



遺伝子組換え作物の最新動向 2021年5月

ニュース

- 欧州委員会が新ゲノム技術の農業への可能性とそれらに対する新政策の必要性を示す研究結果を発表
- 南オーストラリア州で GM 作物が解禁されたので栽培を開始
- Rothamsted 研究所がゲノム編集コムギの圃場試験を環境・食糧・農村地域省 (DEFRA) に申請
- 米国で初の遺伝子組換え蚊を野外放出
- University of California Riverside の研究で、気候変動の影響を受けにくい作物を育種するための遺伝子を発見
- 気候変動が世界の食糧食料生産の 3 分の 1 を脅かしていることが研究で明らかになった
- VIB (*Flanders Interuniversity Flanders Interuniversity Institute for Biotechnology*) が植物の高温適応の新しい分子を報告
- 南アフリカの食料安全保障に貢献する遺伝子組換えホワイト・トウモロコシ
- 除草剤耐性を持つ遺伝子組換えカノーラがオーストラリアで商業栽培承認を取得
- パンコムギの収量増加と気候変動への耐性に関連するゲノム領域を特定

研究のハイライト

- 突然変異したトウモロコシの遺伝子が、よりよい作物を育む手がかりになる
- バイオ技術を用いたワタにおける cryIac mRNA とタンパク質の量の相関関係を解明

植物育種における革新

- ハーバード大学の研究者が新しいゲノム編集ツールである retron library 組換え法を開発
 - TALEN を用いたイネのピアラホス耐性 (BAR) ノックアウトのオフターゲット効果に関する研究
 - 専門家によるとゲノム編集された植物に対する規制の動向は急速に変化している
 - 日本は、飼料および飼料添加物におけるゲノム編集の取り扱い方法を更新
-

ニュース

欧州委員会が新ゲノム技術の農業への可能性とそれらに対する新政策の必要性を示す研究結果を発表

欧州委員会は、新ゲノム技術(NGT)に関する研究結果を発表した。NGTは、欧州グリーンディールや「農場から食卓へ: Farm to Fork」戦略の目標の一環として、より持続可能な食料システムに貢献する可能性を秘めているとした。また、2001年に採択された現行の遺伝子組換え法は、これらの[革新的な技術](#)の目的に適合していないことも分かったとしている。欧州委員会は今後、これらの[バイオテクノロジー](#)への新たな法的枠組みの設計について議論するため、広く公開された協議プロセスを開始する。

この研究は、欧州連合理事会からの要請により、2019年11月8日に欧州委員会が「EU法の下での新規ゲノム技術の地位に関する Case C-528/16 の司法裁判所の判決に照らした研究」を実施するよう求められたことを受けて作成された。この研究の主な調査結果は以下の通りである。

- NGT製品は、病気や環境条件、[気候変動](#)の影響に対してより耐性のある植物で、持続可能なフードシステムに貢献できる可能性がある。さらに、NGT製品は、より健康的な脂肪酸含有量などの高い栄養学的品質や、農薬などの農業投入物の必要性の低減などの恩恵を受けることができる。
- NGTは、EUの目標である食料システムの革新と持続可能性、さらには経済の競争力強化に貢献することで、社会のさまざまな分野に利益をもたらす。
- 同時に、本研究では、NGT製品とその現在および将来の応用に関連する懸念についても分析している。例えば、[生物多様性](#)、有機農業と遺伝子組換え農業との[共存](#)や[表示](#)など、安全性や環境への影響が懸念されている。
- NGTは、非常に多様な技術の集合体であり、さまざまな結果を得ることができる。NGTによって生産された植物製品の中には、人や動物の健康や環境に対して従来の品種の植物と同等の安全性を持つものもある。
- 本研究では、現在の2001年の遺伝子組換え法は、一部のNGTとその製品に対して目的に適合しておらず、科学技術の進歩に適応する必要があるという強い示唆をしている。

この研究は、今月開催される農業・漁業審議会でもEUの閣僚と議論される。また、欧州委員会は、その調査結果を欧州議会および関心のあるすべての利害関係者と協議する。

詳しくは以下のサイトをご覧ください。[European Commission's press release](#) またこの研究成果は、以下のサイトから入手できる。[Commission's website](#)

