巻頭論文

キリングフィールド
―知的財産と遺伝子利用制限技術[1]―

Stephen HUBICKI & Brad SHERMAN
石井　純一(訳)

この数十年、植物遺伝資源の規制・管理方法にさまざまな変化が見られている。植物新品種に対する育成者の権利の拡大、植物分野での技術革新に対する特許保護など、その数を増しているものも多い。他方、生物多様性条約や植物遺伝資源条約をきっかけとする変化は、より幅広いものとなる可能性がある。また、先住民の生物資源に関する知識の利用を保護しようとの試みも少しずつなされているが、その大半は成功していない。本稿は、生物資源の規制・利用方法における、これらとはまた異なる変化の可能性を探ることを目的とする。遺伝子利用制限技術（GURTs）と呼ばれるものがそれである。これは多様な形式・機能を持つバイオテクノロジーの一領域に対して付された名称である。概括的に説明すると、この技術により、種子生産者や育成者は耐乾性など特定の形質に関する遺伝子の発現を制御したり、植物の繁殖にきわめて重要な役割を果たす遺伝子の発現を制御したりすることができる。前者の制御法は「形質固有」の遺伝子利用制限技術（T-GURTs）と呼ばれ、後者は「品種レベル」の遺伝子利用制限技術（V-GURTs）と呼ばれる。遺伝子を操作した植物のあらゆる形質の発現に影響を及ぼすものだからである。その名が示すように、これらの技術の目的は特定の植物の生殖質、あるいはゲノムに組み込まれた付加価値形質に関する遺伝子の利用を制限することである。GURTs に関するこれまでの研究は大量生産作物に焦点をあてるものであったが、その適用対象を養殖、樹木、家畜にまで広げる計画がある。

---

[1] Jay Sanderson に感謝する。

全世界で各種の遺伝子利用制限技術に50以上の特許が付与されているが[2]、本稿では米農務省とデルタ・アンド・パイン・ランド社が共同開発した技術に焦点を当てる。公式には「技術保護システム」として知られるこの技術はV-GURTsの一種であり、1998年に米国特許が付与されたことから物議を醸し、注目を集めた結果、遺伝子利用制限技術の典型とされるようになった[3]。この技術はまもなく全世界のメディアに「ターミネーターテクノロジー」の別名で知られることとなった。というのも、この技術は次の世代が不稔種子をうみだすように植物を遺伝子操作するものだからである[4]。この技術を用いる者から種子を購入する農民は、最初こそ作物を成育させることができるが、その作物からとれた種子を用いてさらに作物を育てることはできない。したがって、農民は毎年新しい種子を買わなければならないことになる。このように、遺伝子利用制限技術は、精神による物理的事象の凌駕というベーコン哲学の理想を究極的に体現するものであると同時に、繁殖を完全にコントロールするという知的財産権者が長年抱いてきた夢を実現するものなのである。

植物などの生物を決定づける特徴は、みずからを複製し、再生する能力を生まれつき持っているという点である。生物関連発明は、その流動的性質が特許権侵害に関する伝統的ルール、特に厳格責任という考え方の適用に問題を引き起こすのと同様に[5]、侵害の場所・時期についての調査・確認に関する問題を特許権者に投げかける。この問題は決して新しいものではないし、生物関連発明に限ったものでもない。たとえば、化学のプロセスに関する新用途の特許権侵害についての調査というものは、長年の課題とされているところである。しかしながら、このような発明と生物関連発明とは、次の点によって区別される。すなわち、化学関連発明が侵害されたかどうかを確認することに関する問題は、特許権侵害の立証責任を転換するなどの法的方法によってやわらげられたが、生物関連発明に関しては、遺伝子利用制限技術の開発によって、同様の問題が生物学的に解決されることになるのである。この技術が植物遺伝資源の生成、流通、利用に及ぼしうる影響を検討する前に、米農務省とデルタ・アンド・パイン・ランド社の技術保護システムについての特許の概要を見ておきたい。まず、この技術が開発された背景事情を知ったうえで、その主な特徴を詳しく見ていくことにする。そして、この新技術と知的財産法の関係に焦点を当てながら、遺伝子利用制限技術に関する議論を検討する。

***

技術保護システムは、1993年に米国における綿実供給最大手のデルタ・アンド・パイン・ランド社と米農務省の科学者との間で交わされた、何気ない会話から生まれた。同システムの主たる発明者メル・オリバー博士によると、農務省はデルタ社と接触し、ハイブリッド綿に対する関心の有無を尋ねた。これに対してデルタ社は、ハイブリッド綿は採算がとれるだけの収量が得られないとして、申し出に関心がないことを告げた[6]。そのかわりに、不稔種子をつくる遺伝子組み換え植物の開発調査に興味を示したのである[7]。1995年半ばには、同社と農務省はタバコを改良して不稔種子をつくらせることに成功し、同年6月7日、発明の名称を「植物遺伝子の発現制御」とする特許出願を行った。そして、1998年3月3日に特許が付与された[8]。

---

[2] Pendleton, C. N., “The Peculiar Case of ‘Terminator’ Technology: Agricultural Biotechnology and Intellectual Property Protection at the Crossroads of the Third Green Revolution”, *Biotechnology Law Report* , 23 (2004), p. 6.

[3] Oliver M. J. et. al., “Control of Plant Gene Expression”, United States Patent No. 5,723,765, 3 March, 1998.

[4] 「ターミネーターテクノロジー」は、カナダのNGO「国際農村発展基金」(現在は「侵食、技術、集約に関する活動グループ(ETC)」として知られる)のHope Shand氏による造語。

[5] Sherman, B., “Biological Inventions and the Problem of Passive Infringement”, *Australian Intellectual Property Journal*, 13 (2002), p. 146.

[6] メル・オリバー博士とのインタビュー(http://www.agjournal.com/agprofile.cfm?person_id= 27)

[7] 前注所掲のインタビューを参照。

[8] Oliver et. al., *supra* note 3. この特許は、遺伝子組み換え植物のつくり方、発芽しない種子のつくり方、生育しない種子のつくり方など、多数の幅広いクレームを擁

オリバー博士によると、技術開発の動機は「種子を保存しようとする農民に法的規制をかけることに加えて、自ら技術を管理することのできるシステムを創出すること、そして、外資に技術を盗ませないこと」だった[9]。また、この技術が遺伝子組み換え作物から遺伝子が流出するのを防ぐのに資することも示唆されていた[10]。だが、この技術に付された公式名称が何らかの示唆をなすものであるとすれば、農民が特許に係る植物から得、保存した種子を使うことを阻止する技術の開発こそが、何よりも発明者の念頭にあったのだろう[11]。保存した種子を使って作物を再生させることは、作物研究への投資の基礎を破壊する略奪行為であるというふうに、ほとんど世界的に農業バイオテクノロジー企業による非難の対象とされているところである。

遺伝子利用制限技術の開発以前は、主として特許ライセンス「契約」内に設けられた制限条項によって、保存された種子の使用が規制されていた。そのような「契約」書は、種子を販売する袋に添付されていることが多かった。たとえば、モンサント社の「ラウンドアップレディ」という大豆種子の袋には、この種子が米国特許により保護されている旨の注意書きが印刷されている。それには、続けて以下の文章が記されている。

> 「この種子を購入しても、種子の利用または前記の特許に係る方法の実施についてライセンスが付与されることはありません。いかなる場合であれ、この種子の利用にあたっては、ライセンスを取得する必要があります。種子の販売所でモンサント技術管理契約に署名してください。この種子からとれた種子を保存して植え付けたり、植え付け用として他者に譲渡したりすることはできません[12]。」

モンサントは、「種子管理」プログラムの一環としての、こうした制限条項の利用を主張する[13]。農民は、技術管理契約に署名し、栽培及びマーケティング上の指針を守り、購入した種子を単一の商業作物にのみ利用することを承諾すれば、「良い管理者」であるというのだ[14]。「良い管理者」はまた、こうした基準に従わない者がいれば、モンサントに連絡する。モンサントによれば、すぐれた種子管理は「研究開発投資を保証するものであり、ひいては栽培者や消費者を利する新技術を市場にもたらしうるものである[15]。」

するものである。また、これらの方法を用いて得られる製品も、多くクレームの対象とされている。たとえば、3つの特異的DNA配列を安定的に導入した形質転換植物、外来DNAを安定的に導入した植物種子、3つの特異的な外来DNA配列を安定的に導入した植物組織、外来DNAを安定的に導入した植物細胞などである。

[9] Broydo, L., "A Seedy Business", *Mother Jones*, 7 April, 1998 (http://www.motherjones.com). Edwards, R., "End of the Germ Line", *New Scientist*, 2127 (1998), p. 22も参照(「このシステムは、米国の技術が正当な根拠なく利用されるのを自ら管理しようとするものである…著作権保護に近似するものである。」)。

[10] Oliver et. al., *supra* note 3, at p. 5.

