

中高生のための「だまされないための科学リテラシー」

大阪大学サイバーメディアセンター 菊池誠

「科学リテラシー」という言葉をよく耳にするようになりました。リテラシーというのはもともとは読み書きできる力のことです。それが転じて、さまざまな「リテラシー」という言葉が生まれました。科学リテラシーは大雑把に言うなら、科学的なものの見かたができる能力です。単に知識があるという意味ではなく、科学的な考えかたを様々な場面に応用できる力という感じでしょう。

1 オウム真理教の話

みなさんはオウム真理教と彼らが起こした地下鉄サリン事件を知っていますか？ 20年前の事件なので、名前は知っているけれども、具体的なことは知らないという人も多いでしょう。オウム真理教は、修行をすれば空中に浮かべるようになるとか、呼吸しなくても生きられるようになるといった超能力を売り物にしたカルト宗教でした。カルトというのは、狂信的で小さな宗教団体という程度の意味です。地下鉄サリン事件はそのオウム真理教が起こした毒ガスによるテロ事件ですが、彼らは猛毒のサリンという化学兵器を自分たちで合成するだけの知識と技術を持っていました。超能力と化学兵器とはなかなか結びつかないと思います。そこがオウム真理教の特異なところです。

オウム真理教は教団内に政府を真似た（政府というよりは生徒会でしょうか）組織を作っていて、何々省と名付けられた組織がいくつもありました。そのひとつが科学技術省です。当時、日本政府にあったのは科学技術庁（のちに文部省と統合されて文部科学相になります）だったので、ある意味で教団内での科学技術の地位は政府内でのものより高かったわけです。それほど科学技術を重要視した教団ですが、では教団内でどういうものが開発されていたのかといえば、いっぽうには教祖の思念を受けとると称するヘッドギアと呼ばれたヘルメットのような装置があり、いっぽうには実際に人を殺してしまうサリンがありました。このちぐはぐさはなんだったのでしょうか。そもそも科学技術省にはどんな人たちがいたのか。

科学技術省の長官だった村井秀夫氏は大阪大学大学院理学研究科物理学専攻（今は宇宙地球科学専攻です）でX線天文学を専攻しました。科学の専門教育を受けたわけです。それがどうして超能力カルトの中で科学をやろうとしたのか。村井氏はのちに刺殺されてしまったので、今となってはその理由を知ることもできません。村井氏以外にもオウムの幹部には大学で理系の専門教育を受けた人たちが何人もいました。人の命を守るはずの医師もいました。なぜ彼らが普通の科学ではなくカルトの中での科学を選んだのかは、よく考える必要があるでしょう。おそらくは奇跡のような強烈な個人的体験をしたのでしょうか。科学の専門教育を受けたはずなのに、そんな個人的体験を客観視するだけの「科学的なものの見方」を身につけられなかったのだらうと思います。超能力を売り物にしたカルトの中で科学と名乗っていても、それは本来の科学とはほど遠い何かです。それでもサリンは作れてしまう。そこが技術の怖いところでもあります。

2 科学とニセ科学

さて、世の中には一見科学的なようでも実はまったく科学的とは言えないものがたくさんあります。その中でも科学的な見かけを装っているものをとりあえず「ニセ科学」と呼んでおきましょう。オウム真理教の科学技術省の名のもとに行われてきたものも、表面的に科学を装っただけという意味でニセ科学と言っているでしょう。しかし、オウムの問題は難しいので、以下ではもっとわかりやすい問題を取り上げます。

ニセ科学という言葉は専門用語でもないし、決まった定義があるわけでもありません。ここでは「科学的な見かけを装っている」ことをだいたいの要素と考えます。科学者や科学に慣れた人たちから見ればまったく科学的ではなくても、一般の人の多くが科学的だと思い込んでしまうようなものです。ニセ科学は商品の形で私たちの生活に入り込んでくることもあります。また、文化として広まったり、ときには学校で教材として教えられたりもします。環境をよくするためとか放射能を除去するためとかいう目的で善意で使われるものもあります。動機が善意でもニセモノはニセモノです。学校の教材に使われるのは困ってしまいますね。ニセ科学ではありませんが、最近では「江戸しぐさ」という江戸時代のマナーと称されるものが教科書にまで載っていたりするらしいのですが、これは20世紀に創作されたもので江戸時代とはなんの関係もないことがわかっています。ニセ歴史というわけです。学校に侵入しているニセ科学の例はあとで取り上げましょう。

