

遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による 民間育種の加速化

官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）

「バイオ技術領域」

令和2年度成果

令和3年3月

農林水産省

資料1 「遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化」の概要

アドオン額:60,000千円(農水省)
元施策・有/PRISM事業・継続

課題と目標

- (課題) 地球規模課題である環境変動下で食料の安定確保を図るためには、**農作物新品種の一層の開発加速化が急務**。開発期間の飛躍的な短縮には、育種材料である**遺伝資源収集 多様性拡大**に加え、**ゲノムデータ基盤の整備 育種技術進化**が不可欠。
- (目標) 気象変化による価格変動が大きく、かつ、**我が国種苗企業が優位性を持つ野菜類の品種開発力を強化するため**、農業生産額および民間ニーズが高かつ有望な海外野菜遺伝資源がすぐに活用できるキュウリ、メロン、ナスを対象に、**耐病性評価および全ゲノム解読により遺伝資源ゲノムデータ基盤を構築する**。

「遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化」の概要

元施策：「海外植物遺伝資源の民間等への提供促進」では、生物多様性条約発効後の民間種苗会社による遺伝資源探索活動が困難な状況下で、わが国とアジア途上国との二国間共同研究により、**野菜遺伝資源の収集を実施**。(R2年度：87,000千円)

PRISMで実施する理由：**世界の種子ビジネスはゲノム育種の時代**に入り熾烈を極めていている。我が国種苗産業の強みである品目(野菜)と重要形質(耐病性)に特化し、**ゲノムデータ基盤を構築し民間活力を最大限に発揮させることで、遺伝資源を用いた新品種育成の加速化を実現するため、PRISMで実施する**。同手法は野菜や耐病性以外にも適用が可能であり、生産気候変動下での**農業生産安定化、農薬使用量低減、食品機能性の向上などに、さらには、優良な国産種苗輸出に貢献する**。

テーマの全体像：わが国民間種苗産業にとって開発ニーズの高い野菜品目(キュウリ、ナス、メロン)及び形質(耐病性)に焦点を絞り、**遺伝資源の収集、耐病性評価、ゲノムデータ基盤構築により、民間によるゲノム育種を加速化する**。



PRISMにより、有望品種候補作出まで従来は10年以上の長期間かかるところ、3年に短縮する。

出口戦略

わが国民間種苗会社が強みを持つ野菜の、特に民間ニーズの高い耐病性形質を軸に、2国間共同研究による**遺伝資源の収集(元施策)**で成果が期待でき、**農産物生産額ランク上位に入るキュウリ、ナス、メロン**を対象品目として、PRISM施策で耐病性解析および全ゲノム解読による**遺伝資源ゲノムデータ基盤を構築することにより、民間の品種開発投資を誘発しゲノム育種の加速化、高品質(価値)野菜品種の早期育成、ひいては野菜の国内安定生産と世界シェア拡大を目指す**。

民間研究開発投資誘発効果等

- 民間投資誘発効果として、品種開発への投資(年間約20億円)が期待される。
- 民間からの貢献額：人員と資材等に研究開発資金(6,150万円を予定)を拠出。
(内訳)年間の人件費および圃場管理費約1,500千円/社×参画企業41社

資料2 「遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化」の概要

アドオン（農水省）：60,000千円
 元施策名：（海外植物遺伝資源の民間等への提供促進）
 R2年度：87,000千円

（元施策）農業の地球温暖化対応に向けた耐病性品種開発には遺伝資源の導入が必要。しかしながら、生物多様性条約（CBD）発効後、日本の種苗会社単独での導入が困難な情勢。

このため二国間共同研究の実施により、世界で未利用の新たな耐病性（遺伝子）素材となる野菜遺伝資源5,000点以上を導入し（過去6年実績）、コアコレクションを作成した。（少ない系統数で遺伝的多様性を確保するように選んだ遺伝資源セット）



野菜遺伝資源の収集

（課題）従来の遺伝資源利用育種では1品種開発に10年以上必要。民間の育種スピードを高めるためには、民間が容易にゲノム育種に着手できるような育種材料および情報を提供する必要があります。



耐病性強(有望) 弱

PRISM

「遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化」

・遺伝資源（キュウリ、ナス、メロンのコアコレクション含む各100系統）の耐病性評価およびその全ゲノム配列を解読することで、耐病性の原因遺伝子を推定可能なゲノムデータ基盤を構築し、民間に提供する。

・種苗会社が自ら、または農研機構との共同でゲノム育種を実施できる条件が整うことから、民間の品種開発投資を誘発しゲノム育種の加速化、高品質（価値）野菜品種の早期育成が図られる。

