

# 極運動における新しい自由章動周期の発見

須 川 力\*

オイラーによって 1759 年から 1765 年頃にかけて地球の極運動における約 305 恒星日 (約 10 カ月) 周期の自由章動の存在が理論的に予言されたのち、緯度観測からその実在が確認されたのは約 130 年経った 1888 年頃キュストナーによって経緯儀を天頂儀式に用いて光行差常数を決定しようとしたときであった。ほとんど同じ頃 1891 年にチャンドラーによって実際に緯度観測から見出された自由章動の周期はオイラーの 10 カ月周期よりもはるかに長い約 427 日 (約 14 カ月) であった。当初は果してこれが本当に極運動の周期であるかどうか若干の疑問も抱かれたが、チャンドラーの発見の直後ニューカムは直観的な理論づけでオイラー周期は地球を完全な剛体として導かれたもので、実際には地球は剛体ではなくて弾性体であり、海洋は流体であるから、周期は長くなるのが当然で 427 日のチャンドラー周期は正しく弾性体としての地球の自由章動の周期であろうと裏付けた。ニューカムの直観のあとを受け継いでケープタウン天文台のホーが弾性回転楕円体の回転と題して数学的に厳密な理論的計算の結果を発表した。

☆ ☆ ☆

ところがほぼ同じ頃すなわち 1895 年から 1896 年にかけて地球が流体核をもつことを考慮してスロウドスキー、ポアンカレおよびホー等によってチャンドラーの自由章動のほかにほぼ 1 恒星日の周期をもつ新しい自由章動が存在し得ることが理論的に予言された。固体のマントルの内側に回転する流体核を考えた地球の新しい章動理論はその後ジェフリースおよびヴィセンテによって展開されていった。問題の複雑さはマントルの弾性を考慮に入れなければならないことをうながした。

ごく最近になって 1961 年にソビエトのモロデンスキーは弾性体のマントルと流体核をもつ地球のモデルについて全面的な理論を展開して、この新しい自由章動の周期を厳密に計算した。彼の計算によればこの周期は

$$T_0 = 23^h 56^m 54^s \text{ (恒星時)}$$

$$= 23^h 52^m 59^s \text{ (平均太陽時)}$$

であった。

さらにソビエトのパリスキーは地球潮汐の分野からもこの新しい自由章動の存在し得ることを支持した。1962 年 4 月 10 日から 13 日にかけてキエフで開催され

たソビエト科学アカデミーの天文学研究連絡委員会の地球回転部会の総会においてパリスキーは長年にわたる緯度観測の結果を解析してこの日周章動を決めることを提案した。あたかも 70 年前の 1890 年代にオイラーの理論的予言を緯度観測結果の解析から確かめようとした当時の位置天文学者の関心を想起す。

☆ ☆ ☆

ところが  $\alpha$  Persei と  $\eta$  Ursae Major の 2 つの明るい星だけをツァイス製天頂儀 (口径: 135 mm, 焦点距離: 1760 mm) を用いて観測する計画がソビエトのポルタバ天文台においてポポフによって 1939 年より実行に移され、現在にいたるまで継続されている。この 2 つの星はポルタバの天頂に近い星でその平均位置および光度は

	光度	$\alpha_{1962.0}$	$\delta_{1962.0}$
$\alpha$ Persei	1. <sup>m</sup> 9	3 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 35. <sup>s</sup> 92	+49°43'39".40
$\eta$ Ursae Major	1. <sup>m</sup> 9	13 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 02. <sup>s</sup> 67	+49°30'08".64

である。これらの 2 つの星の昼夜観測が可能であり、年間通じて観測できるので従来のように連鎖法でことなつた星の観測をつないだり、赤緯補正をほどこしたりする手間を要しない。また  $\eta$  Ursae Major は  $\alpha$  Persei の子午線通過後 10<sup>h</sup>24<sup>m</sup> 経って子午線を通過する。すなわちほぼ半日周に近い赤経差にある。したがって 2 つの星について得られる緯度の差をとれば日周変化は全振幅に近いものが現われてくるはずである。緯度差をとれば極運動の年周項およびチャンドラー項は除かれてしまう。

従来日周的な緯度変化というものすなわち極運動によらない (ノン・ポーラー) 緯度の日周変化は問題とされてきた。例えば光行差常数採用値の誤差の影響、異常屈折の影響、器械に及ぼす温度変化の影響等が考えられてきた。そこで以上の緯度の日周変化と日周章動をいかにして分離するかが微妙な問題となってくる。

前に述べたようにモロデンスキーによって理論的に得られた日周章動の周期は

$$T_0 = 23^h 56^m 54^s \text{ (恒星時)}$$

であるから、恒星時の 1 時間についての波の速度は 15° 03'23.6" で 1 恒星日についての波の速度は

$$\theta_0 = 360^\circ.77664$$

である。日周章動による緯度変化は

$$\Delta\varphi_0 = A_0 \cos(\theta_0 t - \alpha + \nu_0) \quad (1)$$

の形で表される。ここに  $t$  はある元期からかぞえた子午

\* 緯度観測所

C. Sugawa; On the Discovery of New Free Nutation in the Polar Motion.

線通過の数、 $\alpha$  は星の赤経、 $A_0$  は振幅、 $\nu_0$  は位相を示す。

一方 1 平均太陽日を周期にもつ緯度の日周変化は

$$\Delta\varphi_1 = A_1 \cos(t_\odot + \nu_1) \quad (2)$$

の形で表される。ここに  $t_\odot$  は太陽の時角である。この緯度変化は 1 年周期をもつ波としてきめることができる。何となれば (2) の  $t_\odot$  は

