

5. 地動説

力学に地動説は必要か

力学を教えるのになにもわざわざ地動説を教えなくてもよいではないかという人がある。確かに力学の体系は地動説と何の関係もなく教えることができる。こういうこともあってか、今まで高校で地動説がまともに教えられるということはほとんどなかった。¹⁾

地動説は、人類の歴史のなかで深く、広く、自然観、世界観の変革を迫った。その与えた影響の大きさははかり知れない。完成した力学体系から見ると何のかかわりもない地動説が、その形成過程では決定的な役割を果たした。さらに、科学の方法の確立に与えた影響の大きさも決して見逃すことができない。

私たちは“形成の論理”を重視する。これは完成した力学体系それ自身のうちにある“運動形成の論理”と共に、その体系が完成するまでにどのように科学的認識が形成されてきたのかという“認識形成の論理”を重視することでもある。人間の認識は、出来上がった体系を単に解説するだけでは深まらないのである。それに、近代科学を生みだすもとなったところの哲学・思想・自然観にまでさかのぼって力学を見なおそうとすると、地動説はどうしても欠かすことができない。

地動説は天体の構造に対する知見である

コペルニクスは慣性の法則を知らなかった。それなのに、大地の動きを感じないという感覚を敢えて否定して、大胆不敵に、地動説を主張した理由は一体どこにあったのだろうか。それは、当時の天文学が、天体の本当のしくみを全く問題にせず、観測に合うように勝手につぎつぎと周転円をつけ加えていくとしかしなかったことに対して、強い疑問を感じたことに始まる。彼にとっては、感覚や現象しか見ない見方よりも現象の背後にある天体の本当のしくみこそが問題であった。これは原子論の見方といってもよい。科学方法論的には実体論的段階として位置づけることができる。

アリストアルコスが地動説をとったのも、太陽までの距離とその大きさをはかって、天体構造のおよその立体的イメージを描くことができたからであった。

ガリレオが地動説に不動の確信を持ったのも、望遠鏡によってそれを裏付ける数々の発見をしたからであった。たとえば、金星の満ち欠け一つをとってみても、それを観測するだけで本当の天体構造はどちらが正しいかに決着をつけるものであった。おそらく、このような天体構造に対する発見がなかったら、ガリレオがどこまで地動説を主張できたかは疑問である。たとえ、慣性の法則を発見していたとしてもである。それほど天体構造に対する実体論的認識は重要であった。したがってここでの授業は、「天体構造にたいして、どれだけ生き生きしたイメージが描けるか」、この一点に焦点を絞ったということができる。

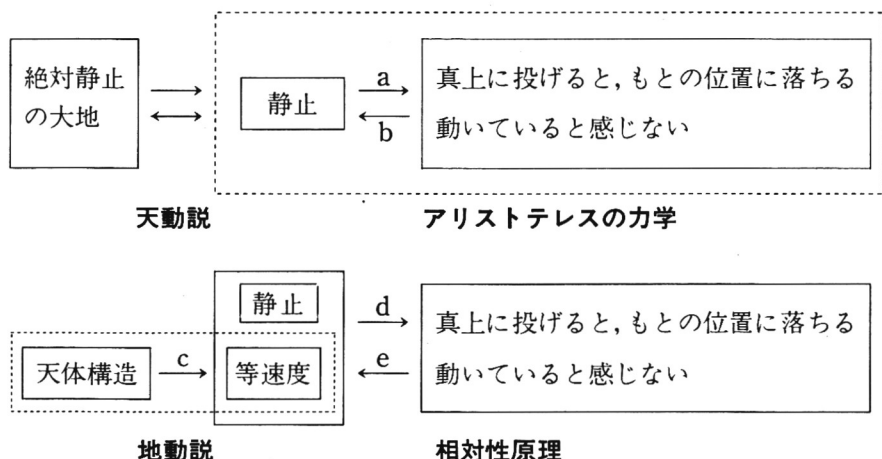
私自身の経験でいえば、教師になってしばらくの間、「地球が回っている」ということを言葉として知っていても、どうしてそれが動いていなければならぬのか、全く説明できないありさまであった。私は小学校から大学までそれを一度も教わったことがなかった。言葉の上だけで知っていてその中味を知らないことと、その中味を知っていて誰にも納得のいくように科学的に説明がつけられることとは全く異質なことである。「ガリレオは地動説を唱えて宗教裁判にかけられた」「地動説によって自然観や世界観が変わった」という話がよく知られている反面、天体構造から見た地動説の証拠はほとんど知られていない。そのため「ガリレオはスゴイ人物であった」という結果だけがひとり歩きする。自然観は、言葉の上だけでその大切さをいくら強調しても、それを変えざるをえないような具体的な内容がなければ変わりようがないのである。

