

令和8年7月9日

報道機関 各位

## 葉緑体 RNA に残る「細菌の痕跡」が 哺乳類の免疫に認識されることを発見

### ■ ポイント

- ・ 葉緑体に含まれる RNA が哺乳類の自然免疫受容体<sup>※1</sup>を活性化することを発見しました。
- ・ 免疫活性化に関与するシアノバクテリア<sup>※2</sup>由来の 15 塩基配列を同定し、その配列が植物種を超えて保存されていることを確認しました。
- ・ 植物由来 RNA と哺乳類免疫系との新たな関係性を示しました。

### ■ 概要

富山大学和漢医薬学総合研究所 協力研究員 犬嶋明子（金沢医科大学医学部生化学 II 助教）および富山大学和漢医薬学総合研究所未病分野 小泉桂一教授らは、植物の葉緑体に含まれる RNA の一部が、哺乳類の自然免疫受容体を活性化することを明らかにしました。特に、葉緑体リボソーム RNA<sup>※3</sup>中に存在する 15 塩基の配列がマウスの Toll 様受容体 (TLR) 13 を介して免疫応答を誘導し、さらにその配列を含む 33 塩基の RNA がヒトの TLR7 を介して免疫応答を活性化することを明らかにしました。これらの結果は、葉緑体の RNA が現在も細菌由来の特徴を保持していることを示すとともに、植物由来 RNA と哺乳類免疫系との新たな関係を示す結果となりました。

本研究成果は、生物科学分野における査読付き国際学術誌「*Communications Biology*」に 2026 年 6 月 15 日（月）に掲載されました。

### ■ 研究の背景

自然免疫は、細菌やウイルスなどの病原体に共通する特徴的な分子を認識することで感染防御を行います。細菌由来の RNA や DNA は Toll 様受容体などによって認識され、炎症性サイトカインの産生や免疫応答を誘導することが知られています。

一方で、植物の葉緑体は進化の過程でシアノバクテリアから生じたと考えられていますが、葉緑体に由来する分子が哺乳類の免疫系にどのような影響を与えるのかはほとんど分かっていませんでした。そこで研究グループは、葉緑体 RNA には細菌由来の特徴が残されており、哺乳類の自然免疫を刺激する可能性があると考え、その検証を行いました。

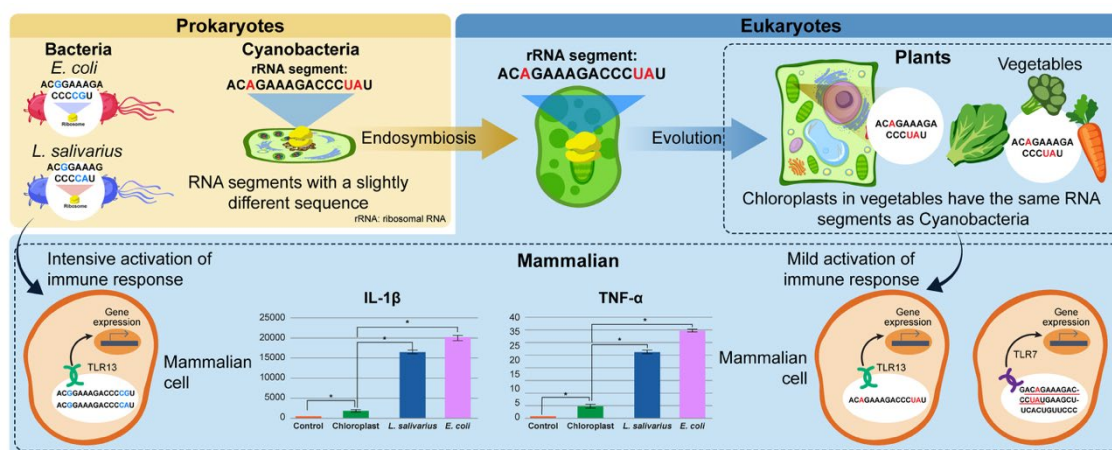
### ■ 研究の内容・成果

研究グループは、植物の実験モデル生物である無菌培養されたシロイヌナズナを用い、葉緑体 RNA の自然免疫活性を解析するため、RNA シークエンス解析<sup>※4</sup>および NF- $\kappa$ B レポーターアッセイ<sup>※5</sup>を行いました。その結果、葉緑体 RNA 中に含まれる 15 塩基の配列がマウ

