

1. はじめに：ワークショップの目的

2015 年はゲノム編集についてのニュースで賑った一年だった。中国人研究者らによるヒト胚にゲノム編集を行った論文が公表されたのは、本年 4 月 18 日のことだった¹。しかし、この論文については公表以前に研究者の間では噂が広まっていたため、ヒト胚を用いたゲノム編集研究の是非に関する学会等の声明が論文公表以前から出始めていた²。その後も米国 NIH や日米遺伝子治療学会等から声明の公表が相次ぎ³、ヒト胚へのゲノム編集技術の使用に関して禁止あるいはモラトリアムの必要性が強調された⁴。

こうした状況を受け、本年 11 月 22 日に国際高等研究所にて開催された本ワークショップでは、8 月 5 日に開催した第 1 回のワークショップに引き続き、ゲノム編集の倫理に関して議論を行った。ただし本ワークショップでは、ゲノム編集の人への適用に限定せず、動植物の遺伝子改変も含め、その技術的可能性がもたらす倫理的諸課題について議論を行った。具体的には、六つの報告と、三度のグループディスカッションを通じて、以下の三つの問いを詳しく検討し、また、それ以外の懸念についても参加者より意見を求めた。このうち、ヒト胚のゲノム編集は倫理的に許されるべきかという問題は、(2)の問いと関連しており、またいくつかの報告でも直接的に取り上げられた。

本ワークショップで検討された三つの問い

- (1) 「DNA の切断のみ(cutting)」と「DNA を切断して遺伝子を挿入する(inserting)」は、道徳的な違いがあるか。すなわち、ゲノム編集技術による「切断のみ」を使用することは、切断後に遺伝子を挿入するよりも問題が少ないと言えるか。
- (2) 「ヒトの生殖系列細胞の改変は認められないが、体細胞の改変は認められうる」という立場は道徳的に擁護可能か。もし擁護可能だとしたら、どのような原則に基づくのか。
- (3) 遺伝子改変の文脈におけるヒトとヒト以外の動物の異なった扱いは道徳的に擁護可能か。すなわち、「ヒトの生殖系列細胞の改変は認められないが、体細胞の改変は認められうる。一方、ヒト以外の動物であれば生殖系列細胞と体細胞の改変は認められる」という立場は擁護可能か。

以下、最初に六つの報告の概要を示し、次に上記の三つの問いに対する議論と、参加者により示されたそれ以外の懸念について簡単に報告する。ただし、本ワーク

ショップは上記の3点についてさまざまな論点を示すことを目的としており、コンセンサスを得ることを目的としたものではないことを最初に断わっておく。

なお、本報告書は、最初に児玉聡が当日のメモ書きなどに基づき案を作成し、田中創一朗、佐藤恵子、鈴木美香の3名が加筆修正を行ったあと、日本人の参加者全員に確認をしてもらったものである。後日英語版も作成する予定である。

最後に、本ワークショップは国際高等研究所の研究助成および京都大学の研究助成(SPIRITS)によって可能になったものである。記して謝意を表す。また、本ワークショップに参加し、講演および活発な議論を行っていただいた本研究プロジェクトのメンバーおよびゲスト参加者の方々にも、深く感謝する次第である。

児玉聡
プロジェクト代表

参加者一覧

「領域横断型の生命倫理プラットフォームの形成に向けて」プロジェクトメンバー

児玉 聡	(京都大学大学院文学研究科)
位田 隆一	(同志社大学グローバルスタディーズ研究科)
斎藤 信也	(岡山大学保健学科)
佐藤 恵子	(京都大学医学部附属病院)
下妻 晃二郎	(立命館大学生命科学部)
鈴木 美香	(京都大学 iPS 細胞研究所)
竹之内 紗弥香	(京都大学大学院医学研究科)
服部 高宏	(京都大学国際高等教育院)
東島 仁	(山口大学国際総合科学部)
三成 寿作	(大阪大学大学院医学系研究科)
戸田 聡一郎	(京都大学大学院医学研究科)
田中 創一朗	(京都大学大学院文学研究科修士課程)

ゲスト参加者

菱山 豊	(国立研究開発法人日本医療研究開発機構)
小門 穂	(大阪大学大学院医学系研究科)
木下 政人	(京都大学大学院農学研究科)
Robert Sparrow	(豪州モナシュ大学人文学部)
Catherine Mills	(豪州モナシュ大学人文学部)
Justin Oakley	(豪州モナシュ大学人文学部)
Tamra Lysaght	(シンガポール国立大学医学部)

