

DNA 情報は誰のものか

—科学情報過程論構築のために—

島田 久美子

日本大学大学院総合社会情報研究科

Who possess DNA information?

—To establish the theory of the process of science information—

SHIMADA Kumiko

Nihon University, Graduate School of Social and Cultural Studies

In order for the civil society to gain access to and participate in shaping the direction of science knowledge, this paper constructs a theory on the science information process. As one aspect, this paper will introduce speculations on the concept of using DNA information.

DNA is the blueprint for life, and by manipulating it and thus being able to alter life, it has social impact beyond existing science knowledge and as such has raised serious issues.

Overviewing the history of science information in addition to the current situation associated with DNA, such as deciphering the human genome, biotechnology, science self-regulation, legislative regulation trends, reproductive technology, and industrial use, taking DNA information as a shared asset for society from the aspect of the theory of the science information process, this paper will investigate what kind of communication between systems should be used to control information.

1.はじめに

科学知は誰のものなのだろうか。物理学や化学、生物学など、多くの科学者たちが自然を解明してきた。その知には当初は特許などもなく、利用は比較的自由だった。そのおかげで、産業革命も普及し、自動車や船舶、機関車なども作られ、石油化学製品や金属加工も自由に行われ、家電製品や日用品も作られ、電磁気や放射線も利用され、航空機やロケットも生み出されたと言っても大げさではないだろう。そのような科学知の一つである DNA 情報について、その利用のされ方が議論されている。DNA は、生命の設計図であり、これを組み替えることにより生命操作が可能になることで、従来の科学知を超えた社会的なインパクトを持ち、深刻な問題が生じている。

本稿では、DNA にまつわる科学情報について概観し、DNA 情報を社会的共通資産として捉えるとともに、科学情報過程論の立場から、どのように利用に

関するコンセンサスを社会が形成し、科学知の応用に何らかの制御の方法を形成していくのか、その方向性について考察していきたい。

2.生物学の科学革命

自然科学は、西洋での成立当初神が作った世界を読み解く行為であると考えられていた。物理学も生物学もしかり。物理学では、太陽が地球の回りを回っている天動説から、地球が太陽の回りを回っているとする地動説への科学的世界観の革新を、科学史科学哲学者のトマス・クーンは科学革命¹と命名した。生物学においては、遺伝子操作がこの科学革命に当たるという指摘もある²。生物学では、生命の

¹ トマス・クーンは、ある時代の科学観をパラダイムと置き、このパラダイムが変革して新しい科学観に変わることを科学革命と命名した。

² 米本昌平『バイオポリティックス 人体を管理する

根源は何かという問いが立てられ、細胞がロバート・フックによって発見された。あらゆる動植物が細胞を持つことから、細胞が生命の根幹をなすと考えられるようになった。これを細胞説³という。顕微鏡の発明が、細胞の観察を容易にした。やがて、顕微鏡の精度が上がると細胞小器官が観察されるようになり、細胞が持つ核の中にある染色体が観察されるようになった。

生命現象の謎に迫るために、科学者たちは遺伝子という存在を仮説とするようになった。遺伝という現象はメンデルの遺伝の法則で知られている。オーストリアの司祭であったメンデルがエンドウの交配実験により解明したのが端緒である。やがてミーシャーにより染色体を構成している DNA という安定的な物質が発見されると、タンパク質か DNA のどちらかが遺伝子の本体という考え方が主流となった。グリフィスとアベリーの肺炎双球菌の実験、ハーシーとチェイスによるバクテリオファージの実験などにより、遺伝子の本体はタンパク質でなく DNA であることが解明された。DNA の構造は、二重螺旋構造であると、ワトソンとクリックがモデルを発表し、ノーベル賞を受賞した。ここまでは、従来の生物学の自然を読み解く研究であった。

二重らせん構造の発見後は、DNA 上にある遺伝子の物質的な側面からの研究が発展し、分子生物学とよばれる研究分野が開拓された。遺伝子の機能の解析は生物学のほとんどの分野と関係がある。特にグリフィスが発見した形質転換は生物の遺伝子を人為的に操作する方法へと道を開き、遺伝子工学へと発展していった。神が創った世界を読み解くことから、生命の設計図である DNA を使って生命の形質を操作することが可能になった。例えば、ヒトのホルモンであるインスリンの遺伝子を大腸菌に組み込み、ヒトインスリンを合成させることができる。植物では、農薬耐性を持たせる遺伝子をトウモロコシに組み込み、害虫の被害が少なく収量が上がる遺伝子改良作物を生み出すことにもつながる。