では、そもそも科学とはどういうものなのか。これは難しいですね。学問の世界には「科学哲学」という分野があって、それこそ科学とはどういうものなのかを研究しています。だから、「これが科学だ」という決まった答はまだないのです。でも、ここではすごく簡単に、科学とは客観的で再現可能な事実を扱うものとしておきます。客観的な事実とは何かというのもそれだけで難しい問題ですが、理想的には、誰から見ても同じであるような事実です。再現可能というのは、誰が何度やっても同じ結果が出せることです。もちろん例外もありますが、とりあえずそう考えておきましょう。大発見と言われて大きな話題になった STAP 細胞の例でも、誰にも再現できず、結局は実験結果が捏造だとわかりました。いっぽう、ニセ科学は客観的な事実かどうかや再現性を問題にしません。そこが科学との大きな違いです。

世界的に見れば、ニセ科学の中で最大のものは「創造論科学」です。これは、聖書に書かれている生物とりわけ人間は神が創造したという話が単なる神話ではなくて客観的な事実だと主張するもので、私たちが知っている進化論とは真っ向から対立します。人間のような複雑なものが自然にできるはずがないから、神様が作ったのだ、というわけです。もちろん、これがそのまま問題になるのはキリスト教国だけですが、同様のアイデアは日本にもあります。一部の学校で使われている教科書に、人間のように複雑なものができるためには造物主のような存在が必要だという考えが書かれていて、それは仮に「サムシング・グレート」(偉大な何か)と名付けられています。もちろん、これは科学的根拠のない物語にすぎません。中学・高校の教科書には科学とほど遠い怪しい話が紛れ込んでいるのです。

日本でよく知られたニセ科学の例としては、マイナスイオンは体にいいというものがあります。みなさんの家にもマイナスイオンを出すヘアドライヤーや空気清浄機などの家電品がひとつくらいはあるかもしれません。以下では代表的なニセ科学をいくつか見てみましょう。その過程で「どういう意味で科学ではないのか」と「科学的な見かたとはどういうものか」を考えていきます。

2.1 血液型性格判断

みなさんの中にも初対面のおとなから血液型を尋ねられた経験がある人がいるかもしれません。今の中高生にとってどうなのかわかりませんが、今のおとなにとっては血液型の話題が天気の話くらい当たり前の時代があります。今も定期的に血液型の特集をする雑誌があります。これは血液型と性格が関係すると広く信じられているからです。「A型の人は几帳面」などといった表現を一度は聞いたことがあるのではないのでしょうか。血液型から性格がわかったり逆に性格から血液型が推測できたりするというのが血液型性格判断です。ところが、この血液型性格判断は主に日本や韓国などでだけ信じられていて、欧米ではまったく信じられていません。欧米にはそもそも自分の血液型を知らない人も多く、来日したミュージシャンなどがインタビューで血液型を尋ねられて「どうして日本人はそんなことを聞きたがるんだ」と不思議がるというエピソード

ドはいくつもあります。科学的な事実なら、世界的に知られていてもよさそうなものです。

血液型と性格が関係するという学説は 1920 年代頃からありましたが、今に続く血液型性格判断の始まりは 1970 年代に能見正比古という人が出した「血液型でわかる相性」という本です。これは一般向けの本なので、学説というようなものではありません。実際、能見は心理学者でも科学者でもなかったのですが、血液型と性格の関係を説いた本をたくさん書いてその普及に努めました。能見は読者アンケートをもとに、血液型と性格の関係は統計的に証明されていると主張しています。つまり科学的な事実だというわけです。ところが、心理学の研究では血液型と性格の関係はまったく見つけられていません。少なくとも、心理学の調査に現れるほどの強い関係がないことは長い研究の歴史ですではっきりしています。つい最近も九州大学の縄田先生が日米の 1 万人以上を対象にした大規模なデータ分析に基づいて、関係はないという結論を発表したばかりです。

