

二国間交流事業 共同研究報告書

令和5年4月13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]
お茶の水女子大学・基幹研究院
[職・氏名]
准教授・佐藤敦子
[課題番号]
JPJSBP 120205703

1. 事業名 相手国: 英国 (振興会対応機関: The Royal Society) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) サザエにおける可塑性の遺伝子ネットワークを予測する数学的モデルと解析の自動化

(英文) Automated analysis of gene network underpinning phenotypic plasticity of horned turban using mathematical models

3. 共同研究実施期間 2020年4月1日～2023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】)

University of Oxford, Mathematical Institute, Associate Professor,
Derek Moulton

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		3,800,000 円
内訳	1年度目執行経費	1,900,000 円
	2年度目執行経費	1,900,000 円
	3年度目執行経費	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	2名
相手国側参加者等	2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	0	0	0
2年度目	0	0	0
3年度目	3	1	1

* 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)

近年、生命科学研究は、数学や情報分野との融合を深め、生命現象を物理現象と区別している特性を明らかにしつつある。このような流れの中、本交流計画では、生物(代表者)、情報(オベル加藤)、数学(Derek Moulton)における若手研究者の交流により、サザエにおける表現型可塑性をモデルとして、環境要素を取り入れた形態の数理モデルを構築する。採択された2020年度および2021年度は、感染症の影響や相手国側代表者の出産・育児があり、対面での交流は予定よりも大幅に縮小された。しかし、期間全体を通して、ほぼ月に1回のペースでオンラインでの交流が行われ、環境と形態との関連を数学的に検証することに成功し、数理モデルの作成とシミュレーションによるパラメーターの設定およびその地域間での比較を行った。本研究成果について、投稿論文を作成中である。また、棘の形態が異なる6個体から計48サンプルの網羅的遺伝子発現解析データを取得して、分子レベルでのモデル構築にも挑戦した。しかし分子レベルの解析については、ゲノム解析がなされていないため、遺伝子モデル数が非常に多く予測されて解析が困難であり、データで非常に大きなばらつきが出てしまったため、今後、より良い遺伝子モデルの構築を行ったうえで、サンプル数を増やして解析を行っていく必要がある。

(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)

生物の形態については、様々な数理モデルが発表されてきたが、本研究でのモデルのように、環境の影響を採り入れた例は未だ少ない。また、本研究では、自動化されたシミュレーションにより、それぞれの環境から得られた棘の形態パターンを説明するパラメーターの分布の特徴も明らかにすることができた。この作業は、Nathanael Aubert-Kato 氏(情報科学)の参加なしには成し遂げられなかったものであり、生物・数学・情報科学を新たな形で融合した研究成果となった。

(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)

貝類の棘の形の数理モデル化は、相手国側研究代表者である Derek Moulton 氏が世界で唯一取り組んできたものであり、本研究は、相手国側との交流なしには成し遂げられなかった。モデルとなったサザエは、日本近海でのみ採集される動物であり、他に類を見ないユニークな研究を発展させることが出来た。

(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)

サザエは、世界でも日本近海にのみ棲息する種であり、日本の食卓に非常に馴染み深い食品でもある。関東地方では棘の長いサザエが食用として好まれ、関西地方では棘の無いサザエが好まれるというジンクスも知られ、棘の有無や形状にどのような理由があるのかを探ることは、これまで多くの日本人の疑問であった。本研究以前の研究では、生態学的調査やかけあわせ、性別との関連などの生物学的解釈にとどまっていたが、本研究は、この日本人の古くからの疑問に数学的な解釈を得たという意味で革新的であり、日本の文化の発展に大きく寄与できたといえる。

(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)

本学情報学科の若手研究者である Nathanael Aubert-Kato 氏も交流に参加し、これまで Aubert-Kato 氏が扱ってこなかった、生物の形態形成における数学化について学ぶことができた。また、相手国側の Derek

Moulton 氏および日本国側研究代表者である佐藤は、Aubert-Kato 氏の参加により、本研究で作成された数理モデルのシミュレーションの自動化を行うことができ、1000 回以上のシミュレーションを計算することが出来た。

(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)

本研究における分子レベルでの数理モデル化は、本研究期間には完成することが出来なかったが、これまで数学化について全く知識の無かった日本国側研究者が、数理モデルを作成するに当たって必要なプロセスや概念について学ぶことが出来た。日本国側研究代表者が英国側研究代表者を訪問した際、英国側研究代表者の紹介により、反応拡散モデルの権威の一人であるオックスフォード大学の Phil Meini 教授とディスカッションする機会が得られ、本研究に限らず、様々な生物の形態における数学化とその問題点について理解する契機となった。このことにより、日本国側研究代表者は、現在行っている他の研究課題についても、反応拡散モデルを用いた取り組みを行う予定を立てている。今後、日本国側研究代表者の行う様々な研究課題で、数理モデル化を取り入れることが出来るようになると想定される。

(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)

今のところ該当はないが、分子レベルでのモデル作成に必要なデータをさらに得るべく、他の研究資金の獲得に務めている。また、本研究および本交流は、日本国側代表研究者の研究室に所属する学生たちにとっても大きな刺激となり、国際交流を体験することによって世界観を広げることができたほか、身近な動物であるサザエについて、数学や情報科学など、様々な学問分野からアプローチできることを体験でき、またとない貴重な教育効果が得られた。