とはどういうことか』中公新書 2006 年 p40~p90。

³ 動物細胞をシュワンが、植物細胞をシュライデンが観察し、フィルヒョーが細胞説を完成させた。

3.DNA の発見とヒトゲノム解析プロジェクト

当初生物学者たちは、交配を用いて染色体上の遺伝子の位置を確認する研究方法を用いていた。組み換え価という指標を用いた三点交雑法である。モーガンはこの方法で、ショウジョウバエの遺伝子地図を作ることに成功した。これは、染色体レベルの研究である。しかし、研究が進み DNA がアデニン、チミン、シトシン、グアニンの 4 塩基によって書かれていることが解明され、塩基 3 つが一つのアミノ酸を意味し、この遺伝暗号を翻訳することでタンパク質が合成されていることが判明すると、科学者たちは生命の設計図である DNA 配列を読み取る作業を開始した。『ヒトゲノム=生命の設計図を読む』清水信義著(岩波書店)⁴によると、当初は、性能の悪い実験器具で、小さな遺伝子を読むのが精一杯で、一つの遺伝子を解明するのに莫大な時間と労力が必要だったという。最初に読まれたのはバクテリオファージの遺伝子だった。しかし、次第に DNA を読み取る作業を高速で自動化する装置が開発され始める。そして、様々な遺伝子を読み取る個別の研究が進む中、国際的なプロジェクトとして華々しく登場したのがヒトゲノム計画⁵(Human Genome Project)であった。ゲノムとは、生物の遺伝情報を完全にカバーする一群の遺伝子のことを指す。

プロジェクトは、各国のゲノムセンターや大学などによる国際ヒトゲノム配列コンソーシアム⁶によって組織された。1990 年に米国のエネルギー省と厚生省によって 30 億ドルの予算で発足し、15 年間での読み取り完了が計画されていた。発足後、プロジェクトは国際的協力の拡大と、ゲノム科学の進歩及びコンピュータ関連技術の進歩により、ゲノムの概略図であるドラフトを 2000 年に完成した。2000 年 6 月 26 日、ビル・クリントン米国大統領とトニー・ブレア英国首相によってヒトゲノム計画の終了が発表

⁴ 清水信義『ヒトゲノム=生命の設計図を読む』岩波書店 2001 年 p57~69。

⁵ ヒトゲノム計画とは、ヒトのゲノムの全塩基配列を解析するプロジェクトであり、アメリカ、イギリス、フランス、ドイツ、日本などの国際的な協力体制で行われた科学研究。

⁶ INTERNATIONAL HUMAN GENOME SEQUENCING CONSORTIUM

された。このヒトゲノムの情報は、国際的に誰でも利用することができる、世界的な共有財産になっている。しかし、世界的な共有財産にするには難しい問題があった。その一つは、セセラ・ジェノミクス社がヒトゲノムプロジェクトを商業利用しようとしたことである。この企業はショットガン・シーケンシング法という新しい方式でシーケンシング⁷を行い、新たに発見された遺伝子を特許化しようとした。これは公的資金によって進められているヒトゲノムプロジェクトの理念と対立し、調整を図る為にバミューダで会議が開かれた。会議の結果として、作成されたデータは全て公開し、全ての研究者が自由に利用できるようにするという項目を含む、バミューダ原則（1996年2月）が合意された。ヒトゲノムプロジェクトのほかにも国際ゲノムプロジェクトは数多くあり、マウスやショウジョウバエ、線虫、微生物や寄生虫などの配列解析は科学の発展に重要な役割を果たすと考えられている。

4.植物のバイオテクノロジーと遺伝子組み換え作物

遺伝子組み換え技術の応用は、当初植物から始まった。まず、DNAを特定の場所で切断する制限酵素と、DNA断片をつなぐ酵素であるリガーゼが開発された。ウイルスを運び屋のベクターとして使用し、植物が持っている環状DNAであるプラスミド⁸に組み込んだ。この方法により、例えば細菌が持っている農薬耐性遺伝子を、トウモロコシなどに導入し、特定の農薬に耐性のあるトウモロコシを作ることができるようになった。

従来の育種学では、長い時間をかけて交配を繰り返して新品種を作り出してきたが、『植物育種学』（東京大学出版会）によると、やがて放射線照射などの処理で胚の染色体に突然変異を起こし、有用な形質を持つ個体を選抜する作業を重ねるという手順が行われるようになった。DNAを損傷させることによ

て生じる、放射線照射による突然変異では、有用な変異が起きる確率も低く、どんな変種が得られるかは予測不能であった。

遺伝子組み換え技術では、得たい形質を発現させるDNAを組み込める上、そのDNAは植物以外の生物でも構わないために、大きく育種の世界を広げることになった。遺伝子組換え作物の作製には、効率化や安全性向上のために様々な手法が取り入れられた。また、アメリカ合衆国では研究の進展とともに厳しいガイドラインが設けられ、GMO（遺伝子組み換え作物）が今日まで規制される基礎となった。

『植物の分子育種学』（講談社）によると、まずは遺伝子組み換え作物では、除草剤耐性、病害虫耐性などの利点を重視した作物の開発が先行、このようなものを、第一世代遺伝子組換え作物とよぶ。栄養価を高めたり、有害物質を減少させたり、医薬品として利用できたりするなど、消費者にとっての直接的な利益を重視した遺伝子組換えで作られた作物を第二世代組換え作物という。ISAAA⁹の調査によると、遺伝子組換え作物の栽培国と作付面積は年々増加し、2013年現在、全世界の大豆の作付面積の79%、トウモロコシの32%、ワタの70%、カノーラの24%がGM作物である。

