

第2回地域資源戦略協議会資料

平成26年度科学技術重要施策  
アクションプランの重点的取組のうち  
「ゲノム情報を活用した農林水産技術の高度化」  
の概要と府省間連携の状況について

平成26年1月29日

農林水産省農林水産技術会議事務局  
研究開発官(食の安全、基礎・基盤)室

# 目次

1. 背景	・・・ 1
2. ゲノム育種研究における世界の状況	・・・ 2
3. 施策の概要	・・・ 3
4. 施策の運営体制	・・・ 5
5. 開発するDNAマーカーの例	・・・ 7
6. 連携の状況	・・・ 8

# 1. 背景

- 我が国農畜産物の競争力強化のためには、生産者、実需者、消費者のニーズに合わせた多様な品種や生産技術を速やかに、かつ継続的に開発できる状況を作りあげていくことが重要。
- イネを始めとし、主要農産物や家畜について、ゲノムの解読、有用遺伝子の特定及び機能解明が大幅に進展。この成果の活用により、特にイネにおいて、育種期間の大幅な短縮を可能とするDNAマーカー育種を行うための多数のDNAマーカー(遺伝子の目印となるDNA)を開発。

## これまでに開発されたイネDNAマーカー

これまでに57の有用形質に関わるDNAマーカーを開発

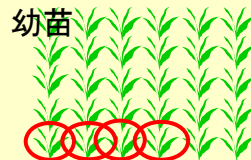
形質		DNAマーカー数
病虫害抵抗性	いもち病抵抗性	13
	縞葉枯病抵抗性	1
	トビイロウンカ抵抗性	3
	ツマグロヨコバイ抵抗性	6
出穂期		7
ストレス耐性	耐冷性	6
	耐乾燥性	1
	穂発芽耐性	1
	耐倒伏性	3
収量性	一穂粒数	2
	種子形	5
	脱粒性	1
	アミロース含量	2
品質・食味	アミロペクチン鎖長	1
	胚乳粉質性	2
	無古米臭	1
	カドミウム吸収性	2
計		57

## DNAマーカー育種技術

良食味品種 × 病害抵抗性品種



交配



A B C D

病害抵抗性遺伝子の有無により選抜

A C ...

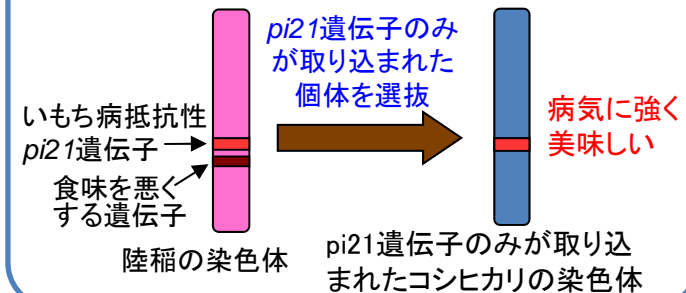


病害抵抗性の良食味品種

DNAマーカーを目印にして目的の遺伝子のみを有する個体をピンポイントで選抜

- 従来育種では、ほ場の制限等により、選抜に用いられる個体数には限度があるため、ごく近接した遺伝子を含まず、目的遺伝子のみ取り込まれた個体の選抜は困難。
- DNAマーカーの利用により、幼苗での選抜が可能となることで選抜用の個体数を大幅に増大させることができ、目的遺伝子のみ取り込まれた個体の選抜が可能に。

近接した不良遺伝子の切り離しに成功した例



選抜効率の向上により、品種の作出に要する世代数を減らせるため、その結果、育種期間の大幅な短縮が可能に(例:イネ;12年程度→最短で4年程度)

