

「遺伝子組換え農作物等の研究開発の進め方に関する検討会」の 最終取りまとめ案の概要

平成20年1月15日
農林水産技術会議事務局

1. 背景

(1) 国内外の状況

- ・ 遺伝子組換え農作物の作付面積が世界的に急増（約1億ha超）、国際的な研究開発競争が激化
- ・ 我が国においては、イネゲノム研究等の成果が活用できる段階にあるが、国民の受入れの問題もあり、実用化・商品化まで至っていない状況

(2) 検討会の経緯

- ・ 上記状況を踏まえ、我が国の組換え農作物実用化研究の加速化に向けた戦略を検討すべく、本会を立上げ
- ・ 本年5月以降9回の会合を開催し、その間、関係機関からのヒアリングや国民コミュニケーション活動も併せて実施

2. 最終取りまとめ案の概要

- ・ 組換え技術でなければ実現・達成できないものを対象に、政策的重要性、実用価値の高いものを重視して研究開発を進めるとともに、国民受容を確保するためのコミュニケーションを推進

(1) 研究開発・実用化を重点的に進める分野

①基礎・基盤研究分野として、交雑低減技術開発など

短中期に研究成果が期待できる分野として、②病虫害抵抗性農作物、③不良環境耐性農作物、④機能性成分を高めた農作物

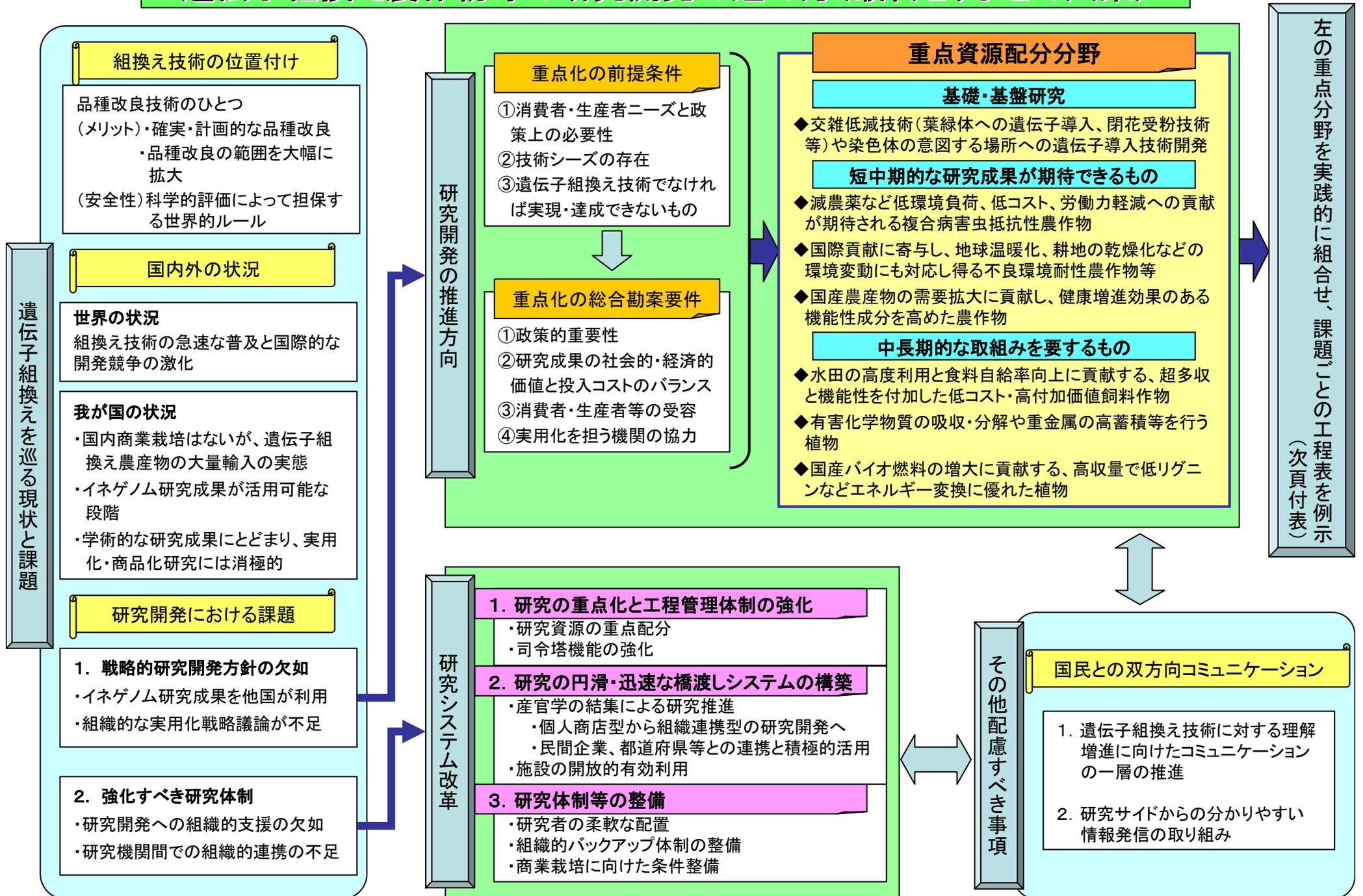
中長期的な取組みを要する分野として、⑤低コスト・高付加価値飼料作物、⑥環境修復植物、⑦バイオマス用資源植物

- ・ これら重点分野を実践的に組合せ、課題毎に実用化までの工程表を例示（付表参照）

(2) 実用化に向けた研究システムの改革

- ・ プロジェクト研究予算等の重点的資源配分と国の強力なリーダーシップや産学官の結集による研究推進体制の整備
- ・ 理解増進に向けた国民との双方向コミュニケーション推進 など

遺伝子組換え農作物等の研究開発の進め方(最終とりまとめ)(案)



付表 遺伝子組換え農作物等の研究課題の「工程表」

1. 複合病害抵抗・多収性農作物(飼料用・バイオマスエネルギー用)

フェーズ	現状	2008	2009	2010	2011	2012	~2015	2016以降
4	複合病害抵抗・多収イネ (a)飼料用					開花性、超晩生性の集積	飼料用品種の実用化	
3							実用飼料品種の作出	
2							有効性の検証	
1	非組換えの多収系統に遺伝子導入した形質転換体の作出							
0								
4	(b)超多収バイオマスエネルギー用・飼料用							バイオマス用品種等の実用化
3								実用品種の作出
2								有効性の検証
1							形質転換体の作出	
0	繊維質の形成に関する遺伝子の単離、機能解明		超多収性、易エタノール変換性に関する遺伝子の単離、機能解明					

