

### 蓋天説と渾天説の話

大橋由紀夫

中国では、古くは「天円地方説」<sup>てんえんちほうせつ</sup>という、正方形の大地の上を丸い(おそらく半球形の)天が覆っている、という考え方が普通であったが、漢の時代(ほぼ紀元前2世紀から紀元後2世紀まで)には、天円地方説を受け継ぐ「蓋天説」(図1参照)のほかに、天は球形であるとする「渾天説」<sup>こんてんせつ</sup>(図2参照)と、宇宙は無限であるとする「宣夜説」<sup>せんやせつ</sup>(残念ながらあまり発展せず衰退してしまった)という三種の宇宙論が並立した<sup>1)</sup>。

蓋天説は、前漢時代頃には主流であったと思われる、図1のように天地が上下に分かれ、それぞれ平らで平行であると考えたものである。太陽は、季節によって半径が変化する同心円上を毎日回転している。(なお、天地の中央部がそれぞれ盛り上がっているとする「第二次蓋天説」というものもあるが、ここでは省略する。)この蓋天説の内容については、『周髀算経』(成立年代不詳)に述べられている<sup>2)</sup>。

『周髀算経』では、夏至の日の正午に、高さ8尺の髀(ノーマン、水平な地面に垂直に立てた棒、図3(b)のHGやLK)の影の長さは1尺6寸(=1.6尺)であったが、そこから南へ千里のところでは影は1尺5寸であり、北へ千里のところでは影は1尺7寸であった、という観測結果から、南方に千里に行くごとに影が1寸ずつ短

くなり、ついに南へ1万6千里を行ったところ(T)で影がなくなり、その真上に太陽(S)があるとしている(1里は1800尺)。そして、そこ(T)から北へ1万6千里のところでは、8尺の髀の影が1尺6寸であることから、相似三角形の比例関係(例えば $\triangle STM$ と $\triangle KLM$ )によって、太陽の高さ(TS)は8万里であるとした。これは、図3(b)のように大地が平らであるなら、幾何学的には成り立つ。

なお、中国では度量衡は時代による変遷があるが、普通は漢の時代には1里は400mあまりとされている。しかし、実際には千里(400kmあまり)を南北に移動すると、影の長さの変化はもっと大きくなるので、上記のデータは現実には合わない。上記のデータで想定されている度量衡が違うものだったのかどうかはわからないが、以下では定性的な議論に止めたい。さて、南北に離れて同時に影を測定したら長さが違うのは、本当は図3(a)のように地球が丸いからであって、古代ギリシャのエラトステネース(紀元前3世紀後半頃)は、このことから地球の大きさを推定したのであった。しかし、大地が平面であるという前提に立てば、図3(b)のようになるわけである。ここで、もし数値が正確であったら、図3(b)の天の高さはどの程度になるはずかを考えてみるのも興味深い。

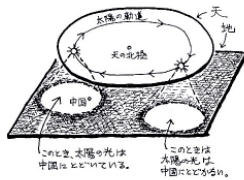


図1 蓋天説

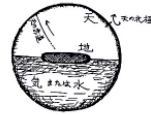


図2 渾天説

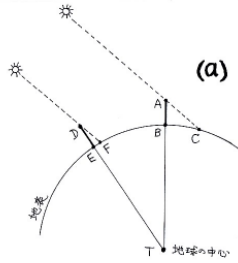


図3

図3で、(a)のEBと(b)のLHは、同位置であるとする。そうすると、(a)で $\angle ETB$ はEとBの緯度差に等しいが、これはEとBでの太陽の天頂距離の差( $\angle BAC - \angle EDF$ )に等しい。同様に、(b)でも $\angle MSJ = \angle HGJ - \angle LKM$ である。つまり、(a)の $\angle ETB$ と(b)の $\angle MSJ$ は等しいのである。したがって、(a)のEBと(b)のLHの距離は等しいから、(b)での太陽までの距離(MSやJS)は、地球の半径よりも(夏至の場合には北回帰線付近以外では)斜めに見ている分だけ少し短めの値になり、これよりも天の高さ(TS)はさらに少し短めになるから、結局、蓋天説での天の高さは地球の半径よりも少し短めの値に相当する、ということになる。この話は、科学史そのものではないが、科学史教育などでの余談として使えるであろう。蓋天説は、現在から見ると間違っているが、観測事実と数学によって宇宙の構造を解明しようとしたのは、やはり貴重な

