Global impact of Biotech crops: economic & environmental effects 1996-2009

Graham Brookes
PG Economics UK

www.pgeconomics.co.uk

©PG Economics Ltd 2011

遺伝子組み換え作物のグローバルインパクト: 1996-2009年の経済および環境への効果

グラハム･ブルックス
英国　PG Economics

www.pgeconomics.co.uk

©PG Economics Ltd 2011

Coverage

- Presenting findings of full report available on www.pgeconomics.co.uk
- Peer review journal versions: economic impact in Int Journal of Biotechnology, environmental impacts in GM Crops journal
- Cumulative impact: 1996-2009
- Farm income & productivity impacts: focuses on farm income, yield, production
- Environmental impact analysis covering pesticide spray changes & associated environmental impact
- Environmental impact analysis: greenhouse gas emissions

©PG Economics Ltd 2011

調査内容

- 報告書の全文は、www.pgeconomics.co.ukにて参照可能
- ピアレビュー版は学術専門誌「Int Journal of Biotechnology」に掲載
- 調査対象：1996-2009年の累積影響
- 農業所得および生産性への影響：農業所得、収量および生産量に着目
- 農薬散布量の変化、及び関連する環境への影響を合計した環境影響分析
- 環境への影響分析：温室効果ガス排出

©PG Economics Ltd 2011

Methodology

- Literature review of economic impact in each country – collates & extrapolates existing work
- Uses current prices, exch rates and yields (for each year): gives dynamic element to analysis
- Review of pesticide usage (volumes used) or typical GM versus conventional treatments
- Use of Environmental Impact Quotient (EIQ) indicator
- Review of literature on carbon impacts – fuel changes and soil carbon

©PG Economics Ltd 2011

調査方法

- 各国の経済的影響についての文献調査－既存文献との照合、およびそれらを基にした推定
- 各年ごとの現在の価格、為替レートおよび収量の変動要因を加味して分析
- 農薬の使用量または典型的な遺伝子組み換え作物と従来（非組み換え）作物との比較に関する検証
- 環境影響指数（EIQ)を指数として利用
- 燃料使用量の変化、土壌中の炭素など、炭素の影響に関する文献を検証

©PG Economics Ltd 2011

Key Findings

Pesticide Reduction

393 million kg

reduction in pesticides & 17.1% cut in associated environmental impact

Carbon Emissions

2009 = cut of 17.7 billion kg co2 release; equiv to taking 7.8 million cars off the road

Global Farm Income

$64.7 billion increase

After 14 years of commercialization, biotech crops have yielded a net increase in farm income while significantly reducing environmental impact

©PG Economics Ltd 2011

主な調査結果

農薬の削減

農薬を3億9,300万kg（39万3,000トン）削減し、これに関連する環境影響を17.1%削減

炭素排出

2009年：二酸化炭素排出量を177億kg（1,770万トン）；車780万台分の排出量に相当

全世界の農業所得

$647億USドル（5兆1,760億円）の増加

商業栽培開始から14年、遺伝子組み換え作物の利用は環境への影響を削減しつつ、農業所得の純増加をもたらした。

©PG Economics Ltd 2011

Farm level economic impact

- 2009: farm income benefit $10.8 billion
- 2009: equivalent to adding value to global production of these four crops of 4.1%
- 53% of farm income gain in 2009 to farmers in developing countries (49% 1996-2009)