2. 六つの報告の概要

(1) 菱山豊

「『ゲノム編集』に対して、どのような対策が取られうると考えられるか——政策の観点から」

近年台頭しているゲノム編集技術は、遺伝子を高い精確さで挿入、削除することを可能にした。従来難しかった生殖細胞や胚などの細胞の遺伝子も操作できるようになっている。この技術は基礎生命科学や製薬、食品生産における大きな発展をもたらさう。しかし、この技術にも未だオフターゲット変異やモザイクなどの技術的な問題もある。倫理的、法的、社会的な懸念としては、まず生殖系列の遺伝子改変が次世代に引き継がれるという問題が挙げられる。次に、人の胚を遺伝的に改変することが理論上可能である。また、遺伝子改変された生物が生態系に影響する可能性もある。最後に、遺伝子組換え技術に対しては現在日本においては法規制があるが、ゲノム編集技術がこの法の適用範囲にない可能性がある。これらの懸念に対しては、ゲノム編集技術は生命科学だけではなく産業においても重要な技術であることを意識して包括的な考慮が必要である。また、人の欲求には際限がなく、胚の遺伝子改変が目的によっては許容されうのかなどの議論に決定的な答えが与えられない。従来の先端技術を巡る ELSI(Ethical, legal and social implications)への対応の経験を振り返ると、少なくともゲノム編集技術の規制は安全性と有効性の観点からなされることができるだろう。

(2) 鈴木美香

「ゲノム編集——我々はこの技術をどのように理解すべきか？」

本報告では、人と人以外の動物におけるゲノム編集技術の背後にある倫理を議論するための要点を紹介した。一つ目の焦点は、ゲノム編集によって生じた変異と、遺伝子突然変異（不完全な DNA 修復）や環境による損傷（放射線等）との区別である。二つ目の焦点は、切断による遺伝子操作と挿入による遺伝子操作の区別である。最後の焦点は、一般の人々のゲノム編集に対する態度、とりわけ、どの種に対して、どのような目的であれば、ゲノム編集による遺伝子改変が受け入れられるか否かという点である。本報告を通じ、これらの焦点を、「我々はどのような社会を望み、また未来世代に残したいのか」ということと、結び付けた。

(3) 木下政人

「外来遺伝子の挿入を伴うもしくは伴わないゲノム編集による産物の特徴」

本報告では、まず従来の育種方法とゲノム編集による育種方法の違いを概説した。自然突然変異や突然変異誘発を利用する育種方法では、望ましい形質を持った個体

を選択する必要があったために、受動的な育種方法であったと言える。一方、遺伝子組換えやゲノム編集は、望ましい変異を待つというプロセスが必要とされない。このことは、これらの育種方法が、受動的な育種方法よりも格段に短期間に、効率よく行えるということを意味している。従来の遺伝子組換え技術とゲノム編集技術との違いは、前者は挿入する遺伝子の位置がランダムである一方、後者では正確に指定できるということである。最後に、遺伝子の挿入を伴わないゲノム編集技術によって引き起こされた変異は、自然突然変異と区別できないという点を指摘した。当然、自然突然変異により育種された品種はすでに食物として受容されているため、正確な情報を提供すれば、外来遺伝子を伴わないゲノム編集によって開発された種も食料品として一般大衆から受容されうるだろう。

(4) Robert Sparrow

「ゲノムを編集する・人をデザインする」

本報告においては、人の生殖系列を改変することは、その安全性に関する懸念によっては非倫理的とはならないと論じた。今日まで発展してきたあらゆる生殖補助技術も、最初に打ち出された際には非常に実験的であった。このことは、リスクや安全性についての科学者たちの懸念は、その技術が実現に近づくとき消えてしまうということを示唆している。さらには、存在するようになる（生まれる）ことそれ自体が、その手段にかかわらず、リスクを伴うものである。将来世代に関する懸念は、改変された生殖系列を持つ人が生殖をしないと決める——あるいはそう強制される——ことによって、つねに解決されうる。しかし、人のエンハンスメント目的で生殖系列をゲノム編集することに対するより深刻な反論があり、ユルゲン・ハーバーマスによりなされている。それは、「デザイナー」（設計者）と「デザイン（設計）された人々」との間に、非常に非対称的な関係を成立させてしまうというものである。自らのゲノムを改変された人々は、その改変を施した当事者の意図を反映することになるだろう。さらには、親と子の間の関係とは異なり、デザイナーとデザインされた人々との間の関係はその本性上、対話的ではなく、本質的に道具的である。改変されたゲノムを持って生まれた人たちは、次の世代では「旧式(*obsolete*)」になるという問題について考えることにより、このような関係の倫理的な危険性がわかりやすく示されるだろう。

