

2012 no.1

# 総合研究大学院大学 葉山彙報

科学は人と社会にどこまで迫れるか

「揺らぎと相互作用」の視点から

市川 惇信



総合研究大学院大学

総合研究大学院大学 葉山彙報

1

# 科学は人と社会に どこまで迫れるか

「揺らぎと相互作用」の視点から

市 川 惇 信

総合研究大学院大学

2012



## 『葉山彙報』創刊に寄せて

今般、総合研究大学院大学葉山キャンパスが中心となって行っている様々の活動を広く知っていただくため、『総合研究大学院大学 葉山彙報』を刊行することといたしました。

本学では学長イニシャティブ事業の一環として「異分野結合の必要性、課題と方途」と題するフォーラムを、平成24年3月29日と30日の両日にわたり以下の趣旨に沿って開催しました。

「学術分野の高度な専門化には膨大な可能性がある一方、専門知識それ自身では単なる情報にすぎず学術全体の生産性の低下や一般社会との乖離が起きるリスクがある。一般社会との乖離は、知の拠点であるべき国立大学が東日本大震災に際してとり得た対応に対する大きなフラストレーションとして顕在化している。また、自然科学と人文社会学との亀裂が指摘されて久しいが、それらの「統合」や「融合」は一向に進んでいない。総研大は創設理念のひとつとして、異分野の総合化を掲げてきた。この理念は今から考えるとかなり時代に先行したものであったが、新しい分野の創成や大学院教育という観点で十分に達成されてきたとは言いがたい。本フォーラムでは、異分野結合—総合化の諸問題を根底から問い直し、その必要性、教育研究上あるいは制度上の課題を浮き彫りにして、将来的な方策を議論する。」

この時の講演者には本学と関連の深い3名の方の他に学外からも3名の方をお招きし、分野間の結合について幅広い視点から話題を提供していただきました。学外講演者のお一人であった市川惇信先生はフォーラムやその後の議論を踏まえて新たな論考をまとめて下さいました。『葉山彙報』第1号にふさわしい力作であります。

この論考をいただいたのを機に、フォーラムやシンポジウムの記録、葉山にあるセンターの事業報告などをシリーズ化して、みなさまにお届けすることといたしました。国立大学の教育改革が喫急の課題となっている折、本学のこれからの在り方を考える際にご活用いただければ誠に幸いです。

平成24年7月

総合研究大学院大学長  
高 畑 尚 之



## はじめに：科学の統合に向けて

この論考では、科学の統合を目指す一歩として、次の問いに答えようとする。

- (1) 自然科学と人文社会科学とが同じ世界観と科学の方法を共有することなく、自然科学で成功した方法が人文社会科学では必ずしも成功しないのはなぜか？
- (2) 自然科学と人文社会科学とが世界観と科学の方法を共有できる視点はあるか？
- (3) その視点があるとして、その視野は人<sup>1)</sup>と社会のどれだけの部分を覆うか？

自然科学は前身の自然哲学時代のニュートンのプリンキピアからでも三百年余り、近代科学になった18世紀末からは二百年余りという短い期間に大きな成功を収めてきた。

成功には二つの意味がある。一つは短い期間に膨大な整合的知識を形成したことである。もう一つは自然科学の異なる分野の研究者が同じ世界観と科学の方法を共有し、それが自然科学の各分野の間で知識の移転を可能にすることである。知識の移転は、近年の分子生物学の展開に見るように、関連分野の飛躍的發展と新分野の創成につながる。

これに対して、人文社会科学は自然科学と同じ世界観と方法を共有しないだけでなく、人文社会科学の中の分野の間でも世界観と方法の共有を見ることは難しい。各分野はこの意味で統合されていない。

これは世界の学術界の認識でもある。ユネスコと国際科学会議（ICSU）の共催で1999年に開かれた世界科学会議が発した「科学と科学的知識の利用に関する世界宣言」は、前文で科学を「物理学、地球科学、生物学、生物医学あるいは工学などの自然科学、そして社会科学、人文科学（文科省訳、2010）」と区分している。

物理学、地球科学、生物学、生物医学および工学などの一群の分野を自然科学に束ねることができて、社会科学と人文科学をこれに束ねられない理由はなぜか。束ねる方法はあるのか？ これを考えるのはこの論考での仕事の一つである。

西欧において、自然科学と人文分野との乖離を採り上げた最初は、C. P. スノーのリード講演「二つの文化と科学革命」である。これが公表されたときの西欧の思想界からの反響は大きく、4年後の改訂版では寄せられた意見に対するスノーのコメントの方が本文より長くなっている（スノー、1964）。

スノーは、自然科学と人文分野との乖離を学問の乖離とせず、自然科学者と文学的知識人（松井卷乃助の訳による）の乖離として、文化の相違、その相違に基づく交流の不足、それを生み出した教育制度の問題として記述している。

筆者はこれに疑問をもつ。自然と人の間には科学の方法の成立に関わる違いがあり、

自然科学で成功した方法そのままでは人に適用できないと考える。その違いとその違いを超える方法は、この論考の課題の一つである。

自然科学との乖離は人文に留まらず社会科学も同様である。欧州アカデミー連合元会長の P. J. B. ドレンスが会議「科学の一体性」の中で、「社会科学：その真実性と有用性」と題する講演を行っている（ドレンス，2006）。そこには社会と社会が創り出した人に関する諸学問を統合する上での苦悩が滲み出ている。

ドレンスは、序文において会議のテーマである「科学の一体性」を「多様性のある自立的領域の集まり」と捉える。かつてのスコラ哲学という「一体としての知識」、および 18 世紀末からの物理学に代表される「一体としての科学」からの科学の拡大といえる。「物理帝国主義」のひそみにならえば「科学連邦主義」といえる主張であり理念の変換でもある。これは彼が Social Sciences と複数形で表現したことにも現れている。

ドレンスはこれに引き続いて、「それぞれの分野は、異なる内容、論点および方法をもつものの、共通の目標、興味および関心事をもっている。そのうち最も重要なことは、客観性と独立した根拠をもつテスト可能な真理を追究することにある（傍点市川）」としている。これはオックスフォード英語辞典がいう近代科学の必要条件「真理を発見するための信頼できる方法を含む学問領域<sup>2)</sup>」と同義であって、社会科学にもこの条件を満たす方法がある、という彼の考えを表している。

次いでドレンスは、かつての生命のないものを対象とする「物理学」と生命をもつものを対象とする「生物学」に加えて、19 世紀末に心理学、社会学、経済学、政策科学など、人の認識、情動、個人間の相互作用、社会システムの構造と動き、文化、法律、経済、政策などの分野が第 3 の極として科学に加わったとする。

これら第 3 極を他の極と区別する視点は社会が創る人間にあるとした上で、社会科学における方法が多様であること、科学者以外の人々がこの領域に参画していること、社会政策と緊密に関係するなど社会科学の特徴を示している。

ついで社会科学の有用性を 7 つの視点から示した上で、ドレンスは政界や産業界の意思決定者が社会科学の成果に関心を持たない理由として：

- (1)無視、(2)成果の不整合性などの混乱、(3)反科学運動、(4)不都合な真実、(5)信頼性の低さ、(6)失望、そして(7)欺瞞、を挙げ、社会学者がこの克服に努力すべきとしている。

ここに示されたドレンスの苦悩は、社会科学に「真理を発見するための信頼できる方法」が有り得ると考えることから生れた、と筆者は考える。

自然科学は、対象と分野に拘わらず研究者は一体感をもち、同じ世界観と方法を共通の基盤として研究を行っている。結果として得られた研究成果の間には整合性があり、暗黙のうちに共同研究をしているといえる。

これに対して、自然科学と社会科学との間には一体感は存在しない。さらに、社会科学の中の諸分野の間にも世界観と方法の共有を見いだすのは難しい。このことは、社会科学の各分野の間にある対象の違いが、自然科学の諸分野の間にある対象の違いとは質的に異なることを示している。

自然科学の対象は自然であり、社会科学と人文科学の対象は、それぞれ人が創る社会と社会が創る人である。自然と人と社会との間の学問の対象としての違いを明らかにして、その違いを乗り越える視点を求める必要がある。これができれば、人と社会について部分的にせよ科学により接近でき、この意味で科学の統合に向けて一步を踏み出すことができる。

自然科学と人文社会科学の隔たりに、自然科学の側から橋を架けようとする試みがある。代表的なものにE. O. ウィルソンの共躍がある（ウィルソン、1998）。ここで共躍とは、事実から帰納して得られる仮説が異なる分野で一致することをいう。ウィルソンは、彼の背景である進化生物学を飛躍台として、人と社会の事象を生物進化の視点から説明しようとする。

鍵となる考え方は、個人の精神活動は遺伝的に構築される脳の所産である。文化は個人の精神活動の集合体である。よって遺伝子は文化において大きな役割を果たす。この考え方に基づいて、遺伝子は文化の進展を方向付ける、文化は進展の方向を選択して遺伝子の変異の選択に関わる、選択された遺伝子は集団の文化を変化させる、変化した文化は遺伝子の選択に関わるとする。一言でいえば、遺伝子と文化の共進化が進むとする。

この努力は間違っていない。しかし不足するところがある。人と社会は単なる生物の個体とその集まりではない。特別な言語をもつことで自然を超える存在である。このことを考慮に入れない限り、共躍できる範囲はヒトに留まる。加えて、文化の進展と遺伝子の変異とが共進化するとしたとき、文化の変化の速さを説明できない。これを説明できるためには、言語が人と社会にもたらして自然を超えた存在としたことを考慮する必要がある。この論考で考えるべき点である。

この論考は、人と社会が自然と異なり合理的でない部分をもつことを否定しない。この違いを超えて自然科学者と人文社会科学者とが同じ世界観と同じ方法を共有できる領域を求めようとする。その領域はこれまでの人文社会科学のそれとは異なるので、この論考では「人と社会」、あるいは「人間社会」と呼ぶこととする。

この論考は「科学の融合」を目指してはいない。広辞苑は「融合」を「溶けて一つになること」としている。知識は対象の構造を反映して始めて知識であり得る。融合はそれぞれの知識の基盤を否定する。異なる構造の間に共通するものを見出して一つにすることを統合という。この論考が目指すところは「科学の統合」である。

この論考を進めるうちに、筆者が考えてきた社会と科学の関わりのほとんどすべて



が論考の視野に入ることとなった。結果として、すでに発表した内容<sup>3)</sup>の論点を多く取り入れることとなった。この論考はこの意味で筆者の考察を集成したものであり、既報の考察結果をこの論考に採り入れていることをお許し頂きたい。

これまでの考察を集成する機会に、考察の節目節目にご指導を頂いた方々に心からのお礼を申し上げたい。

考察の端緒は、大学1年次の物理学を担当された故原島 鮮先生の「キリスト教と物理学は同じものですよ」の一言にある。浅薄な「科学と宗教の闘争」的な史観しかもっていなかった筆者にとって衝撃の一言であり、それ以来この言葉を宿題として頂いたと考えて、原島先生に答案を提出するつもりで考察を続けてきた。

最初に、科学の方法が成立するには対象世界が矛盾を含まないことが必要であり、この世界観はキリスト教における唯一神の世界の創成にあることに気付いた。1959年にプリンストン大学でポスドクを務めていたときに、欧米からのポスドクが人と社会を含めて世界の無矛盾性を無邪気に信じていることに驚いた。唯一であって誤りを冒さない神が人を創り出したから当然である。彼らの世界観は正義感の基盤であり、米ソ緊張の時期にあって政治談義での彼らの主張の基盤であった。

ここにおいて「科学と宗教の闘争」は、世界観を同じくする兄弟同士の喧嘩であることに気がつき、自らは宗教によって拘束されることがなく、世界観が異なる日本社会で「科学と宗教の闘争」をいうのは身の程知らずと悟った。

帰国後に自然の整合性に言及する機会があったが、日本人の多くは自然の無矛盾性を肯定しないことを知った。その中に、粒子と波動の矛盾の存在に言及された高名な物理学者がおられたことから、人の知識にある矛盾と自然にある矛盾とが混同されていることに気付いた。これが人の言葉を考える端緒となった。

大学停年の近くに採択を得た文部省（当時）科学研究費重点領域研究「自律分散制御」に、故日高敏隆先生のご参加を得て、最新の進化論の手ほどきを受け矛盾を含む対象を記述する方法として進化を生物以外に拡張することを思いついた。

1996年から2000年に亘り長倉三郎先生が代表者をされた文部科学省科学研究費補助金（創成的基礎研究費）「科学と社会 フィージビリティースタディ」に参加を許された。この研究会で長倉先生始め村上陽一郎先生、中村桂子先生のほかこの問題にご関心をお持ちの多くの先生方のお考えを伺えたことは、筆者が考えを整理する絶好の機会であった。科研費報告書に書いた「成立基盤から観る科学と社会」は、いま読み返しても筆者の考察の要点のほとんどすべてが入っている。

大学退官後に環境研究、公務員人事、そして社会技術に関わる機会があり、科学技術と社会の関わりに否応なしに向き合ってきた。これらの諸機関には業務に関連して行った意見交換を通じて筆者の蒙を啓いて下さった多くの方々がおられる。

これらの考察を「科学が進化する5つの条件」として2008年に公開し、その後の

考察を「揺らぎと相互作用——科学は人と社会にどこまで迫れるか——」という小冊子にまとめたところ、総合研究大学院大学学長高畑尚之先生と生理学研究所の永山国昭先生の目にとまり、学長イニシヤティブ事業 総研大フォーラム「異分野結合の必要性、課題と方途」で話題を提供させて頂く機会を得た。そこでの議論から、これまでの考察を整理統合する必要を感じてこの論考をとりまとめた。高畑先生と永山先生はこの意味でこの小冊子の生みの親である。また、この論考が総合研究大学院大学葉山彙報として編集発行される上で、総合研究大学院大学理事の長野泰彦先生には多大のご尽力を頂いた。

神戸大学名誉教授中井久夫先生、ならびに精神疾患の臨床医 生田憲正、洋子夫妻からは精神疾患に特徴的に現れる人の意識についてご教示を受けた。

考察した結果を折々にウェブとそれをまとめた小冊子について東京大学名誉教授和田昭允先生から励ましの言葉を頂いた。また、日本工学アカデミー事務局の元職員の志満宣子氏からはご意見に加えて、丁寧な文章の校正の労を執って頂いた。

以上の方々の他にも、この論考に研究成果を引用させて頂いた方々、著書、ウェブ、および小冊子に掲載した内容にご意見を頂いた方々が多数おられる。

以上のすべての方々に、この機会を借りて心からのお礼を申し上げる。

2012年8月

## 注

- 1) この論考では、「ヒト」は現生人類ホモサピエンスの生物種とその個体を、「人」は社会を作り社会により創り変えられたヒトを、そして「人間」を人の集合名詞とする。用語集 168 頁。
- 2) オックスフォード英語辞典における科学の定義を、用語集 161 頁に記す。
- 3) 原報の印刷体の発行所および電子書籍のファイルの所在はウェブ <http://homepage3.nifty.com/a-ichik/> を参照して頂きたい。



# 目次

はじめに：科学の統合に向けて .....	i
1. 自然科学はなぜ成功したのか — 自然の整合性と反証可能なモデル — .....	1
2. 人と社会に科学で接近する — 人々の行動に整合性をもたせる — .....	13
3. 進化がシステムを創る — 宇宙を覆う「揺らぎと相互作用」 — .....	25
4. 因果関係の認識 — 人と社会における選択の場 — .....	33
5. 人の言語の起源と心像の発生 — シンボル言語はインデクス言語から進化した — .....	43
6. 心像としての神の誕生と進化 — 個人神から整合的世界観を支える神へ — .....	55
7. 普遍を仮構しない日本社会 — 局所的規範の相互作用で統合する社会 — .....	75
8. 進化とそれが創るシステムの性質 — 数理モデルで見るより深い性質 — .....	97
9. 科学技術に観る進化 — 進化的方法が生む整合的知識体系 — .....	117
10. 現代社会に観る進化 — 進化に呪縛される現代文明 — .....	127

11. 進化の呪縛を脱するには	
— 相互作用を制御する —	141
12. 日本社会のこれから	
— ものからひとへの転換 —	151
あとがき	159
用語集	161
参考文献	171
著者紹介	175

# 1. 自然科学はなぜ成功したのか

## — 自然の整合性と反証可能なモデル —

自然科学の成功は科学の方法の成功である。方法の成功は、自然が整合性をもつことおよび反証可能なモデルを作ることにより支えられている。自然が整合性をもつとは「自然に存在するすべての因果関係が、同じ原因にはいつも同じ結果が対応する前向け因果性をもつ」ことをいう。モデルが反証可能であるとは「自然の事象を記述するモデルからの予測と観察される自然の事象とを付き合わせて、モデルの誤りを見つけられる」ことをいう。

科学者一人ひとりには必ずしもこのことを意識してはいない。世界観と科学の方法を共有する科学者は、無意識のうちに自然は整合性をもつとして反証可能なモデルを作り、整合的な知識体系の構築に貢献している。このことから「科学の方法」から考察を始める。

## 科学の方法

この論考では、「科学」をオクスフォード英語辞典（OED, v 4.0）が近代科学の意味としていう「4.a. 明示的に示される真理あるいは一般法則の下で組織的に分類された観察事実の集まりであって、新たな真理を発見するための信頼できる方法を含む学問領域（傍点市川）」をとる<sup>1)</sup>。近代科学をそれ以前の「知識またはその一部」を意味する科学から区別するのは、4.a. 後半の傍点部分である。ある学問分野がその分野で使う「新たな真理を発見するための信頼できる方法」をその根拠と共に提示できるとき、その分野は近代科学である。

日本でも西周（にしあまね）が知説において次のように述べている（植手，1984）：

かくのごとくして事実を一貫の真理に帰納し、またこの真理を序（ついで）、前後本末を掲げ、著（あらわ）して一の模範となしたるものを学（サイエンス）という。

これは、OED の定義を具体的方法にまで展開したものと見なされる。

これらの科学の定義を見ると、OED は「truth」、西周は「真理」という言葉を用いている。真理はプラトンのアイデア以来の哲学の主要な話題の一つであるが、哲学における真理を科学の文脈で使うには二つの困難がある。一つは哲学では真理の意味が数多くあり、ある意味を選択するとその意味からの哲学的展開に拘束されることである。もう一つは、これらの定義が論理操作の出発点となる程に論理的に簡単かつ明快ではないことである。この論考を進めるには、科学における真理を簡明に定義する

必要がある。

「science」という言葉は、その語源であるラテン語の「scientia」以来、「知識」の意味から離れたことはない。広辞苑は「知識」を「認識によって得られた成果」としているの、科学における真理を認識のレベルとして考えることができる。認識には4つのレベル、知っている、識別できる、説明できる、予測できる、がある。この論考では、「科学における真理」を認識の最高レベルである「予測できるに達した知識」と定義する。

この定義の下で、OEDの定義4.a.における傍点部分は次のように論理展開できる。「新たな真理を発見する」は「新たなことを予測できる」ことであり、そして「信頼に値する方法」は「偽であることが検証できる」ことである。

「新たなことを予測できる真理」の候補が見出されたとき、これを「偽であることの検証に掛ける」。この真理の候補をモデル（仮説、理論）という。検証の手続きが明らかであって、一定の手順を踏めば誰でも実行でき、あるいは自ら実行しなくてもその手順を理解し納得できるとき、その検証によって偽であるとされないモデルを「客観的知識」という。

念のためにいえば、モデルが真であることは検証できない。それには、すべての時空に存在するすべての事象についてモデルが偽でないことを検証する必要がある、人にとって不可能なことである。モデルが偽であることは偽である事例の一つ示せばすむ。

以上をまとめれば、OEDがいう「新たな真理を発見するための信頼に値する方法」としての「科学の方法」は、図1に示す「モデル形成とその検証のループを回す」方法であり、それが必要最小である。すなわち：

- (1) 対象とする事象について、知られている事実とこれまでのモデルを参考に、事象について新たなことを予測できるモデルを作る。
- (2) モデルからの演繹的な推論によって、対象とする事象がもつ新たな性質を予測し、それを検証する実験または観測を行う。実験観測はモデルが関わるどんな事象について、誰が、何時、どこで、どのように行ってもよい。
- (3) モデルからの予測結果と実験観測結果とが矛盾せず整合性があるとき「モデルが偽である、とは言えない」とする。矛盾があり整合しないとき、実験観測に誤りがない限り、「モデルは偽である」として、その実験観測結果をモデルに対する反例とする。
- (4) モデルが偽であるときには、モデルからの予測結果が反例と整合するモデルを新たに作る。これが次のループの(1)に対応する。

この科学の方法のループが人、時間、場所を超えて回った典型を、一般相対性理論の検証に見る。アインシュタインが1915年に発表した一般相対性理論は、質量の存

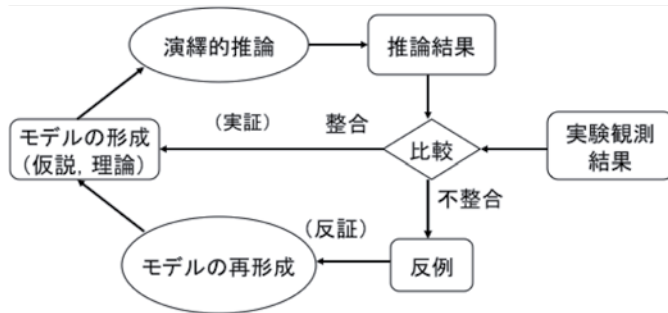


図1 科学の方法：モデル形成とその検証

在が空間を曲げることを予測した。1919年の皆既日食において、アーサー・エディントン率いる英国の観測隊が、恒星からの光が太陽の近傍を通るときに曲げられて恒星の位置が移動して見えることを観測して、一般相対性理論が偽とは言えないことが実証された。

図1で、実験観測結果に代えて他のモデルからの予測を用いることもある。これが図1と異なる点は、他のモデルは、実験観測結果ではないので偽である可能性がある。両方のモデルからの予測結果が整合しないとき、両方のモデルの一方または両方が偽である可能性があり、モデルの再形成が必要になる。この例は、アインシュタインがニュートン力学とマックスウェルの電磁方程式との間に光の速度について矛盾があることに気付いて、この矛盾を解消するために提出した特殊相対性理論にある。

科学の方法は、科学の歴史の中で科学者達がそれと意識せずに作り出し、現在では自然科学者達に認知されている（ファインマン、1965）。科学の方法は、モデルの再形成を変異とみなせば、実験観測結果との整合性の良さによりモデルを選択するので、進化の過程と見ることができる。このことから、科学哲学者 K. ポパーはこの方法を「進化的方法」（ポパー、1972）と呼んだ。

### （整合性をもつ知識）

科学の方法では、モデルからの予測結果と実験観測結果との間、あるいはこれまでのモデルの間に整合性がなければ、モデルを修正して整合性を保とうとする。これは整合的な知識体系を作る途である。科学の方法を使うことは整合的な知識体系を作ることに他ならない。

科学の方法に対しても異論がある。その代表に T. クーンのパラダイム論がある（クーン、1971）。実験観測は人がモデルを検証しようとして計画実行することから、虚心坦懐に自然に向かうのではなく、モデルに基づいて対象を理解しようとする。モデルはその時代における支配的な認識体系（パラダイム）により作られる。科学の方法



はパラダイムを反証するものではなく、パラダイムは別のパラダイムによってのみ置き換えられる。天体の運行に関するプトレマイオスの天動説が観測結果を説明できていたうちに、コペルニクスの地動説が支配的になったのはこれによるとする。

これについては別の考え方ができる。科学の方法はモデルの進化を実現している。科学のモデルの進化は、パラダイムにより考え方が拘束されて袋小路に入ることを嫌う。深い洞察に基づくモデルの簡潔さと美しさ、およびモデルからの広い展開可能性を好む。コペルニクスの時代は知るよしもないが、現在では実験観測結果との整合性が同等な場合には、「オッカムの剃刀」と呼ばれるこの好みモデルを選択する。

### (科学：経験知の社会化)

科学の方法の上側の「実証のループ」はルネ・デカルトの「方法序説」(デカルト, 1637)に由来する, 下側の「反証のループ」はF. ベーコンの経験哲学(ベーコン, 1620)に由来する, デカルトは少ない数のモデルにより世界のすべての事象を記述でき, それを彼の手で実現できると信じていた, と筆者は学生のときに教えられた。聖書とその解釈学としてのスコラ学からの脱却という歴史認識に基づく見方である。

聖書とスコラ学を離れて素朴な目で科学の方法を見ると別の姿が見える(市川, 2008)。この方法は経験知を得るために誰もが何時でも行っていることを社会化したものである。人は誰でも自分が関わる事柄のモデルを頭の中にもち, そのモデルを使って将来を予測し行動している。「佐藤さんは信頼できる人である」というモデルを使って佐藤さんの行動を予測して行動し, 予測通りならばモデルを使い続け, 予測が違えばモデルを修正して今後に備える。このループを「経験知を得るループ」といおう。人は誰でもこのループをいつも回している。

「経験知を得るループ」と「モデル形成とその検証のループ」との違いは, ループを回すことにあるのではない。回し方にある。ループを回すことを自分の中に閉じているか, 関心をもつ誰にでも開放しているかの違いである。

すなわち, 科学の方法は「経験知を得るループ」を科学者社会に開いて, 自分が考える真理の候補を他人にも確認して貰おうとする素朴な行為である。このとき, 自分が考える真理の候補を他の人が検証できる形で示すことが必要であり, これが反証可能なモデルを作ることにつながる。

科学の方法を科学者達がそれと意識せずにより出した理由はここにある。科学者は誰もがいつもしていることを科学者社会に広げて行っているだけで, 特別なことはしていない。望むならば誰でも科学者になれる所以である。

## 科学の方法の成立条件1：整合性がある対象世界

科学の方法においてモデルを偽とするのは、モデルからの推論結果と実験観測結果との間、および複数のモデルからの推論結果の間に整合性がないときである。このことは、科学の方法が適用できる対象世界が整合性をもつことを要求する。対象世界に整合性がなく、同じ原因に対して複数の異なる結果が対応するときには、モデルからの予測結果と実験観測結果との間、あるいは複数のモデルからの予測結果の間に整合性がなくても、それは対象世界に整合性がないことの現れかもしれない。「モデルが偽である」とはいえない。すなわち、科学の方法を使うことは、対象世界に整合性があるという前提に立つことである。

これに関することを最初に指摘したのは、1788年に「自然法則は地球が太陽系の一員である限り過去現在を通じて不変である」という斉一説を唱えた地質学者J. ハットンである。彼がいう「地球が太陽系の一員である限り」は、いまでは宇宙全体にまで広げられている。

モデルが反証可能であるとき、対象世界に整合性があることは科学の方法が成立する十分条件でもある。整合性がある世界では、ある因果関係の結果が他の因果関係の原因となってつながる因果関係の連鎖には分岐がないので、因果関係の連鎖も前向け因果性をもつ。前向け因果性があるとき、論理式「AならばB」の対偶として「notBならばnotA」が成立する。これにより論理式「モデルが真ならば、それからの予測と実験観測結果とは整合する」の対偶として、「モデルからの予測と実験観測結果とが整合しないならば、モデルは真でない（偽である）」が得られ、科学の方法が成立する。

異なる幾つかの原因が同じ結果を与えることは許される。それぞれを異なる因果関係と見なせばよい。この場合には、事象の始まりを探るときのように因果関係を逆向けにたどるときには整合性がない。これを避けるために「後ろ向け因果性：同じ結果は同じ原因により生じる」を付け加え「原因と結果は1対1に対応する」とする考えもある（マインツァー、1997）。

整合性におけるすべての因果関係は重要である。対象世界に整合性のない因果関係が一つでもあれば、それを連鎖の中を含む因果関係はすべて整合性がない。これを避けるには、対象世界の中の整合性のない部分世界を整合性がある世界から取り除かなければならない。これは科学の対象が整合性をもつ世界に限られることにほかならない。

## 自然の整合性

科学の方法の成立は対象世界が整合性をもつことを必要十分条件とする。とすれば、自然科学での科学の方法の成功は自然が整合性をもつことを意味する。

自然に整合性があるという認識には幾つかの段階がある。第一に、経験は意味がある、と素朴に信じることがある。このことは、「前と同じことをすれば前と同じ結果を得る」と人が信じ込む程に、自然に整合性があることを意味する。自然に整合性がなければ人はこのように信じ込まないはずである。これが、科学者が経験知の社会化という科学の方法を意識することなく作り上げられた理由である。

第二に、「自然は整合性をもつ」を仮説と見れば、自然科学が今日まで破綻することなく統合的な知識体系を作ってきたことから、この仮説は偽であるとはいえない。この仮説は自然科学の成立基盤であり、自然科学の中で作られる仮説よりも根底的であるので、これを自然科学の「大仮説」と呼ぼう。

第三に、大仮説を裏付ける理論がある。等速で進行中の電車の中でボールを真上に投げると投げた手に落ちることから分かるように、等速で運動する座標に対して運動法則は不変である。これを法則に並進対称性があるという。また東西南北どちらを向いて実験しても結果は変わらない。これを回転対称性があるという。対称性がある場合には何らかの保存則が存在し、保存則の存在は法則の不変性と等価であることが、数学者にして物理学者であるエミー・ネーターが1918年に数学的に証明している(Noether, 1918)。

第四に、物理法則の時間的不変性を示す観測結果がある。アフリカ西部にある20数億年前に起きたと推定される天然ウランの崩壊において、生成元素の成分分布が今日知られている法則から計算される値と一致することが確認されている(レーダーマン, 2004)。自然は時間を経ても同じ原因に対して同じ結果を与えている。ハットンの斉一説は破れていない。

以上をまとめて、われわれは整合性をもつ自然像が破綻するまで、言い換えれば科学の方法が破綻するまで、自然は整合性をもつものとする。

といっても、自然にも見かけの上で整合性のない事象が存在する。自然科学はこれに対して新たな概念を導入して、整合性を保持する観方をしてきた。

## 整合性のない事象の整合化

### (確率測度の導入)

自然は多くの事象が相互作用する複雑系であることから、ある時点では検知できない程の微小な変動が拡大して大きな違いを生む事象がある。コイン投げ、サイコロ投

げ、ルーレットなどはその例である。

コインを投げるといふ見かけの上で同じ原因に対して、「表」あるいは「裏」といふ異なる結果が対応する。このままでは因果関係に整合性がない。この事態に対して「確率測度」という概念を導入して整合性を保持した。すなわち、コインを投げるといふ1つの原因に対して（表が出る確率が $1/2$ 、裏が出る確率が $1/2$ ）という値の組が1つ対応する、と考える。サイコロを投げるといふ原因に対しては、 $(1/6, 1/6, \dots, 1/6)$ という確率測度が1つ対応する、と考える。確率測度はコルモゴロフにより導入された測度であり、コインにせよサイコロにせよ無限回試行し大数の法則が成立するときに、それぞれの結果が出る比率である。

サイコロを例にとって、確率測度の公理を示す。

- (1) すべての事象のいずれかが起きるといふ事象の確率は1である。（サイコロでは1から6までのどれかの目が出る確率は1である。）
- (2) ある事象が起きる確率は、0と1の間にある。（サイコロではどの目が出る確率も0以上1以下である。）
- (3) 同時に起きることのない排反事象のいずれかが起きる確率は、それぞれの事象が起きる確率の和である。（サイコロでは1または2の目が出る確率は $1/6 + 1/6 = 1/3$ である。）

これら(1), (2), (3)の公理を満たす確率測度を導入することで確率演算が可能になり、同じ原因に対して結果である確率測度が1つ対応し因果関係の整合性が保持される。

対象事象を確率事象と見なして、試料を採取しあるいは試行を繰り返して確率測度を推測する上で二つの注意が必要である。確率事象に時間的に変わらない定常性があること、および大数の法則が満たされる試料の数または試行の回数が仮想できることである。

多数の試料を採ることと試行を繰り返すことの間には、確率測度に集合（位相）平均と時間平均とが等しいというエルゴード性があることから相互に代替できる。エルゴード性が成立するには確率事象の定常性が必要となる。

自然に存在する確率事象は、物理法則が不変でかつ整合性があるため定常性もちエルゴード性を保持しており、加えて一つの事象に関わる素粒子、原子あるいは分子の数がきわめて多く大数の法則が成立すると考えられるので、安心して確率測度を使うことができる。

### (状態の導入)

われわれの目に触れる因果関係は、加速器実験などの特別な場合を除いて、単一の物理法則ではない。多くの物理法則が結合したシステムとなっている。このとき、このシステムに外から入る原因を「入力」、システムが外に出す結果を「出力」といい、

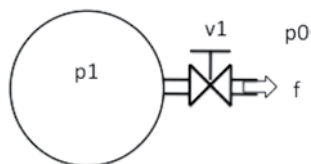


図2 空気タンクからの放出

その間の関係を「入出力関係」という。これが、われわれが認識する因果関係である。

このとき、システムの内部にある物理法則への入力外部からの入力により唯一に定まるとは限らないので、同じ外部入力に対して異なる外部出力を得ることがある。この場合に、ある量を導入することにより同じ外部入力に対して同じ外部出力が対応させることができるとき、このある量を「状態」という。

例として図2に示す空気タンクからの空気の放出を考える。外部は大気圧  $p_0$  で一定とする。バルブを  $v_1$  だけ開いたときに流れ出す空気の流量  $f$  は、空気タンクの中の空気の圧力により異なる。バルブを  $v_1$  だけ開くという外部入力に対して外部出力である流量  $f$  は唯一でなく、このままでは入出力関係には整合性がない。

このとき、入力であるバルブの開き方に加えて、タンクの中の空気の圧力  $p_1$  を考慮して、バルブを  $v_1$  だけ開くとき、タンク内の空気の圧力が  $p_1$  であれば、流れ出る空気の流量が  $f$  である、と考えれば、バルブを  $v_1$  だけ開くという入力に対して出力である空気の流量  $f$  は一意に定まる。すなわち、入力と出力の対である2項組（バルブの開き方、空気の流量）に代えて、3項組（バルブの開き方、タンクの中の空気の圧力、空気の流量）を考えれば、入力に対して出力は一意に定まる。このときの  $p_1$  がこのシステムの状態である。

$p_1$  は、最初の圧力と流出した空気の総量により定まる量であるから空気タンク内部の物理法則にしたがう。しかし外部から直接操作できないので空気タンクへの入力ではない。

空気の圧力  $p_1$  が大気圧  $p_0$  より高いときには、バルブを  $v_1$  だけ開いた後は空気の流出につれて圧力  $p_1$ （状態）の値は次第に下がり、それに伴って流量  $f$  も減少する。流量  $f$  はタンク内の圧力  $p_1$  に対応して時々刻々と一意に定まって、空気の流量の時間的変化を示す流出曲線は最初のタンクの空気の圧力に対応して一意となる。このように状態が変数であるとき「状態変数」という。

タンク内の圧力  $p_1$  が大気圧  $p_0$  より低いときには、流量  $f$  はマイナス、すなわち大気からタンクへの吸い込みがおきるが、同様の経緯により流入曲線は唯一に定まる。吹き出しと吸い込みとは見かけは相反する事象であるが、それが状態  $p_1$  の値によって矛盾なく定まる。矛盾する因果関係が状態の導入により整合的な因果関係として成立する。

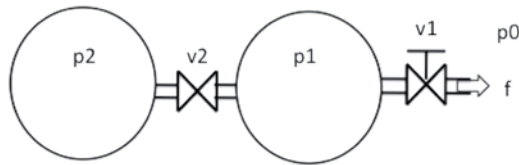


図3 連結空気タンクからの放出

この空気タンクの例から、ある時刻での状態の値が定まれば、そのときの入力に対する出力が一意に定まり、それ以後の入力に対して状態と出力の値が一意に定まることが分かる。これにより状態は次のように定義できる。「入力と出力をもつあるシステムにおいて、ある時刻におけるある量の値が定まれば、それ以後の入力に対してある量と出力が一意に定まるとき、そのある量を状態という。」

状態を導入することは、同じ入力に対して異なる出力が対応する整合性のない入出力関係において、異なる出力ごとに異なる入出力関係があると考えて、ある状況で実現している入出力関係を状態の値が代表している、と見ることができる。状態が変数であることは、実現している入出力関係が変化することを意味する。

状態の数が複数の場合がある。2つの空気タンクがバルブ  $v_2$  を介して連結している図3を考える。バルブを  $v_1$  だけ開いたとき、空気の圧力  $p_1$  で定まる流量  $f$  で空気が流出するが、それにより圧力  $p_1$  が下がると、 $p_1$  と  $p_2$  の圧力差により  $v_2$  を介して空気が流れて  $p_1$  の低下が補われる。これにより流量  $f$  の低下がタンク1つの場合と異なる。したがって  $p_2$  も状態となり、「バルブを  $v_1$  だけ開く」という入力に対して、「 $p_1$  および  $p_2$ 」の二つが状態になり、出力である流量  $f$  が唯一に定まる。そして、2つの状態  $p_1$  と  $p_2$  の間には相互作用がある。

状態は入出力関係が整合性をもつために必要な数だけ導入できる。状態の数が  $n$  のとき、それを  $n$  次のシステムという。図2は1次のシステムであり、図3は2次のシステムである。

状態がもつ意味が直感的に分かりにくい場合がある。水を加熱して暖める状況を考える。入力としてある熱量を加えたとき、それに対応する出力である水の温度は、水の量と熱を加える前の温度を状態とすれば、加えた熱量に対して一意に定まる、といたいだが、それでは済まない状況がある。最初の水温が  $0^\circ\text{C}$  以下のときには、加熱の途中で氷を溶かす潜熱が消費され、加熱しても温度が上がらない状況がある。これを整合化する状態として導入されたのが「エントロピー」である。氷を溶かすに必要な潜熱をそのときの温度で除した値である。

状態という概念は熱力学において最初に導入されたが、現在では整合性のない因果関係を整合化するために広く用いられる。状態の導入は物理的な現象に限らない。入出力関係に整合性がないすべてのシステムについて考えることができる。状態がもつ

意味を考えにくい場合に、仮想的な量として導入し入出力関係の整合化を図ることもしばしばある。

### (量子状態)

状態を導入した機会に、自然科学では20世紀初頭からのなじみ深い概念であり、人と社会の事象の解明に今後関わりがあるかもしれない量子状態に触れておく。

量子の概念は数学的手法として導入された。黒体から放射される電磁波のエネルギーは黒体の絶対温度で定まり、その分布はプランクの法則に従う。プランクの法則が成立するには、放射エネルギーを出す振動子のエネルギーが飛び飛びで、あるエネルギー単位量の整数倍になっている必要がある。この単位量のエネルギーはエネルギー量子と呼ばれ量子論の始まりとなった。

その後、素粒子などのミクロな粒子および電波や光などの電磁波は粒子性と波動性の両方の性質をもつことが見出され、これを説明する上で量子という概念が有効であることから、ニュートン力学とは異なる力学体系として量子力学が作られた。

現在の量子力学では、量子の状態は飛び飛びの状態を重ね合わせたものと理解されている。その分布については、ハイゼンベルグの行列方程式で表される行列力学と、シュレーディンガーの波動方程式で表される波動力学が作られ、両者は等価であることが示されている。

このミクロな量子の状態をマクロな現象に仮想的につないで見せたのが「シュレーディンガーの猫」である。放射性原子の状態は放射線を出して崩壊した状態と崩壊しない状態との重ね合わせであり両方の状態を採る。崩壊を起こしたときに毒ガスを放出する仕掛けを作って、猫と共に狭い箱に閉じ込めると、猫は死んだ状態と生きている状態の重ね合わせとなる。

量子状態の重ね合わせは非常に壊れやすく、観測などで他の粒子と衝突すると壊れる。シュレーディンガーの猫でいえば、猫が生きているか死んでいるかを確かめるために観測すればどちらかの状態になる。このように壊れやすいので、マクロな世界に量子状態は存在しないと考えられてきた。

量子状態の重ね合わせとその縮退についての考え方はまだ決着しておらず、この意味で量子力学はまだ全貌が明らかになっていない(谷村, 2012)。

近年にいたって、植物の光合成の非常に高い効率が量子状態から説明できるなど、量子状態はマクロな世界にも存在する可能性が指摘されている。また複数の量子の状態が密接に結合する「量子もつれ」を利用する量子計算機が実用の視野に入ってきたこともあり、量子力学がマクロな世界を含めて普遍的な力学とされつつある。

コマドリの脳に量子状態が見られるという報告もあることから(ヴェドラル, 2011)、量子状態が人間の脳にも観察されれば、人と社会の現象についても考慮が必

要となる。人と社会の科学に関わる研究者は量子論を使いこなせる必要がある時代が来るかもしれない。

## 科学の方法の成立条件 2：モデルの反証可能性

科学の方法が成立するためには、図 1 に示すモデルの形成とその検証のループが回る必要がある。それにはモデルからの推論を検証できる実験観測が存在しなければならない。このうち反証できる実験観測が存在することは、モデルが偽であることを検証する科学の方法にとって本質的である。

反証できる方法が存在しないとき、モデルが偽であるかどうか分からないので、このモデルは真理の候補とは出来ない。このことから、ポパーは「モデルは反証可能でなければならない」とした（ポパー，1972）。

### （神の意思の排除）

モデルが反証可能であることは、神の意思に関わるモデルは真理の候補ではないことを意味する。神の意思を実験観測条件として設定できないからである。神の意思からの離脱が近代科学の出発点となった理由がここにある。

「神が存在しない」ことを証明できないことをもって、神は存在するという人がある。「存在しない」ことは神に限らず何についても証明できない。人の観測できる範囲は時空共に有限であるから、時空のすべてにおいて「存在しない」ことは証明できない。犯罪における「不在証明」は、一つの物体が同時に 2 カ所に存在できないという原理の補助の下で、他の場所に「存在している」ことをもって犯罪現場に「存在しない」ことを証明している。

### （目的論の排除）

反証可能であるためには、目的を原因とする因果関係を使う目的論を用いるモデルは真理の候補ではない。目的を実験観測の条件として設定できないからである。

動物のオスがメスを巡って争うことを「自分の子孫を残すために……」と、争う目的で説明することがテレビの動物番組などに多い。しかし、動物のオスが子孫を残そうとして争っていることは検証できない。本能的欲求の下でメスと交尾したくて争うのかもしれない。

交尾への本能的欲求もまた子孫を残すためであるとは検証できない。交尾争いに勝ったオスの遺伝子は次世代により多く残るので、世代交替が進めば争ってでもメスと交尾する形質を与える遺伝子が卓越しただけかもしれない。類人猿ボノボは、ストレス解消のためあるいは親愛の情を表すために交尾することが観察されている。



動物の子育ても同様である。親が子孫繁栄のために子育てに努力していることは検証できない。子育てに努力する親の子供は生き残る確率が高いので、子育てに努力するという形質が世代を経て卓越してきたとも考えられる。

目的を原因とするのは、モデル作成者の思いをモデルに投影することである。実験観測条件として目的を設定できないこととあわせて、このモデルは客観的モデルではない。モデル作成者の思いがこもった主観的モデルである。

仮にあるレベルでの目的を実験条件として設定できたとしても、科学の探究に終わりはない。さらにその目的を作り出す上位の目的を追求する。これが繰り返されて神の意思に至って設定不能になる。さらに、「目的」を原因とする因果関係の結果である「手段」は一般に複数ある。これによりモデルの整合性が保証されない。

目的を原因として事象を説明する目的論を排除することは、モデルが客観的であるための必要条件である。

## まとめ

以上の考察により次の結論が得られる。

自然科学が成功した理由は：

- (1) 対象である自然が整合性をもち矛盾を含まない世界であること、
  - (2) モデルを反証可能とするために、神と目的論を排除したこと、
- の二つにある。

(1)を支えるのは、自然は整合性をもち矛盾を含まない存在であるという大仮説が偽でないことにある。自然科学は、対象とする自然の性質に適合した、あるいは自然が整合性をもつことを前提に科学の方法を作り上げてきたといえる。この意味で自然科学は幸運であった。

(2)は対象の性質ではなく科学者のモデルの作り方への制約である。自然科学においては科学革命という意識改革により、神と目的論からの離脱が完了している。

## 注

- 1) 科学の意味の変遷を用語集 161-164 頁に記す。

## 2. 人と社会に科学で接近する — 人々の行動に整合性をもたせる —

科学の方法が成立する条件は、対象とする事象が整合性をもつことであり、モデルが反証可能なことである。整合性は対象がもつ性質であり対象を限定するが、反証可能性はモデルをそのように作れば済む。この点から社会の要素である人とその集まりの整合性を考える。

### 人と社会の整合性を失わせるシンボル言語

人と社会の事象には整合性がない。人が異なれば同じ状況（原因）の下で異なる行動（結果）を採る。同じ株式市場の下で A 氏はある企業の株を売り、B 氏はその企業の株を買う。その整合性のなさが株式市場を成立させている。経済行動だけではない。多くの事柄について同じ状況の下で採る行動は人により異なる。生命がかかったときでさえ、いち早く逃げだす人もいれば、踏みとどまる人もいる。

人の間で行動が異なるだけではない。同じ人が同じ状況の下で同じ行動を採るとは限らない。自らを省みれば、同じ状況において矛盾する複数の行動意欲が存在してその相克に悩むことが多い。このままでは人と社会に科学の方法を適用できない。

他方において、他の生物種については自然科学の一分野である動物行動学が総合的な知識を積み上げている。このことは、人間と他の生物種の間因果関係の在り方について違いがあることを示している。これは何に由来するのか。

人の行動を他の生物種の行動から分けるものは言語<sup>1)</sup>であるとされる。しかし、他の生物種にも言語をもつものが多い。求愛やテリトリーを主張する言語は、鳥を始め多くの生物種がもっている。それにも拘わらず、これらの生物種の行動は整合性もち自然科学の対象のうちにある。人の言語は他の生物種の言語と異なる性質をもつに違いない。

人の言語と他の生物種の言語とが異なるところは、論理学者 C. S. パースがいう言語の区分に明らかである（内田、1968）。パースは、記号と参照事象との対応には3つのレベルがあるとする。第一のレベルは、記号と参照事象との間に何らかの類似があるアイコンである。近年では計算機と人間との界面で多用されている。

第二のレベルは、記号と参照事象との間に相関があるインデックスである。ここでいう相関は量的な相関に限らず質的な相関が含まれる。パブロフがイヌに餌を与える前にベルを鳴らすことを繰り返したとき、イヌは餌とベルの音との相関を認識して、ベルの音だけで唾液を出すようになったという。

第三のレベルは、記号と参照事象との対応が約束で定まるシンボルである。イヌという記号は実在するイヌと形や音と類似もなければ相関もない。記号と参照事象とを結びつけているのは約束である。人の言語はこの第三のレベルにある。

シンボル言語は、参照する事象との間に類似も相関も必要としないので、シンボルの集まりをシンボルで参照する約束を階層的に作れる。辞書はその約束の集りである。

類似も相関も必要ないのでシンボルは実在しないことを参照できる。リングというシンボルは実在するリングを参照すると共に、絵に書いたリング、さらにはリングという概念を参照できる。

シンボル言語という記号体系を制約するのは約束だけであり、実在からの制約はない。したがって、シンボル言語が作る世界は矛盾を含み整合性がない。矛盾の語源である「この矛はどんな盾でも突き破れる」と「この盾はどんな矛でも防げる」は、その矛でその盾を突く、という実在からの制約がなければ両方とも正しい言葉である。その言葉は、その矛でその盾を突くという一つの原因に対して、「矛が盾を破る」、「盾が矛を防ぐ」という異なる二つの結果を対応させている。

シンボル言語が作る言語世界は矛盾を含み整合性がない世界である。人はシンボル言語を用いて思考しそれが行動に現れる。これにより人の行動に整合性がなくなる。社会は、社会の人々の間の矛盾の発生を抑止し、発生した矛盾を解消するために法令・規則、倫理などの約束ごとを定めて社会を維持している。この約束ごとともシンボル言語で書かれている。

法規については、約束の間の矛盾をなくす仕事を法制局が行っているが、法規にない事項、あってもその解釈の相違により、さらには法規を無視することにより人の行動には整合性がない。人はシンボル言語を持つことにより整合性のない人と社会をもつことになった。

整合性のない対象では科学の方法は成立しない。科学の方法を人と社会に適用する上で、第一に為すべきことは社会の単位となる人々の行動に整合性をもたせることである。

### (情報システム)

人間社会と同様の機能階層をもつ人工システムに情報システムがある。情報システムのハードウェアである計算機と通信機器は、ヒトの身体と同様に物理法則に支配されている。そこに矛盾があればハードウェアは動かない。しかしハードウェアの上に構築されるソフトウェアはシンボル言語で書かれている。ソフトウェアの世界への実在からの制約がなく、整合性がなく、プログラムとして正しければ機能する。これによりウイルスをはじめ悪意ある多くのソフトウェアが仕組まれるようになり、社会は大きな損失を受けている。

## 社会が整合性をもつよう仮構する

人と社会の事象に整合性をもたせる方法の一つに、社会をそのように作ること、すなわち、人々の行動を整合性がある行動規範で拘束する方法がある。行動規範は物理法則と違って人が創る。整合性をもつ行動規範を仮構し、人々にそれを厳密に守らせればその社会は整合性をもつ。

行動規範に正義を仮構して整合性をもたせる基盤に宗教の教義、主義、環境、そして独裁者の意思がある。太平洋戦争中の日本では、戦争という環境の下で作られた整合的な行動規範の下で人々は一致した行動を取り、その意味で社会は整合性をもっていた。朝鮮民主主義人民共和国は独裁の下で、イスラム原理主義社会は宗教の教義の下で整合性をもつ。

すべての社会は、矛盾の発生を抑止しあるいは発生した矛盾を解消するために、何らかの整合性を仮構して行動規範を作り込んできている。自由の理念の下で、宗教の教義に基づいて仮構した整合性の強制力は弱まり、それを補完すべき学問的知見に基づいて仮構した正義の体系を作ることに成功していない。M. サンドルの講義（サンドル、2009）の通りである。学問に期待されるのは、ある原理の下で仮構された整合性をもつ社会の性質を示し、人々に選択の指針を与えることであろう。サンドルの講義の内容はこの要求に応じている。

この論考は政治学の論考ではない。科学の方法の人と社会への適用を考えるこの論考では、社会を作るのではなく、存在する人と社会が整合性をもつ観方を導入する必要がある。自然科学で成功した確率測度と状態概念を人と社会の事象に導入することを考える。

## 確率測度の導入

社会におけるある事象を確率事象と見なして確率測度を導入することは、その事象に関わる部分社会を母集団と見なして整合性をもつ観方を導入することにあたる。この接近方については、筆者には解決方法が見えない幾つかの問題が存在する：

- (1) 母集団が小さい。日本国民全体を母集団としてもたかだか  $10^8$  人であり  $0^\circ\text{C}$  1 気圧の気体に換算すれば  $3 \times 10^{-12}$  ml の中の分子の数に過ぎない。特定の事象に関わる部分社会の人あるいは集団の数はさらにそれよりはるかに小さい。
- (2) 母集団は均質でない。人あるいは集団はそれぞれに同じ状況において異なる行動を採り整合性がない。
- (3) 人あるいは集団の行動の間には相互作用があり、それぞれの行動は独立ではない。

(4) 確率事象としてみると確率分布に定常性がなく時間と共に変化する。このことは、部分社会としての整合性を失わせ、確率測度のエルゴード性を失わせて、母集団の小ささを繰り返しの観測で補うことを許さない。

これらのことは、大数の法則が成立する母集団を仮想できない、確率事象が定常性をもたないなど、確率測度の前提を成立させないので、確率演算を信頼できないものとする。念のためにいえば、母集団を仮想できないことは試料が少ないことと同義ではない。大きな母集団を仮想できて、大数の法則が成立すると考えられるときには、少数のデータから確率測度を推測する確率演算は成立する。母集団を仮想できないことは、この前提も崩れている。

