

遺伝子組換え作物をめぐる科学技術と社会の関係性

——社会科学はいかなる貢献を期待されているか——

京都大学大学院経済学研究科 助教授 久野秀二

2005年4月

要旨

近年、科学技術と社会の関係性がさまざまな文脈で論じられるようになってきた。遺伝子組換え作物をめぐる問題もそのような視点から捉えることができる。筆者はこれまで社会科学（農業経済学・政治経済学）の立場から、この問題を眺めてきた。その基本は、科学研究・技術開発の背景にある歴史的・構造的な社会的諸関係をリアルに描き出すことにある。同時に、当該技術が及ぼす社会経済的影響を、いっさいの与件を排除してリアルに描き出すことにある。もちろん、科学技術が社会的・政治経済的な利害関係にまみれていることの暴露と批判は、必ずしも科学研究の科学性（分析手法の客観性）や技術開発の進歩性・貢献性を否定するものではない。遺伝子組換え作物を事例に、科学技術に込められた「科学的合理性」をあらためて社会のなかで検証しながら、社会的・民主的に規制・制御された科学技術のあり方や発展の方向性を模索する手がかりを与えることが本稿に与えられた課題である。同時に、科学技術の評価と社会的・民主的に制御された科学技術の発展可能性を模索する作業を進めるうえで、自然科学と社会科学との対話と連携——学際的アプローチ——を教育、研究、開発、評価、規制の諸段階で追求していくことの必要性を論じる。

キーワード：科学技術と社会、政治経済学、遺伝子組換え作物、アグリビジネス、学際的アプローチ

※本稿は、東京電力が社会貢献活動の一環として発行している科学雑誌『イリュウム』第33号（2005年6月）に掲載予定の論文の草稿である。このような論文を執筆する機会を与えていただいた東京電力省エネルギー推進グループならびに『イリュウム』編集部に感謝したい。

1 序論——科学技術と社会の関係性

近年、科学技術と社会の関係性がさまざまな文脈で論じられるようになってきた¹。遺伝子組換え（以下、GM）作物をめぐる問題もそのような視点から捉えることができる。筆者はこれまで社会科学（農業経済学・政治経済学）の立場から、この問題を眺めてきた。その基本は、科学研究・技術開発の背景にある歴史的・構造的な社会的諸関係をリアルに描き出すことにある。同時に、当該技術が及ぼす社会経済的影響を、いっさいの与件を排除してリアルに描き出すことにある。

この技術が「可能になった」かぎりにおいて、そこに何らかの「科学的合理性」が存在することは疑いない。だが、環境制御や生物制御に関わる技術の多くがそうであるように、実験室や実験圃場での理論値が複雑な生態系のなかでそのまま通用するわけではない。もっと重要なのは、その技術が実際に使われるのが、さまざまな価値観、さまざまな社会経済的利害をもった諸主体が、さまざまな条件の下で関連しあっている、この現実社会だということである。そこで生起する諸問題について、専門分化した科学者は本来「素人」である。昨年来、北海道で問題になっている GM 作物栽培規制条例案²をめぐる、多くの研究者からクレームがつけられている。科学研究の進展の芽を摘むような規制に危惧を表明するのは首肯できても、あいかわらず「安全性」や「社会貢献性」を前提に、「無知な消費者」や「風評被害を恐れる行政」への蔑みにも似た非難が繰り返されるとすれば、開発企業や科学者、政府機関がみずからの責任で助長してきた「科学技術への社会的不信」は解消されないどころか、ますます悪化するかもしれない。それは双方にとって不幸なことである。

科学技術と社会の関係性は複合的・双方向的に捉えられなければならない。第 1 に、研究開発の成果が社会に及ぼす影響についてである。ただし、科学技術の提供者（生産者）である科学者が、その受容者（消費者）である「社会」に配慮しなければならないといった単線的な関

¹ これまでにそうした議論がなかったわけではない。軍事研究・核兵器開発への反省、公害問題や地球環境問題への反省から、そのつど世界の科学者が、自分たちの科学研究・技術開発の成果が社会に及ぼす影響の大きさを自覚し、そうした問題に声を上げ行動することを自らの社会的責務としてきた歴史がある。

「科学者の責任と、科学の自由、進歩、社会的有用性をまもるために与えられねばならない諸条件」を簡潔にまとめた世界科学者連盟『科学者憲章』（1948年）や、「科学者は人類社会の一員であるので、その諸闘争と無関係に存在することはできない」ことへの自覚を促した国際学術連合会議『科学者憲章』（1949年）の精神とその内容は、「社会の科学技術化」と「科学技術の社会化」が進行する今日、色あせるところかますます輝きを放っているように思われる。新しいところでは、1999年の世界科学会議（ブダペスト）で採択された『科学と科学的知識の利用に関する世界宣言』も重要である。そこでは、知識のための科学・進歩のための科学、平和のための科学、開発（発展）のための科学、社会における科学・社会のための科学、がそれぞれ論じられており、もはや社会と切断された科学技術の中立的・自律的發展という理解の一面性・時代錯誤性は誰の目にも自明であるかに思われる。だが、宣言が出されるということは、それを科学者と社会に喚起せざるをえない現実がそこに存在するというにほかならない。

² 2003年5月に独立行政法人農業生物資源研究所北海道農業研究センター（北農研）で始まった GM イネの一般圃場試験栽培に端を発する、GM 作物の栽培に関するガイドラインの策定とその発動（2004年3月）を指す。さらに2005年3月、北海道議会で罰則規定を含む条例が採択され、試験栽培は原則許可の届出制、商業栽培は原則禁止の許可制となった。岩手、茨城、滋賀などガイドラインで GM 作物栽培にルールを設けている自治体はあるが、条例で規制するのは全国で初めてである。こうした動きを懸念する農学関連学会（日本植物生理学会・日本育種学会・日本農芸化学会など）が声明を発表している。

係がそこで問題になっているのではない。社会は科学研究の方向性と技術開発の成果に対して能動的に意思決定を下す権利を有し、そのことで科学者に社会的責任を要求する権利を有しているからだ。

ひと頃、「社会的受容（PA、パグリック・アクセプタンス）」という言葉が盛んに使われた。最近はより双方向的なニュアンスをもつ「リスク・コミュニケーション」に置き換わっているが、科学者・専門家と社会・市民との間に科学的知や技術を媒介した温情主義的な関係性把握が根強く残っている³。さらに、受容者ないし受益者として捉えられる「社会」の理解もあまりに平板である。社会は経済的・政治的な構造的格差をともなっている。科学技術が社会に何らかの貢献を約束し、あるいは負の影響を及ぼすとすれば、その貢献も影響も構造的とならざるをえない。科学技術の社会的影響を考えると、社会一般ではなく現実社会のリアルな把握が不可欠である。

しかし、この第 1 の関係性への自覚だけでは、科学技術それ自体の中立的・自律的發展という考え方は否定されない。だが、研究開発は一連の社会的選択プロセスである。優先的に解決すべき問題を何に見定めるか、そのために研究課題をどのように設定するか、そこで除外された他の問題や解決策をどう扱うか、選択した解決策によって生じうる外部効果をどう評価するか（あるいは、評価しないのか）といった重要な事柄は、必ずしも科学技術に内在するものではなく、むしろ研究者自身の価値観や研究者が置かれている社会経済的・政治的な利害関係によってさまざまな影響を受けざるをえない。ここに、科学技術と社会との第 2 の関係性が表れる。とりわけ科学技術政策が産業競争力政策と一体化し、新自由主義的経済政策が科学研究・技術開発にも及び、プロパテント政策と産官学協同の推進によって研究開発の成果が公共財ではなく私有財として囲い込まれる傾向が強まっているだけに、科学技術を取り巻く政治経済的利害関係の解明と社会的監視（規制）はきわめて重要な課題となっている。

もちろん、科学技術が社会的・政治経済的な利害関係にまみれていることの暴露と批判は、必ずしも科学研究の科学性（分析手法の客観性）や技術開発の進歩性・貢献性を否定するものではない⁴。GM 作物を事例に、科学技術に込められた「科学的合理性」をあらためて社会のなかで検証しながら、社会的・民主的に規制・制御された科学技術のあり方や発展の方向性を模索する手がかりを与えることが本稿に与えられた課題である。同時に、上述の 2 つの関係性把握に明らかなように、科学技術の評価と社会的・民主的に制御された科学技術の発展可能性を模索する作業を進めるうえで、自然科学と社会科学との対話と連携——学際的アプローチ——を教育、研究、開発、評価、規制の諸段階で追求していくことの必要性を論じたいと思う。

2 社会的産物としての遺伝子組換え技術

GM 技術の登場は、直接には 1973 年にコーエン（Stanley N. Cohen）とボイヤー（Herbert W.

³ 例えば、サトウタツヤ「『科学的』根拠と社会の反応の関係」（科学、75 巻 1 号、2005 年 1 月、66～69 頁）、および平川秀幸ほか「日本の食品安全行政改革と食品安全委員会」（同、93～97 頁）。

⁴ A. フィーンバーグは『技術への問い』（岩波書店、2004、原書 1999）で、「民主的な合理化」という概念を鼎立し、民主的なコントロールの下で技術の再デザイン化を図っていくことの必要性と可能性を論じている。

Boyer) が遺伝子導入による大腸菌の形質転換に成功したことに端を発するが、それを可能にしたのは 53 年のワトソン (James D. Watson) とクリック (Francis H. Crick) による DNA 構造の発見である。すべての生物は 4 つの塩基から成る DNA によって構成される。ゆえに特定の生体反応をコードする DNA 断片=遺伝子を組み換えれば新形質を有する生物を作り出せると考えられた。70 年代後半から開始された応用研究は、早くも 80 年代には微生物を用いた医薬品開発 (インシュリンなど) に、90 年代には農作物開発に結実することになった。その意味で、GM 技術は生物の構造と機能を解明し利用しようという科学的営為の産物である。

他方、実際に開発されている GM 作物には、除草剤耐性品種や害虫抵抗性品種、あるいは特定のアミノ酸や油脂の含有量を調整した機能性品種などがある。将来的には耐塩性や耐乾燥性などの品種も期待されている。つまり、従来から行われてきた品種改良を効率化し、あるいは従来技術では困難とされていた新品種の作出を可能にする技術として応用が期待されている。その意味で、GM 技術は従来育種技術の延長線上に位置づけられる。実際、8 億人の慢性的飢餓人口と 2 億人もの栄養失調児、2025 年までに 80 億人を超えるとされる人口予測、そして地球規模で進行する耕作適地の荒廃・減少という現実を前に、さらなる技術革新を待望する議論は説得力をもっているようにも思われる。

だが、科学的営為の産物であり、従来育種技術の延長線上にあるとしても、そしてその便益可能性を根拠に GM 作物開発を正当化する開発推進論拠に一定の真実を見いだせたとしても、機能解析の途上でその全容がなおブラックボックスとなっている DNA を操作し、自然界では通常は起こりえない現象を人為的に起こすことが、①作物自体に、②それを食する私たちの健康に、③その作物が広く栽培されることによって自然生態系に、それぞれどのような影響を及ぼすのか、なお未解明の部分 (不確実性) が多く残されている。

それにもかかわらず、表 1 にみられるように商品化が急速に進んできた背景に、GM 作物に便益を見だし、あるいは期待をかける農業生産者の利害はもちろん、むしろ当該技術を独占的に利用することによって市場競争力を高め利潤拡大を図ろうとするアグリビジネス企業の思惑や、農業・農業関連産業を主力部門とする米国政府の国家戦略上の思惑が強く介在していることは、これまでもさまざまに論じられてきた⁵。

