

科学技術と法

—科学技術に対して法は如何にあるべきか—

高 田 寛

I. はじめに

人類が最初に使った道具は石（打製石器）だと言われている。約200万年以上前らしい。火の使用は、それより新しく約180万年から80万年前のこのようである。2万年から1万年前には土器を作り、紀元前3500年頃には車輪や文字が発明されたとされる。その後、人類は、紙、羅針盤、活版印刷などを発明し、イギリスでは、18世紀半ばから産業革命の時代を迎え、ジェームズ・ワットの蒸気機関などの自然法則を利用した発明が次々となされた。20世紀に入ってからその勢いは止まらず、自動車、飛行機をはじめ、原子力発電、集積回路、コンピュータなどを生み出した。21世紀に入ってから、情報通信技術（ICT）、人工知能（AI）、バイオテクノロジーなどの科学技術が急速に進展している。

このような科学技術の進展は、人類にとって大きな恩恵をもたらすものであると同時に、その使い方を間違えば、人類にとって危険なものとなる。例えば、これらの技術を使った原子爆弾、ミサイル、AI兵器なども開発されている。一方で、兵器ではないものの、民生用として開発された技術であってもDual Use（軍民両用）として兵器・武器に転用できるものもある。さらにAIのように、今後どのような進展になるのか予想もつかないものもある。これらの科学技術の進展に対して、法はどのような役割をもつのであろうか。また、制御不能となった科学技術の暴走に対して、法によるコントロールは可能であろうか。

本稿では、科学技術と法の関係について、いくつかの事例を基に検討を加えたい。具体的には、科学ビジネスに対して法がもたらす影響を検討(II)し、次に将来の科学技術に対する法律の役割(III)を検討する。そして、最後に科学技術に対して法は如何にあるべきかについて、再生医療を例に若干の考察を加えたい(IV)。

II. 科学技術ビジネスに対する法の影響

1. ビジネスの足を引っ張った法律

世界の検索エンジンビジネスの市場を見ると、約91%がGoogleで、その次にBing (MNS) の3%。その後、中国の百度 (Baidu) が2%、Yahooが1.5%と続く¹。上位4社で全体の98%を占める。残念ながら、この中にはわが国の企業はない。なぜであろうか。わが国には、このような検索エンジンの技術がなかったのであろうか。

実は、わが国には情報検索技術のベースとなる自然言語処理研究では長い蓄積があった。日本語は英語に比して非常に複雑な自然言語である。英語が大小26文字のアルファベットと数字・特殊文字ぐらしか文字がなく、しかも単語と単語の間には、必ず空白があるのに対して、日本語

には数千もの漢字、ひらかな、カタカナがあり、句読点の用法も厳密なものがある訳でもない。このような複雑な構造を持つ日本語の自然言語処理研究は、早くから京都大学などで行われてきた²。

具体的なインターネット検索エンジンの研究も1990年代から行われ、早稲田大学の「千里眼」、東京大学の「ODiN」、富士通の「インフォナビゲーター」、東芝の「フレッシュアイ」などさまざまな検索エンジンが開発された³。インターネットが一般に公開され使用され始めたのが1995年であるから、わが国では意外に早い時期から研究開発が行われていたことが窺える。しかしながら、これらのわが国の技術はビジネスに活かされることはなかった。なぜであろうか。その大きな原因の一つが、当時のわが国の著作権法にあった。

インターネットの検索エンジンは、クローラーというソフトウェアによって世界中のホームページを複製し、インデクサによってサーバーに検索用のデータベースを作成する。これらのサーバーにアクセスすることによって、我々は必要な情報を検索エンジンから得ることができる。一方で、著作権法では、著作物を複製する際には、著作権者の許諾を得ることが原則であり、私的使用のための複製（私的使用）（著作権法30条）などの一部の例外を除き、許諾を得ずして複製した場合、著作権法違反となる。しかし、インターネット検索エンジンでは、世界中のホームページの著作権者から複製の許諾を得ることはなく、勝手に複製するという方法をとる。これが、わが国の著作権法では問題となり、実用化にブレーキがかかった。

もちろん、米国にも連邦法である米国著作権法⁴があり、無断で著作物を複製することは禁じられている。にもかかわらず、米国ではGoogleやYahooなどの検索エンジンがビジネスとして実用化された。この違いはどこにあるのであろうか。

検索エンジンビジネスで明暗を分けたのが米国著作権法107条のフェアユース規定である⁵。米国のフェアユース規定は、簡単に言えば、公正な利用であれば複製しても著作権者の許諾を要しないというものであり、Googleなどの検索エンジンは、これに該当するとされた⁶。つまり、検索エンジンは、必要な情報をキーワード入力などの簡便な方法により検索するという利便性を万民に与えるものであり、その使用についても無料であるという理由による。これによって米国では一気に検索エンジンが実用化され、現在のような大きな市場を勝ち取ることができた⁷。

わが国でも、早くからこのフェアユース規定について議論されてきた。筆者の所属していた「法とコンピュータ学会」の小グループ研究会でも盛んに議論された。もっとも大きな論点は、大陸法系の法システムをもつわが国で、フェアユース規定の導入は妥当かという問題である。この点、米国は判例法系の国であり、米国著作権法107条も、判例法に則した解釈をとっており、4つの考慮要素⁸により、過去の裁判例に基づいて裁判所が判断をするという構成をとっている。

一部の研究者は、わが国の著作権法にも米国のフェアユース規定に似た条項を入れられるべきだと主張したが、筆者は、判例法をベースとする規定をそのままわが国の著作権法に導入しても、法理論としての整合性を保つことは難しく混乱を招きかねないという見解を示し、むしろ私的使用と同じく、例外規定として検索エンジンに利用する複製は許諾を要しないと規定する方が単純で分かり易いと主張した。それもできるだけ早く法改正を行わなければ、わが国の検索エンジンの実用化が遠のくと主張した。

最終的に、インターネットが公開されてから約15年後の2009年、著作権法の法改正が行われた。改正内容は、筆者が主張したとおり、著作権法47条の6が新設され、検索エンジンのための複製は著作権者の許諾を要しないことが明記された⁹。これと前後して、経済産業省は、2007年から「情報大航海プロジェクト」¹⁰と称し150億円の予算をつけて日本版検索エンジンの開発・実用化を後押しすることになった。筆者は、当時の「情報大航海プロジェクト」の責任者にも会い、その内容を詳しく聞くことができたが、残念ながら、その頃の検索エンジンはすでに技術も市場もほぼ定まり、後発の企業が入り込む余地はなく、「情報大航海プロジェクト」も掛け声だけに終わってしまった。

上記のように、実際にわが国のいくつかの研究機関や企業は、検索エンジンを開発したが、著作権法に検索エンジンの例外規定がないために、開発に委縮効果(chilling effect)をもたらしたことは想像に難くない。わが国に検索エンジンのビジネスが育たなかった原因がわが国の著作権法だけにあるとは言えないが、わが国著作権法における権利制限規定(著作権法30~49条)は、個別規定が限定列举されたものであり、また、これら権利制限規定はあくまで権利保護という原則の例外として厳格に解釈すべきであるという伝統的通説から、わが国事業者に対して委縮効果をもたらしたことは否めないであろう。この意味において、新設された著作権法47条の6が、もっと早い時期に権利制限規定の一つとして導入されていれば、わが国のインターネット検索サービス事業も異なった展開を見せていたのかもしれない¹¹。

技術革新が激しく市場が定まらない時期は後発の企業でもチャンスはあるが、いったん技術が確立し市場が形成された後では、よほどのことがない限り、後発のビジネスが成功することは稀である。15年の歳月はあまりにも長すぎたといえる。このように折角のわが国の技術を活かすことができず、わが国のビジネスの足を引っ張った法律の典型が、旧著作権法であるといえよう。

2. ビジネスを暴走させた法律

わが国の旧著作権法がビジネスの足を引っ張った法律ならば、逆にビジネスを暴走させた法律もある。その典型が、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」(再エネ特措法)、いわゆるFIT(Feed-in-Tariff)法である(以下「FIT法」という。)¹²。この法律の背景には、地球温暖化の問題がある。石炭や石油などの化石燃料は二酸化炭素を発生させ、地球の温暖化を加速している。そのため、二酸化炭素を排出しない再生エネルギー¹³の必要性が叫ばれ、特に太陽光発電には大きな期待が寄せられている。

太陽光発電は、2020年には、世界で約630GW発電され、そのうち中国が40%と最も多い。次が米国、3位がわが国であり、世界の10%の発電量である¹⁴。これをもっと加速させたいとして制定されたのがFIT法である。FIT法では、再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT制度)(以下「FIT制度」という。)を導入している。FIT制度とは、電力会社等の電気事業者(送配電事業者)¹⁵に対して、再生可能エネルギーの発電事業者が供給した電気を、国が定める「固定価格」(調達価格)で一定の期間(調達期間)、買い取ることを義務付けるものである¹⁶。また、再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で一定期間買い取ることを国が約束する制度であり、電力会社が買い取る費用の一部を「再生可能エネルギー発電促進賦課金」(以下

