

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 太古の光合成タンパク質：量子効果の誕生

2. 個人研究者名

齊藤 諒介（山口大学大学院創成科学研究科 助教）

3. 事後評価結果

本研究では、太古の光合成タンパク質を現代に蘇らせることで「量子効果がいつ誕生したか」を明らかにするために、地球生命誌 38 億年の堆積岩中に含まれる光合成タンパク質を分光的・生化学的手法で復元することを試みた。さらにその光合成タンパク質の量子効果の解析、量子効果の誕生した時期の古地球環境を調査することで、生命進化と地球環境の関連性を明らかにすることを目指した。

[どのような量子性をどのように扱ったのか]

- ・地球生命史における量子効果誕生と光合成エネルギー輸送の効率化
- ・地圏試料中に存在するケロジェン（固体有機物）に含まれるタンパク質様物質や光合成タンパク質の解析

[達成状況とインパクト]

齊藤研究者は、ケロジェンから光合成タンパク質のエネルギー移動成分の検出や光合成色素の検出できることを実証し、それらの成分を抽出するため、ケロジェンを室温で穏やかな分解することに世界で初めて成功した。

齊藤研究者は本研究を進めるにあたり、標準試料となるケロジェンを大量に採取する必要があったため、コロナ禍で困難な状況であったものの、国内外からの岩石採取を積極的に実施した。ケロジェンから光合成タンパク質などのタンパク質様物質の抽出や分析はこれまで成功例がなく、技術的難易度が非常に高いため、齊藤研究者はケロジェン地質試料の蛍光分析から進めた。本研究員の近藤研究者（2 期生）や立命館大学生命科学部の研究者らとの連携研究を積極的に進めたところ、2.5 億年前の真核藻類化石由来のケロジェンそのものから、光合成タンパク質のエネルギー移動を示唆する成分やバクテリオクロフィルの存在を示唆する蛍光スペクトルの検出に成功した。これらの結果は、2.5 億年前の真核藻類由来のケロジェンには、光合成タンパク質様物質およびその由来物質（クロロフィル）が実在していた可能性を示しており、地球環境史と光合成生物の進化史の観点から新たな科学的な問いを提唱するに至っている。さらに近藤研究者（2 期生）との連携では、太古の海洋のモデルとなる湖の堆積物について蛍光分析を進め、湖の深度ごとに酸素発生型と非発生型光合成生物の判別ができることも明らかにしている。また、齊藤研究者は難題であったケロジェンの分解に取り組み、さまざまな薬剤や分解条件を地道に検討した結果、室温でケロジェンを穏やかに分解できる技術を世界で初めて見いだすに至った。この分解生成物からは、タンパク質様物質（2 級アミン）や光合成タンパク質に由来する色素（ポルフィリン）が発見されるなど極めて興味深いデータが得られつつあり、当初の目的を達成できたと言えよう。これらの成果に加え、領域内外の生命科学系研究者と積極的に連携研究を展開して研究成果につなげている姿勢は素晴らしく、本さきがけ研究領域において模範となるケースとなっていることも大きく評価できる点である。

本研究からどのような生命現象の量子現象にアプローチできる手法もしくは理論につながるかの方向性について、齊藤研究者は、地質試料から光合成タンパク質を抽出する技術開発（ケロジェンの穏やかな分解技術）の成功により、量子効果誕生の時期を探ることを念頭においた、古代光合成タンパク質の解析が進むことを挙げている。「量子効果」がいつ誕生したか、という興味深い問いについて、「量子効果」の定義をもう少し明確にしつつ、さらに果敢に挑戦を続けて欲しい。