

2021.8 発行

公益財団法人 岡山工学会編
〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1
Tel,Fax:086-255-8311
Email:ofst@okayama-u.ac.jp
URL: http://ofst.or.jp/

令和 3 年度学術研究助成等の採択について

(公財)岡山工学会ニュース第 120 号 (2021 年 3 月発行) で公募いたしました令和 3 年度学術研究助成について、過日研究助成選考委員会が開催され、次のとおり採択課題等が決まりました。今回の助成内容は次のとおりです。

1. 学術研究の助成

4 月 9 日締め切りました本年度の研究助成の応募件数は、特別研究 2 件、一般研究 13 件、萌芽研究 7 件、計 22 件、採択件数 12 件に対して 1.8 倍の応募でした。

また、岡山県技術振興基金事業「若手研究者支援助成金事業」による「岡山県産業振興財団科学技術賞」の「産業先行研究」は、5 件の応募に対し、5 件を採択しました。

研究助成の選考は、専門分野の審査員による審査を経て、去る 5 月 21 日 (金) に開催された研究助成選考委員会 (委員長 梶谷浩一 (公社)山陽技術振興会事務局長) により行われました。

令和 3 年度学術研究助成金の贈呈式は新型コロナウイルス感染症の影響拡大に伴い、中止いたしました。後日事務局から受賞者には表彰状を授与いたしました。

採択課題及び研究代表者は次のとおりです。

種別	所属機関	職・氏名	研究題目	助成額 (万円)
特別研究 内山勇三 科学技術賞	岡山大学学術研究院 自然科学学域	准教授 光藤 耕一	炭素-ヘテロ原子結合の効率的形成による新規機能性分子合成	200
	岡山大学学術研究院 環境生命科学学域	教授 神崎 浩	麹菌固体培養技術を駆使する高機能化日本ワインパミス麹の創生	200
一般研究 岡山工学会 科学技術賞	岡山大学学術研究院 自然科学学域	准教授 内田 哲也	剛直高分子三次元架橋体を用いた固体高分子形燃料電池用プロトン伝導膜の作製	70
	岡山大学学術研究院 自然科学学域	准教授 溝口 玄樹	有機分子触媒と光励起パラジウム錯体の協働触媒系によるラジカル不斉合成	70
	岡山大学学術研究院 環境生命科学学域	准教授 金 乗洙	新たな地盤材料の開発と盛土斜面への適用性の検討	70
	岡山大学学術研究院 ヘルシステム統合科学学域	助教 早川 徹	土壌細菌が生産する殺蚊トキシンを高機能化するシステムの開発	70
	岡山理科大学 理学部	准教授 岩永 哲夫	高効率な正孔輸送材料を指向した集積型拡張パイ共役系分子の開発	70

萌芽研究 岡山工学 振興会 科学技術賞	岡山大学学術研究院 自然科学学域	助教 岡本 崇	植物の根の機械的刺激への応答機構に関する研究	35
	岡山大学学術研究院 自然科学学域	助教 三澤 賢明	機械学習型ポテンシャルを用いた分子動力学計算に基づくヨウ化鉛メチルアンモニウムへの水分子挿入による結晶構造変化に関する研究	35
	岡山大学大学院 ヘルシステム統合科学研究科	助教 樽谷 優弥	音声認識システムへの攻撃に対する防御機構の開発	35
	岡山理科大学 理学部	講師 長尾 桂子	数学的法則から切り拓く宇宙の暗黒物質とニュートリノ粒子の性質	35
	岡山理科大学 工学部	教授 折田 明浩	有機色素内包単層カーボンナノチューブの合成を志向した内包配向基の創製	35
産業先行研究 岡山県産業 振興財団 科学技術賞	岡山大学学術研究院 自然科学学域	助教 下岡 綜	家庭インフラを動力源としたホームリハビリテーション機器の開発	40
	岡山大学学術研究院 自然科学学域	准教授 高石 和人	軸性キラルビピリジル金属錯体色素の合成	40
	岡山大学大学院 自然科学研究科	特別研究員 綱田 鍊	省エネルギー化及び小型化のためのアキシシャルギャップモータに適した極数・スロット数の選定に関する研究	40
	岡山大学学術研究院 ヘルシステム統合科学学域	助教 岡田 宣宏	胎児期における栄養環境を標的とした乳がん予防法の開発	40
	津山工業高等専門学校 総合理工学科	講師 野中 撰護	非ホロノミックシステムに基づく連結運搬車両のロール横転対策に関する研究	40

令和3年度学術研究助成 研究題目・研究目的

I. 特別研究 内山勇三科学技術賞

炭素-ヘテロ原子結合の効率的形成による新規機能性分子合成

岡山大学学術研究院自然科学学域 准教授 光藤 耕一

ウェアラブルデバイスのような革新的な電子デバイスを作成するには、軽量かつ曲げ耐性があり、安価な有機半導体を大量に供給する必要がある。そのためには、環境負荷の低く、高効率な「持続可能な社会の実現に資する新たな生産プロセス構築のための革新的反応技術の創出」が必要不可欠である。そのような背景の元、今回申請者は、この問題点を克服した新奇チエノアセン合成法として、**電気化学的に発生させる活性種を触媒活性種に用いること**を着想した。すなわち、ハロゲン種 X を電気化学的に酸化することでハロニウムイオン等価体 $[X^+]$ を発生させ、これで基質のヘテロ原子部位を選択的に酸化しようというものである。用いる基質のヘテロ原子を変えることで、多様なヘテロアセン類の合成が可能になると期待される。①本法による**普遍的なヘテロアセン類の合成法を確立すること**と、②得られたヘテロアセン類の**物理的特性を明らかにし、その構造物性相関に関する知見を得ること**が本研究の目的である。新規性の高いヘテロアセン合成法であり、合成的価値も高い。本研究の基本技術である有機電解反応は岡山大学が伝統的に得意とする分野であり、この技術の岡山県における普及は、その科学技術の進歩にも大きく寄与すると確信している。

