



News Letter No. 127

 公益財団法人
岡山工学振興会 編

2023. 12 発行

〒700-8530 岡山市北区津島中3丁目1番1号 岡山大学新技術研究センター内

Tel&Fax: 086-255-8311 E-mail: ofst@okayama-u.ac.jp

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

令和5年度学術研究助成 特別研究紹介

産業用ロボットの導入容易化のためのデータ駆動最適化技法の研究

岡山大学学術研究院環境生命自然科学学域 教授 西 竜志

【研究の背景】

近年、製造業を中心として人手不足を解消するために産業用ロボットによる人作業の自動化が急速に進んでいる。産業用ロボットは今後、医療、ヘルスケア、交通などのサービスやコンビニエンスストアなどの社会への普及が見込まれている。これらの新しい領域にロボットを導入するためには、産業用ロボットの導入容易化のための意思決定支援システムの開発が必要となる。現状では、各ロボットメーカーは様々な種類のロボットを提供するとともに、システムインテグレータ（Sier）と呼ばれる技術者が産業用ロボットの配置計画や作業手順の策定、ティーチングや制御プログラムの実装などの作業を支援している。しかしながら、これらの業務には専門的な知識が必要となるため、産業用ロボットをするシステム技術が必要である。本研究では、産業用ロボットの機器選定、動作計画、配置計画、制御則設計に関する意思決定を支援するために高度な最適化技法の開発に関する研究を行う。

ロボットシステムのシステム設計には、従来からシミュレーション技法が用いられてきました。しかしながら、シミュレーション技法ではシステム設計者が様々な条件でシミュレーションを実行する必要が生じるため、実用的でかつ最適なシステム設計解を得ることは困難である。また、従来から用いられてきた最適化技法では、ロボットのシステム設計や動作計画問題に適用した場合、計算負荷が増大することにより、実用的な時間で詳細な設計解を得ることは難しい。本研究では人工知能技法とシステム最適化を融合した新しいデータ駆動最適化手法に基づく産業用ロボットの最適配置や動作計画を得ることを目的としている。多量のデータから得られる機械学習モデルを用いた最適化技法を採用することにより、従来のシステム最適化技法に比較して、計算精度を維持しつつ、総計算時間を1/10～1/40程度まで時間を短縮することが可能となることが明らかになっている。以上を実現するために、以下の1～3の研究を行う。

1. 産業用ロボットを利用した各種作業に対して作業対象物のデータやロボットの仕様、性能など

をデータベースとして構成する。

2. 産業用ロボットの使用環境や装置などの情報が与えられたとき、ロボットの動作計画や配置計画を得るためのデータ駆動最適化アルゴリズムを構築する。
3. 得られた動作計画、配置計画を3Dシミュレーションや実験装置を用いて実現し、最適化の効果を検証する。

【国内及び国外における研究状況】

ロボットシステムの導入容易化のためにシミュレーションやデータベースを用いた意思決定支援システムは導入されているが、データ駆動多目的最適化技法を援用した方法は導入されていない。国内外におけるロボットのレイアウト最適化に関する研究ではなされているが、レイアウト最適化の際にロボットの動作計画は反映されていない。本研究におけるデータ駆動最適化では、大量のシミュレーションデータを機械学習モデルで学習し、得られた機械モデルを用いて最適化を行うため詳細な動作計画を考慮したレイアウトの最適化が可能となる点で異なる。ロボットの動作計画において、多種多様な動作計画のプランナーが開発されているが、従来の手法では実行可能解を得るために多大な計算時間を必要として実用的とは言えない。本研究では強化学習や機械学習モデルを併用した最適化技法を用いることにより、種々の変動に対しても柔軟に対応可能である。以上のデータ駆動最適化技法を産業用ロボットシステムの導入容易化に用いることで岡山県内のロボットメーカー、製造業、機械メーカー、システムインテグレータのロボット導入時が容易となり、システムインテグレーションに必要なコストを大幅に下げることができると期待される。

【ロボットシステムの階層型最適意思決定支援システム】

データベースを活用した機器選定最適化、配置動作計画最適化、シミュレーション検証システムから構成される階層型ロボットシステム最適化システムを図1に示す。要求仕様に合わせた最適な機器選定と最適配置計画・最適動作計画を実現する。得られた配置と動作計画に基づいてロボットのモデリング言語を活用したシミュレーションにより動作プログラムの検証やティーチングレス動作を実現し、コンベアピックプレース実験装置で実機検証を行う。

