

福山大学  
安全安心防災教育研究センター

2022年度 活動報告書

2023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

2022年9月に本学はグリーン&ブルー宣言を発出しました。二酸化炭素に代表される温室効果ガス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、日本政府が掲げた「2050年カーボンニュートラル宣言」を受け、瀬戸内の里山（グリーン）・里海（ブルー）と密接に関わり共存しつつも経済、産業、文化を発展させ、持続可能な社会を構築することを目標とするものです。一方、本学は2017年度よりブランド研究プロジェクト「瀬戸内の里山・里海学」を立ち上げており、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ことを目標として研究活動を推進しています。これはSDGsそのものであり、冒頭の「グリーン&ブルー宣言」はこれに包含されるものと言えます。

安全安心防災教育研究センターでは、主管する「ひと・まち・くらしプロジェクト」により上記「瀬戸内の里山・里海学」および「グリーン&ブルー宣言」に関連するプロジェクトを支援していますが、環境やカーボンニュートラルに直接関わる研究の他、医療・介護・看護に関するものや、災害予知・避難、交通安全に関わる研究も推進しており、これらは持続可能な社会の実現に貢献するSDGsの一部と言えます。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、本報告では上記両者を併せて活動状況を紹介しました。

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」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

## 2022 年度 活動報告書 目次

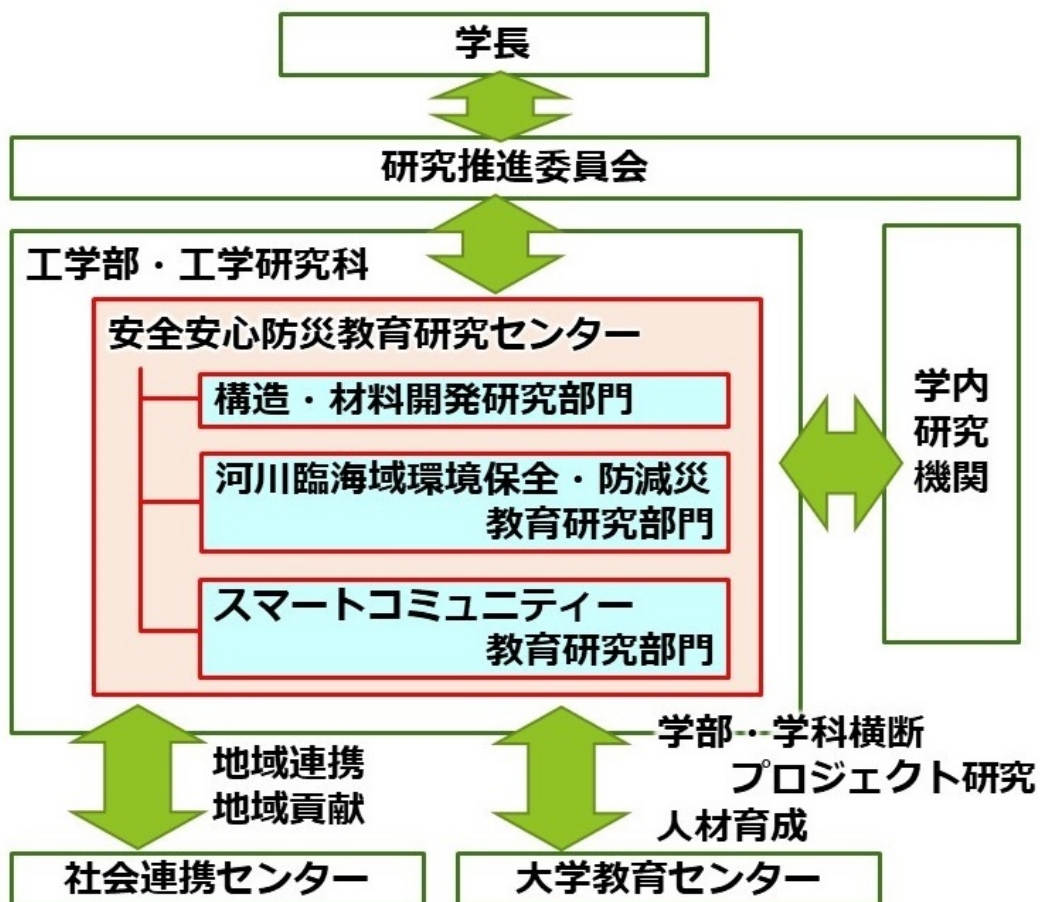
巻頭言 活動報告書発行にあたって：センター長 仲嶋 一

1. 組織および運営.....	1
1.1 組織図.....	2
1.2 センター体制（2023 年度）.....	3
1.3 運営委員各担当（2023 年度）.....	4
2. 研究活動.....	5
2.1 ひと・まち・暮らしプロジェクト.....	13
(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）.....	13
(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）.....	23
(C) 一般研究テーマ.....	34
2.2 兼務教員による研究プロジェクト.....	40
(A) センター施設を利用した研究.....	40
(B) 一般研究テーマ.....	-
2.3 研究資金獲得一覧.....	46
2.4 研究業績一覧.....	48
2.5 特許一覧.....	53
3. 教育活動.....	54
3.1 防災士関連.....	55
3.2 その他.....	58

# 1. 組織および運営



1. 1 組織図



## 1. 2 センター体制 (2023 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	建築	梅國 章	○	○		
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)	(○)	(○)		
	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	大教セ	津田 将行	○	○		
	スマート	香川 直己	○			○
	スマートシステム	(仲嶋 一)				
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	歌谷 昌弘	○	○		
	スマートシステム	関田 隆一		○		
	建築	伊澤 康一	○	○		
	建築	佐藤 圭一	○		○	
	情報	中道 上	○	○	○	
	情報	池岡 宏	○		○	
幹事	工学部事務	佐藤 理恵		○		

### 1. 3 運営委員各担当（2023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、予算申請 ひと・まち・くらしPJ再編
副センター長・部門長	建築	都祭 弘幸	部門運営 予算申請
	建築	梅國 章	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・材料部門長	建築	(都祭 弘幸)	
構造・材料部門	機械システム	中東 潤	教務 HP
	建築	(梅國 章)	
河川臨海域部門長	大学教育センター	津田 将行	部門運営 教務、防災
河川臨海域部門	スマートシステム	(仲嶋 一)	
スマコミ部門長	スマートシステム	歌谷 昌弘	部門運営 ひと・まち・くらしPJ再編
スマコミ部門	建築	関田 隆一	安全・コンプライアンス
	建築	伊澤 康一	成果報告
	情報	中道 上	成果報告 HP
	工学部事務室	佐藤 理恵	事務取り纏め

## 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

#### 里海の海中探査プロジェクト ～藻場探査システム（海底カメラ）～

／工学部スマートシステム学科 田中 聡 ..... 11  
藻場の内部に設置し環境（海流，水温，水深等）の変化を長時間にわたって画像等のデータで観測する海底カメラを開発し，そのデータを AI 技術により自動解析することにより藻場環境の変化を計測するデータ解析システムを構築する。海底カメラの現在の開発状況と今後のセンサの搭載の可能性について述べる。

#### ■藻場における生態観察用 ROV の開発

／スマートシステム学科 沖 俊任 ..... 13  
瀬戸内海の浅海域で藻場における生態系を知ることで，豊かで持続的な生物圏と生物資源の保育を可能となる。しかし，長時間にわたり生物に近づき観察することは難しく，市販の遠隔操作無人潜水機（ROV）では水流で生物に影響を与える可能性があり，砂地の海底で動作することも難しい。本研究では遠隔操作無人潜水機（ROV）内の重心移動と浮袋様機構による 3 次元バランス制御機能を有する ROV の開発を行った。

#### ■瀬戸内里海の次世代養殖システムの研究開発 ～ 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 ..... 15  
アブストラクト（200字以内）本学ではシロギス養殖技術の確立を目指す中で，AI を活用した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。養殖水槽の様子をカメラで撮影する画像入力部、シロギスの位置と方向を AI により認識する画像認識部、給餌のタイミング、場所、量を AI により決定する給餌制御部、給餌開始・終了の信号を給餌器に接続したマイコンに送信する給餌器作動部で本システムを構成する。

瀬戸内里海の次世代養殖システムの開発研究—環境シミュレーションモデル構築ならびに熱・光環境と養殖魚成長の関係解明— / 建築学科 伊澤康一 ..... 17  
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，養殖水槽の環境制御を検討するための環境シミュレーションモデルを構築するとともに，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して，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

～スマートベッドシステムの開発～

／工学部・スマートシステム学科 仲嶋 一 ..... 23

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う。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。得られた音源像も時系列シーケンスと、各音源像でのスペクトルのシーケンスであるスペクトログラムを入力とするAIのプログラムを構築し、評価、改善中である。

#### ■光リンクセンサーネットワークのための送受信光学系の開発

／工学部・スマートシステム学科 香川直己 ..... 26

二酸化炭素、メタン等の大気中の温室効果ガスを非接触、かつ、リアルタイムで測定するための手法として、赤外レーザー光線を解放大気に伝搬させるときに生じる共鳴吸収を利用した分光分析法の研究を継続的に続けている。これを屋外の通信ネットワークに適用できれば、同時にセンサーネットワークとしても活用でき各種のセンシングに活用が可能であると考えている。このシステムは、ネットワーク（ノード）を移動させながら計測し、広範囲を計測エリアにすることを想定しているため、レーザーの光軸を追尾するトラッキング装置を開発している。光リンクによるノード間の情報通信により、光軸方向の移動もできるようになり、非常に低速であるが、光軸（光リンク）を介したモータの制御情報のデジタル通信により、半径方向への移動が確認でき、これにより、ロボットを2次元平面内において自由に移動させることも示された。

#### ■降雨量推定を目的としたひずみゲージを用いた小型センサユニット

／工学部・スマートシステム学科 香川直己 ..... 28

線状降水帯による局所短時間の豪雨災害が増えているため、遠方の音情報を使って早期に災害を検出する方法を考えている。降雨強度と音の関係を調査し、センサネットワークを用いて複数地点で観測し相関関係を分析。従来の雨滴粒径推定法に代わり、ひずみゲージを使用して雨滴の運動エネルギーから降雨強度を推定する手法を提案し、試験装置を製作し実現可能性を検討した。実験を通じて水滴の持つ運動エネルギーと出力信号に線形な相関を得る条件が明確になった。これにより、局所的な豪雨の早期検出が期待される。

#### ■紫外線A波（UVA）を含むLED照明によるSARS-CoV-2不活性化効果に関する調査研究

／工学部・スマートシステム学科 香川直己 ..... 30

新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、除菌技術の進展が求められている。特に、紫外線C波（UVC）による清浄・消毒が注目されているが、UVCは人体に有害な影響もある。そのため、新しい除菌技術として紫外線A波（UVA）の効果も一部で注目されつつあるが、UVAは肌の劣化やシミの生成にも影響するため、適切な照射量の推定が重要となると考えられる。本研究の焦点は、UVAがSARS-CoV-2に対して、①不活性化の効果があるのか、②効果があるとすれば不活性化させる照射量はどのくらいか、③UVAは人体にどのような影響を与えるのか、④影響を与えるとすればどの程度の照射まで許容されるのか、を先行研究の文献調査から見出し、それらの相関関係から、UVAの除菌効果と人体への影響を踏まえて、安全で効果的な除菌方法を探求した。

■「地域遺産」としての神辺宿 —備後地域遺産研究会 2022 活動報告—

／工学部・建築学科 佐藤圭一 ..... 32

本稿は、2016 年度から福山大学ひと・まち・暮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：ひとまち暮らしPJ室2（04204号室））の2022年度活動報告である。2021年度からは、「<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

- 幹線道路の渋滞と「抜け道」交通量の関連性の分析および「抜け道」の安全性についての検討  
／工学部・スマートシステム学科 関根 康史 ..... 34

本研究では、生活道路を含むデジタル道路地図上の全ての道路に ETC2.0 データが自動で紐付けされるようになった新しい ETC2.0 データを用いることにより、道路を数 m 程度の細かい有限の要素に区切った上で、各要素での自動車通行量や速度の変化を求めることにより、幹線道路の渋滞の状況や、この渋滞を避けるべく生活道路に流入しようとする自動車の迂回交通の発生の実態について分析を行い、これらの詳細な関係について明らかにした。

- カーボンニュートラルの意識付けに向けた CO2 濃度の可視化表現の検討  
／工学部・情報工学科 中道上、池岡宏 ..... 36

2020 年 10 月に、2050 年までに温室効果ガスの排出量を実質ゼロにする「カーボンニュートラル」を国が宣言し、2021 年に地球温暖化対策推進法の改正も行われ、各自治体でも脱炭素化に向けた取り組みが実施されている。本研究では、カーボンニュートラル及び脱炭素化への意識付けを目的とし、CO2 濃度の可視化表現を検討する。

- ペルソナデザインにおけるペルソナとの年代差異の影響分析  
／工学部・情報工学科 中道上、宮崎光二 ..... 38

新しいプロダクトやサービスを作成する時に UX デザインの導入が増えてきている。UX デザインのプロセスとしてユーザーモデリングが実施されている。ユーザーモデリングの手法の 1 つにペルソナ手法がある。ペルソナとはユーザーを代表する架空の人物のことである。本研究では年代差異がある場合のペルソナデザインの難易度への影響について分析する。



## 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 RC 造梁の損傷制御法に関する実験的研究  
／工学部・建築学科 都祭弘幸..... 40  
2021 年度の研究では、鉄筋コンクリート梁部材 FA ランクのせん断応力度比上限値(0.15)であってもヒンジ部を補強することにより曲げ降伏後のせん断変形量抑制が可能であることが確認できた。2022 年度の研究は、せん断変形が卓越する梁形状について、せん断応力度比 0.15 の構造実験を実施しヒンジ部補強効果を検証した。また、補強をより簡便化する工夫も施した。実験結果を検討した結果、ヒンジ部補強は主筋降伏前から大変形までヒンジ部のせん断変形量を抑制できる効果があることを確認した。

■マルテンサイト化した生体用 $\alpha+\beta$ 型 Ti-6Al-7Nb 合金の加工・熱処理による結晶粒微細化と引張特性  
／工学部・機械システム工学科 中東 潤 ..... 44  
本研究では、生体用チタン合金の一つである $\alpha+\beta$ 型 Ti-6Al-7Nb 合金に焼入れ-加工・熱処理を行って結晶粒微細化及び引張特性の向上を目指した。その結果、焼入れを行ってマルテンサイト組織とした後、適切な条件にて熱間圧延及び焼鈍を行うことで、均一な微細粒組織となることがわかった。そして常温引張試験を行った結果、微細組織化した Ti-6Al-7Nb 合金の降伏強度は著しく向上することが分かった。

## 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

※2022 年度は該当なし

キーワード：カメラ, 画像処理, 藻場探査, 海洋観測

## 里海の海中探査プロジェクト ～藻場探査システム(海底カメラ)～

安全安心防災教育研究センター, 工学部スマートシステム学科

田中 聡

准教授

学術博士



専門分野：海洋システム, 画像処理, 通信システム

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

### 研究概要

藻場の内部に設置し環境（海流, 水温, 水深等）の変化を長時間にわたって画像等のデータで観測する海底カメラを開発し, そのデータを AI 技術により自動解析することにより藻場環境の変化を計測するデータ解析システムを構築する。

### ■ 研究内容と成果

海底カメラは海中に沈めてデータを取得する観測装置部分, 計測データを解析する解析ソフトウェアで構成される。開発は1号機から5号機まで進められ(表1 ☆3号機は開発中止) 小型化・省電力化とともにソフトウェアの簡略化や市販ドライブレコーダの導入などのさまざまな試みを行い, 10時間以上の連続動画撮影が可能に行なった。5号機では画像の解像度を下げておよそ1週間の記録が可能になっている。

表1 海底カメラの機能と特徴

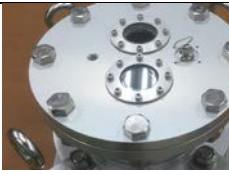

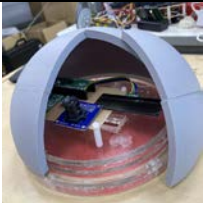


開発	特徴	
1号機 2018 喪失	直径30cm 高さ30cm 10W ステレオカメラ, 水圧計, 温度計, 姿勢センサ, エロージョン 原価>30万円	
2号機 2019 開発完了	直径20cm 高さ30cm 2W ステレオカメラ, 水圧計, 温度計 姿勢センサ, 太陽光発電 原価10万円	
3号機 2020 開発中断	直径20cm 高さ15cm ?W AIセンサ 原価5万円	
4号機A 2021 開発完了	直径20cm 高さ15cm 6W ドライブレコーダ(ステレオ) GPS, Wi-Fi 姿勢センサ, 温度計 原価5万円	
5号機 2022 開発中	小電力マイコンを用いた小型機 1W 長時間録画	

表2 海底カメラ搭載センサー一覧

	観測項目	観測結果の影響	実現状況 2023現在
1	海流(方向, 流速)	藻場の移動に影響	1号機—
2	水温(面, 鉛直データ)	生物相の変化に大きく関わっている	2号機—
3	水圧(水深)		1号機—
4	塩分濃度(面, 垂直データ)		センサ開発中
5	透明度(面, 鉛直データ)	海水の循環とプランクトンの消長	解析方法の研究中
6	栄養塩 NO <sub>2</sub> , NO		実装困難
7	クロロフィル測定	プロファイル測定は赤潮の予測に有効	センサ検討中
8	上空の風向・風速	海流に影響	ドローンの活用
9	植生の変化(海中, 沿岸)		オブジェクト認識術の応用
10	CO <sub>2</sub> 計測(無機)	海水中の溶存CO <sub>2</sub>	2023開発中
11	全炭素	ブルーカーボンの計測	実装困難



図1 海底カメラの運用実験



図2 海中のアカモク

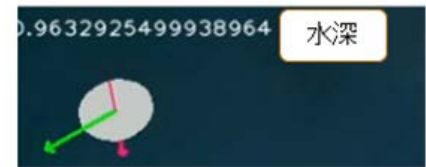
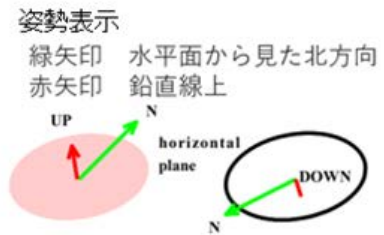


図3 画面上の姿勢表示 (右図)

その一方で、海洋観測に求められる機能として栄養塩などの化学的成分分析が求められている。表2にはそうした目的で開発を進めているセンサの一覧を示す。海底カメラの海中におけるカメラの方向を知るために地磁気センサによるコンパスと加速度センサにより傾きを知ることができる。この情報は図3のように画面左上のマーカ表示で知ることができる。また、画面の数値は水深を表す。

こうした、計測データのポスト処理システムを製作している。さらに、これらとは別に画像中の魚画像や藻の画像をAI技術の一つであるMask R-CNNを用いて検出するシステム(図4)も開発した。



図4 魚画像認識システムの実行例

#### ■今後の展開

表2に示すようにカーボンニュートラルの研究を推進する観点から海水中の無機のCO<sub>2</sub>観測センサを搭載する予定であるが、本体に搭載することが困難である、有機炭素成分および栄養塩類の観測についてはサンプル回収により対応する予定である。海水中からサンプルを回収するための機構の組み込みを計画している。

#### 研究室等ホームページ

福山大学ブランド研究プロジェクト 里海の海中探査プロジェクト  
[https://www.fukuyama-u.ac.jp/project/project\\_branding/](https://www.fukuyama-u.ac.jp/project/project_branding/)

キーワード：藻場，ROV，浮力制御，バランス制御，ROS

## 里海の海中探査プロジェクト

### ～藻場における生態観察用 ROV の開発～

工学部 スマートシステム学科

沖 俊任

准教授 Toshitaka Oki

博士 (工学)

専門分野：専門分野：自動制御，メカトロニクス応用，ロボティクス応用

E-mail：oki@fukuyama-u.ac.jp

#### 研究概要

本研究は、2017～2022 年度に行われたブランド研究プロジェクトの内、2019 年度からサブテーマとして行った。

瀬戸内海の浅海域で藻場が多様な生物の「ゆりかご」として機能していることが知られている。そこでの生態系を知ることで、豊かで持続的な生物圏と生物資源の保育を可能となる。そのためには藻場を直接観察することが大事となるが、長時間にわたり生物に近づき観察することは難しい。一方、有線潜水ロボット (ROV: Remotely Operated Vehicle, いわゆる海中ドローン) が市販されているが、多くはスラスターによる浮力調整のため藻や海底砂をスラスターに巻き込むことなくかつ生物群にストレスを与えることなく観察することが困難である。

この点を解決するため ROV 内の重心移動と浮袋様機構による 3 次元バランス制御機能を有する ROV の開発を行った。

#### 研究内容と成果

開発した ROV は図 1 左のゆうな外観となった。その内部は 4 層からなり、そのうち水平バランス機構を図 1 に示す。浮力は、ROV 内外に設けた油袋内に油を移動させることで行う。

