

# 新しい遺伝決定論と社会的排除に関する覚え書き

林 真理

## Note on New Genetic Determinism and Social Exclusion

HAYASHI Makoto

遺伝子検査技術の発展と普及によって、胎児の遺伝学的な状態を知ることができるようになってきた。また、そういった検査技術に関しては、さまざまな倫理的、法的、社会的問題が指摘されるようになってきている<sup>(1)</sup>。さらに、かつて一旦は見送られたはずの受精卵の遺伝子改変の可能性についても議論が再開しており<sup>(2)</sup>、また実際にゲノム編集を行って子どもが誕生したというニュースが大きな話題となった<sup>(3)</sup>。身近なところでも、いわゆる通販型遺伝子検査が比較的簡単に受けられるようになってきている<sup>(4)</sup>。こういったヒトの遺伝学的研究に基づいた知識と操作可能性の増大をめぐる議論においては、知る権利、選択の自由といった観点からの肯定的な主張に対し、検査や介入のリスクの指摘や、それに加えて生命の選別、改変を意図すること、行うことの意味などの問題が挙げられており、総合的にこれらの問題を論じることは簡単ではない。そのため、ここでは論争の全体像を追うことはしない。そうではなく、そういった議論の中に見られる新しい遺伝決定論的な前提とでも呼ばれるべきものを明確にし、その前提を含んだ考え方が導く社会的問題の一つの可能性を明らかにする。新しい遺伝決定論は、自己責任や自助を強調する社会において、人の生き方の可能性の幅を狭め、結果として多様性の排除を導くというのがその問題である。

### 1. 古典的遺伝決定論とその限界

Alexander (2017) は、ゲノム科学と決定論という文脈で次のように2通りの遺伝決定論の定義を行っている。硬い遺伝決定論は、「私たちの人生は、私たちしだいでどうなるというものではなく、ゲノムによって特定の未来をたどることが決まっているものである」という主張、柔らかい遺伝決定論は「私たちの人生は、ゲノムしだいで特定の未来をたどりやすいものになっている」という主張として定義されている<sup>(5)</sup>。ここで、硬い決定論と柔らかい

決定論の差異は、その決定性の度合いにあると考えることができる。そして、両者のあいだにさまざまな遺伝決定論が存在しており、「遺伝決定論スペクトラム」とも言えるような考え方の多様性が存在していると言ってよいであろう。また、ここで定義されている遺伝決定論は世界観のような形而上学的な種類のものではなく、また規範的なものでもなく、事実レベルでその正しさが決まってくるような問題とすることができる<sup>(6)</sup>。そのため、遺伝決定論が正しいかどうか、私たちは事実をもとに判断可能であり、硬い遺伝決定論について私たちは常識的にそこまでは言えないだろうということを知っていると思っており、柔らかい遺伝決定論については何らかの真実を含んでいると推測している。

古典的な遺伝決定論と言って良い硬い遺伝決定論については、これまで多くの批判がなされてきた。たしかに、双生児研究などの事例<sup>(7)</sup>が、遺伝的性質がほとんど同じと言って良い人間の双子の場合、統計的にさまざまな心理学的な性質が類似していることを教えてくれる。そして、そういった人間の心理的な性質は、ライフコースとも関わりをもっているだろう。しかし、人生には生物学的に決定された狭い限界が存在するわけではなく、自身の意思によって様々な自己になりうるという努力の可能性が残されていると考えられている。また、社会環境によって、さまざまな生き方の可能性が出てくることも確かである。さらに、人間の社会的な行動は、社会のあり方によって多様に変化しうることも主張された。人のライフコースが生まれによって決まっているというのは、自由主義ではなく封建主義のイデオロギーを反映しているという見方もできる。強い遺伝決定論の主張は、その考え方が社会的な雰囲気形成するように広まると、人間の可能性を閉ざす方向に機能する可能性をもっており、したがって少なくとも過度に強調されて人の視野を狭めるものであってはならないものであると考えられるようになってきた。

