

|      |       |
|------|-------|
| 課題番号 | GS019 |
|------|-------|

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)  
実施状況報告書(平成25年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

|                |   |
|----------------|---|
| 研究課題名          | C <sub>4</sub> 型作物の分子育種へ向けたC <sub>4</sub> 型光合成誘導システムの解明 |
| 研究機関・<br>部局・職名 | 奈良先端科学技術大学院大学・<br>バイオサイエンス研究科・助教                        |
| 氏名             | 宗景 ゆり   |

1. 当該年度の研究目的

C<sub>3</sub>型からC<sub>4</sub>型への進化を引き起こす遺伝子を明らかにするために、*Flaveria*属のC<sub>3</sub>型、C<sub>4</sub>型およびそれらの中間型の近縁植物を使って、C<sub>4</sub>型植物の進化過程を遺伝子レベルで解析する。平成25年度は、C<sub>4</sub>化に伴って発現量が増加した遺伝子の機能解析を行うために、C<sub>4</sub>種 *Flaveria* を用いて遺伝子発現抑制株を作製し、表現型解析を行う。また、QTL 解析においては、C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> 中間型 *Flaveria floridana* に加え、もう一種のC<sub>4</sub>様型 *Flaveria brownii* のゲノムシーケンスを行う。得られた2種のゲノム情報をもとに分子マーカを作成し、表現型と遺伝子型の連鎖解析を行う。

2. 研究の実施状況

遺伝子の機能評価

C<sub>3</sub>型からC<sub>4</sub>型への進化の過程で、代謝反応を駆動するためのエネルギーであるATPを供給するために循環型電子伝達活性が上昇していることが、これまでの解析で明らかになった(Nakamura et al., 2013)。マイクロアレイ解析からも、循環型電子伝達で働く遺伝子、PGRL1 および PGR5 の発現量が上昇していることが明らかになっている。C<sub>4</sub>型においてPGRL1/PGR5 が関与する循環型電子伝達がどのくらい光合成に必要であるか調べるために、C<sub>4</sub>型 *Flaveria bidentis* への遺伝子導入により、PGRL1またはPGR5の発現抑制株を作出した。これらの遺伝子発現抑制株では強光条件下においてCO<sub>2</sub>固定速度が30%程度低下することが明らかになり、PGRL1 および PGR5 が関与する循環型電子伝達は、C<sub>4</sub>型光合成を最適化するためのエネルギー生産に必須であることが明らかになった。また、マイクロアレイ解析により同定した転写因子についても、発現領域を調べるためのプロモーター・レポーター導入株および発現抑制株を作出した。

QTL解析

C<sub>4</sub>様型 *Flaveria brownii* のゲノムシーケンスを行い、ドラフトゲノム情報の獲得に成功した。C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> 中間型 *Flaveria floridana* のドラフトゲノム情報と合わせて、各C<sub>4</sub>型代謝酵素をコードする遺伝子上に分子マーカを作製し、発現量と遺伝子型の連鎖解析を行った。その結果、各C<sub>4</sub>型代謝酵素の発現量はいずれも、遺伝子型と連鎖せず、遺伝子の発現量はトランス因子によって制御されることが示唆された。