[11] 本稿では、「植物」という語を広い意味で用い、特許に係る遺伝物質を持つ植物をも含むものとする。

[12] 種子を購入しようとする者が事前に署名しなければならないモンサントの「技術管理契約」には、保存された種子の利用を制限する条項がほかにも数多く設けられている。たとえば、2004年の米国技術管理契約においては、モンサントの技術を含む種子の購入・利用に関して、購入者に限定的なライセンスが付与されるものとされている。特に、この種子は単一の商業作物としてのみ利用しうるとされている。さらに、購入者は以下のことを誓約させられる。この種子を他者に提供しない、この種子から得られた作物を栽培用として保存したり、種子を栽培用として他者に提供したりしない、品種改良、研究、除草剤登録データの収集、採種の目的で種子を利用し、あるいは他者に利用させない(栽培者がライセンスを有する種子会社と書面による有効な生産契約を締結した場合を除く)。この契約の全文については、http://www.monsanto.com/monsanto/us_ag/content/stewardship/tug/tug 2004.pdf。

[13] 「ほとんどの栽培者は、財産の防衛について理解し、良い耕地管理者になるための方法を知っています。同じように、モンサントは自身の財産価値を守るために種子の形質について特許を取得します。特許に係る種子を購入するとき、栽培者は種子及び形質の提供者が保有する財産権を尊重することに同意します。」Monsanto, *Seed Piracy Update* (2003) (http://www.monsanto.com/monsanto/us_ag/content/stewardship/training/course/SeedPiracyUpdate.pdf).

[14] Monsanto, *2004 Technology Use Guide* (2004) (http://www.monsanto.com/monsanto/us_ag/content/stewardship/tug/tug 2004.pdf).

[15] *Id.* at p. 23.

保存された種子の利用を制限する条項を特許ライセンス契約に設けるにしても、これは生物関連発明に限った話ではないが、契約を守らない「悪い管理者」を特定し、訴えるという問題が残る。しかも、被疑侵害者が、ライセンス保有者以外の者からその種子を入手した場合（いわゆる「ブラウンバッギング」）で、かつ、よくあることだが、契約中の制限条項について知らなかった場合には、特許権者は特許侵害訴訟を維持することができなくなるだろう。一説によれば、こうした不確実性があるため、企業は特許による保護が約束されているにもかかわらず、非ハイブリッドの自花受粉品種の改良研究に投資することに慎重になったという[16]。一面では、技術保護システムはこの問題を解決するために開発されたといえる[17]。

技術保護システムの主なねらいは、既存の知的財産の枠組みにかかわることなく、遺伝資源及びそれに関連する革新的技術を保護する仕組みをつくることだった。つまり、農務省とデルタ社は、知的財産保護を得るための出費をせずに、無許可で綿木が繁殖にかけられるのを阻止することができる技術的手段の開発を望んだのである[18]。繁殖を防ぐために発明者が企てたのが、生殖能力をなくすよう植物の遺伝子を操作するということだった。だが、有用な綿油や綿繊維は綿木が十分成長するまでとれないため、遺伝子を組み換えた綿木がきちんと成長するようにする必要もあった。もしそうしなければ、農民にとってはまったく価値がないものとなってしまうであろう。こうして発明者は、種子を不稔化する一方で「通常」の成長サイクルを維持するというメカニズムを開発する必要に迫られた。同時に、農民に供給する種子を生み出すために、確実に綿木を継続的に繁殖させら

16 不思議なことに、研究への投資を促すインセンティブとしての特許の効力が不十分だといわれたのは、これが初めてといってもよい。

17 ナッフィールド生命倫理協議会が指摘するように、遺伝子利用制限技術は「開発企業が農民に種子を購入させるために長く試されてきた、効率的あるいは非効率的なさまざまな方法のうちの、最も新しいものにすぎない。Nuffield Council on Bioethics, *Genetically Modified Crops: The Ethical and Social Issues* (London, Nuffield Council on Bioethics, 1999), p. 77.

18 皮肉なことだが、このことは、数多くの国で特許が付与されている遺伝子利用制限技術そのものには当てはまらない。

れるようにする必要をも生じた。技術保護システムは、このように表面上矛盾する要求に応えようとするものなのである。

オリバー博士によると、この矛盾した問題の解決策は、「夜の思いがけない時間に」、いわば一瞬にしてひらめいたという[19]。簡単にいうと、それは3つの組み換え型遺伝子をゲノムに導入して特定の植物の遺伝子を組み換えるというものである[20]。このうち1つの遺伝子が種子を不稔化するタンパク質を生成し、他の2つは、種子が特定の化学物質に*ふれない限り*当該タンパク質の生成を阻止する働きをする[21]。これら2つの遺伝子は、この化学物質がない場合に、互いに作用して種子を不稔化させるタンパク質の生成を阻むよう設計されている。一方、種子がこの化学物質にふれた場合には、最終的に次世代の不稔化をもたらす一連の反応が引き起こされることになる[22]。こうして、種子生産者は再生を制御することができるの

19 前掲注6のインタビューを参照。

20 これらの遺伝子そのものはクレームされていない。それぞれを別個に観察すれば、遺伝子自体にも、遺伝子の発現を操作するしくみにも新規性はない。それどころか、これら遺伝子のうち一部にはすでに特許が付与されており、また、これら遺伝子を植物の染色体に導入する技術、これら遺伝子の発現を操作する技術のほとんどはありきたりで、広く利用されているものである。この技術の新規性は、これら遺伝子と技術を組み合わせて生育しない種子を実らせる遺伝子組み換え植物をつくる方法にある。

21 厳密にいえば、タンパク質を「生成」するのは遺伝子そのものではなく細胞である。遺伝子はタンパク質の設計図ないし製法を伝えるにすぎない。この設計図によってタンパク質がつくられるプロセスを「遺伝子の発現」と呼ぶ。遺伝子に含まれる化学の言語が、人間の言語と同じように表現される。そして、やはり人間の言語と同じように、遺伝子に含まれるメッセージは、翻訳において失われることがある。ゆえに、遺伝子の発現プロセスは細胞の伝言ゲームとでもいうべきものである。メッセージは、たいていの場合意図されたとおりに表現されるが、たとえば誤って複製され、あるいは翻訳されることもある。遺伝子の発現といわれる所以である。

22 不稔種子をつくる遺伝子組み換え植物の「創造」は、技術保護システムの一面にすぎない。このシステムに係る特許においては、植物遺伝子発現の制御を可能とする数多くの方法がクレームされている。この特許によれば、これらの方法を使って、殺虫剤、干ばつ、あるいは殺菌剤への耐性をもたらす遺伝子、二次代謝を変化させ

である。

概念はこのようにシンプルだが、プロセス全体は実に複雑である。このプロセスをさらに詳しく検討する前に、分子生物学に明るくない人にもわかるように、細胞がその構造や機能に必要なタンパク質を生成するために遺伝子をどのように利用するのか（「遺伝子の発現」として知られるプロセス）をおおまかに説明しておこう。

***

植物などの多細胞生物の細胞は、すべて、同じ一揃いの遺伝子を持っている。これら遺伝子の多くはあらゆる細胞の構造・機能の基礎となるタンパク質を生成するものであるため、生きた細胞はすべてこれを利用する。他の遺伝子は特定の細胞にしか利用されない。たとえば、あらゆる細胞はヘモグロビン遺伝子を持っているが、これは赤血球にしか利用されない。他の細胞では、この遺伝子は「スイッチオフ」の状態にあるのである。実際には、ほとんどの遺伝子は、常に細胞に利用されているのではなく、必要に応じて「スイッチオン」の状態になったり、「スイッチオフ」の状態になったりする。とはいえ、遺伝子が自らスイッチのオン・オフの切り替えを行うわけではない。「転写因子」と呼ばれるタンパク質を生成する他の遺伝子の助けを得て、これを行うのである。転写因子は、DNA 中のプロモーターと呼ばれる部位と結合することで機能する[23]。各遺伝子にはそれぞれ対応するプロモーターが存在する。植物などの高等生物の場合、プロモーターは何十という別々の DNA 部位によって構成され、そのほとんどは関連する遺伝子の近くに位置する（部位によっては遺伝子から遠く離れたものもあるが）。これらの部位はそれぞれ異なる転写因子を引き寄せる。そして、引き寄せられた転写因子が関連遺伝子を活性化（スイッチオン）したり、抑制（スイッチオフ）したりする[24]。このため、プロモーターは「遺伝子スイッチ」とたとえられることが多い。プロモーターに結合する転写因子の種類や数によって、関連遺伝子のスイッチがオンになったりオフになったりするからである。したがって、多くの遺伝子の機能というものは、他の遺伝子のスイッチオン、スイッチオフを助ける働きということになるのである[25]。技術保護システムは、この遺伝子の発現という現象を利用して、遺伝子組み換え植物が次世代の種子を不稔化するタンパク質を生成することに関して、その成否ならびに時期を制御するものである。

