

新 創 見 創

学校法人 長崎総合科学大学
大学院 新技術創成研究所 所報

第 18 号

2023年 3 月

Institute for Innovative Science and Technology

Nagasaki Institute of Applied Science

巻 頭 言

「研究はアイデアだ！」

長崎総合科学大学 教授 影 本 浩



私は研究が好きで研究者になりました。「勉強」はわかっていることを学ぶことですが、「研究」はわかっていることを明らかにすることです。既存の技術を改善することも「研究」にはなり得ますが、既存の技術とは全く違うアイデアで、そのアイデアをモデル化し、すばらしさを実証してみせることが「研究」の醍醐味だと思っています。

私の経験からは、すぐれたアイデアは、いざアイデアを考えようとして机に向かって唸っても浮かんできません。それよりもむしろ、通勤の電車の中や、夜お風呂の湯船にゆっくりと浸かっているとき、すなわち、特に何も考えることもなくボーっとしているときに、突然ひらめいてきたりします。

ところで、これと全く同じことを話している講演を偶然聞いてすごくびっくりしたことがあります。TED Conferenceと呼ばれる世界的講演会をご存知でしょうか？ 毎年開催されるこの講演会では、各界の著名な講演者が様々なテーマについて講演しますが、インターネットを通じて聴くこともできます。私も英語の勉強を兼ねてよく聴いていますが、「退屈な時に優れたアイデアが思いつく仕組み（日本語訳）」という題目で、Manoush Zomorodi（マヌーシュ・ゾモロディ）というジャーナリストの女性が講演しているのを聴きました。その中では次のようなことが語られていました。以下、引用です。

「実は退屈すれば脳はひらめく。洗濯物をたたんでいる時やお皿を洗っているとき、あるいは窓の外をじっと眺めるなど特段何もしない時に際立って優れたアイデアを思いつくことがある。あなたの体が自動操縦の状態になっている時（特に何も考えていない時）、実は脳は忙しく活動し、アイデアを結びつけ問題解決するための神経結合を新たに形成し、生産的で創造的になる。逆に、時間ができたから、たまった仕事を片付けようとか、たまったメールに返事を書こうとか、忙しく仕事を次から次へと行なうと、脳の資源（グルコース）を使ってしまい、創造的なアイデアを考えるための物理的な資源が枯渇してしまう。」

というものでした。この講演を聴いて、本当に驚きました。私の体験談とほぼ全く同じことを言っているのです。しかも、「何もしていない時に新しいアイデアが湧く」ことには脳科学の面からの根拠があるというのです。

さらに驚くべきことに、これも偶然にもMSNニュースの中で、東京理科大学の脳科学者である篠原菊紀先生のお話が掲載されており、「ひらめき脳は「居眠り」や「まどろみ」、そして「ながら」で作られる」と題して、「創造力やアイデアなど「ひらめき」と関わるのが「デフォルト・モード・ネットワーク」という神経活動で、この神経活動は、ぼんやりしているとき、お風呂に入っているとき、

散歩しているときなどに活性化することがわかっています’といったことが書かれています。「ボーっとしている時」に、脳内の神経活動がむしろ活性化しており、思いがけない「ひらめき」が得られることがあるとのこと。

お風呂にまでスマホを持ち込んだり、歩きスマホをすることはやめて、ボーっとしている方がいいですね。ただし、「ひらめく」のは、日頃から考えつめている問題に対してで、そのような問題がなければ、ボーっとしていても何もひらめきませんが。

目 次

巻頭言

I 技術論文

島原半島におけるメタン発酵処理施設導入と液肥利用の調査

中道 隆広 …………… 1

リグニン由来の難黒鉛化炭素の金属イオン電池への適用に関する研究

杉田 勝、村上 信明、山邊 時雄 …………… 7

透析用出血検出機能付き止血バンドに関する基礎的研究

池 浩司、川添 薫 …………… 11

直列結合した構造体への波動ベースの断面形状変更の影響に関する研究

黒田 勝彦 …………… 17

RCPSP法による造船工程計画の実践（I）

－連動する日程計画・定盤計画・艤装計画の同時計画－

梶原 宏之、角田 二郎、荒金 卓也、高倉 俊治、欽 尚憲、緒方 洋典 …………… 25

小型超音速風洞のディフューザ内流れの可視化の向上

松川 豊、下山 大貴 …………… 31

II 研究活動報告

1. 研究部門・研究センター活動報告 …………… 37
2. 重点プロジェクト等成果報告書 …………… 55
3. 研究所員の研究活動状況 …………… 62

CONTENTS OF TECHNICAL PAPER

Research on the Introduction of Methane Fermentation Treatment Facilities and the Use of Liquid Fertilizer in Shimabara	NAKAMICHI Takahiro	1
Lignin derived Non-Graphitizing Carbons as Anode of Metal ion Battery	SUGITA Masaru, MURAKAMI Nobuaki, YAMABE Tokio	7
Fundamental Study on Hemostatic Band with Bleeding Detection for Dialysis	IKE Kohji, KAWAZOE Kaoru	11
Study on the effects of wave-based cross-sectional shape modification on series-coupled structures	KURODA Katsuhiko	17
Implementation of RCPSP method for shipbuilding process planning (I) –Simultaneous planning of interlocking schedule plan, surface plate plan and outfitting plan–	KAJIWARA Hiroyuki, KADOTA Jiro, ARAKANE Takuya, TAKAKURA Shunji, KUWA Takanori, OGATA Hironori	25
Improved visualization of the diffuser flow of a small-sized supersonic wind tunnel	MATSUKAWA Yutaka, SHIMOYAMA Daiki	31

島原半島におけるメタン発酵処理施設導入と液肥利用の調査

中道 隆広*¹

Research on the Introduction of Methane Fermentation Treatment Facilities and the Use of Liquid Fertilizer in Shimabara

NAKAMICHI Takahiro

Summary

An experiment and questionnaire survey were conducted to determine the effective use of organic waste discharged from the Shimabara Peninsula in Nagasaki Prefecture, using methane fermentation treatment to utilize the fermentation residue as a liquid fertilizer.

As a result of the methane fermentation experiment using local organic waste samples, approximately 300 ml of biogas was generated from 500 ml of organic samples, and the maximum value of 600 ml was confirmed. The biogas generated had a methane concentration of about 25% in the first week, but the concentration increased to about 54% in the fourth week. In addition, the fertilizer component of the digested liquid after the end of fermentation was confirmed to be like that of existing methane fermentation facilities.

A questionnaire survey on the use of methane fermentation digestate showed that 64.3% of the respondents would like to use digestate depending on conditions, 19.6% did not think so, and 10.7% did not know. More than half of the respondents indicated that they did not have a good understanding of what digestive juices are but were willing to use them under certain conditions.

As for the conditions for using digestate, 21.4% said it depends on the price, 13.6% said it is as effective or more effective than the fertilizer they currently use, and 12.6% said they would be willing to use it if they could have. Price, effectiveness, and the time and effort required for spray were also considered important conditions for the use of digestive solutions, and it was also clear that respondents were conscious of convenience and safety.

Keywords : (Methane fermentation, liquid fertilizer, user awareness survey, organic waste)

1. 緒言

産業活動が活発になると共に、生ごみや下水汚泥、食料となる家畜を飼育することで発生する家畜糞尿などの有

機性廃棄物の発生が多くなる。長崎県の島原半島では、農業や畜産業など一次産業が集中しており、全国的にも有数の食糧生産地域となっている。これらの畜産業から排出さ

*¹長崎総合科学大学 新技術創成研究所

れる有機性廃棄物は堆肥化され農地還元されるほか、産業廃棄物として焼却処分が行われてきたが、バイオマス資源としてメタン発酵処理を行うことで、メタンと二酸化炭素を主成分としたバイオガスを回収でき、メタン発酵処理後には発酵の副産物として消化液が発生する¹⁾。

この消化液は原料由来の窒素、リン成分を多く含んでいるため、水稻や牧草地への液体肥料として活用されている。島原半島は農業も盛んな地域であるため、この消化液を液体肥料として利用する事が出来れば、他地域から肥料の購入量を低下させ、地域での物質循環プロセスが構築できると考えられる。しかし、消化液の利用はこれまでの農作物への肥料効果や散布方法が異なるため、農業従事者に対して調査が必要である。

本研究では、メタン発酵処理施設を島原半島に設置するために、島原半島から発生する有機性廃棄物を用いたメタン発酵試験と消化液利用に向けた堆肥・肥料とメタン発酵に関するアンケート調査について調査・研究を行った。

2. 島原半島における課題

島原半島は、農業や畜産業が盛んであり、食料の生産地である。畜産では牛、豚およびブロイラーが飼育されており、これら家畜から大量の家畜汚泥が発生する。また、ジャガイモやニンジンなど様々な野菜が通年栽培されており、肥料や堆肥が投入されている。しかし、農作物生産に用いられる肥料や家畜から排出される汚泥に含まれる硝酸態窒素は、地下水汚染につながり、島原半島は全国有数の地下水汚染地域ともいわれている。これらの問題から長崎県は「第2期島原半島窒素負荷低減計画」に基づいて有機性廃棄物の削減と環境保全型農業を促進することで長期的な窒素負荷低減に取り組んでいる²⁾。

そのため、堆肥化施設等の開放系施設と違い、密閉系のメタン発酵処理施設で汚泥を処理することで、地下に浸透していた窒素成分を低減し、消化液として肥料成分が含まれている肥料を散布が可能なら、これらの問題を解決できる。

3. 家畜汚泥を用いたメタン発酵実験

3.1 実験方法

島原半島は畜産業が集中しており、乳用牛や肉用牛のほかに、養豚場、養鶏場が多い。畜産業から排出される

家畜排せつ物は主に液体と固体に分離（固液分離）された後に、液体は活性汚泥処理などの水処理により有機物等の項目を排水基準以下まで低下させたのち、自然放流が行われる。固体部分は堆肥化施設により好気性微生物の働きにより原料の発酵を促進させ、牛ふん堆肥として利用される。また、島原半島では地元企業がキノコ栽培で用いられる廃菌床が多く発生し、廃菌床を畜舎の敷材代わりとして利用しているため、2つの原料を利用したメタン発酵実験を行った。

これらの原料のメタン発酵では、原料の比率によってガス発生量に変化する。そのため、先行事例として久留米の畜産業者が牛糞と廃菌床を用いたメタン発酵施設を有しており、この施設の混合比率を参考に家畜汚泥：廃菌床：加水の比率を4：3：7とした。また、加水用の液体はメタン発酵の種菌として、久留米メタン発酵施設の消化液を純水で2倍希釈したものを加水した。発酵実験は1Lメジューム瓶の上部にガス採取用のアルミパイプを通した蓋を用意し、上記比率で作成したメタン発酵原料を容器に500ml分注して、嫌気状態にするため空隙を窒素ガスで置換し嫌気状態にして密閉し、発酵温度 $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、発酵期間を31日間とし、24時間ごとに手動攪拌を来ない、バイオガス発生量を調査した。また、発生バイオガスは7日ごとに組成分析を行った（ $n=3$ ）。

分析項目としてpH、ORP、T-N、T-P、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、含水率、固形物量（TS）、有機物量（VS）の分析をメタン発酵開始時と終了時の2回行った。簡易メタン発酵装置から発生したバイオガスの分析を1週間分のガスパックにサンプリングを行い、メタン、二酸化炭素、窒素、酸素および水素の濃度の分析をTCD検出器付きガスクロマトグラフGC-2014（島津製作所）を用いて分析した。

3.2 メタン発酵実験の結果および考察

メタン発酵の実験開始時と実験終了時のpHおよびORP測定した結果、実験開始時にpHとORPの値は適正值よりも低い値を示していたが、発酵期間31日後の各サンプルでは、メタン発酵が適正に行われるpHおよびORPの範囲は、pH6～8の中性域でORP-300mV以下が適正值とされており、簡易メタン発酵実験の各サンプルは適正值であり、メタン発酵は適正に行われる条件であっ

た。

メタン発酵におけるバイオガス発生量を図1に示す。実験開始時にバイオガスの発生を確認し、ガスの発生量は各サンプルでばらつきが有り、最もバイオガスが多く発生したのがサンプル①で、最も少なかったのがサンプル③であった。発酵期間 31 日間のバイオガス発生量の平均値は約 300ml であり、最も多く発生した時は 600ml の発生を確認した。実験開始から 26 日までのガス発生量はばらつきがあるものの、安定してガスが発生していたが、それ以降はすべてのサンプル瓶でガスの発生量が低下し、31 日目には約 150ml しか発生しなかったため、原料のメタン発酵が終息し始めたためと考えられる。また、500ml の原料から約 8,800ml のバイオガスが発生することを確認した。

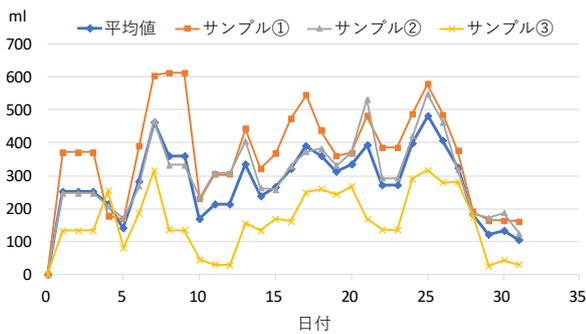


図1 各サンプル1日当たりのバイオガス発生量

次に発生したバイオガスの1週間ごとにサンプリングし、バイオガスの組成分析を、ガスクロマトグラフィーを用いて分析した結果を表1に示す。実験開始4週間以降のバイオガスでは、メタンと二酸化炭素が主成分となりガス組成も安定した。その時のメタンガス濃度は約 53%を示し、通常の乳用牛ふんを原料としたメタン発酵施設から発生するバイオガスの組成としては、メタンガスの濃度が約 55~60%と報告されており、本研究においても同等のメタンガス濃度であり平均的な濃度を示している。

次に、メタン発酵プロセスの運転や設計には、原料の化学分析が行われずに投入物の原料を基に検討しなければならないことも多い。本実験から得られたバイオガス発生量の理論値と比較を行うため、バイオガス発生量の試算を行った。バイオガス発生量の試算は、投入原料ごとの有機物成分 (VS) の分解率や、メタンガス濃度をあらかじめ

把握する事が出来れば、バイオガスの発生量を試算することができる。原料からのバイオガス発生量を試算するために、原料に含まれる有機物量の測定のため、強熱減量試験を行った。強熱減量試験は、原料を高温 (550℃) で加熱した際に揮散するものの質量を測る試験で、試験対象物に熱を加えることにより燃焼や熱分解させ、残質量を測定する。実験では実験開始時の原料を用いて固形物濃度 (TS) および有機物濃度 (VS) を各 3 回測定した結果を表 2 に示す。

次に、得られた結果から原料が 7.59%の VS 値である場合、これを本実験原料 1L のメタン発酵した場合、バイオガス発生量は以下の式になる³⁾。

$$\begin{aligned} \text{投入サンプルの VS 量} &: 75.80 \text{ g } (1,000 \times 7.58\%) \\ \text{VS 成分分解率} &: 30\% \quad (\text{文献値より}) \\ \text{メタン転換量} &: 11.40 \text{ NL} \\ & (76 \times 30\% \times 0.5 \text{ 生成メタン 文献値}) \\ \text{バイオガス発生量} &: 22.80 \text{ NL } (11.40 \text{ NL} / 50\%) \end{aligned}$$

表1 バイオガス組成分析結果

	①	②	③	平均
H ₂	0.0	0.0	0.0	0.0
O ₂	0.0	0.0	0.0	0.0
N ₂	5.1	5.3	6.6	5.6
CH ₄	56.2	55.1	51.8	54.4
CO ₂	38.8	39.6	41.7	40.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0

(単位：%)

表2 固形物濃度および有機物濃度測定結果

項目	含水率	固形物濃度 (TS)	有機物濃度 (VS)
各試料	90.01	9.99	8.49
	91.44	8.56	7.28
	91.80	8.20	6.97
平均	91.08	8.92	7.58

(単位：%)

試算の結果、投入原料 1L 当たりバイオガス 22.8L 発生する。本実験で得られた結果では 500ml 当たり 8.8L のバ

イオガスが発生しているため原料 1L に換算すると 17.6L のバイオガス発生量となり、理論値よりも低い発生量となる。最もバイオガスが発生したサンプル①のバイオガス発生量の積算値は、500ml で 11.47L のバイオガスが発生しており、原料 1L に換算すると 22.94L となり、理論値とほぼ同じ値を示していた。このことからメタン発酵実験のばらつきはあるものの、ほぼ理論値と同じバイオガス発生量であると考えられる。

しかし、今回の原料では廃菌床を投入しているため、有機物量が通常の乳用牛ふんに比べ多く投入されている。これらの分解率を考えると有機物濃度の分解率はさらに上昇すると考えられるが、今後の研究課題である。

次に、消化液成分分析結果を表 3 に示す。肥料成分となる窒素項目であるが、全窒素が約 2000 mg/L、アンモニア態窒素が約 700 mg/L を示した。実験開始時に比べ窒素成分が若干高くなっているが、原料に含まれるタンパク質等の分解等で数値が変化したと考えられる。また、全体の消化液の平均値と、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構の資料から、山田バイオマスプラントのデータと比較すると、実験用原料の作成時に希釈水として純水で希釈を行っているため、すべて消化液を利用した場合は約 2 倍の値になる。分析の結果、全窒素は約 4000mg/L、アンモニア態窒素は約 1450 mg/L と考えられる。硝酸態窒素および亜硝酸態窒素はごく少量であることを確認した。また、全リンでは約 1020 mg/L 程度になると考えられるので、山田バイオマスプラントの液肥と比較して近い数値であった。

4. 消化液利用のに向けたアンケート調査

4.1 メタン発酵消化液利用に関するアンケート調査の実施

メタン発酵処理後に副産物として発生した消化液は、先行文献や農業技術開発センターでの実証実験において肥料として利用できる可能性を大きく示している。しかし、これまでの慣行農法で作業をしてきた農家の方が、堆肥や固形物肥料と違い、液状での利用法は経験がほとんどない。また、消化液にどのようなイメージがあるのかを調査し、消化液の利用可能性については、①性別、②年齢、③農業形態、④栽培作物の種類、⑤肥料の購入先、⑥メタン発酵技術の認知、⑦メタン発酵の処理方法、⑧消化液の認知、

⑨消化液の肥料効果、⑩消化液の利用可能性についての 10 項目についてアンケートを実施した。今回のアンケート調査では、島原半島の北部地域と諫早地域の農家に対してアンケートを行った。

表 3 消化液成分の比較

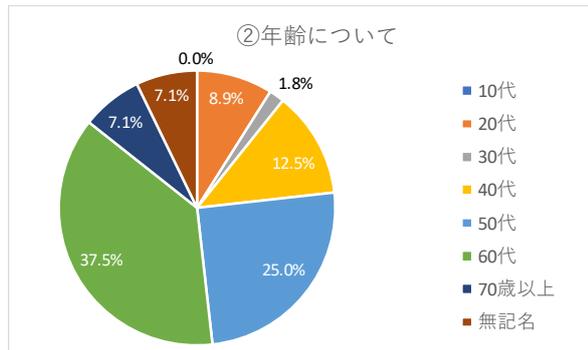
項目	メタン発酵実験 平均値	山田バイオマス プラント成分 ⁴⁾
含水率 (%)	94.3	95.8
pH	7.4	7.7
ORP (mv)	-286.9	—
全窒素 (mg/L)	2000.8	3,400
アンモニア態窒素 (mg/L)	724.3	1,800
硝酸態窒素 (mg/L)	0.7	<1
亜硝酸態窒素 (mg/L)	2.2	—
全りん (mg/L)	510.3	1,200

農家へのアンケート調査では、JA ながさき県央様と JA 島原雲仙様、島原半島内の関連企業の 2 社にご協力いただき、栽培作物の所属部会に参加している農家の方に対して実験で得られた消化液の肥料性状を記載した資料を添付した。本調査ではアンケート質問票にて実施し、56 件（アンケート用紙配布数 250 件：回収率 22.4%）から回答を得た。

4.2 メタン発酵消化液利用に関するアンケート調査の分析結果と考察

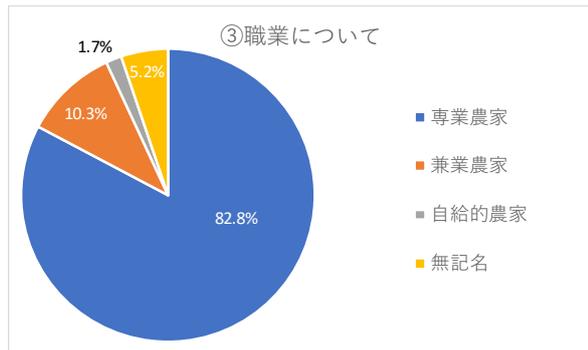
本調査で得た消化液の利用可能性についてのアンケート調査結果の抜粋を、以下に示す。

②アンケート回答者の年齢



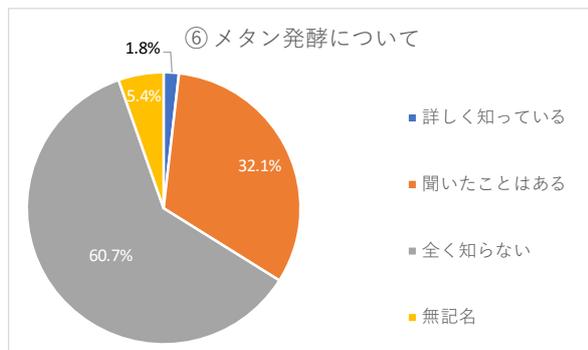
年代別割合は上図のとおりで、多かった順に60代が37.5%(21件)、50代が25.0%(14件)、40代が12.5%(7件)となった、50代・60代の回答者が全体のおよそ6割を占める結果となった。

③農業形態



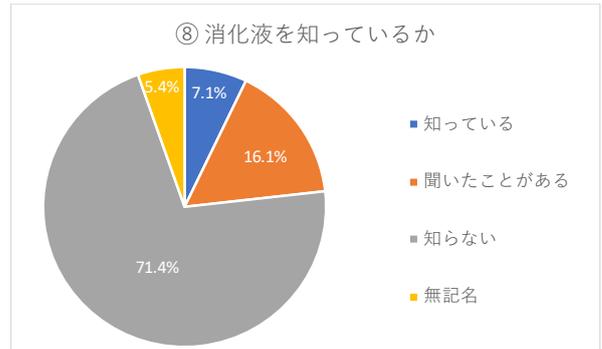
多かった順に専業農家が82.2%(48件)、兼業農家が10.3%(6件)となった。回答としてもっとも多かったものは専業農家で、前問②で50代・60代の回答者が多かったことが理由として考えられる。

⑥メタン発酵技術の認知



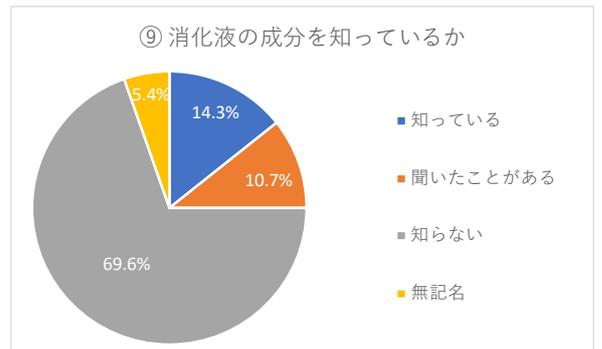
多かった順に全く知らないが60.7%(34件)、聞いたことはあるが32.1%(18件)となった。回答者の半数以上がメタン発酵について全く知らないと回答し詳しく知っているとは回答したのは1.8%(1件)と非常に少ない。

⑧消化液の認知



知らないと回答した人が71.4%(40件)、知っている、聞いたことがあると回答した人が合わせて23.2%(13件)となった。消化液を知らないと回答した割合が高かったのは、前問⑥で全く知らないと回答した人に加え、メタン発酵は知っているが消化液を知らない人がいたことが理由として考えられる。

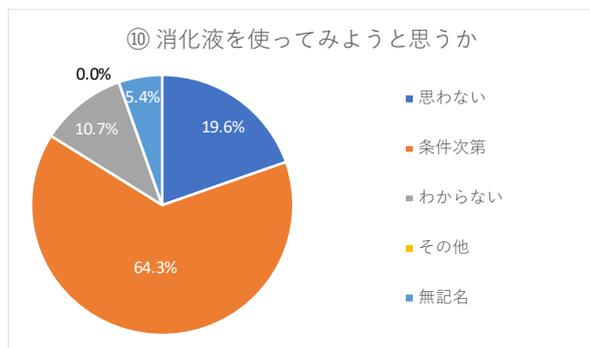
⑨消化液の肥料効果



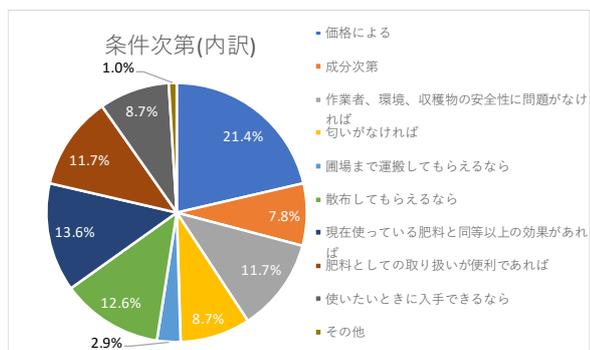
多かった順に知らないが69.6%(39件)、知っているが14.3%(8件)、聞いたことがあるが10.7%(6件)となった。知らないと回答した人が69.6%を占める結果となったのは、前問⑧で消化液を知らないと回答した人が多かったことが理由として考えられる。回答して頂いた方の内メタン発酵について知っていたのは全体の34%程であり、その内9割が「聞いたことがある」に止まっている。また、消化液の成分を「知らない」と答えた割合が約

70%を占めていた。メタン発酵を「知らない」と回答した割合が同じく70%近くを占めていたため当然の結果だと言える。

⑩消化液の利用可能性



回答者の消化液を使用したいかの割合は上図のとおりで、多かった順に条件次第が64.3%(36件)、思わないが19.6%(11件)、分からない10.7%(6件)となった。半数以上の人々が、消化液がどのようなものかあまり理解していないが、条件次第では使用してもよいと回答したため、追加項目としてどのような条件なら利用可能かについて、3項目までの複数回答方式でアンケートを実施した結果を以下に示す。



条件の割合は多かった順に「価格による」が20.8%(20件)、「現在使っている肥料と同等以上の効果があれば」が14.6%(14件)、「散布してもらえらるなら」が13.5%(13件)となった。使用の条件として、価格や効果、散布の手間などが重要視されており、他にも取り扱いが便利かどうか、安全性も意識していることが分かる。

5. 本研究のまとめ

メタン発酵実験を行った結果、サンプル量500mlからバイオガス約300mlが発生し、最大値は600ml発生を確認した。発生したバイオガスは第1週目ではメタン濃度は約25%程度だが、第4週目では約54%まで濃度が上昇している。また、発酵終了後の消化液の肥料成分は既存のメタン発酵施設に近い値を確認した。

メタン発酵消化液の利用についてアンケート調査を行った結果、消化液を使用したいかの割合は、条件次第が64.3%(36件)、思わないが19.6%(11件)、分からない10.7%(6件)となった。半数以上の人々が、消化液がどのようなものかあまり理解していないが条件次第では使用してもよいと回答した。

消化液を使用する際の条件として、価格によるが21.4%、現在使っている肥料と同等以上の効果が13.6%、散布してもらえらるなら12.6%となった。使用の条件として、価格や効果、散布の手間などが重要視されており、他にも取り扱いが利便性と、安全性について意識している事が明らかになった。

メタン発酵実験では、発酵処理施設の導入のためのバイオガス及び消化液の基礎調査と、アンケート調査では液肥利用についての農家の方々の様々な意見を知ることができた。今後については、発酵実験では今回は単一の酪農業者から原料である家畜汚泥を調達したが、複数の酪農業者からの家畜汚泥や野菜くずを混ぜ合わせるといった幾つかの組み合わせでデータを採る必要がある。また、今回のアンケート調査の結果から、農家の方が液肥を利用しやすくなるよう価格や運送コスト、利便性や安全性の方面から改善点を探していく必要があると考えられる。

参考文献

- (1) NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版
- (2) 長崎県島原市を対象とした地下水に対する農業由来の窒素負荷ポテンシャルマップの妥当性について、中川 啓, 渡辺 貴史, 天野 弘基 地下水学会誌 57(4), 483-493, 2015
- (3) 野瀬達也編著メタン発酵, 技報堂
- (4) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構の資料: 山田バイオマスプラントデータ

リグニン由来の難黒鉛化炭素の金属イオン電池への適用に関する研究

杉田 勝^{*1}・村上 信明^{*2}・山邊 時雄^{*2}

Lignin derived Non-Graphitizing Carbons as Anode of Metal ion Battery

SUGITA Masaru, MURAKAMI Nobuaki, YAMABE Tokio

Summary

In recent years non-graphitizing carbons (here we say “hard carbon”) have been studied as anode active materials of sodium ion battery and lithium ion battery.

Since before we have been studied several kinds of physical properties of hard carbon derived from xylene formaldehyde resin and we got several relations between physical properties and capacity of lithium ion battery.

