

2日目 補足講演及び討論

佐藤 勝彦

齊藤先生から大変すばらしい話がございましたが、私は最近興味を持っているビッグバン宇宙の未来、人類の未来について話させていただけたらと思います。

昨日はビックバン宇宙の話をさせていただきましたが、我々の宇宙はこれから一体どうなるのだろうか。その中で知的生命体である人間はどのようにしていくのだろうかという話をさせていただきたいと思います。

我々はインフレーション宇宙理論のもとで、宇宙の創生と現在にいたる進化を考えていますが、これから宇宙がどのような運命をたどるのかと考えますと、基本的に4つの可能性がございます。ここに運命ゼロと書いてありますが、これは宇宙の初期でおこりましたインフレーションと同じようなことが、今起こりつつあるという観測がございます。つまり、私たちの住んでいるこの宇宙の中に、宇宙初期で起こしたインフレーション起こした真空エネルギーに対応するものが残っているのではないかという観測です。インフレーションが終わった途端に真空のエネルギーはゼロになって消えてしまって、それがすべて物質のエネルギーに変わったのだところまで思っておりましたけれども、最近わずかながらも残存しているのではないかと。普通の物質のエネルギーよりも、今真空のエネルギーが宇宙の主なエネルギーになっているわけです。正確に申しますとこの宇宙を支配しているエネルギーの70%が真空のエネルギー、29%が実はこれも正体不明の暗黒物質という物質である。我々の体をつくっているような普通の物質は実はわずかな1%以下であるというのが、現在の標準的な認識になっ



ております。

ですから実は運命を決めるものは真空のエネルギーであり、また正体不明の暗黒物質ということで、我々は宇宙の運命を決める物質については本質的に何も知らないということになってしまいます。

さて、もし今、第2のインフレーションが起こることになりますと、宇宙は再び指数関数的な膨張をすることになります。しかし宇宙初期でのインフレーションに比べるとそれほど急激ではなく、100億年ごとに宇宙の大きさが2倍になる程度の、インフレーションです。ついでにすべて一応分類しておきますと、宇宙が単調に膨張しているモデル、これはよく言われているのは開いた宇宙モデルと言われているものでございます。宇宙の曲率が負の曲率をもったものでございます。線形的に膨張するようになっています。

これと反対の閉じた宇宙モデルというのがありますが、これは曲率が正の宇宙モデルです。これは必ずいつか収縮に転じまして、ビッグクランチという宇宙の終末を迎えることになります。次は平坦な宇宙モデルで、インフレーション理論が基本的に元々予言した宇宙

のモデルです。宇宙の膨張は減速していますが、決してつぶれない。ちょうど脱出速度を超えたロケットみたいなものです。速度はいつも遅くなりますが、決してつぶれないという宇宙モデルです。これは非常に知的生命体の未来といいまして、宇宙生命体として成長する場合の一番良いモデルになるかと思います。

第2のインフレーションがおこりますと、宇宙は指数関数適加速膨張をしますので、実は私たちの子孫は、我々が現在みている宇宙よりも小さい領域しかみることができません。たとえば遠くにある天体が、見かけ上ですけれども光より速い速度でほとんど地平線の彼方に消えていくような宇宙モデルになります。私たちの子どもがみる世界というのは非常に小さい世界になってきます。

しかし第2のインフレーションも何時までも続くものでは無いかも知れません。つまり宇宙創生のときに関わったインフレーションと同じように、ある時刻で宇宙で相転移が起こり、真空のエネルギーは消えてしまうのではないかと思います。そうすると結局は後の3つの場合に、帰ることになってしまうのです。

普通の曲率が負の宇宙は、線形的に膨張します。残念ながらこの場合無限の彼方まで情報を伝えることができないことになります。このような宇宙では宇宙は永遠に膨張しますので、無限の命が保障されています。しかしそれでその中で永遠に生命とかが存在うるのかと申しますとそれはそうはいきません。なぜならばまず宇宙を輝かせているもの、エネルギーの源になっているものは何かと申しますと、それは恒星であるわけです。銀河やいろいろな天体はありますけれども、恒星には年齢がございまして、そこでエネルギーを燃やし尽きますと消えてしまうわけです。エネルギーが無しでは基本的には生命体というものは生きてはいけません。大きな恒星、太陽

の質量の100倍の星は100万年で燃え尽き、大往生します。一方、太陽の半分くらいの質量の星でしたら、これは非常に長生きしまして、1,700億年も生きることができますということになります。

恒星が爆発しますとガスが宇宙空間に放出され、そのガスでまた星がつくれますので、1,700億年で宇宙が暗くなるわけではありません。だいたい推定をしますとわかります。だいたい10の14乗年、100兆年です。それから暗くなった銀河、もともと輝いていた銀河ではありますけれども、そこからいろいろな天体が重力的に離れていくっています。真ん中に巨大なブラックホールが作られ、まわりに光らなくなった、燃えかすの星が散らばってきているということがわかります。さらに10の33乗年という、これはとてもない大きな数値ですけれども、そこで我々のからだをつくっている物質である陽子まで壊れてしまうということが指摘されております。これはカミオカ鉱山に設置されたスーパーカミオカンデという装置で調べております。

さらに10の100乗年になると、こういうところでつくられたブラックホールが蒸発をしていきます。そういうことでわずかなエネルギー源はありますけれども、基本的にはこの宇宙は「消え入る様な死」を向かえる宇宙です。

2番目のモデル、曲率正の宇宙はいつか収縮に転じ、ビッグクランチを迎える場合です。この場合はビッグバンの逆戻りになるわけでして、収縮が始まるとやがて、銀河は合体をはじめます。私たちの天の川銀河には、お隣にアンドロメダ銀河というのがございます。今でも我々の銀河と天の川銀河は夫婦みたいなもので寄り添っているわけですけれども、たぶんそのうちに合体することでしょう。

さらに宇宙が収縮していきますと今度は恒星がだんだん溶けてきます。なぜならば宇宙は収縮することによって、宇宙の温度が上昇

するからです。膨張の時代にエントロピー、熱エネルギーを勝手に捨てることができましたが、もはや捨てることはできません。宇宙が膨張している時代に捨てたエネルギーが、今度は収縮に転じた場合、自分に返ってきてしまうのです。それでもはじめはブラックホールは残っているわけですけれども、そのうちブラックホールも合体をはじめてしまいます。そして最終的にはビッグクランチの瞬間、すべては特異点に帰るということになるのではないかと思います。

こういう宇宙に我々が住んでいるとすると、死は必然です。ビッグクランチを越えて生存することはできません。しかしそれでも、長生きする手段は考えられないのでしょうか？ 原理的には、実はインフレーション宇宙での子宇宙の創生と同じように、子宇宙をつくって逃げ出せば良いのです。我々の子孫である未来の知的生命体がハイテクノロジーをもつならば、宇宙初期で子どもの宇宙を自然に真空の相転移によって作られたのと同じように、人工的につくられることができるでしょう。

さてインフレーション理論が予言している宇宙は平坦であり、宇宙は限りなく減速を続けていくのではありますけれども、決して収縮に転ずることはありません。宇宙の膨張は減速しておりますので、我々は情報をこの全宇宙に広げることができます。そういう宇宙であるならば、我々は永遠に宇宙生命体として広がっていくことが可能になるわけです。

