

公益財団法人 岡山工学振興会

第 118 号

2020.8 発行

ニュース

公益財団法人 岡山工学振興会編

〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1

Tel,Fax:086-255-8311

Email:ofst@cc.okayama-u.ac.jp

URL: <http://ofst.or.jp/>

代表理事交代挨拶

平成から令和の時代に入り、新しい希望の時代へと舵が切られたと期待していました。しかし、令和2年のこの年が、新型コロナウイルスによる感染症との戦いの年になり、世界的な苦難の年になるとは予想もできなかった事態でした。また、今の世の中がこれまでの歴史や経験の延長によって未来が見通せる時代でなくなり、予測を超えたスピードと振幅でグローバルに変化する時代へと進んで行っているように思えます。この時に、私が公益財団法人 岡山工学振興会の代表理事をお引き受けすることになりました。



公益財団法人 岡山工学振興会
代表理事 酒井 貴志

翻って、本財団は「岡山県における理工学に関する研究を振興するとともに、先端技術の向上を目指した大学と産業界等との連携を図り、もって学術及び技術開発の進展に寄与することを目的とする。」を趣旨として、平成元年（1989年）に設立されました。以来、31年が経過する中で、6人の代表理事（理事長）の方々が財団の運営のためにご尽力されてきました。これまでの皆様は財団設立のご苦勞を経験され、また、設立時の熱い使命感に導かれた方々でした。私は、平成19年から、鳥居滋理事長、小西忠孝代表理事、及び直前の古賀隆治代表理事の下で、業務執行理事として参画させて頂いてきましたが、設立に関与していない者として初めての代表理事であり、しかも、この激変の年に本職責を仰せつかったことを重く受け止め、その責務の大きさを感じています。

国立大学の独立行政法人化や日本の経済低迷を背景に、基礎研究への経費支援の低下が叫ばれて久しくなりました。また、得られた研究資金も目的や用途が限定され、研究の醍醐味である思わぬ発見—セレンディピティーを楽しむゆとりもなくなっているのではないのでしょうか。そうした中で、できるだけ「限定」でなく「自由度」の大きい本財団からの研究支援は意義があると考えています。

その原資となっている財団資金は、創設以来、県内を中心とした企業からご支援戴いたものであり、また、現在も企業及び個人の賛助会会員の方々からの貴重なご支援を戴いています。また、公益財団法人「岡山県産業振興財団」からのご支援も戴いています。本財団の趣旨にご賛同下さり、直接の「見返り」を求めず資金提供をして戴いている皆様に深く感謝申し上げますと共に、本財団がそれらの篤志

を有効に活用して使命を果たすことが出来ることを願っています。

幸い、本財団には理事会、評議員会、選考委員会、監事、顧問、及び事務局等の体制が整備されています。皆様からの知恵と力を戴きながら本財団の運営に尽くしたいと思っておりますので、一層のご指導・ご支援の程よろしくお願い申し上げます。

令和2年度学術研究助成等の採択について

(公財)岡山工学振興会ニュース第117号(2020年3月発行)で公募いたしました令和2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10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7件、一般研究16件、萌芽研究5件、計28件、採択件数11件に対して2.5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、4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22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。

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 | 岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 | 准教授 加来田 博貴 | レチノイドX受容体を標的とする被験物質の迅速かつ簡便な結合性・機能性同時検出技術の開発 | 200 |
| | 岡山大学大学院 自然科学研究科 | 教授 坂倉 彰 | 高度に官能基化された四級アミノ酸の立体選択的合成法の開発と創薬化学への展開 | 200 |
| 一般研究 岡山工学 振興会 科学技術賞 | 岡山大学 異分野基礎科学研究所 | 准教授 後藤 秀徳 | 局所磁場によるグラフェンの電子散乱制御 | 70 |
| | 岡山大学 異分野基礎科学研究所 | 准教授 村岡 祐治 | 曲がる超硬炭素材料の開発 | 70 |
| | 岡山大学大学院 自然科学研究科 | 准教授 塩田 忠 | 人工関節用金属材料の耐トライボ腐食性の向上 | 70 |
| | 岡山大学大学院 自然科学研究科 | 准教授 高石 和人 | キラル大環状芳香環多量体の合成 | 70 |
| | 岡山県立大学 情報工学部 | 教授 春木 直人 | 収着発熱反応を利用して快適性を実現する高分子収着剤繊維不織布の開発 | 70 |

| | | | | |
|----------------------------------|---------------------------|------------------|--|----|
| 萌芽研究 岡山工学 振興会 科学技術賞 | 岡山大学 異分野基礎科学研究所 | 助教 千住 洋介 | 脂質結合タンパク質に着目した上皮 間葉移行の新規分子機構の解明 | 40 |
| | 岡山大学大学院 自然科学研究科 | 助教 佐藤 英祐 | インドールの陽極酸化を鍵とする 1, 2-転位反応の開発とその利用 | 40 |
| | 岡山大学大学院 ヘルスシステム統合科学研究科 | 助教 王 璉 | テラヘルツ波を用いた TNT 爆薬イメ ージセンサーの開発 | 40 |
| | 岡山大学 異分野融合先端研究コア | 助教(特任) 古茂田 将人 | 粘性溶液中での二次元炭素材料の配 向とスクリーン印刷による配向三次 元電極の作製 | 40 |
| 産業先行研究 岡山県産業 振興財団 科学技術賞 | 岡山大学大学院 自然科学研究科 | 講師 山田 寛 | 潜熱蓄熱カプセルのナノスケール化 | 40 |
| | 岡山大学大学院 自然科学研究科 | 助教(特任) 井上 寛隆 | 触媒金属の精密制御による長尺・高 密度・高結晶カーボンナノチューブ 合成 | 40 |
| | 岡山大学大学院 自然科学研究科 | 助教 高橋 明子 | 太陽光発電と電気自動車を用いた電 力系統安定化制御法 | 40 |
| | 岡山大学大学院 環境生命科学研究科 | 助教 新 史紀 | 機能性高性能高分子の一次構造制御 | 40 |

