

遺伝子組み替え作物をめぐる環境問題と科学技術の相互的構築

大塚 善樹
(筑波大学大学院)

環境問題の構築を「非専門家」による科学技術批判という概念で捉え、「専門家」による科学技術の構築との相互作用を、農業から遺伝子組み替え作物へ至る科学技術とそれに対して提起される環境問題を事例に検討した。分析方法としては、構築過程を複数の「アクター」の関係に分解して記述する、科学技術社会学の「アクター・ネットワーク」を採用した。遺伝子組み替え作物の科学技術は、農業の科学技術ネットワークが、それに対抗する環境問題ネットワークと相互作用する過程で構築されてきたことが確認された。また、この相互作用の過程では、都市の消費者と特許制度が、双方のネットワークを共存させる上で重要な「アクター」として機能していることが示唆された。

キーワード：遺伝子組み替え作物、構築主義、科学技術社会学

1. はじめに

環境問題を構築主義の観点から捉えるアプローチは、「自分の経験していない一般的な知識が、自分の経験において決定的な中核になる」(Beck, 1986=1988: 133) ことを特徴とする現代の環境問題の社会的認知を理解する上で、1つの有効な方法になりうる。第一に、この方法はそのような「一般的な知識」—多くの場合「専門家」が権威づける科学的知識—を相対化する。被害の程度や化学物質の濃度、あるいは生物多様性の減少といった「事実」を基礎づける科学的知識や技術は、「科学技術の社会学」が示すように、特定の社会的文脈における構築物として考えられる(Bijker et al., 1987)。さらに、科学技術は環境問題の認知に貢献する一方で、「事実」としての環境問題を引き起こした張本人でもあることから、その両義性を理解する上でも、科学技術が社会的文脈に埋め込まれていることを明らかにすることは重要であろう。第二に構築主義は、環境問題が「非専門家」に認知され、「自分の経験」として社会運動や政策に反映されていく過程を分析する枠組みとして有用である。「社会問題の構築」という考え方は、分析者の視点と問題に関わるメンバーの視点を区別し、「事実」としての環境問題の原因や帰結よりも、メンバーが問題を理解し定義するプロセスに焦点を移す(Hannigan, 1995: 34-38)。

本稿では、このように相対化される科学技術と環境問題のそれぞれの構築過程が、どのように関連するかについて検討したい。前者は、後者の原因や基礎となるだけでなく、後者から影響を受けるであろう。これは、環境問題が「ビジネス・チャンス」として技術革新に反映されるような状況に特に当てはまる。ここでは、「非専門家」は単に消費者や被害者として受動的に科学技

大塚：遺伝子組み替え作物をめぐる相互的構築

術の構築に関与するだけでなく、環境問題の構築を介して能動的に参加する。ただ、そうして構築された科学技術は環境問題を解決するとは限らず、問題を現状維持的に再解釈したり、新たな問題の原因となる場合もある。本稿では、遺伝子組み替え作物（transgenic crops: TC）をめぐる環境問題を事例として、このような科学技術と環境問題の構築が交差する社会関係を分析する。

2. TC の概観

1983年に植物の遺伝子操作に関する基本方法が、ベルギーのゲント州立大学、セントルイスのワシントン大学、そして同地に本社を置く化学企業モンサント（Monsanto）社によって開発され、以後TCに関する論文や特許が簇出した。1990年代になるとTCは実験室から農場に出て、種子や生産物の商業化が始まった。主な開発者は、農薬を製造する多国籍化学企業であった。TCの特許を1986年から95年の日本公開特許公報で調査したところ、全117件のうち78件（67%）が世界的な巨大化学企業と資本系列下のベンチャー企業からの出願であった⁽¹⁾。それらは、ノバルティス（Novartis）、ヘキスト（Hoechst）、モンサント、バイエル（Bayer）などの欧米系化学資本、および三井化学、三菱化学などの日系資本で、すべてが農薬製造に関わっている。これらの企業がクレームしているTCの有用性も、除草剤耐性、害虫耐性など、それぞれ除草剤、殺虫剤を補完もしくは代替する機能を作物に付与するもので、TCの特許出願全体の約半数を占めていた。また、1986年から92年にOECD各国で承認されたTCの野外試験においても、全878件のうち728件（83%）が農薬補完・代替性のTCについてであった（OECD, 1993: 13）。

例えば、モンサントが開発した「ラウンドアップ・レディ（Roundup Ready）」遺伝子組み替え大豆は、同社の除草剤「ラウンドアップ」に対する抵抗性が与えられ、その併用を前提としている。「ラウンドアップ」は、作物と雑草を区別しない除草剤だが、毒性や残留性が低いとされる。モンサントが宣伝する商品価値は、「環境に優しい」除草剤への転換を促進すること、全体としての除草剤使用量を減らせること、不耕起栽培を可能にして土壌浸食を防ぐことなど、環境問題への「対策」を含む（Padgett et al., 1996: 56）。また、同様に出願の多いBt菌毒素産生作物では、生物農薬であるバシルス・スリンジエンシスという細菌（*Bacillus thuringiensis*: Bt菌）の毒素をコードする遺伝子が組み込まれ、特定の害虫に抵抗性を発揮する。Bt菌は『沈黙の春』で「べつの道」に至る生物的防除の一例として紹介されていた（Carson, 1962=1987: 237）。開発企業は、これらのTCが化学殺虫剤の使用を代替し、環境問題を軽減することを商品価値として訴える（Fraley, 1992: 40）。

このほかTCには、穀物の収量や果実の日持ち性をよくする形質を遺伝子導入した例も見られる。しかし、農薬補完・代替性についての特許出願が先行していたことから、TCの技術革新の主要な経済的要因は、環境問題を一因とする化学農薬市場の縮小に対する化学企業の戦略にあると考えられる。ところが最近、抵抗性遺伝子やウイルス遺伝子の環境への放出、TCを用いた食品の安全性、化学農薬への依存性の増大など、TCには新たな環境問題を引き起こす恐れがある