実はこういうことの分野で非常に素晴らしい研究をしておられますのが、プリンストン高等研究所のフリーマン・ダイソンです。ダイソンは、「我々の子孫は 100 年以内に太陽系内に居住区をつくるであろう。1,000 万年以内に太陽系に満ちることができるであろう。」とのべています。もちろんこの生命体は、現在の我々と同じアミノ酸と核酸で作られた

生命体と思っているわけではありません。人類は自己設計によって進化する時代になってくるでしょう。さらに 1,000 万年スケールになってきますとお隣の銀河にまで進出できるであろうと。そして永遠に宇宙生命体として宇宙に満つことができるだろうと。現在の我々の DNA とアミノ酸というシステムで生命体は構成しておりますけれども、命を担う情報の媒体としては、中性子星にある核物質もあり得るかもしれません。また有名な天文学者、F. ホイルは、宇宙を漂う暗黒星雲が知的生命体として、太陽系にやってくるという SF を書いています。

平坦な宇宙は永遠に膨張を続け収縮することはありませんので、時間的に終わりはありません。しかし、力の統一理論はいつかは我々の体をつくっている陽子や中性子が崩壊することを予言しています。常識的にはその時点をもって、情報処理をするシステムとしての通常の物質がなくなりますので、命は消えてしまいます。しかしフリーマン・ダイソンは、その世界でも電子や陽電子は存在することができますので、これらが互いに結合することで新たな生命体が可能であるということを議論しています。しかしこのあたりの生命体になりますと、クロックタイムが 100 億年とか 1,000 億年というすごく長いクロックの生命体になるかと思います。そのときの宇宙の年齢は 10 の 33 乗年という長さですから、十分その間に大量の情報処理ができます。その生命体は我々の一生の間に処理できる情報量以上にたくさんの処理がされることになるかと思います。

もしダイソンが考えるよう、また多くの物理学者が単純に考えるよう、生命体は宇宙に普遍的なもので、知的生命体に進化するのにおおきな障害がないとすれば、「我々は何故訪れられないのであろうか。」という問題が生じてまいります。インフレーションモデルは宇宙の中で生命が必要とする条件を備えて

いる宇宙のモデルです。生命が誕生するためにはもちろん星や銀河、そういうものができませんと生命は生まれません。インフレーションモデルは、これらの天体の種を初期に量子揺らぎから作ります。また炭素や酸素が合成されませんと、地球型の生命は生まれません。炭素や酸素がどこで合成されているかと言いますと、宇宙の中では恒星の中での核融合反応でつくられているわけです。ビッグバンの最初につくられる元素は、軽いヘリウムまで、せいぜいリチウムまでなのです。それより重い炭素や酸素は星の中で合成されますから、銀河が作られ星が作られませんと合成されることはありません。特に宇宙の膨張が非常に早すぎるとまず銀河はつくられません。また逆に宇宙が早い時期に収縮してつぶれてしまうようなモデルならば、十分な時間が保障されませんので、地球型生命の発生は困難になります。生命発生のための十分長い時間、構造の種の仕込み、炭素や酸素などの元素をつくるということをインフレーションモデルは保障することになっております。この銀河系の中で我々の地球が生まれたのは46億年くらいといわれておりますが、銀河自身の年齢は100億年を超えていたわけですから、もし銀河系ができたころに知的生命体が発生しているならば、そこではすでに地球を超えるような時間が経っておりますので、地球の生命体とは比較にならない高度の知的生命体は無数に存在するはずです。もし知的生命体が、宇宙の中でありふれた存在ならば、宇宙からいろいろな信号がきているはずですし、直接訪問されてもよいはずです。「何故我々は訪れられないのか」という問題を解くもっとも簡単な答えは、「知的生命体のシステムは不安定で、発生してもすぐ自滅する」ということです。もし人類が滅ぶことがあるとすれば、たぶん今の時点で考えられるもっとも可能性の大きな原因は遺伝子操作ではないかと思われます。人類は長い歴史の中でいろ

いろなエネルギーを解放する手段を見つけてきました。人類の歴史の初期においては火を発見し、それによって我々の生活を実に豊かにすることができてきました。化学反応によるエネルギーの解放を人間がコントロールすることができるようになりました。しかし、やがて爆発的に科学エネルギーを解放する火薬が発明され、それが戦争に用いられるようになり、多量殺戮が可能となりました。20世紀になって化学エネルギーの100万倍もの効率の高い核エネルギーをコントロールできるようになり、さらに生活は豊かなものとなりました。しかし、それは同時に、我々自身を消滅させることができ可能なほどの巨大なエネルギーを瞬時に発生させる手段、原子爆弾や、水素爆弾を持つことになりました。現在原爆や、水爆の技術は決してハイテクではなく、小さな国でも作ることができます。幸い冷戦の終結で、核戦争による人類自滅のシナリオは遠のいたように思われています。

21世紀は生物学の時代であると言われます。生物学の知見をもちいることで、さらに人類は病気の克服、安定した食料の供給えるなどさらに豊かなものになろうとしています。しかし、遺伝子操作によって、人が無限の寿命を持つようになったり、子孫の作り方が人工的に可能になってくると、当然社会のあり方は大きく変わってきます。それは、動物としての、霊長類ヒト科ヒトでることを越えて、自己設計によって進化する存在になろうとしていることです。その設計を誤るなら、また意図的に悪用するなら、人類滅亡への道となります。原爆、水爆の製造には、国家レベルでの資源の投入が必要ですが、人の生殖細胞の遺伝子操作は、小さな企業、また大学の研究室レベルで可能なことです。人類を滅亡させるような力を、小さな単位の人の集団が持つことのできる、知的生命体は、当然極めて不安定な生命体です。