それに対して、柔らかい遺伝決定論についてはどうだろうか。その正しさを裏付ける生命科学上の知識は、着実に積み重なってきている。とりわけ、障害や疾患に関する遺伝学的研究は、非常に早くから進んできた。例えば、遺伝暗号の仕組みが明らかになる以前から、染色体の異数性がダウン症候群の原因であることは発見されていた。その後、さまざまな疾患の遺伝子についての研究が進み、該当する遺伝子の存在が判明して、それを診断に役立ててきた歴史がある。サラセミア、嚢胞性線維症、ハンチントン病などがそういった例である。そして1990年代以降ヒトゲノムプロジェクトが終了し、さらにゲノム科学が発展していくことによって、様々なより一般的な疾患の遺伝的要因の研究が進んでいくことになった。

そういった中で、社会的に大きなインパクトを与えたものの一つが、乳がんに関係する遺伝子BRCA1の発見であったと言って良いだろう。それは、家族性の乳がん家系の人たちに遺伝子検査をもたらして予測可能性を増大させるとともに、その検査が産業化されるにあたって知的財産に関する論争をも生み出した。予防法としての乳がん切除術を受けた有名俳優のニュースもマスメディアで広く報じられ、ゲノム科学の大きな成果が知られることになった。

この BRCA1 は、「乳がんの遺伝子」という表現をされることがある。最も一般的なタイプの BRCA1 は、DNA の損傷を修復する働きをもっているが、その変異型はその機能をもたない。そのため、BRCA1 の一般的なタイプを持っていない場合、DNA の修復が十分に行われず、癌を抑制する機能が低下することが知られている。家族性の乳がんの患者において、この変異型が多く見られたことから、この変異型は乳がんの原因遺伝子であるという言い方がなされることがあるが、そうすると逆に一般的な BRCA1 遺伝子は、癌抑制遺伝子と呼ぶことも可能である。しかし、このような「〇〇の遺伝子」という表現は、〇〇に何らかの身体的性質が入るとき、それに対して決定論的に遺伝子が作用するという理解をもたらすという意味で、古典的な遺伝決定論の考え方を引きずっている。

こういった古典的な遺伝決定論に由来する表現は誤解を招きかねないものでもある。例えば BRCA1 という遺伝子の遺伝子修復機能の全体像が十分わかっているわけではなく、そもそも DNA 修復機能自体は多様なタンパク質の働きによって起こっているために、BRCA1 のコードするタンパク質だけが DNA 修復に作用しているわけではない。また BRCA1 の存在が必ず乳がんをもたらすわけでもなければ、その過程に関与する他の仕組みがないとも言えない。そのようなことを考えると、BRCA1 について、またその他の場合においても、「〇〇の遺伝子」という呼ぶ方をすることの適切さについて疑いが出てくるのも自然なことである。

ヒトゲノムそれ自体の研究に加え、その転写産物やタンパク質発現の詳細な研究が進むと、このように遺伝子と表現型のあいだの距離の大きさがよくわかってくる。両者を一対一に対応させるような見方、つまり一つの遺伝子の有無が個体における一つの状態（表現型）の有無に明確に対応するという見方には大きな変化が生じた。遺伝子と表現型を対応させ「〇〇の遺伝子」を呼ぶような古典的な遺伝決定論は、多くの性質の場合に成り立たないということが明らかになっている。

Moss (2003 = 2006) は、遺伝子の概念に大きく分けて二通りの理解があるとして、表現型の側から定義される遺伝子 P と DNA 配列の側から定義される遺伝子 D という、調停不可能な二通りの遺伝子の概念が存在していると述べている<sup>(8)</sup>。この考え方をを用いると、私たちが「〇〇の遺伝子」という言い方をしてもそれほど問題がないのは、遺伝子 P と遺伝子 D がうまく対応した幸運なケースにおいてのみであるということになるであろう。しかし、遺伝子の意味をそのように限定して用いることにすると、それは生物における DNA の働きや遺伝という現象について、ほんの一部しか説明したことにならないであろう。

