

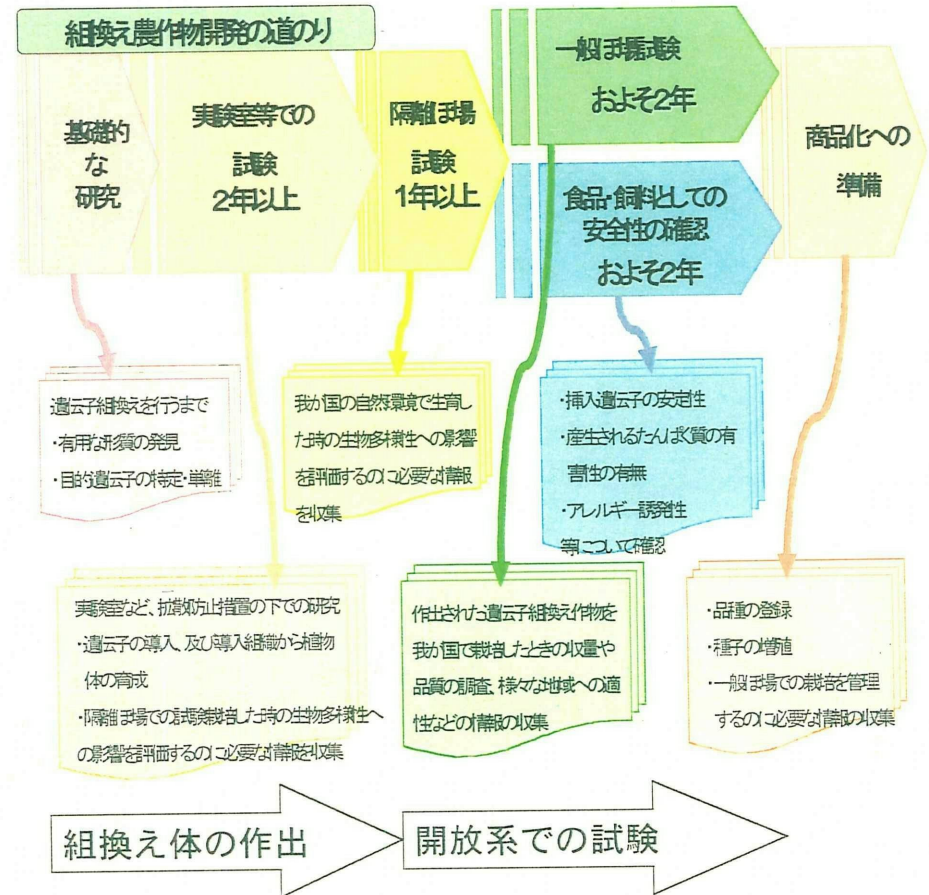
2. 研究開発等の状況

(1) 国内の状況

○ 従来の育種技術も遺伝子組換え技術も、どちらも有用な形質をもたらす遺伝子を人工的に集積しようとするもの。

- 遺伝子組換え技術は、従来の育種技術と比較して、
- ① 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農作物の改良が可能
 - ② 有用な遺伝子を取り出し、農作物に導入することで、農作物の改良の範囲を大幅に拡大
 - ③ 交雑を重ねる必要性がないため、従来よりも短期間で形質転換体の作出が可能といったメリット。

○ 遺伝子組換え農作物の開発に当たっては、実験室から隔離圃場、一般圃場へと段階的に試験研究を進め、各段階ごとに安全性を確認。



① イネゲノム等の基礎研究

○ 10カ国の共同で推進されたイネゲノム完全解読（平成16年12月完了）において、我が国の貢献は55%と中核を担い、約3万2千種の遺伝子の存在を推定。

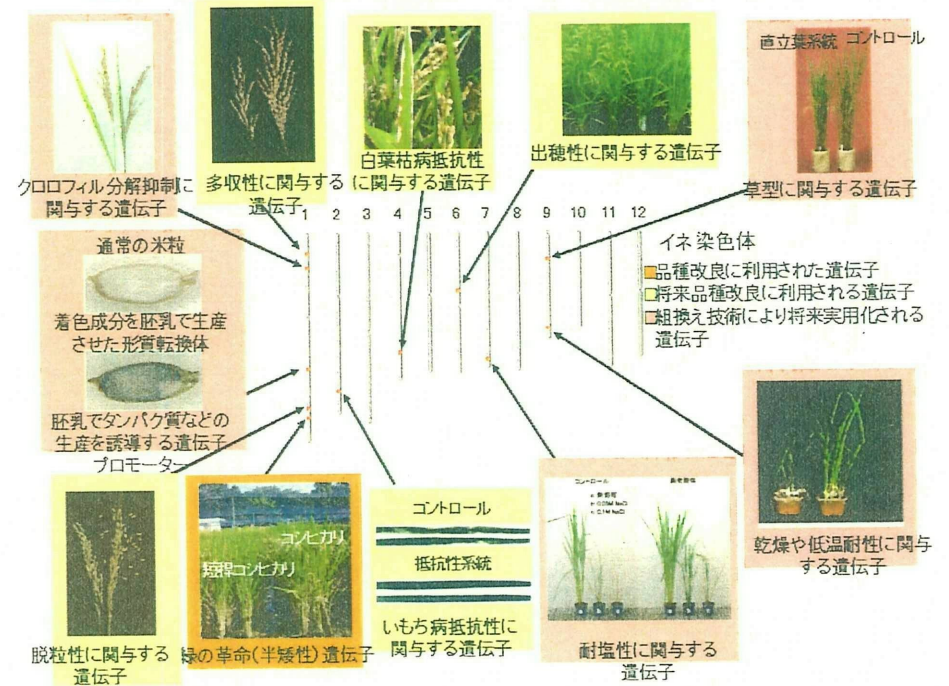
○ 我が国の強味となるこの成果を土台にして、有望育種系統の素材となる有用遺伝子の機能解明に精力的に取り組む、現在、約100件の関連特許を出願。