「再エネ発電賦課金」という。)という形で集める方法をとる¹⁷。FIT法が制定された2012年当時、買取価格は1kWhあたり事業用では40円、家庭用は42円であった。当時、電気代の相場は1kWhあたり6円程度であったことから、買取価格は破格の値段であった。それも10年間(10kWh未満)若しくは20年間(10kWh以上)の固定価格であるので、太陽光発電を行う者にとってメリットが大きかった。このような高額な買取価格で太陽光発電を一気に進めようとするのが国のねらいであった。

このような高額な買取金額を誰が払うかという各電力会社であり、国ではない。しかし電力会社にはそのような原資はない。そこで、この買取価格の原資確保のため、各家庭の電気代に「再エネ発電賦課金」という名称で徴収している。例えば、電気代の領収書を見ると「再エネ発電賦課金」という項目の金額の記載があるが、これが固定価格の買取りの原資となる。この金額は、2020年度では総額で約2兆4000億円であった¹⁸。

このようにFIT制度は、太陽光発電を行う者にとって大きな魅力のある制度のため、ソフトバンクなどの企業が、大規模な太陽光発電事業に参入した¹⁹。また多くの一般家庭も自宅の屋根の上などに太陽光パネルを設置した。そのかいもあって太陽光発電は大きく飛躍した。しかし一方で、各家庭に賦課される「再エネ発電賦課金」の単価が毎年決められ、うなぎ上りに上がっていった²⁰。

もともとFIT制度は、ドイツのやり方をそのまま導入したものだが、ドイツでも同じ現象が起きていた²¹。今までは、誰もさほど気にも留めていなかった「再エネ発電賦課金」だったが、電気の使用量は同じであるにもかかわらず、電気代だけが毎月徐々に上がるという現象に多くの国民が気づき、「再エネ発電賦課金」の徴収が問題視された。わが国では、「再エネ発電賦課金」の増大よりも、太陽光発電の申請が急に多くなり、九州電力や東北電力、四国電力などが発電申請の保留を行ったことが問題とされた。電力会社としては、あまりにも申請が多くなり過ぎ、その対応に悲鳴を上げたのだが、FIT法という法律に規定されているにもかかわらず、一民間企業である電力会社が、その申請を保留し事業者に「待った」をかけるということはあってはならないことだと批判が殺到した²²。このような事態になることは容易に予見できたにもかかわらず、なぜFIT制度に総量規制を入れなかったのであろうか。

当初、FIT制度の固定価格買取期間は発電量が10kWh未満の場合には10年であったが、2019年11月以降、10年間の買取期間を順次満了していくことになる。しかし、買取期間の満了後も契約が自動継続となっている場合は、新しい単価で継続して買取りが行われる。契約が自動継続となっていない場合は、いずれかの小売電気事業者へ申込みのうえ、買取契約を結ばない限り、買取者が不在となってしまうため、余剰電力は電力会社などの電気事業者(一般送配電事業者)が無償で引き受けることになる²³。現在では、新規に契約した場合の新たな買取の固定価格は徐々に下がりにつつある²⁴。しかし「再エネ発電賦金」は依然として各家庭の電気代に上乘せさせられている。今後の太陽光発電の設置の規模や量にもよるが、一説には2050年には、総額94兆円にもなるとの試算もなされている。2030年度には、各家庭が支払う再エネ賦課金は2018年度の2倍近くに、国民に大きな負担となる可能性が高い²⁵。

このように、ビジネスを暴走させた法律の典型としてFIT法があげられるが、この法律により

混乱が生じたことは紛れもない事実である。FIT制度の総量規制は、今もってない。混乱が生じることは容易に想像がついたにもかかわらず、総量規制を入れなかったのは国の焦りであろうか。現時点では、ある程度ブームが過ぎ去ったとはいえ、年度ごとの総量規制を入れていれば、多少なりとも混乱を回避できたのではないだろうか。

3. 実現が危ぶまれる法律

法律にも色々なものがあるが、実現が危ぶまれる法律もある。その一つが高レベル放射性廃棄物に関する「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」（以下「最終処分法」という。）である。ここにいう「最終処分」とは、地下300メートル以上の深さの地層において、特定放射性廃棄物²⁶及びこれによって汚染された物が飛散し、流出し、又は地下に浸透することがないように必要な措置を講じて安全かつ確実に埋設することにより、特定放射性廃棄物を最終的に処分することをいう。簡単に言えば、原子力発電所で使用済みとなった放射性廃棄物を地下に埋設するということを規定した法律である。現在、原子力発電環境整備機構(NUMO)²⁷（以下「NUMO」という。）が、最終処分場を探しているが、未だに最終処分場が決まらず、原子力発電所の敷地内や、青森県六ヶ所村核燃料再処理工場及び茨城県東海村の再処理施設で保管されたままの状態となっている。

このような状況の中、2020年10月9日、北海道後志管内の寿都町は、最終処分法で定める文献調査に正式に応募した。また同日、同じく後志管内の神恵内村は、国からの文献調査に関する申し入れを受諾する旨表明した。最終処分法では、高レベル放射性廃棄物を含む特定放射性廃棄物の最終処分場の建設地選定に当たり「文献調査」「概要調査」「精密調査」の3段階の調査を実施することが定められてる。同法6条に定める「文献調査」は、第1段階の調査であり、NUMOが、地域固有の文献・データを机上で調査するものである²⁸。これらの候補地については、住民の反発も強く予断を許さない状況にある²⁹。

わが国は、一番多いときには稼働している原子力発電所は53基あったが、2011年の福島第一原子力発電所の事故により、すべての原発が稼働を停止した。2021年5月時点では、9基の原発が稼働している³⁰。これらの原発から高レベル放射性廃棄物が生じるが、この放射線量は高く150万mSv（ミリシーベルト）にも及ぶ。1mSvは人間が1年間に浴びる放射線量の限界とされている。東海村臨界事故で2人が死亡したが、浴びた放射線量は6千から2万mSvだったと言われている。150万mSvもの放射線量を浴びると人間は即死する。また、この高レベル放射性廃棄物が人間に無害となるのは、10万から30万年もの年月を要すると言われている。これを地下300メートル以上深いところに埋設するというのが「最終処分」である。

高レベル放射性廃棄物は、放射性の高い廃液をガラス原料と溶かし合わせてステンレス製容器（キャニスタ）の中で固める（これを「ガラス固化体」という。）。この処理は、青森県の六ヶ所村核燃料再処理工場で行われるが、わが国だけでは間に合わず、フランスとイギリスに処理を頼んでいるのが現状である。2021年3月現在、2,492本のガラス固化体が存在しており、また、これまで原子力発電で使われた燃料を全て再処理し、ガラス固化体にしたと仮定すると、その量は、すでにガラス固化体となっているものも含め、約26,000本になるという³¹。あまりにも多くなりすぎ、このガラス固化体を保管する場所が六ヶ所村核燃料再処理工場にはほとんどない。

また六ヶ所村核燃料再処理工場は、2021年10月4日、溶融炉に堆積する金属量が予想を上回り、ガラス固化体を作る作業を中止した³²。そのため各原発では使用済核燃料の処理ができず、敷地内で保管している状況が続いている。そのため、使用済み核燃料プールも満杯となり、リラッキングといって、保管スペースを確保するため、高温の使用済み核燃料棒を近接して保管している。通常の保管ではない危険な状態が続いているため、一刻も早く高レベル放射性廃棄物の最終処分場を決めなければならないのが現状である。

ところが、この最終処分場の場所がなかなか決まらない。上記のように、北海道の志管内の寿都町と神恵内村が候補として上がっているが、住民の合意が得られるか極めて厳しい状況に立たされている。この原因の一つが、最終処分が安全かどうかの確証である。10万から30万年もの間、ガラス固化体もつのかどうか、300メートルという深さで十分かどうか、わが国が地震大国であること、8万年前には富士山がなかったことを思えば、住民の不安は当然のことと思われる。

高レベル放射性廃棄物の放射線量が、人体に影響がないまでに減衰するための時間、すなわち生命環境から隔離する時間は、10万から100万年と言われている。しかし、NUMOによると、最終処分場での管理は約100年であり、その後は放置の状態となるという³³。