様式19 別紙1

3. 研究発表等

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <p>雑誌論文<br/>計 1 件</p>              | <p>Naoya Nakamura, Megumi Iwano, Michel Havaux, Akiho Yokota and Yuri Nakajima Munekage. Promotion of cyclic electron transport around photosystem I during the evolution of NADP-malic enzyme-type C<sub>4</sub> photosynthesis in the genus <i>Flaveria</i>. <i>New phytologist</i>. 2013. 199, 832-842<br/>(掲載済み一査読有り) 計1件<br/>(掲載済み一査読無し) 計0件<br/>(未掲載) 計0件</p>   |
| <p>会議発表<br/>計 6 件</p>              | <p>1. <u>Yuri Nakajima Munekage</u>, Jun Yoshimura, Shio Inoue, Risa Kishizaki, Akiho Yokota, Analysis of F<sub>2</sub> progenies of hybrids between C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> intermediate <i>Flaveria floridana</i> and C<sub>4</sub>-like <i>Flaveria brownii</i> University of Illinois, 2013.8.6-9, The 2013 International Symposium on C<sub>4</sub> and CAM Plant Biology.および St. Louis, USA 2013.8.11-16, The 16th International Congress on Photosynthesis.<br/>2. Yukimi Y. Taniguchi, Risa Kishizaki, Akiho Yokota, <u>Yuri Nakajima Munekage</u>, Transcriptome analysis of C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> intermediate and C<sub>4</sub>-like species of the genus <i>Flaveria</i> University of Illinois, USA, 2013.8.6-9, The 2013 International Symposium on C<sub>4</sub> and CAM Plant Biology<br/>3. Naoya Nakamura, Megumi Iwano, Michel Havaux, Akiho Yokota, <u>Yuri Nakajima Munekage</u>, Promotion of cyclic electron transport around photosystem I during the evolution of NADP-malic enzyme type C<sub>4</sub> photosynthesis in the genus <i>Flaveria</i>. University of Illinois, 2013.8.6-9, The 2013 International Symposium on C<sub>4</sub> and CAM Plant Biology.および St. Louis, USA 2013.8.11-16, The 16th International Congress on Photosynthesis.<br/>4. <u>Yuri Nakajima Munekage</u>, Naoya Nakamura, Akiho Yokota, Promotion of cyclic electron transport during the evolution of C<sub>4</sub> photosynthesis, Future research of C<sub>4</sub> plant biology, 富山大学、2014.3.18-20、第 55 回日本植物生理学会年会, PCP sponsored symposium<br/>5. Yukimi Y. Taniguchi, Risa Kishizaki, Akiho Yokota, <u>Yuri Nakajima Munekage</u>, Pattern formation in C<sub>4</sub> species of the genus <i>Flaveria</i> leaf development. 富山大学、2014.3.18-20、第 55 回日本植物生理学会年会<br/>6. Naoya Nakamura, Kaoru Morikawa, Akiho Yokota, <u>Yuri Nakajima Munekage</u> PGR5/PGL1-dependent cyclic electron transport around PSI contributes to the CO<sub>2</sub> assimilation on C<sub>4</sub> photosynthesis in <i>Flaveria bidentis</i>. 富山大学、2014.3.18-20、第 55 回日本植物生理学会年会<br/>専門家向け 計 6 件<br/>一般向け 計 0 件</p> |
| <p>図書<br/>計 0 件</p>                |   |
| <p>産業財産権<br/>出願・取得状況<br/>計 0 件</p> | <p>(取得済み) 計 0 件<br/>(出願中) 計 0 件</p>   |
| <p>Webページ<br/>(URL)</p>            | <p>C<sub>4</sub>型作物の分子育種へ向けたC<sub>4</sub>型光合成誘導システムの解明(宗景)<br/>(独)日本学術振興会 最先端・次世代研究開発支援プログラム(平成 22 年度~平成 25 年度)<br/><a href="http://bsw3.naist.jp/yokota/images/saisentan_jisedai.pdf">http://bsw3.naist.jp/yokota/images/saisentan_jisedai.pdf</a></p>   |
| <p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>            | <p>オープンキャンパス高山サイエンスフェスティバルでの展示パネルおよびブースによる研究紹介<br/>題:進化して CO<sub>2</sub>を濃縮できるようになった C<sub>4</sub>型植物たち<br/>実施日:2013 年 11 月 10 日<br/>場所:奈良先端科学技術大学院大学<br/>対象者:一般、大学生、高校生、中学生、小学生<br/>人数:30名程度<br/>内容:展示パネルにおいて、研究紹介を行い、ブースを使って光合成活性を体験できる展示を行った。</p>  |

様式19 別紙1

|                   |  |
|-------------------|--|
| 新聞・一般雑誌等掲載<br>計0件 |  |
| その他               |  |