## 2. ゲノム育種研究における世界の状況

国・地域名	ゲノム育種研究の状況
米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大学と米国農務省で共同研究体制をとり、高密度連鎖地図作成やQTL解析、重要遺伝子の単離や機能解析などの基礎研究で世界を先導(a)。</li> <li>・飼料作物及びバイオマス作物でもゲノム、形質転換、QTL、生理に関する基礎研究レベルは非常に高い(a)。</li> <li>・コムギ等でゲノミックセレクションの理論及び実証研究が進展(b)。</li> <li>・ダイズでは、米国品種の全ゲノム配列情報をレファレンスとして、ダイズ遺伝資源1000系統のゲノム配列を解読中(2014年夏には、第一弾として100系統のデータがリリース予定)(b)。</li> <li>・次世代シーケンサーやSNP解析装置などの基盤研究機材は、ほぼ全て米国によって開発されている(b)。</li> <li>・人工制限酵素や標的変異技術では世界を先導(b)。</li> </ul>
欧州	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コムギゲノムの解読は、フランスを中心とした国際コンソーシアムで推進中(a)。</li> <li>・ゲノム情報を利用した基礎・応用両面から世界を先導する研究を展開(a)。</li> <li>・オランダは、官民共同出資による先端技術研究・育種の拠点を設置し、研究を実施。また、園芸分野では世界をリードするゲノム情報を活用した品種開発技術を有する(a)。</li> <li>・NBT技術の要素技術となる植物の変異や組換えについての基礎技術研究が進展(b)。</li> <li>・表現形質の自動評価システムの開発で世界を先導(b)。</li> </ul>
中国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BGI社が、あらゆる生物種のゲノム解読を強力に推進(a)。</li> <li>・ダイズでは、BGI社が米国におけるダイズ遺伝資源1000系統のゲノム解読に参画(b)。</li> <li>・イネのF1ハイブリッドの親品種の改良にゲノム育種が導入され、有用形質に関する遺伝解析が進展(a)。</li> <li>・「遺伝子組換え生物新品種育成重大プロジェクト」でGM技術によるイネ等農作物の育種を推進(b)。</li> </ul>

出典：(a) (独)科学技術振興機構「研究開発の俯瞰報告書(2013)」からの引用  
 (b) 次世代ゲノム基盤プロジェクトの研究リーダーからの聞き取り調査の結果

### 3. 施策の概要(1)

#### ねらい

- 実需者等のニーズに合わせた多様な農作物の品種を速やかに、かつ継続的に開発するために、これまでのゲノム研究の成果を活用し、
  - ・DNAマーカーの開発と全国の育種機関によるDNAマーカー育種の利用の推進
  - ・作物育種を更に効率化するための新しい育種技術の開発
  - ・有用形質に関わる遺伝子を効率的に発掘・創出する技術の開発を実施する。
- 家畜においては、生産現場で課題となっている、飼料価格の高騰、受胎率の低下、疾病による多大な経済損失等に対処するため、これまでのゲノム研究の成果を活用し、育種・繁殖・疾病予防技術の開発を実施する。

#### 研究内容

##### ●ゲノム育種技術の全国展開に向けた研究開発(H25～H29)

- ・**水稻、麦、大豆、園芸作物等の有用形質に関わるDNAマーカーの開発**  
有用形質に関わる遺伝子領域を同定し、DNAマーカーを開発する。
- ・**各地の育種機関と研究独法等の連携によるDNAマーカー育種の実施及び技術マニュアルの作成**  
育種素材・解析機器を有する研究独法と各地の育種機関が連携してDNAマーカー育種を実施し、技術マニュアルを作成する。

##### ●ゲノム育種技術を高度化するための研究開発(H25～H29)

- ・**多数の遺伝子が関与している収量・品質等を効率的に改良するための新しい育種技術の開発**  
ゲノム上に分布する多数のDNAマーカー情報と形質情報との相関に基づき理想個体を選抜する技術を開発する。
- ・**作物に画期的な形質を付与する新しいゲノム育種技術の開発**  
果樹等の育種年限を大幅に短縮する等の新しいゲノム育種技術や遺伝子組換え技術を活用し、イネへのC4光合成能の付与等、画期的な形質を付与した作物等の作出技術を開発する。

