

弓削商船高等専門学校

産学連携フォーラム2025

専攻科特別研究中間発表会



日時：2025.12.11（木） 10:00～

会場：弓削商船高等専門学校 アセンブリホール

一般講演 中西 武 氏【四国通建株式会社】

専攻科生研究発表

弓削商船高等専門学校地域共同研究推進センター 弓削商船高等専門学校技術振興会
弓削商船高等専門学校専攻科

弓削商船高等専門学校地域共同研究センター

<https://www.yuge.ac.jp/step>

E-mail:kikaku@yuge.ac.jp Tell:0897-77-4613



弓削商船高等専門学校産学連携フォーラム 2025
専攻科特別研究中間発表会

ごあいさつ

しまなみテクノパートナーズ（本校技術振興会）の皆様ならびに本校地域共同研究推進センターの活動に興味をお持ちいただいている産業界の皆様におかれては、日頃から本校の教育・研究・人財育成と輩出にご理解とご協力を賜り深く感謝申し上げます。本フォーラムは、地域を中心とする産業界の方々と本校教員及び学生との連携・交流を深め、共同研究や技術移転等に繋げる活動を促進することを目的として、2018年12月に初めて開催し、その後毎年開催を経て、今年で第8回を迎えます。

昨年より独立行政法人国立高等専門学校機構における第五期中期目標期間（五ヶ年）が始まり、中期計画に基づいた年度計画を立て、毎年、進捗および達成状況を確認し必要なフォローアップを行っています。本校の年度計画における産学連携に関する項目として、「地域や産業界が直面する課題解決を目指したPBL」、「企業、自治体、教育機関等と連携したSTEAM教育の高度化」、「企業と連携した教育プログラム」、「社会連携として、教育・研究成果の情報発信」を挙げており、本フォーラムの開催はこれら計画に基づいた活動実績の一つとして報告することになります。

さて、DX、GX及び少子化（≒生産年齢者人口減）の流れの中、海上物流における新燃料、ゼロエミッション、自動及び自律運航、高度情報化への対応など、総合教育、商船学、電子機械工学（令和8年度入学生以降は創造工学）、情報工学、海上輸送システム工学、生産システム工学を抱える本校が果たす役割は広範になっており、本校内外における分野横断的な活動に加え、当に、地域を中心とする産業界との連携の重要性が高まっていると理解します。

本フォーラムにおける情報交換及び活発な議論を通じて、参加者相互の交流を深め、新たな連携活動の起点が多く生まれることを期待します。

末筆ながら、皆様方のご健勝と益々の発展を祈念して、ごあいさつとさせていただきます。

2025年12月

独立行政法人国立高等専門学校機構
弓削商船高等専門学校
校長 内田 誠

目 次

【一般講演】

- C01-01「四国通建における業務プロセスデジタル化の取組みについて」………… 1
○中西 武 氏（四国通建株式会社）

【専攻科特別研究中間発表】

- B01-01「骨格検知を用いた動物の歩行姿勢の評価に関する研究」………… 3
○岡田 慈英（生産システム工学専攻1年）
- B01-02「2つのマニピュレータを用いた3次元位置計測器のキャリブレーション」………… 7
○箱崎 和寿（生産システム工学専攻1年）
- B01-03「離島の強風時における局所的な乱流特性に関する数値流体解析」… 13
○旗手 健太（生産システム工学専攻1年）
- B01-04「再生可能エネルギーを活用する電気温水器システムに関する研究」………… 17
○火田 凌輔（生産システム工学専攻1年）
- B01-05「船舶探査用小型レスキューロボットの試作」………… 21
○桃谷 勇汰（生産システム工学専攻1年）

【ポスター紹介】

■技術振興会会員

- 日本オーチス・エレベータ株式会社………… 25
ダイハツインフィニアース株式会社………… 26

日程・プログラム

日 時 令和7年12月11日（木） 10:00～12:00

場 所 弓削商船高等専門学校アセンブリホール

（愛媛県越智郡上島町弓削下弓削 1000）

■開会挨拶（10:00～10:05）

■一般講演（10:05～10:35）

C01-01 「四国通建における業務プロセスデジタル化の取組みについて」

○中西 武 氏（四国通建株式会社）

■専攻科生研究発表（10:35～12:00）

B01-01 「骨格検知を用いた動物の歩行姿勢の評価に関する研究」

○岡田 慈英（生産システム工学専攻1年）

主査：益崎 智成（情報工学科准教授）

副査：峯脇 さやか（情報工学科教授）

B01-02 「2つのマニピュレータを用いた3次元位置計測器のキャリブレーション」

○箱崎 和寿（生産システム工学専攻1年）

主査：前田 弘文（情報工学科教授）

副査：梶田 温子（情報工学科准教授）

休憩（11:05～11:15）

B01-03 「離島の強風時における局所的な乱流特性に関する数値流体解析」

○旗手 健太（生産システム工学専攻1年）

主査：ダワ ガンバット（電子機械工学科教授）

副査：政家 利彦（電子機械工学科准教授）

B01-04 「再生可能エネルギーを活用する電気温水器システムに関する研究」

○火田 凌輔（生産システム工学専攻1年）

主査：ダワ ガンバット（電子機械工学科教授）

副査：政家 利彦（電子機械工学科准教授）

B01-05 「船舶探査用小型レスキューロボットの試作」

○桃谷 勇汰（生産システム工学専攻 1 年）

主査：前田 弘文（情報工学科教授）

副査：徳田 誠（情報工学科准教授）

■閉会（12:00）

一般講演

C01-01

『 四国通建における業務プロセスデジタル化の取組みについて 』

講演者：中西 武（四国通建株式会社）

講演概要：

RPA（Robotic Process Automation）は、定型的な PC 作業を自動化し、生産性向上やヒューマンエラー削減を実現する技術です。2015 年頃に大手金融機関等で本格導入が進み、2016 年以降「働き方改革」の流れの中で多くの企業へ急速に普及しました。

四国通建株式会社は、地域インフラの構築・維持を担う総合建設会社として、電気通信・電気・土木・建築・ICT など幅広い事業を展開しています。その公共性の高い業務においては、多様な報告書や定型様式による管理が求められ、事務処理の効率化が急務となっていました。

この課題に対応するため、2020 年 4 月に RPA を導入し、データ処理業務の自動化を開始しました。しかし、紙様式を前提とした業務が依然として多く、導入効果が十分に発揮されませんでした。さらに、各種管理簿の形骸化が進み、ガバナンス強化の妨げにもなっていました。

そこで、紙様式の廃止と業務プロセスのデジタル化を同時に推進する方針を採用しました。本講演では、この取り組みの背景、導入のプロセス、直面した課題とその解決方法、そしてデジタル化によってもたらされた効果について、具体的な事例を交えてご紹介します。

会社紹介：

『 地域と共に “みらい” を創る 』

四国通建株式会社は、愛媛県今治市に本社を置き、四国 4 県で事業を展開する総合建設会社です。

電気通信・電気・土木・建築・ICT など多分野で社会インフラの構築・維持を担い、特に通信分野では四国唯一の NTT 認定工事会社として高度な技術と信頼を誇ります。

創業 80 年の経験を基盤に、ICT 施工、情報ネットワーク整備、クラウド環境の構築など次世代の社会基盤づくりへ挑戦し「地域を支え、ワクワクする未来づくり」に取り組んでいます。



沿革：

- 1945 年 越智電気商会を今治市に開業
- 1955 年 建設業登録（建設大臣）
- 1965 年 四国通信建設株式会社に商号変更
- 1973 年 特定建設業許可（建設大臣）
- 1988 年 四国通建株式会社に商号変更
- 2019 年 ミライト・ホールディングスと経営統合
- 2025 年 創業 80 周年

專攻科特別研究中間発表

B01-01

骨格検知を用いた動物の歩行姿勢の評価に関する研究

岡田 慈英^{*1}, 益崎 智成 (指導教員) ^{*2}, 峯脇 さやか (指導教員) ^{*3}

A Study on Evaluating Animal Gait Posture Using Skeletal Detection

Jiei OKADA^{*1}, Tomonari MASUZAKI (Adviser) ^{*2} and Sayaka MINEWAKI (Adviser) ^{*3}**Keywords** : Animal-Pose-Estimation, DeepLabCut, Machine-Learning

1. 緒 言

動物の飼育や健康管理において、その健康状態を適切に判断することは専門的な知識がない限り困難な場合が多い。特に、動物は本能的に痛みを隠す傾向があるとされており、飼育者や管理者が異常に気づいた時点では、すでに症状が進行していることも少なくない。したがって、動物の怪我や体調不良といった異常の兆候をいかに早期に発見するかは、動物の飼育・管理分野における重要な課題となっている。

そこで、本研究では、動物の歩行姿勢に着目する。動物の歩行姿勢を用いて推定・評価し、より早期に動物の異常な動作を検知することを、本研究の目的としている。動物の歩行姿勢の推定には、動物用に調整された骨格検知技術を用いる。歩行姿勢の評価には機械学習を用いることで、骨格検知技術を用いて抽出した動物の歩行時の骨格情報をもとに、動物の歩行姿勢の評価、および怪我や体調不良の可能性の予測を行う。

2. 実験方法

本研究全体では、(1) 学習用データセットの作成、(2) 作成したデータセットを用いた機械学習モデルの構築と評価、の2段階で実験を行う。本研究では、(1) の学習用データセットの作成について報告する。

本研究ではDeepLabCut (DLC) による動物の骨格検知技術を用いて、与えられた動画に映った動物の骨格の座標を抽出し、抽出した骨格座標データを学習に用いる。DLC とは、深層学習 (deep learning) を用いて、動物の関節などのキーポイントを自動で追跡するマーカーレス動物追跡ツールであり、動物に関する画像処理の分野で広く用いられている (A. Mathis et al., 2018)。