©PG Economics Ltd 2011

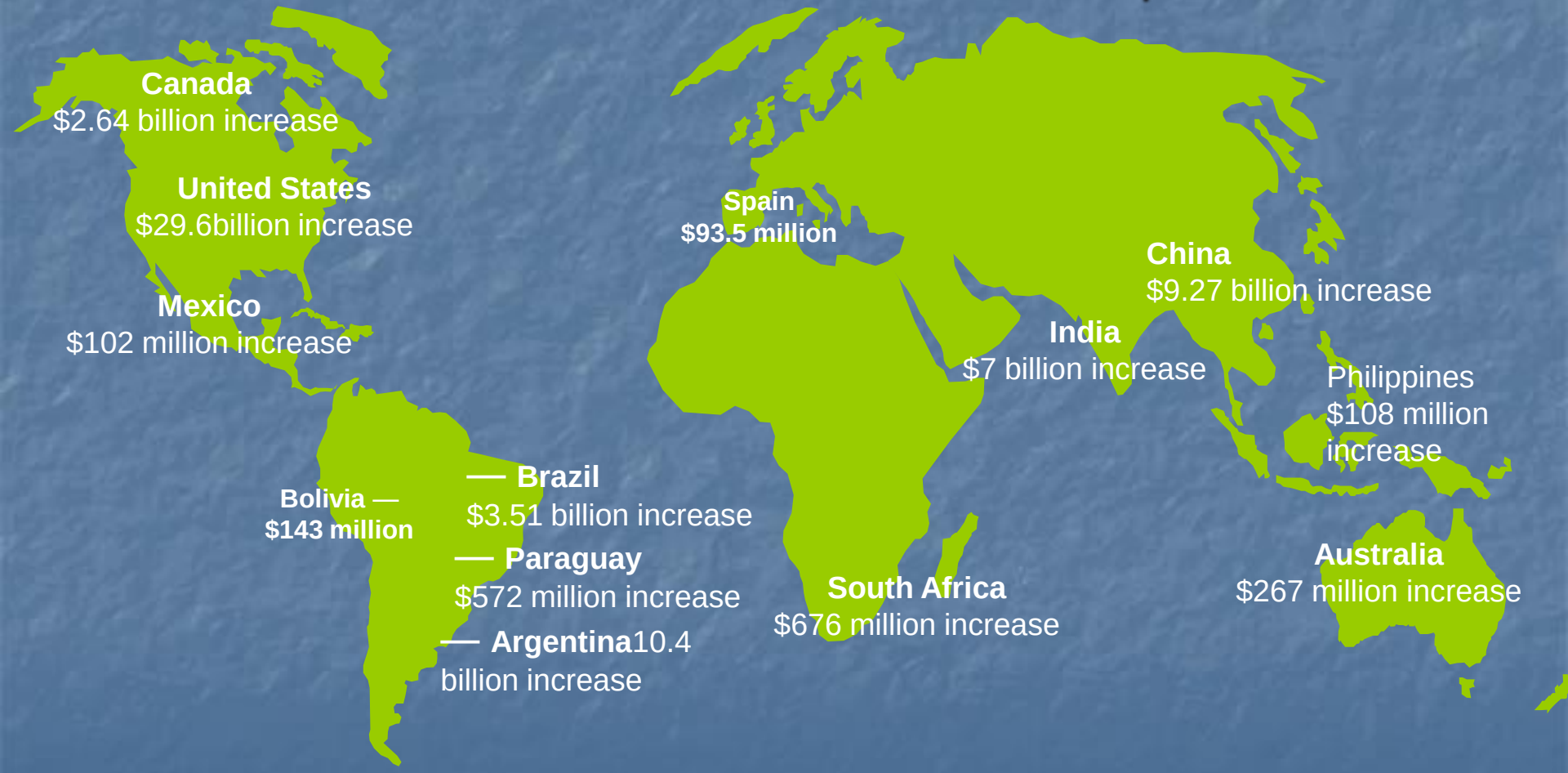
生産者への経済効果

- 2009年: 108億USドル(8,640億円)*の農業所得増加
- 2009年: 主要4作物（大豆、トウモロコシ、ナタネ、ワタ）世界生産量の4.1%増加に相当
- 2009年に増加した農業所得の53%が、発展途上国の生産者におけるもの (1996-2009年の累計では 49%)

*1USドル=80円換算

©PG Economics Ltd 2011

Farm income gains: by country: 1996-2009 million $



©PG Economics Ltd 2011

Since 1996, biotech crops have increased farm income $64.74 billion.

1996-2009 年の農業所得の国別増加額（単位：100万USドル）

©PG Economics Ltd 2011

バイテク作物により農業所得は1996年から647億4,000万USドル増加した

Other farm level benefits

GM HT crops	GM IR crops
Increased management flexibility/convenience	Production risk management tool
Facilitation of no till practices	Machinery & energy cost savings
Cleaner crops = lower harvest cost & quality premia	Yield gains for non GM crops (reduced general pest levels)
Less damage in follow on crops	Convenience benefit
	Improved crop quality
	Improved health & safety for farmers/workers

©PG Economics Ltd 2011

In US these benefits valued at $6.9 billion 1996-2009

生産者へのその他の利点

除草剤耐性作物	害虫抵抗性作物
雑草管理の柔軟性、利便性の増加	生産リスク管理ツール
不耕起栽培を推進	機械／エネルギー経費の節減
夾雑物の少ない作物＝収穫経費の低減および優れた品質	非遺伝子組み換え作物に比べ高収量（一般的な病害発生の減少）
後作へのダメージが少ない	利便性
	作物の品質向上
	生産者／労働者の健康および安全性の向上

©PG Economics Ltd 2011

米国では、これらのベネフィットは1996－2009年の累計で69億USドルに相当する

Cost of accessing the technology 2009

- Total trait benefit 2009 = $15.3 billion made up of $10.8 billion additional farm income plus $4.5 billion cost of accessing technology
- Cost of tech goes to seed supply chain (sellers of seed to farmers, seed multipliers, plant breeders, distributors & tech providers)
- Overall cost of tech as % of total trait benefits = 30%

©PG Economics Ltd 2011

2009年　技術アクセス費

- 2009年の遺伝子組み換え形質による利益総額=
  108億USドル（8,640億円*）の農業所得増加＋技術アクセス費45億USドル（3,600億円*）＝合計153億USドル（1兆2,240億円*）
- 技術費は、種子サプライチェーンに支払われる（農業生産者への種子販売業者、種子メーカー、育種家、流通業者および技術プロバイダ）
- 遺伝子組み換え形質がもたらす利益総額に占める全技術費の割合＝ 30%

*1USドル=80円換算

©PG Economics Ltd 2011

Cost of accessing technology 2009

- Farmers in developing countries: 18% of total trait benefit
- Farmers in developed countries: 39% of total trait benefit
- Higher share of farm income gain as % of total trait benefit in developing countries due to weak provision & enforcement of intellectual property rights & higher average income gains

©PG Economics Ltd 2011

2009年　技術アクセス費

- 発展途上国の農業生産者: 遺伝子組み換え形質がもたらすベネフィット合計の18%を占める
- 先進国の農業生産者:遺伝子組み換え形質がもたらすベネフィット合計の39%を占める
- 遺伝子組み換え形質がもたらす利益のうち農業所得増加の割合は発展途上国が大きい。その理由は、発展途上国では知的財産権保護に関する規制、施行が遅れていることや、農業所得の平均増加率が高いため。

©PG Economics Ltd 2011

Yield gains versus cost savings

- 57% ($36.6 billion) of total farm income gain due to yield gains 1996-2009
- Balance due to cost savings
- Yield gains mainly from GM IR technology & cost savings mainly from GM HT technology
- Yield gains greatest in developing countries & cost savings mainly in developed countries
- HT technology also facilitated no tillage systems – allowed second crops (soy) in the same season in S America