○ このように、イネゲノム研究成果の社会還元に向けて着実に研究が進められており、有用遺伝子の機能解明の加速化等からさらに次のステージに進むことが可能な段階。

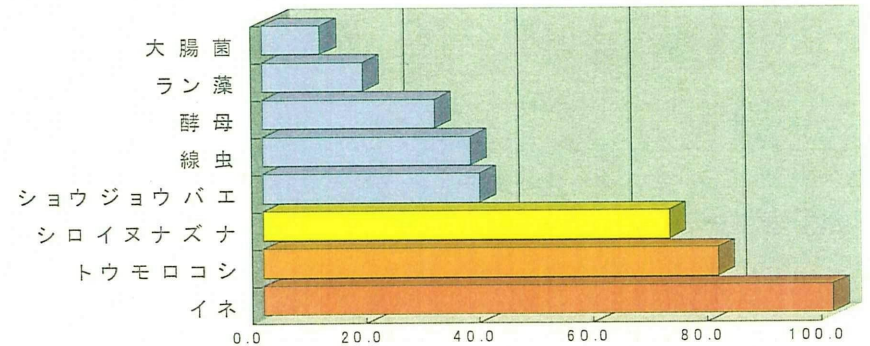
○ こうしたゲノム研究の具体的な成果の出口として、育種面においては、DNAマーカー選抜育種技術による従来育種方法の効率化とともに、有用な遺伝子を組換え技術により導入した形質転換体の作出が挙げられる。

○ イネ遺伝子の単離及び機能解明の進捗状況

イネゲノム情報を利用して同定された重要形質遺伝子（農水省関連プロジェクトの成果）



○ イネ遺伝子と他の生物遺伝子との重複



② 遺伝子組換え農作物の実用化研究開発

○ 現在、我が国で遺伝子組換え農作物の実用化までを視野に入れた研究開発に取り組んでいるのは、主として独立行政法人試験研究機関と一部の大学、民間企業。

○ 研究開発費用や国民感情等の関係で、多くの民間企業や都道府県試験研究機関が遺伝子組換え研究開発から撤退。

○ 現時点において、我が国で開発され商品化された遺伝子組換え農作物は、民間企業による色変わりの花き（カーネーション）のみ。
独立行政法人試験研究機関等による遺伝子組換え農作物は商品化に至っておらず、主な研究開発の進捗状況は、次頁以降のとおり。

○ 組換え農作物等の研究開発に取り組む主要機関

主要機関名	主な取り組み
農林水産省所管 独立行政法人 (農研機構、農業生物資源研究所、国際農研センター)	<ul style="list-style-type: none"> ・花粉症緩和米など機能性作物の開発 ・不良環境耐性イネ・コムギの開発 ・各種農作物の実用化に向けた研究(イネ、野菜、果樹、飼料、花き等)
農林水産省所管以外の 独立行政法人等	<ul style="list-style-type: none"> ・ミヤコグサ、トマト等作物の遺伝子機能の解析 ・メタボローム解析、転写因子制御技術の開発 ・植物工場による有用物質生産
大学、共同利用研 (奈良先端大、京都大、名古屋大、東大、茨城大等)	<ul style="list-style-type: none"> ・植物科学分野の基礎研究中心 ・一部大学で実用化に向けた研究(環境耐性作物)を実施
民間企業	<ul style="list-style-type: none"> ・色変わり花きの開発 ・その他食品、農薬、種苗、発酵関連企業等が関心を持っているが、組換え作物研究に消極的

○ 撤退の事例

- ・ A県農試が、除草剤耐性イネ(祭り晴)のほ場試験を中止(平成14年)
- ・ O社が、酒造用あるいは腎不全患者向け食用の低グルテリン米の研究開発から撤退し解散(平成15年)

<機能性農作物>

- 新産業や新たな需要の創出につながることを目的に、独立行政法人試験研究機関を中心に、健康増進等の新たな機能性を備えた農作物を開発中。

- このうち、花粉症に効果のあるコメについては、医薬品としての出口を念頭に、現在、隔離圃場試験とともに、動物を対象とした有効性と安全性の評価を実施中であり、これらの結果を踏まえ、ヒトに対する安全性と有効性試験への移行を計画。

