

総合科学技術会議

第63回生命倫理専門調査会議事概要（案）

日時：平成23年9月28日（水）10：02～12：04

場所：中央合同庁舎4号館4階 共用第4特別会議室

出席者：（総合科学技術会議議員）

相澤益男、本庶佑、青木玲子

（専門委員）

青野由利、阿久津英憲、位田隆一、加藤和人、田辺功、玉井真理子、

田村京子、町野朔、水野紀子、武藤香織、森崎隆幸

京都大学医学部：齋藤通紀・生体構造医学講座教授

岡山大学大学院：栗屋剛・医歯薬学総合研究科生命倫理学分野教授

事務局：泉紳一郎政策統括官、山本順二参事官

議事：1. 開 会

2. 議 事

議 題

（1）前回議事録の確認

（2）ES細胞等からの生殖細胞作成研究の動向と生命倫理上の課題についてヒアリング

「多能性幹細胞（ES/iPS細胞）からの生殖細胞作成研究：現状と展望」

京大大学生体構造医学講座教授・齋藤通紀

「多能性幹細胞と文明・欲望・テクノロジー—ヒトES/iPS細胞等から生殖細胞を作製し、それによって胚／個体を作成することに係る生命倫理—」

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科生命倫理学分野教授・栗屋剛

3. 閉 会

（配布資料）

資料1 総合科学技術会議第62回生命倫理専門調査会議事概要（案）

資料2 「多能性幹細胞（ES/iPS細胞）からの生殖細胞作成研究：現状と展望」

資料3 「多能性幹細胞と文明・欲望・テクノロジー—ヒトES/iPS細胞等から生殖細胞を作製し、それによって胚／個体を作成す

ることに係る生命倫理―」

参考資料1 ES細胞等からのヒト生殖細胞・受精胚作成研究に関する総合
科学技術会議における議論のあらまし

議事概要：

（山本参事官）皆様おそろいになりましたので、ただいまより第63回の生命倫理専門調査会を開催いたします。本日はお集まりいただきましてありがとうございます。

これからは座長の相澤議員に進行をお願いいたします。

（相澤会長）おはようございます。生命倫理調査会の会長を務めます相澤でございます。本日は大変お忙しい中お集まりいただきまして、誠にありがとうございます。委員の方々に交代がございまして、新しい委員会としての最初の合合でございます。

これまで生命倫理調査会ではいろいろと検討を進めてまいりまして、昨年4月にはヒトES細胞から生殖細胞の作成を認めるという段階までまいりました。そのときに作成した生殖細胞をヒト胚作成に向けるということはどうするかという大変難しい問題がありまして、随分議論を重ねたわけではありますが、これは今後も慎重なる議論を続ける必要があるということで、前回の専門調査会を終了したところであります。

その後、ES、それからiPS細胞の多能性の幹細胞をはじめとするライフサイエンスの研究の進展は非常に速く激しいものであります。ですから、専門家の方々からもこのスピードは予想を超えるものではないかと思われまます。こういうふうなことから、社会の関心も非常に高まってきているところであります。中でも研究に伴う生命倫理の問題がますます重要性を増してきております。

そこで、この生命倫理専門調査会におきましても、ライフサイエンス研究の最新動向に包含されます生命倫理の課題について、これから外部の専門家の方々のご意見を伺いながら、精力的に進めていきたいと考えております。本日も専門の方々にご意見をいただくということでアレンジしておりますので、どうぞよろしくお願ひ申し上げたいと思ひます。今回及び次回ぐらひは、研究の最新状況をまず伺うということを進めてまいりたいと思ひております。どうぞよろしくお願ひ申し上げます。

（山本参事官）ありがとうございました。

それでは、本日お配りしております資料の確認をいたします。議事次第となっている資料、束ねたものがございまして、議事次第、それから、この調査会の名簿、資料1として前回の議事概要（案）、資料2が「多能性幹細胞からの生殖細胞作成研究：現状と展望」という資料でございます。資料3が「多能性

幹細胞と文明・欲望・テクノロジー」と題する資料でございます。それから、参考資料1として、「ヒトES細胞等からの生殖細胞作成研究に関する総合科学技術会議における議論のあらまし」というものでございます。

それから、机上には、「生命倫理専門調査会」という表題のファイルを用意しておりますが、これは調査会の関係資料、今後議論を進めていく上での参考資料をまとめたものでございます。

資料は以上でございますが、過不足等ございましたら、事務局にお知らせください。

(相澤会長) よろしいでしょうか。

それでは、まず前回の議事録の確認をお願いしたいと思います。既に各委員のご発言の部分についてはご確認いただいておりますが、改めて全体を確認していただければと思います。何かお気づきのところはございますでしょうか。

特段なければ、ご承認いただけますでしょうか。

ありがとうございました。

それでは、新しく委員になった方々もおられますので、これまでに生命倫理調査会でどういうことを進めてきたかということ、概略これからご紹介させていただきたいと思います。

それでは、山本参事官、お願いいたします。

(山本参事官) お手元の参考資料1をご覧ください。これは、この総合科学技術会議において、ヒトES細胞等から生殖細胞を作成するという研究に関してどのような議論があったかということ、簡単に概略をまとめたものでございます。既に委員の方々ご案内の点が多いかと思っておりますので、簡潔にご説明をいたします。

まず一つが、平成16年に総合科学技術会議意見としてまとめた「ヒト胚の取扱いに関する基本的考え方」というものでございます。具体的内容については2ページ以降に関連部分の抜粋がございしますが、さらに項目をまとめたものが1ページ目でございます。

ヒト受精胚については、「人の生命の萌芽」であるという位置づけのものであって、特に尊重しなければならないということになっております。したがって、ヒト受精胚を研究材料として使用するために作成するという、あるいは、その目的如何にかかわらず、ヒト受精胚を損なうような取扱いは認められないというのが原則であるということになっております。

一方、人の幸福追求権との関連で、ヒト受精胚を例外的に認めざるを得ない場合があるだろうということになっておりまして、その例外が認められるためには、4番目の○ですけれども、科学的な合理性、安全性、社会的妥当性の3つの要件をすべて満たす必要がある。さらに、その条件を満たす場合であって

も、人の生命の道具化、手段化の懸念をもたらさないように適切な歯止めをすることが必要であるとされています。

具体的には、次の段落ですけれども、その原則に照らして条件を満たす場合というのは具体的にどういう場合があるかということで、2つの場合があるとしておりまして、ヒト受精胚については、生殖補助医療研究のためにこれを作成する。それから、人クローン胚について言えば、人クローン胚を難病などの再生医療研究のために作成する場合、この場合には容認し得るということが、平成16年の時の「基本的考え方」の要旨でございます。現在のヒトES細胞指針などについても、「基本的考え方」に基づいて作成されて、現在実施されているという状況であります。

2番目は、ヒトES細胞指針の見直しをした平成22年の時の議論であります。ヒトES細胞指針の見直しをした内容は、ES細胞から生殖細胞の作成は認めるけれども、作成した生殖細胞からヒト胚を作成しない、そういう内容の指針の見直しだったわけですがけれども、総合科学技術会議で議論してそれを認めるという結論になったわけですがけれども、そのときの議論のポイントはここにある4つであります。

1つが研究をする必要性が認められたということでありまして。より細かくは、参考資料の5ページ以降にそのときの答申の内容がございます。具体的には6ページ、7ページのところでありまして、ここにある4つのポイントでございます。1つ目が、先ほど申し上げたように必要性が認められたということでありまして。

2番目が個体産生についての予防措置がとられていることでありまして。具体的には、ヒトES細胞からつくった生殖細胞を用いてヒト胚はつくらないということが指針上規定されていることから、予防措置がとられているというふうに判断したということでありまして。

3点目が、生殖細胞の研究実施の手続が他の分化細胞を作成する場合よりも慎重な取扱いになっているということでありまして。

ES細胞を使った研究については、研究施設の倫理審査委員会（IRB）の審査を受けることになっていると同時に、その後に文部科学大臣に届出をするということが規定されております。さらに、ES細胞から生殖細胞を作成する場合には、毎年1回、生殖細胞の作成状況を倫理審査委員会と文部科学大臣に提出するというようになっていて、研究の実施状況について倫理審査委員会に加えて国が把握できるような仕組みになっているということでありまして。

4点目が生殖細胞を譲渡などする場合の取扱いについてですが、他の分化細胞の場合よりも慎重な取扱いになっているということでありまして。具体的には、生殖細胞を譲渡するに当たっては、生殖細胞の作成の目的と同様に、譲渡され

た生殖細胞が基礎研究に用いられることに限っていること。それから、ヒト胚を作成しないこと、他の機関にさらに譲渡しないことなどもきちんと確認した上で譲渡するという事になっていること。それから、譲渡した場合には、倫理審査委員会（IRB）と文部科学大臣に報告することになっていること、これについてもIRB、国が把握できるようになっている。このようにより慎重、厳格な仕組みになっていると。

このような4つのポイントの議論を経て、ES細胞指針の見直しを了解しているという答申が昨年行われたところであります。その際に、ES細胞から生殖細胞をつくることまでは認められながらも、さらにヒト胚を作成することについては、先ほど会長からもお話がありましたように、今後の研究の進展を踏まえて引き続き議論すべき課題であるというふうに整理されているところであります。

これが今まで総合科学技術会議で議論された内容のあらましであります。簡単ですが、以上です。

（相澤会長）それでは、会議の流れとしてこういうような段階までできているということをご理解いただきたいと思います。

本日の最初の議題であります。ES細胞等からの生殖細胞作成研究の動向と生命倫理上の課題についてであります。

本日は、お二人の方に研究の最新状況をご紹介いただくということで予定しております。最初に、京都大学、齋藤通紀先生であります。「多能性幹細胞（ES/iPS細胞）からの生殖細胞作成研究：現状と展望」ということで、これからお話をいただきたいと思います。

齋藤先生、どうぞよろしくお願いたします。

（齋藤教授）京都大学大学院医学研究科の齋藤と申します。よろしくお願いたします。それでは、私のほうから、本日は、多能性幹細胞ですね、ここではエンブリオニック・ステムセルということでES細胞、もしくはiPS細胞、両細胞から生殖細胞作成研究の現状と展望に関して、科学的な見地から述べさせていただきたいと思っております。資料2に沿って説明をさせていただきたいと思っております。

まず、生殖細胞研究の意義というところから話をさせていただきたいと思っております。本日は、科学的な専門外の方も多くおられるとのことでしたので、ポイントだけを簡単に話させていただきたいと思っております。

生殖細胞というのはどういう細胞かと言いますと、これは卵子もしくは精子という細胞でありまして、これは多細胞生物を構成する細胞群の中で、その遺伝情報もしくは後成遺伝学的な情報ですね、これは、最近よくエピジェネティック・インフォメーションと言われますが、ゲノムに付与されておりますそれぞれ細胞独自のマークのことであります。それを次世代に伝え、また新しい

個体を形成し得る唯一の細胞であります。こういう細胞は、生命の根幹を支える細胞でありまして、そうした細胞の特性と、それを規定するメカニズムの解明とか、それを再構成するということが、生命科学研究においては最も根源的かつ重要な課題と考えられます。

