

概念発達と教育

梅 本 洋

問題設定

外国語の習得が通例大きな困難を伴うのとは対照的に、母語の獲得はいわば自然になされるのが普通である。就学前の子どもでさえ、多くの場合、基本的なコミュニケーション手段として言語を使用することが出来る程度の習熟に到達する。

しかし、子どもが文法規則に則した形で言語を使用し発話するとしても、そこで用いられる個々の語がしかるべき意味内容を正確になっているとは限らない。全く同一の語であっても、子どもが使用した場合と大人が使用した場合とではその意味内容がはなはだしく異なっていることは決して稀なことではない。語の意味内容すなわち概念が子どもと大人とでは大きく質的に相違することも少なくないのである。両者の間に認められる概念の相違は、教育に対して重要な問題を提示する論点になると考えられる。

概念内容のあり方が最も明白な形で教育的に問題となるのは、お

そらく科学で使用される諸概念との関連においてであろう。発達初期における母語の獲得過程で、またそれ以降の日常生活の多様な場面において、子どもは、さまざまな語とその語がになう概念を自発的に習得してゆくが、そのようにして習得された概念は科学的概念とはおよそ異質な前科学的概念であるのが通例である。そして、外国語の習得が困難を伴うのにも似て、科学的概念の習得が系統的な教育の過程に媒介されることを必要とする困難な事象であることを考えれば、教育のしかるべき成果にあずかることのなかった大人が保有している概念もまた前科学的性格を脱却するには至らないといわなければならない。

以下本稿では、系統的な教育に先行して日常生活のなかでいわば自然発生的に習得されてゆく概念を「内生的概念」と呼ぶことにする。前科学的な内生的概念は教育を介していかにして科学的概念へと発達してゆくのであろうか。教育の場面において生徒側の内生的概念はどのような作用をおよぼすのか。こういった問題を念頭において、本稿では、まずいくつかの具体的な例を挙げて内生的概念の

内容を確認し（第一節）、次いで内生的概念がいかに教育に対して抵抗し教育の意図を阻害するかという問題をとりあげる（第二節）。そのうえで、内生的概念のあり方を規定している認識機構について論及し（第三節）、最後にその背景要因として進化的適応の問題に触れることにしたい（第四節）。

一 内生的概念と科学的概念

内生的概念に関する研究は、これまで主として自然科学の領域との関連において行われてきている。そこで、以下本節でも自然科学の分野に属するテーマに即して内生的概念の具体例を挙げることにしたい。とりあげるのは、物体の運動の内生的概念（物理理論の領域）なうぎに原子・分子の内生的概念（化学理論の領域）である。

内生的概念の検出にあたっては、提示された設問に対する被験者の答を分析する手法が広く用いられている。被験者の年齢やその他の条件に応じて、設問は口頭で与えられることもあれば、書かれた文章で提示されることもあるし、図や映像があわせて使用されることもある。設問に対する被験者の答も口頭による場合もあれば、用紙に記入することが求められる場合もあるし、両者が併用されることも少なくない。以下では内生的概念の具体例を挙げてもらえらその前科学的性格を指摘することに主眼をおき、個々の調査や実験において実際にどのような諸条件が設定されたのかといった細目には

必要最低限のものを除きいちいち触れないことにする。

内生的概念の顕著な特徴は、何よりも、その内容が標準的な科学的概念から全くかけはなれているという点にみいだされる。これをまず物体の運動の概念について指摘することしよう。概念発達（内生的概念から科学的概念へのシフト）に関する研究においてパイオニア的存在の一人と目されているケアリーの著作の冒頭部分でも紹介されている（Carey, 1985）「古典的」な事例を援用する。

この事例で被験者に提示されるのは、天井方向に放り上げられた硬貨の運動であって、これはどの被験者にとってもごく日常卑近なものである。被験者自身経験上よく知っている通り、放り上げられた硬貨は当初は上の方に動いてゆくが、やがて落下してくる。この硬貨の運動に関して被験者に与えられる設問は、硬貨が天井方向に上昇しているときと、そのあと床方向に落下しているときにそれぞれ硬貨に作用している力の方向を問うものである。被験者は、硬貨の運動を描いた図を渡されるので、その図のなかの指定された二つの点のところに、硬貨に作用している力の方向を示す矢印を記入するだけでよい。図のなかの二つの点のうち一方は硬貨が上昇運動している時点に対応し、他方は硬貨が落下運動している時点に対応していることはいまでもない。設問を極力単純化するために空気抵抗などは無視する取り決めになっているし、被験者に与えられる図は投げ上げられた硬貨が上昇中も下降中も回転運動などしていないように描かれているので、硬貨の回転運動なども当然度外視する。

