

江戸時代の天文書に見られる「しかけ」

嘉数 次人

1. 本の中のひと工夫

図書館や書店に行くと、宇宙や天体のことを紹介している本が数多くあります。また、学校や科学館でも、教科書や教材を通じて知識や情報を伝えています。これらの書物や教材では、読む人や学ぶ人の理解を助けるために、様々な工夫が凝らされることもあります。

日本の江戸時代においても同様で、天文学に関する本の中には、天体の動きや現象をわかりやすく説明するために、パーツを動かすなどの「しかけ」が組み込まれているものがあります。本に組み込まれた「しかけ」と言えば、本を開くと立体物が出てくる「飛び出す絵本」や、扉を開いて家や装置などの中を見る絵本などが思い浮かびますが、それらの元祖とも言えます。

今回、江戸時代の天文学書に見られる「しかけ」を調べる機会がありましたので、そのいくつかをご紹介します。

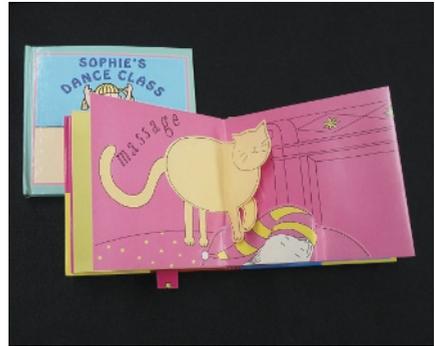


写真1. しかけ絵本

2. 天文のしかけ本の嚆矢『天経或問註解』

2-1. 『天経或問註解』

江戸時代に刊行された天文書の中で、最も早く「しかけ」を用いた本と考えられるのが、1750年に出版された、入江脩敬の『天経或問註解』(写真2)です。この本は、17世紀末に中国で出版された科学書『天経或問』の内容に注釈や解説を加えたものです。『天経或問』は、1730年に日本でも出版されベストセラーになりましたが、入江によるこの註解本も後年まで版を重ねて出版された人気の書物でした。

『天経或問註解』の図版に注目すると、



写真2. 『天経或問註解』

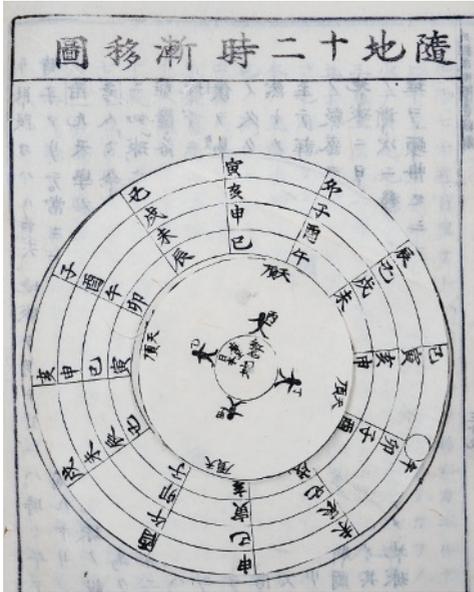


写真3.『天経或問註解』の「地にしがいて、十二時ようやく移るの図」

円盤が乗せられています。まず下側の円盤は、経度で90度ごとの場所における時刻(一日を十二等分して十二支で表記する時刻法)が描かれ、上側の円盤には地球と周囲を取り巻く天球が描かれています。そしてこの2枚の中心を合わせて重ね、中心部分を糸で書物のページに取り付けています。使い方は、この2枚の円盤を回転させて、地上のさまざまな場所での時刻の違いや、時間の移り変わりを知ります。時刻の円盤上には太陽も描かれていますので、地上からみた太陽の位置と時刻の関係もわかります。

この図のオリジナル図は『天経或問』に掲載されているのですが(写真4)、「しかけ」はなく、回転させることはできません。そこで入江は、図を2つのパーツに分けて回すことができるように改良しました。これにより時差だけでなく、地球の自転に伴ってそれぞ

『天経或問』原書の図を改訂したものを中心に豊富にあり、わかりやすいように工夫されています。中でも、入江によるオリジナル解説図3点に、「しかけ」が組み込まれています。

- ①月の満ち欠けのしくみ図
- ②日食と月食のしくみ図
- ③地上での時差のしくみ図

このうち、①の図は本誌2020年12月号で紹介しましたので、そちらをご覧くださいたくとして、ここでは③の図を紹介します。

2-2. 地上の時差のしくみ図

さて、③は、地球が丸い天体であることから、地上にいる場所の東西によって時差が生じ、それぞれの場所での時刻が違うことを解説した図です(写真3)。本のページ上には2枚の