生殖細胞研究というのは、生殖細胞というもののみならず、それが包含する科学領域を幾つか挙げさせていただきましたが、例えば細胞が持つ多能性の制御機構ですね、あらゆる細胞になる能力ということに関する知見とか、細胞形質のエピジェネティックな制御機構が生殖細胞の中で特にダイナミックに調整されるということがわかっており、それから、その調整の分子基盤とか、ゲノムの安定性の制御機構ですね。安定性というのはどういうことかと言いますと、例えば我々は年を経るごとに老いていくと言いますか、衰えていくんですが、こうしたことの一部が、ゲノム安定性が徐々に損なわれていくと、ところが、生殖細胞の中にはそれが一たんリセットされると言いますか、新しくなって、新しい命が生まれるというようなことがありますして、ゲノムの安定性制御機構にも知見を与える。

例えば細胞の雌雄の決定機構とか、減数分裂を開始するゲノムの多様性の生成機構であり、生物の多様性がこの細胞を介して伝えられます。さらには、特にこれは卵子であります、1個体そのものを形成するという能力を持っているのは卵子だけでありまして、それを「全能性」という言葉であらわすことができますが、それが獲得される機構ですね。

こうした非常に基本的な生命科学の問いとともに、生殖系列というのは次の世代をつくりますので、発生・生殖工学技術の開発に貢献する。例えば、ES細胞の樹立とそれを用いたマウスの遺伝子工学というのがノーベル賞をとりましたが、これは生殖細胞研究から生まれてきた研究の一つであるということが言えると思います。そうした様々な技術の開発にもつながるということが、基礎科学的な意義であります。

次のページにさせていただきますと、生殖細胞の研究意義（2）ということですが、これは人に関することでもあります。昨年、2010年のノーベル医学・生理学賞は英国のロバート・G・エドワードという方に贈られましたが、この方は、動物を用いた研究はそれまでいろいろされていたのですが、人において初めて体外受精を開発しました。これが今から三十数年前のことでありまして、現在では先進国における2～3%の新生児が体外受精によるという報告もあります。そういう意味では非常に役に立っているということですね。

多能性幹細胞から生殖細胞を作成する研究というのは、潜在的に大量に生殖細胞作成を可能とします。こうした研究は生殖細胞の基礎研究を大きく促進します。なぜかと言いますと、生殖細胞は生体内で非常に少ない数しか存在しな

いわけですね。特に胚の初期にあらわれてくる始原生殖細胞という細胞になりますと、数百個というレベルであります。

ところが、この始原生殖細胞の中で生殖細胞に特徴的かつ重要なイベントが起こっているということがわかっているんですが、そうしたことに対するアプローチは非常に難しかったということでもあります。多能性幹細胞からこうした細胞が大量にできると、基礎研究が大きく促進されると。これは、先ほど申しました他の領域へのインプリケーションと絡みまして、ほかの生命科学領域に様々な波及効果を及ぼし得るだろうと。

人の問題なのですけれども、さらにヒト多能性幹細胞からの生殖細胞作成というのが実現すれば、病気であるところの不妊、さらに遺伝病というのは生殖細胞を介して伝播、発生するものでありますから、遺伝病、そして、生殖細胞自身の老化、生殖細胞がんを含む発がんなどに対して、その予防医療や治療法を開発する知見をもたらすと考えられます。これは、生殖細胞の領域のみならず、さらに他の医学領域に様々な波及効果を及ぼすだろうということが考えられます。

こうした二点が生殖細胞研究の意義と考えられると思います。引き続きまして、生殖細胞というのはどのような細胞化ということをも、もう少し具体的にその発生から簡単にご説明させていただきたいと思います。

まず、「生殖細胞は生命情報を継承する」というふうに書いたカラーのプリントを見ていただきますと、ここに座っております我々すべてを含む生物というのは、母親の卵子及び父親の精子というものからできてまいります。特に哺乳類ですと、マウスを基にした発生の機序を書いているんですが、その途中で多能性の幹細胞であるエピブラストというものができてまいります。

この細胞から我々のあらゆる体の細胞ができてくるんですが、体の細胞だけではなく、次の世代の生殖細胞ができてまいります。したがって、例えば現在妊娠中のお母さんの赤ちゃんの中には、既に次の世代の赤ちゃんをつくる生殖細胞ができていくということになります。これが始原生殖細胞であります。

始原生殖細胞というのは、基本的に卵子もしくは精子どちらかになる細胞であります。男の赤ちゃんの中ですと精子に、女の赤ちゃんの中ですと卵子になるという細胞であります。この始原生殖細胞が精子もしくは卵子へと分化して、さらにそれらが次の世代で融合して、またこの新たなサイクルを果てしなく繰り返すということでもあります。

次のページにちょっと大げさにかいてみたのですが、こうした事実を顧みますと、生殖細胞という細胞は我々の遺伝情報ですね、ゲノムの若返り、これはちょっと大げさかもしれませんが、ゲノムの若返り、多様性の形成、さらに永遠に続くということで、これもやや大げさに言うと不滅性というのを保

証する何らかのメカニズムを備えているだろうと考えられておりました、こうした点にこたえたいということが、生命科学者としてのモチベーションの一つとなっております。

これらが生殖細胞に関する非常に簡単なイントロダクションではありますが、生殖細胞研究と言いましても様々な研究があるんですが、本日はマウス、特に多能性幹細胞からの生殖細胞作成研究という研究に限りまして、その現状と展望を述べさせていただきたいと思います。

次のページに入るんですが、まず1つ、非常に重要なことといたしましては、生殖細胞の発生というのは非常に複雑であるということが考えられます。ともすると簡単にできてしまうのではないかと思う方がおられるのですが、実際の生体内では非常に複雑な過程を経て精子もしくは卵子ができ上がっているということがあります。

1枚目は、初期胚における生殖細胞の形成過程を示したんですが、受精に始まって細胞が細胞分割によって2細胞期、8細胞期と分かれていって、胚盤胞というものを形成いたします。この胚盤胞の内部細胞塊というところが多能性幹細胞で、例えばES細胞などの起源となる部位であります。

ここから形態形成といいますか、体をつくるという運動が進みまして、その途中ですね、発生のE7.0というのは、ハツカネズミでありますから、マウスの発生の初期の3分の1あたりで始原生殖細胞という細胞があらわれてまいります。この細胞は卵巣もしくは精巣と全く違う場所で生まれてまいりまして、その後、後腸というところに沿って一つずつ移動を開始します。その後、男性であれば精巣、女性であれば卵巣というところに移入しまして、そこでそれぞれ精子もしくは卵子という分化を遂げるということであります。

次のスライドは、「生殖細胞の発生は複雑である！」の2枚目ではありますが、マウス始原生殖細胞ができてから精子ができるまでの過程であります。ここに示している図の感じですね、例えばマウスの場合、始原生殖細胞が発生7日目に決定されまして、移動して精巣へ入って、そこで増殖が停止するという現象が起こるんですが、もう少し深く見ていきますと、その途中で様々な生殖細胞を特徴づける分子生物学的なイベントが起こっております。

例えば潜在的な多能性の再獲得とか、ヒストン修飾の再編成、非常に重要なものはゲノムインプリントの消去ですね。このゲノムインプリントというのは、お父さん、お母さんというのの特徴を決めるゲノム上のマークであります。始原生殖細胞の中ではこれが双方とも一たん消去されます。これはDNAの脱メチル化ということに伴って消去されます。

その後、精子をつくる場合は、一たん消去されたインプリントが増殖停止期に再確立されて、その後この細胞が増殖を開始して、精原幹細胞、精子の

幹細胞になります。一たん精子の幹細胞になると、ここから精子形成過程が始まって、例えば1カ月ほどの時間を経て、減数分裂や精子形成という非常に複雑な過程を経て、ようやく精子が形成されるということでもあります。

それを支える分子的な機構というのは非常に複雑であるということがわかっています。これが始原生殖細胞から精子の発生ということでもあります。

次のページは、卵子、卵の発生に関して記してあります。卵子の発生も、始原生殖細胞から増殖の停止というあたりまでは非常に似通っております。卵子の基の細胞におきましても、ゲノムインプリントですね、母親のマークというものが消去されて、その後新たにそれが付与されます。卵子の場合は、精子と違いまして、胎生期で既に減数分裂というものに入ります。減数分裂に入るともう増えないわけですね。なので、男性と違って女性というのは生殖細胞の幹細胞がないと、どんどん減っていくということでもあります。

出生後からその後に至るまで卵子がどんどん大きく成長していきます。成熟していったって、その間に母性因子の蓄積というようなことがありまして、この間に個体を形成する全能性と言いますか、個体形成能というのを獲得するわけがあります。これが精子と大きく違ったところでもあります。

生殖細胞を試験管内でつくと簡単に言いますが、そうすると、このすべての過程を再現する必要があるということでありまして、それは非常に難しいと考えております。それが生殖細胞の発生の大きなポイントであります。

その下に、多能性幹細胞から生殖細胞を作成するという点に関して、どのような道筋が考えられるかということ、簡単にまとめております。これは3年ほど前の文部科学省の生命倫理委員会におきまして、理化学研究所の小倉淳郎先生が報告されたものであります。

E S細胞もしくはi P S細胞という細胞は、胚の胚盤胞の内部細胞塊細胞、非常に初期の発生段階に当たる細胞と考えられまして、これから生殖細胞を作成するには、まず発生学的道筋に沿って、始原生殖細胞というものを作成する必要があるかと思えます。次に精子もしくは卵子を作成するという順序になるかと考えられます。

次のページにいただきますと、それに関してこれまでの方法の問題点と言いますか、これまでほとんどの研究室で行われてきた方法論に関して簡単に述べさせていただきますが、これまで報告されてきた多く、ほとんどすべての方向ではE S細胞を非常にランダムに分化させまして、その中で比較的后期の始原生殖細胞マーカーというものを発現する細胞を試験管内誘導始原生殖細胞とし、それをさらにランダムに分化させて、幾つかのマーカーを発現する細胞を精子様細胞もしくは卵子様細胞と呼んできました。

その結果として、作成効率が著しく低いと、作成の再現性が著しく低いと。

ある研究室で報告されても、ほかの研究室でやってみると全く再現されない。さらに、中間産物である始原生殖細胞様細胞の品質評価が全く行われていませんでしたので、簡単に申し上げますと、最終産物、特にマウスのお話であります。全く機能しないと。したがって、簡単に言いますと、何をしているのかわからないという状態でありました。

こうしたことに対して考えられる解決法としましては、生体内での生殖細胞発生機構に基づき、選択的にキーププロセスを再現させ、機能的な始原生殖細胞をまず作成することが、研究の第一歩であるというふうに考えられます。そのためには、当然ですが、生体における始原生殖細胞の発生機構の理解が不可欠になってまいります。

その次に、我々がどんな研究をしてきたかということを中心にまとめていただきました。すべてマウスを用いた仕事であります。例えば、生殖細胞系列の起源の同定、どこから生殖細胞系列ができるかということであり。さらには、その生殖細胞をつくるのにどのようなシグナルが働いているか。さらには、できた生殖細胞、生殖細胞をつくるにはどのような細胞内の因子が必要であるかということとか、エピジェネティックな点であるとか、方法論の開発などを行ってまいりました。それに引き続いて、最近、多能性幹細胞を用いて、生殖細胞形成過程のほんの一部であります。それを試験管内で再構成できましたので、今回報告させていただきます。