2012年に日本学術会議³⁴が原子力委員会に提出した報告書³⁵では、地層処分は地震や火山の多い日本のような国ではリスクが高くかつ困難であり、高レベル放射性廃棄物の地層処分の方針は白紙に戻すべきであるとした³⁶。また、日本学術会議は、2015年に「高レベル放射性廃棄物の処分に関する政策提言—国民的合意形成に向けた暫定保管」³⁷という提言を発表している。日本学術会議は、著名な専門家・学者の集団であることを思えば、報告書や提言を国は真摯に受け止めるべきであろう³⁸。

六ヶ所村核燃料再処理工場での保管は、国と青森県との間で50年という約束があるため³⁹、ガラス固化体を永久に六ヶ所村核燃料再処理工場に置いておくわけもいかず、高レベル放射性廃棄物の「最終処分法」は未だ具体的な解決法を見出だせずにいる。

さらに、もう一つ大きな問題がある。それはプルトニウム239の保管の問題である。核分裂反応は、ウラン235やプルトニウム239に中性子がぶつかることによって起こる。いったん、核分裂反応が始まると、次々と連続して反応が起こり、熱エネルギーを発生する。また、原子炉内で、燃えないウラン238が中性子を吸収することによりプルトニウム239が生まれる。このプルトニウム239は強い核分裂性を持ち、さらに中性子を吸収すると核分裂し熱エネルギーを発生する⁴⁰。このプルトニウム239は自然界には存在しないもので、もともと原子炉はプルトニウム239を製造するためのものであった。このプルトニウム239は原爆の材料であり、ウラン235よりも威力が大きい。このプルトニウム239が、2019年末時点で、わが国には45.5トンある⁴¹。この量は、長崎型原爆で核分裂を起こしたプルトニウム239が約1キログラムであったことを考えると、わが国には4,000発程度の原爆の材料を保有していることとなる。

このプルトニウム239を有効活用するために作られたのが、高速増殖炉「もんじゅ」である。しかし、このプロジェクトは失敗に終わり、2016年12月廃炉が決定された⁴²。これによって、使い道のなくなったプルトニウム239を再使用するために考え出されたのがMOX⁴³燃料である。MOX燃料とは、使用済核燃料をリサイクルすることで作られた原子力発電所の燃料のことであ

る。使用済燃料の中にはプルトニウム239が含まれているが、ウラン235と混ぜ合わせることで新しい燃料（MOX燃料）を作り出すことができる。MOX燃料は、放射線が通常のウラン燃料よりやや強いという特徴がある。また、熱の伝わり方などの性質も違うため、通常のウラン燃料よりも温度が高くなる傾向にある⁴⁴。ところがわが国の多くの原子炉は、ウラン235の使用を想定したもので、プルトニウム239を使用することを想定したものではない。このため、MOX燃料では混入するプルトニウム239は3分の1以下に抑えられている。しかし例えでいうと、石油ストーブを灯油にガソリンを混ぜて使用していることと何ら変わりはなく、事故がまったく起こらないとは言いきれず、また原子炉そのものの寿命⁴⁵も短くしているのではないだろうか。現在、ほとんどの原子力発電所でMOX燃料を使用している。このように原子炉から生成されるプルトニウム239の処分も大きな問題となっている。

4. 一時執行が停止された法律

現在、執行が一部停止されている法律として「放射性同位元素等の規制に関する法律」がある。放射線にはアルファ線、ベータ線、ガンマ線、エックス線、中性子線などがあるが、セシウム137が強いガンマ線を出す。このガンマ線は、金属板をも通過し、鉛や鉄の分厚い板でかろうじて止まるという強い放射線であり、人体の細胞を傷つけ破壊することで知られている。セシウム137は、いわゆる「死の灰」と言われるものである。

福島第一原子力発電所の事故では、広島原爆の168倍もの放射線汚染をもたらした。この事故で、セシウム137は全部で4.7キログラム空気中に放出され、そのうちの84%が偏西風によって太平洋に流れたが、残り16%の750グラムがわが国の国土にまき散らされた。これにより原子力発電所近くの放射線量は、30万Bq（ベクレル）を超え、福島県の中通りで10万から30万Bq、浜通りで6万から10万Bqの放射線量が検出された⁴⁶。この放射線量の数値は、人体にどの程度の影響を与えるものであろうか。

「放射性同位元素等の規制に関する法律」の施行規則1条1号に「放射線管理区域」が規定されている。同規則は、「放射線管理区域」を「人が放射線の不必要な被曝を防ぐため、放射線量が一定以上ある場所を明確に区域し人の不必要な立ち入りを防止するために設けられる区域」と規定し、1平方メートル当たり4万Bqを超えるか、若しくは超えるおそれのある場所としている⁴⁷。例えば、病院などにあるレントゲン室やCT室のような場所では、X線技師は、用が済めば直ちに退室しなければならない。元京都大学助教の小出裕章氏は、講演の中で、「放射線管理区域」を人としての日常の生活ができない場所と言及している⁴⁸。

本来ならば、4万Bqを超える福島県中通り、浜通りを「放射線管理区域」に指定しなければならないが、政府は、2011年3月11日に、原子力災害対策特別措置法15条に基づき「原子力緊急事態宣言」を発し、放射線管理区域の指定を回避した⁴⁹。「原子力緊急事態宣言」は、「平成23年(2011年)3月11日16時36分、福島第一原子力発電所において、原子力災害対策特別措置法15条1項2号の規定に該当する事象が発生し、原子力災害の拡大の防止を図るための応急の対策を実施する必要があると認められるため、同条の規定に基づき、原子力緊急事態宣言を発する。」としている。

「原子力緊急事態宣言」が発せられた場合、これに関するすべての権限が内閣総理大臣に一任

される。そのため、本来であれば、4万Bqを超えた地域に関しては避難勧告・避難指示が出されてもおかしくはないところ、大量の住民の避難は現実的ではないという理由で、これらの発出には至らなかった⁵⁰。福島第一原子力発電所の事故は、それほど深刻なものであり、未だ「原子力緊急事態宣言」は解除されていないことを我々は忘れてはならない。

5. 健康被害を誘発するかもしれない法律

健康被害を誘発した国の政策には、C型ウイルス肝炎事件、薬害エイズ事件などあるが、現在、健康被害を誘発するかもしれない法律として「食品表示法」をあげておきたい。具体的には、遺伝子組換え作物（Genetically Modified Organism：GMO）（以下「GMO」という。）に関する食品の表示の問題である。

GMOの危険性については様々な議論がある。古くは、1998年8月、英国のローウェット研究所のアーパド・パズタイ教授（当時）が「遺伝子組換えによる害虫抵抗性ジャガイモをラットに与えたところ、腎臓、脾臓、胸腺、胃などの組織における成長障害と免疫力の低下がみられた。」とテレビ番組で公表した。この報告は「世間に誤解を与えるもの」として同氏は停職処分を受けた。同氏の研究報告に対し、同研究所内の報告書監査委員会は、「この結果は不正確な論拠に基づく。」と結論づけている⁵¹。

また、1999年5月20日の科学雑誌「ネイチャー」に、米国コーネル大学のJ.E. ロゼイ教授（当時）らが、アワノメイガという害虫を防除するために「Bt」⁵²（*Bacillus thuringiensis*）というバクテリアの遺伝子を組み込んだトウモロコシの花粉を、オオカバマダラというチョウの幼虫に食べさせる実験を行った結果、4日間でチョウの幼虫のうちの44%が死んだという論文が掲載された⁵³。国によってその対応は様々であるが、フランスでは、これらの危険性を重く受け止め、フランス国内でのGMOの栽培の禁止だけでなく、国内に輸入することも一切禁止している。

わが国では、GMOの栽培を禁止する法令はないが、生協などの消費者団体などは、GMOを危険視する意見が強く、実質的に、GMOを栽培し市場に流通させることは行っていない。にもかかわらず、わが国は、大量にGMOを消費している国の一つとして知られている。それは、外国からの食料の輸入にGMOが大量に含まれているからである。その背景には、フランスの食料自給率は100%以上であるのに対し、わが国の食料自給率は37%程度と低く、大半の食料を輸入に頼っているという実態がある。特に、大豆はその93%以上が輸入に頼っており、輸入の70%以上が米国、16%がブラジル、11%がカナダ、1.4%が中国である。これらの国はGMO推進国であり、米国からの大豆の94%がGMOである⁵⁴。

このように、日本人にとって欠かせない醤油や味噌、枝豆などの材料である大豆の大半はGMOであり、日本人が大量にGMOを消費しているといっても過言ではない。大豆の他にも、とうもろこしや菜種、綿実なども大半がGMOであり、カップ麺、カレールー、食パン、パスタ、そうめんなどにもGMOは使われている⁵⁵。

GMOに関して、食品表示法は3種類の表示方法を使用している。3種類の表示方法とは、①「遺伝子組換え」、②「遺伝子組換え不分別」、③「遺伝子組み換えでない」の3つであり、この他に表示がないものもある。「遺伝子組換え」表示は、GMOとして農場から完全に分別管理が行われ

