

サレジオ工業高等専門学校

研 究 紀 要

第 51 号

BULLETIN
OF
SALESIAN POLYTECHNIC
No. 51

2024年度

サレジオ工業高等専門学校研究紀要

第 51 号

目 次

<特集：技術史教育>

- 橋本駅を巡る二つの鉄道の小史 (1)－横浜線に見る産業技術史的意義－
……………堤 一郎 …… (1)
橋本駅を巡る二つの鉄道の小史 (2)－相模線に見る産業技術史的意義－
……………堤 一郎 …… (9)

<学術研究>

- 倍電圧整流回路を用いた独立型交流電池向け電源システムの提案
……………米盛 弘信, 中川 淳貴, 千葉 穂, 津田 浩平, 久保 直嗣, 水沢 厚志 …… (18)
英語の代名詞システムにおける変化の要因について
……………真島顕子 …… (24)

<トピックス紹介>

- 大学との連携で変わる高専での研究
……………吉田 慧一郎 …… (28)

- <2023 年度 課題研究費 実施報告書> …… (31)
<2024 年度 課題研究費 実施報告書> …… (53)

- <2023 年度 外部資金研究一覧> …… (72)
<2024 年度 外部資金研究一覧> …… (73)

橋本駅を巡る二つの鉄道の小史（1）

－横浜線に見る産業技術史的意義－

堤 一郎^{*1}

Short History of Two Railways around Hashimoto Station (first)
'Significance of History of Industrial Technology on the Yokohama line'

Ichiro Tsutsumi

In this report, next two contents explained. One is a brief history of two private railways; the Yokohama Railway and the Sagami Railway, around Hashimoto station. The other is the significance of history of industrial technology on the Yokohama Railway.

The Yokohama Railway started its transport business in 1908 and the purpose of this railway construction was raw silk and its goods transport from Hachioji to Yokohama port. In 1917, this private railway nationalized by Japanese government.

After nationalization, the Yokohama line used as reconstruction from narrow gauge to broad gauge test for inland trunklines in 1917 and electrification one in 1925. Results of these spot test offered technological database to the later high-speed railway system 'Shinkansen' construction. Broad gauge test and electrification one at Yokohama line had significance of history of industrial technology.

Keywords are as follows; Railway, Hashimoto Station, Yokohama-line, History of Industrial Technology.

1. はじめに

橋本駅は1908年9月23日、私設鉄道（私鉄）の横浜鉄道全通時に開業した。日露戦争終結後の1906年3月に鉄道国有法が公布され、日本鉄道（現、東北本線・高崎線・常磐線等）、山陽鉄道（現、山陽本線等）、関西鉄道（現、関西本線等）、九州鉄道（現、鹿児島本線等）等の国内幹線の私鉄17社が、同年から翌年にかけて国有化された。これらの外に国有化予定の私鉄が15社あったものの、横浜鉄道はその対象外であった。

さらに1908年12月、国内と台湾、朝鮮、中国大陆東北部の鉄道を統括するため、内閣直属の鉄道院が設置され、初代総裁には後藤新平（1857-1929）が就任した。彼は台湾総督府や南満州鉄道での業務経験から、国内幹線を狭軌の1067mmから国際標準軌間1435mmに広軌化する推進論者であった。国有化により、関西鉄道から鉄道院技師となった工作課長島 安次郎（1870-1946）による技術面での協力を得て、この広軌化を推進したのである。

現在の橋本駅には横浜線、相模線の他、1990年3

月には京王電鉄（旧、京王帝都電鉄）相模原線が乗り入れている。本稿では橋本駅を巡る鉄道の小史として、まず横浜線について述べる。

横浜線の前身横浜鉄道は八王子に集荷される生糸と絹製品の輸送路を開いたことで知られるが、今日の新幹線鉄道の礎となった広軌化試験と、幹線の電気運転のため電化試験が行われたことはすでに忘れられている。本稿ではこの鉄道の小史と共に広軌化試験と電化試験について、その産業技術史的な意義を述べる。

2. 生糸と絹製品輸送が当初の目的

横浜鉄道は1908年9月に東神奈川一八王子間の全線が開業したが¹⁾、当初の建設目的は西多摩郡の商都八王子と周辺地域で産出される生糸及び絹織物製品を、貿易港横浜に輸送するためとされた。

何度かの申請が却下された後、最終的な鉄道敷設免許の下付は1905年5月であり、これは計画されていた官設鉄道（官鉄）による東海道本線と中央本線とを連絡する役割と位置付けられる。官鉄東海道

*1 サレジオ工業高等専門学校専攻科

| 東神奈川・八王子間 | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 大正十三年二月十日改正 二、三等車ノミ | | | | | | | | | | |
| 線名 | 駅名 | 里程 | 下り列車 | | | | | | | |
| | | | 901 | 903 | 905 | 907 | 909 | 911 | 913 | 915 |
| 横 | 31函下戸東神奈川 | 0.0 | 5.10 | 7.30 | 9.45 | 12.00 | 2.50 | 6.20 | 7.10 | 8.45 |
| | 小机 | 4.8 | 5.25 | 7.45 | 10.00 | 12.17 | 3.05 | 6.35 | 7.25 | 10.02 |
| | 中山 | 8.4 | 5.35 | 7.55 | 10.00 | 12.50 | 3.15 | 6.45 | 7.35 | 10.15 |
| | 長瀬 | 12.1 | 5.40 | 8.00 | 10.25 | 12.44 | 3.25 | 6.55 | 7.47 | 10.30 |
| | 原町 | 14.0 | 5.53 | 8.18 | 10.50 | 1.00 | 3.35 | 6.65 | 8.01 | 10.45 |
| | 田中 | 17.6 | 6.11 | 8.31 | 10.40 | 1.15 | 3.52 | 6.22 | 8.17 | 10.55 |
| | 温泉 | 21.0 | 6.21 | 8.41 | 10.50 | 1.27 | 4.02 | 8.32 | 8.27 | 11.10 |
| | 相模 | 22.2 | 6.20 | 8.46 | 10.54 | 1.54 | 4.07 | 8.37 | 8.32 | 11.16 |
| | 本原 | 26.4 | 6.30 | 8.50 | 10.54 | 1.48 | 4.17 | 6.47 | 8.42 | 11.30 |
| | 69.73函下戸八王子 | 26.4 | | | | | | | | |
| 横 | 69.73函下戸八王子 | 0.0 | 5.42 | 7.25 | 9.55 | 12.03 | 2.35 | 5.05 | 7.45 | 8.25 |
| | 相模 | 4.2 | 5.56 | 7.37 | 10.11 | 12.24 | 2.51 | 5.21 | 8.01 | 8.54 |
| | 木本 | 5.4 | 6.07 | 7.50 | 10.16 | 12.50 | 2.56 | 5.26 | 8.05 | 8.59 |
| | 相模 | 8.8 | 6.72 | 8.05 | 10.25 | 12.40 | 3.05 | 6.35 | 8.15 | 10.08 |
| | 野邊 | 12.4 | 6.23 | 8.10 | 10.37 | 12.58 | 3.16 | 6.46 | 8.26 | 10.20 |
| | 原町 | 15.3 | 6.32 | 8.28 | 10.46 | 1.09 | 3.27 | 6.57 | 8.39 | 10.51 |
| | 田中 | 18.0 | 6.41 | 8.37 | 10.55 | 1.19 | 3.35 | 6.65 | 8.44 | 10.41 |
| | 長瀬 | 21.6 | 6.59 | 8.49 | 11.04 | 1.30 | 3.45 | 6.75 | 8.53 | 10.52 |
| | 小机 | 26.4 | 7.04 | 9.00 | 11.18 | 1.45 | 3.55 | 6.29 | 8.07 | 11.07 |
| | 31函下戸東神奈川 | 26.4 | | | | | | | | |

図1 鉄道省横浜線時刻表（時刻表；大正14年4月号）

| 東神奈川・八王子間 | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|------|------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 五年十月一日改正 二、三等車 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 新 規 | 運賃 | 駅名 | 番號 | 下り列車 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 901 | 903 | 905 | 907 | 909 | 911 | 913 | 915 | | | | |
| 新 規 | 49函下戸東神奈川 | 0.0 | 5.80 | 7.10 | 9.11 | 11.20 | 1.27 | 3.13 | 4.51 | 6.39 | 7.32 | 10.15 | | | |
| | 相模 | 4.8 | 5.29 | 7.13 | 9.20 | 11.29 | 1.53 | 5.22 | 4.40 | 6.48 | 7.41 | 10.23 | | | |
| | 木本 | 7.8 | 5.56 | 7.50 | 10.16 | 12.24 | 2.24 | 5.21 | 8.01 | 8.54 | 7.48 | 10.28 | | | |
| | 相模 | 13.5 | 5.44 | 7.47 | 9.27 | 11.36 | 1.41 | 5.28 | 4.48 | 6.55 | 7.55 | 10.37 | | | |
| | 木本 | 17.9 | 5.8 | 7.2 | 7.2 | 10.36 | 1.56 | 5.26 | 8.05 | 8.59 | 7.58 | 10.47 | | | |
| | 相模 | 23.5 | 5.72 | 7.2 | 7.2 | 10.46 | 1.09 | 5.27 | 6.57 | 8.39 | 10.51 | 11.08 | | | |
| | 木本 | 28.4 | 5.9 | 7.46 | 7.46 | 10.55 | 1.29 | 5.35 | 6.65 | 8.44 | 10.41 | 11.18 | | | |
| | 相模 | 33.8 | 5.05 | 5.4 | 5.4 | 10.64 | 1.30 | 3.45 | 6.15 | 8.53 | 10.52 | 11.24 | | | |
| | 木本 | 35.7 | 5.14 | 5.14 | 10.73 | 12.54 | 2.35 | 4.27 | 5.46 | 6.55 | 8.46 | 11.24 | | | |
| | 相模 | 42.6 | 5.36 | 6 | 6 | 10.85 | 12.44 | 2.43 | 4.37 | 4.56 | 7.05 | 8.58 | 11.51 | | |
| 新 規 | 69.73函下戸八王子 | 0.0 | 5.85 | 6.42 | 7.23 | 9.23 | 11.30 | 1.37 | 3.45 | 6.70 | 7.47 | 10.05 | | | |
| | 相模 | 6.9 | 5.60 | 6.36 | 7.34 | 9.36 | 11.43 | 1.48 | 3.58 | 6.45 | 7.58 | 10.19 | | | |
| | 木本 | 8.8 | 5.80 | 6.45 | 7.39 | 9.47 | 11.48 | 1.53 | 4.01 | 5.50 | 8.03 | 10.24 | | | |
| | 相模 | 14.2 | 4.8 | 24 | 24 | 5.58 | 6.58 | 7.46 | 9.50 | 11.57 | 2.03 | 4.15 | 5.59 | 8.10 | 10.32 |
| | 木本 | 20.1 | 6.6 | 23 | 55 | 6.07 | 7.55 | 10.02 | 12.07 | 2.09 | 4.22 | 6.08 | 8.19 | 10.40 | |
| | 相模 | 24.7 | 7.8 | 29 | 55 | 6.14 | 7.07 | 8.02 | 10.12 | 15 | 2.16 | 4.30 | 6.17 | 8.28 | 10.49 |
| | 木本 | 29.1 | 9.4 | 47 | 55 | 6.20 | 7.35 | 8.03 | 10.12 | 23 | 2.22 | 4.38 | 6.25 | 8.32 | 10.55 |
| | 相模 | 34.8 | 1.10 | 55 | 55 | 6.23 | 7.25 | 8.16 | 10.23 | 12.55 | 2.10 | 4.49 | 6.35 | 8.40 | 11.03 |
| | 木本 | 37.8 | 1.24 | 60 | 55 | 6.34 | 7.33 | 8.22 | 10.24 | 10.40 | 2.16 | 4.56 | 6.42 | 8.46 | 11.09 |
| | 相模 | 43.6 | 1.36 | 68 | 49函下戸東神奈川 | 6.41 | 7.41 | 8.29 | 10.41 | 12.48 | 2.43 | 5.04 | 6.50 | 8.53 | 11.16 |

図2 鉄道省横浜線時刻表（時刻表；昭和5年10月号）

本線は1889年7月に新橋一神戸間が、中央本線は私鉄甲武鉄道として同年8月に新宿一八王子間が全通していた。

甲武鉄道の国有化は1906年10月最初に行われ、国有化以前に生糸と絹織物製品輸送は甲武鉄道八王子から新宿、日本鉄道品川線（現、山手線の西側）で品川、そして東海道本線経由で横浜に輸送されていた²⁾。

1894年8月に勃発した日清戦争の軍事輸送のため、この品川線大崎一大井町間に急速短絡線を建設、終戦後はこの線が貨物輸送に転用された可能性がある。これは品川に貨物列車が到着後その線形上、列車を

横浜方面に折り返し運転する必要があったからである。同様の短絡線は東神奈川一保土ヶ谷間に建設され、後年になり終端駅であった横浜（現、桜木町）がこの線上に移設された。

1910年4月に鉄道院が横浜鉄道全線を借り上げて代替営業¹⁾、1911年12月に東神奈川から海神奈川まで貨物支線が開業した。延伸目的は八王子からの生糸や絹織物製品の海外輸出とされるが、実際は横浜港への直接的連絡にはならず、貨物輸送は既に前述のルートに代替されていた。

横浜鉄道開業時は蒸気動力、軌間1067mmで、全線単線である。原町田以北に設置された停車場は淵

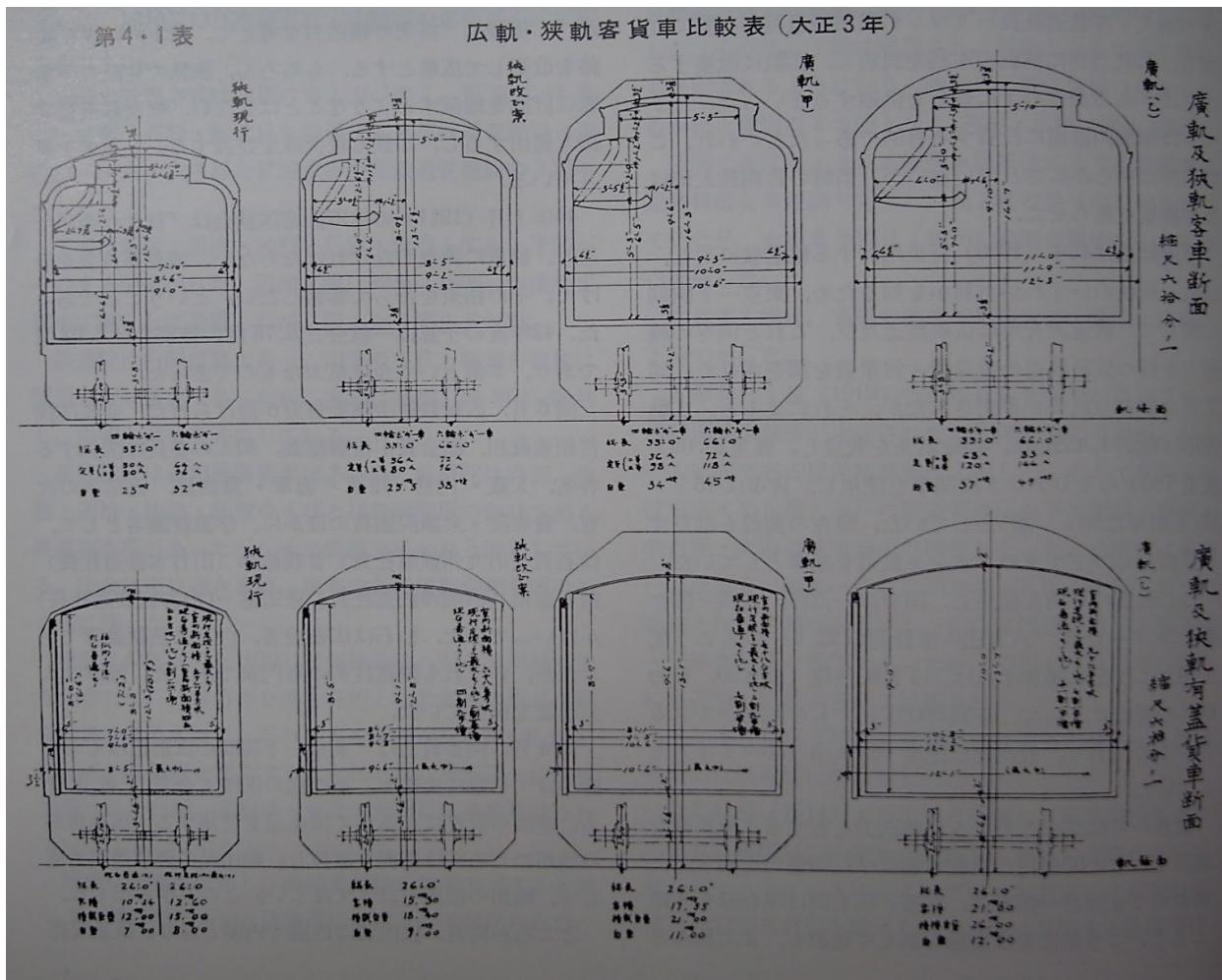


図3 客車及び貨車に係る広軌・狭軌4種類の車輛定規（1914年当時）

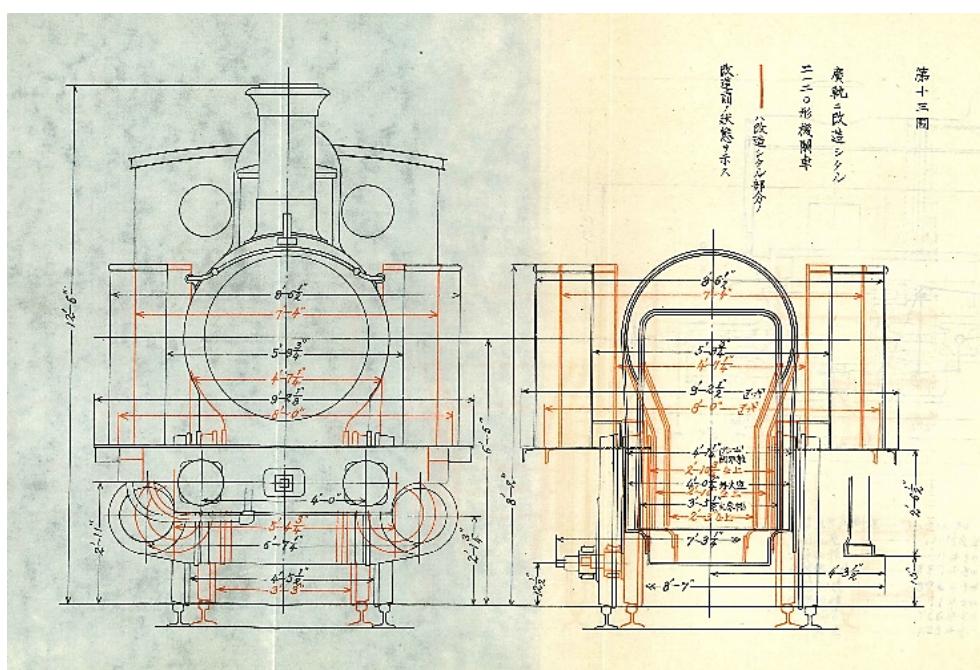


図4 広軌改造蒸機の車体断面



図5 原町田構内の4線併設試験線

野辺、橋本、相原、八王子で、相模原地域一帯が軍都と化した1941年4月、地域の中心的機能を果たす停車場として相模原が新規開業した。

横浜鉄道は1917年10月国有化され、鉄道院横浜線となった。鉄道院に引継がれた車輌は蒸機5両、客車16両、貨車104両（有蓋40両、無蓋64両）の125両³⁾、蒸機は3400形に編入され3413-3417号、軸配置は前後に先従輪を持つ動輪3軸（2-6-2、1C1）のタンク式で、1907年米国製（American Locomotive Co. ; ALCO）である。横浜鉄道のように路線長40～50kmの私鉄ではこの軸配置の蒸機は客貨車牽引用に汎用性が高く、同系機は国内各地の私鉄でもかなり使われていた。

1920年5月、鉄道院は鉄道省に組織変更された。陸上交通の全てを統括する官庁である。図1は1925年4月発行の時刻表だが⁴⁾、一日8往復の列車が運転されている。全線26.4哩（42.2km）で所要時間は100分程度、平均時速は約25km/h、途中の長津田、原町田と淵野辺で列車が交換している。蒸機牽引列車で貨物列車がどのように運転されたのかは不明である。客・貨車を混結した混合列車の事例は、近隣の川越鉄道（国分寺—東村山—本川越間）等にも見られた⁵⁾。

平均時速が低いのは単線であり、各停車場での貨車連結・解結作業によるものであろうか？図2は1930年10月発行の時刻表である⁴⁾。一日10往復の列車が運転され、全線42.2kmの所要時間は80分程度、平均時速は約32km/hと少し速くなり、途中の小机、長津田と原町田で列車交換している。列車本数の増加は、東神奈川での東海道本線、八王子での中央本線、更に原町田での小田原急行鉄道への乗り換えを考慮したためか？同年3月から横須賀線は東京—横

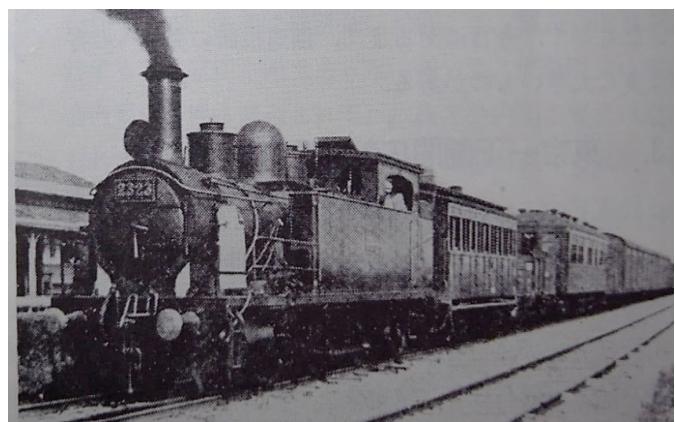


図6 広軌・狭軌両車輌の併結運転試験

須賀間が電車運転化され横浜停車、東神奈川を通過していた。

客車の等級は2・3等併用で、これは図1にも記載されている。蒸機列車運転は変わらず、この時点では内燃動車がまだ使われていない。鉄道省の内燃動車は各地での乗合自動車台頭に対処するため、開発が進められている時期であった。

この乗合自動車は関東大震災で被災した東京市の路面電車輸送を代替するため、米国フォード社から貨物自動車用シャシーを急遽輸入し、これを乗合自動車に改造し代替輸送に充当したもので、路面電車の復旧後は余剰となり、用途廃止後に国内各地の乗合自動車事業者に払い下げたための急速な普及であった⁶⁾。

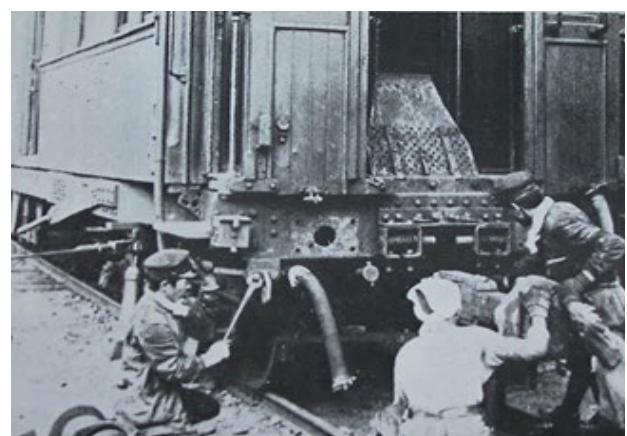


図7 自動連結器への一斉交換作業

3. 横浜線での広軌化試験

横浜線の小史では、広軌化試験と電化試験が行われたことを記しておかなければならぬ。主要幹線東海道・山陽両本線の新橋（中央停車場完成後は東京に起点が移る）一下関間を始めとする国内幹線等



図8 独国製アプト式10000形（後のED40形）電機



図9 国産アプト式10040形（後のED40形）電機



図10 米国製秩父鉄道デキ1形電機



図11 米国製1000形（後のED10形）電機



図12 米国製6030形（後のED53形→ED19形）電機



図13 国産幹線用EF52形電機（交通科学博物館）

の広軌化（国際標準軌間 1435mm への改軌を、広軌化と呼んだ）計画は、前述のように鉄道院初代総裁後藤新平が提唱・推進し、技術面では工作課長島 安次郎がこれを担当した⁹⁾。島は広軌化に伴う新たな建築・車輌定規の制定、建設工費の見積り、在来狭軌車輌の広軌化改造工事等を検討し、実施に向けた準備を進めた。

図 3 に客車及び貨車に係る 4 種類の車輌定規を示す⁷⁾。1914 年当時検討されていた事項は、①狭軌現行、②狭軌改正案、③広軌（甲）、④広軌（乙）、であり、これから客貨車の車輌断面寸法の違いが良くわかる。車輌断面の大型化に伴い車輌重量と軸重が増し、線路への負担力が大きくなる。最終的には広軌（甲）を採用し、1916 年以降 25 年間かけて広軌化する計画で帝国議会の決定を仰いだが、このための実車試験が横浜線で行なわれた。広軌化試験用に改造された狭軌車輌は、蒸機 1 両（2323 号：図 4）⁸⁾、客車 3 両（3 軸及び 2 軸ボギー車、2 軸車各 1 両）と貨車 3 両であった。他に広軌・狭軌車輌を併結運転する際、中間に連結する狭軌貨車 2 両に対し、これに適応する連結装置等を取付けた¹⁾。当時の連結器は連環・鉤・螺旋が一体でそれに緩衝器が一組になった様式である。

試験区間は横浜線の原町田一淵野辺一橋本間とされ、原町田一淵野辺間を狭軌・広軌 4 線併設区間、淵野辺一橋本間を 3 線併設区間とし、1917 年 5 月から 8 月まで実車試験を行った。この時の試験事項としては、①広軌・狭軌両機関車の牽引力比較、②機関車運転時の取扱い比較、③運転時の動搖、④広軌

改造車輌の連結運転の他に、広軌・狭軌両車輌併結運転時の走行安全性、⑤線路保守の難易度、⑥4 線式と 3 線式の得失、⑦4 線式と 3 線式混用の可否等であった（図 5, 6）^{1,8)}。試験線区での実地実験は良い成果を得て、島は広軌化の実施は可能との結論を出し⁹⁾、これを後藤に報告した。

鉄道院内ではこの広軌化に対し、狭軌のままで十分との反論が鉄道院建設課長大村鉢太郎(1871-1944)から出された¹⁰⁾。この反論の主旨は、国内主要幹線に存在する多数のトンネル断面が小規模(15ft; 4.6m)ゆえ、この改築に多大な経費と時間を要すること、在来の狭軌でも当時の輸送需要には十分対応できること等であった。鉄道院内部は広軌改築派と狭軌存続派に二分されたが、後藤と島は広軌化を推進した。

この広軌化への改築は政治の場にも拡大し、帝国議会では政友会（建主改従論）と憲政党（改主建従論）の論争が続き、最終的には 1919 年 2 月狭軌のまま広軌並みの建築・車輌定規とすることに決定し、在来線ではこれが現在まで継続している。

