

## 第14章 科学とわたしたち

### 14.1 科学者たちの

今回は、湯川秀樹の核廃絶運動について学び、特に京都で開かれたバグウォッシュシンポジウムでのエピソードから、科学者の良心がいかにかたに当てにならないものか、指摘しました。そして、同時に、科学者が国家と結びついたときの暴走止められるのは私たちであることを指摘しました。

科学者たちの態度、科学者高たちの述べたことなどを、ここでいくつか紹介しましょう。

- 生物学者

個人的にある生物学者とお話ししました。私が「DNAのすべての働きがわかっていないのに、遺伝子操作をすることは危険ではないですか」と聞いたところ、次のような反応が返ってきました。

その通りだ。しかし、私たちはパンドラの箱を、もう開けてしまったのだ。そして、私が生物学者として生活してためには、それを扱わざるを得ない。

パンドラの箱とは、ギリシャ神話の逸話で、開けてはならないとされていた箱をパンドラが開けてしまったために、箱から様々な災いが世に広まった、というもの。

- iPS細胞の開発者

NHK アーカイブス (2012年12月16日放送。初回のNHKスペシャルは、2010年9月18日放送) で、京都大学の山中伸弥教授は次のようなことを述べています。山中の研究室で、大人の肝臓だった細胞からiPS細胞をつくり、そのiPS細胞から子供のマウスを作ったことについて

これを見たときにだんだんほんと怖くなって。ちょっと待って。元々大人の肝臓だったり胃だった細胞が、全身その細胞からできたマウスが目前にいて、っていうことはちょっとこれ…。そもそもこんなことしていいのかな。この実験僕はやっていいんだろうかっていう…

と、不安に思ったことを述べています。

- 物理学者

NHKの番組「フランケンシュタインの誘惑」のスペシャル番組 (2016年12月29日放送) では、暴走する科学者の好奇心について

これ危ないよといわれても自分の気持ちが前のめりになったら、好奇心の方が勝ってしまう

と表現している人がいました。これに対して、

これ科学に限った話じゃないですよ。人間て、やっぱそういうものですよ。

と指摘している人もいましたが、「科学者は特別だ」という理由でそれが正当化している科学者がいることを指摘しておきたいと思います。

- 子孫を作らせない技術についての生物学者の研究

ハーバー大学でのミーティングで、子孫を作らせないような、ある意味、兵器にもなるような技術開発が発表された時に、その危険性を指摘し、科学者がどのような意識で研究しているのか質問したところ、その質問に対して、生物学者は次のように答えたそうです (2017 年 1 月 1 日放送 NHK ニッポンのジレンマ元旦 SP)。

だから私たちが作らなければならないんだ。危ない技術がある、できるということがわかっているのだから、私たちがつくることで、理解してコントロールできるようにしておかなければならない。そうでなければ、だれか他の人が作ったときに対応できないだろう。

- 量子コンピュータの研究者

2017 年 1 月 3 日のニュースで、情報の瞬間移動に関する研究をしている東京大学の古澤明教授は、研究の先にある量子コンピュータについて次のように述べています。

まったく想像もできないような世界が広がるんだと思います。

## 14.2 はじめに

もし、私たちが民主主義を信奉し、それを支えていくとすると、私たち自身のあり方は、私たち自身が決めることであるはずで、その私たちが、ものごとを考えて判断して決めていくときに、正しい知識を身につけていなかったら、どうなるでしょうか。おおよそ 2000 年前、中国の孔子は、次のような言葉を残しています。

學而不思則罔、  
思而不學則殆。(論語為政二)

これを日本語訳してみましょう。「學」は勉強することに対応し、「思」は考えることに対応します。「罔」は「くらし」と読んで、「物事はっきり見えない」という意味に対応し、「殆」は「あやふ(う)し」と読んで、「危険である」という意味に対応します。そこで、おおよそ次のような意味になります。

勉強して考えないのは、物事はっきり見えない。  
考えて勉強しないのは、危険である。

ちなみに、私が高校生の時にこれを学びました。漢文の先生は私たちに次のような質問をしました。

この文は孔子が学ぶことと考えることの大切さを言ったものであるが、どちらが大切だと言っているか。

皆さんはどう答えるでしょうか。

さて、こうしたことを念頭に置きながら、いくつかの事例について考えていきましょう。

## 14.3 自動運転自動車

### 14.3.1 交通事故の現状

私たちの生活は自動車によって成り立っていることは明かです。私たちがデパートで買い物をするとき、デパートへの納品は、トラックで行われることが多いでしょう。もしも、農産物を農家か