(5) Catherine Mills

「世代間相互の関係とゲノム編集の倫理」

多くの生命倫理学者と哲学者によると、ゲノム編集技術は、世代間相互の関係を、倫理的に有害であるようなしかたで大きく変えてしまう可能性を持っている。本発表で、ゲノム編集の倫理を理解しようというこれらの試みの三つを論じる。一つは、マイケル・サンデルの支配への衝動に対する批判と、その批判に対応する「贈与の

倫理」の構想である。次に、ハーバーマスの、遺伝子改変が種の倫理的自己理解を一変させてしまうおそれがあるという懸念、そして最後に、ベイリスらの、次世代に引き継がれない遺伝子改変の倫理に関する議論において、「根源的な断絶(radical rupture)」という経験則を適用することに賛成する論証である。私が述べたのは、これらのアプローチは世代間相互の関係に焦点をあてることにおいては成功しているが、どれも、世代間相互の関係の道徳的に重要な特徴についての特に説得力ある説明を提供してはいないということである。

(6) 佐藤恵子

「ゲノム編集で何をどこまでやるのか」

ゲノム編集についての考え方として、遺伝子改変技術の一部として捉えて論じた。そしてこの技術を用いる根本原則として、「我々はその技術を、生物の本来の形質を変えない限りにおいて利用する」というものを採用したい。この原則は、日本の「人里」という概念から着想を得ている。この概念は、人は自然と共生する以上、人が手をつけない自然の領域を残し、必要以上には利用しないという考え方である。

生殖系列にゲノム編集を適用することについて考慮すべき要点としては、リスク、利益、それ以外の価値、臨床応用と基礎研究の区別などが考えられる。特にリスクという点について、現状では全てのリスクを把握することはできず、次世代以降に引き継がれるものについてはどのようなリスクがあるかを予測することすら出来ない。仮に安全性が担保されたとしても、人の「自然」「インテグリティ」を毀損したり、人が謙虚さを失うことになるため、受精卵の遺伝子改変の臨床応用は禁止すべきである。しかし、ゲノム編集技術自体の発展は望ましいので、基礎研究まで禁止するべきではない。ただし、臨床応用の禁止や基礎研究の容認に際しては、現在よりも包括的なガバナンスが必要である。

3. 三つの問いと、それに対する意見

(1) 「DNA の切断のみ(cutting)」と「DNA を切断して遺伝子を挿入する(inserting)」は、道徳的な違いがあるか。すなわち、ゲノム編集技術による「切断のみ」を使用することは、切断後に遺伝子を挿入するよりも問題が少ないと言えるか。

この問題は、とくに動植物へのゲノム編集技術の適用に関して議論のあるところであり、例えば日本学術会議の報告書「植物における新育種技術(NPBT：New Plant Breeding Techniques)の現状と課題」(2014年8月26日)⁵でも、以下のように問題が提起されている。

「新たな遺伝子の挿入をもたらさないゲノム編集技術の場合、自然変異、すなわち、非組換え体と区別できないことが考えられる。実際に、どれだけの変異であれば、自然突然変異と同等と見なすのか、また、検出ならびに管理をどうするかという課題を十分に検討する必要がある。」(iv 頁)

本ワークショップの木下氏の報告にもあったように、DNA を切断するだけでも有用な動物の作製が可能である(たとえば、ミオスタチン抑制遺伝子の無効化により、筋肉の多い個体を作製するなど)。しかも、それが自然にも起こりうる変異であれば、外来遺伝子を組み込んでいないことから、従来遺伝子組換え技術と同等と見なす必要はなく、その分規制も緩やかでよいのではないかという議論が成り立ちうる。実際、DNA の切断のみを行うゲノム編集技術を動植物に用いた場合、カルタヘナ法で規制される遺伝子組換え体(GMO)に該当するのかどうかは明確でなく(上記報告書、11 頁)、早急な議論が必要とされている。

また、鈴木氏の報告にもあった論点であるが、「自然にも起こりうる変異であれば、遺伝子組換え体としての規制から除く」とする場合、従来品種改良で用いられてきた手法(突然変異誘発等)との規制の整合性を検討する必要も生じるだろう。

もっとも、我々は、この論点は必ずしも動植物に限ったことではなく、ヒトを対象としたゲノム編集技術の適用にも当てはまる問題と考えている。たとえばゲノム編集技術を用いた遺伝子治療の臨床研究において、DNA を切断するだけで外来の遺伝子を挿入しない場合、現行の「遺伝子治療等臨床研究に関する指針」に適合するののかという問いが生じる⁶。また、仮に新たに遺伝子治療に関する臨床研究の規制を作る場合、「DNA を切断するだけの場合」と「DNA を切断して新たに遺伝子を挿入する場合」でリスク評価やインフォームド・コンセントのあり方等で差異を設けるのかという論点が生じると考えられる。