2. 不良環境耐性農作物

フェーズ	現状	2008	2009	2010	2011	2012	~2015	2016以降
4	乾燥耐性コムギ・水稻・陸稻							実用化
3							実用品種の作出	
2							有効性の検証	
1	形質転換体の作出							
0								

3. 機能性成分を高めた農作物

フェーズ	現状	2008	2009	2010	2011	2012	~2015	2016以降
4	機能性成分高蓄積イネ (例: 血圧、中性脂肪の調整効果のあるコメ)							実用化
3							実用品種の作出	
2							有効性の検証	
1	形質転換体の作出							
0								

4. 環境修復植物

フェーズ	現状	2008	2009	2010	2011	2012	~2015	2016以降
4	カドミウム等高蓄積植物							実用化
3								実用品種の作出
2							有効性の検証	
1							形質転換体の作出	
0	遺伝子単離・機能解明							

フェーズ(研究開発の段階)の表示について

- 4 商業化準備(地域適応試験、種苗登録等)
- 3 開発後期ステージ(戻し交配等による実用品種開発・改良)
- 2 開発中期ステージ(ほ場での効果検証)
- 1 形質転換体作成(実験室での効果検証)
- 0 遺伝子の単離・機能解明

「遺伝子組換え農作物等の研究開発の進め方
に関する検討会」最終取りまとめ（案）

平成19年12月

目次

はじめに	1
I. 遺伝子組換えを巡る国内外の現状と課題	
1. 遺伝子組換え技術の概要と現状	2
(1) 遺伝子組換え技術の可能性	
(2) 遺伝子組換え技術の安全性	
2. 遺伝子組換えを巡る世界の状況	3
(1) 遺伝子組換え農作物等の生産・流通状況	
(2) 遺伝子組換え農作物等の研究開発状況	
(3) 各国の状況	
3. 遺伝子組換えを巡る我が国の状況	4
(1) 遺伝子組換え農作物等の生産・流通状況	
(2) 遺伝子組換え農作物等の研究開発状況	
(3) 諸外国との関係	
4. 遺伝子組換え研究開発に係る課題	5
(1) 戦略的な研究開発方針の欠如	
(2) 強化すべき研究体制	
II. 研究開発の推進方針	
1. 重点化の考え方	6
(1) 重点化に当たっての基本的考え方	
(2) 遺伝子組換え技術の活用にあつての要件	
2. 重点資源配分分野と目標の設定	7
III. 実用化に向けた具体的プロセスと研究システムの改革	
1. 遺伝子組換え関連研究の重点化と工程管理体制の強化	8
(1) 研究資源の重点配分	
(2) 中長期的観点に立った基礎・基盤研究の推進	
(3) 司令塔機能の強化	
(4) 遺伝子組換え農作物等の栽培上の適切な管理の推進	
2. 研究の円滑・迅速な橋渡しシステムの構築	9
(1) 産学官の結集による研究の推進	
① 個人商店型研究開発から組織連携型研究開発へ	
② 連携の場の設定	
③ 民間企業、都道府県等との連携と積極的活用	
(2) 施設等の開放的有効利用と計画的整備	
3. 研究体制等の整備	10
(1) 研究人材の確保	
① 人材の掘り起し	
② 人材の育成	
(2) 研究者の柔軟な配置	
(3) 研究者の適正評価	
(4) 組織的なバックアップ体制の整備	
① 制度部門に関する組織的対応	
② 知的財産部門に関する組織的対応	
(5) 遺伝子組換え農作物等の商業栽培に向けた条件整備	
IV. 研究開発を進めるにあつて配慮しなければならない事項	
1. 国民理解と双方向コミュニケーション	12
(1) 遺伝子組換え技術に対する理解増進に向けたコミュニケーションの一層の推進	
(2) 研究サイドからの分かりやすい情報発信の取組み	
付表 遺伝子組換え農作物等の研究開発「工程表」	14

はじめに

遺伝情報の解読等のゲノム研究によって、遺伝子の種々の働きが明らかになるとともに、その成果は従来の農作物等品種改良技術への応用や品種判別技術への利用といった数多くの場面で本格的に活用され始めてきている。

こうした成果の出口の一つとして期待されているのが、遺伝子組換え技術であり、これに関する研究は、近年世界的に著しい進展を見せている。

世界の主要農業国が遺伝子組換え技術を品種改良の常法として利用している中で、我が国においても、イネをはじめ、農業上重要な遺伝子の機能解明等が進み、国際的に優位性を発揮できる分野が確立されつつある。こうした技術を品種改良に活用するための基礎的条件はほぼ整いつつあり、次の段階に進むことが可能となっている。

一方で、本技術に対しては様々な受け止め方があることから、国民生活の向上や持続的経済発展等を図る上で本技術をどのように利活用していくかは、正に我々の選択の問題ともなっている。

また、遺伝子組換え農作物等の生産・流通を巡る状況を俯瞰すると、商業栽培が開始されて十余年が経過した現在、世界全体の栽培面積は1億ha超（2006年；国際アグリバイオ事業団（ISAAA）調べ）と、我が国耕地面積の約20倍以上に相当する規模にまで普及・拡大し、主要生産国である米国においては、ダイズの約9割、トウモロコシの約7割、カナダにおいてはナタネの約8割が遺伝子組換え品種によって占められている。

このような中で我が国では、輸入しているダイズの約8割、トウモロコシの約9割は米国から、ナタネの約8割はカナダからのもので、遺伝子組換え農作物が我々の生活に深く関与しているにもかかわらず、国民の意識の中ではこのことが十分に認識され、受け入れられているとは言い難く、実態と意識が合致しない状況が続いてきた。

こうした状況を踏まえつつ、遺伝子組換え農作物等の研究開発の進め方に関する検討を行うことを目的に、本年5月に本検討会を立ち上げた。

5月以降6回の検討会において、独立行政法人、民間企業及び関係学会等からのヒアリングを行いながら、遺伝子組換え農作物等の研究開発の現状と課題の分析、研究開発を重点的に進めるべき分野と目標、効率的・効果的に研究開発を進めていくための方策について議論を進め、論点整理的に中間取りまとめを行い、8月に公表した。

