ISSN 1881－056X

創見創新

学校法人 長崎総合科学大学

大学院 新技術創成研究所　所報

第　15　号

2020年３月

Institute for Innovative Science and Technology

Nagasaki Institute of Applied Science

巻 頭 言

長崎総合科学大学　副学長（研究及び社会連携）**大　山　　　健**
新技術創成研究所　基礎科学部門　部門長

科学技術は基礎科学の積み重ねで成り立っていることは言うまでもない。現在の高度に発達した情報化文明社会も過去の基礎科学の積み重ねによる。しかし、最先端の基礎科学はどうだろうか。

例えば100年以上前に発表されたアインシュタインの一般相対性理論は、現在のGPSの精度実現に不可欠である。しかし、全ての基礎科学がすぐに社会で役立つとは限らない。未来永劫役立たないかもしれない。新創研・基礎科学部門では宇宙初期状態の再現実験を行っている。これをしたところで、いったい何の役にたつのか。私が物理学の研究者を志していたころ、同様の質問を先生にしたことがある。先生は「人はパンのみに生きるにあらず」と教えてくれた。聖書にある本当は少し意味が異なる文だそうだが、「私の問いに対して意味のある答だな」と思った。物質的な富は社会にとって重要である。人々の安全な暮らし、便利な暮らし、これらは人類が普遍的に追及してきたものだ。一方、基礎科学がもたらす「新たな知」は精神的な富をもたらす。これは他に代えがたい大切なものであろう。

本学は、「ものづくり」、「社会貢献」、「人々の暮らしを便利にする」素晴らしい研究に満ち溢れている。それらと同様に、本学は基礎科学をも大切にする大学であり、これは長崎では唯一なのである。

内閣府が設置している日本学術会議が、「第24期学術の大型研究計画に関するマスタープラン（マスタープラン2020）を2020年１月末に提言として発表した。31の重点大型研究計画と146の学術大型研究計画が列挙されている。これらの計画はすべて学術・技術の発展に寄与する、国としてとりくむべき課題、ということが公言されたわけである。余り宣伝されていないが、この学術大型研究計画の一つに「高エネルギー重イオン衝突実験によるクォーク・グルーオン・プラズマ相の解明」という研究計画があり、その実施責任機関が長崎総合科学大学となっている。これが先ほど例に出した宇宙初期状態の再現実験である。スイス・CERN研究所などを舞台とした国際的研究を推進し、宇宙初期に存在したといわれる物質の新形態：クォーク・グルーオン・プラズマを実験室で再現し、その詳細な性質を探るというものだ。途方もない夢物語のような計画だが、日本のほぼ最西端、長崎のさらに外れの田舎にある機関がその代表として認められたのだ。先端物理の世界では実は長崎イコール長崎総合科学大学であり、注目の的なのである。こうなることを見越してか、研究所長である田中義人先生が基礎科学部門を設立して早５年、本学はCERNの研究をはじめ動物生態学、超伝導理論、理論物理、経済物理、言語理論などの研究が益々盛んになっており、長崎で唯一の理学的研究を行う機関として存在感を増している。

冒頭で基礎科学研究そのものが社会で役立つか、を論じた。実は研究対象そのものではなく、研究

をすること自体も社会に大きな影響を与えている。CERNの研究を例にとると、巨大加速器と実験施設の建造に数千億円という莫大な費用をかけて研究開発を行っている。日本企業の多くもそれに参加しており、地域だけでなく世界的な雇用創出に寄与している。さらに、加速器技術の発展は医学への応用に繋がり、実験データ処理のための大規模コンピューティング技術は昨今のビッグデータ解析技術にも応用されている。CERNで研究をした、本学も含めた世界各地の修士・博士課程の卒業生は、身に着けた高度な科学的思考力とデータ・サイエンスの技術等をもって、製造業や金融等あらゆる方面に散らばり活躍している。人材創出の面でも優れた寄与をしているのだ。このことは多くの基礎科学研究の分野で同様である。「精神的な富」の話の腰を折るのではなく、本学でも基礎科学の本来の重要性を大事にしつつ、このように実社会との懸け橋も大切にし、発展させていくのが正しい姿と考える。

ひと昔前は基礎科学的であり、むしろ夢物語であり、これほど本格的に世の中で使用されると思われていなかった技術として機械学習とAI（人工知能）がある。10年前には、まだまだ基礎的研究の対象で、莫大な予算をかけてチューンしたAIが特定の問題を解くという程度のものであった。ところが現在はクラウド上のAIを携帯電話から自由に誰でも利用できる時代となった。しかしながら、このような時代であっても実際に産業分野でAIを使って業務の効率化を行うとなると、中小企業ではどこから手をつけたら良いのかわからない、というのが現実のようである。実社会と基礎技術の架け橋として、新創研では、この度「AI応用研究センター」を立ち上げることとした。名前に「応用」とついているのが特徴で、人工知能と機械学習の技術をより一般的な諸問題の解決に利用し、地元中小企業をサポートしていくための研究を行うセンターである。

人工知能の実装展開にはかなりのコンピューティング・パワーを要する。クラウドコンピューティングを用いるのが一般的だが、それには決して安くはない費用がかかる。このため最近は自社サーバに回帰する大企業も多いが、中小企業ではそのような施設を持つ余裕もない。AI研究センターはそれらの企業をサポートすべく、本学のCERNでの研究で開発したコンピュータ・システムを応用した中規模計算施設を建造・提供するというビジョンを持っている。ここでも基礎科学由来の研究が顔を出す。

研究がどのように花ひらくかはわからない。物質的であれ、精神的であれ、自分の研究が人々の糧となる光景を見ることができれば、それは大変幸せなことだろう。

目　　　次

CONTENTS OF TECHNICAL PAPER

BDFエマルジョン燃料の製造方法改善による
ディーゼル機関排気ガス特性への影響

荻野 弘輝*1，一ノ瀬 光司*2，佐藤 智大*2，平子 廉*3

Influence of improving the manufacturing method of BDF emulsion fuel on diesel engine exhaust gas characteristics

OGINO Hiroteru，ITINOSE Kouji，SATOU Tomohiro，HIRAKO Osamu

Water/light oil emulsion fuel is one of effective technology to reduce both NOx and smoke of diesel engine exhaust gas. The effect of the type and amount of surfactant on the water/BDF emulsion fuel state were studied. It was clarified that both NOx and smoke decreased with increase in water content to BDF by a diesel engine examination regardless of emulsion state.

1. 緒言

近年一次エネルギー消費量拡大による化石燃料の枯渇や地球温暖化等が問題視されており，その対応策の一つとして再生可能エネルギーが注目されている．中でもバイオディーゼル燃料（以下，BDF）はカーボンニュートラルの特性を持つことからCO_2の削減に大きな効果を有する．また，含酸素燃料でもありスモークの削減にも有効であるが，NOx 排出量が増大する短所がある[1]．一方，軽油/水エマルジョン燃料についての研究は多々あり，NOx 排出量の低減，燃料消費率の削減に有効であることが報告されている[2-6]．

BDF をエマルジョン化することで NOx 排出量の低減，燃料消費率の削減が期待できるが，BDF/水エマルジョン燃料の研究例は少ない．本研究では，BDF のエマルジョン化に対する界面活性剤の種類，導入量，HLB 値，撹拌時間等がエマルジョン燃料状態に対する影響と，直噴式ディーゼル機関の排気ガス，燃料消費に与える影響について調査，試験を行った．

2. 供試燃料

2.1 BDF の特徴

BDF は図 1 示すように，植物あるいは動物由来の原料油脂とメタノールから製造する軽油代替の燃料でありバイオマスエネルギーの一つである．

BDF の製造は水酸化カリウムや水酸化カルシウムなどのアルカリ触媒をメタノールと混合し，生成したメトキシドに 110℃で 1 時間ほど加熱した原料油脂と混合，

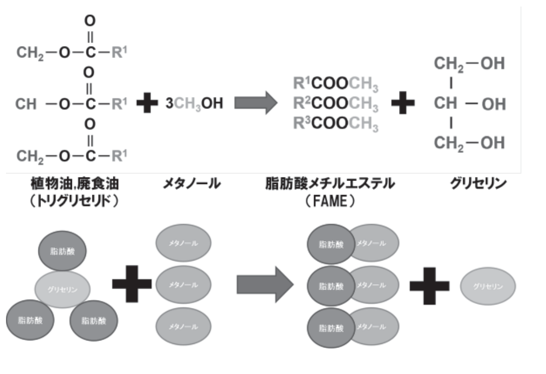


図 1　BDF の定義

*1 長崎総合科学大学 大学院 工学研究科 生産技術学専攻
*2 長崎総合科学大学 工学部 工学科 機械工学コース
*3 長崎総合科学大学 大学院 工学研究科 教授

本研究は長崎総合科学大学戦略的研究予算の助成を受けたものです

撹拌させてエステル交換を行う．エステル交換反応後に静置分離し，下層にたまったグリセリンを除去する．鹸化反応を抑制するために酢酸を所定の量加えて中和を行う．その後，精製水を加えて水洗を行い，静置分離後に下層たまった水分を除去する．この工程を 2 回繰り返し，110℃の熱で加熱して十分な脱水を行い製造する．

本研究では，原料油脂やアルコールの種類を替え BDF を製造する研究行ってきたが[7)-9)]，今回は村里運輸から提供していただいた，減圧蒸留を行い燃料性状の改良を行った BDF を用いた．

2.2　エマルジョン燃料の特徴

エマルジョン（乳化）とは，水と油を混ぜ合わせることをいう．本来水と油は交じり合わないが，どちらかを極微細な粒子にしてもう片方に分散させることで混合可能となる．エマルジョン燃料は，燃料中の水の蒸発によりシリンダ内の燃焼温度を下げる効果があり，NOx 排出量を低減できることが確認されている．NOx は酸性雨や人体への影響が問題となっている．また，エマルジョン粒子のミクロ爆発により燃焼効率が上昇するし燃料消費が抑えられ，熱効率が上昇する効果を持つ．図 2 にミクロ爆発の概念図を示す．

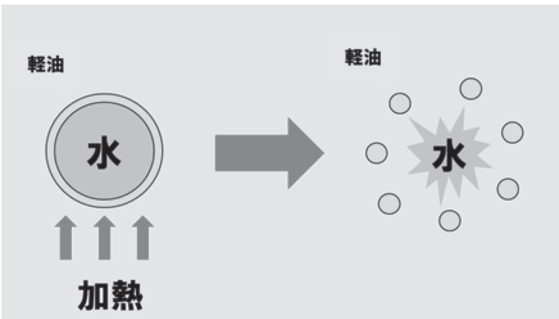


図 2　ミクロ爆発概念図[3)]

2.3　界面活性剤

親和性のない水と油の場合，激しく撹拌することでエマルジョン状態を一時的に形成することが出来る．しかし，界面の張力が大きいために，液滴相互は合体して表面積を小さくしようとする作用が働き，結果として 2 層に分離する．

これら水と油に，親水性（hydrophile）と親油性

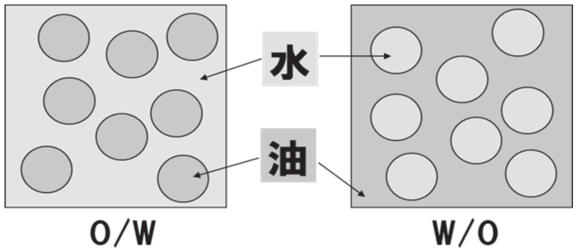


図 3　O/W 型・W/O 型概念図

（lipophile）の双方の性質を同時に持つ物質を添加すると，界面をつなぐ作用をしてエマルジョンの状態を安定的に保つことが出来る．このような物質を界面活性剤と呼ぶ．

界面活性剤の水や油に対する親和性を示す指標に HLB 値（Hydrophile－Lipophile balance）がある．これは親水性と親油性のバランスを意味し，0～20 の範囲の数値で表され，値が小さいほど親油性が高く，大きいほど親水性が高いことを示す．エマルジョン燃料には，大きく分けて 2 つの型がある．

・水の中に油の滴を分散させることを O/W 型

・油の中に水の滴を分散させることを W/O 型

エマルジョンを調製する時，使用する界面活性剤の指標となる．エンジンに使用する燃料は W/O 型が最適[2)]であることから，本研究では W/O 型のエマルジョン燃料に着目し製造を行った．W/O 型と O/W 型の概念図を図 3 に示す．

2. 4　エマルジョン燃料の製造

一般的にエマルジョン燃料の製造方法には噴流を利用した方法と機械式撹拌方法がある．本研究では，エマルジョン燃料を機械式撹拌による方法によって製造した．機械式撹拌方法は次の通りである．

まずビーカーの中に燃料と界面活性剤を入れて，せん断力の高いディスパ型撹拌翼を使用し撹拌後，水を所定の量を添加して，さらに約 1 時間撹拌（回転数 3000rpm）する．

また，界面活性剤には，ソルビタンモノオレート（SO/HLB 値:4.3），ポリエチレングリコールモノオレート（PGO/HLB 値:11.6），ポリエチレングリコールモノラウレート（PGL/HLB 値:13.7）を使用し，親油性の面で

最適である HLB 値 5〜7 に調整し，所定の量を添加し製造した.

図 4 に界面活性剤の有無での燃料と水の混合撹拌後状況を示すが，撹拌直後では BDF，軽油とも界面活性剤の導入によりエマルジョン状態が生成されていることが分かる.

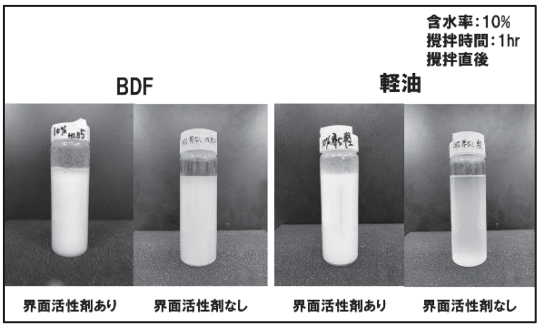


図 4　界面活性剤の効果

3. エマルジョン状態の保持

図 4 に示したように撹拌直後 BDF，軽油ともエマルジョンが生成されているが，時間の経過とともに分離が進行

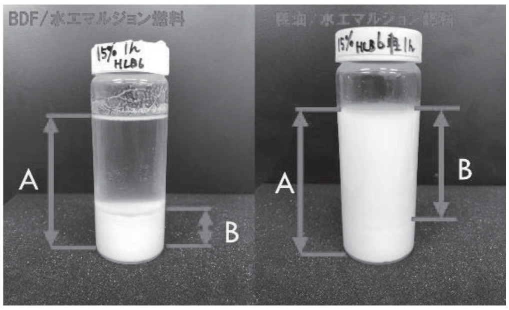


図 5　エマルジョン比率

するため，エマルジョン比率の指標とし，図 5 に示す B/A ×100 を定義した。透明部分は分離した燃料部分となる。

3.1　攪拌時間の影響

図 6 に軽油/水および BDF/水のエマルジョン比率に対する界面活剤導入後の攪拌時間の影響について示す．製造条件として，HLB 値 : 6，含水率 15%で，攪拌時間は 1 時間，5 時間，10 時間での状態を比較した．軽油エマルジョンでは攪拌時間を長くとることでエマルジョン比率は向上するが，BDF/水エマルジョンでの向上効果は認められなかった.

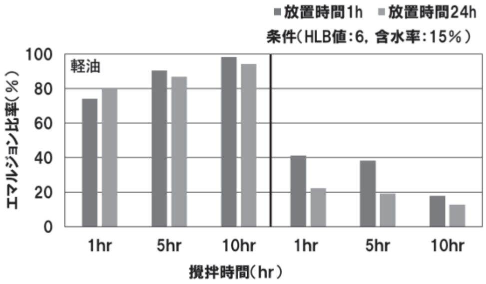


図 6　攪拌時間の影響

3.2　面活性剤導入量の影響

図 7 にエマルジョン比率に対する界面活性剤導入量の影響について示す．製造条件として，HLB : 5，攪拌時間 : 1 時間，含水率 5%，10%，15%で比較している．界面活性剤導入量を 4%（8ml），2%（4ml），1%（2ml）で製造しエマルジョン安定化に対する影響を調査した．BDF/水エマルジョンの 24 時間放置後では界面活性剤導入量による有意差は得られなかった.

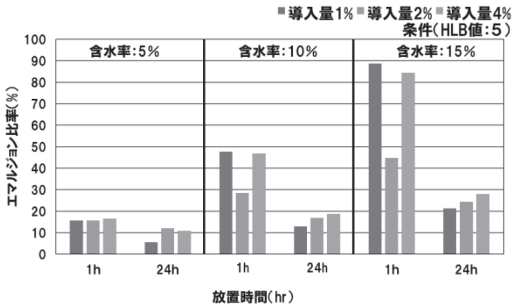


図 7　界面活性剤導入量の影響

3.3　HLB 値の影響

図 8 にエマルジョン比率に対する HLB 値の影響を示

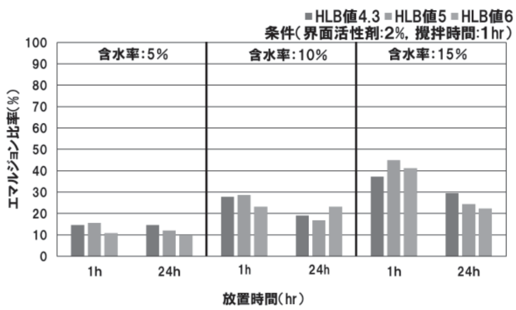


図 8　HLB 値の影響

す.

製造条件として攪拌時間 : 1 時間，界面活性剤導入量 : 2%（4ml）含水率 : 5%，10%，15%で比較している. W/O 型のエマルジョンの安定化に有効である HLB 値 : 4，5，6 の条件で調査した．1 時間放置後では HLB 値 : 5 の含水率 15%が僅かではあるが最もエマルジョン比率が高くなる傾向を示した.

3.4　界面活性剤種類の影響

図 9 にエマルジョン比率に対する界面活性剤種類の影響について示す. 製造条件として，含水率 : 10%，界面活性剤導入量 : 2%（4ml)，攪拌時間 : 1 時間で，界面活性剤ソルビタンモノオレート(HLB 値 : 4.3)，ポリエチレングリコールモノオレート(HLB 値 : 11.6)，の組合せとソルビタンモノオレート(HLB 値 : 4.3)，エチレングリコールモノラウレート(HLB 値 : 13.7)の組合せで，それぞれ HLB 値 5 および 6 で調査した. 同じ HLB 値に設定しても，界面活性剤の種類によってエマルジョン比率が異なることがわかった. しかしながら, エマルジョン状態の安定化には至らなかった.

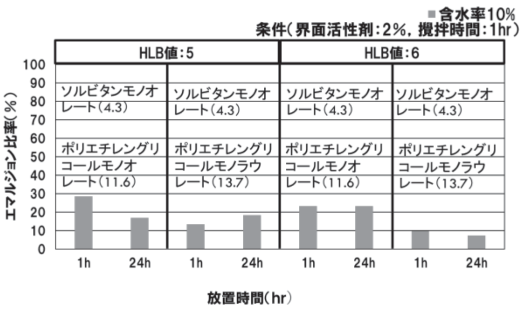


図 9　界面活性剤種類の影響

3.5 各種エマルジョン燃料の影響考察

BDF/水エマルジョン燃料が分離しやすい要因として，下記が推察される.

① BDF は軽油に比べ分子量が大きく動粘度が高いため，燃料の微粒化がしにくいこと.

② 軽油は油性のみ有する分子構造で形成されており，W/O型に適した界面活性剤が有効となるが, 一方, 非常に BDF は大きな油性の分子構造と水性のカルボルニ基から形成されているため，単に親油性の強い W/O 型に適した界面活性剤ではエマルジョン化に適さない可能性がある.

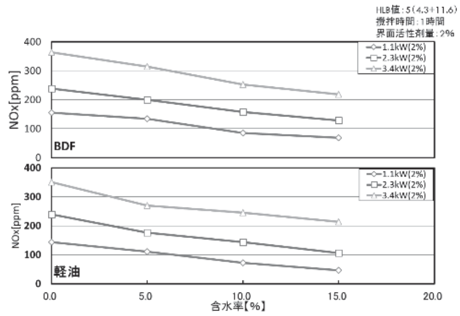


図 11　NOx 排出量

4.　エンジン燃焼試験

前年度は渦流室式ディーゼル機関にてエンジン燃焼試験を実施したが，本年度は小型ディーゼル機関では主流となっている直噴式ディーゼル機関で試験を実施した. 図 10 に試験システム概念図を示す.

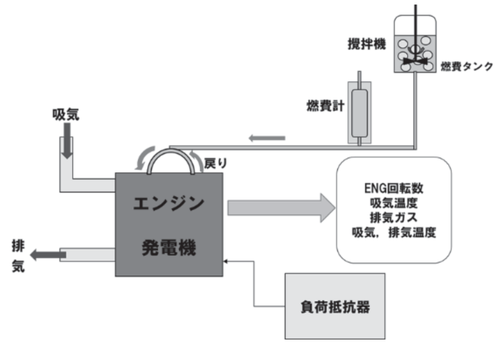


図　10　試験システム概念図

供試機関としては定格出力 3. 4kW，定格回転数 3600rpm のヤンマー製直噴式ディーゼル機関を使用した．エマルジョン燃料の分離を防止するため，燃料タンクに撹拌機を設置し攪拌しながらエマルジョン状態を保持して供給した. 燃料は, 各半時間 1 時, HLB 値 5(界面活性剤 SO/HLB 値:4.3+ PGO/HLB 値:11.6)，界面活性剤投入量 2%の条件でそれぞれ含水率 5%，10%，15%製造した BDF/水および軽油/水エマルジョン使用した.

4.1　NOx 排出量とスモーク濃度

BDF/水，軽油/水エマルジョン燃料における NOx 量とスモーク濃度の比較を図 11，12 に示す.

NOx 排出量は，軽油と BDF 共に含水率の増加にともない低減する傾向を示した．NOx 排出量が低減する要因として，水を添加することで燃焼時に水の蒸発にともな

う潜熱によって燃焼温度が低下することが要因であると考えられる．

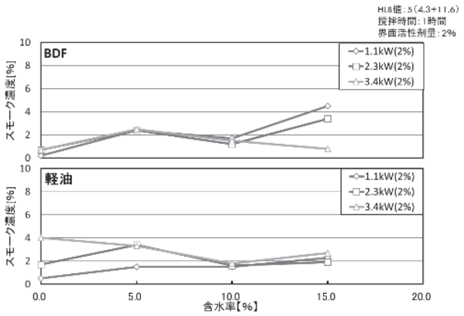


図 12　スモーク濃度

スモーク濃度は，BDF の 3.4kw では含水率毎にスモーク濃度の低減する傾向を示したが，それ以外でエマルジョン化による効果は認められなかった．

4.2　燃料消費率と熱効率

図 13，図 14 にそれぞれ含水率に対する燃料消費率と正味熱効率の比較を示す．

燃料消費率と正味熱効率はともに含水率 5%までエマルジョン化することで向上したが，それ以上含水率を増加しても，向上効果は得られなかった．

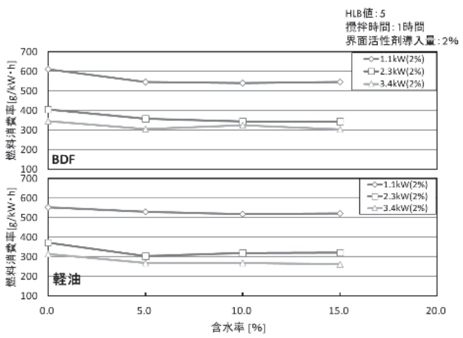


図 13　燃料消費率

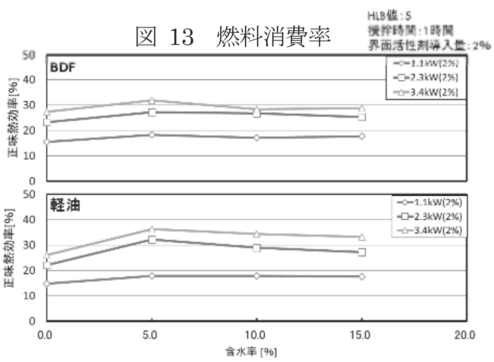


図 14　正味熱効率

5．結言

BDF/水，軽油/水によるエマルジョン燃料の製造および，これらのエマルジョン燃料を直噴式ディル機関に適用した時の機関運転特性，排ガス特性などへの影響を調査し，以下の結果を得た．

1)　BDF/水エマルジョンは，軽油/水エマルジョンに比べエマルジョン状態の保持時間は短く分離しやすいことが分かった．
2)　BDF/水エマルジョン状態の保持時間を長くすべく，製造条件である攪拌時間，HLB 値，界面活性剤導入量，界面活性剤種類の影響について調査したが，大きな改善効果は認められなかった．
3)　BDF/水エマルジョンが分離しやすい一要因としてBDF は軽油に比べて分子量が多きため動粘度が高く微粒化しにくいことが推察される．また，ディーゼル機関に適用する場合には，エマルジョン製造直後に使用することが必要である．
4)　NOx 排出量は，BDF，軽油/水エマルジョン燃料とも，含水率の増加に伴い減少する傾向を示した．要因としては，燃料中の水の蒸発により燃焼温度が低下し他ことが考えられる．
5)　BDF，軽油ともエマルジョン化することで，熱効率が改善され燃料消費率が低減した．これはエマルジョン利中の水がミクロ爆発を引き起こし燃料の微粒化が促進され，燃焼効率が改善されたことが一要因であると推察される．
6)　過流室式ディーゼル機関と同様に直噴式ディーゼル機関においても，NOx 排出特性が多い BDF をエマルジョン化することで，NOx 排が低減すること，熱効率が向上し燃料消費率が削減することを確認した．
7)　今後の課題として今回の研究で BDF の動粘度がエマルジョン化抑制の一要因であることが考えられることから，界面活性剤と燃料の攪拌時に熱を加えることで BDF の動粘度が下がりエマルジョン化に対する影響についての調査を行う必要があると考える．

6. 参考文献

1) 沢田，塩路ほか,“ディーゼル発電機によるバイオガス有効利用に関する研究”,日本機械学会 2015 年度年次大会講演会論文集，G0700301(2015.9)

2) 遠山，脇,“水・軽油・エマルジョン燃料の燃費と排気”，中日本自動車短期大学論叢　第 34 号(2004)

3) 岩間ほか，“エマルジョン燃料滴の燃焼(Ⅱ)”，燃料協会誌,Vol.58,No.12(1979)，pp.1041-1054

4) 山田，“エマルジョン液滴のミクロ爆発および液滴列の燃拡がりに関する研究”，学位論文(2015.7)

5) 天寅，渕端，“軽油 - 水エマルジョン燃料中の分散水滴径がディーゼル機関の運転特性に及ぼす影響”，第 29 回内燃機関シンポジウム(2018.11.28)

6) 段智久，“エマルジョンの基本特性とその燃焼における効果”，日本マリンエンジニアリング学会誌，Vol.51，NO.3(2016)，pp.307-314

7) 古巣，平子ほか，“植物油ベースの脂肪酸エチルエステルの物性とディーゼル機関運転特性”，日本機械学会　九州学生会　第 45 回卒業研究発表講演会(No.148-2)論文，B215(2014.3)

8) 横山，平子ほか，“廃食油から製造した BDF の燃料物性改良とディーゼル機関への影響”，日本機械学会　九州学生会　第 46 回卒業研究発表講演会(No158-2)論文，A14(2015.3)

9) 山本，平子ほか，“水/BDF によるエマルジョン燃料の製造とディーゼル機関の排気ガス特性への影響”，長崎総合科学大学大学院新技術創成研究所所報，第 14 号(2019) pp,7-12

Studies of Adhesion and Wettability of Binders and Suppression of Decomposition of Electrolyte by them

Masaru.Sugita[*1] and Masaki.Yoshio[*1]

Summary

Since polymers and organic chemicals are used as electrolytes and binders (binding agents) in a lithium ion battery, we have evaluated these adhesion strength and wettability of binders and we have also evaluated suppression of decomposition of electrolyte by these binders. We got the good result of the relation between adhesion strength of binders and suppression of decomposition of electrolyte by them.

Key words：（adhesion, wettability, binder, electrolyte）

1. Introduction

These studies of adhesion strength and wettability of binders as polyvinylidenedifluoride(PVDF), polyaniline(PA), polyanilinesulfonic acid(PAS), styrenebutadienerubber(SBR), carboxymethylcellulose sodium salt(CMC-Na or CMC) and other organic polymers have been reported since 1998 by us.

First we reported these results of the relation between adhesion strength of binders and performances of lithium ion batteries as cycling tests〔2〕,〔3〕. We also reported results of the relation between wettability of binders by electrolyte and performances of lithium ion batteries as cycling tests〔2, 3〕.

On the other hand, we also reported results of the relation between wettability of separator by electrolyte and ionic conductivity of electrolyte〔3〕.

Here we report the adhesion strength between graphite anode and binders using adhesion principle and also report the wettability of binders by electrolyte using the same adhesion principle〔1〕.

As many methods have been reported to suppress the decomposition of electrolyte in lithium ion batteriy〔4, 5, 6, 7〕,

so here we report results of the relation between adhesion strength of binders with graphite and suppressions of the decomposition of electrolyte by them.

2. Theory

2.1 Model of adhesion strength of binder with graphite

The anode electrode contains carbon graphite and a binder, to evaluate the adhesion strength of a binder with carbon graphite as anode active

*1 Institute for Innovative Science, Nagasaki Institute of Applied Science(NIAS)

material, first we calculated work of adhesion (Wa) between carbon graphite and a binder.

Here Wa can be written as next formulas.

$$Wa = \text{dispersion force (D.F.)} + \text{dipole force (DP.F.)} + \text{hydrogen bonding(H.B.)} \quad (1)$$

$$(D.F.) = 2(\gamma_A^d \times \gamma_B^d)^{1/2} \quad (2)$$

$$(DP.F.) = 2(\gamma_A^p \times \gamma_B^p)^{1/2} \quad (3)$$

$$(H.B.) = 2(\gamma_A^h \times \gamma_B^h)^{1/2} \quad (4)$$

where

γ_A^d is the dispersion force of carbon graphite,

γ_B^d is the dispersion force of a binder,

γ_A^p is the dipole force of carbon graphite,

γ_B^p is the dipole force of a binder,

γ_A^h is the hydrogen bonding of carbon graphite and

γ_B^h is the hydrogen bonding of a binder.

In order to calculate Work of adhesion (Wa), we used natural graphite(NG) as anode active material,polyaniline(PA),polyanilinesulfonic acid(PAS), polyvinylidenedifluoride(PVDF),carboxymethylcellulose sodium salt(CMC) ,epoxy resin(EP) and styrenebutadienerubber(SBR) as anode binders in lithium ion batteries.

2.2 Model of wettability of binders in electrolyte

Since the electrolyte is contacted with the surface of binders in electrolyte, the value of wettabilty (Wt) can be expressed as the next formula

$$Wt = \gamma \cos\theta \quad (5)$$

here, γ is the surface tension of electrolyte, and θ is the contact angles of electrolyte on the binder polymer.

We used $LiPF_6$/EC/DMC/(1mol/(1:2)L) as electrolyte.

2.3 Model of charge and discharge curves of Li/carbon cells

To evaluate the suppression of decomposition of electrolyte by binders, we used$LiPF_6$/PC/DMC (1mol/(1:3)/L) as electrolyte because PC was widely known to be decomposed on the graphite anode.

We used MCMB6-28 (Osaka Gas) as carbon graphite , PA, PAS, PVDF, CMC and SBR as binders.

Electrochemical performance of Li/graphite-binder cells were done by galvanostatical cycling between 1.5 volt and 0.001 volt with the rate of 0.4 mA/cm2.

3. Experiment

Of anode, contact angles of electrolyte on binders and anode active material (natural graphite (NG)) were measured. Wa and wettability were obtained by using eq.(1) , eq.(2), eq.(3), eq.(4) and eq.(5).

Dispersion force, dipole force and hydrogen bonding of each binder and natural graphite as anode active material were detected by contact angles of reagents as H2O, bromonaphthalene and methylenediiodide on both each binder film and natural graphite film.

Then we calculated Wa from (D.F.), (DP.F.) and (H.B.)

Electrochemical performance of Li/MCMB6-28 – binder cells were done by galvanostatic cycling between 1.5 volt and 0.001 volt with the rate of 0.4 mA/cm2.

Then we compared the value of Wa, dispersion force of Wa dipole force of Wa and hydrogen bonding of Wa with first charge/discharge cycling test of each binder.

Of polyaniline (PA) as binder, we made anode of 96wt% of MCMB6-28 with 4 wt% of PA.

Of polyanilinesulfonic acid (PAS) as binder, we made anode of 99.5wt% of MCMB6-28 with 0.5 wt% of PAS.

Of polyvinylidenedifluoride(PVDF) , we made anode of 88 wt% of MCMB6-28 with 12wt% of PVDF.

Of carboxymethylcellulose sodium salt(CMC) as binder ,we made of 97.42wt% of MCMB6-28 with 1.66 wt% of CMC and 0.92wt% of carbon black.
Of styrenebutadienerubber(SBR) as binder, we made anode of 97.85 wt% of MCMB6-28 with 1.09 wt% of SBR and 1.06wt% of carbon black.

4. Results and discussion

The value of Work of adhesion(Wa) is important to select good binders to make cathode composite and anode composite.

Of cathode, the value of work of adhesion (Wa) is higher, charge / discharge cycling test is better. These results were reported by us before[2].

Of cathode, the value of wettability (Wt) is higher, the performance of lithium ion battery as charge/discharge cycling test is better[2].

Table 1. Adhesion strength(Wa) of binders with NG

Graphite/binder	Wa (dyne/cm)
NG/PA	95.16
NG/PAS	103.80
NG/PVDF	92.14
NG/CMC	100.64
NG/SBR	75.06
NG/EP	96.44

The value of wettability of a binder with electrolyte or in electrolyte is also an important factor to meet anode graphite /binder composite with electrolyte because the surface of anode composite should be filled with electrolyte. Here we evaluated the wettability of each binder in electrolyte by the eq. (5).

In order to make sure of suppression of decomposition of electrolyte by binders, we made Li / anode graphite-binder cells and first charge/discharge cycling tests were done under condition of model of charge and discharge curves of Li/carbon cells.

Table 2. Wettability of binders in electrolyte

Binder	Value of Wettability (dyne/cm)
PA	36.65
PAS	35.20
PVDF	37.42
CMC	39.09
SBR	26.46
EP	28.92

From these data of Table 3, these values of Work of adhesion (Wa) were related with suppression of decomposition of electrolyte. These values of Work of adhesion (Wa) contain dispersion force (D.F.) dipole force (DP.F.) and hydrogen bonding (H.B.). Here these important factors of Work of adhesion are dipole force and hydrogen bonding, not dispersion force.

These values of dispersion force (D.F.) of these binders are similar values, but total values of dipole force (DP.F.) and hydrogen bonding (H.B.). are different. These values of (DP.F.) + (H.B.) of PA, PAS, PVDF and CMC are higher values than the value of (DP.F.) + (H.B.) of SBR.

The reductive decomposition of electrolyte would be caused on the surface of graphite anode in case of SBR as the binder [4,5,6,7].

We suppose that parts of thin layer of binders as PA, PAS , PVDF and CMC prevent the reductive decomposition during the initial charge and become SEI (Solid Electrolyte Interphase) on graphite anode. On the other hand the thin layer of SBR does not prevent the reductive decomposition of electrolyte and so electrolyte as PC was decomposed .

Table 3. Dispersion force(D.F.) , dipole force(DP.F.)+ hydrogen bonding(H.B.) and charge/discharge capacity of each Li/carbon-binder cells

Binder	(D.F.)	(DPF.)+(H.B.)	Charge	Discharge
	dyne/cm	dyne/cm	mAh/g	mAh/g
PA	82.89	12.27	145	116
PAS	81.16	22.64	291	210
PVDF	68.00	24.14	324	222
CMC	80.85	19.79	380	230
SBR	68.26	6.80	decomposition of electrolyte	

On the basis of quantum chemistry, PC and DMC of electrolyte begin to decompose some reductive potentials E (V) during initial charge on graphite anode and the reductive potential of E(V) of a material relates with LUMO level(eV) of it.

We would compare reductive potentials (E ,volt) of PC , DMC and binders with LUMO levels (eV) of them under experimental results and also we would like to evaluate dispersion force(D.F.) , dipole force (DP.F.) , hydrogen bonding(H.B.) of Work of adhesion and these values of wettability on the basis of quantum chemistry in near future.

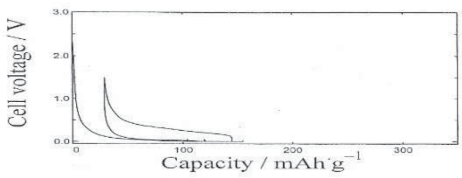


Fig.1. First charge/discharge cycle test of polyaniline (PA) as the binder of Li / carbon-binder cell.

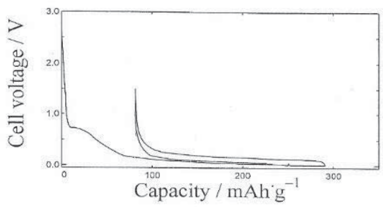


Fig.2. First charge/discharge cycle test of polyaniline sulfonic acid (PAS) as the binder of Li/carbon-binder cell.

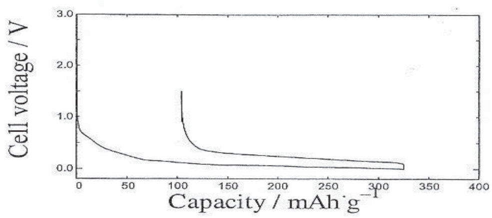


Fig.3. First charge/discharge cycle test of PVDF as the binder of Li / carbon-binder cell.

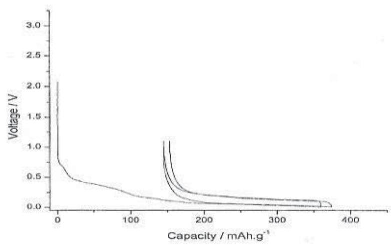


Fig.4. First charge/discharge cycle test of CMC as the binder of Li / carbon-binder cell.

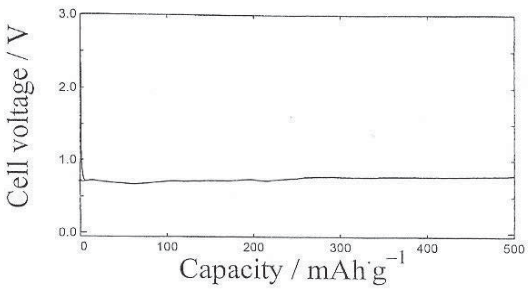


Fig. 5. First charge/discharge cycle test of SBR as the binder of Li /carbon-binder cell.

Acknowledgement

Authors wish to thank Dr.Hiroyoshi Nakamura and Dr. Nikolay Dimov of Saga Univ.for their technical support.

References

(1) F.M. Fowkes, Ind.Eng. Chem., 56 (12) (1964)
(2) M.Sugita and M.Yoshio, Abs.No.270,IMLB(2002)
(3) M.Sugita, M.Yoshio and Y.Ito, Abs.No.145,IMLB(2004)
(4) Z. Ogumi, T.Abe, M.Inaba, S.K.Jeong, Tanso(No.210) 231- 235 (2003)
(5) Z.Ogumi, T.Abe, M.Inaba and S.K.Jeong, Tanso(No.203) 136-140(2002)
(6) K.Eguchi and H.Hatano,J. Electrochem.Soc., 73,No.6,429 (2005)
(7) K.Abe, H.Yoshitake, H.Nakamura and M.Yoshio, J.Electrochem. Soc., 72, No.7, 487 (2004)
(8) Masaru Sugita, Hiroyoshi Nakamura and Masaki Yoshio, 2D17, 46th Battery Symposium In Japan (2005)

胸腺摘除後 MG クリーゼの術前危険因子：メタアナリシス

本村　政勝、池　浩司、清水　悦郎、成　功、川添　薫

Preoperative risks of post-operative myasthenic crisis (POMC): A meta-analysis

MOTOMURA Masakatsu, IKE Kohji, SHIMIZU Etsurou, SEI Kou, KAWAZOE Kaoru

ABSTRACT

Myasthenic crisis is severe and can be a fatal condition in patients with myasthenia gravis (MG). MG patients with post-thymectomy status are vulnerable to myasthenic crisis. There are putative clinical factors that can predispose patients to myasthenic crisis, such as their previous history of myasthenic crisis or acute disease status; however, they have yet to be systematically confirmed. In this study, we performed a meta-analysis by enrolling a total of 10 retrospective case-control studies that assessed the risk factors of myasthenic crisis after thymectomy. As a result of the meta-analysis, preoperative bulbar symptoms ($p<0.0001$), history of myasthenic crisis ($p<0.0001$), disease severity ($p<0.0001$), and respiratory dysfunction ($p=0.002$) were shown to be the preoperative risk factors that predispose the patients to postoperative myasthenic crisis. Sex, body-mass index, age, or type of surgical procedure was unlikely to be a risk factor. In conclusion, bulbar symptoms are a significant risk factor that predisposes patients to myasthenic crisis. In the management of patients with bulbar symptoms, extra caution and proper management of their systemic condition would be needed to decrease the risk of myasthenic crisis.

