

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 9 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26840093

研究課題名(和文)受精によって活性化される転写ネットワークの下流で植物体軸を構築する実働機構の解明

研究課題名(英文) How the plant body axis is established under the transcriptional network that is activated by fertilization?

研究代表者

植田 美那子 (Ueda, Minako)

名古屋大学・理学研究科(WPI)・特任講師

研究者番号：20598726

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：植物も動物と同じように、たった一つの受精卵から複雑な形が作られる。しかし、どのような順序で、また、どんな仕組みで形が作られていくのか、これまでほとんど分かっていなかった。そんななか、私は研究に適した植物であるシロイヌナズナを使って、受精卵の内部がどのように偏っていくのかをリアルタイムで観察することに成功した(Kimata et al., 2016)。また、父親と母親の因子が協力することで、子供である受精卵が適切な形へと成長していくことも発見した(Ueda et al., 2017)。

研究成果の概要(英文)：In many plants, the asymmetric division of the zygote sets up the apical-basal axis of the embryo. We have established the live-imaging method to visualize how the zygote polarizes after fertilization, and provided insights into the intracellular dynamics of zygote polarization in flowering plants (Kimata et al, 2016). In addition, we have revealed a framework of how maternal and paternal factors are integrated in the zygote to regulate embryo patterning (Ueda et al, 2017).

研究分野：植物発生学

キーワード：体軸形成 細胞極性 植物発生

1. 研究開始当初の背景

多細胞生物は複雑な構造をもつが、それらは全て受精卵という単一細胞に由来する。植物の卵細胞と受精卵では一般的に、核が頂端側に、液胞が基部側に偏るといった、頂端-基部軸に沿った細胞内極性が観察される。受精卵は不等分裂し、小さな頂端細胞と大きな基部細胞を生じる。頂端細胞からは植物体の地上部が、基部細胞からは地下部が形成されるので、受精卵の細胞極性は成体の頂端-基部軸と一致する。この顕著な形態的特徴は多くの植物に保存されており、特に、頂端-基部軸を生み出す受精卵の不等分裂はほとんどの多細胞植物に共通する。しかしこの重要性にもかかわらず、体軸形成のしくみは未だほとんど分かっていない。そんななか、私はモデル植物であるシロイヌナズナを用いた研究から、受精卵で働く特定の転写因子が受精卵の極性化と体軸形成を制御することを見出した。そこで、これを端緒とすることで、植物の発生初期に体軸が形成されるしくみについて研究することを思い立った。

2. 研究の目的

受精卵で働く転写因子が体軸形成を担う動態と、その詳細な仕組みを解明することを目的とした。そこで、受精卵が極性化する動態をリアルタイムで捉えることを試みた。さまざまな転写因子がどのように関係し合っただけかを特定するため、転写因子同士の相互作用などを遺伝学的・生化学的に検証することも目的とした。

3. 研究の方法

これまでに確立した *in vitro* 胚珠培養法を改良し、より高精細・高解像度で受精卵の内部動態をライブイメージングする手法を確立した。加えて、受精卵の極性や胚のパターン形成を担うさまざまな転写因子を同定し、その多重変異体の表現型解析や、生化学的な解析(タンパク質間相互作用の判定やリン酸化の有無など)により、それぞれの関係性を明らかにした。

4. 研究成果

シロイヌナズナの *in vitro* 胚珠培養系と、組織深部の高精細な観察を可能とする二光子顕微鏡システムを組み合わせることで行った受精卵の内部動態の精緻なライブイメージングの成果をまとめ、論文として公表した(Kimata et. al., 2016)、さらに、精細胞と卵細胞のそれぞれから受精卵に持ち込まれる SSP と HDG11/12 が、WRKY2 転写因子を介在することで協力し、受精卵で WOX8 遺伝子の発現を誘導することで、受精卵の極性化と胚のパターン形成を制御するメカニズムも明らかにした(Ueda et. al., 2017)。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

1. Ueda M, Aichinger E, Gong W, Groot E, Verstraeten I, Vu LD, De Smet I, Higashiyama T, Umeda M, Laux T. Transcriptional integration of paternal and maternal factors in the Arabidopsis zygote. *Genes & Development* 2017 Mar 15;31(6):617-627. 査読あり
2. Kimata, Y., Higaki, T., Kawashima, T., Kurihara, D., Sato, Y., Yamada, T., Hasezawa, S., Berger, F., Higashiyama, T., and Ueda, M. Cytoskeleton dynamics control the first asymmetric cell division in Arabidopsis zygote. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 2016 Dec;113(49): 14157-14162. 査読あり
3. Nambo, M, Kurihara, D, Yamada, T, Nishiwaki-Ohkawa, T, Kadofusa, N, Kimata, Y, Kuwata, K, Umeda, M, Ueda, M. Combination of Synthetic Chemistry and Live-Cell Imaging Identified a Rapid Cell Division Inhibitor in Tobacco and Arabidopsis thaliana. **Plant and Cell Physiology**. 2016 Nov;57(11):2255-2268. 査読あり
4. Gooh, K., Ueda, M., Aruga, K., Park, J., Arata, H., Higashiyama, T., Kurihara, D. Live-Cell Imaging and Optical Manipulation of Arabidopsis Early Embryogenesis. *Developmental Cell*. 2015 34(2):242-51. 査読あり