We studied physical properties of hard carbon derived from lignin of natural wood. These results of them would be applicable to anode active material of lithium ion battery and sodium ion battery

Keywords : Metal ion Battery ,Non-Graphitizing Carbon(Hard Carbon), Lignin

1. 緒言

難黒鉛化炭素をナトリウムイオン電池(SIB)の負極に使用する研究が進んでおり、各研究機関により一般にハードカーボン(Hard Carbon(HC))と称される難黒鉛化炭素の構造とナトリウムイオンの吸蔵場所の関係が明らかにされつつある^{1),2),3),4)}。新技術創成研究所では長年にわたる研究で、石油、石炭由来のキシレン樹脂系の難黒鉛炭素(Hydro Graphene(HG))の物性とリチウムイオンの吸蔵場所の関係を明らかにしてきた^{5),6),7),8)}。一方、近年温暖化対策の一環として石油、石炭原料の製品が制限されつつあり、各所でその対策技術の検討がなされている。ここでは、製紙会社殿より提供された自然由来である木材のリグニンを原料とする難黒鉛化炭素の基礎物性を評価した結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 難黒鉛化炭素の原料

難黒鉛化炭素の原料として自然由来の高分子を選

定するにあたり、先行した多くの関連物質の熱履歴データを検討した結果、窒素雰囲気中、500℃以上の高温において容易に分解され重量減少分の多い高分子、例えばセルロース等を選定から除いた。それに対し、リグニンはフェノール樹脂同様に熱硬化樹脂の前駆体であり、窒素雰囲気中において加熱することにより固相重合し、さらに加熱することにより熱分解されて炭化水素化合物が形成され、多環状炭化水素構造を持つ難黒鉛化炭素となることが期待される。

今回の実験で使用した原料のリグニンは、製紙工場のパルプ製造工程から副産物として得られるクラフトリグニンである。具体的には、原料チップをNa₂SおよびNaOHからなる蒸解液で処理されたのちの廃残液である黒液（現状では一般にエネルギーと薬品回収のため燃焼処理されている）を化学処理して得られたものである。

2.2 示差熱分析装置による熱特性事前評価

*1 新技術創成研究所 客員教授

*2 新技術創成研究所 特命教授

提供されたクラフトリグニンの熱特性を、示差熱分析装置により基礎的に検討した。試験条件は下記の通りである。

- ・使用示差熱装置；リガク Thermo Plus TG-8120
- ・供試サンプル；受入れ時のクラフトリグニンの含有水分は、本装置を用いた簡易測定では 30～35%であった。これを 110℃×2 時間乾燥後、乳鉢で粉砕して試験に供した。
- ・サンプル量；約 10 mg
- ・雰囲気； 空気、窒素（ガスボンベより供給）
 - ・ガス流量；空気の場合 150m l /分、窒素の場合 200m l /分
 - ・試験温度；昇温速度を 10℃/分とし、265℃、365℃、550℃、650℃さらに 1000℃で、一定時間保持。

試験結果の例を Fig.1、Fig.2 に示す。今回の実験範囲では、

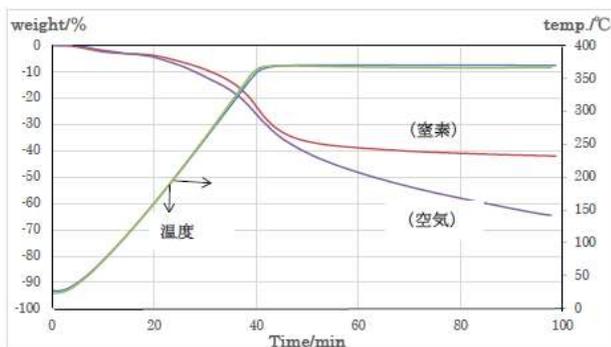


Fig.1 窒素雰囲気と空気雰囲気における重量減少の差異（設定温度 365℃）

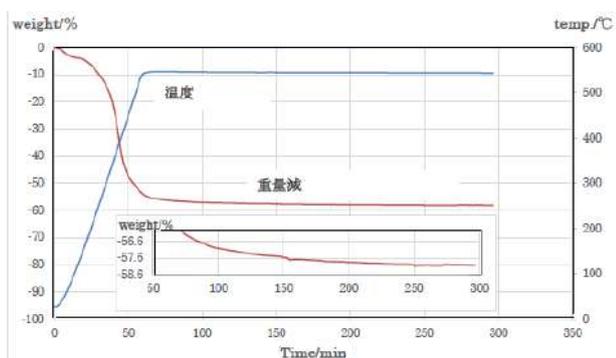


Fig.2 550℃設定時の重量減少（図中枠内は開始後 50 分以降の詳細）

1) 供試したクラフトリグニンは、N₂ 雰囲気での 1 時間保持後で比較すると、265℃で 17%、365℃で 42%、550℃で 57%、650℃で 62%程度の重量減少分であった。

2) 空気雰囲気と窒素雰囲気では、265℃ではほとんど差異はないが、365℃以上では顕著な差があった（空気雰囲気の方が重量減少がはやい（Fig.1））。

3) 550℃の保持の場合、その温度に達して 250 分後でも微量の減少がある（Fig.2）。

4) 原サンプルは（110℃乾燥後も）土色であるが、試験後は黒色となっており、また高温ほど強く硬化しているようである。

5) また予備的に、手持ちの別のリグニンで試験したところ、今回の試料に比べて重量減少が緩やかであった。リグニンの種類による熱特性の差異については今後の検討課題である。

2.3 焼成炭化およびその他の供試試料作成条件

焼成炭化するために、2.2 の熱特性データを参考にし、さらに従来の研究であるキシレン樹脂前駆体の焼成炭化により作製した難黒鉛化炭素(HG)での結果^{7),8)}を参考として条件を決定した。

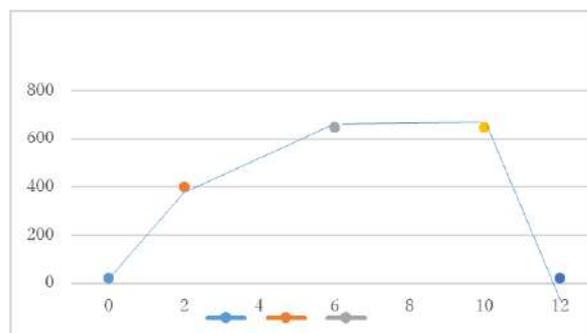


Fig.3 窒素雰囲気の炭化条件（横軸：時間（h）、縦軸：炉内温度（℃））

磁器ボートに約 15g のクラフトリグニンを入れて、窒素雰囲気中の電気炉内ガラスチューブの中央部にセットし、各設定温度において焼成した炭化物を得た。窒素流入速度は 250mL/分とした。

炭化の時間—温度プロファイルを図 3 に示す。目的の焼成炭化温度を達成するために、まず、常温から 400℃まで 2 時間昇温し、その後 400℃から設定し

た所定温度例えば 650℃まで 4 時間で昇温する、650℃で 4 時間保持したあと、650℃から常温まで放置し降温させた。他の各設定温度でも同様の操作で行った。設定温度は 550℃、600℃、650℃、750℃、800℃の 5 条件である。

各設定温度により炭化して得られた炭化物を 60 μ以下に粉碎し、供試試料とした。以下、炭化物試料を HGL、また例えば焼成炭化温度 650℃で得られた炭化物を HGL650 と呼称する。

2.4 物性測定

炭化物試料について XRD (X 線回折) 測定装置により層間隔 d002 を測定した。測定装置は RINT2000 を用い、解析ソフト PDXL2 を使用した。また、Anton Paar 社製 Quantachrome Quandrasorb によって細孔分布を測定した。

Table 1. HGL の各種物性

試料	焼成温度	収率	層間隔	結晶子隙間	
	(℃)			(%)	d002(nm)
HGL550	550	36.1	0.2826		
HGL600	600	34.8	0.2835		
HGL650	650	34.5	0.3824	0.4~1.0	19(peak)
HGL750	750	33.9	0.3750		
黒煙 (Timcal)			0.3386		

3. 結果と考察

3.1 炭化物の物性測定結果の概略

Table1 に各焼成温度において得られた炭化物 HGL の物性をまとめて示す。

収率は HGL650 で 34.5wt/wt%, HGL750 で 33.9wt/wt%であった。XRD分析、細孔分布測定の結果については、それぞれ次項 3.2、および 3.3 に示す。

3.2 XRD 測定結果

炭化物試料の XRD 測定結果例を、Fig.4~Fig.6 に示す。

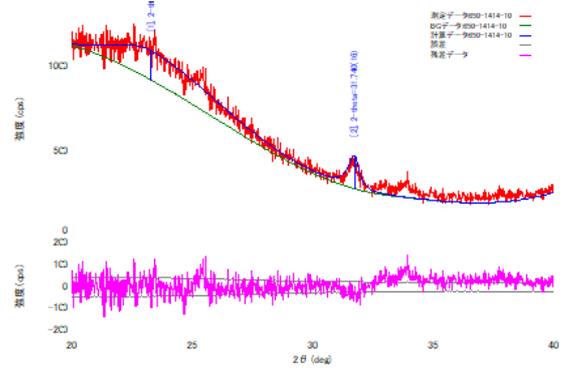


Fig.4 炭化物 HGL650 の XRD 測定図

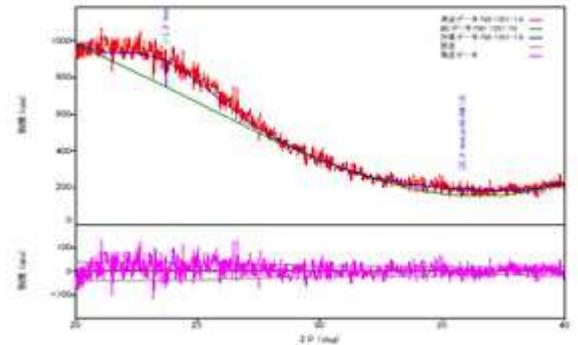


Fig.5 炭化物 HGL750 の XRD 測定図

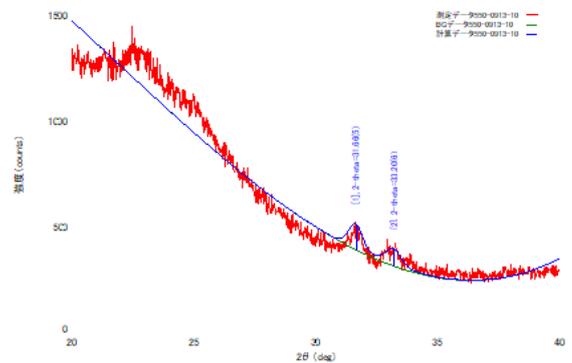


Fig.6 炭化物 HGL550 の XRD 測定図

3.3 細孔分布測定結果

Fig.7 に炭化物 HGL650 の細孔分布曲線を示す。結晶子間の隙間容積(pore size volume)が細孔径 0.4~1.0nm で大きな値(cc/nm/g)を示した。

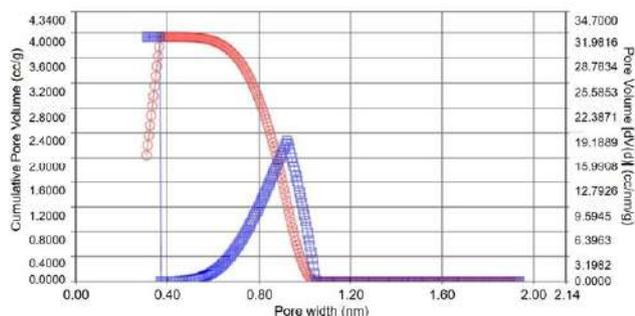


Fig.7 炭化物 HGL650 の細孔分布曲線

3.4 考察

かねてより新技術創成研究所にて実験、研究をしてきたキシレン樹脂前駆体を原料とした難黒鉛化炭素(HG)の物性を評価した結果、HGの充放電容量を制御する物性として、①炭化物の持っているグラフェン構造の層間隔(d_{002})および②炭化物(HG)の水素と炭素の原子比(H/C),さらに③HGの結晶子間の隙間容積(pore size volume)が重要な指標物性であることが判明しており^{1),2),4)}、今回対象としたリグニン由来の炭化物(HGL)は測定した層間隔(d_{002})が、黒鉛に比して極めて大きい値(nm)であること、結晶子間の隙間容積(pore size volume)が細孔径 0.4~1.0nm で大きな値(cc/nm/g)を示しており、リチウムイオン電池用、ナトリウムイオン電池等大容量金属イオン電池の負極活物質として応用される可能性が高いと評価される。

4. 結論

リチウムイオン電池、またナトリウムイオン電池の負極活物質として、難黒鉛化炭素が期待されている。今回、従来より新技術創成研究所において実験、研究がなされてきた石油、石炭由来の難黒鉛化炭素(HG)⁷⁾に類似するリグニン由来難黒鉛化炭素(HGL)について、その物性を実験により基礎的に評価し、適用可能性を確認することができた。

謝辞

今回供試したサンプルは、日本製紙株式会社殿より試験用に提供されたものであり、ここに深く謝意を表すものです。

引用文献

- (1) 嶋津沙織、石川徹、藪内直明、白石壮志、後藤和馬、武田和行、駒場慎一、スクロース焼成炭素材料の微細構造とナトリウム吸収機構 電池討論会53-2E22 (2012)
- (2) 蚊野聡、北条伸彦、伊藤修二、藤本正久、ナトリウムイオン電池用炭素負極の基礎評価、電池討論会55-3D05 (2014)
- (3) 萩原理加、沼田昂真、福永篤史、酒井将一郎、新田耕二、炭山宣也、竹内健、第55回電池討論会講演要旨集3D06, p330 (2014)
- (4) 田中陽子、五十嵐大輔、久保田圭、多々良諒一、駒場慎一 各種グルコン酸塩由来ハードカーボンの構造とNaイオン電池の負極特性、電池討論会62-2H07(2021)
- (5) M.Wakihara and O.Yamamoto, "High Capacity"Non-graphite Carbons Lithium Ion Batteries, WILEY-VCH, p140-144(1998)
- (6) M.Wakihara and O.Yamamoto, Electrochemistry of Hard carbons Lithium Ion Batteries,WILEY-VCH, p112-114(1998)
- (7) 杉田勝、山邊時雄 所報17号 p 1-4(2022)
- (8) T. Yamabe et al., Synthetic Metals 145, 31(2004)

透析用出血検出機能付き止血バンドに関する基礎的研究

池 浩司^{*1}・川添 薫^{*2}

Fundamental Study on Hemostatic Band with Bleeding Detection for Dialysis

IKE Kohji , KAWAZOE Kaoru

Summary

Recently, the number of dialysis patients with dementia is increasing rapidly. Therefore, resting during dialysis and hemostasis after dialysis have become problems. Compression hemostasis is used to stop bleeding after needle removal in hemodialysis patients by securing a hemostasis pad with a tourniquet. If the tourniquet is not strong enough, bleeding may occur, and if it is too tight, blood flow may be stopped. Therefore, some experience is required to determine the tightness of the tourniquet, and the medical personnel need to be notified promptly in case of bleeding.

In this study, a prototype tourniquet with a bleeding detection function using a photo reflector was fabricated and the characteristics of the electronic circuit were evaluated. In addition, a shunt limb puncture simulator was fabricated and the operation of the tourniquet with bleeding detection function was verified. The experimental results suggest the possibility of using an electronic buzzer to notify the surrounding area in the event of bleeding. The results of this study are significant as basic research on medical devices for safer dialysis of patients with dementia.

Keywords : (hemodialysis, hemostasis, hemostasis band, shunt limb puncture simulator)

1. はじめに

近年、認知症を伴った透析患者が急増している。そのために、透析中の安静、及び、透析後の止血が問題となっている。実際の血液透析患者における抜針後の止血は、止血点に圧迫綿をあて、布製やプラスチック製の止血バンドを用いて止血を行う圧迫止血が一般的である。止血バンドはシャント肢に巻き付け、マジックテープ等で固

定される。シャントは透析患者が透析に必要な血流量を確保するために動脈と静脈を吻合したもので、一般的には患者の自己血管を用いた内シャントが作製される。シャント血管は通常の静脈より血流量が多く、透析患者により血流量が異なる。このため、止血バンドで圧迫綿を固定する際にバンドの強さが弱ければ出血の可能性がある。患者自身が早期に出血に気づかない場合もあり、出

^{*1} 工学部 工学科 医療工学コース 講師

^{*2} 工学部 工学科 医療工学コース 教授

血時には医療従事者に迅速に知らせる必要がある。一方、バンドを強く締め付ければシャント血流を止めてしまう恐れがあり、血液滞留による血栓により内シャントの狭窄や閉塞などの問題が生じる。このため、止血バンドの締め付け強度に関してはある程度の経験が必要であり、止血後にシャント音の確認や血管のスリルを感じることが必要である。

本研究では、透析後の患者の圧迫綿(止血バンド)からの出血を早期に発見するため、出血時にブザーで出血を知らせる出血検出機能を持たせた止血バンドの開発及び動作確認を行うためのシャント肢穿刺シミュレータの開発に関する基礎的研究を行う。

2. バスキュラーアクセスと透析後の止血方法

2.1 バスキュラーアクセス

血液透析を実施するにあたり、透析患者から 100～300mL/min の血流量を脱血する。このため、透析患者はバスキュラーアクセス (vascular access : VA) を作製する必要があり、VA はさまざまな種類がある。現在の透析患者の VA の種類と割合は一般社団法人日本透析医学会の調査¹⁾によると、自己血管による動静脈瘻 (arterio-venous fistula : AVF) は男性で 91.5%、女性で 84.6% を占めており現在の主流となっている。AVF は動脈と静脈を外科的に吻合し、動脈血の一部を静脈側に分流させることで、血液透析時に静脈穿刺により血流量を確保することが可能である。Fig.1 に動脈(Artery)の側と静脈(Vein)の端をつないだ側端吻合を示す²⁾。一般的に血液透析を行うのに必要な血管内の血流量は 500～1,000mL/min とされている³⁾。

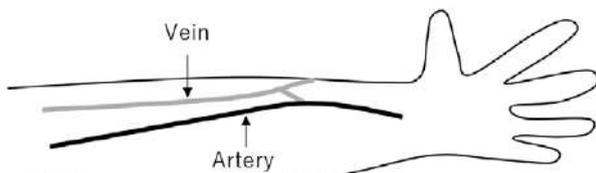


Fig.1 Arterio-venous fistula

2.2 透析後の止血方法

AVF により透析を行った患者は透析後に圧迫綿を針孔(ピンホール)に当てる圧迫止血が一般的に用いられ、圧迫綿を固定するために Fig.2 のような止血バンドが広く使

用されている。止血バンドは伸縮性があり圧迫綿を抑える圧力を調整可能である。圧迫綿を抑える圧力は患者毎に異なり、止血バンドで強く締め付けシャント血流を遮断させたり、緩く締め付け出血させたりしないことが条件である。

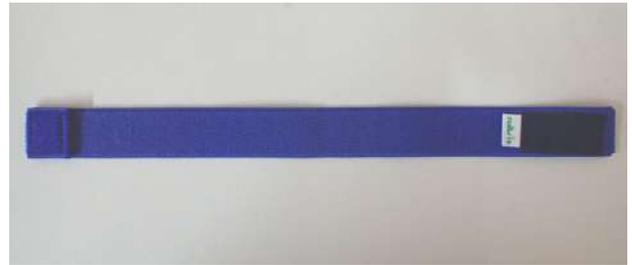


Fig.2 Hemostasis band

3. 実験用シミュレータ及び回路について

3.1 シャント肢穿刺シミュレータの作製

本研究では、血液透析後に圧迫止血された止血点からの出血を早急に検知するための出血検出機能付き透析用止血バンドの検証を行う。このため、透析患者のシャント血流量である 500～1,000mL/min を流すことのできる穿刺シミュレータが必要になる。しかし、一般的な穿刺シミュレータである静脈注射シミュレータでは血流量が少なく十分なシャント血流量を確保することが困難である。そこで、透析患者の血流量を確保可能なシャント肢穿刺シミュレータの作製を行った。Fig.3 に作製したシミュレータの構成図、Fig.4 に実際に作製したシミュレータの写真を示す。なお、模擬血液として着色用綿棒(京都科学)で着色した水を使用した。また、回路全体のプライミングボリュームは 150ml であった。

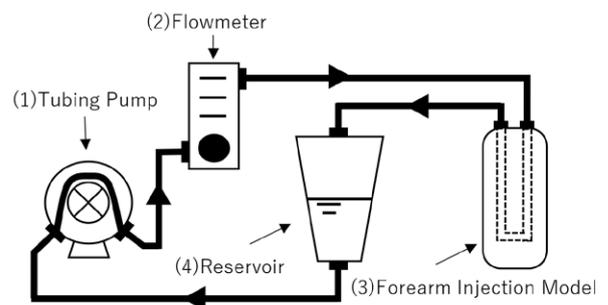


Fig.3 Configuration diagram of the Shunt limb puncture simulator

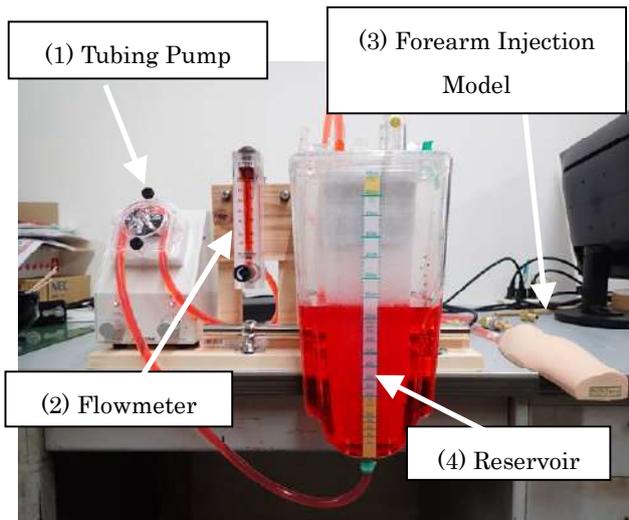


Fig.4 Photograph of shunt limb puncture simulator

- 1) チュービングポンプ(Tubing Pump)
チュービングポンプ(TP-20SA、アズワン)を使用。5～1,000mL/min の流量制御。
- 2) 流量計(Flowmeter)
フローメーター(M-15、LZT)を使用。200～2,000mL/min を測定可能。
- 3) 前腕注射モデル(Forearm Injection Model)
前腕注射モデル(BJT-01、レジーナ)を使用。
- 4) リザーバ(Reservoir)
人工心肺用のリザーバを使用。

3.2 出血検出回路

止血点からの出血を検出するためにフォトリフレクタを用いて圧迫綿に赤外線(940nm)を照射し、反射された赤外線量より出血の有無を検出する回路を作製した(Fig.5)。電源電圧(Vcc)はコイン電池(CR2032)を2個使用し6Vとした。フォトリフレクタ(TPR-105F)は圧迫綿より2mm離れた位置に配置した(Fig.6)。出血検出の原理は、出血がなければ圧迫綿は白色のため、照射した赤外線の多くが反射され、コンパレータ(LT1013)のプラス側入力端子(V+)がほぼVccとなる。このため、コンパレータの出力(Vo)がほぼVccとなり発振器内臓電子ブザー(HDB06LFPN)の電位差がなくブザーが鳴らない。一方、出血がある場合は圧迫綿が血液で赤色になる。模擬血液に浸した圧迫綿を使用したところV+がVcc/2となったため、コンパレータのマイナス側入力端子(V-)を2Vcc/3とした。これにより、出血を観測時にはコンパレータの出

力が小さくなり電子ブザーにVcc-Voの電圧がかかり電子ブザー発振状態となり音が鳴る。

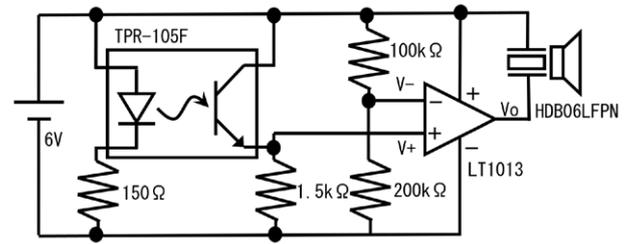


Fig.5 Bleeding detection circuit

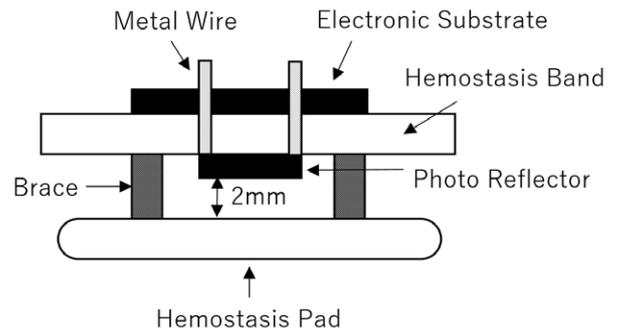


Fig.6 Photo reflector sensor section

Fig.7 に出血検出回路を基板に実装し止血バンドに装着したフォトリフレクタと接続した写真を示す。出血検出回路部は積層構造となっており、上層より実装基板、シリコンテープ、電池ケース(CH01-2032)、マジックテープの順に構成されている。また、Fig.8 にフォトリフレクタの裏面(圧迫綿との接触面)の写真を示す。フォトリフレクタの前後に支柱がありフォトリフレクタより2mm離れた状態で圧迫綿が接触する構造となっている。

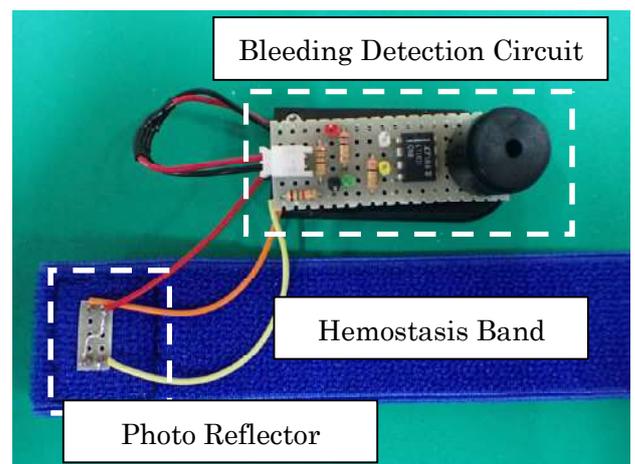


Fig.7 Photograph of prototype bleeding detection circuit

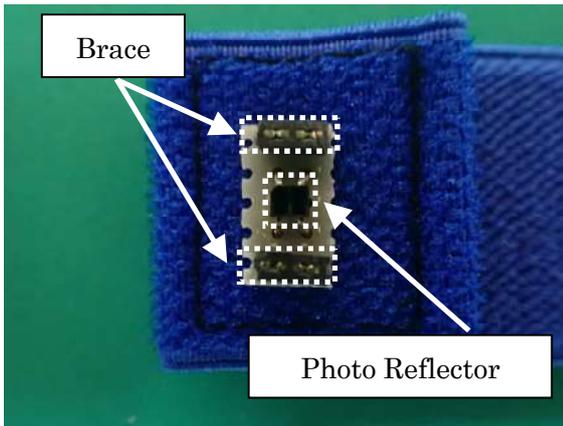


Fig.8 Photograph of prototype photo reflector sensor section

4. 実験方法

4.1 出血検出回路評価

出血検出回路の電源電圧及びV-の電圧値を測定する。また、フォトリフレクタに白色の圧迫綿及び模擬血液で着色した赤色の圧迫綿を 2mm 離して置いた場合のコンパレータのプラス側の入力端子(V+)及びコンパレータの出力(Vo)をオシロスコープで観測した。

4.2 出血検出機能付き止血バンドの動作確認

シャント肢穿刺シミュレータを用いて前腕注射モデル部に 16G の穿刺針で穿刺を行いピンホールより出血を模擬した。試作した出血検出機能付き止血バンドを出血点に装着し、流量 800ml/min にて模擬血液を流し、出血検出の可否を評価した(Fig.9)。

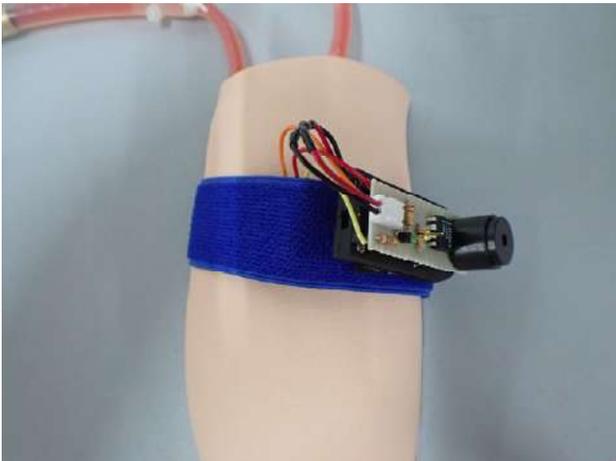


Fig.9 Photographs confirming operation using a shunt limb puncture simulator

5. 実験結果

5.1 出血検出回路評価結果

出血検出回路の電源電圧は 4.18[V]であり、コンパレータのマイナス側の入力端子(V-)は 2.65[V]であった。フォトリフレクタより 2mm 離して白色の圧迫綿を置いた場合のコンパレータの入力(V+)及び出力(Vo)をオシロスコープで観測した波形を Fig.10 に示す。V+は最大値で 3.29[V]となり、コンパレータの出力電圧(Vo)は 3.61[V]であった。電子ブザーは発振状態から発振停止状態となった。また、圧迫綿をフォトリフレクタより離れた場合の波形を Fig.11 に示す。V+は低下しほぼ 0V となり電子ブザーは発振停止状態から発振状態となった。

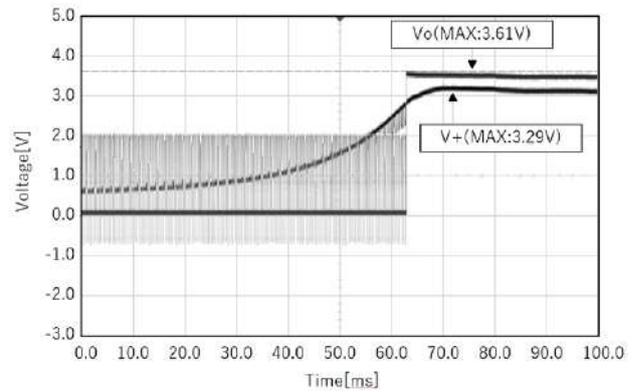


Fig.10 Output Waveform
(When White Hemostasis Pad was placed)

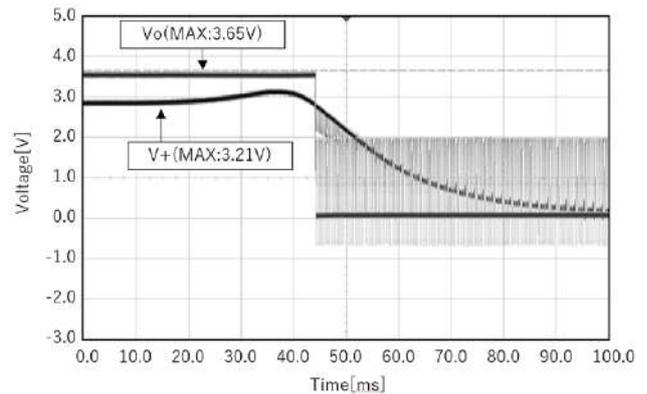


Fig.11 Output Waveform
(When White Hemostasis Pad was released)

フォトリフレクタより 2mm 離して模擬血液で着色した赤色の圧迫綿を置いた場合のコンパレータのプラス側入力端子(V+)及び出力電圧(Vo)をオシロスコープで観測し

た波形を Fig.12 に示す。V+は最大値で 3.29[V]であり、Vo は 1.84[V]であった。電子ブザーは発振状態であった。また、圧迫綿をフォトリフレクタより離れた場合の波形を Fig.13 に示す。V+は低下しほぼ 0V となったが、Vo は 1.92[V]で電子ブザーは発振状態であった。

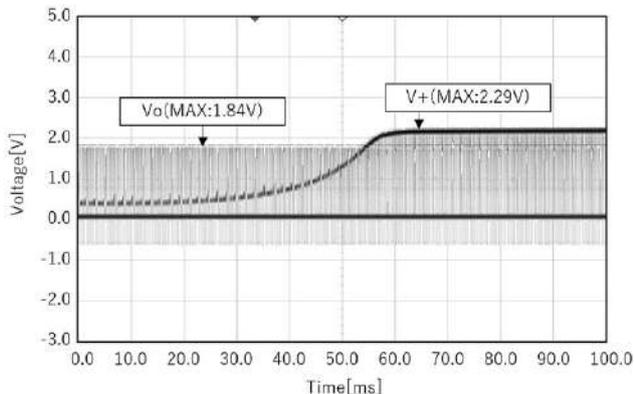


Fig.12 Output Waveform

(When Red Hemostasis Pad was placed)

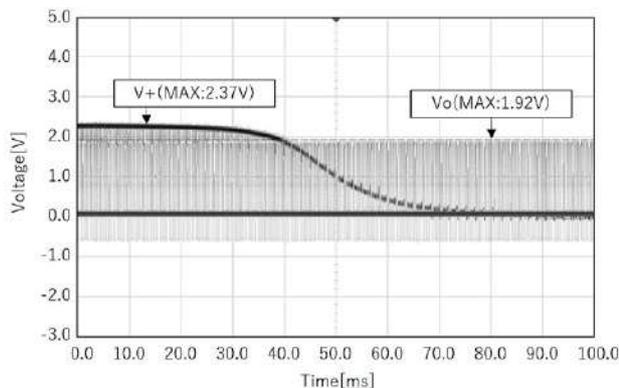


Fig.13 Output Waveform

(When Red Hemostasis Pad was released)

5.2 出血検出機能付き止血バンドの動作確認結果

シャント肢穿刺シミュレータを用いて前腕注射モデル部の一部に針孔を開け、圧迫綿で抑え試作した出血検出機能止血バンドで軽く圧迫し、流量 800ml/min で模擬血液を流した。針孔から流れ出る模擬血液が圧迫綿に吸収され圧迫綿上部まで染み込むと電子ブザーが鳴るのを確認した。

6. 考察

本研究では検出機能付き止血バンドに関する基礎的研究として、白色の圧迫綿と赤色に染色した圧迫綿をフォトリフレクタより 2mm の位置に置いた場合の出力電圧の差異について評価を行った。実験結果から白色の圧迫綿を置いた場合はコンパレータのプラス側の入力端子(V+)の電圧は 3.29[V]となり、コンパレータのマイナス側の入力電圧(V-)である 2.65[V]と比較すると高い電圧となるため、コンパレータの出力電圧(Vo)は 3.61[V]となり電源電圧 4.18[V]との差異が 0.57[V]であるため電子ブザーは発振停止となった。一方、赤色の圧迫綿を置いた場合は V+の電圧は 2.29[V]となり、V-の入力電圧である 2.65[V]と比較すると低い電圧となるため、電子ブザーが発振状態となりコンパレータの出力電圧は 1.84[V]となり電源電圧 4.18[V]と差異が 2.34[V]となった。これらの結果から、出血の有無を検出し電子ブザーで知らせることができる可能性が示された。

しかし、電源電圧は 3[V]のコイン電池を 2 個直列に接続し使用しているため無負荷(開放状態)では 6[V]が出力されるが実測値では 4.18[V]と 1.82[V]の電圧低下となった。これは電源電圧を 4.2[V]と仮定すると理論値での消費電流はフォトリフレクタの入力側で 18mA、出力側で 1.5mA~2.2mA、コンパレータのマイナス側入力電圧(V-)に 0.014mA、コンパレータの電源に 0.5mA の電流が流れる。電子ブザーはスペック表に記載がなかったため、実測し 4mA(@2.4V)を確認した。これらを合計すると 24~25mA となる。実際に定電圧電源を用いて 4.2[V]を出血検出回路の電源電圧として印加した場合、電流値は 24~25mA であったため理論値と一致する。電圧低下の原因は、コイン電池の定格電流値が 0.2mA であるため定格より大きな大電流を流したためコイン電池の内部抵抗による電圧降下があったと考えられる。

また、圧迫綿を締め付ける強度を強くするとフォトリフレクタとの距離が 2mm より小さくなり、検出の際の誤差につながると考えられる。

これらの結果から、今後は出血検出回路の低消費電力化と小型化及び圧迫綿の締め付け強度を考慮した改良が必要であると考えられる。今回の研究結果は、認知症を伴った患者をより安全に透析するための医療器具の基礎的研究として意義がある。

謝辞

本研究は、長崎総合科学大学新技術創成研究所の助成により行われたものであり、ここに謝意を表します。

参考文献

- (1) 一般社団法人日本透析医学会統計調査委員会：わが国の慢性透析療法の状況(2017年12月31日現在)
- (2) 人見泰正：VAの種類と特徴,Clinical Engineering,Vol.34,No.1(2023),pp.9-16
- (3) 小林大樹：エコーによるVA管理実践編・形態評価と機能評価,Clinical Engineering,Vol.34,No.1(2023),pp.28-37

直列結合した構造体への波動ベースの断面形状変更の影響 に関する研究

黒田 勝彦^{*1}

Study on the effects of wave-based cross-sectional shape modification on series-coupled structures

KURODA Katsuhiko

Summary

This paper focuses on the transfer characteristics of the structure and describes the investigation of structural modifications aimed at vibration reduction during operation. Numerical analysis is being conducted to investigate a structure that lowers energy transmittance, namely, lowers coupling loss factor, by providing the vibration-reducing ribs for preventing vibration transmission to the evaluation element. We applied the proposed method to a handheld vacuum cleaner with three elements connected in series, and examined the effectiveness of the vibration reduction effect on the handle element by using SEA using FEM.

