

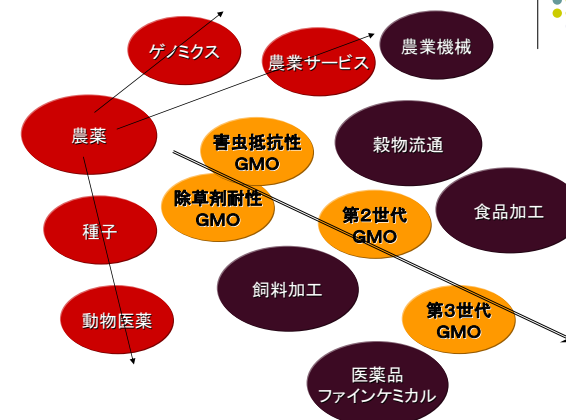
遺伝子組換え作物コンセンサス会議 「鍵となる質問」への回答

2007年2月3日・札幌

久野秀二(京都大学大学院経済学研究科)

1. 遺伝子組換え作物に関わる市場規模

- 遺伝子組換え産業？
 - 遺伝子組換え作物の研究開発
 - 遺伝子組換え作物種子の販売
 - 遺伝子組換え作物栽培に付随する農業投入財の販売
 - 遺伝子組換え作物を原料とする飼料・食品の販売
 - 遺伝子組換え作物を原料とする医薬品・化学品の開発
- 遺伝子組換え作物の導入による経済的波及効果
 - 経済余剰の分配→生産者、種子企業、開発企業、消費者



1. 遺伝子組換え作物に関わる市場規模

Benefits of GE techniques and their distribution (from estimates in related studies)

Study	Year	Total benefits	Share of the total benefits			
			U.S. farmers	Innovators	U.S. consumers	Net ROW
		\$ million	Percent			
Bt cotton						
Falk-Zepeda et al. (1999)	1996	134	43	47	6	
Falk-Zepeda et al. (2000b)	1996	240	59	26	9	6
Falk-Zepeda et al. (2000a)	1997	190	43	44	7	6
Falk-Zepeda et al. (1999)	1998	213	46	43	7	4
Frisvold et al. (2000)	1996-98	131-164	5-6	46	33	18
EPA (2000) ¹	1996-99	16.2-45.9	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Price et al. (2003)	1997	210	29	35	14	22
Herbicide-tolerant soybeans						
Falk-Zepeda et al. (2000a)	1997-Low elasticity ²	1,100	77	10	4	9
	1997-High elasticity ³	437	29	18	17	28
Moschini et al. (2000)	1999	804	20	45	10	26
Price et al. (2003)	1997	310	20	68	5	6

n.a. = Not applicable.
ROW = Rest of the world.
¹Limited to U.S. farmers.
²Assumes a U.S. soybean supply elasticity of 0.22.
³Assumes a U.S. soybean supply elasticity of 0.92.
Source: Price et al., 2003.

1. 遺伝子組換え作物に関わる市場規模

- 遺伝子組換え作物種子の販売
 - 主要多国籍企業の種子販売額(2005年、億ドル)

企業名	種子販売額	傘下の主な種子企業ブランド
モンサント(米国)	32.5	DeKalb, Asgrow, Seminis, D&PL, Stoneville, American Seeds Inc.
デュポン(米国)	27.5	Pioneer Hi-bred International
シンジェンタ(スイス)	18.0	NK, Garst, Hilleberg, Golden Harvest, S&G, Rogers
バイエル(ドイツ)	4.1	Nunhems
ダウ・アグロ(米国)	n.a.	Mycogen
BASF(ドイツ)	n.a.	Svalöf Weibull (40%)

- 世界種子市場に占める主要4社の市場シェア＝約3割
- 米国(1998年)に限ると、トウモロコシで上位4社＝67%(現在の所有関係を踏まえると73%)、大豆＝50%、綿花＝96%

1. 遺伝子組換え作物に関わる市場規模

- 遺伝子組換え作物に付随する農業投入財の販売
 - 主要多国籍企業の種子・農業販売額(2005年、億ドル)

企業名	農業販売額	種子販売額
バイエル	69.6	4.1
シンジェンタ	63.1	18.0
ダウ・アグロ	33.6	n.a.
モンサント	30.4	32.5
デュポン	23.0	27.5
B A S F	41.2	n.a.