麹菌固体培養技術を駆使する高機能化日本ワインパミス麴の創生

岡山大学学術研究院環境生命科学学域 教授 神崎 浩

麹菌の固体培養は日本古来の技術であり、固体培養でのみ発現する酵素群が存在することが科学的に解明され、その培養手法の有用性が近年指摘されてきたが、液体培養に比較し、特殊な培養ノウハウが必要とされるため、米・麦・豆類などの穀類からの、日本酒・味噌・醤油などの製造に限定して用いられてきた。本申請者は、麹菌の種を販売するもやしや・樋口松之助商店、麹菌の新規固体培養手法を確立した岡山県工業技術センター、自動製麴装置の製造販売を手がけるフジワラテクノアート社と、共同研究を実施してきた経験と、植物の二次代謝産物の微生物変換で新奇生理活性物質が生産できるという研究実績から、麹菌固体培養研究コンソーシアムを作り、新たな微生物変換プロジェクトを立ち上げた。植物基材として選んだ、ワインパミスは近年の日本ワイン製造ブームによりそのバイオマス資源が集積し眠っていること、葡萄中には多くの構造・機能がユニークな代謝産物が存在することから、コンソーシアムを形成する4者の研究・技術力の結集で微生物変換により新規素材が創生でき、消費者ニーズにあった素材開発が可能と考えられる。固体培養研究コンソーシアムは岡山県の大学・公設試・企業で形成されており、産学官連携コンソーシアム各者の知識・技術・ノウハウを結集することで、科学的知見に基づいた素材の商品開発が可能な新規「ワインパミス麴」作成が達成され、植物資源麴イノベーションの岡山モデルが構築可能である。さらに、関連企業の発展、岡山県の科学技術力の飛躍的な向上、岡山モデルの全国・世界展開へ繋げる。

II. 一般研究 岡山工学振興会科学技術賞

剛直高分子三次元架橋体を用いた固体高分子形燃料電池用プロトン伝導膜の作製

岡山大学学術研究院自然科学学域 准教授 内田 哲也

本研究では低炭素化社会構築のために学術的・社会的要請が高い固体高分子形燃料電池(PEFC)の高性能化を実現するため、剛直高分子三次元架橋体フィルムを用いて高耐熱性・高プロトン伝導性高分子電解質膜を作製することを目的とする。

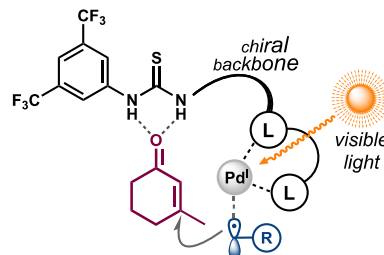
低炭素化社会の実現には次世代エネルギーとして注目されている「水素」の利用が必要不可欠である。水素を用いて発電するPEFCは常温から起動することができ、小型軽量化が可能などの利点があり、家庭用や自動車用のエネルギー源として期待されている。現在PEFCに用いられている代表的な電解質膜であるNafion®は高い化学安定性やプロトン伝導性を持つ。しかしNafion®はプロトン伝導性を保つために加湿が必要であり、80℃以上の高温域ではプロトン伝導性や機械的安定性が失われる。そのため高温かつ無加湿で使用可能な電解質膜が求められている。その方法の1つにリン酸ドープ型高分子電解質膜がある。プロトン伝導に沸点が約213℃であるリン酸を用いるため高温での使用が可能となる。また、構造中に空隙を持つ高分子膜は空隙部分にもリン酸を含浸できるため、高いプロトン伝導性が期待できる。我々はこれまでに剛直高分子であるpoly(p-phenylene benzobisoxazole) (PBO)を架橋させた剛直高分子PBO架橋体フィルムの作製方法を確立してきた。PBO架橋体は剛直高分子を架橋させているため分子鎖が凝集せず、構造中にナノメートルスケールの空隙を有する。また高耐熱性である。これらの特徴を有することから、剛直高分子PBO架橋体にリン酸を含浸させることで高耐熱性を有し、プロトン導電率の高い高分子電解質膜を作製できると考えられる。そこで本研究では、剛直高分子PBO架橋体フィルムを用いた高耐熱性、高プロトン伝導性高分子電解質膜の開発を検討する。

本研究が実現できれば、ゼロエミッション自動車に必要な高性能PEFCが開発可能となり、岡山県の主要産業である自動車産業をもとに、岡山県の科学技術社会の発展に大きく寄与することができる。