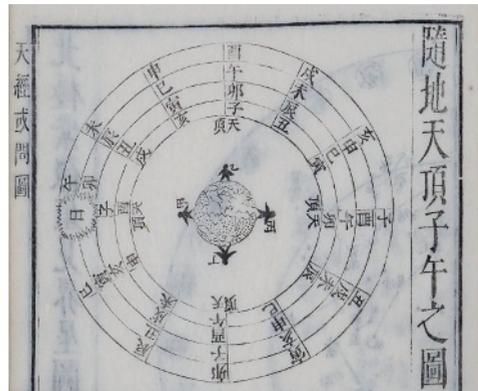


写真4.『天経或問』のオリジナル図。「地にしたがう天頂・子午の図」

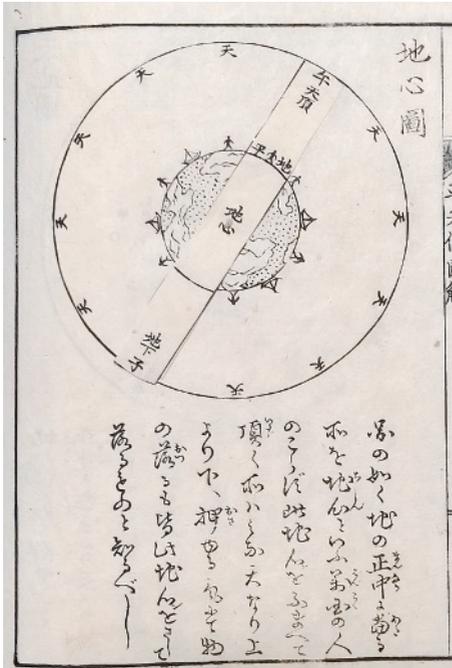


写真5.『平天儀図解』の「地心図」と解説文

『平天儀図解』という本には、ページ本体に地球と天球の図を描き、その上に地上に立つ人を描いた短冊を乗せ、地球中心で固定した「しかけ」図があります。この短冊を回転させることにより、地球上にいる人は場所の関係なくすべて地面の上に立っていることを説明しています。現代でも、「地球の裏側にいる人は、逆立ちしているのに大丈夫なの？」という素朴な疑問を持った経験をお持ちの方がいらっしゃると思いますが、それと同じことが江戸時代にもあったことが想像できます。

そして、この疑問に対する説明ですが、岩橋善兵衛の時代にはまだ重力の概念はほとんど知られてなかったことから、「上より下へ押さえる「気」によって、物はすべて地球の中心へ落ちる」としています。

3. 日食や月食のしくみを紹介する「しかけ」

太陽や月が欠ける日食や月食は、古くからよく知られた天体現象です。それらの現象について解説した『西洋暦日月交食図説』という書物には、「しかけ」を使って現象のしくみを説明した図(写真6)が掲載されています。なお、本書には著者や成立年代が記されていませんが、18世紀後半から19世紀前半に書かれたと思われる。

れの地点でどのように時刻が変わるのかをも説明できる図になっています。

著者の入江脩敬は儒学で久留米藩に仕えましたが、天文学にも詳しい人物です。入江は自著『天経或問註解』が天文を学ぼうとする人の入門書になるように意識したようで、特に説明図を重視していました。本の中でも、「自分に入門する人には、まず本書の図巻で講義をした上で『天経或問』の本論を講じ、その真理を学ばせている」と述べているほどで、出版前から「しかけ」図も含めた図版を積極的に講義に使っていた様子が窺えます。

2-3. 丸い地球で起こることの説明

ところで、当時、天文を教える人にとって、地球が丸いことによって生じることを説明するのは難しかったのでしょうか。1802年に岩橋善兵衛が表した



写真6.『西洋暦日月交食図説』の日月食のしくみ図

(月を置いた位置)に地影を置けば、月食になります。

ところで、これとほぼ同じ「しかけ」図は、前述の『天経或問註解』に「交食精図」という名称で掲載されています(写真7)。これが前節で「②日食と月食のしくみ図」として挙げたものです。著者の入江脩敬によると、この図は、入江の師であった嶋芝蘭という人が説明する際に示していたもので、とても分かりやすかったので、自分もここで採用して掲載したと述べていますから、『天経或問註解』の方がオリジナルの図ではないかと考えられます。

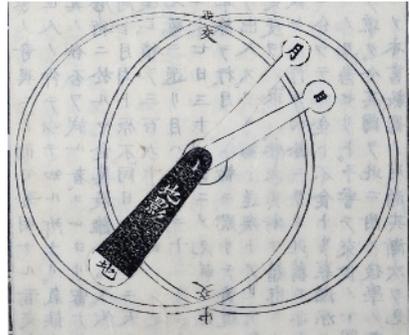


写真7.『天経或問註解』の「交食精図」

4. 宇宙空間での天体の運動を表現する「しかけ」

この『西洋暦日月交食図説』にはもう一つ、「しかけ」を用いて宇宙の構造とともに日周運動や公転運動を紹介するという、スケールの大きな図も見られます(写真8)。当時、知られていた宇宙モデルはいくつかあるのですが、『西洋暦日月交食図説』は写真9のような天動説モデルに基づいていて、中心にある地球の周りに月、太