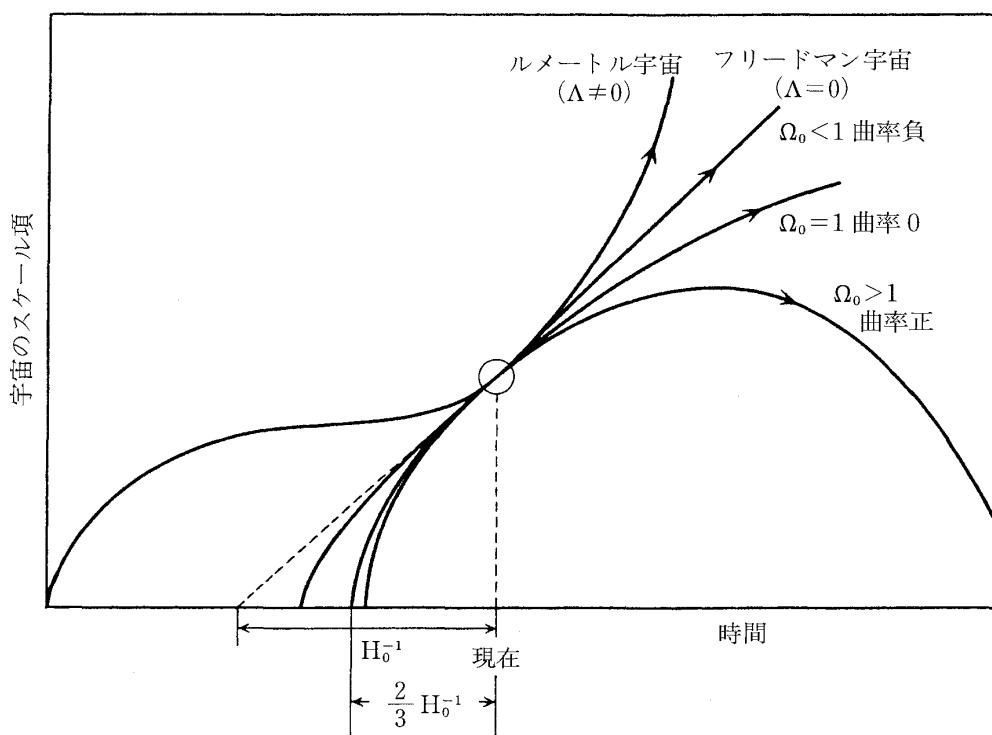
先程申しました「我々は何故宇宙人によっ

て訪れられないのか」という問題に対して答えようしたとき、知的生命体の存続時間が100年だとしますとこの問い合わせに答えることができます。我々の銀河系の中にはだいたい1,000億個の星があります。地球のような惑星が形成され、かつ十分な時間が保障される確率を1,000分の1程度とすると一億個の生命の発生する地球型惑星が銀河系の中に存在します。その生命体が知的生命体のなったとたん、わずか100年で滅んでしまうとしますと、宇宙の年齢がだいたい100億年ですから、確率1億分の1でしか知的生命体はこの銀河系の中には存在しないことになります。そうするとちょうどドンピシャ確率が1となり、銀河系の中には我々人類しか存在しないこと

になります。そして我々は100年程度で滅んでしまうということになってしまいます。

ダイソンが語るように人類が宇宙生命体として宇宙全体に広がり、繁栄してゆくには、自らを自己設計することによって進化することが必要になるかも知れません。人類が宇宙生命体として宇宙に満ち、発展して行くことができるのか、また終焉を迎えるのか、我々人類はその分岐点に立っているのではないでしょうか？私は人類が“真に賢い知的生命体”であると信じたいと思っております。そして、21世紀は人類が宇宙生命体として、出発する世紀であると信じたいと思っております。

図 種々の宇宙モデルでの宇宙膨張を時間の関数として示す。宇宙定数がゼロでないモデルはルメートル宇宙モデルと呼ばれる。宇宙定数ゼロのフリードマン宇宙モデルは、曲率の符号、正、ゼロ、負によって3つに分類される。



大島 泰郎

昨日、私のように化学と生物学の間の学問をやっていると、ぬえ的で適当にごまかして生きているという冗談をいいましたけれども、資料の提示法が専門の分野によって違います。数物系か工学系は、だいたい最近はOHPを使っています。生物系は、スライドです。今日も、岩田先生はスライドをお使いになるのではないかと思います。私の方は、その点もやはり明快でなく、ぬえ的で昨日はスライドを用意し、今日はOHPしか最初から用意してこなかったのです。昨日、岩田先生は、人間の脳は嘘をいうところが本質であるというお話をされましたか、その本質を最大限に利用させていただきまして、今からお話をするのはホラだけです。今日は三つの話題についてお話しします。

最初は生命の起源を分子から読み取る研究の関連ですが、昨日のような一般的な講演会ではちょっと話しにくいのでとばしてしまったのが、ゲノムです。今、次々とゲノムが決まっています。これからは1つの分子でなくて、1つの種のもつ遺伝子を全部ひっくるめて進化を論じなければならなくなります。その関連で、1つだけお話をできるかなと思ってきましたことがあります。それは、いったいいくつの情報量があったら我々は生きていけるかということあります。表1は、ゲノムが決まった1つの例で、これは超高熱菌です。他のもだいたい似たりよったりです。出典も書いてありますけれども、原著に書いてあるのは、統計的な数値まであります、残りの数値はホラです。私が勝手に付け加えたわけです。原著に、ホラは書いてあるわけではありません。著者の名誉のためにお断りしておきますが、推計の部分は全くのホラです。

最初にもお話をしましたが、生物学というのは生き物を決めないで始まった、ものすご

表1 生命は最小いくつの遺伝子が必要か?
Pyrococcus 属超好熱菌のゲノム分析の1例

機能	遺伝子数	必須遺伝子
転写	19	X0.7=13
翻訳	47	X0.7=33
代謝	187	X0.2=37
細胞構造	49	X0.3=15
輸送	90	X0.3=27
その他	27	X0.3= 8
同定された総数	419	133 (31.7%)
推定される遺伝子数	262	83
未知遺伝子	375	119
総合計	1,056	335

(Science, 273, 1058)

い曖昧ないい加減な学問ですから、厳密な意味で遺伝子の定義がないのです。ですから、遺伝子の数といっても、どこまでを遺伝子と呼んでいいのかということもちゃんと決まってないのですが、一応何となく常識的に遺伝子といわれるものがいくつあるかを調べようとした。

どんな遺伝子かわかっているものが、全部で420ほどあります。全文は、180万文字です。平均すると、私がここで話している定義の遺伝子は、平均して1,000文字だと考えています。ですから、180万の文字数からは最大限1,800個の遺伝子がつくれるはずですが、そのうちはっきり遺伝子だとわかるものは420です。だろうなと思うのが262、それから、さらにもうちょっと不確かなんだけれども多分そうだと思うものが380ほどあります、トータル1,056個からできていると思っています。

この1,056個のうちわかっている420については、これはちょっと専門用語ばかりで書いてありますが、遺伝の情報を複写するための「転写」に関係する遺伝子が19、それから

それをタンパク質の性質として表すための「翻訳」に関する遺伝子が 47、エネルギーを獲得する代謝が 187、細胞構造、いわば自分たちの体をつくるための遺伝子が 50、それから外から栄養を運び細胞内から今度は老廃物を排出する「輸送」に関する遺伝子が 90、その他の 27 という分類になっています。

私は、これからこの地球上で生きていくにはいくつ必要かという推定を、これは全くのホラですが、やります。まず、遺伝子の上にのっている情報を細胞の中に引きずり出して複写する、いわばオーケストラでいうとパート譜をつくる仕事をやる「転写」ですが、この 19 の遺伝子のうち、さすがにこれは大事なことですから、当てずっぽうですが 70% ぐらいはどうしても生きていくうちに必要だろうと思います。そうしますと 13 個だけ本当にいる遺伝子として残ります。

