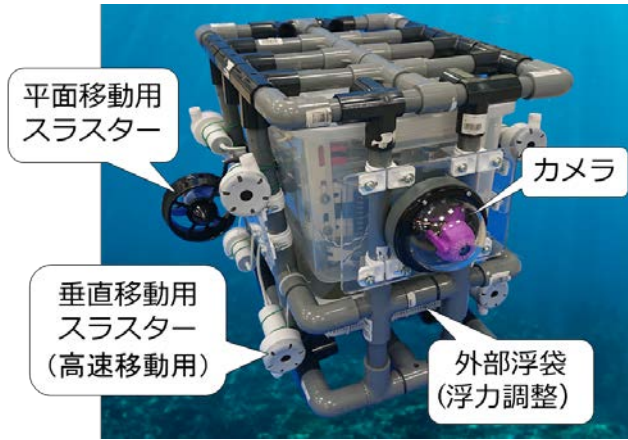


精度 (正解数 / データ数) 72%

藻場識別結果の現地観測で得た精度

4. 「生態観察用 ROV」:

スラスタに頼らない浮力調節機構と水平バランス機構を有し、藻場の環境を擾乱することなく長時間に亘り生態系を観察することを可能にする遠隔操作型無人潜水機 (ROV) を開発し、沿岸での航行実証を行った。



ROV 外観

主な仕様

W×H×D : 575×460×560 mm、
43 kg 程度

電源 : バイク用 12 V 直列 2 個

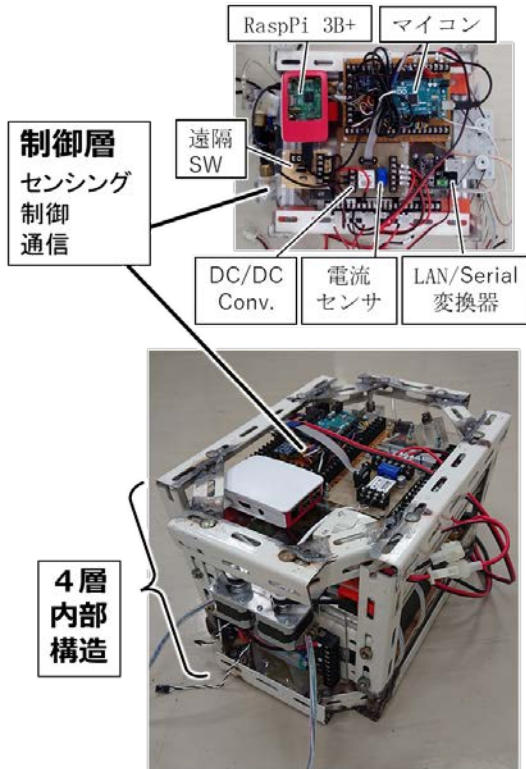
マイコン :

母船側 : RasPi3B+

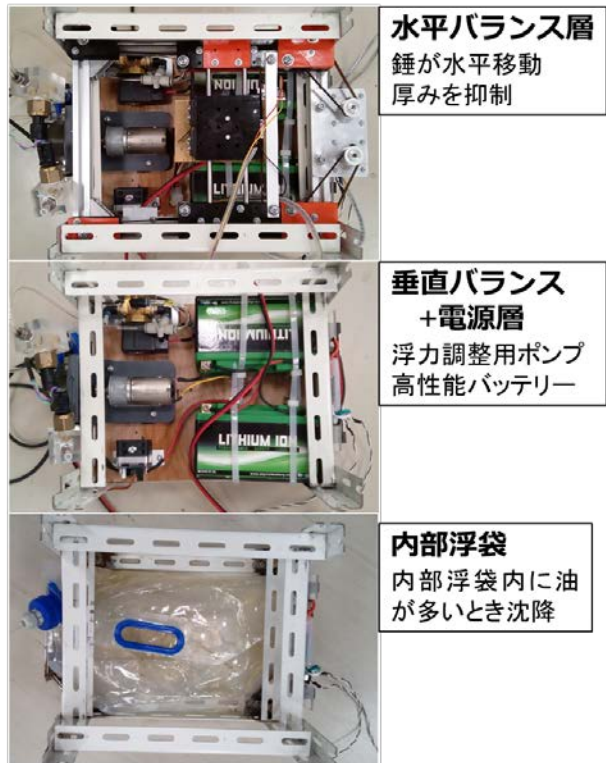
ROV 側 : RasPi3B+と

Arduino Mega2560

ROS(Robot Operating System) を採用



ROV 内部システム



沿岸での航行実証実験



撮像結果 (棧橋壁の海藻)

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

里海の海中探査プロジェクト 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を確認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々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. 研究計画

本研究は、2020年度まで計画どおりに進捗させ、藻場解析技法はその精度73%を達成して、環境省調査での解析精度71%を越えて目標を達成した。

以下1項目で陸域の活動に関してのみ2021年度に残った研究項目である。

1. 陸域の活動及び自然環境変化による藻場増減モデル化

3. 研究成果

3.1 2020年度の陸域活動による藻場増減モデル化に関する成果

陸域活動と藻場の変化の一考察

本研究では陸域の人の活動として、因島の主要工業である造船所の作業を対象とした。尾道市役所の協力をいただき因島重井に位置する株式会社三和ドックより2018年7月1日から2020年6月30日までのメンテナンス作業でドックに接岸した（すなわち海に浸かっている）船の総トン数（単位：グロストンG/T）推移データを提供いただいた。

提供いただいたデータを使って月毎の海に浸かっている船舶の総トン数と藻場識別解析によって得られた推定藻場面積との相関を分析した。ここで推定藻場面積のエリアは、三和ドック付近で藻場増減の影響が出る比較的浅い西側の海域を抽出した。

対象海域はアマモが生息している。アマモは11月に発芽し12月が成長期であるため、11月から3月の接岸した船舶の合計トン数に着目して分析した相関結果を図1に示す。

藻場成長期の船舶の合計トン数と推定藻場面積のピーク値（2019年5月と2020年4月）の関係を比較すると、2018年11月から2019年3月（以降、2018年度）は2019年11月から2020年3月（以降、2019年度）に比べて合計トン数が少なく推定藻場面積は大きいことがわかる。推定藻場面積は図2に示す。図2より2018年度から2019年度にかけて対象とした藻場が減少傾向にあると判別でき、陸域の造船活動の影響によって藻場が減少する影響を受けた可能性が示唆された。

ただし本研究では海に浸かっている船舶の総トン数データだけを分析したものであり、三和ドックのエンジニアからは、陸域の作業が海へ及ぼす影響をこのパラメータだけで評価することは適切ではなく、メンテナンス作業の内容や作業員人数などまで数量化した考察が必要であるとのコメントをいただいております。2021年度に行う陸域活動のモデル化研究への反映を得た。

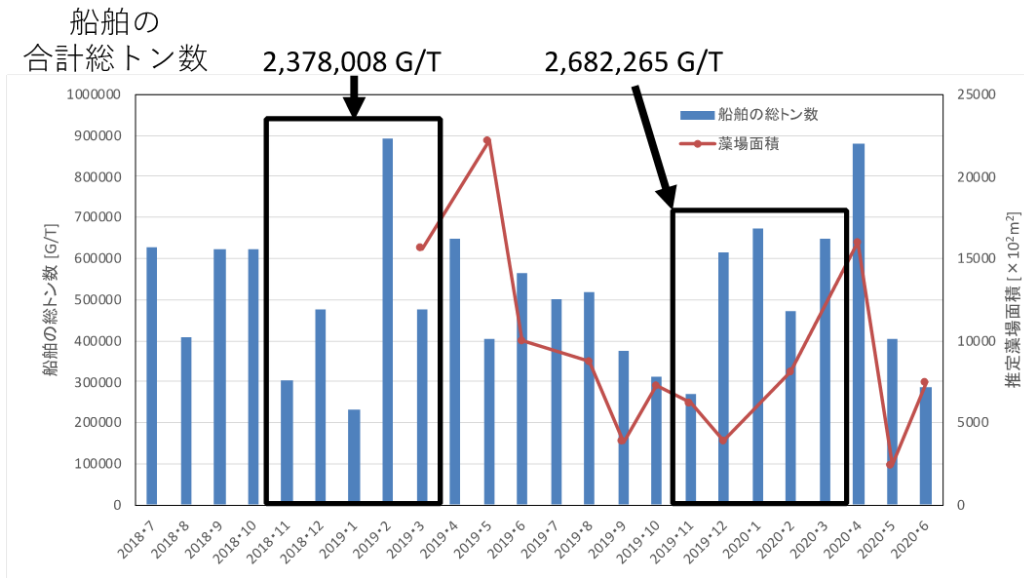


図1 月別の船舶総トン数と推定藻場面積の関係

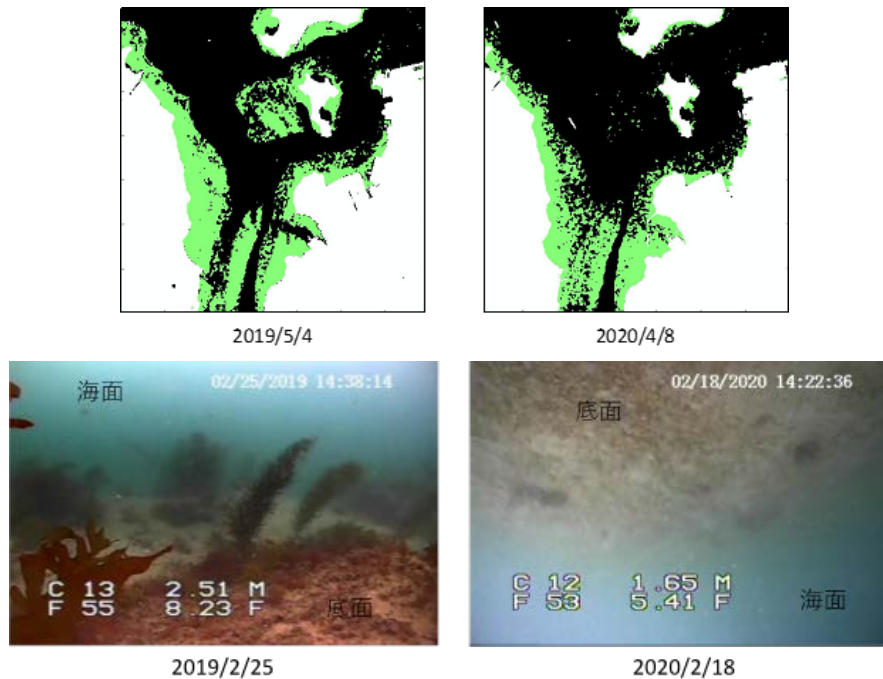


図2 三和ドック周辺海域の藻場識別解析結果と現地調査結果

3.2 2021 年度の陸域活動による藻場増減モデル化に関する成果

(1) 藻場増減モデル化に資する陸域活動のパラメータ検討

三和ドック及び尾道市役所商工課と研究会を開催し、上記成果を説明の上、陸域活動と藻場生育の相関の解析精度を高めるパラメータについて討議した。主な討議結果は以下である。

- ①海水温、塩分濃度、濁り度のデータ収集を因島一周で継続的に行うことが基本になる。地球観測衛星の画像データによる推測は行うがあくまで推測でしかないので、現場海域の実測データ収集を蓄積する必要がある。
- ②因島には、造船以外に工業産業として万田発酵ぐらいしかない。海への排水は、柑橘類の農業活動による排水及び日常生活排水となる。確かに万田発酵周辺の沿岸域には広いアマモ場があり、陸域活動による藻場への影響が万田発酵からはプラスに影響していることは推測できる。
- ③いずれにしても、因島の陸域からの排水による複雑な影響を計測できるパラメータは結局、基本的な海水データである。

④陸域活動を表すパラメータにある壁を越えるには、島全体での日常生活排水や農業排水まで含めた大規模な基礎的調査・研究が必要であり、加えて因島周辺沿岸域には海底湧水からの影響もある。従って藻場と陸域活動のモデル構築の研究として対象とするには規模が大き過ぎる。

(2) 因島の造船所からのデータ取得と分析

上記(1)でパラメータの検討の結論が出なかったことから、データ提供交渉に至っていない。また因島南側の規模の大きな造船所は防衛関連工事が多い東京に本社がある造船会社であることから、データ提供を受けられる可能性はないというのが尾道市役所の見解である。

造船活動のデータ提供は、三和ドック以外からは不可能と確定したが、提供いただけるデータには制限があり、既に提供しているデータ以上はほぼ不可能とのこと。

なお三和ドックには船舶メンテや塗装について海へ及ぼす影響を小さくする技法研究部門はあるが、その部門ですら海環境変動測定へ関与することに前向きではない。

上記のとおり、陸域の影響による藻場増減モデル化の研究は、規模の大きな基礎的調査・研究となるため、更に研究を深めることはできないとの結論である。

4. 今後の研究計画

今後は藻場識別に限らず湾岸域の地球観測衛星画像データ解析の精度向上を追求し、海の状況データ収集研究を行うことが有効と考えている。その一環で JAXA 主催の超小型衛星シンポジウム 2022 で情報交換を行ったリモセンデータ解析の植生の精度向上を研究されている北海道大学大学院宇宙工学専攻長の高橋幸弘先生と湾岸域の画像解析精度向上について討議を開始した。また海を知る活動として㈱クラハシと協働事業契約を開始した。

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

<https://www.fukuyama-u.ac.jp/eng/smart-system/sekita-ryuichi/>

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

キーワード：海中探査、水中ロボット、自己位置同定、粒子フィルタ

水中ロボットシステムのための自己位置同定技術

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，品質工学

E-mail：uchidah@fukuyama-u.ac.jp

研究概要

■ 研究の背景

海中生物の生態解明など、瀬戸内海の海中探査を目的とする水中ロボットシステムを開発する。超遠隔操作による水中ロボットが海中で自律的に活動して地上にデータ伝送するため、水中ロボット、水上ステーション、気球ロボットなどを複合させたシステムとする（図1）。

■ 研究内容

水中ロボットが海中で自律運動するには、ロボットが自己の位置を推定できなければならない。水中ではGPSなど電波を用いる手段が利用できないため、それに代わる位置同定方法を開発する。

■ 研究成果

① 水中ロボット位置・姿勢測定システム

水中ロボットに複数の点光源を取り付け、水上ステーション底面の水中カメラからの画像で水中ロボットの位置・姿勢を測定するシステムを考案した（図2）。5個の点光源を図3のように立体的に配置して水中ロボットに取り付け、5個の光源の撮像素子上の座標（画像座標）から、水中ロボットの位置・姿勢を推定する方式とした。予備シミュレーションの結果、点光源を同一平面上に配置した場合、特に姿勢角の推定精度が悪かったが、点光源を図3の様な立体的配置にすると、推定精度が大幅に改善されることがわかった。

② アンサンブル学習による位置・姿勢推定

点光源の画像座標から水中ロボットの位置・姿勢を推定する推定モデルは、非線形性が強い（単純な比例関係ではない）ことから、近年、非線形回帰問題によく使用されている「アンサンブル学習（機械学習の一種）」を用いて、この推定のシミュレーションを行った。図4に推定結果の一部を示す。両グラフは、1000サンプルのシミュレーション結果について、横軸は位置・姿勢角の真値を、縦

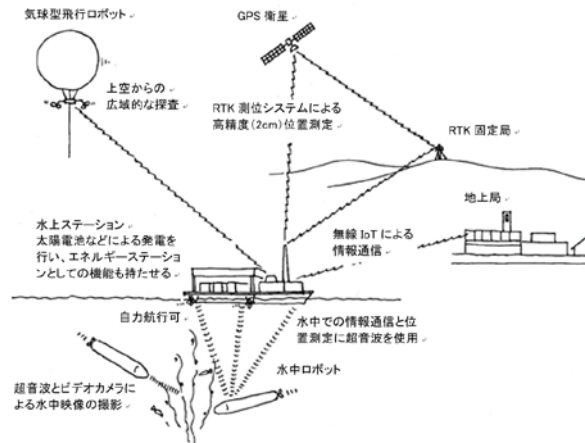


図1 想定するロボットシステム

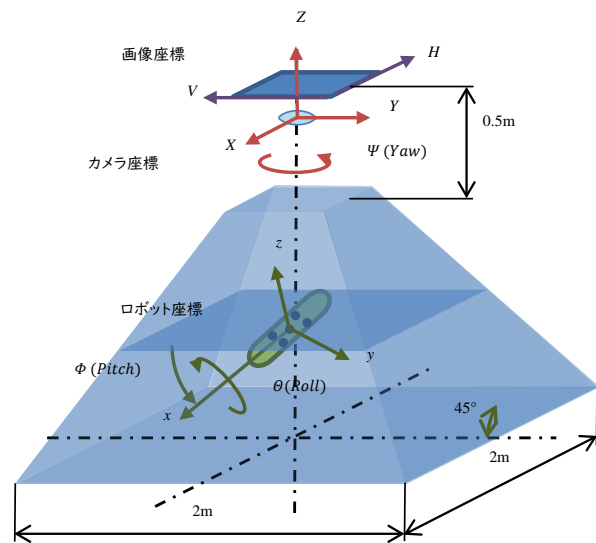


図2 水中ロボットの位置・姿勢測定システム

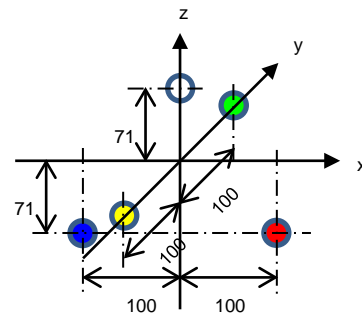


図3 点光源の配置

軸は推定値を表す散布図である。重心位置の X、Y、Z 座標の推定精度は比較的良好であった (図 4 左) が、姿勢角については、測定結果多くのノイズを含んでいた (図 4 右)。

③ 粒子フィルタによる位置・姿勢推定

そこで次に、そうしたノイズを「粒子フィルタ」でフィルタリングすることにより、位置・姿勢の推定精度を向上することを試みた。粒子フィルタ内に組み込んだ水中ロボットの運動モデルを図 5 に示す。

この推定のシミュレーションを行った結果、動作軌跡の推定結果 (図 6 左) は、アンサンブル学習による主なノイズが除去され、慣性航法を用いた場合 (図 6 右) のような積分誤差も伴わない、良好な推定を示した。

また推定結果を位置・姿勢の成分ごとの時間波形で見ると、重心位置の X、Y、Z 座標 (図 7 左) については非常に良好な結果が得られることが示されたが、ヨー、ピッチ、ロールの 3 つの姿勢角については、アンサンブル学習の推定誤差の影響を引きずる形で真値からの乖離を生じる部分があることが示された。

④ 今後の課題

上記の水中ロボット位置・姿勢推定方法を実際の水中ロボットに組み込み、その有効性を実験により検証することが、今後の主な課題である。またその中で、姿勢角の推定精度がやや不十分となる場合があることについての改善策等も考案し、効果を確認する。

特許・論文等

■ 内田博志：水中ロボットシステムのための自己位置同定技術；電気学会電子・情報・システム部門大会 (2022 年 8 月 31 日、広島大学) にて発表

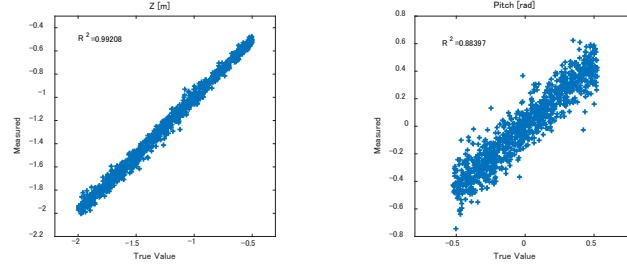


図 4 アンサンブル学習による位置・姿勢推定 (一部、左：Z 座標、右：ピッチ角 / 横軸：真値、縦軸：姿勢角)

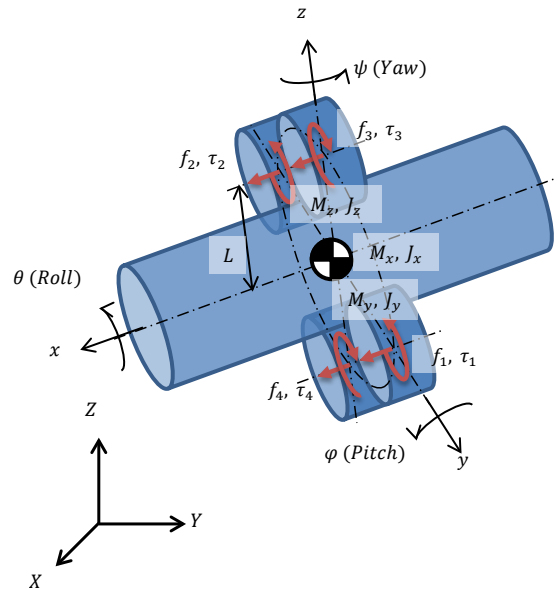


図 5 水中ロボットの運動モデル

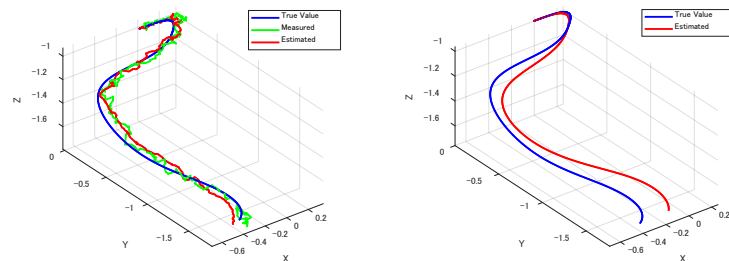


図 6 粒子フィルタによる水中ロボットの軌跡推定 (左：青線：真値、緑線：アンサンブル学習による推定、赤線：粒子フィルタによる推定、右赤：慣性航法による推定)

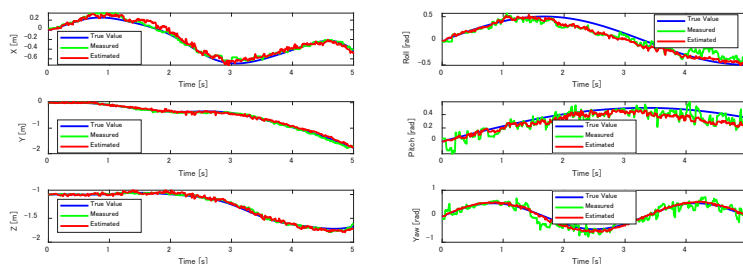


図 7 粒子フィルタによる水中ロボットの位置・姿勢推定 (左：重心座標、右：姿勢角 / 青線：真値、緑線：アンサンブル学習による推定、赤線：粒子フィルタによる推定)

