



Evolutionary Theory for

CONSTRAINED & DIRECTIONAL DIVERSITIES

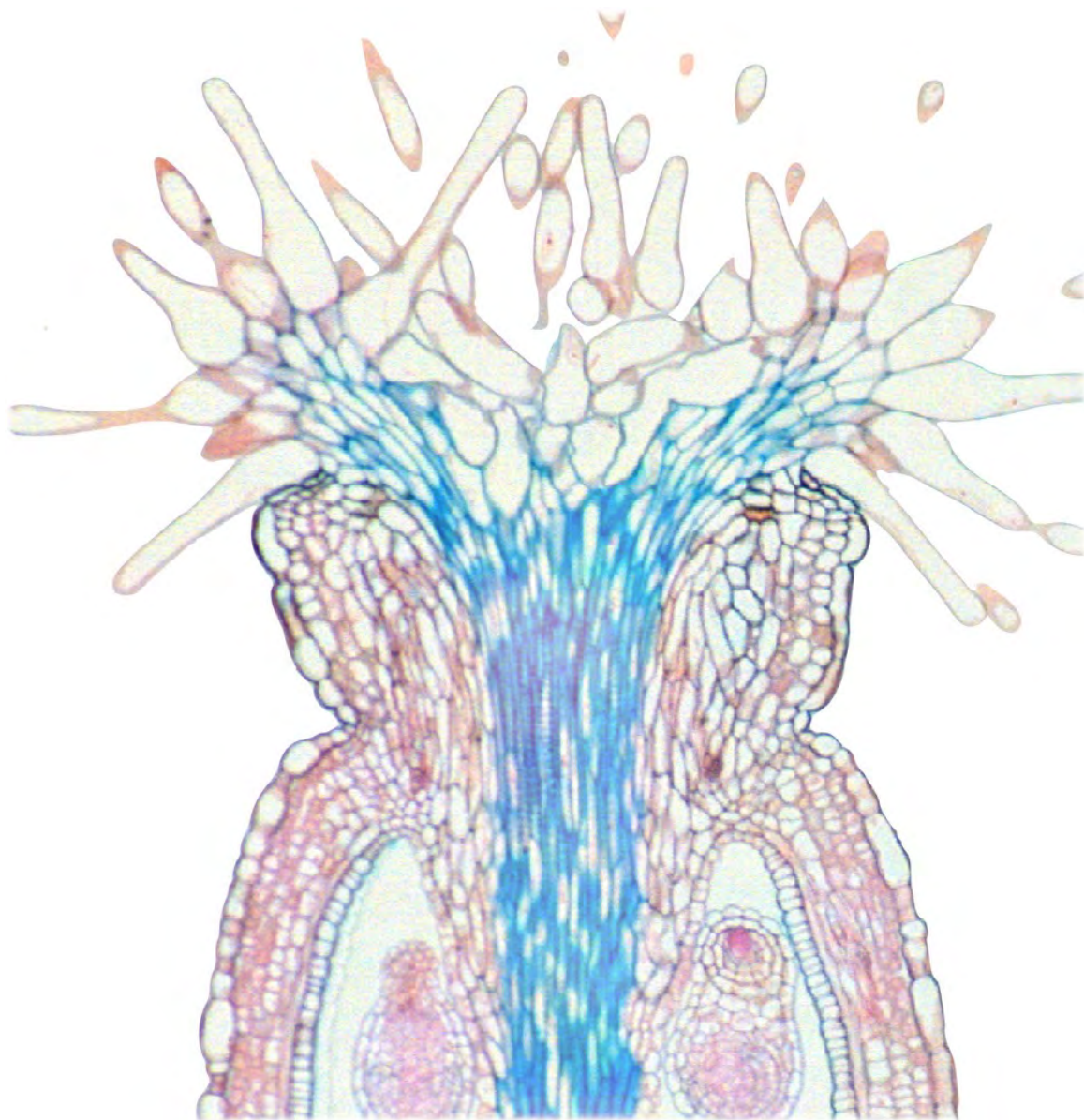
Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas

Constrained & Directional Evolution Newsletter Vol. 5 No. 6 (2021)

新学術領域研究

進化の制約と方向性

～微生物から多細胞生物までを貫く表現型進化原理の解明～



シンポジウム「自然変異からの遺伝子同定と機能解析：
多様性の進化的由来を探る」開催報告

表紙:シロイヌナズナ雌しべの樹脂切片。アルシアンブルー(青色)で花粉が通過する組織中の多糖類を染色している。

(写真:東京大学 木村友香・藤井壮太)

