

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」

施策説明資料

2021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」の全体像

課題と目標・出口戦略

- 【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く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。
- 【出口戦略】 元施策における二国間共同研究による有望野菜遺伝資源の収集に加え、PRISMにおいて、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とともに、**農業データ連携基盤（WAGRI）を活用して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。

施策の全体像

我が国の種苗産業の国際競争力強化にとって未利用の遺伝資源を活用したゲノム育種は必須の技術。**元施策「植物遺伝資源の収集・保存・提供の促進」**では、生物多様性条約（CBD）発効後に民間による資源収集が困難となった事態を受け、二国間共同研究による収集を実現し、**5,000点を超える有望資源を獲得**した。

我が国種苗産業が**強みを持つ品目（野菜）と形質（耐病性）のゲノムデータ基盤を構築**した上で、**農業データ連携基盤（WAGRI）を活用し**、遺伝子のマッピングツールと活用支援を民間種苗会社に提供することで、**民間活力を最大限に発揮させて新品種育成の加速化を実現**する。これにより、生産気候変動下での野菜生産安定化、農薬使用量低減、優良な国産野菜種苗輸出に貢献する。同手法を野菜以外にも適用することで他作物への展開を図ることが可能である。

民間研究開発投資誘発効果等

- ・野菜ゲノム育種基盤が整備されることで、品種開発への投資（年間約20億円）が期待される。
- ・令和2年度は人員と資材等に研究開発資金として**6,150万円**を拠出。令和3年度はさらに1,000万円追加で**7,150万円**を予定。

（内訳）人件費および圃場管理費約1,500千円/社×参画企業41社に加え、令和3年度は2,500千円/社×4社。

資料2 元施策の概要

元施策「植物遺伝資源の収集・保存・提供の促進」(予算額87百万円)の実施内容と成果

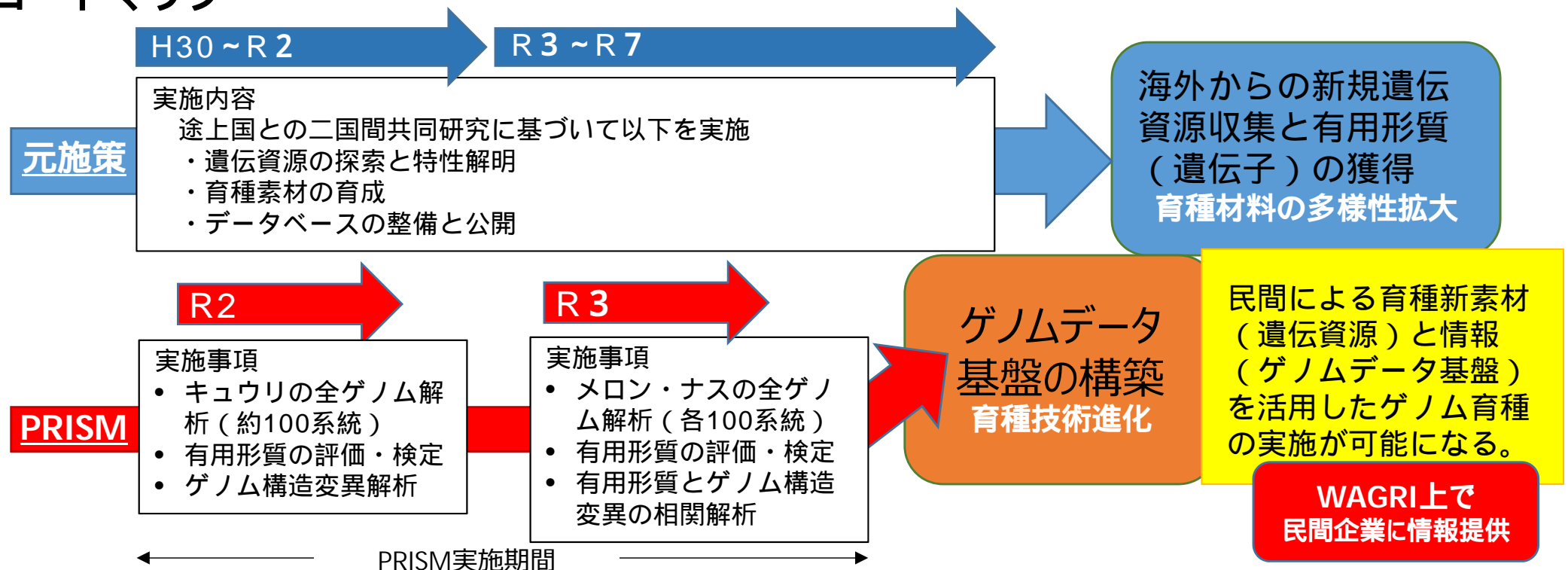
海外5か国の研究機関(ベトナム農業科学アカデミー・ラオス国立農林業研究所・カンボジア農業研究開発機構・ミャンマー農業研究局・キルギスジーンバンク)との共同研究により、キュウリ・メロン・カボチャ・ナス・トウガラシ・アブラナ科野菜を中心に5,000点を超える遺伝資源を導入。

