

研究課題名：運動時における血行動態変化可視化技術の筋電位計測を用いた評価

研究代表者：吉田 慧一郎

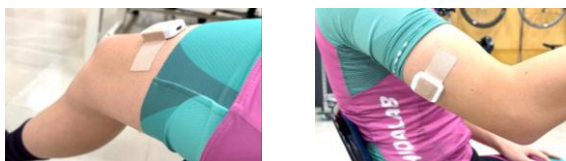
小区分：スポーツ科学関連

1. 研究計画の概要

本研究では、市販の汎用一眼カメラを用いて、血行動態変化の時系列変化を非接触かつリアルタイムで評価できる新たな生体計測手法を開発している。そこで本課題研究では、血行動態変化と運動強度の関係性を解明するために、運動強度を筋電位計測により分類化し反射率変化との関係性を明確にするための技術的基盤を確立し、システムの有用性の検討を行った。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

申請者の実験室に設置されたサイクリング中の画像撮影システムを用いて筋電位計測を実施した。筋電位計測では運動時における筋電位計測を行うために無線型の筋電位センサー（トランクソリューション製、筋電センサーTS-MYO）を用い、コード類などによる有線接続で生じる体動アーチファクトの影響を低減させた状況下での実験を行った。実験では、筋電位センサーを右大腿四頭筋（図1(a))筋ならびに右上腕三頭筋（図1(b))に貼付し、三本ローラー上で60分間の乗車を行った（図2）。



(a) 右大腿四頭筋 (b) 右上腕三頭筋

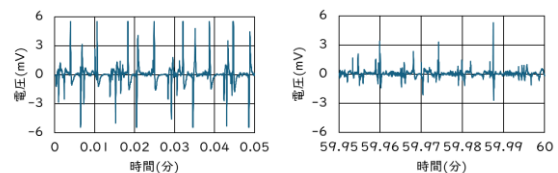
図1 筋電位センサーを用いた筋電位計測



図2 三本ローラーを用いたサイクリング

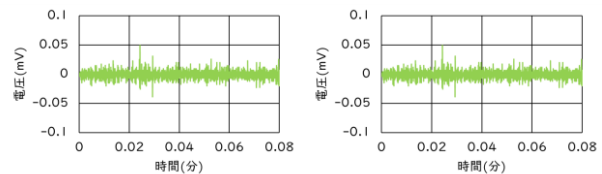
実験結果の一例を図3ならびに図4に示す。図3の右大腿四頭筋において、実験開始60分経過により筋電位の出力波形（電圧）の減少が確認され

た。一方で、図4の右上腕三頭筋では筋電位の大きな変化は見られなかった。これは、ロードバイクを運転する際の乗車姿勢として、脚部でペダルを回転させ駆動力を生み、上半身はあまり力を入れず体勢を維持することが関係していると考えられ、脚部の疲労による筋電位の変化であることが考えられる。



(a) 開始直後 (b) 60分後

図3 筋電位結果の一例（右大腿四頭筋）



(a) 開始直後 (b) 60分後

図4 筋電位結果の一例（右上腕三頭筋）

現状として、本計測システムでは運動強度を細かく変化させることは困難であるため、運動経過に伴う疲労による筋電位変化の測定にとどまっている。そのため、運動強度を任意に変化可能なシステムの考案・構築が課題となる。また一方で、脚部における筋電位変化が観察された。これにより、画像計測による反射率変化との間に関係性があることが示唆されたため、今後の検証により本システムの有用性を確認していく予定である。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1件）

高橋蒼空，市川想来，吉田慧一郎，「汎用一眼カメラを用いた血行動態変化可視化の精度評価」，日本福祉工学会第28回学術講演会，講演論文集（2024），pp.63-64，査読無。

研究課題名：瀬戸内海沿岸域における潮目の観測と水塊構造の調査

研究代表者：吉田 将司

小区分：水工学

1. 研究計画の概要

本研究の目的は、瀬戸内海での海事・水産等の実務へ貢献するために、海洋の気象海象観測データの効率的な収集・分析と活用方法の検討を行うことである。また無線機器の海上における長期使用については、できる限り簡易で安価、且つ海上使用における耐候性を兼ね備える必要があり、実際に運用し調査することが重要である。第一段階として、強潮流で知られる山口県大島瀬戸近辺における局地的な現象である潮流の解明を目指す。この海域では局所的な流れが発生し、沿岸部の気象海象に大きな影響を与えており、研究対象とされている。本研究課題では既知の水温・塩分センサの定点設置等の海洋環境計測技術に加えて、海上に水温、塩分、直上気温、湿度、気圧等のセンサを設置したブイを設け、ここから LPWA や LTE、5G 等の最新電波伝送技術を活用した観測データの収集及び、陸上定点や海上ブイに設置したカメラ画像の動画画像処理による潮流の境である潮目の検出や分析、Web による観測及び分析データの公開等により、局地的な自然現象の監視と現象解明に取り組む。なお、本研究では海上の潮目を面的・定性的に捉えるために、宇部高専長峯研究室の協力により、動画画像強調法の過去フレーム法を適用した強調画像を利用する。

本研究は新たな観測システムを構築し、周防大島浅海域の 2 か所以上の定点に観測ノードを設置、水温・塩濃度の鉛直分布の観測実験を実施する。

図 1 は本システムの構成を示す。本システムは機能ごとに海上および沿岸部に設置する観測装置、観測データおよび海面画像を取得しサーバ等にアップロードする基地局、アップロードされた画像等データを処理して公開する解析・表示部に分けられる。観測装置には今年度新たに製作されたブイ搭載型ノードとこれまで運用されてきた岸壁設置型ノードの 2 種類があり、ブイ搭載型ノードは

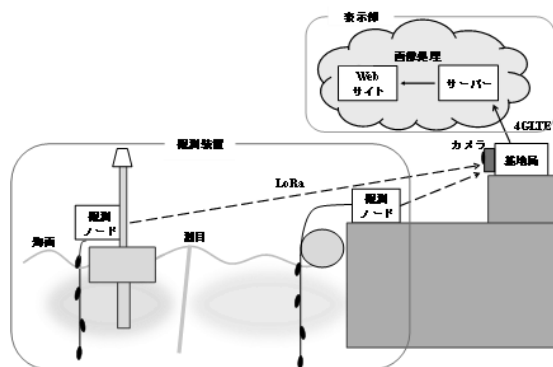


図 1 システムの構成図

小型軽量化及び観測の継続性の向上を図るために M5Stack マイコンを採用した。ノードには位置情報と時刻情報を取得する GPS 受信モジュール、多層の水温、海面周辺の気温、湿度、気圧を計測するセンサを搭載した。観測データは LoRa 通信モジュールにより基地局へ送信される。基地局では観測装置から送信された観測データを受信し、サーバ等へ送信する。また、搭載したカメラにより定期的に海面画像を撮影し、アップロードする。表示部では Google スプレッドシートや Web サイトにより観測データや撮影した海面画像、画像処理を施した海面画像を公開する。ただし、観測装置と基地局の製作を本研究室、その保守を大島商船高専、また表示部の大部分は宇部高専が担当した。

図 2 は基地局の構成を示す。製作した基地局では Raspberry Pi Camera V3 により 5 分あたりに 1 枚の海面画像を撮影し、並行してノードから送信された観測データを受信、それぞれを各サーバやウェブアプリに送信する。処理と制御には Raspberry Pi 3B+ を使用し、通信には 4G/LTE 回線に接続したモバイルルータを使用した。ただし、進捗が遅延しても観測が継続できるように、後述する従来の観測システム（観測ノード及び基地局）も並行して運用している。