また、モンサント¹⁰などの種子メーカーが、自社の種子に、自社の農薬への耐性遺伝子を組み込むなど、世界の穀物作付けに大きな影響を与えており、そのような販売戦略を危険視する市民もいる。モンサントは世界の穀物の野生種の種子バンクを所有しており、病虫害が出た場合にそれに耐性のある野生種の遺伝子を独占している。人類の将来を左右する遺伝資源の一企業の独占を批判する声もある。遺伝子組み換え作物に関しては様々な問題点が指摘されている。第一には、生態系への影響、食品としての安全性などである。単一の作物や品種を大規模に栽培することが、病害などへの危機管理から危険なのではないかという批判や、自然界に存在しなかった

⁷ DNAを構成するヌクレオチドの結合順序（塩基配列）を決定すること。

⁸ 細胞中で核のDNAとは独立に複製、分離する小型DNAの総称。環状の分子が多いが、線状のものも知られており、遺伝子組み換えではベクターとして多用される。

⁹ The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications

¹⁰ マリー＝モニク・ロバン『モンサント』作品社、2015年 p204~p233, p372~478。

遺伝子が、自然界の種との交配により、周囲の生態系を汚染するという批判もある。何十億年も前に、進化の過程で分かれた細菌類と植物の DNA をつなぎ合わせることで、危険だと感じる市民も多く、アメリカでは、遺伝子組み換え作物を原料にした食品のことを、フランケンフードと呼ぶこともある。自然界に存在しなかったタンパク質などの合成により食品としての安全性を損い、免疫系の疾患を引き起こしているという主張がある。

遺伝子組み換え作物は、世界規模の生態系に対する実験であるとも言える。このような行為を、人類は望んでいるのだろうか。短期的には収量も上がり、企業の売り上げは伸びるが、長い目で見て自分たちは何をしているのか問い直す時が来たときには、遅いということにもなりかねない。

5. 科学者の遺伝子操作の自主規制

1975 年、遺伝子を使った研究が進む中、28 か国から参加した科学者たちは自主的に遺伝子組み換えに関するガイドラインを策定した。この会議は、アメリカ合衆国カリフォルニア州アシロマにおいて開催されたことからアシロマ会議¹¹と呼ばれている。科学者自らが研究の自由を束縛してまで、ガイドラインが必要だと考えていたことが分かる。分子生物学は爆発的な成長を遂げ、特定の部位で DNA を切り取る、形質転換など遺伝子組み換えの基礎となる技術が樹立され、大腸菌を用いた発ガン性ウイルスの研究などが着手されつつあった。科学者の中には、この新技術に重大な危険性があることを指摘する者もいた。例えば大腸菌のように人の体内で生育する細菌が新たな病原性を獲得した場合、それらは容易に広まりうる可能性をもっている。またこの技術は細菌兵器などに容易に応用されうる。生物によるこのような災害をバイオハザードという。当時公害に関する規制は強化されつつあったものの、生物実験施設に対する規制はなかった。

この自己規制の取り組みのきっかけは、腫瘍学者

のロバート・ボラックが組み換え技術を開発したポール・バーグに危険性を指摘したことに始まる。バーグはノーベル賞受賞者のワトソンらなどと連名で、遺伝子組み換えのガイドラインに関する国際会議を行うことを提案した。会議では様々な見解が出されたが、シドニー・ブレナーによって提案された「生物学的封じ込め」¹²によって合意に達した。また各国はこの会議に基づいて「物理学的封じ込め」¹³などのガイドライン制定を行った。日本では「組換え DNA 実験指針」が取り決められた。

文部科学省の定めた指針には「組換え DNA 技術は、1972 年に開発されて以来、生物の仕組みを明らかにする基礎的研究を始め、医薬品や酵素の効率的製造や農作物等の短期間での改良など幅広く用いられており、ライフサイエンスにおける基盤的技術となっている。このため、今後のライフサイエンスの発展を図るためには、組換え DNA 技術を用いた研究を適切に推進することが必要とされる。一方、組換え DNA 技術は、それまで自然界に存在しなかった新しい遺伝子の組合せを生み出すものであり、開発当初に、十分な安全措置のないままに研究を進めた場合、人間及びその他の生物に危険をもたらす可能性がないとは断言できないとの考えが示された。このようなことから、組換え DNA 研究の推進に当たっては、その潜在的危険性を最大限に見積もり、これに対処するための万全の予防手段を講じることが重要で、我が国を含む先進諸国において、組換え DNA 実験の安全確保のための指針が作成・運用されてきている」としていた。

また、指針は、本文については、指針の適用範囲や定義、封じ込め方法（組換え DNA 実験の大半を占める微生物等を扱う実験に係るもの）などが書かれた「総論」と実験区分毎の具体的な実験方法など

¹¹ 遺伝子組み換えに関するガイドラインが議論された会議。1975 年開催。アメリカ合衆国カリフォルニア州アシロマにおいて開催された。

¹² 遺伝子組み換え実験において、万一、組換え体が実験室外に漏れても、それが自然環境中で生存できないよう、使用する宿主やベクター（運搬体）を限定すること。（ブリタニカ国際大百科事典）