社会の整合化を図って確率測度を導入することは、現在多くの研究者により行われているところであり、かつ筆者は前述の確率測度が成立する基盤についての疑問に対して明快な解決方法を考え出せないことから、他の研究者の研究成果を待つことにする。

## 状態の導入と縮約

社会全体の整合化を図ることに代えて、社会というシステムの構成要素である人およびその集団の行動について整合化を図る。構成要素のそれぞれは整合性をもつと見なせるときに、それが構成要素とするシステムとしての社会の挙動を知るためである。そのために、状態を導入して、人およびその集団の間の行動の違いを代表させることを考える。

状態概念を導入して整合性をもたせる方法は、人と社会ではあまり使われていない。脳の入出力関係を整合化するのに必要な状態の数が膨大でかつ急速に変化すると考えられるからであろう。

脳の入出力関係に整合性をもたせる状態を脳神経細胞の数と考えれば、約1000億個になり、さらにシナプス強度の数であると考えれば約千兆個に達する。加えて、身体各部と外界からの入力および脳の意識的・無意識的な活動により、細胞の状態とシナプス強度は数ミリ秒の単位で変化する。この超大規模で急速に変化する状態を同定することは、当分の間不可能である。

同定できたとしても次の障害がある。脳神経回路は大規模複雑系である。複雑系はある時点での状態の小さな変化がその後大きく拡大して予測が不可能になることがあり、加えて突発的な事象が起きる。脳の状態を測定できたとしても、それを用いて整合性を維持できる時間はきわめて短く、入出力関係を求めて利用することは不可能といえる。

このような場合に、自然科学では対象をブラックボックスと見なし、内部構造を無

視して少ない状態の数で入出力関係に整合性をもたせることが行われる。実効的な法則と呼ばれるものがこれである。オームの法則は抵抗という状態一つで、電圧と電流の関係を必要十分な精度で表現している。導体の中のすべての電子の波動関数を求めてはいない。ミクロな構造で見れば10の数十乗の膨大な数の状態を1個のマクロな状態に縮約している。

この状態の縮約は脳でも可能である。脳の入出力関係が個々の脳神経細胞の状態やシナプス強度の変化に対応して変わるとすれば、人の意識は支離滅裂になる。意識に安定性があることは情報統合の仕組みが脳神経回路に存在することを意味する。

脳神経細胞には、他の脳神経細胞から約1万のシナプス入力があるが、その脳神経細胞に活動電位が生じるのは、シナプスからの入力の総和が閾値を超えたときである。これは重み付き平均値を  $\{0, 1\}$  の2値に変換していることを意味する。これにより状態の数を1万分の1に縮約できる。

脳の神経細胞の大部分は、身体の生理的状态を適正な範囲に保つ仕事をしており、外界との意識的な入出力関係に関わる神経細胞はごく一部である。そして特定の入出力の処理に使われ細胞の数はそのまたごく一部である。このことは特定の処理を行う脳の部位を脳科学的測定で同定できることから明らかである。

その特定部位の脳神経細胞の状態のすべてを知る必要はない。その機能部位は脳神経細胞を要素とするシステムであり、そこでも上述の  $\{0, 1\}$  の2値への変換が行われる。

以上をまとめれば、ある特定の入出力関係の人の間の違いを整合化するに必要な状態の数はたかだか数個であり、多くは1個で可能と考えられる。このことはすでに実生活で使われている。あの人は、信頼できる人である、そこそこに信頼できる人である、全く信頼できない人であるなど、その人の行動を1個の状態で整合化してその人との付き合い方を決めている。そして大きく誤ることはない。このことを科学の方法に用いればよい。

この縮約は集団・組織に対しても適用できる。集団・組織では構成員の行動がバラバラに集団の行動として表出されるのではなく、集団・組織としてまとまった行動に状態縮約されているからである。これにより、集団・組織の間の行動の違いは、一人の人と同様に1ないし数個の状態の導入で整合性をもたせることができる。

この考え方の有利な点は、人あるいは集団・組織の間の行動の違いを記述できるだけでなく、入出力関係の変化を状態変数で代表することで、人あるいは集団・組織が要素となって相互作用する社会システムの挙動を表すモデルを作ることを可能にする。このことを3章に示す。

## 人と社会の多様性の背後に普遍を求める

対象世界が整合性をもつ背後にはその世界を覆う普遍的な原理がある。自然には普遍的な物理法則がある。生物界には DNA の二重螺旋構造という普遍的な物理系があり、これが物理法則に支配されていることが生物世界の整合性を支えている。

これに対して人間の行動様式は他の生物種と著しく異なる。社会により、地域により、その中の集団・組織により異なる。これらの行動様式の多様性そのままでは、科学の方法で接近できない。科学の常道として多様性の背後にある普遍を見出す必要がある。

自然科学において、個別に見れば様々な物体の運動に普遍を求めてニュートンの運動方程式を得ていることがこの例である。科学は常により広い条件の下での普遍を求めて、現在では量子論と一般相対性理論に到達している。

これは人と社会の事象についても同様である。最初になすべきことは行動様式の多様性の背後に普遍を見いだすことである。この探索は簡単ではない。普遍性を生物種ヒトの身体生理に求めれば物理法則の整合性に依存できるが、これは「はじめに」で述べたように、E. O. ウィルソンが行ったところであり（ウィルソン、1998）、シンボル言語をもつ人と社会の事象の背後にある普遍性ではない。シンボル言語により見かけの上で整合性を失った人と社会の事象の背後にある普遍性を求める必要がある。

加えて、人と社会における多様な行動様式の背後にある普遍を得たとき、ニュートン力学が多様な運動を記述できるように、その普遍は行動様式の多様性を導き出せる必要がある。

## シンボル言語

ヒトの言語の多様性は、大分類の言語族だけを見てもインド・ヨーロッパ言語族、日本言語族をはじめとして 30 以上に上る。1つの言語族の中には数百の言語が含まれ、言語の総数は 7 千以上に上るといふ。

これに対して他の生物種の言語の数はきわめて限られている。イヌ語は翻訳器パウリングルを作るほどに万国共通である。ニワトリ語もどこでも同じである。日本語でコケッコウ、英語でクックドウドウドウというのはニワトリ語が違うのではない。日本語と英語の擬音の違いである。

人間の言語が多様性をもつ理由はパースの区分（内田、1968）から導かれる。記号と参照対象との間に類似（アイコン）や相関（インデクス）を求めれば、それは限られるので言語の数は限定される。それに対して記号と参照対象との対応が約束で決まるシンボル言語では、異なる約束の仕方の数だけ異なる言語を作ることができる。

その数は無限といってよい。人の言語が多種多様であり社会により地域により組織・集団により異なる理由がここにある。

この状況の下で人の言語に見出せる普遍性は、これまで分かっている限りにおいて、すべての社会の言語がシンボル言語であることである。現在のところ、シンボル言語をもつ他の生物種は存在しない。霊長類の幼児を教育訓練して、シンボルと参照する対象との対応を認識させることに成功した例はあるが、この約束は人間が与えたもので、霊長類が自律的に作り出したものではない。すべての社会がもつ言語がシンボル言語であるという普遍性は、ヒトとそれ以外の生物種を分けている。

すべての社会がシンボル言語をもつ理由は幾つか考えられる。(1) (単一起源説) 現生人類がアフリカを旅立つ以前にシンボル言語を使い始めており、世界に拡散したのちもシンボル言語を維持してきた。(2) (自然選択説) シンボル言語でない言語をもつ社会が存在したが、その社会は人類の進化の過程でシンボル言語をもつ集団に敗れて姿を消した。(3) (並立発生説) すべての社会に多発的にシンボル言語が生まれた。

いずれの説を採るとしても、シンボル言語が他の言語よりもヒトの生き残りへの寄与が大きいことを示している。人の文化と文明の基盤であるシンボル言語を人間はどのように作り出したのか？ ここに何らかの普遍性のある原理を見いだせば、科学の方法で人と社会に接近して自然科学と人文社会科学を統合する手掛かりとなる。

## システム化

人と社会における活動は個別ではなくシステムを構成する。シンボル言語はシンボル操作により階層的に作られたシステムである。道具を作る技術もシステム化している。考古学は技術のシステム化がかなり早く旧石器時代後期に始まることを教える。旧石器時代の前期には、破碎という単一技術で作った石の破片の中から道具となる破片を選んでいたが、旧石器時代の後期には、破碎、成形および研磨という技術を組み合わせ使用しやすくなる道具を作っていた。穴を開けた貝にひもを通すという技術の組み合わせで作られた装身具がアフリカに現れたのは13万年以前に遡るといわれる(オッペンハイマー, 2003)。

物理的な道具だけではない。タブーなどの約束ごとで集団を統合するソフトな技術も多くのタブーを組み合わせ統治システムを構成していた。

ハード、ソフトにかかわらず、人と社会にあるすべての活動はシステム化し、それは自律的に始まっている。これが人と社会の多様な活動の背後にある普遍性の一つである。これが人間と他の動物を分けることは他の動物が行う活動と比較すれば明らかである。

霊長類には小枝から葉を取り払って棒を作り蟻塚からアリをおびき出す道具を作る



種がある。カレドニアカラスは葉の向きを考慮して葉の一部を切り取りカミキリムシの幼虫をおびき出す道具を作る。しかし、これらの動物の技術は個別のままに留まり、組み合わせで使われることはない。

技術を組み合わせることは、ある技術で作ったものを他の技術で作ったものと組み合わせることで人工システムを作ることにつながる。今日では、ロケットのように主要部品だけで百万以上からなる人工物システムが作られ、数十万の条文からなる法体系により社会を統合する法システムがあるが、この原型がここにある。部分の組み合わせは同時に、部分を作る人と集団・組織の活動の組み合わせにつながり社会をシステム化する。

さらに上位のシステム化が存在する。他の生物種では、ある個体が獲得した知識や方法は模倣により他の個体に移転される。野外での生態調査で観察されており、霊長類を幼児から教育して知識と行為を習得させた研究結果によっても明らかにされている。彼らは自分が獲得した方法や知識を他の個体に伝えるには、それを実行して見せて他の個体が模倣することに任せる。これは親子の間でも同じである。

これに対して、人間は個体が獲得した知識を他の個体に言語で移転する。これは教育という人に固有の顕著な活動の一つである。これは言語の機能と知識の移転を組み合わせる高次のシステム化であり、人と他の生物種を分ける性質の一つである。

システム化における普遍は、何かを組み合わせることでシステム化すること自体にある。そしてシステム化はヒトとヒト以外の生物を区分している。

## 神の存在

すべての社会に普遍的なものに神の存在がある。ここで「神」とは特定の神ではなく超越した存在のすべてを指す。神の在り方は様々である。神の数だけを見ても、日本のようにやおよろず（八百万）の社会があれば、イースター島の住民のように、各人が自前の神をもち人口の数と神の数が等しい社会がある。そして神が唯一である一神教の社会がある。

神の役割もまた様々である。日本社会のように神のご利益を期待して祈る社会があれば、イースター島の住民のように自前の神の強さを比較して紛争の解決に使う社会もある（ハイエルダール、1985）。そして唯一神が社会の人々に一律に行動規範を課す社会もある。

神は、自然科学が世界観を与える以前において人々に世界観を与えていた。自然科学的な世界観が生まれても、それが覆わない世界は依然として神が支配する世界である。神の性格と教義の違いにより世界観が異なり、それが社会の構成員の意識と行動を異なるものとする。この違いが社会の間での紛争を生むことは「文明の衝突（ハン

チントン, 1996)」が指摘している。紛争に至らない場合でも世界観の相違は人の行動の違いを生む。日本社会の行動様式とキリスト教社会の行動様式の違いは、神の性格と教義という神の在り方の違いで多くの部分を説明できる（市川, 2007）。

神の在り方がこれほど多様であるにかかわらず、すべての社会が神をもつという普遍性がある。「私は神を信じない」という無神論者も、神が意識の中にあるからこの言葉がある。神の意識が何もなければ何も言わないはずである。

社会として神を否定した共産主義社会がある。このとき共産党政権さらには書記長のいうところが神に代わる絶対的な真理となり、この意味で神が存在した。共産主義が宗教を敵視するのは兄弟憎悪による。旧ソ連の崩壊後に直ちにロシア正教が復活した。人と社会が神無しでは済まないことを示している。

神の存在がヒトとそれ以外の生物を分けるかどうかについての確証はない。神は基本的に意識の中だけに存在して考古学的な資料を残さず、現在においても明示的に観測する方法がないからである。ネアンデルタール人が死者を葬った周辺を花で飾った痕跡があるという。この場合にも神を信じていたのか死霊を信じていたのかは定かでない。

人間の脳の側頭葉のある部位を磁気刺激すると神を感じるという（ラマチャンドラン, 1999）。そして、京都大学霊長類研究所の研究者は、ヒトとチンパンジーの脳の成長に共通点を見いだしたという。とすれば脳の機能と構造がヒトに似ている霊長類について、対応する脳の部位を磁気刺激して、ヒトに似た反応が脳に生まれるかどうかを調べれば、霊長類が神の意識をもつかどうかを判定できよう。まだ研究はないようである。

神についての普遍性は、すべての人と社会に神が存在することである。言語と同様に、単一起源説、自然選択説、および並立発生説があり得る。このいずれを採っても、神が人の生き残りに寄与するはずである。神が人の生き残りに果たす効果を考える必要がある。

### （文明の基軸としての神）

いまのところ、文明<sup>2)</sup>をもつ生物種はヒトだけで他の生物種には見られない。文明の存在はヒトと他の生物種を分けている。古代文明の様相は様々であるが、すべての古代文明において神が精神的な基軸となっている。世界最初の文明とされるシュメル文明、それに続く古代エジプト文明、古代ギリシャ文明などは個人神や都市神が王や首長を指図する力をもっていた。これらの神は「主人」と呼ばれ、王や首長は神託を受けて統治の指針としていた。

文明についての普遍性は、原初の文明の精神的な基軸がすべて神であることにある。原初に限らず現在でも神が基軸であるイスラム文明がある。西欧キリスト教文明が神

という基軸を離れたのは、啓蒙思想が現れた 17 世紀後半から 18 世紀のことである。

興味あることに、文明の精神的基軸を担うのが神ではなく人になった現代文明において、かつて神が与えて人が信じた教義に比べられる説得力をもつ正義は生まれていない。矛盾を含むシンボル言語を用いる思弁により、矛盾のない正義の体系を作ろうとするためか。

## 普遍を説明するモデル

シンボル言語、システム化、そして神という社会に共通する普遍が生まれた過程を、考古学的資料と歴史的資料でたどることはいまのところ不可能である。

このような場合、科学は分かっていることを基にモデルを作り、それを使って推論して知識の欠落を補う。生まれる過程についてモデルを作ることは多大の困難がある。データ不足はその一つである。ヒトの誕生から今日に至るまでに生まれた事柄についての資料は、考古学的資料かまたは歴史資料である。そこには資料が欠ける時期がある。例えば、言語はものではないので考古学的資料としては頭蓋骨の形という間接的な資料しかない。歴史資料は言語が生まれた後のことであり言語の誕生を語ることはない。シュメル文明の遺跡に王が神と対話する様子を描いた彫刻があるが、これも神が文明の基軸になった後のことで、その誕生を語る資料ではない。

事象の誕生は過去から断絶しており、それ以前の過程を辿って因果関係を推測してモデルを立てることができない。また、言語や宇宙の誕生のように観察できない事象もある。そして誕生は一回限りで繰り返しての観察はできない。

モデルの検証にも困難がある。誕生の過程は観測されていないことが多いので、誕生に関わるモデルの検証は推測された誕生の過程を実験するほかない。実験による検証にも多くの困難がある。現在の実験環境が誕生したときの環境と異なる可能性が高く、モデルが偽でないとしても誕生に成功するとは限らない。対象が複雑系であって小さな違いが拡大して誕生に至る場合には、検証のための実験条件の設定ができるとは限らない。宇宙の誕生のように実験による検証が許されない場合もある。

人と社会に科学の方法により接近するためには、これらの困難を克服して誕生のモデルを作る必要がある。

## モデルが満たすべき条件

モデルを検証できないとき、モデルを作る過程を信頼するほかない。今日の宇宙創成のモデルはこうして作られている（ターナー、2009）。このとき、モデルが満たすべき条件を設定して、その条件の尤もらしきでモデルの尤もらしさを保証するほかない。

い。

条件の第一は、モデルが事象の空間的および時間的な広がりを含むことである。文化と文明の多様性と普遍性はいずれも一つの生物種ヒトが作り出しているから、これらを一つのモデルで表現する必要がある。対象となる事象ごと、場所ごと、時期ごとに異なるモデルを作るのでは、モデル合わせというご都合主義に陥り信頼性を欠く。

条件の第二は、科学のモデルとして正統なことである。現在では資料がなく検証できないにしても、検証可能であることはモデルの信頼性の生命である。このためには神の意思と目的論を排除する必要がある。より豊かな生活を求めて、あるいは知的好奇心を満たすために、などの目的因を用いるモデルは科学のモデルとして正統でない。

条件の第三は、普遍に存在することを説明するモデルが、同時に多様な行動様式が生れることを説明できることである。さもないと、発生のモデルと発展のモデルとを別途に作ることになりご都合主義に陥る。

以上の条件を満たし、これまでの知見を基礎にして尤もらしいモデルを作るには、これらの幾つかの普遍性の背後にある単一の原理を求める必要がある。自然科学と人と社会の科学を統合するためには、この原理は自然から人と社会までを覆うものであって欲しい。

シンボル言語、システム化、そして神の存在のうち、シンボル言語と神の存在は人の社会に限られる。これに対してシステム化は自然から人の社会までを普遍に覆う事象である。

以上のことから、システムの創発は自然科学と人と社会の学問をつなぐ架け橋として思考実験のよいフィールドになる。

## 反証可能性を失わせる目的論

科学の方法が成立するもう一つの必要条件であるモデルの反証可能性を見る。

理論経済学では人は利益最大（目的）を追求して行動する（結果）というモデルを作ることに見るように、人と社会の事象についてのモデルを目的論で立てることが多い。アリストテレスが目的因を用いて人の行動を説明した延長として、今日の人と社会に関する学問があるためであろう。

人の行動には必ず目的があるとする理由は、人の行動（結果）とそれを生み出す原因を、その人に閉じて考えるからである。その人に閉じたとき他に原因を見いだせなくなり、目的を原因として使いたくなる。眼をその人から離して他の人にまで広げ、人の行動は他の人との行動との相互作用の下で定まると見れば、目的から離れることができる。

例えば、希望する学校に合格するために受験勉強をする、ではなく、多くの人が同

じ学校への入学を目指すので競争になり受験勉強をする、と考えればよい。競争の存在とその厳しさは観測項目として設定できる。

経済行動においても、他に人がなく孤立していれば最大利益を追求することはない。市場経済という他の人との相互作用の場で、資産を多くもてば他の人より有利な立場に立てるので、最大利益を図ろうとする。

最大利益を図ることは、生きることに必要な必須の行動ではなく他の人々との相互作用の下での行動様式の一つに過ぎない。生きていくに十分であればよいとする社会があり、GDPにかえてGNH（Gross National Happiness）を掲げる社会もある。

事象の性質は相互作用の下で定まるとするモデルは、人と社会に限らず宇宙にある森羅万象についての普遍的なモデルであることを次章に示す。その意味では人も社会も宇宙の原理にしたがっている。

## 注

- 1) 言語と言葉の定義と使い分けは、用語集 166 頁に記す。
- 2) この論考における文化と文明の定義を、用語集 169 頁に記す。

### 3. 進化がシステムを創る — 宇宙を覆う「揺らぎと相互作用」 —

人と社会の多様性の中に普遍を求めてシンボル言語、システム化、および神の存在を見出した。次はこれらを作り出す普遍的過程を見出すことである。これを過程と言い世界像としない理由は、静的な像ではないことにある。静的な像は多様である。普遍はそれを創り出す過程にある。

自然と人と社会に共通する普遍として、物質界、生物界、そして人と社会までを覆うシステム化を採り上げる。このシステム化を創り出す過程についての考察は、万物の存在基盤である宇宙から始めるのが正当であろう。

#### 揺らぎと相互作用：宇宙から人の活動までを覆う過程

(宇宙：物質界)

宇宙は、素粒子を最少機能要素<sup>1)</sup>として宇宙全体にいたる物質、エネルギーおよび力を要素とする多階層のシステムである。これが創られた過程を考える。

宇宙の誕生は宇宙論の主題である。宇宙論は宇宙の誕生後  $10^{-6}$  秒から現在までの過程を確実な像として描き出している。それ以前については確固とした検証は存在しないものの、およその筋書きは作られている。

その筋書きがどうであるにせよ、確実なことは宇宙創出の過程のある時点で空間的に揺らぎが存在したことである。宇宙が空間的に均質であったとすれば、物理法則の整合性から、現在でも宇宙は均質で星も銀河も銀河団もない空間に過ぎないはずである。

原初の宇宙に揺らぎが存在したことは、宇宙の背景放射の  $10^{-5}$  °C の揺らぎとして、探査機 COBE により観測されている。この揺らぎは、宇宙誕生後  $10^{-35}$  秒後に単一の力から重力が分れて起きたインフレーションにより、量子の状態の揺らぎが宇宙規模に引き延ばされて生じたものと理解される。この揺らぎが今日の宇宙への変遷の出発点であった。

最初に揺らぎが存在したとしても、それが消えることなく今日の宇宙に成長するには何らかの選択が必要である。選択が宇宙の外部から行われることはない。多宇宙解釈<sup>2)</sup>をしても、他の宇宙の物理法則はこの宇宙と異なるので、この宇宙はその影響を受けない。とすれば選択は揺らいだものの相互作用と考えるほかない。

相互作用が揺らぎを増幅して今日の宇宙の姿に導くものは重力である。強い相互作用、弱い相互作用、電磁力および重力の4つの力のうち、最も遠くまで届く重力には

力が質量に比例する質量集積性がある。これにより質量が大きい物体は周辺の質量の小さい物体を吸引合体して質量を増大させる。この集積により星が生れた。今日では星の形成にはダークマターとダークエネルギーが関わる事が分かっているので、このモデルは今後修正されよう。質量集積性を持つ相互作用は、質量の揺らぎを増幅する正のフィードバックを形成する。

誕生した星の一生は質量の大きさにより様々であるが、主系列の星のうち太陽の10倍以上の質量をもつ星においては、重力による凝集により星の温度が上昇して核融合反応が起き、鉄までの原子が生まれる。さらに温度が上がると鉄のヘリウムへの分解が始まる。これは吸熱反応であるので重力崩壊が起きて超新星爆発にいたる。超新星爆発における高温高エネルギーの下での核融合が、鉄より重い原子を創り出し今日の原子系をもつ物質界を形成した。

以上をまとめれば、宇宙は揺らぎから出発して正のフィードバックの効果をもつ相互作用の下で変遷して現在の姿に到達し、そして現在でも姿を変えつつある。

揺らぎとそれを増幅する正のフィードバック効果をもつ相互作用が存在する過程を「揺らぎと相互作用」と呼ぼう。

## (生物界)

生物は、ゲノム、バクテリア、アーキア、多細胞生物、多器官生物と次第に構造が複雑なシステムを生み出してきた。そして、複雑になった生物種の個体を要素とするシステム（生態系）を創り出した。C. ダーウィンは、このシステム化をもたらした進化の機能を「変異と自然選択」と特徴付けた。彼は生物における選択を育種における人為選択と区別して自然選択と名付けたが、ヒトの誕生以前から生物は進化しており、さらに言えばヒトも生物種の一つであるので、選択は進化で生まれる多様な生物種の個体の間の相互作用によると考えてよい。

生物の進化には気温、降水量などの自然環境が影響するが、自然環境は進化の方向を規定するが、進化にとって必要条件ではない。自然環境が異なってもそれに対応して異なる生態系が生まれている。

生態系における個体の間の相互作用は、生物種の増殖と多様化の増加に対して正のフィードバックとなっている。生物の個体が他の個体からうける作用の総和が、その個体が生き延びる環境となり選択を行っている。有利な形質をもつ生物種はその数を増加させ、選択に影響を与えて増殖に正のフィードバックを形成する。新たな生物種の個体が生態系に加わったとき、ある個体に対する他の個体からの作用である選択は多様になる。選択が多様になることは、多様な生物種の個体を生き延びさせることを意味する。これが生物種の多様化に正のフィードバックを構成する。

以上により、生物における進化、すなわち「変異と自然選択」は、変異という揺ら

ぎが、それへの正のフィードバック効果をもつ相互作用がある「揺らぎと相互作用」と見なせる。

### (人と組織の活動)

人と組織の活動は、活動の効率化と活動の成果である生産財の性能の向上などを目指して日々揺らいでいる。揺らいだ活動は他の活動との協力と競争などの相互作用の下にある。この相互作用は、生物における相互作用と同じ機構で活動の増大縮小と多様性に正のフィードバックを構成している。人と組織の活動は、この意味で「揺らぎと相互作用」の過程になり、システム化が進んでいる。

## 科学を統合する考え方としての「揺らぎと相互作用」

「揺らぎと相互作用」は科学を統合する上で有用な考え方である。有用な理由の第一は、宇宙から生物界、そして人の営みにいたる広い範囲を覆い、システムを創り出すモデルであることにある。

理由の第二は、「揺らぎと選択」が多様性を生むことである。最初におきる揺らぎと、その後の進化の途上における揺らぎにより多様性がうまれる。2章において、人と社会を表すモデルの要件として、普遍に存在するものが多様性を生み出すことを要求したが、「揺らぎと相互作用」はそれを満たしている。

理由の第三は、最初の微少な揺らぎが、正のフィードバックを構成する相互作用の下で増幅され多様なシステムとなることである。この事象は、理由の第二と併せて、ニュートンの確定性の下にはない事象であり、同じ原因が異なる結果を生む整合性のない事象に見える。しかし、生物の進化が科学の枠組みの中にあるように、この過程は科学の枠組みに留めることができる。

理由の第四に、このモデルが最初に存在する微小な揺らぎが発展してシステムを作ることから、事象の始まりを記述する有効な方法となることが期待できる。

「揺らぎと相互作用」を、馴染みのある言葉とするために、この過程を最初に見出した生物学での名称を借りて、「(拡張された)進化」といおう。断らない限り(拡張された)を省いて「進化」という。進化の概念を生物以外に拡張するために、用語にそれに向けた変更を加える。

生物の「形質」に代えて事象の「状態」とする。状態を使うことには、1, 2章に述べた整合性のない対象を整合化する含みがある。生物の「形質の変異」に代えて事象の「状態の変化」, 「自然選択」に代えて「状態の相互作用」という。

生物の形質の変異は自己複製の際にのみ起きるが、生物以外の事象においては、状態の変化は複製のときに限らない。「複製」に変えて「揺動」といおう。「揺動」は複



製、状態変化、および消滅を併せた意味をもつ。揺らぐものがシステムであるとき「揺動体」といい、その最小機能要素を「揺動子」といおう。

ある揺動体に対する他の揺動体からの作用の総和を「選択圧」に変換する場、生物における「生き残り」に相当する場を「選択の場」といおう。

以上の用語を用いて「進化：揺らぎと相互作用」は次の過程として定義できる。そして、この機能をもつシステムを進化システムという。

機能(1) (揺動体の存在) 揺動の機会をもつ「揺動体」が存在する。揺動体がシステムであるとき、その最小機能要素を「揺動子」という。

機能(2) (揺動体の間の相互作用) 揺動体の間には相互作用が存在する。相互作用が正のフィードバックになる選択圧に変換する「選択の場」が存在する。

### (拡張された) 進化の性質

機能(1)および(2)で定義される進化について、定義から直ちに導かれる幾つかの性質がある。

性質1 (進化はシステムを創発する)：進化は揺動体を要素とするシステムを創り出し、そのシステムは進化システムである。

揺動体は機能1により揺らぎにより状態の異なる揺動体を作る。揺動体の間には機能(2)により相互作用が存在するので、揺動体を要素とするシステムとなる。このシステムは進化の機能的要件を満たすので進化システムである。進化しなくなるのは、すべての揺動体の状態の揺らぎがなくなるときである。状態が揺らぐ揺動体が1つでも残ればそのシステムは進化する。この意味で進化が創るシステムは頑健である。よく知られた例として、生物は誕生以来5回に亘る大絶滅を経験しながら生き延びてきている。

性質2 (種の数の増加)：揺動体の種の数はすべての種が絶滅しない限り増加する。

同じシステム構造をもつ揺動体の集まりを種という。進化が進むと揺らぎが繰り返され異なる揺動体が生まれるので、揺動体の種の数は進化の進行と共に増加する。生態系には確認されているだけで数百万種類の生物種が存在し、未確認の種をいれれば一千万種以上におよぶ生物種が存在するとされている。

性質3 (ダーウィン・ディレンマ)：ある種の揺動体の数量が増大するとき、その種の中にある揺動体は数量の増大を止められない。揺動体の数量の増大がその種にとって不都合な事態を招くとき、それは「ダーウィン・ディレンマ」を構成する。

その種の中のある揺動体が、増大を止めようとして複製率を1以下に下げれば、その揺動体は劣勢になり遂には絶滅する。種の中では複製率を上げる揺動体が相対的に卓越して、その種の揺動体の数量の増大は加速する。進化は増大を避ける揺動体を排除し、増大を図る揺動体を卓越させる。これは進化と同義反復といえる自明な性質で

ある。

揺動体の数量の増大がその種の将来に不都合な事態を招くと予想される時、この状況はディレンマとなる。これを「ダーウィン・ディレンマ」と呼ぶ。ダーウィン・ディレンマは将来を予測できる揺動体にとってのみディレンマである。将来を予測できない揺動体にとっては、バッタやクラゲの大増殖とその後の大縮小に見るように、自然にいつも見られる現象でありディレンマとは意識されない。

生態学者の G. ハーデンは 1968 年に「共有地の悲劇」としてこのディレンマの一つを指摘した (Hardin, 1968)。共有の牧草地で自由に牛の放牧ができる時、飼主は牛の数を増やす競争に入り、牧草の消費量が生産量を超えて牧草地が荒廃し、全体として不都合な状況になる。これを防ごうと牛の数を減らす飼主は退出を余儀なくされ、牛を増やし続けた飼主が牧草地を独占するのが「共有地の悲劇」である。

共有地の悲劇は共有するものに上限があるというダーウィン・ディレンマの一つの形である。ディレンマはこの形に限らず、進化において揺動体の増大を図る選択がそれ自身にとって不都合を招くすべての局面に現れる。名称を「ダーウィン・ディレンマ」と一般化する。

この状況は個々の揺動体の意思を超える。後に挙げる軍備、地球環境問題およびファンドの猖獗に見るように、ダーウィン・ディレンマに呪縛された現代文明は、活動の規模を縮小できず増大一途となり、自ら文明の危機を招きつつある。

性質 4 (共進化)：揺動体の間に種にまたがって互いに促進的な相互作用があるとき、それらの種は互いに促進的な相互作用に適応して進化する。これを「共進化」という。

生物で最初に見いだされた共進化は、長い花冠をもつトケイソウと長い口吻をもつヤリハシハチドリとの共進化である。長い花冠をもつトケイソウが発見されたとき、この花粉を媒介する長い口吻をもつ昆虫がいるという予想があった。この予想は、昆虫とトリの違いはあったものの機能から見れば的中していた。揺らぎと相互作用という考え方が与える予測は基本的にこの種の定性的な予測である。

共進化は両方の種にとって危険な賭である。何らかの理由で一方の種が絶滅すると他方も絶滅を余儀なくされる。それにもかかわらず共進化は進む。一方が絶滅しないとき共進化する方が生き残りに有利だからである。ここにもダーウィン・ディレンマが存在する。揺動体に将来を見通す能力があり、その見通しの下で共進化を避ければ現在の環境の下で生き残りに不利になって劣勢になる。共進化を積極的に進める種が卓越する。

性質 5 (進化の袋小路)：揺動体は環境から受ける促進的環境に適応して袋小路に入る。

性質 4 (共進化) を、特定の種の間に限らず個体と促進的な環境との間に拡張したのが「進化の袋小路」である。揺動体は促進的な環境に適応してその環境に特化した

システムとなる。環境に大幅な変化が起きれば、新たな環境に適応するには多数回の揺らぎと相互作用が必要になり適応が遅れて劣勢になる。これが「進化の袋小路」である。

生物界で見れば、繁茂していた隠花植物を食糧とする草食恐竜はそれに適応して数と大きさを増大させ、草食動物を捕食する肉食恐竜もその環境に適応して数を増し巨大化した。巨大化した恐竜群は、約 6550 万年前の巨大隕石の落下により激変した地球環境に追従できずに絶滅し、哺乳類にその地位を奪われた。進化の袋小路に陥った例である。

それにもかかわらず、揺動体は進化の袋小路に入る。環境に大幅な変化がない限り袋小路に入ることが生き残りに有利になるからである。ここにもダーウィン・ディレンマが現れている。揺動体が将来を見通して袋小路を避ければ、現在において生き残り競争で不利になって劣勢になる。袋小路に入ると積極的に進める種が卓越する。進化の袋小路は、日本の携帯電話産業やかつての米国の自動車産業に見られるように、現代文明社会における人と社会の活動にも顕著に表れている。

性質 3, 4, 5 は、進化システムの中にいる揺動体にかかる強力な呪縛であり、その基盤は性質 3: ダーウィン・ディレンマにある。進化は、揺動体が将来の状況に配慮できず、現在の環境にのみ適応することを宿命づける。

以上に挙げた性質 1～5 は生物の進化での例であるが。これらの性質は生物に限らず進化の過程が共通にもつ性質である。

## 定性的予測に留まる揺らぎと相互作用

進化において、長期的な挙動を詳細に予測することはできない。状態の揺らぎの連鎖が長いとき、予想される行方の存在範囲が広いからである。これに対して、状態変化の連鎖が短く予想される行方の存在範囲が狭い短期的予測はできる。

長期的な予測を望むときには、進化がもつ機能に基づく機能的な予測に限られる。トケイソウとヤリハシハチドリの子共進化の例に見るように、「この植物の花粉を媒介する生物種がいるはずである」という機能的な予測がその例である。

長期的には、原初形の DNA, RNA あるいはタンパク質から出発したとき、40 億年の進化を経た現在の生物種と生態系になることは予測できない。

進化は同じ状況（原因）から出発して揺らぎによって異なる状況（結果）を生む過程である。この意味で、進化は整合性のない対象を記述できるモデルである。

その代償は、真理の定義（2 頁）でみれば、「予測できるに達した知識をいう」における「予測できる」が、長期的には定性的、定量的には短期的に後退することである。

この後退は別の意味での前進を実現する。最大の前進は、状態の導入と合わせて用いるとき、整合性のない世界に接近できることである。状態変数をもちいて要素の因果関係を代表させ、その状態変数が相互作用することにより変化するというシステムモデルを作れば、その意味で整合性を導入できて、普遍性のある定性的知識を得ることが可能となる。この例を8章に示す。

もう一つの前進は、前章に記した事象の始まりを記述するモデルを作るときの困難をある程度克服できることである。

## 進化は自立的に始まる

進化は自立的に始まることから、事象の誕生を記述するモデルとして効果的に使うことができる。このことは幾つかの進化の始まりに見られる。

宇宙の進化の始まりは、インフレーション後に存在した  $10^5$ ℃ 程度の温度の揺らぎが相互作用したことにある。すなわち宇宙の進化は進化により始まっている。

生物の進化の始まりは、現在の生物から進化の機能を取り除けば分かる。生物から進化の機能を取り除いたものを（生物-進化）と呼ぼう。46億年の地球の歴史において多くの（生物-進化）が生まれたが、そのほとんどは環境の変化に適応できず絶滅した。進化の機能をもつ生物でさえ5回に及ぶ大絶滅を経験し、それから進化により形質を変えて回復した歴史をもつ。

存在した（生物-進化）のうち遺伝型が変異して形質が変わる能力をもつ生物が偶然に発生し、それが環境変化の下で生き残り今日に至った。原初に発生した生物が、それまでに蓄積されていたアミノ酸、リン酸などの材料を大増殖で使い果たしたとき、変異により炭酸同化能力を獲得して材料の確保に成功したシアノバクテリアへの変異はこの例の一つである。異なる環境にある生物は、地下深部にいるアーキアのように、地上とは異なる同化作用により生き続けている。

DNA と RNA との違いは、DNA の一つの塩基チミンがウラシルに変わるだけである。DNA 型の生物が卓越した理由は、遺伝型の安定性と変異の起きやすさのバランスの良さにより、DNA 型が進化の過程で選択されたことにある。進化は古い機能を温存する。RNA が DNA からタンパク質への変換の途上に今日でも残ることを見れば、生物の原初形は RNA 型であった可能性が高い。

「揺らぎと相互作用」は生物と（生物-進化）のすべてに働いて、進化の機能をもつ今日の生物を選択した。これが生物の進化の起源である。揺らぐ能力をもつ生物が相互作用により選択されて生き残ったという意味で、進化の起源は進化にある。

### (誕生を進化でモデル化する)

進化が進化により自立的に始まったことは、進化が事象の誕生を記述するモデルとしても有効なことを意味する。進化の機能的定義に基づいて事象の誕生を記述するモデルを作るには、次の3つのことをすれば済む：

- (1) 事象を揺動子として記述する。
- (2) 事象の原初型を作り出す状態変化を設定する。
- (3) 揺らぎの間の相互作用が正のフィードバックとなり、原初型が進化の中で卓越し定着する選択の場を設定する。

(2)の状態変化を設定するに当たっては、それが起きる機会が多いことに加えて、それが(3)の選択の場において選択される必要があるので、(2)と(3)をループさせて合理的な選択の過程を設定する必要がある。

誕生を説明する汎用のモデルとして進化がすぐれていることは、揺らぎと相互作用という進化の過程が実験観測の条件として設定でき、反証可能なことにある。

## まとめ

「揺らぎと相互作用」の過程がシステムを創ることを示した。ここでの「揺らぎと相互作用」とは、揺らぎと、揺らぎの間の相互作用が揺らぎを増幅する正のフィードバックとなる過程をいう。

この過程は宇宙から生物界、そして人と社会の活動までを覆う普遍的な過程である。このモデルは、これまでの科学におけるモデルのように事象を長期に亘る詳細な定量的予測をすることはできないが、短期的には定量的な、そして長期的には定性的な予測をすることはできる。

真理に事象の挙動を定性的に予測することまでを含めるならば、進化は科学を統合する有力な概念となり得る。

## 注

- 1) システムの用語を、用語集 166 頁に記す。
- 2) 多宇宙解釈については、用語集 168 頁

## 4. 因果関係の認識

### — 人と社会における選択の場 —

#### ヒト，人，社会

生物の進化では、相互作用を選択圧に変換する「選択の場」は「生き残りの場」にある。共生，競合，捕食／被食などの相互作用の下で，生き残りに有利な形質をもつ個体を選択され，複製する機会を増大させてきた。

ヒトも生物としてこの範疇にある。ヒトは原始共同体を創り協力して他の生物を補食し，さらには農耕畜産を行い生き残りの場での優位を保持してきた。原始共同体は組織化が進んで社会になり，社会はその構成員であるヒトの形質を共同生活に適したように作り変えて「人」とし，効果的な協力を実現して繁栄してきた。

社会が作り変えた人の形質の大部分は遺伝型を介することなく，社会が用意する教育訓練の場と個人の模倣により継承される。R. ドーキンスがいう「拡大された表現型」である（ドーキンス，1982）。この論考ではこれを「文化<sup>1)</sup>」と呼ぶ。

人の社会では文化が行動様式の大部分を占めており，遺伝型を介する形質の発現を行動として見ることは稀である。個体維持および種族維持という基盤的な遺伝型を介する行動も，その発現は社会的に様式化されている。身体能力を発現する場も競技などの形に様式化されている。

そして重要なことは文化が進化することである。文化の要素である個々の行動パターンを揺動子とみれば，次のように進化の機能要件を満たしている。

- (1) 揺動体（揺動子）の存在：人々の行動パターンは変化して，いろいろな行動パターンが生まれ，その中から多くの人々に受容される行動パターンが定着し継承される。
- (2) 相互作用の存在：行動パタンの間には人々の受容に関わる相互作用が存在する。相互作用が選択圧に変換される選択の場が存在する。

#### 因果関係の認識

生物においては，揺らぎは生物種ごとにさまざまであるが，選択の場は生物に共通して個体の生き残りの場である。これと同じく，進化する人と社会の事象において，揺らぎは事象ごとに異なるとしても相互作用を選択圧に変換する選択の場は事象に共通であることが望ましい。

ヒトも生物種の一つであるから選択の場は「生き残りの場」である。しかし，これ

だけを人間社会での選択の場とすると、ウィルソンの共躍（ウィルソン，1998）と同じ論法になり，進化の視点からの考察は生物種ヒトに留まる。

ヒトの選択の場である個体の生き残りを人に写せば，「社会の中での生き残り」と社会の生き残り」である。しかし，ヒトについては「個体の生き残り」，人については「社会の中での生き残り」と社会の生き残り」と選択の場が分裂したままでは知識の統合は望めない。知識の統合にはヒトと人に共通する選択の場が必要である。そして，それは生物の「生き残りの場」が進化したものであることが望ましい。

ヒトと人に共通する普遍的な選択の場を求めて到達したのは，精神疾患の臨床医中井久夫神戸大学名誉教授の退官最終講義の中の言葉「人間は因果律<sup>2)</sup>を求める動物で，自分にも他人にも因果律を要求する」である（中井，1998）。

免疫学の研究者から精神疾患の臨床医に転じた中井教授は，分裂病（現在名：統合失調症）の発症から回復までの症状の経過を明らかにして，その各段階に対応する治療法を開発されたこの分野の泰斗の一人である。

すべての病気の症状は，身体的・精神的を問わず，正常な人がもつ機能の一部が何らかの理由で他の機能とのバランスを失って突出あるいは減退した結果として現れる。中井教授の言葉は，因果関係を求める行為は正常な人の行為の一つであり，統合失調症はそれが突出して発現した症状であるという述懐であろう。

因果関係を考えるのは，中井教授の言葉に触発されただけではない。因果関係を知ることには，ヒトと人の生き方を決める上で大きな意味をもつ。すべての生物種は，進化の結果として現在の生き方に到達している。それぞれの生物種がそれに至るまでには，原初型を生み出した多くの契機がある。ヒトと人が今日の生き方に至った契機を見れば，因果関係の認識が支配していたと考えられる。

## 進化が作り込む因果関係の認識

すべての生物は2つのレベルの因果関係の下で生きている。一つは自然に存在する因果関係のレベルである。このレベルの因果システムは最も基盤的で普遍性が高く，この宇宙に起きるすべての事象はこれに支配されている。自然の因果システムの認識はヒトが先史時代から自然現象として認識してきており歴史が最も長い。

第二のレベルは，ヒトを含めて生物の個体に存在する代謝，免疫，循環，呼吸，筋肉，神経などの各種システムが結合して構成する生体内の因果システムである。この因果システムは第一のレベルの自然の因果システムの一部であるが，因果関係の結果の許される範囲が生物体として許容できる範囲であり，きわめて狭い。死は自然の因果関係に基づいて個体を構成する原子の宇宙への回帰であるが，生物にとっては生命の終了である。この因果関係はヒトに限らずすべての生物に共通する。この因果関係

はヒトの個体の生死に関わる事柄であることから、ヒトと人の選択の場の構成要素として重要である。

進化の視点から考えるとき、ヒトに先立つ他の生物種が因果関係をどのように認識しているかを考える必要がある。ヒトが誕生して社会を作り人工システムや社会システムを創り出す以前には、生物たちは自然と生体内の因果システムの下で生きてきた。彼らの因果関係の認識の仕方を見る。

ゾウリムシは単細胞真核生物の繊毛虫であり、草履の形をしていることからこの名がある。どこの水たまりにもいる馴染み深い生物である。草履の形といったが扁平ではなく、紡錘形の体長0.1～0.2mm くらいの小さな虫である。単細胞であるが図4に示す各種の器官をもつ。表面には3500本ほどの繊毛があり、それを動かして遊泳し細菌や酵母などを捕食する。

目がないゾウリムシが餌を捕える機構は、ゾウリムシを含んだ水をプレパラートに置き、顕微鏡で見ながらプレパラートの一端に砂糖水を垂らすと、ゾウリムシはその方向に泳ぎだすことで分かる。これは、0.1～0.2mmの体長で検出される砂糖の濃度差により、繊毛が砂糖の濃くなる方向に泳ぐように駆動する機構をもつためとされている。

これは、単に物理法則システムがもつ入出力関係と見ることもできる。しかし、この論考での因果関係がもつ意味にしたがえば因果関係の認識である。砂糖の濃度差を検出し砂糖が濃い方向に泳ぐ機構をもつ。そのように物理法則を使う性質をもつゾウリムシが生き残る上で有利となり、進化の過程で卓越してきた。因果関係の認識の原初型はすべてこのようであったと考えられる。

意識することなく物理法則を利用することはヒトにも見られる。手が熱いものに触れたとき人は手を素早く引っ込める。このとき「熱いからやけどする。だから手を引っ込めよう」とは誰も考えない。「熱さを感じる→回避する」という行動を採る機構

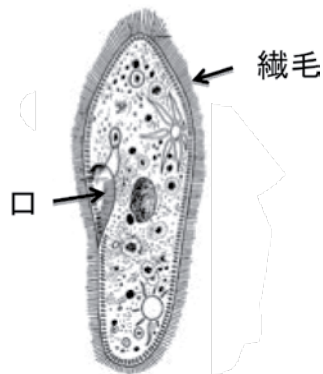


図4 ゾウリムシ



は意識を介することなく神経系に組み込まれている。これが生き残りに有利であることから、進化の過程でその機構をもつ生物が卓越してきた。

植物の向日性も因果関係の認識と見なせる。太陽光を多く受けることが光合成に有利であることから、進化により成長機構に組み込まれて向日性の植物が卓越してきた。

神経系を持った原始的な生物の例としてアメフラシがある。アメフラシは体長15cm前後の殻が退化した二枚貝で、ナメクジ様でさまざまな形態を取る。神経細胞の直径が200～1000 $\mu\text{m}$ と哺乳類の10倍の太さで、神経回路が単純でありその機構のすべてが解明されているので、神経機構を探るモデル生物として用いられる。

殻の下に鰓と紫汁腺があり、体に刺激を受けると紫汁腺から紫色の粘液を出して身を隠す。「刺激→危険」という因果関係が神経系に組み込まれている。

神経系がより高度に発達した生物種は、より高度な因果関係を認識して利用する。公園の池のコイは人影を見ると集まってくる。「人がいる→餌が貰える」という因果関係を使っている。人影と木陰との区別は付くようで木陰があっても集まらない。動物園に行けば、多くの動物に因果関係「人がいる→餌が貰える」の利用が見られる。野生動物は危害を与える対象から身を隠す。

これらの因果関係の認識は、それができる生物種の生き残る機会を大きくするので進化の過程で選択され、今日に生き続けている。このことは、認識した対象を識別するという認識の第2段階（2頁）の発達にも繋がっている。

高等な動物はより高度な因果関係を使う。ブラジルに棲むイヌで、単独行動で小動物を補食する種は、飛び立った小鳥が着陸する地点を予測して先回りする。筆者がかつて飼っていた柴犬は散歩の途中でネコを見かけると手綱を振り切って追いかける。はじめはネコをめがけて追っていたが、そのうちネコの前方をめがけて走るようになった。予測をして行動するこれらの例は、イヌは因果関係のモデルを脳神経回路にもつことを示す。

ニューカレドニアに住むカレドニア・カラスは、木の穴に居る虫をおびき出すためには、ぎざぎざのとげをもつ葉っぱからぎざぎざの向きを考慮して道具を切り出し、さらに真っすぐな枝よりも先が鋸型の枝の方が有効であることを知っており、加工してそれを作る。

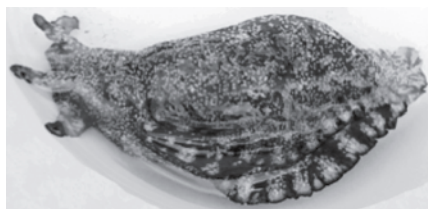


図5 アメフラシ

南米に棲むフサオマキザルは殻の固い椰子の実を石の上に置き、上から石を落として殻を割る。置石としては中央が凹んで椰子の実が飛び出さない石を選ぶ。よい置石は共有財産として共同で使う。

進化の過程で獲得した原初の因果関係の認識能力は、ヒトにおいても観察されている。ヒトの能力を知るために原始時代に戻ることはできないが、人になる以前のヒトの状態にある乳幼児を観察することはできる。

関一夫は、原因が結果に先行することを利用して、足を刺激した結果を時間差のないライブ映像と遅れがある遅延映像の2種で示し、注視する時間の違いを観測した。その結果、4-5ヶ月児では注視時間に差はないが、6-7ヶ月児では注視時間に差があり、遅延映像を長く見ていることを観測した。これは、6-7ヶ月児は刺激の直後に起きる結果を因果関係の結果として区別して認識しているとしている。関はまた、幼児がリモコンなどのボタンを押したがるのは、ボタンを押すという原因に対する結果を知って因果関係を認識しようとするためという（関、2011）。

## 人に関わる因果システムのレベル

人の因果関係の利用とヒト以外の生物たちの因果関係の認識とは類似しているところがあるが大きな違いもある。人はシンボル言語を獲得して、それで得られる知識に基づいて因果関係を創り出している。

因果関係の第三のレベルとして、人工システムが作り出す因果関係がある。人工システムの多くは自然にある実効的法則を人工的に組み合わせて構成したシステムであり、それへの人の働きかけを原因として、期待する結果を人に返す因果システムを実現している。

自然の因果関係の人工システムへの利用は、現生人類に先立つ初期のホモ族が始めて素朴な石器を作り出してから今日まで発展を続けている。18世紀以降科学が物理法則の一部を解明して、それを構成要素として複雑多様な人工システムを作るに至っている。これらの人工システムは相互に接続されて、人工的な因果システムは複雑巨大化し、人はそれなしには生き延びられなくなっている。

この因果システムは自然の因果システムに次ぐ高い普遍性をもっており、ヒトの能力の及ぶ範囲が宇宙・海中・地下へと拡張されるにつれて、それが覆う範囲も拡大を続けている。

因果関係の第四のレベルは、人が約束ごととして社会に作り込んで、社会を統合維持している因果システムである。法規、倫理、そして慣習という数多くの約束ごとの因果関係からなるシステムがこれである。「人を殺した者は、死刑又は無期若しくは五年以上の懲役に処する」という刑法第199条は「人を殺す」という原因に対して「死

刑又は無期若しくは五年以上の懲役」という結果を定めて、社会を維持するために作り込んだ社会的因果関係の一例である。

この因果システムは社会的約束ごとが及ぶ範囲、多くは社会の統治が及ぶ範囲、を支配しており、この意味で普遍性が最も低いが、近年ではグローバル化により約束ごとを世界で共通化する努力が払われている。

作り込まれた多種多様な約束ごとは結合してシステムを作り出し、人の行動を拘束して社会を維持し人の生命、財産および権利を守っている。約束により作られる社会的因果システムは今日ではきわめて複雑かつ巨大となっている。

自然の因果システムと生体内因果システムは、ヒトとそれ以外の生物を均等に覆っているが、その利用では人とそれ以外の生物とでは大きな違いがある。幾つかの論文を眺め動物生態学の研究者のご意見も伺ったが、動物ではある個体が獲得した因果関係を他の個体に移転することを模倣に委ねている。このことは霊長類でも同じであり、親は獲得した因果関係の利用を子に教えない。子は親の行動を模倣して継承する。人は個体間で言語を用いて因果関係を知識として移転し伝承する。

さきに例を示した他の生物種が言語をもたないわけではない。細胞、植物、そして昆虫ではホルモンという分子言語を放出して交信するものがある。群を作る動物では捕食動物が近づいたとき、それに対応する声を出して警告する。3音節くらいの文を用いる種もある。にもかかわらず、彼らは個体が獲得した因果関係を言語で移転せず、ヒトは言語で移転する。ここに他の生物種とヒトとを分ける境界がある。