では、なぜ能見の読者アンケートでは関係があるように見えるのでしょうか。これは簡単で、アンケートに答えるような読者は自分が血液型性格判断によく当てはまると感じているからです。つまり、血液型性格判断を信じる人たちにアンケートを取れば、関係があるような結果が出るわけです。これをサンプリング・バイアスといいます(バイアスというのは偏りのことです)。科学的に正しく調べるには、無作為に選んだ人たちを対象にアンケート調査をしなくてはなりません。そして、そのように偏りのない調査をしてみると、「関係は見られない」となるわけです。ここでひとつ注意しておく必要があります。このような統計的な調査では「まったく関係がない」ことは証明できません。統計に表れない程度のものでごく弱い関係がある可能性は排除できないからです。それでも、個々人の性格を血液型から当てることはできないし、性格や行動を見て血液型を当てられないのは間違いありません。

血液型性格判断がなぜ広く信じられているのかには、大きくふたつの理由が考えられます。ひとつには、血液型の遺伝のしかたがよく知られていること。血液型は遺伝の法則の代表的なものとしてよく取り上げられます。性格もなんとなく遺伝しそうな気がしている人が少なくないでしょう。そのふたつに関係があるとわれれば、ああそうかと納得してしまいそうです。もちろん、それだけではなんの根拠にもなりません。もうひとつの理由は、実際に血液型性格判断に当てはまる例に思い当たるからです。A 型は几帳面だと言われれば、几帳面な A 型の友人や親戚を思い出すでしょう。でも、よくよく考えてみると、当てはまらない人もたくさんいることに気づくはず。几帳面な人はたくさんいるし、その中には A 型の人でも A 型以外の人もいるのですが、A 型の人を思い出して、当たっていると思ってしまうわけです。これは認知バイアス(偏ったものの見かた)のひとつの例です。しかし、同じ親から生まれた同じ血液型の兄弟姉妹でも、性格はまったく違うという例だって、いくらでも思い出せるはず。す。

ところで、血液型性格判断に対しては、科学的に立証されていなくても、遊びみたいなものだから目くじらを立てることもないだろうという意見もあります。しかし、遊びであっても血液型で先入観を持つのはいいことではありませんし、血液型で相手の性格を決めつけてしまうのは差別につながります。何しろ血液型は本人がどれほど努力しても変えられないのですから、そんなもので性格を決めつけられるのは不愉快だという人もいるでしょう。まして、就職の面接で血液型を聞かれたらどうでしょう。実はそういう企業は今でもあるし、はなはだしい例では「何型は採用しない」などと言い切る人もいたりするのです。血液型性格判断は現代の迷信です。一時はテレビでもよく取り上げられましたが、放送番組向上機構(BPO)の「放送と青少年に関する委員会」が 2004 年 12 月に、血液型の番組は差別を助長する恐れがあるとして警告したこともあり、最近は見かけなくなりました。血液型と性格の間に関連があるうがなかるうが、血液型性格判断は差別につながることを頭に入れておいてください。

2.2 EM 菌

EM 菌というのは琉球大学農学部教授だった比嘉照夫氏が提唱したもので、さまざまな種類の微生物を共存させたいわゆる微生物資材のひとつとして、もともとは農業への応用を考えて作られました。微生物を農業や生ゴミ処理に使うのはごく一般に行なわれていることですから、それだけなら特におかしなことはありません。ところが、この EM 菌にはそのような範囲を遥かに超えてさまざまな目覚ましい効果があるとされています。

たとえば、EM 菌を土に混ぜた EM 団子を川や湖に投げ込めば水がきれいになるとされ、環境団体などが盛んに行なっています。学校の環境教育に取り入れている先生もいるので、みなさんの中にも体験した人がいるかもしれません。ところが、EM 菌にそういう効果があることは科学的に立証されていないのです。それどころか、福島県のように、どんな微生物であれ、川に投げ込むのはむしろ川を汚すことになるのでやめるようにと警告した自治体さえあります。ひとくちに河川の汚染と言ってもさまざまな状況があるのに、投げ込んだだけで川や湖の水質をよくするような微生物がいるというのは信じがたい話です。そもそも水質がよいか悪いかというのも人間の価値感でみた話で、常に人間にとってよいように環境を変えてくれる微生物なんて都合がよすぎます。実際、広島県や三重県での調査では、EM 菌に水質改善の効果は見られないと結論しています。