有機分子触媒と光励起パラジウム錯体の協働触媒系によるラジカル不斉合成

岡山大学学術研究院自然科学学域 准教授 溝口 玄樹

ラジカルは高い反応性を持つため、立体障害などにより通常の酸塩基反応では困難な結合形成反応が行える有機合成における重要な化学種である。近年、可視光を光源とする光酸化還元触媒を用い、温和な条件下でラジカルを発生・利用することに注目が集まっている。官能許容性や簡便さ、低環境負荷の観点で優れた手法である一方、高い反応性ゆえに立体制御は困難であり、キラル分子の触媒の精密合成に利用する上での課題となっている。申請者は、実績をあげてきた有機分子触媒による基質制御と、新しい技術である光励起遷移金属による基質活性化を高いレベルで組み合わせることでこの課題に対する解決法を提案できると考え、新規触媒システムを基盤とする研究課題を創案した。本システムはプレンステッド酸を含む有機分子触媒部位と光活性化遷移金属錯体をキラルな骨格を通じて連結することで、不斉環境中で活性化された基質近傍の特定の空間にラジカルを発生・利用することを特徴とする。これにより高い官能基許容性のもと位置・立体選択的な反応が可能となると期待される。



本触媒システムのコンセプト:

Pdの光励起によりPd近傍にラジカルを発生し有機分子触媒による分子認識で制御

本コンセプトを実現できれば、ラジカル反応の制御において新たな概念を提案可能である。このような合成技術の革新はこれまで化学者がアクセスできなかった分子構造（ケミカルスペース）の探索を可能とする。近年、医薬品の開発において三次元的な構造に富んだ分子群が重要視されており、本研究は創薬研究の加速を通じて医療先進都市としての岡山の科学技術の発展に直接的に寄与できる。従って、Science としての新奇性および工学・科学技術的発展の両面から重要な課題であると考え申請する。

新たな地盤材料の開発と盛土斜面への適用性の検討

岡山大学学術研究院環境生命科学学域 准教授 金 秉洙

本研究は、降雨浸透による地盤崩壊を防ぐため、新たな地盤材料である『疎水性水砕スラグ』の高度な遮水機能に着目し、疎水性地盤層の設置による斜面の安定化工法の提案とその実用化を目的とする。これまで国内外で疎水材を盛土地盤材料として土構造物に適用された事例はほとんど報告されていないため、学術的に既存の研究とは異なる独自性を十分にもつと共に大きな挑戦的研究課題であると判断される。特に、疎水性水砕スラグは自然の一般地盤材料と同様に取り扱いが可能であり、さらに鉄鋼製造過程での不産物である高炉水砕スラグを利用することで社会的なリサイクル資源活用となる利点がある。また、疎水性水砕スラグの適用性が明らかになると、農業工学分野で植物を育つ土壌にも利用できるため、他の分野との融合的な共同研究も可能であると判断される。本研究の成果は、土構造物の安全問題に一つの有望な対処法の提示であり、地盤災害による被害や社会的危機感の低減に繋がっていくはずである。

土壌細菌が生産する殺蚊トキシンを高機能化するシステムの開発

岡山大学学術研究院ヘルスシステム統合科学学域 助教 早川 徹

蚊は様々な感染症を媒介することで、間接的ではあるがヒトを殺す生物ランキング第1位をキープしている。蚊の防除には殺虫剤による防除が一般的であるが、化学合成殺虫剤の大量使用はヒトや環境に対する悪影響が懸念される。実際フランスでは首都パリを含めた5都市で化学合成殺虫剤の使用が禁止され(2020年)、この流れは他の多くの国や都市にも拡がりつつある。ヒトに安全で環境に対する負荷も少ない天然由来の殺虫剤の開発と利用が望まれている。特に豊かな自然環境が多く残る岡山県

では影響が大きいと考えられ、化学殺虫剤使用量の削減による陸域及び内陸淡水生態系、都市環境の保護が喫緊の課題である。

本申請研究の目的はヒトや自然環境への負荷が少ないと考えられる微生物トキシンを遺伝子組換えにより改良して、持続利用可能な新しい殺虫剤を作製するシステムを構築することである。本申請研究は「トキシンが形成する小孔のイオン透過性と殺虫活性が相関する」という本研究グループの発見に基づくもので、学術的にも技術的にも新奇性が高いと考えている。本申請研究の成果は殺虫活性が高くない、利用価値の低い Cry トキシン（農薬メーカーによる特許範囲外）にも応用できる可能性があり、小さな企業でも地域に最適化した害虫防除システムの構築を請け負うことができるようになることを予想する。

高効率な正孔輸送材料を指向した集積型拡張パイ共役系分子の開発

岡山理科大学理学部 准教授 岩永 哲夫

現在注目されている次世代太陽電池のひとつであるペロブスカイト型太陽電池は、従来の太陽電池と比べて大面積化およびフレキシブル化が可能となるため、世界中で注目を集めている。これまでは、ハライド系ペロブスカイト半導体の作製法の改良により光電変換効率を向上させてきたが、正孔輸送層に用いられる有機半導体材料は、製造コストが極めて高い有機半導体材料が主に使用されている。これらの問題に対応するため、市販されている安価な出発原料から短いステップ数で合成できる有機半導体の開発は、コスト面の改善も含めて非常に重要な研究課題であると考えている。

今回、我々は含窒素パイ共役系を組み込んだ集積型拡張パイ共役分子の開発を目指す。複数のパイ共役系ユニットを効率よく集積化するために環状構造に組み上げて分子の平面性を高めることで、分子間の重なりを大きくし、発生した正孔を効率よく輸送できるように設計する。

