



遺伝子組換え作物の最新動向 2021年11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 校の研究者が、CRISPR を利用した SARS-CoV-2 の迅速診断ツールを開発

ニュース

- 鉄欠乏植物の光合成を支えるタンパク質を発見
- EUの科学者がゲノム編集作物に関する法整備を要求
- Atacama砂漠の過酷な環境で植物の生存を支える「遺伝子金鉱」を発見
- バイオテクノロジー作物の禁止に対するフィリピン農家の反対意見
- 遺伝子組換え(GM)作物商業化の阻止がもたらす経済的損失に関する研究
- 遺伝子組換え作物栽培とグリホサート使用が農業による二酸化炭素排出量を削減することを確認
- ブラジルで早魃に強い HB4®コムギを承認
- 片親からの遺伝子を持つ植物の育成技術を開発
- インド国立植物ゲノム研究所(NIPGR)が高収量で乾燥に強い遺伝子組換えヒヨコマメを開発

研究のハイライト

- 早魃に強いダイズは、主要な生長段階で優れた性能を発揮することが判明
- BAX 遺伝子がイネの白葉枯病病害抵抗性をもたらす

育種における革新

- 水蒸気処理で健常なイネのデンプン含有量を改善
- ゲノム編集でより甘いトマトを開発
- 穀物の休眠期間を延長する遺伝子組換えオオムギを開発
- ゲノム編集の持続可能性の解決に取り組む

新型コロナウイルス(COVID-19)に関する最新情報

University of California San Diego 校の研究者が、CRISPR を利用した SARS-CoV-2 の迅速診断ツールを開発

University of California San Diego 校の研究者は、[COVID-19](#) の原因となるコロナウイルス [SARS-CoV-2](#) を検出する迅速診断技術を開発した。

この新しい SENSr (sensitive enzymatic nucleic acid sequence reporter、高感度酵素利用核酸塩基配列解読法) が病原体の DNA や RNA の遺伝子配列を特定することで病原体を迅速に検出できる [CRISPR](#) ゲノム編集技術を用いて開発された。多くのヒトの病原体は、高精度・高感度のリアルタイムポリメラーゼ連鎖反応 (RT PCR) を用いて検出されるが、そのプロセスには時間がかかり、特殊な実験装置が必要である。SENSr は、SARS-CoV-2 の検出プロセスを簡略化するように設計されており、最終的には家庭での使用を目標としている。SENSr はまた、Cas13d 酵素 (具体的には「CasRx」と呼ばれるリボヌクレアーゼエフェクター) を活用した最初の SARS-CoV-2 診断薬である。

SENSr の開発初期のテストでは、1 時間以内に SARS-CoV-2 を検出することができた。研究者らは、この技術は、数多くの応用が可能な強力な分子診断ツールになる可能性があるとして述べている。

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

ニュース

鉄欠乏植物の光合成を支えるタンパク質を発見

鉄分の不足した植物が、光を吸収しすぎないように光合成を最適化する仕組みを解明したという研究結果が発表された。

鉄は、光合成に重要な必須微量栄養素であり、Dartmouth College の研究者らが行った研究では、植物の葉の鉄の90%が貯蔵され、光合成が行われる葉緑体に着目した。研究チームは、鉄分を欠いた植物に見られる、光による葉の白化の原因を追究した。その結果、鉄欠乏時に植物が光を吸収しすぎないように保護する2つの制御タンパク質を発見した。

研究チームが撮影した画像には、この調節タンパク質がない場合に、鉄やその他の栄養素がどのように反応するかが示されている。研究チームは、鉄分が不足したときに植物がどのように光合成を適応させるかを理解することで、鉄分不足している土壌での植物の成長を最適化できるようになると期待している。

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

EUの科学者がゲノム編集作物に関する法整備を要求

全欧州アカデミー (ALLEA) が発表した報告書によると [ゲノム編集作物](#) の最新の科学的証拠と安全性、そして農業問題の解決に役立つ可能性が強調されている。一方で、欧州の科学者たちは、欧