以上をまとめれば、因果関係の認識能力は他の生物種からヒトへ連続する進化であり、ヒトの知識の始まりであると共に、因果関係を言語で伝承し継承することがヒトと他の生物種を分けている。とすれば、はじめに考えるべきことはヒトの言語がどのように誕生したかである。これを5章で考察する。

自然の因果システム、生体内因果システム、人工の因果システム、そして社会的因果システムは相互に接続され、個人の思考の範囲を超える複雑かつ巨大な因果システムを作り出した。人と社会のすべての事象はこの複雑巨大な因果システムに支配されている。「駅で切符を買って電車に乗り目的の駅に着く」という日常の些細な行為を生み出す自然、生体内、人工、そして社会的因果関係のすべてを書き出すことは至難の業であり、多くの分野の専門家が連携協力する必要がある。しかしそれをする必要はない。それを意識しなくても、すべての因果システムが正常に機能する限りにおいて人は平穏に生き延びられるからである。

生物種の個体は体内の各器官、組織および細胞が因果システムにより結合され生命を維持しているが、人の社会は自然、生命、人工および社会的因果システムの階層構造により維持されており、この意味で人の社会は一個の生命体と類似の構造をもっている。社会の生命体化は今後も続くが、そこでの問題は社会的因果システムが、自然、

生体内および人工システムの因果システムと異なり、整合性がないことにある。それにより生体で言えば免疫不全に相当する支障が社会に発生する。

以上に述べた複雑巨大な因果システムのすべてを理解し利用しようとするならば、中井教授がいうように統合失調症になることも十分にあり得る。

これらの因果システムを認識して、原因の生起から結果を予測して行動することは、人と社会における選択の場としてきわめて重要である。

## 因果関係を意識するとき

自然は数多くの物理法則が要素となって構成されたシステムであり、自然を認識することはこの物理法則システムを認識することである。「自然は美しい」と詠嘆することも、その美しさは物理法則システムにより生み出されている。ヒトが美しいと感じることは生物種ヒトが生物的に生き残る上で有効なことと密接に関連しており、美しいという思いもこのシステムの下にあるという。夕焼けを美しいと思うのは、ニューヨークのビジネスマン達も南部アフリカのカラハリ沙漠に棲む狩猟民族のサン族（ブッシュマン）の人達も同様であるなどの観察結果がある。

人が日常行っているすべてのことの背景に因果関係がある。朝起きてから夜に寝入るまで、人の行動は何かの事象の結果であるか、何かの結果を期待して原因を作り出す行動である。眠ることもまた脳の疲労回復と取り入れた情報を整理して将来に備えるという因果関係の利用である。

それにもかかわらず、人はこれらの因果関係をいつも意識してはいない。むしろ意識することは稀である。因果関係を意識しないレベルは幾つかある。

レベルの第一は物理的過程としての因果関係の利用である。ゾウリムシの捕食行動のような神経系に依存しない物理的な因果関係の利用が人の身体の各所に存在している。これらの因果関係は神経系に捉えていないので意識されない。

自然免疫はその例の一つである。体内に異物が侵入したとき、物理的過程によりそれを排除し、あるいはその結果を滅殺する自然免疫は、とげが刺さったときそれが自然に出てくること、あるいはそれが組織で包まれて痛く感じなくなることに見られる。通常この因果関係は意識されない。刺さったとげが出てこないで痛みが続く場合のように、自然免疫が期待した機能を果たさないときに、「どうしたかな？」と意識に上ってくる。

レベルの第二として適応免疫系がある。適応免疫はゾウリムシの捕食行動に類似した単細胞生物の捕食行動の対象を、体内に入った外来の異物に向けたものである。対象が体内由来か外部からの異物かを判定する機構を用意して、対象を特定の外来の異物に向けている。

適応免疫系はキラー T 細胞やヘルパー T 細胞など、主としてリンパ球が働く免疫系であり、神経系に直接連結していないので意識に上らない。この場合も免疫系の活性を高めるために体温が上がるとき、あるいは免疫系が異物を防御しきれなかったときには神経系で検知され「身体がだるい、熱っぽい」と意識に上る。

レベルの第三として、神経系が関わっても呼吸系、循環系、消化系などを調節する自律神経系の活動は言語化されることがなく意識されない。自律神経系は一般に意識により制御できない不随意系であるが、呼吸器系だけは呼吸を一時的に止めるなど限定された範囲で意識による制御が可能であるのは興味深い。これはヒトがある時期に水棲であったことの名残であるという説がある（モーガン、1998）。自律神経系で制御される活動も、異常が起きたときには意識される。何らかの理由により呼吸系や循環系の活動が高まったときには意識に上り「呼吸が荒くなった」、「心臓の鼓動が早い」などと認識される。

レベルの第四として、随意神経系で制御され意識される活動も、習熟すると意識されなくなる。習熟した音楽家の演奏やスポーツ選手の運動、棋士の思考などはよく知られる例である。普通の人でも、水泳、自転車・自動車の運転、タイピングなどは習熟するとその行為が意識に上らずに実行される。

脳神経科学的な知見として、同じ脳神経活動が繰り返される時、それに対応する脳の部位の活動のレベルが低下することが知られている。脳神経細胞の接続点であるシナプスは、シナプス前の細胞が興奮し、そしてシナプス後の細胞が興奮することが繰り返されると、シナプス後の細胞の興奮の閾値が下がって興奮しやすくなる。これはシナプス強化として知られており、これが意識的な神経細胞の興奮の経路をバイパスして短絡経路を作る“習熟”であり、意識的行為を潜在意識的行為に移している。

音楽家の楽器演奏やスポーツ選手の演技では、動きを意識するとむしろ行動がごちなくなる。優勝を意識すると身体が硬くなる、試験の時に頭が鈍くなる、といわれる現象である。これが起きるのは、意識的な行動がシナプス強化が起きる以前の神経系を使うからである

このように意識されない因果関係といえども予期した結果が実現しないときには意識に上る。棋士も思いもよらない奇手妙手を打つとき、あるいは打たれたときには、あり得る手の運びを逐次辿る長考に入る。もちろん素人のように一手一手を考えるのではなく、基石の配置のパタンからパタンへと飛んでいるというが。

研究者の思考についても同様である。問題を考え続けている間は「ああでもない、こうでもない」といろいろ考えるが有効な解決策が出ない。意識が問題から離れたとき、例えば散歩中、寝付き・寝起き、入浴中、トイレの中などで有効な解決策を思いつくことは、よく知られている。

人がスランプに陥る理由がここにある。何らかの原因により予期した動きができな

いことが意識に上り、それについて考え始めるとますます予期した動きができなくなる。この負のスパイラルが回ってスランプに陥る。これは身体的行動に限らず思考についても起きる。

予期した結果が実現しないときにその原因を考え因果関係を追求することは、人工的因果関係や社会的因果関係についても起きる。電源スイッチを入れても電気が来ないときブレーカーを見に行く、近所を見回して停電かどうかを確かめる。予期しない入出金が銀行の口座にあるときその理由を確認するなどはその例である。

人が、普段は因果関係を意識することなく、因果関係が期待通りでなく異常と思われるときに意識する理由は前述の例から帰納できる。これらの異常が人の生物学的あるいは社会的生き残りに支障を与えるからである。人は生き残りに支障があるときのみ因果関係を追求する、というのは一つの経験則として成り立つ。

中井教授の言葉は、通常の人については次のように条件修正する必要がある。「人間は因果律を求める動物で、生き残りに支障があると思われるときには、自分にも他人にも因果律を要求する」。ただし、精神疾患があるときには、この条件がかからないことが有り得るので、中井教授の言葉は誤りではない。

人の社会は、文明を構築して食糧生産に余剰が生まれ食糧生産に直接従事しない人を養えるようになって以来、因果関係を考える集団を養うようになった。19世紀初頭に始まった科学者集団がこれである。科学者達に因果関係を明らかにすることを委任して、事象がなぜ現在のように在るか、そして将来はいかに在るか、を考える仕事をさせている。

20世紀に入って、科学は技術と結合してより複雑な人工システムを作れるようになった。同時に、そこに起きる異常については専門家にしか分からなくなった。これを緩和するには、彼らが何をしているかを知る必要がある。その第一歩は科学技術に関わる者が扱う因果関係が一般にいわれる因果関係と異なり、整合性という厳しい制約の下にある因果関係であることを知ることにある。

以上の考察により人の社会における選択の場が明らかになったとする。これを基盤として、人と社会に普遍的なシンボル言語の起源と神の起源を考察する。

## 注

- 1) この論考における文化の定義を、用語集 169 頁に記す。
- 2) 因果律と因果関係は混同されることが多いが本稿では区別する。用語集 161 頁を参照のこと。



## 5. 人の言語の起源と心像の発生

— シンボル言語はインデクス言語から進化した —

人の言語の起源を考えることは学問ではないとされたことがある。パリ言語学会は1866年に言語の起源に関するすべての論文を受理しないとした。1872年にはロンドン言語学会もこれに追随した。

学問でない理由は、人の言語の起源に関する仮説を検証できないことにある。考古学的資料である化石には頭蓋骨の形態という間接的な痕跡しか残らない。仮説を反証する根拠として薄弱である。科学は反証できない仮説を認めない。

加えて、言語の効用は人のすべての活動に亘るため、特定の効用が言語の発生の引き金を引いた、とする仮説が際限なくでてくる。揶揄であろうが「雄が雌に浮気の言い訳をするために言語が生まれた」という仮説を見たこともある。パリ言語学会が「一切受け付けない」と怒り出したのも理解できる。

学問ではないとしても、言語の起源を考えることは面白い。面白いことは科学の萌芽である。反証できないと仮説を捨ててしまうのは惜しい。考え続けるとすれば、反証できない仮説がよいか悪いかを考える基準が必要になる。反証ができないとき、それに代わるのは「尤もらしい」ことにある。ここで「尤もらしい」とは、仮説からの推論が対象の性質に矛盾しないことである。とすれば、対象がもつより多くの本質的な性質と矛盾しないほどより尤もらしい仮説となる。

ヒトの言語を考える手がかりとして、ヒトが他の生物種から進化して生まれたように、ヒトの言語も他の生物種の言語から進化して生まれたと考えることは尤もらしい。それにはヒト以外の生物種が言語をもつことが必要であるが、幸いにして多くの動物たちは言語をもつ。小鳥たちは、テリトリーを主張し、また求愛のために歌という言語を用いている。イヌはバウリングを作れるほどに国際的に共通する豊かな言語をもっている。他の生物種の言語からヒトの言語への進化を考えるには、他の生物種における言語の変遷を見る必要がある。

信号を分子群という媒体の上に分子構造という記号に書き出す分子言語がある。信号が分子構造として送り出されたとき、その分子と結合して元の信号を復号する分子を用意して受信する。この言語は広範に用いられ、細菌、植物、昆虫、動物に見られる。ヒトの体内での細胞、組織、器官の間の交信に用いられている。リンパ液に内分泌物質を放出し、他の細胞、組織および器官がその信号を受け取る内分泌系がこれである。特に免疫系では分子言語は重要な役割を果たしている。

信号を神経細胞の活動電位に変換して送受信するのが神経系である。この場合も神経細胞を連結するシナプス結合では分子言語を用いて、シナプス後の細胞の活動電位



を制御している。神経系は信号伝達速度が速く処理速度が大きいことから、動物の体内で用いられて動物の迅速な判断と行動を支え、あわせて神経回路網を構成して学習、記憶を含め多様な信号処理を実現している。

信号を空気振動に変換して送受信するのが音声言語である。その振動を弁別する聴覚器が受容器となる。振動の波長が長いために細胞など波長より小さい生物は使えない。空気振動を受信する聴覚器は熟睡時を除いて常に開いており、かつ信号が来る方位を問わないので、生き延びる上で有利である。動物の殆どが音声言語を使う所以である。

光も信号の媒体となる。光の受信には視覚受容器を開いて信号の来る方向に向ける必要がある。光の波長がきわめて短いため、生物が生得的にもつ受容器では分解能が足りず、生物が認識できる波長の信号に変調して送受信する。

ヒトが生得的にもつ信号の媒体は、体内の交信においては内分泌系と神経系、個体間の交信においては音声と光が基本である。このうち、内分泌系と神経系の信号の多くは知覚されることなく意識には登らない。これらの信号が言語として脳に浮かぶものが意識である<sup>1)</sup>。

## ヒトの言語を他の生物種の言語から分けるもの

分子言語は細菌からヒトまで用いているように、信号の媒体による区分では、生物種による言語の違いを区別できない。何らかの方法で区別しないとヒトの言語の起源を考えられない。

ヒトの言語の起源についての仮説が尤もらしいためには、その仮説から推論される言語の性質が人の言語の性質と整合性をもつ必要がある。人の言語の性質の一つとして、幼児の言語の獲得がある。小学校で言葉と文字の習得に苦勞し、その後文法とその例外の学習に苦勞した経験をもつ大人は、言語は学習により獲得するものと思いがちである。しかし、幼児が音声言語を獲得する過程を見ると様相は全く異なる。幼児が言語を獲得する過程は、次のような性質をもっている。

- (1) ヒトの言語はきわめて複雑に論理的に構成された文法をもつ高度なシステムである。
- (2) 幼児は、論理的な思考能力を獲得しないうちに、言語を習得し使用できるようになる。
- (3) 幼児に対して組織的な言語教育が行われることはなく、幼児は環境に飛びかう言語を聞きそれが生み出す効果を観察して言語を習得する。
- (4) 幼児は、その出生にかかわらず、生育する環境における任意の言語（母語）を習得できる。母語は1つに限らず複数可能である。

この過程を説明する説として次の二つが主流となっている。

### (学習説)

最初に唱えられたのは、「幼児は学習によってこれらの能力を獲得する」という学習説である。これは、幼児の言語獲得の性質(4)を説明するには都合がよい。幼児はどんな言語環境にあってもその言語を学習する、で済むからである。しかし、学習説は幼児の言語獲得を説明できるとしても、人の言語の起源については無力である。学習は学習すべき対象が存在して始めて可能である。

### (生成文法説)

この問題を解決するために提出されたのが、A. N. チョムスキーの生成文法である。ヒトは生得的に脳に文法構造を処理する神経回路をもち、それが発現するのが言語の習得であるとする。これについては、性質(4)からそれは特定の文法ではなく普遍的な文法で、それから社会により異なるすべての言語の文法が引き出せる必要がある。世界に存在する多様な言語の文法が引き出せる普遍的な生成文法がどのようなものは、現在のところ分かっていない。

この説は現在のところ主流となっているとあってよい。パリ言語学会が言語の起源についての論文を受理し、言語の起源の研究を学問として認知したのはチョムスキーの生成文法以来であるという。

筆者は、この説には二つの問題点があると考ええる。第一に、文法は語の並びについての規則である。語があってはじめて文法が必要になる。生成文法説は語の起源を語っていない。言語の起源と言うより文法の起源である。

第二に、文法の起源であるとしても、生成文法の起源を語っていない。起源として「人はどこかの時点で突然変異により生成文法を獲得した」が必要になる。これを言語におけるビッグ・バンと呼ぶ人もいるが、ビッグ・バンの起きた経過を説明できなければ問題の先送りに過ぎない。

宇宙の創成に関しては、真空の相転移により原初宇宙が生まれ、 $10^{-35}$ 秒後に統一した力から重力が分離して、インフレーションというビッグ・バンが生じたとしてビッグ・バンを説明している。

言語をもったのはヒトが始めてではない。人の言語以前にすでに言語をもっていた多くの生物種がいた。言語という宇宙は、すでにヒト以外の生物種の言語という星々に満ちていた。

## 解釈過程

ヒトが言語をもつ以前から言語をもっていた生物がいるとすれば、ヒトの言語はそれから進化したと考えることに合理性がある。このとき、他の生物種の言語であるアイコン（類似）またはインデクス（相関）ではなく、記号と参照対象との対応が約束で決まるシンボル言語であるという違いを進化が乗り越える必要がある。

言語として重要なことは、アイコン、インデクスおよびシンボルの参照のレベルにおいて、類似していればよい、相関があればよい、約束があればよい、では済まないことがある。どのレベルにおいても受け取った記号から参照する対象が想起されなければならない。パソコン画面の「W」という文字に似たアイコンを見てそれからワードプロセッサを想起できる、「イヌ」という言葉から犬を想起できなければならない。この記号から参照対象を想起する過程を言語の「解釈過程」という。

アイコンで参照される対象は記号と形か音が類似している。インデクスで参照される対象は記号と相関がある。アイコンとインデクスでは解釈過程が記号と参照対象との関係に内包されている。しかし、シンボル言語では解釈過程は記号と対象の参照関係に内包されていない。

シンボル言語での解釈過程では、約束としての参照の階層を辿って参照されるものを想起しなければならない。参照は「シンボル」と「参照対象」の2つ組ではない。「シンボル」、「参照対象」および「解釈過程」の3つ組となる。

解釈過程において、インデクスとシンボルとの違いは自明ではない。イヌに向けての「お手」や「お座り」という言葉は一見シンボルに見えるが、それは「オテ」という音節が「前足の一つを前に出すという動作」と相関をもつインデクス、「オスワリ」という音節が「前足を突っ張り、後ろ足を曲げるという動作」と相関をもつインデクス、と見ることもできる。イヌがこれらの動作を学習するときに、繰り返しが必要なことがこれを裏付ける。

パブロフのイヌにおけるベルの音と唾液との関係は、見方によりインデクスともシンボルとも見ることができる。このことがシンボル言語発生の契機であることを示す。そのために解釈過程が作られる過程を考える。

人のシンボル言語における「お金が欲しい」というシンボルの並びは、単に「お金」についてだけ使われるものではない。「お金」は「家」、「名誉」、……などに変化して「〇〇が欲しい」と一般化される。このようにシンボルの並びの一部が一般化されることを「汎化」と呼ぶ。さらに「欲しい」も、「ある」、「好きだ」、……と汎化される。あわせて「〇〇がXX」という構造に一般化される。これを構造の「転移」と呼ぶ。

シンボル操作とは、解釈過程において汎化と転移が階層的に繰り返される記号体系の全体を操作できることをいう。この中には単純に汎化できない例外もある。例えば

「だらしがない」という並びを、単純に「だらしがある」とする汎化は許されない。シンボル操作は一般に多くの例外規則を含む。

ヒトの言語は、愛犬に「お手」「お座り」と命じる一語文ではなく、ヒト以外の動物に言語を教えたとする限定された語の並びでもない。汎化と転移があり、例外を含めてシンボル操作される体系である。

解釈過程の視点からインデクス言語とシンボル言語との関係を考える。

## インデクス言語から進化したシンボル言語

シンボル言語が他の生物種の言語から進化して生まれたとするには、32頁に示した三つの作業をする必要がある。

- (1) シンボルを揺動体として記述する。
- (2) シンボルとシンボル操作の原初型を作り出す最初の揺らぎを設定する。
- (3) 揺らぎの間の相互作用が正のフィードバックとなり、シンボルの原初型が進化システムの中で卓越し定着する選択の場を設定する。

### (揺動体としてのシンボル)

ヒトのシンボル言語においてシンボルは参照のレベルにおいて揺動体である。シンボルは参照対象との対応を示す約束が変わることで変わる。「自分」というシンボルは「拙者」、「私」、「我輩」と揺らいでいる。

このことはシンボルだけではない。パブロフのイヌはベルの音と餌との相関を認識できたが、ベルの音が他の音にさらには呼びかけに変わっても、犬はこれと餌との相関を獲得する。これらの相関はパブロフが彼とイヌとで作る社会に作り出した偽相関である。偽相関はシンボルの性格を持つ。イヌに採っては相関であるが、パブロフから見ればシンボルである。パブロフはベルの音というシンボルを使ってイヌに「餌をやるよ」と話しかけ、イヌはそれを相関と受け取って餌を期待する。

### (シンボルとシンボル操作の原初形)

これがシンボルの原初形である。インデクスを認識できるのはパブロフのイヌだけではない。池の鯉は手を叩く音を餌のインデクスと認識して集まってくる。そのうち手を叩かないでも人影を見れば集まるようになる。木の陰には集まらない。家畜の多くは、餌をやる前に呼びかけるとか餌の入った容器を叩くとかの定型的なシグナルを与えれば集まってくる。そのうちに餌の容器をもつ人を見れば集まってくる。動物園の動物の多くは人を見ると集まってくる。人がいることと餌を貰えるという相関を認識している。

これらのシンボルの原初形には、すでにシンボル操作の片鱗が見える。池の鯉を例に採れば、「手を叩く」と「餌が貰える」との相関の認識は、「手を叩く音が聞こえるならば餌が貰える」という認識、すなわち文法でいう仮定法の認識に他ならない。さらにいえば、「人影がある」と「餌が貰える」の相関の認識は、「手を叩く音が聞こえるならば餌が貰える」において「手を叩く音が聞こえる」に換えて「人影がある」を認識する汎化である。あるいは「人影があるならば（人は手を叩く、ならば）餌が貰える」という2段階の相関、文法でいえば複文というシンボル操作、を認識していると見ることができる。

### （原初形が卓越する選択圧）

シンボルとシンボル操作の原初形がその後卓越するような相互作用を支える選択の場合は、4章に示した因果関係の記述である。ある個体が認識できた因果関係を仮定法として他の個体に伝えることができる人の集団は、生き延びる能力に長けており卓越する。

仮定法と複文を形成できる原初的な言語能力は、進化によって現在の論理的文章の形成能力に到達することは自然な過程である。これにより因果関係を記述できる文章類型の獲得はヒトに論理的思考を与えた。

先に幼児が言語能力を獲得する過程の性質の一つとして「幼児は、論理的な思考の能力を獲得しないうちに、言語を習得し使用できるようになる」といったが、これは逆であった。「言語能力を獲得することによって論理的思考能力をもつようになった」というべきである。

以上に述べた仮説は、ジャン・ピアジェがいう個体発生としての認知発達と知識の系統発生とが同じ形をもつことに矛盾しない。幼児は言語を認知発達を通じて個別に創り上げる。にもかかわらず、幼児ごとに創り上げられる言語が同じ社会において酷似しているのは、同じ社会に棲む幼児を囲む因果関係システムが類似しているからである。幼児が進化させる言語の収斂進化である。それでも差異は残る。それが個体により言語表現が微妙に異なる理由であり、それが集団化して方言が生まれる理由でもある。

シンボル言語をもつことができる身体的必要条件の一つとして、多彩な音を出せることを挙げることがある。ヒトは2足歩行の結果として気管が後退して食道の途中から分岐し、肺から口腔までの経路を調整して多彩な音を出せるようになった。

多彩な音を出せることがシンボル言語の誕生の十分条件でないことは、インコやオウムがヒトの言葉をオウム返しできるほどに多彩な音を出せるにもかかわらず、彼らの言語はシンボル言語ではないことで示される。

ヒトの言語の誕生は、インデクス言語における相関とその汎化と転移をシンボルに

拡張したことが、その後の脳の進化をもたらして、シンボル言語を進化させたことにある。ここにおいても進化が進化を誕生させている。

## ディーコンの言語と脳の共進化説

ヒトの言語が他の生物種の言語から進化したと考えるのは筆者だけではない。T. ディーコンは言語と脳の共進化を提案した（ディーコン、1997）。シンボル言語は脳に寄生して脳構造と共進化した寄生種である。シンボル言語の原初型はどの生物種にも寄生する機会があったが、非言語的な交信や非シンボリック言語で交信することを進化させていた生物種の脳には寄生できなかつた。シンボルの並びを汎化・転移させる原初的能力がある脳に寄生してのち脳と共進化した、とする。

共進化するためには進化の選択の場が必要である。ディーコンがいう選択の場の一つは、幼児にとって習得し易いことにある。幼児にとって習得が難しい言語は、世代の交替の際に次第に淘汰されて絶滅し、習得し易い言語が今日に生き残っているとす。ディーコンはこれを支える言語の性質を幾つか示している。これは幼児の言語の学習説を引きずっている。

ディーコンがいう進化は「生物種は学習により作りだした環境を選択の場として進化する」という考え方である。進化自体はダーウィン進化と同じであるが、学習とダーウィン進化とを組み合わせたものである。

ダーウィン進化で変異が起きるためには、生物種が学習で作りだした環境の性質が普遍的かつ永続的であって、遺伝子変異の選択の場となる必要がある。よって、シンボル言語が進化をしたといえるためには、シンボル言語の進化それ自体が普遍的かつ永続的な選択圧を生み出すことが必要になる。

ディーコンは、この選択の場として性選択と社会契約とを持ち込む。性選択により雄を選択した雌は、結婚による妊娠とその後の育児に長期間拘束されるため、その間は食糧確保が出来ず雄に依存することとなる。その依存を確実にするために結婚にはその旨の契約が必要であり、その契約を履行させる社会的圧力が必要となる。これがシンボル言語にとって普遍的かつ継続的な選択圧となったとする。

これには幾つかの問題点がある。性選択がシンボル言語への選択の場であるかが問題である。性選択が小鳥の歌の発達における選択の場であることは、岡ノ谷一夫の説得力ある研究の結論であるが（岡ノ谷、2003）、それをヒトに移転することには躊躇がある。性選択がシンボル言語への選択の場であるなら、進化は進化で自立的に始まるから、小鳥はシンボル言語をもつはずである。しかし、ヒトの言葉を真似できるほどの発声機能をもつオウムやインコなどはシンボル言語をもたない。

結婚契約の社会的承認についても問題がある。ミーヤキャットやマーモセットなど

の社会では母以外の個体も育児に参加する。その動物の社会はその雌雄の対を承認している。しかし、これらの社会はシンボル言語をもたない。単一の性質ではなく、性選択、結婚契約および社会的認証の組み合わせが選択の場であるという主張はできようが、これは仮説として美しくない。

ヒトの脳においてシンボル言語が進化したのは、ヒトの脳に余裕あることによるとしたとき、余裕が元々あったのか進化により余裕が生み出されたのかの問題が残る。脳の構造が進化したことは生物の形質の一部として疑いがない。ヒト科の脳が進化した化石における頭蓋骨の拡大で測られており、約350万年前のチンパンジー並の大きさの脳をもつアウストラロピテクスから、約200万年前のホモ・ハビリスへ、そして約50万年前のホモサピエンスへと頭蓋骨の拡大が観察されている。この拡大は約20万年前まで続きその後は顕著でないことから、生物体としての脳機能の進化はこの時点で終了したとされている。

言語の進化はシンボル言語において始まったと考えられる。アイコンやインデクスでは参照する対象と相似あるいは相関をもつものが記号となることから、この関係を満す記号は限られており、使い果たしてしまえば記号の変化は停止し、進化の前提である揺らぎが失われる。これに対して、シンボル言語では記号と参照対象との関係が約束ごとであることから、記号と参照対象の対応を決める約束の揺らぎに制限がなく進化は何時までも続き得る。

現実に、言語の進化は今日でも続いておりその速度は速い。僅か2-3千年前のローマ時代のラテン語は今日では古典語であり、いまでは英語、ドイツ語、イタリア語など数多くの言語に分化している。日本語でも僅か百数十年前の江戸時代の言葉は廃れて明治維新以降の標準語が卓越している。その後も進化が烈しいので、国語審議会がその管理に苦勞している。

同様の言語の進化は200万年前から存在してきたと考えられる。200万年前から20万年前までのシンボル言語と脳機能との共進化は、進化の速度が数百倍以上速い言語の進化が牽引したと考えるのが適切である。

## シンボル言語が作る心像

### (実像と心像)

身体とそれを囲む環境は階層的な因果関係システムであるので、これを認識した因果関係も階層的なシステムとなる。環境から受け取る情報と自己の体内で得られる情報とを因果システムを介して統合して脳内に作る自己と環境の像を「実像」と呼ぼう。

実像は実在ではない。その人が認識した実在をシンボル言葉に変換して作り上げた像である。平安時代の人々にとってもものの怪は実像であった。ものの怪が悪さをする

ときには、それを避けるために定められた行動を採り、あるいは陰陽師に頼んでももの怪を遠ざけて貰っていた。

科学技術の時代に棲むわれわれもこの実像を笑うことはできない。われわれもまた、われわれがもつ知識体系という枠組みの中で対象を認識している。結局のところ、人は自分もつ枠組みの中でしか対象世界を認識できない。ホーキングのいう「モデル依存型実在論」(ホーキング, 2010)である。

実像は、人だけでなくすべての生物の個体のそれぞれが認識のレベルに応じてもっている。ゾウリムシは身体に感じる砂糖の濃度の差という認識を介して「濃度が高い方向に餌がある」という実像を作り出している。

これに対して、人はシンボル操作ができる言語を使って心の中の因果関係のシステムを操作して実像と異なる像をもつことができる。例えば、スポーツ選手や音楽演奏家が思い描くイメージはこれである。これはスポーツ選手や音楽演奏家に限らない。誰でもが意識の中でいつも思い浮かべている。こうして作られた像を「心像」といおう。心像は心の中の因果システムに実在と異なる原因を入力し、あるいは認識した因果関係の一部を修飾することにより行われる。それに加えて、他の人が作り上げた心像を言語により移転して自らのものとすることもできる。得られた心像をさらにシンボル操作することもできる。

心像がそのままに表出される例は幼児に見られる。幼児は時として体験したかのように確信をもって架空のことを語る。これは心像に実像からの抑制がかからないまま表出されたものである。

幼児の言語の習得の速度が速く、そしてシンボル言語の変化が早いことは、脳は言語を脳の構造的な変化ではなく、心像の変化として保持していることにある。言語が脳の構造的な記憶でなく心像であることは、シンボル言語の記号表現である言葉をしばしば忘れることにより支持される。

心像として記憶している言語には、言葉の選択に関わる相互作用が恒に存在する。これから表出しようとする言葉が、社会的に認知されている表現かどうか、認知されているとしても自分の意識を適切に表現しているかどうかに関わる相互作用が存在している。この文章を書いている間にも、筆者の頭の中では多くの言葉の間の相互作用が飛び交っている。

この相互作用を通じて、人の言語は「揺らぎ」により生まれた言葉が「揺らぎと相互作用」という相互作用の正フィードバックの下で進化が進む。

### (心像から実像へ)

心像が作る世界には矛盾があり整合的でない。整合的でない心像は、スポーツ選手や音楽演奏家がイメージ・トレーニングに用いるように実像に影響を及ぼす。望まし



い演技や演奏を思い描くことが、実像が制約する身体的行動を解放して望ましい演技や演奏を実現する。これは脳内神経活動において、心像を思い浮かべる回路と身体的行動を制御する部分が連携していて、繰り返し心像を思い浮かべることが、身体制御の回路に対応する活動を引き起こすことを利用している。

人は実在に対応して生き残る途を生み出すための実像と、意識の中のシンボル操作により作り出される心像の二つの像を並行してもつ。このうち心像が生み出す行為は実在と切り離されており、実在世界に存在する制約を受けていない。

すでに述べたように、実在世界での因果関係には法・規則、倫理、契約、慣習などの社会的な約束としての因果関係がある。社会的な約束としての因果関係は、心像が生み出す行為を実在世界の制約と整合させる約束ごとである。殺人を心像にもつことは自由であるが、行為として実行することを法はその行為に対する罰を規定して禁じている（刑法 199 条）。行為が言葉による表出であっても、それが実効をもち他人に損害を与える場合には、名誉毀損の例などに見るように制約している。

心像が生み出す行為を実像の制約と整合させるためには、心像が作り出す意識の中の行為が行動として表出される前に、実像に関する意識が介入できる必要がある。これについては B. リベットの神経科学的な実験結果（リベット、2004）がある。結果だけを要約すれば：

- (1) ヒトが刺激を知覚するとき、知覚に 0.5 秒先だっただけに対応する神経細胞の興奮がある。換言すれば、刺激に対応して神経細胞が活動してそれが意識されるまで 0.5 秒を要する。
- (2) このことは自発的な行動においても同様であり、たとえば、手首を曲げようと意識するとき、それに先立つ 0.5-1 秒前に対応する神経は活動を始めている。行動を予定しているときには 1 秒前、予定しないで思いつくときは 0.5 秒前である。

まとめれば、外部からの刺激を受けるときも、外部に向けて行動するときも、その意識に先立つ 0.5 秒から 1 秒前に、対応する脳神経細胞は活動を始めているという実験結果である。

自発的な行為に対する意識の介入については次の結果がある。

- (3) 現実の行為に先立つ 0.5 秒前に対応する脳神経の活動が始まるが、行為に先立つ 0.2 秒前に意識が介入して行為を抑制しあるいは増強する制御ができる。

すなわち、意識は多種多様な潜在意識にある心像の中から適切なものを選択して抑制あるいは増強して実行させる。B. リベットのこの結果は、心像の世界で行動予定が作り出され、それが因果関係に基づく実像と照合されて適切な行為が選択されることを意味しており、心像が作り出す行為と実在との整合性を維持する機構である。

心像は、実像と行動規範からの制約がかからない限り、シンボル操作で創り出され

るあり得ない世界である。例えば、心像においてアンドロメダ銀河に行くことも、地獄に行くことも自由である。もちろんそこには矛盾が存在する。繰り返しになるが、心像は実在から見れば整合性のない世界である。

近代精神の一つである自由の下で、人々は行動規範で規制されない限り、あるいは規制があってもそれを破ることにより行動は自由となった。実在世界の中に心像が生み出す行為が発現する。実在する人間社会は整合性のない世界となった。

整合的でない心像は人の精神活動の豊かさの源泉でもある。厳しい戒律の下で、実像と心像との一致を恒に強制される社会である修道院や寺社には、整合性がないという意味での面白さと豊かさはない。あるのは、厳しい戒律にしたがって自己の中に生まれる心像と実像との乖離を超克できる喜びである。

## 美術と演劇に観る進化

アイコンからインデクスへ、インデクスからシンボルへと進化したという考え方は、言語だけでなく他の幾つかの表象的な活動に適用できる。

美術を見る。ラスコーの洞窟にみる考古学的な絵画は表現したい対象と形の類似を示しており、明らかにアイコンのレベルにある。アイコンの時代は長く続いた。そしてインデクスの時代となった。

ムンクの「叫び」が表現するものは心像である。描かれた景色と人の所作によりそれと相関のある心の内面を表現している。言語と逆向けであるがインデクスのレベルにある。カンデンスキーの絵も同様である。

抽象画と呼ばれる一群の絵画は、表現することと相似も相関もない。何らかの約束にしたがって表出されたシンボルとしての造形である。約束が独りよがりか他に伝わるかは画家の力量である。ピカソの絵は約束を了解しやすいシンボルである。

演劇も始めのうちは実生活を写像したアイコンであったが、早くからシンボルのレベルに達していた。能では舞踊の型とそれが表現する意味が約束で決まっている。インド舞踊は心像と舞踊の型との対応が約束で決まっており、曼荼羅の仏の像に見るように、仏教の教義を記述できるレベルのシンボル舞踊である。

このように見ると、人の心像に関連する営みはアイコン、インデクス、そしてシンボルと進化するという経験則が導けるようである。

## シンボル言語がもたらしたもの

シンボル言語が生んだ心像が果たした大きなことは、実在する外界からその中の因果関係だけを切り出して知識をもたらしただけである。これは人に膨大な知識体系を

もつことを可能にすると共に、実在世界から離れて知識世界に生きる人々を作り出した。知識は現在膨大な人々を支えている。

同時にシンボル言語は人と社会の整合性を失わせ、人と社会についての知識の整合性を失わせて、バラバラな知識が併存する状況をもたらした。これをマイナスと見るか、挑戦すべき魅力的な課題とみるかは、研究者それぞれの見方であろう。

限られた社会、限られた時期と状況においてのみ有効な表層的な知識を追い求めることも、人間社会を研究する研究者の楽しみの一つであろう。

この論考で試みるように、知識を統合する試案を提示するのもまた楽しみの一つであろう。この論考はこれへの挑戦の始まりに過ぎない。整合性のないバラバラな知識を統合する原理と方法の探索はこれからも続くであろう。

## 注

- 1) この意識の定義は脳死の判定における定義とは異なるので、この論考の中に限る。

## 6. 心像としての神の誕生と進化

— 個人神から統合的世界観を支える神へ —

### 脳にある神の座

V. S. ラマチャンドランはカリフォルニア大学サンディエゴ校の脳神経科学教室を全米有数に育てた立役者である。彼はその著書（ラマチャンドラン, 1998）で、神の存在について興味ある脳神経科学的な事実を示している。

彼は、カナダの心理学者 M. パーシンガーが TMS（経頭蓋磁気刺激装置）で自分の脳の側頭葉を刺激したときに神を感じたという話を聞いた。彼は、彼が担当した患者の中に左側頭葉に発するてんかん発作が強い霊的な体験をもたらす人がおり、彼らが発作のないときにも宗教的あるいは道徳的な問題にとりつかれる場合があるという経験に基づいて、このことの探求を始めた。

これらの患者は側頭葉での局所的てんかんにより神と交信するなど感動的な体験をする。それが繰り返されると感情のあり方が永続的に変化して「側頭葉人格」を生む。ラマチャンドランはこの宗教的体験を説明する仮説を立て、患者の協力を得て研究を進めた。この研究の結論は、人間の脳には宗教的な体験に関わる回路があって、一部のてんかん患者ではこの回路が過剰に活性化することであった。

このことはよく知られる神の降臨を説明する。モーセやムハンマドさらには日本の邪馬台国の卑弥呼や現在の恐山の巫女の行動はこの範疇にあると考えられる。

神降臨を、心像が実像からの抑制を受けないで表出されることと見れば、神は心像の一部として存在すると考えられる。ラマチャンドランの研究結果は、この心像の形成に左側頭葉が強く関わることを示唆している。頭頂葉の腫瘍切除を受けた人が自己超越を感じるという報告（Gregg, 2010）は、頭頂葉の一部が神の座の活動の抑制に関わることを示している。

### 心像としての神の発生

#### （最初の揺らぎ）

神の誕生に向けての最初の揺らぎは、中井の言葉「人間は因果律を求める動物で、自分にも他人にも因果律を要求する」から推定できる。因果関係の結果が自分に影響をもつとき、人はその原因を追及する。そして原因が分からないとき原因を担う何かを想定する。この何かが神の原初形である。これは未知の因果関係の原因を求めて、実像にシンボル操作を加えて原因となる神を心像にもつことである。

神の意識がすべての人に存在し、それに関わる脳神経回路がヒトの脳に存在することは、この揺らぎを選択し進化させて脳に神に関わる神経回路をもつことが、ヒトの生き残りに有利であることを意味する。

この解決にも中井の言うところがヒントになる。この本は統合失調症の患者が棲む世界の様相を症状の進展と回復の経過と共に示している。要約すれば、統合失調により心の自由度が非常に小さくなり、自分の内部や外界に発生する刺激にふりまわされる状態になる。「すべては偶然とは思えない」、「身体を少しでも動かすか、身体から何かを落とすと、世界がガラス器のように壊れる」という患者がいる。心の自由度がゼロになれば、自分の内部も外界も自由に動ける世界ではなくって、自分がすべての事象の原因であると思えても不思議ではない。これらの患者は症状が進展している間は乱数を考えられないという。

統合失調症になり因果関係の未知の原因を担う神の部位と他の脳の部位との統合が失調すると、偶然、乱数、そして突発的ななどの不確定的な事象を考えられなくなる。それらの原因を引き受ける神が、自分がすべての事象の原因となるという意識狭窄を緩めて、心の自由度を拡げることが出来なくなるからであろう。

神が因果関係の未知の原因を担うことが人の生き残りに有利になる状況があることは、筆者の個人的体験からも理解できる。筆者は特定の神を信じていない。それにもかかわらず神に祈ったことが2度ある。太平洋戦争中に米軍の激しい空爆に曝されたとき、および米国から船で帰国したとき台風に遭遇し船の傾斜計が振り切れ暫く回復しない程に船が傾き、冷蔵庫などが転倒する状況に出会ったときである。

この状況をもたらしたマクロな原因は明らかである。前者は米軍の空爆であり、後者は台風である。焼夷弾が自分の近くに落ちる、自分が乗っている船が転覆する、という不確定的結果を支配する神への祈りであったと推測できる。マクロな原因が分かっても、自分の身に実際に起きることは不確定である。結果を支配する神にすがって期待する結果になるよう頼みたくなる。

自分の力が及ばない事態に遭遇したときの心の不安は、神に祈ることにより解放され、意識狭窄とパニックから逃れて冷静な判断ができるようになる。これは生き延びることに貢献する。この状況で神は現実的な効用をもつ。この意味で神の心像は個人に生まれる。

## (二分心)

J. ジェインズは、イリアスをはじめとするギリシャの叙事詩を分析して、この時代のミケーネの英雄達は心の中にある神の声にしたがって行動していた、という仮説を立てている。この神の声を発する心をジェインズは「二分心」と呼んでいる（ジェインズ、1976）。彼は、神の声を聞きそれにしたがって行動することがBC2500年頃

まであったとする。二分心が崩壊して神の声が聞こえなくなったのは、バビロニアのハムラビ王からアッシリアのトゥクルティー王に支配権が移って強権が確立した頃であり、神の声が消えた後は占いか神託という形で続いているという。

これについては、筆者はジェインズが分析した旧約聖書に見られる二分心の消滅を追跡して、ジェインズは文書の目的と書かれた環境という重要な因子を無視している、という否定的な結果を得ている（市川，2009）。

ここでは、彼の言うところを、ギリシャの叙事詩の時代には個人神が大きな意味もっていたことを示す資料として受けとめる。

## 未知の因果関係の原因を担う神

以上のことから、人は心像として神を創りそれに未知の因果関係の原因を担わせたという仮説を考えることができる。心像である神は物的な存在証拠を残さないので、考古学的資料は傍証に留まる。しかし、この仮説を支える幾つかの記録と事実がある。時代の順に記す。

第一に、神への請願および神託がシュメル都市文明（BC 3500-3000 頃）において始まっていたことがある。チグリス・ユーフラテス両河は暴れ川で氾濫の起き方は急であり予測不能であった。この氾濫は神の意思であるとして、神への請願および神託を聞くことが行われた。未知の原因を神が背負うことの現れと言える。

請願および神託は古代文明に留まらず長くかつ広く行われている。農耕の収穫あるいは戦争の結果について神の神託を聞くことは普通のことであった。日本においては、現在でも建設事業の開始などにおいて安全を神に請願し、個人が家族の健康、商売繁盛、入試合格を神に祈願することが普通に見られる。

第二に、旧約聖書の記述が挙げられる。そこでは、イスラエルの民に起きる不幸は、イスラエルの民の中にヤハウエとの契約に反する人がいることをヤハウエが罰することである、として歴史（BC9～2世紀）が綴られている。実際は、イスラエルの民がいたカナンの地が、古代チグリス・ユーフラテス文明と古代エジプト文明の回廊の位置にあるという地政的原因により起きた異民族の侵入を、ヤハウエの意思と考えたことは、神に未知の原因を求めたことに他ならない。

第三に、神の進化がある段階に留まった宗教をもつ社会の人々の行動に見られる。考古学者トール・ハイエルダールのイースター島の調査記録の中に、イースター島の住民の一人ひとりが一般名アクアクという個人神をもち、アクアクの能力の高さが人の間の紛争を解決する記述がある（ハイエルダール，1985）。

A と B 二人の主張が対立したとき、アクアクの能力が高い人の主張が通る。アクアクの能力は、例えば次のようにして判定される。次にあの本陰から出てくる人は男

か女か、Aのアクアクは男といいBのアクアクは女というとき、彼らは木陰から人が出てくるのを待つ。男が出てくればAの主張が通る。

これはかけではない。アクアクの能力の違いである。個人神アクアクは未知の因果関係の原因であり結果を支配している。A、Bどちらの個人神がその場を支配しているかがこれで定まる。興味あることに、アクアクの力は紛争の事案ごとに比較され、恒久的な序列を付けないという。独裁者を生まない知恵であろう。

以上により、神が因果関係の未知の原因を背負って一人ひとりの心像として生まれたという仮説が検証できたとする。

## 科学は普遍を、神は個別を観る

18世紀末以来の自然科学は、自然に存在する事象の因果関係を明らかにしてきた。因果関係の未知の原因を担う神という見方からすれば、これは神の領域への自然科学の侵蝕である。神の領域は科学の進展と共に次第に狭くなるのだろうか？ それにしては初詣はますます盛んで、受験時期には合格祈願の絵馬のかけ場所に神社が苦勞する程である。

中井の統合失調症、私の体験、ジェインズの二分心、そしてイースター島のアクアクを通じて、現代における科学と神の任務分担が読み取れる。

自然科学は、不確定な事象を確率事象と見なして確率測度を導入する。筆者は、若い頃になけなしの金をはたいて高いカメラを買い込んだとき2、3日で故障した経験をもつ。メーカーに修理を持ち込むと「こんな故障は何千台かに1台です」といわれて「私にとっては1台買って1台、100%の故障だ」と思ったことがある。

科学はメーカーに何千台かに1台という低い故障確率を保証する。神は筆者が何千台かに1台の故障するカメラを買うか買わないかを定めてくれる。科学と神の役割は見事に相補的である。科学は一人ひとりを無限にいる人の一人と見なして取り扱う。神は一人ひとりに向き合って不確定な事柄の面倒を見てくれる。

ここに人と社会に関する学問がもつ意味が存在する。人と社会について普遍的知識を追う科学としての途と、個人と向き合ってその人が関わる事象を対象とする学問とを区別する必要がある。近年は、個人に向き合う領域にまで自然科学が侵入している。精神疾患の臨床医である筆者の娘から、最近では患者の個人的および社会的背景にまで立ち入って患者に向き合うと治療効果が高まる、という話を聞くとその感を強くする。

## 宗教への変容

神の心像は一人ひとりの脳に生まれる。神の心像は筆者の経験に見る様に極限的状

況にあっては何であつてもよい。他の人がもつ神の像、とくに祈る効果があるとされる神の像に祈ることは有効と考えられよう。

古代において未知の因果関係は充ち満ちていた。未知の原因を担って結果を支配する神の存在は、極限的状况を経験しない人々にも有用であったろう。これにより社会の人々に共通する神の像が形成される。これが自然宗教である。

ここにおいて、偶然にせよ祈る効果を現出させた人、あるいは説得力のある論理の下で特定の神の像を語る人の言葉は多数の人々に浸透する。創始者が創り出す創唱宗教の誕生である。

多くの人々が同じ神の心像をもつとき、神の居場所を脳の外に出して自然の天や山や森をあて、あるいは協同して建物を造り、そこで神に祈って心の平安を得たり望む事態の実現を祈ることは自然な行為である。こうして神は今日の姿となる。

多数の人々が同じ神の心像をもつ宗教の形を取るとき、神は、一人ひとりに向き合う役割に加えて、人々に世界観を与えその下での生き方を教えるようになる。とくに創唱宗教が説得力のある論理を作るときにこれが著しい。神が教える世界観とその下での生き方にしたがうとき神がそれを「よし」とする、と思うのもまた自然なことである。こうして神は今日の役割を担うことになる。

多神と一神を問わず、神話の多くに天地創造神話があり、それが世界観の基盤を作っている。この世界観は社会の人々に一体感をもたせ、その社会の生き残りに貢献する。神が与える行動規範は社会の内紛を抑制して社会の存続に貢献する。社会が存亡の危機に瀕したとき、ヤハウエ信仰（ユダヤ教）の民に見るように、神はその名の下で人々を結集させ、難局を克服し生き延びる機会を大きくする。

E. B. タイラーは、森羅万象に精霊が存在してそれが成長して神となったアニミズムが宗教の起源であるとした。この論考での仮説から、精霊は因果関係の原因を担う。原初の時代にはほとんどすべての因果関係の原因は未知であった。ヒトが認識できるすべての事象について、それをもたらす原因が必要になる。そのために森羅万象について精霊が必要であったろう。

### （説得力ある神の像の発生と伝播）

説得力のある論理の下に特定の神の像を語る人の言葉が宗教に反映された例がある。古くかつ影響するところが大きかった宗教に、アフガニスタンの北部に生まれたザラスシュトラ<sup>1)</sup>が称えたゾロアスター教がある。

ゾロアスター教の世界観は善悪2神対立の二元論である。善神アフラ・マズダは宇宙の創造神であり生命と英知を担うものとされ、悪神アンラ・マンユは破壊、死、虚偽を背負うものとされた。人は生前それぞれの考え方にしたがってアフラ・マズダかアンラ・マンユと共に過ごし、死んではそれぞれの下にある世界にいる。数億年の後



に人々はすべて復活してアフラ・マズダの下に集まり、協力してアンラ・マンユを倒し、それ以後は永遠に善と光明の時代を過ごすとする。究極における善神の勝利を教義としているので、一神教の原初形と見る人もいる。

ゾロアスター教は長きに亘ってペルシャの国教であり続け、その後のユダヤ教とその系譜にあるキリスト教とイスラム教に影響を与えた。さらに大乘仏教にも結びつくところがあり、この意味で現在の世界宗教に与えた影響は大きい。

## 一神教への進化

ヒトに大きな影響をもつ因果関係ほど、その原因を担う神は重視されて神々の中での序列が高くなる。ゾロアスター教の最高神アフラ・マズダは太陽神である。揚子江文明の最高神も太陽であった。日本神話の最高神である天照大神もその名前と天の岩戸に隠れる日食とおぼしき神話は太陽を連想させる。

ヒトの食糧に関わる豊穡を司る神はいずれの社会にも存在した。エジプトには豊穡に関わるナイル川の氾濫を神格化したハビ神がいた。ハビ神の予言を正確に聞き取れることはファラオの資格の一つであった。

この意味で、事象ごとに原因を担う神がいる多神教は自然発生した宗教の形態である。世界最古の文明とされるシュメル文明、エジプト文明、ギリシャ文明、そしてローマ帝国流に言えば蕃族社会であった西欧社会のドゥルイド教など、すべての原始宗教は多神教であった。

事象ごとにその原因を担う神を設定する多神教が、すべての事象の原因を一神に帰する一神教に変化するには、神を自然発生させた因果関係の認識とは異なる何らかの契機が必要である。この契機としては自然環境、社会環境そして地政環境があった。これらはそれぞれの歴史が語るところである。

整合的世界観を与えて科学の誕生につないだ一神教への進化を概観する。

一神教の起源は古代エジプトに遡るとされる。古代エジプトは周知のとおり多神教である。ことに死後の世界を重視してミイラとして死者を葬ったが、これはヒトの脳に神の座があることから理解できる。古代エジプトの宗教では、アメン神が最高神で死後の世界の支配者でもあった。死んだ人の魂は女神の羽根と天秤にかけられ、魂が女神の羽根よりも重い人は正義（マアト）に悖るとして魂は地獄へ行き、女神の羽根と釣り合うかあるいは軽い魂は極楽へ行けるという判定基準があった。

当時のエジプト語で「マアト」という言葉は、一語で真理、正義、秩序、法則を指していた。当時のエジプト人が高いマアトを維持することは、真理、正義、秩序、法則のすべてにおいて高いレベルを目指していたことを意味し、これがエジプト人の行動規範の基盤であった。

英語では、law という言葉で戒律、法律、法則を表し、order という言葉で順序、秩序、命令を表している。これらのことがそれぞれ一つの言葉で表されるということは、これらを一つの概念として認識していることを意味する。

日本では人工の規則を「法律」、自然の規則を「法則」といって区別している。このことは人工の規則と自然の規則が別のものであることを意味する。必然的にそれぞれに向かう態度は異なるものとなる。

古代エジプト第18王朝のアメンホテプⅣ世（在位：BC1379-1362頃）は、名前から分かるようにアメン神を信仰していた。この王がアテン神を唯一の神とする宗教改革を行い、ほかの神を全て抹殺しアメンホテプという自分の名前もアクエンアテンと改名した。

アメンホテプⅣ世が一神教への宗教改革を必要とした理由として考えられる第一は、前王アメンホテプⅢ世は、壮んに軍を動かして周辺の国々を制圧し、エジプトをアフリカ北部から中近東に亘る広大な領土をもつグローバル国家としたことである。徳川家光が将軍職を引き継いだとき、家康・秀忠と異なり生まれながらの将軍としての尊厳を示すことが必要であったように、アメンホテプⅣ世は、軍を率いる勇猛な王ではない状況で王としての尊厳を示す必要があった。それには唯一神から王としての付託を受けたとすることが必要であったに違いない。

