

第13章 科学とわたしたち

今回の授業のための、これまでのおさらい：

ガリレオ・ガリレイが人類にもたらした科学のABCの方法は強力でした。科学と技術が発達する基礎として機能しました。その上、科学と技術には、互いに互いを進展させる正のフィードバックの関係があります。その結果、科学と技術の進歩のスピードはとて速くなります。2007年に初代iPhoneができるまでに、ガリレオの時代から400年以上かかっています。しかし、それから10数年でiPhone 17ができています。こうした発展は、エネルギーの分野についても言えます。人類は膨大なエネルギーを放出する原子力を手に入れました。それは、発電にも、また、兵器にも使えるエネルギーです。そして、その仕組みの中に正のフィードバックが内在されているために、うっかりすると制御不能になってしまいます。それが原子力発電所の事故となります。

一方、自然科学を手本として社会科学にも科学のABCが取り入れられました。その結果、社会科学も進展することになります。ポパーが指摘したように、社会科学は反証可能性があるために、その性質は純粋科学とはやや異なります。しかし、それでも、人間の選択を科学したアイエンガーが提唱する選択のトレーニングは、科学のABCと似た方法でした。結局は、反証不可能な事象であっても、科学のABCに似たような手法を使うことが重要であると指摘されたわけです。

とすると、私たちは過去の事例から積極的に学ぶべきです。マルクスは、「歴史は繰り返す。一度目は悲劇として、二度目は喜劇として。」という言葉を残すとされています。それは人々が学ばないことに対する皮肉だ、と指摘しました。原子力によって兵器が高度化し、その結果、人類は、人類を絶滅させる力を自ら手に入れたています。マルクスの言葉の重みは一層増しています。

それでは、私たちは「何を」学ぶべきなのでしょう。それは、例えば、ナチスの事例です。(スタンフォード監獄実験を引き合いに出すまでもなく)過去のナチス・ドイツの事例は、人間社会が正のフィードバックに陥り、暴走して大量殺戮を行ってしまうことを示しています。人類が起こしてきた悲惨な歴史は学ぶに値します。

今日は、もう一つ、新たなエピソードを紹介し、私たちが学ぶことについてのヒントを考えてみましょう。

13.1 核兵器と湯川秀樹

前回の講義で、原子力の基本的な考え方を学びました。これも少しだけ復習しておきましょう。ウラン 235 という原子の原子核に、中性子が衝突すると、

- 分裂する。
- その際に膨大なエネルギーを出す。
- 同時に、2~3個の中性子を放出する。

ということが生じます。また、この反応について、

- 連鎖反応である。つまり、分裂で発生した中性子が他のウラン 235 原子核を分裂させる。

- ねずみ算的に核分裂が起こる。
- これを実現したのが広島を壊滅させた原子爆弾（原爆）である。
- 核分裂反応と、その後続く反応によって放射線が発生し、人体に悪影響を与える。

ということを学びました。

ここでビデオを見ましょう。2006年に放映された「NHKスペシャル ラストメッセージ『核なき世界を 湯川秀樹』」です。ビデオの内容を理解するために、ちょっとだけビデオの予習をしておきましょう。

- 主な登場人物

- － 湯川秀樹

日本人で初めてノーベル賞を受賞した物理学者です。受賞理由は、第2次世界大戦の前に発表した 中間子理論という難しい理論で、原子核のエネルギーに関する理論です。つまり、原子爆弾のエネルギーに関係が深い理論です。

この映像は湯川秀樹についての映像なので、あとは番組内の情報でどのような人が理解してください。

- － アインシュタイン

アインシュタインは、「相対性理論」を確立した学者として有名です。この理論の結果として、物質の質量はエネルギーに変換できることを理論的に示しました。原爆はそれを実現したものと言えます。

ドイツ出身のアインシュタインは、民族的にはユダヤ人です。当時のドイツは、ナチスの政策としてユダヤ人を迫害していました。そこで、アインシュタインはアメリカに逃れます。

