

科学的知識の生成と緩やかに連結した組織

——分子生物学のある古典的業績の成立過程を事例として——

山 口 健 二

On the Construction of Scientific Knowledge by a Loosely Coupled Organization;
A Case Study on the Production of a Classical Achievement in Molecular Biology

YAMAGUCHI Kenji

1 問題点

今世紀の科学の一般的特徴は、それが集団的営為であるということである。物理学・化学のような「固い科学」の領域では、共同研究の増大は誰の目にも明らかなものとなっている。科学に対する素朴な通念に反して、科学はもはや「天才の孤独な営為」ではなくなっている。このことは科学と組織の問題にわれわれの目を向けさせる。研究者の共同体は科学知の産出にどのようにかかわってくるのだろうか。本稿では、ある科学領域—分子生物学—に焦点を合わせることによって、この問題にアプローチを試みる。

今日われわれが分子生物学と呼ぶ領域がいつ登場したかについては一致した見解はない。とはいえ、分子生物学の発展にとって最も重要なエポックとして誰しもが挙げる業績がある。それは、Watson と Crick による DNA の二重らせんモデルの提唱（1953）である。

そもそも、生物学が「科学的」考察の対象とみなされるようになったのは、物理学などに比べると、はるかに新しい。それは早くとも十九世紀末である。この時期に生物学は「記載科学」の段階から「実験科学」の段階に移行し、実証的基盤を持つようになった。しかし、Watson=Crick 以前の生物学の歴史は混沌である。広く生物学といっても、そこには研究技法や問題関心を異にする多くの分野が混在しており、遺伝学・生理学・生化学・微生物学・生物物理学等、様々な学問分野が相互の境界も関連性も不明瞭なままに並列的に研究を続けていたのである。知識の「累積過程」も緩慢かつ曖昧であった。この点については Watson（1986）の回想が多くを語っている：

DNA に関する基礎のしっかりした事実はほとんどわかっていなかった。それについては、二、三人の化学者が研究しているだけで…、遺伝学者をひきつけるような化学的事実は何ひとつ知られていなかった。そのうえ DNA の仕事をしている人はたいてい有機化学者で、遺伝学にはまったく興味をもっていなかった（P.32）。

タンパク質や核酸の三次元構造についての議論はたいていは根拠のない空論であった。…大

部分はまだばく然としたことしかわかっていなかった。だから…生化学者たちはみな、X線関係の人びと〔X線結晶学者〕の議論を理解できなくともちっとも不安を感じていなかった(P.38)。

このような状況を変える契機となったのがWatson=CrickのDNA二重らせんモデルであった。それはあらゆる生命現象を生体高分子のレベルで理解可能であることを暗示するものであった。事実、その後の生物学の問題の立て方・解き方はこのモデルが引導したものである。ここに今日の体制化された生物学の起源があるといってもよい。

以下、このモデルの獲得過程を展望することとなるが、ここであらかじめ、その展望の結果として獲得されるであろうファインディングスについて総括しておこう。

①二重らせんモデルの獲得過程で分子生物学者たちの構成する緩やかに連結した組織が重要な役割を果たした。それは成員性すら不明瞭な組織であり、その繋がりは自主的でパーソナルな接触を基礎としており固定的なものではない。よって、知識過程を組織過程との関連で考える場合、「公式」の組織—大学・研究所—を考察の基礎とすることは問題である。DNAモデルがCavendish研究所という「公式」の組織で作られたというのは、ある種の見せかけである。科学が組織的営為であるとしても、多くの場合でより重要なのは「公式」の組織の境界を横断して形成される研究者のネットワークであり、この点はCrane(1979)を始めとする一連の「見えざる大学論」の主張と一致するものである。

②知識の創造は無から有が生まれるといった単純なものではない。それは既知の情報を再配列し、そこから未知の「意味」を読み出すことである。よって、創造における新奇性は個々の要素にではなくて、要素が作る関係性にある。緩やかに連結した組織はこの情報の再配列に適している。それというのも、そこでは無定形な情報が豊富に流通するからである。他方で、緩やかに連結した組織においては個人間の関係形成の自由度が高く、異質な情報を運ぶ諸個人の間にも共同関係が成立しうる。二つの異質な知識系が接触し統合され、「第三」の知識系が立ち上がる可能性も高まる。同質の知識系の接触の場合に比べて、異質な知識系の接触が新しい知識系を生じやすいことは直観的に理解しえよう。