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

ディープラーニングを用いた自発給餌システムの開発

工学部 情報工学科

池岡 宏 准教授 Hiroshi Ikeoka 博士 (工学)

専門分野：コンピュータビジョン，画像処理，CG，AI
E-mail：ikeoka@fukuyama-u.ac.jp

研究概要

福山大学では、シロギスの養殖技術の確立を目指している。当養殖における給餌作業は経験に基づく手作業のため、その人的コストが負担となっている。そこで、画像データを入力としたAI制御によるシロギス養殖のための自発給餌システムの実現を目指している。本提案システムの概要を図1に示す。養殖水槽上に設置したカメラからシロギスの位置と方向をAIにより取得し、その情報を使ってもう一つのAIが給餌のタイミング、場所、量を判断する。その判断結果を給餌信号として給餌器に送信することで、自発給餌を実現している。これまでに、AIによる画像認識部(図2)、AIによる給餌制御部、給餌器作動部(図3)の開発を進めてきた。なお、給餌制御AIの基礎学習実現のため、シロギスの行動や給餌器の動作を模したシミュレータも作成している(図4)。なお、給餌制御AIの設計・学習に関するパラメータおよび報酬テーブルを表1および表2に示す。

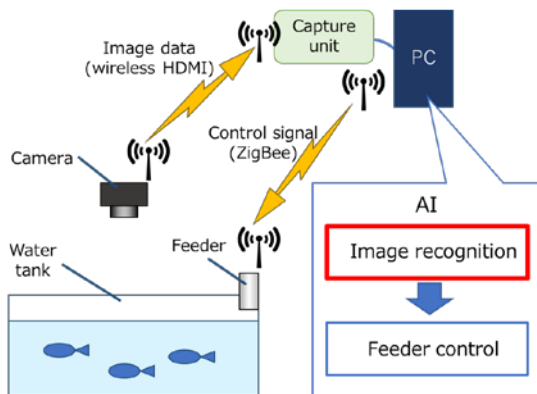
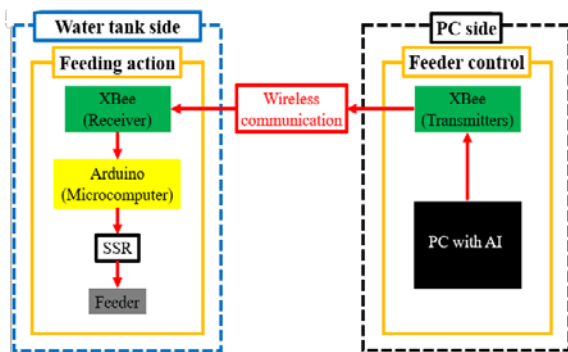


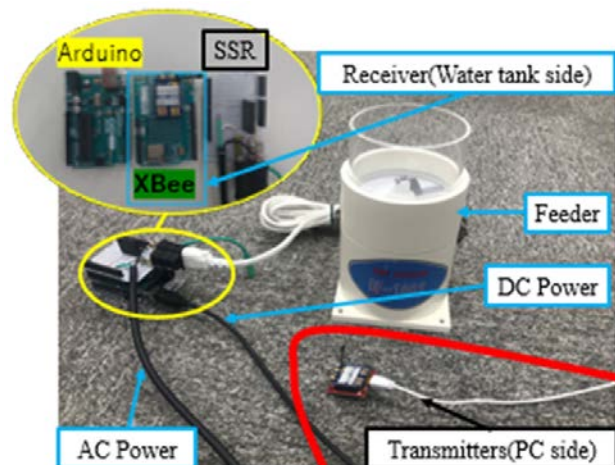
図1 システム概要



図2 画像認識部



(a) 機器構成の概略図



(b) 実際の利用機器

図3 給餌器作動部

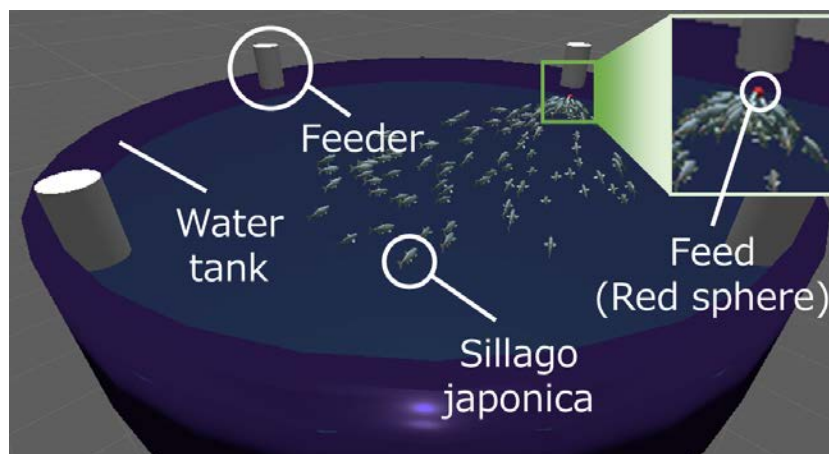


図4 給餌シミュレータ

表1 主な設定パラメータ

パラメータ	設定値
最大ステップ数	5.0×10^6
ユニット数	64
レイヤー数	2
学習率	0.0003
割引報酬率	0.99

表2 報酬テーブル

報酬を与える条件	与えた報酬
シロギスサイズの平均の上昇	+0.2
シロギスサイズの分散の減少	+0.05
シロギス同士の共食いの発生	-1
時間経過	-0.001

■論文

- T.Sato, H.Kuroki, H.Ikeoka, K.Isawa: "DEVELOPMENT OF REAL-TIME FISH POSITION RECOGNITION SYSTEM FOR AUTOMATIC FEEDING AQUACULTURE," Image Electronics and Visual Computing Workshop(IEVC), 2021.
- Y.Saragai, T.Sato, H.Kuroki, H.Ikeoka, K.Isawa: "Study on Adaptation of Auto Feeding System for Sillago Japonica to Actual Aquaculture Environment," International Conference on Image Processing and Robotics(ICIPRob), 2022.

■謝辞

本研究にあたり、本学の有瀧真人教授、伊澤康一准教授にご協力を頂きました。また、本研究は黒木春樹さん、佐藤琢哉さん、皿海豊さんの卒業研究（2020、2021年度）によるところが大きいです。ここに謝意を表します。

キーワード：シロギス、成長、養殖、水槽環境システム、温度、照度

養殖水槽におけるシロギスの成長と熱・光環境の関係 —2020年度・2021年度の実測調査—

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

産業支援を目的として大型のシロギス＝「テッポウギス」の安定的な養殖が求められている。その課題を「AIを用いた自発給餌システム」によって解決することに着目した。本研究では、養殖水槽の熱・光環境と養殖魚の成長との関係性を明らかにするとともに、人工知能学習のための教師データとしての基礎的な知見を得ることを目的とした。

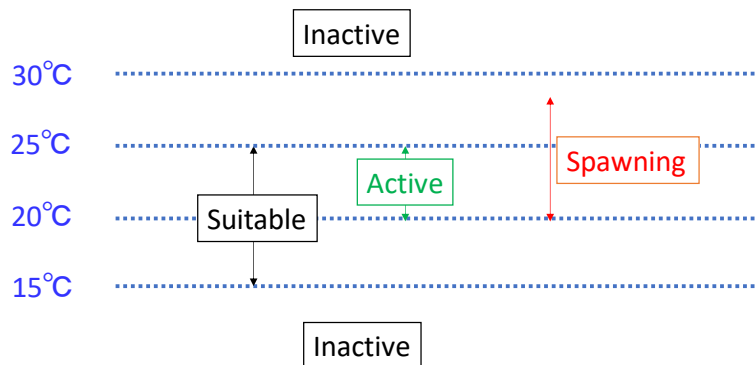


Fig. 1 Suitable water temperature and spawning water temperature

Table 1 Meteorological data used

		measurement area	Interval	Quote source
Temperature	Outdoor	Ikuchijima	1 hour	Japan Meteorological Agency
	Aquaculture tank water	Innoshima	10 minutes	Measured value
Illuminance	Outdoor	Hiroshima	1 hour	Japan Meteorological Agency
	Aquaculture tank bottom	Innoshima	10 minutes	Measured value
		Hiroshima (*estimated from outdoor Illuminance)	1 hour	Japan Meteorological Agency
Day length	Photoperiod	Innoshima	1 day	National Astronomical Observatory
	Daylight hours	Ikuchijima	1 day	Japan Meteorological Agency



Fig.2 Aquaculture tank

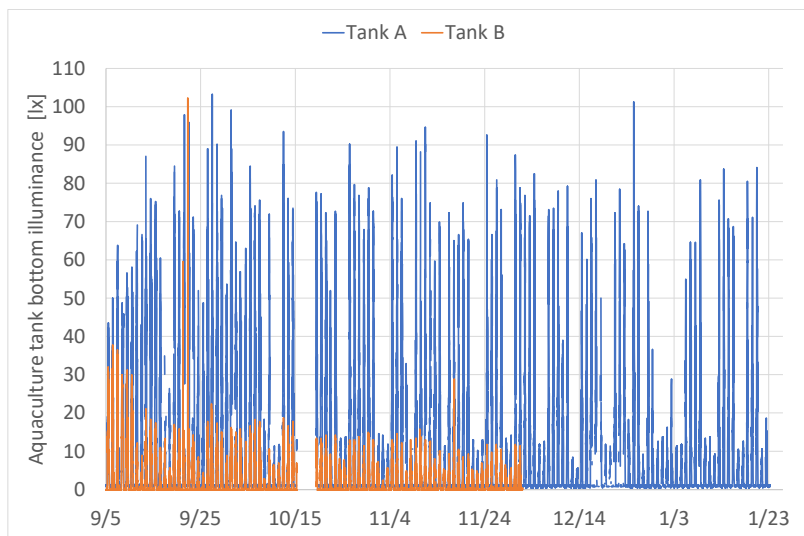


Fig. 3 Underwater illuminance in aquaculture tank

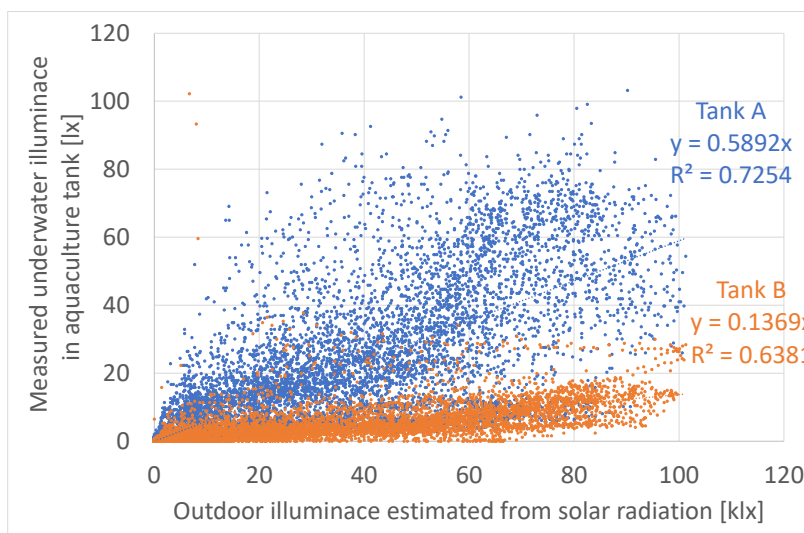


Fig. 4 Relationship between outdoor illuminance and underwater illuminance

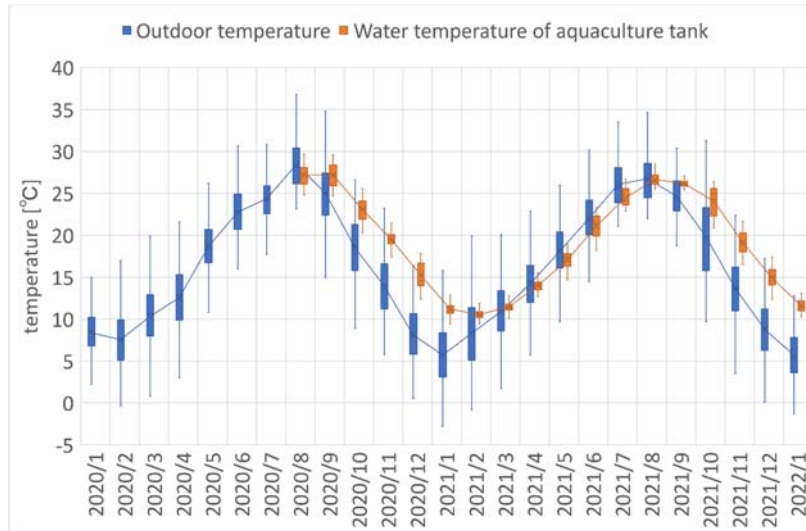


Fig. 5 Monthly change in temperature

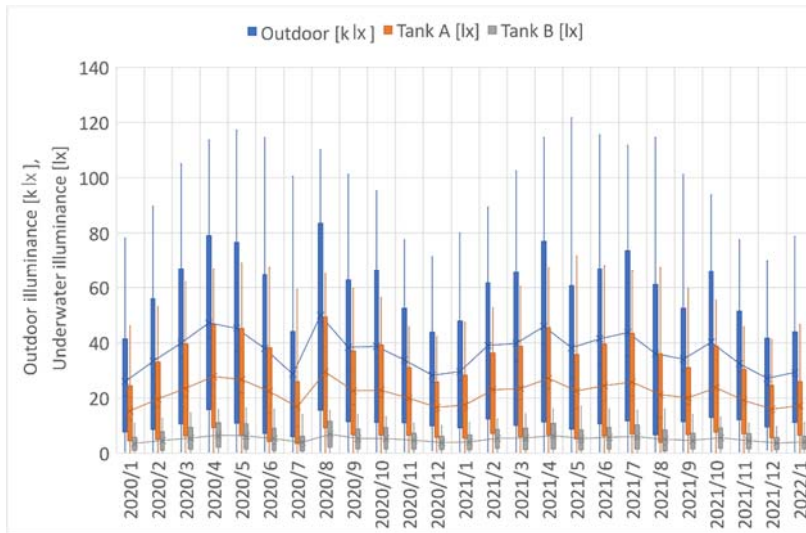


Fig. 6 Monthly change in illuminance

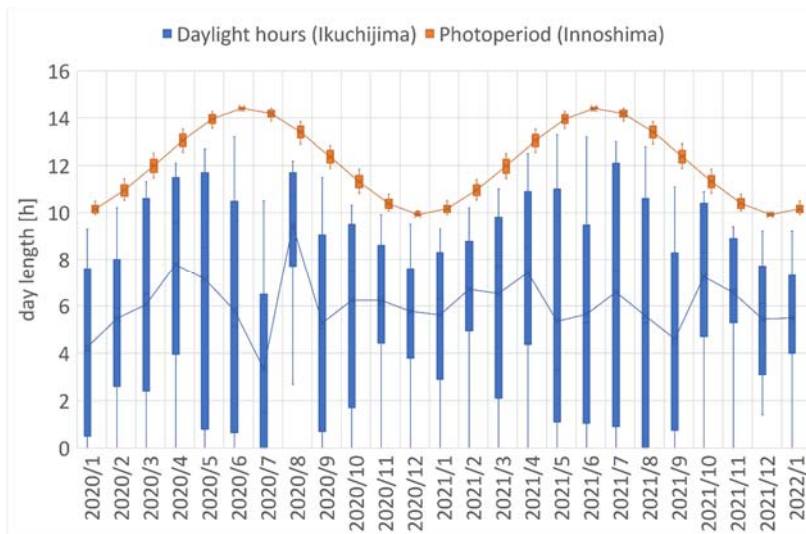


Fig. 7 Monthly change in day length

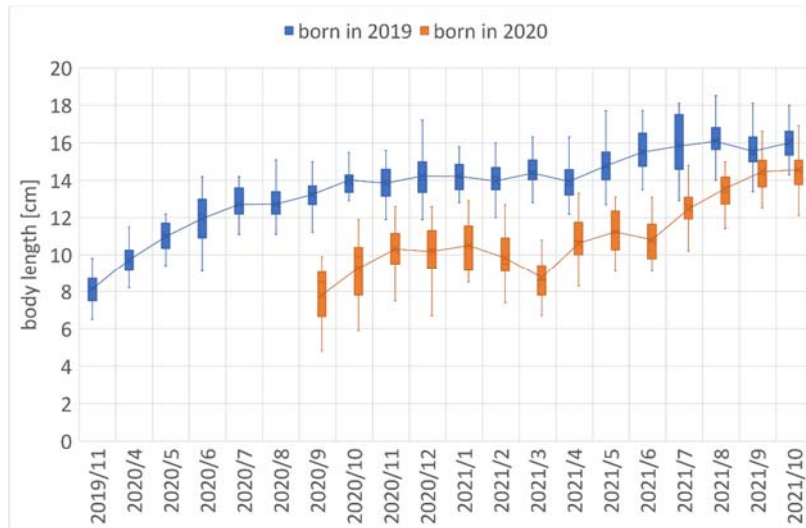


Fig. 8 Monthly change in body length

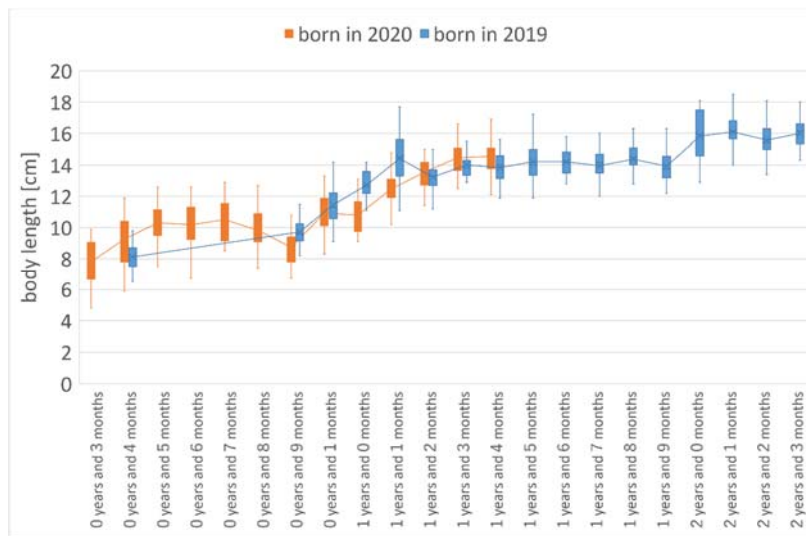


Fig. 9 Age-related growth

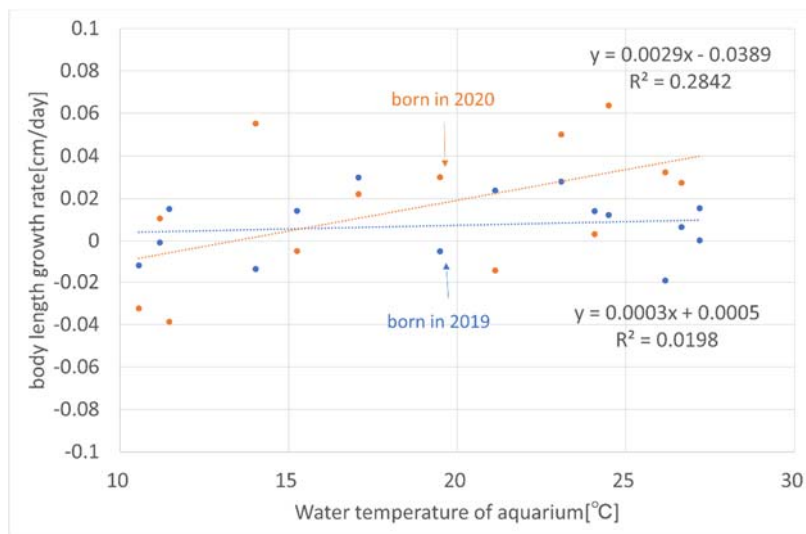


Fig. 10 Relationship between growth rate and water temperature

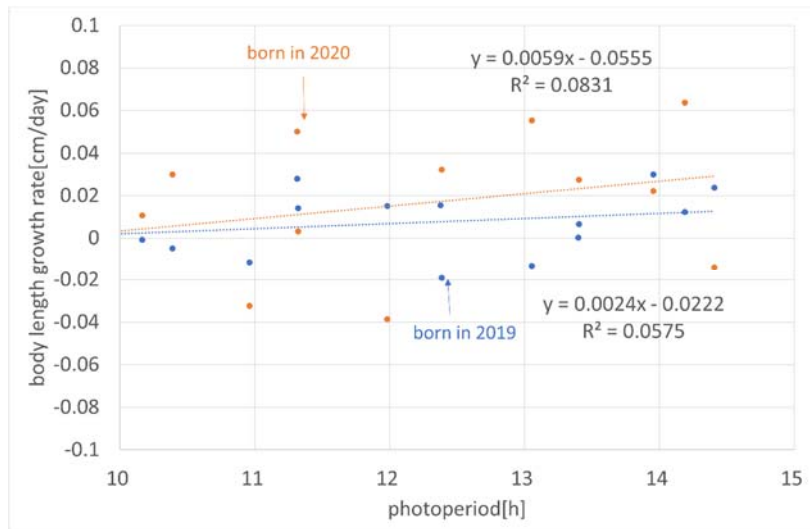


Fig. 11 Relationship between growth rate and photoperiod

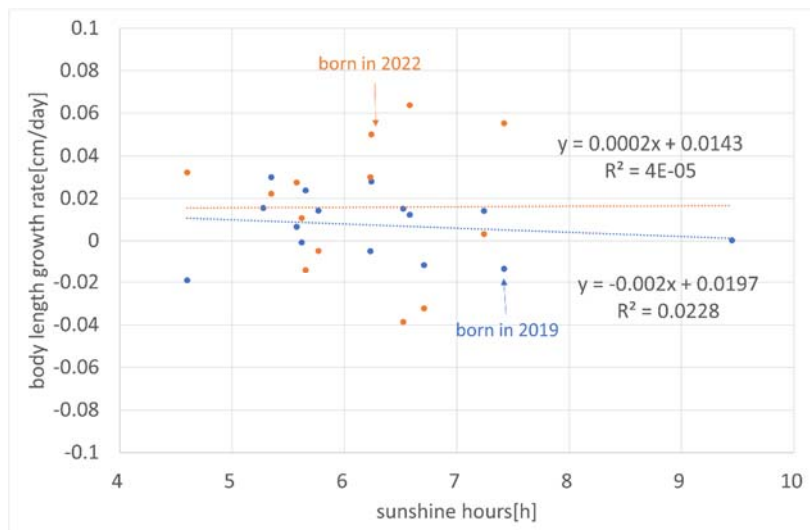


Fig. 12 Relationship between growth rate and sunshine hours

次のことが明らかになった。

- 1) R2 生まれ (水槽 B) の方が、R1 生まれ (水槽 A) よりも成長が早い傾向が見られた。これは、R2 生まれ (水槽 B) の方が、R1 生まれ (水槽 A) よりも低照度環境であったことが影響したと推測される。要因の一つとして明環境による摂餌活性の向上が考えられた。
- 2) 成長速度と水温・光周期・日照時間の関係を調べた結果、成長速度への影響 (寄与) が大きい順番は、水温・光周期・日照時間であった。