Keywords : (Statistical Energy Analysis, Wave guide, FEM, Bending wave, Transmittance)

1. はじめに

近年、設計の上流工程においても機械構造物の振動や音圧の精度のよい予測が求められている。また、環境問題の点や商品の付加価値を高めるためにも、低振動・低騒音であることが要求され、振動騒音解析の技術者にとって可聴周波数域までの振動騒音対策が不可欠となっている。可聴周波数域の振動・騒音問題を解決する手法の一つに、統計的エネルギー解析法 (Statistical Energy Analysis; 以下 SEA) ⁽¹⁾がある。SEA は、対象系を要素の集合体とみなし、要素間のパワー平衡に注目する手法である。SEA モデルの構築方法に着目すると、設計の上流工程では半無限構造物の波動伝搬理論をベースに導出された解析 SEA^{(2), (3)}が有効である。また、形状の図面デー

タが存在するならば FEM を用いた SEA^{(4), (5)} (FEM 上で実験 SEA モデルを構築すること) が有効であり、実機が存在するならば、実験 SEA^{(2), (6)}が有効であると思われる。

SEA を用いた振動エネルギーや音エネルギーの予測を行う上では、精度の高い SEA パラメータ (内部損失率や結合損失率) の同定が必要となる。一般的に内部損失率は、構成部材の材料特性に左右されることが多い。一方、結合損失率は、系の結合状態におけるエネルギー流れを示すパラメータであり、値が大きければ要素から要素へエネルギーが流れやすいことを示している。はりや板構造の解析 SEA において、結合損失率は、結合長、断面積、表面積、曲げ波速度やエネルギー透過率で整理されており、エネルギー透過率は、材料特性、断面積、板厚等で

^{*1} 工学部 工学科 機械工学コース 教授

表される。デザインの観点から、表面積を変更させることは困難と思われ、異種材質を使用することも難しい。そこで、結合長、断面積、板厚の変更が設計の上流段階での構造変更案となる。著者らによって、エネルギー透過率に注目し、タイヤ構造の内部に対して断面形状の変化による振動制御が検討されている⁽⁷⁾。基の断面形状よりも厚くすることにより透過率を下げたタイヤ振動を抑制し、タイヤからの放射音を下げようという試みが行われている。一方、松村らは、解析で検討できない複雑な周期構造物に対して、透過率を減衰の増幅率として再定義し、FEMを用いて振動抑制のできる周波数帯域を狙った検討を行っている⁽⁸⁾。

以上の背景の下、本報では、ハンディタイプ掃除機を模擬した3要素が直列に結合した構造において、解析SEAとFEMベースの実験SEAによる数値解析による比較とエネルギー透過率に着目し結合損失率を変更させる構造変更の影響について検討することを目的とする。

2. SEAモデル構築の基礎理論

2.1 SEA基礎式 SEAは、対象系(system)を要素(subsystem)の集合体とみなし、要素間のパワー平衡に着目する。 r 要素からなる系のSEA基礎式は、次式で表される⁽¹⁾。

$$\mathbf{P} = \mathbf{L}\mathbf{E} \quad (1)$$

$$\mathbf{L} = \omega \begin{pmatrix} \eta_{1,1} + \sum_{i=1}^r \eta_{1,i} & -\eta_{2,1} & \cdots & -\eta_{r,1} \\ -\eta_{1,2} & \eta_{2,2} + \sum_{i=2}^r \eta_{2,i} & \cdots & -\eta_{r,2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -\eta_{1,r} & -\eta_{2,r} & \cdots & \eta_{r,r} + \sum_{i=r}^r \eta_{r,i} \end{pmatrix} \quad (2)$$

ここで、 ω は中心角振動数、 \mathbf{E} は要素エネルギーベクトル、 \mathbf{P} は入力パワーベクトルである。損失率マトリクス \mathbf{L} は、内部損失率 $\eta_{i,i}$ (Internal Loss Factor; 以下ILF)と結合損失率 $\eta_{i,j}$ (Coupling Loss Factor; 以下CLF)を成分とする。ILFとCLFを評価し、損失率マトリクス \mathbf{L} を生成することをSEAモデルの構築と称す。

2.2 解析SEA 解析SEAは、半無限構造物の波動伝搬理論をベースに各種パラメータを定義しており、対象構造が存在しない設計の上流工程での利用が一般的である。様々な仮定、条件、定義がある⁽¹⁾。

2.2.1 波動理論によるエネルギー伝搬特性 直列接続した断面が異なる2つの半無限はりを対象にCremerらが提案する結合部の曲げ波の透過率 t と反射率 r を文献(7)と(9)に従い以下に示す。

$$\begin{aligned} r &= \frac{2\psi(1-\kappa^2) - j\kappa(1-\psi)^2}{\kappa(1+\psi)^2 + 2\psi(1+\kappa^2)} \\ r_j &= \frac{\kappa(1-\psi)^2 - j\kappa(1-\psi)^2}{\kappa(1+\psi)^2 + 2\psi(1+\kappa^2)} \\ t &= \frac{2(1+\kappa)(1+\psi)}{\kappa(1+\psi)^2 + 2\psi(1+\kappa^2)} \\ t_j &= \frac{2(\psi-1) - j2\kappa(1-\psi)}{\kappa(1+\psi)^2 + 2\psi(1+\kappa^2)} \end{aligned} \quad (3a,3b,3c,3d)$$

ここで、下付きの j はその近接波を示し、

$$\begin{aligned} \kappa &= \frac{k_2}{k_1}, \quad \psi = \frac{k_2^2 B_2}{k_1^2 B_1}, \quad B = EI \\ k &= \frac{\omega}{c_b}, \quad c_b = \sqrt{\omega} \times \left(\frac{EI}{\rho S} \right)^{0.25} \end{aligned} \quad (4a,4b,4c,4d,4e)$$

であり、 k は曲げ波数、 c_b は曲げ波速度、 E はヤング率、 I は断面二次モーメント、である。

2本の半無限はりの基準の断面寸法は、beam 1の断面が厚さ0.02 m、幅0.05 m、 $S1 = 0.001 \text{ m}^2$ 、beam 2のはりは断面の厚さ0.04 m、幅0.07 m、 $S2 = 0.0028 \text{ m}^2$ でありどちらも同材質とした場合の、断面積比 $S2/S1$ のパラメータを変動させて算出した結果を図1に示す。図1より、beam 1からbeam 2、すなわち、断面が異なる連続した2つのはりでは、断面が小さい方から大きい方への曲げ波は振幅比が小さくなっていくため、伝わりにくいことが確認できた。赤枠で囲ったところが、基準として算出した値である。

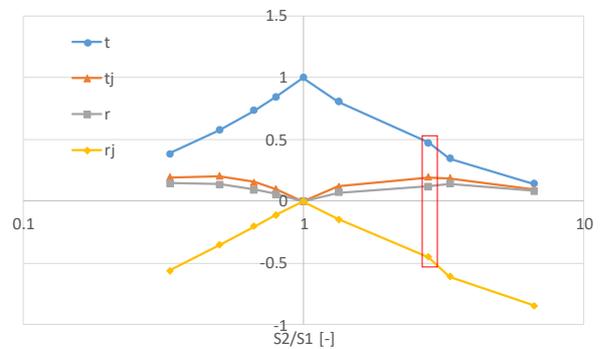


Fig.1 Transmission and reflection efficiency of a cross-sectional area changes as function of the area ratio.

そして、ライン結合の要素 i, j 間の CLF はエネルギー透過率 τ を用いて以下の式で表される。

$$\eta_{ij} = \frac{2c_b L \tau_{ij}}{\pi \omega S_i} \quad (5)$$

ここで、 L は結合長さ、 S は表面積である。

2.3 FEM ベースの実験 SEA FEM ベースの実験 SEA とは、FEM 上で実験 SEA モデルを構築することである。Bies らが提案したパワー注入法⁽¹⁰⁾ (Power Injection Method ; 以下 PIM) もしくは Lalor によって提案された近似的パワー注入法⁽¹¹⁾ (Approximated Power Injection Method ; 以下 APIM) により評価が行われる。PIM は、結合状態のままの各要素に個別に既知のパワーを注入しそれぞれの要素のエネルギー状態を計測し ILF および CLF を算出する。しかし、PIM を用いて算出した場合、負の損失率が見られることが多い。PIM による 2 要素系の損失率の評価は、

$$\begin{pmatrix} \eta_{ii} \\ \eta_{ij} \\ \eta_{ji} \\ \eta_{jj} \end{pmatrix} = \frac{1}{\omega} \begin{pmatrix} E_{ii} & E_{ii} & -E_{ij} & 0 \\ 0 & E_{ii} & -E_{ij} & -E_{ij} \\ -E_{ji} & -E_{ji} & E_{jj} & 0 \\ 0 & -E_{ji} & E_{jj} & E_{jj} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} P_i \\ 0 \\ 0 \\ P_j \end{pmatrix} \quad (6)$$

で示され、ここで E_{ij} は、要素 i 加振時の要素 j の要素エネルギー、 P_i は要素 i 加振時の入力パワーである。構造要素 i の入力パワーと式(8)で示す要素エネルギーおよび式(9)で示す音場要素 i の要素エネルギーは、それぞれ以下で算出される。また、 j 要素の応答では式(8)と式(9)の下付き i を j として計算する。

$$P_i = \frac{1}{2} \text{Re} \left[F_i v_{ik}^* \right] \quad (7)$$

$$E_{ii} = \frac{1}{2} \text{Re} \left[m_i v_{ik} v_{ik}^* \right] \quad (8)$$

$$E_{ii} = \frac{V_i p_i^2}{\rho_o c^2} \quad (9)$$

ここで、 $\text{Re}[\]$ は実数部、 F_i は加振点 i の入力の力、 $*$ は複素共役である。 m_i は要素 i の質量、 $v_{ik} (k=1 \sim n)$ は要素 i の応答点 k における速度応答スペクトル、 V_i は要素 i の体積、 p_i は要素 i における音圧応答スペクトル、 ρ_o は空気密度、 c は音速である。

一方、APIM による 2 要素系の損失率の評価は、

$$\eta_{ij} = \frac{E_{ij}/P_i}{\omega E_{ii}/P_i \times E_{jj}/P_j} \quad (10)$$

$$\eta_{ii} = \frac{1 - \omega \sum_{j \neq i}^n (\eta_{ij} E_{ii}/P_i - \eta_{ji} E_{ij}/P_i)}{\omega E_{ii}/P_i} \quad (11)$$

である。

3. 3 要素が直列結合した構造への適用

本章では、ハンディタイプ掃除機を模擬した 3 要素が直列に結合した構造において、解析 SEA と FEM ベースの実験 SEA による数値解析による比較と透過率に着目し結合損失率を変更させる構造変更の影響について検討する。

3.1 解析 SEA による検討 図 2 に示す対象とする構造物は、要素 1 が持ち手部、要素 2 がメインモータの駆動部、要素 3 が吸い込みモータの駆動部であり、# は要素番号を表している。図中の \circ は結合点、 \triangle は評価要素、 \square は駆動部であり、駆動要素から評価要素への振動伝達を避けるために、図 2(b)の矢印で示すような結合点前の途中の箇所に、断面形状を基のものより大きく変更することで、評価要素への伝達が小さくなると考えられる。実構造の掃除機では、ソリッド要素で作成するような複

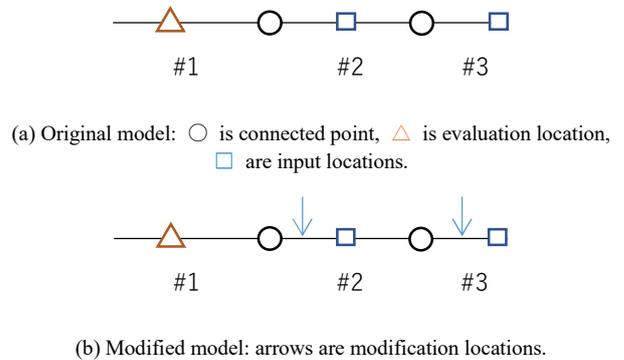


Fig.2 Apparatus of test beam structure.

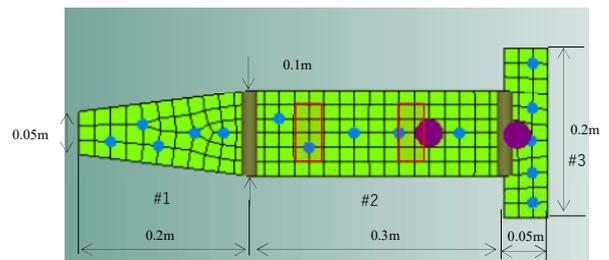


Fig.3 Test-plate three series subsystem structure: points marked “●” are response points, “●” are input locations during operation, and red frame are modification locations.

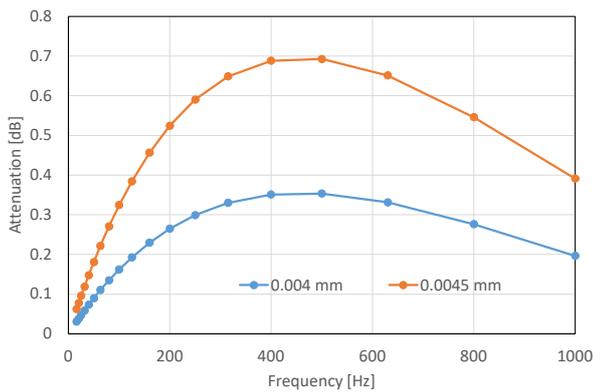


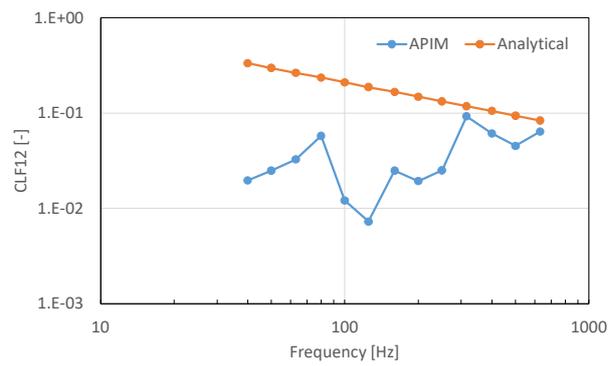
Fig.4 Prediction of attenuation effect due to the difference in thickness.

雑な構造であるが、本報では図 3 で示すように簡易な板の 3 要素が直列した構造と考え、各要素の板厚は同じで、3 mm として検討する。樹脂の材料物性は、ヤング率 $3.5 \times 10^9 \text{ Pa}$ 、密度 1270 kg/m^3 、ポアソン比 0.36 である。質量は、要素 1 から 3 までそれぞれ、0.057 kg, 0.114 kg, 0.038 kg である。要素と周波数に関係なく ILF は 1% とする。実験動試験の入力には実機の掃除機の測定結果からモータ回転周波数のみが既知であり（大きさは未定）、要素 2 にはメインモータの入力として 440 Hz から 460 Hz、要素 3 には吸い込み用モータの入力は 45 Hz から 55 Hz である。オリジナルの状態では、要素間での断面変化はないため、透過率は要素 1 から 2、2 から 3 とともに 1 である。構造変更を行うにあたり、以下の式で示す自動車の排ガス騒音の低減のために、マフラー等で使用される管の断面を拡大することにより消音効果を期待する減衰量を表す以下の式⁽¹²⁾を、本対象構造に拡張して検討する。

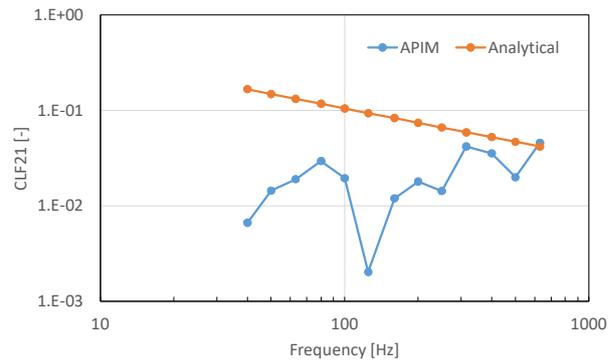
$$d = 10 \log_{10} \left(1 + \frac{1}{4} \left(m - \frac{1}{m} \right)^2 \sin^2(k \times l) \right) \quad (12)$$

ここで、 l は断面変化した箇所長さ、 m は断面積比 $S2/S1$ 、である。図 4 に l を 0.035 m としたときの板厚が 0.004 m と 0.0045 m の結果を示す。S1 には基の板厚である 0.003 m が対応し、S2 に 0.004 m と 0.0045 m が対応している。図 4 より、500 Hz で減衰量はピークの値を示し、板厚が大きいほうが減衰量の値も大きくなるのがわかる。

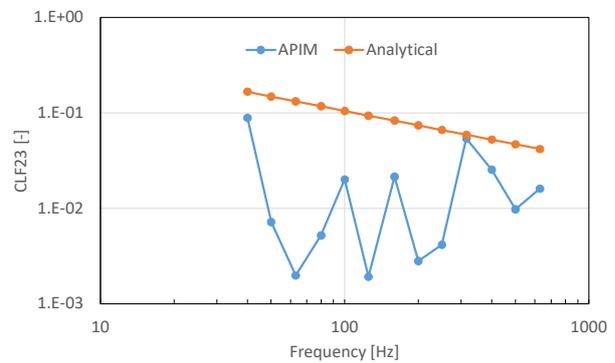
3.2 FEM ベースの実験 SEA による検討 図 3 で示した FEM の要素サイズは、1.25k Hz までの曲げ波長に 6 節点が含まれるよう、一辺長を約 0.02 m 程度とし、総節点数



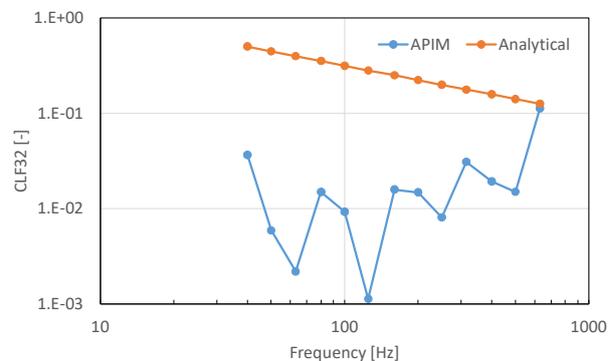
(a) CLF12.



(b) CLF21.



(c) CLF23.



(d) CLF32.

Fig.5 Comparison of coupling loss factors between the analytical SEA and the SEA using FEM.

は 225 で総要素数は 184 である。境界は自由支持とし、FEM による固有振動数の結果は、剛体モードを除いて、16.8 Hz から見られ、評価対象の周波数である 500 Hz 帯域には、4 個のモードが存在した。SEA パラメータを求める際の加振実験においては、要素あたり 2 箇所の加振実験とし単位入力を与え応答点は図 3 で示すように要素辺り 5 点とし、実稼働試験の入力には、要素 2 にはメインモータの入力として 440 Hz から 460 Hz へ 5 N の力を、要素 3 には吸い込み用モータの入力として 45 Hz から 55 Hz へ 1 N の力を与えている。解析対象周波数は、10 Hz から 800 Hz まで 1 Hz 刻みの離散周波数で解析し、40 Hz から 630 Hz までの 1/3 オクターブ帯域の周波数で整理した。

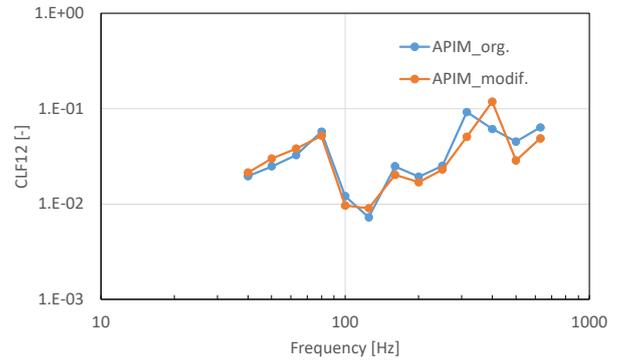
図 5 にオリジナル状態での APIM で求めた CLF と前節で求めた解析 SEA との比較結果を示す。図 5 より、解析 SEA による結果に対し一部の周波数帯域を除いて FEM による結果は小さめの値を示しているが、315 Hz 帯域以上では、要素 1, 2 に関して、FEM と解析 SEA による結果で比較的近い値が得られている。

3.2.1 構造変更による各種パラメータへの影響

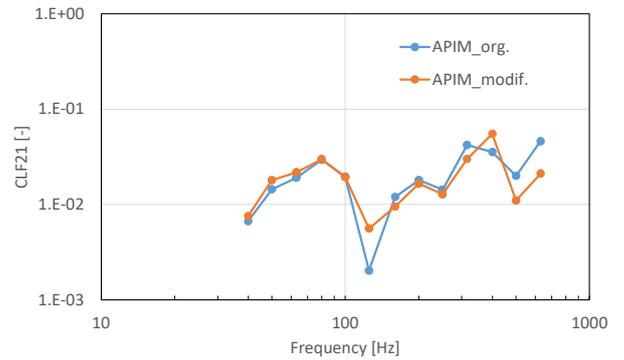
実稼働時メインモータの周波数である 500 Hz 帯域において、評価要素である要素 1 への振動伝達を低減させるために、前節で示した図 4 で得られた減衰量の結果に従い構造変更を検討する。図 3 に示すように要素 2 の一部要素 2 箇所を幅は約 0.035 m、高さ 0.065 m にわたってオリジナルの 0.003 m から 0.0045 m へ板厚を増加させた。その結果、要素 2 の質量の増加は約 0.01 kg で約 9 %の増加である。解析 SEA では構造変更の詳細検討はできないため、FEM で検討する。構造変更前後の固有振動数の結果は、剛体モードを除いて、16.6 Hz から見られ、評価対象の周波数である 500 Hz 帯域には、3 個のモードが存在した。

構造変更前後の CLF 結果を図 6 に示す。図 6(b)より、要素 2 から要素 1 へのエネルギーの伝えやすさを示す CLF21 が 500 Hz 帯域において 1.99×10^{-2} から 1.10×10^{-2} へ約 45%の減少が見られた。

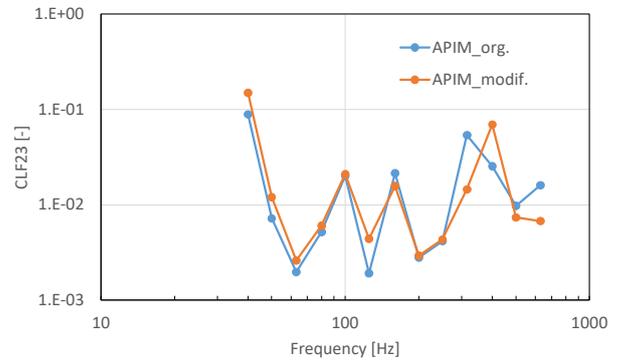
次に、実稼働時の構造変更前後の各要素の振動エネルギー結果を図 7 に示す。図 7 より、500 Hz 帯域において要素 1 と要素 2 では、それぞれオリジナルの値に対して約 21%と約 91%減少し、要素 3 では、約 32%の増加が見られた。40 Hz から 630 Hz まで全周波数帯域のオーバー



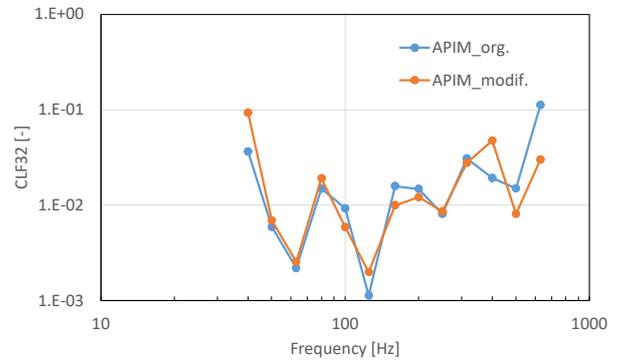
(a) CLF12.



(b) CLF21.



(c) CLF23.



(d) CLF32.

Fig.6 Comparison of coupling loss factors between the original and the modification.

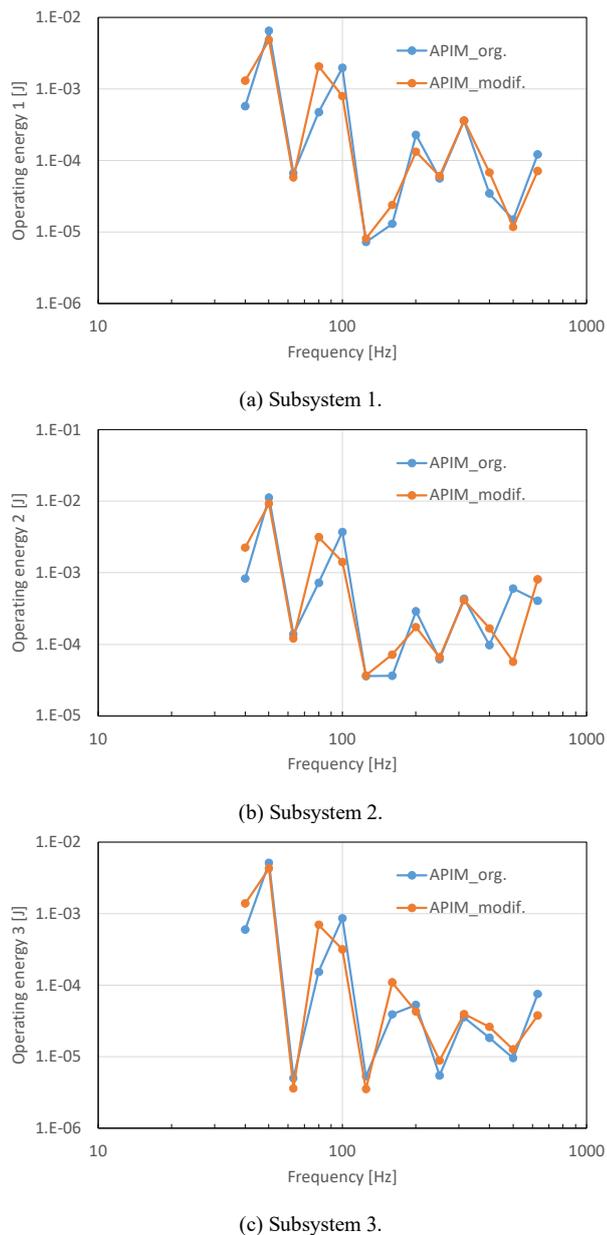


Fig.7 Comparison of operating subsystem energy between the original and the modification.

オールの振動エネルギーは、要素 1 と 2 がそれぞれ約 6% と約 3% 減少し、要素 3 には変化が見られなかった。

実稼働時のエネルギー透過率を振動入力パワーと伝達パワーの比と定義すれば、500 Hz 帯域におけるオリジナルの値 4.08×10^{-1} から 5.12×10^{-3} へ約 99% の減少が見られた。

4. おわりに

本報は、ハンディタイプ掃除機を模擬した 3 要素が直列に結合した構造において、解析 SEA と FEM ベースの

実験 SEA による数値解析による比較とエネルギー透過率に着目し結合損失率を変更させる構造変更の影響について検討した。その結果、要素 1 である持ち手部の振動エネルギーを小さくするために、要素 2 の断面を大きくすることでエネルギー透過率を下げる構造変更案を考え、FEM による実験 SEA でその有効性を検討した結果、要素 2 から 1 への CLF と実稼働時の持ち手部の振動エネルギーを低減させることができた。

今後は、断面形状を変化させることで振動エネルギーの伝達を低減させる方法の更なる有効性を検討するため、①複雑な接続を有する実機による低減効果の検証、②断面形状変更位置の定量的な評価、が必要であると考えている。

謝辞

本研究の一部は、長崎総合科学大学重点プロジェクトからの助成を受けたものです。ここに謝意を表します。

参考文献

- (1) R. H. Lyon, Statistical Energy Analysis of Dynamical Systems: Theory and Application, MIT Press, (1975).
- (2) A. C. Nilsson, Reduction of structure-borne sound in simple ship structures: Results of model tests, Journal of Sound and Vibration, 61(1), (1978), pp. 45-60.
- (3) C. Aran and M. Dhanesh, Efficient Optimum Design in Statistical Energy Analysis Framework: Proceedings of Eleventh International Congress on Sound and Vibration, (2004), pp. 3249-3256.
- (4) F. J. Fahy and A. D. Mohammed, A study of uncertainty in applications of SEA to coupled beam and plate systems, Part 1: Computational experiments, Journal of Sound and Vibration, 158(1), (1992), pp. 45-67.
- (5) J. A. Steel and R. J. M. Craik, Statistical Energy Analysis of Structure-Borne sound transmission by finite element methods, Journal of Sound and Vibration, 178(4), (1994), pp. 553-561.
- (6) B. L. Clarkson and M. F. Ranky, On the measurement of the coupling loss factor of structural connections, Journal of Sound and Vibration, 94(2), (1984),

pp. 249-261.

- (7) 相川亮輔, 黒田勝彦, Wave guideによる振動制御に関する基礎検討, 日本機械学会九州学生会第54回卒業研究発表講演会, 616.pdf, (宮崎, 2023-3/3) .
- (8) 松村雄一, 古屋耕平, 左合一輝, 有限要素モデルを利用した周期構造物の伝播阻止帯域の算出法, 日本機械学会東海学生会第45回卒業研究発表講演会, 631.pdf, (名古屋, 2014-3/17) .
- (9) L. Cremer, M. Heckl and B. A. T. Petersson, *Structure-Borne Sound*, Springer, (2005), pp. 344-348.
- (10) D. A. Bies, and S. Hamid, In situ determination of loss and coupling loss factors by the power injection method, *Journal of Sound and Vibration*, 70, (1980), pp. 187-204.
- (11) N. Lalor, *Practical Considerations for the Measurement of Internal and Coupling Loss Factors on Complex Structures*, ISVR Technical Report No.182 (1990).
- (12) 一宮亮一, わかりやすい静音化技術, (2011), pp. 208-210.

RCPSP 法による造船工程計画の実践 (I)

—連動する日程計画・定盤計画・艤装計画の同時計画—

長崎総合科学大学 梶原 宏之*

(株) 臼杵造船所 角田二郎・荒金卓也・高倉俊治・楢 尚憲・緒方洋典

Implementation of RCPSP method for shipbuilding process planning (I)

--- Simultaneous planning of interlocking schedule plan, surface plate plan and outfitting plan ---

Nagasaki Institute of Applied Science, Hiroyuki Kajiwara*

Usuki Shipyard Co. Ltd, Jiro Kadota, Takuya Arakane,

Shunji Takakura, Takanori Kuwa, Hironori Ogata

Summary

In this study, the shipbuilding process plan from block assembly to block erection that satisfies the following requirements is examined using actual data. (1) Must be a pull-type plan from the block erection schedule. (2) Automatically adjust the work period so that the number of work hours is leveled (in schedule plan, outfitting plan). (3) Allocating work locations to be used during the automatically adjusted work period (in surface plate planning).

In order to satisfy these requirements, this research uses the functions of "small task parallelization" and "virtual activity" provided in the RCPSP solver OptSeq™, and we believe that establishing this method will be an important contribution. In addition, in order to verify the applicability of this method with actual data, we will deal with the process planning problem of the chemical tanker of Usuki Shipbuilding Co., Ltd.

