

投稿

ハレーは固有運動の発見者か？

加藤賢一（星学館）

1. はじめに

かのエンモンド・ハレー（1656-1742）は恒星の固有運動の発見者とされている。1718年に発表した短い論文[1]の中で、アルデバラン、シリウス、アークツルス、そしてベテルギウスには 1800 年前の位置に比べて大きな差があり、これらは地球に最も近い星たちだから独自の動きがあるなら知覚される可能性が高い、と書いた。固有運動を検出したと明確に記したわけではないが、それ以来、恒星の固有運動の発見者とされている。

正確に言えば、彼は表 1 に示すアルデバラン、シリウス、アークツルスの 3 星が周囲の星々に比べて反対向きにずれていて、それが固有運動だと示唆した。元にしたのは西暦 150 年頃に書かれたプトレマイオス（100 頃-180 頃）のアルmagest[2]にある位置データで、それを最新のデータ（明記されていない）と比較し、黄緯の変化を調べた結果だった。黄緯を選んだのは、黄経は歳差によって変るが、黄緯はその影響を受けないからである。その結果、対象となった星は皆、何らかのずれを示していて、赤道から北にある星たちは北よりにずれ、南にある星はより南に動くという大きな傾向が見えてきた。しかし、アルデバラン、シリウス、アークツルスの 3 星は逆の傾向を示していた。併せて調べたベテルギウスは北半球にあって北に動いていたから大きな傾向には乗っていたものの差が 1° もあったのでやや疑問が持たれるケースだったが、古代の観測者 3 名が確認したデータだからとしてその疑問を封じ込んだ。

表 1 は理科年表（2019 年版）による 1000 年間の赤経、赤緯方向の固有運動による移動量 (") と 1800 年間での総移動量 (') である。

表 1 ハレー 3 星の固有運動

星名	赤経(")	赤緯(")	移動量(')
アルデバラン	63	-189	6.0
シリウス	-546	-1223	40.2
アークツルス	-1093	-2000	68.4

なるほど、アルデバランは別として、シリウスとアークツルスは観測精度を上回る十分な移動量である。固有運動が見えた！？

2019 年、オランダの Verbunt & van der Sluys[3]は Why Halley Did Not Discover Proper Motion and Why Cassini Did と題する論文を発表し、ハレーが見たのは固有運動ではなく、古代の観測に潜む大きな誤差に過ぎなかったと断定し、きちんとしたデータに基づき固有運動を確かに見出したのはパリ天文台のジャック・カッシーニ（1677-1756、2 代目カッシーニ）で、1738 年のことだったとした。

これまでもハレーの発見談は何かと問題視されてきたから目新しい話題ではないが、「どの時代の天文学者も、同じ数字を見て、その時代に見たいと思っていたものを見てきた」[4]という感を深くしたのでご紹介してみたい。

2. ティコ・ブラーエの先行研究

ハレーの研究の元になったのはティコ・ブラーエ（1546-1601）の先行研究だった。ハレーはティコが調べた 18 星をそのまま採用し、多分、最新のフラムスチード（1646-1718）の観測データを採用した（とは書いていないが）だけで、手法は全くティコと同じだったから、結果に大きな差が出るはずもなく、ティコを追認したに過ぎなかった。ただ、ティコは

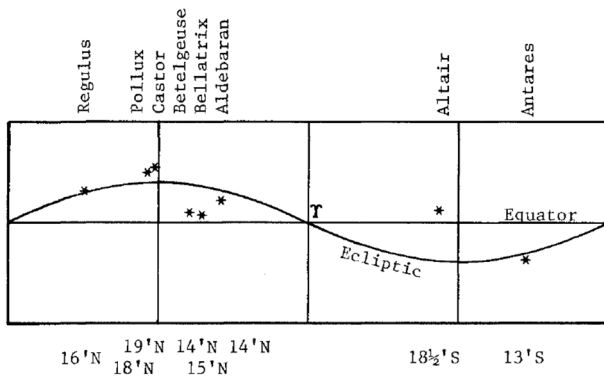


図1 ティコの得た黄緯の差（下の数字）

そのずれを黄道傾斜角の変化によると思い、ハレーは「ずれからのずれ」に注目し、それを固有運動のためと見た。

ティコが入念に調べた9星の結果を図1に示しておいた[4]。スピカを基準として相対位置を求めた結果なのでスピカは入っていない。グラフの下にある数字がアルマゲストからのずれを示していて、見てのとおりに左半分の北半球にある星は北Nへずれ、右半分の南半球の星は南Sへずれる傾向を示していた。それを彼は黄道傾斜角が小さくなったせいだと解釈した。ちょうどその時、この問題を考えていたことが影響したのではないかと疑われる。

