

課題研究費実績報告書

令和8年2月26日現在

研究課題名：International Technical Education Development:
The Case of East Timor and the Philippines

研究代表者：マルケス・ルイス

研究分野：Comprehensive Field

研究の分科・細目：International Technical Education

キーワード：(A) Teaching method, (B) Technical Education, (C) Interests and development

1. 研究計画の概要

Promoting technical education in developing countries such as East Timor and the Philippines presents significant challenges, including limited learning incentives. To address these issues, a new blended learning education system has been implemented to train international professionals, utilizing student teaching assistants from the Salesian College of Technology at two technical schools in East Timor and three schools in the Philippines. The primary objective of this program is to establish a collaborative educational system between technical schools. Additionally, the project aims to expand this system to other preparatory education programs for students intending to study in Japan as part of a short-term technical international education initiative. This study is presented as a practical case study of a technical college in the Central Council for Education report, “Various Functions of Technical Education and Differentiation of Technical Education Institutions by Function,” which seeks to foster a broad range of well-prepared professionals from these countries who may, in the future, work in countries such as Japan to address shortages of technical workers.

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

For this purpose, A group of five students from Salesio participated in a 14-day international exchange program in the Philippines and East Timor. The program comprised manufacturing training, instructor-led

lectures, and administration of a survey questionnaire to participants. An assembly kit was utilized during the robot manufacturing training component of the exchange and research trip.



3. 代表的な研究成果

As a research result, in collaboration with supporting students from Salesio, a questionnaire survey was conducted across multiple fields as part of the research activities. The research project encompassed areas such as language use, craftwork, gender, programming, and interest in the international education program. The survey was administered to participants, and the resulting data enabled students to develop research and prepare short papers for presentation at academic conferences, including the JSEE conference in Kyoto. Subsequently, data collected from the international technical education research project will be compiled, and the survey results will be disseminated through articles intended for publication.

〔雑誌論文〕（計5件）

[1] 林 由和, 神戸 政則, マルケス ルイス. “国際交流企画に参加した東ティモール人学生と日本人学生とのモノづくり教室のアンケート結果の比較調査” 第73回年次大会・工業教育研究講演会 京都大学桂キャンパス(2025/8/27-29).

[2] 眞部直人, マルケス ルイス. :フィリピン人学生とサレジオ工業高等専門学校生の情報教育の内容の比較に関する調査 第73回年次大会・工業教育研究講演会 京都大学桂キャンパス (2025/8/27-29).

[3] 松木昂, 片山央士, マルケス ルイス. “日本との国際技術教育交流に対する東ティモール学生の関心度” 日本工学教育協会, 第71回年次大会・工学教育研究講演会, 広島大学東広島キャンパス (2023/9/6-8).

[4] 片山央士, 松木昂, マルケス ルイス. “東ティモールとの国際技術教育交流に参加する日本人学生の動機と興味” 日本工学教育協会, 第71回年次大会・工学教育研究講演会, 広島大学東広島キャンパス (2023/9/6-8).

[5] 神戸政則, マルケス ルイス, 伊藤光雅. “海外学生への理科教室を通じた教育効果の成果報告” 日本工学教育協会, 第71回年次大会・工学教育研究講演会, 広島大学東広島キャンパス (2023/9/6-8).

〔学会発表〕（計5件）

[1] 松木昂, マルケス ルイス. “日本での国際技術教育プログラムに関する東ティモール人学生の関心度の調査と昨年度との推移” 第16回大学コンソーシアム八王子学生発表会 (2024/12/7-8)

[2] 片山央士, マルケス ルイス. “国際技術教育プログラムに参加した日本人学生の参加歴や学年の違いによる興味・関心・意欲の推移に関する調査” 第16回大学コンソーシアム八王子学生発表会 (2024/12/7-8)

[3] 眞部直人, マルケス ルイス. “国際技術教育プログラムに参加したフィリピン人学生の情報教育の環境と内容に関する調査” 第16回大学コンソーシアム八王子学生発表会 (2024/12/7-8)

[4] 神戸政則, マルケス ルイス. “サレジオ高専の国際技術教育プログラムに参加する海外学生の男女別調査” 第16回大学コンソーシアム八王子学生発表会 (2024/12/7-8)

[5] 遠藤優斗, マルケス ルイス. “国際技術教育プログラムに参加した東ティモール人学生の技術教育力と日本人学生とのコミュニケーションに関する調査” 第16回大学コンソーシアム八王子学生発表会 (2024/12/7-8)

注および参考文献

[1] Marques, Luis. (2021). “The Role of Technical Education in the Process of State-building: The Case of Post-conflict State of Timor-Leste”. Graduate School of Social Sciences, Waseda University, Doctor of Philosophy in Social Science. Ph.D. Thesis.

