

様式 C - 7 - 1

令和元年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

機関番号	14603	
所属研究機関名称	奈良先端科学技術大学院大学	
研究 代表者	部局 職 氏名	先端科学技術研究科 教授 中島 敬二

1. 研究種目名 基盤研究(B)(一般) 2. 課題番号 19H03248

3. 研究課題名 根の成長を最適化する根冠組織の特異的機能とその時空間統御

4. 研究期間 令和元年度～令和4年度 5. 領域番号・区分 -

## 6. 研究実績の概要

本研究では、根冠内の位置に応じて構成細胞が機能を転換させる機構の解明と、時空間的に統御された代謝産物の産生と放出が土壤微生物との相互作用に果たす役割の解明、の2つの課題に取り組んでいる。本年度の研究により以下の成果が得られた。

根冠の中央を占めるコルメラ細胞は、内層では重力感受細胞、最外層では分泌細胞として機能する。この分化転換時の細胞内の構造変化を蛍光染色や蛍光レポーターラインを用いて観察した結果、重力平衡石として機能するアミロプラスチトが、内層の重力感受細胞では細胞の下端側に局在していたのに対し、最外層では細胞の中央部に局在していた。また液胞の形態観察を行ったところ、内層ではアミロプラスチトの上部（根の基部側）で折り畳まれた形態をとっていたのに対し、最外層ではアミロプラスチトを囲うような形態をとっていた。さらに根冠の外層で特異的に発現するBRN1とBRN2(BRN1/2)が転写調節する遺伝子群の中に、複数の膜交通制御因子を見出した。遺伝学的実験から、これらの因子が分泌細胞に特有の液胞化とそれに続く細胞剥離に機能することを発見した。

根端から剥離し土壤中に分散された生きた根冠細胞は根と土壤の境界領域を形成し、病原性微生物の繁殖抑制に機能すると考えられているが、その分子実体は不明である。我々は根冠で特異的に発現し、その機能発現を担うSMB転写因子が、抵抗性物質を産生する酵素遺伝子の発現を直接制御することを見出した。さらに同一の代謝経路の他の酵素遺伝子群も根冠内やその付近の特有の領域で発現し、かつそれらの発現領域や発現レベルが、糸状菌の感染や、ある種の植物ホルモンにより変化することを見出した。

## 7. キーワード

シロイヌナズナ 根冠 細胞剥離 細胞分化 根圏

## 8. 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

根冠細胞の詳細な構造観察や代謝酵素遺伝子の発現解析から、根冠が発動する特異的な機能や、その分化転換過程をオルガネラレベルの構造変化や代謝経路のレベルで捉えることに成功した。さらにこれまでに蓄積してきた根冠分化のマスター制御遺伝子の遺伝学的・分子生物学的データや、独自に開発したライブイメージング技術を駆使し、上記の根冠機能発現を駆動する遺伝子群を同定した。本年度の研究により、根冠の新たな機能や細胞動態を発見したばかりでなく、それらに機能する新規な遺伝子を発見し、その機能的発現パターンをリンクすることが出来た。

## 9. 今後の研究の推進方策

本研究では、根冠内の位置に応じて構成細胞が機能を転換させる機構の解明と、時空間的に統御された代謝産物の産生と放出が土壤微生物との相互作用に果たす役割の解明、の2つの課題に取り組んでいる。今後は以下の計画に沿って研究を進める。

根冠細胞の分化転換をオルガネラレベルでより詳細に解析するため、水平光軸型動体トラッキング顕微鏡を用いて、より広範な種類のマーカーラインの観察を行う。また最外層細胞の液胞化と細胞剥離の関係を明らかにするため、液胞化に関与することが予想される因子群の発現解析と変異体の表現型解析を、上記のイメージング技術を用いて進める。またBRN1/2の発現が、外側の根冠細胞で特異的に活性化される機構を明らかにするため、BRN1/2マーカーラインを用いた変異体スクリーニングを開始する。

代謝産物の病害応答性や根の成長動態を、動体トラッキング顕微鏡を用いたイメージングにより解析する。また代謝酵素遺伝子の変異体や過剰発現体を同様に解析し、これらの経路が根と根圈微生物の相互作用に果たす役割を明らかにする。病害微生物やホルモン応答に関与する経路を明らかにするため、候補となる受容体やシグナル伝達因子をコードする遺伝子の変異体を作出し、代謝酵素遺伝子の発現変化や感染防御能への影響を解析する。

## 10. 研究発表（令和元年度の研究成果）

## 〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著論文 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Goh Tatsuaki、Toyokura Koichi、Yamaguchi Nobutoshi、Okamoto Yoshie、Uehara Takeo、Kaneko Shutaro、Takebayashi Yumiko、Kasahara Hiroyuki、Ikeyama Yoshifumi、Okushima Yoko、Nakajima Keiji、Mimura Tetsuro、Tasaka Masao、Fukaki Hidehiro	4. 卷 224
2. 論文標題 Lateral root initiation requires the sequential induction of transcription factors LBD16 and PUCH1 in <i>Arabidopsis thaliana</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 New Phytologist	6. 最初と最後の頁 749 ~ 760
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/nph.16065	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中島敬二	4. 卷 54
2. 論文標題 根冠組織の発生と生理機能の制御機構	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 植物の生長調節	6. 最初と最後の頁 119-128
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

## 〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 宮島俊介、藤原基洋、藤本仰一、中島敬二	
2. 発表標題 維管束の側方成長と組織パターンを統合する細胞間相互作用	
3. 学会等名 日本植物学会第83回大会	
4. 発表年 2019年	

1. 発表者名  
郷達明、阪本薰、中島敬二

2. 発表標題  
根冠最外層の成熟と剥離におけるオートファジーの役割

3. 学会等名  
日本植物学会第83回大会

4. 発表年  
2019年

1. 発表者名  
中島敬二、阪本薰、飯田誠也、小堤彩水、松田隆、上野皓輝、小園紗希、安藤隆之介、古川明日香、神谷雅子、宮島俊介、郷達明

2. 発表標題  
シロイヌナズナの根冠分化における非対称性と非連続性の表出機構

3. 学会等名  
日本植物学会第83回大会（招待講演）

4. 発表年  
2019年

1. 発表者名  
Shunsuke Miyashima, Kei Hiruma, Keiji Nakajima

2. 発表標題  
Root cap morphogenesis and function in the immune system

3. 学会等名  
第61回日本植物生理学会年会

4. 発表年  
2020年

1. 発表者名  
Tatsuaki Goh, Kaoru Sakamoto, Shunsuke Miyashima, Keiji Nakajima

2. 発表標題  
Periodic cellular behaviors during root cap maturation and detachment

3. 学会等名  
第61回日本植物生理学会年会

4. 発表年  
2020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

-

1 4 . 備考

根冠組織の不思議なはたらき

[https://bsw3.naist.jp/nakajima/research\\_top/root\\_cap.html](https://bsw3.naist.jp/nakajima/research_top/root_cap.html)

Unique functions of root cap cells

[https://bsw3.naist.jp/nakajima/English/cn5/root\\_cap\\_EN.html](https://bsw3.naist.jp/nakajima/English/cn5/root_cap_EN.html)