Key words: meta-analysis, myasthenia gravis, post-operative myasthenic crisis, risk factors

1. 緒言

今日の医療は、「エビデンス」に基づいて行われている。その最たるものは、学会が提案している治療ガイドラインである。過去においては名医という存在があったが、現在の名医に相当するものがガイドラインということになる。さて、「エビデンス」とは、科学的な「根拠」のことである。エビデンスとされているものの多くは大学や研究機関による研究結果であるが、さまざまなレベルがあり、エビデンスとしての信頼度も異なる。図１は、科学における研究の信頼度を分かりやすく表示した図で、「エビデンスピラミッド」と呼ばれる [1]。その底辺は、試験管（細胞）レベルの研究で、その結果をそのままヒトには当てはめられないので、エビデンスとしてのレベルは低くなる。その上に位置する動物を使った

長崎総合科学大学工学部　工学科　医療工学コース

Figure.1 エビデンスピラミッド(文献 1 より引用)

研究や専門家の意見は、試験管の研究よりも少しエビデンスレベルが高くなり、ヒトを対象としたコホート研究などの疫学研究になると、さらにエビデンスレベルがぐっと上がる。そして、ピラミッドの頂上、最も信頼度が高いとされているのが複数の疫学研究をもとにした「メタアナリシス(米国で汎用)」、あるいはほぼ同義で「システマティック・レビュー(英国で汎用)」と呼ばれる。著者らは、経験的にクリーゼの予測因子と考えられる進行性の嚥下障害に注目し、医師だけでなくメディカルスタッフのために、「テッシュペーパー徴候」を報告してきた[2]。本研究では、「嚥下障害などの球症状が、クリーゼ発症の予測因子になるか？」という命題に対して、対象をPOMC 患者に限定してメタアナリシスを行った[4]。本稿では、「重症筋無力症（myasthenia gravis, MG）」の診療・治療ガイドラインがどのように作成されているかを、「メタアナリシス」という作業を通じて解説する。

2. クリーゼとは？

クリーゼの定義は、重症筋無力症（MG）患者が嚥下障害、構音障害などの球麻痺症状や呼吸症状が急激に増悪し、全身の筋力低下・呼吸不全に至った状態をいい、緊急処置が必要となる。厚生労働省免疫性神経疾患に関する調査研究班の報告では、術後クリーゼ（post-operative myasthenic crisis: POMC）を含む MG に因るクリーゼ頻度は、14.8%（1987 年）、10.9%（2002 年）、13.3%（2006 年）と報告されている[2]。さらに、日本 MG レジストリー多施設研究（JAMG-R、2012 年）の結果では、MGFA Class V:9.1%と報告されており[3]、MG

Table 1
List of the enrolled case-control studies for the meta-analyses

Author (ref)	Country (Enrollment period)	POMC : non-POMC (n) [Male : Female]	Age at surgery (POMC +/−)	Preoperative risks for POMC (POMC vs non-POMC)							Other suggested preoperative risks
				Respiratory dysfunction	Bulbar symptom (Yes/No)	Severity (Osserman or MGFA ≥ III)	History of MC (Yes/No)	Anti-AChR-Ab titer [nmol/L]	Daily dose of PB [mg]	Thymoma	
Ando[5]	Japan 2000–13	10:45 [25:30]	[Age ≥ 60] p=0.72	N.E.	N.E.	[MGFA≥ II] (p=0.28)	p=0.0004	p=0.009	N.E.	p=0.092	Unstable preoperative MG symptom (p=0.003)
Choi[6]	Korea 1996–09	12:36 [23:25]	[Onset age] p=0.39	[%VC] p<0.001	p=0.19	N.E.	p=0.0024	p=0.38	p=0.045	Thymoma only	
Kanai[7] [Deriv.]	Japan 2002–14	17:258 [106:169]	46±16/49±16: p=0.38	[%VC] p<0.0001	p=0.0014	p=0.0016	N.E.	p=0.78	p=0.10	p=0.048	Preoperative disease duration ≤ 3 months (p=0.0009)
Kanai[7] [Valid.]	Japan 2002–14	5:113 [46:72]	44±10/52±15: p=0.24	[%VC] p=0.0052	p=0.068	p=0.59	N.E.	N.E.	p=0.049	p=1.00	
Koinuma[8]	Japan 2003–09	6:57 [22:41]	62±12/55±16: p=0.30	[%VC] p=0.37	p=0.025	p=1.00	p=1.00	p=0.055	[Usage] p=1.00	p=1.00	Operation time (p=0.027) Incomplete thymus resection (p=0.043)
Lee[9]	Korea 2007–12	10:136 [36:110]	Median: 25 / 35: p=0.16	[FVC] p<0.001	p=0.043	p=0.0061	p=0.14	p=0.28	p=0.29	p=1.00	Decreased response of facial muscles on RNS (p<0.001)
Louzzi[10]	Italy 1995–11	22:155 [70:107]	[Age ≥ 60] p=0.055	[%VC ≥ 80%] p=0.025	p=0.0020	p=0.14	p=0.071	p=0.14	[Usage] p=0.083	p=0.23	Body mass index ≥ 28 (p=0.0020)
Li[11]	China 2000–13	51:122 [90:83]	46±12/47±12: p=0.63	N.E.	p=0.0022	p=0.126	p=0.049	N.E.	p=0.36	Thymoma only	Incomplete thymus resection (p=0.025)
Nam[12]	Korea 1997–07	20:46 [23:43]	Median: 43 / 44: p=0.55	[FEV1] p=0.009 [FVC] p=0.018	p=0.0069	p=0.015	p<0.0001	p=0.55	p=0.16	p=0.59	Use of immune-suppressants (p=0.007)
Watanabe[13]	Japan 1985–02	14:108 [30:92]	47±19/44±16: p=0.56	[%VC] p=0.18	p=0.0001	p=0.010	p=0.032	p=0.0046	p=0.97	p=0.32	
Xue[14]	China 1997–07	13:114 [68:59]	[Age ≥ 50] p=0.38	[FVC] p=0.009	p=0.040	p=0.28	N.E.	N.E.	[Usage] p=0.72	Thymoma only	WHO classification ≥ B2 (p=0.03)

Abbreviations: AChR-Ab, acethylcholine receptor binding antibody; Deriv., derivation cohort; FEV1, forced expiratory volume in one second; FVC, forced vital capacity; MC, myasthenic crisis; MG, myasthenia gravis; MGFA, Myasthenia Gravis Foundation of America; N.E., not evaluated; MG, myasthenia gravis; PB, pyridostigmine bromide; POMC, post-operative myasthenic crisis; RNS, repetitive nerve stimulation; Valid., validation cohort; VC, vital capacity.

Table 1（文献 4 より引用）

Table 2
Calculated heterogeneity and effect size of potential risk factors for POMC.

Risk factor	Datasets (n)	τ^2	I^2 [%]	[a]Odds ratio or [b]mean difference (95%CI)	p
Preoperative factors (Dichotomous variables)					
Bulbar symptoms	10	0.00	0	4.84 (3.22–7.28)[a]	< 0.00001
History of crisis	8	0.42	38	6.28 (2.98–13.24)[a]	< 0.00001
MGFA ≥ III/Osseman ≥ III	9	0.00	0	4.29 (2.61–7.05)[a]	< 0.00001
Immune suppressants	6	0.27	29	2.44 (1.11–5.35)[a]	0.03
Oral steroids	5	0.00	0	1.94 (1.11–3.40)[a]	0.02
Male propensity (Sex)	11	0.00	0	1.09 (0.78–1.54)[a]	0.61
Thymoma	8	0.02	3	1.54 (0.95–2.49)[a]	0.08
VATS	5	0.06	11	0.96 (0.49–1.89)[a]	0.91
Preoperative factors (Continuous variables)					
Low %VC	4	50.3	66	−14.38 (−23.28 - -5.48)[b]	0.002
Pyridostigmine dose (mg/day)	6	18.5	4	28.01 (10.98–45.04)[b]	0.001
Disease duration (months)	4	509	96	−17.20 (−40.11–5.70)[b]	0.14
Age at thymectomy	5	5.90	28	−1.07 (−5.05–2.92)[b]	0.60
BMI	4	2.05	57	−0.22 (−2.13–1.68)[b]	0.82
AChR-Ab titer (nmol/L)	6	1.10	26	0.36 (−1.40–2.11)[b]	0.69
Surgical duration (min)	3	0.00	0	15.53 (0.36–30.70)[b]	0.04
Blood loss (mL)	3	0.00	0	43.57 (−17.20–104.34)[b]	0.16

Table 2（文献 4 より引用）

患者の 10 人に 1 人は、クリーゼを経験していることになる。以上の統計学的知見より、MG 治療を行っている医師にとって、クリーゼを予測することは非常に重要である。

3. 研究方法

医学分野の代表的な文献情報データベースに掲載されている論文のうち、POMC のリスク因子を検証した原著論文を集計した。“postoperative myasthenic crisis”, “risk factors [MeSH]”, “myasthenic crisis”, and “thymectomy [MeSH]”）をキーワードとして、MEDLINE、PubMed、Cochrane Library、Embase、及び、Google Scholar データベースを 2018 年 12 月まで検索した。それらの各研究におけるサンプルサイズ、POMC の発症率、及び、リスク因子(性別、発症時年齢、BMI、罹病期間、クリーゼの既往、球症状、重症度、胸腺腫、呼吸機能障害、AChR 抗体価、ステロイド、免疫抑制薬、手術法など)についてメタアナリシスを行った。

4. 研究結果

(1) POMC の危険因子を考察した原著論文は 10 件あった。これらの研究論文は、中国、韓国、イタリア、及び、本邦から報告され、POMC の頻度は、平均 16.7±8.6%（5.6%から 30.3%）であった(Table 1)。

(2) POMC の危険因子としては、クリーゼの既往、球症状、および、重症度の 3 因子 (P<0.00001)、ピリドスチグミンの 1 日内服量(P=0.001)、及び、%VC (P=0.002) が統計学的に有意であった(Table 2, Figure 2)。一方、性別、ボディマス指数、発症時年齢、罹病期間、胸腺腫、AChR 抗体価、ステロイド、免疫抑制薬、及び、胸腺摘除に関わる因子（術式、手術時間、及び、出血量）では、その有意性は認められなかった。

5. 考察

本研究では、POMC のメタアナリシスを行った。選択された原著論文の POMC の頻度は平均 16.7±8.6%、n=10 で、本邦の一般的なクリーゼ頻度より高かった。その理由は、韓国と中国からの POMC 頻度が 20%以上と高かったためである。POMC の危険因子としては、クリーゼの既往、球症状、および、重症度の 3 因子が有意(P<0.00001)であった [3]。さらに、術前の球症状の存在は、最も不均一性が低く、POMC の最も信頼できる術前リスクであることが示唆され。その後、中国からほぼ同じ結論に至ったメタアナリシスが報告された [5]。これらのメタアナリシスは医薬品の有効性の論文とは違い、否定的な結果が公表されにくいと言う出版バイアスが入る余地は少なく、エビデンスレベルとしては信頼性の高い結果と思われた。今後、サンプルサイズがより大きな多施設共同コホートで、POMC の条件を外し、MG クリーゼの予測因子に関する今回の知見を追試したい。

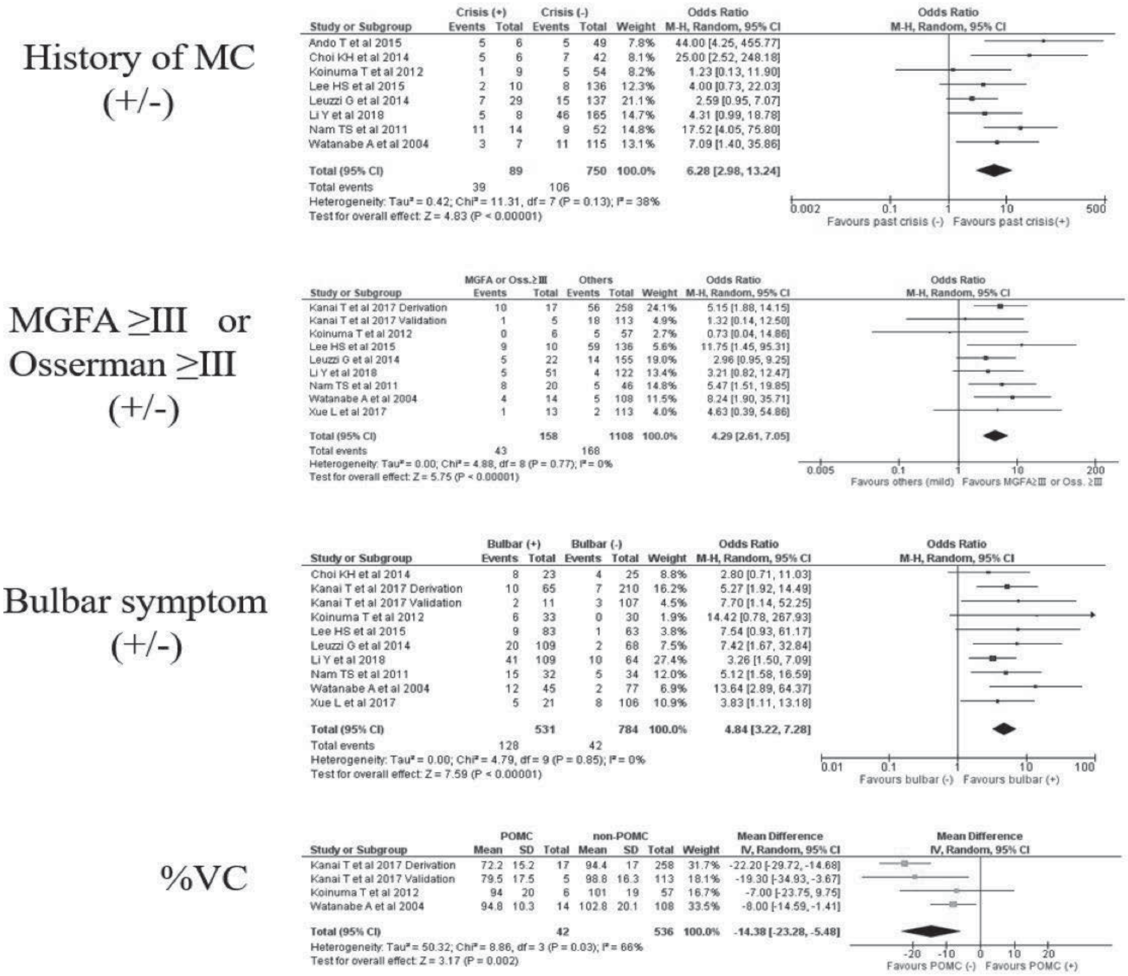


Figure 2（文献４より引用）

6. 結言

POMC を予測する危険要因として、クリーゼの既往、球症状、および、重症度が確実である。

【参考文献】

1) “SUNY Downstate EBM Tutorial”. library.downstate.edu. 2015年９月３日閲覧
2) 赤石哲也、青木正志、白石裕一、本村政勝：重症筋無力症と呼吸障害　脳神経内科　2019;90:512-519.
3) 村井弘之、他：多施設共同研究による重症筋無力症の臨床免疫学的病態解明　-Japan MG Registry Study-. 福岡医誌　2015;106:309-315.
4) Akaishi T, Motomura M, Shiraishi H, Yoshimura S, Abe M, Ishii T, Aoki M. Preoperative risks of post-operative myasthenic crisis (POMC): A meta-analysis. J Neurol Sci. 2019;407:116530.
5) Geng Y, Zhang H, Wang Y. Risk factors of myasthenia crisis after thymectomy among myasthenia gravis patients: A meta-analysis. Medicine (Baltimore). 2020;99:e186

実稼動 SEA モデル構築に関する研究

黒田　勝彦[*1]

Study on Operational SEA model Construction

KURODA Katsuhiko

Summary

Experimental statistical energy analysis (SEA) has been proposed to predict the vibration and sound energy of various machines. The identification of the SEA parameters such as internal loss factor (ILF) and coupling loss factor (CLF) is in the stationary state of the device, namely it is not working. It cannot be said that the response prediction in actual operation is correct. Therefore, we propose a new SEA model construction method that predicts the CLF in operation by the approximated power injection method using operating subsystem energy normalized by the identified vibration input power using the ILF set from the SEA basic equation, and subsystem input power is predicted using the calculated CLF and the ILF set from the SEA basic equation. The proposed method is applied to a FE model with a simple structure consisting of two flat plates connected in an L shaped configuration. The presence or absence of input to the subsystem, area and thickness of subsystem with only one input were examined as parameters. The effectiveness of the proposed method is shown in comparison with the results of the conventional method described above.

Keywords：(Statistical Energy Analysis, Modeling, Finite Element Method, Forced Vibration)

1. はじめに

現在自動車産業においては，燃費規制が厳しくなり燃費向上のため車体の軽量化が要求され，高剛性の薄い鋼板が部分的に使用されることで複雑な構造形態となり，高周波数までの振動騒音解析が求められている．また，ハイブリッドカーや電気自動車は内燃機関の車に対して比較的常時静かであることが求められ，高周波数までの振動騒音対策が不可欠となっている．これらの背景の下，中・高周波数の振動騒音解析手法の 1 つとして，統計的エネルギー解析法（Statistical Energy Analysis；以下 SEA）[(1)]がある．これまで著者らは，実験 SEA をベースとした固体伝搬音低減プロセスを提案し[(2)]，各種機器に適用し有効性を検証してきた．このプロセスは，4 つの工程からなり，i)機器をサブシステムに要素分割し静止状態で各損失率を加振実験により同定，ii)機器の実稼動時の各要素エネルギーを計測し各要素の入力パワーと要素間のパワーフローを予測，iii)振動エネルギーまたは音エネルギーを低減するのに有効な損失率を感度解析により推定，iv)構造変更を行いその効果の確認，で構成される．i)と ii)の工程で入力が異なる場合の振動や音圧予測結果の信

[*1] 工学部　工学科　機械工学コース　教授

憑性の問題やそもそも加振実験が困難な測定対象もあり，また実験に手間がかかることも指摘されている．そこで著者によって，加振実験の必要がない実稼動エネルギーモデルが提案され[3]，直列結合した 3 要素の構造において FEM ベースの実験 SEA と実機を対象に，従来法の SEA と比較することにより提案法の有効性を検証した結果，結合損失率（coupling loss factor :以下 CLF）と感度解析では，概ね定性的な一致は見られたが逆転している周波数帯域もあり，さらに実稼動時の各要素の入力パワーの同定では，定量的な一致が見られた．

そこで本報では，加振実験の必要がない実稼動 SEA モデルの適用性に関して，2 要素の L 型構造物を対象に入力要素とその面積，板厚をパラメータとして FEM を用いて数値解析的に基礎検討を行う．

2. 基礎理論

2.1　SEA 基礎理論　SEA は対象系（system）を要素（subsystem）の集合体とみなし，要素間のパワー平衡に着目する．SEA 基礎式は

$$\mathbf{P} = \omega \mathbf{L}\mathbf{E} \tag{1}$$

である[1]．ここで，ω は中心角振動数，$\mathbf{E}$ は要素エネルギーベクトル，$\mathbf{P}$ は入力パワーベクトルである．損失率マトリクス $\mathbf{L}$ は，構造場または音場において振動エネルギーまたは音のエネルギーから熱エネルギーへ変換される損失率である内部損失率（Internal Loss Factor; 以下 ILF）と，SEA 要素間のパワーの伝達を示す損失率である結合損失率（Coupling Loss Factor; 以下 CLF）を成分とする．ILF と CLF を評価し，損失率マトリクス $\mathbf{L}$ を生成することを SEA モデルの構築と称す．

2.2　固体伝搬音低減プロセス[2]　著者らの提案した固体伝搬音低減プロセスは以下の手順に従う．(i)SEA モデルの構築，(ii)実稼動時の入力同定及び伝搬経路の解明，(iii)変更すべき損失率の抽出，(iv)構造変更案の検討，である．(i)では，加振実験によって SEA パラメータを算出し，(ii)では，稼動状態における要素エネルギーを計測することにより稼動状態における各要素の入力パワーと要素間のパワーフローが把握される．(iii)では，対象とする音響要素エネルギーや振動要素エネルギーの低減に有効な SEA パラメータを摂動法により特定する．その後，(iv)特定した SEA パラメータを実現させる具体的な構造仕様を決める．

本報では，上述した(i)と(ii)を検討するため，以下に概説する．

2.2.1　SEA モデルの構築　SEA を用いて精度良くモデルを作成し解析を行うには，SEA モデルの構築をいかに精度良く行うかが重要である．実験で損失率を求める方法として，パワー注入法（power injection method; 以下 PIM）[4]がある．PIM は，結合状態のままの各要素に個別に既知のパワーを注入しそれぞれの要素のエネルギーを計測し ILF 及び CLF を算出する．また Mace らは PIM の加振箇所や応答箇所によるバイアス誤差を避けるため構造の FE モデルを作成後に固有値解析を行い，固有振動数，固有モード，モード質量とモード剛性マトリクスを抽出して CLF を算出する方法として，energy flow model（以下 EFM）を提案している[5]．本報では，FEM による検討のため EFM により算出された CLF と設定した ILF を用いることとする．

2.2.2　実稼動時の入力同定及び伝搬経路の解明　本報で対象とする 2 要素系の場合，実稼動時の各要素エネルギーを式(2)より算出し，各要素の系外からの入力パワーを式(3)から要素間パワーフローを式(4)から予測する[6]．

$$E_i = m_i v_i^2 \tag{2}$$

$$\begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \end{pmatrix} = \omega \begin{pmatrix} \eta_{1,1} + \eta_{1,2} & -\eta_{2,1} \\ -\eta_{1,2} & \eta_{2,2} + \eta_{2,1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} \tag{3}$$

$$P_{12} = \omega\left(\eta_{1,2} E_1 - \eta_{1,2} E_2\right) \tag{4}$$

ここで，m_i は要素 i の質量，v_i は要素 i の速度応答スペクトル，である．

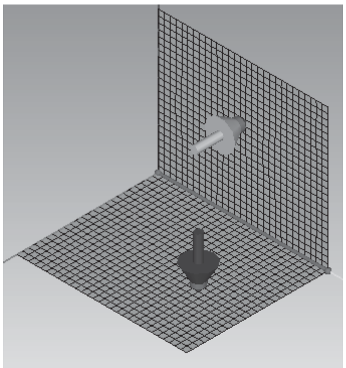
入力パワーは，式(3)のように角振動数と損失率，そして位相情報を持たない要素エネルギーの積で示されるため，位相情報は持たない．

2.3　実稼動 SEA モデル　著者によって提案された実稼動 SEA モデルは，固体伝搬音低減プロセスの手順(i)の SEA モデルの構築を実稼動時に行うことに特徴がある．結合損失率が正値となる式(5)で示す加振実験による近似的パワー注入法（approximated power injection method; 以下 APIM）[7]を実稼動 SEA モデルのために修正した式(6)と(7)より結合損失率を算出し，ILF は EFM と同様，設定した値 η_i を用いる．

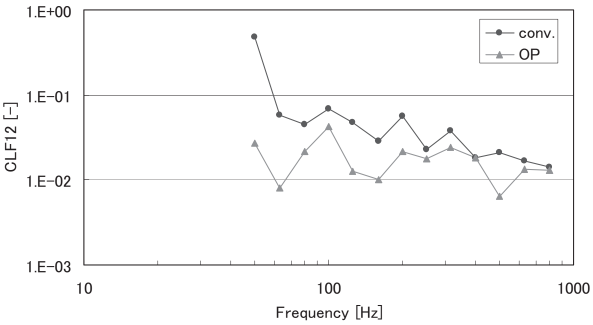
$$\eta_{i,j} = \frac{E_j^i \big/ P_i}{\omega E_i^i \big/ P_i \times E_j^j \big/ P_j} \tag{5}$$

ここで，E_j^i は要素 i 加振時の要素 j の要素エネルギー，P_i は要素 i 加振時の入力パワーである．

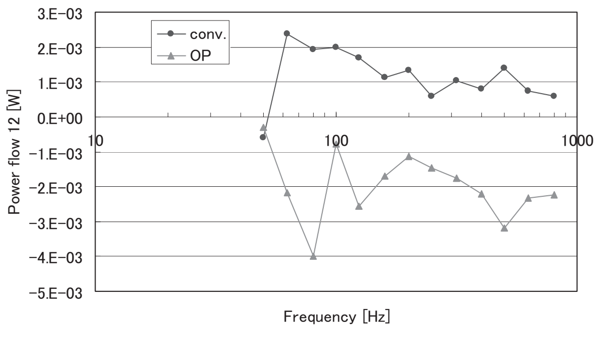
$$\eta_{i,j}' = \frac{E_j \big/ P_i'}{\omega E_i \big/ P_i' \times E_j \big/ P_j'} \tag{6}$$



(a) Apparatus of test plate structure: points marked "dark arrow" is excitation location.



(b) Example results of coupling loss factor.



(c) Example results of power flow.

Fig.1 Comparison between the conventional method and the proposed method for the same subsystem area size in case of only one subsystem as input.

$$P_i' = \omega \eta_i E_i \tag{7}$$

ここで，P_i' は実稼動時の要素 i の入力パワーである．図 1(a)で示す要素サイズ（結合部 0.6 m，長さ 0.5 m）が等しく自由支持で板の厚さ 1.6 mm で線結合の L 型構造に適用（図は実稼動状態で要素 1 に単位入力）し従来法（EFM から算出した CLF と設定した ILF から算出）と提案する実稼動 SEA モデルを比較した結果（1/3 オクターブ 50 Hz-800 Hz）の一例を図 1(b)，(c)に示す．ILF は 5 % とした．CLF は要素 2 を加振していないために，式(6)の分母の P_j が小さめの値となり入力パワーで正規化した要素エネルギーE_j/P_j が大きくなり，図 1(b)で示すように CLF が従来法と比べて小さめの値となる．そのため図 1(c)で示す式(4)から予測するパワーフロー結果は負の値を示し，加振していない要素 2 から 1 へ従来法とは逆方向に流れている結果が得られている．

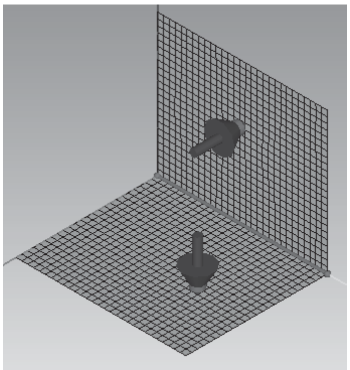
そこで次章では，線結合の L 型構造で片方の要素のみに入力がある場合に，パワーフロー結果に流れる方向のエラーが生じないよう工夫した実稼動 SEA モデル法を提案する．

3. L 型平板構造における実稼動 SEA モデル

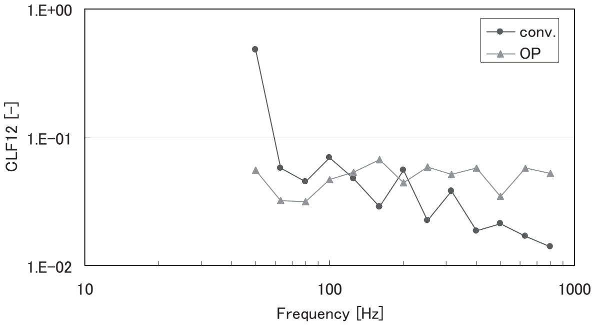
3. 1　対象構造物と複数入力の場合の結果と考察　図 2(a)に示す図 1(a)と同じ L 型の薄板鋼板を対象とし，実稼動は要素 1 と 2 への 25 Hz から 1k Hz まで 5 Hz 刻みの単位入力とする．境界は自由支持で鋼の材料物性は，縦弾性係数 2.1×10^{11} Pa，密度 7800 kg/m^3，ポアソン比 0.3125 である．FEM の要素サイズは，1.25k Hz までの曲げ波長に 6 節点が含まれるよう，一辺長を約 20 mm 程度とし，総節点数は 1470 で総要素数は 1392 である．モデルに与える損失率は要素と周波数に関係なく一律に 5 %とする．FEM による固有振動数の結果は，剛体モードを除いて，6.7 Hz から見られた．解析対象周波数は，25 Hz から 1k Hz まで 5 Hz 刻みの離散周波数で解析し，50 Hz から 800 Hz までの 1/3 オクターブ帯域の周波数で整理した．モデルの作成と EFM による CLF 算出のための FEM 解析には，汎用 SEA 解析ソフトウェア VA One 2016 を使用し，1/3 オクターブの計算には MATLAB を使用する．

両方の要素へ入力がある場合の結果の一例として，図

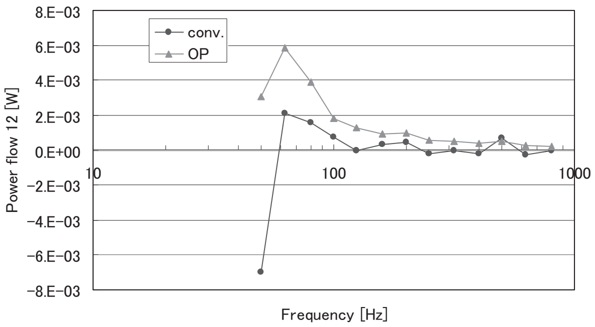
2(b)に従来法のプロセスによる CLF と実稼動 SEA による CLF の比較，図 2(c)に実稼動時のパワーフローの比較，図 2(d)に実稼動時の入力パワーの比較結果を示す．図 2(b)は図 1(b)に比較してオーダーは良く合っている．図 2(c)は図 1(c)に比較して 50 Hz を除いてパワーフローの方向は良く一致している．



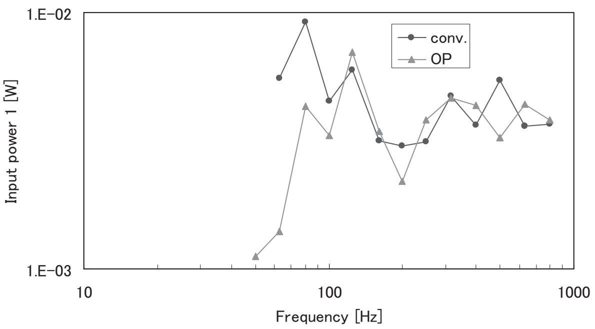
(a) Apparatus of test plate structure: points marked "arrows" are excitation locations.



(b) Example results of coupling loss factor.



(c) Example results of power flow.



(d) Example results of input power.

Fig.2 Comparison between the conventional method and the proposed method for the same subsystem area size in case of the both subsystems as input.

3. 2　片方の要素のみに入力がある場合　本節では前章で示したパワーフローの方向が逆になるエラーを改善することを目的に，片方の要素のみに入力がある場合に式(4)に代わる新しいパワーフロー式から同定する方法を提案する．

3. 2. 1　提案法　提案する方法は，1)式(8)よりパワーフローを求め，2)CLF12 を式(6)を変形した式(9)と式(10)より予測し，3)最後に式(4)を変形した式(11)を用いて CLF21 を予測する．

$$P_{12}' = P_1' - P_2' \tag{8}$$

$$\eta_{1,2}' = \frac{E_2/P_1'}{\omega E_1/P_1' \times E_2/P_2''} \tag{9}$$

$$P_2'' = 2P_2' \tag{10}$$

$$\eta_{2,1}' = \frac{\eta_{1,2}E_1 - P_{12}'/\omega}{E_2} \tag{11}$$

式(8)は，実稼動要素間パワーフローを式(7)による実稼動要素エネルギーと内部損失率に比例した要素間の実稼動入力パワーの差と定義し，式(10)は，片方要素のみの入力の場合（ここでは P_1'），入力されていない要素（ここでは P_2'）の実稼動入力パワーが小さめに評価されることを改善するもので，APIM をベースとした 2 要素間における検討のために係数 2 を掛けている．係数 2 の物理的な意味については，今後の検討課題とする．

3. 2. 2　要素が同サイズの場合　提案式を図 1(a)の要素が同サイズの場合に適用した結果の一例を図 3 に示す．図 1(b)の CLF12 の結果に比較して値が大きくなり良好であり，また，図 1(c)のパワーフローの結果に比較して 50 Hz 帯域を除いて正の値が得られ，定量的に概ね良好である．

3. 2. 3　加振要素の面積が受振要素に比べて大きい場合

波動理論に基づいた線結合の場合の L 型構造の CLF の算出式は，以下で示すことができる(2)．

$$\eta_{i,j} = \frac{2L_{i,j}\tau_{i,j}}{\pi S_i}\frac{h_i}{\sqrt{\omega}}\sqrt[4]{\frac{M_i}{12\rho_i\left(1-\nu_i^{\,2}\right)}} \tag{12}$$

ここで，$L_{i,j}$は要素 i と要素 j 間の結合長さ，$\tau_{i,j}$は要素 i と要素 j の平均エネルギー透過率，h_i，S_i，M_i，ρ_i，ν_i はそれぞれ要素 i の板厚，表面積，ヤング率，密度，およびポアソン比を表す．式(12)より分母の要素 i の面積が大きい，または分子の要素 i の板厚が小さければ，$\eta_{i,j}$ は小さくなる傾向を示すため，式(4)でパワーフローを同定した場合にパワーフローの方向がエラーとなる可能性が高まる．そこで，要素 1 の面積を大きくするために，要素 1 のみ長さを 0.5 m から 0.8 m に変更して検討した結果の一例を図 4 に示す．図 4(b)よりパワーフローが負の値を示していたものが，提案法により改善されている．

3.2.4　加振要素の板厚が受振要素に比べて小さい場合

要素 1 の板厚を小さくするために，要素 1 のみ板の厚さを 1.6 mm から 0.8 mm に変更して検討した結果の一例を図 5 に示す．図 5(a)よりこれまでの結果と比較して従来法よりも大きめに評価されているが，図 5(b)よりこれまでの結果とは異なりパワーフローが正の値であったものが，提案法により負の値へ改善されている．

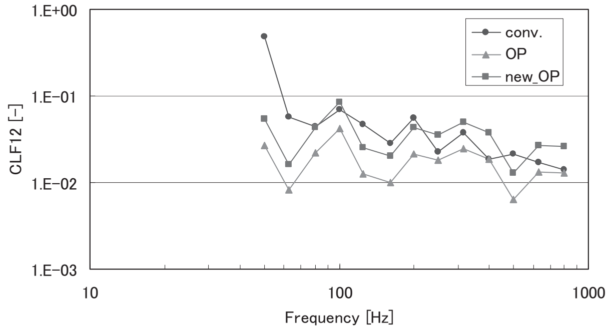
以上の結果より，2 要素の線結合の L 型構造物を対象とした加振実験の必要がない実稼動 SEA モデルの適用性に関して検討を行った結果，片方の要素のみに入力がある場合に，新しく提案した実稼動 SEA モデル構築方法は，パワーフロー結果の流れる方向のエラーを解消することができ，本手法の有効性が示せた．

4. おわりに

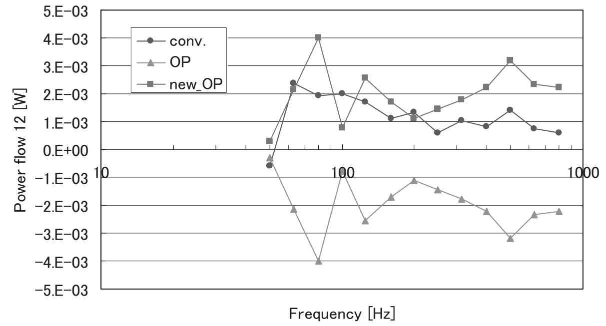
本報は，加振実験の必要がない実稼動 SEA モデルの適用性に関して，2 要素の線結合の L 型構造物を対象に入力要素とその面積，板厚をパラメータとして FEM を用いて数値解析的に基礎検討を行った．

その結果，実稼動時に両方の要素に入力がある場合はこれまでの実稼動モデル構築法は有効であるが，片方のみに入力がある場合には，パワーフロー結果が従来法と比べて逆になることを示した．その解決法として，新たに提案した実稼動要素間パワーフローを実稼動要素エネルギーと内部損失率に比例した要素間の実稼動入力パワーの差と定義した方法では，パワーフロー結果の流れる方向のエラーを解消することができ，本手法の有効性が示せた．

今後は，本手法の更なる有効性を検討するため，①3

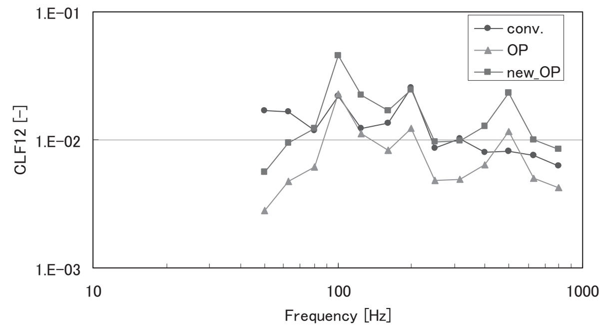


(a) Example results of coupling loss factor.

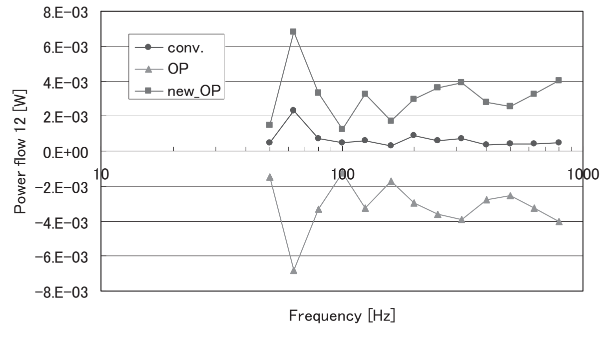


(b) Example results of power flow.

Fig.3 Comparison between the conventional method and the improved proposed method for the same subsystem area size in case of only one subsystem as input.

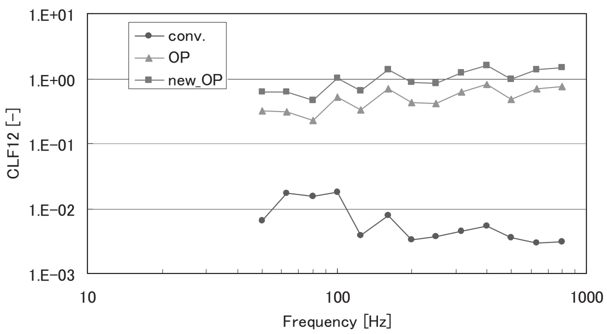


(a) Example results of coupling loss factor.

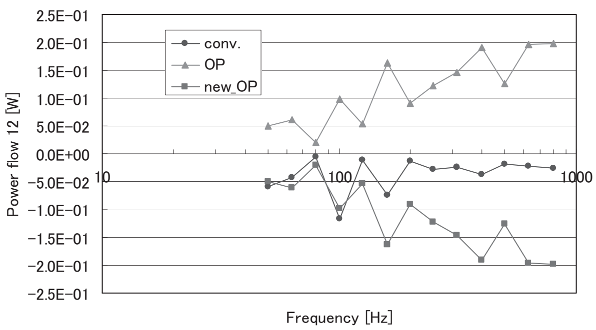


(b) Example results of power flow.

Fig.4 Comparison between the conventional method and the improved proposed method in case of only one subsystem as input when the area of exciting subsystem is larger than the receiving subsystem.



(a) Example results of coupling loss factor.



(b) Example results of power flow.

Fig.5 Comparison between the conventional method and the improved proposed method in case of only one subsystem as input when the thickness of exciting subsystem is smaller than the receiving subsystem.

要素以上の多要素系への展開，②音場要素を含めた実稼動 SEA モデルの構築，③各要素で構造減衰が異なる場合の検討，④振動低減や音圧低減を目指し構造変更を考慮した実機構造物への適用，が必要であると考えている．

謝辞

本研究の一部は，公益財団法人スズキ財団の科学技術研究助成及び長崎総合科学大学新技術創成研究所からの助成を受けたものであり，ここに謝意を表する．

参考文献

(1) R. H. Lyon : Statistical Energy Analysis of Dynamical Systems: Theory and Application, MIT Press, (1975).

(2) 山崎徹，黒田勝彦，森厚夫：SEAによる機械製品の固体音低減プロセス，日本機械学会論文集C編, Vol. 73, No.726 (2007), pp.446-452.

(3) 黒田勝彦：実稼動エネルギーモデル構築に関する研究，日本機械学会年次大会2019，J12118.pdf.

(4) D. A. Bies, and S. Hamid : In situ determination of loss and coupling loss factors by the power injection method, Journal of Sound and Vibration, 70, (1980), pp. 187-204.

