

様式 C - 7 - 1

平成28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）

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	バイオサイエンス研究科		
	職	教授		
	氏名	中島 敬二		

1. 研究種目名 新学術領域研究（研究領域提案型） 2. 課題番号 25113007

3. 研究課題名 細胞運命の決定と機能発現を支えるパターン形成の制御ロジック

4. 研究期間 平成25年度～平成29年度 5. 領域番号・区分 3503 計画研究

6. 研究実績の概要

1. 根冠細胞の運命決定と機能発現の制御機構：伸長する根の先端を自動的に追尾する顕微鏡システムを開発し、シロイヌナズナの根冠剥離の動態を解析した。野生型植物の根冠剥離には明確な周期性が見られた。根冠細胞の剥離を制御するBRN転写因子の欠損変異体では、剥離の完了が起これないにもかかわらず、野生型と同様の周期で剥離が開始された。このことから、根冠剥離の開始が未知の内性リズムに応じて活性化されることが示唆された。また剥離する根冠細胞の細胞壁分解に関与するRCPG遺伝子の変異体では、剥離の開始が遅れるのみならず、根冠細胞層が根から脱離しなかった。これらの実験を通じライブイメージングの意義が確かめられた。

2. マイクロRNAの産生制御を介した胚パターン形成の制御機構：我々は初期球状胚におけるmiR165/6の空間的な発現制御が、胚パターンの形成に重要な役割を果たすことを明らかにしている。MIR165/6遺伝子のプロモーター解析と、既知の転写因子の変異体を用いた解析を組み合わせることにより、miR165/6産生の空間的制御を介した胚パターン形成の制御系が明らかとなった。

3. ゼニゴケを用いた雌性発現の制御機構と実働遺伝子群の同定：ゼニゴケの卵成熟過程で細胞壁を構成するセルロースやヘミセルロースの分解が起こること、また、卵細胞自身が産生するペクチンが卵の周囲の空隙に大量に分泌されることを示唆する結果を得た。また、ゼニゴケ造卵器とシロイヌナズナ雌性配偶子の比較トランスクリプトーム解析から、両者で共通して発現する相同な転写因子FGMYBを同定した。この遺伝子をノックアウトしたゼニゴケでは、染色体構成上はメスであるにも関わらず、野生型のオスと見分けがつかない生殖器官を形成し精子を形成した。以上の結果から、FGMYBが陸上植物の進化において保存された雌性発現の制御因子であることが示唆された。

7. キーワード

植物 パターン形成 根冠 マイクロRNA ゼニゴケ 生殖細胞 性分化 胚発生

8. 現在までの進捗状況

区分 (1) 当初の計画以上に進展している。

理由

平成28年度は、根冠細胞を用いた細胞分化の制御因子から実働因子へ至る経路の解明、マイクロRNAによるパターン形成の制御、ゼニゴケを用いた性分化機構の解明の3つのテーマで、それぞれ新たな発見が得られた。においては、根冠剥離の制御因子であるBRN1/2が細胞壁分解酵素遺伝子のRCPGを直接転写制御することを論文発表し、さらに独自に開発した水平光軸型動物トラッキング顕微鏡を用いて、従来の方法では捉えられなかった根冠剥離の周期性を発見することに成功した。については胚の最外層で特異的に発現する転写因子がマイクロRNAの産生を制御し、これによって発現領域が限定される下流転写因子のネガティブフィードバックにより、初期胚の遺伝子発現ドメインが形成される機構の発見に成功した。これは初期胚のパターンが、比較的少数の遺伝子間の相互作用により自律的に形成されることを示す重要な成果である。については、単一の転写因子の変異によりゼニゴケの性がほぼ完全に転換することを発見した。種子植物においては相同な転写因子が雌性配偶体の分化を促進することが報告されており、陸上植物における性分化の進化を考察する上で重要な研究成果を得ることができた。