4. その他特記事項

## 実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

## 1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

|      | ①交付決定額      | ②既受領額<br>(前年度迄の<br>累計) | ③当該年度受<br>領額 | ④(=①-②-<br>③)未受領額 | 既返還額(前<br>年度迄の累<br>計) |
|------|-------------|------------------------|--------------|-------------------|-----------------------|
| 直接経費 | 117,000,000 | 81,085,000             | 35,915,000   | 0                 | 0                     |
| 間接経費 | 35,100,000  | 24,325,500             | 10,774,500   | 0                 | 0                     |
| 合計   | 152,100,000 | 105,410,500            | 46,689,500   | 0                 | 0                     |

## 2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

|      | ①前年度未執<br>行額 | ②当該年度受<br>領額 | ③当該年度受<br>取利息等額<br>(未収利息を除<br>く) | ④(=①+②+<br>③)当該年度<br>合計収入 | ⑤当該年度執<br>行額 | ⑥(=④-⑤)<br>当該年度未執<br>行額 | 当該年度返還<br>額 |
|------|--------------|--------------|----------------------------------|---------------------------|--------------|-------------------------|-------------|
| 直接経費 | 7,289,218    | 35,915,000   | 8,269                            | 43,212,487                | 43,212,487   | 0                       | 0           |
| 間接経費 | 0            | 10,774,500   | 0                                | 10,774,500                | 10,774,500   | 0                       | 0           |
| 合計   | 7,289,218    | 46,689,500   | 8,269                            | 53,986,987                | 53,986,987   | 0                       | 0           |

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

|         | 金額         | 備考                          |
|---------|------------|-----------------------------|
| 物品費     | 17,390,727 | 超低温槽、実験試薬等                  |
| 旅費      | 1,898,374  | 研究成果発表、情報収集等                |
| 謝金・人件費等 | 19,574,665 | 研究員人件費等                     |
| その他     | 4,348,721  | 次世代シーケンス解析、プロジェクトスペースチャージ料等 |
| 直接経費計   | 43,212,487 |                             |
| 間接経費計   | 10,774,500 |                             |
| 合計      | 53,986,987 |                             |

## 4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

| 物品名                 | 仕様・型・性能<br>等                               | 数量 | 単価<br>(単位:円) | 金額<br>(単位:円) | 納入<br>年月日 | 設置研究機関<br>名       |
|---------------------|--|----|--------------|--------------|-----------|-------------------|
| DP73カメラヘッド          | オリンパス(株)製<br>DP73-CU                       | 1  | 888,300      | 888,300      | 2013/6/17 | 奈良先端科学技<br>術大学院大学 |
| 専用コントローラ            | オリンパス(株)製 DP-<br>PC-S                      | 1  | 576,450      | 576,450      | 2013/6/17 | 奈良先端科学技<br>術大学院大学 |
| レブコ超低温槽-<br>86°C    | 米国サーモフィッシャー<br>サイエンティフィック社<br>製 UXF40086K型 | 1  | 2,110,500    | 2,110,500    | 2013/7/3  | 奈良先端科学技<br>術大学院大学 |
| Milli-Q Reference   | メルクリポア(株)製 タ<br>ンク水位表示ケーブ<br>ルを含む          | 1  | 903,514      | 903,514      | 2013/11/6 | 奈良先端科学技<br>術大学院大学 |
| Elix Essential UV 3 | メルクリポア(株)製<br>ASM付タンク(30L)<br>を含む          | 1  | 596,295      | 596,295      | 2013/11/6 | 奈良先端科学技<br>術大学院大学 |
| ハイオシレーター            | タイテック(株)製 BR-<br>23FP-MR                   | 1  | 604,800      | 604,800      | 2014/1/14 | 奈良先端科学技<br>術大学院大学 |
| 微量高速冷却遠心<br>機       | (株)ミミ精工製<br>MX-307                         | 1  | 767,550      | 767,550      | 2014/2/21 | 奈良先端科学技<br>術大学院大学 |
| ハイオクリーンベンチ          | ハナソニックヘルスケア<br>(株)製 MCV-B91S               | 1  | 823,200      | 823,200      | 2014/2/20 | 奈良先端科学技<br>術大学院大学 |