第2次世界大戦の直前、ドイツが原爆を開発していると知り、他の研究者に勧められて、アインシュタインは行動を起こします。アメリカの大統領に原爆の開発を進言したのです。アインシュタイン一人の進言で、アメリカの政策が決まるわけではありませんが、その後、アメリカは実際に、科学者を集めて原爆の開発を開始します（マンハッタン計画）。そして、第2次世界大戦中にそれは完成します。

ドイツが原爆を開発することを恐れて開発していた原爆でした。しかし、ドイツが無条件降伏したために、ドイツに対抗する意味はなくなります。ところが、それが日本に使われました。1945年8月6日に広島に、同じく9日に長崎に、原爆が投下されたのです。

- － 朝永振一郎

日本人で2人目のノーベル賞を受賞した物理学者です。この講義では、「ふしぎだと思うこと...」という言葉を残した人として紹介しました。湯川と朝永は同期生でした。

この番組の後半で重要な役割を果たします。

- チェックしておきたいキーワード

- － 核兵器

- * 原子爆弾 (原爆) : 核分裂を用いた爆弾
- * 水素爆弾 (水爆) : 核融合を用いた爆弾 (より強力)

- － 核廃絶運動

- * ラッセル・アインシュタイン宣言
科学者が、世界戦争が起こらないように各国政府に紛争解決のための平和的な手段を見出すことを勧告する、という宣言
- * バグウォッシュ会議
ラッセル・アインシュタイン宣言を受けて行われた科学者の会議

ー 核兵器の増加

- * 核抑止論
アメリカ・ソ連の両大国が核兵器を持つことによって、両者の間の全面戦争が起こるのを避けられた、とする考え方
- * 核拡散：核兵器が増えていくこと
 - ・ 垂直の拡散
核兵器の高性能化、増加
 - ・ 水平の拡散
核保有国の増加

ノーベル物理学賞を受賞した湯川秀樹が、その人生の中でどのような選択をしたのか、ビデオを見てみましょう。

このビデオの意味するところはいろいろあります。そのうちのいくつかを挙げてみましょう。

正のフィードバック

「ともだちのともだちのともだち」の回で、正のフィードバックについて学びました。例としてハウリングを挙げました。原因が結果となり、その結果が再び原因となることで、元の状態からどんどん離れていく現象です。

その講義では、科学と技術の正のフィードバックについても言えることを、これまで指摘してきました。技術が発達すると科学が発達し、科学が発達すると技術が発達します。それは、単に一つの分野について、ということではなく、多くの分野で見られる現象です。そして、他の分野での成功が、別の分野にもたらされることもあるので、加速度的に発展していきます。遺伝子解析装置は、生物学の分野で活躍していますが、物理学に基づく技術が使われています。

このような発展は、もう、止められない状態になっています。

このビデオの中でも、湯川が“positive feedback”と発言していたのを聞き取れたでしょうか。正のフィードバックのことです。具体的に湯川が指摘したのは、核兵器の「垂直の拡散」と「水平の拡散」でした。「垂直の拡散」は、他国が強力な兵器を持つことを恐れ、より高性能な核兵器を持つようとする競争です。正のフィードバックによって、核兵器がどんどん高度化します。「水平の拡散」は、核兵器を持っていない国が、核兵器を持っている国を恐れて、「自国防衛」の名の下に、核兵器を持つようになることです。インドが核兵器を持つようになると、敵対関係にあるパキスタンも持つようになりまし。イスラエルが持っているのではないかと、という疑惑があるために、イランは核兵器を持つようとしているのではないかと疑われています。

核抑止論を一度認めてしまうと、正のフィードバックによって核兵器が2つの意味で増殖していくことを湯川は指摘したのでした。それは、まさに、現代の状況を予言したと言えます。核兵器はどんどん高度化し、核兵器を持つ国もどんどん増えています。

科学者の良識

このビデオでは、「科学者が立派で良識ある人」であるかどうか、について、重要なエピソードが含まれていると考えます。

京都で行われたパグウォッシュ会議のシンポジウムでは、当然、核兵器について議論することになります。それが会議の目的だからです。ところが、驚いたことに、その会議に参加した科学者たちは、広島・長崎の惨状について無知であったことがわかりました。それは、会議で、編集されていない広島・長崎の原爆投下直後の映像が上映されたとき、参加した科学者達がショックを受けたこと、そして、議論の様子がガラリと変わったこと、最初は署名しようとしなかった湯川朝永宣言に、ほとんどの科学者が署名するように心変わりしたことからわかります。

