

仏教的時間と科学的時間の考察〔Ⅱ〕

——とくに生命の無常性について——

真 田 康 道

1. 諸行無常とエントロピー増大の法則

1-1 仏教の法と科学的真理

仏教の時間と科学の時間を比較考察しようとするれば、それでは「仏教とは何か?」「科学とは何か?」という根本的問いかけがはねかえってくる。あるいはまた、仏教は今を生きる人間に関することであるし、科学は客観的真理に関する事柄であるから、本来両者は次元を異にするものであって、比較しても意味をなさない、という答が返ってくるかもしれない。

しかし、論文〔Ⅰ〕(『佛教学研究紀要』第76号)で述べたように、今日は、科学時代と称され、豊かな物質と便利な交通・通信手段、そして、すぐれた医療技術等々を科学は生み出した。また、宇宙や物質、生命の根源にせまる広くて新しい知見をわれわれに提供してくれている。科学は、善い意味でも悪い意味でも、人類が未だかつて経験しなかった新しい産物をつくりだし、新しい知見を提供しているのである。例えば、遺伝子工学・人工移植・核エネルギー利用や、ビッグバン理論とエントロピー増大の法則に基づく新しい時間の知見がある。このように考えると、仏教にとって科学と対峙することが、最も重要で差し迫った課題である。

さて、仏教の真理とは、法(dharma)であるともいえる。しかし、ダルマの解釈は一様ではない。ガイガー夫妻(M. und W. Geiger)は、原始仏教経典(パーリ経典)の法の用例を網羅的に取り出し、最終的に4種の意味にまとめているという。

- ① 法則・正当・基準
- ② 教え
- ③ 真実・最高の実在
- ④ 経験的事物⁽¹⁾

このように、仏教の法は、〈真理〉という意味からすると③が近く、今日的〈科学の真理〉という点からすると、①に近いかもしれない。そのほか、②の「[釈尊の]教えや、④の経験的事物(=もの)という意味も含まれている。ところが、③の「真実・最高の実在」という意味は、仏教では現象を超えた永遠性に通じる。一方、④の意味する「もの」は時間性を保持した消滅変化をする存在を指す。すなわち、法の③と④は、一見合い矛盾する性質を持っていることが知られる。大乘仏教になると「色即是空」とか、「生死即涅槃」というような表現でこの

矛盾を見事に超えている。ともかく、法は一義的でなく曖昧性を含んだものである。しかし、この曖昧性がむしろ、仏教の意図する〈法〉の深遠性に適っているのである。

原始仏教經典の『念処経』第2に〈四念処観〉を説いている。四念処観とは、身・受（＝感受作用）・心・法（＝もの）を不浄・苦・無常・無我であると観想すること、すなわち、〈肉体は不浄である〉・〈感覚は苦である〉・〈心は無常である〉・〈ものは無我である〉と瞑想することである。この中、身体は不浄であると観ずることについて、つぎのように記述する。

また次に比丘よ、身を観ずること身の如し。比丘はこの身住するに随い、その好悪に随い、頭より足に至るまで種々の不浄充滿するを観見す。我がこの身中、髪・髻・爪・齒・麤細薄膚・皮・肉・筋・骨・心・腎・肝・肺・大腸・小腸・脾・胃・搏糞・脳及び脳根・涙・汗・涕・唾・膿・血・肪・髓・涎・胆・小便有り⁽⁹⁾と。

わたくしたちの身体は、脳・肉・骨・心臓・肝臓・脾臓・腎臓・胃・腸・血液等の多くの部分からできており、さらに薄い皮膚で覆い隠されている。美しい顔や均整のとれた身体も、一皮めくれば醜く恐ろしい。そして、わたくしたちの内面から生じた心の動きや感情は、筋肉を動かし顔の表情や身体の動作となって外に顕われ出る。

これは、ブラウン管上に映し出されるテレビゲームや、文字盤の上に刻まれる時計の仕組みにも似ている。ブラウン管上に映し出されるゲームは、リモコン装置やキーボードから伝えられる人の意志にも素早く反応し、遊技者を不思議なゲームの世界に引きずり込む。しかし、ブラウン管の裏側は、電子ビームや電流の流れるエレクトロニカルな世界である。あるいは、文字盤上の針が刻む時間は、人びとの生活にリズムをつくりだしたり、人びとの共通な行動の基準となって、さまざまな社会的意味をつくりだしている。一方、文字盤の裏は、ゼンマイや歯車の支配するメカニックの世界である。

ブラウン管の表と裏、時計の文字盤の表と裏の造り出すそれぞれは、全く異なった別の世界である。人間の身体や顔の表面と裏側もお互いに全く別の世界である。相手の人の内面に生じた心の動きや考えは、顔の表情や身体の動作となってこちらに伝えられる。こちらはその表情や動作から相手の心の奥深くにまで立ち入って、その意図するところを理解し、こちらの心の動きも表情となって顕われ相手に反応する。いわば、人間は仮面と仮面が向き合ってお互いに反応し合っている存在である。そして、さらに多くの仮面が集まって、コミュニティーをつくりだし、やがて社会や文化をつくりだす。

わたくしたちは、通常、表の世界を人間の世界、裏の世界を生理学・化学・量子論・電気や機械的力学の支配する世界と考えている。しかし、仏教は表も裏もともに人間やテレビ受像機、時計を成り立てしめている一面に過ぎない。したがって、四念処観においても、この二つをともに能く観察し思念せよ、といっているのである。すなわち、表の世界を構成する心的作用も裏面を成り立てしめる物的作用も同じ一つの法とみなしている。法は、一見曖昧で捉えどころがないけれどもかえって、一義的で平面的な地平を超え、人間や存在を多元的、全体的に

捉えることを可能にする。

以上のように法を理解するならば、仏教の法と科学的真理の接点が見出され得る。もっとも、仏教と科学は、本来立場を異にするものである。それは、先ず、以下のことが指摘できる。

〔1〕 科学は、客観的自然現象における真理の探求である。

仏教は、主体の解明を目的としている。

つぎに、仏教も科学も、ともに知見の獲得を重要視する。しかし、その内容が異なるであろう。科学は、道具を使って対象物を正確に観測したり観察をして、たくさんのデータを収集する。さらに、数学などの推論を巧みに使って、全く人類にとって新しい知見を獲得する。しかも、一旦得られた知見は、正確で信頼し足るものかどうかを検証して、正しい知見であれば、その上立って新しい知見の拡充に努める。こうして屋に屋を重ね次第に高くして、一層広く深い知見に到達する。

これに対して仏教では、知見は智慧 (prajñā) と呼ばれる。智慧にも種々あるが、科学のように未知なる知見の獲得を目指すものではない。むしろ、対象物に関する、すでに経験的に知られた知見にもとづきながら、さらに深い立場から捉え直し、新しい光を投げかけることにある。そのためには、帰納的方法や演繹的方法だけでなく直観的、直截的に捉え直す必要もあるであろう。そして、智慧は最終的に、主体の解明に向けられねばならない。仏教ではものごとをありのままに観察すること（＝如実知見）や瞑想（＝止観・禪）を重視する。念仏においても、真の念仏は、新しい意味の問いかけの行動である。したがって、第二番目に次のことが言える。

〔2〕 科学は、人類にとって全く未知なる知見の獲得を目指す。

仏教は、対象物に対する全く新しく、且つ調和のとれた深い意味づけをなす。

つぎに、普通、科学という場合には、わたくしたちはあまりにも科学技術によってもたらされる影響が大きいので、科学といえば科学技術や応用科学と直結しがちである。しかし、科学技術の開発と科学真理の探求は、一応区別されるべきものである。実際に科学の強みは、技術や応用の面にあることは否定できない。一旦新しい知見が知られると、徹底してその対象物を観測し、詳しくその性質を調べ上げる。こうして明らかになった知見は、今度は人間の側に都合の好い手段や目的利用のために振り向けられる。したがって、技術開発・応用の段階になると、人間の意志や欲望が入り込むし、さらに、経済的・政治的思惑も加わってくる。その典型的例が第二次大戦下におけるアメリカのマンハッタン計画である。英知を集めて製造された原爆は、戦争を早く終わらせる効果はあったにせよ、その後の人類に大きな恐怖と苦悩を生じせしめた。さらに、今日的課題になりつつあるのが、環境問題、自然破壊である。化石燃料を土台とする今日の工業先進国型経済は、排気ガスによる大気の汚染をもたらし、洗剤や農薬の使用によって水を汚染し、無公害を目的に開発されたフロンは、オゾン層破壊の危機という皮肉な結果をもたらした。さらに、木材の大量加工、大量消費は、熱帯雨林の破壊をもたらし、多く

