

「記憶の遺伝」というアポリア：ラマルキズムから エピジェネティクスへ

福元, 圭太
九州大学

<https://doi.org/10.15017/7348041>

出版情報：九州ドイツ文学. 37, pp.13-52, 2023-10-31. VEREIN FÜR GERMANISTIK-KYUSHU
バージョン：
権利関係：

「記憶の遺伝」というアポリア

—— ラマルキズムからエピジェネティクスへ ——¹⁾

福 元 圭 太

0. はじめに

リヒャルト・ゼーモンは著書『有機的事象の変遷にも関わらず保存原理として作用するムネーメ』²⁾ (*Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens*, Wilhelm Engelmann, Leipzig 1904) (以下『ムネーメ』と略記) の第3章において、エングラフィー作用を受けてムネーメと化した記憶痕跡 (Engramm) は、個体を超えて次世代へ遺伝するのではないかという仮説を展開する。この「記憶の遺伝」というラマルキズム的仮説は『ムネーメ』の中で最も批判を招いた部分であり、この仮説ゆえにのちにゼーモンは、生物学の専門家からは無視され、やがては忘れ去られることとなった。³⁾

以下に、ゼーモンが展開したラマルキズム的仮説を追い、『ムネーメ』初版が出てから2年後にこの仮説に対して苛烈な批判を加えたアウグスト・ヴァイスマンの理路を辿る。本稿の主眼は—— 少数の賛同者を除いて—— ゼーモンの「ムネーメ」理論が忘却された主たる原因であるラマルキズムの限界と、その新たな可能性としてのエピジェネティクスに関して考察を加え、ゼーモン理論の再考ないしは復権の端緒を開こうとする点にある。

一見人文科学とは無縁であるかのような本稿の意義を説明しておきたい。本稿は、かなり大きな枠組みを持った研究の一部を構成する。

プラトンの「アナムネーシス」⁴⁾ 以来、記憶は哲学的な問題であった。ゼーモンと同時代の19世紀末には、独特な「生の哲学」を展開したベルクソンの『物質と記憶』(1896年) が出ている。心理学においても例えばフロイトは、記憶痕跡⁵⁾ や記憶象徴⁶⁾ を問題にしているし、今日においてもPTSDの原因となる強烈なトラウマなどは、記憶の問題とすることができよう。また人文学の領域でも、ブルーストのマドレーヌ⁷⁾ は言うに及ばず、アレイダ・アスマン(注97参照) の一連の記憶研究、また原爆やホロコースト、大震災などの記憶とその継承問題など、記憶に関する研究は活況を呈している。

記憶はまた、当然のことながら、神経生理学的・生物学的問題でもある。ゼーモンの記憶研究は1870年5月30日にヴィーンのアカデミーで生理学者エーヴァルト・ヘーリングが行った講演「有機的実体の一般的能力としての記憶について」に多大な影響を受けており、『ムネーメ』も主として記憶の神経生理学的・生物学的側面を探求している。しかし本稿では記憶自体のこの側面は脇に置き、「記憶の遺伝」というラマルキズムの問題を検討することにする。その理由は、「記憶の遺伝」を前提としていると思われるアビ・ヴァールブルクの「ムネモシュネ」、リチャード・ドーキンスの「ミーム」、またシュタイナーやモンテッ

ソーリの教育論、あるいはユングの「集合的無意識」などをのちに——すべてを扱えるわけではないにせよ——ムネーメ理論から照射するためである。人文科学の枠からの「脱線」と見える本稿は、再び「転轍」して元の軌道に戻り、人文科学をより深く穿つための回り道である。

1. 遺伝の概念

ゼーモンは『ムネーメ』第1章および第2章で、有機個体におけるエングラムとエクフォーリーに関する持論を展開してきた。⁸⁾ 第3章で論じられるのは、個体を超えてムネーメは遺伝するのではないか、という仮説である。ゼーモンの仮説は端的に言えば、生殖細胞(Keimzellen, Geschlechtszellen, Germinalzellen)のみならず、体細胞(Nichtkeimzellen, somatische Zellen, Soma)の何らかの要素も遺伝するのではないか、というものである。

ゼーモンは以下の図によって、自らの遺伝の概念を説明している。

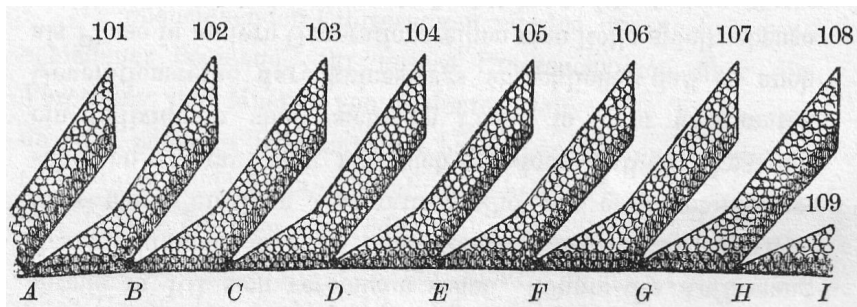


図1 (Mn, 69)⁹⁾

101から109までの数字は各世代の個体を表す。オリジナルも少々不鮮明な色使いではあるのだが、一番下の黒い部分が、生殖細胞と体細胞がそこから生じる卵細胞(Eizelle)を、各世代の個体の右側にある、薄く影を付けてある部分が生殖細胞を、その上に被さり、数字に向かって尖っている薄い色の部分が体細胞を表している。

体細胞とは、動物の場合、神経細胞、筋細胞、結合組織細胞などを、植物の場合、被膜細胞、維管束細胞、基本組織細胞などを指す。上図は、単純化するため、無精卵を介した単為生殖(parthenogenetische Fortpflanzung)を示している。¹⁰⁾ この図で示されている連なりは、要するに系統発生である。無性生殖の場合、この連なりは、時間的にも空間的にも途切れることはない。空間的という術語はゼーモンにおいては、「ある時間にある個体とその空間を占める」という意味で使われている。

有性生殖の場合は、連なりが空間的に途切れることがありうる、とゼーモンは言う。それは、ある世代の個体がパートナーと出会わなかったり、子供をつくらなかったり、つく

ることができなかつたりする場合である。しかしながらその場合でも、系統発生は途切れることのない一本の直線として表象しうるのであろう。ある世代から後方に伸びる線は決して単独ではなく、後代に向かっていわばリゾーム状に枝別れしているのであって、たとえばいずれかの時間においてそこに個体が空間を占めていなくても、系統は連続しうるからである。それは、ベクトルの向きを反転させれば了解できよう。すなわち系統発生のはぼ末端にいる、現に今生きている我々自身についても、その祖先を原理的には限りなく「系統的に」辿っていけるからである。

さて、世代が進行するなかで規則性を伴って反復されるものは、遺伝したものと言ってよいであろう。しかしながら、ある世代において、この規則性に逸脱が生じることがある。ゼーモンはそれらの逸脱、ないしは「個体的特性」(individuelle Eigentümlichkeiten)を、それが形態学的なものであれ、機能的なものであれ、「研究対象に加わった外的影響に起因すると特定できる場合には、『個体的に獲得された』(individuell erworben)と表現する」(Mn, 72) ことにする。このような用語はラマルキズムに特徴的なものである。

もっとも有性生殖の場合、事情は複雑になる。例えば厳密に族外婚のカップルを5世代遡ると、2の5乗、計32人の祖先系列に出会うことになる。ある世代に現れた規則性からの逸脱が、これら祖先が持っていた逸脱の要素の交配によって生じたもののなのか、あるいは当の個体自体がその世代に獲得したものなのかを決定することは困難である。ゼーモンが考察しているのは、単純なケースに限られる。

2. ムネーメの「遺伝」?

ゼーモンは、ある刺激によるエングラフィー作用を受けた結果エングラムが形成され、その総体であるムネーメが「個体的に獲得された特性」として「遺伝する」と主張する。ゼーモンにとって決定的なのは、次の問いにどう答えるのかである。すなわち「ある個体の段階で生み出された（ないし個体的に獲得された）エングラムは、その個体の段階(Individualitätsphase)を超え、次世代へ、あるいは場合によってはさらに先の世代の個体にまで維持されるのか」(Mn, 73)という問いにどう答えるのかである。これを肯定することは、「獲得形質は遺伝する」と言うこと、つまりラマルキズムの肯定に等しいであろう。以下に、ゼーモンが獲得形質遺伝の「証拠」として挙げている2つのケースを取り上げる。

2-1. ケース1：シューベラーによる穀物を用いた実験

ゼーモンが援用するのは、シューベラー¹¹⁾による穀物を用いた実験である。シューベラーの実験は小麦(Weizen)、大麦(Gerste)、ニワトリトウモロコシ(Hühnermais)の種子を、複数の異なる緯度で何世代か栽培し、それぞれの穀物が緯度の高低によってさまざまな影響を受けることを示したものである。ゼーモンはこれら緯度の高低による影響がエングラムを形成し、それがムネーメとして遺伝すると解釈するのである。ゼーモンが詳しく取り上げている「100日春蒔き小麦」(100tägige Sommerweizen、学名：Triticum vulgare ari-

statum) について詳しく見てみよう。

実験対象となる植物個体は、北ドイツや中部ドイツの日光のもとで、種子が発芽してから実がなる約100日の期間、「一次的平衡状態」(観察や実験が開始されるたびに当該の植物個体が置かれている初期状態)¹²⁾にある。それらの個体を緯度の異なる地域で育てるとどうなるであろう。緯度が異なると、日光¹³⁾の強度、気温の高低、照射時間の長短に違いが出る。これらがエングラフィー作用の差異を形成する刺激となる。

シュベラーの実験結果の概要は、「100日春蒔き小麦」をドイツより緯度が10度ほど高いノルウェーのクリスチャニア(オスロの当時の呼称)で育てると、播種から実りまでの期間が世代を経るに従い徐々に短縮され、短くなったまま安定する、というものである。

シュベラーは、ドイツのエルデナ¹⁴⁾(Eldena: 北緯53度)で育てられていた播種用の種子を、クリスチャニア(北緯60度)に持っていき、そこで栽培してみた。すると1857年には103日かかったが、1858年には期間が短縮され、結実までに93日、1859年になるとわずか75日で結実した。シュベラーは同じ実験をビクトリア小麦、トスカーナ小麦でも行ったが、やはり結実期間の短縮が見られた。

シュベラーはさらに、ニワトリトウモロコシでも同様の実験をしてみた。ドイツ、シュトゥットガルト近郊のホーエンハイム(北緯48.5度)で蒔いた種子は、1852年には120日後に収穫することができた。同じ播種用の種子をクリスチャニアで数世代育てると、徐々に結実期間は短縮され、1857年には播種から90日後に収穫することができた。つまり、1852年のホーエンハイムの種子(結実まで120日)をクリスチャニアで4年間繰り返して育てると、結実期間が約1か月(32日間)短縮され、90日になったのである。

この結実期間90日のクリスチャニアで得られた種子を、シュベラーはさらに緯度の高いノルウェーのアルテン(アルタの当時の呼称)(北緯70度)に持って行って育てた。すると結実期間がさらに短縮されたのである。逆に、北部で栽培された植物の種子を緯度の低い南部に持っていくと、結実期間は長くなった。要するに緯度が高くなるにつれ、結実期間は世代を追うごとに短縮されたのである。

ゼーモンは、この結実期間の短縮が特定の緯度における日光刺激のエングラフィー作用の結果なのか、それとも単にその時々には被る「原刺激」の作用なのかは分からないとしながらも、「世代が経るごとにこの傾向がより強く現れることから、エングラフィーによる影響である可能性が極めて濃厚である」(Mn, 77)としている。

そのことを確かめるための決定実験(experimentum curcis)は、緯度の高いところで栽培された、結実期間の短い種子を、それがもとの「一次的平衡状態」にあった場所、つまりドイツに戻して栽培してみればよいということになるであろう。それによってノルウェーという高緯度における日光の複合的刺激によるエングラフィー作用が取り除かれるからである。はたしてドイツに戻された種子の結実期間は、短いままなのであろうか。

ドイツに戻された種子は「二次的平衡状態」にある。それは、早期に実をつける可能性を潜在的に持っているという状態を指す。さて高緯度で栽培された、結実期間が短くなった種子を、もともと結実まで100日かかるドイツで栽培するとどうなるであろう。

シュベラーは、クリスチニアで2世代栽培した小麦の種子（結実期間75日）を、ドイツ（プレスラウ：現在はポーランドのヴロツワフ。当時はドイツ領。北緯51度）で栽培してみた。結実期間は80日間であった。これは、ずっとドイツで栽培されていて、クリスチニアでは栽培されなかった小麦の種子の結実期間（100日）よりも、約3週間短い。クリスチニアでは75日だったが、プレスラウでは80日かかった原因をゼーモンは、日照時間の差による誤差の範囲内としている（高緯度のクリスチニアの方がプレスラウより日照時間が長い）。

ゼーモンは、クリスチニアにおける栽培3世代目のこの小麦（結実期間約80日）が、そのドイツの祖先（結実期間100日）と比べると、結実期間が3週間ほど短いままであったことから、クリスチニアで獲得した「エングラムが疑いの余地なく遺伝したケース」（Mn, 78）と考えている。これについては、生物学や農学の専門家¹⁵⁾でない我々も、「はたしてそうか」という疑問を持つであろう。その小麦の子孫を何世代か育てると、再び結実期間が100日に近づくのではないかと疑いたくなるからである。

なおシュベラーがその後、緯度ではなく、栽培地の標高を変える実験も試みたことをゼーモンは伝えている。その実験では、標高が上がるにつれ、結実期間は短縮された。再びその種子を平地に戻して栽培しても、「初めのうちは」（Mn, 80）結実期間は短いままであったということである。これについても、「初めのうちは」という副詞が気にかかる。

2-2. ケース2：フィッシャーによるヒトリガを用いた実験

ゼーモンがムネーメの遺伝として挙げる2番目の例は、フィッシャー¹⁶⁾による動物（鱗翅類ヒトリガ、学名：Arctia caja）の実験である。

フィッシャーはヒトリガの蛹を摂氏8度まで冷却し、この温度刺激の変化によって、羽化した蛾の羽の色素形成がどのように変化するかを確かめた。実験のために収集された54体の蛹のうち、半分の27体が初期状態である「一次的平衡状態」に置かれた。これは、通常温度のまま何の処理もされないという意味である。27体のうち羽化しなかった5体以外の22体には、何の逸脱も見られず、前翅に茶色の斑点、後翅に黒の斑点があった。

フィッシャーは次に、エングラフィー作用を調べる刺激として、新たに48体¹⁷⁾の蛹を摂氏8度まで断続的に冷却した。7体は死亡したが、羽化した成虫の翅の色に特異な変化が見られた。すなわち、前翅の茶色の斑点も後翅の黒い斑点も拡大し、数匹のオスでは、斑点が完全に混じり合うまでになったのである。また翅の裏側も表と同様の変化が生じた。

冷却刺激を受けた蛹が羽化したヒトリガの世代は「二次的平衡状態」にある。フィッシャーは、蛹の段階での冷却刺激によって大きな変化が生じたオスの子孫と、冷却刺激によっても少しだけしか変化が生じなかったメスの子孫をかけ合わせ、得られた173体の蛹を、「通常室温



図2 ヒトリガ (Arctia caja)