©PG Economics Ltd 2011

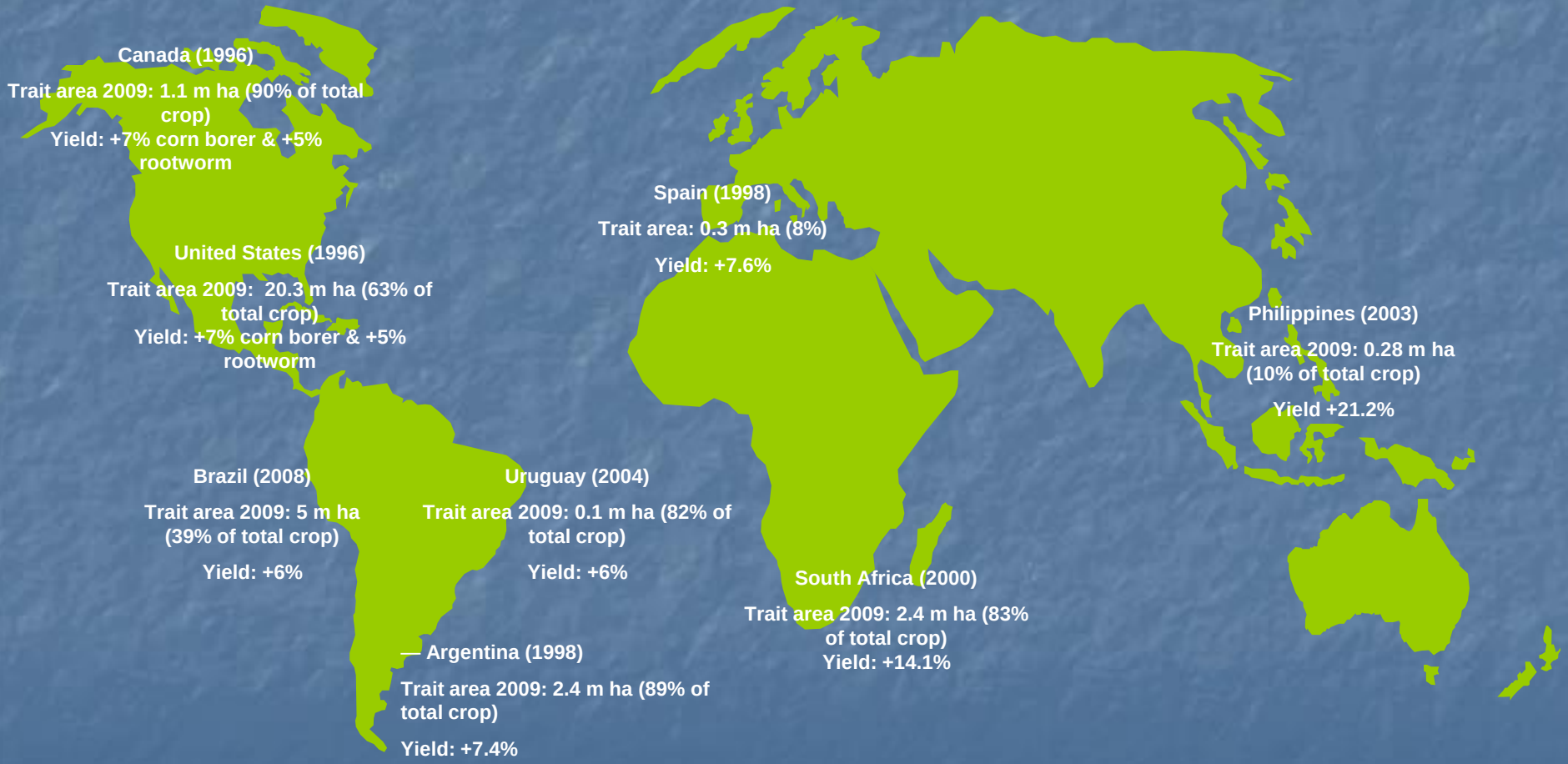
収量増 対 コスト節減

- 1996年-2009年における農業所得増加の57% ($366億USドル/2兆9,280億円*) は、収量増によるもの
- コスト節減とのバランス
- 収量増は主に害虫抵抗性作物、コスト節減は主に除草剤耐性作物で達成
- 収量増による所得増は主に発展途上国、コスト削減による所得増は主に先進国において達成
- 除草剤耐性技術は不耕起栽培を容易にし、南米における、同シーズン中の二期作（大豆）を可能にした