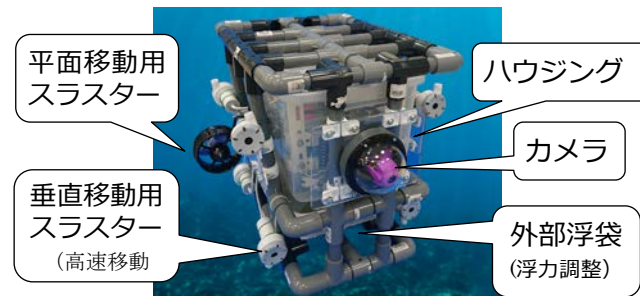
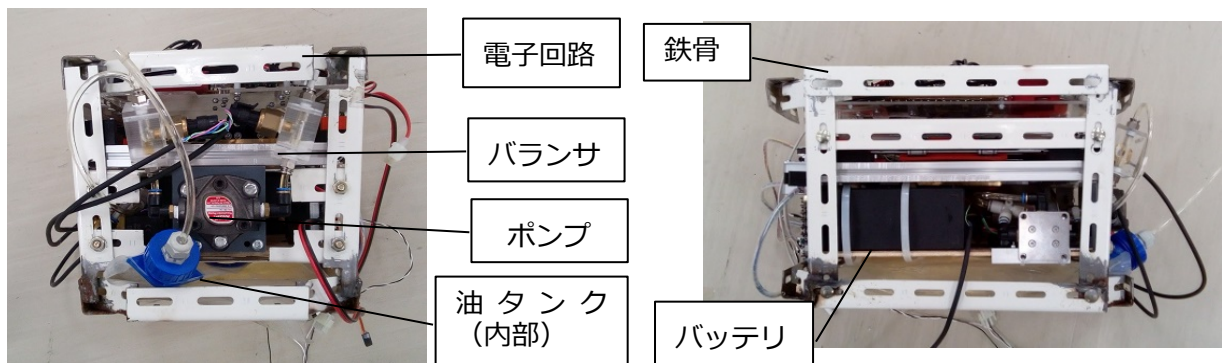


図 1 中性浮力を利用する ROV

#### 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

ハウジング内の内部構造を図 2 に示す。プラスチック製のハウジングが水圧に耐えるよう、鉄骨で内部システム全体を囲み補強した。



(b) 正面

(a) 右側面

図 2 ハウジング内部システム



内部システムの最上面と最下面、および、カメラを図3に示す。

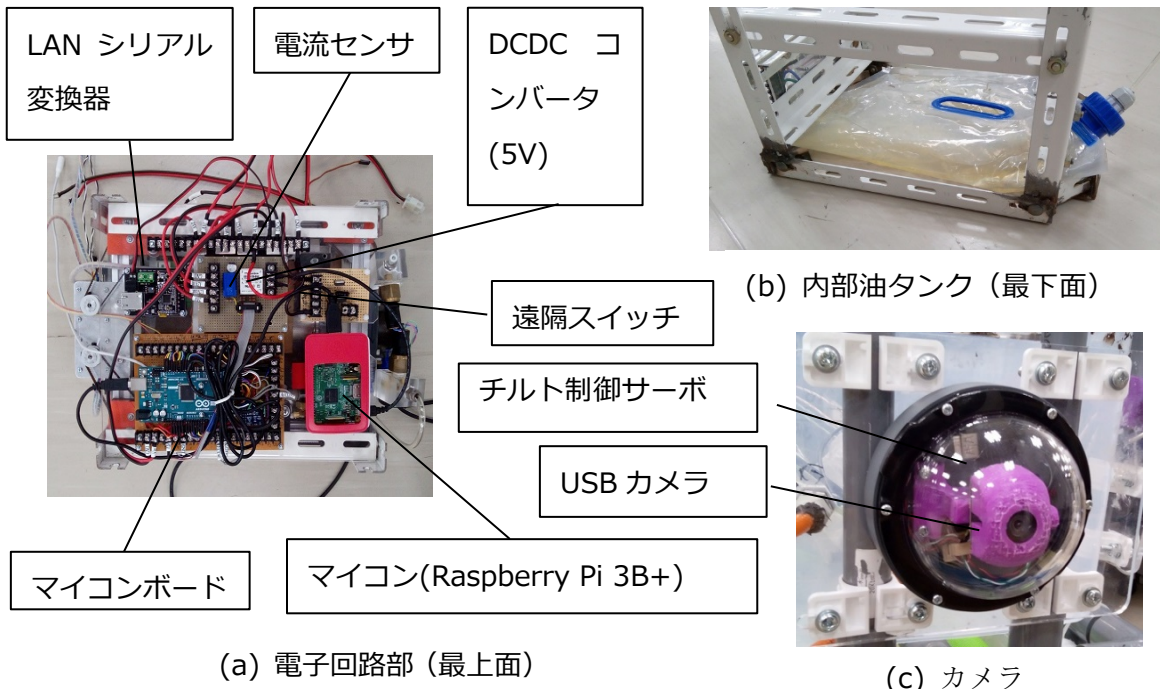


図3 電子回路部、内部油タンク、カメラ

各システムは ROS ( Robot Operating System ) で統合し、PC等のブラウザとジョイスティックで操作・記録できるようにした。水槽実験における様子とその時の操作画面および記録されたデータを図4に示す。

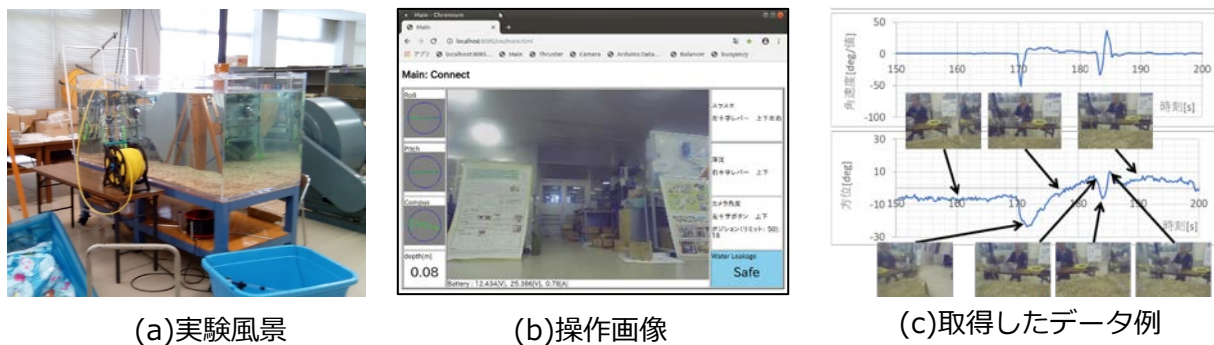


図4 実験水槽における実験

図5に、海中に投入した時の様子と画像を示す。本 ROV と共に投入し撮影した本機の様子も併せて示す。

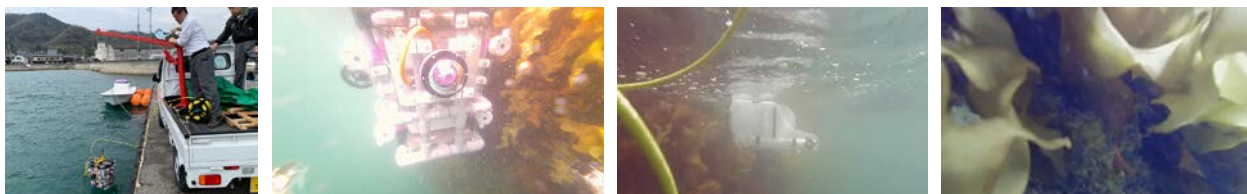


図5 海中投入実験

### 今後の展開

概略設計と機能の確認はできたが、詳細設計を行い性能を上げる必要がある。共同研究者を求めている。

キーワード：給餌システム, AI, 画像認識, ディープラーニング, シミュレーション

## 瀬戸内里海の次世代養殖システムの研究開発 ～ 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

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

#### ■ 研究背景と目的

福山大学では、シロギス養殖技術の確立を目指している(図1, 図2)。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、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[1]。



図1 シロギス

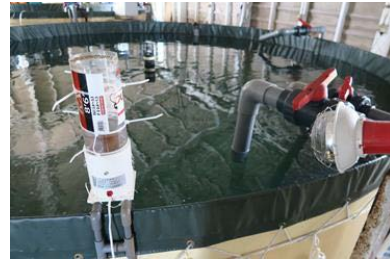


図2 内海生物資源研究所におけるシロギス養殖

#### ■ システム構成

本提案の自発給餌システムの概要を図3に示す。養殖水槽上に設置した無線接続のカメラで水槽内を撮影する**画像入力部**、その画像よりシロギスの位置と方向をAIにより認識する**画像認識部**、その情報に基づき給餌のタイミング、場所、量をAIにより決定する**給餌制御部**、最後に、給餌開始および終了の信号を給餌器に接続したマイコンに送信する**給餌器作動部**の4パートで本システムを構成する。

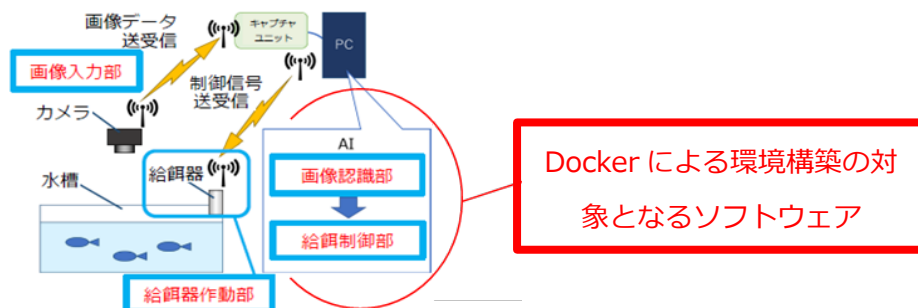


図3 システム構成と Docker による環境構築対象

#### ■ 開発と検証

##### ①シロギス分布の取得用 AI (画像認識部)の開発

画像位置認識 AI である Yolo アルゴリズムにより魚位置を取得し、さらにその頭部位置も取得することにより方向も認識するように実装した(図4)[2]。

##### ②給餌シミュレータと給餌制御 AI(給餌制御部)の開発

給餌制御 AI の基礎学習(深層強化学習)用シミュレータを Unity を使い実装した(図5)。加えて、このシミュレータ上で報酬設計に基づき、深層強化学習の PPO アルゴリズムで給餌のタイミング、場所、量を決定する AI を開発した[1][3]。

### ③AI 環境の移植性または拡張性の確保

AI で実現する画像認識部と給餌制御部については Docker を用いることで、容易に別途 PC に環境構築できるようにした。実際に様々なタイプの PC に Docker 経由で画像認識部および給餌制御部の環境を構築し、起動できることを確認した(図3, 図6, 図7)。

### ④複数給餌器に対応した給餌制御部の開発

Arduino マイコンと SSD(ソリッドステートリレー)を組み合わせて、無線通信(Xbee)で送られてくる給餌制御信号に基づき給餌器の ON/OFF を行う仕組みを構築した(図8)[4]。

### ⑤実環境に近いシミュレーション環境の整備

より実環境に近い物理構成にてシミュレーションを実現するため、投影用スクリーンを収めた水槽および3台の給餌器を用意した。なお、シロギスの遊泳の様子を水底に投影することで、より実環境に近いシミュレーションの実現を目指した(図9)。



図4 AIによる画像認識の様子



図5 給餌シミュレータ

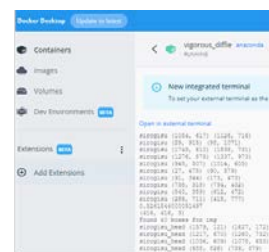


図6 Docker 経由で動作する画像認識部

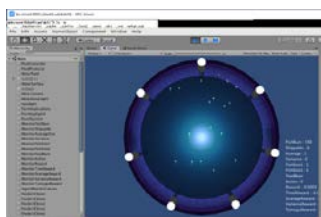


図7 Docker 経由で動作する給餌制御部



図8 複数台の給餌器を制御可能な給餌器作動部



図9 実給餌器で構成した給餌シミュレータ

### ■まとめと今後の課題

シロギス養殖のための自発給餌システムの開発を進めた。今後は、未完了となっている以下の点について、作業を進める。

- 画像認識部における深度取得機能の追加
- 実環境に近いシミュレーション環境の完成と AI 再学習と検証
- 実養殖環境での実証実験

### 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、趙梓皓さんの卒業研究(2020, 2021, 2022 年度)によるところが大きいです。ここに謝意を表します。

### 文献

- [1]黒木春樹, 池岡宏: "人工知能を活用した自発給餌システムによるシロギス養殖の高効率化および低コスト化に関する検討," 情報科学技術フォーラム講演論文集 18th, 2019.
- [2]Takuya Sato, Haruki Kuroki, Hiroshi Ikeoka, Koichi Isawa: "DEVELOPMENT OF REAL-TIME FISH POSITION RECOGNITION SYSTEM FOR AUTOMATIC FEEDING AQUACULTURE," Image Electronics and Visual Computing Workshop(IEVC), 2021.
- [3]Haruki Kuroki, Hiroshi Ikeoka, Koichi Isawa: "Development of simulator for efficient aquaculture of Sillago japonica using reinforcement learning," International Conference on Image Processing and Robotics(ICIPRob), 2021.
- [4]Yutaka Saragai, Takuya Sato, Haruki Kuroki, Hiroshi Ikeoka, Koichi Isawa: "Study on Adaptation of Auto Feeding System for Sillago Japonica to Actual Aquaculture Environment," International Conference on Image Processing and Robotics(ICIPRob), 2022.



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

## 瀬戸内里海の次世代養殖システムの開発研究 —環境シミュレーションモデル構築ならびに 熱・光環境と養殖魚成長の関係説明—

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、養殖水槽の環境制御を検討するための環境シミュレーションモデルを構築するとともに、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して、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。

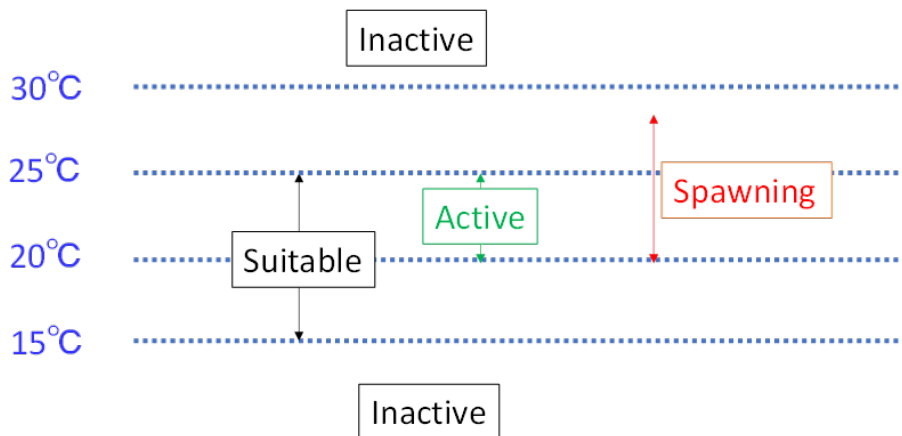


図1 適水温と産卵水温

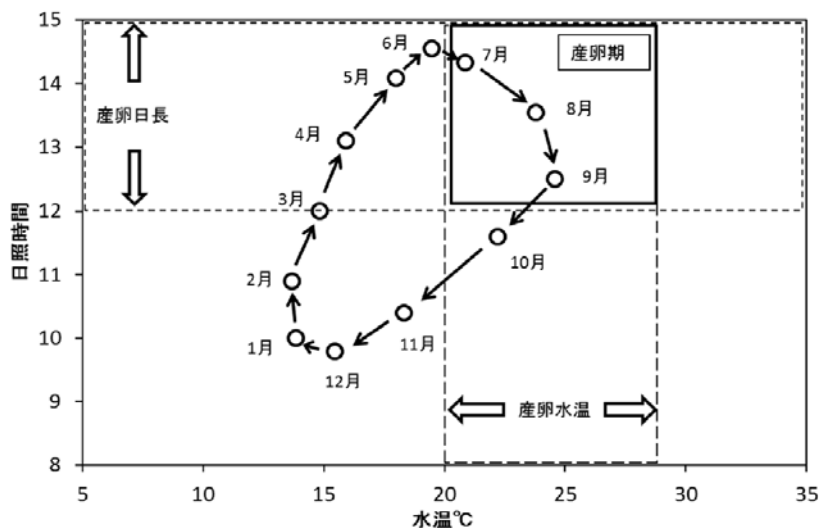


図2 産卵水温と産卵日長

(出典：瀬戸熊卓見・吉野幸恵・土田修二・木下秀明：シロギスの産卵終了に及ぼす日長の影響，海生研研報，第19号，73-78，2014)



### ■環境シミュレーションモデル構築

気象データを入力することで水槽の水温と照度を予測できる計算モデルを構築した。また、給餌した際の餌粒子の重力沈降や水流による拡散性状を予測できる CFD モデルを構築した。20 トン水槽を対象とした場合、池岡教授（情報工学科）の魚養殖シミュレーションで明らかにされた給餌装置の最適台数である 3 台が、CFD 解析でも最適であることを確認できた。

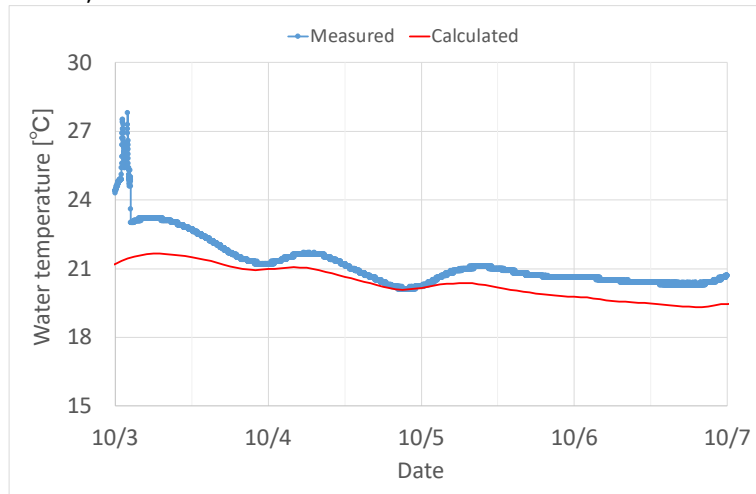


図 3 水槽水温（実測値と計算値）

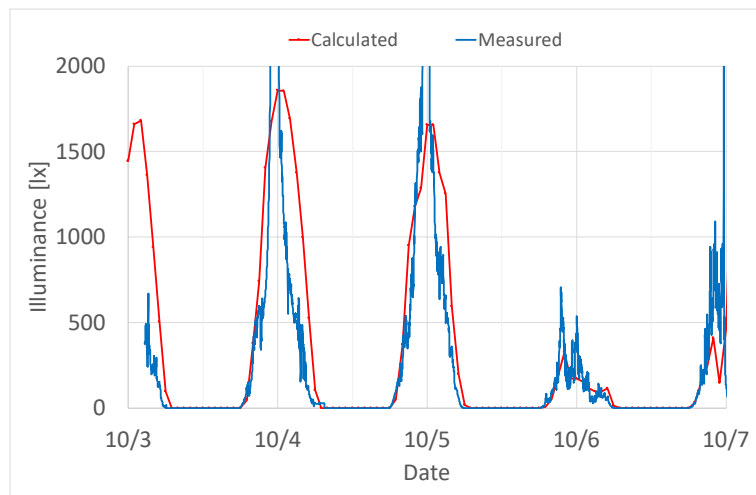


図 4 水槽水面照度（実測値と計算値）

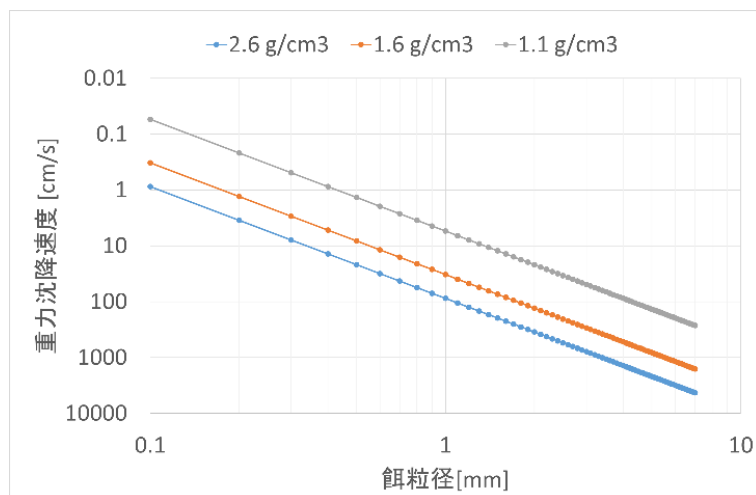


図 5 餌粒径と重力沈降速度の関係

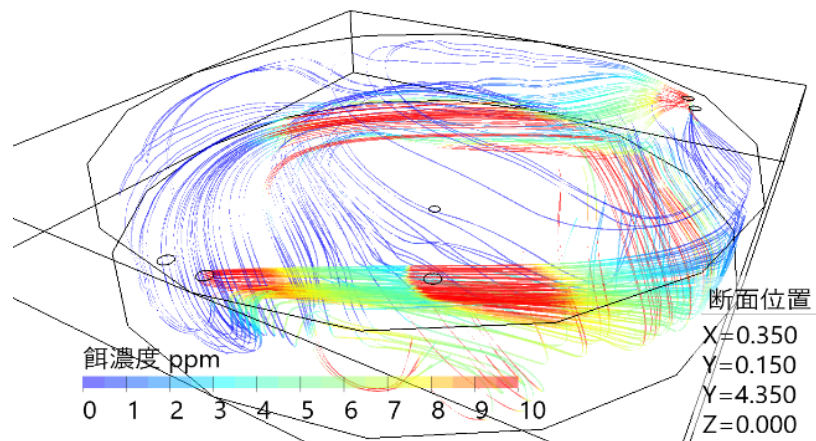


図6 CFD解析結果；濃度分布  
(給餌装置3台：注水口近傍配置)



