

投稿

なっとくする地動説

佐藤 明達

1. はじめに

小学生の4割が「太陽は地球の周りを回っていると思っている」という結果は、裏を返せば「小学生は学校では習わないのに、6割が地動説を知っている」ということである[1]。私は小学校ではまず天体の見たままの動きを教え、地動説は中学校で教えればよいと思っている。太陽・月・星の日周運動、日の出・日の入りの方角、月の満ち欠けを知らなくては、地動説の必然性を理解できないからである。しかしアンケートに見るように、小学生の6割が地動説を知っているという現状では、そのわけを質問されたときのために、教員は分かりやすい説明を用意しておいたほうがいいだろう。そこで地球が止まっているより動いているほうが尤もらしい理由を、順を追って挙げてみよう。

2. 自転している理由

①太陽・月・星の日周運動を観察する。太陽や星は24時間たつともとの位置に戻ることがを教える。プラネタリウム(天象儀)を利用すれば手軽に観察できるが、なるべく実物を観察させたい。

②生徒を二人一組とし、一人が回転椅子に腰かけ、他の一人が椅子をゆっくり回転させる。自分が一回転すると、周りの景色がすべて逆方向に一周りするように見える。

③従って天体が私達の周りを一日に一回転して見えるのは、地球が一日に一回転することの反映だということが分かる。

④等速度で滑らかに走る乗り物の中では、物事はすべて静止しているときと同じように起こる。従って窓の外を見ないと、乗り物が止

まっているのか動いているのか分からない。地球も極めて滑らかに自転しているので、動いているのが分からない。

⑤中心に地球儀のある透明天球儀を見せ、星空が北極星を中心に回転するわけを教える。

⑥地球儀の日本の位置に紙片を貼り、横から太陽に見立てた強力ライトで照らして、自転により昼夜の生ずることを示す。

3. 公転している理由

①まっすぐ走る列車の窓から外を眺めると、近くの家や木は速く動くが、遠くの山や林はゆっくり動く。空に浮かぶ太陽や月はいつまでも列車に付いてくるように見える、つまり見える方角がほとんど変化しない[2]。これは太陽や月が非常に遠方にあるからである。

②皆既日食や金環日食が起こることから、月は太陽より近いことが分かる。

③月は太陽の12倍も速く動くから、太陽よりずっと近いことが分かる。(①で見たように、近いものほど動きが速い)

④図1において、月Mは太陽Sに照らされて光っている。地球Eから見て月が上弦(半月)のとき、 $\angle EMS$ は直角である。紀元前3世紀、ギリシアのアリスタルコスは月の離角 $\angle MES = \theta$ を測定して 87° を得、これから太陽までの距離は月までの19倍という結果を得た[3]。実際の値は約400倍で、 θ は 90° より9'小さいに過ぎない。原理は正しいが、精密な測定は非常に困難であることが分かる。

⑤力士と子供が図2のように綱を引っ張って互いに回りあうとき、重い力士はあまり動かず、軽い子供が力士の周りを回るように見える。

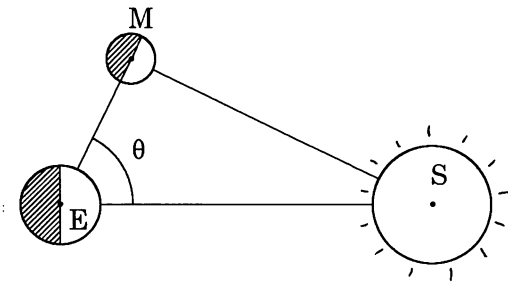


図1 上弦の月の位置

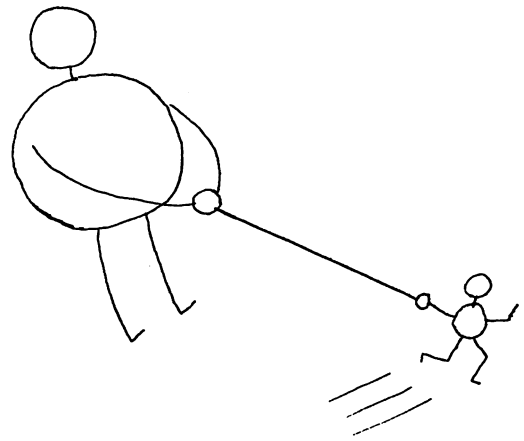


図2 回りっこ

⑥太陽は月とほぼ同じ大きさに見えるにもかかわらず400倍も遠くにあるから、直径は月の400倍あることになる。月の直径は地球の4分の1だから、太陽の直径は地球の100倍となる。

⑦従って体積は地球の $100^3 = 10^6$ 倍（100万倍）にもなる。

⑧ただし地球は冷たい固体だが太陽は灼熱の気体なので、平均密度（単位体積当たりの質量。物質の濃さ）は地球の4分の1しかない。従って太陽の質量は地球の25万倍となる。

⑨こうして力士の太陽はほとんど動かず、子供の地球がその周りを一年で一周していることが分かる。アリストアルコスも同様な考察から地動説を唱えたのであろう[4]。

⑩地球儀を強力ライトの周りに回転させ、日照時間や太陽高度の年周変化、星空の季節による変化を教える。地球ゴマを使って、回転軸の方向を変えるには力があることを示し、公転しても地球の自転軸の方向が変わらないわけを説明する。

4. おわりに

地動説による惑星の年周運動の説明も重要なテーマだが、やや高度な取り扱いになるので今回は省いた。一見バラバラに見える実験・観察が、地動説の証明という目標に向かって段階的に収束してゆくことが、筋の通った理科教育には必要であろう。生徒の関心を

惹くために面白そうな観察ばかり行っている、系統的な理科教育の達成は覚束ない。

地球が止まっていると考えると説明できない事柄は山ほどあるが、地球が動いていると考えるとすべてが矛盾なく説明できることの一部が分かってもらえただろうか。現場の教員諸氏からは「とても時間がない」という声が聞こえて来そうである。もちろん私はこれが完全な説明だとは思っていない。「これじゃダメだ。オレならこうする」という意欲が読者の心に生じたら、筆者の希望は達せられたのである。なお定量的な地動説の証明は文献[5]、[6]を参照されたい。

参考文献

- [1] 縣秀彦、2004、天文月報 97、12、726
- [2] 佐藤明達、1989、第 3 回天文教育研究会集録、p.177
- [3] 平田寛著、1974、「科学の起原」岩波書店 p.461
- [4] 同上、p.464
- [5] 佐藤明達、1991、第 5 回天文教育研究会集録、p.102
- [6] 佐藤明達、1991、第 5 回天文教育研究会集録、p.107