このように単純化されてはいても、物理学の運動理論の基本をきちんとマスターしていない限り、右の設問に正しく答えることは被験者にとってまさに至難のわざである。ケアリーによれば「大学で一年間物理学をやったニュートン力学の関連する部分を教えられたことのある者でさえ」(Carey, 1) この設問に正答できないことが珍しくない。ひとたび投げ放たれるや、上昇中であれ下降中であれ硬貨には重力しか作用していないので、図のなかの指定された二つの点のところにはいずれも下向きの矢印だけを記入するのが正答である。しかし、多くの被験者は、上昇中の硬貨に対しては上向きの矢印を記入し下降中の硬貨に対しては下向きの矢印を記入する。このようにして多くの被験者が容易に誤答に陥るのは、被験者が物体の運動に関する直観に根ざした内生的概念に強力に拘束されているためにはかならない。この内生的概念に依拠する限り、被験者は設問における硬貨の運動についておよそ次のようにしか考えることができないのである。

投げ上げられた硬貨がまず天井方向へ上がっていくのは、上方へ駆動する力が硬貨に作用しているからである。このとき硬貨には重力も同時に作用しているが、上方へ駆動する力の方が重力よりも強いので硬貨は上昇する。(そういう訳で、被験者は上昇中の硬貨に対しては上向きの矢印を記入する。)しかし、やがてこの上方へ駆動する力は通減してゆき消滅してしまう。その結果、今度は重力の作用で硬貨は落下する。(そこで、被験者は下降中

の硬貨に対しては下向きの矢印を記入する。)

被験者のこの考え方は一見筋が通っていて実にもっともらしい。大人でもこのように考える人が多数を占めるのではないかと思われる。けれども、この考え方は物理学の運動理論とは全く相容れない誤謬である。マクロスキーとコールは、こうした誤謬が「物理学の訓練をうけたことのないほとんどの人々ならびに場合によっては物理学の科目をとったことのある人々によっても示される」(McCutcheon & Kroll, 147) ことを指摘したうえで、こうした誤謬に導く考え方を「運動の動力理論 (the impetus theory)」と名づけている (Ibid.)。マクロスキーとコールによれば、この「運動の動力理論」は「物体を運動状態に置く行為がその物体に力すなわち〈動力 (impetus)〉を与え、この動力は運動を維持する働きをする」と考えるのである。しかし、動力は徐々に消失して、その物体の速度を落とさせ停止させる」(Ibid.)。

物体の運動の内生的概念は、マクロスキーとコールのいう右のような「一動力」の考え方と緊密に結びついており、子どもだけではなく多くの大人にも広く共有されている。物理学で 사용되는運動概念の習得が大きな困難を伴うのとは対照的に、この内生的概念は自然発生的に獲得される。次節ではこうした内生的概念について教育側の視点から検討を加えるが、その作業に着手するまえに、内生的概念の具体例をもう一つとりあげてみることにしたい。

二番目の具体例は、原子と分子に関するものである。第三節で触

れるように、概念発達の研究においては、多くの場合、物理、生物、心理の領域に属する内生的概念がとりあつかわれてきている。したがって、以下に化学の領域に属する原子と分子の内生的概念を具体例としてとりあげるのはいささか異色といえるかもしれない。しかし、本節の目的は内生的概念と科学的概念の相違に焦点をあてることにあり、原子と分子の内生的概念をとりあげることはこの目的に充分かなうと考えられるので、以下ではあえて化学の領域から二番目の具体例を挙げることにする。

原子という語は決して一部の専門家だけしか使わない耳慣れない学術用語という訳ではない。分子という語も同様である。これらの語は、日常的な場面で接することも稀ではない比較的一般的な語であるといえるであろう。しかし、これらの語がになう意味内容、すなわち原子と分子の概念に目を転ずると、語が比較的一般적であるのとは裏腹に原子と分子の科学的概念は到底一般的ではないといわねばならない。

物体の運動に関して内生的概念と科学的概念との間に大きな質的相違が認められたように、原子と分子をめぐる内生的概念は科学的概念から大きくかけはなれている。ワイザーとスミスによれば、「原子と分子の理論がどの時点でカリキュラムに導入されるかとは無関係に、大半の高校三年生は、原子の性質、作用、構造的配列について顕著な誤概念を露呈する。彼らはまた原子や分子によるモデルが巨視的な属性と現象をどのように説明するかという点について

も誤概念をもっている」(Weiser & Smith, 1983)。ワイザーとスミスがここで誤概念と呼んでいるものは、多くの高校生に確認される原子と分子の内生的概念のことにほからならない。それでは、この場合、生徒たちが用いている原子と分子の内生的概念にはどのような誤りが認められるというのであろうか。これについてワイザーとスミスは、関連する先行諸研究をレビューしたうえで所見を提示しているのだ、その要点をとりあげてみることにしたい。