学習用の骨格データセットを作成するには、動物の動作が抽出しやすい動画が大量に必要となる。そこで本研究では、YouTube-BoundingBoxes Dataset (YouTube-bb) を用いる (E. Real et al., 2017)。これは、約 24 万本の YouTube から集められた動画に、オブジェクトのバウンディングボックスがラベリングされた大規模なデータセットである。このデータセットには、23 種類のオブジェクトクラスがあるが、本研究ではその中でも 8 種類 (bear, cow, cat, giraffe, horse, zebra, dog, elephant) の四足歩行動物の動画を用いる。

四足歩行動物の歩行姿勢データの抽出にはまず、データ解析ライブラリである pandas を用いて、YouTube-bb で公開されている CSV ファイルから、オブジェクトクラスが四足歩行動物の動画 ID とバウンディングボックスの座標を取得する。次に、yt-dlp を用いて、指定された ID の動画を YouTube 上からダウンロードする。これにより、YouTube 上から、四足歩行動物の動作を抽出するのに適切な動画を取得する。

次に、DLC の四足歩行動物用に訓練されたモデルを用いて、動画内の動物の関節や鼻先、足先などの各キーポイントを抽出する。DLC を用いることで、動画内の各フレームのキーポイントの座標と尤度が得られるため、これをもとに歩行姿勢評価のための学習用のデータセットを作成する。

^{*1} 弓削商船高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 1 年 (〒794-2593 愛媛県越智郡上島町弓削下弓削 1000)

^{*2} 弓削商船高等専門学校 情報工学科 准教授 (指導教員)

^{*3} 弓削商船高等専門学校 情報工学科 教授 (指導教員)

同じく DLC を用いた動物の姿勢推定に関する研究を行っている清水らの手法では、手動でラベリングした少量のデータセットを DLC を用いて拡張することで動画内の全フレームのラベリングを行っているが、本実験では、DLC が提供している Model Zoo を用いてラベリングを行う（清水他，2020）。Model Zoo とは、鳥，四足歩行動物，俯瞰視点のマウスのラベリングについて，すでに訓練されたモデルを使用できる DLC の拡張機能である。これにより，複数フレームを手動でラベリングすることなく，動画内の全フレームについてラベリングを行うことができる。

3. 実験結果・考察

YouTube-bb を用いて得られた動画に対して，DLC を用いてキーポイントにラベリングを行った動画の 1 フレームを図 1，図 2，図 3 に示す。

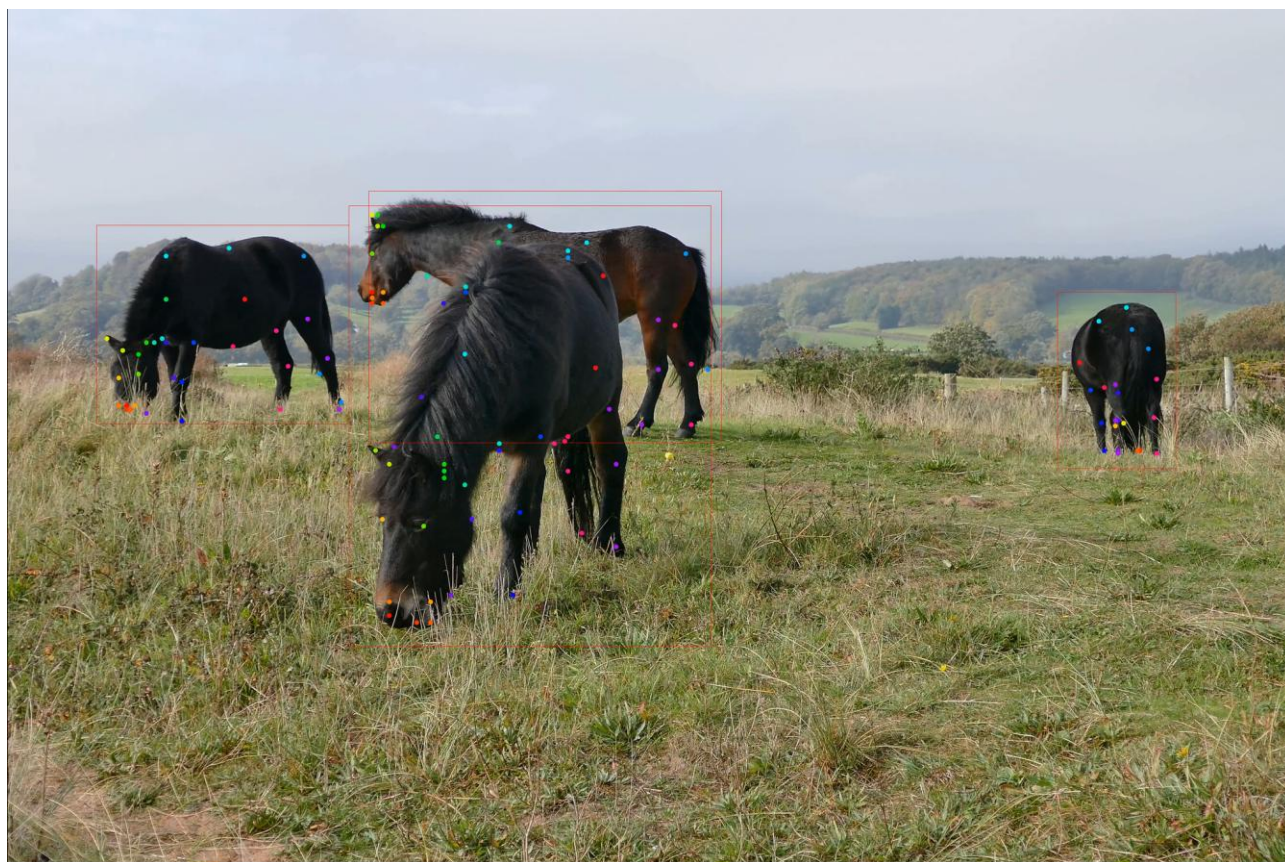


図 1 DLC によってラベリングされた馬の画像



図 2 DLC によってラベリングされた犬の画像(1)

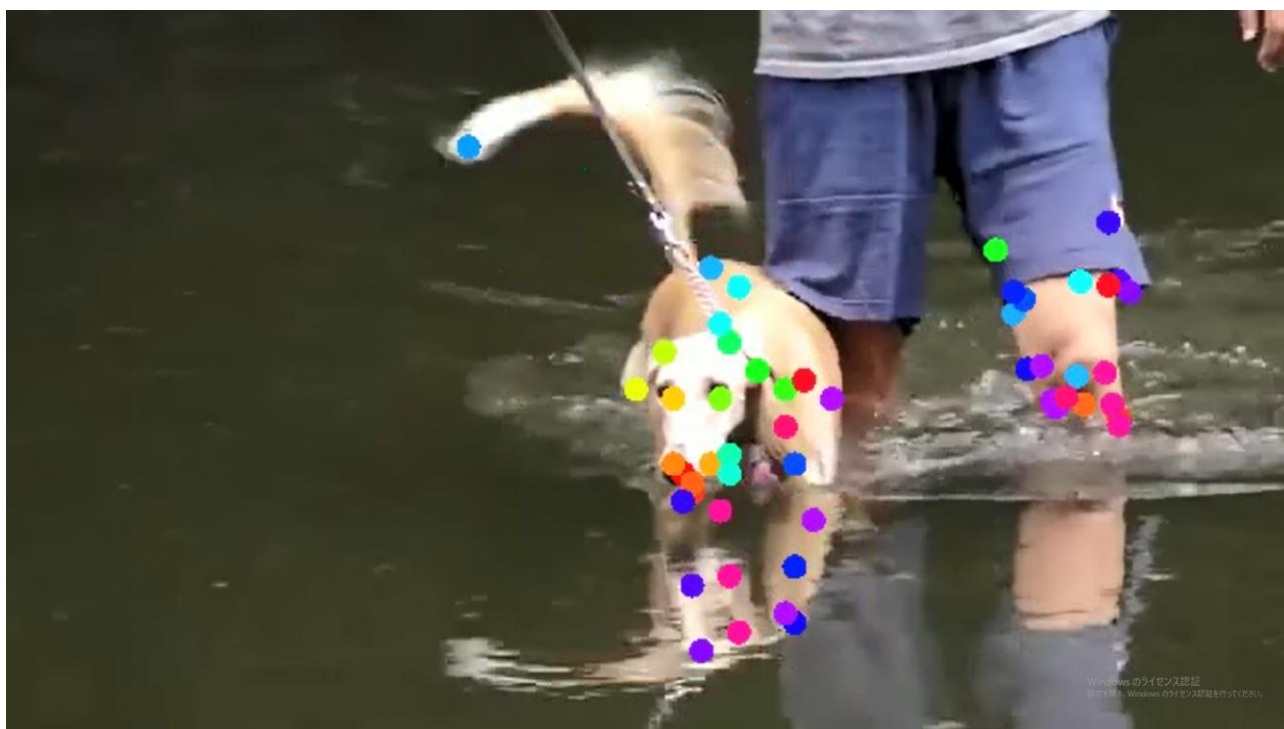


図 3 DLC によってラベリングされた犬の画像(2)

本実験を行った結果、DLC を用いて、動物の動画にキーポイントの情報を付与することに成功した。しかし、図 3 のように、そのまま用いると該当する動物以外の余計な部分にもラベリングされるフレームが存在することが分かった。この問題に対し、動画を目視で選別する、YouTube-bb で得られるオブジェクトのバウンディングボックスをもとに得られるキーポイントの座標を選別するなどの解決方法が考えられる。また、YouTube-bb の中には、歩行動作以外にも様々な動作を行っている動画が含まれているため、学習に用いる補講場面の動画の選別も今後の課題となる。

4. 結 言

本研究では、YouTube-bb と DLC を用いて、動物の歩行姿勢学習用のデータセットを作成した。YouTube-bb を用いることで、YouTube 上にある学習用の動画の用意と、対象の動物が映っているバウンディングボックスが取得できた。また、DLC を用いることで、動画内の動物の骨格に当たるキーポイントの座標からなるデータセットの作成を行うことができた。今後は、用意できた動物のデータセットを用いて、歩行姿勢の評価のため学習を行う。

文 献

A. Mathis, P. Mamidanna, K. M. Cury, T. Abe, V. N. Murthy, M. W. Mathis, and M. Bethge: "DeepLabCut: markerless pose estimation of user-defined body parts with deep learning", *Nature Neuroscience*, Vol. 21, pp. 1281-1289 (2018).