上述したように、技術保護システムは3つの要素で成り立っている。すなわち、種子を不稔化するタンパク質を生成する1つの遺伝子と、種子が特定の化学物質にふれるまではこのタンパク質の生成を阻害すべく仕組まれた2つの遺伝子である。次にこれらをひとつひとつ見ていこう。

技術保護システムの*第一の*構成要素は、学名を *Saponaria officinalis* という植物（一般には「シャボンソウ」として知られる。）の種子に存在する遺伝子である。この遺伝子は、特許において「致死遺伝子」と呼ばれている。この遺伝子が生成する「サポリン6」というタンパク質が、自身を生んだ細胞を殺すからである。これはむしろ「不稔遺伝子」と呼ぶ方が適切かもしれない。植物の種子中でのみ生成され、しかも他に植物の状態に影響を与えないからだ。細胞が死滅するのは、サポリン6が、タンパク質の生成に関与する細胞機構にとって欠かせない要素であるリボソームとい

る遺伝子など、他の遺伝子の発現を制御することができる。

23 多くの生物学者にとって「プロモーター」とは、RNA ポリメラーゼが結合し転写因子の働きを受けて転写を開始される DNA の部位のことである。本稿ではこの語を広い意味で使い、転写因子が結合する塩基配列だけでなく RNA ポリメラーゼが結合する部位をも含む、遺伝子制御領域全体を指すものとする。Ridley, M., *Nature via Nurture* (London, Fourth Estate, 2003); Wray, G. A., "Promoter Logic", *Science* 279 (1998), p. 1871を参照。Ridley pp. 31-37では、プロモーターの役割がやさしく解説されている。以下はそれを引用、改変したものである。

24 遺伝子を活性化する転写因子を「遺伝子活性化タンパク質」、抑制する転写因子を「遺伝子抑制タンパク質」と呼ぶ。

25 こうした遺伝子は「調節遺伝子」と呼ばれる。たとえば、ヒトゲノム約3万の遺伝子のうち5～10%が転写因子を形成する。Alberts et. al., *Molecular Biology of the Cell* (4th Edition) (New York, Garland Science, 2002), p. 401.

う分子に修復不能な損傷を与えるためである[26]。リボソームが適切に機能しなければ細胞はタンパク質を生成することができず、タンパク質は細胞の多くの基本的機能に必要であるので、タンパク質を欠くと細胞はすぐに死滅する。このことから、サポリン6は「リボソーム不活性化タンパク質(RIP)」ともいわれる[27]。

技術保護システムの*第2の*構成要素は、サポリン6がいつどこで生成されるかを制御する遺伝子スイッチ（プロモーター）である。不稔遺伝子のプロモーターとして理想的なのは、植物が十分に成長したあと、種子の中でのみ機能するというものである。こうしたプロモーターのひとつがLEA (late embryogenesis abundant) プロモーターであり、これは特定品種の綿の種子中に存在する。その名が示す通り、このプロモーターは種子発生（胚形成）の後期まで、他のほとんどの種子や実の構造が完成するまで、関連遺伝子を活性化しない[28]。この段階において、種子は十分に生育し、蓄えるべき油とタンパク質のほとんどを蓄積し、親株を離れてから発芽するまでの休眠期間に備えて乾燥化を開始する[29]。LEAプロモーターは、不稔遺伝子と結合して、胚形成期において種子内のサポリン6不稔遺伝子の生成

[26] とくにリボソームの大サブユニットを損傷させ、伸長因子とリボソームとの結合を阻む。Barbieri, L., Battelli, M. G., & Stirpe, F., "Ribosome-inactivating Proteins from Plants", *Biochimica et Biophysica Acta*, 1154 (3/4) (1993), pp. 237-282.

[27] シャボンソウでは他にも、葉、根、種子などさまざまな組織に、少なくとも9つのサポリンタンパク質が存在することが明らかとなっているが、なかで最も広く利用されているのがサポリン6である。というのも、サポリン6は簡単に手に入り、きわめて安定的な性質を有しているからである。また、サポリン6はサポリンタンパク質のなかで最も毒性が強い。*Id.* at pp. 240, 248.

[28] Oliver et. al., *supra* note 3, at p. 6. 種子はふつう親株を離れて発芽するまでの期間乾燥にさらされるが、後期胚形成タンパク質は、種子をこの乾燥から保護することで機能すると考えられている。Garay-Arroyo, A., Colmenero-Flores, J. M., Garciarrubio, A., & Covarrubias, A. A., "Highly Hydrophilic Proteins in Prokaryoates and Eukaryotes Are Common During Conditions of Water Deficit", *Journal of Biological Chemistry*, 275(8) (2000), pp. 5668-5674を参照。

[29] Crouch, M. L., "How the Terminator Terminates", An Occasional Paper of the Edmunds Institute, 1998 (http://www.edmonds-institute.org/crouch.html).

スイッチをオンにし、胚の発生を休止させる。種子の残る部分は影響を受けない。発芽できないことを除けば、通常のままである。

技術保護システムの発明者が直面した最も困難な問題は、LEAプロモーターをスイッチオフにするメカニズムの開発だった。農民に販売するための種子をつくることができるようにする必要があったのである。しかしまた、販売前にはふたたびプロモーターをスイッチオンにする必要があった。この問題を解決するために、発明者は複雑で多段階の方策をあみだした。まず、あるDNA領域をLEAプロモーターと不稔遺伝子の間に入れる。この活性化を妨害する配列が存在する限り、不稔遺伝子は活性化しえない[30]。妨害配列を取り除く手段として、発明者はCre (cyclization recombination recombinase：あるDNA領域を環状に切り出す組み換え酵素) という細菌タンパク質を生成する第2の遺伝子をゲノムに組み込んだ。Creは、遺伝子のはさみのようなものであり、loxと呼ばれるDNA中の特定の領域と結合する。いったん結合すると、CreはloxにおいてDNAを切断し、中間に存在する不運なDNAを除去する。そうして、Creは切断された両端を再接合する[31]。発明者は、妨害配列の両端にloxを配置することで、これを確実に除去できるようにしたのである。Creは、妨害配列を除去したのち、LEAプロモーターと不稔遺伝子を再接合する。これによって不稔遺伝子は活性化しうるのである。

技術保護システムの*第3の*構成要素は、Cre遺伝子のスイッチを切り替える仕組みである。ここでも細菌が解決の糸口となる。多くの細菌は、抗

[30] この「妨害配列」は、不稔遺伝子中の情報を利用してサポリン6を生成するプロセスの端緒となる酵素であるRNAポリメラーゼの読み取り枠を乱すことで機能する。

[31] 以上はCre/lox系のかなり簡潔な説明である。包括的なしくみについては、See, Gopaul, D. N., & Van Duyne, G. D., "Structure and Mechanism in Site-specific Recombination", *Current Opinion in Structural Biology*, 9 (1999), pp. 14-20; Nagy, A., "Cre Recombinase: The Universal Reagent for Genome Tailoring", *Genesis*, 26 (2000), pp. 99-109を参照。

生物質のテトラサイクリンから身を守るタンパク質を tetA という遺伝子からつくる。しかし、このタンパク質をつくるのはテトラサイクリンにさらされたときだけである。テトラサイクリンにさらされない場合、これらの細菌は、プロモーター内の「オペレーター」と呼ばれる DNA の小領域と結合し、tetA 遺伝子をスイッチオフ状態にする転写因子をつくりだす。テトラサイクリンが細胞内に侵入すると、この転写調節因子はオペレーターから引き離され、tetA 遺伝子がふたたび活性化させられる[32]。技術保護システムの発明者は、Cre 遺伝子のスイッチを切り替えるため、このシステムを以下のように応用した。まず、多数のオペレーター配列を特定位置に組み入れることで、ふつうは常時スイッチオン状態になっているプロモーターを変化させる。変化したプロモーターは Cre 遺伝子と結合する。次に、これらのオペレーターと結合する転写因子をつくる第3の遺伝子をゲノムに組み込む。そうして、これが常時スイッチオン状態になっているプロモーターと結合する。このようにして、転写因子が絶えず生成されることとなり、つまるところ Cre 遺伝子は常にスイッチオフ状態になるのである。