③DNAの二重らせんモデルは研究者ネットワークにおける「共同思考」の産物である。この場合、このモデルが二人の科学者の名の下に発表されたという事実は重要ではない。彼らは「発見」の中心にいただけのことかもしれない。一般に、科学的知識は他の形態の知識に比べて高い「共有性」をもつ。この科学的思考の共同性が見えにくいのは、業績の帰属という問題が関わってくるからである。発見が起こった実際の過程と、発見がどの個人の業績として帰属されるかという問題は慎重に分離して考察する必要がある。

もとより、本稿は一つのケース・スタディであり、そのファインディングスからの一般化には慎重でなければならない。しかし、本稿の原点となる関心はより一般的なものであることはここに示しておきたい。それは知識の社会性という問題に関わっている。

知識は間主観的構成物である。社会学にとって、この命題は自明に近い。にもかかわらず、知識の創造を問題にする場合には、個人心理過程としてアプローチされることがしばしばであった。思うに、この種のアプローチは一つの逆説を孕んでいる。創造とは、その定義からして、いかなる個人によっても予想されなかった事象の発現であるにもかかわらず、創造に関わるのは個人以

外ではありえない。この逆説を解決するためには、社会組織における情報の流通という構造的な過程を視野に収めるべきだ、というのが本稿の主張である。よって、以下の論考の背後仮説をより一般的な形で述べるならば、知識の創造は集会的・間主観的営為であり、それを純個人的営為に還元することはできない、となる。

1 Watson=Crick の二重らせんモデルの以前と以後の生物学

大局的に見ると、Watson=Crick のこの画期的な業績は、当時の分子生物学の牽引役であった二つの学派—情報学派と構造学派—の交叉点でなされたことになる。情報学派はファージ・グループを自称する合衆国の研究者が中心であり、その関心はバクテリオファージ（細菌に寄生するウィルス）の増殖機構の研究を手掛かりとして遺伝現象を解明することであった。他方、構造学派は主に X 線結晶回析学者が中心であり、彼らは X 線技術の応用領域の一つとして生体高分子の立体構造の解明に関心をもっていた。

二重らせん以前の段階では、この両派は生命現象を正反対の方向から理解しようとしていた。情報学派は遺伝の機構・過程の解明を目指しており、遺伝子の物質的性格—遺伝子の組成や構造—が問題にされることは少なかった。構造学派としては、DNA は数ある研究対象の一つ、それもマイナーな研究対象であり、彼らが興味をもつ生体高分子は核酸よりは蛋白質であった。前者の「生物学的」方向と後者の「物理化学的」方向、要するに、一方のデータは他方にとって意味を持たなかったのである。

後にこの両派は分子生物学の名の下に統合されることとなるが、その最初の接点となったのが Watson と Crick である。Watson は情報学派に育った若手研究者であり、Crick も構造学派の同じく若手研究者であった。この二人が英国の Cavendish 研究所で DNA の共同研究を始めたのが 1951 年、すなわち、二重らせんが世に問われる二年前のことである。

このモデルが画期的であったのは、第一に、それまで独立していた上の二つの学派の関係を相補的なものへと転換させる潜在能を秘めていた点にある。DNA があらゆる生命現象を理解する鍵となる物質であるとすれば、その物理的構造についての適切なモデルが得られたということは、DNA を接点として生命「機能」に関する情報学派の研究と生命「物質」に関する構造学派の研究とが相互に有意な関連性もちうることを意味する。

もとより、Watson=Crick 以前の段階にあっても、この両派は研究者の意識の点では互いに排除し合うものではなかった。両派の研究者は究極的には生命現象を物理化学的に理解することを共通の理想としていたが、その適切な方法が知られていなかったというのが当時の状況の適切な説明である。その意味で、二重らせんモデルは「待たれていた」ものだったのであり、それゆえにこそ、いずれの学派の研究者にも受け入れられたのである。

