

科学技術と社会 — 遺伝子組換え作物を素材とした検討 —

三石 誠司（宮城大学食産業学部）

はじめに：基本的な視点

複雑化・高度化した現代の社会問題に共通した特徴は、①不確実性、②相互依存性、そして、対象が何であれ何らかの形で、③科学技術との関わりが無視できないこと、ではないかと思う。また、これらの問題は、対象を特定の分野・品目や要素に限定すればするほど議論は専門化・精緻化するが、少し離れたところから議論全体を眺めてみると、分野間の隔たり以上に多くの類似性があるだけでなく、当該問題に対する賛成・反対いずれの立場も、極端にそれを推し進めた場合には、社会的な合意形成が難しくなる傾向があることが多い。

昨今の科学技術の進歩は極めて早い。各国が安全保障上の理由あるいは競争力強化による優位性の確立など、純粋な科学的理由以外の理由により、特定分野へのヒト・モノ・カネの集中的投入を実施している一方で、余りにも高度化・細分化された議論に対し、一般市民の多くは漠然とした思いに基づく主張を述べるのが精一杯という状況も珍しくない。遺伝子組換え作物をめぐるわが国の議論も、これに近いものがあるのではないだろうか。

本稿では、こうした状況を踏まえ、純粋な科学的問題としてではなく、社会問題としての遺伝子組換え作物をめぐる議論をどう考えるべきかといういくつかの視点を紹介するとともに、それに基づく若干の検討を行う。本稿で提示する視点は以下の5つである。各々は基本的に独立しているが、一定の状況下では相互に関連しているため、合意形成や意思決定においては適宜、これら全てを同時並行的に考慮する必要があることをご理解頂ければと思う。

第1は、「当たり前」の現実から考えるということ。

第2は、短期的視点と長期的視点、さらに、より大きな視点で考えるということ。

第3は、「基本的な数字」を調べ、それに基づく議論を展開すること。

第4は、「もし、これが無かったら…」と常に、考えてみること。

第5は、我々の生活を維持している、本当に必要なモノや仕組み、そして「見えざるインフラ (invisible infrastructure)」とは何かということを考えてみること、である。

1. 世界の主要穀物の需給バランス

アメリカ農務省の発表をベースに主要穀物（小麦、コメ、粗粒穀物、油糧種子¹⁾）の2010/11年度生産・需要見通しをまとめたものが表-1である。これを見ると、世界の主要穀物の生産量・需要量はいずれも27億トン程度であることがわかる。内訳は小麦が6.7億トン、コメ（精米ベース）が4.6億トン、粗粒穀物が11.3億トン（そのうちトウモロコシが8.4億トン）、そして油糧種子が4.5億トン（そのうち大豆が2.5億トン）となっている。総生産量と総需要量は毎年若干の変動をしながらも長期的に見れば着実に増加している。そして、我々が対象とす

¹⁾ 厳密に言えば、「油糧種子 (oilseeds)」は「穀物 (grain)」ではなく、あくまでも油糧種子であるし、アメリカ農務省の統計上も別に分類されているが、全体像の把握のために、本稿では油糧種子を含めて広義の「穀物」とした。

る問題の本質は、年間 27 億トンという有限資源の配分という問題なのである。現時点で世界の穀物需給全体を大きく捉えるには、こうした基本的な数字を最初に押さえておく必要がある。

表－1 世界の主要穀物の需給状況

世界の主要穀物の生産量と需要量(2010/11年見通し)					
単位:千トン					
	小麦	コメ	粗粒穀物	油糧種子	合計
前期末在庫	192,903	89,619	192,856	75,250	550,628
生産量	668,521	459,441	1,128,365	449,220	2,705,547
需要量	667,490	452,792	1,129,296	446,950	2,698,528
当期末在庫	193,934	96,268	191,925	77,520	559,647
(在庫率%)	29.1%	21.3%	17.0%	17.3%	20.8%
前年からの増減	1,031	6,649	▲931	270	7,019

出典:アメリカ農務省資料(2010年6月発表)

表－2 日本の「穀物」輸入数量



2. 日本の穀物輸入数量

1) 日本の穀物輸入数量

では、日本はどの位の穀物を輸入しているのだろうか。アメリカ農務省の資料によれば、小麦 520 万トン、コメ 70 万トン、粗粒穀物 1,940 万トン、油糧種子 600 万トン、合計約 3,100 万トンとなっている（表－2）。粗粒穀物のうち、1,630 万トンがトウモロコシであり、油糧種子のうち大豆が 360 万トンを占めている。