州連合(EU)による法規制が研究の妨げになるのではないかと懸念しており、この新技術に対して法規制が寛容な他の地域に遅れをとってしまうのではないかと考えている。

本報告書は、2019年11月にブリュッセルで開催された公開シンポジウム「Genome Editing for Crop Improvement」で行われた議論をまとめたもので、科学専門家、政策立案者、市民社会団体、その他の関係者が参加し、EUの裁定が植物育種のためのゲノム編集における現在の研究開発に与える影響を評価し、議論した。報告書に含まれるトピックとしては、作物改良のための[ゲノム編集](#)の経済的・社会的影響、2018年のEU判決を立法的手段で再処理する際の法的課題などがある。

報告書のハイライトは以下の通りである。

- EUの法律は、その規制にはプロセス指向ではなく、プロダクト指向であるべきである。
- 対象となるゲノム編集は、健康や環境に新たな危険をもたらすものではなく、古典的な育種で得られた植物と同様に安全でもあり危険でもある。
- 法規制や政策上の制限が続くと、環境負荷を低減した、より適応性と回復力の高い作物の選択が妨げられる可能性がある。
- このような規制に対応するためのコストと研究期間は、中小の研究企業が最新のバイオ育種技術で開発した製品を商業化する上での妨げとなる。
- 先端技術は、既存の作物品種を改良して環境変化への耐性を高めることを可能にするとともに、農業における環境フットプリントの削減にも貢献する。
- ゲノム編集の政策決定過程には、すべての関係者の参加が重要であり、国民の意識や情報の不足を監視し、ゲノム編集の具体的な応用に関する懸念に対処することが必要である。

詳しくは、以下のサイトの論文をダウンロードしてご覧ください。[ALLEA](#)

Atacama砂漠の過酷な環境で植物の生存を支える「遺伝子金鉱」を発見

国際研究チームは、地球上で最も過酷な環境の1つであるチリのAtacama砂漠で植物の生存を支える[遺伝子](#)を特定した。この発見は、より乾燥した気候でも成長し、回復力のある作物の育成に役立つと期待される。

太平洋とアンデス山脈に挟まれたチリ北部のAtacama砂漠は、極地を除くと地球上で最も乾燥した場所である。しかし、そこには草や一年草、多年草の低木など、多くの植物が生育している。Atacamaの植物は、水が限られていることに加えて、高地、土壌中の栄養分の少なさ、非常に高い太陽光線に対応しなければならない。チリの研究チームは、10年間にわたり、Talabre-Lejia横断線に沿った植生エリアと標高の異なる22カ所のサイトで、気候、土壌、植物の収集と特性評価を行った。

研究チームは、液体窒素で保存した植物と土壌のサンプルを1,000マイル離れた研究所に持ち帰り、Atacamaの主要な32種の植物で発現している遺伝子の配列を調べ、植物に付随する土壌微生物をDNA配列に基づいて評価した。その結果、一部の植物種は根の近くに成長促進細菌を発達させていることがわかった。これは、窒素が乏しいAtacamaの土壌で植物の成長に欠かせない[窒素](#)の吸収量を最適化するための適応戦略であると考えられる。

New York Universityの研究チームは、Atacamaの種でタンパク質の配列が適応した遺伝子を特定するために、系統学を用いた分析を行った。その結果、「遺伝子金鉱」を発見し、複数のアタカマ種でタンパク質の配列変化が進化の力で選択された265の候補遺伝子を特定した。これらの遺伝子は、

光応答や光合成に関与しており、植物がAtacamaの極端な高光量線に適応できることに関与していると考えられる。また、ストレス応答、[塩分](#)、解毒、金属イオンなどの制御に関わる遺伝子も発見された。

詳しくは以下のサイトのニュースリリースをご覧ください。[New York University website](#)

バイオテクノロジー作物の禁止に対するフィリピンの農家の反対意見

[フィリピン農家](#)の多くは、[バイオテク作物](#)の禁止は、これが安全に使用されてきた長い歴史からみて正しくないと考えている。これは、2015年にフィリピン最高裁判所が実施したバイオテク作物の禁止についてのフィリピンの農家の認識を調査した結果によるものである。