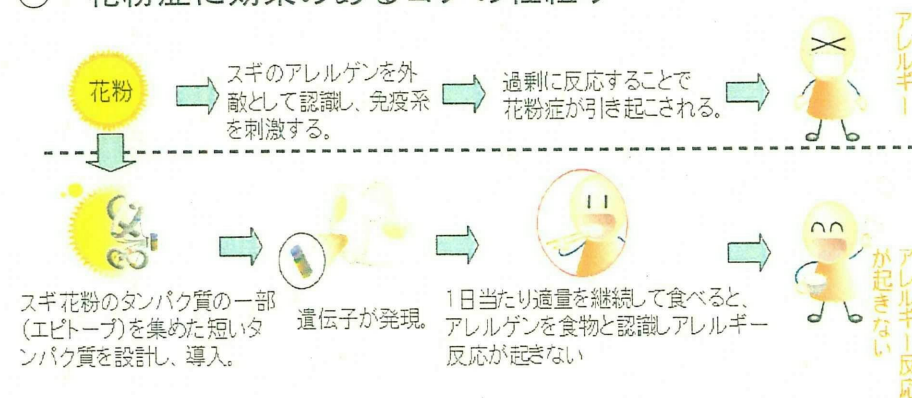
- これら機能性農作物については、特定の消費ニーズが見込まれる反面、例えば、医薬品の場合は薬事法等に基づく枠組みに則って、所要の手続きと期間・費用を伴う。

- また、製品化・商品化を踏まえれば、研究開発段階からの民間企業との連携が必要不可欠。

○ 機能性農作物の開発の事例

農作物	開発機関	進捗状況
花粉症に効果のあるコメ	農林水産省所管 独立行政法人	隔離ほ場試験中
乳由来ペプチド含有コメ		組換え体を作成
ダイズグロブリン含有コメ		組換え体を作成
コエンザイムQ10を強化したコメ		組換え体を作成
GABA(γアミノ酪酸)を強化したコメ		組換え体を作成

○ 花粉症に効果のあるコメの仕組み



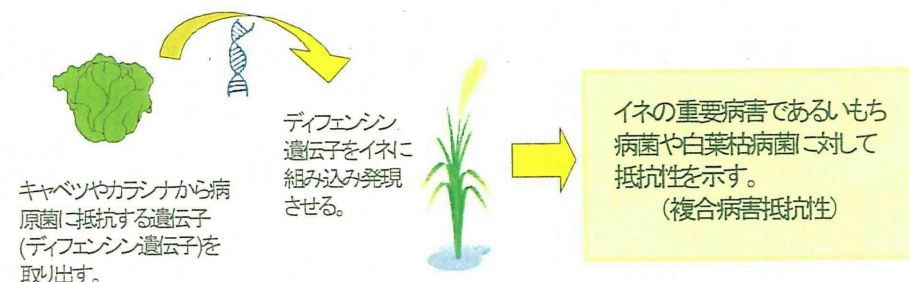
<生産性向上に寄与する農作物>

- 食料・農業問題の解決に寄与すべく、複数の病気に強く、農薬や肥料を低減できる農作物等を独立行政法人試験研究機関を中心に開発中。
- このうち、ディフェンシンを導入した複合病害抵抗性イネについては、隔離圃場試験を終了。今後、より病害抵抗性の効果をも高めるべく、新たな組換え体を作成する予定。
- 生産性向上は我が国農政にとって喫緊の課題であり、農業者への直接的なメリットが期待される一方で、消費者側からはメリットが実感しにくい一面。

○ 生産性向上に寄与する農作物の開発の事例

農作物	開発機関	進捗状況
ディフェンシン導入複合病害抵抗性イネ	農林水産省所管 独立行政法人	隔離ほ場試験を終了
冷害耐性イネ		組換え体を作成
ビッグベイン病抵抗性レタス		組換え体を作成
早期開花性リンゴ台木		接木による花成促進法を開発中
高セルロース含有ギンドロ		隔離ほ場試験中
鉄欠乏耐性イネ	大学	隔離ほ場試験を終了

○ ディフェンシンを導入した複合病害抵抗性イネの仕組み



<環境・エネルギー面で貢献する農作物>

- 環境・エネルギー分野への貢献が期待される重金属吸収植物や高生産性バイオマス農作物等については、これらの基本となる有用遺伝子の単離が開始されているとともに、一部は、独立行政法人や民間企業において組換え体の作出に取り組まれているところ。

○ 環境・エネルギー面で貢献する農作物の開発の事例

農作物	開発機関	進捗状況
ダイオキシン吸収分解キュウリ	農林水産省所管 独立行政法人	研究開発中
カドミウム吸収タバコ	民間企業	組換え体作出

○ 海外におけるバイオマス農作物の研究開発状況

農作物	開発国	進捗状況
耐熱性 α アミラーゼ生産 トウモロコシ	米国	開発済み
低リグニンのポプラ	米国、フランス、 イギリス	開発中
ジベレリン生合成系の改 変による成長促進ポプラ	スウェーデン	開発中

