

遺伝子組換え作物から見た 食糧・農業問題への提言

2009年8月8日

日本モンサント株式会社
山根 精一郎

世界の食糧需給と日本農業の展望

1. 会社説明
2. 世界の穀物需給および日本の穀物需給
3. 遺伝子組換え技術の持つ意味
4. 現在利用されている遺伝子組換え作物の
ベネフィットとリスク
5. 安全性評価の仕組みと消費者の不安
6. 日本の農業に役立つのか？
7. 開発中の遺伝子組換え作物
8. まとめ

モンサント・カンパニー

- 農業バイオテクノロジー、種子、農薬で世界のリーディングカンパニー
- モンサント・カンパニーの製品
 - 種子(遺伝子組換え技術と新しい育種技術の融合)
 - トウモロコシ、大豆、ワタ、ナタネ、野菜
 - ラウンドアップなどの除草剤
- 売上げ年間 113億6,500万ドル(約1兆1,365億円)
 - 種子事業:63億6,900万ドル、農薬事業:49億9,600万ドル
- 北アメリカ、南アメリカ、ヨーロッパ・アフリカ、アジアパシフィックなど61カ国に拠点
- 従業員 約2万2,000人



日本モンサント株式会社の活動

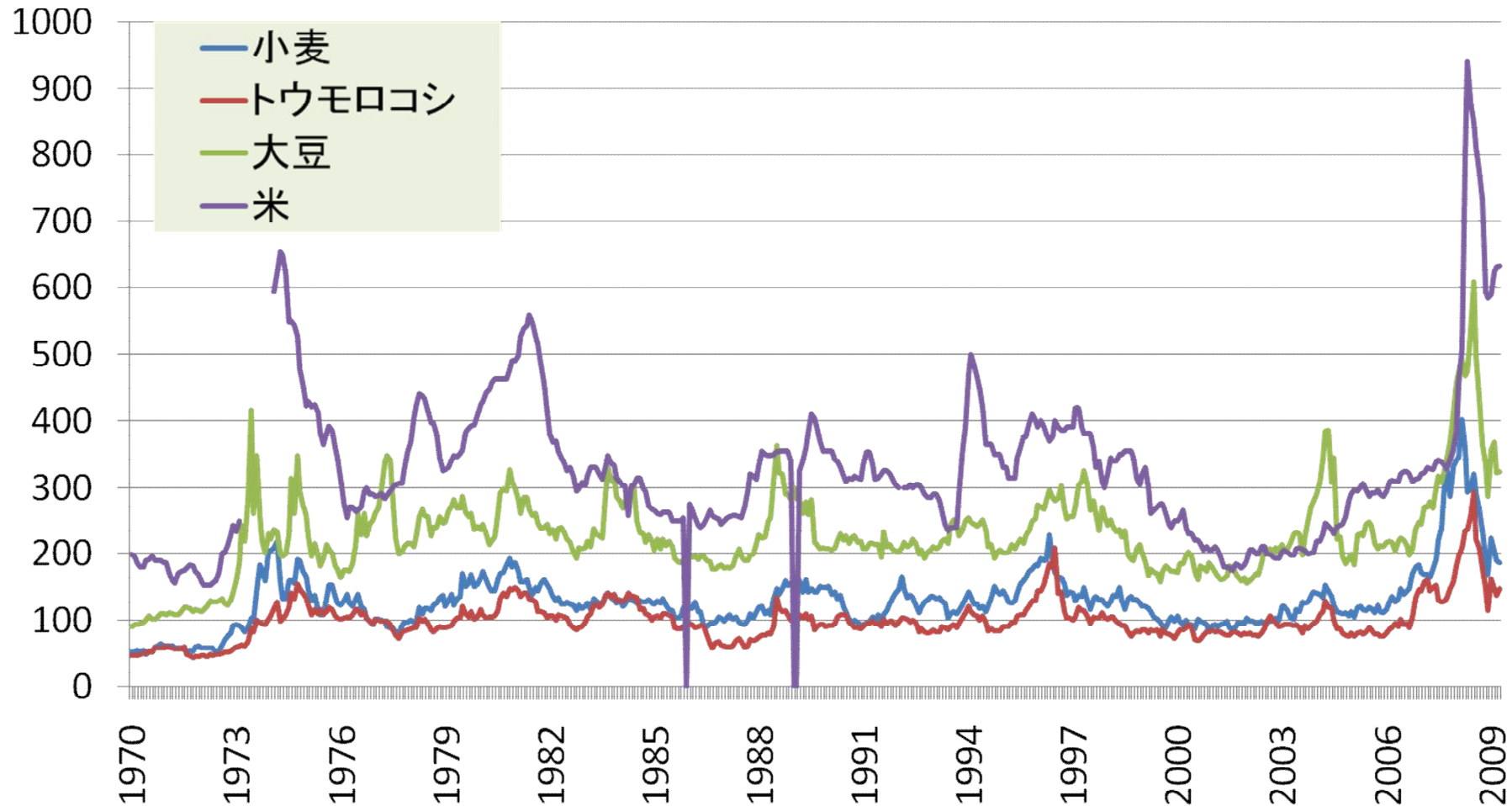
1. 遺伝子組換え作物の認可の取得
2. 遺伝子組換え作物の情報提供
3. イネ新品種の開発
 - とねのめぐみ、たべごこち

とねのめぐみ

- 開発目標
 - 直播向き(短稈)で高収量・良食味
- 平成9年より育成 (コシヒカリ×どんとこい)
- 平成14年品種登録申請
- 平成17年3月 品種登録認可
- 平成18年4月 茨城県産地品種銘柄に設定
- 特性(コシヒカリと比較)
 - 短稈 20cm
 - 収量 10%以上多収
 - 食味 粘りが強く、コシヒカリと同等かそれ以上、良食味、冷めても美味しいと評判
- 移植栽培・直播栽培に適している
- 平成19年より「ふるさとかわち」で種子販売

2. 世界の穀物需給および 日本の穀物需給

国際価格の動向(ドル/トン)



資料: 農林水産省 世界の農産物価格の動向(2009年3月16日更新)

http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/jki/j_zyukyu_kakaku/index.html

日本の主要作物の生産・輸入状況 (2008年)

	トウモロコシ	大豆	綿実	ナタネ
国内生産量* (千トン)	0	229	0	1
輸入量 (千トン)	16,460	3,711	133	2,313
輸入金額 (百万円)	577,573	244,764	5,038	162,545
輸入率	100%	94.2%	100%	99.9%
主な輸入元	米国、中国、アルゼンチン、ブラジル	米国、ブラジル、カナダ	米国、オーストラリア、ブラジル	カナダ、オーストラリア、米国
主な輸入元のGM普及率	80% (米国)	92% (米国)	86% (米国)	86% (カナダ)

(注)*は見込み



資料：財務省貿易統計（2008年1～12月）、ジェトロ アグロトレード・ハンドブック2008、
USDA National Agricultural Statistic Service: Acreage 2008、Clive James, ISAAA 2008

3. 遺伝子組換え技術の 持つ意味

遺伝子組換え技術で出来ること

- 従来の変種改良では困難だった性質の導入が可能である
 - 他の変物の有用な遺伝子を変種改良に活用できる
- 望む性質だけを正確に付与できる
 - 他の変物は変わらない
- 短期間で変種を育成できる

これからの人類が抱える問題

1. 食糧不足
2. 水不足
3. 環境の悪化
4. エネルギー不足

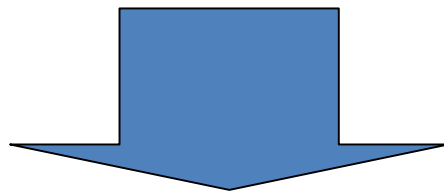
食糧不足

- 世界の栄養不足人口約9億2,300万人
(2007年時点 2005年時点より7,500万人増)
- 食糧価格は2007年から2008年の間に52%
上昇
- 食糧価格高騰が原因の暴動が少なくとも
25カ国以上で発生(2008年4月)

考えられる世界の水不足

現状: アジア・アフリカの31カ国が絶対的な水不足

- 2025年の世界の人口 80億人(予測)
- 20世紀の世界人口 約3倍増
- 20世紀の水の使用量 約6倍増
- 水不足が原因で年間500～1,000万人が死亡