(18~24度)に戻して」(Mn, 82)¹⁸⁾ 育てた。その結果、173体のうち17体に、親世代の変化が組み合わさるような異常が現れた。つまり親のオスの模様を引き継いでいるものもあれば、メスのそれを引き継いでいるものもあったのである。また、翅の裏側にも異常が現れるケースもあった。また注目すべきことに、この17体のほとんどがオスであった。ゼーモンはこの事実を、親世代のエンGRAMが子世代で「解錠」されたと考えている。またこの17体は羽化するのが最後であったことから、発達の遅れというエンGRAMも冷却作用により加わったのではないかと推測している。¹⁹⁾

3. 「遺伝的な傾向性」がエンGRAMの総体としてのムネーメであることの「蓋然性」

ゼーモンは、上記のシューベラーとフィッシャーによる報告を「エンGRAフィーの働きが遺伝する完全に明瞭な」(Mn, 83) ケースであるとしている。もちろんあらゆる有機的生命に絶え間なく作用する刺激のなかには、エンGRAフィー作用のない、その場限りの刺激もあるが、エンGRAフィー作用を持ち、エンGRAMを形成し、その総体であるムネーメとして次世代へと伝わる刺激、つまり個体を超え系統発生上の後代にまで及ぶ刺激もある、とゼーモンは考えるのである。ゼーモンの結論は、「あらゆる生命有機体、つまり何百万年もの歴史を持ち、途切れのない系統発生の何百万番目、何兆番目に位置するような現存する有機体は、先祖代々継承されてきた極めて多数のエンGRAMを所有しているに違いない」(Mn, 83) というものである。

もっとも、ある性質がエンGRAMであるかどうか、つまり以前の刺激作用が潜在し、痕跡となったものであるかどうかを決定するのは困難である、とゼーモンは言う。遺伝的エンGRAMは、先行する世代に加えられた刺激作用の産物であるが、現に有機体に見出すことのできる遺伝的傾向性は歴史的に形成されてきたものであり、それらのどれがエンGRAMに由来するものであるのかを決定することは、実験によっては検証できないからである。ゼーモンはここが自らの研究の「重大な局面」(kritisch[e] Punkte) (Mn, 84) であるとする。実験的なデータから離れ、推測 (Vermutungen) へと移行しなければならないからである。ここでゼーモンは、自らの方法論を正当化するため、人間の知的推論についての一般論ないし「そもそも論」を展開する。以下にゼーモンの論旨 (Vgl. Mn, 85-87) をパラフレーズする。

そもそも人間の推論能力 (Schlußvermögen) には、「類推」(Analogieschlüsse) (Mn, 84) 以外の方法はない。上記の「推測」(Vermutungen) がここからは「類推」(Analogieschlüsse) と言い換えられている。ゼーモンの言う通り、我々の空間表象、時間表象、数学の「公理」や物理学の基本法則も、類推を源泉としている。石を投げると落ちてくると考えるのも類推であるし、平行線は交わらないというのも類推であろう。我々は経験を積み重ねることによって、次もこうなるはずだ、と類推しているのである。エネルギー保存則についても、「そうなるはずだ」という類推に基づいているのである。

一方、客観として与えられる事象には「反復可能か反復不可能か」の2種類があるが、

実験によって確認できるのは前者のみである。例えば「落下の法則」は、何度実験しても物体が落下する、つまり反復するので、実験により確証可能である。「次も落ちてくる」ということは、たとえ推論であっても、反証不可能であろう。一方、反復されない事象については、直接経験による検証ができない。例えば、大昔に水性の媒体から個体成分の沈殿によって、貝殻石灰岩の地層ができたでしょう。これは膨大な時間を要した過程なので、新たな直接経験では実証できないであろう。極めつきの懐疑論者は「自分の目で見ていないから本当かどうかわからない」と疑うかもしれないが、それでも例えば化石になった動植物があれば、その動植物がかつて実際に存在したことを疑うことはできないであろう。

さて、無機物の世界では、多くの現象が反復可能で、実験も可能であるが、有機物の場合、反復するごとに逸脱が大きくなるし、実験も難しい。しかし、反復不可能な事象の場合でも類推的方法を放棄しないのは、それらの事象の歴史的関連性を解明できる唯一の手段が、そのような類推であるからに他ならない。化石を見てそれらの動植物が実在したと推論することは、力学的な類推よりも確実性に劣る、という主張は正しいが、實際上、ほとんど意味をなさないであろう。

以上がゼーモンの論旨である。要するにゼーモンは、エングラムの存在を実験的な方法で証明することは困難であるため、それが存在することを類推するという方法を採用するのである。

ゼーモンは「遺伝的な傾向性の大部分はエングラムである」という仮説を立てる。もっとも類推によって可能なのは、その「蓋然性の証明」(Wahrscheinlichkeitsbeweis) (Mn, IX)²⁰⁾だけである。

ではどのようにして、「遺伝的な傾向性の大部分」がエングラムだと証明するのであろう。ゼーモンはこの問題を4つの段階に分けて考えようとする。

1. エングラムが存在する以前の有機体の初期状態（「一次的平衡状態」）
2. エングラフィー刺激の出現（これによってエングラムが形成される）
3. エングラムが潜在している状態（＝「二次的平衡状態」）
4. エングラムの顕在化（＝「解錠」）

このうち、現在生きている有機体の遺伝的な事象に関しては、すでに2. の段階まで進んでいるので、3. と4. のみが研究の対象となる。

エングラムが顕在化する4. の場合も、それが「解錠」作用によるものなのか、それともその時々「原刺激」によるものなのかを区別することは困難である。区別が可能であるかどうかを検討するため、ゼーモンは「解錠」作用を及ぼす刺激を以下のa～eの5種類に分けて考える。この5項目はすでに『ムネーメ』第2章で挙げられていたものである。

- a) 量的に変化した原刺激
- b) 質的に変化した原刺激
- c) 連合したエングラムにエクフォリーとして作用する刺激（連合的エクフォリー）
- d) 特定の時間の経過（時間的エクフォリー）
- e) 特定の発達段階（段階的エクフォリー）

a)、b) についてゼーモンは「代替的エクフォリー」(vikariierende Ekphorie) (Mn, IX) という用語で説明を加える。a) についてゼーモンは、雛鳥が、嘴が水に触れただけで、雨の降らない時期に鳥が行うしぐさである「水浴びの儀式」(Zeremonien eines Vogelbades) (Mn, 91) の全行程を遂行する例を挙げ、これを体全体が水に入らず、嘴だけであるという「量的に異なる」原刺激がエクフォリーとなったと解釈している。b) については、孵化器で孵ったダチョウの雛の前で、指の爪や鉛筆などで餌のある場所をコンコンと叩いてやると、餌をついばみ始める例を挙げている。これは親が見せる手本の原刺激とは「質的に異なる」原刺激がエクフォリーとなったと解釈している。

c) についてゼーモンは、ピエール・ユベール²¹⁾ の芋虫の繭の実験を援用する。第6段階の繭まで成長した芋虫を繭から取り出し、第3段階の繭の中に入れると、その芋虫は、第4段階、第5段階の繭の形成を繰り返した。また、第3段階の繭まで成長した芋虫を繭から取り出し、第9段階の繭に入れると、その先には進まず、第4段階から第8段階までの繭が二重に形成された。この現象をゼーモンは、あるエングラムが「解錠」されると、そのエングラムに継時的に連合していた次のエングラムが「解錠」されるような「継時的に連合した(遺伝的)エングラムの連鎖の現れ」(die Manifestation einer Kette von sukzedent assoziierten (ererbten) Engrammen) (Mn, 92) であると考え、無理なく説明できると言う。²²⁾

d) の時間的エクフォリー (chronologie Ekphorie) に関しては、ほとんどの周期的現象が当てはまる。例えば女性の月経や、動植物の繁殖期・発情期などの成長現象、また鳥の「渡り」や植物の落葉などもゼーモンは、時間的エクフォリーによって誘発される遺伝的エングラムに分類している。

ゼーモンはここで自ら実験を試みている。「アカシア属のある植物」(Acacia lophanta)²³⁾ の若芽を多数、まずは完全な暗闇の中に置いておく。次にそれらを二群に分け、一方には6時間周期で、他方には24時間周期で人工照明を当てたのち、暗闇に戻すという作業を3～4週間繰り返した。暗闇に置いたままのものはそもそも葉を開くことはなく、ずっと照明を当てられたままのものは、葉を開いたままであるので、この6時間周期、24時間周期という人工照明の操作は、二群にそれぞれの周期で葉の開閉を誘導させるためのものであった。

そののち、これら両群の若芽を、A) ずっと照明が当たっている環境か、B) ずっと暗闇という環境の中に置いた。すると両群の若芽は、A)、B) ともしばらくの間だけ葉の開閉運動を続けたが、その周期は誘導しようとした6時間ないし24時間周期ではなく、12時間周期だったのである。

ゼーモンはこの実験から、周期的な照明や暗闇という刺激は「エングラムのエクフォリーには必要」(Mn, 96) であるが、エングラム自体を形成するものではないことがわかったと言う。というのも、6時間ないし24時間周期の照明や暗闇という刺激が終了したのちに当の葉の開閉周期が、これまでに12時間周期の刺激にさらされたことが一度もないにも関わらず、12時間周期となったからである。しかし当の若芽の祖先たちは、何世代にもわたって

12時間周期の刺激にさらされてきたはずなので、この12時間周期という性質は遺伝性のものであると考えるべきである、とするのである。

e) の段階的エクフォリー (phasogene Ekphorie) は大多数の場合、遺伝的傾向性の顕在化という形で現れる。ゼーモンが引くのは、ゼレンカ²⁴⁾の研究報告である。ある種のナマコ (*Synapta digitata*) の胚の成熟は9段階に分類できるが、各段階においてすべての細胞がその都度9回にわたって二つに分裂する。2の9乗である計512個に達すると、それがエクフォリーとなり、いくつかの形成的反応 (原腸や繊毛の形成) や運動反応 (繊毛の運動) が惹起される。

他の例としてゼーモンは、ヘルプスト²⁵⁾とシュペーマン²⁶⁾がそれぞれ独立して明らかにした、脊椎動物の胚における水晶体の形成についての報告を挙げる。それによれば、眼杯 (眼胞の網膜層) が外胚葉に接した段階で、これがエクフォリーとなって、水晶体の形成が始まるが、眼杯が外胚葉に達しない場合にはそもそも水晶体が形成されないのである。

以上、エングラムをエクフォリーする5種類の刺激について、ゼーモンが挙げる例を見てきた。重要なのは、原生生物、植物、動物といった有機体には「興奮傾向性」(Erregungsdispositionen) (Mn, 99) があるという点である。この傾向性は通常は潜在状態にあるし、刺激が去ったのちには再び潜在的になるが、エクフォリーとなる刺激——それが直接的な刺激であれ、連合的なものであれ、時間的なものであれ、段階的なものであれ——を受けるたびに、興奮状態が繰り返し顕在化する点である。ゼーモンはこのような傾向性のうちに遺伝的エングラムの存在を見ようとするのである。

『ムネーメ』第3章の最後でゼーモンは自ら、ある遺伝的傾向性がエングラムであるか否か、決め手はあるのかと問う。遺伝的であると考えられるエングラムの特徴は以下の点にある。

1. 潜在状態を持つこと
2. 誘発する刺激のたびに興奮状態が反復されること
3. 誘発する刺激がエクフォリー的特性を持っていること
4. 当のエングラムがエングラフィーによる作用を被る可能性があること (Vgl. Mn, 100)

ゼーモンはそれぞれの観点から、ある遺伝的傾向性がエングラムであるか否かを決められないかどうか、検討している。

1. 有機体には何らかの潜在的傾向が備わっているのが常態である。それゆえその傾向性の潜在そのものは、その傾向性がエングラムか否かの指標にはならない。

2. 潜在的傾向性は、一度ないし数度の刺激では消尽されず、むしろ増大すると思われる。例えば先の繭を作る芋虫は、一度経過し終えた状態に再び戻すと、同じ傾向性が活性化された。また、多くの胚や成長し終えた動物などに見られる器官の再生 (Regeneration) は、誘発する刺激のたびに興奮状態が反復される現象である。²⁷⁾つまり「あらゆる遺伝的傾向性には、潜在状態 (Latenzstadium) の所有が認められるだけでなく、繰り返し活性化しても弱くなったり消失したりすることがないばかりか、むしろ

一層強固になる」(Mn, 101 f.) という特性を認めることができる。しかし、その「興奮状態の反復」という傾向性がエンGRAMか否かの指標にはならない。

3. 誘発する刺激がエクフォリー効果を持つと確実に言えるのは、エンGRAMが形成された際のエンGRAMフィー刺激が特定されている場合だけである。しかし我々は、遺伝的傾向性の大部分に関して、エンGRAMフィー刺激がどのようなものであったかを知らない。また現在の個体には「数百万年の歴史を経て無数のエンGRAMが混入され、変化させられて」(Mn, 103) おり、誘発する刺激がどのようなエクフォリー効果を持つのかも厳密には特定できない。つまり我々は、仮にそういうものがあるとしても、エンGRAMに由来しない遺伝的な傾向性を、エンGRAMに由来する傾向性と切り分けて示すことはできないのであり、3. も指標とはならない。

4. どの遺伝的傾向性が、エンGRAMフィーによって形成可能で、どれが形成不可能か、という問いは、やはり指標にならない。というのも、エンGRAMフィーがある傾向性に作用しうのなら、その傾向性は遺伝的に継承されるかもしれないと推論はできるが、逆に、ある傾向性にまったく作用しなくても、その傾向性が遺伝的傾向性ではないとは言えないからである。例に引いた小麦の成長速度やヒトリガの翅の斑点の傾向性については、当該有機体だけでなく、その子孫へも受け継がれたので、遺伝的傾向性にエンGRAMフィーが作用したと言えるものであろう。しかし、このような事実がわずかにしか見られなかったのは、我々の実験が不完全で、短期間であったからであろう。他にも長期間入念な実験をすれば、同じようなことがありうるかもしれない。

ゼーモンは、上記のように錯綜した思考の経緯を辿ったのちに、結局「遺伝的傾向性を、エンGRAMとして解釈されるものと、そうでないものとの二つのカテゴリーに分けるのは不可能であると私には思われる」(Mn, 105) とする。ゼーモンは『ムネーメ』第3部で、個体発生に関してムネーメのプロセスが働いている複雑な様相を研究し、その「謎めいた現象も、再生現象も、ムネーメの機能と解釈できることを示す」(Mn, 106 f.) と予告しているが、系統発生におけるそれに関しては第3章ではいささか曖昧なまま放置されていると言わなくてはならないであろう。

4. アウグスト・ヴァイスマンのゼーモン批判

ゼーモンの『ムネーメ』の、特に第3章に対して厳しい批判を加えたのがアウグスト・ヴァイスマン²⁸⁾である。1883年に「生殖質説」(Keimplasmatheorie)を打ち出したヴァイスマンは、生殖細胞に含まれる生殖質のみが、個体発生と受精を通じて次世代へ受け継がれていくのであり、生殖細胞に属さないその他の細胞、すなわち体細胞(Soma)は、その世代に限定的に当該有機体の生殖細胞から個体発生するとした。²⁹⁾もとよりヴァイスマンの主張は、体細胞が獲得した形質の遺伝を説くゼーモンのラマルキズムとはまったく相容れない。それどころかヴァイスマンは、生殖質の独立と自然淘汰による連続³⁰⁾以外の可能性を排除しようとする「ネオ・ダーウィニズム」の提唱者となったのである。³¹⁾ 反ラマル

キズムを標榜するヴァイスマン³²⁾が「ムネーメの遺伝」を批判するのは、自明の理であった。

ヴァイスマンのゼーモン批判が学術誌に掲載されたのは1906年であるが、同じ学術誌の1905年第2分冊でアウグスト・フォレル³³⁾はゼーモンの著書を「ある種の熱狂を持って」(Weism, 1)³⁴⁾高く評価していた。フォレルのゼーモンに対する高評価は、フォレルが心理学に近い立場に立つからであろうとするヴァイスマンは、ゼーモンのこの「創意に満ちた」(geistreich)本の生物学的基盤は「あまりに脆弱」(zu schwach) (Weism, 1)であり、その考察が誤りであることを示そうと試みている。

ヴァイスマンはゼーモンの主張の要点を、おおよそ次のようにまとめている。《刺激は被刺激実体に継続する影響を残すが、それはエングラムと呼ばれる。そして有機体が遺伝的に受け取った、ないしその個体の生涯において獲得したエングラムの総体はムネーメと呼ばれる。これはヘーリングの講演における記憶の考え方に由来する。》(Weism, 1 f.)