[2] Yamada Mitsuru, Abe Kazumi. (2025). Peacebuilding in Southeast Asia – Dilemmas, Challenges and Implementation. Chapter 14- Luis A. Marques. “Motivation Factors and Interest on the Part of Timorese and Japanese Students in International Technical Education Exchange Project”, pp. 253-284, Springer

研究課題名：発光分光分析を用いたガス密度診断法の検討と深振動マグネトロンスパッタリングのガス希薄化現象の解明
研究代表者：横山 英佐

小区分：プラズマ科学関連

キーワード：マグネトロンスパッタリング、発光分光分析、ガス希薄化現象

1. 研究計画の概要

スパッタリング成膜技術は、基板上に薄膜を形成する物理気相成長法の一つである。高エネルギー粒子が堆積するため膜の密着性と緻密性が良い、合金や化合物の成膜が可能といった特徴から半導体製造、光学デバイスなどの分野で広く用いられている。近年のスパッタリング技術は高電力を瞬間的に投入して、より高エネルギーの粒子を生成する方法が高品質な成膜法として主流となっている。一方で、大電力を瞬間的に投入することでターゲットが加熱され、ターゲット周囲のガスの膨張を生じるガス希薄化現象が確認され、ガス密度が10分の1程度まで減少することが報告されている。ガス密度の低下に伴ってスパッタリング効率が減少し、また生成粒子のエネルギーも変化することで成膜への悪影響が懸念される。

本研究では深振動マグネトロンスパッタリング(DOMS)プラズマに対する発光分光分析を行い、プラズマの形成遅れ時間を基にガス密度分布を明らかにすることを目的とする。その際、ガス圧力条件・投入電力パルス条件・投入電圧条件等の種々の条件が生成プラズマに影響を与える。これら条件を変化させた場合に本手法によるガス密度診断が適用できるかどうかを検討する。

また、ガス希薄化と再充填の挙動を詳しく調査するために電力パルスの投入間隔を変化させることで希薄化と再充填の時間的解析を行う。

切削工具の硬質コーティングとして、一般的に窒素を用いた反応性 HPPMS による金属窒化物コーティングが行われる。母材となる金属は

Ti>Cr>Mo といった順で多用されるため、Tiを成膜材料とする。スパッタガスには Ar を使い、真空チャンバー中でTiターゲットに対して電力を投入し、スパッタリングを行う。プラズマの発光を光ファイバによって分光器へと導き、特定波長に

対する発光強度を光電子増倍管を用いて検出した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究における課題研究の進捗状況及び達成度は以下の通りである。

① プラズマ形成遅れ時間のガス圧力特性評価

図1に示すように、電圧の印加から放電によって電流が流れるまでには時間差が生じる。このときの電圧のピーク値から電流ピーク値までの時間差を形成遅れ時間とし、ガス圧力に対する形成遅れ時間を評価した。ガス圧力と形成遅れ時間の間には一定の相関が存在することが明らかとなった。この相関はパッシェンの法則によって評価が可能であり、形成遅れ時間からその場ガス圧力の推定が可能であることを示した。また、DOMSの連続パルスにおいては先行パルスの残留粒子の影響で後続パルスの放電特性が変化することも確認された。

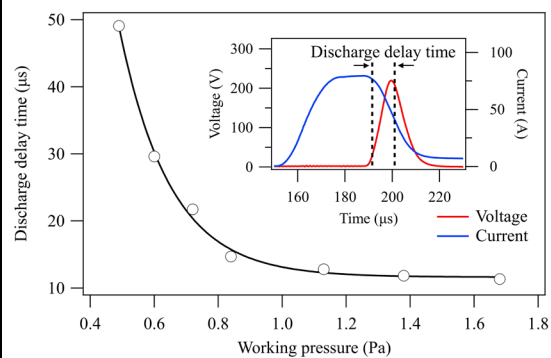


図1 パルスのガス圧力 - 形成遅れ時間特性

② 発光遅延時間のガス圧力特性評価

形成遅れ時間はプラズマ全体での印加電圧と放電電流の相関を表すため、プラズマ内の特定の場所でのガス圧力診断には利用できない。そこで、発光分光分析を用いてプラズマのその場発光を解析することで局所的なガス圧力診断の可能性を検討した。電圧ピーク値から発光ピーク値までの時

間を発光遅延時間と定義して解析を行った。

図2はパルス Off 時間を変化させた場合のガス圧力 - 遅延時間特性を示す。パルス Off 時間によって遅延時間が最小になるガス圧力が異なることがわかり、これは先行パルスによって生じた残留粒子に起因し、Off 時間が短いほど残留粒子の影響で放電が起こりやすくなるため遅延時間が減少すると考えられる。発光遅延時間もまたガス圧力との一定の相関を有しており、遅延時間をもとにガス密度診断が可能であることを明らかにした。