目次

日本進化学会第 23 回東京大会シンポジウム

「自然変異からの遺伝子同定と機能解析:多様性の進化的由来を探る」開催報告

石川 麻乃、土松 隆志 1

シンポジウム 13「自然変異からの遺伝子同定と機能解析:多様性の進化的由来を探る」概要 2

大規模な自然変異を再現して検証する「構成的進化生物学」に必要な遺伝学的ツール
～テントウムシにおける取り組みを例に～ 安藤 俊哉 3

「ヒト型」ゲノム編集マウスを用いて情動進化の軌跡を探る 佐藤 大気 4

植物の光受容体フィトクロムにおける自然変異と環境感受性の進化 池田 啓 5

ミヤコグサ-根粒菌共生における GxG 相互作用に関連する植物遺伝子の探索
番場 大 6

植物生殖において異種間受精を防ぐ分子メカニズム 藤井 壮太 7

連載エッセイ(36) ヘッケルと反復説 – その2 倉谷 滋 8

日本進化学会第 23 回東京大会シンポジウム
「自然変異からの遺伝子同定と機能解析：多様性の進化的由来を探る」
開催報告

2021 年 8 月 18 日～21 日にオンラインで開催された日本進化学会第 23 回東京大会において、本領域に公募班として参画する石川麻乃、土松隆志(東京大学)がシンポジウム「自然変異からの遺伝子同定と機能解析：多様性の進化的由来を探る」を企画・開催しましたので、その報告をさせていただきます。

自然界にみられる多様な形や性質がどのような遺伝子の変異により生じ、そこにはどのような共通性や違いが見られるのか。この問いは本領域のみならず進化生物学におけるもっとも重要な課題のひとつと言えます。近年、大量のオミクスデータやゲノム編集などの遺伝子改変技術が利用可能になり、非モデル生物においても自然変異の遺伝子同定から機能解析まで行なった研究も見られるようになってきました。本シンポジウムでは、こうした技術をいかに利用して多様な表現型の進化を解き明かすかについて、環境適応、生殖隔離、生物間相互作用、行動、形態の進化など多岐にわたる現象に動物、植物、微生物を対象に挑む研究者を招き、話題提供と議論が行われました。

参加者は最大で 130 人(アカウント)を記録し、このテーマへの関心の高さをうかがわせるものでした。各講演や最後の総合討論での質疑応答も大変盛り上がり、2時間という限られた時間ではまったく議論し足りないという印象を受けました。夜には SpatialChat を用いた懇親会が開催され、オンラインではありますが参加者同士の交流も深められたように思います。最後になりますが、素晴らしい話題提供をしてくださった講演者の皆さん、シンポジウムに参加し議論を盛り上げてくださった皆さん、そして本大会の運営に携わった皆さんにお礼申し上げます。



シンポジウム 13

「自然変異からの遺伝子同定と機能解析：多様性の進化的由来を探る」 概要

企画者

石川 麻乃(東京大)

土松 隆志(東京大)

講演者

安藤 俊哉(基生研)

佐藤 大気(千葉大)

池田 啓(岡山大)

番場 大(東北大)

藤井 壮太(東京大)

日本進化学会第 23 回東京大会

2021 年 8 月 19 日 13:00-15:00

趣旨

自然界で生物が見せる多様な形や性質は、私たちの心を強く惹きつける。では、この多様性はどのような遺伝子の変異により生じ、そこにはどのような共通性や違いがみられるのか？近年、非モデル生物でも大量のゲノム・トランスクリプトームデータを安価かつ高速に得ることが可能になってきた。しかしながら、生態・進化学的に興味深い形質の多くは量的かつ環境依存的であり、原因遺伝子同定の方法は一筋縄ではない。加えて、候補遺伝子・変異の機能解析については、ゲノム編集などの技術が革新的に進みつつある現在でもハードルが高い。本シンポジウムでは、環境適応、生殖隔離、生物間相互作用、行動、形態の進化など多岐にわたる現象に動物、植物、微生物を対象に挑む研究者を招き、自然変異からの遺伝子同定や機能解析についてご紹介頂くとともに、その重要性和課題について議論する。また、シンポジウムの前後に参加者間で交流の機会を設け、遺伝子・変異の機能解析から進化、多様性を一直線に結ぶ研究を進める研究者ネットワークを構築する。

大規模な自然変異を再現して検証する「構成的進化生物学」に必要な遺伝学的ツール ～テントウムシにおける取り組みを例に～

安藤俊哉^{1,2,3}

¹ 自然科学研究機構 基礎生物学研究所

² 総合研究大学院大学 生命科学研究科 基礎生物学専攻

³ 科学技術振興機構 さきがけ

次世代シーケンス技術の発達により、表現型進化に関わる遺伝子座および自然変異のパターンが次々と明らかになってきている。さらに、ゲノム編集技術を組み合わせれば、それぞれの遺伝子座における変異の生理学的な意義を明らかにする遺伝学の議論に落とし込むことが可能となった。従来の非モデル生物（遺伝学が適用できないという意味での）が次々とモデル生物化しているのが現状だろう。ここにきて進化生物学者の大きな関心事の一つは、果たして表現型進化のプロセスを理解するために「進化のテープを巻き戻す」ことができるようになったのかということではないだろうか。多細胞生物において大規模な自然変異を再現してその意義を検証する「構成的進化生物学」の実践には新たな遺伝学的ツールの開発が必要となる。複雑な染色体再編成の末に多様な斑紋パターンを獲得したナミテントウの形態進化をモデルとしてその進化の構成的理解を目指して進めている研究について紹介する。