さてヴァイスマンは、ゼーモンの理論の斬新さは、刺激の記憶が、それを「解錠」する刺激によって再生される点、ゼーモンの術語で言えばエングラムのエクフォリーが、脳を始めとする神経組織だけでなく、「生体、つまり被刺激性実体全体」(die gesamte lebende, d. h. reizbare Substanz) (Weism, 3)で機能すると考えた点にある、と言う。ゼーモンはつまり、刺激は体細胞全体に記憶像を残すとするのである。一旦潜在化していたその記憶(エングラム)がエクフォリーによって活性化されるというモデルを用いれば、例えば器官の再生といった現象も「少なくとも形式的な説明」(Weism, 3)は可能になる、とヴァイスマンは言う。

一方「生殖質説」をとるヴァイスマンは、生殖質の中にある「決定子」(Determinant)³⁵⁾のみが次世代に伝播すると主張する。エングラム説とデテルミナント説の決定的な相違をヴァイスマンは、ゼーモンがエングラムを、生殖質そのものの中で生じることもなければ、それ自体が変化することもなく、「生殖質以外の体(体細胞)に由来する(vom Körper (Soma) herrühren)」(Weism, 3)としている点に見る。ヴァイスマンが言うように、ここで「長い間論争されてきた『獲得された』形質の遺伝という問題が再浮上する」(Weism, 3)。ゼーモンにしたがえば、刺激によって体細胞に生じたエングラムは「生殖質に伝播され」(auf die Keimsubstanz übertragen werden)、それがいわば体細胞のエングラムに「対応する生殖質の『エングラム』として」(als entsprechende „Engramme“ des Keimes) (Weism, 4)後代に影響する、ということになる。こうして体細胞で起こった変化は子孫に伝わるわけであるが、これはラマルクの考え方と同じであるし、ダーウィン自身もまた、一時的にはあるが、その「パンゲネシス理論」(„Pangenesis“-Theorie)³⁶⁾によって支持しようとしたものである。ヴァイスマンも、「獲得形質の遺伝」に関するいわゆる「証拠」はこれまでも数多く提供されてきたし、いまだに多くの支持者がいることを認識している。

ゼーモンが主張する「体細胞で獲得された形質の遺伝」をヴァイスマンは、概略、以下のよう把握している：

— 動物は神経系で刺激を受け取るが、それは生体全体に伝達され、各所でエングラム

を形成する。もちろんそれは、最初に刺激を受けた器官におけるよりもずっと微弱なエングラムではある。このようにして生殖細胞でも、有機体に生じたことの全体がエングラムとして保持されることになる。そのような刺激が反復されると、生殖細胞においてもエングラムが蓄積されていく。また神経のない有機体、例えば植物においても刺激は細胞から細胞へと伝わり、それは究極的には生殖細胞にも伝わる。生殖細胞で遺伝によるエングラムと獲得されたエングラムが合わさり、次世代の変異へと繋がっていく。こうして「体細胞で獲得された変異は保存」(eine *Erhaltung somatogener Abänderungen*) (Weism, 4) されるとゼーモンは考えるのである。つまりゼーモンは、変異の「根」は、私 (ヴァイスマン) が主張するように生殖質ではなく、体細胞にあると言うのである。ゼーモンによれば体細胞への影響や、反復される習慣や訓練が、生殖質をエングラムで充たし、それが次世代に遺伝するのであって、世代を経るにつれ生殖質は各世代が獲得した形質で充たされていくはずであり、そうなれば「生殖質の大部分は […] 獲得されたエングラムで占められるようになるはず」だ、ということになる——。(Weism, 4 f.)

ゼーモンはこのメカニズムに関してはごく短い記述しかしていない。ヴァイスマンは、それはこの理論には「大変な難題が待ち受けていること」(Weism, 5)を知っていたからであろうと言う。例えば、刺激を受けた動物の体の周縁部から生殖質に伝わるのは「何か」という問いを立ててみるなら、すでにこの難問に絡めとられていることに気づくはずである。「いずれにせよそれは『エングラム』ではなく、単なる刺激に過ぎない」とヴァイスマンは批判する (Weism, 5)。体細胞から生殖質に「何か」が伝わるとしても、それは「強弱さまざまな神経的電流」(ein schwächerer oder stärkerer Nervenstrom) (Weism, 5)に過ぎない。このような電気的な信号に過ぎないものがどうやって「生殖質の特定の部位にエングラムを作り出すことができるのか」(Weism, 5)、というのがヴァイスマンの反論である。

ゼーモンはこれらの問題に——ヴァイスマンの皮肉を借りれば「思慮深いことに」(wohlweislich) (Weism, 5)——深入りしていない。そうではなく、体細胞における刺激によるエングラムの遺伝の「証拠」を挙げようとしているのである。それが本稿第2節でみた、『ムネーメ』第3章にあるいくつかの例である。ヴァイスマンの論文の主旨は「ゼーモンの挙げる、これが証拠だと思込んでいるものは、どれひとつとして確固たるものではない」(Weism, 5)ことを示す点にある。かくしてゼーモンのいわゆる「証拠」への、ヴァイスマンによる反駁が始まる。

最初に反駁されるのは、フィッシャーによるヒトリガの翅の模様の変化に関する実験である。この実験結果は一見「獲得形質の遺伝」のように思えるかもしれない、と譲歩しつつヴァイスマンは、シュタントフーズ³⁷⁾ならびに自分自身の実験では、違う解釈が可能であると言う。蛹の寒冷曝露は「発達途上の翅の組織のみならず、その生殖質」(Weism, 6)にも影響を及ぼすのであり、それがデテルミナントを変化させた可能性をも考慮しなくてはならない。ヴァイスマンの仮説はつまり、「生殖質の中にある翅に関するデテルミナント」が直接、寒冷曝露によって変化した、というものである (Weism, 6)。ゼーモンによれば、たった1回の刺激で翅の文様に変化が生じたことになるが、もしそうであるなら「体

細胞が遺伝する何千というケースを疑念の余地なく証明することが、おそらくもっと容易」(Weism, 6 f.) であるはずだ、しかるにラマルキストたちはたった一つの明確な証拠をもまだ見つけていない、とヴァイスマンは言うのである。

シュベラーの小麦の実験についてもヴァイスマンは、結実期間の短縮が体細胞の記憶によるものとは考えない。この実験で問題となるのは、植物の成長速度への気候の影響であるが、気候は植物全体に、つまり体細胞のみならず、生殖細胞にも影響を与える。さまざまな外的条件は、体細胞と生殖細胞の両者に影響するのであり、子孫への影響があったとすれば、それは「おそらく生殖質の変化に基づくものである」(Weism, 8) というのがヴァイスマンの結論である。つまりヒトリガの実験と同じくヴァイスマンは、生殖質のデテルミナントが変化したので子孫の性質が変化したと捉えるわけである。

ゼーモンの挙げた「証拠」の中でヴァイスマンが唯一一定の評価を与えているのは、アカシアの葉の開閉についてである。もっともこれも、外界の体細胞への影響が生殖細胞に伝えられた例とは言えないとされる。ヴァイスマンの論拠は、「なぜならここで第一に問題となっているのは、開閉の周期性ではなく、植物の光刺激に対する感受性であるからだ。これは——ゼーモンも異論はないと思うが——植物にとっては有利な特性であり、したがって自然選択 (*Naturzüchtung*) に関わるものであるからだ」(Weism, 15) というものである。葉の開閉が自然選択の結果であるなら、それは生殖細胞の変化に由来するし、常に遺伝的なものであるということになる。ヴァイスマンの言うように、葉の開閉という代謝行動が生存に有利な適応であるならば、それは合目的な自然選択なので、ヴァイスマンは「光刺激に対する感受性と葉の開閉運動もまた同様に、自然選択に基づいているに違いない」と解釈するのである。そうであるなら、それらが遺伝することは「驚くに当たらない」(Weism, 16) ということになる。

ヴァイスマンは、その他にもゼーモンが挙げている「獲得形質の遺伝」の「証拠」——例えば生まれたばかりの雛鳥の、コツコツという音への反応や、親から教わっていない水浴び行動や砂浴び行動——も、餌の摂食や羽の間にいる害虫の駆除のための合目的な適応であって、自然選択の結果に過ぎないとする。それらは「つまり適応そのものであり、すべては自然選択なのである」(Also lauter Anpassungen, alles Naturzüchtung!) (Weism, 18)。ヴァイスマンが「ネオ・ダーウィニズム」の提唱者と目される要因は、その極端な自然選択主義 (Selektionismus) にあるのだが、そのモットーこそ、ヴァイスマンがゼーモン批判で用いた「自然選択の万能」(Allmacht der Naturzüchtung)³⁸⁾なのである。

アカシアの葉の開閉運動に関しては議論の余地があるとしながらもヴァイスマンは自らの論文で、「体細胞の特質の遺伝に関する直接的あるいは『間接的』な証拠としてゼーモンが挙げるもののすべてが、確固としていない (nicht stichhaltig) か、少なくとも疑念がないわけではないこと」(Weism, 21) を示し得たと思う、と書く。ヴァイスマンによれば、遺伝的な変更は「気候や栄養や反復行為、すなわち習慣や訓練には帰せられない」、つまり「系統発生のどの段階においても、本能的な行動が、意志された行動を習い覚えることによって、動物の神経組織に記録され、生殖細胞に伝えられて本能へと変化することはない」

(Weism, 22)。意志と本能を峻別するヴァイスマンは、本能は「目的という意識が入り込む可能性なしに遂行される」(*ohne mögliches Bewußtsein des Zweckes ausgeführt werden*) (Weism, 23) と言う。卵から孵ったばかりのハエも危険を察知すると逃げるが、ヴァイスマンによれば、これは意志的行動、すなわち繰り返しの行為によって本能となり遺伝された行動ではない。そうではなく、事の始まりから自然選択による生殖質の変異のなせる業なのである (Vgl. Weism, 24)。逃げるハエとは逆に、木や葉に擬態して「死んだふり」をする昆虫もいるが、ここにも周りに「似せよう」という目的意識を前提することはできないとヴァイスマンは言う (Vgl. Weism, 24)。

体細胞の記憶が生殖質に伝えられることはないという主張を、ヴァイスマンは「卵を産みつつあるタマバチの幼虫時代の漠然とした記憶」(*eine dunkle Erinnerung ihrer Larvenzeit in der Eier legenden Gallwespe*) (Weism, 23) という比喻を用いて補強している。幼虫が翅の生えた成虫になるまでには、その形態のメタモルフォーゼはもちろんのこと、筋肉も気管も腸管も中枢神経組織すべても入れ替わってしまうのだから、卵を産みつつあるタマバチの成虫が、自らの体細胞の「幼虫時代の漠然とした記憶」を保持している道理はない、というわけである。³⁹⁾

ヴァイスマンの結論は、「ラマルクの原則は高度な有機体、少なくとも、体細胞と卵細胞に分かれている多細胞生物では成り立たない」(Weism, 27) ということに尽きる。したがって動物ならびに植物においては体細胞の変化を卵細胞に持ち込むことはできない。変異が起こるのは生殖質のデテルミナントに、ダーウィンが言う「飛躍の変異」(*sprungweise Variation*) あるいはド・フリースの言う「突然変異」(*Mutation*) (Weism, 27) が生じた場合のみである。

ヴァイスマンは論の最後で、「ゼーモンの精妙な考え (*die feinen Gedanken*) を価値がないと宣言するつもり」は自分にはさらさらなく、むしろ「瞠目すべき」(Weism, 27) と捉えており、さらなる研究を奨励しているのではあるが、真意の程は測りがたい。

のちの考察にとって興味深いのは、ゼーモンが言うところの、体細胞のエングラムが生殖質に伝わる様態を、ヴァイスマンが「電信的」と呼んでいることである。

ゼーモンによれば、獲得された、つまりは体細胞で生じたエングラムが生殖質の実体に伝えられること、端的に言って電信的 (*telegraphisch*) に伝えられることによって、生殖質のエングラムが生じるということになる。(Weism, 26)

「電信」というメディアは当時の文脈からすれば、万事がオンライン化されている現在とは異なり、実体を經由しない非接触のメディアという意味で、心靈主義ないしオカルトへの傾きを含意していた。1734年にドイツで生まれた医師メスマーによる動物磁気説、いわゆる「メスメリズム」に端を発する、近代の自然科学的な結構を持ちながらも「不可視」のメディアは、電信や光線——シュレーバーの「症例」は光線への恐怖に満ちている——といったメディアをも取り込み、心靈主義的な想像力を増幅させていった。⁴⁰⁾ 個体内での

記憶の伝播ですら「電信的」であるとするれば、世代を超えた記憶の遺伝はさらに非実体的であると、ヴァイスマンであれば考えるであろう。もっとも人文学的には記憶のラマルキズムは全否定されていないどころか、その命脈を保ち続けている。「はじめに」で言及したように、ゼーモンのムネーメとの関連でまず考察の対象とすべきは、アビ・ヴァールブルクの「ムネモシュネ」、さらにはドーキンスの「ミーム」、またモンテッソーリやシュタイナーなど、教育学や神智学の領域における記憶の伝播の問題であるが、これらについては今後順次論じる予定である。

最後にもう一節を設け、エピジェネティクスの観点から、ゼーモンのムネーメを再評価する。

5. エピジェネティクス⁴¹⁾

エピジェネティクスとは「DNAの塩基配列に変化を起こすことなく、DNA複製・細胞分裂を経て伝達される遺伝子機能の変化、ならびにその制御機構を探索する学問分野」⁴²⁾である。シャロン・モレアムによればそれは「ざっくり言うと […] DNAの変化は生じさせずに生育環境の結果として遺伝子の発現が変化することを研究する学問」であり、そのような「エピジェネティックな変化がどのように次の世代、そしてその後の世代に影響を与えていくかを研究する分野」⁴³⁾となる。つまりエピジェネティクスとは「遺伝でも突然変異でもない、ゲノムに上書きされた情報が不思議な現象を引き起こす」⁴⁴⁾ことを追求する分野なのである。モレアムはさらにエピジェネティクスを「1世代のあいだに遺伝形質がどのように変化し、変化させられるか、さらにはその変化がどのようにして次の世代に引き継がれるかを研究する学問」⁴⁵⁾と言い換えている。