しかしながら、本ワークショップでは、現行の法令との整合性を詳しく議論するよりはむしろ、どの国においても論点になるとと思われる一般的な問題を論じた。以下は、本ワークショップにおいて示された意見である。

この区別は重要でないという意見

- DNA切断のみの場合においても、生物が持つ機能に劇的な変化が起きる可能性があり、環境に対する大きなダメージが生じる場合がありうる。また、オフターゲットの問題が解決された場合でも、生物体内の遺伝子ネットワークやエピジェネティクスへの影響がないのか等、最終産物の安全性の面については、両者を同様に評価すべきではないか。特に「食品」と「医療」の分野では、既存の有効性と安全性の検証のシステムを活用することを考えると、「DNA切断のみ」の場合も、「DNAを切断して遺伝子を挿入する場合」も、同じではないか。したがって、環境や安全性に対する評価は、DNA切断のみでも挿入の場合でも慎重に検討する必要がある。(ただし、環境リスクや安全性の問題は複雑かつ長期にわたるものであるため、本当に評価できるのか、という意見もあった。また、両者に区別はないとする場合、既に行われている育種(放射線照射や四倍体法など)との規制上の整合性はどうかという問題が生じるだろう。)
- 「DNA切断のみ」は「自然的」だから「安全」であり、「遺伝子を挿入する場合」は「人為的」だから「リスクがある」という単純な二分法は成り立たない。いずれも当該の遺伝的变化がもたらす帰結を評価する必要がある。たとえば感染症対策では、人に大きな脅威を与える可能性のある自然的変異をモニタリングすることが行われており、「自然にも起こる変異だから安全」ということはない。また、現在「自然」と思われている事柄にも、人為的な要素が含まれている点にも留意すべきである(たとえば「自然食品」など)。逆に、一塩基多型の疾患等を治療するために、ゲノム編集技術を用いて塩基を置換する場合を考えると、「人為的」な手段で「自然」な(本来あるべき)状態に戻すものであり、「DNA切断のみ」の場合よりも厳しく規制する理由が見つからない。
- 用いる手段が「人為的」か否かで区別して規制しようとするると混乱を生じる可能性がある。例えば、ゲノム編集技術を用いて発生させた一塩基置換と、放射線照射により発生させた一塩基置換、そして自然突然変異として生じた一塩基置換について考えたとき、前者二つは「人為的」とし、三つ目は「人為的」でないと区別した場合、最終的な産物としては同じ変異体であるにも拘らず、規制内容が異なるといった状況が生じる可能性がある。
- 「人為的」か「自然的」かの区別は、実践的に困難を極めることも予想される。例えば、育種(品種改良)で考えると、①自然交配にもとづく選別、②突然変異誘発に基づく選別、③ゲノム編集技術に基づく選別、があった場合、これら三つのうち、どこまでが自然的で、どこからが人為的であると定義できるだろうか、という問題である。
- 「DNA切断のみ」の場合は、「DNAを切断して遺伝子を挿入する場合」に比べて、ゲノム編集技術によってできることには制約が生じるという意見もあったが、それに対しては、原理的には、塩基がACTGの4種類のみでできている以上、切断の仕方を工夫すれば、新たに遺伝子を挿入する場合と同じことが切断のみによってもできるのではないかという意見が出された。これはかなり思弁

的な意見であるが、これが正しいとすると、あらゆる遺伝子の組換えが自前で（つまり DNA の切断だけで）できることになり、「外来遺伝子」という発想は意味がなくなることになるだろうという指摘があった。

- ・ 「「DNA 切断のみ」のゲノム編集は、遺伝子組換えとは異なる」という意見は、政治的意図が透けてみえるという意見もあった。すなわち、ゲノム編集技術は新しい技術であると主張する一方で、自然にも起きうる変異であることを強調することにより、社会的に受け入れられやすくするという意図があるということである。同様に、遺伝子変異した動植物について、遺伝子変異の技術(手段)によって評価するか、それによる産物(プロダクト)によって評価するかについても、「どちらがより産業界にとっては有利か」という政治的な判断になる可能性があるという指摘があった。

この区別は重要だという意見

- ・ カルタヘナ法の目的の一つである「生態系の保全」という精神に基づくならば、外来遺伝子を挿入しない「DNA 切断のみ」という概念は重要だろう。
- ・ 遺伝子組換え作物に対する社会的な受容の歴史を踏まえると、社会的に受け入れられる可能性のある「DNA 切断のみ」という技術を「遺伝子を挿入する」とこととは区別して扱うことには意義がある。