本研究課題を通して、大面積化が可能なプリントできる太陽電池の基盤技術の確立し、岡山県での半導体産業拠点の形成を目指す。得られた太陽電池の基盤技術を岡山県内の化学素材メーカーへ提供することで、近隣の他府県に先駆けて本事業を発展させることが期待できる。

Ⅲ. 萌芽研究 岡山工学会科学技術賞

植物の根の機械的刺激への応答機構に関する研究

岡山大学学術研究院自然科学学域 助教 岡本 崇

環境の変化に応じて植物は成長を調節する。その中でも機械的刺激は根源的な環境変化だ。周囲からの接触、風や雨といった刺激に応じて植物の大きさを小さくすることが知られ、古くから麦踏みという農法の形で応用されている。しかしながら、そのメカニズムは不明である。それは適切な実験系が長い間存在せず、変異体解析などの一般的な手法が取れなかったためである。応募者は、モデル植物のシロイヌナズナの芽生えに機械的刺激を与える実験系を開発し、固い 土壤に潜り込むために機械的刺激に応じて根を短く太くする新奇実験系を構築し(Okamoto et al (2008))、機械的刺激伝達に関与する因子の特定を行ってきた。(Okamoto et al (2018), Okamoto and Takahashi (2019), Okamoto et al (2021))

本申請では応募者オリジナルの手法を用いて機械的刺激の感受と伝達に関与する因子を明らかにし、その機能解析を行なうのが主目的である。植物への機械的刺激への応答機構の解明は、陸上へ進出した植物が自重に耐えて自身の構造を強化して行ったかという進化上の謎へ繋がるだけではない。作物が土壤を深く根系を広げて作物の収量を向上させるための新しい農法や薬剤開発の入口となりえるため、岡山県の農業の発展にも寄与しうる。

機械学習型ポテンシャルを用いた分子動力学計算に基づくヨウ化鉛メチルアンモニウムへの水分子挿入による結晶構造変化に関する研究

岡山大学学術研究院自然科学学域 助教 三澤 賢明

MD 法による計算機シミュレーションは材料科学に関連する様々な分野において大変有用性の高い研究手法であると認識されている。中でも、量子論に基づく電子状態計算によってエネルギーを算出する第一原理 MD 法は計算精度と汎用性が特に高い手法であるが、計算負荷もまたきわめて大きいことから、扱える粒子数や時間スケールには制限がある。これを受け、第一原理 MD 法の精度と汎用性を保ったまま計算コストを劇的に削減する手法のひとつである、ANN-MD 法が近年注目を集めている。この手法はある原子配置を与えたときに、それに対応するポテンシャルエネルギーを出力するような人工ニューラルネットワークを機械学習により構築し、これを MD 法におけるポテンシャル関数(ANNポテンシャル)として利用するというものである。ANN-MD 法はまだ発展途上の技術であり、非平衡性の強い過程や多元系に適用するための方法論の確立など、課題が残されている。本テーマではこの ANN-MD 法を、不純物を含む多元系材料における構造変化過程の解析に適用することを試みる。モデル物質には、太陽電池材料などに用いられるヨウ化鉛メチルアンモニウムを取り上げる。この物質は水分子と反応し結晶構造が変化し、電池材料としての性能が劣化してしまうことが知られているが、その構造変化の微視的機構は完全には解明されていない。申請者は ANN-MD に基づきこのような不純物を含む多元系材料における構造変化機構を解明する方法論を確立することで、将来的に複雑な組成・構造を有する固体電解質材料など、次世代電池技術関連材料についての理論的研究へ展開することを目指す。

「おかやま次世代電池共創コンソーシアム」の取り組みに見られるように、電池材料に関する科学技術は岡山県において特に注力されている研究分野の 1 つである。本テーマは計算機科学に基づく基礎研究からのアプローチによって次世代電池技術の発展に寄与することを目指すものである。

音声認識システムへの攻撃に対する防御機構の開発

岡山大学学術研究院ヘルスシステム統合科学学域 助教 樽谷 優弥

深層学習技術が音声認識に用いられるようになり、その認識精度が飛躍的に向上している。それに伴い、AI アシスタントやスマートスピーカーなど様々な機器や用途で音声認識が利用されている。特に COVID-19 の影響もあり、非接触型の操作インターフェースの一つとしても注目されている。一方で、深層学習の脆弱性である Adversarial Example によって、音声認識システムに誤認識を引き起こさせ、人間が知覚した内容と異なる内容を機器に認識させる攻撃方法が提案されている。このような攻撃は、音声認識システムを用いた機器の不正操作につながり、非常に危険性の高い攻撃である。このような攻撃方法が提案されている一方で、その対策方法は攻撃音声の生成方法が既知であること、話者識別を用いるなど、特定の条件下のみ防御可能、あるいはシステムを設計しなおす必要があるという課題を有している。本研究課題では、Adversarial Example を用いた音声認識システムへの攻撃に対して、様々な音声加工を組み合わせることによる強固な防御機構と、攻撃音声を検知する識別機構の 2 つの機構を合わせることで、正常音声の認識率の悪化を防ぎつつ、音声認識システムへの攻撃へ強固な機構を提案・研究開発する。この技術の進展により岡山県における IoT 分野におけるシステム開発、促進が進むと考えられ、また関連する研究分野の発展に寄与すると考えられる。