第二に、宮廷においてアメン神を最高神とする神官達が跳梁し王権に介入することが起きていた。奈良仏教の僧侶の跳梁から離脱することが桓武天皇の平安遷都の理由の一つであったように、アメンホテプⅣ世はアメン神を抹殺して神官の権力を割くことを狙ったと思われる。実際に長期に亘って首都であったテーベからアマルナへの遷都を同時に実行している。

この宗教改革はアクエンアテン1代に終わった。その子ツタンカーメンの名前にはアメンが付き、首都がアマルナからメンフィスに遷都され、アクエンアテンの改革は元に戻され、その事跡がことごとく抹消された。このことは神官達の巻き返しが成功したことを示している。揺らぎだけあって正のフィードバックを構成する選択の場がないことによる揺らぎの消滅である。

このアクエンアテンの一神教への宗教改革が、ユダヤ教に始まりキリスト教、イスラム教と継承されて現在に至る一神教の祖であることについて、精神医学の泰斗ジクムント・フロイトが、ユダヤ人としての自らの背景を辿るために老年にいたって書いた「モーセと一神教」（フロイト、1939）がある。面白いので要点を記す。

旧約聖書にいうユダヤの民を率いて出エジプトを行ったモーセはエジプト人で、アクエンアテンの一神教改革を推進した側近にいたかなりの高官であったとする。モーセという名前とユダヤ教徒の割礼が根拠にある。割礼の習慣は中近東の民にはなくエジプトの習慣であった。モーセは宗教改革後の神官達の巻き返しの中で迫害を受け同

志の人々を率いて出エジプトを行ったという。

シナイ山頂の十戒という有名なイベントとの時間的なずれを、シナイ山頂の十戒はこのモーセではなく、出エジプトからかなり時代を経た話であるとして解消している。これはシナイ半島にいたメリバト・カデシュという部族がもっていた唯一絶対神ヤハウエがこの世を創世したという神話がアテン神信仰と習合して、唯一絶対神が世界を創世し支配しそして過ちを犯さないという信仰になったとする。

フロイトの所論の考証は綿密であり、多くの宗教書にある信じ込みによる押しつけがなく、論文として読むに耐える。しかしながら、モーセの出エジプトは東方との人の往来を厳重に規制していたエジプト側の記録にはなく、史実としては存在が疑問視されている。

多神教が一神教になる揺らぎはいろいろある。第一に、上記の支配者が自分に支配を付託した神以外の神を抹殺して正統性を確保しようとすることである。ローマのコンスタンチヌス大帝によるキリスト教のローマ国教化もこの系列に属す。

第二に、過酷な環境に置かれた集団を統合するために、ただ一人の神に求心力をもたせる。ヤハウエ信仰がこの例である。

第三に、それぞれ事象を分担する神々のうち、ヒトの生き残りにとって最も重要な事象を担当する神が最高神になり唯一神に移行する。これについては、地理学者の鈴木秀夫の説（鈴木、1978）が興味深い。

赤道では、強い太陽光線により空気は熱せられて上昇する。断熱性が高い空気は上昇すると断熱膨張により温度が下がる。温度が下がると水蒸気が結露して熱帯雨を降らし熱帯雨林を生み出す。

流体である空気は連続の法則により地表においてくる。北半球と南半球に対称的に降りてくるが、降りるにしたがって圧力が上がり断熱圧縮で温度が上がり湿度が下がる。これが地表に接する北緯南緯ともに20度前後で海からの湿度の高い風が届かないところが砂漠になる。地球上の砂漠のほとんどがこの緯度にある。

地表に接するところ、すなわち砂漠の北限と南限の緯度、が赤道西風の揺動により周期的に上がり下がりする。砂漠の辺縁にいる人にとって、砂漠が広がるときには弱いものから死んでいき、砂漠が狭まるときには強いものから復活する。自然の諸事象に強いものと弱いものがあることがそれぞれを担当する神の強弱を作り出し、神々の間に序列が導入される。そして一番強い神が最高神になる。

エジプトのアテン神、ゾロアスター教のアフラ・マズダは太陽神であり、太陽が最後まで残るのは納得できる。この説は、一神教の発生が砂漠の辺縁に多いことを説明する。

第四は、仏教やゾロアスター教に見られる創唱宗教である。自然宗教と異なり、論理が完結するためには最高神を定めることは避けられない。

仏教には沢山の仏がいて、それぞれ担当する事象がある。しかし本来の仏教は多神教ではない。仏教の背後にあるインド古代哲学の頂点とされるウパニシャッドでは、宇宙の真理としてブラフマン（梵）を想定し、宇宙のすべての事象がこの真理から生まれるとする。個人の本体をアートマン（我）とし、ブラフマンとアートマンとの合一が「梵我一如」であり到達すべき境地である。釈迦は修行の目的はブラフマンに到達することであり、到達した状況が悟りで悟りの完成者をブッダ（仏陀）であるとした。真理は絶対で永遠不変でありブッダを通じて顕れるとする。

仏教におけるブラフマンをキリスト教の神に、ブッダをキリストに対比させれば明らかのように、仏教は一神教である。仏教における数々の佛はブラフマン（真理）が事象に応じて姿を変えて顕れたものである。これは、キリスト教神学における汎神論にあたる。このようにみれば、仏教は真理をもって唯一絶対の存在とした、きわめて抽象レベルの高い一神教である。人格神をもつユダヤ教、キリスト教、そしてイスラム教の系譜よりも抽象レベルが高い宗教である。

しかし、日本社会において人々が信仰している仏教は多神教である。ブラフマン（真理）を唯一絶対の存在とする哲学的背景をもつ仏教が日本社会に導入されたとき、高い水準のインド哲学を背景にもつ仏教と素朴なアニミズムである神道とが論争すれば、神道は敗れ去ったであろう。それは神道のそれぞれの神を部族神とする豪族の間に紛争を招き、これが大王（天皇）の地位を危うくする危険があった。これを避けて神仏習合が行われ、仏教を見かけ上の多神教にしたと考えられる。このことは日本人の行動原理を考える7章での考察に譲る。

ヤハウエ信仰を継承したキリスト教はその教義である普遍主義、戒律の適度な緩やかさ、および教義に関わる学問としての神学を奨励したことが、宗教改革を経て啓蒙思想を敷延させ科学を誕生させた（市川、2008）。

科学は未知の因果関係を解明してその原因を明らかにしつつあり、その意味で神の役割を減殺しつつある。一方において、正義の体系の下で善悪の基準を仮構して、整合性のない社会を統合する上で、人が作る哲学は神を代替できていない。

## 整合的世界観を支える神への移行

科学が世界観を与える以前に人々に世界観を与えていたものは神である。科学が整合的世界観を前提にしたことは、科学の誕生に向けて神が整合的世界観を与えていたことになる。個人神から整合的世界観を与える神への進化を考える。

神の心像が多数の人々に共通する宗教になると、神の像は社会と共に変容する。神と社会との共進化といってよい。社会の態様は社会がおかれた地域の自然環境と国際環境によって異なる。その結果として社会がもつ宗教は多様になる。その中で広く見

られる変容は文明の基軸への変容である。

氷間期が終わり小氷河期に入った1万2千年前頃から採集できる食糧が減少し、加えて人口増の圧力が生まれ、中東では小麦、東南アジアでは稲の発見があって農耕が始まった。農耕では多くの人が協力して播種から収穫にいたる仕事を季節の推移に併せて進行させる必要がある。この協力を安定に実現するには長老によるタブー解釈あるいはシャーマンによる神託などの属人的で安定しない統治は不十分であり、安定した何かに支えられた統治が必要になった。

## シュメル文明

このことは、世界最古の文明とされるシュメル文明に現れている（小林，2005）。シュメル文明における個人神は「主人」と呼ばれ、個人だけでなく都市とその中の地区がそれぞれ主人神をもっていた。社会の階層構造が神の社会に投影された状況をラガシュ市のBC2500-2335年頃の状況に見れば：

ラガシュ市の主人：ニンギルス神

ラガシュ王グデアの主人：ニンギシュジダ神とニンアズ神

ギルス地区の主人：ニンギルス神／ラガシュ地区：パウ神、

シララ地区：ナンシュ神／キヌニル地区：ドゥムジアブズ女神

グアッパ地区：ニンマルキ神

このときのシュメル文明の最高神は神々の王であるエンリル神であったが、最高神は都市国家の消長により交代していた。

神に階層があることは、人が自分の主人より上位の神に祈願し神託を受けるときには、主人の紹介を要することに見える。これは王といえども例外ではなく、ラガシュ王グデアがニンギルス神に祈願し神託を受けるときにニンギシュジダ神の紹介を受けていた彫刻が残っている。

シュメル文明における神の役割の主要なものに、チグリス・ユウフラテス両河の増水と洪水について、神託を發してその時期と程度を教えることにあった。因果関係の未知の原因を神が担う典型的な例である。

このシュメル文明における個人神、都市神、そして最高神という階層は、古代エジプト文明、古代ギリシャ文明に引き継がれる。

### (エジプト文明)

エジプト文明においては、ファラオの軍事力が国家統一を実現していたので、都市神は都市の守護神に留まっていた。テーベの守護神であったアメン神がテーベの勢力が強まりエジプトの首都となって最高神となったように、その都市がエジプトの首都

になると最高神となることがあった。

第18王朝の<sup>ア</sup><sup>メ</sup><sup>ン</sup><sup>ホ</sup><sup>テ</sup><sup>プ</sup>Ⅳ世による世界初とされる宗教改革が一代に終わった結果として、エジプトの神の世界がその後の文明に大きな影響を与えることはなかった。フロイトのエジプト人モーセ説は、史実として出エジプトの記録がないので疑問視されている。

## 古代ギリシャ：未知の原因から神を排除

古代ギリシャ文明には、それ以前の周辺の諸文明であるエジプト、メソポタミヤ、インダスの影響がある。そのうちメソポタミヤ文明は、その後期が古代ギリシャ文明と時期的に重なり、加えてギリシャのアジア側の植民地がこの文明と濃厚に接触しているので強い影響があったと考えられる。

古代ギリシャとこれら先行する文明は多神教社会であり、神々の中に階層と序列があることで類似している。そして古代ギリシャの諸都市は都市神をもっていた。これらはシュメル文明に見る神々の在り方と同じである。

にもかかわらず、これら周辺の諸文明と古代ギリシャ文明の間には、天地創造に関わる大きな違いがある。ギリシャ神話においては神が天地を創造することはなく、天地は最初に混沌にあった自然から自然自身がつもつ過程により生まれたとする。人が未知の因果関係の原因を神に求めることを止めた最初である。

天地創造を自然がそれ自身で作り出す過程としたとき、天地創造を説明するために、ギリシャは知を愛する（philo-sophia）行為として哲学<sup>2)</sup>を始めることとなった。この論考での「哲学」は、哲学者が語る諸説という日本の哲学ではなく、元々の意味の「愛知」を指す。

古代ギリシャの自然哲学に現れる諸説については（ファリントン、1953）が詳しい。ここで強調したいことは、これらの諸説が今日の科学の知識にそのまま繋がらないことである。理由の一つは、科学の知識は科学の活動の結果であり古代ギリシャの自然哲学の説を継承してはいない。さらに、自然哲学と科学の間に明確な断絶がある。ギリシャの自然哲学は哲学であり、その説はそれ自身が矛盾を含まない限り説として成り立ち、他から検証を受けることはなかった。これに対して、自然科学では自然と付き合わせて検証された知識、および検証された知識から演繹的に導かれる知識であることが科学の知識の要件である。

このことは古代ギリシャの自然哲学の価値が低いことを意味しない。そこには因果関係の未知の原因から神を排除したという根源的な科学への貢献がある。ファリントンは、この考え方が生まれた理由として、ギリシャ人が技術における因果関係を自然現象に延長したことを挙げる。

技術では、人が能動的に自然に働きかけ期待する結果を得る。その人為的な因果関係をそのまま自然における諸現象に延長したと見る。ギリシャに見られる建築、工芸などに見られる高度な技術を見れば、人為の延長として自然の事象を認識した、とすることは説得力がある。

しかし、この考え方では同じく高度な技術をもっていたメソポタミヤ文明に自然哲学が生まれなかったことを説明できない。なぜメソポタミヤには生まれなくて古代ギリシャでは生まれたのか、理由を考える必要がある。

### (自然風土)

その理由は自然風土の違いに求められる。古代ギリシャの自然風土は現在と大きくは変わらないとする。地図に見るようにギリシャは中部ヨーロッパの南端に有り、一方を地中海に他方を地中海の一部であるエーゲ海に接する半島である。日本の自然風土がそれを囲む海からの影響を強く受けているように、ギリシャの風土は地中海の性質の影響を強く受けているに相違ない。

地中海は、その名のように三大陸に囲まれ大洋とは非常に狭いジブラルタル海峡で繋がっている巨大な池といえる海である。われわれが地中海沿岸を訪れて海を見るとき、日本の周辺の海との大きな違いは明澄平穏なことである。海は透明で青く穏やかで空の青とコントラストを作っており、絵に描いたような海と空である。日本の周辺の海のように猛々しく荒れる海ではない。

日本周辺の海が航海の障壁であったのに対して、地中海は交易路であり、同時に多数の軍隊を繰り込み他国を侵略し、あるいは少数で海賊を働き陸地にある都市を襲う道である。地中海でのイスラムによる海賊行為は19世紀まで続いたという（塩野、2008, 2009）。

筆者がイタリアおよびトルコを訪れた際に瞥見した事実を傍証として、和辻哲郎が1920年代後半に調査した結果（和辻、1979）を引用する。地中海が明澄なことは、流入する河川が少なく土砂および富栄養塩の流入が少ないことから懸濁物が少なく、かつプランクトンをはじめとする生物相が貧弱なことにある。とくに地中海のうちでもギリシャ半島が面するエーゲ海は、西を山でふさがれ南はクレタ島によって南の海から遮断された狭い海域である。この海の特徴が影響するギリシャ半島は、空気は澄み渡り雨量は少なく晴天の日が多く、すべてが明澄に見える世界である。

気候は単調でなく四季の変化は顕著である。6月から9月にかけての夏は雨が少なく暑い季節である。これにより夏には草が枯れ泉も涸れる。結果として日本に見られる夏草の繁茂はない。9月から秋が始まり驟雨が来て草が緑になり始める。といっても日本の冬よりは暖かく春に近い。11月末から3月までの冬は南風が湿気をもたらす雨期となる。

この気候は、樹木の繁茂が少なく乾燥に強い松、柳、糸杉が散見される植物相をもたらした。顕著なことは冬草の繁茂である。これはギリシャの大半を牧場と化し、牧畜が食糧生産の大きな部分を占めるものとした。そこには日本に見られる夏の除草や暴風への備えのような自然との格闘はない。自然は、それを受け入れて適度に介護することにより、従順に人間に服従する。

和辻に依るところはここまでにして、これらの自然風土の影響を考える。従順で人の行為に従う自然は、人の営みに自然がもたらす外乱が少なく、人の行為とその結果という因果関係の信頼性が高いことを意味する。その環境の下で望ましい結果を得ようとするとき、事象の因果関係に考えがおよぶことは必然である。ここに自然哲学が生まれる契機があった。

そこでは自然による妨害がないため神の意思を気遣う必要はない。ギリシャにおける神託の殆どは戦争の開始と帰結に関するもので、日本に見るように自然の平穏や豊作を祈願するものは殆ど見当たらない。戦争の結果は敵の存在により確定的でないので神託に頼ったのであろう。日本において農耕の結果が確定的でないので神に祈願したことと同じである。

メソポタミア文明がチグリス・ユーフラテス両河の予測できない洪水に悩まされ、それを神の意思とせざるを得なかったことは異なる自然風土がギリシャに存在した。これがメソポタミア文明と古代ギリシャ文明の自然認識の違いを生んだと考えられる。

事象の因果関係に考察が及び、それが技術という自然に対する能動的働きかけの延長と見るならば、自然に対して能動的に働きかけその結果から因果関係を推定すること、近代科学でいえば実験にあたるものが古代ギリシャに生まれても不思議はない。

エンペドクレスは、眼には何も見えない空間が物体で占められていることを示すために水時計を転用した。この水時計は、中空の長い筒の一端に小さな穴を開け、この筒に水を入れて立て、小さな穴から水がしたたり落ちて水面が下がる速度で時間を計るものであった。

この水時計の先端の穴を指でふさぎ他端を水に浸けたところ水は中空の筒に侵入しない。また、中空の筒に水を満たしてから先端の穴を指でふさぎ空中で他端を下にしても水は落ちてこない。この事実から、エンペドクレスは、空間は空虚ではなく何かの物体で満たされていることを確かめたという。

とすれば次の疑問が湧く、古代ギリシャが実験を含めた自然哲学を生んだにもかかわらず、今日の意味での科学を生まなかったのはなぜか。ここに人の行動様式に対する社会風土の影響があると考ええる。

### (社会風土)

ファリントンは、古代ギリシャが今日の科学を生まなかった理由は、古代ギリシャ



では技術が奴隷の仕事であって低級な業務とされ、哲学はその発展と共に高貴な貴族の仕事となり、貴族の意識が技術から離れたことにあったとする。

これも一つの見解であろう。しかし、筆者はより根源的な理由に社会風土があると考え。それは古代ギリシャ社会の宗教が前述のように多神教に留まり、都市により都市神が異なっていたことである。すべての多神教の神話には神々の間の争いが存在する。ギリシャ神話も例外ではない。これは人の社会における争いが神の社会に転写されたものである。

古代ギリシャの都市の間にはペロポネス戦争に見るように戦争があり、古代ギリシャはメソポタミヤの文明と同じく統合された文明国家ではなかった。都市が異なると哲学者の意見が異なることは当然であり、その間に矛盾があることもまた当然のことであって、追求されることはなかった。自然哲学の中心はイオニア、エレア、シシリア、アテネと移動し、それぞれに学派を形成して相互に議論し検証しあうことはなかった。

以上をまとめれば、古代ギリシャ社会が自然哲学の言説を生み出した理由は、自然に見られる因果関係が安定で信頼をおける自然風土にあり、それが整合的世界観に繋がることがなかった理由は、多神教の都市国家群に留まりすべての因果関係の原因を一身に担う唯一神をもつ文明社会ではなかったことにあると考えられる。

とすれば、整合的世界観の源泉は一神教を基軸として統合され、都市国家群に分裂していない国家に求めることとなる。それは、われわれをカナンの地に成立したヤハウエ信仰をもつ文明に導く。

## ヤハウエ信仰：整合的世界観への移行

カナンの地とは現在のイスラエルの地である。イスラエルという地名は「神は（エル）戦い給う（イスラ）」という言葉に由来し、ヤハウエ信仰の12部族連合が成立した後には自らの部族連合に付けた名称である。イスラエルの12部族は後にユダヤと呼ばれた。その後の大国による侵略の中で生き残った部族ユダが全体の名称になったためである。ここではイスラエルとユダヤ以前を考えるので原名を用いる。

カナンの地の当時の自然風土と地政的状况を聖書研究者による考察（山我，2003）から要約する。カナンのは、西は地中海に開かれ、東北にヘルモン山地・ギレアド山地などが連なる中央山岳地帯を背負う。東南がシリア・アラビヤ沙漠に接しているため、ギリシャよりもやや沙漠的性格があるとはいえ、地中海気候の土地である。地中海からの湿潤した空気は山地に当たって季節的に雨を降らせるので、牧草や果樹が繁茂する豊かな土地で、旧約聖書の表現を借りれば「乳と蜜の流れる地」である。考古学での呼び名で見れば、東はメソポタミヤから西はエジプトにいたる「肥沃な三日

月地帯」の東西を繋ぐ回廊に当たる。

長さ約 240km, 巾約 120km という狭隘であるが豊饒な地に、BC3300-2200 には平野部に多数の都市国家が存在した遺跡が認められ、BC1800-1600 には文化のおよび経済的に活況を呈していた。天の神エル、豊穡神バアルやアシュタルトなどがいる多神教であった。BC1500 年頃からエジプトの支配下に入った。

カナンの地とヤハウエ信仰の 12 部族が辿った歴史は、ヤハウエ信仰の部族が信じる歴史書である旧約聖書に語られている。これは信じられ伝承された歴史であって史実ではないが、ヤハウエ信仰の部族の歴史を辿る上では貴重な資料である。

加えて聖書研究者による伝承と史実とを突き合わせた数多くの研究がある（山我, 2003）。ここでは、突き合わせた結果を社会風土形成の視点、とくに整合的世界観の形成に関わる視点から抽出し要約する。（市川, 2009）。

BC1500 頃には、イスラエルの祖先である 12 部族がカナンの後背の地で遊牧生活を営んでおり族長時代といわれている。BC1200 頃この地に同時多発的に新たな居住地が発生した形跡が遺跡として残っており、BC1150 頃に部族連合としてのイスラエルが成立したと考えられる。

12 部族連合が成立したのち、彼らは海岸部の平野に侵攻し原カナン人を駆逐して 12 部族に配分したとされる。この民族移動の原因としては、部族の人口が増えたこともあるが、世界的に起きた一時的な寒冷化が狩猟採集生活を困難にさせたことも排除できないであろう。

このとき、12 部族連合が結束して原カナン人との戦争を遂行するには、各部族がそれぞれの部族神を捨て、唯一神信仰に転換せざるを得なかった。このために選ばれたのがヤハウエである。したがって、ヤハウエ信仰を乱すことは 12 部族連合であるイスラエルの崩壊を招くとして厳に禁じたことが、ヤハウエとイスラエルの民との契約という形になったと考えられる。

イスラエルのカナンへの侵攻は旧約聖書が語るほどの短期間で成功したのではなく、原カナン人の兵力装備と 12 部族のそれとを比較すれば数十年を要する困難な闘いであったと推測されている。

現在の聖書神学においても、旧約聖書のモーセ 5 書について：

- ヤハウエ信仰は、モーセとイスラエル集団が接触した部族から受け取った初めての強力な神概念であり、イスラエル共同体はこの信仰により結束の強化を図ったものであろう。なお、接触した部族は平野部の南に位置するカディシュにいたメリバト・カディシュであるとする説がある。
- シナイ契約（律法授与）は単なる神降臨の一つであり、ヤハウエ信仰と結合して作りだされたものであろう。

としている。ここでの、神降臨とは左側頭葉の局所的てんかんにより生じる烈しい神

感覚であったろう。

イスラエルの繁栄は、BC11世紀からBC10世紀に亘る百数十年の統一王政時代に過ぎなかった。この間の王としてダビデ（BC1003-965）、ソロモン（BC965-926）が有名である。その後のイスラエルが歩んだのは、王国の分裂、周辺の強大国による侵略という苦難の歴史であった。

BC926年のソロモンの死後に王国は南北に分裂し、北王国がイスラエルに、南王国がユダになった。このユダがその後の「ユダヤ」という名の起源である。その後に周辺からの強大国の侵入が始まった。BC734にはイスラエル・アラム連合軍がユダに侵入した。BC722にアッシリアがサマリアを征服し、北王国はここにおいて滅亡した。このとき南王国はアッシリアに抵抗して命脈を保った。

BC696-642にはユダ王国に異教が蔓延し、ヤハウエ信仰の徹底を図る申命運動が始まった。BC586-585にはバビロニア王ネブカドネサルがエルサレムに侵攻してユダ王国を滅亡させ、上層階級の多数をバビロンに連れ去った。有名な「バビロンの捕囚」である。捕囚地で預言者エゼキエルが活動し、この苦難はイスラエルの民がヤハウエとの契約を破ったことが原因であるとして申命記・祭司文書が成立した。BC539にベルシャ王キュロスがバビロンを征服し、翌538年にキュロスの命令で捕囚民はユダに帰還し神殿再建が始まった。

これらの苦難の歴史は、イスラエルという土地の地政的位置に由来した。海岸平野部のきわめて狭い土地は、エジプト、メソポタミヤ、シリアさらにアラビアという強大国が作るオリエント世界における回廊の位置にあった。地中海を越えての西には、ギリシャとその後継であるマケドニアが存在した。回廊という位置は、イスラエルにとって通商交易路として繁栄をもたらすと同時に、大国の間の紛争に巻き込まれる原因でもあった。

ヤハウエ信仰の根源は、イスラエルの民がこれらの苦難を地政的位置によるとは考えず、イスラエルの民がヤハウエとの契約を破ったことを懲罰するヤハウエの意思としたことにある。未知の原因を担う神の役割そのままである。その結果として、イスラエルの民の歴史を神の意思に基づくとして記述することが必要になった。

これに沿って、旧約聖書はBC515のハガイ、ゼカリア書成立、BC350にモーセ5書（創世記、出エジプト記、レビ記、民数記、申命記）の成立という形で進み、BC274-240にはエステル記、ヨナ書、コヘレトの言葉、歴代誌が成立している。

史実としての歴史は、これ以後エジプト、シリア、ベルシャによるユダ支配の交代があり、支配国の介入とユダでの内戦により支配者の大祭司職の交代が頻発した。この状況はBC37にヘロデがローマの支持でエルサレムを征服しユダヤ王として支配するまで続き、それ以後キリスト教の時代となった。

このように書き直された歴史と史実としての歴史とを突き合わせた結果の内容は聖

書神学，例えば（山我，2003）を参照されたい。この論考では，整合的世界観に関わる旧約聖書の整備を眺めておく。

## 整合的世界観への選択圧

創世期は，ヤハウエの全能を示すための国生み神話，日本神話でいえば「オノゴロジマ」と「ミトノマグアイ」に当たる神話と考えられる。

カナン侵攻とヤハウエ信仰の確立は，(1)支配者をモーセ一人にして指揮権限を与える，(2)12部族の一致団結に向けて部族神を放棄し一神にする，そして(3)ヤハウエがイスラエルの民にカナンの地を与える，としてカナンの地への侵攻を正統化するためになされた，と考えられる。このことは，神をヤハウエ一神としそれ以外の神を信じないことが最高の律法（契約）であり，それを破ることを最大の罪としたことと符合する。

その後にイスラエルの民に起きるすべてのことは，ヤハウエの意思によるとして旧約聖書の歴史は作られた。例えば，王朝時代に北王朝で起きた王権の篡奪は，王権を奪われる側がヤハウエとの契約を破って異教を信仰したことに対するヤハウエの意思とすること，北王朝がアッシリアにより滅ぼされたこともヤハウエの意思の下での必然としたこともこの延長にある。

史実としては，北王朝を征服したアッシリアは征服地の民を移住四散させ，その地に他の征服地の民を混合配置するという政策を採り，これが北王朝を滅亡させた。これに対して，南王朝を征服したバビロニアでは，征服地の民をそのまま集団として取り扱い，バビロンの捕囚に見られるように，ある程度の自由を与える政策を採ったことが南王朝の存続を可能にしたと考えられる。

「イスラエルの民に起きるすべてのことがヤハウエの意思に基づく」とすることは，中井がいう「すべてのことの原因は自分にあると思ひ込む統合失調症の患者」を連想させる。うち続く苦難の中でユダヤの指導者達が一切の事の原因はヤハウエにあるとして，心の平安を得る心理状態にあったのかも知れない。

心理状態はさておき，イスラエルの民がカナンの地という回廊にあったという地政的環境がもたらした一神教への選択圧であったことは否めない。

## キリスト教による一神教の放散

ヤハウエ信仰は，それを引き継いだキリスト教の教会の強力な政治力により，パックス・ロマーナの下で西欧全域に放散した。キリスト教はユダヤ教より緩い戒律の下で，多くの使徒が教祖となって多くの分派に分かれた。その間の権力闘争において，

いま正統とされているキリスト教以外はグノーシス派と一括されて追放された。グノーシス派の聖典は死海文書やユダの福音書として今日に残っているほか、アフリカにおいてコプト教として信仰が継続している。

現在正統とされるキリスト教は、ローマ皇帝コンスタンチヌスによりローマの国教とされ、パックス・ロマーナの下で西欧に展開した。これが唯一神による普遍的整合的な教義として今日の西欧諸国の精神的基盤となっている。7世紀にいたって、ユダヤ教への回帰としてイスラム教が生まれ、兄弟憎悪の下でハンチントンのいう文明の衝突が起きている。

ここで、ヤハウエ信仰の副産物に注意を払っておく。旧約聖書に見るヤハウエの言葉は契約の箱の設定、神への貢物の規定、野営屯所の設営の指示に見るように詳細を究めている。ヤハウエの言葉は預言者の言葉として繰り返され、その言葉を忠実に執行した様子ももう一度繰り返される。

これが新約聖書ヨハネの福音書の冒頭の3節：

1:1 初めに言（コトバ）があった。言は神と共にあった。言は神であった。

1:2 この言は、初めに神と共にあった。

1:3 万物は言によって成った。成ったもので言によらずに成ったものは何一つなかった。

という言語への万全の信頼につながったものと推論される。このことは、西欧社会における契約書が詳細を究めることに通じている。

筆者はヨハネの福音書のこの記述を読むと新約聖書の編集者の苦心を感じる。旧約聖書創世記の「1.3 神は仰せられた「光あれ。」すると光があった。（新改訳による）」は、神と天地の間に相互に理解できる言葉があったことを要求する。これでは言葉が最初になければならない。これが「初めに言があった」となる。しかし神が最初でなければならぬ。そこで「言は神と共にあった」と付け加えた。しかし、それでは言葉と神が別の存在となり、どちらが先かの問題が起きる。よって「言は神であった」と合一させる。

よく知られているように新約聖書の発行は3世紀であり、その編集に二百年以上を要している。こうした細かいところまで矛盾がないことを目標とすれば、編集が長期に亘ることも納得できる。キリスト教において敬服すべきことの一つである。

以上により、言語世界と実在世界をつなぐ心像の一つとして生まれた神が、自然風土、社会風土、そして地政環境という環境が作る選択圧の下で進化し、整合的世界観を支えたという仮説が考古学と歴史的事実から検証されたものとする。

キリスト教のパックス・ロマーナに乗った西欧全域への展開が、現在の西欧キリスト教社会における整合的世界観の根源である。これが自然科学を生むと共に、言語への信頼と併せて人間社会の整合性への過信を生み、今日の自然科学と人文社会科学の

乖離につながっている。

## 普遍的正義は仮構である：神の再登場

キリスト教は、その教義である普遍主義、戒律の適度な緩やかさ、および神学を奨励したことから、宗教改革を経て啓蒙思想を敷衍させ、米国の独立とフランス革命を経て自由な社会を実現し科学を誕生させた（市川，2008）。

科学は未知の因果関係を解明してその原因を明らかにしつつあり、その意味で神の役割を交替しつつある。他方において正義の体系を定めて整合性のない人間社会を統合する上で、人が作る哲学は神の役割を代替できていない（サンデル，2009）。

自由な社会にはシンボル言語世界の整合性のなさが現出する。とくに市場経済を介しての経済的欲望の自由な表出は、共産主義がかつて資本主義の末路と呼んだ状況に社会を近づけつつある。

この過程で明確になったことは、シンボル言語の整合性のなさが現れる人の社会には、学問としても実質的にも整合的な善（正義）の体系が存在しないことである。普遍的かつ整合的な正義は人工的に作り込む仮構である。

シンボル言語で作る体系に整合性をもたせることが困難であるとき、これは宗教が果たすべき役割である。現代はこの神の役割の再登場を必要とする。この意味で人類は特定の宗教の教義を超えた普遍宗教を必要とする時代に入りつつある。これに対応しようとする公共宗教の考え方（津城，2005）、（藤本，2009）は検討の価値があるのかもしれない。筆者自身は、すべての宗教に共通する「黄金律」、それも「自分がして欲しいことを他人に行え」という能動型でなく、「自分がされて嫌なことを他人にしない」という抑制型の黄金律を中心とする宗教がこの役割を果たすと考えている（市川，2007）。

## 注

- 1) ザラスシュトラについては、用語集 166 頁
- 2) 哲学については、用語集 163 頁。



## 7. 普遍を仮構しない日本社会 — 局所的規範の相互作用で統合する社会 —

日本社会は自ら自然科学を創ることがなかった。自然科学を創らないことは科学の方法である「モデル形成とその検証のループ」を創らないことである。他方、「経験知を得るループ」をもっていたことは、精緻な構造の古代建築の存在に明らかである。

「経験知を得るループ」から「モデル形成とその検証のループ」への進化を支えるものは、自然の整合性とモデルの反証可能性である。このうち、反証可能性は科学の方法が創られた後でそれが成立する要件として導かれるから、科学の方法の創成に関わるのは自然の整合性の認識である。

日本社会が自然科学を創らなかつたことは、自然科学を受容する以前に、自然は整合性をもつという世界観をもたなかつたことを意味する。世界観は一朝一夕にして変わるものではない。自然科学を創り出したキリスト教社会においてすら、今なお自然科学が示す世界像を信じることなく、神による天地創造と生物の創成を信じる人が多くいることで明らかである。

整合的世界観をもたないで創られた日本社会の性質は、科学を受容した後においても日本社会の科学観および行動様式に何らかの影響を与えていると考えられる。まず、自然科学を受容した後の日本社会がもつ科学観を眺める。

### 日本社会が観る科学技術

明治初年頃に日本社会が科学を受容したときに日本社会がもっていた科学観について、明治9年（1876年）から29年間にわたり滞日し、現在の東京大学医学部に繋がる医学の教育研究体制を作り上げたエルウィン・ベルツの見解がある。

彼は、1901年11月22日の滞日25周年を記念する祝典における講演で、次のように述べている。

（前略）わたくしの見るところでは、西洋の科学の起源と本質に関して日本では、しばしば間違った見解が行われているように思われるのであります。人々はこの科学を、年にこれこれだけの仕事をする機械であり、どこか他の場所にたやすく運んで、そこで仕事をさすことのできる機械であると考えています。これは誤りです。西洋の科学の世界は決して機械ではなく、一つの有機体でありまして、その成長には他のすべての有機体と同様に一定の気候、一定の大气が必要なのであります。（後略、トク・ベルツ編ベルツの日記、菅沼竜太郎訳）

この科学観がその後どうなったかは、ベルツから百年以上経った2011年に佐倉 統



が芸術系（3名）、言語系（3名）および社会系（5名）合計11名の第一級と目される人々と対談した結果をまとめた「科学の横道」（佐倉，2011）に見える。各人の考えるところは原著によるとして、佐倉は「まとめに代えて」にある次の一文で本質を示している。

（前略）日本の社会には世界観や思考法としての科学は浸透していないが、生活の智慧としての科学技術は浸透している。（後略）

ベルツの指摘から百十年を経た現在でも、日本社会の科学の観方は全く変わっていない。この観方はより徹底してきていることは、現政権が実施した政策の「仕分け」に見える。

ベルツが言う「有機体」は、今日の言葉で言えば「システム」である。各部分が密接に連携して全体として機能を発揮するものをいう。科学技術の各領域が相互に密接に結びついてシステムを構成していることは今日の常識である。

この科学技術に関わる政策を評価する「仕分け」に当たって、科学技術のシステム構造を知らない人を主査として、個別のテーマごとに分解して、社会への有用性と経済効果を基準に予算配分を評価している。まさに科学技術を機械と見なして分解しその部品を見て評価する行為である。この「仕分け」が社会的に評判のよいことは、日本社会の科学技術の観方がここにあることを如実に示している。

原発事故が社会における科学技術への信頼を失わせ、放射性物質についての風評を生み出した。これは日本社会が科学技術の基盤にある世界観と科学の方法に思いを致すことなく、科学技術を利益の源泉としてのみ見ていることを示している。

佐倉の「まとめに代えて」の中の一文を見たとき、筆者はかつて読んだ日本宗教事典の「序」にある言葉を思いだした（日本宗教事典，1994）。

（前略）日本においては宗教が自覚された信仰のレベルよりも習俗的・感覚的な信心のレベルにおいて機能している（後略）

信仰と信心とは別である。「宗教が自覚された信仰のレベル」とは、宗教が示す世界観とその下での善（正義）の体系、それが求める行動規範に従って行動することを意味する。信心とは神仏がもたらすご利益を期待して祈ることをいう。

佐倉がまとめた日本社会の科学技術の観方と、日本宗教事典がいう日本社会の宗教の観方とは殆ど一致している。これだけ一致することは背景に共通するものがあることを示唆している。

この共通するところを、「日本人は、背景にある世界観と原理・原則におよぶ考察と理解を避けて、表層的な利益を追求する」という仮説として、政治に演繹すれば次のようになろう。

日本において政治は社会的正義を実現する場とは自覚されていないが、習俗的な自己利益の確保を図る場として機能している。

この演繹結果は現在の政治の状況を語り尽くしている。ここでいう「自己利益の確保を図る場」は政治家についてだけではない。選挙民も選挙を通じてこれを実現しようとしている。

この世界観がどのように形成されたかを考える。6章の考察で明らかなように、科学が成立する以前の世界観を形作ったのは、自然風土、神の在り方を含む社会風土、そして国際環境である。

## 自然風土

日本列島は地理的にモンスーン地帯の北端に位置しており、春から秋にかけてモンスーン気候に覆われる。西南の風が卓越し高温多湿で夏草が茂り、夏の終わりには台風の襲来がある。春から夏にかけての降雨と気温の不確定性は農耕の作柄に大きな影響を与え、台風の襲来があれば農耕は大きな打撃を受ける。冬は大陸性の気候に覆われ北西の風が卓越し乾燥して草は枯れる。

日本列島を取り巻く海は、黒潮と親潮の2大海流と夏は西南、冬は西北の強風とで荒々しい海になり、古代の航海技術では日本を大陸から隔絶していた。地中海が内海として交易路になり、あるいは軍隊派遣の途であったことの対極にある。

日本列島は、海洋プレートがユーラシアプレートの下に沈み込む境界に位置し、しばしば大地震にみまわれる。

以上のことは、人の営みを原因としその成果を結果とする因果関係を著しく不確定にする。古代ギリシャやカナンの地のように、適切に介護するとき人の営みに対して安定した結果を人に戻す自然とは大きく異なる。日本各地にいまも残る祭りのほとんどは神に平穏と豊作を祈念するものである。

自然に向き合うときの因果関係の不確定性は、自然の整合性はおろか自然の法則の存在にすら思いが及ばない自然風土を構成していた。

## 社会風土

### (神話時代)

日本社会の人々に、因果関係の未知の原因を背負う神が心像として誕生したかどうかは定かではない。日本列島に流入した人々はすでにふるさとの神をもってきた可能性が高いからである。

日本宗教事典は、日本には先住民として母系的な稲作民、母系的なイモ栽培民、父系的な漁労・稲作民など南方的色彩の強い文化が形成されていたという。3、4世紀頃に、分化した職業集団、父系家長制、軍隊組織、職階性をもつ父系的・牧畜民的種

族である北方ツングース系が侵入し、その神話と文化が持ち込まれたという。アマテラス、イザナギ・イザナミ神話は南方系に属し、タカムスビの子孫による天孫降臨神話は北方系に属す。このため日本神話の源流には東南アジア系、北方民族系など周辺民族の各種の神話が見られるという。

時間の経過と共にこれらの種族の混交が進み、アマテラスとタカムスビの2神がタカマガハラを統治する神話を作られ、征服種族である父系種族と被征服種族である先住農耕民の融和が為されたものと考えられる。

### (官製の記紀神話)

これらの神話群は古事記と日本書紀により形式化され統合された。日本書紀は、日本も中国の歴史に比すべき長い歴史をもつとする主張の根拠として編纂されたもので、外交文書的な意味をもつ官製神話である。これに対して、古事記は同じく官製ではあるが、ヤマト朝廷の基礎が固まるに際しての地方統合の過程を神話に重ねて集成的なものと考えられる。

古事記を読んで気付くことは、もし神代編と人代編との区別がなければ神と人との区別が付かない程に、神々の行いは人そっくりなことである。神は哲学的言説を弄することはない。人さながらに異性を追いかけることに忙しい。ここに日本社会の「人の世」社会観の源泉が見える。

アマテラスの孫であるヒコホノニギが豊葦原の瑞穂の国に降臨して、人の娘である姉妹のうち醜い姉を退けて美しい妹と契りを交わしたことにより、神としての永遠の生命を失い有限の寿命をもつとする。これにより神であるアマテラスから人である大王（現「天皇」）に接続されている。これ以後日本は歴史時代に入る。

### (支配者層の世界観)

社会の世界観と行動原理は、原始共同体から長い時間を掛けて作り上げられてきている。そこには社会制度を作ってきた支配者層の考え方が強く影響している。日本社会の支配者層がもっていた基本的な考え方を神話と歴史から推測する。

日本の社会制度の大きな変革を一覧にしたのが表1（次頁）である。これに示した神仏習合以前の552年に仏教伝来があり、その後間もなく神仏習合が始まったと推測されるが、ここでは最初の神宮寺が作られた715年を採る。

この表を眺めると二つの顕著なことに気付く。一つは人の上位にある神、とくに普遍性をもつ唯一神、を徹底して排除し、神と人（天皇）とを同一レベルに置いていることである。他の一つは外国から導入した社会制度が概ね2世代（40～60年）で実質的に終了していることである。詳細を見る。

表1 宗教と統治制度の変遷

宗教と統治制度	開始	実質的終了	継続期間	目的・効果・特徴
律令制	701	743 壘田永年私財法	42年2世代	天の思想の排除 科挙の実質的排除
古事記 日本書紀	712 720	現在に続く		天皇の正統化 神人との同一視
神仏習合	715	現在に続く		仏教：一神教→多神教
武家政治	1191	1871	680年	天皇による統治認知 (認証式として現在に残る)
幕藩体制	1590	1871	280年	家(ウチ)への分権
立憲君主 明治憲法	1889	1930 統帥権干犯問題	41年2世代	記紀への回帰 唯一神排除
民主主義 現憲法	1946	1972 田中内閣 2006 小泉内閣	26年1世代 60年2世代	多数決原理の功利的解釈 (神の正義の排除)

### (律令制)

律令制は中国において隋の時代に始まったが、日本が導入したのは唐からである。唐には儒教神学である朱子学が台頭しており、天を唯一の存在として、天の命により有徳の士が天子として政務を司り、その下に儒教を知る官僚が行政を行うとき、地上に天の理想世界が実現するという思想があった。天子が徳を失えば天の命が革まり天子が交替する「革命」が起きる。人の上位にある天(神)と人とは隔絶しており、天子は天の命により交替し得るものであった。この意味で天子は世界に二人とない存在であった。

現在では疑問視されているが、聖徳太子が隋帝煬皇に送ったとされる書面の冒頭に「日出処の天子、書を日没処の天子に致す、恙なきや」に対して、隋帝が「蛮人理を知らず」と、返書を「倭皇」に宛てたのはこのためである。

律令制の根幹である公田公民の制度は、743年に制定された壘田永年私財法で骨抜きにされ荘園への移行が始まった。この年を以て律令制は事実上終了した。

### (古事記・日本書紀)

随・唐における天命を受けた天子に対して、日本では記紀において皇祖神アマテラスの子孫として天皇を位置付け、天皇と神を同一視して天皇の正統性を主張した。神と天皇は血統により結合しており、断絶できず革命はない。

科挙の試験は導入されたものの、天皇を支える豪族(貴族)の子弟を無試験合格させ地方官に任命したので実質的に機能していない。この時期に記紀の正統性を図るために神仏習合を制度化し神宮寺の建設を始めた。

仏教はブラフマン<sup>1)</sup>を概念的な唯一神として、この世のすべてはブラフマンの表出

であるとする一神教的汎神論をもつ。記紀にいう多神の神話との習合は、仏教の一神教性を否定し仏教を多数の仏がいる多神教と化した。このことは仏教がその後13宋56派に分裂したことにも見られる。

仏教の宗派はキリスト教の宗派と見掛けは類似しているが実質は異なる。キリスト教の宗派では神は共通して同一であり、違いは聖書の解釈にあるのに対し、仏教の宗派はそれぞれ異なる仏を主神としている。

神仏習合の直接の目的は、仏教と神道に関わる有力部族の間の宗教戦争が天皇の地位を脅かすことを避けることにあったとされるが、結果として人の上位にある普遍な存在を否定することとなった。

天皇を神の子孫と位置付けるときに起きる困難は、神は過ちを冒すことがないのに対して人は過ちを冒すことである。この問題を避けるため、天皇の下に天皇から統治を付託された実質的支配者を置く体制を採り、ヨーロッパの王権神授における神の役割を天皇に担わせた。大伴・物部、蘇我、藤原、平家、源氏（北条）、足利、豊臣、徳川はこれにより付託されて実質的支配を行ってきた。

この点で、天命を受け政治を司る隋・唐の天子と日本の天皇とはその意味が全く異なる。にもかかわらず、天皇を天子と錯覚した典型に後醍醐天皇がいる。後醍醐天皇による建武の親政は、現実を直視して行うべき支配を理念過剰で行ったために、わずか2年で消滅している。

### （武家政治・幕藩体制）

表1を見れば、武家政治および幕藩体制は導入社会制度に較べて長期に亘り維持されている。これは、律令制が換骨奪胎された守護大名、その後は武士団さらには諸藩の大名小名という諸侯の形で政治権力が分散され、この上位にあるものとして天皇が位置付けられた社会形態をとったためであろう。この社会形態は実質的支配者への付託の階層であり、日本社会の世界観と馴染みがよかったと考えられる。すべての諸侯が、信長といえども、天皇からの付託を得る努力を厭わず、また幕末において「大政奉還」という言葉が使われた理由がここにある。

### （立憲君主制）

明治維新は、英語（Meiji Restoration（戻す））にふさわしく、古事記・日本書紀への復帰を、西欧における立憲君主制の形をとって実現した。神仏分離が実行され廃仏が図られると共に、キリスト教が排除され和魂洋才が強調された。排仏は学者と庶民の抵抗に遭い、キリスト教の排除は列強の申し入れにより、いずれも貫徹は見なかったが、政治行政の面では天皇の上位にある神を否定し排除していた。それは大日本帝国憲法の冒頭に観ることができる。

第1条 大日本帝国ハ万世一系ノ天皇之ヲ統治ス

第3条 天皇ハ神聖ニシテ侵スヘカラス

第11条 天皇ハ陸海軍ヲ統帥ス

加えて、教育勅語による行動規範の明示化はその後の人々がもつ社会観に大きな影響を与えてきた。

立憲君主制の背後にある普遍的な神の意思を排除した大日本帝国憲法は、1930年に統帥権干犯問題で機能しなくなった。統帥権干犯問題とはロンドン軍縮条約を承認した憲政당을憲法第11条に基づく天皇統帥権に違背するとして倒そうとした政友会と軍の策動をいう。統帥権干犯は軍の介入とされているが、事実は政友会が軍のお先棒を担いで憲政당을追い込もうとした行為である。政党は自分の利益のためには大義を犠牲にすることも躊躇しない。これは日本の政党が自分を超越る普遍的な正義の存在を意識しないことによる。

### (民主制)

太平洋戦争の敗北による民主制の導入においては、民主制の根幹に関わる多数決原理の思想が排除された。多数決原理の基盤である「偏見と拘束から自由になり自らの意思で意見を表明するとき神の意思（正義）は多数を通じて現れる」は排除され、「最大多数の幸福のために」という功利主義的な説明が為された。その結果として、多数決に先立つ正義を求める努力はなく、多数を獲得する努力だけが先行することとなった。

とくに党議拘束（投票における「結託」）がかかり、多段階の多数決が採られるときには、少数で全体を支配することができる。例えば、 $n$ 段階の多数決が行われるとき、党議拘束があれば、 $(総数 / 2^n)$  プラス1人で全体の決定を支配できる。これはすでに福沢諭吉が「文明論之概略」で指摘しているところであり、これを最大限に活用したのが自民党の田中派の行動であった。

この意味で、現憲法は田中内閣が成立した1972年（26年1世代）か、あるいは党議拘束すら効果的でなくなった小泉内閣の終焉2006年（60年2世代）かで事実上機能を停止している。

以上をまとめれば、日本社会の支配者層は記紀の昔から一貫して人の上位にある神の存在を否定してきた。夏目漱石と山本七平の言葉を借りれば徹底した「人の世」の世界観である。この世界観の下で、神の存在と神が定める正義の存在を前提とした外国の諸制度を導入したとき、それは2世代を経ると継承できなくなり実質的に消滅する。

## 宗教・思想界の動き

日本の支配者層は、天皇の正統性を保持するために普遍的な存在である唯一神を排除し、あわせて人の世を神の世に転写して多神教を維持した。支配者層は、どの社会でもそうであるように、自らの地位を維持するために最善を尽くす。

これに対して、自らの地位を離れて学識により社会に貢献するのが学者である。日本においても、西欧キリスト教社会と同様に、学問は宗教の教義の理解を深めることから始まった。すなわち神社仏閣において神や仏に仕える神職や僧侶が学問を担った。この人達は今日の大学や研究所の人達に当たる。

さらに、市井に棲む人の中に、日々の生活の中で生きる上での指針を求めて、社会における人の行動原理を追求した人々がいる。この人達は宗教の拘束を受けることが少なく、思い切った教義が展開でき、新たな思想の境地を開くことができた。

以上の人々をまとめて宗教・思想界の人々と呼び、その活動を眺める。

### (信仰のレベルよりも信心のレベル)

日本宗教事典がその序にいう「信仰のレベルよりも信心のレベル」を推進し、今日にまで大きな影響を与えている仏教界での革新があった。その始まりは法然（1133-1212）による浄土宗の開宗である。その説くところの基本は専修念仏にあり、仏教の修行を退けて念仏を称えることだけを正行として称揚した。すなわち三心（至誠心、深心、願往生心）をもって阿弥陀仏を信じ、「南無阿弥陀仏」を称えれば浄土にいけるとした。そこには仏教がもつ世界観、それに基づく正義、それから生まれる行動規範は一切なく、ただ阿弥陀仏を信じて念仏すればよい、という阿弥陀仏のご利益を期待する信心である。

法然の弟子の一人である親鸞（1173-1262）は、これをさらに徹底した。阿弥陀仏を信じるのがそのまま浄土への行ける途であり、念仏も必要ないとする。この考えの下で、信心していれば俗と同じ行為も許されるとして、僧の身である彼自身も結婚している。僧の結婚は別の意味で評価されるべきことではあるが、宗教の視点からすれば「阿弥陀仏を信じさえすればよい」とする彼の浄土真宗の教義はご利益宗教をさらに推進したといえる。

法然、親鸞自身の思想がいかに高尚なものであるにせよ、庶民のレベルにおいて宗教のご利益化とそれを得るための信心を推進したという事実は免れない。

## 宗教界に観る一神教化

多神の神々を神学的に追求すれば、どの神が根源的であるかという問題は避けて通

れない。とくに古事記は、冒頭から高天原の存在とカムロギ、カムロミという神の存在から始まる。この神々を生んだ根源神が誰であるかは学問として当然に生まれる疑問である。それが、神仏習合から神道神学へ移行となって表れる。日本における宗教の一神教化を表2にまとめる。

### (神仏習合から神道神学へ)

神学は、宗教としての思想体系が確立していた仏教と、自然崇拜から大きくは出ていなかった神道との習合に始まった。習合の初期では、神道の神は仏法を守る存在と見なされたが、平安初期に入ると仏が神の本地であり、神は仏が衆生を救うために現れた姿（垂迹）とする本地垂迹説が生まれた。この関係は、最初は神々と仏の間とされていたが、次第に特定の神と特定の仏との本地垂迹の関係を説くに至った。

鎌倉時代には本地垂迹説が完成して、真言哲学を取り入れて大日如来を主神とする両部神道と、天台哲学に基づき仏教の根源神ブラフマン（釈迦仏）を主神とする山王神道が説かれた。同時に、このような外来の仏を主体として神道を説明する神学から神道固有の神学への移行が起き展開を始めた。