しかし、販売前の種子をテトラサイクリンで処理すれば、テトラサイクリンの働きによって、転写因子がオペレーターから引き離され、Cre 遺伝子はスイッチオン状態になる[33]。それゆえに、テトラサイクリンは、3つの遺伝子すべての発現につながる連鎖反応を引き起こす触媒役を果たすことになる。すなわち、まず Cre 遺伝子がスイッチオン状態となり、Cre の生成へと至る。Cre は妨害配列の両脇をかためる lox と結合し、これを除去する。その結果、LEA プロモーターと不稔遺伝子が結合する。そして、この状態のもと、胚形成期の終盤において LEA プロモーターがスイッチオン状態となり、サポリン6が生成され、これによって胚形成期の最終段階が停止させられることになる。最終的に、次の世代の種子が不稔となる。しかし、テトラサイクリンを適用する以前においては、この遺伝子を組み換えた植物は、不稔の潜在的な可能性を有するにすぎないのである。

***

遺伝子利用制限技術の不思議な特徴のひとつは、これまでのところ政策論議が技術の実際に先行していることである。結果的にそうした論議で見逃されがちなのが、技術保護システムなどの遺伝子利用制限技術それだけでは価値がほとんどないという点である[34]。商業的に採算が取れるようにするために、この技術はまず、耐乾性や耐霜性に関する遺伝子、光合成強化、より効率的な窒素利用、収量増など、適用対象の作物の経済的価値を向上させる特質と一体化されなければならない。ハイブリッド作物に関しては、新しい種子の購入費用が収量増による経済的利益によって補われるから、農民は毎年新たにハイブリッド種子を買うつもりになるのだということが、しばしば指摘されるところである。遺伝子利用制限技術でも事情

[32] 以上もまた、全体をかなり簡略化したものである。詳細な分析については、Gatz, C., "Use of the Tn*10*-encoded Tetracycline Repressor to Control Gene Expression", in Reynolds, P. H. S. (ed.), *Inducible Gene Expression in Plants* (Wallingford, CABI Publishing, 1999), pp. 11-22; Hillen, W., & Berens, C., "Mechanisms Underlying Expression of Tn*10* Encoded Tetracycline Resistance", *Annual Review of Microbiology*, 48 (1994), pp. 345-369を参照。

[33] テトラサイクリン誘導の遺伝子スイッチは、最も広く利用されているものではあるが、導入遺伝子によるタンパク質生成を規制する手段として存在する多くの可能性のひとつにすぎない。その他の選択肢としては、ステロイドのデキサメタゾンやエストラジオール、除草剤毒性緩和剤、銅、エタノール、病原体関連タンパク質の誘導物質、ベンゾチアジアゾール、殺虫剤のメトキシフェノジドなどがある。Tang, W., & Newton, R. J., "Regulated gene expression by glucocorticoids in cultured Virginia pine (*Pinus virginiana* Mill.) cells", *Journal of Experimental Botany*, 55 (2004), p. 1499 at p. 1500. 一般的な情報については、Gatz, C., & Lenk, I., "Promoters that respond to chemical inducers", *Trends in Plant Science* 3 (1998), p. 352; Jepson, I., Martinez, A., & Sweetman, J. P., "Chemical-Inducible Gene Expression Systems for Plants - A Review", *Pesticide Science*, 54 (1998), pp. 360-367; Wang, R., Zhou, X., & Wang, X., "Chemically Regulated Expression Systems and their Applications in Transgenic Plants", *Transgenic Research*, 12 (2003), pp. 529-540を参照。

[34] Shoemaker et. al., *Economic Issues in Agricultural Biotechnology*, United States Department of Agriculture, Economic Research Service Agriculture Information Bulletin No. 762 (Washington DC, United States Department of Agriculture, 2001), at p. 42.

はほとんどかわらない。しかし、これまでのところ付加価値形質を求める試みの結果は、わずかな例外こそあれ、まちまちである[35]。多くの点で、技術保護システムの発明者はシステム自体が目的だとは考えていない。目的を達成するための手段だと捉えている。つまり、保存種子が利用されるのを防ぐことで、技術保護システムは、「見返りのめどがたたないままコストの高い研究を行うことに経済的な魅力があるとはいえないがために、これまで研究対象としてほとんどあるいは全く注目されてこなかった作物種や作付地について、その育種研究を行うインセンティブを提供する。育種研究が盛んになることは、結果として新たな改良品種の登場につながり、それを利用することができるようになる農民にとって明らかに利益となることである」[36]。言い換えれば、技術保護システムのおかげで、「繁殖」という自然の摂理や種子を保存し再利用する「悪い管理者」によって投資の効果が減じられないことがわかり、安心して植物改良に投資することができるようになるのである。

技術保護システムや同様の遺伝子利用制限技術が品種改良研究に対するインセンティブを高めるとしても、それゆえに新たな改良品種が誕生するかどうかは定かでない。ひとつの理由として、技術保護システムや同様の遺伝子改変技術には、商業化以前にこえなければならない数多くの技術的ハードルが存在することが挙げられる。なかでも、安定的な遺伝子導入

[35] 例外として、トウモロコシ、綿、ナタネ、イネ、大豆などの作物における除草剤抵抗性や虫害抵抗性といった作物学的形質の導入、カーネーションの花色改変、ナタネや大豆の油脂成分増加などの高付加価値形質の導入がある。この分野における現在ならびに将来の発展について概観するものとして、前注 Shoemaker et. al. pp. 16-22。

[36] Collins, H. B., & Kruger, R. W., "Potential Impact of GURTs on Smallholder Farmers, Indigenous and Local Communities and Farmers Rights" (paper presented to the Convention on Biological Diversity Ad Hoc Technical Expert Group on the Impact of Genetic Use Restriction Technologies on Smallholder Farmers, Indigenous People, and Local Communities, February 19-21, 2003), p. 1. この論文は国際種子連盟（ISF）の公式見解とされている。(http://www.etcgroup.org/documents/collins_kruegerISF.pdf にて閲覧可)

はまだまだ難しい。導入する遺伝子が多数の場合はとりわけそうである[37]。特に、導入遺伝子がゲノムのどこに位置するのか、また、完全もしくは部分的なコピーがどのくらいできるのかを予測し、あるいは制御することは不可能である[38]。さらに、真核生物における遺伝子発現の呆然とするほかない複雑さが、植物への安定的な遺伝子導入の試みを一層困難なものとする。すなわち、新しいゲノムに遺伝子を導入しても、これがどの程度発現するかについて何らの保証もないのであり、このことは、技術保護システムの場合のように、真核生物のゲノムに細菌遺伝子を転移させる場合にはなおさらである[39]。たとえば技術保護システムにおいては、遺伝子が不完全に発現して初代の種子が不稔化し、種子生産者が採算の取れる種子を得られない可能性がある。他方で、Cre 遺伝子の発現がうまくいかずに不稔遺伝子の発現が妨げられ、技術保護システムの目的が達せられない可能性がある[40]。

近年では、技術保護システムで用いられる可能性がある遺伝素材についても多くの関心が寄せられている。特に、カリフラワー・モザイク・ウィルス・プロモーターCaMV 35S がホストゲノムの他の DNA と再結合する可

[37] Shoemaker et. al., *supra* note 34, at p. 42.

[38] Murray, D. R., *Seeds of Concern: The Genetic Manipulation of Plants* (Sydney, University of New South Wales Press, 2003), at p. 33.

[39] Jefferson らが指摘するように、「導入遺伝子発現の確実性、信頼性、正確性は、まだ何かはっきりしない事柄の影響下にあるとみられる。たとえば、遺伝子発現の数量、タイミング、空間的統合、ならびに、これらとゲノムへの導入部位との相関関係など……。こうした現象の影響を予測することは……ある種大仕事である。現在の遺伝子導入技術をもってしては、導入遺伝子の発現をしっかりと制御し、種子産業における品質管理の要請に応えるのは至難の業である。」Jefferson, R. A. et. al., "Genetic Use Restriction Technologies: Technical Assessment of the Set of New Technologies which Sterilise or Reduce the Agronomic Value of Second Generation Seed as Exemplified by U.S. Patent No. 5,723,765 and WO 94/03619", Annex to Convention on Biological Diversity Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice, *Consequences of the Use of the New Technology for the Control of Plant Gene Expression for the Conservation and Sustainable Use of Biological Diversity*, UNEP/CBD/SBSTTA/4/9/Rev.1, 17 May 1999, at p. 29.

[40] Shoemaker et. al., *supra* note 34, at p. 42.

