

第四十二回中央教化研究会議 記念講演

『生命』とは何か

福岡伸一

生物とは

人間は命があるものと、命がないもの、つまり生物と無生物を瞬時に見分けます。石ころは生きていないけれど、貝殻は生き物がつくり出したものだというわけです。生きているということを一体どう認識しているか。その答えが、動的平衡です。そこに生命というものを感じるというのが私の結論です。

動的平衡は、私が編み出した言葉ではなくて、非常に古くて新しい概念です。紀元前五世紀には、ヘラクレイトスという人がすでに「万物は流転する」と言っています。あるいは日本でも、鴨長明が「行く川のながれは絶えずして、しかももとの水にあらず」というふうには、ある種の動き、流れとして生命をとらえています。

なぜ食べ続けるのか

二十世紀になって、そのことをルドルフ・シェーンハイマーが、分子生物学の言葉で言い直しました。私はこの人は二十世紀最高の生物学者だと思えます。つまり生物が機械仕掛けではなくて動的な平衡状態にあるものだというこ

とを、初めて哲学とか文学の言葉ではなくて科学の言葉で言い直した人だからです。

シェーンハイマーは、私たちが食べた食べ物 が体内でどうなるかということ を解析しよう としました。私たちは、食べ物 はエネルギー源なので、食べた らそれが燃やされて熱や運動 に変わって、燃えかすは二酸化炭素と水 になって捨てられる。つまり私た ちの体 というのは自動車 のガソリンエンジンのような内燃機 関であって、そこにエネルギー源としてガソリンを注ぎ込む、そういうものとして食物は あると考 えがちです。だとすれば、食物を 実験動物に食べさせてやれば、その食物の分子 というのは実験動物の中で燃やされてエネルギー に変わって、燃えかすの二酸化炭素と水が外に出 ていくだろうとシェーンハイマーは考 えたわけ です。

シェーンハイマーは食べた後も追跡できる ように、アイソトープ（同位体）と呼ば れるものを使いました。これは、自然界には水素とか炭素とか酸素とか窒素とかの元素があ ったって、人の体、動物の体はこれが寄 り集まったものですが、食べ物に含 まれている元素が体の中に入 ってしまうと、体の中の元素と区別が つかなくなってしまうので、この元 素に標識をつける。実際には元素とい うのは陽子と中性子でできているので、 中性子の数が一個か二個重い元素を使 います。ちやうど食物を構成する元 素にマーカーペンで色づけたようなも のだと考えてください。このような餌 を用意し、それをネズミに食べさせた わけです。

食べ物 がネズミの体の中に入 っ てい っ て どうい うふう に代謝されるか、マーカ ーした元素の行方をず っと追っ てい っ たわけ です。シェーンハイマーも最初 は、色づけた元素はネズミに食 べられて、体内で燃やされて、たと えばネズミの息から出てくる二酸化炭 素、あるいは汗の中 に出てくるだろ うと予想して いたわけ です。ところが、確かに燃やされて二酸化炭素や水になる元 素もありましたが、大半の元素は ネズミの体の中に溶け込んでい っ て、たと えばしっぽの先、耳や目の中、ひげの中、心臓、肝臓、腎臓とい うふう に、ありとあらゆる ところに散らば っ てそこに溶け込んでい っ てしま い、そのネズミの体 の一部にな っ てしま っ た。実験を三日間続 けて、三日間に何十グラムものエサ

を食べたのに、ネズミの体重はほとんど変わらなかったのです。

これは一体どういうことかというところ、食べた元素は全部ネズミの体に入っていましたけれども、ネズミの体から出ていく元素、たとえば今呼吸中の息とか汗とかフンとか、尿とか、あるいは皮膚からこぼれ出てくるアカとか毛とかは、全部ネズミの体の中にもともとあった元素が外へ出てくる。つまりこれはメーカーがついていない元素なわけです。食べた原子とネズミの体を構成した元素がすっかり、ほんの数日間に入れ替わってしまったということです。

では今度は色づけした元素を食べさせるのをやめて、色づけしていない普通の元素の食べ物をネズミに食べさせるとどうなるかというところ、今度は徐々に赤く色づけした元素がネズミの体の中から外へ出ていったわけです。