謝辞 シロギス成長データのご提供ならびに養殖水槽の実測調査にあたり、本学海洋生物学科の有瀧真人教授をはじめ沿岸資源培養学研究室の方々にご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

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 ～マイク対アレイを用いた音源分布像生成～

工学部 スマートシステム学科

仲嶋

教授

Hajime Nakajima

博士(工学)

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



研究概要

■ 研究の背景

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。本システムは音場制限スピーカにより対象者の耳の周辺の限定された空間に音響場を生成してシステムまたは看護師とのコミュニケーションを成立させる対話系と、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対象者の発生音を抽出する音源特定マイクロホンシステムからの情報を用いて対象者の状態を推定する認識系に大別される。認識系では、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、音声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、喘息発作等のスイッチ・ボタン等での発呼の無い対象者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。

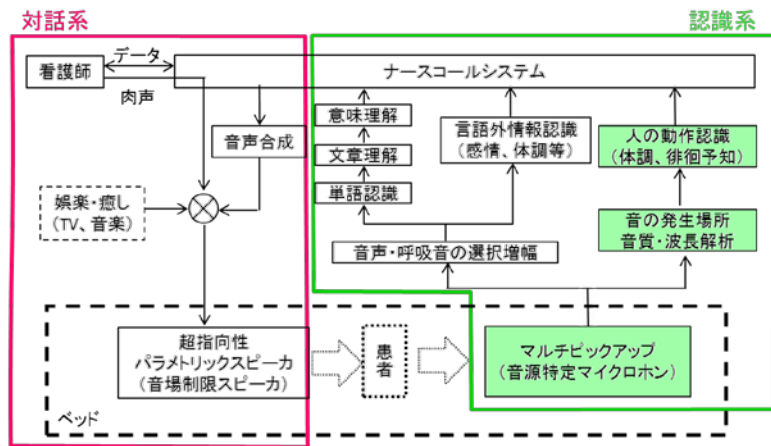


図1 システムの基本構成図

■ 研究内容

対象者の発する行動音では擦過音が多くを占めるが、ランダムなインパルス列で近似できるものであり、マイク間の距離が離れるとその相関強度が不安定となりゴースト像を発生させるという問題があった⁽¹⁾。

このため、図2に示すようにヘッドおよびフットボード上に、近接したマイク対を単位とした複数のマイク対の配列を構成した。ベッド内の位置をメッシュで表現し、各々のメッシュ点につ

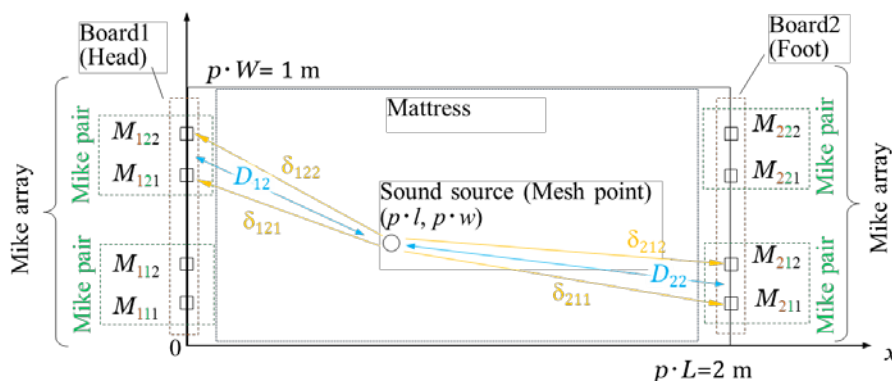


図2 マイク及び音源の配置

いて、その点が音源であるとして各マイクまでの伝搬時間で各マイクの音波信号補正した上でマイク対間の相関演算を行う。伝搬信号の補正としては、アレイマニホールド行列の逆行列を乗じると音源が再現できるはずであるが、これは真の音源の位置のみであり、異なる位置で逆補正となる。このため先行研究では振幅補正を行っておらず⁽²⁾、マイクからの遠近方向の音源位置特定能力が低下する。

これを補うため、音波信号強度を用いる方法を提案した。球面に伝搬する音波振幅は伝搬距離の逆数に比例して減衰する。この関係を利用し、二つのマイク対の音波強度比と比較し、比率が同じであれば尤もらしいとして1を、差異に対応して式(2)に示す補正値 ξ を乗じた。ここで、 R_{bp} はベッドボード b 側のマイク対 p での遅延和の RMS 値である。対向するヘッドボードのマイク対は、最も差異が大きくなるよう、対象とするマイク対の対角のマイク対を選択するようにした。これを \bar{p} で表しており、また、 D_{p1} 、 D_{p2} は各マイク対の中心とメッシュ点とのモデル上での距離である。

本演算で得られる音源強度は実際の音波の放射エネルギーを表したものではないが、音源の特定・追跡に正確なエネルギーは必要ではなく音源としての確からしさが得られればよいので、本音源強度で問題ないと考えている。

$$\xi_{bp} = \sqrt{\frac{2}{\left(1 - \frac{R_{bp} D_{np}}{R_{\bar{b}\bar{p}} D_{\bar{n}\bar{p}}}\right)^2 + \left(1 - \frac{R_{\bar{b}\bar{p}} D_{\bar{b}\bar{p}}}{R_{bp} D_{bp}}\right)^2}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$R_{bp} = \text{RMS} \left(S_{np1}(t - \delta_{np1}) + S(t - \delta_{np2}) \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

■ 成果

図3に音源像データ取得のための実験系の写真を示す。音源像はベッドマットレス面の分布であるので、上部よりマット全体が撮像できるようにモニタカメラを設置している。本実験では床にマットレスを敷き、両サイドにアルミフレームを設置してマイクをアレイ配置した。マイクアレイの間隔は2 mであり、マットレスからのマイク高さは約0.4 mである。マイクにはエレクトレットコンデンサーマイクロホン(Primo EM172, S/N:80dB, Sensitivity:-28dB±3dB at 1 kHz, φ10mm)を用いた。小型で低雑音であり、ベッドのボードに配置するのに適している。マイク出力は超低雑音オペアンプ(LT1115, Voltage Noise: 1.2 nV/√Hz at 1 kHz)によりゲイン約413倍、低域カットオフ約100 Hz、高域カットオフ約25 kHzにて帯域濾波した後に16 bit/±10 Vでデジタル変換(National Instruments USB-6003)してPCに取り込み、MATLABにてデータ処理を行った。

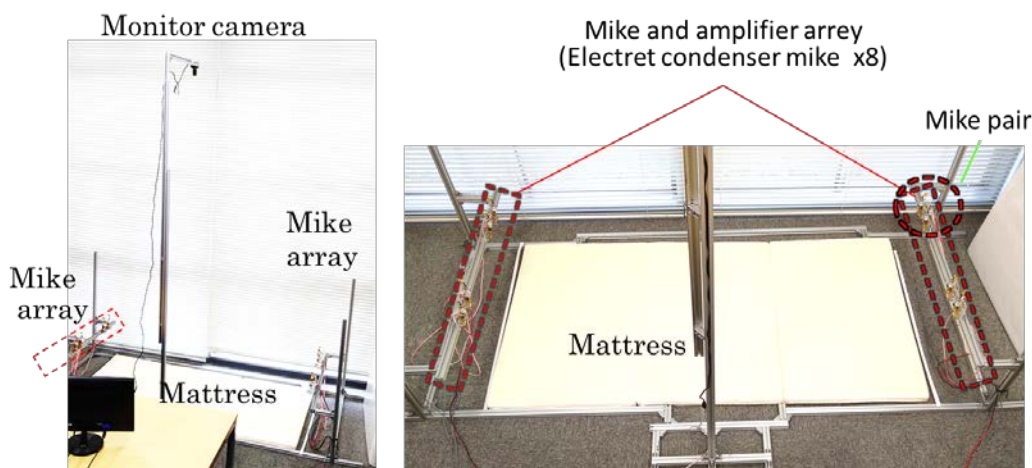


図3 音源像データ取得実験系

図4に音源像の生成を示す。図の左側を頭側としてマットレスに横臥し、図の右側に位置する足をマット上を滑らせて発生させた擦過音を取得して処理している。表の左列が隣接するマイク対による相関強度分布の演算結果で、図2で示したマイク配置に対応して上より MikePair11, 12, 21, 22 の相関強度の分布を掲載している。マイク対での相関値のため、到来方位について強弱が現れ

るが、マイク対からの距離についての情報は得られていない。従来手法ではこの相関を足し合わせ到来方位の一致箇所が音源位置と推定する。本研究による強度による距離補正が中列の補正であり、MikePair11ではMikePair22、MikePair12ではMikePair21との間で、強度による補正を行っている。このため、対応する対で同じ分布が得られている。図の左側で補正係数が大きくなっており、音源位置に対応した補正値が得られているのが分かる。この補正値を相関強度分布に掛け合わせたものが、右列の補正付き相関であり、左列の相関だけのものに対して、長手方向のマイク対からの距離に対しての情報が付加されている。補正付き相関を足し合わせて、モニタカメラからの画像に重ねたものが、右の音源像であり、足の位置で音源像のピークが来ており、擦過音に対して明確に音源位置を特定できているのが分かる。

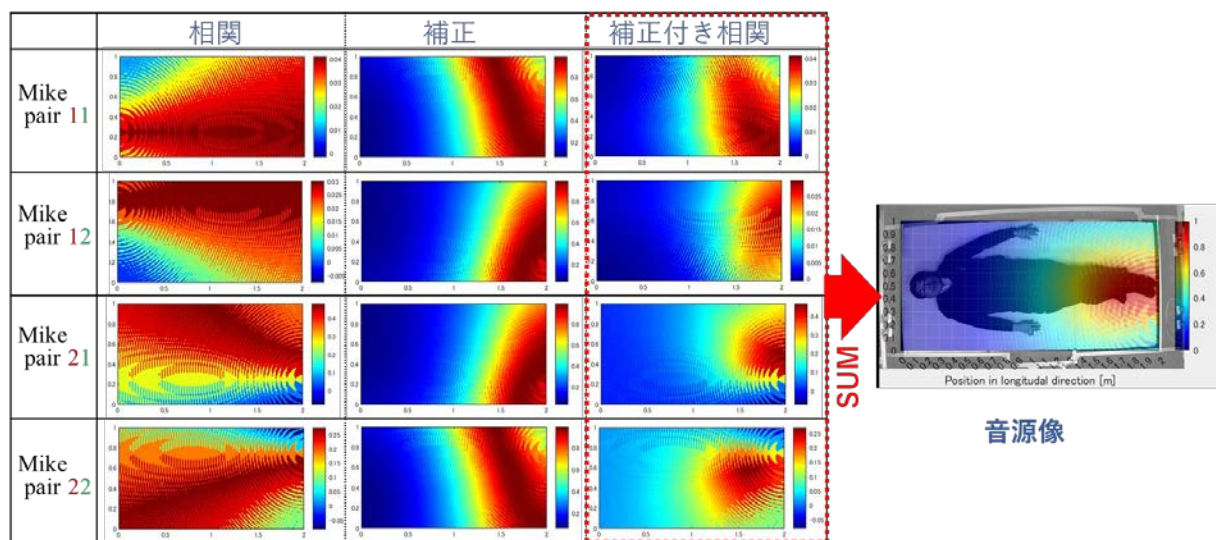


図4 音源像の生成例

■今後の展開

今後、このシステムを用いてベッド内が発生音のデータ収集を来ない、深層学習による行動推定に関する検証を行っていく予定である。

■参考文献

- (1) 仲嶋一：「音によるベッド内行動認識のための音源像の生成」，電気学会計測研究会，IM-20-005，(2020)
- (2) 永田仁史，安倍正人，城戸健一：「多数センサによる音源位置の推定」，日本音響学会誌，Vol.46，pp.531-540，(1990)

マルチホップ型センサネットワークを用いたデータ収集システムに関する研究

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

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

研究概要

■ **研究の背景** 毎年豪雨による、水害や土砂災害が発生している。気象庁では、局地モデルや降水ナウキャストを用いて豪雨予測を行うが、数十分の短時間で急速に発達し、狭い範囲に豪雨が発生するため、降り始めの時間、場所や降水強度を詳細に予測することが困難である。そこで、例えば雨音などの俯瞰的な情報から局所的な状態を推定することができないかと考えている。その端緒として局所多点の情報を取得する無線センサネットワークシステムの構築を試みている。

■ 研究内容

【メッシュ型センサネットワークの構築】

本システムは、山間部等の障害物の多い領域にセンサノードを配置し、データ欠損を極めて少なく長期間測定する必要があるため、メッシュ型ネットワークを採用している。メッシュ型は、自動経路制御とマルチホップの2つの特徴を有する。自動経路制御は、ある経路で通信障害が発生しても別の経路に切り替えて通信を行うことである。マルチホップは、通信端末自体が中継器としての機能を持つことで、直接電波が届かない場所にある通信端末と中継器を介して通信を行うことである。

本センサネットワークの無線通信端末には Zigbee 規格の Digi XBee®3 Zigbee3.0(XBee®)を用いた。Zigbee 規格は PAN と呼ばれる無線通信規格の一つで、低データレート、低電力消費、近距離伝送が特徴としてあげられる。無線通信規格には様々な種類があるが、Zigbee 規格は接続台数が多く低コスト、マルチホップ機能等の利点がある。また Zigbee 規格の特徴はメッシュ型と呼ばれるネットワークトポロジー、AES-128 と呼ばれる暗号方式を採用していることである。通信距離は短い、マルチホップ機能を用いることでより広い範囲を測定可能である。そのため Zigbee 規格を用いることで、低電力消費で、通信障害に強く暗号化されたセキュアな通信が可能となる。

本研究では、Fig.1 に示すようなセンサ群（マイク、GPS、温度、湿度、UVA、UVB、9軸センサ）と、マイクロコントローラ（mbed）を搭載した実験用のセンサ端末（ノード）ボードを9台製作した。

【ネットワークを介した計測ソフトウェアの更新】

遠隔のネットワーク計測に於いては、各センサ端末（ノード）が置かれた環境条件に合わせて、端末ごとに計測プログラムの仕様の変更が必要となることが予想される。そこで、このネットワークはIoT 端末のソフトウェアの更新も可能としている。

本システムの核として用いるマイクロコントローラ mbed LPC 1768 は、DAPLink と呼ばれる機能を有している。この機能により、mbed 内で機能させるソフトウェアをオブジェクトファイル化して LPC1768 のフラッシュメモリ内に転送することでソフトウェアの更新が可能となる。このオブジェクトファイルの転送を Zigbee プロトコルに則って行えば、遠隔での mbed の機能の更新が可能になる。

但し、Zigbee 規格は低データレートであるため、ホスト側は送信したいオブジェクトファイルを Zigbee プロトコルで送受信できるパケットの規模まで分割して送信し、エンドデバイス側は受け取ったパケットをまとめて元のファイルに復元させ、その後 mbed が自身にリセット信号を送ることでソフトウェアを自身に実装する。

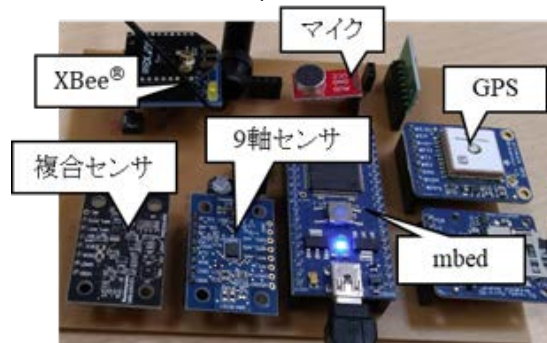


Fig. 1 実験に用いたセンサノード

■ 成 果

【メッシュ型センサネットワークの構築】

製作したセンサ端末（ノード）ボードの内、6台を工学部棟内に設置し、継続的にデータを収集し、データベースに保持するとともにブラウザで表示している。Figure 2 に Digi International が提供する評価環境である、X-CTU を用いてネットワークの可視化したメッシュ型ネットワークを示す。丸のついていない端末はセンサボードであり、設置場所は、4台は親機から30m以内の直接通信可能な場所、識別番号がE2のセンサボードを親機までに1ホップ（経由する中継器が1台）の場所、識別番号がBEのセンサボードは親機から障害物等で直接通信不可能な場所であつ親機までに2ホップの場所である。

センサボードから親機に向けて5台は10秒間隔、1台は3秒間隔と異なる間隔で測定データを送信する。親機は、センサボードから送られてきたデータをRaspberry Pi3に向けて送信し、Raspberry Pi3は、受け取ったデータを加工して自身の中に構築したデータベースにアップロードして蓄積する。

Figure 3は2022年1月15日21時（JST）前後の気圧センサのデータを抽出したものである。時間分解能30秒の連続測定により、2022年1月15日にフンガ・トンガの巨大噴火で発生した気圧変化（空振）が、同日20時47分（JST）に福山大学に到達したことを「食」にあるセンサも含めて記録していた。

【ネットワークを介した計測ソフトウェアの更新】

障害物によって見通しの利かない状況において、マルチホップ機能を用いたソフトウェアの転送の確認実験を行った。X-CTUを介してメッシュ型ネットワークが構成されていること、親機と転送先が1hopであることの確認を行い、XBee®のIDの下2桁をセンサボードの識別番号とした。緑丸の識別番号が81の端末はホストコンピュータとシリアル接続、橙丸の識別番号4Aの端末はセンサネットワークの親機であり、Raspberry Pi3とシリアル接続している。次に、気圧の測定値に補正値を加える機能を持たせた更新プログラムを作成し、前述の方法でXBee®を介して親機から1hopのセンサボードに向けて送信し、mbed内のソフトウェアの更新を試み、Fig.4に示す様に、ソフトウェア更新を受けた「食」の位置にある端末の指示値だけが変化しておりメッシュネットワークを介したソフトウェア更新も可能であることが認められた。

特許・論文等

[1]R.Hayashi, T.Yamanoue, N.Kagawa, Proc. of SICE Annual Conf. 2021, pp.977-978(Sep.2021), [2]林良成, 香川直己, 第23回IEEE広島支部学生シンポジウム論文集, pp.114-116 (Nov.2021), [3]香川直己, 高橋蓮, 林良成, 福山大学工学部紀要, Vol.45, pp.7-12 (Feb.2022)

研究室等ホームページ

■ <https://www.fukuyama-u.ac.jp/eng/smart-system/kagawa-naoki/>
 ※福山大学ブランド研究プロジェクト「瀬戸内の里山・里海学」関連研究

香川直己 里山・里海

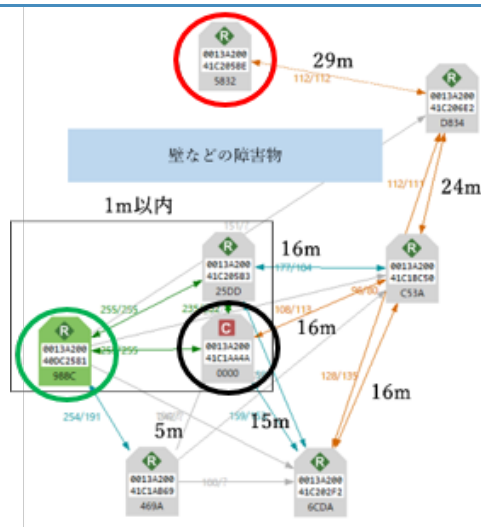


Fig. 2 実験用ネットワーク構成図



Fig. 3 2022年1月15日の空振の記録

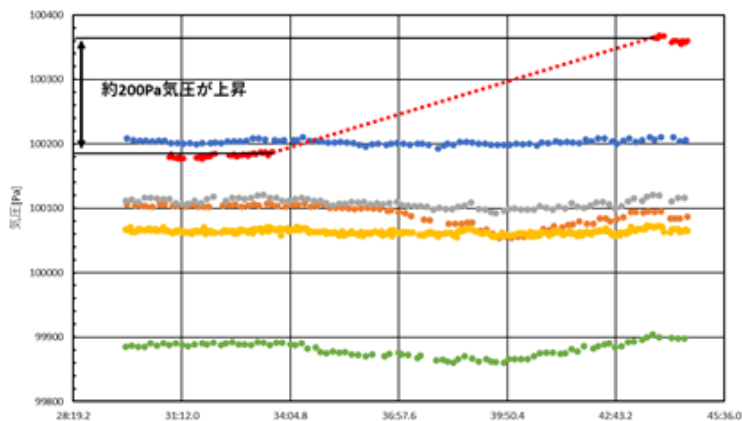


Fig. 4 「食」にある端末の処理プログラムを更新した結果



降雨量推定を目的としたひずみゲージを用いた雨滴の運動エネルギー測定を試み

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

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

研究概要

■**研究の背景と目的** 近年，線状降水帯に起因する局所短時間の集中豪雨による災害が頻繁に発生している。そこで，我々は遠方からの音情報で災害が発生する程の局所的豪雨を早期に検出することを考えている。ただし，その前段階として，現場の音と遠方の音の関係，さらには，降雨強度と現場の音の関係など，明らかにしなければならぬ因果関係が多く存在する。