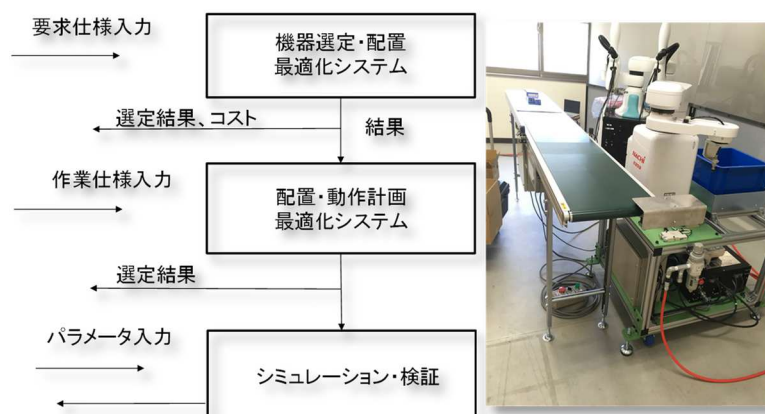


図1. 階層型最適化システムとコンベアピックプレース実験装置

【記号列入力による動作計画と配置計画の同時最適化】

ロボットによる商品の品出し作業において、簡単な記号列表現のタスク入力(参考文献 1)によってロボットが動作計画と配置計画を同時に最適化するアルゴリズムの開発を行う。モンテカルロ木探索によってタスクを実現するための状態遷移を探索し、ロボットの動作時間を推定する機械学習を用いたサロゲートモデル(代理モデル)を用いてロボットの動作時間を考慮した最適な配置を決定し、それを実現するロボットの軌道計画までを一連の流れで求める(図 2)。

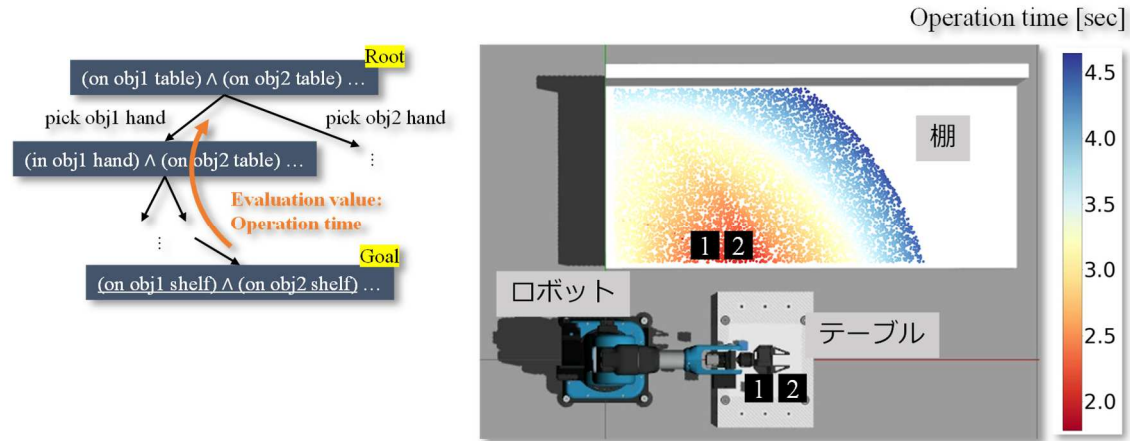


図 2. 木探索によるタスクプランニングと代理モデルを用いた配置最適化

【商品品出し作業の動作計画最適化】

商品に衝突せずに品出しを行うための動作計画手法を提案しています。ROS (Robot Operating System) を用いて経路点候補をロボット周囲に自動生成し、環境の複雑さに合わせてモーションプランナーを切り替えることで動作計画の成功率向上と動作時間短縮を実現する。これらの有効性を動力学シミュレーションで検証する(図 3)。



図 3. 品出し作業用シミュレーションと実機ロボット

【ロボットの省エネルギー動作計画最適化】

産業用ロボットアームの消費エネルギーと動作時間を最小化する動作計画手法(参考文献 2, 3)を提案し実機ロボットで検証する。鳥の群れがエサを求めて移動する行動を模倣した粒子群最適化アルゴリズム(Particle Swarm Optimization)を適用し、動力学シミュレーションで最適化した動作計画を産業用 4 軸スカラ型ロボットに実装して動作を検証する(図 4)。

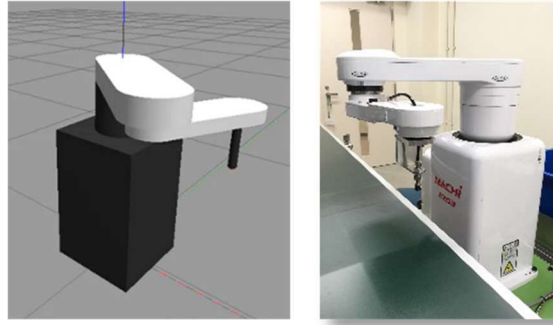


図 4. 省エネルギー動作計画を実装した産業用ロボット

今既存の設備備品として、スカラ型産業用ロボット(EZ03)2台、人間型ロボット(Sciurus17)、6軸産業用ロボット(VS06)を有している。今後はこれらの産業用ロボットを用いてデータ駆動最適化技法の研究開発を進めるとともに、当財団の助成を用いて、新たなロボットを導入し、データ駆動最適化技法の研究を進める予定である。