南オーストラリア州で GM 作物が解禁されたので栽培を開始

南オーストラリア州 (SA) の農家は、16 年間続いた[遺伝子組換え](#)(GM)作物の禁止が解除され[遺伝子組換え作物](#)の播種を開始した。

[GM カノーラ](#)と [Bt ワタ](#)は、南オーストラリア州で初めて栽培が許可された遺伝子組換え作物である。3 月と 4 月に平均以下の降雨があったにもかかわらず、農家は GM カノーラの乾式播種を開始した。雨季が始まる前にできるだけ多くの水分を蓄えたいと考えた。

「GM 作物スチュワードシップ・プログラムへの関心が高まっていることは理解しているが、これらの生産者は皆、今年の GM 作物スチュワードシップ・プログラムを検討しようとしているのではないではないか」と、Grain Producers SA (GPSA)の会長である Adrian McCabe 氏は述べている。農家は雨季が始まる前に、遺伝子組換えカノーラや Bt ワタを含む作物の乾式播種を始めている。「GPSA では常に選択を奨励しており、生産者が環境への影響を軽減するためにさまざまな農学的ツールを使用する必要があることを理解している。」と McCabe 氏が付け加えた。

詳しくは以下のサイトをご覧ください。[Crop and Pasture Report South Australia](#)

Rothamsted 研究所がゲノム編集コムギの圃場試験を環境・食糧・農村地域省 (DEFRA) に申請

Rothamsted 研究所は、[ゲノム編集](#)(GEd)コムギの圃場試験を行うための承認を環境・食料・農村地域省 (Defra) に申請した。今回の申請は、過去 10 年間に Rothamsted 研究所が Hertfordshire 州と Suffolk 州の 2 つの圃場で行った[ゲノム編集](#)コムギとカメラナの試験に続くものである。

このプロジェクトでは、[CRISPR](#)を用いて穀物中のアミノ酸であるアスパラギンの濃度を低下させたコムギを使用する。アスパラギンはタンパク質を作るのに使われますが、非タンパク質の形では、焼いたり、高温処理の際に有害な汚染物質であるアクリルアミドに変化する。

今回の申請では、2026 年までの最長 5 年間のプロジェクト計画が立てられており、毎年 9 月から 10 月に作物を蒔き、翌年の 9 月に収穫する。

詳しくは、以下のサイトのニュース報道をご覧ください。[Rothamsted Research website](#)

米国で初の遺伝子組換え蚊を野外放出

デング熱、ジカ熱、チクングニア熱、黄熱病など、ヒトスジシマカが媒介する可能性のある病気の蔓延を抑制する方法を評価するために、フロリダ州で初めて遺伝子組換え (GM) [蚊](#)を野外実験で放出した。

GM *A. aegypti* の蚊の卵を Florida Keys の 6 カ所で箱に入れた。5 月の第 2 週から 12 週間にわたり、毎週約 12,000 匹のオスの蚊が箱から放たれる予定である。このオスの蚊は刺さないで、人間に病気をうつすことはない。テトラサイクリン抑制性転写活性化因子 (tTA) をコードする[遺伝子](#)を持っており、その遺伝子は子孫に受け継がれ、幼虫の初期段階でメスの子孫を殺す。

この研究は、米国の害虫の間で殺虫剤耐性が蔓延していることから、*A. aegypti* 蚊の個体数を管理するための代替手段を生み出すことを目的としている。これまでに、ブラジル、パナマ、ケイマン諸島、マレーシアで野外試験を行い、有望な結果を得ている。

研究の詳細は、以下のサイトの論文をご覧ください。[Nature](#)

University of California Riverside の研究で、気候変動の影響を受けにくい作物を育種するための遺伝子を発見

University of California Riverside (UC Riverside) の研究者らは、トマトやコメなどの重要な農作物において、[地球温暖化](#)による極端な[旱魃](#)の際に農作物がより長く生き残るための遺伝子を発見した。