図7 シロギス養殖水槽

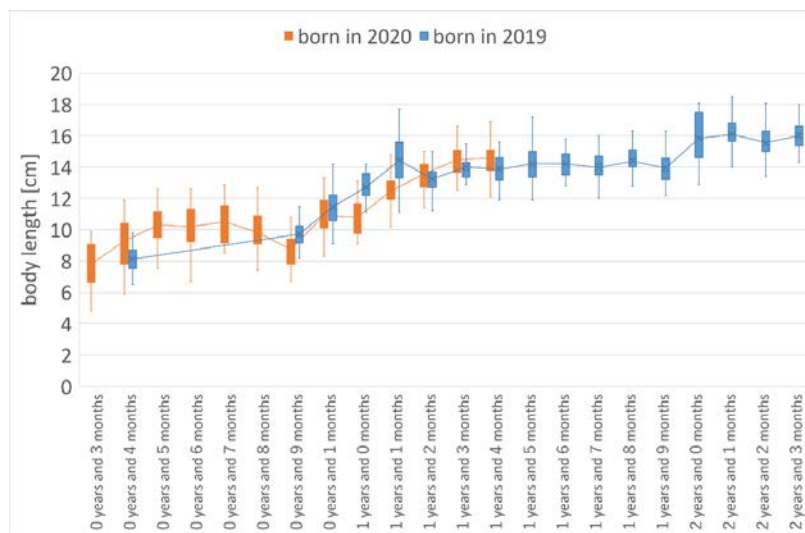


図8 年齢と体長

■ 熱・光環境と養殖魚成長の関係解明

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。

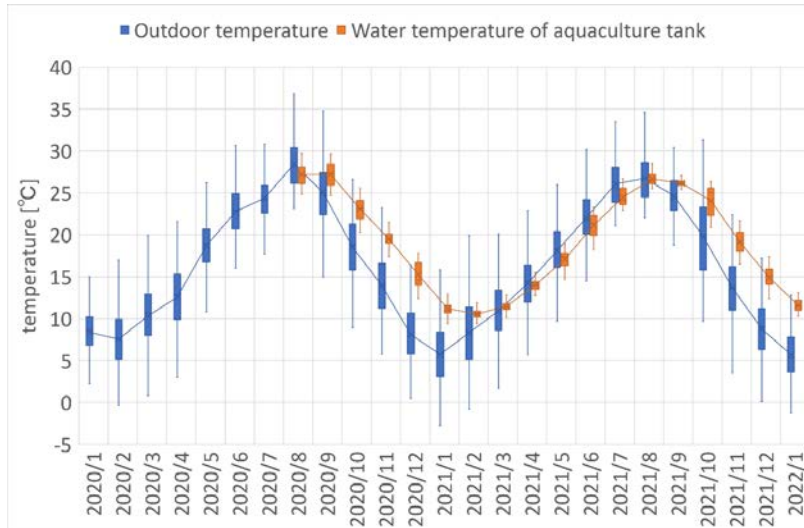


図9 外気温と水温

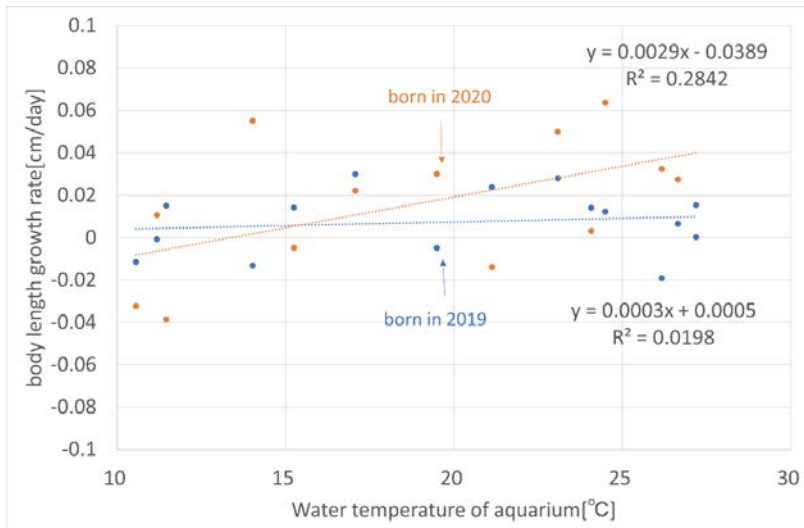


図10 水温と成長速度

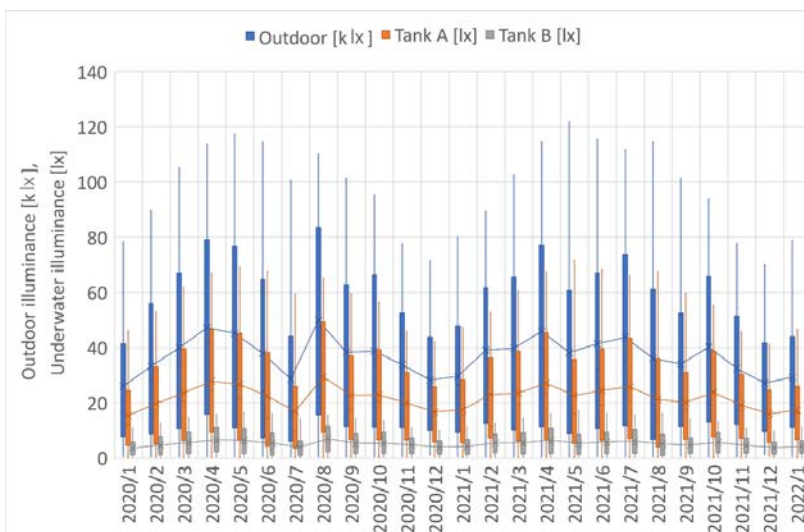


図11 屋外照度・建屋照度・水槽水中照度

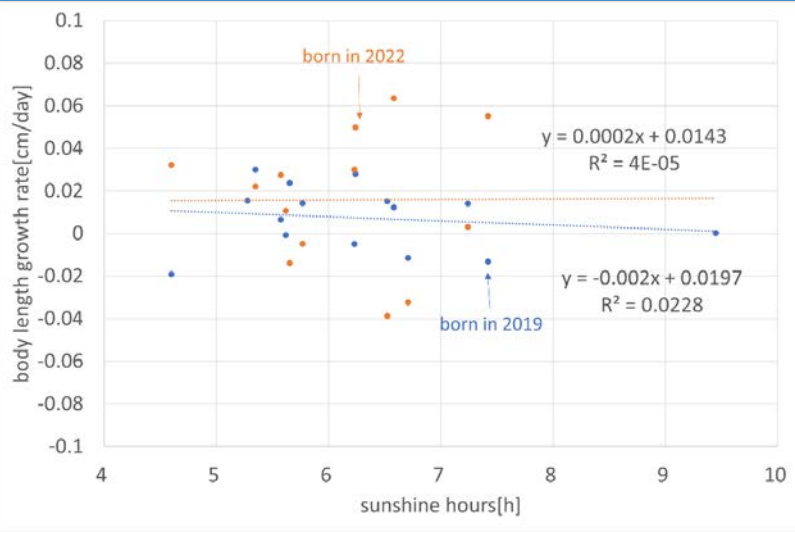


図 1 2 日照時間と成長速度

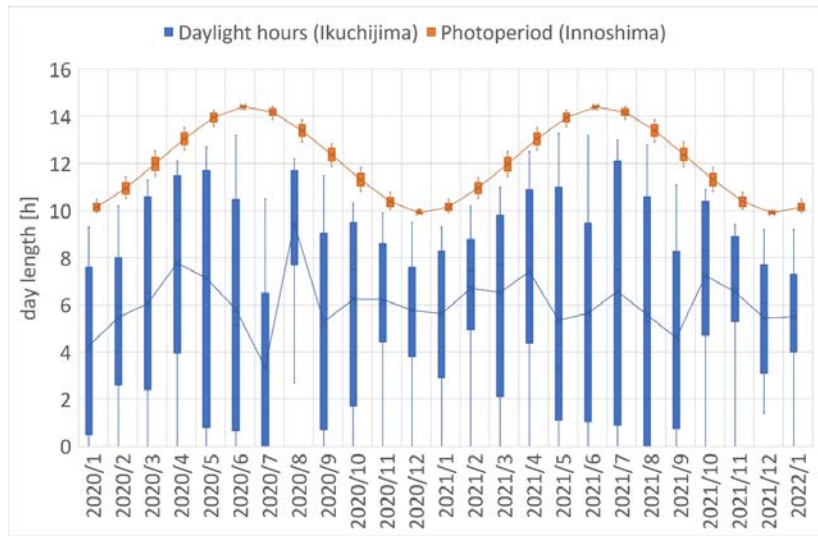


図 1 3 日照時間・光周期

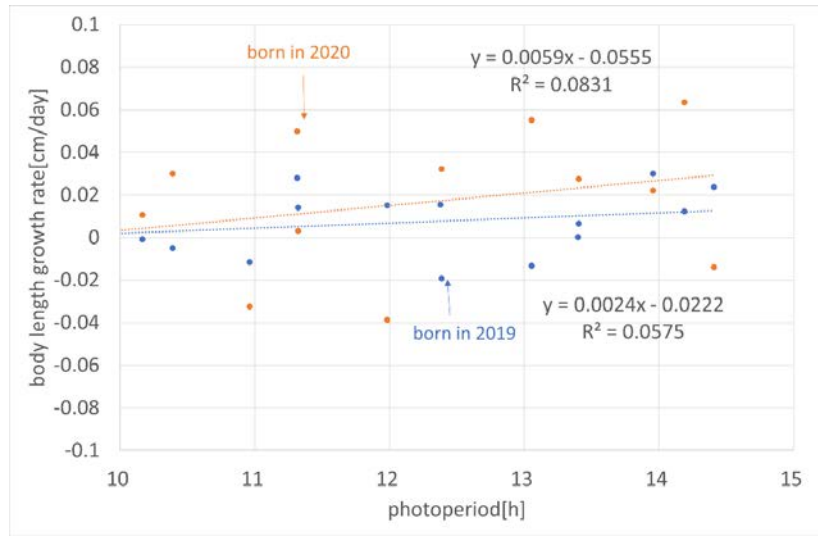


図 1 4 光周期と成長速度

■**今後の課題** 水槽の温度・照度と養殖魚成長の関係を考慮した上で、最適な熱・光環境を制御する手法について、文献調査とシミュレーションによって検討する。温水ボイラーと熱交換器を用いた加温循環式水槽等を適用した場合を検討する。

**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。

**論文** 伊澤康一：養殖水槽におけるシロギスの成長と熱・光環境の関係，福山大学内海生物資源研究所報告，33号，pp. 1-10，2023.3



# 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 ～スマートベットシステムの開発～

安全安心防災教育研究センター、工学部スマートシステム学科

## 仲嶋 一

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

高齢化社会が深化していく中、介護・看護の高度化、介護士・看護師の負荷の削減が今後ますます重要となっている。中でもベッドにおける介護・看護は負担の大きい部分であり、度重なるナースコールは看護師の負担の増加による過労の原因となっていると共に、発生する騒音が隣接するベッドの患者の安眠妨害や精神的負担にもなっている。また、認知症患者等が夜中にベッドより抜け出す徘徊行動は、先と同様に介護・看護者に精神的、肉体的負担になると共に患者の安全にも問題がある。里山・里海の「里」の人々の安心な暮らしを支えるため、上記の課題を解決する音波を利用したスマートベッドシステム (図1) を考案し、開発している。

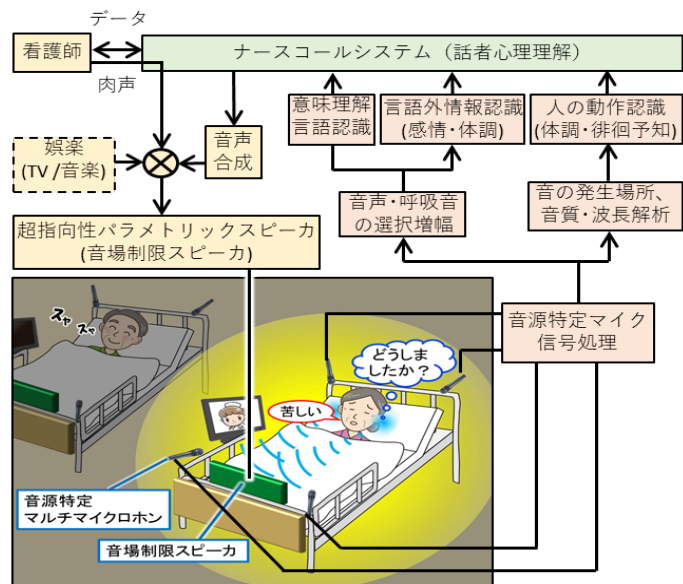


図1 システムコンセプト

#### ■ 研究内容と成果

研究内容は、①患者の音声および行動音をマルチマイクで取得し、その音源位置やスペクトルから患者の行動推定や言語理解を行う入力システムと、②パラメトリックスピーカにより、患者の耳元に制限された音場を実現する出力システムの2方向で行っている。

##### ① 音による行動認識

図2に示すように、ヘッドボード、フットボードに各2個のマイク対を配置した構成で、患者の発生する音の音源像を生成するシステムを開発した。比較的近距离に配置したマイク対により、白色雑音に近くマイク距離による相関性の劣化の激しい擦過音についても良好な方向探査能力を有しつつ、複数のマイク対による位置分解能の向上とヘッド/フットボード間の振幅比補正によるベッド長手方向の検出能力向上により、良好な音源像を得ることに成功した。(図3)

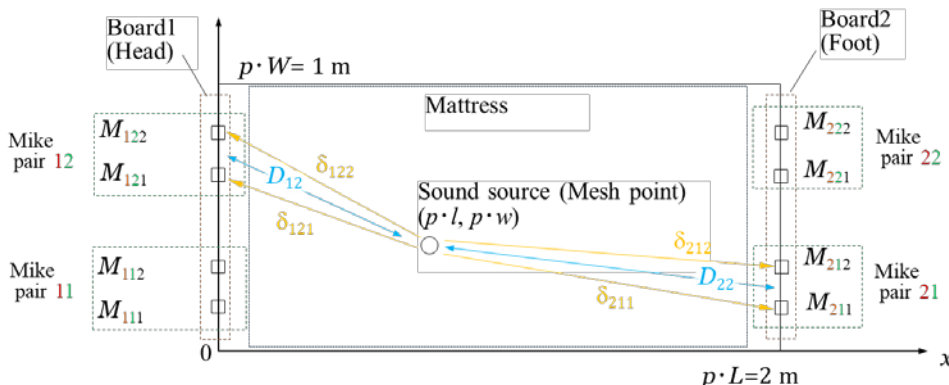


図2 音源像生成原理：マイク対のアレイ構成

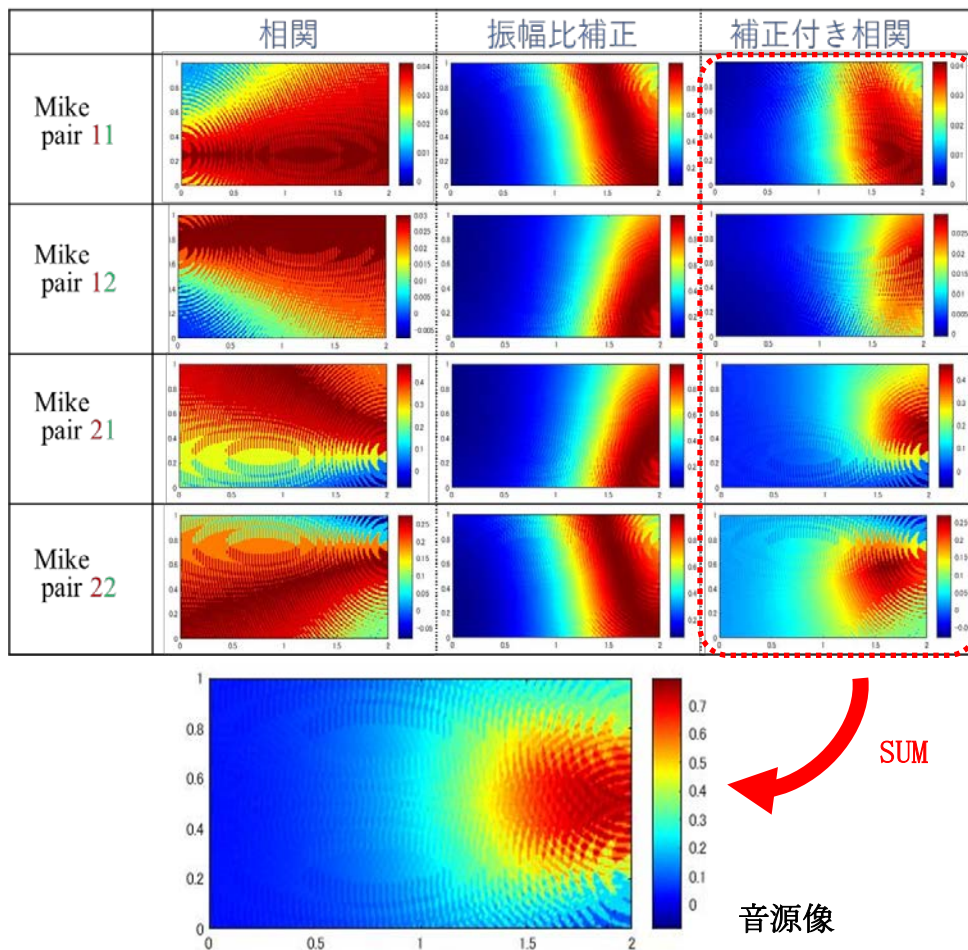


図3 音源像の生成原理：Matlab による計算過程

AI への入力データの収集のため、図4に示すような実験系を構築した。床置きマットレスの両端のヘッド/フットボードの位置に2対ずつのマイクを配置している。上方に設置したカメラは、発生音に対して行動を対応付けるために用いる。

実際に横臥して踵を右から左に滑らせて擦過音を発生させたときの音源像と前記カメラ画像

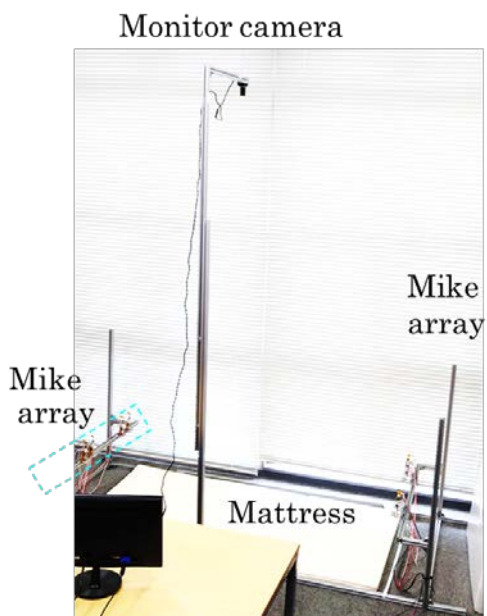


図4 データ収集用実験系

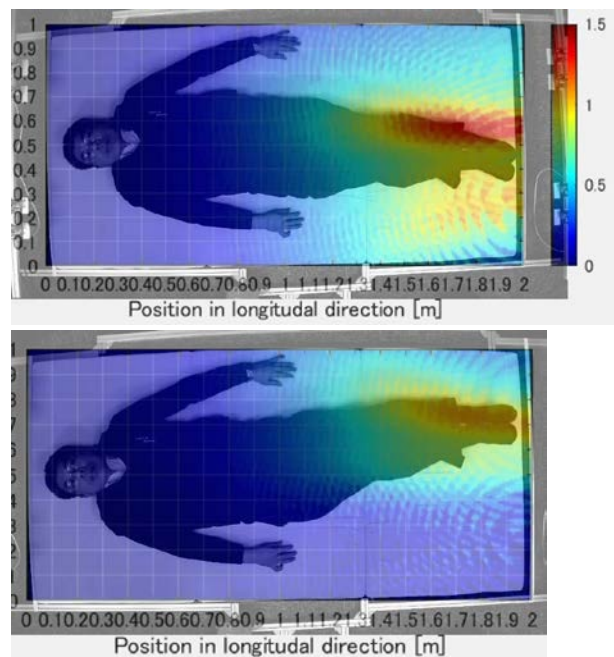


図5 踵をスライドさせた時の音源移動の検出結果

との合成画像を図5に示しており、体の動きに音源が追従しているのが分かる。

音源像、スペクトルを入力とするAIのプログラムを構築中であり、現在、図7に示すレイヤー構成での学習を行っている。しかしながら、学習データの不足と考えられる過学習が発生しており、データの追加及び特徴量の改善検討を行っている。

## ② パラメトリックスピーカ制限音場

パラメトリックスピーカは、超音波の直進性と自己復調効果を利用し、複数の超音波スピーカアレイを同期して発振させることにより、特定の狭い領域で可聴音を発生（制限音場）させるもので、何も無い空間にあたかもスピーカがあるように振る舞う。このため、ヘッドホン無しに相部屋の患者等他者への漏話を抑えた音声伝達が可能である。一方、超音波スピーカアレイの位相制御をすれば（フェーズアレイ）、制限音場を対象者の耳の領域に追従させることが可能であり、その原理検証を行った。

現在、FPGAを用いPCにより制限音場の位置を制御するデモシステムを構築中である。

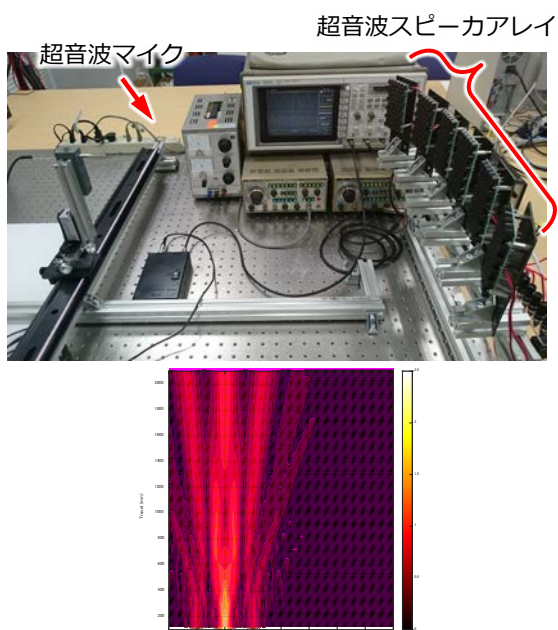


図8. 超音波収束系および音圧シミュレーション

### ■ 「応用例」

音源像の生成・行動推定技術は、工場内での異音の発生の特定などに応用できる可能性がある。また、制限音場の生成・制御技術は特定個人に向けた音声広告の伝達や複数名が混在する中で個別の情報を伝達する手段としての応用が考えられる。

