

## 第6章 立方体の地球

### 6.1 はじめに

これまで、科学の ABC の考え方をずっとお話してきました。そして、科学の ABC の考え方によって、問題を解決できるのではないが、皆さんもこのような考え方を身につけるべきではないか、という提案をしてきたつもりです。

今回は、科学の ABC の考え方についてのヒントになるようなお話をしたいと思います。それは、「もしも地球が立方体だったら」という話です。この話は、日本科学協会で、私を含む数名の研究者が検討し、科学の考え方、見方を学ぶ教材として作成したものです。ビデオと解説が日本科学協会のホームページに掲載されていますので、それらも参考にしてください。

これから「もしも地球が立方体だったら」についてお話しますが、その話の前に、考えてもらいたいことがあります。

### 6.2 なぜ、地球は球だとわかるか

私たちは地球が（ほぼ）球形であることを知っています。学校教育のどこかでそのように習ったのではないのでしょうか。でも、ちょっと待ってください。地球が丸い（球形である）と、どのようにしてわかるのでしょうか。

この質問を授業で投げかけたとき、ある学生は「ブラジルの知り合い電話をかけると、昼と夜が逆であることがわかるので、地球が丸いことがわかります。」と答えました。あるいは、「国際宇宙ステーションに乗り込めば、地球が丸いことを地球の外から眺めてわかります。」と答えた学生もいます。まったくその通りです。ただ、少し注文をつけたくくなります。私たちの時代の科学がこのように進んだのは、ある意味、地球が丸いことを発見したことにも起源があります。地球が丸いことがわかったから、長距離の通信手段も確保できたし、人工衛星を打ち上げられるようになりました。とすると、「丸いと知っていたからできたことで、丸いことがわかる」という話になってしまいます。すっきりしない議論だと思いませんか？

そこで、問題を少し変えてみます。昔の人（例えば、ガリレオ・ガリレイの時代）は、どのようにして地球が丸いと判断したのかを考えてみてください。なぜ、正確な時計も無い時代に、人類はどのようにして地球が丸いと考えたのでしょうか。

少し話はそれます。アリストテレスの落体の考え方は、ABC の考え方うまく乗らなかったとお話しました。しかし、後から考えると ABC で説明できるような発見例はいくつもあります。

例えば、地球が丸い、ということについて、ギリシャ哲学の時代の人々は既に知っていたと言われています。もちろん、皆さんも地球が丸いことを知っているでしょう。でも、もし、皆さんが人工衛星などが無い古代にタイムスリップして、当時の人々に「地球は丸いのだ」と説明するとしたら、どうすればいいのでしょうか。

古代ギリシャの人々は、出航した船が遠ざかるとき、船の下から見えなくなることを知っていたと言われています。それを、次のように A と B としてみます。

- 地球は丸い！？-1-

A 出航する船は、なぜ、下の方から見えなくなるのか。

B 地球が丸いので、下の方から地球に隠れて見えなくなるからである。

C

あるいは、こんなことから、地球は丸いのではないかと考えたようです。

- 地球は丸い！？-1-

A 月食のとき、月の欠け具合は弧状になっているのはなぜか

B 太陽からの地球の影を作り、それが月面に映っていると考えると、月の欠け方は弧状なのは地球が丸いからである。

C

皆さんはどのような C を考えるでしょうか。これに対して、紀元前 200 年ごろに活動したエラトステネスは次のように考えました。

C 同じ日の太陽の南中時に、まっすぐ掘られた井戸を観察する。地球が丸いのであれば、日のさしこむ深さが違うはずである。

同じ考え方でエラトステネスは、地球の大きさまでも推計しました。

昔の人は迷信を信じる愚か者ばかりだった、というのが全くの誤解であることがわかるような逸話です。地球が丸いことを示すような事実は他にもありますので、皆さんも考えてみてください。

ここでの教訓は何か。それは、一つの仮説に対して、様々な検証方法があるということです。それを見つけるためには、「もし地球が丸かったら」と「もし地球が丸くなくて平板だったら」とを頭の中で考えて比較することが有効です。

### 6.3 立方体の地球

これから立方体の地球についてお話します。本来の地球との対比が良くなるように、いくつかの設定をあらかじめ考えました。

#### 大きさ

大きさがほぼ同じになるように、立方体の 1 辺は 1 万 km としました。ちなみに、地球 1 周の長さはおおよそ 4 万 km です。

#### 大気的量

同様に、大気的量は、地球の大気と同じにしました。これを、立方体の各面に割り振ることにしました。

#### 海水的量

これも同様です。海水の量は地球の海水と同じにしました。ただ、これを 6 面に均等に割り振ると、海の有無による違いが分かりにくいです。そこで、すべての海水を 1 つの面に集めることにしました。

#### 地軸

立方体の面の中心を地軸とします。自転の仕方、太陽の周りの公転の仕方、月などは、地球と同様としました。

さて、このように設定した地球ではどのようなことが起こるのでしょうか。ちょっと想像してみてください。このような設定を考えた研究者の皆さんも、一生懸命、考えてみました。

すると、あることに気づいたのです。それは、

極端なことを考えると、常識から自由になれる。

ということです。具体的に、いくつかのトピックを扱ってみることにします。

### 6.3.1 上はどっち？

当たり前すぎて気づかないことの一つに、「上」があります。「上」とはどちらのことでしょうか。宇宙船の着陸シーンにそのヒントがあります。映像を見ながら考えてみましょう。