点を、環境保護団体や消費者団体が批判し始めた（4節4項参照）。すなわち、TCをめぐる環境問題には、環境問題がもたらした環境問題という側面がある。したがって、本稿の課題は、農業からTCへと至る害虫や雑草の防除技術の展開と、それに対する環境問題の構築との相互作用を分析することにある。

3. 環境問題の再帰性と「アクター・ネットワーク」アプローチ

「専門家」による科学技術の構築と「非専門家」による環境問題の構築という、知識を媒介にした社会集団の相互作用を理解する際には、ベック（Beck）によって展開された知識の再帰性の概念が手がかりとなる。ベックは再帰性を、次の2つの意味に区別して捉えている。第一に、産業化が環境を破壊し産業社会自体に悪影響を及ぼすという意味で、科学技術が盲目的に陥る自己危険化としての再帰性（reflexivity）、第二に、科学的知識が日常生活領域に浸透したために環境問題を「非専門家」が感知し、政治的領域において科学技術批判がなされるという意味で、科学の自己批判としての省察（reflection）が指定できるという（Beck, 1994: 5-8）。だが、この理論は「専門家」の優位を暗黙に仮定し、省察の根拠を所与の科学的知識に帰している。構築主義の立場から見ると、「専門家」の科学的知識も「非専門家」との相互作用を通して構築されていて、それ自身に正当性は内在しない。よって、第二のプロセスは「科学の自己批判」ではなく、「非専門家」による能動的な環境問題の構築と捉えるべきであると考ええる。

ここで、「非専門家」による環境問題の構築は、自然や科学技術についての新しい意味を社会的表象として形成する過程である。それに対して、科学技術の構築では、「専門家」が人工物を物的事象として造り上げる。すると、「構築」の意味は両者で異なる。しかし、科学の人類学を提唱するラトゥールによると、社会的表象と物的事象の区別自体が近代において構築されたものに他ならない（Latour, 1991=1993: 13-48）。現実中存在するのは、両者の混成物である。環境問題は社会関係だけでなく物を含むネットワークとして捉えうるし、物には複雑な社会関係が反映されている。環境問題も科学技術も、人間のみならず物をも含むネットワークとして、対称的に取り扱うことが可能であろう。環境問題と科学技術の相互的な構築過程は、社会的要素と物的要素の双方を同格に結びつける分析方法によって、初めて理論化することができる。そのような方法が、ラトゥールの共同研究者であるカロンが試みている「アクター・ネットワーク」の手法である（Callon, 1986）。

この方法に従うと、自己危険化としての科学技術の構築は、「専門家」が特定の科学技術ネットワークの「翻訳者」となって、知識や物、そしてその受容者となる「非専門家」を結びつける過程と捉えられる。ここでは、行為者のみならず自然物や人工物も、アクター・ネットワークの同格の「アクター」とされる。各アクター間の結合は、個々のアクターに固有なアイデンティティ、欲望、利益関心、操作特性などを、「翻訳者」が目的達成に都合の良いように「翻訳」することによって可能となる。ここで、個々のアクターは、「翻訳者」が割り振った役割に反逆することも可能で、結果的にアクター・ネットワークは破綻することもありうる。ある科学技術の

大塚：遺伝子組み替え作物をめぐる相互的構築

アクター・ネットワークは、技術上の失敗、公害、予期せぬ自然の反応などによって、また消費者の無関心、ボイコットなどによって、実を結ばないことも起こる。すなわち、アクター・ネットワークとしての科学技術は、「翻訳者」と個々のアクターが自身を再帰的に構築し続けることによってのみ成立する。

本稿で取り上げる科学技術の「専門家」＝「翻訳者」は、多国籍企業である。この「翻訳者」は、当該技術のアクター・ネットワークの外部で、経済的・政治的・文化的な既存のネットワークによっても自己を再帰的に構築できるが故に、すなわち生産手段や中間財・消費財の世界市場の専有力、政治やマス・メディアへの影響力などをもつために、多様なアクターの動員が可能である。このような構築の文脈を、ロウとカロンは「広域的ネットワーク」と呼び、これがそのアクターを通じて局域的なアクター・ネットワークと相互作用するとした（Law and Callon, 1992: 21-22）。すなわち、広域的ネットワークは特定の役割を担った行為者や知識や物を、局域的なアクター・ネットワークに供給する。一方、局域的に形成された知識や物は、広域的ネットワークに取り込まれてそれを変化させる。

これに対して、科学技術批判としての環境問題の構築は、「非専門家」が自らの科学技術との関係（苦痛、不安、疑問など）を、流通可能な知識（論文やマス・メディア）、貨幣（投資や消費）、そして政治的な異議申し立て（運動や訴訟）に「翻訳」し、アクター・ネットワークを（再）編成することと考えることができよう。このプロセスは、「非専門家」が科学技術ネットワークのアクターとして反逆する過程に重なる。すなわち、環境問題のアクター・ネットワークは、科学技術の普及、管理、消費などに関与する「非専門家」の一部が、自身や他のアクターの役割を再「翻訳」し直すことにほかならない。例えば、農薬は「先進科学の成果」から「死の霊薬」に、害虫は「制御可能なもの」から「抵抗性を獲得する生態系の一要素」に、農薬散布業者は「科学技術の普及者」から「殺戮者」に再「翻訳」される。さらに、「野生生物」や「天敵」といった新しいアクターも登場する。科学技術の「べつの道」への移行は、このような環境問題のアクターがどの程度、広域的ネットワークを作り替えることができるかに依存するであろう。