鎌倉末期から南北朝に掛けて神道神学が大成され、室町後期において吉田兼俱が、日本書紀で最初の神（古事記では6番目）として現れる国常立尊（クニトコタチノミコト）を唯一神とする吉田神道を提唱した。藤原氏の氏神である吉田神社の神職であった吉田兼俱は、国常立尊を虚無太元尊神として、この世の森羅万象が起因する神であり、この世に存在するすべての途（法則、法律、規範）はこの根本神からの派生であると称えた。

これは仏教のブラフマンを連想させキリスト教的汎神論に見えるが、吉田兼俱は神仏習合を超えた神道固有の神学理論と考えて、吉田神社を宗教の根幹に据えその周囲に諸仏諸神を置く神の世界を考えていた。吉田神道は、江戸時代に入って幕府の命に

表2 神道と仏教の一神教的気配

系	名称	発祥	唯一神・特徴
神仏習合	両部神道 山王神道	伊勢神宮	大日如来 釈迦仏
神道	吉田神道	吉田兼俱 (カネトモ)	虚無太元尊神：国常立尊 森羅万象すべての法則・法律・規範の起源
仏教	一向宗	蓮如	阿弥陀如来 救済（イスラム的）
朱子学	吉川神道	吉川唯足	国常立尊 朱子学の太極（宇宙の根源）に比定
	垂加神道	山崎闇斎	同上 理と気が普遍的存在 人は個性の気を浄化して 国常立尊の理にいたる（梵我一如）
庶民教	天理教	中山みき	天理王命：全存在の守護 教義：陽気暮らし
	金光教	香取源七	天地金之神 根源神 一切の形式を否定



より拡大し、仏教の支配を受けない神社の大半を支配したという。

### (儒家神道)

江戸時代前期の儒家達は、神道を朱子学・陽明学の枠内に取り込もうとした。朱子学における究極の存在である太極を吉田神道の国常立尊と同一視したのが吉川神道である。人間は国常立尊と同じ理（コトワリ）を有しているが、個性としての気を浄化しなければ国常立尊の理を發揮できないとする一神教である。仏教におけるブラフマン（凡）とアートマン（我）の統合（凡我一如）を彷彿とさせる概念的な一神教である。

吉川神道を延長したのが垂加神道であり、天人一貫を称えて普遍的な存在である理と気が神道の神々を生成したとして、支配者層が否定した普遍の存在を主張している。垂加神道は幕末の反幕運動の精神的支柱の一つとなった。

### (日本仏教の一神教化)

仏教はブラフマンを概念的な唯一神とする一神教である。とすれば仏教の一神教化とは矛盾した言い方であるが、ここでは13宗56派といわれるほどに多様な教義に分散した日本仏教において唯一神に回帰した気配を示す。

仏教にもイスラム的な原理主義があることは、親鸞が興した浄土真宗の流れを汲む一向一揆を見れば分かる。親鸞の廟堂であった本願寺の門徒は、はじめは浄土真宗の中であって小さな勢力であった。しかし、第8世の蓮如にいたって勢力を急速に拡大した。その結果として比叡山勢力との対立を招き越前吉崎に退去した。しかし、それでもその勢力の拡大を恐れた仏教諸派および政治勢力と対立するようになり、本願寺門徒は富樫政親と組んで加賀守護を倒したものの、次には新たに加賀守護となった富樫政親と対立して倒し、遂に「本願寺門徒の持ちたる国」を建てるに至った。

蓮如の教えは「只一人の仏である阿弥陀仏を信じて後世を願う」ことにある。単純明快なところが親鸞を超えて門徒を掴んだ理由であろう。これは信心のレベルにおける一神教と見るべきもので、神道神学の根源神と並ぶものであった。そして遂に、武士との合戦に向けて門徒の意思統一を図るに際して「然る上は仏法のために一命を惜しむべからず合戦すべき」という原理主義にいたって、一向一揆が武士集団を敵にして戦い得るものとなった。

### (キリスト教伝道)

フランシスコ・ザビエルに始まるキリスト教の伝道とその後の弾圧の歴史はよく知られているので、ここではキリスト教の布教において唯一神信仰に関わる点だけを示す。

キリスト教の布教は、どこでもキリスト教の教義を土着信仰と関連づけて社会に浸

透させて行った。南米には有色のマリアがいるほどである。日本に伝道したキリスト教もその例に漏れず、仏教との関連を通じて教義を伝えようとした。ザビエルは「ゼウス」を「大日」に訳すほか、解脱など仏教用語を用いる例があったという。さすがに大日はゼウスに戻されたが、他の仏教用語は伝道に当たって広く用いられた。

これが浸透徹底すると仏教との区別が付かなくなる。そこでキリスト教が仏教と異なる点を強調する手段として、唯一神信仰と天地創造を採り上げた。布教の上で第一肝要の題目として「なき所より天地をあらせ玉ふ御作者でうすは、御一体のみにて在ます」がこれであるという。

戦国時代の武士達や庶民が、キリスト教の唯一神信仰を違和感なく受け入れ、そしてキリスト教弾圧の時代を通して隠れキリシタンという強固な信仰を生んだ背景には、神道神学における大元神と仏教における阿弥陀信仰という根源神仏信仰にあった、と末木は指摘している（末木、2006）。

### （本居宣長の国学と復古神道）

これら吉田神道、吉川神道、垂加神道、阿弥陀仏、およびゼウスなどの日本中世の創唱宗教における唯一神への流れを断ち切ったのは、本居宣長（1730-1801）である。本居宣長が国学とした復古神道は、仏教儒教と習合した神道を否定し、古来の多神教である神道に回帰すべきであるとした。同時に、これによりアマテラスを皇祖神とする神の世の構造を再確認した。この復古神道は明治維新後の政府の中核的思想となった。

私事になるが、筆者は小学校での日本史の授業で、本居宣長は日本を尊い昔の日本に復帰せしめた偉人であると叩き込まれ、同時に学期末試験に必ず出題される人物であった。いま日本宗教史を辿るとき、この教育がもつ意味がよく理解できる。単に古事記が語る日本神話の教育ではなく、本居宣長による復古神道の徹底を図り明治維新の立憲君主制を支える教育であった。

同時に、明治維新においてキリスト教がそれまでも増して排除された理由も納得できる。歴史の禁句であるが、もし宣長がいなければ日本社会の行動原理は現在とはかなり異なっていたと考えられる。

### （庶民の宗教：金光教）

日本社会の庶民の宗教としては、事典の「序」にいう「日本においては宗教が自覚された信仰のレベルよりも習俗的・感覚的な信心のレベルにおいて機能していることを表している」に尽きると考える。これが日本社会に宗教的争いがなく、宗教の違いが人の差別に繋がらず、しかも西欧の意味での「行動規範がないという意味の無宗教」ではない社会を創り上げている。同時にどのような信仰をも自由に創り信仰できる基

盤となっている。

日本社会には、これまでに存在した種々の宗教の教義を延長し、あるいは創唱した幾つかの庶民宗教が存在する。その中には一神教的な教義をもつ宗教もある。教義が語る神の普遍性、救済、キリスト教的汎神論をもつ代表的な庶民宗教として金光教を見る。

金光教は幕末明治維新期に、農民教祖である金光大神により創唱された唯一神をもつ宗教である。文化庁の宗教分類では神道系とされているが、教義を見る限り一神教であり神道とは一線を画している。文化庁が金光教を神道系とした根拠は、日本書紀に「金光明経」があることによると思われるが、宗教の分類は教義によるべきであろう。

宗教形態は信者達が「取り次ぎ共同体」と呼ぶ構造である。取り次ぎとは唯一神天地金之神と人との間の取り次ぐ人とその行為をいう。神の人類救済の願いを人に伝え、人が抱える問題を神に伝える救済行為である。取り次ぎをする人が教師であり、すべては取り次ぎと信者との対話として進行する。

取り次ぎは信者が抱える問題の深層に信者と共に分け入り、そこに神が実現されることを目指す。信者は取り次ぎを通して自分の問題を信仰の課題として自覚的に取り組む。

取り次ぎは、当初は神道的、仏教的、儒教的などの既存宗教と習合した形式で行われたが、次第にこれらの形式から脱却して、儀礼の道具を捨て、神社・寺院の祭儀形式を捨て、多くのタブーを廃して加持祈祷をなくし、ただ話しを通じて救済されるものとなった。信者が話を通じて各人の心の神に目覚め、日常生活の中で神の願いが実現されるとする。

教義において、すべてのことを根底から支える唯一神である天地金之神は、世界のすべての、社会のすべての神を超えてその上位にある。すべての人は神の子であり、すべてのものに神性を見る。人間を含めてすべてのものが平等であり全体性をもつとする。この意味で典型的な一神教である。

宗教年鑑平成 10 年版によれば、現在の信者数は約 47 万人であり、教会は日本に留まらずハワイ、北米、南米に展開している。信者数は日本のキリスト教信者の数に近いが、宗教的な影響力は遠く及ばないようである。

類似の宗教思想を持つ金光教が、キリスト教に比べて社会的影響力が小さい理由の一つは、「宗教が自覚された信仰のレベルよりも習俗的・感覚的な信心のレベルにおいて機能している」庶民の宗教的生活によりかき消されているからであろう。もう一つは、キリスト教が世界宗教として、近代文明社会を創りだした西欧社会において卓越していることにあると考えられる。この意味において、宗教も最初に起きる微少変動が、その後相互作用による選択の下で卓越しあるいは消滅する進化の過程を免れ

ない。

## 庶民の社会哲学

以上の寺院・神社によった宗教哲学の他に、市井の生活に即した社会哲学が現れるようになった。ここでは著名な3人を記しておく。

### (鈴木正三)

鈴木正三は関ヶ原の合戦に徳川秀忠の陣にあって参加した武士であった。

その後には仏門に入ったものの、特定の宗派によらず民衆に近い立場で仏教を発展させ、その過程で仏法を大きく飛躍させた。それは、彼が庶民のために著した「万民徳用」に述べられる「世法則仏法」の思想である。このことから、彼は寺院にいたものの庶民の哲学者と位置付ける。

世界の仏教には、上座部仏教（小乗仏教）と大乘仏教がある。死後に解脱を得るためには釈迦の教えを忠実に実行して経典の学習、戒律の遵守、そして瞑想の修行に励まなければならないとするのが上座部仏教である。これに対して、釈迦の教えを守るだけでは仏陀の境地に達し得ない、釈迦の修行の精神を汲んで善行を積みば仏陀の境地に達することができる、とするのが大乘仏教である。日本の仏教は大乘仏教であるとされる。

鈴木正三はこれを超えて、解脱に向けての修行も善行も必要ない、自分が担っている世俗の仕事に忠実勤勉に励むことこそが解脱への途であるとした。この考え方は大乘を超えて日常の中に仏陀への途を見いだしている。ここで着目すべきは、鈴木正三は神の世の行動規範、すなわち神が言う善（正義）、を人に語ったのではなく、人の毎日の営みの行動規範を神への途として見いだしたことである。これは、親鸞が「阿弥陀仏を信じさえすれば浄土に行ける」として浄土真宗を編み出したことをさらに延伸して、信心に代えて毎日の営みとしたと見ることもできよう。

この世法則仏法の途は、徳川幕府の支援もあって寺子屋などの教育手段を通じて民衆の間に広まり、遂には広範な庶民の社会哲学となった。大名の朱子学、武士の武士

表3 社会哲学

名称	創唱者	論旨・特徴
世法則仏法 (万民徳用)	鈴木正三	職分論 (拡大された大乘) 忠実勤勉
石門心学 (都鄙問答)	石田梅岩	天分論 (商業道) マックス・ウェーバー的
自然真営道	安藤昌益	身分・階級否定 四民平等 共産主義・無政府主義に通じる

道に加えて、庶民の日常生活の哲学として三階層の社会哲学の体系を完成させた。ごく最近まで世界の人々が敬服した日本人の勤勉さはこれにより作り上げられた。日常生活が現在のように奢侈怠惰になっても、この勤勉の思想は一旦ことがあれば動き出す。今回の東北大震災において見られるところである。

### (石田梅岩)

石田梅岩は1685年の生まれで商家に働き、その後に思想家への途を歩んだ。江戸時代の職能である士農工商のそれぞれに意義を与え、とくに最下級に置かれた商業について流通の意義とそれを行う倫理を明らかにした。

これを問答の形でまとめたのが「都鄙問答」であり、45才から自宅に講座を開いてこれを語ったところを、弟子達が石門心学と呼んで商業道德の底本とした。

基本的な考え方は、鈴木正三の職分論に対して天分論にある。商業も天から与えられた仕事であるとして、その意義を明確にすると共に「相手も立て、自分も立つ」という商業倫理を語った。今日のCSRに繋がるものと言える。神、仏、儒いづれも修養の糧になるとして、自らも質素儉約を旨とする生活を送った。この石田梅岩の思想も、鈴木正三と同じく人の日常の行動規範、とくに商業を営む人の行動規範を語ったことに特徴がある。

この意味で、彼の思想はマックス・ウエーバーの「プロテスタンティズムの倫理と資本主義の精神」に先立つこと百年近くの見識的な思想であった。

### (安藤昌益)

安藤昌益は1703年生まれで1762年に没するまで農村医師として思索した思想家である。その思想の基本は、身分・階級を否定してすべての人が田畑を耕し農耕をする、という徹底した四民平等にある。彼の「自然真営道」は儒教を徹底的に批判したもので、共産主義と無政府主義に繋がるものとされている。

安藤昌益の思想は、神の世を人の世に転写して身分階級を作ることを否定して、徹底して人の世における四民平等の思想を説いたことにある。これは、マルクスの思想に先立つこと百年という先見的なものであった。

## 日本社会が唯一神をもたない理由

以上のように、宗教と社会哲学の両面において一神教的思考が存在するに拘わらず、現在の日本社会に唯一神に基づく普遍を信じる人の割合が低い理由には、本居宣長の国学に見られる古事記・日本書紀への回帰が、明治維新を支えた思想的背景であったことが挙げられる。しかし、国学と明治維新による記紀への回帰が社会に広範に拡大

するには、日本社会がそれをもたらす選択の場であったことを意味する。この環境は世界宗教である一神教が成立した要件から推測される。

第一に、社会が外敵の襲来に対して一致団結するために信じる神を唯一にする必要がなかったことがある。日本は荒海により大陸から隔てられており、海が外敵の襲来を阻んでいた。海を越えて襲来した外敵は、太平洋戦争を除けば元寇のみである。元寇は、当時は仏への祈願の結果と考えられた台風の襲来により事なきを得ている。

第二に、生き残るために外地への侵攻が必要となり民族が団結してこれに当たる上で唯一神を必要とすることがなかった。日本列島はモンスーン地帯の北端にあつて台風の襲来が水の供給源となり、温暖な気候と相俟って、農耕による食糧生産が効率的に行われてきた。地中海世界の気候に較べれば、モンスーンと大陸性気候が夏と冬で交替する日本列島の気候は、夏草の繁茂と冬の降雪を招き、除草と雪かきに多大の労力を要求したものの、食糧の確保は安定していた。豊穡な地に侵攻する必要はなく侵攻する先もなかった。ヤハウエ信仰の12部族に見るように「乳と蜜の流れる地」に侵攻するために唯一神を仰いで部族が団結する必要はなかった。

第三に、自然信仰と大きくは異ならない神道に加えて、きわめて寛容な教義をもつ仏教が伝来して習合したために、神々と諸仏のいずれも峻烈さがなく、人にとって親しみやすい存在であった。これはヤハウエ信仰に較べて大きな相違であり日本社会に温和な気風を醸成した。

第四に、神学的な一神教化が学説としては存在したものの、これらは学問として生まれたもので、峻烈な唯一神を誕生させねばならない環境ではなかった。上に述べた社会の温和な気風と併せて、峻烈な唯一神の受容は社会的に限定されたものとなった。

この状況を現在に見るために、宗教ごとの信者数を見れば、文化庁の宗教年鑑平成10年版によると表4のようである。

一神教は、最も普及しているキリスト教ですら人口の1%に満たない。この表において信徒総数が人口を超えている理由の一つは、神仏習合により神道と仏教の両方の信徒であると自認する人が多いことにある。他の一つは、キリスト教系を除いて信徒の定義が明確でなく、信徒数が実態より大きくでることがある。キリスト教は教会ご

表4 宗教・宗派 信徒数

宗教系	宗派数	信徒数 (万人)	信徒数比
神道系	23	9814	64.5
仏教系	57	4855	31.6
キリスト教系	2	58	0.48 (人口比)
諸教	9	638	4.1
合計	91	15365	100

とに所属が明確であり信徒数が正確であるので、信徒数比でなく人口比を取った理由でもある。

ユダヤ教・イスラム教を信じる人々、そして敬虔なキリスト教徒は、現在でも神の世を生きようとする。これが夏目漱石をしてロンドンにおいて苦洪の生活を送らせ、草枕において「人の世」を喝破させ、その後は人の世の苦悩を考察した作品を書いた理由であり、また山本七平が「ユダヤ人と日本人」において、日本人は「人の世」を生きるとした理由である。

ここで、日本社会は一神教をもたない、としたのはキリスト教信仰を含めている。筆者が日本のキリスト教信者に個別に確認したところでは、大多数の信者が数ある神のうちからキリスト教の神を選んで信仰していると答えている。その意味で唯一神ではない。ユダヤ教的にいえば、異教の神の存在を認めている。

さらに興味深いのは汎神論（pantheism）の解釈である。pantheism は、キリスト教や仏教に見るように、この世のすべては唯一神の表出である。これに対して、日本語の汎神論ではこの世のすべてがそれぞれに神々をもつという多神教解釈である。ある日のテレビ番組で日本の著名な宗教学者が「日本社会のような汎神論の多神教の社会では……」と言われたときは哑然とした。以後、筆者は「汎神論」は多神教的汎神論、「pantheism」は一神教的汎神論と受け取ることにしている。

日本社会の多神教信仰はこのように隔々にまで徹底している。山本七平はこれを日本教と呼び、日本のキリスト教信者を日本教徒キリスト派と呼んでいる。

## 普遍の正義がない社会を統合する

この世を「人の世」とするとき、直ちに遭遇する困難は人々の間に存在する矛盾を解消することである。

人の社会における普遍は、すでに指摘したように人々が仮構して創るものである。仮構した世界観の下で正義の体系が生まれ、それにより行動規範が形成できる。論理的に正義の体系を作れないことは、マイケル・サンデルの講義のとおりである。これまでの政治哲学と社会哲学は、すべての人を納得させる論理的な正義の体系を紡ぎ出すことができていない。前提が異なれば複数の正義の体系が存在することは、ユークリッド幾何学と非ユークリッド幾何学に見るように明らかである。

多くの社会は人の上位にある神の世を仮構しそれを共有することで、神の意思として世界観を与え、その下に行動規範を作り出してきた。人の上位にある神の世を否定したとき、あるいは「人の世」を「神の世」に転写して神の世に矛盾を持ち込んだとき、行動規範がよるべき正義の体系は失われる。

普遍を仮構して創る正義をもたない日本社会は、そのままでは矛盾の解消を力に委

ねるほかない。矛盾を力で解決することは当事者を傷つけ集団として生き残る力を低下させる。言語をもつ人間社会では、利害を共有して結託する部分集団が生まれるので、力による矛盾の解消は集団の解体を招き弱体化が著しい。そのままでは、正義を仮構して矛盾を解消する機構をもつ集団に破れて消滅する。日本社会がいまでも存続していることは、日本社会が何らかの矛盾対立を解消する力以外の方法をもつことを示している。

日本社会は、他の社会に例を見ない方法で、「人の世」における矛盾を回避する途を見いだした。それは日本語における「ウチ」という言葉に端的に表れている。これについては（市川，2007）に詳細を報告したので参照されたいが、ここでの論考を進めるに必要な範囲で要約する。

うちの課，うちの会社，と使われる「うち」は日本語に特異な言葉である。その対語は「そと」ではない。「おたく」であり「よそ」である。対話する二人は、互いの「うち」を「おたく」と呼び合い、二人の他にある集団組織を「よそ」という。

### （ウチ規範）

結論を先に言えば、「うち」とは「局所的な行動規範を構成員が共有する集団」をいう。このように使われる「うち」を「ウチ」と呼び、その中の局所的行動規範を「ウチ規範」と呼ぼう。

ウチ規範の形成過程は、新たに生まれた集団を考えれば明らかになる。そこでは、構成員の間に矛盾対立が生じ、かつ力による矛盾対立の解消を避けようとするとき、話し合いによる矛盾の両立化しかない。両立化の方法としては、妥協、玉虫化またはタブー化がある。両立化の原理は、普遍的正義がないことから、対立する集団それぞれにとっての利益以外にない。利益が偏ると両立化できないから、利益のバランスを採ることは両立化が成功する鍵となる。

矛盾が発生する度に両立化が繰り返され、矛盾とその両立の結果は次第に蓄積する。矛盾対立が生じたとき、それを過去に経験した類似の矛盾対立のクラスに分類できれば、過去の両立結果を用いて話し合いの手間を省いて両立化できる。さらには、過去の両立化の経験を下に、両立できる行動しかなくなる。これは行動規範ができたに等しい。これがウチ規範である。

ウチ規範の存在は、(1)日本社会が前例主義である、(2)過去に矛盾対立とその両立化を経験した回数が多い長期在籍者ほど序列が高い年功序列を取る、(3)設置当初は構成員の行動が自由闊達であった集団が時間の経過と共に制約が増え行動が窮屈になる。(4)窮屈を避けようすると集団・組織は解体する。(5)行動規範は接触の頻度が高い人の間で濃厚で、接触の頻度が低い人の間では希薄である、などを説明する。

ウチ規範がいったん確立すると、それ以後にその集団・組織に参入する人に対して



集団・組織内の規則として課せられる。これにより小集団のウチ規範を維持したまま組織・集団を拡大できる。

ウチ規範は、法規などの形式化されている社会の規範に優先する。接触の頻度が高い集団の中で自然発生する規範であることから、矛盾対立を避ける上で当然である。状況によっては社会の法や規則に違反してもウチ規範を守ろうとする。山本七平がいう「法外の法」がこれであり、談合など法規に違反する行動が生まれる。

ウチ規範を遵守させるのは、違反したもへの懲罰的処遇である。ウチ規範を文書化して契約してない限り、ウチ規範に従わない構成員を処罰する法的な根拠はない。処罰を集団・組織の中での処遇に反映する「村八分」となる。集団・組織の中の仕事の多くは構成員が共同して進めるので、村八分は対象者の業務遂行能力を低下させ遂には排除の理由とすることができる。

集団外の人が集団に対して不利を与える行動を採るときは、彼らを懐柔して実質的に集団に加えた上でウチ規範を遵守させる。懐柔が効果をもたないときは、彼らの言動が社会的に無力になるような策を採る。

### （ウチの階層により社会を統合する）

ウチ規範を大規模集団、さらには日本社会の全体に拡大するには、ウチを構成員とする上位のウチを形成して、図6（次頁）に示すようにウチの階層を作って統合を実現する。このように、ウチの階層により統合されている社会を「ウチ社会」といおう。

ウチ規範の源泉は前述のように利益の配分にあるので、上位のウチは下位のウチへ利益を配分してウチを維持する。下位のウチは上位のウチからの利益配分に見合う家賃（レント）を上納して上位のウチを維持する。議員の選挙区への利益誘導という利益配分と選挙民の票の上納というレントはよく知られた構図である。

ウチの階層により日本社会を統合するために、「ウチ規範に従うこと」が社会における普遍的な行動規範になる。「組織になじむ」、古くは「郷に入っては郷に従え」は、このことを普遍的な行動規範と見なして表現するものである。

日本社会の「ウチ社会原理」は、仮構した普遍の下にある外国人の日本観を困惑させる。筆者は米国にいたときのポストク仲間との政治論議において、「日本は分からない。それに較べればソ連の方がよく分かる」といわれたことがある。

現在では古典となったR. ベネディクトの「菊と刀」（ベネディクト、1946）は、このこと社会学者としての公式表明である。第一章「研究課題——日本」は次の言葉で始まる。

日本人は、アメリカがこれまで国をあげて戦った敵の中で、最も気心の知れない敵であった。大国を敵とする戦いで、これほど甚だしく異なった行動と思想の習慣を考慮の中に置く必要に迫れたことは、今までにないことであった（後略）（長

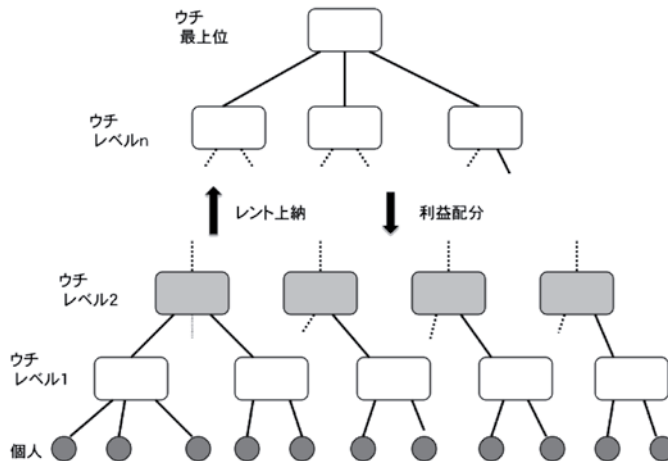


図6 ウチの階層による統合

谷川松治訳)。

整合性を仮構した社会における人々と統治機構の行動は、整合性の下での正義の体系から予測できる。これに対して「ウチ規範社会」である日本社会における、ウチの利益調整の階層として現れる人々と統治機構の行動は予測不可能である。

兵力、生産力いずれをとっても圧倒的に劣勢にあった当時の日本が、米国に宣戦を布告すること自体、米国の政治学、社会学の研究者と庶民にとっては予測を超えたことに相違ない。台頭する日本を叩こうとした米国の統治機構は好機と捉えたかもしれないが。

米国への宣戦は、陸軍省、海軍省、内閣、枢密院そして天皇のそれぞれが、ウチの利益を優先して大局として大きな誤りを冒した典型的な例である。このことは、当時要路にあった人々が戦後に語ったことを編集した記録に明らかである。

この意思決定の構造とそれが生み出す性質は現在でも日本社会の人々と統治機構を覆っている。この意味で日本は太平洋戦争から何も学んでいない。

### (政治に見るウチ社会)

日本の政治の世界は、民間企業の活動と違い国際競争に曝されないのが、政治組織の生き残りは保証されている。存在するのは議員一人ひとりの生き残りだけである。このことから、政治の世界にはウチ社会の特徴が典型的に現れる。

政治の根源的な任務は社会正義の保持であり国民の生命財産の保全である。社会正義が失われると社会は崩壊して、内戦に見るように国民の生命財産が危うくなる。社会正義は宗教原理主義や独裁を除いて一枚岩ではないので、現代文明社会では正義が多数を通じて現れるとする多数決原理を用いて、そのときどきに最善の正義を求める

選挙を基盤とする。

ここにウチ社会における二つの問題が不可分に存在する。一つは選挙民が正義の実現を図らず自分の利益を図ることである。他の一つは、候補者が票の獲得のために選挙民の利益を政見とすることである。かつて学術仲間のドイツ人が選挙中に来日したとき、候補者の政見を翻訳して伝えたことがある。彼の反応は「そんな政見を掲げたら政治家失格で落選するはず」であった。

現在の政治の世界がウチ社会であることは次に見るように明白に現れている。

- (1) 選挙後の政党の行動原理は与野党を問わず党利党略に尽きている。社会正義の実現に向けた行動はほとんど見られない。
- (2) ウチは少人数の集団に限られることから、ある程度以上の規模をもつ政党には派閥が形成され、派閥集合体というウチの階層構造をもつ。上位からの下位への利益配分は党と内閣のポストの配分である。下位から上位へのレントは派閥の領袖の指示に従って動くことである。
- (3) 政治家は閥務と党務に精励して党内の階梯を登り大臣首相を窺う。
- (4) 議員は選挙区への利益誘導に精励して、票というレントを得て次の選挙での当選を確保しようとする。そのために(2)と(3)が必要である。

尽きることがない。これ以上は読者の方々が洗い出して頂きたい。

かつて筆者と同じ専門分野のケンブリッジのコール教授に「オックスブリッジが目指すエリートとは何か」を訊ねたことがある。彼の言葉は「キリストの如く、自分以外のことために死ぬる人」であった。事実、オックスブリッジの同年代での戦死者の割合は社会的平均より遙かに高いという。

日本の政治の世界には自分以外のこと、すなわち国のこと国民のことで社会的にせよ死ぬエリートはいなくなった。これが今日の惨憺たる政治状況を作り出している。西郷隆盛は：

命もいらず名もいらず官位も金もいらぬ人は始末に困るものなり。この始末に困る人ならでは艱難をともにして、国家の大業はなし得られぬなり（山田編、1939）」

といている。この気概が明治維新を成功させた。今やこの気概はない。

### (宗教界のウチ)

日本社会におけるウチは徹底している。普遍であるべき教義の下にある宗教界もその例外ではない。仏教は伝統的な宗派だけを見ても 13 宗 56 派に亘る。キリスト教にも教会宗派はあるが神は一人である。仏教の宗派はそれぞれ異なる神をもつ。神が異なるから異なる正義の体系をもつ宗派はそれぞれ独自のウチ規範を擁している。それぞれを語る暇はないので日本宗教事典を参照されたい。

### (学术界にもウチがある)

日本社会におけるウチはあらゆる集団に貫徹している。学术界も例外ではない。自然科学系のように自然の整合性に基づく科学の方法という普遍がある領域においてさえ、既存の仮説を遵守するグループというウチが形成され、新たな仮説の発生に制約を与えている。詳細は(市川, 2007)を参照されたい。

人と社会に関わる学問においては、対象に整合的な普遍が存在せず、あわせて学説を実在により検証することが難しい。著名な学説を創唱する学者の説の解釈と伝導に終始するウチの形成が顕著である。この行動原理は宗教集団のそれと類似するところがある。

## ウチ社会の功績

ウチ社会の功罪のうち罪ばかりを掲げてしまった。整合性が命である自然科学の仕事をしていた人間の習性であろう。ここで功績を考える。

第一に、社会に社会的にあるいは生物的に生き残りが否定されるような争いが無い。普遍的な正義がないにもかかわらず、穏やかな社会を作り上げることに成功している。多くの外国人が賛嘆するところである。

第二に、先駆的な社会統合の途である可能性がある。論理的な正義の体系が作れないことから、世界には異なる正義の体系が複数存在している。特定の正義の体系にどっぷり浸かっている人々は、自分が知る正義の体系が唯一の正義の体系と思い込み、他の正義の体系を敵視しやすい。これに対して、特定の正義の体系に拘束されない日本人々は、どんな正義の体系に対しても寛容である。

国際連合の現状から分かるように、異なる正義の体系が存在するとき、矛盾するどちらが正しいかは決められない。国連決議は妥協の産物として決められている。日本人はいたずらに右顧左眄するのではなく、異なる正義の体系を共存させてきた歴史と方法を世界に堂々と提示して、リーダーシップを発揮すべきときである。これにより、世界における調整者の役割を果たすことができよう。

第三に、以上の功を知った上で、国内のウチ規範の罪の部分最少にすべくウチ規範を作り上げることである。その第一歩は、ウチ以外の人々の多大の不便を生むようなレントと利益配分とを廃止することである。すべての宗教に共通する黄金律でいうならば、自分がされて嫌なことは他人にしない、という抑制的黃金律をウチ以外の人々にも適用することを図ることである。

## 注

- 1) ブラフマンはインド古代哲学ウパニシャッドに現れる概念神であって、この世のすべてはこの神の表出であるとする。バラモンを始祖とする仏教およびヒンドゥーに共通するインド宗教全般に亘る神である。63 頁を参照のこと。

## 8. 進化とそれが創るシステムの性質

— 数理モデルで見るとより深い性質 —

機能で定義した進化とそれが創り出すシステムの性質の一部は 28 頁に示した。この章では性質をより深く洗い出す。理由はこの進化は機能で定義されているので、進化するすべての事象に共通する性質をもつことにある。この進化とそれが創るシステムの性質を洗い出すことにより、進化に共通する性質と個別の事象がもつ進化の性質とを区分できる。

### 進化を表現する数理モデル

進化という過程と進化が創るシステムの性質とをより深く知るには、機能(1)、および(2)で定義された進化を数理モデルで表現して、その上で演繹的推論を行うことが効果的である。自然言語による演繹的推論では、推論する人の推論能力に依存するだけでなく、その人の思い込みが推論に紛れ込みやすいからである。

このための数理モデルを作ることにはある困難が伴う。進化は機能(1)、(2)により定義されている。機能はそれを生み出す構造があってはじめて発現する。数理モデルを作るには数理的構造が必要である。そこに機能と構造との間に 1 対 1 の対応がないという問題がある。望む機能を実現する構造は望む機能以外の機能が発現させる。百科事典が押し花作りの重しとなるのは、この一例である。

この問題に対処する方法の第一は、望む機能が発現する最少の構造をもつモデルを作り、余分な機能の発現を最少にすることである。とくに、恣意的に設定するモデルのパラメータをできるだけ少なくする。このことは、ここでの数理モデルが実在する特定の進化をシミュレーションするモデルであってはならず、進化が共通にもつ定性的性質を抽出するメタモデルになることを意味する。

対処する方法の第二は、望む機能を実現する構造が異なるモデルを複数用いて、それらに共通する性質を抽出することである。共通する性質は両方のモデルに共通している機能に基づくものと考えられるからである。ここでは、機能(1)、(2)を実現し構造が大きく異なるモデルとして、数理モデルと生物を採り上げる。生物の進化は、機能で定義された進化を実現するモデルの一つと見なせるからである。

この視点から観るとき、採用できる数理モデルは数理モデルにしばしば用いられる微分方程式あるいは差分方程式ではなく、またネットワークモデルでもない。これらには設定すべきパラメータの数が多く、恣意が入る機会が多いからである。これに代えて、状態の変化と相互作用を表す場として 2 次元のセル・オートマタモデルを採用

する。セル・オートマタは、von Neumann が脳の構造を範にとって導入した数理モデルであるが (Codd, 1968), これをここでの進化の機能を表現するように拡張して用いる。

### (セル・オートマタ (CA) モデル)

数理モデルの構造を次のように設定する。

- (1) 揺動子の存在：最少機能要素である揺動子が相互作用する場として図7に示す2次元の格子を設定する。格子のマスをセルと呼び、セルで揺動子を代表する。揺動子の状態を、ゼロを含む正整数で表現する。ここで状態ゼロは揺動子はそのセルに存在しないことを表す。2次元の格子の端の行と列は対向する行と列に接続して格子に縁がないようにする。次に示す相互作用をすべてのセルで等しくするためである。
- (2) 相互作用の存在：任意のセル (図7の黒いセル) の状態は、そのセルと近傍のセル (図7の灰色のセル) との相互作用により変化する。すなわち、そのセルの次の時刻における状態は、そのセルと近傍のセルの状態を変数とする「状態推移関数」により定まるものとする。

近傍と状態推移関数はすべてのセルについて等しいものとする。セルごとに変えることは可能であるが、恣意の混入を避けるためである。

#### 状態推移関数

検証実験を行うに当たって状態推移関数を次のように定める。

- (i) 揺動子の状態の変化：あるセルの状態は、近傍のセルの状態の総和が集合  $\{1, 2, 5\}$  の要素のいずれかに等しいとき、かつそのときに限って、次の時刻では1増加する。ここで総和を取るのには恣意の混入を避けるためである。
- (ii) 揺動子の複製：あるセルの状態は、近傍のセルの状態の総和が、(i)の状態の増加の条件を満たさずかつそのセルの状態の5倍以下のとき、かつそのときに限

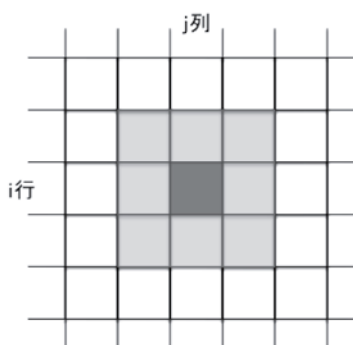


図7 2次元セル・オートマン

って、次の時刻で同じ状態を保つ。

- (iii) 揺動子の消滅：あるセルの状態は、近傍のセルの状態が上記(i)および(ii)の条件を満たさないとき、かつそのときに限って、次の時刻でゼロになる。すなわちそのセルが代表する揺動子は消滅する。

### (検証結果)

性質 1 (進化はシステムを創発する)：28 頁の性質 1 を CA モデルの上で確認する。

揺動子が 1 個存在する状態を初期状態としてモデルの時間的推移を示したのが図 8 である。揺動体の創発： $t = 0$  において 1 個の揺動子の存在から出発した進化システムは、時間の経過と共に揺動子を複製して、揺動子が連結して構成するシステム（揺動体）と、揺動体が要素となるシステムを創発する。これにより進化がシステムを創ることが検証できた。

この過程は、先に示した特定の条件の下で起きるのではなく、広い条件の下で起きる頑健な過程であることが、次の実験により確認できる。相互作用の強さを支配する状態推移関数の(i)揺動子の状態が 1 増加する近傍の状態の合計数を、 $\{1\}$ ,  $\{1,2\}$ ,  $\{1,2,3\}$ ,  $\{1,2,4\}$ ,  $\{1,2,5\}$ ,  $\{1,2,3,4\}$ ,  $\{1,2,3,5\}$ ,  $\{1,2,3,4,5\}$  と変化させて CA モデルを推移させたところ、これらすべての条件において、揺動体とシステムが創られることが確認できた。このことは、「揺らぎと相互作用」がシステムを創る過

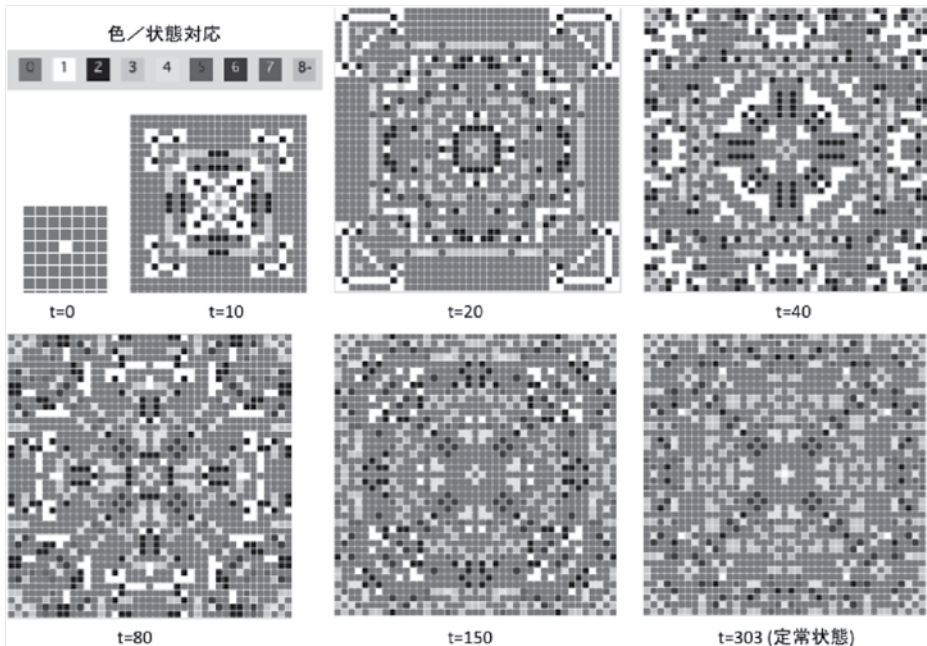


図 8 CA モデルによるシステム形成



程は非常に頑健であることを示している。

性質6 (揺動体の形成) : 図8においてCAモデルの状態の推移と共に, セル (揺動子) が連結したセル・グループとしてのシステム (揺動体) を創り出す。同じシステム構造をもつ揺動体を類別したものを「種」と呼ぶ。

図8のCAモデルの推移に見られるように, 創られた揺動体に同じ構造を採るものが複数ある。これが揺動体の「種」である。なお, このCAモデルにおける状態変化は, 図8に見るように, 最初に状態が1であったセルに対して90°回転対称であるので, 90°回転して同じ形となる種は同じ種であるとする。303時刻以降の種は18種類ある。

図8の  $t = 303$  以降に観察される揺動体の中で最大の種は, 図9に示す時間的推移で構成される。この図のセルの中の数字はそのセルが生まれた時刻を表す。中に数字がないセルは状態が0でそのセルに対応する揺動子が存在しないことを示す。

37時刻に中央の8個のセルが連結した揺動体が生まれ, 45時刻にそれに8個のセルが付け加わり, その後46, 120, 121, ……時刻にセルが付け加わって270時刻でこの種が完成している。

120時刻に生まれたセルは興味深い。これは121時刻以前から存在していたセルが, 121のセルを仲介としてこの揺動体に結合したことを意味する。生物での遺伝型のミトコンドリア遺伝子の取り込みに対応する。

性質7 (自立種と依存種の形成) : 揺動体に自立種と依存種が生まれる。

303時刻以降に定常的に存在している揺動体の種には, 自立種と依存種が存在する。

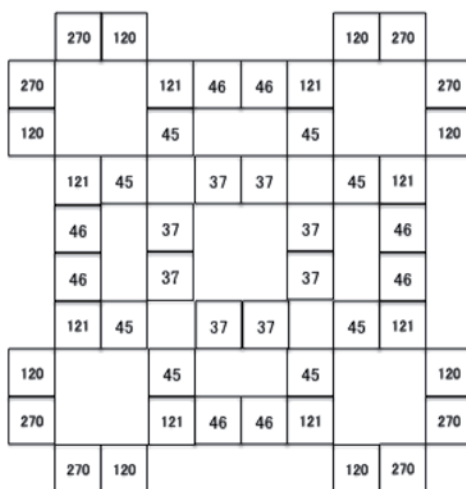


図9 最大の種の形成過程

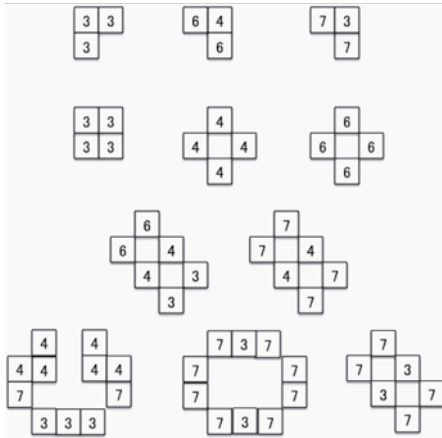


図 10 自律種の例



図 11 種の依存関係の例

ここで自立種とは、他の種に依存せずそれ自身だけで複製維持される種をいう。この種を初期状態として CA モデルを推移させると、同じ揺動体が複製維持されることで判断できる。303 時刻以降における自立種の例を図 10 に示す。セルにある数字は状態の値である。

依存種とは、それが特定の他の種と特定な位置関係にあるときに限って複製維持される種をいう。その種だけを初期状態として CA モデルを推移させるとその種が消滅することから自立種と区別できる。

図 11 に示す依存関係では、A および D は図 10 に見るように自立種であるが、B および C は依存種である。B および C は、A および D と図 11 に示す位置関係にあるときに複製維持され、そうでないときは消滅する。

このことは A, B, C および D という種が相互依存して自立する揺動体グループが生まれていることを示している。生物で見れば植物／動物、動物の間の共生など種の間の相互依存関係により自立している共生系に対応する。

最大の自立するシステムは、時刻 303 以降の CA モデルの全体である。これは生物でいえば生態系全体に対応する。この例では揺動子の状態の揺動が起きなくなり進化が停止している。

性質 2 (種の数の増加) CA モデルの推移における自立種と依存種の数の推移を図 12 (次頁) に示す。

進化の進行と共に自立種と依存種の数は次第に増加する。これは機能要件から自然言語で推論できる性質 2 (28 頁) であるが、CA モデルを用いた数値実験でも確認できる。

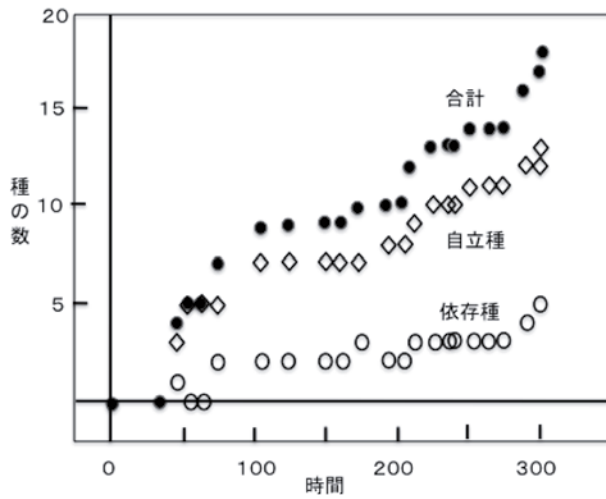


図 12 CA モデルに生まれる種の数

性質 8 (世界の大きさと種の数) : CA の大きさと形成される種の数との関係を図 13 に示す。ここでは、相互作用の強さを表す状態推移関数を等しく保ち、CA の大きさを変えて、そこに形成される種の数を示している。世界が大きいくほど、そこに形成される種数は自立種と依存種共に大きくなることが読み取れる。

このことは生態系において観察されている事実と符合する。森林が広いほどその中の生物種の数も多く、森林が道路の新設などで分断されると、その中にいる生物種の数が増減することはよく知られている。

以上に観察された CA モデルが創るシステムの性質は、実験条件の広い範囲に亘っ

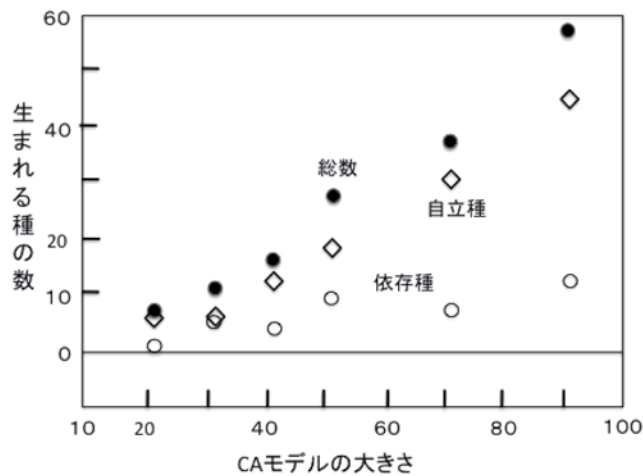


図 13 CA モデルの大きさと生まれる種の数

て観察される頑健な性質である。そして、これらの性質は生態系の進化についてこれまで観測されている性質と共通することが分かる。

## CA モデルで新たにわかること

CA モデルが、科学におけるモデルへの要請に応じて、進化の新たな性質を予測し説明できることを示す。

性質 9 (断続的変化)：進化の過程で大きな変化は断続的に起きる。

CA モデルにおける状態の最大値の推移を見たものが図 14 である。最大値が断続的に大きく変化する様子が読み取れる。

生物の進化において、変異は連続的に起きるとするダーウィンの考え方と、大きな変異は断続的に起きるとする S. J. グールドの断続平衡説との間で論争があった。図 14 を見る限り大きな変化が断続的に起きている。この断続的な大きな変化は、1 回の揺らぎで状態は 1 だけ増加するとした状態推移関数の下で生じていることから、数多くのセルが相互作用して状態が 1 増加することが連続して起きたと考えられる。

ダーウィンとグールドの主張は観察される現象としては両方とも正しい。進化において揺らぎは連続的に起き、大きな揺らぎは断続的に起きることを示している。

このときの大きな揺らぎにはそれを引き起こす特別な原因は存在しない。連続的変異と断続平衡説とは同じ進化の過程から生まれる。論争すべき問題ではない。

断続的に大きな変化が起きることはカンブリア爆発に見られる生物に限らない。大規模地震や海の波などの自然現象を始め、現代の文明に関わる人の活動全般に亘って観察されている (ブキャナン, 2009)

市場経済ではコンドラチェフやシュンペターの波に代表される断続的変化が観測され、同様のことは科学技術の発展についても見られる。これらは揺らぎと相互作用に共通する性質である。

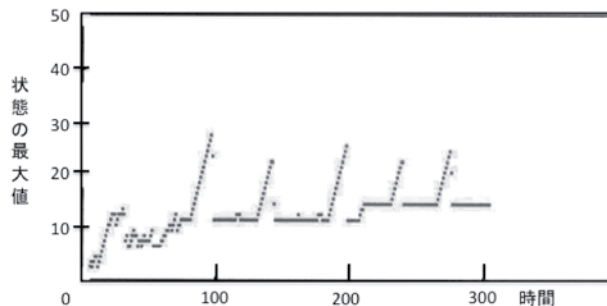


図 14 状態の最大値の推移

性質 10 (複雑系)：進化の過程は複雑系である。

ここでいう複雑系とは構造が複雑なシステムを意味しない。時間的に変化するシステムにおいて、ある時点での微小な変動が、時間が経過した後は大きな変動に拡大するシステムをいう。E. N. ロレンツが気象の変化を表す非線形連立微分方程式の解に見出したカオス (ロレンツ, 1997) はその例である。正確に言えば、ある時点で互いに近傍にあった状態推移の 2 つの軌道が、時間の経過により離れて互いに近傍ではなくなるシステムをいう。

進化を表現する CA モデルが複雑系であることを図 15 に示す。数値実験に用いた CA モデルの初期状態は、20%のセルの状態がランダムに 1 である。状態推移の途中の  $t = 5$  において、上の図の文字 a の左横の状態 4 のセル 1 個を、そのままにした場合 (上の図) と取り除いた場合 (下の図) とを比較している。 $t = 10$  では CA モデルの状態に大きな違いはないが、 $t = 100$  においては状態が全く異なっていることが、上下の図の比較により確認できる。状態の相違はその後も時間の経過と共に次第に拡大し顕著になる。

このことは、生態系においては、イエローストーン公園のオオカミの絶滅の例に見るように、ある時点でのある生物種の絶滅が、時刻を経過した後に生態系全体に大きな影響をもたらす現象として知られている。

進化システムが複雑系であることは、進化の過程を制御しようとして特定の揺動体

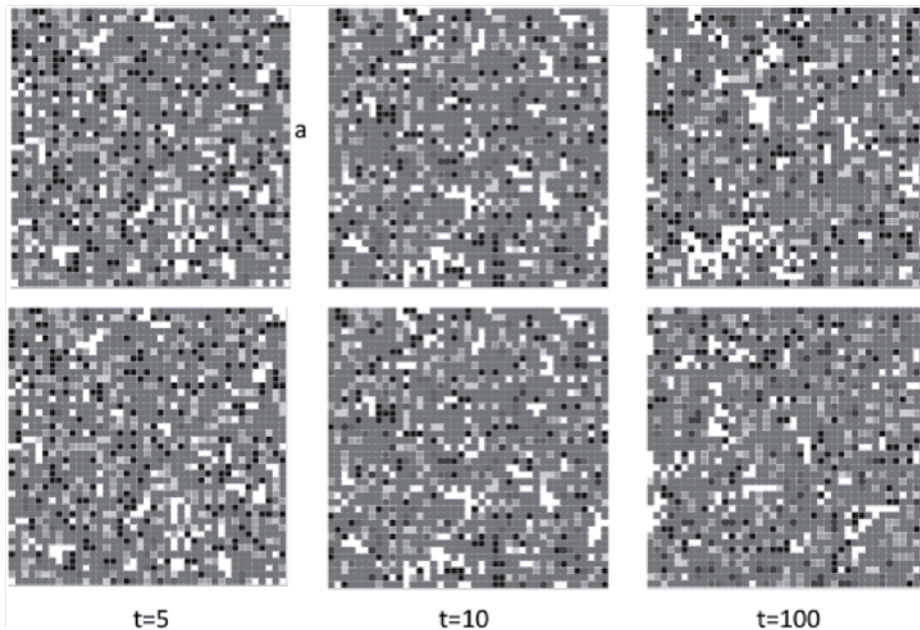


図 15 複雑系としての挙動

の状態を外部から変えると、予期しない結果をもたらすことを意味する。例えば、医学では薬剤とワクチンによる感染症撲滅の努力が、新たな感染症の脅威を招いている。細菌やウイルスと医学との間の軍拡競争といわれている。