まず原子や分子の概念内容の根幹にかかわる論点について、ワイザーとスミスは、「多数の生徒は原子を物質を基本的に構成するものとしてではなく物質のなかにある何らかのものとしてとらえている。生徒たちは、原子を物質の中身に埋めこまれているものと見るのである」(Weiser & Smith, 1983)と指摘している。これは注目すべき指摘であるといわねばならない。物質の内部にその一成分として含みこまれているものという、多数の生徒たちの原子概念(内生的概念)が、科学的な原子概念(物質の特性が保持される範囲内での当該物質の最小構成単位)と大きく対立していることは明白であり、たちいてその内容を分析すればこれら二つの原子概念は論理的に相矛盾することになると考えられるからである。また、ワイザーとスミスによれば、「原子を、相互の間に空間をもたない積み上げられた立方体として」(Weiser & Smith, 1983)とらえている生徒もいるが、このような原子の内生的概念も、やはり基本的に非科学的である点では右の内生的概念と大差はない。

ワイザーとスミスは、以上のような原子の内生的概念が物質の「科学的モデルの機能¹⁾を果たさない」(Ibid.)という点に注意を促している。原子の概念が物質の科学的モデルとして機能するためには、物質の観察可能な属性を説明するためにその属性とは根本的に異なった水準における記述を提示することが不可欠である。たとえば、ある物質の流動性や粘性を原子や分子の概念を用いて科学的に説明するためには、原子構造や分子結合に関する記述を提示しなければならぬ。原子構造や分子結合のあり方が物質の流動性や粘性を説明するのであって、決してその物質の原子や分子それ自体がサラサラしていたりネバネバしていたりする訳ではない。原子や分子の科学的概念は、流動性や粘性といった観察可能な属性とは本来異なる水準に属しているのであって、ワイザーとスミスがいうように「物質は同じ原子で作られていながら異なっている場合もあるのである」(Waiser & Smith, 2021)。原子や分子の内生的概念には、科学的説明に含まれるこのような水準の相違が完全に欠落している。ワイザーとスミスは、多数の生徒たちが「原子や分子を、巨視的な対象と同一の性質をもった、その対象の微細な部分として考えており、その微細な部分に巨視的な属性を過剰に拡張する」(Ibid.)と述べて、原子や分子の内生的概念の顕著な非科学的特徴を端的に指摘している。

二 内生的概念と教育

内生的概念は人々がごく早いうちから自発的に獲得してゆくものである。前節では物理と化学の領域に属する内生的概念の具体例をとりあげたが、そのほかにも生物などの領域に属する内生的概念について研究がなされてきている。教育との関連で特に注目すべき点は、多くの研究者が、生徒側の内生的概念が教育に対して頑強に抵抗し結局教育を不首尾に終わらせてしまうことがいかに多いかを異口同音に指摘していることである。そこで、内生的概念の教育抵抗性に関する言明をいくつかとりあげてみることにしよう。

ヴィエノは、「我々は皆〈直観的物理学〉の共通の説明図式を共有している」(Vianotti, 2005)と述べているが、ヴィエノのいう「直観的物理学」とは物理的事象の内生的諸概念に依拠した思考様式のことである。この「直観的物理学」は、科学的な物理学からすれば誤謬に満ちているのであるが、ヴィエノによれば、一どれほど間違っているとしても、それを変えたり修正したりする試みに抵抗するのである。この〈直観的物理学〉はごく控え目に見ても教育に対して重大な挑戦をつきつける」(Ibid.)。そして、ヴィエノは、「直観的物理学」の枠内で「ごく自然になされる推論は高度に頑強であり、…それに対立する教育をものともせず²⁾に生きのびてゆくのである」(Ibid.)と指摘している。内生的概念を相手にして教育はかなり分

が悪そうである。

内生的概念の教育抵抗性に関するこうしたヴィエノの言明を裏づけるような報告は多数なされている。次にその種の報告を二つひきあいにだすことにしよう。最初はケアリーによって紹介されているもので、脳の働きの概念が子どもにおいてどのように発達するかをテーマとする研究がとりあげられている。脳の働きの概念は、幼児期においては考えるとか覚えるといった心的活動に限定されており、身体運動や咳や睡眠などにも拡張されるのは思春期以降であるとされている (Curey, 48-50)。さて、ある小学校の五年生の理科の授業で脳の働きが扱われ、生徒たちは脳が身体の随意運動だけではなく不随意運動も制御していることを教わった。そこで、わざわざこの授業をうけた生徒たちを被験者として調査が行われたのであるが、その際、この生徒たちは脳が咳や睡眠に関与することを決して認めようとはしなかった。要するに、授業をうけたあとも、脳の働きの概念は、授業をうける以前と何ら変わらなかったのである。ケアリーがいうように、脳の働きに関する「カリキュラムの単元は結果に全くもって何の効果もたらさなかった」(Curey, 51)。そして、小学校におけるこの理科教育の不首尾は「大学の物理学の科目が学生たちの直観的力学に何ら影響を及ぼさないという実に印象深い失敗を思いおこさせる」(Ibid.) とケアリーはつけ加えている。