スの自然免疫受容体 TLR13 を介して NF-κB を活性化することを見出しました。また、この配列を含む 33 塩基の RNA は、ヒトの TLR7 を介した免疫応答も誘導しました。

さらに、この 15 塩基配列は、これまで細菌 23S rRNA に存在する TLR13 認識配列として報告されていた配列と共通していることが分かりました。葉緑体は細菌を起源とする細胞小器官ですが、葉緑体 RNA に含まれるこの配列と哺乳類の自然免疫活性との関連はこれまで十分に調べられていませんでした。加えて、この 15 塩基の配列はシロイヌナズナだけでなく、ダイコン、ホウレンソウなど、植物の種を超えて広く保存されていることがデータ解析により確認されました。

これらの結果から、葉緑体 RNA に含まれる細菌由来の特徴が、哺乳類の自然免疫系によって認識されることが明らかとなりました。



出典：Inujima, A. et al., Commun Biol (2026). DOI:10.1038/s42003-026-10452-0  
(CC BY-NC-ND 4.0)

## ■今後の展開

本研究により、葉緑体 RNA に含まれる細菌由来の特徴が哺乳類の自然免疫系によって認識されることが示されました。今後は、食品中に含まれる葉緑体 RNA が生体内でどのような挙動を示すのか、また腸管免疫や腸内細菌叢との関わりについて検討を進める予定です。本研究成果は、植物由来 RNA と哺乳類免疫系との関係を理解するための基礎的知見として、食品成分による免疫調節機構の解明につながることを期待されます。

## 【用語解説】

### ※1) 自然免疫受容体

細菌やウイルスなどに共通する特徴的な分子を認識する受容体。病原体の侵入を感知し、炎症反応や免疫応答の開始に関わる。

### ※2) シアノバクテリア

光合成を行う細菌の一群。葉緑体は、太古のシアノバクテリアが細胞内に取り込まれて成立

したと考えられており、その名残として独自のゲノムをもつ。

### ※3) リボソーム RNA

タンパク質合成の場であるリボソームを構成する RNA。細菌のリボソーム RNA には、自然免疫受容体 TLR13 によって認識される配列が存在することが報告されている。

### ※4) RNA シークエンス解析

RNA の塩基配列を網羅的に解析する手法。試料中に存在する RNA の種類や量、配列情報を調べることができる。

### ※5) NF-κB レポーターアッセイ

自然免疫応答で重要な役割を果たす転写因子 NF-κB の活性を評価する実験手法。NF-κB が活性化するとレポーター遺伝子が発現するよう設計された細胞を用い、そのシグナルを測定することで NF-κB の活性化の程度を調べる。

## 【論文詳細】

論文名：

Bacterial remnants in chloroplast RNA induce immune responses via mouse TLR13 and human TLR7

著者：

犬嶋 明子<sup>1,2</sup>, 小泉 桂一<sup>1</sup>, 青山 音哉<sup>1</sup>, 廣瀬 豊<sup>3</sup>, 井川 善也<sup>4</sup>, 白石 英秋<sup>5</sup>, 山村 良美<sup>6</sup>, 櫻井 宏明<sup>7</sup>

所属：

1. 富山大学和漢医薬学総合研究所未病分野
2. 金沢医科大学医学部生化学 II
3. 富山大学薬学部遺伝情報制御学研究室
4. 富山大学大学院理工学研究科生体機能化学研究室
5. 京都大学大学院生命科学研究科遺伝子動態学分野
6. 富山大学薬学部植物機能科学研究室
7. 富山大学薬学部がん細胞生物学研究室

掲載誌：

*Communications Biology*

DOI : <https://doi.org/10.1038/s42003-026-10452-0>

**【本発表資料のお問い合わせ先】**

富山大学学術研究部薬学・和漢系

教授 小泉桂一

TEL : 076-434-7633    Email : kkoizumi@inm.u-toyama.ac.jp