令和 2 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

レチノイド X 受容体を標的とする被験物質の迅速かつ簡便な結合性・機能性同時検出技術の開発

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 准教授 加来田 博貴

レチノイド X 受容体 (RXR) は、炎症反応の結果生じる認知症、2 型糖尿病、肥満、炎症性腸疾患に対し、治癒または発症抑制できる物質の標的となりうるということが報告されており注目されている。一方で、RXR 活性化能を評価するシステムに注目すると、既存の方法では細胞用の特別な実験設備に加え、結果を得るのに 3-4 日を要することなど課題が残る。申請者らはこれらの課題解決を目的に研究を進め、細胞を使うことなく汎用的な蛍光プレートリーダーにて、数時間内に、被験物質 (評価物質) の RXR 結合性の判断を可能にするシステムを創出してきた。その成果については、昨年、Journal of Medicinal Chemistry 誌にて論文発表するとともに、岡山大学のプレスリリース (2019 年 9 月 27 日) ならびに Okayama University Medical Research Updates (OU-MRU) Vol.72 にて発表している。しかしながら、本技術には、1) ラジオアイソトープ (放射性同位体) を用いる方法との相関性が劣ること、2) 調べる試料の RXR に対する作動性と拮抗性が判定できないこと、が課題として残る。本研究では、この課題を解決した被験物質の迅速かつ簡便な結合性・機能性同時検出技術の開発を目指す。本研究の完成は、上述する治療薬シーズの探索のみならず、血液や糞尿中の RXR 結合性物質の検出等への応用が期待される。

高度に官能基化された四級アミノ酸の立体選択的合成法の開発と創薬化学への展開

岡山大学大学院自然科学研究科 教授 坂倉 彰

ポスト抗体医薬となる新ジャンル医薬品の1つとして、ペプチド医薬が注目を集めている。ペプチドは、数個～数十個のアミノ酸が連結した化合物である。インスリンをはじめとする様々なペプチドが生体内でホルモンや情報伝達物質として働いており、これらのアミノ酸配列やアミノ酸の構造を改変した化合物は、医薬品として優れた機能を示す。ペプチド医薬に新たな機能を付与するには、アミノ酸配列を設計するのみならず、新しい構造のアミノ酸を設計・合成することも必要となる。ペプチド医薬で問題となる消化酵素に対する耐性や細胞膜に対する透過性を向上させるためには、適切に設計された非天然型アミノ酸を用いるのが有効である。そのため、様々な非天然型アミノ酸の立体選択的な合成法の開発が強く望まれている。

このような背景のもと、本応募研究では、高度に官能基化された非天然型アミノ酸の1つとしてβ-ヒドロキシ四級アミノ酸(β-ヒドロキシ-α, α-二置換アミノ酸)に着目した。この構造は、ペプチド医薬の構築単位として有用であるだけでなく、抗腫瘍性物質のアルテミシジンやグルタミン酸受容体アンタゴニストのカイトセファリンをはじめとする様々な生物活性物質に含まれる重要な骨格である。申請テーマの研究が進展し、様々な四級アミノ酸誘導体を立体選択的に化学合成できるようになれば、創薬化学のさらなる進展に大いに貢献することができる。本研究は、岡山市が掲げる医療センター構想に直接的につながる研究である。

II. 一般研究 岡山工学会科学技術賞 局所磁場によるグラフェンの電子散乱制御

岡山大学異分野基礎科学研究所 准教授 後藤 秀徳

本研究の目的は、局所的に空間変化する磁場によって伝導電子の散乱を制御することである。従来、電界効果トランジスタ(FET)のように電界を加えて電荷密度および伝導度を変化させる方法が広く行われているが、磁界を用いて伝導を制御するのが本研究の新規性である。これまで試みられなかった原因として

- 1) 磁場は電流からの距離に反比例して減少するため、局所的に加えることが困難である。
- 2) 局所的に磁場を加えられたとしても、それによって伝導が変化しない。

ことがあげられる。本研究では1)の問題を金属細線ゲートに電流を流すことで実現する。磁場分布の数値計算によれば、細線幅の空間スケールで大きさと向きが変化する磁場を生成できる。また、2)の問題については、磁場以外の要因で容易に電子が散乱されない物質、つまり電子が散乱されずに進む距離(平均自由行程)が1 μmを超えるグラフェンを用いることによって解決する。2次元単原子層であるグラフェンを用いることで、細線ゲート下を通過する電子は微小領域内で鋭く空間変化する磁場をうける。それによって軌道とスピンの影響を受け、伝導が変化すると期待される。さらに、多数の金属細線ゲートを作ることで、周期磁場下の電子物性も議論できる。