加えて連結両数を高めるため、旧式連結器の一斉交換作業が 1925 年 7 月に実施され、在籍車輌全ての自動連結器化が完了（図 7）⁸⁾、安全性向上のための空気式制動機採用と共に功を奏した¹¹⁾。明治期以来の旧式連結器は車輌間で連結作業を担う連結手の負傷、死亡事故が多発し、このための措置でもあった¹¹⁾。鉄道現業での負傷者と死亡者の遺族を救済するため後に鉄道弘済会が発足し、彼らの生活を支えた。ここに鉄道の国家性と職員への心遣いを見て取れ、各管理局内への鉄道病院設置も同様の配慮である。

| 櫻木町・東神奈川・八王子間（東海道本線及横濱線） | | | | | | | | | | | | | | | 三等草ノミ | | 櫻木町・原町田間電車 | | 原町田・八王子間蒸動車 | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|--------------------------|------|------|------|------|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------------|------|-------------|------|-------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 八月十一日改正 | | 櫻木町・東神奈川・八王子間（東海道本線及横濱線） | | | | | | | | | | | | | | | 三等草ノミ | | 櫻木町・原町田間電車 | | 原町田・八王子間蒸動車 | | | | | | | | | | |
| 路名 | 距離 | 運賃 | 駅名 | 51 | 53 | 55 | 57 | 59 | 61 | 63 | 67 | 69 | 71 | 73 | 75 | 77 | 79 | 81 | 83 | 85 | 87 | 89 | 91 | 93 | 97 | 99 | 101 | 103 | 105 | 107 | |
| 下り | 東本 | 0.0 | 櫻木町 | 4.59 | 5.45 | 6.30 | 7.09 | 7.38 | 8.06 | 8.36 | 9.32 | 10.15 | 11.03 | 11.43 | 0.39 | 2.05 | 2.56 | 3.38 | 4.18 | 4.42 | 5.12 | 5.50 | 6.18 | 7.17 | 7.59 | 8.46 | 9.41 | 10.24 | 11.13 | ... | |
| | 横道線 | 2.0 | 5 | 5.02 | 5.48 | 6.33 | 7.12 | 7.41 | 8.09 | 8.39 | 9.35 | 10.18 | 11.04 | 11.46 | 0.42 | 1.23 | 2.08 | 2.59 | 3.42 | 4.21 | 4.45 | 5.15 | 5.63 | 6.21 | 7.20 | 8.02 | 8.49 | 9.44 | 10.27 | 11.16 | ... |
| | 3.8 | 8 | 東神奈川 | 5.06 | 5.51 | 6.36 | 7.16 | 7.44 | 8.12 | 8.42 | 9.38 | 10.21 | 11.07 | 11.50 | 0.46 | 1.22 | 2.14 | 3.03 | 3.46 | 4.25 | 4.49 | 5.18 | 5.56 | 6.24 | 7.23 | 8.07 | 8.53 | 9.47 | 10.31 | 11.19 | ... |
| | 8.6 | 15 | 小机 | 5.12 | 5.57 | 6.42 | 7.24 | 7.52 | 8.20 | 8.49 | 9.44 | 10.27 | 11.13 | 11.56 | 0.54 | 1.35 | 2.21 | 3.09 | 3.53 | 4.31 | 4.56 | 5.24 | 6.03 | 6.32 | 7.29 | 8.15 | 8.59 | 9.53 | 10.48 | 11.35 | 中央線 |
| | 11.6 | 19 | 山 | 5.17 | 6.02 | 6.48 | 7.28 | 7.56 | 8.24 | 8.53 | 9.49 | 10.33 | 11.18 | 12.04 | 0.58 | 1.42 | 2.28 | 3.14 | 4.00 | 4.38 | 5.00 | 5.30 | 6.08 | 6.37 | 7.34 | 8.19 | 9.06 | 9.58 | 10.46 | 11.31 | ... |
| | 17.3 | 29 | 長原 | 5.26 | 6.10 | 6.55 | 7.30 | 7.59 | 8.33 | 9.01 | 9.56 | 10.41 | 11.25 | 12.05 | 0.58 | 1.05 | 1.49 | 2.38 | 3.28 | 4.07 | 4.52 | 5.16 | 5.87 | 6.47 | 7.41 | 8.26 | 9.14 | 10.05 | 11.01 | 37 | |
| | 21.7 | 35 | 長原 | 5.31 | 6.17 | 6.73 | 7.42 | 8.11 | 8.39 | 9.09 | 10.03 | 10.47 | 11.32 | 12.08 | 0.58 | 1.12 | 1.56 | 2.43 | 3.28 | 4.14 | 4.52 | 5.16 | 5.85 | 6.54 | 7.48 | 8.33 | 9.21 | 10.12 | 11.51 | ... | |
| | 26.3 | 43 | 原町田 | 5.37 | 6.23 | 7.09 | 7.48 | 8.17 | 8.45 | 9.15 | 10.09 | 10.53 | 11.39 | 12.04 | 0.57 | 1.18 | 2.02 | 2.49 | 3.34 | 4.04 | 4.58 | 5.22 | 5.51 | 6.28 | 7.04 | 7.54 | 8.39 | 9.27 | 10.18 | 11.50 | ... |
| | 32.6 | 43 | 原町田 | 5.42 | 6.28 | 7.05 | 7.57 | 8.05 | 8.39 | 9.15 | 9.97 | 10.80 | 11.65 | 12.30 | 0.57 | 1.21 | 2.07 | 2.52 | 3.39 | 4.04 | 4.55 | 5.22 | 5.51 | 6.28 | 7.07 | 7.54 | 8.31 | 9.21 | 10.18 | 11.50 | ... |
| | 39.5 | 63 | 相模原 | 5.59 | 6.45 | 7.34 | 8.17 | 8.98 | 9.44 | 10.30 | 11.15 | 11.59 | 12.04 | 12.50 | 0.58 | 1.30 | 2.24 | 3.09 | 3.56 | 4.43 | 5.23 | 5.92 | 6.12 | 6.81 | 7.27 | 8.18 | 9.02 | 9.52 | 10.44 | 11.31 | ... |
| 電車 | 26.3 | 43 | 八王子 | 5.65 | 6.57 | 7.23 | 7.97 | 8.17 | 8.45 | 9.15 | 9.97 | 10.80 | 11.65 | 12.30 | 0.57 | 1.21 | 2.07 | 2.52 | 3.39 | 4.04 | 4.55 | 5.22 | 5.51 | 6.28 | 7.04 | 7.54 | 8.31 | 9.21 | 10.18 | 11.50 | ... |
| | 32.6 | 43 | 原町田 | 5.68 | 6.57 | 7.23 | 7.97 | 8.17 | 8.45 | 9.15 | 9.97 | 10.80 | 11.65 | 12.30 | 0.57 | 1.21 | 2.07 | 2.52 | 3.39 | 4.04 | 4.55 | 5.22 | 5.51 | 6.28 | 7.04 | 7.54 | 8.31 | 9.21 | 10.18 | 11.50 | ... |
| | 39.5 | 63 | 相模原 | 5.75 | 6.64 | 7.34 | 8.17 | 8.45 | 9.15 | 9.97 | 10.80 | 11.65 | 12.30 | 0.57 | 1.21 | 2.07 | 2.52 | 3.39 | 4.04 | 4.55 | 5.22 | 5.51 | 6.28 | 7.04 | 7.54 | 8.31 | 9.21 | 10.18 | 11.50 | ... | |
| | 46.5 | 74 | 八王子 | 6.13 | 6.57 | 7.23 | 7.97 | 8.17 | 8.45 | 9.15 | 9.97 | 10.80 | 11.65 | 12.30 | 0.57 | 1.21 | 2.07 | 2.52 | 3.39 | 4.04 | 4.55 | 5.22 | 5.51 | 6.28 | 7.04 | 7.54 | 8.31 | 9.21 | 10.18 | 11.50 | ... |
| | 52.1 | 74 | 原町田 | 6.21 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 58.1 | 74 | 原町田 | 6.28 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 64.1 | 74 | 原町田 | 6.35 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 70.1 | 74 | 原町田 | 6.42 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 76.1 | 74 | 原町田 | 6.49 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 82.1 | 74 | 原町田 | 6.56 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 88.1 | 74 | 原町田 | 6.63 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 94.1 | 74 | 原町田 | 6.70 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 100.1 | 74 | 原町田 | 6.77 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 106.1 | 74 | 原町田 | 6.84 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 112.1 | 74 | 原町田 | 6.91 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 118.1 | 74 | 原町田 | 6.98 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 124.1 | 74 | 原町田 | 7.05 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 130.1 | 74 | 原町田 | 7.12 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 136.1 | 74 | 原町田 | 7.19 | 7.04 | 7.35 | 8.03 | 8.32 | 9.03 | 9.77 | 10.50 | 11.35 | 0.57 | 1.05 | 1.59 | 2.47 | 3.35 | 4.15 | 5.09 | 5.45 | 6.14 | 6.42 | 7.10 | 7.51 | 8.39 | 9.21 | 10.18 | 11.48 | ... | | |
| | 142.1 | 74 | 原町田 | 7.26 | 7.04 | 7.35 | 8.03</ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4. 横浜線での電化試験

ところで東京市内の幹線鉄道による電車運転は、私鉄甲武鉄道が1904年8月中野一飯田町間で、同年12月御茶ノ水まで、さらに1906年10月の国有化後は万世橋まで延長した。

鉄道院は1909年12月に鳥森（現、新橋）一品川一上野間と池袋一赤羽間で電車運転を始め、1914年12月の中央停車場（現、東京）竣工と、1919年3月の万世橋（現在廃止、後に交通博物館に転用）一東京間の高架線完成により、中央線・山手線を直通する「の」の字運転（中野一新宿一東京一品川一新宿一池袋一上野間）を開始した。

また京浜線では1915年8月の東京一横浜間電化により電車運転が始まり、いずれも大型で収容力のある木製ボギー式電車が走った⁹⁾。

鉄道省では1925年11月の神田一上野間高架線完成により中央線・山手線による直通運転（「の」の字運転）を分離、後者を環状運転とし京浜線は上野まで延長運転された。

幹線での電気運転は鉄道院により、蒸機列車の代替として1912年5月に信越線横川一軽井沢間の急勾配区間で始められ⁹⁾、これは独国（AEG・Esslingen）製アプト式電機10000形（後のEC40形；図8）¹²⁾12両による旅客列車運転であった。後年、貨物列車の電気運転のため、輸入電機を模範に大宮工場で国産アプト式電機10020形（後のED41形；図9）¹²⁾14両を製造、この急勾配区間に配属した。運転用とラック駆動用主電動機の制御器は10000形の軽井沢側から取り外し、一部がこの国産電機に転用された。

鉄道省は東海道本線と横須賀線を電化するための試験を、1925年4月から横浜線の東神奈川一原町田間で実施した。これに先立ち1922年11月に米国製電機を2両、これ以降総数55両を米国、英國、独国、瑞国等から輸入した。これは幹線電化とともに輸入電機の運転性能試験と保守上の実際の成果を、鉄道省が主導する国産幹線用電機の協同設計に還元する目的があったからである⁹⁾。

欧米各国から電機を輸入する際、当時の上武鉄道（現、秩父鉄道）が電化に向けて米国から輸入した凸型電機（WH・BLW製；図10）¹²⁾を一端大井工場に運び込み、各部を分解しスケッチ・採寸、結線等を観察し、国産電機製造に向けた技術資料を収集した史実もある。この凸型電機は、現在も秩父鉄道三峰口構内の展示施設で大切に保存され

ている。

多数の輸入電機のうち、米国（WH・BLW）製1000形（後のED10形；図11）¹²⁾2両、6030形（後のED53形→ED19形；図12）¹²⁾6両と8010形（後のEF51形）2両は運転と保守・補修面の性能に優れ、鉄道省はこれを模範に国産電機を国内電機会社との「協同設計」で製造する旨を提案した。しかし国内電機各社は海外企業との技術提携面での困難さから、当初はこの提案に進んで参加しようとはしなかったが、制式電機の国産化という国家的課題もあり最終的にはこれに協力した⁹⁾。

この結果誕生したのが幹線用電機EF52形（京都鉄道博物館に保存・展示；図13）9両と、高速性を目的に改良されたEF53形19両である。

他に供給架線からの過大な逆電流から搭載機器類を守るため、それを瞬時に遮断する高速度遮断器の性能は米国（GE・ALCO）製の1010形（後のED11形）2両と1060形（後のED14形）4両に装備された機器が優れ、これを当時GEと技術提携していた芝浦製作所で製造し、国産電機に取り付けた。

前者はリニア・鉄道館に保存・展示、後者は近江鉄道彦根駅構内に他の国産電機と共に保存されていたが、現在この施設は閉鎖されている。

横浜線での電化試験の結果、1925年12月から東海道本線東京一国府津間と横須賀線大船（運転は東京から）一横須賀間が電気運転になり、さらに後者は1930年3月から電機牽引から電車運転に替わった。これは海軍関係者や皇族が横須賀や葉山御用邸に頻繁に行き来するからであり、彼らのために二等車や皇族専用車も連結されていた。

電化試験施設を利用し1932年10月、東神奈川一原町田間が電車運転に切り替えられた。図14は1934年12月の横浜線時刻表だが⁴⁾、桜木町一東神奈川一原町田間の列車運転本数増加と到達時間の短縮化を見て取れる。残る原町田一八王子間は気動車運転で同区間の電化は1941年4月、これは軍都と化した相模原地域への旅客輸送増大対策であり、相模原停車場開業と同時期にあたる。

5. 本稿の纏め

橋本駅に発着する横浜線の小史と共に、関連する幾つかの史実を記した。横浜線は当初生糸と絹織物の輸送を目的とする輸送路であったが、東海道本線と中央本線とを結ぶ連絡線としての役割を

担い、1917年10月の国有化後は幹線鉄道の広軌化と電化に向けた試験線に用いられた。

戦前期の広軌化計画は政党間の論争で決着したかに見えたが日中戦争勃発により再燃、1940年3月の弾丸列車計画開始へと発展した。しかしこの国家プロジェクトも戦争の激化で1944年に中断を余儀なくされ、戦後の経済高度成長期になり、新幹線鉄道建設として再浮上し1964年10月にそれが実現した。

列車の高速化には広軌化と共に電気動力による運転に加え、道路との平面交差を無くした高規格専用線路と列車運転での自動制御・信号技術が一体となって輸送システムが形成され、初めて実現可能になるのである。さらに1930年3月には横浜線菊名一小机間で緊急時に列車を止める自動列車停止装置(Automatic Train Stop: ATS)試験が実施され、また横浜線は1958年の伊東線に次ぐ1962年6月から、全線が列車集中管理方式(Central Train Control: CTC)となった。

横浜線の原町田一淵野辺一橋本間の広軌化試験、東神奈川一原町田間の電化試験、そして菊名一小机間での自動列車停止装置の試験はまさに新幹線鉄道建設の礎を構築したのであり、これらが横浜線に見る産業技術史面での大きな意義にあたる。

本稿は2025年1月に相模原市市民大学講座の一環として本学が開催した「橋本駅とその鉄道小史－横浜線と相模線を巡る話題－」の予稿集を基に、その後の調査から得られた資料を追記して再構成し、2025年2月の時点で取り纏めたものである。

謝 辞

本稿を執筆するにあたり、資料閲覧にご協力くださった(一社)日本交通協会図書室と(株)電気車研究会の関係各位に、改めてお礼を申し上げます。

また市民大学講座に参加され有意義なご意見とご提言を頂いた本学の坂元愛史教授、本講座開催を企画しご支援頂いた福原信広事務局長、本紀要への投稿機会をくださった島川陽一教授を始め、ご理解とご支援を頂いた小島知博学校長他、本学関係各位に対し改めてお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 鉄道省：日本鉄道史 中篇及び下篇、(1921-8).
- 2) 野田正穂・原田勝正・青木栄一・老川慶喜：多摩の鉄道百年、日本経済評論社、(1993-11).
- 3) 和久田康雄：四訂版 資料・日本の私鉄、鉄道図書刊行会、(1984-12).
- 4) 時刻表復刻版<戦前・戦中>：日本交通公社出版事業部、(1978-3).
- 5) 堤一郎：鉄道からみた小平の歩み－川越鉄道にかかる小史－、小平の歴史を拓く－市史研究－、第5号、小平市企画政策部、(2013-3).
- 6) 堤一郎：近代化の旗手、鉄道、山川出版社、(2001-5).
- 7) 鉄道院：国有鉄道軌間変更案、帝国鉄道協会誌、第18巻 第10号、(1917-10).
- 8) 日本国有鉄道：日本国有鉄道百年写真史、交通協力会、(1972-10).
- 9) 島安次郎：軌間の変更について、帝国鉄道協会会誌 第22巻 第2号、(1921-3).
- 10) 大村鎗太郎：軌間の変更は不必要である、帝国鉄道協会会誌 第21巻 第8号、(1920-11).
- 11) 秋山正八：鉄道車両の連結器取替に就て、機械学会誌 第28巻 第104号、(1925-12).
- 12) 日本機械学会技術と社会部門：機械記念物－鉄道編（電気機関車・内燃機関車）－、日本機械学会、(2003-3).

橋本駅を巡る二つの鉄道の小史 (2)

—相模線に見る産業技術史的意義—

堤 一郎^{*1}

Short History of Two Railways around Hashimoto Station (second)

‘Significance of History of Industrial Technology on the Sagami line’

Ichiro Tsutsumi

In this report, next two contents explained. One is a brief history of two private railways; the Yokohama Railway and the Sagami Railway, around Hashimoto station. The other is the significance of history of industrial technology on the Sagami Railway.

In 1921, the Sagami Railway started its transport business. The purpose of this railway construction was ballast collection at Sagami-river and its selling. The first line of this railway was Chigasaki to Samukawa, Kawasamukawa. Between Samukawa and Kawasamukawa was goods-line of ballast transport. To the purpose of goods train operation, English-made two old steam tender engines introduced. In 1931, this railway expanded to Hashimoto via Atsugi.

In 1935, this railway ordered four Diesel-electric railcars at Kisha-Seizo Co., and these were the first private railway's vehicles in Japan. As these railcars had multiple unit control apparatus, so connected train operated from Chigasaki to Hachioji directly.

Keywords are as follows; Railway, Hashimoto Station, Sagami-line, History of Industrial Technology.

1. はじめに

橋本駅は1908年9月23日、私設鉄道（私鉄）の横浜鉄道全通時に開業した。日露戦争終結後の1906年3月に鉄道国有法が公布され、日本鉄道（現、東北本線・高崎線・常磐線等）、山陽鉄道（現、山陽本線等）、関西鉄道（現、関西本線等）、甲武鉄道（現、中央本線）等の国内幹線的私鉄17社が、同年から翌年にかけて国有化された。これらの外に国有化予定の私鉄が15社あったものの、横浜鉄道はその対象外とされた。

現在の橋本駅には横浜線、相模線の他、1990年3月には京王電鉄（旧、京王帝都電鉄）相模原線が乗り入れたが、本稿では相模線について述べる。相模線は相模鉄道（初代）が前身で、相模川での砂利採取・販売を目的に建設された。建設に際し、明治初期に日本で初めて改造工事がなされた蒸機2両を譲り受け運用し、さらに県中央部の厚木を経て西多摩郡の商都八王子への連絡を果たすため、国内私鉄として初めて電気式内燃動車を導入し直通運転を実現させた史実があり、本稿ではこれらについての産

業技術史的な意義を概説する。

2. 相模鉄道（初代）の誕生

現在の相模線は橋本を出ると相模原台地を下り、下溝から相模川左岸沿いに南下し、海老名を経て茅ヶ崎に至る。この線区が1916年6月免許を受け、1921年9月に開業した非電化私鉄の相模鉄道（初代）である。この鉄道は軌間1067mmの蒸気動力による旅客・貨物鉄道で、当初の開業区間は茅ヶ崎一寒川一川寒川間¹⁾、寒川一川寒川間は相模川下流左岸での砂利採取を主目的とする短距離貨物線である。翌1922年5月、寒川一東四ノ宮間にも別の貨物線が開業した。相模川での砂利採取と販売業務の認可は、1919年7月に取得した²⁾。

図1に1925年4月発行の時刻表を示す³⁾。これから茅ヶ崎一寒川間の列車運転本数は、下り6本、上り7本であり、茅ヶ崎発着列車は東海道本線の列車と接続するようダイヤグラムが組まれている。列車は蒸機が客車（貨車併結は不明）を牽引、5.0kmの区間を14分で走行し平均時速は21^{km/h}、自転車並

*1 サレジオ工業高等専門学校 専攻科

| 茅ヶ崎・寒川間 (非連帶線) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|--------------|----------------|----------------|-------------------|--------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 大正十三年八月一日改正 (相模鐵道線) | | | | | | 三等車ノミ | | | | | | | | | | | |
| 寒川行 | | | | | | 驛名 | 哩程 | 運賃 | 茅ヶ崎行 | | | | | | | | |
| 301 | 303 | 305 | 307 | 309 | 311 | | | | 302 | 304 | 306 | 208 | 308 | 310 | 312 | | |
| 5.20 ↓ 5.34 | 8.30 to 30 8.39 to 39 | 12.50 12.59 12.64 | 5.50 5.59 1.04 | 6.10 6.19 4.04 | 7 11 6.24 | 7 11 著 | 7-10 香 寒 | 茅ヶ崎 寒川 川 | 0.0 2.0 3.1 | 錢 9 14 | 7.04 6.56 6.50 | 9.49 9.41 9.35 | 11.09 11.01 10.55 | 1.24 1.16 1.10 | 2.49 2.41 2.35 | 6.08 6.01 4.56 | 7.58 7.51 7.45 |

図1 相模鉄道（初代）時刻表（時刻表；大正14年4月号）

みの速さである。この当時は鉄道省との連帶運輸はまだなされていない。

寒川から北進し1926年4月倉見まで、同年7月には厚木へと延伸した。1930年10月発行の時刻表（図2）では、列車運転が11往復に増加している³⁾。路線長は14.6km、運転所要時間は約40分、途中の寒川と倉見で列車交換し鉄道省との連帶運輸もなされている。厚木の町中へは相模川を橋で徒歩連絡、小田原急行鉄道との連絡も行った。

最終的には1931年4月橋本に至り、建設計画通り全通したが、同年11月寒川一川寒川間の貨物線が廃

止された。1934年12月発行の時刻表（図3）からは区間運転を含み一日17往復の列車運転を見て取れ、ガソリン車併用の記載も見られる³⁾。これは1932年4月に日本車輌製造東京支店^{注1)}製小型2軸ガソリン動車4両を導入し（図4）⁴⁾、列車増発を行ったことを意味する。1939年7月にも廃止になった旧池田鉄道から、余剰のガソリン動車1両を増備し総勢5両としたが、これは当時台頭してきた乗合自動車対策で、頻発運転による旅客数の確保である。既設停車場間に、ガソリン動車だけを停車させる停留場も設置された。

| 五年四月一日改正 茅ヶ崎・厚木間 (相模鐵道線)(直) 三等車ノミ 連帶駅ノミヲ示ス | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|--------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 行 | 運賃 | 驛名 | 301 | 303 | 305 | 307 | 309 | 311 | 313 | 315 | 317 | 319 | 321 |
| 厚 | | 茅ヶ崎 | 6.36 | 7.40 | 8.36 | to 04 | to 17 | 1.15 | 2.56 | 4.32 | 5.46 | 7.16 | 8.87 |
| 木 | 0.0 | II, 42厚木 | 6.36 | 7.40 | 8.36 | to 04 | to 17 | 1.15 | 2.56 | 4.32 | 5.46 | 7.16 | 8.87 |
| 行 | 14 | 寒川 | 6.49 | 7.54 | 8.50 | to 19 | 12.01 | 1.28 | 3.09 | 4.46 | 5.59 | 7.30 | 8.61 |
| 厚 | 5.0 | 倉見 | 6.58 | 8.03 | 9.03 | to 30 | 12.10 | 1.57 | 3.19 | 4.57 | 6.03 | 7.39 | 9.01 |
| 木 | 8.7 | 社家 | 7.06 | 8.11 | 9.09 | to 38 | 12.18 | 1.46 | 3.27 | 5.05 | 6.16 | 7.47 | 9.03 |
| 行 | 25 | 木著 | 7.13 | 8.18 | 9.16 | to 45 | 12.26 | 1.53 | 3.34 | 5.12 | 6.23 | 7.54 | 9.16 |
| 厚 | 11.6 | 51, 56厚木 | 7.13 | 8.18 | 9.16 | to 45 | 12.26 | 1.53 | 3.34 | 5.12 | 6.23 | 7.54 | 9.16 |
| 木 | 33 | 51, 56厚木 | 7.13 | 8.18 | 9.16 | to 45 | 12.26 | 1.53 | 3.34 | 5.12 | 6.23 | 7.54 | 9.16 |
| 行 | 14.6 | 41, 51, 56厚木 | 7.13 | 8.18 | 9.16 | to 45 | 12.26 | 1.53 | 3.34 | 5.12 | 6.23 | 7.54 | 9.16 |
| 茅ヶ崎 | | 茅ヶ崎 | 5.26 | 7.2 | 8.33 | to 11 | 1.14 | 3.00 | 4.83 | 5.32 | 8.55 | 8.45 | |
| 行 | 0.0 | 木著 | 5.26 | 7.2 | 8.33 | to 11 | 1.14 | 3.00 | 4.83 | 5.32 | 8.55 | 8.45 | |
| 茅ヶ崎 | 8.0 | 9 | 5.34 | 7.28 | 8.50 | to 19 | 12.01 | 1.23 | 3.08 | 4.48 | 5.40 | 7.03 | 8.55 |
| 行 | 5.9 | 17 | 5.49 | 7.36 | 8.59 | to 29 | 12.11 | 1.58 | 3.18 | 4.56 | 5.48 | 7.11 | 8.69 |
| 茅ヶ崎 | 9.6 | 27 | 5.58 | 7.53 | 9.05 | to 47 | 12.29 | 1.47 | 3.34 | 5.06 | 5.58 | 7.29 | 8.78 |
| 行 | 14.6 | 41, 51, 56厚木 | 5.58 | 7.53 | 9.05 | to 47 | 12.29 | 1.47 | 3.34 | 5.06 | 5.58 | 7.29 | 8.78 |

図2 相模鉄道（初代）時刻表（時刻表；昭和5年10月号）

| 九月四日十六日訂補 茅ヶ崎・橋本間 (相模鐵道線) 三等車ノミ 連帶駅ノミヲ示ス (ガソリン車併用) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|---------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|----|
| 行 | 運賃 | 驛名 | 51 | 1 | 3 | 101 | 5 | 7 | 9 | 41 | 11 | 此間 | 21 | 23 | 25 | 43 |
| 茅ヶ崎 | 0.0 | 錢 | 茅ヶ崎省 | 6.46 | 7.39 | 8.20 | 9.06 | 9.58 | 10.52 | 11.38 | 0.38 | 5.37 | 6.54 | 8.09 | 9.20 | |
| 行 | 6.4 | 14上 | 茅ヶ崎 | 6.46 | 7.39 | 8.20 | 9.06 | 9.58 | 10.52 | 11.38 | 0.38 | 5.48 | 6.58 | 7.19 | 8.51 | |
| 茅ヶ崎 | 12.7 | 28座間新戸 | 6.46 | 7.39 | 8.20 | 9.06 | 9.58 | 10.52 | 11.38 | 0.38 | 5.57 | 6.58 | 7.19 | 8.51 | | |
| 行 | 18.7 | 42厚木 | 6.46 | 7.39 | 8.20 | 9.06 | 9.58 | 10.52 | 11.38 | 0.38 | 5.67 | 6.58 | 7.19 | 8.51 | | |
| 茅ヶ崎 | 21.7 | 48社家 | 6.46 | 7.39 | 8.20 | 9.06 | 9.58 | 10.52 | 11.38 | 0.38 | 5.77 | 6.58 | 7.19 | 8.51 | | |
| 行 | 24.6 | 55倉見 | 6.46 | 7.39 | 8.20 | 9.06 | 9.58 | 10.52 | 11.38 | 0.38 | 5.87 | 6.58 | 7.19 | 8.51 | | |
| 茅ヶ崎 | 28.3 | 63寒川 | 6.46 | 7.39 | 8.20 | 9.06 | 9.58 | 10.52 | 11.38 | 0.38 | 5.97 | 6.58 | 7.19 | 8.51 | | |
| 行 | 33.3 | 74茅ヶ崎省著 | 6.46 | 7.39 | 8.20 | 9.06 | 9.58 | 10.52 | 11.38 | 0.38 | 6.07 | 6.58 | 7.19 | 8.51 | | |

図3 相模鉄道（初代）時刻表（時刻表；昭和9年12月号）

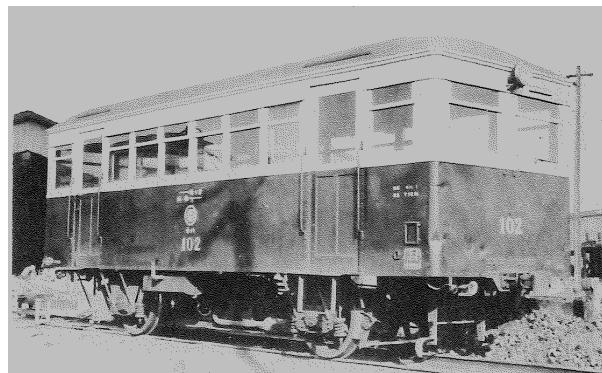


図4 相模鉄道（初代）2軸ガソリン動車キハ102号

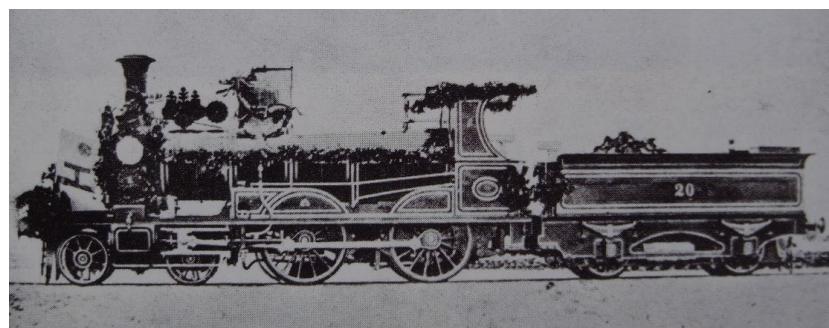


図5 5100形5101号（旧20号）蒸機；京阪神間開業時のお召列車牽引機

ところで1920年7月、相模鉄道（初代）は建設工事用に、鉄道院から明治期の英國製古典機関車2両を譲り受け使用した。これは1876年官鉄神戸工場で英國人鉄道技術者ウォルター・マッカーシー・スマス(1843-1906)の指導下で、日本人技術研修生たちが貨物用テンダ式蒸機（軸配置 C）を旅客用機（軸配置 2B）に改造した5100形2両（5100, 5101号）であった（図5）⁵⁾。

この改造工事は1874年5月の阪神間官鉄仮開業後、京都への延長に際し長距離運転用の旅客用テンダ式機関車が不足するためである。仮開業時の車両は蒸機12両（旅客用テンダ式2両、貨物用テンダ式4両、短距離・構内運転用タンク式4両、工事用タンク式2両）、2軸木製客車83両、2軸有蓋・無蓋木製貨車77両であった⁶⁾。

貨物用機を旅客用機に改造するこの工事経験が、後年1893年6月の国産860形複式蒸機製造に繋がる。複式とは、ボイラで発生した飽和蒸気をまず高圧側シリンダに供給しピストンを駆動させた後、再び低圧側シリンダに送り再使用するものである。

当時の英國人鉄道技術者はリチャード・フランシス・トレヴィッシュ(1845-1913)、製造を担った日本人技術研修生には、森 彦三(1867-1958)、太田吉松(????-1927)らがいる。森は後に神戸工場長となり、

南満州鉄道を経て名古屋高等工業学校（現名古屋工業大学）教授・校長、太田は川崎造船所で鉄道院制式蒸機設計の主任技術者になった⁶⁾。

相模鉄道（初代）の橋本延伸は、県央の厚木そして軍都への歩みを始める相模原地域への連絡線として横浜線と共に重要な位置付けとなるが、開業初期は関東大震災後の再建復興に必要な砂利需要の急増から相模川での砂利採取量が増え、同鉄道の貨物収入に直接繋がったことも見逃せない。このため5100, 5101号（同鉄道で100, 101号と改称）の他、1924・26年に汽車製造東京支店^{注2)}製タンク式蒸機（図6）を4両増備し⁴⁾、旅客と共に砂利輸送にも充当した。