### 特許・論文等

■ 論文：「ベッド内患者・要介護者の行動推定のためのマイク対配列による音源像生成」、電気学会論文誌 A、Vol. 144 No. 2 に掲載予定

### ■ 学外助成金

公益財団法人サタケ技術振興財団、2019年度大学ブランド研究助成金  
日本学術振興会 科学研究費助成事業 JP20K12748

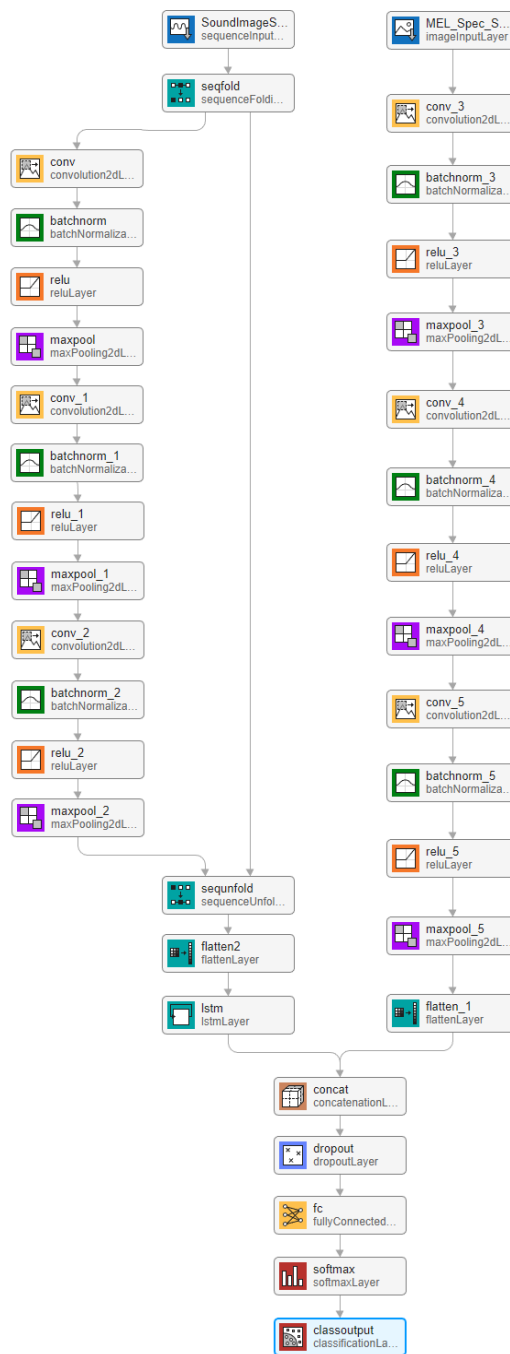


図7 AIのレイヤー構成



## 光リンクセンサーネットワークのための送受信光学系の開発

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



### 研究概要

#### ■研究の背景

二酸化炭素，メタン等の大気中の温室効果ガスを非接触，かつ，リアルタイムで測定するための手法として，赤外レーザ光線を解放大気に伝搬させるときに生じる共鳴吸収を利用した分光分析法の研究を継続的に続けている．これを屋外の通信ネットワークに適用できれば，同時にセンサーネットワークとしても活用でき各種のセンシングに活用が可能であると考えている．このシステムは，ネットワーク（ノード）を移動させながら計測し，広範囲を計測エリアにすることを想定している（図1）．そのため，レーザの光軸を追尾するトラッキング機能が必要となる．

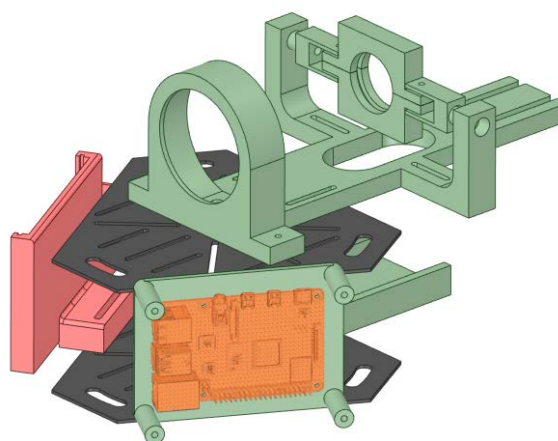


Fig.1 光軸を2分割する光学系（設計図）

#### ■研究内容

2021年度までに，レーザ光線の断面内の光強度分布を測定するための撮像素子を用いた送信光学系を設計製作し，光強度の分布情報を用いて受信光学系が光軸（ビーム）の並進，回転双方を追従し，任意の光路長（曲率半径）に対応して円弧追従が可能であることを示した．2022年度は，受光系に復調機能を持たせレーザ光線を用いたデータ通信を試み，ロボット制御信号を重畳させた光通信を介して，半径方向の移動を指示した．復調装置の付加に際しては，レーザ光線を2分割するための新たな光学系を設計（Fig.1），製作し（Fig.2），システムに復調機能を追加した（Fig.3）．

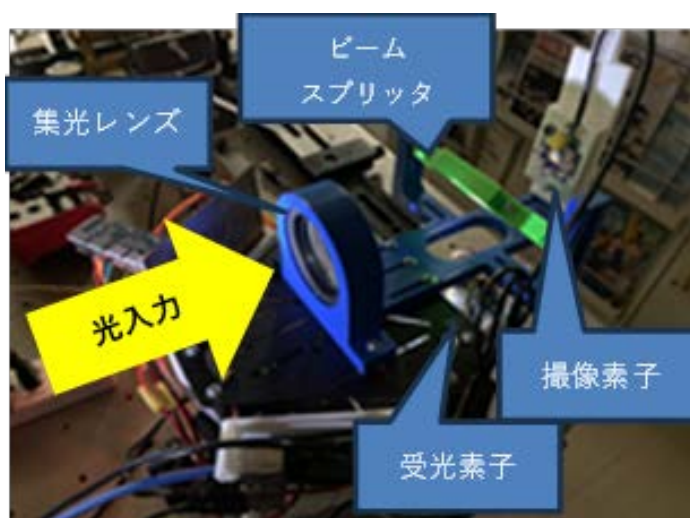


Fig.2 光軸を2分割する光学系（実装）

#### ■成果

非常に低速であるが，光軸（光リンク）を介したモータの制御情報のデジタル通信により，半径方向への移動が確認でき，これにより，ロボットを2次元平面内において自由に移動させることも示された．

#### ■展望 制御アルゴリズムの高速化

■適用分野 ドローンの制御

特許・論文等

[1] 新木, 香川” 可動型光リンクセンサーネットワークにおける自動光軸検知のための画像処理手法の開発”電気学会 C 部門大会 MC3-5(2022-9)

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

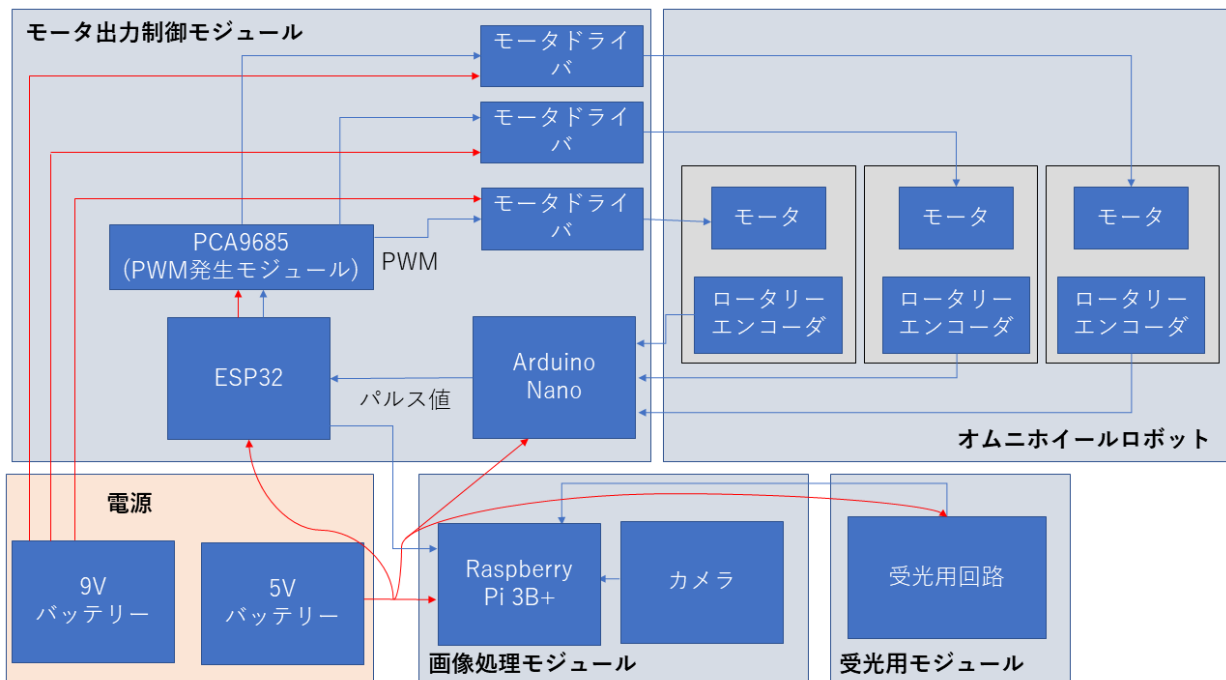


Fig.3 復調機能を備えた受光モジュールを加えたシステム構成

## 降雨量推定を目的としたひずみゲージを用いた小型センサユニット

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

線状降水帯による局所短時間の豪雨災害が増えているため，遠方の音情報を使って早期に災害を検出する方法を考えている．降雨強度と音の関係を調査し，センサネットワークを用いて複数地点で観測し相関関係を分析．従来の雨滴粒径推定法に代わり，ひずみゲージを使用して雨滴の運動エネルギーから降雨強度を推定する手法を提案．これにより，局所的な豪雨の早期検出が期待される．

#### ■ 研究内容

検出端にひずみゲージを用いたセンサユニット (Fig. 1) を作成し，水滴衝突後のひずみゲージの応答と鋼球衝突後の応答の比較を行った．

また検出端をカバーガラスで補強した場合の，水滴の大きさと落下距離を変化させた際の，水滴の衝突後のひずみゲージの応答を自動化した実験装置で多数回測定し，水滴の持つ運動エネルギーとひずみゲージの応答信号の最大波高値の間の線形性と再現性を確認した．

Fig.2 に高さ調整機能を自動化した実験装置を示す．この装置は引上げ型のエレベータ構造になっており，垂直に立てられたガイドレールを移動できるように把持した治具 (垂直台車: 図中赤四角) に自動送液ポンプに繋がった滴下ノズルが固定されている．この台車は樹脂製の歯付きベルトを介して上部にあるステッピングモータと繋がっており，ステッピングモータ (Fig.2 の赤丸) の回転で高さを変える．

#### ■ 成果

実験により得た各水滴と鋼球による振動波形を Fig.3 に示す．なお，本データの物理量 (縦軸) に関しては，後に検出アンプの指示値をひずみ量に変換する際にひずみゲージ毎に比例定数等を求める必要があること，水滴衝突時の指示値の変動の波形と雨滴の持つ運動エネルギーの関係を確認することから，ここでは変換せずに指示値 (電圧) のままとしている．

測定波形の観察から鋼球と水滴で応答特性 (振動周期) が異なることが推定された．そこで，Fig.3 を周波数分析した．その結果を Fig.4 に示す．この結果より鋼球衝突後の減衰振動の周波数が約 300Hz であり，水滴衝突後の減衰振動の周波数は約 200Hz であることが判った．これは，水滴がひずみゲージに衝突した際に

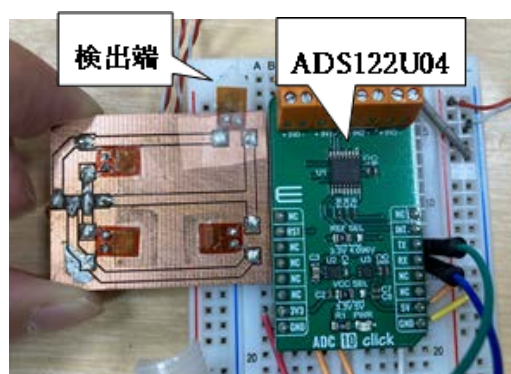


Fig. 1 ひずみゲージを用いたセンサユニット

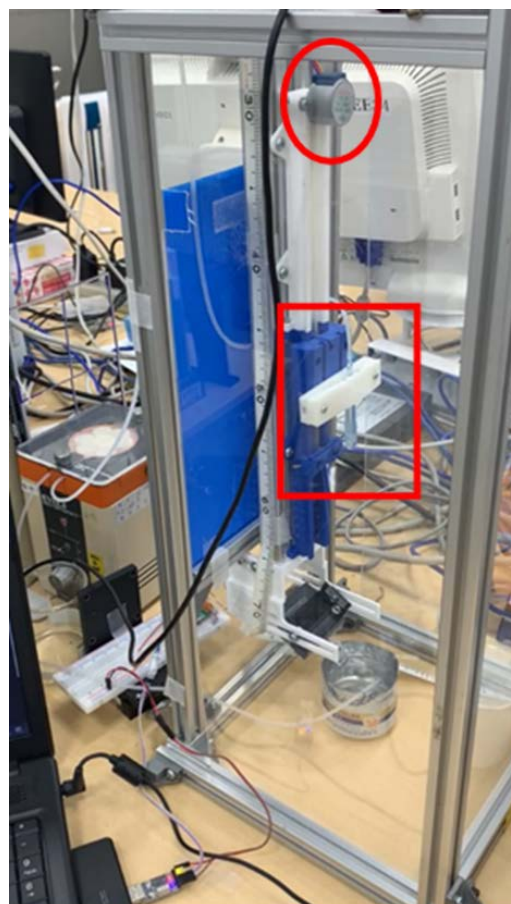


Fig. 2 作製した自動滴下システム. 赤丸内がエレベータ駆動モータ，赤四角は滴下ノズル．



水滴の一部がひずみゲージに付着し、ひずみゲージの質量等のパラメータが変化することによる、ひずみゲージの固有角振動数の変化が原因と推定した。これより雨滴の信号と砂礫等の固形物の衝突による外乱信号との判別に活用できる可能性がある。これにより、鋼球と水滴の衝突後の振動周波数の違いを利用して、雨滴と他の物体を識別し、降雨の検出精度を向上させる手法を提案した。

一方、自動滴下システムを用いて行った水滴の落下試験に於いては、最大 40000 回という試行を経て、Fig. 5 に示すような結果を得た。これにより運動エネルギーと最大波高値の正の相関関係を実験で確認し、ひずみゲージを用いた運動エネルギーの推定が可能であることを示した。その結果、他の測定器に比べてひずみゲージを用いたセンサ端末が適していると結論づけ、高い時間分解能を持つ改良を施し有効性を確認した。

水滴の質量による再現性の違いを考慮し、検出端の角度調整の効果も明らかにできた、

### ■ 展 望

今後は、実際の降雨時にも独立した応答波形の取得が可能であることを明らかにし、小型雨量計の開発に向けた対応を進める予定である。

### ■ 適用分野 雨量計、センサネットワーク

#### 特許・論文等

- [1]林良成, 香川直己, 第 24 回 IEEE 広島支部学生シンポジウム論文集, pp.122-125 (Nov.2022)
- [2]林良成, 香川直己, 第 31 回計測自動制御学会中国支部学術講演会, pp.101-102 (Nov.2022)
- [3]林良成, 香川直己, 福山大学工学部紀要, Vol.46, pp.1-6 (Mar.2023)
- [4] R.Hayashi, N.Kagawa, Proc. of SICE Annual Conf. 2023,in printing (Sep.2023)

#### 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

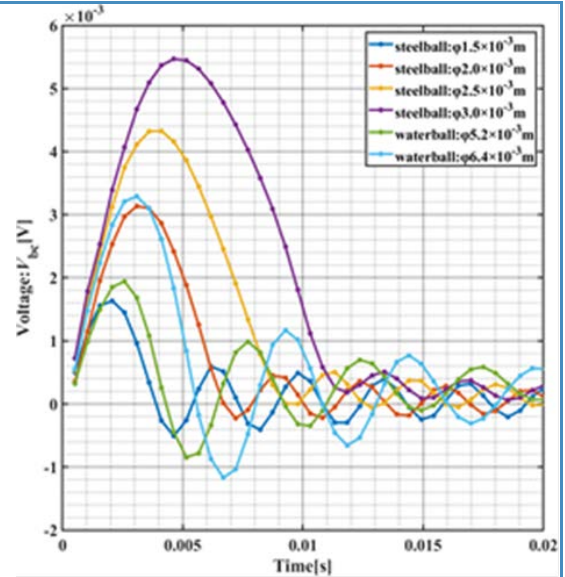


Fig.3 異なる径の水滴と鋼球の衝突時間波形

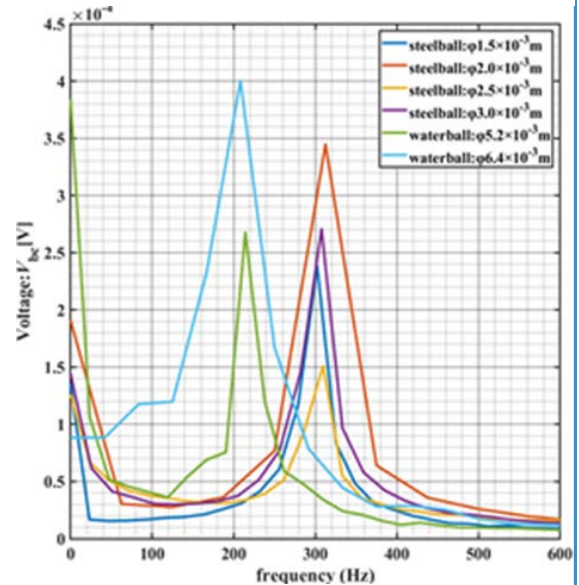


Fig.4 衝突波形 (Fig.3) の周波数分析結果

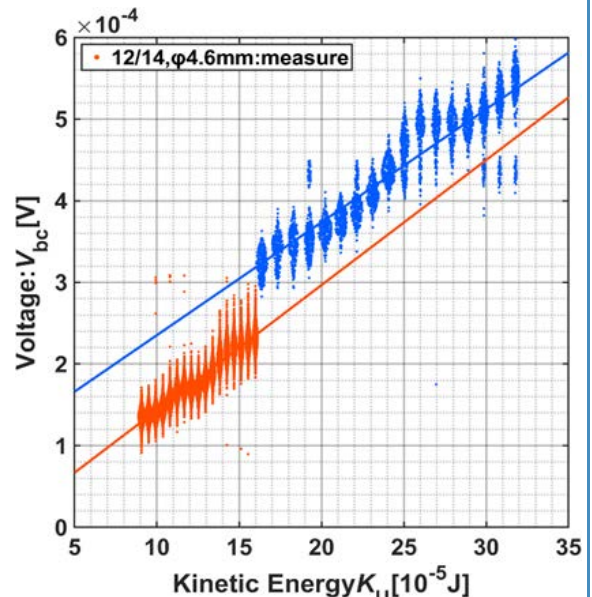


Fig.5 直径 4.6mm (19000 回) および直径 6.4mm (40000 回) の滴下実験結果

## 紫外線 A 波(UVA)を含む LED 照明による SARS-CoV-2 不活性化効果に関する調査研究

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

新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、除菌技術の進展が求められている。特に、紫外線 C 波 (UVC) による清浄・消毒が注目されているが、UVC は人体に有害な影響もある。そのため、新しい除菌技術として紫外線 A 波 (UVA) の効果も一部で注目されつつあるが、UVA は肌の劣化やシミの生成にも影響するため、適切な照射量の推定が重要となると考えられる。

#### ■ 研究内容

本研究の焦点は、UVA が SARS-CoV-2 に対して、①不活性化の効果があるのか、②効果があるとなれば不活性化させる照射量はどのくらいか、③UVA は人体にどのような影響を与えるのか、④影響を与えたとすればどの程度の照射まで許容されるのか、を先行研究の文献調査から見出し、それらの相関関係から、UVA の除菌効果と人体への影響を踏まえて、安全で効果的な除菌方法を探求する。

#### ■ 成果

先行研究に基づき、UVA は SARS-CoV-2 に対して不活性化効果を持つことが示された。特に、照射量  $0.40\text{J}/\text{cm}^2$  の UVA は、UVC の  $1/100$  の効果でウイルスを不活性化できると推定された。一方で、UVA は皮膚の深部にまで到達し、皮膚細胞の石灰化 (死滅) を促進する。この量が細胞の新陳代謝の能力を超えるとシミや肌の老化に繋がるが、前述の照射量は新陳代謝の許容範囲にあり、人体に悪影響を与えるリスクを最小限に抑える範囲として考慮されていることが分かった。以下の有意と判断した論文データから UVA 照射の効果をグラフ化した。

(Fig.1)

[1] L. Tang, M. Liu *et al.*, Science of the Total Environment 751. 2021.

[2] Christiane Silke Heilingloh PhD, Ulrich Wilhelm Aufderhorst *et al.*, American Journal of Infection Control 48,1273-1275. 2020.

