



## 遺伝子組換え作物の最新動向 2021年9月



### 新型コロナウイルス(COVID-19)に関する最新情報

- University of California San Diego のナノ工学者が植物やバクテリアで作成した冷蔵庫不要の COVID-19 ワクチンを開発

### ニュース

- 遺伝子組換えダイズで作ったチーズ
- 表示に記載の情報が遺伝子組換え食品の購買意欲を高める
- フィリピンのバイテク農家と有機栽培農家は、共存に前向きであることが判明
- フィリピンの科学者がイネの耐旱耐塩遺伝子を発見
- アスタキサンチンを豊富に含むトウモロコシの開発に成功
- オーストラリアの研究者がオオムギウドンコ病抵抗性遺伝子を発見
- 米国で食用植物を使ったワクチンの開発に着手

### 研究のハイライト

- Bt ワタは農業生態系に影響を与えないことが判明

### 育種における革新

- 中国の消費者は遺伝子組換え食品よりもゲノム編集食品を好む
- 最小の CRISPR-CAS システムでゲノム編集を実現
- WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH が飢餓撲滅のために CRISPR ライセンスを無償提供
- CRISPR-CAS9 を用いてベトナムのエリートイネの白葉枯病耐性品種を開発
- 陸稲の非生物的ストレス耐性遺伝子を特定し、編集を開始
- 日本で遺伝子組換え高 GABA トマトの販売を開始
- MIT の専門家が CRISPR システム以外のプログラム可能なゲノム編集タンパク質を発見

## 新型コロナウイルス(COVID-19)に関する最新情報

### University of California San Diego のナノ工学者が植物やバクテリアで作成した冷蔵庫不要の COVID-19 ワクチンを開発

University of California San Diego のナノ工学者は、高温に耐える [COVID-19](#) ワクチンを開発した。この冷蔵庫不要のワクチンは、ササゲモザイクウイルスという植物ウイルスから作られたものと、バクテリオファージから作られたものである。

この2つのワクチンは、同じような方法で作られた。研究者たちは、ササゲと大腸菌を使って、植物ウイルスとバクテリオファージをそれぞれ数百万コピー、ボール状のナノ粒子の形に成長させた。そして、このナノ粒子を採取し、表面に [SARS-CoV-2](#) のスパイクタンパク質の薄片を付着させた。完成品は、動物や人間には感染しないものの、感染力のあるウイルスのように働くため、免疫系が認識することができる。表面に付着したスパイクタンパク質の薄片は、体を刺激してコロナウイルスに対する免疫反応を起こさせる。

研究者たちは、植物ウイルスやバクテリオファージを使ってワクチンを作ることの利点をいくつか挙げている。このプロセスは、大規模なスケールで生産するのに簡単で安価にできる。また、植物ウイルスとバクテリオファージのナノ粒子は、高温でも極めて安定しているため、ワクチンを低温に保つ必要がなく、保存や輸送が可能であることも大きな利点である。

これらの新しい COVID-19 ワクチンは、まだ開発の初期段階にあるが、マウスにおいて、このワクチン候補が SARS-CoV-2 に対する中和抗体の高い生産を誘発することを発見した。

詳しくは、以下の論文を御覧ください。 [UC San Diego News Center](#)

---

## ニュース

### 遺伝子組換えダイズで作ったチーズ

乳糖不耐症であることが分かった一女性が、[遺伝子組換えダイズ](#)由来の植物性カゼインでチーズを作った。

カゼインとは、牛乳に含まれるタンパク質で、チーズに驚くほどの伸びや溶け、口当たりなどの機能を与えている。元Shell社の技術者だったNobell Foods社社長のMagi Richani氏は、「植物をカゼインを作る小さな工場に変える方法を発見し、牛からカゼインを取らなくても、植物から取ればいいのです。」と言っておりRichani氏の会社では、カゼインの製造に遺伝子組換えダイズを使用している。Richani氏のチームは、4年以上にわたる研究の結果、牛の飼育による環境への悪影響が一切なく、人々が好む乳製品と同じ味と食感を持つカゼインを植物から作る方法を発見した。

Nobell Foodsのチームは、米国で消費されているチーズの60%を占めるモッツァレラとチェダーの2種類のチーズに注目している。このチーズは、2022年末から2023年初めまでに発売される予定である。

詳しくは、[Nobell Foods](#)をご覧くださいか、以下のサイトの記事をご覧ください。 [this article](#)