4. 作物の防除技術と環境問題を構築する「アクター・ネットワーク」

アキレイデリスらによると、第二次大戦後のアメリカでの農薬市場の急速な拡大が、1950年代から60年代に新規化学物質開発の「黄金時代」をもたらした（Achilladelis et al., 1987）。農薬市場の拡大の背景には、一方で産業復興期における工業部門への農村人口の移動に伴う農業省力化の要求があり、他方で工業労働者に安価な食品を供給するための農業調整法と海外への食料援助を行う公法480に伴う農業生産の増大があった。合成化学薬品工業は技術的な意味で「第二次世界大戦のおとし子だった」（Carson, 1962=1987: 24）が、それは同時に経済的な側面では、食肉や加工食品の大量消費と農業保護政策に守られた当時のアメリカに特異的な「フォード主義的農業」（Kenney et al., 1991: 174）のおとし子でもあった。その後、農薬を用いるこの資本集約的農業は、類似した農業保護政策のもとで、ヨーロッパや日本にも移入された。同様に、農薬を

めぐる環境問題もアメリカで最初に顕著となり、TCの開発もほとんどがアメリカの農業用種苗市場を狙っている。したがって以下では、主としてアメリカ的文脈における相互的な構築の様相を見ていくことにする。

4.1. 化学農薬ネットワークと環境問題ネットワークの出現

1950年代のアメリカで、化学農薬の技術革新の「アクター・ネットワーク」（以後、単にネットワークと記す）は、「専門家」としての多国籍化学企業が「翻訳者」となって、農業経営者、農務省、農科大学、政治家、害虫、雑草、特許、化学物質などのアクターを組織することで成立していたと考えられる。農業経営者は穀物需要の増大と労働力不足から農業の効率化を望んでおり、何らかの防除技術の潜在的な市場を形作っていた。穀物需要の背景にある補助金や海外への食料援助などは、広域的ネットワークに属する。同様に、安価で規格化された食品の消費者も、未だ「翻訳者」が直接制御する必要のあるアクターではなかった。このような潜在的アクターは、「ブラック・ボックス」として扱われ、何か不測の事態が起きない限り顧みられることはない（Callon, 1986: 29）。農務省や農科大学の「専門家」は、新たな化学農薬を開発・普及するための様々なプログラムに従事していた。彼らの動員には、化学企業による資金援助と農村地域の有力政治家を通じた政治的圧力が重要な役割を果たした。害虫や雑草は、未だに制御可能なものと信じられていた。但し、1947年に発見された有機塩素系殺虫剤に対する害虫の抵抗性獲得は、現実的な課題となった。新しい化学物質への期待と需要は、拡大しつつあった。特許は研究開発投資を行うための重要な要件である。開発者の独占権が保証されることで、初めて技術革新は可能となる。しかし、特許の成立条件は技術革新の方向に影響を与えた。例えば、1920年代に発見されていた除虫菊の成分であるピレスリンは、天然物であるがゆえに特許性がないと解釈され、1967年に化学合成されるまでは開発が進まなかった。化学企業は以上のアクターの動員と関与のもとで、殺虫剤と除草剤のための新規化学物質を、1950年代に各々85種と35種開発した（Achilladelis et al., 1987: 183-185）。この数は、それまでの30年間に開発された化学物質の倍以上である。その内訳を殺虫剤について見ると、1940年代にはDDT（ガイギー社＝現ノバルティス社）などの有機塩素系が14種、パラチオン（バイエル社）などの有機燐系が8種であったが、1950年代には有機塩素系は9種に減少し、その代りに有機燐系が72種に増加した。この変化には、有機塩素系に害虫の抵抗性が見られ始めたこと、使用者に対する毒性の低い物質が有機燐系で実現したことが反映していた。

しかし、周知のように1960年代になると、『沈黙の春』（1962年）の出版を契機に、ラルフ・ネーダー（Ralph Nader）グループのような消費者団体、環境防衛基金（Environmental Defense Fund）などの環境保護団体で「非専門家」による化学農薬批判が始まった。前述のように、彼らは化学農薬ネットワークにおけるアクターの役割を再「翻訳」し、新たなアクターを登場させた。カーソンの議論は、この再「翻訳」の基礎を提供した。すなわち、農業経営者は単一作物の大量栽培を行うことで害虫を大量発生させる根源となり、多国籍化学企業は「死の霊薬」を開発し、農務省は「空からの一斉爆撃」を行う。一方で、傷ついた野生生物、天敵の死滅によって害虫の抑制力を失った生態系、化学物質で汚染された水や食品などが化学農薬ネットワークの「ブ

大塚：遺伝子組み替え作物をめぐる相互的構築

「ブラック・ボックス」から取り出され、「環境」という概念に統合される。また、化学物質による汚染は食料の「安全性」という概念を生じさせ、「環境汚染に曝される消費者」をアクターに取り入れた。このような再「翻訳」の試みは、NGOやマスコミ、そして政治家が「スポークスマンとしての翻訳者」（Callon, 1986: 24-25）となることで、化学農薬の環境問題ネットワークを形成し、広域的ネットワークを再構築することが可能になった。殺虫・殺菌・殺鼠剤規制法（FIFRA）の一連の改正、環境保護局（EPA）の設立、食品医薬品局（FDA）の権限の強化、そして環境問題がマスコミや政治に制度化されたことは、この広域化の例である。

しかし、化学農薬ネットワークの再構築という視点で見ると、農業経営者の背後で食料需要を形成している都市消費者という潜在的アクターについては、再「翻訳」は及ばなかったと言える。安価で規格化された食肉・加工食品や「きれいな」食品への消費者の選好は、市場という「ブラック・ボックス」に封印されたままであった。同様に、農業労働者連合（United Farm Workers）が訴えた移民農業労働者の化学農薬被害も、環境問題の主要な議論には取り入れられなかった（Hannigan, 1995: 121）。逆に「環境汚染に曝される消費者」という役割のみが環境問題ネットワークのアクターとなったことは、農業保護政策の負担者で、工業部門に属する都市消費者の農業に対する不信を育み、「化学物質で汚染されていない純粋で安価な食品」への選好を正当化して、それと表裏一体をなしている画一作物の大量栽培と農薬への依存を隠蔽したであろう。このような都市消費者と農業生産者との距離化は、日本で認められたような消費者と生産者との直接的な提携による有機農業運動を育ちにくくしており、有機農産物の流通も市場を介したものが主流である。同様に、工業部門の重要な規範の1つである特許（工業所有権）制度というアクターについても、環境問題ネットワークに再「翻訳」されることはなかった。例えば生物的防除法開発への代替的インセンティブが形成される、といったことも起こらなかった。