民間ゲノム育種の加速化により有望品種候補育成までの年限を短縮（10年 3年）

元施策

【開発のイメージ】

遺伝資源
 強度耐病性育種材料の収集

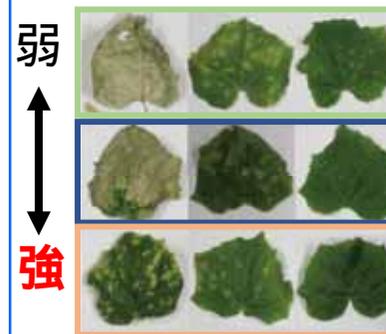


海外から導入した遺伝資源

PRISM

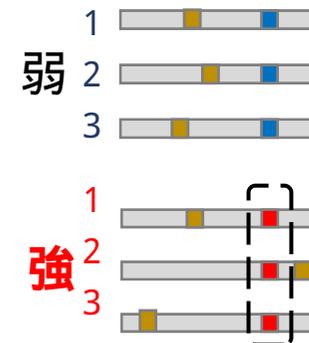


ゲノムデータ基盤 耐病性とゲノム情報の解明



遺伝資源の耐病性情報

ゲノム構造の解明



耐病性ゲノム領域の推定

耐病性特性情報とゲノム情報から、耐病性に関するゲノム領域の推定が可能になる。

民間に、遺伝子のマッピングツールの提供と支援を行うことで、早期新品種開発が可能に。

世界初耐病性種子開発



生産安定、農薬ゼロ、種苗輸出に貢献

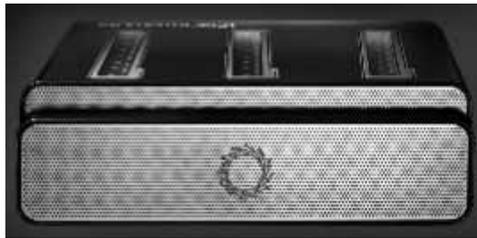
資料3 「遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化」の目標達成状況

○施策全体の目標： わが国種苗企業が優位性を持つ野菜類の品種開発力を強化するため、元施策では民間活動が困難なアジア途上国との二国間共同研究により野菜遺伝資源の収集を実施。本施策ではニーズの高い野菜品目（キュウリ、ナス、メロン）および形質（耐病性）に焦点を絞り、各100系統の耐病性評価および全ゲノム配列解読により、原因遺伝子を推定可能なゲノムデータ基盤を構築し、民間に提供する。

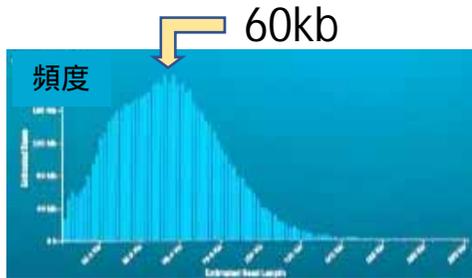
事業名等	当年度目標	目標の達成状況
野菜遺伝資源の全ゲノム解読	<p>・野菜（キュウリ）ゲノムデータ基盤の確立</p> <p>キュウリ耐病性有望系統およびコアコレクションから成る100系統の全ゲノム配列の解読を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 全ゲノム配列を効率的に解読するためのDNA抽出法、分析手法の改良に成功し、100系統の解読が完了した。 本事業で導入した新世代シーケンサーにより、従来標準のキュウリゲノム情報にはない新たな配列情報（各系統50Mbp規模の追加）を獲得できた。加えて既存の技術では困難であった挿入・欠失や逆位などの構造変異も容易に検出可能なことから、下記の耐病性評価結果と合わせて、着目する耐病性遺伝子のゲノム領域を推定する条件が整った。
ゲノム解読遺伝資源への耐病性評価情報の付与	<p>・キュウリ「炭疽病」・「うどんこ病」耐病性評価情報の付与</p> <p>キュウリ100系統を用い、2大重要病害である「炭そ病」および「うどんこ病」に対する耐病性程度を明らかにする。</p> <p>・メロンの「うどんこ病」・「つる割病」耐病性評価情報の付与</p> <p>メロン50系統を用い、2大重要病害である「うどんこ病」および「つる割病」に対する耐病性程度を明らかにする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> キュウリでは、最も病原性が高い炭疽病菌MAFF306737を特定した。この菌株を用いたキュウリコアコレクション100系統の耐病評価の結果、発病度および生存率に広い多様性を示す集団であることを確認でき、炭疽病では4系統の抵抗性系統が得られた。また、うどんこ病では15系統の抵抗性系統が得られた。 メロンコアコレクション遺伝資源のうち、50系統の耐病性評価の結果、うどんこ病では3系統、つる割病では4系統の抵抗性系統が得られた。 上記2品目のべ4病害の耐病性評価に用いた検定菌は全て現行品種を犯す菌株を使用しており、のべ26系統は民間における野菜の耐病性品種開発の加速化につながる素材である。 メロンに関しては令和3年度に、残る50系統の接種試験を実施することで、さらに耐病性遺伝資源素材の発掘が期待できる。