¹³ 遺伝子組み換え実験において、組み換え体が実験室外へ漏出するのを防止するために、実験施設や設備、実施要項を限定すること。（ブリタニカ国際大百科事典）

が書かれた「各論」の二部構成となっている。また、本文のほかに、封じ込めに当たっての詳細な規定等が書かれた「附属資料」、生物の安全度評価分類等をまとめた「別表」が添付されている。指針は、本文については、指針の適用範囲や定義、封じ込め方法（組換え DNA 実験の大宗を占める微生物等を扱う実験に係るもの）などが書かれた「総論」と実験区分毎の具体的な実験方法などが書かれた「各論」の二部構成になっている。さらに、指針の参考として、実験の区分ごとに実験の手続きの区分と物理的封じ込めの方法の基準を整理した「表」が示されている。「組換え DNA 実験指針」は 2004 年に廃止となり、2003 年 11 月 21 日に締結されたカルタヘナ議定書に基づく、国内法である「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」¹⁴が施行されている。基本的には指針を継承し、同法による規制は、大気、水または土壤中への拡散を防止する「第二種使用等」と、それを意図しない「第一種使用等」(遺伝子組換え作物の栽培など)に分類された。第一種使用等の事前承認・届出の義務、第二種使用等の安全措置のほか、輸出入の際の情報提供、回収・使用中止命令、違反に対する罰則などを定めた。

カルタヘナ議定書では、その＜目的＞として「遺伝子組換え生物等 (LMO : Living Modified Organism) の使用による生物多様性への悪影響 (ヒト健康への影響を考慮したもの) を防止すること」としている。＜議定書の適用範囲＞では、「生物多様性に悪影響を与える可能性のある全ての遺伝子組換え生物等の国境を越える移動・通過・取扱い・利用について適用する。但し、ヒトのための医薬品の国境を越える移動については適用しない。(第 4 条・第 5 条)」とし、＜主要内容＞では、「環境に意図的に導入する LMO の輸出者・輸出国は、輸入国に対して事前通告をする。輸入国はリスク評価を実施し、輸入の可否を決定 (AIA : Advance Informed Agreement 手続) する。(第 7 条)」 「締約国は、リスク評価により特定されたリスクを規制、管理、制御する制度を確立する。(第 16 条)」 「締約国は、LMO の拡散防

止措置の下での利用について基準策定が可能 (基準に従う 場合は AIA 手続の対象外)。(第 6 条)」

「締約国は、輸出される遺伝子組換え生物等について、安全な取扱い・包装及び輸送並びに必要な情報を表示した文書の添付を義務づけ。(第 18 条)」としている。

6. ヒトクローン禁止・動物のクローン成功

動物の体細胞の核を未受精卵に移植する手法による最初のクローンは、1962 年にジョン・ガードンによりアフリカツメガエルのオタマジャクシから作られた。脊椎動物の初のクローンが誕生し、注目を集めた。哺乳類で最初のクローンは、1996 年にロスリン研究所で作られたクローンヒツジ、ドリーだ。ドリーは平均寿命より早く死亡し、染色体の末端部位のテロメアと呼ばれる構造が同じ年齢の羊より短いことが報告されるなど、クローンについて様々な問題点が提起された。1997 年に人間の遺伝子をもったヒツジ、ポリーがロスリン研究所で誕生、ポリーはクローン技術と遺伝子組換え技術を使って成功した初めての例で、人の遺伝子が細胞に組み込まれていた。1998 年にアメリカのアドバンスド・セル・テクノロジー社が、人間の細胞のクローン作成に成功したと発表、同年にトランスジェニックウシのはじめてのクローン、ビクトリアが誕生している。アメリカに本拠を持つ宗教団体が、ヒトクローンを作ると宣言するなど、クローン技術がヒトに応用されるのではないかという畏れを、多くの科学者や市民が持つようになった。

様々な規制がヒトクローンについて定められていく。ヒトに関するクローン技術等の規制に関する法律 (平成十二年十二月六日法律第百四十六号) によると、第一条 では、「この法律は、ヒト又は動物の胚又は生殖細胞を操作する技術のうちクローン技術ほか一定の技術 (以下「クローン技術等」という。) が、その用いられ方のいかんによっては特定の人と同一の遺伝子構造を有する人 (以下「人クローン個体」という。) 若しくは人と動物のいずれであるかが明らかでない個体 (以下「交雑個体」という。) を作り出し、又はこれらに類する個体の人為による生成をもたらすおそれがあり、これにより人の尊厳

¹⁴ 2004 年 2 月 18 日施行。

の保持、人の生命及び身体の安全の確保並びに社会秩序の維持（以下「人の尊厳の保持等」という。）に重大な影響を与える可能性があることにかんがみ、クローン技術等のうちクローン技術又は特定融合・集合技術により作成される胚を人又は動物の胎内に移植することを禁止するとともに、クローン技術等による胚の作成、譲受及び輸入を規制し、その他当該胚の適正な取扱いを確保するための措置を講ずることにより、人クローン個体及び交雑個体の生成の防止並びにこれらに類する個体の人為による生成の規制を図り、もって社会及び国民生活と調和のとれた科学技術の発展を期することを目的とする」としている。ヒトクローンの作成は、科学だけでなく、社会・倫理的にも大きな問題を引き起こすことが懸念されている。

