

102 スーパーサイエンス文化講演会「生命観を問い直す」

青山学院大学理工学部教授 福岡伸一先生

1 仮説（ねらいと目標）

SSH事業の年度初めの行事として、青山学院大学理工学部教授の福岡伸一先生の講演会を実施した。

本講演のねらいは、生徒の科学に対する興味・関心を高めるとともに、科学を学ぶ意欲を向上させることである。さらに、地元中学生の代表や保護者、高等学校の理科教諭を招くことで、本校のSSH授業を普及し、幅広く理解を求める場としても位置づけた。

2 研究の方法及び内容

(1) 対象

- ア 本校全生徒、職員、保護者
- イ 一宮市内の中学校代表（生徒および教諭）
- ウ 尾張地区の高等学校理科教諭

(2) 日程場所

平成20年6月6日(金)13時～15時

(3) 実施内容

ア 講演内容のあらすじ

(ア) なぜ私たちは勉強し続けなければならないのだろうかを考えよう



講演会開会時の様子

「生物と無生物の間」は難しい本なのに50万部も売れて不思議に思っている。その理由は、きっと誰もが生きているのがどういことなのか、自分とは何か、あるいは生命とは何かについて知りたがっているということなのだろう。

今日は、この本に書ききれなかったことについて話したい。それは、私たちはなぜ勉強しなければいけないのかということである。生徒の皆さんは大学受験に向かって勉強を頑張っていると思うが、

勉強というのはその後もずっと続けなければいけない。ここでは、私たちがなぜ勉強し続けなければならないかについて考えながら、生命とは何かについて考えてみたい。

(イ) 「機械論的生命観」

生命がミクロな部品が集まってできた精巧なプラモデルのようなものであると最初に考えたのはデカルトである。その後、この考えは、ラ・メトリーが精密化し、1953年のワトソンとクリックによるDNAの二重らせん構造の発見によりさらに発展した。これは二重らせん構造の発見が生命とは自己複製する機械であるという生命観をもたらしたという意味である。そして、ゲノム計画が進み、生命を形作る部品が2万5千種類くらいであることが明らかになると、それらが精妙に集まっているのが生命であると考えられるようになった。現在、この「機械的生命観」は支配的な考え方であり、そのために、遺伝子組み換えが行われたり、ES細胞やiPS細胞を作るというアプローチがなされるようになった。

(ウ) 生命は機械ではなく絶え間のない流れのようなもの

食べ物といえばエネルギー源のように捉えがちであるが、これも自動車にガソリンを供給するといった機械論的な考え方である。ここでは、別の立場を紹介したい。

ワトソンとクリックの発見の10年ほど前に、ルドルフ・シェーンハイマーという人が生命とは「物」ではなく「状態」と考えていた。彼は、ネズミの食べ物の構成分子に印をつけ、その分子が食べられた後にどこに行くかを調べた。その結果、食べ物の分子の半分以上が体を作る物質に溶け込んでしまうことが分かった。つまり、私たちの体を作る分子は食べ物の分子と常に入れ替わっていて、食べるということはその流れを止めないことだ。彼は、生命とは機械論的な「物」ではなく「絶え間のない流れ」(動的平衡という)と考えた。

私たちは久しぶりに友人と会うと「全然変わってないね」というような会話をしますが、分子レベルで見ると体は1年前とは全く別物だ。そして、そのような状況にありながら私たちが一定の形を保っていられるのは、細胞とか細胞を構成している分子が、ジグソーパズルのように、相手の形を見ながら組み合わさるからである。細胞は常に周りの空間を調べて生きていけると言える。

(I) 部分という名の幻想



コルティジャーネを語る福岡先生

500年前くらいに描かれたコルティジャーネという有名な絵画(ベネチアのコレール美術館所蔵)がある。そこには2人の女性がぼんやりと何かを見つめている姿が描かれていて、何を見ているかについて古くから多くの議論があった。ところが、ロスアンゼルス Getty Center 美術館に所蔵されていた船遊びをしている貴族を描いた同時代の絵を調べていた研究者が、海の中に唐突に描かれている小さなユリの花を調べてみると、その花はコルティジャーネに描かれている花瓶にささっているものと分かった。2枚の絵の下地の木目が合致するのである。