導入遺伝資源については、国内の参画機関によるネットワーク研究により、我が国の重要病害(うどんこ病・炭疽病・つる割病・青枯病・センチュウ等)に抵抗性を有する有望系統を特定。

重要農業形質のゲノム解析の核となる系統群(1コアコレクション)を順次作成。

(1 コアコレクション: 少ないサンプル数で遺伝的多様性を確保するように選んだ遺伝資源のセット)

ロードマップ



背景・現状

- ◆ 地球温暖化の進展等に対応した新品種開発には、多様な育種素材(遺伝資源)の導入が不可欠。しかしながら、生物多様性条約(CBD)の発効後、途上国等において自国の遺伝資源に対する権利意識が高まり、我が国の種苗会社が海外から耐病性等に優れた新たな遺伝資源を導入することが困難な情勢。
- ◆ このため、元施策「植物遺伝資源の収集・保存・提供の促進」では、海外植物遺伝資源に係る途上国との二国間共同研究の実施により、民間種苗会社のアクセス環境を整備しつつ、これまで未利用の新たな耐病性育種素材等、野菜の遺伝資源5,000点以上を導入した(過去6年実績)。
- ◆ 今後、これら耐病性素材等のゲノム情報を解読することにより、新たな病虫害抵抗を備えた野菜育種(マーカー選抜育種)の加速化が可能となり、国内の種苗産業の更なる市場拡大(海外展開)が見込まれる。

実施内容

元施策



耐病性強(有望) 弱

海外からの遺伝資源
収集と民間提供

PRISM

- キュウリ・メロン・ナスの全ゲノム解読
- ゲノム構造変異解析
- 耐病性形質評価
- 有用形質とゲノム構造変異の相関解析

ゲノムデータ
基盤の構築

民間の品種開発投資誘発・
ゲノム育種加速化

WAGRI上で
情報提供

高品質(価値)野菜品種の早期育成

研究開発目標、出口戦略

- 【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、未利用の海外野菜遺伝資源の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。
- 【出口戦略】 我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、二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(PRISMアドオン)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。

資料3-2 「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

(農林水産省 アドオン：40百万円/元施策(令和3年度予算額)：87百万円)

PRISMで推進する理由

- 元施策で導入した植物遺伝資源を交配親として利用し、耐病性等の目的形質を導入した有望品種を育成するには、何世代にも及ぶ交配・選抜の期間が必要で、開発競争が激化する国際市場において我が国の種苗メーカー等が太刀打ちできない状況。
- 欧米では、野菜など広範な育種分野にゲノム情報(マーカー選抜育種法)が民間活用されている。我が国においてもゲノムデータ基盤の整備が喫緊の課題。
- 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、さらには、優良な国産種苗輸出に貢献する。

元施策がどのように加速されるか

- 元施策の「植物遺伝資源の収集・保存・提供の促進」(農林水産省・R3-R7年度,R3年度：87百万円)では、海外植物遺伝資源へのアクセス環境の整備を目的として、二国間共同研究を通じて、新規海外植物遺伝資源の探索・収集や、それらの特性評価等を推進。野菜類を中心として、海外植物遺伝資源の導入、コアコレクション構築、有用形質を持つ遺伝資源の特定等が進んできた。
- PRISMでは、元施策で見いだされた有望系統およびコアコレクション^{※1}等、100系統の全ゲノム配列の解読を行い、これまで同定が困難であった品質や耐病性など重要形質を支配する遺伝子を推定できるゲノムデータ基盤を構築し、WAGRIを活用して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に提供することでゲノム育種の実施を可能とする。
1 コアコレクション：少ないサンプル数で遺伝的多様性を確保するように選んだ遺伝資源のセット。整備が進んでいるキュウリ、メロン、ナスから解析を開始。
- これにより、元施策では今後10年程度を見込んでいた新品種候補開発に要する期間を3年以内へと大幅に短縮することが可能となる。また、ゲノムデータ基盤があれば元施策で見いだされた有望系統以外の遺伝資源についても種苗会社等の育種計画に組み込むことが容易になり、我が国の強みである野菜の品種開発が加速される。