では、どうして環境団体などは効果があると信じているのでしょうか。理由はたぶんふたつあります。ひとつは、EM 菌というのはいいものなのだからいい効果があるはずだというまったく根拠のない信念です。この手の信念はかなり強固で、科学的な証拠の有無は二の次にされてしまいます。もうひとつの可能性として、実際に水質改善を経験したから、というのもありえます。改善したなら効果があると立証されたのではないかというのは早合点です。たとえば EM 菌を投げ込んだ一ヶ月後に水質が少し改善したとしましょう、これは EM 菌の効果でしょうか。残念ながら、それではなんの証明にもなっていないのです。第一に、水質改善を必要とするような河川では浚渫などの積極的な対策が取られているでしょうから、その効果かもしれません。第二に、河川の状態は時々刻々変わるものです。季節変動もあるでしょうし、周辺環境など細かな原因の積み重ねによってもよくなったり悪くなったりするでしょう。だから、たまたまそのタイミングで水質がよくなっただけかもしれません。

科学的な手続きとしては EM 菌を投入した場合としない場合の比較をする必要がありますが、残念ながら、環境団体や学校ではそのような手続きによる検証をめったに行ないません。ここでは、EM 菌に水質改善の効果は期待もできないし、実際に効果は証明されていないのだということを知っておいてください。それにも関わらず、「効果があるに違いない」と信じて、今も全国のどこかで環境団体や小中学生たちが EM 団子を川に投げ込んでいるのです。

EM 菌には万能の効果があると言われます。もちろん世の中に万能のものはないので、ありえない話ですが、信じている人も少なくありません。万能の効果の一例として、今問題になっている放射能除染を取り上げましょう。福島県田村市を車で走っていると田んぼの中に EM 菌の実験地を示す看板が立っているのを目にします。これは放射能除染の実験をしているのです。2011 年 3 月に起きた東日本大震災では津波のために東京電力福島第一原子力発電所の冷却が止まって水素爆発を起こし、大量の放射性物質が飛び散りました。今も福島県の一部は人が住めない地域となっています。その放射性物質を EM 菌が消すというのです。もし本当にそんなことができるなら、放射性物質対策も劇的に変わるでしょう。原発から出る汚染水だって簡単に対策できるかもしれません（今は放射性物質除去装置で処理しています）。しかし、残念ながらそんなうまい話はないようです。

放射性物質が放射線を出すのは原子の中心にある原子核の中のできごとです。いっぽう、生物（微生物に限らず）の体内で起きるすべてのできごとは化学反応です。化学反応には原子の外側にいる電子だけが関与し、原子核の中には影響しません。そのため、生物の体内で起きる反応で原子核の状態を変えることはできないのです。そんなわけで、「EM 菌が放射性物質を消す」という話は放射線と放射性物質の基本的な性質だけから簡単に否定されてしまいます。

福島では放射性物質の処理にみんなが困っています。放射性物質を地面から取り除くためには、表面の土ごと取り去らなくてはなりません。そうした土はフレコン・バッグと呼ばれる袋に積み重ねられて福島県内のいたるところに山積みになっています。もし EM 菌で除染できるというなら試してみたいと考える人もいましょう。実際、藁にもすがる思いで、EM 菌を使って放射性物質対策をしようと頑張っている人たちもいます。放射性物質をなんとかしたいという必死の努力です。それが残念ながら無駄な努力になってしまうのは、なんともやりきれない話です。同じ努力を効果のはっきりした地道な除染に振り向けたほうがいいのですが、EM 除染はそのような「普通の対策」への妨げになっています。

EM 菌は人間にとって有益な様々な効果があるとされます。しかし、微生物は人間の都合を考えてくれるわけではありません。なんであれ、人間にとって都合のいいことも悪いことも起きるものですし、その都合のいい部分をうまく利用するのが技術です。人間に都合がいいことばかりが起きるといえる話は、それだけでも科学的ではないと判断してかまいません。

2.3 水からの伝言

これもまた小中学校の道徳の授業にときどき使われる話なので、聞いたことがある人もいるかもしれませんが。水に「ありがとう」という言葉を見せてから凍らせると雪の結晶のようなきれいな氷ができて、「ばかやろう」という言葉を見せてから凍らせると形の崩れた氷になるというものです。これは写真集として発表されて話題になりました。道徳の授業では、友達に「ばか」などという友達の中の細胞の中の水がきたない結晶になってしまうのでいい言葉を使いましょう、というふうに言葉づかいを考える教材として使われます。写真集を開いてみると、結晶の写真がたくさん並んでいますし、研究員が顕微鏡を覗いている写真も掲載されています。いかにも科学的な見かけなので、科学実験の結果だと信じてしまった人も少なくありませんでした。しかし、きれいか汚いかなんて人間の主観的判断ではないのでしょうか。実際、きれいか汚いかは誰かの美意識で勝手に決めているのです。これだけでも、客観的な事実を扱うはずの科学とはかけ離れたものだとわかるはずです。

