

## 研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		ウイルス外皮タンパクによる植物自然免疫誘導の分子機構			
研究テーマ (欧文) AZ		Understanding of mechanisms underlying plant innate immune responses by viral coat proteins			
研究氏 代表名 者	カタカナ CC	姓)ナカハラ	名)ケンジ	研究期間 B	2012 ~ 2013 年
	漢字 CB	中原	健二	報告年度 YR	2014年
	ローマ字 CZ	Nakahara	Kenji	研究機関名	北海道大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		北海道大学大学院農学研究院・講師			
<p>概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)</p> <p>動けない植物は病原体への暴露や生育環境の変化に耐える必要があり、発達した環境応答や免疫機能を持つと考えられている。特に自然免疫と呼ばれる先天性の誘導免疫機構は病原体との arms race を経て重層的に発達し、互いを補完するよう機能して、病原体の感染だけでなく、その毒性を進化的にも制御していることが明らかになりつつある。本研究では病原体の共通分子パターン (PAMPs) を認識することで多様な病原体に反応して防御を担う基礎的な自然免疫機構 (PAMPs 誘導免疫) について注目した。なぜなら、植物ウイルスに対する PAMPs 誘導免疫の存在は示唆されてきたが、そのメカニズムは一向に分かっていなかったからである。本研究で、植物が認識するウイルス PAMPs が何なのか、そして、ウイルス PAMPs の認識を担う受容体を明らかにすることが出来た。以下にその成果について概説する。以前の研究で rgs-CaM と呼ばれるタバコのカルモジュリン様タンパク質が、ウイルスに対する主要な防御機構の一つである RNA サイレncing機構を抑制するウイルスタンパク質 (RNA サイレncing抑制タンパク質、RSS) に対する対抗防御機構を担っていることを明らかにした。その研究の中で、rgs-CaM が RSS に共通の (2本鎖) RNA 結合領域に親和性を持つことで多様な RSS に結合することを示した。さらに、本研究で、抗 rgs-CaM 抗体を用いた免疫沈降法によりウイルス感染葉から rgs-CaM に結合するタンパク質を分画して質量分析やウェスタンブロッティングにより同定した結果、rgs-CaM は RSS ばかりではなくウイルスの外皮タンパク質にも普遍的に結合することを見出した。一方、rgs-CaM を人為的に過剰発現させた形質転換タバコでは PAMPs 誘導免疫の活性化に関わる植物ホルモン、サリチル酸仲介防御機構が活性化されることを見出した。そこで rgs-CaM はウイルス侵入時にウイルスの外皮タンパク質や RSS を認識してサリチル酸仲介防御を活性化するウイルス PAMPs 誘導免疫の受容体として働いているのではないかと仮説を立て、さらに解析・検証を進めた結果、ウイルス外皮タンパク質や RSS の発現と同時に細胞内のカルシウム濃度が上昇した時、rgs-CaM がサリチル酸仲介防御を活性化することを見出した。感染時を含むさまざまなストレスにより植物細胞内へのカルシウムイオン流入が起きることはよく知られている。また、rgs-CaM はカルモジュリンや他のカルモジュリン様タンパク質と同様に EF ハンドを三つ持ち、カルシウムイオンに結合することが示唆されている。以上の結果から、rgs-CaM はウイルス外皮タンパク質や RSS と感染ストレスで生じるカルシウムシグナルを同時に感知することで感染特異的にサリチル酸仲介防御を活性化する免疫受容体であると結論した。脊椎動物、昆虫を含めた自然免疫機構でカルモジュリン様タンパク質が免疫受容体として同定されたことはなく、本研究の独創性を示すと同時に、得られた知見は、植物ウイルスに対する自然免疫機構に限らず、自然免疫の分子機構の全容解明に向け新たな視点を提供するものと期待される。</p>					
キーワード FA	植物自然免疫	植物ウイルス	カルモジュリン様タンパク質	PAMPs	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	ウイルスに対する植物の自然免疫機構							
	著者名 <sup>GA</sup>	忠村・中原	雑誌名 <sup>GC</sup>	化学と生物					
	ページ <sup>GF</sup>	In press	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	4	巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Interaction between viral RNA silencing suppressors and host factors in plant immunity							
	著者名 <sup>GA</sup>	Nakahara & Masuta	雑誌名 <sup>GC</sup>	Current Opinion in Plant Biology					
	ページ <sup>GF</sup>	88~95	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	4	巻号 <sup>GD</sup>	20
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Wound-induced rgs-CaM gets ready for counterresponse to an early stage of viral infection							
	著者名 <sup>GA</sup>	Tadamura et al.	雑誌名 <sup>GC</sup>	Plant Signaling & Behavior					
	ページ <sup>GF</sup>	1548~1551	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	2	巻号 <sup>GD</sup>	12
図書	著者名 <sup>HA</sup>	Nakahara, Nishino & Uyeda							
	書名 <sup>HC</sup>	Methods in Molecular Biology -Construction of infectious cDNA clones derived from the potyviruses <i>Clover yellow vein virus</i> and <i>Bean yellow mosaic virus</i> -							
	出版者 <sup>HB</sup>	Springer	発行年 <sup>HD</sup>	2	0	1	4	総ページ <sup>HE</sup>	In press
図書	著者名 <sup>HA</sup>	中原・忠村・Jeon							
	書名 <sup>HC</sup>	新視点から見渡す病原体感染戦略と植物免疫ネットワーク -タバコの病害抵抗性におけるカルモジュリン様タンパク rgs-CaM の機能と役割-							
	出版者 <sup>HB</sup>	日本植物病理学会	発行年 <sup>HD</sup>	2	0	1	4	総ページ <sup>HE</sup>	132

欧文概要<sup>EZ</sup>

Sessile plants are exposed to attacks of pathogens and diverse environmental stresses and are unable to avoid exposure to them subsequently. Thereby, plants should have highly-developed systems that confer resistances against environmental stress conditions and diverse pathogens, including viruses. Recent studies with bacterial pathogens revealed that plants are able to recognize diverse pathogens via pattern recognition receptors that perceive pathogen-associated molecular patterns (PAMPs) and mount defense responses, including induction of number of defense-related genes. Here, I focused on antiviral innate immune systems because previous studies imply its existence but the molecular mechanism and viral and host factors, including viral PAMPs and the pattern recognition receptors to perceive them, underlying the innate immunities against viruses remains unclear. I previously demonstrated that rgs-CaM binds to and directs the degradation of viral RNA silencing suppressors (RSSs) via autophagy. RNA silencing via degradation of viral RNAs is a major plant immune system against viruses. In this study, I additionally found that rgs-CaM binds to diverse viral coat proteins and also functions as a pattern recognition receptor to simultaneously perceive multiple cues, including viral coat proteins, RSSs and calcium influx, of viral infection for induction of immune responses. The pattern recognition receptors identified so far in plants are receptor-like kinases/proteins anchored on the plasma membrane of plant cells. Therefore, this is a first study showing that a cytoplasmic calmodulin-like protein functions as a pattern recognition receptor to perceive PAMPs.