多細胞生物の表現型の再構成

多細胞生物の表現型の進化プロセス推定・遺伝的再構成は未だ困難・・・



構成的進化生物学
の意義

進化プロセスの「推定」から「実証」へ

器官の特性を再構成するには・・・

器官発生の進化プロセスを再構成する（進化の模倣・再現）

1. 器官の発生プロセスの進化を理解する（進化発生学・集団遺伝学）

2. 発生関連の遺伝子群を適切な生物に移植する（ゲノム操作技術）

図：構成的進化生物学「進化プロセスの『推定』から『実証』へ」

「ヒト型」ゲノム編集マウスを用いて情動進化の軌跡を探る

佐藤大気^{1,6}, 井上由紀子², 森本由起², 井上高良², 久我奈穂子³, 佐々木拓哉^{3,4}, 服部聡子⁵, Giovanni Sala⁵, 宮川剛⁵, 河田雅圭⁶

¹ 千葉大学 理学院

² 国立精神・神経医療研究センター

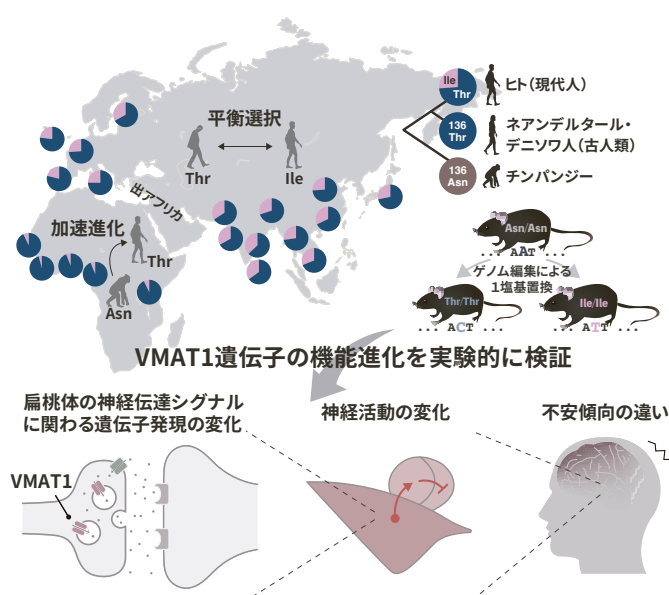
³ 東京大学大学院 薬学系研究科

⁴ 東北大学大学院 薬学研究科

⁵ 藤田医科大学 総合医科学研究所

⁶ 東北大学大学院 生命科学研究科

近年のゲノム・表現型の解析技術の向上とデータの蓄積により、ヒトの精神疾患や性格の遺伝基盤の解明が進んでいる。一方で、それらの遺伝子がどのように進化し、機能が変化してきたのかは不明な点が多い。これまでに私は、*VMAT1* (小胞モノアミントランスポーター1) 遺伝子に生じたヒト特有のアミノ酸置換が人類の進化過程で自然選択を受けてきたことを見出し、これが不安やうつ傾向といったヒトの情動の進化に寄与した可能性を示した。一方でこの変異が私たちの情動に与える影響の詳細な脳内メカニズムは不明であった。そこで本研究では、ゲノム編集技術により上記のアミノ酸をヒト型に置換したマウスを作製し、脳内遺伝子発現量解析、神経生理学的実験、行動実験を通して、*Vmat1* 遺伝子変異が生体に及ぼす広範な影響の解明を目指した。本発表ではそれらの結果をふまえ、*Vmat1* ヒト型変異が我々の情動およびその多様性の進化に与えた影響について考察したい。