進化は揺動体の揺らぎと相互作用の下で起きる行方知らずの過程である。進化を望ましい方向に向けるには、環境を変化させて揺動体の適応に待つのが賢明である。遺伝子操作によらない従来品種改良はこれにより行われてきた。

社会現象としては、歴史のある時点での微少な違いがその後の歴史を根底から変えること、例えばオーストリア皇太子の馬車の道の取り違いが第一次世界大戦に繋がりハプスブルグ帝国の崩壊とヨーロッパの新秩序を生んだこと（ブキャナン、2009）、に見られる。

性質 11（自己組織化）：進化システムは自己組織化する。

CA モデルにおいて状態 1 のセルが全体の 40% でランダムに存在している初期状態からシステムが形成される過程を図 16 に示す。1500 時刻を経過した状態に多種の揺動体と自立したシステムが形成されている。

性質 12（スケールフリーシステム）：進化は冪乗則にしたがう「スケールフリーシステム」を創る。

この性質を語るには若干の準備が必要である。システムにおいて要素を点で表し、要素の結合を線で表すシステムを「ネットワーク」という。A-L バラバシはインターネットにおいて、ウェブに存在するファイルを点、他のウェブにあるファイルがそのファイルを参照するリンクを線としてネットワークで表現したとき、点に接続する

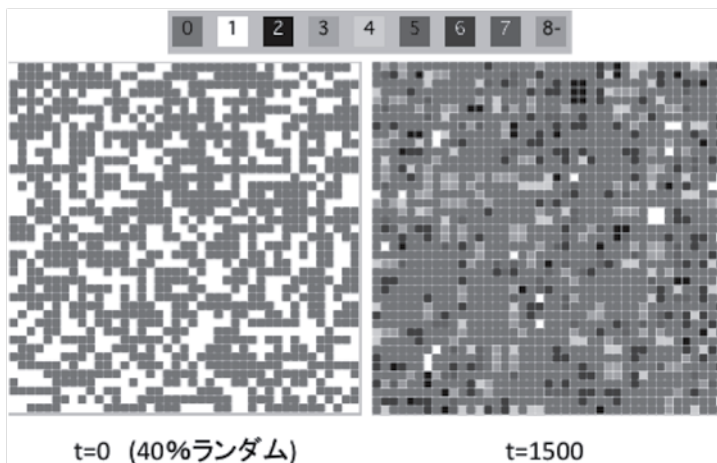


図 16 ランダムからの組織化

線の数の分布がそれまで考えられていたような正規分布ではなく、きわめて多数のリンクをもつハブ（中枢）となるファイルが少数存在し、リンクの数が少ないファイルが多数あることを見いだした。

このとき、リンクの数の対数を横軸に、そのリンク数をもつファイルの数の対数を縦軸にとってグラフを書くと直線が得られること、すなわち、リンクの数の分布は冪乗則に従うことを見いだした。彼はこの状態をもつネットワークをスケールフリーネットワークと名付けた。冪乗則にしたがう分布では、スケール（この例ではリンクの数）により分布の形が変わらないことからこの名がある（バラバシ、2002）。

スケールフリーネットワークについての研究は、その後バラバシ自身と多くの研究者により推進され、ネットワークに限らず学術論文における引用関係、ウイルス性伝染病の伝播、映画における俳優の共演関係、無秩序から秩序への相転移など多くのシステムに見られることが確認された。

ここでは、上の例のように個別のシステムがスケールフリーであることを示すのではなく、進化が創るシステムというクラスがスケールフリーの性質をもつことを、CA モデルを用いて示す。次のような数値実験を行った。

- (1) 推移規則（相互作用の強さ）を変化させない。
- (2) CA モデルの大きさを 71 と 99 の 2 つの場合をとる。
- (3) 大きさ 71 の CA モデルについて、初期状態でランダムに取られる状態 1 のセルの数を、5%、10%、20%と変化させる。

以上の実験条件の下で CA モデルの状態を推移させ、創り出されるシステムの状態が殆ど変化しなくなった時点で揺動体を構成する揺動子の数ごとに揺動体の個数を算えた。

図 17a は、揺動体を構成する揺動子の数を横軸に、その揺動体の数を縦軸に、それぞれ対数目盛でプロットしたものである。この図で点線を引いてあるのはデータが直線上にあることを見やすくするためである。データはセルの個数が正の整数の所にしか存在しない。これが直線と見なせることから、揺動体の大きさとその数の分布は冪乗則にしたがうことが読み採れる。すなわち、

- CA モデルの大きさが等しいとグラフの勾配、すなわち冪指数、は等しい。
- CA モデルの大きさと初期状態の違いは冪指数に影響しない。

このように、進化が創るシステムは冪乗則にしたがう分布をもつシステムのクラスを創り出す。

さらに、冪指数を変化させる因子を見出すために、CA モデルの大きさを 71、初期状態をランダムに取られる状態 1 のセルの割合を 10%に保ちながら、CA モデルの推移規則の(i)状態が 1 増加する近傍の状態の総和を、(a) {1, 2, 6}, (b) {1, 2, 5}, (c) {1, 2, 3, 5} と変化させて数値実験を行った。相互作用の強さは(a)<(b)<(c)である。



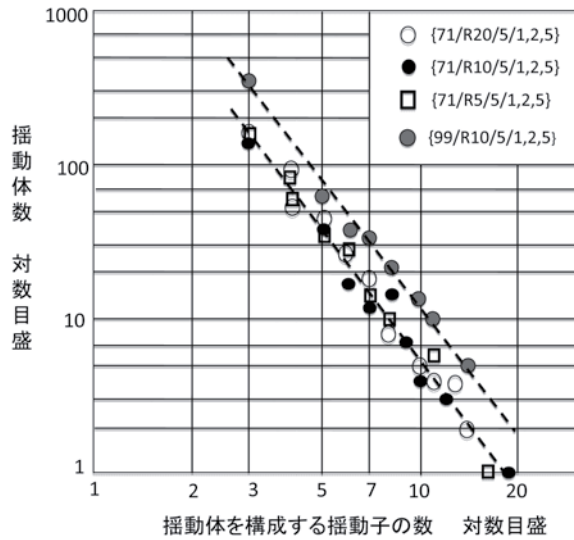
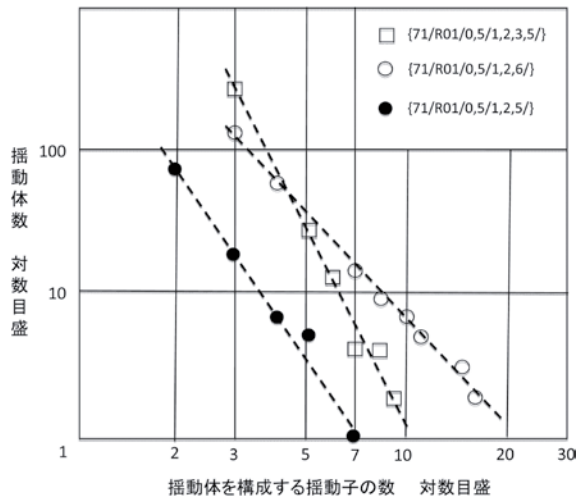


図 17a 進化が創るシステムの冪法則(a)

図 17b CA モデルが創るシステム冪乗則の指数  
(相互作用の強さを変えた場合)

結果は、図 17b に示すように、相互作用が強いほど両対数グラフの勾配は大きく、冪指数は負の値として大きくなる。

図 17a,b を対数目盛でなく通常目盛でプロットした図を経済学ではパレート曲線と呼び、所得の大きさとその所得の人の数の分布、あるいは企業規模と企業数の分布などに見出されている。

このことは、人の所得あるいは企業規模が進化により創り出されることを想像させ



るが、このことは10章で考察する。

以上の数値実験において揺動子と相互作用は特定の事象を代表してはいない。そしてこの数値実験で得られた結果は頑健であり、相互作用の広い範囲に亘って成立している。このことは、進化する事象がもつ普遍的な性質であることを示している。

CAモデルはさらに拡張することができる。具体的な事象にあわせて、状態の数を複数にすることができ、それに対応して相互作用を表す状態推移関数を多変数関数にすることができる。これにより、考察の対象となる特定の事象について、より深い性質を洗い出すことができよう。

## 進化の時間的推移

揺らぎと相互作用が宇宙において普遍的な過程であることを示すために、進化の時間的推移が、宇宙に存在する時間的推移の形式のすべてを創り出すことを確認する。

2次元CAモデルを用いる方法では、進化が創り出す時間的推移の性質を観察することは難しい。動画撮影をしても、2次元の画像の時間的変化からその変化の特徴を抽出することは難しい。進化という過程が生み出す時間的推移の性質を調べるにはさらに別の有効な方法が必要である。そして、その方法はこれまでの方法と同一の原理に基づくことが望ましい。

この視点で観るとき、S. Wolfram が用いた1次元のCAモデルは有用である (Wolfram, 2002)。1次元CAとは前述の2次元CAの一行だけを採り出して、残り1次元に時間的経過を記録するものである。図18にその概要を示す。

筆者がWolframの方法を用いて、揺らぎと相互作用の視点から、観察した結果を示す。このソフトウェアは(市川, 2002)にCD-ROMとして添付されているので、必要あれば実験結果を確認されたい。

1次元CAモデルでも2次元CAの場合と同様に端のセル $m$ をセル1につなげて状態推移関数がどのセルについても等しくする。あるセルの近傍として、そのセル $i$ の右側 $r$ 個と左側 $r$ 個のセル、あわせて $2r + 1$ 個のセルを採る。近傍の取り方と状

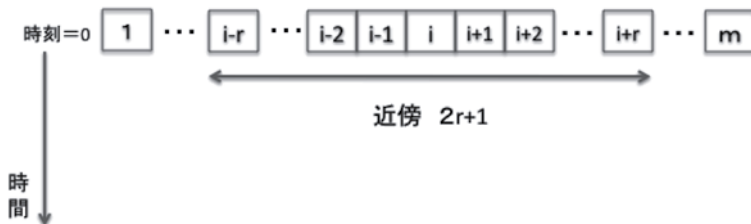


図18 1次元セル・オートマタ

状態推移関数はすべてのセルで等しいものとする。

セルの状態推移関数として、近傍のセルの配置を変数とする配置型と、セルの状態の合計を変数とする合計型を採る。

以後の数値実験においては実験パラメータを：

{CA の大きさ / 採り得る状態の値 / 近傍の大きさ  $(2r + 1)$  / 状態推移関数 / 初期状態}

と簡潔に書く。

## 幾つかの時間的推移

### (フラクタル)

次の 1 次元 CA モデルで数値実験を行う。

{CA の大きさ 501 / 採り得る状態 {0,1} / 近傍 3 / 状態推移関数, 合計型: {1} → 1, {それ以外} → 0 / 初期状態 1 が 1 個}

図 19 にこの 1 次元 CA モデルの状態の時間的変化を示す。状態推移の過程に規則が存在することが明瞭に見えている。

この時間的推移の図形はフラクタル構造をもつ。フラクタル構造とは、B. B. Mandelbrot が自然の秩序のなかに見出した図形で、図形が入れ子になって自己相似の図形を構成する構造をいう (マンデルブロ, 1982)。この CA モデルでの自己相似図形は三角形である、

この CA モデルは、大きさが 501 であり、205 時刻で CA モデルの進行を停止しているのが図 19 を得ているが、無限に大きい CA モデルを考えれば無限の入れ子となる。また、高い次元のフラクタル構造は、高い次元の CA モデルから得られることが期待される。

フラクタル構造は、海岸線の形や山の景色などの自然の中に普遍的に見出されるシステム構造であり、この意味で自然の中に形成される秩序の一つである。揺らぎと相

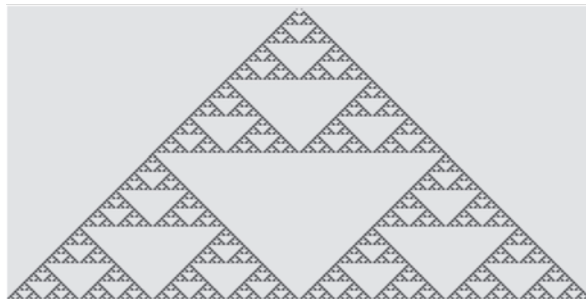


図 19 フラクタル構造

相互作用の過程を表す CA モデルは、時間的推移としてフラクタル構造を表すことができる。

### (カオス)

図 20 にカオス図形を作る例を示す。1 次元 CA モデルは：

{CA の大きさ 301 / 採り得る状態 {0 (白), 1 (灰), 2 (黒)} / 近傍 5 / 状態推移関数, 合計型 : {1,3,5,6} → 1, {2,4} → 2, {それ以外} → 0 / 初期状態 1 が 1 個}

である。

図 20 に見られるカオス的な過渡状態はきわめて長く 10 万回を超えても周期的にはならない。この CA モデルにあり得る状態の数は  $3^{105} > 10^{71}$  であるから  $10^5$  はそれに較べて短い時間とはいえるが、きわめて長期に亘り周期的挙動に落ち込むことなく過渡状態が続いており、カオスを示している。

### (長い過渡状態)

長い過渡状態は採り得る状態の数が 2 の場合にも現れる。図 21 (次頁) にこれを示す。1 次元 CA モデルは：

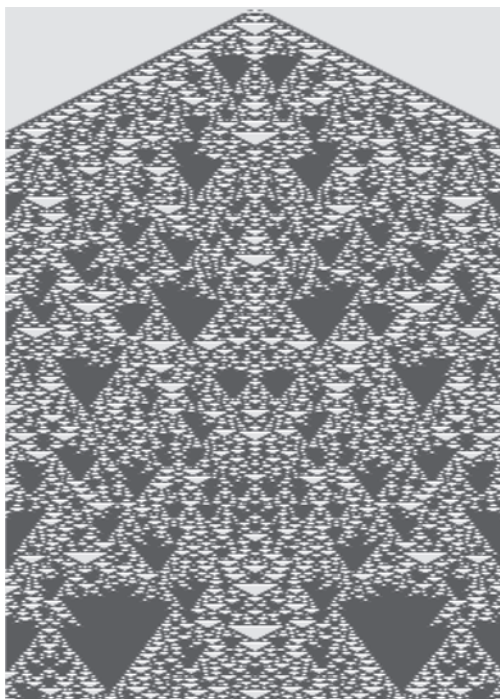


図 20 カオスの形成

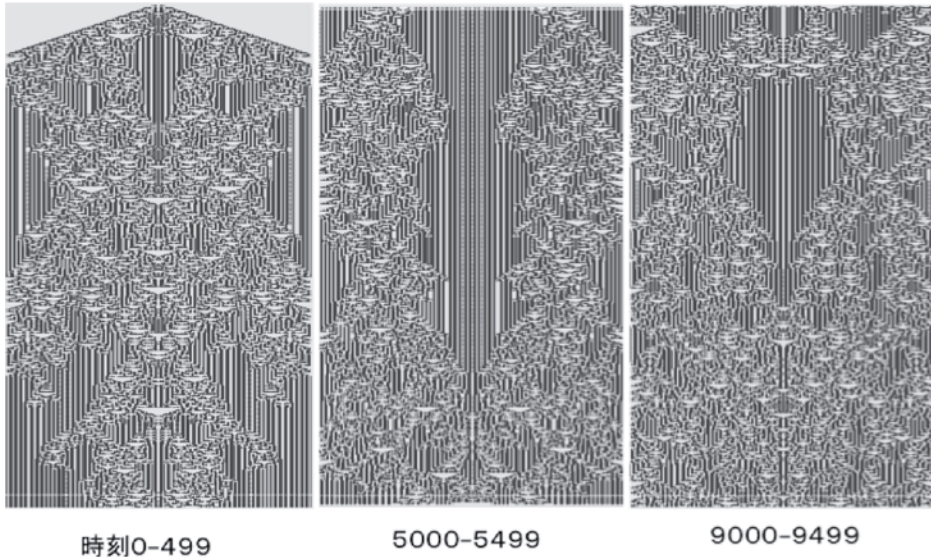


図 21 長い過渡状態

{CA の大きさ 301 / 採り得る状態  $\{0,1\}$  / 近傍 7 / 状態推移関数, 合計型 : (1) セルの状態が 0 のとき  $\{1,2,3\} \rightarrow 1$ , (2) セルの状態が 1 のとき  $\{2,3,4\} \rightarrow 1$ , (3) 近傍の合計が  $\{1(2)$  の条件を満たさないとき  $\rightarrow 0$  / 初期状態 1 が 1 個}

この CA モデルの状態の時間的推移は、図 21 にその一部を示すように、長い過渡状態が続く。この 1 次元 CA モデルが採り得る状態の数は  $2^{301} > 10^{45}$  であり有限であるから、過渡状態は長くてもそれまでであるが、きわめて長い過渡状態が続く。

## 時間的推移のクラス

図 19, 20, 21 が示すように、1 次元 CA モデルがフラクタル構造、カオス、および長い過渡状態などの興味ある時系列を生み出すことから、1 次元 CA モデルが生み出す時系列のクラスのすべてを知りたくなる。1 次元 CA モデルを規定するパラメータを変えて、状態の推移を類別した結果とその推移がもつ性質は、すでに公表しているのでそれを参照されたい (市川, 2002)。ここではわれわれの目的に沿って結果だけを要約する。

1 次元 CA モデルが作り出す時間的推移には 4 つのクラスがある。

クラス 1 : すべてのセルの状態がすべて同じ値となり、秩序を生成するクラス。

クラス 2 : 全部または一部のセルの集まりの状態が定常に達して変化しなくなり秩序を生成するクラス。この秩序には周期的変化も含まれる。

クラス 3 : カオス的で、複雑な変化を続けるクラス。図 20 はその例である。



図 22 局所的に複雑な構造をもつ推移

クラス 4：局所的に複雑な構造をもつクラス。図 22 にその例を示す。

これらのクラスを生み出す 1 次元 CA モデルのパラメータを分析し、パラメータのクラスと時系列のクラスとの対応を得ることは可能であるが、それは 1 次元 CA という特別な機構に依存した考察であるのでここには掲げない。

ここでの実験の目的は、揺らぎと相互作用という進化の過程が、知られているすべての種類の時間的推移を創り出すかどうかを知りたいからであり、その目的のためには、クラス 1～4 に含まれないランダムな時系列を創り出せることを確認する必要がある。

ランダムという概念は、確定的な構造をもつ CA の挙動とは矛盾するように思える。もし、CA モデルがランダムな時系列を生み出すことを確認できれば、揺らぎと相互作用は、われわれが知るすべての種類の時間的推移の過程を創り出すことが確認できる。

## 揺らぎと相互作用はランダムな時系列を創る

次の 1 次元セル・オートマトンを考える。

{CA の大きさ 301 / 近傍 7 セル / 状態推移関数, 合計型:  $\{1,3\} \rightarrow 1$  になり, {それ以外}  $\rightarrow 0$  / 初期状態, 状態 1 が 1 個},



この1次元CAは、初期状態を含めて、確定的な規則の下にある。

これについて時刻500までの状態の推移を図23aに示す。セルの状態が時間発展する様子を見れば、中心の状態1のセルから発展して状態1のセルが全体に広がっている。このままではこの時間的推移のランダムさが見えにくいので数値に変換する。セルの総数に対する状態1のセルの割合を求めれば、その時間的推移は図23bとなる。この図は、最初の過渡的な200時刻までを除いて、それ以後はランダムな時系列のように見える。見えるだけでは十分ではない。これがランダムな時系列であることを検証する必要がある。

### (自己相関関数)

ランダムさの検証には数多くの方法が提案されているが、ここでは自己相関関数による方法を用いる。自己相関関数とは、時系列のある時刻での値と、それから $\tau$ 時間だけずれた時刻の値との相関値を時間差 $\tau$ を変数として表す関数をいう。ランダムな時系列では自己相関関数が $\tau$ がゼロのときに1になり、それ以外の $\tau$ ではゼロになることから、ランダムさの検証に用いられる。

ここで図23bに示した時間的推移において、最初の過渡状態の200時刻までのデータを捨て、200から2200時刻までの2000のデータについて自己相関関数を求めると、図24aとなる。時間差 $\tau$ がゼロのときに1、それ以外の時間差のときには、ほぼゼロになっていることが読み取れる。完全にゼロでないのは時系列の長さが有限なためである。

参考のために、これまでにいろいろなテストによりランダムな系列を発生するとき

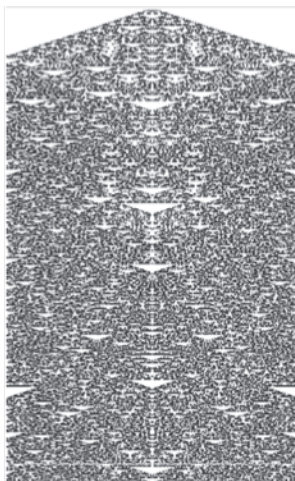


図 23a CA の状態の推移

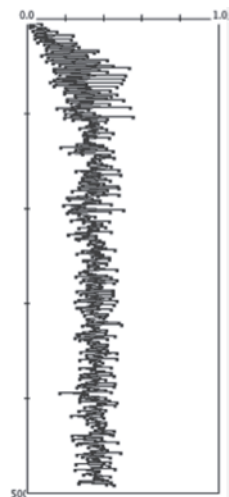


図 23b 状態 1 のセルの割合

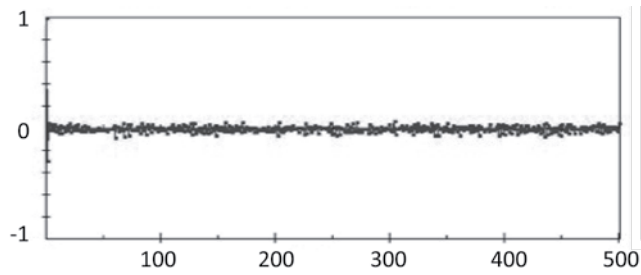


図 24a 図 21b に示す系列の自己相関関数

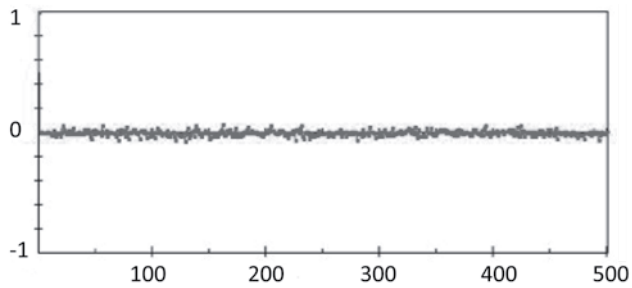


図 24b ランダムな系列の自己相関関数

れている乱数の発生方法を用いて、同じ条件で自己相関関数を求めたものを図 24b に示す。図 24 の a と b には差がないことから図 23b の時系列がランダムな系列であると確認できる。

### (サンプリング定理)

さらに確認を重ねる。ランダムな数値の集まりについては、サンプリング定理が成

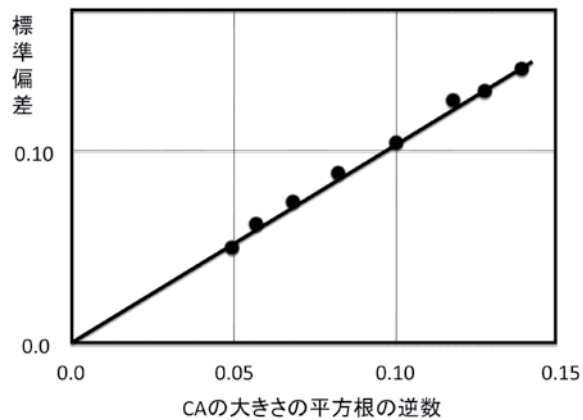


図 25 サンプリング定理を満足する

立することが知られている。サンプリング定理とは、母集団から  $n$  個のサンプルを採ってサンプルの平均値を求めることを繰り返したとき、 $n$  個のサンプルの平均値の分布の標準偏差は、母集団の標準偏差を  $n$  の平方根で除した値になる、という定理である。

1次元 CA モデルにおける状態 1 のセルのセル総数に対する割合は、セルの総数に等しいサンプルを採って平均値を求めていることに相当している。

1次元 CA モデルにおいて、セルの総数を 51 個から 401 個まで変えて推移過程の変動の標準偏差を求め、その結果を CA の総数の平方根の逆数に対してプロットすると図 25 になる。かなり良好な直線になっており、この CA が生み出す時系列はサンプリング定理を満たしており、ランダムな系列であることを確認できる。

## まとめ

以上で、進化とそれが創り出すシステムの性質の主要なものを洗い出した。念のために繰り返せば、ここに掲げた性質は機能的要件を満たす進化が共通にもつ性質である。性質 1 から性質 11 までの性質は、数理モデルがもつ性質と生物進化がもつ性質に共通することでこれを確認している。性質 12 (スケールフリーシステム) については、生物種のサイズを明確に規定できないこと、および生物種の個体の数が人間により恣意的に操作され、自然の法則が成立している保障がないので検証できていない。それに代えて経済システムのパレート特性を検証に用いている。

揺らぎと相互作用の時間的推移については、揺らぎと相互作用がもつ性質と言うよりも、揺らぎと相互作用という過程が、時系列の面でも宇宙を覆うことを検証することにある。とくにセルオートマタという数理モデルがランダムな時系列を生み出すことは、筆者自身は予期していなかった。セルオートマタがカオスを生むことを見たとき、カオスがランダムな時系列を与えることが知られているので、セルオートマタもランダムな時系列を生み出す可能性があると考え、確認したものである。

この章では、数理モデルを、機能を満足する最小の構成にして、機能で定義した進化とそれが創るシステムが共通にもつ性質を明らかにした。個別の具体的な進化する事象の性質を知るには、それに対応した精緻なモデルを作る必要がある。そのとき、そのモデルはここで確認できた共通な性質をもつはずである。この意味で、ここで検証された性質は進化のモデルを選別する上でも有用であろう。

以後の章において、進化が共通にもつ性質が人と社会の活動にも現れることを示す。





## 9. 科学技術に観る進化

### — 進化的方法が生む整合的知識体系 —

科学の方法を K. ポパーは進化的方法と呼んだ。科学に留まらず経験により改善される技術の方法も進化的方法である。科学技術には、進化とそれが創り出すシステムの性質が表れているはずである。その幾つかを確認する。

### 技術

ホモ・ハビリスに見るように、道具の製作は一部の鳥と霊長類を除いて人間と動物を分ける特徴である。文明前の技術は試行錯誤により作られた。260 万年前の石器が発見されている。2 百万年以上前のホモ・ハビリスやホモ・エレクトスが生息していた旧石器時代から、打製石器を作るために試行錯誤が用いられていた。

BC 8 千年頃から始まった新石器時代に入ると石器は破碎してから磨きをかける磨製石器となった。メソポタミヤに発達したシュメル文明では、磨製石器の使用に加えて土器の使用と農耕や家畜の飼育が始まっているので、土器の製作技術、農耕技術、家畜の飼育の技術など複数の技術が存在していた。磨製石器の存在は、打製と研磨の技術を組み合わせて用いたことを示している。さらに時代を経ると磨製石器に穴を開け、紐を通した装飾品も作られている。部品を組み合わせて人工システムを作る技術が生まれていたと見ることができる。すでに、進化システムの性質 6 (揺動体の形成) が現れている。

ここでシンボル言語が大きな意味をもった。シンボル操作で「もし○○ならば△△する。そうでなければ□□する」という「if then, else」型の記述ができることから、技術は言語により移転できるようになった。因果関係を記述できることが選択圧となってシンボル言語が生まれたという 5 章の仮説が成立するとすれば、If then, else 型の表現はシンボル言語の進化のかなり早い時期から存在したと考えられる。これにより技術の発展は社会化されて、よりよい技術を競争と協力により作り上げる進化の過程に入った。

シュメル文明においては、BC3500 年頃に楔形文字を使用し都市文明が始まっていたという考古学的資料があるので (小林, 2005), 試行錯誤の技術が移転し進化していたことに疑いない。

技術は進化システムとなって、その後に急速な発展を遂げた。このことは現在でも同じ状況にあり、18 世紀末に近代科学が始まって以来、それと共に進化して技術の進化は急速になっている。

## 科学と技術の共進化

科学と技術はそれぞれ進化の機能的条件を満たし、進化システムとしての性質1（システムの創発）と性質11（自己組織化）が進んで、それぞれの体系が作られてきた。そして科学と技術の間にまたがる相互作用が始まった。

その契機は、ガリレオが望遠鏡を使って天体を見たことにあるとされるが、これは共進化の契機ではない。ガリレオは望遠鏡を道具として自製したに過ぎない。共進化が始ったのは近代科学が始まって1世紀近く経った19世紀末からである。それが教育システムとして組織化されたのは、ダイヤーが工部大学校（現東京大学工学部）に赴任して、彼が理想とする理工統合の教育体系を開始して以来である。この教育体系はヨーロッパにおいて反響を呼び、貴族による科学と奴隷による技術という古代ギリシャ以来の差別の解消に貢献した。

19世紀以降、科学により得られた知識が技術の発展を駆動し、技術の発展により作られた機器が科学の発展を支えている。現在では科学と技術の間には多くの局面で相互作用が強くなっている。これにより、科学と技術には性質4（共進化）が起きて19末世紀以降の科学と技術の急速な発展をもたらしている。

現在では、この共進化システムを元の科学と技術という進化システムに区分することが難しくなっている。例を京都大学の山中伸弥教授のグループが作りだしたiPS細胞（人工多能性幹細胞）に見る。多細胞生物においては、体細胞のゲノムには胚性幹細胞と同じ遺伝子のすべてが存在しているが、遺伝子は体細胞が所在する組織器官に必要な部分が発現し、他の遺伝子の発現は抑制されている。この抑制を解除すれば、体細胞にあるゲノムの分化多能性を復活できて、体細胞は多能性幹細胞になり得る。これが人工多能性である。山中教授のグループは、4つの遺伝子を導入することにより分化多能性を回復できることを見いだした。

この成果にはゲノムが分化多能性を回復する過程の一部が分かったという科学の側面があると同時に、成人の体細胞に分化多能性をもたせて、それから免疫拒否のない臓器を再生できるという再生医療の技術としての側面がある。これは科学技術という一つのものに異なる方向から光を当てて、**わかる**（科学）平面と**できる**（技術）平面に投影したものとイえる。日本語の「科学技術」という言葉がこれを表していると理解すれば、よい呼び名である。

科学技術の成果について、横軸に西暦年を縦軸に学術雑誌と抄録誌の数を対数目盛りでプロットすると、研究成果の量に比例する学術雑誌も、学術分野の数に比例する抄録誌の数も指数関数的に増加している（市川、2000）。このことは、典型的な進化システムの性質である。

科学技術の進歩は人々の行動様式に作用しそれを変える。超LSI技術により小型

化した携帯電話が人々の行動様式を大きく変えたことは、電車なの中などで日常眼にするとところである。同時に、行動様式は技術が曝される環境となって、科学技術の発展に作用する。日本の携帯電話で言えば、社会からの要請に応じてiモード、財布機能、定期券機能、ワンセグ機能などの機能が電話の機能に付加された。日本社会において人々の行動様式と携帯電話の機能は共進化してきた。

## 袋小路に入る技術

このことは、日本の携帯電話に性質5（進化の袋小路）に入らせることとなった。日本の携帯電話に付けられた上述の多くの機能は、日本社会に向けて特化したものであり、結果として日本の携帯電話は日本社会だけで通用するものなり、市場は日本だけに閉じられた。日本の携帯電話の「ガラパゴス化」と呼ばれる現象である。

ガラパゴス化は東南アジア諸国を歩くと実感する。携帯電話網は中国のネットワークに取り込まれており、使われている電話機で日本製は日本からの観光客の中だけに見られる。

その状況を携帯電話の世界の市場占有率を2012年第1四半期に見ると、韓国のサムソンが20.7%、フィンランドのノキアが19.8%、アップル7.9%、中国のZTE4.2%、韓国のLGが3.5%、日本のメーカーではソニーモバイルの1.9%が最大である。

2010年以降、アップルのiPhoneに代表されるスマートフォンの伸長が著しい。スマートフォンは進化の系統樹の上で見れば主幹に位置している。それは超小型PCであり、必要な機能は数万のリストの中から対応するアプリケーションを安い価格で購入してインストールする。そこにないアプリケーションが必要であれば、自作できるようソフトウェア開発キットを無償で配布している。袋小路に入ることを徹底して避けている。

日本の携帯電話をリードしてきたNTTドコモの経営陣も技術者も勝れた人達である。その人達がガラパゴス化に気づかないとは思えない。そこに性質3（ダーウィン・ディレンマ）の呪縛がある。携帯電話の機能を日本社会の行動様式と共進化させないと日本市場で敗退する。

呪縛の一つに日本社会が携帯電話で先行したことがある。他に大きな市場がない場合には存在する市場での敗退は消滅につながる。日本市場からの要求に応えるほか選択の途はなかった。

もう一つの呪縛は、携帯電話事業を立ち上げるため、携帯電話機の値段を無視して通信料金で利益を挙げる、というビジネスモデルをとったことにあった。これにより携帯電話機の機能と性能はコストの制約を受けなくなり多くの機能を作り込めた。そして、日本の電話通信業者は通信料金を払うユーザーの囲い込みを図りSIMロック

を掛けた。SIM ロックは携帯電話機を特定の通信業者に固定する。日本の通信業者がカバーしないところでは使えない。かつて海外に出るときに成田空港でカードの差し替えを経験した人も多いと思う。SIM ロックは総務省が廃止を図っているが未だに解消されない。SIM ロックフリーの利用者の不便に加えて、日本から発売される電話機の販路を限定する。

日本の通信業者が掛けた iPhone と iPad の SIM ロックに対抗するために、3G 電話網に接続する無線 LAN のルーターを用意した通信業者があったが、自社の 3G 網に SIM ロックを掛けたことに、ダーウィン・ディレンマの呪縛の強さを見る。

以上の 2 つの呪縛は先行した社会の負のハンデキャップといえる。

技術のガラパゴス化は日本だけではない。技術大国である米国の自動車産業技術は、米国社会の行動様式との共進化を進めて袋小路に入った例である。これも先行した社会が負うハンデキャップであった。

米国の自動車は広大な国土、広い舗装された道路、安価なガソリン価格などの社会環境とゆったりした乗り心地のよさを好むという米国社会の人々の行動様式と共進化して、大型で乗り心地よく、しかし燃費が悪い車として進化した。この進化は米国社会において生き残る上で必然的な方向であった。この共進化に後れを取った企業は淘汰され、ビッグ・スリーに代表される少数の大規模企業に集約されてきた。性質 12 (スケールフリーシステム) の発現である。

原油の逼迫と価格の高騰は、社会の人々が燃費のよい車を指向するという行動様式の変化を生んだ。米国車はこれに適応できず小型、低燃費でそれなりの乗り心地を実現した日本、韓国などからの輸入車へ需要が移った。

大型、高燃費の袋小路に入っていた米国の自動車産業技術はこの環境の変化に適応できず、市場の占有率を低めた。1970 年代に入り小型車の生産を試みたが、小型車を作ることは大型車を作ることよりも難しく、技術的な欠陥により期待した成果を挙げられなかった。次いで住宅におけるサブプライムローン的な販売政策を採ったが、これが金融危機により破綻し、GM は政府の管理下に入り一時はトヨタの後塵を拝する結果となった。GM の経営判断の誤りは、金融状況の判断の誤りではなく、それを招いた袋小路からの早急な脱却を図らなかったことにある。

技術が袋小路に陥らずに世界に展開できる方策は明白である。視野を世界に広げて、そこに共通する機能を基幹機能と位置づけて組み込む機能とし、一部の人や社会が要求する機能にはオンデマンドで対応する方策を採ることである。

米国は情報機器の先進社会として、要求される機能はソフトウェアとしてオンデマンドでインストールする方策を採ってきた。その方策を携帯電話に延長したのが、iPhone、iPad に代表されるスマートフォンと携帯端末である。日本の携帯電話機メーカーも情報機器のメーカーでありながら、かつての電話機メーカー時代の NTT と

の共進化から抜け出せなかった。

さらに、社会システムである教育と科学技術との共進化について付言すれば、日本の博士課程の教育方針は袋小路を指向している。一人の指導教員の下で先端的な研究テーマでの研究業績のみが評価され学位が授与されている。

博士の「博」は広いという意味である。米国の博士課程の教育が、広い領域について深い知識を身につけさせて、新たな研究テーマを設定できる能力、すなわち進化の新たな枝を生み出す系統樹の主幹に位置するよう教育していることと対照的であり、現在の先端という枝先に向けて教育して袋小路に入らせている。企業が採用を渋るのは当然である。

## ブレイクスルーのために

性質10（複雑系）が関わるのは、研究開発組織の管理運営と科学技術政策である。かつて米国においてブレイクスルーを数多く生み出している9カ所の研究組織の管理運営を調査報告したことがある（市川，1996）。

それらの研究組織の管理運営に共通していた原則は5つあり、(1)広い領域で優秀な研究者を採用する、(2)異なる背景の研究者を集める、(3)研究者に明確なビジョンを与える、(4)研究者に自由に発想させる、(5)相互に刺激し合う良い雰囲気を維持する、であった。

これらの5原則の下での具体的な施策については上記の本を参照されたい。明白なことは、これらの5原則がブレイクスルーを期待するときは個々の研究に介入せず、環境を整えて異分野の間の相互作用の下で変異を生み出させることが重要であることを示している。ブレイクスルーを性質9（断続的な大きな変化）と見なせば、ブレイクスルーに特定の原因はなく、多くの揺動体が相互作用する結果として起きることからこの原則が生まれる。

近年、日本でもイノベーションを期待する声が大きく、その先端にある科学技術においてもブレイクスルーが期待される。以上のことは研究テーマの選択や研究資源の配分において十分考慮されるべきである。近未来の経済効果だけを指向して枝先に向かうことは科学技術の自殺行為である。

今日、科学技術において科学の単一のモデルあるいは単独の要素技術が独立して用いられることは殆どない。多くのモデルおよび多くの技術が組み合わせて使われている。これは揺動子が結合して揺動体が構成される性質6（揺動体の形成）の現れである。このことも、科学技術の分野の間の交流が新たな展開の契機となることを示唆している。このことは同時に、個々の研究課題を科学技術全体の構造から切り離して単独で評価することの危険を教えている。評価は研究課題を科学技術全体の枠組みの中で

値付けられる人が行う必要がある。

## その他の性質の表出

性質7（自立種と依存種の形成）はいろいろな面に現れている。科学においては、量子力学や一般相対性理論のように主幹に位置するモデルは自立種であり、それに基づいて導出される各種のモデルは、量子力学や一般相対性理論の成立に依存しているという意味で依存種である。依存種は主幹に位置するモデルが成立しない世界では生きられない。

技術は科学と異なり人工システムを作り上げることから、多くの知識や社会との界面が広いので、いろいろな形で依存種となる。

- 技術の基礎となる科学のモデルが上の意味で依存種であるとき、基礎となる科学のモデルが成立しない世界ではその技術は成立しない。
- 人工システムが使われる環境への依存がある。例えば、現在の技術が作る道具の多くは地球表面の環境での使用を前提にしている。地球の環境から隔絶した世界ではそれらの技術は使えない。
- システムの要素としてシステムの機能を実現しているものは、システムに依存する依存種である。自動車のタイヤを作る技術はそれ自身だけでは機能せず、自動車を作る技術に依存する。
- 今日では科学技術は社会システムに依存する。例えば、自動車は社会システムの他の要素である道路や給油所に依存する依存種である。

性質8（世界が大きいほど種の数が多い）は、第二次大戦中の科学技術において日本社会が現実のものとして経験した。戦時中に世界からの科学技術情報の流入が途絶えた我が国の科学技術界は、敗戦後に世界の科学技術の分野の多様さと知識の深さに驚愕した。原子力だけではない。レーダーに代表される電子技術、オペレーションズ・リサーチに代表されるソフト科学、計算機工学などに日本の科学者技術者は目を見張った。

今日見られる世界における科学技術の急速な発展は、グローバル化により科学技術が生きる領域が世界に拡大したことにより駆動されている。このことは同時に、科学技術の平準化が進み、途上国が急速に研究開発能力を高めることを意味する。中国、韓国、インドにおいてすでに見られるところで、中国はすでに論文数と先進国の研究者との共同研究の数で日本を凌駕している。

この意味では、日本の科学技術には今日でも細かな分野が存在して、しかも分野間の情報流通が疎外されていることが日本発の新たな領域の発生が少ない原因の大きな部分である。その理由には、初中教育課程においてさえ理系と文系に区分し、大学学

部教育で細かな区分の専門学科をおき、博士課程においても担当指導教員の専門の一部分である研究テーマに詳しい狭い単能的な専門家を作り出していることが挙げられる。

科学技術における性質9（断続的な大きな変化）は、20世紀初頭において量子論、相対性理論など物理の領域において飛躍が相次いだことに見られる。数学の分野においても1930年代後半に計算理論の相次ぐ飛躍的發展があり、今日の計算機はこの發展の延長上にある。

技術においては、1940年代に始まる電子技術の飛躍的發展がある。半導体素子の発明にはじまり、トランジスタから集積回路へ、そして超LSIへと繋がって真空管技術を駆逐した。今日の情報通信技術の發展はこの延長上にある。

T. クーンは、この現象を説明するために文法の用語「パラダイム（模範、典型）」を借りて、一時代の支配的な科学の認識体系あるいは方法論であるパラダイムの中に留まる「通常科学」と、新たなパラダイムを創出する「異常科学」という言葉を導入して説明している（クーン、1971）。しかし、科学技術が進化システムであるとの見方に立てば、異常とか通常とかの区分は必要ない。ここでの「異常」は多くの事象が相互作用して生まれる性質9（断続的な大きな変化）であるに過ぎない。

科学技術の發展過程は性質10（複雑系）を示す。電子技術の發展から例を引けば集積回路の発明がある。以下は集積回路の発明者J. キルビー本人から聞いたことである。

彼は1958年春にそれまで勤めていたトランジスタ製造会社の工程管理技術者からテキサス・インスツルメントの組立工程の管理技術者に移動した。そこで見たものは半田付け不良による不合格品の大量発生であった。彼は、半田付け技術を向上させて不良を減らすのではなく、半田付け工程を無くすことを思いついた。それまでのトランジスタの製造技術の経験から判断して、回路部品すべてを一つの半導体基板に組み込むことが可能であると考えた。新入りで夏休みが採れずかつ研究者待遇でなかった彼は、工場の片隅で助手の一人と共に試作に入り、9月にはアナログ発信回路の集積回路の製作に成功した。その後も試作を続け1959年2月に有名なキルビーの基本特許を申請した。これが今日の超LSIに繋がっている。

キルビーの転職によるトランジスタ製造工程管理の経験とテキサス・インスツルメント組立工程での半田付け不良との相互作用が、単一基板への回路素子の作り込みの発想を生まなければ、集積回路の発明はなかったか、あったとしてもかなり遅れたであろう。

科学技術に、性質12（スケールフリーシステム）が存在することは、論文の引用数と研究者の2つの面で実証されている。科学技術における論文の被引用件数とその被引用件数をもつ論文の数とが冪乗則にしたがうことが、バラバシの最初の論文に示



されている。研究者については、論文の著者が共同研究した研究者の数とその著者が書いた論文の数との関係が、冪乗則にしたがうことが示された（ワッツ，2004）。これは科学技術がスケールフリーシステムの性質をもつことを示している。

論文の生産性に関わる冪乗則は、論文の生産性が極めて高い少数の研究者とあまり高くない多数の研究者がいることを意味する。冪乗則は分布のどの部分をとっても同じ形であることから、このことは論文生産性がかなり低い研究者が数多くいることを示唆する。現在の科学技術界に見るように、publish or perish の評価の下では、論文数が少ない研究者は研究者社会からの退出を余儀なくされる。結果として研究者は論文生産の競争に落ち込む。現在、自然科学系の研究者の多くが猛烈に忙しい理由の一つはここにある。

進化システムが、人間の意思を超えて人々を狂奔させる仕組みを創り出すことが研究者社会をも覆っている。これにより基盤的分野において長期的戦略的な研究をする研究者が減少することを心配する多くの識者がいる。筆者が見るところ、欧米においては必要とされる領域と研究テーマについては息の長い研究にも研究費が支給され、研究者にもそのような研究スタイルを許している。これに対して、現在の日本の科学技術政策が、直ちに経済効果をもつ研究開発を指向していることは将来に禍根を残すもので心配である。

さらに第3のスケールフリーを学術雑誌に見ることができる。世界には多くの学術雑誌があり日本もその例外ではない。学術雑誌という世界におけるハブは米国の学術雑誌である。研究者は自分の論文を発表するに当たって、できるだけ多くの人間の目に触れ高い評価を受けることを期待する。そのとき、日本の研究者を含めて世界の研究者は米国の学術雑誌を指向するようになった。引用件数で表される高い評価と購読者が多いという視点からの研究者の選択圧が米国の学術雑誌をハブに仕立てた。これに対抗できているものは英国の nature だけといってもよい。

現在米国の AAAS が発行する Science と英国の nature とは壮絶な戦いを演じている。どちらかが倒れるまでこの戦いが続くと、独占の弊害が生まれることが心配になる。日本においても世界第一級の学術雑誌を実現しようという提案がこれまで何度か繰り返されたが、研究者の選択圧の下で排除され成功していない。Science と nature の戦いを見ると、日本の学術界の期待は甘いの一語に尽きる。

以上に示した科学技術における進化システムの性質を見るとき、それら個々の性質は科学技術の分野でこれまでに観察されてきた現象であり、とくに新しい現象を見出し説明したものではない。しかし、ここに現象論的説明と仮説的説明の相違があることに付言しておく。

これまでの科学技術社会論では、パラダイム論のように科学技術に見られる個々の現象について、その原因を個別に説明してきた。この意味で科学技術社会論は個別的

な現象論に留まっている。この枠組みでは、これらの現象に対処する採る方策もそれぞれの現象に対して個別に採ることになる。

これに対して、科学技術を進化システムとする観方は、科学技術に見られる諸現象のほとんどすべてを一つのモデルで統一的に説明する。このことは、ある現象に対処する方策が他の面に何をもたらすかを予測できて、総合的な視点で方策を考えられることを指摘しておきたい。



## 10. 現代社会に観る進化 — 進化に呪縛される現代文明 —

この論考において示した（拡張された）進化において、揺動体（揺動子）として人間社会の活動を採り、状態により活動のレベルを表すとき、進化システムは人間社会のモデルとなる。この観方で社会現象を進化の性質として説明することを試みる。

### 個人の行為の社会化

性質1（システムの創発）は社会のシステム化として現れる。性質11（自己組織化）は社会の機能体化として現れる。システム化と機能体化がまとまって現れる様子を眺める。

文明が成立する以前においては、人が生き残ることは人一人ひとりの問題であり、食糧の確保と健康の維持は一人ひとりの責任であった。文明とくに現代文明が現れてからはそうではない。現代文明は一人ひとりが生き延びることに努力を払う必要のない社会を実現した。日本は、一人ひとりが食糧と水と住居の確保に毎日が明け暮れる社会や、身の安全を守るために極度の緊張を強いられる社会に較べれば、夢のような理想郷を実現した。第二次大戦末期および敗戦後の食糧難、住宅難および社会不安の時期を過ごした筆者はこのことを痛感する。

これまで個人の領域に属していた生き延びるための行為が、個人を離れて社会の機能となり、生き残りが社会システムに依存するようになることを「個人の行為の社会化」といおう。生き延びるための行為はどんな状況においても不要になることはないが、それが個人の行為であるときと社会化されたときとは、その意味は大きく異なる。

個人にあるときには、生き延びるための行為も個人が行う多くの行為の中の一つである。勉強すること、遊ぶこと、仕事すること、子供を産み育てることなどの多くの仕事に時間と労力をどのように配分するかは個人の選択に任される。第二次大戦後に青春を送った私の経験からいえば、腹を空かせて勉強してもよいし、勉強を休んで沢山の食糧を手に入れてもよい。それらの中に競合する行為があるとき、それらを調整することも個人の選択の問題である。

これに対して、生き延びるための行為が社会の機能となると、社会においてそれを担う組織の業務になる。それを確実に実行しないと人々の生命財産を脅かすことから、その組織は業務を確実に行うために必要な諸規則を定め、それを守ることをその組織の構成員に義務づける。すなわち、個人の行為であれば個人の選択の問題であること

が、社会化すればそれを担う人の義務になる。

個人の行為の社会化は生き残る行為に限らない。社会のシステム化と機能体化は急速に進展して、出産、育児、教育、生業、健康、老人介護など人間の活動のすべての分野が社会化され組織化されるに至っている。その結果として、かつては共同体であった社会はいまやすべての活動において機能体と化している。ある人にとってのレジャーは、それを提供する企業にいる担当者の義務になっている。

機能体は最小のコストで最大の達成を目標とする。人々は機能体の要素として必要な能力に専門化し単能化する。社会の機能体化はいまに始まったことではない。食糧の余剰と共に始まった文明化は同時に社会の機能体化であった。社会を維持する機能が統治組織として機能体化され、社会の安全を確保する機能は国内においては治安維持組織、外国に向けては軍隊などの特別な組織が担うこととなった。

現在の機能体化はこのような特別な任務に限らない。一般市民の毎日の生活が機能体の要素の性格をもつに至っている。機能体となった社会の中で、人々は自由を放棄して業務目標達成の義務を果たすことに専念することとなった。自由を獲得した社会の進化が人々の自由を拘束している。

このことは、人々が地域社会の活動に参画する機会を奪って無縁社会を生み、人々の孤立化を招いている。さらには、家庭から父や母を奪って、家庭内での子供のしつけや老人介護を難しくしている。結果として、子供の養育としつけ、そして老人の見守り介護の社会化がさらに進み、それを義務として担う人々はますます忙しくなる、というデススパイラルに陥っている。

機能体の中で任務達成の義務を背負う仕事は、強いストレスを課す。個人の行為の社会化の進展に伴って社会におけるストレスの総量は増え続けている。自殺者が増加する所以である。精神科医の話によると、かつては精神障害をもつ患者とそうでない人間の境界は比較的はっきりしていた。最近では、厚生労働省の精神障害判定基準で見ても、境界がぼけて精神障害の程度の分布が広がっており、とくにストレスにより発症するうつ病においてこれが著しく、新型うつ病とまで呼ばれているという。

ストレスに耐えられない人たちの中には、義務を回避し機能体社会から離脱する人ができる。これが社会からのドロップアウトと最近では新型うつ病につながる。この事態は教育や医療だけが背負う問題ではない。社会の進化が、個人に属していた行為を社会化したことが生みだしている問題であって、それを解決する最も効果的な方法は社会の機能体化の進展を止め、共同体化を図ることである。これには、社会統治の全局面における施策が必要である。

一方において、義務と責任を伴う仕事の達成に快感を伴うこともある。第二次大戦後に食糧の確保と安全の維持という問題を個人から社会へ移し、この意味での理想郷を日本に実現したのは、戦時中の惨禍を生き残り戦後の社会再建に邁進した世代であ

り、現在 80 歳以上の人々である。これらの人々には歳を取っても生き生きと前向きに取り組んでいる人が多い。

生き残りが危険に曝されている、という意味でのストレスの強さは今日の比ではなかった。この人々の中にも精神疾患を患った人がいたが、その割合は今日より比率として少なく、かつ精神科医の言葉によれば明確な患者であったという。

この理由は自分の努力が日本社会の再建に直結することを実感していたことにある。自分の能力の全能性を維持できて、自分の行為の結果が見えれば、たとえストレスが強くても耐えることができ達成感をもてる。社会の機能体化が進展し細分化された自分の仕事と社会でのその意味との関連が見えなくなると、ストレスが拡散し多様化して耐え難いものになり、精神障害の態様も多様になり拡散する。

今日の社会における人の営みのほとんどは、社会システムに取り込まれている。生物の表現型として他の動植物への依存種であるヒトは、それに加えて行動のすべてを社会システムに依存する依存種となっている。