一方、ゼーモンのムネーメ理論は以下のようにまとめることができる。有機体は刺激を受けると、特定の反応を起こすが、そのプロセスは記憶され、ムネーメが形成される。ゼーモンの場合それは、体細胞 (Soma) において形成されたムネーメを指す。その有機体は、同じような刺激を受けると、それが「鍵」ないしトリガーとなってムネーメが言わば「解錠」され、同じような反応を惹き起こす。この反応が形質に現れる場合 (ヒトリガの翅の斑紋や小麦の結実期間の短縮など)、その有機体は1世代で特定の形質を獲得したということになるであろう。またこの反応の傾向性、つまりムネーメがトリガーとなった形質の出現傾向は、何らかの形で生殖細胞に伝播され、次世代以降に遺伝するとゼーモンは主張するのである。

エピジェネティクスが「1世代のあいだに遺伝形質がどのように変化し、変化させられるか、さらにはその変化がどのようにして次の世代に引き継がれるかを研究する学問」であるとするればゼーモンは、もちろんそのような学問が著書『ムネーメ』出版からほぼ1世紀のちに開始されることを知ることなく、エピジェネティクスを先取りしていたことになるであろう。

これまでに解明されているエピジェネティクスの分子生物学的なメカニズムを詳説する

ことは、もちろん本稿の課題ではない。しかし、その概要を述べることは、ゼーモン自身も知らなかったムネーメのありうべきメカニズムを考える上で、必要であると思われる。また、実際に生じている、世代を超えるエピジェネティックな現象、これはすなわちラマルキズム的な現象といつてよいが、これらをいくつか挙げることも、ムネーメ理論が空理空論ではないということを示すために、必須であろう。そして本稿の最後に、エピジェネティクスの登場以来、「復権」とは言わないまでも「再考」されつつあるふたりの「ラマルキスト」、カンメラールとルイセンコに言及したい。なおゼーモンは、時代的にはこのふたりに先んじて「ムネーメの遺伝」を主張しており、その意味でゼーモンこそ、エピジェネティクスに関する「巧まざる先見性」の先頭を走っていたことになるのである。

5-1. エピジェネティクスの概要⁴⁶⁾

DNA の変異を伴わないまま、生育環境の結果として、つまり後天的に遺伝子の表現型が変化するというエピジェネティクスの原因として、次のようなものが挙げられている。

1. DNA メチル化

細胞核の中にある情報は、アデニン (A)、シトシン (C)、グアニン (G)、チミン (T) という4つの塩基の並び方によって決定されている。周知のようにDNAは二重らせん構造で、AT, GC が対をなし、人間の体細胞1個にはおよそ60億の塩基対が存在している。これらDNA中の4つのタンパク質のうち、シトシンにメチル基 ($-CH_3$) が付くのが「メチル化」、メチル基がはずれるのが「脱メチル化」である。これにより、塩基配列自体には変化がないものの、遺伝子の発現が不活性化され、その遺伝子がコードするタンパク質が作られなくなって、その結果遺伝子発現のオン・オフが切り替わる。

2. ヒストン修飾

ヒストンは長いDNAがコンパクトに巻き付いているタンパク質で、いわばDNAの「糸車」のような機能を持つ。ヒストンがさまざまな酵素によって化学修飾を受けることで、DNAのRNAへの転写(下の「4. 遺伝子サイレンシング」を参照)を活性化したり抑制したりする。アセチル化という修飾を受けると、転写が活性化され、メチル化という修飾を受けると、活性化ないし不活化する場合がある。

3. ゲノム刷り込み(インプリンティング)

DNAメチル化の一種。哺乳類などの配偶子で雌雄それぞれに特異的なDNAメチル化が生じ、受精後の個体で父親由来と母親由来の遺伝子の使い分けが起こって、どちらか片方のみが発現すること。精子には父親特有の、卵子には母親特有の情報があらかじめ付加されているが、ヒトゲノムの約2万個の遺伝子のうち、ヒトやマウスでは、約100個の配偶子にインプリンティングが同定されている。

4. 遺伝子サイレンシング

DNAの転写レベル、あるいはその情報の翻訳レベルで遺伝子発現が制御されたり中断されたりすること。遺伝情報は核内のDNAに蓄えられているが、タンパク質の合成は、核外の細胞質で行われる。DNAの遺伝情報を細胞質に伝達する物質として、両者の間に介在

しているのが「メッセンジャー RNA」(mRNA)である。DNA の情報は RNA に転写され、RNA からタンパク質へと翻訳されて複製されることになる。この過程で転写ないし翻訳の制御や中断が生じることがある。

5. 細胞記憶

ゼーモンのムネーメとの関連で興味深いのは、この細胞記憶である。多細胞生物は発生の過程で自らの細胞を、DNA 塩基配列は維持したまま、異なる種類へと分化させる。各組織構成の基盤となる個々の多能性幹細胞は、自己の遺伝子発現プロファイルの変化を「記憶」しながら、次第にその終末的姿へと分化していかななくてはならない。さもないと成体は完成されず、生命も維持されないであろう。つまり多細胞生物の各細胞における個々の遺伝子発現パターンである「細胞記憶」は、細胞分裂を経ても維持される必要がある。この「記憶」はエピジェネティックな方法で遺伝子を活性化ないし不活性化して、細胞に与えられている。⁴⁷⁾ なお再生医療に用いられるようになった体細胞に由来する人工多能性幹細胞 (iPS 細胞) は、いわばこの「細胞記憶」を、数種類の遺伝子の導入によって消去・再構成し、分化万能性を復元させるために人為的にリプログラミング (初期化) した細胞である。

他にもエピジェネティクスのメカニズムは挙げられているが、上記にとどめる。ヴァイスマンのデテルミナント決定論は、メンデルのエンドウ豆の遺伝形質に関する実験⁴⁸⁾ に基礎を置いているが、エピジェネティクスが登場した現在、ヴァイスマンの説を「化石然とした考え」⁴⁹⁾ とする研究者もいる。それではやはりラマルクは正しかったのか、という問題に関しては、少し注意が必要であろう。

ラマルクが1809年に『動物哲学』で展開した主張の要点は以下の2点にある。1. 生物は単純から複雑へと進化する傾向にあるとする「定向進化説」。⁵⁰⁾ 2. 外界の影響による変異や用不用によって器官が発達・退化し、その変化した獲得形質が遺伝するとする「用不用説」。ラマルキズムで問題になるのはほとんどの場合「用不用説」であり、キリンは首を伸ばして木の高いところの葉を食べようとしたから首が長くなった、あるいは水鳥は一生懸命足を動かして泳いだので水かきが発達した、といった説である。これら「用不用」に基づく獲得形質が子孫に遺伝することにより生物が進化する、というのがラマルキズムの枢要である。

エピジェネティクスの考えを用いても、キリンの首や鳥の水かきなどの動物に関するラマルクの主張が正しいとすることは困難であろう。生殖細胞は体細胞とは別系列としてすでに出来上がってしまっているのので、たとえエピジェネティックに変化するとしても、それは首のあたりの体細胞だけにとどまるのであり、次世代には伝えられないからである。⁵¹⁾ 体細胞からの影響を排除しないという新しい知見が認められ始めたとはいえ、エピジェネティクスはあくまで生殖細胞に関わる現象である。つまりキリンの長い首のような用不用の獲得形質と、環境因子による獲得形質は区別して考える必要がある。用不用とは異なる薬物や栄養状態、ストレスなどの環境因子は、体細胞のみならず、生殖細胞にも変

化を及ぼす可能性があるので、エピジェネティックに次世代に遺伝しうるのである。

一方植物の生殖細胞ができるタイミングは、動物に比べて非常に遅く、花が咲いてからであるため、獲得されたエピジェネティックな変化は、比較的容易に次世代に伝わりうるらしい。

このようにエピジェネティクスによってもラマルクの用不用説の妥当性は証明され得ないが、遺伝子の後天的な変化が次世代に伝わるエピジェネティクスのメカニズムが解明され始めたことから、フランシス・クリックが1958年に唱えたいわゆる「セントラルドグマ」⁵²⁾ はしだいに相対化され、今世紀に入った頃から「ネオ・ラマルキズム」が台頭しつつある。その基盤は、生物は環境からの影響によって変化する、またその変化は遺伝しうるという認識である。ケストラーの用語を借りれば、ダーウィニストは生命を「反復的」(repetitive) に捉えるのに対し、ラマルキストはそれを「累積的」(cumulative)⁵³⁾ に捉えるのである。

5-2. 世代を超えるエピジェネティックな現象例

1. オランダの飢餓⁵⁴⁾

第2次世界大戦末期の1944年9月から翌年5月にかけて、オランダはナチスによる食糧封鎖を受け、オランダ西部の当時の住民のうち、2万以上が死亡した。⁵⁵⁾ ちょうどこの時期に妊娠後期にあった妊婦が産んだ子供は、小柄で平均体重が軽く、戦後も病弱であったという。ただし同じ時期に妊娠前期にあった妊婦が産んだ子供の体重は、ほぼ標準的であった。

半世紀後の調査によれば、胎生前期に飢餓を経験した子供は、50歳前後で高血圧、心筋梗塞、II型糖尿病への罹患率が高く、統合失調症の割合も高かった。また、またイギリスの疫学者パーカーによれば、平時であっても低体重で生まれた子供は、高血圧や糖尿病といった生活習慣病、さらには乳がん⁵⁶⁾ の高リスク者であるという。仲野は胎生時の栄養不良が「何らかのかたちで、何十年にもおよぶ『記憶』」として「体に刻み込まれていたと考えるしかない。あるいは、『体の中のどこかの細胞に記録されていた』と言うほうがより正確だろう」⁵⁷⁾ としている。また幼児期に飢餓の影響を受けた女兒が祖母になったとき、その孫は肥満度が高く、身長が低くなるという調査結果がある。これは「おばあちゃん効果」と呼ばれているらしい。⁵⁸⁾

2. アグーチマウスの毛色

黄色の毛を持つアグーチ・バイアブル・イエローマウス(A^y)の妊娠中のメスを、その餌にDNAやタンパク質のメチル化を惹起するビタミン剤を入れた群と入れない群に分け、生まれた子への影響を見る比較対照実験が行われた。⁵⁹⁾ A^yの遺伝子には、その皮膚の細胞が黄色の色素を作るという情報が書き込まれているので、通常の場合、子の体毛は黄色になる。しかし、DNAのメチル化が起これば、この性質の発現が阻害されると、体毛は黒か茶色になる。予想どおり、ビタミン剤を入れなかった餌を与えられた群では、黄色の毛を持つ子が、ビタミン剤を入れ、DNAがメチル化した群では、黒や茶色の毛を持つ子が生まれ

た。以上のようなエピジェネティックな変異が、いわば「記憶」として残存し、生殖細胞で完全にリセットされずに、次世代に違う毛色が伝達されるケースが報告されている。これはDNA転写の際に、上流（早い段階）に飛びこんだレトロウイルスプロモーターのメチル化の程度に左右されているらしい。一般的には、遺伝子内のレトロウイルスは完全にメチル化され、不活化されるのに、A^{vy}の場合不活化が完全でない状態が、子孫まで維持される、ということである。⁶⁰⁾ 要するに母親の食べたもの、栄養状態などによるメチル化が生殖細胞でリセットされずに、子孫に伝わりうるということになる。毛色の他に、肥満が遺伝するかどうかについても研究が進んでいる。⁶¹⁾

3. 9.11のトラウマ⁶²⁾

シャロン・モレアムによれば、2001年9月11日に起きたアメリカにおける同時多発テロの際に、ツインタワーないし近くにいた妊婦の唾液調査を行ったところ、コルチゾールの値は有意に低かったという。⁶³⁾ その後生まれてきた赤ちゃんのコルチゾールの値もやはり低かった。これは特に、9.11時点で妊娠の3期（7～9か月）にあった赤ちゃんに顕著であった。またトラウマを抱えた母親からうまれたこの子供たちは、「動揺しやすい」という事を示す文献⁶⁴⁾もある。

4. 幼児期の環境因子

面倒見の良い親に生後1週間育てられ、かわいがられたラットでは、海馬のGR遺伝子⁶⁵⁾の制御領域のメチル化が抑制され、GRの発現が上昇しているので、ストレスホルモンが出にくい。これにはセロトニンという神経伝達物質が関与しているのが、セロトニンは気分や睡眠や食欲を調節し、抗うつ剤としても利用される物質である。乳児期に「かわいがられる」という快感刺激を受けると、海馬の細胞がセロトニン刺激を受け、なんらかのメカニズムでDNAの低メチル化を誘導するらしい。つまり、かわいがられた子供の場合、ストレスホルモンが出にくく、睡眠や食欲が良好になり、精神的にも安定するというのである。

他方いじめられたり育児放棄されたりした子供の場合、コルチゾール値が過度に高くなり、副腎を疲弊させてやはり精神的に不安定になったり、恐怖や孤独に起因にする鬱的な症状を示したりする傾向がある。⁶⁶⁾ なお育児放棄は世代間で連鎖する、つまり育児を放棄されたり虐待されたりした子は、自分の子にも同じことをする傾向があることは、マウスによる実験では実証されている。⁶⁷⁾ 人間においてもこのような事例が頻繁に報告ないし報道されていることは周知のことであろう。

5. 化学物質の摂取など

果物や野菜の防カビ剤である「ビンクロゾリン」はDNAメチル化を惹起し、男子の精子数の減少を招くことが知られているが、その影響は4世代続くという。⁶⁸⁾

以上のように親の世代で生じたエピジェネティックな刻印、つまり遺伝子構造そのものは変えないものの、その表現型を変える生物の「記憶」が、世代を超えて伝わるという例が数多く報告されるようになった。この「トランスジェネレーション」問題⁶⁹⁾がさらに解

明されていくと、ゼーモンのムネーメ理論の妥当性が、つまりは環境因子が特定の遺伝的変異を惹起し、それが固定されるという意味でのラマルキズムが復権する可能性が出てきたのである。

5-3. ふたりの「ラマルキスト」たち — カンメラーとルイセンコ

「トカゲの奇術師」⁷⁰⁾と言われたパウル・カンメラーの名は、エピジェネティクス関係の書物ではしばしば言及されている。カンメラーの実験はまた、ゼーモン自身も参照しており、ムネーメが遺伝する「証拠」として何度も取り上げている。⁷¹⁾

ウィーンの裕福な家に生まれたパウル・カンメラー（1880-1926）は、最初は音楽を志し、ウィーン音楽アカデミーで和声学と作曲を本格的に学んだ。一連の歌曲も遺しており、音楽会で演奏されることもあった。やがてカンメラーは、ラマルクのアイデアと両生類に夢中になり、生物学者に転じた。

カンメラーの名を一躍世界的に高めたのは、サンバガエル（Midwife Toad、学名 *Alytes obstetricans*）の実験である。カンメラーは、通常は陸で交接を行い、オスが後肢に受精卵をつけて孵化まで世話をするサンバガエル（この習性のために「産婆」(Midwife) と命名された）を、水温を上げるという単純な操作によって、水中で交接・産卵させることに成功した。水中で交接する他のカエルのオスの前肢親指には婚姻瘤がある。これは水中でメスを捕まえ、交接するときに滑り止めの効果を発揮するもので、角状のとげを持つ小さな隆起である。サンバガエルにこの瘤はないが、カンメラーはサンバガエルを3世代飼育し、水中産卵させた結果、先祖返りしたかのように、オスの前肢の指に、2代目でわずかな、3代目でははっきりとした黒い婚姻瘤が生じた、と報告した。