*1USドル=80円換算

©PG Economics Ltd 2011

IR corn: yield & production impacts of biotechnology 1996-2009



Since 1996, average yield impact +9.7% & +130.4 m tonnes

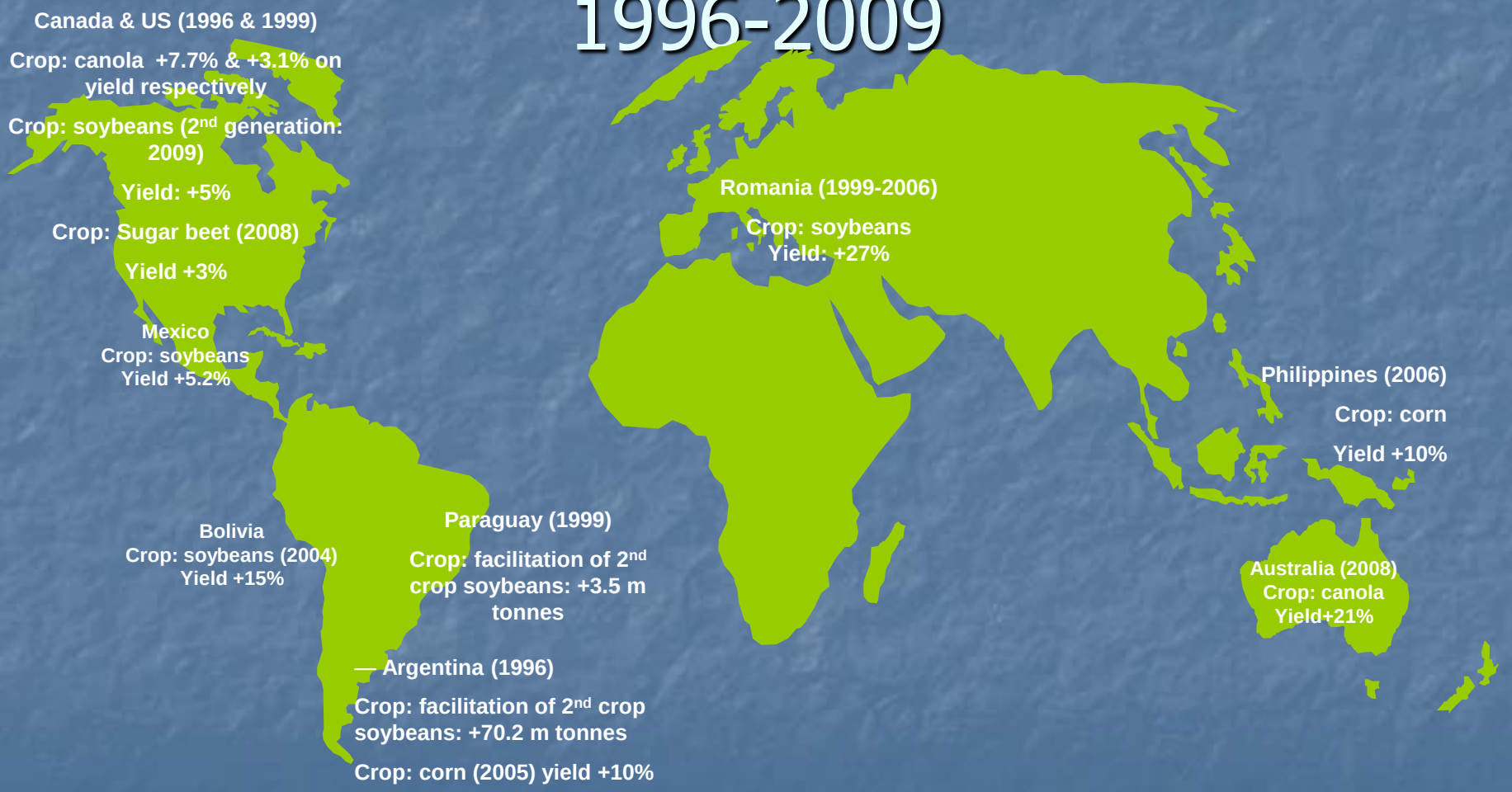
©PG Economics Ltd 2011

害虫抵抗性トウモロコシ:
1996～2009年の遺伝子組み換え技術による
収量および生産量への影響

1996年以降、平均して収量は 9.7%、1億3,040万トン増加した

©PG Economics Ltd 2011

Herbicide tolerant traits yield & production impacts of biotechnology 1996-2009

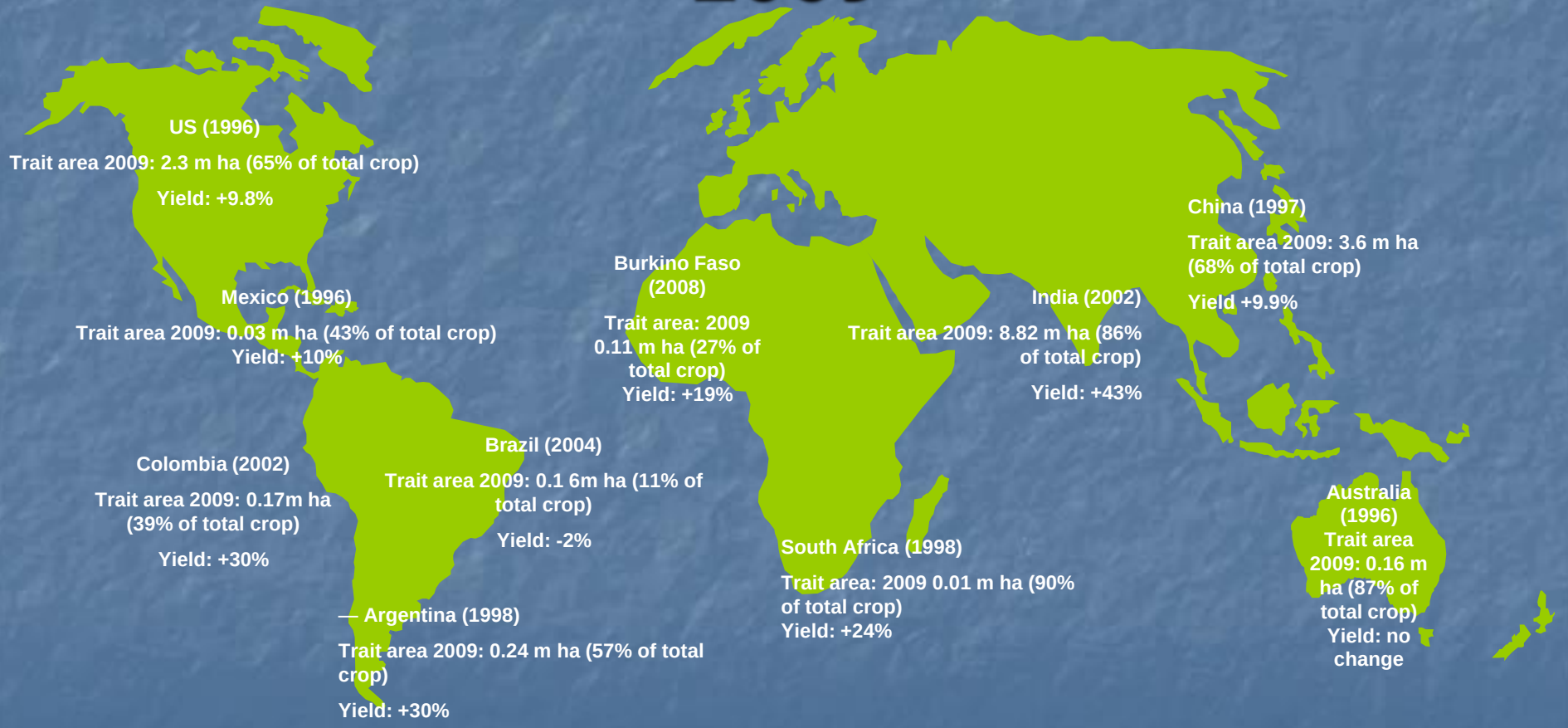


©PG Economics Ltd 2011

除草剤耐性作物:
1996~2009年の遺伝子組み換え技術による収量および生産量への影響

©PG Economics Ltd 2011

IR cotton: yield & production impacts of biotechnology 1996-2009



Since 1996, average yield impact +14.1% & +10.5 m tonnes

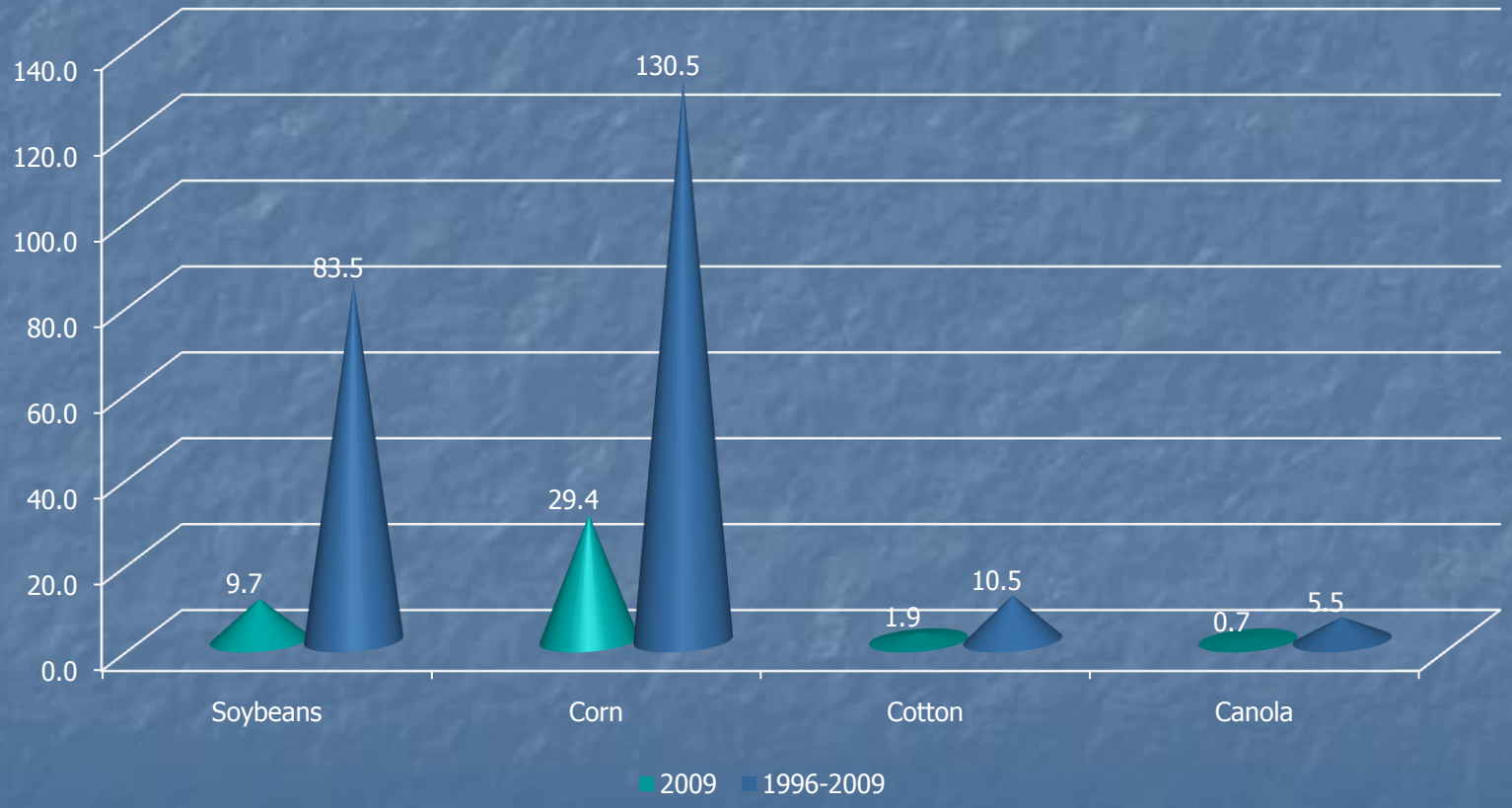
©PG Economics Ltd 2011

害虫抵抗性ワタ:
1996～2009年の遺伝子組み換え技術による収量および生産量への影響

1996年以降、平均して収量は 14.1%、1,050万トン増加した

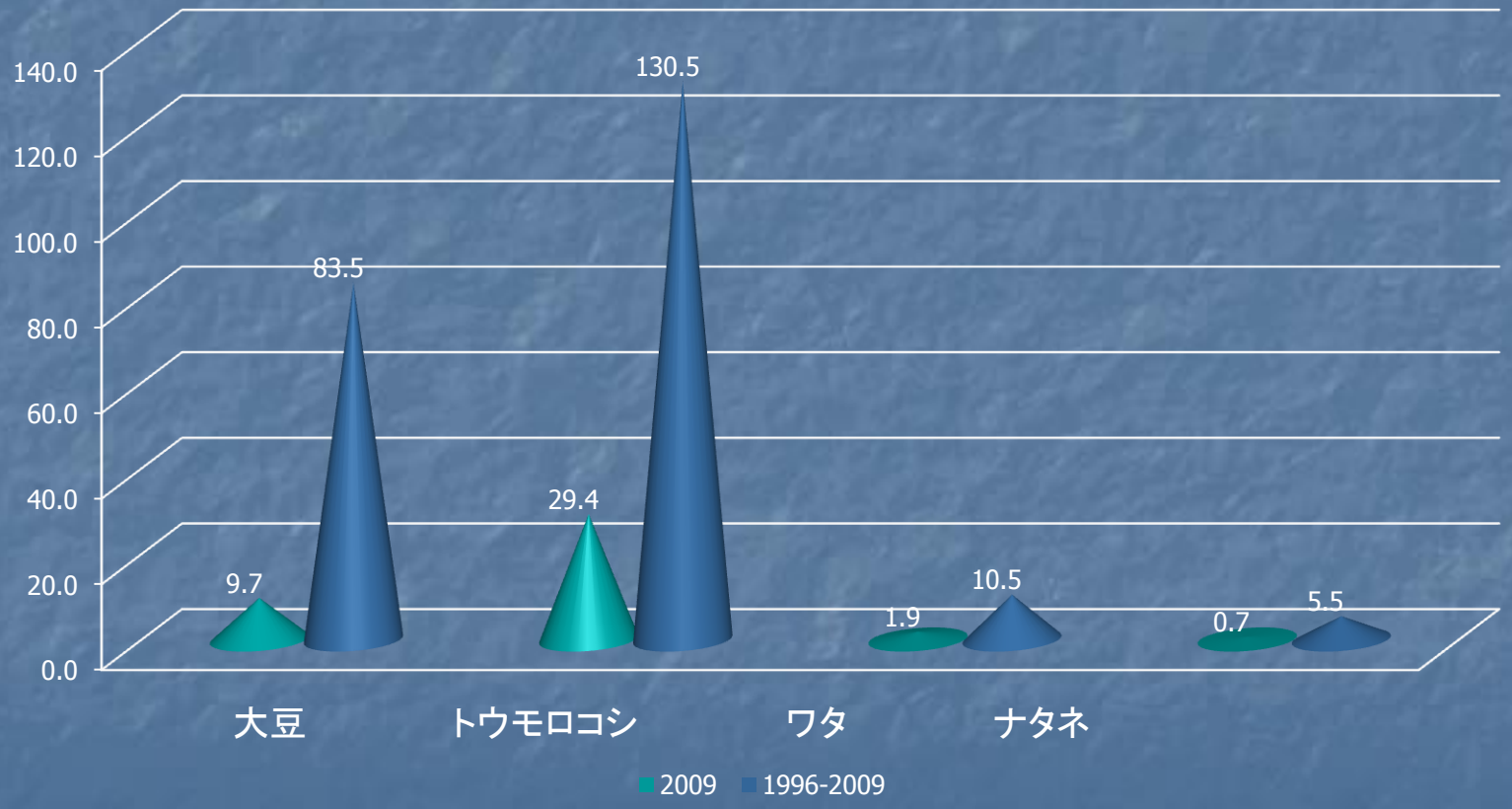
©PG Economics Ltd 2011

Additional crop production arising from positive yield effects of biotech traits 1996-2009 (million tonnes)



©PG Economics Ltd 2011

1996~2009年
遺伝子組み換え作物による生産量の増加
（単位：100万トン）



©PG Economics Ltd 2011

Additional conventional area required if biotech not used (m ha)

	2009	1996-2009
Soybeans	3.82	32.75
Maize	5.63	25.02
Cotton	2.58	14.40
Canola	0.34	2.80
Total	**12.37**	**74.97**

©PG Economics Ltd 2011

遺伝子組み換え作物が利用されていなかった場合に必要となった追加農地面積（単位：100万ヘクタール）

	2009	1996-2009
大豆	3.82	32.75
トウモロコシ	5.63	25.02
ワタ	2.58	14.40
ナタネ	0.34	2.80
合計	**12.37**	**74.97**

©PG Economics Ltd 2011