DNA レベルでの配列の変化を伴わない遺伝子発現の様式すなわちエピジェネティクスの存在も、古典的な遺伝決定論に問題を投げかけた重要な発見である。同じ塩基配列が存在しており、したがって同じ遺伝子を持っていると言える状態であっても、その遺伝子が実際にはタンパク質をコードする場合としない場合が存在して、分子レベルではメチル化という仕組みによって、遺伝子のサイレンシングという状態が生じていることが知られるようになっ

た。しかも、そういったエピジェネティクスの存在は決して珍しいことではなく比較的一般的なことであり、DNAに書き込まれているデータがすべてを決定論的に実現するわけではないということがいっそう明確になったと言えるであろう。

また、後で述べるようなヒトの心理や行動に関わる研究においては、以前より遺伝と環境の相互作用ということが想定されていた。そこで問題となってきたのは、同じ遺伝子を持つ個体が同じような行動をとることを通じ、結果として環境の類似性をもたらしているのではないかという問題であった。しかし、現在では、環境の違いがDNAのメチル化といったレベルで影響し、転写を左右する可能性があることが議論されている<sup>(9)</sup>。遺伝の環境への影響ではなく、環境の遺伝への影響という方向が問題になっているのである。この事例は、遺伝子ではなく環境の作用が転写という遺伝子の機能の最初の部分にまで及んでいることを教えてくれる。

## 2. 新しい遺伝決定論：ゲノムワイド関連研究と多遺伝子リスクスコア

遺伝子検査技術を用いて「〇〇の遺伝子」を調べるといった表現がなされるとき、〇〇に挙げられるのはヒトの疾患や障害である。ある決まった傾向の疾患や障害を示す人々が存在している事実がまずあって、それが同じ遺伝子の決まった表現型であるかどうかはわからないまま、単一の病気や障害の名前でひとまとまりとして呼ばれてきた歴史がある。そして、実際にその原因となっている遺伝子と言えるものがないのかどうかについて探究が行われ、幸運な場合に、その性質と関係性の深い「〇〇の遺伝子」が実際に発見されることもあった。しかし、もちろんそのような探索は、いつもうまくいくとは限らない。そのため、もっと複雑な研究が必要となってくる。結果として、多数の遺伝的な変異が、ある疾患の存在とそれぞれ相関を持っていることが見いだされるということになる。古典的な遺伝決定論が通用しない領域においても、このようにして新しい種類の研究が行われるようになってきた。

さまざまな種類の生活習慣病についてそういった研究が積み重ねられてきたが、さらに精神的な疾患と言えるものについても研究が行われてきた。いわゆるゲノムワイド関連研究(GWAS Genome-wide Association Study)によって、様々なDNA配列の存在と特定の精神的疾患が診断されることとのあいだの統計的な関係が探られている。そのようにして探索をしていくと、ある疾患に対して多数のDNA配列が関連していることがわかり、また一つの遺伝的な変異が複数の精神的疾患に関係していることもわかってくる。そういった状況は、「〇〇の遺伝子」といった表現からは極めて遠いものである。

このような状況は、単一の遺伝子でもって疾患を定義する古典的な遺伝決定論は成立しない場合が多いということを意味している。しかし、それでも何らかの意味での遺伝的な基盤は存在している可能性があり、その遺伝的な基盤における複雑な関係性が探索の対象となる。様々な遺伝的な変異の有無を調べて、特定の疾患の可能性を予測することが行われ、その

