会　議　録

<table>
<tr><td colspan="2">会議の名称</td><td colspan="4">令和元年度遺伝子組換え作物栽培連絡会</td></tr>
<tr><td colspan="2">開催日時</td><td colspan="4">令和元年(2019 年) 6 月 26 日　開会 14 時　閉会 17 時 15 分</td></tr>
<tr><td colspan="2">開催場所</td><td colspan="4">つくば市役所コミュニティ棟１階　会議室１</td></tr>
<tr><td colspan="2">事務局（担当課）</td><td colspan="4">農業政策課</td></tr>
<tr><td rowspan="3">出席者</td><td>委員</td><td colspan="4">黒田委員、中島委員、沼尻委員、鮓川委員、寺内委員、飯泉委員、
川村（鈴木委員代理）、宮崎委員、田部井委員、稲垣委員</td></tr>
<tr><td>その他（説明者ほか）</td><td colspan="4">（農研機構）山崎、小沢、若佐、森、小松、飯塚、中山、笹川、石川
（筑波大学）小口、棚瀬、野沢</td></tr>
<tr><td>事務局</td><td colspan="4">（経済部）篠塚部長、永田次長
（農業政策課）垣内課長、大野補佐、三富主査、新井主事</td></tr>
<tr><td colspan="2">公開・非公開の別</td><td colspan="2">■公開　□非公開　□一部公開</td><td>傍聴者数</td><td>１名</td></tr>
<tr><td colspan="2">非公開の場合はその理由</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">議題</td><td colspan="4">平成 30 年度栽培実験結果報告及び令和元年度栽培実験計画
その他遺伝子組換えに関する情報提供</td></tr>
<tr><td colspan="2">会議録署名人</td><td></td><td>確定年月日</td><td colspan="2">令和　　年　　月　　日</td></tr>
<tr><td colspan="6">会議次第
１　開会
２　あいさつ
３　委員紹介
４　議事（１）平成 30 年度遺伝子組換え作物栽培連絡会経過報告
（２）平成 30 年度栽培実験結果報告及び令和元年度栽培実験計画
（３）その他遺伝子組換えに関する情報提供
（４）その他　ほ場見学会について、委員の増員について
５　閉会</td></tr>
</table>

令和元年度　遺伝子組換え作物栽培連絡会　会議録

1　開会　　開会を宣言。当連絡会は、「遺伝子組換え作物の栽培に係る方針」の規程に基づき公開対象の会議となっていることを確認した。（事務局）

2　あいさつ　　今回で座長は７、８回目。組換え実験は法律に則って行われておりますが、それを一般の方に理解してもらうためにはよい場であると思う。委員の方々にとっては、研究者から直に話を聞ける機会なので、疑問点、発言等お願いしたい。（宮崎委員）

3　委員紹介　　順次自己紹介を行った。

事務局紹介　　農業政策課課長から事務局職員を紹介した。
会議録作成のため、会議の内容録音について了解を得る。（事務局）

4　議事　　当連絡会設置要項第５条第２項に基づき、議事進行は座長の宮崎委員にお願いする。

（1）　平成30年度遺伝子組換え作物栽培連絡会経過報告
・資料１により、平成30年度つくば市遺伝子組換え作物栽培連絡会の活動経過を報告した。（事務局）

（2）　平成30年度栽培実験結果報告及び令和元年度栽培実験計画
（スライド資料により説明があった。研究データを含む資料であるため、資料は概要版のみ公開とする）

1.農研機構

①　複合病害抵抗性イネ（農研機構　山崎氏）

〇研究の概要

遺伝子組換えは品種改良の一技術である。私たちは病害抵抗性に着目して研究を行っている。

イネがもともと持っているWRKY45遺伝子の働きを強化したイネを作出し、複数の重要病害に抵抗性を示すことを明らかにした。WRKY45遺伝子の働きを強化したイネでは、３種類の病気（いもち病、ごま葉枯病、白葉枯病）の病斑が少なくなっている。

〇この研究を始めた経緯

農薬の一種に抵抗性誘導剤というものがある。この農薬成分は病原菌を直接攻撃せず、植物自体の抵抗性が誘導されて病害を防ぐというものである。この農薬の作用する仕組みを解明するため、農薬を使用した植物のどの遺伝子が動いているかを解析したところ、多数の遺伝子が活性化していたが、その中に*WRKY45*遺伝子というものを発見した。このWRKY45遺伝子は司令塔の役割を果たしていて、病気に対して例えば抗菌物質を出す遺伝子を活性化していることが分かった。このWRKY45遺伝子を遺伝子組換えで強化すれば、多数の病害に強くなるのではという観点から研究を開始した。

〇応用方法

飼料用イネの生産に応用することを想定している。我が国の飼料の自給率が平成28年度のデータで27%と非常に低く、ほとんどの飼料は輸入に依存しているが、気象の変動や途上国の需要の高まりによって輸入

飼料の供給が不安定となっている。飼料用米は主食用米に比べて買い取り価格が低く、低コスト栽培は必須であるため、飼料用イネにこの技術を応用して、農薬代や散布の手間といったコストを抑えることができればいいと考え、開発を進めている。

○平成30年度　複合病害抵抗性イネの栽培実験結果について報告があった。

（水田）

栽培系統　：　イネの品種２種類とWRKY45遺伝子の発現の仕方４種類を組み合わせた計８種類の遺伝子組換えイネを栽培した。WRKY45遺伝子を強力に発現させると、生育が阻害されるが、そのバランスがよいところを探るため、併せて栽培を行い比較している。

栽培目的　：　系統ごとの特性調査を行い（生育・収量・抵抗性等）、収量・抵抗性が良好な系統を選抜する。

栽培場所　：　農研機構　観音台第７事業場　隔離ほ場内　枠水田６枠（約0.8a）

栽培経過　：　4/24　田植え、9/10　収穫、9/13　すき込み（栽培終了）

モニタリング　：　栽培実験指針に基づき、花粉飛散を調べるモニタリング調査として第７事業場内６か所でもち品種「もちみのり」を栽培した。もち品種の花にうるち品種の花粉が受粉するとうるち米が結実するため、もち米の中にうるち米ができていないか目視で確認する作業を実施した。12,474粒を調査し、交雑を示すうるち米は０粒であり、花粉飛散による交雑は確認されなかった。

（畑）

栽培目的　：　複合病害抵抗性イネの野外栽培におけるいもち病抵抗性の評価

栽培場所　：　農研機構　観音台第７事業場　隔離ほ場内　畑ほ場２（3.2a）

栽培経過　：　5/31～　直播、6～7月　抵抗性調査、8/1　すき込み（栽培終了）

開花前にすき込みを行い、栽培を終了したことから花粉の飛散はなかった。

○令和元年度　複合病害抵抗性イネの栽培実験計画はなし。

本年度は今まで集めたデータをまとめて報告する準備を行っている。

○つくば市遺伝子組換え作物の栽培に係る対応方針補足事項について説明があった。

・交雑及び混入等による不測の事態発生時の対応

状況把握と原因究明により更なる交雑及び混入の防止措置を徹底する。また、電話、電子メール又は文書により関係機関等へ連絡し、ホームページにお知らせを掲載する。

・防犯措置

隔離ほ場フェンスを点検すると共に、出入り口を施錠。見回りによる監視。異常があった場合は、担当職員が現地に出向き、状況を確認すると共に、関係者へ連絡し、再発防止等必要な措置を講じる。関係機関への連絡は、前述のとおりに行う。

（①複合病害抵抗性イネの発表に対する質疑応答）

栽培実験結果及び栽培実験計画について、意見、質疑などはないか。（宮崎委員）

→特になし

② スギ花粉ポリペプチド含有イネ、スギ花粉ペプチド含有イネ　（農研機構　小沢氏）

○研究の概要

アレルゲン免疫療法では、アレルギーを引き起こす花粉エキス（アレルゲン）を皮下注射したり、舌下等に入れたりし、それを３年くらい継続するとスギ花粉による花粉症が治るとされている。これを減感作療法と言う。スギ花粉のアレルゲンそのものを使って治療するため、アレルギー反応による副作用が避けられず、長期間の治療が必要なことから、なかなか普及していない現状がある。

私の研究では、アレルゲンとなるタンパク質を断片化して繋げることによって得たタンパク質を米に蓄積させることを行っている。このタンパク質はアレルゲンから作られているが、アレルゲンとは異なる性質を持つため、アレルギー反応を引き起こすことがない。この米を食べることによって、アレルギーに強い体を作っていこうとしている。

○スギ花粉ポリペプチド含有イネ、スギ花粉ペプチド含有イネとは

・スギ花粉ポリペプチド含有イネ

スギ花粉のアレルゲンは２つのタンパク質であることが知られている。その一方のタンパク質を３つに断片化し、イネが元々持っている種子貯蔵タンパク質のグルテリンに挟み込むことで形質を変え、もう一方のタンパク質はその配列をシャッフルすることでアレルゲンとは別の構造をとるように作り替えている。こうして得たタンパク質の遺伝子をイネに導入したもの。

・スギ花粉ペプチド含有イネ

スギ花粉アレルゲンであるタンパク質２種類から、感作に作用するアミノ酸配列を３つないし４つ取り出し、これを連結したペプチドの遺伝子を導入したもの。

○平成30年度　スギ花粉ポリペプチド含有イネ　栽培実験結果について報告があった。

栽培場所　：　農研機構　観音台第３事業場　隔離ほ場　約４a

栽培経過　：　5/25　播種・育苗、6/19～田植え・防鳥網設置、8/11～　出穂・登熟、
9/28～　収穫（粗もみ46.5㌔）、10/10　すき込み・残渣等の処理・清掃

収穫物　：　特性調査や加工プロセスの開発、有効性、安全性の調査等に使用。

モニタリング　：　花粉飛散を調べるモニタリング調査として第３事業場内10か所で同時期に開花する関東糯236号というもち品種を栽培した。14,925粒を調査した結果、交雑を示すうるち米は０粒で、花粉飛散による交雑は認められなかった。

○平成30年度　スギ花粉ペプチド含有イネ　栽培実験結果について報告があった。

平成30年度は２つのほ場で栽培。

栽培場所　：　農研機構　観音台第３事業場　隔離ほ場水田２－５　約15a

栽培経過　：　3/27　播種・育苗、4/24～　田植え・防鳥網設置、6/22～　出穂・登熟、
8/14～　収穫（粗もみ491.3㌔）、9/12　すき込み・残渣等の処理・清掃