Price impacts

- Additional production from biotech has contributed to lowering world prices of grains and oilseeds

Crop/Commodity	Biotech benefit to world prices (2007 baseline)
Soybeans	-5.8%
Corn	-9.6%
Canola	-3.8%
Soy oil	-5%
Soymeal	-9%
Canola oil & meal	-4%

Source: Brookes G et al (2010) The production and price impact of biotech crops, Agbioforum 13 (1) 2010. www.agbioforum.org

©PG Economics Ltd 2011

価格への影響

- 遺伝子組み換え作物の収量の増加は穀物と油糧用作物の国際市場価格の低下に貢献している

作物/商品	遺伝子組み換え作物の国際市場価格への貢献 (2007 年ベース)
大豆	-5.8%
トウモロコシ	-9.6%
ナタネ	-3.8%
大豆油	-5%
大豆粕	-9%
ナタネ油と粕	-4%

Source: Brookes G et al (2010) The production and price impact of biotech crops, Agbioforum 13 (1) 2010. www.agbioforum.org

©PG Economics Ltd 2011

Impact on pesticide use

- Significant reduction in global environmental impact of production agriculture
- Since 1996 use of pesticides down by 393 m kg (-8.7%) & associated environmental impact -17.1% - equivalent to 1.4 x total EU (27) pesticide active ingredient use on arable crops in one year
- Largest environmental gains from GM IR cotton: savings of 153 million kg insecticide use & 25% reduction in associated environmental impact of insecticides

©PG Economics Ltd 2011

農薬使用の影響

- 農業生産による世界的な環境負荷の大幅な削減
- 1996年以降、農薬使用量は3億9,300万 kg (39万3,000トン)(-8.7%) 減少し、関連する環境への影響も17.1%減少：これは年間にEU(27カ国)が耕地作物に使用する農薬有効成分の1.4倍に相当する
- 遺伝子組み換え害虫抵抗性ワタによる環境メリットが最大：殺虫剤使用量1億5,300万kg(15万3,000トン)節減、およびこの節減に関連して、殺虫剤による環境への影響が25%低減

©PG Economics Ltd 2011

Impact on greenhouse gas emissions