の動植物の環境を奪ってしまった。人類は、この掛け替えのない生命のオワシス地球を蝕む、有毒有害なアメーバか、かびに化してしまった観がある。第二次大戦以降、急速に拡大した大量生産大量消費型経済は、一見経済を豊にし、文化的な生活をもたらしたかに見える。しかし、大量資源の開発は、一方でエントロピーを増大させ、自然の無秩序化、すなわち、環境破壊をますます加速しているのである。

さて、この拙論のテーマにたどりついたのであるが、大量消費型に支えられた文化の発展は、後述するように開発速度に正比例して文化の崩壊も早めている。つまり、それは諸行無常の警鐘を鳴らしていることに外ならない。それ故にジュレミー・リフキンは、警告する。

われわれが、種として存続していくためには、この地球と呼ばれる“閉ざされた系”の物理的境界を意識的に尊重していくしかない。つまり、われわれが生き続け、そしてまた、他の一切の種も生きつづけて生けるかどうかは、自然との調和を図り、他の生態系と協調して生きていこうとする意志の有無にかかわっているのだ。そして、もしこういった意志を持つようになり、自然の循環プロセスに対し、人類がこれまで地球に負わせてきた傷を癒すのに必要な余裕を与えるなら、人間にしる他の生物にしる、この地球上で長期間、健康に生きていくことが可能になるのである。

さらに、リフキンは、「私たちは、今や自ら進んで、物質的富みに制限をくわえてゆかねばならない」と主張し、そのためには、「東洋の老子や釈迦は、むやみに物質を消費し、所有し、それに執着することを繰り返し諫めている」として、東洋の老子や釈迦が提唱した生きる道を見習うべきだと強調する。このことは、過去一世紀以上にわたって世界文明をリードし席捲してきた西欧型文明の終焉を作者は、予測している。そして、新たな解決の糸口を東洋に向けているのである。この点は、本題と少しくはずれるので、そして、いささか思うところもあるので、別稿で述べたい。

西欧の科学技術に支えられた、従来型の物質文明の終焉とはいっても、科学の進歩は、これからはますます加速され、重視されることはあっても、後もどりすることはない。人類が石器などの道具を使い、火を使い、言葉や文字を持つに至ったと同じように、科学的方法論の確立は、人類にとって進化の一段階を進んだことを意味するからである。問題は、科学によってもたらされた知見を如何様に利用するかという点である。リフキンも言うように、これは人間の態度にもかかわってくることである。先の〔2〕にも関連するが、科学技術、科学の応用をどのように進めてゆくか、仏教の英知をもって示し、導いてゆくべきである。

〔3〕 科学は、得られた知見を如何に利用するかによって、人類のみならず、この地球上全体にとって、プラスにもなるしマイナスにも成り得る。

仏教は、科学技術をどのように開発してゆくべきか、新しい道を提示し、導いてゆくべきである。

この節の結論として、仏教は科学のもつ豊富な新しい知見を大いに学び、世界の領域を広め

なければならないし、一方で科学時代において、人類の豊かな未来への道を提示することが、その役目である。しかし、仏教はそこまでの自覚と誇りをもっているとは言い難い、というのが現実である。

この論文で科学的時間を考察するのも以上のような問題意識をもって押し進めるものである。

1-2 無常の二面性

諸行無常は、ものが崩壊し衰滅して往く意味合いが強い。しかし、注意をこらせば、ものが生じ盛んになる面も經典は、説いている。『増支部經典』巻1に、人間はだれも老・病・死があり、これから逃れることができないのに、他人の老・病・死の姿を見ては、これを嫌い恥ずかしいことと考える。しかし、青年時代の釈尊は、この現実に気づいてすっかり自信をなくしてしまった。その理由は、人間には、三つのおごりがあるからであると説明する。

比丘たちよ、これらは三つのおごりである。三つとは何か？

若さのおごり、健康のおごり、いのちのおごりである。

Tayo'me bhikkave madā. Katame tayo?

Yobbanamada ārogyamada jīvitamada⁽⁶⁾

原始仏教では、青年の〈若さ yobbana〉・〈健康 ārogya〉・〈いのち jivita〉を〈おごり mada〉と表現するが、普通の若者にとっては、むしろ自信である。若さ・健康・強靱な生命力への自信に支えられてこそ、若者と云い得る。しかし、それぞれは、

若さ	健康	いのち……………創造・隆盛してゆく面
↓	↓	↓
老	病	死 ……………破壊・消滅してゆく面

といった具合に対応する。仏教では、老・病・死が本質的であって、若さ・健康・いのちは、いつか失われる幻の様な存在とみなしている。この解釈は、エントロピー増大の法則にそうもので興味深い。ともかく、無常には、造られ隆盛してゆく面と、壊れ消滅してゆく面の二つが存在する。

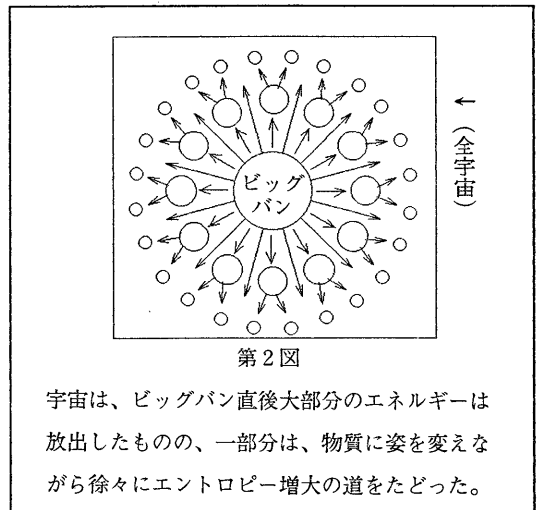
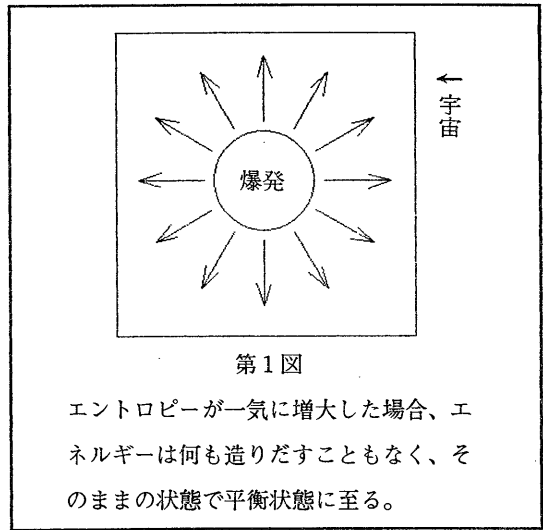
それでは、科学法則、すなわち、エントロピー増大の法則に基づく現象面では、どのようなのか。19世紀にヨーロッパにおいて、内燃機関の熱力学の研究に始まったエネルギーに関する二つの法則は、近年になって宇宙の根本的な法則であり、特に、第二法則は時間の不可逆性を説明する極めて重要な法則であることが次第に明かとなってきた。二つの法則とは、次の通りである。

第一法則：エネルギーの総和は、一定である。

第二法則：自然な状態では、世界の秩序（エントロピー）は常に増大の方向に向かう。

すなわち、第一法則は、エネルギー不変の法則で、全宇宙のエネルギーの総和は、増えもせ

ず減りもせず、常に一定であることを言う。しかし、エネルギーは、一定でもその質には異なりがあって、次第に上質のものから質の悪いものに移行し、ついにエネルギーとして利用不可能な状態に落ち込でゆく性質がある。すなわち、このことを、第二法則は定義づける。たとえば、砂時計は、砂が少しづつ上から下の空間に落下して時を刻む。完全に下に落ちると、砂は人が手を加えない限り動くことはない。このように砂が時計の上部の空間にあるとき、エネルギーは上質で、砂が下に落ちる量が増えるに比例して、エネルギーの質は低下していく。これが第二法則である。しかし、実際のエネルギーは、砂の様な固体でなく、多くは気体の状態である。エネルギーが気体の状態の場合には、砂のように上下に移動するのではなく四方に拡散してゆく。第1図のように、部屋の中央にガスの塊を置くと、たちまち部屋全体に拡散し平衡状態になる。この〈ガスの塊〉→〈平衡状態〉へと変化する過程は不可逆的であって、それが時間の矢にほかならない。ところが、宇宙の初期状態は、エネルギー