そこで，まず，降雨強度と現地の音の関係を明らかにすることから始めている。さらに一か所ではなく，センサネットワークを用いて複数の地点で降雨強度と音を同時継続的に観測することにより，両者の相関関係，さらに，遠方の音との相関関係も明らかになると期待している。

降雨強度と音の関係に関する先行研究として，金属面上で発する雨音の強度と雨滴の粒径が比例の関係であること，および，雨滴の終端速度と雨滴粒径に関係があることを明らかにし，この雨滴粒径を用いて降雨強度を推定することが可能であることを示したものがある。この研究は，音のエネルギーと雨滴粒径の関係より雨滴個数を推定し，さらに，それを用いて降雨強度を推定している。しかしながら，この場合，雨滴の音エネルギーは雨滴が衝突する物質に依存すると推定される。

ここでは，現地に設置するセンサノードに搭載し降雨量を推定することを目的とした，ひずみゲージを用いた雨滴の運動エネルギーの計測センサを試作したので報告する。

■**センサの基本原則と構造** ひずみゲージを弾性体と捉えれば，そこに弾性エネルギーを蓄える事ができるため，ひずみゲージに雨滴が衝突した際に，雨滴の持つ運動エネルギーの一部がひずみゲージに弾性エネルギーとして蓄えられる。そこで，水滴がひずみゲージに衝突した際に示す抵抗値の変化を捉え，そこから，ひずみゲージの弾性エネルギーを求め，さらに雨滴の持つ運動エネルギーを導出することを基本原則とする。

試作した降雨センサはロードセルの原理を応用して，4枚のひずみゲージとブリッジ回路で構成した。同一特性の4枚のひずみゲージでブリッジ回路を組み，3枚のひずみゲージは歪まないように基板上に固定し，残りの1枚のひずみゲージを検出端として雨滴が当たるようにした。検出端のひずみゲージに雨滴が衝突した際のブリッジ電流を検出する。製作したセンサの構造を Fig.1 に示す。ひずみゲージの実装は，回路パターンを切削により作成した両面電子回路基板上に表面実装で行っている。

ブリッジ電流は AD コンバータ付きの検出アンプ (HX711) によりデジタル信号として出力される。HX711 の制御およびデータ取得はマイクロコントローラ (Arduino nano) を介してシリアル接続されたホストコンピュータ (PC) で行われる。

検出端のひずみゲージは曲げに対する感度が高く，かつ，確実に元の位置への復元が行われるように突出の長さを決定している。また，検出端のひずみゲージに水滴が留まらないように，撥水性の良い素材のフィルムをゲージの先端に貼り付け，更にその先端を尖らせた。雨滴はこのフィルムに衝突させる。

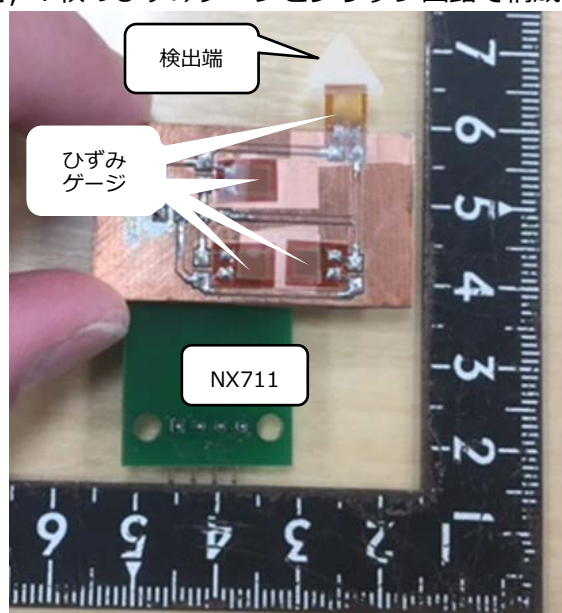


Fig. 1 ひずみゲージを用いた試作センサ

■**センサの基本特性** 雨滴が衝突した際にひずみゲージに蓄えられる弾性エネルギーを推定するためには、使用するひずみゲージのばね定数を把握する必要がある。そこで光学機器で用いられるマイクロメータヘッドと精密天秤ばかりを用いて、センサに用いるひずみゲージのばね定数を推定した。精密天秤ばかりの上皿上にステージを設け、そのステージ面とマイクロメータヘッドに検出端の先端部を挟み、マイクロメータヘッドで徐々に押し込み、マイクロメータヘッドの押し込み量と、精密ばかりの指示値を記録した。併せてひずみゲージの抵抗値も測定し、無理なく曲げがかかっていることを確認しながら押し込みを進めた。Fig.2 に押し込み量に対する精密天秤ばかりの指示値とひずみゲージの抵抗値の関係を示す。抵抗値は直線的に変化しており、無理なく曲げがかかっていると推定される。精密天秤ばかりの指示値も概ね直線的である。このグラフの傾きから測定対象のひずみゲージのばね定数は、約16[N/m]と推定される。次に、検出アンプ(HX711)の特性を評価した結果、マイクロメータヘッドの押し込みに対して検出アンプ(HX711)は、指示値に至るまで線形特性があることが明らかになった。

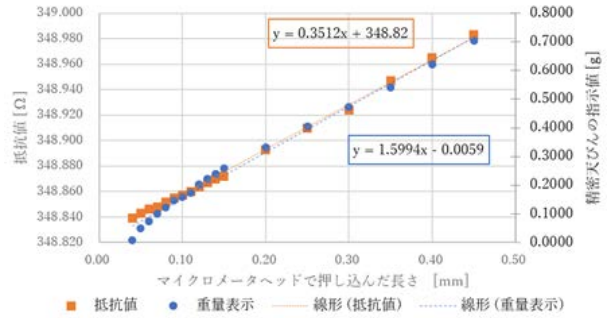


Fig.2 使用したひずみゲージの曲げと荷重の関係（丸印、右軸）と、曲げと電気抵抗の関係（四角印、左軸）。

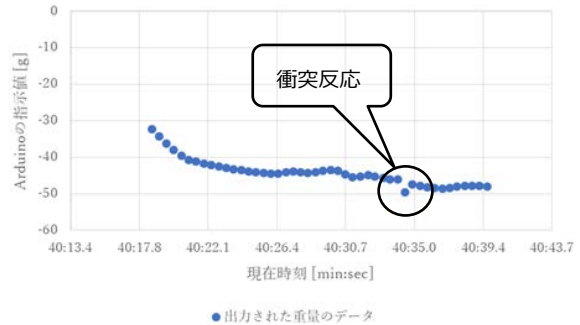


Fig.3 一滴の水 droplet の衝突によるセンサの反応

■**落下水滴の運動エネルギーの推定** センサの静特性が明らかになったことを受けて、落下する水滴の運動エネルギーの推定実験を行った。実験は、320mmの高さからスポイトを使って水滴を落下させ、それを当該センサの検出端に衝突させた。衝突時のAD変換値の変化分から曲げ（押し下げ）の量を推定し、さらに、Fig.2の結果より求めたバネ係数を用いて、水滴衝突時の弾性エネルギーを算出した。また、検証のために落下中の水滴の位置と速度から運動エネルギーを推定した。

Fig.3に測定結果の一例を示す。横軸の時刻はデータファイルのタイムスタンプとなっている。この図の場合は、40分34秒でわずかな反応が現れている。同時に撮影した画像のタイムスタンプからこの時刻に水滴が検出端に衝突したと推定した。この測定を複数回実施し、変動量の平均値から弾性エネルギーを推定した結果、 $5.40E-9[J]$ となった。一方、画像解析から推定される速度から推定した運動エネルギーは $1.10E-4[J]$ となり、運動エネルギーが全て弾性エネルギーに変換されたとした場合、極めて大きな差を生じている。これは、HX711のAD変換において、ひずみゲージからの出力信号の時間変化に対してアンダーサンプリングしているためであるといえる。そこで、試験的にサンプリングレートが1kHzの計装アンプを用いて滴下試験を行ったところ、Fig.4に示すような減衰振動を記録できた。この結果を足掛かりとして、最適なサンプリングレート、計測法さらには雨滴のエネルギーの算出手法を追求する予定である。

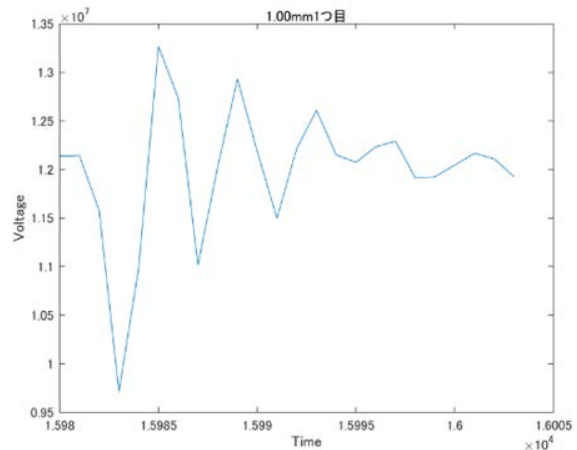


Fig.4 サンプリングレートを1kHzで取得した滴下水滴のひずみゲージへの衝突信号の一例

特許・論文等

[1] 高橋蓮, 林良成, 香川直己, 森田翔太, 山之上卓, 金子邦彦, 第29回SICE中国支部学術講演会講演論文集, pp. 59-60, Nov.2020, [2]香川直己, 高橋蓮, 林良成, 福山大学工学部紀要, Vol.45, pp.7-12 (Feb.2022)

研究室等ホームページ

■ <https://www.fukuyama-u.ac.jp/eng/smart-system/kagawa-naoki/>
 ※福山大学ブランド研究プロジェクト「瀬戸内の里山・里海学」関連研究



香川直己



里山・里海

「地域遺産」としての旧街道と宿場町 —備後地域遺産研究会 2021 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：ひとまちくらし PJ 室 2（04204 号室））の 2021 年度活動報告である。2021 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」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。

2018～2020 年度は、『「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）と題する福山大学ブランディング推進事業予算を得て、地域協働で調査研究を行い、教育・研究・社会活動を展開した。研究最終年度である 2020 年度は、全 63 ページの成果報告書を提出した（2021 年 5 月）。福山大学研究ブランディング推進事業予算を得て、事例調査を通じて、これまで暫定規定してきた「地域遺産」を再定義した。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り、その保全・継承には、地域自らの遺したいという意味と、地域の自発・自律的な保全活動、またその継承を担保するための中核人物の存在するコミュニティが必要不可欠である。」事例調査から著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」の規定は現時点でも仮説であり、研究会の継続的な教育・研究・社会活動を通じて常に再構築し、地域遺産の保全と継承、そして活用資する理念構築（再構築）を行うことが大きな活動目的である。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、能舞台」、2018 年度は「沼隈半島～瀬戸内島嶼部」、2019 年度は「福山市西部地域」、2020 年度は「松永塩田と備後柿渋」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、2021 年度も継続して活動を行っている。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る。

2. 活動概要

2.1 地域遺産「発掘」を主題とした新たな展開

2020 年度までに一定の成果を得たので、その後数年間は、地域遺産の「発掘」が再び活動主題となる。2021 年度は、「旧街道と宿場町」をテーマとした地域横断・比較型の新たなテーマを見出し、地域協働で、下記(1)～(9)をテーマとした調査研究を展開している。研究成果発表やメディア掲載は、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) 旧街道宿場町の空間形成とその変容・転生・保全・継承 **(新規)**
- (8) 備後地域外での建築、集落、風習など地域遺産比較調査
- (9) その他、地域遺産に関する史資料収集と聞き取り



旧西国街道今津宿の現在の町並み

2.2 協働事業等

2018～2020年度は研究会活動に関連して計10件の協働事業契約を行った。2021年度は新たに、平野建築設計室（岡山県倉敷市）と1件の協働事業契約を行った。

3. 今後の展開

これまでの研究会の活動実績と成果も認められ、2020年度からは、JSPS 科研費基盤研究(C)「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、(研究代表：佐藤圭一、2020～2024年度)に取り組んでいる。この長期の基礎研究費も活かして、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・社会活動を展開したい。

2016～2020年度までの5年間は「地から知へ、知を地へ」を研究ミッションに掲げてきたが、2021年度からは「<地から成る/力なる>建築」も加えて活動展開してきた。今後は、都市空間や建築などの「創造的再利用」をテーマに取り組みたい。2022年度も本学の研究ブランド事業「瀬戸内の里山・里海学」にも寄与できる成果をまとめたい。

メディア掲載・招待講演・学生学会発表等

■ 2021年度（一部2022年度）

- ・4/24 中国新聞「備後表織機の製造 記録 福山大の佐藤研究室 写真や動画撮影」
- ・4/22-25 備後三蔵中継ぎ表の製織実演 3 畳（福山大学 2 号館ホール）
- ・4/24 中国新聞「備後表織機の製造 記録 福山大の佐藤研究室 写真や動画撮影」
- ・5/14 2018～2020 年度福山大学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報告書「『地域遺産』の理念構築とその保全・継承に関する研究」
- ・7/8 中国新聞記事「イグサ収穫『生育は上々』」
- ・7/10 山陽新聞記事「備後表を次世代へ 継承会や学生ら イグサ刈り取り 福山」
- ・7/15 読売新聞記事「イ草刈り取り難しい 福山『備後表』継承目指す」
- ・8/15 商工ふくやま 2021 年 8 月号「備後畳表」（コロナ禍を乗り越え挑戦する）インタビューコメント掲載
- ・9/7（zoom 開催）日本建築学会大会（関東）デザイン発表会口頭発表，河田陽依菜（2020 年度大学院卒），佐藤圭一「備後中継ぎ表を活かした福山大学未来創造館茶室「育志菴」 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 10」
- ・9/13-20 オンデマンド発表 福山大学研究成果発表会「『地域遺産』の理念構築とその保全・継承に関する研究—松永塩田と備後柿渋を中心事例として—」
- ・10/12 中国新聞記事「『新生』備後表地元寺社に 継承会の支援で栽培 福山産イグサ使用 『仕上がり見事』と好評」
- ・10/24 第 4 回地域遺産フォーラム開催（ギャラリー蔵フォーラム、福山市松永町）「『地域遺産』を継ぐ —来山式手織り中継ぎ織機の製作と記録—」（当初からテーマ変更して実施）
- ・10/31 読売新聞記事「明王院本堂に『備後表』 福山のイ草使用 13 畳納める」
- ・10/31「備後ブルーフェス —初代藩主水野勝成の木綿から備後緋そしてデニムへ—」（主催：ひろしま文化振興財団）に出展（備後イグサ&備後柿渋）
- ・11/6-8 備後三蔵中継ぎ畳表の手縫い実演（蓮華寺、福山市今津町）
- ・11/19 読売新聞記事「『備後表』のイ草 植え付け」
- ・12/1 安全安心防災教育研究センター令和 2 年度活動報告書「『地域遺産』としての松永塩田と備後柿渋 —備後地域遺産研究会 2020 活動報告—, pp.37-38
- ・12/17 招待講演「備後表の現状と課題、そして建築実践へ」,日本建築学会建築計画委員会「日本建築和室の世界遺産的価値 WG」主催の研究会 zoom にて
- ・12/31 中国新聞記事「イグサ栽培回復の兆し」
- ・1/23（中止）招待講演「備後中継ぎ畳表の社会文化史 —ユネスコ無形文化遺産を超えて—」, 福寿会館（主催：福山城博物館）
- ・2/17 招待講演「備後畳表のトレーサビリティ実証実験」, 松永カントリークラブ（主催：松永ライオンズクラブ）
- ・3/15 中国新聞記事「『地域発！いいもの』に選定」
- ・3/15 読売新聞記事「備後表の継承 厚労省が評価」
- ・3/24 山陽新聞記事「『地域発！いいもの』に イグサ生産支援評価」
- ・4/1 経済レポート「備後表の保全と継承の取り組み」

非接触操作における状態遷移モデルの妥当性確認

－ 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 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

近年，新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) が流行しており，一般的には飛沫感染・接触感染により感染するとされている。多数の人が接触操作を行う ATM やエレベータなどでの接触感染対策として非接触操作が求められている。

そこで我々は非接触操作手法として Remote Touch Panel を利用する。しかし，Remote Touch Panel は非接触操作可能な仮想タッチパネルであり，現在は非接触タッチパネルを視認することができない。そのため，従来のタッチパネルの画面の状態遷移モデルではタップの深度がわからず画面に触れてしまう恐れがある。

■ 研究内容

本研究では非接触操作に適した新しい状態遷移モデルを提案し，状態遷移モデルが非接触操作を想定したボタン・ポインターのフィードバック設計に妥当か確認する。実験の結果，「追加情報なし」「奥行表現の追加情報有り」に比べて「状態遷移モデルの追加情報有り」の班が非接触操作を想定したボタン・ポインターの設計が可能になる参加者が増加し，非接触操作における状態遷移モデルの妥当性を確認した。

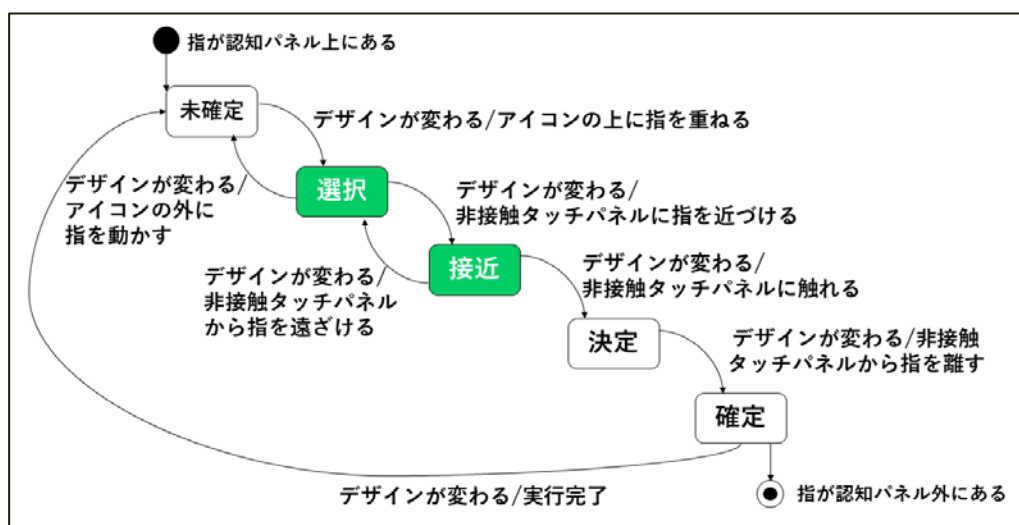


図 1 非接触操作の状態遷移モデル

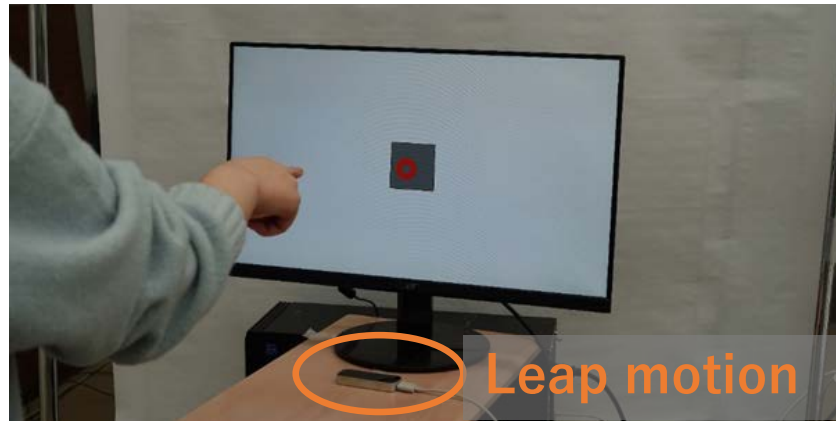


図2 非接触操作の実験風景

また、奥行に着目して形状変化や配色変化の設計を行ったポインター6種類のポインターの主観的評価を大学生7名に対して実施した。評価の結果、「指が表示パネルに近づくにつれて小さくなるポインター」と「指が表示パネルに近づくにつれてドーナツ型の形状が左回りに欠如していくポインター」が非接触操作におけるポインターの奥行表現に適していた。

■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（図書館での利用、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。

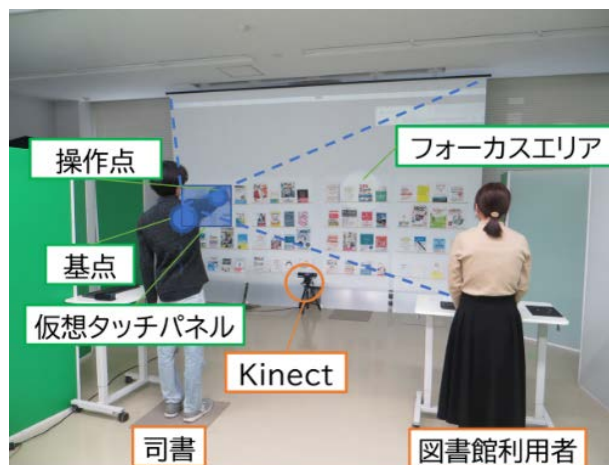


図4 図書館での本を案内するためにポインティングする様子

特許・論文等

■特許

- 特許第6472252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, 渡邊桃子, 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非接触タッチパネルへの光フィードバックの適用", 情報処理学会インタラクシオン 2021 論文集, Vol., No., pp.205-210, Mar. 2021.
- 正畑智徳, 武田祐樹, 中道上, 渡辺恵太, 山田俊哉, "図書案内のためのスポットライト型ポインティングシステム", 情報処理学会インタラクシオン 2021 論文集, Vol., No., pp.447-450, Mar. 2021. (プレミアムデモ発表に認定)
- 渡邊桃子, 正畑智徳, 武田祐樹, 渡辺恵太, 山田俊哉, 中道上, "非接触操作における状態遷移モデルの妥当性検証", The 23rd IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp.78-79, Nov. 2021. (HISS 優秀プレゼンテーション賞を受賞)

キーワード：行動解析，UX デザイン，サービスデザイン

サイバー空間における避難誘導アプリによる 避難時間短縮の分析 - 避難行動分析と誘導支援 -

工学部 情報工学科

中道 上 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

日本は自然災害が多い国であるため、地震や台風による大雨や土砂崩れ、洪水などが頻繁に発生している。屋内施設で崩落や火災などが発生した場合、発生個所を把握できなければ二次災害に巻き込まれてしまう可能性があります。そのため、防災 ICT として Bluetooth Beacon を活用したスマートフォンへの避難誘導通知による誘導効果が検証されている。屋内において二次災害を避けて避難誘導するために、Beacon を用いて防火扉のように設定できる仮想的な壁「Virtual Wall」を提案する。その避難誘導効果について、フィジカル空間とサイバー空間において避難実験を実施し、提案する避難誘導アプリ Virtual Wall によって避難時間の短縮につながることを明らかにしました。