---

## 表示に記載の情報が遺伝子組換え食品の購買意欲を高める

中国の研究者らは、[遺伝子組換え](#)食品の表示に記載されている情報を増やすことで、消費者が遺伝子組換え食品のメリットについてより多くの情報を得ることができ、購入意欲が高まることを明らかにした。

マーケティング情報の手がかりを加えることで消費者の異なる情報処理メカニズムにマッチングさせ、遺伝子組換え食品に対する矛盾した態度によって消費者の購入意向を調整することを目的とした研究を行った。マーケティング上の情報を機能的属性と環境的属性の2種類に分けた。機能的属性とは、栄養価が高い、味が良いなどの人間の健康に関するものであり、環境的属性の例としては、肥料や農薬の使用量が減る、非生物的なストレスに強いなどが挙げられる。得られた結果から、以下のことがわかった。

- 消費者は環境情報に傾倒している。
- 機能的な情報は、男性にとって魅力的である。
- 若い世代はエコロジー情報を好む。
- GM食品に対するアンビバレンスが高い消費者は、環境属性情報を選択する傾向が強い。

研究者たちは、GM成分を隠して表現する場合に比べて、GMの付加情報を直接解釈することで、消費者の購入意欲が高まると結論づけた。彼らは研究の中で、消費者が機能の環境に有益な付加数情報を与えられると遺伝子組換え食品を選択する意欲が高まることを強調している。

詳しい情報は、以下のサイトを御覧ください。 [Sustainability](#)

---

## フィリピンのバイテク農家と有機栽培農家は、共存に前向きであることが判明

[フィリピン](#)でのバイテク農法と有機農法の共存に対する[農家の考え方](#)を理解するための研究が行われた。この結果は、政策立案者が農家の作物や農法の選択を考慮に入れた国家的な農業施策を策定する上で参考になる。

フィリピンのバイテク農家35人と有機栽培農家35人にインタビューを行い、農家が[-共存](#)という概念をどのように捉えているかを探り、農家の意思決定プロセスや、このプロセスに影響を与える影響因子の理解を試みた。日本と台湾の研究者は、フィリピンでは有機農業政策の枠組みに示されるように、農法の混合が十分に検討されていないことに注目した。彼らはまた、バイテク作物が国内で有機的に栽培・販売されることが認められれば、農家がそれぞれの生産や農場のニーズや能力に合わせてより多くの選択肢を提供することができるため、収量、収入、国家課題のバランスがとれるのではないかと考えた。

調査の結果、フィリピンの農家が最も重視しているのは収入と収穫量であり、これらは彼らの生計と家族のニーズを支えるものであることがわかった。また、農家の内的対応に影響を与える要因も明らかになった。有機農家では文化や社会的交流などの外的要因が共存の視点に影響を与えているのに対し、バイテク農家では消費者のリソースなどの内的要因への依存度が高いことがわかった。また、

有機栽培農家は収穫量の減少による影響が大きかった。さらに、研究者が収集したデータによると、バイテク農家と有機農家は、農法の共存に前向きであることがわかった。

本研究は、農業政策決定者の視点に注目する必要性を強調している。本研究は、共存とその潜在的な受け入れ可能性に関する農家の見解を反映している。これらのデータは、フィリピンにおける将来の国家政策の枠組みを支えるものになる。

以下のサイトの全論文を御覧ください。 [Agriculture](#)

---

## フィリピンの科学者がイネの耐旱魃遺伝子を発見

フィリピン稲作研究所 (PhilRice) の Nonawin Lucob-Agustin 博士は、名古屋大学の研究者と共同で、イネが旱魃などの悪条件下でも生残することに関する [遺伝子](#) を発見した。

研究チームが発見したのは、「wavy root elongation growth 1 (weg1)」という遺伝子で、この遺伝子は、特に水不足の天水栽培低地で [イネ](#) が旱魃に対処するのに役立つ可能性がある。Lucob-Agustin 氏によると、この遺伝子は、Taichung 65 号という品種の突然変異体から発見されたもので、通常の品種の親根がまっすぐであるのに対し、親根が波打っていることがわかった。

weg1 変異体では、親根から作られる小さな根である L 型側根が多く発生する。L 型の根は、より高次の分岐が可能であり、土壌からの水分や栄養分をより多く吸収するための根系全体の拡大に重要な役割を果たしている。

研究チームは、L 型側根が成長する波状の親根の外側の屈曲部 (曲部) に、オーキシンレベルが高く蓄積されていることを発見した。Lucob-Agustin は、「オーキシンレベルが高いと、L 型側根の形成が誘導される可能性が高い」と述べている。