際に産出される定量的な指標は「多遺伝子リスクスコア (PRS: polygenic risk score)」と呼ばれる。

こういった指標を導く研究と、個々人にリスクスコアを算出するような種類の診断について、遺伝決定論と呼ぶことは可能であろうか。当然のことながら、そこに見られる遺伝決定論は、一つの遺伝子が一つの表現型の原因となっている古いタイプの決定論とは大きく異なっている。多数 (ゲノム内の 100 万箇所にも及ぶ) の塩基配列の多様性 (遺伝的多型性 (SNP)) に着目し、それらが特定の疾患や障害とどのように関連しているかを統計的に調べる研究であるというのが特徴だからである。ある疾患や障害に対して、大多数の SNP は中立であって関連性は薄い、中には有意な相関を持つものが出てくる。それらが全体としてある疾患や障害の遺伝的基盤を構成するものであると想定しよう、あるいはそこまで断言はできなくてもある疾患や障害が生起することの予測に役立てようとするものである。そういった方法の研究であるため、より重要な変異がもともと見逃されている可能性もあり、相関を超えた因果的な関係性の存在は、後の研究プログラムとして残されることとなる。しかし、それにもかかわらず関連性とそれに基づく予測可能性が強調されることになると、そこには遺伝決定論的と言って良い側面が存在すると言うことができよう。予測に使われるとしたら、人々に遺伝的変異を気にするようにさせ、また結果を知った人の行動を左右することになる。そこには柔らかな遺伝子の概念をもとにした新しい遺伝決定論の存在を見て取ることができる。さらにその決定性を重要なものと見なして行動を変える人がいるとしたら、さらに規範的な意味での遺伝決定論すなわち遺伝学的事実を重要な事実と見なして生活すべきであるという考え方が働いていることになる。

### 3. 人の行動に関する新しい遺伝的決定論の兆し

ここまで、GWASによって見いだされるような人間の疾患についての遺伝的基盤は、柔らかな遺伝決定論を体現していると同時に、規範的な意味での遺伝決定論を導く可能性があることを見た。さらに、人間の行動の決定性に関する研究についてはどうだろうか。ここまでの対象が、精神的な疾患も含め、個体そのものもっている性質や傾向であったのに対して、実際に何か行為を行ったということとの相関性を見るのが特徴となるような研究である。

例として自殺行動の遺伝的基礎に関する研究を取り上げる。既に進んでいる、やはりゲノムワイドな研究によれば、メチル化年齢の高さや、年齢に比したテロメア長の短縮といった特色が自殺未遂 (完遂) 行動と相関を持っていることその他、脳機能に関わる遺伝子の SNP における一塩基の違いが統計的に有意な自殺行動の増加をもたらすことが知られている<sup>(10)</sup>。日本における研究だけでなく、世界的な研究が進んでおり、このようにして自殺行動と関連する塩基配列は発見されており、さらに今後母集団を広げて研究を進める可能性があつて、

新たな発見もあるものと予想される。

しかし、そこで問題にされているような塩基配列が、自殺行動のみに関連するものと断定されているわけではない。他の行動等についても様々に影響を与えている SNP であり、その結果の一つが自殺可能性の増大というものであるという可能性も十分あるからである。テロメア長については、もっと広範な影響があるものと考えるのが自然だろう。したがって自殺の遺伝的基盤がわかったとすることができる状態からはほど遠いことは確かである。

また、こういった研究の成果を私たちはどのように解釈し、どのように生かしていくことができるだろうか。そのような大きな問題にも直面することになる。高リスクの個体を見だし、ケアの対象とすることは不可能ではない。しかし、自分自身や家族のこの遺伝的特性の有無を知ること、あるいは知るための検査を受けることそれ自体が、その人やその家族の行動に大きな影響を与える可能性があることも考えられる。また、遺伝的な解析によって、あらかじめ受精卵や胎児の診断をすることもできるだろう。しかし、当該の SNP などが、他の種類の塩基配列に比べて、避けられるべき必然性を十分に持っていると言えるのかどうかの判断は難しい。自殺行動と関連する塩基配列を調べる研究は、もちろん自殺を重要な問題であると考え、それを防止するために役立てようという意図を持っているにはきつと違いないのであるが、その研究結果の使い方は非常に難しいものとなる。