- 世界農業市場に占める割合は82%!

2. 遺伝子組換え作物種子の流通事情

● 生産流通の規制と表示制度（米国）

● 農務省USDA-APHIS

- 環境導入や州間移動等を規制。但し、開発企業の実験圃場等に関する情報は十分に把握されず。最終認可すなわち「規制除外」したGMOに対するモニタリング等の規制は実施せず。
- 規制遵守をめぐる数々の問題が発覚したため、2003～04年に規制強化する方針を表明するも、大きな変更はなし。

● 食品医薬品局FDA

- 食品・飼料の安全性を規制。ただし、開発企業との「任意の協議プロセス」のみで、義務的な審査はせず。2001年に義務化が提案されるも実行に移されず。
- 数々の未認可GMO混入事件を受けて、2004年11月に改善勧告出されるも、大きな変更はなし。

2. 遺伝子組換え作物種子の流通事情

● 生産流通の規制と表示制度（米国）

● 環境保護庁EPA

- 農薬成分(Btなど)の環境影響評価、害虫における抵抗性発達を防止するための「害虫抵抗性管理IRM」プログラムの実施を担当。

● 表示制度

- 連邦レベルでは義務表示なし。一部の州や自治体で義務化の動きあるも、義務表示反対の圧力大きい。

● 分別生産流通

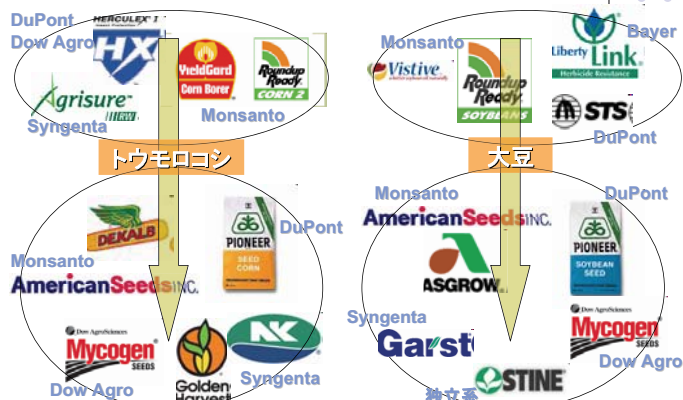
- 大半は無分別・無表示で流通、輸出されているが、EUや日本、アジア諸国で義務表示制度が導入されているため、少なくとも食品仕向け分については分別生産流通システムが構築されている。
- 但し、日本のように許容水準5%ならまだしも、EUのように0.9%、種子については0.3～0.7%という水準では分別生産流通システムにも限界があると思われる。