## 3. 施策の概要(2)

### 研究内容(つづき)

#### ● 遺伝資源を効果的・効率的に活用するための研究開発(H25～H29)

- ・多様な遺伝資源の中から有用形質に関する遺伝子を効率的に特定する技術の開発  
遺伝資源の品種間のゲノム配列、遺伝子発現、形質の各情報を関連付け、有用な遺伝子を特定する技術を開発する。
- ・農産物の潜在力を引き出すために遺伝子を効果的に編集する技術(NBT)の開発等  
人工制限酵素等を用いた、生体内の特定の遺伝子の置換・欠失等を狙い通りに生じさせる技術の正確性・効率性等を向上させるための技術を開発する。

#### ● 家畜の革新的な育種・繁殖・疾病予防技術の開発(H24～H28)

- ・少数の遺伝子に支配される重要形質(抗病性・繁殖性・飼料利用性)に係るDNAマーカーの開発  
網羅的にゲノムを解析して、少数遺伝子に支配される重要形質に係るDNAマーカーを開発する。
- ・繁殖サイクルの短縮及び受胎率向上のための技術開発  
遺伝子の発現を指標とした超早期診断技術及び生殖に関する内分泌系を調節する重要物質キスペプチン/ニューロキニンを利用した、分娩後の卵巣機能を速やかに回復させる技術を開発する。
- ・次世代型ワクチンを開発するための基盤技術の開発等  
弱毒化した微生物を用いて、複数の抗原遺伝子を挿入可能なベクターを開発する。  
また、リポソーム等を用いた乳房炎、豚繁殖・呼吸障害症候群、牛ウイルス性下痢・粘膜病用のワクチンを開発する。

### 期待される成果

- ・作物の新品種育成期間を平成32年度までに従来の3分の1程度に短縮
- ・生産性の向上等

## 4-1. 施策の運営体制(1)

### (1)ゲノム育種の全国展開に向けた研究開発

#### 麦及び飼料作物の有用遺伝子の同定とDNAマーカーの開発

研究リーダー:小松田 隆夫((独)生物研)  
:農林水産研究独法、県農試(3)、ホクレン農業総合研究所、岡山大学、帯広畜産大学、三重大学、千葉大学、秋田県立大学、金沢大学、信州大学、名古屋大学、横浜市立大

#### 大豆及び畑作物の有用遺伝子の同定とDNAマーカーの開発

研究リーダー:石本 政男((独)生物研)  
:農林水産研究独法、県農試(6)、京都大学、酪農学園大学、佐賀大学、北海道大学、九州大学、名古屋大学、弘前大学、東北大学、東京農工大学、石川県立大学、岡山大学

#### 園芸作物の有用遺伝子の同定とDNAマーカーの開発

研究リーダー:山本 俊哉((独)農研機構)  
:農林水産研究独法、かずさDNA研究所、京都産業大学、東北大学、鳥取大学

#### イネの低コスト化・省力化・環境負荷軽減に資する有用遺伝子の同定とDNAマーカーの開発

研究リーダー:藤原 徹(国立大学法人東京大学)  
:東京大学、農林水産研究独法、県農試(1)、(公財)岩手生物工学研究センター、京都大学、滋賀県立大学、岡山大学、広島大学、九州大学、山形大学、名古屋大学

#### イネのDNAマーカー選抜育種支援システムの構築

研究リーダー:山本 敏央((独)生物研)  
:農林水産研究独法、県農試(13)、福井県立大学、名古屋大学、東京農工大学、ホクレン農業総合研究所

### (2)ゲノム育種技術を高度化するための研究開発

#### 多数の遺伝子が関与する形質を改良する新しい育種技術の開発

研究リーダー:矢野 昌裕((独)生物研)  
:農林水産研究独法、県農試(4)、理化学研究所、かずさDNA研究所、国立遺伝学研究所、東京大学、筑波大学、新潟大学

#### 作物に画期的な性質を付与する新しいゲノム育種技術の開発

研究リーダー:南 栄一((独)生物研)  
:農林水産研究独法、岩手大学、京都大学、名古屋大学、トヨタ自動車(株)

#### 新たな遺伝子組換え生物にも対応できる生物多様性影響評価・管理技術の開発

研究リーダー:與語 靖洋((独)農環研)  
:農林水産研究独法、水産総合研究センター、北海道大学、筑波大学、福井県立大学、(株)ニッポンジーン、(株)ファスマック