数学的法則から切り拓く宇宙の暗黒物質とニュートリノ粒子の性質

岡山理科大学理学部 講師 長尾 桂子

本研究で主に採用する数学的法則は、近年発見されたモジュラー A_4 対称性と呼ばれるものである。モジュラー A_4 対称性は特に、発見されているが質量などの性質がよくわかっていないニュートリノ粒子にどのような性質を予言するかが集中的に研究されてきたが、一方で宇宙の暗黒物質粒子の質量や存在量とも関連している。本研究の新規な点は、急速に注目を集めているモジュラー A_4 対称性が、未知の部分が多い暗黒物質やニュートリノなどの素粒子に対してどのような性質を予言するか包括的に調べ、それらを実験や観測で検証する手法を提案することである。

現在一般的に素粒子理論は実験とよく一致するが、不満足な点も多く、さらに正確に素粒子の性質を数学的に記述することができる、「より究極的な素粒子理論」があると考えられている。本研究は、究極理論の最有力候補である超ひも理論から導かれる数学的法則を規範に「より究極的な素粒子理論」を構築し、そこに含まれる暗黒物質粒子とニュートリノ粒子の実験的な検証を通じて「より究極的な素粒子理論」の手がかりを得ようというもので、研究の中心的課題にふさわしいと考える。本研究を通じて得た知見を一般講演などで地域に還元し、次世代の物理学への興味・関心を育てることによって、岡山県の科学技術の発展に貢献していきたい。

有機色素内包単層カーボンナノチューブの合成を志向した内包配向基の創製

岡山理科大学工学部 教授 折田 明浩

本研究申請では、高い光電変換効率を示す実用的な太陽電池の作成に必要な基盤技術の開発・確立を目指す。申請者は、最近、現在カーボンナノチューブを可視光吸収色素およびエキシトン発生ユニットに用いた光電変換素子の開発研究に着手した。この研究の過程で、より効果的に太陽光を吸収しエキシトンの発生効率を大幅に向上させるには、ドナーおよびアクセプターを置換した有機色素をカーボンナノチューブ内に内包化させることが有効なことに気付いた。そこで本研究では、望む可視光吸収帯をもつ有機色素を自在にカーボンナノチューブに内包させることが可能な「内包配向基」の開発に取り組む。さらに、ここで開発した内包配向基と有機色素とを迅速かつ高収率で連結可能な実用的「自在導入法」の開発にも取り組む。

本提案で目指す「カーボンナノチューブへの内包配向基」は、これまでに誰も提唱しておらず、学術的にも新奇な概念である。カーボンナノチューブは、その機械的強度やカイラリティに依存した電気特性など、次世代の有機素材として注目されることから、カーボンナノチューブに新たな機能付与や機能集積が可能な本技術を活用することで、光電変換だけでなく、新しい光機能や未開の電気特性を持ったカーボンナノチューブ複合材料への道が拓かれる。まずは、本研究成果を高い光電変換を示す太陽電池の創製へと展開することで、「晴れの国」岡山が推し進める太陽光利用に関連する化学産業の活性化へ繋げたい。

IV. 産業先行研究 岡山県産業振興財団科学技術賞

家庭インフラを動力源としたホームリハビリテーション機器の開発

岡山大学学術研究院自然科学学域 助教 下岡 綜

近年、我が国では急速な少子高齢化社会の進行に伴い、運動機能の回復・改善に努める理学療法士(PT)や作業療法士(OT)などの医療従事者の負担が増加し、回復に必要な十分な施術を受けられないことや、最近では COVID-19 などの感染症の影響により通院や入院ができないなど、問題が生じている。これにより、将来における介護現場などの労働力不足、さらには高齢者などの QOL の低下を招

く。そこで、家庭でリハビリテーションを支援する機器が開発できれば岡山県だけではなく全国の高齢者の **QOLの維持・向上**に繋がり、これらの問題が解決できると考える。そのため、**一時的な致傷や廃用症候群から回復**するため、関節に対して他動運動を与えることのできる**リハビリテーション機器の開発**が必要となる。**人と接して動作する機器**に使用される流体駆動のソフトアクチュエータは、本質的な**安全性や柔軟性**を有するが、その**動力源**は空気圧などの流体圧力源であり、家庭での**導入コストがかかる**。そこで、**家庭に必ず存在する流体圧力源**である**水道水圧**を用いることで、家庭で専門知識なしにリハビリテーションを受けることが可能となる。**腐食しないアクチュエータや制御弁などが必要**であり、**高価**になるという問題がある。アクチュエータは人体に接しながら駆動するため、**疼痛**など防ぐための**安全性**が必要であり、運動に必要な**柔軟かつ大きい可動域**が望まれる。さらに、アクチュエータの制御に必要な**制御弁やセンサ**などの周辺機器の**小型・軽量化**が必要である。しかし、家庭での実用化には、サイズや質量、性能の観点だけでなく、**コストも重要**である。また、一般的なシステムでは、**産業用の弁やコントローラ(PC)**が使われるため、**質量やコストが大きく、家庭向け機器には不向き**である。そこで、リハビリテーション機器に必要な制御機器の「**小型・軽量化**」と「**低コスト化**」、リハビリテーションに必要な**制御性能の確保**を目的とし、**水道水圧を利用した駆動システムの構築**をめざす。