(5) B. R. Mace and P. J. Shorter : Energy Flow Models from Finite Element Analysis, Journal of Sound and Vibration, 233, (2000), pp. 369-389.

(6) 黒田勝彦，山崎徹，橋本崇史：エネルギー解析による機械製品の実稼動時の入力パワーの推定，日本機械学会論文集C編，Vol. 77, No.777 (2011), pp.1737-1747.

(7) N. Lalor : Practical Considerations for the Measurement of Internal and Coupling Loss Factors on Complex Structures, ISVR Technical Report No.182, (1990).

超音速風洞における測定部断面積の拡大

松川　豊[*1]・立道　晃弘[*2]・中山　優希[*2]

A supersonic wind tunnel with a larger test section

MATSUKAWA Yutaka, TATEMICHI Akihiro and NAKAYAMA Yūki

Summary

We made a supersonic wind tunnel with a larger test section. The designed Mach number of the nozzle was 1.5. The cross-section of the test section was square and the height and width are 10 mm. The pressure on the wind tunnel wall was measured and the flow inside the wind tunnel was optically visualized. The result showed that the flow reached to the designed Mach number and the flow in the test section was uniform without strong shock waves.

Keywords：（ fluid dynamics, supersonic flow, visualization）

1. 研究目的

超音速流れは、流れの流速が流体の音速よりも速い流れである。流れの流速が流体の音速よりも速い場合、流体の密度が変化し、衝撃波と膨張波が発生する。そのため、超音速流れの性質は低速流れの性質とは異なる。このような超音速流れは、超音速旅客機、極超音速航空機、ジェットエンジン、ロケットエンジン等を例として工学的に利用されている。

その一方で、超音速流れの利用における工学的課題も残されている。例えば、極超音速航空機のスクラムジェットエンジン内における燃料の超音速混合の課題や、ロケットエンジン始動時における過大横推力の課題等があげられる。

このような超音速流れの実験的研究に使う目的で、本学流体工学研究室では超音速気流を作る装置の作製を進めている[1-3]。昨年度においては、超音速ノズル出口に断面積が一定の矩形管を接続し、矩形管内において一様な超音速流れを作ることを目指した[3]。その結果、矩形管内において一様な超音速流れを作ることができた。矩形管の断面寸法は高さ 6 mm・幅 5 mm であり（断面積 30 mm^2）、小型ではあるが、管内で一様な超音速流れを作る超音速風洞を作製できた。

風洞において一様な流れを使用する場所が測定部である。本研究室で作製した超音速風洞においては、矩形管の上流側の領域が測定部となる。測定部の断面寸法を大きくできれば、超音速流れの実験用途を広げることができる。また、作製した超音速風洞の矩形管においては、下流方向にマッハ数の低下が少し見られた[3]。この影響は、矩形管の断面積を大きくすることにより低減できると考えられる。このように、矩形管の断面積を大きくすると、実験用途の拡大とマッハ数低下の低減が期待できる。

本研究は、現在よりも断面積が大きい矩形管を使用して一様な超音速流れを作り、風洞測定部の断面積を拡大することを目指した。

[*1] 工学部　工学科　機械工学コース　准教授
[*2] 工学部　工学科　機械工学コース

2. 実験方法

2.1 ノズルの設計

ノズルの形状は、先行研究 [1-3]において使用したノズルと同じ、設計マッハ数 1.5 のハーフノズルである。ノズルの形状は特性曲線法 [4-5]に基づいて設計した。その形状を図 1 に示す。ノズルの形状はスロート高さに相対的な形状として決まり、スロート高さを 1 とすると、ノズルの出口高さは約 1.2 で、スロートから出口までの長さは約 2.8 である。

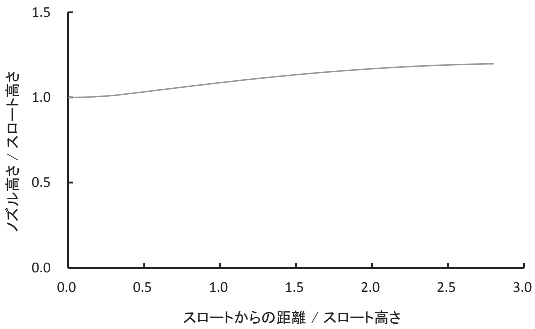


図 1　ノズルの形状

2.2 矩形管の設計

矩形管の断面形状としては、汎用性と流れの対称性の観点から正方形を選んだ。断面寸法については、まず、昨年度に作製した矩形管を使用してタンク容量と気流の持続時間との関係を調べた。その結果にもとづいて、矩形管の断面寸法と持続時間の関係を考察し、今回作製する矩形管の断面寸法の設計値を高さ 10mm・幅 10mm の 10mm 四方とした（断面積 100 mm^2）。

2.3 ノズルと矩形管

ノズル出口の高さは矩形管の高さと同じであるため、ノズル出口の高さも 10 mm となる。このとき、図 1 に示したように、スロートの高さとノズルの長さは一義的に決まり、それぞれ約 8.35 mm と約 23.35 mm になる。矩形管の長さについては、昨年度に使用した長さが 30 mm の矩形管とノズルを組み合わせた形状寸法を参考にして検討した [3]。それは、昨年度に長さが 10 mm・20 mm・30 mm の矩形管の性能を調べたところ、長さが 30 mm の矩形管の性能が最も良かったためである。この形状とほぼ相似になるように、今回の矩形管の長さの設計値を 50 mm とした。以上示したノズルと矩形管の形状寸法を図 2 に示す。

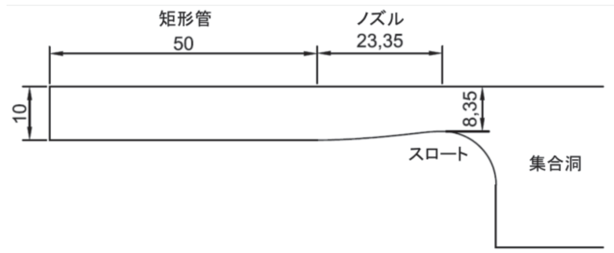


図 2　ノズルと矩形管

2.4 実験の基本構成

実験の基本構成を図 3 に示す。エアコンプレッサで生成した圧縮空気をエアドライヤで除湿し、メインタンクに貯蔵する。そして、ボールバルブを開くことでノズル部に高圧空気が供給され、ノズルと矩形管内に気流が発生する。

気流の計測としては、矩形管における気流の圧力を圧力センサで計測した。また、シュリーレン法 [6]により気流を光学的に可視化した。

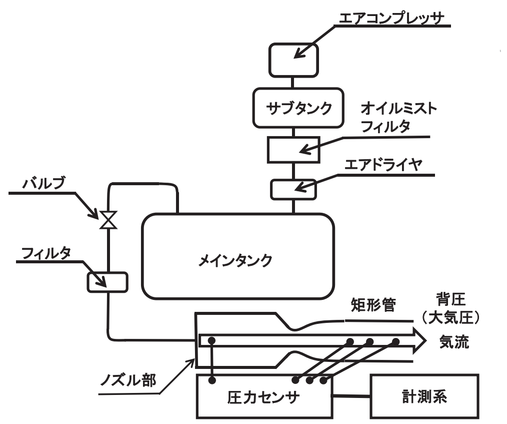


図 3　実験の基本構成

2.5 試験体と圧力計測位置

図 2 に示したノズルと矩形管の形状寸法にもとづいて、アクリルを加工して実験で使用する試験体を作製した。試験体を図 4 に示す。ノズルと矩形管は空気供給口を設けたアクリルの板材に取り付けられており、集合洞に供給された空気はノズルを経由して矩形管内を流れ、実験室内に流出する。また、気流が流出する環境の圧力を背圧と呼ぶ。この場合は大気圧が背圧となる。なお、写真において白く見えるのはシールのための液状ガスケットである。

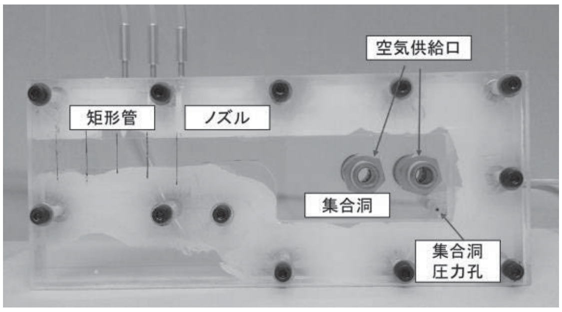


図 4　試験体

矩形管内においては、矩形管の入口・下流 10 mm・下流 20 mm の三か所に圧力孔を設けて圧力を計測した。圧力計測位置を図 5 に示す。また、矩形管においては図に示すように 10 mm 間隔でマーキングして、流れの可視化における位置確認に利用した。

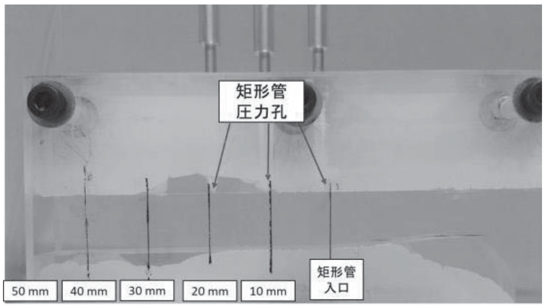


図 5　圧力計測位置

昨年度の試験体では空気供給口は一つだけ設けていたが、今回は二つ設けた。これは次の理由による。今回の試験体において、最初は一つの供給口だけで空気を流したところ、集合洞の圧力が低く、流れが超音速にならなかった。これは、タンクから供給する空気の流量が不足しているためと考えた。そこで、供給口をもう一つ設けて二つにして、二つのタンク（容量は 38 L と 94 L）からそれぞれの供給口に空気を流すことで流量を増やしてみた。その結果、集合洞の圧力が高くなり、流れは超音速になった。

3. 実験結果

3.1　圧力の時間履歴

計測した集合洞の圧力（絶対圧）の時間履歴を図 6 に示す。圧力は通風開始時において最大であり、時間の経過とともに低下してゆく。これは、タンク内の空気が流出することで、タンク内の圧力が低下するためである。そして、集合洞の圧力低下にともない、ノズルと矩形管内における圧力も時間の経過とともに低下していくことになる。なお、実験結果には再現性があることを確認している。

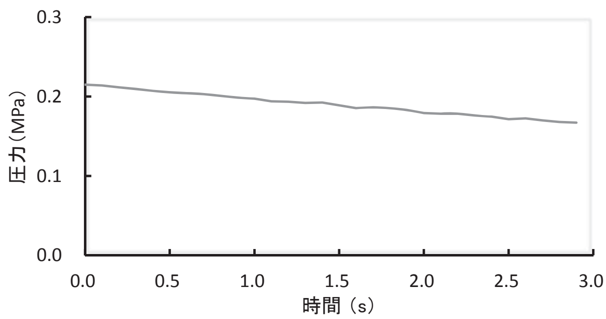


図 6　集合洞の圧力の時間履歴

3.2　圧力比の時間履歴

図 6 に示した矩形管内の各計測位置における圧力の時間履歴を、集合洞の圧力に対する比として図 7 に示す。図には背圧の圧力比も示してある。図より、どの計測位置においても、通風開始からしばらくは一定の状態になっていることがわかる。

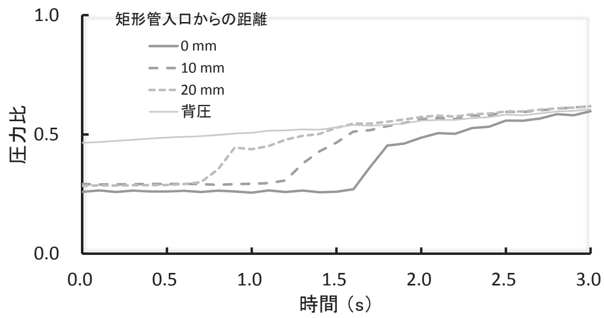


図 7　圧力比の時間履歴

3.3　圧力比とマッハ数の関係

超音速流れにおいて、圧力比とマッハ数の間には、次式の関係がある [4)]。

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

ここで、P_s は集合洞の圧力、P と A と M は任意の位置での圧力と断面積とマッハ数、A^* はスロートの断面積、γ は比熱比である。この式から、図 7 に示した圧力比の時間履歴よりマッハ数の時間履歴を算出できる。

3.4　マッハ数の時間履歴

求めたマッハ数の時間履歴を図 8 に示す。図より、通風開始からしばらくは、どの計測位置におけるマッハ数もほぼ一定になっていることがわかる。これは、流れのパターンが一定になっていることを示す。マッハ数の値は矩形管入口において 1.5、下流 10 mm と下流 20 mm においては 1.4 であり、設計マッハ数 1.5 をほぼ実現できている。

3.5　マッハ数の分布

このように、通風開始からしばらくは、マッハ数は一定になっている。このときの、マッハ数の下流方向への分布を示すと図 9 のようになる。図より、昨年度の結果と比べると、矩形管入口からスロート高さの 1.2 倍の位置より下流において、マッハ数の低下が低減していることがわかる。これは、矩形管の断面積を大きくしたことによる効果と考えられる。

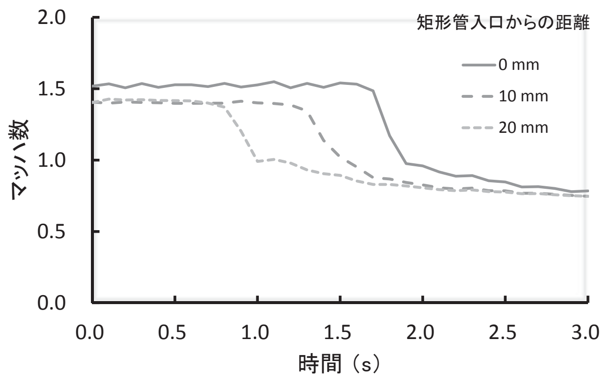


図 8　マッハ数の時間履歴

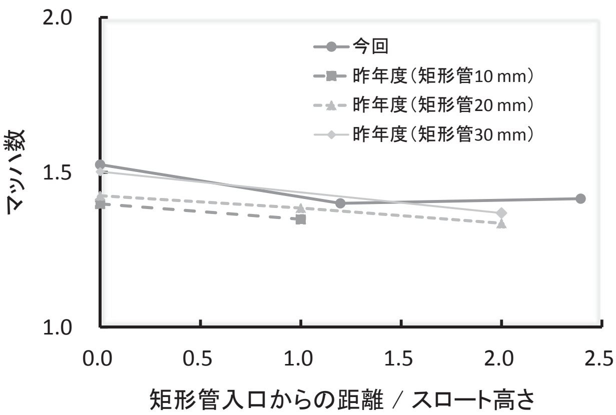


図 9　マッハ数の分布

3.6　通風開始時における衝撃波

図 8 に示したマッハ数の時間履歴からわかるように、通風開始からしばらく時間が経過すると、一定だったマッハ数が下がり始める。これは衝撃波の通過によるためである。

通風開始時における、矩形管の出口付近の可視化画像を図 10 に示す。図より、矩形管入口から下流約 33 mm の位置に衝撃波が発生していることがわかる。この衝撃波は、時間の経過とともに上流側（図の右方向）に移動してゆく。

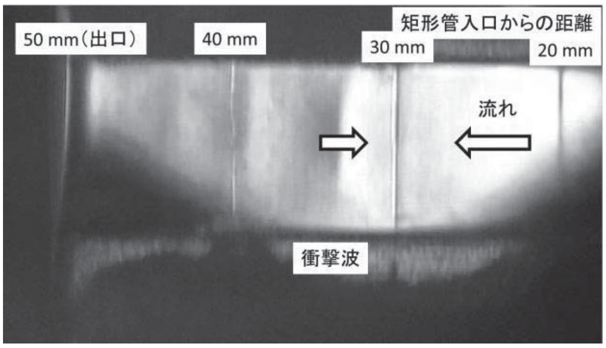


図 10　通風開始時における衝撃波

3.7　通風開始後における衝撃波

通風開始から約 1.3 s 後における、矩形管の入口付近の可視化画像を図 11 に示す。図より、この時点においては、衝撃波は矩形管入口から下流約 14 mm の位置に到達していることがわかる。

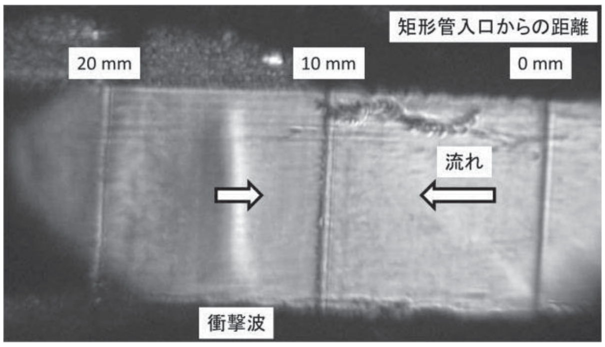


図 11　通風開始後の衝撃波

3.8　気流の持続時間

矩形管内において、矩形管の入口から衝撃波の位置までの区間が、マッハ数が一定の流れになっている区間である。したがって、矩形管内のある位置において、通風開始から衝撃波が到達するまでの時間が、その位置においてマッハ数が一定値を持続する時間となる。各計測位置における衝撃波の到達時間を可視化画像より求めると図 12 のようになる。図より、例えば矩形管入口から下流 10 mm までの区間を測定部として利用する場合、約 1.5 s が一様な超音速流れの持続時間となる。

以上のように、本研究では測定部の断面積を拡大させた超音速風洞を実現できた。

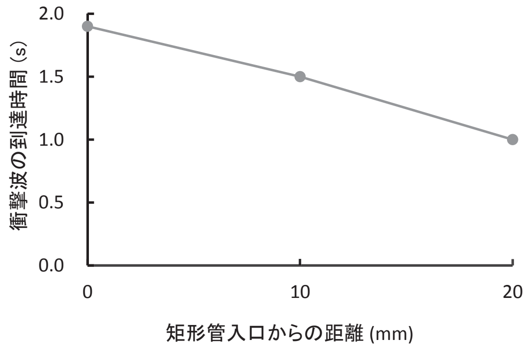


図 12　衝撃波の到達時間

4. 結論

本研究は、昨年度よりも断面積が大きい矩形管を使用して一様な超音速流れを作り、風洞測定部の断面積を拡大することを目指した。その結果、以下の成果が得られた。

・断面寸法が 10 mm 四方の矩形管において一様な超音速流れを作ることができた。

・気流の持続時間については、例えば矩形管入口から下流 10 mm の区間を測定部として利用する場合、気流の持続時間は約 1.5 s となる。

・測定部の断面積を 30 mm^2 から 100 mm^2 に拡大させた超音速風洞を実現できた。

参考文献

(1) 松川豊，松本航暉，古賀勇輝：超音速気流の生成と可視化，長崎総合科学大学新技術創成研究所所報，第12号（2017）pp. 33-38

(2) 松川豊，浦田竜輔，永川凱基：超音速ノズル内流れの実験的研究，長崎総合科学大学新技術創成研究所所報，第13号（2018）pp. 31-36

(3) Nguyen Van Thanh, 吉田　崇晃：矩形管内における超音速流れの実験的研究, 2018年度長崎総合科学大学工学部機械工学コース卒業論文,（2019）

(4) 松尾一泰：圧縮性流体力学, 理工学社,（1994）

(5) 木村逸郎：ロケット工学, 養賢堂,（1993）

(6) 流れの可視化学会編：流れの可視化ハンドブック, 朝倉書店,（1986）

ニューラルネットワークを用いた初期船殻重量推定システムの開発

古野　弘志*

Development of Initial Hull Net Steel Weight Estimation System via Neural Network

FURUNO Hiroshi

Summary

The author has been engaged in research on hull strength and optimal design of hull structure for many years. In this experience, it is an eternal task to develop a fast and highly accurate hull net steel weight estimation method for initial planning processes. In this paper, we focus on Artificial Intelligence (AI), which has been attracting attention in recent years, and develop the initial hull net steel weight estimation system via Neural Network.

Keywords：Hull Structure, Hull Net Steel Weight, Optimal Design, Artificial Intelligence (AI), Neural Network

1. 緒　　言

船舶の引合や商品開発では，限られた時間の中で，船主要求事項を満足させつつ契約事項となる船速や載貨重量などを決定しなければならない．一般に，載貨重量は排水量から軽荷重量を差し引いたものであるが，その大きさは各造船会社の商品価値を推し量る重要な指標ともなる．また，一方で，船舶は多くの場合 *1* 隻ごとの受注生産であるため個船ごとに設計を行う必要があり，しかも昨今の船体構造の安全性強化や環境保護の観点からこれまで以上に設計も難しくなってきている．このような背景から，世の中の動向の変化も考慮しつつ，軽荷重量の大半を占める船殻重量(*Hull Net Steel Weight*：以下，*HNSW* と示す)の迅速かつ高精度な推定法の開発は，船舶の引合業務や商品企画を担う技術者の永遠の課題となっている．これまで，このような業務は，ベテラン技術者がその経験によって担ってきたが，ベテラン技術者の高齢化による大量退職と少子化に伴う若手技術者の減少により，その技術伝承が滞っている現状がある．

これまで，著者は，生物の進化を模した遺伝的アルゴリズム(*Genetic Algorithms*)を用いた構造初期計画における船体構造最適化システムの開発 [1)-7)]や近年注目されている人工知能(*Artificial Intelligence*：以下，*AI* と示す)に着目し，その *AI* のひとつである生物個体の記憶と判断を司る脳の生理学的機能を模した人工脳神経回路網(*Neural Network*：以下，*NN* と示す)を用いた接水防撓パネルの簡易固有振動数推定法に関する研究[8)]など，生物学的アナロジーを用いた知識・学習エンジンによる設計予測・設計自動化に関する研究を行ってきた．そこで，本研究では，

* 工学部工学科　船舶工学コース　准教授

これまでの著者の研究成果を生かし，これまであまり研究されてこなかった船舶の引合や商品開発といった限られた時間の中で使用できる迅速かつ推定精度の高い船殻重量推定システムの開発を行い，その検討結果といくつかの知見について述べる．

2. ニューラルネットワークの概要

NN の研究は，*1949* 年にマカロックとピッツによって始まったとされている [9]．*NN* は，生物の脳神経回路をモデル化したものである．本研究では，*Fig.1* のような入力層，中間層，出力層を持つ *3* 層の階層型 *NN* を用いる．

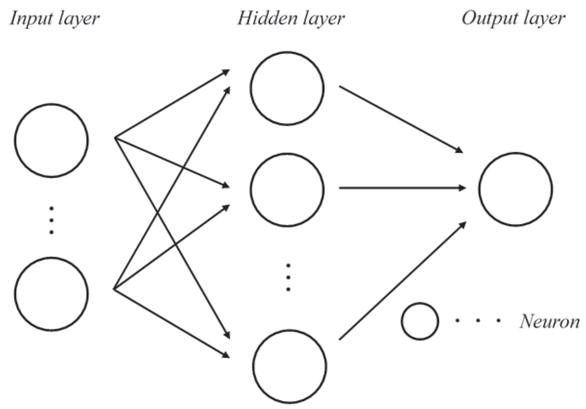


Fig.1 Conceptual diagram of hierarchical Neural Network

また，*Fig.1* の脳神経細胞(以下，ニューロンと呼ぶ)は，*Fig.2* のようにモデル化される．

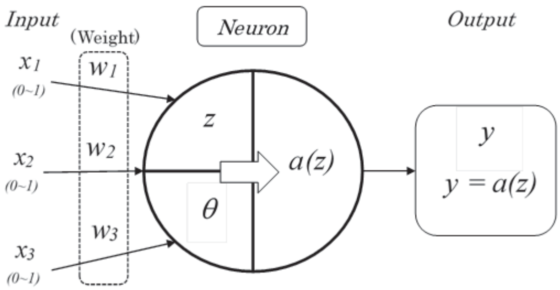


Fig.2 Conceptual diagram of Neuron model

各ニューロンは，他のニューロンからの入力を受け，その総和がある値を超えると発火し，次のニューロンへ出力する．このとき，ニューロンは活性化関数 *a(z)* を通して，重み付き入力 *z* から出力 *y* を導き出す．*z* は(1)式のように与えられる．

$$z = w_1x_1 + w_2x_2 + \cdots + w_mx_m - \theta \tag{1}$$

ここで，*m* は各層のニューロンの総数，θ は閾(しきい)値である．閾値 θ は，ニューロンの発火強度を決定するパラメータであり，ここでは $b = -\theta$ と表現し，*b* をバイアスと呼ぶ．また，活性化関数 *a(z)* は，(2)式に示すようなシグモイド関数を用いる．

$$a(z) = \frac{1}{1 + e^{-\beta z}} \tag{2}$$

ここで，β はゲインと呼ばれ，*Fig.3* に示すようにゲイン β を小さくすると線形性が強まり，大きくすると非線形性が強まる．また，(2)式のシグモイド関数を一階微分すると(3)式のようになり，元のシグモイド関数で一階微分を表現することができ，計算機での微分操作が不要となる．

$$a'(z) = \beta a(z)\{1 - a(z)\} \tag{3}$$

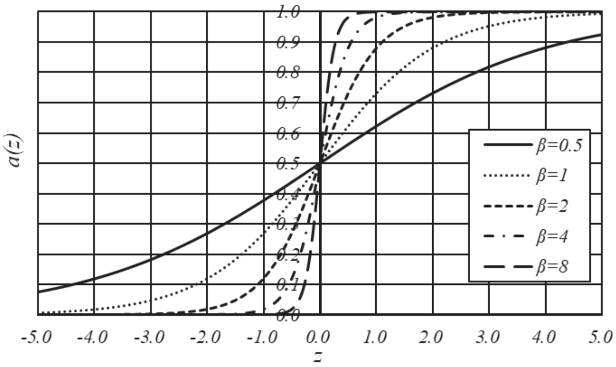


Fig.3 Shape of sigmoid function

NN の各パラメータ(ここでは，重み *w* とバイアス *b*)は，出力層の誤差を最小化するように決定される．そして，その手段として最も有効な方法が勾配降下法である．勾配降下法による探索ベクトルは，誤差関数 C を用いて(4)式のように表すことができる．なお，上付き文字は，層番号 *l* を示し，*1*：入力層，*2*：中間層，*3*：出力層を示す．また，下付き文字の最初の数字 *j* は層 *l* におけるニューロンの番号を示し，2 つ目の数字 *i* は層 *l* のニューロンと接

続される層$l-1$のニューロン番号を示すよう約束する.

$$(\Delta w_{11}^2,\cdots,\Delta w_{11}^3,\cdots,\Delta b_1^2,\cdots\Delta b_2^3,\cdots) = -\eta\left(\frac{\partial C}{\partial w_{11}^2},\cdots,\frac{\partial C}{\partial w_{11}^3},\cdots,\frac{\partial C}{\partial b_1^2},\cdots,\frac{\partial C}{\partial b_1^3},\cdots\right) \quad (4)$$

ここで，ηは正の小さな値である．一般に，多変数関数の最小値を探す問題には勾配降下法が有効である．しかし，*NN* では変数，パラメータ，関数などが複雑に絡み合い，勾配降下法をそのまま利用できない．そこで，ここでは，煩雑な偏微分計算を数列の漸化式に置き換える誤差逆伝播法(*Back Propagation* 法：以下，*BP* 法と示す)[10] を利用する．*BP* 法を用いる準備として，ユニット誤差と呼ばれる変数δ_j^lを導入する．二乗誤差Cを用いるとユニット誤差は(5)式のように定義される．

$$\delta_j^l = \frac{\partial C}{\partial z_j^l} \quad (l = 1,2,3,\cdots) \quad (5)$$

Fig.1 の *NN* の構造を利用して，(4)式右辺の一階偏微分は(6)式のように求められる．

$$\frac{\partial C}{\partial w_{ji}^l} = \delta_j^l a_i^{l-1}, \quad \frac{\partial C}{\partial b_j^l} = \delta_j^l \quad (l = 2,3,\cdots) \quad (6)$$

(6)式を見ると分かるように，ユニット誤差δ_j^lが求まれば勾配降下法の算出に必要な二乗誤差Cの一階偏微分が求められる．二乗誤差Cと活性化関数 *a(z)*が与えられれば，漸化式の末項に相当する出力層のユニット誤差δ_j^3は(7)式のように具体的に得られる．

$$\delta_j^3 = \frac{\partial C}{\partial z_j^3} = \frac{\partial C}{\partial a_j^3}\frac{\partial a_j^3}{\partial z_j^3} = \frac{\partial C}{\partial a_j^3} a'(z_j^3) \quad (7)$$

また，ユニット誤差δ_j^lには，その上層δ_j^{l+1}と簡単な関係式で結ばれているという性質がある．層 *l* と層 *l*+1 の関係は(8)式のように一般化できる．

$$\delta_i^l = \left(\delta_1^{l+1} w_{1i}^{l+1} + \delta_2^{l+1} w_{2i}^{l+1} + \cdots + \delta_m^{l+1} w_{mi}^{l+1}\right) a'(z_i^l) \quad (8)$$

出力層のユニット誤差δ_j^3が求められれば，他のユニット誤差を連鎖的に求めることができ，また微分操作も不要なことから計算機での計算が容易となる．

3. ニューラルネットワークによる船殻重量の推定

一般に，実際の造船所の設計現場では，*HNSW* などの情報は *Microsoft* 社の *Excel* などで管理されていることが多い．このため，本論文では，実際の設計現場でも利用しやすい *Visual Basic for Application* (*VBA*)を使用して，*BP* 法による *NN* を用いた初期船殻重量推定システムの開発を行った．ここでは，このシステムの推定精度を向上させるためにはどのようにすればよいのか検討するために，入力データの違い，中間層のニューロン数，*BP* 法の学習回数及びシグモイド関数のゲインβの値が *NN* の推定精度に与える影響について調査する．

3.1　推定精度の検証方法

本論文では，著者の都合上，船殻重量を(9)式のような誤差率(*Error Rate*)として無次元表示する．

$$Error\ Rate = \left(1 - \frac{\overline{HNSW}}{HNSW}\right) \times 100\ (\%) \quad (9)$$

ここで，*HNSW* は実際の船殻重量，$\overline{HNSW}$は *NN* が推定する船殻重量である．以降の推定精度検証では，統計学的分布のひとつである(10)式のような正規分布$N(\mu,\sigma^2)$を用いて評価する．

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (10)$$

ここで，μは誤差率の(相加)平均，σは標準偏差，σ^2は分散である．この誤差率の平均(μ)，標準偏差(σ)，*95%*超過確率における最大誤差($\mu + 1.96\sigma$)と最小誤差($\mu - 1.96\sigma$)，*95%*超過確率における最大と最小誤差の幅の *5* つを指標として比較検討を行う．

3.2　入力データの違いによる推定精度の変化

まず，入力データの違いによる推定精度の変化を調べ

るために，*Table 1* の *Case 1* から順番に検討を行い，計 *6* ケースでの比較検討を行う．*Table 1* は，各ケースでの入力データを示しており，入力層のニューロン数 *13* 個を最大として，船舶の種類，船級協会規則，主要目寸法，方形係数(*Cb*)，各ハイテン使用率を用いる．それぞれの入力データと *Table 1* がどれに対応しているか視覚的に分かりやすくするために，*Table 1* 中では *5* 段階のセルの濃淡で表している．

船舶の種類では，ダブルハルタンカーの場合は，第 *1* ニューロン(*TK*)を *1*，第 *2* ニューロン(*BC*)を *0* と入力する．バルクキャリヤ(*BC*)の場合は，第 *1* ニューロン(*TK*)を *0*，第 *2* ニューロンを *1* と入力する．また，船級協会規則では，主要な *4* つの規則をそれぞれ *H*，*I*，*J*，*K* と表し，それに対応する船級協会規則に *1*，それ以外に *0* を入力する．主要目寸法については，各データ中のそれぞれの最大値で除して *0* から *1* までの実数として入力する．*Cb* とハイテン使用率は，*0* から *1* までの実数をそのまま入力する．なお，今回使用した教示データは *1990* 年から *2000* 年にかけて建造されたダブルハルタンカーとバルクキャリヤの計 *61* 隻を用い，その後 *IACS* が定めたバルクキャリヤセーフティや *UR S25*，*CSR-B/CSR-T*，*H-CSR* の適用は含んでいない．

Table 1 Case studies of input data for Neural Network

Neuron	*Case 1*	*Case 2*	*Case 3-1*	*Case 3-2*	*Case 3-3*	*Case 4*
1	*TK*	*TK*	*TK*	*TK*	*TK*	*TK*
2	*BC*	*BC*	*BC*	*BC*	*BC*	*BC*
3	*Class. H*	*Lpp*	*Class. H*	*Class. H*	*Lpp*	*Class. H*
4	*Class. I*	*B*	*Class. I*	*Class. I*	*B*	*Class. I*
5	*Class. J*	*D*	*Class. J*	*Class. J*	*D*	*Class. J*
6	*Class. K*	*ds*	*Class. K*	*Class. K*	*ds*	*Class. K*
7	*Lpp*	*Cb*	*Lpp*	*Lpp*	*HT32*	*Lpp*
8	*B*	*HT32*	*B*	*B*	*HT36*	*B*
9	*D*	*HT36*	*D*	*D*		*D*
10	*ds*		*ds*	*ds*		*ds*
11			*Cb*	*HT32*		*Cb*
12			*HT32*	*HT36*		
13			*HT36*			

61 隻の教示データを用い，中間層ニューロン数を *16* 個，*BP* 法の学習回数を *6* 万回，ゲイン β を *1.0* としたときの推定精度の変化を *Fig.4* に示す．

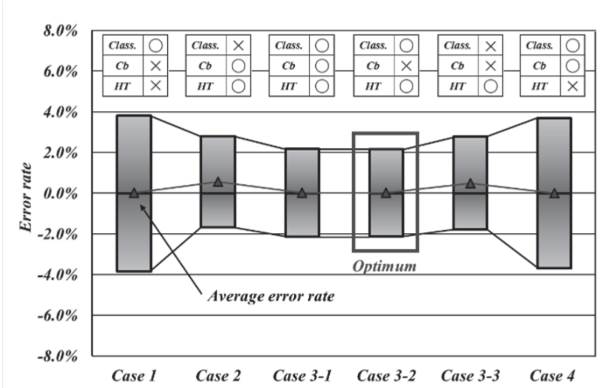


Fig.4 Comparison of estimation accuracy depending on the difference in input data

Fig.4 から分かるように，ハイテン使用率を入力に使用しない場合(*Case 1* と *Case 4*)では，*95%*超過確率における最大・最小誤差は共に大きくなり，反対にハイテン使用率を入力に使用する場合(*Case 2*，*Case 3-1*，*Case 3-2* 及び *Case 3-3*)では，*95%*超過確率における最大・最小誤差は小さくなる傾向にある．次に，船級協会規則の種別を入れない場合(*Case 2* と *Case 3-3*)では，誤差率の平均が上昇し，船級協会規則の種別を入れた場合(*Case 3-1* と *Case 3-2*)では，誤差率の平均が *0%*に近づく傾向にある．*Cb* については，入力に入れなかった場合(*Case 3-2*)と入れた場合(*Case 3-1*)とでは推定精度にほとんど差はなかったが，今回はわずかに推定精度が良い *Case 3-2* を用いて以降の検討を行う．なお，*Case 3-2* の推定精度は，誤差率の平均(μ)は *0.0202%*，標準偏差(σ)は *0.0110*，*95%*超過確率における最大誤差と最小誤差はそれぞれ *2.18%*と*-2.14%*，*95%*超過確率の最大と最小の誤差幅は *4.32%*であった．今回の結果より，*NN* の入力データにどのような種類のデータを用いるかによって，*NN* の推定する結果の傾向とその推定精度に差が生じることが分かる．

3.3 中間層のニューロン数の違いによる推定精度の変化

続いて，*Case 3-2* の入力データを用いて，*BP* 法の学習回数を *6* 万回，ゲイン β を *1.0* として中間層のニューロン数の違いによる推定精度の変化について検討を行う．中

間層のニューロン数は，入力層のニューロン数よりも少なくすると極端に推定精度が悪化したため，今回は *12* 個，*16* 個，*20* 個，*24* 個，*36* 個と変化させたときの推定精度の変化を *Fig.5* に示す．

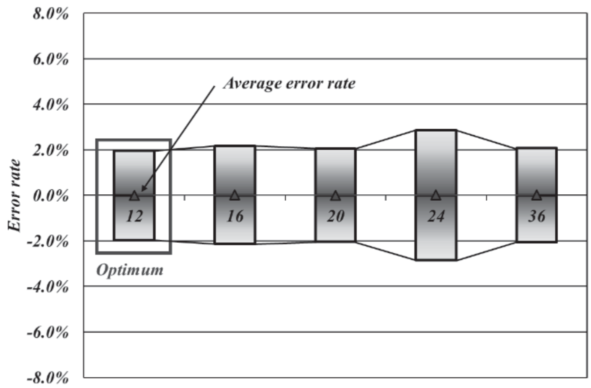


Fig.5 Comparison of estimation accuracy depending on the number of neurons in hidden layer

Fig.5 の結果より，最も推定精度が良好であったのは，*Case 3-2* の入力層のニューロン数と同じ *12* 個とした場合であった．*20* 個の場合も *12* 個の場合と比べてわずかに精度が劣る程度ではあったが，学習時間がおよそ *2* 倍となったため，以降の検討では中間層のニューロン数を *12* 個とする．なお，中間層のニューロン数を *12* 個とした場合の推定精度は，誤差率の平均(μ)は *0.00776%*，標準偏差(σ)は *0.0100*，*95%*超過確率における最大誤差と最小誤差はそれぞれ *1.97%*と*-1.95%*，*95%*超過確率の最大と最小の誤差幅は *3.92%*であった．今回の結果より，単に中間層のニューロン数を増やせば推定精度が良くなるのではなく，適切なニューロン数を設定する必要がある．

3.4 *BP* 法の学習回数の違いによる推定精度の変化

さらに，ここでは，*BP* 法の学習回数の違いによる推定精度の変化について検討を行う．この際，同じ教示データを何度も繰り返し学習させると，教示データに対する推定精度は向上するが，未知のデータに対する推定精度が悪化してしまう過学習の恐れが出てくる．そこで，ここでは，人為的な影響を排除する観点から乱数を用いて *Case 3-2* の教示データから *1* 隻のデータを削除して，削除したデータを未知のデータとして使用することにした．このとき，削除した教示データと類似するデータがもう *1* 隻あったため，これも削除した．従って，本節で使用する教示データ数は全部で *59* 隻となる．この他のパラメータについては，中間層のニューロン数は *12* 個，ゲイン *β* は *1.0* とした．

BP 法の学習回数を *1* 万回から *7* 万回まで，*1* 万回ずつ増やした場合の推定精度の変化を *Fig.6* に示す．

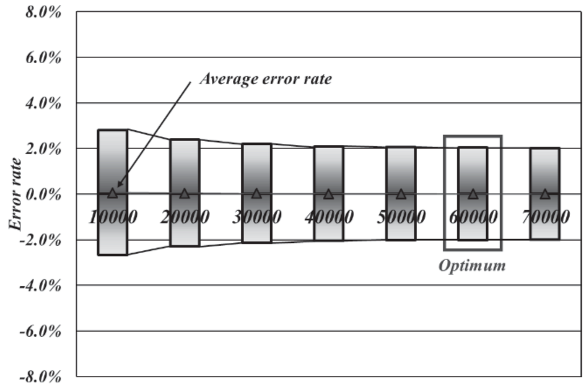


Fig.6 Comparison of estimation accuracy depending on the number of learning iterations

Fig.6 の結果より，*BP* 法の学習回数を増やすと教示データに対する推定精度は向上する傾向にあり，*6* 万回で推定精度が収束することを確認した．この *NN* に削除した教示データを未知のデータとして入力したときの推定精度を *Fig.7* に示す．

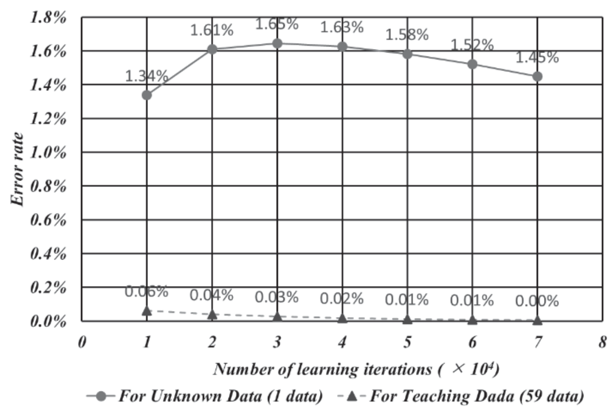


Fig.7 Comparison of estimation accuracy between unknown data and teaching data

Fig.7 の結果から分かるように，未知のデータに対する推定精度は，学習回数が 1 万回のときに最も精度が良くなったが，この段階では教示データに対する推定精度は収束していない．学習回数が 3 万回以上になると，教示データと未知のデータに対する推定精度は学習回数を増加させるほど推定精度が向上する傾向にある．また，懸念していた過学習については，今回検討した範囲では，学習回数を増やしても未知のデータに対する推定精度の悪化は見て取れず，過学習が発生していないことが確認できる．未知のデータに対する推定精度は，学習回数が 6 万回において約 1.52%程度であり，著者の経験上，初期設計段階で使用する *HNSW* の推定精度は 3%程度であるので，十分な推定精度を有する．

3.5 ゲインの違いによる推定精度の変化

最後に，*Case 3-2* の入力データを 61 隻に戻して，中間層のニューロン数を 12 個，*BP* 法の学習回数を 6 万回として，シグモイド関数のゲイン β の違いによる推定精度の変化について検討を行う．ゲイン β を 0.1，0.5，1.0，1.2，1.5 と変化させたときの推定精度の変化を *Fig.8* に示す．

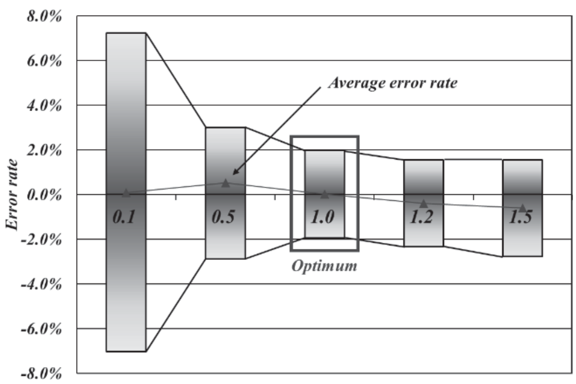


Fig.8 Comparison of estimation accuracy depending on the difference in gain β

Fig.8 の結果より，ゲイン β が 1.0 と 1.2 の場合に推定精度が良くなった．しかしながら，ゲイン β が 1.2 の場合は，誤差率の平均が負の方向へ移動しており，通常の設計では *HNSW* を軽い方向に推定することは良いとしないため，ゲイン β は 1.0 を採用する．最終的に生成された *NN* を *Fig.9* に示す．*Fig.9* 中の t は各教示データを表す．また，最終的に生成された *NN* の推定精度は 3.3 に示している．

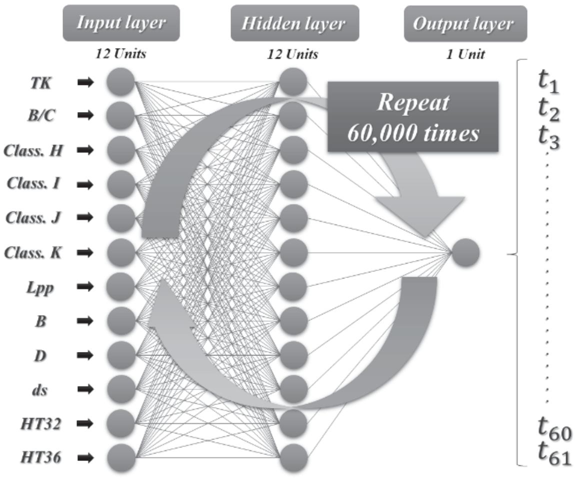


Fig.9 Conceptual diagram of the generated Neural Network

4. 結　　言

本論文では，近年注目されている人工知能(*AI*)に着目し，その *AI* のひとつであるニューラルネットワーク(*NN*)を用いて，実設計現場の初期船殻重量推定に使用できる推定システムを開発した．この検討の中で，*NN* の入力データの選定と各パラメータの設定次第で *NN* の推定する結果の傾向と推定精度に差が生じることを明らかにした．今回，ある教示データを一例に，入力データと各パラメータを適切に設定すると実設計現場での使用にも十分対応可能な推定システムを生成することができた．今後は，この検討の自動化と更なる推定精度向上ができないかどうかを検討するために，生物学的アナロジーから見て関係性の深い遺伝的アルゴリズムと *NN* を組み合わせたネットワークの生成について検討を行っていく予定である．

謝　　辞

研究当時，本研究のプログラム調整と計算等を行って頂きました長崎総合科学大学 工学部工学科 船舶工学コースの石井 孝幸 様(現，内海造船株式会社)，磯兼 佳奈 様(現，*BEMAC* 株式会社)，濵田 ほのか 様(現，株式会社名村造船所)，森川 竜大 様(現，ジャパン マリンユナイテッド株式会社)に感謝申し上げます．

参考文献

1) *A.Katoh, Q.Li, H.Furuno, A.Matsuo : Evaluation of Strength for Double Hull Structure in Initial Hull Planning and Optimization of Hull Weight with Genetic Algorithms,*

Journal of The Society of Naval Architects of Japan, Vol.184, pp.539－549, 1998.