すでに商品化されている、もしくは商品化が予定されている GM 作物品種を整理した表 2 に明らかなように、ウイルス抵抗性パパイヤの事例を除き、すべてモンサント、シンジェンタ、バイエル、ダウ、デュポンの 5 社が開発したものである。これに非 GM 技術を用いて除草剤耐性品種などを開発・商品化している BASF を含めた 6 社は、世界の農薬市場で圧倒的シェアを有する多国籍化学企業であり、前記 5 社は種子市場でも徐々にシェアを高めている (表 3)。また、農業バイオテクノロジー関連特許の 4 割以上 (米国、1981~2001 年) を保有し、大学・研究機関やゲノミクス分野のベンチャー企業との技術提携などを通じて、研究開発にも大きな影響力を及ぼしている。これら企業をバイオメジャーと呼ぶゆえんである。

⁵ さしあたり、拙著『アグリビジネスと遺伝子組換え作物——政治経済学アプローチ』 (日本経済評論社、2002) を参照されたい。

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	%
米国	1.5	8.1	20.5	28.7	30.3	35.7	39.0	42.8	47.6	58.8
アルゼンチン	0.1	1.4	4.3	6.7	10.0	11.8	13.5	13.9	16.2	20.0
カナダ	0.1	1.3	2.8	4.0	3.0	3.2	3.5	4.4	5.4	6.7
ブラジル	-	-	-	-	-	-	-	3.0	5.0	6.2
中国	-	-	-	0.3	0.5	1.5	2.1	2.8	3.7	4.6
その他	-	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.8	3.1	3.8
大豆	0.5	5.1	14.5	21.6	25.8	33.3	36.5	41.4	48.4	61.2
トウモロコシ	0.3	3.2	8.3	11.1	10.3	9.8	12.4	15.5	19.3	22.9
綿花	0.8	1.4	2.5	3.7	5.3	6.8	6.8	7.2	9.0	10.6
菜種・カノーラ	0.2	1.2	2.4	3.4	2.8	2.7	3.0	3.6	4.3	5.3
除草剤耐性	0.6	6.9	19.8	28.1	32.7	40.6	44.2	49.7	58.6	73.4
害虫抵抗性	1.1	4.0	7.7	8.9	8.3	7.8	10.1	12.2	15.6	18.0
両性付与	-	-	0.3	2.9	3.2	4.2	4.4	5.8	6.8	8.6
合計	1.7	11.0	27.8	39.9	44.2	52.6	58.7	67.7	81.0	100.0

注) その他にはオーストラリア、インド、パラグアイ、南アフリカなど 12 カ国 (2004) が含まれる。
出所) C.James, Review: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2004, ISAAA Brief 32, 2004.

商標	品種特性	開発者	
菜種・カノーラ	LibertyLink	グルホシネート除草剤耐性	バイエル
	InVigor Hybrid	グルホシネート除草剤耐性+高収量	バイエル
	Navigator(撤回)	プロモキシニル除草剤耐性	アベンティス(現バイエル)
	Roundup Ready	グリホサート除草剤耐性	モンサント
	Laurical(撤回)	高ラウリン酸	カルジーン(現モンサント)
	開発中・・・バクテリア抵抗性(デュボン)など		
トウモロコシ	Attribute Bt Sweet	害虫抵抗性(Cry1Ab)	シンジェンタ
	NK YieldGard	害虫抵抗性(Cry1Ab)	シンジェンタ
	NK KnockOut(撤回)	害虫抵抗性(Cry1Ab)	シンジェンタ
	LibertyLink	グルホシネート除草剤耐性	バイエル
	StarLink(撤回)	除草剤耐性+害虫抵抗性(Cry9c)	アベンティス(現バイエル)
	Roundup Ready	グリホサート除草剤耐性	モンサント
	YieldGard Corn Borer	害虫抵抗性(Cry1Ab)	モンサント
	YieldGard Rootworm	線虫抵抗性(Cry3Bb1)	モンサント
	NatureGard(撤回)	害虫抵抗性(Cry1Ab)	マイコジェン/ダウ
	Herculex I	害虫抵抗性(Cry1F)	マイコジェン/ダウ バイオニア/デュボン
開発中・・・除草剤耐性, エタノール生産適性(シンジェンタ), 飼料適性(デュボン), 線虫抵抗性(ダウ)			
綿花	VipCot	害虫抵抗性(VIP3A)	シンジェンタ
	LibertyLink	グルホシネート除草剤耐性	バイエル
	Bollgard I	害虫抵抗性(Cry1Ac)	モンサント
	Bollgard II	害虫抵抗性(Cry1Ac/Cry2Ab)	モンサント
	RoundupReady	グリホサート除草剤耐性	モンサント
	WideStrike	害虫抵抗性(Cry1F/Cry1Ac)	マイコジェン/ダウ
大豆	Roundup Ready	グリホサート除草剤耐性	モンサント
	開発中・・・除草剤耐性(バイエル), タンパク質機能改良(デュボン)		

その他	NewLeaf(撤回)	害虫抵抗性(Cry3A)馬鈴薯	モンサント
	NewLeaf-Plus(撤回)	ウイルス+害虫抵抗性(Cry3A)馬鈴薯	モンサント
	Rainbow/SunUp	ウイルス抵抗性パパイヤ	コーネル大学など
	開発中・・・除草剤耐性イネ(バイエル), 除草剤耐性小麦, 除草剤耐性アルファルファ, 除草剤耐性甜菜(モンサント), 日持ち性バナナ(シンジェンタ), βカロチン高含有イネなど		

出所)Biotechnology Industry Organization 資料, Agbios 資料, 業界資料など

企業	農薬	種子	種子部門
デュポン(米国)	2,024	2,240	バイオニア・ハイブレッド・インターナショナル
モンサント(米国)	3,031	1,879	デカルブ, アスグロー, さらにアドヴァンタの一部とセミニスを買収
シンジェンタ(スイス)	5,507	1,071	シンジェンタ・シーズ(NK, S&G), さらにアドヴァンタの一部を買収
KWS AG(ドイツ)	—	529	(農協系, 甜菜に強み)
リマグラン(フランス)	—	497	(農協系, 野菜種苗に強み)
セミニス(米国)	—	477	(2005年, モンサントが買収計画)
アドヴァンタ(オランダ)	—	'02=435	(2004年, シンジェンタとモンサントが買収)
サカタのタネ(日本)	—	395	(野菜・花に強み, 90年代以降に大規模な海外展開)
D&PL(米国)	—	315	(モンサントの買収は失敗, シンジェンタが接近中)
バイエル(ドイツ)	5,394	311	バイエル・クロップサイエンシズ(旧アベンティスを継承)
ダウ(米国)	3,008	204	ダウ・アグロサイエンシズ, マイコジェン
BASF(ドイツ)	3,569	—	(Clearfield ブランド種子の販売額は農薬販売額に含む)
世界市場規模	27,821	24,000	米国(1997年)に限れば, 上位4社の寡占度(CR4)は, トウモロコシ種子69%, 大豆種子42%, 綿花種子92%
上位企業のシェア	81.0%	35.2%	

出所)各社 annual report, Agron World Crop Protection News 誌, ETC Group 資料など

農薬企業が今日のようなバイオメジャーとして成長してきた背景には、1970年代の化学・エネルギー産業の構造的不況や80年代以降の環境・安全規制の強化に対応するための事業再編に加え、折からのバイオテクノロジー・ブームと金融自由化にも触発されたM&Aブームとがもたらした「種子戦争」の世界的拡大がある。実際の参入時期やその形態には大きな差がみられるが、最終的に農薬・種子産業をバイオ産業としてまとめあげた多国籍農薬企業の狙いは、種子事業とGM作物開発・商品化を本業である農薬事業と関わらせ、さらに川下の流通・加工産業と連携しながら将来的な農業生産・食料供給への影響力を増大し、利潤の極大化を図ることにあった。

とりわけ、バイオメジャーの雄であるモンサントの場合、ドル箱商品であるグリホサート系除草剤ラウンドアップ(Roundup®)の有効活用を最大の動機にしながら、除草剤耐性品種ラウンドアップ・レディ(RoundupReady®)の開発を重視してきた。同除草剤は世界各国で特許切れを迎えたため、他社のジェネリック品との競合を補ってあまりあるだけの販路拡大が期待される除草剤耐性品種の開発は、企業戦略上きわめて理に適っているといえよう。害虫抵抗性品種の場合にはこれほど露骨な企業戦略はみられないが、商品開発に躍起になっているバイオメジャーはいずれもBt(Bacillus thuringiensis)遺伝子⁶やこれに関連する技術に特許権を保有して

⁶ 土壌中に生息する昆虫病原細菌で、系統ごとに特異性の高い毒素タンパク質をつくりだす。Bt菌自体は微生物農薬として有機農業にも使用されてきた長い歴史をもつ。

おり、いまだに企業間の特許紛争が絶えない⁷。農薬事業と関わりのない高機能性品種の開発も、単に種子商品の高付加価値化にとどまらず、本業のひとつであった医薬品事業や食品事業との融合という側面をみないわけにはいかない。後者については反 GM 世論の煽りを受けて頓挫しているが、今後はカーギルやADM、コナグラ、ブンゲといった穀物メジャーとの連携強化を通じた第2世代 GM 作物⁸の研究開発動向が注目される。

このように、GM 技術もその成果物である GM 作物も、利潤の極大化を図るための戦略資源・戦略商品として位置づけられてきた事実を確認することができる。もっとも、これら技術・商品の安全性（科学技術的妥当性）と生産者・消費者への便益や食料増産・環境保全などを通じた人類社会への貢献（社会経済的妥当性）とが確認されるかぎり、こうした「資本の論理」への批判は説得的ではないかもしれない。利潤極大化をみずからの本性とし、市場シェアの拡大と金融市場（株主）へのアピールを最優先しなければならない私的資本にとっても、今日のように消費者主権や環境主義、人道主義への態度が企業評価に一定の影響を及ぼす場合、健康や環境へのリスク可能性や、持続的農業（農薬削減）・途上国農業（食料増産）への貢献を無視した手前勝手な企業戦略に固執しつづけることはできないはずである。

だが、実際には多くの疑問が投げかけられている。GM 作物・食品に対する消費者・市民の反対世論は、単に技術への「無理解」からくる「恐れや不安」に基づいているだけではない。むしろ、安全性を担保するための制度やその担い手（科学者、企業、政府）に対する不信、開発推進者が主張する社会的貢献言説に対する疑問に根ざしていることを、科学者と為政者は真摯に受け止める必要があるだろう⁹。ここに、当該技術の評価に社会科学が果たすべき役割がある。以下、GM 技術の社会経済的妥当性（開発推進論拠）と科学技術的妥当性（その制度的環境）とをそれぞれ第3節と第4節で具体的に検証していきたい。

3 開発推進論拠の批判的検証

(1) 米国にみる「農業者利益」の実際

前述の表1にみられるように、世界の GM 作物作付面積の6割近くを米国が占めている。その米国では2004年、除草剤耐性大豆が大豆作付面積全体の85%、除草剤耐性トウモロコシがトウモロコシ全体の18%（両性付与品種5%を含む）、害虫抵抗性トウモロコシが32%（同）、除草剤耐性綿花が綿花全体の60%（両性付与品種30%を含む）、害虫抵抗性綿花が46%（同）に達した。こうした高い普及率は一般に、農業生産者が GM 技術を高く評価し、その恩恵にも与っていることを示すものと考えられている。

⁷ 例えば、マイコジェン（ダウ・アグロサイエンシズ）とデカルブ（モンサント）との訴訟は1996年から2004年まで続けられた。シンジェンタも、モンサントなど他のバイオメジャーを相手どって2002年に訴訟を起こしたが、2004年に和解している。

⁸ 油脂や特定アミノ酸などの含有量を調整した高機能性作物。食品・飼料・エタノール原料としての適性やメリットを謳ったもの。さらに、工業原料や医薬品原料となる物質をつくりだす第3世代 GMO の開発も進められている。