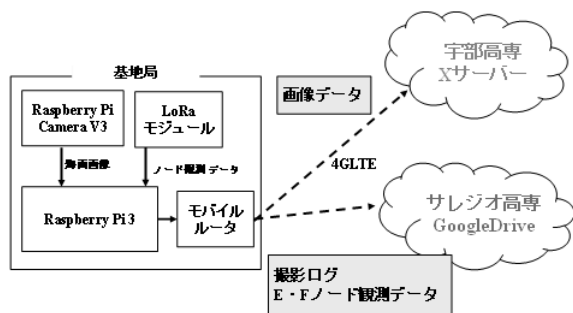


図2 基地局構成図

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究では、観測ノード及び基地局を製作し、8月、10月、11月、12月、2月と現地（大島商船高専）での観測実験及び機器の調整を実施した。図3はノード内部及びブイ構成の外観を示す。8月の実地試験では、センサノードの設置や基地局との通信に問題がないことを確認したが、ブイへの設置方法や電源、水温センサの不具合が課題として残った。そこでリン酸鉄蓄電池からLiPo（リチウムイオンポリマー）バッテリー内蔵型のチャージコントローラへの変更とノードケースの改良を行った。12月時には約1か月の継続観測に成功したが、充電不足に伴う夜間の送信データ停止が頻発した。そのため2月時にソーラーパネルを増強、送信間隔を10分に再設定し解決した。図4はブイの海上曳航試験結果を示す。約2.5km離れた対岸の笠佐島まで曳航した結果、LoRaにて位置情報の送信が可能であることを確認した。

次に基地局の運用試験は、8月はRaspberry PiをモバイルルータとWi-Fiで接続して通信を行ったが、システムがすぐ停止するなど動作が不安定であった。そのためUSB Type-Aによるシリアル通信で接続できるルータを採用した。また、プログラムの停止などのエラー時や、瞬時停電に対応するため、再起動プロセスを見直し、11月及び12月に運用試験を行った。試験では基地局を大島商船高専近くの防潮堤上に設置し、2024年11月23日午後から2025年1月24日午前までおよそ2か月間運用できた。ノードの観測データと海面画像を収集し、宇部工業高専が公開するサイトで動画像強調法の適用前後の画像を表示できた。図5は基地局で撮影した画像を動画像強調法で処理し、潮目を検出した画像を示す。潮流が形成する潮目は頻繁に観測できたが、カメラの設置位置が低かったことで発生位置の確認が困難であり、また実験日の悪天

候により水塊は観測できなかった。この運用期間中に手動・自動で10回ほど再起動が必要となったものの、電源投入時の処理手法を変更したことで確実な再起動が実現できた。しかし、サーバ上の画像データの一部が上書きされる不具合が発生した。これに関しては2月時に解決できた。

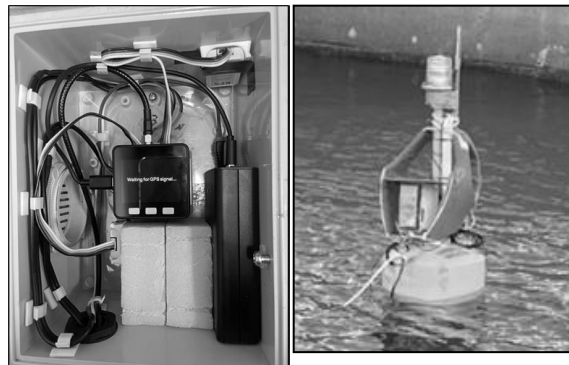


図3 ノードブイの外観（12月時）

ノードの軌跡



曳航試験

図4 ブイの曳航試験結果



図5 潮目の検出画像

また1月の観測結果より、カメラにて海霧を観測した期間においてノードで取得した各時刻の気圧の値とその変動傾向が、気象庁の公開する実況天気図の等圧線の値や、気団の移動と一致していた。そのため、観測データは周辺の気団の動きを観測できていたと考えられる。気象庁による瀬戸内海の手霧発生に関する調査では、天気図中の高気圧の移動と海霧発生に関連が指摘されており、今後観測時間を拡大することで、境域の天候変化の予測が期待できる。

以上の結果から、当初想定した進捗はほぼ達成できた。しかし塩濃度ノードの再構成及び潮目両端での水温鉛直分布の長期観測が未達成となり、今後の課題となった。

なお本研究は課題研究費の他、一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会主催 高専ワイヤレスコンテスト2024の技術実証費用助成の一部も使用し実施した。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計2件）

[1] 池田創, 吉田将司, “沿岸センサネットワークを利用した周防大島における海象観測システムの構築”, 測位航法学会 GPS/GNSS シンポジウム 2024, 査読無, PS-07, 2024.

[2] 吉田将司, 池田創, 山田峻太郎, 千葉元, 長峯祐子, “周防大島における極沿岸域海象観測システムの試作”, 電子情報通信学会総合大会, 査読無, B-15-08, 2025.

課題研究費実績報告書

令和7年 3月 31日現在

研究課題名：還元熱処理、プラズマ処理、陽極酸化により得られた
各種酸化チタンにおける近赤外発光の比較

研究代表者：黒木雄一郎

小区分：無機材料および物性関連

1. 研究計画の概要

酸化チタンは多様な用途に使われている代表的な機能性材料であり、顔料や光触媒の他にもクロム添加により赤外発光を示すことが報告されている。申請者は、クロム添加、アルミニウム添加および無添加の酸化チタンを熱処理することにより、いずれの試料においても赤外発光が得られることを報告し、この発光はクロム添加特有のものではなく、ルチル型酸化チタンの真性欠陥に起因する可能性を見出した。一方で酸化チタンという良く知られた材料のバンド構造や真性欠陥と光触媒などの機能性の発現については現在も活発に議論されており、今後も系統的な学術的研究の推進が望まれている。本申請では、還元雰囲気での熱処理、プラズマ酸化、陽極酸化による酸化チタンセラミックスの高濃度酸素空孔導入を検討し、効率的な欠陥の導入方法に関する指針を得ることを目的とする。これにより赤外発光の強度増大に資する試料の合成が可能となる。

これまでに、クロム添加、アルミニウム添加および無添加のルチル型酸化チタン粉末試料の合成、室温及び極低温フォトルミネッセンス測定による発光特性の評価、格子欠陥の推定、電子の励起・緩和過程の解明、分子動力学計算による欠陥構造の推定と安定度の評価、等について研究を推進してきた。今年度は以下の項目について研究を推進した。

【酸化チタンへの高濃度酸素空孔導入】

i. 還元雰囲気での熱処理

これまでに実績のある従来型の熱処理法（1100度、2時間、大気中）に還元性雰囲気（Ar-3% H_2 ガス、購入）を導入し、酸化チタン粉末の還元処理を検討した。

ii. プラズマ酸化処理

2023年度の予備実験の結果、純チタン板にアルゴンと酸素の混合雰囲気からなる大気圧プラズマを照射すると、その表面に干渉色が発現することを

見出した。本研究では、生成した物質の同定およびプラズマ酸化処理条件を変化させた試料の発光特性をはじめとした諸物性の評価を行った。

iii. 陽極酸化処理

水の電気分解の際に陽極に純チタン板を使用することでその表面が酸化される。これを陽極酸化と呼ぶ。この方法により酸化チタンを合成し、生成相および発光特性を評価した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

【酸化チタンへの高濃度酸素空孔導入】

i. 還元雰囲気での熱処理の結果（100%）

酸化チタンと硝酸クロム（Ⅲ）九水和物を金属元素比が99.925:0.075となるように秤量した。酸化チタンに硝酸クロム水溶液を加え、2時間湿式混合を行った。乾燥後、得られた混合粉を電気管状炉で熱処理した。熱処理条件は1100℃、2時間、空気中とした。また、得られた試料に、さらに還元雰囲気熱処理を施した。熱処理条件は、500℃～1100℃、2時間、アルゴン・水素混合ガス（水素3%）、流量は200ml/minとした。比較のために600℃、2時間、空気中で熱処理した試料も用意した。