今回の研究に先立ちまして、生体内の胚体外胚葉（エピブラスト）というものから、始原生殖細胞様細胞を誘導しております。これは始原生殖細胞ができる直前の細胞でありまして、このエピブラストというもの、これはちょっと専門的になるので簡単に説明させていただきますが、上から3番目の図にありますように、マウスの胚から単離してまいります。単離したエピブラストに特定のタンパク質、細胞増殖因子を、内容物がしっかりと定義されたミディウムとともに掛けてやりますと、ほとんどのエピブラストが始原生殖細胞、それぞれのマーカーを順序よく発現する始原生殖細胞になりました。

始原生殖細胞を、生殖細胞を持たない、これは新生児の精巣であります。そこに移植してやりますと、雄の始原生殖細胞ですと、精子を形成し得ることが報告されております。我々がこのエピブラストから誘導したものを新生児のマウスの生殖細胞を持たない精巣に入れてやりますと、この場合、確率は非常に低かったのですが、精子形成を起こして、それが一見健全に見える子孫になったということであり。したがって、これは生体内の細胞を起源としているんですが、そこから始原生殖細胞をつくることができたということになります。

次のページにいきまして、こうした生体内の細胞を用いずに、多能性幹細胞

から始原生殖細胞を作成するにはどうしたらよいかということではありますが、エピブラストからならできるということがわかりましたので、ES細胞やiPS細胞をまずエピブラスト様細胞に分化させればよいと。それに基づいて始原生殖細胞をつくるということが可能なのではないかと考えました。まだこれはできていなかったのですが、2年前に現状を報告せよということを文部科学省から言われた際に、文科省の生命倫理委員会にてこうしたやり方で初めてできるのではないかと報告させていただいたものであります。

では、実際にエピブラスト様細胞ができるのかというのが次のスライドです。ESCと書いてあるのがES細胞ですが、それをまた特定のタンパク質によって数日間、この場合は3日と書いていますが、分化させてやりますと、わかりにくいかもしれませんが、上皮様のエピブラストに似た形態の細胞が順次分化してくることがわかりました。

特にday2と書いてある分化2日目の細胞をいろいろと調べました結果、生殖細胞をつくる基になるエピブラストと似ているということがわかりましたので、この細胞を用いまして、エピブラストから生殖細胞を誘導した時と同じやり方で、生殖細胞様細胞を誘導したというのが次のページの図になります。

そうすると、エピブラストから誘導した時と全く同じ条件で、1000個ほどのエピブラスト様細胞を浮遊培養で細胞塊をつくってやりまして誘導させてやりますと、非常に効率よく生殖細胞のマーカーを順次性よく、エピブラストの時と非常に似て発現するようになったということでもあります。それが上のスライドであります。

その過程における細胞の特性を細かに、遺伝子発現という面で見えたものがその下の図でありまして、一言で説明申し上げますと、Epiblastと書いてあるものからPGC、始原生殖細胞というのができる際に、遺伝子発現というのを三次元平面に反映させてみると、こういう矢印に沿って細胞の特性の変化が起きるといってありますが、試験管内で導いたものもこの矢印とほぼパラレルの様態を呈していたということがわかりまして、試験管内で生体内のイベントが再現されているのではないかとこのように考えられました。

では、PGCLCs、始原生殖細胞様細胞というのが実際に精子を形成し得るのかということを確認したものが次のページになります。そうすると、精子形成に至らなかった精細管と、精子形成を起こした精細管というのを示しておりますが、この場合も試験管内で誘導した始原生殖細胞様細胞を、生殖細胞を持たない新生児のマウスの精巣に移植して、移植後10週間ぐらい精子ができているかどうかを見たものであります。

その精細管の内部には、右側の図で示しておりますように、形態学的には正常な精子が形成されておりました。その精子を用いて、顕微受精によりまして

正常な卵子と受精させて、その発生を見たものが次のページになりますが、初期発生もうまくいきますし、子どもも正常に生まれてきて、それ由来の子どもが大人になって、さらに次の世代の子どもを産むことができた。さらに、こうした過程に異常が起こると、インプリントが異常になるというのがよくあるんですが、インプリントも正常であったというのがその下の図であります。

プロシージャーというのは割愛させていただきますが、ほぼ同様なことをiPS細胞を用いて行いましたところ、同様の結果を得ることができまして、精子を立派に形成する精細管が得られまして、その中にはiPS細胞由来の精子ができてきた。さらに、それが子どもになって健全な、一見健康なマウスの生体になって、次の世代も残したということであります。

ここまでが今回の研究成果なのですが、簡単にポイントとしてまとめさせていただきましたのが、その次のスライドであります。ES/iPS細胞からエピブラスト様細胞を誘導することに成功した、エピブラスト様細胞というものから、始原生殖細胞様細胞を誘導した、その始原生殖細胞様細胞というのは健全な精子及び子孫形成に貢献した、ここは割愛させていただいた部分ですが、表面抗原による選択によって、生殖細胞を選択してくるマーカータを持たない、通常のiPS細胞からも始原生殖細胞様細胞を得ることができて、精子及びさらに子孫を得ることができたということであります。

今後の展望というのは、完全にマウスを用いた科学的な研究の展望であります。我々が考えているこの研究の最も大きなポイントというのは、機能し得る始原生殖細胞を大量に得ることができるようになったということですので、生殖細胞形成機構に関連する様々なイベントをさらに詳細に研究することが可能になったということでもあります。

さらに、研究を発展させるとしますと、この研究により始原生殖細胞様細胞というものができましたので、これから卵子を誘導することが果たしてできるだろうか、さらには、この始原生殖細胞様細胞から精子の直接の基になる精子幹細胞を誘導することができるかどうか、さらに、マウス以外の哺乳類、マウスは哺乳類の中では非常に特殊なものであるということが徐々にわかりつつありますが、マウス以外の哺乳類を用いた生殖細胞形成機構の研究というのが考えられます。

次のページを見ていただきますと、こうした研究が大きく取り上げられたわけではありますが、多能性幹細胞から始原生殖細胞を作成したという研究は、最初にイントロダクションのところ生殖細胞の発生のお話をさせていただいたんですけれども、配偶子形成に至る過程のほんの一部であります。その赤枠で囲ったところありますので、ほんの最初のステップでありまして、ここがようやく科学的にデファインされた方法で再現されたということです。この後

に関しては、我々はこの始原生殖細胞の機能を見るために、生殖細胞を持たない新生児のマウスに移植しまして、生体の力を借りて精子をつくったということでもあります。

次に、ヒト多能性幹細胞からの生殖細胞作成研究というのは果たしてどうかということに関して、現状と展望と言いますか、これは完全に私の私見であります。必ずしも皆がこう思っているわけではないのですが、私の私見であります。これはマウスにおいて最初に述べさせていただいたのと変わらない現状にあると考えられます。どういうことかと申しますと、生体内での生殖細胞発生過程を自由に研究できるマウスにおいてさえ、ようやくES/iPS細胞から始原生殖細胞というものをある程度論理的に誘導できるようになった段階であり、ヒト細胞を用いた研究というのは全く未熟な段階にあると私は考えております。

すなわち、マウスにおいて記述しましたとおり、アメリカやイギリスではこうした研究はどんどん進んでおりますが、ほとんどすべての研究はES細胞をランダムに分化させて、たまたまできてきた始原生殖細胞様細胞をとってきて、さらにそれをまたランダムに分化させて、精子のような細胞をとってくる、卵子をつくったというのはまだ見たことがありません。

したがって、マウスの以前の段階と同じく作成効率が低い、再現性が乏しい。これはヒトですので、機能という面では品質評価は行いませんが、遺伝子発現、その他可能な品質評価もあまりちゃんとは行われていないので、最終産物の品質が、パブリッシュされた論文を見てみますと、著しく脆弱に見えるというのが現状であります。したがって、これから何か起きるといふものには余りにも遠い状態ではないかというのが私の考えであります。

ヒトES/iPS細胞からの生殖細胞研究の課題ということではありますが、一番最初に「意義」というところで申し上げましたように、こうしたことがうまくいくと、不妊や遺伝病、さらには生殖細胞の老化、がん、その他ほかの生命科学分野にも及ぶ様々な波及効果があると考えられるのですが、現在はまだこうしたことが科学的に行われるにはまだまだ遠い未成熟な段階ではないかと考えております。

その要因ですが、まず、ヒト多能性幹細胞、ES細胞やiPS細胞というのはいろいろ報告されておりますが、まだ至適な培養条件が未確立なのではないかというふうに多くの研究者は考えていると思います。すなわち、ヒトの多能性というのは、そのものを増やすことすら、実はそう容易ではないというのが現状だと思います。どういうことかと申しますと、マウス、ラット以外の哺乳類では、現在のところ十分なキメラ形成能——これは多能性の定義の一番重要なところですが、を持つ多能性幹細胞の報告はありません。

これは仕方ないことかもしれませんが、ヒト多能性幹細胞が、例えばヒト胚

のどのステージの細胞に相当するののかというようなことの正確な知見がありませんので、いろいろな細胞をつくれる細胞であります、その基になるヒトのES細胞が実際どんなものなのかということの、バックグラウンドとなる知識がまだはっきりと得られていないということでもあります。

解決策としては、マウスやラット以外のよりヒトに近い動物種、例えば霊長類などでの研究の必要性があるのではないかと。そうしたことから、多能性幹細胞培養条件の至適化というのが可能なのではないかと。こうしたことは、生殖細胞研究のみならず、例えばES細胞やiPS細胞から、その他の体細胞を順序よくつくるということに関しても、必須の条件になってくると思います。

さらに、問題の2つ目としては、生体内での過程を研究できないヒトにおいては、試験管内でES/iPS細胞から生殖細胞様細胞を誘導する際の道筋が非常に乏しいということでもあります。マウスの場合は、それ以前にどういうメカニズムによって形成されるのかというのを詳細に研究することができましたので、その道筋に沿って始原生殖細胞様細胞を誘導することができたのですが、特に初期発生におきましては、マウスとヒトというのは、もちろん保存されている部分は保存されているんですが、違う部分が非常に多いというのがわかっておりまして、そこがわからないのが現状であります。ですから、マウス、ラット以外のよりヒトに近い動物種、例えば霊長類などでの研究の必要性がこれまたあるのではないかと。

さらに、ヒトにおいては、移植による機能評価できません。できないので作成の中間段階で始原生殖細胞というのをつくりたいといけないのですが、その本格的な本質的な評価ができません。したがって、できたものが果たして正しいのかどうなのかという、途中の評価ができないというのが現状であります。このためには、例えば霊長類をモデルとして、現在可能なあらゆる分子生物学的な技術、遺伝子発現やエピジェネティックプロファイル、もしくはゲノム配列の詳細な検討なども含めて、間接的に目いっぱい検査をするということが挙げられるかと思えます。

最後のページになりますが、ヒトES細胞から生殖細胞作成実験に関して、どのように考えるかということでもあります。冒頭に述べました科学的・医学的なメリットもあるということでもありますので、そうしたことを勘案に入れまして、私としましては、平成21年2月9日に発表されました「ヒトES細胞などからの生殖細胞の作成・利用について」の(5)まとめの内容が、文科省が去年の5月に発表した指針に反映されていると思うんですけれども、それが現時点において非常に妥当なのではないかと考えております。