E. Real, J. Shlens, S. Mazzocchi, X. Pan, and V. Vanhoucke: "YouTube-BoundingBoxes: A Large High-Precision Human Annotated Data Set for Object Detection in Video", *Proc. of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pp. 5167-5176 (2017).

清水 洋杜, 謝 浩然, 宮田 一乗: "深層学習を用いた動物の姿勢推定", *情報処理学会研究報告*, Vol. 2020-CG-177, No. 3, pp. 1-8 (2020).

B01-02

2つのマニピュレータを用いた3次元位置計測器のキャリブレーション

箱崎 和寿^{*1}, 前田 弘文 (指導教員) ^{*2}, 梶田 温子 (指導教員) ^{*3}

Calibration of Three-Dimensional Position-Measuring Instrument using Two Manipulators

Kazutoshi HAKOZAKI^{*1}, Hirofumi MAEDA (Adviser) ^{*2} and Haruko MASUDA (Adviser) ^{*3}**Keywords** : Measuring Instrument, Manipulator, Contact Type, Exploration Robot, Water Pipe

1. 緒 言

日本では下水道設備の長期使用により、老朽化が顕現化しており、大きな社会問題となっている。特に下水管渠の標準的耐用年数である 50 年を超えた設備については、いつ道路が陥没してもおかしくない状態である。そのため現在は、配管のサンプリング検査が全検査へと拡張されつつあり、作業員の負担軽減のためにロボットを使用した検査が行われるようになってきた。また近年では、持ち運びが容易で操作も簡単なスタンドアローンタイプの配管検査用ロボットが注目を浴びている。しかし、自律型のロボットを実現するためには、ロボット本体が管内で転倒しないことが最低限必要となる。そこで我々は、ソフトウェア的なアプローチとして、走行の制御による転倒防止策を模索することとし、そのために必要となる高度な自己位置推定の実現を目指している。

現在、我々が提案した自己位置推定法の検証が終了しており、タイヤ形状の影響を受けて微小な推定誤差が発生している。そこで、新たにこの推定誤差を最小とするためのニューラルネットワークを用いた高精度な自己位置推定法を提案する。しかしながら、検証に使用した配管検査用ロボットのための特殊な 3 次元位置計測器 (矢野他, 2016, 立花, 前田, 2017, 2018, 石川, 前田, 2022, 多田, 前田, 2022, 塩飽, 前田, 2022, MAEDA, 2022) は、教師データを正確に取得できるものの、1 つのデータ取得に多くの時間を有してしまい、ニューラルネットワークに用いるには不向きである。そのため、市販のマニピュレータを 2 台用い、高精度かつ短時間で大量の計測が行える 3 次元位置計測器の開発を行ったが、組み付け誤差や加工誤差などによって十分な精度を確保できていない。そこで本研究では、この計測器の誤差問題を解決するためのキャリブレーション手法を提案する。

2. 3次元位置計測器

接触型 3 次元位置計測器を図 1 に示す。教師データを取得する際は、図 2 に示すように配管を半分にカットしたテストフィールドを計測器の中央に設置した上で、以前製作した検証用ロボットを用いて行う。図 1 は、計測器の精度検証のための 6 軸ステージを中央に設置しており、これらは周辺に設置されたガイドラインに沿って設置することで、容易に取り換えることができる。以下に、計測器の構造とシステム構成について述べる。

^{*1} 弓削商船高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 1 年 (〒794-2593 愛媛県越智郡上島町弓削下弓削 1000)

^{*2} 弓削商船高等専門学校 情報工学科 教授 (指導教員)

^{*3} 弓削商船高等専門学校 情報工学科 准教授 (指導教員)

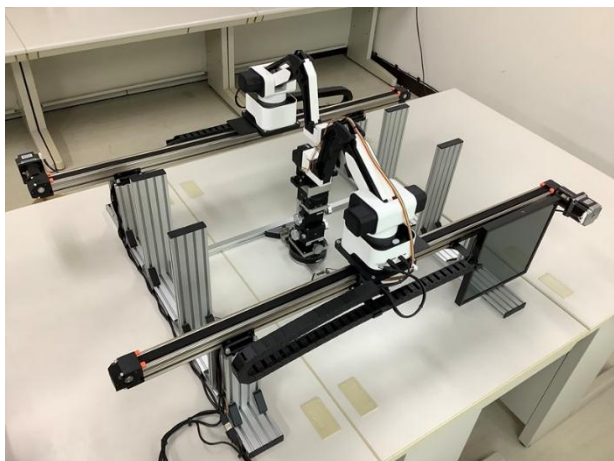


図1 接触型3次元位置計測器

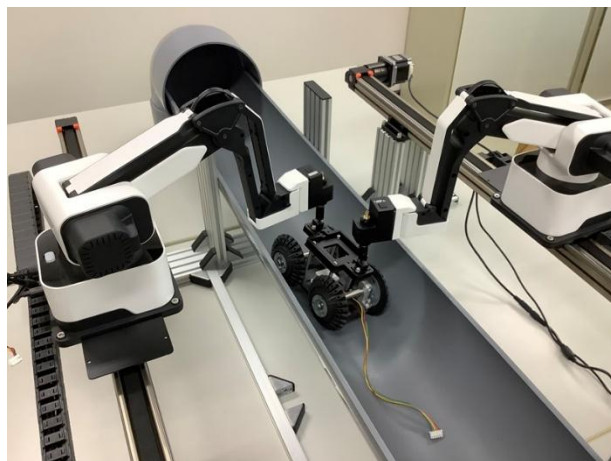


図2 教師データ取得時の計測器

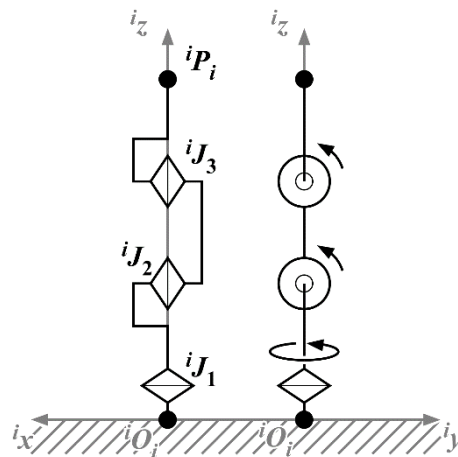
2・1 計測器の構造

本計測器には、マニピュレータとして図3に示す Rotrics 社の DexArm を2台使用する。DexArm は、4自由度を有し、エンドエフェクタに取り付けられたモジュールを交換することによって、さまざまな用途で使用できる。また、作業エリアは、 $220 \times 220 \times 270 \text{ mm}$ で、精度は 0.1 mm 、再現性は 0.5 mm となっている。



図3 Rotrics 社製 DexArm

図4に DexArm のリンク構造を示す。DexArm は4自由度であるが、これは先端部分に取り付けるエンドエフェクタの自由度が含まれており、マニピュレータ部分は図4に示すように3自由度である。また、マニピュレータの先端であるエンドエフェクタの位置情報については、あらかじめ取得関数が用意されており、エンコーダ値を元に順運動学を用いて算出する必要はない。さらに、DexArm にはダイレクトティーチング機能が実装されており、モータの電源を落とした状態でエンコーダ値のみの取得が可能となっている。そこで本システムでは、ダイレクトティーチングモードで DexArm を使用することにより、計測器として利用する。



i : manipulator number ($i = 1, 2$)
 $iJ_3 - iJ_3$: the position of each joint
 iP_i : the position of the end effector

図4 DexArm のリンク構造

それぞれのマニピュレータは、同社の Sliding Rail Kit の上に固定されており、この 2 台の Sliding Rail Kit とテストフィールドがすべて平行になるように設置している。なお、Sliding Rail Kit については、本研究において固定しており、駆動させることはない。

次に 2 台のマニピュレータのエンドエフェクタを接続するモジュールについて述べる。マニピュレータは、エンドエフェクタの位置を自由に変更できるものの、姿勢は常に真下を向くように固定されている。そこで、図 5 の左にある市販品の空気圧吸引カップの先端を右のように加工した上で、図 6 の接続部品に取り付ける。これにより、2 台のマニピュレータはボールジョイントを介して接続されるため、計測点にあたる接続部品は、位置・姿勢を自由に変えることができる。

さらに先行研究において、配管検査用ロボットに搭載された IMU (株式会社シリコンセンシングシステムジャパン社製 AMU-3002B Lite) の加速度値を用いることで、ロボットのロール方向とヨー方向の姿勢が高精度に計測できることがわかっており、そのため今回の計測においてもこれらの値を使用する。ただし、今回精度検証に使用する 6 軸ステージには AMU-3002B Lite が搭載されていないため、図 7 に示すように AMU-3002B Lite はモジュールの上に取り付けている。