2025年には48カ国で絶対的な水不足に！

4. 現在利用されている 遺伝子組換え作物の ベネフィットとリスク

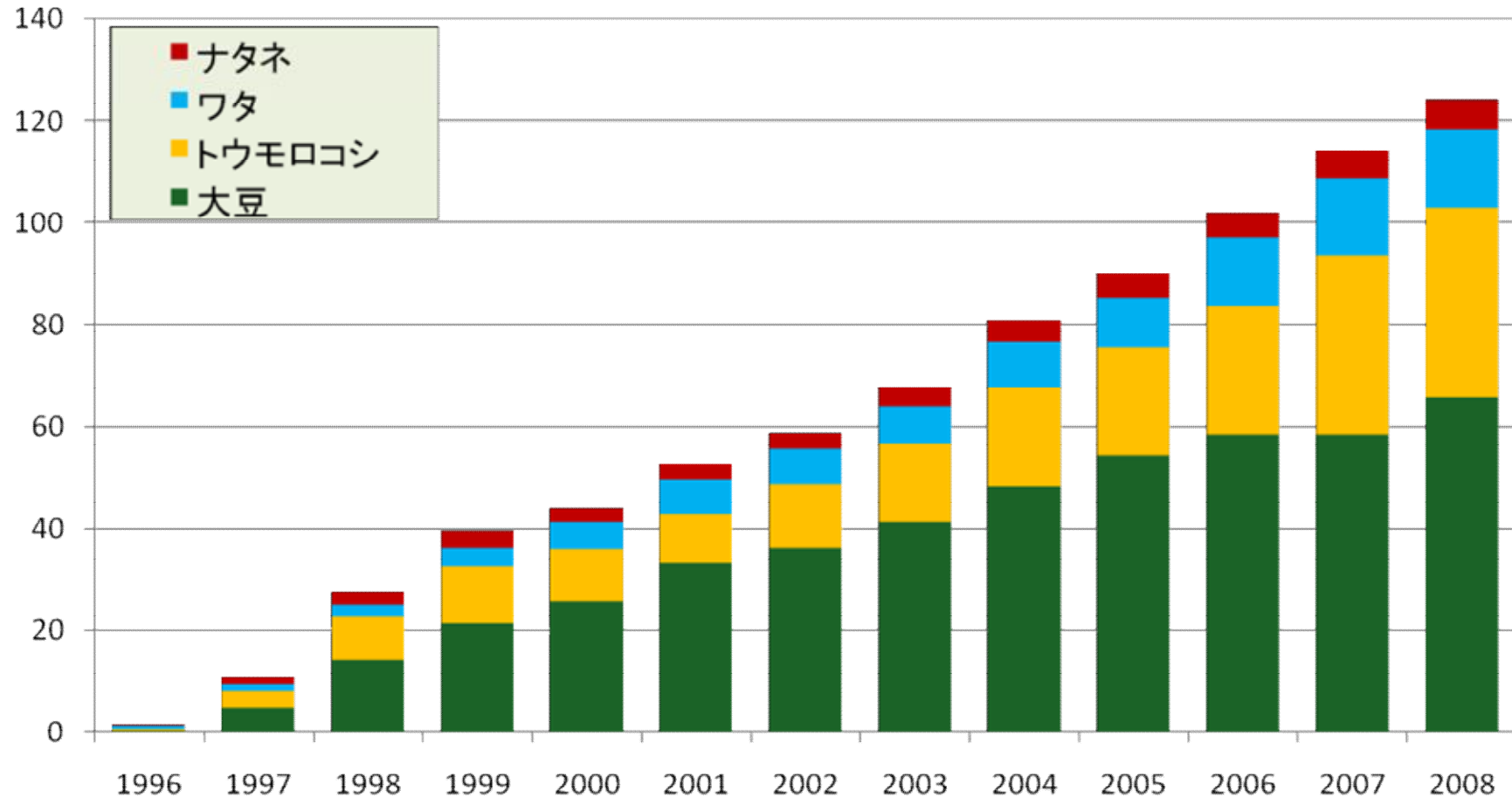
現在利用されている 遺伝子組換え作物の現状

1億2,500万ヘクタール

- 2008年の遺伝子組換え作物の栽培面積は世界で1億2,500万ヘクタール
- 日本国土の約3.3倍
- 世界の耕地面積の約20%
- 生産者が栽培に有利な品種を自ら選択
- 世界は遺伝子組換え作物を農業振興と食糧危機回避の重要技術と位置付け始めている

世界の遺伝子組換え作物栽培面積

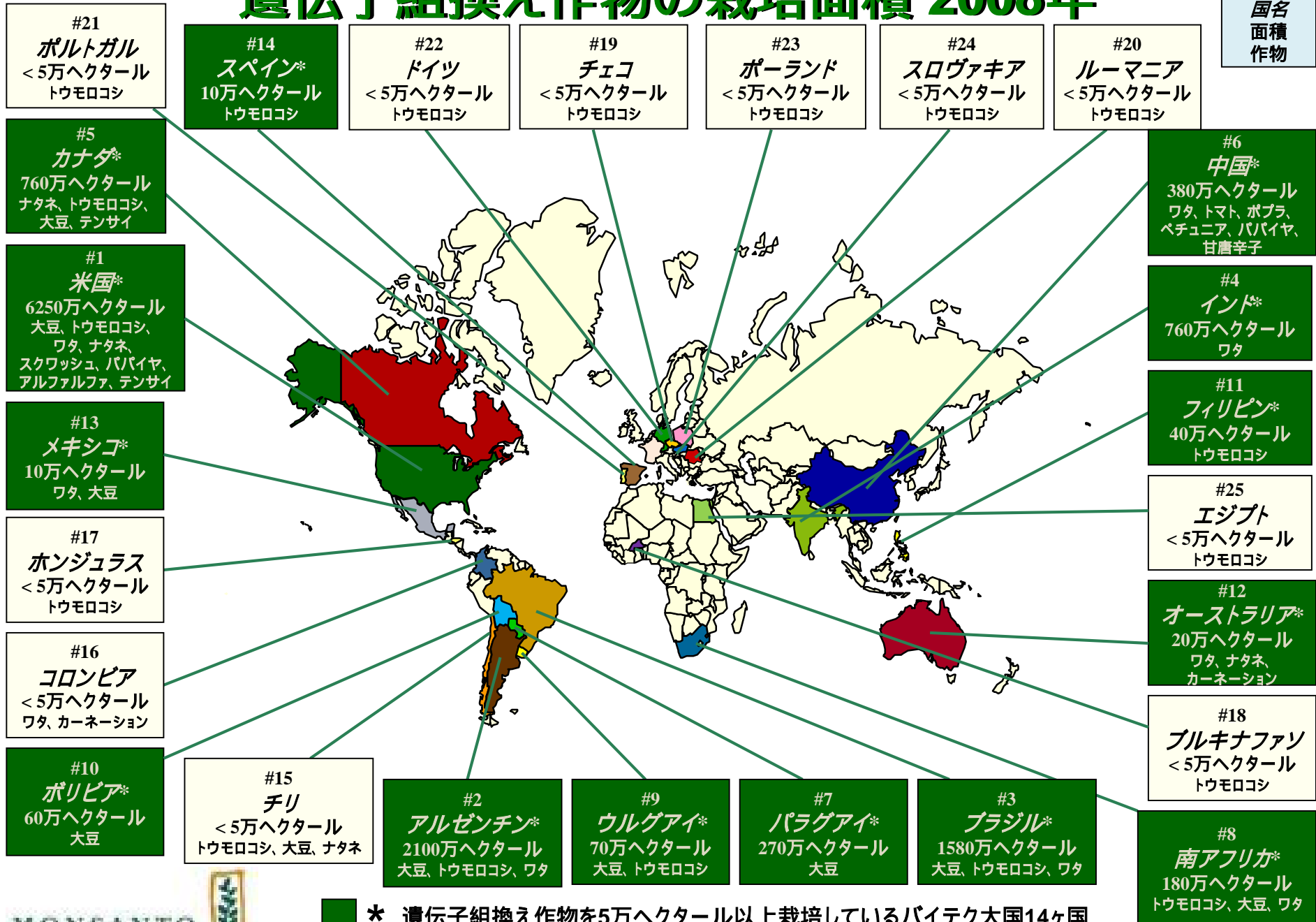
(百万ヘクタール)