簡単に言いますと、生殖細胞、卵子もしくは精子を作成するところまでは容認するのであります、そこからのヒト胚の作成は当面は行わないと。一方、

当該生殖細胞を用いたヒト胚の作成については、さらに研究の進展に伴った検討、例えば受精ということではありますが、を要するものであって、それはその段階に至った際にもう一度きっちりと検討すべき課題ではないかというのが私の考えるところであります。

以上、少し専門的なところもありましたが、どうもありがとうございました。(相澤会長) ありがとうございました。研究の最先端の状況をご紹介いただくとともに、今後の生殖細胞作成についてのご意見も述べていただきました。

せっかくの機会でございますので、研究の内容について、それから、生殖細胞作成に関するご意見についてもいろいろとご質疑いただきたいと思います。

どうぞ、本庶議員。

(本庶議員) 久しぶりに齋藤先生の研究の進歩を拝聴して大変興味深く伺ったのですが、ディテールに入る前に基本的な考え方をちょっと教えていただきたいんですね。

まず、ページ数はないのですが、紙でいうと4枚目のエドワーズの話の下の2番目のところに、「ヒト多能性幹細胞からの生殖細胞作成が実現すれば、不妊、遺伝病、生殖細胞老化、生殖細胞がん云々、その予防医療や治療法を開発する知見をもたらすと考えられる」と。これは極めて重要なステートメントでありまして、これをやりたいということが研究者の明確な意思なのかどうか、これをきちっと表明していただきたい。

不妊の治療というのはかなりはっきりした展望はあり得ると思いますが、生殖細胞レベルにおける遺伝病の治療、生殖細胞老化というふうなターゲット設定と、先生が一番最後のページに書かれた「一方、当該生殖細胞を用いたヒト胚の作成については云々」ということがあります。特にそのアッセイができないということが前のページにも書いてあります。こういうことを総合して、研究者として一体何を目標として生殖細胞分化の研究をおやりになっているのか。それは非常に重要な姿勢としての位置づけなので、ぜひお聞かせいただきたい。

(齋藤教授) 本庶先生からいきなりさすがに厳しい質問が飛んできてあれなんですけれども、ヒト多能性幹細胞から、一番最初に挙げられた目的を本気で目指してやろうと考えられている先生も恐らく多数おられるのだと思います。私のもともとの興味、私個人的な話でありますと、エピジェネティックな変化とか、そうしたことのバイオリジカルな根本的な研究を目指して生殖細胞を選んだわけではありますが、今やいろいろなことに対して責任があるというふうにも考えておりますので、私の考えを述べさせていただきます。

現時点でもそうでありますし、これら先もそうであるかもしれませんが、もしヒトのESもしくはiPS細胞から精子や卵子が完璧にできたと、あらゆる観点から見てバイオリジカルなものとならぬと、これはいつの話かわかり

ませんが、できたという時代がきたとしても、それを用いてヒト胚をつくるというのはそのときの議論で、倫理的に正しくないという結論が出る可能性もあると当然思います。そうした場合は、そうした研究も含めてできないということになるんですが、少なくとも卵子もしくは精子に関してはつくれるということでもありますので、そうした細胞ができるということでもあります。

そうなってくると、それを用いて、そうした細胞ができない人はなぜできないのか、もしかするとそれを緩和する方法があるのではないかということに対する研究を重ねる道具、というと語弊があるかもしれませんが、としての生殖細胞、試験管内で作成した生殖細胞分化系というふうに考えることができるのではないかなと思います。

(本庶議員) それは僕の質問に答えてないんだね。不妊の治療はある一定の展望はあり得ると理解できます。しかし、今、先生がおっしゃったことは、例えば遺伝病と書いてありますね。そうするとできた生殖細胞に遺伝子治療を何らかの方法でやると。そして元へ戻すと。これは大変なことですよ。そういうことを本気で考えているのかどうか。これはやっぱり研究者としてきちっとしていないと、将来大きな禍根を残すと思います。生殖研究者がそんないい加減なことでは困ると思う。

(齋藤教授) そのスペシフィックなポイントというのは、生殖系列、側面的な研究ではなくて遺伝病をそのまま、例えばディフェクティブな遺伝子を、生殖細胞を介してコレクションして、それから新しい生命をつくるという研究に関して、僕がどう考えるかという質問だと思うんですが。これは非常に難しいところなんですね。私の個人的な話を申し上げますと、研究のマチュレーションの度合い、もしくは私の経験のマチュレーションの度合いなどによりまして、少しずつ考え方が変わったりするというのが正直なところであります。

これまで私が思っていたのは、iPS細胞などの細胞から体細胞をつくると、それに関する影響というのはその個人限りでありまして、次の世代に関してはわたらない。それに関しては間違いなく問題ないのではないか。次の世代に残るものを直接医療行為として行うということに関しては、ここには遺伝病というふうに書いてありますが、私個人的にはするべきではないのではないかとというのが、実は私がずっと持っていた意見であります。

ただ、こうしたことを実際に考えている他のサイエンティストもおられますし、実際にそれが技術的に非常に、僕はこれは10年20年という程度のスパンではなくて、遠いところだと考えているんですね、専門的な技術のマチュレーションの度合いから。すべてが完璧にできるようになったときに果たしてどうするのかということに関して、その段階の知識が今私にはないというのもひとつありまして、それに関する判断というのは今のところはできないというのが現

状であります。ただ、現時点に関しては、私個人的には、ジャームライ・モデ
ィフュケーション、特にヒトで行うということに関しては正しくないと考えて
おります。

(相澤会長) 非常に本質的な問題ではありますが、これはまたこれからも出て
くる問題だと思います。

きょうはせっかくの機会ですので、いきなり本質的なところにきましたが、
先ほどの研究の状況についてのご質問でも結構でございますし、今のような、
後に述べられた見解にかかわることでも結構でございます。どうぞ自由なご質
問、ご意見を述べていただきたいと思います。

どうぞ、加藤委員。

(加藤専門委員) ありがとうございます。シャーレの中で、試験管の中で長
い長いステップがないとできないということを明快に説明していただいたので
すけれども、今回の先生の研究はインビボ、すなわち生体に戻すステップを使
っておられて、シャーレの部分というのは非常に少ないわけですね。私が聞いた
ところでは、シャーレ内で人工的な培養条件で長く長く細胞を増殖させた場
合には、生体内と違って、ゲノムのいろいろなところに傷がついたり、おかし
くなったりするということがあるということです。

先ほどの議論は将来的に使える精子や卵子ができるかのごくとの議論でした
けれども、長いステップをシャーレの中で進めた場合には、結局ゲノムは生体
内でできたものに比べて傷がついたものになるという可能性があると思うんで
す。その点はどう思われますか。

(齋藤教授) その点は全くそのとおりでありますので、私はそこは非常に重要
な問題だと考えておりますし、いろいろな場でそういうことに関しては発言さ
せていただいています。ただ一つ重要なのは、それを徹底的に調べた研究とい
うのは今のところまだないんですね。ただ、ゲノムのシーケンス技術が非常
に急速に発展してきていますので、そうしたことを少なくともまずはマウスで
できる機会があるのではないかと。

ただ、これまで例えば遺伝子改変マウスというのが幾つもつくられておりま
すが、短い期間とはいえ、遺伝子改変マウスをつくるには、ES細胞を少なく
とも1カ月以上は培養する必要があるわけです。1カ月もしくは2カ月、遺伝
子を改変して、改変されたものを選んできて、その品質を評価して、それから
子どもをつくると。その子どもの行動なりフェノタイプなりを解析するときは、
ねらいの遺伝子破壊と違うもので見て、持っていないものを正常として見てき
たのですが、その正常というのが培養を介して出てきた正常とも考えられます
ので、果たして本当に正常なのかということに関して明らかな知見はまだない
のが事実だと思います。

(加藤専門委員) ちょっと細かい話なのですが……。

(齋藤教授) 特にヒトにおいてはですね。先ほどちょっと強調して「ヒトではまだ非常に難しく未熟にもほどがある」と申し上げましたのは、特にヒト多能性幹細胞はマウスに比べて、私の考えなのですがけれども、自分を複製する培養条件ですら未確立で、ヒトにおいてはミューテーションの起こる確率をはるかに高いのではないかと思うんですね。そうすると、生殖細胞をつくって、次の世代に使うというのは現技術ではほとんど不可能だと……。

(加藤専門委員)、私の理解では、多能性幹細胞にはゲノムの安定性を維持する機構がそもそも備わっているんで、それを培養した場合には安定したものになる可能性があると思うのです。今後はそこからどんどん分化させて、始原生殖細胞までもっていき、さらに精子、卵子にもっていくということですね、その過程でどこまでゲノムの安定性という力が働くのかどうかということはわかっていないような気がするのですが。

(齋藤教授) そうですね。生体内では例えば精子幹細胞は非常に強いゲノム安定維持能力を持っているということが知られていますので、そこはあると思うんです。ただ、実際に生物が子どもをつくるという過程、特に人間などでは激しいセレクションの過程と言いますか、ほとんどすべての卵子が死にますし、ほとんどすべての精子が使われないということでありまして、そのごく一部の、「セレクション」という言葉が正しいかどうかはわかりませんが、残った細胞が生命をつくるということでありまして、人間の生命、生物の生命の誕生にはそもそも非常に強烈な選択圧がかかっているということでありまして。それが試験管内で本当に制御できるのかということに関しては、現時点では非常に難しいと考えられます。

(加藤専門委員) ですから、こういうプレゼンテーションの際にそのことがまだわかってないということをおっしゃるほうがいいのではないかと私は思います。

(齋藤教授) そうですね。最初の資料にはそれを重点的に入れようと考えたのですがけれども、それは恐らく議論で出るだろうということで、議論しようかなと。

(加藤専門委員) そうですか。ありがとうございます。

(相澤会長) どうぞ、阿久津委員。

(阿久津専門委員) 非常にわかりやすいプレゼンテーションで、どうもありがとうございました。大変勉強になりました。

一つ、今回先生のおつくりになった細胞に関してお聞きしたいのですが、今回の始原生殖幹細胞細胞は自己複製をして、つまり不死化するような細胞なのではないでしょうか。つまり、バンク化も可能となって、そうすると、皆がそ

れぞれ作成する必要はなくて、この細胞をそれぞれの人が利用できるような細胞なのかどうかをお聞きしたいと思います。

(齋藤教授) 生殖細胞をいろいろな人が……。研究という意味ですかね。

(阿久津専門委員) 研究です。

(齋藤教授) 一つ重要なポイントは、我々が成功したのは始原生殖細胞の誘導のみであります。どういうことかと言いますと、増えないです、これは。

(阿久津専門委員) 一過性のものですか。

(齋藤教授) 一過性です。生体内の始原生殖細胞も実は増えないという非常に困難な特徴を持っております。増えるのですが、ステップ・バイ・ステップでして。例えば卵子などは特に発生の初期の段階で減数分裂に入って増えないですし、精子も一たんとまるんですね。精原幹細胞になってようやく増殖を再開するということでもあります。始原生殖細胞は特に移動している時期は増えないんですね。生体内の始原生殖細胞を、先生ご存じだと思いますけれども、試験管内で安易に増やそうという研究はいろいろされているんですが、今のところ一つも成功していないということでもあります。