さらに応用の難しい問題として、犯罪行為の遺伝学的探究がある。古い優生学は、さまざまな犯罪行為が、そういった行為を犯すような性格に基づくとして、遺伝的基礎を持つと考えてきた歴史を持っている<sup>(11)</sup>。これらは偏見に満ちた研究であり、科学的にも誤っていた。しかし、現在でも、犯罪行為と遺伝学的状態を結び付ける研究は行われている。攻撃、敵意、虚言、暴力等をまとめて反社会的行動と呼び、その遺伝的基礎をゲノムワイドに研究した論文もある<sup>(12)</sup>。それによれば反社会的行動の遺伝的基盤は性別によって異なっており、さらに様々な SNP と有意な関連が見られたということである<sup>(13)</sup>。

#### 4. 新しい遺伝決定論の社会的含意

ゲノムワイドな研究は、網羅的解析と統計的分析によって、どの塩基配列がどのくらい行動に関係するかを教えてくれる。しかし、そういった研究結果を私たちはどのように利用すべきだろうか。まず、個人に対して、本人のさまざまな疾患等のリスク要因を知ることが可能にしてもらうことは間違いないだろう。そういった注意に耳を傾けるかどうかは個人の意識しだいであるが、的を絞った検査や予防はたしかに可能となるだろう。もちろん不安や人間関係の不和を導く可能性もあって、良いことばかりとは限らないのではあるが。

あるいはこれから生まれてくる子どもについても、既に生まれた子どもについても、知ろうとすれば様々な予測を得ることができるだろう。これも同様に、親がそれをしたと思うかどうかによる問題ではある。リスクスコアといっても、多くの場合、そのリスクの程度は

大きいものではない。しかし、確率がわずかに増えるということも、それがわかってしまえば、あるリスクをある程度でも避けることができるなら避けたいと人に思わせる効果をもつかもしれない。

そもそも、ヒトの遺伝子を検査、改変しようとする試みが追究される理由の一つは、それがライフコースにとって重要なものであるという認識に基づいているからだと考えられる。その認識が、規範的な意味での遺伝決定論思考を目覚めさせる。

リスクスコア自体はたしかに参考値に過ぎないとして算出されるのかも知れない。しかし、人がそれを気にするようになったとき、そこには規範的な解釈が働くことになる。もともとは単なる現象の表現に過ぎないものとしても、社会的な背景をもってそれが提示され、読み解かれるとき、そこには価値観が入り込んでいくことになる。そういった価値観を積極的に排除しようとする仕組みが社会に存在しなければ、そのようになりうる。つまり、規範的な遺伝決定論が広がるかどうかは、社会のあり方の問題ということになるのである。

そういう社会とは、どのような社会だろうか。たとえば、リスクスコアによって比較的可能性が高いものであると予測されていた疾患や障害が生じた場合に、その状況がどのようなものであると理解されるかを考えてみよう。予想できなかった困難に出会ったときと、予想できていた困難に出会ったときでは、通常前者の方が他者の助けを得やすい。そのためさまざまな疾患や障害がその可能性を予想できるものになることによって、その状況になった本人や家族は、予想できたのにそれを避けられなかった人、避けることをしなかった人という理解をされることになるかも知れない。そのようなことが、「自助」を大切にする社会、自己責任という考え方が強く主張されたり、人の考え方に浸透しているような社会ではたしかにありうるだろう。そのような社会において、私たちは予想できることをあらかじめ知るよう努力し、そうやって避けられる問題を避けることが求められるかも知れない。

こういった社会において、遺伝学的なヒトの疾患や障害、行動の研究は、いったい何を意味するだろうか。新しい遺伝決定論的な研究（それは「リスク」に関する研究である）が進むことによって、ますます私たちの気を付けるべきもの、予防すべきことのリストが増加することにつながり、人間を生きにくくする可能性を持っているということではないだろうか。

行動の遺伝的基礎を知ろうとする研究は、今後さらに進む可能性をもっており、また実際に行われていくだろう。ヒトという生物が、心を持ち、社会的行動を行うそのメカニズムは大変興味深いものだからである。また、仕組みを解明することが人の幸せやよい社会をもたらすことになる信じられているからである。しかし果たしてそうなのだろうか。そういった遺伝決定論的な研究は、もちろんリドレーの言う意味で柔らかい決定論であり、したがってライフコースが必ず決まっているとするものではないものであったとしても、GWASがもたらすリスクスコアに敏感に反応する（させる）社会があれば、人の行動を強く左右する

