様式 F-7-1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（令和2年度）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	14603
研究代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	博士研究員		
	氏名	峠 むつみ（渡邊むつみ）		

1. 研究種目名 基盤研究(C)(一般) 2. 課題番号 19K067233. 研究課題名 栄養欠乏応答性のアブラナ科植物種間比較解析4. 補助事業期間 令和元年度～令和3年度

5. 研究実績の概要

本研究では、メタボロミクス解析を基盤に、アブラナ科植物に保存されているもしくは種特異的な栄養欠乏代謝応答の解明を目指している。令和2年度では、アブラナ科モデル植物6種を用いた窒素、リン、硫黄経時的欠乏実験サンプルの代謝物分析（無機イオン類、一次代謝物や二次代謝物）を終了し、表現型解析（湿重量やクロロフィル含量）や遺伝子発現解析（栄養欠乏応答マーカー遺伝子群）などで得られた全ての結果を統合して、相関解析や代謝ネットワークを構築することで代謝物変動の生理学的解釈を行った。現在、国際科学雑誌への投稿の準備を行っている。また、作物種を含むヤセイカンラン品種群を用いた硫黄経時的欠乏実験を実施し、表現型解析、遺伝子発現解析、代謝物分析を終了し、代謝物変動のカタログ化、アブラナ科モデル植物6種の実験により特定した栄養欠乏応答マーカー代謝物及び遺伝子の有効性の評価を行った。さらに、本研究の鍵となる研究項目の一つである、「アブラナ科植物の二次代謝物の多様性解析」を行い、その一部の研究結果について、学会および国際科学雑誌 (Liu et al., 2021, *Frontiers in Plant Science*) で発表した。また、ヤセイカンラン品種群においてもアブラナ科モデル植物6種と同様に、含硫黄二次代謝物であるグルコシノレートの再利用効率と硫黄欠乏耐性に関連性があることを示唆する結果が得られた。また、植物の代謝多様性に関わる鍵遺伝子特定の解析法を構築し、成果 (Calumpang et al., 2020, *Metabolites*; Aneklaphakij et al., 2021, *Frontiers in Plant Science*) 等を発表した。

6. キーワード

栄養欠乏応答 アブラナ科植物 窒素 リン 硫黄 メタボロミクス 種間比較

7. 現在までの進捗状況

区分 (2) おおむね順調に進展している。

理由
アブラナ科モデル植物6種を用いた窒素、リン、硫黄経時的欠乏実験についてのデータ解析及び解釈はほぼ完了し、現在、国際科学雑誌への投稿の準備を行っている。作物種については、「アブラナ科植物の二次代謝物の多様性解析」が進展し、その一部の研究結果を学会及び国際科学雑誌で発表した。この多様性解析結果を利用して、アブラナ科作物品種群をグループ分けすることで、効果的な組み合わせで栄養欠乏実験を行うことができるようになった。ヤセイカンラン品種群を用いた硫黄経時的欠乏実験を実施し、表現型解析、遺伝子発現解析、代謝物分析を終了し、現在データ解析及び解釈を行っている。代謝物変動のカタログ化方法や、栄養欠乏応答マーカー代謝物及び遺伝子の有効性の評価法などの構築も完了し、データ取得後の解釈過程の効率化につながっている。

8. 今後の研究の推進方策

令和三年度は、在来ナタネ品種群についての栄養欠乏実験を実施し、代謝物分析、遺伝子発現解析を終了する。アブラナ科モデル植物6種、ヤセイカンラン品種群、在来ナタネ品種群の全ての結果を統合することで、アブラナ科植物に保存されているもしくは種特異的な栄養欠乏代謝応答を特定する。また、種分化や栽培に伴う植物進化や栽培化の歴史について、栄養欠乏代謝応答性の視点から考察を行う。

9. 次年度使用が生じた理由と使用計画

コロナ禍のため、予定していたドイツマックスプランク研究所（海外研究協力者）への出張や国際学会が中止となり、旅費や学会参加費用などの支出が減少したため、次年度に繰り越した。これらの費用は令和三年度、成果発表のための論文投稿費用に充てる。

10. 研究発表（令和2年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Watanabe Mutsumi, Walther Dirk, Ueda Yoshiaki, Kondo Katsuhiko, Ishikawa Satoru, Tohge Takayuki, Burgos Asdrubal, Brotman Yariv, Fernie Alisdair R, Hoefgen Rainer, Wissuwa Matthias	4. 巻 43
2. 論文標題 Metabolomic markers and physiological adaptations for high phosphate utilization efficiency in rice	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant, Cell & Environment	6. 最初と最後の頁 2066 ~ 2079
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/pce.13777	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Calumpang Carla Lenore F., Saigo Tomoki, Watanabe Mutsumi, Tohge Takayuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Cross-Species Comparison of Fruit-Metabolomics to Elucidate Metabolic Regulation of Fruit Polyphenolics Among Solanaceous Crops	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Metabolites	6. 最初と最後の頁 209 ~ 209
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/metabo10050209	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Liu Yuting, Watanabe Mutsumi, Yasukawa Sayuri, Kawamura Yuriko, Aneklaphakij Chaiwat, Fernie Alisdair R., Tohge Takayuki	4. 巻 12
2. 論文標題 Cross-Species Metabolic Profiling of Floral Specialized Metabolism Facilitates Understanding of Evolutional Aspects of Metabolism Among Brassicaceae Species	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2021.640141	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Aneklaphakij Chaiwat, Saigo Tomoki, Watanabe Mutsumi, Naake Thomas, Fernie Alisdair R., Bunsupa Somnuk, Satitpatipan Veena, Tohge Takayuki	4. 巻 12
2. 論文標題 Diversity of Chemical Structures and Biosynthesis of Polyphenols in Nut-Bearing Species	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1~15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2021.642581	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計4件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 野あおい, 渡邊むつみ, 峠 隆之
2. 発表標題 植物二次代謝 プロアントシアニジン生合成の転写制御と蓄積機構の解明
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西郷知樹, Chaiwat Aneklaphakij, 渡邊むつみ, Thomas Naake, Alisdair R. Fernie, Somnuk Bunsupa, Veena Satitpatipan, 峠 隆之
2. 発表標題 植物二次代謝 ナッツ類に含まれるポリフェノールの化学構造多様性と生合成遺伝子
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

2 版

1. 発表者名 Carla Lenore Ferrolino Calumpang, Tomoki Saigo, Mutsumi Watanabe, Takayuki Tohge
2. 発表標題 Cross-species fruitomics to elucidate biosynthetic structure and metabolic regulation of fruit polyphenolics in the Solanaceous species
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuting Liu, Sayuri Yasukawa, Yuriko Kawamura, Chaiwat Aneklaphakij, Mutsumi Watanabe, Takayuki Tohge
2. 発表標題 Cross-species comparison of floral specialized metabolites deciphering evolutional aspects in Brassicaceae species
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件 / うち取得0件）

1 2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ドイツ	マックスプランク研究所	-	-	-
タイ	マヒドン大学	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

1 4. 備考

-