誰もが地動説を信じて疑わない。これが言葉の上だけのことなら、ユリゲラーの念力を信じるのと同じである。今誰かがもっともらしいデマをつくり出したら一気に日本中に広がってしまうのではないか。こういう恐ろしさを地動説の認識を通して感じずにはおれない。ガリレオが宗教裁判にかけられても、地動説を擁護しえたのは、天体構造に関する確固とした根拠をつかんでいたからであって、この根拠こそ現在の教育において教えるに値することではなからう

か。

相対性原理と地動説

下の表を見てみよう。上が天動説とアリストテレスの力学、下が地動説と相対性原理の関係を示したものである。



アリストテレスの場合、「大地が動いているとしたら、真上に投げたものは後に取り残されるはずだ。動いていると全く感じないのは、静止しているからだ」と考えた。実はこのbの過程に落とし穴があった。これに対して、相対性原理は大地が等速度で動いていても、止まっても、そのどちらでもよいことを述べている (d,e の過程)。大地が動いていなければおかしいということは少しも述べていない²⁾。動いていても、止まってもそのどちらでもよいわけだから、絶対静止と決めつけることは論理的に不可能である。

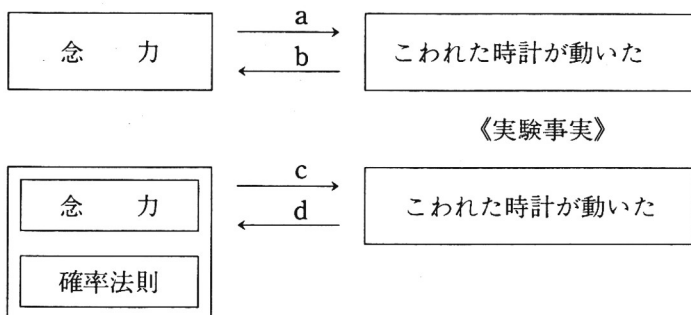
これにたいして、地動説は動いていても止まってもどちらでもよいという説では決していない。太陽を中心にして、地球をはじめ諸惑星が動いていなければおかしいという天体構造に関する説である (表のc)。時々コペルニクスの地動説の最大の発見は「運動の相対性」の発見だといわれる。運動の相対性発見の重要な意義を認めるにしても、地動説が「地球は動いていても止まってもどちらでもよい」というものにすぎなければ、誰がわざわざ根強い絶対静止の自然観を捨てようとするのだろうか。運動の相対性は、地動説の結果得

られたものである。ガリレオの相対性原理もそうだった。天体構造から見ると、どうしても地球が動いているとしか考えられない。それなのにどうして動いていると感じないのだろうか。それは、動いていても感覚では感じとれない法則、相対性原理があるからであった。このように、地動説はどうしても力学法則を抽出せずにはおかなかったのである。

ここで、ユリゲラーの念力さわざの論理を分析してみよう（次表）。前の表の天動説の論理と全く同じ論理であることがわかると思う。1974年、「超能力者」ユリゲラーが念力でスプーンを曲げるという実演をテレビで行ってから、一気に念力ブームが湧きおこった。当時、テレビでその念力をキャッチして、スプーンをこするとスプーンが簡単に曲がるようになるし、壊れた時計も動きだすというので、多くの高校生がそれを実験した。ある生徒は血相を変えてこいういった。「絶対念力を信じる！私の壊れた時計が事実動きだしたんだよ！この事実を否定することなんてできないでしょ！」と。多くの生徒に聞いてみると、数個の時計は動いたが、残りの数十個は動かなかったようだ。その時思ったのは、“動いたという事実”に驚き、これを過大評価することによって、即その原因が念力であると思い込んでしまう飛躍した論理の恐ろしさである。デマが成功するには、事実を否定することによってではなく、論理を立てる過程にうまい心理的操作を加えるだけでよいのだ。（a,b の過程）