2) 加藤瞭，李旗，古野弘志：バルクキャリヤの構造初期計画システムの構築，西部造船会会報，第 *97* 号，*pp.177－185*，*1999.*

3) 李旗，古野弘志，加藤瞭，臼木重忠：*DOUBLE HULL TANKER* の構造初期計画システムの構築(その２ *2L.BHD* を有する大型タンカーの場合)，西部造船会会報，第 *98* 号，*pp.161－167*，*1999.*

4) 李旗，古野弘志，加藤瞭：バルクキャリヤの構造初期計画システムの構築(その２ 遺伝的アルゴリズムによる重量最適化)，西部造船会会報，第 *99* 号，*pp.193－202*，*2000.*

5) 古野弘志，加藤瞭，福島明寿：バルクキャリヤの構造初期計画システムの構築(その３ 二軸圧縮場の座屈強度を考慮した最適設計法，西部造船会会報，第 *101* 号，*pp.177－184*，*2001.*

6) 古野弘志，北村充：*DOUBLE HULL TANKER* の構造初期計画システムの構築(その３ 遺伝的アルゴリズムによる重量最適化)，西部造船会会報，第 *102* 号，*pp.381－389*，*2001.*

7) 古野弘志，北村充：*DOUBLE HULL TANKER* の構造初期計画システムの構築(その４ 船体構造の総合的最適化)，西部造船会会報，第 *105* 号，*pp.295－303*，*2003.*

8) 古野弘志，北村充：接水防撓パネルの固有振動数推定法に関する研究 －簡易推定法の導出とニューラルネットワークを用いた推定精度向上について－，日本造船学会論文集，第 *189* 号，*pp.281－289*，*2001.*

9) 萩原将文：ニューロ・ファジィ・遺伝的アルゴリズム，産業図書，*1994.*

10) 涌井良幸，涌井貞美：ディープラーニングがわかる数学入門，技術評論社，*2017.*

船尾波の尺度影響を考慮した最適船尾形状について

皆川　大地*1，　石川　暁*2

The Stern Shape Optimization Considering Scale Effect of Stern Waves

Minagawa Daichi and Ishikawa Satoru

Summary

This paper describes the relations of scale effect of stern wave and most suitable stern shape. The CFD method used here has been origina11y developed by Hirata,N. and Hino,T. The result of the CFD calculation of the series 60 showed that a big difference was seen in the stern wave height between model and a full scale ship. The most suitable displacement distribution of the full scale ship was found to move the displacement distribution of the model ship a little ahead.

Keywords：（ Hull Form,　Stern Wave, CFD,　Scale Effect,　Shape Optimization ）

1. 緒言

水槽試験は、実船とフルード数が一致する条件で行うので自由表面流れ(造波現象)は相似になるとされている。しかしながら、レイノルズ数は実船の条件と一致しないので、粘性に起因する境界層流れなどは相似とならず、尺度影響が現れる。このような尺度影響に関する研究は、その影響が強く表れる船尾の境界層流れ、粘性抵抗や自航要素、船尾付近に設置される性能向上デバイスの省エネ効果などについて、これまでに多くの研究がなされている[1)-4)]。一方で、フルード則に従うとされている造波現象においても、境界層が厚くなる船尾付近の波高においは実船と相似にならないことが知られているが、この船尾波に対する尺度影響を論じた論文はあまりない。

そこで、本論文では、シリーズ 60 船型を対象に船尾波の尺度影響を CFD で評価することとした。あわせて、船尾形状と船尾造波、ならびに抵抗特性との関係を調べ、船尾波の尺度影響が最適船尾形状にどのような影響を与えるかについて検討した。

2. 数値計算法

本研究で用いた船体まわりの流れシミュレーション法は、海上技術安全研究所で開発された NEPTUNE (Newton-Relaxation scheme for Pseudo-compressibility based Turbulent Navier-Stokes Equations)と呼ばれるコード[5)]で、船体抵抗、伴流分布、自航性能等の計算が可能である。その主な特徴を以下に示す。

- ３次元次元非圧縮性レイノルズ平均ナビエ・ストークス(以下：NS)方程式を用い、擬圧縮性を導入して定常解を求める計算コードである。
- 二重模型流れおよび非線形自由表面条件による自由表面流れを計算できる。
- 自由表面計算では、界面適合型(Tracking)、界面捕獲型(Level-Set)が選択できる。
- 4 種類の 乱流モデルがサポートされている。
- 局所時間刻み、マルチグリットを収束加速に使用。
- 無限翼数プロペラ理論に基づいた簡易プロペラ理論が組み込まれている。

---

*1 工学部　工学科　船舶工学コース　学生（論文作成当時）
*2 工学部　工学科　船舶工学コース　教授
本研究は長崎総合科学大学戦略的研究予算の助成を受けたものです。

3. 実船と模型船の船尾波

シリーズ 60 船型 [6] を対象に、模型船および実船相当の条件で船体周りの自由表面流れの計算を実施した。自由表面の取り扱い方法には界面適合型を、乱流モデルには Spalart-Allmaras Model を採用した。計算条件として設定したフルード数 Fn およびレイノルズ数 Re、格子数、境界層厚さ方向の最小格子間隔 Δmin 等を Table 1 に、計算格子を Fig.1 に示す。流場の対称性を考慮して計算領域は左舷側のみとし、その広さは NEPTUNE の推奨値を参考に船首より前方に 1 船長、後方の 2 船長、半径方向に 1.5 船長とした。格子のトポロジーには H-O 型の構造格子を採用、船長方向(I 方向)、周方向(J 方向)および半径方向(K)方向の格子数はそれぞれ Table1 に記載したとおりとした。なお、ここで採用した格子数は、後述する船尾波高の計算結果への影響を考慮し、船尾付近の格子が密になるよう決定したものである。壁近傍の境界層厚さ方向の最小格子間隔も、NEPTUNE の推奨値を参考に決定した。境界条件は、上流の入口条件に一様流条件、その他の開境界にはゼロ勾配条件が採用されている。座標系を Fig.2 に示す。船の長手方向に x 軸（船首(FP)で x/L = -0.5, 船尾(AP)で x/L=0.5　L:船長)、右舷方向に y 軸、鉛直上向きに z 軸を定義した。また、本論では波高を h で表す。

Table 1　Computational Conditions

	Model	Ship
Fn	0.268	
Re	2.50×10^{6}	9.52×10^{8}
I x J x K	224x48x80	224x48x112
Δmin	5×10^{-6}	5×10^{-8}

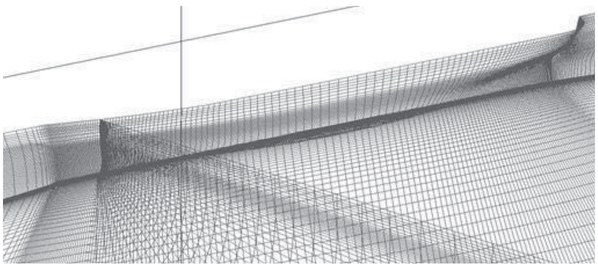


Fig.1　Grid System

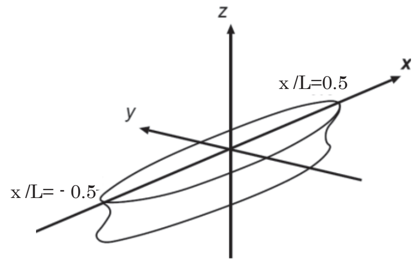


Fig.2 Coordinate System

Fig.3 に船側波高の計算結果を、Fig.4 に計算で得られた船尾端付近の波高等高線図（左舷側のみ）を表示した。Fig.3 の波形を見ると、船尾より前では、波の山と谷で実船の波高が若干大きい程度である。しかし、船尾端では両者の乖離がおおきく、実船で大きな波が発生していることが分かる。Fig.4 の船尾付近の波紋を見ると、船尾端

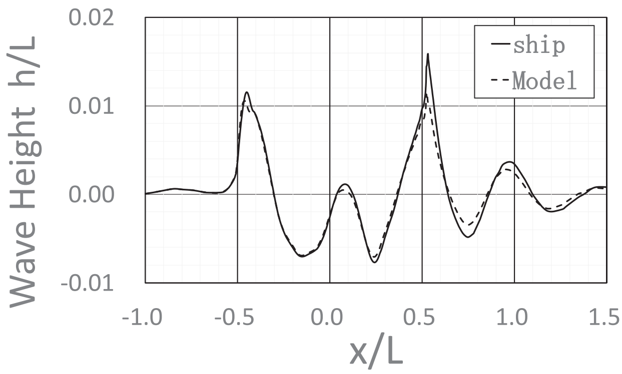


Fig.3　Wave Profile
Solid Line : Ship,　Broken Line : Model

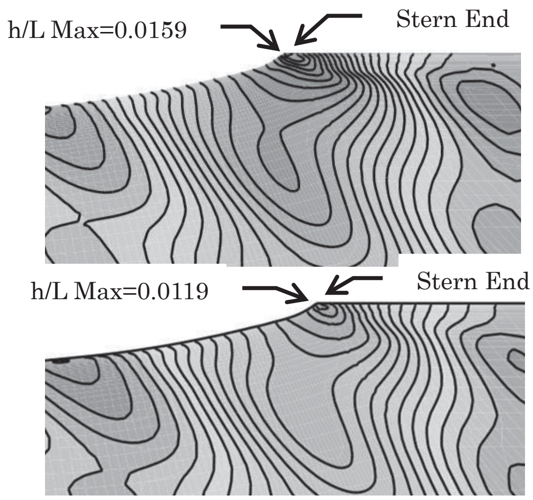


Fig.4　Contour map of the wave pattern around the stern end (Δh/L=0.001)
Top : Ship　Bottom : Model

付近における実船の最大波高 h/L Max は 0.0159 で、模型船の 0.0119 に対し約３割大きい。実船は模型船に対しレイノルズ数が 2 桁大きく、粘性影響が小さくなるため、船尾端の波高にこのような大きな違いが生じたものと考えられる。

4. 最適船尾形状

4.1　船尾形状の変更要領

実船と模型船で船尾付近の波高が異なることが分かった。そこで、この波高分布の相違が実船と模型船の最適船尾形状にどのような影響を与えるかを調べることにした。船尾形状の変更は、横断面積分布（Cp カーブ）、すなわち排水量の長手方向の分布を変更することで行った。具体的には、Fig.5 に示すように形状パラメータ a を導入し、ベースの Cp カーブ(a=0.0)に対し、Cp カーブの形状を a>0 のときは排水量を船体中央よりに寄せた形状（いわゆる肩張り傾向）、a<0 は逆に船尾付近の面積を増した形状（いわゆる肩落ち傾向）となるよう Cp カーブを変更した。Cp カーブの変更は船尾側のみとし、船首側は変更していない。なお、各船型とも Cp カーブを変更する際、排水量がベース船型と同一となる条件を課した。

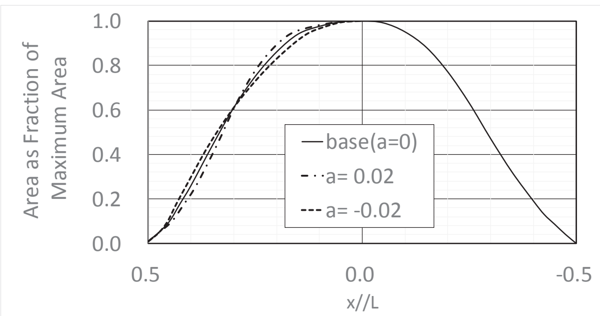


Fig.5　Prismatic Curve（Cp curve）

4.2　計算条件

ベース船型並びに Cp カーブを変更した計 9 船型（Base 船型、肩張り型３ケース、肩落ち型５ケース）を対象とし、それぞれ実船および模型船相当の自由表面流れ（Free-Surface Flow）の計算を実施した。その際、自由表面を平坦と仮定した、いわゆる二重模型流れ(Double Model Flow)の計算も併せて実施した。後者の計算結果から船体の粘性抵抗(Cv)を算出する。Table 2 に計算条件を示す。

Table 2　Computational Condition

	Free-Surface Flow		Double Model Flow	
	Ship	Model	Ship	Model
Re	9.52E+08	2.50E+06	3.55E+08	9.33E+05
Fn	0.268	0.268	0	0

4.3　抵抗特性

自由表面流れの計算で得られた全抵抗係数(Ct)ならびに二重模型流れの計算で得られた粘性抵抗係数(Cv)を Fig.6 に示す。実船の全抵抗係数は、排水量を中央付近へ寄せた(Cp カーブの形状パラメータ a が大の)場合、逆に船尾に寄せた(a が小の)場合、いずれも増大する傾向が見られ、両者の中間に全抵抗が最小となる最適な a が存

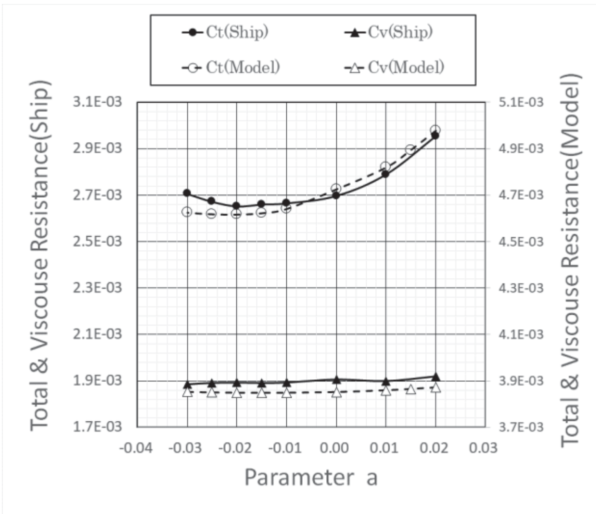


Fig.6　Total and Viscous Resistance

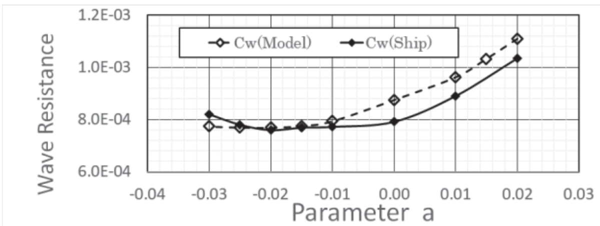


Fig.7 Wave Resistance

在する。模型船でも同様な傾向が見られるが、船尾に排

水量を寄せた場合の抵抗の増加が小さく、同領域において実船と異なる傾向が見られる。

一方、粘性抵抗係数(Cv)は、同図に示されているように、実船および模型船ともに a に対してほとんど変化せず同じ値となる。したがって、全抵抗係数 Ct の相違は、Fig.7 に示した全抵抗係数から粘性抵抗係数を減じで求まる造波抵抗(Cw)の違いによるものと言える。同図を見ると、実船の造波抵抗曲線は、模型船のそれと比べ右へ少しシフトしている。すなわち、模型船に対し実船では、排水量を少し前方に移動した船型が抵抗特性の観点からは有利となっている。

4.4　造波特性

4.3 節で述べた抵抗特性と船体周りの造波特性との関連性について検討する。まず、実船および模型船の船側波を比較して Fig.8 に示す。模型船の船側波形は実船とほぼ同じだが、船尾の波高は模型船がやや低い。船型影響に着目すると、船体の前半形状は同一なので船体中央直後の波までには変化が見られないが、船尾 Cp カーブの肩部の後方に位置する船体中央~船尾(AP) の波の谷、ならびに船尾端の波などに相違がはっきり現れる。そこで、船体中央直後の波の波高を h_a、船体中央～船尾間の波の谷を h_b、船尾後ろの波を h_c とする。

Fig.8 で定義した波高 h_a、h_b、h_c の a に対する変化の様子を Fig.9 に示す。a が大きい時、すなわち排水量が船体中央に寄せたとき波高 h_b の負の値が大きくなる。a を小さくして排水量を船尾に寄せると h_b の負の値は小さくなり、逆に船尾実船波の波高 h_c が大きくなる。模型船でも h_b については、実船とほぼ同じ特性を示す。ところが、船尾端の波高 h_c は、排水量を船尾に寄せても実船ほどの波高の増大が見られない。そもそも模型船の船尾波の波高は、実船と比べて粘性影響のため低くなっている。船尾へ排水量を寄せても波高の増大があまり見られないのは、この粘性影響のためではないかと考えらえる。

Fig.8 および 9 にて船体表面の波高分布について評価してきたが、さらに船尾船体周りの水面領域における波高分布の特徴を確認するため、波高等高線図(Wave Contour)を Fig.10 に示した。同図を見ると船尾付近の水面領域においても、Fig.9 の Wave Height と同様、実船の場合は排水量が船尾に寄るほど船尾端における最大波高(h/L Max)が大きくなり、a=-0.01 と a=-0.03 の最大波高の差は明確である。一方、模型船の場合は、排水量が船尾に寄せても最大波高はあまり変化していない。

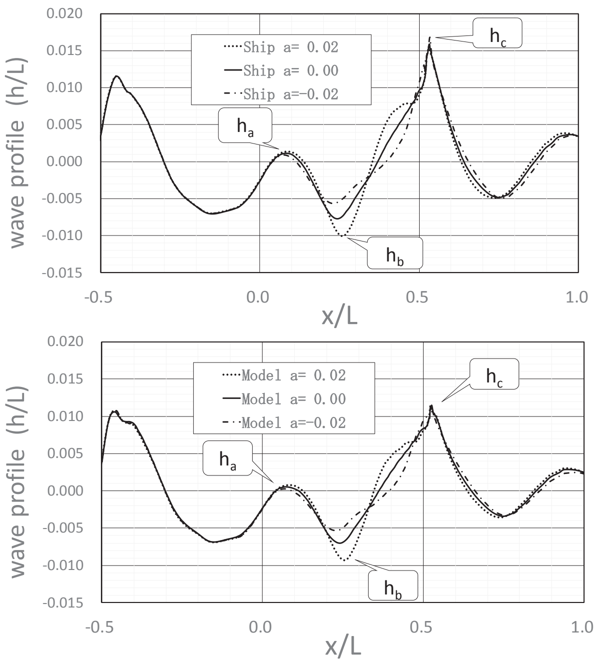


Fig 8　　Wave Profile
Top：Ship　Bottom：Model

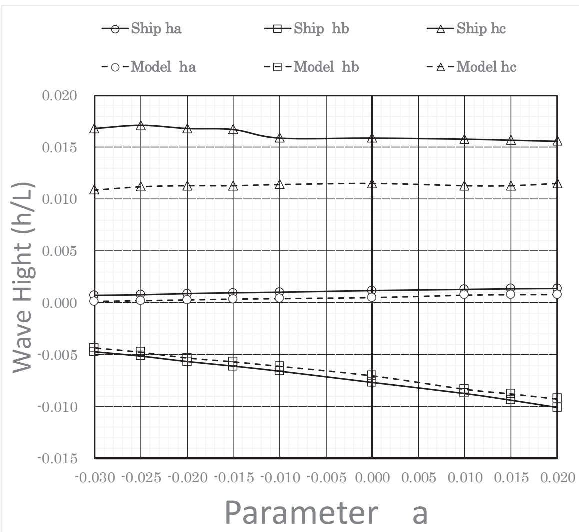


Fig. 9　Wave Height

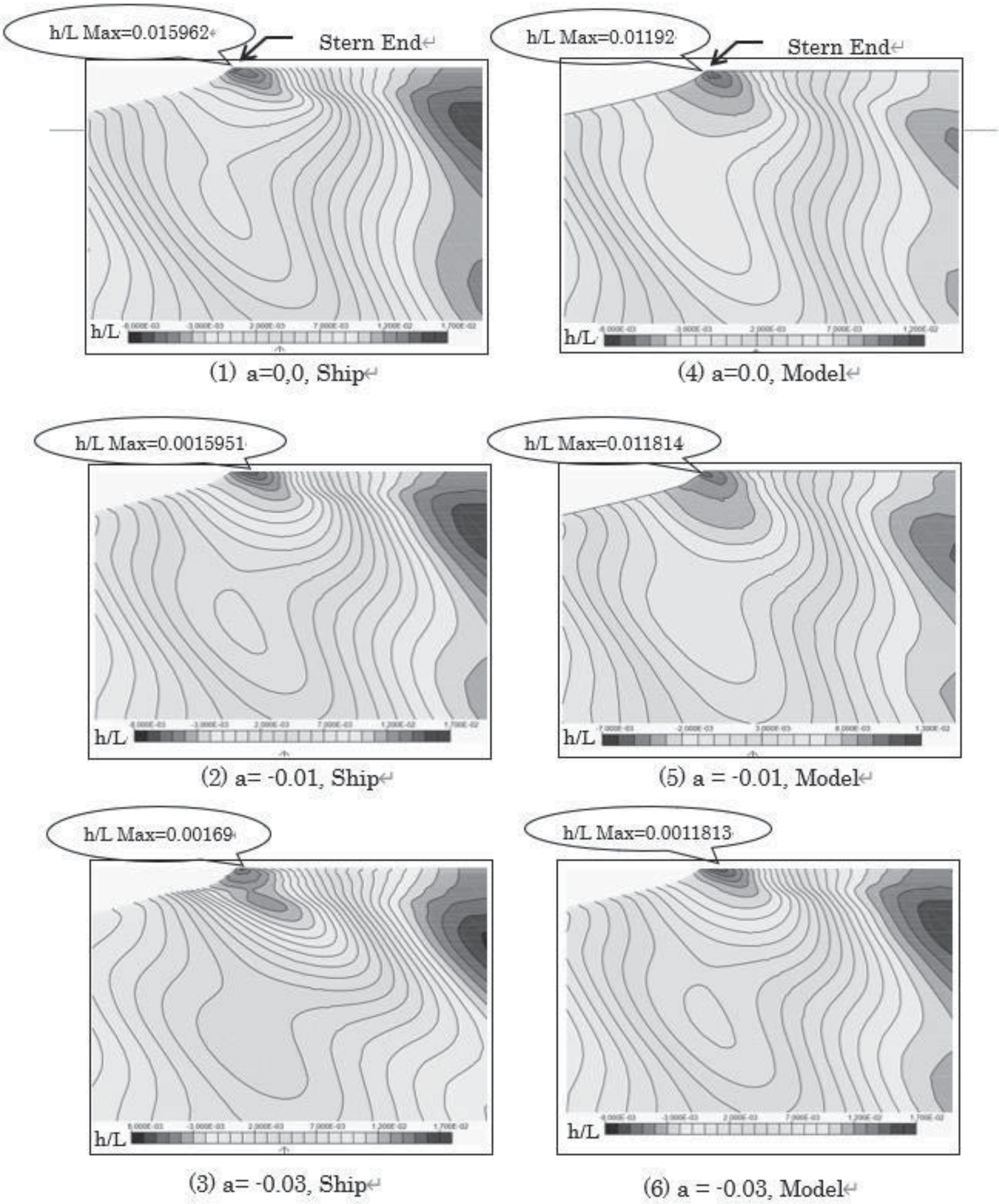


Fig. 10　Wave Contour
Left-hand side　Ship　　Reight-hand side　Model
Top : a=0.0　Middle : a= -0.01　Bottom : a= -0.03

4.5 考察

4.3, 4.4 節で示された抵抗特性と造波特性をまとめると、Fig.6 に示した排水量を船尾に寄せた際の実船と模型船の全抵抗 Ct の変化の様子の違いは、Fig.9 に示した船尾波の違いに起因するものと推察される。すなわち、実船では、排水量を船体中央に寄せると波高 h_b が増大、船尾に寄せると h_c が増大するので、その中間の両者のバランスの良いところに抵抗最小となる最適船型が存在する。一方で、模型船の場合、h_b の傾向は実船とほぼ同様であるものの、船尾波高は実船よりも低く、かつ排水量を船尾へ寄せた際の波高の増大が実船に比べて微小の範囲にとどまっている。このため、船尾へ排水量を寄せた際の造波抵抗の増大が小さく、全抵抗が小さくなるパラメータ a の範囲が船尾端方向に広くなっている。

このように、排水量を船尾方向へ移動しても、粘性の影響が大きい模型船の場合は船尾波の変化が小さく、従って造波抵抗の増大も軽微である。これに対し粘性の影響が小さく船尾波が大きくなる実船では、船尾に排水量を移動すると船尾波が大きくなり抵抗の悪化が大きい。上記を踏まえると、模型船で抵抗低減が得られている船尾形状においても、実船では抵抗増大の領域に入っている可能性があると言える。したがって、船型計画の際は、実船は模型船に対しやや前方に排水量を移動した船型が有利である点に注意を払う必要がある。

5. 結言

本論文では、船尾波の尺度影響が最適船尾形状にどのような影響を与えるかについて検討し、以下の知見を得た。

- 同一フルード数における実船と模型船の船体周りの波高分布はおおむね一致するが、船尾端の波高に相違、すなわち尺度影響が見られる。今回、検証計算に用いたシリーズ 60 では、模型船の船尾波高が実船に比べて約 30%低くなった。
- 排水量の長手方向分布の形状と造波抵抗には顕著な相関が見られるが、上述のとおり船尾波に尺度影響が見られるため、模型船と実船で排水量を船尾に寄せたときの抵抗特性に相違が見られる。
- 実船は模型船に対しやや前方に排水量を移動した船型が全抵抗の観点からは有利と言える。

謝辞

本研究を進めるにあたり、海技研の大橋様には、CFD コードの導入、取り扱い方法に関するご指導などで大変お世話になりました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

(1) 石川暁:CFDによる船体周りの流場ならびに推進性能の尺度影響に関する検討,西部造船会々報,91号(1995) pp,1-14.
(2) 大森拓也：実船流場の数値的推定法に関する研究, 日本船舶海洋工学会講演会論文集,第3号(2006) pp.271-274
(3) 川村隆文,大森拓也：プロペラ単独性能に対するレイノルズ影響, 日本船舶海洋工学会論文集,第10号(2009) pp.29-36
(4) 荒木元輝,大橋訓英,平田信行：省エネ付加物に関する形状最適化とその尺度影響に関する一考察,日本船舶海洋工学会講演会論文集,第20号(2015) pp.411-414
(5) Hirata,N., Hino,T.："An Efficient Algorithm for Simulating Free-Surface Turbulent Flows around an Advancing ship", Journal of the Society of Naval Architects of Japan,Vol.185, pp.1-8, 1999
(6) Todd, F.H.：Some Further Experiments on Single-Screw Merchant Ship Form = Series 60, Vol. 61, Trans.SNAME, pp.517-189. 1953

マルチカメラ撮影したクモの求愛行動映像の同期多画面化

繁宮　悠介*

Synchronous video collage of spider mating videos shot with multicamera

SHIGEMIYA Yusuke

Summary

Synchronous movies can provide new knowledge on animal behavior. In this study, spider mating behavior was shot with multiple cameras synchronously or independently, and their videos were synchronized and collaged into picture-in-picture or quarterly split screen videos. Video edit software enables these processes, where identical scenes were used as clues to align frames of each video. Quarterly split screen videos provided the most fruitful product by linking events from four videos; two macro videos of male and female spiders showed their movement in detail, one distant shot including two spiders showed the migration from each home position, and one video capturing PC screen showed the wave from the laser doppler vibrometer that monitored the vibrating spider web. There occasionally happened frame dropping, which can be caused by the difference of frame rate and/or low writing speed of storage media.

Keywords：（Final Cut Pro X, split screen videos, macro video, laser doppler vibrometer, frame drop）

1. 緒言

市販デジタルカメラやスマートフォン内蔵カメラの機能向上は著しい。それらの機能のうち、動物行動の研究にはハイスピード撮影機能、マクロ撮影機能、インターバル撮影機能が多く使用される。複数台のカメラを使った同期撮影は、二個体が同時にどのような動きをするかを解析したり、一個体の動きを三次元推定したりと、様々な目的で活用される（Tobalske et al. 2007、Karakas et al. 2018、繁宮 2018、Günel et al. 2019）。以前の同期撮影は、専用の入力端子を持ったカメラを、同期装置を介してパソコンにつなぎ、操作も映像保存もパソコンで行うというもので、システムは高額でカメラの機能も限定されていた。市販の同期撮影機能を持ったカメラ（Casio EX-100PRO）は、複数台を同時に操作するための専用のアプリをスマートフォンやタブレットにインストールして、カメラを Bluetooth 等でアプリから操作可能にすることで、２台以上（CASIO COMPUTER CO., LTD 製の EX-100PRO 同期撮影用アプリ SynchroShot なら 7 台まで）を同期させて撮影することができる。しかし同期撮影には、高いマクロ撮影機能を持った機種が対応していなかったり、パソコンでモニターする他の情報の録画画像と同期させられなかったりなど、不自由な点は多い。

個別に撮影したカメラでも、例えば同じシーン（時計

* 長崎総合科学大学　新技術創成研究所　基礎科学部門　准教授

など）を撮影したり、特徴的な音（カチンコの音など）を入れたりすることで、複数の動画で同一時刻を見つけることはできる。しかしそれらが別々の動画のままでは、再生を同時に開始することも、巻き戻したりコマ送りしたりすることも困難である。

本研究では、動画編集ソフトを使うことで、複数のカメラ（マルチカメラ）で撮影した動画を簡単に同期させ、多画面を一画面に合成（ビデオコラージュ）して 1 つの動画として出力することで、動物の求愛行動における雌雄の行動の発生過程と、PC 画面上にリアルタイムで生成されるレーザードップラー振動計の波形との対応関係を分析可能にする手法を構築する。編集方法は撮影方法に対応して 3 通りで行い、それぞれの長所と短所を比較する。

2. 材料と方法

2. 1 使用した動物と機材

実験にはクモを使用する。長崎市の稲佐山で、2018 年および 2019 年の 5 月から 6 月にかけて採集したミナミノシマゴミグモ *Cyclosa confusa* を使用した。成熟したメス個体は、アクリル板で作成した飼育装置（Fig. 1）に 1 個体ずつ入れて造網させ、クモより小型の昆虫を餌として 1 日 1〜2 回、1 回あたり 1〜3 個体を網に掛けて摂食させた。成熟したら網を張らなくなるオス個体に対しては、小型のケースに入れ、霧吹きで水を 1 日 1 回供給した。

撮影の際には、消音用スポンジを貼り付けた板で背面を覆ったテーブルに、メスが網にいる状態の造網枠を設置し、その前面にカメラとレーザードップラー振動計を配置した（Fig. 2）。網の中心付近には、レーザードップラー振動計により網の振動速度を検出するために、再帰

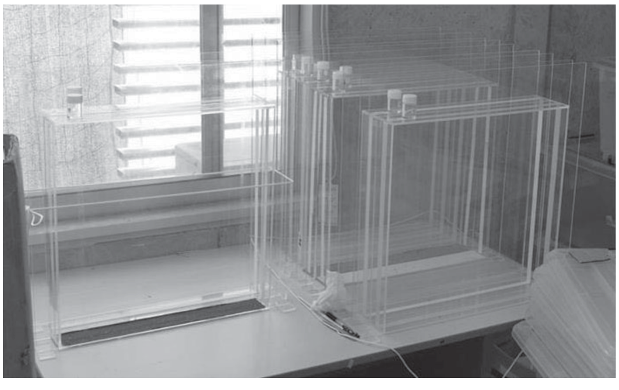


Fig. 1. Rearing system for female spiders.

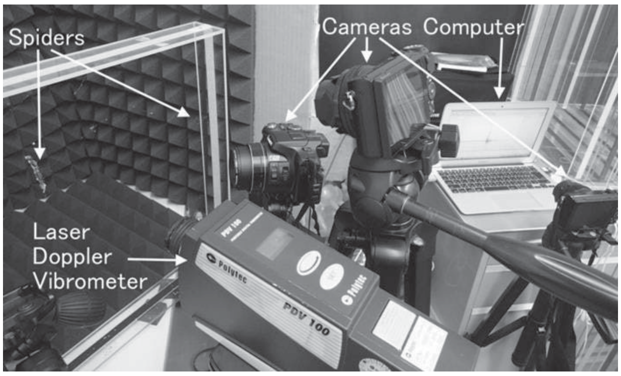


Fig. 2. Video shooting with multiple cameras, laser Doppler vibrometer, PC, and spider.

反射ビーズを使用した反射シールを 1mm 四方に切って網に貼り付けた。同期撮影に対応したカメラとして、Casio 製 EX-100PRO を 2 台用意し、同期撮影操作用タブレットとして Android　4.0 を OS とする Toshiba 製 AT-B618 を使用し、同期用アプリとして CASIO COMPUTER CO., LTD 製 SynchroShot をインストールした。EX-100PRO は同期撮影以外の撮影にも使用した。同期撮影には対応していないが、高倍率のマクロ撮影に対応しているカメラとして OLYMPUS 製 TG-860 と TG-5 を 1 台ずつ使用した。レーザードップラー振動計は Polytech 製 PDV-100 を使用した。レーザードップラー振動計のデータ出力先は、Apple 製 MacBook Air（11-inch、early 2014、MacOS Mojave、4GB 1600MHz メモリ、1.4GHz Intel Core i5 プロセッサ）に OS 仮想化ソフト Parallels を使用して Windows 7 を使用できるようにし、Windows 7 に対応した Polytech 製レーザードップラー振動計用データ収集ソフト Vibsoft 5. 3. 1 を使い波形を生成させた。パソコン画面を録画するために QuickTime Player を使用した。各撮影機器の録画時のフレームレートは、EX-100PRO は 30 fps、TG-5 は 60 fps、TG-860 は 30 fps、パソコン画面の録画は 60 fps である。

動画編集は、Apple 製 MacBook Pro（13 inch、2019、MacOS Catalina、8GB 2133MHz メモリ、1.4GHz クアッドコア Intel Core i5 プロセッサ、Intel Iris Plus Graphics 645 1536MB GPU）にインストールした Apple 製動画編集ソフト Final Cut Pro X (10.4.8)で行った。基本的な編集手順としては、①1 本の動画に使用するすべての動画ファイルをライブラリに読み込む、②新規プロジェクトとして、使用する動画をすべてタイムラインにド

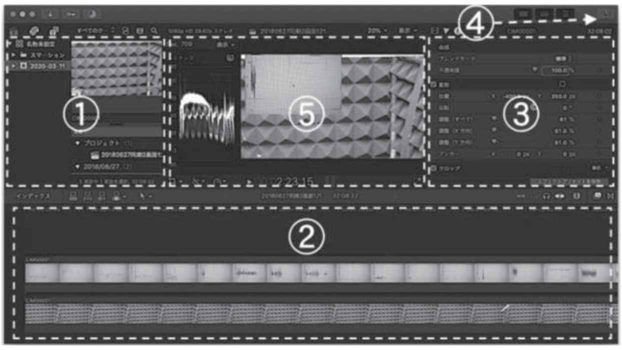


Fig. 3. Editing in project window of Final Cut Pro. At first, Video files are uploaded in library with Browser (①). Second, videos for editing as new movie project are added into Timeline (②). Third, the pixels and position of each movie are edited in Inspector (③). At last, the edited movie is saved in proper format (④). The Viewer shows a movie in editing (⑤).

Fig. 4. Inspector window to control the parameter of each movie.