そして、この2枚の絵はもともと1枚の絵で、数百年前にイタリアの欲張った画商が切り取って別々の絵として売りさばいたらしいことが分かった。さらに、下地の木を調べてみると、丁板や取手を取り付けた跡があり、これらの絵が、もともと両開きの家具かドアの右半分を描かれていた絵であることも分かった。左半分の絵の行方は全く分からないのだが。

この話が示す教訓は、私たちの目や脳は常に与えられた部分しか見られないということだ。そして、私たちはその人工的に作られた部分の中でしかロジックを作れない。これが部分という名の幻想だ。生命を見るとき、あるいは世界を見るときに、私たちは、ある部分、ある細胞、ある臓器あるいはある領域しか見ることができない。しかし、その外側には部分とは切り離せない全体があることを忘れてはいけない。そして、私たちはこのことに非常に陥りやすいので注意が必要だ。

(オ) 人の認識の特徴



お相撲さんに見えるカメムシの写真

6 × 6 にモザイク処理をしたモナリザの絵を見てもそれが何なのかは分からないが、もう少しモザイクを細かくすれば人間にはそれが何かはすぐわかる。人間はランダムに見えるものの中からパターンを抽出してそれが何かを判別する高い能力を持っている。これは人間が、サルから進化してきた 100 万年の間に、自然環境から法則性や意味を見つけて論理を作る訓練をしてきたからだろう。しかし、この高い能力が、逆に、物事を考える上での足かせになる場合がある。それは、「空耳」と「空目」ということである。

2 匹のカメムシが並んでいるある写真を子どもに見せると、必ず「お相撲さんが二人いる」という返事が返ってくるが、この例では、人間の目や脳がカメムシの並んだ姿から関係のない人の顔というパターンを抽出している。このような「空目」の例は

他にもいくつもある。あるパンをトーストした時の焦げ目が奇跡の MARIA 像に見えたり、グーグルアースで見た川の河口付近の映像に奇跡のイエス・キリスト像が見えたり、火星探査船が撮影した火星表面の写真にゴリラやオバQが見えたり、修学旅行で撮影した記念写真の背景に心霊写真が見えたりなどである。人間は進化の過程で、他人が敵か味方かを識別するために常に顔を認識しパターン能力を研ぎ澄ませてきた。そのためにこのような現象が起こるのだろう。私たちはこのような脳の癖や認識の制約からは決して自由になれない。そういった制約から自由になるために私たちは勉強しないといけない。

(カ) 人の体は部分の集まりではない

3 歳か 4 歳ぐらいの子供に人の絵を描かせると、多くは人の顔に手足のついた「頭足人」というパターンの絵を描き、その顔には目が 2 つと鼻と口がある。小さな子供でも、このように、人間の体を機械論的に部品の集まりと見ているが、これはパターン認識の結果であって、ここでもこの認識が実際の生物の姿とは異なる可能性があることを注意しなければいけない。

例えば、鼻といえば、私たちは顔の真ん中にある輪郭で仕切られた部分を連想するが、鼻という機能を移植する手術を考えてみると、鼻という表面的な部分だけではなく、鼻の奥の嗅覚上皮細胞群、その裏から伸びる何百万本もの神経繊維や脳の中の臭いを認識する細胞群、そして、そこから体の各部に伸びる神経繊維などの全てを移植しなければならない。このことは心臓とか腎臓、肝臓などについても同じで、心臓といえば単独の臓器に思えるが、受精卵が卵割を繰り返して多細胞となりその一部がある形となってできてきたものが心臓で、心臓はその時から周囲の細胞と関連しながら広がっている。実際に、心臓には無数の神経細胞が入り込んでいるし非常に沢山の血管網が入り込んで連結している。ところが心臓移植ではそういった連結を全部切り取ってしまって太い血管は再縫合するがその他については連結しない。これは野蛮な操作といえる。