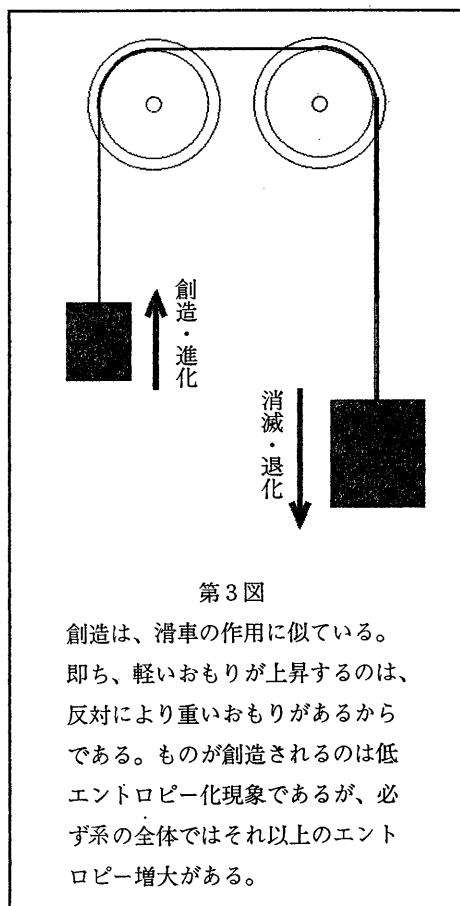
が膨張してそのまま平衡状態に移行したのであれば、今日の様な生命も物質も生じなかったはずである。しかし、現代の物理学は、宇宙の初期状態は、ビッグバンによって生じ、しかも急激に膨張（インフレーション）したので、対称性がくずれ物質が生じ、宇宙は創造を繰り返す進化の道を歩みはじめたと考えている。それは第2図のようである。多くのエネルギーは、四方に拡散したけれども、一部が素粒子クォークを生み出した。クォークは、すぐに水素原子核を造り、やがて宇宙の進化とともに、星々の中で複雑な原子も造られるようになった。ここで重要なことは、創造の方向性は、エントロピー増大の法則に違反しているかのように見えるのである。つまり、ものが造られるということは、エネルギーの集約であり、低エントロピー化現象であるからである。しかし、もっと周囲も含めてエネルギーの収支勘定をすると、必ず

エントロピーは増大しているのである。それは、第3図のごとく、大小重さの違うおもりが一つの滑車につながれている状態に似ている。ここでは、重いおもりは下にさがりますが、軽いおもりは逆に上に向かって上昇する。重いおもりが全体のエントロピー増大方向で、軽いおもりがエントロピーが減少する創造・進化の方向を指す。このように、一部が反対方向に向かっても全体が第二法則に沿って進めば、現象として存在することが許される。創造とは、親が以前に蓄えてくれた銀行預金を、子供が少しずつ食物や衣類など生活必需品に買い替えて生きているようなもので、創造と進化は、宇宙誕生の際に蓄えられたエネルギーを、少しずつ物質に姿を変えながら進んでいる。だから、「自然の変化が起こるたびに、世界全体のエントロピーは増え続ける⁽⁹⁾」のである。この記述を、わたくしたちが普段見なれた情景で具体的に描写すれば、次のようになるであろう。

世の中はただだと単調に退廃していく

のではないのだ。ビルが建てられたり、意見がまとめられたりするように、カオス状態（エネルギーの平衡状態）に陥るところか逆に、あちこちでもものをつくりだす行為が花開いている。つまり、世界がカオス状態になっていくのは、早瀬の波だった水面のように、空間的に均一でない。世の中の一部では、カオスは減るかもしれないが、別なところで、それを補う以上のカオスが生まれており、その結果、世界全体としてはエントロピーが増加しているのだ。⁽⁹⁾

わたくしたちは、日常生活の中でもものがつくられたりこわされたり、生き物が誕生したり、死んでゆく情景にたくさん出会う。このような現象は、太古の昔からえんえんとつづけられ、将来もずっとつづけられることであろう。しかし、第4図に示すように宇宙全体としては、確実にエントロピー最大の状態、つまり、衰滅に向かって進んでいる。但だ、わたくしたちに比べて宇宙はあまりにも大きいので、繰り返しのように見えるだけである。このことがらは、渡辺慧博士が「熱力学の第二法則でいう、エントロピーの時間的変化というときの時間は一方向き時間に外ならない。……経験の順序付け時間は一方向き線型的時間であり、時計の時間は回帰



的時間である⁹⁾と、記述されていることに通じる。時計は、文字盤をまわり、12時間を刻むもとの時間に還ってくるが、現象の刻む時間は、不可逆的で一度かぎりである。

宇宙は膨大で、蓄積されているエネルギー量も大きいから現象は無限に近く延々と続くとはいつでも、地球規模でみた場合に、前節で述べたように人間の科学技術の進歩がめざましく、開発は大規模になってきているから、第4図の③に示した終焉が、地球上の人類の破局、文化の衰退という形で起こる可能性は充分ある。同図の②に示すように、進歩や開発のテンポが増すにつれて一見発展の道を順調に進んでいるかに見えるが、実は破局のゴールに向かってますます速度を早めつつ突き進んでいる。

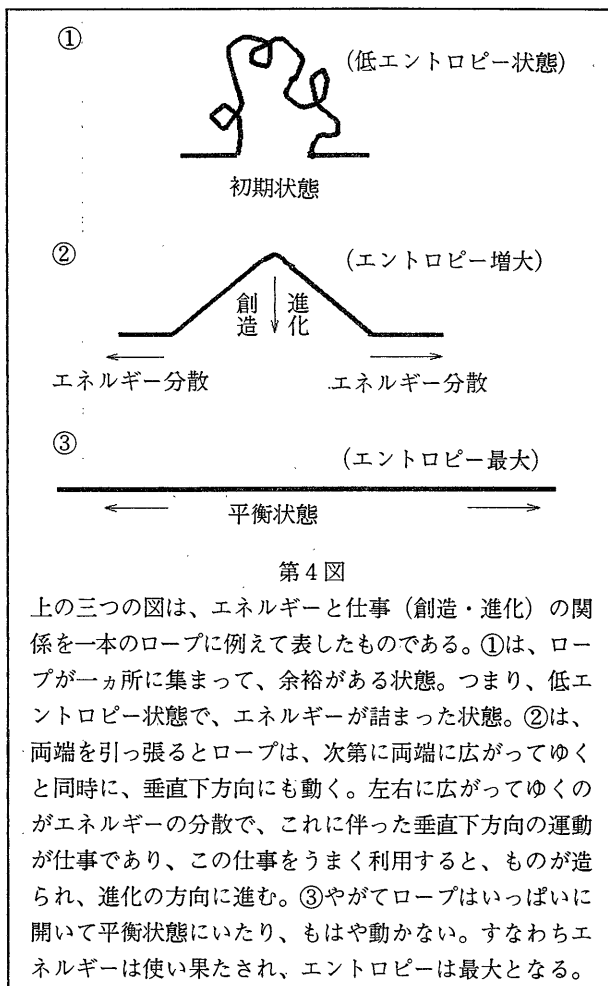
この節のはじめに、諸行無常に

は創造と衰退の二つの面があることを述べた。はからずもこれは、熱力学の第二法則にもとづく宇宙の奥深いところから発する作用であることが知られる。現象とは不思議なもので、創造と崩壊、誕生と死が対峙した関係というよりむしろ一体となった関係の中から現れ出てくる。

エネルギーがカオスに退化すると、世界のでき事は前進¹⁰⁾する。つまり、エネルギーが消費され、仕事になされ何かが造られる。たとえば、〈石炭を燃やして〉、発電機を回し機械を動かし、〈製品をつくる〉。

自然の事象とは、無秩序への崩壊を表すものであり、物事の進行は退化によって促進される¹⁰⁾。あるものが崩壊し衰滅するから、他のものに新たなエネルギーが付与され創造がある。生命体もある個体を犠牲にして、他の生命が保たれる。人間の場合も死があることによって、広い意味での自然への回帰、蘇生があり、地上に新しい生命の誕生がみられる。

ところで、諸行無常とは、一般に現象の無常性と考えられている。語義的には諸行の〈行



saṃskāra) は、サンスクリット語の〈精製〉〈完成〉〈仕上げ〉〈浄化〉を意味する動詞 saṃ/kr から派生した名詞である。用語の意味は、〈集め造るはたらき〉、すなわち、身心や現象の《形成力》を意味する⁰⁹。また、それは《変異するもの vipariṇāmadhamma (変易法)》でもある。そして、「諸行とは他の諸現象をあらしめるはたらき〔をもつもの〕であるが、同時にそれは他の行によって作られたもの(有為法)、すなわち縁起したものである(行=有為法=縁起⁰⁹)」という意味に考えられている。すなわち、ものが他と切り離された単体として存在して、それが無常の性質を持っているというのではない。ひとつのものが他のものによって作られる(そのとき生滅変化の作用がある)。そして、そのものも新しいものをつくりだして、自身は、変異したり、消滅したりするから、すべてのものは無常であるという。ものは相依性・依存性の故に無常なのである。

熱力学的には、結局現象はエネルギーの持つ生成と消滅の二面性にほかならない。ある場所では、エネルギーは創造主の顔をしてあらわれ、また、他の場所では、破壊の主の顔をして姿をあらわす。しかし、エネルギーは量子力学的な極微の世界の理論であるが、諸行無常は、その同じものを現象面、すなわち、わたくしたちが経験する世界、目で具体的に形や姿として認識できるような世界で捉えているのである。