⁹ 例えば、欧州諸国の科学技術社会論研究者らが参加した欧州委員会助成研究プロジェクト（PABE）の最終報告書、C.Marris et al., *Public Perceptions of Agricultural Biotechnologies in Europe*, 2001, が包括的である。

しかし、ここで留意しなければならないのは、米国農業が抱えている構造的な格差——一部の企業的大規模経営と大多数の中小家族経営とへの農民層分解——である。2002年農業センサスによると、農場数で3.3%を構成するに過ぎない農産物販売額50万ドル以上層が総販売額の62%を占め、逆に農場数で76.5%を構成する4万ドル未満層が総販売額の5%にとどまるといった構造格差を確認することができる(表4)。しかも、分解の基点が87年当時は10万ドルだったのが、2002年には50万ドルにまで上がっている。つまり、年間販売額が50万ドル以上の規模でないと市場競争に生き残っていくことが難しくなっているということだ。農業生産者はより新しい資材=技術を導入して生産コストを切り下げ、より有利な条件で農産物を販売して利益を上げ、同時に新技術導入とさらなる規模拡大のための投資で負債を抱え込むといった悪循環に陥っている。こうした競争の強制法則は「踏み車の論理」とも呼ばれている¹⁰。さらに深刻なのは、上層の企業的大規模経営も含め、川上の農業資材部門と川下の流通・加工部門とで市場の寡占化を強めるアグリビジネス企業から直接・間接の支配を受けていることである¹¹。農業生産者が技術情報と市場情報をアグリビジネス企業に依存する関係のなかで、GM作物が広範に普及してきたという側面を見落としてはならない。

それでも、GM作物の便益を生産者が相応に評価、選択してきことは否定できない。除草剤耐性品種については、除草剤散布を量・回数ともに削減することによって雑草防除を効率化し、環境保全型農業にも資することが謳われている。土壌流亡を防ぐために推奨されている不耕起栽培との親和性にも大きな期待が寄せられている。害虫抵抗性品種については、殺虫剤使用量の削減とともに、難防除害虫の被害が軽減されるため大幅な収量増加が見込まれている。いずれも農家の収益増につながることで開発企業によって盛んに宣伝され、生産者の関心を集めてきた。

表 4: 米国における農場数と農産物販売額の販売規模別構成比

		農場数(1000戸)						農場数構成比(%)						販売額構成比(%)					
		1982	1987	1992	1997	1997	2002	1982	1987	1992	1997	1997	2002	1982	1987	1992	1997	1997	2002
総農場数		2,241	2,088	1,925	1,912	2,216	2,129	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
農産物販売規模別	50万ドル以上	28	32	47	69	70	71	1.2	1.5	2.4	3.6	3.2	3.3 ↑	32.5	38.2	45.9	56.6	56.1	61.9 ↑
	25~50万ドル	59	61	79	88	92	82	2.6	2.9	4.1	4.6	4.1	3.8 ↓	15.1	15.2	16.5	15.5	15.8	14.2 ↓
	10~25万ドル	216	203	208	189	191	159	9.6	9.7	10.8	9.9	8.6	7.5 ↓	25.0	22.9	20.1	15.3	15.1	12.7 ↓
	4~10万ドル	333	288	249	212	219	189	14.9	13.8	12.9	11.1	9.9	8.9 ↓	16.5	13.8	10.0	7.0	7.1	6.1 ↓
	1~4万ドル	508	476	436	391	418	365	22.7	22.8	22.6	20.5	18.8	17.2 ↓	8.2	7.4	5.6	4.1	3.6	3.7 ↑
	1万ドル未満	1,096	1,028	907	963	1,226	1,263	48.9	49.2	47.1	50.4	55.3	59.3 ↑	2.7	2.5	1.9	1.5	1.7	1.4 ↓

出所)USDA National Agricultural Statistics Service, 2002 Census of Agriculture, Volume 1: Part 51, Chapter 1. ただし、2002年センサスで農家の定義が変更されたので、それ以前のデータと厳密な連続性はない。1997年については、前者が旧定義、後者は新定義を用いたもの。

¹⁰ F.H.Buttel, et al., *The Sociology of Agriculture*, Greenwood Press, 1990, p.129.

¹¹ 資本(アグリビジネス企業)による農業・食料支配をめぐる研究はあまたあるが、ひとまずF.マグドフほか編著(中野一新監訳)『利潤への渴望——農民・食料・環境に対するアグリビジネスの脅威』(大月書店、2004、原書2000)を参照されたい。

表 5: 米国における GM 作物品種の影響に関する調査結果		
	USDA 報告書 (1997~1998 年調査)	ベンブルック報告書 (1996~2004 年調査)
除草剤耐性大豆	省力化。ただし重量ベースで除草剤増加, 収益性は変化なし。	当初 3 年は除草剤減少, それ以降は増加傾向。
除草剤耐性トウモロコシ	高収量, 収益性あり。ただし優良地での栽培や開発企業による販促 (低価格) も影響。	当初 6 年は除草剤減少, それ以降は増加傾向。
除草剤耐性綿花	除草剤使用量ほとんど変化なし。	当初 4 年は除草剤減少, それ以降は増加傾向。
害虫抵抗性トウモロコシ 害虫抵抗性綿花	収量・殺虫剤散布量は害虫発生状況に左右。トウモロコシは種子高価格で収益性悪化するも, 綿花は農家収益にプラス。	殺虫剤減少するも, 効果は減減。

ところが、米国農務省 (USDA) が 1997~98 年に実施した実態調査を分析した 2002 年の報告書¹²は、基本的に農業者利益・環境利益を肯定しつつも、事はそれほど単純ではないことを示している (表 5)。ただし、同報告書は調査時期が限られており、その後の状況も十分にフォローされていないため、USDA の統計や大学・普及センターなどのデータを用いて 1996 年から分析を積み上げてきた C.M.ベンブルック (Charles M. Benbrook¹³) の報告書の要点を同表にまとめた。害虫抵抗性品種の殺虫剤削減効果は減減しつつも実現されているものの、除草剤耐性品種の便益はすでに失効している (補論 1)。各地で次々に報告されているグリホサート除草剤耐性雑草の発生との関係が指摘されおり、これに対処するため、散布回数・量の増加や他の除草剤との併用を余儀なくされていることが主な原因とされている。

耐性雑草の問題は農業普及の現場でも学界レベルでも大きな懸念材料となっている¹⁴。昨年暮れに中西部に立地する州立大学農業普及センターの研究者 10 名が連名で発表した声明文¹⁵によれば、他の除草剤の併用以外に栽培体系の工夫 (輪作や他の代替的な防除システム) も有効だが、コストと手間がかかるため農家に周知徹底するのは容易ではないだろうとしている。

これは何を意味するだろうか。非 GM 技術によって開発された除草剤耐性品種の存在を鑑みれば、これは GM 技術固有の問題というよりは、むしろその技術設計思想と実際の用いられ方に起因しているといえよう。解決しようとしている問題に対して複数の技術を組み合わせ、総合的な対策を講じていくのではなく、問題の背景にあるモノカルチャー的な近代農業パラダイムを放置したまま、新たな装いでパッケージ化された単一の技術商品を導入することが一面的に追求されている。こうしたアプローチによって短期的・表面的な解決は図られるだろうが、すでに露呈しつつあるように、結局は同じ問題を繰り返すことになるだけである¹⁶。

¹² J.Fernandez-Cornejo and W.D.McBride, *Adoption of Bioengineered Crops*, ERS Agricultural Economic Report 810, May 2002.

¹³ 北西部科学・環境政策センター (Northwest Science and Environmental Policy Center) 所長で、1984~90 年に全米科学アカデミー農業委員会常任理事を務めた。農業経済学の学位を有するが、農業問題コンサルタントとしての実績もあり、農薬など農業技術の規制問題に精通している。ここで参照した報告書は、C.M.Benbrook, *Genetically Engineered Crops and Pesticide Use in the United States: The First Nine Years*, AgBio-Tech InfoNet Technical Paper 7, October 2004.

¹⁴ M.A.Martinez-Ghersa et al., "Concerns a Weed Scientist Might Have about Herbicide-Tolerant Crops", *Weed Technology*, 17: 202-210, 2003.

¹⁵ C.Boerboom et al., "Selection of Glyphosate-Resistant Weeds", *Wisconsin Crop Manager*, 11 (28): 211-212.

¹⁶ 同様の趣旨で問題を論じているものをいくつか紹介しておきたい。「持続的農業システムのなかに適切

また、別のペンブルック報告書¹⁷では除草剤耐性大豆の収量低下傾向が指摘されているが、これも各地の農業普及センターから報告されている内容と符合するだけでなく、学界でも度々確認されてきた問題である¹⁸。収量低下の原因はまだ十分には解明されていないが、グリホサート除草剤が土壌環境に何らかの影響を及ぼしている可能性に加え、GM 品種自体のカビ病（大豆さび病、根腐れ病）や高温乾燥ストレスへの脆弱性が指摘されている。アイオワ州立大学の M.ダフィー（Michael Duffy¹⁹）は、研究開発が遺伝子レベルに過度に振り向けられてきた結果、戻し交配による品種固定など本来の育種に必要な手順、そのための手間と時間が省かれたため、収量や耐病性といった基本特性に注意が払われてこなかった可能性を指摘している。

(2) アルゼンチンにみる「途上国利益」の実際

アルゼンチンは米国に次ぐ世界第 2 の GM 作物生産国である。とくに除草剤耐性大豆は大豆作付面積の 97%に達するとされ、トウモロコシでも 3 割以上が GM 品種に置き換わっているという。アルゼンチン農業は 1990 年代に急速な農業近代化を経験し、1990～99 年に化学肥料消費量が 8 倍、1993～97 年に除草剤使用量が 3 倍に増えた。もともと輸出向けないし加工向けの換金作物として導入された大豆作を担っていたのは比較的大規模な農家層だったが、その分解過程も急速に進行した。1997 年時点で大豆作農家の平均規模は 360 ヘクタールに達し、その後も大規模化が進んでいる。こうした状況下で普及してきた GM 技術は開発推進論拠に謳われるような環境保全型農業の実現に貢献するどころか、むしろ農業近代化の新たな推進力となっている²⁰。

実際、何の規制もないまま単一の除草剤耐性品種が短期間かつ大規模に導入され、グリホサート除草剤の散布量が 1996～2004 年に 10 数倍も増えたため、やはり耐性雑草の発生を招いている。生産者はその対策として 2,4-D やパラコートなど毒性の高い既存除草剤の併用を余儀なくされている。さらに、同品種と一体的に進められている不耕起栽培の急拡大はカビ病の蔓延を助長し、殺菌剤の使用を急増させている。ここでも、除草剤耐性品種という「新しい技術」へ

に位置づけられなければ、バイオテクノロジー自体は持続的プロセスにはなりえない」（S.Krimsky & R.P.Wrubel, *Agricultural Biotechnology and the Environment*, University of Illinois Press, 1996）。「GM 技術は持続的農業へのシフトをもたらす可能性を有しているが、あくまでも『適切な社会的目標』が商品化（開発・規制・実用）のプロセスに先行していることが条件である」（R.Welsh, “Testimony to the NRC’s Board”, Henry A. Wallace Institute, 1999）。「農業分野のバイオテクノロジーは、より持続可能な、より環境にダメージを与えない農業の実現という文脈のなかで評価されるべきである。…遺伝子組換え作物への注目は、単作型農業生産体系の境界領域において、一時的な問題の改善にはなるだろうが、問題の根本にある単作型農業生産体系それ自体の問い直しには決して到達しないだろう。さらに、『奇跡の』植物を熱狂的に求めすぎると、持続可能な原理に基づいた農業への移行にとって必要なさまざまな資源から目をそらされてしまうことにもなる」（J.Rissler & M.Mellon, the Union of Concerned Scientists, *The Ecological Risks of Engineered Crops*, MIT Press, 1999. 訳は阿部・小笠原・保木本、合同出版、1999）。

¹⁷ C.M.Benbrook, *Troubled Times Amid Commercial Success for Roundup Ready Soybeans*, AgBioTech InfoNet Technical Paper 4, May 2001.