4.2. 化学農薬ネットワークの変容

FIFRAの改正とEPAやFDAの監督下で、環境と消費者という新しいアクターを取り込むための化学農薬の開発が始まった。しかし、前述のように、化学農薬への依存や化学合成物質への偏向を見直すことは、広域的ネットワークの変容に含まれていない。したがって、1960年代から70年代を通じて化学農薬の開発は継続した。規制が緩かった1960年代は新規化学物質の開発のピークとなり、殺虫剤96種と除草剤110種が、また70年代でも同じく60種と70種が合成された（Achilladelis et al., 1987: 185）。殺虫剤では、抵抗性の克服と低毒性・低残留性への配慮から、有機塩素系と有機リン系は減少したが、カーバメート系と合成ピレスリン系が増加した。除草剤は抵抗性がまだ知られておらず、環境への影響も殺虫剤ほど取り上げられることがなかった。この時期には尿素系、アミド系、脂肪酸系などの多様な骨格に可能性が広げられた。結局、新しいアクターの出現に伴い、環境適合的で安全な農薬を開発することが競争の基準となり、かえって研究開発を活性化することになった。同時に、環境問題は技術革新によって解決可能な、技術上の問題として再構築された。

しかし、1980年代以降は、環境問題がもたらした広域的ネットワークの変化がより顕著となったことに加えて、別の構造的な要因が重なり、化学農薬ネットワークは不安定化する。第一に、

害虫や雑草は従来の化学農薬の使用法では制御できなくなっていることが、「専門家」の間でも公言されるようになった。殺虫剤では、期待された合成ピレスリン系も効かなくなった。除草剤に対する雑草の抵抗性獲得も報告され始めた。農薬抵抗性と技術革新は、新規化学物質が次々と開発される限りは好循環を形成するが、常に破綻する危険性をはらんでいた。第二に、EPAやFDAの規制が厳しくなった結果、化学企業の研究開発コストは増大した。ドイツの化学企業であるBASFでは、1975年から95年の間に毒性・残留性・代謝・環境への影響などの試験コストが12倍以上になった（Hartnell, 1996: 384）。これは、抵抗性に迫いつくための技術革新を、ますます困難なものにした。第三に、都市住民の環境主義は、「フォード主義的農業」を支えていた農業保護政策に対する政治的妥協を見直す方向に作用した。1970年代までの欧米の農業保護政策は、過剰生産と国際価格の低下が補助金の支出を増加させる一方で、資本集約的農業を促進して自然環境を破壊してきたと認識された（Allaire and Boyer, 1995=1997: 459）。さらに、工業部門での経済危機やブレトン・ウッズ体制の崩壊などの要因も重なり、農産物貿易の自由化、補助金の削減や減反などの市場経済的な政策によって、工業国の農業は資本集約型から「持続可能」なコスト重視型への転換を迫られることになった。多くの商品作物で最も大きな割合を占めている農薬コストが、見直しの第一の標的となる。1970年代に平均年率7.6%で増加していた世界の農薬売上高は、1980年代には年率3.1%の増加に低下し、1992年には初めて前年から6%減少して25億2000万ドルとなった（*Chemistry and Industry*, 1993, 15 Nov: 888）。

4.3. 生物農薬とTCのネットワーク

TCは、化学農薬の技術革新の不安定化に対応して、多国籍化学企業が組織した科学技術ネットワークであると考えられる。ここでは、殺虫剤を代替するとされるBt菌毒素産生物について検討する。Bt菌を用いる生物的防除は早くから試みられていたが、商業化は遅れていた。しかし、1980年代からBt菌を主とする生物農薬の売上は上昇し、1989年には1億ドルを超えた。1981年にペンシルバニア州に設立されたBt菌農薬のベンチャー企業であるエコジェン（Ecogen）社の科学者は、商業化が遅れた理由を、農場での効果の不安定性、製造・包装・流通コストの高さ、化学殺虫剤のような改良戦略の欠如に求め、新たなBt菌株の発見と毒素遺伝子の解明がこれらの問題点を解決したという（Carlton, 1993: 259）。これは、いかにも技術者的な解釈であるが、Bt菌のアクターとしての性格を明らかにしている。初めBt菌は生物としての固有性を主張し「改良」に抵抗していたが、遺伝子のDNA配列という広域的言語に「翻訳」されると、「改良」や特許化が行われ化学農薬ネットワークを利用することが可能になった。

生物の特許化は1980年の連邦最高裁判決（*Diamond v. Chakravarty* 判決）から始まったが、このジェネラル・エレクトリック社によって最初に特許化された遺伝子組み替え微生物が「環境に流出した石油を分解する」ことを目的に出願されていたことは、偶然ではない。遺伝子組み替え技術は、環境問題の元凶として批判された多国籍化学企業が、「環境問題を解決する」可能性を持った技術革新として登場させた側面があった（Kenney, 1986: 193-194）。ただし、生物的防除への工業所有権の拡大は、環境問題を多国籍化学企業が再「翻訳」する際に生じたもので、環境主義にとっては「思わざる帰結」となった。しかし、生物の特許化が認められなかったならば、