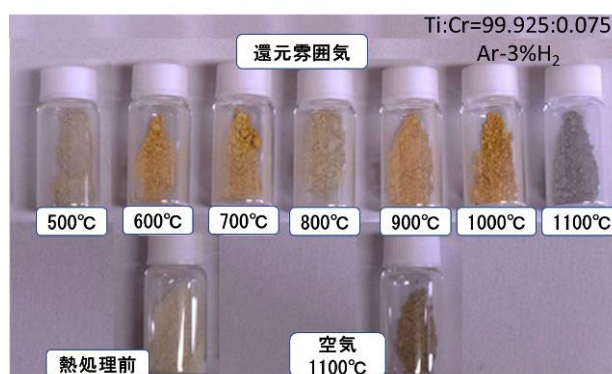


図1 還元処理後の試料の外観写真

得られた試料の外観写真を図1に示す。熱処理前の試料はわずかに緑がかった白色であった。ま

た、空气中で熱処理を行った試料は茶色に変化した。アルゴン・水素混合ガス中で1100℃処理を行った試料以外は、空气中で熱処理した試料と比べて、より明るい黄色となり、内側まで均一に色に変化していた。これは、空气中での熱処理と比較して、還元が進んだため色が明るくなったと考えられる。しかし、アルゴン・水素混合ガス中で1100℃処理を行った試料は灰色に変化した。

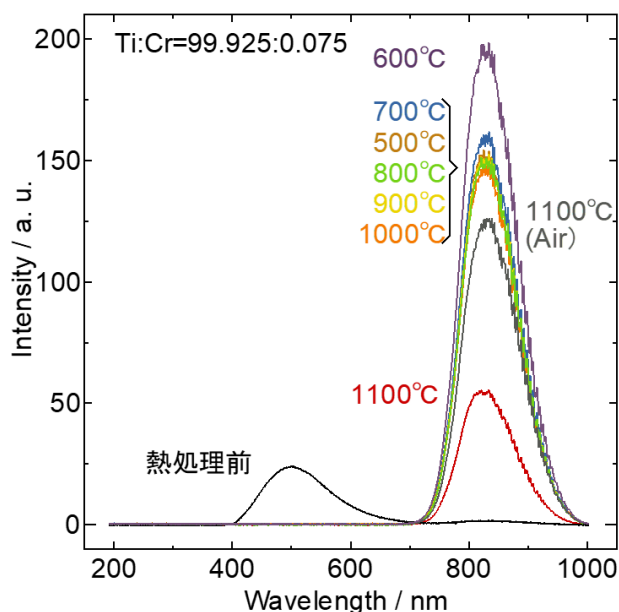


図2 還元試料のPLスペクトル

図2にPLの測定結果を示す。未処理の場合、430nm付近にピークが見られた。一方、熱処理を行った試料では830nm付近にピークが観測された。アルゴン・水素混合ガス中で800℃処理を行った試料は、空气中で1100℃処理を行った試料と比較して、約1.61倍の強い発光強度を示した。しかし、アルゴン・水素混合ガス中で1100℃処理を行った試料は著しい発光強度の低下を示した。

図3に還元熱処理によって得られた試料の発光強度と処理温度の関係を示す。処理温度が600℃の時に発光強度が最も高くなることがわかった。このことから、適切な処理温度により発光強度が上昇することが明らかとなった。しかし、1100度で過剰に還元を行った場合、酸化チタン内の酸素原子が還元され、チタン原子の割合が増加することでバンド構造が変化した結果、発光強度が減少したものと推測される。

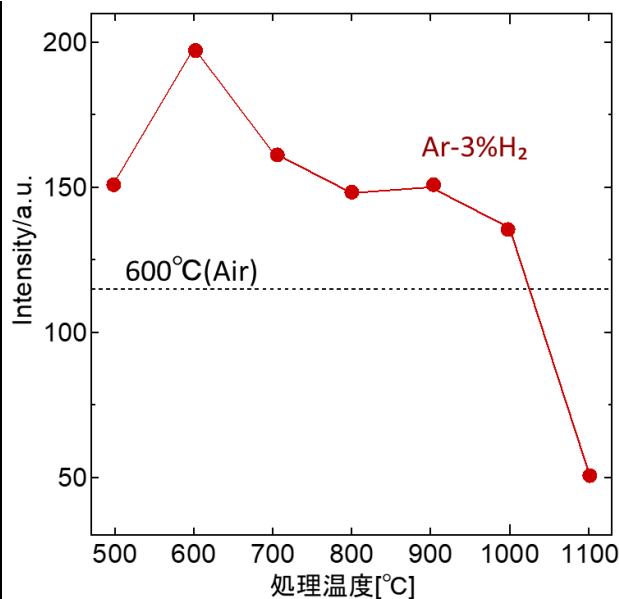


図3 処理温度と発光強度の関係

ii. プラズマ酸化処理（50%）

(1) 試験片の準備

厚さ0.2mmの金属チタン板を裁断機を使用して20×20mmに切り出した。アセトン→プロパノール→精製水の順番でそれぞれ10分間ずつ超音波洗浄を行った。

(2) プラズマ処理

処理条件を表1に示す。各種条件で先端が鋭角な電極と平坦な電極を使用し、プラズマ処理を行った。TIG トーチの先端から試験片表面までの距離を1mmに設定した。Arガス、O₂ガスを電極と試験片の間に流入し、100Vの交流電圧を交流高圧電源を使用して10kVに昇圧、印加することでプラズマを発生させて処理を行った。

表1 プラズマ処理条件

	総ガス流量 [L/min]	ガス比率 (Ar:O ₂)	印加電圧 [kV]	処理時間 [min]
条件①	6.5	9:1	10	12
条件②		7.7:2.3		
条件③		7:3		
条件④	3.25	7.7:2.3		

各種条件で12分処理を行ったチタン表面の写真を図4、拡大したものを図5に示す。すべての条件で干渉色と、中心部分と外周部分の表面状態の差を確認した。条件①ではそれぞれの電極で処理時間の増加に従って処理範囲と外周部分の酸化膜の厚さが増加した。12分の時点で先端平坦の場合は干渉色から25nm～125nmの膜厚

であることを確認した。先端鋭角の場合は25nm～175nmであった。条件②では、条件①の膜厚と大きな差はなかったが、外周部の酸化膜が斑点状になっており、干渉色が薄くなった。条件③では、175nm以上の酸化膜の範囲がより広い範囲で確認できた。条件④では約75nm以上の酸化膜は確認できなかった。XRDとPL測定の結果、すべての条件で酸化相のピークや発光は確認できなかった。条件③で最も分厚い酸化膜を形成できたことから、今後は、条件③を初期条件として各種パラメータの最適化が望まれる。

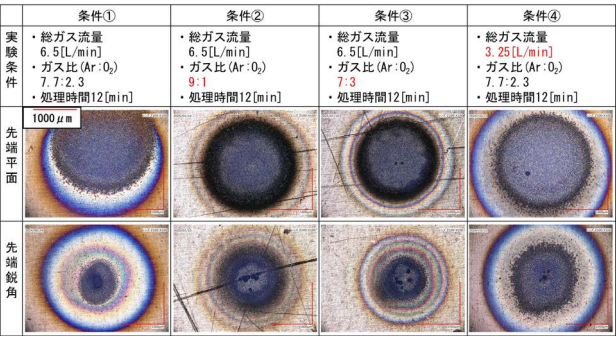


図4 各種条件で処理したチタン表面の写真

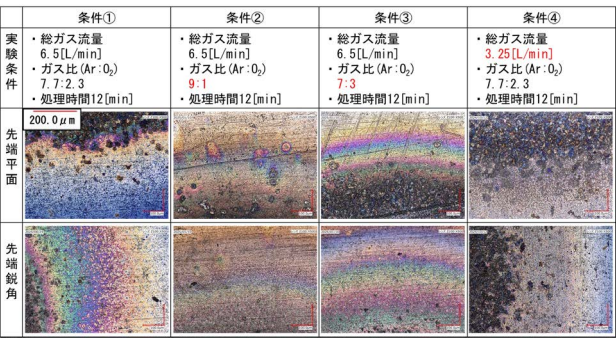


図5 図4の拡大写真

iii. 陽極酸化処理（50%）

純度99.5%の金属チタン板（厚さ0.2mm）を10×20mmに切断した後、アセトン、2プロパノール、精製水の順で各5分ずつ超音波洗浄を行った。次に、陽極酸化に使用する溶液を2種類用意し、試験紙および試験器を用いてpHを確認した。1つ目の溶液【条件1】は、アルカリ電解水（商品名：水の激落ちくん）を溶液：水＝1：4（40mL：160mL）で混合したもので、pHは12.6であった。2つ目の溶液【条件2】は、硫酸水溶液（濃度0.5mol/L）を硫酸原液（98%）：水＝2.73mL：97.27mLの比率で混合したもので、pHは2.1であった。陽極酸化処理では、処理電圧を10V、15V、20V、25V、30Vに設定し、処理時間は各