また、9月以降は、本中間取りまとめを提供素材の一つとして、国民とのコミュニケーション活動を精力的に行い、議論を深めてきた。

このコミュニケーションの場においては、安全性に対する不安感や可能性に対する期待感を含め、遺伝子組換え技術に対する国民の様々な受け止め方について実際の生の声として把握することができるとともに、研究開発の推進方向やコミュニケーションのあり方等についての議論を深めることができた。

こうした経緯も踏まえ、11月以降3回の検討会においてさらに検討を重ね、今般、コミュニケーション活動で出された意見等も反映させながら、中間取りまとめにおいても強調された重点的に研究開発を進める分野について、その道筋の具体化の議論を集約する形で、最終取りまとめを行うものである。

I. 遺伝子組換えを巡る国内外の現状と課題

1. 遺伝子組換え技術の概要と現状

(1) 遺伝子組換え技術の可能性

遺伝子組換え技術による農作物等の品種改良は、有用な形質を導入したり、劣悪な形質を改良したりする点において、従来の品種改良技術（人為的な選抜や掛け合わせ(交雑)による育種法）と本質的な違いはない。

遺伝子組換え技術は、(i)導入遺伝子と表現型の関係が明確であることから、より確実かつ計画的に品種改良が可能である、(ii)有用な遺伝子を取り出し、農作物等に導入することによって、品種改良の範囲を大幅に拡大することが可能である、といったメリットを有している。

この技術を用いて、例えば、病虫害抵抗性、不良環境耐性、多収性、食品としての機能性が強化された新規農作物等の開発が可能となり、地球規模での食料・環境・エネルギー問題の解決に貢献することが期待される。

このように遺伝子組換え技術は、政策目標達成のための突破口となり得る可能性を秘めている。

しかしながら、本技術は、あくまでも目標達成のための手段の一つであることと、技術としての限界があることも認識する必要がある。

こうした点を念頭に置きつつ、今後の農政を展開していく上で、政策目標達成手段の一つとしての遺伝子組換え技術の位置付けを適時、明確にしていく必要がある。

一方で、本技術を最終的に受け入れるか否かは国民の選択に懸かっていると基本認識に立ち、本技術の可能性と政策的必要性について、国民に出来るだけ分かりやすく説明していくことも必要である。

(2) 遺伝子組換え技術の安全性

技術の先進性のために、遺伝子組換え技術については、新たに作出された遺伝子組換え農作物等が人の健康や環境に対して悪影響を及ぼす潜在的な可能性を否定できないとの指摘もされている。

このことに対しては、産業利用をする前段階で、雑草化や土壌微生物相など周辺環境に及ぼす影響、組み込んだ遺伝子や合成されたタンパク質の安全性、アレルギー誘発性などの食品としての安全性に関して、科学的な知見に基づく評価を関係法令に基づき実施している。

このような公的な承認手続きを経た遺伝子組換え農作物等だけが商業的に栽培・流通が認められる基本的仕組みは、世界共通のルールとして確立されている。

こうした状況を踏まえつつ、引き続き、安全性評価や信頼性の醸成につながる科学的知見の一層の充実に取り組んでいく必要がある。

以上のことから、遺伝子組換え技術と非組換え技術の特性を適切に評価することにより、それぞれのメリットを最大限活用していくことが重要である。

2. 遺伝子組換えを巡る世界の状況

(1) 遺伝子組換え農作物等の生産・流通状況

遺伝子組換え技術は、世界的にみて、近年最も急速に発達した品種改良技術の一つである。

遺伝子組換え農作物等は、商業化されて十余年が経過したが、この間、急速に普及し、現在の栽培国は22カ国、栽培面積は我が国耕地面積の約20倍以上に相当する1億haを超えるまでに至っている。

これらの農作物等のほとんどが、特定の遺伝子を利用したトウモロコシ、ダイズ、ナタネ、ワタの4作物であり、従来技術では成し得なかった除草剤耐性（特定の除草剤を撒いても枯れない）や害虫抵抗性（生物農薬成分を植物体内で作ることにより害虫の被害を受けにくい）といった新たな特性を備えている。

これらが急速に普及した理由は、除草に係る労力を大幅に軽減する、農薬の使用量を減らす、土壌浸食を引き起こす耕作作業を不要とするといったメリットが明確であって、これが生産者にとって大きな魅力となり、受け入れられたこと、除草等に係るコストの低減を通じて間接的に消費者メリットにもつながるものであったこと等によるものである。

また、直接口にする遺伝子組換え農作物については海外でも受け入れ難い声がある一方で、米国においては、飼料用や油糧用原料以外にも、生食用パパイアのほか、コーングリッツ、コーンフラワー、コーンスターチ等に用いるトウモロコシやソイミルク、ソイプロテイン等に用いるダイズといった食品工業上重要な原材料として使われている。

(2) 遺伝子組換え農作物等の研究開発状況

これまでは国際的なバイオ・メジャー企業が中心となって開発を担ってきたが、現在、各国で日持ち性や健康増進効果のある成分などの改良を加えた農作物、医薬成分を産生する農作物、バイオマスエネルギー産出に貢献する農作物等の研究開発に取り組んでいる。

さらに、顕在化している飢餓・栄養不足人口の解消という喫緊の課題に対処するため、遺伝子組換え技術を用いて、作付面積の拡大や単位面積当たり収量の増大を可能とすることによって食料生産を増やしたり、農作物の栄養の質を改善する取組みが行われている。

このように、近年、各国が遺伝子組換え農作物等の研究開発に積極的に取り組むようになった要因の一つとして、イネを始めとする農作物ゲノム情報の解読が進み、その成果の利活用が可能となったことが挙げられる。

イネゲノムについては、我が国主導の下、平成10年度から国際共同作業による解読が進められ、平成16年度に全塩基配列の解読を終え、その成果は、あらゆる作物研究の基盤的情報として、世界共有の財産となっている。

その後、各国はこの情報を基に、産業発展や国民生活向上に有用な遺伝子の機能解明等に取り組み、特許化等により知的財産の確保を図っている状況にある。

(3) 各国の状況

知的財産を巡る国際競争が激しくなっている中で、各国の状況をみると、米国は遺伝子組換え農作物等の実用化研究開発の最前線に位置している。

一方、欧州は非組換え農作物等との共存のためのルール作り等の条件整備を進めながら、実用化に向けた研究開発にも力を入れている状況にある。

また、中国は、従来からイネ等の実用化に向けた研究開発に着手してきたが、最近では国家予算の大幅な重点配分を実施している。

さらに、その他のアジア諸国においても、様々な食用・エネルギー用農作物の研究開発に力を入れ始めている。

3. 遺伝子組換えを巡る我が国の状況

(1) 遺伝子組換え農作物等の生産・流通状況

我が国の状況を見ると、商業栽培は現在確認されていないが、海外で生産された遺伝子組換え農作物等が主に飼料用や油糧用の原材料として輸入され、国内消費されている実態にある。