カンメラーは世界中を講演旅行して回り、大金を稼いだ。ニューヨーク・タイムズは1923年、カンメラーを「新時代のダーウィン」と讃え、「獲得形質の遺伝と言うラマルクの考えが正しかったことが証明された」と報じた。⁷²⁾ しかしながらウィーンの社交界を賑わすカンメラーの奔放な生活や、社会主義・平和主義への傾倒は、他の科学者たちの反感を招くことになった。またカンメラーは、禁酒法下にあったアメリカで、禁酒は子孫の世代に良い影響を及ぼすであろうと「高潔ぶって」⁷³⁾述べ、一部のアメリカ人の不興を買ったという。

サンバガエルの実験が巻き起こしたセンセーションは急転直下を迎える。アメリカ自然史博物館の爬虫類部門主事 G. K. ノーブルによる、カンメラーのサンバガエルの実験は悪質な捏造であるとする論文が1926年、「ネイチャー」に掲載されたのである。ノーブルは世界を飛び回って講演中であるカンメラーの留守を狙って、ウィーンにあったカンメラーの研究所をいきなり訪れ、件のカエルの標本を調査、カエルの婚姻瘤の「黒い色素は墨 (India ink) であるように見える」と書いた。両生類のメラニン「茶色がかった黒（ないしそれよりも明るめ）」であるのに、カンメラーのカエルの婚姻瘤に着いた黒色の「粒子は黒」⁷⁴⁾であったと書いたのである。ノーブルが調べる前に、ケンブリッジ大学の懐疑的な学者たちも件のカエルの標本を調査し、突起の存在を確認しているし、墨の注入もなかっ

たとしても関わらず、ノーブルの判定はまさに「黒」であった。

その6週間後の1926年9月23日、カンメラーはウィーン南西郊外のプフベルク (Puchberg) の森でピストル自殺を遂げた。懐中には「私自身の他に、このような偽造をしでかすことに興味を持っていた人物など、推測することはほとんどできないでしょう」⁷⁵⁾ という謎めいた遺書があった。この遺書はモスクワ科学アカデミー宛のものであるが、故人の名誉挽回のためなのか、同じく1926年に、今度は「サイエンス」の方に掲載された。

カンメラーの死後45年が経過した1971年、サンバガエルの実験に再び脚光を当てたのが、ハンガリー生まれの作家、アーサー・ケストラー⁷⁶⁾ である。『サンバガエルの謎』でケストラーは、カンメラーの実験が捏造であると決めつけられことには、政治的背景があったとしている。ケストラーはカンメラーの失墜は、当時保守的な政治的活動が盛んであったウィーン大学⁷⁷⁾ でナチスの初期形態であるハーケンクロイツァー (鉤十字派) を支持する学者たちが、平和主義者だったカンメラーを陥れるために仕掛けたものだ、と言うのである。⁷⁸⁾ またケストラーは、カンメラーが最初、音楽を専攻し、その才能が徒になったことも指摘している。「科学者が、趣味として、ピアノを弾くことは許されるが、ピアニストが科学者になることは許されない。彼は、終生消すことのできない、ディレッタンティズムの焼き印を押されてしまった」⁷⁹⁾ のである。

カンメラーの友人・知人には、かのブルーノ・ヴァルターやグスタフ・マーラーその人もいた。マーラーの未亡人、アルマはカンメラーを通じて、意外なところでゼーモンに繋がっている。1911年5月18日にグスタフ・マーラーが他界したのち、アルマとカンメラーはたまたま同じ列車でミュンヘンからウィーンへ向かっていた。ミュンヘンでヴァルターが指揮したマーラーの「大地の歌」の初演を聴いた帰りであった。カンメラーは夫を失ったアルマの行く末を案じ、「しばらく音楽から離れるため」⁸⁰⁾ ウィーンはブラーターにある自分の生物学研究所で助手として働かないか、と誘う。それはメスのカマキリ⁸¹⁾ を飼育する仕事で、カンメラーが調査していたのは、カマキリが脱皮によって「記憶を失うかどうか」、あるいはそれは表面的な単なる脱皮に過ぎないのか、という問題であった。アルマは私に任されたのは「記憶の機構に関する実験」(ein[] mnemotechnische[r] Versuch)⁸²⁾ と記している。カマキリが脱皮してもムネメが保存されるのかどうか、という実験にあのアルマが、たとえ餌をやるだけとはいえ、参画していたことは興味深い。

自己粉飾の気味を否定できないアルマの自伝が全面的に信用できるものでないことは承知の上であるが、そこで描かれるカンメラー像はいささかグロテスクである。カンメラーは、厳格な実験記録ではなく、「肯定的な結果を示す正確ではない記録のほう」を好んだとアルマは書く。もっともカンメラーが自分の研究にとって有利な結果を「燃えるように」求めていたので、「無意識のうちに真実から目を背けること」⁸³⁾ もできたのだとするのであるが。カンメラーは妻帯者であったが、そうこうするうちにアルマに愛情を感じはじめる。毎日何通もの恋文を送るようになり、アルマから無理やりキスを奪うのであるが、カンメラーは、アルマはそのキスによって自分との結婚を約束したのだ、と勝手に解釈する。1912年になるとカンメラーの奇矯な行動は友人・知人の間でも噂になり、「道化」として扱われ

るようになる。カンメラーは、「マーラーが自分の前に姿を現した」、アルマが結婚してくれなければカンメラーは「マーラーの墓前で」⁸⁴⁾自殺する、とまで言うようになった。アルマはカンメラーの妻を呼んで夫を説得してもらい、ようやくのところ、なんとかこの件は沙汰止みとなったのである。⁸⁵⁾

カンメラーとのエピソードの最後にアルマは、餌であるイモムシたち (Mehlwürmer)⁸⁶⁾を初めてカマキリに与えた日のことを回顧している。大きな箱いっぱいに入ったイモムシにアルマはぞっとするのであるが、カンメラーは片手一杯分この虫をつかみ、「口に放り込んでくちやくちやくと大きな音を立てながら食べた」⁸⁷⁾と言うのである。

ラマルキズム再考の文脈で、カンメラー以外にしばしば言及されるのがトロフィム・ルイセンコ (1898-1976) である。ルイセンコは旧ソ連 (ウクライナ出身) の生物学者・農学者で、1928年に「小麦の春化」についての論文を発表、「秋に蒔いて越冬し収穫する秋蒔き小麦を低温処理 (春化処理) すると、春に蒔いて秋に収穫できる春蒔き小麦になる」と主張した。⁸⁹⁾ ルイセンコはいったん春化処理を行うと、その獲得形質は遺伝する、という (誤った) 学説を主張した。⁹⁰⁾ またロシアの園芸家で生物学者であったミチューリンの交配理論を支持し、メンデル遺伝学を排斥して、正統的とされていた遺伝学や進化論を否定していった。⁹¹⁾ 「ルイセンコ学説」と呼ばれるこの疑似科学は、「環境因子は、生物の形質を変化させるだけでなく、その遺伝的性質をも変化させる」⁹²⁾とまとめることができる。ダーウィニズム的決定論——ダーウィニズムはある種の「予定説」であり、その意味で「科学的カルヴァン主義」(scientific Calvinism)⁹³⁾とすることができよう——を斥け、後天的な世界の改革可能性を説くラマルキズムが、社会主義や共産主義のイデオロギーと親和的なのは見やすい構図である。それはまた、人間の可変性、塑像性を信じ、「努力は報われる」ことを説く教育学についても同様である。⁹⁴⁾

いずれにせよルイセンコは、新しく組織されたコルホーズにおける穀物増産に腐心していたスターリンの支持を得、共産黨員としてソ連の農業界で大きな影響力を行使するようになった。貧農であったルイセンコが科学者となり、農業界を席卷したことも、社会主義的イデオロギー下では肯定的な出来事だったのである。「ルイセンコ学説」に反対する生物学者は処刑ないし強制収容所送りになり、粛清されていった。もっともルイセンコが提唱した農法によっても穀物の収量はいっこうに増えず、農業政策の失敗は隠蔽されたまま、数百万人の農民が餓死するに至った。戦後旧ソ連は、皮肉なことに冷戦中のアメリカから食糧を輸入しなければならなくなった。メンデル遺伝学を応用したアメリカでは、トウモロコシの収量が3倍になっていたのである。⁹⁵⁾

6. まとめ

本稿は、『ムネーメ』第3章でリヒャルト・ゼーモンが主張した「記憶の遺伝」、すなわち、一代の個体発生の中に有機体の体細胞が獲得した形質が「ムネーメ」として何らかの

形で生殖細胞に伝わり、それが次世代に系統発生的に遺伝する、というラマルキズムの主張を取り上げ、ゼーモンが「その証拠」とする事例について、専門家の知見も加味しながら検討した。

次に生殖質説を採るアウグスト・ヴァイスマンの論文を精読し、「自然選択の万能」という極端なダーウィニズムの立場に立つヴァイスマンによるゼーモン批判を検討した。

最後に、エピジェネティクスのメカニズムが解明され始めたことに伴い、ダーウィニズムのバックボーンでもある遺伝子（DNA）至上主義が相対化され始めたこと、「獲得形質の遺伝」というラマルキズムが部分的には誤りではないことを、いくつかの事例で確認した。ラマルキズムを再考するにあたり、本稿ではパウル・カンメラールとトロフィム・ルイセンコというふたりの「ラマルキスト」に触れたが、先述したように、このふたりに先んじて「ムネーメ」という「獲得形質の遺伝」の可能性を主張していたのが、ゼーモンに他ならない。ヴァイスマンは、個体発生においてすら、体細胞から生殖細胞へのムネーメの伝播を「電信的」という言葉で——当時の文脈で言えば「実体を経由しない非接触のメディア」という意味で、心霊主義ないしオカルトへの傾きを含意⁹⁶⁾した言葉で——揶揄していた。しかし体細胞からの生殖細胞への影響こそがエピジェネティクスだったのであり、それが世代を超えて作用しうることを考えるならば、この「電信」は「エピジェネティクス」という実体的メディアであったことになる。

はたして記憶は、どの程度生理学的な根拠を持つ実体的なメディアなのであろうか。仮にごく一部の記憶が実体的なメディアとしてエピジェネティックに「次世代へ遺伝」するとしても、人間の思想や文化までもが記憶として遺伝するということは、そもそも可能なのであろうか。この問いこそ、「記憶の遺伝」を前提とすると思われるアビ・ヴァールブルクの「ムネモシュネ」、リチャード・ドーキンズの「ミーム」、またシュタイナーやモンテッソーリの教育論、ユングの「集合的無意識」、あるいはアレイダ・アスマン⁹⁷⁾の「文化的記憶」など、すぐれて文化的な問題群がムネーメ研究の視野に入ってくる所以である。

注

- 1) 本稿は科学研究費補助金基盤研究（C）、課題番号20K00499、研究課題名「物質に宿る記憶——リヒャルト・ゼーモンの「ムネーメ理論」研究」の一部である。補助に対し、衷心より感謝申し上げる。また本稿は以下の前稿を承けて展開される。福元圭太：「記憶、エングラム、エクフォリー——ヘーリングからゼーモンへ——」『言語文化論究』第48号所収、九州大学言語文化研究院、2022年、S. 17-34。そこで論じられたゼーモンのムネーメ理論の枠組みと術語等について、ごく手短かに記す。ムネーメ理論自体はそれほど複雑なものではない。有機体は刺激を受けるとそれを銘記し（engraphieren）、エングラム（Engramm）を形成する。エングラムの総体がムネーメ（Mneme）と呼ばれる。一旦エングラムが形成されると、同様ないし質・量的に異なる刺激を再度受けた際、その刺激がエクフォリー

(Ekphorie) と呼ばれる「鍵」ないし「トリガー」となって、有機体はエングラムをいわば「解錠」して (ekphorieren) しまう。記憶を検索し、想起すると言ってもよいであろう。これをゼーモンは再生 (Reproduktion) と呼ぶ。有機体が本能に従って再生を反復するとすれば、生命記憶とでも言うべき本能はムネーメであるということになる。

https://catalog.lib.kyushu-u.ac.jp/opac_download_md/4773108/48_p017.pdf 参照。

- 2) 直訳すれば『有機的事象の変遷における保存原理としてのムネーメ』となるが、本書の内容からすればこのように訳す方が適切である。
- 3) シャクターはゼーモンのラマルキズムが「相当苛烈な批判」(considerably harsh criticism) を招いたが、その急先鋒が本稿で取り扱うヴァイスマンの1906年の論文であったと言う。ゼーモンの名はこの「誤った」記憶の遺伝問題と結びつき、それがゼーモンの記憶の理論全般のインパクトを「かなり減退させた」(lessend considerably) と記している。Vgl. Daniel L. Schacter: *Forgotten Ideas, Neglected Pioneers*. Psychology Press, Philadelphia 2001. S. 270.
- 4) 人間が何かを知ると言うことは、魂がかつて見たアイデアを「想起」することであるとするプラトンの anamnēsis (ἀνάμνησις) は、ギリシア語の前置詞 ana (「上方、上に、後方、後方に、再び、新たに」等を意味する) と「記憶」を意味する mnēsis の合成語であり、想起ないし再生のモデルとしてはゼーモンのムネーメ理論と相似形を成す。
- 5) 記憶痕跡 (Erinnerungsspur) は、個々人の心的体系のうちに保管され、永続的に存続するが、心的エネルギーの備給を受けない限り再活性化されないとされる (ラプランシュ / ポンタリス: 『精神分析用語辞典』村上仁監訳、みすず書房、1990年、65頁参照)。ゼーモンのエングラム概念と近いようにも思えるが、フロイトはエングラムのような実体的で経験主義的な概念とは異なると考えていたようである。フロイトのゼーモン評価については、別稿で取り上げる。
- 6) 記憶象徴 (Erinnerungssymbol) は、フロイトが初期の著作でしばしば用いた用語で、ヒステリー症状の病因となる精神的外傷、いわゆるトラウマや、葛藤を指す (ラプランシュ / ポンタリス: 『精神分析用語辞典』、同上書、67頁参照)。
- 7) プルーストは1908年頃から頃から『失われた時を求めて』の構想を練り始め、1913年から27年にかけて全7篇を刊行した。
- 8) 詳細については注1に挙げた拙論を参照されたい。
- 9) 以下本文中でも、『ムネーメ』からの引用は (Mn, NN) という略記を用いる。NN はページ数を表す。
- 10) 単為生殖を行うのは例えば、植物ではシャクジモの一種 (Chara crinite) など、動物ではミジンコ (Branchiopoden)、アブラムシ (Aphididen)、ワムシ (Roratorien) などである (Vgl. Mn, 69)。
- 11) Frederik Christian Schübel (1815-1892) はノルウエーの植物学者。ゼーモンが引

くのは以下に記載されている実験結果である。F. C. Schübler: *Die Pflanzenwelt Norwegens*. A. W. Brøgger's Officin, Chriatiania 1873 (1. Teil).