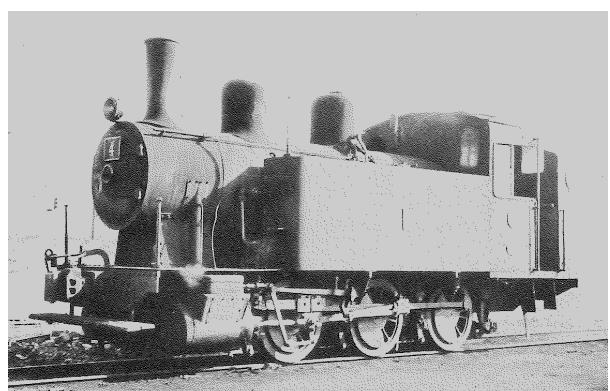


図6 相模鉄道（初代）のタンク式蒸機

| 十五年七月 二十日改正 | | 茅ヶ崎・橋本・八王子間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | (相模 鐵道線) | 各縣連帶 (ガソリン車併用) |
|--|----|-------------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------------|-------------------|
| 路名…茅ヶ崎駅、日東、圓蔭、香川、寒川、寛山、食見、門澤橋、社家、中新田、厚木、上今泉、本庄間、陸士前、上磯部、下溝、原富麻、上瀧、本上瀧、作ノ口、大河原、瀬木山、相模原、八王子市 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 行種 | 運賃 | 駅名 | 201 | 185 | 151 | 203 | 355 | 104 | 357 | 203 | 107 | 361 | 207 | 363 | 161 | 395 | 111 | 209 | 113 | 277 | |
| 0.0 | 鐵 | 茅ヶ崎駅 | 5 00 | 5 38 | 5 52 | 6 45 | 7 44 | 9 08 | 10 08 | 11 08 | 0 38 | 2 08 | 3 88 | 4 04 | 5 02 | 5 34 | 6 14 | 7 05 | 8 08 | 9 23 | |
| 5.0 | 11 | 寒川 | 5 10 | 5 48 | 6 05 | 6 58 | 7 54 | 9 20 | 10 19 | 11 19 | 0 50 | 2 16 | 3 11 | 4 14 | 5 17 | 5 44 | 6 27 | 7 18 | 8 29 | 9 34 | |
| 14.6 | 33 | 厚木 | 5 30 | 6 08 | 7 22 | 8 13 | 9 45 | 10 39 | 11 39 | 1 15 | 2 55 | 3 51 | 4 32 | 6 02 | 6 50 | 7 35 | 8 53 | 9 51 | | | |
| 20.6 | 46 | 陸士前 | 5 42 | 6 20 | 7 44 | 8 25 | 10 00 | 10 51 | 11 51 | 1 29 | 2 46 | 3 44 | 4 43 | 6 13 | 7 48 | 9 05 | | | | | |
| 33.3 | 74 | 橋本 | 6 11 | 6 54 | 8 12 | 8 59 | 10 28 | 11 25 | 0 24 | 2 80 | 3 18 | 4 13 | 5 12 | 6 43 | 7 14 | 8 34 | | | | | |
| 35.2 | 79 | 相原省 | 6 58 | 9 04 | 11 28 | | | | | 3 23 | 5 18 | 6 49 | | | | | | | | | |
| 42.1 | 89 | 八王子 | 7 05 | 9 11 | 11 36 | | | | | 3 30 | 5 28 | 6 56 | | | | | | | | | |
| 行種 | 運賃 | 駅名 | 202 | 182 | 204 | 354 | 104 | 356 | 106 | 358 | 206 | 208 | 110 | 362 | 364 | 112 | 366 | 210 | 212 | 114 | |
| 0.0 | 鐵 | 八王子駅 | ... | ... | 7 10 | ... | 9 26 | ... | 11 40 | ... | ... | ... | 4 17 | 5 35 | ... | 7 12 | ... | ... | ... | | |
| 5.0 | 15 | 相原省 | ... | ... | 7 18 | ... | 9 35 | ... | 11 49 | ... | ... | ... | 4 26 | 5 44 | ... | 7 21 | ... | ... | ... | | |
| 8.6 | 15 | 橋本 | ... | ... | 6 20 | 7 23 | 8 28 | 9 39 | 10 54 | 11 54 | 1 30 | 2 46 | 4 16 | 4 44 | 5 50 | ... | 7 25 | 8 20 | ... | 9 55 | |
| 21.6 | 43 | 陸士前 | ... | ... | 6 48 | 7 44 | 8 57 | 10 00 | 11 22 | 0 18 | 1 55 | 3 15 | 4 43 | 5 08 | 6 13 | ... | 7 48 | 8 42 | ... | 10 23 | |
| 27.7 | 57 | 厚木 | 5 44 | 6 30 | 7 04 | 8 09 | 9 14 | 10 14 | 11 38 | 0 39 | 2 10 | 3 51 | 4 56 | 5 24 | 6 25 | 7 10 | 8 00 | 8 53 | 9 52 | 10 35 | |
| 37.1 | 78 | 寒川 | 6 04 | 6 66 | 7 30 | 8 18 | 9 35 | 10 33 | 11 58 | 0 59 | 2 29 | 3 49 | 5 17 | 5 44 | 6 43 | 7 30 | 8 29 | 9 11 | 10 08 | | |
| 42.1 | 89 | 茅ヶ崎 | 6 15 | 7 09 | 7 40 | 8 29 | 9 47 | 10 44 | 0 10 | 1 00 | 2 40 | 4 00 | 5 28 | 5 54 | 6 54 | 7 42 | 8 38 | 9 21 | 10 17 | | |

図7 相模鉄道（初代）時刻表（時刻表；昭和15年10月号）

東京の多摩地域では多摩川での砂利採取を目的に建設された東京砂利鉄道（貨物鉄道、1920年砂利採取権と共に国有化、中央本線支線下河原線、廃止）や五日市鉄道（現、五日市線）の貨物支線⁷⁾、多摩鉄道（現、西武鉄道多摩川線）も同様である。とりわけ西武鉄道多摩川線沿線には当時の痕跡がまだ幾つか散見され、常久の大規模砂利集積場跡地が現在は競艇場に再利用されている。

相模鉄道（初代）は第二次世界大戦中の1943年4月近隣の神中鉄道を合併したものの、1944年6月茅ヶ崎一橋本間と寒川一東四ノ宮（国有化後、西寒川と改称）間が国有化、運輸通信省相模線となり残った旧神中鉄道が相模鉄道を継承したまま現在に至っている。この当時、両鉄道は蒸気・内燃併用鉄道で砂利採取・販売業務も行う同業者であった。内燃動車の運転を行っていたが、戦争激化による燃料統制から内燃動車は代用燃料（木炭瓦斯）での運行を余儀なくされていた。

1949年6月に日本国有鉄道が誕生したが、相模線支線寒川一西寒川間は1954年9月廃止された。しかし1960年11月この支線は復活し、1984年4月の廃止まで旅客輸送を続けた。この廃線跡は現在でも追跡が可能である。1991年3月、JR東日本の相模線は全線電化され、今日に至っている。

3. 電気式内燃動車による八王子への直通運転

相模鉄道（初代）は1936年1月から鉄道省横浜線に乗入れ、西多摩郡の商都八王子までの列車直通運転を開始した。1940年10月発行の時刻表（図7）から³⁾、一日6往復の直通運転（列車運行番号300番

台）がわかる。表中の昭和産業は旧砂利採取線を転用の軍需工場への線区と思われ、朝夕の工員輸送列車が運転されていたのであろう。往路の時刻記載はあるが復路記載はなく、これは何を意味するのだろうか？

自社線内と八王子への直通乗入運転のため、電気式ディーゼル動車が汽車製造東京支店に発注され、1935年10月に完成した（図8）⁸⁾。これがキハ1000形4両であり、客貨分離を図るとともに速達輸送を実現した。導入の背景は、①従来のガソリン動車に比べて燃料費が節約できる、②事故に対する安全性が高い、③歯車箱による機械式変速装置は故障が多い、④電気式は運転が円滑で連結運転も容易、と記されている⁹⁾。

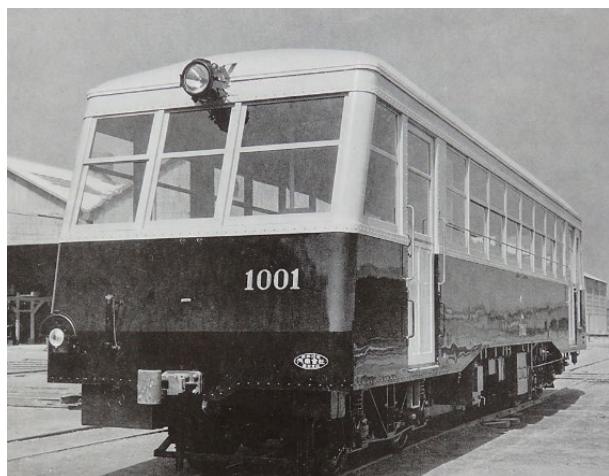


図8 相模鉄道（初代）キハ1000形電気式ディーゼル動車

表1 国内私鉄に在籍したディーゼル動車

| 鉄道名 | 製造年月 | 製造所 | 主機関名 | 数 |
|------|---------------------------------|----------|-----------------------|----|
| 長岡 | 1928.12 | 雨宮製作所 | M.A.N. | 2 |
| 芸備 | 1931.9 | 日本車輛(本店) | ザウラ | 1 |
| 成田 | 1932.4 | 汽車製造(支店) | ベンツ | 1 |
| 江若 | 1932.7 | 日本車輛(本店) | ベンツ | 2 |
| 加越 | 1932.7, 1937.8 | 日本車輛(本店) | ベンツ | 3 |
| 津軽 | 1933.4 | 日本車輛(本店) | ユンケル | 1 |
| 北九州 | 1930.7, 1930.12, 1935.4, 1936.3 | 汽車製造(支店) | ユンケル, ザウラ | 12 |
| 筑前参宮 | 1932.7, 1939.5 | 新潟鐵工所 | A.E.C., 新潟 | 3 |
| 神中 | 1936.1, 1936.6, 1937.5-1939.5 | 日本車輛(支店) | 池貝 | 10 |
| 相模 | 1935.10 | 汽車製造(支店) | ユンケル(電気式) | 4 |
| 鉄道省 | 1937.? | 川崎車輛 | 鉄道省・新潟・三菱 ・池貝(電気式) | 2 |

表2 搭載されたディーゼル機関

| 製造所 | 形式 | シリンダ数 | 直径 (mm) | 行程 (mm) | 出力 (PS) | 毎分回転数 (r.p.m.) |
|-----------|----------|-------|------------|------------|------------|-------------------|
| メルセデス・ベンツ | OM-5S | 6 | 105 | 165 | 78 | 1400 |
| M.A.N. | W4V12/18 | 4 | 110 | 180 | 50 | 1100 |
| ュンケル | 4.1(対向) | 3 | 85 | 96/144 | 83 | 1550 |
| ュンケル | 5.4TV | 4 | 85 | 96/144 | 110 | 1500 |
| ザウラ | BUD | 6 | 120 | 170 | 106 | 1350 |
| A.E.C. | A-155 | 6 | 115 | 142 | 100 | 1500 |
| 新潟 | LH6Z | 6 | 115 | 142 | 100 | 1460 |
| 池貝 | 6-HSD | 6 | 100 | 140 | 74 | 1500 |

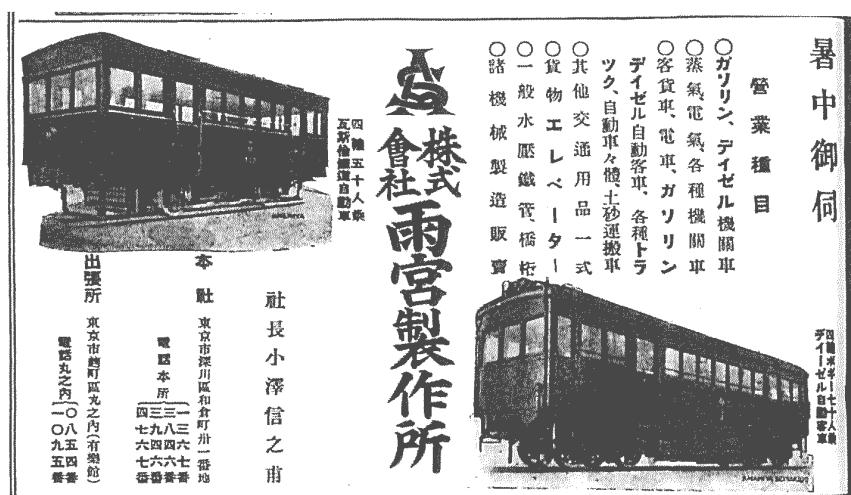


図9 日本初のディーゼル動車；右下（鉄道時報広告）

この動車の車体は軽量化設計がなされ、総重量は17.5tと軽量であった。床下に搭載されたのは独国エンケル製、出力90kWディーゼル機関で、これに直結した70kW直流発電機を駆動、前後台車内側に各1台釣掛方式で装架された52kW主電動機を駆動する、国内私鉄最初の軽量型電気式ディーゼル動車であった⁹⁾。1933年以降、鉄道省が進めていた車体軽量化設計を先行し実現させた可能性が高く、また2両連結時や多客時には中間付随車を1両連結した列車総括制御運転面においても、汎用性に富むものであった。こうした列車運転は現在の鉄道では最も一般的な編成運転だが、この当時としては希少な先例だったと言える。車体塗色は腰板部が明るい茶色、窓と扉部分が淡い明るい黄色、屋根部が明るい灰色であり、半流線形の車体と相俟って軽快性を感じさせる。

この動車に見る最大の特徴は、従来の内燃動車が単車運転を前提とし、変速装置が機械式（歯車箱・クラッチの組合せによる変速方式）で製造されたのに対し、当初から複数両の総括制御による連結運転を主目的としたことである。加速の際はワード・レオナード方式による電動機制御により、これは当時の建物内昇降機制御でも用いられた一般的な方式で信頼性も高かった。また減速時は一般の電車と同様電気制動法により減速、停車時には空気式制動機を併用していた⁹⁾。

独国製ディーゼル機関の採用と総括制御運転可能な電気式動車は、この当時としては技術面での困難さがかなり予想されたものの^{注3)}、相模鉄道（初代）はあえてこの組み合わせを選択し、現場での保守・補修を続けながら戦時統合で近隣の神中鉄道を合併、さらに相模鉄道（初代）が1944年6月国有化されるまで使い続けたことを記しておきたい。後年は機関を撤去され一般的な直流電車に改造、旧神中鉄道の600V区間で使用後は茨城県の日立電鉄に譲渡されたが、既に解体された。

この当時、国内に在籍したディーゼル動車41両を表1に¹⁰⁾、日本初の動車（1928年12月、雨宮製作所製；鉄道時報の広告）を図9に、また国内各私鉄に在籍したディーゼル動車搭載の主機関を表2¹⁰⁾に示す。雨宮製作所は1907年、雨宮敬次郎（1845-1911）により起業され、雨宮鉄工所→大日本軌道鉄工部→雨宮製作所と改称しながら、蒸機や内燃動車等を鉄道省や国内各地の私鉄に多数供給した。1931年、経済不況下で閉業し現存しないが⁶⁾、日本初のディー

ゼル動車製造（ディーゼル機関車についても同様）は、産業技術史の面から記録に留める価値がある。

ところで鉄道省においても、1936年キハニ36450形電気式ガソリン動車が、日本車輌製造と川崎車輌で各1両製造された。池貝製153kWの大型船用ガソリン機関を135kW発電機と直結し、これを車体内床上一端に搭載し、2軸台車内に吊掛け装荷された直流電動機2台を駆動する方式だが、49.1tの車体総重量に比べて電動機出力が足りず、電気式とはいえ連結運転を目的に設計されたものではなかった（図10）¹¹⁾。

車体は当時製造された横須賀線用電車モハ32形に類似する外観を呈するものの、車体の軽量化設計には何も配慮がなされていなかった。

また主機関をディーゼルに変更し、直流発電機と組み合わせて床下装架した総括制御運転可能な電気式内燃動車キハ43000形（図11）¹¹⁾が1937年川崎車輌で2両製造されたが、戦争激化で運用が制限された。車体は当時の流線形で軽量化もなされ、中間に付随車を挟んだ3両編成であった。

相模鉄道（初代）は国有化後、運輸通信省相模線と改称、燃料統制が解かれた戦後は旧鉄道省標準形のキハ41000形機械式内燃動車（図12）¹¹⁾等による運行が続けられた。この内燃動車は鉄道省制式ガソリン機関GMF13形を搭載し、車体は軽量化設計が施された快作であり、鉄道車輌製造会社と鉄道省大宮工場で製造がなされた。この内燃動車に搭載されたガソリン機関は、後に制式のDMF13形ディーゼル機関に全て換装された。

1949年6月に誕生した日本国有鉄道では内燃動車に搭載する主機関をディーゼルとし、キハ41500形の他、変速装置にトルクコンバータを用いた液体式のキハ42500形やキハ10系、20系、30系等による総括制御編成運転をおこなった。これらに搭載された標準的な主機関がDMH17系であり、東日本地域での機関等の保守・補修は橋本駅西方から引込線を持つ橋本工場もその業務の一部を担当したと言われる。この工場が橋本に設置された背景は、相模陸軍造兵廠や朝鮮戦争に伴い急遽米軍用輸送車輌等の保守・補修を担当した近隣の内燃機関整備企業との関りなのであろうか？

橋本工場は戦時下である1945年5月に橋本工機部として業務を開始し¹²⁾、1950年4月から西日本地域の京都工場（1947年3月京都工機部として開設）と共に、国鉄自動車（乗合、貨物）に搭載される大型

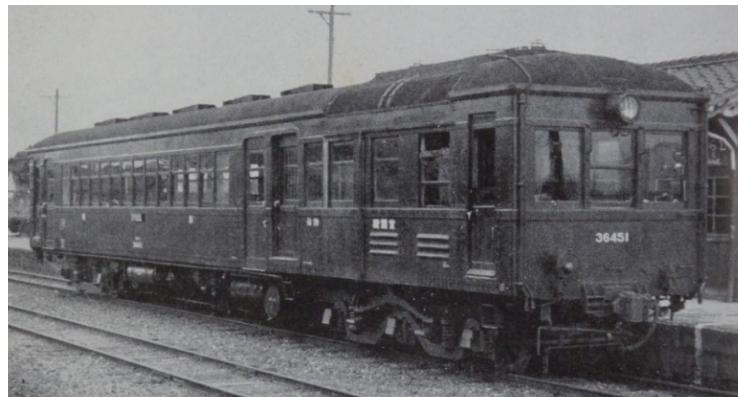


図 10 鉄道省の電気式ガソリン動車キハニ 36450 形

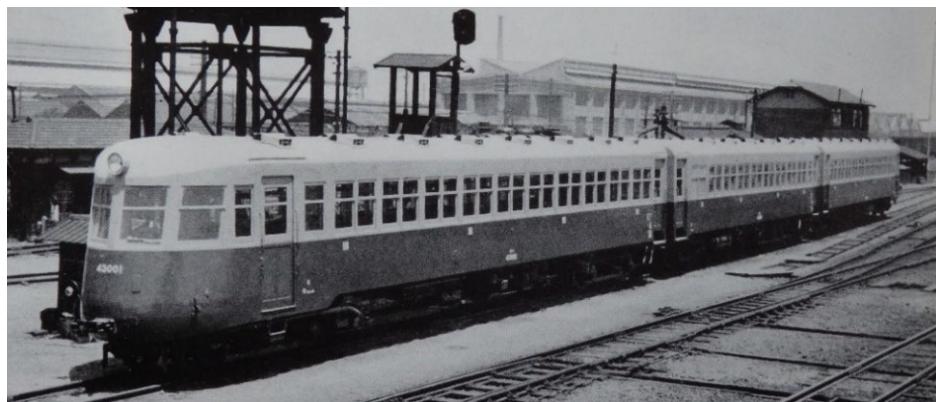


図 11 鉄道省の電気式ディーゼル動車キハ 43000 形

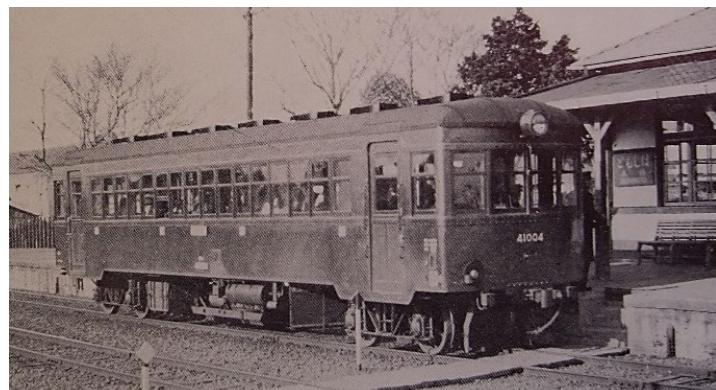


図 12 橋本駅に停車中の機械式内燃(ガソリン)動車キハ 41000 形 (1935 年)

自動車用主機関等の保守・補修を循環修繕方式で担当したことはすでに忘れられている。

同工場への引込線は橋本駅構内に僅かな痕跡が残る他は緑道化されて見出せず、その工場跡地も既に大規模商業施設等に変容し現在に至っている。

4. 本稿の纏め

橋本駅に発着する相模線の前身、相模鉄道（初代）の小史を述べた。この私鉄の国有化は 1944 年 6 月だが、これは高崎線、中央本線、東海道本線を八高線

（1934 年 10 月全通）、横浜線そして相模線を経由した短絡線構成がその目的ではなかったか？橋本付近の相模原北部地域には、戦前は相模陸軍造兵廠（陸軍造兵廠東京工廠の一部）、陸軍兵器学校（陸軍工科学校）^{注 4)}、陸軍機甲整備学校が存在し、1941 年 4 月にはこの地域の中心的役割を果たす停車場として相模原が新設された。

ところで八高線の終点倉賀野からは陸軍造兵廠火工廠岩鼻火薬製造所への貨物鉄道（1917 年 4 月開業の岩鼻軽便鉄道）が存在した¹³⁾。戦争激化に伴い首

都圏地域を縦貫する軍用列車の運転頻度増加に対応するため、危険物積載貨物列車の発火・爆発による被害を避けるための別線形成を思い起こす。この岩鼻火薬製造所跡地は、群馬の森や他の施設として再利用されている。

相模鉄道（初代）の建設にあたり、日本で初めて改造工事がなされた英國製蒸機 5100 形が 2両、鉄道院から譲渡され砂利輸送等を担つたことは知られず、戦後まで 1両が残っていたもの既に解体され存在しない。

さらに直通運転を目的に導入した電気式ディーゼル動車の先駆性にも注目しなければならない。内燃動車の総括制御運転の嚆矢としての位置づけは重要な技術史的事柄であり、ハイブリッド方式による内燃動車運転が定着している今日、その前段階での技術基盤構築は長く後世に記録すべきである。こうした意味において、相模鉄道（初代）が果たした役割は重要であり、これらが産業技術史面での意義にあたる。

本稿は2025年1月に相模原市市民大学講座の一環として本学が開催した「橋本駅とその鉄道小史－横浜線と相模線を巡る話題一」の予稿集を基に、その後の調査から得られた資料を追記して再構成し、2025年2月の時点を取り纏めたものである。

謝 辞

本稿を執筆するにあたり、資料閲覧にご協力くださった（一社）日本交通協会図書室と（株）電気車研究会の関係各位に、改めてお礼を申し上げます。

また市民大学講座に参加され有意義なご意見とご提言を頂いた本学の坂元愛史教授、本講座開催を企画されご支援頂いた福原信広事務局長、本紀要への投稿機会をくださった島川陽一教授を始め、ご理解とご支援を頂いた小島知博学校長始め本学関係各位に対し、改めてお礼を申し上げます。

文献

- 1) 和久田康雄：四訂版 資料・日本の私鉄、鉄道図書刊行会、(1984-12).
- 2) 野田正穂・原田勝正・青木栄一・老川慶喜：神奈川の鉄道、日本経済評論社、(1996-9).
- 3) 時刻表復刻版＜戦前・戦中＞：日本交通公社出版事業部、(1978-3).
- 4) 柴田重利：相模鉄道（日本の私鉄⑬）保育社、(1982-3).

- 5) 日本国有鉄道：日本国有鉄道百年写真史、交通協力会、(1972-10).
- 6) 堤 一郎：近代化の旗手、鉄道、山川出版社、(2001-5).
- 7) 三村 章：多摩川砂利木材鉄道、多摩のあゆみ、多摩信用金庫、(1993-2).
- 8) 汽車会社蒸気機関車製造史編集委員会：汽車製造蒸気機関車製造史、交友社、(1972-3).
- 9) 機械学会誌編集委員会：“我が国最初のディーゼル電動車”，機械学会誌、(1935-11).
- 10) 堤 一郎・池森寛・緒方正則・石田正治・吉田敬介：茨城県に残っていた旧北九州鉄道ディーゼル動車の小史、日本機械学会九州支部第 69 期総会・講演会、熊本大学、(2016-3).
- 11) 日本の内燃車輛編さん委員会：日本の内燃車輛、鉄道図書刊行会、(1969-7).
- 12) 佐野恒夫：鉄道工場誕生の記、鉄道工場、交通資料社、(1962-10).
- 13) 原田正純：岩鼻軽便鉄道、鉄道ピクトリアル、鉄道図書刊行会、(1973-11).

注記

注1) 日本車輛製造東京支店は 1897 年に天野工場として、隅田川左岸の東京市本所区向島で起業、隣接地に鐘ヶ淵紡績があった。天野工場の事業主は天野仙輔で、彼は平岡工場役員の一人である。同年、名古屋の熱田に奥田正香らが起業した日本車輛製造と 1920 年合併、同社東京支店となり、1934 年埼玉県南部の蕨に工場を移設した。現在は愛知県豊川市に再移転し、JR 東海の系列企業になっている。

注2) 汽車製造東京支店は 1890 年に平岡工場として、東京市小石川区の東京砲兵工廠（現、東京ドーム・後楽園遊園地）内で平岡 熙(1856-1934)が起業した。1896 年、総武鉄道本所（現、錦糸町）停車場隣接地に移転、主に客貨車製造で知られた。同年、井上 勝(1843-1910)が大坂漁車製造を起業、1901 年平岡工場は大阪（大坂を改称）漁車製造と合併、東京支店となり社名は汽車製造と再び改称された。1923 年の関東大震災により東京市内で発生した多量の瓦礫と、荒川放水路開削残土で埋立てられた深川区南砂町に広大な工場用地を得てここに移転した。この埋立地造成工事は内務省所管で、関東大震災と昭和初期の経済不況による失業者向け雇

用創出事業の一環であった。荒川放水路初通水は1924年、工事完成は1930年だが、さらに国道拡幅と河川・堤防改良、鋼製橋梁架設等の工事が国内各地で始まり、多くの失業者がこれらの直轄工事や製鉄所、橋梁製造会社、造船所、鉄道車輌製造会社に再雇用されたことは、多くの人々の記憶からもはや消え去っている。

注3) ディーゼル機関輸入商社として三井物産、浅野物産、エル・レイボルド商会等が知られるが、戦争激化により故障時の代替部品輸入をどのように行ったかは現時点で不明である。

注4) 相模原移転前は東京市小石川区礒川台にありその跡地が現、中央大学理工学部と東京都戦没者慰靈公苑である。1972年、この一角に「諸工伝習所跡記念碑」が建立された。これは東京砲兵工廠附属教育訓練機関の陸軍工科学校、同砲兵工科学校卒業生で構成された「工華会」の手によるものである。

倍電圧整流回路を用いた独立型交流電池向け電源システムの提案

米盛 弘信, 中川 淳貴, 千葉 穂, 津田 浩平, 久保 直嗣^{*1}, 水沢 厚志^{*1}

Proposal for a Power Supply System for Stand-Alone AC Batteries Using a Double-Voltage Rectifier Circuit

Yonemori Hironobu, Nakagawa Wakutaka, Chiba Joe, Tsuda Kohei, Kubo Tadashi^{*1}, Mizusawa Atsushi^{*1}

In this paper, a new power supply system combining an AC battery and a boost circuit will be developed and its advantages clarified. The AC battery developed by AC Biode AC Biode Co., Ltd. has half the potential by inserting a Biode between the Anode and Cathode, and can output AC waveforms with safety and long life. The authors proposed connecting a voltage booster circuit as a method of maintaining the original potential while taking advantage of the AC battery's features. By using an EDLC with high capacity and low internal resistance in the voltage multiplier circuit, the proposed system can boost the AC voltage output from the AC battery and reduce the voltage drop of the battery, thereby increasing the capacity of the entire system.