Lower GHG emissions: 2 main sources:

- Reduced fuel use (less spraying & soil cultivation)
- GM HT crops facilitate no till systems = less soil preparation = additional soil carbon sequestration

©PG Economics Ltd 2011

温室効果ガス排出の影響

温室ガス排出削減の2つの要因

- 燃料使用量の削減 (農薬散布および土壌耕起の減少)
- 除草剤耐性作物が不耕起栽培のシステムを促進＝より多くの土壌中の炭素を隔離

©PG Economics Ltd 2011

Reduced GHG emissions: 2009

- Reduced fuel use (less spraying & tillage) = 1.4 billion kg less carbon dioxide
- Facilitation of no/low till systems = 16.3 billion kg of carbon dioxide not released into atmosphere

=

Equivalent to removing 7.8 million cars — 28% of cars registered in the United Kingdom — from the road for one year

©PG Economics Ltd 2011

2009年における温室効果ガス排出量の削減

- 燃料使用量削減（農薬散布および耕起回数の減少）＝二酸化炭素排出量が14億kg（140万トン）減少
- 不耕起および低耕起システムの促進＝大気中への二酸化炭素排出を163億kg（1,630万トン）抑制

＝

英国の登録台数の28%にあたる780万台の自動車の1年間の排出量に相当

©PG Economics Ltd 2011

Reduced GHG emissions: 1996-2009

- less fuel use = 9.9 billion kg co2 emission saving (4.4 m cars off the road)
- additional soil carbon sequestration = 115 billion kg co2 saving if land retained in permanent no tillage. BUT only a proportion remains in continuous no till so real figure is lower (lack of data means not possible to calculate)

©PG Economics Ltd 2011

1996-2006年における温室効果ガス排出量の削減

- 燃料使用量低下＝二酸化炭素排出量を99億kg（990万トン）節減（車両440万台に相当）
- より多くの土壌中の炭素を隔離＝土地が永久的に不耕起状態であれば、二酸化炭素排出量が1,150億kg（1億1,500万トン）節減される。しかし、実際に不耕起状態で維持される土地は一部のみなので、実際の値はこれより低い（データがないため計算不可能）