たものである。例えば、豆腐、納豆、味噌、コーンスターチなどがある。「遺伝子組換え不分別」とは、農場から分別管理が行われず、GMOであっても書類上でも証明できないものである。この表示の場合、GMOである可能性がある。「遺伝子組み換えでない」は、GMOではないとして農場から完全に分別管理が行われたものである。ただし、表示義務はない⁵⁶。

GMOの表示に関して、食品表示法の改正が予定されている。新しい表示制度では、義務表示についての変更はなく、任意表示制度についてのみの変更である。変更後の新しい食品表示基準は、令和5年4月1日から施行される予定である⁵⁷。新しい表示制度は、「分別生産流通管理をして、意図せざる混入を5%以下に抑えている大豆及びとうもろこし並びにそれらを原材料とする加工食品」を、以下の2つの場合に分け、それぞれ別の表示を行うというものである。

- ① 分別生産流通管理をして、意図せざる混入を5%以下に抑えている大豆及びとうもろこし並びにそれらを原材料とする加工食品
- ② 分別生産流通管理をして、遺伝子組換えの混入がないと認められる大豆及びとうもろこし並びにそれらを原材料とする加工食品⁵⁸

すなわち、現行の表示制度では、「意図せざる混入5%以下」と一律に分類していたものを、「意図せざる混入5%以下」と「意図せざる混入0%」の2種類に分けた。

表示方法としては、①の場合、適切に分別生産管理された旨の表示が可能となり、表示例としては、「原材料に使用しているトウモロコシは、遺伝子組換えの混入を防ぐため分別生産流通管理を行っている。」または「大豆（分別生産流通管理済み）」等の表示となる。②の場合は、具体的な表示例としては、「遺伝子組換えでない」または「非遺伝子組換え」等の表示となる⁵⁹。

ところが、新しい表示法は厳格になり過ぎ、「遺伝子組換えでない」と表示しづらくなるおそれがある。GMO表示規制が一部変更になり、表示がより正確になったとはいえ、基本的には、20年前に策定されたルールを踏襲し、規制対象も、農産物8品種及び加工品33品目に限られている。また、「分別生産流通管理」という一般消費者にとってなじみの薄い用語を、GMOの表示に使用している。さらに、新しいGMO表示制度によって、「遺伝子組換えでない」という表示ができる食品も少なくなり、これがかえって事業者に「分別生産流通管理」を放棄させるかもしれないというおそれを生じさせている⁶⁰。

一方で、トレーサビリティの問題がある。EUでは、農場から消費まで、販売先、購入先などを確認して記録し、すべての製造・加工・流通過程においてトレースできるように書類を作成している。これは、安全上の問題が生じたときの原因追究や市場から撤去すべき品目の確定のためのものである。わが国の四大公害の一つである水俣病がチツソから出された有機水銀が原因であるという事実の特定のために数年を要した。この間、被害が拡大していった。このような事態を防ぐために、何か問題が生じたら、そのものがどこで作られ、どのような流通ルートで上市されたかを、できるだけ早く特定する必要がある。それには、トレーサビリティのシステムを確立しなければならない。EUのシステムは、必要な情報が登録されており閲覧も自由に行えるものであり、対象製品、購入先、販売先との関係を記録するという比較的単純なものである。しかし、わが国には、このようなトレーサビリティのシステムはない⁶¹。

GMOが人体に与える影響が未だにわからない現在、少なくとも消費者には選択の自由が与え

られるべきであろう。そして、それを可能にするのが正確な食品の表示である。現在の食品表示法の表示の仕方は、消費者に選択の自由を与えるほど正確な表示とは言えない。また、GMOの人体への影響が未だに不明な現在、何か問題が生じた場合に、原因をいち早く特定するためのトレーサビリティのシステムは、少なくとも確立すべきではないだろうか。もし万が一、GMOによる健康被害が生じた場合、その範囲は過去の公害のような地域性はなく、その被害はわが国全土におよぶことを忘れてはならない。

Ⅲ. 将来の科学技術に対する法律の役割

1. AI

今後急速な進展が見込まれる科学技術の中で、最もその先行きが見通せないのがAIであろう。AIは、1970年頃から、コンピュータ技術の進展と共に研究が始まった。筆者も、当時情報工学を学んでいたが、LISPを中心とする推論エンジンの作成に取り組んでいた。何度かAIブームが訪れたが、21世紀に入り、Machine Learning（機械学習）からDeep Learning（深層学習）⁶²の時代に移り、一気にAIが実用化され始めた。特に画像処理では、人間の識別能力を凌駕するほどの大きな成果をもたらした。

Machine LearningとDeep Learningの違いは、例えばMachine Learningが犬や猫の特徴量を人間に教えることで犬や猫を認識するのに対し、Deep Learningでは、AIが犬や猫を見て、特徴量を抽出することにより識別する。この精度は、人間が95%であるのに対し、AIは97.7%とAIの方が優れている。また、これを可能にしているのがニューラルネットワーク⁶³である。人間の脳の動きをコンピュータ内でシミュレーションしているので、人間の脳と同様な動きを実現できる。

このようにAIは人間の能力に近い存在となっていくが、このままAIの技術が進展していくと、いつかは人間の能力を超える日が来るのではないかと考えられている。現時点でも、AlphaGo⁶⁴のように、囲碁の分野では、AIは人間の能力を遥かに超えているが、いずれすべての分野において人間の能力を遥かに超える日が来るのではないか。これが「技術的特異点」（シンギュラリティ）⁶⁵と言われるものであり、2005年、レイモンド・カーツワイルが、この日が2045年に到来すると予測している。

また、AIの技術の深度を図る尺度として、チューリングテスト⁶⁶というものがある。チューリングテストの名称は、イギリスの天才数学者であるアラン・チューリングに由来するもので、相手が人間なのかAIなのか、人間が判断することができるかどうかを問題とする。「技術的特異点」（シンギュラリティ）が到来した暁には、相手が人間なのかAIなのかまったく見分けがつかず、ヒト型AIロボットも多数存在することになるかもしれない。そうなると、AIが新たなAIを発明し、改良を加えていくことになることも考えられる。人類の最後の発明がAIであり、その後の発明はAIにとって代わられるという見解も存在する⁶⁷。

AI技術の進展に警鐘を鳴らしているのが、テスラのCEOであるイーロン・マスクや故スティーブン・ホーキング博士である。このようなAIの進展は、人間の生活を大きく変えるだけでなく、社会変革をもたらす。特に産業構造が変わり、すべての分野においてAIは欠かせないものとなる。

そして、AIは人間から仕事を奪うことも容易に想像できる。AIの進展の中で、特に懸念されるのはAIを使った兵器である。すでにこれが実用化されていることを鑑みれば、AIが我々人類にもたらすものは、利便性を超えた脅威でしかないであろう。

わが国のAIに関係する法令は、著作権法などの知的財産法や不法行為法、製造物責任法など多岐に渡るが、AIに特化した法律は未だない。強いて言えば、AI技術を利用したソフトウェア開発に関する契約を締結する際の参考として、2018年6月に公表された「AI・データの利用に関するガイドライン1.1版」⁶⁸があるぐらいであり、AIに特化した法令は存在しない⁶⁹。

ある種の暴走ともいべきAI技術の進展に対して、人類はどのような対策を取ればよいのであろうか。技術者は、研究に没頭している間は、自分の研究が将来どのような使われ方をするのかを冷静に考えることはほとんどないのではないだろうか。多くは、自分が研究開発した成果物が、人の殺戮などに使われた時に初めて、その意味を実感する。アルフレッド・ノーベルが自分の発明したダイナマイトが戦争に使われたことを知ったとき、どのような思いであったか想像に難くない。このように両刃の剣である科学技術の暴走を止められるのは、人間の叡智だけであり、それを実現化できるのは法だけであると考えたいが、それは可能であろうか。

2. バイオテクノロジー

21世紀、AIとともに大きく進展する科学技術がバイオテクノロジーであろう。その中心となるのが遺伝子改変技術である CRISPR/Cas9 (クリスパー・キャス9)⁷⁰に代表される生殖細胞系ゲノム編集技術 (以下「ゲノム編集」という。) であろう。ゲノム編集は、特定の酵素によって、生物の遺伝子情報を書き換える技術であり、従来、遺伝子組換え技術とは異なる。遺伝子組換え技術では、特定の遺伝情報を外部から生体内に挿入することにより生物を変異させる技術であり、自然界ではほとんど起こらないことを人為的に行うものである。一方、ゲノム編集は、外部からの遺伝情報は入れず、人為的にゲノムそのものに変異を起こさせるもので、自然界では十分起こり得る事象である。