栽培場所　：　農研機構　観音台第４事業場　高機能隔離ほ場　水田１、３、５　約15a

栽培経過　：　3/27　播種・育苗、4/25～　田植え・防鳥網設置、6/22～　出穂・登熟、
8/16～　収穫（粗もみ506.0㌔）、8/30　すき込み・残渣等の処理・清掃

モニタリング ： 花粉飛散を調べるモニタリング調査として、第３事業場内10か所及び第４事業場内４か所で同時期に開花するもち品種「はくちょうもち」を栽培した。第３事業場14,747粒、第４事業場16,984粒を調査した結果、交雑を示すうるち米はいずれも０粒で、花粉飛散による交雑は認められなかった。

○令和元年度　スギ花粉ペプチド含有イネ　栽培実験計画について説明があった。

・本年度は、平成30年度に栽培した系統と新たな系統の２種類を栽培する。

昨年度栽培した系統で用いた選抜マーカーは抗生物質耐性遺伝子であった。「抗生物質耐性遺伝子を用いない形質転換技術を容易に利用できる場合には、その技術を用いることも考慮」と遺伝子組換え食品（種子植物）安全性評価基準に記載があるため、新たな系統では、選抜マーカーとして、イネ由来の除草剤抵抗性遺伝子を利用する。

また、昨年度栽培した系統ではキタアケという現在あまり栽培されていない品種を用いた。新しい系統ではどんとこいという品種を用いる。

→これらは実用化を意識した取り組みである。

栽培目的　：

１．隔離ほ場に展開した本遺伝子組換えイネ後代の草丈、稈長、有効分げつ数等の生育調査。

２．隔離ほ場で増殖したイネ種子を材料とした改変タンパク質の発現量調査及びマウスを用いた安全性調査。

３．形質転換に用いる現品種の変更、あるいは他品種と交配により遺伝的背景が変更された場合の導入遺伝子の効果の安定性の検証（一部来年度実施）。

栽培場所　：　農研機構　観音台第３事業場　隔離ほ場水田１（約3.3a）

栽培予定　：　５月下旬～　催芽・播種、6/3～　育苗、6/26　田植え、
８月中旬～　出穂期・登熟期、10月上旬～　収穫・脱穀・乾燥、
越冬性試験を行い、令和２年３月までにすき込み・残渣等の処理・清掃

モニタリング ： 平成30年度と同様に第３事業場内10か所で関東糯236号を栽培する。

○交雑混入防止措置が明確に規定、管理されている旨の説明があった。

・交雑防止措置

栽培実験区画は、観音台第３事業場外の最も近いほ場から約200m離れている。なお、栽培実験指針に従い、同種栽培作物から30m以上の隔離距離をとる。交雑の可能性が想定される低温や強風の場合には、防風ネット等で抑風する等の交雑防止措置をとる。花粉飛散による交雑をモニタリングする。

・混入防止措置

種子や苗の移動の際には、密閉容器等に入れて搬送する。管理、収穫作業等に使用した機械、器具、長靴等を移動する際は、隔離ほ場内の洗い場において入念に清掃、洗浄する。防鳥網を設置し、野鳥等による食害や種子の拡散を防ぐ。収穫は全てほ場内で行い、脱穀作業は隔離ほ場または実験室で行う。収穫物は、密閉容器等に入れ、実験室や隔離ほ場の保冷庫等に保管する。

○栽培実験終了後の処理

収穫した種子は、密閉容器に保管し、加工プロセス開発や有効性・安全性調査等に使用する。栽培を終了した植物体の地上部は、刈り取り後に焼却処分するか、残りのイネの残渣や残った株とともに隔離ほ場内に

すき込む等により、確実に不活化する。

○交雑及び混入等による不測の事態発生時の対応や防犯措置については、複合病害抵抗性イネと同様に取り扱う。

(②スギ花粉ポリペプチド含有イネ、スギ花粉ペプチド含有イネの発表に対する質疑応答)

栽培実験結果及び栽培実験計画について、意見、質疑などはないか。（宮崎委員）

・以前動物実験を行っていると聞いた記憶があるが、その後はどうなっているか。（飯泉委員）

→　昨年度栽培したものについては、動物ではなく人間による臨床試験を行い、先日論文として投稿したところである。まだオープンにはなっていないが、それなりの結果を得ている。

・論文投稿をしたのはポリペプチドか、ペプチドか。（宮崎委員）

→　ペプチドである。

・ペプチドの組換えならではできる非常に賢いところだと思うので、結果が出てくれば（好ましい）。農家が心配するのは交雑だと思うので、遺伝子組換えをやる意義が明白になると農家も納得されると思う。（宮崎委員）

・特許は。（宮崎委員）

→　7Crp 自体の特許はない。細かく組換え体を作るとかプロモーターがといったところではいくつか農研機構や別の研究者が特許を持っている。

・得られたそれなりの結果とは。（宮崎委員）

→　内々でそれなりに効いたと聞いている。

・臨床試験ではお米そのものを食べたということか。（宮崎委員）

→　はい。

・どれくらいの量を食べたのか。（宮崎委員）

→　臨床研究についてはすべて結果が公表されることになっているが、論文がまだ受理されたわけではないので、その結果を見ていただければ。

・昨年度と本年度で品種を変えた理由は。（稲垣委員）

→　昨年度用いたキタアケという品種は北海道での栽培に適した品種で、本州では６月半ばから出穂してしまい、栽培しにくいため。また、食品安全委員会における系統の選別が厳しいため、本年度は農研機構で開発された品種の中で、あまり広く普及していないものを使用したほうがいいのではないかと内部で検討を重ねたうえで品種を選定した。

③　ノボキニン蓄積イネ　（農研機構　若佐氏）

○研究の概要

卵白アルブミンのキモトリプシン消化物から、高血圧時特異的に動脈拡張・弛緩、血圧降下作用を持つペプチド、オボキニンⅢが見出されている。このオボキニンⅢをアミノ酸置換により高機能化したものがノボキニンである。

先天性高血圧ラットを用いた実験によると、ノボキニンはオボキニンⅢの 1/100 の量で血圧降下作用がある。また、通常の血圧のラットでは血圧降下は認められなかった。

今回栽培予定の遺伝子組換えイネ４系統は、コメ（胚乳）にノボキニンを含む組換えタンパク質を蓄積している。

宿主イネ：　コシヒカリ変異系統a123（コシヒカリよりも導入遺伝子産物のコメでの高蓄積が期待される）

導入遺伝子１：　コメにノボキニンを蓄積させるための遺伝子

ノボキニン融合型グルテリンタンパク質をコメのみで発現するよう設計されている。プロモーターとターミネーターは同じ遺伝子由来のもの（GluB1）を利用した。

導入遺伝子２：　遺伝子組換えイネを選抜するための遺伝子

導入遺伝子１が導入された細胞を選抜するマーカー遺伝子が組み込まれている。この遺伝子が導入された細胞は、特定の農薬に耐性ができる。すべてイネゲノム由来のＤＮＡ配列からなることが特徴。アグロバクテリウム法（土壌細菌を利用した導入方法）によって遺伝子を導入する。

○平成30年度　ノボキニン蓄積イネ　栽培実験結果について説明があった。

遺伝子組換えイネ４系統と宿主イネを栽培する。

栽培目的：　生育特性等の調査及びモデル動物を用いた安全性等の調査のための種子の確保と再優良系統の選抜等

栽培場所：　農研機構　観音台第３事業場　隔離ほ場　水田６（約2.6a）

栽培経過：　6/19～　田植え、７月上旬～　次年度以降使用する系統を選抜、8/16～　出穂・登熟、9/28～　収穫（系統ごとに粗もみで19.7㌔、23.6㌔、20.5㌔、16.4㌔、7.2㌔）、12/26～　ひこばえが枯死するのを確認（越冬性試験）、1/8～　すき込み・防鳥網の片づけ

モニタリング　：　花粉飛散を調べるため、第３事業場内10か所に同時期に開花するもち品種「関東糯236号」を栽培した。14,925粒を調査した結果、交雑を示すうるち米はいずれも０粒で、花粉飛散による交雑は認められなかった。

○令和元年度　ノボキニン蓄積イネ　栽培実験計画について説明があった。

平成30年度に選抜した遺伝子組換えイネ１系統と宿主イネを栽培する。

栽培目的：　生育特性等の調査及びモデル動物を用いた安全性等の調査のための種子の確保と再優良系統の選抜等

栽培場所：　農研機構　観音台第３事業場　隔離ほ場　水田２～６（約17.5a）

栽培予定：　6/3～　播種・幼苗管理、6/26～　田植え、８月下旬　出穂期・登熟期、９月下旬　収穫・脱穀・乾燥、３月　すき込み・残渣等の処理・清掃

モニタリング　：　花粉飛散を調べるため、第３事業場内10か所でもち品種を栽培する。

○交雑混入防止措置及び栽培実験終了後の処理等については、前述の実験と同様に行う。

(③ノボキニン蓄積イネの発表に対する質疑応答)

栽培実験結果及び栽培実験計画について、意見、質疑などはないか。（宮崎委員）

・モニタリングで採れたもち米の約14,000粒は何キロくらいで、確認にどれくらいかかるのか。（飯泉委員）

→　1,000粒で約20グラム。確認は複数人で数日かかる。

・血圧の高い人がこの米を食べると血圧が下がるという効果を狙ったものか。目的の確認。（宮崎委員）

→　はい。血圧が気になる人用のコメです。

・米をラットに食べさせるとどうなったか。（宮崎委員）

→　ラットでは有意差があらわれた。食後２時間から４時間をピークに血圧が下がり、しばらくのちにまた戻っていった。また、長期投与試験では６、７週継続して食べさせると、低下した血圧が戻らないで低下傾向が継続することも確認できた。

・人での臨床試験はどのようになるか。（宮崎委員）

→　健康食品としての実用化を目指していて、食品安全性審査を通さないといけないが、このときに人臨床試験はあまり重要ではなく、安全性試験は動物レベルで満たせる。ただし、今後食品という土俵に乗せたのちに例えばトクホを目指すことになる場合は、臨床研究や人介入試験が必要となってくる。現段階ですぐにそこまでは考えていない。