1. まえがき

2020年10月、日本は2050年カーボンニュートラル実現を宣言した。これを実現するグリーン成長戦略として、産業分野では蓄電池の活用を検討している。また近年では、電気自動車(Electric Vehicle : EV)や家庭用ロボットが多く普及しており、蓄電池の市場規模が拡大し続けている。蓄電池の中でもリチウムイオン電池(Lithium-ion Battery : LiB)は、小型・軽量・大容量で便利である¹⁾。しかし、充放電の繰返しから劣化が進み、容量が初期値の20~30%まで低下したときに寿命と考えられ、これを超えての使用は危険が高まる²⁾。一方で、LiBの需要に対して材料のリチウムが生産量に追いつかず高コスト化している³⁾。このような課題を改善できる新たな電池開発には、多大な時間と資金が掛かると予想されている。事実、LiBが開発されて以来約30年間、原理・原則は変わっていない。さらに、既存の電池は全て直流電池であり、交流負荷に用いる場合は波形変換を行うインバータ回路が必要となり、損失が生じてしまう。このような背景から2016年、AC Biode株式会社が独立型交流電池を開発し、特許⁴⁾を取得した。

図1に交流電池の試作品を示す。交流電池の特徴として、正極(Cathode)と負極(Anode)の間に両性電極(Biode : AC Biode社が開発した特殊電極)を挿入することで電位が1/2になり、安全性かつ長寿命化を実現し、さらに外部スイッチによって交流波形を出力できる。著者らは、交流電池の特長を活かしつつ、

本来の電位を維持する手法として昇圧回路を接続することを提案している。コッククロフト-ウォルトン回路(Cockcroft-Walton Multiplier : CWM)や倍電圧整流回路等の昇圧回路は、交流電圧を直流高電圧へ容易に変換できる。本提案システムは、昇圧回路に大容量かつ内部抵抗の小さい電気二重層コンデンサ(Electric Double-Layer Capacitor : EDLC)を用いることで、交流電池より出力される交流電圧を昇圧すると共に、電池の電圧降下を低減することでシステム全体の容量増加が期待できる。

本論文では、AC Biode株式会社が開発した交流電池と昇圧回路を組み合わせた新たな電源システムの開発を目指し、倍電圧整流回路に用いるEDLCの容量と周波数、および負荷変動した際における提案システムの電力変換効率と実動作を想定した優位性を明らかにする。また、EDLCを用いたCWMと倍電圧整流回路の充電特性を比較して本電源システムに適する昇圧回路を報告する。

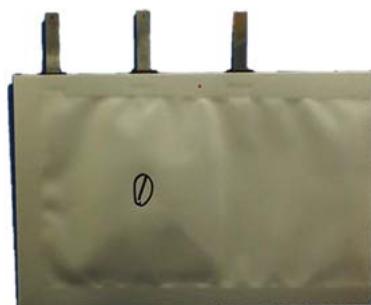


図1 交流電池の試作品

*1 AC Biode 株式会社

2. 組電池の構成法と劣化要因

2. 1 組電池の構成法

本研究の根源として、モビリティなどに搭載される組電池の接続方法に着目している。図2に、組電池の構成法を示す。図2のように、複数の電池セルによりモジュールが形成され、さらにモジュールを組み合わせることで電池パックが構成される。このとき、電池パックの定格設計はセルの直列接続数を増やすことでセルの個数分だけ、高電圧・高出力が可能となる。一方、並列接続数を増やすと電圧値は一定だが、電池パック全体の容量が増加する。

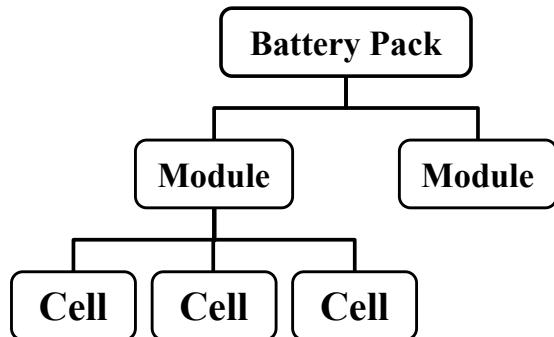


図2 組電池の構成方法

2. 2 内部抵抗のバラツキによる劣化

図3は、直列接続時と並列接続時における各セルの満充電時の容量(Full Charge Capacity : FCC)を示す。通常、電池パックには過充電や過放電など電池の異常による事故を防止する目的やセルの充電状態(State Of Charge : SOC)をモニタリングして状態管理をするためにバッテリーマネジメントシステム(Battery management system : BMS)が実装される。蓄電池は、セルによって内部抵抗値が異なり個体差が存在する。この内部抵抗値のバラツキによって充放電時の電流や電圧、SOCが不均一になり、経年変化と共に劣化は加速する。図3に示すように、BMSの役割によって直列接続時は各セルに流れる電流値が一定であるため劣化した最小容量のセルが過充電状態となる。このとき、満充電されないセルでは容量ロスが生じる。また、放電時には充電時に容量ロスが大きかったセルから過放電状態に陥る。このように、劣化しやすいセルは特定化されて、長期サイクルによって劣化が進行し、FCCは減少していく⁵⁾。実際に、廃バッテリーの再利用可能なセルについては組み替えてリサイクルされるケースがある。一方、並列接続時は元々すべてのセルに均一な電圧が印加されるように電流が流れるため、各セルのSOCが均

等になりやすい。よって、セルの並列接続は蓄電池を長寿命化することに長けているといえる。

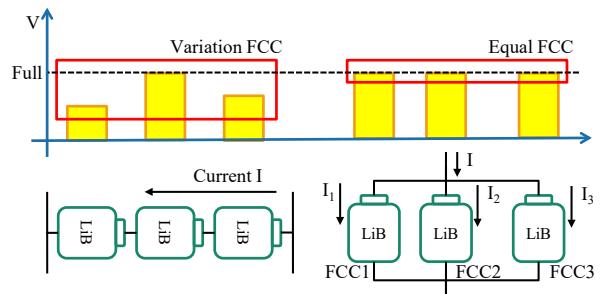


図3 直列接続時と並列接続時における各セルの満充電時の容量

2. 3 負荷変動による劣化

図4に蓄電池の劣化状態を示す。蓄電池の構成には、電極材料や電解質溶媒が用いられており物理現象や化学反応を繰り返していることから使用期間や方法に乗じて劣化メカニズムが生じる⁶⁾。また、一般的なグラファイト負極を用いたLiBは、低温および高温下・高C率放電・過充電および過放電等の使用環境により劣化が促進されることが知られている。そのため、LiBは一定電位での定常放電であれば化学反応における副反応(電極表面の炭酸層やフッ素化層の生成、ガス発生、リチウムイオンの減少)が抑制され電極の腐食が発生しやすくなる。本研究ではこのような電位変動による劣化要因の改善案も提案している。またケースとして現在、EVやドローン、家庭用ロボットに蓄電池が実装されている。これらの動作を想定すると起動・停止若しくは負荷変動が繰り返し行われる。このとき、当然ながら蓄電池の電位は負荷に応じて変動する。このように、蓄電池の電位が頻繁に変動することは電極の腐食が加速され、電池特性の低下が促進される。以上の事象から、蓄電池を一定電位で放電できるシステムを開発することが重要である。

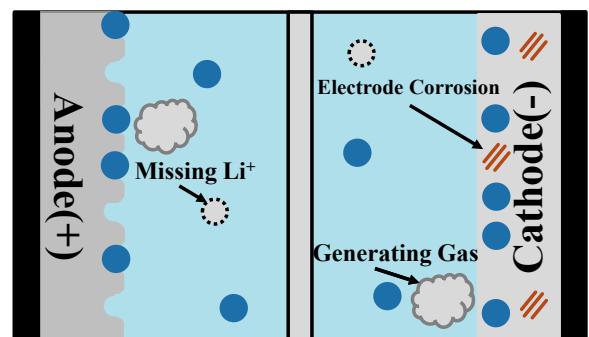


図4 蓄電池の劣化状態

3. 交流電池の開発

AC Biode 株式会社は、材料や製造ラインをすべて既存のものを活用して製造のハードルを下げ、電池の並列接続の概念により電池の長寿命化等、従来の電池と比較して多くのメリットを有する新電池の開発を目指している。

図 5 に交流電池の内部構造を示す。交流電池に用いられる Biode は、イオンの流れに応じて Cathode と Anode 両方に対応できる性質を有する。交流電池は簡潔に述べると、複数の LiB を並列接続したものを 1 セル中に並べたものと等価であるため、パッケージ時に用いられるアルミフィルムが重複せず、従来の LiB よりも 30% 程コンパクトになる。図 5 のように交流電池は、正起電圧を Anode-Biode 間、負起電圧を Biode-Cathode 間で生成する構造となっている。また、外部信号により半導体スイッチを操作することで任意の周波数で交流電圧を取り出すことができる。

4. 交流電池の現状と提案する電源システム

4. 1 交流電池の現状

図 6 に交流電池の試作品を用いて 100mA-3.75Hz で充放電を行った際に得られた矩形波を示す。図 6 のように低電力・低周波数帯において交流電池の充放電が可能であることを確認している。しかし、現在、交流電池は市場には販売されておらず、周波数特性や構成材料の最適化、使用可能電力の増大等を検討しており、改良を重ねている段階にある。そこで、現在は直流電源とインバータ回路を組み合わせた供試システムで交流電池を模擬して研究を進めている。本研究は、今後交流電池の製品化が完了次第、最速で実証・実用化に繋げるための重要なフェーズである。

4. 2 提案する電源システム

現在、LiB は高性能化において急速な成長を遂げている。しかしながら、前述した通り、既存の二次電池は放電後も余剰電力が存在し、完全に電力を使い切れておらず、急峻な負荷変動により電極が劣化してしまうことが課題として挙げられている。そこで、本研究で提案する電源システムは、従来の直流電池を並列接続した際と同義の構造を有する交流電池で電池を効率よく充放電させて長寿命化する。また、並列接続を前提としている交流電池であれば BMS の個数を少なくすることができると考える。さ

らに、著者らは交流電池に電気回路を組み合わせることで急峻な負荷変動を電気回路で補償して電池の電圧降下を低減し、負担を軽減する手法に着目した。加えて、電気回路には蓄電素子を多用することで蓄電可能とし、電源システム全体の容量を増加でき、長寿命化も実現できると考えた。本電源システムは、電気回路を用いることから回路の高効率化も本研究における重要な要素となる。

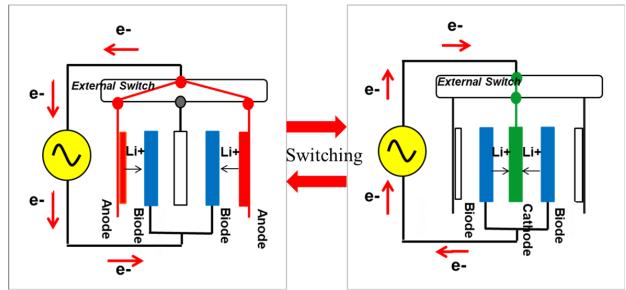
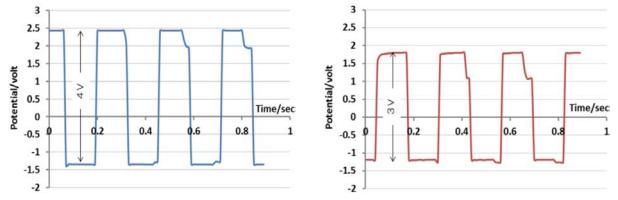


図 5 交流電池の内部構造



(a) 充電(100mA, 3.75Hz) (b) 放電(100mA, 3.75Hz)
図 6 試作品の交流電池における充放電波形の例

5. 電力変換効率と EDLC の容量変動特性

5. 1 電源システムの高効率化

交流電池が特性等の改良を重ねている現在は、直流電源とインバータ回路を用いることで交流波形を模擬する。本研究では、交流電池を模擬するインバータ回路に H ブリッジ回路とハーフブリッジ (Half-Bridge : H.B.) 回路を検討する。先行研究[7]では、H ブリッジ回路と CWM を組み合わせた供試回路を作成し、提案システムの動作特性と電力変換効率を明らかにした。その結果、システム全体の電力変換効率は最高 82% となった。また、CWM は構造上 EDLC の個数が多くなり体積が大きくなつた。そこで、電力変換効率の向上とシステムの最適化を目指して提案システムの再構築を行う。まず、インバータ回路は、4 石式 H ブリッジ回路から 2 石式 H.B. 回路に変更することで素子数を減らし低損失化を図る。また、H.B. 回路であれば交流電池の Anode, Cathode, Biode の電極をより再現できる。さらに、昇圧回路は CWM と比較して EDLC の個数を削減できる倍電圧

整流回路を用いてシステムを小型化および高効率化を目指す。この昇圧回路の比較については、6章に記載している。

5. 2 回路設計

図7は、提案システムの構成である。本論文では、システムの駆動時間や積算電力を比較する実験が伴うため、18650型LiB(KEEPPower製3.7V(満充電時:4.2V)-2600mAh)を電源として用いることを想定して実験条件を設定している。そのため電源構成は、4直列接続した18650型LiBの中間電位をBiodeとして再現し、正起電圧および負起電圧の電圧値を各8.4V(4.2V×2)と規定している。次に、波形変換部では電源電圧をSiC-MOS-FET(SCT3040KLC11)を用いたH.B.回路によりDC-AC変換を行う。本回路のゲート制御は、ファンクションジェネレータ(AGF-2005)より矩形波を生成し、H.B.ドライバ(IR2302)を介してハイサイドとローサイドのMOS-FETを駆動する。以上より、発生した交流パルスを倍電圧整流回路で、昇圧・整流・蓄電を行う。本実験で用いるEDLCは、10(ESR:25mΩ), 50(ESR:12.5mΩ), 100F(ESR:6mΩ)を選定した。

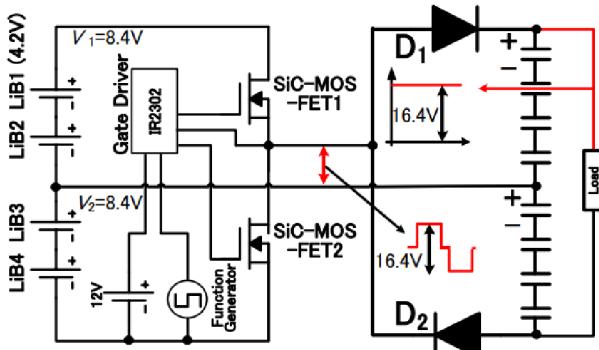
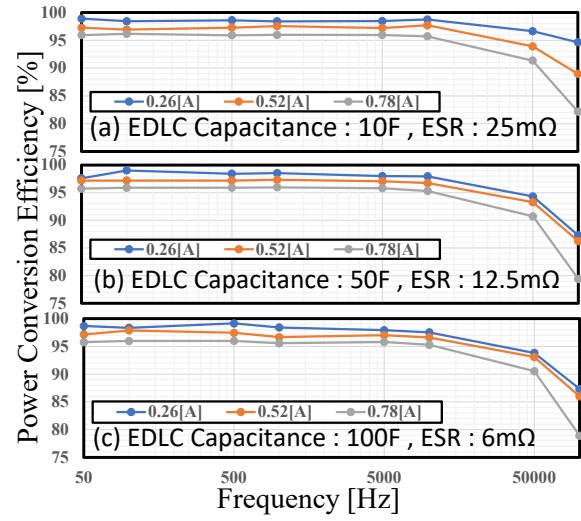


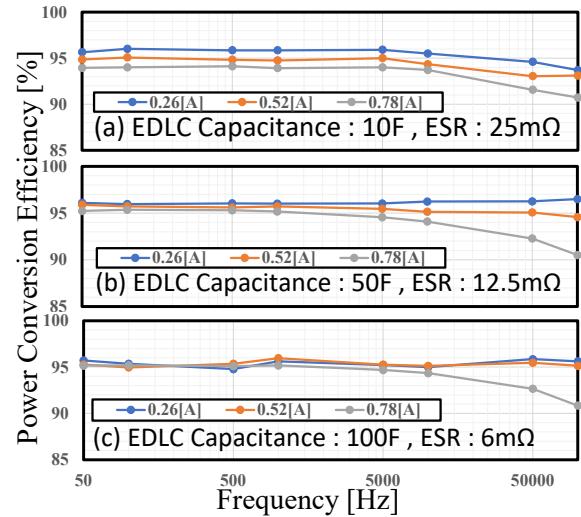
図7 提案システムの構成

5. 3 高効率化した電源システムの電力変換効率

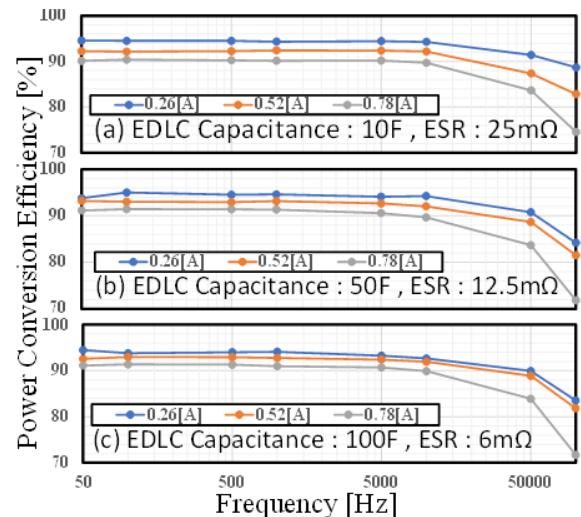
本実験は、直流安定化電源(PWR400L)を用いて供試回路を動作し、電子負荷装置(PLZ334W)によって0.1C(0.26A), 0.2C(0.52A), 0.3C(0.78A)の各値で定常駆動した。なお、電源電圧は18650型LiBの1セル当たりの満充電時を想定してV1, V2共に8.4V一定とした。システムの駆動周波数は、50, 100, 500Hz, 1, 5, 10, 50, 100kHzの各値でH.B.回路と倍電圧整流回路、およびシステム全体の電力変換効率を算出する。また、電力変換効率はパワーアナライザ(PPA1530)で測定した。



(a) H.B.回路の効率



(b) 倍電圧整流回路の効率



(c) システム全体の効率

図8 システム各部の電力変換効率

図8は、提案システムに用いるEDLCの容量と周波数を変動したH.B.回路、倍電圧整流回路およびシステム全体の電力変換効率である。図8(a)より、H.B.回路の最大効率は99.1%となった。また、使用したSiC-MOS-FETの特性により、10kHz以上の高周波帯の効率は減退した。図8(b)より、倍電圧整流回路の最大効率は96.5%となった。本昇圧回路部では、高周波帯でショットキーバリアダイオードが飽和傾向になり10kHz以上で効率が減退したが、本回路での効率が90%を下回ることはなく高効率駆動した。図8(c)より、システム全体の最大効率は95.0%となった。

以上より、本システムは周波数の最適値が10kHz以下であることがわかった。また、EDLCの容量を変動した際のシステムへの影響は少なかった。これは、内部抵抗値(ESR)に起因する現象で、今回、実験に供したEDLCは容量が比較的小さく、ESRの変化が小さかつたため電力変換効率に与える影響は少なかったと考えられる。

5. 4 積算電力による提案システムの優位性

本実験は、LiBを用いて提案システムを動作し、モビリティの動作を想定して電子負荷装置で10秒ごとに0.1C、0.2C、0.3Cの各値をループさせて負荷変動した。駆動周波数は、電力変換効率の結果から10kHzとした。LiBの放電時間はバラツキが生じるため、実験は3回行い平均値を算出している。結果は、18650型LiB側(V1+V2)と電子負荷側の積算電力を評価する。また、提案システムを介さず、4直接続したLiBを負荷変動した際の単純放電結果(従来法)と提案法の駆動時間および積算電力を比較する。

表1は、従来法と提案法の積算電力および駆動時間の比較である。表1より、従来法②と比較して提案法①の積算電力は、より多くの電力量を引き出した。さらに駆動時間に着目すると、従来法⑤より提案法④の方が長く駆動したため提案する電源システムの優位性を確認した。しかし、電源システム全体③と従来法②の積算電力を比較した際に回路の損失によって従来法に劣った。これを改善する案として、倍電圧整流回路に採用しているショットキーバリアダイオードをSiC化することで更なるシステムの高効率化が望める。

6. EDLCを用いた昇圧回路の動作特性比較

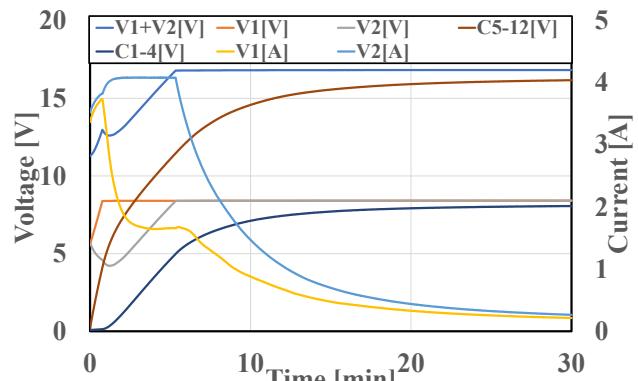
本実験は、H.B.回路にCWMおよび倍電圧整流回路を接続して充電特性を比較する。充電は、30分間

無負荷で行い、V1、V2共に8.4Vとし、駆動周波数は10kHzとした。EDLCは、比較結果をより顕著にするため容量:600Fを採用した。

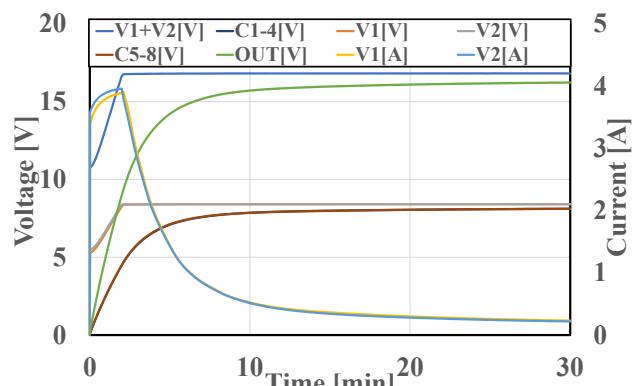
図9はCWMおよび倍電圧整流回路の充電特性の比較である。図9(a)より、CWMはV1、V2で電圧/電流共に時間推移でバラツキが生じており、V2側に偏って過負荷が生じている。一方、図9(b)より倍電圧整流回路はV1、V2共にバランスよく放電されていることがわかる。これは、昇圧回路に用いるEDLCの個数が影響していることがわかる。よって、本システムでは高効率化・小型化・安全性の観点から倍電圧整流回路を採用することがシステム設計上望ましい。

表1 従来法と提案法の積算電力・駆動時間の比較

| Mode | Capacitance[F] | 18650[Wh] | System Output[Wh] | Drive Time[h] |
|---------------------|----------------|-----------|-------------------|---------------|
| Proposal System | 10 | ① 44.0 | ③ 30.8 | ④ 4.2 |
| | 50 | 41.3 | 29.1 | 4.1 |
| | 100 | 44.6 | 31.7 | 4.3 |
| Conventional System | - | ② 32.5 | - | ⑤ 3.9 |



(a) CWM



(b) 倍電圧整流回路

図9 CWMおよび倍電圧整流回路の充電特性の比較

7. まとめ

本論文では、交流電池と昇圧回路を組み合わせた新たな電源システムの開発を目指し、直流電源とインバータ回路で構成される供試システムで交流電池を模擬した際に倍電圧整流回路に用いるEDLCの容量と周波数、および負荷変動した提案システムの電力変換効率と実動作を想定した優位性を明らかにした。また、EDLCを用いたCWMと倍電圧整流回路の充放電特性を比較して本電源システムにおける最適な昇圧回路を報告した。本論文で明らかにした事項は、以下の(1)(2)である。

- (1) 倍電圧整流回路に用いるEDLCの容量と周波数、および負荷変動した提案システムの電力変換効率と実動作を想定した優位性において、先行研究で提案したシステムの電力変換効率82%に対し、本提案システムは95%を達成して高効率化することに成功した。本提案システムは、周波数特性から判断すると10kHz以下で実用性がある。また、本実験の容量変動範囲ではEDLCによる電力変換効率への影響は少なかった。さらに、電池側でより多くのエネルギーを引き出すことが可能であり、従来法との比較における優位性を得た。
- (2) H.B.回路にCWMおよび倍電圧整流回路を接続した際における充電特性の比較において、CWMの動作原理上の構造からEDLCの個数が増加してしまい、片側の電源に過負担が生じることが明らかになった。一方、倍電圧整流回路においてはEDLCの個数を削減でき、電源の出力が均一に行われることから、本システムでは、高効率化・小型化・安全性の観点から倍電圧整流回路を採用することが最適である。

以上の結果より、今後の展望として実験5.4で明らかになったシステム全体の積算電力においても優位性を取得するために、昇圧回路において低損失化を目指し、ショットキーバリアダイオードをSiC化することで更なる高効率駆動を実現する。また、本提案システムを実用段階に近づけるためEVやドローン、家庭用ロボットに実装した際における従来電源システムとの比較データを取得していきたい。

文献

- 1) M.Hirayama：“Structures and Electrochemical Properties at Electrode / Electrolyte Interfaces in Lithium Ion Batteries”，The Surface Science. Vol38, No.12, pp.626-631(2017)
- 2) T.Hashimoto, H.Munakata and K.Kanamura：“Study on Prediction Model of Performance and Degradation of LFP/Graphite Lithium-ion Battery”，The Electrochemical Society of Japan. Vol89(3), pp.303-312(2020)
- 3) P.Vargas：“Lithium and the Foreseeable Future” Bachelor’s Thesis, University of Arkansas, Fayetteville, AR, USA, 2018.
- 4) 水沢厚志：「二次電池並びに充電装置及び放電装置」、特開2016-171075(P2016-171075A), 2016
- 5) M.Fukui and M.Arima：「Smart Grid and Battery Management Technology」, CORONA PUBLISHING CO.,LTD . , pp.66-69(2022)
- 6) 小山昇：「リチウムイオン二次電池の劣化因子・特性評価の基礎と応用-充放電特性、劣化評価、インピーダンス測定、高速パルス測定-」, 特集 工業材料, Vol69(7), pp.12-21(2021)
- 7) 中川湧貴, 米盛弘信：「EDLCを用いた全波整流型CW回路の充放電試験」第39回電気設備学会全国大会講演論文集, pp.123-124(2021)

謝辞

本研究は、AC Biode株式会社との産学連携で進めており、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成金交付により遂行されたものです。また、複数の新聞等、記事に掲載されており、この場を借りて、ご関係者の皆様に感謝致します。

英語の代名詞システムにおける変化の要因について

真島 顕子^{1*}

A Possible Factor for Changes in a Dynamic System of English Pronouns

Akiko Majima^{1*}

This article suggests a possible stimulus for diachronic changes, especially, in a dynamic system of English pronouns; functional proximity. The East Anglian dialect provides us many interesting examples of the peculiar pronominal usage. Among them, *what* as a relative pronoun modifying an antecedent is well-known and the usage is widely spread all over the country. However, *what* never takes antecedents in Standard English; if it does, it's considered as a mistake. A possible factor for the big gap may be due to functional proximity of pronouns in the dialect. The proximity may have been promoted in the language situation at that time, stimulated by the mixture of different dialect or even language speakers. Then, some pronouns came to have similar functions, resulting in reorganization of the pronominal usage. However, we need some method to prove their functional proximity. Vectorization of their functions might help us to visually understand the proximity.

1. はじめに

英語の代名詞は、活用形の一覧表とともに授業で説明を受けることが多く、確固たる使用法が確立されている機能語であるような印象を受ける。しかし、歴史をたどってみると、例えば古英語の人物代名詞はすべて *h* で始まっていたり (*heo* for 'she', *him* for 'it', *hie* for 'they', etc.)、指示代名詞 *that* が人物代名詞のような活用をしていたり¹⁾、*the* という語形が関係詞として使用されていたことがわかる²⁾。しかし、現在はそのような使用法は存在しない。代名詞は長い時間の中で様々な変化を経験して、現在の用法を確立しているのだ。

関係詞は、個別言語で独自に発達した文法カテゴリーである。現代英語では、関係詞は疑問代名詞または *that* を用いて表現されている。先行詞を修飾する用法と先行詞を含んで名詞節や副詞節を作る用法があり、後者には *-ever* を伴った *wh*-疑問代名詞と *what* が当てはまる。

現代英語において、関係詞 *what* は常に先行詞を内包し、先行詞を取ることはない唯一の *wh*-形関係詞と説明される。しかし、実際の運用においては、*what* が先行詞を修飾する用法が、高い頻度で方言に見られる。以下の例において、関係詞 *what* が関係節を導き、先行詞 *book* を修飾している。特徴づけ

でない限り現代英語の文語体に現れることのない本用例は、いつ頃生まれたのであろうか。

A book *what* I read.

(Trudgill (2023: 108))¹⁾

古英語にも本用例と類似した用法は見ることができるが、中英語期にも極めて稀である (Mustanoja (1960: 194))²⁾。現代英語になってはじめて、East Anglia 地方の方言を記述した Forby (1830: 138)³⁾ に、関係詞として確立した先行詞を取る *what* の用例を見ることができる。そこでは、*what* は先行詞が人でも物でも使用することができると説明されている。

The woman *what* came yesterday.

(Forby (1830: 138))

East Anglia 地方にある Norfolk では、*what* はあらゆる先行詞と使用できる唯一の関係代名詞であると説明する本もある⁴⁾。そして、本用法は現在では East Anglia 地方のみならず、イギリスの広い地域で見られる⁵⁾。標準語や学校文法では誤りとされる用法が、イギリスの広い範囲で標準的に使用されており、方言によっては唯一の用法として採用され

*1 日本大学

ていたりするという。英語という一つの言語の中に現れるこの多様性はどこから生まれたのであろうか。

2. 英語代名詞の歴史的変化

英語は、総合的な言語と言われる古英語から、分析的な言語と言われる現代英語へと、時間と共に変化していった。その中でも大きな変化は、活用語尾の衰退である。代名詞もその例外にもれず、指示代名詞の活用形からは *the* と *that* を残すのみで、他の活用形は使われなくなってしまった。また、*h-*で始まる人称代名詞の活用形も維持することができず、徐々に *heo* は *she* に、3 人称複数形はすべて *th-* 形 (*they, their, them*) へと交代してしまった。

語頭の音が大きく変化した要因に、音変化により起きた代名詞パラダイム内の混乱が挙げられる^{注4)}。動詞や名詞の活用形も衰退していたため、他の語からも文法機能の情報を得られにくくなっていた。女性単数主格の人称代名詞 *she* や3 人称複数形の *they, their, them* が使用されるようになった要因として、音変化や指示代名詞の影響、古ノルド語の影響などが挙げられる⁵⁾。いずれにしても、指示代名詞が人称代名詞のように性数格の情報を保って活用をしていたために、指示代名詞と人称代名詞はある程度相補的に使用することができたのかもしれない。

代名詞の相補作用を示す可能性のある例を、現代英語の方言に見つけることができる。現代のNorfolk方言の指示代名詞において、*that* の複数形には3 人称複数形人称代名詞の *them* が使用される。

Eat you them carrots.

‘Eat those carrots.’

(Trudgill (2003: 47))

Poussa (2001: 246)⁶⁾によると、Norfolk 方言における指示代名詞 *that* の使用法が多岐に渡っていたことが、関係詞の使用法に影響した可能性があるという。また、*it* は *that* の弱形で、*that* は主語として、*it* は目的語として使用されるという。Trudgill (2023: 103)は、強調構文や天気を表す人称代名詞 *it* に指示代名詞 *that* が日常的に使用される例を挙げている。

That's raining.

That's cold today.

That was me what done it.