最後に、本研究をご採択いただいた公益財団法人 岡山工学会に心から御礼申し上げる。

参考文献

1. Tomoya Kawabe, Tatsushi Nishi, Ziang Liu, Tomofumi Fujiwara, Symbolic Sequence Optimization Approach for Task and Motion Planning of Robot Manipulators, Proceedings of IEEE International Conference on Automation Science and Engineering, 2023.
 2. Kazuki Nonoyama, Ziang Liu, Tomofumi Fujiwara, Md Moktadir Alam, Tatsushi Nishi, Energy-Efficient Robot Configuration and Motion Planning Using Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization, Energies, Vol. 15, No. 2074, pp. 1-20, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15062074>
- Md Moktadir Alam, Tatsushi Nishi, Ziang Liu, Tomofumi Fujiwara, A Novel Sampling-Based Optimal Motion Planning Algorithm for Energy-Efficient Robotic Pick and Place, Energies, Vol. 16, No. 19, 6910: <https://doi.org/10.3390/en16196910>

「令和5年度特別研究（内山勇三科学技術賞）受賞者」

光をくすりへ！？：光受容タンパク質「ロドプシン」の多様性の探究と可能性の追求

岡山大学学術研究院医歯薬学域 教授 須藤 雄気

1. はじめに

「生物」とは何だろうか？この問いに答えるために、河原の石とミルクを例に、「無生物」とは何かを考えてみたい。河原の石は時間とともに丸くなり、コーヒーに入れたミルクは時間とともに均一となる（図1）。これらの現象は、物理化学の言葉では、エントロピー増大則（熱力学第二法則）と呼ばれ、全ての「無生物」は、この法則に従って変化する。実際に、この変化の逆が起こらないことは容易に想像できる（河原の石が大きくなる。ミルクコーヒーがミルクとコーヒ

ーに分離する)。一方、「生物」は、その形を保ちながら、均一な溶液である体液の中で、生体を構成する核酸やタンパク質などの物質の合成・分離・移動を実現している。このような、「生物」が示すエントロピー増大則に反するかのような振る舞いは、「外部エネルギーの利用」で説明される。すなわち、炭化水素や糖などの代謝エネルギーを利用して、エントロピーの減少をとまなう反応を実現する（図1）。このように、「生物」と「無生物」の最も大きな違いは、外部からのエネルギーを利用するか（生物）・利用しないか（無生物）にあると言える（図1）。



図1 「生物」と「無生物」の違い＝外部エネルギー利用

2. 光エネルギーを用いた生命機能制御＝光をくすりへ！？

ヒトでは、1日に2,000 kcal（キロカロリー）程度のエネルギーを摂取し、ほとんど同じ量のエネルギーを消費することで、様々な生物応答を実現している。私たちヒトは、太陽光のエネルギーで育った農作物を食べたり、その農作物で育った家畜などを食べて生きており、生物のエネルギーの源は太陽光であると言える。太陽はその内部の核融合反応によって、6,000 K（ケルビン：約6300 °C）という超高温物体となっており、その熱エネルギーが光エネルギーに変換（黒体輻射）され、そのごくごく一部が地球に降り注ぐことになる。一部とはいえ、そのエネルギーは膨大で、1秒間に約42兆kcalに達する（農林水産省 HP: <https://www.maff.go.jp/kanto/nouson/sekkei/kagaku/nani/03.html>）。つまり、太陽光から地球に届くわずか1秒間の光エネルギーで、2,100億人の1日分のエネルギーをまかなえることになる。また、光のエネルギー（ E ）を別の観点「 $E = h \times c \div \lambda$ 」から考えてみたい。ここで、 h はプランク定数という決まった値であり、 c は、光の速さで、約30万km/秒である。 λ は、波としての光の間隔を表すもので、太陽光を例にとると500 nm（ナノメートル）である。これらの値を先の式に代入すると、光のエネルギー（ E ）は、約240 kJ/mol（キロジュール/モル）と計算される（図2）。

ここで、生体内におけるあらゆる生物応答（例：呼吸、運動、代謝、分解、排泄等）は、アデノシン三リン酸（ATP）と呼ばれる化学物質（別名：生体エネルギー通貨）がアデノシン二リン酸（ADP）に分解される時に放出されるエネルギー（約52 kJ/mol）により引き起こされる（図2）。このように、光のエネルギー（240 kJ/mol）は、生物（ATP）のエネルギー（52 kJ/mol）よりも、4～5倍大きいこと、すなわち、理論的には、光を使って、脳を動かしたり・止めたり、筋肉や心

