

様 式 C - 7 - 1

平成 2 8 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）

1. 機 関 番 号

1 4 6 0 3

2. 研究機関名

奈良先端科学技術大学院大学

3. 研究種目名

新学術領域研究（研究領域提案型）

4. 研究 期 間

平成 2 8 年度～平成 2 9 年度

5. 課 題 番 号

1 6 H 0 1 4 6 9

6. 研究課題名

ポリコーム群タンパク質が植物免疫の誘導・記憶を正に制御する分子機構の解明

7. 研究代表者

研究 者 番 号	研究 代 表 者 名	所 属 部 局 名	職 名
5 0 5 8 7 7 6 4	サイジョウ ユウスケ 西條 雄介	バイオサイエンス研究科	准教授

8. 研究分担者

研究 者 番 号	研究 分 担 者 名	所属研究機関名・部局名	職 名

9. 研究実績の概要

植物は病原体の侵入を認識すると、その認識部位において局所的に防御応答を活性化させるとともに、長距離移行シグナルによって非感染部位を含む全身にわたって免疫機能を亢進させる。その際、特に病原体のエフェクター因子の認識に基づく、強力なエフェクター誘導性免疫が活性化された後には、次の防御応答をスムーズに誘導させる状態（プライミング）が強く成立する。この植物免疫の記憶化として捉えられる、防御関連遺伝子の発現プライミングの成立には、転写促進型のヒストン修飾（ヒストンH3の第4リジンのトリメチル化：H3K4me3）に加えて転写抑制型のヒストン修飾（H3K27me3）が必要であることを先行研究で遺伝学的に明らかにした。また、H3K27me3メチル化因子CLFはエフェクター誘導性免疫そのものにも寄与することを示唆する知見も得た。そこで、酵母から動物・植物まで保存され共通して転写に抑制的に働くと考えられるH3K27me3、並びにH3K27me3メチル化因子CLFを含むポリコーム群タンパク質PRC2複合体が、意外なことに植物免疫応答やプライミングにおいて防御関連遺伝子の発現を正に制御する分子メカニズムについて解明を進めている。シロイヌナズナのclf機能欠損変異体において得られた、植物免疫プライミングにおけるRNA-seq解析データとクロマチン免疫沈降（ChIP）-seqデータを元に、現在、PRC2複合体の支配下にある標的ゲノム領域の選定を進めている。並行して、PRC2複合体CLFの直接の標的を調べるためのChIP解析や生化学的解析に必要なリソースの構築や実験条件の検討を進めている。

10. キーワード

(1) 遺伝子発現制御	(2) エピジェネティクス	(3) 植物微生物相互作用	(4) ヒストン修飾
(5) 転写	(6)	(7)	(8)

11. 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)

cl f変異体植物において得られたRNA-seq解析データ並びにChIP-seq解析データのマイニングや照合に予想以上に時間を必要としたものの、良質のデータが得られた様子であり、植物免疫プライミングにおいてH3K27me3の影響下にある標的遺伝子座に関して独自の重要情報を得たと考えられるため。現在、ここまでの成果をまとめた論文の投稿準備を進めている。また、プロトプラストを用いたプライミングの再構成系などの生化学的アッセイ系の構築や、CLFの標的ゲノム領域を調べるためのChIP実験のリソース準備や条件検討も順調に進んでいるため、当初の計画に関しては概ね順調に進展していると評価される。

一方、植物免疫プライミングの分子の実態に本質的に迫るには、コアとなる標的遺伝子（もしくはゲノム領域）を同定する必要性が再認識された。それに向けて、シロイヌナズナにおいて植物免疫プライミングに異常を示す変異体のスクリーニング系を立ち上げ、遺伝学的解析を推進することが最適であると考え、その準備にも着手しており、重要な成果が得られると考えている。

12. 今後の研究の推進方策

(今後の推進方策)

シロイヌナズナのcl f変異体植物において得られたRNA-seq解析データ並びにH3K4me3とH3K27me3のChIP-seq解析データの照合から、両ヒストン修飾のゲノムワイドの動態情報やPRC2-CLF複合体の支配下にある標的ゲノム領域のプロファイルを得る。ここまでの成果をまとめて論文発表を行う。

次に、プロトプラストなどを用いた生化学的アッセイ系により、PRC2依存的なヒストン修飾・クロマチン状態・転写の再構成を試みるとともに、H3K4me3-H3K27me3のビバレント修飾の有無等を調べる。また、PRC2-CLF複合体の構成因子・相互作用因子についても植物細胞においてアフィニティ精製と質量分析を行うことで候補タンパク質のリスト化を行う。これらの解析を合わせて、PRC2の作用機序に迫る。