次の事例に移ろう。ダ・シルヴァは、ブラジルの都市部とその近郊で初等学校および中等学校に通学している生徒たち一六〇名に設

問を配布し、回収した解答を丹念に分析した。(通常のアンケート調査とはかなり性格が異なるので、ここでは回答ではなく解答という語を使用する。) 設問の配布と解答の回収には質問紙を用いている。設問は全部で一五問であるが、いずれも生徒にとってなじみがあると同時に学校の授業でも扱われる自然現象に関するものである。たとえば、なぜ月の形は変わるのか、なぜ切り傷ができると血が出るのかといった設問で、生徒たちは文章で解答を書く記述方式を用いた。この調査が行われたのは二〇〇一年であるが、設問に答えた生徒たちの年齢は、その多くが九歳から一八歳の範囲に収まるものの、ブラジルの状況を反映して七歳から実に四三歳にまでわたっている。白紙の解答などを差し引き、結局ダ・シルヴァが分析したのは合計一九三九の解答であった。その分析結果によれば、確かに何人かの生徒は科学的概念を用いて的確な内容の解答を書きはした。しかし、そのような解答は「稀である、ごく稀である」(Da Silva, 151) とダ・シルヴァは述べている。授業で教わったはずの内容を、どうしてもほとんどの生徒たちは解答を書く際に活用することができなかったのか。これについてダ・シルヴァの見解を引用すると、「生徒たちの思考様式を修正するためには新たな概念を授業に導入するだけでは不十分なのであって、その科学的概念と日常的概念との間で生起してゆく事柄によってすべてが決まるのである。我々が解答を分析した生徒たちについては、何一つ生起せず、新たな概念は無視され、彼らは：相変わらず通俗的知識という道具で思考し続

けるのである」(Da Silva, 1983)。ところでダ・シルヴァが「日常的概念」と呼んでいるものが内生的概念であることはいうまでもないであろう。内生的概念はまさに日常の概念として、通俗的知識を強固に構築しているのであって、教育がそれを突破して生徒に科学的概念の習得をもたらすことは決して容易ではないのである。

それでは、内生的概念に拘束された生徒の思考様式には教育によって科学的概念が容易には媒介されないのはどうしてなのであるか。教授法に致命的欠陥があるためだろうか。生徒の学習意欲が低すぎるためなのであるか。さまざまな要因がケース毎にさまざまな形で影響しているに違いない。しかし、ここでは特に内生的概念そのもののあり方に着目することにしたい。

内生的概念が教育に対して頑強に抵抗するということは、とりもなおさず内生的概念が教育をブロックするほどの強大な力を持っているということにはかならない。その強大な力は、何よりも内生的概念の堅固な組織的体制に由来していると考えられる。すなわち、生徒の思考を強力に方向づけてゆくいわば理論的構築物が、教育に先だって内生的概念を基軸として形成されているのである。この理論的構築物はいくつかの領域毎に形成され、一般に「素朴理論」とか「直観的理論」あるいは「素人理論」などと呼ばれている。また、テーマ領域の名を冠して「素朴生物学」、「直観的物理学」といった呼称が用いられることもよくある。

内生的概念に依拠する素朴理論は、子どもの発達のごく早いうち

から全く自然な形で形成されてゆくことが知られている。素朴理論は、子どもの思考ひいては大人の思考をも一定の方向へ強力に誘導してゆくものである。ヴォスニアドウらは、素朴物理学が物理の領域における思考を系統的に一定の型にはめこむ枠組として構造化されていることに注意を促して、次のように述べている。「物理的世界についての素朴物理学による初期の説明は断片的な観察ではないのであって、一つの首尾一貫した全体すなわち枠組、理論を構成する。枠組理論は変化しがたい。それは首尾一貫した説明の体系を形成し、日々の経験に基づいていて、素人文化の文脈における我々の日々の経験によって絶えず繰り返し確認されてゆくからである」(Vosniadou et al., 4)。内生的概念は、ヴォスニアドウらのいうこの「枠組理論」に有機的に組みこまれているのであり、その論理構造の力を以って思考を強力に規制するのである。この規制の及ぶところに教育の作用は外部から容易には介入しえない。

稲垣と波多野は、幼児を被験者とする一連の実験的研究を行った結果、早くも就学前には生物に関する特徴的な考え方、すなわち内生的概念に依拠した素朴生物学が一般に確立されていることを確認している。この素朴生物学も素朴物理学と同様に決してとりとめない断片的なものではないのであって、稲垣と波多野によればそれなりに洗練された論理構造によって組織化されているのである。稲垣と波多野は、「幼児は、生物現象に適用可能な、整合的で、組織だった知識をもっている」(稲垣・波多野、一一二)と指摘したう