■ 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]。また、平成 26 年 8 月豪雨や平成 30 年 7 月豪雨において、広島県では土砂崩れや浸水による被害が相次いでいる状況にあります。

■ 研究内容 Virtual Wall

本研究では大学やショッピングモールなどの大型施設に Beacon がすでに整備されている環境を想定している。例えば屋内の照明部分に「LED Beacon」が整備されており、位置情報などをスマートフォンに通知可能な環境が構築されている環境である。

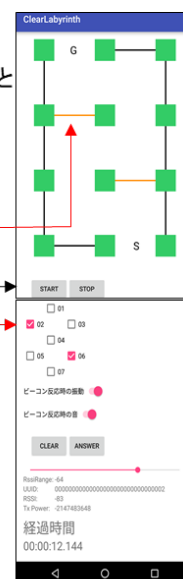
避難誘導アプリの中で表示される仮想的な壁を Virtual Wall と呼ぶ。Virtual Wall は物理的な壁と異なり実験環境上で実体を直接確認することができない。

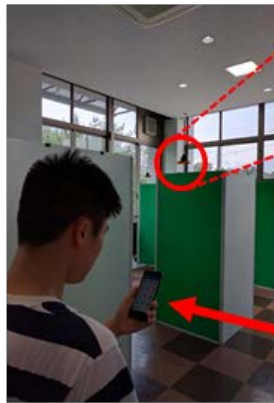
スマートフォン上のマップ画面を図に示す。避難誘導アプリの柱 (緑色) の間を塞いでいる線 (オレンジ色) が Virtual Wall である。本システムは指定した地点で避難者のスマートフォンが Beacon に反応し、Virtual Wall を通知・表示するよう設定が可能である。これにより、立ち入り禁止エリアを避難者に通知し発生直後の避難誘導を可能とする。

Virtual Wallに見立てたBeaconに近づくと携帯端末が反応し、音+振動で避難者に通知し、アプリ画面上に Virtual Wallが表示される。

START, STOPのボタンで避難時間を計測することができる。

Virtual Wallの位置をチェックマークを付けることで設定する。





フィジカル空間の実験環境



Beaconセンサー

極低消費電力の近距離無線通信規格「Bluetooth Low Energy (BLE)」を利用している位置特定技術



フィジカル空間の環境を再現

サイバー空間の実験環境

サイバー空間における注視点の計測結果	避難の平均時間 [s]	注視点	
		移動距離 [px]	移動速度 [px/s]
A) 物理的な壁	25.183	57566	2347
B) VW (通知+表示有)	18.075	39166	2263
C) VW (通知+表示済)	21.389	54567	2346
D) VW (表示済)	16.599	45125	2762

サイバー空間では、Virtual Wall での避難誘導が物理的な壁より早い結果となり、Virtual Wall による避難誘導は避難時間の短縮に有効だと考えられる。注視点移動の速度は D) V-Wall App (Virtual Wall 表示済+音通知 OFF) が最も速い結果となった。その要因として D パターンは最初から画面上に全ての情報が反映されているので、参加者は瞬時に実験環境の状況を把握できたと考えられる。

避難誘導実験の結果、サイバー空間では避難誘導アプリ上に仮想的な壁の役割を持つ Virtual Wall を表示することによって避難時間が短縮可能であることが明らかとなった。

今後は、フィジカル空間では、Beacon の設定位置や個数を調整して通信精度の向上を図る。またサイバー空間では、実験順序の改善や操作方法の見直しを行うことで、Virtual Wall の避難誘導効果について分析を進めていく。

■ その他の応用例

本研究は、Beacon などの活用したセンサーネットワーク環境の整備研究の一部として進められています。今回は、おもに仮想的な壁 Virtual Wall によってち入り禁止エリアを分かり易く避難者に通知できるかについて検討した。避難誘導を認知しやすいインターフェースの開発について紹介しましたが、その他にも下記のような避難誘導に関する研究もおこなっています。

- 評価者と参加者がペアとなって行動解析をおこなうペアテスト
- 3 方向分岐路の内、1 方向が通行禁止になった場合を想定し、円滑な避難を実現できるよう、携帯端末に「方向指示」と「禁止提示」を表示するインターフェースを検討
- VR 避難訓練に向けた現実空間と仮想空間 (VR 環境) における避難行動の差異の分析

特許・論文等

■ 論文

- 山上誠人, 黒木春樹, 部谷泰生, 中園龍次, 池岡宏, 中道上, "仮想空間における Virtual Wall の誘導効果の検証", 電子情報通信学会 2020 年総合大会情報・システムソサイエティ特別企画学生ポスターセッション予稿集, No.ISS-SP-056, pp.214, Mar. 2020.
- 山上誠人, 黒木春樹, 部谷泰生, 中園龍次, 池岡宏, 中道上, "避難誘導アプリ Virtual Wall による避難誘導実験", The 22nd IEEE Hiroshima Section Student Symposium, Vol., No., pp.123-126, Nov. 2020. (HISS 優秀プレゼンテーション賞を受賞)
- 山上誠人, 黒木春樹, 池岡宏, 中道上, "サイバー空間における避難誘導アプリによる避難時間短縮の分析", 情報処理学会インタラクシオン 2022 論文集, pp.693-696, Feb. 2022.

キーワード：道路交通，安全性評価，事故要因分析，運転支援

幹線道路渋滞時における生活道路の ETC2.0 による 交通量分析と事故多発交差点の安全対策

工学部 機械システム工学科

関根康史

准教授 Yasufumi Sekine

博士 (工学)

専門分野：自動車の安全，道路交通の安全，高齢化社会，など

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



研究概要 (注1)

国道 2 号と県道 244 号が交差する「明神町交差点」(図 1 の⑧地点)は、朝夕の通勤時間帯に 200m を超える長さの渋滞が発生する交差点である。本研究では、国道 2 号に並行する生活道路の経路(図 1 の経路 C→D→E→F)について、ETC2.0 データを用いた交通量の分析を行い、「明神町交差点」の渋滞状況と生活道路の交通量の増減に関連性があることを明らかにすると共に、GIS 情報 (Geographic Information System : 地理情報システム) を活用し、「事故の詳細情報」を地図上の事故多発地点と連結させることによって、事故の発生要因を明らかにし、具体的な安全対策 (案) を導いた。



図 1 本研究での調査対象

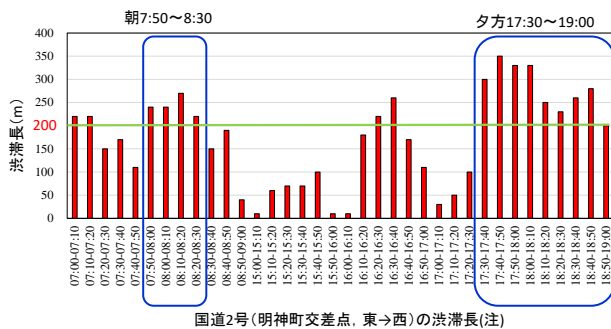


図 2 国道 2 号⑧地点の渋滞長(東→西方向)

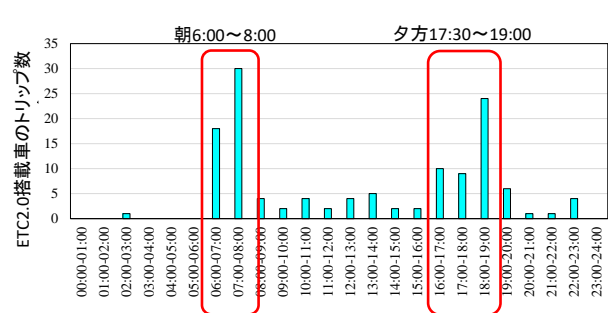


図 3 生活道路(経路 C→D→E→F)の交通量

図 2 および図 3 から、国道 2 号 (東→西) の渋滞が、並行する生活道路<経路 C→D→E→F>の自動車通行量に影響を及ぼしていることが窺える。狭い生活道路を多くの自動車が走行することで、その安全性は低下する。図 4 に示したように、生活道路の<経路 C→D→E→F>では、交通事故が多く発生している。

そこで、生活道路の安全性を確保するため、GIS 情報を利用し、「事故の詳細情報」を地図上に連結させることによって<経路 C→D→E→F>で発生する事故の要因分析を行った。

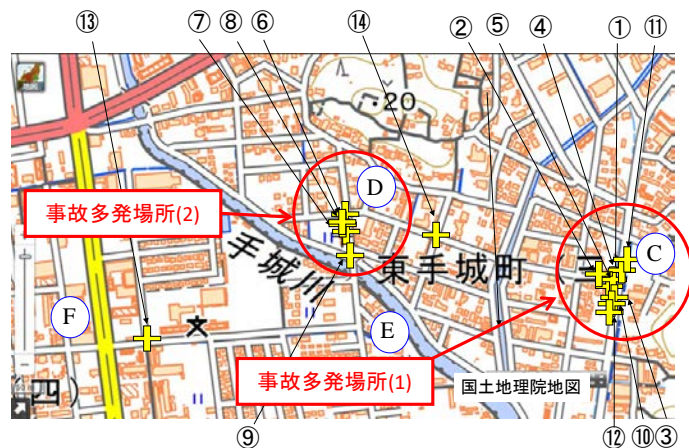


図 4 生活道路<経路 C→D→E→F>で発生する事故



(a) T字路㊸の入り口



(b) T字路㊸の生活道路側

図5 事故多発場所(1)

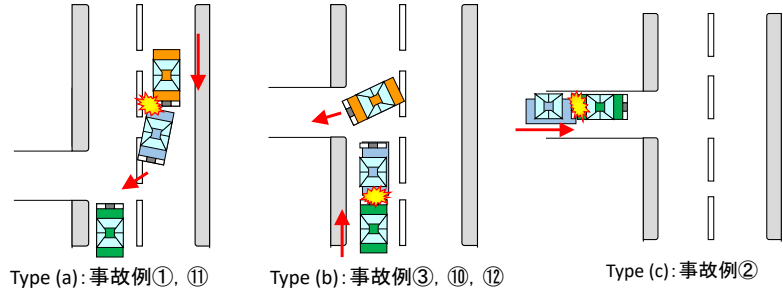


図6 事故多発場所(1)で発生した追突事故

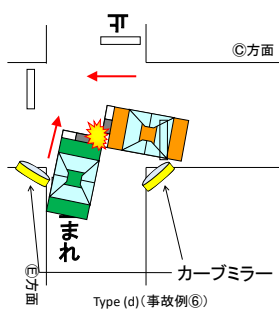
事故多発場所(1)は、図1のT字路㊸のあたり。図5に示したように、T字路㊸は「どこがT字路の入口なのか?」わかりづらい上に、「止まれ」の標識も停止線も無いことから、図6に示したようなType(a)~Type(c)のような追突事故が発生しやすい。



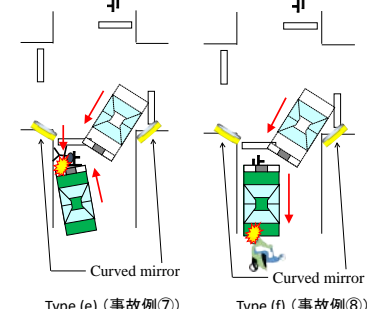
(a) ㊸方面から来た車からみた交差点㊸



(b) ㊸方面から来た車からみた交差点㊸



Type (d) (事故例⑥)



Type (e) (事故例⑦)

Type (f) (事故例⑧)

図7 事故多発場所(2)と出会い頭事故

図8 交差点㊸での左折とこれに起因する事故

事故多発場所(2)は、狭い道路同士の交差点であり、住宅や生垣等のため見通しは良くないが、現時点ではカーブミラーは2か所にしか設置されていないため、Type(d)のような出会い頭事故が発生しやすい(図7)。また、道路が狭いため、交差点㊸で左折する自動車の先端部は道路の中央からはみ出すので、Type(e)~Type(f)のような事故が発生すると考えられる(図8)。

以上の通り、事故要因を分析することによって、事故多発場所(1)および事故多発場所(2)の安全対策(案)を導いた(図9、図10)。

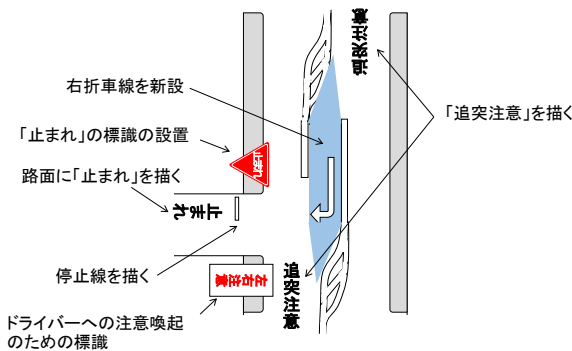


図9 事故多発場所(1)の安全対策(案)

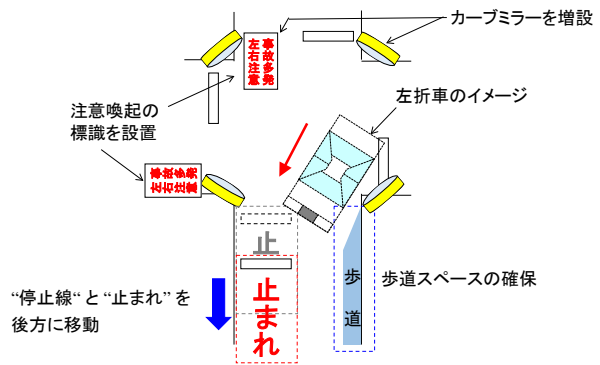


図10 事故多発場所(2)の安全対策(案)

(注1) 本研究は国土交通省中国整備局福山河川国道事務所 包括的連携・協力に関する協定書に基づく令和元年度 受託研として実施したものである。

特許・論文等

関根康史, 山本俊雄, 林祐志, 大坪裕哉, 幹線道路に並行する生活道路の交通量変化と安全性 (ETC2.0 データによる経路分析と GIS 情報を用いた事故多発地点の分析), 日本機械学会論文集, Vol. 88, No. 912 (2022).

キーワード：人間工学，事故要因分析，ヒューマンエラー，高齢者

「ヒヤリハットデータベース」にみられるペダル踏み間違い事故事例の分析

工学部 機械システム工学科

関根康史

准教授 Yasufumi Sekine

博士 (工学)

専門分野：自動車の安全，道路交通の安全，高齢化社会，など

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



研究概要

1. はじめに

東京農工大学スマートモビリティ研究拠点のヒヤリハットデータベースに保管されている2010年から2021年にかけて発生したヒヤリハット事例¹⁾のうち、「ペダル踏み間違いによる事故」と明記されている事故の事例、およびペダル踏み間違いに類似する事故事例について分析を行い、ペダルを踏み間違えた運転者は「どのような行動をとるのか?」、あるいは「どのような場合にペダル踏み間違いを誘発するようなことが起きるのか?」、運転者の行動を観察した。

2. ヒヤリハット事例について

ヒヤリハットデータベースのヒヤリハット事例は、タクシーに装着したドライブレコーダから採取された映像データと物理データの両方から、運転者の行動を観察できるようにつくられており、図1に示したように、車載カメラによる車両前方の映像やブレーキ信号、速度・加速度の時間変化等から、運転者が「どのような行動をしているのか?」分析することが可能である。



図1 ヒヤリハットデータベースに保管されているヒヤリハット事例の内容構成

3. 「ペダルを踏み間違えた運転者の行動」事例

図2に「ペダルを踏み間違えた運転者の行動」の事例を示す。この事例の概要は次の通り。

『運転者は、駐車場にクルマを止めようとしてバックしたところ、何らかにクルマをぶつけてしまった。運転者は、これに気が動転しまい、誤ってアクセルを踏んでしまったため、クルマは前進を開始、駐車場内にある詰所の壁に衝突してしまった。運転者は詰所の壁に衝突する寸前(0.17秒前)までブレーキを踏んでいない。クルマが前進を開始してからブレーキ踏むまで、「4.5秒間」に亘ってアクセルを踏んでいた。』

本事故例から運転者が“パニック状態”に陥ると長い時間に亘って“正常な判断やブレーキ操作が出来なくなる”ことが推測される。

4. 「ペダル踏み間違いを誘発するような運転者の行動」事例

図3に「ペダル踏み間違いを誘発するような運転者の行動」の事例を示す。この事例の概要は次の通り。

『脇道から本線道路に左折しようとしたクルマが一時停止した。このとき、歩行者が横断を開始した。ところが、目の前を未だ歩行者が横断しているのが、“運転者には見えている”はずでありながら、クルマが発進。歩行者と衝突してしまった。』

本事故例では、運転者は「歩行者が未だ横断中」であることを認識しているはずでありながら、ブレーキから足を離してしまうという操作ミスをしている。直接的な原因については、わき見等のようなペダル踏み間違いとは別の要因も考えられるが、運転者にとっては「思いもよらない」事故と認識されることから、「ペダル踏み間違い」を誘発する可能性も否定できない。(何らかの事故を起こしたことで「運転者がパニック状態」に陥ってしまったことから、「ペダル踏み間違い事故」を誘発、被害を拡大させてしまうことも推測される。)したがって、このような運転行動を低減していくことも、ペダル踏み間違い事故の予防につながるものと考えられる。



(a) 車両前方の映像

(a) 車両前方の映像

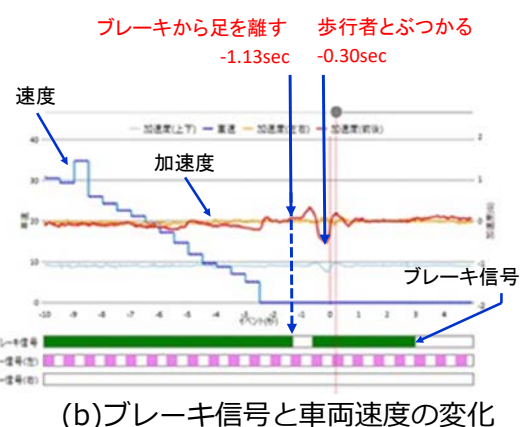
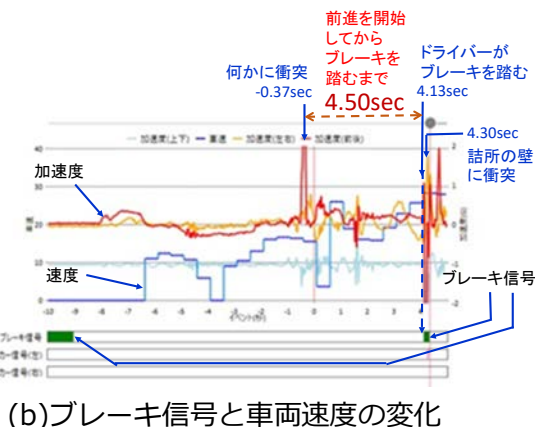


図2 ペダルを踏み間違えた運転者の行動

図3 ペダル踏み間違いを誘発するような運転者の行動

謝辞

本研究は、日本交通科学学会の日本自動車工業会依頼研究「アクセルペダル強踏による事故発生原因の解析と予防策の立案」の一環として実施したものです。研究の機会をいただきました、日本自動車工業会および日本交通科学学会に厚く御礼申し上げます。

参考文献

1) 一杉正仁, 三林洋介, 永山正雄, 渡邊修, 楨徹雄, 関根康史, 藤田和樹: “アクセルペダル強踏による事故発生原因の解析と予防策の立案”, 2021年度医学・工学的見地からの交通事故予防に関する研究, 日本交通科学学会, pp. 51-168, 2022.