戦略の位置付け等

- 育種ビッグデータを蓄積し、民間等が品種開発に活用できる育種プラットフォームを形成し、機能性に富む農作物等、多様なニーズに合致した農作物を開発する。さらに、農業データ連携基盤上で、育種データと他の農業データを連携し、農作物の品種開発を加速する。【統合イノベーション戦略2019】
- 制度・データ等の国際調和、通商政策との連携、知的財産及び遺伝資源の保護を図り、日本モデルを国際展開し、国際競争力を向上。【バイオ戦略2020】

令和2年度の全ゲノム解読および耐病性の評価に係る研究は計画通り進捗し成果が得られている。

事業名等および当年度目標

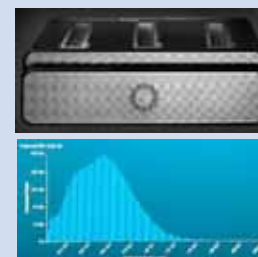
令和2年度成果および目標の達成状況

野菜遺伝資源の全ゲノム解読

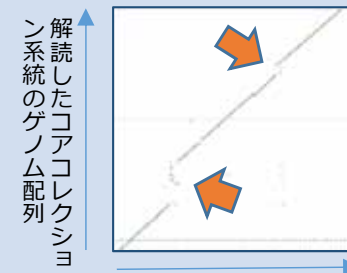
・キュウリゲノムデータ基盤の確立

元施策で見いだされた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。

- 全ゲノム配列を効率的に解読するためのDNA抽出法、分析手法の改良を行い、キュウリ10系統の全ゲノム解読および8系統の整列（アライメント）が計画通り終了しており、**今年度中に100系統の解読は確実**となっている。解析済みの系統では、**多数の新規構造変異**が見つかり（右図1,2）、耐病性遺伝子領域を推定する準備が整っている。



(図1)導入した次世代シーケンサー(上)および解読した配列長のヒストグラム(下)。100 kb以上のロングリード配列を多数獲得できることを確認した。



(図2)ゲノム配列比較。今回解読したキュウリには、既存の参照配列にない長大な領域（矢印）を発見した。

ゲノム解読遺伝資源への耐病性評価情報の付与

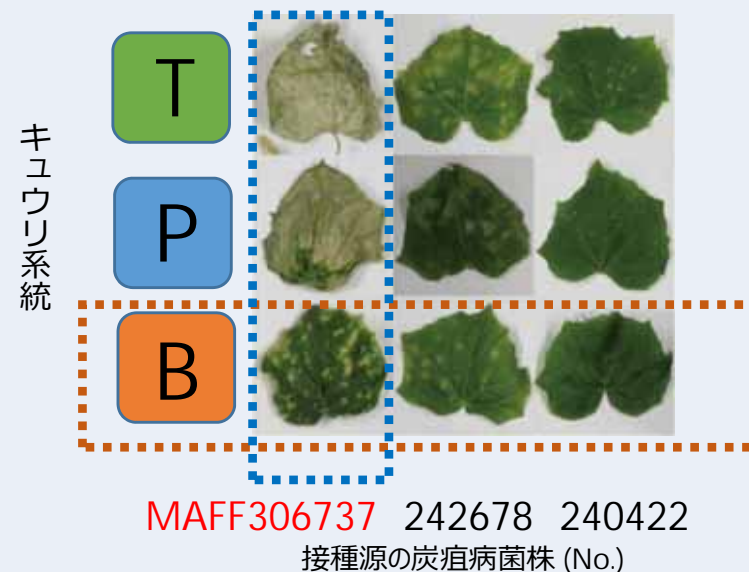
・キュウリ「炭疽病」・「うどんこ病」耐病性評価情報の付与

キュウリ100系統を用い、2大重要病害である「炭疽病」および「うどんこ病」に対する耐病性程度を明らかにする。

・メロンの「うどんこ病」・「つる割病」耐病性評価情報の付与

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。

- キュウリでは、炭疽病菌のうち最も病原性が高い「MAFF306737」を特定し、既存の耐病性系統を上回る**強度耐病性系統を確認できた**（右図3）。コアコレクションとして100点の選定を終え、耐病性検定を実施している。**今年度中の100系統の評価情報付与は確実**となっている。
- メロンでは、コアコレクションとして100点の選定を終え、現在、うどん粉病の各種レース菌株に関し、病原性の評価を進めており、**今年度中の50系統の評価情報付与は確実**となっている。
- 残る系統の接種試験により、さらに**新規の有望な耐病性遺伝資源素材の発掘が期待**できる。