※我が国では、平成 19 年度から本格的な研究開発に着手。

<国際貢献に結びつく農作物>

○ 飢餓防止など世界的な食料・環境問題の解決に寄与すべく、乾燥や塩害といった不良環境にも耐性のある農作物を独立行政法人試験研究機関や大学を中心に開発中。

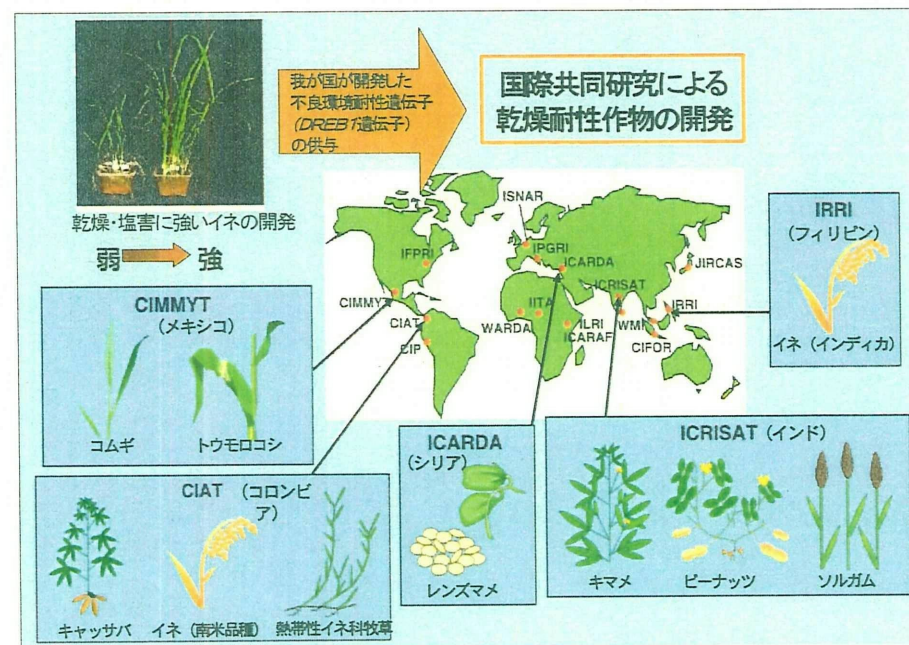
○ 現在、我が国が不良環境耐性遺伝子を供与し、海外研究機関がこれまで栽培ができなかった土地でも育つ乾燥・塩害耐性農作物を開発中。

○ こうした国際貢献に役立つ遺伝子組換え農作物については、当該栽培国での受け入れのための合意形成が必要。

○ 不良環境耐性農作物の開発の事例

農作物	開発機関	進捗状況
乾燥耐性イネ	農林水産省所管 独立行政法人	組換え体を作成 イネのほか乾燥、高塩、低温など環境ストレスへの耐性機能をもつ遺伝子を応用して他の農作物や樹木（ユーカリ）を開発中

○ 不良環境で生産できる農作物の開発



<商品化された農作物>

○ 我が国で最も早く商品化された遺伝子組換え農作物は、花き。

○ 民間企業により、通常育種では実現できない色変わりのカーネーションが 1997 年に商品化。現在、色変わりバラの隔離圃場試験等を実施中。

○ 花きは、食用でないことから、消費者に受け入れやすい面があるが、品種（商品）当たりの潜在的市場規模は主要穀物に較べて小さい。

○ なお、現在、世界で商品化され普及している遺伝子組換え農作物のほとんどは、除草剤耐性か害虫抵抗性、あるいは両方の性質をかね合わせた農作物（ダイズ、トウモロコシ、ナタネ、ワタ）であり、我が国にも相当量が輸入。

○ 遺伝子組換え花き

農作物	開発機関	進捗状況
色変わりカーネーション	民間企業	商品化
青いバラ		隔離ほ場試験中
カロテノイドの分解を抑制したキク	農林水産省所管 独立行政法人	組換え体作出
耐病性ユリ	地方自治体	組換え体作出
花持ち性、耐病性トルコギキョウ		組換え体作出

○ 色変わりカーネーション



青紫色カーネーション「ムーンダスト(商品名)」

1997年 商品化

2004年 一畝ほ場栽培承認

2005年 全国販売

※かつては、日本国内で生産していたが、現在は、南米(エクアドル、コロンビア)を生産拠点としている

<基礎研究のシーズ>

- 今後、基礎研究の成果によって、前述した農作物の他にも、脱粒性や植物形状、光合成にかかる遺伝子機能の利用による超多収農作物や二酸化炭素高吸収農作物などの開発が可能。

○ 有望な技術シーズの事例

- イネの脱粒性支配遺伝子 → 難脱粒性インディカ米
(熱帯・亜熱帯での食糧増産)
- 直立葉形質遺伝子 → 収量増加
- 光合成関連遺伝子 → 高バイオマス作物
(耕作放棄地利用によるエネルギー生産)
- 高消化性遺伝子 → 茎葉消化性の高い飼料作物