高せん断応力度比の曲げ降伏型 RC 梁におけるせん断変形量抑制方法に関する研究

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

1. 研究背景・目的

鉄筋コンクリート造建築物の大地震に対する耐震設計では，一般的に梁曲げ降伏先行となる全体崩壊形を採用することが多い。さらに部材種別を靱性が期待できる FA ランクにすることによって，構造特性係数を低くすることができるので，保有水平耐力計算における必要保有水平耐力を下げることからコストを抑えることが可能となる。構造計算における部材種別の判定は，昭和 55 年建設省告示第 1972 号第 4 によって行われる。

梁部材の部材種別は，せん断応力度比 (τ_u/F_c) の大きさだけで判別でき， $\tau_u/F_c \leq 0.15$ であれば FA ランクと判別される。 τ_u/F_c が 0.15 を超えると，曲げ降伏先行型の梁であってもせん断破壊あるいは付着割裂破壊しやすくなり，限界変形が低下する傾向がある。文献 1) では FA ランクに求められる限界変形を部材角 1/40 以上とし， τ_u/F_c が 0.15 を超えても，せん断補強指標 $p_w \sigma_{wy} / (v_0 F_c) \geq 0.10$ を満足すればよいとしている。

限界変形は，構造実験における包絡線において，最大荷重の 0.8 倍まで荷重が低下した最大変形と定義している。このように限界変形に基づく耐震設計法は確立しているが，限界変形に至る定常ループのエネルギー吸収量やスリップ現象やせん断変形成分増加抑制に関する技術や研究例は少ない。本研究は，高せん断応力度比 RC 梁部材の曲げ降伏後における曲げ性能維持に必要なヒンジ部補強方法を実験的に検討するものである。

2. 実験概要

2.1 試験体

試験体一覧を表 1 に，各試験体のヒンジ部配筋を図 1 に示す。試験体は，縮尺 1/2 でシアスパン 3 の 3 体である。G0 は従来梁配筋で標準試験体であり，GT1 はヒンジ部に端部トラス筋を配筋した試験体である。端部トラス筋とは，斜め 45 度方向に配した圧縮トラスに対する軸補強筋で，下スタブには定着させず境界面でアングル(L-5×30)に溶接している。アングルの梁縁側にスリップ防止として下スタブからφ13 を設置している。GC1 は境界面から 0.5D(D:梁せい)区間の全主筋の付着を除去した試験体で，かつ，梁断面中央にはエネルギー吸収性能改善で効果が期待できる損傷抑制コア²⁾を設置した試験体である。付着除去をしているので，せん断力伝達用に添え筋を配筋している。また，2 段主筋には主筋拘束筋を配筋している。いずれの試験体も，主筋・せん断補強筋ともに高強度鉄筋を使用している。

試験体に使用したコンクリートの材用試験結果を表 2 に鉄筋の材用試験結果を表 3 に示す。試験体設計時のコンクリート強度は 24N/mm^2 で τ_u/F_c は約 0.16 であった。しかし，実験時のコンクリート強度 σ_B は 30N/mm^2 を若干超える程度まで上昇したので， τ_u/σ_B は 0.12 程度まで低下した。

表 1 試験体一覧

試験体名	断面		配筋		ヒンジ部配筋
	b (mm)	D (mm)	主筋	あばら筋	
G0	250	400	上下とも 8-D16	4-U7.1@75	従来梁
GT1			(SD685)	(SBPD1275)	端部トラス筋
GC1			$p_t=1.87\%$	$P_w=0.85\%$	主筋付着除去等

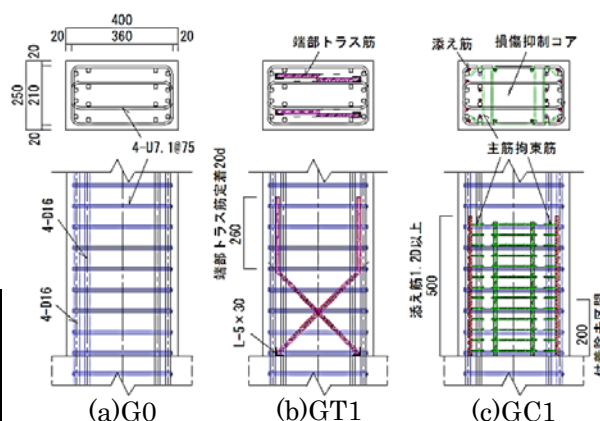


図 1 ヒンジ部配筋方法

設計時のせん断余裕度は 1.03 であったが、実験時の同数値は 1.07 に上昇した。

2.2 加力方法・測定方法

構造実験は、図 2 に示す片持ち梁形式の加力装置を用いて、載荷点位置における部材角で制御する正負交番の繰返し加力を行った。

加力履歴は、部材角 $R = \pm 1/1600 \text{rad}$ を 1 回、 $\pm 1/800$, $\pm 1/400 \text{rad}$ を各 2 回載荷し、 $\pm 1/200$, $\pm 1/133$, $\pm 1/100 \text{rad}$ を履歴 A では各 3 回、履歴 B では各 10 回繰返しした後、 $\pm 1/67$, $\pm 1/50$, $\pm 1/25$, $\pm 1/20 \text{rad}$ を各 2 回ずつ載荷した。

測定項目は、試験区間の水平変位および軸方向変位、曲率分布、せん断変形などである。試験体の主筋、せん断補強筋、端部トラス筋等のひずみをひずみゲージで測定した。

3. 実験結果

各試験体の荷重-部材角関係を図 3 に、正側包絡線を図 4 に、最終破壊状況を写真 1 に示す。また、諸強度の実験値と計算値の比較を表 4 に示す。計算方法は文献 1) に準拠した。

3.1 荷重-変形関係

GC1 は $R = 1/1600$ のサイクルで、他の 2 体は $R = 1/800$ のサイクルで曲げひび割れが発生した。GC1 が早かったが曲げひび割れ強度および弾性剛性は計算値と同程度であり付着除去による構造的な欠点は見られなかった。

表 2 コンクリート材料試験結果

	圧縮強度 N/mm ²	ヤング係数 kN/mm ²	割裂強度 N/mm ²
G0	30.6	29.5	2.9
GT1	30.7	30.1	2.9
GC1	30.9	30.6	3.0

表 3 鉄筋の材料試験結果

使用箇所 径(材種)	降伏応力度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)	伸び率 (%)	降伏比	降伏ひずみ μ
主筋 D16(SD685)	693.4	889.0	192.4	13.5	0.78	3604
せん断補強筋 U7.1(SBPD1275)	1314.7	1381.1	198.2	7.2	0.95	6633
端部トラス筋 端部腹筋 D13(SD295)	348.5	479.3	195.9	20.8	0.73	1779
コア拘束筋 D6(SD295)	408.7	509.1	187.9	11.2	0.80	2175
添え筋 D10(SD345)	382.8	565	186.1	17.2	0.68	2057
スリップ防止筋 $\phi 13$ (SR235)	320.9	428.3	187.3	7.2	0.75	1713

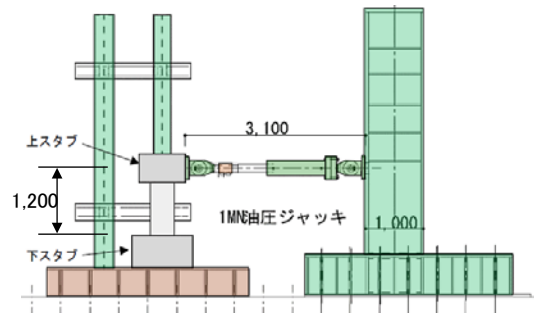


図 2 加力装置

表 4 諸強度に関する実験値と計算値の比較

試験体名	弾性剛性			曲げひび割れ強度			せん断ひび割れ強度			曲げ終局強度		
	$E K_0$ kN/mm	K_0 kN/mm	$\frac{E K_0}{K_0}$	$E Q_{mc}$ kN	$c Q_{mc}$ kN	$\frac{E Q_{mc}}{c Q_{mc}}$	$E Q_{sc}$ kN	$c Q_{sc}$ kN	$\frac{E Q_{sc}}{c Q_{sc}}$	$E Q_{mu}$ kN	$c Q_{mu}$ kN	$\frac{E Q_{mu}}{c Q_{mu}}$
G0	52.3	41.1	1.27	58.3	22.9	2.54	97.9	77.2	1.27	307.6	282.9	1.09
GT1	51.2	41.7	1.23	51.7	22.8	2.26	129.1	77.3	1.67	325.9	282.9	1.15
GC1	43.8	42.3	1.04	28.3	22.8	1.24	116.1	77.5	1.50	323.5	282.9	1.14

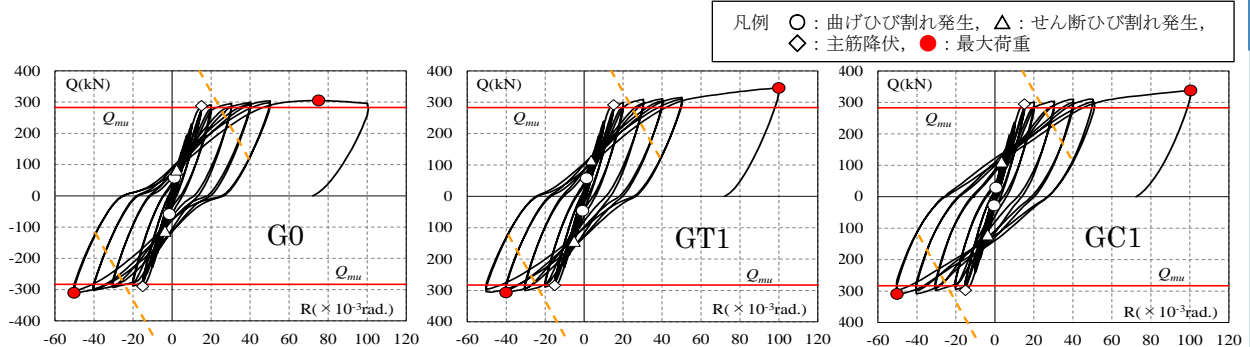


図 3 荷重-部材角関係

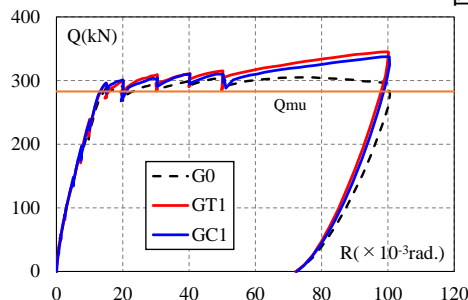
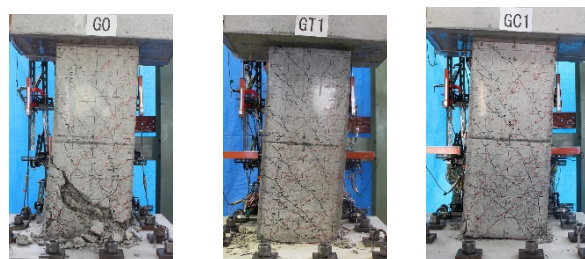


図 4 Q-R 関係 (正側包絡線)



G0

GT1

GC1

写真 1 最終破壊状

曲げひび割れ以降の破壊過程はいずれの試験体も同様であった。R=1/200 のサイクルでせん断ひび割れが発生し、R=1/67 のサイクルで主筋が降伏した。図 3 の橙色破線は、文献 3)のせん断信頼強度 V_u 値(ヒンジ領域を補強した鉄筋は考慮していない)である。

R=1/30 のサイクルで実験値せん断力は V_u 値を上回り、R=1/20 のサイクルで荒川 mean 式計算値($Q_{su} \approx 304\text{kN}$)を上回った。ただし、全試験体とも R=1/10 まで Q_{mu} 計算値を下回ることなく荷重は安定していた。図 4 に示すように、ヒンジ部を補強した GT1 と GC1 は R=1/10 まで荷重が増加する現象が見られた。

写真 1 に示した最終破壊状況から、従来梁は他の 2 体よりもヒンジ領域のコンクリートが大きく損傷し、せん断破壊していることが分かる。

3.2 せん断変形成分の推移

ヒンジ部の補強効果を評価するために、図 5 に示すヒンジ部せん断変形量を測定し、ヒンジ部補強による差異を検討した。

図 5 に示すヒンジ部に設置した斜め変位計の計測値 δ_1 と δ_2 から式(1)により同部分のせん断変形角 γ_s を算出した。

$$\gamma_s = \frac{\sqrt{h^2 + l^2}}{2hl} (\delta_1 + \delta_2) \quad (1)$$

図 6 に 3 体の各変形段階の正側ピーク時における全変形量 R に対するヒンジ部せん断変形量 γ_s の比率の推移を示す。ヒンジ領域のせん断変形成分の比率は部材角の増大に比例して増加するが、主筋のひずみが大きくなり降伏する R=1/100 ~ 1/50 で一時的にやや減少する傾向が見られる。その後、ヒンジ部補強方法によって差異が生じている。

従来梁 G0 と GT1 のせん断変形量の比率は、R=1/50 以降、変形量の増加に比例して増えている。ただし、増加割合は端部トラス筋を設置した GT1 の方が小さい。一方、GC1 のせん断変形量の比率は、R=1/50 以降、R=1/20 までほぼ一定の比率で推移している。

このせん断変形量の比率の推移からヒンジ部を補強することによって、せん断変形量比率の増加が抑制できることが確認できた。

4. まとめ

全変形量に対するせん断変形量の比率の推移から、本実験のヒンジ部補強は、高せん断応力度比下における曲げ降伏後の大変形でのせん断破壊を遅延させるとともに、曲げ性能維持に有効であることが確認言える。

参考文献

- 1) 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・同解説，第 2 版，2021.2
- 2) 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, No.2, pp.181-186, 2019.7
- 3) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説，2013.7

謝辞

本研究は JSPS 科研費 21K04364 の助成を受けたものです。ここに深く感謝いたします。

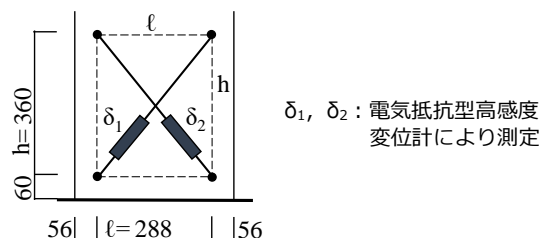


図 5 ヒンジ部せん断変形材角測定方法

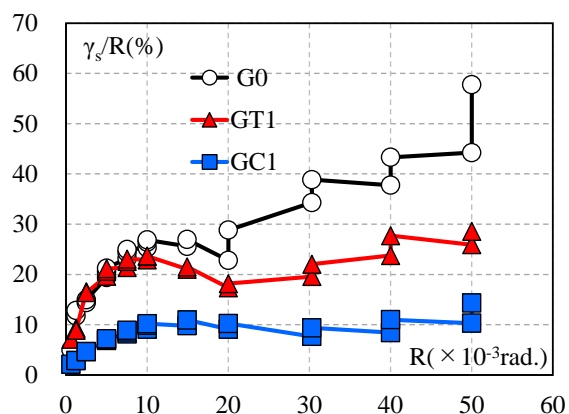


図 6 全変形量に対するせん断変形量の推移

キーワード：制震、熱処理、炭素鋼、機械的性質

高温熱処理による構造用鋼の曲げ降伏型制震ダンパーへの適用可能性

工学部 機械システム工学科

中東 潤

准教授 Jun Nakahigashi

博士（工学）



専門分野：材料工学

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

研究概要

1. 緒論

1.1 社会的背景

日本は地震大国であり、地震による振動は建築構造物に極めて大きな損傷を与える。その損傷を抑制する方法の一つとして、曲げ降伏型の制震ダンパー⁽¹⁾がある。このダンパーを間柱として採用すると、地震の際、間柱の柱頭・柱脚が曲げ降伏することで地震エネルギーを吸収し、建築構造物の耐震性の向上を図ることができる。そこで本研究では、この曲げ降伏型制震ダンパーに適した鋼材を探索することとした。

1.2 研究目標値

曲げ降伏型制震ダンパーに必要とされる鋼材のスペック等は以下の通りである。

- 1)降伏応力：100～150MPa（周辺部材であるSS400やSM400の降伏強度の半分程度）
- 2)最大応力：400MPa以下
- 3)最大ひずみ（伸び）：40～50%
- 4)安易な溶接（突合せor隅肉）が可能な鋼材であること

本研究では入手性及び経済性に優れ、かつ簡単な熱処理で上記目標を満足する可能性のある鋼材を検討した結果、炭素含有量の少ない機械構造用炭素鋼（S15C）を候補材の一つとし、これに通常の焼鈍と比較して高温領域での熱処理を行って、引張特性がどのように変化するかを調査することとした。また、板厚の異なる試験片を準備し、同様に高温熱処理を行って引張試験を行った。さらに高温熱処理後の金属組織を光学顕微鏡にて観察した。

2.実験方法

供試材として機械構造用炭素鋼（S15C）の板材を用いた。その化学成分例を表1に、高温熱処理前（入手まま材）の引張特性を表2にそれぞれ示す。

表1 S15Cの化学成分例（wt.%）

C	Si	Mn	P	S
0.13~0.18	0.15~0.35	0.30~0.60	0.030以下	0.035以下

表2 S15Cの高温熱処理前（入手まま材）の引張特性

降伏応力（MPa）	引張強さ（MPa）	伸び（%）
286	435	23

この供試材から、高温熱処理用試験片をワイヤカット放電加工機にて切り出した。この試験片のサイズは縦100mm、横20mm、厚さは2.5、5.0、7.5mmの3種類を準備し、これらに高温熱処理を施した。高温熱処理は、通常の焼鈍よりも高温である1273K以上とし、保持時間を3.6ks、10.8ks、18ksに変化させて行い、冷却は炉冷で行った。そして常温引張試験、光学顕微鏡による金属組織観察を行った。

3. 実験結果と考察

3.1 高温熱処理後の S15C の引張特性

S15C の引張特性に及ぼす高温熱処理温度の影響を調べた結果、温度：1373K の時に最も降伏応力及び引張強さが低下することがわかった。そこで温度を 1373K として、S15C の引張特性に及ぼす高温熱処理の保持時間及び試験片板厚の影響を調べた結果を図 1 に示す。

まず降伏応力 (図 1 (a)) であるが、保持時間：3.6ks の場合、板厚 2.5mm では 187MPa と最も低く、この値は板厚の増加と共に上昇した。この傾向は保持時間：10.8ks および 18ks でも同様であったが、両材とも板厚 2.5mm の時の降伏応力が低く、その値は 10.8ks：161MPa、18ks：153MPa であった。引張強さ (図 1 (b)) においても板厚 2.5mm が最も低い値を示し、10.8ks：262MPa、18ks：250MPa を示した。

伸び (図 1(c)) であるが、保持時間：3.6ks の場合、板厚 5mm の時に最も低い値 (27%) を示したが、他は 30%以上であった。保持時間：10.8ks および 18ks の場合、伸びは板厚の増加と共に上昇したが、保持時間：10.8ks はどの板厚も高く、板厚 7.5mm では 40%近い値を示した。

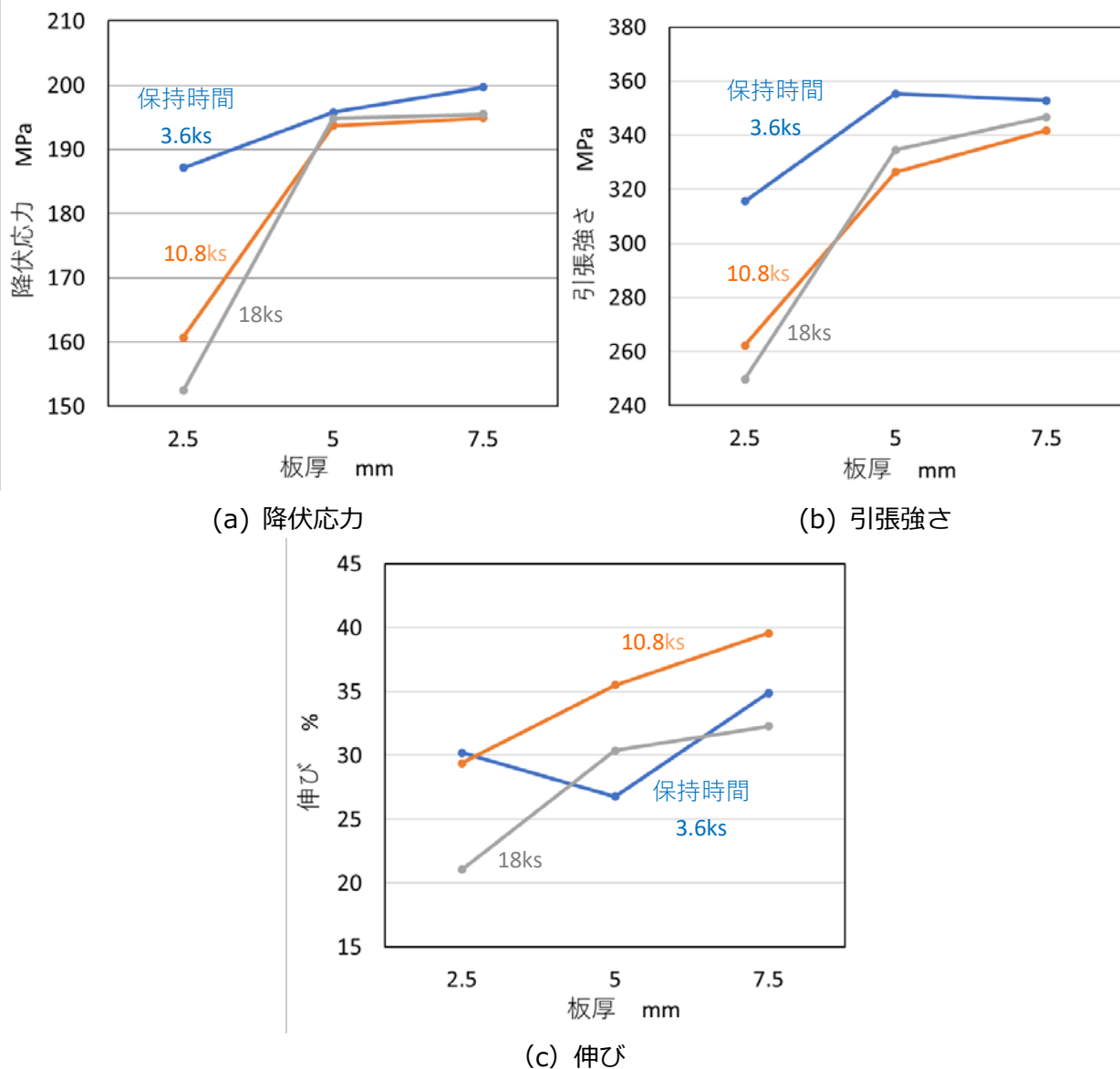


図 1 S15C の引張特性に及ぼす高温熱処理 (温度：1373K) の保持時間及び試験片板厚の影響

3.2 高温熱処理後の S15C の組織

S15C の高温熱処理後の組織を光学顕微鏡で観察した結果を図 2 に示す。板厚 7.5mm では保持時間 : 3.6ks (図 2 (a)) において、表面付近はフェライト単相組織となっており、中央部にはパーライトと推察される黒い領域が多く観察された。この黒い領域は、保持時間 : 10.8ks 及び 18ks では表面及び中央部とも 3.6ks と比較して減少していることが分かった(図 2(b)、(c))。板厚 2.5mm においても、保持時間の増加と共に黒い領域が減少し(図 2 (d)、(e))、保持時間 : 18ks (図 2 (f)) においてはほとんど観察されなかった。この結果から、高温熱処理により脱炭が発生し、特に板厚が薄い場合は保持時間の増加と共にパーライト組織が大幅に減少したため、降伏応力及び引張強さが低下したと考えられる。