ということは、ネズミの体の中に絶え間なく元素が入り込んでいって、そこから絶え間なく流れて出ている。

生きているという状態は、この川の流れの中にあつて、たまたまその川の流れに赤いインクを入れてやると、その赤いインクが体の中を通り抜け、通り過ぎていっているということです。

ネズミの体の中で絶え間なく合成と分解が起こっている、ぐるぐる回っているということ。つまり動的平衡の状態にあることが、実は生きているということの本質であつて、この流れを止めないために私たちは食べ続けなければいけないわけです。

動的平衡というのは機械論的な生命観に対するアンチテーゼですが、しばしば近代科学あるいは現代の私たちは、動的な生命というのを見失つて非常に機械論的に生物や、その生物が生きている環境、自然をとらえがちになつてしまつていて、環境問題を考える上でそういう思考法がさまざまな落とし穴をつくり出しているのではないかと思えます。

私たちは、ある部分を切り取つてその部分の中だけでロジックをつくつてしまふ。その部分の中だけで物事を考えつてしまふ、そういう気がするわけです。

脳死

端的な例が、その生物がいつ死ぬかという問題です。人間の場合、古典的な死の定義には「死の三兆候」があります。呼吸が止まる。心臓が止まる。目の瞳孔反射がなくなる。お医者さんが、その三兆候を確認すると「ご臨終です」と言って、家族がその死を受容する。

それを前倒しして、脳が機能を停止すればもうそれは死と認めてもいい、それは死体とみなしてよいと定義されたわけです。その時点で呼吸があろうが、心臓が動いていようが、脳が死ねばそれは死んだ状態だというのが脳死です。しかし生物学的にいうと、私たちの、人間の体というのは大体六十兆個の細胞でできていますので、そのすべての細胞が機能を停止するというのは、かなり後のことで、脳が死んでいても、細胞のある部分は生き残って、呼吸や血液循環があり、あるいは呼吸停止してから数時間、あるいは十数時間ぐらいしてから全部の細胞の活動が止まります。ですからほんとうの死というのは大分後にあるわけですが、それがどんどん前倒しされて、脳が死んだときが人間の死とみなしてよいということになっています。

いまだにその脳死の定義に何となく納得ができない人は多いと思うんですけども、ここにきてさらに新たな問題が出てきます。それは脳が始まる時点、「脳始」の問題です。人はいつから人格を持った人とみなされるかです。

生物学的に一番納得できるんじゃないかなと私が思うのは、精子と卵子が会って受精卵ができた瞬間です。その瞬間は新しいエネルギー状態ができて、新しい情報の状態ができて、新しい物質の状態ができて、そこから発生のプログラムが待ったなしで始まるので、それが人が人として出発する時点じゃないかなと思います。二細胞、四細胞、八細胞と分裂して、だんだん細胞の固まりになって、それが役割分担して生物になっていくわけです。

でももし脳が死ぬのが人の死であれば、論理的に整合性がある人の始まりは、脳が始まることとなります。細胞

が受精卵から分裂して最初の神経になる、脳を構成する細胞のものと細胞が現れるのは受精後十日とか十二日目ぐらいです。さらにそれが集まって脳を形づくってネットワークができて脳波が生まれて意識というものがあらわれると考えると、脳が完成するのは受精後二十六、七週とかなり後のことです。

では何でそんなところに線を引く必要があるのか。それは死の定義として脳死を人の死だとすることとまったく同じです。

なぜ脳死が定義されたのか。それは、臓器移植のために、まだ生物として細胞として生きている状態で臓器を取り出したいからです。だから死の定義を前倒しして脳死を定めて、その後は死体とみなせるから、そこから臓器をとってもそれは殺人罪にはなりませんという定義になったわけです。

では、脳が始まるところが人の始まりだと定義すると、何が便利かということ、それ以前の段階は単に細胞の塊に過ぎないから、再生医療のためにE S細胞（胚性幹細胞）をとったり、元気のいい幹細胞を取り出したりしても、それは生物を、つまり人間を損なったことにはならないとなるわけです。