(Trudgill (2023: 103))

古英語の関係詞は、指示代名詞、不変化詞 *þe*、またはその複合形で表現されていた。中英語からは、疑問代名詞 (*wh-* 形) または不変化詞 *that* で主に表現されている。いずれにしても、関係節は代名詞、あるいは接続詞 (の一部) としても使用されることのある不変化詞、もしくはその両方を用いて表現されてきた。代名詞それぞれの活用形は定まっていたものの、現代英語においては異なるカテゴリーの活用形を柔軟に利用しながら、関係詞構文は発達を遂げてきたと言えるかもしれない。

3. 変化の要因

East Anglia 地方の英語代名詞内で見られる柔軟とも思える使用法は、どのような背景を持って生まれたのであろうか。

Poussa (2001: 246)は、East Anglia 地方の *that/it* の使用法に、古ノルド語の影響を指摘している。East Anglia 地方は古英語時代にはデーンローに位置し、そこに住む人々はバイキングと共に存していた。Trudgill (2023: 13)は、古英語話者と古ノルド語話者がそれぞれの言語を用いて相互理解がある程度可能であったことから、その当時の言語状況を *bialectalism* と呼んでいる。そのような状況下では、機能語へも及ぶ深い影響を、古ノルド語から受けたであろうことは想像に難くない。

その後 Norfolk の Norwich は経済的な発展を見て、ロンドンに次いで第二の経済都市となった。北海を挟んでオランダとの交易も盛んで、宗教改革によって大陸からオランダ語、フラン西語、ワロン語話者が流入し、1579 年までには Norwich の人口の約 40%近くが英語母国語話者ではなかったとの報告もある (Trudgill (2023: 23))。他方言話者や他言語話者で町が賑わっていたことが想像できる。

What を唯一の関係詞として使用する言語が他にもある。南アフリカ及びナミビアで使用される言語の一つである Afrikaans 語である。Afrikaans 語は 16 世紀に入植したオランダ人の言語から発達した西ゲルマン語に属する言語である。その使用される場所や国の歴史的背景を考えると、Afrikaans 語が特殊な発達を遂げているのであろうことは容易に想像ができる。

die man wat daar staan
'the man who stands there'

(桜井(1985: 101))⁷⁾

Afrikaans 語と英語の Norfolk 方言を結ぶ言語にオランダ語があり、*what* が不変化詞としての関係詞となった経緯にオランダ語の影響を考えることもできる。しかし、現代英語と同様に、現代オランダ語でも *wat* ‘what’ は先行詞を取らずに関係節を作るため、Afrikaans 語の関係詞の使用は、独自の発達であることがわかる。

以上のように、様々な方言や言語が混ざった状態であった East Anglia 地方の歴史的背景を考えると、その土地のことばの使用に特徴が現れることは当然のことのように感じられる。特に総合的言語から分析的言語へと変化を遂げる中で、活用語尾が大幅に水平化されつつあり、他方言や他言語話者との意思疎通を容易にするために、人称代名詞が、類似した機能を持ち、より指示性や有標性の高い他の代名詞の語形を活用することは、自然の流れであると考えられる。性数格による活用形を持つ人称代名詞と指示代名詞の機能（前方照応と指示性）の近さが、他言語や他方言話者とのコミュニケーションのために柔軟に利用され、現在の East Anglia 方言を形作ってきたのではないだろうか。

4. 今後の展望

英語の人称代名詞と指示代名詞がともに性数格に従って活用していたことで、機能の類似性を利用し、方言レベルではパラダイムを超えて柔軟に独自の表現が使用されていた可能性がある。しかし、その機能の類似性は、どれほど類似していれば相補的に利用可能となるのであろうか。

また、関係詞 *what* は口語体で使用されることが多く、文語体にはあまり現れない。しかし興味深いことに、Norfolk 方言で書かれた聖書の一部には、同様に方言で使用されると言われている関係詞 *as* は現れるものの、関係詞 *what* は一例も現れない⁸⁾。同じ方言内であっても、コンテキストによって使用法が異なるようだ。

我々が感じる機能の類似性やコンテキストの違いは、感覚によるところが大きい。Norfolk 方言で、*it* の代わりに、同様に活用する *bis* ‘this’ ではなく、*bæt* が選ばれたのも、「近さ」などを尺度に用いて説明することはできるが、その「近さ」を客観的に示すことは難しい。

従って、今後は資料で使用される用例の機能を、Word2Vec 等を用いてベクトル化し、それぞれの代名詞が担っている機能を比較考察していきたいと計

画している。内容語ではなく機能語の特殊な方言用法を扱うことに十分留意する必要があるが、それぞれの語形が持つ人称代名詞や指示代名詞以外の機能（接続詞の *that* や疑問代名詞の *what* など）も考慮に入れ、現代の文法範疇区分やパラダイムの中だけでは収まらない使用法が与える言語変化への影響を考察したい。

文献

- 1) Trudgill, Peter, *East Anglian English, Dialects of English Volume 21*, De Gruyter Mouton, 2023.
- 2) Mustanoja, Tauno F., *A Middle English Syntax, Part I, Parts of Speech*, Société Néophilologique, 1960.
- 3) Forby, Robert, *The Vocabulary of East Anglia*, Vol. I, F. B. Nocholas and Son, 1830, Repr. David & Charles Reprints, 1970.
- 4) Trudgill, Peter, *The Norfolk Dialect*, Poppyland Publishing, 2003.
- 5) 小倉美知子, 『変化に重点を置いた英語史』英宝社, 2015.
- 6) Poussa, Patricia, ‘Syntactic change in north-west Norfolk,’ in Jack Fisiak and Peter Trudgill eds., *East Anglian English*, D.S.Brewer, 2001, 243-29.
- 7) 桜井隆編, 『アフリカーンス語基礎 1500 語』大学書林, 1985.
- 8) *The Song o'Sorlomun, being The Song of Solomon*, trans. into Norfolk dialect by Revd Edward Gillett, The Larks Press, 1993.

注記

注1) 古英語の人称代名詞（3 人称）と指示代名詞の活用は以下の通り（小倉（2015: 26-27））。

・人称代名詞（3 人称）

| | m. | n. | f. | Pl. |
|-----|------|-----|---------|---------|
| Nom | hē | hit | hēo | hē |
| Gen | his | his | hi(e)re | hi(e)ra |
| Dat | him | him | hi(e)re | him |
| Acc | hine | hit | hē | hē |

・指示代名詞

| | m. | n. | f. | Pl. |
|-----|------|-----|------|------|
| Nom | sē | þæt | þeo | þā |
| Gen | þæs | þæs | þære | þara |
| Dat | þæm | þæm | þære | þæm |
| Acc | þone | þæt | þā | þā |

注2) 古英語の関係詞として使用される *the* は、不変化詞 *þe*

で、*þ*は現代語では *th* と表記されることから、*the* と記した。不変化詞 *þe* は、*for þæm þe 'because'* のように、接続詞の一部としても使用された。

注3) *What* が先行詞を取る例は、関係詞を扱う英國方言研究では至るところで示されているが、Herrmann(2005)が特に詳しい。

Herrman, Tanja, "Relative clauses in English dialects of the British Isles," in *A Comparative Grammar of British English Dialects, Agreement, Gender, Relative Clauses*, Bernd Kortmann, Tanja Herrmann, Lukas Pietsch, Susanne Wagner, (eds.), Mouton de Gruyter, 2005.

注4) 人称代名詞のパラダイムに混乱が生じていることがわかる例として、イングランドの南西部の例を挙げる。そこでは現在でも、人称代名詞の主語が目的語として、また目的語が主語として使用される例が見られる。

Next time I ketch him out along o'she,
Blest if I don't give he "good arternune".
(Trudgill (2023: 102))

大学との連携で変わる高専での研究

吉田 慧一郎

Change through university collaboration for research at the KOSEN

Keiichiro Yoshida

KOSEN is an educational institution that trains engineers through five-year integrated education. KOSEN graduates are highly regarded by industries. This paper describes the research collaboration between Salesian Polytechnic and Nagaoka University of Technology regarding the enhancement of research capabilities of KOSEN teachers. And this paper also talks about students' motivation for research through their presentations at international conferences.

1. はじめに

高等専門学校いわゆる高専は実践的・創造的技術者を養成することを目的とした高等教育機関として全国に 58 校、約 6 万人が学んでいる教育機関である¹⁾。高専の特色は 5 年一貫教育による一般科目・専門科目をバランスよく学び技術者に必要な知識や技能を身に付け応用することである。これらの教育の集大成として「卒業研究」があり、研究活動を通じて創造性を持った技術者として社会に羽ばたいていくことになる。高専本科を卒業すると準学士の学位を得ることができ、さらに勉強・研究活動を行いたい場合には、専攻科へ進学することで、さらなる技術教育を受けることが可能である。専攻科を修了し、独立行政法人大学評価・学位授与機構の審査を経て大学学部卒業と同じ学士の学位を得ることができる。他にも本科卒業後、一般大学への 3 年次編入、技術科学大学への 3 年次編入などの進路が設定されているなど、就職ならびに進学でのさまざまな進路を選択できる優れた教育機関である。

高専卒業生は各産業界からも高く評価されており、筆者の所属するサレジオ工業高等専門学校(以下、サレジオ高専)電気工学科では電力インフラなど的一般的にイメージされる電気分野のみならず、半導体関連・輸送機器関連など幅広い分野に就職している。これら、進みたい分野に進むためには学生自身が創造性を持った自主的な行動ができることが必要とされており、その自主性を育む機会のひとつが卒業研究活動である。そのため、高専教育における研究活動は学生の創造性を養成するために重要であり、その教育を行う教員自身の研究活動にも重点を置く必

要があると言える。

そこで筆者は、2024 年度に長岡技術科学大学(以下、長岡技科大)の先生方の協力のもと、高専での研究力向上を図るために研究連携体制の確立を行った。本稿ではその過程ならびに成果について報告する。

2. 研究助成申請まで

2024 年 2 月、長岡技科大とサレジオ高専の研究連携を目指して、長岡技科大の先生方とサレジオ高専の教員、筆者の研究ミーティングを兼ねた学生による研究発表会をオンラインにて実施した。双方の学生が研究成果を報告する形式で行い、当時本科 5 年生の学生は卒業研究発表に向けたアドバイスをもらえ、とても有意義な発表会であった。また、長岡技科大の研究内容も紹介していただき、連携に向けた大きな一步となった。

その後 2024 年 3 月、学生 5 名(本科 5 年生 1 名と本科 4 年生 2 名、本科 3 年生 2 名)と共に、まだ雪の残る長岡技科大に学校訪問を兼ねた「高専一長岡技科大共同研究」助成の申請に向けた研究ミーティングを実施した(図 1)。

研究ミーティングでは、筆者の研究テーマである「近赤外線化した汎用一眼カメラを用いた血行動態変化の可視化技術」について、システムの実用化に向けた具体的な問題点や課題点、必要とされている事柄などの内容を踏まえた議論を行い、研究連携体制の構築を行った。また、ミーティングの後は、学生交流も兼ね、道の駅ながおか花火館にある長岡花火ミュージアムでの花火大会鑑賞に招待してもらい、チケット長岡観光を楽しむことができた。



図1 長岡技術科学大学(正面入口)

「高専一技科大共同研究」は無事に採択され、2024年度の研究体制向上の良いきっかけとなった。

3. 科学研究費助成事業(科研費)申請

「高専一長岡技科大共同研究」助成の採択をうけ、次のステップとして科研費獲得に向けた連携を進めた。科研費を獲得して研究遂行をすることは、高専教員にとって大きな夢であり目標である。今年度はこの夢を現実のものにするために、長岡技科大・サレジオ高専の先生方ご協力のもと申請書を作成した。

申請内容は「近赤外線化した汎用一眼カメラを用いた血行動態変化の可視化技術」について、実用化に向けた検討を行う内容で作成し、複数回にわたりオンラインでの指導を実施していただいた。

この申請書作成にあたり、「なぜ」「どうして」「どのように」など今まで独りよがりでは気が付けなかった点を指摘していただき、良い申請書を完成させることができた。今回の科研費申請書作成の一連の流れは、研究者として自分の研究を他者に伝えるために必要な事柄を学ぶ、とても良い経験であった。

4. 本連携に関連する学生発表

本連携では、教員のみならず学生の研究モチベーションアップに向け、以下の学生発表を行った。本章では、2件の国際会議での発表と1件の成果報告会について記す。

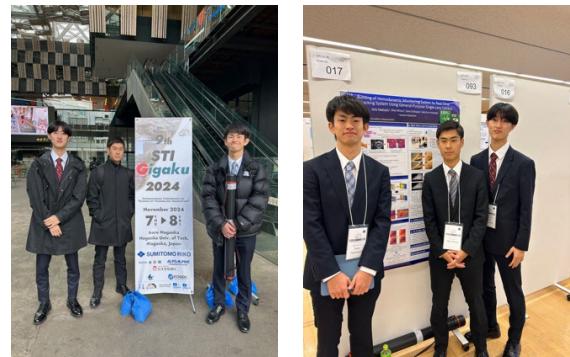
4. 1. STI-Gigakuでの学生発表

2024年11月7日、新潟県長岡市のアオーレ長岡にて学生によるポスター発表を実施した。本発表は「高専一長岡技科大共同研究」助成の中間発表を兼ねたものであり、英語でのポスター作成と発表を行った(図2)。本発表では、動的画像計測に対応したシステムの構築に関して発表を行い、学生(本科5年生2名と本科4年生1名)は初めての英語発表であるた

め、発表前の準備も日本語での発表と異なり、ポスター文章や発表原稿の作成など試行錯誤を繰り返し行った。英文の作成に関して学生は適宜、英語教員に文章添削を依頼して改善させていくなど、普段の授業では得られない実践的な学びとなった。会場では全国の高専生も発表しており、筆者および学生も他高専での研究の様子や、それに携わる学生・教員の様子などをみることができたことは今後の高専での研究を行う際の良い参考になった。また、学生は英語での発表でとても緊張している様子ではあったが、途中からはずいぶん慣れ、質疑応用もうまく行っている様子であった。

翌日の11月8日は長岡技科大での研究室紹介が行われ、学生は自分の興味のある分野の研究内容を見学し、大学での研究の様子をうかがい知ることができた。

このように、他高専との交流も行えると同時に大学での研究も見学できる、とても有意義な国際会議であった。



(a) 発表会場入口 (b) 発表ブース

図2 STI-Gigaku2024でのポスター発表

4. 2. I⁴D コンテストでの学生発表

次の国際会議として、2024年12月4日から6日に北海道札幌市札幌コンベンションセンターで開催された国際会議 The 31st International Display Workshops (IDW '24)での高専生イベントであるI⁴D Contestに参加した。本コンテストはディスプレイを用いた研究成果の発表・デモンストレーションの場として開催された。12月の発表に向け、秋から概要(英文)および出品物の画像を用意し、デモ紹介ビデオを作成するなど、学生にとって英語での準備が忙しいコンテストであった。

内容は、エンターテイメント性や遊び心、公益性、福祉性などを考慮したデモを考案し、ロボット頭部にステレオカメラを設置し、ヒト皮膚での血行動態

トピックス紹介

の AR 可視化技術を発表した(図 3)。国際会議でのイベントであったため、今回のデモンストレーションも前回同様、英語での発表であり、外国の研究者にも幅広く説明を行っていた。

本科生として、このように大規模な国際会議で各國の研究者と意見交換する機会は珍しいものであるため、今回の発表は学生にとって素晴らしい経験になつたと考えられる。



(a) コンテスト会場



(b) デモブースの様子

図 3 I4D コンテストでのデモンストレーション

4. 3. 長岡技科大学成果報告会

2025 年 3 月、この 1 年間の成果報告を長岡技科大にて実施した。報告では、長岡技科大学の教員・学生に対して、I4D コンテストでのポスターを用いて、日本語・英語での発表とロボット・IR カメラのデモンストレーションを行い、質疑応答を実施した(図 4)。



(a) ポスターを用いたプレゼンテーション



(b) 学生の発表風景

図 4 長岡技科大学での成果報告

このように、学生も自ら従事した研究成果を国際会議などで発表した経験は、今後の活動に良い影響を与えることができたと考えられる。

5. おわりに

2024 年度末から、長岡技科大と研究連携体制を構築し、高専での研究環境の向上を目指し活動を行つた。結果として、教員は「高専一長岡技科大共同研究」助成や技科大教員からの研究面での大きなサポートを受けることができた。これらのサポートの成果として、令和 7 年度の科研費が採択されるという喜ばしい結果につながつた。また、学生自身も様々な研究発表の機会をいただけたことは、学生の研究モチベーションの大幅な向上に寄与したと思われる。

このように、高専での研究も大学と連携することで大きく飛躍することが可能であることが示された 1 年間であったといえる。

謝辞

長岡科学技術大学の土居裕和教授ならびに中平勝子准教授、サレジオ工業高等専門学校の島川陽一教授には、お忙しいところ有益な助言をいただきました。心より感謝申し上げます。

文献

- 1) 高等教育局専門教育課. “高等専門学校(高専)について”
文部科学省,
https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kousen/index.htm,
(参照 2025-3-31).

課題研究費実績報告書

令和 6 年 3 月 30 日現在

研究課題名：前後双方向移動車両の走行システムおよび認識システムの検討

研究代表者：井組裕貴

小区分：20010 機械力学およびメカトロニクス関連

1. 研究計画の概要

現在様々な研究機関で自動運転車両の開発が行われており、自動運転社会が実現すると交通事故の減少や渋滞の削減、ドライバーの疲労軽減など社会的影響が非常に大きく期待されている。しかしながら、自動運転レベル 3 とレベル 4 の境界は非常に大きく、特に前進時だけではなく、後進時の適切な制御が重要となる。また、一般的な自動車は前輪が操舵輪であるため、後進時はジオメトリ的に操舵輪が後輪となる後輪操舵になり、複雑な制御システムが必要である。そこで本研究では本校が開発している車両 VISM0 の後輪に操舵機能を有した足回りの開発、4 輪操舵による双方向で走行可能な自動運転車両の検討、画像認識や

LiDAR を用いた認識システムの構築を行い、走行システムの構築を目指す。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

図 1 の車両の校内走行の時速 15km/h 以下の低速走行時における前後双方向走行システムの検討を行う。非平行ダブルウイッシュボーン式のサスペンションの足回りにそれぞれの電動アクチュエータを接続し、キングピン軸を中心にタイヤの舵角をつける構成とした。駆動モータは後輪とし、従来はドライブシャフトを介してタイヤに動力を伝達していたが、インホイールモータを足回りのアップライトに組み込むことにより、ドライブシャフトを使用しない駆動系とした（図 2）。後輪には前輪と同じリニアアクチュエータを搭載し、後輪の操舵を可能とした。前後輪の操舵角はそれぞれ最大 20[°] となる（図 3）。



図 2 リア足回り



図 3 前後操舵の様子

認識システム構成は図 4 となる。画像認識はステレオカメラを用い、YOLO や Openpose のアルゴリズムをベースとして構築を行った。ステレオカメラは前後に取付、双方行走時に前後の対象を認識できるよう設計をしている。OpenPose より検出を行った関節座標を使用し、リアルタイムでの関節角度の検出から移動距離・移動速度の算出を行った。その関節角度・移動速度から、認識対象が現在歩行状態 or 停止状態であるのか判別し、Particle filter を活用し対象者の行動推測を行った（図 4）。障害物に隠れる前段階の位置から、障害物に隠れてしまった際に、歩行する位置の推測が可能となった。図は測定を行った結果であり、○が観測値をプロットしたものとなっており、×が推定結果となっている。

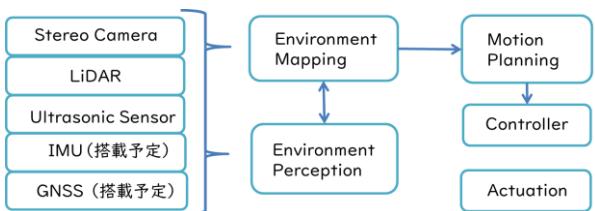


図 4 システム構成



LiDAR による認識においては ,LiDAR からの点群を Autoware でフィルタ処理後 ,PCL(Point Cloud Library) を使用して対象外の点群のフィルタリングを行った . その後 , 特定の場所の特定の反射強度のみの抽出が確認できた . 今後 , この方法を使用し特定の範囲の反射強度から車体の操舵制御を行う .

前後双方向移動車両の走行システムおよび認識システムの検討を行い ,4 横操舵による操舵システムの構築や認識システムの構築を行い , 一定の成果が確認できた . 今後 , 成果を集約し , 双方向走行システムの構築を行う .

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕 (計 1 件)

井組裕貴, ' 中学生向け体験入学用 IoT 模型の教材開発 ' , 第 71 回応用物理学会春季学術講演会公演予稿集論文名 , 25p-11F-5 , 査読無 ,

課題研究費実績報告書

令和 6 年 3 月 11 日現在

研究課題名：環境音のセンシングに適した IoT 指向の基本周波数推定法の検討

研究代表者：三輪 賢一郎

小区分：知覚情報処理関連

キーワード：音声信号処理, 基本周波数 (F0), 雑音, 残響

1. 研究計画の概要

世界の IoT デバイス数が本年中にも 300 億個に到達すると予測されており、様々な産業分野において IoT 化が急激に進展することが見込まれる。そこで重要なのはセンシング技術であり、現在までに様々な環境センサが開発され、実用化してきた。しかしながら、音センサについては、その中身は基本的には音圧レベルを測定するだけのプリミティブなものにとどまっている。

そこで本研究では、この音センサに更に付加価値を付けるべく、基本周波数 (F0) の簡易測定が行える音センサの要素技術について基礎検討を行うものである。筆者らがその要素技術として提案している F0 推定手法は、F0 推定手法の中でも独特的なアプローチを採っている手法であり、具体的には AM ラジオの復調技術を F0 推定に応用している [1]。このアプローチを採ることにより、F0 推定の長年の課題であった耐雑音性や耐残響性の大幅な向上が期待でき、実環境における F0 推定技術の確立に向けて道を開くものである。ただし計算量が膨大となることがネックであったが、近年の改良（同期検波方式から非同期検波方式に変更）により、実用レベルにまで計算量を低減することに成功している。

今回の研究では、Raspberry Pi ないしは Arduino 程度の計算リソースでの信号処理を前提とした、雑音残響に頑健で、かつ計算コストにも優れた F0 推定手法の基礎検討を実施することとする。実現技術としては、筆者らの手法を踏襲しつつも、同手法の心臓部である復調処理機構に、計算コストの大きい同期検波方式に代えて、計算コストが小さい非同期検波方式を新たに採用することで、実環境中のセンサ機器に実装可能な F0 推定手法の確立を目指す。

本研究の実施方法としては、まずは本手法の耐雑音性と耐残響性を、主としてシミュレーション

により検証する (1)。具体的には、MATLAB 上で本手法のアルゴリズムを実装した上で、白色雑音等を用いた人工的な雑音環境や、人工的に生成された室内インパルス等を用いた人工的な残響環境の下で、調波複合音等の人工音や楽器音に対する従来法と本手法との F0 推定精度をシミュレーションにより比較検討する。並行して、本手法と従来手法との計算時間の比較も実施する (2)。これらの検証結果を評価することで、本手法が F0 センサの要素技術として有効か否かを検討する。特に本年度は、耐残響性能の検証を主体に研究を進めることとする。さらに、実音源（楽器音／音声）を用いての検証も継続して実施する (3)。

<文献>

- [1] 三輪賢一郎, 鵜木祐史, "振幅変調音のピッチ知覚に基づいた調波複合音の基本周波数推定法," 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J98-A, No.12, pp. 668-679, 2015 年 12 月

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

【進捗状況】

(1) 耐雑音性と耐残響性の検証

今年度は、昨年度からの積み残し課題であった残響環境と、雑音と残響の混在環境における提案法の評価を行った。評価指標としては、真値との許容誤差を5%以内とする正答率を用いた。ただし、対象とした信号は調波複合音である。

イ) 残響環境での検証

図1～図2に残響環境におけるシミュレーションによるF0推定精度を示す。図中にFreeDAM Liteとあるのが提案法を示しているが、女声領域では提案法は従来法よりも頑健性を持つが、男声領域では従来法よりも劣る結果となった。

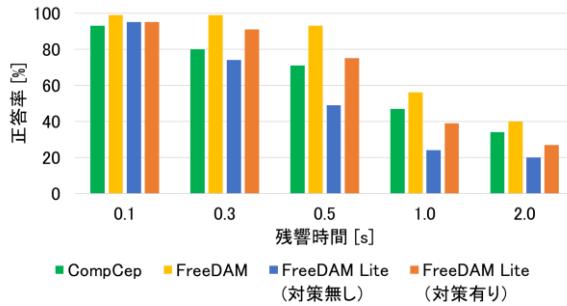


図1 残響環境におけるF0推定精度 (男声領域)

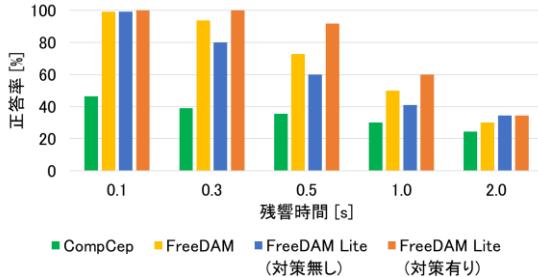


図2 残響環境におけるF0推定精度 (女声領域)

ロ) 雜音残響環境での検証

次に、雑音と残響と混在した環境におけるシミュレーションによるF0推定精度を図3～図4に示す。提案法であるFreeDAM Liteは、男声領域では伝統的な従来法よりも頑健性を示し、女声領域では全ての従来法よりも頑健性を持つことが明らかとなった。

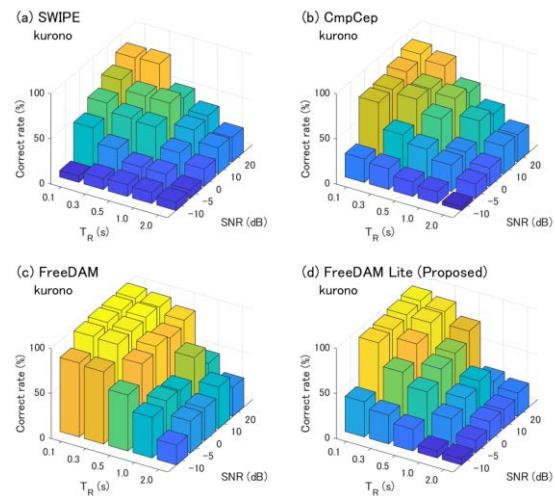


図3 雜音残響環境でのF0推定精度 (男声領域)

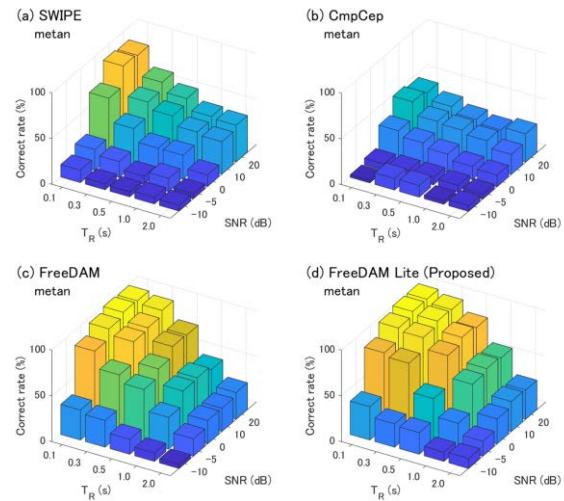


図4 雜音残響環境でのF0推定精度 (女声領域)

(2) 計算時間の評価

図5に各F0推定手法の計算時間の比較を示す。結果から、提案法であるFreeDAM Liteは、オリジナルのFreeDAMと比べて計算量の大幅な低減に成功していることが確認できる。一方で、SWIPE等の伝統的な従来法に比べると、提案法の計算量は依然として大きいことも確認できる。

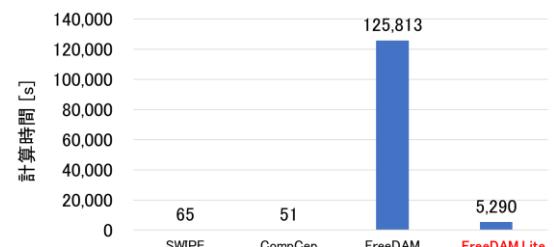


図5 各F0推定手法の計算時間の比較

(3) 実音源（楽器音／音声）による検証

イ) 楽器音での検証

提案法の楽器音に対する適性を検証した。特に今回は、昨年度未検証であった雑音環境でのシミュレーションを実施した。

対象とした楽器音は、アイオワ大学のWebサイトで公開されているピアノ（Piano）、オーボエ（Ob），トランペット（Tp），ファゴット（Fg），チューバ（Tub），コントラバス（Cb）の各音源に白色雑音を付加して入力信号とした。評価指標としては、真値との許容誤差を5%以内とする正答率を用いた。

低音域の評価結果を図6～図8に示す。提案法は、楽器全てにおいて0dBまで80%以上の正答率を得られ、-10dBを除くすべてのSNR比と楽器においてもっとも高い正答率を得られていることが確認できる。

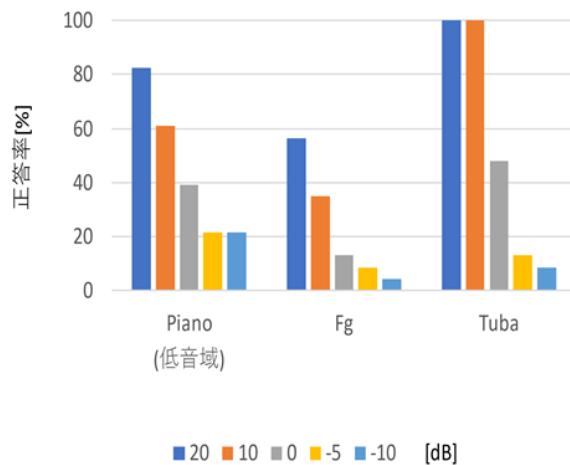


図6 SWIPE のF0推定精度（低音楽器）

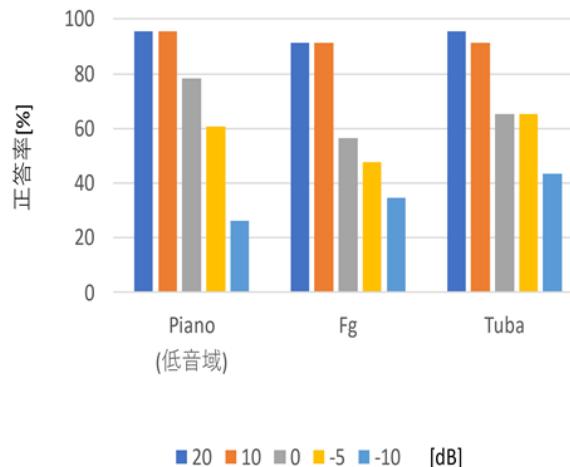


図7 FreeDAM のF0推定精度（低音楽器）

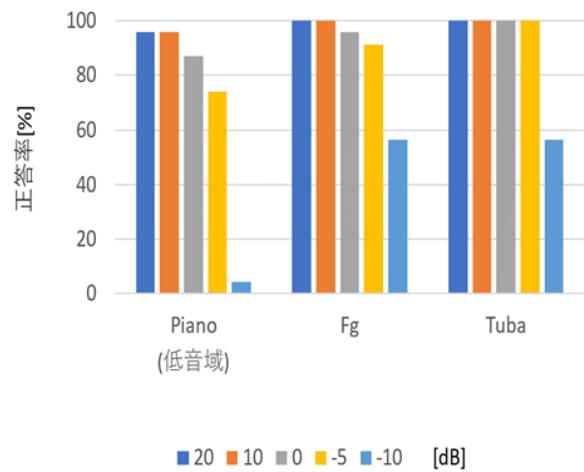


図8 FreeDAM Lite のF0推定精度（低音楽器）

次に、高音域の評価結果を図9～図11に示す。20dBと10dBにおいては、提案法はすべての楽器においてもっとも正答率が高く、すべて80%以上の正答率を得られた。0dB以下では提案法では比較的高い正答率を得られたものの、一部で従来法に劣る結果となった。