[3] R. Rendll, M. Khazova *et*

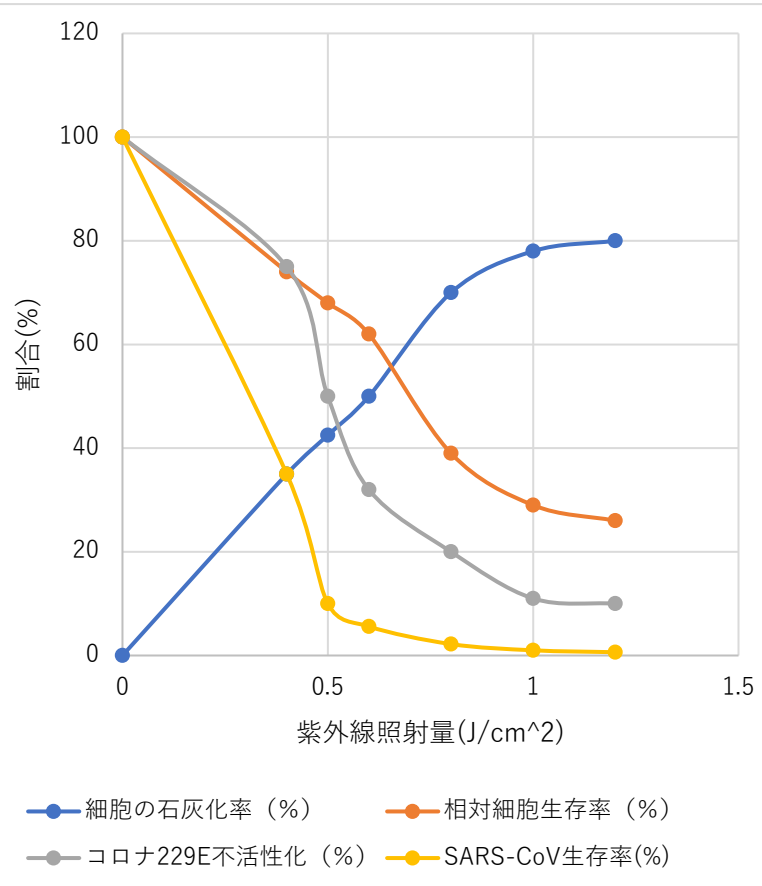


Fig. 1 文献調査結果に基づく UVA 照射量と細胞の石灰化率、相対生存率、および、ウイルス不活性化率

*al.*, Photochemistry and Photobiology, 97; 542-548. 2021.

[4] 山田勝久, 柴田雄次, 野村道康, 今田千秋, Deep Ocean Water Research, 18(1), 1-7, 2017.

#### ■展 望

今回の研究は先行研究に基づく推測であり, 実験による立証が必要であるが, 実験は難しく, シミュレーションによる検証実験を行う必要があると考える. また, ウイルスの変異に対応できる不活性化方法として, UVA の特性を活かした新たな除菌技術の開発が今後の展望として考えられる. さらに, 肌の健康への影響を考慮した新たな除菌照明の普及や応用も視野に入れて, 照射量  $0.40\text{J}/\text{cm}^2$  に基づく UVA の適切な照射光度と時間の決定により, UVA を含む LED 照明器具の効果的な使用による自然光に近い室内照明量の設計も提案できる.

#### ■適用分野 室内照明.

#### 特許・論文等

八幡修輝“紫外線 A 波 (UVA) を含む LED 照明によるウイルス不活性化効果に関する調査研究”, 福山大学卒業論文, 2023 年 3 月.

#### 研究室等ホームページ

■ <https://www.fukuyama-u.ac.jp/eng/smart-system/kagawa-naoki/>



## 「地域遺産」としての神辺宿 —備後地域遺産研究会 2022 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、そして活用に資する理念構築（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」、2021 年度は「旧街道と宿場町」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、2022 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。2021～22 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（2021 年度～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



旧西国街道神辺宿に残る古民家



## 2.2 協働事業等

2018～2021 年度は研究会活動に関連して計 11 件の協働事業契約を行った。2022 年度は新たに、神辺宿文化研究会（福山市）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。2023 年度からの「備後柿渋」を主テーマとする研究テーマの準備段階である。

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。また、備後柿渋研究に関する予備調査も含め、2023 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

#### ■2022 年度

- ・4/1 経済リポート「備後表の保全と継承の取り組み」
- ・5/6 NHK ニュース「福山 「いぐさ」の田んぼに網かけ 備後特産の畳の原料」
- ・5/7 読売新聞「イ草まっすぐ育て 備後表網掛け 福山大生協力」
- ・5/12 FM ふくやま GOGOB びんご～に出演「地域発！いいもの」選定」
- ・6/3 TSS テレビ新広島「ひろしま満点ママ！！」「がんばる広島人」に出演
- ・6/25 古建築修理の現場見学会を開催（徳岡伝統建築研究所）
- ・7/7 NHK ニュース「福山市でいぐさの刈り取り 特産の畳「備後表」の原料に」
- ・7/8 読売新聞「備後表 イグサ刈り取り 福山」
- ・7/8 中国新聞「備後の畳表守ろう イグサ収穫」、・7/9 山陽新聞「イグサ刈り取りに汗」
- ・7/17 中国新聞「江戸期古民家 再利用へ調査」
- ・9/5 (zoom 開催) 日本建築学会大会（北海道）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「蓮華寺本堂と明王院本堂における備後蘭表のトレーサビリティ実証実験 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 12」
- ・9/16 福山大学研究成果発表会「福山大学未来創造館茶室「育志菴」を対象とした備後蘭表のトレーサビリティ実証実験」、福山大学社会連携推進センター（オンライン発表）
- ・10/8-9「民俗芸能発表会」展示ワークショップ部門「備後柿渋&備後蘭表」に出展（主催：福山城築城 400 年記念事業実行委員会、共催：ひろしま文化振興財団）に出展（広島県民文化センター）
- ・10/18 雑誌『SETOUCHI MINKA featuring HIRAYA 美しき瀬戸内の平屋 2023』特集記事「日本で最も高級な畳表「備後表」を守り続ける人々。」6 ページ（出版社：KG 情報）
- ・10/22-23 三蔵祭において 3 年ぶりに展示ワークショップ開催「備後蘭表&備後柿渋」「福山大学建築学科卒業生建築家 13 人展」を企画・運営
- ・10/24 山南小学校社会見学「備後の中継織りを継ぐ」（茶室「育志菴」見学、製織体験など）
- ・11/5 歴史的都市集落等学外見学会「倉敷美観地区まちなみ・建築見学会」（西洋・近代建築史）
- ・11/19 招待講演：神辺宿講演会「地域遺産としての神辺宿 一指定・登録・選定未満の空間を継承するために一」&古民家リノベ現場見学会、神辺公民館（主催：神辺学区まちづくり推進委員会・神辺宿文化研究会）
- ・11/25 蓮華寺本堂（福山市今津町）に備後表の説明板設置協力
- ・11/28 NHK ニュース「備後地方特産の畳表向け いぐさ植え付け」、11/29 読売新聞「備後表イ草 すくすく育て 植え付け」、11/30 中国新聞「良質な畳表に 苗を定植 福山・尾道」、11/30 山陽新聞「質の高いイグサを 30 アールの田に苗植え付け」
- ・12/3 ネットメディア『備後とことこ』取材記事「神辺宿 古民家リノベ現場公開～宿場町に先人のいとなみを訪ね「地域遺産」を伝えつぐ」（yahoo news 等に転載）
- ・12/19 安全安心防災教育研究センター令和 3 年度活動報告書「「地域遺産」としてのとしての旧街道と宿場町 一備後地域遺産研究会 2021 活動報告一、pp.34-35
- ・2/2 神辺フォトコンテスト 2022「神辺の魅力再発見」（「地域遺産」の概念を基に新規企画協力）
- ・2/25 神辺歴史文化建築ツアー（今津を愛する歴史の会主催）の企画・現地案内
- ・3/19 第 5 回地域遺産フォーラム開催（リノベ中の古民家カフェ ANJIN、福山市神辺町）「「地域遺産」を探る in 神辺宿 一「神辺遺産」の創設を目指して一」



キーワード：交通環境，事故要因分析，交通量調査，ETC2.0 データ

## 幹線道路の渋滞と「抜け道」交通量の関連性の分析 および「抜け道」の安全性についての検討

工学部 スマートシステム学科

関根 康史 准教授 Yasufumi Sekine 博士 (工学)



専門分野：道路交通環境の安全性，高齢化社会，無人航空機(ドローン)など  
E-mail : sekine\_y@fukuyama-u.ac.jp



### 研究概要

国土交通省の道路交通安全研究室では，生活道路を含むデジタル道路地図上の全ての道路に ETC2.0 データを自動で紐付けし，データを加工処理・集計を行うことのできるシステムを構築，2021 年 5 月より利用できるよう改良が加えられた。これにより，以前の ETC2.0 データでは分析が困難であった生活道路の自動車通行量等の詳細な分析が可能となった。

本研究では，生活道路へのデータ紐付けに対応した新しい ETC2.0 データを用いることにより，道路を数 m 程度の細かい有限の要素に区切った上で，各要素での自動車通行量や速度の変化を求めることにより，幹線道路の渋滞の状況や，この渋滞を避けるべく生活道路に流入しようとする自動車の迂回交通の発生の実態について分析を行い，これらの詳細な関係について明らかにした。

道路①～⑥間（国道 2 号）では，7～8 時台と 17～18 時台に，「20km/h 以下」の区間が長くなる。このことは，国道 2 号の渋滞長が長くなり交差点⑦を通過するまでに長い時間を待たなければならないことを示している。（図中の  と  が「20km/h 以下の区間」）

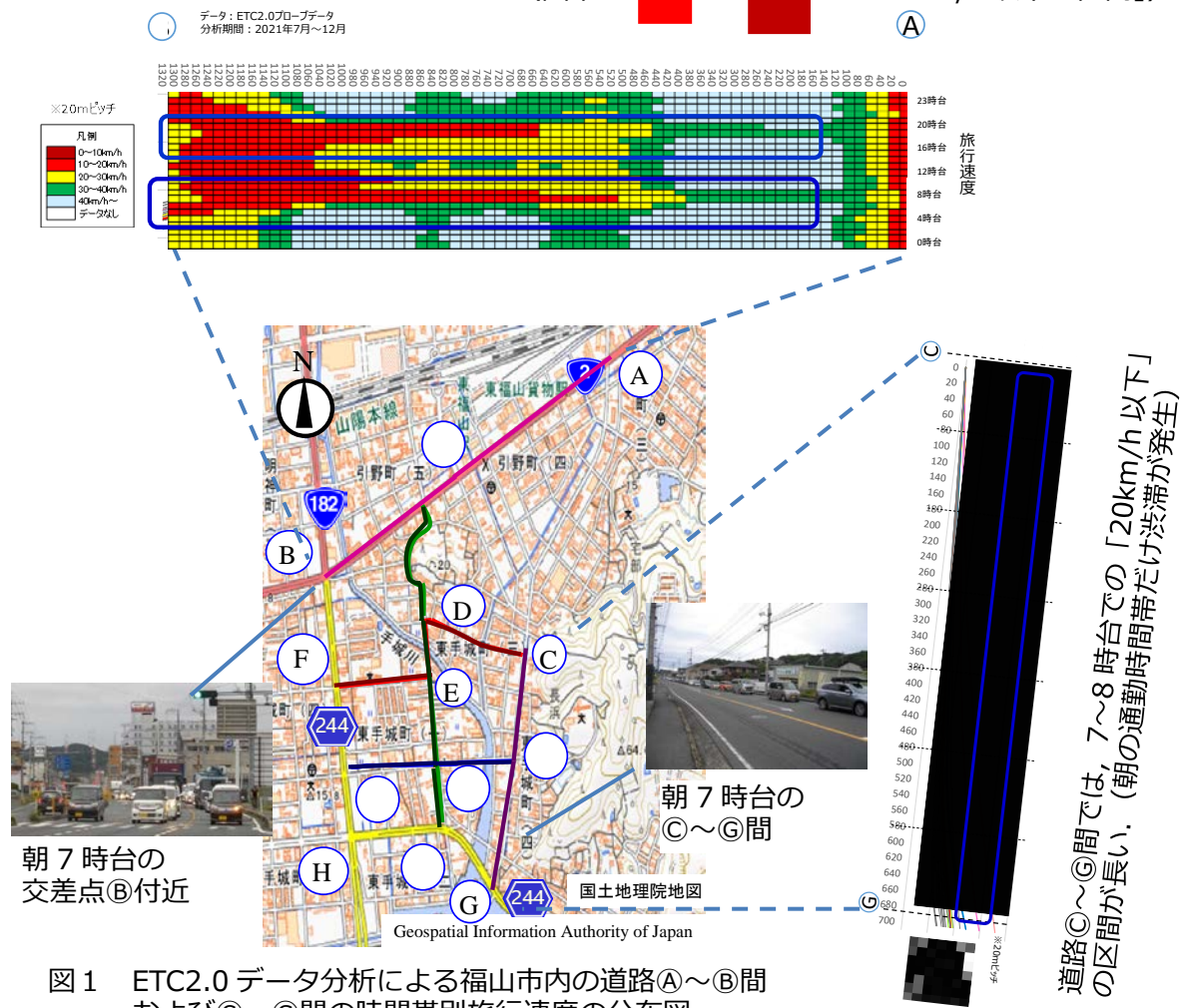


図 1 ETC2.0 データ分析による福山市内の道路①～⑥間および③～⑥間の時間帯別旅行速度の分布図

国道2号(①～⑧区間)を通行する自動車の旅行速度が20km/h以下となる区間が長く伸びる朝夕の通勤時間帯に、周辺の生活道路に流入する自動車の通行量(注)は増加する。

国すなわち、道路の幅が狭く、見通しのよくない交差点も存在する生活道路において、自動車の通行量が多くなることにより、安全性は低下する。

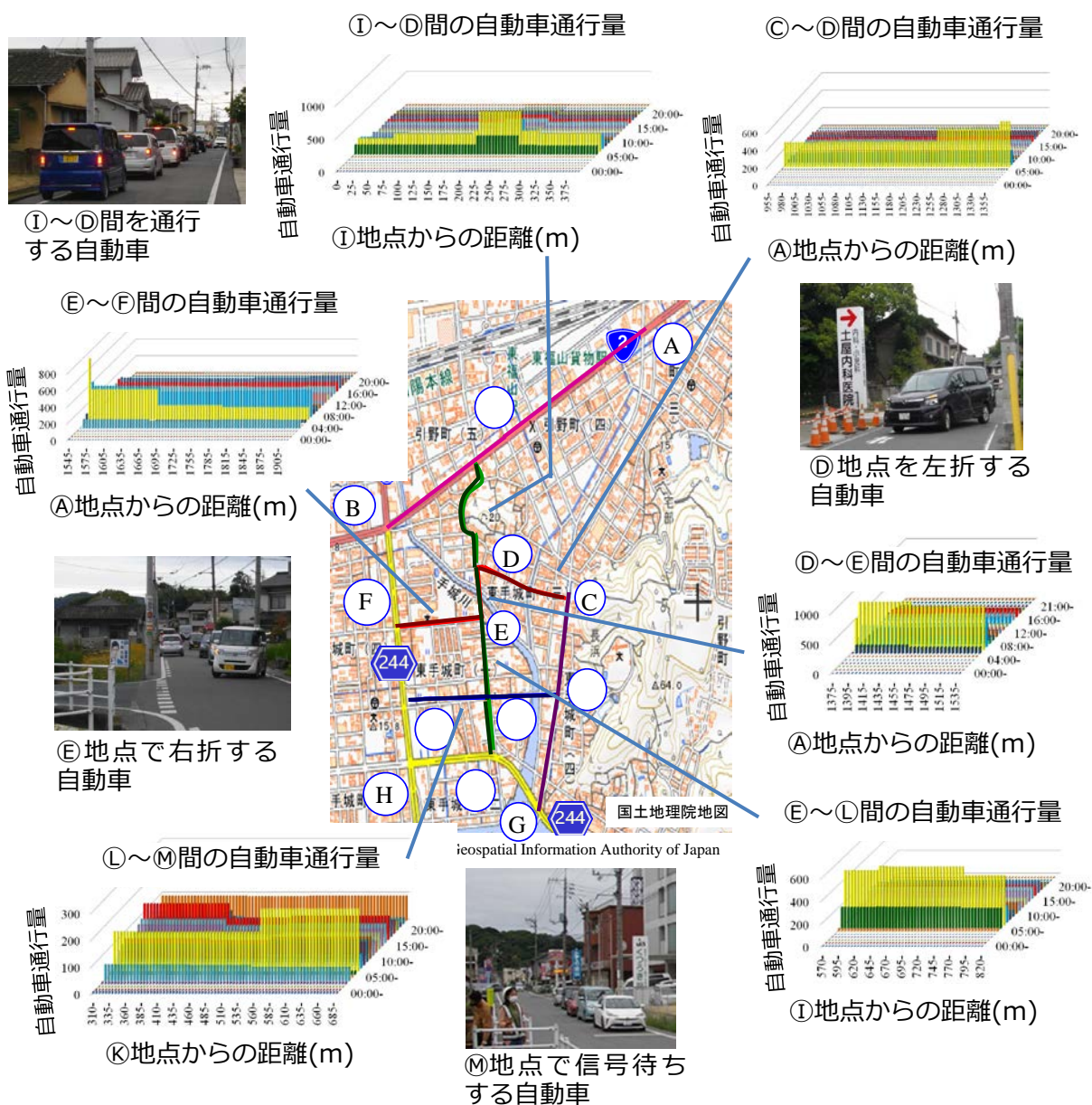


図2 福山市内で国道2号が渋滞する区間(①～⑧区間)の周辺道路についてのETC2.0データ分析による時間帯別自動車通行量の分布図

(注) 本研究でのETC2.0データ分析における自動車の通行量：  
ETC2.0を搭載した自動車の6箇月分の通行台数の合計を自動車の通行量とした。  
(なお、「2021年7月～12月」までのETC2.0データを分析に用いた。)

### 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の包括的連携・協力に関する協定書に基づく令和4年度の受託研究として実施したものであり、機会を与えていただいた同事務所に深甚なる謝意を表します。



キーワード：行動解析, UX デザイン, サービスデザイン, デザインリサーチ

## カーボンニュートラルの意識付けに向けた CO<sub>2</sub>濃度の可視化表現の検討

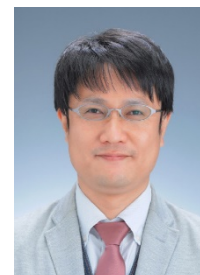
工学部 情報工学科

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ーインタラクション), 要求工学, ソフトウェア工学, 行動解析

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



### 研究概要

2020年10月に、2050年までに温室効果ガスの排出量を実質ゼロにする「カーボンニュートラル」を国が宣言し、2021年に地球温暖化対策推進法の改正も行われ、各自治体でも脱炭素化に向けた取り組みが実施されている。本研究では、カーボンニュートラル及び脱炭素化への意識付けを目的とし、CO<sub>2</sub>濃度の可視化表現を検討する。本論文では、全国各地に設置されている、ガードレールを用いたCO<sub>2</sub>濃度の可視化表現を検討する。

意識付けの効果を得るために、車の利用者や歩行者など多くの人々の目に留まり、全国各地に設置されているため、システムの普及が速やかにでき、システム導入費用の抑制もできると考え、ガードレールに着目した。

CO<sub>2</sub>濃度 LED をガードレールに取り付けた場合のイメージ動画を Unity で作成した。ガードレールに取り付けた CO<sub>2</sub>濃度 LED の発色イメージを図 2 に示す。温室効果ガス月平均値算出方法 [5] を参考に求めた、CO<sub>2</sub>濃度の前月平均値をもとに基準範囲を設定する。CO<sub>2</sub>濃度の測定値が、基準範囲より高い場合は赤色 (a)、基準範囲の場合は白色 (b)、基準範囲より低い場合は青色 (c) に、LED を発色させる。

60名の大学生に対して、検討したシステムによって、カーボンニュートラル及び脱炭素化への意識が高まるかアンケートを実施した。検討したシステムの機能をパワーポイントのアニメーションを用いて、実際にどのような動作をするのかを確認して、検討したシステムについて印象評価アンケートを実施した。

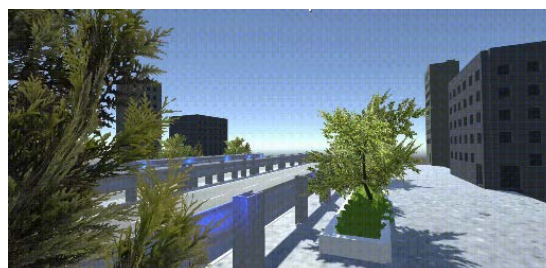
アンケート集計結果から、53名 (88.3%) が「非常に高まると思う」、「やや高まると思う」の項目を選択した。その理由として、「普段目にする場所やモノにシステムを導入することで身近な問題であると捉え意識が高まると思う」などが挙げられた。



(a) 高い (赤色)



(b) 基準範囲 (白色)



(c) 低い (青色)

図 1 CO<sub>2</sub>濃度 LED の発色イメージ

CO<sub>2</sub> 濃度の測定値に合わせ、LED が色付きで点滅するシステム（以下、CO<sub>2</sub> 濃度 LED と呼ぶ）を検討した。CO<sub>2</sub> 濃度 LED の試作をブレッドボード上で作成した。CO<sub>2</sub> センサー（MH-Z14A）で CO<sub>2</sub> 濃度を測定[1]し、測定値に合わせ、LED を色付きで点滅させるシステムを、Arduino Nano を用いて作成した。また、PWM 制御を行い、LED をふわっと点滅させた。図 2 に試作した CO<sub>2</sub> 濃度 LED 示す。

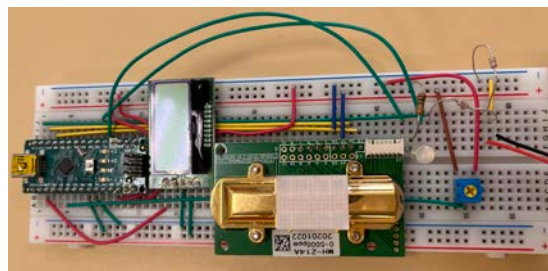


図 2 CO<sub>2</sub> 濃度 LED

[1] 北村 蘭丸, 香川 直己, CO<sub>2</sub> 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, The 23rd IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp.136 - 137, 2021.