5分とした。その後、【条件1】と比較して【条件2】の方がより厚い酸化膜が形成されることが確認されたため、【条件3】として、【条件2】と同様の硫酸水溶液を使用し、処理電圧を40V、50V、60V、70V、80V、90V、100Vに増加させた実験を行った。陽極酸化は、チタン板を陽極側に、ステンレス板を陰極側に配置し、通電を行った。

陽極酸化後に試料の表面を目視で確認したところ、すべての試料で色の変化が見られた（図6）。また、形成された酸化膜の色を基に膜厚を評価した結果、陽極酸化処理電圧の上昇に伴い膜厚が増加していることが確認された。

電圧 倍率	未処理	40V	50V	60V	70V	80V	90V	100V
100倍								
500倍								
1,000倍								
色	灰色	白色	白茶色	黄色	黄紫色	紫色	青緑色	緑色
膜厚	なし	70nm	80nm	90nm	100nm	110nm	120nm	130nm

図6 各種電圧で陽極酸化処理したチタン板の光学顕微鏡写真

XRDより、【条件1,2,3】で得られた全ての試料が、Tiであることを確認した。しかし、【条件3】の90,100Vでは新たにアナターゼ型TiO₂の小さなピークが出現した。PL測定の結果、【条件1,2,3】において赤外発光は観測されなかった。ラマン散乱分光測定では膜厚が薄いため酸化膜の評価が困難であった。テストを用いた電気的特性の評価では、【条件1,2】で作製した試料が金属的な特性を示すことが確認された。一方、【条件3】のアナターゼ相を含んだ試料の一部の測定点では、絶縁性を持つ可能性が示唆された。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計5件）

[1] 臼井啓裕，黒木雄一郎，“還元雰囲気下で熱処理したクロム添加酸化チタンの発光特性”東京工科大学サステイナブル工学研究会、R6.11.30、発表番号D24

[2] 成田樹央，黒木雄一郎，“陽極酸化チタン板の電気的特性”東京工科大学サステイナブル工学研究会、R6.11.30、発表番号E24

[3] 臼井啓裕, 黒木雄一郎, “クロム添加酸化チタンの発光特性に及ぼす雰囲気の影響” 大学コンソーシアム八王子学生発表会、R6.12.8、発表番号C214

[4] 成田樹央, 黒木雄一郎, “陽極酸化処理を施したチタン板の電気的特性の評価” 大学コンソーシアム八王子学生発表会、R6.12.8、発表番号B118

[5] 馬場瞭英, 黒木雄一郎, “スポット型大気圧プラズマ装置による金属チタンの酸化挙動” 大学コンソーシアム八王子学生発表会、R6.12.8、発表番号C225

課題研究費実績報告書

令和 7 年 3 月 24 日現在

研究課題名：異常波浪でも運用可能な革新的波力発電装置の開発

研究代表者：山下健一郎

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究課題は、我が国に潜在する膨大な波浪エネルギーを活用できる新しい発電技術を開発するものである。波力発電は欧州を中心に研究・開発がなされているが、台風等の異常波浪を想定した装置は存在しない。また、波浪エネルギーの大きさは波の幅に比例するが、発電装置のコストは装置体格の 2～3 乗に比例して増大する為、小型

(低コスト) で高出力な装置が望まれている。筆者らはマグナス効果(流体中の回転体に揚力が働く現象)により駆動するタービンを波の力で上下動させて発電するマグナス波力発電装置を提案しており、理論的検討によって、同装置が小型・高出力で、異常波浪時にも運用可能であることを明らかにしている。

当該研究ではこれまでに明らかにした提案装置に関する理論的検討の結果を裏付けるため、小規模な供試装置を製作し、同装置を用いた実証実験を実施する。当該研究の具体的な内容を以下に示す。

- ① 港湾等で多く観測される波高 0.5m、周期3sの波を想定し、シミュレーションを用いて試作機(1kW)の設計を行う。
- ② 設計値を元に試作マグナスタービン発電機や同タービン発電機の制御装置を製作し、実験に必要となる計測装置の開発を行う。
- ③ ①、②で開発した装置等を用いて実験環境を整備し、風洞や実験用学内プールを用いた実験を行う。
- ④ 得られた実験結果を用いて必要な改良を行う。
- ⑤ 改良や実験を繰り返し、シミュレーションによる計算結果との比較検討を行う。

以上の研究成果によって、「マグナス効果を用いたポイント・アブソーバ型波力発電装置」の有用性を明らかにし、日本の海洋再生可能エネルギー

利用を推進する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

当該研究で実施した①試作機の設計、②試作機及び計測システムの開発、③実験環境の整備と実験、④試作機の改良、⑤実験とシミュレーションとの比較のそれぞれについてその詳細を説明する。

① 試作機の設計(達成度 100%)

Matlab/Simulinkを用いたシミュレーションにより、定格出力 1kW のタービンの寸法等を計算し、CADを用いて全体の設計を行った。

② 試作機及び計測システムの開発(達成度 90%)

CADを基に重量約 600kg の供試マグナスタービンと 2.5m の円柱フロートを製作した。また、加速度センサーを用いたフロート変位計測システム、モータ制御システム、発電機制御システムを製作し、試作機に付与した。発電機制御システムは時間の問題で完成には至らず、発電機出力を整流した後、可変抵抗で出力を調整する方式とした。

③ 実験環境の整備(達成度 0%)

製作した試作機が全長約 5m、重量約 670kg となったため、風洞や学内プールでの実験はあきらめ、海洋技術安全研究所のプールを使用することとした。初回の実験までには試作機が完成しなかったため、波の高さを測定する波高計の精度確認と共振現象に関する検証を行った。

④ 試作機の改良(達成度 20%)

波高計については十分な精度が得られたため、その後の調整は不要となった。また、共振現象に関する検証の結果、簡易計算により、共振周波数がある程度の精度で計算できることが分かった。なお、試作機については初回実

験までに装置が完成しなかったため、改良を行う時間を取ることができなかった。

⑤ 実験とシミュレーション（達成度 60 %）

実験では設計点からややずれた条件での共振を確認することができた（後の検討により、付加質量を考慮する必要のあることが判明した）。しかしながら、共振が起こる前にタービンブレード駆動用の機構が破損してしまい、共振時の出力を測定することはできなかった。

実験において、非共振時の出力は数W程度であったが、シミュレーションにより非共振時の出力を計算した結果、10W程度となったことから、シミュレーションモデルの妥当性

をある程度確認することができた。また、同装置は非共振時にはあまり出力が得られないが共振時には大きなエネルギーが得られる可能性のあることが判明した。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1件）

Ken-ichiro Yamashita and Seina Takekoshi,
Performance Improvement of a Magnus Effect- Based
Turbine Generator for a Point Absorber Wave Energy
Converter, 27th International Conference on Electrical
Machines and Systems (ICEMS2024) 査読有, 2024 年
11 月