7. 拡大する DNA 情報の利用

1984 年にレスター大学の遺伝学者アレック・ジェフェリーズが、科学雑誌「ネイチャー」に“DNA によって個人を区別できるか否か”の観点に着目した論文を発表した。ヒトの DNA 型は個性があり個性があり、終生不変であり、DNA で個人の特定ができることを示し、DNA 型鑑定は個人特定の切り札として飛躍的に発展していく。

DNA 鑑定は犯罪捜査にも利用されている。警察庁によると¹⁵、警察庁が導入している DNA 型鑑定・DNA 型記録検索システムは、主に STR 型検査法と呼ばれる方法で、STR と呼ばれる 4 塩基を基本単位とする繰り返し配列について個人差があることを利用し、個人を識別する検査方法である。現在、日本人で最も出現頻度が高い DNA 型の組合せの場合で、約 4 兆 7 千億人に 1 人という確率で個人識別を行うことが可能となっている。警察では 15 年から、フラグメントアナライザーと呼ばれる自動分析装置を用いた新たな鑑定法を導入しており、より古く、微細な資料の分析が可能となったほか、検査が自動化されたため、鑑定に要する時間が短縮され、より効果的かつ効率的な鑑定を行うことが可能となった。警

察庁では、16 年 12 月から、犯罪現場に被疑者が遺留したと認められる血こん等の資料の DNA 型の記録を登録し、検索する遺留資料 DNA 型情報検索システムの運用を開始した。さらに、17 年 9 月には、遺留 DNA 型記録に加え、犯罪捜査上の必要があつて被疑者の身体から採取された資料の DNA 型の記録も登録・検索の対象とする DNA 型記録検索システムの運用を開始し、遺留 DNA 型記録及び被疑者 DNA 型記録のデータベース化を図り、犯罪捜査に活用している。

遺伝子検査とは、細胞を採取して DNA 情報を読み取り、検査を受けた人の病気のかかりやすさ、体質などの遺伝的傾向を知る検査で「DNA 検査」と呼ぶこともある。ある病気を発症する可能性や薬の効き方、太りやすさや痛みの感じやすさなどの体質は人によって異なるが、その違いは SNP¹⁶を初めとする DNA 多型によって生じることが判明している。何万、何十萬カ所の SNP を一度に調べる技術も発達し、複数の病気の発症リスクや体質の特徴などを推定できる。日本国内にも、多くの遺伝子検査キットが商業化されており、疾病のかかりやすさなど、多くの項目を安価でチェックできるため人気である。このほか、親子関係も簡単に調べられることから、多くの業者が遺伝子検査に参入している。その結果、親子関係が否定されるなど、社会的な問題も生じている。

このような、メリットの一方、アメリカでは、DNA 情報による差別が生じている。遺伝子検査の結果、疾病に罹るリスクが高かったり、遺伝病の遺伝子を持っていたりした場合に、保険への加入や、雇用の差別が行われるという問題が生じている。そこで、米国の雇用均等に関する法律は、年齢、人種、性別、出身地や宗教などに基づく雇用差別を禁止した連邦法で、監督機関として「米国雇用機会均等委員会（Equal Employment Opportunity Commission : EEOC）」が設置され、雇用差別を受けた場合、EEOC¹⁷

¹⁵ <https://www.npa.go.jp/hakusyo/h24/honbun/html/o2220000.html>(2015.11.2)

¹⁶ ある生物種集団のゲノム塩基配列中に一塩基が変異した多様性が見られ、その変異が 集団内で 1%以上の頻度で見られる時、これを SNP＝一塩基多型（Single Nucleotide Polymorphism）と呼ぶ。

¹⁷ <http://www.eeoc.gov/>(2015.11.2)

に訴えることができる。2008年に、アメリカでは「米国遺伝子情報差別禁止法（Genetic Information Non-Discrimination Act : GINA）」が連邦レベルで成立した。この法律で、遺伝子情報に基づく健康保険に関する差別、雇用者による差別が禁止された。

8.ゲノムサイエンスと特許

文部省学術国際局長、文部省大臣官房会計課長通知の「国立大学等の教官等の発明に係る特許等の取扱いについて」によると、国立大学等の教官等の発明に係る特許等については、昭和52年6月17日付け学術審議会答申「大学教員等の発明に係る特許等の取扱いについて」で、基本的な考え方が明らかにされた。昭和53年度以降は、国立大学等の教官等(教官及び研究活動に従事する技術系職員等)の発明(考案を含む)に係る特許(実用新案を含む)については、国立大学等の教官等の発明に係る特許を受ける権利の帰属についての基準を以下のように定めている。

国に帰属する場合は、国立大学等の教官等が、その研究の結果発明を行った場合、当該発明に係る特許を受ける権利は、その発明が次のいずれかに該当する場合は、原則として国が承継するものとするとしている。応用開発を目的とする特定の研究課題の下に、当該発明に係る研究を行うためのものとして特別に国が措置した研究経費(民間等との共同研究及び受託研究等経費のほか、科学研究費補助金を含み、教官当積算校費、奨学寄附金等のような一般的研究経費は除く)を受けて行った研究の結果生じた発明。応用開発を目的とする特定の研究課題の下に、原子炉、核融合設備、加速器等のように国により特別の研究目的のため設置された特殊な大型研究設備(電子計算機等のような汎用的なものは除く)を使用して行った研究の結果生じた発明としている。発明者に特許が帰属する場合としては、国が承継することとした場合を除き、国立大学等の教官等の発明に係る特許を受ける権利は、発明者に帰属する、としている。ただし、発明者が希望するときは、発明者からの譲渡の申出に基づき、国は、当該発明に係る特許を受ける権利を承継することができる、としている。