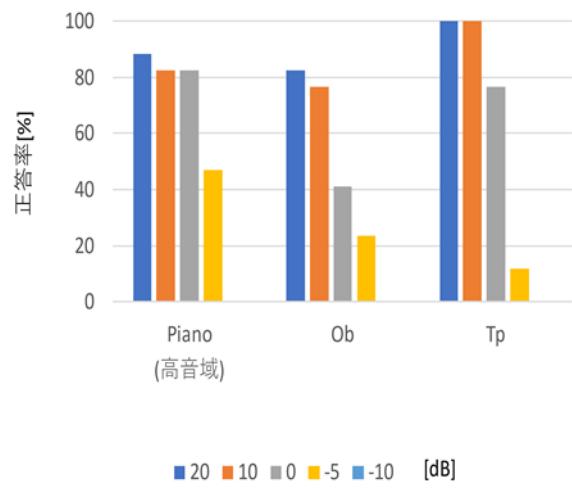


図9 SWIPE のF0推定精度（高音楽器）

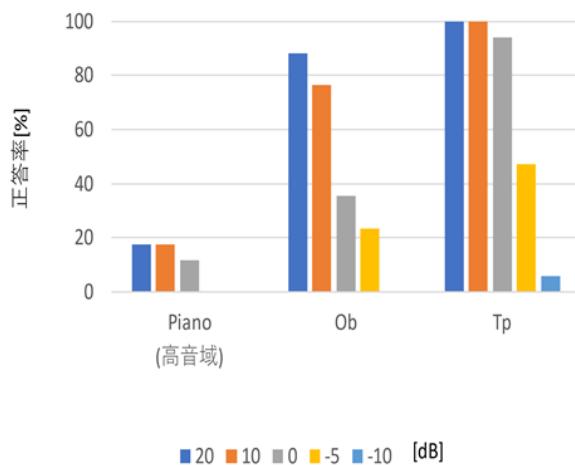


図10 FreeDAM のF0推定精度（高音楽器）

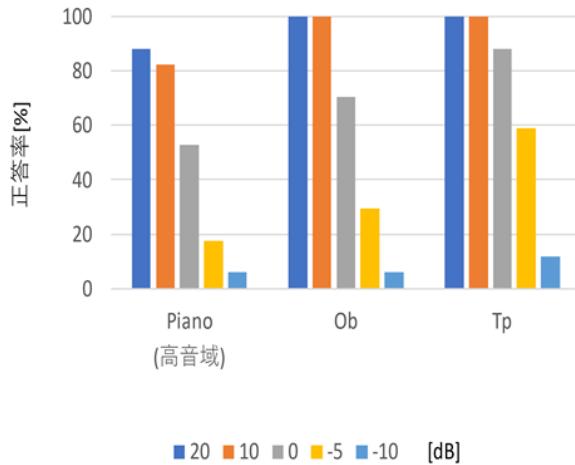


図11 FreeDAM Lite のF0推定精度（高音楽器）

口) 音声による評価

提案法の音声に対する適性を検証した。特に今回は、静音環境のみに絞ってシミュレーションを実施した。対象とした音声信号は、VOICEVOXを用いて作成した男声と女声それぞれの連続音声「青い海はエモい」(/aoi umi ha emoi/)を使用した。

シミュレーションによる F0 推定軌跡を図 12 と図 13 に示す。ただし、図中の TEMPO2 は真値である。提案法 (FreeDAM Lite) は、男声と女声のいずれの場合においても、F0 軌跡の概形をおおむね捉えることはできており、連続音声に対しても一定の可能性を持つことが示された。

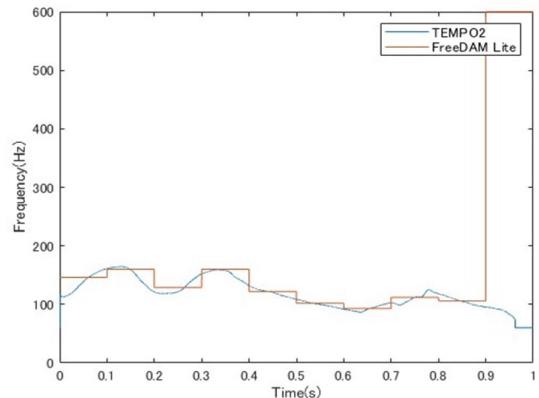


図12 連続音声（男声）におけるF0推定軌跡

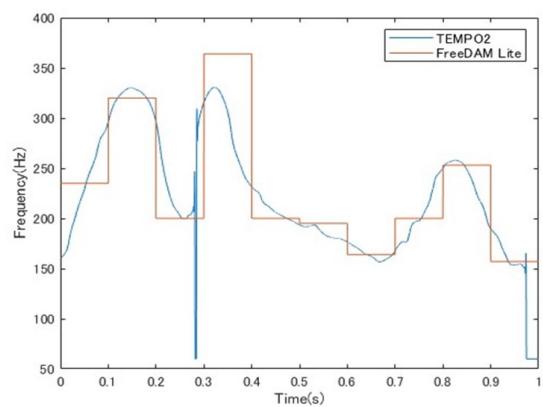


図13 連続音声（女声）におけるF0推定軌跡

【結論】

提案法は、女声領域では耐残響性に優れるが、男声領域での耐残響性には課題がある。ただ、雑音と残響が混在した環境では、提案法は男声領域においても女声領域においても、従来法と比較して耐性を持っており、実環境における利用という点で可能性を秘めていると言える。併せて、計算量の大幅な低減にも成功している。

楽器音に対しては、提案法が雑音環境においても比較的正確な F0 推定を行えることが明らかとなった。さらには音声信号に対しても、提案法が一定の可能性を持つことが示された。

【達成度】

今回の検証を通じて、理想的な調波複合音に対する検証はおおむね完了した。また、楽器音に対する検証は、雑音環境まで完了した。

残された検証課題としては、

・楽器音に対する継続検証（残響環境、雑音＋残響環境）

・音声信号に対する継続検証（雑音環境、残響環境、雑音＋残響環境）

・C言語への移植とラズパイ等への実装

があり、これらについては次年度以降に検証と実装を進めていく予定である。

3. 代表的な研究成果

以下の通り

〔学会発表〕（計5件）

- [1] 三堀二知加, 山川拓真, 三輪賢一郎, "非同期検波方式による楽器音の基本周波数推定に関する研究," 音学シンポジウム 2023, 信学技報, 査読無し, vol. 123, no. 88, SP2023-1, pp. 1--3, 2023年6月
- [2] 山川拓真, 三輪賢一郎, "雑音あるいは残響に頑健な基本周波数推定法の研究," 音学シンポジウム 2023, 信学技報, 査読無し, vol. 123, no. 88, SP2023-14, pp. 68--72, 2023年6月
- [3] 三堀二知加, 山川拓真, 三輪賢一郎, "非同期検波方式による楽器音の基本周波数推定に関する研究," 大学コンソーシアム八王子 第15回学生発表会, 査読無し, C117, Dec. 2023
- [4] 桐生恵佑, 三輪賢一郎, "音声のための基本周波数推定法の検討," 大学コンソーシアム八王子 第15回学生発表会, 査読無し, PI7-39, Dec. 2023
- [5] 山川拓真, 三輪賢一郎, "雑音・残響に頑健な基本周波数推定法に関する研究," 大学コンソーシアム八王子 第15回学生発表会, 査読無し, PI1-33, Dec. 2023

課題研究費実績報告書

令和 6 年 3 月 16 日現在

研究課題名：マグナス効果を用いた波力発電装置の実証機の開発

研究代表者：山下健一郎

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究課題は、我が国に潜在する膨大な波浪エネルギーを活用できる新しい発電技術の開発である。申請者らは波により上下動し、これにより発生する相対流速に対し、マグナス効果によって駆動するタービン発電機と、これを用いた波力発電装置を提案している。同タービンには通常のプロペラ羽根ではなく、自転制御によって揚力や推力を調整できる円柱形状のマグナスブレードが設けられており、異常波浪時にも安定した動作が可能となる。当該研究では提案する「マグナス効果を用いたポイント・アブソーバ型波力発電装置」の実験機として 600W 供試マグナスタービンの開発並びに同タービンを用いた実証実験を行う。

本研究の基本的な手法は供試装置・計測システムの開発とこれらを用いた動作実験並びにシミュレーションを用いた理論的検討である。具体的な内容を以下に示す。

- ① 供試装置と計測システムの開発：実験的検討に必要となる「供試マグナス波力発電装置」（以下供試装置）と「計測システム」を開発する。供試装置は学内に設置したプール（1.5m × 1.5m × 1.5m）での実験に使用するものであり、2 台の水中発電機（300W × 2 台）とマグナスタービン等で構成される。海洋での利用も考慮し、ベアリングなどの回転部については海洋汚染を防ぐため、潤滑油を必要としないセラミック製のものを使用する。また、マグナスブレードおよびタービンの制御に必要となる電力変換装置（2 台の水中発電機にそれぞれ接続する）の開発も行う。「計測システム」は装置の上下速度、タービンやブレードの回転速度、発電機出力等を同時に計測できるもので、将来的にはフィールド実験にも使用する予定である。
- ② 動作試験：製作した供試装置と計測システム

の動作試験を上述した学内プールで実施する。同実験では動滑車を用いて供試装置を上下にけん引することにより、波を模擬する。得られた実験結果を基に、タービンの出力特性を把握する。

- ③ 理論的検討：MATLAB / Simulink を用いたシミュレーションモデルを構築し、上記②の実験的検討と並行して理論的検討も行う。

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

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

当該研究で実施した①供試装置と計測システムの開発、②動作試験、③理論的検討のそれぞれについてその詳細を説明する。

① 供試装置と計測システムの開発（達成度

60 %）

供試タービンについては試験及び改良を行い計 3 台の装置を開発した。また、装置全体の特性試験を行うため、タービン部に水流計を持つ小型の供試装置を開発した。供試タービンについては機械損失の低減のために採用したマグネットギヤが脱調を引き起こすことが判明し、正転、逆転を繰り返す本装置のブレード機構には同ギヤが不向きであることが明らかとなった。また、当該研究において、入力されるブレードの回転エネルギーがタービンの出力エネルギーを超えることができなかった。計測システムについては波高観測装置を製作した（1 号機～3 号機）。重力加速度除去フィルタやジンバル機構を採用した 3 号機では適切に海洋における波高を測定できることが判明した。

② 動作試験（達成度 60 %）

供試タービンについては水槽での実験の前段階として風洞試験を実施した、1号機は機械損失が大きく動作できなかったため、マグネットギヤを採用した2号機を製作した。続く2号機はブレードの回転速度が十分に得られなかつたことから、マグネットギヤを増速ギヤに設計しなおして再試験を行った。しかしながら、増速ギヤとしたマグネットギヤは脱調を引き起こすようになり、最終的に水槽での実験は実施できなかった。一方、計測装置の一つとして製作した波高観測装置については沖縄県久米島や島根県海士町での動作試験を繰り返し、改良を行ったことにより、安価（数万円程度）な簡易波高観測装置を製作することができた。また、水流計を有する小型供試装置を用いた水槽実験により、波と装置が共振することにより、より大きな相対流速

が得られることが明らかとなった。

③ 理論的検討（達成度 80 %）

シミュレーションモデルを改良し、装置の共振現象について計算を行った。また、共振状態となるための制御法を提案し、提案する波力発電装置は共振によって、より大きなエネルギーが得られる可能性のあることを示した。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1件）

Ken-ichiro Yamashita, Seina Takekoshi, and Sho Katsuki, Resonance Control Method for a Point Absorber Wave Energy Converter with Magnus Effect-Based Turbine Generator, 26th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS) 査読有, 2023年11月

課題研究費実績報告書

令和 6 年 5 月 8 日現在

研究課題名：還元性雰囲気により酸素空孔を導入したルチル型酸化チタンにおける近赤外発光に関する研究

研究代表者：黒木 雄一郎

小区分：無機材料および物性関連

1. 研究計画の概要。

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

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

これまでに、クロム添加、アルミニウム添加および無添加のルチル型酸化チタン粉末試料の合成、室温及び極低温フォトルミネッセンス測定による発光特性の評価、格子欠陥の推定、電子の励起・緩和過程の解明、分子動力学計算による欠陥構造の推定と安定度の評価、等について研究を推進してきた。今年度は以下の 3 点について研究を推進する。

①酸化チタンへの高濃度酸素空孔導入

【達成度：60%】

還元雰囲気での熱処理は、現有の電気管状炉に還元ガスを流入する方法と、大電力を用いた絶縁破壊によるアーク放電を利用する方法の 2 つについて検討した。前者はこれまでに実績のある従来型の熱処理法（1100 度、2 時間、大気中）に還

元性雰囲気（Ar-3%H₂ガス、購入）を導入し、空気中での熱処理との比較を実施した。実験系を図 1 に示す。

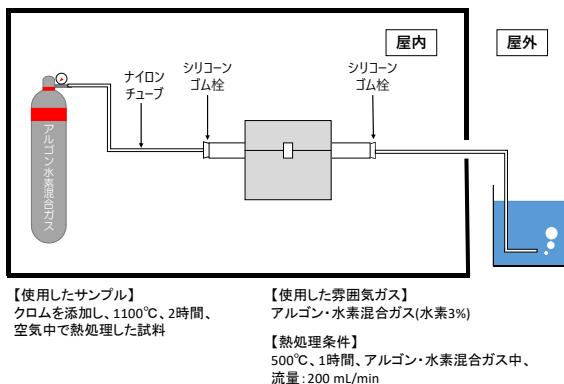


図 1 還元雰囲気熱処理の実験系

還元熱処理の結果を図 2 に示す。2 つの試料は共に 830nm 付近に強い発光ピークを示した。また、アルゴン+水素混合ガス中で熱処理をした試料のほうが、空気中で熱処理をしたものよりも約 1.23 倍強い発光強度を示した。これは還元処理による酸素空孔濃度の増加に起因しているものと考えられる。

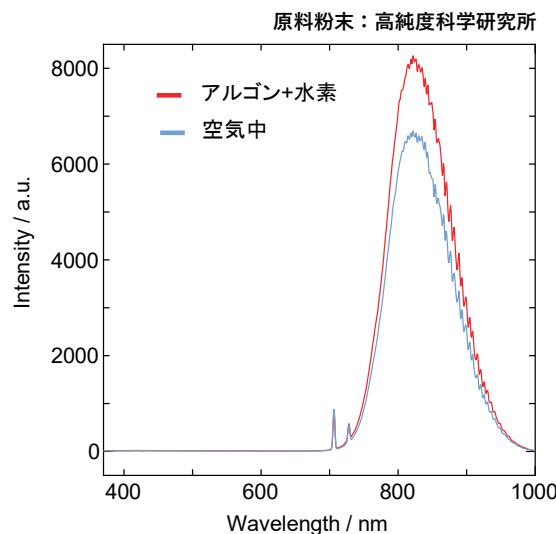


図 2 空気中およびアルゴン+水素にて熱処理した酸化チタン試料における PL スペクトル

次にアーク放電を利用した還元を実施した。いわゆる TIG (Tungsten Inert Gas) 溶接に類似のプラズマ処理装置により還元処理を行った。雰囲気は Ar-3%H₂ ガスとし、対向電極として酸化チタン焼結体を用いた。焼結体は酸化チタン粉末を超硬製金型（購入）と一軸加圧プレスにより成形の後、熱処理することで得た。プラズマ照射時の様子を図 3 に示す。



図 3 プラズマ処理の様子

電極先端から放電を伴うプラズマが発生し、酸化チタンに到達し、表面を伝って下面電極に流れる様子がわかる。また、側面を見るとプラズマラインは試料を離れている。PL 測定の結果、このようなプラズマ処理を行っても発光強度の増大は観察されなかった。基本的に絶縁体である酸化チタンにおいては、焼結体の最表面にプラズマが接触しても、電流は内部には流れず、表面を伝っており、酸化チタンの最表面でさえ還元処理することが困難であることがわかった。

②発光特性の調査【100 %以上】

現有のフォトルミネッセンス(PL)スペクトル測定システムを用いて、発光特性を調査した。これまでに実施してきた極低温での PL 測定結果より、酸化チタンの赤外発光は酸素空孔に束縛された励起子と光学フォノンとの相互作用による発光の可能性が考えられた。そこで、本研究では室温において詳細な PL 測定を実施した。得られた発光スペクトルに対して図 4 に示すように発光波長、発光強度および λ^2 補正を行い、理論モデルとのフィッティングを実施した。

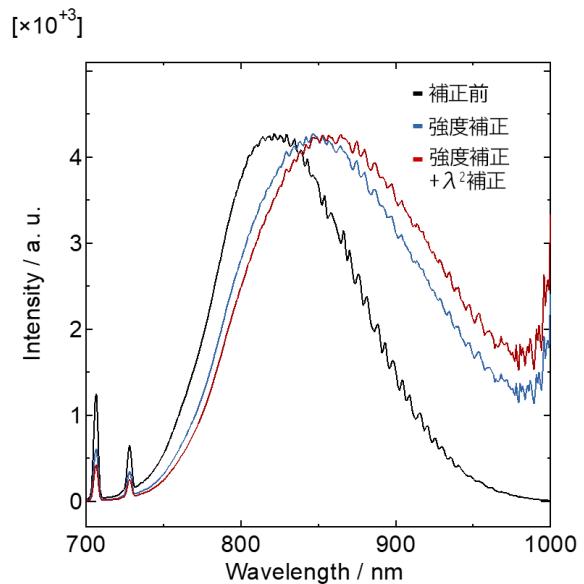


図 4 各種補正を施した発光スペクトル

次に自己束縛励起子発光スペクトルの理論式を用いて発光スペクトルのフィッティングを行った。理論式は以下のようにあらわされる。

$$I^{PL} \propto \Psi^2 = A \exp \left[-2S_e \left(\sqrt{\frac{E^* - \hbar\omega}{E^* - \hbar\omega_{max}}} - 1 \right)^2 \right]$$

ここで、 S_e はホアン・リー因子（電子格子相互作用の強さ）、 E^* はゼロフォノン線のエネルギー + 零点エネルギー、 $\hbar\omega_{max}$ は最大強度点のエネルギーをそれぞれ示している。スペクトルフィッティングの結果を図 5 に示す。

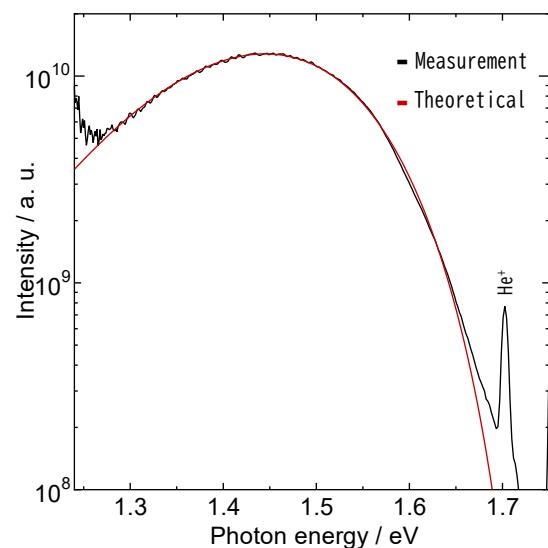
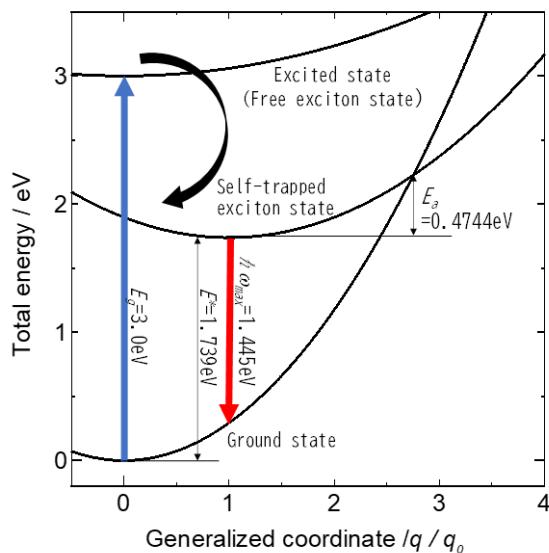


図 5 発光スペクトルフィッティングの結果

対数軸で示した焼結体の発光スペクトルと計算した理論値が完全に一致した。このことから、ルチル型酸化チタンの赤外発光は自己束縛励起子によるものであることを明らかにした。また、ここで得られた各パラメーターと、極低温 PL 測定の結果より得られた発光の活性化エネルギーを用いて、発光のモデルを考察した。その結果を断熱ポ



テンシャル図として図 6 に示す。

図 6 断熱ポテンシャル

図 6 より、赤外発光のメカニズムを以下のように考察した。

- 紫外線によって励起された励起子は自由励起子となる。
- 格子歪に束縛されることで、格子緩和エネルギーだけ安定化した自己束縛励起子を形成する。
- 自己束縛励起子準位から基底準位に緩和する際に赤外発光を生じる。

また、室温環境下では、発光強度が極低温下に比べ急激に低下する熱消光がみられた。このことから活性化エネルギーに達した自己束縛励起子は発光を示すことなくフォノンの散乱によって基底準位まで緩和することがわかった。

③ラマン散乱による振動解析【0%】

局所的欠陥構造を推定するためにラマン散乱測定（現有）を実施する予定であった。しかし、励起光源であるレーザーユニットが不調であること

がわかり急遽交換した。現在は完全な状態でラマン散乱スペクトルの取得が可能となったため、今後、更なる発光メカニズムの解明に向けて研究を推進する。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計 3 件）

- (1) 島村 純, 黒木雄一郎, プラズマ処理による金属チタンの表面改質に関する研究, 第 15 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, B131.
- (2) 中里 桂輔, 黒木雄一郎, ルチル型酸化チタン焼結体の赤外発光に関する研究, 第 15 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, B133.
- (3) 松本 崇祥, 黒木雄一郎, クロム添加酸化チタンの発光特性に及ぼす原料粉末の影響, 第 15 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, B137.

課題研究費実績報告書

令和 6 年 3 月 31 日現在

研究課題名:電動車の長時間駆動へ寄与する世界初の独立型交流電池を組み込んだ電源システムの開発

研究代表者：米盛弘信

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究は、世界初の独立型交流電池を小型モビリティ等へ実装した際ににおける駆動時間の延長化を目的とする。目的達成のために、交流電池部におけるスイッチング回路の最適化を図ると共に電池の劣化診断や交流直接充電法の確立を目指す。そして、従来の直流方式と比較して、提案方式が電池に蓄電されたエネルギーを最大限使用できることを示す。以上より、低炭素化社会のキー技術である蓄電池システムの性能向上を実現する。本研究が進むことによって、世界中で強力に進められている車等の電動化へ大きく寄与できる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

研究成果の中から代表的な一例を示す。達成度としては、概ね順調であった。

- ▶ インバータの電源に交流電池を使用した際の積算有効電力

本実験では、交流電池の中間電位（Biode）の効果を検証するために、Biodeを使用しない2レベルインバータとBiodeを使用するT-Neutral Point Clamp（以下T-NPC）型3レベルインバータの製作を行い、バッテリの放電実験によって積算有効電力量の比較を行う。

図1にゲートドライブ回路を示す。TLP-250を使用し、制御側との絶縁、およびゲートドライブを行う。ゲートドライブの電源は絶縁型DC-DC（MCW03-05D12）を使用した。ロジック反転とデッドタイム生成のためゲートドライブIC（IR2003）を使用した。

図 2 に 2 レベルインバータの回路図を示す。図 3 に T-NPC3 レベルインバータ回路を示す。両回路ともスイッチング素子は MOS-FET (サンケン電気製 FKI06075) を使用した。制御用の PWM 信号生成には Arduino MEGA を使用した。位相基準 PWM モードで三角波キャリアベース PWM の生成を行った。キャリア周波数は 1kHz, 変調波は

50Hz となるようプログラムした。また、電圧に関するところでは 0 ~ 100% で可変できるようにした。

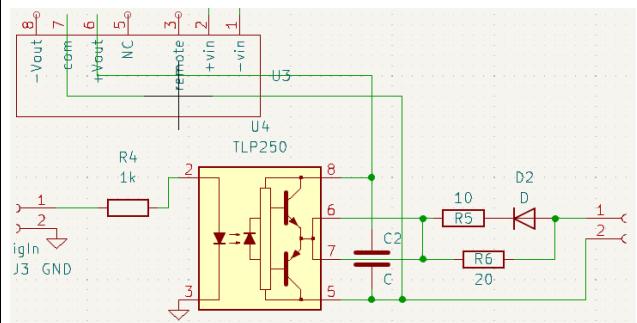


図1 ゲートドライブ回路

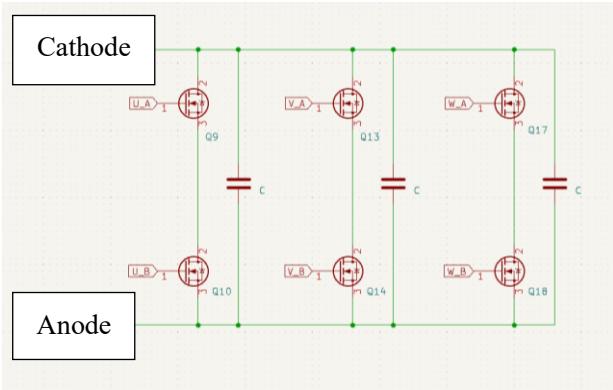


図2 2レベルインバータ回路

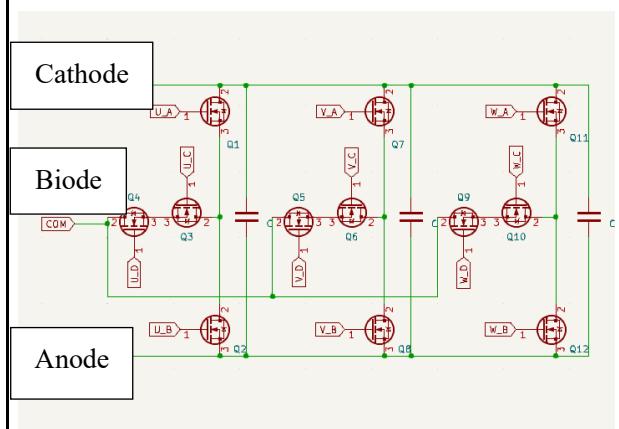


図3 T-NPC型3レベルインバータ回路

製作した2レベルインバータと3レベルインバータを使用して放電実験を行う。バッテリはSONY製18650リチウムイオンバッテリ（定格3.7V 2000mA）を使用する。バッテリの容量、内部抵抗は事前に測定を行い、特性がそろっているものを使用する。2レベルインバータで実験を行う際はバッテリを2直列（7.4V 2000mA）とし、インバータに接続する。3レベルインバータで実験を行う際は、2直列（7.4V 2000mA）した接続点の3.7VをBiodeとして扱い、インバータに接続する。負荷は5Ωのセメント抵抗をデルタ結線したものを使用した。そのため、皮相電力と有効電力が等しく、力率は1として考える。しかし、測定の関係上、1相のみの電流・電圧をメモリハイコーダ（HIOKI MR6000）で測定を行った。メモリハイコーダの設定は、サンプリング数20kS/s、ポイント数67,108,800とした。電圧の設定は、2レベルインバータ、3レベルインバータとともに80%の変調となるように設定した。

表1に2レベルインバータ、および3レベルインバータで放電実験を行った結果を示す。結果から交流出力有効電力量は2レベルインバータ：15.993Wh、3レベルインバータ：15.816Whであり、2レベルインバータが約0.2Wh多い結果となった。また、直流入力電力量から効率を算出した結果、2レベルインバータ88.262%、3レベルインバータ87.485%と2レベルインバータが約1%高効率という結果となった。理由として、3レベルインバータでは2レベルインバータと比べ素子の使用数が多く、オン抵抗やスイッチング損失が増加したものだと考える。

表1 放電実験の結果

| | 3-Level Inv. | 2-Level Inv. |
|------------------------------|--------------|--------------|
| DC Input Power Amount [Wh] | 18.079 | 18.121 |
| AC Output Active Energy [Wh] | 15.816 | 15.993 |
| Efficiency [%] | 87.485 | 88.262 |

➤ 疑似交流電池の直接充電

本実験では、充電に供する交流電源として自作の小水力発電用水車（以下：水車）を使用した場合の模擬交流電池の充電特性について明らかにする。

図4・図5に、実験回路および実験構成を示す。交流電池はまだ開発途上であり、市販されている

リチウムイオン電池のような高電流は取り出せていない。そのため、本実験では市販のリチウムイオン電池2個を図4のように接続することによって交流電池を模擬している。また、室内で測定を行うために、水車に動力用モータを取り付けることで、河川などの水流の代替とした。水車の回転速度は120rpmとし、発電機には自転車のハブダイナモ（6V-2.4W）を用いた。独立型交流電池の充電は、Cathode - Biode間（以下C-B間）とBiode-Anode間（以下B-A間）で切り替えながら行う必要がある。そのため、本実験ではダイオードを用いて半波整流を行い、整流された交流波形の正部分で交流電池のC-B間を模擬した電池の充電を、交流波形の負部分でB-A間を模擬した電池の充電を行った。充放電時の各電池の両端電圧と電流は、差動プローブと電流プローブを用いて測定し、メモリハイコーダで記録した。