ここでトウモロコシを中心に分かり易い例を示す。1,630 万トンの輸入トウモロコシのうち、飼料用は約 1,200 万トン、残りが工業用である。飼料用を例に取れば、毎月 100 万トンが輸入されていることになる。一般に穀物輸送には大型の船舶が使用されるが、アメリカ中西部のコーンベルトで生産されたトウモロコシはミシシッピ川を舁で下り、河口のルイジアナ州ニューオーリンズから船積みされて輸出される。メキシコ湾から太平洋へ出るためにはパナマ運河を通過しなければならないが、このパナマ運河を通る最大規模の船舶のことをパナマックスと言いい、約 5 万トンの穀物を積むことができる。

100 万トンのトウモロコシを 5 万トンの船で積むために必要な船舶数は 20 隻である。1 か月は 30 日である以上、1.5 日に 1 隻の船が途切れなく日本の港に向かって続いていることになる。

2) これが、例えばトウモロコシという品目の基本的数字を基にした「当たり前」の現実であり、日本の飼料・畜産を維持している根幹とも言える「見えざるインフラ (invisible infrastructure)」の代表的事例である。

我々は余りにも「当たり前」になってしまっているが故に、この「見えざるインフラ」がどのような状況下でも全く影響がないと「勝手に」思っているかもしれないが、これは何もなくて「当たり前」、何かあれば日本全体が多大な影響を被ることになる極めて重要な「必要不可欠なインフラ」でもあることを十分に理解する必要がある。

² 現実にはトウモロコシだけを 5 万トン積むことは日本側の港湾事情により非効率となるため、8 千トン程度の船倉ごとにバランスを考慮し、マイロや大豆などの合積み（コンビネーション・カーゴという）とすることがほとんどである。従って、ある一期間（例えば 1 ヶ月間）に日米間の洋上にある船舶数は理論上の 20 隻よりはるかに多い。

2) 日本の遺伝子組換え作物輸入数量

わが国がどの位の遺伝子組換え作物を輸入しているかについて、それ自身を明確に表した統計は存在しないが、いくつかの前提を置いた上で概数を推定することは可能である。例えば、先に述べたトウモロコシの場合、2009年度は約1,600万トンを輸入しているが、国別の内訳は、アメリカが全体の96%を占めている。そして、そのアメリカにおける2009年の遺伝子組換えトウモロコシの作付け比率は全農地の85%である(2010年は86%へ1ポイント上昇)。こうなれば、少なくとも簡単な掛け算により、約1,300万トンの遺伝子組換えトウモロコシが日本に入ってきているであろうとの合理的推定が成立する。

現時点で商業化されている遺伝子組換え作物の輸入数量を同様の方法で推定したものが表-3である。合計数量は約1,700万トン、穀物の年間総輸入量の過半数(55%)に相当する。

穀物の場合には産地や流通拠点に一定の在庫が存在するため、遺伝子組換え品種の作付けがスタートしたばかりの時期には前年度と当該年度との遺伝子組換え品種の作付け比率に大きな差が存在したが、近年のアメリカではその差もほとんどなくなっている。ちなみに、2010年度の数字(カッコ内は2009年度)は、トウモロコシ86%(85%)、大豆93%(91%)、綿花93%(88%)である。このため、本稿で試算したような概算値であっても、全体を把握するためにはそれほど大きな影響はないと考えられる。まとめてみれば、雑な言い方になるが、わが国は年間約3,100万トンの穀物を輸入、その大半が北米から、そして、輸入数量の過半数が遺伝子組換え作物ということになる。これは実は多くの人にとって見たくない現実かもしれない。

問題は、これをどう考えるかである。少なくとも現在、世界に200近くある国々の中で、わが国のGDPはEUを除けば、アメリカに次ぐ第2位であり、一般国民の生活状況、治安その他を含め、他の先進諸国との比較だけでなく、多くの発展途上国と比べた場合にも圧倒的に良好な社会を実現していることは間違いないであろう。その社会が何を基盤に成立しているかといえ、様々な財やヒト・サービスといったものの自由な移動、そしてそれを支える科学技術に他ならない。食料や飼料に関して言えば、必要なものが必要に応じ、途切れなく供給されているからこそ、現在の我々の生活が成立している。この「当たり前」の現実を認識することが重要である。³ 次に、これをわが国が必要としている農地という視点から見てみよう。