我々が誘導したこの細胞は、簡単に申しますと、誘導ができたという段階でありまして、それは機能するんですが、それをそのままずっとこの状態で維持するということはできておりません。

(相澤会長) 青野委員、どうぞ。

(青野専門委員) 基本的なことで申しわけないですが、2つ質問があるんです。

1つは、技術的・原理的に将来的にiPS細胞から性の異なる、つまり雌の細胞からつくったiPS細胞から精子をつくったり、その逆で雄の細胞からつくったiPS細胞から卵子をつくったりということが可能なのかどうかというのが一点です。

もう一つは、今回、先生のお話を聞く限りの私の印象では、ヒトで生殖細胞を作成して胚をつくるかどうかというのは是非以前に、ヒトの生殖細胞をつくるよりも霊長類でまずやってみろという感じがしたんですけども、その辺についてはどうお考えなのかというのをお聞かせいただけますでしょうか。

(齋藤教授) まず一点目なんですけど、今すぐできるかということ、今すぐは難しいと思うんですが、少なくともマウスに関しては将来的に可能になる可能性があります。それは、雄というのは染色体のXYに基づいておりまして、哺乳類の場合、雌はXXなのですが、特にY染色体に雄を規定する遺伝子が乗っておりますし、XXが2本あるというのが卵子がマチュアするのに重要でありますので、普通にやるとXYの始原生殖細胞から卵子様細胞はできるんですが、それは決して機能するところまでマチュアしない。逆にXXのところからも、体細胞の環境を整えてやると、精子様細胞に分化するのですが、最終的には精子

まではならないということはわかっております。

マウスの仮定の話なんですけれども、先ほどの本庶先生の話とも関係しますが、遺伝子操作をすると将来的には、少なくともマウスにおいてそういうことが可能であるか不可能であるかというふうに問われますと、僕は可能であると思います。ヒトにおいては全然違うレベルの様々なポイントがあります。

二点目は霊長類の研究がどうかということですが、私は個人的に非常に大事だと思います。大事な点は様々あると思うんですが、生殖細胞に関する研究という面でも大事でありますし、先ほど出てきた多能性幹細胞自体の不安定性ですね。特にヒト、マウス以外、本当に遺伝子破壊ができたりするのは、最近ラットができておりますが、マウスやラットのみでありまして、多能性幹細胞が安定に維持できないがために、ほかの種では今のところ、これも進んでいるのですぐどうなるかわかりませんが、難しい。

ということで、生殖細胞に限らず i P S 細胞から体細胞をつくって機能を回復するというのを真剣に考えたときに、その大本となる多能性幹細胞の培養がうまくいっていないのは、私の個人的な考えですと、初期の発生機構がマウス以外では全くわかっていなくて、その違いが培養に反映されていないからではないかと考えております。ですので、その点に関する答えを得るためにも、霊長類、もしくは例えばウサギとかブタとか、よりヒトに近いところでの研究が、これも大型動物になりますので、倫理的な注意が必要であるとは思いますが、用いてやるのは一つの選択しではないかなと思っております。

(青野専門委員) それは確認ですけれども、ヒトでやるよりも前にそれをおくべきだというご意見でしょうか。

(齋藤教授) 個人的な意見ですか。世界的にはヒトでもどんどんやられています。日本でもやっておられる方もありますし、受精だってほかの国では O.K. なのですが、私個人的には、霊長類とかできっちりやって、検査をしてから考えたらいいのではないかと思います。

(相澤会長) 位田委員。

(位田専門委員) お話を伺っていて必ずしもちゃんとついていけない部分もありますので、誤解もあるかと思いますが、3つお尋ねしたいと思います。

きょうのお話は基本的にマウスでということで、ヒトとは違うとおっしゃったのですが、ちょっと大きな話ですが、ヒトとどこがどういうふうに違うということがわかっているかというのをお聞きしたいというのが一つです。

それから2つ目は、今回はマウスの生体に入れて精子様細胞をおつくりになったということなのですが、マウスでも生体を使わないでやる方法、今はまだ E S 細胞をランダムにやってというのであまり効率がよくないとか、いろいろな指摘がありましたけれども、今後の研究方向として、マウスの生体に入れ

ないでそういったことができる可能性があるのか、もしそれができるとすると、ヒトでもそういうことになるのかというのが2つ目です。

3つ目は、精子様細胞ができたという意味は、精子ができたというのと同じなのかどうか。つまり、でき上がった精子様細胞、もしくは、もし卵子様細胞が仮にできるとすれば、それが本当に精子と卵子であるということはどういうふうにして調べるのか。

この3つでお願いいたします。

(齋藤教授) 一点目、ヒトとの違い。これは初期発生のところなんです、胚盤胞というのができるところまでは非常に似ているんですが、そのときに胎盤の基になる細胞と、体をつくる細胞にシグナルを送る細胞というのが分かれてくるんですね。そもそも分かれる分子メカニズムが違うのではないかとというのが一点知られています。分子メカニズムが違うというのはどういうことかというのと、多能性の細胞を維持するシステムがそもそも違うのではないかと。ただ、これはヒトでは研究がされていないのでわかってないんですが、違うということが言われております。

さらに、例えば生殖細胞の話ですと、そのでき方が全く研究されていないので、わからないんですが、少なくとも胚の形そのものが違う。マウスの場合は円筒形でありまして、胎盤の部分と直接接するんですが、ヒトとかウサギの場合はフラットで二層性で、将来胎盤をつくる部分は全然違う方向にいつているんですね。マウスの場合は、くっついている、胎盤をつくる場所から生殖細胞作成指令シグナルがくるんです。ところが、ヒト胚とかその他の胚ですと、それは既に違うところにいつているので、どこから生殖細胞ができてくるのかということすら、現時点ではよくわかっていません。なので、そうした基礎研究が全くない段階です。

最初、マウスでES細胞ができたときに、これでラットでも何でも動物の遺伝子改変ができて、医学に役立つだろうということだったのですが、マウスとほとんど同じ形態をとるラットですらES細胞ができるのに、マウスからは20年ぐらいかかっているんです。それも不完全であると。しかも、もっと細かい話をしますと、マウスの中でもES細胞ができやすいストレインとできにくいストレインというのがずっとあったんですね。我々が知っているES細胞というのは哺乳類全体の中で考えると、非常に特殊な細胞だったわけでありまして。ほかの哺乳類に対する研究はマウスに比べて著しく遅れておりますので、そのギャップが最近ようやくわかってきたというところだと考えていいと思います。1つ目はそれでいいかなと思います。

2つ目に関しましては、これはマウスの話に限らせていただきますが、マウスにおいては当然そのうちにそうなるだろうと考えております。特に雄ですね、

精子をつくる経路に関しては、始原生殖細胞の次に精子幹細胞という細胞があるんですが、これは既に精子幹細胞として培養できるということが、京都大学の、本庶先生のお弟子さんでもある篠原先生によって確立されております。ですので、始原生殖細胞様細胞から精子幹細胞というのができれば、試験管内でES細胞から精子幹細胞までがつながるといえることになると思います。

ここから先は私の研究分野ではないですが、精子幹細胞を試験管内で精子にするというような研究もありますので、そうした研究がつながれば、少なくともマウスにおいてはすべて試験管内でということが起こり得ると思います。マウスにおいてはですね。ヒトにおいては初期胚も違いますし、様々に違うので、マウスからできたからといって、ヒトですぐできるのというのには非常に大きなギャップがあると。

3つ目は精子様細胞と精子はどう違うのかということですが、このプリントに「精子様」と書いてあるのは、他の研究者の論文で、「機能が示されていないが精子に似た細胞」ということです。私の論文で「始原生殖細胞様細胞」というふうを書くのは、始原生殖細胞というのは生体内に存在するもので、ナチュラルな細胞であると。それと試験管内でつくった細胞を、サイエンティフィックな文献の中で同じ扱いをするのはちょっと抵抗がありましたので、「様」とつけているわけでありまして。何が基準になるかという話ではありますが、生殖細胞の場合は、機能でありますので、それが正常な子孫をつくるということであれば精子と何ら変わりがないのではないかというふうにも言えると思います。

(相澤会長) 大変時間が押しておりますので、本庶議員から簡単な質問ということをお願いします。

(本庶議員) 簡単なコメントと言ったほうがいいのですがね。結局、この研究は、先生は医学部におられるし、やはり医学の研究だと思うんですよ。だから、例えば、減数分裂の仕組みを解明したいとか、そういうことではないと。そうすると、研究というのは社会との関係の中でどう何をめざすかということを確認に意識してやっていただきたいと。

例えば、最後のところに「生殖細胞作成研究の課題」、生殖細胞作成自身が目的なのか、そのことによって何をめざすのかということは明確に認識されるべきであると。最後のところに「移植により機能を評価することのできないヒトにおいては云々」と書いてありますが、エピジェネティックというのは必ずしもDNAのメチル化だけではなくて、ヒストンのモディフィケーションも重要でありますし、減数分裂のときにはそれがないと進まないという知見もあります。ですから、それを全部インビトロでやるのは、少なくとも現段階のテクノロジーでは不可能に近い。そういう状況の中で何をめざすのかということ

医学研究者はもうちょっときちんと、社会の中における医学ということを考えていただきたいなど、若い齋藤先生にお願いしたいわけです。

(相澤会長) では、コメントということでお許してください。

(齋藤教授) 了解いたしました。

(相澤会長) それでは、いろいろな問題点も出てまいりましたので、まだ議論があるかと思えますけれども、時間が限られておりますので、齋藤先生のお話は以上とさせていただきます。

どうもありがとうございました。

それでは、お二人目ですが、岡山大学、栗屋剛先生に、「多能性幹細胞と文明・欲望・テクノロジー」というタイトルで、生命倫理からのお話をお伺いしたいと思います。

どうぞよろしくお願いたします。

(栗屋教授) 私がいただいたテーマは、ヒトES細胞やiPS細胞などから生殖細胞を作製して、それによってヒト胚やヒトの個体を造り出すことにかかわる生命倫理問題です。お手元のプリントアウトした資料を見ていただければと思います。一番最後のページの「主要参考文献」の下から3つ目に森崇英先生の文献があります。森先生は日本生殖再生医学会の理事長をされているのですが、その学会に倫理委員会がありまして、私はその委員でした。そこで、この問題について議論が積み重ねられました。

その点について、森先生が昨年、そこに文献として挙げている『生殖・発生の医学と倫理—体外受精の源流からiPS時代へ』という本に、様々な総まとめ的なことを書いていらっしゃる。基本的にiPSオーケーだと。私もそう思っております。それほど深く考えたことがなかったのですが。

これまで私は「文明論的な生命倫理」というのが必要だと思って、ロボットとかサイボーグとかいうものの生命倫理上の問題などを研究してまいりました。その応用編として今からこの問題についての見解を述べさせていただきます。

最初に目次を挙げています。第1番目は、「何が問題なのか」、そして、「何の問題」なのか、ということです。このあたりをはっきりさせる必要がある。「問題の核心は何なのか」という点についてもはっきりさせる必要がある。2番目に、今回の問題のベースにある文明とか欲望とかテクノロジーの問題について話をさせていただきます。それから3番目に、倫理判断・評価、非常にあいまいなのですが、その基準を提示させていただき、最後に、「答えはあるか」と題して、とりあえずのものですが、解答らしきものを述べさせていただきます。