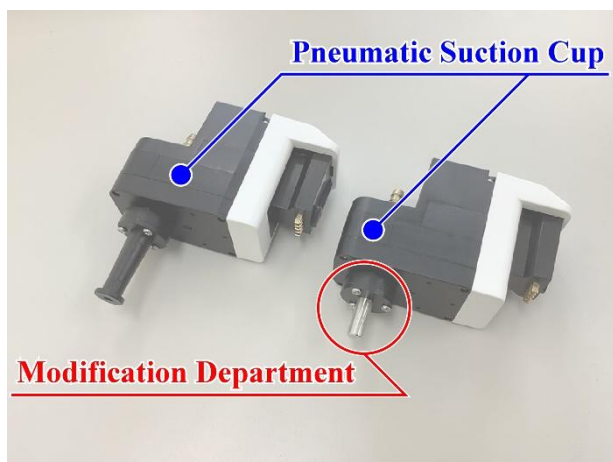


図5 3次元位置計測器の座標系

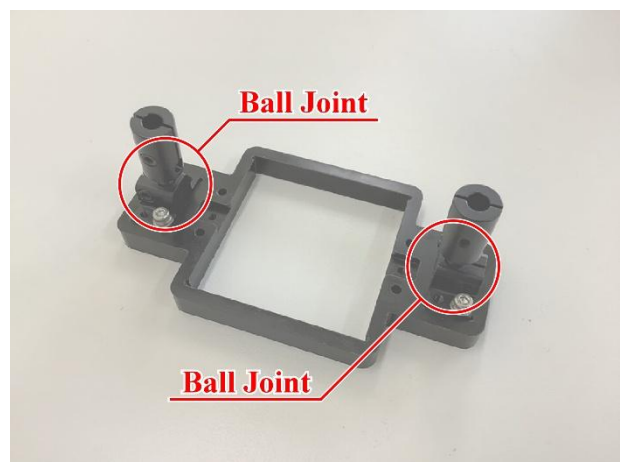


図6 接続部品

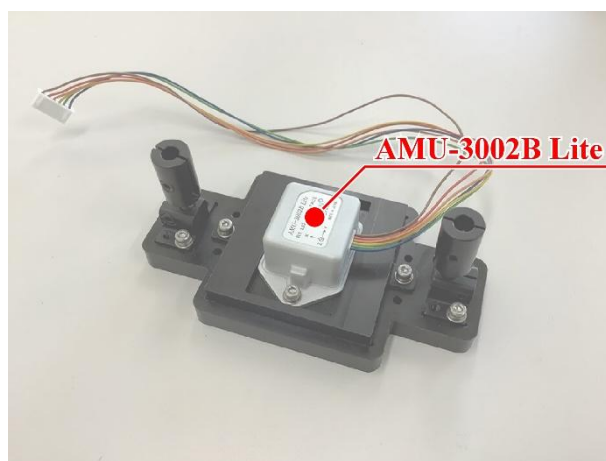


図 7 IMU を搭載した接続モジュール

2・2 システム構成

システムの概略図を図 8 に示す。2 台の DexArm は、USB を介して PC と接続され、先で述べた通りダイレクトティーチングモードによって、エンドエフェクタの位置情報を得る。また、AMU-3002B Lite も同様に USB を介して加速度情報を PC に送信する。PC は、プログラムによってこれらの情報を処理し、計測点の位置・姿勢を算出する。プログラミングについては、Python を使用する。表 1 に PC のスペックを示す。

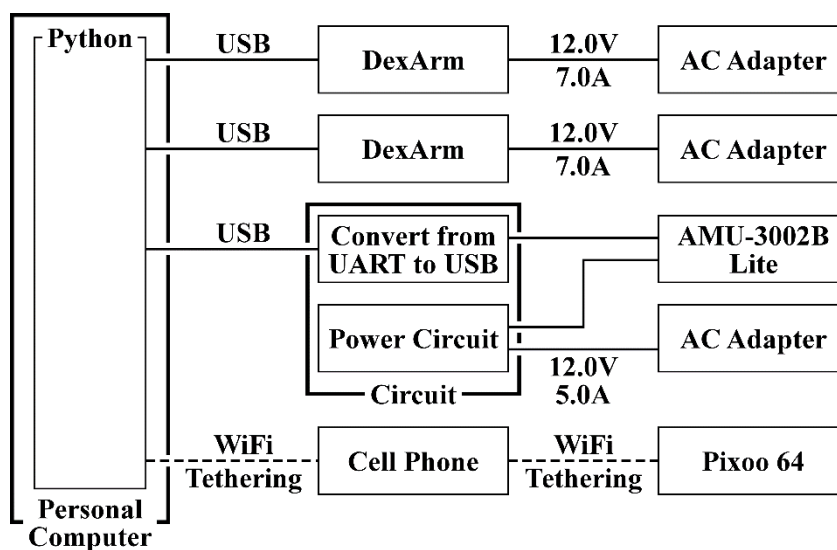


図 8 システムの概略図

表 1 マシンスペック

Model Name	LEVEL-C066-LC127-SAX
Product Model Number	ILeDEs-C066-L127-SASXB
CPU	Intel Core i7-12700 Processor (4.90GHz / 12 core)
GPU	GeForce RTX 3060 Ti 8GB GDDR6
Memory	32GB (16GB×2) DDR4-3200
OS	Windows 11 Home (DSP)

最後に精度検証の際のサポートとして、算出した計測点の位置・姿勢をスマートフォンアプリのテザリングを介して、Divoom 社の Pixoo 64 に送信し、ピクセルアートとして数値を表示する。図 9 に位置・姿勢情報を表示した際の Pixoo 64 を示す。

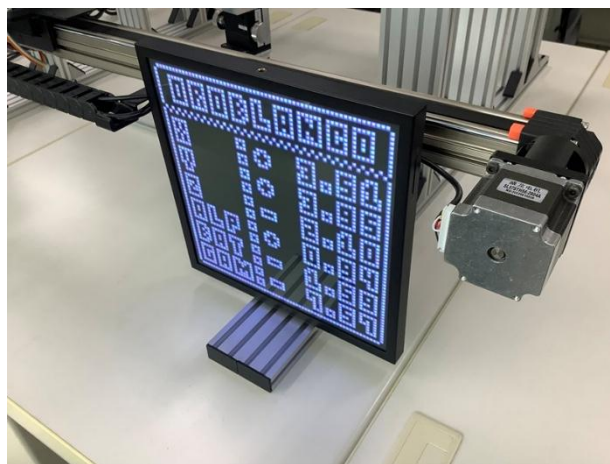


図 9 Pixoo 64

3. キャリブレーション手法の基本方針

一般の計測器と違い、本計測器は市販のマニピュレータを 2 台用いていることが特徴である。また、それぞれのマニピュレータは、Sliding Rail Kit の上に固定されている。一部に自作の部品が含まれているため、加工誤差などを考慮する必要があるが、これらは全てマニピュレータのエンドエフェクタ部分に該当する。つまり、エンドエフェクタを除けば、誤差原因は組付け誤差によるところが大きい。そこで、AMU-3002B Lite の加速度値と Sliding Rail Kit による平行移動を利用してキャリブレーションを行う。

4. 結 言

本論文では、市販のマニピュレータを 2 台用いた 3 次元位置計測器とそのキャリブレーション手法の基本方針について述べた。今後は、この基本方針を元に実際にキャリブレーションを行い、精度検証をもってその有用性を示す予定である。

文 献

石川敬太, 前田弘文, 接触型計測器のハードウェア設計, 日本機械学会中国四国学生会第 52 回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集 (2022), 11b4.

Hirofumi M., A Contact Type Three Dimensional Position Measuring Instrument for Verification of a Piping Inspection Robot,

© 2025 National Institute of Technology (KOSEN), Yuge College

International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) (2022) , Vol.10, No.6, pp.65-72.

Hirofumi M., Translational Calibration for Contact Type Three-Dimensional Position-Measuring Instruments, International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) (2023) , Vol.11, No.5, pp.9-16.

塩飽航平, 前田弘文, 接触型計測器によるロボットの姿勢計測, 日本機械学会講演論文集 No.225-1 (2022) , 09a2.

立花綾野, 前田弘文, 配管検査ロボット用位置計測器の精度向上, 日本機械学会中国四国学生会第 47 回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集 (2017) , 921.

立花綾野, 前田弘文, 配管検査ロボット用位置計測器のハードウェア角度補正, 日本機械学会講演論文集 No.185-1 (2018) , 1304.

多田伊吹, 前田弘文, BLE による接触型計測器のデータ受信, 日本機械学会講演論文集 No.225-1 (2022) , 09a1.

矢野祐貴, 伊藤嘉基, 前田弘文, AR 技術を用いた配管検査ロボットの自己位置計測, 日本機械学会講演論文集 No.165-1 (2016) , 502.

B01-03

離島の強風時における局所的な乱流特性に関する数値流体解析

旗手 健太^{*1}, ダワァ ガンバット (指導教員)^{*2}, 政家利彦 (指導教員)^{*3}

Numerical Analysis of Localized Turbulent Flow During Strong Winds on isolated Islands

Kenta HATATE^{*1}, Ganbat DAVAA (Adviser)^{*2} and Toshihiko MASAIE (Adviser)^{*3}

Keywords : numerical Analysis, isolated Islands, Strong wind, Localized Turbulence

