

## 二国間交流事業 共同研究報告書

令和5年4月19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]  
東京大学・大学院理学系研究科  
[職・氏名]  
特任研究員湯本 潤司  
[課題番号]  
JPJSBP 120204805

1. 事業名 相手国:ロシア(振興会対応機関:RFBR)との共同研究

2. 研究課題名

(和文) ペロブスカイト太陽電池材料の光励起超高速電荷ダイナミクスの探索

(英文) Laser-induced ultrafast charge dynamics of perovskite materials for solar cells

3. 共同研究実施期間 令和2年4月1日 ~令和5年3月31日 (3年0ヶ月)【延長前】 令和2年4月1日 ~令和4年3月31日 (2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】)

Russian Academy of Sciences, Senior researcher, Petr Obraztsov

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		4,465,000 円
内訳	1年度目執行経費	2,375,000 円
	2年度目執行経費	2,090,000 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	9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	0	0	0(0)
2年度目	0	0	0(0)
3年度目	0	2	1(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)

本研究プロジェクトにおいては、典型的なペロブスカイト太陽電池材料の良好な多結晶・単結晶試料を作製・評価し、これまでの方法とは異なる新たな超高速分光法を用いて、ペロブスカイト太陽電池における光励起後の電子・正孔のダイナミクスとそれによって生成される瞬時光電流を直接観測し、電荷分離のメカニズムを解明することを目的とした。

これらの実験を、両国の若手研究者に主体となって進めてもらうことによって技術の向上を図るとともに、実験結果のやり取りによって、若手研究者同士手で新たな人的ネットワークの構築につなげることを目指した。

### (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)

本研究を通じて、ロシアのグループが元来高度な技術を有していたペロブスカイト太陽電池材料の良好な試料作製技術を向上させ、当初計画していた  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  に加えて、新材料である  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}$  の単結晶試料作製も行うことが可能になった。その結果、これらのサンプルは、フェムト秒光励起によって非常に強い発光を示すことを明らかにした。

これに並行して、日本側の研究グループは、光励起後のキャリアダイナミクスの情報を発光スペクトルから抽出するための強力な手法であるストリークカメラを用いたピコ秒オーダーの時間分解能での時間分解発光スペクトル計測のための光学系を構築し、ペロブスカイト太陽電池材料からの発光の超高速時間分解発光スペクトル計測を行うことに成功した。この結果、特定の波長かつ適当な励起強度でペロブスカイト太陽電池材料を励起した場合に、発光レートが劇的に増大するという新しい現象を見出すことに成功した。これは、これまでに知られていなかった現象であり、レーザー励起によって生じたキャリアに興味深い現象が生じていることを示す結果である。今後、この新しい発見の物理的起源を探っていくことによって、ペロブスカイト太陽電池材料中における光電変換現象に対するあたらしい概念と応用が広がっていく可能性があると考えられる。

### (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)

今回の実験に用いた試料はロシアの当該グループがその作製方法に関して高い技術を有しており、一方日本のグループは、超高速時間分解分光技術に強みを持つ。本プロジェクトで得られた成果は、そのような高度な試料作製技術と分光技術が融合することによってはじめて可能となった発見であり、両者の学術交流なしには達成できなかった成果であると言える。

### (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)

現代において、脱炭素・グリーントランスフォーメーションは不可避な課題であり、ペロブスカイト太陽電池材料は、その課題解決に向けて非常に重要な材料であることは論を俟たない。そこで生じる光―電気変換メカニズムについての物理的な理解を深め、それによってその変換効率を向上させていくことは重要な課題である。本プロジェクトで発見した新現象は、それらの理解に対して新たな知見を与えるものであり、その学術的深化、ひいては社会的課題解決につながる可能性を有するものであると考えられる。また、本材料の用途は太陽電池に限らず、光エネルギーを電流に変える光電変換デバイスとしても重要であり、半導体光回路技術や B5G のような無線技術の進歩にも貢献できるものであると考えられる。

### (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)

本研究においては、相手国研究者が東京大学に試料を持参して来日し、受入研究者の研究室の若手研究者

(助教及び大学院生)らとともに、実際に光学実験を行った。外国人のプロフェッショナルな研究者とともに、あたらしい物質に対して、自分たちが構築した超高速時間分解計測手法を適用してそのスペクトル計測およびその結果に対する議論を行うことは、若手研究者の育成という観点からとても貴重な経験であり、若手研究者の国際性の向上及び今後の日露間の研究交流の促進という両方の観点から大きな成果が上げられたと思う。また、共同研究者の来日時に、東京大学でペロブスカイト太陽電池材料の光物性に関するセミナーを開催していただき、そこでも多くの若手研究者を交えた議論を行うことができた。

近年のコロナ禍および国際情勢により、日露間の交流は大変厳しい状況に置かれているが、その中でアカデミアの果たせる役割は重要であり、将来につながる交流ができたと確信している。

(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)

本事業の実施によって推進された共同研究で得られたペロブスカイト太陽電池材料の超高速発光ダイナミクスに関する新しい発見は、光物性の分野において重要なものである可能性があり、今後も共同研究でその詳細を調べていくことが計画されているとともに、その現象をふまえた新しい光電変換メカニズムの解明にも展開できることが予想できる。このように、現代において重要な光材料であるペロブスカイト太陽電池材料の新しい学問の方向を切り開く発展が見込まれるとともに、その応用研究も目指した新しい日露の共同研究へと発展していく可能性が認められるものであると言える。

(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)

例: 大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

特になし