広島大学の Clarisse Gonzalvo 氏と台湾の National Cheng Kung University の Wilson Aala Jr.氏が行ったこの調査では、標準化された質問票を用いて、Pampanga 州のバイオテク・トウモロコシ農家 111 人に対面でインタビューを実施した。その結果、バイオテク禁止令は正しくないと感じた人が 46%、正しいと感じた人が 35%、わからないと感じた人が 19%と、大多数の人がバイオテク禁止令は正しくないと感じました。禁止令は正しくない。」と答えた農家の共通した意見は、10 年以上もバイオテク・トウモロコシを植えているが、健康や環境に悪影響を与えていないというものだった。また、バイオテク品種の収穫量が多いため、バイオテク作物を植えることが主な収入源になっているという意見もあった。そのため、バイオテク作物の栽培が禁止されれば、彼らの生活や地域社会に大きな悪影響を及ぼすことになる。

本研究は、国際農業経済学者協会の 2021 年ネット会議で発表された。会議録の全文は以下のサイトからダウンロードできる。[AgEcon Search](#)

遺伝子組換え (GM) 作物商業化の阻止がもたらす経済的損失に関する研究

[遺伝子組換え \(GM\) 作物](#)の議論が持ち上がると、そのメリットとして、環境、動物福祉、人間の健康、食料安全保障などへの影響が強調されることが多い。またその経済的な影響については、経済学の知識がない人にはあまり理解されないことが多い。[カナダ](#)の 2 人の研究者が、遺伝子組換え作物の商業化の遅れがもたらす潜在的な経済的損失と、それを促進する要因について説明している。

既存の文献を用いて、研究者たちは、GM 作物の生産と使用の経済的利点を概説し、GM 規制における現在の非効率性を調査した。様々な文献によると、[GM 作物](#)を植えたり使用したりすることで、農業の効率や費用対効果を高め、発展途上国の所得を向上させる可能性があると考えられている。しかし、これらの潜在的な利益は、以下の理由により実際に認知されていない。

○ 過剰な市場支配力が GM 種子生産者に与えられている - GM 種子市場で GM 種子の価格上限を課せば、数量が多くなり、低価格となる。また、消費余剰が増大し、市場支配力が低下する。

○ バイオセーフティー手続きのために遺伝子組換え市場への参入が禁止 - 規制を遵守するための高い機会費用は、代わりに農家がより多くの作物を栽培するなど、利益を生み出す活動を行うための資本として利用することができる。

○知財権による遺伝子組換え市場への参入禁止 - 知財権の解除は、独占企業が遺伝子組換え作物を完全に所有することを防ぎ、市場の力を弱めるのに有効である。

○国際貿易の非対称性による遺伝子組換え市場への参入禁止 - 調和のとれた国際的な貿易と遺伝子組換え作物の承認を確立することは、顧客と消費者の基盤を拡大し、ビジネスの生産コストを下げ、ビジネスに対する政府の干渉を減らすのに役立つ。

研究者たちは、遺伝子組換え作物の健康への影響や、外部からの潜在的なバイオセーフティに関する圧力の影響を判断するために、さらなる研究と経済分析を行う必要があると提言している。

論文全体は以下のサイトでご覧下さい。 [Journal of Student Research](#)

遺伝子組換え作物栽培とグリホサート使用が農業による二酸化炭素排出量を削減することを確認

[カナダ](#)の Saskatchewan 州で行われた研究で、[遺伝子組換え \(GM\) 作物](#)、特に[除草剤耐性 \(HT\) 作物](#)の栽培と、[グリホサート](#)の補完的な使用が、炭素隔離を増加させることが確認された。著者らは論文の中で、遺伝子組換え作物を禁止し、グリホサートの使用を制限している国は、農業の持続可能性に貢献しない政策を実施していることになると述べている。

本研究の目的は、調査対象地域における土地管理の変遷の駆動要因を調査することであり、土壌攪拌をゼロまたは最小限に抑えた連続的な作付けに移行した農地管理システムにより、連続的な耕起による雑草制御が事実上消滅していることが確認された。研究者たちは、Century Model を用いて、この地域の炭素貯留量を推定しました。