## 4-2. 施策の運営体制(2)

### (3) 遺伝資源を効率的・効果的に活用するための研究開発

#### 遺伝資源から多様な地域特性や経営戦略に即した有用遺伝子を効率的に特定する技術の開発

研究リーダー: 杉本 和彦((独)生物研)  
: 農林水産研究独法、県農試(2)、  
(公財)岩手生物工学研究センター名古屋大学、三重大学、  
佐賀大学、新潟大学、三菱スペース・ソフトウェア(株)

#### 人工制限酵素等を用いて有用遺伝子を創出する技術の開発

研究リーダー: 土岐 精一((独)生物研)  
: 農林水産研究独法、名古屋大学、名城大学

#### 遺伝子発現を指標にイネの生育を予測するシステムの開発

研究リーダー: 井澤 毅((独)生物研)  
: 農林水産研究独法、県農試(3)、京都大学

#### 遺伝資源の効率的な保存技術の開発

研究リーダー: 竹谷 勝((独)生物研)  
: 農林水産研究独法、種苗管理センター、島根大学、  
筑波大学、山形大学、神奈川工科大学

### (4) 家畜の革新的な育種・繁殖・疾病予防技術の開発

#### DNAマーカー育種の高度化のための技術開発

研究リーダー: 美川 智((独)生物研)  
: 農林水産研究独法、農林水産先端技術研究所、  
県農試(5)、東北大学、神戸大学、  
全国農業協同組合連合会、全農畜産サービス(株)、  
日本ハム(株)

#### 繁殖サイクルの短縮や受胎率向上のための技術開発

研究リーダー: 岡村 裕昭((独)生物研)  
: 農林水産研究独法、家畜改良センター、岡山大学、  
岩手大学、京都大学、東京農工大学、名古屋大学

#### 優れたワクチン開発のための技術開発

研究リーダー: 国保 健浩((独)動衛研)  
: 農林水産研究独法、東北大学、大阪府立大学、  
北海学園大学、酪農学園大学、麻布大学、岩手大学、  
筑波大学、(株)微生物研究所



## 5 . 開発するDNAマーカーの例

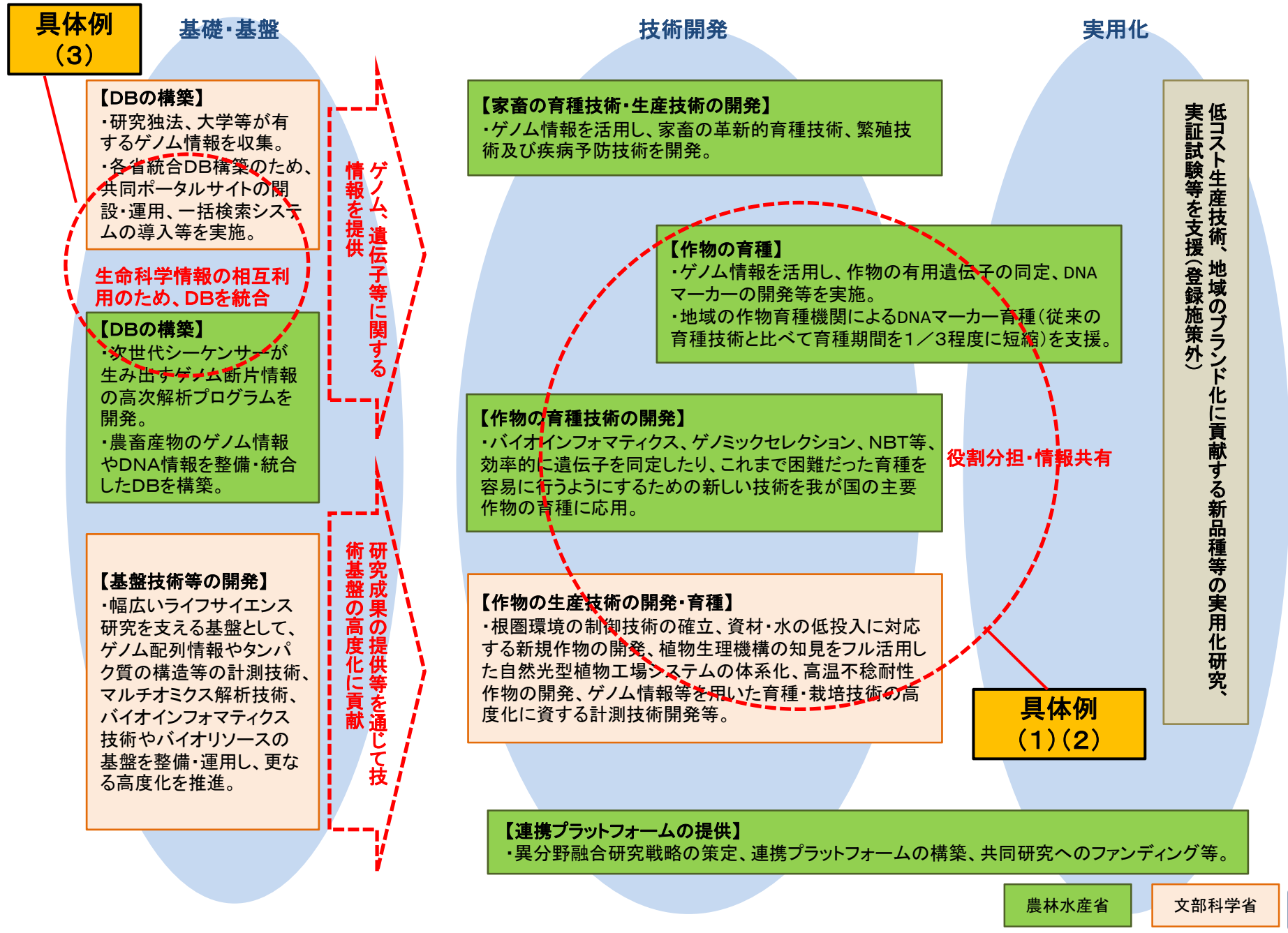
DNAマーカー開発は、育種戦略の改良ターゲットの中から、次の条件を満たす形質を優先して実施。