③ 実用化を支える研究開発

○ 遺伝子組換え農作物の実用化のための研究開発と車の両輪をなす形で、遺伝子組換え農作物の安全・信頼確保のための管理技術の開発や調査研究を実施。

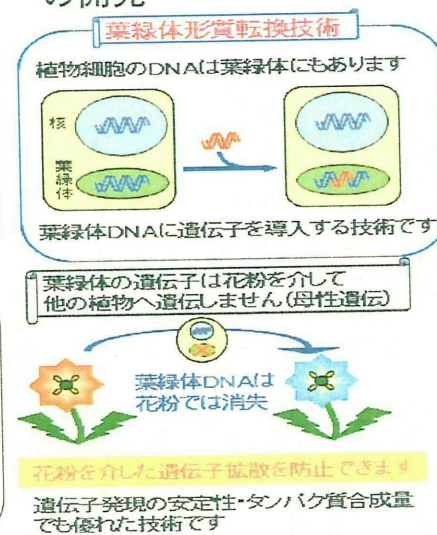
○ 組換え遺伝子の拡散防止を図るため、閉花受粉性の利用技術、葉緑体への遺伝子導入により花粉に組換え遺伝子を移行させない技術、雄性不稔利用技術等の技術開発を実施。

○ また、組換え遺伝子の検出技術の開発、遺伝子組換え農作物の長期栽培による環境への影響調査等を実施。

○ 雄性不稔利用技術の開発



○ 葉緑体への遺伝子導入技術の開発



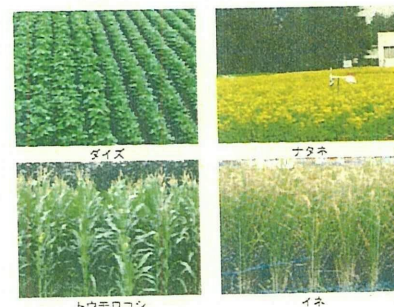
○ 遺伝子組換え農作物の環境への長期影響調査

農林水産省では、4つの試験研究独立行政法人の参画のもと、平成13年度から17年度までの間、ダイズ、ナタネ、トウモロコシおよびイネの4作物について、遺伝子組換え農作物の長期栽培による植物相、昆虫相、微生物相への影響についての調査を実施しました。

その結果、これらの作物を複数年栽培した場合の栽培ほ場及びその周辺への生物相への影響は、遺伝子組換え体区と遺伝子非組換え体区との間で明瞭な差はみられませんでした。

その後、現在ダイズおよびナタネについて、引き続き生物多様性への影響についての知見の集積を行っています。

《対象作物》



《調査項目》



(2) 世界の状況

① 遺伝子組換え農作物等の実用化研究開発

- 世界で初めて遺伝子組換え農作物が商品化されて十余年。
これらの開発主体は、国際的なバイオ・メジャー企業が中心。

- これらの農作物（除草剤耐性、害虫抵抗性等）は、農薬代の節減や収量増など、農家にとって経営的な利点があり、支持されている状況。
国際競争の面からも、低コスト・高収量は優位な条件となるもの。

- 一方で、新たな機能性を付加した農作物や環境保全に役立つ農作物等の研究開発も進行中。
また、我が国が主導したイネゲノム研究の成果を諸外国に「ただ乗り」されるおそれ。

○アメリカにおける遺伝子組換え農作物導入の生産と経済効果

単位	栽培面積	収量増加量	生産コスト減少量	経済効果	殺虫剤使用減少量
	百万エーカー	10億ポンド	10億ドル	10億ドル	百万ポンド
2005	123	8.34	1.4	2.0	69.7
2004	118	6.61	1.7	2.3	62.0
2003	106	5.34	1.5	1.9	46.4
2001	80	3.79	1.2	1.5	45.7

注：1 エーカー≒ 0.4 ヘクタール 1 ポンド≒ 0.45 キログラム

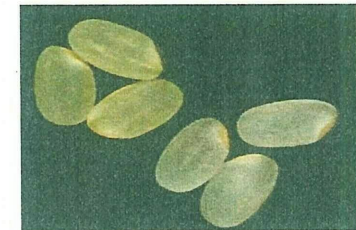
出典：Quantification of the Impact on US Agriculture of Biotechnology-Derived Crop Planted in 2005 (National Center for Food and Agricultural Policy)

○欧米で開発中の遺伝子組換え農作物

食品の品質改良	日持ちのよい(成熟遅延)バナナ
	油質成分改良した油糧作物(低飽和脂肪酸のナタネ、ヒマワリ、オリーブ等)
	飼料効率を高めたトウモロコシ(高リジン)
	ビタミンEバランスのとれたトウモロコシ
	低コレステロールダイズ
	オメガ3を多く含むダイズ
	高フラボノルトマト 高リコペントマト
環境へのプラス効果	リン肥効を高めたトウモロコシ
	ストレス耐性作物(耐干性、耐塩性の小麦、トウモロコシ等)
	バイオレメディエーション植物(砒素耐性)
生産能力を高めた農作物	高収量イネ
	酸性土壌適性トウモロコシ
	干ばつ耐性トウモロコシ
	ウイルス抵抗性カンショ
製薬	囊胞性繊維症患者用トウモロコシ
	果実や野菜を用いたワクチン
非食品	製紙用低リグニン樹木 バイオマス作物(アミラーゼ産生トウモロコシ等)