その結果、農地が大きな炭素排出源から炭素吸収源へと変化したことは、遺伝子組換え HT 作物とグリホサートの使用が土壌の炭素吸収量増加の要因であることを示すデータによって裏付けられた。HT 作物を植え、グリホサートを使用した結果、耕起を除去し、土壌の攪乱を最小限に抑えることで、連続的な作物生産において耕起時に放出される炭素を減らすことができる。これらの結果は、Saskatchewan 州の農家が自らの経営における二酸化炭素排出量を削減し、カナダの国家気候目標に貢献していることを示している。さらに研究者は、HT 作物の栽培とグリホサートの使用のいずれか、または両方を廃止または制限することは、持続可能性に悪影響を及ぼすと述べている。

論文全体は、以下のサイトでご覧下さい。 [Sustainability](#)

ブラジルで早魃に強い HB4®コムギを承認

Bioceres Crop Solutions Corp. は、ブラジルの科学・技術・イノベーション省より、動物および人間用の [HB4](#) コムギ粉の輸入承認を取得した。

HB4 [コムギ](#)の科学的安全性評価をサポートするために OMICS データセットの使用を含む厳格な審査プロセスを経て、ブラジル国立バイオセーフティ委員会 (CTNBio) は、HB4 コムギから得られたコムギ粉のバイオセーフティ要件を全会一致で承認した。この包括的な規制プロセスでは、アレルギー

リスクの懸念に対処し、HB4 コムギの安全性が従来のコムギと同等であることを実証するための最新の方法論が開発された。

[ブラジル](#)における HB4 コムギの承認は、コムギを輪作の重要な要素として使用する気候変動に強い農業システムの構築に向けた大きな一歩である。コムギは、世界中の何十億人もの人々にとって重要な主食であり、全世界で 2 億ヘクタールも栽培されているにもかかわらず、バイオテクノロジーの領域では孤児のような存在でした。2020 年 10 月、アルゼンチンでは HB4 コムギの栽培と消費が初めて承認された。ブラジルは、[アルゼンチン](#)のコムギ生産の主な輸出市場であるため、アルゼンチンでの HB4 コムギの商業化はブラジルの承認を前提としている。

詳しくは以下のサイトのニュースリリースをご覧ください。 [Bioceres](#)

片親からの遺伝子を持つ植物の育成技術を開発

University of California, Davis 校の植物生物学者の研究により、片方の親の [遺伝子](#)だけを持つ植物の育種に近づきました。

この研究は、故 Simon Chan 博士らが 10 年以上前に発見したシロイヌナズナの育種において片親の遺伝子を排除する方法を偶然にも発見したことに基づいている。彼らは、染色体のセントロメアに存在する CENH3 というタンパク質を改変した。野生型のシロイヌナズナと CENH3 を改変した植物を交配させると、染色体の数が通常の半分になり、片方の親の植物のゲノムの一部が排除されて、半数体の植物ができたのである。

しかし、Chan 氏の研究を再現しても、実りのないものになってしまったと、今回の論文の上席著者であるカリフォルニア大学デービス校植物生物学・ゲノムセンターの Luca Comai 教授は述べている。University of California, Davis 校ゲノムセンター・植物生物学科の Mohan Marimuthu 研究員は、Comai 氏、Maruthachalam 氏 (現 Kerala 州インド科学教育研究機関)らとともに、CENH3 タンパク質が変化すると、受精前の卵子の DNA から取り除かれ、セントロメアが弱くなることを発見した。

Comai 氏によると、卵子が寄与した CENH3 が弱ったセントロメアは、精子が寄与した CENH3 が豊富なセントロメアと競争できず、女性ゲノムが排除されてしまうという。このような新しい知見が得られれば、植物でも半数体を作ることが容易になる。

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

インド国立植物ゲノム研究所 (NIPGR) が高収量で乾燥に強い遺伝子組換えヒヨコマメを開発

インド国立植物ゲノム研究所 (NIPGR) の研究者らは、高収量の [遺伝子組換え](#) desi ヒヨコ豆の新品種の開発に成功した。

研究グループは、ヒヨコマメの WRKY31 遺伝子プロモーターで発現させたヒヨコマメのサイトカイニンオキシダーゼ/デヒドロゲナーゼ [遺伝子](#)を用いた。WRKY31 遺伝子プロモーターは、根のサイトカイ

