Department of
Primary
Industries

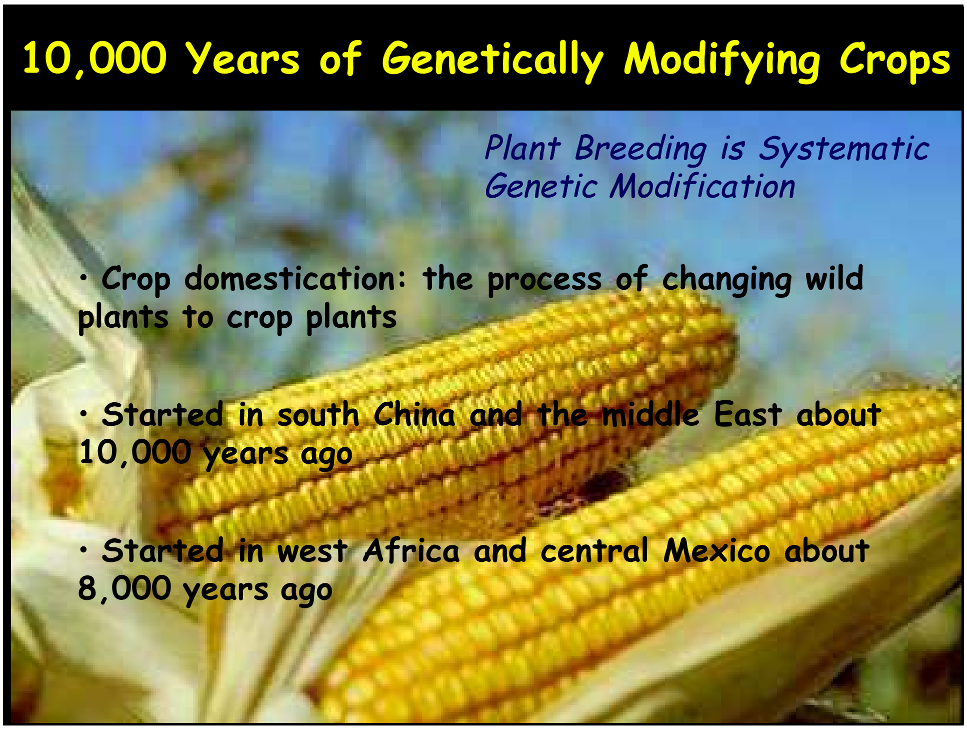
Agricultural Biotechnology for Environmental Outcomes

German Spangenberg

Department of
Primary
Industries

環境に役立つ
農業バイオテクノロジー

ヘルマン・シュパンゲンベルク
German Spangenberg


10,000 Years of Genetically Modifying Crops
Plant Breeding is Systematic Genetic Modification
• Crop domestication: the process of changing wild plants to crop plants
• Started in south China and the middle East about 10,000 years ago
• Started in west Africa and central Mexico about 8,000 years ago


1万年にわたる作物の遺伝子組み換え
植物育種は、体系的な遺伝子組み換えである。
・作物の栽培化：野生の植物を作物に変える過程
・約1万年前に、中国南部および中東で始まった
・約8,000年前に、アフリカ西部およびメキシコ中部で始まった

What is Gene Technology?

- Scientists have learnt how to locate genes and transfer them to different cells
- These cells can be in a different organism
- Gene transfer also transfers the trait the gene codes for
- This science is called gene technology and the organism is called transgenic or GM

遺伝子工学とは？

- 科学者は、遺伝子の見つけ方と、他の細胞に遺伝子を導入する方法を学んだ
- これらの細胞は、別の生物のものでもあり得る
- 遺伝子導入を行うと、その遺伝子が塩基配列によって指定する形質も導入される
- この科学を遺伝子工学と呼び、この生物を遺伝子組み換えまたはGMと呼ぶ

Will This Impact on Our Lives?

… improving the competitiveness of our agricultural production systems.

… improving the environment we share.

… improving the food we eat.

… meeting the challenges of feeding the world.

遺伝子工学は、私たちの生活に影響するか？

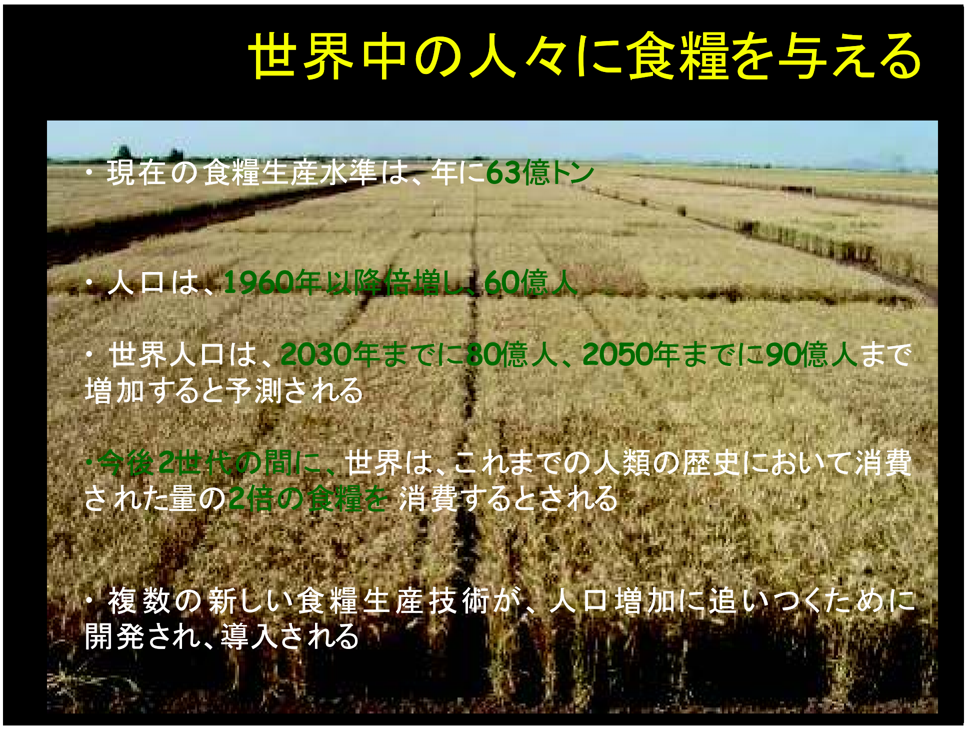
…私たちの農業生産体制の競争力を向上させる

…私たちが共有する環境を改善する

… 私たちが食べる食物を改善する

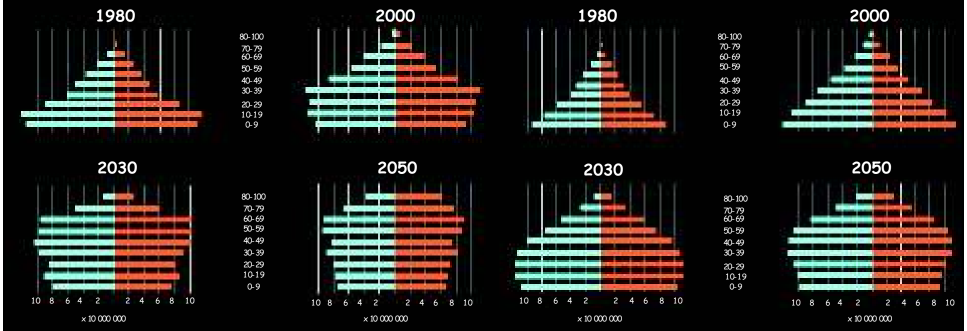
… 世界中の人々に食糧を与えるという課題に対応する


Feeding the World
• Current level of food production is 6.3 billion tons per year
• Human population doubled since 1960 to 6 billion
• World population predicted to increase to 8 billion by 2030 and to 9 billion by 2050
• In next 2 generations the world will consume twice as much food as consumed in the entire history of humankind
• Multiple new technologies of food production created and adopted to keep up with population growth


世界中の人々に食糧を与える
・現在の食糧生産水準は、年に63億トン
・人口は、1960年以降倍増し、60億人
・世界人口は、2030年までに80億人、2050年までに90億人まで増加すると予測される
・今後2世代の間に、世界は、これまでの人類の歴史において消費された量の2倍の食糧を 消費するとされる
・複数の新しい食糧生産技術が、人口増加に追いつくために開発され、導入される

Feeding the World

China India



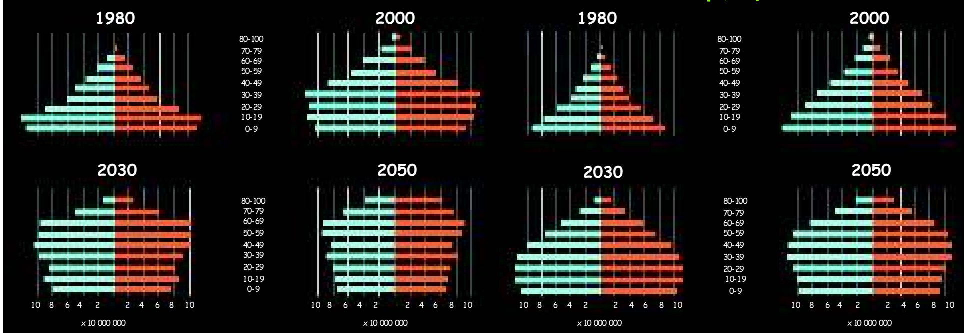
- Large population shift to middle age group in next 30 years
- China would require, for example, 40% of world wheat supply

A Massive Demand Growth in Asia

ABARE 2005

世界の人々に食糧を与える

中国 インド



- 今後30年間に、中年層に人口のシフトが起こる
- 例えば、中国では、世界の小麦供給量の40%が必要となる

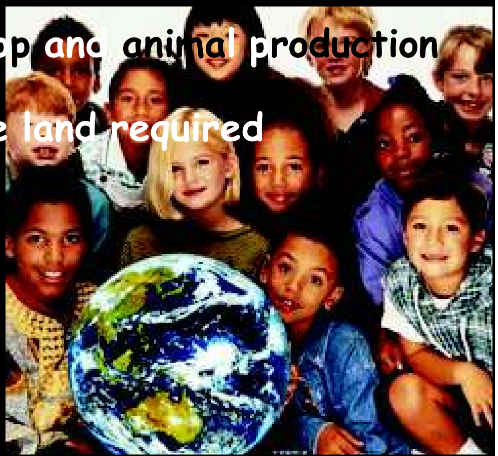
アジアにおける大規模な需要増加

ABARE 2005年

Food Security and the Environment

By 2030 world population will reach 8 billion

- Need for increased crop and animal production
- 12% increase of arable land required
  - Water access,use & quality; salinity
- Climate variability and climate change
  - Adaptation & mitigation



食糧安保と環境

2030年までに、世界人口は80億人に達する

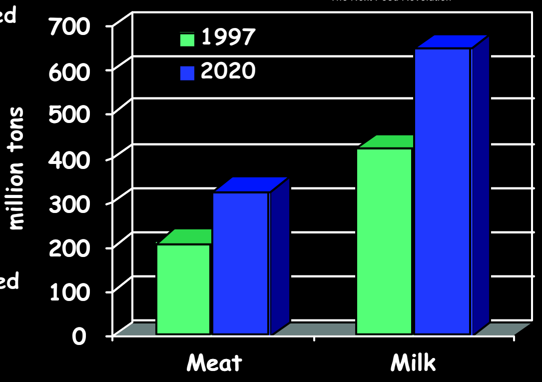
- 穀物および家畜生産の増加が必要
- 耕地の12%増加が必要
  - 水の確保、使用、水質；高塩濃度
- 気候変動および気候変化
  - 適応および緩和

The ‘Livestock Revolution’

- Global population to increase to 7.5 billion by 2020
- By 2020 global population projected to consume 120 million tons of meat and 220 million tons of milk above 1997 consumption level.