＜参考＞EU、共存方策の模索とGMOフリー宣言の広がり

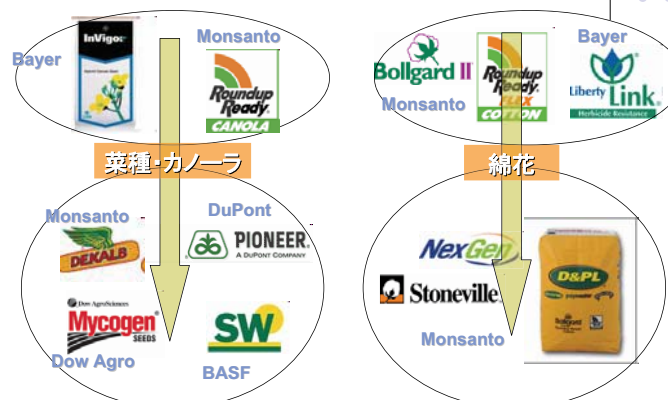
2. 遺伝子組換え作物種子の流通事情

開発企業	商品化されているGM作物品種
モンサント(米国)	除草剤耐性大豆・トウモロコシ・なたね・綿花(Roundup Ready)、害虫抵抗性トウモロコシ(YieldGard)・綿花(Bollgard)、非組換え低リノレン酸大豆(Visitiv)、高リジン・トウモロコシ(Mavera)
シンジェンタ(スイス)	害虫抵抗性トウモロコシ(Agrisure)・綿花(VipCot*)
バイエル(ドイツ)	除草剤耐性トウモロコシ・綿花(LibertyLink)、なたね(InVigor)
デュポン(米国)	害虫抵抗性トウモロコシ(Herculex)、非組換えの除草剤耐性品種(STS)
ダウ・アグロ(米国)	害虫抵抗性トウモロコシ(Herculex)・綿花(WideStrike)、非組換えの高オレイン酸品種(Nexera)
BASF(ドイツ)	非組換えの除草剤耐性品種(Clearfield)

2. 遺伝子組換え作物種子の流通事情



2. 遺伝子組換え作物種子の流通事情



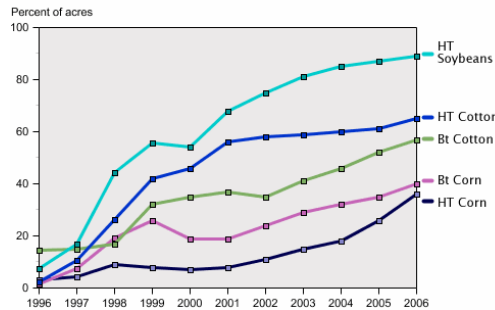
2. 遺伝子組換え作物種子の流通事情

● 例えば

- Agrisure GT/CB/LL/RW Corn (シンジェンタ) → さらに個別ブランドへ
 - シンジェンタの除草剤耐性技術 + 害虫抵抗性技術
- モンサントの害虫抵抗性技術
- バイエルの除草剤耐性技術
- FiberMax Cotton (バイエル) → さらに個別ブランドへ
 - バイエルの高収量・高品質種子 + 除草剤耐性技術
- モンサントの除草剤耐性技術 + 害虫抵抗性技術
- 2Y519 Corn (マイコジェン/ダウ・アグロ)
 - ダウ・アグロの害虫抵抗性技術
 - モンサントの除草剤耐性技術
 - バイエルの除草剤耐性技術
- H-9205Hx/LL (ゴールドンハーベスト/シンジェンタ)
 - ダウ・アグロ&デュポンの害虫抵抗性技術
 - バイエルの除草剤耐性技術

2. 遺伝子組換え作物種子の流通事情

Adoption of genetically engineered crops grows steadily in the U.S.



Data for each crop category include varieties with both HT and Bt (stacked) traits. Source: 1996-1999 data are from Fernandez-Cornejo and McBride (2002). Data for 2000-06 are available in the ERS data product, Adoption of Genetically Engineered Crops in the U.S., tables 1-3.

大豆
約9割

綿花
約8割

トウモロコシ
約6割

3. 巨大アグリビジネスと農業者との関係

● モンサントの場合

- 1990年代後半～
 - DeKalb (トウモロコシ、大豆、菜種など)
 - Asgrow (大豆、トウモロコシなど)
 - Stoneville (← Calgene 綿花)
- 2004年
 - Advanta SeedsとInterstate Seedsを買収し、カノーラ種子事業を拡大
 - American Seeds, Inc.を設立し、資本・遺伝資源・技術の供与を通じて次々と地域有力種子企業を囲い込む
- 2005年
 - 世界最大の綿花種子企業D&Pを買収し、綿花種子事業をほぼ独占
 - 世界最大の野菜種苗企業Seminisを買収し、野菜種苗事業を拡大
- 世界種子市場におけるモンサントの市場シェア (2004/05年)
 - トウモロコシ41%、大豆25%、キュウリ38%、トマト23%、タマネギ25%、唐辛子34%、パプリカ29%など
 - GM種子に限ると、トウモロコシ97%、大豆91%、綿花64%、菜種59%

AmericanSeedsINC.