さらに、植物免疫の記憶の分子実体（プライミングのコア標的遺伝子・ゲノム領域）の同定に向けて、プライミングのマーカー遺伝子などを用いた変異体のスクリーニング系を確立するとともにスクリーニングに着手する。

13. 研究発表（平成 28 年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計（3）件／うち査読付論文 計（3）件／うち国際共著論文 計（1）件／うちオープンアクセス 計（1）件

著 者 名	論 文 標 題 【掲載確定】				
Yasuda S, Okada K, Saijo Y	A look at plant immunity through the window of the multitasking coreceptor BAK1.				
雑 誌 名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Current Opinion in Plant Biology	有	38	2017	-	-
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）					
10.1016/j.pbi.2017.04.007					
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					

著 者 名	論 文 標 題 【掲載確定】				
Ariga H, Katori T, Tsuchimatsu T, Hirase T, Tajima Y, Parker JE, Alcazar R, Koornneef M, Hoekenga O, Lipka AE, Gore MA, Sakakibara H, Kojima M, Kobayashi Y, Iuchi S, Kobayashi M, Shinozaki K, Sakata Y, Hayashi T, Saijo Y, Taji T	NLR locus-mediated trade-off between abiotic and biotic stress adaptation in Arabidopsis				
雑 誌 名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Nature Plants	有	3	2017	-	該当する
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）					
なし					
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					

著 者 名	論 文 標 題				
Espinas NA, Saze H, Saijo Y	Epigenetic Control of Defense Signaling and Priming in Plants				
雑 誌 名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Frontiers in Plant Science	有	7	2016	1201	-
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）					
10.3389/pls.2016.01201					
オープンアクセス					
オープンアクセスとしている（また、その予定である）					

〔学会発表〕 計（ 3 ）件 / うち招待講演 計（ 0 ）件 / うち国際学会 計（ 2 ）件

発 表 者 名	発 表 標 題	
Loo EP, Tajima Y, Saijo Y	Polycomb Repressive Complex 2 positively regulates systemic defense priming in <i>Arabidopsis thaliana</i>	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
Cold Spring Harbor Asia (国際学会)	2016年11月29日 ~ 2016年12月02日	淡路夢舞台国際会議場（兵庫県淡路市）

発 表 者 名	発 表 標 題	
Tajima Y, Loo EP, Reimer-Michalski EM, Kracher B, Turck F, Saijo Y	Histone H3 lysine-4 and -27 methyl transferases influence systemic immunity and priming in <i>Arabidopsis thaliana</i>	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
Cold Spring Harbor Asia (国際学会)	2016年11月29日 ~ 2016年12月02日	淡路夢舞台国際会議場（兵庫県淡路市）

発 表 者 名	発 表 標 題	
Tajima Y, Loo EP, Reimer-Michalski EM, Kracher B, Turck F, Saijo Y	植物免疫におけるヒストン修飾を介したエピジェネティックな遺伝子発現制御機構	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第58回日本植物生理学会年会	2017年03月16日 ~ 2017年03月18日	鹿児島大学（鹿児島県鹿児島市）

〔図書〕 計（ 4 ）件

著 者 名	出 版 社		
Inokuchi, T. and Saijo, Y	Springer		
書 名	発行年		総ページ数
Analysis for protein glycosylation of pattern recognition receptors in plants (Plant Pattern Recognition Receptors: Methods and Protocols. Libo Shan Ed.)	2 0 1 7		8

著 者 名	出 版 社		
Hiruma, K. and Saijo, Y	Springer		
書 名	発行年	総ページ数	
Plant Inoculation with the Fungal Leaf Pathogen <i>Colletotrichum higginsianum</i> (Environmental Responses in Plants)	2 0 1 6	6	

著 者 名	出 版 社		
Hiruma, K. and Saijo, Y	Springer		
書 名	発行年	総ページ数	
Tracing Plant Defense Responses in Roots upon MAMP/DAMP Treatment (Environmental Responses in Plants)	2 0 1 6	4	

著 者 名	出 版 社		
Hiruma, K. and Saijo, Y	Springer		
書 名	発行年	総ページ数	
Methods for Long-Term Stable Storage of <i>Colletotrichum</i> Species (Environmental Responses in Plants)	2 0 1 6	4	

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計（ 0 ）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕 計（ 0 ）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

(課題番号 : 16H01469)

(注) ・印刷に当たっては、A 4 判 (縦長) ・両面印刷すること。

(5 / 6)

15. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計（ 0 ）件

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

（ 1 ）国際共同研究：国際共同研究である

共同研究相手国	相手方研究機関			
ドイツ	Max Planck Institute	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-				

17. 備考