- 12) 福元圭太:「記憶、エンGRAM、エクフォリー —— ヘーリングからゼーモンへ ——」、同掲論文参照。
- 13) 日光の刺激には例えば、光の刺激、熱の刺激、化学的刺激などが含まれるが、ゼーモンは一つの全体として考えるほうが「実用的」であるし「論理的にも許容される」とし、それらをひとまとめにして「複合的な日光刺激」(komplexe[r] Insulationsreiz) と呼ぶ (Vgl. Mn, 75)。
- 14) 北東ドイツ Mecklenburg-Vorpommern 州 Greifswald の東部地区名。
- 15) シューベラーの実験については、専門家の見解をうかがうにしくはないと考え、九州大学農学研究院環境農学部部門の広田知良教授にご相談申し上げ、広田教授を通じて小麦の育種の専門家である東京農業大学農学部農学科植物育種学研究室の西尾善太教授をご紹介いただいた。広田教授、西尾教授は親切にも専門外の私のために Zoom でのセッションを開催してくださり、そこで様々な質問にお答えいただいた。ここに深謝申し上げる。私の質問の趣旨は、「小麦などの結実期間が、緯度やそれに伴う日照時間・気温などの変化によって短くなる場合、生殖細胞自体が変化をしており、それが次世代に遺伝するのかどうか」という点にあった。親世代の個体が結実期間を「記憶」しており、それが子世代に伝播することはないはずだが、近年注目されているエピジェネティクスという現象によれば、「遺伝子によらない一種の遺伝」が可能であり、そのような事例も実在するようだが、という但し書きを質問に付した。

西尾教授によると、シューベラーが実験でどのような種子を用いたのかという初期条件が分からないので確定しがたい部分もあるが、小麦や大麦には「開花や成熟の早晚性に関わる遺伝子が多数」あること、それらは例えば「低温要求性（冬の低温による花芽形成）、日長感応性（長日条件で花芽形成）、純粋早晚性（生育日数で花芽形成）」などであり、「それらの遺伝子と環境条件の相互作用で出穂期が決定」するということであった。また「一般に高緯度で栽培した場合、気温は低下し、日長の変化は極端に」なる一方、「作物のそれぞれの性質には、例えば、低温要求性の弱いもの（例えば長野県～東北品種）から強いもの（北海道品種）まで大きな変異」があるとのこと。本州の品種を北海道で春蒔きした場合、「ある品種が持つ低温要求性遺伝子の種類と、その年の北海道の春の低温条件の組み合わせにより、品種どうしの出穂期の順番が逆転することも」よくあるということであった。もう一つの論点である「生殖細胞自体が変化をしており、それが次世代に遺伝するのか」について西尾教授は、有名なルイセンコ学説の「獲得形質の遺伝」を巡る論争に言及された。ラマルキズムを基盤とするルイセンコ学説は、一度は否定されたものの、「最近の研究では、特に遺伝子の修飾を伴うエピゲノム変化による遺伝子の発現パターンが遺伝することが示され、獲得形質が遺伝する

場合がある」という考え方が「有力に」なっているという。「環境条件のみで大きな遺伝的変異は起こらないはず」だが、「変異の遺伝は完全に否定することは出来ないというのが最近の状況」であるということであった。ゼーモンのムネーメ理論をエビジュネティクスの観点から評価し直そうとする本稿の趣旨にとって、西尾教授の見解はたいへん心強いものであった。これについては本稿の後半でパウ・カンメラウの「サンバガエル」の実験ならびにルイセンコ学説に言及する際、再度取り上げる。

- 16) Emil Fischer (1868-1954) はスイスの昆虫学者・医師。ラマルキズムを標榜していた。ゼーモンが引いている文献は Emil Fischer: *Experimentelle Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften*. In: *Allgemeine Zeitschrift für Entomologie*. Bd. 6, 1901. S. 377-381.
- 17) 『ムネーメ』の岩波訳(参考・引用文献一覧を参照) 108頁では49体としているが、オリジナルでは48体(Mn, 81)である。
- 18) ただし『ムネーメ』第2版では「18~25度」と訂正されている。
- 19) これについても専門家の見解をうかがいたく、鱗翅類に造詣の深い九州大学比較社会文化研究院名誉教授、矢田脩先生を通じて発生学の専門家(ご都合によりお名前を伏せさせていただきます)をご紹介いただき、ご意見をうかがうことができた。「発生学者としての意見を述べれば、精子、卵子の形成で、ゲノムの初期化が起こり、親世代の修飾をうけた遺伝子は全て初期化されて全て発現可能になる(例外はあり、哺乳類では精子特異的遺伝子と卵子特異的遺伝子それぞれ100個が眠らされる)。突然変異が起こるか、変異遺伝子の交配によるセクションがなければ、一時的な親世代の変異形質が遺伝するとは思われない。また、低温暴露によって変異が生じ、それが遺伝するのであれば、自然界でも頻繁に起こっているはずである。蛹の8℃の低温暴露のような現象は高山、亜高山帯では頻繁に起こり、温帯でも100年に数回は起こるだろう。このような環境変化で、種々の鱗翅目昆虫の翅紋様変異が起こり、これが遺伝するのであれば、ほとんどの種では正常な紋様が維持できないで、低温効果による紋様要素が拡大・融合し、黒色化した個体ばかりになるのではないか。そんなことが起こっているとは思われない」ということであった。特に最後の、自然界で低温暴露のたびに変異が起こるのであれば、「ほとんどの種では正常な紋様が維持できない」という指摘は、後に見るヴァイスマンにもある。
- 20) このページは目次に当たる。『ムネーメ』の本文には小見出しがなく、目次に細かい小見出しがついているが、第3章のこの部分の小見出しは „Wahrscheinlichkeitsbeweis, daß die große Mehrzahl der ererbten Dispositionen Engramme sind“ (遺伝的傾向性の大半がエングラムであることの蓋然性の証明) となっている。
- 21) Pierre Huber (1777-1841) はスイスの昆虫学者。繭に関するこの報告をゼーモンは、Geroge John Romanes (1848-1894) の以下の著作(ドイツ語訳版)から引き

ているが、ロマネスはダーウィンの「草稿」から引いているので、孫引きになる。Vgl. George John Romanes: *Die geistige Entwicklung im Tierreich*. Ernst Günthers Verlag, Leipzig 1885, S. 192. またこの実験については、ダーウィンが『種の起源』第7章「本能」の冒頭近くでも紹介している。Charles Darwin: *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, Or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. John Murray, London 1859, S. 208.

- 22) ゼーモンはこれに関する長い注で、継時的に連合したエングラムが、継時的に「解錠」される現象を、長い間復唱していなかった詩を「最初から最後まで通してはすらすら言う (herunterschnurren)」ことはできても、指定された「途中の箇所から始め、続きを言うことはできないであろう」(Vgl. Mn, 93) と喩えている。確かにあるフレーズを復唱する際、途中からだとうまくいかないが、最初に戻るとすらすらと出てくるという経験を我々もまた持っている。
- 23) 『ムネーメ』岩波版翻訳135頁訳注13にあるように、綴りとしてはおそらく *Acacia lophantha* が正しい。現在では *Paraserianthes lophantha* と呼ばれることが多い。
- 24) Margarethe Leonore Selenka (1860-1922) はドイツの動物学者。
- 25) Curt Alfred Herbst (1866-1946) はドイツの動物学者。ゼーモンが参照したのは Curt Alfred Herbst: *Formative Reize in der tierischen Ontogenese*. Verlag von Arthur Georgi, Leipzig 1901, S. 59.
- 26) Hans Spemann (1869-1941) はドイツの発生学者で、1935年にノーベル生理学・医学賞を受賞している。ゼーモンが参照したのは以下の短い学会報告である。Hans Spemann: *Demonstration einiger Präparate von Experimenten über Kollerationen bei der Entwicklung des Auges. Sitzungsbericht der Physiologisch-medizinischen Gesellschaft*. A. Stuber's Verlag, Würzburg 1901. S. 23. ゼーモンは Mn, 97では über Kollerationen の部分を書き落としている。
- 27) 例えばトカゲの尻尾は、切断という刺激で再生という反応を起こす。
- 28) August Weismann (1834-1914) はドイツの動物学者。ゼーモン批判の論文は August Weismann: *Semons „Mneme“ und die „Vererbung erworbener Eigenschaften“*. In: *Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie einschließlich Rassen- und Gesellschaftshygiene*. 3. Jahrgang. 1. Heft. 1906. S. 1-27.
- 29) 生殖質説を唱えたヴァイスマン理論の特徴は、1. 細胞を体細胞と生殖細胞の2種類に峻別した点、2. またそれぞれの細胞分裂の方法がまったく異なることを明確にした点にある。体細胞の「有糸分裂」では細胞は完全に2分割される(細胞分裂の際、核の中に染色体や紡錘体など、糸状の構造が形成されることから「有糸」の名を持つ)。他方、生殖細胞の「減数分裂」では核分裂が2回続くが、第1分裂では相同染色体に対合が起こり、分離して染色体数が半減する。「減数」とはこのことを指す。第2分裂は普通の有糸分裂で、結果として、もとの母細胞の半数の染色体を持った4個の娘細胞ができる。

- 30) ヴァイスマンは、生殖質の変化は体細胞の変化を惹起するが、その逆は起こらないとした。個体の体細胞への外界からの影響が決して次世代へ伝わらないという「障壁」は「ヴァイスマンのバリア」(die Weismann-Barriere)と呼ばれる。1892年の著書『生殖質 遺伝の理論』では明確にこう書かれている。「体細胞に由来する、ないし獲得された特性は遺伝され得ない」(... , dass somatogenes oder erworbenes Eigenschaften nicht vererbt werden können) (August Weismann: *Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung*. Verlag von Gustav Fischer, Jena 1892. S. 608.)。またヴァイスマンは、体細胞はその世代限りの、いわば「使い捨て」であるが、生殖細胞は次々と次世代に伝わっていくことから、それらは「不死」であるとも考えた (Vgl. August Weismann: *Die Continuität des Keimplasma's als Grundlage einer Theorie der Vererbung*. Verlag Gustav Fischer, Jena 1885.)。この「哲学的」テーゼは、例えばベルクソンの「持続」の問題にも強い影響を与えたが、それはまた別の問題である。なお「ヴァイスマンのバリア」は、DNA 二重螺旋構造をワトソンとともに提唱したフランシス・クリックが1958年に唱えた、いわゆる「セントラルドグマ」(タンパク質から DNA や RNA に遺伝情報が移動することはないとする分子生物学の「中心教義」)の基礎となった。
- 31) 『岩波生物学辞典』第5版参照。
- 32) もっともヴァイスマンは、1883年の講演「遺伝について」(Ueber die Vererbung)で「生殖質説」を主張する以前は、ラマルキストであった。例えば1876年、ヴァイスマンは「変性転換が外的生活条件の直接の影響を通じて生じること」(*die Entstehung der Transmutationen auf dem Wege des direkten Einflusses äusserer Lebensbedingungen*)と書いている (August Weismann: *Studien zur Deszendenz-Theorie II. Ueber die letzten Ursache der Transmutationen*. Wilhelm Engelmann, Leipzig 1876. S. 307.)。なお「変性転換」と訳した Transmutation は現在も確定的な訳語がないようである。Mutation は「突然変異」であるが、Transmutation は「トランスミューテーション」とカナ書きされることが多いらしい。(Vgl. https://jfly.uni-koeln.de/html/discussion/1996/9601_transmutaiton.html)。
- なおヴァイスマンが後年も純粋な反ラマルキストであったかどうかについては、議論の余地がある。ラマルクのように、要不要に基づく訓練——よく引き合いに出されるのは、「キリンの首が長いのは、高木の葉を食べるため首を伸ばし続ける訓練をしたから」という例——などが生殖質を変更することはないものの、例えば毒物などは体細胞から生殖細胞に変化をもたらす可能性があると考えていた。Vgl. Rudolf Eisler: *Philosophen-Lexikon. Leben, Werke und Lehren der Denker*. Verlag bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn. Berlin 1912. S. 807 f.
- 33) August Forel (1848-1931) がゼーモンを高く評価しているのは次の論文である。August Forel: „Richard Semons Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens.“ In: *Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie einschließlich*

Rassen- und Gesellschaftshygiene. 2. Jahrgang. 2. Heft. 1905. S. 169-197.

- 34) 注28に挙げたヴァイスマンのゼーモン批判論文からの引用は本文中に (Weism, NN) という略記を用いて示す。NN はページ数を表す。
- 35) ヴァイスマンが1891年に仮定した細胞内の基本構造。ヴァイスマンは1893年には、デテルミナントを、最小の生活単位 (Lebensträger) であるピオフォアから成る仮説的な粒子であるとした。デテルミナントは複合してイド (Id) を形成、そのイドの集合体がイダント (Idant) であるが、これが現在の染色体に相当する。『岩波生物学辞典』第5版参照。
- 36) パングネシス (汎生説) は、新たな生物体の形成には生物体のあらゆる部位が寄与するとする考えである。古代ギリシアにおいては、生物の個々の形質の多くは他の形質とは全く独立に変異し、別々に子孫に受け継がれると考えられていた。ソクラテス (BC470年頃–BC399年) 以前のアナクサゴラス (BC500年頃–BC428年頃) や、パルメニデス (BC520年頃–BC450年頃)、デモクリトス (BC460年頃–BC370年頃: ソクラテスよりも後に生まれたが、慣例的にソクラテス以前の哲学者に含まれる) などの原子論者などがこの説を唱えている。またソクラテスとはほぼ同時代人のヒポクラテス (BC470年頃–BC370年頃) もこの説をとる。19世紀後半のそれは、自己増殖性の粒子ジェミュール (gemmule) の存在を仮定する。動植物の体細胞にはこのジェミュールが含まれているが、それが血管や道管を通じていったん生殖細胞に集まり、それが子孫においては再び各器官に分散して子孫に伝播する考えるのである。ダーウィン自身も『飼育動植物の変異』(*The Variation of Animals and Plants Under Domestication*. John Murray, London 1868) の第2巻の最後で、環境の影響がジェミュールに取り込まれ、それが子孫に遺伝するという仮説を立てており、「獲得形質の遺伝」というラマルキズムに賛同していたことになる。ダーウィンは同書358頁に「敢えて私はパングネシスという仮説を提唱したいと思う。それは個別の原子ないし単位の総体という意味での全組織が自身を再生するという仮説である」(the whole organization, in the sense of every separate atom or unit, reproduces itself) と記している。また383頁では「再生のあらゆる形態は全身に由来するジェミュールの集合にかかって」(depend on the aggregation of gemmules derived from the whole body) あり、「生殖器官は実際には性的因子を造っていない (do not create the sexual elements) と思われる。それらは単にジェミュールが特別な形で集合することを決定している (determine) か、許しているか (permit) に過ぎない」と書く。ダーウィンは実験的にもこれを確かめようとしたが、不首尾に終わった。ゼーモンのムネーメ理論では「ジェミュール」のような実体は想定されていないが、主張としてはこれに近い。パングネシス説を生殖質説でまっこうから否定したのがヴァイスマンに他ならない。
- 37) Max Standfuß (1854-1917) はスイスの昆虫学者。19世紀末から20世紀にかけてシュタントフースは、約30年間にわたり、温度変化が蝶の育成にどのような影響

を及ぼすかの実験を継続した。これは「シュタントフースの温度実験」(Standfuß'sche Temperaturversuche)としてつとに名高い。これについては http://www.trauermantel.de/nymphalis_antiope_research_variability.htm に詳しい。実験はフィッシャーのものと似ており、蛹の間に温度の条件を変えると、成虫の翅の形態や模様に影響が出るというものである。シュタントフースは実験対象にキベリタテハ(Trauermantel、学名:Nymphalis antiope)などを用いた。