ら直接買ったとしても、農家で使う肥料も、おそらくはトラックで運ばれるはずで、私たちの生活が自動車によって成り立っていることは明かです。

ところが、その代償はとても大きなものがあります。警察庁の発表によると、2016年中の交通事故死者数は3904人です。67年ぶりに4000人を下回ったと報道されました。これは歓迎すべきこと、と一応、考えることができます。例えば、1995年の場合には、1万人を越えていたのだから。このように減少した理由はいくつかあるでしょう。一つには、スバルのアイサイトのような自動的にブレーキをかける技術が発達したことによって、致命傷を負う人が減ったことが考えられます。しかし、別の理由もありそうです。「交通事故死者数」の定義では、事故後24時間以内に亡くなった方の数としています。そのために、救急救命の技術が発達することでも交通事故死者数は減少します。こうしたことを考えると、決して楽観できることではありません。

1995年の兵庫県南部地震に伴う阪神淡路大震災での死者・行方不明者の数が6千500人弱、2011年の東北地方太平洋沖地震に伴う東日本大震災での死者行方不明者の数が1万8千500人弱でした。このように考えると、毎年、これらの震災に匹敵するような数の人が交通事故で亡くなっているたり、あるいは大怪我をしていることが考えられます。日本だけではありません。アメリカでは、2001年に起きた同時多発テロで3千人ほどの人が亡くなりました。ところが、アメリカでも、交通事故で、毎年3万人以上の方が亡くなっています。

毎年、これだけの人が亡くなって、その家族や友人にも悲しい思いをさせているにも関わらず、私たちはそのことをどれだけ真剣に考えているのでしょうか。「しかたのないこと」と諦めていないのでしょうか。もっと真剣に向き合わなければならない問題だと思わないのでしょうか。

### 14.3.2 自動運転自動車とその問題点

交通事故の原因の多くは運転者の不注意です。人間は常に集中していることはできませんし、そもそも人間の感覚には錯覚のような不完全な部分があります。こうしたことを考えると、そもそも人間の感覚だけで運転すること自身に無理があることがわかります。

ところが、昨今の新しい技術を用いれば、人間の視覚や聴覚を越えて、周りの物体を感知することができます。それに加えて、計算機の処理速度が高まっているので、適切なプログラムを作成すれば、自動的に危険を回避できます。それだけではなく、ネットワークを利用すれば、自分の元に呼び出し、目的地を告げればそこまで連れて行ってくれる自動運転自動車が実現できます。実際、Googleを含むIT企業や、自動車会社の多くは、そうした自動運転の技術を開発中です。

自動運転が実現すれば、交通事故が減るだけでなく、交通渋滞も減ることが予想されます。また、トラックやバス・タクシーは、人件費が減る分、輸送にかかる費用が減るでしょう。

ところが、自動運転を実現するためには、いくつかのハードルがあります。皆さんも考えてみましょう。どんな問題点があるのでしょうか。

- 法律の整備

現在の日本の法律では、運転中に運転手がハンドルから手を離すことを許していません。まして、運転手がいなことを想定していません。だから、現在の法律のままでは自動運転は違法です。

- 責任問題

自動運転が実現すれば、確実に交通事故による死者も減るでしょう。(逆にそうでなければ実施してはいけません。)しかし、事故をゼロにすることはできないかもしれません。それは、相変わらず運転手が運転する場合もあれば、歩行者や自転車の動きを予測できない場合があるだろうからです。

こうして事故が発生した場合に、誰が責任を負うべきでしょうか。運転手はいません。そこで、自動車の所有者が責任を負うのでしょうか。あるいは、販売した会社でしょうか。車を製造した会社でしょうか。プログラムを作成した人でしょうか。あるいは、被害者でしょうか。事故の責任を曖昧にしたまま、自動運転の自動車を走らせるわけにはいきません。

- 失業問題

新しい技術が発達し、仕事が効率化されると、いつも誰かが失業することになります。運転手が不要になったらどうでしょうか。大量の失業者が発生すると考えられます。

それだけではありません。自動車産業は、日本で、あるいは世界で考えてみても、人類の重要な産業の一つです。ところが、自動運転技術は、電気自動車と相性がいいために、旧来のガソリン車を作っている会社ではなく、別の会社が台頭し、旧来の会社が競争に負ける可能性もあります。こうして観点からも、失業者が増える可能性があります。