$$t_\odot = \alpha - \alpha_\odot$$

であるから 1 年間で 1 サイクルを完了するからである。

したがって (1) と (2) はおのおの独立に調和解析によって決めることができる。もし瞬間緯度が日周章動を含むならば、 $\alpha$  Persei と  $\eta$  Ursae Major の観測によって得られた緯度の差に次の形の波があらわれるはずである。

$$\Delta\varphi_\eta - \Delta\varphi_\alpha = -2KA_0 \sin(\theta_{0t} - \alpha_m + \nu_0). \quad (3)$$

ここに  $\alpha_r$  を 2 つの星の赤経差の半分とすれば

$$K = \sin \alpha_r \div 1,$$

$\alpha_m$  は 2 つの星の赤経の平均である。 $\Delta\varphi_\eta - \Delta\varphi_\alpha$  をとるときは当然のことながら両方の星が同じ日か隣りの日に観測されたときのみであって、片方しか観測されないときはとらない。ポポフはこのようにして 1939 年より 1962 年まで 23 年間に 2,374 個の緯度差を得た。1939 年 June 1 を元期すなわち  $t=0$  として位相  $\theta_{0t} - \alpha_m$  の値を計算し、同じ位相ごとに緯度差を分類して、15° ごとにその平均の緯度差を計算した。(3) の式を最小自乗法で解いて、ポポフは次の結果を得た。

$$\Delta\varphi_0 = 0.016 \cos(0.77664 t - \alpha + 104^\circ),$$

$\pm 4 \qquad \qquad \qquad \pm 14$

ここに元期における位相  $104^\circ$  は 1939 年 June 1 のボルタバにおける地方恒星時  $0^h$  (1939.41) についてである。

☆ ☆ ☆

扱て一方ポポフの発見にはげまされてイギリスの王立グリニヂ天文台のトーマスは 1958 年から 1961 年にかけての P Z T による時刻および緯度観測結果を解析して日周章動項を再確認することをこころみた。日周章動の周期は平均太陽時に直すと  $23^h 52^m 59^s$  であるから、位相は 204 日で 1 サイクルを完了する。そこで観測資料を 204 日ごとの 7 区間に分け、さらに各区間を 29 日または 30 日の 7 つのグループに細分する。このグループごとに全観測資料を排列すると、星の位置のカatalog 採用値の誤差のような P Z T の季節的な系統誤差はグループ相互間に系統差をほとんど持ち込まないと考えられる。各グループは約 100 枚の乾板を含み、その乾板についてそれぞれ 10 個の星の平均をとる。個々の乾板の平滑した平均緯度および U. T. 2 からの residual を表にして、各グループについて  $0.05$  の幅で平均をとる。それらを最小自乗法によって解いて厳密な日周項の振幅

および位相角を求める。トーマスによってグリニヂ P Z T について得られた日周章動の振幅および位相をポポフの決定値とならべてみると

	$A_0$	$\nu_0$
Latitude	$0.010 \pm 0.003$	$127^\circ \pm 13^\circ$
Time	$0.008 \pm 0.005$	$154 \pm 40$
Popov	$0.016 \pm 0.004$	$124 \pm 14$

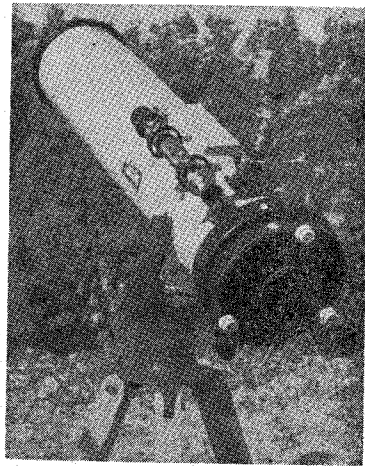
となる。位相  $\nu_0$  は 1960.0 によったのでポポフの前の結果の位相  $104^\circ$  に対して  $124^\circ$  となる。トーマスによる P Z T 観測からの結果とポポフによる 2 つの明るい星の昼夜観測からの結果は観測のありかたがかなりことなっているにもかかわらず比較的によく一致していると思えてよい。

☆ ☆ ☆

このようにして極運動における新しい自由章動としての日周章動は地球の流体核の存在を考慮した理論から、ごく最近になってソビエトのモロデンスキーによって周期の決定がなされた。この予言にもとづいて経・緯度観測から、その実在を確認しようとするこころみがソビエトのポポフおよびイギリスのトーマスによって、それぞれとなった観測方法にしたがってなされた。結果として (72 頁右下へ続く)



## カンコー天体反射望遠鏡



二十種 C G 式焦点距離二段切換  
天体反射望遠鏡

- ★ 天体望遠鏡完成品各種
- ★ 高級自作用部品
- ★ 拋物面鏡、平面鏡、軸外し拋物面鏡
- ★ アルミニウム鍍金
- ★ 電源不要観光望遠鏡 (カATALOG要 30 円切手)

**関西光学研究所**

京都市東山区山科竹鼻 TEL 京都 05 0057