

二国間交流事業 共同研究報告書

令和5年4月27日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
愛媛大学・大学院理工学研究科
[職・氏名]
教授・宇野 英満
[課題番号]
JPJSBP 120197420

1. 事業名 相手国: 中国 (振興会対応機関: NSFC) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 芳香族縮環コロール金属錯体による分子スピントロニクス特性の制御

(英文) Modulation Molecular Spintronic Properties of Aromatic Ring-Fused Corrole-Metal Complexes

3. 共同研究実施期間 平成31年4月1日 ~ 令和5年3月31日 (4年0ヶ月)

【延長前】 平成31年4月1日 ~ 令和4年3月31日 (3年0ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

School of Chemistry and Chemical Engineering, Nanjing
University・Professor・Shen,Zhen

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		4,252,500 円
内訳	1年度目執行経費	1,402,500 円
	2年度目執行経費	1,425,000 円
	3年度目執行経費	1,425,000 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	13名
相手国側参加者等	7名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	3	0	2(2)
2年度目	0	0	0(0)
3年度目	0	0	0(0)

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣:委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入:相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

コロールは、容易に平面状 π カチオンラジカルを生成する酸化還元関与配位子であり、この π ラジカル軌道は非局在化し、より効果的に基板の伝導帯と結合することができるため、分子軌道準位を目的に応じて調節することで、分子レベルで電荷およびスピンを制御できる。このためにコロールの周辺置換基からの摂動による分子軌道準位の変調とコロール平面の歪みによる基盤との相互作用の関係を解明することを目指し、合成の得意な申請者の研究室と電荷及びスピン制御の経験を持つ南京大学沈珍(Shen, Zhen)教授の研究室の活発な交流を目指した。1年目は順調に南京大学沈珍教授および吴凡(Wu, Fan)博士を愛媛大学にお招きするとともに、申請者が香港中文大学陳健成(Chan, Kin Shing)教授、南京大学沈珍教授、安徽師範大学焦莉娟(Jiao, Lijuan)教授、北京大学張俊龍(Zhang, Jun-Long)教授、及び杭州師範大学盧華(Lu, Hua)博士を訪問して、本年度事業の成果並びに本事業計画と今後の方針について討論できた。しかしながら、中国のゼロコロナ政策(中国国内到着地で2週間、目的地で2週間の隔離)のため訪中、訪日いずれの場合でも中国で約1か月の隔離が課されることとなった。このため実質的な派遣や招聘が困難となり、Webやメールベースでの交流に変更せざるを得なかった。相手側のNFSCのファンディングはすでに2021年12月で終了しており、2022年からは中国国家留学基金管理委員会(CSC)の奨学生制度で対応をしていただけることとなり、2022年6月から博士課程学生が来日予定であったが日本での第7波の感染拡大で12月から延期となった。さらに、中国が2022年の12月ゼロコロナ政策の転換を発表したが、日中間の政策の齟齬から、これも断念せざるを得なかった。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

電子吸引性基を持たないコロール類は、空气中で容易に酸化されてカチオンラジカル状態となり、フリーベースの場合はプロトンを失って中性ラジカルとして存在する。中心に銅イオンが配位したテトラベンゾコロールは、銅(II)で中性ラジカルとしてふるまうが、酸化によりカチオンとすると安定な反芳香族性を示すことを明らかにした(*Chem. Commun.*, **2021**, 57, 383)。また、電子吸引性基もメソ置換基も持たないコロールは2量化や酸化を受けやすく扱いにくい化合物として知られているが、かさ高い置換基を β 位に有するコロールは比較的安定であり、[3+1]ポルフィリン合成の副生成物として生成することを見出した。生成原因と条件を検討することで、選択的にメソ位に置換基を持たないコロールの合成法の開発に成功した(*J. Porphyrins and Phthalocyanines*, **2023**, in press, DOI: [org/10.1142/S1088424622500900](https://doi.org/10.1142/S1088424622500900))。これらの発見はコロールの化学の発展に大いに貢献すると思われる。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

対面での交流は2019年度に限られるが、2019年10月に訪中した際に、安徽師範大学の焦莉娟(Jiao, Lijuan)教授と研究について議論した結果、 π 拡張型ボロンジピロメテン(BODIPY)及びBOPHYの蛍光色素研究について情報交換を行っていくことに合意した。これを受けて、安徽師範大学化学・材料科学部と愛媛大学理工学研究科は2020年に5年間の学術交流協定を締結した。さらに、南京大学化学工学院と愛媛大学理工学研究科は自動延長のMOU及びMOAを交わした。これらの協定に従って2021年には学生を派遣して、お互いのノウハウを含めた情報と技術を交換し合う予定であったが、コロナ禍が終息を見せないために中止せざるを得なかった。南京大学沈珍(Shen, Zhen)教授とはコロールの合成と物性について継続的に協力していくことを確認し、本プロジェクト終了後もCSCのファンドを活用して愛媛大学に博士課程の学生を派遣するこ

ととしており、2023 年 6 月からも 1 名の博士課程学生を愛媛大学で受け入れる予定である。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

2019 年 10 月に安徽師範大学で、南京大学、愛媛大学の3大学で機能性分子に関する合同シンポジウムを行った。シンポジウムには、杭州師範大学からの参加者もあり、有機太陽電池や有機発光色素の合成からデバイス作成に至るまで、幅広い講演と討論が行われた。愛媛大学からの発表者は申請者を含めて2名であったが、今後杭州師範大学を含めた4大学で学術交流を深め、シンポジウムを継続していくことで合意した。2020 年度は南京大学で行う予定であったが、コロナ禍により現在も休止状態である。2023 年度の再開を期待している。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

本事業のおかげで、学生を海外派遣するチャンスが増え、愛媛大学から本事業で南京大学に派遣した学生は、博士号取得ののち企業の研究職に就いている。相手国から派遣された研究者のテーマの一部を手伝っていた学生は、博士号取得ののち大学の助教となり研究職についている。申請者の研究室では、博士課程へ進学しても就職に心配することはないように、教員全員が協力している。さらに、博士課程での就学の最大の問題は生活費なので、この一助にでもなればと、企業からの給付型奨学金の取得を援助している。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

社会的貢献のところでもふれたが、2019 年 10 月に安徽師範大学で、南京大学、愛媛大学の3大学合同での機能性分子に関するシンポジウムを行ったことで、杭州師範大学の研究者に招かれて杭州師範大学の施設を見学させていただき、今後の学生交流について意見交換を行った。残念ながら現在までに学術協定の締結には至っていない。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

大学間協定の締結には至っていないが、南京大学化学工学院と愛媛大学理工学研究科は自動延長の MOU 及び MOA を交わした。さらに、安徽師範大学化学・材料科学部と愛媛大学理工学研究科は 2020 年に 5 年間の学術交流協定を締結した。