④　広範な病害抵抗性イネ　（農研機構　森氏）

〇研究の概要

我が国では2017年にイネの収量の６万トン相当分がいもち病の被害で失われた。世界の米生産の約１％（日本の年間米生産量の半分相当）がいもち病被害により失われていると推定されている。これらのことから、病気を克服するための品種改良は重要と考える。

〇広範な病害抵抗性イネのしくみ

今回用いるBSR1遺伝子は、イネ品種「日本晴」より単離・同定したもので、高発現することにより、シロイヌナズナやイネでそれぞれ複数の病害に抵抗性を示した。WRKY45では抵抗性が認められなかったもみ枯細菌病菌による苗枯れについても抵抗性が認められている。

通常のイネには細菌や糸状菌の細胞壁成分を認識する受容体があり、病原微生物が来たときにシグナルを伝え、防御機構を活性化する。BSR1にはこのシグナルを伝える役割がある。BRS1によって防御応答が発現する一方で、病原微生物はこの防御応答を抑制する働きを持っている。そこで、BSR1を増やすことで、防御応答を過剰に発現させ、病原微生物の持つ抑制力よりも強く防御することにより病気にかかりにくくなると考えられる。

〇応用方法

海外での栽培を想定している。熱帯などの温暖地ではいもち病のほかにも白葉枯病、ごま葉枯病も重要な病害であることから、イネに広範な病害抵抗性を持たせることで農薬代や散布の手間といったコストを削減することができるのではないかと考えている。

〇令和元年度　広範な病害抵抗性イネ　栽培実験計画について説明があった。

隔離温室レベルでは栽培を行っており、BSR1を強力に発現させたときに発芽率が低下した。プロモーターを変えることでBSR1の発現レベルを変え、発芽率低下の不具合を解消することを狙って、プロモーターの異なる３系統の遺伝子組換えイネを隔離ほ場で栽培する。

栽培目的：　系統ごとの特性調査（生育・収量・抵抗性等）、種子の採種

栽培場所：　農研機構　観音台第７事業場　隔離ほ場　枠水田２枠（約0.25a）

栽培予定：　5/31　隔離ほ場へ移植（田植え）、８月　花粉飛散のモニタリング調査、

10月　草丈等の生育調査及び収量調査（栽培終了）、翌３月　残渣等の処理

モニタリング　：　花粉飛散を調べるため、第７事業場内６か所でもち品種「もちみのり」を栽培する。

（畑）

栽培目的　：　広範な抵抗性イネの野外栽培におけるいもち病抵抗性の評価

栽培場所　：　農研機構　観音台第７事業場　隔離ほ場内　畑ほ場２（3.2a）

栽培予定　：　5/31　直播、6～7月　抵抗性調査、８月前半　すき込み（栽培終了）

花粉を飛散させないため、開花前に栽培を終了する。

○交雑混入防止措置及び栽培実験終了後の処理等については、前述の実験と同様に行う。

（④広範な病害抵抗性イネの発表に対する質疑応答）

栽培実験結果及び栽培実験計画について、意見、質疑などはないか。（宮崎委員）

・モニタリングのイネは開花時期を合わせると説明があったが、開花時期はどうやって把握するのか。（稲垣委員）

→　いつごろ開花するかは定期的に確認している。また、前例を参考に品種を選んでいる。（森氏）

・開花時期等について記録シートのようなものがあるのか（稲垣委員）

→　出穂開始日、出穂日、穂揃い期について、（有用物質生産作物開発ユニットでは）全体の何パーセントを超えた日と基準を定めており、すべて記録している。（若佐氏）

→　研究対象のイネが開花する前からモニタリングしていることが大事と考え、もち品種が対象イネの開花前から受粉できる状況にあるよう務めている。（小松氏）

⑤　シンク能改変イネ　（農研機構　小松氏）

○研究の概要

シンク能改変イネは、籾数や粒重に関与する遺伝子に対して、ゲノム編集技術により特異的に変異を導入することで、穂の形や米粒の大きさ、数など（シンク能）の強化を目指したイネ系統である。シンク容量の強化により、収量性の向上が望めるかを試験するために隔離ほ場で栽培している。

○これからの農業の課題

・温暖化等の異常気象により、東南アジアに多く見られたウンカ類が九州地方へ広がりを見せている。

・農業のグローバル化により海外へ輸出する場合は、海外のニーズを押さえる必要がある。生産コストを抑えることも大事になってくる。

・人口増加に伴う食糧増産が急務。単収向上が必須である。

→　これらの変化に早急に対応するためには、効率的に品種改良を行う必要がある。

○品種改良とゲノム編集技術

・遺伝子組換え技術とゲノム編集技術はどちらも、たくさんある品種改良技術の中の、ひとつのツールである。

・我々の祖先は山奥の野生種を採取して食べていたが、実が小さかったり、苦かったりして食べづらかった。同じ品種でも自然突然変異により遺伝子情報が受動的に書き換わることがあり、野生種の中から少しでも実が大きく、食べやすいものを選抜して採取し、その後栽培するようになった。

・栽培していく中で、実が大きい品種と味の良い品種を掛け合わせて、両方のよい性質を兼ね備えた品種を生み出そうとした。これを交配育種といい、品種改良の始まりである。さらに、イオンビームやガンマー線をあてることにより人為的に突然変異を起こすことも始まり、能動的に遺伝子を書き換えるようになった。

・自然突然変異の例としては、

①インディカ米は脱粒しやすいが、ジャポニカ米は脱粒しにくい

②特定の枝だけ早くみかんがなることがあり、枝代わりと呼んでいる。それを選抜して早生、極早生みかんを作る　等がある。

・紫外線やストレス等によりＤＮＡが切れ、修復ミスが起きるとＤＮＡに変異が起きる。紫外線を多く浴びるとほくろや皮膚がんができるのも変異の１つ。変異が起きる場所によって、生物の性質が変わることがあるが、その確率は10万～100万分の１。自然突然変異においてはランダムに複数個所で変異が起きる。

・目的となる変異が生じる部分が分かっていれば、計画的に変異を起こすことができる。はさみの役割をする酵素の遺伝子を使って特定のＤＮＡを切断し、変異を起こしやすくする。これをゲノム編集技術という。ゲノム編集技術を利用することで狙った変異のみを起こすことができる。

・自然突然変異とゲノム編集技術、どちらの技術を使っても、最終的にできるものは同じである。

〇突然変異育種とゲノム編集技術の違い

突然変異育種（枝変わり等）

・ランダムに複数の変異が入ることから、狙った性質を得られるとは限らない。

・さまざまな性質の変異体が得られるため、有用な品種が見つかることもある。

ゲノム編集技術

・目的の箇所にのみ変異を導入することができるため、ほしい性質の変異体が効率よく得られる。

・形質とその遺伝情報の関係が分かっていないと利用できない側面がある。

・リスクは自然突然変異と同等で、それを上回るものでも下回るものでもない。

〇遺伝子組換え技術とゲノム編集技術の違い

遺伝子組換え技術

・他の生物の遺伝子を利用することができる。青いバラ、青いカーネーション、青いキクなどは自身の遺伝子では持たない青色を合成する性質を他の生物から導入することで青色を発現させている。

・最終製品に外来遺伝子が残る。外来遺伝子が残らないと、青色などの性質が出せない。

・従来育種ではできないものが作出できるため、食品安全性や生物多様性の評価が不可欠である。ただし、これまでに遺伝子組換え農作物による健康被害等は報告されていない。

ゲノム編集技術

・その生物自身の遺伝子の必要な部分だけを書き換えるので、科学的には従来育種でできたものと同等である。つまり、突然変異でいつかは出てくる可能性があるものを、積極的に狙って作る技術である。

・最終製品には外来遺伝子は残らない。

・従来育種で作出された農産物とリスクは同等で、それを上回るものでも下回るものでもない。

〇目的

シンク能改変イネを利用して単収をふやすことで生産コストの削減し、販売価格を抑えることで、海外輸出を増やしていく。異常気象や人口増加に対応するための食糧安全保障にも寄与する。

○シンク能改変イネについて

Ｃａｓ9ヌクレアーゼというはさみの役割をする酵素の遺伝子と、その遺伝子を特定の場所へ誘導するガイドＲＮＡを導入し、米の収量を抑制する遺伝子の場所まで誘導して切断することで、特定の遺伝子の発現量を減少又はなくすことができ、これにより穂の枝分かれを増加させたり、粒サイズを増加させたりすることができると期待される。

収量に係る遺伝子に変異を起こした後にはゲノム編集遺伝子は不要となるため、自殖による遺伝的分離によりゲノム編集遺伝子がゲノム上に残らない系統を選抜し、隔離ほ場で栽培している。

○平成30年度　シンク能改変イネの栽培実験結果について説明があった。

シンク能改変イネ４系統と原品種を栽培した。

栽培場所　：　農研機構　観音台第４事業場　高機能隔離ほ場　水田２、４、６（5a×３カ所）

栽培経過　：　４月下旬　播種・育苗、5/8・6/1　隔離ほ場での移植（田植え）、
7/20　出穂開始、７月下旬～８月中旬　出穂期、10/31　収穫、
１月中旬　越冬性の調査（ひこばえ等の枯死状況の確認）

モニタリング　：　花粉飛散を調べるため、第４事業場内４か所でもち品種を栽培した。12,000粒を調査し、交雑を示すうるち米は０粒であり、花粉飛散による交雑は確認されなかった。

○令和元年度　シンク能改変イネの栽培実験計画について説明があった。

過去２年栽培をしているが、再現性の確認と栽培形態を変えて調査を行う目的で栽培を実施する。

新たに承認を得た２系統を含めてシンク能改変イネ６系統と原品種を栽培する。

植え方を１本植えから一般の農家と同じ３本植えにし、同様のパフォーマンスが発揮されるかを調査する。

栽培場所　：　農研機構　観音台第４事業場　高機能隔離ほ場　水田２、４、６（5a×３カ所）

栽培予定　：　４月中下旬　播種・育苗、5/8・5/23　隔離ほ場での移植、
８月上旬　出穂期、10月下旬　収穫（栽培終了）、11月中旬　脱穀・残渣等の処理、
１月中旬　越冬性の確認（ひこばえ等の枯死状況の確認）