大塚：遺伝子組み替え作物をめぐる相互的構築

化学農薬への依存は継続した可能性もある。さらに、生物農薬は化学農薬よりも少ない毒性試験で認可が得られた。生物農薬が環境に及ぼす影響の評価は「極めて難しい」が、実際には「過剰な規制は生物防除の科学技術を抑制する」という行政の認識があるという（鈴木, 1997: 253）。「環境にやさしい生物農薬」という想定のもとに、環境は再び「ブラック・ボックス」に戻される。最後に、当初は生物農薬は害虫に抵抗性を誘導しにくいと期待され、抵抗性の蔓延したフィールドへ積極的に導入された。こうして生物農薬ベンチャーは、不安定化した化学農薬ネットワークに代わって、生物を許容する特許、生物的防除に協力的な官庁、抵抗性獲得害虫など、環境問題ネットワークが再「翻訳」したアクターを自分に有利な形で動員することに成功し、生物農薬ネットワークを形成することができた。だが、多国籍化学企業はそれを黙過することはなかった。彼らの採った戦略は、Bt菌毒素というアクターを遺伝子組み替え技術という新しいネットワークに、文字通り「組み替える」ことであった。

遺伝子組み替え技術は、1970年代後半から医薬部門を中心に商業化が始まった。多くの多国籍化学企業は農薬とともに医薬・動物薬も製造しており、まず最初に薬の研究開発を通じて遺伝子組み替え技術を習得した。モンサントが最初に開発した遺伝子組み替え商品も、ウシの成長ホルモンである。1970年代に一部の科学者や環境保護団体が喚起した遺伝子組み替え技術の環境に対するリスクの懸念や、それらを反映して1976年に作成されたガイドラインも、全米医薬品製造者協会（Pharmaceutical Manufacturers Association）や多国籍化学企業の強力なロビーによって1980年代初めには見直された。このロビーで議事を動かした論理はアメリカの「国際競争力」であり、多国籍化学企業は当時の「産業空洞化」論を背景に企業の海外移転を示唆することで脅迫した（Wright, 1994: 257-311）。「国際競争力」の論理は、経済政策における「市場の失敗」の論理とともに、先端技術産業のための様々な優遇措置や規制緩和の根拠となり、多国籍化学企業に有利な状況を作った。TCの開発においても、遺伝子組み替えベンチャーであるカルジーン（Calgene）が開発した日持ちの良いトマトに対して、1992年にFDAは製造工程ではなく通常の食品との「実質的同等性」の基準で認可するという緩やかな規制を設定した（*Biotechnology Newswatch*, 1 June 1992: 1）。また、カルジーンのトマトは1983年にモンサント社が開発した植物遺伝子操作の基本特許の技術を用いており、この認可取得によって、この方法を標準技術として共有する多国籍化学企業各社のTCの認可は、さらに容易になった。

1980年代半ばに、モンサント社、およびアグリジェネティックス（Agrigenetics）とPGS（Plant Genetic Systems）という2つの遺伝子組み替えベンチャーは、ほぼ同時期にBt菌毒素遺伝子を導入したTCの特許を取得した。モンサントは、1990年代前半にBt菌毒素遺伝子を導入したワタとジャガイモを開発し、農務省と共同で野外試験を開始した。但し、常にBt菌毒素を生産するTCは、散布期間の限られるBt菌農薬以上に抵抗性の問題が深刻となることが予想された。1991年末からこの問題に関する会議が、農務省、EPA、企業の代表者を集めて数回開催された。この会議でモンサント植物科学研究所のフィッシュホフ（Fischhoff）は、「抵抗性を回避する1つの戦略は、2種以上の異なった昆虫傷害物質を用いること」であり、「長期的な収益を確保したいという企業の願望こそ、慎重な抵抗性克服プログラムを可能にする」として、EPAの規制を牽制していた（*Chemistry and Industry*, 18 Nov 1991: 827）。しかし、そのためには多様なBt菌株を保有する微

生物農薬ベンチャーとの提携が必要で、モンサントはエコジェンとBt菌遺伝子の独占的使用契約を結んだ（『日経バイオ年鑑』, 1997: 737）。さらに、Bt菌遺伝子を発現させる作物の遺伝資源を確保するために、デカルブ・ジェネティクス（Dekalb Genetics）、ホールデンズ・ファウンデーション（Holden's Foundation Seed）などの種子企業とも提携・買収関係を確立した。これらの企業間関係は、1983年にモンサントが開発した植物遺伝子操作の基本特許をライセンスすることで可能となった。こうしてモンサントは、遺伝子組み替え技術、「産業空洞化」を憂える議会、規制緩和と環境対策を同時に迫られる官庁、そして関連企業を統合する基本特許をアクターとする独自のネットワークに加えて、エコジェンのBt菌農薬のネットワークと種子企業も取り込んで、Bt菌毒素産生TCを実体化することに成功した。

同様に、他の企業グループもBt菌毒素産生TCのネットワークを形成している。アグリジェネティックスはモンサントの場合とは逆に、微生物農薬ベンチャー企業であるマイコジェン（Mycogen）に買収され、そのマイコジェンはノバルティス社と共同研究を行っている。また、ベルギーのベンチャー企業であるPGSはヘキスト社に買収された。このように、現在のTCの技術革新ネットワークは、多国籍化学企業を中心に技術提携・買収関係によって結び合わされた企業間関係を取り込んで形成されている。そして、この企業間関係を支えているものが、情報を共有化・標準化する生物特許の流通である（大塚, 1997）。

TCネットワークには、環境問題ネットワークが「翻訳」したアクターが、デフォルメされながら再「翻訳」されている。モンサントで植物遺伝子操作の特許を取得した科学者で副社長でもあるフレイリーは、TCを「緑の遺伝子機械（Green Gene Machine）」（Fraley, 1992: 42）と呼ぶ。この名称は、TCが生物と機械のハイブリッドであることだけでなく、環境と技術の融和物でもあることを象徴的に示す。この融和物は、「先進国においては、安全で栄養に富み満足のできる食料を、環境にやさしく持続可能な農業によって確保する。途上国においては、基本的な食料生産の必要性に応えるために、手ごろな価格で経済発展にも貢献しうる手段を供給する」（Fraley, 1992: 40）とされる。