研究課題名：キラルなポリ酸に対する弱い分子間相互作用を利用する立体選択的単離法の実証

研究代表者：サレジオ工業高等専門学校 一般教育科 講師 飯島 淳

小区分：無機・錯体化学関連

1. 研究計画の概要

「キラリティ」は、立体化学に代表される基礎自然科学の学問的興味だけでなく、重要な化学的性質の1つでもあり、化学、物理、生物、医学、薬学、農学、材料科学等、多くの分野と密接に関わっている。そして、キラリティをもつ「キラル」な化合物が、分子メモリー、キラル認識、偏光フィルム、生理活性物質等に应用されることで、産業界の発展に寄与し、人類の生活をさらに豊かに便利にする。

「ポリ酸(POM)」は、遷移金属イオンと酸化物イオンからなる無機金属酸化物クラスター分子であり、構成金属、分子サイズ・構造を容易に制御できる。これまでに、ケギン、ドーソン、アンダーソン型等の様々な構造、レドックス、フォト/エレクトロクロミズム、発光、触媒、イオン/電子伝導、単分子磁性、生理活性等の多様な物性が見出されている。一般的な金属酸化物を組み合わせたデバイスや機械は、既存の性質を利用することで現代工業の根幹を成しているため、POMも次世代の中心物質として大きな貢献を果たすことが期待されている。

その中で、キラルなPOMの研究は、合成・構造化学の成果は蓄積されているが、エナンチオマーの単離は未成熟で、その物性を利用する応用研究は未開拓である。通常POMは、水溶液中で加水分解や流動的分子構造変化を起こす。結果として、エナンチオマー骨格は作れても、その後に化学的な処理を行わなければラセミ化し、最終的には単一のエナンチオマーを単離できず、ラセミ体が単離される。

ラセミ体のPOMのみが単離されてきた学術研究の問題点を考えると、「なぜラセミ体が単離されるのか」、「なぜラセミ化が起きるのか」という2点が、キラルPOM研究における最大の「問」である。二種類のエナンチオマーを1:1で含むラセミ体として単離された既報の

POMは、当然、ラセミ体の物性を示すため、「どのようにすればエナンチオマー単独の物性を発現させられるか」という新たな「問」も派生する。しかし、エナンチオマーを獲得できれば、それがもつ物性を利用できるようになり、派生課題も同時に解決できる。つまり、機能性キラル無機材料として新しいマテリアルシーズを提供できる。

本研究では、ラセミ体としての単離が報告されている様々なキラルPOMに、自らが開発した弱い分子間相互作用によるエナンチオマー構造固定化法を適用させて、エナンチオマーの獲得を実証し、ラセミ化の原因の特定とキラリティ発現メカニズムの解明、エナンチオマーが発する物性の評価を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

合成と元素分析が比較的容易で、ラセミ体の報告があるキラルPOM ($[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ (図1))のエナンチオ選択的単離に取り組んだ。

弱いジアステレオメリック相互作用を与えるキラリティ指向剤(CC)として、シクロデキストリン(CDX)を採用した。

CDXでは、D-グルコースが環構造を形成し、グルコース数によって、環の内径が異なる α 、 β 、 γ

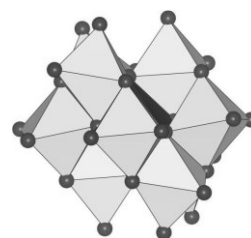


図1: $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ の分子構造

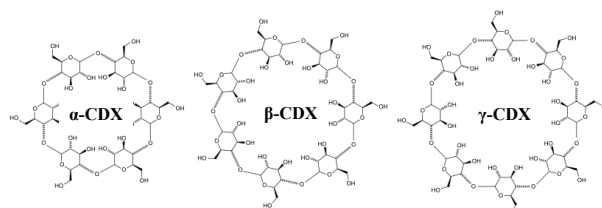


図2: 実験に用いる3種類のCDX

の三種類が知られている(図2)。つまり、キラル

POM の大きさ (ファンデルワールス体積) と CDX の環の口径の大きさ、並びに CDX を構成する D- グルコースのキラリティと POM のキラリティに依存する弱い立体選択的相互作用が期待できる。予備実験では、既報のラセミ体 POM とは異なり、CDX の種類に依存した結晶が得られていた。

「実験」

既報に従って $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ を合成し、結晶化前の反応溶液に、 α 、 β 、 γ -CDX を Mn に対して、mol 比で 3 倍等量加えたのち、30 分間室温で撹拌した。溶け残った CDX をろ過し、ろ液を室温で放置することで、 α -CDX を添加した系では、オレンジ色の直方体状の結晶 (α -CX)、 β -CDX を添加した系では、白色の柱状結晶 (β -CX)、 γ -CDX を添加した系では、オレンジ色の平行六面体型結晶 (γ -CX) を単離した。

「結果と考察」

得られた 3 つの結晶に対して、IR スペクトルを測定した。 α -CX では、 $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ と、 α -CDX 由来のピークが同時に観測され、 $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ と α -CDX の共結晶であることが示唆された。 β -CX では、 β -CDX 由来のピークのみが観測され、結晶の色が白色であることも併せて、 β -CX は、反応溶液に添加した β -CDX のうち、わずかに溶解したものが再結晶して結晶化したものであると考えられた。さらに γ -CX では、 $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ 由来のピークのみが観測され、結晶の色がオレンジ色であることも考慮すると、 $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ が既報通りに結晶化したものであると考えられた。

これらの結果により、 α -CX は、新規の結晶である可能性が高いため、続いて単結晶 X 線回折測定を行い、結晶構造解析を試みた。結晶構造解析の結果、カウンターカチオンとして導入している K^+ に disorder が多く発生した非常にゆらぎの大きな結晶であることが分かった。さらに、驚くべき事実が判明した。CDX は D-glucose のみを環状に結合させたものである。ゆえに、D-glucose と、 $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ がジアステレオメリック相互作用をすることで、D-glucose と $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ が結晶化した共結晶が得られ、結果として、 $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ と $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ が分離されて、いずれかのエナンチオマーが単離されることを、

実験当初は予測していた。しかしながら、得られた α -CX 結晶は、D- $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ と

L- $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ が、7 : 3 で含まれたラセミ固体の状態であることが判明した。通常は、CC として導入している物質のキラリティが、ラセミ体に波及し、CC のキラリティと同一のエナンチオマーが単離されるか、CC のキラリティと同一のキラリティをもつ POM のエナンチオマーが CC によって捕捉され、結果として、逆のキラリティをもつ POM が単離されることが予想できる。しかしながら、本研究で得られた結果は、通常働くジアステレオメリック相互作用が十分に働かず、キラリティの統一が不十分だったことによって、ラセミ体がラセミ固体に変化するとどまったものであると考えられた。

「結論」

$[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ の反応溶液に α 、 β 、 γ -CDX をそれぞれ添加することによって、3 種類の結晶を得た。IR スペクトルの結果から、 α -CDX を添加して得られた結晶 (α -CX) には、 $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ と α -CDX が共に含まれていることが示唆された。また、 β -CDX を添加して得られた結晶 (β -CX) は、 β -CDX が、 γ -CDX を添加して得られた結晶 (γ -CX) は、 $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ が結晶化したものであることが示唆された。

また、単結晶 X 線構造解析の結果、 α -CX は新規結晶であり、D- $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ と L- $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ が、7 : 3 の割合で含まれていることが明らかとなった。実験当初は、CDX からジアステレオメリック相互作用が POM に働いて、POM のキラリティが統一され、エナンチオマーが単離されることを想定していた。しかしながら CDX のキラリティが十分に波及せず、ラセミ体から、部分的にキラリティが統一されたラセミ固体としての単離にとどまったと考えられる。ジアステレオメリック相互作用が働くために十分な量の CDX を添加しているにも関わらず本現象が生じたことは、極めて稀であり、理学的には非常に興味深い現象であるものの、工学的には、注意を要する現象として扱わなければならない事例の可能性はある。今後は、引き続き解析を続け、本研究で得られた結晶の全容を解明し、なぜこのような不十分なキラリティ統一が生じたのか、そのメカニズムを解明して、キラル POM の立体選択的単離に生かして