Keywords : Schedule Plan, Surface Plate Plan, Outfitting Plan, Task Parallelization, Virtual Activity, RCPSP

1. 緒言

第一著者は既報¹⁾において、造船工程計画のための新技術としてRCPSP法を提案し、その実践を通して実用性について検討してきた^{2~9)}。ここで、RCPSP (Resource Constraint Project Scheduling Problem、資源制約付きスケジューリング問題)¹⁰⁾とは、各作業の開始時点を先行制約と資源制約を満足するように決定する問題である。RCPSP法では、RCPSPソルバーとして久保と野々部により

開発されたOptSeq™^{11,12)}を用いている。このソルバーは当初、すべてのアクティビティをsource (どのアクティビティよりも開始が早いアクティビティ) に向かって左詰めすることしかできなかったが、近年sink (どのアクティビティよりも完了が遅いアクティビティ) に向かって右詰めすることが可能となっている。このことにより、プッシュ型計画ばかりでなく、プル型計画も特別の工夫をすることなく容易に行える。

*1 新技術創成研究所 特命教授

一般に、造船工程計画は、日程計画、定盤計画、配員計画の3つからなるが、お互いに連動しており、また大規模な組合せ問題となることから、これらの立案は困難を極め、その自動化が期待されている。一方、造船業では、日ごとの運搬計画も必要となるが、これはロボットの衝突回避行動計画問題の範疇と考えられるので、本研究では将来的な課題としている。

造船工程の作業は、取付、溶接、塗装、艤装などの人手によるものであるが、その作業期間を、作業時数の平準化を勘案して決めることもさらに至難の業である。これは高度な平準化のためには、通常は一定とされる作業期間の変更も行わなければならないからである。

造船工程は受注線表から、まず最下流のブロック搭載日程が確定するので、これから直前の工程（総組等）を計画し、次にその前の組立工程を計画するなど、上流の工程を順次引き寄せていく、いわゆるプル型計画が理想的である。

以上から、本研究では、次の要件を満たすブロック組立から搭載までの造船工程計画を、実データを用いて検討する。

- 1) 搭載日程からのプル型計画であること
- 2) 作業時数が平準化されるように作業期間を自動調整すること（日程計画、艤装計画）
- 3) 自動調整された作業期間中に使用する作業場所の割付けを行うこと（定盤計画）

これらの要件を満足させるために、本研究ではRCPSP Solver-OptSeq™ のもつ「小作業並列化」と「仮想アクティビティ」の機能を用いることを考案しており、この手法を確立することは重要な貢献になると考えている。

また、本手法の適用可能性を実データで検証するため、(株)白杵造船所のケミカルタンカーの工程計画問題を扱う。

以下では、まず第2章において、上記要件を満たすための手法を述べる。次に第3章において、実データを用いたRCPSPへ定式化、すなわちデータセットの作成を行う。そして第4章において、当該RCPSPの求解結果についての説明を行う。

2. OptSeq™ による計画技術：平準化

一般に、時数平準化は、CP（クリティカルパス）上にない作業の開始日を前後にずらして実施される。この

場合、作業期間は所与のものであるが、もしこれを可変として良ければ、さらなる平準化が可能である。

本研究では、そのための手法をRCPSP Solver-OptSeq™ のもつ小作業並列化と呼ばれる機能を使って考案している。ここでは具体例で説明し、次章以降で実際の造船工程計画に適用する。

Fig.1に示す平準化の例題¹³⁾を考える。ここで詳しい説明は省くが、Fig.1上図は10個のアクティビティ（作業）についてバーチャートを示している。矢線は先行関係を表し、赤色のバーはCPを表す。またFig.1下図はリソース（この場合は作業員）の山積みを示している。手配可能な作業員の最大数を10名としており、これを超えた山積みは赤色で示している。この赤色が出現しないようにする（山均し）のが平準化である。その一つの結果をFig.2に示す。ここで、各作業期間は不変、したがって全体の開始日と完了日は変わらないことに注意する。

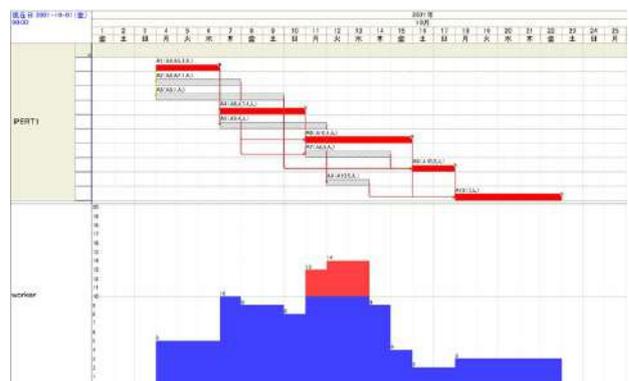


Fig.1 平準化問題の一例

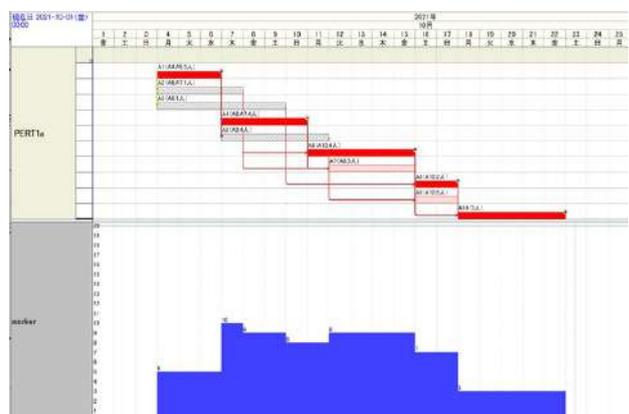


Fig.2 通常の平準化の一結果

ところが小作業並列化機能を用いると Fig. 3 のような結果が得られる。これを見ると全体の完了日が前倒しされ、山積みもリソースを目一杯使用している。ここで、各作業期間が変化していることに注意する。

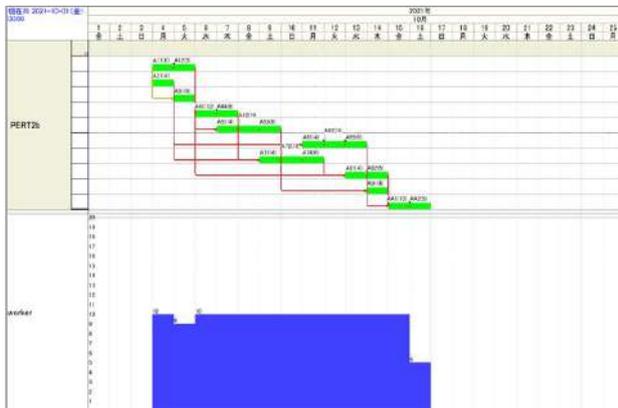


Fig.3 小作業並列化による平準化の一結果

これは作業期間を未知としてスケジューリングを行ったことを意味している。OptSeq™はこのような場合に適用可能な「仮想アクティビティ」の仕組みを提供している。

一般に、どの作業もどこかの場所で行われるので、作業との先行関係は、Fig. 4 に示すハンモック型⁶⁾になる。ここで、あらかじめ作業期間が指定できないとすると、そのための場所を確保する期間も指定できない。そこで場所取りのアクティビティを仮想アクティビティとして指定し、平準化の結果として定まる各作業期間をカバーする場所取りの期間を自動的に調整するような手法が考案できる。これを次章以降で実際の造船工程計画に適用する。



Fig.4 ハンモック型先行関係

作業期間があらかじめ決められない場合は、待機期間の設定においても仮想アクティビティを用いることができる。これについては既報¹⁾において論じている。

3. OptSeq™ による計画技術：定盤計画

OptSeq™による定盤計画の手法については、既報¹⁾において次のような資源制約の指定法を提案している。

Fig. 5 に示すように、定盤をメッシュ化して、各メッシュをリソース（資源）として許容量1で登録する。このとき障害物（柱や機械など）にかかるメッシュについては許容量0とする。定盤に据置く対象物の向きや形状まで考慮すると置き方はかなりの数になるが、可能性のあるものについてはすべて、使うメッシュの集合をすべて「モード」（当該アクティビティが必要とするリソースの登録）として、使用期間を指定した上で定義する。Fig. 5 には、形状が矩形の場合の置き方の一例を示している。

複数個の対象物の使用場所を同時に割付ける場合は、OptSeq™はすべての資源制約が満足されるようにモードの選択を行う。これにより、使用するメッシュが重ならないように（許容量1を超えないように）することができる。すなわち障害物のあるメッシュを使うモードは自動的に避けられる。したがって、モードの定義において、使うメッシュが障害物にかかるかどうかを考慮しなくともよくなり、極めて好都合となる。



Fig.5 定盤計画のためのリソースの定義

ちなみに、この手法は複数の運搬機械（クレーン、台車など）の同時使用する場合も適用できる。

前章で、場所取りは仮想アクティビティとすることを述べたが、これに場所取りに関わる上述のモードを適用することにより、日程計画、定盤計画、艀装計画の3つを連動させて計画ができる。

4. 実際の造船工程計画の RCPSP への定式化

研究対象とする白杵造船所（以下、当該造船所）の全景と物流を、Fig. 6 に示す。



Fig.6 研究対象とする白杵造船所の全景と物流

ブロック組立は組立棟内でおこなわれるが、敷地の制約から、艤装作業と待機は台船上で行われ、上構部を除いて総組は行われていない。本研究で扱う当該番船（ケミカルタンカー）では搭載ブロック数は91個である。

当該造船所では日程計画をまとめた総合日程表が作成されており、これに基づいて定盤計画と配員計画が熟練担当者により作成されている。

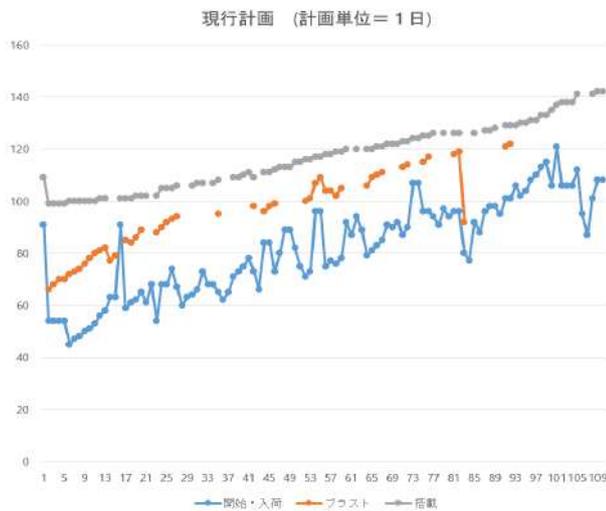


Fig.7 上から当該番船の搭載日程、プラスト日程、開始・入荷日程（横軸：ブロック番号、縦軸：通し日）

Fig. 7に、当該番船の搭載日程、プラスト日程、内製ブロックの製作開始日・外注ブロックの入荷日の日程を示す。搭載日程は各ブロックの納期となり、固定される。プラスト日程についても、搭載順にプラスト棟3棟を交互に使用するように、熟練担当者が決定している。

プラスト日程の前後に艤装作業（鉄工艤装、甲板配管、機関配管、プラスト棟内塗装、プラスト棟外塗装）が実施される。また、組立作業（取付、溶接）を終えて出棟

している。

各作業の配員可能数を Table 1 に示す。取付時数、溶接時数の山積を Fig. 8 に示す（計画単位時間＝半日）。

RCPSP 定式化のためには、すべてのアクティビティ、それらの間の先行制約、それらが使う資源制約を明らかにしなければならない。ブロックのプラスト間の先行関係は搭載順序を基本とするが、プル型の場合、その指定はいくつかのグループに分けて行っている。

Table 1 各作業の(A)配員可能数と(B)時数

	取付	溶接	鉄艤	甲配	機配	内塗装	外塗装
(A)	28	43	5	7	10	8	8
(B)	140	215	25	35	50	40	40

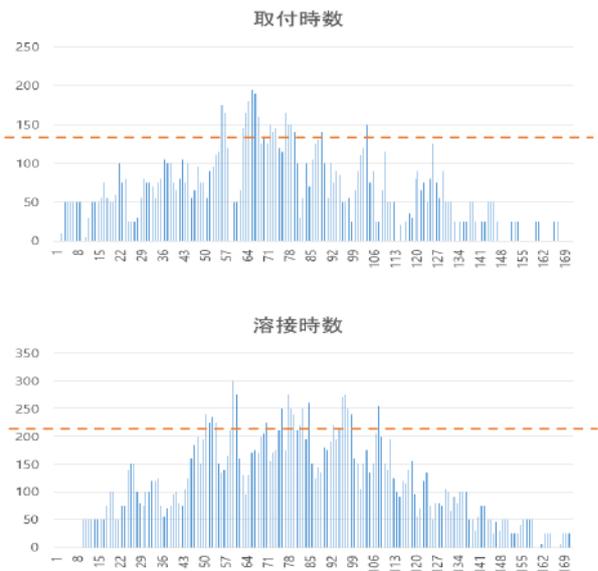


Fig.8 組立作業（取付、溶接）の時数山積

本研究では、まず計画用ソフトウェア「工程's™」を用いて、総合日程表を表現した。これは各ブロックについて、Fig. 4 のハンモック型の先行関係の数個並べたものとなる。結局、アクティビティの総数は約 1628 個となった。各アクティビティには使用するリソース（作業区画、作業職、作業時数）をモードとして指定する。これからデータセットの基となる TSV ファイルを生成し、これを編集してデータセットを生成する。このデータセットを得ることが RCPSP 定式化そのものであり、RCPSP ソルバー OptSeq™ に渡して、RCPSP 計画を得ることができる。

6. 実船工程計画に対する RCPSP 求解結果

工程計画はプル型とし、問題の規模を緩和するために、Fig. 9 に示すように、2 段階に分けて行う。第 1 段階では、搭載日程を固定し、これに右詰めするように、搭載順の先行関係をもつブラスト日程と、その前後に平準化された艀装日程を求める。第 2 段階では、艀装開始日程を固定し、これに右詰めするように、平準化された組立工程を求める。外注ブロックについては、必要な艀装作業を実施できる最小期間を求め新たな入荷予定日を決める。



Fig.9 2段階に分割したプル型工程計画

Fig. 10 に RCPSP 計画の結果を示す。現行計画の Fig. 7 と比較すると、ブラスト日程と組立・入荷日程が搭載日程に引き寄せられており、最早開始日も 16 日先延しされている。しかも作業時数については平準化が行われている。まず現行計画の組立作業（取付、溶接）の山積みは Fig. 8 であったが、RCPSP 計画では Fig. 11 が得られている。これは配員可能数一杯まで配員を行った結果である。

一方、平準化された艀装作業については Fig. 12 に示す。また一部のガントチャートを Fig. 13 に、さらに定盤計画の一部を Fig. 14 に示すが、詳細は省略する。

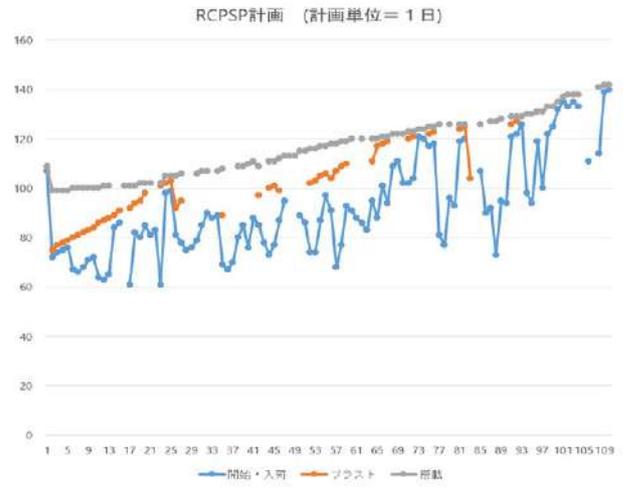


Fig.10 RCPSP 計画

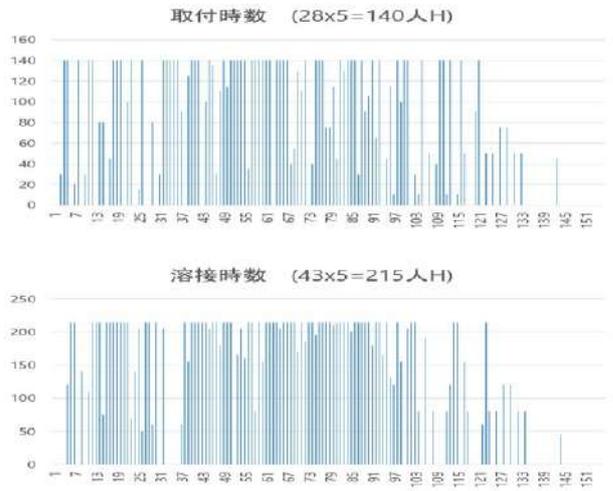


Fig.11 平準化された組立作業時数

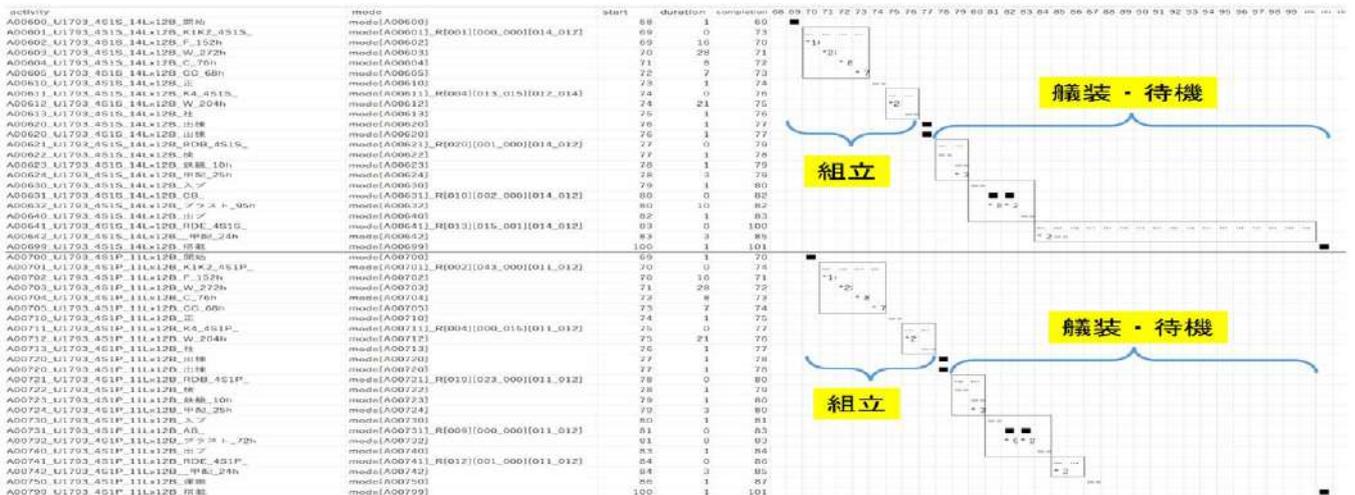


Fig.12 ガントチャートの一部

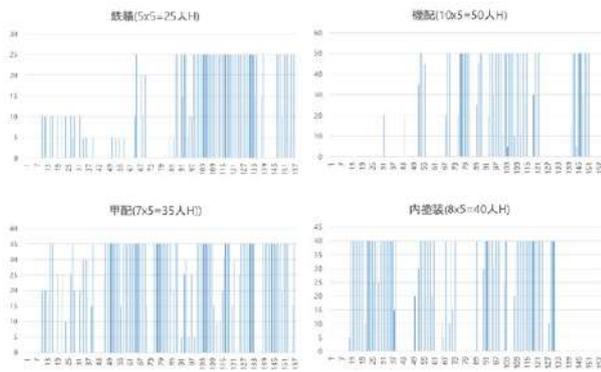


Fig.12 平準化された艤装作業時数

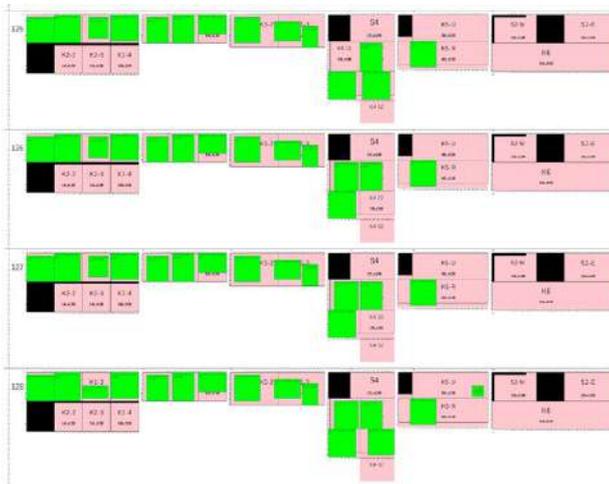


Fig.14 組立棟の定盤計画の一部

7. 結言

本研究では、造船工程に関する日程計画、定盤計画、艤装計画の3つを連動させながら同時にプル型計画する手法の提案を行い、これを実データに適用することにより、その実施可能性を示した。この手法は、RCPSP ソルバー OptSeq™ のもつ2つの機能、すなわち小作業並列化と仮想アクティビティによるところが大きい。

本研究の結果を実工程に適用するためにはまだいくつかの課題がある。それは現実に運用されている工程との乖離に関わるもので、特に定盤計画における場所取り候補の絞込みである。そのために、現在、日々稼働している造船工程において、どのブロックをどこに置いたかの記録を取り、これを RCPSP 計画にどう反映させるかを検討している。これについては本稿の続報で報告予定である。

参考文献

- 1) 梶原宏之：造船工程計画のための新技術 RCPSP 法について，長崎総合科学大学新技術創成研究所報，第 14 巻，pp.39-44，2019
- 2) 梶原宏之，木村元，山田拓郎：RCPSP 法によるストックヤードの工程計画—ストック区画内のブロック蔵置場所の決定—，長崎総合科学大学紀要，第 59 巻，pp.39-46，2019
- 3) 梶原宏之，木村元，石川一郎，山田拓郎，嵩下雄介，中島省吾：ストックヤード工程の RCPSP 計画に関する研究，日本船舶海洋工学会論文集，31 巻，pp.183-194，2020
- 4) 野々部宏司：メタヒューリスティクスによるスケジューリング最適化ソルバーの開発，日本船舶海洋工学会講演会論文集（32）93-96，2021
- 5) 左田野雅俊，宇野清隆：配置計画を必要とする造船日程計画への RCPSP 法の適用，日本船舶海洋工学会講演会論文集（32）97-100，2021
- 6) 眞邊貴浩，高柳浩紀，岩下寛弥，梶原宏之：RCPSP 法による SASP 定盤計画の支援，日本船舶海洋工学会講演会論文集（32）101-106，2021
- 7) 山田拓史，石川一郎：RCPSP アプローチによるストックヤード工程計画，日本船舶海洋工学会講演会論文集（32）107-108，2021
- 8) 角田二郎，緒方洋典，荒金卓也，高倉俊治，梶原宏之：RCPSP 法による造船工程計画の実践—白杵造船所の場合—，日本船舶海洋工学会論文集（32）109-112，2021
- 9) 角田二郎，緒方洋典，高倉俊治，山本隆史，荒金卓也，古賀大士：造船デジタルツインの試み—デジタルツインによる予実管理に向けて—，日本船舶海洋工学会講演会論文種（32）113-116，2021
- 10) 野々部宏司，茨木俊英：資源制約付きスケジューリング問題の定式化と近似解法，数理解析研究所講究録，vol.1120，pp.88-97，1999
- 11) 久保幹雄，小林和博，斉藤努，並木誠，橋本英樹：Python 言語によるビジネスアナリティクス，近代科学社，2016
- 12) 伊庭斉志：システム工学の基礎—システムのモデル化と制御，数理工学社，2007

小型超音速風洞のディフューザ内流れの可視化の向上

松川 豊^{*1}・下山 大貴^{*2}

Improved visualization of the diffuser flow of a small-sized supersonic wind tunnel

MATSUKAWA Yutaka, SHIMOYAMA Daiki

Summary

We studied the flow in the diffuser of a small-sized supersonic wind tunnel. The designed Mach number of the supersonic nozzle is 1.5. The cross-section of the test section is square and its area is 10 mm square. We tested two diffusers of different types. The pressure on the wind tunnel wall was measured and the flow inside the wind tunnel was optically visualized. To improve the visualization, a high-speed camera was used with a frame rate of 1000 fps.

Keywords : (fluid dynamics, supersonic flow, visualization)

1. 研究目的

超音速流れは流れの流速が流体の音速よりも速い流れである。流れの流速が流体の音速よりも速い場合、流体の密度が変化し、衝撃波と膨張波が発生する。そのため、超音速流れの性質は低速流れの性質とは異なる。

このような超音速流れは、超音速旅客機や極超音速航空機等の飛行体周りの流れや、ロケットエンジンやジェットエンジン等の流体機械内の流れに現れる。そのため、超音速流れは工学的課題になっている。例えば、極超音速航空機のスクラムジェットエンジン内における燃料の超音速混合の課題や、ロケットエンジン始動時における過大横推力の課題等が挙げられる。

超音速流れは超音速風洞を使用して実験的に調べられる。本研究室の小型超音速風洞について、これまで、風洞流路の出口にディフューザを設けて気流の持続時間を長くすることを試みた。その結果、気流の持続時間は

長くなり、また、それはディフューザの形状にもよることが分かった。気流の持続時間が長くなったのはディフューザ内の流れによる効果である。そのため昨年度は、ディフューザ内の流れを圧力計測と光学的可視化により調べ、流れの構造に基づきながら、気流の持続時間が長くなった仕組みの理解を目指した¹⁾。ディフューザ内の流れの構造を調べることにより、ディフューザの改良による持続時間の更なる向上が期待できる。また、ディフューザの一般的な設計方法は現在でもまだ十分に確立されていないため、この観点からも流れの構造を調べる必要がある。

これまでに実施してきた流れの可視化においては、撮影の最大フレームレートが 60 fps である一般的なビデオカメラを使用していた。本研究では、最大フレームレートが 1000 fps であるハイスピードカメラを使用してこれまでよりも詳細な可視化を試み、ディフューザ内の流れの理解をより進めることを目指した。

^{*1} 工学部 工学科 機械工学コース 准教授

^{*2} 工学部 工学科 機械工学コース

2. 実験方法

2.1 実験の基本構成

本研究で実施した実験の基本構成を図 1 に示す。エアコンプレッサで生成した圧縮空気をエアドライヤで除湿し、メインタンクに貯蔵する。そしてボールバルブを開くとノズルと矩形管からなる流路に高圧空気が供給され、流路内に気流が発生する。本装置ではタンクと流路を直結しているため、通風中はタンク内圧縮空気の圧力低下に伴って、流路内の気流の圧力も時間の経過と共に変化してゆく。

気流の計測としては、流路における壁面圧力を圧力センサで計測し、また、シュリーレン法²⁾により気流を光学的に可視化した。

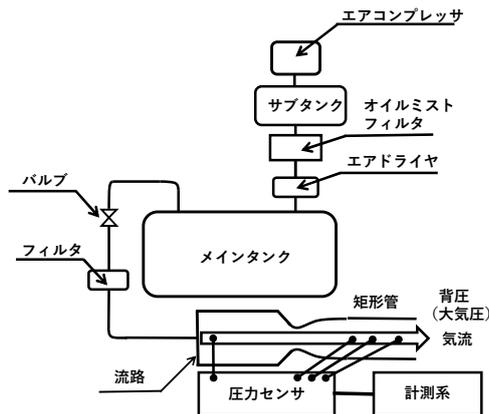


図 1 実験の基本構成

2.2 流路とディフューザの形状

流路の形状を図 2 に示す。ノズルの設計マッハ数は 1.5 である。ノズルのスロートの高さは 8.35 mm である。矩形管の断面形状は高さ 10 mm・幅 10 mm の 10 mm 四方であり、矩形管の長さは 50 mm である。ノズル出口の下流 30 mm から 50 mm（矩形間出口）の長さ 20 mm の区間を、図 3 に示すスロープ型（約 6 度の傾斜角）とステップ型の 2 種類のディフューザに交換できる。

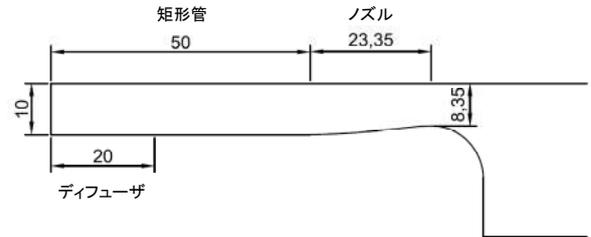


図 2 流路の形状

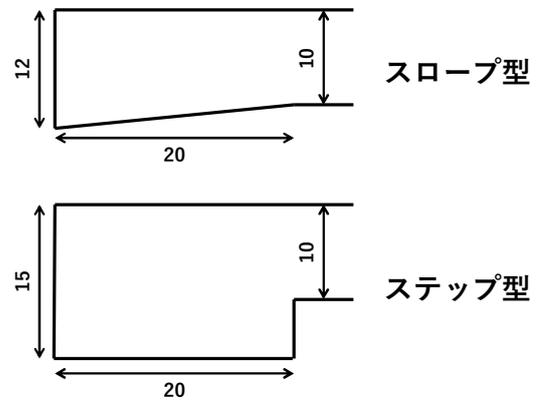


図 3 ディフューザの形状

2.3 試験体

図 2 と図 3 に示した流路とディフューザの形状に基づいて、アクリルを加工して実験で使用する試験体を作製した。スロープ型のディフューザを設置している試験体を図 4 に示す。ノズルと矩形管は空気供給口を設けたアクリルの板材に取り付けられており（2 枚のアクリルの板が流路の側壁となる）、タンクから集合洞に供給された空気はノズルを経由して矩形管内を流れ、実験室内に流出する。なお、写真において白く見えるのはシールのための液状ガスケットである。流路の壁面には圧力孔を設けてあり、集合洞とノズル出口（図 2 参照）での壁面圧力を計測した。また、ノズル出口より 10 mm 間隔で流路の壁面にマーキングして、流れの可視化における位置確認に利用した。

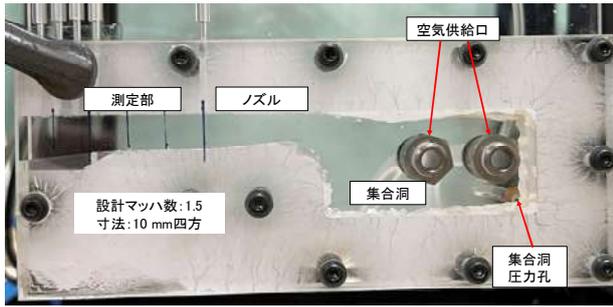


図 4 試験体

2.4 圧力の計測法

各圧力孔に対してそれぞれ 1 台ずつの圧力センサで圧力を計測し、圧力センサからのアナログ出力を A/D 変換したうえで、PC において記録した。A/D 変換におけるサンプリング周波数は 50 Hz とした。

2.5 圧力とマッハ数の関係

超音速流れにおいて、圧力とマッハ数の間には、次式の関係がある³⁾。

$$\frac{P_s A^*}{P A} = \left(\frac{\gamma + 1}{2}\right)^{\frac{\gamma + 1}{2(\gamma - 1)}} M \sqrt{1 + \frac{\gamma - 1}{2} M^2} \quad (1)$$

ここで、 P_s は集合洞の圧力、 P と A と M は任意の位置での圧力と断面積とマッハ数、 A^* はスロートの断面積、 γ は比熱比である。この式に基づいて、計測した圧力よりマッハ数を算出した。

3. 実験結果

3.1 マッハ数の時間履歴

ノズル出口におけるマッハ数の時間履歴を図 5 に示す。通風開始後しばらくはマッハ数が 1.4 の一定の超音速流れになっている。その後、下流から移動してきた衝撃波が到達してマッハ数が下がる。通風を開始してからマッハ数が下がるまでの時間が、この位置における気流の持続時間である。ディフューザを設けた場合は気流の持続

時間が長くなっており、ディフューザが無い場合と比べるとステップ型の場合で約 1.5 倍・スロープ型の場合で約 2 倍になっている。このように、気流の持続時間はステップ型の場合よりもスロープ型のほうが長い。また、マッハ数はディフューザを設けても変わらない。なお、実験結果には再現性があることを確認している。

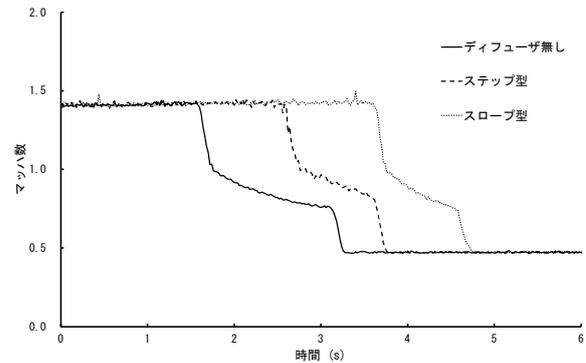


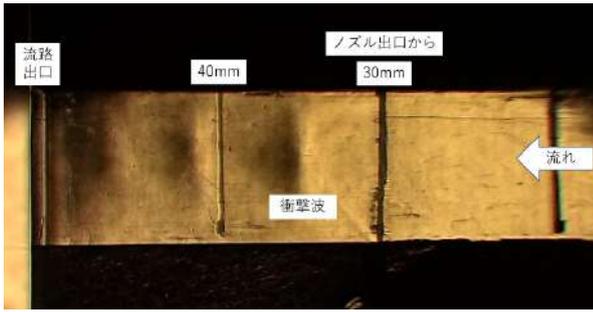
図 5 マッハ数の時間履歴 (ノズル出口)