1. 緒 言

日本における離島地域は、過疎化や高齢化、エネルギー供給の不安定性など、複合的な課題を抱えている。国土交通省「離島振興計画フォローアップ」によると、離島地域では人口減少の進行とともに生活基盤の維持が困難となり、地域資源を活用した持続的な発展方策の検討が求められている(国土交通省国土政策局, 2021)。特に、瀬戸内海に位置する弓削島のような離島は、都市部とは異なる地理的・気象的特性を有し、地形や海陸風、植生、建築物配置などが複雑に関係する独自の風環境が形成されている。これまで、瀬戸内の男木島を対象とした研究では、路地空間が風上建物後方の弱風域に入り、弱風域が主流方向に連続することで、集落全体の風速が小さくなっていたと報告されており(大空翼他, 2019)、離島の集落空間における風の流動が局所的に抑制される傾向が明らかとなっている。また同研究では、路地内の弱風域は屋根の包絡線の高さまで形成されており、包絡線は概ね地表面と平行になっていたと述べられており、建築物配置と地形によって風の分布が大きく変化することが示唆されている。このように、離島における風環境は建築物や地形の影響を強く受ける一方で、風力発電などの再生可能エネルギー導入を視野に入れた複雑地形下における解析では、地形性乱流を十分に考慮しないと風車に大きな衝撃荷重や風荷重の差が生じ、故障リスクが高まりやすいと指摘されており(李他, 2011)、風況解析の精度向上が技術的課題であることが分かる。また、別の論文では、複雑地形におけるマスト設置位置の検討において、上流地形の剥離によって乱流が発生し、観測マストの半分以上が逆流を伴う渦領域に埋没した事例を報告している(李他, 2012)。この地点では、非常に高い乱流強度が記録され、冬季の平均風速も大幅に低下していた。さらに、千葉県君津市長石では、台風による強風により 66 kV の送電回線を支えていた送電鉄塔 2 基が倒壊する被害が発生しており、極端な強風下での地形性乱流を理解し、適切な対策を検討する必要性が示されている(野田, 2020)。以上の研究は、複雑地形下での強風時における地形性乱流の挙動を把握し、台風などの極端風況への対策を検討するための解析の重要性を示している。離島や複雑地形における風環境解析は、短期的な観測や限定条件下の解析にとどまることが多く、地形性乱流の再現精度や CFD 解析の技術的限界が指摘されており、長期的かつ高精度な解析手法の確立が今後の課題である。

そこで本研究では、瀬戸内海に位置する弓削島を対象に、国土地理院の 3D 地形モデルには建築物が反映されていないこと、また弓削島には地形性乱流に影響を与えるような建築物がほとんど存在しないことから建築物の影響は無視し、高精度の数値風況モデルを構築し、従来研究で十分に扱われてこなかった長期的かつ詳細な風環境特性を明らかにすることを目的とする。さらに、得られた解析結果を基に再生可能エネルギーなど弓削島の持続的発展に資する具体的方策を検討する。

^{*1} 弓削商船高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 1 年 (〒794-2593 愛媛県越智郡上島町弓削下弓削 1000)

^{*2} 弓削商船高等専門学校 情報工学科 教授 (指導教員)

^{*3} 弓削商船高等専門学校 情報工学科 准教授 (指導教員)

2. 理論

2.1 ナビエ・ストークス方程式

ナビエ・ストークス方程式は流体の運動量保存則を表すものであり、粘性をもつ流体の運動を記述する2階の非線形偏微分方程式である。

非圧縮性流れの場合、以下の式で表される。

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j^2} \quad (1)$$

ここで、 u_i : 速度ベクトル成分, p : 圧力, ρ : 密度, ν : 動粘性係数, t : 時間

2.2 レイノルズ平均モデル(RANS)

RANS は、非定常な乱流現象の時間平均に着目し、その定常状態を求める解析手法でありナビエ・ストークス方程式を時間平均することで導出することができる。

時間平均操作により、レイノルズ応力項と呼ばれる未知の項が出現しのレイノルズ応力項を右边に分離した RANS 方程式を次に示す。

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{u}\bar{u} + \overline{u'u'})}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{v}\bar{u} + \overline{u'v'})}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{w}\bar{u} + \overline{u'w'})}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial z^2} \right) \quad (2)$$

2.2 $k-\varepsilon$ モデル

RANS 方程式の未知項であるレイノルズ応力項は、渦粘性モデルによりモデル化されます。本研究で用いる $k-\varepsilon$ モデルでは、渦粘性係数 C_μ 乱流運動エネルギー k^2 と乱流散逸率 ε を用いて、以下の式で定義される。

$$\mu_t = C_\mu \rho \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (3)$$

3. 解析方法

本解析では、対象地域の地形データとして国土地理院のデータを用い、Blender により 3D モデルを構築する。地形の形状を実際に近い正確な形に再現し、モデルの姿勢や面の交差を修正したうえで、OBJ や STL 形式で出力して解析に用いる。解析には OpenFOAM を使用し、支配方程式として連続の式およびナビエ・ストークス方程式を使用する。変数はセル中心に配置され、有限体積法により離散化されることで、計算領域全体にわたる流れの保存則と運動量の変化を考慮して解析が可能である。メッシュ生成には OpenFOAM 標準ユーティリティを順に用いる。まず blockMesh により基礎となる均一格子を作成し、次に surfaceFeatureExtract で 3D モデル表面の特徴線を抽出しその後、snappyHexMesh により抽出線に基づくメッシュ切り抜きを行い、解析領域全体の地形や周辺の流れを詳細に反映できるメッシュを構築する。計算領域は対象地域全体を含むように設定し、地表付近ではメッシュを細分化して局所的な流れの変化を再現できるように構築する。図 1 に国土地理院の地形データを基に作成した 3D モデルを、図 2 に OpenFOAM 解析用に整備した最終的な解析モデルを示す。メッシュの分割数は、x, z 方向が 90、y 方向に 5 分割として計算し、各メッシュの流速をベクトル表記することで流速変化を確認する。



図 1: 国土地理院の 3D モデル

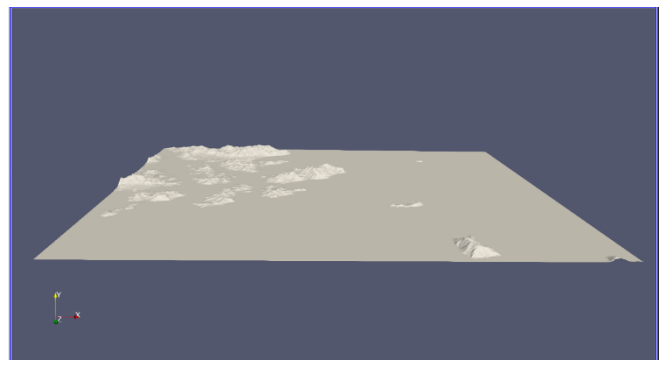


図 2: 解析モデル

4. 結果

CFD 解析によって計算された地形モデル周辺の流速には ParaView を用いて可視化する。計算領域は x 軸方向に -150 m、y 軸方向に 15 m、z 軸方向に 150 m でありメッシュの細かさが、x, z 方向 90 分割、y 方向に 5 分割の場合の可視化結果を観察する。また、この分割数から、1 メッシュあたりの長さは、x 方向が約 1.67m、y 方向が 3.0m となる。z 方向が約 1.67m になる。正面から見た流速表示を図 3 に、裏面から見た流速表示を図 4 に示す。流速の大きさは、矢印のサイズまたは色に対応させることで、速度の分布が明確に示されている。また、異なる視点から可視化結果を観察することで、地形に沿った流れの方向や、渦の発生といった複雑な挙動を多角的に把握することができる。

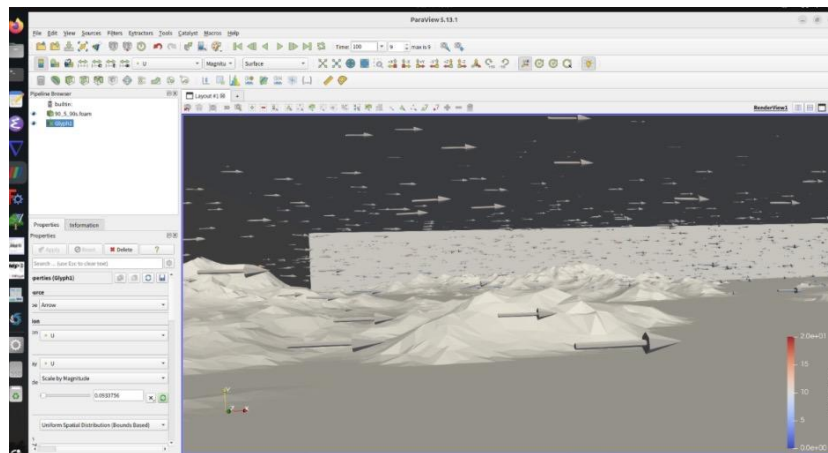


図 3: 正面から見た流速表示

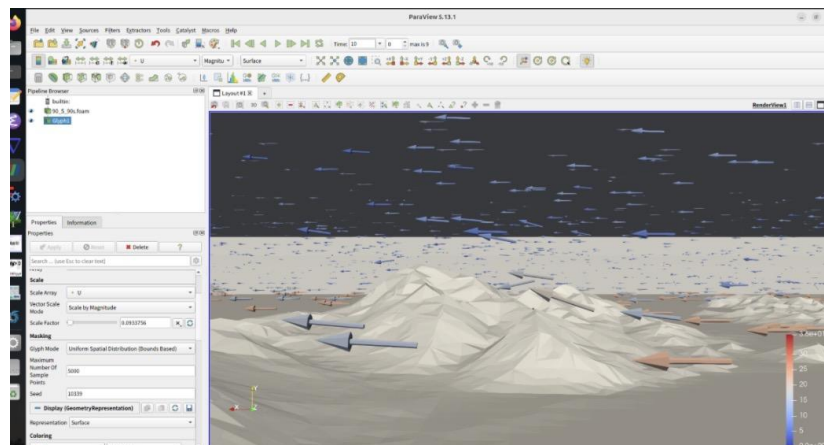


図 4: 裏面から見た流速表示

5. 結言

本研究では、離島における風環境を把握するため、地形を詳細に反映した数値流体解析を行った。その結果、地形の起伏や建物配置によって風の流れが大きく変化し、局所的な風速の増減や乱流の発生が確認することができた。今後は、より現実の風況に近い解析を行うため、対象地域をさらに細分化した局所モデルを構築し、見たい現象を把握できるメッシュの細かさを指定して風環境を把握する。また計算時間がかかるため、場所を局所的に拡大することも視野に入れ地形ごとの風の挙動を詳細に検討していく予定である。