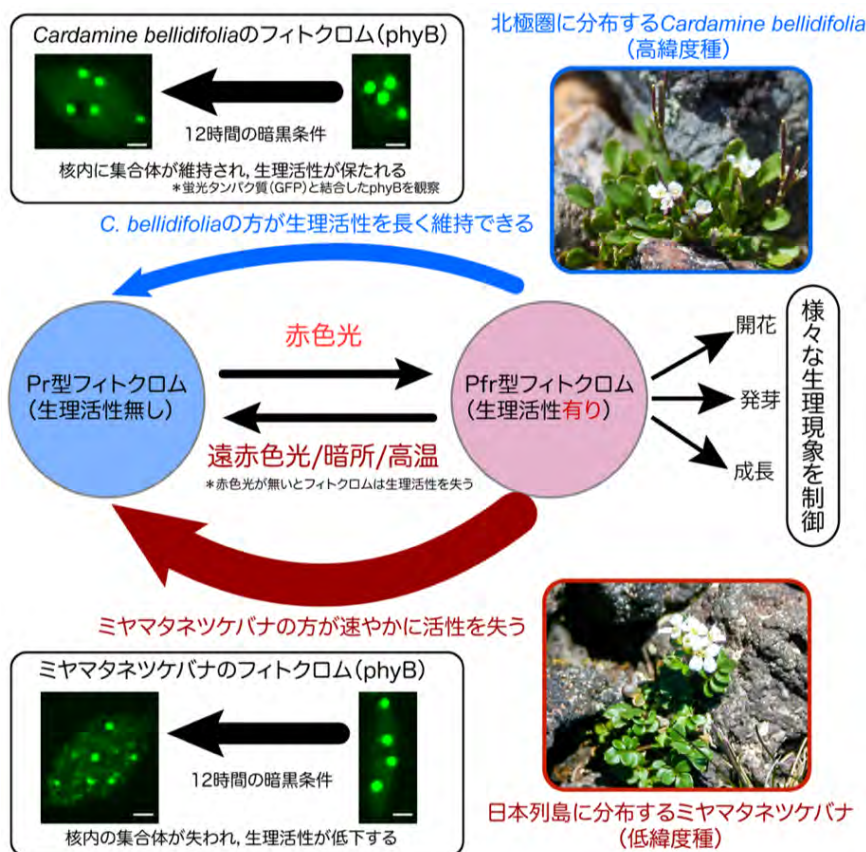


図：ヒトの情動に関わる VMAT1 遺伝子の機能的変異の進化とその効果の検証
小胞モノアミントランスポーター 1 (VMAT1) 遺伝子に存在するヒト特異的なアミノ酸置換は、精神疾患や性格因子と関連することが知られており、ヒトの情動進化を探る上で非常に興味深い遺伝的変異といえる。本研究では、当該座位をヒト型に置換したゲノム編集マウスを用いて、脳内の遺伝子発現量、神経活動、および行動を比較し、この変異がもたらす機能的な影響を網羅的に検証した。

植物の光受容体フィトクロムにおける自然変異と環境感受性の進化

池田啓¹¹ 岡山大学資源植物科学研究所

生物を取り巻く環境は緯度によって大きく異なる。なかでも日長や気温の違いは、植物の生育や生殖に大きな影響を持つ。そのため、これらの環境の違いに適応した形質・表現型を獲得することは、多様な植物を創出する仕組みの1つであると考えられる。光受容体が植物の生育環境を感知し、様々な生理機能を制御する中枢であることを踏まえると、光受容体の環境を感知する性質に変化が生じることは、日長や気温の違いに適応するための仕組みとなる可能性がある。そこで、北半球の温帯から北極圏に分布する周北極—高山植物が幅広い緯度に生育することに着目し、日本固有種ミヤマタネツケバナ *Cardamine nipponica* (アブラナ科) とその姉妹種で北極圏に分布する *Cardamine bellidifolia* を例に、植物の光受容体が緯度によって異なる環境への適応に関わるか検証した。本講演では、両種のフィトクロムが生理活性を維持する性質(環境感受性)に違いを持つことを示した生理学実験の成果を中心に発表する。