¹⁸ R.W. Elmore et al., “Glyphosate Resistant Soybean Cultivar Yields Compared with Sister Lines”, *Agronomy Journal*, 93: 408-412, 2001.

¹⁹ アイオワ州立大学経済学部教授で、農業・資源経済学および農業普及の専門家として同大学農業普及センターやレオポルド持続的農業センターの要職にも就いている。

²⁰ V.Lehmann and W.A.Pengue, “Just another step in a technology treadmill?” *Biotechnology and Development Monitor*, 43: 11-14.

の一面の依存が別の問題を引き起こす結果となっている。だが、問題はこれにとどまらない。

2001年に深刻な経済危機に陥った同国経済にとって、外貨獲得源として期待される大豆の増産が重要な政策課題となったのは無理からぬことだった。しかし、政府が進めた大豆振興策によって作付面積は1996～2004年に2.4倍化した。それは森林伐採による無秩序な開墾に加え、食用作物や牛乳などの生産を担っていた中小零細農家の物理的・経済的な淘汰を招いた。GM品種の導入によって生産効率を高め、農村労働力をもはや必要としなくなった大規模大豆作中心の農村から追われた零細農民は「農村流民」となって都市部に流入し、経済危機で膨らんだ貧困化をさらに深刻化させている²¹。

(3) インドにみる「途上国利益」の実際

インドでは2002年から害虫抵抗性綿花の商業栽培が始まった。同品種は農薬使用量の削減、収量の増加、総じて農家収益の大幅増を謳い文句に、モンサントの現地関連会社などを通じて販売された。ところが、最初の年は天候に恵まれなかったことも災いして各地で失敗例の報告が相次いだ²²。アンドラプラデシュ州では州政府が農業近代化政策の強化を打ち出し、GM作物品種の導入もその一環として重視されていた。同州で詳細な実態調査に取り組んだアンドラプラデシュ多様性保護連合（APCDD）は次のような結果を発表している²³。

2002年度の調査は、ワランガル地区のBt綿花栽培農家21戸を対象とした周年の追跡調査に、計225戸の栽培農家を対象としたフォーカスグループ調査²⁴や他の利害関係者（科学者や市場関係者）へのヒアリング調査を組み合わせで行われた。2003年度は、同じワランガル地区を含む3地区28集落、計164戸の農家を対象に調査が行われた。

表6に明らかなように、従来の高収量ハイブリッド品種と比べても種子代が高く、殺虫剤削減効果もわずかしみられなかった。さらに、早魃に見舞われた2002年度はBt品種の収量は35%も低く、結果的に7割以上の農家で損失を出した。2003年度も収量は2%増にとどまったため、収益性は従来品種に劣った。農家規模収益性に差が出ていることも示唆的である。2004年度の速報によれば、同様の傾向が続いており、負債を抱えた農民が補償を求めて抗議行動を起こしているという²⁵。

²¹ L.Joensen and S.Semino, "Argentina's torrid love affair with the soybean", *Seedling*, October 2004: 5-10.

²² マハラシュトラ州では根腐れ病などで3万ヘクタールが被害を受け、試験栽培中の北部諸州では葉巻ウイルスの被害に遭った。全国的にはBt毒素が標的にしていない副次的害虫の被害を受けたという。天候に恵まれた次年度は若干の改善がみられたものの、やはり開発企業のPRとはかけ離れた実態が繰り返された。L.C.Lim, "Broken Promises", *ISIS Press Release*, December 5, 2004.

²³ A.Qayum and K.Sakkhari, *Did Bt Cotton Fail Andhra Pradesh Again in 2003-2004?*, Deccan Development Society, Hyderabad, India, 2004. なお、同報告書の調査結果はモンサントが別に委託した調査と大きなギャップがある。この点について、同報告書は調査方法の違いを指摘している。大半の農民が帳簿をつけていない実態を考えれば、収穫を終えた後に一回きりのアンケートだけで済ませたモンサントの委託調査が実態を見誤る可能性は十分にあるとしている。これに対し、同報告書の調査は現地に精通する11団体の協力を得て、播種期から収穫期の間を通じて月2回のペースで農家を訪問し、実態把握に努めたという。

²⁴ ある事柄に対する、ある人間集団の意識（認知・欲求・優先度等）を把握するために、グループ形式で自由に意見を出してもらい、その内容を分析する手法。量的データではなく、質的な幅と深さを捕捉するのに適している。

²⁵ Centre for Sustainable Agriculture, *The Story of Bt Cotton in Andhra Pradesh: Erratic Processes and Results*, CSA: India, February 2005.

表 6: インド・アンドラプラデシュ州における Bt 品種綿花と従来品種綿花の農家経済効果

		種子代	防除費用		総費用	単位収量	純損益
			標的害虫	その他			
2002-03 年度 (225 戸)	Bt 品種	1,600	2,145	1,041	10,655	4.50	▲1,295
	従来品種	450-500	2,310	1,100	9,564	6.90	5,368
	差	1,100+	▲165	▲59	1,091	▲2.40	▲6,663
2003-04 年度 (164 戸)	Bt 品種	1,469	1,516	778	12,030	8.27	7,650
	従来品種	445	1,964	670	11,127	8.00	8,401
	差	1,024	▲448	108	903	0.27	▲751
	小規模	1,031	▲470	147	726	0.16	▲571
	中規模	1,035	▲408	90	907	0.51	▲2,481
	大規模	988	▲491	65	1,266	1.67	2,665

注) 単位はそれぞれ、エーカーあたりのルピー(費用、損益)とキントナル(収量)。小規模農家は 5 エーカー未満、中規模農家は 5~10 エーカー、大規模農家は 10 エーカー以上を指す。

出所) AP Coalition in Defence of Diversity (A.Qayum & K.Sakthari) 資料, 2003 年/2004 年。

なお、インドで商業栽培されている、あるいは予定されている害虫抵抗性綿花すべてに同じ Bt 遺伝子が組み込まれている。しかも米国などでみられるような栽培ガイドラインの遵守が徹底されていないため、耐性害虫の大発生が数年内に起こると懸念されている²⁶。モンサントやシンジェンタなどの開発企業は他の Bt 遺伝子を組み込んだ新品種の商品化を急いでいるが、すでに触れたように、栽培体系を抜本的に改善しないかぎり、同じ問題を繰り返すだけであろう。

(4) アフリカ諸国にみる「途上国利益」の実際

アフリカ諸国で商業栽培に踏み切った GM 作物品種は南アフリカ共和国の害虫抵抗性綿花が唯一である。同国では 1998 年から商業栽培が始まり、1,500 戸ほどの商業的大規模生産者が綿花生産の 9 割以上を担う同国にあって、例外的に中小家族経営が綿花生産に従事しているクワズールーナタル州マッカシニ地区の事例は、途上国零細農民の利益を実現した GM 作物として注目されている。同地区では約 3,000 戸の小規模農家が綿花を栽培しており、2001 年度までに 9 割以上の農家が Bt 品種を採用したとみられている。

1998~99 年度の 2 年間にわたって取り組まれたある実態調査²⁷によると、98 年度は Bt 品種栽培農家の平均収量は非栽培農家より 4%多く、99 年度はその差が 40%に広がった。種子費用は 6~7 割高かったものの、防除費用が 3 割以上節約できた。98 年度は粗収益で Bt 品種栽培農家に分が悪かったが、99 年度は逆に 6 割近くも大きかった。しかし、その後のフォローアップ調査はまだ見あたらない。さらに考慮しなければならないのは、小規模といえども比較的恵まれた条件にある綿花生産者と、主に食用作物生産に従事するそれ以外の零細農家との構造的格差という問題が、この事例の背景に隠されていることである²⁸。

²⁶ K.S.Jayaraman, "Indian Bt gene monoculture, potential time bomb", *Nature Biotechnology*, 23(2): 158, February 2005.

²⁷ C.Thirtle et al., "Can GM-Technologies Help the Poor? The Impact of Bt Cotton in Makhathini Flats, KwaZulu-Natal", *World Development*, 31(4): 717-732, 2003.

²⁸ E.Pschorn-Strauss, "Bt Cotton and Small-scale Farmers in Makhathini: A Story of Debt, Dependency, and Dicey Economics", a paper for Biowatch South Africa, April 2003.; A.deGrassi, *Genetically Modified Crops and Sustainable Poverty Alleviation in Sub-Saharan Africa*, Third World Network-Africa, June 2003.

第 1 に、同国の農業生産に占める綿花の割合はわずか 1%にすぎず、綿花の主産地でさえ地域経済への貢献度は限られている。第 2 に、綿花生産は通常、加工・貿易業者との契約で行われるが、Bt 綿花生産者は同地区で独占的に事業を展開する ヴニサ・コットンから生産資材や信用の供与、技術指導など手厚いサポートを受けているだけではない。種子を開発したモンサントは、Bt 綿花生産の中心的担い手である生産者組織（UFA）に 1 万ドルを寄付したとされる。第 3 に、同地区の農地はもともとポンゴラ川の氾濫原に位置していたが、1960 年代のダム建設後も定期的な放水がなされ、漁業や貯水池機能、土壌の肥沃化に重要な役割を果たしてきた。ところが、Bt 綿花の灌漑に必要なとする UFA のロビー活動によってダム放水の時期が早められ、周辺の他作物に大きな打撃を与えている。そして第 4 に、このように優遇されているかにみえる Bt 綿花生産者もまた、モンサントと交わした栽培協定（特許使用契約）に縛られ、ヴニサや農業銀行に対しては大きな負債を抱え込んでいる。

さらに、アフリカ諸国の綿花生産を取り巻く市場条件にも留意しなければならない²⁹。アフリカ産綿花は比較的生産性が高く、価格競争力も有している。それでも、米国をはじめ過剰な国内保護と輸出補助金によって 2~3 割も引き下げられた国際価格に太刀打ちするのは難しい。仮に GM 品種の導入によって生産性が上昇しても、こうした国際価格をさらに押し下げ、国内農業保護に余力のないアフリカ諸国が一層の苦境に陥るのを助長するだけである。

そもそも綿花の国際貿易で利益を得ているのは途上国生産者ではなく、欧米のアグリビジネス企業である。1980 年代から進められてきた新自由主義的な構造調整政策の結果、綿花生産・加工・輸出事業を担ってきた国家独占企業が次々に民営化され、その間隙をぬってカーギルやルイ・ドレフェスといった穀物メジャーのアフリカ進出が近年目立っている。彼らは本国で巨額の輸出補助金を受け取り、アフリカ産繊維製品に与えられた輸入特別枠の恩恵も享受している。「途上国利益」論はこうした政治経済的構造への視点を抜きに語ることはできない。

(5) ゴールデンライスにみる「途上国利益」の実際

1999 年にスイス連邦工科大学（ETH）植物科学研究所の I.ポトリカス（Ingo Potrykus）と、ドイツ・フライブルグ大学・応用生命科学センターの P.ベイヤー（Peter Beyer）が発表した「βカロチン含量を高めたコメ」は、ビタミン A 欠乏症（眼球乾燥症や盲目症）に苦しむ途上国の貧しい子供たちを救うものとして、世界の注目を浴びた³⁰。米粒の色が黄色になることと「輝かしい成果」を形容するために、一般に「ゴールデンライス」と呼ばれている。二人は公的資金とロックフェラー財団からの助成金を得ていたが、この品種を開発するのに 32 の企業・機関が保有する 71 の特許が関わっている。商業利用の優先的権利がアストラゼネカ（現シンジェンタ）の手に渡ったが、二人の尽力と 2000 年に設立されたコンソーシアムを通じて、途上国での人道目的利用に限って特許技術を無償供与することが確約されている。2005 年 3 月、シンジェンタの研究者が β カロチン含有量を飛躍的に高めることに成功し、ゴールデンライスがあらためて脚光を浴びている。

しかしながら、途上国の研究者や NGO から批判を受けているのも事実である。開発推進者

²⁹ S.Greenberg, “Global Agriculture and Genetically Modified Cotton in Africa”, a paper for the African Centre for Biosafety, October 2004.