モニタリング　：　花粉飛散を調べるため、第４事業場内４か所でもち品種を栽培する。

○交雑混入防止措置及び栽培実験終了後の処理等については、前述の実験と同様に行う。

(⑤シンク能改変イネの発表に対する質疑応答)

栽培実験結果及び栽培実験計画について、意見、質疑などはないか。（宮崎委員）

・米粒が大きくて数が増えるということは、茎が丈夫でないと倒伏するということか。（沼尻委員）

→　はい。そのことも想定して稈の強い品種に対し、シンク容量の改良を進めている。

・丈夫な茎で育ったイネだと収穫のときにそれに対応できる丈夫な刈り取り機が必要になるのではないかと心配している。（沼尻委員）

→　コシヒカリのように多肥にするとすぐに倒れてしまうのも困るが、強幹すぎてトラクターやコンバインに負荷がかかるようでは元も子もないので、その中間を狙いながら進めている。

・ガイドＲＮＡが位置を間違えて働くことはないのか。（稲垣委員）

→　ありうること。可能性はゼロではない。ガイドＲＮＡの設計をきっちりやることでそれを防ぐようにしてい

る。また、選抜時には別のところに変異が起きたものを戻し交配で取り除いていくことも可能。これは従来の育種でも同じやり方を用いている。

・うまくできたものを翌年の苗のもととして使うのか。（稲垣委員）

→　有望と確認できた系統を次年度の試験に利用し、そこからさらに増やしていく。この選抜作業は従来の育種と変わらないというところがポイントである。

・副作用みたいなものが生じることはないのか。（稲垣委員）

→　従来の育種で生まれてくるものと同程度のリスクは生じる。アレルギー等も科学的にはあり得るが、実際の品種改良の場面で、そのようなリスクを持ったままの新品種が食卓まで上がることは、育種のステップを見ても考えにくい。ただし、ゼロリスクではなく、従来育種のリスクを上回るものでも、下回るものでもないと考えている。

（農研機構の発表全体に対する質疑応答）

農研機構の栽培実験結果及び栽培実験計画について、意見、質疑などはないか。（宮崎委員）

・現行の法律（カルタヘナ法）がある中で一般の農家がこういった品種を栽培することが想像できない。今後の展望は。（川村氏）

→　付加価値を高めることを目的としている。これを限定されたほ場で作ることで少量の生産でも価値は見出せるのでは。（小沢氏）

→　今日発表したようなゲノム編集技術に関しては、カルタヘナ法と食品衛生法の適用から外すことが発表された状況である。（小松氏）

・田部井先生は委員ではありますが、長年こういった研究を行ってきた方ですので、何かご意見は。（宮崎委員）

→　ゲノム編集技術によるものが法の適用から外せるというのは、あくまで正式な手続きを踏んだうえでの話であり、何でもかんでも外せるというわけではない。適用外になったとしても、社会で受け入れられるかという問題があることから、慎重にやっていく必要があると思う。

遺伝子組換えによる作物も分けて考える必要がある。高付加価値・高コストで生産してもペイするものと、広く作って初めて価値が出るものがあるので、農研機構としても対応を分けて考えている。

ただし、第一義的には「いいものを作る」。そのうえで法律の問題、知財の問題、皆さんの理解の問題等をクリアしながら進めていくことになると思う。（田部井委員）

2．筑波大学

①　青紫色ファレノプシス　（筑波大学　棚瀬氏）

〇研究の概要

・宿主はファレノプシス　ウエディングプロムナード。これにツユクサ由来の青色色素の合成に関わる遺伝子を導入することで青紫色ファレノプシスを作出する。

・商品化を視野に入れているため、生物多様性影響評価を目的として隔離ほ場での栽培を行い、その後一般ほ場での栽培を行う。

・実施場所はT-PIRC遺伝子実験センター模擬的環境試験ほ場Ⅲ（隔離ほ場Ⅲ）。

・承認申請した大臣は農林水産大臣と環境大臣。

・承認期間は平成30年６月８日から令和５年３月31日まで。

・民間企業と筑波大学との共同による研究である。

○青紫色コチョウランについて

・本実験の宿主であるウエディングプロムナードという品種は、ピンク色の品種だが、ツユクサ由来の青色遺伝子を導入することにより花色を変化させている。

・青色の品種を持たないバラやカーネーションについて、サントリーで青色の品種が市販されているが、ラン科ではまだ実用化されていない。

・ラン科植物は切り花や鉢花で人気が高いため、青花バラエティーの拡大と観賞価値の向上に貢献することが期待される。

○平成30年度　青紫色ファレノプシスの栽培実験結果について説明があった。

栽培目的 ： 一般的な使用のための承認申請に必要な環境影響評価のデータ収集を目的としている。

実施場所 ： T-PIRC遺伝子実験センター模擬的環境試験ほ場Ⅲを使用。

調査方法 ： 隔離ほ場内のビニールハウス内外においた架台の上で鉢植え栽培をし、年間を通じて調査を行った。

調査項目 ： ⑴ 花の形態及び花色、 ⑵ 植物体の形態及び生育特性、 ⑶ 自殖による種子産生不能性の確認、 ⑷ 生育初期における低温または高温耐性、 ⑸ 越冬性、越夏性、 ⑹ 訪花昆虫相、 ⑺ 有害物質の産生性に関する調査

栽培経過：

・7/24に鉢植えの幼苗及び成体を隔離ほ場へ搬入し、幼苗の高温耐性試験及び成体の越夏性試験を行った（～9/28）。

・11/29、30に鉢植えの幼苗及び成体を隔離ほ場へ搬入し、幼苗の低温耐性試験及び成体の越冬性試験を行った（～2/14）。

・11/29、30に鉢植えの成体を隔離ほ場へ搬入し、開花期（3～7月）の形態観察と測定、自殖による種子産生不能性の確認、さらに訪花昆虫を調査する。なお、調査の一部は令和元年度に実施する。

栽培実験終了後の植物は、不活化後廃棄した。

○情報公開について

・第一種使用の経過は、2018年８月と12月に遺伝子実験センターホームページ内の「遺伝子組換え体関連ニュース」で公表した。

○交雑防止措置、混入防止措置について

・本遺伝子組換え体は３倍体であり、花粉稔性はない、もしくは極めて低い。

・本遺伝子組換え体の花粉塊を用い、近縁野生種２種及びファレノプシス園芸品種１種の計100個の花に対して人為的な交配を行った結果、種子は全く得られなかった。

・ファレノプシスの花粉は花粉塊として存在しているので、風で広範囲に飛散することはない。

・本遺伝子組換え体と交雑可能な近縁野生種や園芸品種は国内に存在するが、平成29年５月以降実施した隔離ほ場から半径100メートル範囲内の近縁野生種の調査でも、本遺伝子組換え体と交雑可能な近縁野生種は確認されていない。

・隔離ほ場から半径500メートル範囲内にはコチョウラン栽培農家はない。

・混入防止措置はほかの実験計画と同様に持ち出しや廃棄について適切に行う。

○令和元年度　青紫色ファレノプシスの栽培実験計画について説明があった。

栽培目的、実施場所、調査方法、調査項目については、平成30年度の栽培実験と同様。

栽培予定：

・昨年度11/29、30に隔離ほ場へ搬入した鉢植えの成体を用い、開花期（3～7月）の形態観察と測定、自殖による種子産生不能性の確認、さらに訪花昆虫を調査する。

・6/20に鉢植えの幼苗及び成体を隔離ほ場へ搬入し、幼苗の高温耐性試験及び成体の越夏性試験を行っている。昨年度は幼苗についてハウス内で試験を行ったが、本年度はハウスの外で栽培する。

○交雑防止措置、栽培実験終了後の処理等については、前述の実験と同様に行う。

(①青紫色ファレノプシスの発表に対する質疑応答)

栽培実験結果及び栽培実験計画について、意見、質疑などはないか。（宮崎委員）

・越夏性試験は２年続けて行っているが、越冬性試験は今年度はやらないのか。（田部井委員）

→　昨年度の調査ですべて枯れたため、今年度の越冬性試験はやらない予定。越夏性試験は昨年度の実施ですべて枯死しなかったが、防鳥網が遮光カーテンの役割をしてしまった可能性があり、再検証するため。

・交雑に関して、半径500メートル範囲内にコチョウラン栽培農家はないうえに、３倍体で花粉稔性がないのにも関わらずモニタリングを行ったのはなぜか。（田部井委員）

→　申請書に書いてしまったため、やらなければならなかったというのもあるが、より安全性を担保したものである。

・サントリーの青いバラは温室で栽培しているのか。（宮崎委員）

→　はい。

・ではなぜこの栽培実験では温室ではなく、ハウス外で育てるのか。（宮崎委員）

→　万が一漏れ出た場合にほかの植物を駆逐しないかを調査するため。

②　ミラクリン産生トマト　（筑波大学　棚瀬氏）

○研究の概要

・宿主植物はトマトで、ミラクルフルーツ由来のミラクリン遺伝子を導入する。

・商品化を視野に入れているため、生物多様性影響評価を目的とした栽培である。

・実施場所はT-PIRC遺伝子実験センター模擬的環境試験ほ場Ⅳ（隔離ほ場Ⅳ）。

・承認申請は農林水産大臣と環境大臣に提出した。

・承認期間は平成30年６月８日から令和２年３月31日まで。

・民間企業と筑波大学との共同による研究である。

○ミラクリンについて

・西アフリカ原産のミラクルフルーツの赤い果実に集積する糖たんぱく質をミラクリンと言う。

・ミラクリン自体には甘さはないが、酸っぱいものを甘く感じさせる味覚修飾作用がある。ミラクルフルーツを食べることで甘みを感じる受容体にミラクリンがくっつき、その後に食べる酸っぱいものに含まれ

る酸によりミラクリンが構造変化をし、甘みを感じる受容体に作用することにより甘く感じる。

・ごく微量（0.1～0.2ミリグラム）の摂取で１、２時間効果が持続する。

・ミラクリンを活用することによって、砂糖や人工甘味料の摂取を控えることができる。

・ミラクリンはたんぱく質なのでそれ自体にもカロリーはあるが、ごく微量の摂取で甘みを感じることができるため、砂糖などに比べて摂取カロリーを控えることができる。

・用途として、作用のおもしろさを活かした調味料として活用するほか、無理なくカロリーと糖分の摂取量を抑えられることから糖尿病や生活習慣病の予防に貢献することも期待される。