図：植物における環境感受性の進化を制御する分子機構。岡山大学プレスリリースより引用。

S13-4

ミヤコグサ-根粒菌共生における GxG 相互作用に関連する植物遺伝子の探索

番場大¹, 青木誠志郎², 梶田忠³, 瀬戸口浩彰⁴, 綿野泰行⁵, 佐藤修正¹, 土松隆志²

¹ 東北大・院・生命

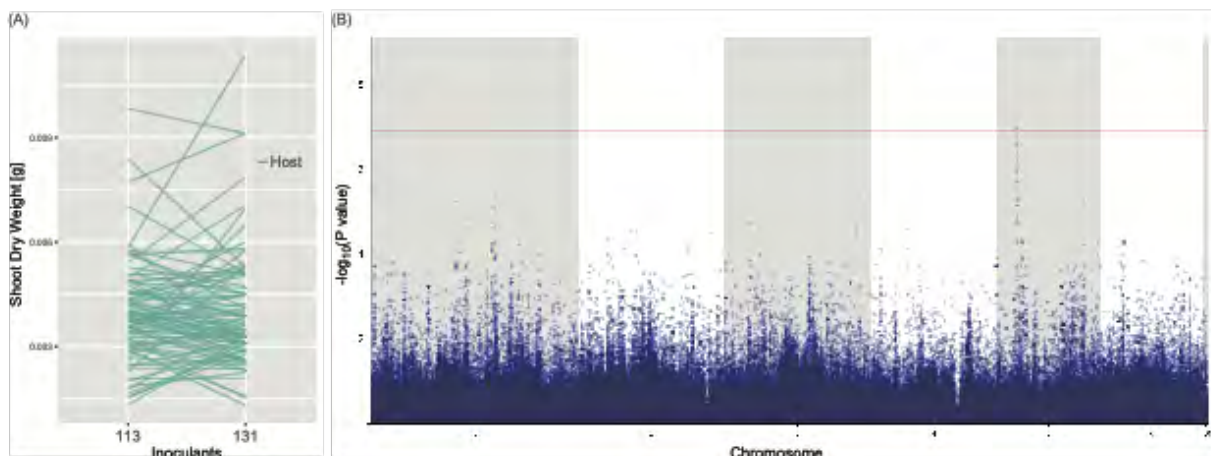
² 東大・院・理

³ 琉大・熱生研・西表

⁴ 京大・院・人環

⁵ 千葉大・理

異なる生物間の共生関係は生物の進化を駆動する重要な要因であると考えられている。共生関係により駆動される進化プロセスの一つとして、各地域で異なる生物との共生関係が互いに適応的に進化することで、集団間分化が促進するという地理的モザイクモデルが提唱されている。現在までに多くの生物がこのモデルに則って進化してきたと考えられているが、どのようにして異なる生物との共生関係が生物種内で分化するのか、未だ明らかになっていない。そこで我々はミヤコグサ-根粒菌共生関係に着目し、共生関係の分化過程を遺伝子レベルから明らかにするために、ゲノムワイド関連解析を行った。その結果、菌株依存的に変化する植物表現型と関連する遺伝子座が 5 番染色体上に存在することが示唆された。シンポジウムでは、本研究より得られた候補遺伝子の集団遺伝学的解析やそこから推測されるミヤコグサ-根粒菌共生関係の進化過程について最新の知見を紹介する。

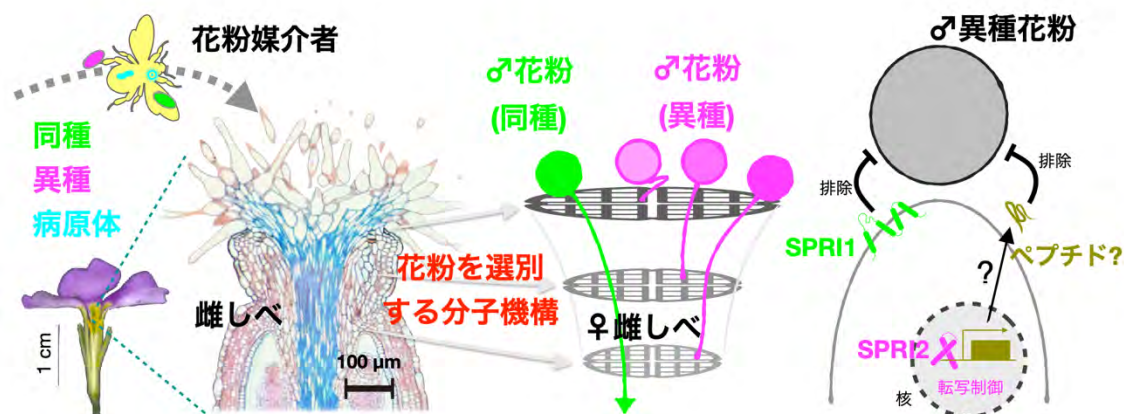


図：ミヤコグサ-根粒菌共生関係における菌株依存的な効果 (GxG) と遺伝子座の関連。A: ミヤコグサ 89 系統を根粒菌 2 株 (113 と 131) それぞれと育成させた際の表現型。傾きの違いが GxG のバリエーションを示す。B: GxG に対する GWAS の結果。Multi trait mixed model (MTMM) における菌株依存的な効果と SNP との関連。

植物生殖において異種間受精を防ぐ分子メカニズム

藤井 壮太^{1,2}¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科² Suntory Rising Stars Encouragement Program in life Sciences (SunRiSE)

植物の有性生殖は昆虫などの第三者によって媒介される。そのため、雌しべ(卵細胞を含む♀器官)は異種を含めた様々な種類の花粉(♂雄性配偶体)を受容する。一般に、異種間の受精は本来なら同種で割り当てられるリソースを減少させるため、適応度の低下につながると考えられている。そこで私たちは、植物が持つ異種の花粉に対する未知の防御分子メカニズムを明らかにするべく研究を行ってきた。本発表では、Stigmatic Privacy 1 (SPRI1)と命名した異種排除に関わる膜タンパク質とその他の SPRI 因子群について紹介し、それらについて議論する。

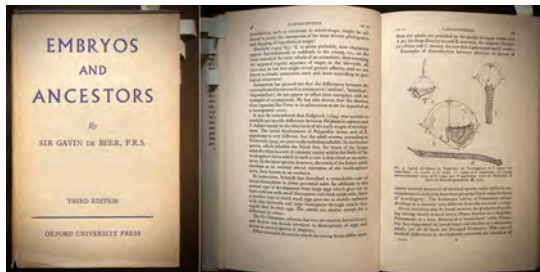


図：植物の雌しべは卵細胞まで花粉をやさしく導くだけでなく、きびしく選別する何層ものメカニズムがあるようだ。そういった排除分子モデルは白紙だったが、ゲノミクスによって最近少しずつ実態がわかってきた。