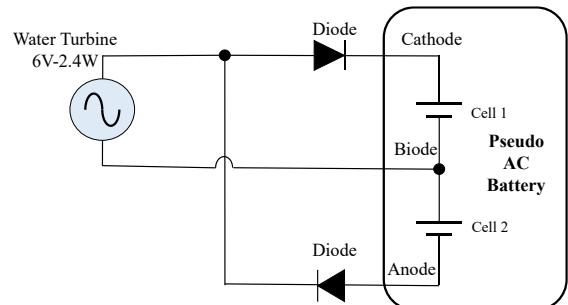


図4 実験回路

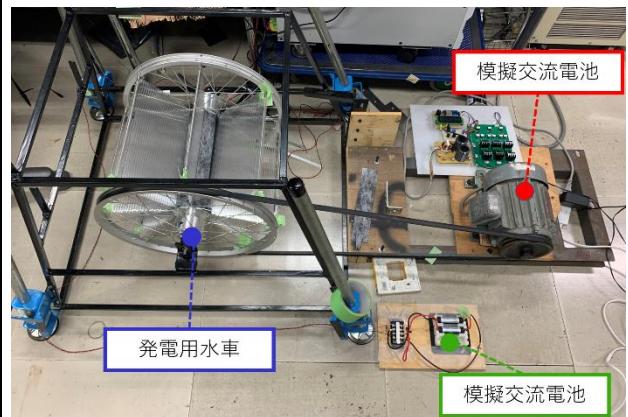


図5 実験構成

図6に模擬交流電池の充電時電圧・電流推移を示す。図6における充電時の電力値は5分ごとの平均の値となっている。図6より電圧の値はほぼ一定で上昇しているが、電流値は大きく変動して

いる。この原因としては、水車が回転に伴って振動し、その振動によってハブダイナモと充電端子の接触が不安定になってしまったことが考えられる。結果より、充電完了に要した時間は13時間10分であることがわかる。また、充電時の電圧と電流を積算して充電に要した電力量を算出したところ、電力量は12.19 Whであった。

図7に充電後の交流電池に対して放電を行った際の電力推移結果を示す。結果より、模擬交流電池は73分22秒で放電限界に達し、放電電力量は10.87 Whであった。充放電実験の結果より充電効率を計算すると、約89%となった。

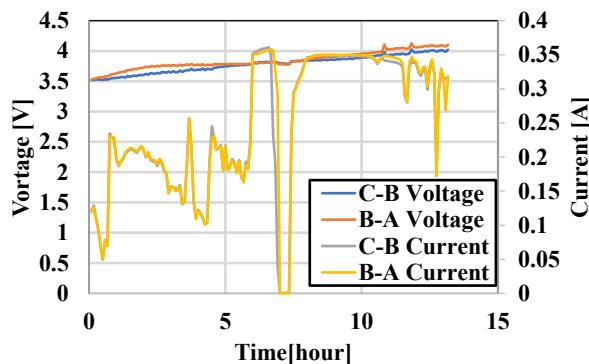


図6 模擬交流電池の充電時電圧・電流推移

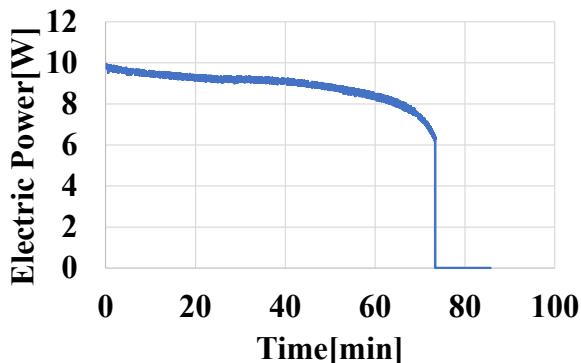


図7 交流電池の放電電力推移結果

➤ 疑似交流電池の劣化診断

電池は充放電を繰り返すことで劣化する。そのため、劣化診断を行うためには充放電を繰り返し、内部抵抗の変化を測定する必要がある。現在の交流電池はmAhオーダーの試作品の段階であり、大容量化が実現できていない。したがって、本研究では、交流電池の代わりに18650リチウムイオン電池を2つ使用して交流電池を模擬したものを実験

に供する。

図8は交流電池の充電回路である。交流電池の充放電は、C-B間を模擬した18650電池とB-A間を模擬した18650電池を切り替えながら行う必要がある。そこで、本研究では、この切り替えにエミッタ接地回路を用いた充電回路を採用している。充電周波数は20Hzとし、充電電圧はC-B間、B-A間共に4.4Vとした。これは、リチウムイオン電池の満充電電圧が4.2Vであり、これにトランジスタのC-E間の電圧降下分0.2Vを加えたためである。また、充電電流は600mAに設定した。

図9は交流電池の放電回路である。本研究室は交流電子負荷を所有していないため、本実験では6.4Ωのセメント抵抗を負荷とした。

図10は、図8と図9の2つの回路を統合した劣化診断用の回路である。提案回路は、リレーを用いて図8の充電回路と図9の放電回路を切り替えるため、長期に渡る充放電サイクル実験が可能である。図10中のリレーがオフのときは充電回路、オンのときは放電回路となる。

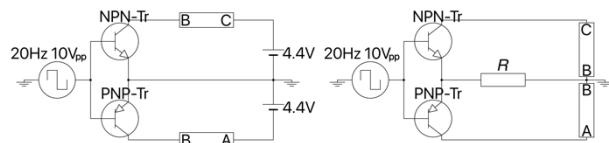


図8 充電回路

図9 放電回路

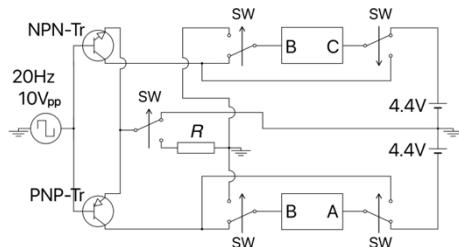


図10 劣化診断回路

本実験では、HIOKI製のケミカルインピーダンスアナライザIM3590を用いてコール・コールプロットの測定を行った。最初に、C-B間とB-A間に用いる電池2個について、未使用時のコール・コールプロットを測定する。次に、劣化診断回路を用いて充放電を6回行い、電池を意図的に劣化させる。充電は定格充電電圧まで、放電は電池内の過放電防止用の保護回路が働くまで充放電を行う。そして、実験に供した電池のコール・コールプロットをもう一度測定し、充放電回数の増加に

伴う劣化特性を確認する。測定点は50個、0.01Hz～5kHzまで測定した。

図11に未使用電池のコール・コールプロット、図12に充放電を6回行った後のコール・コールプロットを示す。図11と図12を比較すると、直流分の抵抗値はほとんど増えていないことがわかる。また、反応抵抗においてリアクタンスが、誘導性リアクタンス方向に約25mΩから約15mΩまで上昇していることがわかる。また、C-B間とB-A間で電池の劣化に有意な差は見られなかった。

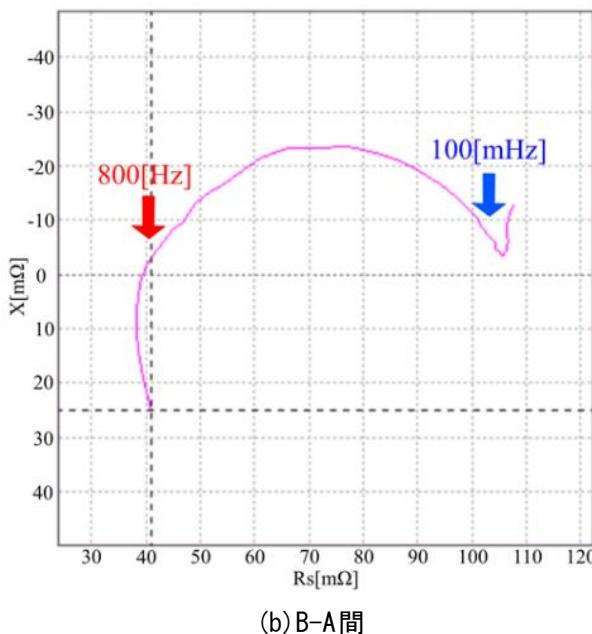
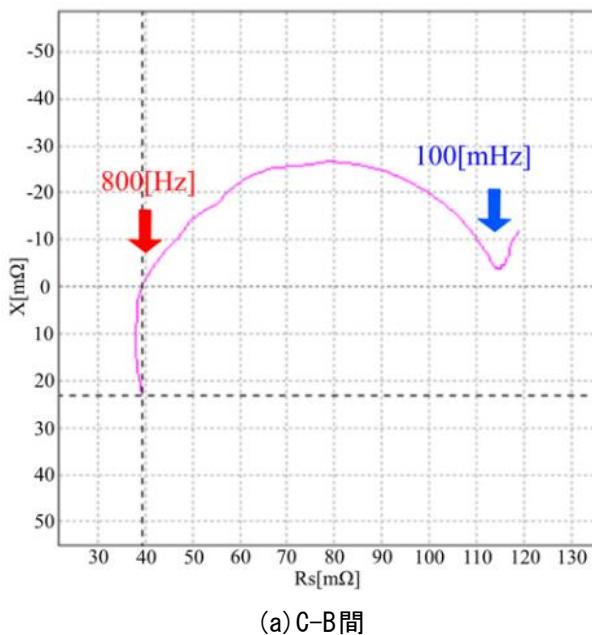


図11 未使用時におけるコール・コールプロット

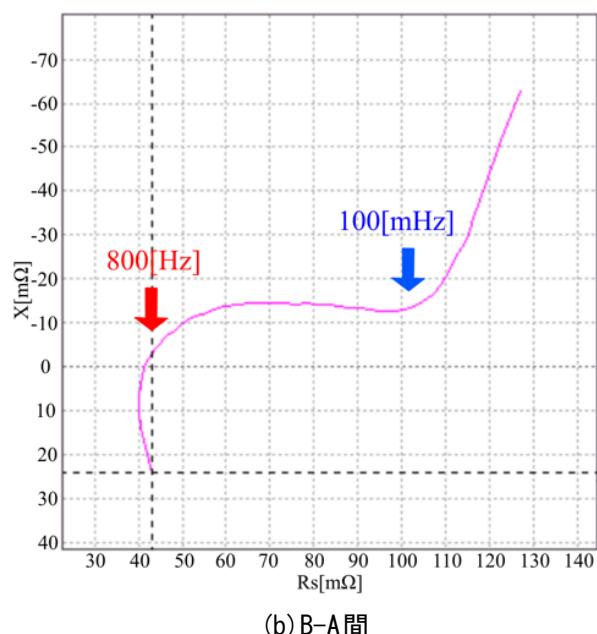
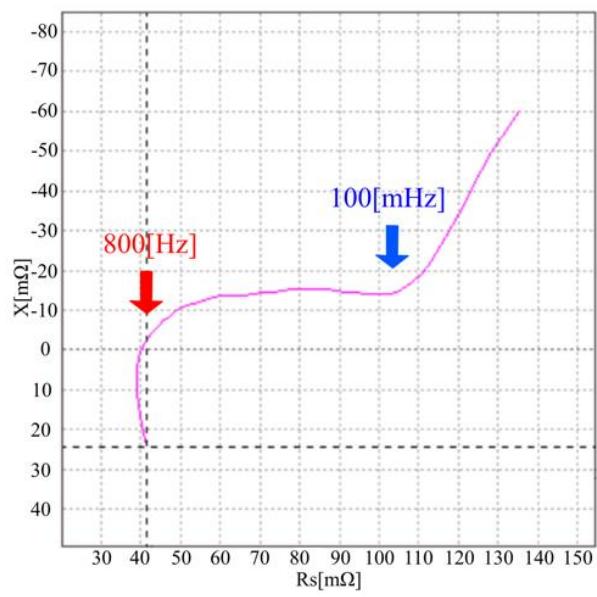


図12 充放電後におけるコール・コールプロット

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計9件）

- (1) 中田悠介, 米盛弘信: “模擬交流電池の劣化診断”, 2023年（第5回）電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, C-3, 査読無, pp.45-46, 東京電機大学 (2023-12)
- (2) 松崎恵太, 米盛弘信: “交流電池放電シミュレーションに向けたリチウムイオン電池モデルの作成”, 2023年（第5回）電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, C-4,

査読無, pp.47-48, 東京電機大学 (2023-12)

- (3) 荒巻匡洋, 米盛弘信: “小水力発電を用いた交流電池の充電システム”, 2023年（第5回）電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, C-10, 査読無, pp.59-60, 東京電機大学 (2023-12)
- (4) 中田悠介, 米盛弘信: “実使用したリチウムイオン電池の劣化に関する一事例”, 第15回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, A132, 査読無 (2023-12)
- (5) 荒巻匡洋, 米盛弘信: “小水力発電装置を用いた疑似交流電池の充電”, 第15回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, PF7-47, 査読無 (2023-12)
- (6) 松崎恵太, 米盛弘信: “3レベルインバータの電源に交流電池を使用した際の積算有効電力の比較”, 第15回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, PH6-22, 査読無 (2023-12)
- (7) 中田悠介, 米盛弘信: “独立型交流電池における劣化診断回路の提案”, 2023年（第41回）電気設備学会全国大会講演論文集, A-13, 査読無, p.13, 工学院大学(2023-09)
- (8) 松崎恵太, 米盛弘信: “実験に供するリチウムイオンバッテリの特性測定と交流電池を模擬した電源回路の積算電力による比較”, 2023年（第41回）電気設備学会全国大会講演論文集, J-12, 査読無, pp.538-539, 工学院大学(2023-09)全国大会優秀発表賞
- (9) 荒巻匡洋, 米盛弘信: “疑似的な交流電池に対して交流直接充電を行った際の充放電特性の解明”, 2023年（第41回）電気設備学会全国大会講演論文集, J-13, 査読無, pp.540-541, 工学院大学(2023-09)

課題研究費実績報告書

令和 6 年 3 月 31 日現在

研究課題名：多目的利用を想定した周防大島沿岸浅海域多点多層観測システムの構築

研究代表者：吉田 将司

小区分：船舶海洋工学関連

1. 研究計画の概要

山口県の周防大島は、アマモの養殖やニホンアワサンゴの群生地として知られている。多種多様な島の沿岸浅海域における海洋環境は海洋資源や観光だけでなく、海洋教育にも資する可能性を秘めている。海中の生物の生態観察には多点・多層・実時間で観測する必要があるが、実現するには高度な社会インフラや投資が不可欠である。本研究は、沿岸に設置したセンサノードと基地局を LPWA 規格である LoRa で結び、基地局から Wi-Fi を通じてクラウドサーバにデータを集約、Google drive 上において実時間で遠隔観測可能な沿岸海洋情報センサネットワークを構築する。図 1 は本システムの構成を示す。このシステムを利用してアマモやニホンアワサンゴ生息域の水深別海水温及び塩濃度を観測、季節変動を調査、その生態解明に貢献するだけでなく、海洋教育など多目的な活用を目指す。

本研究の目的は外洋と比較して変化の大きい沿岸部の海水温などの海中情報を、市販機器のみを用いて構成し、多点多層且つ、実時間的に観測できるシステムを構築することである。

今年度の実施計画としてはまず、周防大島浅海域の 2 か所以上の定点に観測ノードを設置、水温・塩濃度の鉛直分布の観測実験を実施する。これまで製作した観測ノードの耐久性や観測精度に問題が見つかったため、昨年度に購入した恒温槽と高精度水温計を利用したプローブ校正を実施する。次に、プローブとマイコンの A/D 変換ポートの特性を考慮した係数を算出し、高精度水温計と比較することで観測精度の向上を目指す。研究の進捗が良い場合には、ブイの沖合設置方法も検討する。最後に LoRa の通信範囲の調査や GAS による表示システムも構築する。ただし、進捗が遅延しても観測が継続できるように、後述する従来の観測システムも並行して運用する。

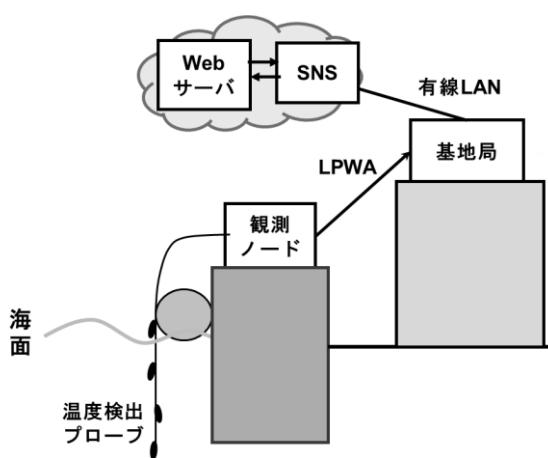


図 1 システムの構成図

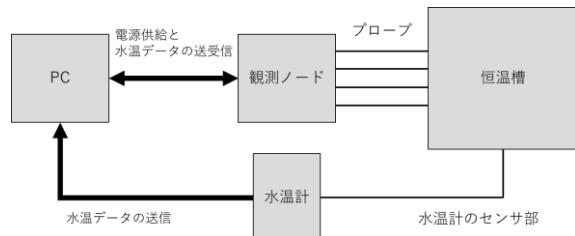


図 2 実験構成図

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究では、まず先行研究で開発された水温観測システムである観測ノードの高精度化を目的として水温観測値の補正を行った。その後、CTD と観測データを比較した。

恒温槽と測定精度 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ のデジタル水温計を用いて、補正実験を行った。図 2 は実験の構成を示す。観測ノードとデジタル水温計の温度を PC で読み込み、デジタル水温計の値を真値として誤差を算出した。算出した誤差をバイアス値とし温度測定プローブの補正を行った。実験の結果、全てのプローブの測定精度が約 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ に減少した。表 1 は実験によって求められた各プローブの補正結果を示す。昨年度の補正值による結果（実験前）と比較して、補正後の結果（実験後）は誤差、

表 1 補正結果

| | プローブ1 | プローブ2 | プローブ3 | プローブ4 |
|---------|--------|--------|--------|--------|
| 実験前[°C] | 0.751 | 0.864 | 0.483 | 0.585 |
| 実験後[°C] | -0.069 | -0.104 | -0.096 | -0.002 |

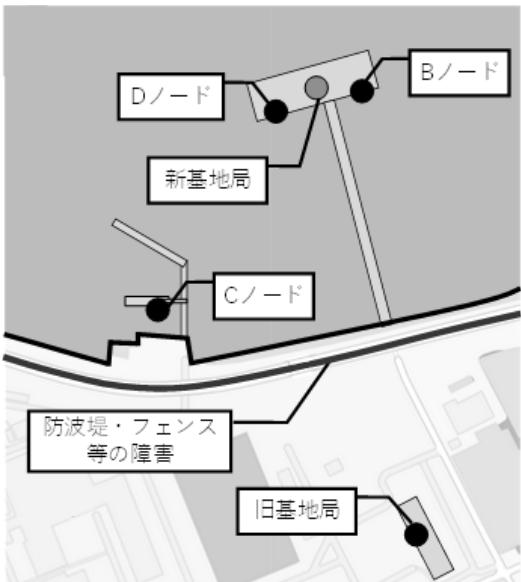


図 3 機器配置図

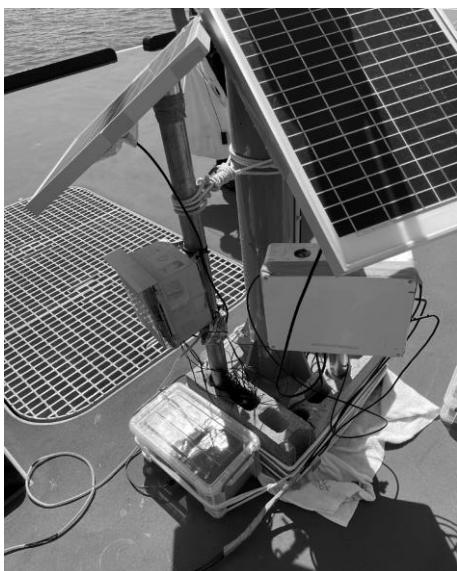


図 4 ノードを設置した様子

ばらつきとともに低減できた。

次に、2023年8月に山口県周防大島付近の瀬戸内海沿岸域に補正した観測ノードを瀬戸内海に設置し、観測実験を実施した。図3は観測機器の配置を示す。昨年から設置している補正前の観測ノード（Cノード）と、新たに補正した観測ノード（Dノード）を同じ桟橋に設置し、観測値を比較

した。図4は設置した観測ノードの様子を示す。10月に観測データと現地で取得したCTDを比較した結果、測定誤差が約-1.7°Cと補正前と比べバイアス誤差が増大し、全てのノードに異常値が頻出に観測された。誤差の発生は、補正値が適していないことを示しており、現在の時点では、サーミスタのB定数が実験時と設置時で異なっていたことが原因と考えられる。よって、今年度は残念ながら観測精度の向上を果たすことができなかった。

なお、昨年度よりノード・基地局の稼働率が低下している。ノードの異常値検出の原因として潮汐・潮流によりセンサプローブへ負荷がかかり、破損や脱落が生じていることが挙げられる。その異常値の要因として、プローブと端子台の接触不良が挙げられる。そこで、今後はより精密な算出が期待できるSteinhart-Hart式による補正の検討、ノードを動作させる際に使用しているサーミスタのB定数の確認、ノードケースの改良の製作を行う。また、通信不良の原因としては防波堤および防波堤上のフェンスにより基地局までの見通しが十分に取れない状態での運用、通信モジュールの劣化などが考えられる。11月にバッテリ交換や新しい基地局の設置など改善を図ったが、その効果は僅かであった。そこでシステムの配置変更により問題解決をはかる。さらに、基地局の受信データ処理やデータダウンロードのエラーなど、

2019年に開発したシステムの再構成が必要と考えられる。

今後の展望として、まずシステムの再構成を行う。次に再度プローブの補正を実行し、瀬戸内海へ観測ノードおよび基地局を再設置する。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計2件）

[1] 池田創, 吉田将司, 千葉元, 沿岸センサネットワークを用いた周防大島における海象観測システムの構築に向けた海上監視システムの製作, 第15回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 査読無, E115, 2023.

[2] 山田嶺太郎, 吉田将司, 千葉元, 沿岸センサネットワークにおける水温観測システムの高精度化, 第15回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 査読無, E117, 2023.

課題研究費実績報告書

令和 6 年 3 月 29 日現在

研究課題名：汎用一眼カメラを用いた運動時における熱中症予防技術の評価

研究代表者：吉田 慧一郎

小区分：スポーツ科学関連

1. 研究計画の概要

近年の温暖化等の影響により、運動中における熱中症等の急激な血流変化に起因した事故が増加している。これらの熱中症は発症初期時に外見変化が起こりにくいため、未然に防ぐことが困難である。そのため、発症してからでは手遅れになる場合も多く、簡便に身体に異常がないかをリアルタイムに計測・解析する技術が必要であると考える。本研究では、汎用一眼カメラでの近赤外線撮影に加え、血流計を用いた画像計測ポイントと同場所ならびに同タイミングにおける血流計測も実施し、取得された画像計測結果ならびに血流計測結果の比較検討を行い、携行型血行動態可視化システムの有用性を検討した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究では、画像計測による血行動態変化画像計測と同場所ならびに同タイミングでハンドヘルド型超音波血流計 (Hadeco 製, ES-100V3) を用い、提案手法の有用性の検証を行った。Fig.1 ならびに Table 1 に 30 歳後半の健康男性における結果の一例を示す。

Fig.1 に画像計測で得られた近赤外線画像に対して反射率 50 [%] のグレーカードで正規化した結果を示す。これらの結果の血管領域に 20×20 [pixel] の関心領域 (Region of interest: ROI) を 3箇所設置し、運動前後での各 ROI における反射率変化は、ROI 1 では Before 79.63[%] から After 68.9 [%]、ROI 2 では Before 64.1[%] から After 58.7 [%]、ROI 3 では Before 66.7[%] から After 59.7 [%] と運動に伴い反射率の減少が確認された。これらは、運動に起因する血流量の増大によるヘモグロビンの吸収増大により反射率の変化が生じているものと考えられる。また、右足側面部における血流計を用いた血流流速計測の結果を Table 1 に示す。結果は実験前後の血流流速の最大値、最

小値、平均値を示しており、最大値は Before 3.6 [cm/s] から After 5.2 [cm/s]、平均値は Before 0.3 [cm/s] から After 1.1 [cm/s] と運動に伴い増大していることが分かる。

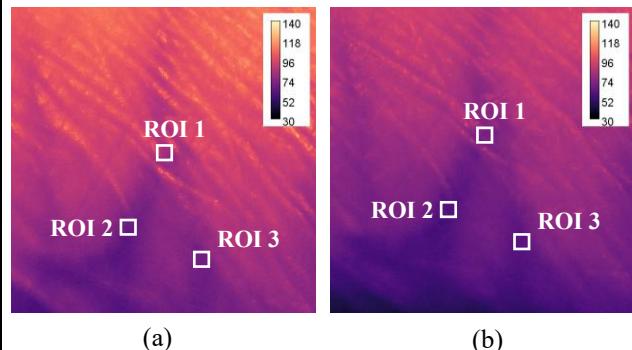


Fig.1 Typical near NIR image of walking experiment in the late-30s. (a) Before experiment. (b) After experiment.

Table 1. Results of hemodromometer measurement

| Velocity | Before [cm/s] | After [cm/s] |
|----------|---------------|--------------|
| Max | 3.6 | 5.2 |
| Min | -0.1 | -1.1 |
| Average | 0.3 | 1.1 |

これらの結果より、運動に伴う血流流速の増大と提案法による血管部分ならびに周辺部分の反射率減少は対応しており、本提案法により画像計測による血行動態変化可視化技術の有用性が示された。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計 1 件）

吉田慧一郎、「汎用一眼カメラを用いた運動による血行動態変化可視化システムに関する検討」、第 24 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、講演論文集(2023), 2A4-04, 検討無。

課題研究費実績報告書

令和 6 年 3 月 31 日現在

研究課題名：DPBOS 法や BOS 法の定量的密度分布測定に向けた実験装置の改良と光学系配置に関する検討

研究代表者：廣瀬裕介

小区分：流体工学関連

1. 研究計画の概要

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

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

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

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

つまり、繰り返し射出実験をする場合でも、重要なパラメータであるレール間距離が一定ではない状況を克服する。この調整を電子的・機械的に制御するために、LEGO MINDSTORMS NXT と付属のモータ及びギアにより制御を試みた。ギアの回転数制御により、レール間距離の電動制御に成功した。ギアはレールの上流と下流の 2 か所に設置した。飛翔体の射出にも成功したが、予想に反して飛翔体の速度向上は達成できなかった。考えられる理由として、飛翔体はレールとの接触により寸法が小さくなる。しかしながら、今回の研究ではレール間距離は上流と下流で一定としたため、下流側で飛翔体とレールが接触せず、速度向上が達成できなかったと考える。今後は上流と下流のそれぞれにおいて適切なレール間距離を検討する。

次に、衝撃風洞について記述する。本年度は衝撃風洞の改良に向けた安価な無隔膜駆動部の作成に注力した。本研究では塩化ビニル製パイプ、注射器を使用した。その結果、これらの材料により無隔膜駆動部の正常な動作を達成した。今後は無隔膜駆動部を高圧部内に設置し、実際に衝撃波を発生可能であるかの実証実験を実施する。

3. 代表的な研究成果

〔学位論文（博士）〕

廣瀬裕介、背景設置型シュリーレン（BOS）法による 3 次元密度分布計測とダブルパス BOS 法の開発、2024 年 2 月、千葉大学 大学院。

〔雑誌論文〕（計 1 件）

Y. Hirose, M. Yamagishi, S. Udagawa, T. Inage, Y.

Tagawa and M. Ota, Double-Pass Imaging

Background-Oriented Schlieren Technique for Focusing on Measurement Target, Experiments in Fluids (August 2023, 査読有).