(2) 遺伝子組換え農作物等の研究開発状況

我が国の研究状況については、イネゲノム研究の成果によって、農業上重要な遺伝子の機能解明等が進み、品種改良に活用するための基礎的な条件はほぼ整いつつある状況にあるものの、この成果を次の段階の一つである遺伝子組換え農作物等の実用化に生かしきれていない。

現在、遺伝子組換え農作物等の研究開発に主体的に取り組んでいる独立行政法人試験研究機関にあっては、イネゲノム解読情報の成果に関して言えば、DNAマーカーなど従来の品種改良技術での利活用は相当程度なされているものの、遺伝子組換え農作物等の開発に関しては、商品開発をするまでに到っていない。

また、基礎研究部門の主力を担うべき大学等にあっては、研究成果が着実に実用化・商品化部門に受け渡されているとは言い難く、学術的な成果にとどまっている。

さらに、実用化・商品化部門の主力を担うべき民間企業等にあっては、遺伝子組換え技術に係る諸規制が厳しすぎるのではないかと、遺伝子組換え農作物等が国内市場に受け入れられないのではないかとといった悲観的展望から、研究投資のインセンティブを見出せず、遺伝子組換え研究開発から撤退をしたり、海外市場を志向する動きもみられる。同様に、都道府県試験研究機関にあっては、遺伝子組換え研究開発から撤退をしたところが

多い。

このように、国内研究機関は総じて消極的な取組みとなっている。

しかしながら、一部民間企業の中には戦略性を持って世界最先端の技術を用いた遺伝子組換え花きの商品化を行うところもある。

(3) 諸外国との関係

我が国が主導し、多大な資金を投入してきたイネゲノム解読の研究成果は、世界共有の財産として誰でも利活用できる状況にあるが、我が国が手をこまねいていれば、他国に利用されるばかりで、これら成果の大きな出口の一つである遺伝子組換え技術についても世界的に研究の遅れをとり、関連特許を押さえられることとなる。

このことにより、科学技術創造立国を標榜する我が国にとって、重大な国益の損失につながるおそれがある。

4. 遺伝子組換え研究開発に係る課題

(1) 戦略的な研究開発方針の欠如

遺伝子組換え農作物等の研究開発の推進に当たって、研究成果を農業生産や国民生活に適切かつ効率的に還元する上で、まず重要なことは、戦略性をもって研究開発を進めることである。

特に、遺伝子組換え農作物等の実用化に際しては、開発目標、ユーザー、導入遺伝子、導入方法から始まって、知的財産権をどのように確保・利用し、どのように最終製品の普及を図るかまでの首尾一貫した総合戦略が必要不可欠であり、それを欠いた研究開発は諸外国での事例を見ても実を結ばない。

こうした観点から見ると、現状は個々の研究者の取組みの域を出ておらず、具体的な実用化の道筋を踏まえた研究アプローチがとられているとは言い難い。

また、遺伝子組換え農作物等の研究開発全体を捉えた視点でも、実用化に向けた道筋の検討をどうするかといった俯瞰的かつ戦略的な議論が研究組織の中で実施されてきたとは言い難い。

遺伝子組換え農作物等を巡る現在の我が国の状況や実用化に向けて期間的にも予算的にも相当の投資を必要とすることを踏まえれば、民間主導で十分な競争力が確保できる領域については、これらの力を削がないように努めつつ、民間主導で実用化を進めるのが困難な領域については、当面、国が主導して進めなければならない。

こうしたことから、中長期的な視点に基づいて、国が強いリーダーシップを発揮して、明確な目標とともに、海外の模倣ではない、我が国独自の遺伝子組換え農作物等の実用化に向けた研究開発の方針を示すことは、個々の研究者にとっても我が国の研究開発全体にとっても、有用な羅針盤となる。

また、このことは、稲作を中心にした農業生産面はもとより、バイオマス利用等の面で我が国とのパートナーシップが期待されるアジア諸国の将

来にも役立つことが考えられる。

(2) 強化すべき研究体制

現在の我が国の状況下では、遺伝子組換え農作物等の実用化に向けた研究開発を一研究機関あるいは一研究者集団のみで担うのはおよそ不可能である。

遺伝子組換え農作物等の研究開発については、安全性評価のための手続きや、最終的な社会の受容といった、研究開発だけにとどまらない活動を必要とし、一研究者がこうした活動に忙殺されないためにも、組織的支援が必要不可欠となる。

しかしながら、我が国での研究実態は、基礎研究と実用化研究の部門間の連携や組織的支援がないまま、実用化研究が頓挫している事例が少なくない。

また、民間企業や都道府県試験研究機関等が遺伝子組換え農作物等の実用化研究に消極的であることに加え、大学や独立行政法人試験研究機関間の組織的な連携も十分に図られているとは言い難い状況にある。

こうした消極的な雰囲気が国内に蔓延することによって、研究者個々人の研究意欲の低下や、海外流出、若手研究者の参入阻害につながる。

ひいては、遺伝子組換え研究に携わる者全体の資質の低下も招きかねず、知的資源としての国力の喪失につながる。

Ⅱ. 研究開発の推進方針

1. 重点化の考え方

(1) 重点化に当たっての基本的考え方

国が主導すべき領域について、遺伝子組換え農作物等の実用化に向けた研究開発を行うに当たっては、限られた研究資源・体制の下で、世界に伍していくことが可能な研究成果や知的財産を効果的・効率的に生み出せるように、「選択と集中」の考え方に沿って、重点化を図る必要がある。

重点化に当たって重要なことは、消費者・生産者等のニーズとそれを踏まえた政策が明確に存在することであり、遺伝子組換え技術を用いることによる政策の実現可能性（研究シーズによる科学的な裏付け）があることが大前提となる。

また、本技術を導入しなければ実現できないものや達成できないものに特化することも前提条件と言える。

さらに、産学官の結集によるオールジャパン体制での研究推進を図る観点から、政策ニーズに合致した研究シーズを民間企業や大学、独立行政法人試験研究機関等から幅広く掘り起こす必要がある。