ニンレベルを調節し、サイトカイニンの枯渇が根の成長と構造に及ぼす影響、ひいてはヒヨコマメの収量と生産性に及ぼす影響を調査するために選択された。その結果、T4 系統は周期的な水制限に耐え、高い種子ミネラル含量を持つことがわかった。また、根のネットワークの増加も見られたが、**枝条**には明らかな悪影響は見られなかった。

遺伝子導入されたヒヨコマメは、最大 25%の高い種子収量を示し、種子には高レベルの亜鉛、鉄、カリウム、銅が含まれていた。

詳しくは以下のサイトの論文を御覧ください。 [The Global Plant Council website](#)

研究のハイライト

旱魃に強いダイズは、主要な生長段階で優れた性能を発揮することが判明

[旱魃に強い遺伝子組換え\(GM\)](#)作物に関する研究の多くは、主要な生長段階での耐乾性をみるように行われている。しかし、研究の範囲を広げて、[GM ダイズ](#)の乾燥耐性を苗、植生、生殖の各段階で観察することにした。その結果、GM ダイズは、シス遺伝子と乾燥誘導[遺伝子](#)の発現レベルが高かったため、すべての段階で優れた性能を示した。

乾燥応答の制御因子である転写因子 Dehydration-Responsive Element Binding Proteins 2 (DREB2)を発現するダイズを温室内で試験し、遺伝子発現と収量成分を分析し、種子生成の経過を観察した。遺伝子組換えダイズは、発芽時に浸透圧処理を行っても生育を維持し、生理的・成長的なパラメーターが向上していることが確認され、苗や生長の段階で乾燥に対する耐性が向上していることが示唆された。また、繁殖期の化合物の収量も高くなる傾向が見られた。

研究者らは、GM ダイズ系統の特性をさらに研究するために、実際の圃場環境における水制限条件下での反応についてより多くの情報を収集するために、圃場条件での追加実験をしている。

詳細は以下のサイトの論文を御覧ください。 [Agronomy Science and Biotechnology](#)

BAX 遺伝子がイネの白葉枯病病害抵抗性をもたらす

シンガポール国立大学の研究者らは、TAL エフェクター依存的な Bax 遺伝子の発現を利用して、白葉枯病 (bacterial blight) 病害に抵抗性を持つ [遺伝子組換えイネ](#)を開発した。本研究成果は、*Transgenic Research* 誌に掲載されている。

過敏性反応とは、植物細胞のプログラムされた細胞死の一種で、通常、病原体の感染部位で起こり、他の植物部分でのさらなる拡散を防ぐために起こる。この反応は、細胞の分解を誘発するタンパク質である Bax によって植物に誘発される。一方、イネの Xa10 [遺伝子](#)は、TAL エフェクター遺伝子 AvrXa10 を持つ白葉枯病菌に抵抗性を与える。

研究チームは、Xa10 プロモーターを用いて、マウス由来の Bax 遺伝子の発現をイネとセンソウ (*Platostoma chinense*、Benth) で制御した。Bax 遺伝子と AvrXa10 を共存させたセンソウでは、細胞

死が観察された。Bax 遺伝子を導入した遺伝子組換えイネは、特定の株の白葉枯病害の病原体のみに特異的な病害抵抗性を付与した。

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

育種における革新

水蒸気処理で健全なイネのデンプン含有量を改善

Jiangsu University と Jiangsu Academy of Agricultural Sciences の研究者らは、糖尿病や腎臓病の患者への効果が期待される [イネ](#) 新品種の開発に有効な水蒸気処理方法を発見した。この成果は、*Foods* 誌に報告されている。

研究者らは、レジスタントスターチが豊富でグルテリンが少ない sbellb/Lgc1 イネの栄養面での利点を強化するために、簡単で効果的な方法として熱水処理 (HMT) を用いた。この新品種は、[CRISPR-Cas9](#) を用いて開発されたもので、健康への効果が期待できる。120°C で 2 時間の水蒸気処理を行ったところ、sbellb/Lgc1 米粉の試験管内消化率が大幅に低下し、レジスタントスターチ含量が増加したことが確認された。グルテリン含量は処理による影響を受けなかったが、米粉は色が濃くなり、半結晶構造が変化し、ゲル化温度が上昇し、水分量の増加により糊化粘度が低下した。