2. 生命の無常性

2-1 生命に対する仏教の見解

これまで、客観世界の現象が無常である事実を考察してきた。すなわち、そのメカニズムは、エントロピーの増大の法則にもとづく創造作用と消滅の作用に由るものであった。同じように、生命体は、自らのいのちを生きながらえさせる根拠を熱力学の第二法則においている。ただ、外界の現象が物理的変化のエネルギー分散であるのに対して、生命体の変化は化学的反応中でのエネルギー分散である。

ところで、原始仏教では身体をどのように捉えているのであろうか。普通、生命体は、五蘊で表され、その中で身体は《色 rūpa》、すなわち、物質に相当する。『相応部經典』〈韃度篇〉には、

比丘たちよ、色 rūpa (肉体)とは何であるか。四元素(四大:地・水・火・風)と、四元素によってつくられたもの(四大所造)とである。比丘たちよ、これが色といわれる。

食物の生起によって色の生起があり、食物の消滅によって色の消滅がある⁰⁹。……

身体は、物質であるから原子から構成されている。原子が集まって部分をつくり、部分はさらに大きな部分をつくる、といった具合に、さまざまな段階の部分で構成している。すなわち、これを四大所造 catunnaṃ mahābhūtam と呼ぶ。原子→分子→細胞→構成部分(心臓・脳・血液・皮膚・骨など)と言ったようにである。しかし、身体を物質と規定しながらも、興味深いのは、食物を摂取することによって、身体が成り立ち、食物を取らなければ、身体は消滅するとの記述である。これは、常識的であるが、同時にきわめて生命体にとって基本的に重大な

意味を含んでいる。熱力学的にはこれを《解放系》と呼んでいる。すなわち、部屋の中にある気体のエントロピーと言った閉じた空間内のエントロピーを問題にするのではなく、生命体は、絶えず外部から良質のエネルギーを取り入れ、質の悪いエネルギーを吐き出している。このような外部に対して開かれた構造を持つエネルギー構造体を解放系と呼ぶのである。

また、同経には、このようにも言う。

この身体 kāya について、

広い智慧を持った方（釈迦牟尼仏）はあきらかにされた。

三つの法を離れては、色（rūpa 肉体）は、捨て去られたるものと考えよ。〔第3頌〕

三つとは、いのち āyu・熱 usmā・認識作用 viññāṇa である。

これが身体を離れたとき、

そのとき捨てられたるものとして横たわり、

心の作用のなくなったもの（acetana 無意思）となり、他のものの食となる。〔第4頌〕

身体 kāya は、ただ物質 rūpa のみの構成ではない。そこに三つの要素 dhamma：〈いのち āyu〉〈体熱 usmā〉〈認識作用 viññāṇa〉が具わっていないなければならない。いわゆる、生命活動である。これを失えば、心を持たなくなった物質と化し、他の獣たちの餌食となる。

つぎに、『俱舍論』分別根本品第2—3では、生命について上記の経の叙述を受けて有部と経量部の見解を述べている。

命根とは、何ん。頌に曰く。

命根の体は即ち寿にして、能く煖*及び識とを持す。

論に曰く。命の体は即ち寿なり。故に対法*に言う。「命根とは云何。謂わく三界の寿なり」と。

謂わく、別法有り。能く煖を識とを持するを説きて寿となす。

故に世尊の謂わく、「寿と煖と及び識との三法が、身を捨する時、所捨の身は僵仆*す。木の思覚無きが如し」と。

〔〔注〕*煖=usma, 体熱；*対法=『発智論』14；*僵仆=たおれる〕

有部は、先の『相應部經典』を引きながら、生命（命根, jivita）は、いのち（寿 āyus）であり、寿は体熱（煖 usma）と意識（識 vijñāna）である、とする。『相應部』が「寿と煖と識の三法」と表現するのに対して、有部は、「寿は煖と識である」と解説している。ともかく、これらの解釈に対して、経量部はつぎのように言う。

〈経部〉 応に彼の識は、業を能持と為すと言うべし。

……

〈有部〉 若し爾らば、何の法を説きて寿の体と名づくるか。

〈経部〉 謂わく、三界の業の引く所の同分*の住する時の勢分を説きて寿の体と為す。三界の業に由りて引く所の同分の住する時の勢分が、相続決定して住すべき時に随

仏教的時間と科学的時間の考察〔Ⅱ〕

いて爾所の時のみ住するが故に、この勢分を説きて寿の体と為す。穀の種等の引く所、乃至熟する時の勢分の如く、又、箭を放つにより引く、乃至住する時の勢分の如し。⁰⁷

〔(注)* 同分—衆同分、有情の共通性。これがあるために人間は人間として生まれ、猿は猿らしく互いに似る〕

経量部は、生命の本質は、業であると解釈している。すなわち、「三界の業の引く所の同分 (=衆同分) の住する時の勢分」であるという。具体的に言えば、この世界で人間として同じ形態を保ちつづけようとする惰性力(勢分)であって、それは、例えて言えば、穀物の種が成長し実る力をひめている。また、弓矢は、弓から放たれ空中を飛んでゆく惰性力をひめている如くである、という。『相応部』や、有部が生命体を体温と意識を保持している何物か、というように、生命を特徴的に捉えようとしているのに対して、経量部は、生命を成り立てしめている〈力〉と理解している。このような経量部の見解は、今日的には、生命のさまざまな情報を蓄えた遺伝子とエネルギーの定常的な流れ、すなわち、後述する自由エネルギーの両方兼ね合せたものに近いかも知れない。以下は、生命はエネルギーの定常的な流れという考え方について考察する。

2-2 生命体と化学反応

このような身体内で起きている生命活動について、今日、注目されているのが生物体内で生じる化学反応の研究、すなわち、分子生物学である。プリゴジンとスタンジュールは、身体内で複雑に反応する化学反応について、次のようにいう。

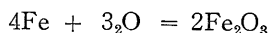
われわれにとって、化学反応は特別な意味をもっている。熱伝導とともに、化学反応は不可逆的過程の原型をなしている。それ固有の重要性に加えて、化学過程は生物学において基礎的な役割を演じている。生細胞は、不断の代謝活動を営んでいる。そこでは、細胞が摂取した物質を変換し、基本的な生体分子を合成し、老廃物を除去するために、幾千の化学反応が同時に起きている。反応速度も、細胞の反応場所も、さまざまに異なっているにもかかわらず、この化学活性は高度に統制がとれている。生物学的構造が秩序と活性とを結び合わせているのである。これにひきかえ、例えば結晶のような平衡状態は、それが構造をもっていたとしても、依然として不活性である。……化学反応は二重の観点から考察しなければならないだろう。速度論と熱力学とである。⁰⁸

プリゴジンたちは、熱伝導(エネルギーの流れ)とともに化学反応は〔身体内で起きている〕不可逆的過程の原型と表現しているが、この不可逆過程とは、エントロピー増大の原理にほかならず、この原理を具体的に生命活動として押し進めているのが、熱伝導のはたらき、つまり、体内のエネルギーを定常的に伝える熱伝導体としての一の構造物と、新陳代謝を促す化学反応なのである。この熱伝導の構造については、次の第3章で述べる。ここでは生命体の化

学反応について少しく考察する。わたしたちの体内では、無数の細胞が絶えず新陳代謝を営んでいる。そこでは、細胞が摂取した栄養・ミネラル・酸素などの物質を変換して、体内に必要な生体分子を合成し、その過程でできた老廃物を除去するために、幾千の化学反応が同時に進行しているのである。しかも、同時に進行する幾千もの化学反応は、「よく組織された工場⁶⁹」のように全体として統制のとれた活動をしている。

化学反応によって新たに作りだされる分子は、原子と原子の結びつきである。結びつく力は、原子核のもつ電荷や電子の間に生じる電氣的な力に由る。反応が進行するとき、複雑なエネルギーのやりとりがあるが、「もし、[原子の結合によって造り出される]分子のエネルギーが個々の原子のエネルギーの和よりも低ければ、結合は安定なものであり、原子は分子として存在し続ける⁶⁹」。つまり、物理的变化が、全体のエントロピーが増大する方向に進んだのと同じように、化学的变化もエントロピー増大方向に進むのである。化学的反應は、エネルギーの取引であるから表現をかえると、「変化を起こす原動力は、エネルギーがカオス的にあらゆる方向へばらばらに分散していくこと⁶⁹」である。

化学的反應の具体的例として鉄の酸化がある。鉄の酸化は空気中でもいわゆる、〈さび〉として反応するが、体内では血液中のヘモグロビンに含まれている鉄が肺の中に運ばれてきた酸素と反応する。これは、〈呼吸〉の第一歩である。「つまり、呼吸は血液中の鉄原子が〈さびる〉ことから始まる。血液がさびと同じ赤い色をしているのは、偶然ではない。呼吸は、さびることの一種なのである⁶⁹」。酸化鉄の化学反応式は、つぎのとおりである。