資料: Clive James, ISAAA 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008

遺伝子組換え作物の栽培面積 2008年

順位
国名
面積
作物



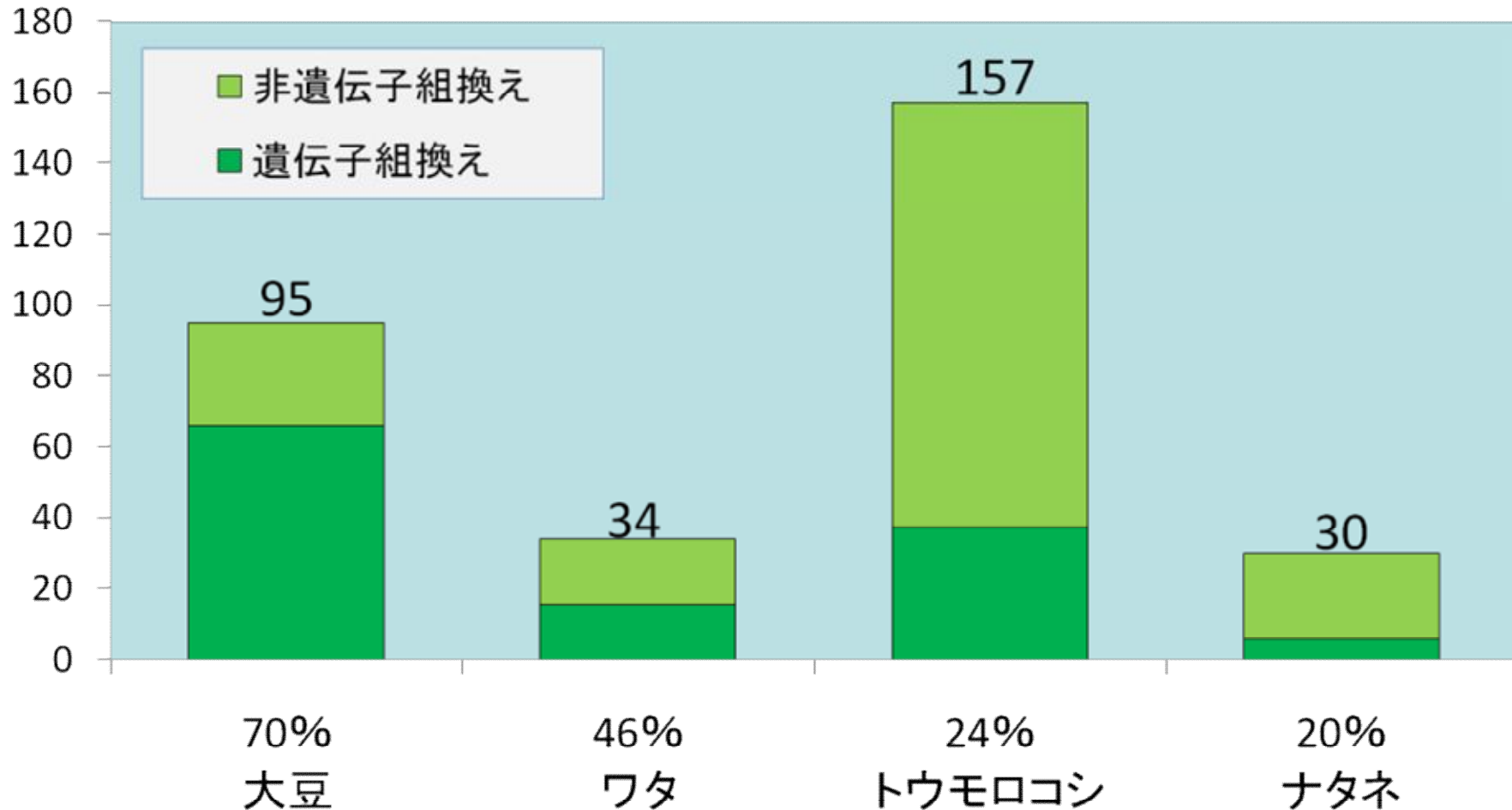
* 遺伝子組換え作物を5万ヘクタール以上栽培しているバイテク大国14ヶ国

資料: Clive James, ISAAA 2008



それぞれの作物の総面積に対する 遺伝子組換え作物の栽培面積の割合(2008年)

(百万ヘクタール)



現在利用されている 遺伝子組換え作物



除草なし

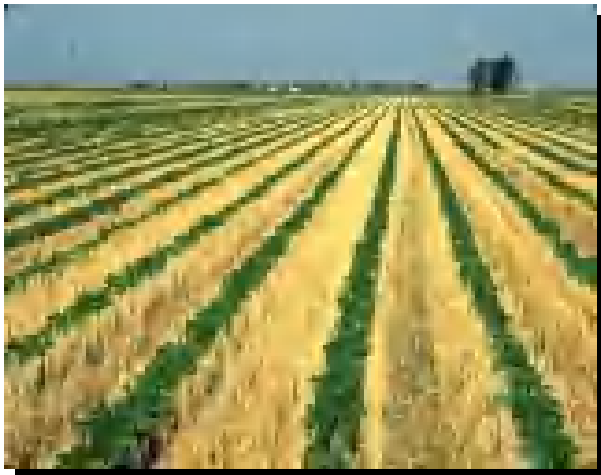


RR大豆に
ラウンドアップ散布

不耕起栽培



従来の農業では、雑草を防除するために畑を耕やしてきました。耕すことにより、土は侵食されやすくなります。



不耕起栽培は、耕すことを減らしたり、全く耕さなくてもよい農法です。このような農法は土壌流亡をふせぎます。

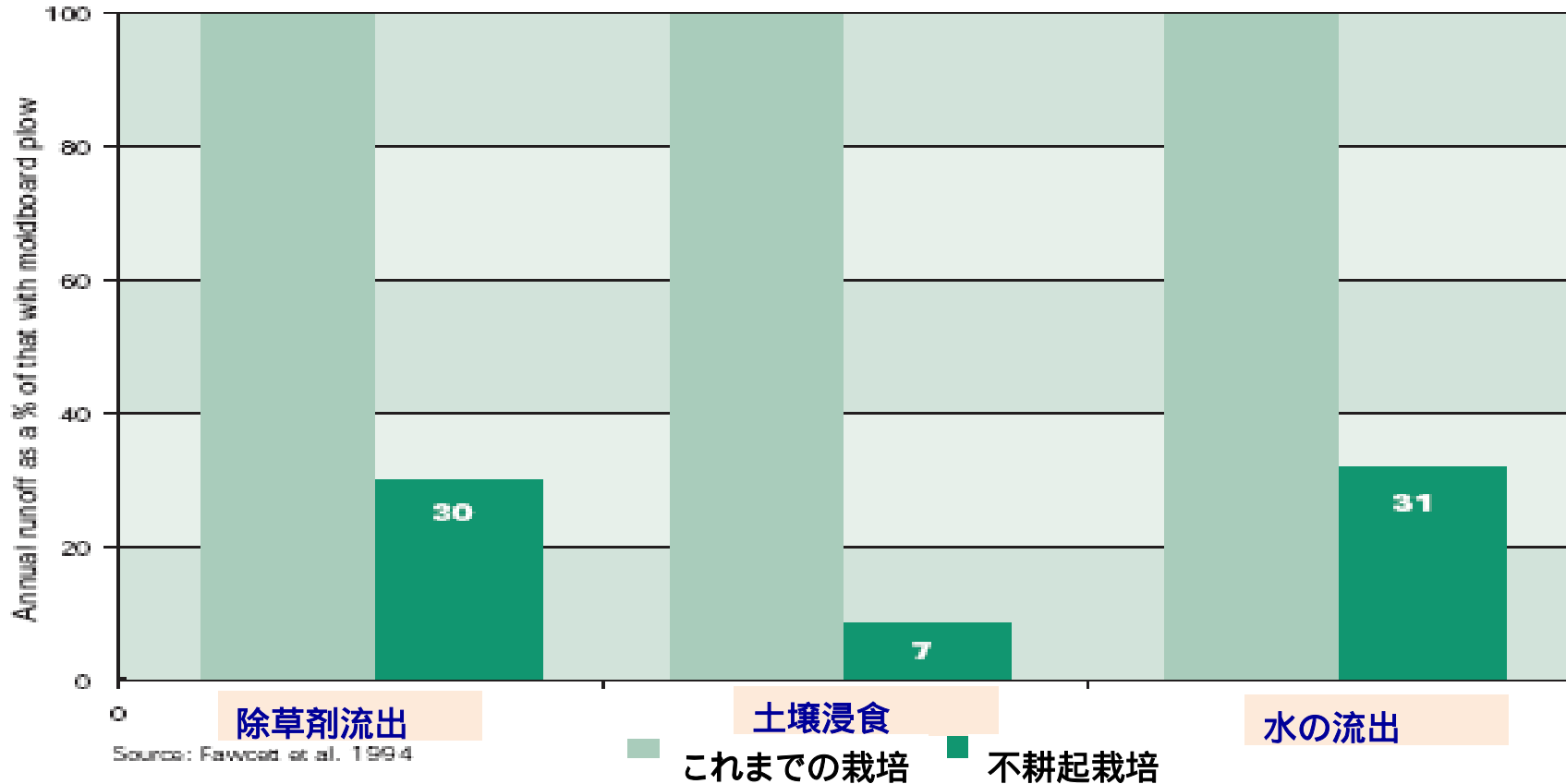
- 農薬・肥料の流出70%削減
- トラクターによる耕起が不要になり燃料削減、炭酸ガス排出削減
- 有機物のトラップ、耕起による土壌からの温室効果ガス排出削減