- 特定の目的形質を示す遺伝資源が既に得られている。
- 目的形質に関わる遺伝子の染色体領域の絞り込みが進んでいる。
- 単一あるいは少数の遺伝子の取り込みで効果が発揮できると予想される。

### 野菜のDNAマーカーの開発

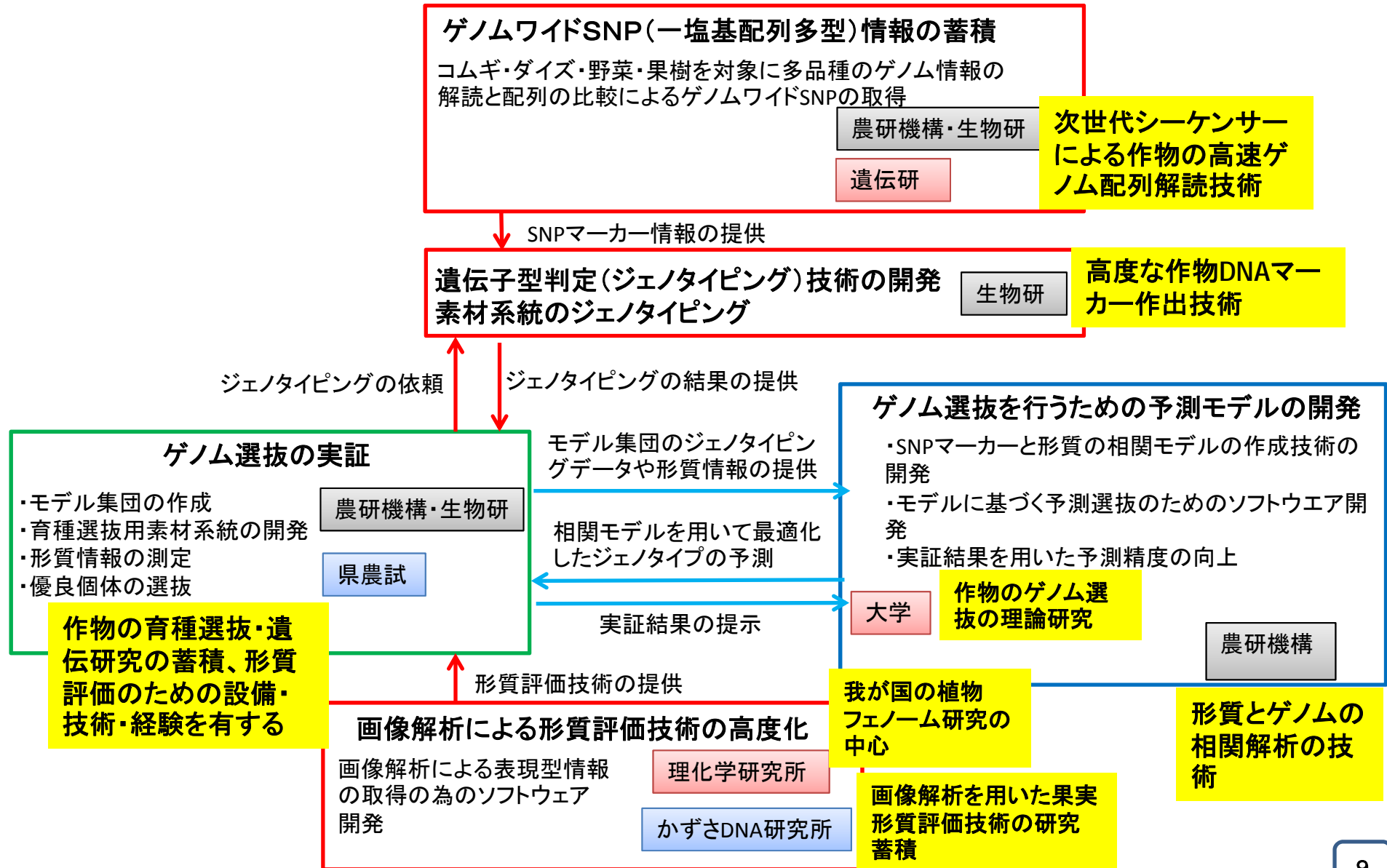
品目	作物育種戦略		開発するDNAマーカー
	重点課題	改良ターゲット	
トマト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・年間収量60t/10aに寄与する養液栽培適性品種の育成</li> <li>・黄化葉巻病に対し強度抵抗性を示す品種の育成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多収性</li> <li>・養液栽培適性</li> <li>・単為結果性</li> <li>・黄化葉巻病抵抗性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単為結果性</li> <li>・黄化葉巻病抵抗性</li> </ul>
きゅうり	<ul style="list-style-type: none"> <li>・完全ブルームレスでイボ・トゲの無い品種の育成</li> <li>・うどんこ病・べと病・褐斑病複合抵抗性品種の育成</li> <li>・黄化えそ病抵抗性品種の育成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・イボ・トゲ無し</li> <li>・黄化えそ病抵抗性</li> <li>・ウリ類退緑黄化病抵抗性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・黄化えそ病抵抗性</li> </ul>
だいこん	<ul style="list-style-type: none"> <li>・加工後に黄変しない品種の育成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・黄変しない</li> <li>・高温による生理障害耐性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・黄変しない形質</li> </ul>
なす	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単為結果性・完全種なし品種の育成</li> <li>・青枯病・半枯病複合病害抵抗性品種の育成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単為結果性</li> <li>・完全種なし</li> <li>・複合病害抵抗性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単為結果性</li> <li>・青枯病抵抗性</li> </ul> ( 半枯病抵抗性は開発済み)