臓を動かしたり・止めたりすることができることになる。私たちの研究室ではこのような観点から、従来の「くすり」の概念を拡張し、「光がくすりになる!？」と考え研究を行っている(図2)^{1),2)}。

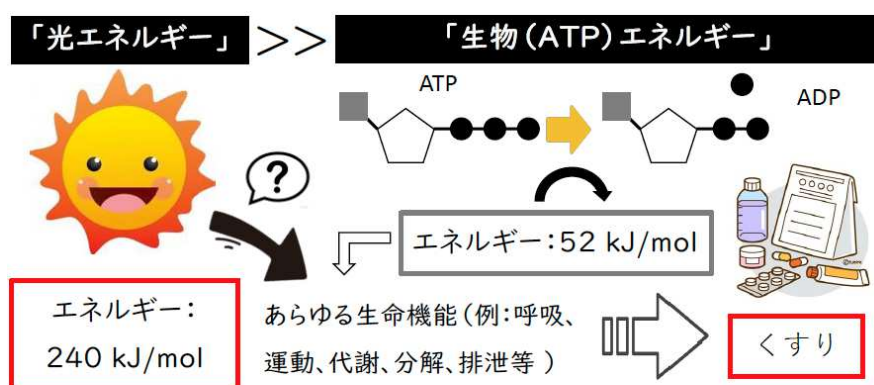


図2 「光エネルギー」と「生物エネルギー」:光をくすりへ!?

3. 生体内光エネルギー変換素子・「ロドプシン」による生命機能制御・操作

一般に、生物個体を構成する分子(核酸、タンパク質など)は、透明である。より専門的には、生体分子は可視光領域(400-700 nm 程度)に吸収を持たない。このことは、生物が光(可視光)を利用するためには、光受容分子が必要ということの意味する。ヒトをはじめとした動物や微生物は、「ロドプシン」と呼ばれる光受容タンパク質を持っている(図3)³⁾⁻⁸⁾。ここで、ロドプシンは、ビタミンAアルデヒドであるレチナール色素をタンパク質中央付近に共有結合により保持することで、可視光を吸収している³⁾⁻⁸⁾。ヒトの視覚を例にとると、眼球を通じて入ってきた光は、網膜と呼ばれる場所に集まり、そこに存在する「ロドプシン」が光を吸収する。光を吸収したロドプシンは、G タンパク質と呼ばれる分子を活性化し、最終的に電気信号に変換された後、視神経を通して脳の視覚野に伝わり、「見えた」となる⁸⁾。すなわち、「ロドプシン」は生体におけるエネルギー変換素子であると言える。

私たちの研究室では、環境特異性(例:ミネラルが多い河川、温度の高い温泉、光が届きづらい深海、塩濃度の高い塩湖など)に着目する独自の発想により、多様な生物種から 500 種類を越える新規ロドプシンの単離同定に成功してきた(図3:①探索)。また、多様な手法(分光学、生化学、細胞生物学など)を用いた解析を行い、常識を覆す全く新しい機能や性質(転写調節、二価イオン輸送体、耐熱性分子等)を次々と明らかにしてきた(図3:②解析)。さらに、①②で見出した新規ロドプシンのその機能多様性を基礎に、「光をくすりへ!？」に取り組んでいる。具体的には、様々な生物(動物・植物・細菌)を対象に、天然・改変ロドプシンにより多様な生命機能の光制御・操作(タンパク質合成や pH 制御による微生物の運動制御、藻類葉緑体へのロドプシン導入によるバイオマス増産、線虫個体の神経抑制、がん由来細胞のアポトーシス(細胞死)誘導、膜電位イメージング、光薬物送達システムなど)を実現してきた(図3:③応用)³⁾⁻⁸⁾。

以上を示した研究を、今後さらに強力に進める上で、岡山県は、極めて恵まれた環境にある(長い日照時間、多様な自然環境(瀬戸内海、3本の一級河川、多彩な温泉)、先進医療に対応した岡山大学病院を有する)ことに気がつく。今後とも、岡山発の世界的な研究として、「光をくすりへ!」

を達成すべく努力していきたい。



図3 「ロドプシン」の①探索・②解析・③応用 3)-8)

4. 謝辞

本稿で示した研究を進めるにあたり、研究室の旧・現所属の全ての方々（スタッフ、ポスドク、技術員、学生など）および共同研究者の皆様の多大な貢献に深く感謝いたします。また、研究をさらに進めるにあたり、強く背中を押して頂きました、公益財団法人 岡山工学振興会に感謝いたします。