研究者は、トマトの木部分化を利用して、温室実験や実際の現場で得られたトマトの根の細胞タイプの mRNA 断片を解析した。その結果、木部、リグニン、スベリンの 3 つの物質を作るように植物に指令する細胞型に富んだ遺伝子を発見した。木部は、水と栄養を根から新芽に運ぶパイプ状の器官であり、リグニンとスベリンは、植物が自然に行っている乾燥対策である。スベリンは植物が水分を失うのを防ぎ、リグニンは細胞を防水し、機械的な支えとなっている。

特定の保護層を作る遺伝子の発見は、作物の生存率を高めるためにこれらの化合物を強化することにつながる。さらに、この遺伝子は、イネやシロイヌナズナでも発見されたことから、他の作物にも応用できる可能性がある。

詳しくは、ニュース記事を以下のサイトをご覧ください。[UC Riverside](#) また学術論文は以下のサイトをご覧ください。[Cell](#)

気候変動が世界の食糧食料生産の 3 分の 1 を脅かしていることが研究で明らかになった

フィンランドの Aalto University は、温室効果ガスの排出をそのままにしておくと、世界の食料生産にどのような影響が出るかを調査した。この研究によると、温室効果ガスの排出量が急激に増加して制御不能になった場合、今世紀末までに現在の世界の食料生産量の 3 分の 1 以上が生産されていない状況に陥る可能性があることが明らかになった。

本研究によると、このシナリオは、二酸化炭素の排出量が現在のペースで増え続けた場合に発生する可能性が高いという。研究者たちは、安全な気候空間という概念を、降雨、気温、乾燥の 3 つの気候要因の組み合わせによって、現在の作物生産の 95% が行われている地域と定義した。

今回の研究では、気候変動の将来シナリオとして、二酸化炭素の排出量を大幅に削減し、地球温暖化を 1.5~2 度に抑えるシナリオと、排出量そのまま増加し続けるシナリオの 2 つを使用した。研究者たちは、社会の変化への適応能力の違いを考慮しながら、気候変動が最も重要な 27 種類の食用作物と 7 種類の家畜にどのような影響を与えるかを評価した。その結果、脅威的な影響は国や大陸によって異なることがわかった。調査した 177 カ国のうち 52 カ国では、将来的に食料生産全体が安全な気候空間にとどまると考えられます。この中には、フィンランドをはじめとするヨーロッパのほとんどの国が含まれる。

ベナン、カンボジア、ガーナ、ギニアビサウ、ガイアナ、スリナムなど、すでに脆弱な国では、何の変化もなければ、現在の食糧生産の最大 95% が安全な気候空間要件から外れてしまう。驚くべきことに、これらの

国々は、豊かな欧米諸国と比較して、気候変動によって引き起こされる変化に適応する能力が著しく低い。脅威にさらされている世界の作物生産量の 20%、家畜生産量の 18%は、変化に適応するための回復力が低い国に存在している。

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

VIB (*Flanders Interuniversity Institute for Biotechnology*)が植物の高温適応の新しい分子を報告

ベルギー、オランダ、米国、英国の国際研究チームは、植物が高温に適応するための基本的な分子メカニズムを解明した。研究チームは、このプロセスの光シグナルに依存しない調節因子として、プロテインキナーゼ MAP4K4/TOT3 を同定した。

Lam Dai Vu 教授らは、花を咲かせる植物におけるこれらのシグナル伝達機構を明らかにするため、植物が高温にさらされたときに生じる特定のタンパク質の変化を解析した。その結果、植物の基本的な構造分類である双子葉植物と単子葉植物の両方で、温度変化を制御するプロテインキナーゼ MAP4K4/TOT3 が同定された。また、このタンパク質シグナル伝達経路は、光センサーを含む他の経路とは独立して、温度変化を制御していることも明らかになった。

[気候温暖化](#)は、植物の成長と作物の収穫量の両方に深い影響を及ぼす。今回の研究では、MAP4K4/TOT3 が、植物の高温応答における新たなキープレイヤーであることが明らかになり、さらに、温度変化に多面的に関与する関連キナーゼと相互作用することも示された。研究者らは、TOT3 複合体は、温暖化した気候における将来の食料安全保障の維持に貢献するための、知識ベースの温暖化に強い作物の育種に大きな可能性を秘めていると述べている。

詳しくは、以下のサイトの論文を御覧ください。 [VIB News](#)