(2) 遺伝子組換え技術の活用にあたっての要件

こうした前提を踏まえた上で、具体的な実需者を想定し、明確な目的を

定めるとともに、以下に掲げる要素についても総合的に勘案しつつ、さらに重点化の絞込みを行う。

- ① 政策的な重要性
- ② 研究成果の社会的・経済的価値と研究開発から消費に至るまでの様々なコストとのバランス（交雑・混入防止に要するコストや知的財産権取得に要するコスト等を含んだ形での費用対効果）
- ③ 消費者・生産者等の受容の可能性（並行して国民との双方向コミュニケーションを実施して受容の可能性を把握）
- ④ 実用化・商品化を担う関係機関との協力体制の確保の可能性

また、実用化に向けた研究開発においては、生産者に安心して栽培してもらえ、消費者に安心して買ってもらえる状況を作ることが何よりも重要である。

このため、葉緑体への遺伝子導入、閉花受粉技術等の花粉による交雑を低減する技術や遺伝子組換え農作物の検知技術など我が国独自の取り組みとして、安全・安心につながる技術開発を早急に進める必要がある。

これら重点分野とされた遺伝子組換え農作物等研究については、国のプロジェクト研究予算などを重点的に活用することにより、研究の加速化を図り、効果的・効率的推進を図るものとする。

2. 重点資源配分分野と目標の設定

以上の考え方にに基づき、現時点で考えられる重点分野を示す。

<基礎・基盤研究>

- ◆基礎・基盤研究分野として、交雑低減技術開発（葉緑体への遺伝子導入、閉花受粉技術等）や染色体の意図する場所への遺伝子導入技術開発

<実用化に向けて短中期的な研究成果が期待できるもの>

- ◆減農薬など低環境負荷、低コスト、労働力軽減への貢献が期待される複合病害虫抵抗性農作物の開発（超多収農作物等との掛け合せによる利用も想定）（例えば、糸状菌と細菌の両方に効果のある複合病害抵抗性イネなど）
- ◆国際貢献に寄与し、地球温暖化、耕地の乾燥化、突発的な冷害などの環境変動にも対応し得る不良環境耐性農作物等の開発（例えば、乾燥・塩害耐性イネなど）
- ◆国産農産物の需要拡大に貢献し、健康増進効果のある機能性成分を高めた農作物の開発（例えば、栄養価や特定の成分量を高めたコメなど）

＜実用化に向けて中長期的な取組みを要するもの＞

- ◆水田の高度利用と食料自給率向上に貢献し、超多収と機能性を付加した低コスト・高付加価値飼料作物の開発（例えば、超多収イネ科飼料作物など）
- ◆環境の改善に貢献する、有害化学物質の吸収・分解や重金属の高蓄積等を行う植物の開発（例えば、カドミウム高吸収植物など）
- ◆国産バイオ燃料の増大に貢献する、高収量で低リグニンなどエネルギー変換に優れた植物の開発（例えば、超多収サトウキビなど）

※下線部はおおむね5年後に実用化の目途が立ちそうな農作物

上記に示した重点分野について、具体的な研究課題ごとの研究目標と工程を代表例として示した表を巻末に添付した。

今後はこの付表に従い、我が国の産学官の研究勢力を結集する形で実用化に向けた研究開発を推進するとともに、工程管理を責任ある体制の下で計画的に行う。

なお、国内外の社会情勢の変化に適切に対応するために、必要に応じて、重点分野の内容を見直す。

Ⅲ. 実用化に向けた具体的プロセスと研究システムの改革

1. 遺伝子組換え関連研究の重点化と工程管理体制の強化

(1) 研究資源の重点配分

世界的な研究水準の維持・確保と研究成果の社会への迅速な還元を図ることを念頭に、研究開発の推進方針の重点化の考え方に基づき、重点化すべき研究に集中的に予算等の資源配分を行い、研究成果を迅速かつ効率的に生み出していくことが重要である。

(2) 中長期的観点に立った基礎・基盤研究の推進

基礎・基盤研究については、現下の課題への対応の視点だけでなく、中長期的な観点から取り組むことが肝要であり、国内外にある研究シーズの発掘を行うことによって、研究の裾野を広げ、今後の社会ニーズの変動にも迅速かつ柔軟に対応できる足腰のしっかりした研究体制を整える必要がある。また、国際的にも水準の高い専門的技術（作目に合わせた形質転換体作出法等）を備えた研究機関を拠点とした基礎・基盤研究を進める必要がある。

(3) 司令塔機能の強化

研究分野の重点化、予算等資源の集中配分等により、我が国遺伝子組換え

え研究開発の方向を国主導で誘導するとともに、国の司令塔体制とオールジャパンでの産学官連携推進体制を整備する必要がある。

国は、このような司令塔体制の下で、関係各府省の連携の下、全体運営や遺伝子組換え研究推進に関して、戦略的な基本方針を掲げて、強力なリーダーシップを発揮する必要がある。

(4) 遺伝子組換え農作物等の栽培上の適切な管理の推進

国民の懸念や関心に適切に応えるためにも、遺伝子組換え研究開発を行う研究機関にあっては、周辺住民等の理解を得ながら円滑に研究を推進する観点から、周辺栽培作物との交雑・混入防止や情報提供等を内容とする栽培実験指針を引き続き遵守するとともに、適切な管理の推進について対外的に明示していくことが重要である。

2. 研究の円滑・迅速な橋渡しシステムの構築

(1) 産学官の結集による研究の推進

個人や小グループによる研究推進体制を見直し、産学官の結集によるオールジャパン体制での骨太な研究推進体制を再構築する必要がある。

また、遺伝子組換え技術は異分野の融合により、研究の飛躍的發展を可能にすることから、医、理、工あるいは社会科学等農以外の分野との連携を促進する必要がある。

さらに、実用化までのプロセスを踏まえれば、研究部門内においても、形質転換体の作出等を担う基礎研究部門と育種を担う実用化研究部門との連携を強化する体制を構築していく必要がある。

① 個人商店型研究開発から組織連携型研究開発へ

これまでは研究者個人や小グループが実用化を目指した研究開発に取り組んできたが、独立行政法人間も含めて組織横断的な連携が希薄であったため、研究が頓挫することも多かった。