本研究課題は、電子物性の基礎原理を明らかにしようとする点に学術的価値がある。基礎研究の面白さを小中学校生や大学生に伝え、好奇心をかき立てることで、将来を見据えた岡山県の科学技術社会の発展に貢献できると考えている。

曲がる超硬炭素材料の開発

岡山大学異分野基礎科学研究所 准教授 村岡 祐治

本研究ではQ-カーボンに潜む優れた機械的特性の顕在化をめざす。Q-カーボンをマイカ基板上に作製して曲げ試験を行い、靱性を調べる。研究により、Q-カーボンが靱性と硬さを兼ね備えた、フレキシブルな超硬質材料であることを明らかにする。

切削工具用の硬質材料には、ダイヤモンド焼結体、cBN、Al₂O₃系やSi₃N₄系のセラミックス、TiCN基サーメットやWC基超合金等が用途に応じて使用されている。しかし、金型・電子・光学・バイオ部品などで素材が多様化し、かつ微細・精密化が進む近年、どんな素材の加工にも対応できる切削工具用硬

質材料の開発が求められている。そのような硬質材料に要求される重要な特性は高硬度と高靱性であるが、一般には硬さと靱性は相反するため、両方を兼ね備えた材料はない。高靱性、高硬質を目指した材料開発が切望されている。

申請者は硬質材料で高靱性を達成するために、Q-カーボンのアモルファス性に着目した。金属系ではアモルファス金属は従来の結晶質金属に比べて優れた強度や靱性を有することが知られている。炭素系材料でも、金属系と同様だと考えた。アモルファス金属の例を Q-カーボンに適用している点に着想の特徴がある。また、フレキシブルなマイカ基板上に Q-カーボンを作製して靱性調査をするアプローチも本研究の特徴である。Q-カーボンは、ダイヤモンド膜の場合とは違い界面でグラファイトを形成しない。このため、基材との密着性が良い。Q-カーボンを既存の切削工具材料にコーティングすれば、高靱性、高硬質と高密着を兼ね備えた工具を実現できる。

岡山県には難削材等の切削加工や微細加工を得意とする企業が多い。本研究の Q-カーボンを難削材の切削工具にコーティングすることで、従来の切削工具に比べ、高硬度、高耐摩耗性、高接着性の機械的特性を実現できる。難削材の加工や微細加工の効率を上げ、技術を高めることになる。本研究は岡山県の特徴である材料加工技術を強化し、その発展に貢献できる。

人工関節用金属材料の耐トライボ腐食性の向上

岡山大学大学院自然科学研究科 准教授 塩田 忠

本研究では、人工関節の不具合原因の一つとされる微小すべりの繰り返しによる表面損傷（フレットティング）と異種金属接触腐食（ガルバニック腐食）を抑制するためのコーティングを開発し、人工関節の長寿命化に貢献することを目的とする。

超高齢化に伴い増加している関節疾患の有効な治療法として、人工股関節・膝関節置換術がある。その手術数の増加に伴い、人工関節の需要も年々増加している。現在、チタン合金ステムとコバルト・クロム合金ヘッドを嵌合接合した人工股関節が多く使われている。この場合、ステムとヘッドの接合界面には微小な隙間があり、微小すべりが繰り返して生じてフレットティングが発生する。さらに、ステム-ヘッド接合界面には関節液が満たされており、ガルバニック腐食が生じる。このようなフレットティングとガルバニック腐食による人工関節周辺組織の炎症が報告されている。しかし、フレットティングやガルバニック腐食の防止策は確立されておらず、現在の人工関節の長寿命化のためには、解決すべき問題の 1 つと考えられる。フレットティングの防止策の 1 つとして、表面硬度を向上させる表面処理が有効と考えられる。また、ガルバニック腐食の防止策の 1 つとして、接合界面に耐食性が高い絶縁体を導入し、異種金属間に流れる電流を抑制することが考えられる。そこで、本研究ではチタン合金基材上に絶縁性セラミック薄膜をコーティングすることにより、ステム-ヘッド接合界面でのフレットティングとガルバニック腐食の抑制を目指す。

岡山県では、次世代医療機器産業の拠点形成を目指した取り組みなど、医工連携による開発が進められており、本研究はそのような取り組みの発展に貢献できると考えられる。

キラル大環状芳香環多量体の合成

岡山大学大学院自然科学研究科 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、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。しかし既存の円偏光発光色素の多くは光学分割が必要であるため、優れた性質を示しても大量供給が困難であり、応用研究へ移行しにくい。また、色素の立体構造と特性の相関に関する情報は乏しく、その確立が求められている。

本研究では光学分割を必要とせず、容易に合成できる円偏光発光色素の開発を目指し、キラル大環

状ナフタレン多量体を設計した。軸性キラルナフタレン二量体をモノマー単位とし、各種カップリング反応によって合成する予定である。我々はこれまでにナフタレン多量体を基盤とする鎖状色素をいくつか開発してきた。環状/鎖状で特性にどのような差異が生じるかに注目しながら研究を進める。