3.2 流れの可視化の向上

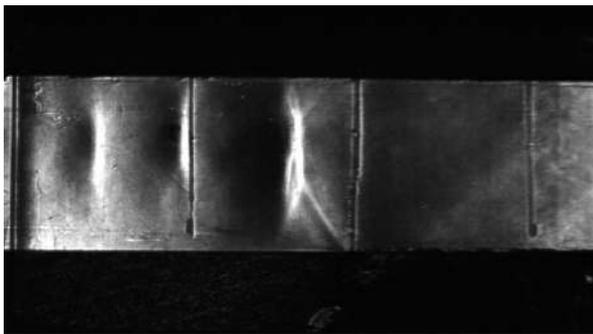
流れの可視化について、まず、今回の可視化結果を昨年度の可視化結果と比較した (図 6 から図 8)。画像は通風開始直後の流れである。撮影のフレームレートとシャッタースピードは、昨年度が 60 fps と 1000 μ s、今回は 1000 fps と 50 μ s である。画像には衝撃波や膨張波が写っているが、全体的に昨年度の画像ではぼやけている一方で、今回の画像では鮮明である。これは、撮影のフレームレートとシャッタースピードが向上したことによる効果である。このように、ハイスピードカメラを使用したことにより、これまでよりも流れの可視化を向上することができた。

3.3 流れの構造

次に、流れの可視化結果より、流れの全体的な構造を調べた。ディフューザ無しの場合における通風開始直後の流れの可視化画像を図 9 に示す。流れは右から左側の方向で、衝撃波がノズル出口から下流 35 mm 付近に発生している。また、その下流側に第二・第三の衝撃波が発生している。これらの衝撃波は時間の経過と共に上流側へ移動してゆく。

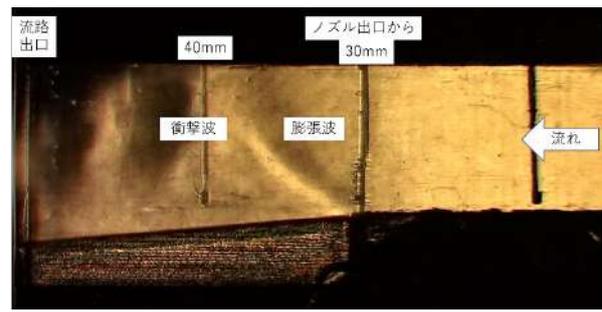


(a) 昨年度

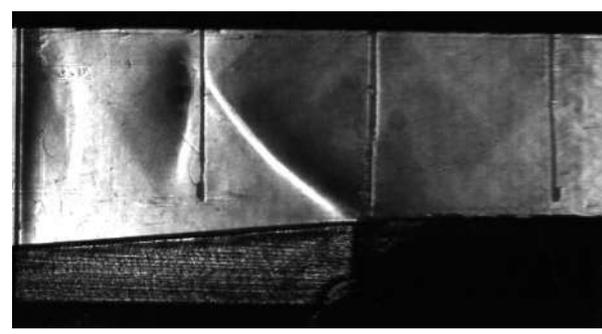


(b) 今回

図 6 流れの可視化画像の比較 (ディフューザ無し)

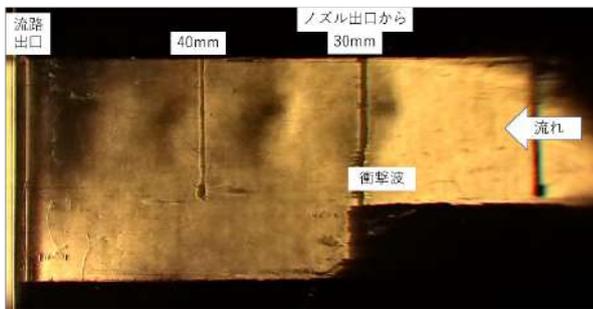


(a) 昨年度

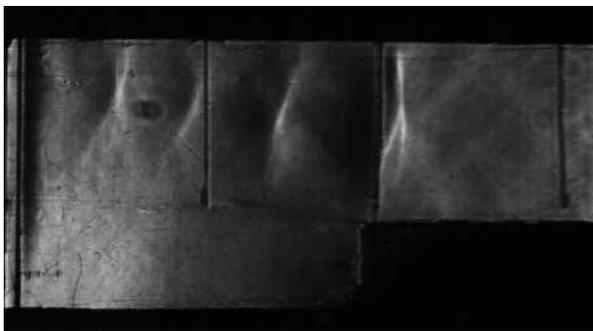


(b) 今回

図 8 流れの可視化画像の比較 (スロープ型)



(a) 昨年度



(b) 今回

図 7 流れの可視化画像の比較 (ステップ型)

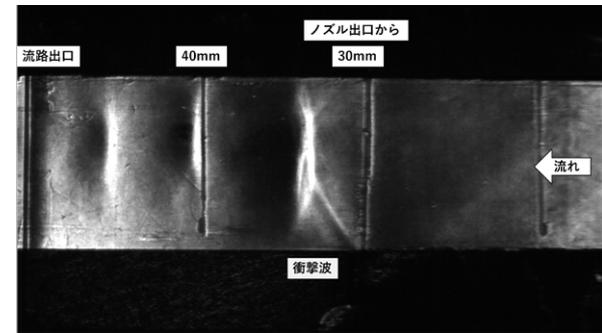


図 9 流れの可視化画像 (ディフューザ無し)

ステップ型の場合における通風開始直後での流れの可視化画像を図 10 に示す。ディフューザ無しの場合と同様に衝撃波が確認でき、ノズル出口から下流 30 mm 付近に発生している。また、その下流側に後続の衝撃波が発生していることも同様である。衝撃波が発生している範囲は流路の上壁から中央にかけてであり、下壁までは達していない。これは、流れがステップの角の直後で剥離し、ステップ後方において剥離渦が作られているためであると考えられる。

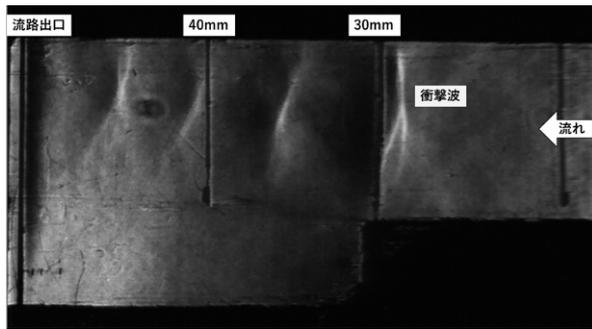


図 10 流れの可視化画像（ステップ型）

スロープ型の場合における通風開始直後での流れの可視化画像を図 11 に示す。ディフューザ無しの場合とステップ型の場合に比べると、衝撃波はそれらの場合よりも下流側に発生している。また、その後時間が経過しても、衝撃波はしばらくディフューザ内に留まる。さらに、スロープの角から発生している膨張波も確認できる。

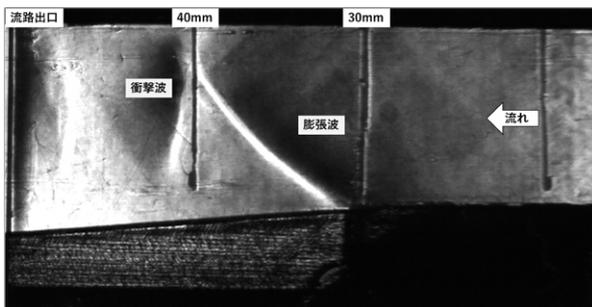


図 11 流れの可視化画像（スロープ型）

3.4 衝撃波の変動

最後に、流れの可視化結果より、衝撃波の変動について調べた。前述したように、流路内に発生した衝撃波は時間の経過と共に上流側へ移動してゆく。この移動は 1 s 単位の時間スケールでの衝撃波の変化であるが、それよりも短い時間スケールでは、衝撃波の不規則的な変動が見られた。通風開始直後での第一衝撃波の連続写真（1 ms 間隔）を図 12 から図 14 に示す（図中の三角印はノズル出口から 30 mm の位置を示す）。衝撃波の位置（1 mm 単位の空間スケールでの）や形状が不規則的に激しく変動していることがわかる。この変動は、衝撃波と流

路壁面上の境界層との干渉により発生していると考えられる³⁾。このように、衝撃波は平均的には上流側に移動してゆくが、短い時間スケールでは不規則的に激しく変動していることがわかった。

4. 結論

本研究では、本研究室の小型超音速風洞のディフューザ内流れの可視化の向上を目指した。その結果、以下の成果が得られた。

- ・今回ハイスピードカメラで撮影した流れの可視化画像をこれまでの可視化画像と比べると、流路内の衝撃波や膨張波がより鮮明に捉えられていた。これは、撮影のフレームレートとシャッタースピードが向上したことによる効果である。このように、ハイスピードカメラを使用したことにより、これまでよりも流れの可視化を向上することができた。
- ・流路内に発生する衝撃波は 1 s 単位の時間スケールでは上流側に移動してゆくが、1 ms 単位の時間スケールでは不規則的に激しく変動していることがわかった。

参考文献

- (1) 松川豊，立道博紀，山本直生：小型超音速風洞のディフューザ内流れ，長崎総合科学大学新技術創成研究所所報，第17号（2022）pp.45-49
- (2) 流れの可視化学会編：流れの可視化ハンドブック，朝倉書店，（1986）
- (3) 松尾一泰：圧縮性流体力学，理工学社，（1994）

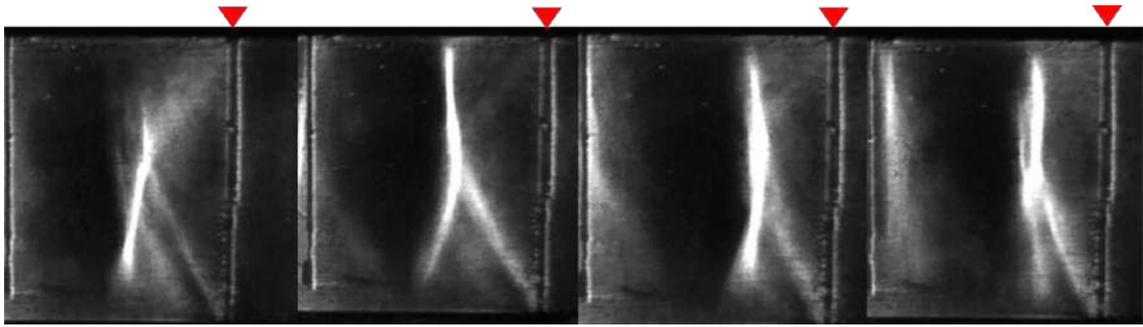


図 12 衝撃波の変動（ディフューザ無し、時間は左から右の順）

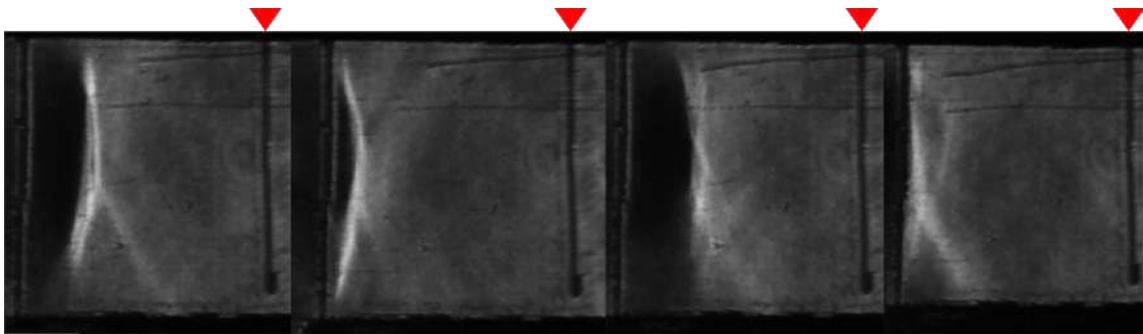


図 13 衝撃波の変動（ステップ型、時間は左から右の順）

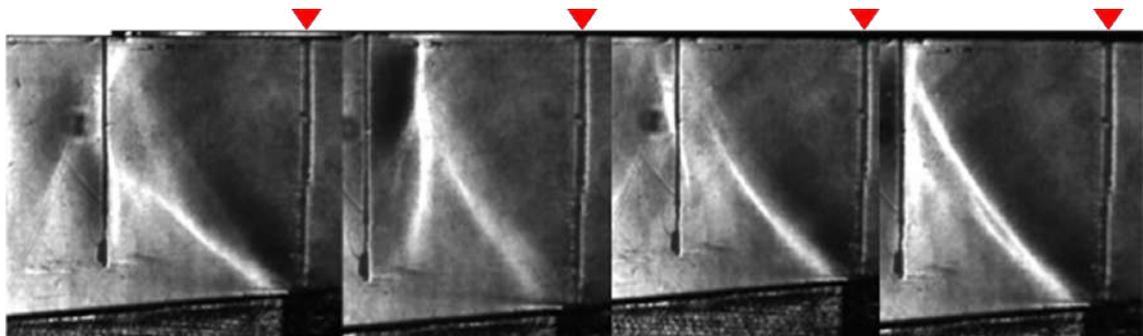
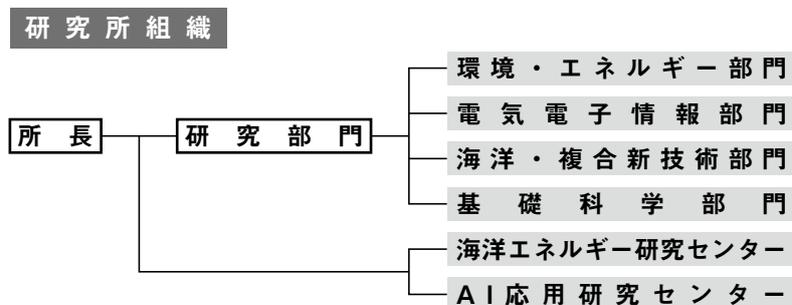


図 14 衝撃波の変動（スロープ型、時間は左から右の順）

Ⅱ 研究活動報告

1. 研究部門・研究センター活動報告	
(1) 環境・エネルギー部門	37
(2) 電気電子情報技術部門	40
(3) 海洋・複合新技術部門	44
(4) 基礎科学部門	48
海洋エネルギー研究センター	51
A I 応用研究センター	53
2. 重点プロジェクト等成果報告書	55
3. 研究所員の研究活動状況	
(1) 学術論文発表	62
(2) 講演・口頭発表	66
(3) テレビ出演	67
(4) 受賞	67
(5) 書籍出版	67
(6) 研究紹介新聞記事	68
(7) 外部資金受入状況	76
(8) 特許出願状況	78

別図



1. 研究部門活動報告

(1) 環境・エネルギー部門

21世紀に課せられた最大の課題である持続可能な社会の実現に向けた技術革新、具体的にはバイオマスエネルギー等の再生可能エネルギー、エネルギーの有効活用に向けた各種電池開発技術を中心に資源循環型技術開発を進め、環境・エネルギー関連の産官学の連携プロジェクトに取り組んでいる。

- | | |
|-------|--|
| 蒲原 新一 | 地域における環境マネジメントの運用に関する研究
持続可能な開発にかかわる評価システムに関する研究 |
| 中道 隆広 | 高効率メタン発酵技術に関する研究
廃棄物系バイオマス利活用の研究
排水処理における有害物質除去法の研究 |
| 平子 廉 | BDF（バイオディーゼル燃料）を利用したディーゼル機関の燃焼研究
バイオメタンを利用したガソリンおよびディーゼル機関の燃焼研究 |
| 井上 弦 | 土壌の性状とその有効利用に関する研究
環境保全型農業に関する研究 |
| 山邊 時雄 | 高性能ナノカーボン材料の創製と応用
リチウムイオン電池の開発 |
| 村上 信明 | バイオマスのガス化発電技術、液体燃料製造技術の研究
BDF（バイオディーゼル燃料）の製造技術の研究 |
| 杉田 勝 | リチウムイオン電池の開発.
次世代電池の研究開発. |
| 石橋 康弘 | 環境改善技術およびバイオマスエネルギー変換技術に関する研究 |
| 木村 正成 | アルカン類の直接的酸化によるアルコール生成の研究.
二酸化炭素を用いた炭素固定法の研究. |
| 薄田 篤生 | 高速発酵技術による肥料化に関する研究. |
| 下高 敏彰 | 陸上養殖技術の安定化に関する研究. |
| 有蘭 幸司 | PPCPsによる生態系への影響評価 |

令和4年度新技術創成研究所成果報告書

環境・エネルギー部門 部門長 蒲原 新一

〔Ⅰ〕 土壌団粒内で起こる炭素・窒素動態の解明

土壌団粒内で起こる炭素・窒素動態を解明する目的で、X線光電子分光分析装置(X-ray Photoelectron Spectroscopy; 長崎大学設備)を用い、Ar+スパッタによる土壌粒子表面の深さ方向分析を試行した。その結果、土壌粒子表面から内部に向かうにしたがってSi/C1、Al/C1が減少する傾向が見られた(C1はC-C, C-H 結合の炭素を示す)。(井上)

〔Ⅱ〕 近隣に活火山のない地域に分布する黒ボク土の野外調査

一般に黒ボク土は活火山周辺に分布するが、近隣に活火山のない地域にもわずかに分布する。しかしその成因については十分に明らかになっていない。本年度は、愛媛県久万高原町で土壌調査を行い、採取した土壌試料について理化学分析を中心に分析を行っている。(井上)

〔Ⅲ〕 有機性廃棄物のメタン発酵利用調査

長崎県から発生する有機性廃棄物を用いたメタン発酵処理技術導入検討を行った。今年度は長崎県特有の食品廃棄物である「カステラ」をエネルギー資源として活用するために、物性特性(含水率、有機物量、無機物量)の調査を行い、カステラを用いたメタン発酵実験を行った。今後地元企業を連携し、実機での発酵実験を検討中である。(中道)

〔Ⅳ〕 多種類原料を混合した機能性コンポスト作製実験

昨年度に引き続き機能性コンポストの研究を実施し、今年度は木質バイオマスボイラーから発生する灰の利用検討を行った。島原半島で乾燥用熱源として用いられる木質チップの原料特性の把握と焼却後に発生する灰分調査と灰の組成分析を長崎県窯業技術センターの開放施設を用いて行った。

(中道、村上)

〔Ⅴ〕 木質系バイオマスの可燃性ガス化研究

昨年に引き続き木質系バイオマスのエネルギー変換方法として注目されるガス化技術の研究を実施した。共同研究を行っている篠田株式会社が補修する実機の運用にはマスバランスの調査や反応効率について研究が必要で、木質チップを原料にダウンドラフト装置の性能評価の研究を行った。(中道)

〔Ⅵ〕 プラスチックを用いた高温水蒸気ガス化研究

廃プラスチックを高温水蒸気雰囲気酸化で熱分解することで、可燃性ガス生成研究を実施中である。

本学に簡易ガス化装置を構築のための基礎的データを採取し、その装置から発生した生成ガスの組成を本学ガスクロマトグラフ（GC-TCD）にて分析を行った。（中道）

〔Ⅶ〕 FIT終了後の太陽光発電電力の有効利用の検討

太陽光発電の電力を固定価格において購入する期間が終了した後に、売電によらず電気自動車を用いることによる自家消費において有効活用が可能となる方法について、発電設備を持つ事業者の環境を用いた連携において検討した。（蒲原）

〔Ⅷ〕 長崎交通圏における交通環境の最適化

自動車販売事業者と連携し本学の敷地内にカーシェアリングカーを用意し、学生へ貸出を行うとともに、その利用データ及び走行データを収集することを昨年度に続けて行った。若者のカーシェアリング利活用について検討するための実験を実施した。（蒲原）

以上

(2) 電気電子情報技術部門

世界がグローバル化する今日、情報を入力し、吟味検索し、それを編集し提示することは、その国の存亡に係わっているといっても過言ではない。本部門では、情報を提示するために、バーチャルリアリティやCG、Webの技術を福祉や生活環境や企業経営の改善やコミュニケーションに、より密接に有効利用するための研究開発を行う。また、これらの情報の基盤を支えるハードウェアの高速化、高密度処理、高精密化の専用LSIの開発研究も合わせて行う。

- 松井 信正 スマートグリッド・エネルギーマネジメント・電力制御に関する研究
医療分野におけるIoT技術に関する研究
- 佐藤 雅紀 水中ロボットに関する研究
農業ロボットに関する研究
福祉ロボットに関する研究
- 黒川不二雄 高度情報通信用デジタル制御電源システムの開発研究
カーボンニュートラル対応の直流給電用電源システムの開発研究
衛星のエンジン制御システムの開発研究
- 本村 政勝 自己免疫性神経筋接合部疾患の病態解明と治療法の開発
- 田中 義人 組込みシステムに関する研究.
電力エネルギー・医療分野におけるICT融合化技術に関する研究.
次世代エネルギーおよびマイクログリッドのシミュレーション的研究.
- 川添 薫 医療用処置具・内視鏡治療器具に関する研究開発.
内視鏡保管庫用プラズマクラスター除菌消臭発生装置の開発
経鼻内視鏡用前処置具の開発と検証
輸液ライン小気泡除去に関する研究
手術前自動手指洗浄装置の研究開発
- 田中 賢一 ホログラフィによる立体映像表現
映像やゲームにおけるコンテンツ技術
メディアコンテンツや有価証券の偽造防止技術
学習支援システムならびに教育システムの開発
- 日當 明男 Webによるデータベース活用に関する研究開発.
システム同定によるモデル構築に関する研究
システム制御に関する数学的基礎研究.
- 劉 震 ビッグデータとデータマイニングに関する研究.
情報システムの構築と意思決定支援システムに関する研究.
リハビリロボットに関する研究.
- 下島 真 データ収集／解析システムの開発・構築.
素粒子物理実験用の新しい検出器の開発.
- 清山 浩司 医用デバイスに関する研究（眼内埋植型人工網膜、生体信号計測センサ）.
三次元積層型人工知能半導体（AIチップ）に関する研究.
- 田中 雅晴 AIを用いた再生可能エネルギーマネジメントに関する研究
FPGAを用いたコントローラ仮想化アーキテクチャに関する研究

- 崔 智英 動作改善支援のための生体情報の可視化.
- 梶原 一宏 再生可能エネルギーシステムにおけるデジタル制御電源の研究
- 三田 淳司 セキュリティインシデント事例収集
民間資格を活用したICT基礎力育成
- 池 浩司 医療機器の研究開発, カテーテル型凝血塊破碎吸引装置の研究開発
- 清水 悦郎 内視鏡内部洗浄装置の研究開発
食道癌ステント留置術に用いる電導型イングロース焼却ステントの研究開発
- 成 功 医療機器の開発
腱鞘炎及び合併症の防止と治療につき、日常治療器の開発
- 土居 二人 在宅人工呼吸器と併用可能な新規酸素供給システムの開発
DNAシーケンスによる人工呼吸器回路汚染菌の同定
獣医療に用いられる医療機器の安全管理システム開発
- 谷山紘太郎 医工連携分野における他大学との新しい共同研究の実現のための研究
- 田中 徹 脳埋込型集積化知能デバイス・完全埋め込み型人工網膜に関する研究
- 小柳 光正 三次元ヘテロ集積化技術を用いた積層型人工知能半導体に関する研究
- 末次 正 パワーエレクトロニクス分野で電力変換器の制御に関する研究
- 関屋 大雄 パワーエレクトロニクス分野で電力変換とその制御の研究
- 森口 勇 リチウムイオン電池および各種二次電池に関する研究
- 川越 祐司 通信分野のエネルギーや環境問題に関する研究
- 有馬 仁志 車載システムのモデルベース設計に関する研究
- 森本 賢一 機能安全やセキュリティに関する研究
- 菊池 秀彦 産業分野のエネルギーシステムに関する研究
- 石橋 隆 産業分野のパワエレクトロニクスに関する研究
- 河村 篤男 EV（電気自動車）やFCEV（燃料電池電気自動車）のための新しい電力変換器、電気自動車の航続距離延伸制御、HEV（ハイブリット電気自動車）のための新しい駆動系、非接触給電、マッチングフィルタに関する研究
- 柴田裕一郎 衛星用デジタル制御POL電源の過渡特性に関する研究
- 冨田 彰秀 エネルギーと脱炭素社会のための環境動体解析の研究
- 中村 克也 人工心肺等高度管理医療機器開発および開発手法の研究
近距離通信機能を持った医療デバイスの研究開発
米国、欧州、日本の医療機規制に関する研究
医療ソフトウェア品質管理システム構築とその品質保証に関する研究
- 丸田 英徳 デジタル信号処理の電力変換器制御への応用
- 古川 雄大 電力変換器におけるデジタル制御の設計・解析および検証
- 横井 聖宏 防災用IOT機器に関する研究
- 水野 裕志 医療福祉施設における院内グリッドの最適運用に関する研究
- 王 吉喆 次世代高効率三相交流電源ユニットの開発
- 原之蘭一亨 MATLABによる空気調和システムのモデル化
- 木村誠一郎 電力需要・再生可能エネルギー発電の予測技術に関する研究開発
- 藤原 太郎 救命率向上のための一体型薬液バッグ・輸液ラインシステムの開発

令和4年度新技術創成研究所成果報告書

電気電子情報部門 部門長 松井 信正

〔Ⅰ〕AIの利活用に関する研究

1) AI技術による生物の感情判定の研究

(崔、松井)

鳥類であるペンギンは、哺乳類に比べて、感情が現れにくい生物である。そこで、行動などの振る舞いのデータに加え、身近に生態を感じている学芸員との情報交換を経て、ペンギンの判別や感情の整理手法を検討している。本研究の成果は、動物園や水族館の活性化だけでなく、飼育の質の向上につながるものである。また、昨今は女性の活躍が増えてきている職場であり、結婚・出産しても退職せずに女性スタッフを増員する動物園や水族館が増えてきており、社会・地域に大きく貢献できる研究である。これまでの成果として、フンボルトペンギンの特徴である胸の斑点の画像をニューラルネットワーク(NN)のひとつである畳み込みニューラルネットワークConvolutional Neural Network(CNN)で学習した結果、高い精度で判別可能であることがわかった。

2) パワエレクトロニクスのAI技術の活用

(黒川、松井、田中(雅)、梶原)

NEDO先導研究プログラムにおいて、次世代電力ネットワークのパワエレ信頼性向上に資する技術開発を行い、その有効性を確認した。また、全国規模の産学官の共同研究として再生可能エネルギー分野へのAI適用やパワエレ機器の制御にAIを適用するために必須のデジタル制御回路に関する教育・研究を活発に行っている。

〔Ⅱ〕医療、医療用計測装置・システムに関する研究

1) 透析用出血検出機能付き止血バンドに関する基礎的研究

(池、川添)

透析後の患者の圧迫綿(止血バンド)からの出血を早期に発見するため、出血時にブザーで出血を知らせる出血検出機能を持たせた止血バンドの開発及び動作確認を行うためのシャント肢穿刺シミュレータの開発に関する基礎的研究を行っている。これまでの成果として、出血の有無を検出し電子ブザーで知らせることができる可能性が示された。今後は出血検出回路の低消費電力化と小型化及び圧迫綿の締め付け強度を考慮した改良が必要であると考えられる。今回の研究結果は、認知症を伴った患者をより安全に透析するための医療器具の基礎的研究として意義がある。

2) 喀痰監視システムの研究開発

(川添、池、清水、成)

呼吸器内の炎症に伴う喀痰の発生状況をリアルタイムで医療従事者・介護者に伝える監視システムであり、①医療施設では人工呼吸器の装着を含む重症患者の喀痰の監視センサーとして、②在宅の老人看護等で誤嚥性肺炎による気管内吸引の必要性を介助者に知らせる監視センサーとして、呼吸器内の状況を医療従事者や介護者に知らせるシステム開発を目的とし、外部資金の獲得に挑戦するための基礎実験モデル及び装置の開発を実施した。

〔Ⅲ〕若手研究

1) DC-DCコンバータのデジタル制御の研究

(梶原)

脱炭素化社会実現に向けて、再生可能エネルギーを活用した1500V級直流給電システムに適用可能な電力変換器の開発を目指し、電力変換器の多重直並列構成およびその制御方式に関する研究・開発を行っている。

以上

(3) 海洋・複合新技術部門

21世紀の国際的大競争時代を生き抜くためには、モノづくりに直結した生産技術の絶えざる技術革新が不可欠である。また、そのためには、従来の基盤的技術と先端的技術分野を複合した学際的な新技術への展開が望まれる。本部門では、機械システム・船舶・海洋機器・建築物等を主体とした各種構造物の構築・生産・運用に係わる生産技術に関して、材料・構造・流体等の多岐の分野にわたり新技術の研究・開発を行う。

- 本田 巖 流体/構造連成振動解析法に関する研究。
音速の空間分布を利用した音響・振動伝搬抑制構造の検討。
振動エネルギー伝搬解析技術の実用化に関する研究。
音響信号を用いた風力発電装置の異常予知技術に関する研究。
振動による機械構造物の異常検知に関する研究。
音源位置同定技術に関する研究。
- 黒田 勝彦 積層構造物への実験と解析によるエネルギーモデルの適用に関する研究。
タイヤ構造への実験と解析によるエネルギーモデルの適用に関する研究。
機械構造物の入力パワーの変動を考慮した高精度の音圧予測手法の開発。
自動車の微小騒音に関する研究。
FEMを用いたSEAによる構造最適化に関する研究。
FEMを用いた振動加振実験によるSEAパラメータ評価に関する研究。
振動場と音場応答の概念設計に関する研究。
実稼働SEAモデルに関する研究。
SEAとTPAによる入力同定に関する研究。
機械構造物のヘルスマニタリングに関する研究。
データを使ったゴルフスイングとスキルアップに関する研究。
楽器の音響特性を実現する構造特性に関する研究。
- 佐藤 雅紀 水中ロボットの開発および画像処理。
- 梶原 宏之 造船の生産管理並びにシミュレーションに関する研究
- 林田 滋 潮流発電装置に関する研究。
滑走艇まわりの流体现象に関する研究。
自航試験の精度向上に関する研究。
ペーロン船の抵抗推進性能に関する研究。
- 松岡 和彦 船体構造の合理化及び長寿命化に関連する研究。
熟練者技能継承のための匠の技シミュレータシステム開発に関する研究。
オープンソース造船用3D-CADの開発とモジュール化設計による生産性向上。
海を活かす体験型技術教育の研究。
乗務員の就労環境向上を目的とした低騒音型漁船の開発に関する研究。
海洋産業創出のための潮流下稼働可能型海中ロボットの研究開発。
- 石川 暁 省エネ性に優れた最適船型の計画法に関する研究
船の燃費性能カイゼンのための省エネ・デバイスの開発に関する研究
洋上風車アクセス船の動揺低減に関する研究
- 池上 国広 多連結浮体システムの研究開発。
海洋エネルギー利用技術の研究開発。
浮体係留装置の研究開発。

- 影本 浩 風波浪中における浮体運動に関する研究.
超大型浮体構造物（メガフロート）に関する研究.
魚の推進に関する研究.
- 堀 勉 浮体静力学の基礎理論に対する新展開
・静水圧の圧力積分による船の「浮心＝圧力中心」の証明.
・船のメタセンター半径 BM の導出に関する新理論.
停留位相法による船の波に関する Kelvin 波と Hogner 波の接続解.
- 岡田 公一 溶接構造物の疲労強度評価法の確立に向けた研究.
構造物の最終強度（終局強度）に関する研究.
- 古野 弘志 人工知能（AI）を用いたサロゲートモデル（物理代理モデル）の研究開発.
遺伝発生による人工知能(AI)の生成と初期船殻重量推定システムの開発.
Lagrangeの未定乗数法を用いた新しい骨組構造強度計算法の研究.
船体防撓パネルの簡易座屈強度及び固有振動数推定法に関する研究.
二軸圧縮場における防撓パネルの座屈強度に及ぼす防撓材の影響に関する研究.
接水防撓パネルの固有振動数に及ぼす防撓材の影響に関する研究.
海洋産業創出のための潮流下稼動可能型海中ロボットの研究開発.
北極海航路の気候・地勢及び海水状況調査と海水面積予測のための事前研究.
中小型商船の実践的な基本構造設計法に関する教育・研究.
- 松川 豊 宇宙輸送機の空力加熱の研究.
電気流体力学（EHD）現象を利用したマイクロポンプの研究.
超音速流れの研究.
- 藤田 謙一 浮体式海洋建築物の動的応答・居住性評価に関する研究
形状可変浮体構造システムおよび動的応答に関する研究
持続可能な建築構造システムおよび地震応答に関する研究
地震・津波などの自然災害に対する地域防災計画に関する研究
- 野瀬 幹夫 初期構設計画時における横断面の反りを考慮した全体強度解析・実用化システムの構築と最適化に関する研究.
グラフ理論による構造解析用実用化システム概念の構築に関する研究.
海洋産業創出のための潮流下稼動可能型海中ロボットの研究開発.
- 木下 健 海洋再生エネルギー利用の推進.
海洋構造物の運動,挙動についての研究.
海洋産業創出のための潮流下稼動可能型海中ロボットの研究開発.
- 石井 和男 ロボット分野の幅広い活用に関する研究.
- 金丸 英幸 船舶運航のエネルギー解析および気象・海象下の最適航海制御技術に関する研究.
船陸複合ネットワーク技術を用いたグローバルシステムインテグレーション.
各種リアルタイムシミュレータの研究開発.
計測データの特性解析.
- 松尾 博志 潮流発電装置に関する研究.
潮流発電用タービンの設計、およびCFDシステムによる流体性能の評価.
- 副島 勝則 再生可能エネルギーを活用した発電機の研究開発.
充電ステーションの実証事業.