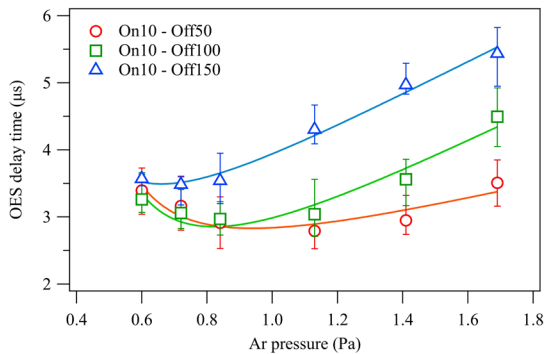


図2 発光遅延時間のガス圧力特性

図2のように発光遅延時間はガス圧力とパッシェンの法則に基づく相関を有する。遅延時間が最小となるガス圧力が存在し、それより低圧力側では反比例的に遅延時間が増大し、より高圧力側では直線的に遅延時間が増加する傾向を有する。この特性により、ある遅延時間に対して解となるガス圧力の値が2つ存在することになり、現在は周囲の環境をもとに取りうるガス圧力値を手動で選択している。また最小値付近ではガス圧力に対する遅延時間変化が緩やかになり、診断の誤差が大きくなる。加えて、パルス Off 時間ごとに曲線が異なるため、条件ごとに解析パラメータを調整する必要がある。

これらの問題の解決が今後の課題である。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕 (計6件)

1. 横山 英佐、中川 悠幹、小林 宏輝、西宮 信夫、實方 真臣、戸名 正英、山本 宏晃、塚本 恵三、富宅 喜代一、大下 慶次郎、美齊津 文典、深振動マグネトロンスパッタリングにおける発光分光分析を用いた生成Ti粒子のイオン化率の解析、第86回応用物理学会秋季学術講演会、9p-P09-11

2. 小林 宏輝、中川 悠幹、横山 英佐、西宮

信夫、實方 真臣、戸名 正英、山本 宏晃、塚本 恵三、富宅 喜代一、大下 慶次郎、美齊津 文典、深振動マグネトロンスパッタリングの成膜領域における飛行時間質量分析法を用いたエネルギー分解時間発展計測、第86回応用物理学会秋季学術講演会、9p-P09-12

3. 中川 悠幹、小林 宏輝、横山 英佐、西宮 信夫、實方 真臣、戸名 正英、山本 宏晃、塚本 恵三、富宅 喜代一、大下 慶次郎、美齊津 文典、深振動マグネトロンスパッタリングで生成する中性Ti粒子のレーザー誘起蛍光を用いた成膜領域におけるエネルギー分布解析、第86回応用物理学会秋季学術講演会、10a-N323-10

4. 横山 英佐、中川 悠幹、小林 宏輝、實方 真臣、戸名 正英、山本 宏晃、塚本 恵三、富宅 喜代一、大下 慶次郎、美齊津 文典、プラズマ発光分光分析によるマルチパルススパッタリングにおける生成スパッタ粒子のイオン化率特性の解析、第73回応用物理学会春季学術講演会、17p-PB3-12

5. 中川 悠幹、沢 哲斗、小林 宏輝、横山 英佐、實方 真臣、戸名 正英、山本 宏晃、塚本 恵三、富宅 喜代一、大下 慶次郎、美齊津 文典、高出力パルスマグネトロンスパッタリングで生成する中性Ti粒子のレーザー誘起蛍光を用いた成膜領域における時間発展計測、第73回応用物理学会春季学術講演会、17p-PB3-13

6. 小林 宏輝、上村 波音、宮田 雅人、中川 悠幹、横山 英佐、實方 真臣、戸名 正英、山本 宏晃、塚本 恵三、富宅 喜代一、大下 慶次郎、美齊津 文典、高出力パルスマグネトロンスパッタリングの成膜領域における飛行時間質量分析法を用いたエネルギー分解時間発展計測、第73回応用物理学会春季学術講演会、

18p-M_103-5

課題研究費実績報告書

令和8年3月31日現在

研究課題名：ユニット交換可能なブイと小型カメラによる瀬戸内海沿岸域における潮目の観測

研究代表者：吉田 将司

小区分：水圏生産科学関連

1. 研究計画の概要

沿岸浅海域を有する山口県の周防大島は、アマモの養殖やニホンアワサンゴの群生地として知られている。海中の生物の生態観察には多点・多層・実時間で観測する必要があるが、実現するには多数の観測機器が必要である。これら観測機器は必要精度に応じて水温・塩濃度・流向・流速それぞれの観測に専用の機器を必要とするため、沿岸域の水塊構造の季節・時間・場所的な発生・変動特性は定量化や予測が困難となっている。