えて、「この知識は、そこに因果的な説明の枠組みが含まれるため、素朴理論であるといえるだろう。四歳の子どもでも、一連の生物現象について一貫したもっともらしい予測ができるし、それよりもやや年長の子どもになれば、特定の因果装置に言及して自らの予測を正当化することもできる」(同前)と述べている。もとよりこの素朴生物学は前科学的なものでしかない。とはいえ、稲垣と波多野が述べているように、それは「生物／無生物の区別と心／身体の区別、動植物について一貫したもっともらしい予測を可能にする推論様式(擬人化)、生物現象に対する非意図的な因果的説明の枠組み(生気論)」(稲垣・波多野、二二二)という「生物学に関する三つの本質的な構成要素をもっている」(同前)のである。子どもに限らず大人であっても、普通に日常生活を送る場面ではこうした素朴生物学だけで充分にやってゆけるに違いない。それは、内生的概念に即した組織的構築物として充分な堅固さとそれなりの効力を具えているのであって、外部からの教育的媒介による科学的概念の浸透を容易には許容しないのである。

三 内生的概念と認識制約機構

内生的概念を核とする素朴理論はテーマ領域毎に早くも幼児期に構築される。しかも、素朴理論がそれなりに洗練された構造的性格をもっていることを考えると、その構築をいわばとりしきる仕組み

のようなものがあって、それがかなり強力に働いていると想定せざるを得ないであろう。

そうした仕組みのようなものは、人間が自らの生存環境のあり方やその意味あいを認識してゆく際に、その認識が自らの生存にとって適切なものとなるように制約する機構であると考えられる。きわめて単純な事象であっても、それを認識する主体側の認識のあり方がしかるべく制約されていない限り、適切な形で把握することは端的に不可能であるといわなければならない。一例として、「物体が支えを失って落下する」というごく単純な事象をとりあげてみよう。この場合、スベルキーが主張するように「もし子どもたちが、支えを失う物体を、落下する物体と同^一の物体として(そして支えそのものとは異なる物体として)表象することができなければ、子どもたちはただ単に、何かが支えを失うという出来事の次に、何かが落下し(物体)何かが残る(支え)という出来事が続くということとを学習するにすぎないであろう」(SPERKIE, 199)。支えを失った物体の落下を認識する場面では、その認識がすでに物体の同一性に即して制約されていることがわかる。こうした認識の制約は、発達のきわめて早い時期から見出されることが知られている。ワイザーとスミスによれば、「乳幼児が、固くて永続的で抵抗力があり、さらに特徴的な属性と機能を具えた輪郭のある物として物理的対象をとらえる強固な概念をもっていることを示すたくさんの証拠があるのである」(WISER & SMITH, 2008)。ちなみに、ワイザーとスミスは、早

くも生後「八ヶ月までには、乳児は、個々別々に分かれている（数えられる）物と液体や集合体といった（数えられない）物を区別することを示すいくつかの証拠がある」（Ibid.）とつけ加えている。

認識のあり方を特定の形態に方向づけてゆく制約機構が複数のテーマ領域毎に発達のきわめて早い時期から作用する点に注意を促しつつ、波多野と稲垣は、その制約機構の機能に関して「特定の知識という形態ではなくバイアスと選好という形態をとる」（Ivanova & Imamura, 270）こと、「学習メカニズムとして働く」（Ibid.）こと、「概念発達の初期相においてきわだって重要である」（Ibid.）ことを指摘している。このような認識制約機構が学習メカニズムとして働く結果、通例、いくつかの抽象的カテゴリーが幼児期においてある程度確立されるにいたる。ルッツとカイルの研究によれば、「遅くとも四歳になるまでには、子どもたちは、生物の種類や機械的人工物といった抽象的カテゴリーの根底にある根本的関係の骨格的観念を反映する認知図式を明白に使用することによって、連想的パターンを乗り越えて判断をくだすことができるのである」（Lutz & Kail, 1082）。ここでルッツとカイルが着目している認知図式なるものが内生的概念と密接不可分の関係にあることは、容易に見てとることができよう。そしてまた、この認知図式が、内生的概念を組み合わせることでテーマ領域毎に構築される素朴理論の重要な形成要因であることも明らかである。

認識制約機構によって方向づけられる内生的概念さらにはそれを

組みこんだ素朴理論の内容を、すべて日常的経験に還元することは決してできない。内生的概念の形成を規制する認識制約機構は本来、経験主義的な次元を超えているのである。この点との関連で、ゲルマンによる実験は興味深い。ゲルマンによれば、その実験は「自ら動作をひきおこす能力をもつ対象とまたない対象を弁別するのに役だつ複雑な外観的特徴を活用する術を、子どもが早い時期から習得していることを証明する」（Gelman, 85）ものである。被験者は三歳