この念力の論理を否定するには、念力以外の方法で、ユリゲラーのように壊れた時計を動かすことができれば、それで十分である。（c,d の過程）

このためには、次の条件を満たすだけでよい。



(1) テレビにでて、テレビで実験すること。

(2) 壊れた時計が多く集まること。

まず、壊れた時計を持ってくる場合、どんなものが集まるであろうか。針がなかったり、内部機構がメチャメチャにされた時計はほとんど集まらない。時計を買い替える場合のことを考えると、かなり狂うようになって買い替える場合がほとんどである。中には時計の機能が全く失われていないのに買い替えられる。こういう時計が「壊れた時計」として集まるに違いない。だから、「壊れた時計」はいつでも動きうる条件にあるというのが正しい見方であるだろう。だから何万個の中で、10個や20個の時計が動きだしてもちっとも不思議ではない。

この実験は、ほんのわずかの時計が動くだけで大成功である。なぜなら、動いた人のみ念力が通じたのであって、動かなかった人には念力が通じなかったことにすればよいからである。テレビを使っているので、大部分の動かなかった人の情報は抹殺され、わずかの時計が動いたという事実だけが大きく報道される。すると、動かなかった人も「オレには通じなかったが、動いたという人がいる以上、やっぱり念力はあるのではないか」と思い込む。これはテレビを使うから成功する。劇場など、一堂に壊れた時計を集めたら大失敗に終わるにちがいない。なぜなら、動いた時計が少数で、大多数の時計は動かなかったことが、誰の目にも一目瞭然となってしまうからである。

こう考えると、念力を全く使わず、ユリゲラーと全く同じことが再現できるわけである。確率法則に従って、自然法則どおりのことが実現する。あとは、「動いた」「動かなかった」という情報をうまく操作するだけでよいのである。

壊れた時計を動かすことができるなら、ユリゲラーは動いている時計を全部一斉に止めることができてもいいはずである。一度どこかの劇場で実験してもらいたいものである。

課題「地動説の討論会をひらいて報告せよ」

「先生、昨日ね、地動説の課題やりに、〇〇大学に行ってきたよ！ 大学の

先生って背広にネクタイかと思ったら、ステテコ、ランニング姿でびっくりしちゃった。さっそく質問し始めたんだけど、先生、答えられなくなって、まわりの学生に、おいどう思う？ と答えさせるんだもの。プリント出してなんだかんだとやってきたけど、帰る時、先生どういったと思う？ 君たちどこの高校？ ずい分むづかしいことやっているんだね。感心したよ、だって！」

私は、地動説の授業の最後に「天動説地動説についての討論会を、誰とでもいいから開き、話しあった内容を、班ごとにクラスで発表せよ」とか「戯曲風にまとめて報告せよ」という課題を与える。上の発言は何年も前、ある女生徒（商業高校）の班が大学へ乗り込んで、課題をやりこめた時の報告である。彼女たちの表情の中には、大学の先生でも困るような地動説の課題をやってきたぞという、一種の誇りに近い快活さがあつた。この課題にたいして「今までこんな作品もあったよ」と、次のような例をいくつか紹介する。

珍劇 「地球は本当に動いているのか」

〈キャスト〉 脚本……俺 演出……俺 その他多勢

〈まえがき〉 「地球は動いているか」俺はこの質問を家族にするにあたって非常に不安な気持ちになっていた。なぜならこんな常識的な質問をすると俺はやつらに馬鹿にされるような気がしたからだ。しかしわれらの正義の味方が出した宿題だから俺はあえてこの不安をすてさり、ある夕食後の一家団欒の場を利用してたずねてみた。

俺 おやじ、地球が動いていることを証明できるか。

おやじ 地球が動いとるってまわっているということか、そんなことおまえ常識でないか。

俺 ああ、常識だけれども、その常識をおやじは科学的に説明できるか。

おやじ 科学的に説明せよといったって世間じゃ地球は回っていると考えられているんだから、それでいいじゃないか。

俺 あーあ、おやじもだめだなあ。

おやじ 何いってる。ほんならおまえそれを科学的に説明できるのか？

俺 いや俺は今できん。なぜなら俺は地球が本当に動いているのかと疑問に思ってい

る。つまり地球はとまっているのだと思っているのだ。

おやじ おまえ、熱があるとちがうか。

俺 いや、俺は正常だ。

おやじ じゃーなんでそんな風に考えとる。

俺 つまりさ、もし地球が動いていたらね。上に投げたボールというのはさ——同じ直線にそってもとの場所におちてくるはずがないんじゃないかなあ。

おやじ ……

俺 それにさ。もし地球が動いていたら、人がちょっと飛び上がった瞬間に地球が動き全く異なった所に着地するはずである。それなのに現実には飛びあがった所におりてではないか、だから地球は動いてはいないのだ。