南アフリカの食料安全保障に貢献する遺伝子組換えホワイト・トウモロコシ

[南アフリカ](#)では、ホワイト・トウモロコシは、[遺伝子組換え](#) (GM) 品種を使用して生産されている唯一の主食作物である。2001 年から 2018 年にかけて、GM ホワイト・トウモロコシは 6 億 9,500 万米ドルの福祉効果をもたらしたことが、University of Arkansas の専門家による研究で明らかになり、*Global Food Security* 誌に掲載された。

GM ホワイト・トウモロコシは、南アフリカで人間が直接消費するために広く商業ベースで生産されている。同国におけるこの GM 作物の福祉的利益の総額を推定するため、研究者らは 2001 年から 2018 年までの経済的・環境的影響を計算した。

その結果、GM ホワイト・トウモロコシは、年間平均 460 万食の追加配給によって、食料安全保障に貢献していることがわかった。さらに、GM トウモロコシは、従来のハイブリッド・ホワイト・トウモロコシと比較して、1 ヘクタールあたり 0.34 米ドル、年間 291,721 米ドルの環境破壊を削減した。

詳しい発見事項は以下のサイトを御覧ください。 [Global Food Security](#)

除草剤耐性を持つ遺伝子組換えカノーラがオーストラリアで商業栽培承認を取得

オーストラリアの遺伝子技術規制機関 (Office of the Gene Technology Regulator: OGTR) は、BASF Australia Ltd. に対して、除草剤耐性とハイブリッド育種システムのために遺伝子組換え (GM) された [MS11 カノーラ](#) を商業栽培することを許可する承認 DIR 175 を発行した。

この承認は [オーストラリア](#) 全土で許可されており、この [GM カノーラ](#) に由来する製品は、人間の食品や動物の飼料への使用を含め、一般商業利用に入ることができる。今回の承認決定は、OGTR が全国の関係者からの情報をもとに実施したリスクアセスメントおよびリスクマネジメントプラン (RARMP) に基づいて行われた。これには、一般市民、州・準州政府、地方議会、オーストラリア政府機関、環境大臣、遺伝子技術諮問委員会との協議が含まれている。

RARMP は、今回の商業承認が人と環境に与えるリスクは無視できると結論づけている。なお、今回の決定に関する最終版の RARMP とその要約、ライセンス、Q&A は、[OGTR website](#) の [DIR 175 page](#) から入手できる。

パンコムギの収量増加と気候変動への耐性に関連するゲノム領域を特定

国際トウモロコシ・コムギ改良センター (CIMMYT) の研究者らは、パンコムギの収量性とストレス耐性に関連するゲノム領域を特定した。CIMMYT の研究者は、CIMMYT が開発したコムギ育種系統 55,568 系統から得られた 100 のデータセットと 105,000 の穀物収量観測データに基づいて、全ゲノム関連研究 (GWAS) を実施した。

研究者は、2003 年から 2019 年にかけて、CIMMYT の主要な収量試験場であるメキシコの Ciudad Obregon にある Norman E. Borlaug 実験研究ステーションと、さらにアフガニスタン、[インド](#)、[ミャンマー](#) などの 8 カ国で、さまざまな場所、年、作付けシステム、灌漑システム、および非生物的ストレスにおいて系統を評価した。研究者らは、73,142 系統のコムギの大規模なパネルについて、穀物収量に関連するマーカー解析を作成し、穀物収量に有利な対立遺伝子の頻度を分析した結果、4450 万のデータポイントが得られた。このマーカー解析から、CIMMYT の世界のコムギ胚珠には、穀物収量に有利な対立遺伝子が豊富に含まれていることがわかり、育種家にとっては、目的の遺伝子座で補完的な穀物収量対立遺伝子に基づいて親を選び、戦略的な交配を設計するための宝庫となっている。

CIMMYT のコムギ育種担当者である Philomin Juliana 氏は、「とらえどころのない穀物収量形質の遺伝的基盤を解明することで、今回の研究で示された資源は、高収量で気候変動に強いコムギ品種のゲノム育種を加速するための大きな機会を提供するものである。」と述べている。

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。[CIMMYT website](#)