LED の発色だけでは、CO<sub>2</sub> 濃度の測定値を示していると分かりにくいのではないかと考える。そのため、CO<sub>2</sub> プレートデザインをデザインし、3D プリンタで作成する。CO<sub>2</sub> プレート案を図 3 に示す。CO<sub>2</sub> の文字の O の部分に LED を取り付け、発色させる。

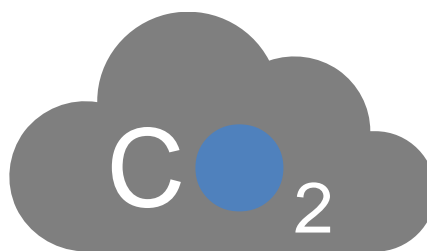
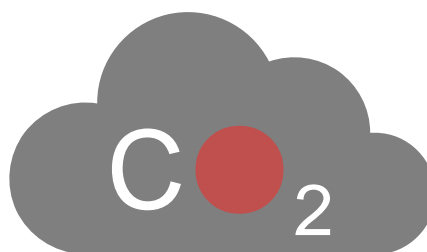


図 3 CO<sub>2</sub> プレート案

本研究では、カーボンニュートラル及び脱炭素化への意識付けを目的とする、CO<sub>2</sub> 濃度の可視化表現について検討した。CO<sub>2</sub> 濃度の測定値を LED の発色で可視化するシステムを検討した。検討したシステムがどのような動作をするのか、Unity でイメージ動画を作成して、検討したシステムについて印象評価アンケートを行った。また、実システムについて、CO<sub>2</sub> 濃度 LED の試作の具体化と、CO<sub>2</sub> プレートのデザインを検討した。今後は、実システムの作成、検討を行い、印象評価アンケートを行う予定である。

#### 特許・論文等

##### ■ 論文

濱田流伊、趙梓皓、池岡宏、中道上、"カーボンニュートラルの意識付けに向けた CO<sub>2</sub> 濃度の可視化表現の検討"、The 24th IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp.178-179, Nov. 2022. (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，デザインリサーチ

## ペルソナデザインにおけるペルソナとの年代差異の影響分析

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），要求工学，ソフトウェア工学，行動解析

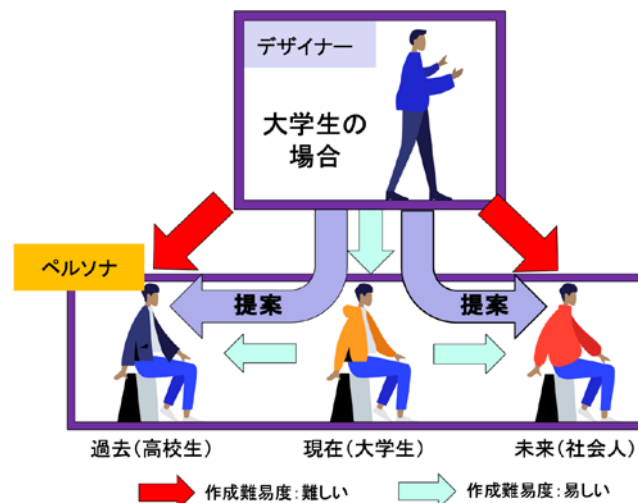
E-mail：nakamichi@fukuyama-u.ac.jp

### 研究概要

新しいプロダクトやサービスを作成する時に UX デザインの導入が増えてきている。UX デザインとは UX（ユーザーエクスペリエンスの略、ユーザー体験の意）を通してユーザーの体験をデザインすることである。UX デザインのプロセスとしてユーザーモデリングが実施されている。ユーザーモデリングの手法の 1 つにペルソナ手法がある。ペルソナとはユーザーを代表する架空の人物のことである。最も成功するペルソナとは、作成にエンドユーザーが関与しているもの[2]とされている。本研究では年代差異がある場合のペルソナデザインの難易度への影響について分析する。

実際にペルソナデザインにエンドユーザーをデザイナーとしての参画が難しい事例として、大学の受験生向けの SNS 戦略を展開する例がある。この場合、ターゲットとなるエンドユーザーは高校 3 年生の受験生である。その高校生自身にデザイナーとして参画してもらうことは困難である。そのため、入学後の大学生に参画してもらうことで受験生をエンドユーザーにした場合に近いペルソナが得られるかもしれない。しかし実際には受験をすでに終えているため、年代差異が発生している。そのため具体的なペルソナのデザインが難しい可能性がある。

大学の受験生向けの SNS 戦略の例を基に年代の違うペルソナデザインに関する仮説を図 1 に示す。同年代の大学生ペルソナを作成するのは易しいと考える。しかし現在の自分（大学生）と過去や未来の年代差異がある高校生や社会人のペルソナデザインは年代差異がないペルソナに比べて難しいと考える。そこで、まず同年代である大学生ペルソナを作成してから、年代差異のあるペルソナを作成すればデザインの難易度が軽減されるのではないかと考えた。大学生が大学生ペルソナをデザインすることは年代差異が無い状態でデザインすることと同じである。反対に大学生が高校生や社会人ペルソナをデザインすることは年代差異が生じている状態である。



### 過去ペルソナのデザインしやすさの比較実験

大学生をデザイナーに設定してアンケートを行う。大学生が過去に経験している高校生のペルソナと、大学生と同じ年代である大学生のペルソナをデザインする。2つの年代のペルソナの作りやすさの比較と、ペルソナの作成する順番による難易度の比較を行う。

実験参加者の大学生をグループ A, B に分ける。理想の大学3年生のペルソナを大学生ペルソナと呼ぶ。また理想の大学生が受験生であったときのペルソナを高校生ペルソナと呼ぶ。グループ A は大学生ペルソナ→高校生ペルソナの順にペルソナをデザインする。グループ B は高校生ペルソナ→大学生ペルソナの順にペルソナをデザインする。

### 実験結果（メインペルソナのみの場合）

質問「大学生と高校生どちらのペルソナが作りやすかったか」の集計結果を表1に示す。グループ A, B ともに大学生ペルソナが高校生より作りやすいと回答した人が多い結果となった。

大学生ペルソナが作りやすいと回答した理由として以下の理由が挙げられた。

- 今自分が大学生だから
- 高校生ペルソナを作成した下地に上乘せしたから
- 大学生の方が縛りがなく、自由に決めることができるから

これらの結果から大学生がデザイナーの場合は同じ年代である大学生ペルソナが作成しやすいと言える。

表1 ペルソナの作りやすさ比較の調査

対象 ペルソナ	大学生 → 高校生	高校生 → 大学生	合計
大学	14	15	29 (47.5%)
高校生	7	4	11 (18.0%)
変わらない	9	12	21 (34.4%)

### 実験結果（複数ペルソナの場合）

質問「ペルソナを作成する手順はどちらの方が作成しやすいと思うか？」の結果を表2に示す。複数の年代をデザインする場合は仮説のように高校生→大学生の方がやや多い結果となった。アンケートの集計結果より、メインペルソナのみをデザインする場合はデザイナーと同年代の場合に作りやすいと考える。過去にデザイナー自身が経験している状態のペルソナの場合、デザインの難易度が変わらないことも読み取れる。

表2より、同一人物のペルソナを過去と現在の年代で順にデザインすることは現在から過去に遡るよりも易しいと考えられる。理由としては、ペルソナの年齢を成長させるように考えることでデザインの難易度が下がると考えられる。

表2 ペルソナデザインの順番に関する調査

グループ 順番	大学生 → 高校生	高校生 → 大学生	合計
大学→高校生	17	9	26
高校生→大学	13	22	35

### 特許・論文等

#### ■論文

河村脩平、中道上、宮崎光二、"ペルソナデザインにおけるペルソナとの年代差異の影響分析"、The 24th IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp.50-51, Nov. 2022.  
(HISS 最優秀プレゼンテーション賞を受賞)



# 高せん断応力度比 RC 造梁の損傷制御法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](mailto:tomatsuri@fukuyama-u.ac.jp)



## 研究概要

### 1. 研究背景・目的

2021 年度の実験研究では，せん断応力度比が 0.15 程度であっても鉄筋コンクリート造梁のヒンジ部を補強することによって，高せん断応力度下であってもせん断変形成分の増加を抑制できることが確認できた。ヒンジ部の補強効果をより明確にするために，2022 年度の実験研究では，課題(1)せん断変形が卓越する形状における効果の有無，課題(2)ヒンジ部補強方法の簡便化，の 2 点について取り組むこととした。課題(1)については，せん断スパン比を 2021 年度試験体の 3.0 から 1.5 にして，曲げ変形  $\delta_B$  よりもせん断変形  $\delta_S$  が卓越する形状に変更することとした。ヒンジ部補強の簡略化については，文献 1) で確認された補強効果を考慮して新たに提案する概念を図 2 に基づいた補強筋を提案することとした。

文献 1) の GC1 の補強[主筋付着除去・添え筋]は曲げひび割れ抑制に有効であり，GT1 の補強[端部トラス筋]はせん断ひび割れの抑制に有効であった。これらを一体化させた[主筋付着除去・ヒンジ部損傷制御筋]を提案し，曲げひび割れ・せん断ひび割れが抑制され，曲げ降伏後も大変形まで耐力低下がない高いエネルギー吸収性能を有することを実験的に検証することを目的とする。

### 2. 実験概要

#### 2.1 試験体

試験体一覧を表 1 に，試験体配筋図および断面図を図 2 に示す。試験体は，縮尺 1/2 でシアスパン 1.5 の 3 体である。G2 は従来梁配筋で標準試験体であり，GT2・GT3 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ヒンジ部にヒンジ部損傷制御筋を配筋した試験体である。GT2 のヒンジ部損傷制御筋は D13(SD295)を使用し，GT3 は K13(KW785)の高強度鉄筋を使用し，ヒンジ部補強鉄筋の強度差により，損傷やせん断変形角の推移などに差違が現れるかを検証する。なお，高強度鉄筋のヒンジ部損傷制御筋の端部は定着力確保のため 135 度フック加工を施した。

梁断面の配筋は，主筋が 8-D16(SD390)であり，あばら筋が 6-D6(SD295)@50 である。いずれの試験体も曲げ降伏時のせん断応力度比( $t_u/F_c$ )が 0.15 となるよう計画した。試験体に使用したコンクリートの材料試験結果を表 2 に鉄筋の材用試験結果を表 3 にそれぞれ示す。

材料試験結果を用いた曲げ終局強度は 408.6kN (略算式) であり，せん断終局強度は 370.1kN (荒川 mean 式) であった。せん断余裕度は 0.91 である。

表 1 試験体一覧

試験体名	b (mm)	D (mm)	配筋		ヒンジ部配筋	
			主筋	あばら筋		
G2	280	400	上下とも 8-D16 (SD390) $p_t=1.67\%$	6-D6@50 (SD295) $p_w=1.37\%$	従来梁配筋	
GT2					主筋付着除去	ヒンジ部損傷制御筋 D13(SD295)
GT3					主筋付着除去	ヒンジ部損傷制御筋 K13(KW785)

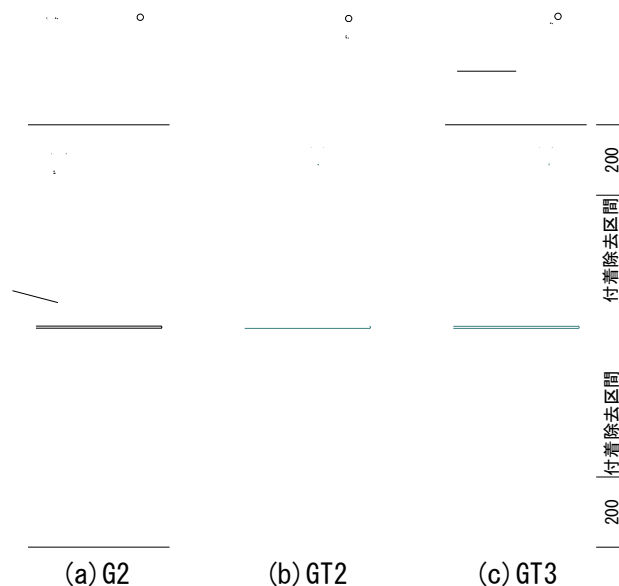


図 2 試験体配筋図および断面図

## 2.2 加力方法・測定方法

加力装置を図3に示す。加力方法は、建研式逆対称加力装置を用い正負交番の漸増繰返し加力を行った。鉛直の油圧ジャッキで試験体に作用する軸力がゼロになるよう制御した。加力は、上下スタブの水平変位を部材長さで除した部材角Rで制御した。加力サイクルは、 $R = \pm 1/1600\text{rad}$ を1回、 $R = \pm 1/800$ ,  $\pm 1/400\text{rad}$ を各2回、 $R = \pm 1/200$ ,  $1/133$ ,  $1/100\text{rad}$ を各3回、 $R = \pm 1/67$ ,  $1/50$ ,  $1/33$ ,  $1/25$ ,  $1/20$ ,  $1/15\text{rad}$ を各2回繰り返した。

変位計測方法は、上下のスタブに鉄骨治具を取り付け、水平変位・鉛直変位を測定した。また、曲率変形、ヒンジ部せん断変形、境界面でのスリップ変形を測定した。鉄筋にはひずみゲージを貼付し、主筋、せん断補強筋およびヒンジ部損傷制御筋のひずみを測定した。

ヒンジ部のせん断変形測定寸法を図4に、ヒンジ部損傷制御筋のひずみ測定位置を図5にそれぞれ示す。

## 3. 実験結果

### 3.1 諸強度の検討

諸強度の実験値と計算値の比較を表1に示す。各強度の計算方法は文献2)に準拠した。弾性剛性実験値は、弾性理論におけるせん断変形が卓越するので初期の変形時( $R = 1/5000$ )の値とした。曲げ・せん断ひび割れ強度および曲げ終局強度の実験値は、正加力・負加力の平均値とした。

弾性剛性は、主筋の付着を除去したGT2・GT3の方が従来梁よりも実験値が若干下がる傾向が見られた。曲げひび割れについても主筋付着除去の影響で端部境界面に発生しやすくなるが実験値は計算値よりも高くなった。せん断ひび割れは、ヒンジ部損傷制御筋を配したGT2とGT3におけるひび割れ発生強度がやや高くなる傾向を示した。

最大耐力はヒンジ部損傷制御筋の有無には関わらずほぼ同じであることから、ヒンジ部損傷制御筋は曲げ終局強度には影響しないことが確認できた。

### 3.2 破壊経過

各試験体の荷重-部材角関係を図6に、 $R = 1/25$ の破壊状況を写真1に示す。

表2 コンクリートの材料試験結果

	圧縮強度 N/mm <sup>2</sup>	ヤング係数 kN/mm <sup>2</sup>	割裂強度 N/mm <sup>2</sup>
試験部 上スタブ	33.6	29.4	3.2
下スタブ	36.2	29.8	2.9

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 <sup>2</sup>	引張強度 N/mm <sup>2</sup>	ヤング係数 kN/mm <sup>2</sup>	伸び率 %	降伏比	降伏ひずみ $\mu$
主筋 D16(SD390)	501.0	676.6	195.4	15.3	0.74	2564
せん断補強筋 D6(SD295)	398.9	502.3	187.7	15.8	0.79	2125
ヒンジ部 損傷制御筋 D13(SD295)	320.1	458.9	197.0	22.8	0.70	1625
ヒンジ部 損傷制御筋 K13(KW785)	831.6	1004.0	201.8	7.5	0.83	4121

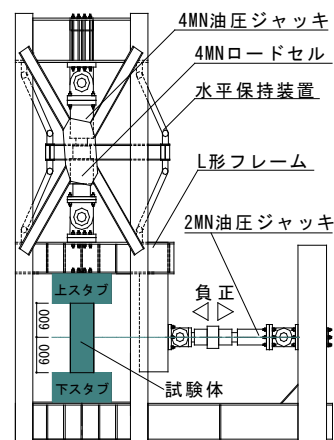


図3 加力装置

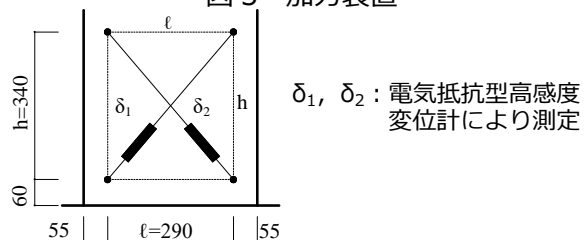
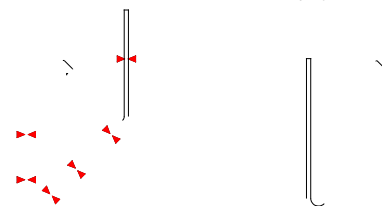


図4 ヒンジ部せん断変形測定寸法



(a)D13(SD295) (b)K13(KW785)

図5 ヒンジ部損傷制御筋ひずみ測定位置

表1 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			
	$EK_0$ kN/mm	$K_0$ kN/mm	$\frac{EK_0}{K_0}$	$EQ_{mc}$ kN	$cQ_{mc}$ kN	$\frac{EQ_{mc}}{cQ_{mc}}$ kN	$EQ_{sc}$ kN	$cQ_{sc}$ kN	$\frac{EQ_{sc}}{cQ_{sc}}$ kN	$EQ_{mu}$ kN	$cQ_{mc}$ kN	$\frac{EQ_{mu}}{cQ_{mc}}$ kN
G2	195.8	278.8	0.70	108.7	52.2	2.08	152.3	131.7	1.16	443.0	408.6	1.08
GT2	139.3		0.50	80.8		1.55	186.5		1.42	437.1		1.07
GT3	157.5		0.56	75.9		1.45	194.8		1.48	435.2		1.07

注：1) 実験値は正加力・負加力の平均値である。 2) 計算値の材料強度は全て材料試験結果を使用している。  
3) 添字Eは実験値、Cは計算値を意味する。

破壊過程は3体の試験体いずれも同様であった。曲げひび割れは  $R=1/800$  で発生し、せん断ひび割れは  $R=1/400$  で発生した。その後、 $R=1/133$  で1段目主筋が降伏し、荒川 mean 式計算値(370.1kN)を若干上回り、 $R=1/100$  で2段目主筋も降伏し曲げ終局強度計算値( $T_{mu}/\sigma_B \approx 0.15$ )に達した。図6中の橙色破線は、文献3)のせん断信頼強度  $V_u$  値である。 $R=1/33$  で荷重は  $V_u$  値を上回り、G2 は最大荷重を示した。ヒンジ部損傷制御筋を配したGT2およびGT3は  $R=1/20$  まで繰返しでも顕著な荷重低下は見られなかった。

限界変形を最大荷重( $Q_{max}$ )の0.8倍を維持できる変形とすると、G2は  $R=1/25$  まで、GT2・GT3は  $R=1/15$  となる。写真1から  $R=1/25$  で従来梁は、繰返し载荷によって他の2体よりもヒンジ領域(1D)のコンクリートが大きく損傷していることが確認できる。GT2・GT3はヒンジ領域に曲げ・せん断ひび割れが発生しているが、ひび割れ幅の拡大は抑制されている。

#### 4. 変形状

##### 4.1 曲率分布

図7にG2とGT2の曲率分布の推移を示す。ヒンジ部心証制御筋の有無による大きな差は認められない。GT2は主筋の付着を除去しているため、境界面の曲げひび割れ幅が大きくなることから端部0.5D区間の曲率が若干大きくなる。

##### 4.2 せん断変成分の推移

ヒンジ部損傷制御筋の補強効果を検討するために、ヒンジ部1D区間のせん断変成分角  $\gamma_s$  を測定した(図5参照)。ヒンジ部に設置した斜め変位計の計測値  $\delta_1$  と  $\delta_2$  から式(1)により同部分のせん断変成分角  $\gamma_s$  を算出した。

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

図8に各サイクルピーク時のせん断変成分角の推移を示す。図8のせん断変成分角実験値は、逆対称加力における両端の平均値である。図8より、せん断変成分角  $\gamma_s$  は部材角の増大に伴い増加し、部材角に対するせん断変成分比率が増加する。繰返し载荷により破壊が累積するので  $R=1/50$  以降は負加力の  $\gamma_s$  が大きくなる傾向がある。ヒンジ部損傷制御筋を配したGT2, GT3は主筋降伏前から大変形までせん断変成分角の増加が抑制できていることが分かる。

##### 4.3 等価粘性減衰定数

各試験体の等価粘性減衰定数  $h_{eq}$  の推移を図9に示す。 $h_{eq}$  の算出において最大耐力以降の荷重低下サイクルでも最大耐力を等価ポテンシャルエネルギーの計算に用いている。