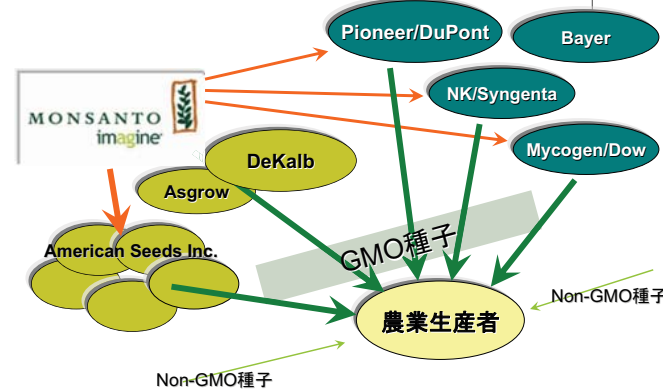


3. 巨大アグリビジネスと農業者との関係

● 限られた選択肢

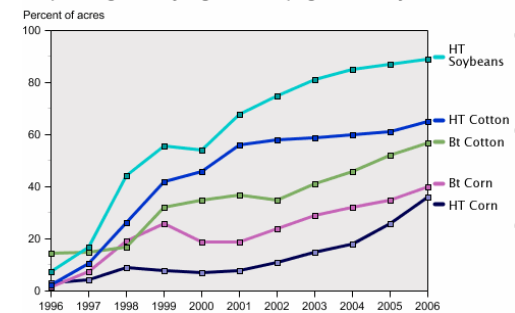
- 情報の非対称性
 - マーケティングに巨額の投資
 - 客観的な立場から情報提供と技術普及に携わってきた公的試験研究機関や州立大学の人的・資金的な限界
- GMO種子しか手に入らない
 - ほとんどの有力種子会社は巨大アグリビジネスの傘下に
 - 優良系統品種はほとんど組換え遺伝子が挿入されたGMO
 - Asgrow (モンサント) 大豆・・・イリノイ州A郡 26品種中25 (96%)
 - DeKalb (モンサント) トウモロコシ・・・同 44品種中38 (86%)
 - NC+ (ASI/モンサント) トウモロコシ・・・全 新規47品種中44 (94%)
 - NK (シンジェンタ) トウモロコシ・・・全 61品種中51 (84%)
 - Mycogen (ダウ・アグロ) トウモロコシ・・・全 96品種中75 (78%)
 - Stine (モンサントと非排他的提携) 大豆・・・全 67品種中57 (85%)
 - Pioneer (デュポン) トウモロコシ・・・北部 45品種中32 (71%)
 - Pioneer (デュポン) 大豆・・・北部 32品種中31 (97%)

3. 巨大アグリビジネスと農業者との関係



3. 巨大アグリビジネスと農業者との関係

Adoption of genetically engineered crops grows steadily in the U.S.



Data for each crop category include varieties with both HT and Bt (stacked) traits. Source: 1996-1999 data are from Fernandez-Cornejo and McBride (2002). Data for 2000-06 are available in the ERS data product, Adoption of Genetically Engineered Crops in the U.S., tables 1-3.