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。

収着発熱反応を利用して快適性を実現する高分子収着剤繊維不織布の開発

岡山県立大学情報工学部 教授 春木 直人

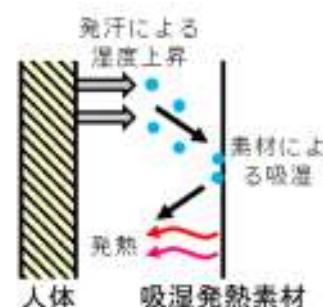
研究の学術的背景

通常、人間は自身の快適性の向上や体温調節機能を補助させるため、**着衣**を行っている。これは右図のように、着衣によって人体(皮膚)と衣服の間に形成される**衣服内気候**での温度と湿度、および外気間との気流を調整することによって、人体にとっての快適条件(温度: $32 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度: $50 \pm 10\%$ 、気流: $25 \pm 15\text{ cm/sec}$)を得るためである。



人体における快適性を向上させるためには、この衣服内気候の温度、湿度、気流をより積極的に制御する必要がある。例えば、研究代表者は、これまでの研究活動において、体温に起因した自然対流を用いた衣服内気候の気流の制御による快適性向上に関する研究を行っている。

本申請テーマでは、人体の快適性向上を目指した別のアプローチとして、右図のように、**吸湿発熱繊維**による衣服を着用し、発汗等で生じる水分吸収と、それに伴う吸湿発熱反応によって、衣服内気候の温度・湿度を制御する方法に着目した。この吸湿発熱繊維は、細孔を有する繊維表面に空気中の水蒸気を結合して取り込む吸着現象での吸湿とともに、吸着熱によって発熱する。既に吸湿発熱繊維自体はヒートテック等で実用化されているが、既存の吸湿発熱繊維(主にアクリル繊維等)には、次の欠点が指摘されており、改善すべき状況である。

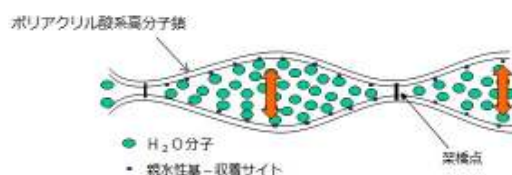


1. 衣服全体に対する吸湿発熱繊維の使用割合が低い(全体の数%~20%程度)ため、吸湿量が低く、また吸着による発熱量と発熱持続期間も短い。
2. 既存の吸湿発熱繊維の衣服全体に対する使用割合は、主に経験的に決められた値であり、工学的や快適性の評価的には根拠のある値ではない。
3. 実際に吸湿発熱繊維を用いた衣服を使用した場合、人の快適性評価に関するデータはない
4. 吸湿発熱繊維から水分が脱着する際には逆に吸熱反応を示し、体温を低下させる。

本申請課題で提案する新たな衣服内気候調整方法

人の快適性を向上させるため、上記の欠点を解消してより効果的に吸湿発熱反応を利用するには、**単位体積当たりの発熱量が大きく、かつ発熱持続期間が長い特性を持つ吸湿発熱繊維**を用いる必要がある。研究代表者は、この条件を満足する新たな吸湿発熱繊維として、**高分子収着剤繊維**に着目した。

この高分子収着剤繊維は、岡山県内に工場を持つ日本エクスラン工業株式会社が空調用素材として開発、販売している高分子収着剤を繊維状に加工したものである。この高分子収着剤は、下図のようにポリアクリル酸系高分子鎖に架橋点を有した構造を有している。このため、空気中の水蒸気を高分子収着剤の表面に吸着した際、架橋点を中心に収着剤が膨張して自らの内部へも水蒸気



日本エクスラン工業株式会社 HP より

を吸収することができるため、既存の吸湿発熱素材よりも吸着量（および吸着熱）が大きい特性を有している。さらに、この高分子収着剤を用いた繊維は、発熱量が比較的大きいだけでなく、繊維内を水分が移動することによって、水分の吸湿と脱着を同時に行うことができるため、連続的な発熱と吸熱反応を得ることが可能である。

本申請課題の研究目的

本研究の最終目標は、この高分子収着剤繊維を用いた新たな吸湿発熱不織布作製に必要なデータである「不織布の吸湿発熱現象による人体の快適性への影響」を把握することである。そのために本申請課題では、衣服内気候における高分子収着剤繊維を使用した吸湿発熱不織布の吸湿発熱現象を明らかにする必要がある。特に、衣服使用を想定した不織布は、高分子収着剤繊維とポリエステル繊維から作製されるため、次の要因が吸湿発熱現象に影響すると予想される。