・がん治療などの化学療法を受けている人のうち、およそ56%が副作用として味覚障害を抱えているが、ミラクリンを用いた対症療法を実施したところ、すべての人に味覚の改善が見られたという論文が発表されている。

○ミラクリン産生トマトについて

・ミラクルフルーツは成長が遅いうえ結実する確率が低く、大量安定生産が困難なので、ミラクリンの遺伝子をアグロバクテリウム法によりトマトに導入した。

・ミラクリンの安全性については、平成８年４月16日付厚生省告示第120号により安全な添加物として認められたが、ミラクルフルーツの安定供給が困難であることから使用実績がなく、平成16年に削除されている。

・本遺伝子組換え体の食品安全性については、厚生労働省及び内閣府の食品安全委員会にて平成29年12月から審査されているところである。

○平成30年度　ミラクリン産生トマトの栽培実験結果について説明があった。

栽培目的 ： 一般的な使用のための承認申請に必要な環境影響評価のデータ収集を目的としている。

実施場所 ： T-PIRC遺伝子実験センター模擬的環境試験ほ場Ⅳを使用。

栽培方法 ： ビニールハウス内外においた架台の上で鉢植え栽培をし、年間を通じて調査を行った。

調査項目 ： (1) 花の形態及び花色、 (2) 植物体の形態及び生育特性、 (3) 生育初期における低温または高温耐性、 (4) 越冬性、 (5) 訪花昆虫相、 (6) 有害物質の産生性に関する調査

調査経過 ：

・8/17に苗を隔離ほ場へ搬入し、生育初期の高温耐性試験を行った（～9/7）。

・9/5に苗を隔離ほ場へ搬入し、花の形態や花色、生育特性、訪花昆虫相、有害物質の産生性等を調査した（～12/26）。

・11/22に苗を隔離ほ場へ搬入し、越冬性試験を行った（～12/18）。

栽培実験終了後の植物は、不活化後廃棄した。

○情報公開について

・第一種使用の経過は、2018年８月と12月に遺伝子実験センターホームページ内の「遺伝子組換え体関連ニュース」で公表した。

○交雑防止措置、混入防止措置について

・本遺伝子組換え体と交雑可能な野生種は日本国内には存在しない。

・トマトの花粉はほ場では２メートルくらい飛散するが、54センチメートルを超えると飛散する花粉は極端に減少すること、トマトの花粉の寿命は60分から180分であることが分かっている。

・隔離ほ場から半径500メートルの範囲内にはトマトを栽培する農家は存在しない。

・トマトの品種にもよるが、隔離距離が20メートルを超えると、風媒や虫媒による自然交雑率は0になるという報告がある。種苗会社では採種の際の隔離距離として20～30メートルを採用している。

・混入防止措置はほかの実験計画と同様に持ち出しや廃棄について適切に行う。

○令和元年度　ミラクリン産生トマトの栽培実験計画について説明があった。

栽培目的、実施場所、栽培方法、調査項目については、平成30年度の栽培実験と同様。

調査予定　：

・4/8に苗を隔離ほ場へ搬入し、花の形態や花色、生育特性、訪花昆虫相、有害物質の産生性等を調査する（～7月）。

栽培実験終了後の栽培土及び植物体は、不活化後廃棄する。

○交雑防止措置、栽培実験終了後の処理等については、前述の実験と同様に行う。

(②ミラクリン産生トマトの発表に対する質疑応答)

栽培実験結果及び栽培実験計画について、意見、質疑などはないか。（宮崎委員）

・ハウス内での栽培だが、訪花昆虫はどのようにして調べるのか。（田部井委員）

→　ハウスの扉を全開にし、ビデオを回して記録している。

・そのやり方だとミツバチ等が花粉を運び出すことがあるのでは。（田部井委員）

→　どんな昆虫が来たかを同定するために、網を持ってそばに待機しているので、対応が可能。

・ミラクリン産生トマトをかじっただけでも味覚に効果を及ぼすのか。（宮崎委員）

→　商品化にあたって生での販売は想定していない。固定種であり、種を採取して植えれば、ミラクリン産生トマトが作れてしまうことや一般のトマトと見分けがつかないため、組換え体を敬遠する方への配慮が難しいことから生では販売はしない。

・ミラクリンの量としてトマト１個分でも味覚効果はあるのか。（宮崎委員）

→　はい。ただし、食品安全性をクリアしていないことから、日本では研究目的でも生のトマトを食べることができないため、生食での効果については未確認である。インドネシアでも同様の栽培実験を行っており、そちらでは研究目的であれば食べることができ、食べた人からは酸っぱいものが甘くなったと聞いている。また、トマトにおけるミラクリンの成分量に関しては、ミラクルフルーツよりは少ないものの、ミラクルフルーツの1/3～1/2程度の量は生産されていることが確認されている。

・同じハウスの中に非組換え体を植えるのはなぜか。（稲垣委員）

→　ミラクリンを生産する機能を付与することで生育に違いが起きていないかを比較をするため。

・交雑するかどうかの評価ではないということか。（稲垣委員）

→　交雑するかを調べるために植えているのではない。

③　水利用効率改善交雑アスペン　（筑波大学　小口氏）

○研究の概要

・交雑アスペンはポプラの仲間の林木。

・導入する形質は水利用効率改善。ポプラは一般に水を多く必要とする木であるが、少ない水でも生育す

ることを狙っている。

・生物多様性影響評価を目的とした栽培である。

・実施場所はT-PIRC遺伝子実験センター模擬的環境試験ほ場Ⅱ（隔離ほ場Ⅱ）。

・すぐに商品化するための研究ではなく、学術目的の研究段階であるため、承認申請は文部科学大臣と環境大臣に提出した。

・承認期間は平成30年5月25日から令和4年12月31日まで。

○第一種使用作業要領

・隔離ほ場内の適切な雑草管理を行う。

・組換え体を隔離ほ場の外へ持ち出す際は容器に密閉する。

・栽培終了後の組換え体は、隔離ほ場内で裁断処理し、隔離ほ場内にすき込むか、オートクレーブで不活化して廃棄する。

・花芽が形成されたら、速やかに切除する。ただし、ポプラに花が咲くのに10年以上かかるため、この試験期間には花は咲かないと想定しているが、不測の事態が起こった場合は速やかに切除する。

・使用した機械、器具等は隔離ほ場内で洗浄する。

・隔離ほ場の設備の維持及び管理を行う。

・上記要領を従事者に遵守させる。

・緊急事態が発生した場合は、本学の遺伝子組換え実験安全委員会の責任のもと、緊急措置計画を実行する。

○平成30年度　水利用効率改善交雑アスペンの栽培実験結果について説明があった。

栽培目的 ： 生物多様性影響評価及び一般形質評価のデータ収集を目的としている。

実施場所 ： T-PIRC遺伝子実験センター模擬的環境試験ほ場Ⅱを使用。

栽培方法 ： 隔離ほ場内11区画のうち、４区画に植栽し、年間を通じて調査を行った。なお、植栽するにあたっては、大きめの植木鉢を包埋し、その中に植栽している。栽培終了後に根を取り除くことを想定して、このような方法をとっている。

調査経過：

・7/4に先行試験として、組換え体２系統と非組換え体１系統の３系統を各３個体、計９個体を隔離ほ場に植栽した。

・11/8に本試験として、同３系統×各３個体×３区画の計27個体を隔離ほ場に植栽した。
次年度以降も今回植栽した木を利用して継続調査を行う予定。

○令和元年度　水利用効率改善交雑アスペンの栽培実験計画について説明があった。

栽培目的、実施場所、栽培方法、調査項目については、平成30年度の栽培実験と同様。

調査予定 ：

・昨年度植栽した３区画計27個体について継続して栽培する。

・秋以降、先行予備植栽１区画９個体については掘り起こして、根の状態の観察を行う。

・土や葉を採取し、生物多様性影響評価を行う。

・ほ場中に包埋した鉢に植えての栽培であり、潅水制限も可能かもしれない。余力があれば、潅水制限等

による環境ストレス耐性評価方法の試行も実施したい。

○情報提供・情報公開について

・5/14　隔離ほ場試験一般説明会を開催。

・6/28　つくば市遺伝子組換え作物栽培連絡会で説明。

・7/30　同連絡会のほ場見学会で現地説明。

・2/7　筑波大学がホストになっている遺伝子組換え実験に関する連絡協議会でつくば市に説明。

・上記のほか、遺伝子実験センターホームページ内の「遺伝子組換え体関連ニュース」において、2018年7月、11月、2019年２月に栽培状況を報告した。

(③水利用効率改善交雑アスペンの発表に対する質疑応答)

栽培実験結果及び栽培実験計画について、意見、質疑などはないか。（宮崎委員）

・特になし

(筑波大学の発表全体に対する質疑応答)

筑波大学の３件の発表全体を通して、意見、質疑などはないか。（宮崎委員）

・特になし

（3）その他遺伝子組換えに関する情報提供

１　遺伝子組換えカイコの飼育について（農研機構　飯塚氏）

○カイコの特徴

・カイコは野外で自力では生きられない

幼虫は餌がなくても逃げない。成虫は何も食べない、飲まない、飛ばない。成虫から卵を生ませるのも、孵化させるのもそれぞれ別の業者や施設であり、養蚕農家では繭の段階で出荷、熱乾燥をさせるため、養蚕農家内で成虫は生じさせない。

・物質生産能力が高い

繭糸の主成分はタンパク質。１頭が作る繭糸の長さは1,000m以上。孵化から幼虫の終わりまでに体重は１万倍に増加する。

→　つまりカイコに遺伝子組換えを行ったとしても、その他の動植物に影響を与えにくいと考えられる。

○高染色性絹糸の概要

絹タンパク質の一部のアミノ酸配列を改変した遺伝子をカイコの卵に注入し、交配、選抜、大量飼育を行い生産した絹糸は、一般の絹糸よりも糸が細く、染色性が高い。

○平成30年度　遺伝子組換えカイコの飼育実験結果について報告があった。

飼育系統　：　高染色性絹糸生産カイコ

飼育場所　：　農研機構　大わし事業場内　隔離飼育区画

飼育の概要：　交配から３齢までの期間は実験室で飼育。（第二種使用）人工飼料育。

4齢から蛹までの期間は隔離飼育区画で飼育。（第一種使用）桑生葉で飼育。
収穫した繭はすべて不活化処理（殺蛹）

飼育実績　：　3回飼育を行った。1回目は約1万頭、2回目は約8,000頭、3回目は約1万頭を飼育した。

交雑防止措置　：　カイコと交雑可能な近縁野生種クワコとの交雑防止のため、以下のことを行う。

・遺伝子組換えカイコは成虫が生じる前の繭の段階で収穫して不活化。

・飼育室の開閉可能な窓等には網を張り、クワコ成虫の侵入を阻止。

・飼育終了後の残渣は、遺伝子組換えカイコを取り除いたうえで、隔離飼育区画内の残渣保管場所で網をかけて30日後まで管理。混入しているかもしれないカイコがすべて死ぬまでの間、網をかけて保管する。