大豆
約9割

綿花
約8割

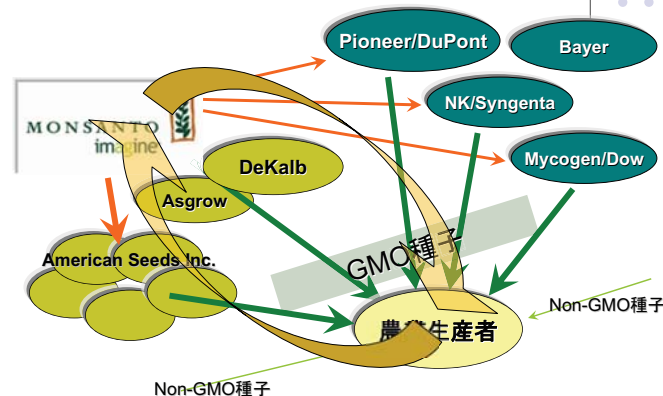
トウモロコシ
約6割

3. 巨大アグリビジネスと農業者との関係

● 農家にとっての便益

- 収量は上がったか？ **Yes & No**
- 農薬は減ったか？ **Yes & No**
- 労働時間は節約されたか？ **Yes, but...**
 - 生産効率性＝規模に中立的ではない
 - 大規模経営ほど高い導入率と高い利益
 - 中小家族経営がますます淘汰されることに
 - アルゼンチンのGM大豆・・・巨大農場による囲い込み
 - ブラジルのGM大豆・・・中小家族経営が先に導入、今後中西部の巨大農場に導入が広がれば競争に耐えられない
- 大豆もトウモロコシも家畜飼料かバイオ燃料の原料
 - 大量生産と低価格化は巨大流通加工業者の利益になるだけ
 - 需要先の多元化＝原料調達競争＝価格上昇＝消費者の利益にならず

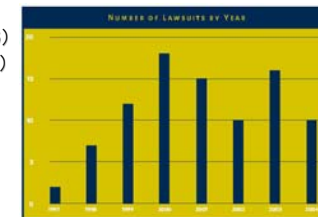
3. 巨大アグリビジネスと農業者との関係



3. 巨大アグリビジネスと農業者との関係

● 種子購入時の契約 (Technology Agreement)

- 自家採種の禁止
 - 大豆自家採種率: 1991年31% → 2001年10% (=3.74億ドルを創出)
- 「違反者」に対する罰金・訴訟 (モンサントの場合)
 - 1,000万ドル予算、75名体制で摘発のための調査 (「種子警察」)
 - 2003年600件、2004年500件を摘発、示談 (罰金) 拒否すれば告訴
 - 90件の訴訟 (1997～2004年)
 - Anderson: 305万ドル (2003.6)
 - Dawson: 259万ドル (2001.12)
 - Ralph: 241万ドル (2003.7)
 - Roman: 125万ドル (2004.8)
- 非意図的混入の場合は？
 - シュマイザー氏のケース
 - 自衛のための追加費用



4. 種子の特許について

● 遺伝子組換え作物にかかわる特許 (1)

- 品種に対する知的所有権 (育種者権) → 農業者との関係 (自家採種や栽培目的の譲渡を禁止)



4. 種子の特許について

● 遺伝子組換え作物にかかわる特許 (2)

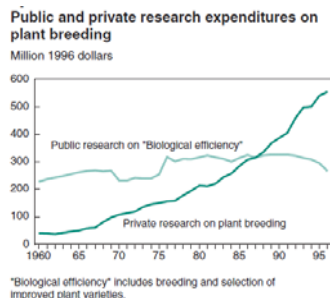
- 組換え技術や遺伝子情報の特許 → 開発企業間の競争と紛争
 - 1982～2001年、米国の農業バイオテック特許に占める主要5社の割合は41% (モンサント14%、デュポン13%)
 - モンサント、CaMV35Sをはじめ647 (～2004年) の農業バイオテック特許、29%のシェアを占めるとの報告も
 - 特許紛争
 - モンサント vs ダウアグロ (1996～2004年)
 - モンサント vs バイエル (1997～2003年)
 - シンジェンタ vs モンサント (2002～2004年) など
 - 技術と資源の独占が、種子会社の買収や囲い込みの契機に
 - American Seeds, Inc.はその典型
 - 特許技術の移転 (公から民へ、小から大へ)