児と四歳児で、いろいろな動物や品物のカラー写真を見せられたうえで、それらの被写体が自力で岡を上がって下ることができるかどうかを判定することが求められる。この実験の真骨頂は、被写体の入念な選択にある。被験者の幼児たちが、日々の経験のなかでは決して接することのないようなおおよそなじみのない珍しい動物と品物ばかりを選んだのである。たとえば、ハリモグラ、神話に登場する生き物をかたどった容器、昆虫のような目をした土偶といった具合で、被験者の幼児たちは一人として被写体の名前を知らなかったし、被写体は何であるのかも確定できなかった。同じ写真を見せられたペンシルヴァニア大学の学生たちも多くが同様であったという。それにもかかわらず、被験者の幼児たちはこの実験で好成績をあげたのである。ゲルマンは次のように述べている。「すでに三歳ないし四歳で、以前には骨格的知識にすぎなかったものがかなり洗練されたものになっている。この年齢の子どもたちは、写真を見て写っている動物が自分で動く能力をもっていることをいえるだけではなく、

さらにどんな動作ができるのか、その対象が本物なのか適当な材料でこしうえた物なのかもいうことができるのだ」(GRIFFMAN, 92)。どうして、被験者の幼児たちは、それまでの経験で一度たりとも見たこともなければ聞いたこともない被写体について正しく判定できたのであろうか。幼児たちは自分の経験だけに依拠しながら大胆なアナロジーに訴えてでもいるのであろうか。幼児たちはそれまでの自分の経験だけに頼ってこうした判定をやったのだと主張する経験主義的な考え方にはやはり相当に無理があるように思われる。それよりも、幼児たちは、内生的概念に依拠した素朴理論に訴えることによって、経験上全く新奇な事例についても適切に判定を行っているのだと考える方が、幼児たちの正答率が一貫して高いという点に照らしてはるかに合理的であろう。

内生的概念や素朴理論の内容をすべて経験に還元するのは無理であること、また、内生的概念や素朴理論の形成を方向づける認識制約機構が乳児期から働いていることなどから、実際、多くの研究者は、濃淡の差はあれ、この認識制約機構に関して生得的な要因を想定している。素朴生物学を例にとると、稲垣と波多野は、「素朴生物学が早期に、しかも普遍的に獲得されるのは、幼児の注意と符号化を方向づける生得的制約と、現象間の観察された結びつきについての子どもへの解釈の範囲を限定する生得的制約により助けられているからだ」(稲垣・波多野、一五〇)と考えている。個々の人間の内部で早くも乳幼児期から機能してゆくこの生得的制約は、巨視的

に見れば人類の進化的適応と軌を一にして成立するにいたったと考えられる。次節では、この問題を検討することにした。

四 内生的概念と進化的適応

発達のごく早い時期から確認される、内生的概念に即した素朴理論は、生得的制約をうけつつテーマ領域毎に構築されてゆく。ここで注目すべき点は、それらのテーマ領域がかなりの程度特定化されているという事実である。特定化されたテーマ領域として何を挙げるかについては、研究者によって多少の違いが見られる。たとえば、スペルキーは「幼児は、物理、心理、数、地理の四領域において体系だった知識をもっているように思われる」(SPELLER, 433)と述べているが、稲垣と波多野によれば、物体の運動にかかわる物理の領域、人間の意識的行動にかかわる心理の領域、身体と生命活動にかかわる生物の領域の三つが、素朴理論の「中核領域であるというのが大方の研究者の合意となっている」(稲垣・波多野、四)。素朴理論のテーマ領域がこのように特定化されているのは、これらの領域が人間の生存にとって特に死活的な重要性を有しているからであると考えられている。稲垣と波多野がいうように、「幼児はいくつかの選ばれた領域、おそらく人間という種が生きのびるのに重要な役割を果たしてきた領域にのみ素朴理論をもっている」(同前)のであろう。

こうした考え方をもし進めてゆけば、内生的概念に即した素朴理論のテーマ領域は、人間の生存と特に密接に結びついているのであり、人間の生存の切実な諸条件によって濃厚にいろどられたものにほかならないことになる。内生的概念に即した素朴理論が確立されその機能を發揮するのは、何よりも人間の基本的生存が追求されてゆく次元においてなのであって、本来この次元は純然たる科学的認識の次元ではない。物体の運動の内生的概念と科学的概念の相違に関するイエーツらの次の指摘は、この点をついている。「人間が生きている世界とニュートン理論のなかで記述されている世界との違いが、運動のニュートンの概念と〈素朴〉概念との相違を説明するように思われる」(Yates et al., 273)。それでは、イエーツらがここで「素朴」概念すなわち内生的概念と結びつけている「人間が生きている世界」とは、そもそもどのような世界なのであろうか。これは、内生的概念の由来にかかわる問題である。イエーツらはこの問題については何も言及していないが、単に日常的ななじみ深い世界を思い浮かべるだけではこの問題の核心に近づくことはできない。そこで、内生的概念の由来にアプローチするために、人間の生存という観点から人類の進化を視野に収めるような巨視的な見方を導入すべきである。