詳しくは、以下のサイトのニュース配信をご覧ください。 [PhilRice](#)

---

## アスタキサンチンを豊富に含むトウモロコシの開発に成功

中国農業科学院の研究者らは、アスタキサンチンを [トウモロコシ](#) で生産するための新しい戦略を報告した。この研究成果は、*Plant Biotechnology Journal* に掲載されている。

アスタキサンチンは、海洋性微細藻類が一般的に生産する物質で、強い抗酸化作用と色を持つことから、食品や飼料として経済的に重要である。研究チームは、アスタキサンチンを生産するプラットフォームとしてトウモロコシを選び、トウモロコシでのカロテンの生産方法を改良した。研究チームは、基質となるフィトエン (phytoene) を十分に供給すると同時に、 $\beta$ -カロテン経路を強化するように代謝の結びつきを調整し、3 つの起源の酵素を選択することで、規制された「ソース・フラックス・シンク」戦略を導入した。トウモロコシ由来のフィトエン合成酵素 [遺伝子](#) (ZmPSY1) と *Pantoea ananatis* 由来のフィトエン脱飽和酵素遺伝子 (PaCrtI) に、花き、藻類、酵母由来の  $\beta$ -カロテン水酸化酵素遺伝子と  $\beta$ -カロテンクラーゼ遺伝子をそれぞれ 3 組組み合わせた。

これらのステップにより、トウモロコシ種子中のアスタキサンチンの生産量が大幅に増加し、多様なアスタキサンチンを含むトウモロコシ品種が育成された。さらに、双方向性プロモーターは、サイズのコンパクトなベクターを生成し、ペアになった遺伝子の発現を同期させることができる。産卵鶏を対象とした給餌試験では、アスタキサンチンを豊富に含むトウモロコシ種子が、飼料産業用の微細藻類として信頼性の高いアスタキサンチン供給源として利用できることが示された。

詳しいことは、以下のサイトの研究論文を御覧ください。 [Plant Biotechnology Journal](#)

---

## オーストラリアの研究者がオオムギウドンコ病抵抗性遺伝子を発見

オーストラリアの CCDM (Centre for Crop and Disease Management) の研究者らは、外来種のオオムギの系統やランドレースから、ユニークで耐久性のある抵抗性 [遺伝子](#) を発見した。これは、ウドンコ病抵抗性の品種の育種に有用と考えられる。

Grains Research and Development Corporation (GRDC) と Curtin University が共同で出資しているオーストラリアの主要な研究機関である CCDM で発見された 3 つの adult genes (*RBgh1-3*) は、オオムギウドンコ病病原体と戦うための新しいメカニズムを共有しており、この病気に対する長期的な抵抗性を達成するための最善策として期待を担っている。研究チームは、アフリカとアジアのオオムギの多様性が見られる地域にある 1,000 系統以上の外来種と野生種のオオムギについて、オーストラリア穀物遺伝子バンク (Australian Grains Genebank) を利用して抵抗性を調べた。その結果、オオムギの外来系統とその抵抗性の種類が多様であることがわかった。

CCDM の大麦研究チームリーダーである Simon Ellwood 博士は、「今回発見された遺伝子は、ウドンコ病に抵抗するための異なるメカニズムで機能しており、オーストラリアのオオムギ品種にこれらの遺伝子を組み込むことで、病原体に対する強力な防御となるはずだ。」と述べている。また、Ellwood 博士は、今回発見された遺伝子は広範囲に作用するので、試験したすべてのウドンコ病菌に対して耐性を示したと付け加えた。この新しい遺伝子は、2016 年に発見された広域耐性であり、現在の唯一の代替手段である mlo への依存度を下げることができると考えられる。

詳しくは、以下のサイトの論文を御覧ください。 [GRDC website](#)

---

## 米国で食用植物を使ったワクチンの開発に着手

University of California Riverside の研究者たちは、食用植物を mRNA [ワクチン工場](#) として開発するという新しいプロジェクトを進めている。このプロジェクトが成功すれば、レタスやホウレンソウなどの植物がワクチンを生産し、裏庭や畑全体で栽培できるようになる。mRNA 技術は現在、植物で [COVID-19 ワクチン](#) を製造するために使用されつつある。これは、ヒトの細胞に感染症を認識して体を守るように教えるという仕組みと同じである。今回のプロジェクトの目的は、mRNA ワクチンを含む DNA が、植物細胞の複製可能な部分に届けられることを示すことである。また、従来のワクチンに対抗できるだけの mRNA を植物が生産できることを示すことも目的としている。また、この植物が生成する適切な投与量を決定できるようにすることも目的としている。