文献

- 国土交通省国土政策局：離島振興計画フォローアップ，国土交通省国土政策. pp. 57_59, 2021.
- 大風 翼, 川島 範久, 藤田 慎之輔, 能作 文徳, 人口減少の進む島のオフグリッドに向けた風環境観測・予測・分析－瀬戸内海の男木島を対象とした風環境ポテンシャルマップの試作－. pp. 49_58, 2019.
- 李 貫行, 高桑 晋, 内田 孝紀, 複雑地形におけるウインドファームの CFD を用いた 乱流による故障リスク評価 pp. 135_137, 2011.
- 李 貫行, 高桑 晋, 内田 孝紀, 複雑地形における風況観測マスト設置位置検討に対する CFD の重要性（失敗事例から学ぶ） pp. 458_459, 2012.
- 野田 稔, 令和元年台風 15 号通過時の送電鉄塔倒壊被害からの風速試算 pp. 102_103, 2020.
- 木康太, 小野佳之, 岸田岳士, 佐々木亮治, 田村哲郎, 野津 剛, 丸山勇祐, CFD による実在地形周りの流れの計算 pp. 233_238, 2014.
- 丸山勇祐, 田村哲郎, 岸田岳士, 複雑地形の影響を受ける風への L E S 適用方法の検討 pp. 7_10, 2014.
- 南 健斗, 大風 翼, 川島範久, 安田幸一, 男木島の路地空間を対象としたスマートフォン簡易風速計による風環境評価 pp. 765_768, 2019.
- 池田侑樹, 大宮哲, 新屋啓文, 大風翼, WRF による谷地形の影響によって発生する強風の解析 ～北海道弟子屈町の強風事例～ pp. 1_3, 2020.
- 川島 泰史, 内田孝紀, 清木荘一郎, 近藤勝俊, 地形性乱流が風車構造強度に与える影響に関する研究（非定常乱流モデル LES による地形性乱流診断） pp. 17_18, 2017.
- 環境省:離島における再エネ自給率向上ガイド p. 4, 2023 .

B01-04

再生可能エネルギーを活用する電気温水器システムに関する研究

火田 凌輔^{*1}, ダワァ ガンバット (指導教員)^{*2}, 政家 利彦 (指導教員)^{*3}

Research on electric water heater systems that utilize renewable energy

Ryosuke Hida^{*1}, Ganbat Davaa (Adviser)^{*2} and Toshihiko Masaie (Adviser)^{*3}**Keywords** : Renewable energy, Water heater, Heater system, Energy system

1. 緒 言

近年, 地球温暖化の進行やエネルギー資源の枯渇が世界的な問題となっており, 再生可能エネルギーの活用が急速に求められている. 特に, 太陽光や風力といった自然由来のエネルギーは, 持続可能で環境負荷が小さいことから, 次世代のエネルギー源として注目を集めている. 一方で, これらのエネルギーは天候や時間帯に左右されやすく, 安定した電力供給を確保するためには発電量の変動に対応できるシステム設計が必要となる.

また, 我が国は地震や台風などの自然災害が多発する地域であり, エネルギーインフラの脆弱性は長年の課題である. 内閣府によれば, 大規模震災時にはライフラインが広範囲で寸断され, 停電は約 850 万軒, ガス供給停止は約 208 万軒に及んだと報告されている. また復旧には電気では 99 日, ガスで 54 日を要しており, 給湯を含む生活基盤が長期間途絶する状況が明らかになっている(内閣, 2011a, 2011b). こうした事例は, 災害時でも稼働可能な自立型給湯システムの必要性を強く示唆している. 特に避難生活において「お湯を使える環境」は, 衛生面や精神的な安心感を保つ上で非常に重要である. したがって, 災害時でも利用可能な自立型給湯システムの構築は, エネルギーの分散化や防災の観点からも意義深い.

本研究では, 太陽光発電と風力発電を組み合わせたハイブリッドシステムを用いて, 電気温水器を稼働させる「再生可能エネルギー活用型電気温水器システム」を設計・製作することを目的とする. これにより, 日常利用における省エネルギー化だけでなく, 災害時にも安定して温水を供給できる可能性を検証する. さらに, 発電量や蓄電量・加熱効率の評価を通じて, 再生可能エネルギーを活用した持続可能で災害に強い生活インフラの実現を目指すものである. 本稿では, 今まで取り込んで来た研究, 主に電気温水器システムについて報告する.

2. 各実験装置

2・1 太陽光発電について

本研究では, 太陽光発電の検証を先行して実施している. 現在はパネルの発電特性を測定中であり, 傾斜角を 0°, 15°, 30°, 45° に設定して発電量を比較している.

日射量と出力電力の関係を評価し, 年間を通した最適角度を求めることを目的としている.

実験には 100 W のソーラーパネルを使用し, 出力電圧と電流テスターで測定を行っている. 図 1 は太陽光パネルの検証の様子を示す.



図 1 実際に使用する太陽光パネル

^{*1} 弓削商船高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 1 年 (〒794-2593 愛媛県越智郡上島町弓削下弓削 1000)

^{*2} 弓削商船高等専門学校 情報工学科 教授 (指導教員)

^{*3} 弓削商船高等専門学校 情報工学科 准教授 (指導教員)

2・2 風力発電について

風力発電については、現在組み立て前の段階である。今後、小型風力発電機（定格出力 400 W）を導入し、風速 3～10 m/s の範囲で出力特性を測定する予定である。最終的には太陽光発電と併用し、蓄電池を介したハイブリッド電力供給を実現する計画である。

2・3 電気温水器について

2・3・1 概要

本システムは Arduino マイコンを使用した自動温度制御式の電気温水器である。設定温度に達するまでヒーターを作動させ、その後自動で通電を停止する仕組みを採用しており、発電電力の変動にも安全かつ効率的に湯温を維持することができると考える。本研究ではシステムの設計通りに機能するかを確認するため、予備実験を実施した。

2・3・2 構成要素

構成要素は以下の通りである。水温センサーのサンプルプログラム（matmunk, 2025）を参考に、装置の作成を行った。

表 1 構成要素

構成要素	使用部品	役割
マイコン	Arduino Uno	温度制御の中枢
温度センサー	水温センサー（DS18B20）	水温の測定
リレー	4 チャンネル 5V リレーモジュール	ヒーターの ON/OFF 制御
ヒーター	投げ込みヒーター	水の加熱
貯水容器		貯水

2・3・3 実験方法

1. Arduino に温度センサーとリレーを接続し、制御プログラムをアップロードする。
2. 水槽に水を入れ、温度センサーを水中に設置する。
3. ヒーターを水槽にセットし、リレーを通じて Arduino で制御する。
4. Arduino のプログラムで設定温度（例：30℃）を入力し、加熱を開始する。
5. 水温が設定温度に達した時点でリレーを停止し、ヒーターの通電を切る。
6. 設定温度到達後の通電停止が正しく行われるかを確認する。

実験装置は以下の図で示す。図 2 には、3DCAD を用いて作製した実験装置のイメージ図を示す。図 3 では、実際に完成した実験装置を示す。

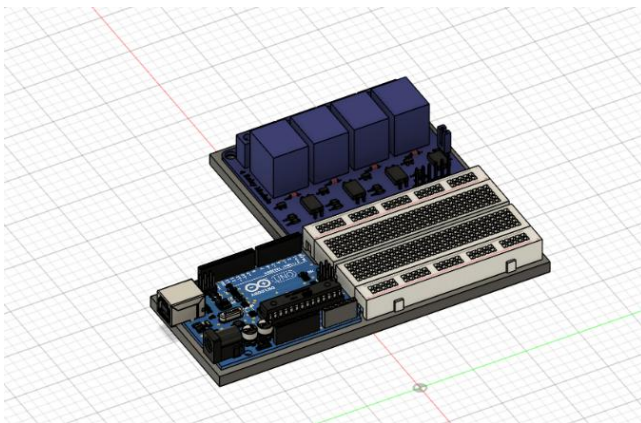


図 2 イメージ図

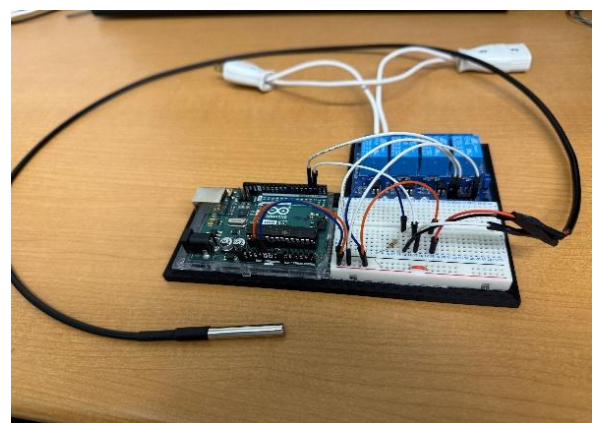


図 3 実験装置の完成図

2・3・4 実験結果と考察

電気温水器システムの予備実験を実施した結果、設計通りに動作することを確認した。特に、ヒーターの通電制御および温度センサーによる温度管理が正常に行われ、設定温度に達した後は自動で通電が停止することを確認できた。

温度センサーとヒーターの連動が正常に機能したことから、設計段階での制御回路や配線は正しく動作することが確認できた。特に、設定温度到達後の通電停止は、過加熱防止機能が適切に働いていることを示している。

