

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：14603

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K14549

研究課題名(和文) 花が咲く時に植物体で起きること—Deathホルモンはあるのか？

研究課題名(英文) Events caused by floral induction-Is there a death hormone?

研究代表者

伊藤 寿朗 (Ito, Toshiro)

奈良先端科学技術大学院大学・バイオサイエンス研究科・教授

研究者番号：90517096

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、これまで申請者が独自に作製してきたトランスジェニック植物体を活用し、花が咲く時に植物体で起きるエピジェネティックおよびシグナル伝達系の変化を解析することにより、「Deathホルモン」 花からメリステムに至る新規シグナルの分子の実体やそのシグナル経路を同定することを目指して研究を行ってきた。最初に、遺伝学的、生化学的解析によりKNUタンパク質によるWUS遺伝子の抑制における二段階の転写抑制機構を見いだした。さらに、花が咲く時に起きるメリステム間のシグナル伝達を明らかにするために、カルシウム、ATP、植物ホルモンをリアルタイムで定量性をもって検出するためのバイオセンサーを作出した。

研究成果の概要(英文)：In order to identify the so-called death hormone, which is induced by flowering and functions to kill existing meristems, we have worked on epigenetic programs and hormone signaling in flower development. By utilizing transgenic lines developed by our laboratory, we have shown that KNU, a key gene for floral meristem determinacy, negatively regulates the stem cell determinant WUS in a two-step process. We also have developed biosensors for calcium, ATP and phytohormones to detect them quantitative manners in realtime of flower development.

研究分野：花発生分子遺伝学

キーワード：シグナル伝達 発現制御 発生・分化

## 1. 研究開始当初の背景

種子植物は生殖器官として「花」を持ち、花が咲く時、中央部にある幹細胞の増殖活性は停止する。開花は一つの花の「死」につながるだけでなく、植物個体の死につながる場合もある。竹は、樹齢数十年の間に一度だけ花を咲かせ、実が熟した後、枯死する。シロイヌナズナでは開花結実の情報が、茎頂や側方にある幹細胞を含む領域(メリステム)に作用し、新規の花芽や葉原基の形成を阻害する。しかし、30年以上前に Nooden と Derman によって提唱された「Death ホルモン」(Nature 271, 354, 1978)の分子の実体は未解明なままである。

## 2. 研究の目的

本研究では、花が咲く時に植物体で引き起こされている現象と開花結実の情報伝達機構を明らかにする。これまで申請者が独自に作製してきたトランスジェニック植物体を活用し、花が咲く時に植物体で起きるエピジェネティックおよびシグナル伝達系の変化を解析することにより、花が咲く時に起きるエピジェネティックな変化、さらには Nooden と Derman によって提唱された「Death ホルモン」(Nature 271, 354, 1978) 花からメリステムに至る新規シグナルの分子の実体やそのシグナル経路を同定することを目指して研究を行ってきた。

## 3. 研究の方法

本研究では、花が咲く時に植物体、特にメリステムで起きる変化をエピジェネティックと植物ホルモンシグナルの二面に着目して解析を行ってきた。我々は、遺伝学的、生化学的解析により KNU 遺伝子による WUS 遺伝子の抑制の詳細な分子機構を明らかにした。

さらに、花が咲く時に起きるメリステム間のシグナル伝達を明らかにするために、北口博士らとの共同研究によりカルシウム、ATP

のバイオセンサーを作出した。それぞれはすでに動物で報告されていたものを植物コドンに最適化したものを作出し、トランスジェニック植物を作成した。

さらに植物ホルモンを植物体内でリアルタイムに定量性をもって検出するために、それぞれの植物ホルモンを特異的に認識する分子とシグナルを発する分子を利用したバイオセンサーを作成も行った。

## 4. 研究成果

我々は、遺伝学的、生化学的解析により KNU タンパク質による WUS 遺伝子の抑制は、WUS の活性化因子である SPLAYED (SYD) の「排除」とポリコム因子の「導入」による二段階の転写抑制機構を見いだした。転写抑制機構の新規メカニズム機構として PNASE に論文投稿しており、現在はレフェリーコメントにもとづいて、再投稿に向けてリバイズ実験を補足中である。