実は当代の恒星の位置をアルマゲストと比較するとずれがあることは既に5世紀には知られており（つまり、ハレーの研究素材はすでに用意されていた）、その後のアラブ世界では春分点が行ったり来たりすると解釈されて黄道傾斜角の変動が議論されてきた。トレピデーション *trepidation* と呼ばれていた現象である。ところがそんな現象はないことをティコが明らかにし、歳差はヒッパルコスやプトレマイオスのように一様に一方向に進むとして良いとなったが、図1のずれは春分点位置の振動ではないにしても、黄道傾斜角が変化するとでもしないと解釈のしようがなかった。なお、コペルニクス（1473-1543）はもちろんトレピデーションを知っていたからこれ

を取り入れている。新規性を追い求めているはずのコペルニクスもここでは保守的だった。

このようにティコは見事と言うべき結果を見せてくれたが、図1を素直にそのまま受け入れるのはどうか、と Evans[4]は指摘する。ティコはアルマゲストの星表の値を採用しなかった。それは、あの有名な星表は1星に1データとなっていて転記ミスがあっても判別できないからで、ティコは本文にティモカリス、ヒッパルコス、プトレマイオスの3測定が記載されていて、相互に齟齬のない星だけを使うことにした。その3者の赤緯の値を見ると、アルデバランでは 8.75° 、 7.75° 、 11° で、シリウスでは -16.33° 、 -16° 、 -15.75° 、アークツルスは 31.5° 、 31° 、 29.83° という具合であった。ティコはこれらの値からある種の平均値としてそれぞれの黄緯を決めたが、当然ながらそこには 1° 程度の曖昧さが含まれていた。Evans[4]は、そのブラーエの決めた黄緯ではなく素直にアルマゲストのデータそのものをティコの測定値と比較したら図2のようになったと言う。見るとベテルギウス、アルデバラン、アンタレスの移動方向が逆転し、図1に出ていたきれいな傾向は消えてしまった！ハレーが得た結果はこれと同様のものだったのだろう。

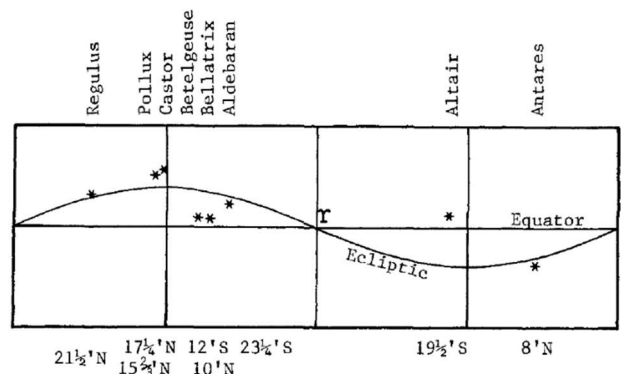


図2 アルマゲストの黄緯そのものとティコの値との差（下の数字）

現在では黄道傾斜角は減少していることが知られているから(1800年で $14'$)、結果的にはティコは当たっていたと言えなくもない。ティコはそれを図1に見たと思ったが、勿論、そうではなかった。同じデータ・デッキからその根拠となる図1を作ることができただけでなく、そうはならない図2を描くこともできた。ティコにはティコが見たいものが見えた、ということなのだろうか。

3. ハレーの解釈

ハレーはティコと同じ星を採用し、同じ手法で解析した。前述のように直近の位置データが当時最新のものだっただけで図2とほぼ同じ結果が得られた。だが、時代はティコから100年以上進んでいた。ニュートン(1642-1727)が土星とシリウスの光度を比較してシリウスまでの距離を推定していたことから窺えるように、恒星は太陽と同種の天体であり、宇宙のあちこちに浮かんでいるという認識がすでに広まっていた、恒星はめいめい勝手な動きをしているはずだと考えられていた。つまり、固有運動はいずれ見つかるだろうと思われていた。そうした折に、他の星たちとは反対の向きにずれている図2の星の動きはその固有運動だろうとハレーが示唆したのである。

ハレーはティコと同じ数字から自分の見たかった固有運動を見た—これは Evans[4]の結論である。もっとも先に触れたように、ハレーは固有運動を見出したとは書いていない。それを固有運動と決めつけたのは後世の人たちだが、いずれ見つかるものが見つかっただけで、その発見者がハレーなら言うべきことは何もなかったに違いない。

4. Verbunt & van der Sluys の批判

アルマゲストの位置データを見て、皆さんならどうお考えになるだろうか。先に3例に

ついて紹介したが、アルマゲスト星表は $10'$ か $15'$ 刻みであり、3人の測定値には 1° 程度の分散があった。すると、通常はこの程度の誤差を覚悟して考えるはずである。図2を見れば北へのずれの最大は $21.5'$ 、南へは $23.25'$ と、 $45'$ ほどの幅がある。 1° 程度の誤差を考慮しなければならない場合、 $20'$ や $45'$ を有意な数値と判定するだろうか。もしそうしたのなら鋭い洞察力か、無謀な企みと言うべきだろうが、アルマゲストのあやふやなデータにひどく気をつかったティコと違い、ハレーがそれに頓着した気配はない。ベテルギウスのデータは疑問視していたのだが。