ちなみに、岩波の広辞苑第6版には、このようにあります。

上

高い位置。高い場所。

なるほど、「高い」という概念と結びついているので、「高い」の意味がわかれば、「上」の意味がわかりそうです。それでは、やはり、広辞苑で「高い」を調べてみましょう。すると、次のように書かれています。

高い

空間的な位置が上方にあって下との距離が大きい。

おやおや。「上」の意味が知りたいので、「高い」の意味がわかれば良いと思ったのですが、「高い」は、「上」という言葉を使って説明されています。「上」は「高い」方であり、「高い」は「上」の方であって、その「上」は、…。結局、これだけでは、どのように決めればいいのかわかりませんね。「上」とは何か、は、当たり前すぎるので説明しにくいことの例と言えます。

### 6.3.2 気温は太陽に近い星ほど高い？

太陽系には、地球と似て大気をもった岩石惑星が他にもあります。金星と火星がそうです。ところが、金星の気温はとても高く、逆に火星の気温はとても低いです。これらは、どうしてこのようになっているのでしょうか。

もしかしたら、皆さんは太陽からの距離が原因であると答えるかもしれません。本当にそうでしょうか。映像を見ながら考えてみましょう。

### 6.3.3 映像の中のいくつかのポイント

映像の中で気づいてほしいことはいくつかあります。まずは、あらかじめお知らせした2つのポイントについてお話ししましょう。

まず、「上」はどちらか、ということについてです。まずは、現実の地球について考えてみましょう。日本人とブラジル人は、それぞれ、「上」とか「下」とかを指し示すことができます。でも、立っている向きは、逆向きです。どうしてこのようなことが起こるのでしょうか。それは、重力があって、日本人もブラジル人も、地球の中心に引きつけられているからです。

立方体地球では、各面は平です。すると、地平線があるために遠くまで見えない地球と異なり、遠くが見渡せるはずですが、人はその面を「水平」だと感じるのでしょうか。立方体の地球でも、万有引力があるために、人は地球の中心方向に（正確ではありませんが、ほぼ中心方向に）引きつけられるはずですが、すると、面の中心から外れた人は、それを巨大な坂道だと感じるに違いありません。宇宙船の着陸シーンは、そんな感じを描いています。これらの考察からわかることは、上とか下とかを決めているのは、実際には重力の向きであることに気づきます。

気温についてはどうでしょうか。立方体地球では、重力の影響で、面の中心に大気が集まります。その結果、面の中心付近では、気圧が非常に高くなります。面の中心は深い谷であるために、そこでは大気が分厚く積もっている、と表現すると雰囲気が伝わるかもしれません。その結果、気温を計算すると、面の中心付近は金星よりもはるかに高い温度になっている結果が得られました。立方体地球の場合には、金星の気温よりも地球の気温の方が高いことになってしまうのです。大気の厚さ（地表面の気圧）が、その惑星での気温を考えたときに重要であることがわかります。

他の点も考えてみましょう。例えば、季節はどうでしょうか。立方体地球に、むりやり地球の地図を当てはめると、日本の位置がどのあたりかを特定することができます。そこでは、日本と同じような季節が存在するのでしょうか。そうはなりません。立方体の各面での日のあたり方は、面が平らであるために、面の上のどこであっても違いがありません。つまり、面の中では、季節は同じなのです。季節の違いは、赤道からの距離が重要なのではなく、太陽からの光の当たり方が重要であることに気づきます。

海洋の役割はどうでしょうか。海洋を一つの面に割り当てると、以外にも、地球上の海水はそれほど多くないという印象を与えます。球面上に広がっていると広く感じます。しかし、それを集めると実際にはそれほど多くないのです。

生命についてはどうでしょうか。地球の海には、沢山の生物が生息しています。プランクトンは小魚に食べられ、小魚はより大きな魚に食べられます。ところが、魚の死骸は、海底に沈んでしまいます。海に住む生物は、海洋の栄養を吸い取って、海底に落とす役割があると言えます。このようなことを何万年も繰り返すと、海には生物がいなくなってしまうでしょう。実際、沿岸から離れた外洋は、「青い砂漠」とも呼ばれ、生物が乏しい状態になっています。地球には海洋循環があるために、海底の栄養が湧き上がる場所があります。それが豊かな漁場を作ります。立方体地球の場合には、これを生じさせること困難であるために、海の生態系を維持する工夫を考えることが難題でした。

こうした点は、どれも、大変極端な状況を考えることで気づくことができました。

## 6.4 立方体地球とリベラルアーツ

「リベラルアーツ (Liberal Arts)」は「自由になるための技術」である、という話をしました。「自由になるための技術」の、まず最初に必要なのは、私たちが不自由であるということに気づく技術です。「上ってどっちだろう」という極めて当たり前なことを不思議に思える技術です。立方体地球は、そのためのヒントを与えてくれていると思います。具体的には、極端なことを考えましょう、という発想です。

例えば、私たちの人生について考えるとき、あるいは、教育の意義について考えるとき、人の健康寿命が1000年だったら、と考えるのは、一つのヒントを与えてくれるかもしれません。逆に、寿命が明日尽きると考えると、ヒントがあるかもしれません。

自分にとっての金の価値について考えるとき、自分が100兆円（日本の国家予算の規模）のお金を自由に使えたら、と考えるとヒントがあるかもしれません。

リベラルアーツだけではありません。私たち科学のABCを使って問題を解決しようとするとき

にも応用できそうです。問題点を見つけ出すときに、仮説を考えるときに、検証を考えるときに、それぞれ、極端な状況を考えることで、より幅広く考えることができそうです。考え方のヒントにしてもらえればと思います。