Delgado et al. Livestock to 2020 The Next Food Revolution

- Demand for milk and meat expected to more than double by 2050
- Fueled by population growth, urbanisation and income growth in developing countries
- Additional 292 million tons of cereals will be used annually as feed by 2020
- Estimated global amount of N voided by animals 80 – 130 million tonnes per year, equals global annual N fertilizer usage



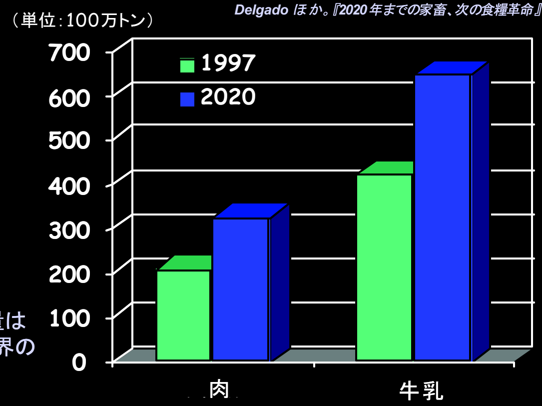
Massive Global Increase in Demand for Food of Animal Origin

「畜産革命」

- 2020年までに、地球人口は75億人に達する
- 2020年までに、地球人口は、1997年の消費水準よりさらに1億2,000万トンの肉および2億2,000万トンの牛乳を消費すると予測される

Delgado ほか。『2020年までの家畜、次の食糧革命』

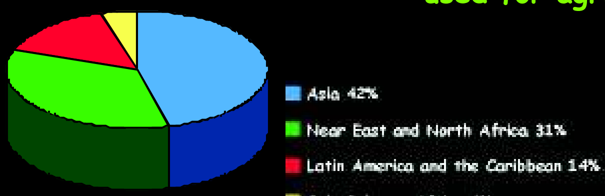
- 牛乳および肉の需要は、2050年までに2倍以上に増えるとされる
- これらの増加は、発展途上国における人口増加、都市化、および収入増加による
- 2020年までに、年間2億9,200万トンの穀物が飼料として使われる
- 年に世界で家畜が排出する推定窒素量は8,000万～1億3,000万トン。これは、世界の窒素肥料使用量と等しい



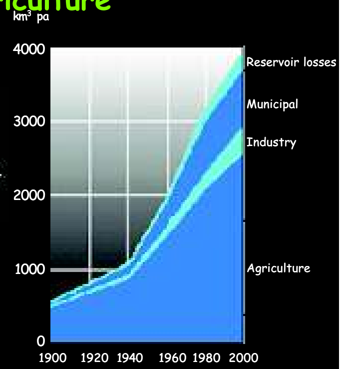
動物に由来する食物の需要が、世界的に大きく増加する

Water - A Limited Resource

Irrigation of arable land



- Worldwide, 70% of all water is used for agriculture



- World water consumption doubled over the last 50 years
- Still 1.3 billion people do not get enough drinking water, by 2025 this number could double
- Water consumption is unevenly distributed

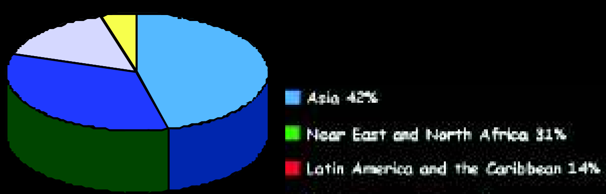
L/day/person used

- AU 1,440
- EU 210
- USA 617
- Africa 48

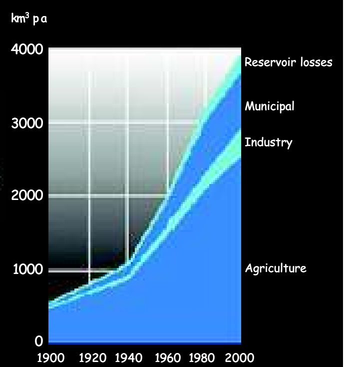
Synthesis Report for European Commission, Directorate-General for Research, October 2004

水 – 限られた資源

耕地の灌漑



- 世界の水の70%が、農業に使用されている



- 過去 50 年間で、世界の水消費量は倍増
- 13 億人の人々が、いまだに充分な飲み水を得られない
  この数は、2025 年までに倍増する可能性がある
- 水消費の分布には、ばらつきがある

1人当たりの1日使用量（リットル）

- オーストラリア 1,440
- EU 210
- 米国 617
- アフリカ 48

欧州委員会総合報告書、調査総局、2004年10月

Water and Irrigated Agriculture

In Australia:

- Irrigated agriculture represents around a third of the total value of all agricultural production
- It only uses 0.4% of agricultural land
- It generates 56% of net economic return from all agriculture

- In Australia, about 70% of all water is used for irrigation; ca. 35% of it for pasture production

Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, 'At a Glance 2005'

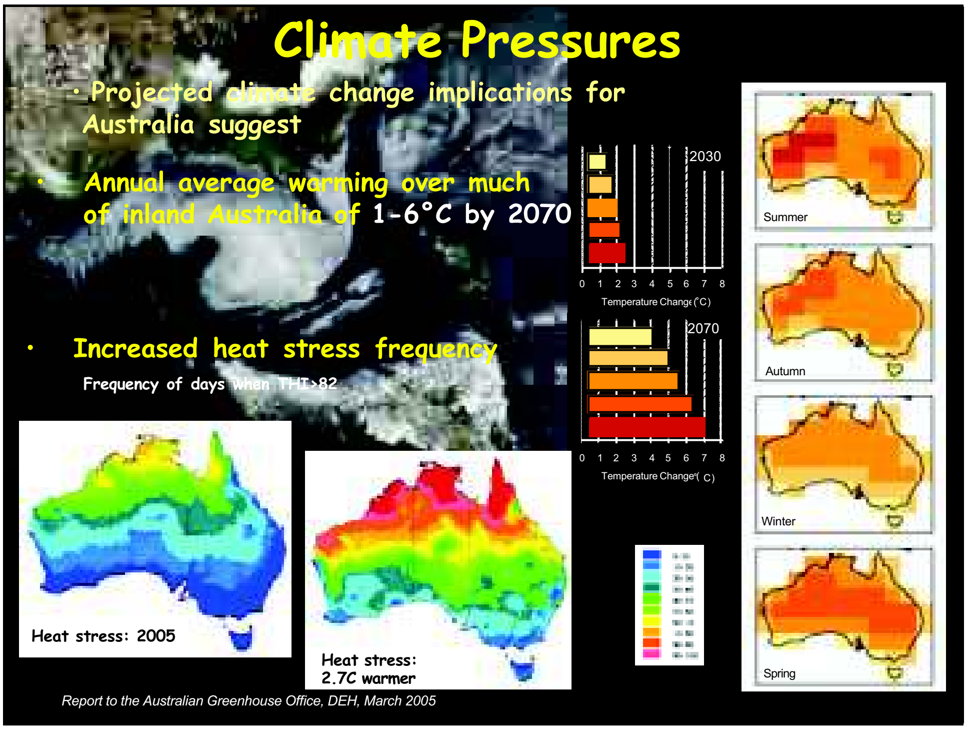
水と灌漑農業

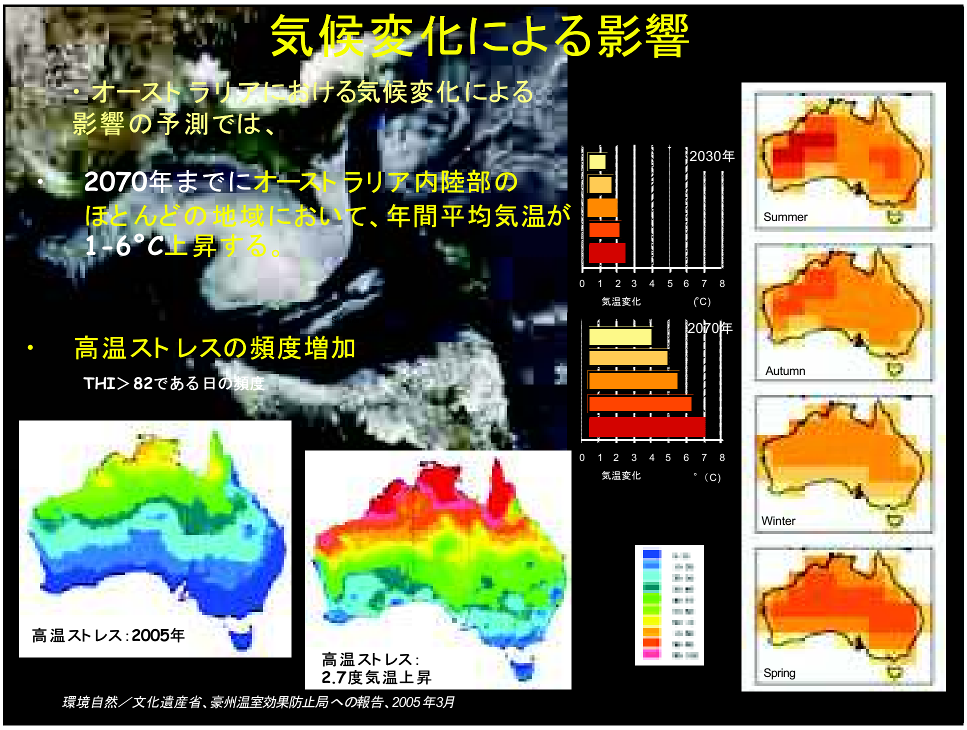
オーストラリアでは:

- 灌漑農業は、農業生産総額の約 3 分の1を占める
- 灌漑農業で使われるのは、農地の 0.4% のみ
- 灌漑農業は、全農業による純経済利益の 56 %を産出する

- オーストラリアでは、すべての水の 70% が灌漑に使われている そのうち約35% は牧草生産に使われている

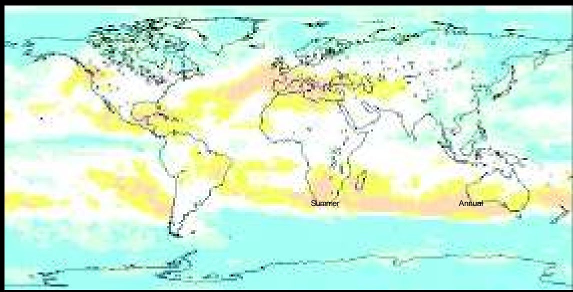
豪州政府農林水産省、『At a Glance, 2005』


Climate Pressures
• Projected climate change implications for Australia suggest
• Annual average warming over much of inland Australia of 1-6°C by 2070
• Increased heat stress frequency
Frequency of days when THI>82
Heat stress: 2005
Heat stress: 2.7C warmer
2030
0 1 2 3 4 5 6 7 8
Temperature Change(°C)
2070
0 1 2 3 4 5 6 7 8
Temperature Change(°C)
Summer
Autumn
Winter
Spring
Report to the Australian Greenhouse Office, DEH, March 2005


気候変化による影響
・オーストラリアにおける気候変化による影響の予測では、
• 2070年までにオーストラリア内陸部のほとんどの地域において、年間平均気温が1-6°C上昇する。
• 高温ストレスの頻度増加
THI＞82である日の頻度
高温ストレス:2005年
高温ストレス:
2.7度気温上昇
2030年
0 1 2 3 4 5 6 7 8
気温変化 (°C)
2070年
0 1 2 3 4 5 6 7 8
気温変化 °(C)
Summer
Autumn
Winter
Spring
環境自然／文化遺産省、豪州温室効果防止局への報告、2005年3月

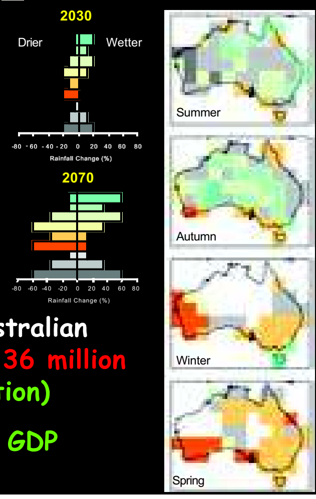
Climate Pressures

- Projected climate change implications for Australia suggest



Report to the Australian Greenhouse Office, DEH, March 2005

Precipitation increase in ≥90% of simulations
Precipitation increase in ≥75% of simulations
Precipitation decrease in ≥75% of simulations
Precipitation decrease in ≥90% of simulations



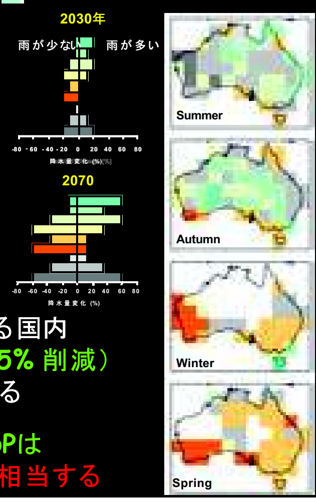
- A likelihood of decreasing rainfall over most of Australia
- GDP scenario losses due to reduction in Australian irrigation allocations estimated between $136 million (5% reduction) to $751 million (20% reduction)
- Drought subtracted c. 1% from Australia's GDP in 2002/03; equal to ca. $6.6 billion