今日現存している、ホモ属に属する唯一の種である我々人間¹ホモ・サピエンスが、この地球上に出現したのは約二〇万年前のことであるといわれている。しかし、人間は決して二〇万年ほど前に全

くの無から突如として現れてた訳ではなかった。人間の遠い祖先がチンパンジーとの共通祖先から別れて、独自の進化の途をたどり始めたのは約七〇〇万年前とされている。我々人間¹ホモ・サピエンスは、約二〇万年前のその出現に先だつ約七百万年の人類進化をうけて初めて登場してきたものにほかならないのである。人間はいやおうなくこの約七〇〇万年にもわたる進化の帰結を今日もお継承しているのであって、人間の種々の認識活動のあり方も当然ながらこうした進化の過程によって根本的に規定されていると考えなければならぬ。

進化と不可分の関係にある自然淘汰が、有機体の生存環境に即した生存可能性にかかわる事象であることを考えれば、人間の認識機能も進化の観点からは、生存可能性を追求するための機能として捉えられるのは当然であらう。こうした発想に基づいて、人間の認識に関する諸問題を進化との関連において考察する研究動向のなかで私見によれば最も先鋭な形で展開されてきたものは、進化論的認識論(die Evolutionäre Erkenntnistheorie)である。そこで、以下では、進化論的認識論の代表的論者の見解をとりあげて、内生的概念や素朴理論の性格、さらには教育の課題について考えることにしたい。

約七〇〇万年におよぶ人類進化の舞台となった生存環境は、テクノロジーが高度に発達し急速にグローバル化を遂げつつある今日の文明社会とはおよそ異なる環境である。我々人間の進化的適応を根

底から決するに至った、人類進化の展開の場である人間的生存の環境を、フォルマーは次のように「メゾコスモス (Mesokosmos)」と呼んでいる。「我々の認識器官が、知覚と行動によって世界を征服しなければならなかったがゆえに何百万年にも及ぶ進化のなかで適応していったその世界は、現実世界の一部分であるにすぎない。それは、中程度の規模の世界であって、数ミリから数キロ、数秒から数年、数グラムから数トンの範囲の世界である。この世界を我々は「メゾコスモス」と名づける」(Vollmer, 122)。人間の認識のあり方は、そもそもミクロコスモスにもまたマクロコスモスないしメガコスモスにも適合していない。人間が生きている世界、否、正確に言えば、その何百万年にもわたる進化の過程でほんの少し前まで人間が生きていた農耕以前の世界は、まさにフォルマーのいうメゾコスモスであり、人間の認識のあり方は、脳をはじめとする認識器官からして、ひとえにこのメゾコスモスに適合するように進化したからである。これは、人類の進化的適応のしからしむるところにほかならない。「我々の主観的な認識構造は、このメゾコスモスに刻印され適応しており、メゾコスモスのためにメゾコスモスによって選択され、そこで試されて適正とされたのである」(Vollmer, 134)とフォルマーは述べている。生得的な認識制約機構によって方向づけられる内生的概念に即した素朴理論が、メゾコスモスの認識構造に深く根ざしたものであることは人類進化の観点にたてば容易に見てとることができる。

しかし、農耕以降のここ一万年ないし数千年来の文明化の進展に伴い、人間のおかれた状況は劇的に変化してしまった。もはや人間は、農耕以前の狩猟採集に依存したメゾコスモスの狭隘な限界内に閉ざされて生きているのではない。メゾコスモスは昨日の世界である。少なくとも科学的認識に関する限り、メゾコスモスは昨日の世界である。人間の認識のあり方が今日もなお依然としてメゾコスモスに即して体制化されたままであるにもかかわらず、フォルマーがいうように「科学的認識はこれらのメゾコスモスの認識を超えたところで展開されてゆく」(Ibid.) からである。

それでは、本来メゾコスモスに適合するように進化を遂げた人間の営みである科学的認識が、それ自体としてはメゾコスモスの次元を超えることになったのは、どういう事情によるのであろうか。それは、科学さらに広くいえば知識や文化が、その根本的な性格において生物学的な人類進化とは異質であることに由来している。ヴェケティツは、「生物進化において獲得形質の直接的遺伝は存在しないが、文化の獲得形質は一つの世代から他の世代へ直接に伝達される」(ヴェケティツ、一七四)と指摘している。第二節で述べたように内生的概念が教育に対して頑強に抵抗する事実を考えれば、文化の「獲得形質」がヴェケティツの指摘通り果たしてたやすく「直接に伝達される」ものであるのかは、はなはだ疑問であるといわざるを得ないが、文化の「獲得形質」が人間の社会に加速度的に蓄積されてゆくことは間違いない。その意味で、やはり文化の進展は基本的に

ラマルクの過程であると考えるべきであろう。フォルマーがいうように、「知識の進化は、確かに生物学的な前提条件にもとづいてはいるものの、それ自体は何ら生物学的現象でもなければ生物学的に説明しうる現象でもないのである」(Volkmr, 134)。