ヘッケルと反復説 – その2

倉谷 滋

反復説に続く学説、あるいは反復説に反駁する学説の歴史はどのようなだろうか。80年代初めの頃、ド＝ビア（Sir Gavin De Beer）の『Embryos and Ancestors』が私の在籍していた田隅研究室でごく局所的に流行っていた。これは、ヘテロクロニー（胎児化、幼型成熟）の視点から進化を説明しようとした著作であり、反復説に対する当時の動物学者の指針となっていた。ここには、19世紀から20世紀前半にかけての比較発生学における重要な諸概念が凝集しているのである。こういう本が流行るぐらいだから当然、関連事項としてフォン＝ベアの法則やヘッケルの生物発生原則、つまりはいわゆる反復説を巡る議論は日常的に多く、いわずもがな、1977年に出版されたグールドの『Ontogeny and Phylogeny』も話題の本となっていた。



反復説やヘテロクロニーの是非はさておき、進化と発生を結びつけて考える際の「発生」というのは、多くの場合「比較発生学」という意味での「発生学 (embryology)」のことであり、「発生生物学 (developmental biology)」というのとは少し違う。しかし、そののち器官発生学に実験手法が取り入れられるようになってその垣根が取り払われ、さらに90年代半ばに「進化発生学 (evolutionary developmental biology = EvoDevo)」が勃興し、いつの間にか進化形態学と系統分類学と比較発生学と発生生物学が分子遺伝学の上で渾然一体となった。めでたし、めでたし。ド＝ビア本人は比較発生学者であり、おそらく脊椎動物頭蓋の発生進化研究において最もよく知られている。が、実験発生学にも滅法うるさく、直接間接に学問領域の橋渡し

をしていたのだ。これはいまでも重要な著作なのである。

さて、ここでゼヴェルツォッフ (Sewertzoff) の『進化の形態学的法則：Morphologische Gesetzmässigkeiten der Evolution』(1931)にも触れないわけには行かないだろう。この内容は「法則」というよりむしろ、「系統発生学的基盤」というべきか。イエナの Gustav Fischer 社刊である。

出自がロシアであってもゼヴェルツォッフはドイツ学派に属する。たとえ、ドイツの学風が彼の肌に合わなくても、ドイツ学派だ。なぜなら、彼の学問研究の中核がもろにドイツ流だからだ。そして、このゼヴェルツォッフの形態学に大きな影響を受けたと覚しいのが米国の『Chordate Morphology (1962)』を著したジョリー Malcolm Jollie。詳細は、拙著『進化する形』や『分節幻想』を読んで頂くとして、1931年の時点でゼヴェルツォッフが原型論を脱し、ボディプランの系統的分岐を思い描き、発生リパターニングを骨子に形態進化についてここまで考えていたとは驚くべきことと言わねばならない。彼は確実に時代を先取りしていたのである。



本書においては、頭部形態を主眼に置いた脊椎動物の進化概説が第一の読みどころ。ヘテロクロニーのタイプとしての、「アナボリー (Anaboly)」、「アビーレン (Abbieren)」、「アルシヤラクス (Archallaxis)」が本格的に解説された部分が第二のポイント。進化的形態変化が生ずるには、発生過程のいつ、胚のどこに変更が加えられなければならないか。こんなことを概念的・思弁的に議論したところで一向に埒が明かない。ここで最も必要なのは、発生

機構と生物の系統分類に関しての、ひたすら具体的で膨大な知識体系なのである。Hox code がいつ成立するか、どの組織間相互作用がどの形態パターンに繋がっていった、そこにはどのような遺伝子の発現制御と細胞の移動、分布がかかわってくるのか。それが頭の中で想像できれば、ゼヴェルツォッフの言っていることの凄さがわかろうというもの。この時点ですでに解明されていた謎は多いのだ。なのに、なぜみんなフォン＝ベアーにまで戻ってしまうのか。私にはそれが分からない。



そして、ご存じグールド著、『個体発生と系統発生: Ontogeny and Phylogeny』となるわけである。この本を通じて、「ネオテニー (neoteny)」「Bolk の胎児化説 (ヒトが類人猿様祖先の胎児化によって進化したという説)」「メキシコサンショウウオの幼型成熟」などの概念、現象について学んだ人は多いだろう。1977 年に出版されて後、和訳されるまで 10 年ほどかかっているが、私が思い出す限り、当時この分野が特に盛り上がっていたというわけではない。ネオテニーや胎児化説が、もっぱら人類学の文脈でたまに話題になることがあったように記憶するが、その場合でもヘッケルの反復説についてはむしろ否定的な見解を聞くことの方が多かった。ただし、それはヘッケルの反復説が「ある程度まかり通っている」という漠然とした通念が日本にあったからだと思うのだ。そして、ネオテニーを認めることが、反復説を否定することと同義であるような雰囲気すらあった。これについては、以前紹介したド＝ビアの『Embryos and Ancestors』の存在が大きかっただろう。あの本は結構読まれていたのだ。