その他の意見

- ・ 環境に対する短期的・長期的なリスク評価や安全性の考慮は重要であるが、それ自体は倫理的な問題ではないという指摘があった⁷。
- ・ また、ゲノム編集技術を用いない場合のリスクを引き受けない場合のコスト、つまり何もしない場合のコストも考えるべきだという意見もあった。たとえば、ゲノム編集技術の規制を過度に強化したために、農作物の品種改良や、遺伝子疾患の治療が進まないことによるコストである。
- ・ 「DNA 切断のみ」か「DNA を切断して遺伝子を挿入する」かの区別は、具体的に何を規制するのかにより意味をなすものであって、それなしに両者の違いを議論することは生産的でない可能性があるという指摘もあった。

(2) 「ヒトの生殖系列細胞の改変は認められないが、体細胞の改変は認められうる」という立場は道徳的に擁護可能か。もし擁護可能だとしたら、どのような原則に基づくのか。

これまでにゲノム編集技術のヒトへの利用について出された多くの報告書や声明では、少なくとも医学的適用という点では、「ヒトの生殖系列細胞の改変は認められないが、体細胞の改変は認められる」という立場が大枠として認められていると思われる。本年 8 月に国際高等研究所で行われた研究会でもヒト生殖系列細胞を

含むゲノム編集技術利用の是非に関して議論を行ったが⁸、そこでは、「現時点の社会的コンセンサスでは、生殖系列細胞への遺伝的介入と体細胞への遺伝的介入は峻別されており、原則は「次世代に受け継がれる改変は行うべきではない」というものである」ことが確認された。また、この背景にある理由としては、改変によるリスクが不確かであること、そのような改変の実施に対して責任が取れないこと、一度改変したものを元に戻すことができないこと、次世代の尊厳を損なうという理由も考えられるという議論があった⁹。

その一方で、近い将来、ゲノム編集技術を用いた BRCA1/2 の変異に対する遺伝子治療が受精卵の段階でできるようになったと仮定した場合、各世代が成人するたびに乳がんの治療や予防的切除を行うよりも、生殖系列細胞の時点で介入した方がよいとも考えられる、という意見や、「尊厳」は人によって解釈が割れるため、この概念を使うべきかは検討の余地があるといった意見もあった。

生殖系列細胞に介入する場合、「次世代に引き継がれる(inheritability)」という問題が焦点となる。しかし、「次世代に引き継がれる」ことが絶対に許されるべきではない理由とは何であろうか。少なくとも治療や予防目的で遺伝子改変を行う限り、治療や予防の効果が次世代に引き継がれることは問題がないとも議論されうる。たとえば、20 世紀後半に人類が感染症のひとつである天然痘を根絶した影響は、次世代にも引き継がれており、そのことを問題にする人は少ないであろう。同じ理由から、人類が遺伝性疾患を根絶できないまでも将来にわたって削減することは、将来世代に対する現在世代の義務である、とも論じられうるのではないか。

このような問題意識から、あえて「現時点での社会的コンセンサス」を脇に置いて、どのような原則に基づけば生殖系列細胞への介入と体細胞への介入が倫理的に区別されうるかについて議論を行なった。以下は、本ワークショップにおいて示された意見である。

「ヒトの生殖系列細胞の改変は認められないが、体細胞の改変は認められる」という立場は擁護できるという意見

- すでに Sparrow 氏や Mills 氏の報告でも議論があったように、生殖系列細胞(とくに受精卵)への遺伝子改変は、親と子の関係を大きく変えうるものであるため、より慎重な検討がなされるべきだという意見があった。つまり、遺伝子をデザインする者(親)とデザインされる者(子)という関係が、親子関係に与える影響を検討しなければならないということである。
- また、子どもの遺伝子改変が社会の平等に与える影響についても考察しなければならない。とくにエンハンスメント(能力増強)的使用についてはこれが当てはまる。
- 生殖系列細胞への介入の場合、親は同意できても子どもは同意できないという問題がある。ただし、これについては、出生後まもなくの治療などについても子どもの同意なしに治療を実施していることを考えると、子どもの同意を必要条件にすることは難しいという意見もあった。

- ・ 生殖系列細胞の改変については、遺伝型(genotype)と表現型(phenotype)、またエピジェネティクスや広くは環境と遺伝子の相互作用の問題があるため、体細胞の改変に比べてリスク評価が難しいのではないか。