では、まず第一に、1ページ目の下のあたりですが、何が問題なのか、何の問題なのか、という点について。これは先ほど申し上げたことですが、何が問

題かと言うと、ES/iPS細胞経由で個体を造り出していいのかと。さらに、サブクエスチョンと言いますか、同一人物の、例えば皮膚細胞からiPS、ひいてはヒト個体を造るとするとどうなるのか。あるいは、レズビアンカップルが子どもを持つことはどうなのか、とか。欧米の一部の国では結婚も認められています。さらには、ヒトになり得る存在の「多能性」を人為的に奪ってよいのか、また、与えてよいのかと。こういうことが一般に問題になっていると思います。

それから、家族や性の意味合いが変わるのではないかと、また、ヒトES/iPS細胞の所有権の問題など。これは、細胞一般、ひいては組織、臓器の所有権などの問題にかなりは包摂される。ただし、株になって世界中にばらまかれると、移植用の臓器の所有権の問題とは離れてきたりもします。

これらの問題について、「倫理的に」と問うのか、「生命倫理の視点から」と問うのかで微妙に、要求される答えが違ってきますが、私は「生命倫理の視点から」と問う方がいいと思っています。さらに言えば、「問題があるか」と問うのか、「容認されるのか」と問うのか、「正当か」と問うのか、このような問い方によってまた答えも違ってくるわけですね。基本的に、問い方がおかしいと、必然的に答えも変なものになってくる。その例として、資料の右上の「安楽死と殺人の関係」があります。突飛な例と思われるかもしれませんが、わかりやすいので出しました。随分前ですが、NHK『クローズアップ現代』で「安楽死か殺人か」という番組がありましたが、こういう問題の立て方をすると、安楽死と殺人が二律背反であるようなことになってしまう。「安楽死であれば殺人ではない、殺人であれば安楽死ではない」というふうに。実はそうではなくて、安楽死と殺人は、「安楽死と呼ばれるものが殺人罪に当たるかどうか」という関係なので、左側の丸をつけた箇所のように見ないといけない。問題の立て方自体が大事です。間違うとおかしなことになるという例です。

次に、その下のES細胞とiPS細胞の倫理的視点からの比較です。これは一般的理解です。○はオーケーという意味ではなくて、「ある」ということです。言い古されたことですが、ES細胞については胚の入手や破壊について問題があるが、iPS細胞の場合はこういう問題がないということです。生殖細胞ひいては個体の作製については両方できるということです。このようなことからES細胞の方は倫理問題は大きいけれども、iPS細胞の方は、人によっては、ない、あるいは少ない、ほとんどない、という言い方がされていたりします。

次のページにまいりますが、そもそも「何の」問題なのか。先ほど少し言いましたが、問題の立て方は非常に重要だと思います。生命倫理には大きく二つの分野があると考えられます。一つは、私は医学部にいて医療倫理などを教えていますが、まさに「医療倫理」です。これは医療者・患者関係でほぼ完結し

てしまうものです。インフォームド・コンセントとか個人情報やプライバシーの保護などが問題になります。難しくないとは言えませんが、比較的わかりやすい問題です。

それを超えるものと言いますか、それとは別のものとして、「文明論的な生命倫理」を考える必要があります。きょうの問題はまさにこの中に入ってくる問題だと思えます。そこに定義を書いています、「文明論をベースとする、生命科学や先端医療テクノロジーの総合コントロール学としての生命倫理」ということです。こういう言い方が一般にそれほど通用しているわけではありません。でも、漠然と多くの生命倫理の専門家は、ここに先生方がいらっしゃるんですが、考えていらっしゃるのではないかと思います。これは、通常の倫理を超える、文明の選択の問題、社会選択と言う人もありますが、あるいは、文明の方向性の決定の問題だと思われまます。当然、個別的な医師や患者の関係を越える問題ですね。

その次はちょっと書きすぎかもしれませんが、既存の宗教学、倫理学、哲学等は役に立つかなと、私は疑問を持っています。これ以上言わない方がいいような気がします。

次に、その下ですが、これまでの生命倫理問題についてのクレームのタイプです。「人間の尊厳」という概念が出てきています。藁をもすがるといって、古い皮袋に新しい酒を盛るといような現象があつたりします。具体的に見ていきますと、神への挑戦であるとか、自然の摂理に反するとか、不自然であるとか、人間の尊厳を侵害するとか、社会通念に反するとか、社会が混乱するとか、公序良俗に反するとか、人類の伝統文化に反するとか、いろいろな言い方がされるわけです。それぞれに、言葉としては少なくとも、反論できるわけですね。例えば、「神への挑戦である」に対しては、神は存在するのか、とか、ニーチェよれば「神は死んだ」のではないかと、とか。ほかに、「不自然である」と言えば、飛行機も携帯電話も非常に不自然ですね。「社会が混乱する」に至っては、日本では明治維新の時に大混乱したのではないかと、とか。このように、いろいろな反論が可能であるわけです。

これには深入りしないで、次に、生命倫理の議論のタイプですが、まず、「ジレンマタイプ」。倫理的ジレンマ、エシカルダイレンマ、欧米人の生命倫理の議論を聞くとよくこの言葉が出てきますが、倫理的ジレンマがあるタイプです。例えばES細胞の問題はこの問題を含んでいるわけですが、iPSの方はこれはないだろうと思われまます。ほとんどないだろうと思えます。

次に、「リスクタイプ」です。現代のようなテクノロジー的な社会では人為的リスクだらけですね。これは「リスク論」としていろいろな議論がされているところです。ナノテクノロジーに関する小さな国際会議があつた際に、参加

者全員に、「いろいろなことを言っているが、そもそも倫理的ジレンマはあるのか」と問うと、一人も答えなかったというか、答えられなかったですね。もちろん、リスクの問題は当然あるわけです。

それから、「インフォームド・コンセントタイプ」。これは通常の医療倫理の中でよく論じられるものです。いろいろな問題があります。医療関連のインフォームド・コンセントには3種類ありまして、1つは診療の分野における「患者のインフォームド・コンセント」ですね。それから、人体実験を含む広く医学系の研究における「被験者のインフォームド・コンセント」。さらに、臓器の提供者や診療情報の提供者など、研究用ヒト組織の提供者などもそうですが、「提供者のインフォームド・コンセント」。それぞれに自己決定権が対応しているわけですが、きょうのテーマに関連するものとしては、細胞とか受精卵の提供者の自己決定権が問題となるわけです。

ほかに、個人情報やプライバシータイプのもの。これは省略させていただきます。

次に、「問題の核心は何なのか」という問題があります。真に問われているのは何だろうかということです。個々のテクノロジーが持つ倫理問題は大きな問題ではないと思われまます。私はこれをマイクロあるいはミクロバイオシックスと呼んでいます。文明論的生命倫理というのはマクロバイオシックスですね。一つ一つはそんなに問題ではないのです。立派な先生方が議論されて、きちんと書類を作って、指針を作って、進められて行くのですが、私は、それを超える大きい問題があると思っています。

大事なものは、総体としてのテクノロジー、特にここでは生命科学とか医療テクノロジーですが、これらが長いタイムスパンでみて人類、広く生命と地球環境をどう変えるのかということです。この問題が大事だろうと思います。残念ながら文明の進むべき方向性についてグランドデザインを描ける人は世界中に一人もいないわけですね。暗中模索の状態です。真の生命倫理問題というのは、文明論的生命倫理の問題ですが、まさにここにあるわけですね。

第二に、文明・欲望・テクノロジー、このあたりのことについてお話をさせていただきます。まず、文明論。文明の概念規定ですが、文化とは違った意味で使っています。一言でいえば、文明とりわけ現代文明は欲望の充足システムです。文明という車の両輪がテクノロジーと市場経済、それを運転しているのが人間の欲望。文明の駆動力がこれです。正確に言いますと、そこに小さな字で書いていますが、文明とは、欲望に火をつけて増大させた上で、それを充たして消す、そしてそれを繰り返す、というマッチポンプ式の欲望の拡大・再生産及び充足システムであるわけです。今回の幹細胞制御技術について、森先生などは強調されるわけですが、無精子症の人が子どもを持てるじゃないかと。

もともとあきらめていた人が、こういう技術があります、と欲望（願望）に火をつけられるわけです。ほかにも、例えば、移植さえすれば助かりますという言い方がなされるわけです。

ここで大事なのはグローバルな現状認識です。現代文明が我々の生命ないし生命観、人間ないし人間観、倫理ないし倫理観、価値ないし価値観などに変容を迫っているわけですね。逆に、現在我々が持っている生命観、人間観、倫理観、価値観などをベースに現代文明の方向性を考える、規制するということは十分にできるわけです。ストップをかけるというわけにはいかないでしょうが、今、現代文明はこういう岐路に立っていると思います。スローガンの言えば、「我々が文明を変えるのか、文明が我々を変えるのか」となります。しかしながら、文明が我々を変える方が強そうです。我々は文明のダイナミズムの中にいるわけですから。その集約点はいわゆる「人間改造」です。サイボーグ化、キメラ化、遺伝子改造人間化など。後で少しだけ述べさせていただきます。

次に、欲望論。文明の駆動力である人間の欲望について。世界を変えるのは、表面上、高尚、高邁な議論、理論のように見えますが、実際は人々の「欲望」、時に下賤な欲望であったりするのです。これは特定のことを指していますが、例えばロボティクスと高性能のラブドールを作る技術が合体したらどうなるのか。先々週、外国（ロシア）でこういう議論をして来ました。

「欲望」に関しては昔から高名な哲学者などがいろいろなことを言っているようです。プラトンは、「人間とは欲望の束である」と。ヘーゲルは「市民社会は欲望の体系である」と。ドゥルーズとガタリは「資本主義は欲望機械」だと。これらと並べるのは大変おこがましいのですが、私は、「文明イコール欲望充足システム」だと、先ほど述べたように考えています。現代人というのはまさに「欲望という名の電車」の乗客です。スライド資料の右上のブティックの看板には「EGOIST エゴイスト」と書いてあります。昔は「エゴイスト」というのはすごく強い非難の言葉だったのですが、最近はこのブランドまであるんですね。それほどの時代の変化があるかなという気がします。

次に、欲望の歴史です。前近代は「欲望の封じ込め」と言いますか、封じ込めるといふ力がわざわざ働かなくても、結果的に小さかったし、よくコントロールされていたんですね。「小さな欲望、よく効くブレーキ」という言葉であらわすことができますが、もともと大したテクノロジーもない社会では世界中がそうであったわけです。

仏教では「小欲知足」とか、「東洋的諦観」とか、ヨーロッパなどでは「禁欲主義」とか、いろいろなことが言われています。ここでは自己抑制や「存在受容」が容易にできる。難病を持っていてもそれを受容するとか、今の考え方で随分違うわけです。その後、近代に入って欲望の解放が行われたわけですね。

もちろん、テクノロジーというキーによってパンドラの箱が開けられたという意味で、欲望の解放が行われたわけです。

それから、現代に至っては、欲望が肥大化し、比喩的な言葉ですが、「欲望爆発」が起きているわけです。徹底的な欲望追求社会に我々は生きている。「欲望の世紀」と言うこともできます。個人主義や自由主義のイデオロギーはこれらを下支えしています。「他者危害原則」（倫理原則）や「過失責任主義」（法原則）などもそうです。