ところで、一般に、過去の科学的業績の貢献を評価する際に常に注意すべきは、理論と事実の演繹—機能関係と歴史的な因果関係とを混同してはならないということである。上のような要点的なレビューができるのも、二重らせん以後の生物学の発展が既に知られているがゆえであることを忘れてはならない。科学のフォークロアは科学の「累積的進化」を強調する。しかし、この累積性は回顧的に脚色されたものかもしれない。科学が体系化を終えた地点から過去の業績を振

り返ると、それらは直線的に累積してきたかのようにも見える。しかし、それは重要でない業績や誤った業績などがネグレクトされているからである。意義の低い業績を好んで追求する科学者はいない。ということは、科学業績の意義は、当初は未知数だということである。業績の発表の時点では、それがいずれの方向に発展させられるかを予測することが困難なことがしばしばである。

二重らせんモデルでさえも、発表当時は、Watson=Crickの周辺の科学者を除いて、大半の生物学者の関心を引くものではなかった。ましてや、それ以前の段階では生物学の進む方向は誰も示すことができなかった。ガイドはいくつかあったが、共有されたものはなかった。ここに科学的進歩の累積的必然性を見出すのは難しい。遺伝子が蛋白質ではなくて核酸であるという今日では「自明の事実」ですら、二重らせん以前の段階ではそれが認められるまでにかなりの曲折を経ている。生物学において「事実」が確実な累積性を示すのは、二重らせん以後のことである。

では、二重らせん以後の「事実」はどのように「累積」されたのであろうか。

周知のように、二重らせんモデルの根幹的発想は、遺伝暗号が二本の相補的な対の内に記されている、という至極簡明なものである。しかし、当時の彼らの同胞の研究者にとってはこのモデルは明示されたよりも遙かに多くを暗示した。

二重らせんの含意はCrick自身によってセントラル・ドグマという名称の下で定式化された。これは、遺伝情報はDNAからRNAを経て蛋白質へと流れ、しかも、その逆はありえない、ということ宣言するものである。いいかえれば、それはあらゆる生命現象を制御しているのはDNAであるという言明である。今日ではDNA遺伝子が酵素蛋白質の生合成を通じて生命体に不可欠な諸反応を絶えず制御していることは疑われることのない真理であり、その詳細な過程も明らかにされているが、当時はそのような知識はなかった。Crick自身も「直接の証拠がほとんどないこと」を弁えており、「ドグマ」と名づけられたのもその「仮説的性格を強調」するためであったという(Crick, 1958)。

その真理性が曖昧であったにもかかわらず、二重らせん以後の数十年の分子生物学の歴史は、このセントラル・ドグマに導かれたものであった。その歴史を一種の「予言の自己成就」の過程と見ることもできよう。そこに見られるのは、当初の曖昧な予言(=ドグマ)に導かれてデータが整備され、その結果、予言の内容がより豊かになり、さらに新しいデータを予言する、という循環過程である。実際、このセントラル・ドグマという一般的な仮説に包摂される多くの特殊な仮説—アダプター仮説、オペロン説等—が提唱され、それらが次々と新しいデータ—遺伝暗号の解説、mRNAの同定、tRNAの構造解明等—を導き、核酸が蛋白質を生合成する機構は次第に明らかとなっていった。

この歴史は「恣意的」な過程である点に注意しよう。この「恣意的」というのは、他の事態も可能性の点では同様に起こりえたが一つの事態が選びだされた、という意味である。この点について当時の指導的な分子生物学者Luria(1991)の言は示唆的である：

しっかりした証拠がないうちに、私がかたよった考えをもっていたということに注意してほしい。どちらの側にもつかずにさまざまな可能性をはかりにかけける公明正大な科学者の像というものは、単純化もはなはだしい。科学者は…意見や好みをもっている。この好みは…どうとりくむかの選択には決定的な影響を及ぼす(P.109)。

確かに、Watson=Crickは「真理」を発見した。しかし、ここで忘れてはならないのは、真理なるものは「作り出される」ものだとしたことである。真理は、「そこにある」ものではなくて、もし、Luriaのいう「かたよった考え」をもった研究者が意識的に探索しようとしなければ、存在しないのと同然のものなのである。実際、二重らせんそのものも「かたよった考え」に導かれてのものであった：