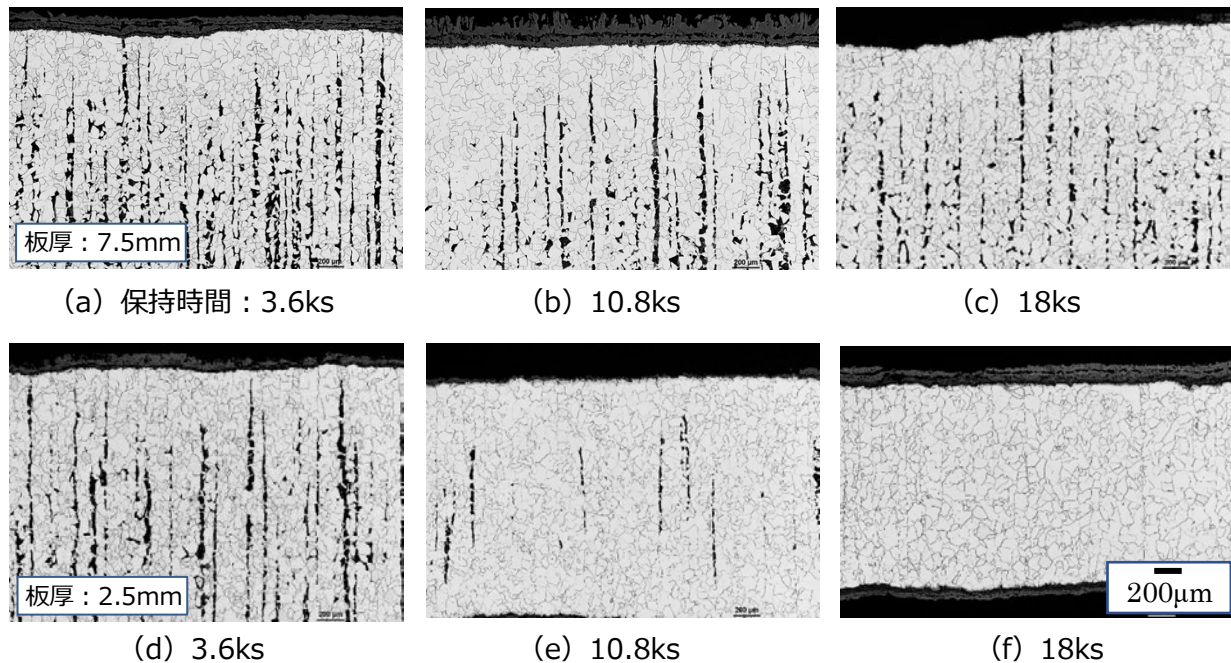


図 2 高温熱処理 (温度 : 1373K) 後の S15C の組織

4. 結論

S15C は熱処理温度 : 1373K において保持時間を長くすることで、降伏応力や引張強さは大幅に低下することがわかった。しかしながら、伸び値を含め、目標値には達していないので、今後さらなる熱処理の条件探索が必要である。

5. 参考文献

- (1) 都祭弘幸、曲げ降伏型ダンパー、特許第 6742741 号

エネルギー自立型避難所体育館を目指した 太陽熱温水システムに関する数値解析

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

近年、想定を超える自然災害が増加しており、避難所への避難を余儀なくされる場合も多い。しかし、避難所環境は劣悪であり、それに起因する災害関連死も生じている。また、ライフライン途絶時と長期避難所暮らしの双方に対応できるエネルギー自立型の避難所を構築することが求められている。

そこで本研究では、避難所の環境を改善するとともに、エネルギー自立型の ZEB 化された避難所を提案することを目指した。

平常時・非常時の双方において機能する自立型 ZEB 避難所は、居住環境のエネルギー需要の約半分に相当する熱需要に対しては太陽熱温水システムで熱供給し、残り半分の電力需要に対しては太陽光発電・コージェネレーション等で電力供給するシステムが考えられる。それら要素技術のうち、本研究ではまず太陽熱利用に着目した。避難所での問題としてトイレに次いで暖房設備であることが指摘されており、避難所にも冷暖房設備の設置が望ましいと考える。

そこで本研究では、学校体育館の ZEB（Net Zero Energy Building）化を目指し、高断熱化した体育館における太陽熱床暖房システムの可能性と限界を数値解析によって検討した。本研究では、まず汎用ソフトを使用して「温水床暖房システム」の熱負荷を求め、その熱負荷データを用いて「太陽熱温水システム」のシミュレーションを行なった。

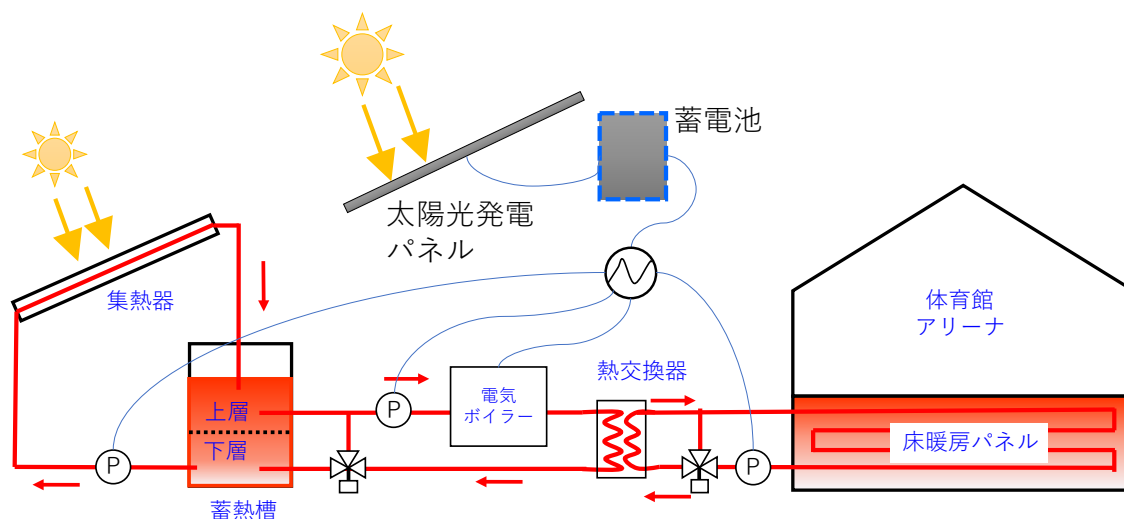


図1 太陽熱温水床暖房システム

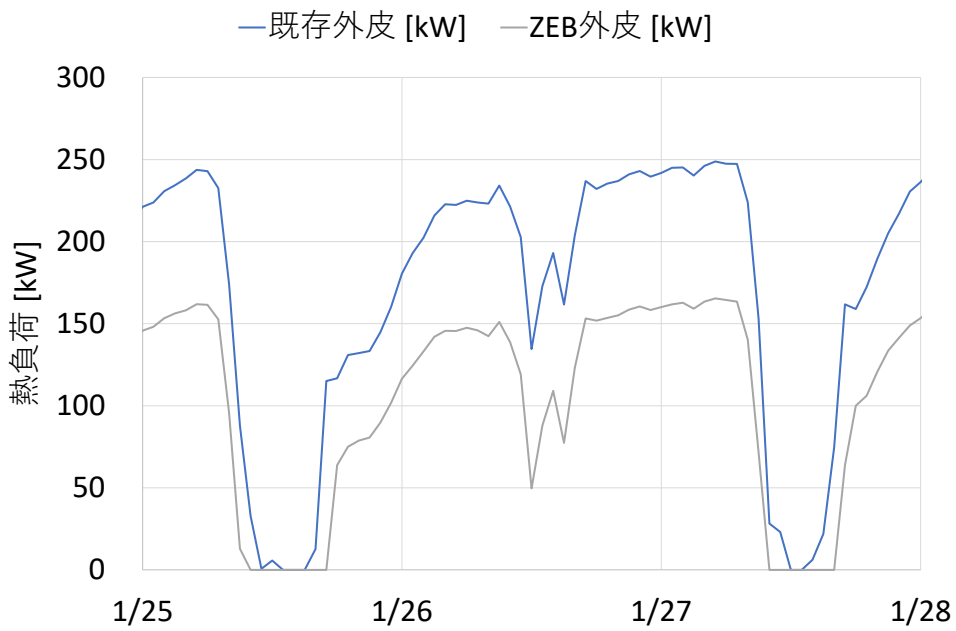


図2 熱負荷（暖房負荷）

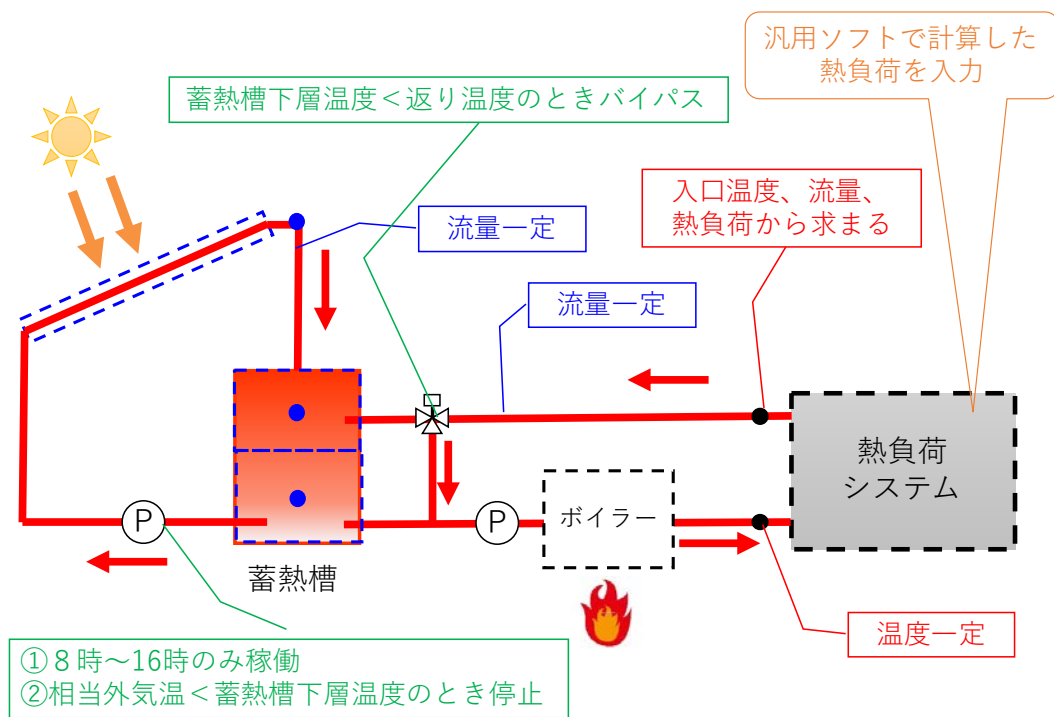


図3 想定したシステム

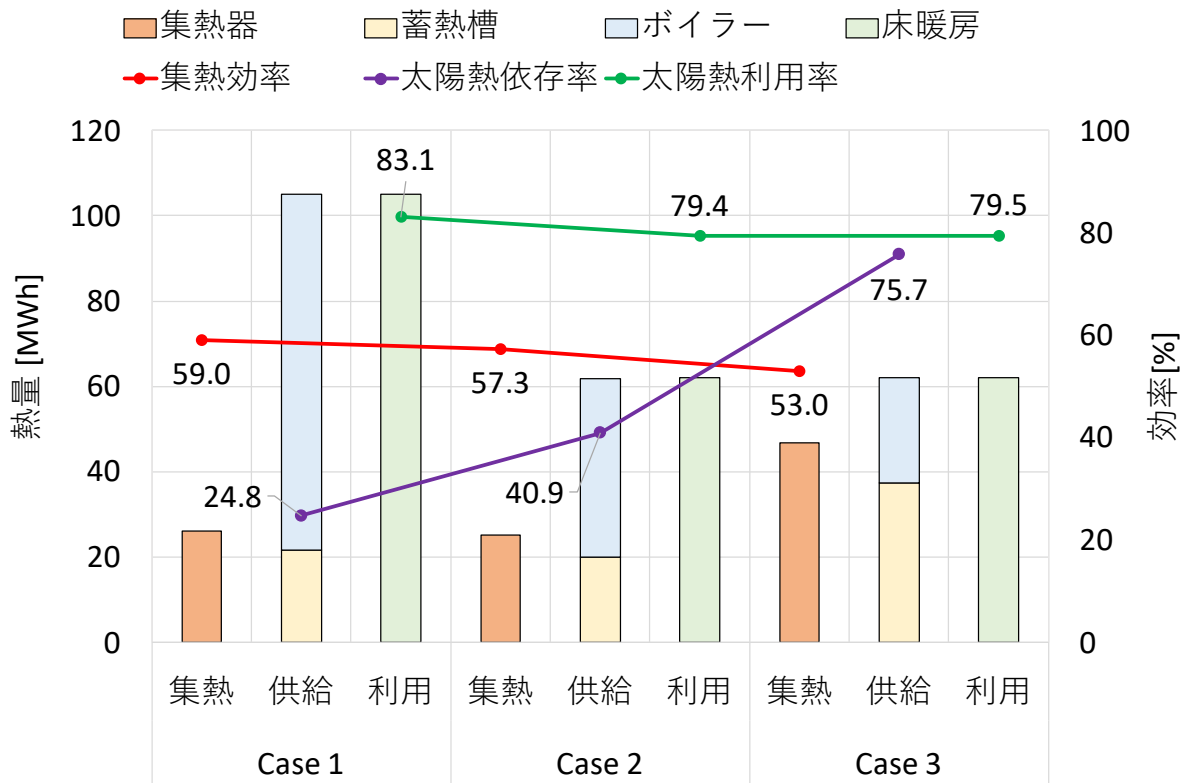


図4 熱量と各種効率

「既存外皮・既存設備」、「高断熱外皮・既存設備」、「高断熱外皮・設備容量増」の3ケースを比較した。

太陽熱依存率は、「既存外皮・既存設備」では24.8%、「高断熱外皮・既存設備」では40.9%、「高断熱外皮・設備容量増」では75.7%であった。建築の高断熱化に加えて集熱器と蓄熱槽の容量を増やすことで太陽熱利用率が高くなることを確認できた。

学会発表 伊澤康一・宋城基：エネルギー自立型避難所体育館を目指した太陽熱温水システムに関する数値解析，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集，第5巻，pp.113-116，2022年9月。

謝辞 本研究には福山大学2021年度卒業生の薬師神光希君（現、東洋熱工業株式会社）が尽力してくれました。ここに記して謝意を表します。

2. 3 研究資金獲得一覧

(1) 科学研究費(代表)

No.	研究種目	所属学科	氏名	直接経費	間接経費	合計
1	基盤(C)	建築	佐藤圭一	600,000	180,000	780,000
2	基盤(C)	スマートシステム	仲嶋一	100,000	30,000	130,000
4	基盤(C)	情報工	尾関 孝史	600,000	180,000	780,000
5	基盤(C)	建築	都祭弘幸	1,300,000	390,000	1,690,000
6	基盤(C)	情報工	山之上 卓	1,300,000	390,000	1,690,000
7	基盤(C)	情報工	池岡宏	1,400,000	420,000	1,820,000
8	基盤(C)	情報工	池岡 宏	600,000	180,000	780,000

(2) 科学研究費(分担)

No.	研究種目	所属学科	氏名	直接経費	間接経費	合計
1	国際共同研究強化(B)	情報工	森田翔太	400,000	120,000	520,000
2	基盤(C)	情報工	尾関 孝史	100,000	30,000	130,000
3	基盤(C)	建築	伊澤康一	300,000	90,000	390,000

(3) 共同研究

No.	研究種目	所属学科	氏名	直接経費	間接経費	合計
1	ETCシステム(株)	情報工	金子 邦彦	990,000	110,000	1,100,000
2	丸嘉工業(株)	機械システム工	中東 潤	79,200	8,800	88,000
3	(株)日圧機販	スマートシステム	関田 隆一	1,080,000	120,000	1,200,000
4	(株)中電工 技術本部技術センター	スマートシステム	沖 俊任	630,000	70,000	700,000
5	三島産業(株)	建築	山田 明	540,000	60,000	600,000
6	(株)野田設計	建築	都祭 弘幸	1,260,000	140,000	1,400,000
7	(株)ディースピリット	スマートシステム	香川 直己	450,000	50,000	500,000
8	(株)長谷工コーポレーション他4社	建築	都祭 弘幸	2,700,000	300,000	3,000,000
9	新大阪工業(株)他2社	建築	都祭 弘幸	4,950,000	550,000	5,500,000
10	両備ホールディングス(株)	機械システム工	小林 正明	45,000	5,000	50,000

(4) 受託研究

No.	受託者	所属学科	氏名	直接経費	間接経費	合計
1	(株)竹中工務店	建築	梅國 章	495,000	55,000	550,000
2	国土交通省 中国地方整備局 福山河川国道事務所	スマートシステム	仲嶋 一	4,350,000	487,000	4,837,000

(5) 研究助成金

No.	寄附者	所属学科	氏名	金額
1	(公財)サタケ技術振興財団	スマートシステム	伍賀 正典	500,000
2	(公財)サタケ技術振興財団	建築	山田明	500,000
3	(公財)サタケ技術振興財団	情報工	吉原和明	500,000
4	オリエンタル白石(株) 大阪支店	建築	都祭 弘幸	300,000
5	常石商事(株)	機械システム工	加藤 昌彦	550,000
6	株式会社広島銀行 (株式会社ライフステージ)	建築	-	200,000
7	富士電機(株)	スマートシステム	菅原 聡	490,000

2. 4 研究業績一覧(2021年度)

【スマートシステム学科】-----

<香川直己>

1. 新木 智博, 香川 直己, “レーザー光通信を用いた移動型センサーネットワークのためのビームトラッカー開発”, Proceedings of the 2021 JSME Conference on Robotics and Mechatronics,1P1-G04(1),(2021.06)(査読なし)
2. 新木 智博, 香川 直己(福山大学), “光リンクセンサーネットワークのためのレーザービームトラッカーの改良”, 第 39 回レーザーセンシングシンポジウム予稿集,pp.68 -69,(2021.09)(査読なし)
3. Tomohiro Shinki, Naoki Kagawa, “Improvement of beam-tracker algorithm for sensor network with free space optics” Proceedings of the SICE Annual Cof.2021,pp.979-982(Sep. 2021). (査読あり)
4. Ryona Hayashi, Takashi Yamanoue, Naoki Kagawa, “Development of multi-hop sensor network system with software transferring function “, Proceedings of SICE Annual Conference 2021, pp.977-978(Sep.2021). (査読あり)
5. Rammaru Kitamura, Naoki Kagawa, “Data augmentation by recurrent neural networks for disaster prediction models using atmospheric CO2 concentration “, Proceedings of SICE Annual Conference 2021, pp.1098-1099(Sep.2021) (査読あり)
6. 新木智博, 香川直己, “気象情報サイトおよび CO2 濃度データ収集システムを用いたデータ可視化ソフトウェアの設計”, 令和 3 年度(第 72 回)電気・情報関連学会中国支部連合大会, R21-15-21 (2021.10)(査読なし)
7. 北村蘭丸, 香川直己, “CO₂濃度変動予測モデルの作成に向けた時系列データの欠損値補間モデルの作成”, 第 23 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム論文集, pp.136-137(Nov.2021) (査読あり)
8. 林 良成, 香川直己, “マルチホップ型センサネットワークを用いたデータ収集システムの開発”, 第 23 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム論文集, pp.114-116(Nov.2021) (査読あり)
9. Tomohiro Shinki, Naoki Kagawa, “IMPROVEMENT OF BEAM-TRACKER FOR SENSOR NETWORK WITH FREE SPACE OPTICS”, Messuremet:SENSORS,Vol.18,100212(Dec.2021) (査読あり)
10. 香川直己, 高橋 蓮、林 良成、"降雨量推定を目的としたひずみゲージを用いた雨滴の運動エネルギー測定を試み", 福山大学工学部紀要、Vol.45, pp. 7-12、Feb.2022. (査読なし)

<関田隆一>

11. 地域交通自動化での事故0に資する自動車旅客運送業の事故情報定量解析(第2報), 単著 関田隆一, 第50回信頼性・保全性・安全性シンポジウム, (2021-6) (査読付き)
12. 里海の海中探査プロジェクト 衛星画像藻場分布, 単著 関田隆一, 福山大学安全安心防災教育研究センター2020年度活動報告書, pp19-24, (2021-12)(査読なし)
13. 地域交通自動化での事故0に資する自動車旅客運送業の事故報告書デジタル化, 単著 関田隆一, 福山大学工学部紀要 第45巻, pp.19-26, (2021-3)(査読なし)

14. ローカルオンデマンド撮像による藻場識別と周辺海域状況モニタリング, 単著 関田隆一, JAXA超小型衛星利用シンポジウム2022, (2022-1)(査読なし)

<仲嶋一>

15. 音によるベッド内行動認識のための音源像データ取得システム, 仲嶋一, 電気学会計測研究会, IM-22-004, (2022)(査読無)
16. 藻場観測 ROV 用ビーコン／無線通信システムの検討, 仲嶋一, 電気学会 2022 年電子・情報・システム部門大会, MC3-3, (2022)(査読無)
17. ベッド内の行動推定のための マイクペアアレイを用いた音源分布像生成, 仲嶋一, 令和 4 年電気学会基礎・材料・共通部門大会, 14-B-p1-5, (2022)(査読無)

【建築学科】-----

<都祭弘幸>

18. 都祭弘幸: 木芯コンクリート柱の中心圧縮特性に関する実験的研究, コンクリート工学年講演論文集, Vol.44, No.2, 2022(査読有り)
19. 江藤寛, 大圖友梨子, 都祭弘幸, 土橋徹, 小田稔: 120N/mm² コンクリートを用いた PCa 柱と場所打ち壁板からなる連層耐震壁の検討 (その 3) 連層耐震壁の加力実験の概要, 日本建築学会大会(名古屋), 学術講演梗概集 pp.175-176, 2021.9(査読無し)
20. 藤井稔己, 都祭弘幸: 集成材を芯材としたハイブリッド RC 柱の圧縮特性に関する実験的研究 その 1. 研究概要・実験概要, 日本建築学会大会(名古屋), 学術講演梗概集 pp.199-200, 2021.9(査読無し)
21. 都祭弘幸, 藤井稔己: 集成材を芯材としたハイブリッド RC 柱の圧縮特性に関する実験的研究 その 2. 実験結果の分析および累加特性, 日本建築学会大会(名古屋), 学術講演梗概集 pp.201-202, 2021.9(査読無し)

<佐藤圭一>

22. 佐藤圭一: 「備後藺草による備後表」のトレーサビリティ実証実験 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 その 9 日本建築学会大会(関東), 学術講演梗概集 pp.125-126, 2021.7

<伊澤康一>

23. Koichi ISAWA, Sung-Ki SONG and Koki YAKUSHIJIN: Numerical analysis of solar hot water floor heating system aiming at ZEB shelter gymnasium, Proceedings of the 11th SOLARIS 2021, Lecture number B73, 2021.9.
24. 伊澤康一・宋城基: ZEB 避難所体育館を目指した太陽熱温水床暖房システムの数値解析, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.725 -726, 2021年9月.
25. 伊澤康一・宋城基: ZEB 避難所体育館を目指した太陽熱温水床暖房システムの数値解析, 空気調

和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.141-144,2021年9月.