令和4年度新技術創成研究所成果報告書

海洋・複合新技術部門 部門長 本田 巖

〔Ⅰ〕海洋開発に関する研究

1) 養殖業の活性化を目的とした「海のモビリティ」開発（松岡，佐藤，七條）

共創の場形成支援プログラム（拠点名称：『インテリジェント養殖を基軸にした「ながさきBLUEエコノミー」形成拠点』）の育成型から“本格型”へのステップアップを目的として、養殖業で利用可能な水中ロボット（ROV）の量産化、「水中ロボットフェスティバル」等の全国規模の大会での成果公表、漁協への協力による産学共創システムの構築を行った。これまでに、3Dプリンターを導入し、水中ロボット（ROV）の量産化を目途付けし、養殖生簀の撮影やサンゴの生育調査といった漁業での利用に関する実験を行うと共に、橘湾の浮消波堤の係留索の状況調査を通じ、水深40m程度での使用に耐えうることも検証することが出来た。

〔Ⅱ〕再生可能エネルギーの開発・利用に関する研究

1) 海洋産業創出のための潮流下稼動可能型海中ロボットの研究開発（古野，野瀬，木下，佐藤）

本研究で開発を目指す強潮流下（2m/sec.）で稼動可能なROV（以下、TROVと呼ぶ）は、海中や海底に潮流発電機などの海洋再生可能エネルギー機器を設置する場合の観測調査や設置後の保守点検などでの使用を前提としており、稼動水深も100mと深水域での使用となる。従来、潜水士が行っていた作業を本研究で開発する世界に類のないTROVで代替することにより、作業中の危険性低減や海洋再生可能エネルギー機器導入経費の3割から4割を占める観測調査費、設置・保守点検費を大幅に軽減することができ、これら機器の社会的受容性を向上させることができる。

これまでの研究で、TROVの機器構成について母船、中間ランチャ（中継器）及びビークルからなる中間ランチャ方式を採用した。

本年度は、TROVを組立・調整するための架台の製作及び巻取装置のモックアップを製作して昨年度の問題点抽出とその対応策の検討を行った。また、昨年度検討された2次ケーブルの巻取状態の確認や正常にビークルが嵌合できたかどうかを確認する監視カメラの位置を検討し、1台のカメラで中間ランチャの巻取と嵌合の状況を確認する位置を見つけることができた。これにより、監視カメラを1台減らすことができ、中間ランチャに搭載するPCの情報処理負荷低減も可能とした。

〔Ⅲ〕流体解析に関する研究

1) EHDマイクロポンプ内における流動モデルの構築（松川）

近年の機械工学分野における主要研究課題のひとつであるマイクロマシンの開発技術を確立に関連し、電気流体力学（Electrohydrodynamic, EHD）現象を利用することで機械的可動部を使用しない

マイクロポンプの構築を目指して研究を進めている。

本研究では、イオンドラッグ型にまず着目し、電極から液体に注入される電荷の定量的評価のための電極表面上における電荷密度のモデル化について検討した。モデルには二つの定数とイオン移動度が含まれるが、二つの定数は電流の実験値を再現するように決めた。

数値シミュレーション計算コードを構築し、Russel他の実験結果を対象にEHDマイクロポンプにおける圧力生成と流れの数値シミュレーションを実施した結果、マイクロポンプ内で生成する圧力差と流量をよく再現できた。

(4) 基礎科学部門

歴史が物語るように、新技術の創成は、基礎科学を拠り所に行っているものがほとんどである。基礎科学部門では、科学技術の発展を目指し、物理学、化学、生物学、経済学における基礎的な研究を行っている。高エネルギー物理実験分野では、多くの国際共同実験を実施しており、フロントエンド読み取り装置やデータ収集装置の開発を実施してきた。理論化学分野では、新しいかたちの超伝導現象の提案を行い、実験的に検証されつつある。経済物理学の分野でも、新しいプロジェクトチームを結成し、ピケティに迫るような新しい分野の開拓を目指しているところである。

現在の各研究員の主要テーマは、下記の通りである。

大山 健 高エネルギー物理実験、ALICE実験におけるTPC新型読出しシステムの開発

加藤 貴 理論化学、量子化学、物性物理学、

濱垣 秀樹 高エネルギー原子核物理実験、ALICE実験、量子計測技術

田中 義人 電力エネルギー・医療分野におけるICT融合化技術に関する研究、

ICT街づくり、高エネルギー物理実験、ALICE実験

澁佐雄一郎 素粒子理論、数理物理

下島 真 データ収集／解析システムの開発・構築、

素粒子物理実験用の新しい検出器の開発

高エネルギー物理実験 ATLAS実験

板倉 数記 高エネルギーハドロン理論、高強度場の物理、極限環境での物理

持田 浩治 ヒトの色彩心理の起源とその応用技術の開発

睡眠クオリティーに影響する生態的・社会的要因の解明

市瀬 実里 発達障害を含めた精神疾患における遺伝的素因に関する研究、

発達障害モデル生物の検討、

菊森 淳文 地域経済マクロ計量分析、経営情報分析（経営戦略・財務・マーケティング）

行政・公企業経営

房安 貴弘 素粒子物理実験用検出器のための先進的読出し回路の開発研究、

GEMを用いた高効率・大面積ガンマ線イメージング装置の開発、

志垣 賢太 高エネルギー原子核物理実験、ALICE実験MFT計画のDetector Control System開発

および物理解析

八野 哲 クォーク・グルオン・プラズマの物性解明を軸とする研究分野における物理解析

三明 康郎 高エネルギー原子核衝突を用いたクォーク・グルオンプラズマの研究

令和4年度新技術創成研究所活動報告

基礎科学部門 部門長 大山 健

基礎科学部門は「人類のための21世紀の科学技術を創成すること」を目的とし、環境・エネルギー技術や情報技術、ナノ・新素材技術、バイオ技術などの新分野、さらには高エネルギー物理学をはじめとした様々な研究を推進している。

以下に専任研究員の2022年度の研究概要および成果を述べる。

板倉

JSPS科研費による研究課題『強い場の物理』から紐解くクォーク・グルーオンプラズマ生成機構』(基盤研究C, 19K03836, 代表: 板倉)に関連して、強力な磁場や電場中における様々な現象の基礎的取り扱いと応用についての総合報告を出版した。これは、今までの10年以上の研究をまとめたものである。そのほかにも、強磁場中における光の複屈折に対する媒質効果についての論文2本、重イオン衝突におけるハドロン化に伴う光子生成に関する論文が相次いで出版された。新たなテーマとして、重イオン衝突初期に今まで考えられてこなかったゲージ配位について、その物理的重要性の検討を開始した。

市瀬

2021年度に引き続き、線条体ニューロンにおけるLRR膜タンパク質の役割について、長崎大学大学院医歯薬学総合研究科医科薬理学教室およびドイツFreiburg大学との共同研究を進めた。遺伝子欠損マウスの線条体におけるプロテオーム解析および電気生理実験の結果から候補結合分子が特定されたため、マウス線条体の凍結脳切片に対する免疫染色を行った。

澁佐

「一般化された不確定性関係に基づいた場の理論」を研究課題として遂行した。通常の不確定性関係からの変更は重力を想定した最小長さの存在から来していると仮定している。一方で、重力に関しては近年エントロピーとの関係が新たな議論となっている。そのため、この一般化された不確定性関係に基づいた場の理論での位相空間における状態に関する研究を始めた。

持田

JSPS科研費による研究課題『恐怖情動バイアスが駆動する警告色の社会学習モデルの検証』(基盤研究C, 20K06831, 代表: 持田)を、東京大学大学院総合文化研究科の香田准教授、京都大学舞鶴水産実験所の高橋助教、和光大学の西川講師と行った。JSPS科研費による研究課題『魚類の心理特性に

注目した新たな増養殖技術基盤の開発』（挑戦的研究萌芽, 22K19207, 分担）を、同上の高橋助教、北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの南准教授と行った。長崎ペンギン水族館の協力のもと「フンボルトペンギンの社会性睡眠に関する研究」を行った。研究課題「森林生態系保全と農業被害軽減のためのヒヨドリ警報システムの開発」を、北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの揚妻教授、同上の西川講師と行った。研究課題「ヤスデ類におけるミューラー型擬態環の形成、消失、移行をもたらす進化機構の解明」を、熊本大学大学院先端科学研究部の田邊教授と行った。

田中・大山・浜垣

高エネルギー重イオン衝突実験グループでは、客員研究員である志垣（広島大）・房安（佐賀大）・三明（筑波大）・八野（広島大）らと共同で、超高温クォーク物質の創造とQCD物性の解明を目指し、欧州合同原子核研究機構（CERN）のALICE実験および次世代計画を推進している。2022年度はJSPS科研費による研究課題『ALICE GEM-TPCを実現する連続読出型データ収集解析基盤の開発と実装展開』（基盤研究A, 20H00165, 代表: 大山）の最終年度にあたり、東京大学CNSの郡司准教授、琉球大学工学部の長名助教らと共同で、これまで開発したデータ収集装置の運用、実験データ収集、及び成果発表を行った。並行して、JSPS研究課題『次世代高輝度重イオン衝突実験がもたらすストレンジネス核物理の新展開』（国際共同研究強化B, 19KK0077, 代表: 大山）を推進し、広島大学理学部の山口准教授、東京大学CNSの郡司准教授らと共同でデータ解析を進め、ALICEや将来計画におけるエキゾチックバリオンの物理に関する国際ワークショップも開催した。また、将来計画として、カラー・ガラス凝縮の発見を目指し、ALICEにおける新検出器Forward Calorimeter (FoCal) 計画に参画し、主にトリガ系の概念設計を、筑波大学の中條講師らと共同で進めた。

海洋エネルギー研究センター

海洋エネルギー研究センターでは、国内外の研究者と広く連携するとともに、船舶工学・海洋工学に係る教育研究約70年の経験を活かし、海洋産業の基盤となる船舶工学・流体力学・構造工学等を用いた研究開発、新事業形成、人材育成に取り組む。

研究メンバー

- センター長：影本 浩 教授
- 研究員：池上 国広 特命教授
- 研究員：木下 健 客員教授
- 研究員：野瀬 幹夫 客員教授
- 研究員：林田 滋 特命教授
- 研究員：松井 信正 教授
- 研究員：松岡 和彦 教授
- 研究員：佐藤 雅紀 教授
- 研究員：古野 弘志 准教授
- 研究員：中道 隆広 准教授

海洋エネルギー研究センター 研究活動報告

センター長 影本 浩

当センターは、本学が有する海洋工学に係る教育研究の技術を活かし、海洋産業の基盤となる研究開発、新事業形成、人材育成に取り組んでいる。

研究開発関係では、昨年度に引き続き、研究所重点プロジェクト予算を活用して海洋産業創出のための潮流下稼働可能型海中ロボット (Tidal Current Remotely Operated Vehicle : TROV) の研究開発を行った。また、潮流発電関連では、長崎県針尾における小型潮流発電システムの実海域実験の計画を行い、鹿児島県における海流・潮流発電の研究会活動に参加するなどの活動を行った。さらに、五島市、西海市における風力発電、潮流発電の実用化の支援を行っている。

長崎大学他と協力して取組んでいた国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) の共創の場形成支援プログラム (地域共創分野) 育成型『インテリジェント養殖を基軸にした「ながさきBLUEエコノミー」形成拠点』は、2023年3月に本格型に昇進することが決定した。本格型では、今後、最長10年間にわたり「養殖DXの推進により、若者が集まり活気づく海と生きる地域社会の実現」を目指す。

特に本学では、引き続き養殖における「作業を変える」をテーマに海中ロボットや海洋観測技術、沖合養殖システムへの電源供給といった課題に取り組む。

人材育成関係では、地元の海洋NPOに協力し、「働く船の見学会」を水辺の森公園にて実施した。

環境に配慮した新鋭作業船の紹介を行い、多数の来場者があった。なお紹介した「第五十八金栄丸」は、日本船舶海洋工学会が授賞するシップ・オブ・ザ・イヤー2022において部門賞（作業船・特殊船部門）を受賞した。さらに、長崎県造船協同組合や長崎運輸支部と協力し造船技術者向けの社会人研修を実施、あるいは長崎市と五島市の高校生を対象に「海中探索ロボット（ROV）体験学習（製作）」を開催するなどの活動を行なった。

長崎海洋産業クラスター形成推進協議会の主要メンバーとして、事業推進委員会の委員を務め、同協議会の活動支援（浮体式ライダーMIAの信頼性・安全性の強化による受注競争力の獲得）をするなど、協議会の活動を牽引している。また、長崎海洋アカデミーが主宰している洋上風力発電に関わる人材教育プログラム実施のための実務者会議メンバーとして企画・運営に参画すると共に、人材教育コースの講師を務めている。

また、九州地区における海洋エネルギーの産業化促進のために九州4県（長崎、佐賀、福岡、鹿児島）が連携して実施している海洋エネルギー産業化実務者会議のメンバーとして企画・運営に参画した。

その他、以下のような取り組みも行なった。

- 松浦市の再エネ利用計画策定のための協議会を主導。
- 西海市における世界遺産影響評価の委員会運営を主導し、県、文化庁経由でイコモスへ報告書提出。
- 環境省による長崎県のゾーニング事業に参画。

AI応用研究センター

AI応用研究センターは令和2年4月1日付けで設置され、人工知能（Artificial Intelligence, AI）の応用による新技術分野の創成と新しい産業分野の創出を目的としている。

研究メンバー

- センター長：田中 雅晴 准教授
- 研究員：田中 義人 教授
- 研究員：大山 健 教授
- 研究員：影本 浩 教授（造船AIプロジェクトリーダー）
- 研究員：石川 暁 教授（造船AIプロジェクト）
- 研究員：松岡 和彦 教授（造船AIプロジェクト）
- 研究員：古野 弘志 准教授（造船AIプロジェクト）
- 研究員：松井 信正 教授（パワエレAIプロジェクトリーダー）
- 研究員：黒川 不二雄 学長（パワエレAIプロジェクト）
- 研究員：古川 雄大 学術研究員（パワエレAIプロジェクト）

AI応用研究センター 研究活動報告

センター長 田中 雅晴

当センターでは、人工知能（Artificial Intelligence, AI）と本学が保有する技術を融合させた手法の応用研究の実施、産学官共同研究による企業や地域社会が抱える課題の解決に向けた取り組み、研究成果のプラットフォーム化とその技術支援や教育支援への活用を行っている。本センターの研究開発体制はプロジェクト制をとっている。

「造船AI」プロジェクトでは、2022年度は、以下のような教育・研究・啓発活動を行なった。

（影本教授）前年度に引き続き「AIによる海洋波や浮体運動の時系列予測」に関する研究を行なった。2021年度に投稿し採択されたAIによる異常波(Freak wave)の予測可能性についての研究論文が、国際誌「Journal of Ocean Engineering」に掲載された。

（松岡教授）船舶工学コースの教員が協力して「AIを利用した機器の故障予測」に取組み、新造船が2022年度に就航した。当該船舶は日本船舶海洋工学会が技術的・芸術的に優れた船舶に対して表彰を行なうシップ・オブ・ザ・イヤーに選定された。

（古野准教授）2022年度は、船体の構造初期計画段階における人工知能を用いた船殻重量推定システムの開発及びサロゲートモデル（CAE×AIによる物理代理モデル）を用いた船体接水防撓パネルの簡易固有振動数推定法（SSEM.SPVib）の開発に係る研究を行った。これらの研究成果について、

2編の論文投稿（日本船舶海洋工学会講演会論文集 第36号, 大学院 新技術創成研究所 所報 第17号）、2度の招待講演（ATCx造船セミナー2022、第12回 中四国CAE懇話会「西日本地区におけるデジタルイノベーション」）及び学会の研究会（第54回 日本船舶海洋工学会 西部支部 構造研究会）での発表を行った。また、船舶設計分野への人工知能利活用に係る研究について卒業論文指導を行い、その1名が学会賞（日本船舶海洋工学会 奨学褒賞）を受賞した。

「パワエレAI」プロジェクトでは、福岡大学、福岡県、長崎県の地元企業を含めた産学官で進めているNEDO先導研究プログラムにおいて、次世代電力ネットワークのパワエレ信頼性向上に資する技術開発を行い、その有効性を確認した。また、全国規模の産学官の共同研究として再生可能エネルギー分野へのAI適用やパワエレ機器の制御にAIを適用するために必須のデジタル制御回路に関する教育・研究を活発に行っている。再生可能エネルギーとスマートグリッドへのAI応用を扱う本学協賛の2つの国際会議 International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA) および International Conference on Smart GRID (icSMARTGRID)、IEEE主催の国際会議 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA) を主導し、パワエレへのAI活用の情報交換と利用拡大を国内外の産官学界と共に行っている。さらに、再生可能エネルギーのAI応用によるエネルギーマネジメントに関する論文、Yuji Mizuno, Masaharu Tanaka, Yoshito Tanaka, Fujio Kurokawa and Nobumasa Matsui, “New Sustainable Operation Method for a Power Grid without an Energy Storage System: A Case Study of a Hospital in Japan,” International Journal of Renewable Energy Research (IJRER) , vol. 12, no. 3, pp. 1289-1300, Sep. 2022) が採録・発刊され、当該分野の発展に努めている。

2. 令和4(2022)年度研究所重点プロジェクト等成果報告書

研究課題名	研究者
養殖業の活性化を目的とした「海のリテラシー」開発	松岡 和彦 佐藤 雅紀 七篠 大樹
AI技術による生物の感情判定の研究	崔 智英 松井 信正
海洋産業創出のための潮流下稼働可能型海中ロボットの研究開発	古野 弘志 野瀬 幹夫 木下 健 佐藤 雅紀
喀痰監視システムの研究開発	川添 薫 池 浩司 清水 悦郎 成 功
*出血検出機能付き透析用止血バンドに関する基礎的研究	池 浩司 川添 薫
*振動場と音場応答の概念設計に関する研究	黒田 勝彦 岡田 公一
EHDマイクロポンプ内における流動モデルの構築	松川 豊

* 技術論文として掲載済み

養殖業の活性化を目的とした「海のリモビリティ」開発

松岡和彦，佐藤雅紀，七條大樹

[I] 事業概要

本研究の目標は、現在、研究を進めている共創の場形成支援プログラム（拠点名称：『インテリジェント養殖を基軸にした「ながさき BLUE エコノミー」形成拠点』）の育成型から“本格型”へのステップアップの達成である。具体的には、養殖業で利用可能な水中ロボット（ROV）の量産化、「水中ロボットフェスティバル」等の全国規模の大会での成果公表，漁協への協力による産学共創システムの構築を目指す。

[II] 活動状況

3D プリンターを導入し、水中ロボット（ROV）の量産化に関して目途をつけることが出来た。養殖生簀の撮影やサンゴの生育調査といった漁業での利用に関する実験を行い成果を得た。また橘湾の浮消波堤の係留索の状況調査も実施し、水深 40m 程度での使用に耐えうることも検証することが出来た。これらの成果を基に実際に北九州市の造船所にて船舶の点検作業等に本研究で開発した水中ロボット（ROV）の実践使用を開始している。

[III] 成果など

共創の場形成支援プログラム（地域共創分野）育成型『インテリジェント養殖を基軸にした「ながさき BLUE エコノミー」形成拠点』は、2023 年 3 月に本格型に昇進することが決定した。本格型では、今後、最長 10 年間にわたり「養殖 DX の推進により、若者が集まり活気づく海と生きる地域社会の実現」を目指す。

[IV] 今後の課題

今後は共創の場形成支援プログラムの本格型として事業を開始する。具体的には開発した水中ロボット（ROV）を活用し養殖業に関するビッグデータの収集を実施し、得られたデータから養殖業に関する知見を得ることに取り組む。

AI 技術による生物の感情判定の研究

崔 智英, 松井 信正

[I] 事業概要

鳥類であるペンギンは、哺乳類に比べて、感情が現れにくい生物である。そこで、行動などの振る舞いのデータに加え、身近に生態を感じている学芸員との情報交換を経て、ペンギンの判別や感情の整理手法を検討する。本研究の成果は、動物園や水族館の活性化だけでなく、飼育の質の向上につながるものである。また、昨今は女性の活躍が増えてきている職場であり、結婚・出産しても退職せずに女性スタッフを増員する動物園や水族館が増えてきており、社会・地域に大きく貢献できる研究である。

[II] 活動状況

長崎ペンギン水族館と共同研究を締結し、対象の絞り込みとその基本データを収集した。まず、対象の絞り込みにおいては、動画や写真、音声のデータ収集が比較容易なペンギンを対象とする。検討の過程において、常温状態で飼育可能であり、恒温室に囲まれていないと言った物理的な障壁がなく、長崎ペンギン水族館の個体数が比較的多いことを条件として整理し、フンボルトペンギン、マゼランペンギン、ケープペンギンの3種類を研究対象とした。

次に、個体の判別についての検討を行った。フンボルトペンギンは、胸の斑点に個体差があり、判別に使用できる情報となりえることがわかった。胸以外の容姿的な特徴による個体差の判別の対象として、マゼランペンギン、ケープペンギンでは、嘴の違いだけでなく、黒い羽の面積に対して、白い羽の割合に着目し、その容姿的な違いを利用して判別できる可能性があることがわかった。

さらに、感情の情報として、フンボルトペンギン、マゼランペンギンおよびケープペンギンの鳴き声に着目して、鳴き声の大きさや波長などの分析と分類を行い、常に身近に生態を感じている学芸員へのヒアリングを経て、感情を紐付ける可能性が見えた。

以上の調査結果をもとに、次年度は、「容姿的な特徴による個体差の判別」「鳴き声の分析と分類、感情との紐付け」を進めながら 2023 年度に競争的研究に申請する。

[III] 成果など

フンボルトペンギンの特徴である胸の斑点の画像をニューラルネットワーク (NN) のひとつである畳み込みニューラルネットワーク Convolutional Neural Network (CNN) で学習した結果、高い精度で判別可能であることがわかった。

[IV] 今後の課題

個体の判定手法では、対象とする個体数が多いため、できるだけ少ない画像データや音声データで学習させる手法の開発に取り掛かっている。

海洋産業創出のための潮流下稼動可能型海中ロボットの研究開発

古野弘志, 野瀬幹夫, 木下健, 佐藤雅紀

I] 事業概要

現在, 世の中には数多くの有索式無人水中ロボット(以下, ROV と呼ぶ)が存在するが, これらは静水中での使用を前提としており, 潮流があるところで使用するとケーブルに発生する抗力によって ROV が流され, コントロールが困難となってしまう. 潮流下で稼動可能な ROV は, 火力・原子力発電所の取水路の保守点検で使用実績があるが, これらは概して浅水域の閉空間で使用されるものである. この研究で開発を目指す強潮流下(2m/sec.)で稼動可能な ROV (以下, Tidal Current Remotely Operated Vehicle : TROV と呼ぶ)は, 海中や海底に潮流発電機などの海洋再生可能エネルギー機器を設置する場合の観測調査や設置後の保守点検などでの使用を前提としており, 稼動水深も 100m と深水域での使用となる. 従来, 潜水士が行っていた作業をこの研究で開発する世界に類のない TROV で代替することにより, 作業中の危険性の低減や海洋再生可能エネルギー機器導入経費の 3 割から 4 割を占める観測調査費, 設置・保守点検費を大幅に軽減することができ, これら機器の社会的受容性を向上させることができる.

II] 活動状況

本研究は, 潮流 2m/sec., 水深 100m 下において運用可能な有索式無人海中ロボット TROV の研究・開発を目的とする. しかしながら, 水深 100m 下での運用は TROV の制御が難しいことや高額な研究開発費が必要となり研究の遂行に支障をきたす懸念がある. このため, まずは研究の第一段階として, 潮流 2m/sec., 水深 50m 下の海中において運用可能な試作機の研究・開発を行う.

本研究は, 2016 年より海中ロボットの形式の調査から始め, その後スラストの性能調査とビークルや中間ランチャの開発を行ってきた. この開発の中で, 将来の TROV の実証実験を想定すると, 重量のある中間ランチャの移動, 昨年度設計した巻取装置と嵌合装置を中間ランチャ下面に取り付けて調整する作業及び TROV の運用前に中間ランチャとビークルを嵌合させる作業ができる専用の架台を製作する必要が出てきた.

III] 成果など

本年度は, TROV を組立・調整するための架台の製作及び巻取装置のモックアップを製作して昨年度の問題点抽出とその対応策の検討を行った. また, 昨年度検討された 2 次ケーブルの巻取状態の確認や正常にビークルが嵌合できたかどうかを確認する監視カメラの位置検討とその取り付け治具の検討も引き続き行った.

これらの研究成果として, まず, 架台の製作により, 中間ランチャ下面への巻取装置や嵌合装置などの取り付け及びビークルと中間ランチャが嵌合した状態での組立・調整が可能となった. また, 架台にゴム車輪キャスターを取り付けたことで岸壁などの足元の悪い屋外での組立・調整も可能とした. 次に, モックアップを使った事前の巻取装置の動作検証では, 巻取装置の取り付け方や設計上の問題点を抽出してその解消を図ったが, 全ての問題解決には至らなかった. さらに, TROV 実運用時に実機への巻取装置の取り付け作業をよりスムーズに行えるようにするために, モックアップを使いながら巻取装置の

取り付けマニュアルを作成した。最後に、監視カメラの位置検討では、2台のカメラで中間ランチャの巻取と嵌合の状況を確認する予定だったところを、カメラ1台でそれらの状況を確認できる位置を見つけることができた。これにより、監視カメラを1台減らすことができ、中間ランチャに搭載するPCの情報処理負荷低減も可能とした。監視カメラの取り付け治具については、試作品の製作はできたものの、実用化までには至らなかった。この研究を行うのに際し、TROVの複雑な構造に対して3次元的な思考を可能とするためにAUTODESK社の3D CAD/CAM/CAE/PCB統合ソフトウェアFusion 360を積極的に活用し、さらに、3Dプリンタも新たに導入して研究の効率化を図った。

以上の研究成果を以って外部研究資金獲得のために、造船学術研究推進機構－REDAS－へ予算申請を行い、現在は採否の連絡待ちである。

[IV] 今後の課題

本年度の研究成果は実機による実証実験への大きな弾みとなったが、多くの未解決な課題も残されている。このため、来年度は、モックアップによる巻取装置の問題点解消、中間ランチャの姿勢制御用水平尾翼の迎角制御機構の設計、嵌合装置の詳細設計と製造を行う予定である。

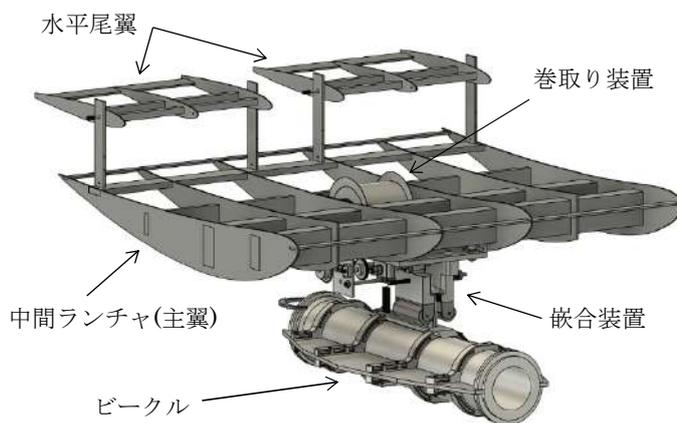


図1 TROVの3D構造図



図2 製作したTROV組立・調整用架台



図3 巻取装置の動作検証用モックアップの様子

以上.

喀痰監視システムの研究開発

川添 薫、池 浩司、清水悦郎、成 功

〔Ⅰ〕 事業概要

呼吸器内の炎症に伴う喀痰の発生状況をリアルタイムで医療従事者・介護者に伝える監視システムであり、①医療施設では人工呼吸器の装着を含む重症患者の喀痰の監視センサーとして、②在宅の老人看護等で誤嚥性肺炎による気管内吸引の必要性を介助者に知らせる監視センサーとして、呼吸器内の状況を医療従事者や介護者に知らせるシステム開発を目的とし、外部資金の獲得に挑戦するための基礎実験モデル及び装置の開発を実施した。

〔Ⅱ〕 活動状況

喀痰監視システムとして、音センサモジュール音検出装置として小型マイクロホンとアルデーノの設定により、正常な呼吸かにおける音検出と喀痰を想定した気管内の分泌物として粘性の液体により音域の差を検出する為の基礎実験を実施した。さらに、生体モデル内に主気管支と左右肺の分岐部に人工呼吸器で呼吸音を検出する為に左右の肺を想定した風船を2個装着し、第二肋間正中部の体表から断続性副雑音を検出し、気管吸引が必要なタイミングをアラームと光で医療従事者・介助者に知らせる装置の開発を行った。

喀痰監視システムの開発とモデル肺を用いた断続性副雑音の検出については本研究費によって外部資金の調達に必要なデータが取れたものと考えられる。

また、在宅医療を踏まえ、老人の介護で必要となる体位変換に伴う分泌物（喀痰）の左右の肺で、どちらを下にして吸引するかを表す指標として、左右の肺音（喀痰音）を分けて音センサーで知らせる装置についてはさらに検討を行い、研究の継続を行なう予定である。

〔Ⅲ〕 成果など

喀痰監視システムは、小型マイクロホンを2個体表面に装着し、生体から発する異音を十分に検出可能であることが示唆され、在宅医療や、人工呼吸器装着患者の喀痰吸引の必要時期をアラームで介助者（看護師や家族）に知らせることが出来るシステムとして在宅医療や医療現場で使用することで肺炎等の予防に効果的な検出装置であることが証明できた。

〔Ⅳ〕 今後の課題

在宅医療を踏まえ、老人の介護で必要となる体位変換に伴う分泌物（喀痰）の左右の肺のどちらを下にして吸引するか等の左右の肺音（喀痰音）を分けて音センサーで知らせる装置について今後さらに検討し、長崎県の助成金の申請をおこなう予定である。

（長崎県への申請2023年8月予定）

EHD マイクロポンプ内における流動モデルの構築

松川 豊

[I] 事業概要

機械工学分野における近年の主要研究課題のひとつは、マイクロマシンの開発技術を確立することである。マイクロマシンの動力源として液圧を利用する場合には、マイクロポンプが機械要素として必要になる。しかし、機械的可動部を使用する従来型のポンプを小型化して構築する場合、機械部品の小型化が必要となるため、部品の加工精度や組立てが課題となる。そこで、電気流体力学 (Electrohydrodynamic, EHD) 現象を利用すると、機械的可動部を使用しないマイクロポンプを構築できる。本研究の目的は、EHD マイクロポンプの実用化に向けた研究開発において大きな支障となっている、ポンプ内における作動流体の流動モデルを構築することである。

[II] 活動状況

本研究では、EHD マイクロポンプとして代表的なイオンドラッグ型にまず着目してモデル化を進めた。イオンドラッグ型においては電極から液体に電荷が注入されると考えられている。しかしながら、定量的にはよく分かっていないことから、電極表面上における電荷密度を的確に予測できない。そのため、モデル化においては、電極表面上における電荷密度のモデル化が主要な課題である。

電極表面上における電荷密度としては、電極表面上において電荷密度が一定の値で一様に分布していると仮定するモデルが一般的に使用されている。本研究では、液体への放電理論である冷陰極放出の理論に基づいて、電極表面における電荷密度をモデル化した。モデルには二つの定数とイオン移動度が含まれるが、二つの定数は電流の実験値を再現するように決めた。

以上のモデルにもとづいた数値シミュレーション計算コードを構築し、実験結果が報告されている EHD マイクロポンプにおける圧力生成と流れの数値シミュレーションを実施した。計算対象は Russel 他の実験[1]である。その結果、マイクロポンプ内で生成する圧力差と流量をよく再現できた。

[1] Russel, M. K., Hasnain, S. M., Selvaganapathy, P. R., and Ching, C. Y., *Microfluidics and Nanofluidics*, Vol. 20, No. 8, 2016, 112.