研究のハイライト

突然変異したトウモロコシの遺伝子が、よりよい作物を育む手がかりになる

突然変異した [トウモロコシ](#) の穀粒で糖やデンプンが異常に生成されることが、1 つの [遺伝子](#) に関連していることがわかり、トウモロコシがストレスに対処する仕組みを解明した。この発見は、*Plant Physiology* 誌に掲載されました。

Pennsylvania State University 大学の研究チームは、トウモロコシの種子形成時にのみ発現するイネ科の遺伝子であるオレンジ1不安定因子 (unstable factor for orange1; ufo1) をクローニングし、その機能を解明した。変異したトウモロコシは、糖分やホルモンの変化を示すとともに、基底部の胚乳移行層や隣接する細胞の種類にも欠陥が見られた。この発見は、この遺伝子が色素形成以外のいくつかの形質を制御していることを示している。

ufo1 遺伝子の助けを借りれば、トウモロコシのストレス耐性を向上させることができるだけでなく、種子の発達も向上させることができ、それは収量とバイオマスに影響を与える。

詳しくは、以下のサイトを御覧ください。 [PennState News](#) と [Plant Physiology](#)

バイオ技術を用いたワタにおける cry1ac mRNA とタンパク質の量の相関関係を解明

Mazumdar Shaw Medical Centre と Tea Research Institute の研究者は、商業用遺伝子組換えワタ (MON15985) における mRNA とタンパク質の相関関係を調査した。この研究成果は、*3 Biotech* 誌に掲載された。

転写と翻訳の最終結果である mRNA の発現とタンパク質の量の関係は、依然として謎に包まれている。遺伝子組換え作物の場合、mRNA とタンパク質の発現量の相関関係は、異なるストレス条件下で特定の組織で目的のタンパク質が安定的に発現するように導入遺伝子を設計する際の指針となる。研究チームは、この相関関係をさらに解明するために、ELISA 法を用いて Cry1Ac タンパク質の発現量を定量し、リアルタイム定量 PCR 法を用いて mRNA レベルを測定した。その結果、タンパク質と mRNA の発現量は、葉では高い相関が見られたが、柱状組織や茎では見られなかった。この相関関係は、若い葉と成熟した葉の間で一貫して見られ、収穫後 1 ヶ月目から 3 ヶ月目にかけて時間の経過とともに強まっていくことが確認された。

研究者らは、[MON15985](#) について、特に害虫や病原菌の影響を最も受けやすい葉の組織については、転写レベルをタンパク質量の代わりに使用できる可能性があることを示唆している。

詳しくは、以下のサイトの論文を御覧ください。 [3 Biotech](#)

植物育種における革新

Harvard 大学の研究者が新しいゲノム編集ツールである retron library 組換え法を開発

「CRISPR を超える retron が現れた」とする Harvard University の Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering と Harvard Medical School (HMS) の研究者は、何百万もの遺伝子実験を同時に行うことができる新しい遺伝子編集ツール「レトロン・ライブラリ組換え法 (Retron Library Recombineering、RLR)」を開発した。

[CRISPR-Cas9](#) は、特定の DNA 片を見つけて切断することができるが、DNA を編集して目的の変異を作り出すには、細胞をだまして新しい DNA 片を使って切断部分を修復する必要がある。Cas9 はしばしば意図しない標的外の部位も切断するので、この「おとりと切り替え」は複雑で、細胞にとって有害な場合さえある。RLR ツールは、この作業を容易にできる。RLR は、最大数百万個の変異を同時に生成し、変異細

胞を「バーコード」化することで、プール全体を一度にスクリーニングすることができ、大量のデータを簡単に生成・解析することができる。

Retronは何十年も前から知られていましたが、その機能は2020年6月にチームがようやく解明するまで不明だった。RetronのssDNAは、ウイルスが細胞に感染したかどうかを検出し、細菌の免疫システムの一部を形成していることがこの度わかった。研究者がRetronに関心を寄せているのは、CRISPRと同様に、バクテリアや酵母、さらにはヒトの細胞において、正確かつ柔軟なゲノム編集に利用できる可能性があるからである。Retronのもう一つの魅力は、その配列が、細菌のプールの中でどの個体が各Retronの配列を受け取ったかを識別する「バーコード」の役割を果たすことで、正確に作成された変異株のプールスクリーニングを劇的に高速化できることである。