提唱者は水が言葉に反応する性質を持つのだと言いたいようです。しかし、物質の性質が言葉の意味や内容に影響されるという説は基本的な物理法則に反しています。意味や内容というのは人間の脳の中で解釈されて初めて現れるものだからです。物質が言葉の意味や内容に反応するとしたら、物理法則の相当深いところ、非常に基本的な物理法則を書き換えなくてはならないでしょう。でも、「水にありがとう」はこれまで多くの実験で確かめられてきた基本物理法則を覆してまで認める必要があるほどのちゃんとした科学実験でしょうか。残念ながら、本やビデオで確認してみても、まともな科学実験とは言えません。科学風を装っているという意味でこれは典型的なニセ科学と言ってかまいません。そして、私たちはこれを科学的にはでたらめな話と断言できます。

たとえば、きれいな結晶がきれいでない結晶かを判断する実験者は、自分が見ているのがどういう言葉を見せた水からできた氷なのかを知っています。ここでも科学的にやりたいのであれば、最低でも二重盲検法を使うのが正しい方法です。この実験法では実験者は自分が見ているものがどういう水なのかを知りません。二

重というのは、実験者にサンプルを渡す人もまたどういう水を渡しているか知らないという意味です。つまり、実験者はサンプルを渡す人の表情からもヒントを得られないようにするわけです。このような方法を取れば、結果は言葉とは関係なくなるはずですが、どんな結晶の形であれ、それはたまたまできただけだからです。

では、この話を道徳の教材に使うのはなにがいけないのでしょうか。道徳の教材には物語が使われることもありますから、科学的事実でなくてもかまわないはずですが、でも、ちょっと考えてみましょう。水の結晶の形で言葉づかいを教えるというのはいったいどういう意味があるのでしょうか。ここでは「水の結晶がきれいだからいい言葉だ」「汚いから悪い言葉だ」と判断されていますね。でも、言葉の善し悪しを決めるのは水ではなくて人間の心のはずではないのでしょうか。それに「ありがとう」がいつでもいい言葉とは限らないし、「ばかやろう」がいつでも悪い言葉とは限らないはずですが、きれいか汚いかを決めるのも主観です。見た目で主観的に善し悪しを判断するというのでは道徳的とは言えないでしょう。この話では水の科学的性質によって言葉の善し悪しを判断しようとしています。つまり、道徳の裏付けとして科学を使っているのです。しかし、科学的な事実は普遍的なものです。たとえば、1気圧のもとでは水は摂氏0度以下で凍るという事実は日本でも他の国でも、それどころか他の星でも成り立つ普遍的なものです。いっぽう、道徳はそうではありません。道徳は歴史や文化で決まりますから、国によって、あるいは民族や宗教によって違います。普遍的な科学的事実を普遍的ではない道徳の根拠にしようというのは、そもそも間違った考えかたなのです。

2.4 アポロは月に行ったのか

最後に少し毛色の違う話を書きましょう。ポルノグラフィティの「アポロ」という曲では「僕らが生まれてくるずっとずっと前にはもうアポロ11号は月に行ったっていうのに」と歌われていますが、みなさんにはこの歌ももう「昔の歌」でしょうね。アメリカの月探査計画であるアポロ計画では、1969年7月の11号を皮切りに17号まで6回にわたって人間を月面に送りました（映画にもなったように、13号は事故のため月に着陸せずに戻ってきています）。45年も前の話ですから、みなさんにとっては遠い昔の歴史でしょう。たぶん、第二次世界大戦と同じくらい昔の話という印象を持っているのではないのでしょうか。これ以降、誰ひとりとして月に降り立った人はいません。