気候変化による影響

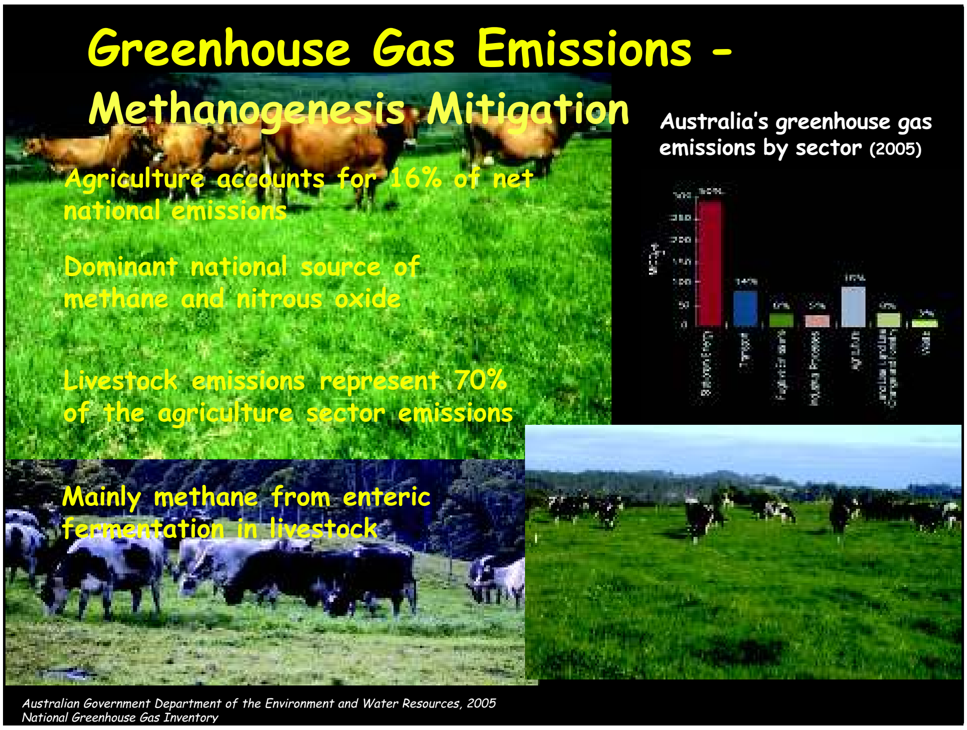
- オーストラリアにおける気候変化による影響の予測によると、

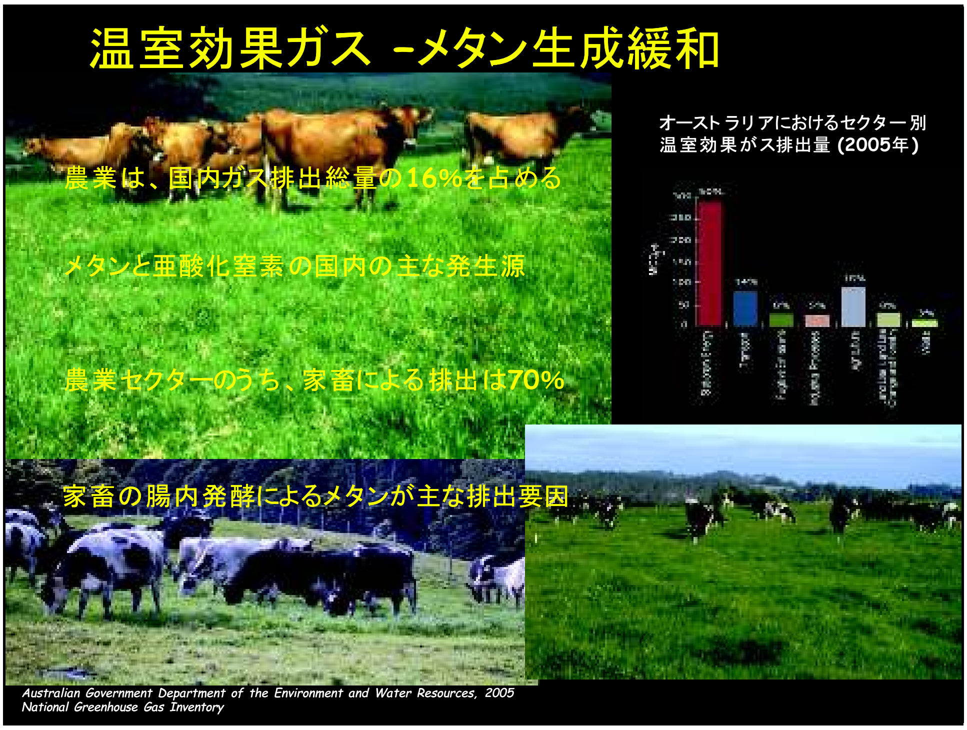
環境自然／文化遺産省、豪州温室効果防止局への報告、2005年3月

シミュレーションの90%以上における降水量増加
シミュレーションの75%以上における降水量増加
シミュレーションの75%以上における降水量減少
シミュレーションの90%以上における降水量減少



- オーストラリアのほとんどの地域の降雨量が減る
- オーストラリアにおける灌漑への配分の削減による国内総生産（GDP）予想損失は、1億3,600万豪ドル（5%削減）から7億5,100万豪ドル（20%削減）と見積られる
- 2002－2003年、干ばつにより、オーストラリアGDPは約1%損失を被った。これは、約66億豪ドルに相当する


Greenhouse Gas Emissions -
Methanogenesis Mitigation
Agriculture accounts for 16% of net national emissions
Dominant national source of methane and nitrous oxide
Livestock emissions represent 70% of the agriculture sector emissions
Mainly methane from enteric fermentation in livestock
Australia's greenhouse gas emissions by sector (2005)
Australian Government Department of the Environment and Water Resources, 2005
National Greenhouse Gas Inventory


温室効果ガス –メタン生成緩和
農業は、国内ガス排出総量の16%を占める
メタンと亜酸化窒素の国内の主な発生源
農業セクターのうち、家畜による排出は70%
家畜の腸内発酵によるメタンが主な排出要因
オーストラリアにおけるセクター別
温室効果ガス排出量 (2005年)
Australian Government Department of the Environment and Water Resources, 2005
National Greenhouse Gas Inventory

Global Status of GM Crops (2007)

- 12 years of planting GM crops
- 23 countries grew GM crops in 2007

Top six are: USA, Argentina, Brazil, Canada, India and China

- 12 million farmers planted 114.3 million hectares of GM crops in 2007
- 12% increase from 2006
- 690 million hectares of GM crops planted so far

Clive James, ISAAA Brief 37, 2007

遺伝子組み換え作物のグローバルな状況（2007年）

- 遺伝子組み換え作物が栽培されて12年
- 2007年の遺伝子組み換え作物栽培国は23カ国

首位6カ国：米国、アルゼンチン、ブラジル、カナダ、インド、中国

- 2007年、1,200万の農業生産者が1億1,430万ヘクタールで遺伝子組み換え作物を栽培
- 2006年から12%増加
- これまでに、6億9,000万ヘクタールで遺伝子組み換え作物が栽培された

Clive James, ISAAA ブリーフ 37、2007年

Global Impact of GM Crops (2006)

- Cumulative US$33.8 billion net economic benefits at farm level
  - US$16.6 billion for developing countries,
    US$17.2 billion for industrial countries
  - 90% of beneficiary farmers in developing countries
- Reduced pesticide spraying by 286 million kg active ingredient
- 15% reduced environmental footprint associated with pesticide use
- Significant reduction of greenhouse gas emission (equivalent to removal of 6.6 million cars)
- And more to come.....

Brookes & Barfoot, 2008

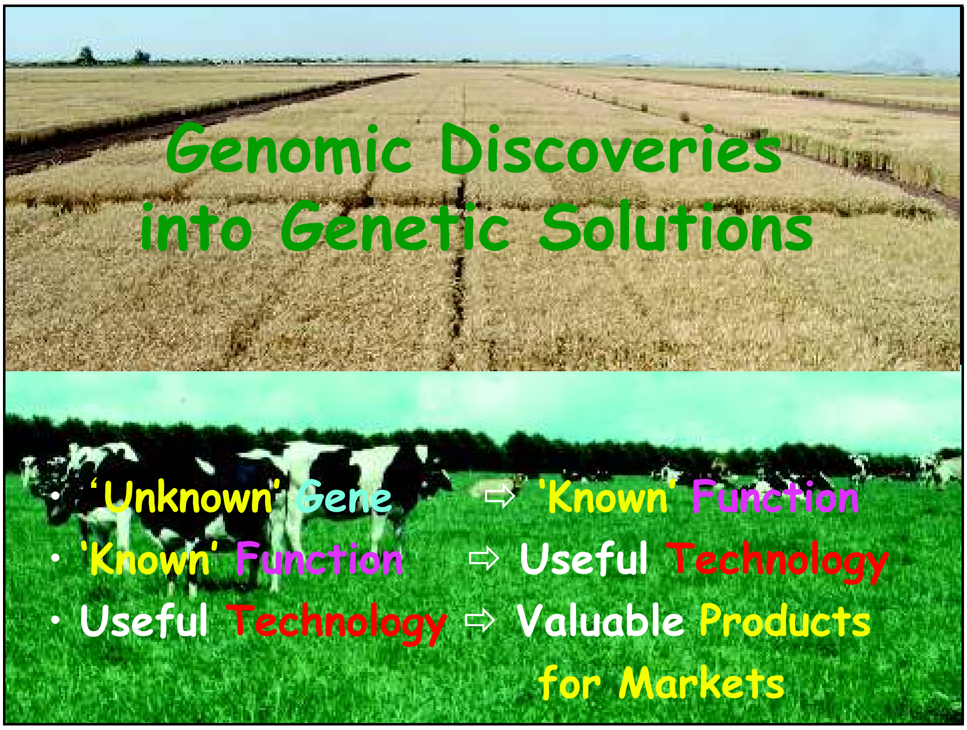
For more details : Global impact of biotech crops: socio-economic and environmental effects 1996-2006
Press Release: http://www.pgeconomics.co.uk/gm_crop_economic_environmental_impact.htm
Full Report : http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/globalimpactstudyjune2008PGEconomics.pdf

遺伝子組み換え作物のグローバルな影響（2006年）

- 農家に、累積額 338億米ドルの経済的純利益をもたらす
  - 発展途上国において、166億米ドル
    先進国では、172億米ドル
  - 恩恵を受けた農家の90%が 発展途上国の農家
- 殺虫剤散布の削減により、2億8,600万キログラムの有効成分が削減された
- 殺虫剤使用に関連する環境フットプリントが15%低下
- 温室効果ガス排出量が大幅に減少（ 自動車660万台分に相当 ）
- さらに…

Brookes & Barfoot, 2008年

参照：Global impact of biotech crops: socio-economic and environmental effects 1996-2006
プレスリリース: http://www.pgeconomics.co.uk/gm_crop_economic_environmental_impact.htm
報告書: http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/globalimpactstudyjune2008PGEconomics.pdf


Genomic Discoveries
into Genetic Solutions
• 'Unknown' Gene ⇨ 'Known' Function
• 'Known' Function ⇨ Useful Technology
• Useful Technology ⇨ Valuable Products
for Markets


ゲノム発見から
ソリューションを導く
・「未知の」遺伝子 ⇨「既知の」機能
・「既知の」機能 ⇨ 役立つ技術
・役立つ技術 ⇨ 市場にとって価値のある作物


GM Wheats
Enhancing Drought Tolerance


干ばつ耐性を強化した
遺伝子組み換え小麦

Why Drought Tolerant Wheat?

- 20 million ha affected area in Australia with up to 60% yield impact
- Potential $124 – 371 million annual average impact in Australia for wheat
- In 2006/07 Victoria has lost up to 70% of its wheat crop ($300 million loss) due to severe drought conditions
- In the absence of transforming interventions, climate change is expected to reduce Australian wheat production by 13% by 2050

Australian Commodity Statistics 2007, ABARE

なぜ干ばつ耐性の小麦か？

- オーストラリアの2,000万ヘクタールへ影響があり、最大60%の収量が減少する可能性がある
- オーストラリアの小麦に対して、年間1億2,400万-3億7,100万豪ドルの効果があると予測
- 2006-2007年、ビクトリア州は深刻な干ばつのため小麦の収穫の最大70%（3億豪ドル）を損失
- 形質転換しない限り、気候変化によりオーストラリアの小麦は2050年までに13%低下する

Australian Commodity Statistics 2007, ABARE

Production of GM Wheat

遺伝子組み換え小麦の生産

Genes and Functions

DROUGHT: *Arabidopsis thaliana* (thale cress), *Zea mays* (maize), moss (*Physcomitrella patens*) and yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). Genes encode proteins to enhance drought tolerance by regulating gene expression or modulating biochemical and/or signal transduction pathways

Genetic Element	Source Organism
Constitutive Promoter 1	CCI
Stress Inducible Promoter 2	CCI
Gene 1	*Zea mays*
Gene 2	*A. thaliana*
Gene 3	*S. cerevisiae*
Gene 4	*P. patens*
Gene 5	*P. patens*
Gene 6	*S. cerevisiae*
35st terminator	CaMV
Ubi 1 promoter	Z. mays

遺伝子と機能

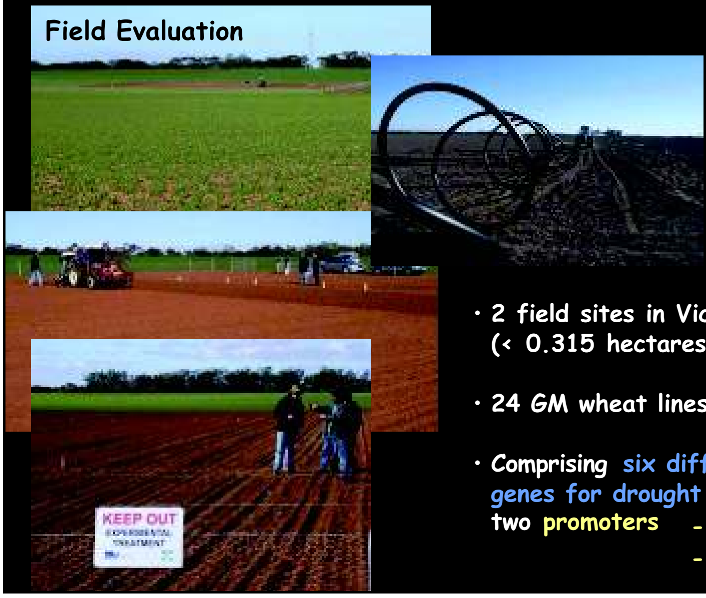
干ばつ: *Arabidopsis thaliana*(シロイズナズナ)、*Zea mays* (トウモロコシ)、*Physcomitrella patens*(コケ)、*Saccharomyces cerevisiae* (酵母)。遺伝子発現の規則化または生化学と/またはシグナル変換経路の調節により、遺伝子は干ばつ耐性を強化するタンパク質をコード化する。