このように考えますと、現代人は、徹底的に欲望を刺激されることによって「欲望の権化」となっているとと言えます。生命科学や医療テクノロジーはまさに、これに奉仕するわけですね。さらに言えば、我々は、あきらめきれない現代人と言いますか、正確に言えば、我々は生命科学や医療テクノロジーによってあきらめきれなくさせられている現代人と言えるかもしれません。では、無限の欲望を前提に科学技術を進めていくとどうなるのか。後戻りできなくなる。例えば、うなぎのぼりの電力需要を前提に原発をつくると、幾ら作っても足りないという脈絡の話です。人類の歴史はまさにそうですね。行く先が待っているのかどうかわかりませんが、少なくとも欲望の社会的コントロール、国家的コントロール、あるいは、国際的コントロールなどが必要となるでしょう。もちろんその中身は欲望の質の転換や量の縮小化などです。

さらに、テクノロジー論。テクノロジーというのは欲望追求の手段、ツールであるわけです。村上陽一郎先生が「欲望と技術のいたちごっこ」とおっしゃっていますが、まさにそのとおりだと思います。もう一つ別な側面として、「テクノロジーは倫理問題の製造機械である」ということも言えます。そこに書いているのを少し読んでみます。

「近時、コンピュータ技術やロボット工学はもちろん、医療の分野でも、移植医療、遺伝子医療、生殖補助医療、再生医療等のいわゆる先端医療のテクノロジーが目覚ましく発達している。それらは、かつて人類が経験したことのない速さで進行している。これらは人類にとっては福音である（はずである）。しかし、同時にそれらは、直接、間接に様々な倫理的、法的、社会的問題をも産み出す。テクノロジー（及び市場経済）はまさに「倫理問題の製造機械」である。」

そこにある写真は『Life』という雑誌に出ているものです。かつて「神の委員会」と言われたもので、シアトルに世界ではじめて透析機械があらわれたときに、これを誰に付けるかということでものすごい議論になったわけですね。それはそうだと思います。誰を助けるかと。今の移植医療の優先順位などもこれの応用バージョンのような気がします。

次に、テクノロジーによって人間は一体何をしてきたのかという点について。

人間はテクノロジーによって世界を造り変えてきているわけです。人類の歴史はテクノロジーによる世界の改変の歴史であると言えます。最初に、自然環境の改変。道路や橋やビルを作って、自分たちの都合のいいように自然環境を変えてきた。次に、動植物の改変。野菜の味とか形とか匂いとか。食用豚や牛の体型や肉の質、霜降りとか。いろいろなものを変えてきている。

トマトやにんじんやきゅうりなどは昔は匂いが強かったりして食べられない子どもがいましたが、今は誰でも食べられる。豚は食べられるためだけに胴体がやけに大きいものを作り出しているし、サラブレッドは走るためだけ、ちょっと骨折するとすぐに死んでしまったりする。ダックスフントに至っては、あれはかわいいというのかわかりませんが、とにかく人為的に作り出しているわけですね。

テクノロジーはテロリストの活動形態や戦国武将の闘い方や国家の戦争の仕方まで変えます。織田信長の鉄砲を三段構えで撃つのもそうです。第二次大戦中の大艦巨砲主義から飛行機への変化。最近の米軍の無人爆撃機。テクノロジーによって戦争の仕方まで変わってきていますね。あと、我々の日常生活。携帯電話一つで随分と人間関係とかものの考え方も変わってきていたりします。

では、このテクノロジーのターゲットは何なのでしょう。人類はテクノロジーによって自然環境を改造し、動植物を改造してきました。その行きつく先は自分自身、人間そのものです。すなわち、「人間改造」です。サイボーグ化とか、キメラ化とか、遺伝子改造人間化など。人間改造はテクノロジーの集約点と言えます。そこに挙げているナノテクノロジーやITや、きょうのテーマだと思いますが再生医療、ナノテクノロジーなどもみんなそうです。ここに集約されると思います。

このテクノロジーと人間観などのリンクについて。基本的に、テクノロジーが身体観や人間観などに影響を与え、変容を迫り、その身体観や人間観などの変化が新しいテクノロジーを産み出す。そういう話をさせていただきます。

最初が①身体観の変化です。移植医療テクノロジーなどは、「臓器や組織は利用・交換可能な部品である」という身体観を作り出しているわけですが、その応用編として再生医療テクノロジーでは、身体部品観が強化されたりするわけです。

②の生命観について。ゲノム科学などによる生命現象の解明は、生命からその神秘性を剥ぎ取り、その神聖性を減じる。神秘である必要がどこまであるのか。私はないと思いますが。あと、アンチエイジングとか不老不死のテクノロジー。不老不死はもちろんSFです。これらは「命には終わりがあるからこそ美しい」などというような生命観を破壊するわけです。

③は人間観の変化です。身体観や生命観が変化することによって人間観とか

人間像自体が変化したりするんですね。人間がこれまでのような人間の外観や性質を持ち続ける必然性がどこまであるのかという、原理的、根本的な問いが生まれてくるわけです。

④は倫理観や価値観の変化。身体観や生命観が変化すると、それによって人間観、人間像が変化し、さらには倫理観や価値観が変化する。

次に⑤ですが、これらの新しい身体観、生命観、人間観、価値観などによって新たなテクノロジーが開発される。また、新たなテクノロジーを前提に新しい身体観や生命観、人間観などが生まれてくる。そこに、「自力で空を飛んではなぜ悪い」と書いています。今、我々は飛べないから飛ばない。クローン技術規制法でクローン胚、キメラ胚などが禁止されていますが、無茶なSFかもしれませんが、地球上に酸素がなくなって人間が海の底でしか暮らせなくなったら海の底で暮らすことを禁止したりは絶対にしないと思います。

次に、テクノロジーに対する懐疑についてお話しします。最初に、①科学技術は諸悪の根源か、という点ですが、そのように言う人たちがいます。ここにいらっしゃる先生方はもちろん違うと思うのですが、いろいろなテクノロジーに反対するグループの人たちがいます。しかし、人類は、排ガスをまき散らすという弊害があるから車に乗るのをやめるかと言うと、やめないですね、電気自動車を開発したりする。

昔、パソコンは人間をますます非人間的にするから使うべきではないという議論があつたりしましたが、今、使わない人はほとんどいないと思います。これは私の個人的体験ですが、カーナビを使うと道を覚えなくなるから使うべきではないとカーショップの人が言っていました。しかし、使うと今どこを走っているのかが全部わかつたりして、逆に道を覚えたりするような気がします。テクノロジーの発達によって失うものも大きいと思いますが、だからといってそれをストップさせるべきなのかという疑問が生まれてくるわけです。

次に、②の我々はテクノロジーに毒されているのではないか、という話です。科学主義に毒された文明社会にどっぷりとつかって、その恩恵を享受している人たち（私たち）には何も見えてこないというわけです。そうかもしれません。③の、新しい技術にはすぐに慣れるのではないか、という点について。新しい技術というのは大抵の人は一度反対してみないと気が済まない。しばらくたつとほとぼりが覚めて皆受け入れるようになる。携帯電話が出た頃、子どもに持たせてはいけないという議論がありましたが、最近は逆に安全のために持たせるという議論になってきています。

次にテクノロジー不要論について。これにはいろいろあるわけですが、ロボットやサイボーグ化を含めてあらゆるテクノロジーはもうこれ以上発達させる必要はないと言う人がいたりします。制限論もあります。一定の危険なテクノ

ロジーは当然制限すべきであると。ビル・ジョイという人は、コンピュータの専門家ですが、「未来は人類を必要としていないのではないか」と言っています。ビル・マッキベンさん、この方はジャーナリストですが、「ENOUGH」、「テクノロジーはもう十分だ」と、こんなことを言っていたりします。

日本でも、随分前ですが、野坂昭如さんが「科学文明に未来はなさそうだ」ということを書いておられたりします。そのもっと前には、夏目漱石が『行人』の中で、「人間の不安は科学の発展からくる。進んで止まる事を知らない科学は、かつて我々に止まる事を許してくれた事がない」と書いていたりします。

確かにテクノロジーは脅威かもしれません。しかし、テクノロジーへのアクセス権の問題もあります。これはきょうお話できませんが。特に生殖医療の場合は、例えば学会などが規制したりして実際に困っている人たちがテクノロジーにアクセスできない、それをどう考えるのか、という問題があったりします。

脅威については、福本英子さんというジャーナリストが随分前にこのように言っています。「かつて自然は人間にとって脅威であったが、それゆえ人間は自然への畏敬の念を持っていた。自然に代わってテクノロジーそのものが脅威になり始めている。」私は今でも自然は脅威と思いますが、ただし、洪水のような場合は川をコンクリートで固めたりすると水があふれるのは当然であって、人災のような要素もあると思います。それは置くとして、自然は人間にとっての脅威であった。それゆえに人間は自然への畏敬の念を持っていた。しかし今、自然に代わってテクノロジーそのものが脅威になり始めているというわけです。テクノロジーの潜在的脅威が顕在化し始めている。きょうのiPS/ESの問題もこの小さな例ではないかという気がします。大きい例とは思いませんが。

現在、我々はまさにテクノロジーに対して畏敬の念を持つべきであると思ったりします。人類はそもそもテクノロジーによって立っているわけです。ゆえに、テクノロジーによって転ぶかもしれない。打ち所が悪いと致命傷になるかもしれない。いずれにせよ、転ばないようにする努力は必要です。

もう一つ言いますと、私はこのようなことを考えています。我々は既に「テクノロジー依存症」にかかっているんですね。あるいは、テクノロジーアディクトと言ってもいいかもしれない。科学技術は人間を墮落させると言います。墮落という言葉の使い方にもよりますが、そういう要素もあるのではないかと思います。もともと人間とはテクノロジーを駆使する動物です。これは私の概念規定です。治癒困難というか、そもそも根治不可能なのかもしれません。このテクノロジー依存症を下支えしているのはもちろん大衆のニーズであり、科学者の好奇心、探求心などです。

次に、これらを前提として倫理判断・評価の基準についてお話をさせていた

だきます。誰が倫理判断を行うのか。これはもちろん最終的には自分ではなく社会ですね。法的判断、法的評価は当然、国家が行うわけです。倫理判断・評価の枠組みは、異論はあるかと思いますが、利益衡量しかないと思います。功利的、あるいは、正確に言えば功利主義的価値判断になると思います。具体的に言えば、倫理的問題はあるけれどもそれを上回るメリットもあるという場合、倫理的に「容認される」こともあるということです。問題がないという意味ではないです。

この考え方について、次のページに倫理判断4段階理論を挙げています。これは私が随分前から書いたり言ったりしていることですが、一般に通用しているものではありません。そのことにご注意いただければと思います。あらゆる行為は、二分法で倫理的に正しいか間違っているかと問われると、大抵不純な動機があったりして、「やっぱりおかしい、だめだ」というふうになりやすいんですね。

そこに書いていますが、医師が、訴えられると困るから患者さんにきちんと説明しようという場合を考えてみます。これは倫理的に正しいとまでは言えない。しかし、患者さんは医師の動機、心の中がどうであったとしても、表面的にはちゃんと説明してもらえるのだから「まあいいじゃないか」と考えるわけです。倫理的に容認される範囲内だというわけです。