科学に代表される知識や文化の進展がそれ自体何ら生物学的な事象ではないとしても、その知識や文化をうみだして享受する人間は、決して生物学的次元をツールに免れることはできない。人間存在がことごとく生物学的次元に還元され得ないことは改めていうまでもないが、同時に、その人間存在が生物学的次元から完全に脱却し去ることもまたあり得ないのであって、二一世紀の今日においても人間は、依然としてメゾコスモスの進化的適応によって大きく制約されたままである。特に認識のあり方においてそうである。リードは、人間における「常識の理性は霊長類の環境条件のために選別されてきたものであり、われわれの科学的・技術的な世界のために」(リード、五四) 進化したものではないと述べているが、本稿がとってきた用語法に従えば右の「常識の理性」は「内生的概念」ないし「素朴理論」に、「霊長類の環境条件」は「メゾコスモス」におきかえられることはたやすく見てとれよう。内生的概念の教育抵抗性が頑強で決してあなごれないことの背後にある要因が、メゾコスモスの進化的適応の制約であることに深く思いをいたすべきである。そのうえで教育は自らに課せられた課題をひきうけなければならない。「我々の脳が、我々の種の先祖が生きていたあの単純

な環境から脱出することを我々に余儀なくさせてきたその度合に応じて、我々は本来ならば、脳に対して、維持のための独自の制御を付け加えなければならなかったのである。そしてこの修正機能を果たすのは、いまや認識とヒューマニティにおいては他にないのである」(リード、三一九)とリードは述べているが、この「認識とヒューマニティ」による「修正機能」は、本来教育の媒介すべきところである。

文献

引用箇所等については、和書の場合は(稲垣・波多野、一二三)のように、また欧文文献の場合は(Griman, 10)のように本文中で引用文等の直後に著者の姓と頁数を示す。なお、横書きの和書からの引用ではカンマとピリオドを和文式の句読点に改め、欧文文献中の強調のためのイタリック体の部分は引用に際して該当部分に傍点を付す。

稲垣佳世子・波多野誼余夫『子どもの概念発達と変化 素朴生物学をめぐって』

(稲垣佳世子・波多野誼余夫監訳、原著は英文)、共立出版、二〇〇五年

F・M・ウケティン(Wuketits, Franz M.)『進化と知識 生物進化と文化的進化』(入江重吉訳)、法政出版、一九九四年

R・リード(Riedl, Rupert)『認識の生物学 理性の系統発生史的基盤』

(鈴木達也・鈴木直・鈴木洋子訳)、思索社、一九九二年

Carey, Susan, *Conceptual Change in Childhood*, MIT Press, 1985

Da Silva, Veleida Anahi, *Savoirs quotidiens et savoirs scientifiques*;

L'élève entre deux mondes, Anthropos, 2004

Gelman, Rochel, *First Principles Organize Attention to and Learning about Relevant Data: Number and the Animate-Inanimate Distinction as*

- Examples, *Cognitive Science*, v.14, 1990, pp. 79-106
- LIYAO, GUYO & IYAGAKI, Kiyoko, Domain-specific Constraints of Conceptual Development, *International Journal of Behavioral Development*, v.24, 2000, pp.267-275
- LITTE, Donna J. & KELL, Frank C., Early Understanding of the Division of Cognitive Labor, *Child Development*, v.73, 2002, pp.1073-1084
- McCLECKY, Michael & Kohn, Deborah, Naive Physics: The Curvilinear Impetus Principle and Its Role in Interaction With Moving Objects, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v.9, 1983, pp.146-156
- SPERKE, Elizabeth, Initial Knowledge: Six Suggestions, *Cognition*, v.50, 1994, pp.431-445
- VERNON, L., Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics, *European Journal of Science Education*, v.1, 1979, pp.205-221
- VOJNAR, Gerhard, *Was können wir wissen?, Bd.1: Die Natur der Erkenntnis; Beiträge zur evolutionären Erkenntnistheorie*, 3. Aufl., S.Hirzel, 2003
- VOJNAR, Stella, VANVANKER, Xenia & SKOPELNY, Irini, The Framework Theory Approach to the Problem of Conceptual Change, VOJNAR, Stella (ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*, Routledge, 2008, pp.3-34
- WISSE, Marianne & SMITH, Carol L., Learning and Teaching about Matter in Grades K-8: When Should the Atomic-Molecular Theory be Introduced?, VOJNAR, Stella (ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*, Routledge, 2008, pp.205-239
- YATES, Jack, BESSMAN, Margaret, DIXIE, Martin, JEFFSON, Deann, SLY, Kaye, WENDIELOE, Bradley, Are Conceptions of Motion Based on a Naïve Theory or on Prototypes?, *Cognition*, v.29, 1988, pp.251-275