日米欧の三極特許庁間では、バイオテクノロジー

関連出願の審査における運用の調和をめざして、継続的に比較研究を行ってきた。機能が明らかでないDNA断片に特許が付与されると、その後の研究開発、ひいては産業の発展に悪影響を及ぼすとの懸念が、世界の研究者及び産業界が出されていたことから、1998年11月には日本国特許庁の提案により、日米欧三極特許庁長官会合でDNA断片の特許性についての比較研究を行うことが合意された。三庁間で、各庁の審査運用を比較研究してきたところ、その報告書が1999年5月26-28日にオランダ、ハーグで開催された三極特許庁専門家会合において承認され、公表された。特許庁によると、その報告は「(1) 機能や特定の断言された有用性の示唆のないDNA断片は、特許が受けられる発明でない。(2) 例えば特別の病気の診断薬としての使用等、特別の有用性が開示されたDNA断片は、他に拒絶理由が存在しない限り特許可能な発明である。(3) 慣用方法で得られ、機能が知られたタンパク質をコードするDNAと相溶性が高いことに基づいて、ある構造遺伝子の一部であると推測されたDNA断片には、特許が付与されない。(4) DNA断片が同じ起源に由来しているというのみでは、発明の単一性の要件を満たしていない。」という内容である。逆を言えば、このケースに当てはまらないDNA断片には特許性があるということになる。人造DNAについては、特許がアメリカの裁判所でも認められつつあり、DNA情報は誰のものなのかについて、深刻な問題が生じつつあるのが現状だ。

また、アイスランドなど、自国の国民の疾病とDNA情報を研究者等に提供しているケースもあり、特定の企業と国の提携にどのようなリスクがあるのか危惧されている。従来の疾病と遺伝の研究では、家系図が先祖代々分かるアメリカのアーミッシュやユダヤ人など特定集団のデータが利用されている。そのことが遺伝子差別を生んでいるとの指摘¹⁸もあり、プライバシー保護の面からも問題となっている。日本にはDDBJ¹⁹(DNA DATA BANK OF JAPAN)とい

¹⁸ 米本昌平『バイオポリティックス』中公新書 2006年 p73~75。

¹⁹ <http://www.ddbj.nig.ac.jp/index-j.html> (2015.11.2)

うデータベースがあり、CIB-DDBJ という機関が運営している。現在はまだ医療の現場に遺伝子の情報を配信するという形ではなく、研究者のネットワークとして活用されているが、世界的なネットワークを構築する動きもある。

9.iPS 細胞と再生医療の将来

京都大学 iPS 研究所²⁰によると、皮膚などの体細胞に、極少数の因子を導入し、培養することによって、様々な組織や臓器の細胞に分化する能力とほぼ無限に増殖する能力をもつ多能性幹細胞に変化するが、この細胞を人工多能性幹細胞（induced pluripotent stem cell : iPS 細胞）と呼ぶ。体細胞が多能性幹細胞に変わることを、専門用語でリプログラミングと言い、山中教授のグループが発見した僅かな因子でリプログラミングを起こさせる技術は、再現性が高く比較的容易であり、幹細胞研究におけるブレイクスルーである。細胞の DNA は分化するに従って、使える部分が限られてしまうが、この技術では再び DNA 情報が全て利用可能になる。病気やケガで失われた臓器などを再生するための研究は数十年前から研究されており、1981 年には、ケンブリッジ大学（イギリス）のマーティン・エバンス卿らが、マウスの胚盤胞から ES 細胞²¹（embryonic stem cell : 胚性幹細胞）を樹立することに成功している。

1998 年にウィスコンシン大学（アメリカ）のジェームズ・トムソン教授が、ヒト ES 細胞の樹立に成功した。ヒト ES 細胞を使い、あらゆる組織や臓器の細胞を作り出すことにより、難治性疾患に対する細胞移植治療などの再生医療が可能になると期待された。しかし、ES 細胞は、不妊治療で使用されず廃棄予定の受精卵を用いるものの、発生初期の胚を破壊して作るため、子になる可能性を持った受精卵を壊すことに抵抗感を持つ人々も多く、ES 細胞研究に厳しい規制をかける国も少なくなかった。バチカンなどは、ES 細胞を使った研究に反対しており、倫理的な課題をクリアできなかった。また、患者由来の ES 細胞を作ることは技術的に困難で、他人の ES

細胞から作った組織や臓器の細胞を移植した場合、拒絶反応が起こるという問題もあった。

また、iPS 細胞では自分の皮膚の細胞から臓器などの組織を作れるために、拒絶反応が起きないことが期待されている。この点に関しては、拒絶反応が生じるという研究も報告されているが、京大ホームページでは、拒絶反応が起きなかった実験例が報告されている。もはや、自分の体細胞の遺伝子を自由に発現させて、好きな臓器の組織を作ることが可能になっている。組織の次は臓器であるが、立体的な臓器の培養も、研究の視程に入ってきている。網膜の培養と移植に関しては既に臨床実験の段階に至っている。