これは、本来連続しているはずの時間に無理やり引いた切断線で、それは一枚の絵をノコギリで2枚に切断するのと同じなのではないかと思えます。

狂牛病

同じような問題がB S E（牛海綿状脳症）です。二十年ほど前には、この病気は地球上に存在していなかったのです。一九八五年の春先にイギリスのケント州で、一頭の乳牛が牧場主に突きかかってきたり、同じところをぐるぐる回る奇妙な行動をとり、やがて自分で立てなくなって死んでしまいました。

イギリス全土で同時多発的に同じような奇妙な行動を示して死んでしまう牛が次々と現れたのです。イギリス政府

は、初め土壤に含まれている水銀とかカドミウムのような重金属を牛が間違つてなめてしまったんじゃないかと、農薬が流れてきてそれを吸つたのではないかなどと考えました。三年くらいかかって、ようやく飼料が汚染されているのではないとなりました。

子牛を乳牛に仕立てるために、できるだけ早く安く飼育する。母牛のミルクを与えていたのでは経済的に回っていかない。できるだけ安い飼料で牛を育てたい。そこで代替飼料として目をつけたのが死体です。病気になって死んだ牛、羊、あるいはケガで使いものにならなくなった家畜、それから精肉をとった後捨てる部分。そういったものを集めてきて大鍋で煮て、骨を外して、油で漉しとって残った肉かすを乾燥させたもの、これを肉骨粉と呼んでいます。それを水で溶いて飼料として子牛に与えていたのです。その動物がどうして死んだのかということには全く注意しなかったわけです。

イギリスは羊毛産業が非常に盛んだつたので、羊の頭数が非常に多くて、羊の中にスクレイピー病という奇病が古くから知られていました。スクレイピー病はBSEの羊版ですが、原因や詳細は解明されないまま放置されています。スクレイピー病にかかった羊が死んで、エサの工程に紛れ込んできて、それを食べた牛が一斉に狂牛病にかかっていったわけです。

本来草食動物である牛と羊が、それぞれ草食している限り、羊の病気が経口的に牛に移るということはあり得ない。自然界の食物連鎖網という平衡状態を組みかえて、牛を肉食動物、しかも強制的な共食いをさせた結果、羊の病気が牛に移ってきて、その牛の病気が今度は人に乗り移ってきたわけです。

コスト削減を優先

BSEには大体五年の潜伏期があります。イギリスでは一九九二年ぐらゐまで発生して、ピークの同年には年間三

万頭近い牛が倒れました。その後ようやく減少に転じたので、肉骨粉の給餌規制は正しかったと立証されたのです。しかし、もう一つナゾがあります。この肉骨粉をつくって、それをエサにするレンダリング産業というのは、二十世紀初頭からずっと行われていて、羊のスクレイピー病も間欠的にずっと発生していたのです。それが一九八五年になって急にBSEが大発生してきたのはなぜなのか、ということです。五年の潜伏期を考えると、その五年前に何か起きていたということになります。

一九八〇年には、急に原油の値段が上がることがありました。その直撃を受けたのがレンダリング産業でした。レンダリングは原料はタダ同然の死体ですが、それを煮たり乾燥させたりする燃料コストは、原油価格の影響をもちに受けるわけです。このとき二倍近く値が上がってしまい、これでは、肉骨粉製造のうまみがなくなってしまうわけです。

そこでレンダリング産業の人たちは、工程を大幅に簡略化して燃料代を節約したのです。それまで圧力釜で二時間煮詰めていたのを三十分に短縮しました。圧力をかけると温度は一〇〇度以上に上がるので、二時間煮詰められれば、耐熱性の病原体が含まれていても不活性化されて、BSEの発生が辛くも防止されていたのです。その加熱工程の短縮で燃料費は四分の一になったのですが、二時間煮詰められれば死滅していた耐熱性のスクレイピー病の病原体が、三十分程度では残存してしまつたのです。その飼料を食べた牛が五年の潜伏期を経て発症したわけです。

食物連鎖網を勝手に組みかえて、草食動物の牛を肉食動物にしたことや、レンダリングの工程を勝手にかえたことを見ると、生態系の間にあるさまざまな相互作用の關係を見ようとせず部分的なロジックだけで考える、つまり動的平衡を見失った効率優先主義がその背景にあることがわかります。