おやじ ……？

弟 おやじ。だめだなあ。兄貴なんかにおちくられて——兄貴が知っていることは全部でたためだってえ。

おふくろ どうしてなの？

弟 ハハハハ……かあさんもだめか。こいつはおもしろい。いいかい耳の穴かっぽじってよく聞けよ。エヘン、えーと、あっそうだ、まずコップと葉がき1枚と10円玉1個持ってきてん。えーと、これをこうやってと。いい、よく見ててよ。どう、銅貨はどうしてコップの中におちたと思う？

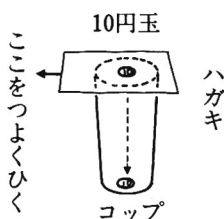
おふくろ さあ——。

弟 つまりね。葉書きを強くひくと、銅貨はどういうわけか静止つづけようとする性質があるんだ。それが慣性というやつでね。つまり外から力がはたらかないならば、静止している物体は永久に静止し、動いている物体は永久に等速度直線運動をつづけるという法則なんだ。

おふくろ なるほどね。

おやじ じゃあどうして地球が動いているといえるのだね。

弟 うん。だからね。たとえばさ。走っている電車の中で物をおとすとおとした物はうしろにとり残されないで車中の人からみるとまっすぐ下におちてくるだろ。それといっしょじゃないかなあ。つまりね。物体には慣性があるから電車にのっている人は電車と同じスピードで走っていることになるんだ。もしその人が電車と同じスピードで走っていなかったら慣性の法則でその人はつねに静止しようとするから電車からとり



残されてしまうだろう。だからその人のもっている物体も電車と同じ速さで走っているから同じところにおちるのさ。しかしこれがもし車の外の人によって見られていたならその物体は放物線を描いて動いているんだよ。だから地球が回っていることは、自分ではわからないんだよ。

おやじ うう……ん。さすがおれの子だ。

俺 ムムム、おぬしなかなかやるな。地球が回っているということはわかったようだが、地球は宇宙の中心かそうでないか、それはどう思う。

みんな そりゃ当然地球は宇宙の中心じゃないだろう。

俺 うん、そうだけど、それを科学的に証明してくれ。

みんな ムムム……

俺 わからなけりやおれがおしえてやろう。まず第一に火星や木星土星が地球に対して太陽の正反対にあるときは、その明るさは明るいと同じ側にある時は暗いんだよ。だから太陽を中心として地球の外側を公転しているのだ。つぎに金星はね。月と同じように満ちたり欠けたりすること。つまり満ち欠けがあるということは太陽のまわりを回っていて地球は宇宙の中心でないというわけさ。

俺をのぞくその他 ムム……おぬし、できるな。

〈注意〉 この報告書に出てくることは、私がすこしばかり改作し、したしみやすくしました。

生徒は、これは面白そうだ、これなら自分でやれそうだと思うと、すごい行動力を発揮する。質問する相手も、実に創意豊かに工夫する。家族はもとより、他の高校の友達、中学生、大学生、他教科の高校の先生、さらには大学の先生にまで及ぶ。レポートは実にリアルであり、話には必ず尾ヒレがついてくる。

このような課題は生徒の自主性をひきだし、体験によって地動説の持つ意味を再認識させる。これはいわば、生徒を教師の立場に立たせるものであり、国民教育運動の一環として位置づけることもできよう。

註

- (1) 最近、理科 I の教科書には、フーコーふりこや年周視差を使って地球の自転・公転が説明されるようになったが、天体のしくみを解き明かす点では、⁸十分とは言えない。
- (2) 厳密にいうとこれは正しくない。フーコーは慣性の法則を使って、地球の自転を証明したからである。ここでは大地が動くという場合、等速直線運動をしているものとして考えている。