生物本来の遺伝情報を書き換えてしまうゲノム編集は、人間そのものを別の生物に変化させることが可能になると考えられている。例えば、デザイナー・ベイビーでは、生まれて来る子供の遺伝情報を書き換えて、理想とする人間に生まれ変わらせることができる。これについては、生命倫理上大きな問題がある。一つには、現在、この技術は確立されておらず、失敗の危険性が非常に高いことである。

例えば、生まれてくる子供をスーパーマンのような超人にしたいと思ってゲノム編集をしたところ、失敗してスーパーマンどころか昔話の河童のような外見になったとしよう。もしそうなれば、この子は親を怨むに違いない。また、この遺伝情報は何世代にも続く。また、わが子を美しくしたいとしてゲノム編集をすることも考えられるが、現在の美容整形が本人の意志で行われるのに対し、ゲノム編集は、本人の意志とは無関係に行われる。親は青い目がいいと思ってゲノム編集を子どもに行ったが、本人は黒い瞳の方が好みだったということもあろう。それ以前に、そもそも医学的な理由とは別に、勝手に人間の遺伝情報を書き換えることが、倫理上はたして許されるのかという基本的な問題もある。

これらに対する現時点の法規制は、わが国では「ヒトに関するクローン技術等の規制に関する法律」⁷¹や「再生医療等の安全性の確保等に関する法律」⁷²が法として整備されているほかは、ヒトゲノム指針、遺伝子治療等指針、医学系研究指針などのガイドラインが整備されているのみであり、統一的な法規制は現在検討中である⁷³。特に生命倫理に関するこれらの取扱いは、国によっても大きく異なり、文化、宗教なども密接にかかわる難しい問題を孕んでいる。ただ、このまま放置しておくことは許されないであろう。

IV. 科学技術に対して法は如何にあるべきか

科学技術に対して法は如何にあるべきかを考える一つの例として、再生医療分野における法規制を例に検討してみたい。

再生医療とは、本来の機能を失った臓器や器官の代わりに、それらのもとになる幹細胞や幹細胞から作り出した臓器や組織を移植することをいう⁷⁴。初期の再生医療はすでに1950年から66年代に始まっており、白血病の患者などに対して他人から骨髄を移植する治療（骨髄移植）が行われてきた。骨髄には血球のもとになる幹細胞（造血幹細胞）が含まれているので、これが初の幹細胞移植であり、かつ再生医療ということになる⁷⁵。

1981年、ケンブリッジ大学のマーティン・エバンズ⁷⁶らのグループと、カリフォルニア大学サンフランシスコ校のゲイル・マーティンが、哺乳類（マウス）の胚芽から胚性幹細胞（ES細胞）⁷⁷（以下「ES細胞」という）を樹立した。その後、ヒトのES細胞は、1998年にウィスコンシン大学のジェームズ・トムソンらのグループによって樹立された⁷⁸。

ES細胞の特徴としては、神経細胞や血球細胞など、様々な種類の細胞に分化⁷⁹する多能性⁸⁰と、ほとんど無限に増殖するという高い増殖能力であり、病気や事故等で失われた細胞を補填し、組織を修復する再生医療への応用が期待される⁸¹。しかし、ES細胞は、ヒト胚⁸²（ヒトの受精卵）の受精後5日から7日の間に胚盤胞の内部の細胞を取り出して培養して作成するため、ヒトの生命の萌芽である胚を滅失させるという倫理的問題がある⁸³。

ES細胞の樹立のためには、胚盤胞と呼ばれる状態まで成長した胚を破壊し、その内部に存在する内部細胞塊を取り出して培養する必要がある。しかし、胚を胚盤胞の状態で母胎内に戻して着床させれば、成長してやがては人間となる。はたして、生きているヒト胚を壊してES細胞を樹立させることが倫理的に許されるのであろうか。この点、ローマ・カトリック教皇庁は、「受精の瞬間からヒトの生命は始まり、その時からヒトである」という立場をとっている。この立場からすると、人工妊娠中絶も、ヒト受精胚からのES細胞の樹立もみな殺人に等しい行為である⁸⁴。そのためEUではヒト胚を壊してES細胞を樹立することを禁じている。一方、米国、英国やわが国では、ES細胞の樹立を禁じていない。

わが国および英国では、受精後14日の原始線条⁸⁵ができた時点で、「ヒト」になったと解釈されている⁸⁶。たとえば、わが国では、2004年の総合科学技術会議の「ヒト胚の取扱いに関する基本的な考え方」（以下「基本的考え方」という。）では、「ヒト受精胚は、原始線条を形成して臓器分化を開始する前までは、ヒト受精胚の細胞（胚性細胞）が多分化性を有していることから、ヒト個体としての発育を開始する段階に至っていないと考えることができるが、原始線条を形成

して臓器分化を開始してからは、ヒト個体としての発育を開始したものと考えることができる。これを踏まえ、研究目的でのヒト胚の作成・利用においては、その取扱い期間を原始線条の形成前までに限定すべきである」としている⁸⁷。

また、人間の生命は受精の瞬間から始まるとしても、わが国の法律では、基本的に出生するまでは人間として取り扱われることはない。それは、単なる物体又は単なる細胞とは区別され、人間の生命として尊重されなければならないとしても、人間そのものではない⁸⁸。ここで問題となるのが、人工授精によってできたヒト胚である。受精させたいいくつかのヒト胚の中から1つだけ母体に戻し、そのほかのヒト胚は冷凍保存される。その他の冷凍保存されたヒト胚も、母体に戻せば人間として出生することができる。現在、人工多能性幹細胞（iPS細胞）⁸⁹（以下「iPS細胞」という）がES細胞に置き換わったが、今でもES細胞は実験としての機能を有しており、冷凍保存されたヒト胚をES細胞樹立のために使用するという禁じられてはいない。

このような中、CRISPR/Cas9を使った大きな問題が起きた。2015年4月18日、中国の中山大学の遺伝子研究者である黄軍就副教授（当時）の研究チームが、オープンアクセス学会誌「Protein&Cell」に、世界で初めてCRISPR/Cas9を使ってヒトの受精卵であるヒト胚のDNAを切断し、そこに新しいDNAを導入して修復し遺伝的改変を試みた実験の論文「CRISPR/Cas9-mediated gene editing in human tripronuclear zygotes」⁹⁰（以下「黄論文」という。）を掲載し、世界に大きな波紋を起こした。この実験は、生まれてくる子供を自由自在にデザインする、いわゆるデザイナー・ベイビーを作ることにつながりかねない。ヒト胚を使った遺伝的改変に対し、どのような遺伝子編集研究ならば生命倫理上問題がないかという議論を呼び起こした⁹¹。

この実験は、ゲノム編集技術により遺伝性の血液疾患に関する遺伝子の改変を試みたものであったが、黄研究チームが用いたヒト受精卵は、不妊治療のために人工授精で作られたもので、卵子が2個の精子で受精したため出生に至ることができない異常な受精卵（三倍体の受精卵）⁹²（以下「3PN胚」という。）であった。黄研究チームは、出生に至ることのない3PN胚を使うことにより倫理的問題を回避しようとしたことがうかがえる⁹³。

研究の結果としては、実験に使用した86個の受精卵のうち、48時間後には71個が生き残り、そのうちDNA解析できたものが54個である。そのうちの28個はDNAが切断されていた形跡があったという報告がされている。しかし、標的遺伝子が置き換わったのは4個だけで、標的以外（off-target）の部分の組み換えが大量に発生し、技術的にヒト胚に対するゲノム編集の困難さが明らかにされた。もっとも、黄研究グループが使ったCRISPR/Cas9は若干古いバージョンのものだったが、黄論文は、ヒトの受精卵に対する遺伝子治療の医療目的にCRISPR/Cas9を使うのは時期尚早であり、更なる検討が必要であると結論づけている⁹⁴。

黄論文の発表は、少なからず世界に衝撃を与えたものとなった。特に、2015年5月26日、米国ホワイトハウスは、ヒト受精卵を使ったゲノム編集に関して「将来世代への影響が不透明で、現時点では超えてはいけぬ一線であり、受精卵の遺伝子改変を行うべきでない。」との見解を発表した⁹⁵。わが国でも、2015年6月3日、政府の総合科学技術・イノベーション会議の生命倫理専門調査会⁹⁶が、ゲノム編集技術を人間の受精卵に利用することについて、倫理的に認められるかどうか調査・検討することを決定した⁹⁷。

定例研究会

このような問題が発生したにもかかわらず、この3年後に中国で再度同じような事件が起きた。今回はさらに深刻であった。2018年11月25日、ウェブメディア「MITテクノロジー・レビュー」が、中国広東省深圳市にある南方科技大学の賀建奎副教授（当時（以下「賀博士」という。））が、ヒトの受精卵にCRISPR/Cas9を使ったゲノム編集を行って、遺伝子を改変させた双子の女の子（ルル、ナナ）とほか1人の計3人を誕生させたことを報道した。この内容は、賀博士自らもYouTubeで公表した⁹⁸。また、2018年11月28日午後、香港大学で開催されたゲノム編集技術をヒトに使うことの是非を議論する国際会議の場で、賀博士は、ゲノム編集技術を施した双子の女の子を得たと発表した⁹⁹。

