

二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年4月25日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[代表者所属機関・部局]
東京大学生産技術研究所
[職・氏名]
准教授・南 豪
[課題番号]
JPJSBP1 20187410

1. 事業名 相手国: 中華人民共和国 (振興会対応機関: NSFC)との共同研究
2. 研究課題名
(和文) スマートドラッグおよびその代謝物の脳内検出に向けた超分子電気化学プローブ
(英文) Supramolecular Electrochemical Probes for Nootropics and Their Metabolites in Brain
3. 共同研究全実施期間 2018年4月1日 ～ 2022年3月31日 (4年0ヶ月)
4. 相手国代表者(所属機関・職・氏名【全て英文】)
East China Normal University・Distinguished Professor・Tian Yang
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		4,279,500 円
内訳	1年度目執行経費	1,452,000 円
	2年度目執行経費	1,402,500 円
	3年度目執行経費	1,425,000 円

6. 共同研究全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	6名
相手国側参加者等	5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	4	—	(1)
2年度目	3	—	(1)
3年度目	—	—	(—)
4年度目	—	—	(—)

* 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: 本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)。カッコ内は本委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流実績の概要・成果等

(1)研究交流実績概要(全期間を通じた研究交流の目的・研究交流計画の実施状況等)

本研究では、脳内における薬物代謝のダイナミクスを可視化する分析技術の実現に向けて、金を担体とした超分子電気化学プローブと機械学習を併用した新規脳内分子イメージング手法の提案およびその具現化を目指した。研究交流実績として、各研究代表者並びに各グループの参加研究者が双方を訪問し、研究講演や現地でのディスカッションを積極的に行うことで、研究成果を相互にフィードバックしながらプロジェクトを遂行してきた。2018年には、両グループの開発技術を集約した予備的な評価を実施するために、本国研究グループの参加者(当時博士課程学生)が訪問研究員として相手国グループに参加し、現地での測定を行っている。2019年には相手国グループに所属する修士学生(当時)を本国研究グループで受け入れており、共同研究成果として共著論文発表を行った。

(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)

本研究は、超分子材料が有する交差応答性を生かした実サンプル分析での多成分分析の実現を目指しており、水中媒体中で機能発現する超分子センサの具現化は挑戦的である。体液などの水系媒体中で化学センシングを達成するための先駆的取り組みとして、バイオマーカーの一種である含硫アミノ酸類を標的種として選定し、当該種を定性・定量分析するためのセンサアレイを両グループで設計・開発した。含硫アミノ酸類はバイオマーカーとして生体内で恒常性を維持するなどの重要な役割を担うだけに留まらず、食品分析分野では、鮮度をモニタリングするためのマーカーとなり得る。そこで、開発した超分子センサの認識能を評価するために、食品サンプル中で当該アミノ酸類の検出を行い、機械学習を用いて回帰分析を行ったところ、複雑なセンシング環境下であっても、高い精度で標的アミノ酸種を検出することに成功した。本結果は、両グループの共同研究成果として論文発表している (**Y. Tian, T. Minami et al., *Front. Chem.* 2021, 9, 685783.**)。

(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)

本研究構想では、超分子化学化学センサの開発を基軸とした国際的な研究ネットワークを構築し、とりわけ若手研究者の派遣を積極的に行った交流に注力してきた。異文化交流を通じた若手研究者育成に取り組んだ成果として、両グループ間で共著論文発表を行うことが出来た。

(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)

国際的な共同研究において、本国研究者の得意とする「交差応答的」である分子認識場の構築および機械学習法による多成分分析技術」と相手国研究者の得意とする「小型化・定量的検出に適した電気化学法に基づく生体試料分析技術」を組み合わせ、どこでも・誰でも・簡便に測れる超分子化学センサの具現化に取り組んできた。本センサプラットフォームの基盤確立によって、スマートドラッグ分析に留まらない多種多様な化学種に対する汎用的な化学センシングが期待出来ると確信している。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取り組み、成果)

本研究は学際領域において遂行されるため、多岐にわたる領域の知見を各専門家が共有することで初めて達成される挑戦的な内容であった。すなわち、本研究に携わる若手研究者らが、異分野領域に挑む価値観の異なった様々な研究者と交流し見識を広めることで、新たな研究領域の開拓に挑む基礎体力を身に着けることができる。事実、多様な知識と技術を吸収することができる博士号取得直後の両グループの若手研究者に対して、積極的に交換留学の機会を与えることで、多角的な視点・発想を有する若手研究者の育成に取り組んできた。その結果、本国研究グループから派遣された博士課程学生(当時)は、学位取得後に博士研究員として引き続き南グループで研究活動を行っており、修了時には工学系研究科長賞を受賞している。本プロジェクトを通し

た海外経験を活かして、博士研究員としての活動期間中には、第 71 回リンダウ・ノーベル賞受賞者の参加者に採択されており、国内外において高いアクティビティを示している。このように本プロジェクトを通して、自身の研究を様々な視点から俯瞰的にみつめ視野を広げる機会を与えることは、今後世界で活躍する若手研究者の基礎研究力を高めることに直結すると確信している。

(6)将来発展可能性(本研究交流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)

本研究構想では、両グループが新たな *in vivo* 分析技術の確立を目指した超分子化学センサの開発に取り組んできた。不明瞭な薬剤代謝系を明らかにする本分析技術は、診療現場での活用のみならず、新規薬剤の臨床試験において生理学的に正確な情報を迅速に取得する革新的手法ともなり得る。将来的には、特定の食物を摂取した際や、運動などの身体行動に伴う脳内活動の変化を本手法に基づいてリアルタイムに観察することで、生活スタイルが脳に及ぼす影響を仔細に知ることができる。これは、共同研究によって完成した当該技術が、良質な食品の摂取やレクリエーション体験を通じた、「生活の質」の改善に対する科学的根拠として活用することが期待でき、我々の社会生活の質をより高めることにつながるものといえる。

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

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞、産業財産権の出願・取得など

① 相手国側研究者との共著論文 件数:1 件

X. Lyu, W. Tang, Y. Sasaki, J. Zhao, T. Zheng, Y. Tian, T. Minami, Toward Food Freshness Monitoring: Coordination Binding-Based Colorimetric Sensor Array for Sulfur-Containing Amino Acids, *Front. Chem.* **2021**, 9, 685783-1/7 (招待論文).

② 学会発表・招待講演 件数:3 件 (うち本経費から支出:3 件)

1. 南 豪 (本国研究代表者), Organic Transistor-based Chemical Sensors using Host-Guest Interactions, International Symposium on Advanced Macromolecular Sciences, 中華人民共和国, 2018 年 10 月 11 日
2. 南 豪 (本国研究代表者), Electrical detection of biogenic amines by organic transistors, The 9th Shanghai International Symposium on Analytical Chemistry, 中華人民共和国, 2018 年 11 月 2 日
3. 佐々木 由比 (本国研究グループ参加者), Molecular Self-Assembled Chemosensor Array for Metal Ions, The 9th Shanghai International Symposium on Analytical Chemistry, 中華人民共和国, 2018 年 11 月 1 日 (**Poster Award** を受賞した.)