本研究は、まず観測対象に応じてユニット交換が可能なセンサノードを有する複数のブイと基地局をLPWA規格であるLoRaで結び、基地局からWi-Fiを通じてクラウドサーバにデータを集約、Web上において実時間で遠隔観測可能な沿岸情報センサネットワークを構築する。具体的には周防大島浅海域の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と撮影データによる潮目検出実験を実施する。ポータルサイトでは別プログラムで生成された強調画像データと海上観測データを定期的に更新し、利用者に提供する。

次に、このシステムを利用してアマモやニホンアワサンゴ生息域の水深別海水温及び塩濃度を観測、季節変動を調査する。また小型カメラと連動して動画強調法による潮目検出を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究における進捗状況及び達成度は以下の通りである。

① 観測ブイのユニット化

研究開始当初、昨年度製作した観測ノードをベースにLoRaを使用する予定であったが、ノード-基地局間通信の安定性を考慮した結果、LPWAからLTEに変更することとした。LTEモジュールを実装した結果、基地局での中継が不要となった。また、マイコン、各センサなどの部品が固定化で

きた。そのため、派生型として海中観測用のカメラノードも製作し、9月に海中撮影試験、2月と3月に実地観測実験を実施することができた。図1に観測ノード、図2は観測ブイの概観を示す。



図1 観測ノードのケース内

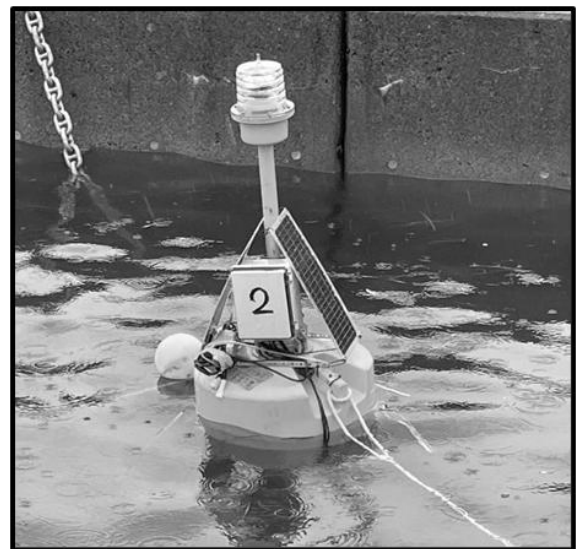


図2 観測ブイの概観

修理の場合もほとんどが部品の交換だけで済んだことから、ユニット化についてはほぼ達成できたと考えられる。ただし水温センサの取り付けとプログラムと耐候性に課題が残った。

② 観測システムの構築と観測実験の実施

前述のように、LoRa からLTEに変更したため、基地局でのデータ送信は昨年度のノードと基地局で撮影した画像のみとなった。観測ノード、基地局（カメラ）で取得したデータをレンタルサーバ内に格納し、Google drive 内のスプレッドシートやWebサイトで閲覧できるようになった。図3に基地局で撮影した画像、図4に9月の実験で取得した海中カメラ画像を示す。11月には沖合を含めて最大3か所からの観測に成功したことから、達成度としては80%程度といえる。

水温センサの値が時折異常値を出力することや、LTE通信に使用したプリペイドSIMの期限、データ容量などの制約条件により観測データ取得が中断することがあり、今後の課題となった。

現在取得したデータと他の研究で得られたデータを利用し、潮目検出と潮流解析を実施中である。

③ ポータルサイトの構築と運用

取得したデータの確認方法として、今年度新たに最新50件のデータをWeb上で確認できるようにした。図5にWebサイトでの表示例を示す。また共同研究先の宇部高専長峯研究室の学生が取得画像と画像処理後の潮目検出確認サイト、取得データを活用した霧判定サイトなどを立ち上げた。そのため達成度としては60%程度といえる。これらデータや判定などを一元化して表示できるポータルサイトの構築が今後の課題である。