出典：Future developments in crop Biotechnology (agricultural biotechnology in europe;2003) 及び平成 17 年度食品規制実態調査「米国の遺伝子組換え農作物・食品の現状」(ジェトロ)

○ゴールデンライスの開発状況



(左側：ゴールデンライス)

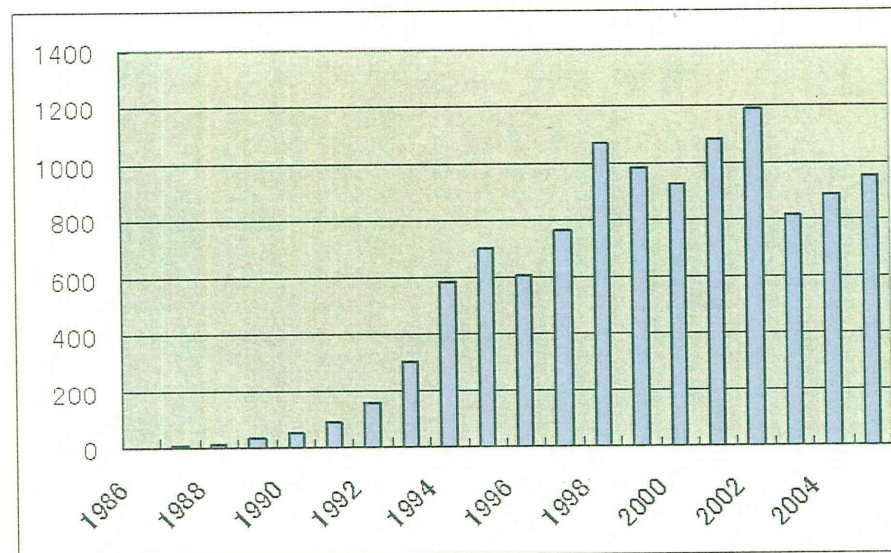
- ・開発途上国におけるビタミンA 欠乏による失明の防止に貢献できるとして期待されている。
- ・現在フィリピンの国際稲研究所 (IRRI) において、組換え体を途上国の実用品種へ交配導入中

② 海外の主な研究施策

○ 米国においては、2007年からの5年間で、植物遺伝子の解明に約1,200億円を投入、また、中国においても、イネ遺伝子の解明に単年度で5億円を投入する計画。

○ また、フランスにおいてはコムギゲノム解読、ドイツにおいてはオオムギゲノム解読に着手する計画があるなど、各国ともにゲノム研究を加速化。

○ 米国における野外試験承認件数の推移



(届け出+許可の合計件数)

出典：Information Systems for Biotechnology (ISB)；

ヴァージニア工科大学提供のバイオテック関連科学情報によるもの

- 特に、EUにおいては、遺伝子組換え農作物について、かつては新規承認停止や輸入禁止措置を講じるなど消極的な対応を行ってきたが、遺伝子組換えに関する新たな枠組みの決定やWTOパネルの裁定等を経て、これまでのスタンスに変化。

- EUにおける遺伝子組換えに関する政策の経緯

1990	旧環境放出指令 90/220/EEC 公布
1997	新規食品規則No. 258/97 公布
1997.2 ~ 2000.8	オーストリア、フランス他 6 カ国がセーフガード措置
1999.6	デンマーク、フランス他 5 カ国が環境相理事会においてモラトリアム（新規承認停止）宣言
2001	新環境放出指令 2001/18/EC 公布
2003	新規食品新規規則No. 1829/2003 公布
2003.5	米加等 3 カ国がWTO紛争解決申立
2003.8	パネル設置
2004.5	モラトリアム解除（新規承認再開）
2006.2	パネル中間報告
2006.9	パネル最終報告「セーフガード措置は不適合等」
2006.11	WTO紛争解決機関採択

- グリーンバイオテクノロジー声明書（欧州バイオテクノロジー産業連合（EuropaBio）2007.3）

- <グリーンバイオテクノロジーマニフェスト>

- ◇ 遺伝子組換え作物の承認プロセスの適切な実行
- ◇ 欧州の種子市場の統一
- ◇ 他国の農産物取引自由の尊重
- ◇ グリーンバイオテクノロジー関連政策と情報公開の推進
- ◇ 有望な技術を差別せず、一貫して成長促進する政策を推進

欧州ライフサイエンス・バイオテクノロジー戦略

戦略の概要

【2002年1月 欧州議会等通達】

★期間:2002~2010年

★基本戦略(可能性の追求/ガバナンスの確保(社会的対話)/欧州の世界的責任)と30の行動計画

遺伝子組換えに関する位置付け

- ・世界的な作付け面積の増加
- ・機能性食品の重要性の増大
- ・植物ゲノム研究の進展
- 除草剤使用低減、土壌流亡防止等による持続的農業への貢献
- 非食品での利用拡大:工業用(バイオプラスチック等)、バイオマス、医薬、バイオレメディエーション等