表-3 日本の遺伝子組換え作物輸入数量

では、遺伝子組換え作物はどの位、日本に入っているのだろうか？

粗粒穀物	トウモロコシ	1,630	1,630万トン X アメリカ 96% X GMO作付け比率 85% ⇒ 1,330万トン
(万トン)	大麦	135	
	マイロ	160	(360-80)万トン X アメリカ 71% X GMO作付け比率 91% ⇒ 181万トン
	ライ麦	7	
	えん麦	6	
	小計	1,938	230万トン X カナダ 94% X GMO作付け比率 93% ⇒ 201万トン
油糧種子	大豆	360	
(万トン)	菜種/その他	230/24	約1,700万トン
	小計	614	

出典：7月農務省資料、財務省資料をもとに筆者作成。
注：大豆については輸入数量から食油用等の加工割合によるNon-GMO数量約80万トンを除いて試算。なお、上記の表の数字は、あくまでも合理的推定の考え方を示したものであり、厳密な意味での数量ではない。

³ エネルギー自給率は2005年でわずか4%である。カロリーベースの食料自給率40%が極めて高く見える程の水準である。これも「当たり前」になってしまったからか、今では多くが当然と思っている気がしてならない。

3. 日本が必要としている農地

表-4は、農水省が作成した資料を筆者が多少加工したものである。2008年の国内耕地面積は463万haである。これに対し、わが国の年間輸入穀物数量を各々の品目の平均単収で逆算し、必要な耕地面積を計算すると約1,200万haに相当する。この表が示していることは簡単な事実、すなわち、「国民が消費する農産物を生産するには、国内農地面積の約3.5倍(約1,700万ha)が必要」ということである。我々は、ここでも見たくない「当たり前」の現実と直面しなければならない。

仮に1,700万haをわが国の総人口で割れば(1,700万ha÷1億2,751万人〔2009〕)、1人当たり約0.133haとなる。1ha当りに直せば約7.5人。すなわち、1haで養っている国民の数は7~8人ということになる。

ここまでくれば多くのことが嫌でも見えてくる。463万haの農地を最大限に活用し、仮に1haで10人を養ったとしても4,630万人、生産性を倍にしてもまだ、3,000万人以上相当分が不足することになる。これも恐らくは誰もが最も「見たくない」現実ではないだろうか。

つまり、我々は好き嫌いに拘わらず、少なくとも(かなり長い)当面の間は、農産物輸出国との良好な関係を維持すること無しには日々の生活(水準)の維持すら難しいということであり、同時に、こうした国々とは、いかに厳しい状況に陥ったとしても関係を解消するわけにはいかないということでもある。だからといって卑屈になる必要は全くない。

ポイントは、一方的な依存関係ではなく、いかに相互依存関係を構築するかという点に尽きるであろう。我々はそうした相互依存関係の構築にこそ知恵を絞るべきであると思う。

表-4 日本の必要農地面積

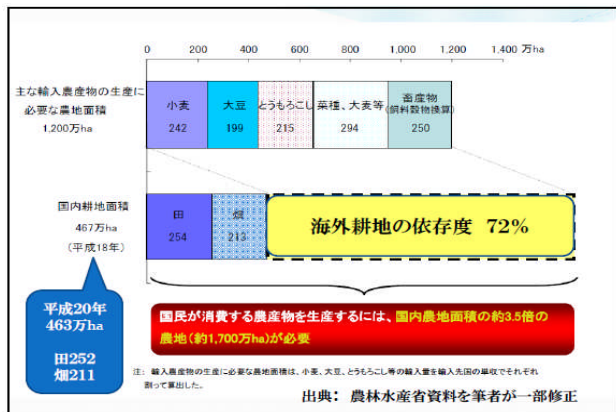
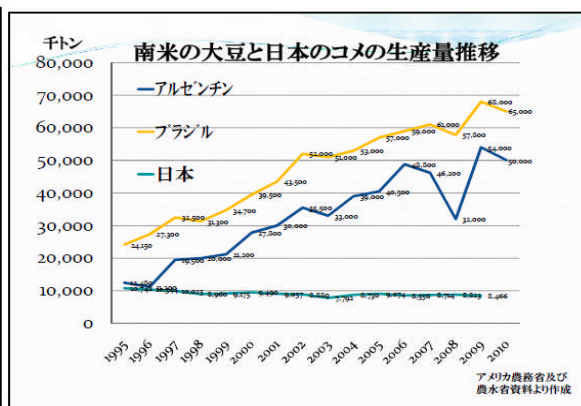