ロップする、③動画の画面サイズや位置の変更、動画間の同期を行う、④編集が完了したら「共有」ボタン等により、適当なファイル形式で書き出す、である（Fig.3）。動画への書き出しは、「Apple デバイス 1080 p」（1920×1080px,　29.97fps、MPEG4）で行った。この場合、40 分の動画のファイルサイズは 3GB ほどである。編集方法は、撮影方法に対応し、以下の 3 通りで行った。

2. 2 同期撮影動画の二画面への編集

2 つの動画のうち 1 つを背景に、もう 1 つを小さくして画面の片隅に配置する「ピクチャインピクチャ（picture-in-picture）」または「ワイプ」と呼ばれる形に編集する。2 台の EX-100PRO で同期撮影し、1 台のカメラで雌雄のクモが一画面に入るように撮り、もう 1 台でパソコンのモニターに映るレーザードップラー振動計のリアルタイム波形画面を撮影する。

同期撮影であるため開始時刻を揃えれば同時刻の撮影画面が同時に再生される。クモの映像を背景に、ドップラー波形の映像を 50%に縮小して前面に配置する。画面サイズと位置の変更は、プロジェクトウィンドウ（Fig.3）の右上部分にあるインスペクタ（Fig.4）にて、「変形」欄の「位置」および「調整（すべて）」の数値を変更することで行う（Fig. 4）。画面上の位置は、中心を原点、とし、右方向が X 軸の正方向、上方向が Y 軸の正方向として、調節する画像の中心の座標をピクセル値で入力するので、FHD の画面（1920×1080）で編集する場合、第一象限を埋めるように小画面を配置するには、小画面の大きさを「調整（すべて）」で 50%にし、「位置」で X＝480、Y＝270 とする。必要に応じ、「クロップ」で画面の不要な部分をトリミングする。

2. 3 個別撮影動画の二画面への編集

マクロ撮影に適したカメラ（TG-5）と、波形の撮影のためにパソコンの画面収録機能を使う場合、それらを同期して録画を開始することはできないので、個別に録画を開始した複数の動画を編集ソフトで同期させることになる。2 つの個別の動画を同期するために、パソコンで録画中のドップラー波形のシーンを、マクロ撮影用のカメラで数秒間撮影し、2 つの動画で同じ波形が表れるコマを同時刻として揃えられるようにする。そのための編集手順として、①複数の動画に共通して表れる特徴あるシーン（特徴的なドップラー波形が表れるシーンなど）を決める、②タイムラインにある個々の動画において、ビューワーを見ながらコマ送りするなどして共通する対象が映るコマを探す、③「M」キーを押しコマにマーカーを追加する（くさび形のマーカーが表示される。Fig.5）。④別の動画でも同じ特徴が表れたコマにマーカーを打つ。⑤タイムラインウィンドウの上にあるメニューバーの右端（Fig.1 の中段のバーの右端）にあるスナップボタン（Fig.6）をクリックしてスナップ機能をオンにしておき、一つの動画をドラッグして、その動画のマーカーと別の動画のマーカー位置を近づけると、吸い付けられるよう

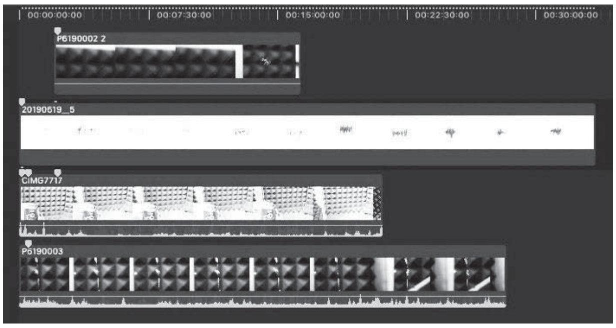


Fig. 5. Wedge shape markers shown in upper side of movies.

に 2 つのマーカーが同時刻に揃う。画面のサイズや位置の変更、書き出しは、同期撮影動画と同じ方法で行った。

2.4 個別撮影動画の四画面への編集

個別に撮影する動画の数を 4 つに増やし、それぞれで、オスのマクロ撮影、メスのマクロ撮影、雌雄両方が入る離れた位置からの撮影、パソコン画面のドップラー波形の収録、を行うこととする。二画面への編集と同じく、マーカーを使って複数の動画の時刻を揃えた後、四分割した画面に 4 つの動画が再生されるように、画面サイズと位置を変更した。同期を行うための共通するシーンとして、ドップラー波形とともに、クモを撮影した 3 つのカメラでは指の写し込みを行うことで同期させることを試みた。書き出しは他の編集方法と同じ方法で行った。

3. 結果

3つの方法で複数映像の時刻を同期させたビデオコラージュを行うことができた。それぞれの撮影機器で撮影した動画は撮影時のフレームレートが 30 fps と 60 fps が混在しているため、30 fps のカメラで撮影した動画ファイルで 1 コマ進む間に、60 fps のカメラで撮影した動画ファイルでは 2 コマ進むことになる。同じフレームレートでも、30 fps なら 60 分の 1 秒（0.017 秒）以下のずれは生じてしまうので、30 fps と 60 fps が混在することでも同じずれが生じるのはやむを得ない。これらを Final Cut Pro に読み込んで 30 fps で書き出すために編集すると、同期したコマから数十秒離れた時点で数コマのずれが生じることがあった。

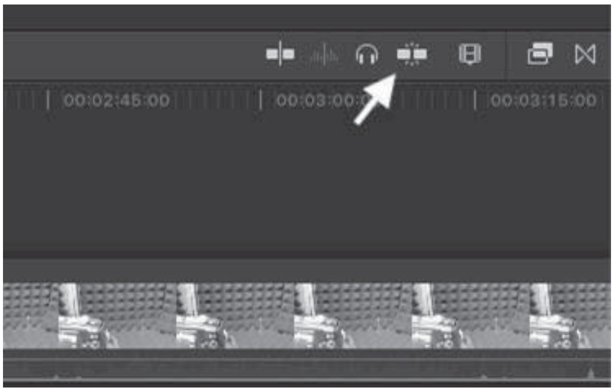


Fig. 6. Snapping feature is enabled by clicking the button suggested by the arrow.

第一の方法は無線同期撮影が可能な 2 台のカメラを使ったもので、パソコンでの編集は 2 つの動画ファイルの開始点を揃えるだけなので、3つの方法の中で最も容易であった。しかし、クモの行動撮影で雌雄を一画面に収めようとすると、それぞれが小さくなり細かな脚の動きなどが観察しにくく、またカメラでパソコン画面の波形表示グラフを撮影すると、真正面から撮ろうとしても若干の歪みが生じ、さらに撮影映像に波状の模様（フレア）が生じるなど、その後の解析に不都合な点が多い（Fig. 7a）。

第二の方法は、パソコンの画面収録機能と、別の 1 台のカメラによるクモの撮影を行うもので、無線同期撮影では無いので編集ソフトで映像を確認しながら同期を行う必要がある。今回はドップラー振動計の波形を手がかりとし、2つの動画ファイルに共通した波形が現れたコマにマークを打って、スナップ機能でマークを揃えることで比較的簡単に同期を行うことができた。実際には、共通する波形を探すのは Final Cut Pro X に読み込む前に QuickTime Pro で行い、その波形が表れる時間を記録しておき、Final Cut Pro X に読み込んだ後でその時間のコマを探す方法で行った。第一の方法で見られた問題のうち、ドップラー波形の歪みやフレアはパソコン画面の収録機能により解消されたが、クモの映像の小ささから来る行動観察の難しさは、1台のカメラでの撮影では解消できなかった（Fig. 7b）。編集ソフトでの同期は、コマにマーカーを打ち、スナップ機能で複数の動画の時刻を揃えることにより、比較的容易に行うことができた。

第三の方法は、パソコン画面の収録機能と、個別撮影のカメラ 3 台を用いて、雌雄それぞれのマクロ撮影と、雌雄が一画面に収まるような撮影を行った（Fig. 7c）。共通するドップラー波形を探して同期するのにかかる時

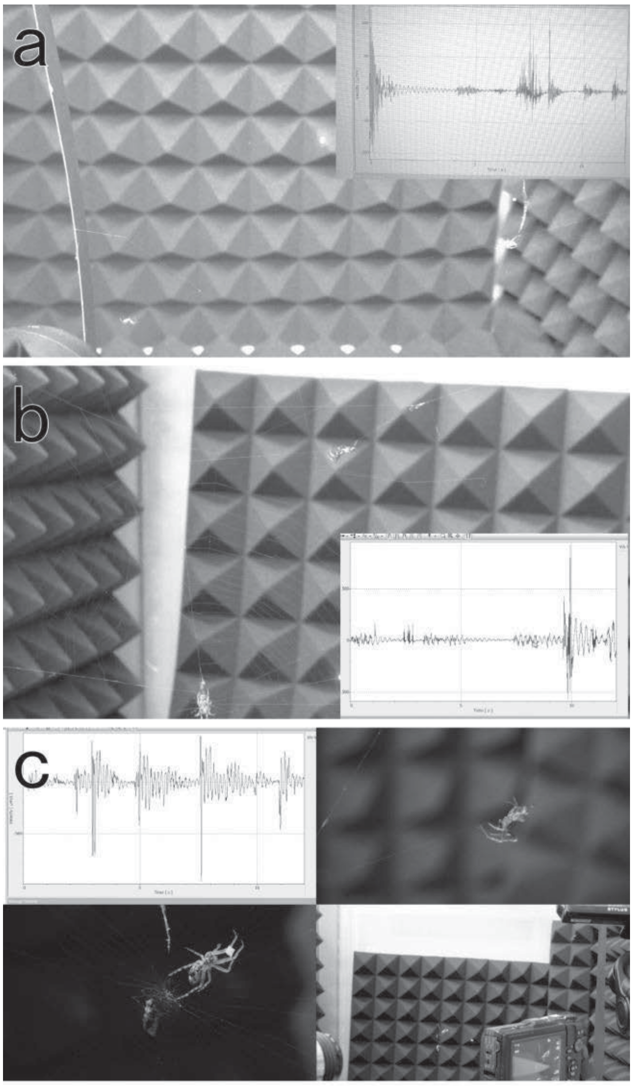


Fig. 7. The videos edited by three methods of collage. a, picture-in-picture collage of two synchronous shots. b, picture-in-picture collage of two independent shots. c, quarterly split-screen collage of four independent shots.

間は増えるが、4つ以上のファイルを1つのプロジェクトで編集することは可能であった。クモを撮影した 3 つの動画は、指の写し込みによる同期を試みた結果、フレームレートの違いにより指の映り方に 0.017 秒以下のずれが生じるが、個別撮影としては縮めることはできないものである（Fig. 8）。ドップラー波形の録画では歪みやフレアも無く、雌雄それぞれの行動もマクロ撮影により観察しやすい。また別のカメラで雌雄が画面に収まるように撮影を行ったことで、波形以外の特徴（クモの動きなど）で同期の精度を確認でき、レーザーが反射板に当たっているかどうか（外れた場合は波形が異常になる）、

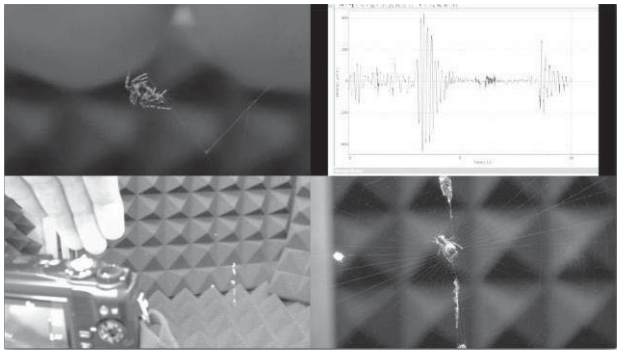


Fig. 8. Synchronization of two videos based on the movement of fingers in quarterly split-screen collage. The video in upper left is shot with the camera in the lower left. The left two videos are synchronized when the same scenes shown in upper left and in the monitor in lower left.

メスが網の中心からオスに向かって移動している様子などを観察することができた。

4. 考察

複数の撮影機器、特に同期撮影に特化していないカメラも含めてマルチカム撮影を行い、動画編集ソフトを使って同期させ、それらを 1 つの多画面動画に編集（ビデオコラージュ）することを試みた。同期撮影機能で撮影した動画の編集は最も容易であったが、マクロ撮影機能が弱い点や、多くの動画を同期させるには多くのカメラが必要なこと、またパソコン画面の収録機能は同期させられないなど、不自由な点が多かった。同期撮影に対応していないカメラや画面収録による動画でも、動画編集ソフトを使うことで、特定コマに対するマーク機能とスナップ機能により複数動画の時刻を揃えることは可能であった。

同期させるには、複数の動画に同時に出現する特徴的なシーンを検出する必要があり、今回はドップラー波形や指の動きを手がかりに同期させることができたが、そのコマを探すことは一連の作業の中で最も時間の掛かる箇所であった。その省力化のためには、ドップラー波形や指よりも見つけやすいシーンを挿入することが考えられるが、パソコン画面に時計などを表示して、それを各カメラで撮る方法が考えられる。他に、Final Cut Pro X や他の動画編集ソフトに標準装備されている音による自動同期機能を使うこともできる。今回編集を行った 2 つの四画面動画に対しても、それぞれ 4 つの動画から音声

による自動同期を試みたが、音声（実験室内の生活音）が収録されている動画に対しては、数コマのずれがあるものの同期していた。ずれが起こる原因は、音声が自動同期に適した特徴を備えていなかったことが考えられる。各カメラおよびパソコンで自動同期に適した音を録音した映像が得られれば、編集ソフトの自動同期機能を使うことで、多少のずれの調整する程度で、より簡便に同期が行えることと考えられる。今回は、音声は不要と考えて録音を行わないで録画した機器もあったが、音声も録音することで、ファイルサイズが大きくなることや、記録メディアの高い書き込み速度が要求されることなど、別の問題を引き起こす可能性がある。これは次のコマ落ちの問題とも関係してくる。

一時点で同期させた映像間でも、他の時点でずれてしまうことがあった。これが撮影方式によるものか、録画時の書き込み失敗によるものかは不明である。撮影のフレームレートは、30fps と 60fps を使ったため、それぞれの再生はドロップフレームにより 29.97fps と 59.94fps となる。このことにより同期した複数の動画が、再生が進むにつれずれることが考えられる。対処として、撮影時のフレームレートを揃えることが考えられる。また書き込み失敗の可能性に関して、今回は書き込み速度が 260MB/s の SanDisk 製 SDXC カード（UHS-II）SDSDXPK-064G-JNJIP を 1 枚使用した以外は、同 60MB/s の TOSHIBA 製 SDXC カード（UHS-I）SD-GU064G2 を使用したが、低い書き込み速度の SD カードや、パソコンでの画面録画で実際にコマ落ちが起こっていたか、検証する必要があるだろう。

参考文献

Günel, S., Rhodin, H., Morales, D., Campagnolo, J., Ramdya, P., Fua, P.: DeepFly3D, a deep learning-based approach for 3D limb and appendage tracking in tethered, adult *Drosophila*, eLife (2019), 8.

Karakas, F., D'Oliveira, D., Maas, A. E., Murphy, D. W.: Using a shell as a wing: pairing of dissimilar appendages in atlantiid heteropod swimming. Journal of Experimental Biology (2018), 221(23), jeb192062.

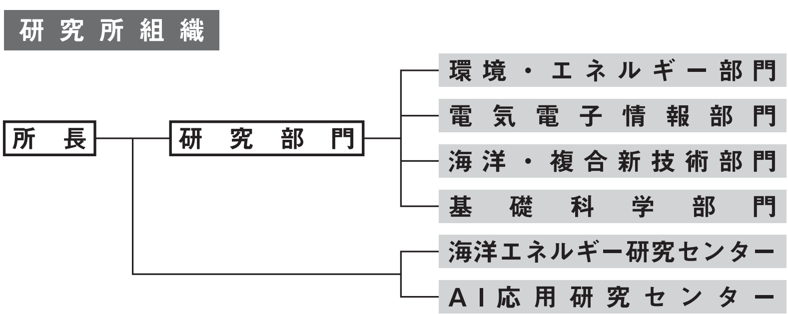
繁宮悠介：クモの網に衝突するショウジョウバエの飛行経路推定，創見創新 長崎総合科学大学新技術創成研究所所報，第 13 号（2018），pp.43-48.

Tobalske, B. W., Warrick, D. R., Clark, C. J., Powers, D. R., Hedrick, T. L., Hyder, G. A., & Biewener, A. A.：Three-dimensional kinematics of hummingbird flight. Journal of Experimental Biology (2007), 210(13), 2368-2382.

Ⅱ　研究活動報告

１．研究部門・研究センター活動報告

別図



１．研究部門活動報告

（１）環境・エネルギー部門

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

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

令和元年度新技術創成研究所成果報告書

環境・エネルギー部門　部門長　蒲原　新一

〔Ⅰ〕バイオ燃料活用に関する研究

軽油の水エマルジョン化は，ディーゼル機関の熱効率向上とNOx削減に有効であり，これを軽油の代替としてカーボンニュートラル特性によりCO_2削減に大きな効果を有するバイオディーゼル燃料（BDF）に適用した場合の熱効率向上とNOx削減の効果について，およびBDF/水のエマルジョン状態の保持に対する各種条件の影響について研究を進めた。（平子）

〔Ⅱ〕土壌環境に関する研究

五島列島福江島に分布する土壌の調査・研究を始め、その成果として、日本土壌肥料学会2019年度静岡大会で「日本の黒ボク土分布の最西端地域における土壌の特徴 ―長崎県五島列島福江島に分布する土壌―」というテーマの研究発表を行った。2019年度は、前職から引き続き行っていた書籍や原著論文の執筆に加え、共同研究として進めていたいくつかの研究内容について共同研究者として研究協力を行い、学会発表を行った。（井上）

〔Ⅲ〕木質バイオマスの利活用に関する研究

主として木質バイオマスのガス化研究とメタン発酵の研究に従事し、以下のような共同を中心に取り組んだ。

- メタン発酵処理施設設置のための賦存量調査と原料の基礎的調査（チョープロ）
- 安定型処分場における環境影響調査（谷田建設）
- 令和元年度バイオガス研究（長崎県）

また、機能性肥料の製造研究と非可食部からの有用成分抽出研究を行い、農業分野へ向けた研究展開について準備を進めた。（中道）

平成30年度に長崎市が実施した「木質バイオマス賦存量調査」の結果を元に、木質バイオマスの有効利用可能量を増やし、地域内において循環利用するため、木質バイオマスの供給及び活用に係る関係者（事業者、環境活動団体、山林所有者、その他木質バイオマス利活用者）へのヒアリング調査を実施した。

ヒアリング調査を基にして市内広葉樹及びタケを木質バイオマスとして切出し、チップ化するまでの実現可能性や、市外流出資源の地域内循環スキームを検討することで、木材搬出環境の整備及び木質バイオマスの地域内循環利用について分析した結果を整理し報告書としてまとめた。

（蒲原、中道、繁宮）

〔Ⅳ〕持続可能な地域社会づくりに関する研究

長崎市内のNPOと連携し茂木南部地区の大崎集落周辺を主な活動地域として、日本一のびわ産地を維持するために市民等も参加出来る営農環境の保全へ向けた取り組みを進めた。環境と農業分野の連携として、びわの樹を活用したオーナー制度についての検討や地域との情報交換を進めた。また、活動が持続的となるための収益確保に向けた事業化を担っていく主体の構築へ向けた関係者間のつながりの強化を進めた。（蒲原）

以上

（２）電気電子情報技術部門

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

松井　信正	スマートグリッド・エネルギーマネジメント・電力制御に関する研究
	医療分野におけるIoT技術に関する研究
佐藤　雅紀	移動ロボットの開発および運動制御に関する研究.
	神経回路網を模倣した制御機構に関する研究.
黒川不二雄	高速ディジタル制御アルゴリズムおよび回路の開発研究
	衛星のエンジン制御システムの開発研究
本村　政勝	自己免疫性神経筋接合部疾患の病態解明と治療法の開発
田中　義人	組込みシステムに関する研究.
	電力エネルギー・医療分野におけるICT融合化技術に関する研究.
	次世代エネルギーおよびマイクログリッドのシミュレーション的研究.
田中　賢一	ホログラフィによる立体映像表現
	映像やゲームにおけるコンテンツ技術
	メディアコンテンツや有価証券の偽造防止技術
川添　　薫	医療用処置具・内視鏡治療器具に関する研究開発.
	内視鏡保管庫用プラズマクラスター除菌消臭発生装置の開発
	経鼻内視鏡用前処置具の開発と検証
	輸液ライン小気泡除去に関する研究
	手術前自動手指洗浄装置の研究開発
日當　明男	Webによるデータベース活用に関する研究開発.
	システム同定によるモデル構築に関する研究
	システム制御に関する数学的基礎研究.
劉　　　震	ビッグデータとデータマイニングに関する研究.
	情報システムの構築と意思決定支援システムに関する研究.
	リハビリロボットに関する研究.
下島　　真	データ収集／解析システムの開発・構築.
	素粒子物理実験用の新しい検出器の開発.
清山　浩司	視覚情報処理システムと三次元集積化技術に関する研究.
	医用電子システムに関する研究.
崔　　智英	動作改善支援のための生体情報の可視化.

梶原　一宏　再生可能エネルギーシステムにおけるディジタル制御電源の研究
水野　裕志　医療福祉施設における院内グリッドの最適運用に関する研究
痩身者にやさしい電子体温計の開発.
ウェアラブルデバイス・システムに関する研究
三田　淳司　セキュリティインシデント事例収集
民間資格を活用したICT基礎力育成
池　　浩司　医療機器の研究開発，カテーテル型凝血塊破砕吸引装置の研究開発
清水　悦郎　内視鏡内部洗浄装置の研究開発
食道癌ステント留置術に用いる電導型イングロース焼却ステントの研究開発
江藤　春日　組み込みシステム、エネルギーマネジメント、制御監視装置のシステムエンジニアリング、ソーシャル・ビッグデータ収集・発信基盤の研究
鈴木　高宏　次世代モビリティとＩＴＳに関する研究
モビリティと次世代エネルギーによるスマートコミュニティに関する研究
先端科学技術の社会実装とそれによる地域活性化に関する研究
村田　明久　諫早スマートシティ構想実現のための研究活動
谷山紘太郎　医工連携分野における他大学との新しい共同研究の実現のための研究
田中　　徹　集積化脳神経プローブを含む生体信号無線記録システムの開発
小柳　光正　三次元ヘテロ集積化技術を用いた積層型立体画像センサーLSIの開発.
末次　　正　パワーエレクトロニクスの分野で電力変換器の制御に関する研究
関屋　大雄　パワーエレクトロニクスの分野で電力変換とその制御の研究
甲木　昭彦　高周波ドライブ回路，磁気応用回路およびパワーエレクトロニクスに関する研究
樋口　　剛　モータドライブに関する研究
植木　弘信　内燃機関に関する研究
田邉　秀二　物質材料および触媒に関する研究
森口　　勇　リチウムイオン電池および各種二次電池に関する研究
夛田　彰秀　環境動態解析に関する研究
竹下　隆晴　パワーエレクトロニクス，モータドライブに関する研究
川越　祐司　通信分野のエネルギーや環境問題に関する研究
有馬　仁志　車載システムのモデルベース設計に関する研究
森本　賢一　機能安全やセキュリティに関する研究
岸川　忠弘　マイクログリッド及びグリーンエネルギーデバイスのモデル化の研究.
立石　哲也　生体力学．生体材料．再生医療工学.
山辺　敏雄　再生医工学並びに幹細胞に関する研究.
創薬シミュレーションに関する研究.
中村　克也　人工心肺等高度管理医療機器開発および開発手法の研究
近距離通信機能を持った医療デバイスの研究開発

米国、欧州、日本の医療機規制に関する研究
医療ソフトウェア品質管理システム構築とその品質保証に関する研究

鈴木　　孝　車載ECUソフトウェアの開発手法

丸田　英徳　ディジタル信号処理の電力変換器制御への応用

横井　聖宏　防災用IOT機器に関する研究

古川　雄大　電力変換器におけるディジタル制御の設計・解析および検証

久保　慶衛　ＡＩを用いた生産設備のパラメータ調整に関する研究

菊池　秀彦　産業分野のエネルギーシステムに関する研究

高濱　孝一　産業分野の環境エネルギーに関する研究

石橋　　隆　産業分野のパワエレクトロニクスに関する研究

河村　篤男　EV（電気自動車）やFCEV（燃料電池電気自動車）のための新しい電力変換器、電気自動車の航続距離延伸制御、HEV（ハイブリット電気自動車）のための新しい駆動系、非接触給電、マッチングフィルタに関する研究

令和元年度新技術創成研究所成果報告書

電気電子情報部門　部門長　松井　信正

〔Ⅰ〕公共空間で活動する親和性に優れた次世代ロボットに関する研究

1）坂の街長崎の高齢者をサポートする階段電動アシスト手すりの開発（佐藤、松井、崔）

交通網の縮小化や高齢化により全国で「買い物難民」と呼ばれる人々が増えつつあり、国が予算化している。特に、長崎は坂の街と呼ばれ、細く入り組んだ面に様々な形状の階 段が多数存在するため、設置や保守点検に優れた装置が要求される。また、観光の街でもあり、景観を考慮したデザインが求められる。長崎県特有の研究課題のひとつである高齢者の階段昇降について、地元企業と共同で電動アシスト手すりを開発しており、昨年2018年度は、試作機を用いて使用者の姿勢や移動速度を評価するシステムを構築し、「坂の街長崎における階段昇降アシスト装置の性能評価（第１報）RGB-D カメラを用いた姿勢計測システムの構築と評価」と題して、日本機械 学会ロボティクス・メカトロニクス講演会で発表した。２年目となる今年度は計測システムを改良し、より高速で利用者の姿勢を計測できるように改良を重ねている。さらに、本プロジェクトから派生した研究成果を国際学会にて発表している。

〔Ⅱ〕医療や教育に関するIoT技術の研究

1）EV車を利活用した医療機関のAI型広域エネルギーマネジメントシステムに関する研究

（松井、梶原、水野）

熊本地震や北海道担振中部地震では、発電所や送電システムへの影響によって大規模停電が多発している。災害時の医療機関は、通常の医療業務に加えて被災者の受け入れのため、系統が停電に至っても安定した電力の確保が課題となっている。そこで、電力補給源としてEV車の導入促進に向けた取り組みが増し、EV車の付加価値を高める研究が進められている。本研究では、EV車を利活用して、災害弱者の移動の支援と災害拠点病院に要求されている多くの被災者を受け入れのための電力安定化の実現に向けたAI技術を活用した医療機関のエネルギーマネジメントシステムEMSの検討と評価を目的とする。７日間の大規模停電を想定し、これらの車両，太陽光発電PVおよび非常用発電機EGを設備した対象となる病院において、燃料消費量の最小化を目的関数とした最適化から、分散型非常電源による電力供給の安定に向けたEMSモデルを検討している。今後は、分散電源として、医療機関に導入するPVの容量を調査・分析し、病院の規模に対する対象モデルの境界条件を明らかにする。また、本学が有するエミュレータシステムで，開発したモデルや最適化の手法を検証・評価する。

〔Ⅲ〕医療、医療用計測装置・システムに関する研究

1）嚥下筋組織電気刺激型トレーニング装置の研究開発（川添）

現在、日本における死亡理由の第三位は肺炎であり、肺炎の死亡者のうち約96％を65歳以上の高齢者が占めている。肺炎の中で誤嚥性によるものは、60歳を超えると５割、90歳を超えると９割を占めており、現在進行している高齢化が進むにつれて誤嚥による肺炎患者の総数は今後より増加していく傾向にあり、早急な対策が求められている。そこで，高齢者の誤嚥性肺炎予防を容易に行うことが可能となるようにEMS（Electrical Muscle Stimulation）を利用した高齢者嚥下障害予防用電気刺激装置の開発研究を行い、嚥下障害の改善にかかる医療関係者の労力削減とともに、容易に嚥下障害を予防できる機器の開発を目的とする。今年度は、安全性確保、電気刺激で嚥下訓練が行うことができるかの検証実験を行い、運動状態を確認した。今後は、本装置のモデル機を更に改良し、電気刺激による嚥下訓練効果について検討を重ね、本装置の安全性を踏まえた小型化を進める予定である。

2）内視鏡的凝血塊破砕吸引装置に関する研究（池、川添）

胃などの上部消化管出血患者に対する内視鏡的治療時に、静脈性出血による凝血塊が治療時の内視鏡の視野を妨げている。このため、本研究では凝血塊を迅速に除去可能なデバイスの開発を目的に研究を行うが、基礎研究として凝血塊の性状（特に粘度）を明らかにする。今年度の実験では人工胃液をFaSSIF法（人工胃液バイオ製品)、日本薬局法の２種類用意しそれぞれの人工胃液を用いて人工凝血塊を作成した際の粘度について評価を行った。

〔Ⅳ〕ビックデータに関する研究

1）『グラバー図譜』の３次元CG化とそれを活用した新たな社会貢献に関する研究

（崔、繁宮、松岡、柴田）

長崎が誇る歴史的資料の１つである『グラバー図譜』に描かれた魚類を最新のデザイン技法・技術を採り入れて、３次元CG化をするとともに、それを活用して、３次元MR（複合現実）の構築に関する基礎的研究を行い、またペンギン水族館などとの連携をもとに、東長崎の小中学校の児童生徒を対象に、生物学を中心とした教育を実際に行い、科学教育の新たな方法について探求している。３ヶ年計画の最終年である本研究は､｢さらに実践的」をスローガンにし､これまでの成果を検証するために、長崎ペンギン水族館と連携して、2019年２月24日～３月３日に「デジタル水族館2019 －グラバー図譜で楽しむ長崎の海－」、2019年７月20日～９月30日に長崎ペンギン水族館・夏の特別企画展『ペンギン飼育60年 －過去から未来へ－』のイベントを開催した。これらのイベントを通して、低年齢や若年者層に対して、興味や学習効果の向上につながっていることなどが明らかにしている。今後は、外国籍の人びとにも焦点を置いて検証を進め、これをもとに、博物館で、＜年齢層×国籍＞別に、３次元CGを効果的に活用・提供する方法を解明していく。

2）ビッグデータを用いた携帯電話用長崎市内観光交通案内フラットフォームの設計と開発（劉）

長崎市内の港、駅および各スポットのバス停や電停に関連する交通ビッグデータ（バス線路とその

時刻表、電車線路とその時刻表、交通機関の乗り換え情報、タクシー情報、徒歩での情報など）に基づいてデータベースを設計・構築し、グラフを用いて最適なルート案が検索でき、または現有の各スポット情報を提供するウェブページを統合する携帯電話用の長崎市内観光交通案内フラットフォームを設計し、開発している。研究の成果は、ICT戦略推進戦略研究会にてビッグデータを用いた長崎県観光交通案内フラットフォームの開発をテーマとして発表・提案し、採用されている。

〔Ⅴ〕再生可能エネルギー・スマートグリッドに関する国際会議

１）再生可能エネルギーに関する国際会議（黒川、松井、田中（義）、梶原、水野）

本学が協賛し、黒川特命･学術教授がCo-General Chairを務める第８回ICRERA 2019（International Conference on Renewable Energy Research and Applications）が2019年11月３～６日にルーマニアの第２の都市のブラショフで開催された。この会議は、電子ジャーナルのIJRER（International Journal of Renewable Energy Research）が主催し、米国電気学会のIEEE-PES（Power and Energy Society）とIAS（Industry Application Society）が共催している。日本の学会からは、電子情報通信学会と電気学会の産業応用部門が協賛した。IEEEのFellowによる５つの基調講演や２件の企業講演を軸として，今回採択された38カ国178件（採択率60％）の技術論文で活発な議論がなされた。第９回目は，2020年９月27～30日にイギリス・グラスゴーで開催されるが，COVID-19の影響によって，Real & Digital Conferenceによる会議となる。<https://www.icrera.org>

２）スマートグリッドに関する国際会議（黒川、松井、田中（義）、水野、梶原）

本学が協賛し、黒川特命・学術教授がCo-General Chairを務める第7回icSmartGrid 2019（International Conference on Smart Grid）が2019年12月９～11日にオーストラリアのニューキャッスルで開催された。この会議は、電子ジャーナルのIJRER（International Journal of Renewable Energy Research）が主催し、米国電気学会のIEEE-PES（Power and Energy Society）とIAS（Industry Application Society）が共催している。日本の学会からは、電子情報通信学会と電気学会の産業応用部門が協賛した。今回、14カ国39件の論文が採択された。テーマは、スマートグリッドのアプリケーション、系統連系、電力変換器やモータドライブ回路技術、回転機技術、照明技術を始めとする電気系はもとより、情報通信、機械系、化学･材料系、土木系まで含む幅広いものであり、会議中は活発な議論が行われた。第８回目は，2020年６月17～19日にフランス・パリで開催されるが，COVID-19の影響によって，Digital Conferenceによる会議となる。<https://icsmartgrid.com>

〔Ⅵ〕学会大会運営

１）電気学会産業応用部門大会（黒川、松井、田中（義）、梶原、水野）

電気学会主催の2019年電気学会産業応用部門大会が2019年８月20日から22日に長崎大学で開催され、長崎大学と本学が共催した。黒川特命・学術教授が大会実行委員長、大会幹事の松井教授をはじめ田中（義）教授、佐藤准教授、梶原講師らが実行委員を務めた。33回目の今大会は、過去最大の1,343名の参加となった。初日のプレナリセッションでは、中村法道知事や共催両校の河野茂長崎大学学長、

池上国広長崎総合科学大学学長の挨拶をはじめ、長崎に縁深い三菱電機株式会社の柵山正樹取締役会長に基調講演を頂き、産官学協調の方向性を示した大会であった。

<https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieejias/139/12/139_NL12_1/_pdf>

以上

（3）海洋・複合新技術部門

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

本田　　巖　流体/構造連成振動解析法に関する研究.
板厚制御による振動伝搬抑制構造の検討.
振動エネルギー伝搬解析技術の実用化に関する研究.
音響エネルギー伝搬遮断構造に関する研究
音響による翼損傷検知に関する研究.
潮流発電機技術調査及び評価研究.

黒田　勝彦　車内音低減アイテム開発に向けたインパネリインフォースの高周波NVメカニズム調査に関する研究.
機械構造物の入力パワーの変動を考慮した高精度の音圧予測手法の開発.
自動車の微小騒音に関する研究.
熱音響発電に関する研究.
FEMを用いた振動加振実験によるSEAパラメータ評価に関する研究,

池上　国広　多連結浮体システムの研究開発.
海洋エネルギー利用技術の研究開発.
浮体係留装置の研究開発.

木下　　健　海洋再生エネルギー利用の推進.
海洋構造物の運動，挙動についての研究.
海洋産業創出のための潮流下稼働可能海中ロボットの研究開発.

影本　　浩　風波浪中における浮体運動に関する研究.
超大型浮体構造物（メガフロート）に関する研究.
魚の推進に関する研究.

林田　　滋　潮流発電装置に関する研究.
滑走艇まわりの流体現象に関する研究.
自航試験の精度向上に関する研究.
ペーロン船の抵抗推進性能に関する研究.

薄　　達哉　鉄塔支持型鋼製煙突の渦励振に関する研究.
コンクリート強度の簡易評価法に関する研究.
コンクリート強度推定における新しい微破壊試験方法の開発.

堀　　　勉　浮体静力学の基礎理論に対する新展開
・静水圧の圧力積分による船の「浮心＝圧力中心」の証明.
・船のメタセンター半径 BM の導出に関する新理論.
Kelvin 波とHogner 波の接続解を用いた旋回する船の起こす波の計算.

野瀬　幹夫　波浪中における横断面の反りを考慮した縦の全体強度理論および実用化システムに関する研究.
グラフ理論による構造解析用実用化システム概念の構築に関する研究.

造船3D-CADを用いた迅速な初期構造設計システムに関する研究.
高速翼走をめざした人力水中翼船の研究開発.
海洋産業創出のための潮流下稼働可能海中ロボットの研究開発.
初期構造計画時における全体強度解析･実用化システムの構築と最適化に関する研究.

松川　　豊　宇宙輸送機の空力加熱の研究.
超音速流れの研究.
電気流体力学（EHD）効果によるマイクロ液圧デバイスの開発.
電気流体力学現象を利用したマイクロポンプの研究.

松岡　和彦　船体構造の合理化及び長寿命化に関連する研究.
熟練者技能継承のための匠の技シミュレータシステム開発に関する研究.
オープンソース造船用3D-CADの開発とモジュール化設計による生産性向上.
海を活かす体験型技術教育の研究.
乗務員の就労環境向上を目的とした低騒音型漁船の開発に関する研究.
海洋産業創出のための潮流下稼働可能海中ロボットの研究開発.

岡田　公一　溶接構造物の疲労強度評価法の確立に向けた研究.
構造物の最終強度（終局強度）に関する研究.

古野　弘志　生物学的アナロジーを用いた知識・学習エンジンによる船体構造分野での設計予測／設計自動化／データマイニング／パラメトリック最適化に関する研究.
遺伝発生による人工知能（AI）の生成と船体構造設計支援システムの構築.
商品開発段階における船体構造部材配置の最適設計案探索に関する研究.
海洋産業創出のための潮流下稼働可能海中ロボットの研究開発.
初期構造計画時における全体強度解析･実用化システムの構築と最適化に関する研究.
SOxスクラバー装備レトロフィットにおける船体構造強度・振動に関する研究.

石川　　暁　省エネ性に優れた最適船型の計画法に関する研究
船の燃費性能カイゼンのための省エネ・デバイスの開発に関する研究

藤田　謙一　浮体式海洋建築物の動的応答・居住性評価に関する研究
形状可変浮体構造システムおよび動的応答に関する研究
持続可能な建築構造システムおよび地震応答に関する研究
地震・津波などの自然災害に対する地域防災計画に関する研究

佐藤　雅紀　水中ロボットの開発および画像処理.

石井　和男　ロボット分野の幅広い活用に関する研究.

松尾　博志　潮流発電装置に関する研究.
潮流発電用タービンの設計、およびCFDシステムによる流体性能の評価.

副島　勝則　再生可能エネルギーを活用した発電機の研究開発.
充電ステーションの実証事業.

金丸　英幸　船舶運航のエネルギー解析および気象･海象下の最適航海制御技術に関する研究.
船陸複合ネットワーク技術を用いたグローバルシステムインテグレーション.
各種リアルタイムシミュレータの研究開発.
計測データの特性解析.