三つか四つのデータがあって、どれが信用できるかわからない。そんなとき、私たちはどれか一つを捨てる。何の根拠もないけれど、それは誤りだと仮定して、そうして残りをよく見て、それらが意味をなすかどうかを考える。これが〈いつも〉やっていることなんです。どうも人々は気づいていないようですが、データはそれ自身まちがっていることがあるばかりでなく、人々の思考を踏み誤らせます。なにかを発見しようとするとき、動かし難い事実なんてありません。事実が固まるのはあとからなんです (Crick へのインタビュー： Judson, 1982, P.108)

もし、二重らせんモデルが得られなかったとしたら、Watson=Crick以前の生物学の混沌は混沌のままであったかもしれない。また、もし、彼らとは別の「かたよった考え」を持った研究者が彼らとは異なった方向に真理を予言したとしたら、分子生物学は今日のような姿とはならなかったかもしれない。分子生物学では、「幸いなことに」セントラル・ドグマが正しかったことがわかった。しかし、もし、それが間違いであったならどうなったことだろう。Crick (1989)は「もう一度新しいドグマで、少しはうまく行くかどうか試みてみればよい (P.165)」と、いとも簡単にいつのける。

2 組織的営為としての科学——緩やかに連結した組織とその情報の流通様式

思うに、科学の組織の場合ほどフォーマルな側面と実際の業務が乖離している例は他にない。Watson=Crickの共同研究はこの顕著な例を示している。当時のCavendishでは蛋白質を中心に研究が進行していた。DNAについては関心は持たれても研究プログラムの中には含まれておらず、WatsonとCrickの「本来」の仕事も別にあった。いってみれば、彼らのDNAの仕事は正式の研究とは直接に関係しない「副業」だったのである。

この点を適切に捉える上で、Weick (1976)の「緩やかに連結した組織」の概念が非常に有効である。彼は緩やかに連結した組織の内部過程を次のようなメタファーで描く：

今ここで、あなたが少し風変わりなサッカーの試合のレフェリー・選手・観客のいずれかであるとしよう。競技場は丸く、複数のゴールがその丸いフィールドに無作為に散らばっている。試合の参加・退場は望んだ時にいつでもできるし、投げたい時にボールを投げ、いつでも、何回でも、またいくつのゴールに対しても、「それは私のゴールだ」と主張することができる。試合は終始ゆるやかに傾斜したフィールドで行われる。そして、その試合はまるで意味があるかのように演じられる (P.21)。

このメタファーで、選手を研究者に、ゴールを研究課題に、サッカー場をCavendish研究所に置き換えると、当時のWatson=Crickの置かれた状況の近似が得られるだろう。研究所や大学においては相互の関連性も不明瞭な複数の研究が同時に進行しており、研究者がどの課題をいつ手

がけるかはかなり偶発的に決まる。研究者が一体何を研究しているのかを明確にできない場合すらしばしばある。二重らせんの研究も一貫した姿勢で取り組まれたものではなかった：

ある時期に集中して〔二重らせんの〕問題に取り組むかと思うと、しばらくそのままほったらかしにしておくことができた。…1951年の末は、集中的にモデル作りに励んだが、その後私は、まだ大学院生としてしなければならないことがあったので、一時研究を中断せざるをえなかった。1952年夏には一週間ほど、DNA 溶液中の塩基対に関する情報を得ようと実験などもしてみたが、博士論文の研究に戻らねばならず、すぐに諦めざるを得なかった。モデルの座標測定を含めた最後のつめは、ほんの数週間しかかからなかった(Crick, 1989, P.103)。

このような Cavendish 研究所の研究スタイルは Weber の官僚制化された学問の描写と好対照であろう。その組織様式は定型性に乏しく、「緊密な連結」を前提にすると適切に描写することができない。そこでは「組織」の境界や成員性すら不明瞭である。

ところで、このような緩やかに連結した組織が科学活動にとって重要な意義をもつことがある。これは、緩やかに連結した組織においてはインフォーマルでパーソナルな情報が豊富に流通するからである。実際、科学的な成功が科学者のネットワークを通じた情報の流れという組織的な特性に依存することはしばしば報告されている (Crane, 1979)。