図3 基地局での撮影画像の例



図4 カメラノードで撮影した海中画像

サーバ 一連番号 時刻	id	デバイス種 別 LDR	temp	humidity	経度	緯度	高度	湿度	方位	水深1	水深2	水深
2025-10-06 17:30:42	node2	2025/10/06 17:30:04	46.008m	-0.008	132.188200°	27.1810°	C	64.34 %	1013.83 hPa	25.4375 C	25.4250 C	127 C
2025-10-06 17:30:38	node1	2025/10/06 17:30:08	46.008m	-0.008	132.188200°	26.8770°	C	67.71 %	1013.62 hPa	25.5625 C	25.5625 C	25.1
2025-10-06 17:30:48	node2	2025/10/06 17:30:11	45.008m	-0.008	132.188200°	27.5662°	C	63.69 %	1013.73 hPa	25.4375 C	25.6875 C	127 C
2025-10-06 17:30:44	node1	2025/10/06 17:30:08	49.008m	-4.008	132.188200°	26.8452°	C	67.51 %	1013.57 hPa	25.5000 C	25.5625 C	25.2
2025-10-06 17:30:55	node2	2025/10/06 17:30:18	49.008m	-0.008	132.188200°	28.0011°	C	61.59 %	1013.78 hPa	25.3750 C	25.4250 C	127 C
2025-10-06 17:30:38	node1	2025/10/06 17:30:01	49.008m	-4.008	132.188200°	26.9440°	C	67.19 %	1013.57 hPa	25.5000 C	25.5000 C	25.0

図5 Webサイトでの表示例

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計1件)

[1] 山田峻太郎, 吉田将司, “大島瀬戸を対象とした潮流解析用センサノードの開発”, Text for GPS/GNSS Symposium2025, 査読無, PS-09, 2025.

課題研究費実績報告書

令和8年3月9日現在

研究課題名：一条朝以後における九条流藤原氏の文芸についての分析

研究代表者：大貫 正皓

小区分：文学、言語学およびその関連分野

キーワード：文学史、日記、物語、随筆、私家集、九条流藤原氏

1. 研究計画の概要

日記・随筆・私家集・物語と、これまで別々のジャンルに分類されてきた諸作品を、九条流藤原氏（藤原師輔一門）の文芸という視座で捉えることにより、平安朝文学史の、新たな体系の提示を試みる。研究対象としては一条朝以後（986～）の『和泉式部日記』・『枕草子』・『御堂関白集』・『源氏物語』の四作品を取り上げる。

本研究の成果は、対象とする作品個々の問題の解明のみに留まらず、平安朝文学史の従来の把握を更新・前進させることに繋がるものと考え。なお本研究は、2025年3月学位（博士）授与の応募者の博士論文「平安中期における九条流藤原氏の文芸についての研究」（書籍として2027年2月に刊行予定。書籍題目「九条流藤原氏の文芸——村上・冷泉・円融朝を中心に——」）の内容に連続するもので、2025年7月に学術振興会〔研究活動スタート支援〕研究課題名「一条朝以後における九条流藤原氏の文芸についての分析」課題番号：25K230210001）にも採択された。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究は二か年での遂行を目指し、企画した研究プロジェクトである。研究の大きな柱としてある『和泉式部日記』・『枕草子』・『御堂関白集』・『源氏物語』の四作品の分析のうち、本年度は主に『和泉式部日記』・『枕草子』の二作品の分析を行った。以下にその進捗状況を記す。

①『和泉式部日記』についての分析

『和泉式部日記』（以下、本作）の制作と享受については、敦道親王の死後、彰子の後宮に宮仕

えした和泉式部により時を置かず執筆され、その内容は彰子及び彰子の後宮において享受されたとする見解が通行している。今回の研究では、この認識に再考の余地が残されていることを指摘し、また本作の政治性に着目する先行研究（福家俊幸氏「『和泉式部日記』の人間関係——政治という視座から——」（『国語と国文学』第95巻第5号 2018年5月）を踏まえ考察することで、本作が三条朝の道長女妍子の後宮に深く関わるかたちで制作され、享受された可能性を分析した。

具体的には、作中に登場する敦道親王の北の方が、小一条流の済時の女、三条天皇の後である城子の妹であることに着目し、そのことと作中で北の方を貶めていると判断し得る叙述が存在することとの密接な繋がりを見出した。妍子の入内後、小一条流一門と九条流一門との間で皇位継承をめぐる争いが激化したことは想像に難しくなく、作中の北の方を貶める表現は、その対立の隠微な顕れだと考えた。

また、本作を九条流の文芸と理解した場合、冷泉系の皇子敦道親王を魅力的に描き、皇位との近さを強調する作品内容は、道長の外戚政策が前進する敦成親王立太子（三条天皇即位）以後に制作されたとみることが妥当であることを指摘した。

さらに、和泉式部の生涯、妍子関係の叙述を多く含む『栄花物語』正篇に関わる先行研究、そして『紫式部日記』中の『源氏物語』と思しき紫式部自作の物語が妍子に献上されたとするエピソード、また『栄花物語』（巻二九・たまのあかり）に記される妍子四十九日法要時に詠まれた和泉式部の哀悼歌の存在などを加味し、本稿の仮説の妥当性について補足を試みた。