賀博士は、男性がエイズウイルス（HIV）感染者で女性が非感染のカップルを募り、彼らの子どもがHIVに感染することがないように、遺伝子を操作したとしたが、HIV感染者の父親から生まれてくる赤ちゃんへと感染が広がるのを防ぐ方法はすでに確立しているため、この実験は医学的に必要なものではなく、ヒト胚にゲノム編集を行うこと自体が目的だったのではないかと内外から疑問が呈された¹⁰⁰。

賀博士は香港での国際会議のあと、広東省当局の調査を受けた。その予備調査の結果は2019年1月21日に新華社通信を通して発表され、ゲノム編集ベビーは本当に誕生していたことが伝えられた。このため、南方科技大学は同日付で賀博士を解雇した。その後、中国からはこの件に関する続報はなく、賀博士の消息もわからなかったが、2019年12月30日、中国の新華社通信によれば、深圳市の裁判所は、賀博士に対して懲役3年の実刑、罰金300万人民元（4,700万円相当）の判決を下したという。彼だけでなく、ほかの2人も有罪の判決を受けた¹⁰¹。しかし、誕生した3人の赤ちゃんの健康状態や消息は不明である。

判決によると、賀博士は2016年以降、商業的利益のために広東省の医療機関の2人と共謀し、倫理審査の書類を偽造するなどして、夫がHIVに感染した夫婦を募集し、安全性などが厳格に検証されていないゲノム編集技術を使って、HIV感染を防止するための遺伝子改変を夫婦の受精卵に施し、2組に双子2人を含む計3人を出産させたとしている。判決は賀博士らが「名利を追求」し、国の関連規定に違反していることを知りながら「研究と医学の倫理・道徳の最低ラインを越えた」と指弾した。共犯の被告2人には懲役2年と懲役1年6月（執行猶予2年）を言い渡した¹⁰²。このように科学技術は、一部の興味本位の研究者によって推進されているという宿命を負っているといえるであろう。

V. おわりに

いくつか科学技術と法に関する事例を紹介したが、共通している点は、どれも不十分な内容であり、また科学技術の進歩に法が追いついていないことがわかる。特に、このギャップが大きくなり過ぎると、社会的な問題が生じる。では、これらを是正するためにはどうしたら良いのだろうか。

著作権法の問題では、早いうちからフェアユースの議論がなされていたにもかかわらず、法整備が遅れた。これはやはり立法機関の怠慢であろう。またFIT法に関しては、なぜ総量規制を入れなかったのか疑問であるが、当時1kWhあたり6円の相場の電気を、10年から20年もの間、40

円または42円の固定価格で買い取るという非常識とも思えるやり方をとった。おかげで太陽光発電が急激に増えたが、一方で色々な矛盾が露呈し、社会に対して少なからず混乱を招いた。最終処分法に至っては、実現が危ぶまれることが予め予測できたにもかかわらず法制化された。今後益々進展するであろうAIやバイオテクノロジーに関しては、十分な法整備がなされていない。これらの問題を解決する方法はあるのであろうか。

幸いなことに、科学技術というものは一夜にして新しいものが作られるということはほとんどなく、これらは日々の研究開発の積み重ねで、少しずつ進歩しているものである。一般の人々にとっては、新しい製品が上市された時点で、画期的なものが作られたと思いがちだが、実は、いずれそうなることを予測しながら研究開発してきたものである。科学技術というものは、日々の研究開発の成果であり、決して予測困難なものではない。すなわち、現在の科学技術の研究開発から将来を予測できるものであり、注意深く準備をすれば法整備もそれに合わせる事が可能である。

いずれにせよ、道具というものは人類の生活を向上させ利便性を与えるものだが、その根底にあるものが科学技術である。その科学技術が人類にとって脅威となってはならない。そのためには、科学技術関連の法律の立法者は、十分なシミュレーションを行い、その法律が、人間社会の将来にどのような影響を与えるのかを十分に考察し把握する必要があるのではないだろうか。現在も、立法に際し各種審議会でも議論はされているが、そのための独自のシステム作りが必要ではないだろうか。紙幅の関係上、具体的な案については別稿に譲りたい。

-
- 1 プロモニスタ「【2022年最新版】世界の検索エンジンランキングTOP10を発表」(2021年12月17日)〈<https://www.willgate.co.jp/promonista/search-engine-ranking/>〉(Mar 30, 2022)。
 - 2 現在も京都大学大学院情報学研究所では、自然言語処理の研究が行われている〈<https://nlp.ist.i.kyoto-u.ac.jp/>〉(Mar 23, 2022)。
 - 3 東洋経済オンライン(2008年10月3日)「次世代ネット検索は日本発? 要素技術はお墨付きだが…」〈<https://toyokeizai.net/articles/-/2049>〉(Mar 23, 2022)。
 - 4 著作権情報センター(CRIC)「アメリカ編」〈<https://www.cric.or.jp/db/world/america.html>〉(Mar 30, 2022)。Copyright Law of the United States, 17U.S.C. 〈<http://www.copyright.gov/title17/>〉(Mar 30, 2022)。
 - 5 高田寛「著作権法におけるアメリカ型フェアユース規定導入の限界についての一考察」産業能率大学紀要31巻1号(2010年)5~7頁。高田寛「日本版フェアユースの動向と検討課題」ビジネスロージャーナル(BLJ)No.39(2011年)109頁。高田寛「デジタルコンテンツの流通とフェアユースについての一考察」国際商取引学会13巻(2011年)6~8頁。
 - 6 Field v. Google, Inc., 412 F.Supp. 2d 1106 (2006); Parker v. Google, Inc., 422 F.Supp. 2d 492.
 - 7 検索エンジンのビジネスモデルは、多くのアクセスがあることから、そこに広告を出す企業が増えることから広告ビジネスと言われている。そのため一般の利用者は無料で使用することが可能となる。
 - 8 4つの考慮要素とは、①使用の目的及び性質(使用が商業性を有するかまたは非営利的教育目的を含む)、②著作権のある著作物の性質、③著作権のある著作物全体との関連における使用された部分の量及び実質性、④著作権のある著作物の潜在的市場又は価値に対する使用の影響である(高田

- 寛「ウェブ検索サービスにおける法改正とフェアユースについての一考察」国土館法学42号（2009年）170頁）。
- 9 2018年に著作権法47条の6は、同法47条の5に整理・統合された。
 - 10 高田寛「情報大航海プロジェクトと検索エンジンの法的問題についての一考察」比較法制研究（国土館大学）31号（2008年）129～168頁。
 - 11 高田・前掲注(8) 172頁。
 - 12 FIT (Feed-in Tariff) とは、電力を買い取る助成制度のことであり、“Feed-in”は「入れる、供給する」、「Tariff」には「関税、電気などの公共料金の請求方式」などの意味がある。
 - 13 再生可能エネルギーとは、renewable energyの和訳であり、気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)の2011年レポートでは、太陽、地球物理、生物などに由来して、利用する以上の速さで自然界において補充されるあらゆる形のエネルギーであると定義されている（第一東京弁護士会環境保全対策委員会編『再生可能エネルギー法務』（勁草書房、2016年）2頁）。
 - 14 太陽光発電導入実績ランキング〈<https://shindenryoku-navi.net/2021/07/27/%E5%A4%AA%E9%99%BD%E5%85%89%E7%99%BA%E9%9B%BB%E5%B0%8E%E5%85%A5%E5%AE%9F%E7%B8%BE.%E3%83%A9%E3%83%B3%E3%82%AD%E3%83%B3%E3%82%B0/>〉（Mar 30, 2022）。
 - 15 電気事業者とは、電気事業法2条1項9号に規定する一般送配電事業者及び同項13号に規定する特定送配電事業者をいう（FIT法2条1項）。2016年の改正FIT法では、再エネ電気の買取義務者が、小売電気事業者から送配電事業者に変更された。改正FIT法の施行日（2017年4月1日）以降、新たに買取契約を締結する場合、FIT電気は送配電事業者が買い取ることとなる。それ以前の買取契約分については、引き続き小売電気事業者の買い取りとなる。
 - 16 高田寛「2030エネルギーミックスにおける政策及び法的課題—再生可能エネルギー及び原子力発電を中心に」企業法学研究2018第7巻2号（2018年）6頁。
 - 17 資源エネルギー庁HP「固定価格買取制度」〈https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/surcharge.html〉（Mar 30, 2022）。
 - 18 資源エネルギー庁HP「固定価格買取制度導入後の賦課金の推移」〈<https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2020/002/>〉（Mar 30, 2022）。
 - 19 ソフトバンクの子会社であるSBエナジー(株)を中心に行われた。
 - 20 2012年には、0.22円/kWhであったものが、2016年には2.25円/kWh、2017年には2.64円/kWh、2018年には2.90円/kWh、2019年には2.95円/kWhと推移している（資源エネルギー庁HP「日本のエネルギー2020年度版『エネルギーの今を知る10の質問』」）〈<https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2020/010/#section1>〉（Mar 30, 2022）。
 - 21 もともとFIT制度はスペインが導入したが、同様の問題が生じた（高田寛「太陽光発電ビジネスの現状と法的課題について—FIT制度及びスラップ訴訟について—」法と経営学研究創刊号（2019年）35～36頁）。
 - 22 <https://eneken.ieej.or.jp/data/5776.pdf>（Mar 30, 2022）。
 - 23 資源エネルギー庁HP「どうする？ソーラー よくある質問」〈https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/solar-2019after/faq.html〉（Mar 30, 2022）。
 - 24 例えば、事業用太陽光発電（10kW以上）の場合は、平成24年度では、1kWh当たり40円であったが、平成25年度は36円、平成26年度は32円、平成27年度は29円（7月からは27円）、平成28年度は24円、平成29年度は21円（2MW（メガワット）以上は入札）と年々低下し、平成30年度は18円、平成31年度は14円に決定した。住宅用太陽光発電（10kW未満）も、平成24年度では42円であったものが、年々低下し、平成31年度は24円（出力制御対応機器設置義務あるものは26円）となっている