(キ) ES 細胞・iPS 細胞そしてガン細胞

発生において、受精卵を構成する一つ一つの細胞が自分自身が将来何になるかを

あらかじめ知っているわけではなく、その運命は周りの細胞との相互作用で決まる。従って、ある細胞が途中で死んでしまったとしても周りの細胞が埋め合わせることができる。

受精卵が数万個くらいの細胞塊になった時に細胞をバラバラにすると、多くの場合はそれらは死滅してしまうが、あるタイミングでバラバラにすると、運命が定まる前の状態で分裂を続ける細胞が非常にまれな確率で採れる。これが ES 細胞である。そしてこれをもっと簡単に作る方法として編み出されたのが iPS 細胞である。これらの細胞は増えることをやめないのうまく使えば生物の一部になるのではないかと注目が集まっている。

このような細胞は昔からガン細胞として知られていた。ガン細胞は一旦は体の一部の細胞になったのであるが、化学物質や放射線等の影響で DNA を傷つけられたりして、自分の役割を忘れて増えることをやめない細胞になったものだ。そしてどんどん増えるから体が脅かされて死んでしまう。このガン細胞も元々の役割を思い出させてやることができればもとの細胞に戻せるが、そういった方向での研究は全く生まれていない。また、私たちがガン細胞をうまくコントロールできないのと同様に ES 細胞や iPS 細胞をうまくコントロールできる段階にないのだから、それらの技術に過剰な期待をすることはできない。ここでも細胞は分子のレベルでも臓器パーツのレベルでも個別にあるものではないことに注意が必要である。

(ク) 狂牛病はなぜ発生したか

部分的な思考やランダムな中から勝手にパターンを見いだしてロジックを作ってしまうことによる失敗は、人間の歴史を見てみると数限りなくある。狂牛病もその一つである。これは人が牛を狂わせた人災的な側面の強い病気である。

狂牛病が現れたのは 1985 年のことで、イギリスのケント州の牧場で、おとなしい乳牛が人に突きかかってきたり同じところをぐるぐる回ったり柵に体をこすりついたりするうちにへたり込んで立てなくなって衰弱していく症状が発生したことで認識された。その後、イギリス全土で牛に同じような症状が同時多発的に起こった。当初は、農薬や土壌中の重金属の影響等の原因が調査されたが、イギリス全土で様に発生していることからこれらは否定された。そして最後に残った可能性がエサの汚染であった。

近代畜産業では乳牛は完全に人間のコントロール下におかれている。まず、ミルクを出させるために乳牛は妊娠させられ続け、生まれてきた仔牛はミルクを与えられずに親から引き離される。一度でも乳をもらい幸福を味わうと母子を分離するのが困難だからである。そして、気候が冷涼なために大豆やトウモロコシを作ることが難しいイギリスで、安価に子牛を育てるために考え出された飼料が病気や怪我で死んだ牛、羊や豚の死体であった。集めてきた家畜の死体を大鍋で煮て、骨を外して、油をこし取って残った肉かすを乾燥させて肉骨粉にし、水で溶いてミルクの代わりに飲ませたのだ。そして、無差別に集めた死体の中に病気の家畜が混じっていた。

狂牛病はもともとは山羊の病気だった。イギリスでは昔から羊毛産業が盛んなので沢山の羊が飼われていた。その中に羊の風土病として知られていたスクレイピー病があり、その病気に冒された羊の死体がエサの中に紛れ込んでいて大規模に飼料が汚染されたのだ。こう考えると、食物連鎖を組み替えて草食動物を肉食動物に変えてしまうといった典型的な人間の勝手な部分的思考が狂牛病を生んだといっていよい。その後、1988 年に飼料を肉骨粉を入れることが禁止されたが、狂牛病は潜伏期が平均 5 年と非常に長いため、狂牛病が減少に転じた 1992 年までにイギリスでは

数十万頭規模の狂牛病が発生した。

羊のスクレイピー病は過去何百年間も知られていたことで、なぜ狂牛病が 1985 年になって大発生したのかが当初は謎であった。イギリスでは、家畜の死体を飼料化することはそれまでも各農家が自給自足的に行っていたし、1900 年初頭からは死体から肉骨粉を作ること是一大産業になっていてそれらはレンダリング産業といわれていた。しかし、調べてみると大発生の 5 年前の 1980 年のあたりで、部分的な思考、こうすればいいじゃないか式のある種の単純なパターン認識があったことが明らかになった。