核兵器がどのような悲惨な結果をもたらすか、知らないままで核兵器について議論することは、なんと、むなしいことでしょうか。

もしかしたら、科学者たちは、こう言い訳するかもしれません。「インターネットもない時代に、原爆の悲惨さを知る手段がなかった。」お生憎様。広島の「平和記念資料館」は、1955年（ラッセルアインシュタイン宣言と同じ年）に開館し、被爆した広島の悲惨さを広く伝える活動を始めています。京都で行われたシンポジウムは1975年ですから、開館して20年も経っています。

結局は、自分たちが考えるべき内容について、その知識を持っていなかったのです。より、厳しく言えば、持とうとしなかったのです。

もしかしたら、科学者たちは、別の言い訳を見つけるかもしれません。「自分は科学者なのだから、自分の興味が向くままに研究すべきなのである。京都のシンポジウムは、自分は出席するつもりは無かったが、致し方なく出たのだ。自分は無関係だ」

この言い訳については、もう少し、丁寧に反論してみましよう。

この授業では、「人は生まれながらにして科学者である」ということを何度も強調してきました。だれでも、自然に、生まれながらにして、科学のABCを実行しています。「帰属」という本能的な気持ちがあることもお話しました。だから、科学のABCで探求したい気持ち、あるいは、端的に、研究したい気持ちは生理的なものである、と言えます。ちょっと乱暴な表現かもしれませんが、「トイレに行きたい」という気持ちと「研究したい」という気持ちは、同じようなものだ、と言っていいでしょう。トイレに行きたいのなら、それは、しょうがないことです。同じように、研究したくて研究するのも、しょうがないことです。

しかし、そうはいつでも、何でもやっていいわけではありません。やっていいことと、悪いことがあります。トイレで用を足したいとき、どこでも、用を足していい訳ではありません。同じように、研究だから何をしても構わない、という考え方は間違っています。やっていいこと、悪いこと、があります。また、トイレで用を足した後に手を洗うように、当然、研究にも、付随してやるべきことがあります。だから、例えば、原子力について研究するのであれば、原爆の悲惨さを知るべきではないでしょうか。科学者だから知らなくていい、の逆に、科学者だからこそ知らなければならない、と言えるのではないのでしょうか。

私たちは、普通、その道を極めた科学者や技術者は、立派な人であると思いがちです。例えば、日本人がノーベル賞を受賞すると、その人の「人となり」が紹介され「立派な人だ」と賞賛されることが多いです。どうやら、私たちは、技術や科学で立派な業績をあげる人は、自動的に、人柄も立派で、良識もある、と考えがちではないでしょうか。ところが、残念ながら、どうやら、そうとも限らないようです。むしろ、このビデオのエピソードは、とても残念なことに、科学者の良心などというものを期待してはいけない、ということを示していると言えます。

科学者の悪徳

それだけではありません。どうやら、科学者たちは、自分の研究を正当化することが好きなのです。科学者の集まるパグウォッシュ会議で、どうして「核抑止」の考え方が広がってしまったのでしょうか。核抑止を言い出したシラードは、基本的には核兵器に否定的な立場

です。しかし、多くの科学者が核抑止の考え方に賛同したのは、自分の行為が正当化できるからである、という側面があったのではないか。このビデオからは、そう推測できます。センメルヴェイスを襲撃した医師たちが、自分の医師としての活動は正しかったと思いたがったのと似ています。

もう1点付け加えます。核抑止の考え方は、検証可能ではありません。「核兵器をアメリカ・ソ連が共に保有することで全面核戦争を防げた」は、「核兵器をアメリカだけが保有した」とか「核兵器をより多くの国々が保有した」とか、異なる歴史と比較して検討することができないからです。科学的に検証できない議論を科学者が支持するのも皮肉です。

13.2 科学者たちの科学に対する考え方

このような例を見ると、科学者の科学に対する認識がどうであるのか、疑問に思うと思います。科学者たちは、自分たちの研究に対して、どのような認識を持っているのでしょうか。