このため、独立行政法人間のもとより、民間企業、大学等を含めた組織間の連携・分担を促進するとともに、十分な研究開発投資ができない民間企業や都道府県等の試験研究機関への支援や、アジアなどの海外研究機関との連携も視野に入れて、組織連携型の推進体制に再構築していく必要がある。

② 連携の場の設定

専門分野が異なる研究者同士の連携を図る目的から、学会横断的な連携の場を設置する必要がある。

これらの場における情報交換等を通じて連携を強化する際は、一部関係者による閉じた場とするのではなく、多くの者が参画できるオープンな環境とすることが重要である。

③ 民間企業、都道府県等との連携と積極的活用

例えば、遺伝子組換え技術を用いて機能性成分を高めた農作物の研究開発を行うような場合、研究成果を商品として流通・販売させるためには、民間企業との連携が不可欠である。

特に、医薬品を目的とした研究開発の場合には、医薬品企業や医療関係者との連携が必要不可欠である。

このため、研究開発の早い段階から、関連企業との連携や役割分担を図りながら、研究を進める必要がある。

また、開発された農作物の普及を考えた場合、生産現場に近い都道府県等地方公共団体の協力が必要である。主要農作物種苗の生産・流通も担うこれら地方公共団体等との連携についても、十分に念頭に置く必要がある。

(2) 施設等の開放的有効利用と計画的整備

遺伝子組換え農作物等の研究開発を実施する際には、関係法令に基づき、第1種使用（非閉鎖系での利用）のための隔離圃場や第2種使用（閉鎖系の施設内での利用）のための閉鎖系温室・特定網室の施設を必要とする。

これらのほ場や温室等については、我が国では独立行政法人が最も整備されている状況にあることから、それら施設の一部を施設が足りていない民間企業や大学等に共同研究を介して開放することにより、その研究開発を促進することが必要である。

また、実用化に向けて必要なほ場や施設等については、中長期的視点に立ち、必要量等を見極めた上で、計画的に整備することが必要である。

3. 研究体制等の整備

(1) 研究人材の確保

① 人材の掘り起し

遺伝子組換え技術は農作物品種改良に有効な手段であるにもかかわらず、実用化に向けた研究人材は不足している。

一方、遺伝子組換え技術に精通している研究者は潜在的に少なくないため、人材の不足を補う上で、このような研究者を実用化研究分野に優先的に取り込んでいく必要がある。

② 人材の育成

実用化研究分野の研究人材の育成の観点からは、留学制度の弾力的な運用や、研修研究員の受入れ体制の整備等を通じて、遺伝子組換え農作物等研究開発に関する専門的・実践的な技術を習得・移転するための取組みを強化する必要がある。

(2) 研究者の柔軟な配置

研究機関にあっては、科学技術力の基盤となる「人」に着目して、優れた人材を育て活躍させるとの基本理念の下、研究者が自らの創意工夫で研

究を進めることを妨げないよう配慮する一方で、社会ニーズに対応して、様々な問題を解決するための研究を行わなければならないことから、「やりたい研究」ではなく「やらなくてはならない研究」が実施され、研究成果を組織全体で生み出すような、研究者の柔軟な配置が可能となるような体制整備に配慮する必要がある。

(3) 研究者の適正評価

研究機関にあっては、研究者のインセンティブに働きかけるため、研究者の評価に当たり、政策ニーズに柔軟に対応し、成果に確実につながる研究が行われている点を重視する必要がある。

また、研究を実施する職務の他に、コーデックス、OECD等の遺伝子組換えの国際基準に関する国際会議への出席、国民との対話活動への参画等、研究以外の場面においても果たすべき役割があることを十分に認識した上で、適正に評価を実施すべきである。

さらに、研究を円滑に進めるためには、技術的な知見のみならず、制度的な知見や対応も必要となることから、このような観点も研究者の評価に加味する必要がある。

(4) 組織的なバックアップ体制の整備

① 制度部門に関する組織的対応

いわゆるカルタヘナ法等に基づく手続きの遂行、非閉鎖系での試験を行う際の近隣住民への説明会への対応等研究を円滑に行うために必要な活動については、当該研究者のみに委ねるのではなく、研究機関が全面的に支援する必要がある。

また、遺伝子組換え技術を取り巻く関連諸制度についての知見の取得を促進し、技術的な面のみならず制度的な面についても対応可能な専門家人材を育成・活用する必要がある。

② 知的財産部門に関する組織的対応

研究を進める過程においては、費用対効果、防衛的意義等を勘案しながら、新たに自ら技術を開発し権利化すべきか、あるいは、知的財産権を保有する他者からの許諾等技術移転により進めるべきか等の選択といった知的財産に関する戦略的な検討が必要である。

こうした知的財産に関する基本的考え方の整理や進め方等については、組織内の知的財産部門、産学官連携部門及び技術移転部門と研究開発部門が一体となった研究機関全体での組織的な対応と併せ、実用化に向けて産業界との橋渡し役を担ういわゆる“目利き”人材の育成も重要である。

(5) 遺伝子組換え農作物等の商業栽培に向けた条件整備

遺伝子組換え農作物の栽培に消極的であった欧州においても、現在、その栽培が拡大しており、遺伝子組換え農作物と非組換え農作物との交雑や

混入を防止し、両者が「共存」するための政策が検討されている。

我が国においては、現在のところ遺伝子組換え農作物の商業栽培は行われていないが、現下の社会情勢の下で、遺伝子組換え農作物の実用化を図っていくためには、こうした欧州における共存政策も参考にしながら、国内での遺伝子組換え農作物の栽培・流通に関する条件整備を進めていく必要がある。

また、そのためには、客観的なデータ等科学的根拠に基づき、社会科学的な観点も加えた検討を重ねていく必要がある。

IV. 研究開発を進めるに当たって配慮しなければならない事項

1. 国民理解と双方向コミュニケーション

(1) 遺伝子組換え技術に対する理解増進に向けたコミュニケーションの一層の推進

国民の多くは、遺伝子組換え技術の内容、安全性を担保するための法制度の存在等遺伝子組換えに関する実情を十分に知らないこともあり、遺伝子組換え農作物を原料とする食品を食べることや、栽培や種子のこぼれ落ちによる生態系への影響、非組換え作物等との交雑に対して、不安感を抱いている。

また、科学的な根拠の有無にかかわらず、食品の安全性や生態系への影響等に対する懸念を指摘した情報に接することによって、遺伝子組換え技術に対する不信感を増幅させている。