以下にある図は電気温水器システムの予備実験結果を表している。図4には予備実験シリアルモニタを、図5には、リレーが作動した様子を示す。

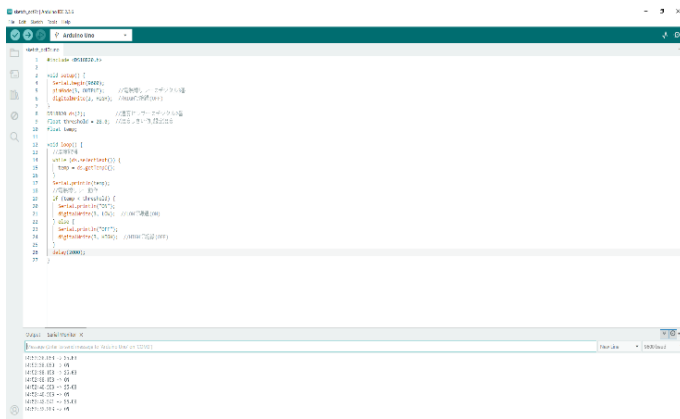


図4 予備実験シリアルモニタ

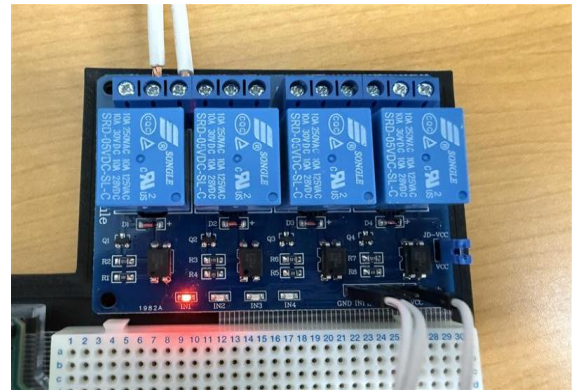


図5 リレーが作動した様子

3. 結 言

3・1 今後の予定

- 風力発電機の組立てと評価： 風速別の発電量を測定し、太陽光発電との比較を行う。
- ハイブリッド電源システムの統合： 2つの発電機を制御回路に接続し、発電・蓄電の連携を確認する。
- 湯沸かし実験： 発電電力を電気温水器に供給し、1Lの水を決定した範囲の過熱に必要な時間やエネルギー効率などを測定する。
- 災害時運用シミュレーション： 蓄電量のみでどの程度の湯供給が可能かを検証する。

3・2 まとめ

- 太陽光パネル単体での発電実験を実施中。角度設定による発電特性を検証している。
- 電気温水器はArduinoによる温度制御方式で製作し、動作確認まで完了。
- 風力発電ユニットは今後組み立てを開始予定。
- 今後はハイブリッド化による発電安定化と、災害時にも利用可能な自立型温水供給システムとしての有効性を確認する。

文 献

内閣府, 「東日本大震災の概要」

<https://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/suishinkaigi/1/pdf/sub5.pdf> (参照日 2025 年 4 月 11 日)

内閣府, 従来の被害想定と 東日本大震災の被害

<https://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/7/pdf/sub6.pdf> (参照日 2025 年 4 月 11 日)

厳冬期災害における避難支援および避難所環境に関する研究(概要)

https://www.city.sapporo.jp/kikaku/machikiso/documents/10-5_r5_machikiso_bousaig.pdf (参照日 2025 年 5 月 26 日)

機械系 教科書シリーズ 19 材料力学(改訂版) 中島 正貴 著

GitHub – matmunk/DS18B20: Arduino library for the Maxim Integrated DS18B20 1-Wire temperature sensor.

<https://github.com/matmunk/DS18B20> (参照日 2025 年 11 月 5 日)

Autodesk Community

<https://www.autodesk.com/community/gallery> (参照日 2025 年 10 月 2 日)

B01-05

船舶探査用小型レスキューロボットの試作

桃谷 勇汰^{*1}, 前田 弘文 (指導教員) ^{*2}, 徳田 誠 (指導教員) ^{*3}

Prototype of Small Rescue Robot for Ship Exploration

Yuta MOMOTANI^{*1}, Hirofumi MAEDA (Adviser) ^{*2} and Makoto TOKUDA (Adviser) ^{*3}**Keywords** : Rescue robot, Vessel investigation, Prototype, Downsizing and lightening, RC servo motor

1. 緒 言

東日本大震災や阪神大震災, アメリカ合衆国で起きた同時多発テロなど大規模な災害や事件などを我々は目の当たりにしている. このような現場において, 救助活動を行っている隊員は常に 2 次災害の危険にさらされている. これらの 2 次災害を軽減させるためには, 被災者の正確な位置や倒壊状況を安全かつ迅速に把握し, 詳細な救助計画を立てる必要がある. そこで現在, 災害現場において 2 次災害を伴わず情報を迅速に得る方法として, レスキュー機器やレスキューロボットの研究が盛んに行われている (横小路, 2004, 田所, 2005, 国際レスキューシステム研究機構, 2003-2006, 文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト, 2007). 特に災害探査用レスキューロボットの開発が盛んで, 国内においては, Quince, UMRS, KOHGA など日本を代表するロボットが開発されている (田所, 2009, 佐藤, 松野, 2010, 大野, 城間, 2010). また, 米国では軍事兵器である Talon, PackBot, Matilda などの開発が行われている. 我々も NEDO による "戦略的要素技術開発プロジェクト" において, UMRS の開発に参画し, 現在も研究を継続中である (前田他, 2013, 2014, 2015, 2016, 竹本他, 2014).

一方, 海上に目を向けてみると海上を活動現場とするレスキューロボットの研究開発は鳴りを潜めている. 平成 27 年 7 月 31 日に発生した北海道苫小牧市の商船三井フェリー「さんふらわあ だいせつ」の火災事故は記憶に新しい. このような事故が頻繁に発生しているにもかかわらず, 研究が活発化しない大きな原因の 1 つとして, レスキューロボットの研究開発の多くが教育機関によって行われていることが挙げられる. これは教育機関で海上実験を行うためにはそれなりの施設が必要となり, 実験可能な機関に限られるからである. また, もう 1 つの原因として波による影響が挙げられる. これまで陸上を想定してきたレスキューロボットの多くは, ロボット内部に搭載された加速度センサによって, 自身の自己姿勢を検知している. しかし, 波の影響を受ける船舶では波の揺れが加速度センサのデータに加算されるため, これらのデータがまったく意味をなさない. さらに船舶で火災が発生した場合は, 狭隘空間に煙が充満することでカメラの視界が遮られ, 探査活動の難易度が大幅に高くなる.

そこで本研究では, これらの問題を解決するために小型・軽量で船内も探索が可能なレスキューロボットの開発を目指す. 本論文では, 船舶探査用レスキューロボットの試作に関するコンセプトと小型・軽量化における問題点について述べる.

2. 新型レスキューロボットのコンセプト

2010 年に開発した UMRS-2010 は, 外形寸法がフリップパー収納時において, アンテナを含み 512 [mm](W)×450 [mm](H)×585 [mm](L)であった. また, 重量は 32 [kg]と重く, 船舶の機関室など狭いところでの探査には適用できない. そこで, 船舶探査用レスキューロボットを開発するにあたって, UMRS-2010 の特徴は残したまま, 大幅な小型・軽量化を行わなければならないという問題が発生した. この問題を解決するにあたり, DC ブラシレス

^{*1} 弓削商船高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 1 年 (〒794-2593 愛媛県越智郡上島町弓削下弓削 1000)

^{*2} 弓削商船高等専門学校 情報工学科 教授 (指導教員)

^{*3} 弓削商船高等専門学校 情報工学科 准教授 (指導教員)

モータでは、トルクと重量のトレードオフの関係上、従来のレスキューロボットのサイズおよび重量がもともと効率がよく、サイズや重量の変更が難しい状況に陥ってしまった。

そこで、我々はコンパクトで軽量の RC サーボモータに着目した。RC サーボモータは本来、ラジオコントローラの玩具として開発されたモータであるが、近年はホビーロボット用として専用のモータが開発されており、モータドライバおよび制御基板が一体化しているだけでなく、指令信号もデジタル化したことで、小型ロボットに最適なモータとなっている。また、近藤科学株式会社から発売されている KRS-3300 シリーズは、コアレスモータを採用したキューブタイプデザインの小型サーボで、どの向きに配置してもシルエットが大きく変わらず、RC サーボモータの中でも扱いやすいものとなっている。このような背景から、今回の船舶探査用レスキューロボットの開発には、近藤科学株式会社の KRS-3304R2 ICS を使用することとした。

3. 小型・軽量化における問題点

先で述べたようにモータを RC サーボモータに変更することで、モータの重量が大幅に軽減され、結果として全体重量も軽くなる。その結果、バッテリー自体も軽く、小さくすることが可能となる。しかし、小型・軽量化を行うためには、まだ多くの制約がある。以下にその制約条件を示す。

- ・障害物の上を走破するために、4つのフリッパーを付けるとともに、独立して動く必要がある。つまり、モータを6個搭載する必要がある。
- ・RC サーボモータの破損防止、および RC サーボモータの速度とトルクの関係上、プーリー機構を付加しなければならない。なお、カップリングとギアによる組み合わせ方法については、機構としては問題がないものの、ギアによるバックラッシュがあることとプーリー機構以上にスペースを取ることから使用できない。
- ・フリッパーおよびクローラの関係上、クローラの横幅がモータ幅の2倍以上必要で、加えてプーリー機構の横幅を確保する必要がある。さらにフリッパー2個分の幅も考慮した上で、ロボットの横幅を最小にしなければならない。
- ・RC サーボモータを使用する関係上、5 kg 以下の本体重量にしなければならない。また、将来的にオプションを付加することを考慮し、3 kg 以下になることが望ましい。
- ・オプションを搭載する関係上、ロボットの上面はできるだけフラットな構造である必要がある。

このことから、特に以下の4つのことについて注意し、設計しなければならない。

- ・ロボットの内蔵物は、立体配置にし、無駄な空間を排除しなければならない。
- ・ロボットに使用する材料は POM をメインとし、強度が必要箇所については、超々ジュラルミンを使用することが望ましい。
- ・タイミングベルトはできるだけ細いものを使用し、ロボットの横幅を細くしなければならない。
- ・市販のプーリーは重いいため、すべてのプーリーを自作しなければならない。