能性について、多くの科学者から懸念が表明されている。CaMV 35S は、ほとんどの遺伝子改変植物において利用されており、技術保護システムの特許では Cre 遺伝子とテトラサイクリン転写因子遺伝子の双方に適切なプロモーターであるとされているものである。このためにホストゲノムが不安定になりやすく、新たなウィルスや他の侵襲的遺伝要素の可能性が生じるということが主張されてきている。けれども、この問題については引き続き熱い議論が戦わされるであろう[41]。

遺伝子利用制限技術に関してはその他にも、テトラサイクリンの不安定性、水はけの悪い環境で育った植物に対してテトラサイクリンが毒性を有する可能性など、数多くの技術的な問題が認識されている[42]。遺伝子改変植物におけるテトラサイクリン遺伝子スイッチ利用の草分けとされる人物もまた、テトラサイクリンは根の成長を阻害すると述べている[43]。さらに、テトラサイクリン遺伝子スイッチや Cre/lox 系は実験室においては役立つ道具であるものの、実践での活用はまだまだ心もとない[44]。こうした技術的障害にもかかわらず、技術保護システムの導入をきっかけとした作物研究への投資増加がどのような方向に向かうのか、また、こうした投資が新たな品種改良に結びつくのか、いまだ様子見がなされているところである。これらの技術的な問題もいずれは克服されるかもしれない。しかしながら、未完成のこの技術が究極的にもたらすであろう衝撃について考える場合には、こうした問題を心に留めおくことが必要である。

***

遺伝子利用制限技術が商業上利用可能になった場合に考えられるメリットについては、数多くの主張がなされている。一例として、農業生産性が向上するというものが挙げられる。このことは、年ごとに栽培される種子作物に特に当てはまる。つまり、綿や亜麻などの繊維類、大豆、ヒマワリ、落花生、また、一年生の観賞用の草花、あるいはトウモロコシ、小麦、モロコシなどの穀類、タバコなどの葉もの、レタス、ニンジン、ブロッコリー、キャベツ、カリフラワーなどの野菜類、トマト、ズッキーニ、スイカ、カンタループメロン、カボチャなどの果実類にとって、遺伝子利用制限技術は重要となろう[45]。これまでのところ、遺伝子利用制限技術によってもたらされたといわれる農業上の利益のほとんどは、形質固有の変更（T-GURTs）に限定されている。たとえば、T-GURTs によって、植物を対乾性や害虫耐性、病原菌に対する抵抗力を有するものへと改変することができるようになる可能性があるとされている。農務省とデルタ・アンド・パイン社の特許において主張されているように、遺伝子利用制限技術によって、「生育習性を変化させたり、花・実の色や質を変化させたり、早咲きにしたり遅咲きにしたり、収量を増減させたり……二次代謝産物を変化させたり、味や外観といった作物の質を変化させたり」することができる[46]。

遺伝子利用制限技術による農業上のメリットの大半は遺伝形質の改変によって生じるものであろうが、植物を不稔化させるべく作用するこの技

[41] Ho, M-W, Ryan, A., & Cummins, J., "Cauliflower Mosaic Viral Promoter – A Recipe for Disaster?", *Microbial Ecology in Health and Disease*, 11 (1999), pp. 194-197; Hull, R., Covey, S.N., & Dale, P., "Genetically modified plants and the 35S promoter: assessing the risks and promoting the debate", *Microbial Ecology in Health and Disease*, 12 (2000), pp. 1-5; Ho, M-W, Ryan, A., & Cummins, J., "Hazards of transgenic plants containing the cauliflower mosaic viral promoter", *Microbial Ecology in Health and Disease*, 12 (2000), pp. 6-11; Ho, M-W, Ryan, A., & and Cummins, J., "CaMV 35S promoter fragmentation hotspot confirmed, and it is active in animals", *Microbial Ecology in Health and Disease*, 12 (2000), p. 189; Hodgson, J., "Scientists Avert New GMO Crisis", *Nature Biotechnology*, 18 (2000), p. 13; Cummins, J., Ho, M-W., & Ryan, A., "Hazardous CaMV Promoter?", *Nature Biotechnology*, 18 (2000), p. 363; Hodgson, J., "Reply to 'Hazardous CaMV Promoter?'", *Nature Biotechnology*, 18 (2000), p. 363; Matzke, M. A., Matte, M. F., Aufsatz, W., Jakowitsch, J., & Matzke, A. J. M., "Integrated Pararetroviral Sequences", *Nature Biotechnology*, 18 (2000), p. 579を参照。

[42] Jepson, I., Martinez, A., & Sweetman, J. P., "Chemical-Inducible Gene Expression Systems for Plants - A Review", *Pesticide Science*, 54 (1998), pp.360-367, at p. 363.

[43] Gatz, *supra* note 32, at p. 17.

[44] Jefferson et. al., *supra* note 39, at p. 31.

[45] Oliver et. al., *supra* note 3, at p. 8.

[46] *Id.* at p. 4.

術によって確保される、生物の再生を抑制する能力もまた、農業上数多くの利益をもたらす可能性があるといわれる。たとえば、そのように遺伝子利用制限技術を用いて、小麦の穂発芽を防ぎ、病気に対して強くすることができるということが主張されている[47]。無性生殖する作物に遺伝子利用制限技術を適用すると、保存中に生育するのを防ぐといわれている。これによって、根菜類、塊茎の作物や多くの観賞用植物の貯蔵期間を延ばす効果が得られる。さらに、遺伝子組み換え植物によってもたらされる生育不能種子を使えば、輪作が行われない耕地における虫害の主要な原因である残存自生作物の存在を排除することができるであろう[48]。また、植物のライフサイクルをコントロールできるということは、作物を標準化することができるということである。これは機械に適合する均一的な植物を必要とする大規模機械化農業にとって、特に重要なことである[49]。

遺伝子利用制限技術に関する主張のうち最も物議を醸すもののひとつは、この技術が遺伝子汚染の問題を解決する可能性を有するとするものである。特に、遺伝子利用制限技術は次世代を不稔化させることができるので、活性化した植物の花粉が野生種の花に受粉したとしても、結果的に生じる種子が生育することはなくなるとされている。つまり、次世代が発芽できなくなることによって、遺伝子利用制限技術は遺伝子導入植物が拡散するのを防止するというのである[50]。当然ながら、遺伝子利用制限技術が

[47] Collins, H. B., "Protecting Technology and Encouraging Development", *Seed Info: Official Newsletter of the WANA Seed Network*, 21 (2001), p.1 (http://www.icarda.org/News/ Seed%20Info/21/SeedInfo21.htm にて閲覧可).

[48] *Id.*

[49] 機械化農業経営者がトウモロコシのハイブリッド種子を進んで購入するといわれるのは、ひとつには均一かつ安定的な作物が得られるからである。V-GURTs のもうひとつの利用可能性は、種子をつくらないように芝草を長期間維持するのが望ましいゴルフ場に存する。

[50] 国連食糧農業機関（本部ローマ）「食糧および農業の倫理に関する賢人パネル」のレポート（2001年）。FAO, "Potential Impacts of Genetic Use Restriction Technologies (GURTs) on Agricultural Biodiversity and Agricultural Production Systems" 14-18 Oct 2002, CGRFA-9/02/17, p. 1に引用。

実現すると主張される環境上のメリットについては、これを疑問視する向きも多い[51]。たとえば、「遺伝子組み換え作物の利用による汚染に対する『環境に負荷をかけない』解決策としてターミネーター種子を喧伝することは、バイオテクノロジーにおけるトロイの木馬である。ターミネーター種子がバイオセイフティーの名の下に市場に受け入れられてしまったら、ひいては農民に種子を保存、再利用させないための独占的ツールとして利用されることになるだろう」といわれている[52]。また、不稔形質が遺伝子利用制限技術の適用耕地をこえて広がれば、種を全滅させる「自殺植物の流行」が発生するのではないかという懸念も寄せられている[53]。この種の主張に

[51] GURTs の影響に関しては、他にも数多くの懸念が表明されている。たとえば、Shand, H., NGO Statement on Terminator Technologies, presented to UNEP/CBD/COP6, (10 April 2002)を参照。

[52] Shand, H., "Terminator No Solution to Gene Flow", *Nature Biotechnology*, 20 (2002), p. 775. 技術保護システムや他の遺伝子利用制限技術が遺伝子組み換え作物のための環境制御装置として有効かどうかに関しては、議論が続いている。See Tally, S., "Purdue Biotech Experts Say Genetic Plant Sterilisation Technology - Scorned by Environmentalists - Is Needed", *Ascribe Newswire*, (2002) (http://www.biotech-info.net/sterilization.html にて閲覧可); ETC Group, "ETC Responds to Purdue University's Recent Efforts to Promote Seed Sterilization - or Terminator - as an Environmental Protection Technology", *Genotype* (2002), 1 May 2002 (http://www.etcgroup.org/documents/geno2002 May1Perdue.pdf にて閲覧可); Smyth, S., Khachatourians, G. C., & Phillips, P. W. B., "Liabilities and Economics of Transgenic Crops", *Nature Biotechnology*, 20 (2002), p. 537; Daniell, H., "Molecular Strategies for Gene Containment in Transgenic Crops", *Nature Biotechnology*, 20 (2002), p. 581を参照。