本研究で示した上記の見解は、報告者がこれまでの研究において繰り返し提唱してきた〈権力者の下で生み出された文芸が、一門の政治上の栄達

考察していきたいと考えている。

なお、「1. 研究計画の概要」に記したように、従来と異なる視座、新たな体系の提示を模索する本研究の手法は、多様な観点から文化事象全般を捉え直し、新たな価値を発見・再評価していく学問体系である文化資源学との関わりのなかで醸成されたものである（文化資源学は2000年春、東京大学大学院人文社会系研究科の文化資源学研究室で誕生した学問体系で、報告者は2024年7月より文化資源学会に入会している）。文化資源学の観点を通し、改めて諸文芸の「原点」（体系化以前）の姿の確認を目指していくことで、従来とは異なる実態や見取り図をも提示していけるのではないかと想定している。

次年度は個々の作品分析だけでなく、対象とする四作品全体の問題として、九条流藤原氏の文芸に内在する〈新たな価値〉を顕在化させ、発信する試み（研究発表）を、所属する文化資源学会にて行いたい。現在は、2026年12月に同学会で開催される「博士後取得者研究発表」にエントリーし、「平安朝文芸の文化資源学的分析」と題する発表を行うことを構想している。

（課題研究費の利用について）

本年度、研究委員会から支給いただいた課題研究費は、研究課題の遂行に資する書籍の購入に充てさせていただいた。主な購入書籍は以下の通り。

- 1、『源氏物語の思考』（高木和子著 風間書房 2002年）
- 2、『枕草子大事典』（枕草子研究会編 勉誠出版 2001年）
- 3、『文化資源学講義』（佐藤健二著 東京大学出版会 2018年）
- 4、『昔男の青春—『伊勢物語』初段から16段の読み方—』（妹尾好信著 2009年）

1～4とも、本年度（また次年度に向けての）研究遂行に必要となる書籍で、これらの利活用により、研究活動を円滑に進めることができた。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計2件）

- 1、大貫正皓著「『師輔集』の成立時期・作者・享受」『国語と国文学』（東京大学国語国文学会

編 2025年12月）査読有 第102巻第12号 31—45頁

- 2、大貫正皓著「『和泉式部日記』の制作と享受——三条朝における妍子後宮との関わりという視点から——」『中古文学』（中古文学会編 2026年5月刊行予定）査読有 *頁数未定

〔学会発表〕（計1件）

- 1、大貫正皓「『和泉式部日記』の制作と享受——三条朝における妍子後宮との関わりという視点から——」中古文学会春季大会（2025年5月18日実施 於：東京女子大学）

研究課題名：Left Regular Band で表現されるマルコフ連鎖と組み合わせ論的な背景の考察

研究代表者：中川由宇斗

小区分:基礎解析学関連 キーワード:マルコフ連鎖、Left Regular Band

1. 研究計画の概要

カードシャッフルやページランクに代表される直前の状態にのみ依存し、それ以前の状態に依存しない離散型確率過程をマルコフ連鎖という。マルコフ連鎖は、離散確率過程における基本的なモデルであり、mixing time（混合時間）や到達時間といった多くの性質に関する研究がなされている。

マルコフ連鎖は推移確率行列と呼ばれる行列 P と 1 対 1 対応し、 P の固有値とその重複度はマルコフ連鎖の性質を検討する上で重要な値である。しかし、一般の推移確率行列 P については、計算量が膨大になるため固有値とその重複度を簡単に求めることはできない。

一方で、Left Regular Band (LRB) ($x^2=x$ 、 $xyx=xy$ を満たすモノイド) を用いて表現できるマルコフ連鎖の場合、対応する推移確率行列の固有値と重複度を少ない計算量で求める手法が Brown(2000) によって示された。

申請者はこれまでに、LRB となる演算が定義される braid arrangement や Coxeter arrangement type-B といった超平面配置 (hyperplane arrangement) によって表現されるマルコフ連鎖について、対応する推移確率行列の固有値と重複度を Brown の手法を用いて求め、背景にある組み合わせ論的性質を示した。

そこで本研究では、LRB を用いて表現されるマルコフ連鎖についての考察を行う。さらに、組み合わせ論的性質から LRB で表現可能なマルコフ連鎖を構成する手法についての検討を行う。加えて、推移確率行列の固有値と重複度の値からマルコフ連鎖の性質を分析する手法の検討を行う。

基本的なモデルであり、幅広い分野で用いられるマルコフ連鎖に対して、新しい分析手法の検討は応用的な活用が期待できる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