独り者で自炊できない、またはしない人はスーパーマーケットとかコンビニが販売する弁当や総菜などの中食に依存して生きている。コンビニの夜間営業を規制しようとしたとき、独り者が生活できないという反対があったのはこの現れである。

この意味で、今日の社会はきわめて脆弱になっている。文明の進化のレベルからいえば、一次産業である農耕は肥料や高度な農機具がなくなっても、効率は低いものの生産を続けられる。この意味で自立性が最も高い。第二次大戦末期と終戦後の食糧危機を経験した世代は農耕の自立性の高さに救われた。二次産業、三次産業と近年の産業になるほど産業相互および他の活動への依存性を高めている。

食糧、エネルギーそして水はヒトの生き残りに必須である。これを確保している社会と国家是最悪の場合でも自立して生きられる。フランスなどの欧州の農業国が国際交渉において強い立場を取れるのはこのことによる。

日本社会も、社会全体およびその中の一人ひとりの自立性が高い社会への復帰を図る必要がある。

## 個人の能力の専門化と単能化

個人の選択の下にあった行為を社会にある組織が担うようになると、その組織は顧客の選択を選択圧として受ける。組織は最小のコストで最大のサービスを提供することにより、顧客の選択を確保して生き延びようとする。それはサービスを担う組織と人の専門化を要請する。

専門に徹底するときそれは単能化する。大量生産工程がそこで働く作業員を単能化したように、社会の知識化が進んだ現在では知識人も単能化する。法務、財務、会計、

研究開発，設計，生産，販売，流通などに専門化し単能化する。

専門化と単能化は社会の現状に適応して進む。現状に適応して獲得した単能的な専門能力は性質5（進化の袋小路）に落ち込み，その後の社会の変化に適応できなくなる。進化する社会には性質9（断続的な変化）により大きな変化が断続的に起きる。すなわち，社会のシステム化は個人に専門化と単能化を強いると同時に，それに適応した単能な専門家を袋小路に追い込み劣勢な種として絶滅させる。そしてこの頻度は次第に高くなる。求職と求人 mismatches はこれに由来する。

これに対応する方策の一つは，一人ひとりが大きな変化に対応できるよう全能的な潜在能力をもつよう努力し，かつ教育によりそのように育成することである。もう一つの方策は，袋小路に入った人々を見捨てて，新たな人々に新たな社会状況への対応を委ねることである。

前者の方策を採るためには，人々の成長過程においてすべての能力の基礎となる事柄を徹底的に教育すると共に，熟年者に対してもこれを継続的に繰り返す必要がある。米国の博士課程教育において，広範かつ深い知識を叩き込み，その能力を確認してから博士論文研究に入らせる教育方針はこの方策に沿うものである。日本の教育は明らかにこの方策に反して，研究領域で袋小路に入った単能な人々を作り出している。

後者の方策を採るには大きな人口が必要である。中国やインドの最近の発展は，これにより可能になっている。米国は世界から人材を集めてこの方策を実現している。日本はこの方策にも反している。留学生として流入する人達に対して前述の狭い教育を施すだけでなく，制度として修了後の日本での活動を制約している。

因みに，かつての日本の組織が採っていた年功制は，専門性とその陳腐化を年齢区分で両立させるものであった。専門化は適応能力の高い若い年代に任せ，適応能力が下がった年齢の人を専門性が低い管理職とする。そして，処遇を年齢により傾斜配分して家計の収支バランスを維持させていた。

業務の進化が速くなりこのモデルに破綻が目立つことから，成果主義的な処遇が喧伝されたが成功していない。評価のために多大の資源を浪費し，仕事の上での連帯協力の雰囲気破壊する，などの欠点が目立っている。進化の視点から見直すことが必要であろう。

## 老人介護と少子化

社会のシステム化と機能体化がもたらす負の面を老人介護の問題に見る。かつて老人介護の問題は家族の中の問題として解決されていた。それが社会の業務になった結果として起きているのが現在の老人介護問題である。

家族による介護から介護士による介護になり，それに必要な経費をまかなうために

介護保険が導入された。介護のレベルを社会的に揃えるために基準が制定された。介護保険からの介護士への支払額と介護労働の重さとの不整合から、介護士は少ない報酬の下で過重な労働を強いられて希望者が少なくなり、インドネシアやフィリピンから介護士を導入している。

社会化された結果として、老人の能力に等級を付け、等級に見合った介護レベルを設定している。しかし、老人の能力は多様であり生活する環境に依存して変化する。それを一律な等級にはめ込むこと自体に大きな無理がある。一人ひとりの老人の能力をよく知るものは彼または彼女らの家族である。家族の中で老人介護がなされているときには、老人一人ひとりの違いにあわせて、家族による介護の内容のレベルも方法も違っていた。

介護を社会共通のレベルに揃えるとすれば制度化が必要である。しかし、一人ひとりの違いに合わせて、家族の中で介護したほうが老人にとって幸福であろう。現場での経験に基づいて介護を研究している大井玄は、家庭の中で介護され家族と適切な交流をもっている老人では、認知症の発症が抑制され幸福な生涯を送れる、と述べている（大井，2008）。

老人介護問題には、生き残る行為を社会化することのマイナスの面が鮮明に現れている。社会化の必要性は、労働年齢に当たる人々が家庭から切り離され老人を介護できなくなったことから来ている。厚生労働省が2009年1月30日に発表した市区町村別の合計特殊出生率の順位（厚労，2009）は、この意味で興味深い。上位30位まですべて島嶼または山村である。下位20位までは大都市の山手地区である。表5に上位5地域と下位5地域を抜粋した。この表における「状況」は筆者が調べたもので現報告に記載はない。

表5 市区町村別出生率順位

	順位	出生率*	自治体	状況	女性人口
上位	1	2.42	鹿児島県大島郡伊仙町	島嶼	1,056
	2	2.18	鹿児島県大島郡天城町	島嶼	1,036
	3	2.18	鹿児島県大島郡徳之島町	島嶼	2,303
	4	2.15	鹿児島県大島郡泊町	島嶼	1,163
	5	2.1	岡山県真庭市	山村	8,299
下位	5	0.75	福岡県福岡市中央区	大都市山手	51,478
	4	0.75	東京都渋谷区	大都市山手	53,278
	3	0.75	東京都中野区	大都市山手	78,407
	2	0.75	京都府京都市東山	大都市山手	10,483
	1	0.74	東京都目黒区	大都市山手	69,961

\*ここでの出生率は合計特殊出生率を示す。



このデータがもつ意味はさらに調査研究を必要とするが、直ちに読み取れることは、島嶼や山村においては生業が一次産業であり、社会のシステム化と機能体化があまり進行しておらず、生き残るための行為を個人が行っている割合が高い。またこのような地区では、老人間は家庭にあって長年の経験を生かし、ところを得て生き生きと生活している。このような地区では出生率が高い。

一方、生き残るための行為の社会化が進み、社会が機能体化されて、個人の能力が解体され専門化と単能化が進んでいる大都市部では出生率が低い。

老人介護問題と少子化問題は、個人の行為の社会化がもたらしたものである。個人の介護負担や育児負担を減らすために、養護ホームや育児施設を増やすことは社会化を促進しデススパイラルを進行させる。対策を進めるに当たって、この視点で十分に分析することが必要である。

## 価格を支配する大規模流通業者

進化には、性質12（スケールフリーシステム）が発現する。スケールフリーシステムには、ハブと呼ばれる他の多数の要素と結合する要素が発生する。このことがもたらすマイナスの面として、クリントン大統領時代に労働長官であったR・ライシュが指摘する2つの問題（ライシュ、2008）を考える。

一つは、ものの価格を支配する大規模流通業者の問題である。日本でも、原油の国際価格が高騰してガソリンの卸売価格が値上がりし、それに対応して小売価格を上げたとき、消費者の買い控えが起きて値上げの一部が撤回されたことがある。消費者の行動が消費物価に影響を与えた例である。

これまでは大手石油精製企業が価格決定権を握っていた。国際価格で原油を購入し、精製のコストを積み上げ、適正と認められる利益を上乗せして卸売価格を決め、それが小売価格に反映されてきた。これに対して、消費者の購買行動により小売価格を下げざるを得なくなったことは、価格決定権の一部が消費者である一般市民に移ったことを意味する。

これはガソリンの価格だけではない。大衆消費財のすべてに及んでいる。家電製品において量販店の価格交渉力が強くなり、家電製品のメーカーは卸売価格設定の交渉で弱い立場に立つことになった。ソニーやパナソニックなどの家電製品のメーカーは量販店からの値下げ要求により業績を急速に悪化させている。量販店が強い立場に立てる理由は値段が高いと消費者が買わないことに尽きる。消費者は量販店を覗き歩いて安い店で購入する。インターネット上で価格の比較情報を探索し仮想店舗で安いものを探す。消費者の選択がものの価格を決めている。

食糧など生活必需品ではこのことがとくに著しい。食料品を扱うスーパーマーケッ

トは、小売価格を上げれば消費者を他に奪われることから、仕入れ価格を下げることに懸命になる。そして多数の最終需要者を抱える強みを背景に生産者に圧力をかける。

消費者一人ひとりの力は弱く生産者と価格交渉をする力はないが、それが大規模流通業者というハブを介して購買力が集積されると強い価格決定力をもつ。近年長期に亘って消費者物価が上昇しないのはこのことによる。これを需要と供給の不整合として、需要を拡大させて景気を改善することに終始する経済政策は、その基礎となる経済学が過去の経済環境の下で袋小路に陥っている。

消費者が大規模流通業者に価格交渉の権限を実質的に付託して低価格を実現させていることは、民主政治において議員を選出して彼らに社会的意思決定を任せていることに類似している。議員選出と異なるところは選出の変化速度が速く常時行われていることにある。

これが何をもたらしているかは明らかである。消費者一人ひとりにとって値段は安いほどよい。消費者は値段が安いものを探し求める。生産者と消費者の間に立つ大規模流通業者は実質的に付託された権力を行使して、仕入れ価格をできるだけ下げようとする。

価格決定権を奪われた生産者はできるだけコストを削減して、同業者との競争の下で安く卸せるように努める。この競争に敗れた生産者は市場から退出を余儀なくされる。生産者はコストを最大限に下げる方法の一つとして、人件費を削減して労働者の賃金を切り下げる。労働組合がこれに抵抗すれば、安い賃金の非定期労働者を導入するか、賃金の安い国や地域に生産拠点を移す。

それだけではない。原材料コストを切り下げるために、それが環境破壊を起し安全に不安があることを知りながら安い原材料を使い、自らも環境負荷の軽減や安全にかかるコストも最少限に圧縮する。これは、性質3（ダーウィン・ディレンマ）が招くモラルの崩壊である。

消費者一人ひとりが安いものを求めることが、非人道的な労働搾取に、求人数の低下に、安全を欠いた社会環境に、そして自然環境破壊につながって、消費者の生活自体に跳ね返っている。これもダーウィン・ディレンマの一つの形である。

最近、欧州にみられるフェア・トレードはこの意味で健全な行動であり、日本においても振興する必要がある。

## ファンドの猖獗

R. ライシュが指摘する二つ目の問題はファンドの猖獗である。日本でも2008年に「すかいらく」の創業者社長であった横川竟が、野村プリンシパルファンドと英国CVCキャピタルパートナーズの圧力に屈して退任したことがある。新聞は、その理

由として業績の回復が思わしくないこと、情報開示が十分でないことからファンド側が横川社長を見放した、としているがこれは表面的な見方である。

そこには資本市場における主役の交代という本質的な資本構造の変化がある。社長交代に当たって、これまで「すかいらーく」を支えてきた銀行団が明確な態度を打ち出すことなく、なすすべもなくファンドに任せたことはこれを象徴する。

同様の事態は別の形ですでに現れていた。2008年1月に、ザ・チルドレンズ・インベストメント・マスター・ファンドがJ・パワーの株式持ち分の増加を図った。これを許すと、エネルギーという基幹産業における意思決定が外国のファンドに委ねられるとして、経済産業省が許可しなかった。空港運営会社においても同様の動きがあった。これらの事例は、資本主義の根幹である資本において権力の移動が起きていることを示している。

伝統的な資本主義体制では、資本を提供するのは資本家であり、企業の大株主は資本家たちであった。ここにファンドが登場してきた。年金積立金を基盤とする年金ファンドやヘッジファンドに見られるように、ファンドの基金はファンドに金を預託する市民という少額投資家のお金である。それがファンドというハブに集積され資本市場に参入してきた。

ファンドという資本は資本家がつ資本と本質的に異なる。資本家がつ資本では、資本の運用は資本家自身がつお金の運用であり、そこに自己裁量がある。これに対してファンドの運用においては、資本は少額投資家のお金であり、ファンド・マネジャーには投資家の代理人として運用を付託されている。ファンド・マネジャーは高利回りの運用を続けたい限り、少額投資家はそのファンドから離れる。ファンド・マネジャーにとって、裁量は高利回り以外に選択の余地はない。

一人ひとりであれば資本市場を動かさない少額の投資家の力がファンドというハブに集積されると、ファンド・マネジャーが資本市場を動かすことになる。そしてその運用の原則は高利回り以外にない。

かつて多くの資本家がお金を社会へ還元していた。ロックフェラー、カーネギー、そして最近ではビル・ゲイツ、日本においてもかつての財閥にその例がある。ファンド・マネジャーにそんな贅沢は許されない。それによりファンドの利回りが下がれば投資家が離れる。ファンド・マネジャーにできることはより高い利回りを追求することだけである。

資本家の資本に対してファンドの資本が相対的に小さいうちは資本の構造は変わらない。しかし、ファンドからの資本が資本家の資本の額を超えるようになれば、資本市場における意思決定は、ファンドへ投資する市民からの付託を受けたファンド・マネジャーに委ねられることになる。

米国においては、大規模流通業者やファンドが立法府でのロビー活動を通じて自ら

に有利な法律を制定させている。ライシュは、これを民主主義を崩壊するスーパーキャピタリズムと呼んでいる。2008年のリーマン・ショックに見られたファンド・マネジャーの強欲な行動は、以上の意味で他に選択の余地のない行動であり、「なすべきことはすべてやった」という投資会社のCEOの議会での証言は上述の意味で嘘ではない。ダーウィン・ディレンマに呪縛された人間の悲痛な叫びである。

日本では立法府の立法能力が低く、行政府が法案を作成しているので米国ほどスーパーキャピタリズムの問題は目立たない。しかし、日本においては法案が議会における政争の具に化して制定施行に時間がかかり、ファンド・マネジャーの判断で迅速に動くファンドの動きに追従できない。もしファンドに狙い撃ちされれば、その影響は深刻かつ破局的であろう。

## 新たな代理人選出

価格決定権が生産者から市民の購買を背景にした大規模流通業者の手に移ったこと、資本市場での権力が資本家から市民からの付託を受けたファンド・マネジャーに移ったこと、いずれも少数の人間が握ってきた権力が一般市民という多数の人々に移ったので、権力の分散といえる。

この権力の分散は社会に何をもたらすのか。一般市民に権力が移行することを民主主義と捉えて歓迎できるか？ ファンド資金を例にとる。ファンドは高利回りを実現するために経営者に圧力をかけ、短期的に高利益を挙げない経営者を罷免する。経営者は罷免されないために、短期利益を上げることを経営方針とし、それに狂奔する。これも健全な社会の構成員である企業という視点から見れば、モラルの崩壊である。

それにより、一般市民が罪悪感をもたないで行う当然の選択が社会のモラル崩壊につながっている。一般市民にとって、限られた収入の中で値段の安いものを追求するのは当然のことである。なけなしのお金をできるだけ利回りがよいファンドに投資するのも当然のことである。それが労働者の賃金を引き下げ、格差を生み、就業の機会を減らし、環境を破壊し、社会のモラルを崩壊させて、結局は自分に跳ね返るデスパイラルに落ち込んでいる。

一人ひとり、商店街がシャッター街になり、山の緑が消失し、犯罪が増えることを自分なりに心配し改善の努力をしている。これ以上、自分の責任を問われてもどうすればいいのだ。収入が減る中で、なぜ自分が安いものと同じものを高い値段で買い、利回りが低い預金を我慢しなければならないのだ、という思いであろう。

健全な社会を維持する責任がある政治行政の担当者にしても同じである。規制をかけて高い値段を維持するとか、ファンドからの資本投入を禁止して経営者にコストの

高い資金に甘んじさせる，という昔の体制に戻すことは許されない。そんなことをすれば政治家は選挙に落ちるし，公務員叩きはさらに激しくなる。

現代文明において，社会のモラルは進化の進行と共に崩壊する。それを可視化するものが金融危機である。2008年度後半にはサブプライム問題に端を発する金融危機が世界経済を直撃し，日米欧のみならず新興国の経済にも大きな打撃を与えた。サブプライム問題は，今回の経済危機の発端ではあるが原因ではない。原因は抑制がない揺動体となった金融システムにある。すなわち，進化の性質3（ダーウィン・ディレンマ）と性質12（スケールフリーシステム）が重畳して発現したものである。

金融経済と実体経済との間には，進化システムとして大きな違いがある。金融経済における財が現在ではほとんどが信用であることから，信用の上限は人間の心理状態しかなく，それは状況により青天井になるのに対して，物的な財には物理的な上限がある。

金融経済の財は情報システムと親和性があり，かつ生産，蓄積および流通に上限がない。キーボードの0を一つ多く叩けば取り扱う財の量は10倍になり，それは光の速度で世界を飛び回る。

これに対して物的な財は，原料調達，生産，蓄積，流通のいずれにおいても量的な制約がある。10倍にするには，原料の量を10倍に，生産工程に10倍の能力を，貯蔵に10倍の空間を，流通に10倍の輸送能力を必要とする。これらは自然な上限を形成する。

金融の財が物的な財と連結していたときには，物的な財の上限が金融の財の無制限な増加に対して歯止めとなっていた。それが，金融の財が株券・債券，証拠金取引に至ると，物的な財との連結が切れ歯止めもなくなった。表6に示す経済バブルの歴史に，近年その頻度が急速に高くなり，影響が世界に広がっていることが見える。

現在，信用を財とする資産総計は，実体資産の4倍に達しているという。投資家J・ソロスの米国議会における証言では，ファンドの資産が3分の1から4分の1になり得る，としている。彼の証言の根拠は不明であるが信用資産と実体資産の比に見合っているのは興味深い。日本の日経平均株価も，1980年代後半の土地投機バブル中の3万数千円から2012年は9千円前後になって4分の1になっている。これは，ダーウィン・ディレンマの下で暴走した信用資産の実体資産への調整局面と見ることもできる。

膨張した信用資産が実体経済に向かうと，原油や食糧など生産・生活必需物資の価格の高騰という経済の混乱と，それに伴う生産と生活の支障をもたらす。

今回の金融危機が，ダーウィン・ディレンマの下で起きたことは，米国の連邦準備理事会の前議長であるアラン・グリーンズパンがバブルを予見しながら金利を上げられなかったこと，およびすでに述べた投資会社のCEOが採った行動に見られる。両

表6 経済バブルの事例

年次	略称	バブルの対象	国
1637	チューリップ・バブル	球根	オランダ
1720	南海会社バブル	株式	イギリス
1840	鉄道会社バブル	株式	イギリス
1920	株投資ブーム	株式	米国
1980 後半	土地投機	土地	日本
1994	中南米通貨危機	通貨	中南米諸国
1997	アジア通貨危機	通貨	アジア諸国
1999	インターネット・バブル	株式	米国
2004	原油バブル	原油先物	世界
2007	不動産バブル	株式, 不動産	中国
2008	未定 (信用バブル)	債券	世界
2009	リーマン・ショック	債券	米国発世界
2010	ソブリン・リスク	国債	ギリシャ発世界

表7 所得のジニ係数の国際比較

国	1980 年代中期	2000 年
メキシコ	0.451	0.48
米国	0.338	0.357
ギリシャ	0.336	0.346
英国	0.286	0.326
日本	0.278	0.314
OECD 平均	0.293	0.31
フランス	0.276	0.273
フィンランド	0.207	0.261
デンマーク	0.228	0.225

者ともに文字通り破綻を予見しながら、しかし暴走の途から脱することができなかったことは、ダーウィン・ディレンマそのものである。

金融危機は、信用とファンドが暴走したダーウィン・ディレンマの一つの形である。すなわち、進化する市場経済に存在する金融・信用という揺動体に抑制がかからず、それによる暴走がこれまで築き上げてきた社会の仕組みを崩壊させた。

進化システムにおいては、システムが進化する過程で優勢な種と劣勢な種が生まれ、性質 12 (スケールフリーシステム) により冪乗則に従う分布をもつようになる。これを社会についてみれば、少数の巨大な種と多数の中小の種という構造になり、それは格差の発生を意味する。社会化の進展につれて格差は拡大する。8章 107 頁の図 17b に示すように、冪乗則の勾配は相互作用が強いほど大きい。

OECD が 2006 年に発表した 1980 年代と 2000 年を比較したデータ (OECD, 2006) から抜粋した表 7 を見れば、フランス、デンマークなど少数の国を除いて、多くの国で所得のジニ係数が上昇しており格差が増大している。日本については、この後に小泉内閣の「改革」による「自由化」の進展があり相互作用が強くなっているため、現在ではジニ係数はさらに大きくなっていよう。

## 地球環境問題

地球環境問題の典型とされる地球温暖化については、現在でもその原因について多くの異論がある。それに立ち入ることは本旨ではないので、ここでは人為的に放出される温室効果気体が温暖化を招くというストーリーを前提として考察する。

物的経済活動には前述のように上限が存在するが、まさにその上限の一つに突き当たるといって起るダーウィン・ディレンマが地球環境問題である。すでに多くのことが語られているので内容は省略する。人間の活動が化石燃料という資源環境に適応して袋小路に入った上で、自然の限界に突き当たっている。

IPCC が科学的知見を総動員して、現在の地球環境変化は人為的であると報告し、R. ゴアが彼のキャンペーンを評価されてノーベル賞を受賞し、そして問題の本質が社会にかなり認識されているにもかかわらず、温室効果気体の排出削減に関する国際的合意は得られない。COP も成すところがない。

日本社会はとくにこの点が著しく、鳩山元首相が格好良く 25% 削減を謳ったが、多くの企業の反対によって政府は削減の数値目標すら決められない。先行しているとされる EU においても、イタリアや新規参加国のほとんどは EU としての削減計画に反対で合意は難しいとされている。ダーウィン・ディレンマそのものである。

すべての地球環境問題がダーウィン・ディレンマの下にあるのではない。ダーウィン・ディレンマの視点から見ると、地球環境問題は二つの型に分けられる。一つは、人間の活動により自然から取奪する資源の量や環境に排出する廃棄物の量が自然のもつ限界に抵触する型である。化石燃料の枯渇や二酸化炭素の排出がその典型である。これを「容量型環境問題」と名付ける。

他の一つは、人間の活動が排出する微量の排出物が自然の中での精妙なバランスを崩して人類にマイナスとして跳ね返る型である。かつての公害問題である大気や水の汚染、オゾン層を破壊するクロロフルオロカーボンの放出、内分泌攪乱化学物質 (環境ホルモン) の放出がその例である。これを「汚染型環境問題」と名付ける。

汚染型環境問題には、ダーウィン・ディレンマは存在しない。微量物質の排出を抑制し、あるいはそれに換えて自然のバランスを崩さない物質を用いれば済む。日本において大気・水汚染が克服され、モントリオール・プロトコルによる国際的合意の下

でクロロフルオロカーボンの排出の抑制に成功したのはこのためである。

これに対して、容量型環境問題は上述のようにダーウィン・ディレンマの下にある。この二つの型は、それへの対策を立てる上で峻別すべき問題であり、公害問題解決の先進国である日本は、決して容量型環境問題の先進国ではない。

## まとめ

科学技術を基軸の一つとする現代文明は、多くの恩恵を人類にもたらしてきた。とくに日本社会は、第二次大戦での敗戦後に他に選択の余地なく科学技術立国を国策として選択し、科学技術文明の多大な恩恵を享受してきた。科学技術文明の発展の基盤はそれが進化システムであることにある。

そして20世紀の後半に入ってから、文明の多くの局面で進化システムの性質が負の形で社会に顕在化してきている。われわれはこの事態を正しく認識し対応する必要がある。

すべての生物種は、6550年前の恐竜の絶滅に見るように、それがもつ有利な性質が不利に転じた環境のもとで絶滅する。すべての文明は、ベネチアの盛衰に見るように、それがもつ有利な性質が不利に転じたときに衰退する。

経済産業活動を進化システムにしたという人類の最も有利な性質が不利に転じて、文明そして人類の衰亡につながらないために、進化システムとなった現代文明の基盤に着目して対応を考える必要がある。





## 11. 進化の呪縛を脱するには — 相互作用を制御する —

現代文明社会における深刻な問題は、進化の性質が正負両面の効用を社会にもたらすことである。正の効用を延ばせば負の効用が増大し、負の効用を押さえようとすれば正の効用も抑制される。社会への負の効用を進化の呪縛と呼ぼう。

正負両面をもたらす進化の制御は、それが創り出す問題ごとに制御の効果を見極めながら行うほかない。このとき重要なことは、進化の性質を熟知して、長期的かつシステムとして誤りのない定性的な制御の指針を得ることにある。

### 文明を進化させた社会的背景

進化の呪縛を脱するには、進化を生み出した背景を知る必要がある。そのためには、文明が進化し始めた時期の社会の状況を知る必要がある。それには進化に典型的な性質が現れた時期を見ればよい。

科学技術が分かりやすい。(市川, 2008)で考察した科学の知識の発展の時間的経過を図 26 に再掲する。縦軸は科学の発見の累積件数の対数であり、横軸は西暦年である。これが直線になり科学の知識が指数関数状に増加をしてきたことを示す。始まりは 17 世紀後半である。科学革命の時期と符合する。

世界の人口の増加を図 27 に示す。縦軸は対数目盛である。18 世紀から指数関数状に増加しているが、20 世紀に入って指数が大きくなっている。理由は定かでないが、

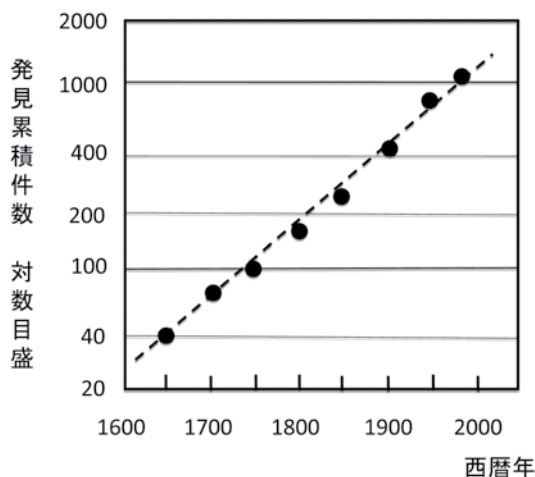


図 26 科学の発見の累積件数

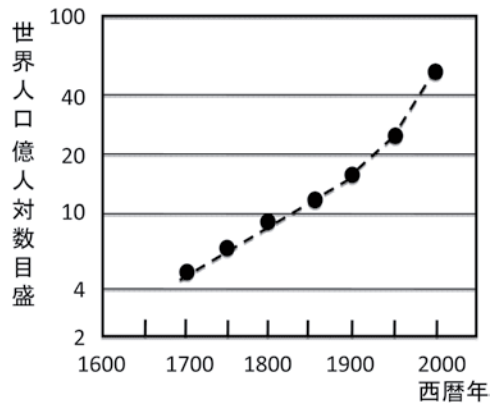


図 27 世界人口の増加

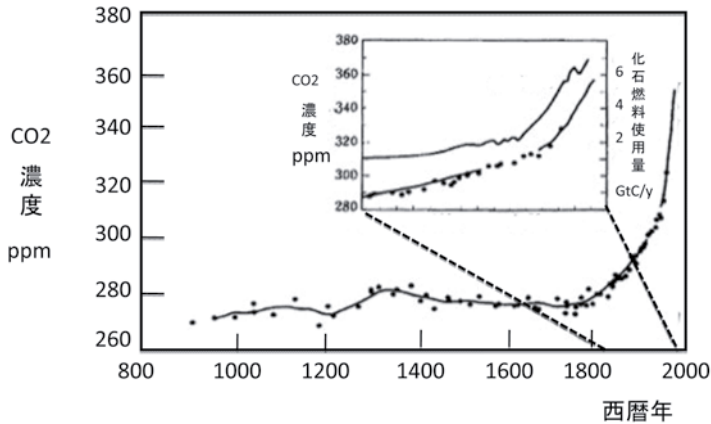


図 28 大気中の二酸化炭素の濃度

人の場合は他の生物と異なり、文化の進展と共に平均寿命の延長が起きるので、この影響があると推測される。指数関数状の増加が始まったのは1760年から1830年にわたる産業革命の時期である。

人の活動の大きさの指標として大気中の二酸化炭素の濃度を迎れば図28に示すように、18世紀末から急激な増加が見られる。

これら3例ではいずれも17世紀末から18世紀にかけて指数関数状の増加が始まっている。このときの社会を特徴付けるものは、西欧キリスト教世界に起きた科学革命と産業革命である。その社会的基盤として、キリスト教の教義と絶対王制による束縛からの解放があった。

その理念的背景は米国の独立とそれに続くフランス革命の宣言に見られる「自由・平等・博愛」の精神である。神の前の平等と博愛を謳ったイスラム社会では、教義により行動が制約され科学を生まなかったことを見れば、進化の基盤となったのは自由

である。自由が人の活動を揺らぎと相互作用の揺動体に変換した。

進化の呪縛を解くには、何らかの意味で自由を制約しなければならない。自由を制約するとすれば、それに代わる新たな理念が必要である。

## 「不満平等・博愛」は新たな理念になり得るか

自由・平等・博愛の理念は政治形態としての民主制を生み出し科学を生んだ。科学は技術と共に進化して科学技術となり今日に観る科学技術文明の基軸となった。

しかし、その理念も米国の独立 1776 年から算えて 230 年、フランス革命の勃発から 220 年を経た。見直してよい時期にある。

### (自由の制約)

自由が現代文明を生み進化の呪縛を創り出したとすれば、進化の呪縛を解くことは自由の否定につながる。これは一見ラディカルに響くが、有限な地球に棲み人口増と活動の拡大発展を続ける人類が必然的に遭遇する状況である。満員電車に乗っている人にとって身体の行動の自由はない。満員という状況に適応して自分と他の人々にとって不快が最小になるように穏やかに行動する以外にない。このような行動ができるのは、すべての人が等しく窮屈であるからである。誰かが広い空間を占有して自由勝手に振る舞うことは許されない。満員電車の中では「不満が平等であること」が集団の秩序を維持している。混雑時に座席を収納する車両は不満の平等を押し進めたものである。

このことを社会に敷衍して言えば、過密になった有限な世界の中で平等と博愛を保障するためには、自由ではなく「不満が平等」であることになり、これが社会の秩序の維持と人類の共存に必要な理念となる。ホモサピエンスが自由・平等・博愛に代わる理念として採るべき行動原理は「不満平等・博愛」である、ということは理念として筋が通っている。

「不満平等・博愛」は社会設計をする上での理念に留まる。その実現においては、自由も不満平等も同じ性質をもつからである。自由への欲求は現状と理想とする自由からの乖離の大きさに駆動され、不満は理想からの乖離の大きさとともに増大する。いずれも個人がもつ心像としての理想が現実からもつ距離である。両者共に心の問題であり統治者は管理できない。できることは、具体的の事例についてどれだけの自由を認めるか、どれだけの不満に甘んじるかの社会選択である。

動物の社会では力の強弱により自由の範囲が定まるに対し、人の社会は約束事により自由を制約することにより成り立っている。社会は、社会における行動規範を、明示的には法と規則として、暗黙的には倫理として創り出して社会を維持している。行

動規範は具体的事柄について自由の拘束を規定したものである。人は法と倫理により進化の呪縛から脱するしかない。

法と倫理により進化に立ち向かうとすれば、これまでの法と倫理が自由を拡大し進化を進める方向に移行してきたことから転じて、自由を制約する方向への移行を図ることになる。不満平等はそのための精神的理念として意味がある。

## 心がけでは問題は解決しない

人口は図 27 に見るように急速に増加しつつある。先進国においては米国を除いて増加は停滞してきているが、すべての国は、国との競争で優位に立つべく人口増加を図っている。

日本もその例外ではない。国際的には世界における存在感の低下、国内的には年金制度の崩壊を懸念して、政策として人口を増やそうとしている。政策のちぐはぐにより、出生率を高めようとする政策と、労働政策と医療政策とがバッティングしてその実は拳がっていないが、これは具体的施策に整合性がない統治の愚かさによるのであり、政策の基底としては人口増を指向している。

人口の増加とそれに伴う人類の活動の拡大は、居住空間、水、食糧、エネルギーそして地球環境、という生存に必須な資源と環境の劣化をもたらす。人口の増加を図ることはダーウィン・ディレンマを構成している。

人口増は進化の下で現れる遺伝子をもつ性質である。それを発現してきたのが現存する生物種であり、ヒトも例外ではない。この生物種としての性質が進化の下でダーウィン・ディレンマを作り出す。

人口増は遺伝型の基本的な性質であることから、人の心がけでは人口減を実現できない。人が自分の代で系譜を終わらせることをすべての人が選べば、それで人類は絶滅する。そう考えない人がいるから人類は生存し続ける。心がけに期待して人口減を実現しようとする過程は不安定軌道であり、どこかの国、社会、国が軌道から外れれば、全体は人口増競争に転じて軌道は人口増に転じる。

それでもこれを実現しようとするならば、中国の一人っ子政策に見るように、独裁的権力により個人の行動を拘束することを必要とする。それでも、中国を旅すれば人々は政治的権力を無視して生きている実情を見ることができる。

### (ダーウィン・ディレンマの2つの型)

ダーウィン・ディレンマには、前章で示したように2つの型がある。第一の型は進化を競う人のある活動の暴走が、人類がこれまで整備してきた基盤的なシステムを破壊することである。その典型が今回の金融危機である。この型では、破壊するもの、

破壊されるもの、いずれもヒトが約束事として積み上げているものであり、整合性がなく制約がなく青天井である。その意味で科学技術は無力である。

第二の型は、複製を競うヒトの活動の暴走が何らかの自然の制約に抵触する型である。地球環境はその典型である。この型では、制約を作っているのが自然であることから、科学の基盤である整合性を保持している。したがって、科学技術による問題解決が効果をもつ。もちろんそれを促進する方策は必要である。

## 相互作用の制御

自由の制限が文明を進化の呪縛から解くとしても、それが進化の機能である揺らぎと相互作用の両方を停止し、西欧の中世または日本の江戸期における停滞を招いては、今後の資源不足と地球の狭隘化に耐えられない。

進化の機能的要件には揺らぎと相互作用の存在とがある。揺らぎは将来の新たな展開の準備として維持し続ける必要があるとすれば、残る手段は「相互作用の制御」である。すなわち、相互作用のうち望ましくないものを抑制する。

### (信用を財とする経済活動)

暴走がこれまでのシステムを破壊する第一の型のダーウィン・ディレンマの例として、信用を財とする経済活動をとる。

市場経済における際限のない自由が、社会における格差を増大させ社会不安を助長し社会を混乱に導くことは、「市場の失敗」として早くから警告されてきた。米国発の金融危機は信用経済における自由が暴走を招いたことにある。

金融における財は、実体取引から先物取引へ、先物取引から債権取引へ、債権取引から証拠金取引（レバレッジ）のような信用資産の取引へと移行してきた。信用に基礎をおいた金融資産の総額は信用を増大させる限り増大する。現在では実体資産の総額の4倍に達するとされる。信用に基礎をおく金融資産がその裏付けを実体に求めたとき、原油価格や穀物価格の暴騰に見るような混乱を社会に与え、それが実需との整合性を失ったとき、バブルが崩壊するのは自明のことである。

一方において、信用を財とする経済活動は、経済活動を実体から分離するという意味でダーウィン・ディレンマの第二の型からの離脱に有効である。サブプライム問題が「信用」を崩壊させ金融危機を招いたのは、信用を不動産という実体にリンクしたところにある。日本の失われた10年における信用バブルは「不動産」という実体にリンクしていた。この意味で、日本の経験は「信用経済の財を実体経済の財とリンクさせない」ことの反面教師として学習されるべきであった。米国の失敗は、これを学習せず信用経済を実体経済にリンクさせたところにある。

### (实体经济と信用経済の相互作用の制御)

ここで人類の、とくに先進国における人類の経済活動の根幹が定まる。すなわち、信用を財とする信用経済活動と实体经济活動との相互作用を制御することである。この具体的方法を考えることは経済の専門家に任せる。

素人の乱暴な提案をあえてするならば、方法は二つある。一つは信用経済における資産総額に上限を設けることである。総額としては实体经济資産の総額が適当である。この意味でバブルの終了時は好機であった。信用経済資産の総額がバブル時の4分の1になり、实体经济資産の総額に近づいたので、その状況で凍結すれば納得が得られやすかったと思われる。この制限により、ファンドは跳梁できなくなり世界経済は实体经济の制約の下で安定化されたであろう。しかし、いまではすでに時期を失したと考えられる。失したこともダーウィン・ディレンマの一つである。

他の一つは、貨幣に色を付けて信用経済と实体经济とで通貨を変える方法である。信用経済のための国際通貨を新たに設定する。先物取引、株や債権などの取引にはこれを用いる。实体经济の取引には使わない。とくに、水・食糧・エネルギーなどの生存基盤となる資源の取引での使用を厳禁する。

これにより、信用経済活動は現在のスポーツのようにゲームになる。体の体操に変わる頭の体操ゲームである。動機づけるためにはオリンピックのように報償を出せば良い。報償総額の上限は現在のオリンピックと同じくらいが良い。信用経済オリンピックは、現在のオリンピックのように、紛争の部分的な回避につながる。

信用経済と实体经济とを分離する具体的方策を考えることは、経済の専門家とゲームソフトの開発者に任せる。彼らの専門性が実現可能で巧妙な方策を生み出すことを期待したい。

### (地球環境問題)

ダーウィン・ディレンマの第二の型の例として地球環境問題をとる。地球環境問題は、人の活動と自然との界面で起きており人と自然との相互作用の場となっている。それにより起きる自然の変化が望ましくないならば、人の活動と自然との間の相互作用を制御する必要がある。

自然からヒトへの作用を抑制することは、住居の築造や農耕に始まる文明発展の柱の一つであった。これからはヒトから自然への作用を抑制する。これは現在とられている地球環境問題への対処に他ならず、現在の方策は正しい路線にある。

### (不遜な言葉「地球のために」)

やや脇道にそれるが付け加えておく。最近しばしばいわれる「地球のために」という言葉は、不遜でありかつ問題を曖昧にする。地球は太陽から1億5千万 km という

絶妙な距離にあり、水が3相共存できる環境にある。この環境は5億年後に太陽が拡大して、地球の水が蒸発して宇宙空間に失われ始めるまでは続く。また生命・生態系は生まれてから変わり続けており、これまでに5回の大絶滅を経験しながら今日の繁栄がある。地球とその上の生命・生態系は進化の性質1に見るように頑健であり、人からの作用で簡単に絶滅することはない。

今日の地球環境問題は、あくまでも人のため、それも現在の文明を維持する上での問題である。「現在の文明のために」さらにいえば「これからの人の生活のために」というべきである。これを「地球のために」と拡散することが人を無責任とし、問題の所在を曖昧にしている。

人の活動は多岐にわたる。人の活動と自然との切断の仕方は、活動に依存してさまざまである。これからの社会は、新たに生まれる活動がダーウィン・ディレンマを起こすかどうかを監視して、起こすと予想されるときにはその活動を制約または変換する必要がある。

### (ものからの脱却)

現代文明をものから離して、もの以外の自然の限界に抵触しない事柄に経済活動の主軸を移せば、第二の型のダーウィン・ディレンマから脱却できる。しかし繰り返すことになるが、これは世の社会思想家の一部がいう心への移行ではない。

これまでのものはなれは信用資産や情報などへの移行であったが、これらには上限がないために暴走して、これまで積み上げてきたシステムを破壊した。第一の型のダーウィン・ディレンマをもたらさない移行が必要である。

経済活動の主軸をどこに移すかについては、社会それぞれの事情に応じてさまざまであることからここでは論じない。日本社会については12章で考察する。必要なことは、たとえばダーウィン・ディレンマのような、進化の性質が負に現れることを念頭に置いて、それぞれの社会がそれぞれに対処の方法を考えることである。

## 生存基盤資源の貿易はいずれ閉じられる

世界人口が増加し、新興国の生活様式が変化すれば、ヒトという生物種が生きる基盤である水、食糧、エネルギーそして希少元素は相対的に枯渇する。これは平等を理念とする限り避けられない。

生存基盤資源が自国の人口を養うに十分でない国々では、他国からこれらを輸入している。日本はその典型で、水は潜在水(virtual water)約800億m<sup>3</sup>を考慮すれば約50%を、食糧は60%以上を、そしてエネルギーは80%を輸入している。

生存基盤資源を輸入できるためには、資金を獲得しなければならない。日本が第2



次大戦後に採った途は、科学技術立国という政策に代表される工業製品の輸出で稼ぐことであった。そしてこのモデルの下で成功した。

しかし今後は、生存基盤資源以外の資源と生存基盤資源との交換比率は相対的に低下する。世界の生存基盤資源の価格はそれ以外の物資に較べて高騰する。さらに逼迫すれば自国民の生き残りを図るために、これら生存基盤資源の輸出を禁止する国が出てくる。この意味で、第二次大戦後に日本が採った生存戦略が今後は機能しなくなる可能性が高い。

これは憶測ではない。すでに米国のトウモロコシのエタノール化に端を発した世界的食糧危機において見られたところである。米や小麦などの食糧や原油の価格の高騰に比べて、自動車や電子機器など工業製品の価格の低迷が見られる。米（コメ）の輸出の禁止はエジプトに始まり東南アジアのカンボジアに波及した。いずれも自国の食糧の確保という大義名分があり、WTO体制といえども輸出の強制は出来ない。希少元素についての輸出規制はすでに中国が実施している。

国際協約は参加国の意向の集約であることから、国際協約自体が国境を閉じる方向に動くこともあり得る。WHOは移植臓器を国内で自給することを原則に定めた。日本の臓器移植法の見直しは必至であった。グローバリズムの幻想は崩壊し、世界各国は生存基盤資源の獲得競争に狂奔することとなる。

2010年8月5日、ロシアのプーチン首相は小麦など穀物の輸出を8月15日から12月末日まで、禁止する政令に署名した。シカゴの小麦先物相場は5日朝に値幅制限一杯のストップ高まで上昇した（日経8月6日朝刊）。プーチン首相は併せて、カザフスタンなど7月に発足した関税同盟の加盟国に輸出禁止措置に同調するように呼びかけた。カザフスタンはすでに8月3日小麦輸出予定量を40%減に引き下げる方針を示していた。

これを受けて、シカゴの小麦先物取引相場は、2010年8月以前の1ブッシェル4～5ドルでの推移から、7ドル86セントの高値を付けた。穀物アナリストの一人は、米国農務省推定の世界の小麦在庫は相場が高騰した08年より4割多く、相場を押し上げているのは投機マネーである、と分析しているという。投機マネーであろうとなかろうと価格の高騰は現実である。今後の世界人口の増加と生活の平準化は食糧不足を日常化する。

世界の主要国はすでに生存基盤資源に対する手当をしている。豊富なエネルギー資源をもつ米国においても、石油からシェールガスへの転換を進めている。ヨーロッパはEUを拡大し、アフリカを巻き込み生存基盤資源を域内で確保するべく図っている。中国がエネルギーを求めて世界の石油権益を獲得すべく、政府が自由にできる豊富な外資を元に世界展開している。ロシアは、エネルギー資源である石油と天然ガスを戦略物資として、パイプラインのパルプの開け閉めを通じて存在感を高めようとして

いる。サハリン天然ガスがその例外になるとは思われない。

日本としても、生存基盤資源についてはグローバル化の幻影から脱却し、これについて国境が閉じられる近未来に向けて方策を考える必要がある。経済産業省は省内横断の資源確保プロジェクトチームを発足させていると聞く。しかし、この問題の解決は省庁ごとの対応でできることではない。関わる全局面を考慮に入れた高い視点からの省庁横断の総合的施策を必要とする。



## 12. 日本社会のこれから — ものからひとへの転換 —

進化の呪縛を脱する方法は、それぞれの社会の事情に応じてさまざまである。ここでは日本のこれからを考える。日本社会の現状を出発点にして、文明の基軸である経済産業活動の今後についての長期的な基本方針を考えることである。その基本方針が満たすべき要件を考える。

### 日本人のそして人類の生き残りを保障する

これはすべてに優先する要件である。11章に指摘したように人口の増加と新興国の生活様式の変化は生存基盤資源の相対的枯渇を招く。世界にはまだ国境が存在し、世界的な事柄については国際協約が存在するだけである。生き残りがかかったときに国際協約は無力であり WTO 体制は機能しない。さらに、国際協約自体が国境を閉じる方向に移行する可能性がある。

その事態に備えて日本はまず自らの国民が生き残る方策を考える必要がある。それを確保して始めて、その延長として人類の生き残りに貢献できる。

生存基盤資源には食糧、水、エネルギーに加えて希少資源がある。それを確保する方法は、生存基盤資源の必要最小量を日本の国土で確保することしかない。それ以外の方法は、生存基盤資源と交換可能な国内資源をもつことを必要とする。現在の工業品の輸出による生存基盤資源の輸入というモデルが機能しなくなることは、今回の経済危機で経験済みである。加えて今後は新興国がこの方法を採用して競合する。研究開発により外国と交換可能な新たな知識資源を創出することも機能しない。緊急時においては知的財産権についての国際協約も機能しなくなる。HIV 治療薬において部分的に現れているところである。

#### (食糧)

食糧自給率が低いことを心配する人が多いが、数量的にはそれほど心配はない。現在の自給率は約 40%とされている。一方、食糧の廃棄は市場に出る前と後との両方を合わせて約 40%である。実需要量は現在の総供給量の 60%である。現在の自給率に 20%の上乗せで済む。20%の上乗せは生産量の 50%増であるが、技術進歩、耕地の有効利用、効率の悪い肉への転換の削減などの政策的処置により実現可能である。

もちろん、非常事態に対応して増産がいつでも可能なように耕地を維持する必要がある。休耕地からの回復には長期を要する。WTO 体制や輸入に頼った見かけの食糧

過剰に対応するために現在行っている休耕と後継者不足による耕作地放棄を無くすべきである。WTO体制と見かけの食糧過剰への対応は、非常事態で削減が可能な資源に変換して維持する。バイオマスへの変換はその候補であろう。これは省庁横断的な施策である。

遺伝子改変作物による収量の増加、そのための安全な遺伝子改変食物の研究開発と安全性の確認も必要である。

### (水)

幸いにして、アジアモンスーンの末端に位置して降水量が多い日本は、足りなくなるとしても節水により生き延びられる。そのためには水のリサイクル利用が必要であり、その方策を現在から用意しておく必要がある。

今後の気候変動による降水量の変動は気になるが、その影響は局所的で国内における水の配分により解決できるであろう。このとき、農業、工業、生活用水の間の水配分の既得権益の調整が必要であり、これも省庁横断的な施策を要求する。

### (エネルギー)

エネルギー資源の貿易制限はすでに現れている。ロシアは天然ガス供給のバルブの開閉を通じて欧州への圧力をかけつつある。サハリン2についても、発足時におけるロシアの出資額の比率の増大圧力に見るように、同様のことが起き得る。

エネルギーの増産に向けての設備の拡充は長期の時間を要する。今後技術開発される新しいエネルギーは緊急事態に間に合わない。間に合う技術としては太陽、地熱、風力、海洋の自然エネルギー、そして核分裂原子力しかない。

当面これら発電設備の整備を図ることが必要である。原子力については、すべての故障が炉の停止につながる本質安全性を備えた炉の開発や、核燃料サイクルの確立はいうまでもない。国外からのエネルギー輸入が止まった場合のシミュレーションを国民に提示して、今後の備えに理解を得る必要がある。

### (希少元素)

2つの対応手段がある。一つは現在までにかかなりの数量が輸入されており、その徹底したリサイクルを図れば必要最小限は確保できる。このためには、これら希少資源を含んだ電気電子機器の廃棄物を国外へ搬出することを止める必要がある。若干のコスト増に耐えて、国内でのリサイクルの振興を図るべきである。

他の一つは、これら希少元素に換えて通常元素を使用する技術開発を行うことである。すでに、白金、パラジウムなどは他の遷移金属への置き換えが技術的に可能になっている。

## 基本方針が満たすべき要件

### (1) 活動に上限が存在し、ダーウィン・ディレンマを起こさない

人類が積み上げてきたシステムの根幹を破壊する第一の型のダーウィン・ディレンマを起こさないよう、活動に上限が存在する必要がある。これは、今回の経済危機を含めて信用経済による度重なるバブルが、世界の善良なる市民を苦しみに導いたことへの反省である。もちろん旧体制を破壊することにはよい面もある。その場合には適切な安全ネットを張る必要がある。それは人為的に上限を設けていることに他ならない。安全ネットが機能するには社会での蓄積が許す限りという上限があるからである。

活動が自然の限界に衝突する第二の型のダーウィン・ディレンマに陥らない活動であることが必要である。これは現在の地球環境問題からの教訓である。どこにどのように自然の限界が存在し、それを人為的に緩和できるかどうかを知るためには、不断の自然の探求が必要であり、自然科学を含めた科学技術のこれまで以上の進展が必要である。

### (2) 日本における活動経験がその後の世界展開に役立つ。

経済の主軸が日本に留まることなく、社会体制を超えてどの社会にも展開できる必要がある。これまでの工業製品が、設計実現した機能と性能をどんな社会でも発揮できて、世界に通用する商品であるという性質は継承されなければならない。

そのためには、その活動の対象は社会をまたがる整合性をもつ存在でなければならない。整合性がなく日本社会の課題に特化した活動は、ガラパゴス化して世界に展開できない。これは世界に貢献できる途ではない。

### (3) 現在すでに日本がかなりの水準に達している

世界最高でないにしても現在すでに高いレベルにあり、かつ今後発展する潜在能力をもたねばならない。これから出発して追いつき追い越せを図る領域では、第二次大戦後と同じ状況になる。スタートから競合しては、新興国が力を付けている現在、かつての成功を期待することは出来ない。

### (4) それを構成する視野が広い

これまでの工業製品と同様に、多くの人がそれに参画できなければならない。仕事が、一部の人でなく、多くの人に職と知識を与えられるためである。

## ひとへの転換

以上の要件を満たす候補の一つとしてひとがある。ひととはヒトと人を併せた呼び名とする。これまで、日本社会はひとに関わることを産業社会を維持するコストと見なしていた。少子化対策，初中教育，高等教育など，すべては産業社会の労働力確保のためであり，労働力化が期待できない高齢者の健康維持は社会的コストと見なされてきている。

これを逆転して，ひとに関わることを産業の主軸とする。日本国憲法 第二十五条「すべて国民は，健康で文化的な最低限度の生活を営む権利を有する」を謳い文句でなく，具体的な形で実現することである。人の誕生から成長，教育，健康維持，安心できる老後，そして文化的活動を産業の主軸とする。

これが前述の4要件を満たすことを示す。

- (1) 活動に上限が存在しダーウィン・ディレンマを起こさない：対象とする人の数は今後増えるとしての有限であり，活動に上限が存在する。
- (2) 日本における活動経験がその後に世界に展開できる：ヒトのゲノムの大部分は共通であり，遺伝子多型が存在するとしても，それに対応する方策はすでに視野に入っている。ヒトの知能も同様である。
- (3) 現在すでに日本がかなりの水準に達している：日本は世界一の長寿社会を実現した。この意味で世界の先進国である。ひとに関することをコストと考えることが，現在見る医療崩壊の事態を招いている。健康と文化を生産財と考えれば事態は変わる。
- (4) それを構成する裾野が広い：ひとに関する事柄は健康，教育，文化など，産業の広い範囲に関連している。