次に、翻訳、すなわちタンパク質の合成も同じくらいの割合で必要な遺伝子が存在するとします。

それから代謝に関わる遺伝子は、うんと減らします。多くがいません。なぜなら、このわかっている 187 の遺伝子の中に、タンパク質を構成する 20 種類のアミノ酸を合成するための遺伝子が多く存在します。この菌には、どのアミノ酸も培地に加える必要がありません。我々人間は、ご存知のように必須アミノ酸というのがあって 8 種類のアミノ酸はつくれません（実はもうプラス 2 個つくれないといった方が早いような状態なんですねども、教科書は 8 種ということになっています）。それらは全部、我々が食べ物から吸収していて、8 種類のアミノ酸は体内ではつくりません。このバクテリアは、熱水の噴出口周辺からとられたものですが、そんなところに生きているくせに、高機能で全てのアミノ酸を自分でつくっています。要するに、食べ物からとれば、アミノ酸の合成のための酵素はいらない。1 個のアミノ酸をつくるのに平均



4 個の酵素を使って合成しますから、少なくともこのうち 80 はいらない。そういうふうにして、必要な遺伝子は 20% だけとします。

細胞の構造に関わる遺伝子も、これもかなりいらないでしょう。細胞表層の構造も、もっとうんと単純でよければ、いらない遺伝子が多いというので、必要なのは 30%。そういうふうにして削っていくと、私の計算では、既に同定されている約 420 の遺伝子のうち、ちょうど 3 分の 1 にあたる 133 個しかいらない。これ以外はアクセサリーでいらない。

そうやって、わけのわからないものもみんな残り 30% だけがいるだろうとするわけです。そうしますとトータル 335 あれば、この地球の上では独立して生きていくことができます。有機物は補充されないとけませんけれども、有機物がある限りは、スープがあればこの星の上で生きていくのに最低限の、あるいは増殖するための最低限の遺伝子の数はおよそ 300 です。先程いいましたように 1 個の遺伝子は 1,000 文字です。1 枚の A4 の紙きれには遺伝子が 3 個書けるのです。300 の遺伝子の文字を書くには、100 ページ。要するに 100 頁の本があれば、生きていくための情報は全部記述できる。

それから個々の遺伝子の機能は、例えばこの遺伝子はロイシンというアミノ酸を合成するのに 4 つ、一連の酵素がいるうちの 3 番目の酵素だとか、そういう記載ですみますから、そんなのは 1 行です。1 行で性質、機能は記

述できます。そうすると 335 行あれば生きていいくために必要な機能が全部記述できる。そうすると、再び A4 の 1 枚には、ちょっとケチれば 50 行詰め込めますから、紙きれ 7 枚あれば生き物は記述できるのです。ですから、生き物をとても神秘的なものだと、複雑なものだと思うのは、ある面では間違いで、生き物というのは恐ろしく単純です。テレビ 1 台だって設計図が、そんなわずかなページ数で終わるはずがありませんから、生命より我々の技術が産んだ機械の方がずっと高度で複雑なものであるということが、ある面ではいえます。

佐藤：ウイルスは自立できませんが、ウイルスだったらどのくらいの数となりますか？

大島：我々が知っている限り一番小さいウイルスは、遺伝子を 3 個しかもっていません。佐藤先生の質問は重要で、私が初めに断るのを忘れていました。ここで私が生命といっているのは、他の生き物の力は借りないで自立して生きていけるというのが条件です。ウイルスのように他の生き物の細胞を借りれば、遺伝子の数は最低 3 個で済んでしまいます。自立して生きていける、我々の言葉では「Free living」という言い方をしていますが、そういう生き物でオーダーとして 300 遺伝子あれば、生命は記述できるというのが私のホラであります。

今日の第 2 の話題は遺伝子の利用効率です。遺伝子が DNA の中でどのくらい効率よく使っているかということです。確か懇親会のとき、お話をあったものですから、急に夕べ思いついて用意しました。これも相当いい加減なホラだと思っていただいているのですが、今佐藤先生からご質問が出たウイルスですが、ウイルスでもいろいろな程度があって、一番単純なのは遺伝子 3 個です。

ϕ X 174 と呼ぶウイルスは文字数 5,000 です。文字数 5,000 ですから、期待できる遺伝子の総数は一番効率よく使って 5 個です。と

ころが、この遺伝子は 10 個ももっています。10 個もっているのは、ひとつには 1 個 1 個の遺伝子が小さいのです。しかし、それ以上に恐ろしいことはオーバーラップしています。すなわち遺伝子は文章ですから、しかもカナ文字の文章に近いです。言語の中では漢字といいますか、中国語は非常に特殊なのです。というのは文字イコール単語です。意味がありますから。こういうアルファベットとかカナはちゃんと文字と単語を区別いたします。文字と単語と区別いたしますが、遺伝子はそちらのタイプの言語です。しかも 4 種類の文字でありますから、それから 1 単語は 3 文字と文字数も決められているので、もしアナロジーをやろうと実は思ったのですが、とても難しく、コンピューターでも使って本気になってやればもうちょっとよい例を思いつくと思うのですけれども、ノートの上に 3 文字でできている英語を書き並べます。たとえば YOU とか ARE とか OUR とか RUN とか書きます。それで文章をつくっていって、1 文字ずらすとまた別の文章が成立するという文を作ることを試みました。1 つの文章の上に 1 文字ずらしておくと別の文章が乗っているのです。たとえば、英語で例をといっても、たったほんのちょっとしか書けないのですが、YOU のあとに R で始まる動詞を続けていただいて、1 文字削ると OUR という、またその次の文章の主語になり得る単語が出てくるわけです。これが続くようにと、いくらノートの上に書き出しても、ろくなものはできません。そのうち、うまい例が出てくるかもしれないですが、どうしても思いつきませんでした。

とにかくそれをやっています。それをやっているために、小さいことと両方で DNA の利用率が 200% という、恐ろしく効率のよい生き物がいます（効率は実際の遺伝子数をその DNA が理論的に持つうる遺伝子数で除した数値です）。これが一方の極です。

バクテリアは、DNAの大きさが随分違います。超高熱菌180万文字、大腸菌450万文字。大腸菌は、4,500個の遺伝子がもてるにも関わらず恐らく3,000個ぐらいだと推定されています。超高熱菌は1,100個。利用効率がそれぞれ、66%，60%。こんな話をしているのですから、60も66も同じです。ですから、バクテリアは進化の道がどちらに向かおうと、同じような効率でDNAを情報の入れ物として利用していることが分かります。

それから昆虫は、4,000万の文字数ですから、可能な遺伝子総数は4万ですが、1万だと推定されています。そうなりますと効率は25%。

ヒトは、文字数が45億で可能な遺伝子は450万個です。遺伝子の数は、これもいろいろ説があり、小さな数字が出たり大きな数字が出ますが、一番小さい人で2～3万、大きい人が10万といいますから5万、多数派が5万と言っているわけです。そうしますと1%です。自分がもっているDNAのたった1%だけが情報として利用されていて、残り99%はムダというか、恐らく何の意味もないと現在は思われます。これはヒトで論じましたが、哺乳類はほとんど変わらない。ネズミでも話はほとんど同じでしょう。

こんなふうに効率を下げてくれば高等生物かというと、必ずしもそうではありませんので、ある種の植物とか両生類は人に対して10倍、一番多いものは100倍大きなDNAをもっています。しかし遺伝子の総数は人よりも多いとは誰も思っていませんし、現に両生類では大きい理由は、全く意味なく同じ配列を恐ろしい回数繰り返しているためです。ですからそれはほとんど意味がなくて、利用の効率は、0.1%から0.01%ぐらいといえます。