軸性キラルビピリジル金属錯体色素の合成

岡山大学学術研究院自然科学学域 准教授 高石 和人

円偏光発光性 (CPL; Circularly Polarized Luminescence) は、色素がキラルであるかキラルな環境にある際に発現する光学特性の一つである。円偏光発光色素は次世代の素材となる可能性を秘めている。例えば、高密度記録素子、3D ディスプレイ、偽造防止用塗料等への利用が見込まれており、近年、国内外で開発研究が活発である。一方で、 $2, 2'$ -ビピリジル類は種々の金属イオンと安定な錯体を形成し、金属の種類や配位数に応じた様々な発光色を示す。軸性キラルなビピリジルであれば効率良くキラリティーが伝播し、優れた円偏光発光性を示すことが期待されるが、その報告例はごく限られている。

本研究では軸性キラルピナフチルからのキラリティー移動によって軸性キラルビピリジルを構築し、これを配位子とする各種金属錯体を合成する。合成した金属錯体の円偏光発光性、発光強度、発光波長等を精査し、さらに X 線結晶構造解析や量子化学計算により立体構造を明らかにする。これらを通して錯体の光学特性と立体構造の相関を明らかにし、より高性能な円偏光発光錯体色素の開発に生かす。

岡山県の化学工業は県の強みであり、各種色素を扱う企業も多い。円偏光発光色素の研究分野で、我が県の化学工業の発展に貢献したい。

省エネルギー化及び小型化のためのアキシアルギャップモータに適した極数・スロット数の選定に関する研究

岡山大学大学院自然科学研究科 特別研究員 網田 鍊

本研究では産業用途におけるモータを用いたシステムの付加価値を向上するために、扁平な形状を有するモータの高効率化を目指している。そこで、扁平形状において高いトルク密度を実現できる図 1 のような**アキシアルギャップモータ (AGM)**に着目しているが、産業用途で一般的に使用されるのは**ラジアルギャップモータ (RGM)**である。RGM では、これまでの長い研究開発の歴史の中で用途毎に適切なモータの極数(磁極の数)とスロット数(コイルの数)の検討が行われてき

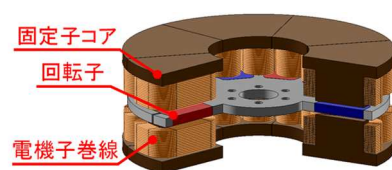


図1: AGM外観(一部カット)

た。その結果、RGMでは表1の緑色に塗り潰された範囲内で検討するのが常識になっている。そのため、これまでのAGMの研究においても過去のRGMの知見を踏襲し、同様の範囲で検討をしてきた。しかし申請者らが研究を進める中で、AGMは一般的なRGMとは異なる傾向を持つ可能性があることが分かってきた。

表1:AGMにおける各組合せの出力トルク

(単位:[Nm])	8極	10極	12極	14極
9スロット	1.07	1.18	1.31	×
12スロット	1.03	1.15	×	1.26
15スロット	×	1.06	×	1.23
18スロット	×	×	1.11	1.16

(■:一般的な探索範囲, ×:実現不可)

表1はAGMの各組合せでのトルクであるが、従来は検討対象から除外されていた12極9スロット構造が最も高いトルクを発生している。これは、AGMにおいて従来のRGMでの知見が必ずしも当てはまらないことを意味しており、AGMにおいては12極9スロット構造を採用することで、更に高性能化できる可能性を示している。このような現象はこれまでどの研究機関においても発表されておらず、これまでの常識外で新しい構造を模索できる可能性があるという点で非常に新奇である。以上の理由から、これまでの研究内容をより発展させ、更に付加価値の高いモータを実現するべく、本研究課題に注力していくことを考えている。

また岡山県にはJEFスチール(株)の西日本製鉄所等、モータに関わる重要産業が多く、県内の発展に貢献している。本申請の研究により創生される知見は、それらの産業をより進歩させる可能性があり、岡山県を更なる産業の主要地として発展することに貢献できる。

胎児期における栄養環境を標的とした乳がん予防法の開発

岡山大学学術研究院ヘルスシステム統合科学学域 助教 岡田 宣宏

乳がんは、日本人女性で最も罹患数の多い悪性腫瘍であり、乳がんによる死亡者数も増加傾向にある。さらに、乳がんは他のがん種と比べ、50歳未満の女性に多く発症し、女性の働き盛りを襲うことも社会問題となっている。しかし、悪性度の高い乳がんに対する有効な治療法は、確立できていない。治療法の確立が困難であるため、乳がん発症機構を解明し、乳がん発症リスクを抑える予防法の確立が望まれている。しかし、ほとんどの場合、乳がん発症の原因は不明である。

近年、将来的な健康や特定の疾患へのかかりやすさが、胎児期の環境による影響を強く受けて決定されるというDOHaD(Developmental Origins of Health and Disease)理論が提唱されている。乳がんにおいても、妊娠初期に低栄養状態にさらされた胎児が、将来的に乳がんを罹患する割合が高いことが疫学研究から明らかになっている。これらの結果は、母親の栄養状態と子供の乳がん発症リスクに相関があることを示しているが、詳細な機構は分かっていない。以上のことから、本研究は、妊娠初期における母親の栄養状態が、子供の将来的な乳がん発症リスクに影響を与えることをin vivoマウスモデルを用いて明らかにすることを目的とする。さらに、オミックス解析により同定する栄養素を摂取させることによる乳がん予防効果を検討し、効果的な乳がん予防法確立の基盤構築を目指す。