こうした問題を考えずに、社会全体が自動運転に消極的な態度をとりつづけることは、可能性としてあると思います。しかし、それを考えずに放置することは、相変わらず、毎年毎年、交通事故のよって悲しい思いをさせる人を増やしつづけることになり、事実上、それらの人を見殺しにすることになるのです。

## 14.4 原子力発電

### 14.4.1 原子力発電の状況

2010年までは、電力の原子力発電への依存率は今よりもずっと高かったです。電力会社によって、また時期によって異なるものの、供給される電力の1/4から1/3程度が原子力発電で供給されてきました。私たちは便利に電気を使ってきました。その電気には原子力発電が使われていましたし、国が進める原子力政策に私たちは国民として支持してきました。もちろん、個人的に原子力発電に反対する人は多かったのですが、結果的に選挙では原子力政策を推進する政党が勝ちつづけたのですから、実際にはそういうことです。

一方で、原子力発電に異議を唱える人々もいました。例えば物理学者である高木仁三郎(1938-2000)は、原子力発電の問題点を指摘し、一般向けの書籍も多数著しています。インターネットが発達したことで、一般的に情報は入手しやすくなりました。原子力についての情報も例外ではありません。高木の残した文章は、簡単にインターネットで閲覧することができます。

その高木が、まさに指摘していたような複合的な事故が、2011年の東北地方太平洋沖地震に伴う東日本大震災に伴った東京電力福島第一原子力発電所は重大な事故として実現してしまいました。それ以降、稼働している日本の原子力発電所の少なく、現時点で、東京電力管内では原子力発電は行われていません。

### 14.4.2 放射線の人体への影響

日本は放射線が人体に与える影響について詳しいはずの国民です。人類史上、戦争で原子爆弾を投下された唯一の国であり、その時に放射線の被害者が多数発生したのですから。また、1954年には、アメリカの水爆実験に太平洋で巻き込まれた第五福竜丸事件(これは先週のビデオでも扱われていました。)で、1999年には、茨城県の東海村JOC臨界事故で、それぞれ被害者を出しているのですから。これらの一端は、先週のビデオで見ました。

福島大学の有志が作成した「放射線と被ばくの問題を考えるための副読本」には、1999年の東海村 JOC 臨界事故の犠牲者の写真が掲載されています。亡くなられた方の写真を見ることは、亡くなられた方に対する敬意を欠く行為だと私は思います。しかし、この件に関しては、犠牲になられた方も同意して下さるだろうと思いながら紹介します。

どうして放射線は人体に影響をあたえるのでしょうか。ここでは簡単に放射線の被害について説明しましょう。

#### 放射線は小さな弾丸

放射線にもいろいろな種類があります。人体への影響の与え方も様々です。しかし、共通していえることは、身体を構成している物質の分子構造を破壊することです。放射線は、いわば、分子レベルの弾丸です。目に見えないほど小さな鉄砲の玉が、身体を突き抜けていることを想像してください。その鉄砲玉によって分子が破壊されるということは、身体の中に身体を構成していた物質とは別の物質ができるということです。特に、DNA が破壊されると、影響は大きいです。人間の身体は細胞分裂で新陳代謝を繰り返しますが、その細胞分裂ができなくなります。また、できたとしてもガンになる可能性が高まります。

JOC の臨界事故で亡くなった方の症状は、分子レベルで体の分子が破壊された結果と考えることができます。

#### 自然にもあるが人工物の放射線が影響を与える理由

原子のエネルギーを使うと放射線が出ます。例えば、太陽のエネルギー源は原子のエネルギーですから、太陽からも出ます。また、地球自身も、かつては輝く星の中で合成された物質によって形成されています。そこで、地球にも放射線を出す物質があります。しかし、それらの影響はごくわずかです。太陽から放出される放射線は、そのほとんどは地球の磁場と大気によって、地表までは届きません。もしも、人類が月や火星に住むようになったら、放射線からどのように身を守るのかは、重要なテーマになるはずですが、地球内部にある放射性物質は、地球ができて 46 億年が経過しているために、ほとんど失われています。