● 物理学者の例

日本の高名な物理学者、佐藤文彦が「科学と幸福」の中で述べている言葉を引用したいと思います。

「原爆はすごい!」という感銘近いものが当時はあったという記憶である。「記憶」だけではなく自分を物理学に導いた原体験ではなかったかという想いである。

この部分だけ取り出すと、いかにも批判を浴びそうな言葉です。私たちは先ほどのビデオで原爆の悲惨さを伝える映像を少しだけ見ました。それだけでも、この言葉に違和感を覚えるのではないのでしょうか。文脈もありますので、ここでは、単に、純粋な物理学者(になる少年)の発想としてこのように思ったのだ、という意味で紹介します。詳しくは著書を当たってください。

● 生物学者の例

iPS細胞を開発した京都大学の山中伸弥教授が、ジャーナリストの立花隆氏と対談したビデオ(NHKスペシャル「“生命”の未来を変えた男 山中伸弥・iPS細胞革命」)もお見せしましょう。この中で、山中教授は、「自分たちはこんなことしていいのだろうか。」と語っています。しかし、それを実行したのは、まぎれもなく、彼のグループです。

また、私はある生物学の学者に質問したことがあります。「遺伝子操作は、必ず思ったとおりの結果がでるのですか」という質問に対しては、「まったくそんなことはない。やってみないと分からないことが多い」とのことでした。「そうだとすると、実験結果、取り返しのつかないようなことが発生することもありうるのですか。」「その通りだが、研究者としてやっていくためには、皆がやっていることを自分だけやらないわけにはいかない。」と返事しました。もちろん、生物学者によって見解は分かれるところでしょう。しかし、生物学者自身も不安に思いながら研究している場合があることは、指摘しておきたいと思います。

私たちからすると、科学者のこうした態度は困ったことではないでしょうか。私は、あえて、「研究したい気持ちは、トイレに行きたい気持ちと同じようなものだ」と表現しました。基本的な欲求なのです。しかし、どこでも用を足していいわけではないのと同じように、何でも研究していいというわけではありません。残念ながら、そういった認識は、科学者には深く浸透していないようです。

それでは、どうすればいいのでしょうか。湯川のエピソードを含むビデオは、ここ数年、毎年授業で扱っています。すると、皆さんからいろいろなコメントが寄せられます。例えばこんなコメン

トです。「湯川先生が亡くなったのは残念だ。今では、湯川先生の遺志をついで活動している人はいないのだろうか。」「科学者が研究をする前に、倫理的な教育を受けるべきではないのか」これらのコメントは「科学者はしっかりしろ！」ということです。もちろんそうです。

13.3 学ぶ理由 好きなことだけを学べば良いのか？

しかし、科学者にとって自分の研究の結果が、人類に害悪をもたらすとは考えたくないでしょう。(センメルヴェイスの件と似ていることは既に指摘しました。) そうだとすると、倫理性とか、研究の負の面を、科学者が進んで学ぼうとするのは期待できそうにありません。皆さんは、依然として、「そうであったとしても、科学者は倫理や研究の負の面を学ぶべきだ」と思うかもしれません。

でも、みなさんはどうでしょうか。既に皆さんは大人ですから、何を学ぶのか、を自分で決められます。学校で詰め込まれる時期は終わって、自分で選んで学ぶことができます。その時に、自分が楽しいと思うものだけ、好きなことを選んで学んでいたりしないでしょうか。「大学は好きなことを学ぶ場だ」とか「好きなことを思い切り学びたい」とかは、大切な考え方です。ぜひ、好きなことを沢山学んで下さい！しかし、「だから好きじゃないことは勉強しなくていい」「だから、知りたくないことは知らなくていい」と思ってしまったり、それは大間違いです。そう思ったとしたら、負の面を学ぼうとしない科学者たちと同じではないでしょうか。