アポロ11号の月面活動はテレビで生中継されて多くの人たちが見たのですが、しだいにその記憶も薄れてくると、不思議な話が飛び交うようになります。アポロは実は月に行っておらず、月面からの中継もすべて地上のスタジオで撮影されたものだというのです。つまり、アメリカ政府挙げて全世界の人たちを騙していたというわけです。このような考えかたをまとめて「陰謀論」と呼びます。本当の陰謀ではなく、ありえない陰謀を妄想したものという程度の意味です。なぜ、アメリカ政府がそんなことをしなくてはならなかったのか。時はまさに冷戦の時代で、二大大国であるアメリカとソビエト連邦（もうなくなってしまいましたが、今のロシアを中心として、いくつもの国が集まってできた国家です）が宇宙開発でも競い合っていました。実際にはソ連のほうがさまざまな点で先を行っていました。そこでアメリカとしてはソビエトに先んじて月面着陸を成し遂げたことにしたかったというわけです。

アポロ陰謀論では、月面で撮られた映像や写真が偽物である証拠がいろいろ指摘されています。たとえば、影のできかたがおかしいとか、旗の揺れかたがおかしいとか、いかにも「科学的」な指摘です。しかし、科学的な証拠と言われているものも、検証してみると「むしろ月面ではそうなるのが当然」なものばかりだということがわかります。月面でもものがどう見えるかは、日常生活とあまりにかけ離れているので実感として理解している人はいないでしょう。そこで、ちょっと考えてみて「これはおかしい」と言い出すのですが、更によくよく考えると実はそれでおかしくないのです。ここは難しいところです。

最近も、光の当たりかたがおかしいという陰謀論の指摘をアメリカのソフトウェア会社がコンピュータ・グラフィックスで詳細に再現して否定しました。月面や物体からの光の反射を宇宙服による反射まできちんと考慮して計算すれば、実際に月面で撮られた映像と見事に一致するというのです。頭でちょっと考えただけではほんとうのことはなかなかわからないという好例になっています。また、「かぐや」など無人月面探査機の活躍で、アポロの月着陸船や月面探査車の活動の跡などが上空から撮影されるようになりました。アポロが月に設置してきたレーザー反射板は今も観測に使われています。ですから、アポロが月に確かに着陸したという証拠はたくさんあるし、今も増え続けています。

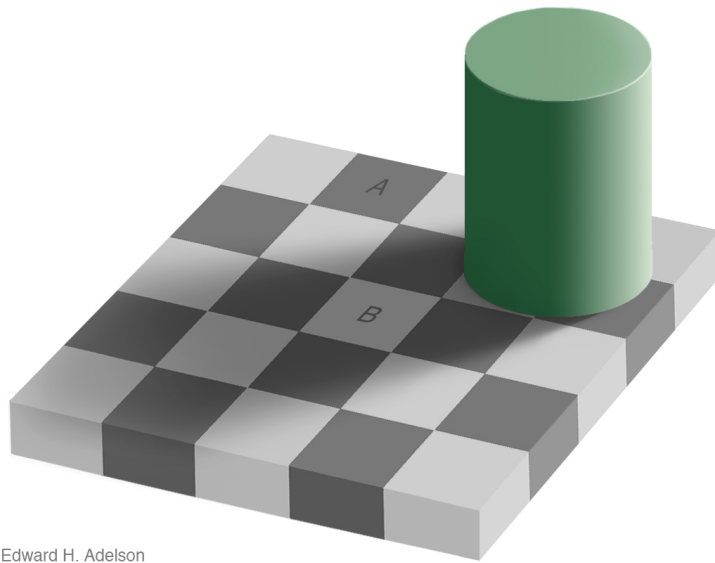
それはそれでいいのですが、そもそもこの問題はそうやってひとつひとつ検証しなくては解決しないものなのでしょうか。映像の矛盾と称されるものをひとつずつしらみつぶしに検証していくのは骨の折れる仕事ですし、いくつ検証したところで、陰謀論の立場に立つ人たちは次から次と細かい疑問点を見つけてくるでしょう。ここでちょっと違う角度から考えてみましょう。アポロ計画は巨大な国家プロジェクトでしたから膨大な数の人々が携わりました。陰謀が成り立つためにはその人たちすべてが口裏を合わせなくてはなりません。それはいくらなんでも無理ではないでしょうか。たくさんの方が不正に関われば、そのなかには正義感から告発する人だって出てくるはずですよ。その陰謀が正しいとすれば、いったい何人の人が秘密を抱えたまま黙ってはいくれないのか、そう考えてみただけで「アポロは月に行かなかった」という説は無理すぎるのがわかります。映像の細かい疑問点をいくつも挙げたところで、それは「木を見て森を見ず」なのです。細かな点にとられるのではなく、全体を大きく見て、おかしいかどうかを判断する習慣をつけるのもだいじなことです。