一方において、科学的データに基づく本技術の内容、安全管理の実態、国際的な利用状況等に関する情報に接することによって、遺伝子組換え技術の有効な利用方法等を考える機運も生じてきている。

こうした意識は、遺伝子組換え農作物等を栽培する生産者、加工・販売する実需者、最終利用する消費者に共通したものである。

このため、遺伝子組換え技術について、信頼でき、正しい情報提供を通じた、一層効果的な国民とのコミュニケーション活動を強力に推進していくことが必要不可欠である。

具体的には、遺伝子組換え技術の内容や技術のメリット・限界を分かりやすく説明する一方で、国民の意見を聴きながら実用化に向けた取組みを進めるといふ双方向性に意を用いた丁寧なコミュニケーションの取組みが重要である。

また、これら活動に際しては、議論の進行や解説役を担うコーディネーターやファシリテーターが活動の成否に重要な役割を果たすことから、これらの人材養成を進めることも必要である。

こうしたコミュニケーション活動を効果的・継続的に実施することによって、国民の間にも、遺伝子組換え技術に対する「認知」「許容」から、実用化に際しての問題点や利用のあり方など実践的な議論ができる土壌が醸成されていくことが期待できる。

(2) 研究サイドからの分かりやすい情報発信の取組み

国民に対して、遺伝子組換え技術のメリットの他に、交雑・混入防止に要するコスト等の対応策も含めて正確な情報を伝えることが肝要である。

そのためには、社会と科学の接点に立ち、科学的知見に基づき、国民に分かりやすく説明する役割を担うサイエンスコミュニケーターの育成が重要である。

また、個々の研究者にあっても、研究の側だけで閉じた活動を行うのではなく、研究活動の一環として自らが積極的に国民への情報発信や対話に取り組む意識改革が求められる。

その際、研究の側から国民への対話を効果的に行うためには、コミュニケーション技術の訓練やマスコミに対する時機を得た分かりやすい情報提供等に積極的に取り組むことが不可欠である。

さらに、いわゆる国民の「理科離れ」が懸念されている中で、バイオテクノロジー教育の充実も重要となる。

付表 遺伝子組換え農作物等の研究開発「工程表」

○工程表を示した重点課題の事例

本文Ⅱの2で示した重点資源配分7分野について、分かりやすく研究開発の方向性を明示し、研究開発を効率的・効果的に推進する観点から、7分野を実践的に組合せる形で重点課題を以下のとおり示す。

1. 複合病害抵抗・多収性農作物(飼料作物・バイオマスエネルギー用作物)
2. 不良環境耐性農作物
3. 機能性成分を高めた農作物
4. 環境修復植物

それぞれの課題について、我が国におけるこれまでの研究蓄積から見て、技術的に実現可能性の高いと考えられる作物を先発例として、その実用化にかかる工程を示した。例示した作物の先発例に、他作物の実用開発が追随する。

[工程表における研究開発の段階（フェーズ）の表示について]

遺伝子組換え農作物の研究開発は段階を踏みつつ実施する。遺伝子の単離から実用品種の作出までの工程において、いつの時点でどの段階まで進むかを分かりやすく明示するため、研究開発の進捗をフェーズ0から4までの5段階に分けて整理した（全ての遺伝子組換え農作物が実用化までに必ずしも全フェーズを経る必要があるものではない）。

フェーズ	開発段階
フェーズ0	遺伝子の単離・機能の解明（形質転換体未作成）
フェーズ1	形質転換体の作成（実験室での効果の検証）
フェーズ2	開発中期ステージ（ほ場段階での効果の検証＝第1種使用承認）
フェーズ3	開発後期ステージ（戻し交配等による実用品種の開発・改良）
フェーズ4	商業化準備（地域適応性試験、種苗登録等）

この中で、フェーズ2においては、カルタヘナ法に基づく環境影響評価（隔離ほ場、一般ほ場）を必要とし、並行して、食品衛生法や飼料安全法に基づく食品や飼料の安全性審査の手続きを必要とする。

また、フェーズ2以降の野外試験に当たっては、「第1種使用規程承認組換え農作物栽培実験指針」等に基づき、一般農作物との交雑・混入防止措置を講じるよう努める必要がある。

1. 複合病害抵抗・多収性農作物(飼料作物・バイオマスエネルギー用作物)

作物	フェーズ	現状	2008	2009	2010	2011	2012	～2015	2016以降	
複合病害抵抗・多収イネ (a) 飼料用	4						閉花性、超晩生性の集積	飼料用品種の実用化		
	3						実用飼料品種の作出			
	2						有効性の検証			
	1	非組換えの多収系統に複合病害抵抗性遺伝子を導入した形質転換体の作出						◇一般ほ場栽培のための生物多様性影響評価の承認 ◇飼料安全性の確認 ◇食品安全性の確認(意図せぬ交雑等に備えた対応)		
	0				◇隔離ほ場栽培のための生物多様性影響評価の承認					
(b) 超多収バイオマスエネルギー用・飼料用	4								バイオマス用品種等の実用	
	3								実用品種の作出	
	2								有効性の検証	
	1						形質転換体の作出			
	0	繊維質の形成に関する遺伝子の単離・機能の解明			超多収性・易エタノール変換性に関する遺伝子の単離・機能の解明					

[開発の必要性]

- ・飼料作物、バイオマスエネルギー用作物は、食料自給率の向上やエネルギー需要増への対応等の観点から農政上の重要な戦略的作物であり、これらの用途においては大幅な低コスト化及び生産性向上が課題
- ・このため、従来の交配育種で達成困難な単位面積当たりの収量の向上、画期的な減農薬・省力化(投入資材コスト・労働力の低減)技術を組み合わせた農作物を開発
- ・具体的には、(a)倒伏耐性多収系統(非組換え)イネに糸状菌と細菌に効果のある病害抵抗性遺伝子を導入し、さらに非組換え技術により閉花性(花粉がほとんど飛散しない)及び超晩生性を付与した複合病害抵抗性・多収の飼料用イネを開発
- ・中長期的には、(a)の成果も活用しつつ、(b)超多収性遺伝子及びエタノール変換効率向上(リグニン等の改変)形質関連遺伝子の単離・機能解明を進め、これら形質をさらに付与したイネをはじめとする超多収のバイオマスエネルギー用作物を開発

[克服すべき課題]