研究者たちは、植物の葉緑体に注目した。葉緑体は、植物に望ましい分子を作るための未開発のソースとして知られている。これまでの研究で、葉緑体は、その保護膜の内側にある植物細胞に外来の遺伝物質を送り込むことで、本来は植物の一部ではない**遺伝子**を発現させることが可能であることがわかっている。これを実現するために、研究チームは、ナノテクノロジーを利用して遺伝物質を葉緑体に送り込み、天然に存在するナノ粒子、すなわち植物ウイルスを植物への遺伝子導入に再利用する。この植物工学的手法により、ナノ粒子を葉緑体に行き渡らせ、植物に感染しないようにするのである。

この植物由来の食用 mRNA ワクチンが成功すれば、低温下で保存しなければならない従来のワクチンで問題となっていた輸送や保存の問題を解決することができる。これにより、より多くの人々、特に遠隔地に住む人々がワクチンを利用できるようになる。

詳しくは、ニュース配信を以下のサイトでご覧下さい。[UC Riverside](#)

---

## 研究のハイライト

### Bt ワタは農業生態系に影響を与えないことが判明

[中国](#)の研究チームは、[遺伝子組換え作物](#)が非標的節足動物に与える潜在的な影響を、食物網の構造や生態系の機能の観点から調査するために、8年間にわたってアブラムシと寄生虫の相互作用を調査した。その結果、遺伝子組換え作物は、調査対象地域の農業生態系に影響を与えないことがわかった。

研究者たちは、アブラムシと寄生虫の相互作用に焦点を当て、Cry1Ac+CpTIを使用した [Bt ワタ](#)と非遺伝子組換えコットンの間で、アブラムシ (*Aphis gossypii*) の侵入レベル、それに関連する寄生虫群全体の寄生率を比較しました。また、Bt ワタが食物網の構造的特徴や種間相互作用に与える影響も測定した。

その結果、Bt ワタは、アブラムシや寄生虫の存在量や圃場内での寄生率に影響を与えなかった。また、Bt ワタは食物網の構造や生物的防除サービスにも影響を与えなかった。本研究で得られたデータは、Bt ワタがさまざまな非標的節足動物に与える影響を明らかにするとともに、遺伝子組換え殺虫作物の生態リスク評価のツールボックスを多様化するものである。

詳しくは、以下のサイトの論文を御覧ください。[Pest Management Science](#)

---

## 育種における革新

### 中国の消費者は、遺伝子組換え食品よりもゲノム編集食品を好む

新規食品の成功と導入は、消費者の受け入れ状況に左右される。最近の研究では、消費者の受容性に及ぼす新規食品への不安感の影響を明らかにするために行われ、消費者が[ゲノム編集](#)食品をより受け入れやすいことが明らかになった。

この研究では、広い地域に渡る中国の消費者 835 名を対象とし、カドミウム汚染とアフリカ豚熱に対応するために特別にバイオエンジニアリングされた米と豚製品の消費者受容性評価に焦点を当てた。

その目的は、消費者の受容性に対する食品技術の新規性の役割を探り、遺伝子組換え技術とゲノム編集技術の違いに関する情報が消費者の嗜好にどのように影響するかを評価することだった。

本研究では、消費者は、[遺伝子組換え](#)によって開発された食品よりも、ゲノム編集された食品をかなり受け入れていることがわかった。また、新しい食品技術に対する消費者の不安感を軽減することで、バイオテク食品に対する消費者の評価と市場の受容性を大幅に高めることができると指摘できた。また、研究者たちは、新しい食品の受容性を測る際には、考え方を考慮する必要があることを強調した。

研究結果は、以下のサイトに公開されている。[Food Quality and Preference](#)

---

### 最小の CRISPR-CAS システムでゲノム編集を実現

Stanford University の生物工学者は、「分子のスイスアーミーナイフ」のように機能する、効率的な多目的ミニ [CRISPR](#) ゲノム編集システムを開発した。この画期的な成果は、*Molecular Cell* 誌に掲載されている。

この新しい CRISPR システムは、汎用性が高く、強固な [ゲノム編集](#) と塩基編集が可能であると説明されている。人工的に開発された CasMINI は、コンパクトで、一般的に使用されている CRISPR 関連 (Cas) タンパク質である Cas9 や Cas12a の半分以下の大きさである。実験によると、CasMINI は Cas12a と同様に、遺伝暗号を削除、活性化、編集できることがわかっている。また、CasMINI はサイズが小さいため、ヒトの細胞や体内への導入が容易であり、眼疾患や臓器の変性、遺伝子治療などの治療ツールとして期待されている。