- (高田・前掲注(16) 8頁。資源エネルギー庁HP「2021年度以降の価格表(調達価格1kWhあたり)」
<<https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/fit_kakaku.html>> (Mar 30, 2022)。
- 25 高田・前掲注(16) 10頁。
- 26 特定放射性廃棄物には、第一種特定放射性廃棄物と第二種特定放射性廃棄物がある。第一種特定放射性廃棄物は、使用済み燃料の再処理後に残存する物を固型化した物(ガラス固化体)で、いわゆる高レベル放射性廃棄物である。第二種特定放射性廃棄物は、それ以外の最終処分対象となるTRU廃棄物(原子番号がウランの92番よりあとの元素を構成する核種(超ウラン元素)を含む放射性廃棄物を言う。いわゆる低レベル放射性廃棄物)である。
- 27 原子力発電により発生する使用済み核燃料をリサイクル(再処理)する過程で発生する、高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)等の最終処分(地層処分)事業を行なう事業者<https://www.numo.or.jp/about_numo/>(Mar 23, 2022)。
- 28 北海道HP「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律に基づく文献調査等に関する考え方等について」<<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/kz/kke/bunkencyosa.html>>(Mar 30, 2022)。
- 29 前掲。
- 30 原発問題プロジェクトHP「核のゴミ—寿都町、神恵内村における文献調査を考える—」(2021年10月31日)<<https://www.nskk.org/province/no-nuke-project/topics/2021/1360/>>(Mar 30, 2022)。
- 31 原子力発電環境整備機構HP「ガラス固化体が4万本に相当する使用済み燃料が発生するのは、いつ頃ですか?」<https://www.numo.or.jp/q_and_a/100037.html>(Mar 23, 2022)。
- 32 NHKニュース(2021年10月5日)「おはよう日本 高レベル放射性廃棄物『ガラス固化体』の中止」<<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20211005/k10013291291000.html>>(Mar 30, 2022)。
<<https://www.youtube.com/watch?v=5axeW9Gmf4E>>(Mar 30, 2022)。
- 33
- 34 科学が文化国家の基礎であるという確信の下、行政、産業及び国民生活に科学を反映、浸透させることを目的として、昭和24年(1949年)1月、内閣総理大臣の所轄の下、政府から独立して職務を行う「特別の機関」として設立された。
- 35 日本学術会議「回答 高レベル放射性廃棄物の処分について」(平成24年(2012年)9月11日)<<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-k159-1.pdf>>(Mar 30, 2022)。
- 36 NHKクローズアップ現代プラス「10万年の安全は守れるか～行き場なき高レベル放射性廃棄物～」(2012年12月1日放送)<<http://www.nhk.or.jp/gendai/articles/3254/1.html>>(Mar 30, 2022)。
- 37 日本学術会議「(提言)高レベル放射性廃棄物の処分に関する政策提言—国民的合意形成に向けた暫定保管」<<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t212-1-abstract.pdf>>。
- 38 高田寛「原子力発電所の廃炉と放射性廃棄物の処分の法的課題」明治学院大学法学研究所年報35巻(2019年)30頁。
- 39 青森県庁HP<<https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/energy/g-richi/0001rokasyo.html>>(Mar 30, 2022)。
- 40 高田・前掲注(38) 20頁。J-POWER電源開発HP「原子力発電のしくみと種類」<http://www.jpowers.co.jp/bs/field/gensiryoku/atomic/mechanism/mechanism_and_kind/index.html>(Mar 30, 2022)。
- 41 NHK政治マガジン「プルトニウム保有量 前年より0.2トン減 去年末」<<https://www.nhk.or.jp/politics/articles/lastweek/43378.html#:~:text=%E5%9B%BD%E3%81%AE%E5%8E%9F%E5%AD%90%E5%8A%9B%E5%A7%94%E5%93%A1%E4%BC%9A,%E3%83%88%E3%83%B3%E3%81%A8%E3%81%AA%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82>>(Mar 30, 2022)。
- 42 資源エネルギー庁HP「『もんじゅ』廃炉計画と『核燃料サイクル』のこれから」<<https://www.>

- enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/monju.html) (Mar 30, 2022)。
- 43 Mixed Oxide (混合酸化化合物) の略。
- 44 資源エネルギー庁HP「資源エネルギー庁がお答えします!～核燃料サイクルについてよくある3つの質問」
(https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/qa_kakucycle.html) (Mar 23, 2022)。
- 45 原子炉の寿命は約40年であり、最長でも60年である (高田・前掲注(38) 19頁、高田・前掲注(16) 13頁。
- 46 高田寛「原発再稼働を巡る安全性に対する司法審査の限界」明治学院大学法学研究107号 (2019年) 32～33頁。
- 47 高田・前掲注(46) 33頁。
- 48 小出裕章氏講演「原発と戦争を押し進める愚かな国 日本」(2015年9月19日) (<https://www.youtube.com/watch?v=kFpf1W-n7Vk>) (Mar 30, 2022)。
- 49 緊急事態宣言はどのエリアを対象としているのかという質問に対して、内閣府原子力被災者支援チームの野口康成参事官(当時)は「にわかにはわからない。個別にこのエリアとされるものではないと思う。」と回答した。これに対し、「日本全体ではないのか」と問われると、「法的に、緊急事態宣言が交付されているエリアは決められていないと思う。」と述べた(2019年2月27日)。高田・前掲注(46) 33頁。
- 50 福島第一原子力発電所における避難指示区域の設定については、環境省が基準を示している(<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/r1kisoshiryo/r1kiso-09-04-01.html>) (Mar 30, 2022)。
- 51 厚生労働省医薬食品局食品安全部「遺伝子組換え食品Q&A」(2011年) 2頁 (<http://www.mhlw.go.jp/topics/idsenshi/dl/qa.pdf>)。本田伸彰「遺伝子組換え作物をめぐる状況」調査と情報686号(2010) 2～3頁 (<http://www.ndl.go.jp/jp/diet/publication/issue/pdf/0686.pdf>)。高田寛「遺伝子組換え作物の法的問題について—表示規制とトレーサビリティを中心に—」富大経済論集62巻3号(2017年) 85頁。
- 52 土壌細菌のBt遺伝子から作られるたんぱく質は、特定の種類の昆虫に対して殺虫作用を示すため、Bt遺伝子のGMOは葉や茎を食害する害虫から守られ、殺虫剤の散布回数や使用量を減らせる。
- 53 John E. Losey, Linda S. Rayor & Maureen E. Carter, “Transgenic pollen harms monarch larvae”, *Nature* 399: 212 (<http://www.nature.com/nature/journal/v399/n6733/full/399214a0.html>) (Mar 30, 2022). 高田・前掲注(51) 85頁。
- 54 高田・前掲注(51) 82頁。
- 55 生活クラブHP「遺伝子組換え(GM)作物・食品とは」(<https://seikatsuclub.coop/activity/food/gmo.html>) (Mar 30, 2022)。
- 56 高田・前掲注(51) 89～91頁。
- 57 高田寛「新しい遺伝子組換え表示制度に関する一考察」明治学院大学法学研究109巻(2020年) 35頁。
- 58 高田・前掲注(57) 35～36頁。
- 59 高田・前掲注(57) 35～36頁。
- 60 高田・前掲注(57) 48頁。新しい表示方法に対する筆者の提言については、拙稿・前掲注(57)「48～49頁を参照されたい。
- 61 高田・前掲注(51) 95～97頁。
- 62 人間の脳をモデル化し、コンピュータが人間の学習機能を模したもの。機械学習の一手法であるニューラルネットワーク(脳の情報処理を模して開発された機械学習の一手法)を多層において実行することで、より精度の高い推論を目指した手法である(経済産業省「AI・データの活用に関する契約ガイドライン」10頁(<https://www.meti.go.jp/press/2017/05/20170530003/20170530003-1.pdf>)) (Mar 30, 2022)。高田寛「AI開発における知的財産権および権利帰属に関する一考察」国際取引法学会6号(2021年) 139頁。
- 63 Neural Network. 脳の神経回路の一部を模した数理モデル、または、パーセプトロンを複数組み合