- ・既存の知的財産権への対応
- ・「多収」、「複合病害」、「閉花」等の専門チームによる分業体制と司令塔体制の整備
- ・生物多様性影響評価、飼料・食品安全性評価試験等のための環境(隔離温室や隔離ほ場等の施設、研究支援体制、法的審査対応等)の整備
- ・栽培流通における非組換え農作物との区分管理の仕組みの整備

2. 不良環境耐性農作物

作物	フェーズ	現状	2008	2009	2010	2011	2012	～2015	2016以降
乾燥耐性コムギ・水稲・陸稲	4							実用化	
	3						実用品種の作出		
	2			有効性の検証					
	1	形質転換体(コムギ、水稲、陸稲)の作出							
	0			◇各国における安全性評価の申請					

[開発の必要性]

- ・世界的に農地の砂漠化、水資源の枯渇化が進行、さらに、世界人口が途上国を中心に増加、また、近年、バイオマス燃料需要の増大、食料需要の増大等により穀物価格が高騰
- ・我が国の食料の安定供給及び我が国の優れた技術を活かした国際協力推進の観点から、世界の食料の安定生産が喫緊かつ重要課題であり、特に、少雨地帯で灌漑整備がなされていない土地を中心に可耕地を拡大することが必要
- ・このため、こうした海外地域での生産・流通を前提に、従来の交配育種では達成困難な、乾燥・塩害耐性等の不良環境耐性機能を付与したコムギ・イネ等の農作物を開発

[克服すべき課題]

- ・海外研究機関との協力体制の確立
- ・当該作物の栽培・流通に関係する国における安全性評価への対応
- ・知的財産等を含む普及展開戦略の構築

3. 機能性成分を高めた農作物

作物	フェーズ	現状	2008	2009	2010	2011	2012	～2015	2016以降
機能性成分高蓄積イネ	4							実用化	
	3					実用品種の作出			
	2			有効性の検証					
	1	形質転換体の作出					◇一般ほ場栽培のための生物多様性影響評価の承認		
	0			◇隔離ほ場栽培のための生物多様性影響評価の承認			◇食品安全性の確認 ◇飼料安全性の確認 (◇特定保健用食品の申請)		

[開発の必要性]

- ・近年、国民の健康志向の高まりを受けて、全国の産地では機能性を有した様々な農作物の栽培や商品開発が行われており、これら新食品等の市場規模は今後さらに拡大の見込みであり、これらを通じ、我が国農業や食品産業の活性化を図ることが重要
- ・このため、イネの胚乳などに外来タンパク質を高発現させるシステムを活用しながら、従来の交配育種では達成困難な、栄養価や成分等の面で画期的な形質を付与した健康増進効果のある機能性を有した農作物(例えば、血圧や中性脂肪の調整に効果のあるコメ)を開発

[克服すべき課題]

- ・既存の知的財産権への対応
- ・組換え体の優良系統を選抜するための評価試験や育成材料の世代促進、生物多様性影響評価試験等に必要な施設及び実施体制の整備
- ・開発段階からの食品規制部局や民間企業との連携(食品・飼料安全性の確認、特定保健用食品等の承認に必要なデータ収集、申請及び審査への対応、生産・流通・販売方法の検討等を含む)
- ・栽培・流通における非組換え農作物との区分管理の仕組みの整備

4. 環境修復植物

植物	フェーズ	現状	2008	2009	2010	2011	2012	～2015	2016以降
カドミウム 等高蓄積植物	4								実用化
	3								実用品種の 作出
	2							有効性の検証	
	1		形質転換体の作出					◇一般ほ場栽培 のための生物多 様性影響評価の 承認	
	0	遺伝子の単離・ 機能の解明					◇隔離ほ場栽培 のための生物多 様性影響評価の 承認		

[開発の必要性]

- ・現在行われている農地土壌のカドミウム対策は主に客土であるが、コスト高、客土の調達、客土後の地力回復等の問題があるところ
- ・植物を用いたファイトレメディエーションの研究も行われているものの、吸収能力が低いため、客土法等に代わる実用段階には至らず
- ・このため、従来の交配育種では達成困難な、カドミウムや POPs(残留性有機汚染物質)等の有害物質吸収蓄積能力が極めて高い植物(例えば、カドミウム高吸収イネなど)を開発
- ・当面は、カドミウム等の有害物質耐性や輸送に関わる遺伝子を高発現させた形質転換体の作出を目標に実用化を目指す

[克服すべき課題]

- ・既存の知的財産権への対応
- ・当該分野に係る我が国研究勢力の結集
- ・栽培等における同種食用作物との区分管理の仕組みの整備
- ・植物種によっては、閉花性、雄性不稔性等の交雑防止技術の付与を併せて検討

参考資料

(参考1) 検討会委員

(五十音順、敬称略)

有田 芳子 主婦連合会環境部長

石井 茂孝 キッコーマン株式会社顧問
(座長代理) (財)野田産業科学研究所副理事長兼専務理事

内宮 博文 東京大学分子細胞生物学研究所教授
(財)岩手生物工学研究センター所長

貝沼 圭二 農林水産技術会議委員
(座長) 元 国際農業研究協議グループ(CGIAR)科学理事会理事

小池 一平 全国農業協同組合連合会営農総合対策部長

篠崎 一雄 (独)理化学研究所植物科学研究センター長

武田 和義 岡山大学資源生物科学研究所所長
日本学術会議会員

田畑 哲之 (財)かずさDNA研究所副所長

廣塚 元彦 不二製油株式会社研究開発本部フードサイエンス研究所所長

三石 誠司 宮城大学食産業学部教授

山本 和子 フリージャーナリスト
(有)農業マーケティング研究所所長

(参考2) 検討会開催状況

日時	検討会	検討内容
5月22日(火)	第1回	・研究開発を巡る現状と課題
5月28日(月)	第2回	・ヒアリング① －独立行政法人（農研機構、生物研）の取り組み状況 ・ポストイネゲノム研究の進め方について
6月5日(火)	第3回	・ヒアリング② －民間企業の取り組み状況
6月14日(木)	第4回	・ヒアリング③ －大学等の取り組み状況 －世界の状況（農林水産政策研）等
7月3日(火)	第5回	・主要論点整理と取りまとめ方向
7月9日(月)	第6回	・中間取りまとめ（案）の検討
11月12日(月)	第7回	・コミュニケーション活動状況と主要意見 ・重点研究開発分野の工程表の考え方
12月3日(月)	第8回	・実用化に向けた道筋の検討 ・工程表の検討
12月17日(月)	第9回	・最終取りまとめ(案)の検討