表-5 南米大豆と日本のコメ生産量推移



4. 世界の人口見通し

さて、遺伝子組換え作物を語るときに、世界人口の動向を抑えておくことは必須である。何故ならば、この技術が世界に対し最も貢献できる分野は、まさに環境、医療、農業といった領域であり、それは今後の世界の人口動向と密接に関わるからである。

わが国の将来人口は2004年をピークに今後緩やかに減少に向かうことが予想されているが、世界全体は大きく伸びていくことが予想されている。国連の推計によれば2055年の世界人口

は約 92 億人、現在より 23 億人の増加である。92 億人のうち 52 億人をアジア地域が占めており、アジアは今後 45 年間の世界の人口増加数 22 億人の半数、10 億人の増加が見込まれている。現在人口約 10 億人のアフリカは 2055 年には約 20 億人と倍増する。全体で 23 億人の増加のうち、アジアで 10 億人、アフリカで 10 億人、これが少なくとも現時点における今後の世界の人口見通しである。

さらに、我々に最も関係した点で言えば、中国の人口がピークアウトするのは 2040 年前後、そして、さらにその先にインドの人口がピークを迎える。インドの人口は最盛期では 16 億人をはるかに超える。繰り返すが、この段階での日本の人口は 9 千万人程度となる見通しだ。

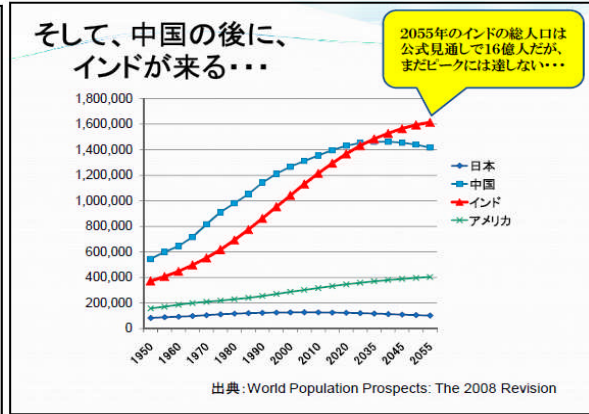
残念ながらこの段階での世界の食料需給バランスがどうなるのかは発表されていないが、人口が 1.3 倍になる以上、少なくとも全体では 35 億トン (27 億トン X1.3) 前後の水準になるであろうことは想定できると思う。あとはこれをいかに達成するかという問題になり、ここでは現在の世界の耕地環境を考慮すれば、科学技術は不可欠なものとなってくるであろう。

表－5 世界の人口推移見直し

年次	アジア	APEC/TTL	アフリカ	ヨーロッパ	南北アメリカ	世界
1950	1,402,887	1,128,894	227,270	547,460	338,922	2,529,346
1955	1,541,775	1,239,475	253,397	575,466	378,556	2,763,453
1960	1,693,992	1,352,878	285,049	604,464	423,969	3,023,358
1965	1,855,955	1,490,601	322,309	634,191	471,428	3,331,670
1970	2,125,393	1,656,765	366,792	656,197	517,756	3,685,777
1975	2,379,374	1,822,232	418,765	676,207	565,683	4,061,317
1980	2,622,565	1,962,929	482,236	693,113	616,752	4,437,609
1985	2,889,608	2,108,519	556,131	706,988	668,675	4,846,247
1990	3,178,810	2,271,686	638,729	720,989	724,998	5,290,452
1995	3,448,034	2,411,170	726,285	727,361	782,338	5,713,073
2000	3,698,296	2,532,940	819,462	726,568	839,882	6,115,367
2005	3,936,536	2,637,452	921,073	729,421	891,687	6,512,276
2010	4,166,741	2,735,048	1,033,043	732,759	940,308	6,908,688
2015	4,390,603	2,828,632	1,153,038	734,000	986,442	7,302,186
2020	4,596,256	2,909,738	1,276,369	732,952	1,029,927	7,674,833
2025	4,772,523	2,971,968	1,400,184	729,264	1,067,055	8,011,533
2035	4,916,701	3,015,152	1,524,187	723,373	1,100,063	8,308,895
2040	5,032,489	3,042,162	1,647,781	716,190	1,127,625	8,570,570
2045	5,125,326	3,054,982	1,769,615	708,489	1,149,524	8,801,196
2050	5,192,890	3,053,383	1,887,319	700,191	1,166,090	8,996,344
2055	5,231,485	3,037,024	1,998,466	691,048	1,177,648	9,149,944