現在のがん研究は、すでに発症したことを前提に、がん細胞に対する有効な治療薬や治療法の開発に重点が置かれている。また、がん医療においても、診断時のがんの姿で治療方針を決定せざるを得ないため、後手の治療に回りやすいことが現状である。本研究結果により、妊娠期における食生活の改善によるがん予防は、全く新しいがん医療のあり方を確立できると期待している。さらに、乳がん発症リスクに影響を与える栄養素を同定することで、妊娠期の摂取により子供の乳がんリスクを軽減するサプリメントの開発に繋がることが期待できる。これらの予防法はこれまでのがん医療と異なり、医薬品に頼るものではなく、食生活・栄養状態の改善がメインである。そのため、食品産業・ベビー産業などこれまでのがん医療とは異なる新たな産業の成長を生み出すことも可能である。

非ホロノミックシステムに基づく連結運搬車両のロール横転対策に関する研究

津山工業高等専門学校総合理工学 講師 野中 摂護

近年自動運転車の実用化と拡張に関する開発・研究がなされている。岡山県新見市においても平成 30 年 3 月に自動運転車の実証実験が開始されている。今後地方の高齢化した住民にとって貴重な移動手段になることが期待されている。自動運転における進路の計画は例えば白線や前方車両の追従、予め用意されたマッピングなど様々であるが、これらは制御器において車の運動特性を考慮しない事前計画型の制御である。しかし今後、より自由度の高い複雑な動きや状況に応じた柔軟な動きを自動的に生成する必要性が予想される。通常走行中においても咄嗟の動きを計画するうえで運動学的な拘束条件や慣性的な縛りを考慮した制御計画が重要である。そのため運動計画に加えて制御器内での考慮が必要となる。一般的に自動車は非線形システムであり、連続的な制御を計画するのが困難である。また自動車は、真横方向に動けないといったような拘束条件を受ける非ホロノミックシステムとして表現できる。本研究は非ホロノミックシステムであることを利用し、連続的な制御である追従制御へ拡張する事を目的とした基礎研究である。

この非ホロノミックシステムに基づくモデルの拡張により、これまで連結車両における運動特性を包括可能な制御モデルを検討してきた。これらの中で連続的な非線形制御理論では困難な、トレーラーのジャックナイフといった連結車両特有の問題へアプローチしている。この問題解決を一般化することで様々なシステムへの応用を可能とし、高い有用性と新規性があるといえる。しかし、非線形変換が必要な本理論においては、一般的なロール等の慣性力への対応など課題は山積している。本申請ではトレーラー等車両のロール横転に対する観測器として制御モデルを拡張し、実機実証を目指す。実機適用が実現できれば、人や物の運搬において連結車両は状況に応じた台数の変更や、車種の変更ができることに利点を持つことなど、自動運転車のさらなる有用性を見出せる。

本取組みにおいてはこれまでに、車両モデルの非ホロノミックシステムによる制御構築に重点を置いてきた。これに対し慣性項の基礎的な導入例を検討してきた。そこで次段階として連結車両型の実機実験による確認へと移行する。本実験は小型スケールの実機を用いた幾何学的な問題検証へのアプローチである。

財団コラム

業務執行理事 藤井 正浩

岡山工学会の業務執行理事として主に学術研究助成関係を担当しておりますので、研究助成について改めてご紹介します。ご存じの通り、特別研究（内山勇三科学技術賞）、一般研究および萌芽研究（岡山工学会科学技術賞）、および産業先行研究（岡山県産業振興財団科学技術賞）の 4 種目が募集されています。このうち、産業先行研究は 2018 年から開始されたもので、主に若手の研究者を対象としています。図は、2012（平成 24）年～2021（令和 3）年の各種目の応募件数の推移を示しています。年度によりばらつきはありますが、年齢制限のない一般研究の申請件数が常に多い状況です。一方、若手研究者を対象としている奨励研究は 2014 年をピークに年々申請件数が減少しており、若手教員・研究者の数が減少している状況が伺えます。2020 年からは若手研究者を対象とした奨励研究の年齢制限を撤廃して、新たに萌芽研究を設けました。新たな研究へのスタートアップ費用として研究助成申請をお考えの場合には萌芽研究も是非ご検討ください。

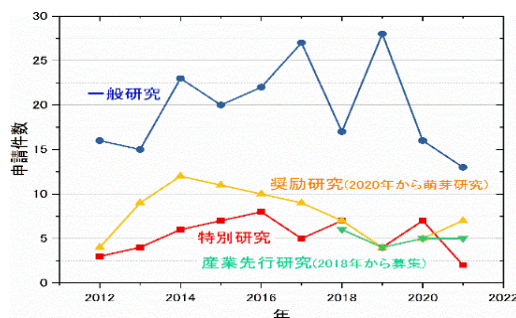


図 応募件数の推移

賛助会員様のご紹介

ナカシマプロペラ株式会社

ナカシマプロペラのプロフィール

1926年に中島善一が岡山市下石井で中島鑄造所を創業し、漁船用プロペラ（スクリュー）の製造を始めました。その後、1967年に現在の社名であるナカシマプロペラ株式会社となり、競艇・漁船・プレジャーボートなどの小型船舶から、タンカー・コンテナ船・客船などの超大型商船まで、あらゆる船舶に最適化された一体型プロペラを中心に、可変ピッチプロペラやサイドスラスタなど、各種推進装置の設計から製造、販売までを一貫して行うようになりました。

船用機器の製造工場は本社がある岡山市及び、倉敷市の二拠点あり、海外にもベトナム、フィリピン、マレーシアにグループ会社として展開しています。また、販売やサービスの拠点としては、シンガポールや上海に事務所を設け、その他の海外地域には代理店があり、グローバルな販売ネットワークを構築しています。