参考文献

- 1) 光がくすりになる！？—ロドプシンによる生命機能の光操作, 須藤雄気 & 小島慧一, 月刊「化学」, 77, pp. 64-65 (2022).
- 2) 光+ロドプシン=くすり, 須藤雄気, 小島慧一 & 川西志歩, フォトニクスニュース, 7, pp. 153-158 (2022).
- 3) Microbial rhodopsins: Wide distribution, rich diversity and great potential, Kurihara M., & *Sudo Y., **Biophys. Physicobiol.**, 12, pp. 121-129 (2015).
- 4) The unlimited potential of microbial rhodopsins as optical tools, Kojima K., Shibukawa A., & *Sudo Y., **Biochemistry**, 59, pp. 218-229 (2020).
- 5) 微生物ロドプシンの多様性と可能性, 須藤雄気 & 小島慧一, **生物物理**, 60, pp. 209-214 (2020).
- 6) マルチタレント光受容タンパク質「ロドプシン」, 須藤雄気 & 小島慧一, **現代化学**, 5, pp. 50-53 (2021).
- 7) Microbial rhodopsins as multi-functional photoreactive membrane proteins for optogenetics, Nakao S., Kojima K., & *Sudo Y., **Biol. Pharm. Bull.**, 44, pp. 1357-1363 (2021).
- 8) Convergent evolution of animal and microbial rhodopsins, Kojima K., & *Sudo Y., **RSC. Adv.**, 13, pp. 5367-5381 (2023).

「令和5年度特別研究（内山勇三科学技術賞）受賞者」

シクロトリホスファゼン誘導体の選択的な合成法の開発

岡山大学 学術研究院環境生命自然科学学域 准教授 黒星 学

シクロトリホスファゼンの一つであるヘキサクロロシクロトリホスファゼン (HCCP) は五塩化リンとアンモニアから容易に合成される6つの P-Cl 結合を有する六員環無機化合物である。これと種々の有機求核剤とを反応させると有機・無機ハイブリッド化合物が合成できる。1834年に HCCP の合成が初めて報告されて以来、多くの誘導体が開発され、難燃剤、ハードディスクドライブなどの潤滑剤、木材などのハードコート剤などとして利用されている。また開環重合したポリホスファゼンは難燃性ゴムなどとして利用されている。

HCCP の P-Cl 結合は反応性が適度に高く、これに求核剤を作用させると容易に置換が起こる。以前は6つの同じ置換基を導入したものの合成がほとんどであったが、今世紀に入ってから異なる置換基を導入して多機能性を発現しようという試みもなされている。これをさらに進めて、「6つの異なる置換基を自在に導入することができ」るなら、あたかも三面六臂の阿修羅様のような高度な多機能の化合物が構築できると考えられる。しかし、これらの6つの P-Cl 結合はすべて等価であるので、置換基を何個、どこに、立体を制御して導入しようとする、図1のように様々な異性体が生じてしまう。