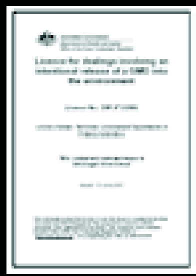
Genetic Element	Source Organism
Constitutive Promoter 1	CCI
Stress Inducible Promoter 2	CCI
Gene 1	*Zea mays*
Gene 2	*A. thaliana*
Gene 3	*S. cerevisiae*
Gene 4	*P. patens*
Gene 5	*P. patens*
Gene 6	*S. cerevisiae*
35st terminator	CaMV
Ubi 1 promoter	Z. mays

GM Wheat for Drought Tolerance

Australia's first field trial of GM wheat for drought tolerance

Field Evaluation



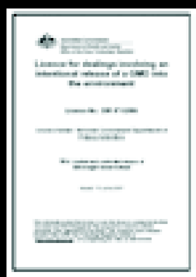


- 2 field sites in Victoria (< 0.315 hectares)
- 24 GM wheat lines planted
- Comprising six different candidate genes for drought tolerance and two promoters
  - constitutive
  - drought-inducible

干ばつ耐性遺伝子組み換え小麦

オーストラリアにおける初の干ばつ耐性遺伝子組み換え小麦の試験栽培

圃場評価



- ビクトリア州の2つの圃場 (< 0.315 ヘクタール)
- 24系統の遺伝子組み換え小麦を作付け
- 干ばつ耐性の6つの異なる候補遺伝子と2つのプロモーターから成る
  - 常時発現
  - 乾燥により発現誘導

GM Wheat for Drought Tolerance

Australia's first field trial of GM wheat for drought tolerance

• Yields of best GM wheat exceeded control by up to 20%

干ばつ耐性小麦

オーストラリアにおける初の干ばつ耐性遺伝子組み換え小麦の試験栽培

• 遺伝子組み換え小麦の収穫量、対照品種を最大で20%上回った

Why Fungal Resistant Wheat?

- Stripe rust $102 million
- Crown rot $90 million
- *Septoria tritici* $86 million
- *Septoria nodorum* $83 million
- Stem rust $57 million
- Leaf rust $56 million

Potential impact of climate change:

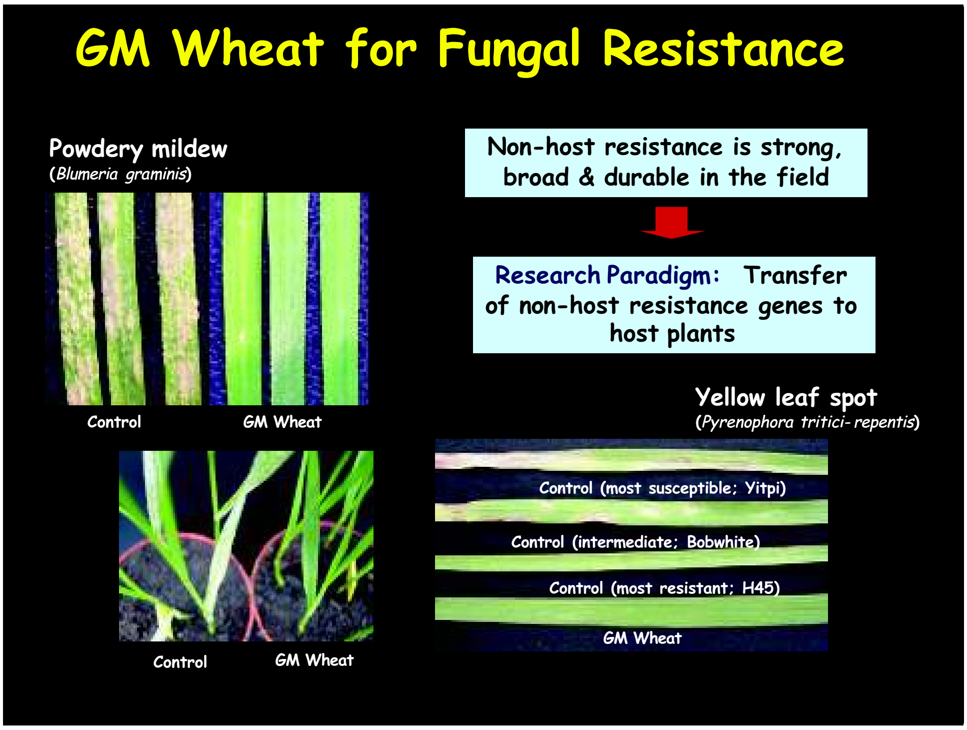
- Increased risk of spread of pathogens and pests

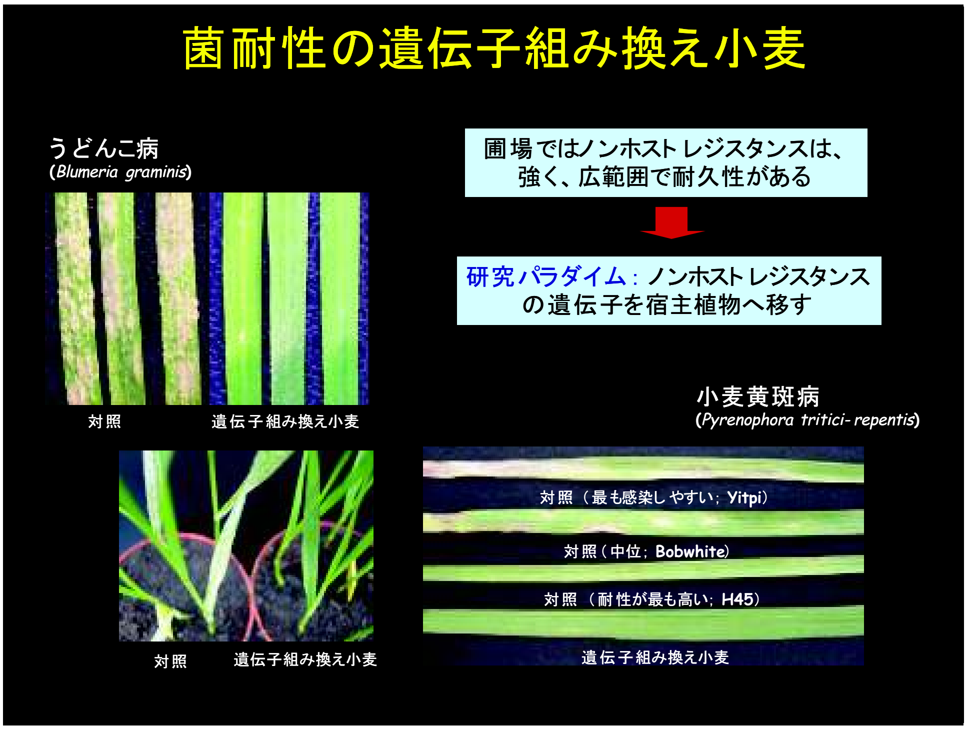
なぜ菌耐性の小麦か？

- 黄さび病：1億200万豪ドル
- 菌核病：9,000万豪ドル
- 葉枯病：8,600万豪ドル
- ふ枯病：8,300万豪ドル
- 黒さび病：5,700万豪ドル
- 赤さび病：5,600万豪ドル

気候変化による影響の予測:

- 病原菌と害虫が広がるリスクの増加


GM Wheat for Fungal Resistance
Powdery mildew
(*Blumeria graminis*)
Control
GM Wheat
Control
GM Wheat
Non-host resistance is strong, broad & durable in the field
Research Paradigm: Transfer of non-host resistance genes to host plants
Yellow leaf spot
(*Pyrenophora tritici-repentis*)
Control (most susceptible; Yitpi)
Control (intermediate; Bobwhite)
Control (most resistant; H45)
GM Wheat


菌耐性の遺伝子組み換え小麦
うどんこ病
(*Blumeria graminis*)
対照
遺伝子組み換え小麦
対照
遺伝子組み換え小麦
圃場ではノンホストレジスタンスは、強く、広範囲で耐久性がある
研究パラダイム：ノンホストレジスタンスの遺伝子を宿主植物へ移す
小麦黄斑病
(*Pyrenophora tritici-repentis*)
対照（最も感染しやすい; Yitpi）
対照（中位; Bobwhite）
対照（耐性が最も高い; H45）
遺伝子組み換え小麦


GM Pastures
Producing More with Less


遺伝子組み換え牧草
より少ない資源で増産

Outcome Scenarios

Enhanced Quality

Scenario Technology/Product

High energy (Lignin, fructan)

Protein utilization

Controlled flowering

予想されるシナリオ

品質向上

予想される技術／作物

高エネルギー（リグニン、フラクタン）

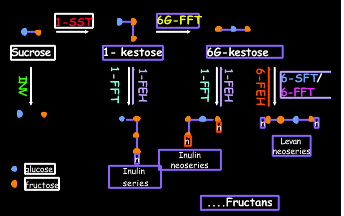
タンパク質利用

開花の制御

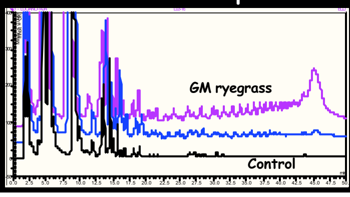
High Energy Ryegrass

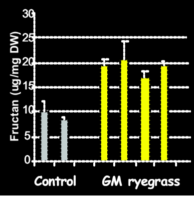
- **Increased Fructan (Sugar) Content – Perennial Ryegrass**
  - Increased ME concentration & nitrogen use efficiency
  - Increased dry matter intake, increased milk solids by 0.75 kg/cow/day





Fructan level and composition

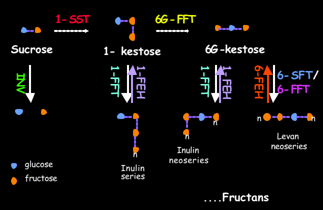




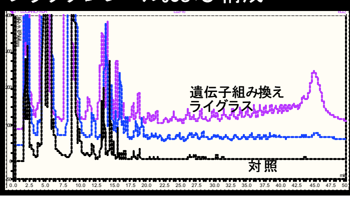
高エネルギーライグラス

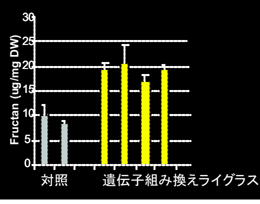
- フラクタン（糖質）含有量増加－多年生ライグラス
  - 代謝エネルギーの増加および窒素使用効率向上
  - 乾燥物摂取量増加、1頭につき1日当たり乳固形分が0.75キログラム増加





フラクタンレベルおよび構成

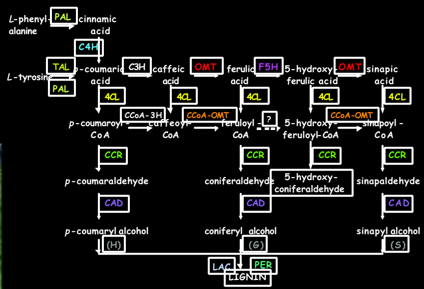




High Quality Fescue

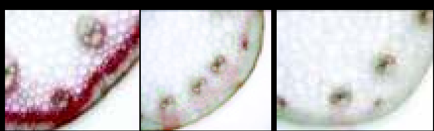
- Decreased Lignin Content - Tall Fescue
  - Increased digestibility and conversion to metabolizable energy (ME)
  - Tall fescue ↓ADF from 30 to 20 %, ↑ME intake by 2 MJ

Control hpCOMT1 hpCCR1

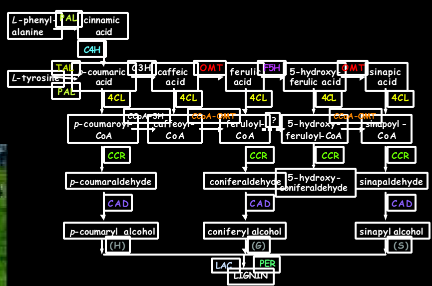


高品質ウシノケグサ

- リグニン含有量低下-オオウシノケグサ
  - 消化率が上昇し、代謝エネルギー(ME)への変換が促進される
  - オオウシノケグサについては 酸性デタージェント繊維（ADF）が30%から20%に減少し、代謝エネルギー摂取が、2MJ増加



対照 hpCOMT1 hpCCR1



Delivery of Societal Benefits

Benefits of Increasing Ryegrass Quality to Australian Dairy Industry

- Predicted 25% increased milk production on high digestibility perennial ryegrass
- $49 million benefits pa at current 7% re-sowing rate in dairy pastures
- $320 million potential benefit if high quality grass used to replace supplements