予想される要因：高分子収着剤繊維の使用割合、不織布の目付量、不織布厚さ、
衣服内気候内空気の流動状態、

その一方、発熱量が人体にとって過剰となる場合には、火傷等の身体傷害に繋がる可能性があるため、吸湿発熱による発熱量や不織布温度も測定する必要がある。

III. 萌芽研究 岡山工学会科学技術賞

脂質結合タンパク質に着目した上皮間葉移行の新規分子機構の解明

岡山大学異分野基礎科学研究所 助教 千住 洋介

上皮細胞は、細胞同士がアドヘレンスジャンクション (AJ)、タイトジャンクション (TJ) といった特殊化した接着構造を形成する。TJ は、膜タンパク質及び膜脂質の移動を制限することにより、頂端領域と基底領域を区分し、細胞と細胞の隙間の物質の出入りを制御している (バリア機能)。AJ は、カドヘリン分子がアクチンフィラメント (F-アクチン) と結合することにより、接着構造を形成する。**細胞間接着の破綻は、細胞極性の消失と上皮間葉移行 (EMT; Epithelial-Mesenchymal Transition) を誘導し、がん細胞の転移を促進することが知られている。**しかしながら、細胞間接着の形成と維持のメカニズムには、未解明な課題が多く残されている。

近年、BAR (Bin/amphiphysin/Rvs) ドメインタンパク質と呼ばれる細胞膜の形態形成を担うタンパク質ファミリーが、エンドサイトーシスやフィロポディア (糸状仮足) のような、細胞膜のダイナミックな形態変化を伴う細胞活動に関わっていることが明らかにされてきた (Saarikangas and Lappalainen et al., 2010; Suetsugu and Senju et al., 2010)。BAR ドメインタンパク質のサブファミリーに属する I-BAR ドメインタンパク質は、三日月形の二量体を形成し、凸面側の表面は塩基性アミノ酸に富んでいるため正に帯電している。したがって、負に帯電した細胞膜と凸面で静電相互作用により結合し、フィロポディアのような細胞膜の突出構造を形成する (Mattila and Lappalainen et al., 2007; Mattila and Lappalainen, 2008; Saarikangas and Lappalainen et al., 2009; Scita, Lappalainen and Suetsugu et al., 2008)。I-BAR ドメインタンパク質として MIM (missing-in-metastasis) が知られている。MIM は、負電荷を持つイノシトールリン脂質である PI(4,5)P₂ と親和性が高く、ノックアウトマウスを用いた表現型の解析から、上皮細胞における細胞間接着、特に AJ の維持に関与していることが示されている (Saarikangas and Lappalainen et al., 2011)。MIM は N 末端に I-BAR ドメイン、C 末端に WH2 (WASP homology 2) ドメインを持つ。WH2 ドメインはアクチンモノマー (G-アクチン) に結合するので、MIM は細胞膜と F-アクチンの仲立ちをすることで、上皮細胞における細胞間接着を維持していると考えられる。

したがって、本研究の目的は、細胞膜の変形能を有する BAR ドメインタンパク質の機能を定量的に明らかにすることで、上皮細胞の細胞間接着形成の分子メカニズムを、細胞膜の形態に着眼して解明することである。

これまでの研究とは異なり、この研究計画は細胞間接着の形成機構、形態的な意義を、タンパク質の

立体構造に基づいて理解していく点で新しい概念である。また、申請者が着眼している I-BAR ドメインタンパク質 MIM は、非転移性細胞に発現がみられるが、転移性がん細胞では発現が抑制されている腫瘍抑制因子である。そして、EMT 獲得に伴うがんの悪性度と MIM の発現は逆相関することが明らかにされている。つまり、MIM は細胞極性や EMT の制御にも中心的な役割を果たすががん転移抑制タンパク質と考えられる。したがって、MIM の分子機構を解明することで、上皮細胞の細胞間接着と極性形成の制御機構を形態学的に理解することに加えて、EMT とがん転移の分子基盤を明らかにすることにもつながると確信している。例えば、MIM やその相互作用分子に対する阻害物質や促進物質をつくることで、抗がん剤をスクリーニングし、がんなどの疾患の予防、病態解明、および新たな治療法の開発につながると考える。将来的には、岡山県における科学技術社会、生命科学や医学の進歩、発展に貢献できると考える。

インドールの陽極酸化を鍵とする 1, 2-転位反応の開発とその利用

岡山大学大学院自然科学研究科 助教 佐藤 英祐

インドール環は電子豊富な芳香環であり酸化されやすい。実際に、生体内では酸化酵素、有機合成化学的には酸化剤の影響を受け、1,2-転位を起こしてオキシインドールが形成される。この化学変換を有機合成で引き起こすには、有毒な酸化剤が当量以上必要である点が問題となる。これを解決するため、本研究では『陽極酸化を利用したインドールの新規 1,2-転位反応の開発』に取り組む。

陽極酸化反応は通常の試薬を用いる有機化学変換とは異なり、電気を駆動力とすることで環境低負荷な化学変換を実現する。申請者の行う研究は、インドール化合物を陽極酸化によって効率的に合成する手法を提供するものである。研究期間内に、インドール化合物を用いた陽極酸化反応による転位反応の条件を確立するとともに、その反応条件の最適化や基質適用範囲を明らかとする。

一般に、インドール環を含む天然有機化合物はインドールアルカロイドと呼ばれる。特に本研究において得られる 3-スピロ-2-オキシインドール化合物は、有機化学的に興味深い構造をしていることに加えて、有用な生物活性を有するものが存在することなどの理由から、有機化学だけでなく、医薬品など他分野においても重要度が高い。このような点で、本研究テーマは幅広い科学へと貢献することが可能であり、岡山県における科学技術社会の発達に寄与するものである。