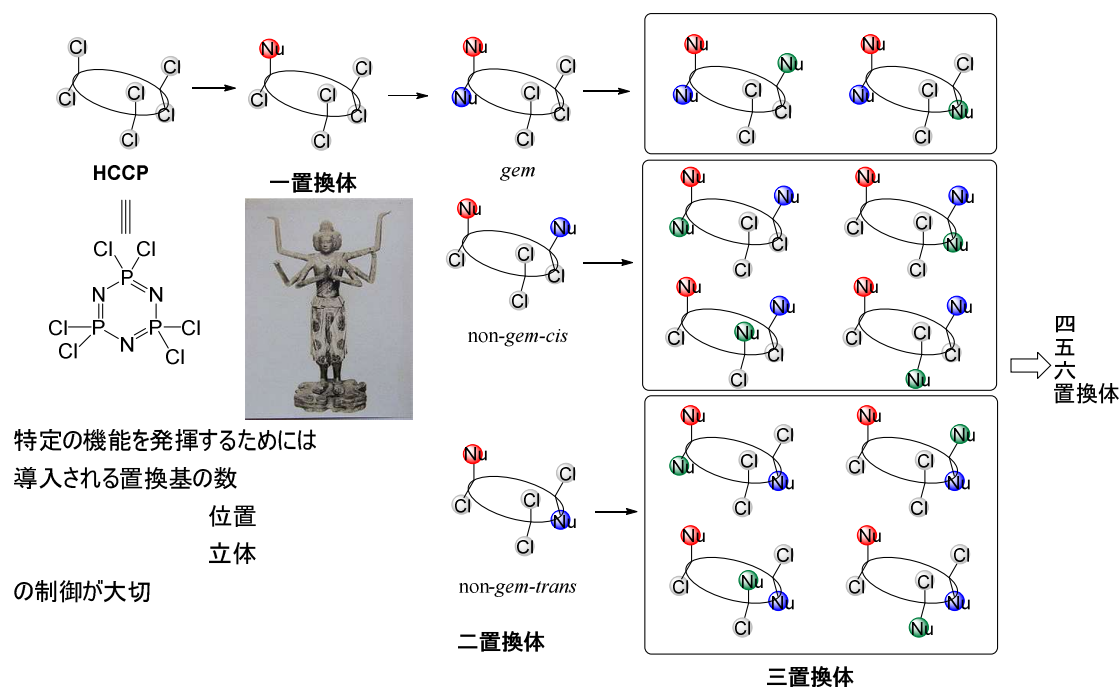


図1. HCCPとその誘導体の一部

いくつかの求核剤と反応条件を最適化したところ、これまでのところ、

- ・大過剰 (51 mmol/HCCP 4 mmol) のアンモニアガスと室温で反応させると、溶媒にジエチルエーテルやトルエンを用いると 2,2-置換体が、アセトニトリルを用いると 2,2,4,4-四置換体がそれぞれ選択的に得られた (*Heterocycles*, **2019**, 98, 931-939)。
- ・チオフェノールとの反応では、アセトニトリル中 0 °C で 2 当量のチオフェノール/トリエチルアミンを加えると 2,2-二置換体得られ、室温で 4 当量のチオフェノール/トリエチルアミン

を加えると 2,2,4,4-四置換体が得られた (*Heterocycles*, **2019**, 98, 940-953)。アンモニアやチオフェノールとの反応では 1, 3, あるいは 5-置換体は得られずまた *gem*-置換体は得られ、*non-gem* 体は全く得られなかった。

・リチウムフェノキシド (3 当量) を THF 中 -40 °C で HCCP に作用させると、フェノールが一つだけ導入されたモノフェノキシペンタクロロシクロトリホスファゼンが得られたが、脂肪族のアルコールは構造未同定の複雑な混合物を与えるだけであった (*Heterocycles*, **2023**, 106, 695-706)。

・THF 中室温でアニリン (2 当量) と HCCP を反応させると、アニリンが一つだけ導入されたモノアニリノペンタクロロシクロトリホスファゼンが得られたが、脂肪族のアミンは構造未同定の複雑な混合物を与えるだけであった (*Heterocycles*, **2023**, 106, 1039-1046)。

・第二の置換基を導入する試みとしては、2,2-ビスチオフェニル-4,4,6,6-テトラクロロシクロトリホスファゼンにアンモニアガスを作用させると、溶媒にクロロホルム/アセトニトリル混合溶媒を用いて室温で反応させるとアンモニアが4つ導入された 2,2-ビスチオフェニル-4,4,6,6-テトラミノシクロトリホスファゼンが得られた。一方、溶媒にジエチルエーテルを用いるとアンモニアが2つ *gem* 位に導入された 2,2-ビスチオフェニル-4,4-ジアミノ-6,6-ジクロロシクロトリホスファゼンが得られた。この際も *gem*- 体だけが得られ、*non-gem* 体や 1, もしくは 3-置換体は得られなかった。また、フェノール/ K_2CO_3 を作用させると、クロロホルム/アセトニトリル (1/3) 混合溶媒中で加熱還流下ではフェノールが二つ導入された 2,2-ビスチオフェニル-4,4-ジフェノキシ-6,6-ジクロロシクロトリホスファゼンが得られた (*Heterocycles*, **2022**, 104, 69-84)。

・2,2-ジアミノ-4,4,6,6-テトラクロロシクロトリホスファゼンに室温でアセトン中リチウムフェノキシドを作用させると、フェノキシドが二つ *gem* 位に導入された 2,2-ジアミノ-4,4-ジフェノキシ-6,6-ジクロロシクロトリホスファゼンが選択的に得られた。また、アセトン中で 50 °C で反応させると、フェノキシドが4つ導入された 2,2-ジアミノ-4,4,6,6-テトラフェノキシシクロトリホスファゼンが得られた (*Heterocycles*, **2023**, 106, 479-487)。

ということが明らかになった (次ページ図 1)。これらのことから、シクロトリホスファゼンの求核置換反応においては溶媒・反応剤・反応温度などを細かく制御する必要があることが明らかとなった。ただ、それらがどういう効果を引き起こすのかということについてはまだ詳細にはわかっていない。これらを明らかにしないと、HCCP に 6 つの異なる置換基を選択的に導入するという最終目的には達することができないだろうと考えられる。

このプロジェクトの問題は、生成・精製した化合物の構造を決定するための情報があまりにもなさすぎることにある。生成物の構造決定のための情報もデータベースは利用できず (そもそも過去に作られていない)、一つ一つ自分たちで種々の機器分析を行い、そのデータを総合して決定していかないといけないという問題がある。また、ホスファゼンの化学は前世紀で終わったと一般的には考えられており、新たな研究が進んでいないという現実もある。そもそも 6 つの等価な P-Cl に異なる 6 つの置換基を入れようという発想はないし、例えば日本化学会の年会のプログラムを検索してもシクロトリホスファゼンは全くヒットしないし、論文を投稿しても「レフェリーが見つからないんですけど・・・」と投稿先から相談されるのが現状ではある。ではあるが、申請者なりに「こういうことができれば楽しいなあ」ということで研究を進めているし、それに対して共感していただいて貴団体から支援をいただいていることには大いに感謝をしているところである。