[III] 成果など

本研究の成果を、第 36 回数値流体力学シンポジウム (2022 年 12 月 14 日・オンライン) にて発表した。また、本研究を含む研究計画を 2023 年度科学研究費に応募した。

[IV] 今後の課題

構築した電極表面上における電荷密度のモデルはイオン移動度を調整パラメータとして含んでおり、更なるモデル化が必要である。また、他の実験結果との比較による検証が必要である。

3. 研究所員の研究活動状況

(1) 学術論文発表 (2022.4.1~2023.3.31)

	著者名	論文標題又は書名	掲載雑誌名又は出版社名	巻・号・頁・発行年月日	単著・共著の別 (共著の場合は共著者名)	
電気電子情報技術部門	1	佐藤 雅紀	トマト果実一つ一つの温度計測システムの精度向上	2022年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会	講演論文集, B-18(1)	磯兼 大輝
	2	佐藤 雅紀	深層学習を用いたトマト果実の認識および収穫可否の判別	2022年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会	講演論文集, D-45(1)	檀 朝暉
	3	佐藤 雅紀	作業空間を格子状に区切ったプリミティブモーションを用いた収穫方法の提案	第40回日本ロボット学会学術講演会	RSJ2022AC3H1-04(4pages)	後藤 瑞稀, 濱田 英寿, 池田 毅, 古野 誠治
	4	佐藤 雅紀	水中ロボット競技会に向けた小型AUVの開発	ロボティクス・メカトロニクス講演会'22	講演論文集, 2P2-T05(1)-(3)	七條 大樹, 里 和樹, 香月 紫音
	5	佐藤 雅紀	トマト果実一つ一つの温度計測システムの開発	ロボティクス・メカトロニクス講演会'22	講演論文集, 1P1-A03(1)-(3)	磯兼 大輝, 檀 朝暉, 柴田 哲平
	6	佐藤 雅紀	深層学習を用いたトマトの糖度推定に関する基礎的研究	ロボティクス・メカトロニクス講演会'22	講演論文集, 1P1-A05(1)-(4)	磯兼 大輝, 檀 朝暉, 柴田 哲平
	7	佐藤 雅紀	逆光の影響を軽減するカメラスタンドの開発	ロボティクス・メカトロニクス講演会'22	講演論文集, 1A1-C06(1)-(3)	森田 一麟, 池田 毅, 古野 誠治
	8	佐藤 雅紀	高齢者転倒危険予測マップ作成のためのガバレッジアルゴリズム	ロボティクス・メカトロニクス講演会'22	講演論文集, 2P2-L10(1)-(4)	古野 誠治, 大江 颯, 池田 毅
	9	Masanori Sato	Report on Underwater-Robot-Festival Junior Division Aiming at Marine Debris Clean up	The 2023 International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB2023)	pp.464-468	Takayuki Matsuo, Masayoshi Ozawa, Seiichiro Miura, Masakazu Arima, Kazuo Ishii
	10	Masanori Sato	A Proposal of Training Data Generation Method for Tomato Fruit Recognition using Deep Learning and a Study on Sugar Content Prediction	The 28th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2023 (AROB 28th 2023)	pp.1191-1195	Zhaohui Tan
	11	Masanori Sato	Evaluation of a hand approach method for a harvesting robot using a 4-DOF arm	The 28th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2023 (AROB 28th 2023)	pp.1201-1204	Mizuki Goto, Takeshi Ikeda, Seiji Furuno, Fusaomi Nagata
	12	梶原 一宏 大門 隆哉 黒川 不二雄	Performance characteristics of 1500V two series connection type converter	International Power Electronics Conference	USB 4 pages 2022年5月	太田 雄司, 瀬上 昭夫
	13	梶原 一宏 黒川 不二雄	Wide-output range power processing unit for 6-kW hall thruster	IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems	vol. 58, no. 3, pp. 1609-1620 2022年6月	松永 芳樹, 高橋 徹, 渡邊 裕樹, 後藤 大亮, 張 科寅, 舛分 宏昌, 船木 一幸
	14	梶原 一宏 黒川 不二雄	Development of a Wide-output range power processing unit for 6-kW hall thruster	International Electric Propulsion Conference	USB 9 pages 2022年6月	松永 芳樹, 渡邊 裕樹, 張 科寅, 船木 一幸, 舛分 宏昌, 高橋 徹
	15	田中 雅晴 田中 義人 松井 信正 黒川 不二雄 水野 裕志	A prediction of power demand using weather forecasting and machine learning: A Case of Clinic in Japan	10th International Conference on Smart Grid	USB 4 pages 2022年6月	
	16	古川 雄大 黒川 不二雄 柴田 裕一郎	Static analysis of a digital peak current mode control DC-DC converter using current-frequency conversion	IEEE Trans. on Power Electronics	vol. 37, no. 7, pp. 7688-7704 2022年7月	江藤 春日, Ilhami Colak
	17	古川 雄大 黒川 不二雄 柴田 裕一郎 末次 正	Digital peak current mode control dc-dc converter for renewable energy system	IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications	pp. 485-489, Sept. 2022.	Ilhami Colak
	18	王 吉喆 梶原 一宏 松井 信正 黒川 不二雄 末次 正	Half-bridge power device embedded module with low parasitic inductance	IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications	pp. 519-522 Sept. 2022.	金山 天, 太田 雄司
	19	梶原 一宏 黒川 不二雄	Control algorithm for a 6kW hall thruster	Journal of Electric Propulsion	vol. 1, no. 29, pp. 1-13 2022年12月	松永 芳樹, 渡邊 裕樹, 張 科寅, 船木 一幸, 舛分 宏昌, 高橋 徹
	20	梶原 一宏 黒川 不二雄	デジタル電流モードPOL電源の過渡特性	電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集	p. 80, 06-1A-08, 2022年9月	松下 歩
	21	梶原 一宏 黒川 不二雄	2入力直列2出力並列ハーフブリッジコンバータの基本特性	電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集	p. 81, 06-1A-09, 2022年9月	柴原 大貴, 太田 雄司
	22	田中 雅晴 梶原 一宏 松井 信正 水野 裕志	地域のクリニックの消費電力と天候の相関性の検討	電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集	p. 229, 01-2A-05, 2022年9月	杉屋 勇太

電気電子情報技術部門	23	梶原 一宏 黒川 不二雄	3相LLC共振形コンバータのインターリーブ動作	電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集	B-22, 2022年9月	筒井 爽斗, 近藤 大将
	24	梶原 一宏 黒川 不二雄	デジタル電流モードPOL電源の動特性	電子情報通信学会技術研究報告	pp.117-122, EE2022-47, 2023年1月	松下 歩
	25	本村 政勝	Two Lambert-Eaton Myasthenic Syndrome Patients with Ameliorated Activities of Daily Living Due to Cholinesterase Inhibitors	Internal Medicine	61 卷 (2022) 7 号 pp.1063-1065, 2022年4月	Yamasaki H, Futamura N, Funakawa I, Kohara N, Yoshimura S
	26	本村 政勝	Paraneoplastic Cerebellar Degeneration With P/Q-VGCC vs Yo Autoantibodies	Neurology Neuroimmunology & Neuroinflammation	2022 Jul 7;9(4):e200006.	Winklehner M, Bauer J, Endmayr V, Schwaiger C, Ricken G, Yoshimura S, Shintaku H, Ishikawa K, Tsuura Y, Iizuka T, Yokota T, Irioka T, Höftberger R
	27	本村 政勝	Motor end-plate analysis to diagnose immune-mediated myasthenia gravis in seronegative patients	Journal of the Neurological Sciences	Vol.443, 15 December 2022, 120494	Nagaoka A, Tsujino A, Shiraishi H, Kanamoto T, Shima T, Yoshimura S, Miyazaki T, Tateishi Y, Tsujihata M, Maxwell S, Higuchi O, Beeson D, Vincent A
	28	田中 賢一	姿勢推定を用いた弓道支援システムの実装	電子情報通信学会技術報告	ET2022-79, 2023年3月	梅本 雄史
	29	劉 震	Magnetic tile crack defect detection based on Contourlet transform and singular value decomposition	Nondestructive Testing and Evaluation	Applied Computing and Intelligence, 2022年4月1日	Xueqin Li, Zhiming Feng, Liang Zheng & Shuang Liu
	30	劉 震	Design of a control framework for lower limb exoskeleton rehabilitation robot based on predictive assessment	Clinical Biomechanics	vol.95, 2022年4月	Yuefei Wang, Zhiqiang Feng
	31	劉 震	Data Model Study for Advancement of Japanese PSI Management Introducing the Concepts of S&OP	Proceedings of 2022 IEEE 24th Int Conf on High Performance Computing & Communications	pp.2151-2158, 2022年4月	Xiaomei Qin
	32	劉 震	Deep learning iris recognition method based on generative model boost training	Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition)	Vol. 52, Issue (12), pp.2924-2932, 2022年4月28日	Yuan-ning LIU, Lin ZHU, Xiao-dong ZHU, Hao-meng WU
	33	劉 震	Cold-Start Link Prediction via Weighted Symmetric Nonnegative Matrix Factorization with Graph Regularization	Computer Systems Science and Engineering	Vol.43, No.3, 2022, pp.1069-1084, 2022年5月	Minghu Tang, Wei Yu, Xiaoming Li, Xue Chen, Wenjun Wang
	34	劉 震	A multivariate multi-step LSTM forecasting model for tuberculosis incidence with model explanation in Liaoning Province, China	BMC Infectious Diseases (2022)	22:490, 2022年5月	Enbin Yang, Hao Zhang, Xinsheng Guo, Zinan Zang, Yuanning Liu
	35	劉 震	SMRE: A New Method for siRNA Design for COVID-19 Therapy	Journal of Computer Science and Technology	Vol.37, Issue(4), pp.991-1002, 2022年7月	Meng-Xin Chen, Xiao-Dong Zhu, Hao Zhang, Yuan-Ning Liu
	36	劉 震	LTPConstraint: a transfer learning based end-to-end method for RNA secondary structure prediction	BMC Bioinformatics 23, Article number: 354 (2022)	23, Article number : 354 (2022) , 2022年8月	Yinchao Fei, Hao Zhang, Yili Wang, Yuanning Liu
	37	劉 震	LiSeNet: multitask lightweight segmentation network for accurate and complete iris segmentation	Journal of Electronic Imaging	pp.53035-53035-23, Vol. 31 Issue 5, 2022年10月	Sun Ye, Lu Yinan, Liu Yuanning, Liu Shuai
	38	劉 震	Create Persona of Elderly Users by Clustering Analysis of Needs	Proceedings of IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom2022)	pp.1261-1265, 2022年12月	Xiaoying Li, Guangxiang Zhang, Yuzhou Wu, Yang Yang, Yuelei Wang
	39	劉 震	ncDENSE: a novel computational method based on a deep learning framework for non-coding RNAs family prediction	BMC Bioinformatics 24, Article number: 68 (2023)	24, Article number: 68 (2023), 2023年2月	Kai Chen, Xiaodong Zhu, Jiahao Wang, Lei Hao, Yuanning Liu
	40	劉 震	Toward More Accurate Heterogeneous Iris Recognition with Transformers and Capsules	Proceedings of International Conference on Multimedia Modeling,	pp.28-40, 2023年3月	Zhiyong Zhou, Yuanning Liu, Xiaodong Zhu, Shuai Liu, Shaoqiang Zhang
	41	清山 浩司 田中 徹	高QOL人工視覚チップのための明暗順応機能の設計と評価	第83回応用物理学会 秋季学術講演会	23a-A105-9,2022年9月	中村 皓平、梁 耀塗、杜 邦、王 勝、有賀 優太、井上文太、木野 久志、福島 誉史
	42	清山 浩司 田中 徹	経爪型集積化光電容積脈波計測システムにおけるスイッチドキャパシタCDS型バックグラウンドノイズキャンセル回路	第83回応用物理学会 秋季学術講演会	23a-A105-11,2022年9月	井上文太、梁 耀塗、杜 邦、中村 皓平、王 勝、有賀 優太、木野 久志、福島 誉史
43	清山 浩司 田中 徹	高精細スマートスキンディスプレイ用微小ピクセル回路の開発	第83回応用物理学会 秋季学術講演会	23a-A105-13,2022年9月	有賀 優太、杜 邦、梁 耀塗、中村 皓平、王 勝、井上文太、木野 久志、福島 誉史	

電気電子情報技術部門	44	清山 浩司 田中 徹	Design and Evaluation of Light and Dark Adaptation Functions for High QoL Artificial Vision Chip	2022 International conference on solid state devices and materials	pp.1-2, (D-1-03),2022	Kohei Nakamura, Yaogan Liang, Bang Du, Shengwei Wang, Yuta Aruga, Bunta Inoue, Hisashi Kino, Takafumi Fukushima
	45	清山 浩司 田中 徹	Development of Small-Area Pixel Circuit with Light-to-Pulse Width Converter for the High-Resolution Smart Skin Display	2022 International conference on solid state devices and materials	pp.1-2, (D-6-02),2022	Yuta Aruga, Bang Du, Yaogan Liang, Kouhei Nakamura, Shengwei Wang, Bunta Inoue, Hisashi Kino, Takafumi Fukushima
	46	清山 浩司 田中 徹	Implementation of Light and Dark Adaptation Function for High QOL 3D-Stacked Artificial Retina Chip	2022 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference	pp.1-4, Oct. 2022	Kohei Nakamura, Yaogan Liang, Bang Du, Shengwei Wang, Yuta Aruga, Bunta Inoue, Hisashi Kino, Takafumi Fukushima
	47	清山 浩司 田中 徹	指先の血液量変化を利用する安定・快適に装着可能な経爪型PPG コントローラの開発	第70回応用物理学会 春季学術講演会	18a-E102-11,2023年3月	有賀 優太, 中村 浩平, 梁 耀滄, 杜 邦, 王 勝, 井上 文太, 木野 久志, 福島 誉史
	48	清山 浩司 田中 徹	経爪型集積化光電容積脈波計測システム向けノイズキャンセル機能を有する I/V 変換回路のノイズ検討	第70回応用物理学会 春季学術講演会	18p-E102-5,2023年3月	井上 文太, 梁 耀滄, 杜 邦, 中村 皓平, 王 勝, 有賀 優太, 木野 久志, 福島 誉史
	49	清山 浩司 田中 徹	経爪型生体信号計測デバイスの提案と応用	2023年 電子情報通信学会総合大会	CI-5-3,2023年3月	中村 皓平, 杜 邦, 梁 耀滄, 木野 久志, 福島 誉史
	50	山路 学	波佐見町における有害鳥獣による農作物被害削減システムの提案	日本経営工学会九州支部 第 49 回学士卒業論文発表会予稿集	pp.13-14,2023年2月	森 大翔
	51	山路 学	女性リカレント教育における社会的支援に関する研究	日本経営工学会九州支部 第 49 回学士卒業論文発表会予稿集	pp.23-24,2023年2月	得松 央
	52	山路 学	佐世保市における女性リカレント教育システムの提案	地域論叢	38号 pp.45-50,2023年3月	
	53	山路 学 日當 明男 王 琦	長崎市式見地区をモデルとした「小規模無人化店舗」戦略の研究	地域論叢	38号 pp.51-54,2023年3月	藤原 章
	54	王 琦	マクロデータを用いたマルコフモデルの推定について	経営工学研究	No.25 pp35-38,2023年2月	
	55	王 琦 日當 明男	長崎市の住宅データに関する調査—地域づくり・まちづくりのための基礎資料の収集—	地域論叢 長崎総合科学大学地域科学研究所紀要	No.38 pp39-44,2023年3月	李 桓
	56	土居 二人	A consideration of the design of a medical device operation support system using smart glasses	Journal of Advanced Science	34巻 n/a-n/a 2022年	Misato NAKATAKE, Tatsuihiro KIMURA, Miu SATOU, Ryo OGA, A y a n e K O S E , Mitsutoshi YAHARA
	57	土居 二人	獣医療にて使われる医療機器の安全管理と有用性について	日本獣医学会学術集会講演要旨集	165回 [HS3A-05] 2022年9月	城 伶菜, 林 瞳, 岡田 茜, 矢原 充敏
	58	土居 二人	Relationship between Plasma Trimethylamine-N-oxide and Cardiovascular Disease in Hemodialysis Patients	International Journal of Biomedical Soft Computing and Human Sciences	VOL.27(NO2) 29-36 2022年12月	Mitsuhiro NISHITANI, Takeshi IFUKU, Shoichiro DAIMON
59	土居 二人	Two Cases of Maintenance Hemodialysis Patients Who Underwent Blood Purification in the RI Unit after Intravenous Radioiodine Therapy	Biomedical Soft Computing and Human Sciences	Vol27(No.2) 43-50 2022年12月	Katsuji OTSUKA, Masataka ADACHI, Ryuji IKEDA, Shinya SHIRAIISHI, Mitsuhiro NISHITANI	
60	土居 二人	ポッチャ競技の体験による身体的および精神的健康への影響	東海大学文理融合学部紀要	1巻 96-101 2023年3月	石井 十郎, 山田 佳央, 浪越 一喜, 青木 通, 釘宮 宗大, 木村 達洋	
海洋・複合新技術部門	1	黒田 勝彦	部分構造を対象とした制振材の適正配置に関する構造最適化	長崎総合科学大学紀要	第62巻 第1巻pp.33-40, 2022-6	単
	2	黒田 勝彦	FEMを用いた基礎励振による構造SEAモデル構築法に関する研究	大学院新技術創成研究所所報	第17号, pp.27-34, 2022-9	単
	3	黒田 勝彦	部分構造を対象にFEMベースのSEAを用いた減衰材の適性配置の構造最適化に関する研究	日本機械学会環境工学総合シンポジウム2022(No.22-14)	2113-17-01.pdf, (高 松, 2022-7)	単
	4	黒田 勝彦	FEMを用いた構造SEAモデル構築法に関する研究	日本機械学会年次大会(No.22-1)	J012-01.pdf (富山, 2022-9)	単
	5	黒田 勝彦	Wave-guideによる振動制御に関する研究	日本機械学会九州学生会第54回卒業研究発表講演会	616.pdf, (宮 崎, 2023-3/3)	相川 亮輔

海洋・複合新技術部門	6	黒田 勝彦	設計の上流工程で実施する解析SEAと実験SEAによる振動場と音場応答予測に関する研究	日本機械学会九州支部第76期講演会	G26.pdf, (鹿児島, 2023-3/6)	本沢 真規	
	7	Hiroshi Kagemoto	Forecasting a water-surface wave train with artificial intelligence (Part 2) - Can the occurrence of freak waves be predicted with AI? -	Ocean Engineering	Vol. 252, 2022	単著	
	8	古野 弘志	遺伝的アルゴリズムを用いたニューラルネットワークの生成と初期船殻重量推定システムへの適用に関する一考察	創見創新 長崎総合科学大学 大学院 新技術創成研究所 所報	第17号, pp.35-44, 2022年10月	単著	
	9	古野 弘志	人工知能(AI)を用いた初期船殻重量推定システムの疑似アンサンブル学習による汎化性能向上に関する一考察	日本船舶海洋工学会講演会論文集	第36号, (印刷中)	高見 佳奈子, 古賀 慶大	
	10	松川 豊	小型超音速風洞のディフューザ内流れ	新技術創成研究所所報	vol.17, pp.45-49, 2022	立道 博紀, 山本 直生	
	11	松川 豊	イオンドラッグ型EHDマイクロポンプ内流れの数値シミュレーション	第36回数値流体力学シンポジウム講演論文集	A03-3, 2022	単著	
	12	藤田 謙一	Damage and Submerged Probability Evaluation of Floating Offshore Wind Turbines under Wind and Wave Actions	8th International Conference on Structure, Engineering & Environment	pp.73-78	Yashiro, H	
	13	藤田 謙一	浮体式洋上風車における風車の損傷確率および接水確率評価 その1 評価方法	日本建築学会大会学術講演梗概集	海洋建築, pp.11-12	矢代 晴実	
	14	藤田 謙一	浮体式洋上風車における風車の損傷確率および接水確率評価 その2 評価結果	日本建築学会大会学術講演梗概集	海洋建築, pp.13-14	矢代 晴実	
	15	藤田 謙一	浮体式洋上風車の風と波に対する損傷評価(その1: 評価方法)	土木学会第77回年次学術講演会講演概要集	第I部門, I-327	矢代 晴実	
	16	藤田 謙一	浮体式洋上風車の風と波に対する損傷評価(その2: 評価結果と考察)	土木学会第77回年次学術講演会講演概要集	第I部門, I-328	矢代 晴実	
	17	藤田 謙一	浮体式洋上風車の不規則な風と波に対する応答評価	日本建築学会九州支部研究報告	第62号, pp.193-194	矢代 晴実	
	18	藤田 謙一	風と波を受ける浮体式洋上風車の不規則応答	令和4年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集	I-016, pp.31-32	矢代 晴実	
	基礎科学部門	1	Kazunori Itakura	Radiative hadronization: Photon emission at hadronization from quark-gluon plasma	Physical Review C	106 (2022) 3, 034906	Hirotsugu Fujii, Katsunori Miyachi, Chiho Nonaka
		2	Kazunori Itakura	In-medium polarization tensor in strong magnetic fields (I): Magneto-birefringence at finite temperature and density	Annals of Physics	446 (2022) 169114	Koichi Hattori
		3	Kazunori Itakura	In-medium polarization tensor in strong magnetic fields (II): Axial Ward identity at finite temperature and density	Annals of Physics	446 (2022) 169115	Koichi Hattori
		4	Kazunori Itakura	Photon Production in High-energy Heavy-ion Collisions: Thermal Photons and Radiative Recombination	Acta Phys.Polon.Supp.	16 (2023) 1, 130	Hirotsugu Fujii, Katsunori Miyachi, Chiho Nonaka
		5	持田 浩治	野生ニホンザル (Macaca fuscata) の睡眠行動	新技術創成研究所所報	vol.17, pp.51-56, 2022	単著
6		市瀬 実里	Leucine-Rich Repeats and Transmembrane Domain 2 Controls Protein Sorting in the Striatal Projection System and Its Deficiency Causes Disturbances in Motor Responses and Monoamine Dynamics	Frontiers in Molecular Neuroscience	vol.15 (2022 May) DOI: 10.3389/fnmol.2022.856315	Kazuto Sakoori, Kei-ichi Katayama, Naoko Morimura, Kazuyuki Yamada, Hiroki Ozawa, Hayato Matsunaga, Minoru Hatayama, Jun Aruga	
7		市瀬 実里	Lrtm2は線条体投射システムにおけるタンパク質の選択的な輸送を制御し、その欠乏は運動機能とモノアミン動態の異常を引き起こす	長崎医学会雑誌	97巻2号, 2022年9月		
8		市瀬 実里	モデル生物を用いた発達障害検査システム構築の検討	創見創新 長崎総合科学大学大学院 新技術創成研究所 所報	第17号, pp.57-62, 2022年10月	米澤 和希, 宇野 華怜, 大野 優菜	

(2) 講演・口頭発表

	講師	講演テーマ	学会名等	場所	実施日
電気電子情報技術部門	1 梅本 雄史 田中 賢一	姿勢推定を用いた弓道支援システムの実装	電子情報通信学会教育工学研究会	徳島大学	2023年3月15日
	2 佐藤 雅紀	CPUボードを用いた計測・制御についての講義・実習(事前学習)	NiASセミナー(大村高校数理探究科2年 科学探究講座 事前講義)	大村高校	2022年7月6日
	3 佐藤 雅紀	NiAS大学ロボコン!?!~NHK学生ロボコンの操縦体験~	体験学習(佐世保北中学校)	長崎総合科学大学	2022年7月14日
	4 佐藤 雅紀	NiAS大学ロボコン!?!~NHK学生ロボコンの操縦体験~	体験学習(島原高等学校)	長崎総合科学大学	2022年8月2日
	5 佐藤 雅紀	知能情報コースの紹介	体験学習(長崎明誠高等学校)	長崎総合科学大学	2022年10月12日
	6 佐藤 雅紀	マイコンボードを用いた計測・制御に関する講義・実習	NiASセミナー(2年理系課題研究における体験学習)	佐世保西高等学校	2022年11月17日
	7 佐藤 雅紀	ロボットがラインに沿って走るには	体験学習(京都府立向陽高校)	長崎総合科学大学	2022年11月29日
	8 佐藤 雅紀	NiAS大学ロボコン!?!~NHK学生ロボコンの操縦体験~	体験学習(長崎北陽台高等学校)	長崎総合科学大学	2022年12月27日
	9 佐藤 雅紀	CPUボードを用いた計測・制御についての講義・実習	体験学習(大村高等学校)	長崎総合科学大学	2022年8月5日
	10 佐藤 雅紀	ロボットがラインに沿って走るには(事前学習)	体験学習(京都府立向陽高校)	オンライン開催	2022年11月7日
	11 劉 震	Smart Community Pension Service and Service Oriented Architecture	天津大学	中国・天津市(オンライン)	2022年4月2日
	12 劉 震	Robot Research: Review and Prospects	第24回中国ロボット選手権及び第13回国際ロボットオリムピック大会	中国・成都市(オンライン)	2022年11月26日
	13 劉 震	Welfare Engeneering and Its Prospects	天津理工大学	中国・天津市	2023年3月7日
	14 劉 震	Reseach of Rehabilitation Robots	北部湾大学	中国・欽州市	2023年3月27日
	15 山路 学	波佐見のまちづくり	長崎南高校SSH「未来デザインスクール」	長崎南高校	2022年10月28日
	16 山路 学	波佐見のものづくりとまちづくり	京都府立向陽高等学校修学旅行	波佐見町	2022年11月9日
	17 山路 学	波佐見のものづくりとまちづくり	京都府立京都すばる高等学校修学旅行	波佐見町	2022年12月11日
	18 王 琦	マクロデータを用いたマルコフモデルの推定について	日本経営工学会九州支部	西南学院大学	2022年12月17日
	19 王 琦	シミュレーションデータを用いた推移確率行列の推定について	日本オペレーションズ・リサーチ学会「確率最適化とその応用」研究部会	大阪電気通信大学	2023年1月27日
	20 土居 二人	獣医療の医療機器に対する要望と課題を紹介する。更に臨床工学技士の獣医療介入に対する可能性を報告する	公益社団法人日本臨床工学技士会第32回日本臨床工学学会	つくば国際会議場	2022年5月15日
	21 土居 二人	在宅における人工呼吸器と酸素療法の併用でリークが吸入酸素濃度に及ぼす影響についての評価試験・システム開発	異文化間情報連携学会 第39回定例会	北海道教育大学札幌駅前サテライト	2022年6月25日
	22 土居 二人	獣医療にて使われる医療機器の安全管理と有用性について	第165回日本獣医学会学術集会	オンラインライブ	2022年9月8日
	23 土居 二人	在宅酸素療法における人工呼吸器と液体酸素の併用による吸入酸素濃度の評価試験	34th 2022 SAS Symposium	東海大学湘南キャンパス	2022年11月18日
	24 土居 二人	ディープラーニングによる画像診断支援の一提案	34th 2022 SAS Symposium	東海大学湘南キャンパス	2022年11月18日
	25 土居 二人	メタバースを活用した医療講義支援システムの開発	34th 2022 SAS Symposium	東海大学湘南キャンパス	2022年11月18日
	26 土居 二人	在宅における人工呼吸器と酸素療法の併用でリークが吸入酸素濃度に及ぼす影響について報告	バイオメディカル・ファジィ・システム学会 第35回年次大会	アクリエひめじ	2022年12月18日
	27 土居 二人	獣医療における臨床工学技士との連携を目指して獣医療にて扱われる医療機器について新たな取り組みを提案	第105回 日本獣麻酔外科学会学術集会	福岡国際会議場(ハイブリッド開催)	2022年12月25日
海洋・複合新技術部門	1 黒田 勝彦	振動・騒音の基礎と統計的エネルギー解析法による振動・騒音低減対策への応用	日本テクノセンター技術セミナー講師	オンライン	2022年11月22日
	2 石川 暁	肥大船における船体FINの省エネ効果のCFDによる検証	日本船舶海洋工学会講演会春季講演会	広島国際会議場	2022年5月26日
	3 石川 暁	船舶海洋試験水槽(雲の上水槽)で実験してみよう	NiASセミナー(体験学習)	長崎総合科学大学	2022年8月2日
	4 古野 弘志	船舶海洋工学へのいざない	第1回オープンキャンパス	長崎総合科学大学	2022年7月17日
	5 古野 弘志	船体防撓パネルの固有振動数に及ぼす防撓材の影響調査とサロゲートモデルを用いた簡易固有振動数推定法の開発	Altair ATCx造船セミナー2022	アクロス福岡	2022年7月29日
	6 古野 弘志	船舶海洋工学へのいざない	第3回オープンキャンパス	長崎総合科学大学	2022年9月25日
	7 古野 弘志	船体防撓パネルの固有振動数に及ぼす防撓材の影響調査とサロゲートモデルを用いた簡易固有振動数推定法の開発	第54回 日本船舶海洋工学会 西部支部構造研究会	リファレンス大博多ビル	2023年1月17日
	8 古野 弘志	サロゲートモデル(CAE×AIによる物理代理モデル)を用いた船体接水防撓パネルの簡易固有振動数推定法の開発	第12回中四国CAE懇話会「西日本地区におけるデジタルイノベーション」	オンライン開催	2023年3月16日

海洋・複合新技術部門	9	藤田 謙一	Damage and Submerged Probability Evaluation of Floating Offshore Wind Turbines under Wind and Wave Actions	8th International Conference on Structure, Engineering & Environment	三重県四日市市	Friday, November 11, 2022
	10	藤田 謙一	浮体式洋上風車における風車の損傷確率および接水確率評価 その2 評価結果	日本建築学会大会学術講演梗概集	札幌市 オンライン	Tuesday, September 06, 2022
	11	藤田 謙一	浮体式洋上風車の風と波に対する損傷評価(その2: 評価結果と考察)	土木学会第77回年次学術講演会講演概要集	京都市 (京都大学)	Friday, September 16, 2022
	12	藤田 謙一	浮体式洋上風車の不規則な風と波に対する応答評価	日本建築学会九州支部研究報告	佐賀市 (佐賀大学) オンライン	Saturday, March 04, 2023
	13	藤田 謙一	風と波を受ける浮体式洋上風車の不規則応答	令和4年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集	熊本市 (佐賀大学)	Sunday, March 05, 2023
基礎科学部門	1	市瀬 実里	高等教育機関における発達障害支援の現状-大学を主対象とした調査研究	第46回日本高次脳機能障害学会学術総会	山形テルサ(山形県)	2022年12月3日
	2	市瀬 実里	発達障害支援における神経心理学的手法の応用	日本発達障害支援システム学会第20回研究大会	オンライン	2022年12月9日
	3	持田 浩治	生きもの博士に聞いてみよう! 自然に学ぶ新技術	特別講演	長崎ペンギン水族館	2022年9月17日
	4	板倉 数記	KEK連携コロキウムと岩野さん	KEK 素核研・物構研 連携研究会	オンライン	2023年2月17日
	5	板倉 数記	趣旨説明	日本物理学会2023年春季大会: シンポジウム「次世代の高エネルギー原子核衝突: 何が理解され、何を理解すべきか?」	オンライン	2023年3月22日

(3) テレビ出演

番号	氏名	放送日	放送局	内容
1	副島 勝則	2022年11月4日	NCC長崎文化放送	長崎デザインアワード2022表彰式
2	持田 浩治	2023年1月23日	長崎ケーブルメディア	ペンギンの行動研究
3	持田 浩治	2023年1月26日	NBC長崎放送	ペンギンの行動研究
4	持田 浩治	2023年2月27日	長崎ケーブルメディア	相川湿地の保全活動
5	持田 浩治	2023年3月2日	NBC長崎放送	相川湿地の保全活動

(4) 受賞

長崎デザインアワード2022 サスティナブル賞 商品名「うろこタービン」(2022年11月1日)

副島 勝則 (客員研究員・サイエンスリサーチ株式会社 代表取締役)