4.4. TC 批判のネットワーク

バイオテクノロジーをめぐる環境問題の構築を1980年代に観察した論者は、従来の環境問題ネットワークで中心的な役割を担い、1970年代に遺伝子組み替え技術に対して反対していた諸グループが批判を後退させて、小規模農業者や社会問題に関心のある科学者などを含む条件付き反対派に合流したこと、その代わりに「生命の操作は本来的に悪である」とする絶対的反対派が出現したことを指摘した（Plein, 1990: 155-160）。環境保護団体の活動が後退した理由には、遺伝子組み替え技術に対する批判で「国際競争力」の論理に政治的に敗れ、生物特許の成立を許容したことのほかにも、彼らの一部が、生物農薬やTCが実際に環境問題を緩和し第三世界の食料問題を改善すると考え始めたことも関係している。これは、新しい技術革新が環境問題のアクターを用いて構築されていることを考えれば、当然の反応であると思われる。その結果、1980年代のTC批判は、すでに一定の解釈と役割が与えられている環境、第三世界、生物の特許化、科学の自立性などのアクターを、多様な利害集団が異なった立場から再「翻訳」することになった。他

大塚：遺伝子組み替え作物をめぐる相互的構築

方、後者の絶対的反対派は、経済動向財団（Foundation on Economic Trends）が組織した「ピュア・フード・キャンペーン」の名称に現われているように、「純粹」な自然という概念を「人工的」なTCに対置する。この「純粹」志向は、キリスト教原理主義的な白人保守層の取り込みに一定の役割を果たしたと考えられるが、主流の環境保護団体とは一線を画すことになった。しかし、1980年代末から1990年代にTCが現実のものとなると、絶対的反対派と幾つかの利害集団から構成される条件付き反対派は、利害や理念の差異を超えて、より現実的な共通の戦略を模索することが必要になった。以下に、これらの集団を「翻訳者」とするアクターの再「翻訳」の試みを、3つの主要な論点に絞って概観する。但し、少なくともアメリカでは、これらの試みの見通しは明るいとは言えない。前述の日持ちの良いトマトは遺伝子組み替えという「新規性」のブランドで一時的にであれ販売に成功し、「ラウンドアップ・レディ」大豆も生産者の支持を得て作付け面積を急拡大しつつあるのが現状である。

まず第一に、環境と安全性はほとんどの批判グループで最も重要な論点となっている。環境防衛基金は、「緑の遺伝子機械」による「持続可能な農業」は除草剤抵抗性遺伝子を拡散させたり、逆に化学農薬の使用量を増加させることを論じる（Goldburg and Hopkins, 1996: 378-379）。グリーンピース、経済動向財団、および各国の消費者団体なども、環境へのリスクと安全性の点から不買運動を繰り広げている⁽²⁾。安全性は、化学農薬の環境問題ネットワークにおいても、「きれい＝純粹な食品」を志向する消費者を組織する価値基準であった。ただし、この志向には、農薬の需要をも形成する両義性があるほかに、経済動向財団が主張するような「純粹さ」への志向も隠れている。「きれいな食品」への志向は、生産者との直接的な提携関係がない限り、市場という「ブラック・ボックス」を介して容易に防除の技術革新ネットワークに取り込まれうる。例えば、有機農産物流通業者からは猛反発されているものの、農薬を使わないTCにも「有機」表示を行うといった提案を農務省が行ったりする（*New Scientist*, 1998, 7 March: 24）。また、「純粹さ」は、科学的知識の発展を正当化する「物語」と同じ視点を提供し、同財団の優生学批判とは裏腹に人種差別主義に陥りやすいことも指摘されている（Thompson, 1990: 8-14; Haraway, 1997: 60-62）。

第二に、「生物的防除を促進する手段」であった生物特許も、再「翻訳」の共通の標的となった。1988年の遺伝子組み替えマウスの特許化に際しては、環境保護団体、動物の権利擁護団体、宗教団体などが、共同して批判を展開した。また、イギリスの生物学者のグループは、生物の特許化が研究材料や知識を私財化し、自由な研究の発展を阻害していることを訴えた（*Nature*, 1995, 385: 672）。さらに、多くの第三世界のNGOにとっても、生物の特許化は種子の囲い込みによって農民の経済的な自立を阻むとされる（*Third World Resurgence*, 1993, No. 39: 20-36）。しかし、欧米の多くの批判グループにおいては、特許制度そのものは温存され、批判は生物の特許化に絞られていることに注意を要する。ここで問題にされているのは、「人工物」と「自然物」の混淆であって、「専門家」と「非専門家」を分かち知識の専有ではない。農業部門から切断された都市消費者が、「きれいさ」への志向を省みずに「純粹さ」を追求するように、工業部門の技術革新に依存する環境主義は、特権化した「人工物」による資本蓄積を省みずに「自然物」の共有地を守ろうとする。このような概念の分離は、それらのハイブリッドであるTCを批

判することを困難にするであろう。多国籍化学企業は、特許に際してはTCが「人工物」であることを、販売に際しては「自然物」と同等であることを主張できるのである。

共通の論点のなかで、広域的ネットワークへの「翻訳」が最も近いと考えられるアクターは、食品へのTC使用の表示に関するものである（その現状については、『日経バイオ年鑑』1997: 46-52; 安田, 1997: 65-69を参照）。表示の問題は古くから存在し、例えば、1950年代から60年代にカリフォルニアのブドウ農園で移民農業労働者が化学農薬の健康被害を受けた問題では、使用する農薬の情報を「知る権利」を農業労働者連合が制度化することに成功した。しかし、少なくとも化学農薬の環境問題においては、移民労働者の「知る権利」は重要なアクターとしては認識されなかった（Haraway, 1997: 88）。表示の問題で重要なことは、誰が誰に対して何を表示するかであろう。「知る権利」は、「非専門家」が科学技術ネットワークへ、労働者としてあるいは消費者として参加するか否かを自己決定するための第一歩となりうる。だが、欧米や日本の「きれいな食品」を志向する消費者に、農務省や企業の「専門家」が定めた基準に従って、匿名の生産者が市場競争に勝つために「自然物の純粋さ」を表示することに留まる限り、「非専門家」は「専門家」の構築するネットワークを根本的に作り替えることは難しいと思われる。