試みであったと言うべきである。さて、図1のような蓋天説では、昼夜が生ずる原因は、太陽の光が一定範囲にしか届かないとして説明するのであるが、明らかに日出・日没の実際の様子と相違するので、結局、後漢ころからは図2のような渾天説が主流となった。これは、天は球形であるとするもので、現代天文学での天球の概念と同様に、経度・緯度に相当する球面座標を設定することができる。これが、後漢からの中国天文学の発展に大きな役割を果たすことになる。渾天説<sup>ちゆうてんこう</sup>についての最も重要な文献<sup>ぶんげん</sup>は、後漢の張衡(AD 78~139)の『渾天儀』である<sup>3)</sup>。張衡の『渾天儀』には、天の一周は365度と4分の1であること、天の北極は地平線の真北から36度の高度のところにあることなどが書かれている(以下に述べるように、上記の「度」は中国独特の「度」である)。さて、張衡は、南陽(北緯33°.0)で

生まれ、長安(北緯 $34^{\circ}.3$ )や洛陽(北緯 $34^{\circ}.7$ )などに行ったことがあり、特に当時の後漢の首都であった洛陽で活躍したことが知られている。

さて、最初に注意しなければならないのは、古代中国では太陽が天球上を一日に一度動くとしていたので、全周は約 $365\frac{1}{4}$ 度であり、これを現在の角度(全周は $360^{\circ}$ )に換算するには、 $360 \div 365\frac{1}{4}$ をかけなければならない、ということである。そうすると、『渾天儀』での天の北極の高度は、 $35^{\circ}.5$ ということになる。天の北極の高度が観測地の北緯に等しいことは明らかであるから、張衡は北緯 $35^{\circ}.5$ のところのデータに基づいたのか、というと、話はそう簡単にはいかない。原文では「度」の単位で書かれているのだから、 $\pm\frac{1}{2}$ 度くらいの誤差はあると見るべきである。そうすると、北緯 $35^{\circ}\sim 36^{\circ}$ ということになるが、これは洛陽などより、やや北、ということになる。張衡の出身地である南陽でのデータによるという可能性はほとんどないが、それでは、当時の首都であった洛陽よりもわざわざ北に旅行して観測したのか、というと、そうする必然性がない。ここはやはり、洛陽あたりの近辺での観測によったものであるが、観測誤差によって若干過大な数値になった、と考えるのが妥当なのではないだろうか。

科学史において、数値をやみくもに解釈すればよいとも限らない。場合によっては、どのくらいの誤差があるかを検討するのも、難しいけれ

ども重要である。上記のような事例によって、科学史教育において、誤差の見積り的重要性を認識するきっかけになればと思う。実社会においても、数値の精密度と誤差との関係をどう考えるか、ということは重要であろう。

### 注と参考文献

- 1) 古代中国の宇宙論については、『晋書』の「天文志」にひととおり書かれている。その日本語訳は、全訳(山田・坂出・藪内訳)が藪内清編『中国の科学』(世界の名著・続1)(中央公論社、1975)に、宇宙論関係の部分の抄訳(橋本訳)が藪内清編『中国天文学・数学集』(科学の名著・2)(朝日出版社、1980)に収録されている。なお、古代中国の宇宙論の研究書としては、能田忠亮『東洋天文学史論叢』(恒星社、1943)が良い。
- 2) 『周髀算経』の日本語訳(橋本訳)は、注(1)に示した藪内(1980)に収録されている。なお、蓋天説の別の側面については大橋由紀夫「『淮南子・天文訓』における宇宙の測量」、『数学史研究』通巻144号、1995、pp. 35-55参照。
- 3) 『渾天儀』の日本語訳(橋本訳)は、注(1)に示した藪内(1980)に収録されている。なお、渾天説による天文学の発展の一例として、大橋由紀夫「賈逵の月行遅疾論」、『数学史研究』通巻136号、1993、29-41;さらに、同「中国における日月食予測法の成立過程」、『一橋論叢』122(2)(通巻706号)、1999、179-198参照。