ここで忘れてならないのは、科学の最先端における情報交換は一般にパーソナルなものだということである。教科書というものは、科学がある程度体系化され、初学者の知的訓練を効率化する必要が生じた時に書かれるものであり、その情報は最先端の科学者のためのものではない。他方、専門雑誌も情報交換という点では二義的な重要性しか持たない。二重らせんの場合がそうであったように、最先端の情報というものは活字になる以前にパーソナルなネットワークを通じて周囲の科学者に伝わるものであり、その伝達速度も驚くほど早い。二重らせん以後の分子生物学で最も影響力のあった仮説の一つである Crick の「アダプター仮説」—tRNA の機能を予言した仮説—が公表されたものではなかったという事実をここに付け加えてもよいだろう。雑誌論文は主にプライオリティの宣言のために書かれることが多く、それは「読まれるより書かれるもの」なのである。

このようなインフォーマルでパーソナルな情報交換を考える場合、Granovetter (1973) の指摘が重要である。彼によると、一般に、個人間の「強い結びつき」よりも「弱い結びつき」の方が社会的に重要な意義を持つことがある。これは、弱い結びつきにおいては個人間に共有される要素—時間・興味・一体感など—が少ないがゆえにかえって、強い結びつきからは流れてこないような新奇な情報が流れる可能性が高いからである。

とすれば、科学における成功は情報のチャンネルとしての弱い結びつきに恵まれているかどうかという構造的要因にも依存することになる。この点に着目するとき、Merton (1983) のいう「優位性の蓄積過程」が重要性を帯びてくる。Cavendish の研究者は、そこに所属するという理由だけでも、他の機関でのセミナーや読書会に招かれる可能性が高い。たとえ自分が招かれない場合でも、同僚が出席すればそれだけで情報のチャンネルは開かれる。実際、二重らせんの「決め手」となった重要な実験的データは一枚の高感度の DNA の X 線回折写真であったが、これは他の研究機関に Watson が出向いたときにたまたま目にするのであった。

さらに指摘すれば、科学活動と全く無関係の交流ですら重要な意義をもちうる。セミナーから

の帰りの列車の中、私的なパーティ、ランチの席上、様々な機会に有意義な情報が交換されるかもしれない。この場合は科学者の私的な交際の中に情報交換のチャンネルが埋め込まれているといってもよい：

毎日の昼食時は、一日のうちで最もすばらしい時間だった。私たちは集まって語りあい、冗談をとばし、計画をたて、…議論を交わした。…そして突然誰かが、自分自身の、あるいは最近の会合で聞いてきた実験結果を話しはじめる。質問がとびかい、すぐに話し手は黒板のところで図を描いて説明し、論じ、論点を再構築する。誰もが食べるのをやめ、質問し、説明を試みる (Luria, 1991, P.179)。

緩やかに連結した組織が科学活動にとって、それも特に創造的な活動にとって重要な役割を果たすのはこのような理由による。相互の研究を厳密に区画化し、情報のチャンネルを強い結びつきに限定してしまうと、新しい有用な情報に接する機会を閉め出してしまう。二重らせんの獲得という一見個人的な過程も、こうした組織的・構造的な要因に大きく影響されていることを忘れてはならない。

パーソナルな情報に関しては、もう一つ重要な点を指摘しておく必要がある。それは、そのような情報には、公式の情報チャンネルの場合とは異なって、発信者の評価が含まれているため、受信者の方でそれをすぐに活用できる、という点である。一般に、「活字」の業績から読み取ることが困難なのは、それがどの程度の有意義な含意があるのか、あるいは、そのデータをどこまで信用してよいのか、というメタレベルでのメッセージ情報についての情報一である。パーソナルな情報にはこのようなメタ・メッセージが十分に含まれている。そこには発信者のバイアスがかかることもあるが、このバイアスは他の情報源との比較で修正可能であるし、なによりも、膨大な情報を受信者が逐一評価することの困難を考えれば、バイアスのかかった情報でもその価値は小さくない。

Watson=Crickはこの点でも幸運であり、情報を適切に評価できる人物が周囲に多かった。例えば、彼らが二重らせんの内側の特異的塩基対を着想する過程で、同室の構造化学者 Donohue から重要な助言を得ている。当時の化学の教科書の多くには塩基の互変異性体について誤った情報が載せられていたが、それを指摘したのが Donohue だったのである。

緩やかに連結した組織に関して、これまでとは別の側面を最後に指摘しておこう。それはこの組織の内部過程が偶発性に富むということである。原理的にいって、情報の流れの豊かさは偶発性を許容することによって得られる特性であり、この二つの特性は表裏の関係にある。したがって、二重らせんが緩やかに連結した組織の産物であるとすれば、それは実に多くの偶発的要因の複合した結果として獲得されたことを意味する。Watson=Crick が二重らせんのモデル化に際して利用した情報のうちの重要な部分が欠落する可能性は十分にあった。というのも、緩やかに連結した組織においては情報の流れる方向を変えるのに実に些細な理由で十分だからである。例えば、もし、Donohue の助言がなかったとしたら、DNA のモデル化が困難であったと、Watson も Crick も告白しているが、彼が当時同室であったのは全くの偶然であった (彼は Watson=Crick とは全く別の研究班にいた)。

つまり、科学の発展には、われわれの通念とは逆に、多くの偶発的要素が存在するという事である。科学の進歩は便宜的であり、一旦ある方向に希望が見えると他の方向が省みられること

は少ない。今よりも実り多い方向が他にあるかもしれない、というのは科学者の通常の懐疑方法ではない。この便宜主義が科学における偶発性を見えにくくしてしまう。今まで辿られてきた道筋が唯一の道であるかのように考えられてしまうのである。

3 創造の本質と科学的思考の共同性について

一般に、科学的知識は他の知識形態に比べて高い共有性をもつ。科学における知識の「所有権」を確定することほど困難な作業はない (Merton, 1983)。Watson=Crick が他者のデータを利用して二重らせんモデルを作り上げたことは有名である。ヌクレオチド間の結合についてのデータ (Todd)、塩基の定量的関係についてのデータ (Chargaff)、DNA の結晶繊維の X 線回析写真 (Franklin) など、二重らせんをモデル化するのに不可欠のデータはすべて他者のものであった。

しかし、ここで忘れてはならないのは、二重らせん以前の「事実」が堅固な「自明性」を持っていなかったことであり、これらの諸データが全く相反するデータと同時併存していたということである。だれもどれが「正しい」データなのか知ってはいなかった。

この点は創造の問題一般を考える時に重要である。DNA モデルを創造の事例とみなすのであれば、それは無から有を生じるという単純な図式では記述できないし、データからの単純な帰納ともみなせない。創造とは、既知の情報を再配列し、そこから未知の「意味」を読み取ることである。よって、創造における新奇性は、個々の要素の内ではなく、要素が作る関係性の内にある。実際、Watson=Crick の業績は何ら新しいデータを示すものではなかった。彼らは混乱したデータの中から一つの関係性を抽出したのである。この点を敷衍するには Hanson (1986) の論考が助けになる：

理論は、観測された現象をつなぎ合わせることで得られない。それは、現象を、ある種のものとしてとらえ、また他の諸現象と関連づけることを可能にする枠組なのである。理論によって、現象は体系になる。…現象の示す様々な観察された性質をもとにして、物理学者は…推論を運ぶのである。物理学者が求めるのは一群の可能な対象ではなく、一群の可能な説明なのである (P.189f)。

ここから読み取るべき重要な含意は「事実の自明性」はデータそのものに内在する属性ではないということである。「自明の事実」とは他の多くの「事実」と濃密な関係性をもつ「事実」のことである。体系化された科学的知識は、一般に、他の知識よりもデータ間の相互関係性が濃密であり、この場合の相互関係性を規定するのが科学理論である。DNA モデルがこの意味での理論としては第一級のものであることは既に示しておいた。

要するに、Watson=Crick が創造したものは、「事実」ではなくて、「事実の関係性」だということである。別の言い方をすれば、二重らせんは生物学における「事実」の性質を変えたのである。曖昧な「事実」を「自明の事実」へと。二重らせん以前の段階では、すべてが「知られていた」にもかかわらず、何も「判って」はいなかったのである。

ところで、要素の新しい関係性の構築という意味で創造を捉える場合、「共同思考」の重要性を改めて認識せねばならない。個人の知識が一つの論理系をなしているとして、その論理系が閉じているならば、そこから導き出される命題は、原理的にいって、新奇なものではありえない。

それは個人が既に有している知識体系に対して無矛盾であるがゆえに、自明の事象を再確認するだけの働きしか持たないはずである。個人の知識系が異質の知識系と遭遇し不協和が高まり、その解決が図られるとき、知識の新しい関係性を見出す蓋然性は高くなろう。Watson=Crick の共同研究はその典型であった。彼らが異なる知識伝統の中に育ったことは既に述べた。この相互に異質の知識系が接触・共鳴し、より包括的な第三の知識系が立ち上がる、これが二重らせんの形成過程だったのである：

我々〔Watson と Crick〕は互いに率直であることを恐れなかった。…他方のアイデアについての自分の考えを率直に交換できる関係にないとすれば、この種の問題が解けるとは思えない。…我々は物事の見方を持ち寄った。…我々はジム〔Watson〕が生物学をやり、クリックが物理学をやるというふうにはしなかった。我々是一緒に問題にとり組み、互いに役割を取替え、互いに批判し合った (Crick, 1974, P.43)。

ひどく難しく、込み入っていることを考える時、だれかアイデアを説明する相手が必要なのです。共通の基盤があり、違ったアイデアを持った人です。そうすると考えの誤りを見つけることがやさしくなります。…一人でたくさんの過程を重ねていくと、間違いやすいものです (Crick へのインタビュー：三浦, 1985, P.205)。

Watson と Crick の思考回路は閉じておらず、相互に条件づけられていた。他者の思考を前提として初めて個人が思考しうるような状況に彼らはあったのであり、いわば、二人で一つの思考を共有していたのである。いや、思考を共有していたのは二人にとどまらない。彼らは意図的・無意図的に多くの研究者と思考を共有していた。このことは科学者のネットワークにおける情報交換のあり方を見た際に、間接的にはあれ、既に指摘している。Watson=Crick が重要なデータやアイデアを知るとともにそれを発展させたのは他の研究者との交流を通じてであった。実際、二重らせんの根本となる二つのアイデア—らせん・相補性—も当時の彼らのサークルでは共有されたものであり、誰が最初にそれを言い出したのかを確定することすらできない。科学においては「アイデアは人びとのなかを動きまわる (Zimman, 1981, P.128)」のである。二重らせんの「発見」が「どの瞬間に起こったか、どんな考えが発端だか、または誰が最初だか分からない (Judson, 1982, P.186)」と Crick がいうのも、それが最終的な形を取るまでに多くの研究者との共同思考が何段にも累積されているからである。

もちろん、二重らせんの獲得過程で Watson=Crick は「指導的」な役割を果たした。しかし、このことは彼らとその過程を統制したことを意味しない。というのも、知識の発展をもたらすような共同思考関係が成立するかどうかは、科学者の緩やかに連結したネットワークの構造に左右され、その構造原理は偶発性に富み、本質的に個人的制御の範囲外にあるからである。よって、科学において知識を生産する「主体」は個人ではなく、個人の関係性であり、つまり、科学者の「組織」そのものとみなすべきであろう。個人は情報が流通し蓄積される際の「乗り物」に過ぎないとすらいふことができる。二重らせんの獲得を Watson=Crick という二人の個人の業績とみなすことはできないと主張する根拠がここにある。また、この点にこそ、創造に関わる逆説—創造に関わるのは個人以外でありえないにもかかわらず、創造とはいかなる個人によっても予想されなかった事象の発現であること—を解く鍵の一つがあるのである。

4 おわりに

これまでの論考を要約しておこう。分子生物学が混沌の中から発展してゆく過程は予言の自己成就の過程として見る事ができた。また、二重らせんモデルそのものも多くの偶発的要素が結合した結果として獲得されたものであった。二重らせんが得られたのも事実なら、Watson=Crickがそれを得なかった可能性も十分にあったことも同様に事実である。混沌の中から内容の曖昧な一つの業績が「たまたま」発表され、その予言的業績が契機となり徐々に知識が体系化され、当初の曖昧さが除去されていく。これが、生物学が新しい知識を生み出し、制度化されてゆく歴史であった。