- 38) Rudolf Eisler: *Philosophen-Lexikon*. a. a. O., S. 807.
- 39) 人間においても新陳代謝は絶えず進行しており、例えば腸管の上皮細胞はわずか1～2日で、肌は約30日で、血液は約120日で、成長期においては骨の全てが約2年で「入れ替わる」と言われている(<https://health.suntory.co.jp/professor/vol32/>)。昆虫ほど劇的ではないにせよ、我々の体細胞は絶えず更新されながら、生命としては維持されていると言うことができよう。合成と分解、酸化と還元、切断と結合といった相矛盾する逆の反応の生起が、生命の秩序を維持・更新する「動的平衡」を福岡伸一は人文学的にも拡大して哲学的考察、特に西田哲学における「絶対矛盾的自己統一」の解釈などに用いているが、ゼーモンのムネーメ理論も、個体の成長や世代の交代を超えてムネーメが恒常性として記憶され、維持され、発現するという意味で、この「動的平衡」に近いものであると言ってよいのではないか。『ムネーメ』の正式な書名を『有機的事象の変遷にも関わらず保存原理として作用するムネーメ』と訳すべきであると考えた理由はここにある。もっともヴァイスマンの立場からすれば、保存原理は生殖質の中のデテルミナントにしかないことになるし、生物学者としての福岡伸一もラマルキズムには否定的である。福岡伸一:『新版 動的平衡:生命はなぜそこに宿るのか』小学館新書、2017年、ならびに同著者:『西田哲学を読む——生命をめぐる思索の旅 動的平衡と絶対矛盾的自己統一』明石書店、2017年参照。
- 40) Vgl. Nils Menzler: *Techno-Esoterik in der säkularisierten Moderne. Überzeugungsstrategien, Apparate und die Formung des modernen Subjekts*. Springer Fachmedien, Wiesbaden 2019. S. 101 f. (電子書籍) および熊谷哲哉:「光線としての言葉、あるいは可視化された世界:シュレーバーと自然科学と心霊学」『文明構造論:京都大学大学院人間・環境学研究科現代文明論講座文明構造論分野論集』1号所収、2005年、23-46頁。
- 41) エピジェネティクスは、遺伝子の本体がDNAであることがまだわかっていなかった1943年に、イギリスの発生生物学者コンラッド・ワディントン(Conrad Waddington; 1905-1975)によって提唱された術語で、「エピジェネシス epigenesis」(後生説)と「ジェネティクス genetics」(遺伝学)の合成語である。17世紀から18世紀にかけてはいわゆる「前生説」、すなわち精子ないし卵子の中に生命の「小さな雛型」があるという「ホムンクルス説」が支配的であった。しかしこの説をとれば、ホムンクルスの精子か卵子の中にもより小さなホムンクルスが必要にな

り、無限後退するという難点を克服でないため、「前生説」は否定された。生物の体はまったく形のない所から新たに作り上げられていくという「後生説」をとるワディントンは、細胞の置かれた環境と遺伝子の働きが発生運命をどのように決定し、新たに作り上げられていくかを考究するため、エピジェネティクスという術語を提案した。『岩波 生物学辞典』第5版、139頁および仲野徹『エピジェネティクス——新しい生命像をえがく』岩波新書、2014年、16頁以下を参照。

- 42) 『岩波 生物学辞典』第5版、139頁。
- 43) シャロン・モレアム：『遺伝子は、変えられる あなたの人生を根本から変えるエピジェネティクスの真実』中里京子訳、ダイヤモンド社、2017年、73頁。
- 44) 仲野徹：『エピジェネティクス——新しい生命像をえがく』、同掲書、表紙裏惹句。
- 45) シャロン・モレアム：『遺伝子は、変えられる あなたの人生を根本から変えるエピジェネティクスの真実』、同掲書、9頁。
- 46) これについては、参考・引用文献一覧に挙げた書籍の記述やインターネットサイト上の情報を博搜し、自分が理解できる範囲で要点をまとめた。
- 47) クロマチン (DNA とタンパク質からなる染色質) に書き込まれたエピジェネティックな記憶である「細胞記憶」が、脳における記憶にも重要な働きを持っているという仮説がある。記憶の実体はこれまで、シナプス形成による信号の伝わりやすさに還元されてきた。しかしシナプスの経路形成や伝達に関わる分子が、生涯に及ぶ長期記憶を支えられるほど長命であるとは考えにくい。そこで登場したのが、「細胞記憶」の脳記憶への貢献である。このメカニズムについては2010年の段階では、解明の途上であった。広瀬進：「細胞記憶から脳記憶へ」『生化学』第82巻第10号、2010年、917頁参照。
- 48) 1865年2月8日と3月8日に「ブリュン自然協会」で口頭発表されたメンデルの実験結果はその1年後に『ブリュン自然科学会誌会報』に論文として掲載されたが、その重要性が「再発見」されたのは、ようやく1900年になってから、論文が英訳されたのは1901年になってからである。
- 49) シャロン・モレアム：『遺伝子は、変えられる あなたの人生を根本から変えるエピジェネティクスの真実』、同掲書、ii 頁。
- 50) ラマルク以降に、体制や機能が発達する方向へ向かう前進進化 anagenesis と、一見退化的な方向へ向かう退行進化 katagenesis が提唱された。ラマルクは前者に分類される。
- 51) 仲野徹：『エピジェネティクス——新しい生命像をえがく』、同掲書、111頁参照。
- 52) 注30参照。タンパク質から DNA や RNA に遺伝情報が移動することはないとする分子生物学の「中心教義」。
- 53) Arthur Koestler: *The Case of the Midwife Toad*. Hutchinson, London 1971. S. 29. なおアーサー・ケストラーについてはカンメラーとの関係で、のちに詳しく言及する。
- 54) 主として仲野徹：『エピジェネティクス——新しい生命像をえがく』、同掲書、2

頁以下を参照。

- 55) 当時15歳のバレリーナであった女優のオードリー・ヘップバーンは、この飢餓を経験している。チューリップの球根を粉にし、焼き菓子を作って生き延びたらしい。
- 56) 乳がんについては太田邦史『エピゲノムと生命 DNA だけでない「遺伝」のしくみ』講談社ブルーバックス、2013年、248頁による。
- 57) 仲野徹：『エピジェネティクス ― 新しい生命像をえがく』、同掲書、4頁。
- 58) 太田邦史『エピゲノムと生命 DNA だけでない「遺伝」のしくみ』、同掲書、252頁。
- 59) 1998年、アメリカのジョージ・ウルフ教授らによる。中尾光善：『驚異のエピジェネティクス』羊土社、2014年、159頁参照。
- 60) 「メチル化の程度が世代を超えて再現できる仕組み」(AASJ (オール・アバウト・サイエンス・ジャパン) のインターネット・ページ記事：<https://aasj.jp/news/watch/9267>) を参照。また、オーストラリアのシドニー大学の遺伝学研究グループが1999年、毛色遺伝子のメチル化に関する特徴的な変異が、メスの生殖細胞で保存されていることを発見した。これは DNA 自体の変異と同様、メチル化による DNA の発現形の変異が子孫へ受け継がれていく可能性があることの確認に等しい。これについては「遺伝する獲得形質～日経サイエンス2010年10月号より」(<https://www.nikkei-science.com/?p=16158>) 参照。
- 61) 上記日経サイエンスの記事によれば、2008年、アメリカのペイラー医科大学のロバート・ウォーターランドは、一般的に A^{vy} は食べ過ぎによって肥満しやすいが、この形質は子孫に遺伝し、世代が進むにつれて亢進して、「太った母マウスの子どもはさらに太る」ことを発見したという。
- 62) シャロン・モレアム：『遺伝子は、変えられる あなたの人生を根本から変えるエピジェネティクスの真実』、同掲書、2017年、81頁以下を参照。
- 63) 同上書、81頁参照。
- 64) モレアムが同上書333頁の原注で挙げているのは Rachel Yehuda 1, Guiqing Cai, Julia A Golier, Casey Sarapas, Sandro Galea, Marcus Ising, Theo Rein, James Schmeidler, Bertram Müller-Myhsok, Florian Holsboer, Joseph D Buxbaum: *Gene expression patterns associated with posttraumatic stress disorder following exposure to the World Trade Center attacks*. In: *Biological Psychiatry*. 2009 Oct 1;66 (7):708-11. Epub 2009 Apr 25. ([https://www.biologicalpsychiatryjournal.com/article/S0006-3223\(09\)00394-1/full-text](https://www.biologicalpsychiatryjournal.com/article/S0006-3223(09)00394-1/full-text)) や Rachel Yehuda, Stephanie Mulherin Engel, Sarah R. Brand, Jonathan Seckl, Sue M. Marcus, Gertrud S. Berkowitz: *Transgenerational Effects of Posttraumatic Stress Disorder in Babies of Mothers Exposed to the World Trade Center Attacks during Pregnancy*. In: *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Volume 90, Issue 7, 1 July 2005, Pages 4115–4118. (<https://www.biologicalpsychiatryjournal.com/article/>

S0006-3223 (09) 00394-1/fulltext)

- 65) 視床下部にあるコルチゾールに対する受容体である「糖質コルチコイド受容体」。コルチゾールからのシグナルを受容し、CRH（＝副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモン）の産出を抑制する。
- 66) 太田邦史『エピゲノムと生命 DNA だけでない「遺伝」のしくみ』、同掲書、255頁参照。もっともいじめられた子供はその後、ストレス反応を起こさないように、コルチゾールを低く保つようになる例が報告されている。つまり、ストレス反応を頻繁に起こしていたら、それこそ「身が持たない」ので、無反応になるようコルチゾール値をエピジェネティックに抑えるようになるのである。こうすることで、生存戦略のため、ストレスに対する耐性が強化される、というわけである。これは「ホルミシス効果」と呼ばれるが、この効果は「数世代にわたって子孫へと受け継がれる」という。報告には「ラマルクの『獲得形質の遺伝』仮説は否定されていますが、本研究は、ホルミシス効果によって獲得された形質（生存優位性）が子孫へと見かけ上遺伝すること（＝継承されること）を初めて明らかにし、そのメカニズムを解明することにより、エピジェネティクスの変化を介して、獲得形質が継承されることを明確に示したものと言えます」と明記されている。岸本沙耶、宇野雅晴、岡部恵美子、農野将功、西田栄介：「獲得形質は遺伝する？——親世代で受けた環境ストレスが子孫の生存力を高める——」（https://www.kyoto-u.ac.jp/sites/default/files/embed/jaresearchresearch_results2016documents170109_101.pdf）。論文本文は同著者たちによる *Environmental stresses induce transgenerationally inheritable survival advantages via germline-to-soma communication in Caenorhabditis elegans*。2017年1月9日午後7時（日本時間）に英国の学術誌 *Nature Communications* にオンライン掲載。DOI: 10.1038/NCOMMS14031。
- 67) 太田邦史『エピゲノムと生命 DNA だけでない「遺伝」のしくみ』、同掲書、254頁；中尾光善：『驚異のエピジェネティクス』、同掲書、179頁以下参照。
- 68) 太田邦史、同上書、252頁参照。
- 69) 中尾光善：『驚異のエピジェネティクス』、同掲書、166頁参照。
- 70) ケストラーは、「あとにも先にも」トカゲ類を人工的に変化させた環境下でも生殖させることに成功したのはカンメラーだけであるとし、カンメラーを「トカゲ類に関しては[...]一種の奇術師（a kind of wizard）」である、と呼んでいる。Arthur Koestler: *The Case of the Midwife Toad*. a. a. O., S. 24.
- 71) 「ムネーメ」の続編とでも言うべき著書『「獲得形質」の遺伝の問題』（Richard Semon: *Das Problem der Vererbung „erworbener Eigenschaften“*. Wilhelm Engelmann, Leipzig 1912.）でゼーモンが言及する人物のうち、もっとも頻繁なのがカンメラーで、Register の見出しを含め36回にのぼる。ちなみにこの反論の書が向けられているヴァイスマンは2番目に多く言及され、同じく Register の見出しを含め32回である。

- 72) *New York Times*. 3. June, 1923, p. 2. ティム・スペクター：『双子の遺伝子——「エピジェネティクス」が2人の運命を分ける』、同掲書、27頁の引用による。
- 73) ティム・スペクター、同上書、27頁。
- 74) G. K. Noble: *Kammerer's Alytes*. In: *Nature*. 7. August, 1926. S. 209.
- 75) *Paul Kammerer's Letter to the Moscow Akademy*: In: *Science*. 19. November 1926, 64 (1664). S. 493 f. この一節は S. 494にある。自殺の前日である 9 月22日付の遺書でカンメラーは、ノーブルの「攻撃」(attack) によって「私の全ライフワークが疑いの目で見られるようになったこと」は確かで、「私の破滅した (wrecked) 人生に明日けりをつける」つもりだ、と書き送っている (S. 494)。モスクワ科学アカデミー宛てなのは、カンメラーがこのアカデミーへ招聘されていたからであった。カンメラーはモスクワ行のため、機材を大量に発注し、自殺をした日には本や家具の荷造りをするための運送屋が来ることになっていた (Vgl. Arthur Koestler: *The Case of the Midwife Toad*. a. a. O., S. S. 119.). 結局のところサンバガエルの婚姻瘤の実験が捏造だったのかどうかについては、決着がついていない。近年では2009年に、チリの生物学者アレクサンダー・バルガスが「カンメラーこそエピジェネティクスとラマルク生物学の始祖」であると主張し、この論争が再燃した。バルガスはこの問題は遺伝子への「インプリンティング」で説明できるとした。Vgl. Alexander Valgas: *Did Paul Kammerer Discover Epigenetic Inheritance? A Modern Look at the Controversial Midwife Toad Experiments*. In: *The Journal of Experimental Zoology*. Part B: Molecular and Developmental Evolution. 2009, B: S. 667–678. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jez.b.21319>)
- 76) ブダペストの中産階級のユダヤ人家庭に生まれたケストラー (1905-1983) は、ウィーン工科大学へ進んだのち、シオニズム運動に参加、カンメラーが没した1926年、学位をとる前にパレスチナへ移住した。1932年にはドイツ共産党入党し、ナチスへのレジスタンス活動に参加。またスペイン内戦にもジャーナリストとして参加。フランコ軍に捕らえられ死刑判決を受けるものの、イギリス政府の助力で救出される。1938年ソビエト共産主義に幻滅し、ドイツ共産党から離党。ナチスのフランス侵攻時に捕らえられたが、脱走してイギリスへ渡る。1983年、夫人とともにイギリスで安楽死を選んだ。
- 77) カンメラー自身はウィーン大学に属しておらず、1902年に創設されたウィーンの「生物学研究所」(Biologische Versuchsanstalt) の創設時からのメンバーであった。
- 78) Arthur Koestler: *The Case of the Midwife Toad*. a. a. O., S.115.
- 79) Ebd., S. 19
- 80) Alma Mahler-Werfel: *Mein Leben*. S. Fischer Verlag, Frankfurt a. M. 1960. S. 54.
- 81) ケストラーはアルマがメスのカマキリを飼育したことを「彼女にはいささか似合っているが (rather fittingly) —— カマキリの脱皮の習性に関する実験の手伝い」(Ebd., S. 20) をしたと皮肉っている。アルマ自身の自伝の1911年の項目にはすで

に、ココシュカ、グロピウス、ヴェルフエルの名も出てくるが、ココシュカの愛人となったアルマはのちにグロピウスと再婚し、ヴェルフエルと再々婚した。メスのカマキリは周知のように、まれにオスを「共食い」する場合がある。これが起こるのは、自然環境下では交尾の最中ないしは交尾後である。