(個体) (気体) (個体)

鉄と酸素の反応は、酸化であるから鉄が燃えることである。しかし、この燃焼は、瞬間的に激しく燃えるのではなく、大気中でも血液中でもゆっくりと穏やかに燃える。化学反応は物理的变化よりも複雑にエネルギーのやりとりがある。アトキンスは、この反応中に起きるエネルギーの分散と集中について以下のように説明する。

鉄の小さな塊でも、数リットルもの酸素と化学反応する。実際、1キログラムの鉄が空気中で完全燃焼すると、300リットル前後の酸素を消費する。その結果できたものは、小さな酸化物の塊である。反応のはじめに、酸素分子のエネルギーは、広範囲にわたって分散していた。反応が終わると、すべての酸素原子は、小さな生成物の中に押し込められてしまっている。そのため、原子間の結合の手をつなぎ直したときにエネルギーが放出されているが、エネルギーの集中も同時に起きている。300リットルかそらの酸素が、1キログラム程度のさびの中に閉じこめられるからである。反応が起きたことにより、全体としてエネルギーが分散したか集中したかは、この両者の〈競合〉の結果による。一方では、気体が小さな生成物の中に押し込められるので、エネルギーが集中している。もう一方では、原子の結合を並べ変えたために、エネルギーが放出されて散っていった。集中した量

と分散した量、どちらが多いかを決めるには、反応が進むにつれて入ったりでたりしているさまざまなカオスを数えあげればよい。……鉄の燃焼反応に関しては、反応物質（以前に用いた言葉を使えば〈系〉）のエントロピーの低下は、系のまわりでのエントロピーの増加分に比べれば、ずっと少ないということがわかる。実際に、増加分は減少分よりも10倍ほども多い。化学反応によって放出されるエネルギーはたいへんな量で（鉄と酸素の結合は例外的に強力なものだからエネルギー的にたいへん低い）、系の周辺をそのぶん乱すからである。したがって、鉄と酸素が結びついてさびが生まれると、世の中のカオスは全体としては増加する。

鉄の燃焼のさいに、大量の酸素を酸化鉄の中に取り込む。これは、エネルギー集中に向かって進む作用であってエントロピー減少に通じる。しかし、一方で酸化という化学反応が進行するとき大量のエネルギーが外部に放出される。すなわち、このときにエネルギーの集中と分散の競合が生じる。結果的には、エントロピーの増加分が減少分よりも10倍も勝り、鉄の酸化という方向に進む。したがって、酸化鉄の化学反応は宇宙のエントロピーの増大を伴い、第二法則に随うのである。

そして、その結果として、「この世界に存在するすべてのものと同様に、生命もまた《エントロピーの法則》の厳然たる支配から逃れることはできない⁶⁹」ことになる。

2-3 タンパク質の創造

タンパク質は、生命体にとってまさに中心部分をなす。わたくしたちのからだは無数の細胞からできており、細胞はタンパク質の塊である。そのタンパク質はアミノ酸分子のながく連なったひもによって形づくられている。細胞の中核であり、生命の情報を蓄えたDNA さえも、タンパク質分子を成分とする構造体である。地球上の生物は、すべてタンパク質からつくられている。むしろ、タンパク質が地上にできたからこそ、生命の誕生がみられる、というべきである。

タンパク質を形づくるアミノ酸の共通した特徴は、炭素・酸素・窒素の原子を配列として持つことである。アミノ酸という分子の概略は、つぎのとおりである。

アミノ酸の名前の由来は、 NH_2 という集まりが有機化学で〈アミノ酸〉と呼ばれ、 $-\text{COOH}$ を含む化合物が〈酸〉のように振る舞うことからきている。自然にできるアミノ酸は20種類あるが、それらはどんな組み合わせでもくっつくことができるので、アミノ酸が形成するタンパク質分子の数はかぎりない。20のアミノ酸のうち、12種類は人間の体内で合成できるが、残りの8種は食物から摂取しなければならず、〈必須アミノ酸〉と呼ばれている。アミノ酸の種類は20種類ほどでそれほど多くはないが、分子同士がお互いに能くくっつく糊もっているので、数かぎりないほどさまざまなタンパク質が合成される。これは、生命誕生にとってきわめて重要な条件である。

隣あったアミノ酸同士が結合することを、〈ペプチド結合〉といい、ペプチド結合は、後述

するように酵素の助けを借りて巧妙におこなわれ、ながく鎖状に連なり高分子のアミノ酸をつくりあげる。この鎖状に連なったアミノ酸分子は〈ペプチド鎖〉と呼ばれる。さらに、ペプチド鎖は束ねあって、つぎのように複雑なタンパク質をつくりあげる。

タンパク質の基本構造は、アミノ酸が一行に並んだものとして表現することができる。ときには、数百のアミノ酸が鎖状に並ぶこともある。たとえば、ヘモグロビンを形成している鎖は、それぞれ約145個のアミノ酸を含んでおり、ヘモグロビンの分子は、その鎖を4本もっている。

このようにタンパク質は、とてつもなく複雑な構造をしていることが知られる。

ところで、肝心のペプチド結合はどのように結合し、熱力学の第二法則通りにはたして反応するかどうか、というのが当面の課題である。いままでみてきたように、ものごとが進行するためには、必ずそれを上回るエネルギーの分散が必要であった。したがって、ペプチド結合を進めるについても、それ以上のエネルギーの分散が必要である。そうでなければ第二法則に違反することになる。しかし、現実にはアミノ酸同士がペプチド結合してながい鎖となるよりも、ばらばらに分離していた方がエントロピー値は、はるかに高い。したがって、このままでは、第二法則のハードルを超えられない。そこで、〈アデノシン三リン酸(ATP)〉という酵素の助けを借りることになる。ペプチド結合は、ATPの助けを借りるが、その作用は生命体の生細胞中に絶えることなくつづく新陳代謝活動の一貫としてある。生命の代謝活動そのものは、次節の「自由エネルギー」で述べるので省略する。ATP分子の特徴は、自由に着脱できるリン酸基を分子のしっぽに付していることである。ATPは、ペプチド結合の際には、末尾のリン酸基を切り離してADP(アデノシン酸二リン酸)に姿を変える。当のADPは、別のところに行ってエネルギーをもらいATPにもどる。したがって、酵素と呼ばれる所以である。ともかく、末尾のリン酸基を切り離すときに大量のエネルギーを放出しその反動として、ペプチド反応を押し進める。かくして、無事アミノ酸が産み出される。要約すると、アミノ酸同士ではペプチド結合は進行しないが、ATPがリン酸基を切り離す際に放出する大量エネルギーを借りると、ペプチド結合反応は全体として、エントロピー増大の方向に進み無事第二法則の原則をクリアすることができるのである。

タンパク質は、これらのアミノ酸鎖を束ねた高分子であるが、さらに〈 α らせん〉と呼ばれるらせん状に巻いた姿をしている。

これ〔 α らせん〕には、ペプチド結合の酸素原子と水素原子との間の相互作用がおもに影響している。水分子が水素結合でたがいくっついているのと同じように、アミノ基の中の窒素と結びついている水素が、 $-\text{COOH}$ 基の酸素原子にくっつくことができる。このようにしてできた結合 $\text{>N-H}\cdots\text{O-}$ は、水分子の間の結合 $\text{-O-H}\cdots\text{O-}$ によく似ている。この結合は、とても強いので、ペプチド結合が周期的に並んだらせん構造が可能になる。このようにして、 α らせんができて^ゆいる。

このように、ながく連なったペプチド鎖は、お互いに手と手を伸ばしあって結び、らせん状の形をつくりあげる。

タンパク質はさらに複雑な造形をみせる。すなわち、離れたところにあるペプチド結合同士が水素結合によって結ばれて「鎖をくしゃくしゃに曲げた形にしぼりつけ⁸⁹」のような構造をつくりだす。そして、ペプチド鎖の水に似た部分は、親水性のため表面に出て、油に似た炭水素の部分は水を嫌う性質（疎水性）のため、内側に入る動きをして、「タンパク質の鎖の中で、疎水性の部分と親水性の部分とが微妙につりあって、らせんが一目だれかが設計したかのような正確な形になる⁹⁰」。これらの化学的作用も同じように、エネルギーの分散によって一部の構造が調えられることになる。この点の詳しい説明は省略する。

以上みてきた通り、生命に必須のタンパク質は複雑な高分子の構造をしているにもかかわらず、ただ「世界はエントロピー増大の方向に進む」という、熱力学の第二法則の原理だけに則ってつくり出され、細胞に都合の良い形に調えられてゆくのである。