これまでに、Tsetlin library や riffle shuffle といったマルコフ連鎖が、braid arrangement と呼ばれる超平面配置によって表現されることを示し、対応する推移確率行列の固有値と重複度を Brown の手法を用いて求めた。また、背景にある組み合わせ論的性質を示した。

LRB となる演算が定義できる「braid arrangement を制限した超平面配置」についての検討を行った。

「braid arrangement を制限した超平面配置」を用いて、 d -次元超直方体における path 上のマルコフ連鎖が表現可能であることを確認した。

「braid arrangement を制限した超平面配置」について、ミクロな視点における性質 (各 $X \in \mathcal{L}$ に対するメビウス関数 $\mu(X, \hat{1})$ の値) を確認した。

一方で、マクロな視点における性質 (超平面配置における特性方程式の係数に当たる $\sum_{\forall \dim X=k} \mu(X, \hat{1})$ (次元を固定したときのメビウス関数の総和)) については検討中である。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計1件)

中川由宇斗, 2025年度確率論ヤングサマーセミナー, 査読なし, 2025年8月

研究課題名：近赤外線カメラ化した汎用一眼カメラ計測システムにおける光学的精度評価

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

本研究では近赤外線カメラ化した汎用一眼カメラを用いて、ヒト皮膚表面部の画像を取得・解析を行うことで、血行動態情報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。本提案手法では、市販の汎用一眼カメラに光学的な処理を施すことで、近赤外線領域での「非接触」による画像取得を可能とし、グレーカードを基準とした反射率算出を行う計測システムを考案した。しかしながら、本提案手法を用いて、熱中症対策などのより実用的な血行動態情報の変化を把握するには、反射率画像と生理学的パラメータの関係性を明確にする必要性がある。そのため、本課題研究では近赤外線カメラ化された汎用一眼カメラの光学的な精度評価を実施した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本提案手法では、近赤外線カメラ化した汎用一眼カメラ計測システムの血行動態変化を取得する際の精度評価ならびに、本システムを用いたリアルタイムモニタリングシステムの構築を行っている。本課題研究では、図1に示す「撮影条件の検討」における「カメラ設定」ならびに、「血管画像の精度評価」における「既存手法との関係」に焦点を当てて実施した。

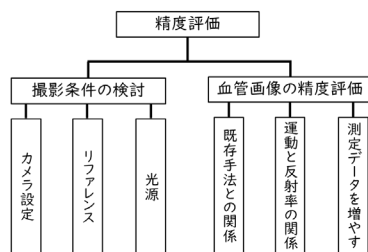


図1 本課題研究の立ち位置

1つ目のカメラ設定では、「シャッタースピード」「絞り値」「ISO感度」をパラメータとして、

本提案手法の実用範囲の模索・検討を実施した。先行研究において、各条件での比較検討を行ったが、結果画像がグラデーション状の分布となる場合があるなどの改善に向けた検討が必要であった。そこで本課題研究では、カメラ側で自動的に行われていた補正・設定や現像ソフト側での設定をすべて指定し、取得画像ごとに差異が生じないように改善を行った。改善結果の一例を図2に示す。改善前ではグラデーション状に変化する結果となったが、改善後ではグラデーション状の変化が低減し、実用範囲が拡大した。しかしながら、ISO感度が高い場合やシャッタースピードが低い場合（明るい条件での画像取得時）での改善が必要であることが分かった。

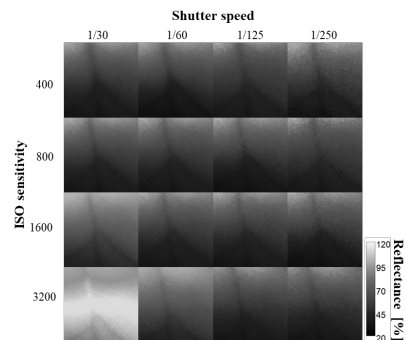


図2 カメラ設定改善後のヒト皮膚反射率画像

2つ目の既存手法との関係では、生体ファントムを用い、ヒト皮膚での結果との比較実験を想定していた。現状は、生体ファントム作製の想定条件を検討中であり、次年度以降にファントム製作および実験・解析を進めていく予定である。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1件）

Issa Matsuzaki, Sora Takahashi, Mao Mitsui, Keiichiro Yoshida, Development of Humanoid Care Robots Using Optical Techniques, 10th STI-Gigaku 2025, 査読無。