また、iPS 細胞の研究は、創薬を根底から変革すると言われている。特定の病気を発現する細胞を使い、様々な成分が薬として作用するか否か、大変な速度と規模で実験できるようになったからである。病気を持ったマウスを作り出し、そのマウスに薬になることを期待される化学物質を投与し、病気が改善されたか否かを調べていた従来の研究は、大幅に姿を変えることが予測されている。

10. 出生前診断と優生学

従来の出生前診断は、超音波エコーによる検査や羊水検査などであり、羊水検査では、妊婦の子宮に針を刺して羊水を抜き取るために、流産の危険などがあった。しかし、現在では妊婦の血液からかなりの種類の胎児の異常が判断できるようになっており、新型出生前診断と呼ばれている。日経新聞（2014/6/27）によると、「妊婦の血液からダウン症など胎児の染色体異常を調べる新出生前診断について、診断した病院グループは 27 日、昨年 4 月の開始からの 1 年間に 7740 人が利用し、「陽性」と判定された 142 人の妊婦のうち、羊水検査などで異常が確定したのは 113 人だったと発表した。このうち 97% にあたる 110 人が人工妊娠中絶をしていた。」と報じている。母体血中にある胎児由来遺伝子を調べることにより、胎児性別、染色体異常の診断などが可能である。

2011 年 10 月よりアメリカ・シーケノム社が検査受託を開始した検査方法では、妊婦の血液から胎児

²⁰ [https://www.cira.kyoto-u.ac.jp/j/index.html\(2015.11.2\)](https://www.cira.kyoto-u.ac.jp/j/index.html(2015.11.2))

²¹ ES 細胞は代表的な多能性幹細胞の一つで、あらゆる組織の細胞に分化することができる。

の染色体異常が高精度で診断できる。21 トリソミー²²（ダウン症候群）、18 トリソミー、13 トリソミーも検査可能である。国内でも複数医療施設による2012 年内での検査開始が模索されている。非侵襲的でかつ高精度の出生前診断法であり、優生的な目的への応用が危惧されている。

世界的にも生命倫理の観点からさまざまな議論がなされているが、実際には妊婦からの検査に対するニーズが高いため、高額な検査にもかかわらず広く普及しつつあるのが現状だ。シーケノム社の検査はすでに世界 20 개국で行われている。さらにアメリカ・ヴェリナタ社が2012 年3 月から、アメリカ・アリオサ社が2012 年6 月から検査受託を開始した。日本においては、2013 年4 月より、日本医学会の認定・登録委員会により認定された施設での検査が始まった。障害者団体からは、出生前診断による中絶は、障害者差別を助長する優生学的な行為だという批判が起きているが、利用する妊婦に対するリテラシーなどもないために、安易に利用しているのが現状である。

11. 科学情報過程論から見た DNA 情報の流れと課題

今や DNA 情報を自由に活用し、細胞や組織や臓器、クローンまでも作り出せる段階に達している。DNA 情報は解読され、特定の病気や体質を発現する遺伝子が特定されている。DNA 検査により、病気の診断や胎児の遺伝病の有無までも判定することができるようになっている。そして、このような DNA の情報は、民間企業が持っている場合が少なくない。図1 は、タルコット・パーソンズの社会システム論をもとに作成した AGIL 図式である。その図式を参考に、科学知と各システム間のコミュニケーション図式を作成したのが図2 である。