³⁰ I.Potrykus, “The ‘Golden Rice’ Tale”, an article posted at *the AgBioView Newsletter*, October 23, 2000.

は反対論をグリーンピースのような先進国環境保護団体のそれに代表させ、豊かな先進国消費者の主義・主張と貧しい途上国の生産者・消費者の切実な利害との対立図式を意図的に描き出すきらいがあるが、この技術の「途上国利益」を批判しているのは、むしろ途上国農村に立脚する開発NGOや農民組織、在野活動家である³¹。

ゴールデンライスや、ロックフェラー財団が別のプロジェクトで進めている「鉄分含量を高めたコメ」の人道目的性は評価されるべきだとしても、途上国で問題となっている慢性的飢餓は、ビタミン A や鉄分といった個々の栄養失調への個別的・技術的対応ではなく、むしろ根幹にある貧困の問題に取り組むための社会経済的アプローチやそのための政治的意志を喚起することが目指されるべきではないか。少なくとも食糧増産と引き換えに農業と食生活の多様性を喪失させてきた「緑の革命」型の開発アプローチを改め、地域で伝統的に食してきた栄養豊富な緑黄色野菜や果物類の生産と消費を復活させるための普及活動に取り組む方が経済的に合理的であるだけでなく、農民の自律性と地域社会の活性化を図るという意味で社会的にも波及効果が大きいのではないか。あたかも後ろ向きの態度に描かれがちなゴールデンライス批判は、実際にはこうした歴史的・社会構造的な背景への視点と、長期的・持続的な社会的解決への展望を合わせて提示していることを、当該技術の人道主義的価値を疑わない科学者も頭に入れておくべきだろう。

(6) 途上国農業・農村開発に必要な視点

これまでに実用化されている GM 作物品種は、表 1 で確認したように、4 作物 2 特性に限られており、「途上国利益」論が主張し、期待をかけるような途上国固有の食用作物や環境ストレスを対象とした研究開発は、一部の国際農業研究機関で慈善事業的に取り組まれているにすぎない。その場合でも、バイオメジャーなど一握りの企業や研究機関が保有する特許技術に頼らざるをえない。また、先進国がそうであるように途上国でも安全性評価のための制度と技術を整備していかなければならないが、研究開発力量の構築と同程度に困難な課題である。そのため、国際機関や援助機関が仲介しながら、すでに開発済みの技術や品種を途上国の作物や環境に直接適用するといった、トップダウン型の技術移転・普及モデルが踏襲される傾向にある。

だが、現場で求められる農業技術が、G (genotype 遺伝子型) だけでなく、E (environment 環境)、M (management 管理)、P (people 営農主体) の適切な組み合わせによって初めて機能することを考えれば、途上国農業・農村開発のあり方を抜本的に転換していくことが、GM 技術の是非を論じる以前に不可欠であろう³²。

途上国農業を取り巻く自然的・文化的・社会経済的な環境は多様で複雑である。特定の設計

³¹ MASIPAG, *Grains of Delusion: Golden Rice seen from the ground*, a joint paper between BIOTHAI (Thailand), CEDAC (Cambodia), DRCSC (India), MASIPAG (Philippines), PAN-Indonesia, UBINIG (Bangladesh) and GRAIN, February 2001.

³² 技術至上主義への戒めを、他者の言葉を借りて再度強調しておきたい。例えば、「ハイテク技術による作物は、飢えを技術的に解決する道具ではありえない。数十年にもわたる環境破壊や誤った農業政策、所得格差などをバイオテクノロジーによって補償することはできない。バイオテクノロジーに依存しきって、政策立案者がこの死活問題の危険性・不足に気づかぬまま自己満足に浸るとしたら、その結果は悲劇的なものになるだろう」(J.Rissler & M.Mellon, *ibid.*)。「飢餓根絶の方法に秘密はなく、新しい技術も必要としない。富裕者をより豊かにし、貧困者をより貧困にする現在の政治に挑戦する政治的な意思がありさえすればよい」(Commission on Human Rights: *The Right to Food*, A special report presented at the UN General Assembly as the Resolution 58/186, October 2004)。

思想に基づく高度技術（GM 品種）がそのまま途上国零細農民のニーズに合致しようと前提することはできない。いま求められているのは、そうした環境への深い理解、農民自身の主体的参加、彼らが保有する伝統的知識や地域固有資源の再評価と持続的有効活用などを柱とする「参加型開発」への転換である。さらに食料安全保障の達成には、適切なインフラの整備とアクセスの確保、それらを妨げている社会経済的・政治的障害の除去が不可欠である。こうした前提の上に立って初めて、GM 技術を含むバイオテクノロジーなどの農業技術革新が途上国にもたらす潜在的可能性を具体的に展望することができるのであって、その逆ではない³³。

4 「健全な科学」はどこまで健全か？

(1) 「健全な科学」論の実際

GM 作物・食品の安全性評価をめぐるのは、米国が主張する「実質的同等性」概念と、EU 諸国が主張する「予防原則」概念との対立がよく引き合いに出される³⁴。

実質的同等性とは、長期間安全に消費されてきた経験を持つ類似の作物・食品を比較対照とした成分分析によって GM 作物・食品の安全性を評価するための概念で、1990 年代を通じて経済協力開発機構（OECD）や FAO/WHO 合同食品規格委員会（コーデックス委員会）などでオーソライズされてきた。

他方、予防原則は主に環境保護に関連した国際条約や政策文書で採用されてきた概念で、EU では食品安全行政の柱のひとつに据えられている。具体的には、健康や環境に有害だと判断するに足る科学的根拠が不十分・不確実な状況下でも、予備的評価によって潜在的风险を指摘しうる場合には、その回避のための規制措置を未然に講じることを認める考え方である。これは「科学的根拠」を軽視するものでは決してないが、社会経済的・倫理的な評価視点の反映を可能にする点で、米国や産業界からは「非科学的かつ政治的・恣意的」で「健全な科学にそぐわない」として批判されている。ここで「健全な科学（Sound Science）」とは、純粋に技術的に処理しうる範囲内に評価項目を限定し、そうして得られた「科学的根拠」を政策判断の最大にして唯一の判断材料とするアプローチを指している。

しかし、この種の「健全な科学」論は政治経済的利害関係から自由ではない。例えば、喫煙や糖分の過剰摂取によって引き起こされる健康被害、あるいは地球温暖化を示す予測モデルを否定し、それらに関わる規制政策に反対する際に米国政府や産業界が「健全な科学」論を展開してきたことを考えると、この手の議論には慎重にならざるをえない³⁵。

³³ 従来のトップダウン型の技術移転・普及モデルから脱却し、参加型開発モデルに学びながらオルタナティブ・バイオテクノロジーの開発をめざす取り組みは、実はすでに始まっている。拙著「世界の食料問題と遺伝子組換え作物」（大塚・松原編『現代の食とアグリビジネス』、有斐閣、2004、223-250 頁）でそのいくつかを紹介しているので、参照されたい。

³⁴ G.I.Isaac, *Agricultural Biotechnology and Transatlantic Trade: Regulatory Barriers to GM Crops*, CABI Publishing, 2002.; H.A.Kuiper et al., "Substantial equivalence: an appropriate paradigm for the safety assessment of genetically modified foods?", *Toxicology*, 181/182: 427-431, 2002.

³⁵ とくに、現ブッシュ政権下における「科学と政治」の問題は市民社会組織からだけでなく、議会や科学界からも懸念の声が寄せられている。例えば、Union of Concerned Scientists, *Scientific Integrity in Policymaking: An Investigation into the Bush Administration's Misuse of Science*, UCS, February 2004.; U.S. House of Repre-

GM 技術は安全か否かという単純化された議論は、開発推進者も主張するように百パーセントの安全はありえないのだから、あまり建設的ではない。これまで蓄積された科学的知見から判断すれば、「危険性は確認されていない」と答えるのが妥当だろうが、もちろんこれは「だから安全だ」ということと同義ではない。後述するように、長期的な影響評価も本格的な疫学的調査も十分には行われていないのだから、最終的な科学的判断はつけられない、とするのが科学的な態度であるはずだ。また、日進月歩の発展を遂げつつも、現在の組換え技術の水準では導入遺伝子の発現を十分に制御しきれないことは広く認められている。発現を制御できないということは、組換え植物体の遺伝子配列に変異が生じ、本来の機能が働かなくなったり、未知の物質が生成されたりする可能性を否定できないということである³⁶。だからこそ、組換え植物の安全性評価が国内外で制度化されているのであり、その限りで検出される異常は認可前・商品化前の段階で取り除かれているはずである（補論 2）。だが、それを担保する安全性評価制度がどこまで公正かつ厳密に行われているのか、疑問なしとしえない。

(2) 米国における認可手続きの不備

第 1 に、米国政府の認可手続きの不備がかねてより指摘されてきた³⁷。例えば、食品医薬品局（FDA）の安全性評価は開発企業の自主性に委ねられており、第三者が客観的に評価するのに必要なデータの提出も義務づけられていない。害虫抵抗性品種の安全性評価を担当する環境保護庁（EPA）は、長期的・包括的な試験を行う権限も、それを開発企業に要求する権限も与えられていない。USDA は唯一、義務的な環境影響評価を課しているが、商品化後のモニタリングを実施していないだけでなく、周辺作物への交雑や耐性害虫の発生を防ぐのに不可欠な栽培ガイドラインの制定と実施も開発企業と生産者の自主性に任せている³⁸。

もともと GM 技術に限らず、米国では連邦政府と産業界との間の人事交流が「回転ドア」と呼ばれるほど頻繁に行われ、企業側の製品開発担当者が政府側の製品規制担当ポストに就いていることも稀ではない。例えば、モンサント顧問弁護士として働いたことのある M.R.テイラーが、GM 規制政策の方向性を決める重要な時期に FDA 政策次官（1991～94 年）と USDA 食品安全検査局行政官（94～96 年）を歴任し、退任後は元の法律事務所を経てモンサントの公益担

sentatives, Committee on Government Reform – Minority Staff Special Investigation Division, *Politics and Science in the Bush Administration*, August 2003 (updated November 13, 2003).

³⁶ C.Granger, “Transgenes: By No Easy Means”, *ISB News Report*, February 2002. これはある程度は従来育種技術にも避けられないことだが、外来の導入遺伝子を宿主植物体内で高発現させるために多用されるプロモーター遺伝子は発現特異性がなく、アトランダムに作用することが指摘されている。代替的プロモーター遺伝子の探索は現在進行中である。A.Wilson et al., *Genome Scrambling - Myth or Reality?: Transformation-Induced Mutations in Transgenic Crop Plants*, EcoNexus Technical Report, October 2004.

³⁷ 米国における規制監督の現状は、投資情報を提供するためにモンサントの企業戦略、市場環境、制度環境を詳細に分析した次の報告書でも「リスク要因」として取り上げられている。Innovest Strategic Value Advisors, *Monsanto & Genetic Engineering: Risks for Investors*, January 2005. また、全米科学アカデミー（NAS）の 2004 年報告書でも、遺伝子改変による「意図しない影響」に対処するために、より一層の科学研究と評価手法の改善が必要だとしている。National Research Council, Committee on Identifying and Assessing Unintended Effects of Genetically Engineered Foods on Human Health, *Safety of Genetically Engineered Foods: Approaches to Assessing Unintended Health Effects*, The National Academy Press, 2004.