いずれにしても、ネオテニーはヘテロクロニー概念の最も顕著な一例として認識されてい

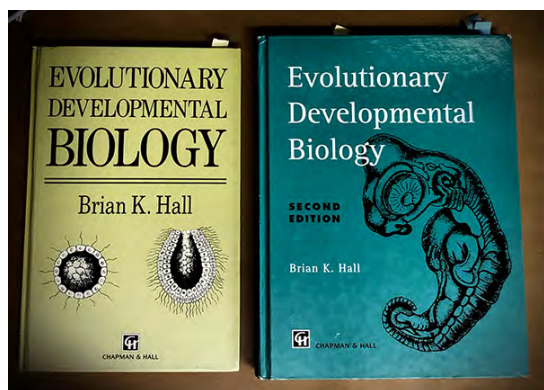
たはずである (いまでもそうかも知れない)。そして、グールドのこの大著が翻訳されたことは、留学直前の私にとって非常にありがたい出来事だった。

進化のなかで発生のタイムテーブルが変更する「ヘテロクロニー (heterochrony: 異時性)」に関しては、前述したド＝ビアの議論と、このグールドによるセオリーが最も有名だろう。むしろ、ヘテロクロニーは、「発生が素直に祖先の発生を繰り返す」か (そしてその上で終末付加するか)、もしくは祖先の進化系列をそのまま繰り返す反復的プロセスをデフォルトとして受け入れた後に、やっと浮かび上がってくる概念のはずである、本来は。したがって、ヘテロクロニーを云々するということは、反復が基本的に正しいと言っているようなもの (のはず) なのである。さらに、進化のタイミングと発生のタイミングがずれているように見える場合に、あくまで例外的事象として持ち出されるのがこの概念であるはずだった。たとえば、羊膜類に至ってやっと獲得された羊膜が、胚発生初期から現れるように……。とりわけ、ド＝ビアの形式化は反復説依存的な性格が強い上に、必ずしも「発生のタイムテーブルのシフト」という意味でのヘテロクロニーの範疇ではない (Sewertzoff 的な) 変化まで扱っている。この辺りの話はいまでも上手く消化されているようには思えない。

この『個体発生と系統発生』の前半は、反復説にまつわる歴史的概観に当てられており、この領域の意味論的、認識論的性格が再認識できる。その意義は結構大きい。理解が難しいと思うことは、いつまで経っても難しい。その理由の大半は、概念や問題意識が時代とともに移り変わっていくからだ。「アカデミー論争」もそのひとつだと思うが、それは我々がもはや、分かりやすく白黒付けられることしか疑問に思わず、科学の対象として考えなくなってしまった、ということなのかもしれない。最近、思弁的な議論が忌避される傾向が強いが、その思弁が時代とともに上手く扱えなくなってきたこともまた確かなのである。小難しい理屈をこねることは、やはり科学の不可避的な側面なのである。同様に、私としてはゼヴェルツォッフの扱いが少し不満。彼の理論は、ヘテロクロニーではなく、むしろより一般的な発生の逸脱による新規形態の進化、新しい発生経路の構築を謳ったものだ。

そのインパクトもやはり、理屈をこねくり回さないと理解できない。本書において最も印象的なのは、70年代あたりまで、米国では反復説の話をすることがタブー視されていたという事実。日本で、高校の教科書にまで反復説が載っていたこととえらい違いだ。英米の生物学事情もなかなか窮屈だったことが分かる。

議論が本格的になるのは、むしろ EvoDevo 以降の傾向。これに関しては、B.K. Hall 著『Evolutionary Developmental Biology 2nd Ed.』を避けて通るわけには行かない。これは私が翻訳した『進化発生学』の原著である。ミヤケツトムさんの手になる図が多く掲載されている。この本から工作舎との付き合いが始まったわけだから、これがなければ『分節幻想』も『ゴジラ幻論』もなかったかもしれない。『進化発生学』は第2版だが、じつは私は第1版も訳していた。もともと出版は考えておらず、赴任したばかりの大学での講義のネタにしようと思っていた。それは実際かなり役に立った。そこでようやく出版するべきだと思ひ著者に連絡を取ったら、もうすぐ第2版が出るとのこと。乗りかかった船と、その第2版も訳してしまった。1998年という、進化発生学が勃興してまだ日も浅かったが、本書はこの分野が本来包含すべき諸分野を見事に概観し尽くしている。今でも勉強に使っている。気分的には、同じ工作舎から出たグールド著『個体発生と系統発生』の姉妹本と認識している。



他に、言及されることは少ないが、B. K. Hall & M. H. Wake 編『The Origin and Evolution of Larval Forms』(1999年)という書籍も存在する。月日の経つのは早いもので、これが出てからもう22年にもなる。これはオムニバス形式の