3 科学的に考えること

科学が対象とするのは客観的で再現可能な事実です。では、客観的で再現可能な事実ではないのはどんなものか。いちばんわかりやすいのは個人的な体験です。体験談が掲載されている雑誌記事など、よく見かけますね。「これを食べたら元気になりました」みたいな宣伝は新聞の広告でもよく見かけます。「大地震の前に不思議な形の雲を見ました」なんていう話もあります。こういう体験談は、少なくともそのままでは科学的事実にはなりません。そもそも雲の形はすべて違ってきますから、中には何かに似た雲もあるでしょうし、不思議に思える雲もあるでしょう。その雲を不思議な形だと思ったのは見た人の主観です。それが大地震の前だったとしても、大地震と関係があるかどうかは誰にもわかりません。わかるのは「自分が不思議と感じる雲を見た。その後大地震が起きた」という時間の前後関係だけです。不思議な雲は地震の前にだけ出現することを立証しない限り、それ以上何も言えません。

「EM 菌を川に流したら、川がきれいになりました」これも一度だけならただの体験談です。何人で観察したものであろうと、わかるのは「EM 菌を川に流したという事実のあとに、川がきれいになったと感じた人たちがいた」だけです。EM 菌を流したおかげでたしかに川がきれいになったと言うためには、体験談ではなく客観的な方法による検証が必要です。人間は単なる前後関係を因果関係と捉えがちです。「これを食べたら病気がなおりました」という体験談も多くは単なる前後関係です。たぶんこれは人間が進化で身につけた性質のひとつなのでしょう。ありもしない因果関係を見つけるほうが、本当にある因果関係を見落とすよりも生存に有利だったのではないのでしょうか。そうだとすると（そうだとしなくても、ですが）、直感的に因果関係があると思えるようなことでも、立ち止まって考えてみるのがだいじです。因果関係ではなくて単なる前後関係なのではないかと疑ってみるのは、科学的なものの見かたのひとつです。

個人的体験にはさらに深い問題があります。「何かを見た」という体験から言えるのは、実は「何かを見た」と自分は思った」ということだけです。たとえば「僕は昨日、学校の帰りに UFO を見た」という体験を考え



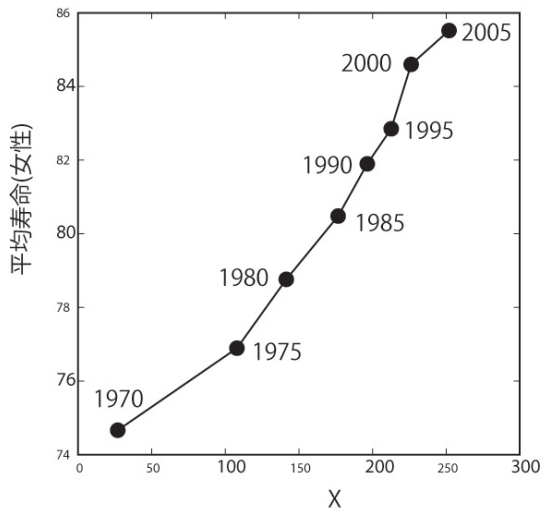
Edward H. Adelson

てみましょう。何かを見たと思ったのは事実です。自分がそう思った以上、それは間違いありません。では、本当に何かが見えたのか、本当に見たのだとしてそれは UFO と呼べるものだったのか。見たと思っただけで実は何もなかったということもありえますし、実は気象現象などごく当たり前のつまらないものを見ただけだった可能性もあります。一度だけの個人的体験から科学的な結論を出すのは困難なのです。

人間の知覚にはなかなか怪しいところがあって、自分が見たと思ったものや聞いたと思ったものが本当にその通りのものとは限りません。ひとつの例として、面白い錯視を紹介しましょう。これはエーデルソンという人が考えたチェッカー・シャドウ錯視というものです。図の A と B のふたつの灰色はどちらが暗いでしょうというのが質問ですが、素直に見る限りは誰でも A のほうが暗い灰色だと答えるはずですが、しかし、実は A と B はまったく同じ暗さなのです。誰でもそう見えてしまうので、当たらなくても恥ずかしくはありません。人間の視覚はそういうふうには働くのです。これは、見たものが必ずしも見た通りのものだとは限らないことを示しています。見るというのも個人的な体験です。A が濃いという体験に対して、A と B が同じ濃さだというのが客観的な事実です。個人的体験を絶対視するのがいかに危険かがわかるでしょう。