〔学会発表〕（計4件）

○清水太智、廣瀬裕介、ポリ塩化ビニルパイプ製衝撃風洞の開発と性能評価、A113、第15回大学コンソーシアム八王子学生発表会、2023年12月。

○高野寛仁、廣瀬裕介、電磁加速式バリスティックレンジのレール間距離の電動制御に関する研究、A111、第15回大学コンソーシアム八王子学生発表会、2023年12月。

○山岸雅人、高坂菜央（千葉大）、廣瀬裕介（サレジオ高専）、稻毛達朗（湘南工大）、宇田川真介（都立産技高専）、太田匡則（千葉大）、滝川侑弥、大谷清伸、永井大樹（東北大）、弾道飛行装置を用いたはやぶさカプセル模型周りの3次元密度場と模型迎角の同時計測、2A1-2、2023年度衝撃波シンポジウム、2024年3月。

○石橋歩武、廣瀬暁一（産技高専）、廣瀬裕介（サレジオ高専）、太田匡則（千葉大）、稻毛達朗（湘南工大）、宇田川真介（産技高専）、超音速風洞を用いた軸対象物体周りのBOS法による可視化計測、P-12、2023年度衝撃波シンポジウム、2024年3月。

〔その他〕

第15回大学コンソーシアム八王子学生発表会
座長・審査員

課題研究費実績報告書

令和7年3月31日現在

研究課題名：運動時における血行動態変化可視化技術の筋電位計測を用いた評価

研究代表者：吉田 慧一郎

小区分：スポーツ科学関連

1. 研究計画の概要

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

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

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



図1 筋電位センサーを用いた筋電位計測



図2 三本ローラーを用いたサイクリング
実験結果の一例を図3ならびに図4に示す。図3の右大腿四頭筋において、実験開始60分経過により筋電位の出力波形（電圧）の減少が確認され

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

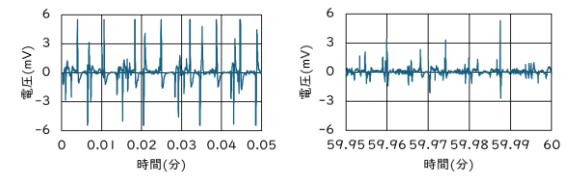


図3 筋電位結果の一例（右大腿四頭筋）

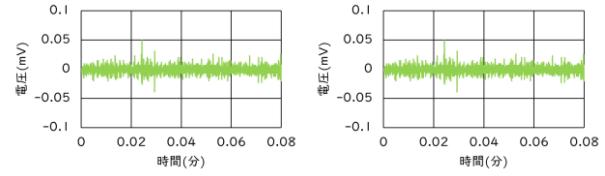


図4 筋電位結果の一例（右上腕三頭筋）

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

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1件）

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

課題研究費実績報告書

令和7年3月31日現在

研究課題名：瀬戸内海沿岸域における潮目の観測と水塊構造の調査

研究代表者：吉田 将司

小区分：水工学

1. 研究計画の概要

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

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

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

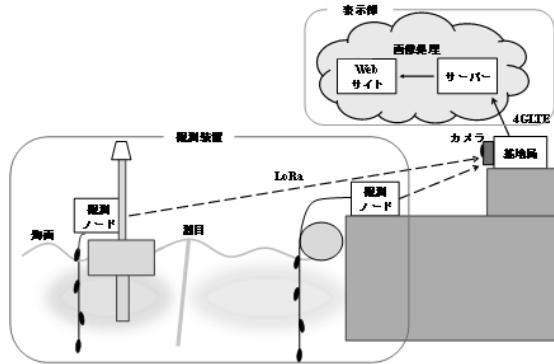


図1 システムの構成図

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

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

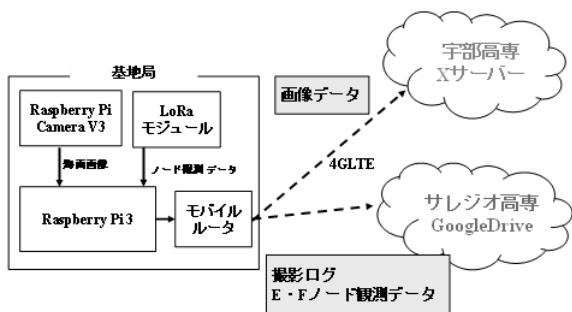


図2 基地局構成図

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

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

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

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

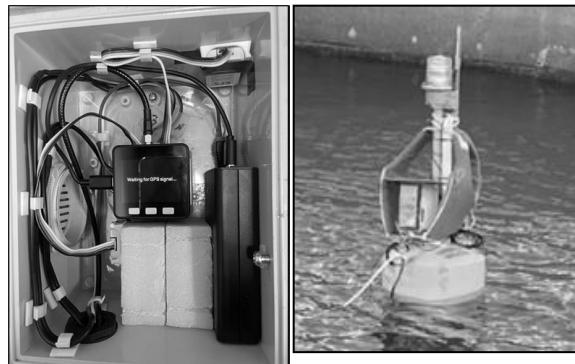


図3 ノードブイの外観（12月時）

ノードの軌跡



曳航試験

図4 ブイの曳航試験結果



図5 潮目の検出画像

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

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

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

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計2件）

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

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

課題研究費実績報告書

令和7年 3月 31日現在

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

研究代表者：黒木雄一郎

小区分：無機材料および物性関連

1. 研究計画の概要

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

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

【酸化チタンへの高濃度酸素空孔導入】

i. 還元雰囲気での熱処理

これまでに実績のある従来型の熱処理法（1100度、2時間、大気中）に還元性雰囲気（Ar-3%H₂ガス、購入）を導入し、酸化チタン粉末の還元処理を検討した。

ii. プラズマ酸化処理

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

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

iii. 陽極酸化処理

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

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

【酸化チタンへの高濃度酸素空孔導入】

i. 還元雰囲気での熱処理の結果（100%）

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

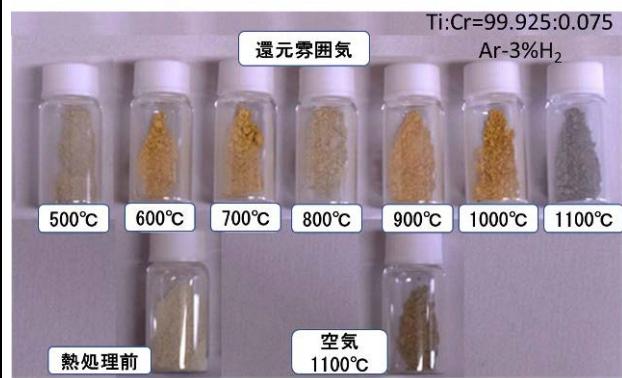


図1 還元処理後の試料の外観写真

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

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

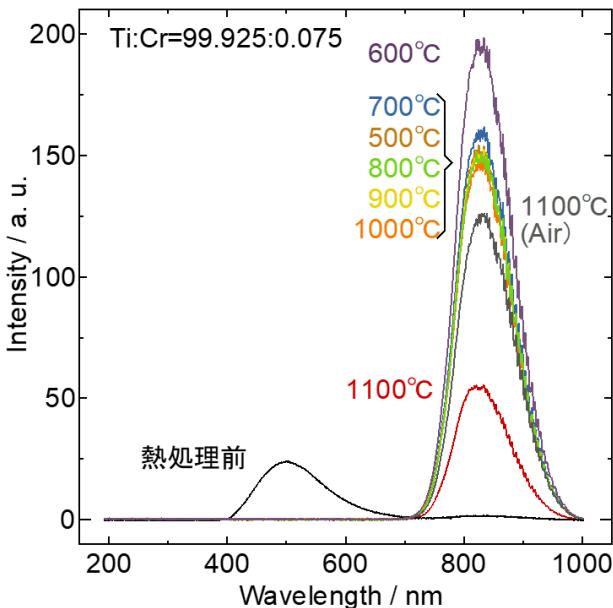


図 2 還元試料のPLスペクトル

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

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

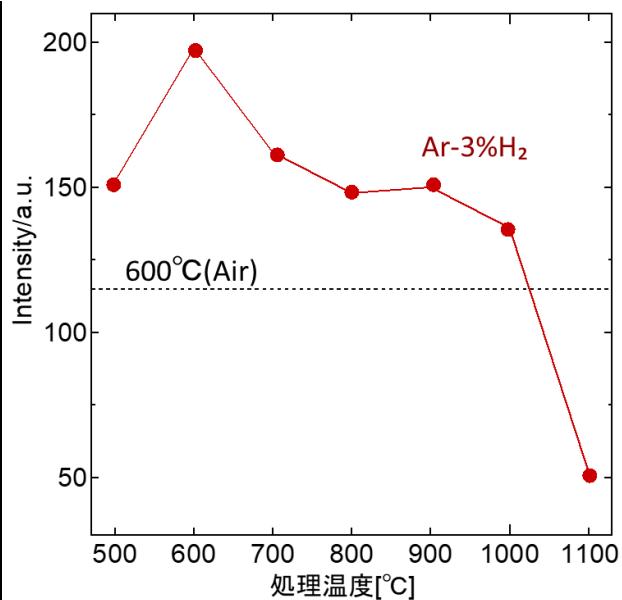


図 3 処理温度と発光強度の関係

ii. プラズマ酸化処理 (50%)

(1) 試験片の準備

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

(2) プラズマ処理

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

表 1 プラズマ処理条件

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

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

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

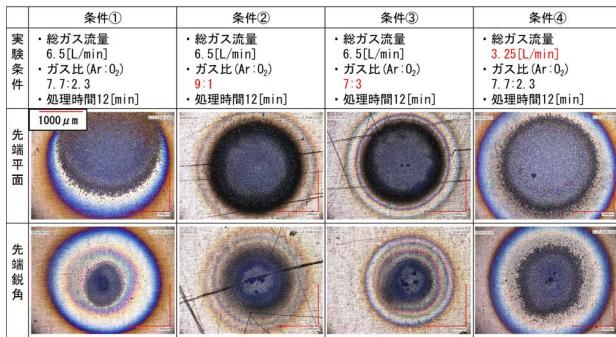


図4 各種条件で処理したチタン表面の写真

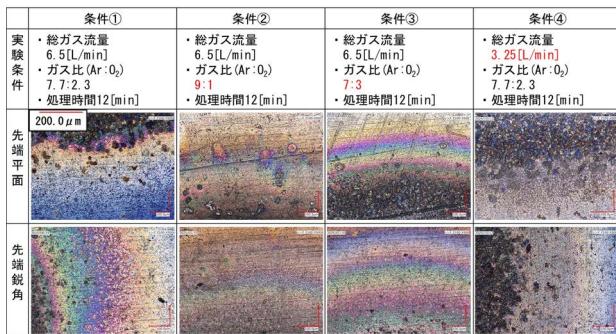


図5 図4の拡大写真

iii. 陽極酸化処理 (50%)

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

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

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

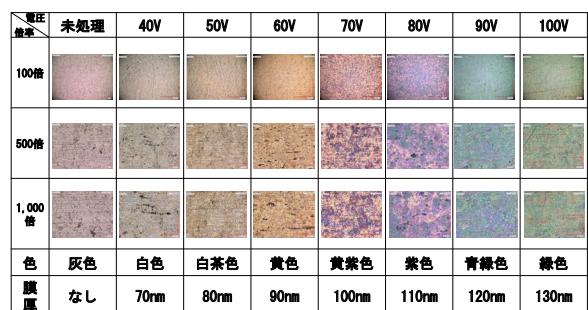


図6 各種電圧で陽極酸化処理したチタン板の光学顕微鏡写真

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

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計5件）

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

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

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

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

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

課題研究費実績報告書

令和 7 年 3 月 24 日現在

研究課題名：異常波浪でも運用可能な革新的波力発電装置の開発

研究代表者：山下健一郎

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

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

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

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

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

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

利用を推進する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

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

① 試作機の設計 (達成度 100 %)

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

② 試作機及び計測システムの開発 (達成度 90 %)

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

③ 実験環境の整備 (達成度 0 %)

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

④ 試作機の改良 (達成度 20 %)

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

験までに装置が完成しなかったため、改良を行う時間を取ることができなかつた。

⑤ 実験とシミュレーション（達成度 60 %）

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

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

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

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計 1 件）

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

課題研究費実績報告書

令和 7 年 4 月 15 日現在

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

研究代表者：サレジオ工業高等専門学校 一般教育科 講師 飯島 淳

小区分：無機・錯体化学関連

1. 研究計画の概要

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

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

その中で、キラルな POM の研究は、合成・構造化学の成果は蓄積されているが、エナンチオマーの単離は未成熟で、その物性を利用する応用研究は未開拓である。通常 POM は、水溶液中で加水分解や流動的分子構造変化を起こす。結果として、エナンチオマー骨格は作れても、その後に化学的な処理を行わなければラセミ化し、最終的には单一のエナンチオマーを単離できず、ラセミ体が単離される。

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

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

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

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

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

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

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

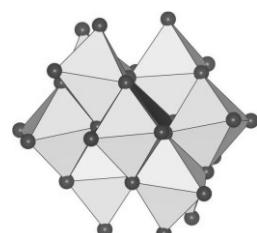


図 1 : $[\text{MnMo}_9\text{O}_{32}]^{6-}$ の分子構造

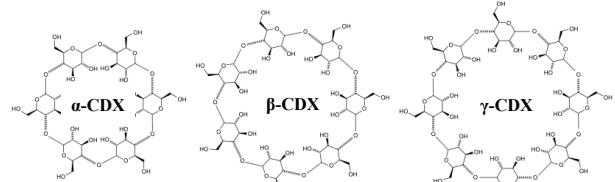


図 2 : 実験に用いる 3 種類の CDX

の三種類が知られている(図 2)。つまり、キラル

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

「実験」

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

「結果と考察」

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

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

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

「結論」

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

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

いきたいと考えている。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

- ・準備中

〔学会発表〕 (計 0 件)

- ・準備中

課題研究費実績報告書

令和7年3月31日現在

研究課題名：小型モビリティ等の長時間駆動へ寄与する

世界初の独立型交流電池を組み込んだ電源システムの開発

研究代表者：米盛弘信

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

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

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

研究成果の中から代表的な一例を示す。達成度としては、概ね順調であった。

➤ EDLC のインピーダンス特性が倍電圧整流回路の電力変換効率に与える影響

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

- ① 図 1 のように各機器と素子を接続する。
 - ② 直流安定化電源の出力を 12.6V-8.0A に設定し 1000F
 - ③ 10 直列ユニット C_1 , C_2 を満充電にする。
 - ④ 模擬交流電池の周波数を 10kHz に設定し、電子負荷の電流を 0.1A ステップで変化させた際の入出力電力をパワーアナライザで測定する。
 - ⑤ パワーアナライザで測定した入出力電力より電力変換効率を算出する。
- 図 2 に倍電圧整流回路に 1000F-10 直列ユニットを用いて 10kHz で動作させたときの電力変換効率を示す。図 2 より、電力変換効率は最大で 94.7 %

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

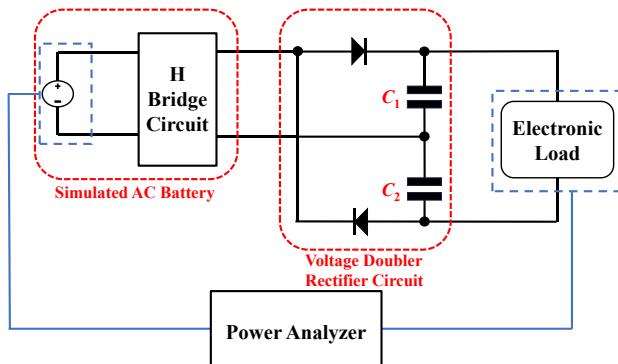


図 1 実験回路のブロック図

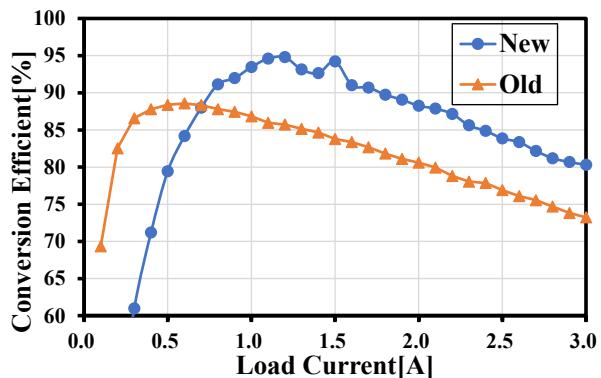


図 2 電力変換効率

➤ 交流電池と直流電池の充放電に伴う劣化特性の比較

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

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

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

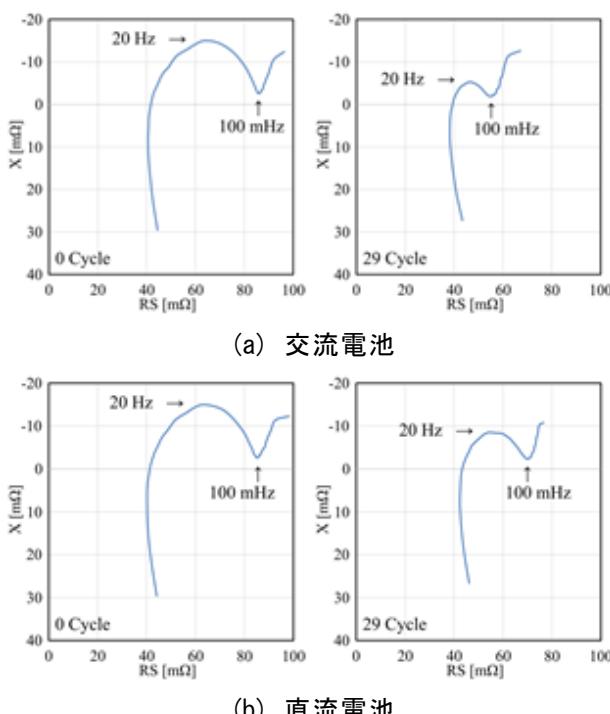
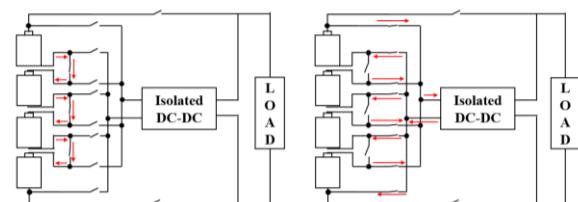


図 3 充放電に供した電池の
コール・コール・プロット

➤ リチウムイオンバッテリの高効率利用に向けた回路の提案

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

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



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

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

図 5 に位相 - 効率、およびスイッチング損失を示す。縦軸は効率と電力、横軸は 360 度を 1 として正規化した位相である。また、基準相に対して制御相の位相を遅らし、1 次側から 2 次側への電力伝送は $0 < \phi$ とし、基準相に対して制御相の位相を進めて、2 次側から 1 次側への電力伝送は $0 > \phi$ とする。20T トランスを使用した DAB コンバータは最大効率約 78%、最低効率約 0.16%，平均効率 34% であった。30T トランスを使用した DAB コンバータは最大効率約 73%、最低効率約 30%，平均効率 54% であった。最大効率は 30T トランスが 5% 低いが、平均効率は 20% 高い結果となっている。スイッチング損失においては、20T トランスを使用した場合、最大損失は 0.15W、最低損失 0.059W であった。30T トランスを使用した場合、最大損失は 0.12W、最低損失 0.045W であった。スイッチング損失に關しても全体的に 30T トランスの損失が低いことが分かった。1 次側から 2 次側へ送られる送電電力の式から考えると、漏れインダクタンスが増加すると送電電力が

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

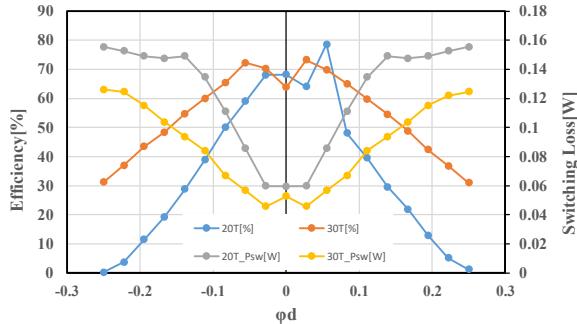


図 5 位相 - 効率及びスイッチング損失

➤ 交流電源を用いた交流電池充電システム

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

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

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

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

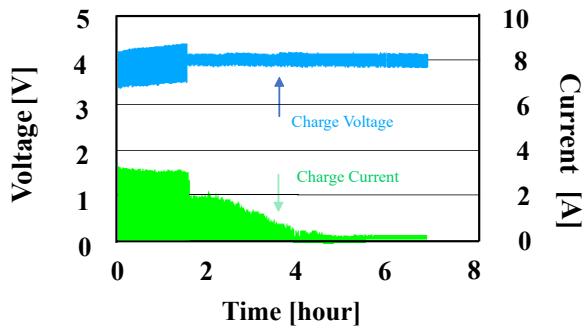


図 6 充電電圧・電流推移

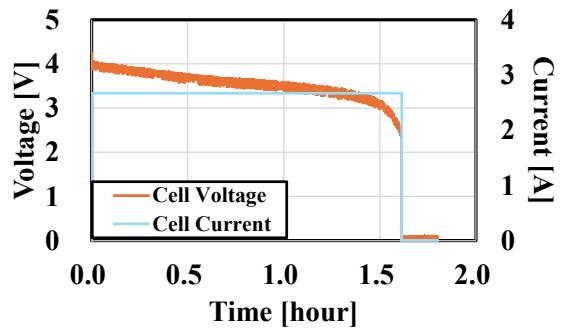


図 7 放電電圧・電流推移

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計 12 件）

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

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

課題研究費実績報告書

令和7年3月31日現在

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

研究代表者：廣瀬裕介

小区分：流体工学関連

1. 研究計画の概要

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

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

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

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

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

次に、衝撃風洞について記述する。昨年度は衝撃風洞の改良に向けた安価な無隔膜駆動部の作成に注力した。本年度は、その衝撃風洞を用いた超音速ノズルに関する研究及びシュリーレン光学系構築に関する研究に注力した。まず、超音速のズルに関する研究では、現状のマッハ 1.5 前後の超音速よりも速い流れを取得することを目的として研究を実施した。その結果、マッハ 1.8 程度の超音速が取得されたため、目的を達成したと言える。さらに、超音速ノズルはその形状の特徴から、流れの範囲（直径）が大きくなる。そのため、昨年度よりも比較的大きな模型による可視化実験が可能となることを示唆した。シュリーレン光学系の設置では、昨年度では 300mm であった凹面鏡の焦点距離を 500mm として感度向上を狙った研究を実施した。結果として感度向上を達成したが、目標である、空気一空気の超音速流の可視化には感度が足りない結果が得られた。超音速風洞の高圧部

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

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計9件）

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2023年度 外部資金研究一覧

| 研究費種類 | 研究者名 | 学科 | テーマ | 採択年 | 期間 | 備考 |
|-----------------------------|---------|---------|--|-------|----|--------------|
| 科研費 基盤研究(C) (一般) | 須志田隆道 | 情報工学科 | エネルギー最適化による細胞集団の形態形成モデルの数理的研究とその展開(2022年度～2026年度) | 2022年 | 5年 | 継続 |
| 科研費 基盤研究(B) | 伊藤光雅 | 一般教育科 | 高専教育の輸出と高専大学連携のgPBLを用いた継続可能な理工系人材育成と成果分析(2020年度～2023年度) | 2020年 | 4年 | 継続 |
| 科研費 挑戦的研究(萌芽) 富山大学分担 | 伊藤光雅 | 一般教育科 | 未利用破片の磁化を用いる土器・陶磁器等の年代、熱履歴、製品復元の研究(2023年度～2025年度) | 2023年 | 3年 | 新規 |
| 科研費 挑戦的研究(萌芽) 富山大学分担 | 泉吉紀 | 電気工学科 | 土器・陶磁器の破片の磁化を用いる年代推定、製品復元の研究(2020年度～2023年度) | 2020年 | 4年 | 継続 |
| 科研費 基盤研究(B) サレジオ高専分担 | 泉吉紀 | 電気工学科 | 高専教育の輸出と高専大学連携のgPBLを用いた継続可能な理工系人材育成と成果分析(2020年度～2023年度) | 2020年 | 4年 | 継続 |
| 科研費 挑戦的研究(萌芽) 富山大学分担 | 泉吉紀 | 電気工学科 | 未利用破片の磁化を用いる土器・陶磁器等の年代、熱履歴、製品復元の研究(2023年度～2025年度) | 2023年 | 3年 | 新規 |
| 科研費 基盤研究(C) 富山大学分担 | 泉吉紀 | 電気工学科 | 液状化の磁気研究-液状化地盤の判定精度向上と地震年代推定法の構築(2023年度～2025年度) | 2023年 | 3年 | 新規 |
| 科研費 基盤研究(C) | 島川陽一 | 情報工学科 | 通学路の安全性向上を目指す非幹線道路の交通量推定(2023年度～2025年度) | 2023年 | 3年 | 新規 |
| YDKテクノロジーズ 共同研究 | 宮田統馬 | 情報工学科 | 機械学習を活用した移動体検知・識別に関する研究 | 2022年 | 1年 | 継続 |
| 天田財団 | 坂口雅人 | 機械電子工学科 | リン酸三カルシウム/ポリ乳酸複合材料の力学的特性に及ぼす延伸及び界面処理条件の影響に関する調査 | 2023年 | 3年 | 継続 |
| 一般財団法人 WNI気象文化 創造センター | 吉田将司 | 機械電子工学科 | WNI気象文化大賞 「IoTを活用した土壤水分量測定システムによる霧および霜の発生検知手法の検討」 | 2023年 | 1年 | 新規 |
| 一般財団法人 WNI気象文化 創造センター | 吉田将司 | 機械電子工学科 | 「Ev.Salesiorama feat.CO2」 「シーフォグウォッチャー」 「SOY-System 3rd」 | 2023年 | 1年 | 新規 |
| 電子情報通信 学会東京支部 | 吉田将司 | 機械電子工学科 | ウェアラブルIoT体験講座 | 2023年 | 1年 | 新規 |
| キズキホール ディングス(株) | 吉田慧一郎 | 電気工学科 | OpenPoseを用いたライディング姿勢の角度推定研究 | 2023年 | 1年 | 新規 |
| コハクジャパン (株) | 吉田慧一郎 | 電気工学科 | OpenPoseを用いたライディング姿勢の角度推定研究 | 2023年 | 1年 | 新規 |
| 工業所有権 情報研修館 知財人材部 | 富田雅史 | 機械電子工学科 | 知的財産権 | 2023年 | 1年 | 新規 |
| (株)ニッシン | 富田雅史 | 機械電子工学科 | 教育研究支援 | 2023年 | 1年 | 新規 |
| (株)クリエイティ プラボ | 富田雅史 | 機械電子工学科 | クリエイティプラボ研究費(寄付講座開講) | 2023年 | 1年 | 新規 |
| 廃炉ロボコン (福島工業高等 専門学校) | 富田雅史 | 機械電子工学科 | 廃炉創造ロボコン | 2023年 | 1年 | 新規 |
| 国立青少年教 育支援機構 | 富田雅史 | 機械電子工学科 | こどもゆめ基金ものづくり教室 (ライントレースカー) | 2023年 | 1年 | 新規 |
| 国立青少年教 育支援機構 | 米盛弘信 | 機械電子工学科 | こどもゆめ基金ものづくり教室 (フリフライ・トナカイ君ロボット) | 2023年 | 1年 | 新規 |
| ひらめきときめき サイエンス | 米盛弘信 | 機械電子工学科 | 来て！見て！聞いて？太陽光発電の不思議 ～光無線通信とハイブリッドLED灯の製作～ | 2023年 | 1年 | 新規 |
| AC Biode 株式会社 共同研究 | 米盛弘信 | 機械電子工学科 | 独立型交流電池と付随する電気回路の基礎研究開発 | 2020年 | 3年 | 継続 (現物支給) |
| 大学コンソーシ アム八王子事 務局 | 米盛弘信 | 機械電子工学科 | ロボット製作教室 2023 in サレジオ | 2023年 | 1年 | 新規 |
| JSTさくら サイエンスプラン | マルケスルイス | 国際交流 | 高専-企業連携による2国間協働のグローバル理工系人材教育□ | 2023年 | 1年 | 新規 |

2024年度 外部資金研究一覧

| 研究費種類 | 研究者名 | 学科 | テーマ | 採択年 | 期間 | 備考 |
|--------------------------|-------|---------|--|-------|----|----|
| 科研費 基盤研究(C) | 島川陽一 | 情報工学科 | 通学路の安全性向上を目指す非幹線道路の交通量推定 (2023年度～2025年度) | 2023年 | 3年 | 継続 |
| 高専-長岡技科大共同研究 | 吉田慧一郎 | 電気工学科 | 汎用一眼カメラを用いたリアルタイムROI追跡方式による血行動態モニタリングシステムの構築 | 2024年 | 1年 | 新規 |
| 一般財団法人 WNI気象文化創造センター | 吉田将司 | 機械電子工学科 | WNI気象文化大賞 「IoTを活用した土壤水分量測定システムによる霧および霜の発生検知手法の実験的検討」 | 2024年 | 1年 | 新規 |
| 一般財団法人 WNI気象文化創造センター | 吉田将司 | 機械電子工学科 | かしこみかしこみ！養豚お助け申す！豚にとっての快適な環境を提案するシステム | 2024年 | 1年 | 新規 |
| 一般財団法人 情報通信ネットワーク産業協会 | 吉田将司 | 機械電子工学科 | 高専ワイヤレスステックコンテスト2024におけるチーム「Team SUOC(Salesio Ube Oshima)」への技術実証支援 | 2024年 | 1年 | 新規 |
| 株式会社 の森 | 山下健一郎 | 電気工学科 | マグナス効果を用いた波力発電技術の研究開発 | 2024年 | 1年 | 新規 |
| 廃炉ロボコン (福島工業高等専門学校) | 富田雅史 | 機械電子工学科 | 廃炉創造ロボコン | 2024年 | 1年 | 新規 |
| ひらめきときめき サイエンス | 米盛弘信 | 機械電子工学科 | 来て！見て！聞いて？太陽光発電の不思議 ～光無線通信とハイブリッドLED灯の製作～ | 2024年 | 1年 | 新規 |
| 大学コンソーシアム 八王子事務局 | 米盛弘信 | 機械電子工学科 | ロボット製作教室 2024 in サレジオ | 2024年 | 1年 | 新規 |
| 大学コンソーシアム 八王子事務局 | 李盛姫 | デザイン学科 | Made in Hachioji みやげ | 2024年 | 1年 | 新規 |
| 東京都町田市 | 李盛姫 | デザイン学科 | 芹ヶ谷公園冬イベント実施業務委託 | 2024年 | 1年 | 新規 |
| 株式会社 節句田 | 坂元愛史 | デザイン学科 | 花活布の新商品に関するデザイン | 2024年 | 1年 | 新規 |

サレジオ工業高等専門学校研究紀要 第 51 号

令和 7 年 3 月 31 日発行

発行者 小 島 知 博

編集者 研究委員会

発行所 サレジオ工業高等専門学校

〒194-0215 東京都町田市小山ヶ丘 4-6-8

Tel:042(775)3020, Fax:042(775)3021

Bulletin of Salesian Polytechnic

No. 51 CONTENTS

<Special Issue: Education for History of Technology>

Short History of Two Railways around Hashimoto Station (first)

‘Significance of History of Industrial Technology on the Yokohama line’ (1)

Ichiro Tsutsumi

Short History of Two Railways around Hashimoto Station (second)

‘Significance of History of Industrial Technology on the Sagami line’ (9)

Ichiro Tsutsumi

<Research>

Proposal for a Power Supply System for Stand-Alone AC Batteries Using a Double-Voltage Rectifier Circuit (18)

Yonemori Hironobu, Nakagawa Wakutaka, Chiba Joe, Tsuda Kohei, Kubo Tadashi, Mizusawa Atsushi

A Possible Factor for Changes in a Dynamic System of English Pronouns (24)

Akiko Majima

<Updates and information>

Change through university collaboration for research at the KOSEN (28)

Keiichiro Yoshida

<2023 Annual Research Reports> (31)

<2024 Annual Research Reports> (53)

<List of Various Research funds from April 2023 through March 2024> (72)

<List of Various Research funds from April 2024 through March 2025> (73)