例えば、原爆についてです。日本は世界で唯一の原爆の被爆国です。(それだけでなく、第五福竜丸事件では、何の罪もない漁師が原爆の被害にあっています。) 皆さんも、こうした背景を踏まえて、「日本こそ核廃絶の先頭に立つべきだ」と思う人が多いはずですが、ところが、皆さんは、広島と長崎に原爆が投下されたことをどれだけ知っていたでしょうか。広島に原爆が投下された日、長崎に原爆が投下された日には、毎年毎年、式典が開催され、NHK で生中継されています。だから、覚えようとちょっと意識すれば、簡単に記憶にとどめることができます。日付を覚えておけばいいとか、そういう話でもありません。しかし、知らなければ話になりません。そういった知識です。もしも、そうしたことを意識しなかったとしたら、それは、がっかりさせるエピソードを作った科学者たちと何ら変わらないのではないのでしょうか。

受講者の皆さんの中には、広島の平和記念資料館、長崎の原爆資料館に行ったことがある人もいます。その人たちは、そこに展示されているものは、目を被いたくなるような悲惨な現実であって、できれば見たくない、と言うかもしれません。その通りです。その悲惨さは、見たくない、聞きたくないような内容です。実は、語り手も同様です。あまりに悲惨であったために、被爆者も思い出したくない、語りたくない、と思う人も少なくないと聞きます。語る側も、見聞きする側も、辛いことなのです。しかし、辛いことだからだから知らなくてもいい、ことにはなりません。

ここにも正のフィードバックが隠れていると私は考えています。知るのが辛いことから目を背けていると、自分を正当化するために、好きなことだけ勉強すればいいと思いがちです。すると、知らなければならぬことから、もっと目を背けることになってしまいます。

また、残念ながら、学校教育で十分に教えられないために、そういった知識を持たない人が多くなり、一旦そうなると、ソーシャルプルーフとか同調とかが機能して、知らなくていいと思ってしまうのかもしれませんが。

13.4 学ぶ理由 判断のために

ビデオを通じて、私は、お粗末な科学者たちの態度を指摘し、返す刀で皆さんの勉強に対するありがちな考え方(面白いことだけ知りたい、面白い授業だけとりたい)の問題点を指摘しました。

しかし、単にお粗末な科学者たちの態度と同じである、というだけでなく、私たち自身が学ぶべき理由があります。

それは、科学者と国家が結託するとんでもないことが起こりがちだからです。これまでの話を振り返りましょう。ガリレオが提唱した科学の ABC の考え方を手に入れた人類の社会では、科学と技術が、車の両輪のようにして相互に影響して発展します。ところが、実際には、多くの場合、お金と時間がネックになって、フィードバックに速度制限がかかります。ここで、国家が金をつぎ込むとどうなるでしょうか。科学者は生活が安泰になる上に、研究費の心配もなくなります。その結果、科学技術の発展が加速されます。そして、とんでもないことが起こりがちです。

ところで、国はどのように意思決定するのでしょうか。もちろん、政治家です。しかし、その政治家は誰が選ぶのでしょうか。それは私たちです。「私たちがきちんと政治家を選べば、国は道を誤らないはずだ」というのが民主国家を支える信念です。ところが、時々心配になることもあります。例えば臓器提供カードの話を思い出してみましょう。私たちは、難しい判断を迫られたとき、「判断しない」という選択をします。選挙では「勝馬に乗る」人が多い、すなわち、みんなが投票しそうな人に投票する傾向が強いことが知られています。まして、苦手な人が多い科学に関する判断はどうでしょうか。科学や技術に関する政策について、検討した上で、正しく投票できる自信があるでしょうか。

これを読んで「私は自信がないので投票しない」と思った人もいるかもしれません。それは「判断しない」のと同じです。また、同調が起こりやすい大多数の意見を支持したことと同じです。

その一方で、科学技術の恩恵を受け続ける（例えば、電力を使い続ける、とか、労働搾取で得られた資源を使った電子機器を買う、とか、遺伝子組み換え技術によってできた野菜を買う、とか）ということが、果たして許されることでしょうか。私たちが普通に社会生活を行うことの中に、新しい科学や技術はどんどん食い込んでいきます。それによって経済が回るような社会にいるのですから、新しい科学・技術を社会に導入することについて、私たちは判断しなければならない立場です。そのときに、十分な知識もなく、その負の面も知らずに、判断していいのでしょうか。あるいは、判断を保留したままでいいのでしょうか。それは、社会を構成する人々に対して、また、未来の子どもたちに対して、極めて無責任なことではないでしょうか。