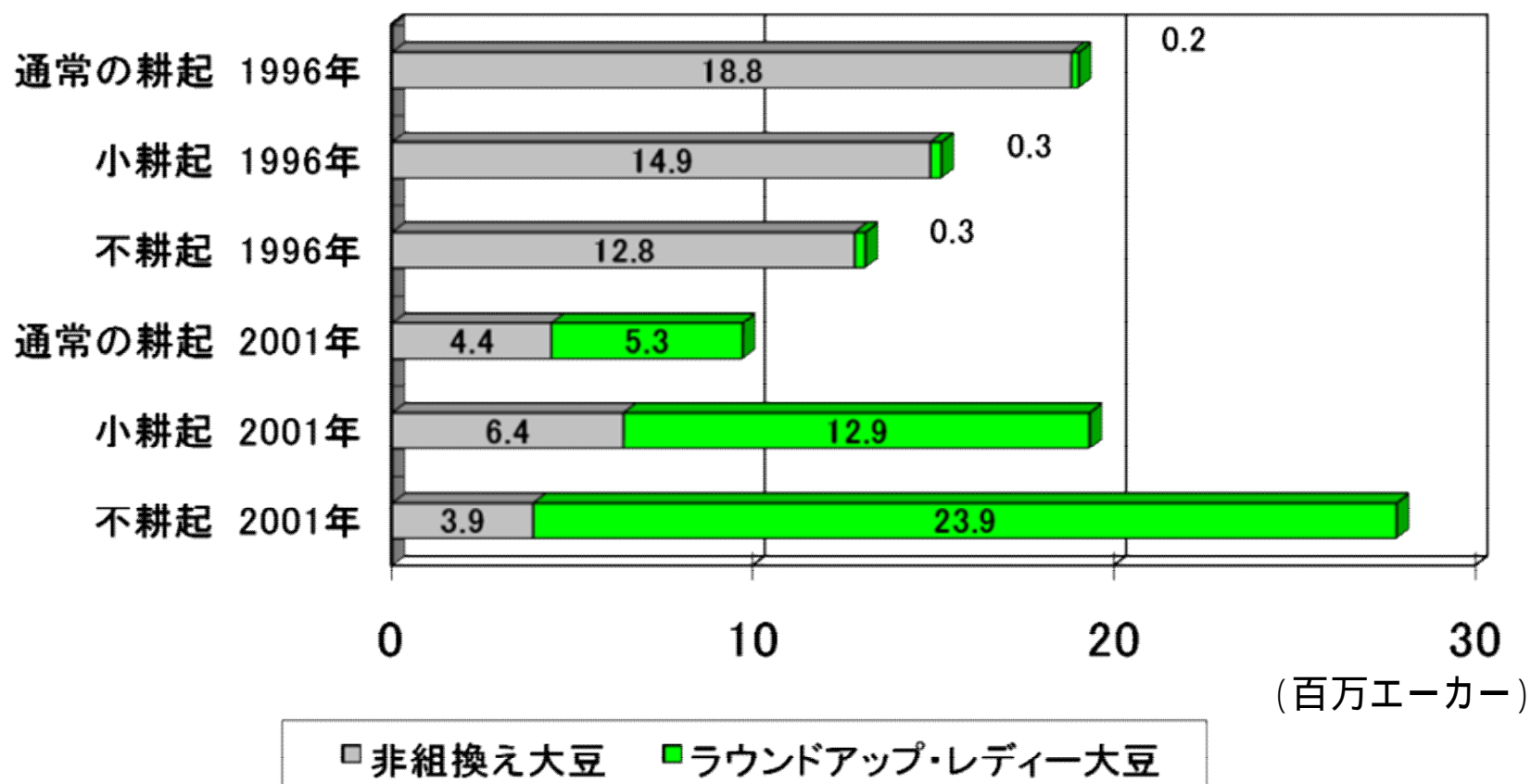
不耕起栽培のメリット

除草剤流出・土壌浸食・水の流出の削減
(米国の除草剤耐性大豆の場合)



資料: "Conservation Tillage and Plant Biotechnology: How New Technology Can Improve the Environment By Reducing the Need to Plow" from Conservation Technology Information Center (2002)

ラウンドアップ・レディー大豆と従来大豆の 不耕起面積の比較



ラウンドアップ・レディー大豆の利点 (米国)

- 労働の軽減
 - 効果的かつ効率的な雑草防除
 - 平均**22%**の除草剤量削減
- 収入増
 - 平均**5%**の収量増
 - 雑草による収量減が減る
 - ヘクタールあたり**約30ドル**の収入増
- 環境保全型農業の実現
 - **80%**の栽培農家が不耕起・低耕起実施
 - 土壌流亡**93%**減少

Btトウモロコシ
(イールドガード)



従来
のトウモロコシ

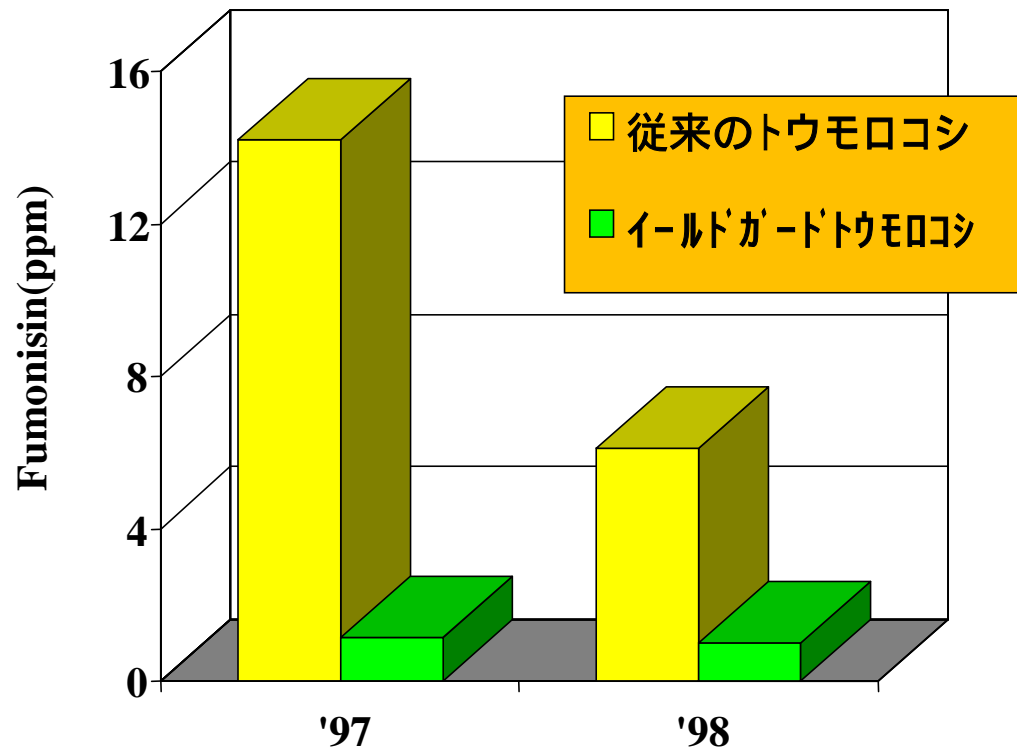
Btトウモロコシ

従来の特ウモロコシ



イールドガード・トウモロコシによる 品質改善

マイコトキシン量



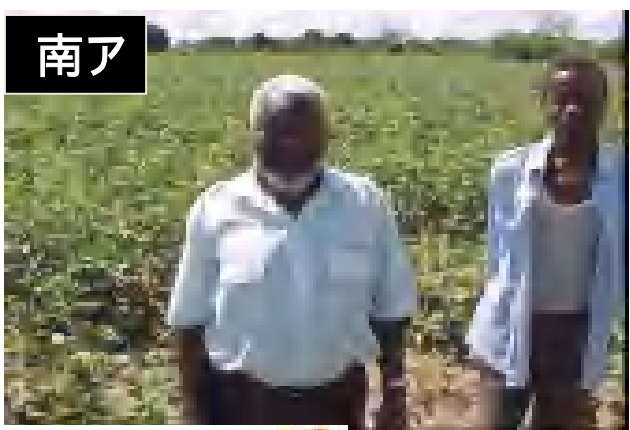
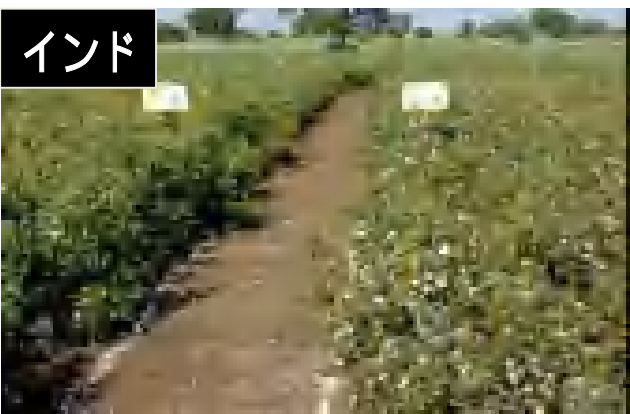
(資料: Munkvold et al., Iowa State University and USDA Research data)

- ・ 食品・飼料トウモロコシのマイコトキシンの減少
- ・ 食品・飼料の品質向上



イールドガード・トウモロコシの利点

- アワノメイガに高い防除効果
- 環境にやさしい農業の実現
 - 殺虫剤の使用量の減少
- 平均7%の収量増
 - 被害の多い地域では11%の収量増
- 品質の向上(マイコトキシン量の大幅減少)