いきたいと考えている。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計 0 件）

- ・準備中

〔学会発表〕（計 0 件）

- ・準備中

課題研究費実績報告書

令和7年3月31日現在

研究課題名：小型モビリティ等の長時間駆動へ寄与する

世界初の独立型交流電池を組み込んだ電源システムの開発

研究代表者：米盛弘信

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究は、世界初の独立型交流電池に接続する昇圧回路の性能向上、およびスタート&ストップ動作の繰り返しによって電池へ過負荷がかかるロボット掃除機や小型モビリティを対象に提案システム（交流電池＋昇圧回路）を実装した際の駆動時間の評価を目的とする。目的達成のために、交流電池部におけるスイッチング回路の最適化、および昇圧回路の大容量化を図る。そして、従来の直流方式と比較して、提案方式が電池に蓄電されたエネルギーを最大限使用できることを示す。以上より、低炭素化社会のキー技術である蓄電池システムの性能向上を実現する。本研究が進むことによって、世界中で強力に進められている車等の電動化へ大きく寄与できる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

研究成果の中から代表的な一例を示す。達成度としては、概ね順調であった。

➤ EDLCのインピーダンス特性が倍電圧整流回路の電力変換効率に与える影響

本実験では、インピーダンスが近似するように構成した1000F-10直列ユニットを使用して①～④の手順で倍電圧整流回路の電力変換効率を調査し、先行研究と比較する。

- ① 図1のように各機器と素子を接続する。
- ② 直流安定化電源の出力を12.6V-8.0Aに設定し1000F
- ③ 10直列ユニット C_1 、 C_2 を満充電にする。
- ④ 模擬交流電池の周波数を10kHzに設定し、電子負荷の電流を0.1Aステップで変化させた際の入出力電力をパワーアナライザで測定する。
- ⑤ パワーアナライザで測定した入出力電力より電力変換効率を算出する。

図2に倍電圧整流回路に1000F-10直列ユニットを用いて10kHzで動作させたときの電力変換効率を示す。図2より、電力変換効率は最大で94.7%

となった。先行研究で算出された電力変換効率が最大値で88.6%であったことから、1000F-10直列ユニット C_1 、 C_2 によって倍電圧整流回路の電力変換効率を向上させることができた。

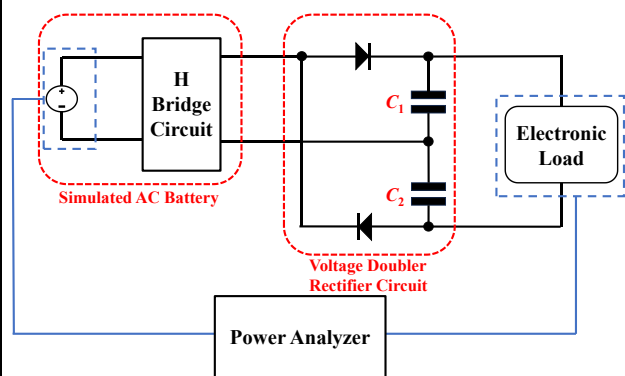


図1 実験回路のブロック図

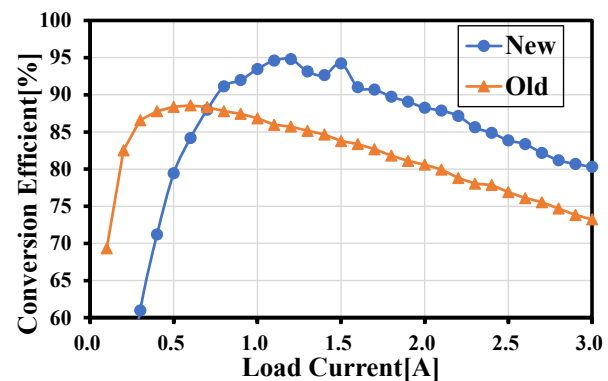


図2 電力変換効率

➤ 交流電池と直流電池の充放電に伴う劣化特性の比較

本実験では、交流および直流電池の劣化を明らかにするためにケミカルインピーダンスアナライザ（HIOKI, IM3590）を用いてコール・コール・プロットの測定を行った。最初に、実験に供する18650リチウムイオン電池全てについて、未使用時のコール・コール・プロットを測定した。次に、充放電回路を用いて充放電を29回行い、電

池を意図的に劣化させた。このとき、恒温器を用いて電池を 38℃ の一定温度下に設置する。充電は定格充電電圧に達し、かつ充電電流が 100 mA を下回るまで、放電は電池内の過放電防止用の保護回路が働くまで行った。その後、実験に供した電池のコール・コール・プロットをもう一度測定し、充放電回数の増加に伴う劣化特性を確認した。測定点は 10 mHz ～ 5 kHz までの50点とした。

図 3 に実験に供した電池のコール・コール・プロットを示す。C-B 間、B-A 間で劣化に有意な差が見られず、直流電池についても電池 α 、 β の劣化特性はほぼ同一であったため、本稿では模擬交流電池の C-B 間と、直流電池の電池 α のコール・コール・プロットを示す。それぞれ、(a) が交流電池、(b) が直流電池である。図中左側が未使用時、右側が29回充放電後の結果となる。直流電池と交流電池の結果を比較すると、交流電池の方が充放電回数の増大に伴うコール・コール・プロットの変化が大きいことがわかる。

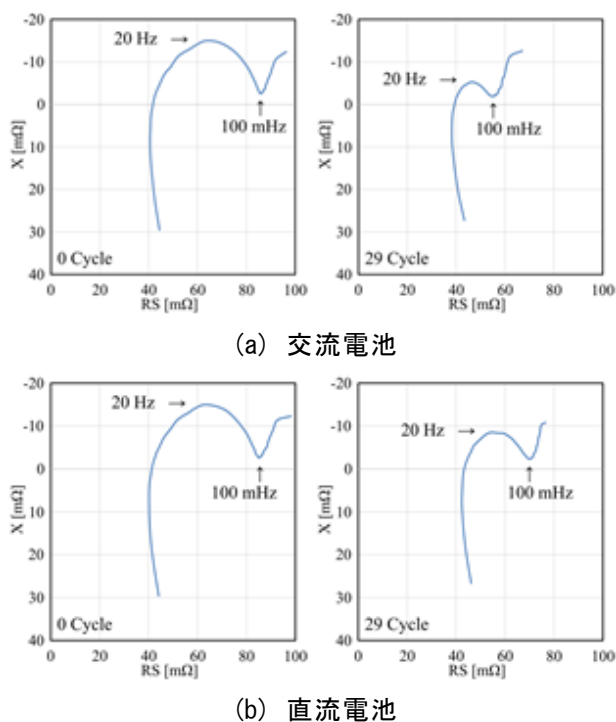
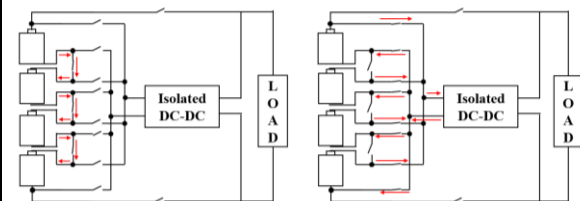


図 3 充放電に供した電池の
コール・コール・プロット

➤ リチウムイオンバッテリーの高効率利用に向けた回路の提案

図 4 は、提案する直並列切換型アクティブ・バランス回路である。この回路の特徴は、スイッチ

により電池を直列と並列に切り替えることが可能な点がある。充電率のばらつきが大きい場合は、電池を並列接続に切り替えることで全セル同時にバランス充電を行うことができる。また、放電が進行した際に並列接続へ切り替えることにより、直列接続よりも低インピーダンスで放電できる。そのため、セルのエネルギーを最大限利用することができると考えた。