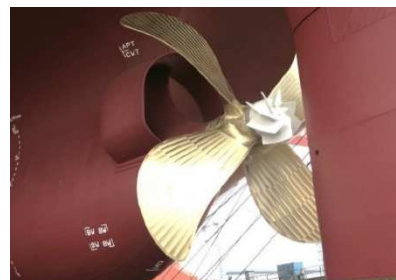
超大形コンテナ船用プロペラ



倉敷市玉島のプロペラ工場

技術開発の推移

当社の紹介をする際に、技術開発の歴史を抜きには語れません。1971年にはプロペラを軸に圧入だけで取り付けることができる新構造のキーレスプロペラ、1999年には振動を低減させるためのハイスキュープロペラの開発など、現在では世界標準となっているプロペラ形状の基礎を構築しました。また数年前より、船舶からも発生し地球温暖化を加速させる温室効果ガス削減のために、限界小翼面積プロペラやプロペラの前後に装着される省エネ付加物と呼ばれる燃費改善装置を開発しました。



プロペラ前方の省エネ付加物“ネイバーダクト”

劇的に変わる船舶業界

しかしながら、ここ最近ゼロエミッションへの取組みが始まり、さらなる船舶の省エネルギー化が求められてきました。これまで船舶の推進器の開発に特化していたものの、大幅な船全体の性能改善を提案する必要があるため、船型設計や船体抵抗を低減させるシステムの開発に着手しております。また、船舶の近代化として自立運航船の開発が業界で話題となっており、当社も市場のニーズに応えるべくシステムの開発を行っております。



YouTube で公開されている船体開発の様子

最新の技術動向はナカシマプロペラの YouTube チェンネルに掲載していますので、そちらをご覧ください。URL は下記になります。

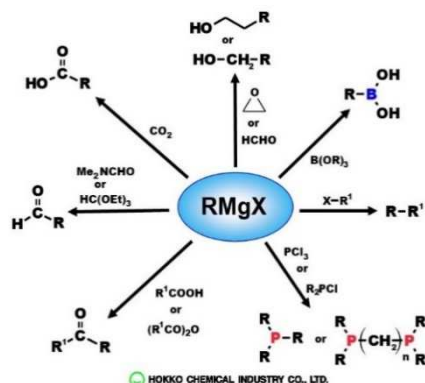
<https://www.youtube.com/channel/UCUBxS7NBPeBuaTQUlhhBm4A/featured>



北興化学工業株式会社
HOKKO CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD.

北興化学工業のプロフィール

当社、北興化学工業株式会社は1950年2月27日、野村鋳業株式会社から独立して設立されました。「北」に「興す」の名前の通り、北海道が発祥の地です。現在は、東京に本社をおき、社員数636名で操業、株式は東証一部に上場しています。事業は農薬とファインケミカルの二つの事業を主軸に展開し、ファインケミカル事業では樹脂、医薬品、電子材料向けの原料や中間体、様々な化合物の合成に用いられる触媒配位子など幅広い分野の工業用化学製品を取り扱っている企業です。農薬事業は全国7つの営業拠点を中心に、ファインケミカル事業においては東京本社を中心に営業活動を展開、製造拠点としては北海道、新潟、岡山と3つの拠点を有しています。農薬事業においては、国内のみならず海外への農薬登録、子会社や試験場の設立などに取り組み、ファインケミカル事業ではヨーロッパに事務所を構えファインケミカル製品の拡販に取り組むなど、海外への事業展開にも注力し



ています。また、ファインケミカル製品には、世界でもトップクラスのシェアを誇るトリフェニルホスフィンをはじめ各種有機リン化合物や、機能性スチレンモノマーなどを世界に向けて販売しています。

当社は「社会貢献」「環境」「技術」を経営のキーワードとし、全ての人々の幸せのため、食糧の安定供給に寄与する安全で安心な農薬製品および産業活動を幅広く支えるファインケミカル製品を社会に提供しています。

「グリニャール試薬とグリニャール反応の北興化学工業」を支える岡山工場

岡山県玉野市にある岡山工場はファインケミカル製品の主力製造拠点です。（一部農薬も製造しています。）1954年に当社は、この岡山の地にて、日本で最初にグリニャール試薬を用いた有機金属化合物の工業生産に成功しました。それ以来、当社はグリニャール試薬とグリニャール反応を核心技術として応用展開し成長してきました。

グリニャール反応は1900年頃にフランスのFrançois Auguste Victor Grignardによって発見され、今もなお有機合成には欠かせない有機反応として重要な位置を占めています。当社では単純なグリニャール反応のみならず、グリニャール交換反応やクロスカップリング反応を活用して数多くのファインケミカル製品を開発し、産業社会に幅広く貢献しています。また、グリニャール反応の有用性とその工業化に成功した実績から当社には、国内外ともに多くの化学メーカーから合成依頼がきており、様々な化合物の受託製造をしています。2019年には自動化・省力化を取り入れた合成第9工場も完成し、順調に稼働しています。

当社では、環境への負荷低減、労働者への安全にも十分に配慮しながら工業化を進めています。当社技術の中心を担う岡山工場は、これからも安全操業を続け、社会の様々なニーズに応えてまいります。

※会社案内や弊社製品などの詳細は弊社ホームページをご覧ください。 <https://www.hokkochem.co.jp/>