なぜということになりますが、ひとつはウイルスも含めてバクテリアとかウイルスの世界では江戸時代型の経済ということに決めた。すなわち、むやみやたらと自分の遺伝子

のサイズは大きくしない。その代わりその中で最大限最適化して使おう。なぜそう決めたかはちょっとわかりませんけれども、そう決めたと思われます。ですから与えられたDNAの長さの中でできる限り効率よく使おうとしています。効率66%，これはほとんど100%という意味だというふうにとります。

これに対して高等生物への進化の道が分かれたとき、遺伝子の利用の仕方としては、近代経済というかバブル経済の道をとて、何でもいいから大きくしてしまうのだと。効率は考えない。サイズで勝負しようという、そういう戦術をとったために、進化の階層と効率は関係がなくなってしまいます。問題はいくつの遺伝子が働いているか、数だけ、数字だけ、そういう消費経済、アメリカ型経済です。遺伝子と経済は、とてもよく似ています。勝ったのはこちらなんです。江戸時代型のつましやかな質素な経済学はいつも負けているというと、経済の専門家の方は怒られるかもしれませんけれども、少なくとも表面的にはそういう現象のように見えました。

それで、以上が遺伝子の話です。ここからの第3の話題は、佐藤先生のお話がありましたので、私もそれにつながるように、地球外文明の話をします。図1は有名な文明を数えるドレイクの文明を数える方程式なのですが、話すたびに私のいうことが変わってまいります。ですから今日は今日のレベルでお話しします。いわゆる銀河内の文明の総数は、1年間にこの銀河の中で生まれてくる星の数Rに、その生まれてくる星のうちの何%が太陽型の恒星であるか確率fsを数えます。先程、佐藤先生がおっしゃいましたように、太陽型が寿命からいって一番都合がよいわけ

$$N = R \times fs \times fe \times fl \times fc \times L$$

$$N = 10 \times 0.1 \times 1 \times 1 \times 0.01 \times L$$

$$= 0.01 \times L$$

図1 文明社会の数を推算するドレイク方程式

す。太陽型であって欲しい。それからその太陽型の恒星の周りに惑星系ができあがっていって、その惑星の中に地球の環境と同じような惑星が何個あるかを数える。それが f_e です。それから、その上で生命が発生する確率 f_l 、ここまで銀河内に1年に何個の生命が生まれるかの確率が計算できます。さらに、その生まれた生命が、技術文明をもつ確率 f_c 。私は、今、地球外生命のことをいっているのですから、地球外生命に関心をもつレベルにまで到達した社会という定義になります。そういう技術社会ができあがる確率を掛けると、これで技術社会が銀河内に1年あたり何個生まれるかという確率が出来ます。それに文明社会の寿命 L をかければ、銀河内に存在する文明社会の総数 N が出るというわけです。話すたびにくるくる変わるというのは、後半の項であります。最初の方の項はあまり変えられません。 R は銀河内の星の数と銀河の寿命がわかっていますから、それで割り算をすれば平均して1年間に10というオーダーの星が生まれていると結論できます。

天文学者は、多くの星が連星であるといい、我々は連星の周りを回る安定した環境の惑星、生命にとっての安定した環境、液体の水が穏やかに保持できるような惑星は期待できないので、連星を全部除いてしまいますと、太陽型の星は一番星の中で多いですけれども、連星が多いので f_s は0.1としてあります。それから f_e の値が、もし火星に生命がいるならもっと大きな数をおいてもいいのですけれども、今のところ火星には生命がないとしますと、太陽系ではかなり狭いゾーンのところにしか生命が生まれる惑星は存在できないということになりますから、本当は1では大きいかもしれません。どの太陽型の恒星も、地球のような惑星を必ず1個もっているというのは少し甘い見積りかもしれませんのが、1にしております。

それから f_l は私の専門で、これは先程、佐

藤先生もそういうことをおっしゃっていましたがインフレーションモデルでは、生命は生まれてくるものと約束していただいているので、地球型の惑星であれば、1です。

それからその次は文明社会なんですけれども、ここでは0.01にしたのは、今佐藤先生は、隕石の衝突とか技術社会が自らの間違いで技術社会を閉じてしまう危険性をお話になりましたが、私もそれも大きな理由だと思います。さらに、秋山先生にお話を伺ったらいいのですけれども、生命の進化史は、決して進化の力でここまで高度な生物をつくり出してはきてない。これは恐竜が隕石の衝突で滅びたように、外からの天文学的な出来事で進化は進められてきたということが最近の考え方で、進化は危険と背中合わせの綱渡りをしてきたというのは間違いでありません。古生代から中生代に移るときは、そのとき生存していた地表の生物の95%までが絶滅したといわれていますから、95%なんていうのは、これはちょっと誤差が入ったらもうこれは100%で、いわば双六でいえばふりだしに戻るという状態になっていた危険性をはらんでいます。我々ヒトまでの進化の歴史が、佐藤先生がおっしゃったように非常に細い糸を辿って綱渡りをしながらきたと言えるので、そういうものを入れて0.01としています。さらに私の最近の主張は、もうひとつ別があります。それは一番最初に齊藤先生がお見せになりました宇宙の全部の歴史が短くなってしまったというのです。120億とか。最初に我々の生命をつくるための炭素や酸素や窒素ができるためには、一度星が死んでくれないといけないわけです。水素を主体としてできた星が一生を終わるときに、生命の材料をつくってくれたことになります。120億の宇宙全体の歴史から、最初の生命の元素ができるまでに、どのくらいの年数が必要かということを佐藤先生に伺いたいのですが、太陽型の惑星が星の大部分を占めているとしますと、もう

それだけで 100 億の年数が必要なんです。それですとこれは自己矛盾なんです。だって宇宙の歴史は 120 億なのです。それで生命の材料ができるのに 100 億年かかるって、次に我々がよく知っている生命の進化史は 40 億年かかるないとヒトが生まれなかつたのです。ですから宇宙が始まって 140 億年かかるといふ人は出てこないのです。にも関わらず我々はもういたのは、これはちょっと何か月足らずで生まれ落ちた未熟児みたいなもので、要するに最近の私の説は、皆さん反発を感じるかもしれませんのが、我々より優れた ET はいなゐのです。我々は宇宙の中で早く出すぎてしまつたのです。ですから、何故他から ET が来ないかという佐藤先生に対する私の第一の答えは、我々が行かない限り誰も来ないのであります。ですから、それを考慮に入れて 0.01 ということにします。

そうすると、答えは初めから意図的に決めてあつたのですが、とにかく $N=0.01L$ ということになります。もし我々しかいないとすると、 $N=1$ 、よって $L=100$ 、我々の文明社会の寿命は 100 年ということになります。この文明社会の定義は先程いいましたように、よその文明を意識する、地球外文明を意識するときをもって定義をしましたから、ネイチャーに他の文明を探そうという最初の論文が出たのは、厳密には 1959 年だったかもしれませんのが、約 1960 年のことありますから、そのとき我々は初めてこの定義でいう文明社会に到達したので、それから 100 年といふと、2060 年には人類社会はなくなるということになりますて、昨今の環境問題などを考慮すると、そう悪い推定ではないという気がしないでもないのですが――。