- Perennial ryegrass with increased water soluble carbohydrates to increase lamb production/ha by 23%

社会的な恩恵

ライグラスの品質の向上により、オーストラリアの酪農が享受する恩恵

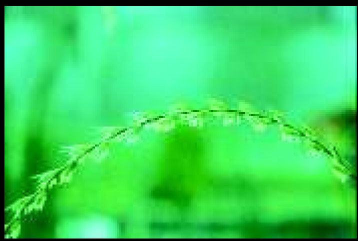
・高消化率多年生ライグラスを飼料とする牛の牛乳生産量が25% 増えると予測される

・酪農用牧草地における現在の再播種率は7%であるが、その率での恩恵は、年に4,900万豪ドル

・高品質牧草がサプリメントの代わりに使用された場合、3億2,000 万豪ドルの恩恵が見込まれる

・水溶性炭水化物を増加させた多年生ライグラスは、1ヘクタール当たりのラム肉の生産量を23%増加させる

Outcome Scenarios



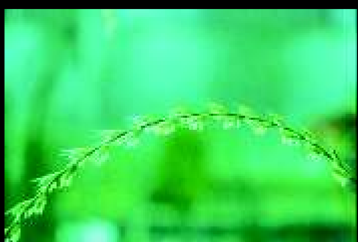
Improved
Human Health

Scenario Technology/Product

Low allergen grasses (Lolps)

Healthy lipids

予想されるシナリオ



人の健康増進

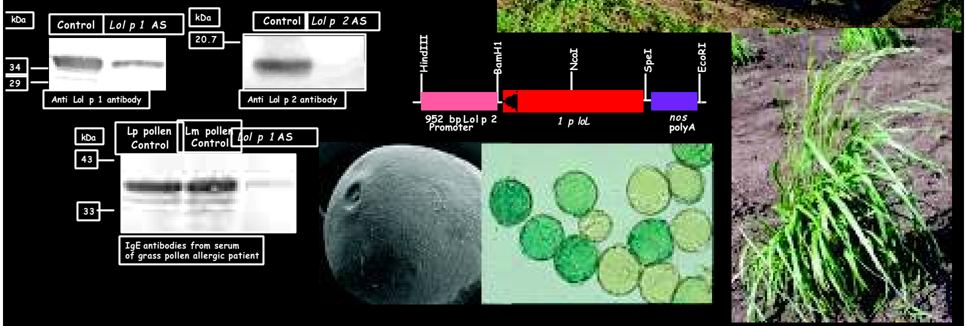
予想される技術／作物

低アレルゲン草（Lolps）

健康によい脂質

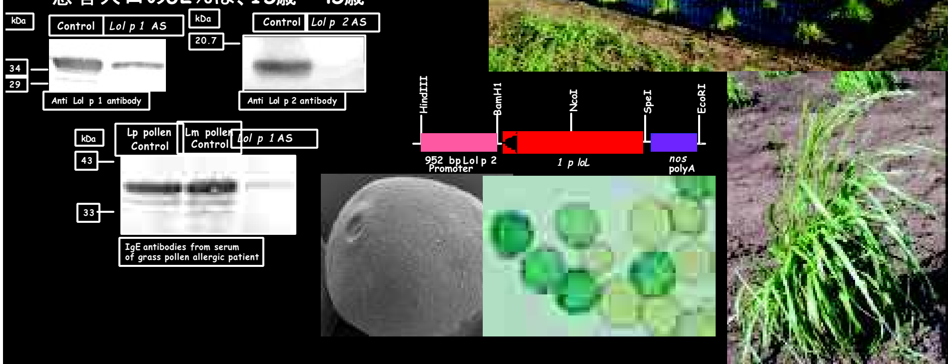
Low Allergen Ryegrass

- Ryegrass: major source of pollen allergens
- Hayfever and seasonal allergic asthma
- Afflict up to 25% of population in temperate climates
- 1.8 m Australians suffer from hayfever
- 62% affected population aged 15 - 45 years



低アレルゲン ライグラス

- ライグラスは、花粉アレルゲンを放つ主な植物である
- 花粉症および季節的なアレルギー性ぜんそく
- 気候の温暖な地域に住む人口の最大25%に影響
- 180万人のオーストラリア人が花粉症患者
- 患者人口の62%は、15歳～45歳



Delivery of Societal Benefits

Benefits to Australian Public Health

• Reduction potential of associated human health cost of $350/person/year by hypoallergenic ryegrass

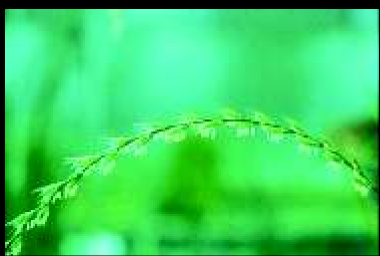
• $86 million benefit in Australia through reduced hayfever and asthma incidence

• Estimated 63% of Australian men and 46% women are overweight or obese

• Every day c. 10,000 Australian children move from healthy weight into overweight range

• Cost of health care for diet related services in Australia in excess of $10 billion per year

社会的な恩恵



オーストラリア国民の健康のために

・アレルギーを起こしにくいライグラスの場合、アレルギー関連の医療費が、年に1人当たり350豪ドル削減できると見込まれる

・オーストラリアにおける花粉症およびぜんそくの発症率が減ることにより、8,600万豪ドル節約

・オーストラリア人男性のおよそ63%、女性のおよそ46%が過体重または肥満

・毎日、約1万人のオーストラリア人児童が標準体重から過体重の範囲の仲間入り

・オーストラリアのダイエット関連のヘルスケアサービス費は毎年100億豪ドルを超える

Outcome Scenarios

Improved
Animal Health
& Welfare

Scenario Technology/Product

Bloat safety (proanthocyanidins)

Designer endophytes

予想されるシナリオ

動物の健康および
福祉の向上

予想される技術／作物

耐鼓脹症（プロアントシアニジン）

植物寄生体

Designer Clover - Bloat Safe

- Bloat-safety
- Reduced greenhouse gas
- Improved protein utilization
- Improved animal health (antiparasitic)
- Reduced waste and odour

Proanthocyanidin biosynthesis

Phenolic acid ← PHENOLICS → Coumarins
Phenolic acid → Lignin
PHENOLICS → Chalcones → Flavonones → Dihydroflavonols → Flavonols
Chalcones → Flavones
Flavonones → Isoflavones / Pterocarpans / Coumestans
Dihydroflavonols → Leucoanthocyanins → Anthocyanins
Leucoanthocyanins → Catechins → Proanthocyanidins → Condensed Tannins

- Bloat costs Australian industry over $100 million pa
- Improved protein use: 10% increase in growth rate of lambs and $50 million return for farmers

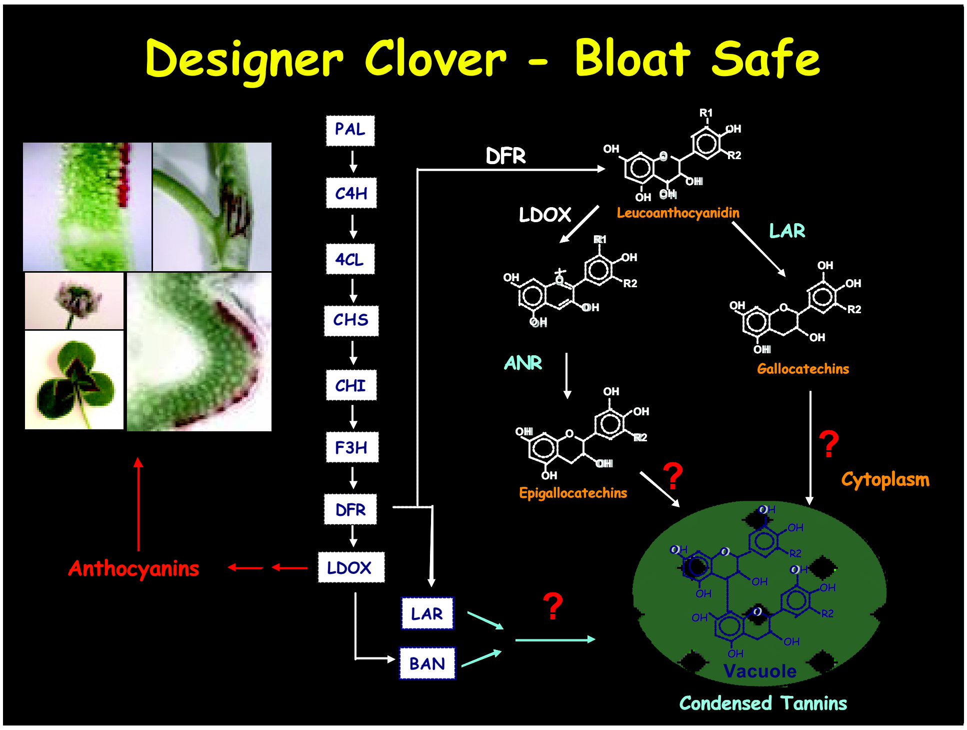
デザイナークローバー-耐鼓脹症

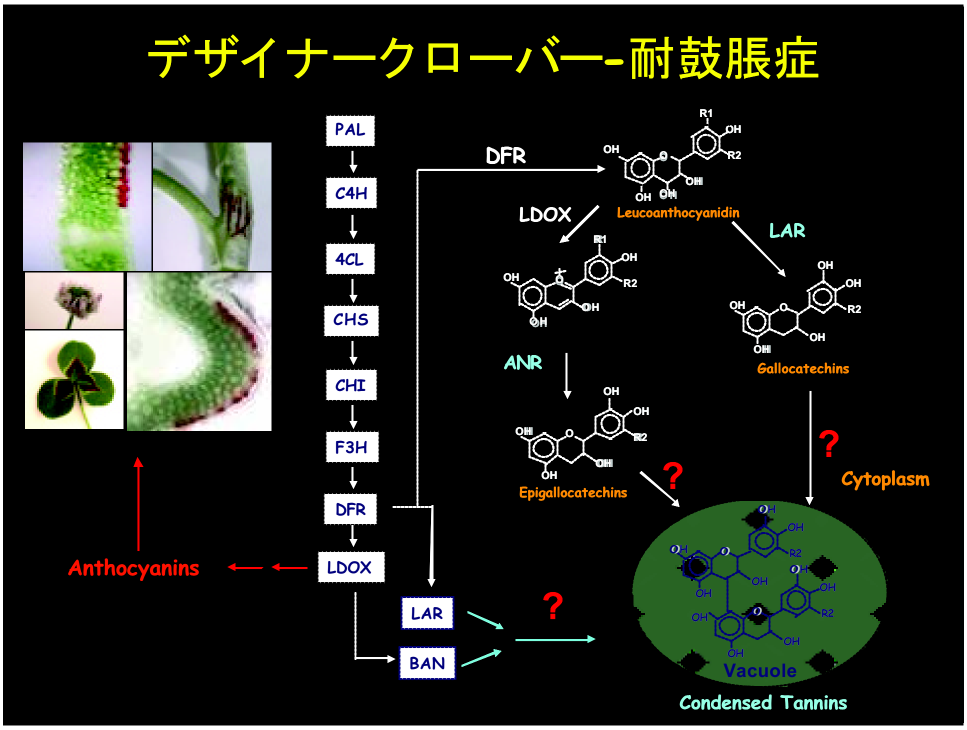
- 耐鼓脹症
- 温室効果ガス削減
- タンパク質利用の向上
- 動物の健康増進（抗寄生虫）
- 廃棄物および異臭の削減

プロアントシアニジン生合成

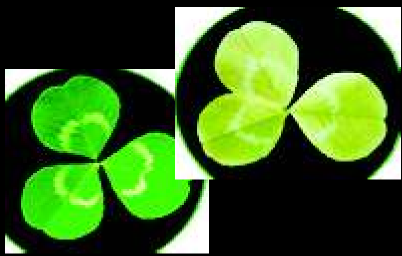
フェノール酸 ← フェノール系 → クマリン
フェノール酸 → リグニン
フェノール系 → カルコン → フラボノン → ジヒドロフラボノール → フラボノール
カルコン → フラボン
フラボノン → イソフラボン / プテロカルパン / クメスタン
ジヒドロフラボノール → ロイコアントシアニン → アントシアニン
ロイコアントシアニン → カテキン → プロアントシアニジン → 濃縮タンニン

- 鼓脹症により、オーストラリアの畜産業は、毎年1億豪ドル以上の損失を被っている
- タンパク質利用の改善：子羊の成長率が10%伸び、農家にとって5,000万豪ドルの利益となる


Designer Clover - Bloat Safe
PAL
C4H
4CL
CHS
CHI
F3H
DFR
LDOX
LAR
BAN
Anthocyanins
DFR
LDOX
Leucoanthocyanidin
LAR
ANR
Gallocatechins
Epigallocatechins
Cytoplasm
Vacuole
Condensed Tannins