行動計画(遺伝子組換え関連)

- ・一般・有機農作物との共存方策の推進
- ・トレーサビリティや表示に関する制度の制定
- ・環境への長期影響調査研究、食品モニタリング等

戦略の中間評価

【2007年4月 欧州委員会採択】

★優先すべき目標を5つのグループに再編し、その一つとして、「農業への貢献」を明記

遺伝子組換えに関する現状分析

- ・産業利用がさらに増大する見通し
- ・リスク・ベネフィットの評価に対する強い要請
- ・ケースバイケースでの対応になっている現状をさらに改善する必要性

戦略の見直し(遺伝子組換え関連)

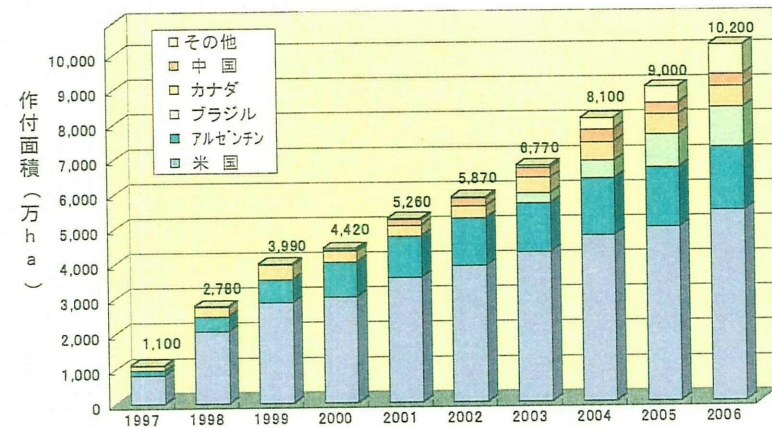
- ・共存方策の分析と、EU共存ガイドラインを2008年に再評価
- ・作物ごとの共存方策に関する研究開発
- ・遺伝子組換え商品の長期影響(プラス、マイナス両面)研究
- ・産業化や分子農業のためのリスク・ベネフィット分析
- ・作物ごとの種子の閾値の採択 等

③ 世界の栽培状況と主な動き

- 世界における遺伝子組換え農作物の栽培面積は、約1億200万ha（2006年）、栽培国は22カ国であり、2015年には約2億ha、栽培国40カ国前後になるとの予想。

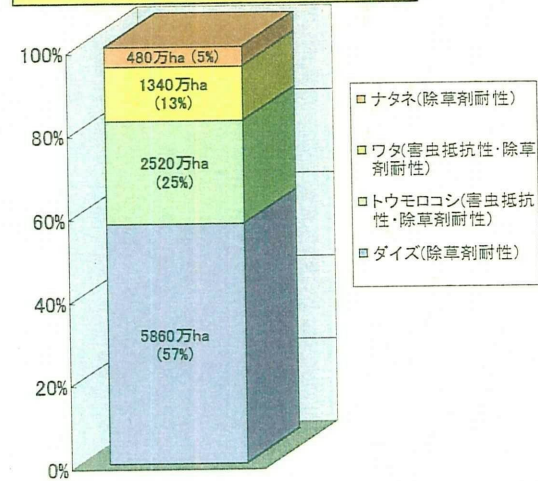
○ 組換え農作物作付け面積の推移と栽培農作物の割合

作付面積の推移



※出典：国際アグリバイオ事業団 (ISAAA)

栽培作物の割合(2006年)