梶原　宏之　造船の生産管理並びにシミュレーションに関する研究

令和元年度新技術創成研究所成果報告書

海洋・複合新技術部門　部門長　本田　巖

〔Ⅰ〕次世代型構造物の動的応答に関する研究

１）初期構造計画時における全体強度解析･実用化システムの構築と最適化に関する研究（古野, 野瀬）

初期構造計画段階において経験の浅い技術者でも構造特性を容易に理解できる「簡便で統一的な横断面の反りを考慮した全体強度解析の実用化システム（以下Total-Warps)」の開発を目的としている．Total-Warpsは次の３つのサブシステムから構成されており，これらの統一化を図ると共に構造最適化手法を導入し，若手技術者でもより精度の高い全体強度評価ができるTotal-Warpsを開発する．

VB-Warps：縦曲げ強度解析実用化システム

HB-Warps：水平曲げ強度解析実用化システム

TR-Warps：水平曲げ及び捩り荷重を受ける船体の捩り強度解析の実用化システム

本年度は，グラフ理論の接続行列等を応用してTotal-Warpsの解析で必要となる構造データ数の削減とVBの機能を生かした簡便かつ短時間で入力可能なGUIを開発しTotal-Warpsの操作性を向上させた．次に，３つのサブシステムの統一化のため，これまで各サブシステムで独立して存在していたプログラムの重複部分をひとつに共通化し，外部記憶装置へのデータアクセス回数も抑えるようにして計算速度を約1/140にまで短縮した．さらに，統一化前と後で計算したハルガーダ応力を比較し，両者が一致していることを確認し，統一化したTotal-Warpsの妥当性を示した．

最後に，統一・高速化したTotal-Warpsに遺伝的アルゴリズム（以降，GAと呼ぶ）による制約条件付非線形最適化手法を導入し，制約条件付非線形最適化問題における設計変数，目的関数及び制約条件の抽出を行ってコンテナ船船体中央部の重量のパラメトリック最適化を行った．これによって，初期構造計画段階で使用可能な全体強度解析・実用化システムの構築に目途を付けることができた．

〔Ⅱ〕再生可能エネルギーの開発・利用に関する研究

１）音響による翼損傷検知の可能性の検討（本田）

風力発電装置における故障・事故発生状況では，ａ）故障・事故発生要因の約35％が自然現象であり，25％は落雷，ｂ）特に翼損傷の80％は落雷が原因となっている．風力発電装置における翼損傷の主要因である雷撃は，翼の破損，亀裂が発生する１次被害と，翼損傷部の飛散による被害拡大の２次被害とし重大事故に発展するリスクがあると共に翼交換には膨大な費用が発生するため，翼損傷を早期に検知し，迅速な補修等の対応が求められている．

風力発電に限らず稼働率向上には定期メンテナンスは不可欠であるが，風力発電装置の主要部品である翼の点検，メンテナンスでは現状ではロープアクセスで点検員が直接翼にアクセスして行われており，時間を要している．本研究では，風力発電装置における翼損傷検知技術開発を最終目標として，

開孔，後縁欠損，変形などの損傷を模擬した翼を小型風力発電装置に取り付け稼働時の放射音の変化から損傷検知可否について検討した．機側騒音は点検員を模擬した地上観測点，遠隔監視を模擬したナセル上観測点を用いて，いずれにおいても，機側騒音の時間周波数変化特性，異音の発生頻度などから異常検知可能な事を示した．最後に，ナセル上観測点信号にナセル内機器の騒音混入を想定し，その影響除去について検討し，適応信号処理による雑音除去の可能性について目処を得た．

〔Ⅲ〕流体解析に関する研究

１）EHDマイクロポンプにおける圧力生成モデルの開発（松川）

流体工学分野における近年の主要な研究開発対象のひとつに，電気流体力学（Electrohydrodynamic, EHD）現象を利用したマイクロメートルサイズの小型流体装置があるが，ポンプ内での圧力生成の機構がまだよくわかっていない．効率的な設計開発のためには，圧力生成モデルを開発することが必要であり課題となっている．本研究は，主に理論と数値シミュレーションにもとづいて，圧力生成モデルの開発を目指す．

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

イオンドラッグ型では，絶縁性液体中に配置した電極間に高電圧を印加して強い電場を発生させることにより，電界放出または電界イオン化により電極表面上の液体に電荷が注入され，液体分子の一部が帯電してイオン化する．イオンが電場によるCoulomb力を受けて周りの液体分子を引きずりながら移動することにより，流動の駆動力が発生するものである．このようなイオンドラッグ型の作動原理にもとづいて，電極表面上の電化密度を一様分布とした場合と，局所的な状況に応じて電荷密度が非一様に分布とする場合について，マイクロポンプ内におけるEHD流れをモデル化し，数値シミュレーション計算コードを構築した．

実験結果が報告されているEHDマイクロポンプにおける圧力生成の数値シミュレーションを実施し，マイクロポンプ内で生成する圧力差および流速分布もよく再現できることを確認した．

・第33回数値流体力学シンポジウム（2019年11月27日 北海道）

（4）基礎科学部門

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

現在の各研究員の主要テーマは、下記の通りである。

大山　　健	高エネルギー物理実験、ALICE実験におけるTPC新型読出しシステムの開発
加藤　　貴	理論化学. 量子化学. 物性物理学.
濱垣　秀樹	高エネルギー原子核物理実験、ALICE実験、量子計測技術
田中　義人	電力エネルギー・医療分野におけるICT融合化技術に関する研究, ICT街づくり、高エネルギー物理実験、ALICE実験
下島　　真	データ収集／解析システムの開発・構築, 素粒子物理実験用の新しい検出器の開発 高エネルギー物理実験　ATLAS実験
澁佐雄一郎	素粒子理論、数理物理
奥野　公夫	高電場顕微鏡法による半導体－金属界面反応過程. ダイヤモンド初期成長過程とプラズマガス－基板相互作用.
長　　良夫	代数的整数論, 単項化問題, 単数群.
上野　誠司	英語と日本語の二次述語構文 空間移動構文の分析と記述
繁宮　悠介	動物における体色の色彩多型維持機構の研究. 動物における形態の左右非相称性の進化機構の研究.
市瀬　実里	LD・発達症における遺伝的素因に関する研究. 学習症モデル生物の検討.
菊森　淳文	地域経済マクロ計量分析,経営情報分析（経営戦略・財務・マーケテイング） 行政・公企業経営
房安　貴弘	素粒子物理実験用検出器のための先進的読出し回路の開発研究. ＧＥＭを用いた高効率・大面積ガンマ線イメージング装置の開発.
志垣　賢太	高エネルギー原子核物理実験、ALICE実験MFT計画のDetector Control System開発 および物理解析
八野　　哲	クオーク・グルーオン・プラズマの物性解明を軸とする研究分野における物理解析

令和元年度新技術創成研究所成果報告

基礎科学部門　部門長　大山　健

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

以下に各研究員の2019年度の研究概要および成果を述べる。

市瀬

昨年度に引き続き、JSPS科研費（若手研究）「生命医科学領域からみた発達障害への早期介入」（若手研究 18K13232：代表）の研究課題を継続した。また、「線条体ニューロンにおけるLRR膜タンパク質の役割」というテーマでドイツの研究グループとの共同研究を開始した。

澁佐

「一般化された不確定性関係に基づいた場の理論」を研究課題として遂行した。交換関係に存在する長さの次元を持つパラメーターは、この場の理論を有効理論として存在させる、背後にある高エネルギー領域の理論から来ると考えるべきものであり、それは今の所超弦理論と考えるのが自然である。これがcut offパラメーターの役割を果たすことで、通常の場の理論とは繰り込みに対する挙動が異なると予測されるため、それらのことについて研究をした。

繁宮

JSPS科研費による研究課題「ゴミグモ属の体色・捕食・繁殖に関する行動生態学的研究」（基盤C 17K07576：分担、基盤C 17K07577：代表）を継続した。今年度は特に、オスによる配偶者選択と、交接回数が産卵数に与える影響についてデータ採取をおこなった。また、クモの網に衝突するショウジョウバエの飛行経路解析も手法を発展させることができた。科学教育に関する研究（学内戦略的予算）として、長崎ペンギン水族館で多様なメディア（ビデオ、VR、パズルなど）を使った展示を行い、展示手法の違いによる教育効果について示唆を得た。

高エネルギー重イオン衝突実験グループ

メンバー：田中・大山・浜垣・志垣（客員）・八野（客員）・房安（客員）

高エネルギー重イオン衝突実験グループでは、超高温クォーク物質の創造とQCD物性の解明を目指し、欧州合同原子核研究機構（CERN）のALICE実験および、次世代計画を推進している。

大山は昨年度に引き続き、JSPS科研費課題「ALICE実験GEM-TPC連続読出を実現する新データ

収集回路の要素開発」（基盤B 17H02903：代表 大山）を継続し、東京大学と共同で、トリガレス連続読み出し型DAQの開発を進めた。また、同様の技術をJ-PARC等における次世代実験で応用すべく、日本原子力研究開発機構（JAEA）と協力し、JSPS科研費課題「J-PARC重イオン衝突における究極的高速データ収集系への挑戦」（挑戦的萌芽 16K13808：分担 大山）を推進した。

田中はJSPS科研費課題「ALICE増強における究極的超高帯域データ収集システムの要素開発」（挑戦的萌芽 17K18783：代表 田中）を進め、本年度は最終年度として、物理実験の大量データ処理アルゴリズムの記述に高位合成技術を取り入れる研究を行った。

大山は、これらの研究状況を国際シンポジウムにて発表し[1]、大山・田中は琉球大、JAEA、筑波大の研究者らと、同研究に関するワークショップを開催した[2]。

浜垣・志垣は科研費課題「クォーク階層とハドロン階層を繋ぐ動的機構」（新学術領域研究 18H05401：分担 浜垣、代表 志垣）を引き続き広島大学らと共同で研究を進め、国際学会、国内ワークショップ等で講演を行った[3,4]。

八野は、８月より科研費課題「高エネルギー重イオン衝突における前方ミュー粒子対測定で紐解くハドロン質量の起源」（研究活動スタート支援19K23444：代表 八野）を開始し、ALICEの新型シリコン飛跡検出器（Muon Forward Tracker：MFT）による高温媒質内ベクトル中間子質量の高精度測定に向けた準備を進めた。

大山・浜垣は、新規研究として10月よりJSPS科研費課題「次世代高輝度重イオン衝突実験がもたらすストレンジネス核物理の新展開」（国際共同研究強化B 19KK0077：代表 大山）を開始し、高エネルギー重イオン衝突によるダイバリオン探索、ハイペロン（Y）-核子相関、Y-Y相関、深束縛K中間子原子核やK中間子陽子凝縮物質探索などのストレンジネス原子核物理の新展開を目的とし、東京大学、理研、ドイツ・GSI研究所、フランクフルト大学、ミュンヘン工科大学、トリノ・ポリテクニック大学、イタリア国立核物理研究所らの研究者と新研究協力体制を樹立し、研究を開始した。浜垣はこれらの物理に関して国際学会等で発表を行った[5,6]。

《学会発表等》

注：本学を本務機関とする研究者の業績のみを記載。その他出版物は本紀要の業績リストに掲載。

[1] “FPGA accelerated HPC for Experimental Physics”, K. Oyama, HEART2019: International Symposium on Highly-Efficient Accelerators and Reconfigurable Technologies, Jun. 6-7, 2019, Nagasaki, Japan

[2] ミニワークショップ：次世代物理実験に向けた広帯域データ収集・処理システム, Mar. 16, 2020, 東京・田町（https://indico.iist.nias.ac.jp/event/216/）

[3] "HI Beams at J-PARC", Workshop on "NA61/SHINE Beyond 2020", H. Hamagaki, Jul. 27, 2017, University of Geneva, Geneve, Switzerland,

[4] "Topics in QM2019", H. Hamagaki（招待公演）, 第37回Heavy Ion Cafe並びに第30回Heavy Ion Pub合同研究会, Dec. 22, 2019, 名古屋大学素粒子宇宙起源研究研究所

[5] “Study of Exotic Particles using Heavy Ion Collisions”, H. Hamagaki, International symposium

on Clustering as a Window on the Hierarchical Structure of Quantum Systems(CLUSHIQ2020), Jan. 23-24, 2020, Beppu, Japan（国際学会）

[6] "Study of Hadron Interactions and Exotic Hadrons in the ALICE Experiment at CERN LHC", H. Hamagaki（招待講演）, Hadron Spectroscopy Cafe, Jan. 10, 2020, Tokyo Institute of Technology, Tokyo

海洋エネルギー研究センター

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

研究メンバー

■ センター長：池上　国広　教授

■ 研究員：木下　健　客員教授

■ 研究員：野瀬　幹夫　客員教授

■ 研究員：林田　滋　特命教授

■ 研究員：松井　信正　教授

■ 研究員：影本　浩　教授

■ 研究員：松岡　和彦　教授

■ 研究員：古野　弘志　准教授

■ 研究員：佐藤　雅紀　准教授

■ 研究員：中道　隆広　講師

海洋エネルギー研究センター　研究活動報告

センター長　池上　国広

当センターは、本学が有する海洋工学に係る教育研究の技術を活かし、海洋産業の基盤となる研究開発、新事業形成、人材育成に取り組んでいる。今年度は昨年度に引き続き、戦略的研究予算を活用して海洋産業創出のための潮流下稼働可能型海中ロボット（Tidal Current Remotely Operated Vehicle：TROV）の研究開発を行った。

近年課題となっているエネルギー問題に対し、再生可能エネルギーの利用が重要となっている。海洋においては洋上風力発電や、潮流発電が稼働しつつある。これらは洋上や海中に設置されることから、海中での探査や工事が必須となるが、一般的に、これらの作業は潮止まりの時間帯に実施されるため作業時間が制限される。そこで、強潮流下（流速2.0m/sec）においても海中観測や作業を行うことができる海中ロボットが望まれており、実現すれば海洋エネルギー機器の総経費の30%から40%を占めるといわれる保守点検や海洋調査の費用を大幅に軽減することが可能となる。

今年度は、昨年度検討した中間ランチャの寸法計算見直しと基本設計を行い、機器配置やビークルとの嵌合装置の検討を行った。また、ビークルの不具合修正による性能向上と研究継続維持のためのビークル関連機器の保守管理マニュアルの整備を行った。さらに、不具合修正に伴うビークルの重量・重心変化に対応するため、浮力・浮心位置の調整を行い、本学船舶試験水槽で稼動実験を行った。最後に、海上でTROVを安全に稼動・回収することを目的に、本学所有の小型船舶に設置するデッキクレーンの設計・制作を行い、海上での運用を可能とした。

AI応用研究センター紹介

センター長　田中　雅晴

当センターは令和２年４月１日付けで設置され、人工知能（Artificial Intelligence, AI）の応用による新技術分野の創成と新しい産業分野の創出を目的としている。当センターでは、AIと本学の保有する技術の融合による新分野に寄与する応用研究の実施、産学官共同研究による企業や地域社会が抱える課題の解決に向けた取り組み、研究成果のプラットフォーム化とその技術支援や教育支援への活用等を行っていく予定である。本センターの研究開発体制はプロジェクト制をとっており、現在、「造船AI」および「パワエレAI」の２つのプロジェクトを設置している。

「造船ＡＩ」プロジェクトでは、当センターの設置前より、日本船舶海洋工学会の研究委員会にて船舶海洋分野へのAIの導入可能性の調査研究を行ってきた。さらに、国の研究機関（海上技術安全研究所）と共同で、造船所の自動化・知能化・省人化による「Smart Shipyard」の実現を目指す研究計画を、日本学術会議「第24期学術の大型研究計画に関するマスタープラン（マスタープラン2020)」に提案し、採択されている。「造船AI」では、このような活動成果をふまえ、産学連携による造船所へのAI応用に関する研究開発、大学院学生の受け入れによる造船に関わるAI応用に関する研究の実施、造船所（特に長崎近郊の中小造船所）へのAI導入に関するコンサルタントの実施、造船所へのAI導入に関わる人材（社会人・学生）教育の実施等を行っていく予定である。

「パワエレAI」プロジェクトでは、既に経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業を2019年度より３年計画で採択されており，パワエレ機器の寿命予測にAIを活用する研究開発を長崎県と地元企業を含めた産学官で進めている。また博士課程学生を受入れ、全国規模の産学官の共同研究として再生可能エネルギー分野へのAI適用やパワエレ機器の制御にAIを適用するために必須のディジタル制御回路に関する教育・研究を活発に行うと共に、再生可能エネルギーへのAI応用を扱う本学協賛の２つの国際会議やパワエレ分野におけるAI応用等の電気学会調査専門委員会を主導し、パワエレへのAI活用の情報交換と利用拡大を国内外の産官学界と共に図っている。さらに米国で毎年開催される機械学習の歴史ある国際会議IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (IEEE ICMLA）において世界の有名大学,有名研究者との最新のAIに関しての情報交換を活発に行っている。解説論文（パワエレ分野におけるAI応用に関しての論文）も作成中であり，IEEEのTransactionに投稿予定である。

研究メンバー

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

２．令和元年度戦略的研究成果報告書

研究課題名	研究者
嚥下筋組織電気刺激型トレーニング装置の研究開発	川添　薫
海洋産業創出のための潮流下稼働可能型海中ロボットの研究開発	古野 弘志 野瀬 幹夫 木下　健 石川　暁 佐藤 雅紀 松岡 和彦
坂の街長崎の高齢者をサポートする階段電動アシスト手すりの開発	佐藤 雅紀 松井 信正 崔　智英
『グラバー図譜』の３次元CG化とそれを活用した新たな社会貢献に関する研究	崔　智英 繁宮 悠介 松岡 和彦 柴田　守
初期構造計画時における全体強度解析・実用化システムの構築と最適化に関する研究	古野 弘志 野瀬 幹夫
バイオマス資源を用いた有用資源生産実験～生態系保全に関する基礎研究～	蒲原 新一 井上　弦 繁宮 悠介 市瀬 実里 中道 隆広
*バイオ燃料（バイオガス，ＢＤＦ）のディーゼル機関への適用	平子　廉 村上 信明 中道 隆広
EHDマイクロポンプにおける圧力生成モデルの開発	松川　豊
**食道癌ステント留置術に用いる電導型イングロース焼却ステントの研究開発	清水 悦郎 川添　薫 池　浩司 藤原　章
ビッグデータを用いた携帯電話用長崎市内観光交通案内フラットフォームの設計と開発	劉　震
情報科教育における授業評価フレームワークの一提案　―連想法の導入―	田中 賢一 大山　健 三田 淳司
**風力発電装置メンテナンス技術に関する検討	本田　巌
*実稼動エネルギーモデルに関する研究	黒田 勝彦
EV車を利活用した医療機関のAI型広域エネルギーマネジメントシステム	松井 信正 梶原 一宏 水野 裕志
内視鏡的凝血塊破砕吸引装置に関する研究	池　浩司 川添　薫
*GHG削減の新規制に対応できる推進性能の優れた船舶の設計法に関する研究	石川　暁

* 技術論文として掲載済み　** 論文発表前のため未掲載

嚥下筋組織電気刺激型トレーニング装置の研究開発

川添　薫

[I]　事業概要

現在，日本における死亡理由の第三位は肺炎であり，肺炎の死亡者のうち約 96%を 65 歳以上の高齢者が占めている．肺炎の中で誤嚥性によるものは，６０歳を超えると５割，９０歳を超えると９割を占めており，現在進行している高齢化が進むにつれて誤嚥による肺炎患者の総数は今後より増加していく傾向にあり，早急な対策が求められている．そこで，高齢者の誤嚥性肺炎予防を容易に行うことが可能となるようにＥＭＳ(Electrical Muscle Stimulation)を利用した高齢者嚥下障害予防用電気刺激装置の開発研究を行い，嚥下障害の改善にかかる医療関係者の労力削減とともに，容易に嚥下障害を予防できる機器の開発を目的とする．

[II]　活動状況

口腔内刺激電極の製作では，プラスチック粘土を用いて手形を形成や，3D プリンタを用いて口腔内刺激電極の型を作成し，内部にシリコンを流し込むことでより衛生的に優れた口腔内刺激電極の製作を行った．電極部に対する電流は、筋肉に対してより瞬間的に電流を流すために方形波ではなく三角波を流し，筋刺激の比較実験を行い嚥下に必要となる筋反射の状況について検討を進めた．電流は回路構成により三角波を得るために採用した(微分回路)で，通電時の痛み軽減を行うため，時定数を 0.15sec(1.5μF,100ｋΩ)に設定し通電時間の短縮を行なって検討した．(図１)

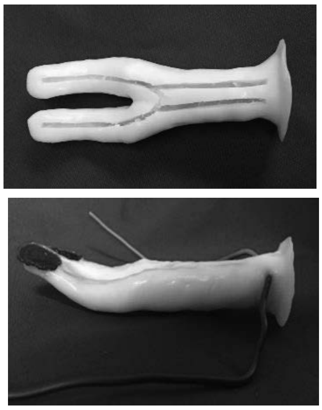


図１　嚥下訓練装置

[III]　成果など

１．安全性確保のために、開発を行なう前に通電時の熱傷実験を実施し，１２０Ｖから６０Ｖまでの範囲では模擬的人体組織が熱傷した状態となり，５０Ｖ以下では熱傷は確認されず，有効な出力であると確認された．
２．電気刺激で嚥下訓練が行うことができるかの検証実験において，筋組織の刺激運動が確認され，嚥下障害を予防できる機器として使用可能であると示唆された．また，体外からの電気刺激において体表面の筋肉が刺激され，電気刺激により一定のリズムで筋組織の運動状態が確認できた．
３．長い電気刺激間隔と連続的なリズムにおいて，嚥下のリズムに近似した筋組織への刺激が可能であった．
４．口腔内からの電気刺激において，１０V～１５V で舌骨上・下筋群が刺激された．

[IV]　今後の課題

本装置のモデル機を更に改良し，電気刺激による嚥下訓練効果について検討を重ね，本装置の安全性を踏まえた小型化を進める予定である．

海洋産業創出のための潮流下稼働可能型海中ロボットの研究開発

古野弘志，佐藤雅紀，松岡和彦，石川暁，木下健，野瀬幹夫

[I] 事業概要

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

[II] 活動状況

2016 年度より海中ロボットの方式についての調査・検討を開始した．検討の結果，2017 年度に中間ランチャ方式を採用することになり，中間ランチャの下向きに揚力を発生させてケーブルの抗力を受け持つ逆翼型の中間ランチャを考案して概念設計を行った．また，ビークルについては，2017 年度より開発を行い，2018 年度には制御プログラムを導入し，本学の船舶試験水槽での稼動試験を行って実際に運動制御できるか確認を行った．さらに，日本船舶海洋工学会の講演会などに参加して他の研究動向を調査したところ，最終目標にしていた稼動水深が不足していることが分かり，稼動水深の最終目標を 100m に変更した．この最終目標をいきなり達成することは難しいため，現在はその第 1 段階として，潮流 1m/sec.，稼動水深 25m で運用可能な試作機の開発を行っている．

[III] 成果など

本年度は，まず，2017 年度の中間ランチャの寸法決定計算の不十分な点の見直しと基本設計を行い，機器配置や嵌合装置の検討も行った．次に，ビークルの上下カウルの不具合修正，整備時のカウル脱着作業の簡素化，艤装品の換装などを行い，ビークルの性能向上を行った．また，これに伴う重量・重心変化に対応するため，ビークルの浮力・浮心調整を行い，本学の船舶試験水槽で稼動実験を行った．さらに，研究の継続性の観点から，制御系・バッテリの保全マニュアルを作成し，ビークル関連機器の保守管理を容易にした．最後に，海上で TROV を安全に稼動・回収するために，本学所有の小型船に設置するデッキクレーンの設計・制作を行い，実際に揚重試験を行うことで海上での運用を可能とした．

[IV] 今後の課題

来年度は，中間ランチャと嵌合装置の設計・制作，中間ランチャの制御プログラムの開発及び船舶試験水槽での動作試験を実施する予定である．

以上．

坂の街長崎の高齢者をサポートする階段昇降アシスト手すりの開発

佐藤雅紀，松井信正，崔智英

[I]　事業概要

交通網の縮小化や高齢化により、全国で「買い物難民」と呼ばれる人々が増えつつあり、国が予算化し対応している。特に長崎は坂の街と呼ばれ、細く入り組んだ斜面に様々な形状の階段が多数存在するため、設置や保守点検に優れた装置が要求される。また観光の街でもあり、景観を考慮したデザインが求められる。

長崎特有の研究課題の一つである高齢者の階段昇降について、地元企業と共同で電動アシスト手すりを開発する。初年度は試作機を用いて使用者の姿勢や移動速度を評価するシステムを構築した。また、計測した姿勢データについて人工知能を活用した分類を実施した。二年目となる今年度は計測システムを改良し、より高速で利用者の姿勢を計測できるようにした。また、本プロジェクトから派生した研究成果を国際学会にて発表した。

[II]　活動状況

すでに長崎市内に設置されている階段電動アシスト手すりは、地元住民のほか観光客にも利用されるなど実用運転がなされている。こうしたアシスト装置を社会実装するためには、利用者にとって安全かつ最適な移動速度で運用する必要がある。一般的にアシスト装置等の性能評価では、被験者の表面筋電位や酸素摂取量を計測するための装置を身に着けることが多い。これらの性能評価方法は被験者の身体的な負担が大きいため、なかなか実施することが難しい。そこで本事業では、「被験者が楽に階段昇降できる」＝「安全かつ最適な移動速度である」と考え、非接触で計測することを優先した。

被験者が楽に階段昇降できていると判断する一手法として、被験者の姿勢を計測することにした。非接触で姿勢を計測するため、Kinect for Windows V1（以降、Kinect）を使用した。Kinect は非接触で人体を検出可能な RGB-Depth カメラとなっている。初年度は開発環境として MATLAB を採用し、人工知能の一種である自己組織化マップ（SOM：Self-Organizing Map）を用いて姿勢の分類まで実施した。しかしながら、MATLAB を用いた開発環境ではデータ取得の速度に難があり、せいぜい 3fps 程度が限界であった。そのため詳細な姿勢変化を計測できないことが課題であった。

二年目となる今年度は、計測システムの見直しを行った。長崎大学の田中良幸准教授から助言頂き、開発環境を MATLAB から C++へ変更した。また、旧システムでは深度映像をそのまま描画していた（図 1 参照）のに対し、新システムでは OpenGL を活用して CG で人の姿勢を提示できるシステム（図 2 参照）に変更をした。これらのシステム変更によって、旧システムでは 3fps 程度だった処理速度が 30fps と改善され、Kinect がもつ性能を十分に活用することができるようになった。

本プロジェクトから本研究で構築した人の姿勢を計測するシステムを発展させ、離床判定をするシステムを開発し、国際学会（AROB2020：Internatinal Symposium on Artificial Life and Robotics）にて研究成果を発表した。この研究は、施設など少人数の職員が多人数の入居者を管理する際に、寝返りと離床の区別をするためのものである。高齢者の多い施設ではベッドからの離床の際に事故が多いため、職員による安全管理が必要となる。夜間、施設では少人数の職員で入居者の安全管理をするが、従来センサでは寝返りと離床の区別がつき難いために誤報が多く、入居者のプライバシーに配慮しつつ高精度

な離床検知システムが望まれている。そこで、本事業で開発した人体を計測するシステムを応用し、奥行きのデータ（深度データ）から人物の動きを抜き出して判定するシステムを提案した。本学の保健センターで取得したデータをもとに臥床、寝返り、離床の 3 つの状態を区別するための手法を提案（図 3 参照）し、研究成果として発表した。提案手法は毛布をかけた状態でも判定が可能であることから高い評価が得られた。

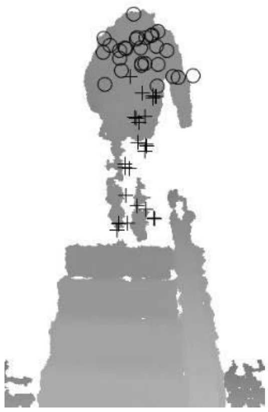


図 1：旧システムの描画

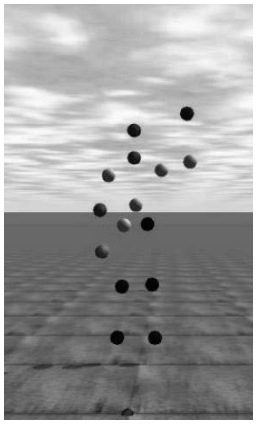


図 2：新システムの描画

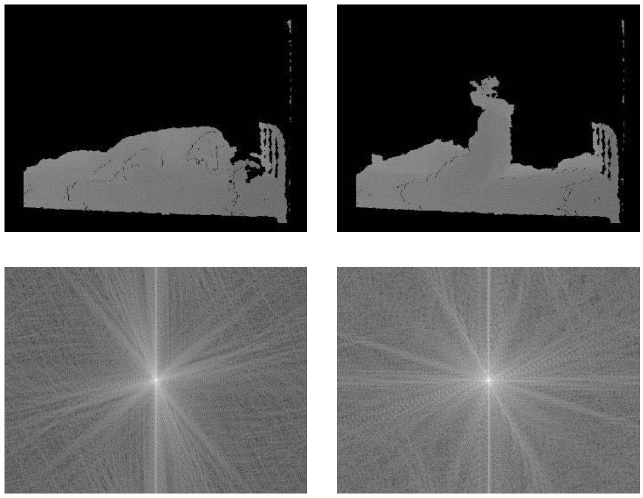


図 3：寝返り（上段左）と離床（上段右）を 2 次元フーリエ変換した結果（下段左右）

[III]　成果など

（初年度）佐藤雅紀，井手晶太，高橋正剛，樫山和久，"坂の街長崎における階段昇降アシスト装置の性能評価-（第 1 報）RGB-D カメラを用いた姿勢計測システムの構築と評価-"，ロボティクス・メカトロニクス講演会'18 講演論文集，1A1-H11(1)-(2)，2018

（二年目）Kazuya Hamaguchi, Masanori Sato, Takeshi Ikeda, "Development of a bed-leaving detecting system using a discrete Fourier transform of a depth image", The 25th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2020(AROB 25th 2020), pp.849-853, 2020

[IV]　今後の課題

今年度予算で高齢者体験キット（動きを妨げる装具やおもりなど）を購入した。今年度は計測システムの見直しが主たる作業となったので、次年度は高齢者体験キットを活用し、「高齢者体験キットの有無による姿勢の変化」と「高齢者と高齢者体験キットを有する若者の姿勢の違い」などを研究していきたい。

『グラバー図譜』の３次元 CG 化とそれを活用した新たな社会貢献に関する研究

崔智英，繁宮悠介，松岡和彦，柴田守

[I] 事業概要

本研究は、(1)長崎が誇る歴史的資料の１つである『グラバー図譜』に描かれた魚類を最新のデザイン技法・技術を採り入れて３次元 CG 化［現代的価値の付与］をするとともに、それを活用して、(2-1)３次元 MR（複合現実）の構築に関する基礎的研究を行い［デザイン資源の活用方法の探求］、また（2-2）ペンギン水族館などとの連携をもとに、東長崎の小中学校の児童生徒を対象に、生物学を中心とした教育を実際に行い、科学教育の新たな方法について探求するもの［社会貢献の方法の探求］である。

[II] 活動状況

３か年計画の最終年である本研究は、「さらに実践的」をスローガンに、これまでの成果をどのような形で活用・提供できるかを検証するために、長崎ペンギン水族館と連携して、以下２つのイベントを行った。１つが、「デジタル水族館 2019－グラバー図譜で楽しむ長崎の海－」と題するイベント（2019 年２月 24 日～３月３日）である。これは、イワシやマグロなど９種類の魚をＣＧ化して、本物そっくりにひれを動かしたり、群れで泳いだりする様子を映像にして、多目的室全体（４面）に投影したもの（デジタル大水槽）で、これまで造大祭で２か年にわたって行った試みから得た反応をもとに様々な修正を図って実施した。もう１つが、長崎ペンギン水族館・夏の特別企画展『ペンギン飼育 60 年～過去から未来へ～』(2019 年７月 20 日～９月 30 日）への協力という形で、本研究で制作したツールなどを活用して行ったイベントである。ここでは、①（旧）長崎水族館の建物［（現）本学附属高等学校の校舎］の３次元 CG を制作して映像化したものや、②長崎ペンギン水族館のペンギン水槽の中を全天球カメラで撮影し、その映像を加工して、あたかもそこに潜ったような体験ができる VR 映像や、③制作したキングペンギンの３次元 CG の映像を、ピラミッド型のアクリル板ディスプレイに投写して、立体的な視覚効果によってホログラム化したものなどを展示した。

[III] 成果など

約２か月にわたり、これまで培ってきたデザイン資源の活用・提供に関する社会実装の検証を行えたことは、何にも代えがたい一般の方々の生の声というデータを得ることにつながった。具体的には、①３次元 CG によるリアルな再現が、高齢者層を中心に、資料（館）としての付加価値を高めるとともに、懐かしさなどの郷愁につながること、②３次元 CG を、インタラクティブ性を高めた形で提供することが、低年齢や若年者層には、興味や学習効果の向上などにつながっていることなどが明らかになった。

[IV] 今後の課題

次年度以降は、外国籍の人びとにも焦点を置いて検証を進め、これをもとに、博物館で、＜年齢層×国籍＞別に、３次元 CG を効果的に活用・提供する方法を解明していきたいと思う。

初期構造計画時における全体強度解析・実用化システムの構築と最適化に関する研究

古野弘志，野瀬幹夫

[I]　事業概要

初期構造計画段階において経験の浅い技術者でも構造特性を容易に理解できる「簡便で統一的な横断面の反りを考慮した全体強度解析の実用化システム(以降，Total-Warps と呼ぶ)」の開発を目的としている．本研究では，このサブシステムの一つである「水平曲げ及び捩り荷重を受ける船体の捩り強度解析の実用化システム(以降, TR-Warps と呼ぶ)」の解析法に閉断面にも対応できる解析法を組み込む．その後，このサブシステムを Total-Warps に組み込んで Visual Basic (以降，VB と呼ぶ)に移行し，簡便かつ短時間で入力できる入力システムを開発する．最後に, Total-Warps に構造最適化手法を導入し，若手技術者でもより精度の高い全体強度評価ができる Total-Warps を開発する．

[II]　活動状況

これまでの研究で，Total-Warps を構成する 3 つのサブシステム(VB-Warps (縦曲げ強度解析実用化システム), HB-Warps (水平曲げ強度解析実用化システム)および TR-Warps)の VB への移行が完了し，Total-Warps として統一化する準備までできている．現在は，Total-Warps への統一化に当たり，解析準備時と解析時の問題点解消，計算速度の高速化について検討を行っている．また，この統一・高速化した Total-Warps に遺伝的アルゴリズム(以降，GA と呼ぶ)による制約条件付非線形最適化手法を導入し，Total-Warps の有用性についての検討を行っている．これと同時に，西部造船会技術研究会 構造部会や日本船舶海洋工学会 西部支部 構造研究会にも参加して, 最新の研究動向調査や技術審議等を通して本研究を進捗させている．

[III]　成果など

本年度は，まず，Total-Warps の統一化に当たり，グラフ理論の接続行列等を応用して Total-Warps の解析で必要となる構造データ数の削減と VB の機能を生かした簡便かつ短時間で入力可能な GUI を開発し Total-Warps の操作性を向上させた．次に，3 つのサブシステムの統一化においては，これまで各サブシステムで独立して存在していたプログラムの重複部分をひとつに共通化し, 外部記憶装置へのデータアクセス回数も抑えるようにして計算速度を約 1/140 にまで短縮した．さらに，統一化前と後で計算したハルガーダ応力を比較し，両者が一致していることを確認した．これにより，今回統一化した Total-Warps の妥当性を示した．最後に，Total-Warps を用いたコンテナ船船体中央部の重量最適化を目的に，制約条件付非線形最適化問題における設計変数，目的関数及び制約条件の抽出を行って GA によるパラメトリック最適化を行い，その結果の一例を示した．これによって，初期構造計画段階で使用可能な全体強度解析・実用化システムの構築に目途を付けることができた．

[IV]　今後の課題

今回のコンテナ船船体中央部の重量最適化では, 供試船の重量を下回る設計案を探索することができ

なかった．このため，今後はこの得られた最適設計案を分析し，制約条件や最適化プログラムの調整・確認を行う必要がある．来年度は，この研究成果の一部を日本船舶海洋工学会の論文として公表する予定である．また，今後の検討課題については，来年度の日本学術振興会科学研究費助成事業に予算申請して研究を進めることにし，戦略的研究予算での研究は当初の予定通り今年度で終了する．

以上.

バイオマス資源を用いた有用資源生産実験
～生態系保全に関する基礎研究～

蒲原新一、井上弦、繁宮悠介、中道隆広、市瀬実里

[I]　事業概要

汚泥発酵肥料（大地のめざめ 1 号）を海洋における環境改善資材（栄養分）として利用し藻場の再生及び、磯焼けを改善するため陸上大型水槽で育成実験を行った。

[II]　実験環境

(1) 材料・方法

人工海水を用いた海藻の生育管理用水槽には以下の物を用いた。

- ガラス水槽
- 人工海水
- LED ライト
- ろ過フィルター
- サンゴ砂

網場湾近郊（牧島）の海域において海藻をサンプルとして採集した。生育管理する海藻の種類として、緑藻ではアオサ（Sea lettuce）、褐藻ではエゾイシゲ（*Silvetia babingtonii*）とホンダワラ（*Sargassum fulvellum*）、紅藻ではホソバナミノハナ（*Portieria hornemannii*）、フシツナギ（*Lomentaria catenata*）を選択した。

サンプルを近海から採集した後、人工海水を用いて水槽にて生育環境を整え、実際に生育を開始した (図 1)。大型水槽実験では、緑藻・褐藻・紅藻におけるメジャーな種を用いて人工海水での生育を行うこと、および自然海水での成長速度との差異を検討するため、海藻を陸上にて水槽内で生育し、主に光量の増減による海藻の成長速度と、それに伴う水質検査を実施した。

図 1. LED ライトを導入した水槽

(2) 水質検査

水温、pH、tds（総溶解不純物）、塩分濃度、導電率を週に一回測定した。また、海藻の生育状況を画像解析ソフトで解析するために、同時にカメラで撮影して様子を観察した。

[III]　実験結果および考察

光量が少ない条件下で生育を開始したところ、数日で海水が変色した。2 週間が経過すると、より海水の濁度が上がり、海藻の総量が減少した。水質の指標として魚類も同時に飼育していたが、死亡して

しまった。海水の濁りの原因としては、光量の不足による光合成の低下が考えられる。海藻が死滅する過程で海藻が溶けたことや、海水中の酸素濃度が低下したと推察される。その後、前回の実験より光量不足が問題と考え、第 2 回目の実験は、光量を十分に供給できる光源として LED ライトを用いて実験を実施した。

第 2 回目の実験結果では、1ヶ月程経過しても水も濁ることなく海藻の状態も良くなった。しかし、1ヶ月後、前回の実験同様、海水が変色し始めた。原因としては、停電による循環システムの一時的な停止が考えられた。変色が始まった後、海水の濁りは進み、それに伴い海藻（紅藻、褐藻）も次第に状態が悪くなり、約 2 週間後には死滅してしまった。

一方、前回の実験で死滅していた水槽では、水槽の環境の改善や回復などの変化がないか第 2 回目の実験中も水質の数値を測定し、同時に、第 2 回のサンプル回収時に捕獲したハゼも成育した。観察を続けていると、次第に水槽の側面が曇ったように付着物が見られるようになった。約一か月半後には、藻のような付着物へと変化した。その後も観察を続けると、約 2 週間後には海藻（緑藻）へと変化した。（図 2）この側面に繁殖した海藻は、画像解析ソフトを用いて、成長速度を検討した。以上のことから、第 2 回の実験は成功したと推測される。

図 2. ガラス側面に海藻が生育した状態

[IV]　今後の進め方

これまでは実験室内の大型の水槽を用いた実験を進めてきたが、今後は、陸上養殖に取り組んでいる事業者と連携し、直径 5m 程度のろ過機能が整備された水槽を用いて実験を進める。

EHD マイクロポンプにおける圧力生成モデルの開発

松川　豊

[I]　事業概要

流体工学分野における近年の主要な研究開発対象のひとつとは、マイクロメートルサイズの小型流体装置である。装置においては、作動流体の液圧または駆動力を発生させるマイクロメートルサイズのポンプすなわちマイクロポンプが必要となる。

マイクロポンプの構築において、機械的可動部を使用する従来のポンプを小型化する場合、機械的部品を小型化することが必要となる。そのため、この場合は部品の加工精度が課題となる。部品を小型化するほど加工精度の条件は厳しくなり、製作コストは高くなる。

そこで、電気流体力学（Electrohydrodynamic, EHD）現象の利用が考えられる。EHD 現象とは、図 1 に示すように、絶縁性液体に高電圧を印加すると流動が発生する現象である。EHD 現象を利用すると、液体中に電極を配置して電圧を印加するだけで流動が発生することから、機械的可動部を使用しないポンプを構築できる。そのため、EHD 現象を利用したポンプは小型化に向いており、EHD 現象を利用したマイクロポンプすなわち EHD マイクロポンプを構築できる。

EHD マイクロポンプは試作段階にあるが、ポンプ内での圧力生成の機構がまだよくわかっていない。そのため、効率的な設計開発のためには、圧力生成モデルを開発することが必要であり課題となっている。本研究は、主に理論と数値シミュレーションにもとづいて、圧力生成モデルの開発を目指す。

[II]　活動状況

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

イオンドラッグ型では、絶縁性液体中に配置した電極間に高電圧を印加して強い電場を発生させる。その結果、電界放出または電界イオン化により電極表面上の液体に電荷が注入され、液体分子の一部が帯電してイオン化する。このとき、電圧が高くなるほど注入電荷量は増加する。そして、イオンが電場による Coulomb 力を受けて周りの液体分子を引きずりながら移動することにより、流動の駆動力が発生する。また、イオンが電荷担体となり、液体中に電流が流れる。このようなイオンドラッグ型の作動原理にもとづいて、マイクロポンプ内における EHD 流れをモデル化した。

電極表面上における電荷密度としては、ふたつのモデルを考えた。ひとつは、電極表面上において電荷密度が一定の値で一様に分布していると仮定するモデルである。既述のように、電極からの電荷注入過程は定量的にはよくわかっていないことから、この状況においては一般的に使用されるモデルである。もうひとつは、局所的な状況に応じて電荷密度が非一様に分布していると仮定するモデルである。このモデルは一様分布モデルに比べてより現実的であると考えられる。そのため、電荷密度が電極表面上における電場分布により決まると仮定してモデル化した。

以上のモデルにもとづいた数値シミュレーション計算コードを構築し、実験結果が報告されている EHD マイクロポンプにおける圧力生成の数値シミュレーションを実施した。計算対象は Kazemi 他の

実験[1]である。その結果、マイクロポンプ内で生成する圧力差をよく再現できた。また、図 2 に示すように、マイクロポンプ内における流速もよく再現できた。

[1] Kazemi, P. Z., Selvaganapathy, P. R. and Ching, C. Y., Journal of Microelectromechanical Systems, Vol.18, No.3 (2009), pp.547-554.