だろう。そこで人間は規範的な遺伝決定論の思考に従い、行動することになる。そういったことが予想できるのではないだろうか。

では、もしそういう社会が望ましくないとするならば、望ましい社会とはどのようなものになるだろうか。ここで重要なことは、新しい種類の遺伝決定論（柔らかい遺伝決定論）が科学的に真であるとしても、それが規範的な遺伝決定論に結び付いてしまうことは必然ではないということであろう。社会環境しだいで、私たちはそのような規範的な遺伝決定論を持たなくてすむはずである。

遺伝的な多様性を承認する社会、包摂的（inclusive）な社会であることがそのためには必要となるであろう。自分や家族が疾患や障害になることがあらかじめ予想でき、またそれを避けることが何らかの手段で可能であったとしても、回避することが必ずしも優先されない場合はある。そういった場合に、それを自ら選択した行動であるとして放置するのではなく、人の多様な生き方の一例として包摂していくことができるならば、人は規範的な遺伝決定論に惑わされることなく、もっと自由に生きることが可能になる。

加えて、人間の行動をさしあたり遺伝的な基盤から解明し、介入の可能性をもたらそうとする研究の進展自体が、環境の改良によって事態を改善する方向性を二次的なものとしてしまう可能性を持つという問題も忘れてはならないだろう。遺伝決定論的な解釈をとることは、環境の影響を過小評価することにつながりうるからである。それは、私たちが努力によって解決可能な社会的環境の改善という方向性をおざなりにさせてしまう危険性を持っている。規範的な遺伝決定論を経由することなく、社会的排除が結果として進む可能性をもっているということになる。

規範的な遺伝決定論に基づいた排除的な社会の様式は、さらに個人における遺伝決定論的な考え方に基づく行動を導くことになり、それが一層社会のあり方を強化し、人間行動の多様性という問題を社会的な次元で扱うことを放棄し、自己責任としてしまうことにつながる。自己責任を重視する社会理念と規範的な遺伝決定論という個人意識が循環的に支え合うことによって、排除的な社会が成立するのである。

## 注

- (1) 母体血を用いた出生前遺伝学的検査（いわゆる新型出生前診断）について、ルールや準備が不十分なまま実施が進んでいることについて懸念が指摘されており、厚生労働省「母体血を用いた出生前遺伝学的検査（NIPT）の調査等に関するワーキンググループ」が2019年10月に最初の会合を開いて4回の会合を重ねた。[https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/other-kodomo\\_145015\\_00005.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/other-kodomo_145015_00005.html)（ウェブサイトへの最終アクセス日はすべて2020年2月8日）
- (2) ヒト胚（生殖細胞）のゲノム編集をめぐる倫理については多様な議論がある。CRISPR-Cas9 開発者による慎重な意見表明が、Doudna, J (2015) "Perspective: Embryo editing needs scrutiny", *Nature*, 528,S6. <https://doi.org/10.1038/528S6a> である。他方で倫理学者による積極的な主張が Gyngell C, Douglas T, Savulescu J, (2016) "The Ethics of Germline Gene Editing", *Journal of Applied Philosophy*, 34 (4) 498-513. <https://doi.org/10.1111/japp.12249>
- (3) いわゆる「ゲノム編集ベビー」事件。2018年11月、HIV感染を防ぐようゲノム編集した受精卵を用