凡例 ○: 曲げひび割れ発生, △: せん断ひび割れ発生, ◇: 主筋降伏, ●: 最大荷重

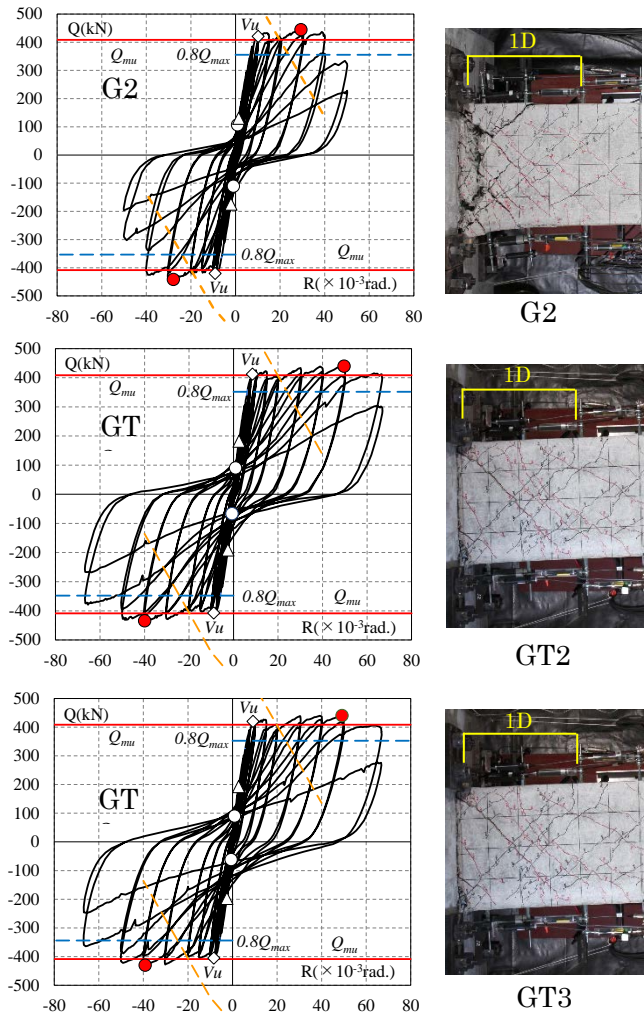


図6 荷重-部材角関係 写真1 破壊状況

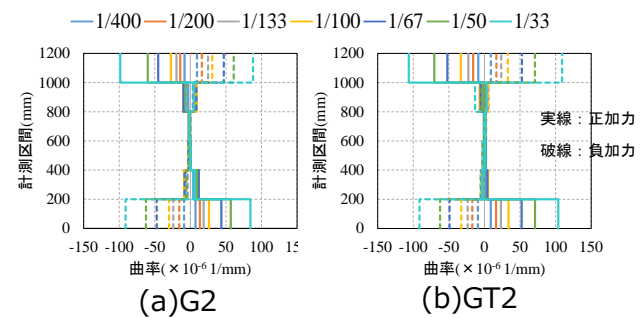


図7 曲率分布

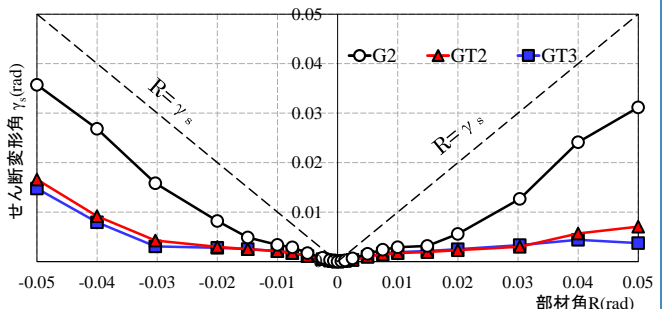


図8 せん断変成分角の推移



主筋が降伏する  $R=1/100$  まで  $h_{eq}$  は概ね 5% で推移しているが、破壊が進むに伴い増加していく。 $R=1/33$  まで 3 体に大きな差異は見られないが、ヒンジ部損傷制御筋を配した GT2 および GT3 は大変形  $R=1/20$  まで繰返し定常ループでも 15% 程度を維持している。ヒンジ部損傷制御筋に高強度鉄筋を使用した方が若干定常ループの  $h_{eq}$  は大きくなる傾向が見られた。

エネルギー吸収性能を維持できる範囲は、降伏変位を  $R=1/100$  とすると、G2 では塑性率 3 までとなり、GT2・GT3 は概ね塑性率 6 までとなる。ヒンジ部損傷制御筋によって大変形までエネルギー吸収性能を保持できるので理想的な復元力特性が可能となる。

#### 4.4 ヒンジ部損傷制御筋ひずみ分布

図 10 は GT2・GT3 に配したヒンジ部損傷制御筋ひずみ分布の推移である。図化したヒンジ部損傷制御筋は、せん断力の方向に対して生じるせん断ひび割れに直交する方向に配した鉄筋である。GT2・GT3 とともに斜め部(位置番号 3~5)で引張ひずみが大きい。主筋強度(断面積×応力度)に対して強度比 10% 程度の GT2 では降伏したが、同比率が約 25% の GT3 は高強度鉄筋のため未降伏であった。これまでの検討から、強度比 10% 程度の補強筋量でせん断ひび割れの発生・幅拡大ならびにせん断変形角の増大抑制に効果があると考えられる。

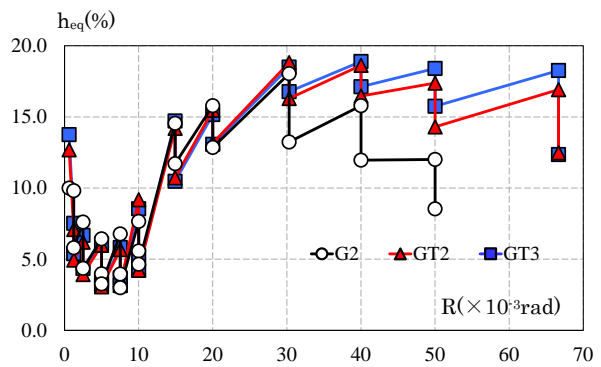


図 9 等価粘性減衰定数の推移

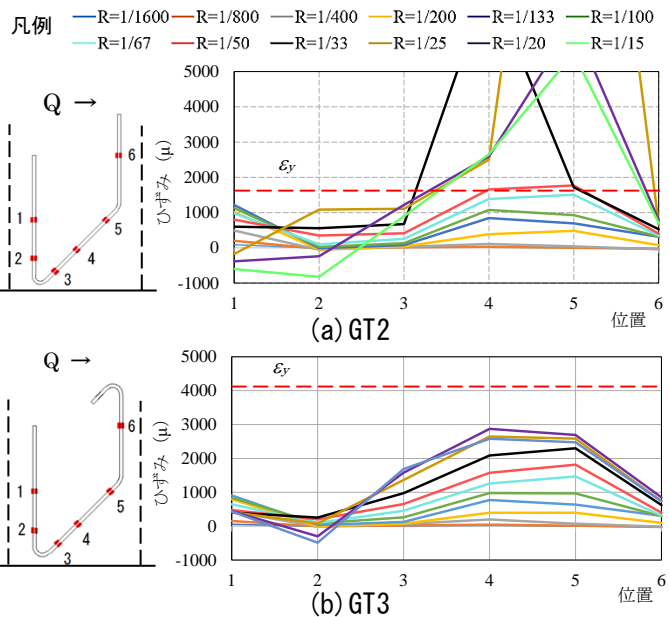


図 10 ヒンジ部損傷制御筋ひずみ分布

#### 5. まとめ

本実験研究から以下の知見が得られた<sup>4)</sup>。

- 1) 主筋強度比に対して 10% 程度のヒンジ部損傷制御筋を配筋することによって、高せん断応力度下でも靱性能改善が可能である。
- 2) ヒンジ部損傷制御筋に高強度鉄筋を使用した場合、今回の実験では  $R=1/25$  以上の大変形でも未降伏であり、普通鉄筋よりも若干であるがヒンジ部のせん断変形角増加が抑制できた。
- 3) ヒンジ部損傷制御筋のひずみ分布から、ヒンジ部損傷制御筋の斜め方向補強筋はせん断ひび割れ幅拡大抑制効果があることが確認できた。

#### 論文

- 1) 都祭弘幸：高せん断応力度比 RC 梁の曲げ性能保持に関する実験的研究 その 1，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造IV，pp.225-226，2022.9
- 2) 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，2018.12
- 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
- 4) 都祭弘幸，藤井稔己，五王椋太：高せん断応力度比 RC 梁の曲げ性能保持に関する実験的研究 その 2~3，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造IV，pp.297-300，2023.9

#### 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。

## マルテンサイト化した生体用 $\alpha + \beta$ 型 Ti-6Al-7Nb 合金の加工・熱処理による結晶粒微細化と引張特性

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

#### ■研究の背景

生体用チタン合金として $\alpha + \beta$ 型 Ti-6Al-7Nb 合金があり、人工関節や歯科補綴物等に利用されているが、強度や加工性等の更なる向上が求められている。金属材料の高性能化の方法として結晶粒の微細化があり、構造用チタン合金の一つである $\alpha + \beta$ 型 Ti-6Al-4V 合金は、通常の加工・熱処理で結晶粒径 ( $\alpha$ 粒径) : 3~5 $\mu\text{m}$  が得られることが知られている。そして最近では、マルテンサイト組織にした後、加工・熱処理によって粒径 1 $\mu\text{m}$  以下の微細粒組織が得られるようになってきている<sup>(1)</sup>。しかしながら、上述の Ti-6Al-7Nb 合金においてはマルテンサイト組織を活用した結晶粒微細化の適用が可能かどうかはまだわかっていない。そこで本研究では、マルテンサイト化した生体用 $\alpha + \beta$ 型 Ti-6Al-7Nb 合金の加工・熱処理による結晶粒微細化と引張特性を調べることにした。

#### ■実験方法

##### (1)供試材

供試材には $\alpha + \beta$ 型 Ti-6Al-7Nb 合金鍛造材 (直径 25mm×長さ 300mm) を使用した。

##### (2)焼入れ及び加工・熱処理

供試材から直径 25mm×長さ 30mm の試験片をワイヤカット放電加工機にて切り出し、大気中にて $\beta$ 変態点よりも 100K 高い温度である 1373K に加熱、1.8ks 間保持後、水冷して焼入れを行った。次に、この焼入れを行った試験片から 7×7×30mm の圧延用試験片を切り出し、大気中にて熱間圧延を行った。熱間圧延条件は、 $\beta$ 変態点よりも約 100K 低い温度である 1173K、圧下率 80% とした。なお、熱間圧延は 1173K から 50K ずつ低下させて割れが発生する温度まで行った。そして真空中にて 873K に加熱、3.6ks 間保持後、炉冷して焼鈍を行った。これにより得た試料の組織を金属顕微鏡で観察した。

##### (3)常温引張試験

(2)の焼入れ後の試料から t20×25×30mm の熱間圧延用試験片を切り出し、熱間圧延を(2)と同様の条件にて行った。その後、平行部厚さ 2mm×幅 6mm×長さ 25mm (標点距離 20mm) の JIS14B 号引張試験片を熱間圧延材から切り出して研磨した後、真空中 ( $10^{-3}\text{Pa}$  以下) にて 873K に加熱、3.6ks 間保持後、炉冷して真空焼鈍を行った。引張試験は、常温にて初期ひずみ速度  $8.3 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$  の条件で行った。

#### ■実験結果

##### (1)入手まま及び焼入れ後の組織

金属顕微鏡による組織観察を行った結果、入手まちは結晶粒径 : 5~7 $\mu\text{m}$  程度の等軸組織であった。焼入れ後については図 1 に示すように針状のマルテンサイト組織となっていることが確認された。

##### (2)微細組織に及ぼす加工・熱処理条件の影響

最適な熱間圧延温度を調べるために、1173K から 50K ずつ低下させて割れが発生する温度まで熱間圧延を行った。その結果、873K で試験片に割れが発生したため、熱間圧延の限界温度は 923K であることがわかった。まず、1173K で熱間圧延を行った場合、均一な等軸組織となっていたが、結晶粒は他と比較すると粗大であった。しかしながら、1073K に低下させた場合、均一な等軸組織で、かつ結晶粒は微細となっており、その傾向は温度 : 973K ではより顕著であった。923K では不均一な組織となることがわかった。

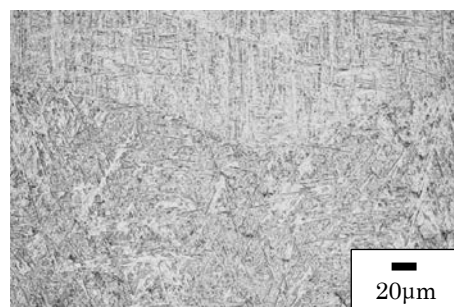


図 1 焼入れ後の組織



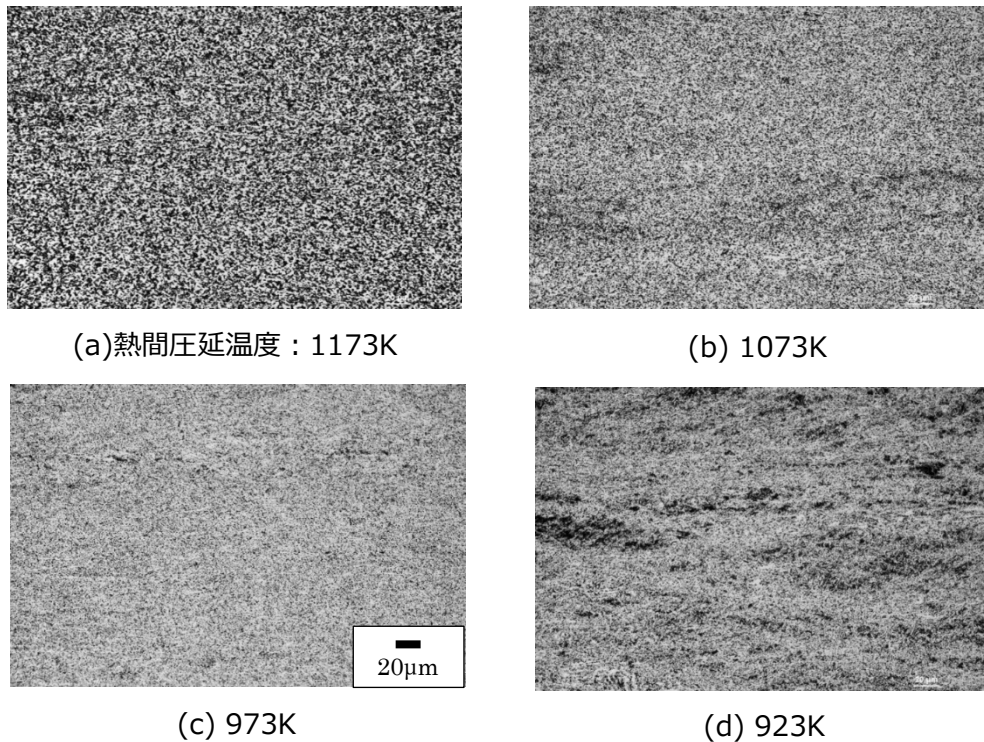


図2 焼入れ-熱間圧延-焼鈍後の組織の及ぼす熱間圧延温度の影響

### (3) 常温引張特性

焼入れ-加工-熱処理後の Ti-6Al-7Nb 合金の引張特性に及ぼす熱間圧延温度の影響（公称応力-ひずみ線図）を図2に示す。まず入手ままであるが、降伏後、加工硬化によって公称ひずみの上昇し、最大応力である 960MPa を示した後、徐々に低下して破断した。次に、熱間圧延温度 923K の場合、比較的高い降伏応力を示したのち、公称応力は公称ひずみの増加とともに急激に低下し、早期に破断した。973K については、本研究の中では最も高い降伏応力を示した。降伏後は公称ひずみの増加とともに、徐々に公称応力は低下し、破断したが、伸びは 10%以上を示し、良好な値を得た。1073K では降伏後、公称応力はほぼ一定の値を示し続けた後、公称ひずみの増加とともに低下して破断した。降伏応力は 973K には及ばなかった。

#### ■ 結論

本研究では、焼入れによってマルテンサイト化した生体用 $\alpha+\beta$ 型 Ti-6Al-7Nb 合金に加工-熱処理を行って結晶粒微細化を試みた。その結果、熱間圧延温度の最適化によって均一な微細粒組織が得られることが分かった。また微細組織化した本合金の常温引張特性について調べた結果、焼入れ-加工-熱処理後の降伏応力は入手ままと比較して格段に高い値を示し、特に熱間圧延温度 973K については、大きな値を示すことが分かった。

#### 〔参考文献〕

(1)松本洋明、準安定組織を利用したチタンおよびチタン合金の機械的特性の改善と熱間鍛造特性・組織制御、チタン、64-4 (2016)、310-314

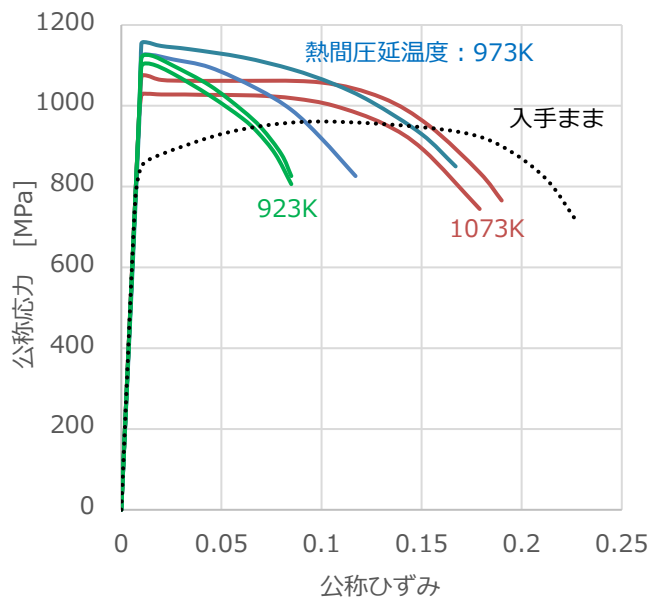


図3 焼入れ-加工-熱処理後の公称応力-ひずみ線図

## 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)	情報工	山之上 卓	1,300,000	390,000	1,690,000
2	基盤 (C)	情報工	池岡 宏	700,000	210,000	910,000
3	基盤 (C)	機械システム工	中東 潤	1,200,000	360,000	1,560,000
4	基盤 (C)	建築	都祭 弘幸	1,300,000	390,000	1,690,000
5	基盤 (C)	建築	佐藤圭一	500,000	150,000	650,000
6	基盤 (C)	スマート システム	仲嶋一	100,000	30,000	130,000

### (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	200,000	60,000	260,000

### (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	(株) 日圧機販	スマート システム	関田 隆一	900,000	100,000	1,000,000
2	シグマ (株) (その1) →ANALYZER 株式会社 (その1)	機械システム工	加藤 昌彦	594,000	66,000	660,000
3	シグマ (株) (その2) →ANALYZER 株式会社 (その2)	機械システム工	加藤 昌彦	425,700	47,300	473,000

4	(株) 野田設計	建築	都祭弘幸	1,476,000	164,000	1,640,000
5	NTT テクノクロス (株)	情報工	中道 上	900,000	100,000	1,000,000
6	富士電機 (株)	スマート システム	菅原 聡	450,000	50,000	500,000

#### (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	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	4,630,000	520,000	5,150,000
2	国土交通省 中国地方整備局 福山河川国道事務所	機械システム工	関根 康史	3,179,070	353,230	3,532,300
3	(株) 竹中工務店	建築	梅國 章	297,000	33,000	330,000

#### (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	情報工	宮崎光二	500,000
2	(公財) サタケ技術振興財 団	機械システム工	中東 潤	500,000
3	オリエンタル白石 (株) 大 阪支店	建築	都祭 弘幸	300,000
4	ニッコーオートメーション (株)	スマート システム	伍賀 正典	150,000
5	(公財) 昭特科学振興財団	スマート システム	伍賀 正典	500,000
6	ニッコーオートメーション (株)	スマート システム	伍賀 正典	170,000

以上

## 2.4 研究業績一覧(2022年度)

### 【スマートシステム学科】-----

#### <仲嶋一>

1. 模擬行動音生成のための音源モデルの検討, 仲嶋一, 電気学会計測研究会, IM-23-001, (2023) (査読無)

#### <香川直己>

2. 新木智博, 香川直己, ”可搬型光リンクセンサーネットワークにおける自動光軸検知のための画像処理手法の開発”, 2022年電気学会 電子・情報・システム部門大会予稿集, pp.818-823, (2022.08) (査読なし)
3. 香川 直己 (福山大学), 横藤田 光輝 (株式会社 ユニタック), ”マイクロチップレーザー励起光源を用いたレーザーレーダ装置の構築”, 第40回レーザーセンシングシンポジウム予稿集, pp.71-72, (2022.09) (査読なし)
4. 林 良成, 香川 直己, “降雨量推定に向けたひずみゲージを用いた計測センサの開発”, 第24回 IEEE 広島支部学生シンポジウム論文集, pp.122-125 (Nov.2022) . (査読あり)
5. 香川直己, “里山の防災・災害対応のための IoT システムの開発”, 電気設備学会誌, 第 42 巻, 第 11 号, pp.687-690 (2022.11) (査読なし)
6. Takashi Yamanoue, Takashi Ozeki, Naoki Kagawa, “Gadgets Made for Preventing the Spread of COVID-19 infection in a Small University”, Proceedings of the 2023 ACM SIGUCCS Annual Conference, pp.36-41(2023.03) (査読あり)

#### <関田隆一>

7. 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3報), 単著 関田隆一, 第51回信頼性・保全性・安全性シンポジウム, (2022-7) (査読付き)
8. 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2021年度活動報告書, pp15-17, (2022-12) (査読なし)
9. 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 (その2), 単著 関田隆一, 福山大学工学部紀要 第46巻, pp. 11-16, (2023-3) (査読なし)

#### <関根康史>

10. 道路交通の安全対策へのETC2.0とGISの活用, 関根康史, 山本俊雄, 林祐志, 大坪裕哉, 日本機械学会誌 2022年4月号, 特集 IT技術・自動運転技術が担う交通安全, pp. 17-pp. 20. (2022-4) (査読無)
11. 交通事故における運転者の行動類型と法令違反の関係についての分析 ー行動類型別にみた運転者の法令違反の事故統計分析ー, 関根康史, 自動車技術会 2022年春季大会学術講演会講演予稿集, 20225233 (2022-5) (査読無)
12. 地域警察や地域国交省道路局との連携による事故分析への取り組みとこれからの課題, 関根康史, 日本交通科学学会誌, 第58回日本交通科学学会学術講演会講演集, SY5-3, p. 42 (2022-6) (査読無)