害虫抵抗性ワタの利点

*Bt cotton delivers economic advantages over conventional cotton*¹

	中国	インド ²	南ア ³	メキシコ
経営規模	0.5Ha	2Ha	< 3Ha	20Ha
収量増	5~10%	40%	25%	3~20%
殺虫剤削減	50~67%	50%	32%	50%
収入増	\$360 - ~550/Ha	\$75 - ~200/Ha	\$50/Ha	\$45 - ~600/Ha

収入増と労働力の削減



1. ISAAA, Pub. No. 26, 2002; 2. Field trials; 3. Makhathini Flats

パパイヤ・リングスポット・ウイルス抵抗性パパイヤ



従来のパパイヤ

ウイルス抵抗性GMパパイヤ

遺伝子組換え作物作付面積 拡大の理由

- 収穫量の増加 (+ 品質の向上)
- 農薬の削減
- 経費削減 (経済的)
- 水質改善 (環境保全型の耕作)
- 土壌浸食の削減(2トン/年/エーカー)

収入の増加/Ha*

□RR 大豆	\$ 30
□RR カノーラ	\$ 39
□Bt トウモロコシ	\$ 67
□Bt ワタ	\$ 133

*資料:

- CLIVE JAMES, GLOBAL REVIEW OF COMMERCIALIZED TRANSGENIC CROPS
- Moschini, et al., (Sept. 1999) Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station



GMとNon-GMトウモロコシの 生産コストと収益の比較

GMトウモロコシ

収入 / 収益合計 \$900

変動費(コスト)合計 \$404

収益 -

\$496 / エーカー (約124,000円 / ヘクタール)

Non-GMトウモロコシ

収入 / 収益合計 \$750

変動費(コスト)合計 \$465

収益 -

\$285 / エーカー (約\$71,200円 / ヘクタール)



遺伝子組換え作物のリスク

遺伝子組換え作物のリスク

1. 食品としての安全性（食品安全委員会）
2. 環境中での安全性（農水省・環境省）
 1. 近縁種との交雑
 2. Bt作物 - 抵抗性害虫の発生
殺虫剤などで起きていることからリスクを予想
 3. 除草剤耐性作物 - 抵抗性雑草の発生
除草剤で起きていることからリスクを予想