³⁸ この結果発生した未認可 GM 品種の混入事件に、スターリンク・トウモロコシ（アベンティス、現バイエル、2001 年に発覚）、ワクチン含有トウモロコシ（プロディジーン、2002 年に発覚）、害虫抵抗性トウモロコシ（シンジェンタ、2005 年に発覚）がある。

当副頭取（98～2000年）や石油化学産業が出資する資源研究団体の幹部研究員（2000年～）に就任したことなどが暴露されている³⁹。

さらに、個々の企業や業界団体を通じた政府・議会へのロビー活動も盛んである。例えば、1998年から2002年にかけて、主要6社が連邦政府へのロビー活動につき込んだ政治資金は5,300万ドルにのぼったという⁴⁰。

昨年発覚したモンサントによるインドネシア政府高官への贈賄事件が、直接には環境影響評価の妨害を企図していたことにも示唆されるように、事実上の自主規制状態をいまだに放置し、GM食品の義務表示を頑なに拒否しつづける米国政府のバイオ「規制」政策が、こうした「回転ドア」やロビー活動の成果であると考えられるのも、あながち穿った見方でもあるまい。

(3) 不十分な包括的・長期的影響評価

第2に、GM作物・食品の包括的・長期的な投与試験に関する学術研究が、少なくとも利害関係者から独立し、実験データを含んだ査読論文という形ではほとんど見あたらないことが、栄養学・医学・毒性学などの主要ジャーナルを過去にさかのぼって調査した複数の研究者から指摘されている。

例えば、I.F.プライムとR.レムケによれば、検討に値する数少ない学術論文のうち半分は何らかの形で開発企業が関与しており、ネガティブな影響を示唆するものは皆無であった⁴¹。他の半分は独立した研究で、消化器内膜への影響をより詳細に検証し、説明のつかない何らかのネガティブな影響を検出しているものもあった。しかし、それらも対照実験に不十分な点があるため、「長期的影響について安全性を確認するためには、もっと多くの科学的検証が必要であり、市場に出されるのはそれからであるべき」と結論づけている。

なお、後者の研究群には英国ローウェット研究所に所属していた著名な生化学研究者 A.プシュタイ (Árpád Pusztai⁴²) の論文も含まれている。「不正常」な形で研究結果が公にされたことを直接の理由に解雇され、学会からもパージされてしまったが、彼が取り組んでいた安全性評価試験は政府の委託研究だった。もし分析方法やデータが不十分で、GM作物のリスク可能性を示すに足らなかったのであれば、改めて包括的・長期的な評価試験に取り組むべきだったが、残念ながら彼の実験の「欠陥」を補完する研究は行われていない⁴³。

³⁹ 例えば、J.M.スミス『偽りの種子』（家の光協会、2004、原書2003）の第4章「企業による、企業のための政府」を参照。

⁴⁰ V.Kratz, “Food Fight”, a report released by *Capital Eye*, July 9, 2003.

⁴¹ I.F.Pryme and R.Lembcke, “In Vito Studies on Possible Health Consequences of Genetically Modified Food and Feed”, *Nutrition and Health*, 17: 1-8, 2003. また、Medline と Toxline の2つの学術論文データベースで既存研究を検索した J.L.ドミンゴも同様の結論に達しており、さらに、安全性の検証が焦点となっているなかで開発企業自身による研究が国際科学ジャーナルの査読をあえて仰いでいないのも特筆に値する、と付け加えている。J.L.Domingo, “Health Risks of GM Foods: Many Opinions but Few Data”, *Science*, 288: 1748-1749, 2000.

⁴² GMO 論争の渦中で免職になるまで、スコットランドにあるローウェット研究所 Rowett Research Institute で上級研究員を務めていた生化学者。レクチンの消化器官への影響に関する研究で世界的に著名。

⁴³ R.Vint, an open letter to Dr.Gasson, the head of the UK Government’s Advisory Committee on Novel Foods and Processes (ACNFP), posted on December 6, 2004.

(4) 批判的検証作業の抑止

第3に、包括的な安全性評価によって否定的な実験結果を導出し、それを公表した科学者に対する露骨なバッシングは、プシュタイ事件に限らない⁴⁴。ノバルティス（現シンジェンタ）との産学協同企業エコリスクで除草剤アトラジン（Atrazine[®]）の環境影響評価を担当していたカリフォルニア大学バークレイ校の T.ハイエス（Tyrone Hayes⁴⁵）は、同除草剤に環境ホルモン作用の兆候を検出したことから関連企業と情報を共有したが、その後、実験継続と研究結果公表の妨害に遭った。それでも研究を自主的に続行し、2002年に論文をネイチャー誌などに発表するや、関連企業の研究者、環境規制反対を唱える新自由主義的シンクタンクやメディア、アトラジン使用を是とする作物団体などからいっせいに批判を浴びた。ちなみに、EUでは2003年10月、安全基準を満たさないとして同農薬の登録が抹消されている。

同じくカリフォルニア大学バークレイ校の I.チャペラ（Ignacio Chapela⁴⁶）は2001年11月にネイチャー誌に発表した論文⁴⁷で、GM品種の栽培が禁じられているメキシコのトウモロコシに広範な交雑がみられ、かつ植物体内で導入遺伝子の不安定性が認められた旨を発表した。その直後から、モンサントや関連するPR企業、開発推進科学者らが猛烈な批判キャンペーンを展開し、ネイチャー誌が異例の謝罪コメントを発表する羽目となった。さらに、チャペラはテニユアー審査の途上にあっただが、所属学科および関連学会から支持されていたにもかかわらず、やはり異例の否決判定が出された。彼は所属母体の自然資源学部が1998年にノバルティス（現シンジェンタ）との排他的長期契約を結んだことに一貫して批判的だったが、審査委員会で影響力を持っていた人物が同社と深い関係にあったことから、さまざまな憶測を呼んでいる。

なお、メキシコはトウモロコシの原生地（多様性の中心地）であるため、交雑可能性の問題は世界的な注目を集めた。チャペラ事件の進行中も多くの環境保護団体や研究者が独自に調査し、高い確率での交雑を確認している。さらに、2002年から調査を進めてきた北米自由貿易協定（NAFTA）事務局の環境協力委員会も、最終報告書のなかで交雑の事実とそれが広範に拡大する可能性とを確認し、関係政府に対策を講じることを提起している⁴⁸。

2002～03年に英国で取り組まれたGM国民討論の一環である「科学的調査」の専門家パネルに、環境保護団体・有機農業団体の推薦を受けて参加していた英国サセックス大学の A.スターリング（Andy Stirling⁴⁹）は、同氏が関連する研究助成団体に某開発推進科学者がアプローチし、

⁴⁴ J.A.Delborne, “Transforming Scientific Dissent into Dissidence”, a paper presented at the Society for the Social Studies of Science Annual Conference, August 27, 2004, École de Mines, Paris.; M.Dowie, “Biotech critics at risk”, *San Francisco Chronicle*, January 11, 2004.

⁴⁵ カリフォルニア大学バークレイ校教養学部生物学部門（統合生物学科）教授、発生内分泌学。

⁴⁶ カリフォルニア大学バークレイ校自然資源学部（環境科学・政策管理学科）助教授、微生物生態学。

⁴⁷ D.Quist and I.H.Chapela, “Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico”, *Nature*, 414: 541-543, 2001. これに対する批判と反論、編集部コメントは、*Nature*, 416: 600-602, 2002に掲載されている。また、一連の経過をチャペラ擁護の立場から批判的に概観したものに、K.Worthy et al., “Agricultural Biotechnology Science Compromised”, an article posted on the following website: <http://nature.berkeley.edu/~kenw/maize/compromised.htm>.

⁴⁸ Commission for Environmental Cooperation of North America, *Maize and Biodiversity: Effects of Transgenic Maize in Mexico: Key Findings and Recommendations*, November 2004. 同報告書は2004年6月に発表される予定だったが、米国政府からの圧力によって先延ばしされていた。

⁴⁹ サセックス大学科学技術政策研究センター（SPRU）上級講師、リスク管理学。

研究助成から同氏を外すように働きかけていたことを確認し、科学専門家パネルの責任者に報告、同会合を通じて一般に公表されるに及んだ。2003年7月のことである。

これらの事例は一部に過ぎない。英国カーディフ大学のL.エリクソン (Lena Eriksson⁵⁰) は、英国とスウェーデンの研究者へのヒアリング調査を通じて、GM技術のように社会的・政治的に問題となっている課題への言及を避け、それを恐れない独立独歩型の批判的研究者からも距離を置こうとする雰囲気が蔓延していることを明らかにした⁵¹。そもそも、包括的・長期的な影響評価に取り組む検証科学は、商品化技術の可能性を追求する開発科学に比べて研究課題に据えにくい。その上さらに、こうしたバッシングが相次ぐなかで、それが抑止効果となって客観的立場からの影響評価研究が行われにくいとすれば、科学技術の豊かな発展は逆に阻害されることになる。

5 科学技術を社会に埋め戻す

(1) 科学的合理性と社会的合理性

本稿の考察を通じて浮き彫りになってきたのは、必ずしも科学的合理性と社会的合理性の二項対立ではない。そうではなく、科学的合理性が十分に機能していないこと（科学技術的妥当性への疑問）、そして社会的合理性が評価の対象から抜け落ちていること（社会経済的妥当性への疑問）である。科学的合理性と社会的合理性との交互作用と相乗効果によって、科学・技術への社会的信頼を勝ち取り、あるいは失われた信頼を回復していくことは可能である。もちろん、その際の科学・技術は、社会を置き去りにしたまま跛行的に発展してきたそれとは大きく姿を変えることになるだろうが。

科学的合理性と社会的合理性との交互作用と相乗効果を図る試みは、例えば「市民コンセンサス会議」に代表される、非専門家である市民による科学技術に関する意思決定過程への参加に具体化されている。そこでは、専門家パネルが提供する「科学的合理性」に対して、市民パネルが「社会的合理性」を考慮した評価と判断を下すことによって、2つの合理性のバランスが図られている⁵²。

だが、科学的合理性といえども、多様で複雑な自然を相手にしている以上、評価者である科学者の専門性によって中身は違ってくる。また、不確実性をどこまで、どのように評価に反映させるかによって結論は異なってくる。そうした科学的評価の範囲と枠組みはしばしば外在的（経済的要因や政治的判断）に決定されるのだから、それによる歪みを可能なかぎり排除するためには、科学者の相互評価、第三者的な評価、それが十全に機能するための民主主義の保障が不可欠である。少なくとも、多様な専門性からの評価が公正・公平に勘案され、見解の相違も含めて社会に提示されるのでなければ、科学的合理性への信頼それ自体が揺らぎかねない。

⁵⁰ カーディフ大学社会科学部研究員、同学部研究センターで科学技術社会学を専攻。

⁵¹ この研究は英国経済社会研究評議会 (ESRC) の助成を受けて、2003年度に取り組みされたプロジェクトで、論文は *Social Studies of Science* 誌に掲載される予定。BBC News, "Science creates 'own mavericks'", August 16, 2004.