13. 「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の事例もしくはこれに類似する事例, 関根康史, 日本交通科学学会誌, 第 58 回日本交通科学学会学術講演会講演集, G10-1, p. 72 (2022-6) (査読無)
14. 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), 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. 88, No. 912, 2022, (2022-8) (査読有り)
15. 渋滞交差点の先の幹線道路に並行する生活道路の安全性 (生活道路の安全性についての ETC2.0 データと GIS 情報の活用による評価), 関根康史, 山本俊雄, 林祐志, 大坪裕哉, 日本機械学会 2022 年度年次大会講演論文集, J18106 in Web, (2022-9) (査読無)
16. 車両単独事故における運転者の年齢層と法令違反の関係 - 運転者の年齢層別・行動類型別にみた法令違反の事故統計分析 -, 関根康史, 自動車技術会 2022 年秋季大会学術講演会講演予稿集, 20226191 (2022-10) (査読無)
17. 燃料電池式無人航空機 (ドローン) の高圧水素タンクの保護装置の検討 (カーボンファイバーを衝撃吸収材とした高圧水素タンク保護装置の検討), 関根康史, 上野克己, 濱口隼人, 日本機械学会 第 31 回 交通・物流部門大会 (TRANSLOG2022) 講演予稿集, No. 22-77, TL10-2 (2022-12) (査読無)
18. 自動運転・AI の学習教材への自動運転模型車の活用 (自動運転プラットフォーム「Donkey Car S1」を活用した簡易型自動運転車の製作), 山之上卓, 関根康史, 香川直己, 小林正明, 山下稔, 荒谷和司, 池岡宏, 自日本機械学会技術と社会部門講演会 講演予稿集, No. 22-62, 213 (2022-12) (査読無)
19. 自動車のペダル配置および運転者のペダル操作法とペダル踏み間違いの関係, 関根康史, 日本交通科学学会 第 12 回賛助会員懇談会 (2023-1) (査読無)
20. 高齢者の認知・身体機能低下を補完する望ましい技術とは ~交通事故などに表れる高齢運転者の特徴と望まれる安全対策~, 関根康史, '22 医学と工学からみた交通安全対策 長く安全に運転を楽しめる社会に向けて 第 31 回日本交通医学工学研究会学術総会講演集, pp. 25-pp. 31. (2023-3) (査読無)

<田中聡>

21. 田中聡、伍賀正典、「海底カメラにおける姿勢計測技術の研究」、福山大学 工学部紀要、第45巻、2022年2月
22. 田中 聡、「カルマンフィルタを用いた海底カメラの姿勢推定について」、電子情報通信学会総合大会、D-12-34,2022年3月18日。(査読なし)
23. 田中 聡、「松原翔人海底カメラ画像を用いたオブジェクト認識」、電気学会・情報・電子 電気学会年 2MC3-1,2022年8月31日。(査読なし)
24. 松原 翔人, 田中 聡, 「流れのある海域に使用する投げ込み型温度センサの挙動解析」、第 31 回計測自動制御学会中国支部学術講演会, 1B-5,p. 19 -20,2022年11月26日。(査読なし)

<沖俊任>

25. 浅海域における藻場生態系観察のための海中クローラの開発, 沖俊任, 2022 年電気学会電子・情報・システム部門大会予稿集, pp. 824-827 (2022, 08) (査読無)



26. Arduino を用いた HILS シミュレータの一検討, 沖俊任, 第 31 回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集, pp. 89-90 (2022. 11) (査読無)

【建築学科】-----

<都祭弘幸>

27. 藤井稔己, 都祭弘幸, 五王椋太: 高せん断応力度比 RC 梁の曲げ性能保持に関する実験的研究 その 2. せん断スパン比 1.5 の実験概要, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造IV, pp. 297-298, 2023. 9
28. 都祭弘幸, 藤井稔己, 五王椋太: 高せん断応力度比 RC 梁の曲げ性能保持に関する実験的研究 その 3. せん断スパン比 1.5 の実験結果および考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造IV, pp. 299-300, 2023. 9

<佐藤圭一>

29. 佐藤圭一: 備後中継ぎ畳表の手縫い畳製作技術研修 (ものづくり技術継承事業) 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 11 日本建築学会大会 (北海道), 学術講演梗概集 pp. 91-92, 2022. 7

<伊澤康一>

30. 伊澤康一・宋城基・薬師神光希: ZEB 避難所体育館を目指した太陽熱温水システムに関する試算, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (オンライン), pp.1003 -1004, 2022 年 9 月
31. 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 (神戸) 第 5 巻, pp. 113-116, 2022 年 9 月
32. 伊澤康一・田辺和康: 里山のための農産物保存庫の開発研究 -冬季熱環境シミュレーション-, 日本太陽エネルギー学会講演論文集 (2022) (福井), pp. 249-250, 2022 年 11 月
33. 宋城基・伊澤康一: 30 年以上使用の体育館における太陽熱利用システムの運用と性能およびエクセルギー評価, Journal of Japan Solar Energy Society, 49(2), 65-71, 2023 年 2 月 (査読あり)
34. 豊澄潤・藤田千尋・山田采果・伊澤康一・辻原万規彦・岡本孝美・斉藤雅也: 地域の気候風土を活かす「住みこなし」の想像温度による診断(その 3)札幌・福山・熊本における夏季の想像温度と実際温度の差異と経日変化, 日本建築学会中国支部研究報告集 (西条), 第 46 巻, pp.443-446, 2023 年 3 月.

【情報工学科】-----

<山之上卓>

35. Five Years of Experience in Improvement of a Technical English Class using Information Technologies, Takashi Yamanoue, IFIP WCCE 2022: World Conference on Computers in Education, 20-24, Aug, 2022 in Hiroshima
36. Gadgets Made for Preventing the Spread of COVID-19 infection in a Small University,

Takashi Yamanoue, Takashi Ozeki, Naoki Kagawa, SIGUCCS '23: Proceedings of the 2023 ACM SIGUCCS Annual Conference, March 2023, Pages 36-41, <https://doi.org/10.1145/3539811.3579567>

37. 簡単なホモグラフ攻撃検知システムの実現, 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.2023-IOT-60, No. 6, pp.1-5, (2023-03-08)
38. Wiki IoTにおける Method Overriding と高齢者のための配車ベルシステム等への応用, 山之上 卓, 井上 颯太, 情報処理学会、研究報告インターネットと運用技術 (IOT) , vol.2023-IOT-60, No. 17, pp.1-8, (2023-03-08)

<池岡宏>

39. Accuracy improvement of depth estimation with tilted optics and color filter aperture, Aoi Fukino, Hiroshi Ikeoka, Takayuki Hamamoto, Proc. SPIE 12592, International Workshop on Advanced Imaging Technology (IWAIT) 2023, 125920U, (2023-3)

<中道上>

40. 授業環境の比較におけるハイフレックス環境の提案, 三宅匠, 中道上, 吉原和明, 電子情報通信学会信学技報, Vol.ET2022-10, pp.1-4, (2022-09)
41. ペルソナデザインにおけるペルソナとの年代差異の影響分析, 河村脩平, 中道上, 宮崎光二, The 24th IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp.50-51, (2022-11)
42. Web 面接におけるフィードバックとしての動画コンテンツの提案と妥当性確認, 山本拓真, 中道上, The 24th IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp.111-114, (2022-11)
43. サイバー空間の巨大迷路における探索時間の比較, 田邊基起, 中道上, 山上誠人, The 24th IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp.115-116, (2022-11)
44. 非接触操作における奥行表現のユーザビリティ評価, 大槻昂平, 正畑智徳, 渡辺恵太, 山田俊哉, 中道上, The 24th IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp.161-162, (2022-11)
45. カーボンニュートラルの意識付けに向けた CO2濃度の可視化表現の検討, 濱田流伊, 趙梓皓, 池岡宏, 中道上, The 24th IEEE Hiroshima Section Student Symposium, pp.178-179, (2022-11)
46. 学生による授業コンテンツデザインに基づくハイフレックス環境の検討, 三宅匠, 中道上, 吉原和明, 電子情報通信学会信学技報, Vol.ET2023-01, pp.11-16, (2023-01)
47. 授業環境の比較と学生の授業コンテンツデザインに基づくハイフレックス環境の検討, 三宅匠, 吉原和明, 中道上, 福山大学工学部紀要, Vol. 46, pp.59-66, (2023-03)
48. 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, 福山大学工学部紀要, Vol. 46, pp.67-74, (2023-03)
49. サイバー空間の迷路探索におけるエンターテインメント性の時間変化, 田邊基起, 中道上, 山上誠人, 情報処理学会インタラクティブ2023論文集, No. 2B-20, pp.546-549, (2023-03)
50. ペルソナデザインにおける成長ペルソナ手法によるデザイン容易性, 河村脩平, 宮崎光二, 中道上, 電子情報通信学会(2023-総合大会情報・システムソサイエティ特別企画ジュニア&学生ポスターセッション予稿集, No. ISS-SP-048, pp.152, (2023-03)

51. 学生によるポインタデザインに基づくハイフレックス授業環境に適した音量ポインタの検討, 三宅匠, 吉原和明, 中道上, 電子情報通信学会(2023-総合大会情報・システムソサイエティ特別企画ジュニア&学生ポスターセッション予稿集, No. ISS-SP-049, pp. 153, (2023-03)
52. Instagram の「いいね機能」を利用したコンテンツの共感度調査, 庄司早苗, 中道上, 電子情報通信学会(2023-総合大会情報・システムソサイエティ特別企画ジュニア&学生ポスターセッション予稿集, No. ISS-SP-050, pp. 154, (2023-03)
53. 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)
54. 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)
55. 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)

<宮崎光二>

56. 数独における対戦プレイ形式の一考察, 福山大学工学部紀要, Vol. 46, pp. 81-84, (2023-03)

<森田翔太>

57. 自己聴取音の印象に関する個人性の調査, 森田翔太, 鳥谷輝樹, 鶴木祐史, 2022年秋季日本音響学会講演論文集, pp. 975-978, (2022-9)
58. Spectro-Temporal Modulationによる音声感情認識の調査, 村上正悟, 森田翔太, 2023年電子情報通信学会総合大会ISS特別企画「ジュニア&学生ポスターセッション」予稿集, ISS-SP-047, p. 151, (2023-3)
59. 地名アナウンス音のデザインに関する調査, 森田翔太, 松尾拓真, 中道上, 福山大学工学部紀要, 46巻, pp. 85-91, (2023-3)

【機械システム工学科】-----

<中東潤>

60. 水素による  $\beta$  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

※2022年度は該当なし

## 3. 教育活動



## 「地域防災リーダー養成講座」の実施

津田 将行  
大学教育センター

### 1. はじめに

平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震以降も日本各地において大地震、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、平成 30 年(2018 年)7 月豪雨、別称、西日本豪雨では広島県、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 2022 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 F 群  
後期：「地域防災応用」 選択 2 単位 種別：教養教育科目 F 群

2022 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 35 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 2022 年度の実績を示す。

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、前期「地域防災基礎」に松永地区の自主防災組織の方々 4 名、後期「地域防災応用」に松永地区の自主防災組織の方 1 名が参加された。

表-1 受講者数等(単位:名)

	講義科目名	履修登録者	単位取得者
前期	地域防災基礎	207	183
後期	地域防災応用	156	128

### 4. 普通救急講習

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。2022 年度は COVID-19 下において三密を避けるため、2022 年 12 月 23 日、12 月 26 日の 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。本年度は、2023年2月14日に実施した。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2022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(単位:名)

	経済学部	人間文化学部	工学部	生命工学部	薬学部	大学院	合計
受験者	2	22	6	1	0	0	31
合格者	1	17	4	1	0	0	23

表-3 「地域防災リーダー養成講座」のカリキュラム(2022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	4/13	概説、防災士の役割	宮内 克之(工学部教授)
2	4/20	身の周りの危険性を調べてみる	宮内 克之(工学部教授)
3	4/27	災害とライフライン	宮内 克之(工学部教授)
4	5/11	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)
5	5/18	地震・津波のしくみと被害	宮内 克之(工学部教授)
6	5/25	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)
7	6/1	風水害と対策	津田 将行(大学教育センター講師)
8	6/8	土砂災害と対策	宮内 克之(工学部教授)
9	6/15	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	6/22	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	6/29	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長補佐兼次長)
12	7/6	火山噴火のしくみと被害	田辺 和康(工学部教授)
13	7/13	災害・避難情報の入手と発信	江原 誠一(福山市危機管理防災課地域防災担当次長)
14	7/20	被害想定・ハザードマップと避難行動	江原 誠一(福山市危機管理防災課地域防災担当次長)
15	7/27	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	9/21	地域の復興と再建	宮内 克之(工学部教授)
2	9/28	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)
3	10/5	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)
4	10/12	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	10/19	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)
6	10/26	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)
7	11/2	耐震診断と耐震補強	山田 明(広島工業大学建築工学科准教授)
8	11/9	都市防災	宮内 克之(工学部教授)
9	11/30	行政の災害対策と支援制度	大櫃 剛(国土交通省中国地方整備局防災室長)
10	12/7	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	12/14	災害と損害保険	国好 雅夫(日本損害保険協会損害保険講演会:OB講師)
12	12/21	惨事ストレスと心のケア	安藤 孟梓(人間文化学部心理学科講師)
13	1/11	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	1/18	災害と応急手当	佐野 浩史(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	1/25	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)

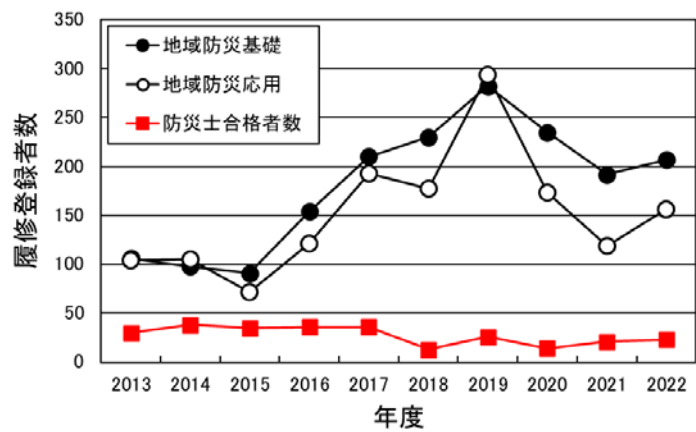


図-1 地域防災リーダー養成講座の履修登録者数の推移

## 「実践地域防災学」の実施

津田 将行  
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10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・減災の現実に接することにより、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・減災の考え方および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. 科目の位置づけ、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. 2022年度の対象地域：福山市本郷学区内の上組地区、吉田地区

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た扇状地を形成している。平常時の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を起こしている。

今年度の調査対象地区は、上組地区と吉田地区である。

上組地区の地形は、地区の中央に本郷川に流れ込む支川の大谷川が流れており、大谷川に沿うように主に右岸側に集落が形成され、そして集落のすぐ隣は山地となっています。この大谷川には、3基の砂止めがあり、昔、本郷銅山が盛んな時代に流れ出る土砂を防ぐため作られている。よってこの上組地区は、土砂が侵食されやすい谷底地形であり、土砂災害特別警戒区域（土石流、急傾斜地）や土砂災害警戒区域（土石流、急傾斜地）に指定されており、土砂災害に対して危険性が極めて高い地区です。

次に吉田地区は、福山市と尾道市の市境界に位置しています。この地区の地形は、南側と北側に山地があり、東西方向に平地を成し、そのほぼ中央に広島県道48号府中松永線が走っている。本郷川は、この県道に沿いながらも、南側の山地に沿い蛇行しながら流れています。よって、この地域の地形を北側から南側に横断方向で見ると、山地、山際に集落、田畑、県道、本郷川、住宅及び山地になっており、山際に沿うように住宅がある。その多くの住宅は、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地区です。また田畑は県道の高さよりも低い場所にあり、本郷川が越水した場合には、田畑は水に浸かり、避難をする場合には非常に危険な場所となります。

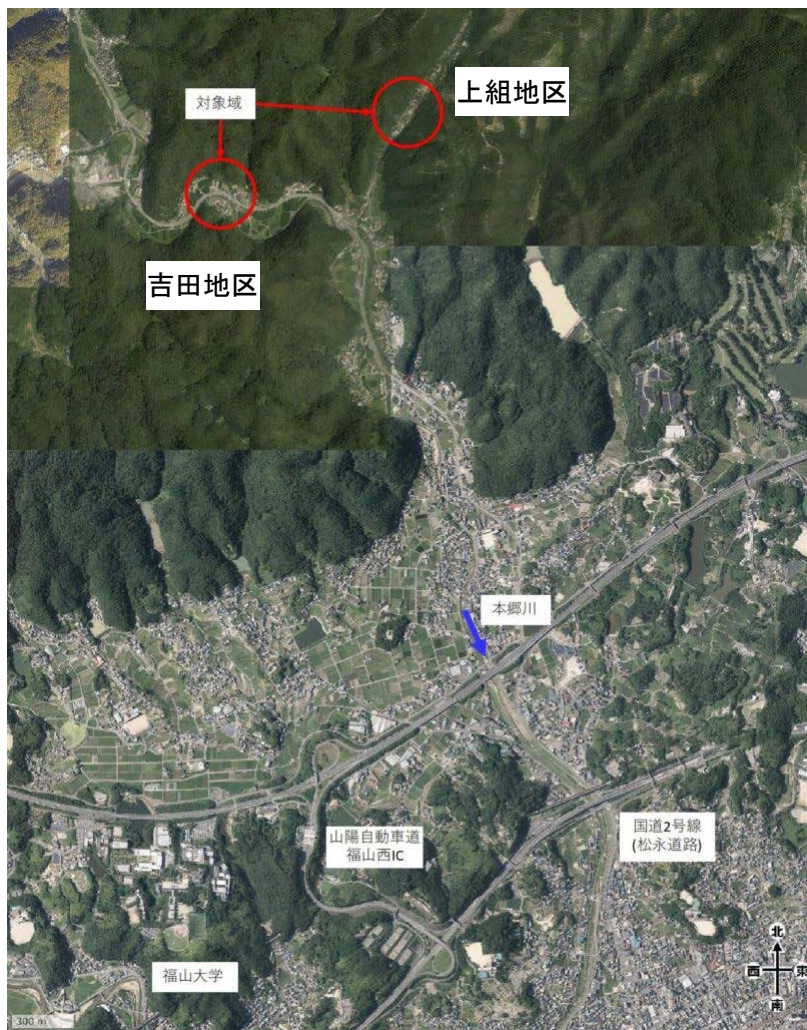


図-1 調査対象地区

#### 4. カリキュラム

本講義のカリキュラムを以下に示します。

表-1 本講義のカリキュラム

回	実施日	時限	内容
1	9/12 (月)	1	目的、内容、スケジュールの説明 地区防災計画について
2		2	本郷地区の地区防災計画について (現状説明)
3	9/13 (火)	1	マイ・タイムラインについて
4		2	対象地区の特徴と災害の危険性の確認 現地踏査に向けて準備、確認事項等
5~8	9/14 (水)	1、2	現地踏査の説明、現地踏査
		3、4	現地踏査の結果整理、避難経路の問題点抽出
9~11	9/15 (木)	1~3	避難計画の問題点と解決策の検討、避難マップの作成
12~15	9/16 (金)	1、2	マイ・タイムラインの作成
		3、4	成果発表、意見交換



## 5. 現地踏査の様子

以下に現地踏査状況の様子を示す。



## 6. 避難経路、マイ・タイムライン（個人の避難計画）の作成、成果発表

上組地区、吉田地区の本郷川の右岸側、及び吉田地区の本郷川の左岸側に生活されている方を対象として、地元自主防災組織の方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、及び避難開始のタイミング等の種々の情報を確認、収集しました。

また、担当地区毎に代表的な高齢者として、例えば、80歳前半の男性と80歳前半の女性のご夫婦。車の運転が可能で年齢相当の歩行も可能。ペットは飼っていない等の家族構成や移動手段を元に、そのご家族のマイ・タイムラインを作成しました。

授業の最後には、グループ毎に作成した避難経路のマップやマイ・タイムラインを用いたプレゼンテーションを行いました。

今回の授業実施に当たり、福山市本郷学区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、自主防災会の粟津様、大村様、曽根高様、福山市危機管理防災課の江原様、松永市民サービス課の佐藤様に大変お世話になりました。この場をお借りして感謝申し上げます。ありがとうございました。



図-1 本郷学区上組地区  
O様の避難経路



図-2 本郷学区吉田地区  
N様の避難経路

### 各家庭毎に車で避難する場合（自宅→本郷小学校）

警戒レベル	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
避難情報	避難に関する情報	自主避難など注意の呼びかけ	高齢者等避難	避難指示	緊急安全確保
防災避難情報	大雨 河川の氾濫 土砂災害	大雨・洪水注意報	大雨・洪水警報	氾濫危険情報 土砂災害警戒情報	大雨特別警報 氾濫発生情報
行動（私と家族）	気象情報を確認	避難準備	本郷小学校に避難		

図-3 本郷学区吉田地区 N様のマイ・タイムライン（自宅から本郷小学校まで）

### 助け合い、車で避難する場合（吉田クラブ→本郷小学校）

警戒レベル	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
避難情報	避難に関する情報	自主避難など注意の呼びかけ	高齢者等避難	避難指示	緊急安全確保
防災避難情報	大雨 河川の氾濫 土砂災害	大雨・洪水注意報	大雨・洪水警報	氾濫危険情報 土砂災害警戒情報	大雨特別警報 氾濫発生情報
行動（私と家族）	ラジオ、テレビを用いて災害情報を確認する	避難準備をしておく	吉田クラブに向かい、点呼の後、本郷小学校に避難する（動けない人を乗せていく）	避難指示が出るころには本郷小学校に逃げておく	身の安全を確保する
行動（地域）	地域の人と川の氾濫や動けない人がいるのかを確認する	自主避難の時点で動けない人を吉田クラブへ移動させるように呼び掛ける	高齢者避難が出た時点で近所同士で動けない人がいないか確認する	吉田クラブ付近の住民は動けない人も含めて本郷小学校に避難しておく	

図-4 本郷学区吉田地区 N様のマイ・タイムライン（自宅から吉田クラブを経由して本郷小学校）



写真-1 成果発表会の様子 1



写真-2 成果発表会の様子 2