1980 年は第 4 次中東戦争により石油の値段が高騰した年で、経費削減のためレンダリング産業は、それまでは死体を圧力をかけた大鍋で 120 くらいで 2 時間煮詰めていた行程を 30 分でやめてしまったり、完全に乾燥させていた乾燥工程を半乾きで良いとするなどの行程の簡略化を行った。以前の方法ではスクレイピー病の病原体はたとえ混入しても不活性化されたが、この簡略化によって生き残って飼料に入ってしまったのである。草食動物を勝手に肉食動物に変えたことを第一の人災とすれば、原油の値段が上がったからといって簡単に行程を変えてしまったことは第二の人災である。いずれも、ともに部分的な視野の中で行われたものだ。

狂牛病は 1992 年以降減少したが、その後、汚染された牛を食べた人はヤコブ病を発症することが分かってきた。ヤコブ病は、正式名をスポンジ脳症といい、脳細胞が集団で死滅し脳の中にスポンジ状の穴が空く病気で、一度かかると治らない致死率 100 パーセントの病気である。1990 年代の半ばからイギリスで顕在化していたが、イギリス政府がこの病気が人に感染することを公式に認めて世界中がショックを受けた。日本でも 2001 年に千葉県で狂牛病第一号が発生し大きな問題となった。その後、アメリカにも狂牛病が潜んでいることが分かり、日本はアメリカ産の牛肉を輸入禁止とし、貿易・外交問題になり様々な議論が起こった。

また、ここに、なぜイギリスの狂牛病が日本やアメリカに飛び火したのかという問題が残る。ここにも狭い範囲でしかものを考えることができないという人間の認識の癖が落とし穴となった。イギリスは肉骨粉が汚染されているということが分かりその製造を禁止したが、禁止したのは肉骨粉を自国内の牛に与えることだけであった。そのためレンダリング業者はしばらく製造を続け製品を規制のない輸出に回した。肉骨粉の統計資料からも 1985 年から 1988 年にかけて輸出量が増えているのが分かる。最初、輸出先の中心はフランスだったが、フランスが規制を始めたので、輸出先はアジアやアメリカになった。自分の国の中で危険だと分かった汚染飼料の輸出を野放しにするというこの行為はある意味で国家的な犯罪であるが、これも国内という部分だけが考えられてまかり通った。

(ケ) 日本の牛は安全である

日本でもこれまでに 34 例の狂牛病が発見され、国内でも牛が人工的な飼料を食べてきたことが分かる。しかし、今は、日本では非常に厳しい対策を立てているので国産牛は安全といえる。日本では年間 130 万頭の牛が食肉になっているが、エライザテストというプリオンタンパク質があるかどうかを調べる検査を、1 回あたり 2000 円のコストをかけて全頭に実施している。そればかりではなく、脳、脊椎、扁桃、回腸といった不安が残る部分を全て食べ物から除外している。狂牛病の病原体については謎が多いが、とりつく細胞が決まっているので、その部分を取り除けば、たとえ全頭検査で漏れたとしても安全度が高い。また、日本では肉骨粉等の動物性の飼料を草食動物に与えることを全面的に禁止しているし、トレーサビリティといって全ての牛に背番号をつけ、その牛がどこで生まれて何を食べてどこで育て

食肉になったかという履歴が全て分かるようになっている。こういう対策で、日本は、国産牛の安全を確保することに成功している。

一方、アメリカでは、全頭検査はやらずに一部だけを抜き取り検査しているので実際にどれだけ危険があるのかは分からない。また、特定危険部位の除去をやってはいるが脳や脊髄は月齢 30 ヶ月以上の牛だけがやればいいことになっている。そして、取り除いた脳や脊髄は、日本では全て焼却に回っているが、アメリカでは肉骨粉の材料になっている。そして、その肉骨粉はアメリカでは、牛には与えてはいけないが豚や鳥には与えていいことになっている。これでは肉骨粉を間違っ牛に与えてしまうことも十分あり得る。また、トレーサビリティにあたるものも存在せず、日本とアメリカの意識の差は大きいといえる。そして、それでもアメリカは日本に牛肉を買わせようとしている。