(図3)最も病原性が高い炭疽病菌MAFF306737の接種で、キュウリ系統Bは既存の耐病性系統P以上の強度耐病性を示すことを確認した。

資料5 令和3年度の研究計画

令和3年度目標

- メロンおよびナス100系統について、全ゲノム配列を取得する。
- 全ゲノムの配列比較から系統間の違いを明らかにする。
- メロンおよびナスの病害抵抗性を評価
- キュウリ、メロン、ナスに関して、**耐病性形質とゲノム構造変異の相関解析を実施**

令和2年度見込み成果

- キュウリ100系統の全ゲノム配列を取得
- キュウリの病害抵抗性を評価

対象施策の研究内容(令和3年度)

①野菜遺伝資源の全ゲノム解読

令和3年度は、

- メロンおよびナスの100系統の全ゲノム配列を取得する。
- 配列比較から系統間でのゲノム配列の違いを明らかにする。

②ゲノム解読遺伝資源への耐病性評価情報の付与

令和3年度は

- メロン50系統のうどんこ病・つる割病の抵抗性評価を行う。

野菜遺伝資源の全ゲノム
情報整備

耐病性を支配する
ゲノム領域の推定

野菜遺伝資源の耐病性
評価情報整備

令和3年度に達成

遺伝資源ゲノム
データ基盤構築

WAGRI上で
情報提供し
民間育種を加速化

全期間において、

- キュウリ・メロン・ナスそれぞれ100系統ずつの全ゲノム配列を取得し、系統間のゲノム配列の違いを網羅的に捕捉。ゲノム配列の違いと耐病性形質の相関解析を行い、耐病性の発現に關与するゲノム上の位置を推定する。
- これらにより取得したゲノム及び特性情報は速やかに参画企業に提供し、民間育種の加速化に資する。最終的にはWAGRI上で情報提供し民間育種を加速化する。

- 上記以外の作物でも、機能性等の付加価値の高い特性をもつ品種・系統・株などについてゲノム解読対象に含め、育種への利用を加速化する。
- また、民間の種苗会社が保有する育成系統の全ゲノム配列を解読することで、本研究で得られたゲノムデータの有用性を検証するとともに、民間が行う品種開発を積極的に加速する。

「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」の実施に伴う事業効果

- 多様な野菜遺伝資源の全ゲノム解読や、有用形質とゲノム構造変異との相関を解析し、民間企業等が活用できるデータ基盤を構築する。
- これにより、元施策を通じて海外から導入した遺伝資源や有用な形質を有する系統を、遺伝資源（種子等）とゲノム情報を併せて提供することで、種苗会社等の育種計画に組み込むことが容易になり、我が国の強みである野菜の品種開発が加速される。

□ マッチングファンド

民間からの令和2年度の貢献額は61.5百万円（人件費約41百万円【41社×100万円】、圃場管理費等約20.5百万円【41社×50万円】）。PRISM期間中は後年度も同程度の貢献に加え、令和3年度からは1粒種子由来の種子増殖のため10百万円【4社×250万円】が追加され、71.5百万円／年の貢献が見込まれる。

□ 民間研究開発投資誘発効果

事業終了後の更なる民間投資誘発効果として、ゲノム情報を活用した品種開発への投資（年間約20億円）、ゲノム情報を用いた育種支援サービスへの投資等が期待される。

□ 出口企業

（株）武蔵野種苗園、タキイ種苗（株）、（株）サカタのタネ等、国内種苗開発関連企業。

□ 政策転換

我が国に蓄積された遺伝資源について、従来の保存・提供から研究・育種促進の方向へ転換する。また、野菜育種について、表現形質の調査・確認に基づく伝統的な品種開発から、民間によるゲノム情報を用いた早期選抜等の効率的な品種開発に転換する。

□ 国研・大学における研究への寄与度

遺伝資源は育種関連産業の協調領域である。遺伝資源を最大限に活用するためには、共通的技术基盤であり、かつ、高コストのゲノム情報基盤の整備に関しては農研機構を中心とした公的機関による寄与度は大きく、民間からの期待が大きい。

□ 国研・大学等と民間企業との共同研究件数・受入金額

施策終了後に元施策で明らかとなった有用形質を有する遺伝資源を活用した共同研究を4件（受入金額200万円）程度を見込む。