(a) 全セルの直列使用 (b) 全セルの並列使用
図 4 直並列切換型アクティブ・バランス回路

試作した DAB コンバータについて、位相 ϕ を変化させた際のスイッチング損失の測定を行う。実験条件としては、電子負荷 CV モード 3V、直流安定化電源 CV モード 4.5V に設定する。スイッチング周波数は 21.3kHz とし、位相を -90 度から 90 度まで 10 度ごとずらした際のスイッチング損失を測定する。

図 5 に位相 - 効率、およびスイッチング損失を示す。縦軸は効率と電力、横軸は 360 度を 1 として正規化した位相である。また、基準相に対して制御相の位相を遅らし、1 次側から 2 次側への電力伝送は $0 < \phi$ とし、基準相に対して制御相の位相を進めて、2 次側から 1 次側への電力伝送は $0 > \phi$ とする。20T トランスを使用した DAB コンバータは最大効率約 78%、最低効率約 0.16%、平均効率 34% であった。30T トランスを使用した

DAB コンバータは最大効率約 73%、最低効率約 30%、平均効率 54% であった。最大効率は 30T トランスが 5% 低い、平均効率は 20% 高い結果となっている。スイッチング損失においては、20T トランスを使用した場合、最大損失は 0.15W、最低損失 0.059W であった。30T トランスを使用した場合、最大損失は 0.12W、最低損失 0.045W であった。スイッチング損失に関しても全体的に 30T トランスの損失が低いことが分かった。1 次側から 2 次側へ送られる送電電力の式から考えると、漏れインダクタンスが増加すると送電電力が

減少するため、ハードスイッチングによるスイッチング損失が低下していると考察できる。また位相の増加に伴う効率低下は、DAB コンバータの特性上、 ϕ が増加すると無効電力が増加するためであると考察できる。

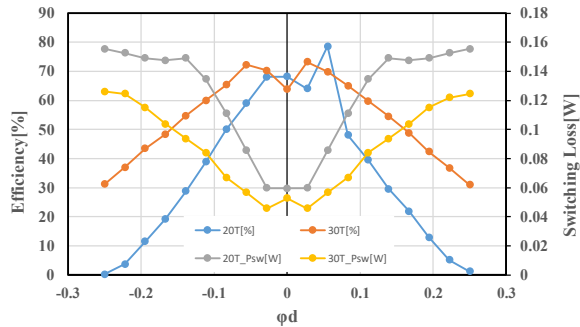


図5 位相 - 効率及びスイッチング損失

➤ 交流電源を用いた交流電池充電システム

本実験では、市販のリチウムイオン電池（定格：3.7 V 2600 mAh）2 個を直列接続して、2 個の電池の間を Biode 極と見立てることで交流電池の模擬を行う。充電中の C-B 間と B-A 間の切り替えについては、インバータからの交流をダイオードによって分割することで流路の切り替えを行い、スイッチング回路とする。充電システムの設定は定電流充電時の出力電流値を 3 A 一定とし、定電圧充電時の出力電圧値を 4.4 V 一定とする。放電は電子負荷を用いて定電流放電を行う。また、放電電流の設定は模擬交流電池の容量に対して 0.5 C 相当である 2.6 A の定電流放電とする。本実験では水力発電機の代替として交流電源を用いた。充電に供する交流電源の出力設定は 10 Vrms : 40 Hz の定電圧出力とした。通常、交流電池の放電は交流で行うが、本実験では実験装置の都合により直流放電とした。充放電時の各電池の両端電圧と電流はメモリハイコーダを用いて記録した。

図 6 に充放電実験における充電電圧・電流推移を示す。模擬交流電池の C-B 間と B-A 間がほぼ同じ推移を示したため、図 6 では C-B 間のみを表示している。図 6 の 1 時間 35 分経過時点において、電池の端子間電圧が 4.2 V に達したことにより充電制御方式が定電流充電から定電圧充電に切り替わっている。そのため、システムが CCCV 制御で動作していることが確認できる。充電時間については、満充電に至るまでは 6 時間 51 分を要した。

交流電源からの入力電圧および流入電流より充電に使用された電力量を計算すると 20.1 Wh であった。

図 7 に放電実験における電池端子間電圧・出力電流推移を示す。図 7 において、1 時間 36 分地点にて電流値が急落している。これは、電池の端子間電圧が放電限界に達したことにより過放電防止用の保護回路が作動し、放電経路が遮断されたためであり放電が終了したことを意味する。放電時の電池端子間電圧および出力電流より電池に充電された電力量を計算すると 15.2 Wh であった。以上の充放電結果から充電電力効率を計算すると 75.8 % であり、本システムの充電効率は先行実験におけるリニア・レギュレータ方式の充電システムと比較して大幅に向上したといえる。

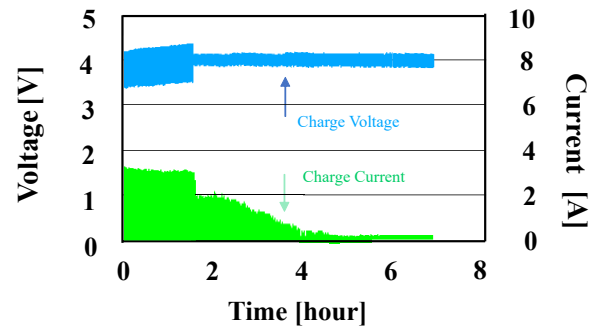


図6 充電電圧・電流推移

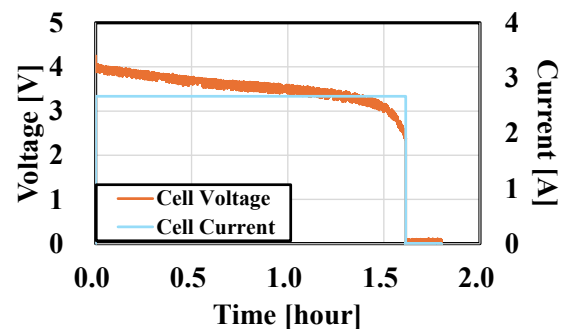


図7 放電電圧・電流推移

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計 12 件）

- (1) 荒巻匡洋, 米盛弘信: “交流電源を用いた交流電池充電システムにおける充電効率の上昇”, 2024年（第6回）電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, D-9, 査読無, pp. 93-94, 愛知工業大学 (2024-12)
- (2) 遠藤祐弥, 米盛弘信: “EDLCのインピーダンス

- ス特性が倍電圧整流回路の電力変換効率に与える影響”，2024年（第6回）電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集，A-8，査読無，pp.15-16，愛知工業大学（2024-12）
- (3) 中田悠介，米盛弘信：“交流電池と直流電池の充放電に伴う劣化特性の比較”，2024年（第6回）電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集，C-1，査読無，pp.51-52，愛知工業大学（2024-12）学生研究発表会準優秀賞
- (4) 松崎恵太，米盛弘信：“直並列切換型アクティブ・バランス回路の提案とDABコンバータの効率改善に向けたスイッチング損失の測定”，2024年（第6回）電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集，C-2，査読無，pp.53-54，愛知工業大学（2024-12）
- (5) 荒巻匡洋，米盛弘信：“交流電源を用いた交流電池充電システムにおける充電効率の改善”，第16回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集，PJ02，査読無（2024-12）
- (6) 遠藤祐弥，米盛弘信：“交流電池と組み合わせて使用する倍電圧整流回路におけるEDLCユニットの構築”，第16回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集，B128，査読無（2024-12）準優秀賞
- (7) 中田悠介，米盛弘信：“模擬交流電池と直流電池における発熱特性の検証”，第16回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集，PK01，査読無（2024-12）
- (8) 松崎恵太，米盛弘信：“直並列切換型アクティブ・バランス回路の製作に向けたDABコンバータの効率改善”，第16回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集，PI01，査読無（2024-12）
- (9) 荒巻匡洋，米盛弘信：“交流電源を用いた交流電池充電システムの充電時間短縮”，2024年（第42回）電気設備学会全国大会講演論文集，2D-16，査読無，pp.248-249，東北工業大学（2024-08）
- (10) 遠藤祐弥，米盛弘信：“交流電池と組み合わせる倍電圧整流回路に使用するEDLCの特性調査”，2024年（第42回）電気設備学会全国大会講演論文集，2E-20，査読無，p.280，東北工業大学（2024-08）
- (11) 中田悠介，米盛弘信：“高温下における模擬交流電池の充放電に伴う劣化の診断”，2024年（第42回）電気設備学会全国大会講演論文集，1J-6，査読無，pp.499-500，東北工業大学（2024-08）全国大会優秀発表賞
- (12) 松崎恵太，米盛弘信：“直並列切換型アクティブ・バランス回路の提案とDABコンバータの試作”，2024年（第42回）電気設備学会全国大会講演論文集，2J-9，査読無，pp.523-524，東北工業大学（2024-08）