テラヘルツ波を用いた TNT 爆薬イメージセンサーの開発

岡山大学大学院ヘルスシステム統合科学研究科 助教 王 璿

本研究では、爆発物などの危険物を迅速に検出し、社会の安心安全に貢献するため、迅速かつ高精度で爆薬物を検出できるセンサシステムを開発することを目的とする。

研究代表者は、これまでに表面プラズモン共鳴 (SPR) センサと爆薬認識ペプチドを組み合わせ、超高選択爆薬センサの開発を行ってきた。代表的な爆薬であるトリニトロトルエン (TNT) を高選択かつ高感度 (sub-ppm の範囲) で測定可能なセンサ表面と測定手法を開発してきた。SPR センサは、ターゲットが明確な用途で高選択的にターゲットを検出できるが、非常に高価な認識素子ペプチドの合成、低分子の超高感度検出やセンサアレイ化は困難であり、異なる原理の新規センサが必要であると思いついた。

一方で、テラヘルツ波は、光のように直進性と集光性をもち、電波のように紙や布、陶器などを透過するため、X 線に代わる透視イメージング手法の一つとして注目されています。同時に、多くの物質がもつテラヘルツ領域での分子の振動や回転準位に起因する特徴的な吸収スペクトル (指紋スペクトル) を調べることで、物質の同定が可能となります。このような特徴から、空港や郵便物における爆薬や禁止薬物の検査、身の回りの有害・危険物質や空気質などのセキュリティ応用が期待されています。

本課題では、爆薬や有害化学物質を検知することができる新規テラヘルツ波イメージセンサーを開

発・社会実装する。このような可視化システムは、危険を未然に回避し、安全、安心、快適な生活環境を実現することが出来る。加えて、本システムにより有機分子認識素子の開発を化学科学研究者に提供することが可能となり、岡山県の化学学科研究の促進につなげることができる。

粘性溶液中での二次元炭素材料の配向とスクリーン印刷による配向三次元電極の作製

岡山大学異分野融合先端研究コア 助教(特任) 古茂田 将人

グラフェンや酸化グラフェンなどの二次元炭素材料は大きい比表面積、二次元構造による物質移動の容易さなどから、次世代素材として注目されている。しかし、電極材料として使用してもその利点を生かせない研究が多い。その理由は表面に露出している部分が少なく、図2緑部のように使用されない部分が多いためである。そのため、本研究では二次元炭素材料の性質を最大限生かせるように、二次元炭素を垂直に配向させた電池用電極を作製することを目的とする(図3)。これは、表面で配向させる点に新奇性があり、電池に使用すると出力や容量の向上の効果が得られる。申請者は酸化グラフェンの電気化学的手法による大量合成に成功しており、前述の印刷による電極の作製と合わせ、知識、経験ともに成功の見込みがあることからこの課題を中心にした。



図2 二次元材料の配向と機能する部分 (黒：機能あり 緑：機能なし)

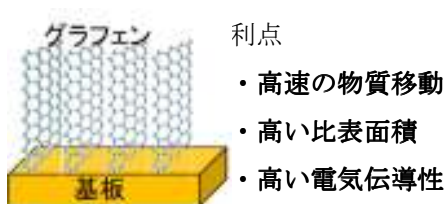


図3 目標の物質の模式図

岡山県ではおかやま次世代電池共創コンソーシアムを立ち上げ、蓄電デバイスの技術発展に注力している。本研究は電池の蓄電容量の向上や瞬間的な出力の向上を目的としており、高性能な蓄電デバイスの作製の基礎技術として活用されることが期待できる。この研究により、岡山県の電池関係事業に大きく貢献することができると考えている。

IV. 産業先行研究 岡山県産業振興財団科学技術賞 潜熱蓄熱カプセルのナノスケール化

岡山大学大学院自然科学研究科 講師 山田 寛

本研究の目的は、排熱回収に利用する蓄熱物質含有マイクロカプセルの粒径をナノスケール化することである。

熱エネルギーの有効利用は、化石燃料の輸入にエネルギーを依存している現状における喫緊の課題であり、これは沿岸部に大規模な工場群を抱える岡山県も例外ではない。なかでも、100℃以下の低温排熱は取り出し得るエネルギーが少ないことから利用されてきておらず、効率よく熱を回収する技術の確立が急務とされている。本申請者はその候補として、蓄熱物質が固体-液体間で相変化する際の潜熱(Fig. 1)に注目しており、蓄熱物質の漏洩に対する安全性や輸送の自由度を考慮した場合、蓄熱物質が固体殻に内包されたマイクロカプセルを液体に分散させること(Fig. 2)が最善で



Fig. 2 マイクロカプセル分散流体の例

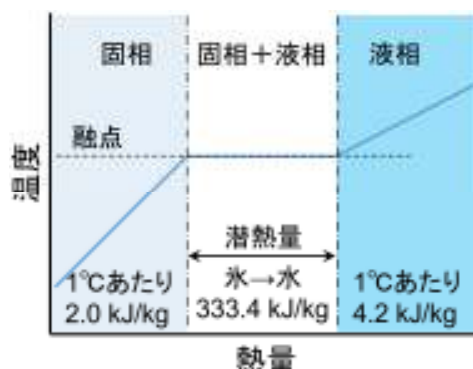


Fig. 1 熱量と温度の関係. 相変化する際、多くの熱量を取り扱うことができる。

本申請者はその候補として、蓄熱物質が固体-液体間で相変化する際の潜熱(Fig. 1)に注目しており、蓄熱物質の漏洩に対する安全性や輸送の自由度を考慮した場合、蓄熱物質が固体殻に内包されたマイクロカプセルを液体に分散させること(Fig. 2)が最善で