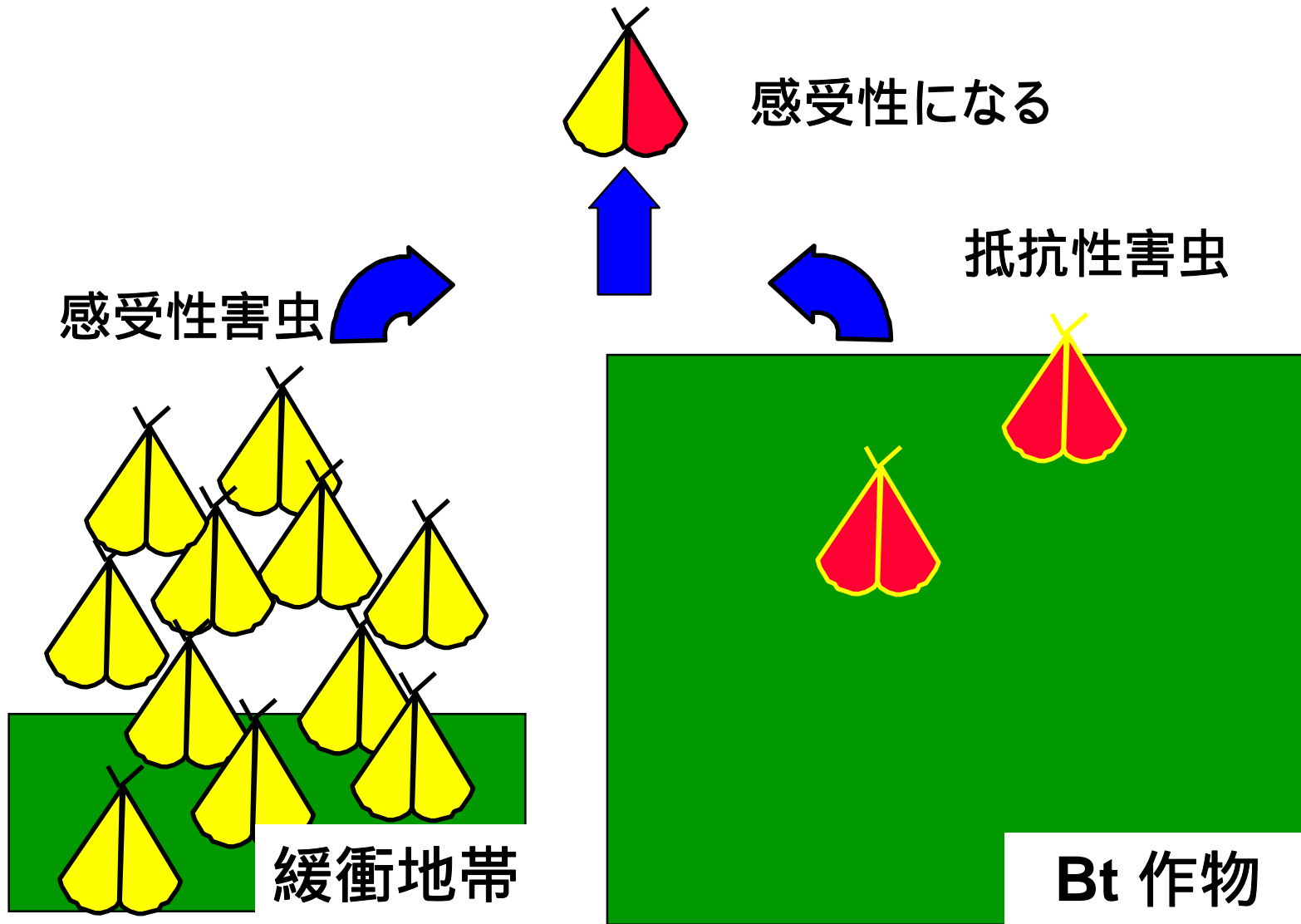
抵抗性害虫の防止措置

- 抵抗性害虫を防ぐために・・・
 - 従来のトウモロコシを、害虫抵抗性トウモロコシ畑の中か、近隣の20%の面積に栽培する



青い部分には緩衝地帯として、従来トウモロコシを植える

緩衝地帯の意味



米国における グリホサート抵抗性雑草の現状

ヒメムカシヨモギ

カリフォルニア州 2005年

オハイオ州 2002年

ブタクサ

ミズーリ州 2004年

ケンタッキー州 2001年

ネズミムギ

オレゴン州 2004年



報告はされているが適切な防除法が提供され農業上の
重要な問題とはなっていない

現在の遺伝子組換え作物の ベネフィットとリスク

1. ベネフィット

1. 環境にやさしい農業

- 農薬散布の削減
- 不耕起栽培
- 土壌流亡の削減、CO₂の削減

2. 収量増加

3. 農家労働の削減

4. 農家の収入増

2. リスク

1. リスクの管理が適切に行われていて問題は起きていない

5. 安全性評価の仕組みと 消費者の不安

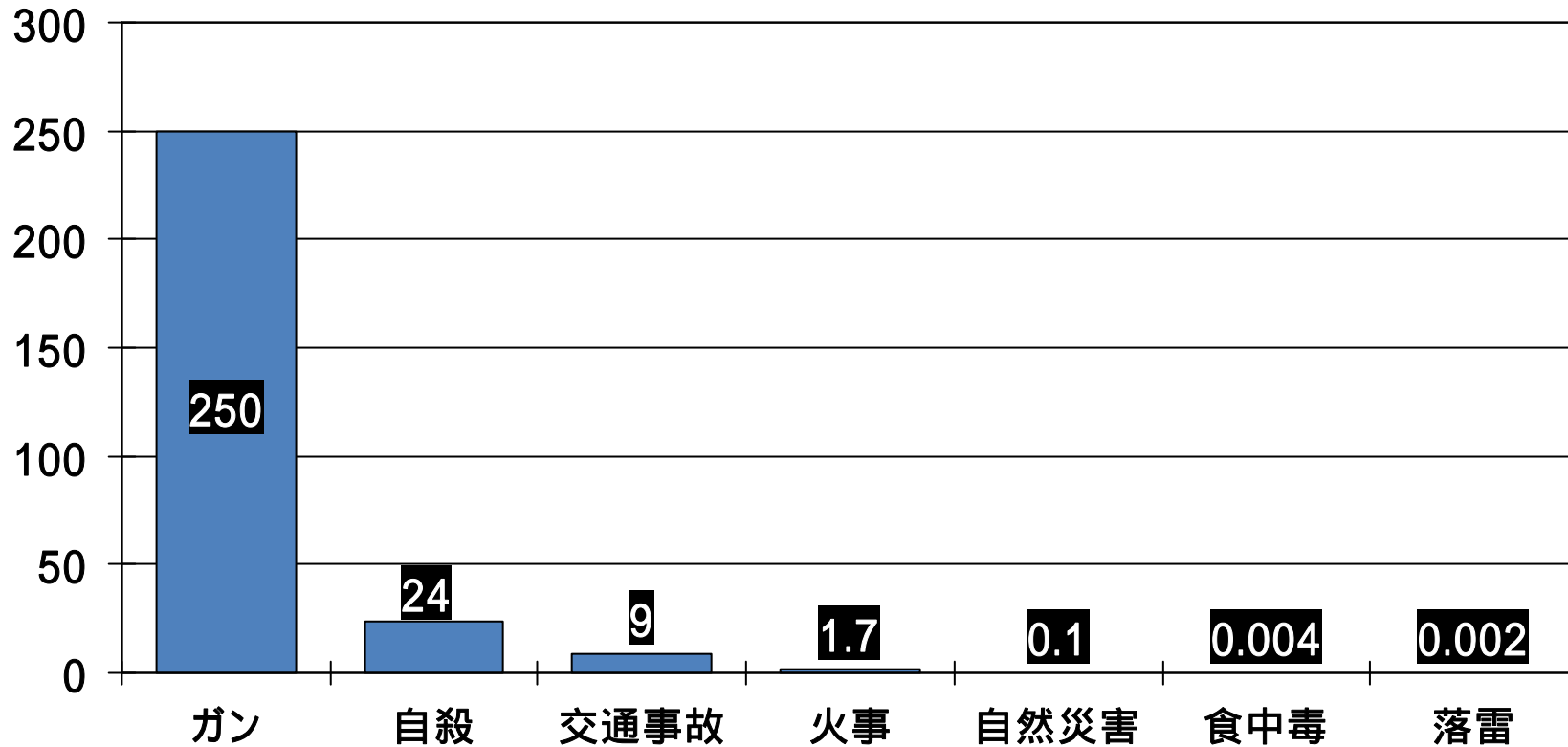
遺伝子組み換え作物の状況

1. 心配、やや心配という人が70 - 80%
2. しかし、科学的に安全性評価が行われている
唯一の食品
3. すでに世界の多くの国で10年以上の食経験があるが、これまで健康被害は起きていない
 - 油、醤油、ハンバーガーなどのつなぎ

ベネフィットとリスク

1. ベネフィットが小さければ、世の中で広く使われない。
2. ゼロリスクはない = 絶対に安全なものはない。
3. よってリスク評価(リスクの大小)が大事。
4. リスクをより小さくするリスク管理が必要。

リスクの大きさどう測るか？



10万人当たりの年間死亡者概数

遺伝子組み換え作物の リスク評価と管理

1. 科学的な安全性評価・管理

- 食品 - 食品安全委員会、厚生労働省
- 飼料 - 農林水産省、食品安全委員会
- 環境 - 農林水産省、環境省

2. 消費者の選択の権利を守るための表示制度

- しかし、不使用表示は全く混入していないと言う意味ではない(<5%)

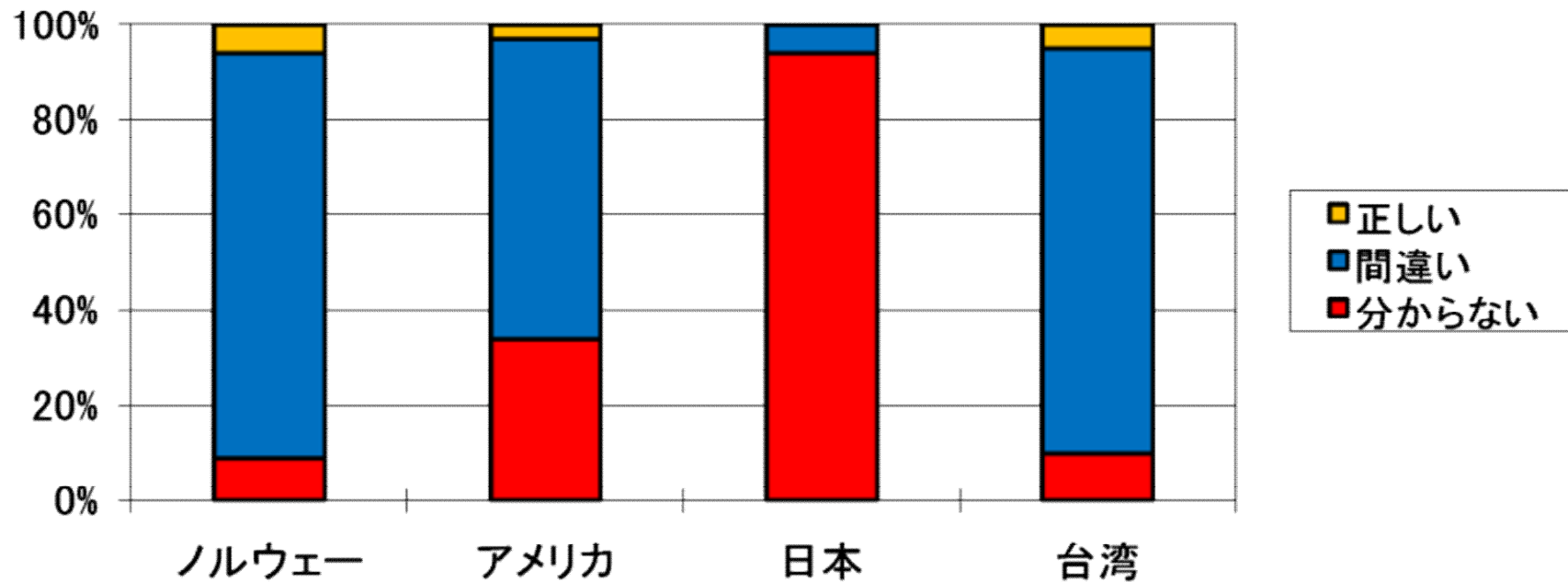
3. これまでの12年間に問題は起きていない

食品安全性

- 食品としての安全性 - 食品安全委員会
 - 国際基準に則った安全性評価
 - 今食べているものと比べリスクが増えるのかどうかを検証
 - 導入された遺伝子は消化されるのか？
 - 導入した遺伝子が作る蛋白質は消化されるのか？
 - 遺伝子導入で本来の遺伝子に影響がないのか？
 - 現在食べている食品の中で唯一安全性が確認されている
 - 通常育種や突然変異育種で出来たものは安全性評価が行われていない

大学生のGMに関する意識調査

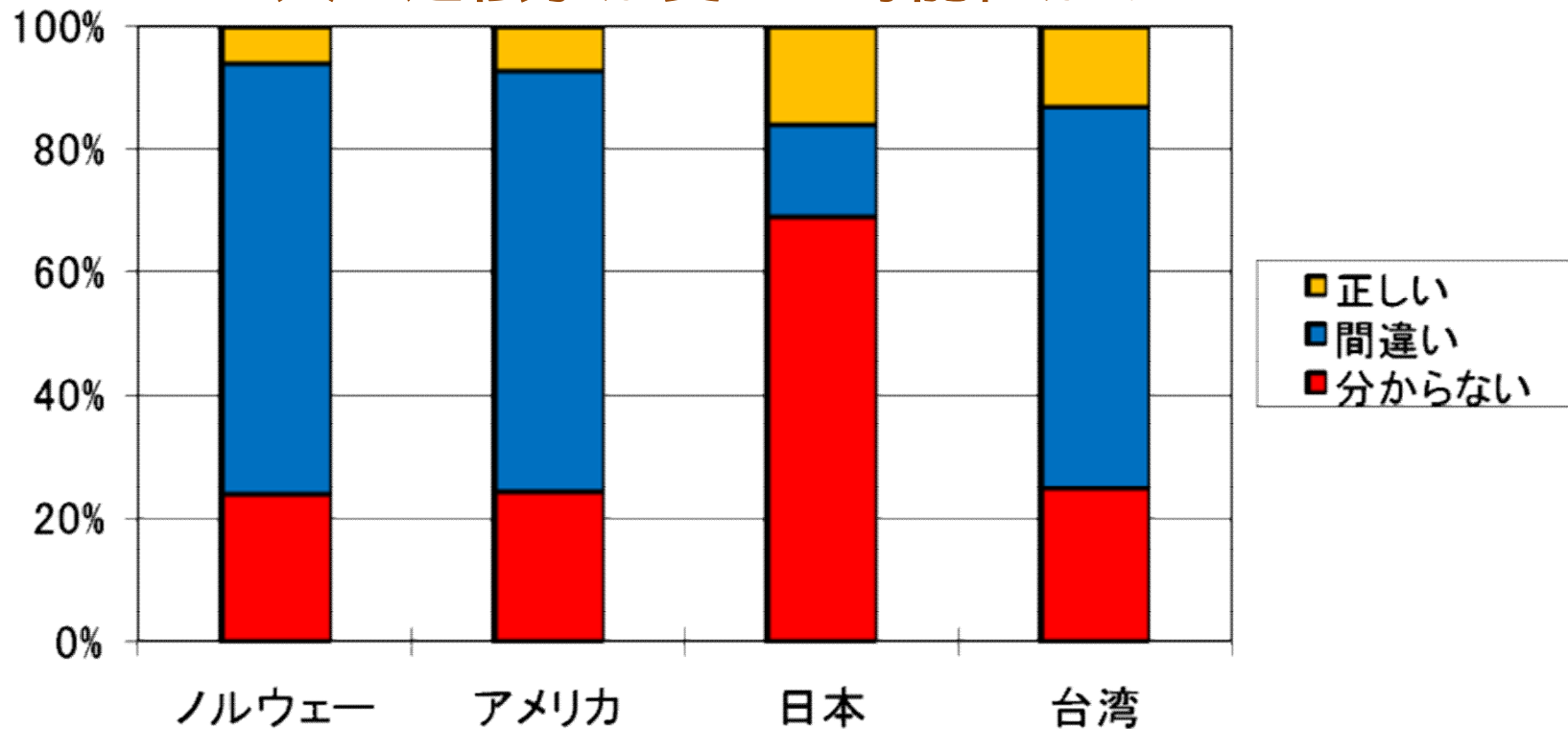
質問: 遺伝子組換え大豆は遺伝子を持っているが、
非遺伝子組換え大豆は遺伝子をもっていない



