

令和6年度 奈良女子大学研究推進プロジェクト経費研究報告書

奈良女子大学長 殿

研究代表者

所 属 ・ 職 研究院自然科学系・准教授
氏 名 清水 隆之

本年度の交付を受けた研究推進プロジェクト経費について、下記のとおり報告いたします。

申請区分	☐ (A) 多様な人材の協働による研究
	☒ (B) 一般研究
研究課題	超硫黄分子で切り拓く新たな植物生理調節システムの幕開け

1. プロジェクトの成果（研究推進プロジェクト経費が交付された期間に、この研究によって得られた新たな知見等の成果を、申請書の「研究目的、研究計画・方法」に対応させて記載すること。また、支出内訳との関係についても記載すること。）
2 ページ以内で記載してください。

【本研究の目的】

本研究では、「超硫黄分子」による植物の光形態形成の制御機構の解明を目的とする。超硫黄分子は、分子内に過剰な硫黄原子が付加された硫黄代謝物の総称で、太古の地球から生命を支えてきた重要で普遍的な生命素子として、近年注目を集めている。

私は、超硫黄分子が光形態形成に影響を及ぼし、これに光形態形成の制御因子のポリスルフィド化が関与する可能性を見出している。そこで、(1) タンパク質のポリスルフィド化による光形態形成への影響と、(2) 光形態形成における超硫黄分子シグナル伝達機構を解明することで、植物における超硫黄分子の重要性と位置づけを明確化し、新たな植物シグナル研究領域を創生することを目指した。

(1) タンパク質のポリスルフィド化を介した光形態形成への影響の解析

超硫黄分子が光形態形成に及ぼす影響を精査するために、すでに確立していた実験系を最適化した。具体的には、暗所芽生えに対する光照射時間と超硫黄分子濃度について検討した。その結果、終濃度100 μM の超硫黄分子 (Na_2S_2) 存在下で2時間光照射を行った際に、光合成関連遺伝子の転写に対する超硫黄分子の影響を最も顕著に観察できることがわかった。

この実験系を用いて、ポリスルフィド化する光形態形成制御因子であるGUNタンパク質の関与を検証するために、各種 gun 変異株を用いて解析を行った。しかし、予想に反して、GUNタンパク質は超硫黄分子に依存した光形態形成の調節に寄与しないことが明らかになった。これより、GUNタンパク質以外の制御因子が本制御機構に関与する可能性が示された。

(2) 光形態形成における超硫黄分子シグナル伝達機構の解析

上記解析結果を受けて、GUNタンパク質以外の主要な光形態形成制御因子に着目して解析を進めたところ、光受容体のフィトクロムと光合成関連遺伝子の主要転写因子のHY5・HYHが、超硫黄分子による光合成関連遺伝子の制御に関係することが明らかになった。

また、光形態形成に対する超硫黄分子の重要性を明確化するために、細胞内の超硫黄分子含量を測定した。その結果、定常光で生育させた植物体に比べて、暗所で生育させた植物体

の方が、超硫黄分子含量が有意に高いことが分かった。この結果は、超硫黄分子が光形態形成を抑制するという結果と一致している。これより、超硫黄分子が光形態形成の頑健性を高めることに貢献していることが予想された。

これらの分子生物学研究のために、In vitro転写翻訳キット（30万円）、RNA抽出キット（20万円）をはじめとした分子生物学研究用試薬を購入（いずれも消耗品相当）した。予定通り、本課題を研究する学部4回生を関連学会・集会に参加させ、ポスターおよび口頭発表を行わせたが、出張にしか使えない別予算に余剰分が生じたため、本予算は出張費に充てなかった。

2. プロジェクト成果の発表

（論文名，発表者，発表雑誌等，巻・号，発表年等）

【論文】

Chen Y, Nishimura K, Tokizawa M, Yamamoto YY, Oka Y, Matsushita T, Hanada K, Shirai K, Mano S, Shimizu T, Masuda T. Alternative localization of HEME OXYGENASE 1 in plant cells regulates cytosolic heme catabolism. *Plant Physiology* 195(4):2937-2951. (2024)

【学会発表（国内学会）】

1. 松井響愛、笠松真吾、居原秀、増田建、清水隆之「ポリスルフィドがシロイヌナズナの光形態形成におよぼす影響の解析」第66回日本植物生理学会 2025年3月16日
2. 松井響愛、笠松真吾、井田智章、居原秀、増田建、○清水隆之「シロイヌナズナにおける光形態形成の制御に対するポリスルフィドの影響」第13回近畿植物学会講演会 2024年11月16日
3. 松井響愛、増田建、清水隆之「超硫黄分子がシロイヌナズナの光形態形成におよぼす影響の解析」第15回日本女性科学者の会 学術大会 2024年10月13日
4. 松井響愛、増田建、清水隆之「超硫黄分子がシロイヌナズナの光形態形成におよぼす影響の解析」第88回日本植物学会 2024年9月16日

【受賞】

1. 清水隆之 2024年度日本生化学会奨励賞、日本生化学会 2024年11月
2. 清水隆之 2024年度JAICI賞、化学情報協会 2024年11月
3. 清水隆之 2023年度 クリタ水・環境科学研究優秀賞、公益財団法人 クリタ水・環境科学振興財団 2024年8月

3. 支 出 内 訳						
備 品 費		消耗品費	旅 費	謝金等	その他	計
品 名	金 額					
	円	920 千円 In vitro転写 翻訳キット RNA抽出キ ット その他試薬 類・ガス	円	円	円	920 千円