本研究成果は、この二重機能を持つ米粉の健康食品素材としての重要な情報を提供するものである。

研究報告は以下のサイトからダウンロードできる。 [Foods](#)

ゲノム編集でより甘いトマトを開発

名古屋大学の研究者が、[CRISPR-Cas9](#) 技術を用いて、より甘いトマトの開発に成功したと報告しました。この成果は、*Scientific Reports* に掲載されている。

糖度の高いトマトは、甘さを出すために大掛かりな作業が必要で、果実の大きさも小さくなってしまいうため、通常、市場では高価なものとなっている。ゲノム編集により、消費者はより甘いトマトを手に入れるようになる。

研究チームは、トマトを甘くするプロセスに関与する [遺伝子](#) であるインベルターゼ阻害剤の改変に注目した。ゲノム編集技術によって阻害因子を破壊すると、果実に多くの糖分を蓄積することができたのである。これにより、果実の大きさに影響を与えることなく、通常よりも約 30% 多くの糖度を得ることができた。

詳しくは以下のサイトの論文を御覧ください。 [Scientific Reports](#) と [Japan News](#)

穀物の休眠期間を延長する遺伝子組換えオオムギを開発

岡山大学の久野裕准教授らは、[CRISPR-Cas9](#)を用いて、収穫前の発芽に抵抗する遺伝子編集大麦を開発した。

収穫期の前に予期せぬ雨が降ると、農家は発芽する大麦に悩まされる。発芽した大麦は市場価格が下がり、農家の負担になっている。収穫前の発芽は、遺伝子操作によって穀物の休眠状態を長くすることで回避することができる。しかし、このような休眠は麦芽生産を妨げ、播種時の発芽が不均一になる原因となる。

これまでの研究で、オオムギには Qsd1、Qsd2 と呼ばれる特定の穀物・種子休眠遺伝子が存在することがわかっている。久野博士のチームは、CRISPR-Cas9 を使って「完璧な」オオムギを実現しました。CRISPR-Cas9 を使って、「ゴールデン・プロミス」という大麦のサンプルを、単一変異体 (qsd1、または qsd2)、または二重変異体 (qsd1 と qsd2) のいずれかに遺伝的に操作した。そして、すべての変異体と非変異体のサンプルについて、発芽試験を行った。その結果、すべての変異体で発芽の遅れが見られた。また、すべての変異体でアブジジン酸の蓄積が確認され、発芽遅延の条件と一致した。

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

ゲノム編集の持続可能性の解決に取り組む

Open Access Government に掲載された論文の中で、Information Technology and Innovation Foundation の上級研究員である Val Giddings 博士は、「ゲノム編集ほど、心を躍らせて迎えられ、報道された発見はない」と述べている。Giddings 博士は、健康、食品、環境の分野で直面している多くの持続可能性の課題を解決する上で、ゲノム編集の重要性を強調し、ゲノム編集にある唯一の限界は人間の想像力の限界にあると述べています。

[ゲノム編集](#)の初期利用例としては、食品廃棄物の削減が挙げられる。ゲノム編集により、キノコやジャガイモの褐変を引き起こす酵素の働きを止め、品質を向上させ、保存期間を延ばすことに成功した。また、イチゴやバナナ、トマトなどの果物も、ゲノム編集によって品種改良された。

医療の分野でも、ゲノム編集は視力の回復、難治性のがんの治療、さらには HIV の治療にも役立っている。今後も医療分野での飛躍的な発展が期待されている。

米国科学アカデミーは、過去 40 年間に遺伝子工学とゲノム編集に関する 11 の研究を行ってきた。これらの研究結果は、何百もの権威ある機関の研究結果と合わせて、この技術に関連する新たな危険性を示唆するものはなかった。

詳しくは以下のサイトの原論文を御覧ください。 [Open Access Government](#)