デザイナークローバー-耐鼓脹症
PAL
C4H
4CL
CHS
CHI
F3H
DFR
LDOX
LAR
BAN
Anthocyanins
DFR
LDOX
Leucoanthocyanidin
LAR
ANR
Gallocatechins
Epigallocatechins
Cytoplasm
Vacuole
Condensed Tannins

Outcome Scenarios



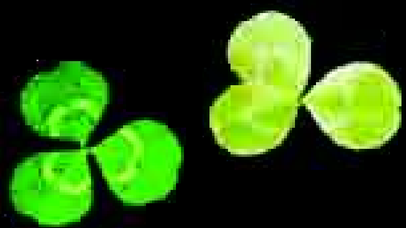
Enhanced
Biomass & Yield

Scenario Technology/Product

Delayed senescence

Perenniality

予想されるシナリオ

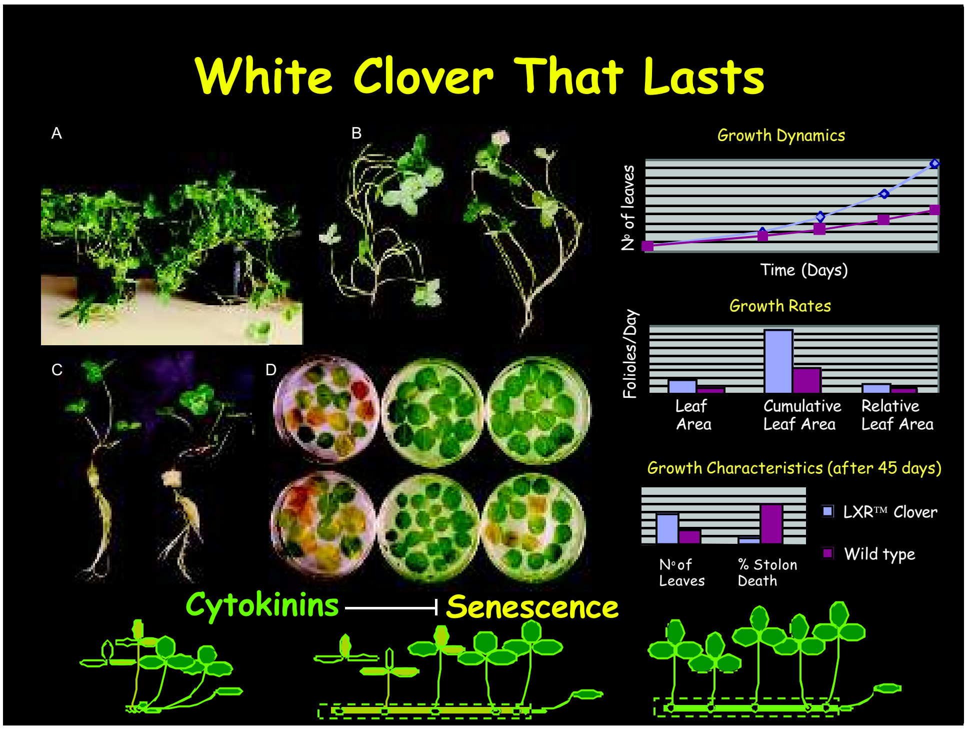


バイオマスおよび
収穫の促進

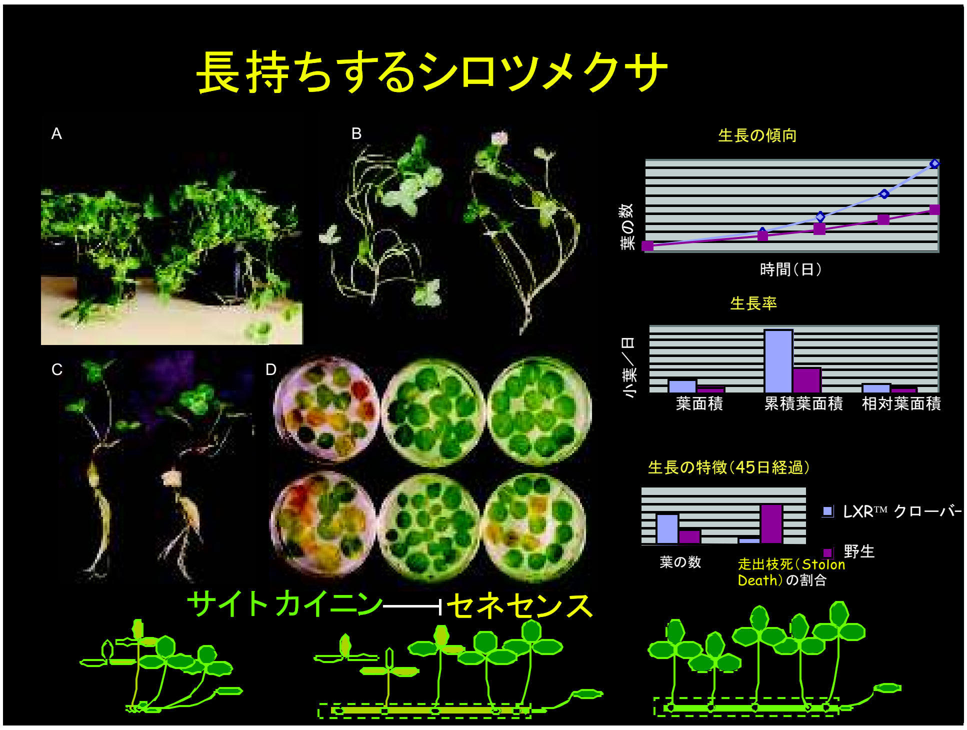
予想される技術／作物

セネセンス（老化）を遅らせる

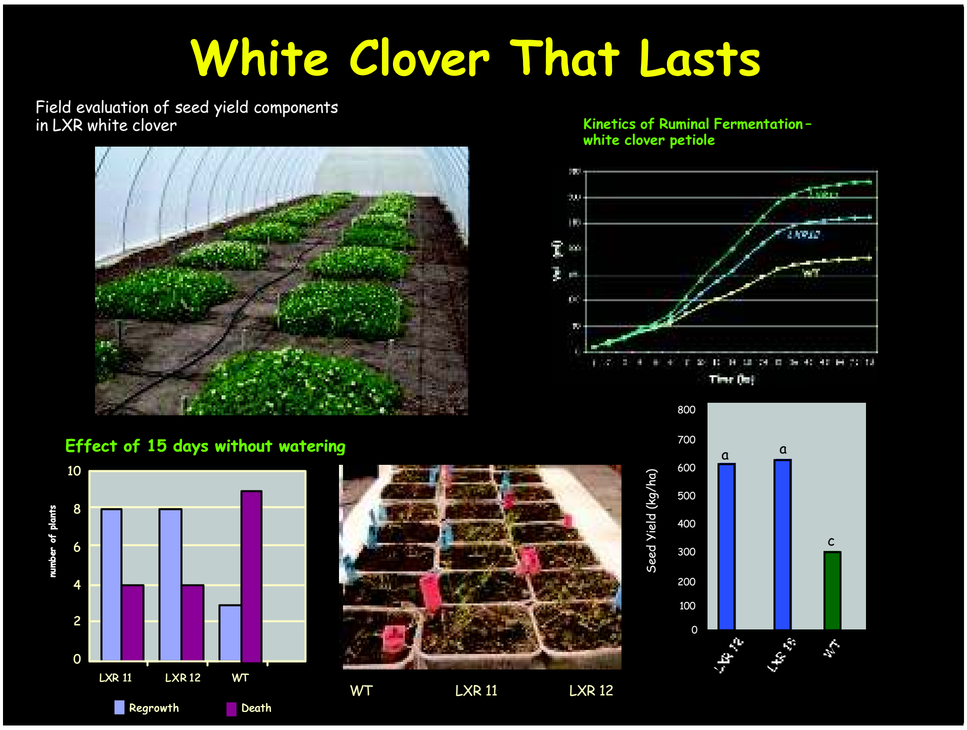
多年生

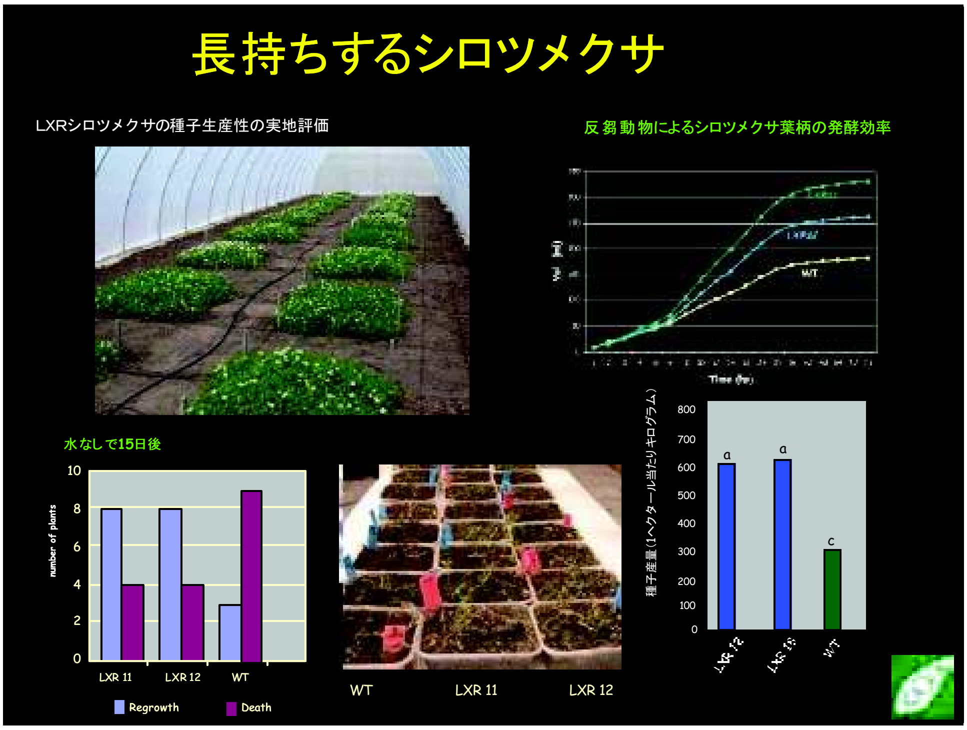


White Clover That Lasts
A
B
C
D
Growth Dynamics
Nº of leaves
Time (Days)
Growth Rates
Folioles/Day
Leaf Area
Cumulative Leaf Area
Relative Leaf Area
Growth Characteristics (after 45 days)
Nº of Leaves
% Stolon Death
LXR™ Clover
Wild type
Cytokinins
Senescence



長持ちするシロツメクサ
A
B
C
D
生長の傾向
葉の数
時間（日）
生長率
小葉／日
葉面積
累積葉面積
相対葉面積
生長の特徴（45日経過）
葉の数
走出枝死（Stolon Death）の割合
LXR™ クローバー
野生
サイトカイニン
セネセンス

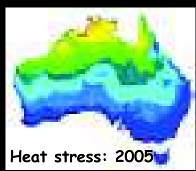

White Clover That Lasts
Field evaluation of seed yield components
in LXR white clover
Kinetics of Ruminal Fermentation -
white clover petiole
LXR11
LXR12
WT
Time (hr)
Effect of 15 days without watering
10
8
6
4
2
0
number of plants
LXR 11
LXR 12
WT
Regrowth
Death
WT
LXR 11
LXR 12
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Seed Yield (kg/ha)
a
a
c
LXR 12
LXR 11
WT

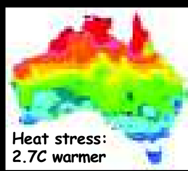

長持ちするシロツメクサ
LXRシロツメクサの種子生産性の実地評価
反芻動物によるシロツメクサ葉柄の発酵効率
LXR11
LXR12
WT
Time (hr)
水なしで15日後
10
8
6
4
2
0
number of plants
LXR 11
LXR 12
WT
Regrowth
Death
WT
LXR 11
LXR 12
800
700
600
500
400
300
200
100
0
種子産量(1ヘクタール当たりキログラム)
a
a
c
LXR 12
LXR 11
WT

Enhanced Biomass & Quality C4 Grasses

C4 grasses

- C4 pathway approximately 40% more efficient than C3 pathway in accumulating carbon
- C4 species use approximately half the water of most C3 species
- C4 species of grasses contain less nitrogen than C3 species and can be more N-use efficient

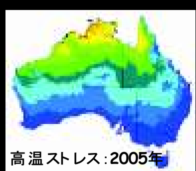




バイオマスの促進および高品質C4植物

C4植物

- C4経路は、C3経路より炭素蓄積の効率が約40%高い
- C4植物は、C3植物のほとんどに比べ、約半分の水しか使わない
- C4植物は、C3植物よりも含有している窒素が少なく、窒素使用効率が高い



Outcome Scenarios

Reduced Losses
in Yield & Quality

Scenario Technology/Product

Biotic stress tolerance
(viruses, nematodes, fungi)

Abiotic stress tolerance
(salinity, drought, frost)