©PG Economics Ltd 2011

Concluding comments

- Technology used by 14 m farmers on 130 m ha in 2009
- Delivered important economic & environmental benefits
- + $64.7 billion to farm income since 1996
- -393 m kg pesticides & 17.1% reduction in env impact associated with pesticide use since 1996
- Carbon dioxide emissions down by 17.7 billion kg in 2009: equal to 7.8 m cars off the road for a year

©PG Economics Ltd 2011

グローバルインパクトに関する結論

- 遺伝子組み換え技術は、2009年には1,400万の農業生産者により、1億3,000万ヘクタール利用された。
- 重要な経済効果および環境への影響が見られた
- 1996年以降、農業収入は、647億USドル（5兆1,760億円）増加
- 1996年以降、農薬使用量は3億9,300万kg（39万3,000トン）減少し、関連する環境への影響も17.1%削減された
- 2009年、二酸化炭素排出量が177億kg（1,770万トン）減少（車780万台を1年間運転しない量に等しい）

*1USドル=80円換算

©PG Economics Ltd 2011

Concluding comments

- GM IR technology: improved profits & env gains from less insecticide use
- GM HT technology: combination of direct benefits (mostly cost reductions) & facilitation of changes in farming systems (no till & use of broad spectrum products) plus major GHG emission gains
- Combination of additional farm income, improved environment, higher production and greater production security = improved sustainability of global agriculture

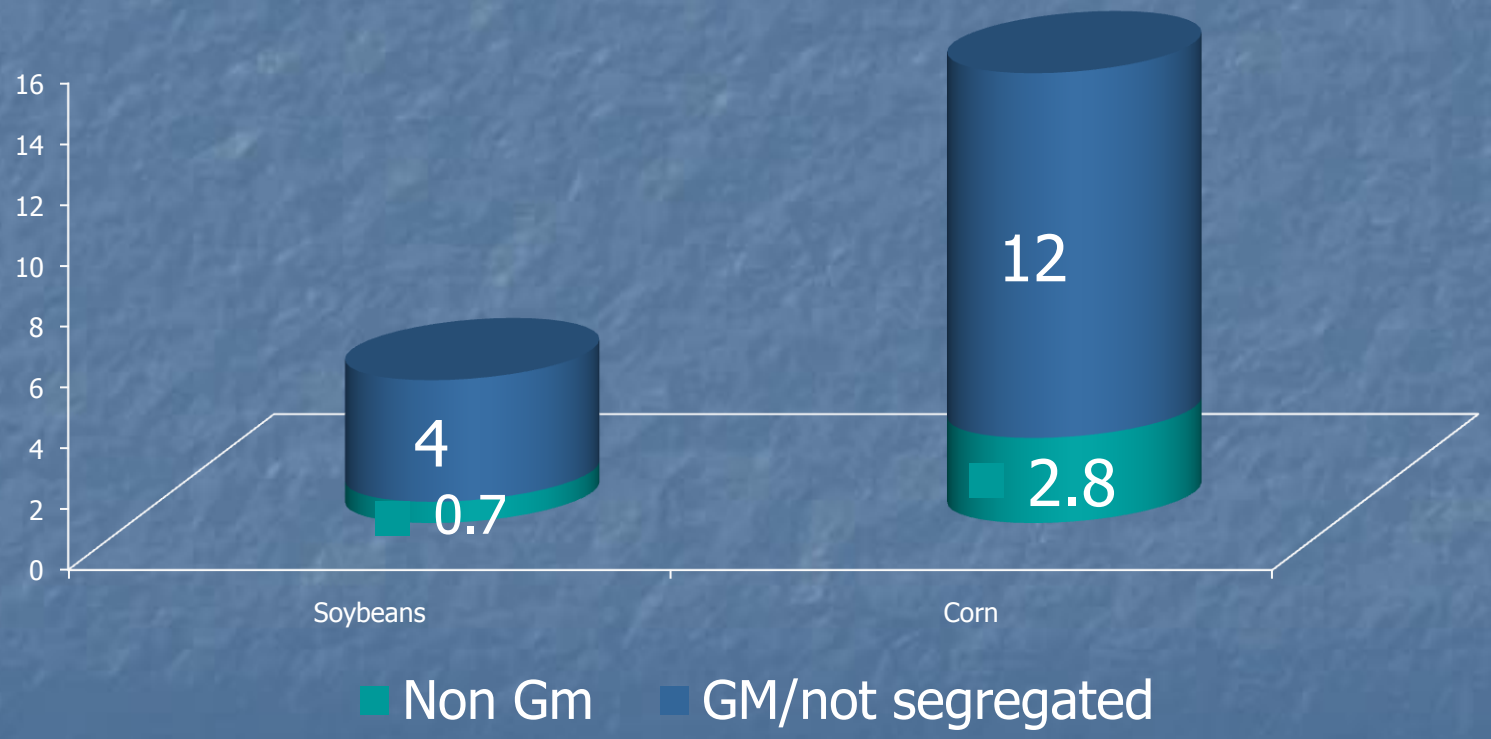
©PG Economics Ltd 2011

グローバルインパクトに関する結論

- 害虫抵抗性技術：殺虫剤利用の減少による利益増加、および農薬使用量の減少による環境メリット
- 除草剤耐性技術：直接的なメリット（主に費用削減）と農作システムの変化の促進（不耕起および広範囲に効力のある農薬の使用）に加え、温室効果ガス排出量を大幅に削減するという効果
- 農業所得の向上、環境の向上、高い生産性、より多くの生産と安定した生産 = グローバルでの農業の持続可能性の向上