放射性物質は時間が経過すると次第に現象する性質があるのです。逆に、放射性物質を減らす方法は、ほぼ、時間だけと言えます。

人類は原子のエネルギーを使い始めました。ところが、原子のエネルギーを使おうとすると、その時に放射線が発生します。それだけでなく、大量に放射性物質ができてしまいます。こうしてできた放射性物質は、一度できてしまうと、なかなか減らすことはできません。そこで、福島第一原発事故のように、放射性物質が原子炉の外部に出て環境を汚染すると、その土地は長い間、放射線を出しつづけることとなります。

#### 外部被曝と内部被曝

被曝は 2 通りに分類できます。体の外部から放射線を浴びる外部被曝と、体の内部から被曝する内部被曝です。

放射性物質で汚染された土地に行くと、放射性物質が放出する放射線を浴びることになります。これは外部被曝です。外部被曝の場合には、その土地を離れば、放射線を浴びなくなります。

ところが、これらの放射性物質が体内に取り込まれてしまうと、体の中から放射線を浴びることになります。汚染された土地を離れても体内から放射線が出つづけるので被曝量が多くなるのでこちらの方が問題です。

皆さんは、福島第一原発で働く作業員が防護服を着ているのを見たことがあるでしょう。実は、あの防護服は、放射線を浴びるのを防ぐよりも、放射性物質が体内に入ることを防ぐことの方が主な目的です。

## 注目すべき放射性元素

どのような物質が体に取り込まれることがあるのでしょうか。

ウラン 235 に中性子を当てて核分裂させることで、エネルギーを取り出し、そのエネルギーが原子爆弾や原子炉の元になることをお話ししました。この時、分裂した原子核は、様々な元素になります。ヨウ素 I131 は、体に取り込まれると、甲状腺に溜まります。そして、甲状腺ガンを引き起こすことが知られています。しかし、ヨウ素 I 131 は、数十日程度で激減しますので、初期の段階で特に気をつけるべきです。

原子力発電所の事故があった場合に、ヨウ素剤を飲むのは、あらかじめ体内にヨウ素を取り込んでおき、放射性物質であるヨウ素が体の中に蓄積しないようにするためです。

セシウム Cs137 も典型的な内部被曝に関わる原子核です。セシウムは、周期表でカリウム K の下にあります。周期表は、縦に似たような性質があることを考えると、セシウムはカリウムと似た性質があることになります。私たちの体内にはカリウムは重要なミネラルとしてありますので、セシウムも体内に取り込まれやすいです。

ストロンチウム Sr90 は、周期表でカルシウム Ca のすぐ下です。ということは、カルシウムの代わりに骨に取り込まれやすいです。一度、骨に取り込まれると長期間、体内にありつづけるので危険です。

プルトニウム Pu 239 は、体内には取り込まれにくい物質です。しかし、一旦、肺に入ると、体の中から放射線を出しつづけることになり、肺がんなどを引き起こします。Wikipedia によると致死量 0.013 グラム、長期的な観点から影響があるのは、0.00026 グラム、1 年間の摂取限量は、0.000000052 グラムであるとされています。

### 14.4.3 福島第一原発事故の社会的な影響

2016 年 12 月、国 (経済産業省) は、東京電力の福島第一原子力発電所の廃炉や賠償などの費用が 21 兆 5000 億円になると発表しました。日本国民一人当たりで考えると、おおよそ 20 万円です。

また、事故を起こした原発から見て北西方向には、帰還困難区域が広がり、住民は住めません。これを賠償金で解決する、という考え方もあろうかと思えます。しかし、2017 年 1 月 9 日に放送された NHK スペシャルでは、放射能によって汚染された地域の住民や避難していた人の間で自殺する人の割合が、近年になって増えていることを報道しています。

私たちが安いくて電気料を求めたために原子力発電が導入されました。その結果、特定の地域の人々に大きな問題を押しつけてしまいました。そういうことになるという警鐘があらかじめあったにも関わらず、です。

## 14.5 人工知能

### 14.5.1 人工知能の現状

近年、計算機によって人間と同じように何かを識別する技術が急速に発達してきました。これは「人工知能」としてもはやされています。人工知能は、誰でも利用できるパッケージとして提供されているために、誰でも、どんな目的で使うこともできるようになっています。

### 14.5.2 ドローン戦争

近年のアメリカが開発している兵器は無人化しています。つまり、人が乗らない航空機が、攻撃目標をリモコンなどでコントロールして攻撃するようになってきています。オバマ政権も、これを積極的に活用してきました。