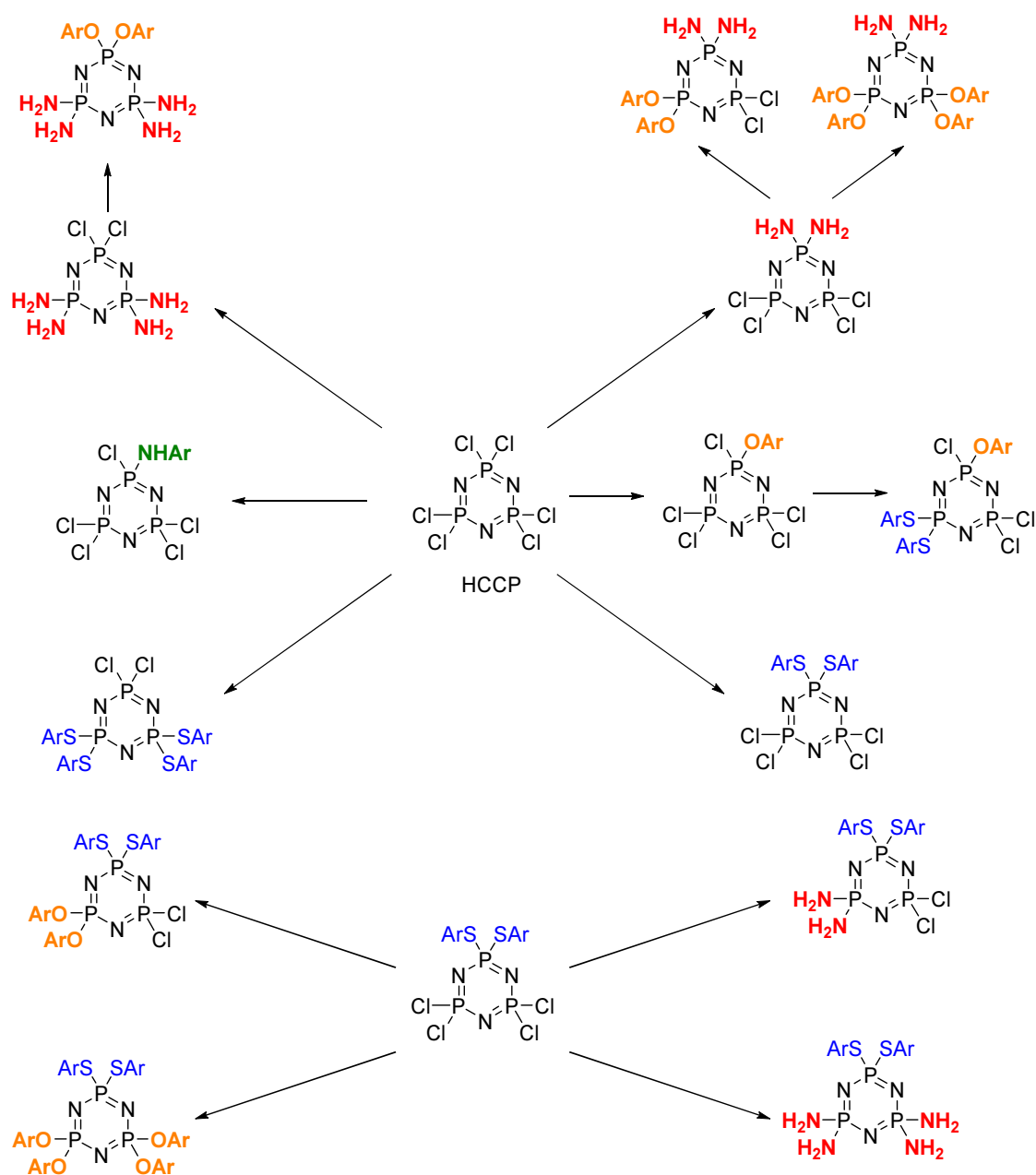


図1. 種々のシクロトリホスファゼン誘導体の選択的合成

今回いただいた助成金を用いて、置換基のバリエーションを増やし、二番目やあるいは三番目の置換基がどのように導入されるか、また選択的に導入するための指針を立てることを目標としている。本来は「それを作ることができたらどういう機能性物質ができるのか?」という問題に答えるべきではあるが、それは将来の課題として残ることになる。