「ヒトの生殖系列細胞の改変は認められないが、体細胞の改変は認められる」という立場は擁護できないという意見

- ・ 理論的には、生殖系列細胞と体細胞での違いはリスクの大小だけであり、実際には既存の体細胞遺伝子治療研究の蓄積がある分、体細胞への遺伝子改変の方がリスクがよくわかっているというだけである。本質的な違いはない。
- ・ 生殖系列細胞であっても、重篤な遺伝子疾患などの治療目的であれば、許されるのではないか。エンハンスメントは認められないが、それは体細胞でも同じだろう。やはり本質的な違いはない。
- ・ 胎児期の治療がより現実的になっているという現状を考えれば、それがさらに早まって生殖系列細胞の時点で介入するというだけであり、本質的に違いはないのではないか。

その他の意見

- ・ そもそも PGD(着床前診断)などを行えば、生殖系列細胞の遺伝子改変を行わなくてもほとんどの場合は対応できる。対応できない例外的なケースについては、精子や卵子の第三者提供を受ければよいという意見があった。

これに対しては、血縁を重視する親に対して、PGD や第三者の精子・卵子の提供など他の方法はそもそも選択肢にならない可能性がある。そのような要求を持つ親に対して、ゲノム編集技術を使用すべきでないという根拠として、どのようなものがありうるかという指摘があった。また、PGD や第三者の精子・卵子の提供など他の選択肢がある場合でも、もう一つの新しい選択肢としてゲノム編集技術を開発するのはよいことではないかという反論もあった。さらに、仮に血縁を重視する親に対して、PGD や第三者の精子・卵子の提供など他の方法を勧めるべきだという立場を採る場合、日本においては、そもそも、PGD や第三者の精子・卵子の提供を利用すること自体がかなり制限されているため、そうした技術の利用範囲についても同時に検討すべきだろうという指摘があった。

それに対する再応答として、「親としては血縁を重視したい」というのは親の真正な欲求ではない可能性があり、「患者を助けるため」というのは、技術開発のための言い訳になっている可能性がある、という指摘があった。

- ・ 「ヒト生殖系列細胞の基礎研究はよいが臨床応用はだめ」という立場に対しても批判があった¹⁰。原子力の事例を考えてもわかるように、科学技術の「開発」と「使用」は密接に結びついており、基礎研究が認められるということは、臨床応用が前提にされているものと考えられる。言い換えると、何らかの臨床応用が想定されていなければ、そもそも基礎研究も認められないだろうというこ

とである。

また、仮にある技術が開発された時点で、その技術の使用法について十分な議論がなされていないとすれば、そうした状況は非常に危険である。とくに、「受精後 14 日以内なら研究が許される」といったヒト胚に関する現在の線引きは、基礎研究と臨床応用の区別を危ういものとしている。受精卵に対する基礎研究を認めることが、治療の容認、さらにはエンハンスメント使用の容認という「すべりやすい坂」を下る可能性についても考えなければならない。したがって、どのような目的での臨床応用を認めるかについての十分な議論なしに、基礎研究だけをとりあえず認めるというのは安易な考え方である¹¹。

- ゲノム編集技術を用いれば受精卵を「治療」できたのに、そうしなかったという理由で、子どもや孫の世代が現在世代を訴訟で訴えるという可能性も考えられるのではないか、という指摘があった。これは、いわゆるロングフル・ライフ訴訟の一種と考えられるだろう。
- 遺伝子治療一般に関して、障害が持つ価値について再考すべきだという意見があった。たとえば聴覚障害者の文化がある場合に、遺伝子治療等を用いて治療を行うのが本当に善いことと言えるのか、といった問題である。
- 新しい技術が生まれると個人や社会が負う責任もより増えるため、子どもや孫といった将来世代に対して、現在世代はどのような義務を負っているのか(世代間の正義)について、われわれはもっと考えるべきだという意見も出された。

(3) 遺伝子改変の文脈におけるヒトとヒト以外の動物の異なった扱いは道徳的に擁護可能か。すなわち、「ヒトの生殖系列細胞の改変は認められないが、体細胞の改変は認められうる。一方、ヒト以外の動物であれば生殖系列細胞と体細胞の改変は認められる」という立場は擁護可能か。

ゲノム編集技術はその射程(scope)の広さが一つの特徴となっており¹²、ヒトだけでなく動植物にも広く適用可能である。現時点では、ヒトとそれ以外の動物や植物に対する遺伝子改変に関する規制は大きく異なっているが、これは動植物では品種改良に関する長い歴史があったこと、カルタヘナ法においてはヒトの行動を規制することは適当でないという理解があったこと¹³、また従来 of 遺伝子組換え技術の適用可能性に限界があったこと¹⁴、などによるものと考えられる。しかし、ゲノム編集技術がヒトと動植物に対して(遺伝子組換え技術と比べると)等しく適用可能であるとすれば、このような規制の違いにどの程度根拠があるのかが早晚問題になると思われる。本ワークショップでは、この点については時間の都合もあり、前述の 2 つの点に比して十分な議論ができなかったが、以下の意見があった。