花粉症

春先に皆さんが悩まされる花粉症についてです。花粉症にかかるとお医者さんが抗ヒスタミン剤を処方してくれま
す。抗ヒスタミン剤というのは、ヒスタミンというものの偽物です。

花粉症は、スギ花粉がやってくるとそれを私たちの体が外敵だと認識して戦う現象です。単純に言うとな、スギ花粉を認識する細胞があり、スギ花粉がくると外敵が来襲してきたと認識して、その信号であるヒスタミンを放出して周りの細胞に知らせるのです。ヒスタミンを受けた細胞はヒスタミンのレセプターを持っていて、ヒスタミンを感受し、鼻水を出せとか、くしゃみをしろとか、涙をいっばい出せというふうにして外敵を洗い流そうとする。つまり、免疫系のある種の防御反応です。

ところが、抗ヒスタミン剤は、ヒスタミンを先回りして、このヒスタミンレセプターに張りついてブロックするのです。そうすると、ヒスタミンがやってきてもわからないので、くしゃみ、鼻水、涙という反応が軽減されて花粉症の症状も和らぐのです。

もし、私たちの体が機械のようなものであれば、このヒスタミンレセプターを遮断してやれば反応は止まるので対症療法としてはいいのです。しかし、細胞と細胞とは動的な平衡状態にあるので、押せば押し返される。沈めようとすれば浮び上がってくるなどと、平衡を保とうとする働きがあるのです。だから抗ヒスタミン剤がずっと続くとうどうなるかというとな、細胞はもつと余計にヒスタミンを出そうとします。ヒスタミンを幾ら出しても全然効果がないので、もつとたくさんヒスタミンを出して、シグナルをたくさん伝達しようとうとします。受ける側の細胞ももつとヒスタミンレセプターを出します。生物の体内の情報伝達系というのはいろんな網目がありますからバイパス経路があり、違う経路から情報を伝達しようとうとします。だからこの経路を止めようと、抗ヒスタミン剤をずっと飲み続けると、逆に花

粉症を悪化させてしまうわけです。

最後にまとめたいしますと、生命現象、或いは環境問題、自然を考える上で、実はこれらは、全体としてバランスを取りながら絶え間なく動いている、動的平衡というものとして捉えることができるわけです。動的平衡に対して私たちができることは、実は限られており、部分的な思考に陥って、動的平衡にピンポイントで介入をすることをできるだけ避ける、それから、動的平衡はその流れているということが大事なわけで、それを堰き止めるような思考、或いは行為をできるだけ避けるということが、実は環境に対し、或いは生命に対して、優しい在り方だという風に見えるのではないのでしょうか。

この問題に関しては、幾つかの著書を発表しております。『生物と無生物のあいだ』、その続編にあたる『世界は分けてもわからない』（ともに講談社現代新書）、そして、最初にお示した、『動的平衡』（木楽舎）といった本が、もう少し今日のお話を詳しく知りたい方に、参考になるのではないかと思えます。

本日はご清聴ありがとうございます。（拍手）

質疑応答

司会 福岡先生大変ありがとうございます。少しでございますが、質疑応答の時間をいただいております。どんなでも結構でございます、挙手をして、ご質問をいただきます。はい、岩田上人。

質問者1 研究員をさせていただいております岩田でございます。先生の著書は、非常に大好きで、読ませていただいているんですけれども、ちょっと、気になったことがあります。狂牛病の件で、先生が先ほど、伝染っていくという過程の話をなさってたんですが、これは直接的に関わるわけではないんですけどエイズの問題についてというのは実は、同じように、我々に対しての害病として、結局のところ巡ってきている、ヒトと猿が関わった