課題研究費実績報告書

令和8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。

バリスティックレンジとは電気的エネルギーにより飛翔体を加速および射出する装置を指す。本研究室ではこの飛翔体の速度を音速以上にすることを最終的な目標として研究をしている。昨年度まで、飛翔体の加速に必要な金属レールもしくは飛翔体そのものが原因で、射出そのものが不安定であった（例：レールから飛翔体が飛び出さない）。そこで、本年度は飛翔体の形状に着目した。飛翔体は5mm×5mm×5mmのアルミ立方体を採用していた。しかし、飛翔体の寸法誤差や飛翔体そのものが加速中に溶融することにより十分な加速ができない可能性が考えられたため、飛翔体の形状を変更する。具体的には絶縁体材料（3Dプリンタ製のパーツ）と偏組ストラップ（はんだ吸い取り線）のハイブリッドである。絶縁体材料は飛翔体そのものの形状変形を防ぐために、偏組ストラップは放熱性の向上および電流値の増加が見込めるという理由で採用した。さらに偏組ストラップはレール間でたわむことにより、レールの上流から下流まで安定して通電が可能であると考えた。結果として、立方体形状よりも絶縁体材料と偏組ストラップのハイブリッドの飛翔体の方が安定した

射出となった。一方で、速度に関しては最大で50m/sと音速以下となっているため、電気エネルギー（コンデンサ容量）の増加や、飛翔体とレールの形状および種類の検討が必要であると考えられる。

衝撃風洞に関しては、超音速ノズルとしてラバルノズルを採用した。ラバルノズルとは先細末広ノズルのことであり、先細部で音速（マッハ数 $M=1$ ）となり、末広部で音速を超える構造である。具体的に、本研究ではラバルノズルを使用しない場合、マッハ数は約1.45であったが、ノズルを使用することによりマッハ数は約1.70と増加が確認された。さらに、ノズルを使用することにより流路の断面積が増加することとなり、使用可能な模型サイズの向上も達成した。今後、シュリーレン法などによる流れそのものの可視化や、模型周囲の流れの可視化を計画している。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1件）

○原田真、廣瀬裕介、衝撃風洞のための超音速ノズル設計に関する研究、25A132、第17回大学コンソーシアム八王子学生発表会、2025年12月。

○丸山拓海、廣瀬裕介拡散器による空き瓶パルスジェットエンジンの燃焼時間延長に関する研究、25C111、第17回大学コンソーシアム八王子学生発表会、2025年12月。

○今永参蔵、廣瀬裕介、電磁加速式バリスティックレンジ用飛翔体速度測定装置の開発、25C123、第17回大学コンソーシアム八王子学生発表会、2025年12月。

○川崎日向大、廣瀬裕介、電磁加速式バリスティックレンジのレール間距離最適化に向けた実験的

研究、25C132、第17回大学コンソーシアム八王子学生発表会、2025年12月。

太田匡則（千葉大）、稲毛達朗（湘南工科大）、宮崎龍汰、井川将大、服部慎之介（千葉大）、山岸雅人（産総研）、廣瀬裕介（サレジオ高専）、永井大樹、大谷清伸（東北大）、○津浦隼乙（千葉大）、再突入カプセル周りの非定常流れ場に対する四次元密度場計測、3B2-3、2025年度衝撃波シンポジウム、2026年3月。

○佐久間心（都立産技高専・専）、岩田玄德、高橋怜（都立産技高専）、小笠原祐樹（東北大）、熊崎大知、村松武明、嶋村耕平（都立大院）、山岸雅人（産総研）、廣瀬祐介（サレジオ高専）、稲毛達朗（湘工大）、太田匡則（千葉大院）、宇田川真介（都立産技高専）、非軸対称ノズルを用いた不足膨張噴流の三次元密度場計測、3B3-2、2025年度衝撃波シンポジウム、2026年3月。

○高橋玲、岩田玄德（都立産技高専）、佐久間心（都立産技高専・専）、小笠原祐樹（東北大）、熊崎大知、村松武明、嶋村耕平（都立大院）、山岸雅人（産総研）、廣瀬祐介（サレジオ高専）、稲毛達朗（湘工大）、太田匡則（千葉大院）、宇田川真介（都立産技高専）、Projector-BOS法による不足膨超噴流の3次元再構成、P-08、2025年度衝撃波シンポジウム、2026年3月。

○岩田玄德、佐久間心（都立産技高専・専）、高橋怜（都立産技高専）、小笠原祐樹（東北大）、熊崎大知、村松武明、嶋村耕平（都立大院）、山岸雅人（産総研）、廣瀬祐介（サレジオ高専）、稲毛達朗（湘工大）、太田匡則（千葉大院）、宇田川真介（都立産技高専）、3Dプリンタ製トロイダルスロート臨界ノズルによる定常不足膨張噴流の可視化計測、P-09、2025年度衝撃波シンポジウム、2026年3月。