更に詳しいことは、以下のサイトを御覧ください。[Molecular Cell](#) 及び [Stanford News](#)

---

### WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH が飢餓撲滅のために CRISPR ライセンスを無償提供

Wageningen University & Research (WUR) は、世界中の飢餓をなくすために、特許を取得した [CRISPR](#) 技術のライセンスをパートナーに無償で提供すると発表した。このライセンスは、非営利目的のゲノム編集植物に適用されるものに限る。

[CRISPR-Cas](#) は、比較的簡単に、非常に正確に、かつ効率的に遺伝子を変化させることができる。CRISPR-Cas に関連する特許は世界中で 3,000 件以上あり、WUR もそのうちのいくつかを保有している。そのうちの 5 件 (オランダ研究評議会 NWO との共同所有) について、WUR は無償でライセンスを提供することにした。

WUR 学長の Prof. Dr. Ir. Louise O. Fresco は次のように述べている。「これは CRISPR にとって、学術的にもそれ以外の分野でも、実にユニークなことである。私たちが知る限り、CRISPR 技術に関してこのようなことをしたのは私たちが初めてである。私たちがこのようなことをするのは、これが正しいことだと単純に、そして固く信じているからである。」

詳しくは、以下のサイトを御覧ください。[WUR website](#)

---

## CRISPR-CAS9 を用いてベトナムのエリートイネの白葉枯病耐性品種を開発

ベトナムの研究者らは、[CRISPR-Cas9](#) を用いて、白葉枯病 (bacterial leaf blight、BLB) に対する抵抗性を示すベトナムのエリートイネ品種の遺伝子組換え系統を開発することができた。この成果は、ベトナムの白葉枯病菌 (*Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* (Xoo)、原因菌) における転写活性化因子様エフェクター ([TALEs](#)) の潜在的な多様性を裏付けるものである。

研究者らは、ベトナムで人気の高い TBR225 という品種を使用したが、残念ながら BLB に非常に弱く、高い収量損失をもたらした。今回の研究では、糖輸送体をコードする遺伝子ファミリーに属する OsSWEET14 [遺伝子](#) に着目し、TBR225 品種に BLB 耐性を導入することを目指した。この遺伝子は、BLB に必要なアジアの Xoo TALE によって誘導されると、他の Clade III メンバーとともに BLB に対する感受性遺伝子として振る舞う。

研究者らは、OsSWEET14 プロモーターの TaIF TALEs DNA 標的配列に変異がある 9 つの TBR225 変異株を作製した。これは、CRISPR-Cas9 を用いて得られたものである。T0 世代と T1 世代は、この変異を安定的に受け継いでいることが示された。T2 世代を野生型の TBR225 と比較したところ、農学的形質の面では有意な差がないことがわかった。さらに、T2 系統の 1 つは OsSWEET14 の発現が低下し、ベトナムの Xoo 系統の 1 つに対する感受性が著しく低下し、別の Xoo 系統に対しては完全な抵抗性を示した。今回の研究では、CRISPR-Cas9 編集を利用して、ベトナムの商業用イネ品種に改良型 BLB 耐性を開発できることが示された。

詳しくは、以下のサイトにある論文を御覧ください。[PLOS](#)

---

## 陸稲の非生物学的ストレス耐性遺伝子を特定し、編集を開始

コロンビア農業研究公社 (Colombian Corporation of Agricultural Research) の専門家とパートナー企業は、[CRISPR-Cas9](#) を用いて、酸性土壌に適応した陸稲品種 (Llanura11 と Porvenir12) の非生物学的ストレス耐性に関連する [遺伝子](#) を特定した。この研究成果は、*Research Square* に掲載されている。

[乾燥](#) しやすい酸性土壌環境に適応したコロンビア産熱帯ジャポニカ系 [陸稲](#) の商業品種における対立遺伝子のバリエーションを詳しく知るために、5 つのストレス耐性候補遺伝子を選択した。これらの遺伝子の変異は、PCR やサンガーシーケンスを用いて、2 つの陸稲品種で特徴づけられ、参照ゲノムと比較された。その結果、2 つの候補遺伝子がゲノム編集の対象として選ばれた。SUB1A は洪水への耐性を向上させるため、SPDT はリンの利用効率と穀物の品質を向上させるためである。