- 人に対する優生学は非倫理的だと考えられているが、動植物に対しては優生学というべき品種改良が当たり前のこととして行われている。同じ生命(体)なのに、

人だけを問題にして、動植物は好きにしてよいという発想でよいのか。

- ゲノム編集技術により、動植物の道具化(手段化)が加速する可能性がある。個々の動植物を保護することはできないかもしれないが、ゲノム編集技術が種の保全や生物多様性について与える影響についてよく検討する必要がある。
- また、そもそもなぜ、動植物の道具化を認めてよいのかについても検討する必要がある。たとえば動植物には認知能力や、(植物の場合には)感覚がないか、人ほどには発達していないので、人と区別することはかまわないとする主張は成り立つか検討する必要がある。

4. その他、示された懸念

最後に、上記3点以外にもゲノム編集技術の倫理を考えるうえで問題になる論点や懸念を本ワークショップの参加者に自由に挙げてもらった。以下の通りである。

- [ゲノム編集技術の理解の重要性、市民と専門家の役割] こうした最先端の技術の倫理については、技術について十分な知識がないとリスクや利益の評価は難しいため、議論の参加者が共通の知識を共有する必要がある。また、こうした技術について必ずしも十分な知識をもたない一般市民の判断を、どこまで重視するかという問題もある。民主主義的には市民の合意が重要だが、まず専門家の中で議論を深めて選択肢を提示しなければいけないだろう。市民の意見と専門家の意見の擦り合わせが重要である。さらに、少数派の市民にしか恩恵のないような技術の場合には、少数派の意見をどう反映させるかという問題があるだろう。
- [嫌悪感(yuck factor)の扱い] 「受精卵への遺伝子改変」と聞くと、聞いただけで人々は嫌悪感を抱きがちであるが、そうしたイメージで論じるだけでなく、十分に利益とリスク、またそれ以外の倫理的問題を議論できる場を作ることが重要である。
- [市民・患者のニーズの扱い] 一般の人が納得し受け入れるならば実施してよいのか。欲望とニーズがあれば、なんでもやってよいのか。この点は、技術を提供する専門家の責任として考える必要がある。
- [経済的・産業的視点] ゲノム編集技術の応用と規制については経済面、市場原理(産業)の観点からも検討する必要がある。
- [専門家の発言の信頼性・中立性] 「ゲノム編集技術が安全である」ことを誰が説明するのか。中立な立場の者が言わないと、一般の人々は信じないだろう。また、「治療に役に立つ」というのは研究資金の獲得のための方になる可能性がある。技術や研究の評価の信頼性が問題になる。
- [キメラ動物の議論の必要性] キメラ動物についても議論が必要である。たとえばゲノム編集技術を利用してヒトの臓器をブタで作るという話(異種移植)が出てきているが、仮にヒトの卵子を生産するブタが作ることができるならば、研究利用が見込めるだろう。

以上

¹ Liang, P. et al. CRISPR/Cas9-mediated gene editing in human tripronuclear zygotes, *Protein & Cell*, 6(5):2015;363-372.

² たとえば、3月19日に出された国際幹細胞研究学会(ISSCR)の声明がそうである。
The ISSCR Statement on Human Germline Genome Modification
(<http://www.isscr.org/home/about-us/news-press-releases/2015/2015/03/19/statement-on-human-germline-genome-modification>)

³ Statement on NIH funding of research using gene-editing technologies in human embryos
(<http://www.nih.gov/about-nih/who-we-are/nih-director/statements/statement-nih-funding-research-using-gene-editing-technologies-human-embryos>),
ASGCT and JSGT Joint Position Statement on Human Genomic Editing
(<http://jsgt.jp/INFORMATION/mt2015118a.pdf>)

⁴ また、12月3日には、米国でゲノム編集国際サミットが開催され、ヒトの体細胞研究の基礎研究と臨床応用を一定の条件下で認め、またヒト胚のゲノム編集を基礎研究に限って認める声明が発表された。この声明を含め、主要な報告書等は京都大学文学研究科 応用哲学・倫理学教育研究センター(CAPE)のウェブサイト日本語で概要等を掲載している。<http://www.cape.bun.kyoto-u.ac.jp/project/project02/>

さらに、12月17日には、サイエンス誌が、2015年中の重大な科学的成果(Breakthrough of the Year)として、CRISPRを用いたゲノム編集技術を第一位に選んだ。‘And Science’s Breakthrough of the Year is ...’
<http://news.sciencemag.org/scientific-community/2015/12/and-science-s-breakthrough-year>