- い双子を誕生させた中国の科学者が発表、その後実施が確認された。
- (4) 批判的な問題提起に、武藤香織 (2019) 「「遺伝子検査」へのダブルスタンダードと不透明な未来」『科学技術社会論研究』17,129-139. がある
  - (5) Alexander, Denis. (2017) *Genes, Determinism and God*, Cambridge University Press, p.1. (Kindle 版を参照した)
  - (6) 決定論という術語は、とりわけ哲学的に使用された場合、しばしば自由意思の否定を含意するが、ここではその意味で用いているわけではないことに注意されたい。ただし自由意思をめぐる問題も形而上学的な議論だけでなく、犯罪における責任の問題との関連で着目されており、この場合には生物学的な次元が大きく関連してくることになる。また、ある生物種の特定の性質（形質 character）について、ある遺伝子（gene）の有無によって変わってくるという意味で、genetic determinism という表現を使う場合もある。(Kampourakis, Kostas. (2017) *Making Sense of Genes* (p.6) . Cambridge University Press. Kindle 版) この場合は遺伝「子」決定論と訳すのが良いかも知れない。それに対して、個々の遺伝子を特定することなくゲノム全体の作用としての決定性を想定する場合もあるのでここでは「遺伝決定論」と呼ぶ。また、類似した概念に生物学的決定論 biological determinism がある。これは性・ジェンダーや人種・エスニシティによる傾向を問題にするような生物学的研究に対する批判的な立場から用いられてきた用語である。ある性別（人種）が一般的に果たしている社会的な役割などについて、生物学的な理由が存在していると考えその見方は、生物学的要素として必ずしもゲノムや遺伝子という形で特定することはないものの、遺伝決定論と一部重複するものと見なすことが可能である。生物学的決定論批判として、新しいものに、アンジェラ・サイニー著、東郷えりか訳『科学の人種主義とたたかう：人種概念の起源から最新のゲノム科学まで』（作品社、2020年）がある。伝統的なものとしては、Rose S, Lewontin RC, and Kamin LJ (1984) *Not in our genes : biology, ideology, and human nature*, Penguin Books. がある。さらに、生物学的還元主義 biological reductionism は、人間の行動や社会現象について、生物学的語彙を持ちして説明可能とする考え方と言える。決定論が存在論的な次元のものであるのに対して、還元主義は認識論的な次元のものであると言えるため、これも区別したい。
  - (7) 入手しやすいものに、安藤寿康 『心は遺伝する』とどうして言えるのか：ふたご研究のロジックとその先へ』（創元社 2017年）がある。Twin Research and Human Genetics というジャーナルも存在しており重要な研究テーマと見なされている。
  - (8) レニー・モス著、長野敬・赤松真紀訳 (2008) 『遺伝子には何ができないか』青灯社。原著は Moss L (2003) *What Genes Can't Do*, MIT Press.
  - (9) 古い事例としては次のようなものがある。Plomin, R, DeFries, JC, & Loehlin, JC (1977) "Genotype-environment interaction and correlation in the analysis of human behavior.", *Psychological Bulletin*, 84 (2) 309-322. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.84.2.309> エピジェネティクスに基づいた環境・遺伝相互作用の事例に次のものがある。Meaney MJ, "Epigenetics and the biological definition of gene x environment interactions", *Child Development*, Jan-Feb 2010;81 (1) 41-79. doi: 10.1111/j.1467-8624.2009.01381.x.
  - (10) 大塚郁夫、菱本明豊 (2020) 「自殺の遺伝学的研究の現況」『日本生物学的精神医学会誌』31 (3) 134-140. なお、ここで自殺行動に関する研究を取り上げたのは、あくまでも1つの例としてであり、こういった種類の研究の何らかの特殊性に鑑みてのことではない。
  - (11) スティーヴン・J・ゲールド著、鈴木善次、森脇靖子訳 (1989) 『人間の測りまちがい：差別の科学史』河出書房新社
  - (12) Tielbeek JJ, et al. (2017) "Genome-Wide Association Studies of a Broad Spectrum of Antisocial Behavior", *JAMA Psychiatry*, 74 (12) :1242-1250., doi: 10.1001/jamapsychiatry.2017.3069.
  - (13) しかし、私たちの日常経験ともよく一致していることであるが、犯罪率等のデータからわかる「反社会的行動」と極めて強い相関を持つ遺伝的要因は Y 染色体の存在であり、それ以上に決定的な遺伝的基盤を見いだすのは難しいことも想像できる。