図2 でこの論文で指摘したような現象を分析すると、科学知と経済システムのコミュニケーションが、ビジョンなしに進行している現状が見て取れる。

この論文で見てきたように、法・政治システムからの DNA 情報の制御に関しては、人工的に作成し

た DNA 情報の特許に関しては認めるという動きが生じている。医療産業は、DNA 情報を得て、遺伝子进行操作したり幹細胞を使用したり、ヒトクローン作



図1 パーソンズの AGIL 図式（著者作成）

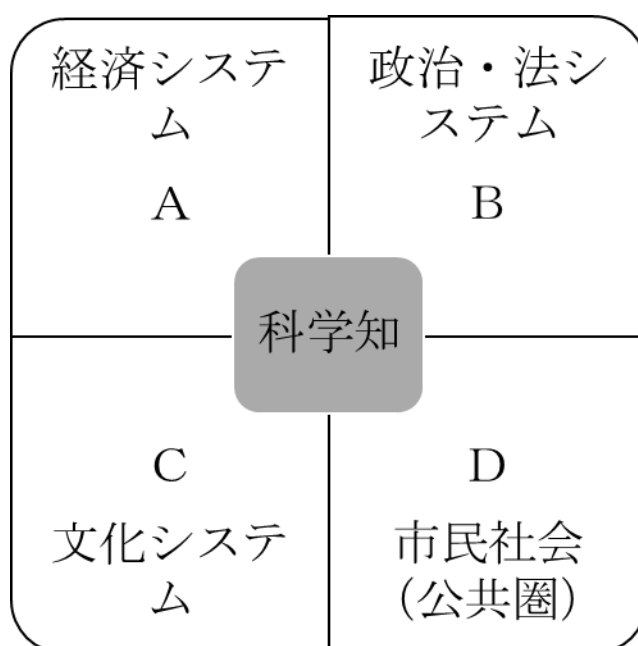


図2 科学知をめぐる社会システムのモデル

成は禁じ手なもの、その他の研究・応用に関しても法政治システムや市民社会による何らかのコントロールが不能な領域に踏み出しつつある。

文化システムはどうなっているのか概観しておく。日本の高等学校レベルの生物基礎では、DNA 情報の転写や翻訳というタンパク質合成のメカニズムまで

²² トリソミーとは、相同染色体が3 本細胞内に存在する状態で、奇形などを発祥する染色体異常である。

は教えるものの、社会的なインパクトの大きい DNA 情報の利用に関して、市民社会の側がどう対応していくのかについては、教えていない。生物基礎を履修しない生徒については、DNA の遺伝情報の発現のメカニズムさえ教えていない。加えて、DNA 情報が差別に繋がったり、親子関係など社会的な問題を引き起こしたり、クローン人間などを誰かが作る危険性をどうしたら阻止できるのか、など科学技術社会にどう生きるかについての教育が行われているとは言いがたい。つまり、社会性を持った科学リテラシーというものが、殆ど存在していない。

従って市民社会は、経済システムからの一方的なインパクトに晒されている。産業界は、DNA を自由に操作し、次々と新製品や新薬を作り出していくことが予見されるので、一層、市民は DNA 情報の利用に関する監視をしなければならないと思われる。このような状況は、単に科学の知識を分かりやすく解説するだけの現在の科学リテラシーの考え方では、危ういといわざるを得ない。

これだけ環境や人間のあり方にインパクトをもたらす DNA 情報の活用には、市民社会の何らかのコンセンサスが不可欠なのではないだろうか。DNA 情報は、全ての生物の設計図であり、人類の公共財であると思われる。現状では私企業が研究や開発のために DNA 情報を利用しており、ヒトクローンの禁止や研究機関の封じ込めなどの、実験の際のリスク管理はあるが、その他においては規制はない。私企業の研究開発の成果は特許として保護される部分さえある。どのように DNA を加工しようが、生物同士の DNA を繋ぎ合わせようが自由である。その結果作られた商品をどう販売しようと自由な経済活動である。それが何億人の食糧になるダイズやトウモロコシであろうとも、規制は存在していない。生殖医療技術が社会のあり方にどれだけのインパクトをもたらそうとも、市民が社会のあり方をデザインできていないのが現状である。

私が提案している科学情報過程論では、市民社会が科学知にアクセスする方向性を探っている。人間社会のあり方を変えるほどインパクトがある DNA 情報が、科学者と産業界つまり経済システムの間でだけ流通し、市民社会に一方的に提供されているの

は、情報の流れからしても不備であると考えられる。市民社会は、一つは文化システムにより社会と科学双方のリテラシーを高める必要があるし、法・政治システムと経済システムのコミュニケーションを通して規制をかけていく、あるいは経済システムと市民社会のコミュニケーションとして ISO シリーズのように情報の開示により企業の社会的評価が高まるシステムを構築する必要があるだろう。

政治経済学の領域にコモンズという概念がある。村落共同体の共同管理の薪炭林のような存在から、科学知など現在、範囲を広げた考察対象になってきている。DNA 情報は現在のコモンズのような存在なのかもしれない。人類が共同に利用できる科学知として DNA 情報は解読されたり、データベース化されたりしている。DNA 情報という公共性の高い情報の利用について、産業界や警察行政が何の批判もなく活用していくだけではなく、市民社会が適正な利用や説明責任に関して、何らかの意思表示をする必要があることを、まずは訴えていくことが不可欠であろう。

参考文献

- 清水信義『ヒトゲノム＝生命の設計図を読む』岩波書店、2001。
- 米本昌平『バイオポリティックス 人体を管理するとはどういうことか』中公新書、2006。
- マリー＝モニク・ロバン『モンサント』作品社、2015。
- 島田久美子『いのちの環境情報学』遊友出版、2009。
- 鶴飼保雄『植物育種学』東京大学出版会、2003。
- 鈴木正彦・編著『植物の分子育種学』講談社、2011。
- <https://www.npa.go.jp/hakusyo/h24/honbun/html/o2220000.html>(2015.11.2)
- <http://www.eeoc.gov/>(2015.11.2)
- <http://www.ddbj.nig.ac.jp/index-j.html> (2015.11.2)
- <https://www.cira.kyoto-u.ac.jp/j/index.html>(2015.11.2)
- タルコット・パーソンズ『政治と社会構造<上・下>』誠信書房、1973。
- ユルゲン・ハーバマス『公共性の構造転換』未来社、1973。
- ユルゲン・ハーバマス (『コミュニケーション的行為の理論<上・中・下>』未来社、1985～1987。

ニコラス・ルーマン『社会システム理論＜上・下＞』
恒星社厚生閣、1993。

(Received: January 21, 2015)

(Issued in internet Edition: February 8, 2016)