出典: World Population Prospects: The 2008 Revision

表－6 中国・インド・日本の人口推移



おわりに：戦略の実践と合意形成

我々日本人は古来より、感性においてかなり秀でていたのではないかと思います。虫の声や川のせせらぎの音を聴き、季節の変化や人生の無常を思う。こうした感性は和歌や俳句といった文芸だけでなく、日々の生活中にも十分に活かされており、わが国独自の文化の根幹でもある。これは多くの日本人が備えている貴重な特性であろうし、大いに尊重し、後世に伝えていくべき日本文化の核心のひとつであると思う。

これに対し、科学技術の成果、特に日々進化している最前線の科学技術についてはどうであろうか。感性のみで判断可能なものと、一定の定められた手順を踏んで内容を確認しなければならないものとは異なるにも拘わらず、我々の多くは、何となく直観的、生理的な理由で科学技術の成果について、感性による判断を持ち込んでいないかどうかを今一度考えてみる必要があると思う。科学の力で自然の全てを管理することなど恐らくとても出来ないことであろうが、その一方で、わずか数年前には不可能であったことや、夢物語であったことが科学技術の進歩により実現しているということも冷静に認識しておく必要がある。

現在の状況を冷静に認識し、その上で将来の目標を定める。そして、その目標に到達するた

めの具体的なステップや手法を通常、戦略と言う。世に戦略家という人間は多い。特に企業や組織の事業計画を策定するコンサルティング系の人間は、いわゆる戦略をスマートな形で描くことを生業としているため、一見、極めて納得しやすい戦略が氾濫している。その場合には、どうしても、白か黒か、賛成か反対かといった極論に陥りやすいし、その方が、戦略家としては楽でもありビジネスにもなるという事情もあろう。残念なことに、こうした極論は、議論としては切れ味が良いが、いざ実行するとなるとうまくいかないことが多い。

さらに言えば、明確な戦略を策定したとしても、それは実践して初めて意味があることも忘れてはならない。遠大かつ詳細な戦略を立てたとしても、実行するのは他の多くの人間であるという現実を踏まえれば、結果的に実行可能で、それでも理想を追求するというある意味で矛盾した戦略を立てることが求められるし、その過程では様々なレベルの合意形成が求められる。

また、意思決定を行う立場にいる者は、仮に自分以外に 10 名の利害関係者が参加した議論において、賛成・反対が同数となったときにどうするかを常に考えておく必要がある。どちらの選択肢を選んでも反対意見が消失することはない。恐らく、その場合に必要なことは、意見を異にする利害関係者の事情を真摯に理解しようとする姿勢とともに、可能な限り最大限の配慮をすること、そして冒頭で記したように、目の前の現実と、短期的長期的な見通し、さらに、より大きな視点から、通常は「当たり前」すぎて認識していない「見えざるインフラ」までを提示した上での解決策の提示、これらを通じた合意形成と戦略の実行が求められよう。

言うまでもないが、少なくともわが国において「数は力」という論理を単純に信奉する時代は、とうの昔に過ぎ去っている。合意形成の基本はあくまでも対話と科学的な証拠、つまり客観的かつ合理的な体系に基づくものでなければならず、威嚇や暴力、そして強制や義理人情によるものではないことをあえて最後に記しておきたい。

世界が日本に期待していることは、もはや資金力や技術力そのものだけではなく、わが国の知的資産 (intellectual capital) の活用の仕方、貢献の仕方である。より具体的に言えば、本稿で取り上げたような遺伝子組換え作物の活用を含む、社会的に議論の多い諸問題に対し、自発的な意思に基づく対話の実践、そして、客観的・合理的な科学的根拠に基づく合意形成と将来戦略の実践を、今後も他国で応用可能な先行事例として示していくことではないだろうか。

参考文献

藤川吉美、『合意形成論』、成文堂、2008年。

藤垣裕子、『科学技術社会論の技法』、東京大学出版会、2007年。

城山英明、『科学技術ガバナンス』、東信堂、2007年。

サスカインド／クルックシャンク、『コンセンサス・ビルディング入門』、2008年。

James, Clive. 2009. "Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2009", ISAAA Brief No. 41, ISAAA: Ithaca, NY.

USDA-FAS, "Grain: World Market and Trade", June 2010.

USDA-FAS, "Oilseeds: World Markets and Trade", June 2010.

USDA-FAS, "World Agricultural Production", June 2010.

USDA-NASS, "Acreage", June 2010.