あると考えている。しかしながら、既に実用化されているマイクロカプセルは直径数・m と大きい。そこで、内包される蓄熱物質の割合を変えずに マイクロカプセルの粒径をさらに小さくすることができれば、比表面積の増加による周囲流体との熱交換促進や殻厚さの低下による熱抵抗の低減にもつながると考えられる。

触媒金属の精密制御による長尺・高密度・高結晶カーボンナノチューブ合成

岡山大学大学院自然科学研究科 助教(特任) 井上 寛隆

炭素繊維に代表される軽量性と高強度性を併せ持つ繊維は、航空機や自動車の軽量化による燃費向上、風力発電ブレードへの適用による高効率化及び高耐久化に寄与し、脱炭素社会の進展に大きく貢献する材料となっている。申請者等が作製している CNT 紡績糸は、炭素繊維の 10 倍以上の理論強度を持つ CNT を無数に束ねることで形成されていることから、理想的な構造を持った CNT の合成および効果的なバルクスケール化プロセスを開発することができれば、炭素繊維を超える超高強度かつ軽量の構造体の実現が期待される。現状の CNT 紡績糸の機械強度は炭素繊維の 6 分の 1 程度と低い値に留まっているが、この大きな原因として紡績糸を構成する CNT 自体の結晶性の低さがある。CNT 中の欠陥は、成長後の加熱処理など後処理プロセスでは完全修復が不可能であることが示されており、まさに CNT の合成段階において、現在の合成条件の概念を超えた新規な高結晶成長プロセスの開発が必要とされる。従来の CNT 合成に関する研究では、合成パラメータの複雑さから、ある特定の構造(長さ、径、密度、結晶性等)をそれぞれ別々の課題として設定し制御するという状況から脱却できていない。本研究では、CNT の成長核となる触媒金属の動きを精密に制御することにより合成パラメータ間のトレードオフを克服し、紡績性を発現する条件である長尺、高密度な成長を維持しつつ高結晶性を併せ持つ CNT 合成を実現するという、新奇かつ挑戦的な課題となる。本課題の達成により CNT 紡績糸の高強度化および産業利用が大きく進展すると予想され、産業界への波及効果が大きいことから、申請者の中心課題として設定している。次世代の環境適合型素材である CNT 紡績糸の大幅な高性能化を目指した本研究は、岡山県の中心産業である繊維産業と、岡山市の目指す「SDGs 未来都市」実現を結びつける重要な役割を果たすものであり、岡山県における科学技術社会の発展に寄与する研究になると確信している。

太陽光発電と電気自動車を用いた電力系統安定化制御法

岡山大学大学院自然科学研究科 助教 高橋 明子

近年、低炭素化社会の実現のため、太陽光発電(PV)システムと電気自動車(EV)の導入が進められている。需要を上回ったPV電力は電力系統へ逆流するため、日中に系統電圧が上昇する要因となる。安定した電力運用のためには、系統電圧が適正範囲内に維持される必要があり、系統電圧が上昇するのを防ぐために、PV電力の出力抑制制御が実施される。これは、発電機会の損失であり、電力自給率の低い日本において、効果的なPVエネルギーの活用を困難としている。一方、EVは、非走行時であり電気料金が安く設定されている深夜から早朝に充電されることが多い。そのため、今後、EVが多くのご家庭で所有されるようになると、EVによる充電が電力系統にとって大容量の電力負荷となり、深夜から早朝に系統電圧が低下

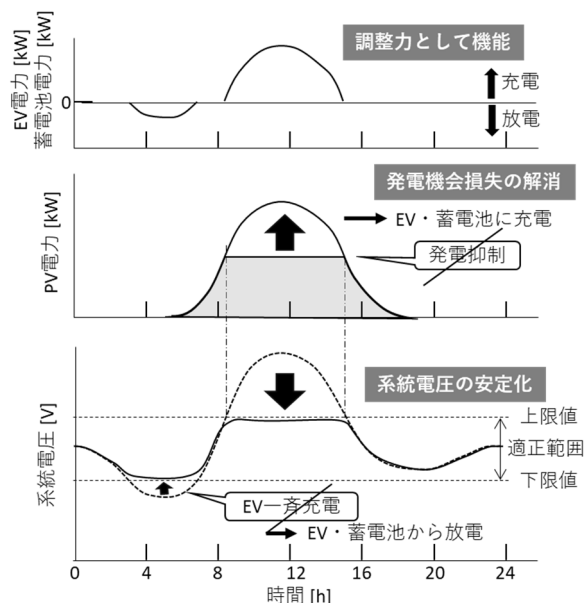


図 系統安定化制御イメージ図

し、適正範囲を逸脱する要因となる。そこで本研究は、PV システムが大量に導入された電力系統において、分散設置された走行していない EV や蓄電池を用いて系統電圧を適正範囲内に維持すると共に、PV システムの発電機会損失を解消する電力系統安定化制御法を開発する（図参照）。