調査: 対象を大学3-4年生とし、アメリカの学生により2000年12月から2001年3月に実施
サンプル数: ノルウェー・ノルウェー農業大学(126)、 アメリカ・オハイオ州立大学(175)、
日本・筑波大学(103)、 台湾・国立台湾大学(213)

大学生のGMに関する意識調査

質問: 遺伝子組換え食品を食べることにより、
人の遺伝子が変わる可能性がある



調査: 対象を大学3-4年生とし、アメリカの学生により2000年12月から2001年3月に実施
サンプル数: ノルウェー・ノルウェー農業大学(126)、 アメリカ・オハイオ州立大学(175)、
日本・筑波大学(103)、 台湾・国立台湾大学(213)

簡単な利点情報を聞く 前と後のイメージ

	前	後	
良いイメージ	0.2	12.1	↑
やや良いイメージ	3.0	37.2	↑
何もイメージなし	15.7	45.9	↑
やや悪いイメージ	64.0	2.2	↓
悪いイメージ	17.1	2.6	↓

虫が食べて死ぬような食品は大丈夫？

- Bt蛋白質が発現している
- Bt蛋白質は特定の昆虫に**だけ**効き目がある
- 害虫とほ乳類は消化のメカニズムが違う
 - 害虫の腸壁にはBt蛋白質の受容体がある
 - この受容体にBt蛋白質がつくと消化吸収が出来なくなり、虫は死ぬ
 - ヒトは腸壁には受容体がないので安全
 - 害虫の消化系はアルカリ性(Bt蛋白質は分解しない)
ヒトの胃の中は酸性(Bt蛋白質は分解される)

どうして不安なのでしょうか？

遺伝子は食べていない!!!!

遺伝子を食べると自分が
変わってしまう!!!!

正しい理解のための情報提供が重要

<http://www.monsanto.co.jp/>

■ 遺伝子組み換え作物に関する情報

栽培面積

認可状況

利点

安全性

■ 組み換え大豆・トウモロコシ観察記

6. 日本の農業に役立つのか？





RR大豆を栽培した日本の農家の声

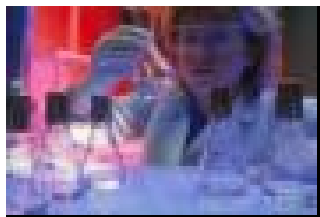
- 農業をするものにとって雑草は一番のやっかい者で、ラウンドアップ1回の散布で雑草がとろけてしまう技術は農家には希望を与えます。
- 雑草が枯れて大豆の生育が一段と大きくなり色も濃くなった気がする、あまりにも見事でこわいくらい。
- 経費が安い、ほとんどの雑草を枯らすことができる、作物に害が無い。
- 町内の人があつたびたび見られて大変感心しておられました。
- 中耕・除草がいらないので省力栽培できる。この結果大面積の栽培が可能になる。

バイオ作物懇話会ニュースより

日本で期待される遺伝子組み換え作物

- **農業形質**
 - 害虫抵抗性キャベツ
 - RR大豆
 - RRテンサイ
 - RRイネ(直播用)
- **健康増進**
 - 花粉症緩和米
 - 血糖コントロールイネ
 - アンチエイジング作物

7. 開発中の遺伝子組換え作物



乾燥耐性作物

乾燥ストレスに対する抵抗性を高め、作物の環境適応能力を強化する

ベネフィット:

- 平常時には水量・水源保全
- 干ばつ時には被害の軽減
- 乾燥地帯に農地を拡大
- 砂漠化の抑止



非組換えトウモロコシ



組換えトウモロコシ



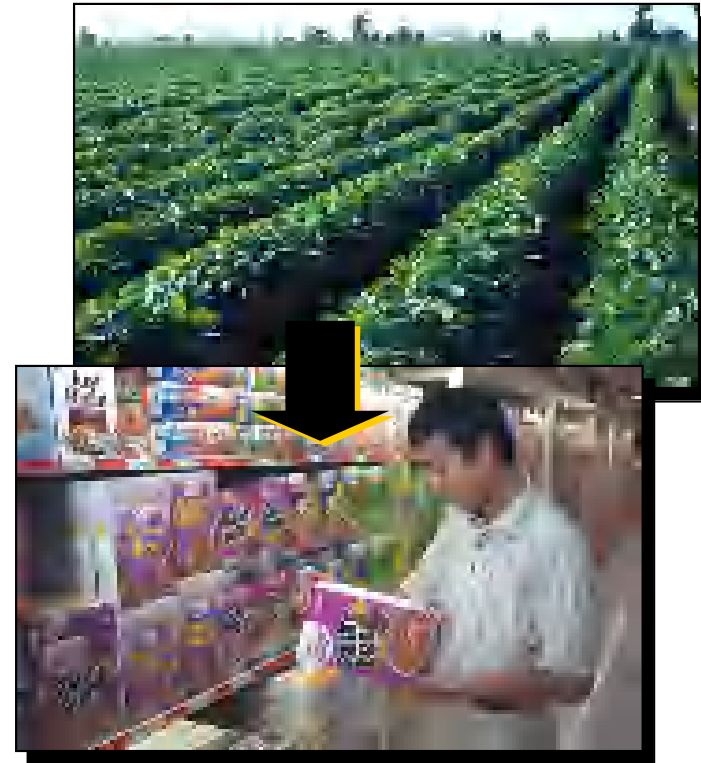
乾燥耐性が収量を増加します

畑で取れるオメガ3脂肪酸(魚油)

オメガ3脂肪酸を大豆で生産

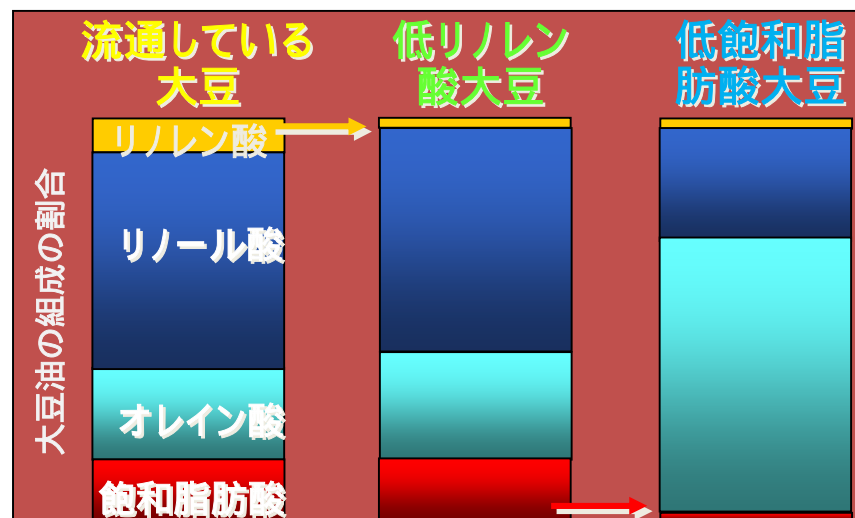
ベネフィット

- ◆ **健康の改善**
 - 心臓疾患, 血栓症, ガン, 関節炎
 - 乳児の栄養補給
- ◆ **省資源**
 - 貴重な水産資源(魚油)の代替
- ◆ **米国でメリットの食品表示が可能**
 - FDA推奨の健康に関する主張:
「オメガ3脂肪酸は脳血管障害などのリスクからあなたを守るでしょう」
- ◆ **低コスト**