[III] 成果など

本研究の成果を、第 33 回数値流体力学シンポジウム（2019 年 11 月 27 日 北海道）にて発表した。また、本研究を含む研究計画を令和元年度科学研究費に応募した。

[IV] 今後の課題

構築した電極表面上における電荷密度のモデルは調整パラメータを含んでおり、このパラメータの更なるモデル化が必要である。また、他の実験結果との比較による検証が必要である。

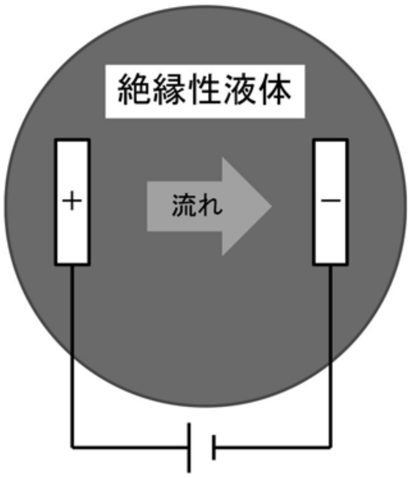


図 1 電気流体力学現象

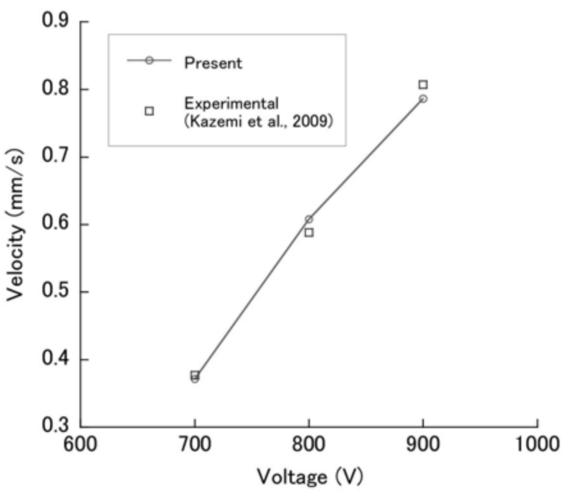


図 2 マイクロポンプ内における流速

ビッグデータを用いた携帯電話用
長崎市内観光交通案内フラットフォームの設計と開発

劉　震

[I]　事業概要

長崎市内にある港、駅と、各スポットのバス停や電停に関連する交通ビッグデータ（バス線路とその時刻表、電車線路とその時刻表、交通機関の乗り換え情報、タクシー情報、徒歩での情報など）に基づいてデータベースを設計・構築し、グラフを用いて最適なルート案が検索でき、または現有の各スポット情報を提供するウェブページを統合する携帯電話用の長崎市内観光交通案内フラットフォームを設計し、開発する。

[II]　活動状況

長崎市において県外、海外からの観光客の現状を調べった。自動車、航空機、電車、クローズ船などを利用して県外、海外から長崎市への観光客の人数は年々増えてきていることが分かって、長崎市内観光交通案内フラットフォームの必要性の十分にあることが分かった。

バス、路面電車、タクシーなどの長崎市内の観光客が利用可能な交通機関において調べった。提案する方法を実験検証できる限りに問題を簡単化して、長崎市内の五つのスポット、すなわちペンギン水族館、平和公園、中央橋、グラバー園、稲佐山を選択し、交通機関の中からバスの利用のみを選ぶことにした。交通機関として、上記の五つの観光スポットを通るバスの関連情報を整理した結果、合計 61 バス路線があり、800 あまりのバス停がある。

61のバス路線について、番号を付ける作業を行った。その上、データベースを設計した。選定した5つの市内観光スポット間移動する最適案を求めるためのグラフに基づいた最短路アルゴリズムと乗り換えアルゴリズムを研究し提案した。

[III]　成果など

上記の 5 つの観光スポットにかかわるバスの関連データを収集し、バス路線番号付ける作業を行った上、データベースの設計とデータの入力を行った。

その上、グラフを用いてスポット間バスで移動する際に最短路を求めるアルゴリズムにおいて研究し開発した。

また、グラフを用いてスポット間バスで移動する際に乗り換えがある場合の最適な乗り換えアルゴリズムにおいて研究し、開発した。

今までの研究の基に、さがさき ICT 戦略推進戦略研究会にてビッグデータを用いた長崎県観光交通案内フラットフォームの開発をテーマとして発表し提案した。採用された。

[IV]　今後の課題

これから今までの研究に踏まえて、実データを用いて長崎県観光交通案内フラットフォームを研究・開発する。

情報科教育における授業評価フレームワークの一提案
―連想法の導入―

田中 賢一・三田 淳司・大山 健

[I] 事業概要

本研究では，高等学校における情報科教育において，学習効果を幅広く捉えることが可能な連想法を用いて，その学習効果の評価に関する手がかりを掴むことを行ってきた。

[II] 活動状況

2019 年度の 5 月と 12 月の 2 回にわたり，「パソコン」「Excel」「教科「情報」」「自分」などのキーワードにて，活水高等学校 3 年生を対象にして連想調査を行った．その結果については，日本情報科教育学会全国大会，画像電子学会研究会にて発表し，査読付学術論文へ掲載を目指すべく投稿を行っているところである．

[III] 成果など

5 月調査分では「パソコン」「Excel」において，何のことやら分からないよう回答語が目立っていた．ところが，12 月調査分になると，受講生において連想される語彙において，機能的な用語すなわちパソコンの機能や，授業に出現した Excel の機能などが増加していることが分かってきた．また，授業そのものは，工夫も多く凝らした成果も相まって「難しいけど楽しい」という教育上において理想的だと考えられる結果を得ることも出来た．このことから，従来，本学でも行ってきている閉じた質問によるアンケートよりもさまざまなデータが採取できる可能性を明らかにすることが出来た．

[IV] 今後の課題

今後は，このことを利用して，(1)オンラインにて連想法を用いた授業評価を実施，(2)応用として，市民に存在するサイレントマイノリティのから有効な意見採取，などを行いたい．

文献

[1] 梅本雄史，田中賢一，上薗恒太郎：``情報科教育における連想法を用いた授業評価フレームワーク活用の一検討''，日本情報科教育学会　関東・東北支部大会（第 6 回）（2019).
[2] 梅本雄史，田中賢一，上薗恒太郎：``連想法を用いた授業評価の母集団に対する依存性''，日本情報科教育学会　第 12 回全国大会（2019).
[3] 梅本雄史，田中賢一，上薗恒太郎：``タイピング打鍵数と Excel 機能の習熟との関連''，画像電子学会第 292 回　研究会（2020).

EV 車を利活用した医療機関の AI 型広域エネルギーマネジメントシステムに関する研究

松井信正，梶原一宏，水野裕志

[I] 事業概要

熊本地震や北海道担振中部地震では、発電所や送電システムへの影響によって大規模停電に至っている。災害時の医療機関は、通常の医療業務に加えて被災者の受け入れのため、系統が停電に至っても安定した電力の確保が急務である。そこで、電力補給源として EV 車の導入促進に向けた取り組みが増し、EV 車の付加価値を高める研究が進められている。本研究では、EV 車を利活用して、災害弱者の移動の支援と災害拠点病院に要求されている多くの被災者を受け入れのための電力安定化の実現に向けた AI 技術を活用した医療機関のエネルギーマネジメントシステム EMS の検討と評価を目的とする。

[II] 活動状況

災害拠点病院が起点となり、EV 車を使用する福祉・介護・デイサービス事業者を連携させる着想に至った。対象とする病院を出入りする福祉・介護・デイサービス事業者の有する業務車両は 91 台である。そこで、7 日間の大規模停電を想定し、これらの車両，太陽光発電 PV および非常用発電機 EG を設備した対象となる病院において、燃料消費量の最小化を目的関数とした最適化から、分散型非常電源による電力供給の安定に向けた EMS モデルを検討した。

[III] 成果など

図は、災害拠点病院で計測した実負荷(上段)，実測の PV 出力をスケール変換してモデルに与えた場合の 7 日間の大規模停電における最適化結果である。EGs 出力は、250 kVA 2 台と 400 kVA 1 台の 3 台分とした(中段)。結果、EV 車の蓄電池を電力系統の蓄電池に代替すると、電力電力の安定化に寄与できることがわかった(下段)。

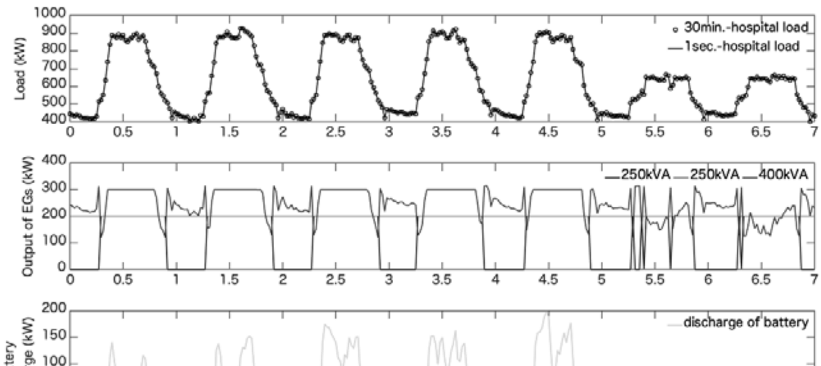


図　EV 車を利活用した医療機関の最適化 EMS

[IV] 今後の課題

分散電源として、医療機関に導入する PV の容量を調査・分析し、病院の規模に対する対象モデルの境界条件を明らかにする。また、本学が有するエミュレータシステムで，開発したモデルや最適化の手法を検証・評価する。

内視鏡的凝血塊破砕吸引装置に関する研究

池　浩司，川添　薫

[I]　事業概要

胃などの上部消化管出血患者に対する内視鏡的治療時に、静脈性出血による凝血塊が治療時の内視鏡の視野を妨げている。このため、本研究では凝血塊を迅速に除去可能なデバイスの開発を目的に研究を行うが、基礎研究として凝血塊の性状（特に粘度）を明らかにする。

[II]　活動状況

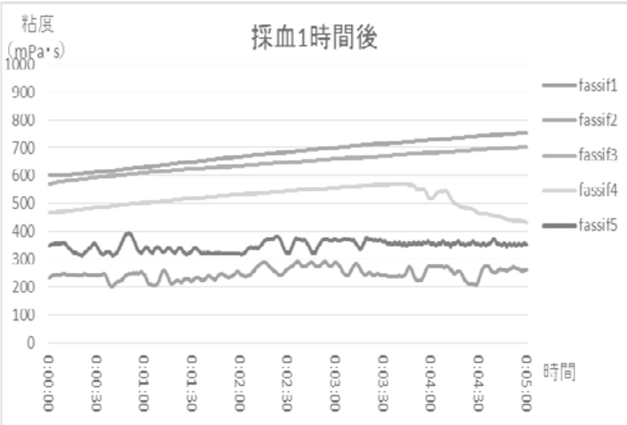
内視鏡的凝血塊破砕吸引装置の破砕性能を評価する際に用いる人工凝血塊の粘度評価実験を行った。人工凝血塊はヒト血液と人工胃液を用いて作成するが、今回の実験では人工胃液を①FaSSIF 法(人工胃液バイオ製品)、②日本薬局方の２種類用意しそれぞれの人工胃液を用いて人工凝血塊を作成した際の粘度について評価を行った。各人工胃液の作成方法は以下に示す。

[FaSSIF 法]
①塩化ナトリウム 1g を精製水 450ml に入れる
②pH が 1.6 になるように塩酸で調整
③FaSSIF を 0.03g 入れ溶解する
④ペプシン 5mg を加える
⑤合計が 500ml になるように精製水を入れ攪拌する

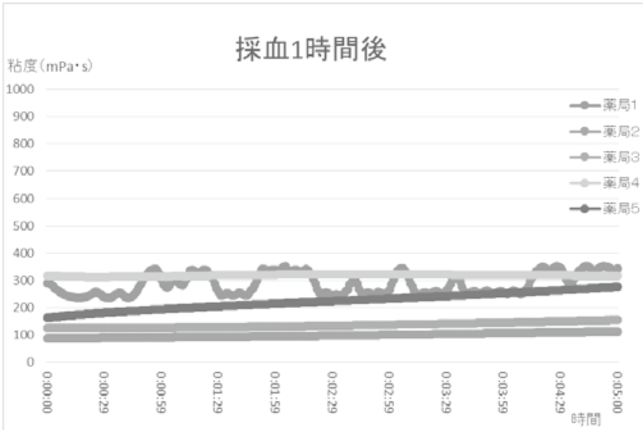
[日本薬局方]
①塩化ナトリウム 1g に塩酸 3.5ml 及び精製水を入れる
②合計 500ml、pH1.2 になるように精製水を入れ攪拌する

[III]　成果など

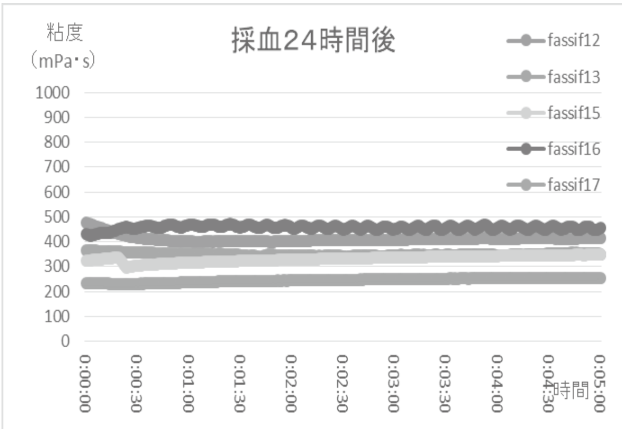
ヒト血液 10ml に対し人工胃液(2 種類)を 2.5ml 混合したサンプルを作成し、使用した人工胃液の種類毎に室温で１時間後及び３７℃で２４時間後の粘度を５分間測定した。測定サンプル数は５サンプルである。なお、粘度の測定には音叉振動式粘度計(SV-10)を用いた。測定結果をグラフ１～グラフ４に示す。測定結果から、採血から１時間後は粘度が安定せず 24 時間経過後は粘度が比較的安定傾向にあった。これは、血液凝固反応が時間経過と共に十分行われた結果であると考えられる。一方、経時変化及び人工胃液の種類による粘度の明確な差異はなく、概ね 200mPa・s～700mPa・s 程度であった。



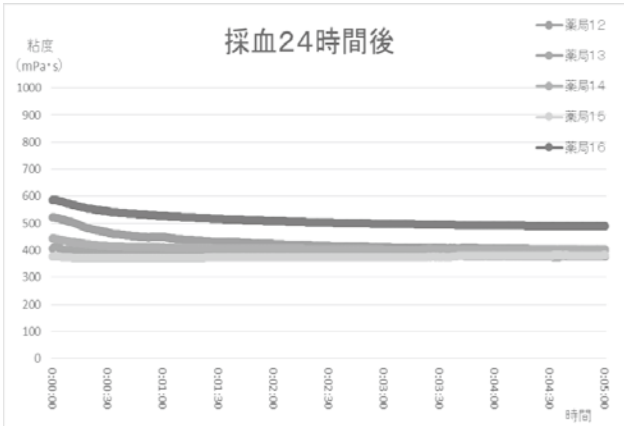
グラフ１　人工凝血塊(FaSSIF 法@1 時間後)



グラフ２　人工凝血塊(日本薬局方@1 時間後)



グラフ３　人工凝血塊(FaSSIF 法@24 時間後)



グラフ４　人工凝血塊(日本薬局方@24 時間後)

[IV]　今後の課題

実際の凝血塊は胃液だけでなく、食物や飲料水などの影響により粘度が大きい可能性がある。このため、可能であれば実際の凝血塊の粘度を測定し、凝血塊破砕吸引装置の開発に有用な人工凝血塊の作成を行う予定である。

[V]　倫理面への配慮

本研究は、長崎総合科学大学の研究倫理委員会の承認(承認番号：RE1601)を得て研究を行った。

3．技術交流会・シンポジウム開催状況

●第17回公開講演会

21世紀の科学技術「サイバーリアリティ　～電脳と５Gが世界を変える！～」

日時：令和元年12月１日（日）13：00～16：00
場所：サンプリエール（長崎市元船町２番４号）

開会挨拶　池上　国広　長崎総合科学大学　学長

コーディネータ挨拶　石橋　　隆　長崎総合科学大学　客員教授

講 演 1
「プレイステーションの開発とサイバーワールド」
三浦　和夫　氏
（株式会社プライムクリエイト　代表取締役社長）
（ソニー・コンピュータエンタテインメント　元取締役副社長）

講 演 2
「社会を豊かにする５G世界クアルコムの役割」
須永　順子　氏
（クアルコムジャパン合同会社　代表社長）

講 演 3
「IoT時代のパワーエレクトロニクス」
黒川　不二雄　氏
（長崎総合科学大学　特命・学術教授）

閉会挨拶　田中　義人　長崎総合科学大学　新技術創成研究所長

【公開講演会報告】
ネクスティエレクトロニクス（豊田通商グループ）元会長の石橋隆先生（本学客員教授）よりご推薦頂き、昨今話題となっている高速通信網５Gによるサイバー空間の状況や今後の進展について、プライムクリエイト社長の三浦和夫氏とクアルコムジャパン社長の須永順子氏に講演を頂くことができた。われわれが生活している実空間とサイバー空間が向かっている世界を、多くの写真を盛り込んだスライドを使いながら、中高校生にも分かるようにかみ砕いて、丁寧に話して頂いた。高校生、中学生、一般の方から沢山の質問が出て、大変盛り上がった講演となった。

【講演内容】
講演１『プレイステーションの開発とサイバーワールド』
株式会社プライムクリエイト　代表取締役社長　三浦和夫氏

1970年代に本格的に広まり始めたコンピューターゲームは今やゲームコンソール上はもとよりスマートフォン上やｅスポーツなど様々なジャンルで爆発的に広がりをみせており、インターネットをはじめとしたネットワーク技術の進化と共に更に多様性を持った進化を遂げようとしている。ソニーは、1994年11月にソニー・コンピュータエンタテインメント（以下SCE）を設立し以降PS, P Sone, PS2, PSP, PS3, PS Vita そして PS4 とコンピュータ及びグラフィック技術をベースとしたコンピュータゲーム機を開発してきた。全世界販売台数ベースでは主なモデルでおおよそPSは１億200万台、

PS2が１億5,500万台、PS3は8,700万台そしてPS4が１億台（2018年時点）と累計４億5,000万台弱を販売し、全世界に受け入れられてきた。コンピュータゲーム機は技術面においてはこれまで半導体というディバイスの進化、立体映像表現技術の進化、ネットワーク技術の進化と共に歩み、今後これにAIの進化を加え更に面白い世界へと進化して行く事が予想される。楽しくワクワクさせ、時には時間を忘れ皆さんを寝不足にさせてしまうコンピュータゲームに関して、コンピュータやグラフィックエンジンおよびネットワークテクノロジーをベースに技術を進めてきた講師のご経験を、技術が得意でない方にも極力簡単にわかるようにご説明され、その先のサイバーワールドの可能性を紹介して頂いた。

講演２『社会を豊かにする５Ｇ世界クアルコムの役割』
クアルコムジャパン合同会社　代表社長　須永順子氏

クアルコムは1985年に米国サンディエゴ（カリフォルニア州）で創業し、CDMA方式の半導体開発で成長した会社である。QUALCOMMという社名は、Quality Communications からきており、高品質な通信技術で世界を豊かにするという創業者のビジョンに由来している。いつでも、どこでも、誰とでも便利に繋がる世界を目指し、モバイル通信は、1980年代のアナログ音声時代を１Ｇとして、約10年周期で1990年代のデジタル音声時代２Ｇ、2000年代のモバイルデータ時代３Ｇ、2010年代のモバイルブロードバンド時代４Ｇと進化を遂げ、クアルコムは“Ｇ”の進化をリードし続けてきた。2019年は５Ｇ元年を迎え、すでにアメリカ、ヨーロッパ諸国、中東諸国、韓国、中国、オーストラリアで５Ｇの商用サービスが開始され、日本の５Ｇも来年の春に始まる。“5G is the new electricity”（５Ｇは新しい電気）、クアルコムCEO スティーブ・モレンコフが2017年のCESでの基調講演で５Ｇをどのように見ているかを説明した言葉である。19世紀後半、電気が実用化され、エネルギー源としての多才さにより、ほとんど無制限の用途が生まれた結果、電気は当たり前のものとしてどこにでもあり、あらゆる社会活動は電気があることが前提になっている。５Ｇは、高速・大容量ブロードバンド、高信頼性・低遅延通信、より多くのモノがつながる大規模 IoT という先進的な通信を可能にし、電気と同じように、どこにでもあり、使いやすく、スマートフォンやデータ通信機器にとどまらず、あらゆる産業の基盤になる技術である。この講演では、30年以上に渡って世界の無線通信の進化を実現してきたクアルコムがわれわれの社会を５Ｇ時代にリードする取組みについて紹介頂いた。

講演３『IoT時代のパワーエレクトロニクス』
長崎総合科学大学　特命・学術教授　黒川不二雄氏

すべてのものをインターネットでつなぐ IoT（Internet of Things）が次世代移動通信システム５Ｇの時代を迎えることで大きく展開されている。これによってデータ通信量が増えるということは、それらを動かすエネルギーの消費量も増えており、上手くエネルギーを末端の機器まで伝えたり、管理して行くパワーエレクトロニクス技術が極めて重要であることを意味している。また、近年、このエネルギー源の確保のために太陽電池や風力発電機といった天候に左右される不安定な再生可能エネルギー源を電力系統に挿入せざるを得なくなってきており、それらを上手く活用するためにもパワーエレクトロニクス技術は欠かせないものになっている。このパワーエレクトロニクス技術の結晶である電源には、インターネットからの情報を受けてエネルギーを制御したり、回路情報を送信するのに適したディジタル制御方式が必須である。この方式は、多くの情報を扱え、演算も得意ですが、一方で、高性能なA/D変換器や演算の時間が必要等の課題も浮き彫りになってきており、これらの課題を整理し、今後のパワーエレクトロニクスの方向性について講演頂いた。

４．研究所員の研究活動状況

（１）学術論文発表（2019.4.1～2020.3.31）

		著者名	論文標題又は書名	掲載雑誌名又は出版社名	巻･号･頁・発行年月日	単著・共著の別 （共著の場合は共著者名）
環境・エネルギー部門	1	平子　廉	メタン/各種BDFによるデュアルフューエル方式のディーゼル機関の運転特性への影響	創見創新　長崎総合科学大学大学院　新技術創成研究所所報	第14号，pp1-6, 2019年	松田啓希，靍田凌，山田敦士
	2	平子　廉	水/BDFによるエマルジョン燃料の製造とディーゼル機関の排気ガス特性への影響	創見創新　長崎総合科学大学大学院　新技術創成研究所所報	第14号，pp7-12, 2019年	山本瑶平，荻野弘輝
	3	中道　隆広 村上　信明	草本系バイオマスの水蒸気ガス化における生成ガス成分の挙動	創見創新　長崎総合科学大学大学院　新技術創成研究所所報	第14号，pp13-18, 2019年	
	4	井上　弦	京都府宇治市の茶園土壌を用いた覆下栽培の発祥時期の推定	日本土壌肥料学雑誌	90(6) ,pp424-432, 2019年12月	中尾淳, 矢内純太, 佐瀬隆, 小西茂毅
	5	井上　弦	阿蘇カルデラ壁斜面における斜面崩壊の発生頻度	第四紀研究	58(2) ,pp149-162,2019年4月	西山賢一, 鳥井真之, 横田修一郎, 若月強, 中尾賢一, 星出和裕, 奥野充
電気電子情報技術部門	1	水野 裕志 田中 義人 黒川不二雄 松井 信正	非常時を考慮した院内分散電源容量計画の一方法	電子情報通信学会，信学技報	ｐｐ.11-15,2019年5月	
	2	水野 裕志 田中 義人 黒川不二雄 松井 信正	太陽光発電と非常用発電機の併用による単独運転時の一考察	2019 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会，通信講演論文集2	S-9-S-10, 2019年9月	
	3	水野 裕志 田中 義人 黒川不二雄 松井 信正	Deep Learning による院内負荷予測モデルを活用した 異常時における院内分散電源のエネルギーマネジメント	電気学会論文誌 C（電子・情報・システム部門誌）	140(2), pp.156-163, 2019年11月	
	4	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	Design Comparison of Peak Current Mode Switching Power Converter for DC Distribution Systems	8th International Conference on Renewable Energy Research and Applications	pp.1038-1041, 2019年11月	Yasuyuki Koga, Shinichiro Hattori
	5	水野 裕志 田中 義人 黒川不二雄 松井 信正	Optimum Facility Design in Large Hospital using Renewable Energy	8th International Conference on Renewable Energy Research and Applications	pp.712-716, 2019年11月	
	6	古川 雄大 松井 信正 黒川不二雄	Peak Current Detector of Switching Power Supply for Renewable Energy System: Immune Design to Inherent Delay in FPGA	8th International Conference on Renewable Energy Research and Applications	pp.933-938, 2019年11月	Kazuya Uetsuhara, Yuichiro Shibata, Tadashi Suetsugu, Shinichiro Hattori
	7	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	Performance Mechanism of Active Clamp Resonant SEPIC Converter in Renewable Energy Systems	8th International Conference on Renewable Energy Research and Applications	pp.1042-1046, 2019年11月	Tsuji Kazuki, Satoshi Ikeda
	8	有馬 仁志 水野 裕志 松井 信正 黒川不二雄	A Consideration of Model Based Design of Smart Grid System	7th IEEE International Conference on Smart Grid	pp.170-173, 2019年12月	Shinichiro Hattori
	9	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	直流給電における高速MPPT制御を用いたDC-DCコンバータの応答性について	電子情報通信学会技術研究報告	pp. 115-119, 口頭発表, EE2019-65, 鹿児島, 2020年1月	戸村日向
	10	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	ディジタルヒステリシス電流制御における電流リプル特性について	電子情報通信学会技術研究報告	pp. 121-124, 口頭発表, EE2019-69, 鹿児島, 2020年1月	古賀泰之，山嵜孝介
	11	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	アクティブクランプ回路方式共振形SEPICコンバータの動作メカニズムについて	電子情報通信学会技術研究報告	pp. 141-146, 口頭発表, EE2019-73, 鹿児島, 2020年1月	辻和樹、池田敏
	12	松井 信正 水野 裕志 田中 義人 黒川不二雄	再エネシステムを導入する病院の VPP 検討モデル	2020 年 電子情報通信学会総合大会，通信講演論文集2	S-70-S-71, 2020年3月	
	13	黒川不二雄	Peak points detection using spline interpolation based on FPGA implementation	Advances in Electrical and Computer Engineering	vol. 19, no. 4, pp. 3-10, Nov. 2019	Alperen Mustafa Colak, Taito Manabe, Ryo Kamasaka, Yuichiro Shibata
	14	江藤 春日 黒川不二雄	Optimal zero-voltage-switching method and variable on-time control for predictive boundary conduction mode boost PFC converter	IEEE Trans. on Industry Applications	vol. 56, issue. 1, pp. 527-540, Jan.-Feb. 2020	Jizhe Wang
	15	水野 裕志 田中 義人 黒川不二雄 松井 信正	Deep Learningによる院内負荷予測モデルを活用した異常時にける院内分散電源のエネルギーマネジメント	電気学会論文誌C	vol. 140, no. 2, pp. 156-163, 2020.	

電気電子情報技術部門	16	水野 裕志 田中 義人 黒川不二雄 松井 信正	Optimum facility design in large hospital using renewable energy	Proc. of IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications	pp. 712-716, Poster, Brasov, Romania, Nov. 2019	
	17	古川 雄大 松井 信正 黒川不二雄	Peak current detector of switching power supply for renewable energy system: immune design to inherent delay in FPGA,	Proc. of IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications	pp. 916-921, Oral, Brasov, Romania, Nov. 2019	Kazuya Uetsuhara, Yuichiro Shibata, Tadashi Suetsugu, Shinichiro Hattori
	18	古川 雄大 黒川不二雄	Variable feedback gain dc-dc converter tracing output voltage fluctuation for renewable energy system	Proc. of IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications	pp. 933-938, Oral, Brasov, Romania, Nov. 2019	Hyuga Tomura, Tadashi Suetsugu
	19	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	Performance mechanism of active clamp resonant SEPIC converter in Renewable Energy Systems,	Proc. of IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications	pp. 1042-1046, Oral, Brasov, Romania, Nov. 2019	Tsuji Kazuki, Satoshi Ikeda
	20	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	Design comparison of peak current mode power converter for DC distribution systems	Proc. of IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications	pp. 1038-1041, Oral, Brasov, Romania, Nov. 2019	Yasuyuki Koga, Shinichiro Hattori
	21	有馬 仁志 水野 裕志 松井 信正 黒川不二雄	A consideration of model based design of smart grid system	Proc. of IEEE International Conference on Smart Grid	pp. 170-173, Oral, Newcastle, Australia, Dec. 2019	Shinichiro Hattori
	22	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	アクティブクランプ回路を用いた共振形SEPIC回路の静特性	電気学会研究会資料	pp. 71-75, 口頭発表, HCA-19-26, 東京, 2019年5月	辻和樹、池田敏
	23	水野 裕志 田中 義人 黒川不二雄 松井 信正	非常時を考慮した院内分散電源容量計画の一方法	電子情報通信学会技術研究報告	pp. 11-15, 口頭発表, EE2019-3, 東京, 2019年5月	
	24	黒川不二雄 古川 雄大	[フェロー記念講演] 電子情報通信用電源の制御技術	電子情報通信学会技術研究報告	pp. 55-60, 口頭発表, EE2019-11, 東京, 2019年5月, 招待論文	
	25	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	入力変化に対するアクティブクランプ回路を用いた共振形SEPIC回路の基本特性について	電気学会産業応用部門大会講演論文集	Y-5, ポスター発表, 長崎, 2019年8月	辻和樹、池田敏
	26	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	ディジタルヒステリシス電流モードDC-DCコンバータにおける谷電流検出器のパラメータについて	電気学会産業応用部門大会講演論文集	Y-11, ポスター発表, 長崎, 2019年8月	山嵜孝介
	27	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	増分コンダクタンス法を用いたMPPT制御の応答性改善について	電気学会産業応用部門大会講演論文集	Y-54, ポスター発表, 長崎, 2019年8月	戸村日向
	28	古川 雄大 梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	ディジタル制御電源の分解能向上に関する一考察	電気学会産業応用部門大会講演論文集	Y-71, ポスター発表, 長崎, 2019年8月	古賀泰之
	29	古川 雄大 柴田裕一郎 末次 正 黒川不二雄	電流－周波数変換を用いたピーク電流検出器の設計について	電気学会産業応用部門大会	pp. IV-135-IV-136, 口頭発表, 4-13, 長崎, 2019年8月	上津原和也
	30	水野 裕志 田中 義人 黒川不二雄 松井 信正	太陽光発電と非常用発電機の併用による単独運転時の一考察	電子情報通信学会通信ソサイエティ大会講演論文集	S-9-S-10, 口頭発表, BS-3-5, 大阪, 2019年9月	
	31	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	アクティブクランプ回路よる共振形コンバータの電圧ストレス低減手法について	電子情報通信学会通信ソサイエティ大会講演論文集	S-11, 口頭発表, BS-3-6, 大阪, 2019年9月	辻和樹、池田敏
	32	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	電流ゲインに基づくヒステリシス電流制御電源の安定性	電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集	p. 609, 口頭発表, 12-2P-04, 福岡, 2019年9月	山嵜孝介
	33	古川 雄大 梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	高分解能DPWM信号生成器を用いたスイッチング電源の過渡特性	電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集	p. 610, 口頭発表, 12-2P-05, 福岡, 2019年9月	古賀泰之
	34	古川 雄大 末次 正 黒川不二雄	スイッチング電源のための新しいフィードバックゲイン切り替え手法	電気-情報関係学会九州支部連合大会	p. 611, 口頭発表, 12-2P-06, 福岡, 2019年9月	戸村日向
	35	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	アクティブクランプ回路方式共振形SEPICコンバータの周波数特性	電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集	p. 613, 口頭発表, 12-2P-08, 福岡, 2019年9月	辻和樹、池田敏
	36	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	微分制御を用いたMPPT制御の定常特性	電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集	p. 618, 口頭発表, 12-2P-13, 福岡, 2019年9月	戸村日向
	37	梶原 一宏 松井 信正 黒川不二雄	フィードバックゲイン可変方式昇圧形コンバータの負荷急変特性について	電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集	B-02, 口頭発表, 福岡, 2019年9月	大門隆哉, 戸村日向

電気電子情報技術部門	38	梶原 一宏 古川 雄大 松井 信正 黒川不二雄	昇圧形コンバータにおける過渡特性改善のための比例ゲイン可変手法	電子情報通信学会技術研究報告	pp. 7-11, 口頭発表, EE2019-76, 長崎, 2020年3月	大門隆哉
	39	松井 信正 水野 裕志 田中 義人 黒川不二雄	再エネシステムを導入する病院のVPP検討モデル	電子情報通信学会総合大会講演論文集	S70-71, 口頭発表, BS-3-3, 広島, 2020年3月	
	40	本村 政勝	GRP78 antibodies damage the blood-brain barrier and relate to cerebellardegeneration in Lambert-Eaton myasthenic syndrome.	BRAIN	142巻8号, 2253-2264, 2019年	Shimizu F, Takeshita Y, Sano Y, Hamamoto Y, Shiraishi H, Sato T, Yoshimura S, Maeda T, Fujikawa S, Nishihara H, Kitanosono H, Tsujino A, Kanda T
	41	本村 政勝	ランバートン・イートン筋無力症候群を合併する傍腫瘍性小脳変性症 －がん治療が著効した1症例報告と本邦PCD-LEMS症例の系統的文献検索	BRAIN and NERVE	71巻2号, 167-174, 2019年	北之園寛子,冨田祐輝,岩永洋,岩永直樹,入江隆,白石裕一,辻野彰
	42	本村 政勝	Usefulness of MR Imaging in Idiopathic Oculomotor Nerve Palsy Cases: T₂-weighted IDEAL	Magn Reson Med Sci	18巻3号.181-183	Nakajima H, Motomura M, Morikawa M, Ando T, Kawakami A, Tsujino A
	43	本村 政勝	MGTX extension study longitudinally favors early thymectomy in non-thymomatous young-adult patients with AChR antibody-positive myasthenia gravis	Ann Transl Med	27巻(Suppl6).S208	Akaishi T, Motomura M, Aoki M, Utsugisawa K
	44	本村 政勝	Preoperative risks of post-operative myasthenic crisis (POMC): A meta-analysis	J Neurol Sci	407巻116530	Akaishi T, Motomura M, Shiraishi H, Yoshimura S, Abe M, Ishii T, Aoki M
	45	劉 震	An Improved kNN Text Classification Method	International Journal of Computational Science and Enginering	Vol. 20, No.3, pp.397-403, 2019	Fengfei Wang, Chundong Wang
	46	劉 震	Research on SQL Injection Attack Detection based on LSTM Neural Network	Journal of Tianjin University of Technology	Vol.36, No.6, pp.41-46, 2019	Xianghao Chu
	47	劉 震	Local connectedness over soft rough topological space	International Journal of Embdded Syatems	Vol. 11, No6, pp.698-706, 2019	Li Fu, Hua Fu, Fei You
	48	劉 震	Model-Based Active Impedance Controller Development of the Exoskeleton Rehabilitation Robot (ERRobot) for Lower-Extremity	Mathematics and Computer Science	Vol. 4, No.5, 2575-6028, 2019	Lei Shi, Li Fu
	49	劉 震	Editorial: Big Data and Cyber-Physical-Social Computing	Mobile Networks & Applications	Vol.24, 2019, p.1346-p.1347	Song Guo, Peng Li
	50	劉 震	Design, Development and Testing of a Wearable sEMG Acquisition System	Proceedings of 2019 IEEE international Conference on Dependable	Autonomic and Secure Computing, p.527-p.532	Lei Shi, Kunpeng Wang
	51	池 浩司 川添 薫	回転運動及びピストン運動を用いたカテーテル型凝血塊破砕吸引装置の破砕性能の検討	創見創新 長崎総合科学大学大学院 新技術創成研究所所報	第14号, pp19-24, 2019年	
	52	水野 裕志 清山 浩司	ウェアラブル型熱中症予兆検知システムの検討	日本福祉工学会九州支部大会	2019年10月19日(土), 佐世保工業高等専門学校	酒井優希, 兼子晃治
	53	水野 裕志 清山 浩司	バイタル・環境センサー一体型ウェアラブルデバイスの有効性検証	2019年電気学会産業応用部門大会	2019年8月21日(水), ポスターセッションY-172, 長崎大学 文教キャンパス	酒井優希
	54	水野 裕志 清山 浩司 本村 政勝	ウェアラブル型血管機能診断デバイスの提案と検証	2019年電気学会産業応用部門大会	2019年8月21日(水), ポスターセッションY-173, 長崎大学 文教キャンパス	兼子晃治
	55	水野 裕志	体温計測温部の構造モデルを用いた汎用型側温システムの検討	2019年電気学会産業応用部門大会	2019年8月21日(水), ポスターセッションY-175, 長崎大学 文教キャンパス	鶴賀一磨
	56	水野 裕志	頸部体温計測に着目した無拘束型熱中症予防システムの検討	2019年電気学会産業応用部門大会	2019年8月21日(水), ポスターセッションY-176, 長崎大学 文教キャンパス	芝颯歩
	57	江藤 春日 水野 裕志 松井 信正 丸田 英徳 柴田裕一郎 黒川不二雄	再生可能エネルギーにおけるエネルギーマネジメント最適化の研究	2019年電気学会産業応用部門大会	2019年8月21日(水), ポスターセッションY-181, 長崎大学 文教キャンパス	冨永祐太, 田中雅春

海洋・複合新技術部門	1	黒田 勝彦	基礎励振による構造SEAモデル構築に関する研究	日本機械学会論文集	Vol.85(2019-11), No.879, pp.1-15	並川修平
	2	黒田 勝彦	L型平板を対象に結合損失率を目的関数とした制振材の適性配置に関する研究	長崎総合科学大学紀要	第59巻,pp.17-21, 2019-7	
	3	K.Kuroda	STRUCTURAL OPTIMIZATION OF SEA SUBSYSTEMS BY ARRANGEMENT OF DAMPING MATERIAL	Proceedings of 26th International Congress on Sound and Vibration in Montreal	205.pdf	
	4	黒田 勝彦	FEMベースのSEAを用いた減衰材の適正配置の構造最適化に関する研究	機械学会環境工学総合シンポジウム2019 CD-ROM論文集	pp.97-100	
	5	K.Kuroda	Study on proper arrangement of damping material with SEA parameters as objective function	Proceedings of Inter-Noise 2019	1331.pdf	
	6	黒田 勝彦	一枚平板を対象に振動エネルギー最小化を目指した制振材の適正配置に関する研究	創見創新 長崎総合科学大学大学院 新技術創成研究所所報	第14号, pp.33-38, 2019-8	
	7	黒田 勝彦	実稼動エネルギーモデル構築に関する研究	日本機械学会年次大会(No.19-1)	J12118.pdf	
	8	K.Kuroda	Study on Operational Energy Model Construction	18th Asia Pacific Vibration Control Conference		
	9	黒田 勝彦	振動発電に関する基礎研究	日本機械学会九州学生会第51回卒業研究発表講演会(No.170-2)	B11.pdf	黒江一樹
	10	影本 浩	大洋を航行する船舶に搭載されたＡＩ（人工知能）による出会波の予測可能性について	日本船舶海洋工学会講演会論文集	CD-ROM,2019年5月	単著
	11	堀 勉	静水圧の圧力積分による船の浮心位置の決定 ― その３：半没円柱に対する証明 ―	日本航海学会誌 Navigation	No. 208, pp. 60～68, 2019 (H31)年 4月	単 著
	12	野瀬 幹夫 木下 健 古野 弘志 佐藤 雅紀	潮流下稼働可能型海中ロボットの開発（第一報）	日本船舶海洋工学会講演会論文集	第28号,pp.621-624, 2019年6月	平山哲朗, 京円太亮
	13	松川 豊	イオンドラッグ型EHDマイクロポンプ内流れの数値シミュレーション	第33回数値流体力学シンポジウム講演論文集	E02-4, 2019	単著
	14	松岡和彦	小型内航船の船内騒音の調査：乗組員職場環境の改善	日本船舶海洋工学会講演会論文集	28号 pp.617-619 2019年6月	光藤 哲也
	15	岡田 公一	ケミカルタンカー用二相ステンレスクラッド鋼板およびオーステナイト系ステンレスクラッド鋼板の接合界面破壊靭性に関する一考察	溶接学会九州支部講演論文集	第16号, pp.37-43, 2019年6月20日	山下晋, 中村聖三, 勝田順一, 緒方洋典, 谷野忠和, 矢島浩
	16	岡田 公一	小型引張試験片による極厚鋼板溶接継手部の破壊靭性値評価に関する一考察	溶接学会九州支部講演論文集	第16号, pp.44-52, 2019年6月20日	賈子萌, 中村聖三, 勝田順一, 谷野忠和, 矢島浩
	17	岡田 公一	ブラスト処理による溶接止端部の疲労強度向上効果の検証 （その2）突合せ溶接継手に対する検証	日本船舶海洋工学会講演会論文集	第29号, pp.359-362, 2019年11月	藤井壽裕, 出口純一, 後藤浩二
	18	岡田 公一	ケミカルタンカー用二相ステンレスクラッド鋼板の強度特性・溶接性・耐食性に関する一考察	長崎総合科学大学紀要	第59巻2号, pp.23-37, 2019年12月18日	木村俊介, 緒方洋典, 春山雄介, 福井努, 矢島浩
	19	岡田 公一	低変態温度溶接材料を用いた伸長ビード溶接による疲労寿命延伸効果に関する一考察	圧力技術	2020年 58巻 1号, 2020年1月25日	松崎拓也, 村川英一, 麻寧緒, 堤成一郎, 平岡和雄, 大沢直樹, 谷野忠和, 志賀千晃, 矢島浩
	20	古野 弘志	遺伝発生による人工知能(AI)の生成と初期船殻重量推定システムの開発	日本船舶海洋工学会講演会論文集	第30号（編集中）	単著
	21	金丸 英幸	船舶の航海最適化技術の改良	長崎総合科学大学紀要	59(2),pp.47-60, 2019年12月18日	単著
基礎科学部門	1	大山 健	Charged-particle pseudorapidity density at mid-rapidity in p-Pb collisions at √(s_NN)= 8.16 TeV	Eur. Phys. J.	C 79, 307 (April 2019)	S. Acharya et al., ALICE Collaboration
	2	大山 健	Measurement of D^0, D^+, D^(*+), and D_S^+ production in pp collisions at √s=5.02 TeV with ALICE	Eur. Phys. J.	C 79, 388 (May 2019)	S. Acharya et al., ALICE Collaboration
	3	大山 健	Energy dependence of exclusive J/ψ photoproduction off protons in ultra-peripheral p-Pb collisions at √(s_NN)=5.02 TeV	Eur. Phys. J.	C 79, 402 (May 2019)	S. Acharya et al., ALICE Collaboration
	4	大山 健	Λ_c^+ production in Pb-Pb collisions at √(s_NN)=5.02 TeV	Phys. Lett.	B 793, June 2019, 212-223	ALICE Collaboration
	5	大山 健	Analysis of the apparent nuclear modification in peripheral Pb-Pb collisions at 5.02 TeV	Phys. Lett.	B 793, June 2019, 420-432	ALICE Collaboration
	6	大山 健	Production of muons from heavy-flavour hadron decays in pp collisions at √s=5.02 TeV	J. High Energ. Phys.	2019, 8 (September 2019)	The ALICE collaboration