本で、動物の幼生と変態を進化生物学的視点から論じた総説が収められている。脊椎動物の話題が多い。幼生とは何か、変態とは何か。個人的にはとりわけ昆虫の「蛹」が最大の謎だと思っている。これらはかなり手強い問題群で、ずっと興味はあったが、結局手を出さずじまいだった。進化はモジュラーである。体の一部(モジュール)にだけ作用する淘汰があるように、個体発生過程の特定の段階や胚形態にだけ作用する淘汰圧がある。結果、幼生の形は親の形と無関係に進化できる(身体がパーツに分解できるだけでなく、時間的にも区分け可能な構造が発生プログラムの中にある)。しかも、表現型多型とか季節多型に見るように、ひとつのゲノムは、複数の発生経路を組み込むことができる。そんなさまざまな視点の研究を始める最初に、このような教科書があることはきわめて重要だろう。

さて、ヘッケルと言え、反復説だけではなく、進化生物学的センスに裏付けられた独特の「一元論(モニズム)」も有名だ。この文脈では、生氣論や全体主義などが議論の対象となるだろう。その意味で、現在の文脈で言えば、ヘッケルの哲学といま、最も深く関連するのは脳科学ではあるまいか。その意味で、渡辺正峰著『脳の意識・機械の意識: 脳神経科学の挑戦』(2017年)など読んでみると興味深いのである。

意識とは何か、それが解明されれば意識を機械に移植できるのか。本書はそれを本格的に論じた初めての一般向け科学書ではなかろうか。面白い。内容は難しいが含蓄のある文章が多く、かなり読ませる。やはり中公新書はひと味違う。昔から人間の「意識」や「自我」の正体は謎とされ、それはときに「精神」または「魂」とも呼ばれ、人々の人生観の根幹を成してきた。アリストテレスはそれを揮発性の気体「プネウマ」と呼び、20世紀になってその重さが21グラムだと主張する科学者が現れた(レン・フィッシャー『魂の重さの量り方』参照)。デカルトの二元論 dualism は精神と肉体を明確に分け(日本では魂がアイデンティティを担い、肉体は容れ物にすぎないという考えがすでに平安時代、『今昔物語』の頃から明確に存在した)、脳の中で唯一、単一構造として見出される松果体が「精神の座」であるとした。自己同一性の概念はデカルト以来なのだ。が、意識の実体を神経ネットワークの機能に求める本書によると、それは神経学的に分割可能らしい。言い換えると、

視交差(一種の伝導路の交差)や脳の左右を繋ぐ交連(例えば脳梁)のような神経伝導路がなければ、左右相称動物であるところのヒトは左右に2つの人格を持ってしまう。思えば、19世紀英国における心霊主義論争は自然観と科学の定義を賭けた戦いであり、ウォレスとダーウィンが意見を異にしたのも霊魂の存在をめぐってであった。

生氣論や霊魂を否定したヘッケルは一元論的哲学のもとに、進化のうちに複雑高度化した神経組織の活動なしに精神活動は現象しえないと主張したが、今にして思えば、この立場は本書のそれとかなり近いのである。ヘッケルは神経系が少数の神経細胞からなる単純なシステムから始まり、進化の過程でそれが複雑化大規模化した結果として精神と言われるものが立ち現れたと考えた。本書では、個々の神経細胞が人工的な素子で代替できるとするかぎり、脳の神経細胞をひとつずつ人工物と交換していくことによっていつしか精神活

動を丸ごと機械で行えることになるという思考実験が提示される。じっさいいま、人はとうとう機械に自らの意識を移植して永遠に生きようなどと本気で考えるようになってしまった。士郎正宗の『攻殻機動隊』に見るようなSF的テクノロジーが具体性をもって語られているわけである。ハラルドの『ホモ・デウス』も同様の観点からヒトの未来を考察した本だったが、いったいそもそも我々は意識についてどれだけ理解できているだろう。映画「ブレッドランナー」にも登場したチューリング・テストはいまや、意識が一人称でしか語ることのできない自己言及的な何かである(しかない)ことを曝露してしまったように見える。純粹科学的に意識の本質を探り、その移植可能性を考察した本書は、現代人がいま本気で挑戦し考察する価値のある一冊なのかも知れない。ヘッケルの遺産を、今さまざまな書籍の中に発掘してみた次第。

初出:「Facebook 衝動的に書籍紹介」(2020-21年)

Constrained & Directional Evolution Newsletter Vol. 5 No. 6

発 行 : 2021 年 9 月 15 日

発行者 : 新学術領域研究「進化の制約と方向性～微生物から多細胞生物までを貫く表現型
進化原理の解明～」(領域代表者 倉谷 滋)

編 集 : Constrained & Directional Evolution Newsletter 編集委員会(編集責任者 深津 武馬)

領域 URL : <http://constrained-evo.org/>