脂肪酸組成を改良した大豆

大豆油脂肪酸	二重結合
• リノレン酸 (18:3)	3
• リノール酸 (18:2)	2
• オレイン酸 (18:1)	1
• 飽和: ミリスチン, パルミチン, ステアリン酸 (14:0, 16:0, 18:0)	0



低リノレン酸大豆 (Vistive, Non-GM + RR) 開発済み、
低飽和脂肪酸大豆開発中

製品コンセプト

大豆油を消費者、食品会社、穀物加工業者向けに最適化

- **心臓血管の健康状態**: 飽和脂肪酸、トランス脂肪酸フリー
- **風味と賞味期限**: 酸化安定を強化
- **加工の費用の節約**

健康増進に関して 日本で行われている研究

- 開発中の遺伝子組換えイネ
 - －花粉症の症状を緩和するイネ
動物実験を本格化
 - －血糖値を下げる効果があるコメ



発展途上国向けのビタミンA作物

ベネフィット:

ビタミンA不足は118ヶ国以上で健康上問題視されています

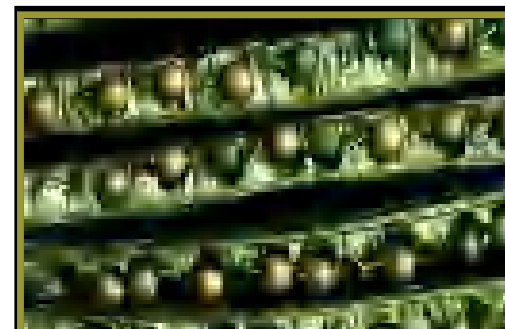
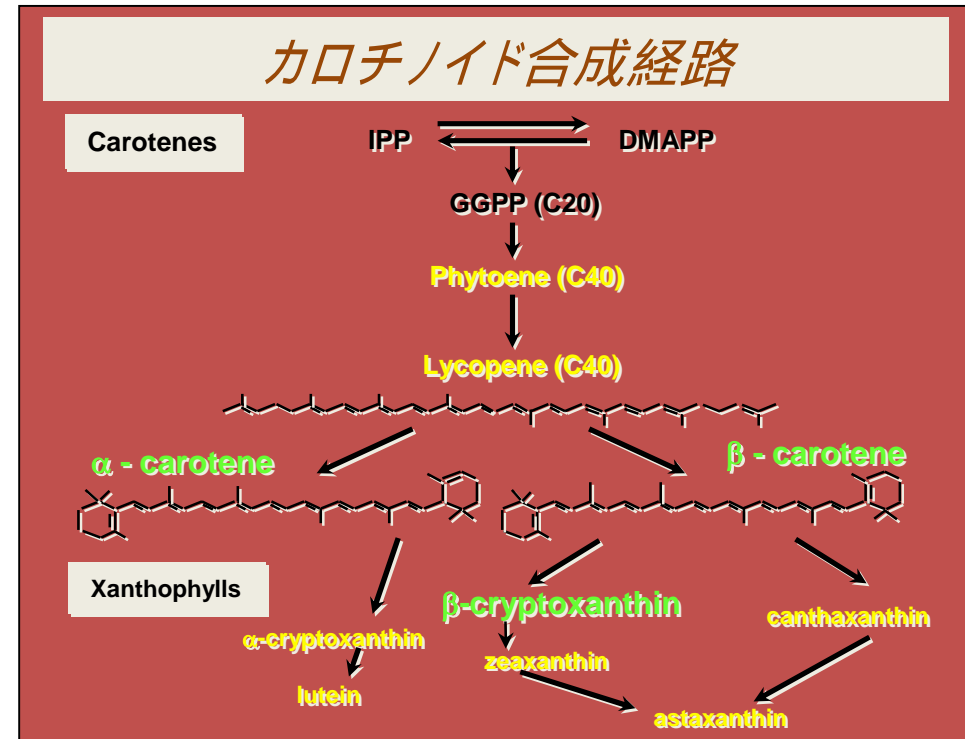
- 世界各国で**8億人**が**ビタミンA不足**
 - 毎年1,300万人の成人が新たに夜盲症を発症
- 2億5千万人の子供たちが危険にさらされています
 - 毎年50万人の子供が失明
 - 10万~20万人の子供が免疫不全のため死亡

バイオによる栄養強化: 作物/食物中のプロビタミンA含有量を高める

- 栄養強化や栄養補助食品の研究を助ける



モンサント・カンパニーはこのイネの開発に必要な技術の無償供与を約束

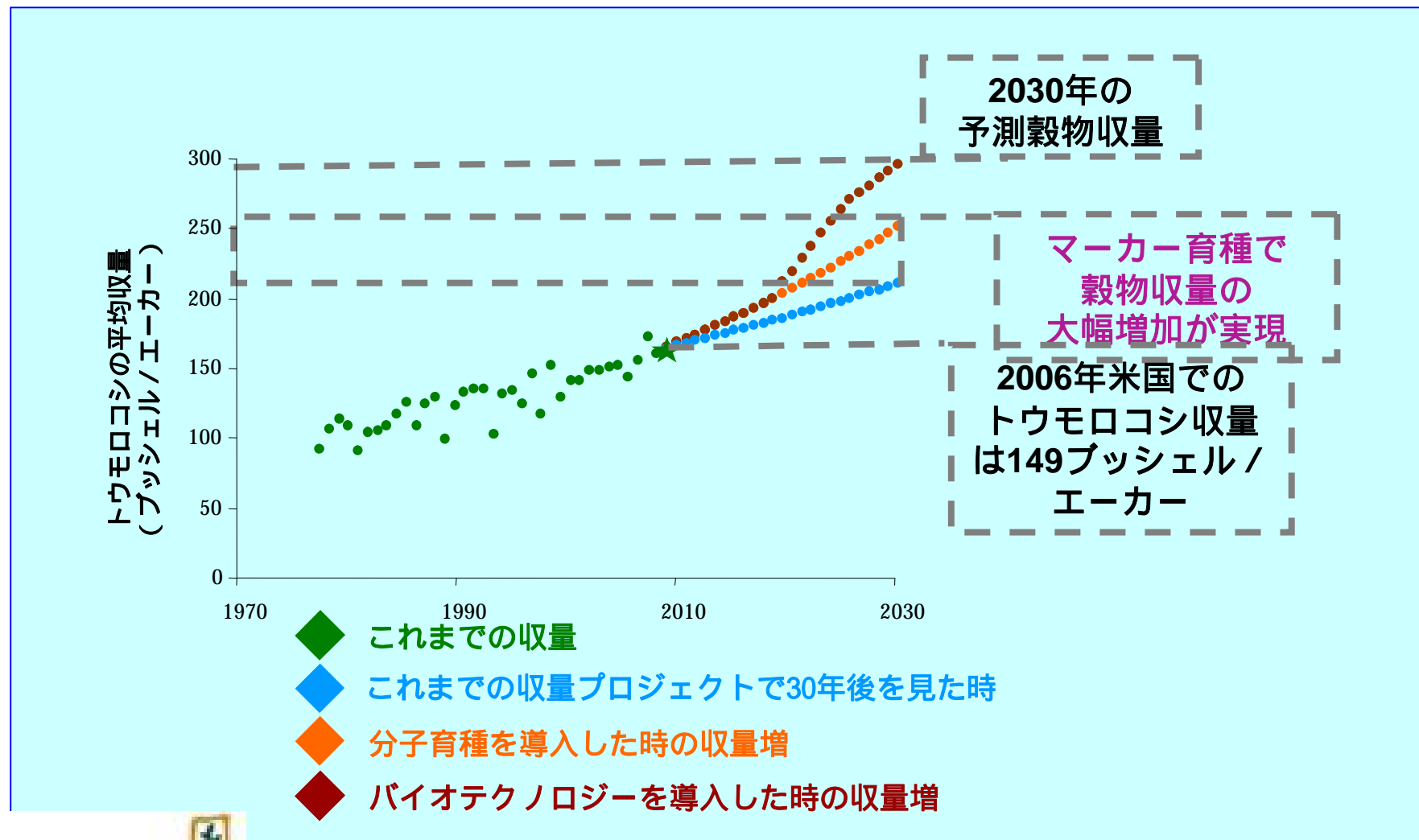


ゴールドンマスタード



ゴールドンライス

モンサント・カンパニーの公約 (2030年に収量を2000年の倍に！)



8. まとめ

1. 遺伝子組み換え作物は人類の抱える問題を解決できる技術の一つ。
2. すでに食糧増産、農薬の使用量削減など環境保全型農業の実施、農家の収入増などのベネフィットが出ている。**日本の農業への貢献も大きいと期待される。**
3. 今後さらに、食糧、水、環境、エネルギー、健康増進に役立つものが開発される。
4. リスクはあるが管理の方法がきちんと考えられ実践されている。
 - 科学的な安全性確認
 - より長く技術が利用できるようなリスク管理
 - ✓ 抵抗性害虫の発生阻止
 - ✓ 除草剤抵抗性雑草の防除法の確立