[53] Mander, J., "Machine Logic: Industrialising Nature and Agriculture", in Kimbrell, A. (ed.), *The Fatal Harvest Reader: The Tragedy of Industrial Agriculture* (Washington, Island Press, 2002), p. 87 at p. 90. GURTs 作物の畑の隣で同じ種の非 GURTs 作物を栽培する農家が、GURTs 作物から流れてくる花粉によって不稔化が生じ、この非 GURTs 作物の種子を保存できなくなるのではないかというおそれもある。この種の主張は GURTs 支持者によって否定されている。「技術保護システム（TPS）が対象とする作物、すなわち大豆、小麦、イネはひじょうに自花受粉しやすい作物である。したがって近くの TPS 作物から飛んでくる花粉を受けるよりも前に、自身の花粉によって種子がつくられるはずである。異系交配の頻度はきわめて低く、仮に非 TPS 作物に不稔種子ができたとしても、その数量はごくわずかで、有意なものとはなら

対して、「不稔はある個体群に広がる形質ではなく、そもそも一世代においてのみ発現するもので、不稔種子から植物はうまれないのだから、そのような存在しない植物から、さらなる不稔植物の増殖につながる花粉がつくられることもない」とする見解もある[54]。

本稿にとって、遺伝子利用制限技術に関する最も重要な主張は、この技術を使って植物遺伝子資源の生成、利用、消費の態様をコントロールすることができるというものである。本稿ではこの問題に焦点を当てたい。遺伝子利用制限技術は、農民、育成者などのユーザーによる、保護された植物の再生を防ぐ限りにおいて、「種子や付加価値形質を許可なく再生させることに対して本来的な保護」を提供するものである[55]。結果として、生物学上の技術革新に時間と資金を投じる者に、知的財産法の要件を満たすことなく遺伝資源や遺伝関連の発明を保護する技術的な仕組みを提供することになる。遺伝子利用制限技術がコピー防止システムとして機能するという事実には、多くのメリットがあるといわれる。特に、民間組織（及び研究方法が商業的である公的機関）にとって、農業の研究開発に投資する魅力が高まることになるということがいわれている[56]。遺伝子利用制限技術によって、品種改良に時間と資金を投じる者は、第三者が生物資源を利用するにもかかわらずその報酬を支払わないという場合に生じる漏洩問題の解決策を手に入れることができるからである。漏洩問題とは、たとえば、農民が種子を保存したり、競業者が育成者権の例外を楯にして新品種を開発したりする場合に発生するものである。遺伝子利用制限技術のコピー防止システムとしての効力は、ハイブリッド技術をはじめとする自然制御機構が十分開発されていない場合、特に重要であろう[57]。また、品種

ない」という。Collins, *supra* note 47, at p. 2.

[54] *Id.*

[55] Jefferson et. al., *supra* note 39, at p. 13.

[56] Goeschi, T., & Swanson, T., "The Development Impact of Genetic Use Restriction Technologies: A Forecast Based on the Hybrid Crop Experience", *Environment and Development Economics*, 8 (2003), p. 149, at p. 151.

[57] The International Seed Federation, *Position Paper of the International Seed Federation*

改良に投資する企業が知的財産保護の水準あるいは内容に満足していないという場合も、同じく重要であろう[58]。遺伝子利用制限技術の擁護派は、この技術が農業に関する研究への投資の拡大をもたらす限り、品種改良が促進され、この分野における画期的発明が増加し、最終的には改良品種が開発されるに至ると主張する。また、遺伝子利用制限技術によって、現在は顧みられることのない狭小分野にも投資が及ぶこととなり、遺伝関連の多様性が拡大し、農民の選択肢が増えるということもいわれている。デルタ・アンド・パイン・ランド社の代表者が述べているように、「利益をもたらさない技術、暮らしを豊かにしない技術に、お客様である農業経営者はお金を出してはくれません。世界中の農民にとって選択肢が増えることは、あらゆる人の利益になることですが、技術保護システムはこれを実現するための手段なのです」[59]。

遺伝子利用制限技術の擁護派が、この技術が植物に関する画期的発明を保護することによって、長期的な利益が数多くもたらされると考えているのに対し、批判派の見方は懐疑的である。彼らは、この技術が植物遺伝資源の生成、利用、消費の態様に悪影響を及ぼすと主張する。特に、遺伝子利用制限技術が利用可能になれば、現在の知的財産権制度「の意義がほとんどなくなってしまうだろう。知的財産が有体物そのものと一体化することになるからである」という主張がなされている[60]。ここで懸念されているのは、生物学に基づく保護システムによって、知的財産法の設計時に政府が施した政策的コントロールが事実上とりはらわれてしまうのではないかということである。具体的には、遺伝子利用制限技術による保護は、現在の知的財産保護に比べて、より広汎なものであり（ゲノム全体・あらゆる種子に及ぶ。）、より効果的であり（100%の制御。）、そして、より長く存続するものである（期間限定のものではなく永久的なもの。）という

on Genetic Use Restriction Technologies, adopted at Bangalore, India in June 2003 (http://www.worldseed.org/Position_papers/Pos_GURTs.htm にて閲覧可）を参照。

[58] Collins, *supra* note 53, at p. 2.

[59] Collins, *supra* note 53, at p. 3.

[60] Jefferson et. al., *supra* note 39, at p. 37.

ことが懸念されているである[61]。さらに問題とされるのは、遺伝子利用制限技術が現在の知的財産法に設けられた例外規定――重要なものとして、農民が種子を保存する権利[62]、新品種開発のためあらゆる品種の利用を可能にする育成者権の適用除外[63]、特許法（有意な形式で存在している場合。）上の試験研究に関する適用除外――を有名無実化する可能性があるという点である。遺伝子利用制限技術が知的財産法に取って代わってしまえば、複雑でデリケートな問題も関係機関の協議によってではなく、技術の専断によって決まることになる[64]。遺伝子利用制限技術のせいで、農民があるシーズンの作物から得た種子を保存して次のシーズンに蒔くという慣行が破壊されると、毎シーズン種子を購入することが事実上義務づけられることになる[65]。もしそうなれば、農民は種子の供給を、ひいては自分たちの生活を、種子生産者に依存することになる。育成者や植物に関する素材の研究者も、同様であろう[66]。

***

こうした議論の多くは、知的財産を扱う法律家にはなじみのあるものである。たとえば、民間組織は再生を制御するなんらかの手段を有する場合

[61] Convention on Biological Diversity, Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice, "Note by the Executive Secretary", *Consequences of the Use of the New Technology for the Control of Plant Gene Expression for the Conservation and Sustainable Use of Biological Diversity*, UNEP/CBD/SBSTTA/4/9/Rev.1 17 May 1999, p. 9.

[62] 1991年改正「植物の新品種の保護に関する国際条約」第5章。バイオテクノロジー発明の法的保護に関する1998年7月6日欧州議会および欧州評議会指令98/44/EC 第11条。

[63] ハイブリッド技術に関しては、育成者が優良親株を利用できないというのが一般的である。

[64] Pottage, A., Untitled (manuscript on file with authors), p. 1.

[65] Jefferson et. al., *supra* note 39, at p. 18.

[66] FAO 食糧および農業遺伝資源委員会 "Potential Impacts of Genetic Use Restriction Technologies (GURTs) on Agricultural Biodiversity and Agricultural Production Systems: Technical Study", CGRFA-9/02/17 Annex 14-18 October 2002, para. 15 , p. 13.

にのみ、民間組織は農業研究に投資するという考え方は、特許権、意匠権、著作権ならびに育成者権の付与を正当化する際に用いられる論理と同じである。また、知的財産保護が生物学を基礎とする保護システムに取って代わられるという懸念は、著作権によって保護される著作物へのアクセス規制として、（デジタルの）技術的保護手段の利用が増えていることと対比できよう。遺伝子利用制限技術に対する批判は事実や経験に裏打ちされていない、と同技術の擁護派は主張するけれども[67]、これは生物発明に対する特許付与に反対する倫理的な議論と類似のものである。遺伝子利用制限技術は、遺伝子コピー防止システムとして機能する限りにおいて、デジタル技術との関連で用いられる技術的保護手段と明白かつ実質的に類似する。植物や動物の繁殖を制御するのに用いられた、初期の生物関連の技術的保護システムとも類似している。そのような技術的保護システムとしては、たとえば、肝吸虫を羊に意図的に寄生させて生殖力をなくすことや[68]、魚の養殖における三倍体（染色体が２本ではなく３本のもの。）への誘導操作などが挙げられる。生物学を基礎とする保護システムとしておそらく最もよく知られたものであり、そして遺伝子利用制限技術が植物遺伝資源の流通・利用に及ぼす可能性のある影響を考える際に最も理解しやすい起点を提供してくれるものとして、ハイブリッド種子を挙げることができよう。

ハイブリッドの形成は、商業用種子を舞台に1920年代から行われており、きわめて近接する同系の二種を遺伝交配して行うものである。ハイブリッドシステムはあらゆる作物で利用可能なわけではないが、時代とともにトウモロコシ、モロコシ、ヒマワリ、カノラ（キャノーラ）など多くの他花受粉作物に利用されてきた。ハイブリッド技術の最も重要な効果のひとつ

[67] "Proposal of the United States of America Regarding Procedural and Substantive Issues on the GURTS Memorandum Submitted by the Office of the Union to the Convention on Biological Diversity", UPOV CAJ/47/7 (31 March 2003) Annex II, p. 5.