「倫理ハードル」を、そこに書いていますが、グレードⅡ（容認される）とⅢ（容認されない）の間に引くと妥当だろうということです。もし「倫理ハードル」が高すぎるとみんな悪人になる。医学部に入ろうとする受験生にはほぼ毎年面接をしますが、「何のために来るんですか」と聞きます。受験生は「困った患者さんを救うために」とか、「難病の研究をして役に立ちたい」とか言います。でも本当は、医者になると高収入だし社会的ステータスも高いという動機を持っている。彼らは言いませんが、多くはそう思っていると思います。でも、それもあっていいわけですね。そういう動機があったとしても、ちゃんと患者さんを診てもらって、ちゃんと研究してもらえればいいと思います。それで倫理ハードルは超えていると考えるわけです。

最後に、「答えはあるか」という点ですが、これまで述べてきたことを前提として解答らしきことを述べさせていただきます。多能性幹細胞由来で、一言で言えば人間を造るということですが、まず、①倫理的な問題はないとは言えない。重箱の隅突つきかもしれませんが、いろいろなことが言われています。特にESの場合は胚破壊などの議論が耳にタコができるほどありました。iPSの場合は、生命倫理の研究者はあまり論文を書いたりしていないですね。あまり問題がないと考えているのだと思います。しかし、ヒト個体を造ることについては、一般的にオーケーというものとは少し違うものがあると思います。

次に②ですが、直接、間接に様々なメリットがあるわけですね。無精子症などの患者さんは明らかに救われる。これはわかりやすい例です。ほかに、難病の患者さんが救済されたり個別臓器が作製されるなど、直接、間接に様々な、ある意味で莫大なメリットがありそうです。デメリットは、少なくとも個別のテクノロジーとしては見当たらない。よって、功利的価値判断を行うならば、具体的に言えば倫理判断4段階理論によれば、基本的に、倫理的に容認されるのではないかと思われまます。一部の人に奉仕するテクノロジーかもしれませんが、そのことを理由に容認されないということにはならないですね。少子高齢化対策にもなるかと思われまます。それから、原則的に多能性幹細胞経由の生殖そのものを禁止ないし制限する理由は見当たらないです。ただし、リスク論等による一定の規制は当然必要です。

さらに、ここが私の一番申し上げたかったところですが、文明論な生命倫理の視点から様々にもっと深く考える必要があると思われまます。そういう意味で手探りで進めると言われまますか、標語的には、「慎重に、しかし慎重すぎないように」ということが言えるのではないかと思われまます。

ちょうど時間ですね。ご清聴ありがとうございました。

(相澤会長) ありがとうございました。大変ユニークなご見解を展開していただきまました。

どうぞご質問なりご意見をいただければと思われまます。どうぞ。

(水野専門委員) 非常にユニークなご見解だとうかがいまいましたが、先生のお話、法についてのコメントがなかったことについて、法学者ですので、疑問を持ちまました。文明は欲望充足のためのシステムであるとおっしゃいまいましたがけれども、むしろ民法がローマ帝国という文化を越えた帝国で文明として成立したように、法は文明なのではないかと思われまます。そして、フランスの法哲学者のフィンキエル・クラウトのせりふを借りまますと、彼は「法は権力に限界を画し、欲望に限界を画することを目的とする。法は限界の表明である」と言われまます。つまり、人間の欲望は、おっしゃるように無限大ですけれども、我々の社会は人間が共存するために非常に古くから法を必要としてきて、その法によって人間の欲望に限界を画すことによって共存してきてきたわけですね。

そして、おっしゃいまいましたように、新しい技術は、この法の問題に対するチャレンジではありまます。と言われまますのは、古い規範、共存のためのルールは、たとえば人が人を殺してはならないとか、あるいは、インセスト・タブーは許さないとか、あるいは、婚姻制度というような非常に古くからの法は、ゆっくりに長い時間をかけてできあがってまいまますので、我々はすっかり自己内在化して生きてまいまます。でも新しい科学技術の進歩が、今までは考えられなかったようなことを可能にした問題は、残念ながら共存のルールが共有されてまいまません。

生殖補助医療などはまさにそういう領域ですが、そういう新しい領域を我々の社会の中に、将来に向かって共存できるルールとして、どのように構築していくかということが今問われているわけです。

従来、法学者というのは倫理学者に比べて謙抑的でした。つまり、新しい価値観、自由な領域というものを尊重し、自分たちの倫理観念で人々の自由を規制しないということを、法学者としてのレーゾンデートルにしてきたわけです。けれども、こういう新しい科学技術の場合には、そういう謙抑性ではおさまっていないというのが、現代社会が直面している問題です。この問題は、人々の間に自然に法が成熟してくるのを待つわけにはいかないのです。それは、世界的なコンセンサスです。

ただ新しい法の作り方については、先進諸国はそれぞれのやり方があります。大陸法系は、例えばフランス法が一番顕著ですけれども、衆知を集めて生命倫理法の体系をこしらえました。そして、人間の欲望に対して様々な制限を設けました。子どもをもちたいというのは、非常に強い欲望だけれども、それは権利ではない、というわけです。しかもそれらの制限を体系的に立法化することによって、新しい問題が生じたときにも答えが出るような生命倫理法という法体系をこしらえ上げました。英米法の場合には、大陸法系のような法典国ではありませんので、このような体系的な法は立法されていません。インフォームド・コンセントという武器を使いながら、判例法によって、それから州法レベルで立法をダイナミックにつくっていきますので、行きすぎを生じたり、あるいは、揺れ戻しを生じたりしながらやっています。

そして、日本法は、残念ながら非常にわずかな法律しか成立していません。ただ、その法律が成立していない部分を、このようなガイドラインであるとか、あるいは、産科婦人科学会の自粛、お医者さんたちの自分たちの倫理規範による自粛という形でやってきているわけです。ですから、先生のお考えは、そういう日本の状況というのが前提にありますから、日本では法が無力だというお話ならばわかるのですけれども、どうもそうではないようです。一般論として法の存在意義が抜けておられるようで、欲望と科学技術とがいきなり正面からぶつかっているようにうかがえました。その点に法学者としては違和感を感じましたが、この点についてお話いただけますでしょうか。

（栗屋教授）私も15年くらい民法を教えたことがありますので、大体おっしゃることはわかります。今質問していただいたことについてお答えさせていただきますが、まず法は文明かという点について。私は、法は文化であるけれども、文明のレベルの議論ではないと思っています。欲望に歯止めをかけるという意味で、外部から力を及ぼすものではあるけれども、文明そのものとは言えないのではないかと考えています。文化と文明のことだけでもよく何時間も議論を

するわけですが、私は少し違う見解を持っています。

あと、法の役割が大変大きいのはわかります。そして、法学者の役割ですが、「生命倫理」という建物を建てる場合の最初のプランニングの段階で法学者、法律のバックグラウンドを持っている人が必要かということ、私はあまり必要ではないと思っています。法学者の役割は最後の段階での「調整」ですね。家を建てる時に、どんな家を建てるかというときに、左官さんに壁の塗り方を聞くことはしなくてもいいじゃないかということです。最後の仕上げの段階で出てくるのが法学者の役割だと思います。プランニングの段階とは違うような気がします。でも、法律のバックグラウンドを持ってあらゆることに精通されている立派な先生方がここにいらっしゃって、その方々が意見を述べられるのは、法学者としてではなく、よく勉強されていらっしゃる知識人として述べておられると理解しております。お答えになりましたでしょうか。

(本庶議員) 時間も限られているのでね。一つ、大変おもしろく、初めてこういう愉快的話を聞かせていただいたんですが、ちょっと気になるのは、最後の倫理判断4段階の理論を見ると、メリットがあればオーケーだというふうを受け取られる危険性があるんです。生命倫理の根本的な問題は、生物であるということの原則を崩すかどうかという問題なんです。生物の原則は、死ななければいけないということなんです。ですから、不老不死を求めるということは、基本的に生物であることを逸脱することになります。ですから、これは問題が生じる、生物であるということにね。

それからもう一つは、生物というのは多様性を維持していかなければいけない。つまり、基本的にナチュラル・セレクションが一定の範囲で働かなければいけない。先生もご承知のように、欲望はセレクトアウトされる人を人間社会としては取り込んでやってきているから、その時点においてナチュラル・セレクションを逸脱しているわけです。それは限度がありましてね。つまり、利益の対象が個別の利益と種全体の利益、どっちが大事かといったら、当然種全体の利益のほうが大切でありますから、そっちのほうの重みが高い。種が減びる危険性があるようなことは倫理的な判断としては容認されない、個別にメリットがあったとしても。そういう視点は、先生はきょう言及されなかったけれども、お考えはあると思うので、そこは重要な視点だと思います。

(栗屋教授) 最初におっしゃった、死ななければ生物としてというか、人間として変だと、不老不死を求めることについてですが、大昔から人類は不老不死を願ってきました。いい悪いは別にしてです。最近の生命倫理の議論ではトランス・ヒューマニズムというのがありまして、今は完全なSFですが、人間の脳のメモリーの部分、自己意識、自分が自分であるという意識を、脳という物質ではなくてメモリーの部分ですね、ソフトの部分といいますか。これを他の

動物や、脳死で亡くなった人や、機械にダウンロードするというアイデアがあります。こうすると真の不老不死が訪れる。

アメリカではそうしたいという人たちがいて、ある意味でマッドな人たちと言えるかもしれませんが、議論の的になっている。アメリカに『生命倫理百科事典』という全5巻のものがあって、ここにいらっしゃる生命倫理の先生方と一緒に訳したんですが、その一番最初の巻頭言のところに、スティーブン・ポストさんという人が今いったようなことを取り上げているんですね。おそらくは最も大きい生命倫理の問題点としてこの問題が挙げられている。先生がおっしゃったことと完全に一致していると思います。

もう一つ、種が減じるか、個別の問題かという点です。もちろん、種が減じるほうがだめだという判断にはなるとは思うんですが、例えば臓器移植の分野で、一人の人を殺して100人の人が助かればどうかと。1000人でも1万人でもいいです。でも、個人主義の思想からすれば、幾ら1万人の人が助かろうとも一人の人を理由なく殺害することは許されないということになると思います。そのレベルではそういうことが言えるのではないかと思います。

(相澤会長) これはこれからもいろいろと議論の起こるところでもあります、本日は時間の関係でここまでとさせていただきたいと思います。

栗屋先生、どうもありがとうございました。

それでは、議事としては以上でございます。

今回の議事録につきましては、皆様のご了解を得た上で公開させていただくことにいたします。

最後に当たって、事務局から今後の予定について説明願います。

(山本参事官) 次回のこの会議の日程は、これから先生方のご都合をお伺いして調整したいと思います。事務局としては年内にもう一回と考えておりますので、よろしく願いいたします。

次回予定しておりますのは、本日は生殖細胞作成に関する研究についてでありましたけれども、もう一つのテーマとして動物性集合胚を用いたヒト臓器の作成の研究の問題に関して、きょうと同じように外部有識者の方のヒアリングを行うということを予定しております。その後、きょうのテーマも含めてこういった課題について検討をどのように進めていくかということをご議論いただければと思います。

事務局からは以上でございます。

(相澤会長) それでは、長時間にわたりましてご議論いただきましたが、専門調査会をこれで閉会させていただきます。

どうもありがとうございました。