[学会発表] (計 3 件)

1. 植田美那子, 木全祐資, 栗原大輔, 山田朋美, 東山哲也
植物の受精卵はどのように極性化するのか?
第 58 会植物生理学会年会
2017 年 3 月 16-18 日
鹿児島大学郡元キャンパス
2. 木全祐資, 栗原大輔, 桧垣匠, 河島友和, 佐藤良勝, 山田朋美, **Frederic Berger**, 馳澤盛一郎, 東山哲也, 植田美那子
植物受精卵のライブイメージング: 細胞極性とは何か?
第 80 回大会 日本植物学会
2016 年 9 月 16-19 日
沖縄コンベンションセンター

3. Yusuke Kimata, Daisuke Kurihara, Takumi Higaki, Tomomi Yamada, Seiichiro Hasezawa, Tetsuya Higashiyama and Minako Ueda
Live-cell imaging of the intracellular dynamics underlying the zygote polarization in Arabidopsis
27th International Conference on Arabidopsis Research (ICAR2016)
2016年6月29-7月3日
慶州 (韓国)
招待講演

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 1 件)

名称: 植物細胞分裂抑制剤

発明者: 植田 美那子、南保 正和、栗原 大輔、桑田 啓子、大川 妙子

権利者: 同上

種類: 特許

番号: 特願2016-028537

出願年月日: 2016年2月18日

取得年月日: 2016年2月18日

国内外の別: 国内

[その他]

ホームページ等

<http://www.itbm.nagoya-u.ac.jp/ja/research/2016/11/Ueda-Asymmetric-CD.php>

<http://www.itbm.nagoya-u.ac.jp/ja/research/2017/04/GandD-Parents.php>

新聞・ネット記事への掲載

Phys.Org (2016年11月29日)

<http://phys.org/news/2016-11-cell-imaging-asymmetric-division-fertilized.html>

Science Daily (2016年11月29日)

<https://www.sciencedaily.com/releases/2016/11/161129084231.htm>

Science Magazine (2016年11月29日)

<http://sciencemag.com/live-cell-imaging-of-asymmetric-cell-division-in-fertilized-plant-cells/>

Bioengineer (2016年11月29日)

<https://bioengineer.org/live-cell-imaging-of-asymmetric-cell-division-in-ferti>

lized-plant-cells/

日経産業新聞 (2016年11月28日) 受精卵の非対称分裂解明 名大、植物で

日本の研究.com (2016年11月24日)
<https://research-er.jp/articles/view/52743>

朝日新聞 (2016年11月22日) 花・葉は上に根は下に - どうやって? 受精卵のたんぱく質2種を観察

中日新聞 (2016年11月22日) 植物受精卵細胞分裂の仕組み確認

共同通信 (2016年12月15日) 植物受精卵「上が花」の謎解明
<https://this.kiji.is/182060650767156732?c=39546741839462401>

毎日新聞 (2016年12月19日) 中部夕刊 6頁 社会面
植物「上は花、下は根」謎解明 受精卵にタンパク質2種
<https://mainichi.jp/articles/20161219/k00/00e/040/140000c>

愛媛新聞
<https://www.ehime-np.co.jp/article/ky201611221427300010>

京都新聞
<http://www.kyoto-np.co.jp/top/article/20161215000099>

北海道新聞
<http://dd.hokkaido-np.co.jp/news/science/science/1-0348783.html>

琉球新報
<http://ryukyushimpo.jp/kyodo/entry-412337.html>

ORICON NEWS
<http://www.oricon.co.jp/article/71454/>

千葉日報
<http://www.chibanippo.co.jp/newspack/20161215/372060>

大分合同新聞
<https://m.oita-press.co.jp/1002000000/2016/12/15/NP2016121501001327>

Global Plant Council (2016年11月30日)
<http://www.globalplantcouncil.org/news-events/latest-news/three-rings-stop-cell-division-in-plants-development-of-a-triarylmethane-compound-for-possible-con>

trol-of-plant-growth

日本の研究.com (2016年11月10日)
<https://research-er.jp/articles/view/52160>

Phys.Org (2016年11月25日)
<http://phys.org/news/2016-11-triarylmetane-compound-growth.html>

Science Daily (2016年11月25日)
<https://www.sciencedaily.com/releases/2016/11/161125084223.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

植田 美那子 (UEDA, Minako)
名古屋大学・理学研究科 (WPI) ・特任講師
研究者番号 : 20598726

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし