

大文字の第二次科学革命

The Second Scientific Revolution in Capital letters

吉田民人（東京大学名誉教授）

Tamito Yoshida (Emeritus professor, Tokyo University)

1. 旧科学論の三つの根本命題と 20 世紀科学の変貌

17 世紀のニュートン力学を契機として成立した近代科学の——個別科学のパラダイム（小文字のパラダイム）と区別される——科学総体を通底するメタ・パラダイム（大文字のパラダイム）は、今日という時点で捉えるなら、つぎの三つの命題から成り立っているといえるだろう。

第 1 に、科学という知の「目的」は、物質層から生物層をへて人間層へ至る全自然の過去、現在、未来にわたる「認識」に限定される。この第 1 命題を「目的：認識一元論」、略して「認識一元論」と名づけよう。なお、この報告にいう「自然」は物質的・生物的自然に限られず、人間的自然を含んでいる。

第 2 に、物質層から生物層をへて人間層へ至る全自然の「根源的な構成要素」は、唯一つ「物質およびエネルギー」である。物質とエネルギーはアインシュタイン以後同一物の異なる存在形態と認識されているから、この第 2 命題を「構成要素：物質一元論」、略して「物質一元論」ないし「唯物主義」と名づけよう。以下、「物質およびエネルギー」と「物質=エネルギー」と「物質」という三つの表記を同一の意味で用いよう。

第 3 に、物質層から生物層をへて人間層へ至る全自然の「根源的な秩序原理」は、唯一つ決定論的／確率論的および線形的／非線形的な「法則」である。この第 3 命題を「秩序原理：法則一元論」、略して「法則一元論」ないし「汎法則主義」と名づけよう。汎法則主義は、自然の各階層に他に還元不可能な固有の法則があると見る見解と、各階層の法則は最終的にはすべて物理学法則に還元されるという見解とを含んでいる。

近代科学のメタ・パラダイムをめぐる以上の 3 命題は、単純化されすぎた概括だという批判を免れ難い。けれども、「パラダイム・シフトの必要性と可能性」という問題の核心を鮮明に訴えるには有効な方法である。

さて、20 世紀科学の成果とされるもののうち前半の相対論と量子論、そして後半の複雑系科学または非線形科学は、いずれもこれらの 3 大命題と矛盾するものではない。けれども 20 世紀科学には、3 大命題に疑問を投げかける成果があった。

1) 20 世紀に実現した「技術の科学化」と「科学の技術化」は日本語で「科学技術」と呼ばれる科学と技術との融合をもたらした。この融合は近代科学の「認識一元論」の再考を迫るものであろう。だが、「社会のための科学」（実践的課題の解決）と「科学のための科学」（認識一元論）は、目下「科学論」として分離・並立したままである。

2) 遺伝情報と神経情報と計算機情報は「自然言語としての情報」を崩壊・拡大させ、「情報」という術語は物理学を含めて学術の全域に浸透し、近代科学の「物質一元論」との関連を問うことになった。だが、情報概念は目下のところ、専門分化した個別領域の間で——とりわけ自然科学と人文社会科学の間で——相互に無関連のまま、かつ物質範疇との理論的関連——例えば一元論か二元論か——を突き詰められることも

なく放置されている。物理学の「ゆらぎから形成される情報」と生物学の「遺伝情報」と社会学の「マスコミ情報」との関連はまったく闇に包まれている。

3) ゲノムの発見は生物層の秩序が「普遍かつ不変と措定される法則的秩序」とは異なるタイプの「特殊かつ可変な秩序」(生物多様性)であることを解明し、近代科学の「法則一元論」に一石を投じるようになった。物質層の多様性は、物理科学法則が普遍・不変と措定されるから、結局のところ、その境界条件の特殊性と可変性なる1系統の要因にのみ由来する。だが、生物層の多様性は、遺伝情報とその発現を決定する境界条件(細胞内外・生体内外の諸条件)という2系統の要因、なかでも遺伝情報の特殊性と可変性に由来する。けれども、分子生物学やゲノム革命の科学史的位置づけ——相対論・量子論とゲノム論はどちらがより革命的か、20世紀ゲノム科学は17世紀ニュートン革命の枠の中か枠の外か——については、物理科学還元主義(physical reductionism)による正統派(旧科学論)の公式的解釈が優先・優越し、ゲノムは目下「生体内で作用する物理科学法則の境界条件」という以上の解釈を与えられていない。分子生物学は、生命の謎を既存の物理科学のターミノロジーで語ることを可能にしたという「生物=分子機械」論である。

4) 人文社会科学との関連でいえば、新興の「情報」と旧来の「意味や心や精神」との、新興の「ゲノムの秩序」と旧来の「倫理的・慣習的、契約的・法律的秩序」との、あるいは「生物学のゲノム論的転回」と「人文社会科学の言語論的転回」との、それぞれ関連が問われて然るべきであるが、理系学術と文系学術との乖離・分裂が、その種の学問的動機づけを強くは鼓舞しない。相対論と量子論は哲学的思惟に影響したが、「ゲノム」の思想的・思想史的意義を徹底して追究する哲学的営為は未だ登場していない。

2. 新科学論による三つの代替提案

こうした近代科学の現況を踏まえながら、国際的な biosemiotics (生命記号論) の登場に先立つ 1967 年発表の「記号進化論——DNA 記号から神経記号をへて言語記号までという evolutionary semiotics——を淵源とする私の新科学論は、近代科学の上記の三大命題をつぎのように修正しようと提案してきた。

「設計科学」の提唱: 第1に、「自然の認識」を目的とする科学を「認識科学」(epistemological science または cognizing science) と再定義し、理系の工学と文系の規範科学・政策科学などを統合かつ拡大する「設計科学」(designing science) と名づけられた新しい科学形態を導入する。自然の「ありたい姿」と「あるべき姿」の設計である。科学の目的を「自然の認識」から「自然の設計」にまで拡張し、人類の歴史とともに古い「実学の伝統」に科学知の一形態としての権利を付与する道を開くのである。近代科学の目的における「認識」一元論から「認識と設計」統合論へのメタ・パラダイム転換である。誤解をさけるために付言すれば、設計科学とは「設計に関する認識科学」ではなく「設計それ自体を目的とする科学活動」である。

「認識」への禁欲的限定という科学の目的、したがってまた科学者の行為規範を根拠づけたのは、「設計」と「多様な価値」との関係である。とりわけ「設計」の前提となるべき「価値の普遍妥当性」が論証も実証もできないとするメタ価値論であった。設計科学は社会学者 M. ウェーバーが要請した「価値への自由」(実践論的価値へのコミットメントの自由)と「価値からの自由」(コミットした価値に囚われない自由)という二重の意味での「価値自由」を全面的に受け入れながら、「仮説的認知命題」(hypothetical cognitive proposition) の理論的・経験的反証(theoretical-empirical falsification)という認識科学の前提に呼応して、「仮説的評価命題」(provisional evaluative proposition) の理論的・経験的反証という前提を導入した。論理的自己言及の無限背進(infinite regress)と区別される経験的自己言及の無限前進(infinite

progress) という思想であり、K. R. ポパーの「反証原理」の拡張・一般化である。拡張・一般化された「経験的自己言及の無限前進」は生物層と人間層に独自の、物質層とは無縁の特性であり、「遺伝情報の恒久的な自然選択」は、その基底的な事例にほかならない。評価命題も認知命題と同様、反証に晒される。文脈依存性や状況相対性を特色とする「評価命題の経験的反証」をどのように理論化・実証化するかが、設計科学の一つの大きな課題である。旧科学論の「普遍主義」の再検討が必要とされる第1の場面である。

「社会のための科学」は「設計科学」という新範疇を得て「科学のための科学」(認識科学)と理論的に統合されることになる。刺激と反応、認識と実践、knowing that と knowing how、対象知識と利用知識(吉川弘之)との統合という「知の原型」、すなわち私のいう「情報のCD変換」——cognitive information(認知情報)から directive information(指令情報)への変換——が「科学知」において復活することになる。「システムの認識科学」と「システムの設計科学」を同じ科学の土俵で統合しようというのである。

進化論的「情報」範疇の提唱: 第2に、全自然の根源的な構成要素である「物質およびエネルギー」に付加して「非記号情報および記号情報」なる構成要素を導入する。人類の「概念史」という観点からすれば、「物質およびエネルギーがアリストテレス哲学の「質料」範疇の科学化であるのに対して、「非記号情報および記号情報」はアリストテレス哲学の「形相」範疇の科学化である。「質料と形相」範疇の科学化が「物質と情報」範疇の科学哲学的・科学論的確立として完結するのである。

まず、「非記号情報」は物質=エネルギーと同じく全自然を貫徹する構成要素であり、「物質=エネルギーの時間的・空間的、定性的・定量的な差異/パタン」と定義される。非記号情報すなわち「差異/パタン」は物質の「属性や特性や特徴や特質や特色や性格や性質」等々として、旧科学論の物質範疇に、それと気づかれず、またそれと指摘されることなく、包摂されていた基礎範疇である。すなわち、物質のあるところ、かならずそれに負荷される差異/パタンがあり、差異/パタンのあるところ、かならずそれを負荷される物質がある。両者は一体である。アリストテレス的に表現すれば、旧科学論の物質範疇は「質料としての物質とその形相としての差異/パタン(非記号情報)との不可分の統一体」、すなわちアリストテレス哲学のシュノロン(質料=形相結合体)と理解されていたことになる。

その意味で、旧科学論はすでに「非記号情報」の範疇を——上述した多様な自然言語を用いて——無自覚の前提にしていた。新科学論は、その差異/パタンを明示的に抽出・析出し——物質の差異/パタンは人間の感覚運動性・言語性の個人的・社会的情報機構による差異/パタン負荷と無関係に自存するものではないにせよ——、全自然を貫徹する根源的な構成要素に格上げするのである。この格上げが、「非記号情報」と区別される「記号情報」の範疇を、したがってまた記号情報の高次形態として人間層の心や意味や精神や「神」の範疇を物質層から導出するために欠かすことのできない理論的布石となる。

非記号情報の定義に採用された「差異/パタン」のうち、「差異」は言語学者 F. ソシュールの言語学の枠を超えた汎情報論的洞察を継承し、「パタン」は計算機科学の「パタン認識」にいうパタンを拡張・一般化したものである。「差異とパタンとの同時成立」、すなわち「差異はパタンを根拠にして成立し、パタンは差異を根拠にして成立する」つまり「差異化とはパタンの差異化であり、パタンとは差異化されたパタンである」という同語反復的な概念構築である。「elementary word」をめぐる「定義の無限背進」を回避するために選択された定義手法である。「差異化」を主張すべき文脈・状況と「同定」を主張すべき文脈・状況に応じて、それぞれ「差異」または「パタン」と使い分ける。

続いて記号情報である。DNA 情報をその進化的原型として言語情報やデジタル情報にまで進化する「記号情報」は、生物層と人間層に固有の構成要素であり、「記号として機能する物質の差異/パタン」(内記号

および外記号)とその「意味として機能する物質の差異／パタン」(対象の意味すなわち指示対象、および表象の意味すなわち意味表象)との物理科学的結合または表象媒介的結合と定義される。記号物質の差異／パタンを例示すれば、DNA情報はAGCTなる情報素子の線形配列パタンであり、法律は印字されたアルファベット(音素を表す文字の体系)なる情報素子の線形配列パタンである。DNA情報の変容がAGCTの線形配列パタンの変化であるとすれば、法律の改定は印字アルファベットの線形配列パタンの変化である。

「記号進化」は「記号担体の進化」と「記号形態の進化」に分かれる。その差異／パタンが記号として機能する物質、すなわち「記号物質ないし記号担体」は高分子、神経細胞、各種の生体外物質などさまざまであり、生体内に物質を担体とする内記号(endosign)を基盤にして生体外の物質を担体とする多様な外記号(exosign)を生み出した。これが記号担体進化の大筋である。内言語はendosignに着目し、外言語はexosignに着目する。他方、「記号形態」は生物層で創発したシグナル(signal)から人間層で創発したシンボル(symbol)へと進化した。これが記号形態進化の二つの基本フェーズである。遺伝記号(DNA記号)やホルモンやフェロモンやリリーサや感覚／運動信号などの「シグナル」は「記号とその指示対象とが物理科学的に結合してかならず指示対象をもつが、何ら意味表象をもたない記号形態」、またアイコンや言語ほかの「シンボル」は「記号表象と意味表象とが、学習の結果、脳内で物理科学的に結合してかならず意味表象をもつが、指示対象をもつとは限らず、もつとしても意味表象に媒介されてしか指示対象と結合しない記号形態」と定義される。脳神経系の一定の進化段階で創発する「表象」自体は、これをアングロ＝アメリカン系記号論のC. S. パースも大陸系記号学のソシュールも主題化しなかったが、シグナルからシンボルへの過渡期の記号形態と位置づけられた。

人間層にもっとも特徴的な記号情報空間は、「言語」の獲得によって著しく拡大・充実した人間の心像的・言語的な「表象空間」である。「生物層の進化」が生物の「DNA性情報空間における変異」に淵源するとすれば、それとまさしく平行に「人間層の進化」は人間の「表象性情報空間における変異」に淵源している。少なくとも進化という視点からすれば、人間層における「表象性情報空間」の意義は、生物層における「DNA性情報空間」の意義に等しい。科学革命も技術革新も価値革命も制度革新も、その起源は人間の表象性情報空間の変異にある。「豊かな意味世界」とは「豊かな差異／パタンをもつ心像的・言語的な表象性情報空間」にほかならず、心像的・言語的な表象空間の「ゆらぎの自由度」は人類社会の発展と直結している。

アリストテレスが「いかなる質料ももたない純粋形相」と定義した「神」を正統派科学論は、無視ないし排斥するばかりで位置づけることができなかった。だが、新科学論は「神」を「指示対象の有無存否を問う必要のない、また問うべきでない純粋表象空間」の人間の構築物(人工物)の一種と定義する。純粋表象空間の人工物、例えば「神」や「絶対者」は、物質的・生物的・社会的な人工物(人間の構築物)とまったく同様、人間にとってプラスとマイナスの両価的機能をもっている。むしろ表象空間(表象性の記号情報空間)は、純粋表象空間を含めて神経回路網なる物質的基盤、すなわち質料なしには存立できない。自然の根源的構成要素に関する「物質」一元論から「物質と情報」二元論へのメタ・パラダイム転換である。

「物質と情報」二元論は、厳密に言えば「本源一元論的派生二元論」である。「本源一元論」とは「質料としての物質」とその「差異／パタンとしての非記号情報」との「不可分の統一体」が物質層の唯一の構成要素であり、生物層・人間層もその物質層を不可避・不可欠の基盤として構築されるという自然哲学の謂である。「物質とその差異／パタン」一元論である。それに対して「派生二元論」とは、生物層と人間層にのみ固有の「物質と記号情報」との二元性を意味している。一元論的な物質的自然——「質料＝形相結合体」——が生命の誕生とともに二元論化する——「記号として機能する質料＝形相結合体」および「意味として機能

する質料＝形相結合体」の分化、「コードする質料＝形相結合体」と「コードされる質料＝形相結合体」の分化、つまり意味するものと意味されるものとの分化——という「非記号情報」から「記号情報」への進化である。

一元論的な物質層から派生する生物層と人間層に固有の二元論の内実は、抽象化すれば大要つぎのようなものである。すなわち、「記号」としての「物質の差異／パタン」が認知・評価・指令の3大情報機能ないし3モードの情報機能により「指示対象」としての「物質の差異／パタン」を指定・表示・制御し、ひらがえって「指示対象」としての「物質の差異／パタン」が何らかの選択過程（前述した経験的自己言及）に媒介されて「記号」としての「物質の差異／パタン」を直接・間接に決定するという循環的關係である。具体的事例でいえば、人間の認知・評価・指令的なシンボル性情報空間が人間的現実を構築し、人間的現実が事前・事後の主体選択に媒介されてシンボル性情報空間を決定するという循環關係、あるいは生物の遺伝子型が表現型を構築し、表現型が自然選択に媒介されて遺伝子型を決定するという循環關係である。

高次神経系レベルのデカルト的な「物心二元論」、および細胞レベルの「タンパク質と核酸」二元論は、人類の知の世界で顕在化して自覚された「派生二元論」の代表的な二つの事例である。抽象的にすぎるといって批判を恐れず理論化すれば、このほかにも免疫系やホルモン系や低次神経系など「意味物質の差異／パタンを指定・表示・制御する記号物質」と「記号物質によって差異／パタンを指定・表示・制御される意味物質」、すなわち「コードする差異／パタン」と「コードされる差異／パタン」との「記号-意味」連関が観察されるどころでは、派生二元論のそれぞれの形態が成立しているといえるだろう。タンパク質は遺伝情報（指令性記号）との関係ではその指示対象であるが、酵素タンパク質は、それによって触媒される化学反応（指示対象）との関係ではその指令性記号である。非記号的・記号的情報をめぐる哲学的思惟を「情報哲学」と名づけるなら、観念論や唯心論はきわめて限定された情報哲学だったということになる。ちなみに旧科学論は、例えば、このゲノムによってコードされた（DNA 情報を設計図とする）特異的な酵素タンパク質の存在を、生体内化学反応の境界条件と位置づけるのである。

認知・評価・指令の3大情報機能は記号情報の内在しない物質層には存在せず、生物層と人間層に内在する記号情報に固有の機能である。ということは、3大情報機能は、人間層に限定されるものでもない。原初的な高分子性情報処理においてもすでに認知・評価・指令の3大情報機能が観察される。例えば、タンパク質の合成はDNA情報の「指令機能」の結果であり、酵素タンパク質による基質の化学認識（鍵穴と鍵の関係で実現される chemical recognition）は「認知機能」、そして酵素によって触媒される生体内の合成・分解反応の結果による「酵素の触媒活性」と「酵素自体の合成」との調節は、自然選択の結果獲得されたと推定されるDNA情報の「評価機能」ではないか。それぞれ指令的・認知的・評価的な記号情報機能の進化的プロトタイプ（原型）である。感覚的・感情的・運動的な認知・評価・指令や言語的な認知・評価・指令は、脳神経性情報処理における、その高次形態である。抗原・抗体の関わる免疫反応も「認知と指令」抜きには成立しない。細胞の表面や内部に存在して細胞外の特定物質と特異的に結合する構造体は receptor（受容体）と呼ばれているが、それは認知にも指令にも関与している。当初のメタファー的解釈が新しい科学的認識を結実し得るのである。

「プログラム」範疇の提唱：第3に、そして最後に、全自然の唯一の根源的な秩序原理とされる「法則」を物質層に限定し、生物層と人間層に固有の秩序原理として「プログラム」という新しい基礎範疇を導入する。その進化的原型である「DNA性プログラム」に始まり、感覚／運動性プログラムや言語性プログラム、そして「科学技術化されたプログラム形態」としての計算機プログラムへ至る「プログラム」は、自然の生

物層と人間層に内在する何らかの進化段階の「記号」によって構成される秩序原理、メタファーを使えば「時空的な設計図」である。自然内在的な記号によって構成され、その結果特殊性と可変性を特色とする秩序原理として、自然内在的な記号と関わりのない（物質層には記号が存在しない）普遍・不変の「法則」（物理学法則、物理学法則と化学法則）とはまったくタイプを異にする秩序原理である。旧科学論の「普遍主義」が再考を迫られる第2の場面である。

しかしながら、理系出自の概念を文系に導入するのが旧科学論の常道であるから、文系出自の「記号」範疇を前提にする秩序原理、すなわち自然内在的な記号によって担われる秩序原理という反・非・脱・没物理学的なアブダクション (abduction) は、自然科学者、とりわけ物理学者にとっては「擬人的、すなわち反科学的」と映じやすい。だが、自然内在的・対象内在的な記号の関与と非関与は、プログラムと法則を分かつ最大の特徴である。ニュートン法則や遺伝的プログラムほかすべての秩序原理は認識主体の側の記号によって記述・表現されるが、その意味での記号の関与ではない。ニュートン法則は力学の術語で記述・表現されるが、ニュートン法則の対象となる運動自体にはいかなる記号も内在せず、それゆえニュートン法則は対象内在的ないかなる記号とも無縁である。だが、ゲノム科学の術語で記述・表現される遺伝的プログラムは、認識対象の側、すなわち細胞自体に内在する DNA 記号によって担われている。

新科学論は生物層の「ゲノム」の発見を、物質層の「物理学法則」から人間層の「慣習的・法律的法則」へと至る「秩序原理の進化」の missing link (系列完成上欠けているもの) の発見であったと解釈するのである。その結果、人間層の慣習的・法律的秩序や契約的秩序など「約束事ないし取決めとしての秩序」——以下これを「規約的秩序」と総称したい——は、「秩序をめぐる自然学的構想」の一環として、人類の学問史上初めて「自然の全体像」の中での居場所を得ることになる。「人間層の規約的秩序」はこれまで人間界における意義は問われたが、全宇宙や全世界におけるその意義を「宗教」は別として「科学」の立場から問われることはなかった。問われたとしても「科学」は答えようがなかった。だが「社会システムの時空的設計図としての規則」に先立ち、すでに「生体システムの時空的設計図としてのゲノム」が厳存したのである。まさしく「秩序原理の進化の missing link」の発見であった。自然の秩序原理に関する「法則一元論」から「秩序原理の進化論」へのラディカルなメタ・パラダイム転換である。

何らかの進化段階の記号によって構成される「生物層・人間層の時空的設計図：プログラム」は「記号の集合」として「記号情報」の下位概念の一つである。したがって、第1に、記号で構成されるがゆえにプログラムは、変容不能と措定される秩序原理：法則と違って、変容可能な秩序原理である。プログラムを構成する塩基や音素や文字の配列は変化しうる。変容不能でなければ秩序原理といえないとするのは、秩序原理＝法則一元論のコロラリーでしかない。第2に、DNA 性プログラムや感覚／運動性プログラムなど、指示対象と物理科学的に結合するシグナルで構成される「シグナル性プログラム」は、物理科学的に作動して誤作動（例えば、内分泌攪乱物質、通称環境ホルモンによる誤作動）を除けば違背はない。だが、建築設計図や慣習・法律などの映像性・言語性プログラムは、表象に媒介されてしか指示対象と結合しないシンボルで構成され、その結果、解釈の多義性や違背（逸脱）の可能性は当然のこととなる。人間層の秩序に固有の自由度、およびそれと表裏一体の脆弱性である。違背不能でなければ秩序原理といえないとするのは、やはり汎法則主義のコロラリーでしかない。

物質層の秩序を論じて物理学法則に言及しない自然科学者はいない。だが、生体内で作動する「ゲノム」とそれを支援／制約して生体内外で作用する「物理学法則」のほかに、あるいはそれとは別に「生体に固有の法則」、つまり生体固有の物理学法則や生体固有の生物化学法則に言及する自然科学者は、現在のとこ

る、いないようである。生物層に「ゲノム」はあるが、「生物法則」はないということである。とすれば、物質層に法則があり、生物層に法則がない。だが、人間層に法則があるという発想は、自然進化の一貫した趨勢という知見からすれば、説得力があるとはいえない。しかし、これまで社会科学の正統派は「規約的秩序」のほかに「法則的秩序」があると考えてきた。生物層になぞらえれば、「ゲノム」のほかに「生物法則」があると考えていたことになる。だが、果たしてそうか。心理学で「法則」とされてきたものは、遺伝情報の表現型か、文化的プログラムほか学習された脳神経性プログラムの作動の直接／間接効果か、さもなければ経験則ではないのか。いわゆる「経済法則」なるものは、ホモ・エコノミクス（理念的な経済人）に仮託された「経済合理的プログラム」や「その合成波及効果」、とりわけその「数学的構造」を「法則」と誤認したものにすぎない。人間層の一切の「合理的プログラム」は、一切の「慣習的プログラム」と同様、シンボル性プログラムであることに変わりはない。「ゲーム理論」や「合理的選択理論」は「法則科学」ではなくて「プログラム科学」に属するものだったのである。法学、なかでもその中核をなす法解釈学は、旧科学論の汎法則主義のもとで「科学」であることを断念ないし拒否し、自らを「技術学」と位置づける向きもあった。だが、いまや社会科学を代表するプログラム科学だということになる。人間層の問題解決に資する法律（法的プログラム）は、物質層の問題解決に資する物理工学的プログラムや生物層の問題解決に資する生物工学的プログラムとまったく同様「技術」であるが、その技術の内容はすべて何らかの「シンボル性・シグナル性のプログラム」である。もちろん「法的プログラム」は社会的技術であるという解釈に先立ち、「幻想の社会法則」に替わる近代法治社会の、さらに法的プログラムを拡大解釈すれば「倫理的プログラム」や「慣習的プログラム」と並んで社会一般の、基本的な秩序原理である。

生物層および人間層の秩序原理がプログラムだとしても、そのプログラムに関する——例えば、その形成・維持・変容・消滅に関する——何らかの「法則」が存在するかもしれない。法則ではなくプログラムによって説明するにしても、そのプログラムを説明する法則があるかもしれない。これは当然の疑問である。すなわち、新科学論は「説明項（説明変項）としてのプログラム」と区別される「被説明項（被説明変項）としてのプログラム」という課題を背負い込むことになる。すでに生物科学の主流は、遺伝的プログラムを説明するためにダーウィン説を採用している。たしかにダーウィン説を含む進化理論については、なお最終的な結論がでていないとはいえない。だが、私の新科学論は「被説明項としてのプログラム」をめぐる、拡張解釈されたダーウィン説、すなわち「汎ダーウィニズム」(Pan-Darwinism)を採用している。その大枠については後述することにした。

要するに、物質層の法則は「変容不能かつ違背不能の秩序原理」、生物層のシグナル性プログラムは「変容可能かつ違背不能の秩序原理」、そして人間層のシンボル性プログラムは「変容可能かつ違背可能の秩序原理」であり、自然の秩序原理の進化は秩序原理の、この意味での自由度の増大をもたらしたのである。自由への人間的希求の背後には、この「秩序原理の自由度の増大」という進化史的趨勢が控えている（もっともこの主張は科学的命題ではなくて思想的命題である）。「汎法則主義」のもとで困難であった「意思の自由」や「主体性」や「実存的人間」の「旧科学論」的位置づけはすべて疑似問題として却下され、「シンボル性プログラムの選択様式の在り方」という認識課題（記述的課題）および設計課題（規範的課題）として新たな局面を迎えることになる。新科学論の哲学的効用の一例である。

3. 「経験的因果関係」を説明する3タイプの「理論的因果関係」

こうして「法則的因果論」一色だった正統派科学の「理論的因果論」は、物質層の「法則的因果論」と生物層の「シグナル性プログラムの因果論」と人間層の「シンボル性プログラムの因果論」に三分されることになる。生物層でいえば遺伝子型とその細胞内外・生体内外の境界条件が「原因」となり、その表現型が、1対1、1対多、多対1あるいは多対多で「結果」する。人間層でいえば「3アウト・チェンジ」という野球のルール（規範的プログラムの一例）は、通例の境界条件（文脈要因）のもとでは3アウトを「原因」とし、チェンジを、1対1で「結果」する。いずれも「法則的因果」とは別種の「理論的因果関係」である。その際、シグナル性プログラムの因果は、法則的因果を支援／制約条件とし、シンボル性プログラムの因果は、法則的因果およびシグナル性プログラムの因果を支援／制約条件にしている。だが逆に、オゾン層の破壊（物質層）はシンボル性プログラムの作動結果としての、物理科学法則の境界条件の変容に起因し、交雑育種や分子育種はシンボル性プログラムによるDNA性プログラムへの直接的介入である。こうした人間層による物質層や生物層への影響に先立って、生物進化の結果それ自体、例えば光合成による有機化合物やミミズによる土壌形成が物質層に介入し、その変容をもたらした。すなわち自然の3層の間には、下層から上層へ、上層から下層へという相互関連が観察される。

「人間層の規約的秩序」（単純なケースならデートや会合の約束）という生活者にとって日常茶飯の秩序の在り方は、正統派科学論の「汎法則主義」のもとでは理解のしようがなかった。「実定法の学」が科学であり得なかった所以である。「3アウト・チェンジ」を「因果連関」と区別して「意味連関」とする試みもあったが、それは分離の乖離・分裂を追認・固定させるものでしかない。だが、プログラム範疇の導入により、人間の秩序は生物的秩序との連続（プログラムの秩序としての同一性）と非連続（物理科学的に構築されるシグナル性プログラムの秩序と表象媒介的に構築されるシンボル性プログラムの秩序との異質性）の解明をも含めて解明される事になった。

かつて、M. ウェーバーは「社会学的規則」（soziologische Regeln）の二つの要件として「意味適合性」と「因果適合性」を指摘したが、前者は「シンボル性プログラムの因果関係」を、そして、後者は「シンボル性プログラムの因果関係の経験的妥当性」すなわちD. ヒューム的な因果関係を意味していると解釈することができる。「シンボル性プログラムの因果関係の経験的妥当性」が取り立ててことさらに問題にされるのは、違背不能の物理科学法則や、物理科学的に作動し原則として違背のないシグナル性プログラムと異なり、表象媒介的に作動するシンボル性プログラムの場合、原則として、そして現にしばしば違背が起こり得るからである。このウェーバー科学論に示唆を得た新科学論は、因果関係を「理論的因果関係」と「経験的因果関係」に二分し、理論的因果関係を上述のように法則的、シグナル性プログラムの、シンボル性プログラムのな因果関係へと三分したのである。その際、経験的因果関係はヒュームの意味での因果関係である。法則的因果論では決定論的／確率論的および線形的／非線形的な法則が違背不能とされているから、理論的因果と経験的因果を取って区別する必要がなかったのである。両者は一体化されて「因果関係」であった。しかし、理論的因果と経験的因果との範疇的分離が、「法則」以外の理論的因果の存在を科学論的に正当化する道を開いたのである。

文系学術にとっては画期的ともいえる論点であるから繰り返そう。「人間層の規約的秩序」は「物質層の法則的秩序」および「生物層のシグナル性プログラムの秩序」と並ぶ「人間層のシンボル性プログラムの秩序」として、つまり「秩序原理の進化」の最後の一環として、歴史上初めて「自然の科学像」の中で位置づけら

れたのである。ニュートン以来の「汎法則主義」のまさしく崩壊である。人文社会科学の一部には、つとに崩壊の兆しはあった。だが、一切の秩序原理の否定というラディカルな主張を含めて、これまで「汎法則主義」に対抗しうる代替提案がなかった。ゲノム科学とは全く無縁に構築されたウェーバーの「理念型」概念は、認識主体の認識手段と位置づけられているが、かりに理念型を社会の記号情報空間に内在するものと逆転させれば、ウェーバー社会学はシンボル性プログラム科学の先駆形態だと評価することもできる。いずれにせよ、新科学論は、シグナル性・シンボル性の「記号情報」とシグナル性・シンボル性の「プログラム」、すなわち生物層・人間層に「固有の構成要素」ならびに生物層・人間層に「固有の秩序原理」という二つの科学的構成概念が、「汎法則主義」の代替提案たり得ると訴えるのである。科学者でない多くの人びとは、「人間層の規約的秩序」については「科学知・理論知がようやく常識知・経験知に追いついた」と感じるだろう。その追いつきを阻んでいた元凶が、近代科学の汎法則主義だったのである。

4. 「自然の秩序」をめぐる新旧科学論の比較対照

以上にその概略を語った「設計科学」と「非記号的・記号的情報」と「秩序原理の進化」という新科学論の三つの提唱は、この順序でそのラディカル性、つまり、旧科学論との断絶が著しいものになる。そこで「秩序原理の進化」との関連で、1) 経験的一般化ないし経験則、2) 秩序の数学的構造、3) 自己組織性、4) 機械論 vs 有機体論、5) ゲノム解釈における「境界条件説 vs プログラム説」、という「自然の秩序」をめぐる新旧科学論の5つの見解を検討し、新科学論の提唱をより具体的に描き出してみよう。

1) まず、経験則である。全自然と全学術にあまねく見出される経験的一般化命題（以下「経験則」と表記）は、汎法則主義の用語慣習の一環として経験法則（empirical law）と呼ばれてきたが、原則として物理科学法則・シグナル性プログラム・シンボル性プログラムおよびそれぞれの境界条件（時間的な初期条件と空間的な狭義の境界条件を含む広義の境界条件）の適宜の組み合わせからなる「ハイブリッド説明項」から導出される。この「秩序原理と境界条件」に基づく経験則の導出という目標を新旧科学論は共有している。

問題は、優位する秩序原理のタイプによって経験則の妥当する領域／期間が異なるという論点である。物理科学法則とその境界条件が優位する経験則は、法則が普遍・不変であるから、それが妥当する領域／期間は境界条件の相違（例えば、地表重力のもとで成立する経験則と宇宙空間の微小重力のもとで成立する経験則との相違）にのみ依存し、一般に広範囲の領域／期間で妥当する。だが、シンボル性プログラムとその境界条件が優位する経験則では、境界条件ばかりでなくプログラム自体が変容可能であるから、妥当する領域／期間は著しい制約を受ける。制度Xのもとで妥当する経験則が制度Yのもとで妥当するとは限らない。したがって人文社会科学の経験則については、つねにその妥当領域と妥当期間に自覚的でなければならない。ジェンダーが関与する経験則は、その好例であろう。既成のジェンダー関連プログラムを前提にする経験則は、当のプログラムが変われば変わりうるのである。女性の社会参画に関する経験則は、女性の社会参画プログラムの如何によって大きく変化しうる、と捉えるのが法則科学と異なるプログラム科学の立場である。

そこで新科学論は、旧科学論の実証主義を「法則基盤の実証主義」（law-based positivism）と限定的に再定義し、新たに「プログラム基盤の実証主義」（program-based positivism）を提唱する。とりわけシンボル性プログラム優位の経験則は、境界条件の制御という手立てを除けば「所与としての経験則」なる色彩の強い物理科学的経験則と違って、「人間の手で構築される、また構築すべき経験則」だという科学論の見解が是非とも必要である。いわゆる「構築主義」など変革志向の強い人文社会科学者は、法則基盤の実証主義に

抵抗する余り、実証主義それ自体の否定へと過激化しやすい。だが、「法則基盤の実証主義」と「プログラム基盤の実証主義」を峻別する新科学論の枠組みは、文系学術における過不足のない実証主義の位置づけを可能にする。

2) ついで秩序の数学的構造は、「非経験的秩序」の数学的構造（純然たる数学的秩序）と「経験的秩序」の数学的構造とを区別する必要がある。後者は、①法則的、②シグナル性プログラムの、③シンボル性プログラムの、そして④経験則的な、すべての経験的秩序に妥当する。「数字で書かれた自然という書物」の解読というガリレオ以来の数学的科学的観は、「経験的秩序の数学的構造」一般を「法則」と誤解させがちであった。だが、新科学論は「法則」と「経験的秩序の数学的構造」とを分離し、両者は別の概念であるとする。所得税プログラムは数式で表現されるが、それは「シンボル性プログラム（的秩序）の数学的構造」であって「法則（的秩序）の数学的構造」ではない。「規則」であって「法則」ではない。数学的に表現されているからといって「法則」であるとは限らないのである。

複雑系科学の台頭は「線形的な数学的構造をもつ経験的・非経験的秩序」から「非線形的な数学的構造をもつ経験的・非経験的秩序」へのパラダイム・シフトであり、それ以上のものでもそれ以下のものでもないのではないか。「法則的な複雑系」（非線形力学や気象学）もあれば、「プログラムの複雑系」（金融工学）もあれば、「純数学的複雑系」（例えば、任意に構築された例示や遊戯のための複雑系）もある。複雑系理論は、この三つのタイプを識別する必要がある。だが、複雑系の計算機シミュレーションが「遊戯ゲームのルール」も「物理学法則」も「遺伝的プログラム」も「行為プログラム」も「経験則」も、すべて一律に「計算機プログラム」として入力するから、これらの区別が気づかれにくいのである。計算機シミュレーション一筋の研究生生活を過ごした人にとって、物質界の法則と将棋やチェスの規則との区別は不必要であろう。けれども、サンタ・フェ研究所の著名な complex adaptive system は、変容可能つまり適応可能なプログラムを前提にした「プログラム科学的複雑系」であって、変容不能つまり適応不能の法則を前提にする「法則科学的複雑系」（非線形力学系など）ではない。「非線形性」という数学的構造は同一であるが、それぞれの「秩序原理」が異なる。「秩序原理の進化」というパラダイム・シフトと「複雑系科学」というパラダイム・シフトはまったく別のものである。前者はニュートン以来の「汎法則主義」から「秩序原理の進化」へのシフトであり、後者は「秩序の数学的構造」というガリレオ以来の数学的科学的観を継承した上での「線形性から非線形性」へのシフトである。換言すれば、①線形型の法則的システム（古典力学）、②非線形型の法則的システム（非線形力学）、③線形型のプログラムのシステム（経済学の一般均衡理論）、④非線形型のプログラムのシステム（金融工学）という4タイプのシステムがすべて存在している。

「秩序原理の進化」という視点からすれば、数学的秩序の非線形性という問題よりは、「プログラムの秩序とその数学的構造との関係」が「法則的秩序とその数学的構造との関係」とは在り方を異にするという指摘の方が重要である。「法則的秩序」とその「数学的構造」とは同時成立して等価であり、法則が普遍・不変と措定されているからその数学的構造も普遍・不変である。だが「特殊・可変のプログラムの秩序とその数学的構造」との関係は、「一定の進化段階の記号で構成されるプログラム」の選択が当該秩序の「数学的構造」に先行し、それを決定する。それゆえ、プログラムが変われば、それに応じて秩序の数学的構造も変わりうる。例えば、人類学者 C. レヴィ＝ストロースと数学者 A. ヴェイユが解明した一定タイプの親族構造のクライン4元群という代数構造は、親族規則で決まるプログラムの秩序の「表層構造」に対して、その「深層構造」と解釈された。だが「自生的／計画的なプログラムの秩序」としての「表層構造」の、数学的な「深層構造」なるものへの「論理的・経験的先行性」ないし「先所与性」を見誤ってはならない。親族の「表層構造」が変

われは、その「深層構造」は変わりうるのである。構造主義のいまとなれば不適切な術語を借りるなら、深層構造（秩序の数学的構造）が表層構造（プログラムの秩序）を決定するのではなく、表層構造（プログラムの秩序）が深層構造（秩序の数学的構造）を決定するのである。ただし、物質層の物理学法則と生物層のシグナル性プログラムによる支援／制約は人間層の先所与的条件であり、この種の支援／制約が大きな意味をもつプログラム選択では、「深層構造」が物理学法則や遺伝的プログラムの直接・間接の効果であるかどうか、それに対する人間サイドの介入の可能性を含めて議論の一つの焦点になる。

社会科学の中で近代経済学はもっとも法則主義的である。たしかに経済合理的プログラムとその数学的構造は、法則の場合と同様、同時成立している。だが、それは「ホモ・エコノミクス」というプログラム選択の合理的基準を前提にした上でのことであり、この基準の論理的・経験的先行性や先所与性に気づけば、経済法則なるものの数学的構造が、物理学法則のそれとは違って、あくまで人間による「選択の結果」であると気づく筈である。こうして問題は、経済合理的選択を動機づける価値観や市場構造の解明へと移行する。

以上の論議は複雑系科学についても妥当する。法則的複雑系の普遍・不変の法則とその数学的構造は同時成立して等価であるが、プログラムの複雑系の数学的構造は先行するプログラム選択（むろん数学的に表現されたプログラムを含む）によって決定され、その逆ではない。プログラムが変われば、秩序の数学的構造も変わる。とくに工学的なプログラムの複雑系の場合、その非線形性が望ましいと評価されればともかく、望ましくないと評価されるなら、それを解消・克服するようなプログラムの介入が設計されることになる。こうした問題の所在が自覚されていないのは、結局のところ、「汎法則主義」のもとで「法則」と「プログラム」の秩序原理としてのラディカルな相違（前者の普遍＝不変性と後者の——対象内在的記号による被構築性に起因する——特殊＝可変性、つまりメタファーでいえば設計図的性格）が気づかれず、したがってそれが根本範疇化されていないからだとして新科学論はいうのである。秩序の数学的構造の解明は、法則的秩序とプログラムの秩序とで、その意義を異にするというべきであろう。前者では普遍・不変の秩序の解明であるが、後者では特殊・可変の秩序の解明でしかない。だが、ガリレオ系譜の数学的科学的科学観だけでは、前者と後者を区別できない。

3) 自己組織性もまた「法則的自己組織性」と「プログラムの自己組織性」とを峻別する必要がある。物理学出自の自己組織性は「法則（例えば散逸構造の理論）による自己組織化」であり、そこで話題にされる「情報」——例えば、ゆらぎから形成される情報や秩序（一定のパターン）——は「非記号情報」すなわち「物質の差異／パターン」一般であって「記号情報」ではない。だが、社会科学出自の自己組織性は「記号情報が有する認知・評価・指令の3大機能」を基盤に捉えた「プログラムによる自己組織化」である。「変容不能な法則」ではなく「変容可能なプログラム」を秩序原理とするプログラムの自己組織化は、「所与のプログラムによる自己組織化」を扱う「1次の自己組織理論」と「当該のプログラム自体の形成・維持・変容・消滅」を扱う「2次の自己組織理論」をともに必要としている。この種の二重化された理論構造は法則的組織理論にはありえない。国際的に膾炙した社会科学の自己組織理論は、プリゴジン流の自己組織理論の流れを汲むと誤解されているが、その実体はプログラムの自己組織化であって、法則的自己組織化ではない。生物層の自己組織化については、生体内で物理学法則が直接関与するために物質層の「法則的自己組織化」と生物層の「プログラムの自己組織化」が共存している。だが、物理学法則の直接関与も社会法則も存在しない人間層で「法則的自己組織化」を見出すことは不可能であろう。

とすれば、なぜ物理学出自の「法則的自己組織理論」が社会科学で受け入れられたのか。その理由は、「集権的・集中的（ときに加えて委任的）なプログラムの自己組織化」と対照的な位置を占める「分権的・分散

的（ときに加えて参加的）なプログラムの自己組織化」が、時代の要請を反映するハイエク流の自生的秩序論にいわばプッシュされ、プログラム範疇の欠如にいわばプルされて、物理学的自己組織理論とメタフォルカルに同定されたことにある。事実、社会科学や工学で自己組織性といわれるものは、自律分散システムを始めとして「分権的・分散的（ときに加えて参加的）」なプログラムとその合成波及効果を対象にしている。その実質において「複数エージェント型のプログラムの自己組織性」にほかならない。agent-based complex system もその例にもれない。だがプログラムの自己組織性には、ほかにも「単一エージェント型」と「複合エージェント型」が存在している。ここでも旧科学論が「普遍・不変の法則」と「特殊・可変のプログラム」という秩序原理の相違を範疇化・理論化していないがために、問題の真の所在が気づかれていないのである。

法則型とプログラム型という2系統の自己組織理論は、まさしく旧科学論と新科学論とが競い合う格好の場である。2系統の自己組織理論の区別は旧科学論では不可能である。だからこそ、その区別を指摘する声が聞かれなかったのである。「適切な概念」がないから「適切な認識」がない。帰納主義と演繹主義の限界であり、ブレークスルーのためのアブダクションが必要とされる所以である。プログラム範疇は、一つには、そのアブダクションの成果である。

4) 「機械論 vs 有機体論」というメタファーは旧科学論で馴染みのものである。生物を「分子機械」と捉える分子生物学の物理科学還元主義的解釈もこのメタファーを利用している。だが新科学論は、このメタファーが根本的に失敗しているとする。なぜなら、機械論のメタファーが、機械の部品も、その部品の時空的配置も、その過程や機能も、ことごとく工学的設計図の産物であるという論点、すなわち「ハードウェア化されたプログラム（設計図）」ないし「プログラム（設計図）を埋め込まれた、または体現した物質的構築物」という、機械の最大の特性を見逃しているからである。メタファーが着目した物理科学法則の貫徹は、機械においてばかりでなく有機体においても、その不可避・不可欠の支援／制約条件である。機械と有機体の相違は（以下、それぞれ前者が機械、後者が有機体）、①プログラムの外在性と内在性、②プログラムを構成する記号の進化段階の相違（数学的言語記号と遺伝記号）、③プログラムの創発様式の相違（自由発想と突然変異）、④プログラムの選択様式の相違（主体選択と自然選択）、⑤プログラムの選択基準の相違（目的合理的な最適化と W. D. ハミルトンのいう包括的適応度の最大化）など、すべてプログラムに関連する諸特性の相違に帰着する。一言でいえば、ともに物理科学法則を支援／制約条件とする「シンボル性の工学的プログラム」の「外在」と「シグナル性の遺伝的プログラム」の「内在」との相違である。

太陽系の構造と、機械の構造と、生体の構造と、社会の構造を比較するとすれば、「法則により生成する構造」と対比される「プログラムにより構築される構造」という意味で、機械の構造は、太陽系の構造よりはるかに生体や社会の構造に近似している。「法則的に生成する構造」と「プログラムの構築される構造」との理論的識別がない、つまり「法則」と「プログラム」の区別がない旧科学論は、この類似性・同型性を見抜けなかった。機械は有機体に先立つプリ生命の存在者ではなく、人工物というれっきとしたポスト生命の存在者である。この明明白白たる事実の理論的含意を旧科学論は解き明かすことができなかったのである。だが、新科学論は「プログラム不在型システム」と「プログラム外在型システム」と「プログラム内在型システム」を差異化することができる。物理科学的システムはプログラム不在型システムであるが、機械はプログラム外在型システムとして、生物や社会と同様、プログラム不在型システムではない。誰一人として疑うことのない旧科学論の「機械論 vs 有機体論」が、じつは失敗したメタファーだと断ずる所以である。

5) ゲノム解釈における「境界条件説 vs プログラム説」という対立は、分子生物学やゲノム科学の旧科学論的解釈と新科学論的解釈との対立の核心である。旧科学論は前述のとおり、ゲノムを生体内で作動する

物理科学法則の境界条件と捉え、他方、新科学論はゲノムを惑星地球上に登場したプログラム（時空的設計図）なる秩序原理の進化的原型と捉える。境界条件説は生物科学における物理科学還元主義の立場であり、遺伝的プログラム説はかつての有機体論や生氣論の換骨奪胎的な new version であると位置づけることもできる。両者はそれぞれのパラダイムの内部で整合的な解釈であり、その限りでは優劣をつけ難い。T. クーンの異なるパラダイムの間の commensurability (通約可能性) の一つの例題である。

だが、議論のアリーナつまり論議域 (universe of discourse) を物理科学と生物科学に限定・局所化するか、人文社会科学をも含む科学の全域にまで拡張・広域化・大局化するかによって、二つの解釈の是非は異なってくる。生物科学者や物理科学者は人文社会科学を視野に収めずにこの問題を議論する。だが、これまでの私の行論で明らかなように、新科学論は、科学の全域を視野（論議域）に収めて「境界条件説」と「遺伝的プログラム説」の妥当性を比較検討したのである。その結論は「自然の秩序」の原理を「法則」一本に絞る、ニュートン以来 300 年にわたり科学界を支配してきた根本命題「汎法則主義」を放棄せざるをえないというものであった。

崩壊して解体された近代科学の「法則」概念は、第 1 に、自然の 3 タイプの秩序原理、第 2 に、経験則、第 3 に、(経験的・非経験的な) 秩序の数学的構造という三つの基礎範疇として再編成される。新科学論でいう「法則」は 3 タイプの秩序原理の一つとしての物質層の秩序原理、すなわち物理科学法則として、全自然の根底を支えるものの、局所化された位置づけを与えられるにすぎない。生物層・人間層のプログラムの秩序は物理科学法則に支援／制約されるが、物理科学法則に還元することはできない。むしろ反-物理科学還元主義は珍しい主張ではない。だが、従来の科学論は、それを包括的・体系的に理論化することができなかった。進化論的な「情報」カテゴリーならびに進化論的な「秩序原理」カテゴリーを導入する新科学論は、「近代科学のメタ・パラダイム転換」という科学論の地殻変動として、それを実現するのである。

5. 新しい学問体系をめぐって

以上を要するに、新科学論の第 1 の論点が「認識科学」に対置・並置される「設計科学」の提唱であるとすれば、第 2 の論点は「物質科学」に対置・並置されるシグナル性・シンボル性の「情報科学」（「情報科学としての計算機科学」のみならず「情報科学としてのゲノム科学」や「情報科学としての人文社会科学」などをすべて含む）の提唱であり、第 3 の論点は「法則科学」に対置・並置されるシグナル性・シンボル性の「プログラム科学」の提唱にはかならない。「物質＝エネルギー空間」の秩序原理を「法則」、「記号情報空間」の秩序原理を「プログラム」とする根本枠組みであり、物質科学と法則科学、ならびに情報科学と（認識科学としての）プログラム科学は、それぞれ、前者が対象の「構成要素」に、後者が対象の「秩序原理」に着目した分類であって同一の科学領域である。プログラム科学は二分され、一つは「法則科学」に対置される上記の「認識科学としてのプログラム科学」であり、もう一つは「設計科学の別称としてのプログラム科学」すなわち「設計科学」そのものである。

伝統的な学問分野との対応をいえば、物理科学は「物質科学、かつ法則科学」、生物科学は「シグナル性の情報科学、かつシグナル性の認識型プログラム科学」、そして人文社会科学は「シンボル性の情報科学、かつシンボル性の認識型プログラム科学」となる。現行の「情報科学」は周知のように計算機科学に傾斜し、例えば bioinformatics (生物情報学) や法情報学も研究手法に計算機（計算機シミュレーションや計算機データベース）を導入したゲノム科学やタンパク質科学や判例研究と理解されることが多い。だが、新科学論の

立場からすれば、「情報科学」は「物質科学」に対置・並置されるべき全学術の2大部門の一つだということになる。だが、残念ながら、科学の「学術的構造」と「制度的構造」との矛盾の克服は歴史的スケールの時間を要するといわなければならない。

思想史的な観点を導入するなら「神による全世界の創造」というキリスト教的世界観は「法則による全世界の生成」という近代科学的世界観の原型ないし先駆形態であった。新科学論は、その「創造」思想を二重の意味での「設計」として復権させる。一つは「神ではなく自然自身による自然の設計」すなわち生物層および人間層の自己設計（自己組織化）を扱う認識型プログラム科学、もう一つがその特殊事例としての「全自然に対する人間の設計的介入」を扱う設計科学（設計型プログラム科学）である。だが、その「設計」としての「創造」思想の復権は、視角を変えれば、「唯一神による世界の創造」を思想的出自とする「法則一元論」ないし「汎法則主義」なるキリスト教的世界観の最後の残滓を払拭し、その擬似神学的世界観と最終的に決別して自然学的世界観、具体的には「進化論的自然観」へと全面移行することを意味している。19世紀に登場したダーウィン思想の一つの完成であり、科学のメタ・パラダイムへの進化思想の全面的浸透であり、18世紀以降の近代科学の「脱宗教化」の一つの完結である。物質層の法則的秩序をモデルにする旧科学論にとって「法則」は近代科学の華であったが、生物層のゲノムの秩序と人間層の規約的秩序に触発された新科学論にとって「法則一元論」は一神教的科学論の最後の砦だということになる。

新科学論は、1) 記号進化とプログラム形態の進化、2) プログラムの創発・変異、3) その外生的／内生的かつ事後的／事前的な選択（採択淘汰）、4) プログラムの選択基準、5) 選択されたプログラムの貯蔵・伝達という枠組みを「汎ダーウィン主義」と命名し、自然の生物層と人間層を貫く基本的な経験則（じつはこの「汎ダーウィン則」を科学論的にどう位置づけるかが、新科学論のアキレス腱の一つである）と理解している。前述した「プログラムの形成・維持・変容・消滅」を扱う「2次の自己組織理論」である。生物層でいえば、遺伝子型から表現型に至る全プロセスの解明が遺伝的プログラムをめぐる「1次の自己組織理論」であり、生物進化論は、その遺伝的プログラムの形成・維持・変容・消滅を扱う「2次の自己組織理論」にほかならない。人間層でいえば、例えば言語的プログラムによる社会構築を解明するのが「1次の自己組織理論」であり、その言語的プログラムの形成・維持・変容・消滅を解明するのが「2次の自己組織理論」である。換言すれば、1次の自己組織理論は「説明項としてのプログラム」に関する理論であり、2次の自己組織理論は「被説明項としてのプログラム」に関する理論である。このように「プログラムの自己組織理論」は、プログラム科学の一つの汎用的な具体的事例を成している。プリゴジンやハーケンの「法則的自己組織理論」との根本的な相違を改めて確認することができる。

社会科学の内部に目を転じるなら、「当事者の常識的知識と文脈要因による相互行為の達成」および「達成された相互行為の当事者の常識的知識と文脈要因による説明」という相互浸透する二つの過程の「相互行為場面における同時進行」——このシンボル性プログラムの構築に独自の「構築と説明」の同時進行は説明を要するが、本稿の主題ではないので割愛する——というH. ガーフィンケルの創始になるエスノメソドロジーは、「当事者のシンボル性プログラムと境界条件による社会的現実の構築」および「構築された社会的現実の当事者のシンボル性プログラムと境界条件による説明」という相互浸透する二つの情報処理の「構築過程における同時進行」（シンボル性プログラム科学論がエスノメソドロジーの卓見に学んだ論点）というシンボル性の1次の自己組織理論と同型である。なぜなら、常識的知識が包含するプログラム集合は、シンボル性プログラム一般の中核を占めているからである。エスノメソドロジーは、当初アメリカ社会学会で「科学的社会学の放棄・解体」と猛反発されたが、じつは「科学の否定」ではなく、反法則主義の「新しい科学の形態」

を提唱したのである。まさしく「法則科学からプログラム科学へのラディカルなパラダイム転換」——自覚的であったとはいえないにせよ——を意味していた。命名はなくとも洞察は洞察である。「プログラム」範疇を「常識的知識」という概念で代行させた洞察であった。エスノメソドロジー以外にも現象学的社会学やシンボリック相互作用論など、私がかつて「意味学派」と総称したすべての社会学的思考には、このパラダイム・シフトの潜在的可能性ないし機会が与えられていた。だが、プログラム科学の立論と実質的に等価な理論的・形式的枠組みに到達したのは、エスノメソドロジー唯一である。それほど汎法則主義の、敢えていえば無自覚の一神教的呪縛は強かったのである。ガーフィンケルは人文社会科学における新科学論の実質的な先駆者として、ほとんど唯一の人物である。

もう一例、学問体系の一環として、新科学論の知見を複合的な学術形態をもつ「工学」に適用してみよう。工学は「工学Ⅰ」と「工学Ⅱ」に分かれる。「工学Ⅰ」は物質的・生物的人工物のプログラムの解明を目指す「認識型プログラム科学」であり、「工学Ⅱ」は物質的・生物的人工物のプログラムの創出を目指す「設計型プログラム科学」、つまり理系の設計科学である。日本の大学のカリキュラム編成からすれば、かつて前者は「卒業論文」の主題であり、後者は「卒業設計」の主題であった。人工物のプログラム解明という「工学Ⅰ」は、吉川弘之のいう「自然物の理学」に対比される「人工物の理学」にほかならない。ここで「理学」は認識科学の謂であり、だからこそ「工学Ⅰ」は、科学の目的を認識に限定する旧科学論（「科学＝認識科学」一元論）のもとで「理学部の卒業論文」（自然物の理学）と同格の「工学部の卒業論文」（人工物の理学）たりえたのである。新科学論による「プログラム範疇」と「設計科学」（前述もしたが「設計自体を目指す科学」であって「設計の認識を目指す科学」ではない）の提唱は、この事態を一変させる。人類の歴史と分かち難く結びつく「実学としての工学」の科学への参入である。いずれにせよ、工学は「法則科学」に支援/制約されるとはいえ、それ自体は「法則科学」ではなく、上述した二重の意味での「プログラム科学」、すなわち「理系人工物の認識型プログラム科学」（工学Ⅰ）と「理系人工物の設計型プログラム科学」（工学Ⅱ）である。

なお、「情報科学として生物科学」とよびの物理科学、「認識型・設計型プログラム科学としての工学」とよびの物理科学・生物科学・人文社会科学などは、当該の科学領域にとって必要不可欠な「支援/制約科学」ないし「基盤科学」と名づけられた。

新科学論によれば、生物科学は「認識型プログラム科学」として人文社会科学と同類であり、「プログラム作動が物理科学法則に従う」という意味で物理科学と同類である。換言すれば、生物科学は、物理科学と人文社会科学の間を架橋する「両棲的科学」である。ゲノム科学の登場以降、すでに自然科学の内部で「法則科学としての物理科学」と「非法則科学としての生物科学」（認識型プログラム科学）が分裂していたが、自然科学と人文社会科学の2分法は崩壊し、物理科学（物質層の科学）・生物科学（生物層の科学）・人文社会科学（人間層の科学）という3分法に席を譲る。なぜなら、新科学論は旧科学論における生物科学の物理科学還元主義的解釈を棄却し、「シグナル性情報科学かつシグナル性プログラム科学」という物理科学にも人文社会科学にも還元できない、生物科学独自の学問的アイデンティティを承認するからである。

工学は「物質的・生物的人工物」を認識・設計するプログラム科学であり、人文社会科学は、政策科学や規範科学に止まらず設計科学一般にまで拡張させるとすれば、「社会的・精神的人工物」（家族や企業や都市や国家、慣習や制度や法律などの社会的人工物、ならびに文学や音楽や絵画、倫理や宗教や科学や価値観などの精神的人工物）を認識・設計するプログラム科学である。すなわち両者は、その対象が理系人工物か文系人工物かの相違はあるが、したがってまた、その支援/制約科学（基盤科学）にも質的な相違が著しいが、

「人工物の（認識型・設計型）プログラム科学」として同類である。「工学」と「人文社会科学」が同類の学問だということである。新科学論がもたらしたこの種のまさに意外な知見は、伝統的な学問体系に大きな変革を迫るものではなかろうか。

こうして学問の現行の制度的構造と既得権益に拘泥することなく、新科学論に依拠する単純明快な科学の基本体系を構築するとすれば、科学の全域を1) 物質的人工物を含む物質層を対象にする物質科学、2) 生物的人工物を含む生物層を対象にする生命科学、3) 人間層すなわち社会的・精神的人工物を対象にする人文社会科学と三分し、それぞれをA) 認識科学部門、B) 設計科学部門に分割すればよい。現代科学は、すでにこの種の潜在的構造を実現しているといえるだろう。基本体系の構築は、それを顕在化・自覚化させるにすぎない。

唯一つ、この基本体系に収まりにくい計算機科学については、二つの対応が考えられる。一つは伝統的な発想であり、計算機科学を論理学や数学とともに「対象科学」と区別される「方法科学」、あるいは「経験科学」と区別される「形式科学」と規定する。もう一つは「対象科学」または「経験科学」としての計算機科学であり、この立場はつぎのように考える。すなわち、計算機科学は、精神的人工物のひとつとして創発したコンピュータを基盤にする自然進化の第4段階——これを暫定的に「計算情報層」と名づけよう——、すなわち物質層・生物層・人間層に続く「計算情報層」を対象にする認識型・設計型プログラム科学として、論理学や数学とともに新規の位置づけを与えられる。計算機科学を、「物質層」から創発した「生物層」、生物層から創発した「人間層」、人間層から創発しつつある「計算情報層」と進化してきた「自然史の第4段階」に対応させるというこの大胆な解釈は、現代社会におけるコンピュータの巨大な役割（各種ロボットの開発や「人類脳」としてのインターネットを含む）と現行の学界におけるコンピュータ科学の巨大な意義（仮想的実験化学としての「シミュレーション科学」を含む）を納得させる。そうとなれば、情報科学が計算機科学に席卷されるのもむべなるかなである。

惑星地球の誕生以降、その物質層の進化が、化学進化すなわちいかなる記号情報空間とも無縁な「物質空間」それ自体の進化として実現したが、生命の誕生以降、地球上の自然進化は「記号情報空間」の形成・維持・変容・消滅に媒介される生物層および人間層の進化へ引き継がれた。ポスト生命の進化では、分子進化や創成物質、器具や機械など「物質空間の進化」も、何らかの「記号情報空間」すなわち遺伝情報や文化情報の変容に媒介されるようになった。人間層における「情報計算層」の誕生と自立は、生物層・人間層を通底する「物質と記号情報」二元論でいえば、惑星地球上の「物質空間の進化」のあとに続く「記号情報空間の進化」の一つの極点にはかならない。なお、宇宙進化と生物進化と人間社会の進化を包摂する「進化」の概念は定義が困難であるが、ここでは暫定的に「自然の不可逆的な変化」としておきたい。

物質科学・生命科学・人文社会科学に並ぶ第4の学術部門としての計算機科学という学問体系の構想は、一つには、学問体系それ自体の内在的要請であるが、もう一つには、高度情報社会を「人類史の一コマ」と見るか、来るべき「自然史の一コマ」と見るかの相違を背景にした知識社会学の産物である。例えば、仮想的実験を可能にしたシミュレーション科学は、惑星地球上の「計算情報層」に対応して巨大な発展を約束された未来志向の科学形態である。生物層と人間層における「物質」一元論から「物質と記号情報」二元論へのメタ・パラダイム転換がなければ、「自然進化の第4段階としての計算情報層」という発想も「科学の第4部門としての計算機科学」という構想も科学論の中での的確に位置づけることができない。旧科学論の「唯物主義」が生物層と人間層にも適用されるとすれば、それはこの種の限界を乗り越えることができない。

6. 新科学論の科学史的意義

私はこの新科学論を「大文字の第二次科学革命」と名づけた。なぜなら、科学史家の用語法によれば、T. クーンのいう個別科学のパラダイム・シフト（物理学のパラダイム革新、生物学のパラダイム革新、経済学のパラダイム革新、等々）は小文字・複数の scientific revolutions（普通名詞）と呼ばれ、17 世紀中葉の古典力学の確立を契機とする近代科学それ自体の成立、すなわち科学総体の（古代的・中世的学術からの）パラダイム・シフトは定冠詞付・大文字・単数の The Scientific Revolution（固有名詞）と称されているからである。「大文字の第二次科学革命」という私の提案する呼称は、19 世紀に出来たいわゆる第二次科学革命、すなわち「科学の制度化」とは別のものであり、17 世紀における正統派近代科学の成立を「大文字の第一次科学革命」として歴史的に相対化しようという試みである。「経験的自己言及の無限前進」という上述の思想からすれば、第三次、第四次、等々の大文字の科学革命があり得るとすべきであり、そうなれば「大文字の科学革命」を「科学総体のメタパラダイム・シフト」一般として普通名詞化することになる。「大文字の科学革命」は「第二次」で打止めだというのは、支持はしたいが「信念」でしかない。

設計科学でいう「設計」はシンボル性・シグナル性の「プログラム設計」を意味している。そしてシグナル性・シンボル性の「プログラム」は記号の集合として「記号情報の一種」である。かくて「大文字の第二次科学革命」の核心は「非記号的・記号的情報」という進化論的「情報」範疇の導入へと収束する。「設計科学」と「情報範疇」と「プログラム範疇」という新科学論の3大提唱は、「情報範疇」を核にして統合されている。新科学論が別称「知の情報論的転回」と名づけられた所以であり、私の新科学論の淵源が1967年発表の記号進化論にあると考える所以でもある。それは、2,300年以上を遡るアリストテレス哲学の「形相」範疇の現代的な学問史的復活である。

ところで、新科学論をめぐる以上の科学史的意義は、いわゆる internal approach によるものであった。そこで最後にいわゆる external approach の視点からする新科学論の科学史的意義に言及しておきたい。すでに潜在するともいえる上述の単純明快な科学の基本体系を前提にしながら、社会的要請に基づく各種各様のハイブリッド形態やクロス・オーバー形態が形成される。M. ギボンズらのいうモード2の知識生産もその一例である。だが、総括的かつ一般的な立場からすれば、「社会のための科学」がもっとも強く要請しているハイブリッド形態は、私が第18期日本学術会議で提案した「物質的・生物的・社会的・精神的全人工物」を対象にする「認識科学と設計科学」、すなわち「人工物システム科学」ではないのか。もちろん「精神的人工物」には前述のとおり、神や絶対者が含まれている。近い将来すべての科学領域の成果は、それ自体が有する固有の価値に加えて「人工物システム科学」との直接的・間接的な関連を問われることになるにちがいない。いや問われるべきである。17世紀の大文字の第一次科学革命に始まる科学の第1フェーズの基調が「科学のための科学」であったとすれば、20世紀後半の大文字の第二次科学革命に始まるその第2フェーズの基調は「社会のための科学」であり、「人工物システム科学」はそのまさに中核をなす学術形態である。すでに「sustainability science」は「人工物システム科学」の一つの具現化である。大文字の第二次科学革命は、科学の internal structure ばかりでなく、その external structure をもラディカルに革新するのである。

「物理学」が大文字の第一次科学革命がもたらした科学の internal および external な構造の象徴であるとするれば、20世紀末葉から21世紀を通じて大文字の第二次科学革命がもたらす科学の internal および external な構造は、「人工物システム科学」によってシンボライズされるのではないかと思われる。

吉田民人
「大文字の第二次科学革命」

「新科学論」、「知の情報論的転回」または「大文字の第二次科学革命」については、第 18 期日本学術会議運営審議会附置新しい学術体系委員会報告『新しい学術の体系——社会のための学術と文理の融合——』第 7 章（拙稿）「理論的・一般的なく新しい学術体系」試論 日本学術会議、2003 年や拙稿「近代科学のパラダイム・シフト——進化史的〈情報〉概念の構築と〈プログラム科学〉の提唱——」『平成 8 年度・学術研究総合調査報告書』日本学術会議、1997 年などを参照。なお、新科学論の主要な論文 30 点のリストが拙稿「近代科学のメタ・パラダイム転換：一つの試論」『学術の動向』8 巻 10 号、日本学術会議、2003 年の末尾に掲載されている。