から始まったという説もありますけれども、こういうことに対しては先生はどういう風に、お考えになつておられるでしょうか。

福岡

大変重要なご指摘だと思います。新しく、立ち現れてくる病氣、例えば、今騒がれている新型インフルエンザとか、少し前にはSARSというのがありましたし、今ご指摘のエイズ、或いは狂牛病、こういった、新興の病原体の勃興というものには、必ず、人為的なものがその背景にあると思います。本来は、病原体は、ある宿主を持って、ある生態的な位置に、普通は隔離されている、或いは封じ込められていたものなわけですが、その、隔離されていた二つの生体が、開発であるとか、人の交流であるとか、或いは、なんらかの人と動物の交渉であるとかによって、その生態的な界面が近づいてしまう、そのことによって病原体が、そこを通り抜けてやってきたりするのが、これらの新興の、病原体の勃興だと思います。それから、例えば新型のインフルエンザが毎年次々現れてくるということの背景には、例えば、ニワトリを、非常に稠密に、集団で飼育する、或いは豚を、何百頭も同じ所で飼うというような行為があります。ウイルスに対して進化の実験場、ウイルスにとって天国のような環境を与えているから、ウイルスは次々と自分の身体を、状態を変えて飛び移りながら、もつとも早く宿主の中で増殖されるものが、急速に選抜されて飛び出してきているわけです。ですから、こういった病氣の背景には、人為があると思います。そしてエイズは、性交渉によって伝染するという、人間の本質に関わるルートを通じて、伝染ってきているわけです。狂牛病は、食べ物を食べるという、エイズにもまして、人間に、本質的な行為を通じて伝染ってきているわけで、これは非常に重大な、問題だと私は思っております。

司会 よろしいですか。

質問者Ⅰ ありがとうございます。

司会 はい、どうぞ。

質問者2 あの、座ったまま恐縮です。先生のお話は、非常に難しいと当初は感じましたけれども、私共の宗門としても、「いのちに合掌」をスローガンとして、宗門運動を起こしております。その様な状況の中で、我が国の状況を見るといって、自死が三万人も出てきておるし、また、確か私共の仲間で山梨県の僧侶が、一人殺せば殺人だが、戦争という名の下にたくさんの人を殺したら英雄になると、そんな事を言っております。そういう現状の中で、先生は、環境・自然、そして命、この三つを、動的平衡という形で、締め括ってくださいました。だから、私は、今日立派な、ご報告をいただき、教えていただいたということを、感謝する次第でございます。

福岡 どうもありがとうございます。科学というのは、実に役に立つんですかとよく聞かれるんですけども、実は科学というのはそんなに役に立たないわけです。むしろ、人間が、本来できないことを教えてくれるのが、科学の役割だと私は思っています。時間を逆戻しすることもできないし、命をゼロから作り出すことも科学にはできないのです。自然がこういうものである、つまり動的平衡として自然があるというのは、ある種の、諦観というか、諦念のようなものではないかなと私は思います。しかしそれは絶え間なく流れているものである、ということは、ある種の希望を私たちにもたらしてくれている、とも思うわけです。

司会 はい、その他にいかがでございます。どなたか。所長、はいどうぞ。

質問者3 田澤でございます。動的平衡の中で、シェーンハイマーがいわゆる、食べ物を通して説明しているところがでてくる、分子的なレベルでお伺いしてんですが、細胞的なレベルでも同じような、捉え方をしようか。

福岡 はい、基本的には同じなんですけれども、細胞自身がどんどん入れ替わっている、消化管とか、骨とか、そ

ういうところもあります。それから、細胞自体はそのまま、中身だけが入れ替わっているケースもあります。脳とか心臓などは、細胞はそこにあるんだけど、その中身が入れ替わっているから細胞の繋がりも保存されているわけです。それが恐らく、記憶、というようなことと関係しているんじゃないかな、と考えられます。

司会 その他に、いかがでございます。はい、では早坂上人。

質問者4 すいません。細胞の事で質問が御座居ます。この、細胞そのものは何から動いているんでしょう。それそのものは、何をもとにして、動いてると考えたらいいですか。いろいろ考えたことがあるんですけども。

福岡 細胞一つひとつが、生きていることの最小の単位と考えていいと思うんですけども、細胞がどうして動いているかというと、細胞自身も呼吸をしていますし、細胞の中に、小さな筋肉のような繊維が縦横に走っているんです。それが、細胞をひとつの方向に押し出したり、縮めたりします。それから細胞の周りに短い毛が生えているようなものがある、その毛が動くことによって、水中を泳ぎ回ったりすることが出来ます。ですから、細胞一つひとつは、人間と同じように呼吸をしているし、代謝をしているし、電気的な活動もしているわけです。そのような動きが、生きているということにして、細胞一つも、ある種の動的平衡状態にある、という風に言えると思います。