(5) 書籍出版

- 田中 賢一 【タイトル】 初学者のためのデジタル信号処理
【出版社】 近代科学社Digital 2022年3月11日発売
- 持田 浩治 【タイトル】 動物の体色がわかる図鑑
【出版社】 グラフィック社 2022年7月8日発売
【共著者】 池田譲、伊藤祥輔、合田真、近藤滋、四宮愛、高橋明義、橋本寿史、
廣部知久、福澤利彦、二橋美瑞子、二橋亮、森本元、吉岡伸也、
若松一雅
- 村上 信明 【タイトル】 企業の実験・大学の実験 反応工学実験の作法
【出版社】 梓書院 2022年8月10日発売
- 板倉 数記 【タイトル】 量子の世界をみる方法「スピン」とは何か
【出版社】 講談社ブルーバックス 2022年11月17日発売
【共著者】 村上洋一、宇佐美徳子、大島寛子、北村節子、深堀協子

(6) 研究紹介新聞記事

長崎新聞NR No.047 2022年3・4月号

動物と色の関係を追究



学生とオンラインで対話する持田准教授(右)
 長崎市網場町、長崎総合科学大

フロントライン

長崎総合科学大

豊富な海外調査 フィードバックも重視

なぜこの生き物は鮮やかな色をしているのか、生き物が特定の色を見たときにどのように感じているのか。色の生態学を専門とし、日本生態学会や日本動物行動学会に所属する持田浩治准教授の研究は、多様な角度で動物と色との関係を掘り下げる内容だ。

もともとグラフィックデザインや映像に関心が高く、旅行が好きなど行動派だったこともあり、色を扱う動物行動学に没頭するようになった。京都大学大学院生だった2003年から研究を続けている。

コロナ禍になる前は、海外にも積極的に出かけた。インドネシア・スラウェシ島では、赤道直下地域のメダカが鮮やかな色をしている理由を追究。沖縄から台湾にかけての小さな島々にいるトカゲやヘビの体色調査にも出向いた。沖縄の無人島で2泊3日調査して帰ることもあったという。

コロナ禍の今は、研究室で飼育する魚や両生類などを対象に研究。「人の場合、赤は感情を高める

働きがあり、スポーツで赤のユニフォームを着ると偶然より勝率が上がるという話もある。では魚が赤を見た場合はどうなのか。そんな観点で調べている」と話す。魚の反応をホルモン分析などで解明していくという。

持田准教授は、色と生き物の関連性を掘り下げる研究は、産業に貢献できる可能性があるとみる。例えば農業だ。「野生動物による農業被害が問題に挙げられるが、野生動物が特定の色に対し恐怖の感情が芽生えたと分かれば、柵や防除にその色を使うほうが効果的になる」。動物の生態や行動、心理を明らかにする重要性を説き、「研究成果を社会にフィードバックするための論文執筆を進めたい」と意欲を見せる。

持田准教授が着任したのは昨年9月。まだ半年足らずだが、ゼミの学生には動物や色に関心を持つ学生が少しずつ集まっている。大学近くに長崎ペンギン水族館があり、ペンギンの睡眠を研究する学生もいるという。持田准教授は「学生には、誰かのまねをするのではなく、自分がやりたいと思ったことを研究してほしい。自分もそんな学生と一緒に勉強していきたい」と話している。

(久保景吾)

風力発電の翼損傷 音響で検知



翼の一部に穴を開けた小型風力発電装置での模擬試験
＝長崎市総持町、長崎総合科学大



不動産研工業の田中三郎社長（左）と
＝長崎市総持町の浦町
中村さん

風力発電装置には3枚の翼があり、雷雨や台風で翼が入ったり、穴があいたり、へこんだり、歪形したりすることがあるが、検査員が地上から目や耳で調べても見つからないこともある。損傷によって稼働率が低下し、翼の交換費用も負担が大きいため、検査員が早い段階で損傷を自動的に判定できるシステムを開発しようと、同社が加盟するNPO法人長崎海洋産業カヌスター形

成推進協議会とともに2017年度から県の補助金を活用して研究に着手。19年度から同社と本田教授が引き継いだ。研究では、翼の風切り音に着目。雷雨などで翼のいずれかに損傷が発生した場合、通常の翼と異なる音が発生することを確認した。検査員が風力発電装置の近くでスマートフォンやタブレットを使用して翼の回転音を一定時間収集した後、アプリケーションで異常の有

中小業者の本年度「はばたく中小企業・小規模事業者00社」に選ばれた長崎市の不動産研工業と、長崎総合科学大の本田教授（機械工学・構造工学）が、音響データで風力発電装置の翼の損傷を検知するシステムを開発し、実用化に向けた共同研究に取り組んでいる。従来、翼の損傷検知はベテラン検査員の職力頼り。自動判定化によって、検査員の習熟度にかかわらず安定的な検査を実現する狙いがある。

不動産研工業、長崎総科大 共同研究

アクセス困難地でも早期対応へ

無を分析する仕組み。今後、風力発電装置の近くに翼の回転音を収集する装置を常設し、遠隔地にいる風力発電装置の管理者に翼の異常をアラーム（警報音）で知らせるシステムを開発、実用化を目指す。不動産研工業事業推進本部の中村博史さんは「全国で検査員が不足しており、検査員を増やしていく必要がある。異音の自動判定によって、多くの若い検査員が育ち、全国の風力発電事業を支えてもらえたらうれしい」と話す。

本田教授は「アクセスが困難な洋上風力発電が今後、増えることが予想される。また、陸上風力発電でも季節によってアクセスが困難などもある。遠隔地にいても早く異常を検知するデータを蓄積し、風力発電事業者の希望に応じた運用方法を研究していくこと、近く学会で発表する予定。

（高比良由紀）



風力発電装置の翼損傷検知技術

長崎新聞 2022年6月1日



江島沖の洋上風力発電事業について同意した協議会の
会合
＝西海市大島町、オリーブベイホテル

「促進区域」指定へ同意

西海・江島沖洋上風力発電

協議会

洋上風力発電普及法に基づき西海市江島沖の「促進区域」指定について、地元関係者から意見を聴取する協議会（座長・池上国広長崎総合科学大学長の第3回会合が31日、同市大島町であり、漁業操業や船舶航行など海域の先行利用状況に支障を及ぼさないとして同意した。

協議会の意見とりまとめとして、「洋上風力発電事業を通じた江島の将来像」については、事業の早期実現で江島へ移住・定着する人が増加していくことが期待されるなど記した。

とりまとめには発電事業者の公募から事業終了までの留意事項として「全体理念」「地域や漁業との共存」「環境配慮」など7項目を記載した。このうち「地域や漁業との共存」では、選定事業者が、今後設立される地域還元基金に出す資金の算出方式を国側が初めて明示。公募占用計画で示される発電設備出力（総）の規模に、1割当たりの単価（250円）と占用計画の最大認定期間（30年）を乗じた額を目安とした。

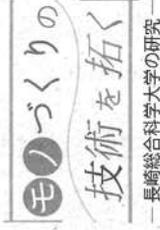
会合には杉澤泰彦西海市長や県、漁業関係者、航路事業者のほか、経済産業、国土交通、農林水産の各省の担当者が出席。県や市からは賛同の意見が出され、学者や地元出席者から異論はなかった。最後に池上座長は「国には促進区域指定に必要な手続きに着手していただければと思う」と述べた。

（織田賢）

再エネ主力電源化への切り札

浮体式洋上風力発電ファームの実現

学長 池上 国広



長崎総合科学大学は、県内唯一の理工系私立大学として、モノづくり人材の育成に取り組んでいる。その基礎となる教員の研究力は、科学雑誌「ニュートン」による「国際化学の研究ランキング」(2021年5月号)で理工系は33位、特に物理学分野では1位と高い評価を得ている。こうした研究の一端を紹介する。

五島市沖における世界初の浮体式洋上風力発電ファームが、設置工事の開始により、2024年1月の発電開始に向け最終段階に入りました。この浮体式洋上風力発電ファームは、海洋再生可能エネルギー発電設備に係る海域の利用に関する法律(以下「再生エネルギー法」)に基づき設置されるのが初の海洋再生可能エネルギー発電となります。「再生エネルギー法」は、海洋再生可能エネルギー発電の利用を促進するため海域の指定、占用指針、発電事業者の公募・選定などに関する法律です。

この事業は、10年に渡る国の地球温暖化防止対策の一つとして、五島市沖で6年間にわたって検証をしたのがきっかけです。それから12年の経過、商用化した浮体式洋上風力発電ファームが実現することになりました。当初から進めてきた1人として、誇らしく感じています。

国は2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて取り組みを強化しています。洋上風力発電は大量導入が期待されるコスト低減・構成機器・部品点数が数点にも及びます。このため関連産業への経済波及効果が期待され、再生可能エネルギーの主力電源化に向けた切り札と目されています。

また長崎県は、生まれた海洋ポテンシャルを生かし、これを培ってきた技術、環境エネルギー社会における技術を基盤として、海洋エネルギー産業の創造を目指しています。この浮体式洋上風力発電ファームにより、長崎県はとことんその実現への第一歩を踏み出すことになります。

洋上風力発電には、着床式と浮体式があります。現在は、比較的沿岸

いけがみ・くにひろ 1947年佐賀県生まれ。九州大学を卒業し、三菱重工に入社。99年に長崎総合科学大学の教授になり、2019年から学長。洋上風力発電基地や浮体式、メガフロート、洋上風車など、多くの浮体式発電機構造の研究開発に当たる。五島市沖や西海市沖の洋上風力発電について行政関係者や関係機関関係者などとの意見を交わす協議会の座長を務める。



の水深が浅い海域に、柱で風車を海底に固定する着床式が主体です。

しかし近い将来、沿岸における設置の適地が少なくなります。このため乱れのない風が安定的に吹き、水深が深い沖合への設置が可能な浮体式が主力になると予想されます。したがって世界に先駆けた浮体式洋上風力発電の商用化の意義は、非常に大きいと考えられます。

今回商用化される浮体式洋上風力発電ファームは、出力2.1メガワットの風車を2基で構成されています。風車の方式は並行列の水平軸3枚翼プロペラ式です。風車の最高部の高さ、海面110.5メートル。浮体の方式は「ハート型」呼ばれ、浮体海中部の直径が、長さ18メートルの単純円筒形で、波に対する動揺が非常に小さい特長があります。

構造は下部がPCコンクリート、上部が鋼のハブプラットフォームです。コンクリートを下方に配置して重心を下げ、安定性を確保しています。また浮体は3本のチェーンで懸垂されています。

洋上風力発電を商用化するためには安全性・信頼性・経済性の確保、環境影響の評価などが課題が多く、多くの課題がありました。これらに対しては、水槽試験と数値シミュレーション技術を駆使した技術的検討、海域の調査などを実施。最後は、実海域における実験で商用化できることを証明しました。

技術的な検討以上に重視したのが、地域受容性の検証です。すなわち地元自治体や住民、漁協の理解と合意・支援を得て、協調関係を構築すること、特にこの海域の先行利用を志す漁業者の理解と協力を得ることを最優先で取り組みました。

今後、こうした事業が国内各地で展開されると思います。今回の事業がその契機となることを期待しています。

随時掲載します

臨床工学技士の育成と研究

医療全体を支える人材に

副学長・医療工学コース教授

川添 薫



本学では「臨床工学技士」の育成を目的として、2007年から工学部内に唯一の医療の技術者教育を始めました。現在は、医療技術の進歩に伴う医療機器の高度化・複雑化の進行があります。医療機器の操作と保守管理の担い手は、医療現場に必要不可欠な人材となり、今日では、チーム医療を支える技術者として臨床工学技士がさまざまな医療現場で活躍するようになりました。

新型コロナウイルス感染症に関するニーズで、体外循環装置「ECMO（エスモ）」が広く知られるようになってきました。このECMOを操作・維持・管理するのは臨床工学技士の重要な業務です。

医療分野の私の研究室では、医療機器のメンテナンス活動を中心に、学士課程の卒業研究をはじめ、大学院修士課程と博士課程の学生に対し研究者の意見を組み入れた独自の教育を導いています。

研究開発に興味がある学生は、入学直後からその活動に参加。先輩と共同で新たなものづくりを体験している学生は男女ともに多く、研究に対する熱心な姿勢に心打たれることもあります。開発チームのメンバーにも研究者としての変化が生まれるなど、私自身の考えを力の一助となっています。

新型コロナウイルス感染症が流行する前までは、主に、災害時に必要となる医療機器の開発や、感染管理用医療機器の開発が主なテーマでした。世界が直面したウイルス感染症の惨害を踏まえ、公衆衛生上の課題の解決に向けた取り組みへと変化。学生が社会貢献を念頭に研究を進められるように学術的支援・研究費を支援するようになりました。

本学は、新型コロナウイルスワクチン接種種の申請を県内で早い段階で申請しました。約1200人のワクチン接種を県内で実施。3度目のワクチン接種を近隣

の病院を倉庫と取り組みました。この結果、本学での新型コロナウイルス感染症は他大学より早く感染に発生し、患者は少なく、回復を早く中心にすることができました。現在も、教育環境の維持と感染管理を図っています。

この職種職種で活躍してくれたのが医療工学コースの学生と教員でした。これに加え、日頃から研究テーマとして興味がある感染防止用品の研究テーマでした。ワクチン接種とは、接種に関する基本的な講義や指導を保健センター長として擔任し、最終、職種職種終了後は医療従事者としての医師の心が備わった学生に成長し、多くのことを経験できたと思っています。

現在、私の研究室では、食事に際して使用するマスクとして、ゼンサーにより食べ物や霧が近づくこと、マスクの口の部分が長時間自動で開閉する「感染予防型専用マスクの開発」を研究しています。このほか、「自動手指洗浄装置の開発」や「医療従事者用ウイルス感染防護マスクの研究開発」、「災害時に必要な新ストロボルチエ素子発光装置の開発と応用」などの研究も進めています。

学生の多くは、病院における生命維持装置等の医療機器を操作・保守管理を中心に県内外の病院に就職しています。卒業生の中には、医療機器メーカーに就職して、医療現場に必要な機材の開発や販売に貢献している学生も多くおり、医療全体を支える人材をこのコースで育成しております。

医療工学コース卒業後に、臨床工学技士の業務の中で研究心を忘れず、社会のために何ができる人材になってほしいと、日々の研究指導に力を注いでいます。

最後に、世界が広がるままままな感染症が終息し、平和で安全な社会に成長すること、健全な社会活動が維持できることを願っています。

かわさき・がかる 2007年に臨床工学技士養成のため長崎総合科学大学に在籍。医学博士。18年から副学長を務める。



随時掲載します

医療の課題を発明の好機に

諦めない精神を育み 研究の楽しさ味わう

人工透析、ペースメーカー、コロナ禍で広く知られるようになった人工心肺装置「ECMO（エクモ）」。「医療現場を思い浮かべると、ほかにもたくさんの機器に囲まれていることに気付く。患者の命を守るには医師、看護師だけではない。こうした医療機器の操作、保守・点検をはじめ、医療事故を起こさないための危機管理、仕組みづくりに携わる国家資格の専門職「臨床工学技士」が果たす役割は大きい。

長崎総合科学大工学部の工学科医療工学コース（旧・電気電子工学科医療電子コース）は臨床工学技士の育成を目的に2007年創設した。病院勤務を経て発足時から在籍する川添薫教授は医学概論などの講義を担い、研究室では医療機器関連の発明に力を入れている。カバーする分野は機器の管理に関わる技術開発から非常時の電源開発まで幅広く、企業との共同研究も手掛けている。医療現場で課題に直面しているときこそ「製品化のチャンス」と指摘。一人でも多くの学生に「知的財産権を持って、人生を豊かにしてほしい」と願う。

川添教授自身も病院勤務時代から内視鏡関連を中心に発明を重ね、特許を複数取得してきた。その一つが内視鏡の管内部を洗浄する装置だ。従来、手作業でブラッシングしてきたが、繊維製の微細な球状ブラシを洗浄液と一緒に吸引することで楽に、しっかりと汚染物を除去できる。看護師の手作業を見て「大変そう」と感じたのがきっかけ。開発まで10年かかったが、今や欧州



人工透析装置の扱い方に関する実習を見て回る川添教授（中央）
長崎市鶴岡町、長崎総合科学大

で広く普及しているという。県発明協会主催の「県発明くふう展」で表彰も受けた。

4年生の卒業研究に当たっては1テーマにつき2～3人でチームをつくり、3年生以下でも関心があれば参加できるようにしている。現在は、通常なら一定時間置いた後や聴診器で確認した後となっている、た

んを吸引するタイミングについて、自動で検出し、光や音で知らせる在宅医療でも役立つような装置の開発などを進めている。

「医療工学はものづくりに興味・関心が好きな人にはもってこい。課題解決を諦めない精神を育んで、研究の楽しさも味わってほしい」と話す。（田賀農謙龍）

略歴



長崎総合科学大工学部
医療工学コース

かわぞえ・かおる 香崎市出身。長崎大学大学院歯医学総合研究科医療科学専攻博士課程を修了。医学博士。長崎大学病院の医療技術部臨床工学技士部門長など

川添 薫 教授

を経て2007年、長崎総合科学大に着任。医療工学コース長、保健センター長のほか18年から副学長も兼務。趣味はアウトドア。キャンプやクルーザー、ヨットを楽しむ。

この世界の成り立ちを探る

「ALICE」計画

副学長・工学部教授

大山 健



スズ・シネアの郊外にはCERNという物理学の研究施設があり、そこでは世界中の研究者が集まって、素粒子・原子核物理学の研究をしています。

セルでは多くの研究プロジェクトが進んでいます。2019年にはLHCという粒子加速器を用いたヒッグスという新粒子が発見されました。その存在を予想した人々の物理学者が翌年のノーベル賞を受賞したことは、記憶に新しい方もいらっしゃいます。

長崎総合科学大学は、このLHC加速器を用いた「ALICE」という計画を進めている日本の私立大学では唯一の大学です。国立大学では東京大学や三つの大学が参加しています。日本からは学生も含めて50人以上、世界では米国、南アフリカからアイルランドまで、あらゆる地域から約2千人が参加する国際共同体です。長崎大学の学生も大学院生もその中で活躍しています。

ALICEでは、原子核をほぼ光の速まで加速させて衝突させるという実験をしています。

「なぜそんなことをするのかを説明するために、まず、人類はなぜ言語から、科学を武器にこの世界の謎、つまり「どうやって」という魔法則がこの世界ができてきたのか」を探求してきたことを説明しなければなりません。

物質の成り立ちの説明がよい例です。最新の科学では、原子核は核子というものからできていて、さらにその核子はクォークという素粒子からできているとされています。しかしこのクォークは単体で観測されたことはありません。クォークには「閉じ込め」という不思議な性質があり、一つ一つ取り出して見ることはできません。

一方、宇宙はビッグバンで始まったといわれます。私た

ちの体も含め、この宇宙を構成するすべてのエネルギーや物質がそこで爆発的に生成されたのです。

ALICEでは「ビッグバン」の宇宙が始まってから10億分の一秒後の宇宙がどうなっていたのかを探ります。その過程は、原子核がまだ存在するクォークが閉じ込め」から開放されて、単体で動き回っているクォークのストのような状態だとわれわれは考えます。しかし、その詳しい性質、それがどうやってきたのか、その後それがどうやって普通の原子核になっていったのか、詳しいことはあまり分かっていません。ビッグバンから「星の雲」ともいえる原子核の生成までの過程が分からない「ミッシングリンク」なのです。

ALICEでは、原子核衝突で高温物質を作り、宇宙初期状態を一瞬だけ再現しそこから飛び出してくる素粒子等を観測し、何が起きていたのかを解析します。例えば陽子や中性子のような高エネルギーの光子を捉えれば温度が推測でき、これまでに15兆度の温度を達成していることが分かっています。これは人工的に作ることができ、最高温度です。

人類は初めてALICEの構築を他の知識、例えば最新鋭の電子加速器や素粒子物理学など、宇宙における素粒子物理学に関する知識や生物学などあらゆる分野の知識と組み合わせ、駆使し、ビッグバンから人類出現までの宇宙のすべての歴史を紐解くことのできるかもしれません。

私は工学部の教員で電子回路を専門に教鞭をとりながらこのプロジェクトを推進しています。「物理の教員じゃないのか」と思っている方もいらっしゃるかもしれませんが、最新の物理ではいわゆる粒子検出器を使いますが、そのデータを読み出して処理するのに電子回路技術が重要なのです。私はこの工学分野から物理の研究を支えています。

私たちの検出器は、数億個の10億個のチャンネルという読み出しチャンネル数を誇ります。身近な物で例えればスマホに内蔵されているカメラ一つが1チャンネルです。

おおやま けん

1980年長崎県生まれ。東京大学理学部素粒子物理学専攻修士課程修了。同大学理学部物理学専攻博士課程修了。同大学理学部物理学専攻准教授。2011年から長崎総合科学大学工学部教授。19年より研究科長兼工学部長。ALICE国際共同体の日本代表として、1997年には国際共同体制委員を務めるなど国内外での研究をけん引している。



スマホのカメラは写真つまり空気の揺動状態を瞬間に数万回計測しますが、私たちの検出器のチャンネルは、「素粒子が検出器に渡した小さな電圧」を、1億回以上計測して電圧信号を一秒間に500万回以上連続で記録します。その後計算機が出すデータは一秒間に億単位の数値の書き込み100万枚分という莫大な量になります。

そんな大量のデータを保存することはできないので、これをコンピュータで処理します。コンピュータといっても「CPU」とは異なる特殊な集積回路や「GPU」というチップなども使われる特殊な計算回路を使います。長崎大学では、これらの技術を使ってALICEのデータ処理システムを開発しました。学生らが卒業入を希望した電子回路や制御システムが、今まさにセルで稼働しています。

ALICEの目標は宇宙初期の再現だけでなく、新粒子探索、粒子衝突の力の源や質量の起源の解明など、多岐にわたります。現在長崎大学では筑波大学やベルギー大(フワエー)等と共同で次の目標に向けた新たな検出器の開発に向けて、それはクォークのストの起源に迫るものです。

ALICE自体が成長を続ける活きたシステムです。今後10年以上にわたる長期的な計画があり、そこで活躍する若い人材を長崎から輩出すること、私の大きな目標の一つでもあります。

随時掲載します

人材育成・確保「待ったなし」

23年度
県予算案から

2030年までに100兆円規模に倍増(20年比)と言われる世界の半導体市場。本県でもSUMCO、ソニーグループの県内拠点への投資拡大や京セラの新工場建設など関連企業の動きが活発化している。県は、今後5年間で増える半導体関連の県内雇用を27

②半導体



ながさき半導体ネットワークの総会後は企業や教育関係者が名刺交換する姿も見られた
＝長崎市大黒町、ホテルニュー長崎

00人以上と見込み、人材育成・確保は「待ったなしの課題」(松尾誠司産業労働部長)だ。

こうした課題に産官学で取り組むため「ながさき半導体ネットワーク」が昨年2月に発足。初の対面方式で開いた今月13日の総会で、中島實会長(佐世保工業高専校長)は「キーワードは連携。企業と大学が一对一で人材を育てるくらいにスタンスが極めて重要になる」と力説した。

企業側の危機感も強い。イサハヤ電子(諫早市)は昨年12月、長崎総合科学大と連携し、ものづくりを体験できる子ども向けのワークショップを企画。人事部の近藤あや子部長は「この5、6年で理系人材の採用に苦労している。地道ではあるが、まずは地元の子どもたちには業界や会社について知ってもらうことが必要」と話す。今後も教育機関や行政と連携を深め、地元でのPRを継続する考えだ。

県も新年度、県内の関連企業と大学などの連携促進に乗り出す。今年9月に長崎市内で両者のマッチングイベントを開催。大学などと新たな共同研究に取り組む企業に対し、研究費などを一部補助する。

さらには未経験者のキャリアアップも促す。県によると、関連人材の需要増や人口減少で人手が不足し、経験者を確保するのは容易ではない。正規就労を前提に給与と受け取りながら2カ月勤務体験する制度や、専門業者による養成講座で人材を育てる方針だ。(六倉大輔、堂下康一)

(7) 外部資金受け入れ状況

1. 科学研究費助成事業 採択状況

令和4年度 合計 15,201千円

文部科学省 科研費

No.	研究課題名	研究者
1	「強い場の物理」から紐解くクォーク・グルーオンプラズマ生成機構	板倉 数記
2	恐怖情動バイアスが駆動する警告色の社会学習モデルの検証	持田 浩治
3	ALICE GEM-TPCを実現する連続読出型データ収集解析基盤の開発と実装展開	大山 健
4	次世代高輝度重イオン衝突実験がもたらすストレンジネス核物理の新展開	大山 健
5	アミノ酸固定カラムと神経筋接合部に関する病原性自己抗体	本村 政勝
6	災害を踏まえた病院電力システムのレジリエンス強化	松井 信正
7	近隣に活火山のない地域に分布する黒ボク土の成因解明	井上 弦
8	プラスチック製廃棄物の小型水蒸気ガス化処理装置開発に向けた基礎研究	中道 隆広
9	救命率向上のための一体型薬液バッグ・輸液ラインシステムの開発	藤原 太郎
10	LHC 超前方光子測定によるグルーオン飽和とQGP生成起源 (分担)	大山 健
11	クォーク階層とハドロン階層を繋ぐ動的機構 (分担)	濱垣 秀樹
12	陸域物質循環のカギを握る土壌団粒内で起こる炭素・窒素動態の解明 (分担)	井上 弦
13	生活環境・バイタルセンサと温熱機能を有するウェアラブル型生活習慣病予防システム (分担)	松井 信正
14	災害を踏まえた病院電力システムのレジリエンス強化 (分担)	田中 雅晴
15	高温QCD物理の新展開: ALICE実験高度化と重クォーク・電子対の高精度測定 (分担)	大山 健
16	マルチスケール応力エンジニアリングが拓く高集積フレキシブルエレクトロニクス (分担)	清山 浩司
17	ダイレクト集積インモールドエレクトロニクスの基盤創成と浅皮下情報可視化シート開発 (分担)	清山 浩司
18	人と同じ視野角と情報処理機能を有する極低侵襲ピクセル分散型完全埋植人工網膜の開発 (分担)	清山 浩司
19	魚類の心理特性に注目した新たな増養殖技術基盤の開発 (分担)	持田 浩治

厚生労働科研費

No.	研究課題名	研究者
1	「神経免疫疾患のエビデンスによる診断基準・重症度分類・ガイドラインの妥当性と患者QOLの検証」(分担)	本村 政勝

2. 奨学寄付金・研究助成金受入状況

令和4年度 合計 3,250千円

No.	寄付の目的	研究者
1	研究助成金	石川 暁
2	スイッチング電源回路に関する研究	黒川 不二雄
3	波佐見町におけるクラフトツーリズムに関するデータ分析、人材育成に資する教育研究	山路 学
4	医工学関連の研究助成	本村 政勝
5	研究助成金	本村 政勝

3. 受託・共同研究受入状況

令和4年度 合計 82,868千円

No.	研究内容	研究者
1	海のモビリティに関する長崎総合科学大学による研究開発（研究成果展開事業 共創の場形成支援プログラム（地域共創分野 育成型））	松岡 和彦 佐藤 雅紀 影本 浩 石川 信正
2	サーバ電源のアダプティブ制御開発 (環境省 令和4年度革新的な省CO2実現のための部材（GaN）や素材（CNF）の社会実装・普及展開加速化事業)	黒川 不二雄 王 吉喆 松井 信正 梶原 一宏
3	直並列電源構成直流給電システムの研究開発 (NEDO先導研究プログラム/エネルギー・環境新技術先導研究プログラム)	黒川 不二雄 王 吉喆 松井 信正 梶原 一宏
4	産業クラスターの可視化へ向けた需要動向調査研究 (ものづくり支援事業)	藤原 章 日當 明男 山路 学
5	展示商談会出展における需要動向等調査研究 (中小企業庁 伴走型小規模事業者支援推進事業)	藤原 章 日當 明男 山路 学
6	産学連携需要動向等に関する調査研究	藤原 章 日當 明男 山路 学
7	令和4年度「自治体による都市のエネルギーマネジメントシステムの構築と活用方策に関する研究」	田中 翔大
8	雲仙市神代小路伝統的建造物群保存地区旧永田家住宅の復元的調査研究	山田 由香里
9	高松城に関する調査委託研究	山田 由香里
10	電力・船用プラントの効率改善に関する制御システムモデルの研究開発	松井 信正
11	NH ₃ プラントのモデルベース制御設計の研究開発	松井 信正
12	長崎市における地域課題調査 (長崎市地域再生可能エネルギー導入目標策定業務委託)	藤原 章 松井 信正 田中 翔大
13	水中音響通信に関する研究	本田 巖
14	メタン発酵処理における原料の組成調査とガス発生量調査	中道 隆広
15	SEAを用いたタイヤ振動放射音の低減に関する研究 (期間延長・研究費増額)	黒田 勝彦
16	劣化・故障予測が可能なGaN応用電力変換装置等及びエネルギーマネジメントシステムの研究開発	黒川 不二雄 松井 信正 梶原 一宏 王 吉喆
17	DERを活用した系統故障検出	黒川 不二雄 松井 信正
18	表層浮魚礁のピッチング抑制方法の検討のための水槽実験	影本 浩
19	漏水位置検知技術に関する研究	本田 巖
20	エクリズマブ投与全身型重症筋無力症（MG）患者の病態生理特性に関する前向き多施設共同臨床研究—日本人患者を対象とした血中補体及びMG関連抗体価の経時推移の検討—（期間延長）	本村 政勝
21	双方向コンバータの高密度電力変換回路技術に関する研究	黒川 不二雄
22	モデルベースデザインを用いた空気調和装置に関する研究	松井 信正
23	協調制御による高性能システム電源の設計解析に関する研究	松井 信正 梶原 一宏 王 吉喆 古川 雄大
24	音響を用いた風力発電ブレードの欠陥検出技術に関する研究4	本田 巖
25	振動エネルギー伝搬解析技術の応用に関する研究	本田 巖
26	AI機能を活用した適切な技術者配置システムの開発 (五島市再生可能エネルギー分野先端技術支援事業)	松井 信正
27	ソーラー電力による足漕ぎアシスト駆動サイクルボートの開発に関する研究 (長崎市チャレンジ企業応援補助金事業)	松井 信正 崔 智英

28	機械学習（AI）等を活用した電力需要および変動型再生可能エネルギー発電設備による発電量予測技術の開発（その3） （令和4年度五島市再生可能エネルギー分野先端技術開発支援事業）	松井 信正
29	小型船の推進性能推定チャートの開発および模型船と実船の相関調査	石川 暁
30	産業用荷役機械及びその関連事業に関する事前調査	本田 巖
31	浮体式ライダーMIAの信頼性・安全性の強化による受注競争力の獲得 （令和4年度長崎県海洋エネルギー関連産業進出促進事業補助金）	石川 暁
32	大容量産業電力変換器装置における故障診断（予防保全）に関する調査研究（Ⅳ）	黒川 不二雄 松井 信正 梶原 一宏
33	FPGA適用技術の研究（Ⅳ）	黒川 不二雄 松井 信正
34	協調制御による高性能システム電源の設計解析に関する研究（その2）	松井 信正 梶原 一宏 王 吉喆 古川 雄大
35	風力発電装置機側音に基づく翼損傷検知に関する研究（期間延長）	本田 巖
36	Wi-Fi等分散ネットワークにおける電波干渉モデルの作成	黒川 不二雄
37	直流給電1500V DC/DCコンバータの構成方法の検討（2）	黒川 不二雄 松井 信正 梶原 一宏

（8）特許出願等状況

No.	発明の名称	発明者
1	電力変換装置の劣化推定装置及び劣化推定プログラム（PCT/JP2021/013799、特願2022-512613、2021/3/31）	黒川 不二雄 中村 利孝 白石 創
2	風力発電装置の異常判定方法、風力発電装置の異常判定システムおよび風力発電装置の異常判定プログラム（特許第7057955号、2022/4/13）	本田 巖 中村 博史 松浦 正己
3	電力変換装置の駆動制御装置（特許第7250236号、2023.3.24）	黒川 不二雄
4	電力変換制御装置（特願2023-049775、2023/3/27）	黒川 不二雄
5	電力変換器の制御方法（特願2023-049776、2023/3/27）	黒川 不二雄

新技術創成研究所 所報 第18号

新技術創成研究所所長 田中 義人

新技術創成研究所所報 編集委員会

委員長 松岡 和彦 (海洋・複合新技術部門)

委員 中道 隆広 (環境・エネルギー部門)

清水 悦郎 (電気電子情報技術部門)

板倉 数記 (基礎科学部門)

学校法人 長崎総合科学大学
大学院 新技術創成研究所 所報
(創見創新) 第18号

2023年12月27日発行

編集発行 長崎総合科学大学大学院
新技術創成研究所

所長 田中義人

〒851-0121 長崎市宿町3-1

TEL : 095-838-5104 (研究所事務室)

TEL : 095-838-3118 (大学院事務室)

FAX : 095-838-5105 (研究所事務室)

E-Mail : grad@NiAS.ac.jp

U R L : <http://www.iist.nias.ac.jp>

印刷製本 株式会社 岩永印刷所
TEL : 095-821-2341