モニタリング　：　平成30年5月22日～12月18日の期間、隔離飼育区画の四隅の外側において、合成した性フェロモンを仕掛けた粘着版でクワコのオス成虫を捕獲し、蛍光の観察及び遺伝子組換えカイコに導入した遺伝子を持っていないかの検査を行った。モニタリングの結果、253頭捕獲して交雑個体は0頭であった。

○令和元年度　遺伝子組換えカイコの飼育実験計画はなし。

本年度は一般飼育に向けた準備や申請を行っていく。

（遺伝子組換えカイコの発表に対する質疑応答）

飼育実験結果について、意見、質疑などはないか。（宮崎委員）

・雄のクワコのモニタリングした理由は。（棚瀬氏）

→　フェロモントラップでとらえることができるため、雄を対象とした。飼育した翌年の春にモニタリング調査を行っており、交雑により後代がなされていないことを確認している。

・入れている遺伝子はフィブロインにだけでなく、ほかにも遺伝子を入れているのか。（小口氏）

→　はい。マーカーとして利用している。

（4）その他

○ほ場見学会について（事務局）

昨年度は筑波大学と農研機構の2か所を見学した。今年度も同様に実施したいと考えている。

時期としては、7月下旬から8月上旬で調整している。後日、事務局から改めて出欠確認の通知を送付する。

○委員の増員について（事務局）

昨年度の当連絡会において、第三者的な立場の研究者や市民委員を増員してほしいと提案があった。この提案について昨年度増員をすることができなかった。現在の委員の任期が今年度末までとなっているため、更新の際に増員するという方向で事務局で調整する。

・何人くらい増員することを検討しているのか。（田部井委員）

→　現在12名の委員がいる。それぞれ2名ずつ増員を検討している。合計で15、6名になる予定。

5　閉会　　閉会を宣言

令和元年度遺伝子組換え作物栽培連絡会

期日　令和元年(2019 年)6 月 26 日（水）午後２時 00 分～
場所　つくば市役所コミュニティ棟１階会議室１

１　開　　会

２　あいさつ

３　委員紹介

４　議　　事

（１）平成 30 年度(2018 年度)遺伝子組換え作物栽培連絡会経過報告（資料１参照）

（２）平成 30 年度(2018 年度)栽培実験結果報告
及び令和元年度(2019 年度)栽培実験計画

１　国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構(資料２～６参照)

① 複合病害抵抗性イネ（H30 結果報告のみ）

② スギ花粉ポリペプチド含有イネ（H30 結果報告のみ）、
スギ花粉ペプチド含有イネ

③ ノボキニン蓄積イネ

④ 広範な病害抵抗性イネ

⑤ シンク能改変イネ

２　国立学校法人筑波大学（資料７～９参照）

① 青紫色ファレノプシス

② ミラクリン産生トマト

③ 水利用効率改善交雑アスペン

（３）その他遺伝子組換えに関する情報提供（資料 10 参照）

１　国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構

① 遺伝子組換えカイコの飼育について

（４）その他

ほ場見学会について

委員の増員について

事務連絡

５　閉　　会

平成30年度　つくば市遺伝子組換え作物栽培連絡会経過報告について

開催日	開催内容
平成30年6月28日	つくば市遺伝子組換え作物栽培連絡会を開催
平成30年7月30日	つくば市遺伝子組換え作物栽培連絡会　ほ場見学会を開催（農研機構）

報告日/収受日	報告内容
平成30年2月27日	スギ花粉ペプチド含有イネ、スギ花粉ポリペプチド含有イネ、複合病害抵抗性イネの栽培実験計画書の提出（農研機構）
平成30年3月27日	遺伝子組換えカイコの飼育実験計画書の提出 （農研機構・群馬県蚕糸技術センター） （高染色性絹糸生産カイコ、青色蛍光タンパク質含有絹糸生産カイコ、橙色蛍光タンパク質含有絹糸生産カイコ、緑色蛍光タンパク質含有絹糸生産カイコ）
平成30年3月27日	遺伝子組換えカイコの飼育実験計画書の提出（農研機構・大わし） （高染色性絹糸生産カイコ）
平成30年4月6日	シンク能改変イネの栽培実験計画書の提出（農研機構）
平成30年5月1日	ノボキニン蓄積イネ及びシンク能改変イネの栽培実験計画書の提出（農研機構）
平成30年5月28日	水利用効率改善交雑アスペンの栽培試験についての情報提供（筑波大学）
平成30年6月15日	ミラクリン産生トマトの栽培実験計画書の提出（筑波大学）
平成30年6月15日	青紫色ファレノプシスの栽培実験計画書の提出（筑波大学）

※国や研究機関からの情報提供があった場合，
随時つくば市ホームページに情報をアップしています。

「スギ花粉米」でスギ花粉症対策

現在の唯一の根治的治療法：減感作療法

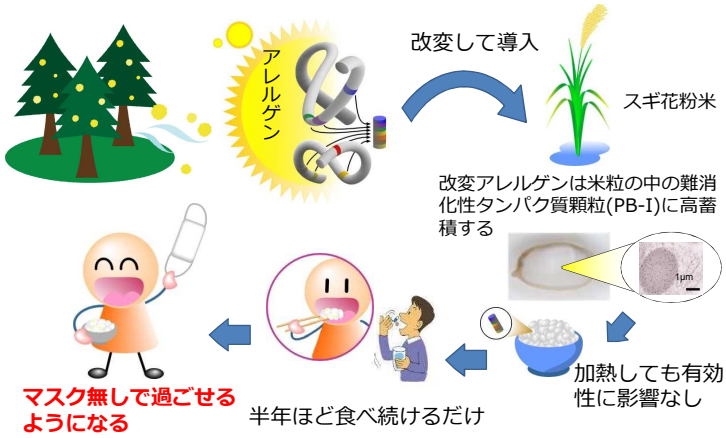
抗原を薄い濃度から少しずつ増やしながら注射し、徐々に抗原に慣れさせてアレルギーが起こりにくい体質に改善する免疫療法

減感作療法の問題点

①副作用（アナフィラキシーショック）の危険性
②少量投与なので治療に3～5年必要
③通院の手間と注射による苦痛

※注射の必要のない舌下免疫療法も①②の問題あり

次世代型のスギ花粉症対策：スギ花粉米

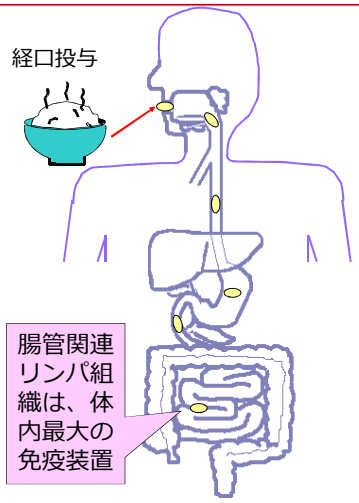


コメによる経口免疫寛容の誘導

ヒトの免疫作用には、「経口免疫寛容」と云って、口から入った食品など、からだの維持に必要な成分には過敏な免疫反応を起こさないという現象がある。

アレルゲンを食品として腸まで届ければ免疫寛容が誘導される

- 通常のタンパク質は、腸に届く前に消化されてしまう
- PB-I：難消化性
  胃液で分解されず、腸管関連リンパ組織まで到達
- スギ花粉のアレルゲンを改変してPB-Iに蓄積させればいい：スギ花粉米

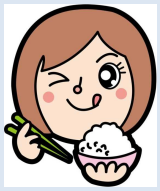


PB-I は、胃で消化されずに腸まで届く理想的な搬送体として機能

スギ花粉米を食べるだけで、経口免疫寛容を効率よく誘導できる

ポイント１
経口免疫寛容システムの利用

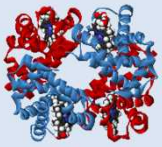
花粉抗原を「食べる」ことにより、**経口免疫寛容システム**（※）が働き、抗原が異物として認識されなくなる。



（※）食物などに含まれている大量のタンパク質によって引き起こされる過敏な免疫反応を防ぐ機構

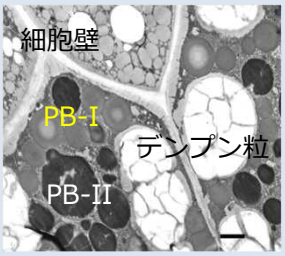
ポイント２
副作用の危険性を低減

副作用（アナフィラキシーショック）の原因はIgE抗体が関与する過剰なアレルギー反応。そこで、抗原タンパク質の立体構造を改変することでIgEとの結合性をなくし、副作用を抑制。



ポイント３
大量に摂取できる

経口摂取の利点は、大量投与が可能であること。そこで、コメの胚乳に存在する難消化性タンパク質顆粒、**PB-I**にスギ花粉抗原を高蓄積させている。



日本で広く栽培されている穀物のうち**PB-I**があるのはイネのみ

ポイント４
PB-Iにより抗原が腸まで届く

これまでの経口免疫療法では、抗原が胃や腸の消化酵素により分解され、あまり有効ではなかった。一方、**PB-I**に蓄積させると消化酵素に耐性となり、腸まで届く。腸管には体内最大の免疫装置があるので、効率よく免疫寛容が起こる。

理想的な有効成分搬送システム

農研機構 NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物機能利用研究部門
〒305-8634 茨城県つくば市大わし1-2
E-mail : kafun-rice@ml.affrc.go.jp