[68] Ritvo, H. "Possessing Mother Nature: Genetic Capital in Eighteenth-Century Britain", in Brewer, J., & Staves, S. (ed.), *Early Modern Conceptions of Property* (London, Routledge, 1995), p. 413.

は、「雑種強勢」をもたらすというものである。収量増ならびに作物の標準化をもたらすのである。もうひとつの特筆すべき特徴は、最初こそ収量が増えるものの、そこから得られた種子を利用しても質量ともに低下したものしか得られず、その後は代を重ねるごとに低下の一途をたどるというものである[69]。農民は初代の作物から得た種子を利用することができるが、次世代以降に収量上のメリットはないのである。その結果、ハイブリッド技術は事実上の技術的保護システムとして、つまりは植物遺伝子資源の利用態様を制御する手段として機能することになる[70]。厳密には、ハイブリッド作物から得られた種子を蒔けば収穫を得ることができるのである。しかし、種子が実際に保存され、利用されることはほとんどない。「二代目の種子は初代と異なるものであり、結果的に収量などにおいて劣る」からである[71]。ハイブリッド作物を創造するのに使われた同系に属する親種が公表されない限り、農民は毎年種子を購入する必要に迫られることになる。

ハイブリッド技術と、それが植物遺伝資源の流通、利用に与えた、そしていまなお与えつづけている、影響に関しては、多くの主張がなされている。たとえば、ハイブリッド技術がもたらす保護によって、民間企業の研究開発投資が促されているということがいわれている。実際、ハイブリッド種の開発にあたり一番の動機となったのは、研究開発の結果としての恩恵にあずかる程度が高まることだとする議論がある[72]。その真偽はともかく、民間企業は、成果としての品種の利用をコントロールできる場合に、作物改革への投資に積極的であったということは、明らかである。対照的に、大豆、小麦、イネ、綿など、ハイブリッドの形成が困難である自花受

[69] Jefferson et. al., *supra* note 39, at p. 21; *supra* note 66, para. 3, p. 1.

[70] Collins, *supra* note 47, at p. 1.

[71] *Id.*

[72] Swanson, T., & Goeschi, T., "Genetic Use Restriction Technologies (GURTs): Impacts on Developing Countries", *International Journal of Biotechnology*, 2 (2000), p. 56, at p. 74; Steinbrecher, R. A., & Mooney, P., "Terminator Technology: The Threat to World Food Security", *Ecologist*, 28 (1998), p. 276.

粉種への投資には、企業は消極的であったといわれている[73]。ハイブリッド技術によって促進され、民間研究投資がなされることには、長期的に多くの利益をもたらすとされる。たとえば、農民が作物から得られた種子を保存して利用するのではなく、毎年ハイブリッド種子を購入してくれることで、「継続的研究の質ならびに資金が保証され、ひいては新たな改良品種の登場につながる」ということが、しばしば主張されるところである[74]。

多くの評者が指摘するように、ハイブリッド作物と遺伝子利用制限技術とは、その特徴を同じくするところが多い。特に、両者とも利用制限技術として機能するものであり、そのように機能することで、植物遺伝資源の改変操作、利用の態様を決定づける可能性を有するものである。たとえば、ハイブリッド主体の農業についての経験をもとに、遺伝子利用制限技術によって「利潤獲得の程度が高まることが動機となって」[75]、民間企業による作物改良への投資の比率が高まるだろうということがいわれている。一方で、ハイブリッドトウモロコシがもたらした影響に関する研究をもとに、「植物素材の取引の流れや公的資金援助の水準が限られたものであることから、遺伝子利用制限技術の普及スピードは遅いものとなるのではないかと懸念することには十分な根拠がある」ということもいわれている[76]。

ハイブリッド技術と遺伝子利用制限技術とは明らかな類似点を有するものの、そのことから結論を導くことに関しては注意が必要である。ひとつの理由として、遺伝子利用制限技術の方がより効果的な制限システムとなり、より広く普及する可能性があることが挙げられる[77]。特に、ハイブリッド技術が成功しているのはごく限られた作物である（大麦、綿、粟、キビ、イネ、大豆、小麦には、ハイブリッド技術は利用されていない。）

[73] Collins, *supra* note 47, at p. 1.

[74] *Id.*

[75] Goeschi & Swanson, *supra* note 56, at p. 162.

[76] Swanson & Goeschi, *supra* note 72, at pp. 67-68.

[77] GURTsは「その仕組み、射程、意味合いが根本的に違う」といわれる。Jefferson et. al., *supra* note 39, at p. 17.

のに対して、遺伝子利用制限技術は理論的にはすべての種子作物に適用することができるものである[78]。さらに異なるのは、ハイブリッド作物から得られた種子を保存して、蒔いた場合には多少なりとも収穫を得ることができるが、遺伝子利用制限技術で保護された種子の場合、収穫が100%望めないという点である。ハイブリッド技術についての経験にもとづいて結論を導き出すことに関して注意が必要であるということのもうひとつの理由は、遺伝子利用制限技術が置かれた今日の法的、政治的、経済的状況が、ハイブリッドが初めて実用化された1920年代のそれと著しく異なっているということである。遺伝子利用制限技術が植物遺伝資源の生成、利用、消費に対して及ぼしうる影響について考える際に歴史から学びとるべき教訓を念頭におくことは重要である。しかし、同技術を、それが実際に機能するとみられる環境の中に位置づけることもまた、重要である。

***

遺伝子利用制限技術をとりまく技術面での不確かさが払拭された場合には、この技術は植物遺伝子資源の生成、利用、流通に対して悪影響を及ぼす現実的な可能性を有することになるといえる。だが結局のところ、遺伝子利用制限技術が植物遺伝資源に対して及ぼしうる影響というものは、たとえば、実用面での困難を克服できるか、商業的に採算が合うか、既存の農業制度の性質（作物の種類、ハイブリッド技術の利用可能性、在来種への依存など。）、機械化の水準、適用対象となる地理的範囲、作物から得られた種子を保存して利用することが農民の間でどの程度習慣化しているか、などのさまざまな条件によって変わってくるであろう。これらはいずれも考慮すべき重要な事柄であるが、本稿では、これらほど注目を集めてこなかった、しかしこれらに等しく重要な、別の事柄をとりあげたい。それは、この20年ほどで植物遺伝資源に対する法の支配が始まってきたということである。我々は、法が植物遺伝資源の生成、流通、利用に及ぼす

[78] GURTsは、「小麦、イネなど、ハイブリッド形成が有意な規模で行われなかった作物」に対して、より大きな影響を及ぼすとみられる。Goeschi & Swanson, *supra* note 56, at p. 152.

影響が大きくなってきているのを目の当たりにしてきたということである。特に知的財産保護は、かつて植物関連発明の保護に関して、よく見積もったとしても最小限の役割しか果たしていないものであったが、今日では遺伝資源の生成、流通、利用に関してきわめて重要な役割を果たしている。たとえば、10年前ビクトリア州（オーストラリア）で栽培されていた小麦は、どの品種も自由に栽培することのできるものであった。しかし、2005年末までには、ビクトリア州で栽培される小麦の主要品種はすべて植物品種に関する権利によって保護されることが見込まれている。オーストラリアの他の州や、他の多くの先進国においても状況は同じである。これまでのところ、米国が特筆すべき例外となってはいるものの、生物関連発明に係る特許が農業活動にあまり大きな影響を与えていないという国が多い。しかし、この状況は近いうちに変わるとみられる。実際、最近のデータによると、米国で最も成長の速い特許分野は農業関連である[79]。

農業分野における法の射程が拡大したということのもうひとつの注目すべき現象は、植物育成者権によって保護された品種に関する収益確保の方法として、エンドポイントロイヤリティの利用が増えているということである。種子に関する契約にこのエンドポイントロイヤリティが規定されている場合、農民は購入した種子にもとづくのではなく、栽培作物から得た収入にもとづく一定割合を使用料として支払うことになる。このエンドポイントロイヤリティは、（本が売れるか否かのリスクを著者と出版社が共有するように）不作のリスクを農業経営者と育成者が共有するものであるだけではなく、少なくともひとつの見方として、単なる物の増殖に対する権利からもっと一般的な権利へという、植物育成者権による保護範囲の転換を示すものである。すなわち、植物育成者権が創設する財産は、特許権が創設する財産により近似するかのように変化しているということである。もしこれが現実のものとなったら、知的財産権の射程が育成者や栽

[79] King, J., & Heisey, P., "Ag Biotech Patents: Who is Doing What?", *Amber Waves: The Economics of Food, Farming, Natural Resources, and Rural America*, Vol. 1 (November 2003) (http://www.ers.usda.gov/AmberWaves/November03/pdf/agbiotech.pdf にて閲覧可).