講演後の質問の風景

狂牛病の問題を見ると、人間が、家畜の飼育や家畜の食料化のプロセスにおいて、一部分を切り取って見て判断していることが分かる。食べるものであれば動物であろうと植物であろうと共通ではないかというロジックやパターンを簡略化してしまう。私たち人間はそういった思考に陥りやすいといえるからこそ、そういったものから自由

になるために学ぶことを続けていかなければならない。

(3) 世界に部分と呼べるものはない

フェルメールという 1600 年代のオランダの画家が描いた人物の絵をよく見ると、彼は人の鼻に輪郭を描かず光の粒のグラデーションとして鼻を描いている。これはフェルメールが全体の中から一部を切り取ってしまう思考に陥っていないことを示しているようにも感じる。生命に対して、350 年前のフェルメールの方が私たちより正しい認識をしていたということなのだろう。実際、世界に部分と呼べるものはないのだから。

イ 懇談会



懇談会の様子

講演会の終了後に、会場を同じ会館内の会議室に移して、40 分間にわたって、事前に希望した約 30 名の生徒との懇談を行った。そこでは、各生徒が普段から抱いている生物学やウイルス学などに関するいくつかの疑問や「生物と無生物の間」を読んだの疑問について、福岡先生に直接質問をするなど熱心な質疑応答がなされた。

3 検証および反省

本講演を通して、部分ばかりに目が行き全体が見にくくなるといった人間の思考の癖を

生々しい事実を通して学ぶことができ、科学に触れる上で重要な基本的素養を養うことができた。また、普段は学べない幅広い知識を生徒に学ばせることが出来た。そして、周辺の中学校や高校の生徒や先生方にも本校の SSH について知っていただく良い機会となった。

(1) 生徒のアンケートから

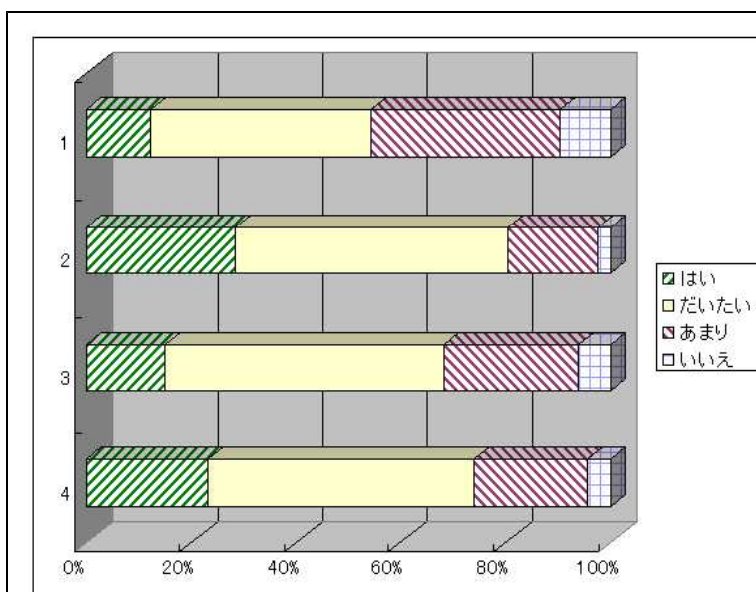
生徒アンケートの結果からは、講演の内容に満足できたとする生徒が 70 %と多かったが、一方で、講演で扱われた



懇談会後の記念撮影

内容に興味を持ってましたかという別の問にはあまり持てないと答えた生徒が 50 %と多かった。この結果は生徒に幅広い興味・関心や好奇心を持って欲しいことを考えるとやや残念であった。そして、この結果には、講演が難しかったかの問に肯定的に答える生徒が 80 %に及んだことが影響しているものと思われる。本校では、この講演会の実施された6月の時点で DNA やウイルスなどの知識のない生徒が全体の

9割を占めるので、講演会の事前に学校設定科目 SSH の中で、講演者の著書である「生物と無生物の間」の内容をもとに、予備知識を与える事前授業を実施したが、それでも知識が不足していたことになる。次年度以降の講演会では、事前授業の質や量について更に注意深く検討をする必要がある。



講演に関して、

- 1 興味を持ってましたか。
- 2 難しかったですか。
- 3 理解できましたか。
- 4 満足できましたか。