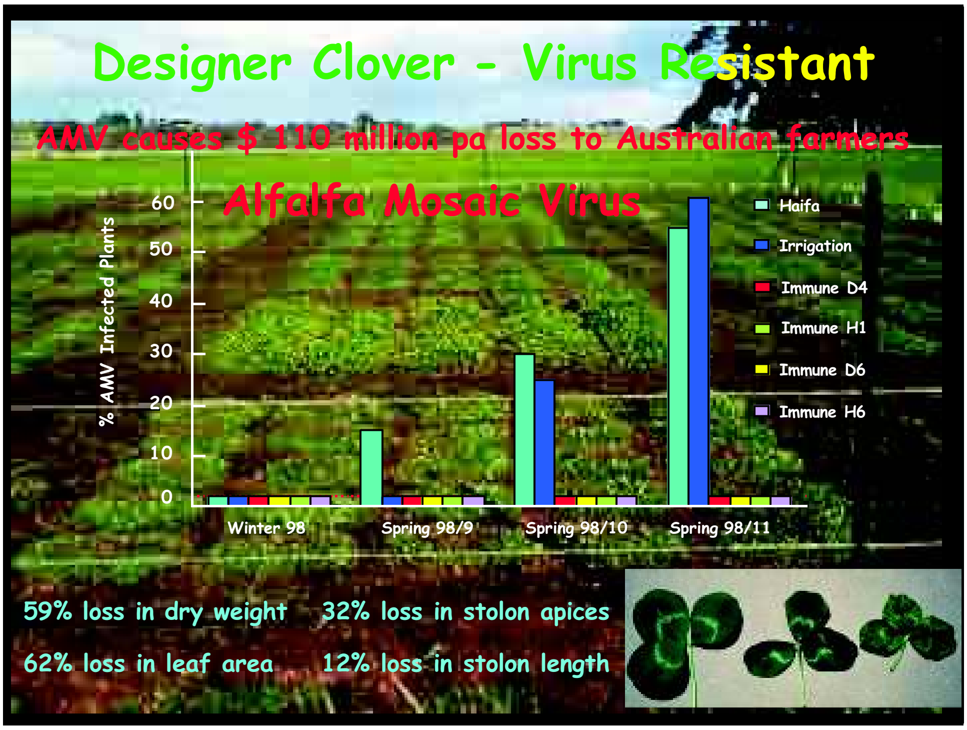
予想されるシナリオ

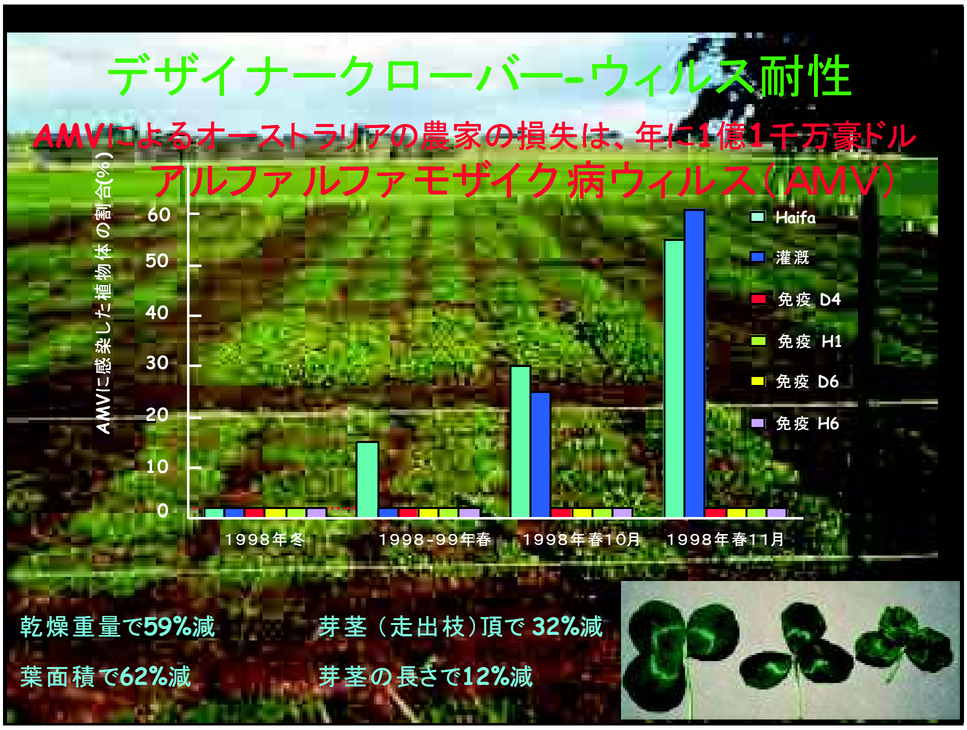
収穫および品質
の損失削減

予想される技術／作物

生物ストレス耐性
（ウィルス、線虫、菌類）

非生物ストレス耐性
（高塩濃度、干ばつ、霜）


Designer Clover - Virus Resistant
AMV causes $ 110 million pa loss to Australian farmers
Alfalfa Mosaic Virus
% AMV Infected Plants
60
50
40
30
20
10
0
Haifa
Irrigation
Immune D4
Immune H1
Immune D6
Immune H6
Winter 98
Spring 98/9
Spring 98/10
Spring 98/11
59% loss in dry weight
32% loss in stolon apices
62% loss in leaf area
12% loss in stolon length


デザイナークローバー-ウィルス耐性
AMVによるオーストラリアの農家の損失は、年に1億1千万豪ドル
アルファルファモザイク病ウィルス（AMV）
AMVに感染した植物体の割合(%)
60
50
40
30
20
10
0
Haifa
灌漑
免疫 D4
免疫 H1
免疫 D6
免疫 H6
1998年冬
1998-99年春
1998年春10月
1998年春11月
乾燥重量で59%減
芽茎（走出枝）頂で 32%減
葉面積で62%減
芽茎の長さで12%減

Outcome Scenarios

Improved Environmental Health

Scenario Technology/Product

P use efficiency (organic acids) and Al tolerance

Greenhouse gas emissions

予想されるシナリオ

環境衛生の向上

予想される技術／作物

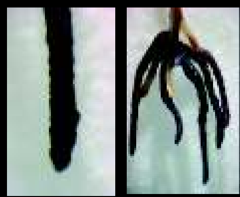
リン使用効率(有機酸)およびアルミニウム耐性

温室効果ガス排出量

Designer Clover - Nutrient Efficient & Aluminium Tolerant

- Estimated 40% arable land is acidic (Al toxicity)
- P forms insoluble unavailable compounds
- 30 million tons of P fertiliser applied yearly worldwide
- Australian farmers spend $600 million in P fertiliser per year
- Up to 80% of applied P fertiliser lost
- $10 billion of P in Australian soils

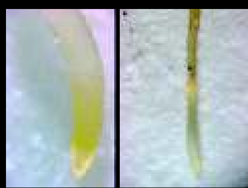
OA-Transgenic



Control

栄養効率が高く、アルミニウム耐性がある デザイナークローバー

- 耕地の約40%が酸性土壌（アルミニウム害）
- リンは、不溶性の利用できない複合物を形成する
- 世界で、毎年3,000万トンのリン肥料が使われている
- オーストラリアの農家は、リン肥料に年に6億豪ドルを費やす
- 使用されたリン肥料のうち最大80%が失われる
- オーストラリアの土壌に、100億豪ドル相当のリン肥料が使用されている

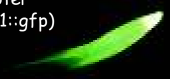


OA-遺伝子組み換え

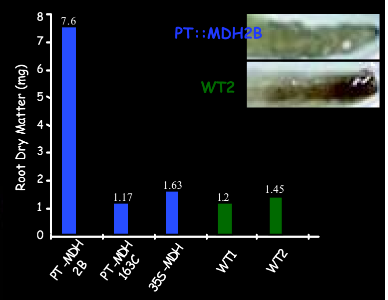
対照

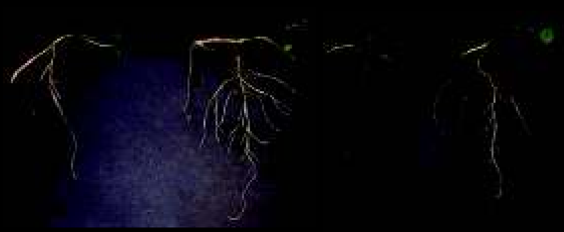
Designer Clover - Nutrient Efficient & Aluminium Tolerant

Root tip-prevalent promoter
from white clover (*Tr*PT1::gfp)



Root growth under Al-stress (10 uM)





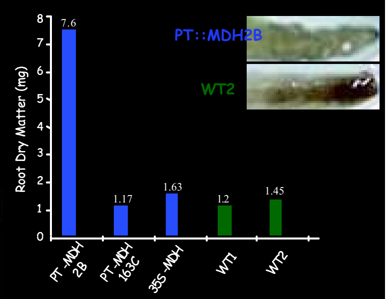
Isogenic Control vs Transgenic
500 uM Al

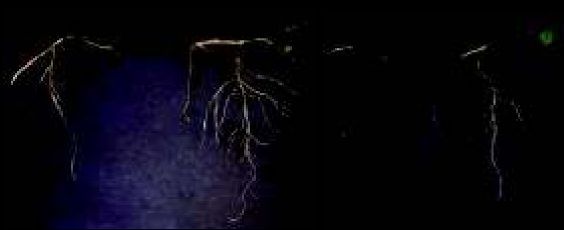
Isogenic Control vs Transgenic
500 uM Al

栄養効率が高く、アルミニウム耐性がある デザイナークローバー

シロツメクサの、根の先端にある
プロモーター因子　(*Tr*PT1::gfp)

アルミニウムストレス下に置かれた場合の根の成長(10 uM)



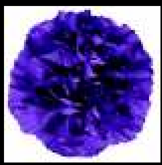


同一遺伝子対照　対　遺伝子組み換え
アルミニウム 500 uM

同一遺伝子対照　対　遺伝子組み換え
アルミニウム 500 uM

GM Plant Approvals for Commercialisation in Australia

1



Altered flower colour

2 *

Herbicide tolerance
Hybrid breeding system

6 *

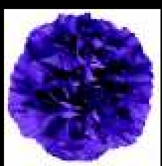
Herbicide tolerance
Insect resistance

* +FSANZ/APVMA

Source: OGTR

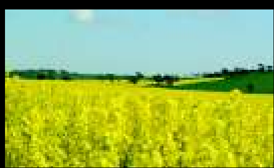
オーストラリアで商業栽培が承認されている遺伝子組み換え植物

1



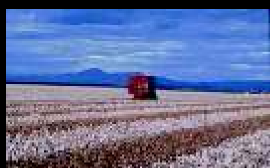
色を変えた花

2 *



除草剤耐性
ハイブリッド育種システム

6 *

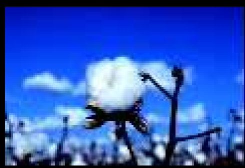


除草剤耐性
害虫抵抗性

* +FSANZ/APVMA

出典: OGTR

GM Plants in Australia – Current Trials



- Insect resistance
- Fungal resistance
- Waterlogging tolerance
- Water-use efficiency
- Altered oil content

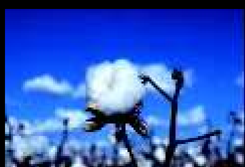
- Virus resistance

- Drought tolerance
- Salt tolerance
- Altered starch

- Nitrogen-use efficiency
- Altered plant architecture
- Altered sugar content

Source: OGTR

現在オーストラリアで試験栽培が行われている遺伝子組み換え植物



- 害虫抵抗性
- カビ耐性
- 浸水耐性
- 水利用効率
- 油分の改変

- ウィ ルス耐性

- 干ばつ耐性
- 塩害耐性
- でん粉の改変

- 窒素利用効率
- 植物構造の改変
- 糖度の改変

出典: OGTR

GM Plants in Australia – Applications Being Assessed

- increased PO_4 uptake

- high fructan
- altered lignin

- disease resistance
- enhanced nutrition

Source: OGTR

オーストラリアにおける 審査中の遺伝子組み換え植物

- PO_4摂取の増加

- 高フルクタン
- リグニンの改変

- 病害抵抗性
- 栄養強化

出典: OGTR


GM Canola


遺伝子組み換えナタネ

Why GM Canola?

Herbicide Tolerant Canola

- By area sown, canola is now the third largest winter crop grown in Australia with a gross value of $596 million pa

If half of current canola types grown were replaced with GM canola, the impact would be:

- 640 t less triazine herbicide would be used each year
- An extra 225,000 ha of canola could be grown by direct drilling or minimum tillage
- Average national canola yields would increase from 1.17 to 1.28 t/ha (9%)
- An additional 200,000 ha of canola could be grown in low rainfall regions
- Wheat production (in rotation) would increase by 80,000 tonnes on the additional canola area

- GM canola could provide significant economic advantages now worth an estimated $157 million annually at the farm level

なぜ遺伝子組み換えナタネなのか?