### (健康産業)

これについてはすでに先行的な動きが神戸医療産業都市構想としてある。現在，ポートアイランドには，14の中核施設と200以上の医療関連企業の進出を見ているという。神戸医療産業都市構想（医療懇報告，2007）によれば，医療産業の規模は2010年に91兆円（現在の日本のGDPの5分の1）に達するという。医療産業でこの額であるとするれば，それを組み入れたすべての健康関連の産業を統合的に発展させれば，日本の産業の主軸になり得る。

神戸市での活動をパイロットスタディーとして，宿泊施設公園などを整備して，アジアの医療コンプレックス・ハブの形成を指向する。日本は工業生産において高い効率を達成した。これを健康産業に拡大すれば，医療の技術水準の高さと相まって，世界の病院として機能する可能性を有している。世界の工場から世界の研究所に展開し

た日本が、さらに世界の健康センターへと脱皮することができる。

### (教育産業)

世界の教育機関となることは、すでにオーストラリアが指向して実績を積み上げつつある。筆者の孫の一人はこれに乗って、高校生時代に1年間のオーストラリアでの教育を経験し、現在では米国系の大学で教育を受けている。

日本は大学の収容人員を無計画に増加させ、全入時代を迎えて高等教育の質の低下を招いている。世界の教育センターとして教育の質を高め、世界の学生を受け入れられるよう産業化すれば、人類に大きく貢献すると共に、日本に親近感を持つ人々を世界に得ることができる。英国、米国、オーストラリアが指向しているところである。

現在行われている留学生の増加という形式でなく、教育産業の顧客として学生を遇し、学生が満足できる教育を実現する必要がある。このためには、現在日本の大学で行われている学歴としての教育ではなく、世界に通用する能力を身につけさせる教育にあらためる必要がある。

### (文化産業)

日本の漫画やアニメのようなポップ文化やファッションは、すでに新興国だけでなくフランスなどの先進国においても広範に受け入れられている。工業主軸の政策を採る政府からの積極的な育成支援がない中で、民間から生まれた産業である。

ポップやファッションに限らず、伝統的な文化芸術についても音楽に見るように優秀な人材が多数生まれつつある。西欧のように手厚い保護が社会からも政府からもない中での発展である。これを産業化し世界に展開する施策を採ることは効果的である。

観光の産業化が進められ観光庁が発足しているが、皮肉なことに観光資源となる美しい自然は至る所で開発の名の下に破壊されてきた。富士山を自然遺産とすることさえもできていない。文化遺産についても維持保全の経費への支援がなく所有者は四苦八苦している。文化遺産を開発の障害物と見ることなく、ひとに関わる産業の重要な資産と考え、観光産業が単に旅行斡旋業に終わることなく、文化遺産の維持改善に参画することが必要である。政府はそれに向けて文化政策を充実し、産業として育成する統合的な政策を採る必要がある。

## 研究開発

この論考の中で研究開発という言葉がたびたび出ている。これは重要な知的産業の一つになる。研究開発は進化するシステムである。しかも、ダーウィン・ディレンマをはじめとする進化の呪縛を免れる。この意味で、研究開発の産業化は大いに推進す



る必要がある。その展開の方向は、これまでの産業技術に加えて、新たな主軸となるひとを対象とするものになる。

日本のこれからは、科学技術立国以外に生きる途がない状況に再び遭遇する。第一に、生存基盤資源確保の途は研究開発を通じて初めて可能になる。食糧確保のための安全な遺伝子改変植物、エネルギー確保のための原子力の安全性の強化等は、社会の声に押されて研究開発を縮小するのではなく、上述の有事に備えて拡大すべきである。その政策を採ることが国民の生命財産に責任を負う政府の任務である。

第二に、ものからひとに主軸を移す産業を世界に卓越させるためには、研究開発が不可欠である。旧来型の医療においては、日本の大学・病院縦割り体制は大きな障害となっていたが、遺伝子・ゲノムに始まりプロテオーム、組織、器官に至る新たな医療の階層においては、大学・病院の縦割りを超えた横断的組織が作られつつある。

第三に、日本の産業において卓越した管理技術を健康産業に導入すれば、品質レベルの高い健康産業を形成できよう。

### (ブレイクスルーを生む研究組織)

話を研究開発の現場に移すならば、米国において世界の COE と目されていた昔日の研究開発組織の管理運営は参考になる。

すでに述べたように、ブレイクスルーを多く生み出した米国の研究組織 9 カ所における管理運営に普遍的に見られた管理運営の原則を箇条書きにすれば次の 5 箇条である(市川, 1996)。括弧内に付記するように、科学と科学技術が進化するシステムであることを、知ってか知らずか巧みに利用している。

- 広い領域での優秀な研究者を採用する。(袋小路に陥っておらず多様性を保持している揺動体を確保する)
- 異なる背景の研究者を集める。(異なる揺動体を集めて多様性を確保する)
- 研究者に明確なビジョンを与える。(適切な選択の場を設定する)
- 研究者に自由に発想させる。(揺らぎを抑圧しない)
- 相互に刺激しあうよい雰囲気を維持する。(揺動体の相互作用を促進する)

ブレイクスルーを望むならば、研究組織は進化するシステムを念頭において設計し運営する必要がある。

このことは研究者養成にも及ぶ。大学学部教育において新奇な名称の学科を作り細かい知識を習得させることは、学生を進化の袋小路に追い込み、広い領域の知識から学生を隔離し個人を解体する。基礎的な科目について広い領域において根底からの理解を促し、それを活用できる能力を付与する必要がある。

大学院教育においては、現在分かっていることを伝えるだけでなく、現在わからないことをその理由を含めて伝えて、考えさせる必要がある。とくに大学院博士課程教

育において、学生に指導教員の研究領域の一部を分担させ研究業績を要求することは、進化の袋小路に追い込むことにつながる。

博士の名に恥じないよう広い領域で深い知識を持たせ、研究テーマを設定できる能力をもたせる。これは、研究開発分野における全能的な個人への回帰に通じる。

現在の日本の博士課程が生み出しているものは博士ではなく狭士であり、企業が採用を控えるのは当然である。このことは、技術マネジメント（MOT）教育などという表面的教育やインターン経験などでメーキャップできることではない。これらは現場での数ヶ月の訓練におよばない。どんな場にあっても実力を発揮できる広く深い知識を裏付けにもつ能力の養成は大学にして始めて出来ることである。

広く深い知識はブレークスルーを生むテーマの発想に必要なだけではない。科学技術は整合性がある知識のシステムである。ある研究開発テーマの達成がもつ意味は、テーマ1件ごとに「何の役にたつのか」を問うては見えてこない。それが整合性のある知識体系に組み込まれて、他の知識との関連の中で始めて見えてくる。見える能力の背景としての広く深い知識システムをもつことが必要である。

科学は技術と共進化して科学技術となり、科学技術は人々の行動様式、経済、産業そして安全保障と共進化して科学技術文明の基軸となっている。そしていま、激しい拡大発展の過程にある。この過程を律速するものは揺らぎを生み出しそれを評価できる人材にある。

優れた人材の存在割合は民族により大きくは変わらないとすれば、中国とインドが科学技術に成熟するとき、日本社会に比べて10倍以上の資源をもつ。他方、日本では少子化に加えて社会環境と教育政策が初中教育における理科離れを生んで、将来の科学技術系の人材の枯渇を激しくしている。

科学技術は人類普遍の知である。日本において人材の枯渇が予想される現在、それが豊富な社会から人材を積極的に導入すべきである。現在の米国はこれに成功した結果として、科学技術における卓越がある。

人材を必ずしも日本の社会にもち込む必要はない。日本社会の閉鎖性がそれを阻害する。世界の工場となりつつあった中国やインドに生産工場を展開したように、世界の研究開発センターとなりつつあるインドや中国に研究開発拠点を展開すればよい。

インドはとくに科学でのデファクト公用語である英語に長け、ヒンズー教に基づく倫理観も高いことから展開に適している。いまはその好機である。日本が科学技術で衰退してから出来ることではない。



## あとがき

「はじめに」の冒頭に掲げた設問に対して、この論考がどこまでどのように答えられたかを要約して結語とする。

- (1) 自然科学と人文社会科学とが同じ世界観と科学の方法を共有することなく、自然科学で成功した方法が人文社会科学では必ずしも成功しないのはなぜか？

自然科学は、対象が整合性をもつときに成立する科学の方法「モデル形成とその検証のループを回す」を用いて、整合性をもつ自然について知識を蓄積することに成功してきた。

これに対して、人が獲得したシンボル言語の世界は矛盾を含み整合性がない。人はシンボル言語を用いて思考しそれを基に行動するので、人の行動は矛盾を含み整合性がない。社会は行動規範を定めて矛盾の発生を抑止し発生した矛盾を解消しようとするが、その努力を超える整合性のなさが社会に存在する。この意味で、人と社会は整合性がなく、そのままでは科学の方法が成立しない対象である。

自然と人と社会の整合性の有無の違いが科学の方法を成立させる基盤の違いとなり、自然科学で成立する科学の方法が人と社会では成立しない。自然科学と人文社会科学とで同じ世界観と科学の方法を共有できない理由はここにある。

- (2) 自然科学と人文社会科学とが世界観と科学の方法を共有できる視点があるとすれば、それは何か。

人と社会の事象に整合性がある見方を入れて、科学の方法の適用を可能にするほかはない。人と社会の事象に整合性をもたせる幾つかの方法のうち状態を導入する方法は、人の行動の整合性を部分的にせよ保持できる。加えて目的論を排除してモデルを反証可能に作れば、この部分については科学の方法が適用できる。

人と社会の事象を「揺らぎと相互作用」の過程としてモデル化することは、宇宙を覆う原理の下に人と社会をおくことになるので、状態の導入と併せて、自然科学と人文社会科学とがかなり広い対象について世界観と科学の方法を共有できる視点の一つと考えられる。

- (3) その視点からの視野は人文社会のどれだけの部分を覆うのか？

この視点から、見かけの上で多様複雑な人と社会の諸事象の基底にある普遍的な事象については「揺らぎと相互作用」の過程としてその性質を説明できる。

その試みの一つとして、人との違いを状態の導入により整合化し、社会を人の状態が相互作用する「揺らぎと相互作用」システムと考えることにより、人と社会において現在観測される現象を定性的に説明でき、あわせて定性的に予測できることが示された。

この意味で、人と社会に関わる真理は、自然科学におけるように「長期的に詳細な定量的予測ができる」でなく、「長期的には定性的予測、短期的には定量的な予測ができる」に後退する。定性的予測は社会制度の設計に役立つものとなろう。

この視点は、対象とする事象の基盤にある普遍的な性質を説明するものであって、表層にあって複雑多様に変化する性質を説明するものではない。このことは自然科学と人文社会科学とに区別はない。自然科学といえども、波浪が平均として高いか低いかは予測できるが、打ち寄せる波の一つ一つの高さを予測できない。

表層にある複雑多様な事象については、情報システムを流れる「ビッグ・データ」を用いて現象論的モデルで短期的な予測をすることは可能であろう。これはモデルというより実在を観察していることを意味する。人と社会についての真理が、モデルという簡略表現による記述を許さないことへの対処方法の一つであろう。

自然科学と人文社会科学との統合する試みは、その緒に就いたばかりである。人の社会の事象がもつ整合性のなさを克服して、人がもつ整合的な知識の一環として統合する、という仕事に科学者が挑戦し続けることを期待したい。

## 用語集

この論考で使われる言葉のうち、意味を限定あるいは拡張して使っている言葉を説明する。言葉の意味の曖昧さが理解を妨げることを避けるためである。五十音順の配列であるが、関連する言葉はまとめている。例えば、言葉と言語、日本語とそれに対応する英語などはまとめている。

(ア行)

### 因果関係と因果律

原因と結果の二項関係を「因果関係」という。因果関係を、原因を A、結果を B として、論理式「A ならば B である」と書くとき、その対偶である、「notB ならば notB である」は、科学においてモデル（仮説、理論）が偽であることを、観測実験結果と照合して示す上で本質的である。

宇宙にあるすべての事象に対して、それを結果とする原因が存在する、という信仰を「因果律」という。一般社会では「因果律」を「因果関係」を混同して使うことがあるが、この論考では「因果律」と「因果関係」を区別して使う。

(カ行)

### 科学 (science)

「科学」という言葉は、接頭語あるいは接尾語として多用されている。このままでは考察に堪えないので、「科学」の意味を限定し定義しておく。

日本語の「科学」という言葉は、慶応から明治にかけての啓蒙哲学者 西周（にしあまね、1829-1897）が英語の「science」の訳語として「百科の学術」をあてたことに始まるとされる<sup>1)</sup>。ここでいう「百科」は百科事典に見るように「すべて」を意味する。その結果として日本社会では科学を「すべての学術」を指して用いることが多い。しかし、すべての学術を指すには「学術」あるいは「学問」という言葉が適切である。

西周はまた、「尚白割記」の冒頭において次のようにも言う。

（前略）およそ百科の学術においては、統一の観あること緊要たるべし。（中略）統一の観を立つると学術の精緻を究むるとは、一人のよく兼ねうるところにあらず、ゆえに統一の観立つるは哲學家の論究すべきところとし、学術の精緻を究むるは各科の学術を専攻する者に存するなり。

この文章から、西周は「百科の学術」は統一されるべきものと考えていたことが読み取れる。

西周は「知説」において次のようにも言う。

かくのごとくして事実を一貫の真理に帰納し、またこの真理を序（ついで）で、前後本末を掲げ、著（あらわ）して一の模範となしたるものを学（サイエンス）という。

この定義は「科学」の意味を「百科の学術」よりも強く限定している。この違いは「science」の意味の変遷に依ると考えられるので、「科学」という言葉を正確に把握するには英語の「science」に立ち戻る必要がある。

「science」

Oxford English Dictionary (OED, v4.0) は、英単語の意味の経年的変化を、それぞれの

意味での用法の初出文と共に示す信頼できる辞書である。ここで OED に「science」の意味の変遷を確認する。

「science」はラテン語「scientia (知識, 理解)」を語源とする。「scientia」は「scio (知る)」を語幹とし「知識」および「理解」を意味していた。

OED がいう「science」の意味を、俗語および固有名詞的な使い方を除いて、初出年と共に示す。

1. a. The state or fact of knowing; knowledge or cognizance of something specified or implied. (1370)
1. b. Contrasted or coupled with conscience, emphasizing the distinction to be drawn between theoretical perception of a truth and moral conviction. (1620)
2. a. Knowledge acquired by study; acquaintance with or mastery of any department of learning. Also various kinds of knowledge. (1289)
2. b. Trained skill. (1785)
3. a. Particular branch of knowledge or study; reorganized department of learning. (1386)
3. b. Contradistinguished from art. (1678)
4. a. In a more restricted sense: A branch of study which is concerned either with connected body of demonstrated truth or with observed facts systematically classified and more or less colligated by being brought under general laws, and which includes trustworthy methods for the discovery of new truth within its own domain. (Watts, 1725; Hutton, 1794)
4. b. with defining word. (biological, experimental, mathematical, etc.) (1795)
5. a. The kind of knowledge or intellectual activity of which the various 'sciences' are examples. In early use, with reference to sense 3: What is taught in the schools or may be learned by study. In modern use chiefly: The sciences (in sense 4) as a distinguished from other department of learning; scientific doctrine or investigation. Often with defining adjective as 4. b. (1387)
5. b. In modern use, often treated as synonymous with 'Natural and Physical Science', and thus restricted to those branches of study that relate to the phenomena of the material universe and their law, sometimes with implied exclusion of pure mathematics. This is now the dominant sense in ordinary use. (1867)

これらの意味の変遷を要約すれば、当初は知識全体であり、次いで学校で教育や訓練により獲得できる知識となり、18世紀以降の4.a, 4.b, 5.bに至って近代科学の意味となった。

とくに4.a. はその転換点として重要である。それまでの意味が学問領域を指していたのに対し、「science」の意味を科学が満たすべき条件により規定している。4.a. を訳せば、「明示的に示される真理あるいは一般法則の下で組織的に分類された観察される事実の集まりであって、新たな真理を発見するための信頼できる方法を含む学問領域。(傍点筆者)」となる。

西周の「百科の学術」は OED の 1. ~ 3. の翻訳であり、「知説」に述べたものは 4. 以降に対応していると見ることができる。今日に見る「科学」の広範な使用は、形容詞により定義される 4.b. といえよう。

人類共通の統合的な知識体系を生み出している「科学」は、OED がいう 4.a. の意味の科学であることから、この論考においては「科学」の意味をこれに限定する。

4.a. 以前において、今日の「science」の意味を持つ言葉は「自然哲学」であった。「哲学」の意味の変遷をあわせて辿る。

「philosophy」

OEDに「philosophy」の意味を見ると、ギリシャ語「philo-sophia（愛知）」を語源とするとして次のように述べている。

- 1.a. (In the original and widest sense) (The love, study, or pursuit of wisdom, or of knowledge of things and their causes, whether theoretical or practical. (1340)
- 1.b. Sometimes used especially of practical wisdom. (1557)。
2. That more advanced knowledge or study, to which, in the medieval universities, the seven liberal arts were recognized as introductory; it included the three branches of natural, moral, and metaphysical philosophy, commonly called the three philosophies. Hence the degree of Doctor of Philosophy. (1387)
- 3.a. (= natural philosophy) The knowledge or study of nature, or of natural objects and phenomena; 'natural knowledge': now usually called science. (1297)
- 3.b. 以下略

以上の意味の系譜をまとめて図に示す。この図において、「science」の4.a.の意味の初出を1725年のWattではなく、1794年のHuttonにした理由は、Huttonが1788年に近代科学において重要な「斉一性」という主張をしたことにある。

科学史においてよく知られているケプラー、コペルニクス、ガリレオ、ニュートンは「natural philosophy」の系列に生まれている。因みに、ニュートンのプリンキピアは「Philosophie Naturalis Principia Mathematica（自然哲学における数学的原理）」である。「natural philosophy」が「science」と合流して消滅した理由は、1794年創設のフランスの理工科学学校において、工学の基礎として力学が教えられるようになったこと、すなわち学校で教えられる知識になったことによるものと推測される。

「philosophy」についても西周の訳があり、古来希（まれ）に悟る人の学という「希哲学」の「希」を落として「哲学」としたという。これは誤訳であり、哲学が日本で特殊な学問領域になった原因となっている。「愛知」と訳しておけば、もっと親しみやすい学問領域になったであろう。

「philosophy」と「science」との違いは、前者が職業化されていない、あるいは学習して得られるものではない、という意味を含むことにあったようである。それを示すものは、

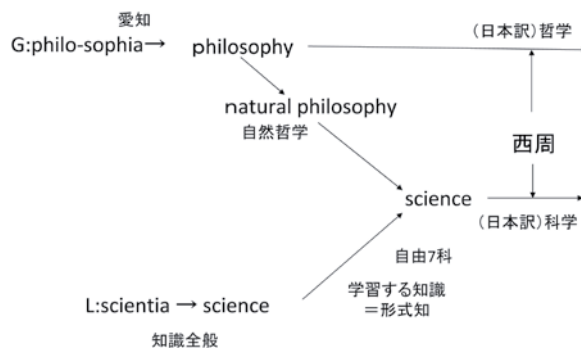


図 「科学」と「哲学」の意味の変遷



「science」に「-ist」がついた「scientist（科学者）」を使うことについて激論があり、イギリスの Association for the Advancement of Science（AAS）の総会で承認されたのは、ようやく 1841 年の総会であったという。

以上の経緯を見ると「科学」と「科学者」は 18 世紀末から 19 世紀にかけて生まれた比較的最近の言葉である。したがって「古代ギリシャの科学」とか「日本の古代の科学」などと使われる「科学」は今日の「科学」の意味ではない。それらは「science」の古典的な知識総体を指す意味の用法であり OED 4. 以降の近代科学と同一視できない。その文章の時代を同定し、その時代の意味を採る必要がある。

といっても言葉は生き物である。異なる意味の「science」を今日の意味の「science」に読み替えて用いることはしばしば起きている。たとえば、古代ギリシャの「philosophia」を現代の「social science」に含めることなどが見られる。米国政府の研究助成機関の一つ National Science Foundation（NSF）も、「Social, Behavioral and Economic Sciences」という助成領域をもうけている。

とはいえ、自然科学と人文社会科学の進展の状況を眺めれば、そこに大きな相違がある。自然科学においては知識が整合的に積み上がり、西周のいう統一された知識体系への過程にあるのに対し、人文科学と社会科学においては、知識が統一体とならず多くの知識がバラバラに作り出されている。

このことは、西周の「尚白割記」流に言えば哲学者の怠慢となるが、そうではない。そして人文科学者と社会科学者の怠慢でもない。人文社会科学の対象である人間社会には、この論考に述べるように、そのままでは知識が整合的に積み上がらない構造が存在する。

#### 技術に関わる言葉

技術に関わる言葉として日本語には、技能、技術および工学の三つがある。それぞれ英語の skill (ability), engineering, および technology に対応するとされるが、日本語の辞書を見ても区分は定かでない。OED で英語の意味を確かめる必要がある。以下で広辞苑と OED を比較しながら、この論考での用法を確定しておく。

#### 「技能, skill」

広辞苑：技芸を行ううでまゑ（ここで技芸とは美術工芸など、芸術方面に関わる技術）、となっている。広辞苑の定義では技能を芸術の能力に限定している。

OED：デンマーク語 skil に由来する。1. 心がつ能力の背景であって、識別能力をいう（初出 1200）。6. 正確さと確かさをもって何かを実行する能力（初出 1300）が現在の用法と見なせる。

以上をまとめて本稿では、「技芸」を「人の活動における個人の能力を指す」ものとする。活動には科学技術の領域の活動も含まれる。

#### 「技術, technique, engineering」

広辞苑：(1) 物事を巧みに行うわざ, (2) 科学を実地に応用して自然の事物を改変・加工し、人間生活に役立てるわざ,

OED: 「technique」: フランス語 technique に由来する。a. すべての知識分野, 職業およびスポーツにおける活動の実施とその出来栄を指す。

OED: 「engineering」: engineer に由来する。1.a. エンジニアが行う仕事（初出 1720）。1.b. エンジニアという職業が行う技芸 (arts) と科学 (science)。1.c. 考案・操作（初出 1780）。

OED: 「engineer」: ラテン語 ingenium（能力・気質）に由来する。1. 考案, 設計, 発明を

する人（初出 1420）。2. 兵器を設計・製造する人（初出 1325）。3. 橋、道路、鉄道など公共施設を設計・建設する人（初出 1606）。4. 機関を考案し作る人（初出 1575）。5. 機関を運転する人（初出 1832）。

以上をまとめて本稿では、「技術」を、人工物を考案・設計・製造・運用して人間生活に役立てるわざ、と定義する。

#### 「工学, technology」

広辞苑：基礎科学を工業生産に応用して生産力を向上させるための応用的科学技術の総称。

OED: 「technology」: ギリシャ語 (technikos, 組織的取り扱い) に由来する。1. 技芸についての考案と取り扱い; 実用および産業技術の科学的研究。(初出 1615)。

広辞苑のいう「応用的科学技術」は現在では古典的用法であり工学の実態を表してはいない。OED がいう「実用および産業技術の科学的研究」は、現在の工学の用法に近い。「はじめに」で引用した世界科学会議での区分を見れば、科学を「物理学、地球科学、生物学、生物医学あるいは工学などの自然科学、そして社会科学、人文科学（文部科学省訳）に区分している」、工学は自然科学に分類される。OED の定義とあわせて、この論考では「工学」を「自然科学」に含める。

#### 「科学技術 Science and Technology」

以上に定義した「技術」および「工学」と先に考察した「科学」の定義を統合した科学技術 (Science and Technology) について考えておく。

OED に見るように、「工学 (technology)」を「実用および産業技術の科学的研究」と定義するとき、技術のための science は technology に含まれる。したがって、Science and Technology にいう Science は技術に関わる科学を含まない「純粋科学」になる。これに対して、日本社会で使われる「科学技術」という言葉における「科学」には技術に関わる科学が含まれるものとして用いられている。

これを危惧した日本学術会議は、「科学技術」という言葉に代えて、「科学と技術」という言葉を用いるよう主張している（金澤，2009）。日本学術会議としては、「科学・技術」に落ち着いた。これについては、筆者は別の意見を持つが、それは9章にて述べている。

日本語の「科学技術」には行政用語として特別な意味がある。それは平成7年制定の科学技術基本法の冒頭に明らかである。

第一条（目的）この法律は、科学技術（人文科学のみに係るものを除く。以下同じ。）の振興に関する施策の基本となる事項を定め、科学技術の振興に関する施策を総合的かつ計画的に推進することにより、我が国における科学技術の水準の向上を図り、もって我が国の経済社会の発展と国民の福祉の向上に寄与するとともに世界の科学技術の進歩と人類社会の持続的な発展に貢献することを目的とする。

2つのことが挙げられる。第一は、「科学技術（人文科学のみに係るものを除く。以下同じ。）」としていることである。この文言は1956年に設置され2001年まで存続した科学技術庁の設置法にすでに存在していた。

「はじめに」に記したように、国際的には人文科学も科学に含まれるにも拘わらず、このような区別がなされたのには日本社会に特有の事情がある。まず、人文科学者が国の科学技術政策に人文科学が取り込まれることを危惧して反対した。このことが、それまで文部省（当時）が所管してきた学術の一部が科学技術庁に移されることを避けたい動きと連動して、人文科学は科学技術から外され科学技術庁に移管されなかった。

その後の国の科学技術に対する予算配分が科学技術基本法にしたがって進行したため、人

文科学の研究への予算配分が他の科学技術に較べて不利を被る一因となった。もちろん不利を被った原因はそれだけではない。

第二は、「我が国における科学技術の水準の向上を図り、もって我が国の経済社会の発展と国民の福祉の向上に寄与する」ことが科学技術振興の第一義となったことである。これは、1901年12月の在日25周年記念講演会でベルツが述べた「科学を機械と見て成果を期待する」ことが国家意思となったことを意味する。科学技術立国と経済社会の発展と国民の福祉の向上とは直結するものではなく、別の並進の途があったがそれは否定される結果となった。

#### 言語と言葉

広辞苑は、「言語」を「人間が音声または文字を用いて思想・感情・意思などを伝達したり、理解したりするために用いる記号体系」、「言葉」を「ある意味を表すために口で言ったり字に書いたりするもの」としており、言語を「人間」に限定している。これを拡張する。

ここでは「言語」と「言葉」とを広辞苑にしたがって区別すると共に、言語をヒト以外の生物に拡大して次のように定義する。「言語」を「記号とそれが参照する事象を対応させる記号体系」、「言葉」を「参照する事象を言語の記号体系により変換した記号列」と定義する。

この定義には、生物の個体の間の交信が入っていない。言葉は個体間の交信のためにある、と考える人は広すぎる定義と思われよう。しかし、ヒトは言語を交信のためだけに使っていない。思考にも記録にも使っている。人は意識を表現し固定するために言語を使っている。このことを受け止めるために上のように定義する。

日本語には「言語」と「言葉」の区別があるが英語には区別がなく「language」だけである。そのためかチョムスキー学派は、言語を「内部化された言葉 (internalized language)」、言葉を「外部化された言葉 (externalized language)」と呼んでいるが、筆者は日本語の優れた区別をそのまま使う。

#### (サ行)

##### ザラスシュトラ

ザラスシュトラの年代は、研究者による諸説があり BC13 世紀から BC7 世紀に亘る。ザラスシュトラは読み方によりゾロアスターからツァラトウストラ (ニーチェ) に至る変化をする。

ゾロアスター教の世界観は善悪2神の対立という二元論にある。善神アフラ・マズダは宇宙の創造神であり生命と英知を担うものとされ、悪神アンラ・マンユ (読み方により、アフリ・マン、アーリマン) は破壊、死、虚偽を背負うものとされた。人は生前それぞれの考え方にしたがってアフラ・マズダかアンラ・マンユと共に過ごし、死んではそれぞれの下にある世界にいる。数億年の後に人々はすべて復活してアフラ・マズダの下に集まり、一致団結してアンラ・マンユを倒して、それ以後は永遠に善と光明の時代を過ごすとする。究極における善神の勝利を教義としているので、ここに一神教の原初形を見る人もいる。

ゾロアスター教は長きに亘ってペルシャの国教であり続け、その後のユダヤ教とその系譜にあるキリスト教とイスラム教に影響を与えた。さらに、大乘仏教にも結びつくところがあり、この意味で現在の世界宗教に与えた影響は大きい。

東芝のマツダランプ、広島工業製の自動車マツダにその名があることからゾロアスター教は日本にも入っていたとする説がある。

#### システム

システム (system) は、ラテン語 syn (一緒に) + histemi (置く) に由来する。OED

の定義 1. An organized or connected group of objects にしたがって、対象を部分（要素）が結合して構成されるものと認識したとき、対象に付ける名称とする。部分とその結びつき方を「システム構造」という。システムは日本語では「系」または「系統」と言われることが多いが、現在では「システム」の方が明確である。

部分をまたシステムとしてみる、あるいはシステムをより上位のシステムの部分とみることにより、システムは階層構造をもつ。階層のあるレベルのシステムをその上位のシステムの部分としてみないとき、そのシステムを「最大システム」という。階層のあるレベルの要素をシステムとしてみないとき「最小機能要素」という。構造をみないで機能だけをみるからである。

システムはシステム構造を通じて要素にない性質をもつ。これを創発特性（emergent property）という。システムの構造を明らかにしてシステムの創発特性を解析することを「システム解析」、システムがもつべき創発特性を与えるシステム構造を決めることを「システム合成」という。

複雑系（complex systems）とは単にシステム構造が複雑であることを意味しない。時間的に変化するシステムにおいて、ある時点での状態の小さな変動が時間の経過と共に拡大して大きな変動に至るシステムをいう。正しくは、ある時点での状態の近傍がその後の状態の近傍にならないシステムをいう。

#### 状態 (state)

入力と出力をもつ一つのシステムにおいて、ある時刻におけるある量の値が定まれば、それ以後の入力に対してある量と出力が一意に定まるとき、そのある量を状態という。

複数の状態を採ることが許される。状態が変化するとき「状態変数」という。

状態を導入することは、同じ入力に対して異なる出力が対応する整合性のない入出力関係において、異なる出力ごとに異なる入出力関係があると考えて、ある状況で実現している入出力関係を状態の値が代表していると見ることができる。状態が変数であることは、実現している入出力関係が変化していることを意味する。

状態は熱力学において最初に導入されたが、現在では広範に用いられている。状態が物理量として実在しないときにも、仮想的な量と導入することが有り得る。

#### 進化 (evolution)

進化という言葉は C. ダーウィン以前からあったが、ダーウィン以後は、生物の個体の形質が変異して、それが自然選択により定着して新たな生物種が生まれる、という過程を指す言葉となっている。ダーウィンは、育種に用いる人為選択と区別するために自然選択としているが、ヒトも生物種の一つであり生態系の要素であるとなれば、人為選択と自然選択を併せて生物の個体の間の相互作用と見なせる。

進化がもつ機能で重要なものに、新しい生物種を作り出すことに加えて、組織器官を要素とする生物の個体というシステムを創り出し、併せて生物の個体が要素となって形成される生態系というシステムを創り出すことである。

この論考では進化がシステムを創り出す機能を重要とみて、生物の進化である「変異と自然選択」を拡張して「揺らぎと相互作用」をもつ過程を「(拡張された)進化」、あるいは(拡張された)を省略して単に「進化」と呼ぶ。

(拡張された)進化という過程は、生物の進化の例に見るようにシステムを創り出す。このように見るとき、(拡張された)進化は宇宙に普遍に存在して、宇宙にシステムを作り出していると考えられる。

## 真理 (科学としての) (scientific truth)

science は scientia (ラテン語：知っているという状態, 知識) 以来, 知識の意味から離れたことはない。その中で使われている「真理」は, 哲学でいう「真理」一般ではなく, 「知識としての真理」である。そして OED の 4.a. の意味の傍点の文章にあるように, 科学であることの条件は科学の方法にある。

以上のことから科学における「真理」は, (1)知識の一形態としての真理であり, 森羅万象に関する真理ではない, (2)知識はそれをもつ人の生き残りに役立つものであることから, 現実と乖離した真理は意味がなく, 科学の対象である現実と対応する真理でなければならない。これを保証するために以下の条件をおく。

- (1) 知識は, 対象を認識して得られる結果を表現したものである。よって認識のレベルに対応して(a)対象を知っている, (b)対象を識別できる, (c)対象の性質を説明できる, (d)対象の将来の挙動を予測できる, の4レベルがある。
- (2) 知識が生き残りに貢献できるためには, それに基づいて対象の将来の挙動を予測できるレベル(d)にあることが必要である。
- (3) 知識が, 個人に留まらず人類の生き残りに貢献するためには, 多くの, できればすべての, 人の認識結果と共通する客観的な知識でなければならない。
- (4) 知識が, 客観的知識であるためには, 暗黙知であってはならない。何らかの言語で表現された形式知であって, 人の間で移転可能でなければならない。
- (5) 知識が人類の生き残りに貢献できるためには, 真理が偽でないことを検証するために, 知識から推論できる対象の挙動という現実と整合する必要がある。

以上のことから, 「知識としての真理」を「それが偽であることを検証する方法をもつ「反証可能」な客観的な形式知であって, 知の対象について(a)対象を知っている, (b)対象を識別できる, (c)対象の性質を説明できる, (d)対象の将来の挙動を予測できる, の4要件を満たす知識」と定義する。

## (タ行)

### 多宇宙解釈

1957年にプリンストン大学の大学院学生H. エヴェレットが量子論からの必然として, 量子状態の重ね合わせは無数に多くの宇宙を創り出しているという多宇宙解釈を称えた。最近では, S. ホーキングがこれに同調して, この宇宙が現在のようにあるのはヒトという知性をもつ生物種を生み出す宇宙としての必然である, とする人間原理を称えている(ホーキング, 2010)。

他の宇宙の物理法則がこの宇宙と異なることから, 他の宇宙はわれわれの観測にかからず, 影響もしないことから, この論考では科学の外に置いている。

## (ハ行)

### ヒト, 人, 人間, 人間社会

この論考においてはヒト, 人, 人間, 人間社会を次のように使い分ける。

ヒト：現生人類である生物種ホモ・サピエンスあるいはその個体を指す。

人：「まえがき」に記したドレンスがいう社会を創り社会が創り変えたヒトを指す。広辞苑が示す(2)の意味, すなわち, 「社会的存在として人格を中心に考えたひと」と同義とする。

人間：人の集合名詞とする。

人間社会：生物の個体の集合のうち、何らかの秩序が導入されている集合を社会という。構成員が人間である社会を人間社会という。

## 文化と文明

広辞苑は「文化」を、(1)文徳で民を教化すること、(2)世の中が開けて生活が便利になること。文明開化、(3)人間が自然に手を加えて形成して出来た物心両面の成果としている。

OEDに「culture」の、農耕と微生物の培養以外の、文化に関わる意味を探すと「4. The cultivation or development (of the mind, faculties, manners, etc) ; improvement or refinement by education and training. (1510年)」とある。要するに「教養を高める」ことである。

広辞苑とOEDのいずれもが人間を主体にしており、他の生物種の文化を含めていない。この論考では、「文化」を「生物種の個体の集団の構成員に共通する行動様式のうち、遺伝型を介さずに継承される部分」と他の生物種にまで拡大して定義する。

この定義の下で、日本人に共通する行動様式が日本文化である。そして、ある組織に属する人たちに共通する行動様式がその組織の文化である。

広辞苑は「文明」を、(1)文教が進んで人知が明らかなこと、(2)都市化(civilization) (7)生産手段の発達によって生活水準が上がり、人権尊重と機会均等などの原則が認められている社会、すなわち近代社会の状態、(4)文化に対して、人間の外的活動による技術的・物質的所産、としている。これでは古代文明は文明に入らない。

OEDを見ると、こちらは由来が明快である。1. 'A law, act of justice, or judgment, which renders a criminal process civil; which is performed by turning an information into an inquest or the contrary' (1704年)とある。要するに法による統治である。法を神の意思による自然法にまで拡張すれば古代文明も含み得る。しかし、これでは法以外で統合された文明を含まない。

以上をまとめて、この論考では、「文明」を「不特定多数の個体を何かにより統合する文化」をいう。この何かを文明の「基軸」という。基軸が農耕であれば農耕文明、キリスト教であればキリスト教文明である。基軸には、ヒトが生き残るに必要な物資である物質的基軸と、社会を統合するための精神的基軸とがある。例えば、農耕文明は前者、キリスト教文明は後者である。

日本社会は「不特定多数を統合する」意味での精神的基軸をもたないので、日本文明という言葉は事実上存在しない。日本文化という言葉が頻繁に使われるのと対照的である。使われた例に福沢諭吉の「文明論之概略」があるが、これは西欧文明を指向して日本にも実現すべきものとして使っている。ハンチントンの「文明の衝突」における「日本文明」は、日本社会に限られるとしており、不特定多数を統合していないので文明としない。

## (マ行)

### 目的論

アリストテレスは目的を原因と見ることを「目的因」と呼び、その後の哲学者は、目的因で人の行動を説明することを目的論(teleology)と呼んでいる。これを人文社会科学ではモデルの作成に使うことが多い。

目的論の対語は哲学では「機械論」であるが、科学の世界では「機械論」は「生氣論」の対語であるので使用を避ける。目的因に対して起成因という言葉があるので起成論という言葉

葉も有り得るが、分かり難いという意見が多いので使わない。

この論考では、「○○であれば、XX となる」という過程に着目して「過程論」という。

## 注

- 1) 以下の西周の文章は、(植手, 1984) による。

## 参考文献

引用している参考文献を一括する。やむを得ないものを除いて、日本語または日本語訳のある書籍を挙げる。したがって原著の発表年次と翻訳の発表年次にずれがあるので、引用には原著の年次を、参考文献名には翻訳の年次を記載する。

### 辞書・事典

- (OED,v4.0): Oxford English Dictionary, Second Edition, Version 4.0, (CD-ROM)  
Webster: The New Webster Encyclopedic Dictionary of The English Language. Consolidated Book  
広辞苑：広辞苑第6版，岩波書店（2008）  
日本宗教事典：日本宗教事典編集委員会編，日本宗教事典，弘文館（1994）

### アルファベット順

- (Codd, 1968): E. F. Codd, Cellar Automata, Academic Press (1968)  
(Gibson, 2010): Daniel G. Gibson, et al, Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome, Science 329 (5987), 52. [DOI : 10.1126/science.1190719]  
(Gregg, 2010): Gregg Millar, Holy Surgical Side Effect, Science NOW Daily News,10 February (2010)  
(Hardin, 1968): Garrett Hardin, The Tragedy of the Commons, Science, 1243-1248, 162 (1968)  
(Hawking, 1988): S. W. Hawking, A Brief History of Time, Bantam Books (1988)  
(Noether, 1971): Emmy Noether, Invariant Variation Problem, 1918 Transport Theory and Statistical Physics, 1(3), 183-207 (1971)  
(OECD, 2006): OECD Factbook (2006)  
(Wolfe-Simon, 2010): Wolf-Simon F. et al, science, 1197258 (2010)  
(Wolfram, 2002): Stephan Wolfram, A New Kind of Science, Wolfram Media Inc. (2002)

### 五十音順（同一著者内は年次順）

#### ア行

- (甘利, 2008)：甘利俊一監修，入来篤史編，言語と思考を生む脳，東京大学出版会（2008）  
(池内, 2010)：池内正孝著，ひとのことばの起源と進化，開拓社（2010）  
(市川, 村上, 1990)：市川惇信，村上陽一郎，世界認識するシステム科学，三田出版会（1990）  
(市川, 1996)：市川惇信著，ブレイクスルーのために，オーム社（1996）  
(市川, 1999)：市川惇信，システム生成子—創発システムの最小機能素子—，計測自動制御学会論文集，1340-1345（1999）  
(市川, 2000)：市川惇信，暴走する科学技術文明，岩波書店（2000）  
(市川, 2002)：市川惇信，複雑系の科学，オーム社（2002）  
(市川, 2006)：市川惇信，行政技官に見る日本社会の理系，岩波科学，76, No.1（2006）  
(市川, 2007)：市川惇信，科学から観る日本社会，社会技術レポート，No.3，社会技術研究



- 開発センター (2007)
- (市川, 2008) : 市川惇信, 科学が進化する5つの条件, 岩波書店 (2008)
- (市川, 2009) : 市川惇信, 進化する科学技術文明を考える. I. 旧約聖書に科学の基盤を訪ねる, 社会技術レポート No13, 社会技術研究開発センター (2009)
- (市川, 2010a) : 市川惇信, 言葉と神, そして文明をもたらしたものの, 学術文献普及会 (2010)
- (市川, 2010b) : 市川惇信, 進化の罫「ダーウィン・ディレンマ」が文明社会に危機を招く, 学術文献普及会 (2010)
- (市川, 2011, ウェブ) : 市川惇信, 日本社会は科学技術をどう見ているか (2011) <http://homepage3.nifty.com/a-ichik/japan-code-of-conducit/full-text.pdf>
- (医療懇報告, 2007) : 医療産業都市構想懇談会, 医療産業都市構想懇談会報告, 神戸市企画調整局 (2007)
- (ウィルソン, 1998) : E. O. ウィルソン著, 山下篤子訳, 知の挑戦—科学的知性と文化的知性の統合—, 角川書店 (2002)
- (植手, 1984) 植手通有編, 西周, 加藤弘之, 日本の名著 34, 中央公論社 (1984)
- (内田, 1968) 内田種臣編著, パース著作集 2, 記号学, 形相書房 (1968)
- (ヴェドラル, 2011) : V. ヴェドラル, シュレーディングアの鳥 生命の中の量子世界, 日経サイエンス, 34 頁, 10 号 (2011)
- (エリス, 2011) : G. F. R. エリス, マルチパースは実在するのか, 日経サイエンス, 34 頁, 12 号 (2011)
- (大井, 2004) : 大井玄, 痴呆の哲学, 弘文堂 (2004)
- (大井, 2008) : 大井玄, 「痴呆老人」は何を見ているか, 新潮社 (2008)
- (岡ノ谷, 2003) : 岡ノ谷一夫, 小鳥の歌からヒトの言葉へ, 岩波科学ライブラリー 92 (2003)
- (オッペンハイマー, 2003) : S. オッペンハイマー著, 仲村明子訳, 人類の足跡 10 万年全史, 草思社 (2007)

#### カ行

- (海部, 2008) : 海部美知, パラダイス鎖国, アスキー (2008)
- (加藤, 1999) : 加藤隆, 新約聖書の誕生, 講談社 (1999)
- (金澤, 2009) : 金澤一郎, 「科学技術」から「科学・技術」へ, 日本学術会議同友会会報, 2009 年 12 月, 第 31 号
- (木村, 1968) : 木村資生, 分子進化の中立説, 紀伊國屋書店 (1986)
- (グリック, 1987) : J. グリック著, 大貫昌子訳, カオス 新しい科学を作る, 新潮文庫 (1991)
- (クーン, 1971) : T. クーン著, 中山茂訳: 科学革命の構造, みすず書房 (1971)
- (厚労, 2009) : 平成 15-19 年 人口動態保健所・市区町村別統計の概要 (2005)
- (小林, 2005) : 小林登志子, シュメル—人類最古の文明, 中央公論新社 (2005)

#### サ行

- (佐倉 統, 2011) : 佐倉統著, 科学の横道, 中公新書 (2011)
- (サンデル, 2009) : M. J. サンデル著, 鬼澤忍訳, これから正義の話をしよう, 早河書房 (2010)
- (ジェインズ, 1976) : J. Jaynes 著, 柴田裕之訳, 神々の沈黙, 紀伊国屋書店 (2005)
- (ジェンキンス, 2010) : A. ジェンキンス, G. ペレス, 別の宇宙にも生命は存在する, 日経サイエンス, No.3, 20-28 (2010)

- (塩野, 2008, 2009) : 塩野七生 : ローマ亡き後の地中海時代 (上, 下), 新潮社 (2008, 2009)
- (末木, 2006) : 末木文美士, 日本宗教史, 岩波新書 (2006)
- (鈴木, 1978) : 鈴木秀夫, 森林の思考・沙漠の思考, NHK ブックス (1978)
- (スノー, 1964) : C. P. スノー著, 松井卷之助訳 : 二つの文化と科学革命, みすず書房 (1967)
- (関, 2011) : 関一夫, 赤ちゃんの不思議, 岩波新書, 1311 (2011)

#### タ行

- (ダーウイン, 1859) : C. R. Darwin 著, 八杉龍一訳, 種の起源 (上, 下), 岩波文庫 (1990)
- (ターナー, 2009) : W. S. ターナー : 宇宙の起源, 日経サイエンス, 21 頁, 12 月号 (2009)
- (ダイヤモンド, 2000) : J. ダイヤモンド著, 倉骨彰訳, 銃・病原菌・鉄 (上, 下) 草思社 (2000)
- (谷村, 2012) : 谷村省吾, 光子の逆説, 日経サイエンス, 2012. 03, 32 (2012)
- (津城, 2005) : 津城寛文 : 公共宗教の光と影, 春秋社 (2005)
- (デカルト, 1637) : Rene Descartes 著, 野田又夫訳, 方法序説, 世界の名著 22, 中央公論社 (1970)
- (ディーコン, 1997) : T. ディーコン著, 金子隆芳訳, ヒトはいかにして人となったか, 新曜社 (1999)
- (ドーキンス, 1982) : R. ドーキンス, 日高敏隆ほか訳, 延長された表現型, 紀伊國屋書店 (1987)
- (トク・ベルツ, 1979) : トクベルツ編, 菅沼竜太郎約, ベルツの日記 (上, 下), 岩波書店 (1979)
- (ドレンス, 2006) : P. J. D. Drenth: Social Sciences: Truthful or Usful, 日本学術会議, 学術の動向, No.4, pp35-48 (2007)

#### ナ・ハ行

- (中井, 1998) : 中井久夫著, 最終講義, 分裂病私見, みすず書房 (1998)
- (バラバシ, 2002) : A-L Barabasi 著, 青木薫訳 : 新ネットワーク思考, NHK 出版 (2002)
- (ハンチントン, 1996) : S. ハンチントン著, 鈴木主税訳, 文明の衝突, 集英社 (1998)
- (ファインマン, 1965) : R. P. ファインマン著, 江沢 洋訳, 物理法則はいかにして発見されたか, ダイヤモンド社 (1968)
- (ファリントン, 1953) : B. ファリントン, 出隆訳, ギリシャ人の科学 (上, 下), 岩波新書 (1955)
- (ブキャナン, 2009) : M. ブキャナン著, 水谷淳訳, 歴史は「べき乗則」で動く, 早河書房 (2009)
- (藤本, 2009) : 藤本竜児, アメリカの公共宗教, NTT 出版 (2009)
- (フロイト, 1939) : S. フロイト著, 渡辺哲夫訳, モーセと一神教, 筑摩学芸文庫 (2003)
- (文化庁, 1997) : 文化庁, 宗教年鑑 平成 10 年
- (ベーコン, 1620) : Francis Bacon 著, 桂寿一訳, ノヴム・オルガヌム, 岩波書店 (1978)
- (ハイエルダール, 1985) : T. ハイエルダール著, 山田晃訳, アクアク (上, 下), 光文社 (1958)
- (ハイゼン, 2010) : R. M. ハイゼン, 生物が作った多様性-鈹物進化論-, 日経サイエンス, pp52/60, 06 (2010)
- (ベネディクト, 1946) : R. ベネディクト著, 長谷川松治訳, 菊と刀, 社会思想社 (1967)

- (ベネット, 2011) : C. H. ベネット, B. シューマッカー, マックスウエルの悪魔現る, 日経サイエンス, 2011年, 8号, 32頁
- (ホーキング, 2010) : S. Howking & L. Mlodonow 著, 佐藤勝彦訳, ホーキング, 宇宙と人間を語る, エクスナレッジ (2011)
- (ポパー, 1972) : K. ポパー著, 森博訳: 客観的知識, 木鐸社 (1974)
- (ホホワイト, 1939): A. D. White 著, 森島恒雄訳: 科学と宗教の闘争, 岩波新書 (1939)

#### マ・ヤ行

- (マインツァー, 1997) : K. マインツァー著, 村上量空訳, 複雑系思考, シュプリンガー・フェアラーク (1997)
- (マンデルブロ, 1982) : B. B. Mandelbrot 著, 広中平祐監訳, フラクタル幾何学, 日経サイエンス (1984)
- (モーガン, 1998) : E. モーガン著, 望月弘子訳, ヒトは海辺で進化した, どうぶつ社 (1998)
- (モノー, 1970) : J. モノー著, 渡辺 格, 村上光彦訳, 偶然と必然, みすず書房 (1972)
- (文科省訳, 2010) : 文部科学省, 科学技術・学術審議会, 学術分科会第 37 回配付資料
- (山我, 2003) : 山我哲雄著, 聖書時代 旧約篇, 岩波書店 (2003)
- (山田, 1939) : 山田 済斎編, 西郷南州遺訓, 岩波文庫 (1939)

#### ラ・ワ行

- (ライシュ, 2008) : R. B. Reich 著, 雨宮寛, 今井章子訳, 暴走する資本主義, 東洋経済出版 (2008)
- (ラマチャンドラン, 1998) : V. S. ラマチャンドラン, S. ブレイクスリー著, 山下篤子訳, 脳の中の幽霊, 角川書店 (1999)
- (リカルド, 2009) : A. リカルド, J. W. ショスタク, 生命の起源, 日経サイエンス, 28頁, 12月号 (2009)
- (リベット, 2004) : B. リベット著, 下条信輔訳, マインド・タイム, 岩波書店 (2005)
- (レーダーマン, 2004) : L. レーダーマン, C. ヒル著, 小林茂樹訳, 対称性, 白揚社 (2008)
- (ロレンツ, 1997) : E. N. Lorenz 著, 杉山 勝, 杉山智子訳, ローレンツカオスのエッセンス, 共立出版 (1997)
- (ワッツ, 2004) : D・ワッツ著, 辻竜平, 友知政樹訳, スモールワールド・ネットワーク, 阪急コミュニケーションズ (2004)
- (和辻, 1979) : 和辻哲朗: 風土 一人間学的考察一, 岩波書店 (1979)

## 著者紹介

### 市川 惇 信 (いちかわ あつのぶ)

1930 生。1958 年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程修了（工学博士）。現在：東京工業大学名誉教授。1960 年にケース工科大学（現ケースウエスタン大学）の世界最初のシステム研究センターにポストドクトラル・フェローとして勤務して以来、システムの視点から研究を進めてきた。関心はシステム制御、システム設計、環境理念、科学技術と社会、に亘る。

著書：ブレークスルーのために（オーム社，1996，日刊工業新聞技術科学図書文化賞）。暴走する科学技術文明（岩波書店，2000，日刊工業新聞技術科学図書文化賞）。複雑系の科学—セル・オートマタ体験 CD-ROM 付—（オーム社，2002），科学が進化する 5 つの条件（岩波書店，2008），言葉と神，そして文明をもたらしたもの（学術文献普及会，2010），進化の罫「ダーウィンディレンマ」が文明社会に危機を生む（学術文献普及会，2010）ほか



[刊行物審査委員会]

高畑 尚之

池内 了

長野 泰彦

[編集委員会]

麻生 武彦

及川 昭文 (委員長)

颯田 葉子

平田 光司

平成 24 年 8 月 31 日発行

---

総合研究大学院大学葉山彙報 no.1

---

著 者 市川 惇信

編集・発行 国立大学法人  
総合研究大学院大学  
〒 240-0193 神奈川県三浦郡葉山町(湘南国際村)  
TEL. 046(858)1500(代表)

印 刷 株式会社 遊文舎  
〒 532-0012 大阪市淀川区木川東 4-17-31  
TEL. 06(6304)9325(代表)

---