2 版

9. 今後の研究の推進方策

根冠の剥離がBRN1/2転写因子により直接発現制御される実働遺伝子に依存して促進されることが明らかとなった。これまでの研究を通じて、ほかに多数のBRN1/2標的遺伝子を同定しており、これらの中には、プログラム細胞死、膜交通、防御応答に関与すると推定される遺伝子が存在する。今後はこれらの未知遺伝子の機能解析を通じ、根冠に特有の生理機能とその制御系を明らかにする。また根冠剥離の時空間的制御を担うメカニズムは全く分かっていないが、本研究課題で開発した顕微鏡システムを用いて新たな因子の探索や作用機序の解明を行う。マイクロRNAを介した胚パターン形成の制御については、上流転写因子がマイクロRNAの遺伝子領域に直接結合するかを解析し、さらにシス配列を同定してゆく。雌性発現の制御機構については、FGMYBに制御される下流遺伝子群をゼニゴケとシロイヌナズナで同定し、それらの機能を比較解析することで、陸上植物の進化に共通した雌性分化の実体とその制御系を明らかにしてゆく。

10. 研究発表（平成28年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2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 Kamiya Masako, Higashio Shin-Ya, Isomoto Atsushi, Kim Jong-Myong, Seki Motoaki, Miyashima Shunsuke, Nakajima Keiji	4. 巻 143
2. 論文標題 Control of root cap maturation and cell detachment by BEARSKIN transcription factors in Arabidopsis	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Development	6. 最初と最後の頁 4063 ~ 4072
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1242/dev.142331	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 Koi Satoshi, Hisanaga Tetsuya, Sato Katsutoshi, Shimamura Masaki, Yamato Katsuyuki T., Ishizaki Kimitsune, Kohchi Takayuki, Nakajima Keiji	4. 巻 26
2. 論文標題 An Evolutionarily Conserved Plant RKD Factor Controls Germ Cell Differentiation	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Curr. Biol.	6. 最初と最後の頁 1775 ~ 1781
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.cub.2016.05.013	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 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Tetsuya Hisanaga, Keiji Nakajima
2. 発表標題 A MYB type transcription factor controls female reproductive organ development in Marchantia polymorpha
3. 学会等名 EMBO work shop "New model systems for early land plant evolution" (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Keiji Nakajima
2. 発表標題 Mechanisms regulating root cap differentiation and functions
3. 学会等名 Japan-Taiwan bilateral minisymposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tetsuya Hisanaga, Satoshi Koi, Katsutoshi Sato, Keiji Nakajima
2. 発表標題 Marchantia polymorpha as a model to study plant reproductive development
3. 学会等名 Marchantia training course (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 久永哲也、岡橋啓太郎、山岡尚平、西浜竜一、河内孝之、中島 敬二
2. 発表標題 MpFGMYBはゼニゴケにおいて生殖器官の雌性化に機能する
3. 学会等名 第58回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 郷達明、上野皓輝、小園紗希、神谷雅子、金鍾明、遠藤高帆、宮島俊介、中島敬二
2. 発表標題 シロイヌナズナ根冠細胞の分化と剥離の動態解析
3. 学会等名 第58回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2017年

2 版

1. 発表者名 Shunsuke Miyashima, Kaori Furuta, Keiji Nakajima
2. 発表標題 Analysis on a novel transcription factor controlling the hormonal response during the vascular development in Arabidopsis root
3. 学会等名 第58回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 浅見 忠男、柿本 辰男他	4. 発行年 2016年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 192
3. 書名 新しい植物ホルモンの科学 第3版	

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

冠組織をモデルとして細胞分化の実体に向ける
http://bsw3.naist.jp/nakajima/Research_JP/root_cap.html
 根端の細胞が自ら剥がれ落ちるしくみを解明
<http://bsw3.naist.jp/research/index.php?id=1398>
 生殖細胞がつくられる仕組み
http://bsw3.naist.jp/nakajima/Research_JP/Germ_cell.html
 植物で生殖細胞をつくり出す主役の遺伝子を発見 ～ 生殖機構の解明や、繁殖・育種技術への応用に期待～
<http://bsw3.naist.jp/research/index.php?id=1340>