2-4 生命を刻む自由エネルギー

物質も生命体も共に第二法則、つまり、エントロピー増大の原理に基づいて生成し消滅することは理解できたが、物質と生命体とではエネルギーの摂取の仕方において同じではない。その違いについて、リフキンの説明によれば、このようである。

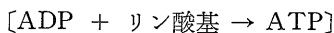
生命反応が第二法則と、どれだけ合致しているかについて解明するのに、科学者らは苦労してきたわけだが、その理由は、生命活動は他の化学反応とは違い、外部の環境から新たにエネルギーを採り入れる力を自らが備えもっているという点にある。つまり、生命反応は“開かれた系”であり、物質やエネルギーを外部と交換するといった複雑な変化を繰り返すからである。しかも、生命反応は、生きていくかぎり平衡状態に達することはなく、周囲の使用可能なエネルギーを摂取しつづけることによって、平衡状態を回避しながら生命を維持しているのである。この状態は“安定した状態”と呼ばれ、もし物質とエネルギーは生物組織の中を流れなくなれば、この状態が失われ、生物は平衡状態となり、死に至るわけである。したがって、生命反応においては、エントロピーではなく、自由なエネルギーの流れが最も重要になる。これは非平衡熱力学と呼ばれている科学の一分野⁹¹である。ここに記されている〈自由エネルギー〉という言葉は、わたくしたちにとっては、あまり聞き慣れたことばではない。しかし、生命を維持するメカニズムは、この自由エネルギーと呼ばれる安定したエネルギーの流れにほかならない。いつも安定したエネルギーの流れによって新陳代謝を押し進めている。そして、自由エネルギーは、〈食事をする〉でまかなわれている。つまり、生命体のエネルギー的メカニズムは、まず食事をするという方法で外部からいつもエネルギーを補給する〈解放系〉であるということ。つぎに、幾千もの化学反応を同時に、しかも効率よく押し進めるエネルギーとして〈自由エネルギー〉の存在がある。自由エネルギーの

概念を提唱したのは、アメリカのジデンア・ウィラード・ギブス (1839—1903) である。第5図は、自由エネルギーの流れに沿って進む化学反応と、その反応とは逆な方向に進む化学反応の例を図示したものである。このように、自由エネルギーは、幾つもかみ合った歯車のように体細胞内の化学反応を同時に押し進めることができる。

具体的には、すでにペプチド結合で説明したアデノシン三リン酸 (ATP) を触媒としてブドウ糖の解糖系における代謝反応の過程がそれである。

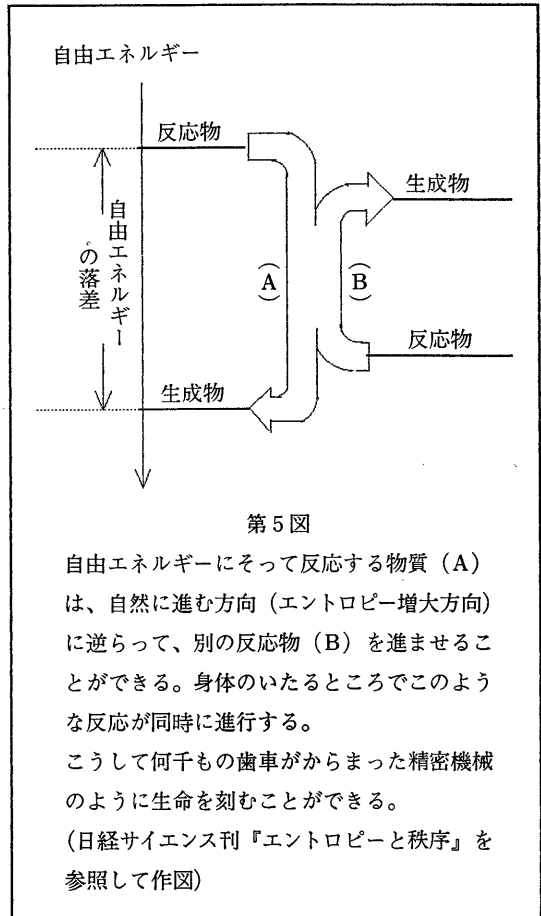
ATP の端のリン酸基は、たとえば、ブドウ糖の酸化反応などによって、ADP (ATP からリン酸基を一個取り去ったもの) に結合する。このブドウ糖は、私たちが食事として摂取している炭水化物を分解してできる。リン酸基が ADP にくっついて ATP になっていることが、重いおもりで持ちあげられた軽いおもりに相当する。こうしてできた ATP は、別の反応場所に行って、端のリン酸基を切り離してエネルギーを放出し、そのエネルギーではほかの化学反応を引き起こす。それが、たとえばタンパク質を組み立てるときの糊となるペプチド結合とか、頭の中で何かを考えたときに神経系で起こる反応なのである。つまり、ATP は重要なエネルギーの仲介者になっており、生命の歯車となっている⁽⁶⁾。

説明が少々込み入ってきたが、第5図と比較すると、ブドウ糖の解糖反応は、化学反応 (A) に相当する。これは、絶えず外から食事を取るという形で補われており、自由エネルギーの流れをつくる。さらに、



の化学反応は (B) に当たる。ここでは、ATP は、自由エネルギーの流れに逆らってつくられる。

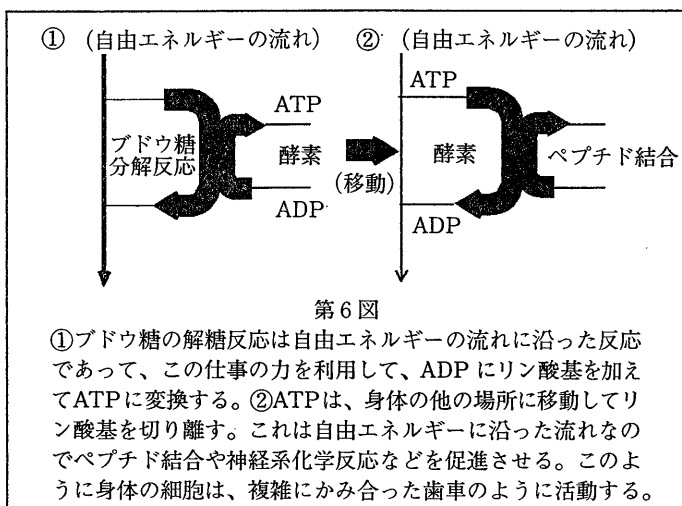
ところが、第6図に示すようにペプチド結合の際、



[ATP - リン酸基 → ADP]

の反応は、ATP のしっぽのリン酸基を切り離すことであって、これは自由エネルギーの流れに沿った方向(つまり、エントロピー増大に合致する方向)であるから反応体(A)に相当し、ペプチド結合自体は(B)に相当する。

身体の無数の細胞では、それぞれ歯車のようにかみ合いながら、複雑に化学反応を営み、新陳代謝をおこなっている。エネルギー的には、身体はいつも自由エネルギーの流れをつくりだしている。

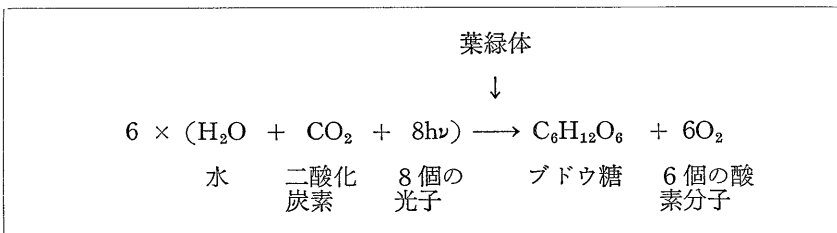


3. エネルギーと生命

3-1 解放系と太陽エネルギー

私たち生命体は、絶えず外部からの食物としてエネルギーを取り入れて、そのエネルギーの落差、すなわち、自由エネルギーの流れを利用して生命活動を営むことができる。しかし、口から食べる食物とは、すでに良質のタンパク質や糖分として精製された動物や魚、野菜などを食べることである。その方が新陳代謝を維持するためには、より効率的だからである。食物連鎖上にある大型の動物は、小型の動物を、そして最終的には植物に依存する。また、水中の魚も大型から次第に小型を経て植物性プランクトンに帰着する。しかし、植物は太陽の光線から得るエネルギーで光合成を営みブドウ糖をつくり出し出している。結局、食物の最終的エネルギーの源は、太陽エネルギーに行き着くのである。そればかりではない、生命生存に適した環境も太陽に依存している。地球表面は、太陽から光エネルギーを供給され、そして、質の低下したエネルギーを赤外線として宇宙に放出する。こうして、いつも常温で低エントロピーの生物に適した環境が調えられている。生物は個々それぞれに外から食物を取り入れ、排せつ物を外に捨てる、といった〈解放系〉の構造をしているが、生物の生存の場である地球表面も太陽光線の照射を受け、質の悪いエネルギー、すなわち、高エントロピーのエネルギーを宇宙空間に放出する解放系構造をしている。もし、地表面が熱平衡(エントロピー最大)の状態であれば、生物体の放出するエントロピーを受け入れる余裕はない。このように、生命が生まれ、生存する根拠は、もっぱら〈太陽と地球〉の関係によって作り出され、保持されている。150億年も