基礎科学部門	7	大山　健	Measurement of the production of charm jets tagged with D^0 mesons in pp collisions at √s=7 TeV	J. High Energ. Phys.	2019, 133 (August 2019)	The ALICE collaboration
	8	大山　健	Measurement of jet radial profiles in Pb-Pb collisions at √(s_NN)=2.76 TeV	Phys. Lett.	B 796, September 2019, 204-219	ALICE Collaboration
	9	大山　健	Coherent J/ψ photoproduction at forward rapidity in ultra-peripheral Pb-Pb collisions at √(s_NN)=5.02 TeV	Phys. Lett.	B 798, November 2019, 134926	ALICE Collaboration
	10	大山　健	Investigations of anisotropic flow using multi-particle azimuthal correlations in pp, p-Pb, Xe-Xe, and Pb-Pb collisions at the LHC	Phys. Rev. Lett.	123, 142301 (October 2019)	S. Acharya et al. (A Large Ion Collider Experiment Collaboration)
	11	大山　健	Inclusive J/ψ production at mid-rapidity in pp collisions at √s=5.02 TeV	J. High Energ. Phys.	2019, 84 (October 2019)	The ALICE collaboration
	12	大山　健	${}^{3}_{\Lambda}\mathrm{H}$ and ${}^{3}_{\bar{\Lambda}}\overline{\mathrm{H}}$ lifetime measurement in Pb-Pb collisions at √(s_NN)=5.02 TeV via two-body decay	Phys. Lett.	B 797, October 2019, 134905	ALICE Collaboration
	13	大山　健	Study of the Λ-Λ interaction with femtoscopy correlations in pp and p-Pb collisions at the LHC	Phys. Lett.	B 797, October 2019, 134822	ALICE Collaboration
	14	大山　健	Measurement of Υ(1S) elliptic flow at forward rapidity in Pb-Pb collisions at √(s_NN)=5.02 TeV	Phys. Rev. Lett.	123, 192301 (November 2019)	S. Acharya et al. (A Large Ion Collider Experiment Collaboration)
	15	大山　健	Measurement of the inclusive isolated photon production cross section in pp collisions at √s=7 TeV	Eur. Phys. J.	C 79, 896 (November 2019)	S. Acharya et al. (ALICE Collaboration)
	16	大山　健	Measurement of charged jet cross section in pp collisions at √s=5.02 TeV	Phys. Rev.	D 100, 092004 (November 2019)	S. Acharya et al. (A Large Ion Collider Experiment Collaboration)
	17	大山　健	Multiplicity dependence of light (anti-)nuclei production in p-Pb collisions at √(s_NN)= 5.02 TeV	Phys. Lett.	B 800, January 2020, 135043	ALICE Collaboration
	18	大山　健	Measurement of prompt D^0, D^+, D^(*+), and D_S^+ production in p-Pb collisions at √(s_NN)=5.02 TeV	J. High Energ. Phys.	2019, 92 (2019)	The ALICE collaboration
	19	大山　健	Measurement of strange baryon-antibaryon interactions with femtoscopic correlations	Phys. Lett.	B 802, March 2020, 135223	ALICE Collaboration
	20	大山　健	Evidence of rescattering effect in Pb-Pb collisions at the LHC through production of K*(892)0 and・(1020) mesons	Phys. Lett.	B 802, March 2020, 135225	ALICE Collaboration
	21	大山　健	Exploration of jet substructure using iterative declustering in pp and Pb-Pb collisions at LHC energies	Phys. Lett.	B, 802, March 2020, 135227	ALICE Collaboration
	22	大山　健	Measurement of electrons from heavy-flavour hadron decays as a function of multiplicity in p-Pb collisions at √(s_NN)= 5.02 TeV	J. High Energ. Phys.	2020, 77 (February 2020)	The ALICE collaboration
	23	大山　健	Studies of J/ψ production at forward rapidity in Pb-Pb collisions at √(s_NN)=5.02 TeV	J. High Energ. Phys	2020, 41 (February 2020)	The ALICE collaboration
	24	大山　健	[2] Scattering studies with low-energy kaon-proton femtoscopy in proton-proton collisions at the LHC	Phys. Rev.	Lett. 124, 092301 (March 2020)	S. Acharya et al. (A Large Ion Collider Experiment Collaboration)
	25	大山　健	Measurements of inclusive jet spectra in pp and central Pb-Pb collisions at √(s_NN)=5.02 TeV	Phys. Rev.	C 101, 034911 (March 2020)	S. Acharya et al. (ALICE Collaboration)
	26	繁宮 悠介	水族館企画展のためのムービーおよびハンズオン展示の制作	地域論叢	No.35,pp13-22,2020年3月	

（2）講演・口頭発表

		講　師	講　演　テ　ー　マ	学 会 名 等	場　　所	実施日
環境・エネルギー部門	1	蒲原　新一	環境分野における国際協力活動について	NiASセミナー	大村高等学校	2019年12月13日
	2	中道　隆広	環境とバイオマスについて	NiASセミナー	南山高等学校	2019年6月13日
	3	中道　隆広	これからの資源とエネルギー　～ゴミが活躍する将来	NiASセミナー	長崎工業高等学校	2019年12月11日
	4	井上　弦	土壌で普遍的に起こる炭素・窒素安定同位体比および放射性炭素濃度の変動とその規定因子：微生物代謝・鉱物表面反応・団粒化	日本地球惑星科学連合 2019年大会	幕張メッセ国際会議場	2019年5月27日
	5	井上　弦	Transition of soil organic carbon in a volcanic ash soil derived from Towada volcano	日本地球惑星科学連合 2019年大会	幕張メッセ国際会議場	2019年5月27日
	6	井上　弦	The rate of vertical translocation of soil organic carbon fractions stored in a buried humic horizon from an Andosol	日本土壌肥料学会 2019年度静岡大会	静岡大学 農学部 農学総合棟	2019年9月3日
	7	井上　弦	日本の黒ボク土分布の最西端地域における土壌の特徴 －長崎県五島列島福江島に分布する土壌－	日本土壌肥料学会 2019年度静岡大会	静岡大学 農学部 農学総合棟	2019年9月5日
	8	井上　弦	なぜ地層処分の社会的合意性は難しいのか：社会的受容性，可逆性，世代間公平性をめぐって	環境経済政策学会 2019年大会	福島大学 S・L講義棟	2019年9月29日
	9	井上　弦	南九州累積性火山灰土壌の一般理化学性とその土壌分類	日本ペドロジー学会 2019年度大会	山口大学吉田キャンパス大学会館	2019年11月1日
	10	井上　弦	植物珪酸体からみた大隅半島の台地部と山地部における鬼界カルデラ噴火後の植生	第34回 日本植生史学会大会	豊橋市自然史博物館	2019年12月8日
電気電子情報技術部門	1	松井　信正	高機能ドローンの可能性と飛行デモンストレーション	NiASセミナー	上対馬高等学校	2019年11月15日
	2	松井　信正	［特別講演］国際会議報告 ～ ECCE、INTELEC、ICRERA、icSmartGrid ～	電子通信エネルギー技術研究会(EE)	熊本市国際交流会館	2020年1月16日
	3	佐藤　雅紀	水中ロボット創りませんか	NiASセミナー	佐世保工業高等学校	2019年7月5日
	4	佐藤　雅紀	水中ロボット作りませんか	NiASセミナー	長崎工業高等学校	2019年12月18日
	5	本村　政勝	本邦のLEMSを合併する傍腫瘍性小脳変性症の臨床的特徴	第60回日本神経学術大会	大阪国際会議場	2019年5月22日
	6	本村　政勝	Clinicopathological study of a patient with calcium channels antibody-associated cerebellar ataxia	第60回日本神経学術大会	大阪国際会議場	2019年5月24日
	7	本村　政勝	重症筋無力症における筋生検での運動終板の半定量的解析	第60回日本神経学術大会	大阪国際会議場	2019年5月25日
	8	川添　薫	工学部・総合情報学部について	NiASセミナー	沖縄尚学高等学校	2020年11月28日
	9	劉　震	The 7th International Conference on Smart City and Informatization	Rehabilitation Robots: Review and Future Development	広州、中国	2019年11月12日～15日
	10	清山　浩司	電気・電子系の学びと仕事	NiASセミナー	大村工業高等学校	2019年12月13日
	11	清山　浩司	電子系の学びと研究～デジカメ技術から人工網膜の開発まで～	NiASセミナー	大村高等学校	2019年12月13日
	12	池　浩司	凝血塊破砕吸引カテーテルを用いた破砕部の回転運動およびピストン運動に関する検討	第94回日本医療機器学会大会	大阪国際会議場	2019年6月15日
	13	宮副　文雄	「電気技術者の心構え」について	NiASセミナー	島原工業高等学校	2019年10月9日
海洋・複合新技術部門	1	松岡　和彦	船が出来るまで～造船所の仕事	NiASセミナー	佐世保西高等学校	2019年7月26日
	2	松岡　和彦	水中探査ロボット（ROV)の組み立て教室	NiASセミナー	愛知県立三谷水産	2019年10月11日
	3	松岡　和彦	船が出来るまで～造船所の仕事～	NiASセミナー	弓削商船	2020年1月14日
	4	松岡　和彦	船舶設計のIT化や設計者教育に関わる研究事例	造船ソリューションセミナー（NTTデータエンジニアリングシステムズ）	ホテルメルパルク大阪	2019年11月8日
	5	松岡　和彦	モノづくり教育におけるCAEの活用法に関する考察	MSC Software 2019 Users Conference（エムエスシーソフトウェア株式会社）	TKPガーデンシティ品川	2019年7月10日
	6	松岡　和彦	水中探査ロボット（ROV）の組み立て教室	平成30年度「未来のみなとづくり助成」成果報告会（一般財団法人みなと総合研究財団）	STANDARD会議室虎の門SQUARE	2019年6月20日
	7	松岡　和彦	長崎における船の教育	第63回海洋教育フォーラム「注目を集める長崎の海洋・水産・造船」（日本船舶海洋工学会海洋教育推進委員会）	長崎大学 グローバル教育・学生支援棟4階『文教スカイホール』	2019年12月14日
	8	松岡　和彦	内航船の設計について	造船における曲面幾何学の展開（マス・フォア・インダストリ研究所 共同利用研究 公開プログラム）	九州大学 伊都キャンパス ウエスト1号館 大講義室W1-D-313	2019年8月21日
	9	松岡　和彦	小型鋼船（内航貨物船、漁船）の職場環境向上と設計改善 ～船内騒音の調査など～	日本船舶設計協議会 講演会	広島ホテルニューヒロデン	2019年12月13日
	10	黒田　勝彦	インパネリンフォースの高周波NVメカニズム調査に関する研究	トヨタ自動車九州研究報告会	トヨタ自動車九州	2019年4月5日

海洋・複合新技術部門	11	黒田　勝彦	FEMベースのSEAを用いた構造最適化に関する研究	MSC Software 2019 Users Conference，ポスターセッション	東京コンファレンスセンター・品川	2019年7月10日
	12	黒田　勝彦	SEAパラメータを目的関数とする制振材料の適正配置に関する研究，加振実験の必要ない実稼動SEAモデル構築に関する研究	自動車技術会秋季大会，ポスター展示	仙台国際センター	2019年10月10日
	13	黒田　勝彦	SEAパラメータを目的関数とした制振材料の適正配置に関する研究と実稼動SEAモデル構築に関する研究	PUCA2019，E23.pdf	ヒルトン東京	2019年11月28日
	14	古野　弘志	初期計画時における新しい船殻重量推定法に関する検討	日本船舶海洋工学会 西部支部構造研究会	パピオン24	2019年5月28日
	15	古野　弘志	HyperWorksと人工知能(AI)を用いた船体構造の新しい骨組強度評価法の開発	2019 Altair Technology Conference	TKPガーデンシティ品川	2019年9月11日
基礎科学部門	1	下島　真	ロボットで遊ぼう	NiASセミナー	壱岐市立石田小学校	2019年7月26日
	2	繁宮　悠介	造網性クモにおける複数オスとの交接がメスにもたらす利益	日本蜘蛛学会第51回大会	慶應義塾大学先端生命科学研究所　鶴岡メタボロームキャンパス	2019年8月24日
	3	繁宮　悠介	クモの網に衝突するショウジョウバエの飛行経路	日本動物行動学会第38回大会	大阪市立大学　杉本キャンパス	2019年11月23日
	4	繁宮　悠介	メスの交尾器破壊と複数回交尾の利益	日本動物行動学会第38回大会	大阪市立大学　杉本キャンパス	2019年11月23日
	5	繁宮　悠介	ギンメッキゴミグモのメスはなぜ交尾器破壊を受け入れるのか？	日本生態学会第67回全国大会	名古屋大会中止/ ウェブ配信	2020年3月5日
	6	市瀬　実里	Role of Lrtm2 in striatal medium spiny neurons	第42回日本神経科学大会・第62回日本神経化学会大会合同大会	朱鷺メッセ（新潟市）	2019年7月27日
	7	市瀬　実里	高次脳機能障害としての発達障害に対する心理的および福祉的支援の検討	日本心理学会第83回大会	立命館大学　大阪いばらきキャンパス	2019年9月12日

（３）テレビ出演

番号	氏　名	放送日	放送局	番組名	内　容
1	下高 敏彰	2019年6月6日	KTNテレビ長崎	ＫＴＮニュース	棚田の風景を守りたい…若者の取り組み
2	古野 弘志	2019年11月11日	NHK総合テレビ	ほっとニュース北海道	船底検査の危険性と安全確保の重要性について

（4）研究紹介新聞記事

長崎新聞　2019年4月29日

強い潮流対応　新型海中ロボット

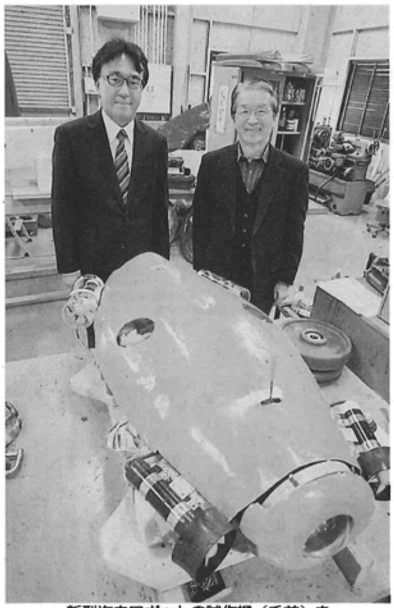
長崎総科大・野瀬氏らのグループ　発電機保守など想定

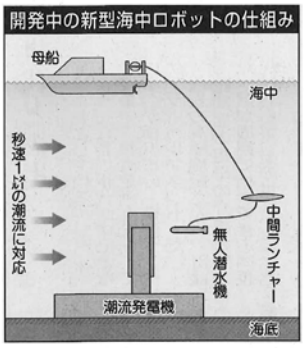
長崎総合科学大（長崎市）大学院の野瀬幹夫客員教授(65)＝船舶工学＝らの研究グループが、強い潮流の中で稼働できる新型海中ロボットの研究開発を進めている。現状は潮流がほとんどない中でしか稼働できないが、同グループは、母船と海中ロボをつなぐケーブルの途中に、「中間ランチャー」という中継機を設けて強い潮流に対応する初の方式の実用化を目指している。昨年度、試作機が完成し、本年度から海中での試験に着手する。

試作機完成、実用化へ試験

この研究開発は、県と同大などの産学官が2016年、海洋再生エネルギー分野で連携協定を結び、本県海域の拠点化を目指して関連技術の開発を進めている取り組みの一環。海中の潮流発電機の保守点検や観測調査への活用を想定しており、開発に成功すれば発電コストの低減に役立つとしている。

同グループのメンバーは野瀬氏や、工学部の古野弘志准教授(46)ら。16年度に着手し、17年度から同大の戦略的研究予算を活用した重点研究の一つとなっている。


新型海中ロボットの試作機（手前）を完成させた野瀬客員教授（右）と古野准教授　＝長崎総合科学大



海中ロボは、バッテリー、映像撮影用カメラ、小型コンピューターなどを内蔵し、母船からの遠隔操作で動く無人潜水機（ROV）。ケーブルを通じて送られた映像を母船で見ながら点検や作業ができる。潮流発電機の保守点検は、潮流の影響で稼働時間が短いと完了に時間がかかり、母船の運航コストを含めた費用がかさむという課題がある。

中間ランチャーは、母船から延びたケーブルを潮流が押し流そうとしても、海中で一定の位置を保つ装置を想定。中間ランチャーがあることで、下方にケーブルでつながっているROVが動いたり、静止したりしやすくなるという。

完成したのはROVの試作機で長さ約110㌢、幅約40㌢、高さ約25㌢。流線形の強化プラスチック製の外殻の中に、機器類が入る円筒形のアルミ製防水・耐圧容器がある構造。機体各所に計6機の電動スクリューを備え、前後左右、上下の移動や静止が可能。本年度から実際に海中に沈めて強度や性能を確認する試験に入り、その後は中間ランチャーの設計、製作、調整などに移る。

試作機は秒速1㍍の潮流まで耐えられる計算。この試作機でデータを収集した後に外部資金の導入を図り、20年度ごろまでに、秒速2㍍の潮流下で稼働できる試作機を開発し、実用化を目指す。6月に長崎市で開かれる日本船舶海洋工学会で経過を報告する。

野瀬氏は「コスト面でも実用化可能で、社会に実際に役立てることができる技術。開発を急ぎたい」と話す。（山口恭祐）

長崎新聞ジュニア版「メクル」2019年6月8日

ながさきしんぶんジュニア版
メクル
meQru
第373号
2019年6月8日(土)
毎週土日にのるよ

〒852-8601
長崎市茂里町3の1
長崎新聞社
メクル編集室
meqru@nagasaki-np.co.jp
TEL 095・846・9240
FAX 095・844・2106

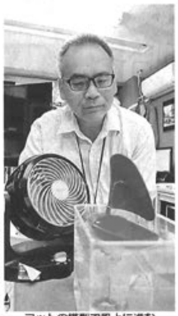
ヨットは1艇、2艇…と数えるんだって

プクぷー

ヨットの魅力 知って

風に向かって進む

夏が近づいてきました。マリンスポーツの季節です。海の上を滑るように進むヨットは一体、どのように風を受けて動いているのでしょう。ヨットは「セーリング」とも呼ばれ、東京オリンピック2020の正式競技にもなっています。帆と風の力だけで動くヨットの仕組みや魅力について、2人に聞きました。（中村修二）



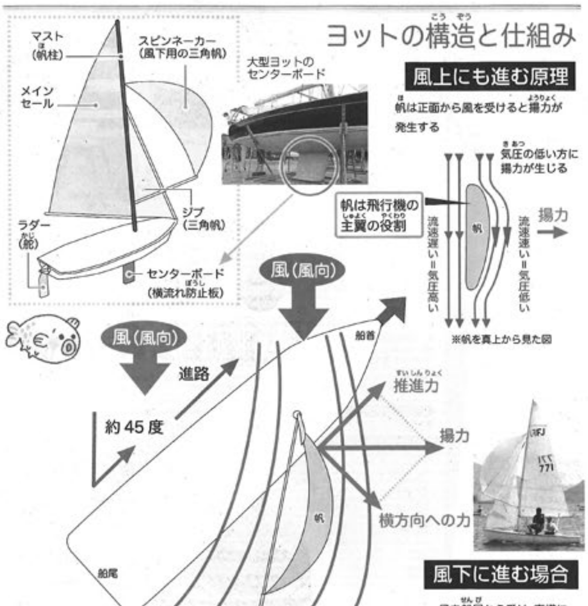
ヨットの模型で風上に進む仕組みについて説明してくれた松岡さん＝長崎市網場町、長崎総合科学大

長崎総合科学大 工学部船舶工学コース 准教授 松岡 和彦さん(48)

船は、人や荷物をのせて水上を移動するためにつくられた乗り物です。人類は紀元前4千年ぐらいには木材を組み合わせて船をつくりました。風の力を利用する帆を持った船（帆船）が誕生したのもそのころだと推測されています。

帆船は次第に進化し、15世紀には大型帆船で世界を回る大航海時代が到来します。ヨットは、その少し前の14世紀のオランダで登場しました。風と同じ方向に進む帆船と違い、風に向かって進めるのがヨットの特長です。スピードが速いため、昔は海賊などを追いかけていましたが、現在はスポーツやレジャーで利用されています。日本のヨットは、江戸時代末期の長崎で、外国人貿易商の注文で建造されたのが始まりと言われています。

ヨットは、風に向かって最大約45度の角度で進むことができます。船は風を受けると、風と同じ方向に流されてしまいますが、ヨットは船の底から水の中に突き出たセンターボードという板がブレーキの役割を果たし、流されるのを防いでくれます。風より水の抵抗が大きいからです。メインセールは飛行機の主翼のような役割があり、空気の流れによって、風向とは直角に進む力「揚力」が発生し、前に進む力となるのです。簡単な模型で実験してみると、帆を風と平行にすると勢いよく前の方に進みます。おもちゃの船にセンターボードと帆を取り付けて実験してみましょう。



まとめ

- 帆の周辺の空気の流れ（気圧差）によって揚力が発生する。
- 揚力は風向と直角に発生するが、船が前方に進む「推進力」と「横方向への力」とに分かれる。
- ヨットの船底にあるセンターボードが、水の抵抗力で「横方向に進む力」と「風が船を押し流そうとする力」を打ち消す。
- 残った「推進力」を使うと風上に向かって最大45度まで進むことができる。(ジグザグに進めば風上を目指せる)

風下に進む場合

風を船尾から受け、真横に帆を張って推進力を得る

速くて気持ちいい

長崎大付属小6年 松原 空雅君(12)

ヨットの練習に励む松原君＝佐世保市のハウステンボス

幼稚園の卒園式で「ヨットの選手になりたい」と発表しました。家族から「その前に泳げるようにならないとね」と言われ水泳教室に通い、クロールも平泳ぎもマスターしました。

小学2年生のとき「一人でバス、電車を乗りついで通うこと」を条件に、長崎市の自宅から佐世保市のB&Gハウステンボス町ジュニア海洋クラブに入団しました。それから毎週日曜日、真夏も真冬も、学校の行事がないときは休まず通い続けています。

「ヨットから、海藻や魚が見えてワクワクするし、海から眺める景色が大好き。1番の魅力は、風を受けると、ものすごく速いスピードでヨットが進んで、気持ち良いことです」。練習後、日焼けした顔から笑みがこぼれました。母親の美智代さ

児童ら水中探査ロボット作り

魚やウニ リモコンで観察

長崎総合科学大などが教室

松岡准教授（左）のアドバイスを受け、完成した水中探査ロボット（ROV）の操作をする子ども＝長崎市の伊王島

水中探査ロボット（ROV）を組み立て、海の中を観察する教室が20日、長崎市の伊王島であり、県内外の小中学生計26人が海について理解を深めた。

子どもたちに海の魅力を伝え、興味や関心を持ってもらおうと、長崎総合科学大とNPO法人長崎アイランズアクト3が開いた。

子どもたちは、同大の松岡和彦准教授らのアドバイスを受けながら、塩化ビニール製のパイプやペットボトルなどで4台のROVを製作。完成後は海に沈め、リモコンで操作しながらカメラで海中を観察した。神戸市立霞ケ丘小2年の堀耀太君(8)は「友達と協力していいロボットができた。海の中には魚やウニがいた。夏休みの自由研究に生かしたい」と話した。

このほか、地元の漁師や同大付属高教諭が、磯焼けの原因とされるガンガゼの駆除や、海藻が海の環境改善に果たす役割について講話。子どもたちは熱心に耳を傾けた。（手島聡志）

長崎新聞　2019年8月21日

社会マネジメントシステム国際シンポ

長総大 藤田准教授ら優秀賞

津波の人的被害評価法で

論文が優秀賞に選ばれた藤田准教授
＝長崎市網場町、長崎総合科学大

長崎総合科学大工学部の藤田謙一准教授らが、地震の津波による人的被害について、避難者の歩行速度のばらつきや避難施設数などを基に評価する方法を提案した論文が、9月に東京であった「社会マネジメントシステム学会（SSMS）」の国際シンポジウムで優秀賞を受賞した。

SSMSは高知工科大（高知県）に事務局があり、社会科学、工学双方の視点から社会の経営システムの構築・運営を支援することを目指している。1年半～2年に1回、国際シンポを開催。2年前のシンポで国内外の研究者らが応募した約100編の論文のうち、藤田准教授らの論文など計2編が優秀賞として表彰された。

2011年の東日本大震災では多くの人が津波の犠牲となり、近い将来の発生が予測される南海トラフ巨大地震に向け、各地で防災計画の見直し・作成が進められている。藤田准教授と防衛大学校の矢代晴実教授は、250㍍四方のエリアごとに津波に巻き込まれる「人的被害」を表せば被害分布を容易に把握でき、計画作成に役立つと考えたという。

南海トラフ巨大地震などで被害が甚大になるとみられる太平洋側の実在の地域を研究対象に選んだ。避難は、海岸線から遠ざかる方向に避難タワーや高台などまで歩行するとし、鉄道踏切の遮断機は下りたままで渡れないとの想定。夏場は海岸線のエリアが海水浴客で混雑するため歩行速度が他のエリアより遅くなるとした。

その結果、地域全体の避難意識が高いと人的被害は減少するが、踏切そばの被害は多かった。避難タワーなどの避難施設を新設または新規指定すると踏切そばを含め全体の被害はさらに減った。夏場は海岸線の被害が多く、避難施設が増えても減少幅は少なかった。歩行速度が遅いことに加え、津波到達時間が短いことが要因という。

藤田准教授は「教育や訓練などで避難意識を向上させれば被害減少につながる。避難タワーの新設などハード対策と組み合わせればさらに減る。夏場の海岸線の被害を抑えるには目につきやすい場所にタワーなどを設置することが重要」と指摘。さらに「高い所に避難することが難しい高齢者、妊婦、入院患者らをどう助けるか、今後検討する必要がある」としている。（堂下康一）

長崎新聞　2019年10月3日

NHK NEWS WEB　2019年11月12日

NHK NEWS WEB　　2019年（令和元年）11月12日 火曜日

北海道 NEWS WEB

避難情報	以下の自治体で避難に関する情報が発表されています。 安平町

清掃の潜水士死亡で３人書類送検

11月11日　17時05分

去年、函館港で高速船の船底を清掃していた潜水士が走行中の揺れを抑える金属製の板に挟まれ死亡した事故で、函館海上保安部は、事故を防ぐための対策が不十分だったとして船長ら３人を業務上過失致死の疑いで書類送検しました。

去年１０月、函館港のフェリーターミナルに停泊していた高速船で船底の清掃をしていた潜水士の薬師謙介さん（当時３８）が、「トリムタブ」と呼ばれる走行中の船の揺れを抑える金属製の板に挟まれ死亡しました。
函館海上保安部が調べた結果、１等航海士が係留ロープが緩んでいたため、ロープを巻き取る装置を作動させたところ、船底の「トリムタブ」が連動して動き体を挟まれたことがわかりました。
このため函館海上保安部は、関係する装置の電源を切るなど事故を防ぐ対策が不十分だったとして、▼田邉明彦船長（５９）と▼永井康太１等航海士（３４）ら３人を、１１日、業務上過失致死の疑いで書類送検しました。
函館海上保安部は認否を明らかにしていませんが、３人のうち１等航海士は「係留ロープを巻き取る作業が船底の清掃に影響するとは思わなかった」と供述しているということです。
また、書類送検された船長らが所属する高速船の運航会社は、「今回の事故を真摯に受け止めて再発防止に取り組んでいきます」とコメントしています。

【専門家「船ごとに危険想定必要」】
事故があった船は、胴体が２つ並ぶ「双胴船」と呼ばれる構造が特徴で、オーストラリアの造船会社が建造しました。
スクリューの代わりに、吸い込んだ海水を噴き出す筒状のウォータージェットを搭載していて、付近で作業していた潜水士は、ウォータージェットのすぐ下に取り付けられた「トリムタブ」との間に体を挟まれました。
船の構造に詳しい長崎総合科学大学工学部の古野弘志准教授は、「最近は新しい技術が導入され、外国で建造された船も多く、仕様が多様化している。船それぞれに違った形の事故の危険が潜んでいる」と指摘しています。
その上で、「マニュアルなどを読み込み操縦や整備のしかたを熟知し、船ごとに事故の危険を想定して対策をとっていくことが求められる」と話しています。

長崎新聞NR　2019年12月

フロントライン

長崎総合科学大

現場の〝見える化〟は大事

自ら開発した溶接シミュレーターについて学生に説明する松岡教授＝長崎市網場町、長崎総合科学大（山口隆行撮影）

造船や水産業界の人手不足解消へ

CADやICTを活用

今、最も力を入れている研究は、船の性能向上や工場の作業効率化といった造船現場の支援。「大手に比べ、中小造船所は人手や人材が限られている。新しいことに挑戦したくてもなかなか難しいので、そこをお手伝いしている」。

CAD（3次元コンピューター利用設計システム）を活用した設計・生産も、その一例。「2次元の図面は、理解できるようになるまでに何年かかかるが、3次元だと一目で分かる。経験値が浅い人や外国人とも意思の疎通がスムーズになり、効率的な作業が可能になる。工場や製造現場の〝見える化〟は大事」と力を込める。

造船や海運・水産業界の人手不足が指摘される中、若手の採用・育成は喫緊の課題だ。災害復興や東京五輪などの影響で活況を呈す内航海運業者などは、船員の居住環境に配慮した新船を相次いで建造。松岡教授も地元長崎の企業と連携し、漁船内の騒音防止対策などに取り組んでいる。「長崎の漁業を造船の立場から、いかにアシストしていくか。人に優しい船を造ることも大きな役割」。

若い頃は船乗りを志したが、一念発起、作り手側で頑張ることを決意した。造船会社で設計業務に携わる傍ら、30歳代半ばで博士号を取得。挑戦してみたいことが会社の枠を超えて広がり、母校に船舶工学コースができるタイミングで准教授として着任した。

長崎など造船のまちは今、熟練技術の継承が急務。「中小造船所は少子化などの影響で人材の確保が困難になっている。また、高齢化する熟練技能者も多くの作業を抱え、若手への教育が大きな負担となっている」。

こうした問題の解決に向け、溶接や塗装といった基盤技術の教育シミュレーターをＩＣＴ（情報通信技術）を活用して開発。造船所などで導入が進んでいる。生産効率化や安全教育などを視野に入れたＶＲ（仮想現実）による「バーチャル造船所」の取り組みも具体化しそうだ。

「船は積み荷などによって１隻１隻の設計がすべて違う。数あるものづくりの中でも、新たなチャレンジが何度でもできる魅力的な分野」と、若者にメッセージを送る。（向井真樹）

略歴

長崎総合科学大工学部工学科船舶工学コース　**松岡和彦教授**

まつおか・かずひこ　熊本県出身。長崎総合科学大工学部船舶工学科卒。同大学院工学研究科博士課程後期（総合システム工学専攻）修了。博士（工学）。民間造船所での設計業務などを経て2013年、准教授として着任。10月１日から現職。同大海洋スポーツ・文化センター長。趣味は古銭（貿易銀）収集。

（5）外部資金受け入れ状況

1．科学研究費助成事業 採択状況

令和元（平成31）年度　　合計　16,325千円

文部科学省　科研費

No.	研究課題名	研究者
1	市民ネットワーク活動への参加型評価手法の拡張についての試み　(延長)	蒲原　新一
2	ALICE増強における究極的超高帯域データ収集システムの要素開発　(延長)	田中　義人
3	ALICE実験GEM-TPC連続読出を実現する新データ収集回路の要素開発	大山　　健
4	メスの交尾可能回数の種間変異がオスの繁殖戦略に与える進化的影響	繁宮　悠介
5	小脳失調を合併したランバート・イートン筋無力症候群の血液脳関門は破綻している	本村　政勝
6	受動リンク機構をもつROVとケーブル張力制御可能なASVによる観測システムの開発	佐藤　雅紀
7	生命医科学領域からみた発達障害への早期介入	市瀬　実里
8	高エネルギー重イオン衝突における前方ミュー粒子対測定で紐解くハドロン質量の起源	八野　　哲
9	次世代高輝度重イオン衝突実験がもたらすストレンジネス核物理の新展開	大山　　健
10	J-PARC重イオン衝突における究極的高速データ収集系への挑戦（分担）	大山　　健
11	超高齢・省エネ時代の居住に係る健康リスクとリテラシー効果の推定法（分担）	山田　裕巳
12	ALICE 実験　ジェットと前方光子で探る高温クォーク物質生成の起源（分担）	大山　　健
13	円網性クモの交尾器破壊を用いたメスの再交尾抑制とその進化（分担）	繁宮　悠介
14	メッセンジャーRNAの網羅的解析による重症筋無力症クリーゼの病態解明（分担）	本村　政勝
15	クォーク階層とハドロン階層を繋ぐ動的機構（分担）	濱垣　秀樹
16	広視野の視覚を再建する眼球内完全埋植・低侵襲フレキシブル人工網膜の開発（分担）	清山　浩司
17	太陽光発電用パワーコンディショナを不要とする衛星用電力制御システムの試作評価研究（分担）	黒川 不二雄
18	可逆性アプローチによる高レベル放射性廃棄物（HLW）管理政策と世代間公平性（分担）	井上　　弦
19	マルチスケール応力エンジニアリングが拓く高集積フレキシブルエレクトロニクス（分担）	清山　浩司

厚生労働科研費

No.	研究課題名	研究者
1	神経免疫疾患のエビデンスによる診断基準・重症度分類・ガイドラインの妥当性と患者QOLの検証（分担）	本村　政勝
2	住宅宿泊事業における衛生管理手法の検証研究（分担）	山田　裕巳

2．奨学寄付金新規受入状況

令和元（平成31）年度　　合計　8,574千円

No.	寄付の目的	研究者
1	造船工程計画の研究	梶原　宏之
2	海流発電装置の開発	池上　国広
3	モデルベースデザイン及び故障予知技術研究活動に対する研究助成	松井　信正
4	RCPSP法による造船工程計画に関する研究に資するため	梶原　宏之
5	船舶設計のデジタル化に関する教育研究	松岡　和彦
6	スイッチング電源回路に関する研究	黒川 不二雄
7	低騒音型漁船など漁船の就労環境向上の調査研究活動のため	松岡　和彦
8	研究助成金	本村　政勝

３．受託・共同研究新規受入状況

平成31年度　　合計53,758千円

（公的事業）

№.	研究内容	研究者
1	低変態温度溶接材料を用いた伸長ビード肉盛溶接による船舶補修技術と疲労寿命向上の実証研究（JST A-STEP機能検証フェーズ　実証研究タイプ）（継続）	岡田　公一
2	サイクリック学習機能を有する超低電力ＡＩチップの開発 （NEDO AIチップ開発加速のためのイノベーション推進事業）（継続）	清山　浩司
3	廃菌床の有効利用に関する研究 （長崎市挑戦型共同研究開発補助金）（延長）	蒲原　新一 薄田　篤生 下高　敏彰
4	パワエレ分野へのAI活用に関する基礎研究	黒川 不二雄 松井　信正
5	大容量産業電力変換器装置における故障診断（予防保全）に関する調査研究	黒川 不二雄 松井　信正
6	FPGA適用技術の研究	黒川 不二雄 松井　信正
7	上五島石油備蓄基地における新型オイルフェンス膜材の検討	石川　暁
8	高密度薄型電源に関する開発研究	黒川 不二雄 松井　信正 梶原　一宏
9	内航船のデジタルモックアップを利用した建造工程の効率化に関する研究開発 （国土交通省　令和元年度 革新的造船技術研究開発補助金）	松岡　和彦
10	RCPSP法による造船工程計画に関する研究	梶原　宏之
11	モデルベースデザインを用いた空気調和装置に関する研究	松井　信正
12	洋上風車アクセス船の動揺制御及び移乗支援装置の技術開発 （NEDO　新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業）	佐藤　雅弘 池上　国広 松岡　和彦 岡田　公一
13	「高調波規制に適合し省エネ・小型化を 実現するためブリッジレスアクティブ フィルタ方式を用いた次世代高効率三相交流電源ユニットの開発」 （中小企業庁　戦略的基盤技術高度化支援事業 （中小企業経営支援等対策費補助金））	松井　信正 梶原　一宏
14	安定型処分場における環境影響調査	中道　隆広
15	石を使った超長期保存に関する研究（延長）	大山　健 清山　浩司
16	火力発電向け大型ボイラのモデルベース動特性検証に関する研究	松井　信正
17	船舶安定運航装置の最適形状に関する研究	石川　暁
18	大電力昇圧電源の最適な制御手法・回路方式に関する研究	黒川 不二雄
19	長崎市木質バイオマス地域内循環利用調査分析	蒲原　新一 繁宮　悠介 中道　隆広
20	車載向けECUのモデルベースに関しての研究	松井　信正 田中　義人
21	振動エネルギー伝播解析技術の実用化に関する研究	本田　巌
22	RCPSP法による有明事業所の工程計画に関する実用化研究	梶原　宏之
23	音響を用いた風力発電ブレードの欠陥検出技術に関する研究	本田　巌
24	電源装置の故障予測に関する研究　（延長）	黒川 不二雄
25	EEDI規制を踏まえて開発された省エネ船型の性能検証と新しい優秀船型の設計法の検討(延長)	石川　暁
26	「令和元年度伴走型小規模事業者支援に関する研究」	藤原　章
27	太陽光発電とEMSを活用した「エネルギー地産地消」の最適化に関する研究	松井　信正
28	高効率電源モジュールの設計解析に関する研究	松井　信正 梶原　一宏 古川　雄大
29	火力発電向け大型ボイラのモデルベース設計の整合性評価方法に関する研究	松井　信正
30	令和元年度バイオガス研究	中道　隆広
31	SEP台船の波浪中性能に関する研究	石川　暁
32	ワイドレンジ出力を有するLLC共振系昇圧コンバータの研究	黒川 不二雄 松井　信正 梶原　一宏

33	耐宇宙環境性を有する低電圧／大電流ＰＯＬの研究	黒川 不二雄 松井　 信正 梶原　 一宏
34	エクリズマブ投与全身型重症筋無力症（MG）患者の病態生理特性に関する前向き多施設共同臨床研究―日本人患者を対象とした血中補体及びMG関連抗体価の経時推移の検討―	本村　 政勝
35	デジタル制御によるエネルギーマネージメントおよびシステム故障予測機能の研究開発	黒川 不二雄
36	3Dモデルから生産情報を生成するシステムの調査研究ならびに基本設計	松岡　 和彦
37	小馬力船外機の安全性に関する研究	松岡　 和彦
38	振動波形などを扱う機械学習処理の調査	黒川 不二雄
39	メタン発酵処理施設設置のための賦存量調査と原料の基礎的調査　（延長）	中道　 隆広

（６）特許出願等状況

№	発明の名称	発明者
1	機能性コンポストの製造方法、特許査定（特許第6528188号）	大場　 和彦 薄田　 篤生 下高　 敏彰 玖須　 理博 松永　 梨那

新技術創成研究所　所報　第15号

学校法人 長崎総合科学大学

大学院 新技術創成研究所　所報

（創見創新）第15号

2020年10月1日発行

編集発行　長崎総合科学大学大学院

新技術創成研究所

所長　田中義人

〒851-0121　長崎市宿町3-1

TEL：095-838-5104（研究所事務室）

TEL：095-838-3118（大学院事務室）

FAX：095-838-5105（研究所事務室）

E-Mail：grad@NiAS.ac.jp

URL：http://www.iist.nias.ac.jp

印刷製本　株式会社 岩永印刷所

TEL：095-821-2341