しかし、控えめに文明の寿命が 1,000 万年までとします。これは太陽系の残りの寿命が数 10 億年のオーダーですから、その 1%といふか 0.01 です。0.01 として、100 個に 1 個は環境問題などの危機をのりきつて長寿命な社

会をつくるとすると、N のトータルは 10 万個になります。10 万個の星というのは、我々の銀河系内は星が 10 の 11 乗個ありますから、100 万個に 1 個に ET がいるということになります。ここから 100 万個の星が入る球をつくりますと、それは半径 1,000 光年の球になります。ですから、この推定は隣の ET までは 1,000 光年離れている。オーイといつて電波で 1,000 年かかるところに隣りに ET がいるということです。これはいい加減な、確かに最初に断つただけあってすごいホラを言っていると思われる方がいることになると、そうでもなくて、この数字に関しては信頼できます。どんな推定を重ねてもどこで 10 倍されてどこで 0.1 をかけられても結構です。この数値はあまり変わらないのです。なぜなら、ここから 1,000 個の星が入る球を考えましたから、皆さんの推定が 100 倍変わっても 3 乗根でしかきかないから、隣の ET まで 1,000 光年という数字にはあまりきかないんです。1,000 倍変わって初めて 100 光年あるいは 1 万光年になるだけです。ですからこの数値は非常に信頼ができる。

ということで、ついでにどのくらい会話ができるかを表 2 にまとめました。文明社会の寿命が長ければ（表 2 の「希望的な予想」）、隣りの ET はすぐそばに来ていますから、だから何回でも会話はできます。隣りまで 1,000 光年かかるって、それで自分たちの寿命が 1,000 万年あれば、1 万回会話ができることがあります。ET と「オーイ」「ナンダー」式の会話をすることは思いませんけれども、計算だけしてみました。これを一度に 10,000 倍落としてしまいます（表 2 「さらに悲観的な予想」）。1 万年の寿命しかなかったとすると、隣の ET までは 20 倍長くなり、1 万光年ですから、「オーイ」が届くときに、我々の社会は寿命がつき、会話は成立しません。

最後にどうしてこんな話をしたかといいますと、ほとんど先生方が無意識のうちに、相

手のETや会話の中身を考えておられると思いますが、それが最初に齊藤先生がおっしゃいました我々はどこに行くかという解答になると思うのです。私どもがなぜこういう問題に関心をもっているかというと、返事がくるまで2,000年、往復すると2,000年かかるような会話に、なぜ皆さん関心があるかといえ

ば、それはほとんど無意識のうちに自分たちの子孫に対する会話をイメージしているからではないかと思います。そういう意味でこの問題は、そのまま齊藤先生が最初にお話しになりました我々はどこへ行くべきかということに直結している問題ではないかと思っています。以上です。

表2 星間通信の可能性

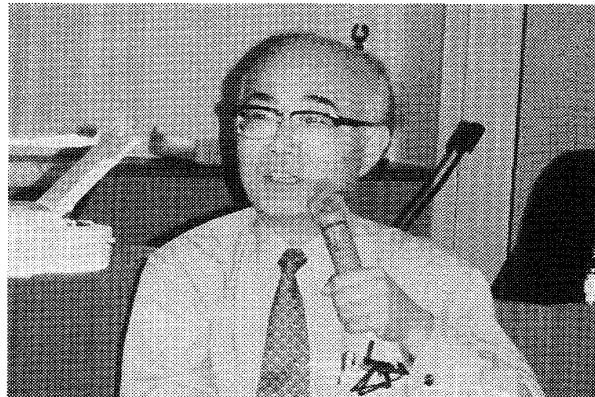
希望的な予想	
銀河系内の恒星の総数	100,000,000,000
そのまわりにETの住んでいる恒星の数	100,000
いくつの星を探ればETに会える？	1,000,000
文明間の平均距離	1,000光年
文明の平均寿命=100億年÷1,000	1千万年
会話できる回数=1千万年÷2,000年	5万回
やや悲観的な予想	
銀河系内の恒星の総数	100,000,000,000
そのまわりにETの住んでいる恒星の数（知性への進化を1/10、生き残りを1/100にする）	100
いくつの星を探ればETに会える？	1,000,000,000
文明間の平均距離	10,000光年
文明の平均寿命=100億年÷10万	10万年
会話できる回数=10万年÷2万年	5回
さらに悲観的な予想	
銀河系内の恒星の総数	100,000,000,000
そのまわりにETの住んでいる恒星の数	10
いくつの星を探ればETに会える？	10,000,000,000
文明間の平均距離	20,000光年
文明の平均寿命=100億年÷100万	1万年
会話できる回数=1万年÷4万年	0回〃

岩田 誠

大島先生の時間的なタイムスケールがものすごい巨大ですから、私などはその巨大なレベルの時間からいきますと、たぶん20秒くらいお話しするとそれで終わっちゃうはずです。私は、きのうのお話ではお話しできませんでした脳そのものについてのことを、少しお話ししてみたいと思います。

脳を考えるときに laterality といって側差と私たちは呼んでいますけれども、そういうしたものと、 dichotomy と呼んでいます二極化というものと2つ考えなければならないと思うんです。これは脳の働きを考える上で非常に大事なことです。皆さんよくご存知のように我々の大脳は2つありますし、左側と右側とはかなり違った働きをもっています。これについては極端な説が非常に多く書かれています。特に左側の脳というのは言語の脳で、右側の脳というのはたとえば視覚構成的なものであるというように、単純に二極化したように書いてあるものが多いのですけれども、実際にはそうではなくて、右大脑半球にもごくわずかながら言語的な能力がありますし、視覚的な構成機能に関しましては左側の大脳もかなり能力をもっております。ですからこれは左と右で大脑半球は仕事の内容は違うのですけれども、二極化しているのではなく、側差、要するに左右差があるということです。これは私たちの右手左手と似たようなもので、右手ができる仕事を左手では絶対できないのかというと、そんなことはありません。皆さんもし右手が切断されるようなことになれば、左手ですべての動作をしなければならなくなるし、それで結構上手になる方たくさんおられますから、そういうものは二極化ではなく、側差と呼んでいるわけです。

それに対しまして二極化という、お互い相補的に分業体制をとっているというのが昨日



お話ししました大脳の背側と腹側の分化なのです。こう簡単に言ってしまうと、背側の情報の流れというのはだいたい分析的に bottom-up 的な情報処理をしている。いろいろな情報を分析してつなぎ合わせて、こうじやないかああじゃないかとやっていくときに使われる。そういう経路です。

それに対しまして、腹側の経路というのは wholistic とか、あるいは top-down 的な処理をしています。昔流に言えばいわゆるゲシュタルト的把握というわけです。腹側のところにはいろいろな感覚情報の記憶に関する領域があるものですから、あまり分析せずに記憶の戸棚の中に似たようなものないかと探してみて、「あっ、あった、これじゃないかな」と思って、対応を探すというやり方の処理をします。そういう top-down 的な処理と bottom-up 的な処理というのは、これは二極化でございます。すなわち完全に分業体制になっています。でも昨日もお話ししましたように、これらのうちどちらかの能力をうしなった人たちがなにもできなくなるかということではなくて、ある特定の課題を遂行することはできないけれども、それ以外のことはできますので、その残った方法を用いて世界を理解しているのだろうと思います。