野菜遺伝資源の全ゲノム解読

キュウリ全ゲノム解読



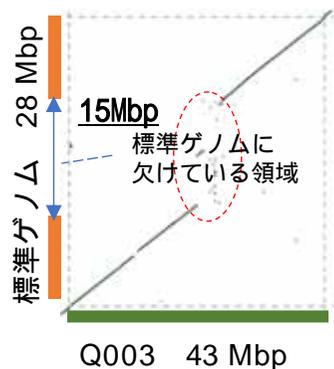
PRISMで導入した新世代シーケンサー



長い配列（60kbp付近にピーク）で解読可能となり、キュウリ各系統のゲノム全長は、これまでの標準を上回るサイズで解読できた。

キュウリ系統番号	ゲノム全長
標準情報 (既知)	226Mbp
Q002	252 Mbp
Q003	275Mbp
Q004	270 Mbp
Q006	289 Mbp
Q007	261 Mbp
Q021	268 Mbp
Q022	260 Mbp
Q023	269 Mbp

キュウリゲノム情報の拡大 (第4染色体)



・従来標準のキュウリゲノム情報と比較して解読領域の大幅な拡大に成功した。

・第4染色体では 15 Mbpも情報追加できた。

-1キュウリ「うどんこ病」「炭疽病」耐病性評価



系統 **■** が耐病性を示した。その他は枯死している。

・炭疽病抵抗性検定

- ・炭疽病抵抗性素材 **4 系統獲得**
- ・うどんこ病抵抗性素材 **15 系統獲得**

-2メロン「うどんこ病」「つる割病」耐病性評価



・うどんこ病抵抗性検定 ・つる割病耐病性検定

- ・うどんこ病抵抗性素材 **3 系統獲得**
- ・つる割病抵抗性素材 **4 系統獲得**

資料5 「遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化」の民間からの貢献及び出口の実績

○民間からの貢献額：1年で6,150万円相当

（内訳）海外から導入した野菜遺伝資源の種子増殖および特性評価を実施し、その際、人件費および圃場管理費として平均約1,500千円/社×参画企業41社の貢献により、ゲノム情報基盤の構築後のゲノム育種の実行に向けた準備を整えている。

元施策PGRAsiaプロジェクトで海外より収集導入した野菜遺伝資源（在来種）の品種ごとの導入個体数（種子数）は数個体ずつ（100粒程度）に限られる。生育の特性評価や品種改良に用いるにはさらに多数の種子が必要となる。海外で古くから栽培されてきた在来種の種子増殖効率は、我が国の優良品種に比較して低い。このため、本施策の参画機関である民間企業は、種子増殖と特性評価を協力して実施している。参画企業数は41社である。

当年度当初見込み	当年度実績
民間企業は、元施策で収集した海外産野菜遺伝資源400点（PRISMで対象とする系統も含む）程度について種子増殖を行う。	現在まで、民間企業の貢献により海外産野菜遺伝資源426点について種子増殖を実施し、 目標の種子増殖が完了した。
民間企業は、上記遺伝資源300点程度について耐病性等の特性評価を行う。	現在まで、民間企業の貢献により海外産遺伝資源343点について耐病性等の特性評価を実施中であり、 目標の点数についての評価が完了した。

○出口戦略

わが国民間種苗会社が強みを持つ野菜の、特に民間ニーズの高い耐病性形質を軸として、2国間共同研究による有望野菜遺伝資源の収集（元施策）に加え、耐病性評価および全ゲノム解読による遺伝資源ゲノムデータ基盤を構築する（PRISM施策）ことにより、民間の品種開発投資を誘発しゲノム育種の加速化、高品質（価値）野菜品種の早期育成、ひいては野菜の国内安定生産と世界シェア拡大を目指す。

当年度当初見込み	当年度実績
<ul style="list-style-type: none"> ・農研機構等では、キュウリコアコレクション他100系統に関して耐病性等特性情報およびゲノム情報を付与し、育種素材として有望な系統を同定する。一方で、民間参画企業は元施策によって導入した新規遺伝資源400点程度について種子増殖と特性評価を実施し、民間育種にとって有望な新規系統を同定する。 ・ゲノム解読に使用したキュウリコアコレクション他100個体から採種した種子は、次年度に参画民間種苗会社に提供し、種苗会社が育種に必要な特性解析と併行して種子増殖を進める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・農研機構等では、キュウリコアコレクション他100系統に関して耐病性等特性情報およびゲノム情報の付与が完了し、育種素材として有望な系統が同定でき、一方、民間参画企業は新規遺伝資源について種子増殖と特性評価が実施でき、民間におけるゲノム育種の加速化に向けた育種材料の絞り込みと情報整備が進展した。 ・農研機構等では、キュウリコアコレクション他100系統に関して、ゲノム解析情報が明らかになり、耐病性形質との相関解析が実施できる基盤が整う。さらに将来的には遺伝子のマッピングツールの提供と支援を行う基盤を民間種苗会社に提示することで、民間におけるゲノム育種の加速化とさらなる民間からの投資誘発が期待できる。