4. 種子の特許について

Agricultural biotechnology patents moving to larger companies					
Final owners, 2002	Original patent holders, 1976-2000				
	Small companies		Large companies		
	Agbiotech	Seed	U.S. Chemical	Multinational	European
Small companies	24 (5%)	31 (5%)			
Large companies	U.S. Chemical	219 (49%)	451 (69%)	651 (100%)	
	Multinational	175 (39%)	175 (27%)		528 (100%)
	European	31 (7%)			718 (100%)
Total	449	657	651	528	718

- 中小を含むベンチャー企業で開発した特許技術の95%が、大企業 (米国の化学企業や多国籍企業) に移転している・・・USDA資料

- 作物育種に対する研究開発投資
 - 公的研究開発の停滞
 - 民間研究開発の増大



企業名	総R&D	農業	バイオテック
Syngenta	8.2	5.1	3.1
Monsanto	5.9	0.9	5.0
DuPont	5.9	2.1	3.8
Dow	5.4	3.6	1.8
Bayer	5.3	4.4	0.9
BASF	2.4	1.9	0.5

主要多国籍企業のR&D支出(2005年、億ドル)※CGIARの年間総支出=4.4億ドル
作物部門は2.6億ドル

5. 遺伝子組換え作物の活用

- どのように活用されるのか？
 - 第1世代GMO
 - 栽培特性(除草剤耐性、害虫抵抗性、不稔化など)
 - 但し、耐寒性、耐塩性、耐乾燥性などはまだ先
 - 第2世代GMO
 - 食品・飼料としての機能性(高オレイン酸、高リジン、低リノレン酸、高βカロチンなど)
 - 緩アレルギー性作物は食品？医薬品？
 - 第3世代GMO
 - 医薬品原料(ワクチンなど)や工業品原料(生分解性プラスチックなど)の生産
 - 環境修復技術(重金属・公害物質の検出と除去？)

5. 遺伝子組換え作物の活用

- 遺伝子組換え作物でないと出来ないことなのか？
 - 第1世代GMO
 - 従来育種でも何らかの形で追求されてきたこと
 - 従来育種の効率化？ 従来育種で越えられない「壁」とは？
 - 非組換え有望品種・・・除草剤耐性(STS/DuPont、Clearfield/BASF)、害虫抵抗性(Native Protection/Mycogen)、線虫抵抗性(SCN/大学)
 - 耐寒性、耐乾燥性などでGM育種が成果を上げられない理由
 - 第2世代GMO
 - GM作物に作らせなくても生産可能な物質 → 効率的な生産？
 - ジャンクフードを「より」健康的にするもの？
 - いずれにせよ「魔法の弾丸」ではない(「機能性食品狂想曲」)
 - 第3世代GMO
 - GM作物に作らせなくても生産可能な物質 → 効率的な生産？
 - コストと時間を考えると有用な技術・・・但し、閉鎖系が条件

おわりに

- 「たしかに開発企業はそれらの利益を確信しているし、商業的成功はその製品の必要性和有用性を表す一つの物差しである。しかし、もっと掘り下げて検討する必要がある。これらの製品が必要であるかどうか、目標達成のためによりよい代替策は存在しないのかどうかについて、社会は考えなければならない」
- 「現在開発されているような農業バイオテクノロジーは持続的農業を探索する上で特に有益というわけではない。持続的農業は、購入しなければならない新製品を開発することよりも、むしろ、この目的に適うように農業システム(生態系)の諸要素を理解し調整することによってこそ、問題を解決してくれる。農業バイオテクノロジーはこれとは反対に、基本的には投入財産であり、研究開発費用を回収するためにしばしば高価な製品を開発する。持続的農業においては、新しい製品よりも農業生態系を調整する新しい知識と手法の方が重要である」
- 「より生産性の高い作物は世界の飢餓問題を解決する部分手段にすぎず、GM作物は食料生産の増大を可能にする唯一のものでもない。間違いなく有用なGM作物もあり得るだろうが、現時点では従来育種を犠牲にしなが

(憂慮する科学者同盟)