⁵² 平川秀幸「リスクの政治学」(小林傳司編『公共のための科学技術』、玉川大学出版部、2002、109～138頁)、および中島秀人「科学技術と公共性」(イリュウム、30号、2003、57～61頁)を参照。

科学者は本来ゼネラリストではなく、各自の専門性に縛られている。多様な専門性からのアプローチは集団としての学際性を確保することによって実現可能であろうが、少なくとも研究者各自の問題意識が学際性を志向していなければ、それも容易ではない。

他方、社会的合理性には社会経済的側面や文化的・倫理的側面、政治的側面への配慮が含まれる。その多くは、消費者や生産者といった非専門家的な利害関係者の科学技術に対する素朴な認識や経験的判断に密接に関わっているが、だからといって、これらの評価が科学的合理性と対置されるような、非科学的で感覚的・恣意的な判断に基づくものであるわけではない。むしろ、社会経済的な実態把握も、文化的・政治的な問題把握も、立派な科学の営みである。

社会経済的な評価に大きな偏差が生じているとすれば、それは客観的事態のどの側面をどのような手法で評価しているのかという科学的に処理可能な問題として理解できるものもあるが、残念ながら、そうした偏差が政治経済の利害関係によって意図的につくりだされる、つまり社会経済的な評価がひとつのイデオロギーとして技術開発の正当化のために利用されている側面も否定できない。そして、そうしたイデオロギーを批判することも社会科学の重要な役割なのである。

科学的合理性と社会的合理性とのバランスを図るためには、最終的には社会（市民）の判断を仰ぐことが必要であることに疑いはない。だが、それ以前、あるいはその過程で、当該技術の社会的合理性を科学的に検証する作業が、社会科学者の積極的関与によって進められるならば、市民が意思決定する際の判断材料をより客観的かつ豊富にそろえることができるのではないだろうか。

(2) 農業倫理学への期待

狭く定義された専門性、とりわけ科学的合理性の限定性を自覚し、それを乗り越えようとする動きが生まれている。コロラド州立大学の R.L.ジムダール (Robert L. Zimdahl⁵³) は、1996 年の国際雑草管理会議 (IWCC) および 98 年のアメリカ雑草学会 (WSSA) で行った報告⁵⁴のなかで、雑草学を含むいかなる基礎科学や応用科学も「価値自由」では決してなく、むしろ「誰が、どのような研究を、どのような目的＝価値観に基づいて行うのか」といった倫理的省察に心がけるべきことを強調した。そして、これまで暗黙裏に前提してきた「生産性や効率性」といった道具的価値の限界を認識し、環境資源的・健康的な価値や、社会的・経済的（経済外部性を含めた費用便益）な価値へと意識を拡大していかなければならないと訴えた。

科学研究も技術開発も現実社会と無関係にはありえない以上、科学者自身がみずからの研究を社会の規範的価値に照らして省察することは必要かつ重要なことである。ジムダールはこうした問題意識から、農業系大学・学部の教育カリキュラムに農業倫理学を取り入れ、学生に教えていくことが、長期的には農業をめぐる「科学技術と社会の関係性」を改善していくことにつながるのではないかと提案し、みずからも実践している⁵⁵。

このように、倫理学というのは科学者・技術者が「科学技術と社会の関係性」をめぐる問題

⁵³ コロラド州立大学農業科学部（生物農業科学・病虫害管理学科）教授、雑草学。農業食料倫理の講義は1995年に始まった。

⁵⁴ R.L.Zimdahl, "Ethics in weed science", *Weed Science*, 46: 636-639, 1998.

⁵⁵ R.L.Zimdahl, "Rethinking agricultural research roles", *Agriculture and Human Values*, 15: 77-84, 1998.; R.L.Zimdahl, "Teaching Agricultural Ethics", *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 13: 229-247, 2000.

を認識し、各自の役割と社会的責務への自覚を高めていく契機を与えてくれる⁵⁶。

しかし、ここで気をつけなければならないのは、科学研究や技術開発に関わる社会的規範も道徳的価値も、研究者個人々の「認識」や「態度」の問題には還元できないことである。なぜなら、第 1 に、本稿で再三注意を促してきたように、現実社会は抽象的な「社会一般」ではなく、政治経済的・社会的な構造的格差を不可避的に伴っており、ある主体にとっての肯定的な規範や価値判断が他の主体にとっては否定的となる場合が避けられないからであり、第 2 に、価値判断をするための情報、例えばリスク可能性や社会経済的波及効果といった科学的知見に不確実性のみならず、政治経済的・イデオロギー的要素が入り込む余地が多分にあるからである。だからこそ、倫理学者として農業倫理学を論じる P.B.トンプソン (Paul B. Thompson⁵⁷) も、雑草学や昆虫学の立場から農業倫理学に接近するジムダールや S.R.ラドゼヴィッチ (Steven R. Radosevich⁵⁸)、J.A.ロックウッド (Jeffrey A. Lockwood⁵⁹) らも、「倫理学」を広義に捉え、政治経済学や社会学への配慮を忘れてはいないのである。

筆者は 2004 年 9 月にベルギー・ルーヴェンで開催された欧州農業食料倫理学会 (EurSafe)⁶⁰ に出席したが、そこでも倫理学と社会学や政治経済学との相互浸透が議論され、2006 年にオスロで予定されている同学会の共通テーマを「食の倫理学、食の政治学」とすることに決めた。農業倫理学を接点に農業科学技術を取り巻く諸問題に接近してきた「自然科学諸分野の研究者と社会科学諸分野の研究者との学際的な交流」が、他方で進展しつつある「科学者と市民との直接的な対話」と重なり合いながら、科学技術と社会の豊かな関係が築かれていくことが期待される。

(3) 学際的アプローチの実践——結びにかえて

最後に、筆者が 2002 年 7 月から 2004 年 9 月まで客員研究員として滞在したオランダ・ワーヘニンゲン大学の事例を紹介したい。同大学はもともと農業専門大学 (Wageningen Agricultural University) だったが、1998 年に国立農業関連研究機関と統合して WUR (Wageningen University & Research Centre) に再編された。大学と研究センターという 2 本の軸足が、植物科学、動物

⁵⁶ 倫理学は一般に社会的規範や道徳判断・道徳的価値 (善悪) に関する学問で、近年は生命 (医療) や環境・農業、経済 (企業) など人間活動の具体的諸領域を対象とする応用倫理学が多様に発展してきた。

⁵⁷ パーデュー大学やテキサス A&M 大学を経て、2003 年よりミシガン州立大学農業・自然資源学部 (農業経済学科) 教授、農業倫理学。著書に、P.B.Thompson, *Agricultural Ethics: Research, Teaching and Public Policy*, Iowa State University Press, 1998, など。

⁵⁸ オレゴン州立大学森林学部 (森林科学科) 教授、森林生態学・雑草学。農業倫理的視点、あるいは農業科学技術の「経済的、生態的、社会的な影響」への配慮を自覚した研究の好例を、以下の論文にみることができる。ラドゼヴィッチらは雑草学に関連する 6 つの学問領域——生態学、遺伝学、生理学・形態学、化学、経済学、社会学——と 3 つの判断領域——技術的、科学的、倫理的——を踏まえ、除草剤耐性作物の影響評価に必要な検討課題を整理した。S.R.Radosevich et al., “Concerns a Weed Scientist Might Have About Herbicide-Tolerant Crops”, *Weed Technology*, 6: 635-639, 1992.; M.A.Martinez-Ghersa et al., “Concerns a Weed Scientist Might Have About Herbicide-Tolerant Crops: A Revisitation”, *Weed Technology*, 17: 202-210, 2003.

⁵⁹ ワイオミング大学農学部 (再生資源学科) 教授、昆虫学・生態学が専門だが、公式 HP では自然科学と人文社会科学の接合に強い関心を示している。J.A.Lockwood, “Competing values and moral imperatives: An overview of ethical issues in biological control”, *Agriculture and Human Values*, 14: 205-210, 1997.

⁶⁰ 5th Congress of the European Society for Agriculture and Food Ethics (EurSafe), “Science, Ethics & Society”, Leuven: Belgium, September 2-4, 2004.

科学、環境科学、農工・食品化学、社会科学の 5 専門領域が交差した構成をとっている。2004 年に農業系の短大（高専）を合併したため、現在は 7,400 名のスタッフを擁する農業総合教育研究機関となっている。このうち、大学・社会科学部には 650 名のスタッフが 20 の学科（講座）に分かれて働いている。経済学、経営学から政治学、法学、社会学、開発学、消費行動学、教育学、倫理学など、そのすべてが農業・食料・環境に関連する。さらに重要なことは、他の自然科学系・技術系学部の学生・院生が積極的に社会科学系のコースを履修することが奨励され、自然科学と社会科学をまたいで修士論文や博士論文に取り組む院生も少なくない。また、近年は発展途上国の農業・農村開発に関わる研究、食品のリスクアセスメント・リスクマネジメント・リスクコミュニケーションに関わる研究、農業食料の生産・流通・加工・消費の連鎖を総体として把握する研究など、本来が横断的な問題領域での学際的研究プロジェクトが活発に取り組みされている⁶¹。

このように、WUR では「理論（大学・研究所での研究）と実践（社会や現場の具体的ニーズ）の結合」（interactive）や「自然科学と社会科学の統合」（inter-disciplinary）が強く志向されており、これらを総称して「ワーヘニンゲン・アプローチ⁶²」と呼んでいる。WUR の 2003～06 年の戦略計画では、4 つの領域——①栄養と健康、②持続的食料生産と食料安全保障、③持続可能な環境、④社会変化のプロセス——を軸に、諸専門分野が縦横に協力していくことが目指されている⁶³。

こうした経験と挑戦から、わが国の高等教育は何を学べるだろうか。研究・教育・社会貢献活動における総合性の追求は、具体的な課題（WUR の例では、農業・食料・環境）を取り巻く相互に有機的に関連しあった諸科学の、量的にも質的にも十全な空間的集積があつて初めて可能なかもしれない。幅広い分野をカバーしながらも、最小人数の研究者によって代表される個別科学が互いに意思疎通さえ図れない状況が、同じ学部のなかでさえ見受けられるような中小規模の総合大学が全国至る所に設置されているわが国の状況下で、「ワーヘニンゲン・アプローチ」のような学際的な教育・研究プログラムは望むべくもないのだろうか。だが、学部や大学レベルでの諸科学・諸専門領域の総合的・空間的な集積が能わなくとも、教育・研究機

⁶¹ 地域固有型バイオテクノロジーをめざす世界各地の参加型研究開発プログラムの経験交流とアーカイブ化、研究者の国際ネットワーク化、それらをもとにした学際的教育プログラムの構築などを進めている「テイラーメイド・バイオテクノロジー：TMBT」ネットワーク・プロジェクト（2001 年～）も、WUR の研究者がコーディネートしたものである。すでにブラジル、ガーナ、インド、キューバ、ケニアの研究者・研究機関が連携し、経験交流のための国際シンポジウムも開催されている。このプロジェクトで興味深いのは、世界各地の事例に実践的に注目しているだけでない点である。コーディネーターである WUR 社会科学部の G.ルイヴェンキャンプ（Guido Ruivenkamp）には、同プロジェクトを学際性と実践性を通じた科学者・技術者の省察——社会的な役割と責務への自覚——を促し、「社会との関係性」を踏まえた科学技術の豊かな発展可能性を具体的に展望していく契機ともなる空間（プラットフォーム）として機能させようとの思いがある。筆者も同プロジェクトの一員として理論的にも実践的にも貢献していく所存であるが、こうした世界各地の地道な取り組みを通じて、バイオテクノロジーをはじめとする農業科学技術が改めて社会の中に埋め戻され、民主的規制の下で豊かに発展していくことを願ってやまない。G.Ruivenkamp, “Tailor-made biotechnologies for endogenous developments and the creation of new networks and knowledge means”, *Biotechnology and Development Monitor*, 50: 14-16, 2003; S.Hisano, “Critical Observation of Mainstream Commitment to ‘Biotechnology for the Poor’”, *Critical Theory and Biotechnologies*, 2, forthcoming.