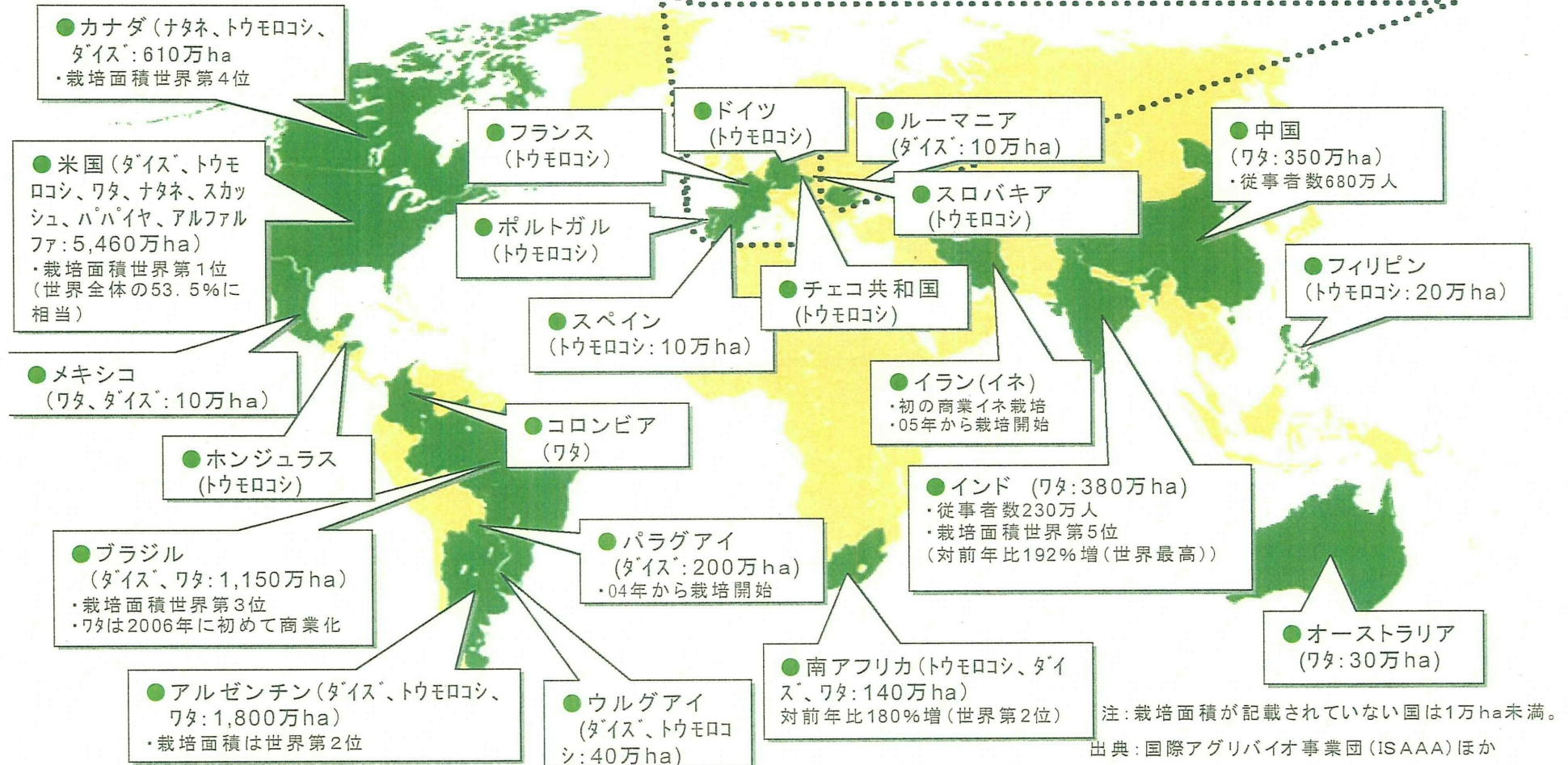
※出典：国際アグリバイオ事業団 (ISAAA)

近年の主な国の状況

■ : 商業栽培国(22ヶ国)

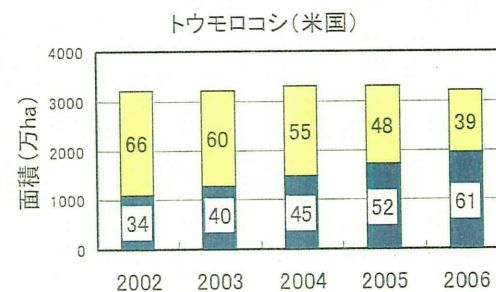
● EU

- ・加盟25カ国中、6カ国(スペイン、ドイツ、ポルトガル、フランス、チェコ共和国、スロバキア)で商業栽培を実施
- ・ポルトガル、フランスは、それぞれ5年間および4年間の遺伝子組換え体認可の凍結後、2005年からトウモロコシの栽培を再開
- ・チェコ共和国は、2005年からトウモロコシの栽培を開始
- ・スロバキアは、2006年からトウモロコシの栽培を開始



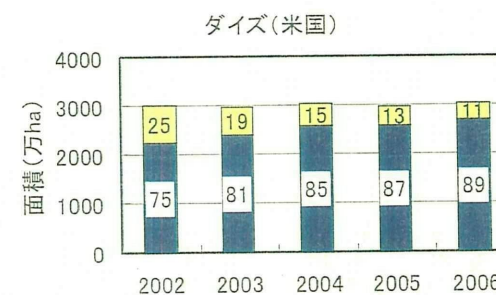
○ 最近の動きとして、米国等において、バイオエタノール用トウモロコシや遺伝子組換えダイズの作付けの増加等により、非組換えダイズの作付けが急速に減少との報道。

○ 米国におけるトウモロコシ及びダイズの栽培状況と我が国への輸入（2006年）



【トウモロコシ】 (単位:千トン、%)

生産国	輸入量	シェア
米国	16,343	96.8
中国	449	2.7
アルゼンチン	79	0.4
その他	14	0.1
合計	16,885	100.0



【ダイズ】 (単位:千トン、%)

生産国	輸入量	シェア
米国	3,220	79.8
ブラジル	378	9.3
カナダ	282	7.0
その他	157	3.9
合計	4,037	100.0

: 非遺伝子組換え農作物栽培面積
 : 遺伝子組換え農作物栽培面積

注：数値はそれぞれの作付面積割合 (%) を示す

資料：USDA、ISAAA、DAFF、ABARE等

注：下線のある国は、当該作物について遺伝子組換え農作物の生産がある国を示す
資料：日本貿易統計、ISAAA