因果関係について、もうひとつちょっと面白い例を見てみましょう。図はあるものの量を横軸に、女性の平均寿命を縦軸にして描いたグラフです。横軸の「あるもの」とは実は一世帯あたりのテレビの台数なのですが、テレビが増えると寿命が伸びるというきれいな関係が見られます。ではこれはテレビが増えたから寿命が伸びたことを示しているのでしょうか、それとも寿命が伸びたからテレビが増えたことを示しているのでしょうか、いったいどちらが原因なのでしょう。答は、このふたつのあいだに因果関係はない、です。つまりどちらが原因でどちらが結果というわけではなく、このふたつはまったく無関係なのです。単にテレビの台数は年とともに増え、平均寿命も年とともに伸びているので、無理やりグラフにするとまるで関係があるように見えてしまうのです。テレビも寿命も社会や技術の進歩によるものでしょうから、その意味ではこのふたつは同じ原因によって増えた全く無関係のふたつと言ってもいいでしょう。

では、因果関係を科学的に検証するにはどうしたらいいのでしょうか。万能の方法はありませんが、最も簡単には疫学の考えかたが役に立ちます。疫学は病気の原因を見つけるための手段ですが、ほかにもさまざまな応用が効きます。なんでもいいのですが、たとえば「このお祈りをする、ある病気が治る」という主張が



あったとしましょう。これが本当かどうかを確認するにはどうすればよいでしょう。まず思いつくのは、その病気の人をたくさん集めてお祈りをしてみることです。100人集めたとして、お祈りしてみたところ、80人が治って20人が治らなかったとします。80%の人が治ったならすごい効果のように思えますが、実はそうではありません。お祈りしなくても80%は治る病気かもしれないからです。そこで正しい調査方法としては、更に病気の人を100人集めて、このグループにはお祈りをしないことにします。もし、お祈りをしなかったグループでも80%が治るなら、お祈りの効果は「ない」と結論できます。いっぽう、お祈りをしなかったグループでは60%しか治らなかったなら、お祈りには効果がありそうです。つまり、「お祈りをした・しない」とその結果として「治った・治らない」の四つのグループに分けた表を作ってみれば、効果の有無がわかります。これを2×2表などと呼びます。体験談だけでは検証にならないのは、この表のすべての枠を埋めていないからです。この考えかたは科学のさまざまな分野に使うことができます。

最後に、直感がうまく働かない例としてモンティホール問題というものを紹介しておきましょう。これはアメリカの視聴者参加型テレビ番組に関するものです。三つの扉があり、ひとつの扉の向こうには自動車、残りのふたつの扉の向こうにはなぜか山羊が隠れています。挑戦者は自動車が隠されている扉を当てれば勝ちです。さて、挑戦者はまずひとつの扉を選びます。すると司会者は扉の中を確認してから、おもむろに挑戦者が選ばなかった扉のうちの一つを開けます。そこには山羊がいます(必ず、山羊がいる扉を開けます)。そこで司会者は挑戦者に問いかけます。「この扉を選ばなくてよかったですね。残りのふたつの扉のどちらかに車が隠されています。あなたはひとつの扉を既に選んでいます、ここで一度だけ変更するチャンスがあります。今ならもうひとつの扉に変更することができますが、どうしますか?。みなさんならどうしますか? 変更しますか、それとも初志貫徹で変更しませんか。ちょっと考えると、ふたつの扉のどちらかに自動車が隠されていますから、確率は2分の1、つまりここで変更してもしなくても自動車を引き当てる確率は同じように思えます。ところが、科学的に考えると、ここでは変更するべきなのです。どうしてなのか、よく考えてみてください。

4 おわりに

科学のように見えて、実は科学ではないものを題材に、科学的なものの見かたについて考えてきました。もちろん、これですべてではありませんが、科学的に考えることの一部は分かってもらえたのではないかと思います。

ます。科学的なものの見かたは重要です。亡くなった有名な天文学者カール・セーガンは科学的に考えることと民主主義は同じ精神に基づいていると言っています。健全な民主主義社会のためにも科学的に考えられることは重要なのです。