また、脳を考える上で非常に大事なことは、

私はよく嘘つき脳ということを言うのですけれども、脳というのは嘘をつくことができるということです。嘘についているのは主として前頭葉の前方、前頭前野と呼ばれる部分です。ヒトはここが発達していて、嘘から出た世界、すなわち、バーチャルリアリティの世界と、それからリアルバージョンの世界とに働きかけます。我々の最終的なアウトプットとして実行系としては、運動野とか、体性感覚野といった手足の感覚と運動を司っているところがあります。それに対しまして我々が何かを行うときのきっかけになる感覚の情報というのは、だいたい脳の後ろ側に入ってきます。たとえば後頭葉は視覚情報が入ってきますし、聴覚情報は側頭葉です。それから体性感覚という、触ったとかつづいたとか、押したという感覚は頭頂葉の前の辺に入っています。実行系より後ろ側の部分にいろいろな感覚の情報が入ってくるのです。その感覚情報に基づいて行動を決定しているのは、脳の後ろ側、頭頂葉から側頭葉にかけての部分です。ですからこういったところが侵されると、感覚情報に対して適切に行動できません。たとえば道具を正しく使うことができない、あるいは言葉を聞いてその意味を抽出することができない、そういう外からの刺激に対して正しく反応するということができない、という現象が起こります。

それに対しまして前頭前野というのは、脳の後側でやってきたことの記憶を自由自在に呼び起こしてきて、一種のバーチャルリアリティーをつくりだす領域だと考えられているのです。つまり我々は目の前に見えていないものでも想像して、それに対して自分が行動したときにどういうふうになるかということを考えることができます。そういうときにこの前頭前野というのは使われるわけです。

後方領域はあくまでも外からの刺激がないと起動しない部分ですけれども、前頭前野は内部の記憶だけで起動することができる。し

かもここの面白いところは内部の記憶だけでなくそこのリアルワールドからの情報も一緒に取り込んで、それで同じまな板の上でお料理をしていくことができる領域であろうと考えられています。そういうた内部記憶とそれから外からの情報の外部情報と両方一緒にまな板に乗せるやり方のことを、最近の言葉でいうとワーキングメモリーと呼んでおりますけれども、そういうものを基にして、バーチャルリアリティーとしての行動をしてみる。そしてそれとこのリアルワールドの行動のモデルとを、どこかで比較するわけです。それでどちらか、よりもっともだと思った方を実行系に送って実行すると考えられています。ですから我々は、正直に反応する領域と嘘つきの反応をする領域とを持っていて、その両方のどちらかが実行系に答えを出して行動をしているのだろうというふうに考えられます。

男性：夢などは主に前のVRあたりの情報からですか。

岩田：かなり大きく関与していると思いますけれども、夢というのはどちらかというともう一つ下に脳幹がございまして、脳幹の方から勝手に脳の後領域に投射がありまして、そこでいろいろなものが呼び起こされていると考えられます。前頭前野という領域が注目されたのは、この領域に病気が起こったときにどういう現象が起こるかということです。一番よく知られているのは、外からの刺激に対してそのまま反応してしまうということです。ものを手に触れさせますともうぎゅっと握ってしまって離さなくなる。つまり手に触れば握るというのがリアルワールドに起こる実行系のやり方です。だけでも私たちは、手に触ったからすぐに握っていいかどうかというのを判断して、握らないこともあるわけです。それが前頭前野が働かず、抑制が利かなくなりますと、リアルワールドのことしかわからりませんから、触れば握るという単純な形

の行動を生じてしまいます。もう少し複雑なものになりますと道具の使用というのがございまして、たとえば我々の目の前に金づちやハサミがありましても、すぐに金づちで叩いたりし、ハサミでジョキジョキ髪を切ることはしません。しかし、前頭葉に損傷のある患者さんは、道具があれば必ずそれを使ってしまう、使わないでくださいといつても手が動いて使っててしまうという現象が生じます。

もっと面白いのがありますて、これはフランスの先生がやった実験なんすけれども、患者さんをお家に呼びます。その患者さんは前頭葉に傷のある患者さんなのですが、家に入ると外した額縁と釘と金づちが見えるところに置かれています。そうしますと患者さんははじめて行ったお家であるのに、どんどん釘打って壁に額縁をかけていってしまったそうです。これは環境依存症候群と呼ばれていますけれども、外界からの刺激に対して本当に正直に反応してしまう人、嘘がつけない人、そういうふうに考えることができます。そういうことから考えて、我々の脳は実行系を挟んで前側と後ろ側に同じことをできる装置を備えている。後ろの方は外からの情報に対して非常に素直に反応できるようになっていて、前側の方は「いいや、待てよ。我々の経験によるとこれはこうなっているはずだ」ということでそれをまた考え方を直すというふうなやり方をしている。これの両方の相克ということが起こっているわけです。

男性：ということは、赤ん坊のときとか幼児の場合は前頭葉、前頭前野だとかがあまりないわけですか。

岩田：ないわけです。前頭葉にまだファンクションが備わりませんので、赤ん坊の場合は主として後ろ側で行動します。つまりものを見れば手を差し伸べて、それに触れればつかむという、そういうことをやる、それで覚えていくわけです。そういう記憶が全部どこかに蓄えられます。前頭葉はそういう記憶を

引っ張り出してくることができます。ですから前頭葉も最初はまっさらです。別に赤ちゃんだけでなく、人間では巨大な前頭前野をもっていますけれども、これは人間だからもっているわけで、下等な動物になるとものすごく少ないので、イヌとかネコとかは、外界からの情報に非常に素直に反応するのです。

もう一つ人間で考えておかなければなりませんのは、大脳の内側と外側という二極化です。大脳の内側には辺縁系といわれている場所がありますて、その外側の方の大脳の領域は新皮質と呼んでいます。辺縁系というのは非常に起源の古い脳で、だいたいは虫類くらいからあまり大きな進化なく、人間まで来ているのだろうと考えられています。そういう古い大脳領域と新皮質が、実は平行して先程申しましたような実行系に情報を送ることができるようにになっているのです。ですから我々は新皮質で非常に理屈的に振る舞うこともできるけれども、それに対して辺縁系由來の非常に本能的、情動的な反応をすることもできます。人間の行動の中には新皮質型の行動とそれから辺縁系型の行動という、その2つが共存しておりますて、どちらが実際に実現されるのか、あるいは両方とも実現されなくて相克に悩んだまま実行しないのか、その辺のところにも二極化の表れがあります。

こういったことを考えていきますと、どうしても避けられないのが脳と心という問題なのですが、それを考えるときに少しこういうことを考えていただければと思うのです。まず、神経細胞というものが脳をつくっています。その神経細胞が1個で働いているわけではないし、それからたとえば肝臓などというのは同じ働きをする細胞がたくさんあるわけで、どの細胞をとっても同じ働きをしているのですが、神経細胞の場合には、ある特定のつながりをもって神経回路という回路をつくって働いています。神経細胞というも