陽(その周りを水星、金星がまわる)、火星、木星、土星がまわり、さらにその外側に恒星(経星)天があり、最外層には日周運動を担う宗動天があります。

では、この図の「しかけ」を詳しく見てみましょう。まず、書物のページの上に、①宗動天と恒星(経星)天を描いた円盤があり、②その上に土星から月までの軌道を描いた円盤を重ねます。③さらにその上に太陽と月を表したパーツがあり、④一番上には地球を表した円形のパーツが乗っています。そして、それぞれの中心を合わせ、糸で書物のページに取り付けています。

一番下の①を回せば、日周運動ですべての天体が東から西へ動く様子が再現できます。また②の円盤だけを廻せば、太陽系の天体が公転運動により西から東へ動く様子を表せます。さらに、①を回しながら②を回すと、両者を組み合わせた動きを表現することも可能です。太陽と月はそれぞれ独立して動かすこともできますので、うまく使えば、月の満ち欠けや日食・月食といった現象をも説明することも可能です。

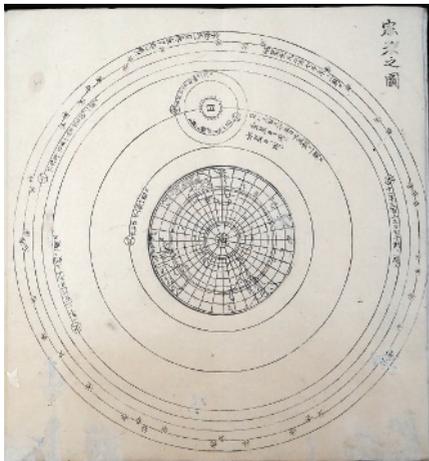


写真9. 岩橋善兵衛『平天儀』の宇宙図



写真8. 『西洋曆日月交食図説』の宇宙図

この「しかけ」図は、月や惑星などの天体の運動を表現するオーラリーという立体模型を平面化した装置、ということもでき、とてもユニークなものといえることができます。

5. 月の不等速運動を表現する「しかけ」

地球の衛星である月は、1カ月弱で地球の周りを公転しています。しかし、軌道が楕円であることや、太陽の引力の影響

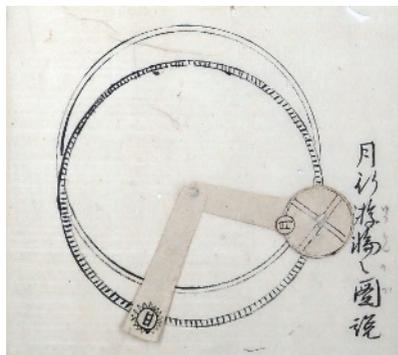


写真10.『平天儀図解』の月軌道図

をを受けるなどのため、その運動はとても複雑で、同じ速度で動いているわけではありません。そこで、不等速運動を説明するための方法の一つが周転円理論です。月の軌道上に中心を持つ周転円という軌道を設定して、その上を月が運動します。これを「しかけ」で説明した図が、前出の岩橋善兵衛の『平天儀図解』で見られます(写真10)。本のページ上に太陽と月の軌道を描き、その上に軌道上をめぐる太陽と月のパーツを置き、地球が位置すると思われる点に糸で留めています。さらに月のパーツ上の、軌道上に当たる場所にも円盤状のパーツが取り付けられて、回転するようになっています。この円盤状のパーツが周転円で、その上には月があります。これらのパーツを回転させることで不等速運動を説明しています。

6. 天文の「しかけ」図を楽しもう

ここまで、江戸時代の天文学書に見られる「しかけ」のいくつかを見てきましたが、意外にも種類が豊富であることがわかります。それらの多くは既存の説明図をベースに、「しかけ」を付け加えるという工夫の様子もうかがえます。

天文学では、地上から見た天体の動きや天体現象が起こるしくみ、宇宙空間での天体の軌道や運動などを理解するためには、空間的・立体的な把握が必要になります。しかし書物という媒体では、二次元で、しかも動かない図での表現になってしまいます。したがって、その弱点をうまく補ったのが「しかけ」の採用ということができます。本の著者たちが、図を使って弟子に教えていた時に不便さを感じ、それらが改良につながったのかもしれませんが。もちろん、三次元的なモデルよりも簡便に制作することが可能なこともメリットです。

そして、忘れてはならないのが、市販の本に「しかけ」を組み込むことを実現した出版社側の努力です。小さなパーツを切ったり、糸でつないだり、とても細かく手間のかかる作業が行われています。その上で、たくさんの部数を発行するので、江戸時代の日本の出版文化のレベルの高さを感じます。

このような、近世の天文書に見られる「しかけ」図は、博物館施設などでも公開されていることがありますので、眼にした時は、ぜひご覧になってください。

嘉数 次人(科学館学芸員)

【謝辞】本稿は、JSPS科研費24K21170の助成を受けた研究成果です。