の途方もない時間を掛けて、宇宙は地球上に生命をもたらした。その秘密は、ビッグバン以来一貫して、エネルギーが無秩序化に向かってゆく中で、その一部が物質の創造・進化の道を辿りつづけてきたことである。しかし、わたくしたちがこの地球上に生まれ、生存する当面の根拠は、第一義的には太陽である。わたくしたち生命体にとって、太陽が生命維持の絶対的根拠である、といってもよい。宇宙にとっては平凡であるが、わたくしたちにとってはかけがえないこの天体物は、50億年もの間常に一定の光エネルギーを地球に送り届けてきた。生命にとって光エネルギーが不可欠必須条件であるが、さらに加えて、その間太陽の活動は大きく乱れることもなく、きわめて安定的に提供し続けてきた。そのような状況にこそ、生命が誕生し、進化することも可能になったのである。太陽の安定性は、将来もながく持続すると考えられている。しかし、太陽の光が宇宙空間に放出されてもそこには生命は生まれない。生命に適した環境をつくり出す母なる地球があつてこそ、生命は存在する。地球表面には水・空気・大地の存在もさることながら、太陽エネルギーに対して解放系の構造をしていることが重要である。解放系は、熱平衡状態から遠く離れた非平衡状態をつくり出すからである。つまり、熱平衡状態は、第4図③のような状態で、そこではエントロピーが最大となり、エネルギーは、最低の質にまで落ち込んで、何も新しいものが造られない。これに対して第4②は、依然多くの良質のエネルギーが蓄えられていて、ものがつくり出される環境にある。地球は、太陽の低エントロピーである光エネルギーを絶え間なく受取り、いらなくなった不良エネルギーを宇宙空間に放出している。解放系とは、このようなエネルギーの循環がなされる構造をいうのである。そして、エネルギーに対して解放系の地球上に、同じ解放系の生命が宿るのである。さて、生命が営む基礎的な活動は、植物の光合成である。それはつぎのように表される。



上の式によると、太陽の48個の光子で、ブドウ糖1分子が造られるが、その光化学反応はつぎのごとくである。

この光化学反応では、光子の持っているエントロピーの低いエネルギーの3分の1くらいが、光合成の産物であるブドウ糖の中に固定される。そして残りの部分は、非可逆的過程によって生成するエントロピーを捨てるのに使われる。原料である二酸化炭素と水に比べて、製品であるブドウ糖と酸素の状態は、光のエネルギーを受け取っているので、エネルギーのより高い状態にある。同じ質量の物質だけでいうと、原料のエントロピーと製品のエントロピーは大して変わらないが、製品のほうがエネルギーが高いので、エネルギーの

仏教的時間と科学的時間の考察〔Ⅱ〕

わりにエントロピーの低い物質だということになるのである。⁶²

もちろん、この反応に必要なエネルギーを上回るカオスが周囲にまき散らされ、世界は全体としては無秩序化するのである。

これまで考察してきたように、生命は〈安定したエネルギーの流れ〉と深い関係にある。このエネルギーが途切れると、たちまち死に至る。エネルギーが安定して供給されると、生き生きとした生命活動がおこなわれる。エネルギーと生命の関係について、多くの人びとがいろいろに表現している。その幾つかを拾ってみることにする。伏見康治博士はつぎのように表現している。

太陽という巨大なエネルギー源があって、そこから八方にひろがるエネルギーとエントロピーの流れがある。生物はその流れに棹さして生きているのだと思う。エネルギーの落差のあるところに生命がある。……その落差に発電機を仕掛けるのが、生物なのである。温度の落差がある場合についていえば、この温度差に仕掛けたカルノー機関が生物なのである。⁶³

また、偉大な量子理論学者、シュレーディンガーは、つぎのように表現する。

自然界で進行しているありとあらゆることは、世界の中のそれが進行している部分のエントロピーが増大していることを意味しています。したがって生きている生物体は絶えずそのエントロピーを増大しています。——あるいは正の量のエントロピーをつくり出しているともいえます——そしてそのようにして、死の状態を意味するエントロピー最大という危険な状態に近づいてゆく傾向があります。生物がそのような状態にならないようにする、すなわち生きているための唯一の方法は、周囲の環境から負のエントロピーを絶えずとり入れることです。……生物体が生きるために食べるのは負のエントロピーなのです。⁶⁴

「生物体は負エントロピーを食べて生きている」、すなわち、いわば負エントロピーの流れを吸い込んで、自分の身体が生きていることによってつくり出すエントロピーの増加を相殺し、生物体自身を定常的なかなり低いエントロピーの水準を保っている。⁶⁵

シュレーディンガーの「生物体は負エントロピーを食べて生きている」という発言が、エネルギーと生命の関係に最初に視点を当てたために世間に大きな反響を呼びおこした。負エントロピーとは、食物の中に含まれている低エントロピーのエネルギーにほかならない。しかし、これは最終的には、太陽の放つエネルギーにたどりつく。

気象学者の藤原咲平は、彼れの著した『雲を掴む話』の中で、「生物がエントロピーの減るような行動をすること、渦巻が生物に似ていることなど面白いことをたくさんいっている」という。この本は、相当以前の発行で残念ながら未だ直接見ることができないでいる。生命体と渦巻が似ているという発想は、一見奇異に聞えるが、よく省察するとなかなか当を得た見解である。たとえば台風は、赤道付近の海上で暖かくたっぷりと水分を含んだ空気を〈負のエントロピー〉として食べ、自らだんだん発達することができる。これは、若者が大いに食物を摂取

して体力を増進させるに似ている。やがて暖かくて湿った空気がなくなると、自ら衰滅してゆく。これは生物の老死に相当する。つぎに、台風は目を持っているので、飛行機や気象衛星の写真、あるいは、レーダーなどに頼るならば、一目でその存在を知ることができる。しかし、周囲の大気と別に異なった材質でできているのではない。むしろ、エネルギー的構造が違っているのみで、周囲と密接なかかわりを持ちながらしかもある程度自律性を保ちつつけている。仏教では、このような存在は、他と依存的関係の中で存在する、謂わば〈縁起的存在〉である。エネルギー的構造が、無自性・無我・空であることは容易に理解できる。渦巻の目は、確かに存在するが、しかし、仮の存在、つまり、〈仮設〉である。まさに、渦巻は生命の仏教的解釈の理想的モデルである。

3-2 散逸構造と生命

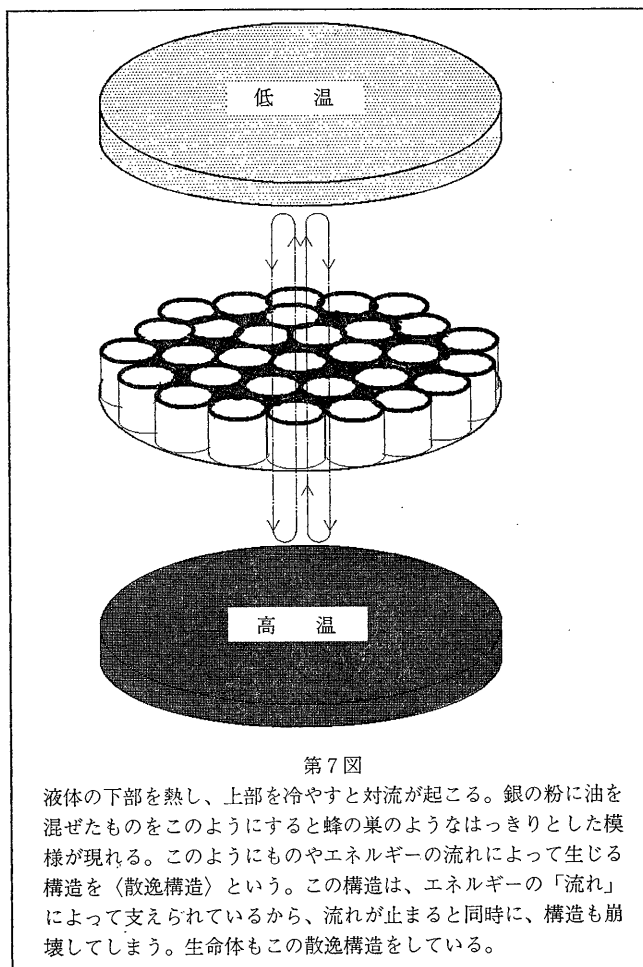
渦巻に認められる気体や液体のつねに一定方向への流れやエネルギーの流れは、一種の構造である。構造にはある種の秩序が存在する。しかし、その種類は一様ではない。たとえば、水晶は規則正しく分子が配列した結晶構造が認められる。そこには、結晶の美しい秩序は認められるが、分子やエネルギーの動く秩序は認められない。謂わば、静の秩序、乃至は死の秩序である。これに対して、渦巻は動の秩序、あるいは、生の秩序である。