図1にタイミングベルトに合わせて作成した自作プーリーの1つを示す。

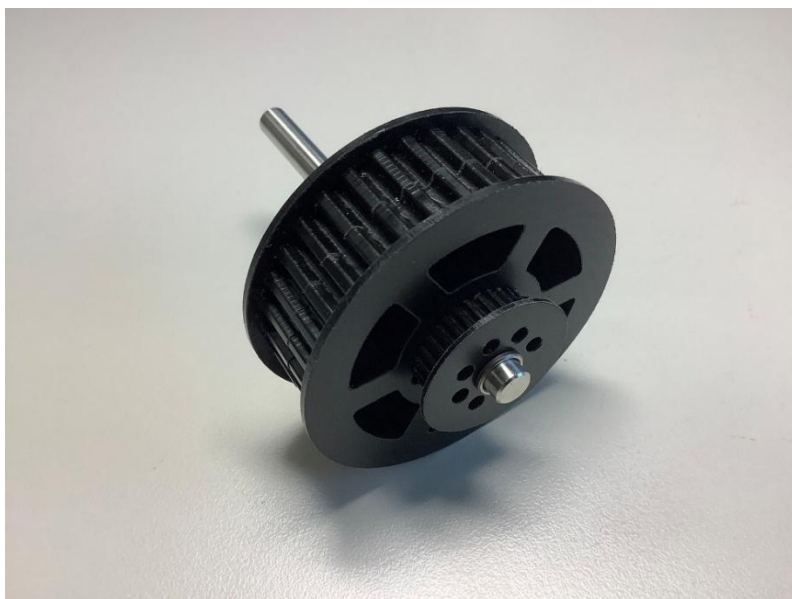


図1 自作プーリーユニット

4. 新型レスキューロボットの試作機

3章の条件の基，作成した現時点での3Dモデルを図2，試作機を図3に示す．

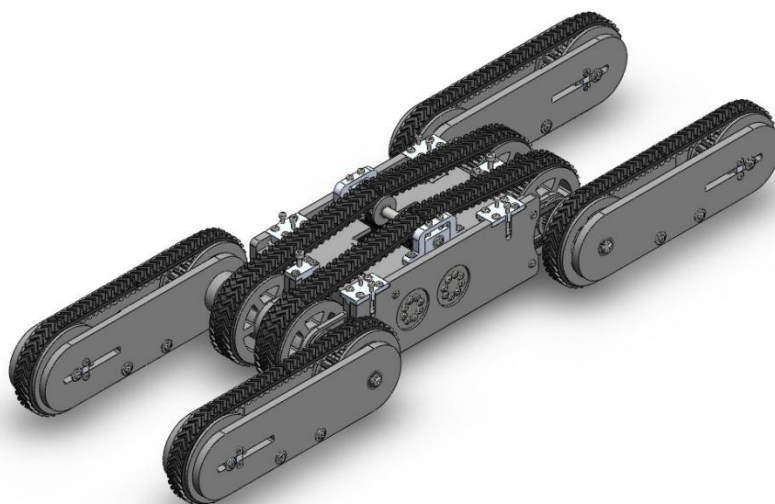


図2 新型レスキューロボットの3Dモデル

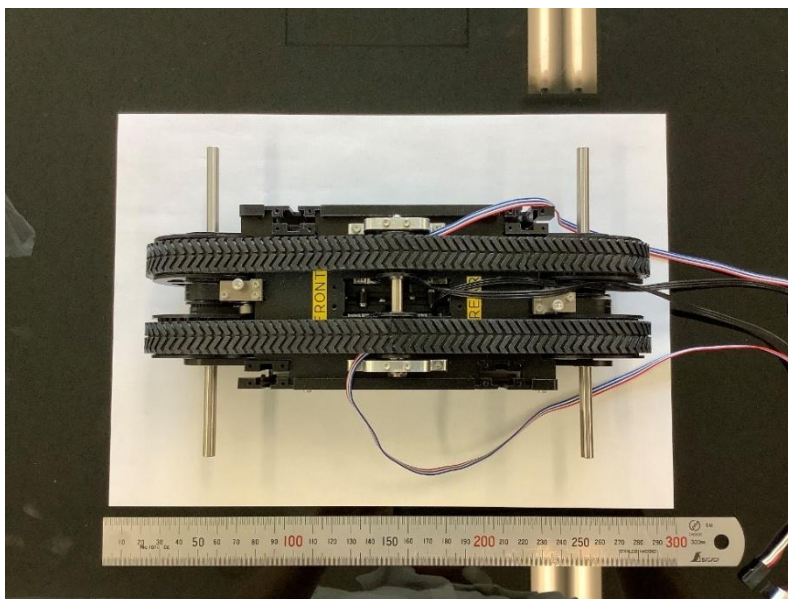


図3 新型レスキューロボットの試作機

5. 結 言

本論文では、新型レスキューロボットのコンセプトと小型・軽量化における問題点について述べた。また、新型レスキューロボットの開発状況についても触れた。今後は、新型レスキューロボットを完成させ、その性能実験を行う予定である。

文 献

- 大野 和則, 城間 直司, レスキューロボットの遠隔操縦支援技術, 日本ロボット学会誌, (2010), Vol.28, No.2, pp.160-163.
- 佐藤 徳孝, 松野 文俊, レスキューロボット遠隔操縦インタフェース技術, 日本ロボット学会誌, (2010), Vol.28, No.2, pp.156-159.
- 竹本 怜央, 藤田 和友, 伊藤 嘉基, 前田 弘文, 小型制御基板を用いたマニピュレータ制御, 日本機械学会中国四国学生会第44回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, (2014), 613.
- 田所 諭, 文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト: ロボット等次世代防災基盤技術の開発, 日本ロボット学会誌, (2005), Vol.23, No.5, pp.541-543.
- 前田 弘文, 藤田 和友, 伊藤 嘉基, 小林 滋, 高森 年, 遠隔協調作業を目的とした共通マニピュレータの研究開発, 第14回システムインテグレーション部門学術講演会(SI2013), (2013), pp.1133-1136.
- 前田 弘文, 伊藤 嘉基, 黒住 亮太, 小林 滋, 災害探査活動支援用マニピュレータの研究開発 ー第1報: マニピュレータの開発ー, 弓削商船高等専門学校紀要, (2015), Vol.37, pp.80-84.
- 前田 弘文, 伊藤 嘉基, 黒住 亮太, 小林 滋, 災害探査活動支援用マニピュレータの研究開発 ー第2報: ROSを用いたプログラムのモジュール化ー, 弓削商船高等専門学校紀要, (2016), Vol.38, pp.35-38.
- 立花 綾野, 前田弘文, 配管検査ロボット用位置計測器の精度向上, 日本機械学会中国四国学生会第47回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, (2017), 921.
- 田所 諭, 閉鎖空間内高速走行探査群ロボット, 日本ロボット学会誌, (2009), Vol.27, No.10, pp.1107-1110.
- 横小路 泰義, レスキューロボットの操縦インタフェース -大特「ヒューマンインタフェースグループ」の研究紹介-, 日本ロボット学会誌, (2004), Vol.22, No.5, pp.566-569.
- 国際レスキューシステム研究機構, レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発 H14~17 報告書, 大都市大震災軽減化特別プロジェクト, (2003-2006) .
- 前田 弘文, 伊藤 嘉基, 小林 滋, 高森 年, 遠隔協調作業を目的とした共通マニピュレータの改良, 第15回システムインテグレーション部門学術講演会(SI2014), (2014), pp.238-243.

ポスター紹介

OTIS

世界で初めてエレベーターの
安全装置を発明したのは
私たちオーチスでした

Made to move youTM

オーチスは、より高く、より速く、よりスマートな世界で、人々がつながり、豊かになる自由を提供します。

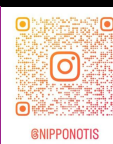
オーチスは、エレベーターとエスカレーターの製造、据付、保守、改修を行う世界的リーディングカンパニーです。世界中で業界最多となる約240万台のエレベーターとエスカレーターをメンテナンスし、毎日24億人がオーチスの製品を利用しています。世界各地の代表的な建築物に加え、居住・商業施設や交通施設など、「人の移動」に関わる様々な場所にオーチスの製品は設置されています。

米国コネチカット州に本社を置き、4.4万人のフィールドプロフェッショナルを含む7.2万人の社員を通じて、200を超える国と地域のお客様と利用者様の多様なニーズに応える製品を製造、据付、保守することに尽力しています。

日本オーチス・エレベータ株式会社
人事部採用チーム

25

本社：東京都中央区新川2-27-1 東京住友ツインビルディング東館13階
電話：03-6222-9152 メール：jp_recruit@otis.com



進む、をつくる。



ダイハツインフィニアースは
地球環境へ新たな可能性を無限に与え
技術革新を追求し**新たなエネルギーと共に進みます！**



Methanol

メタノール
 CH_3OH



Ammonia

アンモニア
 NH_3



Hydrogen

水素
 H_2



Biofuel

バイオ燃料



DAIHATSU
InfiniEarth

ダイハツインフィニアース株式会社

〒531-0076 大阪市北区大淀中1丁目1番30号 TEL(06)6454-2330

ダイハツインフィニアース四国株式会社

〒794-0007 愛媛県今治市近見町3丁目6番42号 TEL(0898)23-6724



ブランディング
ページ



リクルート
ページ

弓削商船高等専門学校産学連携フォーラム２０２５
専攻科特別研究中間発表会講演論文集

発行年月日：2025 年 12 月 11 日

発行・編集：弓削商船高等専門学校地域共同研究推進センター

弓削商船高等専門学校専攻科

弓削商船高等専門学校技術振興会

〒794-2593 愛媛県越智郡上島町弓削下弓削 1000 番地

弓削商船高等専門学校企画広報室企画係

TEL：0897-77-4613

FAX：0897-77-4691

E-mail：kikaku@yuge.ac.jp