これらがさらに発達するとどのようなことが起こるでしょうか。

一つは、ドローンと呼ばれる機材の発達です。近年、急速に発達していることは、皆さんもよく知っているでしょう。マイクロコンピュータでプロペラの回転を制御し、各種のセンサーで位置を確かめるために、非常に高度な制御ができます。また、搭載できる物の重量も増えています。

もう一つは、先にも述べた人工知能です。無人の兵器の場合には、それは特に重要な意味があります。というのも、無線でコントロールする兵器に対して、敵対勢力は、当然、妨害電波をだして、通信を遮断するようにするからです。妨害電波に対抗するには、妨害電波を受けても機能する無人攻撃機を開発することになります。つまり、指示が来なくなったら、無人攻撃機は停止するのではなく、何らかの判断を勝手にして攻撃することになるでしょう。そうした判断にも人工知能が使われることになると考えられます。

## 14.6 科学とわたしたち

科学技術が進むことは、それによって私たちの生活がより良くなるのであれば、それは歓迎すべきことです。しかし、暴走しかねない技術は沢山あります。それに対して私たちはどのように対処したらいいのでしょうか。

まず、科学者たちの倫理に期待してはいえないことは明かです。科学者たちは、そもそも、自分で研究していることがどんな結果をもたらすのか、まで考えて判断していません。そもそも、可能性が大きな技術ほど、どこまでその技術が使えるのかを考えることが困難です。

それでは、どのような対策が考えられるでしょうか。山中は、前出の同じ番組の中で次のように述べています。

早くから何をやっているかをはっきり示すべきだと思います。

(中略)

科学者だけでなく医者だけでなく、一般の方、患者さんがどう対応していくのか。もはや、科学者、医者だけの問題じゃなくなって社会として取り組まないと大変なことになる。

関係ないと言っていられない時代が、すぐそこまで来ていますから、ちょっとほんとは、研究者も研究だけをしていたはダメで、すべてを取り込んでいかないと大変なことになる。

ある意味怖いというか、大変緊張しています。

また、2017年1月1日放送 NHK ニッポンのジレンマ元旦 SP でも、この件について、人工知能の研究者から次のような発言がありました。

人工知能の研究者だけに人工知能を作らせたらダメなんですよ。

みんなで人工知能を作んなきゃいけないんですよ。

続けて、人工知能の暴走について、誰か少人数の人が犯罪に加担するようなことをしたときにどうするか、という問題に対して、

(発想が)逆ですね。ほっといてもその人はやってしまうのでその何百倍も何千倍も何億倍も他の人たちがそれ起きないために人工知能の技術を良くしていかなければいけない。

(中略)

(悪い芽を)つむことができるかどうかという問題ではなくて、つまなければいけないという問題だと思うんですよね。だって、ほっといてもやってくるわけじゃないですか。

と言っています。それができるのか、という質問に対して、

選択肢が他にあるんでしたっけ？

とかわします。

科学技術の発達は、人間生活をよくする側面があります。だから、国家予算がついたり、あるいは誰かが買って商売になるために、資金を獲得して進展します。ところが、それは人を傷つけることがあります。その被害を食い止めるためには、みんなで最新の技術についての情報を得て、正しい判断をしなければなりません。

學而不思則罔、  
思而不學則殆。(論語為政二)

正しい情報をきちんと知らなければ、正しく判断することができるはずがないし、正しい情報が無いままに、判断すれば、それは悲惨な結果を招くことになります。

それが面倒で、勉強もしないし、判断もしない、としたとしたら、それは例えば交通事故で日々亡くなっていく人々や、福島で辛い思いをしている人々を見捨てることにならないでしょうか。快適な自動車社会、電気が供給される社会の犠牲になった人々に対して、私たちが無関心であることはありえません。また、iPS細胞の技術で助かるかもしれない人々が、正しく救われるためにも、iPS細胞が誤用されることは事前に防がなければなりません。

今日の授業も終わりが近づきました。最後に、私は「だから勉強する必要がある」とお伝えしたいと思います。きちんと判断するためには、正しい知識を身につけなければなりません。ところが、その知識を身につけるためには、基礎的なことを知らなければ、ちんぷんかんぷんです。私にも難しいことは沢山あります。だから勉強します。皆さんも一緒に勉強してきませんか？