- 82) Alma Mahler-Werfel: *Mein Leben*. a. a. O., S. 54.
- 83) Ebd., S. 54.
- 84) Ebd., S. 55.
- 85) Ebd., S. 55.
- 86) いわゆる「ミールワーム」。飼育動物の餌として育てられているゴミムシダマシ科の甲虫の幼虫の総称。
- 87) Alma Mahler-Werfel: *Mein Leben*. a. a. O., S. 55.
- 88) なおカンメラの死後、次項のルイセンコとの関連で述べるように、ラマルキズムが席卷していた旧ソ連で、カンメラをモデルにした映画が作成された。「サラマンドラ」(*Salamandra* サンショウウオの学名) という作品 (1928年、ソ連ドイツイ映画、サイレント) で、当時のソ連国民教育人民委員であったルナチャルスキーが共同脚本・監督を担当、彼の (二番目の) 妻ナタリア・ロゼネリ (Natalya Rozenel) が女主人公を演じた。主人公がダーウィン主義者やカトリックの保守主義者、初期のファシストたちから妨害され、抑圧される様が描かれる。
- 89) ルイセンコの春化处理は、「コルホーズに支給された小麦の種を (無断で) 湿らせて凍土に埋めた」(ティム・スペクター:『双子の遺伝子——「エピジェネティクス」が2人の運命を分ける』、同掲書、26頁) ことから始まった。
- 90) 仲野徹:『エピジェネティクス——新しい生命像をえがく』、同掲書、85頁参照。
- 91) 旧ソ連では1948年、メンデル遺伝学は「ブルジョワの偽科学」であるとされ、公式に禁止された。これが1964まで続く。
- 92) 仲野徹:『エピジェネティクス——新しい生命像をえがく』、同掲書、85頁。
- 93) 「科学的カルヴィン主義」はダーウィン主義者であるウィリアム・ベーツソン (William Bateson) が第1次大戦中兵士に講演した際、一人の兵士が言った言葉だという。ベーツソンは一兵士の寸評を至言であると驚嘆した。Vgl. Arthur Koestler: *The Case of the Midwife Toad*. a. a. O., S. 31.
- 94) ダーウィニズム的決定論と、現在の文脈で言えばエピジェネティックな後天的可変性を説くラマルキズム的非決定論は、「遺伝子か環境か」という問題、平たく言えば「氏か育ちか」という問題に逢着する。この問題についても科学的な研究が進んでいる。DNAは同一であるのに、異なる環境で生育した一卵性双生児の研究がそれである。ティム・スペクターの『双子の遺伝子——「エピジェネティクス」が2人の運命を分ける』や、本邦においては安藤寿康の一連の双子研究 (参考・引用文献一覧参照) が、様々な科学的データを示しながら、この問題を探求している。安藤は、そもそも「氏か育ちか」という二者択一自体が誤りであって、端的

に言って「氏も育ちも」個体に作用を及ぼすと言う。一卵性双生児が異なる環境で生育した場合の相関性（これが高いほど「氏」すなわち DNA の影響が大きいことになる）は、ADHD や男児の自閉症、また統合失調症などの精神病理・発達障害では高くなっているが、パーソナリティや学業成績、性関連の行動、政治的態度、反社会的行動などでは「氏か育ちか」ということは言えないとしている。詳しいデータについては、安藤寿康：『なぜヒトは学ぶのか 教育を生物学的に考える』講談社現代新書、2018年、156頁以下参照。

- 95) ティム・スペクター：『双子の遺伝子——「エピジェネティクス」が2人の運命を分ける』、同掲書、31頁参照。なおルイセンコは、スターリンの死後、スターリン批判とともに権威が低下していった。ルイセンコはスターリンの後任であるフルシチョフに取り入ることで一時的な巻き返しを図ったが、フルシチョフの失脚と同時に失脚した。
- 96) 本稿3節参照。
- 97) 「アレイダ」と読むこともあるが、ご本人が自分はオランダ系であり「アレイダ」が正しいと、2000年に開催された「阪神ドイツ文学会」でおっしゃったということなので、ここでは「アレイダ」とした。市川明：「アウシュヴィッツから南京へ」 <http://jcfaosaka.org/down-shiryou/20160416-jiji8-AtN00297.pdf>, 7頁参照。

参考・引用文献一覧

【欧語文献】

- Darwin, Charles: *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, Or The Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. John Murray, London 1859.
- : *The Variation of Animals and Plants Under Domestication*. John Murray, London 1868.
- Eisler, Rudolf: *Philosophen-Lexikon. Leben, Werke und Lehren der Denker*. Verlag bei Ernst Siegfried Mittler und Sohn. Berlin 1912.
- Fischer, Emil: *Experimentelle Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften*. In: *Allgemeine Zeitschrift für Entomologie*. Bd. 6, 1901. S. 377-381.
- Forel, August: *Richard Semons Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens*. In: *Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie einschließlich Rassen- und Gesellschaftshygiene*. 2. Jahrgang. 2. Heft. 1905. S. 169-197.
- Herbst, Curt Alfred: *Formative Reize in der tierischen Ontogenese*. Verlag von Arthur Georgi, Leipzig 1901.
- Kammerer, Paul: *Paul Kammerer's Letter to the Moscow Akademy*. In: *Science*. 19. November 1926, 64 (1664). S. 493 f.
- Koestler, Arthur: *The Case of the Midwife Toad*. Hutchinson, London 1971.

- Mahler-Werfel, Alma: *Mein Leben*. S. Fischer Verlag, Frankfurt a. M. 1960.
- Menzler, Nils: *Techno-Esoterik in der säkularisierten Moderne. Überzeugungsstrategien, Apparate und die Formung des modernen Subjekts*. Springer Fachmedien, Wiesbaden 2019. (電子書籍)
- Noble, Gladwyn Kingsley: *Kammerer's Alytes*. In: *Nature*. 7. August, 1926. S. 209 f.
- Romanes, Geroge John: *Die geistige Entwicklung im Tierreich*. Ernst Günthers Verlag, Leipzig 1885.
- Schacter, Daniel L. : *Forgotten Ideas, Neglected Pioneers*. Psychology Press, Philadelphia 2001.
- Schübeler, Frederik Christian : *Die Pflanzenwelt Norwegens*. A. W. Brögger's Officin, Chriatiania 1873 (1. Teil).
- Semon, Richard: *Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens*. Wilhelm Engelmann, Leipzig 1904.
- : *Das Problem der Vererbung „erworbener Eigenschaften“*. Wilhelm Engelmann, Leipzig 1912.
- Spemann, Hans: *Demonstration einiger Präparate von Experimenten über Kollerationen bei der Entwicklung des Auges. Sitzungsbericht der Physiologisch-medizinischen Gesellschaft*. A. Stuber's Verlag, Würzburg 1901.
- Valgas, Alexander: *Did Paul Kammerer Discover Epigenetic Inheritance? A Modern Look at the Controversial Midwife Toad Experiments*. In: *The Journal of Experimental Zoology*. Part B: Molecular and Developmental Evolution. 2009, B. S. 667–678.
- Weismann, August: *Studien zur Deszendenz-Theorie II. Ueber die letzten Ursache der Transmutationen*. Wilhelm Engelmann, Leipzig 1876.
- : *Die Continuität des Keimplasma's als Grundlage einer Theorie der Vererbung*. Verlag Gustav Fischer, Jena 1885.
- : *Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung*. Verlag von Gustav Fischer, Jena 1892.
- : *Semons „Mneme“ und die „Vererbung erworbener Eigenschaften“*. In: *Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie einschließlich Rassen- und Gesellschaftshygiene*. 3. Jahrgang. 1. Heft. 1906. S. 1-27.
- Yehuda, Rachel/Cai, Guiqing/Golier, Julia A./Sarapas, Casey/Galea, Sandro/Ising, Marcus/Rein, Theo/Schmeidler, James/Müller-Myhsok, Bertram/Holsboer, Florian/Buxbaum, Joseph D.: *Gene expression patterns associated with posttraumatic stress disorder following exposure to the World Trade Center attacks*. In: *Biological Psychiatry*. 2009 Oct 1;66 (7) :708-11. Epub 2009 Apr 25.
- Yehuda, Rachel/Mulherin Engel, Stephanie/Brand, Sarah R./Seckl, Jonathan /Marcus, Sue M./Berkowitz, Gertrud S.: *Transgenerational Effects of Posttraumatic Stress Disorder in*

Babies of Mothers Exposed to the World Trade Center Attacks during Pregnancy. In: *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. Volume 90, Issue 7, 1 July 2005.

【邦訳文献】

- ケストラー、アーサー：『サンバガエルの謎 獲得形質は遺伝するか』石井敏子訳、岩波現代文庫、2002年。
- ジル、フランソワーズ：『アルマ・マラー ウィーン式恋愛術』山口昌子訳、河出書房新社、1989年。
- ゼーモン、リヒャルト：「ムネーメ — 有機的出来事の変遷過程における保存の原理」（1～3章）、『無意識と記憶 ゼーモン／ゴルトン／シャクター』〈名著精選 心の謎から心の科学へ〉所収、岩波書店、2020年。
- スペクター、ティム：『双子の遺伝子 — 「エピジェネティクスが2人の運命を分ける」』野中香方子訳、ダイヤモンド社、2014年。
- ネッサ、キャリー：『エピジェネティクス革命 — 世代を超える遺伝子の記憶』中山潤一訳、丸善出版、2015年。
- モレアム、シャロン：『遺伝子は、変えられる あなたの人生を根本から変えるエピジェネティクスの真実』中里京子訳、ダイヤモンド社、2017年。
- ラブランシュ / ポンタリス：『精神分析用語辞典』村上仁監訳、みすず書房、1990年。

【邦文文献】

- 安藤寿康：『心はどのように遺伝するか』講談社ブルーバックス、2000年。
- ：『遺伝子の不都合な真実 — すべての能力は遺伝である』ちくま新書、2012年。
- ：『遺伝と環境の心理学 人間行動遺伝学入門』心理学の世界専門編18、培風館、2014年。
- ：『なぜヒトは学ぶのか 教育を生物学的に考える』講談社現代新書、2018年。
- 市川明：「アウシュヴィッツから南京へ」(<http://jcfaosaka.org/down-shiryou/20160416-jiji8-AtN00297.pdf>)。
- 太田邦史：『エピゲノムと生命 DNA だけでなく「遺伝」のしくみ』講談社ブルーバックス、2013年。
- 帯刀益夫：『遺伝子と文化選択 — 「サル」から「人間」への進化』新曜社、2014年。
- 岸本沙耶、宇野雅晴、岡部恵美子、農野将功、西田栄介：「獲得形質は遺伝する？ — 親世代で受けた環境ストレスが子孫の生存力を高める — 」(https://www.kyoto-u.ac.jp/sites/default/files/embed/jaresearchresearch_results2016documents170109_101.pdf)。論文本文は同著者たちによる Environmental stresses induce transgenerationally inheritable survival advantages via germline-to-soma communication in *Caenorhabditis elegans*. 2017年1月9日午後7時(日本時間)に英国の学術誌 *Nature Communications*

にオンライン掲載。DOI: 10.1038/NCOMMS14031.

熊谷哲哉：「光線としての言葉、あるいは可視化された世界：シュレーバーと自然科学と心霊学」『文明構造論：京都大学大学院人間・環境学研究科現代文明論講座文明構造論分野論集』1号所収、2005年、23-46頁。

中尾光善：『驚異のエピジェネティクス』羊土社、2014年。

仲野徹：『エピジェネティクス — 新しい生命像をえがく』岩波新書、2014年。

広瀬進：「細胞記憶から脳記憶へ」『生化学』第82巻、10号、2010年、917頁。

福岡伸一：『新版 動的平衡：生命はなぜそこに宿るのか』小学館新書、2017年。

———：『西田哲学を読む — 生命をめぐる思索の旅 動的平衡と絶対矛盾的自己同一』明石書店、2017年。

福元圭太：「記憶、エンGRAM、エクフォリー — ヘーリングからゼーモンへ——」『言語文化論究』第48号所収、九州大学言語文化研究院、2022年、17-34頁。

『岩波 生物学辞典』第5版、岩波書店、2013年。

【主な参照 URL】

トランスミューテーション：

https://jfly.uni-koeln.de/html/discussion/1996/9601_transmutaiton.html

シュタントフースの温度実験：

http://www.trauermantel.de/nymphalis_antiope_research_variability.htm

人間の新生代謝： <https://health.suntory.co.jp/professor/vol32/>

メチル化の程度が世代を超えて再現できる仕組み： <https://aasj.jp/news/watch/9267>

遺伝する獲得形質？日経サイエンス2010年10月号より：

<https://www.nikkei-science.com/?p=16158>

„Die Vererbung des Gedächtnisses“ als Aporie

— Vom Lamarckismus zur Epigenetik —

Keita FUKUMOTO

Dieser Artikel behandelt das Problem der „Vererbung des Gedächtnisses (Mneme)“, das Richard Semon im 3. Kapitel seines Werkes *Die Mneme* thematisiert. Semon behauptet im Sinne des Lamarckismus, dass während der Entwicklung eines Individuums, d. h. während der Ontogenese, die von den Körperzellen des Organismus (Soma) erworbenen und von Semon als „Mneme“ bezeichneten Eigenschaften in irgendeiner Form auf die Keimzellen übertragen und auf diese Weise generationenübergreifend, d. h. phylogenetisch, vererbt werden könnten. Diese Behauptung von Semon soll im vorliegenden Artikel unter Berücksichtigung des zeitgenössischen Fachwissens und der Expertenmeinungen untersucht werden.

Anschließend wird die Gegenschrift von August Weismann erörtert. Weismann war Schöpfer der Keimplasmatheorie und postulierte die „Allmacht der Naturzüchtung“. Aus einer radikal darwinistischen Position übte er an Semons „Mneme“ eine fast vernichtende Kritik.

Schließlich soll gezeigt werden, dass mit fortschreitendem Wissen über die Mechanismen der Epigenetik das „Gen-zentrierte“ Dogma des Darwinismus in Frage gestellt wurde. Es finden sich einige Beispiele, die bestätigen, dass der Lamarckismus, d. h. die Vorstellung von der Vererbung erworbener Eigenschaften, eine zum Teil richtige Annahme ist.

Bei der „Rehabilitation“ des Lamarckismus wurden bisher oft zwei Vertreter dieser Theorie, Paul Kammerer und Trofim Lysenko, genannt. Allerdings war gerade Semon derjenige, der bereits vor diesen beiden die Möglichkeit der Vererbung von erworbenen Eigenschaften, die er als „Mneme“ bezeichnete, postuliert hatte. Weismann verspottete die Übertragung der Mneme von Körperzellen auf Keimzellen sogar als „telegraphisch“ — ein Begriff, der im damaligen Kontext „ein nicht-physisches, nicht-substanzielles Kommunikationsmedium“ mit spirituellen oder eher okkulten Implikationen bedeutet. Aus heutiger Sicht handelt es sich jedoch bei der Beeinflussung von Körperzellen auf Keimzellen um Epigenetik. Bedenkt man, dass dies über Generationen hinweg wirksam sein kann, war diese sogenannte „Telegraphie“ in Wirklichkeit ein chemisch-physisches Medium namens Epigenetik.

Die „Vererbung des Gedächtnisses“ ist nicht nur ein physiologisch-biologisches, sondern auch ein wahrlich kulturelles Thema. Dabei würden Konzepte wie Aby Warburgs „Mnemosyne“, Richard Dawkins’ „Meme“, die Erziehungstheorien von Steiner und Montessori, das kollektive Unbewusste von C. G. Jung oder auch das kulturelle Gedächtnis von Aleida Assmann ins Spiel kommen.