「令和5年度特別研究(内山勇三科学技術賞)受賞者」

財団コラム

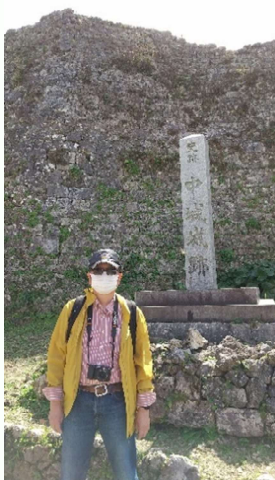
学術研究助成への応募のお願い と「日本 100 名城」巡りの再開

業務執行理事 船曳繁之

平成 27 年(2015 年)より業務執行理事を務めています。近年の低金利のため、財団の資産運用も厳しく、事業の内容を検討してきました。財団が行っている事業を、最近は学術研究助成に力を注ぐように変更させて頂いています。より多くの研究者の皆様に研究助成ができるように財団で考えての変

更です。まだまだ十分な助成とは言えませんが、より多くの研究者の研究の手助けができればと考えております。財団が実施している研究助成は、特別研究、一般研究、萌芽研究です。一般研究には多くのすぐれた研究内容の応募があり、選考にも苦勞しています。それに比べ特別研究への応募は少なく、より多くのすぐれた研究内容の申請を待ち望んでいます。研究者の皆様の学術研究助成への応募をお待ちしております。

前回(岡山工学振興会 ニュース 第 119 号)にて、報告させて頂きました「日本 100 名城」巡りは新型コロナ禍のため 3 年余り中断していました。今年になって新型コロナへの対応が変わり、再開しています。今年は、九州北部と沖縄を巡りました。写真は、沖縄の中城城跡と今帰仁城跡を巡った時のものです。これまで 50 城余りを巡りましたが、まだまだ道半ばです。これから時間を見つけて、100 城を目指すつもりです。皆様もこれまで制約を受けていた活動を活性化させて、大いに羽ばたいてほしいと願うばかりです。



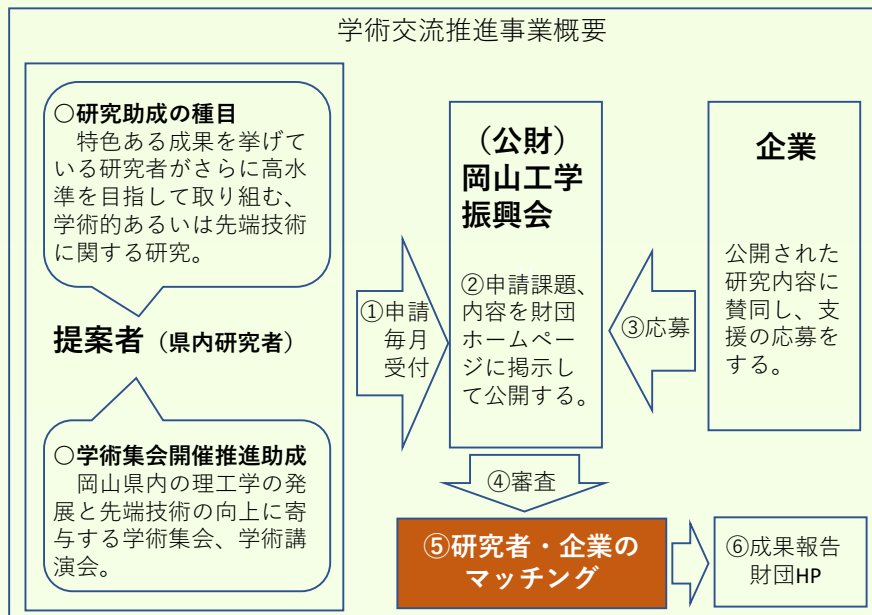
(公財)岡山工學振興会 「學術交流推進事業」のご案内

本財団の事業の一つに「學術交流推進事業」があります。ここで事業の概要を説明させていただきますので、皆様からの活用をよろしくお願い申し上げます。

この助成は、岡山県内における理工学に関する學術ならびに先端技術の向上を目指した優れた學術研究および學術集会等を助成し、その振興を図ることにより、岡山県における科学技術の発展に寄与することを目的としています。

本事業は、研究者から申請のあった研究内容等に賛同する企業等の寄付金をもって充てられます。

申請から、研究者と企業のマッチング、成果報告の流れを、以下の「學術交流推進事業」概略図において①から⑥で示します。



応募要項、申請書式、手続き、応募状況・報告等の詳細は、財団ホームページ(<http://ofst.or.jp/>)に掲載されていますのでご覧ください。

《(公財)岡山工學振興会賛助会員の募集について》

(公財)岡山工學振興会は、平成元年2月に設立された特定公益増進法人で、平成23年11月公益財団法人に移行した法人です。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、もって學術および技術開発の進展に寄与することを目的としています。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。

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る旨の税務署の確認をいただいております。

賛助会費（年額） (1) 法人会員 1口 50,000円 1口以上

(2) 個人会員 1口 5,000円 1口以上

電話/Fax : (086) 255-8311

e-mail : ofst@cc.okayama-u.ac.jp

※詳しくは当財団ホームページ <http://ofst.or.jp/> をご覧ください。