は、1個だけでは働けないのです。神経細胞が作る神経回路のやっている仕事が、「精神活動」と呼ばれるものです。

我々が何かコンピュータで問題を解こうというときには、まず問題があります。何をやらなければならないかということです。たとえば見えるものの視覚的な情報処理をしなければならないというような問題が生じます。すると、それを解くためにアルゴリズムが考えられます。そのアルゴリズムにあたるもののが神経回路です。網膜から後頭葉に情報をどういうふうに伝えるか、どういう神経細胞に伝わって、そこからどういうふうに分散して、それがまたどういうふうに収束していくかというそういう回路を考える。それはアルゴリズムを考えることになります。

それを今度は実際にコンピュータでやらせるためには、そのコンピュータのハードウェアがないといけないわけです。そのハードウェアにあたるのが神経細胞だということになります。すぐに皆さんおわかりのように、ハードウェアのレベルとそれからアルゴリズムのレベルとそれからこの問題のレベルというものはそれぞれ独立した、ちょうど層構造をなして同じものではないのです。ちょうど3枚のシートがありまして、そのアルゴリズムのところは透明になっていて、一番上の問題のシートの上で点が動きますとその動きが投影されてハードウェアのところに出てくると、逆から言えばハードウェアのところで何か動きが出ると、それが投影されて問題のシートの点に出てくるというような、そういう関係にあるのだろうと思います。

そうしますと、そういうふうに考えますと神経細胞の中でどういうことが起こっているかということと、それから神経回路がどういうふうに動いているかということは別のレベルの話になります。それと同時にまたその脳の中に営まれている精神活動とは何かということはまた別のレベルになります。だから対

応させることはできますけれども、同一性というものではなくて、対応がとれるというだけの意味なのです。

それで脳と心という問題に入っていくわけです。昔からよく知られていますように、自然科学のひとつの根本命題というのは、デカルトが出した Brain and Mind という問題です。つまり精神活動と脳の機械的な部分とをどうやって対応させるかという問題です。精神活動というものが Mind, あるいは Geist にあたります。たとえば、日本語の言語活動というのは精神活動で、それに対応している脳の領域、すなわち神経回路は特定することができます。すなわち、ヒトの精神活動と神経回路を対応させることはできるのです。ところがもうひとつ、我々の語彙の中には心という語があります。この語にあたるものは、英語でいえばたとえば soul, ドイツ語では Seele です。これはどちらかというと個を中心とした精神活動なわけです。たとえば私がこうやって日本語をしゃべっていても私の固有の脳の働きというものがあるわけで、皆さんとは共通でない働きが沢山あります。そういう個体の特殊性というものが何によっておこっているかというと、それはその個体が生きてきた時間的な流れの中で形成されたものなのです。個体は様々な精神活動をずっと営んでくるわけですけれども、その精神活動の営みというのは刻々と脳の中に記録されています。それを先程お話ししましたように、自由自在に前頭前野の方に呼び起こして、それで私の使ういろんな言語を実行系に移すか移すまいかということを考えながらしゃべっているわけです。そういう能力があるがために、個というものが出てやすくなっているのです。もしそういうものがないと、種としての人の言語をしゃべることができても、それは個体としての精神活動ではなくなります。そういうときに我々は心が失われたように感じるのではないかなと思います。

大事なことは、人というものを考えるときにも、それは人という種のことを指しているのか、あるいは人の個体のことを指しているのか。これはやはり人の未来といいますか、ホモサピエンスの未来というものを考えていく上で、多分非常に大事なことになると思うんです。

私は最近、非常に面白いなと思っているのは、これは別に患者さんに対する偏見という意味で言っているわけではないのですけれども、皆さんご存知のように、最近らしい予防法というものが廃止されました。これは非常に当然のことでの、個人の権利とか幸福というものを、全く踏みにじる法律であることは間違いないわけですけれども、何故ああいう法律ができたかというと、らいという病気を群から疎外するために起こされたことなのです。公衆衛生学というのはもともとそういうものであります、たとえばいろいろな予防注射というものをいたしますけれども、予防注射のために無くなったりした病気というものは皆さんよくご存知のとおりあるわけです。たとえば天然痘は、これは撲滅宣言が出ているわけです。天然痘がなくなったというのは、これは予防注射のためです。しかしそのために、いろいろな天然痘のワクチンでいろいろな事故を起こされて、悲惨な思いをされた患者さんもたくさんおられたわけです。だから個というレベルからいえばとんでもないことなわけです。ところが群という意味からいうと、これは非常に幸福なことだったわけです。

ですから今、たとえばエイズの問題などもあります、エイズの患者さんかどうかということを我々は調べたいと思っても、ご本人が拒否されればその検査をするということは許されておりません。でも我々は、たとえば救急外来で患者さんを診るときには常に患者さんの血を浴びるわけで、間違って我々の皮膚を注射針で刺してしまうこともあるわけですから、そういったときにその方がエイ

ズでないという保障はありません。私たちの病院でも、3回手首を切って自殺未遂をした方がおられて、3回とも私たちの病院の救急部で治療しました。3回目の時に自分はエイズの患者だとおっしゃいまして、それで病院中パニックになって、大変な大騒ぎになったこともあります。そういうことも起こるわけです。それは別に良い悪いの問題ではないのです。要するに個を守るのか、群を守るのか、ということは必ずしも両立しないということなのです。

ですから先程、僕は佐藤先生のお話の中でも大島先生のお話の中でも出てまいりましたけれども、遺伝子の問題というのは非常に大きな意味を持っていると思います。今現在、人間のいろいろな病気の遺伝子というのをわかるようになっておりまして、そういうものを、たとえば無くそうと思えば無くすことができるわけです。つまり遺伝子のキャリアである方が子孫をつくらないようにするということは、かつてナチスもやったわけですけれども、やろうと思えば技術的には可能です。今、日本では、そういうことは行われておりませんけれども、アメリカでは実際問題としてそういうことが間接的に起こっているわけです。つまり、ある種の病気の遺伝子をもっている人は、保険に加入できない。そうしますとそれは間接的ではありますけれどもそういう遺伝子をもっている人を社会から淘汰して無くしてしまって、それが、積極的にもうすでに行われているということになります。つまりいろいろな病気をもっている病気の遺伝子をもっていらっしゃる方は、確かに個としては非常に悲惨なことであるということはよくわかりますし、そういうものを残さないでいれば、なんとなく平和にいきそうな気がするのですけれども、それではそういう遺伝子が今人間の群としての社会の中にどうして残っているのかということはわかっていないのです。非常に悲惨な病気でも

それはそれなりに残ってくる理由があったはずです。今、環境破壊ということが非常に大きな問題になっておりますけれども、それだけでなく人間の遺伝子に対しても同じようなことをしかかっているわけで、それが本当にいいのかどうか、それはまだ全然答えが出ていないと思うのです。我々は、個を救うの

か、群を救うのか、その辺をいつも考えながら行動しなければならないかなと思っております。だんだん大きな話になってきましたけれども、時間的には非常に短い時間の話しかできませんので、これで終わりたいと思います。どうもありがとうございました。