除草剤耐性ナタネ

- ナタネは現在作付面積でオーストラリア第3位の冬作物で、年に5億9,600万豪ドルの総生産高に相当する

もしも現在栽培されているナタネの半分が遺伝子組み換えだったとすると、その効果は:

- 640トンのトリアジン系除草剤が毎年削減される
- さらに22万5,000ヘクタールのナタネが直播や不耕起で栽培される
- 国内の平均収量は1.17トンから1.28トン/ヘクタール(9%)に増える
- さらに20万ヘクタールのナタネが降雨量の少ない地域で栽培できる
- ナタネの栽培地にさらに8万トンの小麦が輪作によって生産できる

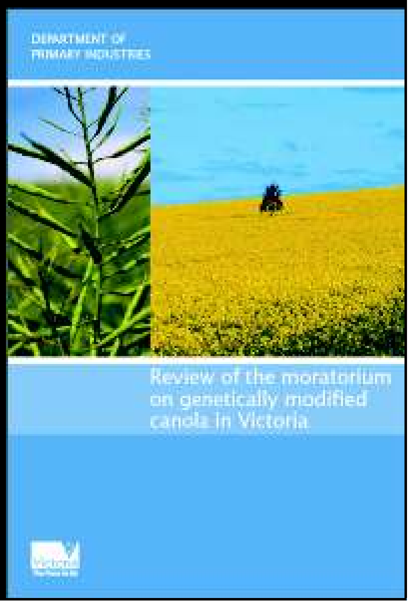
- 遺伝子組み換えナタネは顕著な経済的利点をもたらし、農家レベルで現在年に1億5,700万豪ドルに値すると推定される

The Moratorium on GM Canola Lifted

- On 22 May 2007, the Premier of Victoria announced the establishment of an independent Panel to review the moratorium on the commercial cultivation of GM canola in Victoria
- On 27 November 2007, the Premier of Victoria announced the moratorium is allowed to expire on 29 February 2008

遺伝子組み換えナタネのモラトリアム解禁

- 2007年5月22日、ビクトリア州知事は、ビクトリア州における遺伝子組み換えナタネの商業栽培のモラトリアムを見直す独立委員会の設立を発表
- 2007年11月27日、ビクトリア州知事は、2008年2月29日にモラトリアムの解禁が許可されることを発表



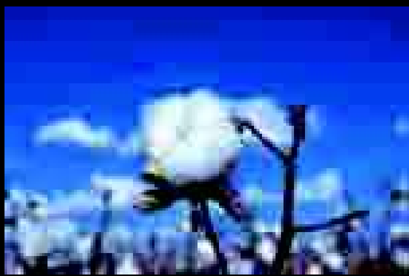

GM Cotton


遺伝子組み換えワタ

Why GM Cotton?

Insect Resistant and Herbicide Tolerant Cotton

- Since 1996, the Australian cotton industry has been growing GM cotton with in-built naturally occurring Bt insecticides
- In 2000, Roundup Ready® cotton was approved for use and combined with the Bt trait
- Liberty® tolerant cotton was released in 2006



- 90% of cotton now grown in Australia contains GM traits
- Productivity gains and large reduction in pesticide use – from 11 to 3 sprays per season

- GM cotton has become a cornerstone of the Integrated Pest Management strategies used in the Australian cotton industry

なぜ遺伝子組み換えワタなのか?

害虫抵抗性および除草剤耐性ワタ

- 1996年以来、オーストラリアのワタ業界はBtワタを栽培してきた
- 2000年、ラウンドアップ・レディー®ワタの使用が認可され、Bt形質と掛け合わされた
- 2006年、リバティ®耐性ワタが発売された

- オーストラリアで栽培される90%のワタが遺伝子組み換えである
- 生産性は向上し、農薬の散布回数は1シーズンあたり11回から3回と大幅に減少している

- 遺伝子組み換えワタは、オーストラリアのワタ業界で使用される総合ペスト対策管理戦略に不可欠なものとなっている

GM Food - Public Awareness in Australia
Ranked Food Concerns

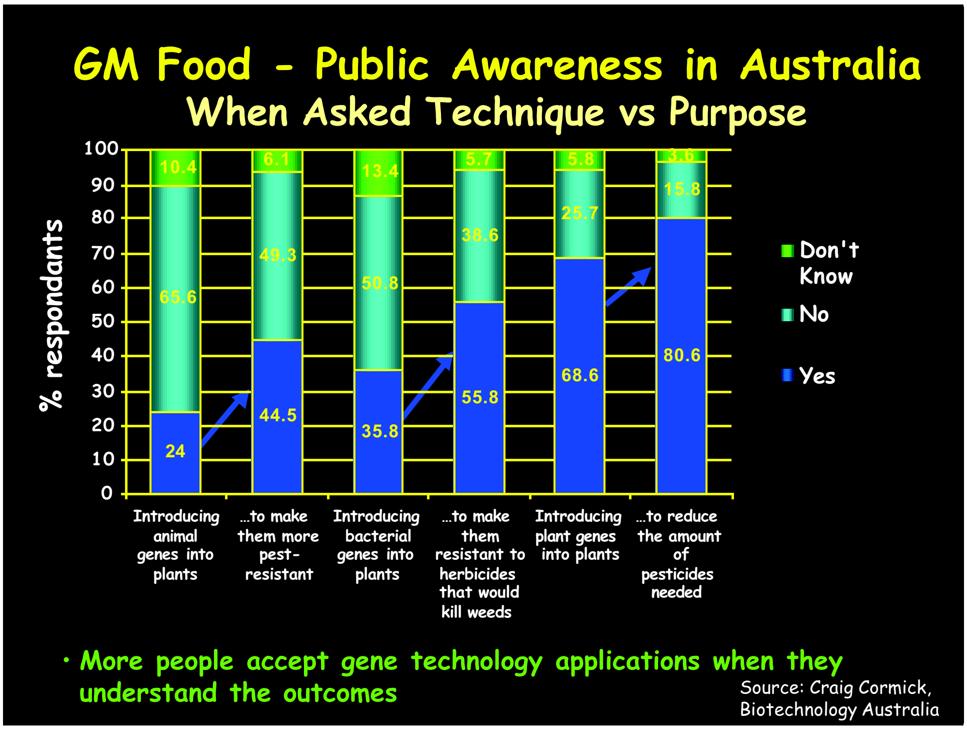
	Issue	
1	Diseases in beef that could pass on to humans	
2	Bacteria and disease in foods	
3	Hormones to accelerate growth in animals	
4	Antibiotics in meat	
5	Pesticide residue on fruit and vegetables	
6	Using genetically modified ingredients in food	
7	Fruits and vegetables that have been genetically engineered	
8	Chemical preservatives and food additives	
9	Food tampering in supermarkets	
10	Handling of food in restaurants/takeaways	
11	Irradiation of produce	
12	Fats and cholesterol	
13	Germs on kitchen surfaces	
14	Salt in processed foods	
15	Sugar in processed foods	

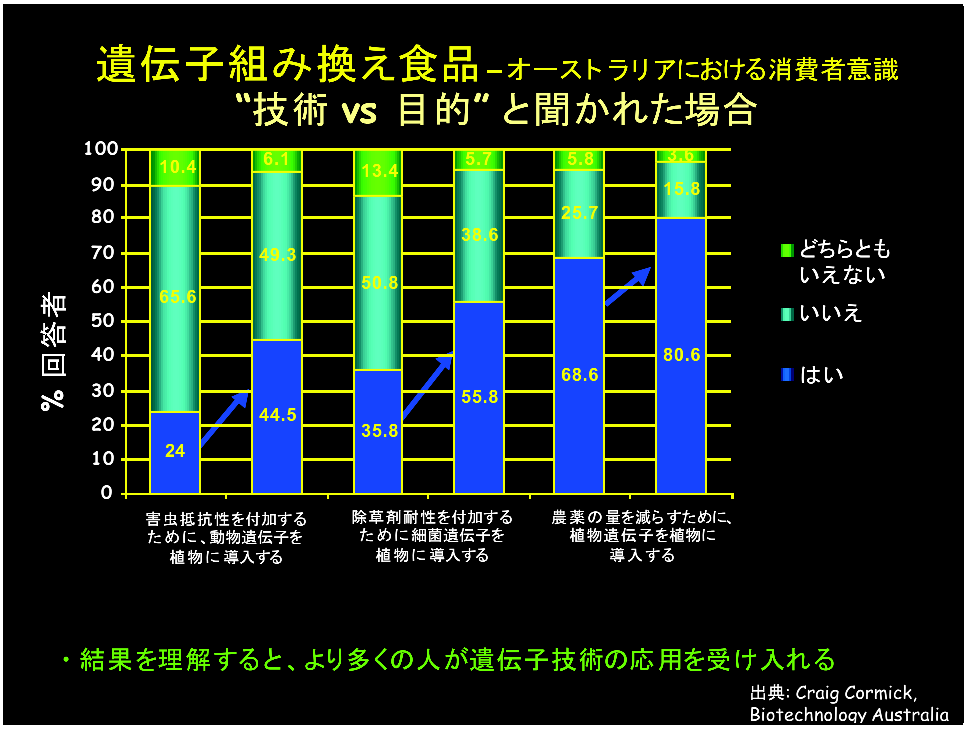
Source: Craig Cormick, Biotechnology Australia

遺伝子組み換え食品 - オーストラリアにおける消費者意識
懸念される食の問題

	問題	
1	人に伝染する可能性があるBSE	
2	食品に含まれる細菌や病気	
3	動物の成長促進ホルモン剤	
4	肉に含まれる抗生物質	
5	果物や野菜の残留農薬	
6	食品の原料に使用される遺伝子組み換え	
7	遺伝子組み換え技術を用いて作られた果物や野菜	
8	化学保存料や食品添加物	
9	スーパーでの不正	
10	レストランやテイクアウト食品の取り扱い	
11	農産物への照射殺菌	
12	脂肪やコレステロール	
13	台所の表面にいる細菌	
14	加工食品に含まれる塩分	
15	加工食品に含まれる糖分	

出典: Craig Cormick, Biotechnology Australia


GM Food - Public Awareness in Australia
When Asked Technique vs Purpose
% respondants
Introducing animal genes into plants
...to make them more pest-resistant
Introducing bacterial genes into plants
...to make them resistant to herbicides that would kill weeds
Introducing plant genes into plants
...to reduce the amount of pesticides needed
Don't Know
No
Yes
• More people accept gene technology applications when they understand the outcomes
Source: Craig Cormick, Biotechnology Australia


遺伝子組み換え食品－オーストラリアにおける消費者意識
"技術 vs 目的" と聞かれた場合
% 回答者
害虫抵抗性を付加するために、動物遺伝子を植物に導入する
除草剤耐性を付加するために細菌遺伝子を植物に導入する
農薬の量を減らすために、植物遺伝子を植物に導入する
どちらともいえない
いいえ
はい
・結果を理解すると、より多くの人が遺伝子技術の応用を受け入れる
出典: Craig Cormick, Biotechnology Australia

GM Food - Public Awareness in Australia
GM Foods & the Consumer – The Real Facts!

1. What consumers say in surveys is not how consumers actually behave.
2. As a relative concern, attitudes to GM foods are comparable to attitudes to artificial preservatives in foods.
3. General attitudes to foods are the biggest predictor of attitudes towards GM foods.
4. There is a poor understanding of what foods are GM – with wide belief that many fresh fruits and vegetables are GM.
5. Attitudes to GM foods are also influenced by a hierarchy of values and can be driven by ideologies.

Source: Craig Cormick,
Biotechnology Australia

遺伝子組み換え食品－オーストラリアにおける消費者意識
遺伝子組み換え食品と消費者 – 本当の現状！

1. 消費者がアンケートで回答することと実際の行動は必ずしも一致していない
2. 相対的な懸念として、遺伝子組み換え食品に対する考え方は、食品に含まれる合成保存料に対する考え方に類似している
3. 食品に対する一般的な考え方は、遺伝子組み換え食品に対しての考え方を予測するうえで大きな役割を担う
4. 多くの新鮮な果物や野菜が遺伝子組み換え技術を用いているという考え方が広く行き渡っており、どの食品が遺伝子組み換えかどうかについての理解が乏しい
5. 遺伝子組み換え食品に対する考え方は、価値観の序列やイデオロギーによっても影響される

出典: Craig Cormick,
Biotechnology Australia

GM Food - Public Awareness in Australia
GM Foods that the Australian Public are Most Likely to Approve of

- Have direct consumer benefits;
- Have a gene modification within the organism, or from an organism that is closely related, with plants being preferred over animals;
- Have direct societal benefits or align with societal values;
- Are perceived as being not harmful to people or the environment,
- Were developed with some perceived consultation and regulation,

Source: Craig Cormick, Biotechnology Australia

遺伝子組み換え食品－オーストラリアにおける消費者意識
オーストラリア国民が受け入れる可能性が高い遺伝子組み換え食品

- 消費者に直接的な利益がある場合
- 動物遺伝子よりも植物遺伝子での、同じ種同士の遺伝子組み換え、または近縁種間の遺伝子組み換えの場合
- 社会的に直接的な利益がある、もしくは社会的価値と
同等の利益がある場合
- 人間や環境に対して害がないという認識がなされている場合
- ある程度認知された協議や法規に基づいて開発された場合

出典: Craig Cormick, Biotechnology Australia