司会 まだ少し、お時間がございますが。はい、では原上人。

質問者5 あの、動いていることは分かりましたけど、それを動かしているものは、何ですか。それは意識ですか。

福岡 それは大変難しい質問でございます。細胞はあたかも擬人化できるように、一つひとつが方向性を持っているし、自立性を持っているわけです。それは何に由来しているのかというのは、なかなか、簡単にお答えすることができません。私たち生物学者は、実は細胞がいかにして成り立っているか、いかにして動いている

かというHOWの疑問文には答えられるのですが、細胞が、何故そこにあるのか、何故動いているのかという、WHYの疑問文には、なかなか答えられないし、WHYの疑問文に答えることに対して、ある種の禁欲をしているわけです。それは何故かという、科学が答えられる疑問の範囲を越えているからです。それが、実は、宗教や、芸術や、文学が担当する部分じゃないかな、という風にも思うわけです。

質問者5

結果ですね、人間のように六十億兆の細胞が増えた時に、心、というもの、まあ人間でなくても、生物全てに心というものが生じますよね。そうしますと、そういうものを動かしているものは、そういう、心の原点みたいなものが、それを動かしていると考え、宗教的なそういう考え方というのは、成り立つのかどうか。

福岡

それは成り立つとは思いますが。ただ、それはどこかにコントロールセンターがあって、それが全ての細胞に命じているというよりは、細胞は、一つひとつが、実は非常に限られた、ローカルなことしか知らないわけです。自分の周りのことしか知らないのです。しかしその周りの細胞は、またその周りの細胞のことを知り、その細胞はまた周りのものを知っているというふうに、分散的な仕組みの中にあります。それでいて全体としてはうまくバランスがとれている。だから、生命現象というのは中央集権的な在り方ではなくて、非常に分散的な在り方で、動的平衡が保たれているわけなんです。ですから、心というものがどこかにあるとしても、それは、例えば脳に限局されている、心臓に限局されているという風には、私は考えずに、身体全体に、細胞全体に宿っているものだと、いまいに思います。

司会

はい、他にいかがでございます。はい、では後ろの方。

質問者6

動的平衡というのは、地球単位においても、当てはまると、いう風に仰ったかと思いますが、例えば今スペースシャトルで宇宙に行きます。衛星軌道を外れて、地球に帰らずに、外の宇宙のほうに行ってしまった。すると逆に、隕石が地球に落ちてきましたと。そうすると、宇宙の単位でいえば、動的平衡は保たれる

のかと思いますけれども、地球上における、その平衡、バランスというのは、当然崩れるかと思えますけれども、その辺は、なんら問題がないとお考えでしょうか。

福岡 動的平衡というのは、実は、境界線がないわけです。エネルギーの交換、情報の交換、物質の交換という関係性が保たれていれば、どこまでも、動的平衡の範囲は広がっていくわけです。地球という球体が一応あるように見えますけれども、一番外側の、大気圏のところでは、絶え間なく大気は、宇宙空間に拡散していつているわけです。それから、宇宙空間から、新しい物質が入り込んでいるのです。そこで交換が成り立って、動的平衡が成り立っています。スペースシャトルで誰かが外へ行けば、そこまでが、動的平衡の新しい先端にあるわけですし、それは、多かれ少なかれ、宇宙全体に広がっていくものだと思います。ですから、私たちのこの世界全体が動的平衡状態にあるわけで、その密度の濃淡はありますけれども、多かれ少なかれ、繋がっているものだというふうに捉えられるのではないのでしょうか。

質問者6 ありがとうございます。

司会 はい、まだまだご質問も、尽きないかと思えますし、お話を続けたいのでございますが、お約束をした時間がまいりました。どうも福岡先生、大変に、お疲れさまでございました、ありがとうございます。

福岡 ありがとうございます。

司会 ありがとうございます。皆さんでもう一度、大きな拍手をお願い致します。