培家をこえて、運送業者、加工業者、はては製造業者にまで拡大する可能性がある。現実のものとならないにしても、植物遺伝資源に対して付与される特許の数が将来的に増えるのはほぼ間違いなく、そのことが同じような変化をもたらすことになるだろう。植物遺伝資源に対する法の支配は、農民の植物素材の扱い方、とりわけ種子の保存を制御しようとする栽培者契約の利用増加や、生殖質の譲渡を規制する物質移転契約（Material Transfer Agreements）の利用増加によって加速してきている。農業研究の商業化に対する関心が最近高まっていることも、この動きを後押ししている。

国際レベルでも、生物素材に対する法の支配の強化を後押しする変化が多数生じている。たとえば、1993年生物多様性条約は、遺伝資源に対する国家主権という考え方を国際法に導入し、遺伝資源の利用態様が変化するきっかけとなった。生物多様性条約の存在によって、この条約をどのようなかたちで国内法体系に導入するかをいまだ決めかねている国家間において、生殖質の取引が遅れ、場合によっては停止したという事例もある。生物多様性条約を国内法体系に導入した国はほとんどないが、利益配分契約の導入や事前のインフォームドコンセントの義務づけは、植物遺伝資源の利用態様に影響を与えるとみられる。これらはまた、生物関連発明にかかるコストを増加させるとも考えられる。2004年6月29日に発効した植物遺伝資源国際条約（International Treaty on Plant Genetic Resources）も、植物遺伝資源に対する法の支配を強化する可能性を有するものである。この条約の影響力は、条約を基礎として作成される物質移転契約が具体的にどのようなものとなるか、また、条約が対象とする植物遺伝資源を入手して発明をした場合にどの程度知的財産保護の享受を許されるのか、ということにある程度かかっているということができる。

この20年間ほどで生じた法の支配の進展は、植物遺伝資源の生成、流通、消費に多くの重要な影響を及ぼすとみられる。また、遺伝子利用制限技術が商業化された際の影響に関しても、これを左右する上で重要な役割を果たすだろう。植物遺伝資源に対する法の支配がもたらす最も重要な効果のひとつは、遺伝子利用制限技術が知的財産保護に取って代わる可能性がかなり低くなるということである。その理由として、ひとつには既存の法と慣習とが相互に補完的であるだけでなく、代替的であることが少なくないということを挙げることができる。遺伝子利用制限技術が再生を制御する手段を提供するものにすぎず、利用や報酬のあり方という重要な事後的問題や、模倣者によるフリーライド問題には対処しえない[80]ということも、補強要因として挙げることができる。したがって育成者は、依然としてみずからがなした生物関連発明の利用態様を制御する仕組みをつくりだす必要があることになる。このとき、遺伝子利用制限技術を利用して発明の保護をはかる育成者は、それ自体法によって創設され、あるいはますます法に支配される組織やネットワーク、制度に依存せざるをえないであろう。

遺伝子利用制限技術が知的財産法に取って代わることはないといっても、このことは、この技術が知的財産法の将来的発展に関して重要な役割を果たさないということを意味するものではない。とりわけ、育成者や品種改良に投資する者らが、知的財産法のあり方やその方向性に影響を及ぼすべく、遺伝子利用制限技術を戦略的交渉手段として用いるということが考えられる。たとえば、開発途上国、特に TRIPS 協定第27条(3)(b)の履行が義務付けられている国において、新立法が農民や育成者に関する適用除外条項を含まないものとなるよう政策担当者に圧力をかける手段として、遺伝子利用制限技術が用いられるかもしれない[81]。先進国においては、既存の適用除外条項を変えたり、削除したりするよう政策担当者に圧力をかける手段として、遺伝子利用制限技術が用いられる可能性がある。これは、オーストラリア種子協会（Seed Association of Australia）が特許権（植物育

[80] ジェファーソンらが指摘するように、遺伝子利用制限技術を利用したとしても、それ自体では「『技術的に保護された』種子をリバースエンジニアリングなどの手段によって複製する技術力を持った他の企業による特定製品についての模倣行為を防ぐことはできない。したがって、特許権、植物育成者権、営業秘密保護が、発明者と偶発的な模倣者との関係において、特定の素材に対するコントロールを確保する上で重要なツールでありつづけるであろう。」 Jefferson et. al., *supra* note 39, at p. 37.

[81] *supra* note 57, at p. 1.

成者権よりも適用除外条項が少ない。）の対象を動植物にまで広げさせるべく行ったキャンペーンにおいて、実際に行ってきたことである。遺伝子利用制限技術は、コピー防止措置が施された遺伝素材を利用する際に支払われる報酬のあり方を決めるための手段として利用される可能性もある。植物遺伝資源に対するさらなる法の支配のきっかけとなることも考えられる。このことは遺伝子利用制限技術に対する反応の第一波として、すでに生じつつある。たとえば、米国議会に最近提出された法案では、不稔種子の禁止がうたわれている。とりわけ、「生殖力を持たず、もしくは外部からの化学的誘発措置によって生殖力を奪われた種子を生み出す植物へと成育するよう遺伝子操作された種子は、何人もこれを製造し、または配布し、販売し、栽培し、利用してはならない」とされている[82]。インドでは、遺伝子利用制限技術の射程や利用の制限を試みる法律が成立した[83]。生殖質に対する法の支配は、「種子の発芽を阻むべく仕組まれた遺伝システムは育種素材に加えない」[84]という国際農業研究センター（International Agricultural Research Centres）の決定によっても強められている。遺伝子利用制限技術の排除において法的手段による監視の必要性がある限り、植物遺伝資源の生成や流通を規制する上で法の果たす役割は定着することになるだろう。

***

デリダが我々に気付かせてくれるように、「発明とはつねに不法、すなわち暗黙の契約に対する違反を前提とするものである。それは、関心をもたないもの、すなわち財産の平和な秩序に混乱をもたらすものである」[85]。

[82] Genetically Engineered Crop and Animal Farmer Protection Act of 2003, H.R. 2918 (25 July 2003), section 9. この法案は農業委員会の Subcommittee on Conservation, Credit, Rural Development and Research に付託されている。

[83] Protection of Plant Variety and Farmers' Rights Act (2001).

[84] Consultative Group on International Agricultural Research, *CGIAR News*, December 1998, p. 3 (http://www.worldbank.org/html/cgiar/newsletter/dec98/dec98.pdfにて閲覧可).

[85] Derrida, J., "Psyche: Inventions of the Other" (trans. Porter, C.), in Waters, L., & Godzich, W. (eds.), *Reading de Man Reading* (Minnesota, University of Minnesota Press, 1989), pp. 25-65, at p. 25.

遺伝子利用制限技術もこの論理に従うものだが、これまでの発明にない、はるかに狂暴な振る舞いをしかねないものである。この技術は、生体を、遺伝子が生き延びるためだけに存在する消極的な「生存機械」にすぎないとするドーキンスの考え方を覆す。つまり、植物を「自殺機械」に変えることができるものなのである。

遺伝子利用制限技術は自然の摂理を乱すものであるが、これが既存の法や農業の実際にどのような影響を与えるかは、まだ検討の対象とされているところである。また、いまだ研究室から実際の現場にうまく移植されると期待されている段階でありながら、この技術とそれをめぐって展開されてきたさまざまな議論は、数多くの重要な問題を提起した。知的財産法に関していえば、遺伝子利用制限技術によって、生物関連発明の対象が機械ないし化学関連発明の対象とはまったく違うという事実が、より明らかなものとなる。この違いは権利の付与という側面にとどまらず、おそらくそれよりも重要であると思われるが、権利の利用という側面にまで及ぶものである。こうして遺伝子利用制限技術は、技術的中立という考え方の愚かさを我々に思い起こさせてくれる。また、知的財産法で用いられる考え方や手法の多くは機械発明に対応するために（程度は異なるが化学関連発明についても同様である。）生み出されたものであるということにも気付かせてくれる。遺伝子利用制限技術が植物遺伝資源に与えうる影響について徹底的に考えると、知的財産と農業の関係についての研究がこれまでほとんど行われてこなかったということが浮き彫りになる。遺伝子利用制限技術が植物遺伝資源に対して及ぼしうる影響を理解するためには、まず、知的財産が植物遺伝資源の生成、流通、利用の各場面で果たす役割についてもっと理解する必要がある。植物遺伝資源の規制に関して知的財産の果たす役割がますます重要なものとなっており、遺伝子利用制限技術が植物遺伝資源の利用、消費の態様を変えるうえで果たしうる役割も潜在的に重要であるということを考えれば、これは喫緊の課題である。