技術的、規制的な観点から、チームは SPDT を編集対象とした。評価の結果、SPDT の野生型対立遺伝子を持つ陸稲の品種が示された。CRISPR-Cas9 システムやその他の技術を用いて、SPDT 遺伝子を削除して、それを確認した。この結果プロトプラストで確認され、酸性土壌で栽培される陸稲のリン酸利用効率の向上を目的とした現在の植物形質転換実験の基礎となった。

詳しくは、以下のサイトをご覧ください。[Research Square](#)



---

## 日本で遺伝子組換え高 GABA トマトの販売を開始

サナテックシード株式会社は、販売パートナーであるパイオニアエコサイエンス株式会社と共同で、ガンマーアミノ酪酸 (GABA) を増加させた [ゲノム編集](#) 「シシリアンルージュ高 GABA」の商業販売を 2021 年 9 月 15 日より開始する。

筑波大学と共同で開発したゲノム編集の高 GABA トマトは、2021 年 5 月に苗の園芸キットで発売され、同社の家庭菜園家の消費者パネルから好評を得ました。圧倒的な反響と関心の高さから、9 月に商品化された。後日、同トマトを使用したピューレ製品も発売される予定である。

サナテックシードの「シシリアンルージュ高 GABA トマト」は、[CRISPR-Cas9](#) によるゲノム編集技術を用いて開発されたトマトである。このトマトには、リラックス効果や血圧を下げる効果があるとされるアミノ酸、GABA (ガンマーアミノ酪酸) が多く含まれている。サナテックシードの代表取締役社長であり、本トマトの独占販売権を持つパイオニアエコサイエンスのチーフ・イノベーション・オフィサーである竹下心平氏によると、本トマトには通常のトマトに比べて 4~5 倍の GABA が含まれているという。サナテックシードは、パイオニアエコサイエンスからシシリアンルージュという品種の親系統の提供を受け、[ゲノム編集](#) により GABA 含有量を高めた F1 品種「シシリアンルージュ高 GABA」を開発した。

詳しくは、以下のサイトのニュースリリースを御覧ください。 [Sanatech Seed](#)

---

## MIT の専門家が CRISPR システム以外のプログラム可能なゲノム編集タンパク質を発見

マサチューセッツ工科大学 (MIT) McGovern Institute および Broad Institute (MIT, Harvard) の研究者らは、OMEGA (Obligate Mobile Element Guided Activity) と呼ばれる細菌の [ゲノム](#) 全体に渡る小さな DNA 断片をかき混ぜられるプログラム可能な DNA 編集システムを発見した。この発見の詳細は、*Science* 誌に掲載されている。

プログラム可能な酵素、特に RNA ガイドを使用する酵素は、さまざまな目的に簡単に適応することができる。例えば、[CRISPR](#) 酵素は RNA ガイドを使用してウイルス侵入者を標的にしているが、生物学者は独自に RNA ガイドを生成することで、Cas9 を任意の標的に設計することができる。そこで研究者たちは、他の自然界のシステムにも同様の仕組みがあるのではないかと考えた。まず、オメガタンパクが RNA によって誘導されているかもしれないというヒントを、IscB と呼ばれるタンパク質から得た。これらのタンパク質は、CRISPR 免疫には関与しておらず、RNA とは結びついていなかったが、DNA を切断する小さな酵素である。研究チームは、それぞれの IscB の近くに、IscB の酵素に特定の DNA 配列を切断するよう指示する小さな RNA ( $\omega$  RNA) がコードされていることを発見した。また、IscB 以外にも、 $\omega$  RNA を使って DNA の切断を指示する低分子タンパク質のグループ (IsrB、TnpB) も発見された。

IscB、IsrB、TnpB は、ジャンピング・ジーンとも呼ばれるトランスポゾンに存在する。トランスポゾンが移動するたびに、新しいガイド RNA が作られ、コード化された酵素がどこか別の場所で切断できるようになる。バクテリアがゲノムの混ぜ返しをどのように利用するかはまだ明らかにされていないが、研究者らは、もし宿主がこれらのシステムを「共起」して再利用できれば、適応免疫を付与する CRISPR

システムのように、宿主が新たな能力を獲得できるかもしれないと考えている。また、IscB と TnpB は、Cas9 や Cas12 といった CRISPR システムの前身である可能性も指摘されている。

詳しくは、以下のサイトの論文を御覧ください。 [Science](#) 及び [Broad Institute](#)