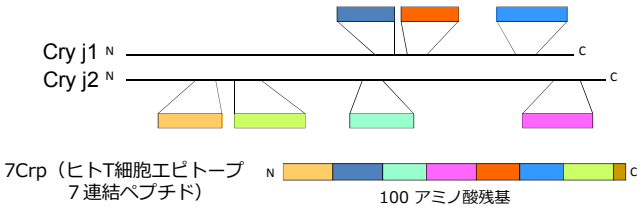
「スギ花粉米」の発展性

スギ花粉米

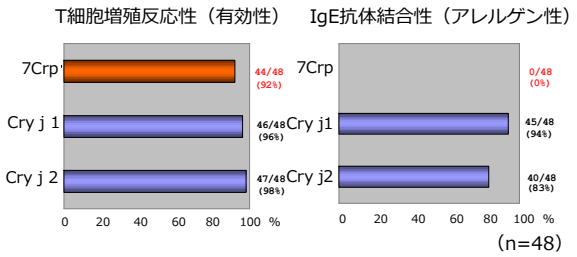
スギ花粉アレルゲンのアミノ酸配列の中の、主要な７つのT細胞エピトープ*を連結したペプチド（7Crp）を発現させたコメ

＊ タンパク質の一部の配列が免疫細胞によって認識される目印になる

・ヒトのT細胞エピトープ



・7Crpに対する免疫反応性

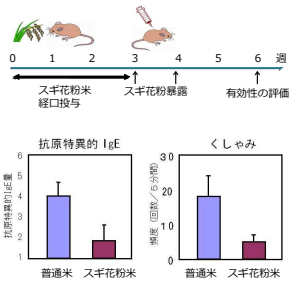


・動物を用いた安全性・有効性評価

動物を用いた安全性試験

		検査結果
遺伝子（染色体）	Ames試験（ネズミチフス菌、大腸菌）	・異常なし
	小核試験（マウス）	・異常なし
細胞	染色体異常試験（ハムスター培養細胞）	・異常なし
個体	マウス13週試験（マウス）	・異常なし
	サル26週試験（サル）	・異常なし
生殖 発生	生殖・発生毒性試験（ラット）	[親] ・異常なし [仔] ・異常なし [胎児] ・異常なし
アレルゲン性	7Crpに対するIgE（マウス、サル）	[マウス] ・異常なし [サル] ・異常なし

モデルマウスによる有効性の確認



動物による長期投与毒性試験で安全性を確認した後、東京慈恵会医科大学と大阪はびきの医療センターで、ヒトでの安全性、有効性を確認する臨床研究を実施。

その他のアレルゲン米

コメを用いた経口免疫寛容はスギ花粉以外の他のアレルゲンにも応用が可能
アレルゲンのエピトープが分かれば、その遺伝子をスギ花粉エピトープ遺伝子の代わりに入れることで、各種アレルゲン米を開発することができます。

農研機構で開発している各種アレルゲン米

アレルゲン	エピトープ遺伝子
スギ花粉	7Crp, Cry j 1, Cry j 2
ヒノキ花粉	Cha o 1, Cha o 2
ハウスダスト（ダニ）	Der p 1, Der p 2, Der f 1, Der f 2
食物アレルゲン*	卵白アルブミン
自己免疫	2型コラーゲンアナログペプチド

＊ 食物アレルギーの経口免疫療法では、原因食物を直接食べるため、予期せずアナフィラキシーを引き起こすことがある。そこで、食物アレルゲンのT細胞エピトープのみをコメに蓄積して、そのコメを経口免疫療法に用いれば、アナフィラキシーの危険性は減る可能性がある。

コメをプラットフォームにした
経口免疫寛容誘導システムの確立

安全性、有効性を十分に確認したのちにみなさんのお手元へお届けできるように、研究開発が進められています。

農研機構 新技術対策室では、遺伝子組換え等の小冊子を無償配布しています。ご希望の方は下記メールへお問合せ下さい。

kenkyu-suishin@naro.affrc.go.jp

内容については
コチラから→

農研機構 NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物機能利用研究部門
企画連携室
〒305-8634 茨城県つくば市大わし1-2
E-mail : kafun-rice@ml.affrc.go.jp

ノボキニン蓄積イネ

～ 高血圧改善成分を含有するお米です～

ノボキニンは動脈拡張・血圧降下ペプチド＊ で、高血圧時特異的に血圧降下作用を示すと考えられています。私たちは、遺伝子組換え技術により、ノボキニンを蓄積した米を開発しました。

＊ペプチドとは、二個から数十個程度のアミノ酸が繋がったものです。

○ ノボキニンの由来

卵白アルブミンのキモトリプシン消化物由来のオボキニンIII をアミノ酸置換により高機能化したものがノボキニンです。ノボキニンはオボキニンIII と比較して 1/100 の経口投与量で有意な血圧降下作用を示します。

ペプチド名	アミノ酸配列 (アミノ酸 1 文字表記)
オボキニンIII (ovokininIII)	アルギニン – アラニン – アスパラギン酸 – ヒスチジン – プロリン – フェニルアラニン (RADHPF)
ノボキニン (new ovokinin)	アルギニン – プロリン –ロイシン– リジン – プロリン – トリプトファン (RPLKPW)

オボキニンIII ・・・ 先天性高血圧ラットでの有効投与量 10 mg/kg 体重
ノボキニン ・・・ 先天性高血圧ラットでの有効投与量 0.1 mg/kg 体重
＊通常のラットでは血圧降下は認められません。

1/100の濃度で有効

○ ノボキニンの作用機構

血圧調節因子のひとつで、主に血圧降下に関わるアンジオテンシンII（AT_2）のレセプター（AT2 レセプター）へのノボキニン結合による阻害作用を介した動脈弛緩・拡張の結果、血圧降下能を示すと考えられています。

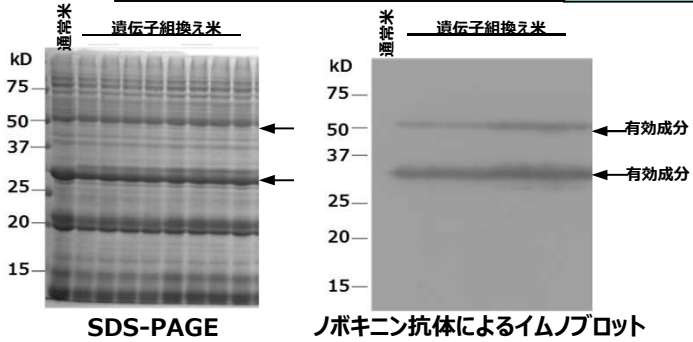
○ 米でノボキニンを蓄積させるための遺伝子

本組換えイネゲノムには、種子貯蔵タンパク質グルテリン (GluA2) の 2 箇所に 2 連結したノボキニン (RRPLKPWQRRPLKPWQ)、すなわち合計 4 分子を含有したグルテリン-ノボキニン融合タンパク質 (nfGluA2) を胚乳 (米) のみで発現する遺伝子を導入しています。

nfGluA2 発現遺伝子

胚乳特異的プロモーター	グルテリン－ノボキニン融合タンパク質	ターミネーター

▽ 2×novokinin (RRPLKPWQRRPLKPWQ)



SDS-PAGE　　ノボキニン抗体によるイムノブロット

イムノブロット解析による有効成分の検出

非遺伝子組換え米 (通常米) と遺伝子組換え米のタンパク質をノボキニン抗体を用いて調査したところ、遺伝子組換え米では、期待通りノボキニンが蓄積していることが判りました。

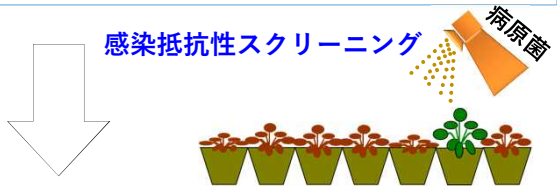
農研機構 NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物機能利用研究部門 企画連携室
〒305-8634　茨城県つくば市大わし1-2
E-mail :nias-kumikae@ml.affrc.go.jp

*BSR1*遺伝子を利用した様々な病気に抵抗性を示すイネの開発

イネの遺伝子「*BSR1*」（ビーエスアール1）に、イネの最大の病害であるいもち病を含む様々な病害に対して極めて強い防除機能があることを発見しました。
広範な作物での利用が期待されます。

*BSR1*発見の経緯

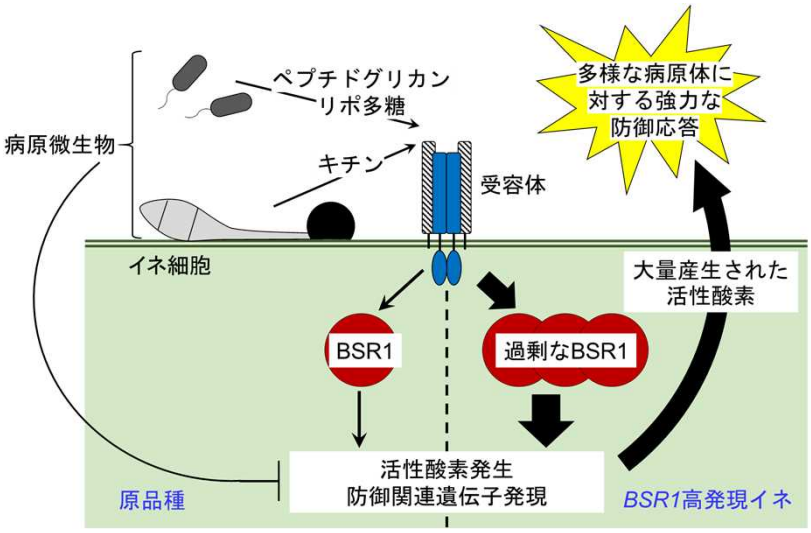
イネの種々な遺伝子（>1万個）を導入したシロイヌナズナ2万系統



抵抗性系統より原因となるイネ遺伝子単離

*BSR1*をイネに再導入・高発現させると、病害抵抗性が顕著に高まった。

*BSR1*の高発現による抵抗性機構



*BSR1*高発現イネは4種の重要病害に強い抵抗性を示す

いもち病

原品種（日本晴）　*BSR1*高発現イネ

ごま葉枯病

原品種（日本晴）　*BSR1*高発現イネ

白葉枯病

原品種（日本晴）　*BSR1*高発現イネ

もみ枯細菌病（苗立枯症）

原品種（日本晴）　*BSR1*高発現イネ

- 様々な重要病害（いもち病、ごま葉枯病、白葉枯病、もみ枯細菌病 ）に有効な強力な抵抗性
- 生育への悪影響が比較的小さい　→　さらに改良し最適化した

農研機構 NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物機能利用研究部門
企画連携室
305-8634　茨城県つくば市大わし1-2
E-mail :nias-kumikae@ml.affrc.go.jp