2500 年ほど前、中国の思想家孔子は、「論語」(為政二)の中で次のように述べています。

學而不思則罔、(学んで思わざるは、則ち罔し(くらし)) 思而不學則殆。(思うて学ばざるは、則ち殆し(あやうし))

これは、「勉強して考えないのは世の中はつきり見えない。ところが、考えて勉強しないのは危険である」という意味です。孔子はこれを政治を行うものに対するメッセージとして表現しました。しかし、現代では、民主主義を信奉しているので、私たちへのメッセージと考えるべきです。知識なく判断することは、とても危険なことと考えるべきです。

13.5 学ぶ理由 過去の学ぼうとしなかったために判断を誤った例

実際、人類の歴史の中には、教訓として学ぶべきことが沢山あります。人々が、(1) 学ぶべきなのに、知るべきなのに、知ろうとしなかったために、(2) 誤った前提のまま判断して、悲惨なことになる事例をいくつも見つけることができます。

● ナチス・ドイツ

第1次世界大戦で敗戦したドイツは、その後、激しいインフレーション(インフレ)に苦しんでいた。資本主義に幻滅した国民は、共産党支持者とナチス(ナチ党员、国家社会主義ドイツ労働者党の党员)との支持者に分かれました。

ヒトラーが政権を握ると、障害者を排除し、共産党を排除し、国会を排除し、ユダヤ人を排除していきます。その独裁政権は、第2次世界大戦を引き起こし、国内では強制収容所で大量殺戮を行うこととなります。

ナチの教会に対する政策に反対したマルティン・ニーメラーの言葉に由来する次の詩は有名です。

ナチスが最初共産主義者を攻撃したとき、私は声をあげなかった
 私は共産主義者ではなかったから
 社会民主主義者が牢獄に入れられたとき、私は声をあげなかった
 私は社会民主主義者ではなかったから
 彼らが労働組合員たちを攻撃したとき、私は声をあげなかった
 私は労働組合員ではなかったから
 そして、彼らが私を攻撃したとき
 私のために声をあげる者は、誰一人残っていなかった

また、ビデオの最後に、ドイツ人がつぶやいたとされる言葉

私たちは知らなかった

も象徴的です。

- 日本の原子力発電所

日本に原子力発電を導入するに当たって、もちろん、国会で審議され、また、原子力発電を推進する法律が作成されています。また、「啓蒙活動」が行われ、原子力発電所の安全性がアピールされました。50基以上の原子力発電所が各地に建造されました。ところが、2011年、福島第一原子力発電所で、重大な事故が発生することとなります。

もちろん、原子力に対する危険性を訴える科学者たちは、声を上げ、成果をあげてきました。物理学者の高木仁三郎は、原子力発電に伴う弊害を多くの書籍で述べています。福島第一原発事故が起きてみると、高木は、まるで福島を見て書いたのではないか、と思うほど、的確に問題点を指摘しています。

ところが、国民の認識は、その政策を転換させることができませんでした。それは、第一には、国民が、「原子力発電を理解する上で知らなければならないこと」から目を背けていたからだ、と考えられます。

例えば、セシウム137はどんな性質があって、なぜいけないのでしょうか。ストロンチウム90はどうでしょうか。プルトニウムはどんな物質でしょうか。プルトニウムが肺に入った場合の致死量はどれくらいでしょうか。日本が保有しているプルトニウムの量は、どれくらいでしょうか。私たちは、それを知っているのでしょうか。そして、私たちは、それを知ろうとしてきたのでしょうか。

私たちは科学と技術の恩恵を受けています。また、政治家の訴える政策を支持し、私たちの生活に恩恵をもたらそうとします。その恩恵を受ける以上、それらを利用する責任があります。その責任を、しっかり負うためには、私たちのしていることがどのようなことであるのか、深く学ぶことが必要なのではないのでしょうか。

最後は、再び、科学のABCの設問として終わりたいと思います。

A: なぜ、人類は科学技術の暴走を止めないのか。

B:

C:

みなさんは、どんな仮説を立てて、どう行動するのでしょうか。