課題研究費実績報告書

令和7年3月31日現在

研究課題名：光学的手法による定量的密度分布測定に向けた装置改良および光学系配置の検討

研究代表者：廣瀬裕介

小区分：流体工学関連

1. 研究計画の概要

本研究では、超音速流中にある円錐や球体といった超音速飛行が考えられる模型周りに発生する密度変化を境界層も含めた高感度定量計測することを実現する。そのため、Background Oriented Schlieren 法を改良した新たな計測法である Double-Pass Background Oriented Schlieren 法を考案した。本研究では考案した新たな計測手法に関する実験を遂行するための装置の構築し、その性能試験を実施することを目的としている。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

上述した装置の具体案として、バリスティックレンジと衝撃風洞の2種類が挙げられる。各装置に関する進捗状況を以下に記す。

まず、バリスティックレンジについて説明する。これは電気エネルギーにより飛翔体を射出する装置のことを表しており、2020年度まではスイッチングのためにサイリスタを使用していたが、より高い電圧に耐えられる絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（IGBT）を採用したところ、不具合が解消され、安定したスイッチングが可能となった。改良した回路を用いて飛翔体の射出実験も実施している。コンデンサの充電電圧を150V、飛翔体のサイズを5×5×5mmとした。加速用のレールはアルミニウム、飛翔体は銅を採用したことにより、溶着による減速を可能な限り防いだことにより、射出に成功した。飛翔体の速度はハイスピードカメラで撮影したところ約35m/sであることが判明した。さらに、使用中のコンデンサは定格が400Vであるため、その定格電圧で充電をした上での射出実験も実施した。飛翔体の射出には成功したが、速度が50m/sであった。前述より、コンデンサの充電電圧を上昇させるだけでは飛翔体速度の効率的な向上が望めないことが判明している。そこで、本年度は加速用のレールを水平配置から垂直配置にする方法を提案し、研究を実施し

た。これは、昨年度までの水平配置の場合、飛翔体は加速用レール以外に絶縁用のアクリル板の上を接触していることから不要な抵抗が発生している状況を改良するための変更である。水平設置同様、アクリル板などを利用し、絶縁状態であることを確認しながらレールを水平設置することに成功した。射出実験を複数回実施したところ、速度の向上は認められなかったが、水平設置と比較して、射出成功の割合（失敗する場合、飛翔体はレールに接触しない）が向上した。想定に反して速度向上が認められなかった要因として、飛翔体のレール接触距離（割合）が上げられる。飛翔体はレールとの接触により寸法が小さくなる。しかしながら、今回の研究ではレール間距離は上流と下流で一定としたため、下流側で飛翔体とレールが接触せず、速度向上が達成できなかったと考える。今後は垂直に加速用レールを設置する方法は変えず、上流と下流のそれぞれにおいて適切なレール間距離を検討および、制御することを目的とする。

次に、衝撃風洞に関して記述する。昨年度は衝撃風洞の改良に向けた安価な無隔膜駆動部の作成に注力した。本年度は、その衝撃風洞を用いた超音速ノズルに関する研究及びシュリーレン光学系構築に関する研究に注力した。まず、超音速のノズルに関する研究では、現状のマッハ1.5前後の超音速よりも速い流れを取得することを目的として研究を実施した。その結果、マッハ1.8程度の超音速が取得されたため、目的を達成したと言える。さらに、超音速ノズルはその形状の特徴から、流れの範囲（直径）が大きくなる。そのため、昨年度よりも比較的大きな模型による可視化実験が可能となることを示唆した。シュリーレン光学系の設置では、昨年度では300mmであった凹面鏡の焦点距離を500mmとして感度向上を狙った研究を実施した。結果として感度向上を達成したが、目標である、空気—空気の超音速流の可視化には感度が足りない結果が得られた。超音速風洞の高圧部

にヘリウムガスを使うといった変更が有効と考えられるが、高価であることから、他の工夫を検討している状態である。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計 9 件）

○綿貫陸、松本陸大、廣瀬裕介、3D プリントによる煙風洞用翼型模型の作成及び可視化実験 翼型の流れ解析における OpenFOAM の有効性と風洞実験との補完、C231、第 16 回大学コンソーシアム八王子学生発表会、2024 年 12 月。

○木村大幹、廣瀬裕介、電磁加速式バリステックレンジの飛翔体 レール間抵抗軽減に向けた実験的研究、C233、第 16 回大学コンソーシアム八王子学生発表会、2024 年 12 月。

○北向輪光、廣瀬裕介、空き瓶パルスジェットエンジンの燃焼時間と温度の関係に関する研究、C235、第 16 回大学コンソーシアム八王子学生発表会、2024 年 12 月。

○中村麻柊、廣瀬裕介、Ene-1 MOTEGI GP 用バッテリーの設計と性能評価 アクリルパイプを活用した直並列回路の実装、C237、第 16 回大学コンソーシアム八王子学生発表会、2024 年 12 月。

○猪狩優斗、山岸雅人、井川将大、湊慎司（千葉大）、廣瀬裕介（サレジオ高専）、宇田川真介（産技高専）、太田匡則（千葉大）、超音速風洞における複数台カメラを用いた 3 次元密度計測、1B2-1、2024 年度衝撃波シンポジウム、2025 年 3 月。

○山岸雅人、野木住隆、堀尾大行、宮崎龍汰（千葉大）、廣瀬裕介（サレジオ高専）、稲毛達朗（湘南工科大）、太田匡則（千葉大）、大谷清伸、永井大樹（東北大）、弾道飛行装置を用いたはやぶさカプセル模型周りの 4 次元密度場計測、1B2-2、2024 年度衝撃波シンポジウム、2025 年 3 月。

○小笠原祐樹、野瀬成実（産技高専）、熊崎大知（都立大）、石橋歩武（農工大院）、山岸雅人（千葉大）、廣瀬祐介（サレジオ高専）、稲毛達朗（湘南工大）、太田匡則（千葉大）、嶋村耕平（都立大）、宇田川真介（産技高専）、背景指向型シュリーレンの光学系を用いた SSIM によるシャドウグラフ動画の生成、1B2-4、2024 年度衝撃波シンポジウム、2025 年 3 月。

○野瀬成実、小笠原祐樹（産技高専）、熊崎大知（都立大）、石橋歩武（農工大）、山岸雅人（千葉大）、廣瀬祐介（サレジオ高専）、稲毛達朗（湘南工大）、太田匡則（千葉大）、嶋村耕平（都立大）、宇田川真介（産技高専）、BOS 法を用いた軸対称模型周りの流れ場の 3 次元再構成および数値解析との定量的比較、P-03、2024 年度衝撃波シンポジウム、2025 年 3 月。

○佐久間心、小笠原祐樹、野瀬成実（産技高専）、石橋歩武（農工大）、山岸雅人（千葉大）、廣瀬祐介（サレジオ高専）、稲毛達朗（湘南工大）、太田匡則（千葉大）、宇田川真介（産技高専）、SP-BOS 法における背景画像の傾きがシャドウグラフ的出力画像に与える影響、P-05、2024 年度衝撃波シンポジウム、2025 年 3 月。