# 6 - 1 . 連携の状況(全体像)



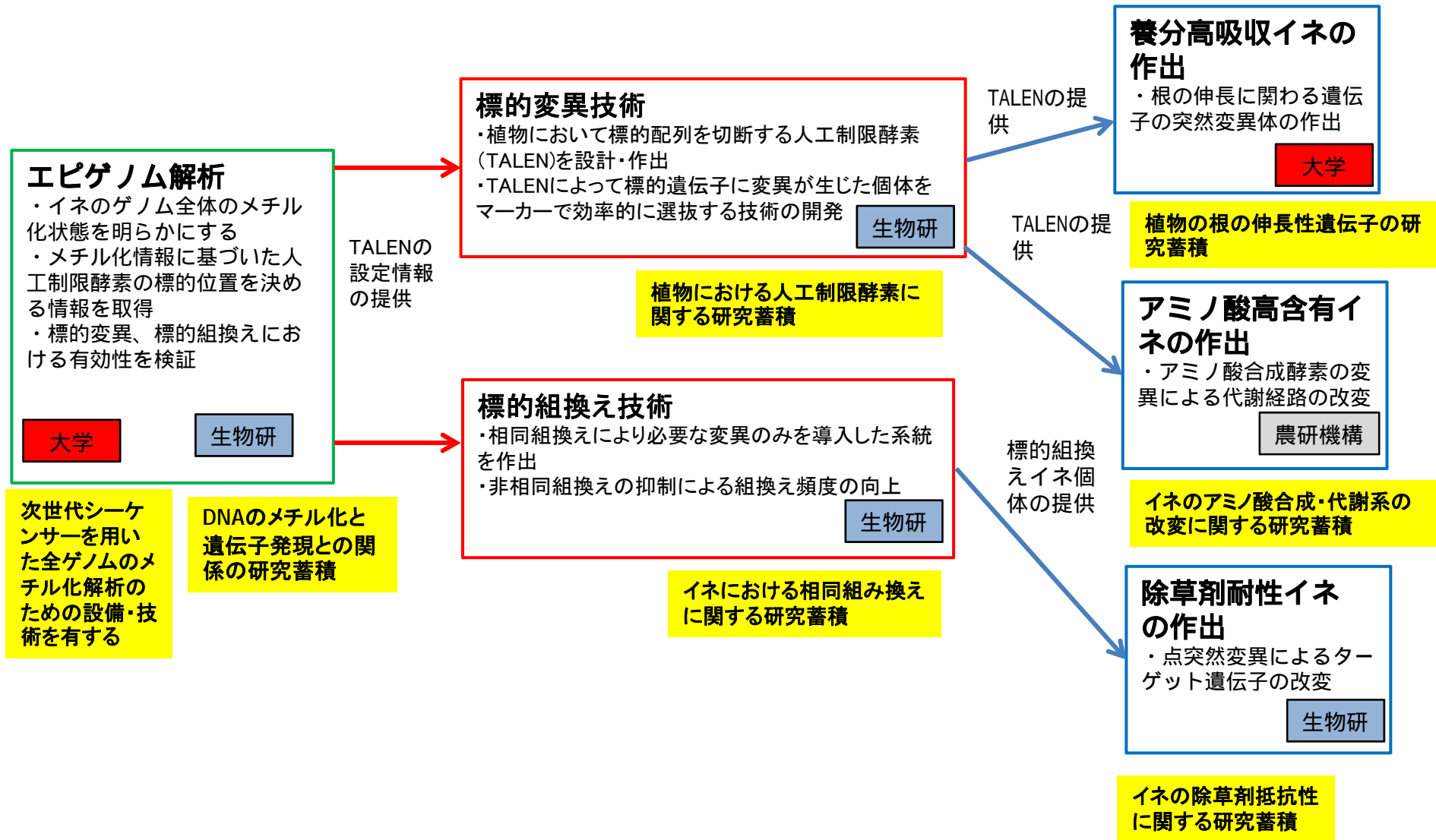
## 6 - 2 . 連携の状況 ( 具体例 ( 1 ) )

多数の遺伝子が関与する形質を改良する新しい技術の開発



## 6 - 3 . 連携の状況 ( 具体例 ( 2 ) )

### 人工制限酵素等を用いて有用遺伝子を創出する技術の開発



## 6 - 4 . 連携の状況 ( 具体例 ( 3 ) )

文部科学省 【バイオサイエンスデータベースセンター(NBDC)】  
(総合科学技術会議・統合DBタスクフォース報告書に基づき設置)  
・データフォーマットの統一を行う  
・全データベース共通の横断検索システムの整備を行う  
・各省DBのポータルサイトの開設・運用を行う