5. 結論

TCは、多国籍化学企業が組織した化学農薬の科学技術ネットワークが、環境問題の構築の影響を受けることによって出現していた。まず、環境問題ネットワークが導入した環境と「純粋な食品」を志向する消費者は、化学農薬の技術革新を活性化した。しかし、規制の強化に伴う研究開発コストの増大や、環境主義を一因とする農業保護政策の後退などの環境問題の間接的影響によって、この技術革新は不安定化した。ここで、ベンチャー企業が、環境問題への企業の対応戦略から制度化されるに至った生物の特許化、および「環境にやさしい生物農薬」に対する規制官庁の協力を動員することによって、生物農薬ネットワークを形成した。さらに、「産業空洞化」状況での「国際競争力」確保という文脈において、多国籍化学企業は、生物農薬を医薬開発で習得した遺伝子組み替え技術に組み込むことによって、TCのネットワークを出現させた。同時にTCネットワークは、環境問題を「緑の遺伝子機械」が解決する技術上の問題として位置づけ、従来の環境問題ネットワークは再構築を迫られている。

以上の変化の過程で、環境問題ネットワークが広域化したアクターは、いずれも生物農薬とTCのネットワークに親和的に再「翻訳」された。化学物質による汚染は「解決」され、規制官庁は協力的になり、資本集約的農業は「持続可能」なコスト重視型に変化しつつある。これらのアクターの再「翻訳」は、「翻訳者」である多国籍化学企業とそれらのアクターとの関係を変えるために、多国籍化学企業そのものの变化を要請した。TCネットワークを生成するために、多国籍化学企業は化学農薬の有機合成技術から遺伝子組み替え技術へと研究開発投資を変更し、ベンチャー企業や種子企業と提携・買収関係を築いた。すなわち、可変的なアクターは、「翻訳者」の可変的な機能と関係する。

大塚：遺伝子組み替え作物をめぐる相互的構築

一方で、変化の過程で役割がほぼ保存されていたアクターも見られた。「汚染されていない純粋な食品」を求める都市の消費者は、同時に市場を介して「きれいな食品」を選好し化学農薬とその代替的なTCの両方の需要を形成していた。このアクターは、環境問題と科学技術の双方に適合した。また、特許制度は化学物質から生物へ拡大されたが、それ自体が環境問題ネットワークの「翻訳」の対象となることはなく、常に科学技術に親和的に機能していた。工業所有権としての特許は、農業部門に対する工業部門の優位を保証する制度であるために、都市住民に親和的であった。環境主義の進展に伴って文化と自然を統合する思想が広がったことは、人工物と自然物の境界を曖昧にして、人為的に改変された生物が特許の対象となることを許容した。化学的技術の限界がはっきりしている時代に、また人工物の氾濫のなかで自然物の「純粋さ」が容易に差別的な原理主義に転化してしまう時代に、生物的技術の特許化を否定することは難しい。結果として、科学技術と環境問題の双方にとって、特許制度も不変的なアクターであり続けた。都市消費者と特許制度という不変的なアクターは、環境問題と科学技術の「翻訳者」の不変的な機能に関係している。環境問題は生産者から距離化した都市消費者によって担われ、科学技術投資の誘因は知識の私的専有を認める特許制度によって与えられる。すなわち、都市消費者と特許制度は「翻訳者」が、各々、「非専門家」および「専門家」であることの根拠なのであって、両者の関係もこれらのアクターによって再生産されているであろう。したがって、環境問題と科学技術の関係、「非専門家」と「専門家」の関係を変化させようとするならば、これらの不変的なアクターの変革が必要であると考えられる。

注

- (1) 国際特許分類でA01H 5/00（創生植物；開花植物）および識別記号ZNA（アミノ酸配列またはDNA配列）をともに含む特許出願を検索した。
- (2) 経済動向財団（*Bussiness Week*, 1992, Dec. 14: 98-101）、グリーンピース（*Chemistry and Industry*, 1996, 7 Oct.: 709）、スイスでの国民投票への発展（『日経産業新聞』1997年4月11日）など。

文献

- Achilladelis, Basil, Albert Schwarzkopf and Martin Cines, 1987, "A Study of Innovation in the Pesticide Industry: Analysis of the Innovation Record of an Industrial Sector," *Research Policy*, 16: 175-212.
- Allaire, Gilles, 1995, Allaire, Gilles and Robert Boyer eds., *La grande transformation de l'agriculture: Lectures conventionnalistes et regulationnistes*, INRA = 1997, 津守英夫・清水卓・須田文明・山崎亮一・石井圭一訳「市場論理に直面した1960年代の農業発展モデル」『市場原理を超える農業の大転換—レギュレーション・コンヴェンション理論による分析と提起』農山漁村文化協会: 429-470.
- Beck, Ulrich, 1986, *Riskogesellschaft: Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Suhrkamp = 1988, 東廉監訳『危険社会』二期出版.
- Beck, Ulrich, 1994, "The Reinvention of Politics: Towards a Theory of Reflexive Modernization," Beck, Ulrich, Anthony Giddens and Scott Lash eds., *Reflexive Modernization*, Polity = 1997, 松尾精文・小幡正敏・叶堂隆三訳『再帰的近代化—近現代の社会秩序における政治、伝統、美的原理』而立書房.
- Bijker, Wiebe E., Thomas P. Hughes and Trevor J. Pinch eds., 1987, *The Social Construction of Technological System*, The MIT Press.