さらに、花が咲く時に起きるメリステム間のシグナル伝達を明らかにするために、カルシウム、ATP のバイオセンサーを作出した。それぞれはすでに動物で報告されていたものを植物コドンに最適化したものを作出し、トランスジェニック植物を作成した。ATP センサーは共同研究の論文として Nature Comm. に投稿しており、現在はレフェリーコメントにもとづいて、再投稿に向けてリバイズ実験を補足中である。

さらに植物ホルモンを植物体内でリアルタイムに定量性をもって検出するために、それぞれの植物ホルモンを特異的に認識する分子とシグナルを発する分子を利用したバイオセンサーを作成中である。2種類の植物ホルモンそれぞれに特異的に検出して、そのうちの1つにかんしては、ホルモン依存的に光強度が2.8倍まで変化するセンサーを得ることが出来た。本研究は、萌芽の終了後も継続しており、これらの候補に、さまざまな改変を加えスクリーニングすることで、それぞれ

のホルモン依存的に大きくシグナルが変化  
するバイオセンサー作出に努めている。

#### 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) Breuil-Broyer S, Trehin C, Morel P, Boltz V, Sun B, Chambrier P, Ito T, Negrutiu I. (2016) "Analysis of the Arabidopsis superman allelic series and the interactions with other genes demonstrate developmental robustness and joint specification of male-female boundary, flower meristem termination, and carpel compartmentalization." *Annals of Botany*, 117: 905-923. DOI: 10.1093/aob/mcw023.

(査読あり)

(2) Gan E-S, Xu Y, and Ito T. (2015) "Dynamics of H3K27me3 methylation and demethylation in plant development" *Plant Signaling & Behavior*, DOI: 10.1080/15592324.2015.1027851.(査読あり)

(3) Sun B and Ito T. (2015) "Regulation of Floral Stem Cell Termination in Arabidopsis" *Frontiers in Plant Science*, 6:17, DOI: 10.3389/fpls.2015.00017. (査読あり)

(4) Guo S, Sun B, Looi L-S, Xu Y, Gan E-S, Huang J and Ito T. (2015) "Co-ordination of flower development through epigenetic regulation in two model species: rice and Arabidopsis." *Plant Cell & Physiology*, 56:830-842. DOI: 10.1093/pcp/pcv037. (査読あり)

[学会発表](計 6 件)

(1) 伊藤寿朗 'Bio-timer controlling terminal differentiation of floral stem

cells' International Plant Meeting in Kyoto 2016 (招待講演)(国際学会) 2016年11月25日、京都産業大学(京都府京都市)

(2) 伊藤寿朗 '花幹細胞の終末分化における細胞周期制御' 基生研研究会「細胞分化を誘導する細胞周期制御システム」(招待講演) 2016年11月21日~22日、基礎生物学研究所(愛知県岡崎市)

(3) 伊藤寿朗 'Multi-step termination of floral stem cells in Arabidopsis' RIKEN CSRS Yokohama Seminar Series (招待講演) 2016年10月17日、理化学研究所(神奈川県横浜市)

(4) 伊藤寿朗 '花はどうして儂いのか?' 長浜バイオ大学特別セミナー(招待講演) 2016年7月26日~27日、長浜バイオ大学(滋賀県長浜市)

(5) 伊藤寿朗 'Epigenetic-mediated heat response in Arabidopsis' ICAR2016KOREA (招待講演)(国際学会) 2016年6月30日 韓国慶州市

(6) 伊藤寿朗 'Multi-step termination of stem cell activities in flower' MERISTEM2016 (招待講演)(国際学会) 2016年6月9日、中国山東省泰安市

[図書](計 1 件)

(1) 「花の形づくりを決める遺伝子ネットワーク」角谷 侑香, 山口 暢俊, 伊藤寿朗 生物と化学 公益社団法人 日本農芸化学会 2017年 印刷中

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ <http://bsw3.naist.jp/ito/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

伊藤 寿朗 (ITO, Toshiro)  
奈良先端科学技術大学院大学・バイオサイ  
エンス研究科・教授  
研究者番号： 90517096

### (2) 研究分担者

北口 哲也 (KITAGUCHI, Tetsuya)  
早稲田大学・総合研究機関・主任研究員(研  
究員准教授)  
研究者番号： 60432374

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：

### (4) 研究協力者

( )