26. 伊澤康一:養殖水槽におけるシロギス成長と温度・照度の関係—瀬戸内里海の次世代養殖システムの開発研究—, 日本太陽エネルギー学会講演論文集(2021), pp.217-220, 2021年11月.
27. 伊澤康一・中村きらら・原大介・中谷航平・廣林大河・斉藤雅也・辻原万規彦:室内熱環境における「温度想像力」養成に関する研究～福山における夏季・秋季・冬季の実験室調査～, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第45巻, pp.379-382, 2022年3月.

【情報工学科】-----

<山之上卓>

28. 悪性 Botnet 包囲網におけるマイニングマルウェア検知のための特徴抽出の試行, 村上順也, 山之上卓, 情報処理学会研究報告インターネットと運用技術(IOT), 2021-IOT-53(9), pp. 1-10, (2021-05)
29. 大学における新型コロナウイルス感染拡大防止のための健康調査入力簡易化システムの開発の試み, 山之上卓, 成瀬悠朔, 尾関孝史, 情報処理学会研究報告インターネットと運用技術(IOT), 2021-IOT-54(1), pp. 1-7, (2021-07)
30. PMV 補用品(インホイールモーター)を活用した電気自動車, 関根康史, 山之上卓, 香川直己, 小林正明, 山下稔, 荒谷和司, 一般社団法人日本機械学会講演会「技術と社会の関連を巡って:過去から未来を訪ねる」, 2021-A04, <https://doi.org/10.1299/jsmetsd.2021.2021-A04> (2021-11)
31. Real から Virtual への移動システムの実現の試み, 山之上卓, 筒井保博, 筒井隆夫, 情報処理学会インタラクティブ2022論文集3D-20, (2022-03)
32. UEFI モジュールを悪用したマルウェアの解析, 新田耕大, 山之上卓, 情報処理学会研究報告インターネットと運用技術(IOT), vol. 2022-IOT-56, No. 9, pp. 1-7, (2022-02)
33. A Campus Equipment Controller Using an IoT System that Can Configure and Control its Edge Devices Behind a NAT Using Wiki Pages on the Internet, Takashi Yamanoue, Journal of Information Processing (JIP), 2022 Volume 30, pp. 251-259 (2022-03)
34. Experience of Digital Transformation in a Small University, 2021, Kouji Watanabe, Takashi Yamanoue, Motoo Tanaka, SIGUCCS '22: Proceedings of the 2022 ACM SIGUCCS Annual Conference, pp. 62-67, <https://doi.org/10.1145/3501292.3511578> (2022-03)
35. Yet Another Wearable LED Matrix Sign System for Campus Guiding, Takashi Yamanoue, SIGUCCS '22: Proceedings of the 2022 ACM SIGUCCS Annual Conference, pp. 25-29, <https://doi.org/10.1145/3501292.3511579> (2022-03)

<中道上>

36. 非接触操作における状態遷移モデルの妥当性検証, 渡邊桃子, 正畑智徳, 武田祐樹, 渡辺 恵太, 山田俊哉, 中道上, The 23rd IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp. 78-79, (2021-11)
HISS 優秀プレゼンテーション賞 受賞
37. Web 面接における評価過程の導出による支援効果, 山本拓真, 中道上, The 23rd IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp. 138-141, (2021-11)
38. オーダー業務支援のためのポインティングショーケースの提案, 中川桜, 正畑智徳, 中道上, 吉原和

- 明, 山之上卓, 渡辺恵太, 山田俊哉, The 23rd IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp. 148-149, (2021-11)
39. 非同期型遠隔授業における講義スライドの作成時間と判読性, 卜部勇哉, 中道上, The 23rd IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp. 207-208, (2021-11)
HISS 優秀プレゼンテーション賞 受賞
40. 一般用医薬品添付文書の情報収集におけるピクトグラムの事前学習の効果, 榎村明紘, 山本拓真, 山下純, 中道上, The 23rd IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp. 222-225, (2021-11)
41. 指示によるソーシャルディスタンス効果の評価, 池田智哉, 正畑智徳, 中道上, The 23rd IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp. 226-227, (2021-11)
42. 自動二輪車における車線変更支援インターフェースの検討, 深井大晴, 中道上, 山之上卓 The 23rd IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp. 291-292, (2021-11)
43. オーダー業務支援のためのポインティングショーケース, 正畑智徳, 中川桜, 吉原和明, 中道上, 渡辺恵太, 山田俊哉, 情報処理学会インタラクシオン2022論文集, pp. 341-344, (2022-02)
44. サイバー空間における避難誘導アプリによる避難時間短縮の分析, 山上誠人, 黒木春樹, 池岡宏, 中道上, 情報処理学会インタラクシオン2022論文集, pp.693-696, (2022-02)
45. 自動二輪車における車線変更支援インターフェースの提案, 濱田流伊, 深井大晴, 中道上, 山之上卓, 情報処理学会第84回全国大会講演論文集, No.4ZG-04, pp. 4-313-4-314, (2022-03)
46. 非同期型遠隔授業における講義スライドの作成時間と判読性の関係, 田邊基起, 卜部勇哉, 中道上, 情報処理学会第84回全国大会講演論文集, No. 5ZG-05, pp. 4-331-4-332, (2022-03)
47. Proposal of a Feedback Procedure for Students in Online Job Interviews, Takuma Yamamoto, Noboru Nakamichi, Proc. IEEE 4th Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech 2022), pp. 602-605, (2022-03)

<池岡宏>

48. Development of Real-Time Fish Position Recognition System for Automatic Feeding Aquaculture, Takuya Sato, Haruki Kuroki, Hiroshi Ikeoka, Koichi Isawa, The 7th IIEEJ International Conference on Image Electronics and Visual Computing (IEVC 2021), 2 pages, (2021-9)
49. ドライバーモニタリングのための狭帯域近赤外映像による心拍変動推定の提案, 平松篤樹, 池岡宏, 佐藤俊一, 浜本隆之, PCSJ/IMPS, 2 pages, (2021-11)
50. Study on Adapting the Auto Feeding System for Sillago Japonica to Actual Aquaculture Environment, Yutaka Saragai, Takuya Sato, Haruki Kuroki, Hiroshi Ikeoka, Koichi Isawa, 2nd International Conference on Image Processing and Robotics (ICIPRob 2022), 6 pages, (2022-3)

<森田翔太>

51. 地名アナウンス音の印象に関する検討, 松尾拓真, 森田翔太, 中道上, 日本音響学会音声研究会資料, Vol. 2, No. 2, pp. 31-34, (2022-3)

【機械システム工学科】-----

<内田博志>

52. Application of Energy Optimal Control to Hybrid Electric Vehicle, Hiroshi Uchida, 2021 60th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE), WeB09 SICE-JSAE-AIMaP Advanced Automotive Control and Mathematics I, WeB09.2, (2021-9) (査読無)
53. 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則の導出, 内田博志, 日本機械学会 2021年度 年次大会 ワークショップ W01100 高度な自動運転を実現するための数理の現状と課題, W011-05, (2021-9) (査読無)
54. エネルギー最適制御と自動運転, 内田博志, シミュレーション, 第 40 巻第 4 号, pp.217-223, (2021-12) (査読無)
55. 水中・水上ロボットシステムの連係動作に関する基礎検討, 内田博志, 福山大学工学部紀要, 第45巻, pp.105-112, (2022-2) (査読無)

< 関根康史 >

56. 幹線道路の渋滞と周辺地域の交通環境の関係についての分析 (ETC2.0 および事故分析とアンケートによる生活道路の安全性評価), 関根康史, 山本俊雄, 林祐志, 大坪裕哉, 日本機械学会論文集, Vol.87, No.898, 2021.4, (査読有)
57. 高齢運転者によるブレーキ操作不適事故の統計分析 – 歩行者事故における高齢運転者の行動類型からみた特徴の分析 –, 関根康史, 自動車技術会2021年春季大会学術講演会講演予稿集, 20215362, 2021.5, (査読無)
58. 幹線道路に並行する生活道路に発生する事故の分析 (ETC2.0データを用いた通行経路分析と事故の特徴), 関根康史, 山本俊雄, 林祐志, 大坪裕哉, 日本機械学会2021年度年次大会講演論文集, No. 21-1, J181-07, 2021.9, (査読無)
59. 自動車のアクセルとブレーキのペダル段差および運転者のペダル操作の仕方, 関根康史, 日本交通科学学会誌, 第57回日本交通科学学会学術講演会講演集, SY2-2, p.39, 2021.10, (査読無)
60. ブレーキ操作不適による高齢運転者の車両相互事故および車両単独事故の統計分析 – 高齢運転者のブレーキ操作不適事故の行動類型における特徴 –, 関根康史, 自動車技術会2021年秋季大会学術講演会講演予稿集, 20216033, 2021.10, (査読無)
61. 踵を床に置くペダル操作法における運転者の体格の違いの影響, 関根康史, 日本機械学会 第 30 回交通・物流部門大会 講演論文集, No. 21-72, TL7-1, 2021.12, (査読無)
62. 「踵を床に置くペダル操作」における右足の位置と踏み間違いの関係, 関根康史, 日本交通科学学会誌, Vol.21, No.2, pp.34-44, 2022.2 (査読有)

< 中東潤 >

63. 水素による β rich- $\alpha + \beta$ 型チタン合金の塑性加工性の改善, 中東潤, 福山大学工学部紀要, 第45巻, 2022年2月 (査読なし)

以上

2. 5 特許一覧

<特許 6981633>

- ・ 発明名称：壊食促進方法及び塗装前処理方法
- ・ 出願人：常石商事株式会社、学校法人福山大学
- ・ 発明者：加藤昌彦

<特開 2021-179339>

- ・ 発明名称：触覚センサ
- ・ 出願人：学校法人福山大学
- ・ 発明者：伍賀正典

3. 教育活動

「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科目の教養教育科目からなる「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、教養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2021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：教養教育科目
後期：「地域防災応用」 選択2単位 種別：教養教育科目

2021年度もCOVID-19の影響を大きく受けた。前期「地域防災基礎」および後期「地域防災応用」においては受講生が多く、対面授業の実施が困難であるため、防災士の資格取得希望者（約30名）は対面授業、その他の受講生は遠隔授業という形態で授業を行った。

3. 受講者数および単位取得者数

表-1に2021年度の受講者数等を示す。

また、福山市防災リーダー協議会の西部ブロック協議会からの要望で、「授業公開」の制度を利用して、後期「地域防災応用」に松永地区の自主防災組織の方々8名が参加された。

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	192	165	173	169
後期	地域防災応用	119	100	104	100

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、毎年、福山大学において普通救命講習を実施している。2021年度はCOVID-19下において三密を避けるため、12/22、12/23の2回に分けて少人数で実施した。写真-2に講習会の様子を示す。

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る試験官が実施する。表-2に、2021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	経済学部	工学部	生命工学部	薬学部	大学院
受験者	26	12	6	6	1	1	0
合格者	21	10	5	4	1	1	0

表-3 「地域防災リーダー養成講座」のカリキュラム(2021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	4/21	概説、防災士の役割	宮内 克之(工学部教授)
2	4/28	身の周りの危険性を調べてみる	宮内 克之(工学部教授)
3	5/12	災害とライフライン	宮内 克之(工学部教授)
4	5/19	地震・津波のしくみと被害	宮内 克之(工学部教授)
5	5/26	近年の自然災害に学ぶ	田中 義浩(広島県危機管理監危機管理課防災担当監)
6	6/2	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支部)
7	6/9	風水害と対策	津田 将行(大学教育センター講師)
8	6/16	土砂災害と対策	宮内 克之(工学部教授)
9	6/23	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)
10	6/30	ライフラインと被害	加田 厚(国土交通省中国地方整備局総括防災調整官)
11	7/7	火災と防火対策	小川 仁(福山地区消防組合消防局総務部予防課次長)
12	7/14	火山噴火のしくみと被害	田辺 和康(工学部教授)
13	7/21	災害・避難情報の入手と発信	山田 朗生(福山市危機管理防災課地域防災担当次長)
14	7/28	被害想定・ハザードマップと避難行動	山田 朗生(福山市危機管理防災課地域防災担当次長)
15	8/4	命を守るための避難計画:マイタイムライン	宮内 克之(工学部教授)

(b) 後期:「地域防災応用」:2単位

回	日付	講義内容	講師(所属)
1	9/22	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)
2	9/29	地域の復興と再建	宮内 克之(工学部教授)
3	10/6	身近でできる防災対策	宮永 正稔(日本防災士会広島支部事務局長)
4	10/13	地域の防災活動	青木 秀明(広島県自主防災アドバイザー)
5	10/20	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支部)
6	10/27	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	11/6	都市防災	宮内 克之(工学部教授)
8	11/10	耐震診断と耐震補強	山田 明(工学部准教授)
9	11/24	行政の災害対策と支援制度	清水 信夫(国土交通省中国地方整備局防災室長)
10	12/1	災害と危機管理	田中 義浩(広島県危機管理監危機管理課防災担当監)
11	12/8	災害と損害保険	山本 真史(日本損害保険協会中国支部担当部長)
12	12/15	惨事ストレスと心のケア	武田 知也(人間文化学部心理学科講師)
13	1/5	災害ボランティア活動と避難所の運営	堀田 琢哉(福山市社会福祉協議会ボランティアセンター長)
14	1/12	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)
15	1/19	事業継続計画と地域継続計画	宮内 克之(工学部教授)



写真-1 講義風景



写真-2 普通救命講習の実施風景

(参考)

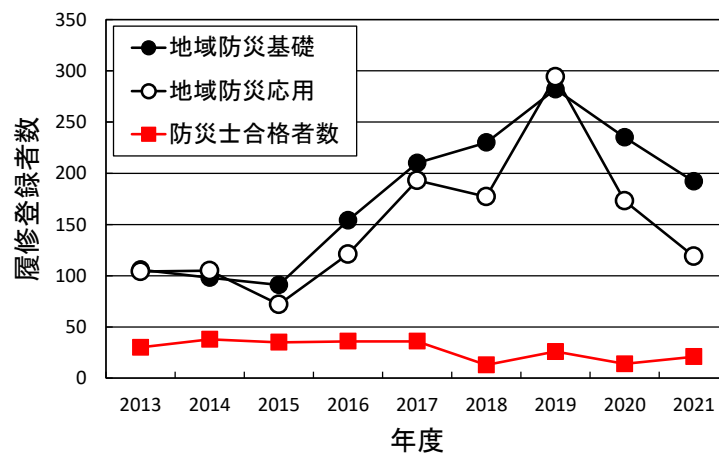


図-1 地域防災リーダー養成講座の履修登録者数の推移

「実践地域防災学」の実施

宮内 克之*1・津田 将行*2

*1 工学部スマートシステム学科、*2 大学教育センター

1. はじめに

防災に関する正しい知識と技能を有し、災害時には自助、共助の中心として活躍できる防災士を育成し、学生の資質の向上と地域の防災・減災力向上に貢献することを目的として、2013年度より、教養教育科目「地域防災基礎」および「地域防災応用」からなる「地域防災リーダー養成講座」を開講してきた。その結果、この9年間で約250名の防災士を育成してきたところである。

また、この講座の開講にあたっては、国土交通省中国地方整備局、広島県をはじめ、地元の福山市、福山地区消防組合、自主防災組織および防災士会などの協力を得てきた。

2013年の災害対策基本法の改正で、市町村の一定の地区内の居住者および事業者（地区居住者等）による自発的な防災活動に関する「地区防災計画制度」が創設された（2014年4月1日施行）。これに基づき、各自治体は地元住民に対して地区防災計画の作成を推進、指導してきている。しかしながら、地区防災計画といっても、それぞれの地区・地域により対象とする災害は異なり、画一的に作成しても実効性を伴わない。また、それぞれの地区・地域の自主防災組織の防災・減災に対する意識と熱意も様々であり、必要とするすべての地区・地域において実効性のある効果的な地区防災計画が作成されているとは言えない。さらに、地区防災計画は作成されたとしても、その有効性の検証等は、多くの地区でなされていないのが実情である。

このような地元地域の実情を踏まえ、「地域防災リーダー養成講座」により育成した学生防災士の知識等を多少なりとも地元地域に還元するために、地元の自主防災組織と協働して、防災・減災に関するその地区に特有の諸問題に取り組む「実践地域防災学」を開講した。

学生は、「実践地域防災学」をとおして地域の防災・減災の現実と接することにより、また、地元住民と接することなど、通常の授業では経験することができない、より実践的な活動をとおして、防災・減災の考え方や実践的な行動について学ぶことができる。さらに、地域の防災・減災力の向上に貢献することができる。

2. 科目の位置付け、定員等

- (1) 科目の位置付け：教養教育科目 F群（地域学）；2単位；夏季集中授業
- (2) 履修対象学生：全学部全学科の2～4年生を対象とするが、「防災士」の資格取得者もしくは「地域防災基礎」および「地域防災応用」の単位取得者が望ましい。
- (3) 定員：20名程度

3. 2021年度の対象地域：福山市本郷学区内 妙皇寺地区

本郷学区内のほぼ中央を北から南へ流れる本郷川は、学区北部の谷間部から南部で急に開け扇状地を形成している。平常時には水量はそれほど多くはないものの、過去には幾度となく氾濫している。

今年度対象とした地区は扇状地が広がる前の谷間部に位置し、地区の東西両側斜面の多くが土砂災害特別警戒区域（急傾斜地）や土砂災害警戒区域（急傾斜地）に指定されており、大雨の際には急斜面の崩壊（がけ崩れ）の危険性が極めて高い。

また、本郷川の右岸には低地が広がり、流木等が橋脚に引っかかれば流水が堤防を越えることも懸念される。実際に数年前の大雨の際には、河川水の越流による田畑および宅地の浸水も発生している。

さらに例にたがわず、高齢化が進み一人暮らしの高齢者が多いことも、避難行動を妨げる大きな要因の一つとなっている。



対象地区

4. カリキュラム

回	内 容	回	内 容
1	目的、内容、スケジュールの説明 地区防災計画について	7 8	調査結果の検討 問題点の洗い出し
2	本郷地区の地区防災計画について（現状説明） 問題点について考える 現地調査に向けて準備、事前調査等		
3	対象地区の特徴と災害の危険性の確認	9 ～ 13	避難計画の問題点と解決策の検討 避難マップの作成 マイ・タイムラインの作成 検討結果提示用ポスターの作成
4	マイ・タイムラインについて		
5	本郷公民館にて、現地調査の説明 現地調査	14	問題解決の方策検討結果の地区への提示 反省と意見交換
6		15	

5. 現地調査



地元住民から過去の水害について話を聞く



現地調査の様子

6. 避難経路マップ、マイ・タイムラインの作成、成果発表



グループに分かれての情報の整理



成果発表の様子

グループごとに、妙皇寺地区の本郷川右岸または左岸を担当し、地元自主防災組織の方々と共に現地調査を行った。現地調査では、防災面から見た地区の特徴、避難場所の確認を行うとともに、マイ・タイムライン作成上必要となる種々の情報（避難経路、避難経路上の危険箇所の確認、避難に要する時間、避難開始のタイミング等）を収集した。

また、担当地区ごとに代表的な高齢者（例えば、80歳代女性、一人暮らし、車運転せず、年齢相応の歩行可能等）を1名選定し、その人を対象としたマイ・タイムライン（個人の避難計画）の作成を行った。

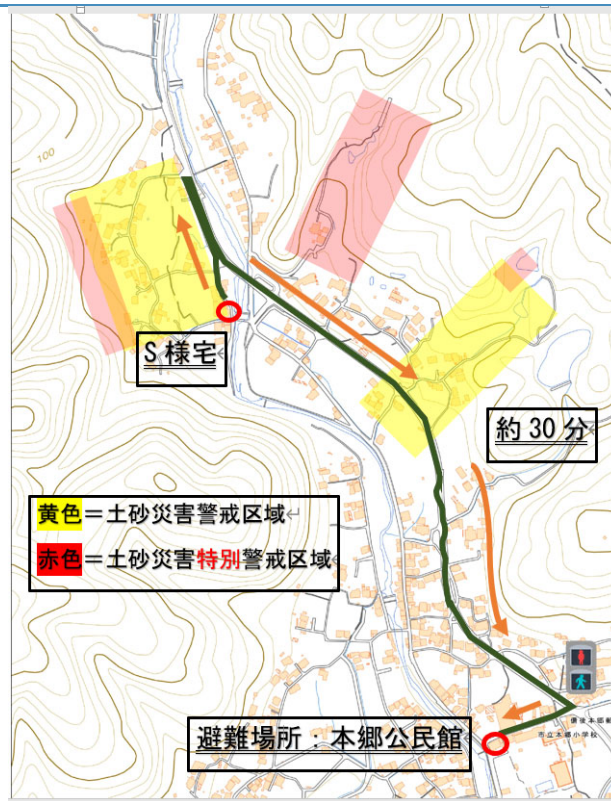
授業の最後には、グループごとに作成した避難経路マップやマイ・タイムラインを用いたプレゼンテーションを行った。

今回の授業の計画実施に当たり、福山市本郷学区自治会連合会会長の横山様、自主防災会会長の佐藤様、自主防災会の大村様、栗津様、福山市市民局松永支所松永地域振興課細谷様、小島様に大変お世話になりました。また、小雨模様にもかかわらず、現地調査にご協力いただきました、本郷地区の皆様、ご協力ありがとうございました。

マイ・タイムライン (本郷学区 S様の避難計画)

	天気予報 (本郷地区の気象情報)	周囲の状況	福山市からの避難情報	わたしのする事
雨が降り始める	大雨注意報 洪水注意報		警戒レベル2発令	天気予報の確認 避難場所開設・避難経路の確認 持ち物確認 関係者等への連絡
雨が強くなる	大雨警報 洪水警報	川の水位の上昇	警戒レベル3発令 ・高齢者等避難	避難完了!
大雨になる	土砂災害警戒情報 氾濫危険情報	川の流れが遅くなる	警戒レベル4発令 ・避難指示	
大雨が強くなる	大雨特別警報 災害発生情報	川が氾濫 家が床下浸水 裏山土砂崩れ発生	警戒レベル5発令 ・避難不可	逃げ遅れた場合 ・上の階へ避難 ・高い建物へ避難





妙皇寺地区本郷川右岸（S様）



妙皇寺地区本郷川左岸（Y様）
作成した避難経路マップの一例