「晴の国」岡山は、PV システムを設置するのに適しており、日本で最大級のメガソーラーをはじめ、多種多様な PV システムが数多く稼働している。また、岡山県には EV を製造する企業があり、これに関連した地元企業も多い。本申請の研究により創成される技術は、安定な電力供給と運用を支えるものであり、岡山県下の PV システムの電力を有効に活用することに大いに貢献する。また、EV の導入拡大を推進し、EV の付加価値を示すことができるため、岡山県の EV 関連会社への波及効果が高いと考える。

機能性高性能高分子の一次構造制御

岡山大学大学院環境生命科学研究科 助教 新 史紀

高性能高分子と高機能性高分子に関する研究はこの50年の間に大きく進歩し、世界中において科学的にも産業的にも極めて重要な位置づけとなった。しかしながら、高性能高分子が芳香族系高分子をベースとしているのに対し、高機能性高分子はビニル系高分子がベースとなっており、重合の反応機構が大きく異なることやキャラクタリゼーション手法の違いなど似て非なる関係であることから、一見高分子という枠組みで同一と見られがちではあるが、実はこれらにはあまり接点がない。しかしながら、次世代の高分子材料創製を考えるとそれぞれの分野が真に融合されることが必要であり、新奇高分子材料として、申請者は高性能高分子に機能性のエッセンスが付与された機能性高性能高分子に注目している（図1）。高性能高分子は一般的に芳香環などの剛直構造の繋がりによって主鎖骨格が構成されているため、官能基が付与されると高性能性を低下させたり重合反応点の活性を低下させたりすることもある。したがって、これらは機能性高性能高分子を創製していくうえで必ず解決していくべき課題であるといえる。申請者はこれらの問題を解決すべく、バイオマスの化学構造と重合相変化法に注目した。芳香族系のバイオマスは化学構造だけでは想像できない機能性を発現する高付加価値素材である。また、重合相変化法では自己テンプレート作用により反応選択性が向上し、付与された官能基の重合反応への影響は小さくできる可能性がある。本申請テーマでは、重合反応における反応点制御を課題として設定し、3官能性バイオマスであるカフェ酸を用いた反応点制御技術の提供を目的とする。岡山県には多くの研究組織や化学メーカーがあり本研究が供する科学の発展により、岡山県の科学技術社会の発展に大きく寄与できるものと確信している。

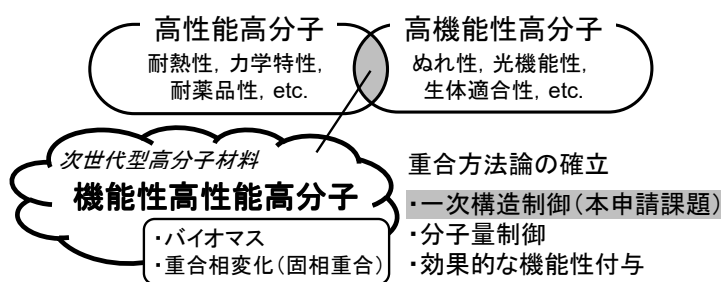


図1. 本申請テーマの位置づけ

2. 学術研究助成金贈呈式

令和2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。

《ほっと交流会》

「岡振サロン」では色々な方に「ほっとな話題」を提供していただき、気軽に意見を交わす「ほっと交流会」を開催しています。お気軽にご参加下さい。

第77回交流会（開催日未定）

講師：阪田 佑作 氏（岡山大学名誉教授）

話題：「妄想：日本人とは何者か？いつ頃どこから来たのか―単純な疑問で素人が調べてみた（その2）―」

場所：岡山大学新技術研究センター1F 参加費（軽食付）：1,000円

《(公財)岡山工学振興会賛助会員を募集しています。》

(公財)岡山工学振興会は、平成元年2月3日に設立された特定公益増進法人です。本財団は、理工学に関する研究を振興するとともに、先端技術の向上を目指した大学と産業界等との連携を図り、もって学術及び技術開発の進展に寄与することを目的としています。賛助会員になっていただきますと、産学交流や情報交換の機会が得られます。また、共同研究、委託研究等についても、緻密な人的ネットワークを駆使して適切な研究者を紹介します。本会の趣旨にご賛同のうえ、是非とも賛助会員をお引き受け頂き、ご支援賜りたくお願い申し上げます。

会費は、法人賛助会費（一口50,000円/年）、個人賛助会費（一口5,000円/年）で、一口またはそれ以上をお願い申し上げます。

申し込み手続きにつきましては、(公財)岡山工学振興会事務局までご連絡いただければ、「賛助会員申込書」をご送付します。また、賛助会員の詳細および申込用紙は財団ホームページ (<http://ofst.or.jp/>) からダウンロード出来ます。

平成27年度から賛助会費については、定款の変更に伴い、寄附金控除の対象となりました。

賛助会員（法人）

- 株式会社 OKI ソフトウェア
- 株式会社システムズナカシマ
- 北興化学工業株式会社
- みのる産業株式会社
- 安田工業株式会社
- ナカシマプロペラ株式会社
- 株式会社英田エンジニアリング
- 新興工業株式会社
- 倉敷化工株式会社