- Callon, Michel, 1986, "The Sociology of an Actor-Network: The Case of the Electric Vehicle," Callon, Michel, John Law and Arie Rip eds., *Mapping the Dynamics of Science and Technology*, Macmillan Press: 19-34.
- Carlton, Bruce C., 1993, "Development of Improved Bioinsecticide Based on *Bacillus Thuringiensis*," Duke, Stephen O., et al. eds., *Pest Control with Enhanced Environmental Safety*, American Chemical Society: 258-266.
- Carson, Rachel, 1962, *Silent Spring*, Houghton Mifflin = 1987, 青樹築一訳『沈黙の春』新潮社.
- Fraley, Robert T., 1992, "Sustaining the Food Supply," *Bio/Technology*, 10: 40-43.
- Goldburg, Rebecca J. and D. Douglas Hopkins, 1996, "Addressing Environmental Risks of Commercializing Herbicide-tolerant Plants: EPA Options for Regulating Herbicide-tolerant Plants under the Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act," Duke, Stephen O. ed., *Herbicide-resistant Crops: Agricultural, Environmental, Economic, Regulatory, and Technical Aspects*, CRC Press: 378-390.
- Hannigan, John A., 1995, *Environmental Sociology: A Social Constructionist Perspective*, Routledge.
- Haraway, Donna J., 1997, *Modest_Witness@Second_Millennium. FemalemMan@_Meets_OncoMouse™*, Routledge.
- Hartnell, Gaynor, 1996, "The innovation of Agrochemicals: Regulation and Patent Protection," *Research Policy*, 25: 379-395.
- Kenney, Martin, 1986, *Biotechnology: The University-Industrial Complex*, Yale University Press.
- Kenney, Martin, Linda M. Lobao, James Curry and W. Richard Goe, 1991, "Agriculture in U. S. Fordism: The Integration of the Productive Consumer," Friedland, William H., Lawrence Busch, Frederick H. Buttel and Alan P. Rudy eds., *Towards a New Political Economy of Agriculture*, Westview: 173-188.
- Latour, Bruno, 1991, *Nous n'avons jamais ete modernes: Essais d'anthropologie symetrique*, La Decouverte = 1993, Catherine Porter tr., *We Have Never Been Modern*, Harvard University Press.
- Law, John and Michel Callon, 1992, "The Life and Death of an Aircraft: A Network Analysis of Technical Change," Bijker, Wiebe E., and John Law eds., *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*, The MIT Press: 21-52.
- OECD, 1993, *Field Releases of Transgenic Plants, 1986-1992: An Analysis*, OECD.
- 大塚善樹, 1997, 「「情報資本主義」におけるテクノロジーの秩序」『年報社会学論集』10: 97-108.
- Padgett, Stephen R., Diane B. Re, Gerard F. Barry, David E. Eichholtz, Xavier Delannay, Roy L. Fuchs and Robert T. Fraley, 1996, "New Weed Control Opportunities: Development of Soybeans with a Roundup Ready Gene," Duke, Stephen O. ed., *Herbicide-resistant Crops: Agricultural, Environmental, Economic, Regulatory, and Technical Aspects*, CRC Press: 53-84.
- Plein, L. Christopher, 1990, "Biotechnology: Issue Development and Evolution," Webber, David J. ed., *Biotechnology: Assessing Social Impacts and Policy Implications*, Greenwood: 147-165.
- 鈴木孝仁, 1997, 「生物防除—病害防除を中心に」日本農薬学会農薬生物活性研究会編『植物保護の探究 病害・虫害・雑草害研究の立場から』（財）日本植物防疫協会: 241-256.
- Thompson, Paul B., 1990, "Biotechnology, Risk, and Political Values: Philosophical Rhetoric and the Structure of Political Debate," Webber, David J. ed., *Biotechnology: Assessing Social Impacts and Policy Implications*, Greenwood: 3-16.
- Wright, Susan, 1994, *Molecular Politics: Developing American and British Regulatory Policy for Genetic Engineering, 1972-1982*, University of Chicago Press.
- 安田節子, 1997, 「データで読む遺伝子組み替え作物—く食—の国際化の中で」『世界』11月号: 60-69.

(おおつか・よしき)

1998年1月31日受理、1998年6月6日掲載決定

INTERACTIVE CONSTRUCTION OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND TECHNOLOGY

A CASE STUDY OF TRANSGENIC CROPS

OTSUKA Yoshiki

Graduate School of Social Science

UNIVERSITY OF TSUKUBA

1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8571, JAPAN

One social construction of an environmental problem is the criticism of technology by “lay public.” This paper contrasts its interaction with the construction of technology by “experts”. A case study is conducted on the development of crop protection technologies, from chemical pesticides to transgenic crops, which paralleled with transformation of environmental problems. These processes are analyzed by using a concept of “actor-networks” originating from sociology of technology.

An environmental actor-network is defined as connecting not only members of the “lay public” but also natural and artificial objects. Similarly, a technological actor-network combines “experts” agents and objects. The finding show that the genetic recombination of crops was developed by multinational chemical corporations that succeeded in “translating” actors in an environmental network against chemical pesticides. Such actors included contaminated environment, regulating agencies, “sustainable” agriculture, and venture firms for bio-pesticides.

However, two actors remained intact through translations made by both networks. First, urban consumers who appeal for “pure food” in the environmental network simultaneously constituted a demand for standardized cheap food without worm holes. Second, the industrial intellectual property system that enabled investment for research and development was consistent with the norms of urban environmentalists who insist on their intellectual superiority over chemical-intensive agricultural sector. These two actors may play a role to sustain the coexistence of both networks.

Keywords and phrases: transgenic crops, constructionism, sociology of technology

(Received January 31, 1998 ; Accepted June 6, 1998)