I・プリゴジンは、化学反応にみられる構造について長年研究を重ね、1977年ノーベル化学賞の栄誉に輝いた。彼は、身体は結晶にみられるようなハードな構造ではなく、エネルギーに支えられた分子の動きや化学反応に認められる周期的変化乃至幾何学的模様こそ、その本質的構造をなしている、と主張する。プリゴジンによると、化学の世界で、エネルギーが造りだす構造は、つぎのようであるという。

現在われわれは、平衡から遠く離れた状態では、新しいタイプの構造が自発的に生じうることを知っている。平衡から遠く離れた条件下で、無秩序あるいは熱的混沌から秩序への転移が起こることがある。〔すなわち、〕物質の新しい動的状態が出現することがある。それはある与えられた系とその環境との相互作用を反映した状態である。筆者（プリゴジン）はこの新しい状態を、〈散逸構造〉と呼んだ。⁶⁹

生命はこの散逸構造体であるといえる。「平衡から遠く離れた状態」とは、もし部屋にガスが充満しカオス状態になれば、エントロピーが最大となりもはや新たな変化はみられない。このような状態が平衡状態であって、一方、解放系の場合は、常に外からエネルギーが注ぎ込まれ、質の悪いエネルギーは排せつされて、エントロピーの低い良質なエネルギーが注入されている状態、つまり、エネルギーの〈散逸構造〉をいう。このような状態では、ある種の秩序状態が成立する。第7図は、液体を下方から熱し上部を冷やすと対流が起きる。ある種の液体、すなわち、銀の粉を油に溶かしたものをこの通りにすれば、くっきりとした模様が生じる。このような構造は、ハードな構造と違って、エネルギーや物質の流れが止まると同時に失われてしまう。

プリゴジンが強調する非平衡系の構造として、化学時計がある。化学時計は1951年ロシアのペローソワとジャポチンスキーによって発見された。これは有機物に臭素酸等の酸化剤と触媒を加え攪乱すると、溶液が周期的に赤と青の色を繰り返す。この溶液をシャーレに入れ静かに保つとリズムをつくり、渦巻パターンの模様を造り出す（ペローソワ・ジャポチンスキー反応）。変わった習性を持つ粘菌は、この化学時計を生態の中に取り入れていることが知られている。粘菌は単細胞と多細胞の境界をゆくアメーバで、普段は、単体として餌を採っているが、貧栄養状態になると突然、数万個の細胞がリズムを保ちながら集合をはじめ。この一定の脈動現象



は、化学時計の原理に基づいている。こうして集まった細胞は、胞子をつくり他の栄養の豊富な場所に繁殖しようとする。あるいは、

心臓の鼓動は、時間的に周期性のある過程であり、振動を起こすような複雑な化学反応によって支えられている。空間的に周期性のある反応には、細胞を組織的に組み立てて、肉體をつくりあげるような反応も〔散逸構造の中に〕含まれている。

このように、平衡を遠く離れた状態にある化学反応は、身体をダイナミックでリズムカルに満ちた構造に仕上げてゆく。

プリゴジンは、非平衡がつくり出す構造と生命のかかわりについてつぎのように発言する。

〔以上のような〕現象は、現在よく知られている化学反応であり、すべての分子が、赤になったり青になったりするのは、非平衡系がつくり出す時間の構造であり、渦巻のパターンは空間の構造であるといつてよい。非平衡の例として、もう一つあげよう。人びとが集

まっつくる街もそのひとつなのである。たとえば、そこには、いろいろのビルがあったり、寺院や市場があったり、商店があったりする。この街という構造は、外部との相互関係で成り立っているということである。

もし、この相互関係、ものの移動とか人の移動を断ち切ってしまったら、街が消滅してしまう。つまり、非平衡から生まれる構造とは、常に外部とのエネルギーや情報の交換によって成り立っているのである。

非平衡系のおもしろいところは、平衡系でみられない物質の性質がみえてくることである。平衡系では、その中の分子は、すぐ隣のものしかみていない。しかし、非平衡系では、分子の間に相互関係があり、ひとつの分子の振る舞いがほかの多数の分子に影響を及ぼしている。わたくしは、このことをよくこう言っている、『平衡系の分子では、全体を見渡すことができないが、非平衡系になると分子が全体を見渡す目を持つようになる』と。このような状態を〈コヒーレンス〉とっておき、ここから秩序ができてくるのである。こうした非平衡系がつくる秩序から生命が生まれ、人間も誕生する。

3-3 新たな生命観

活性化されつつある生命体について、最新の化学分野からの知見によってその成果を紹介してきた。しかし、そのことについて概論をながながと述べたつもりはない。すなわち、『般若心経』はつぎのような記述で始まっている。深い三昧に入った観世音菩薩は、般若波羅蜜によって、現象を觀照しつつ、五蘊はすべて空であると看破した。すなわち、色は即ち空である。空を離れて色は存在しない……と。これは、原始仏教の法の現觀に通じる。仏教は、禪定 *dhiyāna*, 三昧 *samāhi*, 止觀 *śamatha-vipaśyanā*, 現觀 *abhisamayālmakāra* といわれるようなことばをたくさん持っているが、これは、法、すなわち、現象や真理を深く考察しようとした姿勢のあらわれである。

科学のもたらすすばらしい知見についても、やはりよく吟味考察することが、仏教にとって肝要である。すなわち、まず太陽があって、定常的に光エネルギーを地球に照射する、という現実事象がある。このエネルギーの流れが秩序だった構造を造り出す、それが生命なのである。この生命は「エントロピーは増大する」という法則の妙がつくりだす一回限りの模様である。流れが止まれば、生命も止む。エネルギーが流れていれば、いのちは脈動し時がぎざまれすべてが存在する。

〔註〕

- (1) 『法と縁起』(平川彰著作集1巻) pp.4—5
- (2) 大正1, 583b, 『中阿含經』卷24
- (3) ジェレミー・リフキン, 竹内均訳『エントロピーの法則』祥伝社刊, p.96
- (4) リフキン, 同本, p.212

仏教的時間と科学的時間の考察〔Ⅱ〕

- (5) リフキン, 同本, p. 232
- (6) AN. 1, p. 146, 『中村元選集11』 pp. 65—67
- (7) ピータ・W・アトキンス著, 米沢登美子/森弘之訳『エントロピーと秩序』日経サイエンス社刊, p. 108a
- (8) ピータ・W・アトキンス, 同本, p. 109a
- (9) 自然選集『時間とは何か』中央公論刊, pp. 11—12
- (10) ピータ・W・アトキンス, 同本, p. 84a
- (11) ピータ・W・アトキンス, 同本, p. 87b
- (12) 『仏教・インド思想辞典』pp. 146—147
- (13) 同本, p. 455
- (14) SN. vol. III, p. 62, ll. 11—14
- (15) SN. vol. III, p. 143, ll. 1—5
- (16) 大正29, p. 26 a b
- (17) 大正29, p. 26 b
- (18) I. プリゴジン/I・スタンジュール著, 伏見康治他訳『混沌からの秩序』みすず書房刊, pp. 190—191
- (19) I. プリゴジン/I. スタンジュール, 同本, p. 217
- (20) ピーター・W・アトキンス『エントロピーと秩序』日経サイエンス社刊, p. 146a
- (21) アトキンス, 同本, p. 152b
- (22) アトキンス, 同本, p. 145b
- (23) アトキンス, 同本, p. 152b—154b
- (24) リフキン, 前掲載書, p. 76
- (25) アトキンス, 同本, p. 221b
- (26) アトキンス, 同本, p. 223b
- (27) アトキンス, 同本, p. 223a
- (28) アトキンス, 同本, p. 226a
- (29) アトキンス, 同本, p. 227a
- (30) リフキン, 前掲載書, pp. 77—78
- (31) アトキンス, 前掲載書, pp. 240a—241a
- (32) 杉本大一郎『エントロピー入門』中公新書, p. 85
- (33) 伏見康治「《幅のある時間》を求めて」(自然選集『時間とは何か』中央公論社刊所収, pp. 59—60
- (34) シュレーディンガー『生命とは何か』岩波新書, pp. 124—125
- (35) シュレーディンガー, 同本, p. 129
- (36) 渡辺慧, 自然選書『時間とは何か』中央公論, (第5図の説明文), pp. 17—18
- (37) I. プリゴジン/I・スタンジュール, 前掲載書, p. 48
- (38) アトキンス, 同本, p. 255a
- (39) NHK教育テレビスペシャル『プリゴジンが語る宇宙と生命① 物質を支配する時間』中村桂子対談, 1992/9/24, PM 9:00 放映