わせたものの総称。

- 64 2016年3月、囲碁におけるトップ棋士の一人である李九段（韓国）との5番勝負に4勝1敗でAlphaGoが勝利したことは、世界に大きな衝撃を与えた（総務省『情報通信白書（平成28年度版）』1部2節1(1)〈<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc142110.html>〉(Mar 23, 2022)。
- 65 Singularity. AIが人間の知能を超える転換点（技術的特異点）、または、それにより人間の生活に大きな変化が起こること。
- 66 機械が「人間的」であるかどうかを判断するテストのこと。色々な質問を投げかけて、相手が人間なのか機械（AI）なのか判断できるかどうかのテストである。ただ、チューリングテストだけではAIに知能があるかどうかを判断できないという反対意見もある（哲学者ジョン・サールの意見が代表的）。
- 67 高田寛「生命科学における生命倫理と特許適格性について」国際取引法学会創刊号（2016年）139～140頁。
- 68 経済産業省HP〈<https://www.meti.go.jp/press/2019/12/20191209001/20191209001-3.pdf>〉(Mar 30, 2022)。
- 69 高田・前掲注(62) 138頁。
- 70 CRISPR-Cas9 (clustered regularly interspaced short palindromic repeats / CRISPR associated proteins) システムは、ゲノム中で切断したい領域を切断できる遺伝子改変ツール（ゲノム編集ツール）。
- 71 https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=412AC0000000146_20150801_0000000000000000 (Mar 30, 2022)。
- 72 https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=425AC0000000085_20190314_430AC0000000098 (Mar 30, 2022)。
- 73 日本学術会議の科学者委員会ゲノム編集技術に関する分科会では、「ゲノム編集技術のヒト胚等への臨床応用に対する法規性のあり方について」(<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-t287-1.pdf>) (Mar 30, 2022) というタイトルで提言を行っている。
- 74 事故や病気によって失われた身体の細胞、組織、器官の再生や機能の回復を目的とした医療。再生医療は、再生医療要素技術、再生医療応用技術、再生医療支援技術に大別できる。
- 75 高田寛「幹細胞を利用した再生医療における法規制と生命倫理－ES細胞とiPS細胞の利用を例に」富山大学経済論集61巻1号（2015年7月）2頁。新海裕美子「人類を変える万能細胞の歴史－遺伝子の操作からiPS細胞の発見まで」石浦章一監修『この一冊でiPS細胞が全部わかる』（青春出版社、2012年）125頁。
- 76 2007年ノーベル生理学医学賞。
- 77 Embryonic Stem Cell. 胚盤胞から人工的に作られた細胞であり、分裂開始直後の胚から、各器官へと分化を始める直前の幹細胞を取り出し、人為的に培養したもの。
- 78 ヒトES細胞は、1998年11月、米国ウィスコンシン州立大学のThomson教授らによって、不妊治療のために作成された受精卵のうち未使用のもの（余剰胚）を使用して、世界で初めて樹立された（Thomson, J.A. et al. "Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts" Science 282, 1145-1147 (1998)）。金子隆一「人体をつくる60兆個の細胞」石浦章一監修『この一冊でiPS細胞が全部わかる』（青春出版社、2012年）31頁。高田・前掲注(67) 54頁。
- 79 神経、筋肉や血液中の細胞のようにそれぞれ固有の機能を持つ細胞に変化すること〈http://www.lifescience.mext.go.jp/files/pdf/11_2.pdf〉(Mar 30, 2022)。
- 80 様々な器官の細胞へと分化する可能性。ES細胞は、胚盤胞の内部細胞塊から細胞を取り出すので、

いくら培養しても胎盤にはなり得ないことから、厳密には万能性ではなく、多能性 (pluripotency) 細胞である。

- 81 http://www.lifescience.mext.go.jp/files/pdf/11_2.pdf (Mar 30, 2022).
- 82 Human Embryo. 胎児になる直前の状態のヒトの胚。
- 83 高田・前掲注(75) 2～3頁。
- 84 高田・前掲注(75) 3頁。町野朔「幹細胞研究の倫理と法—日本の生命倫理と法：次の段階—」生命と倫理1号(2013年)70頁。ヒト胚を人格とみなすカトリックの立場を、その理論的背景も含めて紹介した著として、秋葉悦子訳著『ヴァチカン・アカデミーの生命倫理—ヒト胚の尊厳をめぐる』(知泉書館、2005年)がある。
- 85 ヒトの受精卵は、受精後14日頃に背骨になる細い溝が現れるが、これを原始線条という。
- 86 引地進「ヒトES細胞の特許性について～ヒト胚の破壊は公序良俗に違反するか～」tokugikon no.241, 111頁(2006) <http://www.tokugikon.jp/gikonshi/241ronbun2.pdf> (Mar 30, 2022)。牧山康志「ヒト胚の取扱いの在り方に関する検討」(文部科学省科学技術政策研究所、Discussion Paper No.33)(2004) <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/dis033j/pdf/dis033j.pdf> (Mar 30, 2022)。
- 87 総合科学技術会議「ヒト胚の取扱いに関する基本的な考え方」6頁(2004) (<http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/life/haihu39/siryos5-1-1.pdf>) (as of Mar 30, 2022)。高田・前掲注(67) 56頁。
- 88 高田・前掲注(75) 4頁。町野・前掲注(84) 70頁。
- 89 Induced Pluripotent Stem Cell. ヒトの体を構成する細胞(体細胞)を取り出し、そのゲノムに手を加えて作り出す改造細胞。2006年、京都大学の山中伸弥によって発見された。
- 90 <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13238-015-0153-5>.
- 91 高田寛「再生医療における生殖細胞系ゲノム編集の法規制と生命倫理」企業法學研究2015第4巻1号(2016)22頁。高田・前掲注(67) 54、59頁。David Cyranoski, Sara Peardon, “Embryo editing sparks epic debate”, Nature Vol. 520 (2015) pp. 593-594. <http://www.nature.com/news/embryo-editing-sparks-epic-debate-1.1742> (Mar 23, 2022)。
- 92 正常な発生能力を欠く人の受精卵(tripronuclear zygotes)のこと。一卵性双生児は、1個の卵に1個の精子が受精し細胞分裂が始まるが、何らかの原因で受精卵が2個に割れ、それらが独自に成長して出生するものをいう。二卵性双生児は、2個の受精卵が同じ子宮内で成長し出生するものをいう。3PN胚は、1個の卵に2個の精子が入ったため、正常な成長ができず出生には至らない。
- 93 高田・前掲注(91) 22～23頁。
- 94 高田・前掲注(91) 23頁。
- 95 John F. Holdren, “A Note on Genome Editing”, <https://www.whitehouse.gov/blog/2015/05/26/note-genome-editing> (Mar 30, 2022)。
- 96 生命倫理専門調査会 <http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/life/lmain.html> (Mar 30, 2022)。
- 97 <http://www.sankei.com/life/news/150603/lif1506030043-n1.html> 高田・前掲注(91) 23頁。
- 98 <https://www.youtube.com/watch?v=OaakgbAeWow&t=59s> (Mar 30, 2022)。
- 99 CNSニュース(YouTube) https://www.youtube.com/watch?v=w_4vClxsTSE。BBCニュース(YouTube) <https://www.youtube.com/watch?v=KUqnrPqtr0o>。Yahooニュース「ゲノム編集ベビーの賀建奎博士に懲役3年の実刑判決 日本では、日本で起きたら？」(2019年12月31日) <https://news.yahoo.co.jp/byline/takumamasako/20191231-00108895> (Mar 30, 2022)。
- 100 前掲。
- 101 前掲。
- 102 産経新聞ニュース「ゲノム編集ベビーで実刑 中国の研究者に懲役3年」(2019年12月30日) <https://www.sankei.com/world/amp/191230/wor1912300020-a.html> (Mar 30, 2022)。