

二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年4月4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]
九州大学・大学院農学研究院
[職・氏名]
教授・田中 史彦
[課題番号]
JPJSBP120194604

1. 事業名 相手国: ポーランド (振興会対応機関: PAN) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 新生物複合材料設計のための繊維系ナノ構造モデルの構築

(英文) Modeling of fibre-based nanostructures for designing new biocomposites

3. 共同研究全実施期間 2019年4月1日 ~ 2022年3月31日 (3年0月)

4. 相手国代表者(所属機関・職・氏名【全て英文】)

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences ・ Professor ・
ZDUNEK ARTUR

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		4,712,500 円
内訳	1年度目執行経費	2,337,500 円
	2年度目執行経費	2,375,000 円
	3年度目執行経費	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	3名
相手国側参加者等	4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	0	3(3)
2年度目	0	0	0(0)
3年度目	0	0	0(0)
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)

本研究交流は、生物由来繊維複合材料（BFM）として注目されるバクテリアセルロースや植物ヘミセルロース等の理工学特性をナノスケールからのアプローチによって解明し、そのユニークな特性を生かしたスマートマテリアル（Smart M）としての機能を見出すことで、産業界に広く利活用される新素材の開発に寄与することを目的とするものである。本研究交流では、ポーランド（MMB）と日本（PHS）の 2 チームが、相互訪問とクラウドセッションで専門知識を共有することによって、BFM 開発の基礎となる設計手法の確立と SmartM の開発のための基盤を形成することを可能とした。

本研究交流においては、MMB チームの強みである微細構造観察技術のノウハウを獲得し、日本チームの研究へ応用することを目的の一つとした。今泉は、2019 年度における 2 度の派遣を通じて、AFM 観察技術の向上と Matlab を用いた画像解析技術の習得を果たした。帰国後に進めた研究の成果は、IAPAN 主催の International Conference on Agrophysics にて発表した。一方、田中らは受入先への派遣と他国研究者の受入によって、コンピュータシミュレーションによる SmartM 設計に関する知識・手法の共有と協同開発を行い、実際に作成した材料についての研究結果を国際誌や国内学会発表会で公表するなど多くの成果を収めた。

(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)

本研究交流の学術的価値は、先端的微細構造観察技術と先駆的シミュレーション技術の融合によって新たな生物由来材料設計・開発の高度化を可能とした点にある。

微細構造観察では、植物由来高分子であるペクチンがカルシウムの存在量に応じてエッグボックスモデルを形成し、分子間のナノネットワークの形成にも影響を及ぼし得ることを示した。細胞壁との結合様式によって分子構造に違いが生じ、架橋結合の形成度合も変化することは本研究によって明らかとなった新規知見であり、BFM 開発に資する成果となった。

SmartM 設計では、生物由来材料にナノ金属粒子や精油、食品添加剤などを加え、濃度やpH を調整することによって材料の微細構造を制御し、様々な機能性を持つ材料を製造するとともに、おもに MMB チームが主体となり分散・凝集シミュレーションによって繊維の集まり具合を評価するモデルを MATLAB ベースで開発することができた。PHS チームは微細構造と熱・ガス移動を関連付けるシミュレーションモデルの開発に成功するなど、相互補完的な研究を遂行できた。

(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)

項目(2)とも重複するが、相互の強みを生かし合うことで SmartM 設計・開発の高度化が達成された。まず、AFM に関するデータを適切に評価するためには、観察だけでなくその後の画像処理、解析が重要となる。本研究交流ではポーランドチームが有する高度な画像解析技術を習得でき、それによってナノ構造解析に関わる研究が飛躍的に進展した。つぎに、材料設計のためのシミュレーションについては、MMB チームの分子動力学シミュレーションを参考に設計した高分子材料が目的とする機能を兼ね備え、また PHS チームのモデルにより特性評価を可能とするなど、相互交流により、単独機関毎では挙げられなかった成果を達成することができた。

(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)

ナノスケールアプローチにより 生物由来繊維複合材料（BFM） の設計・開発を行うための基礎となる研究であり、適切な材料の選定や設計手法を提供することを目的に微細構造研究からシミュレーション、実際の青果物被覆材としての応用について研究を遂行した。社会的貢献の出口側としては、軽量で強靱、かつ品質保持に有効な機能性を有する青果物被覆材を開発したことで、石油由来包装材に代わる環境負荷の新しい包装形態提供できた。この点は社会的インパクト、実用性の点でも評価される成果といえる。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取り組み、成果)

初年度に若手研究者2名を含むのべ4名が受入国を訪問し、短期間ではあったが他国研究機関で受入研究者と共に研究交流を行い、長期的展望に立ち研究の方向性について議論する機会に恵まれた。また、他国の研究機関のシステムや雰囲気等を直に体感したことが大きな経験になったと考える。研究遂行のための技術習得を果たしたほか、海外の研究機関に所属する研究者と直接議論する機会を得たことで、短期間でも国際感覚を磨くことができたことは特筆に値する。

また、事業実施期間内に受入機関が主催する国際会議に参加できたことも若手の経験値を積む絶好の機会となった。今後、国内で国際学会を主催する際の参考となると期待する。

さらには、訪問や受入での諸手続き等についても実務経験を積む機会に恵まれ、今後、若手研究者が外国人研究者を積極的に受け入れる際のノウハウを学んだものとする。

(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)

項目(7)にも記載するが、本事業を核に JSPS 国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))に採択済みであり、若手研究者の長期在外研究が可能な状況を整備済みである。コロナの影響で研究期間を延長し、在外研究実施を次年度送りとしている。今後はこれを実施するとともに、国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))や欧州委員会が管理するグローバルな競争的資金への応募を目指すことで、新生物複合材料設計のための繊維系ナノ構造モデルの構築や微細構造解析の先端研究プラットフォームを形成して行く予定である。

(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)

他事業への展開として、本事業を核とし、さらに深化させる内容で JSPS 国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))に応募し採択されている。こちらについてもコロナ感染拡大防止による渡航制限で在外研究ができない状況にあるが、インターネットによる情報交換により研究を遂行中であり、研究は確実にステップアップしている。