ハレーの時代はティコから100年以上経っている。表1のデータからシリウスとアークツルスの150年間の移動量を求めると $3.4'$ と $5.7'$ である。ティコの観測精度は $1' \sim 2'$ だったから、精度の良いティコの値とフラムスチードの値を比較すればその間の固有運動を有意に検出できる可能性があった。ハレーはやろうと思えばできたはずだが、実際にこれを最初にやったのはジャック・カッシーニだった。従って、この2代目カッシーニこそが固有運動の発見者と言うべきである。

以上が Verbunt & van der Sluys[3]の概要である。彼らの図3を見てみよう。縦軸はプトレマイオスの黄緯から HIPPARCOS 衛星の位置データから引いた値で、上半分の正の値はプトレマイオスの位置が北よりにあることを示している。図2と同じ記法で書けば、アルデバランが約 $30'S$ 、シリウスが $0.2'N$ 、ベテルギウスが $42'N$ 、アークツルスが $42'N$ というところである。

彼らが問題にするのはこの値ではなく、ハレー同様に背景に描かれているその他の星々とのずれである。まず、背景の星たちがうねるように分布している点に注意しよう。ティコが図1で北天の星は北寄りに、南天の星は南寄りの傾向があると指摘した傾向とはこの

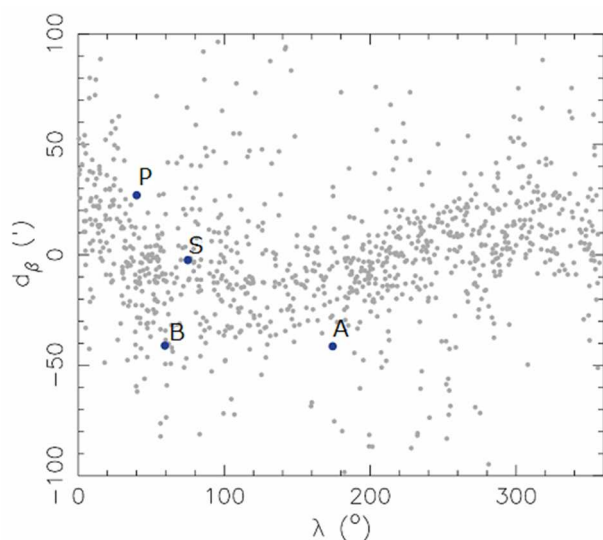


図3 Verbunt & van der Sluys[2]が求めたアルマゲストからのずれ。左上からPがアルデバラン、Sがシリウス、Bがベテルギウス、Aがアークツルス

うねりの片鱗だったのだろう。そして、ハレーが注目したのはこのうねりからのずれであった。Verbunt & van der Sluys[3]は言う。図3のとおり、ハレーが注目した星はいずれもこのうねりの分布の最も外側に位置していて、これらの星の測定誤差がひどく大きいことを示している、と。つまり、ハレーはよりによってそうした大きな誤差を持ったデータだけを拾い上げ（もちろん、恣意的ではなかろうが）、誤差の吟味を行うことなく固有運動と思い込んだというのが彼らの結論である。

5. 人は見たいものを見るのか

ハレーが指摘した4星のうち大きな固有運動を示していたのがシリウスとアークツルスで、これは当たっていたからハレーを発見者とするとか、半分しか当たっていないから発見者ではない、といった話をしたいのではない。ティコもハレーも同じデータを用いながら解釈が違っていったことと、古代の測定誤差を自分の都合に合わせて扱ったように見える点が興味深く、自由に発想するのがいかに困難か

を示す好例だと言いたいのである。前者は時代の制約であり、コペルニクスの影響を受けていたとは言え、恒星は最も外側の天球に固着していると思っていたティコ・ブラーエには固有運動は見えようがなかった。一方、後者は思い込みの弊害ということだろうが、たとえば当りをつけたことが上手くいきそうに見えるると確信に変わり、それを補強するようにデータを扱ってしまう。しかし、この呪縛から逃れることは難しい。それは我々には一種の自己防衛反応だからで、危なそうなものは危ないとしてそれを避け、見込みがありそうな道と思えばがむしゃらに進んで行く。これは生きる上では懸命な選択だからである。

Evans[4]の言葉をもう一度くり返そう。「どの時代の天文学者も、同じ数字を見て、その時代に見たいと思っていたものを見てきた」。

文 献

- [1] E. Halley (1718) *Philosophical Transactions*, **30** : 736-738.
- [2] 藪内清 (訳) (1982) 「プトレマイオス著アルマゲスト」, 恒星社.
- [3] Verbunt, F., & van der Sluys, M. (2019) *Journal for the History of Astronomy*, **50** : 383-397.
- [4] Evans, J. (1998) 'The History and Practice of Ancient Astronomy', Oxford UP, pp.283-287.

加藤 賢一