「Wyss研究所の合成生物学フォーカスエリアを率いる筆頭著者のGeorge Church氏は、「RLRを用いてプールされたバーコード付き変異体ライブラリを解析することで、何百万もの実験を同時に行うことができ、ゲノム全体の変異の影響や、それらの変異がどのように相互作用するかを観察することができる。」と言っている。

RLRについての詳しいことは、以下のサイトにある論文を御覧ください。[Wyss Institute News](#)

TALENを用いたイネのピアラホス耐性(BAR)ノックアウトのオフターゲット効果に関する研究

韓国農業科学院の研究者は、ゲノム編集技術を用いて除草剤耐性イネのピアラホス抵抗性(bar)ノックアウトを作製し、オフターゲットに起因する影響を明らかにする研究を行った。

転写活性化因子様エフェクターヌクレアーゼ(TALEN)などのゲノム編集ツールは、DNA変異誘発のターゲットを強化するために開発されたもので、特に作物植物向けに開発されたものである。研究チームは、TALENを用いて41種類の植物を作成し、そのうち14種類が意図した変異を示した。変異のほとんどは、非標的部位の一塩基多型や小さな挿入・欠失であった。また、変異体では31個の異なる発現遺伝子が見つかっただけだった。これらの結果から、研究者らは、TALENを介したBARの変異は、イネのRNA転写産物に最小限の影響しか与えないと結論づけた。

この研究の要旨は、以下のサイトでご覧下さい。[The Korean Society of Breeding](#)

専門家によるとゲノム編集された植物に対する規制の動向は急速に変化している

[ゲノム編集](#)された植物に対する規制の動向は急速に変化しており、より多くの国が規制方針を固める方向で進んでいる。これは、国際的なバイオテクノロジーの専門家が執筆した *Transgenic Research* の記事に出ている。

この記事では、カナダ、アルゼンチン、ブラジル、米国、ケニア、ナイジェリア、南アフリカ、オーストラリア、ニュージーランド、日本、フィリピンを含む様々な地域における最新の法規制の動向を紹介している。記事のポイントは以下の通りである。

- ゲノム編集は、健康、食品、農業生産におけるいくつかの課題の解決に貢献する可能性を秘めている
- 規制政策は、目まぐるしく変化する科学の進歩に追いついていない

- 科学学会、規制機関、その他の関連団体は、ゲノム編集を取り巻く問題を調査し、プロセスではなく製品の文書化されたリスクに基づいて規制の精査を課すこと、またゲノム編集の製品は、従来の植物に必要な追加規制を必要としない可能性があると結論づけている
- GMO 規制の閾値として「ケース・バイ・ケース」アプローチや「遺伝物質の斬新な組み合わせ」を採用するなど、規制における共通のアプローチが多くの国で生まれている

Jon Entine、Martin Lema、Wayne Parrot、Carl Ramage、Reynante Ordonio、Diane Wray-Cahen 氏らの著者は、規制のプロセスを調整し、世界的なアプローチの調整を改善するための協力関係の強化を望んでいる。

公開論文は、以下のサイトから入手できる。[Transgenic Research](#)

日本は、飼料および飼料添加物におけるゲノム編集の取り扱い方法を更新

農林水産省は、3月5日のパブリックコメントを経て、農林水産省に届け出た[ゲノム編集](#)品種と在来品種、その他の届出済みのゲノム編集品種、および農林水産省が飼料安全性の承認を行った遺伝子組換え作物との交配により得られる飼料および飼料添加物の取り扱い方法を改正した。

米国農務省 GAIN レポートによると、4月20日に発行された改正ガイドラインでは、これらの製品の開発者が、ゲノム編集された飼料および飼料添加物製品に関する農水省の協議プロセスを受けることはもはや必要ないとしている。農水省はガイドラインを改正し、後代交配製品の事前協議と届出の要件を廃止した。

詳しくは、以下のサイトを御覧ください。[GAIN Report](#) 改正指針は、以下のサイトでご覧下さい。[MAFF website](#) (日本語)