⁶² J.Tielens, “The Wageningen approach: interactive, interdisciplinary systems thinking”, *Wispr: Wageningen international student paper*, Issue 6: 7, February 12, 2004; Wageningen University, *The Interdisciplinary Research and Education Fund Annual Report 2003*, WUR North-South Centre, The Netherlands, August 2004.

⁶³ Wageningen University & Research Centre, *Strategic Plan '03-'06*, WUR, The Netherlands, no date.

能のリージョナル、ナショナル、そしてインターナショナルなネットワーク化によって補うことは可能である。今後の大学改革論議が、短期的な経営主義に振り回されることなく、研究・教育・社会貢献活動における学際的アプローチを積極的に評価する——少なくとも許容する——ような中長期的・総合的な視点に立って展開することが切に望まれる。

補論 1: 一様ではない社会経済的・環境的影響評価

USDA 報告書によれば、ラウンドアップに代表されるグリホサート除草剤は従来の除草剤と比べて土壌残留期間が短く、植物に不可欠な酵素を特異的に阻害することから急性毒性も弱いため、重量ベースで増加しても環境への影響は軽減されるという。だが、同除草剤が環境に及ぼす影響は多様であり、例えば、環境ホルモ的な作用や土壌微生物への作用、とりわけさまざまな病害の原因となるフザリウム菌の増殖との関連を指摘する研究もある。

他方、ベンブルック報告書の分析は主に USDA の統計に基づいている。農薬使用統計からは作物別、農薬別に散布量・散布面積がわかる。各作物の GM 品種栽培面積は作物統計に明示されている。GM 品種に用いられた農薬の散布量は、開発企業や大学・普及センターが提供する情報（栽培ガイドライン）から推計できる。したがって、残された変数、つまり従来品種に用いられた農薬散布量は、これらのデータから簡単な計算によって求めることができる。

除草剤耐性品種については、一方におけるグリホサート除草剤の散布量・散布回数の増加、他方における農薬規制の強化にともなう従来除草剤の高用量から低用量へのシフトが主な原因となっており、除草剤使用量の相対的増加につながったと考えられている。さらに前者については、①低価格化を含む積極的なマーケティングが進められてきたこと、②ラウンドアップ・レディ栽培体系に組み込まれている除草剤商品ラウンドアップ®に、アトラジン®等の高用量除草剤を含んだ別の除草剤商品ハーネス・エクストラ®が加えられたこと（トウモロコシ）、③グリホサート除草剤耐性雑草の出現によりラウンドアップ散布量の増加ないし他の除草剤の併用を余儀なくされてきたこと（大豆と綿花）、が指摘されている。ベンブルック報告書では、除草剤耐性品種と従来品種の除草剤散布量を詳細に比較するために USDA に依頼して特別に作成したデータ（1998 年）も参照されている。

害虫抵抗性 (Bt) 品種については、作物に組み込まれた Bt 毒素が標的にする害虫（トウモロコシ＝アワノメイガ、綿花＝ワタキバガ）を処理するための従来殺虫剤（散布量は激減）と、その他の害虫を処理するための殺虫剤（散布量は変化しない）との区別が必要であるが、とくにアワノメイガ防除はこれまで栽培面積の 8～12% でしか行われてこなかったため、作付面積が約 3 割に達している Bt 品種による削減「効果」を計測するのは容易ではない。計算にいくつかの工夫を凝らした上で、同報告書はトウモロコシについて、① Bt 品種の殺虫剤散布量は当初 3 年間で大幅に減少したが、その後は微減にとどまっていること、② 従来品種のアワノメイガ防除用殺虫剤が低用量に切り替わってきていることもあり、両者の差はかなり縮まってきたことを指摘している。綿花については、ワタキバガ防除用殺虫剤の散布量が多かったため Bt 品種による削減効果は大きいものの、やはり低用量殺虫剤へのシフトが進んでいるため、従来品種でも殺虫剤使用量が減少してきた。また、他の害虫防除に必要な殺虫剤使用量がかなり多いため、削減効果は全体としては限定的であることにも留意する必要がある。

このように、ベンブルック報告書は USDA の統計データや開発企業・大学研究者が公にしている防除情報を駆使し、さらに低用量へのシフトや耐性雑草の出現といった関連する周辺情報にも目配りしていることから、かなりの説得力を持っているように思われる。ところが、開発推進者はこの報告書の意義を真っ向から否定している。当初は「査読を受けた学術論文ではない」ことを理由に黙殺を図っていたが、最近では第三者機関が発表している別の調査結果に依拠して、農業者利益・環境利益を一方的に強調する傾向がみられる。そのひとつが、全国食料農業政策センター (National Center for Food & Agricultural Policy: NCFAP) の報告書である。NCFAP はバイオメジャーや業界団体からの助成金を受けているため第三者機関とは言い難いが、2004 年に発表した報告書では、ウイルス抵抗性パパイヤを含む全 11 作物品種を網羅し、各州の栽培（防除）ガイドライン、大学・普及センターの研究者からの情報などに基づいた分析が試みられている。ところが、その内容はベンブルック報告書といくつかの点で大きな食い違いを見せている。とくに除草剤耐性品種については、除草剤削減効果が拡大傾向にあるとしているが、最近相次いで報告されている耐性雑草の出現とそれにとともなう除草剤散布量・散布回数の増加といった実態ともかけ離れており、大きな疑問を抱かざるをえない。

補論 2: 国内外の GMO 規制制度

国際的な規制枠組みとしては、2003年9月に発効した生物多様性条約バイオセーフティ議定書（通称、カルタヘナ議定書）が重要である。これは生物多様性への影響という観点から、GM技術により遺伝子を改変させた生物（LMO）の事前影響評価と輸出入の事前通告・合意のルールを定めたもので、批准国はこれに準じて国内法を定めることになっている。同議定書は、①EU諸国が採用している「予防原則」の立場に立っており、②輸出国や産業界からの強い反対にもかかわらず「社会経済的影響への配慮」を条文に盛り込んでいる。今後の課題は、GMOの安全性を評価し管理するための法制度が整備されていない多くの発展途上国にキャパシティ・ビルディング（能力構築）を促しながら、いかに各国の多様性と国際的な整合性とのバランスを図っていくかである。さらに、同条約・議定書を批准していないだけでなく、多くの点でEU諸国との対立を深めている米国政府が、こうした国際的規制強化の趨勢にどう対応してくるかも目が離せない。米国など一部の生産・輸出国は2003年5月、EUのGMO規制政策をWTOに提訴したが、貿易自由化を原則とするWTO協定とカルタヘナ議定書との整合性が大きな論点となっている。しかしながら、当該問題に関連するWTO協定にはTBT（貿易の技術的障壁に関する）協定とSPS（衛生植物検疫措置の適用に関する）協定が含まれるが、いずれも加盟国が消費者や動植物の保護、環境の保全を図るために適切であると判断される措置を講ずることを認めている。その「適切さ」は「正当な科学的根拠」と「必要以上に貿易制限的でない」ことで判断されるが、その科学的根拠はFAO/WHO合同食品規格委員会（コーデックス委員会）が制定した基準・指針・勧告に求められる。コーデックス委員会では主にバイオテクノロジー応用食品特別部会（2000～03年、千葉）でGMOのリスク分析に関する原則や安全性評価指針などが議論されてきた。基本的な考え方は1980年代からOECDなどで話し合われてきたが、実質的な意味で国際的合意に達したのは今回が初めてである。その意味で、国際的合意のはるか以前から一部の生産・輸出国の判断で栽培され流通・消費されてきたGM作物・食品の存在をどう受け止めたらいいいのか。安全性に対する消費者の懸念が高まった1998年から6年間、新規の認可手続きを凍結してきた欧州委員会の判断はむしろ健全であったと思われる。なお、コーデックス委員会で大きく対立した課題は、EU諸国などで実施に移されてきているトレーサビリティ（追跡可能性）と表示ルールである。前者はまだ議論が始まったばかりであり、後者は2004年の表示部会（モンテリオール）で審議することすらできずに2005年以降に持ち越されたままとなっている。

日本国内の制度は当初のガイドラインから徐々に法整備が進み、現在では次のような枠組みで安全性評価が行われている。まずGMOの研究開発段階（実験室や閉鎖系温室）と圃場試験段階（隔離圃場や一般圃場）では、それぞれ文部科学省（実験室や閉鎖系温室などの模擬的環境利用のための科学的情報を収集）と農林水産省・環境省（生物多様性影響評価の実施と科学的情報の収集）が、遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律（通称、カルタヘナ法）にしたがって監督している。環境影響評価をクリアしたGMOについて、さらに食品安全委員会が食品衛生法にしたがって食品安全性評価を、飼料安全法にしたがって飼料安全性評価をそれぞれ実施（後者については農業資材審議会も関与）し、最終的に厚生労働省が承認することになっている。以上をクリアしたGMOは、食品衛生法およびJAS法（農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律）にしたがって表示が義務づけられている。

EUの制度は導入の時期と規制対象によって多くの法律が複雑に絡み合っていたが、ここ数年は整備が進められてきた。まず、GMOの閉鎖系利用（微生物）については指令90/219/ECが、環境放出（試験栽培＋一般栽培）にあたっては指令2001/18/ECがそれぞれ適用される。GM食品・飼料の安全性評価は、規則(EC)1829/2003によって定められているが、これに加えて規則(EC)1829/2003と規則(EC)1830/2003が義務表示とトレーサビリティの原則を定めている。その実施細則はなお流動的だが、委員会規則(EC)641/2004がこれを補完している。カルタヘナ議定書に準じて、国境移動を規制する規則(EC)1946/2003も導入されている。なお、EU諸国ではGMOと従来作物や有機農産物との共存（co-existence）可能性とそのため事業者責任をめぐって論争が続いているが、現時点では法的拘束力のない「勧告」として2003/556/ECが制定されている。

これに対して、米国では基本的に既存法制度を流用するにとどまっておらず、GMOをそれ自体として独

自に規制することにはきわめて消極的である。まず、USDA（動植物検疫局 APHIS）が連邦植物病害虫法（Federal Plant Pest Act）および「規則 7CFR340」にしたがって、作物に対する害虫・雑草・病害の拡大を防止する観点から GM 作物を規制することになっているが、当初の許可制から届出制（1993 年）へ、さらに認可を受けた GM 作物や類似の GM 作物を規制対象から除外する制度も 97 年に導入された。近年は産業用・薬品用など新しい GMO の開発が進んでいること、とくに医薬品用に開発中の GM トウモロコシが大豆に混入する事件が発生した 2002 年以降は、環境影響評価や届出・除外申請手続きの厳格化が検討されている。ただし、商品化後モニタリングの実施や栽培ガイドラインの徹底がなされないかぎり、原則自由の「規制」制度に限界は認めない。食品安全性評価は FDA が連邦食品・医薬品・化粧品法（Federal Food, Drug, and Cosmetic Act: FFDCA）および 1992 年規制方針にしたがって、食品・食品添加物・飼料・医薬品の安全性確保の観点から GMO を規制しているが、基本的には事業者による「自主規制」の立場に立っている。2000 年に開発主体との事前協議制度が事前届出制に、自主表示がガイドラインに見直されたが、実質的な変化はみられない。EPA は連邦殺虫剤・殺菌剤・殺鼠剤法（Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act: FIFRA）、連邦食品・医薬品・化粧品法（FFDCA）および有害物質抑制法（Toxic Substances Control Act: TSCA）にしたがって、農薬規制、農薬残留限度の設定、新たな微生物を所管する立場から GM 微生物や農薬物質を発生する GM 作物、つまり Bt 品種を規制している。試験的使用や商業的利用の許認可を行ってはいるが、関連する物質の多くは規制から除外されており、2004 年の全米科学アカデミー報告書でも問題視されている。