⁵ <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h140826.pdf>

⁶ この指針では、「遺伝子治療等」の定義を「疾病の治療や予防を目的として遺伝子又は遺伝子を導入した細胞を人の体内に投与すること」と定めている。指針本文(平成27年10月1日施行)は、以下のURLより閲覧できる。

<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hokabunya/kenkyujigyou/i-kenkyu/>

⁷ ヒンクストン・グループによる声明 ‘Statement on Genome Editing Technologies and Human Germline Genetic Modification’
(http://www.hinxtongroup.org/hinxton2015_statement.pdf)においても、人のヒト生殖系列細胞への介入に関して、技術面や安全性における懸念と「道徳的懸念」を政策立案や規制策定の際には峻別すべきという、同様の指摘がある。ヒンクストン・グループの声明の日本語概要は、次のURLから入手できる。

<http://www.cape.bun.kyoto-u.ac.jp/wp-content/uploads/2015/10/e3a4d999fe834ea41dfa5b9a875a88d81.pdf>

⁸ 8月の研究会について、詳細は下記URLの7-8頁を参照。

http://www.iiias.or.jp/research/project/pdf/2015_01.pdf

⁹ 人の尊厳という論点に関しては、1997年に採択されたユネスコの「ヒトゲノムと人権に関する世界宣言」でも、第24条において「この宣言のフォローアップについて、特に生殖細胞系列の操作のような人の尊厳に反する可能性のある行為の特定について、ユネスコの手続き規則に則って総会に勧告を行い、助言を与えるべきである。」という指摘がなされていた。本宣言については、文部科学省の以下のサイトを参照。<http://www.mext.go.jp/unesco/009/005.htm>。また、ユネスコはまさにこのような精神から、2015年10月2日に出された報告書の中において、ヒト胚に対するゲノム編集は次世代にも影響を与えるため「すべての人が持つ内在的な、またそれゆえに等しい尊厳を危険に晒し、優生学を復活させる」としてモラトリアムを提案している。詳しくは以下のURLを参照。

<http://en.unesco.org/news/unesco-panel-experts-calls-ban-editing-human-dna-a-void-unethical-tampering-hereditary-traits>;

<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002332/233258E.pdf>

¹⁰ これはゲノム編集国際サミットの声明の立場と言える。注4を参照。

¹¹ なお、ヒンクストン・グループの声明では、基礎研究の種類を以下の四つに分類している。(1)ゲノム編集技術自体を理解し発展させる研究、(2)ヒトと動物の生態(biology)という根本的な問題に取り組むための道具として用いられるゲノム編集、(3)ヒト体細胞への臨床応用に備えるデータを出すための研究、(4)生殖目的でのヒトへの安全な臨床応用の可能性に関する情報を提供するための研究、である(statement 1)。こうした形で基礎研究の概念的整理を行い、どの基礎研究なら認めるかについて議論することも重要であろう。

¹² 英国ナフィールドカウンシルによるバックグラウンドペーパー、‘Identifying key developments, issues and questions relating to techniques of genome editing with engineered nucleases.’

(<http://nuffieldbioethics.org/wp-content/uploads/Genome-Editing-Briefing-Paper-Newson-Wrigley.pdf>)においても、この点が強調されている。パラグラフ29, 30などを参照のこと。日本語の概要については以下を参照。

<http://www.cape.bun.kyoto-u.ac.jp/wp-content/uploads/2015/08/506407081c856c824256cb6178e89c15.pdf>

¹³ バイオセーフティクリアリングハウス「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の解説」3頁を参照。

http://www.bch.biodic.go.jp/download/law/060606law_manual_ver3.pdf

「ヒトの細胞等については、例えば、ヒトが遺伝子治療を受けることなどにより本法の遺伝子組換え生物等の定義に該当することとなった場合であっても、ヒトの行動を規制することは適当でないことなどから、本法の対象となる生物の定義から除いている」と解説されている。

¹⁴ たとえば遺伝子組換え技術のヒト胚への適用は事実上、技術的にまず不可能だと考えられていた。以下の米国大統領生命倫理諮問委員会の報告書の46-7頁を参照。

President's Commission for the Study of Ethical Problems in Medicine and Biomedical and Behavioral Research. *Splicing Life: A Report on the Social and Ethical Issues of Genetic Engineering with Human Beings*. Washington, DC: President's Commission for the Study of Ethical Problems in Medicine and Biomedical and Behavioral Research, 1982. また、1975年のアシロマ会議でも、ヒト生殖系列細胞の遺伝子組換えは「現実的でない」として検討されなかったとされる。次の記事を参照。Amy Maxmen, 'Easy DNA Editing Will Remake the World. Buckle Up.' WIRED, July 2015. (<http://www.wired.com/2015/07/crispr-dna-editing-2/>)