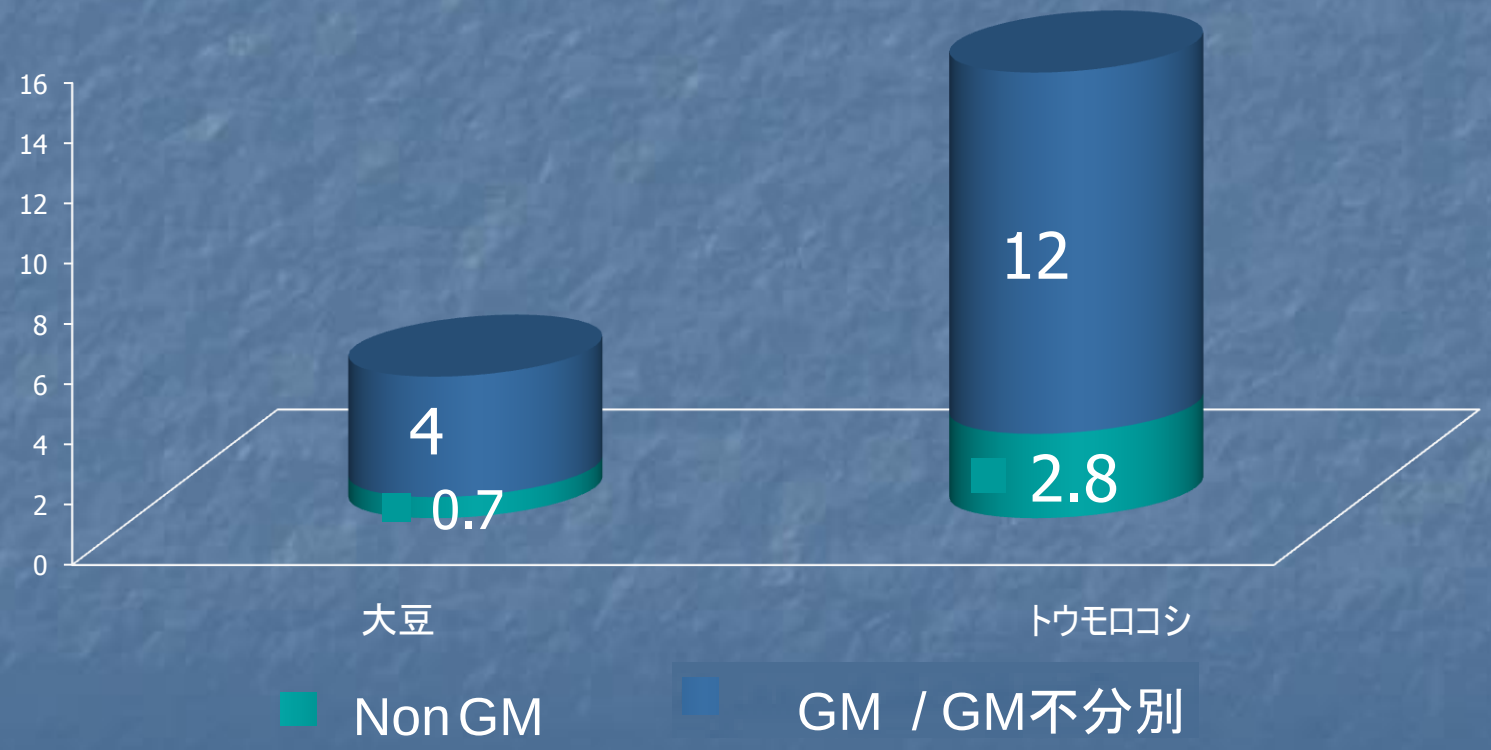
©PG Economics Ltd 2011

Japan: non GM market (million tonnes)



©PG Economics Ltd 2011

日本: Non GM（非遺伝子組み換え）作物の市場（単位：百万トン）



©PG Economics Ltd 2011

Japan: Non GM market

- Mostly in food use sector
- Price differentials relative to not segregated varies: +15% to +30%
- Demand for certified non GM decreasing – reluctance of supply chain to pay higher price of certified non GM (costs more to grow than GM)
- = lack of incentive for growers to produce non GM – shown in increasing planting to GM globally

©PG Economics Ltd 2011

日本: Non GM 作物の市場

- 食品業界での利用がほとんど
- GM不分別と比較した価格差は　+15% ～ +30%
- Non GMであると証明されたトウモロコシへの需要減少
  - サプライチェーンにおける、Non GM作物供給への消極的姿勢（GM作物に比べて栽培コストが高い）
- = 農業生産者にとってのNon GM作物栽培へのインセンティブ不足　– GM作物の世界的な栽培増加に示されている

©PG Economics Ltd 2011

Issues relating to not approved GMOs

DEFINITION

- Not approved GMO = Approved for cultivation in a producing country but not yet approved for importation and use in another, mainly importing country

©PG Economics Ltd 2011

未承認のGM作物に関する問題点

定義

- ここでの「未承認のGM作物」とは、生産国（栽培国）において栽培の承認を得ているが、他国、主に輸入国において輸入及び使用の承認を得ていないものを指す。

©PG Economics Ltd 2011

Issues relating to not approved GMOs

- Zero tolerance policy for low level presence of unapproved GMOs
- Japan's regulatory approval process reasonably timely for GMOs seeking approval BUT
- What about unapproved GMOs that are not seeking approval?

©PG Economics Ltd 2011

未承認のGM作物に関する問題点

- 未承認GM作物の微量混入に対するゼロ･トレランス（一切の混入を認めない）方針
- 日本の規制に基づく認可プロセスでは、申請されたGM作物について適切でタイムリーな認可が行われている。しかし･･･
- 認可申請が行われない未承認のGM作物についてはどうか？

©PG Economics Ltd 2011

GMOs: current and future

Crop	Current events approved/grown commercially	New events expected in next 3-4 years	Events not expected to be put into Japanese approval system
Corn	33	7	1
Soybeans	12	8	0
Others	26	14	4

©PG Economics Ltd 2011

GM作物: 現状と将来

作物	認可が終了した/商業栽培が行われている形質の数	今後3~4年の間に予測される新しい形質の数	日本には認可申請が行われないと予測される形質の数
トウモロコシ	33	7	1
大豆	12	8	0
その他	26	14	4

©PG Economics Ltd 2011

Expect unapproved GMOs in global trade

- Crops to be affected that Japan imports: corn and rice
- Impossible to guarantee zero presence of unapproved GMOs – technology can detect dust!
- Japan needs to introduce a threshold for presence of unapproved GMOs

©PG Economics Ltd 2011

国際貿易から見た場合の未承認GM作物の課題

- 日本が輸入する作物で影響を受けるもの:トウモロコシ、コメ
- 未承認GM作物のゼロ・トレランスを保証する事は不可能 – 技術的な分析では、未承認GM作物の穀物粉塵も検出してしまう
- 未承認GM作物の混入閾値の日本での必要性

©PG Economics Ltd 2011