この歴史は自己組織的なものといってよい。それが自己組織的であるというのは、部分を統括する全体が存在しないという意味においてである。そもそも、知識の生成が科学者の緩やかに連結したネットワークの構造に依存するものであれば、原理的にいって、科学の展開はいずれの研究者も完全には制御しえないはずである。生物学の制度化の過程でも、指導的な研究者がいたとしても、彼らは直接他人の研究を統制したのではなかった。個々の研究者が各自の興味を発展させたのであり、分子生物学が生物学の諸領域を統一していったのも、個々の研究業績の自己組織的な集積の結果なのである：

(二つの学問分野の橋渡しのためには) 理屈だけの議論はたいして役に立たない。そうした議論は、二つの分野が連携できそうだという意識は生み出すかもしれないが、それ以上のものではない。…二つの分野を劇的ともいえる方法で明確に結びつける新しい、しかもきわだった成果が出て初めて、両者を結びつけることの価値がわかってくるのだ。…そういう例があれば、二つの分野の間にかかる橋は、新しさを求めたい一心の研究者たちでたちまち一杯になる (Crick, 1989, P.160)。

ところで、分子生物学が知識を生成する過程を別の側面から見ると、「有能」な科学者が析出されてゆく過程であることに注意しよう。先に述べたように、二重らせんが緩やかに連結したネットワークを流れる情報が集積された結果であるとすれば、この「組織」は、二重らせんを創造すると同時に、Watson と Crick という二人の「有能」な科学者をも創造したというべきであろう。というのも、Watson=Crick が科学者として誰からも認められるようになったのは、二重らせんの獲得を通じてだからである。科学のフォークロアは成功した科学者を英雄に祭り上げる。不屈の意志で難問に挑んでいった、と。しかし、Watson と Crick の成功までの過程を見ても、彼らの「意志」は極めて不明瞭である。彼らが Cavendish で研究する動機を調べても、「そこでは何かできそうだ」といった漠然とした意識があっただけである。DNA に対する興味も一貫せず、「あれをやったりこれをやったり (Judson, P.200)」の状況であったことは既に指摘した。これは、つまり、彼らの科学者としての能力は社会的に構成されたものであり、これを所与の説明変数として DNA の解明を説明することはできない、ということである。「Watson と Crick が DNA の構造をつくったというより、その構造によって Watson と Crick が存在するようになった (Crick, 1974)」のである。

知識の生成ないし創造の問題を個人心理の問題に還元してはならない理由がここにある。創造の問題は個人に還元されると、説明困難になってしまう。天才、靈感、幸運といった言説が科学

のフォークロアではしばしば用いられるが、これらの言説が神秘的に響くのは一つにはこのためである。情報の流れといった組織的・集合的特性に着目することによって初めてこの創造の神秘性は社会的に説明可能となるのである。

注：緩やかに連結した組織における知識生成の問題についての理論的考察は拙稿（1993）にまとめてある。

文 献

科学史的な事実の確認のためにここに挙げた以外の文献もしばしば参照したが、直接引用したもの以外は割愛した。

- Crane, D., 1979 『見えざる大学』（津田良成監訳）敬文堂
- Crick, F., 1958 "On Protein Synthesis" in *Symposia of the Society for Experimental Biology*, Vol.12.
- _____, 1974, "The Race for the Double Helix" in *The Listener*, July 11, BBC.
- _____, 1989 『熱き探究の日々』（中村桂子訳）TBS ブリタニカ.
- Granovetter, M., 1973, "The Strength of Weak Ties" in *American Journal of Sociology*, Vol.78, No.6.
- Hanson, N., 1986 『科学的発見のパターン』（村上陽一郎訳）講談社.
- Judson, H., 1982 『分子生物学の夜明け』（野田春彦訳）東京化学同人.
- Luria, S., 1991 『分子生物学への道』（石館康平他訳）晶文社.
- Merton, R., 1983 『科学社会学の歩み』（成定薫訳）サイエンス社.
- 三浦賢一, 1985 『ノーベル賞の発想』朝日選書.
- Watson, J., 1986 『二重らせん』（江上不二夫他訳）講談社.
- Weick, K., 1976, "Educational Organizations as Loosely Coupled Systems" in *Administrative Science Quarterly*, Vol.21, No.1.
- 山口健二, 1993, 「ウェイクの『緩やかに連結した組織』について」『ソシオロジ』118号.
- Zimman, J., 1981 『社会における科学・上』（松井卷之助訳）草思社.