シンク能改変イネの
令和元年度 隔離ほ場栽培実験

【シンク能改変イネの開発目的】

シンク能改変イネ系統は、籾数や粒重に関与する遺伝子に対し、ゲノム編集技術により特異的に変異を導入することで、穂の形態や米粒の大きさ、数などのシンク能強化を目指したイネ系統です。

シンク能力が高まることで澱粉を蓄積する器が大きくなり、最終的にはイネの収量増加に寄与できるかを調査する目的で、当該イネを開発しています。

【改変する方法】

シンク能改変イネは、*Streptococcus pyogenes*由来「Cas9 ヌクレアーゼ遺伝子」と収量性関連遺伝子上でCas9 ヌクレアーゼが働くようにするための「ガイドRNA配列」を導入したイネ系統です。

Cas9ヌクレアーゼは2本鎖DNAを切断する酵素で、ガイドRNA配列と複合体を形成することで、部位特異的な2本鎖DNAの切断を誘導し、ゲノム編集のツールとして利用します（CRISPR-Cas9システム）。

【改変する形質】

2本鎖DNA切断のターゲットとなる収量性関連遺伝子は、以下の2つになります。

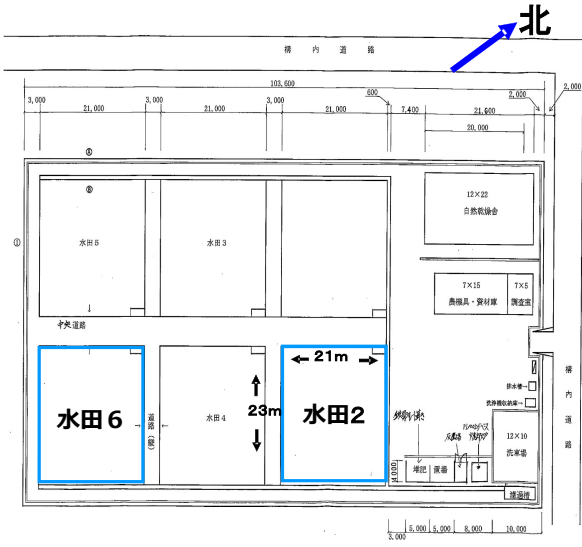
- サイトカイニンオキシダーゼ（*OsCKX2/Gn1a*）遺伝子の発現量が減少または無くなることで、穂の枝分かれが促されることによる籾数の増加を期待
- インドール酢酸グルコースヒドラーゼ（*IAA-Glucose hydrolase /TGW6*）遺伝子の発現量が減少または無くなることで、粒サイズの増加を期待

【実験に供試する遺伝子組換え系統】

- NIAS16-OSCas-Gn1a
- NIAS16-OSCas-TGW6

【実験概要】

栽培実験は、「観音台第4事業場 高機能隔離圃場」の右図の２区画で行います。
栽培実験期間は、令和元年5月上旬（田植え）～令和2年1月（調査終了）の予定です。



圃場配置図

農研機構 NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物機能利用研究部門
企画連携室
305-8634　茨城県つくば市大わし1-2
E-mail :nias-kumikae@ml.affrc.go.jp

シンク能改変イネの
令和元年度 隔離ほ場栽培実験

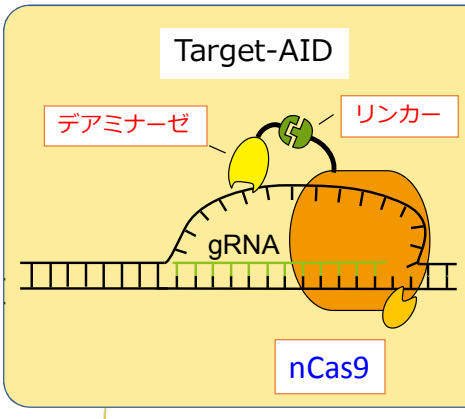
【シンク能改変イネの開発目的】

当該シンク能改変イネ系統は、粒重に関与する遺伝子に対し、ゲノム編集技術により特異的に変異を導入することで、米粒の大きさなどのシンク能強化を目指したイネ系統です。

シンク能力が高まることで澱粉を蓄積する器が大きくなり、最終的にはイネの収量増加に寄与できるかを調査する目的で、当該イネを開発しています。

【改変する方法】

シンク能改変イネは、シチジンデアミナーゼ遺伝子、nCas9 ヌクレアーゼ遺伝子 、ガイドRNA配列および薬剤耐性マーカー遺伝子を導入したイネ系統です。



シチジンデアミナーゼは、シトシンをウラシルに塩基変換する活性を有します。

nCas9ヌクレアーゼは、ガイドRNAの助けを借りてゲノム上の特定の塩基配列部分に特異的に結合できます。

ガイドRNA配列は、ターゲットとなる収量性関連遺伝子上へデアミナーゼとnCas9 ヌクレアーゼを誘導するための配列です。

これらが複合体を形成することで、部位特異的な塩基置換及び一本鎖切断を誘導しゲノム編集のツールとして利用します。

【改変する形質】

ゲノム編集のターゲットとなる収量性関連遺伝子には以下のような変化が起きると予想されます

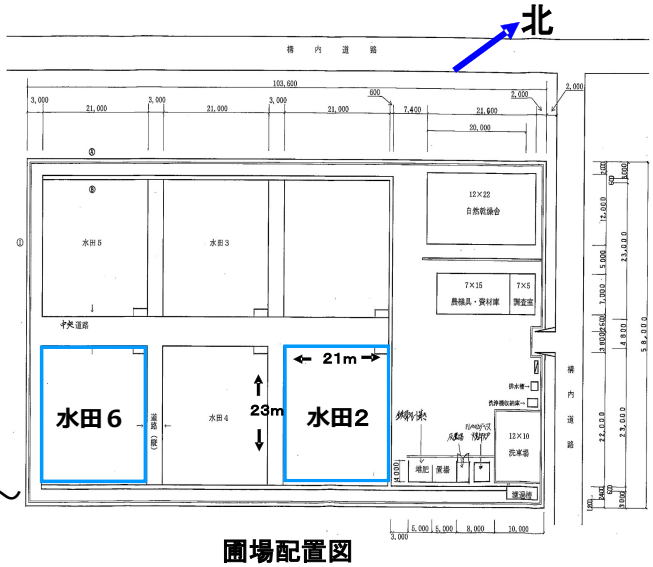
・インドール酢酸グルコースヒドラーゼ（*IAA-Glucose hydrolase /TGW6*）遺伝子の発現量が減少または無くなることで、粒サイズの増加が期待

【実験に供試する遺伝子組換え系統】

・NIAS17-OSCas/CDA-TGW6-1
・NIAS17-OSCas/CDA-TGW6-2

【実験概要】

栽培実験は、「**観音台第4事業場** 高機能隔離圃場」の右図の２区画で行います。
栽培実験期間は、令和元年5月上旬（田植え）～令和2年1月（調査終了）の予定です。



圃場配置図

農研機構 NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物機能利用研究部門
企画連携室
305-8634　茨城県つくば市大わし1-2
E-mail :nias-kumikae@ml.affrc.go.jp

シンク能改変イネの
令和元年度 隔離ほ場栽培実験

【シンク能改変イネの開発目的】

シンク能改変イネ系統は、籾数に関与する遺伝子に対し、ゲノム編集技術により特異的に変異を導入することで、穂の形態などのシンク能強化を目指したイネ系統です。

シンク能力が高まることで澱粉を蓄積する器が大きくなり、最終的にはイネの収量増加に寄与できるかを調査する目的で、当該イネを開発しています。

【改変する方法】

シンク能改変イネ（NIAS18-OSCas-Gn1a）は、*Streptococcus pyogenes*由来「Cas9 ヌクレアーゼ遺伝子」と収量性関連遺伝子上でCas9 ヌクレアーゼが働くようにするための「ガイドRNA配列」を導入したイネ系統です。

シンク能改変イネ（NIAS18-CDA-Gn1a）は、シチジンデアミナーゼ遺伝子、nCas9 ヌクレアーゼ遺伝子 、ガイドRNA配列および薬剤耐性マーカー遺伝子を導入したイネ系統です。

【改変する形質】

ゲノム編集のターゲットとなる収量性関連遺伝子は、以下になります。

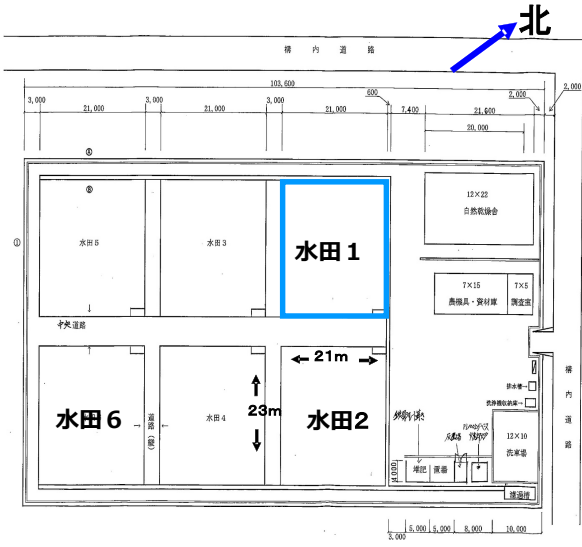
・サイトカイニンオキシダーゼ（*OsCKX2/Gn1a*）遺伝子の発現量が減少または無くなることで、穂の枝分かれが促されることによる籾数の増加を期待

【実験に供試する遺伝子組換え系統】

・NIAS18-OSCas-Gn1a
・NIAS18-CDA-Gn1a

【実験概要】

本栽培実験は、「観音台第4事業場 高機能隔離圃場」の右図の1区画で行います。
栽培実験期間は、令和元年5月下旬（田植え）～令和2年1月（調査終了）の予定です。



圃場配置図

農研機構 NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物機能利用研究部門
企画連携室
305-8634 茨城県つくば市大わし1-2
E-mail :nias-kumikae@ml.affrc.go.jp