

南半球における極運動観測への期待

弓

滋*

極運動とは

地球は自らの軸のまわりを一まわりして1日を作り、太陽のまわりを公転して1年となる。自転軸は宇宙空間に固定した座標系内で悠久 26,000 年の周期をもった円錐運動をなし、これに周期 18.6 年の小さな運動が重なる。前者を歳差と呼び、後者を章動という。

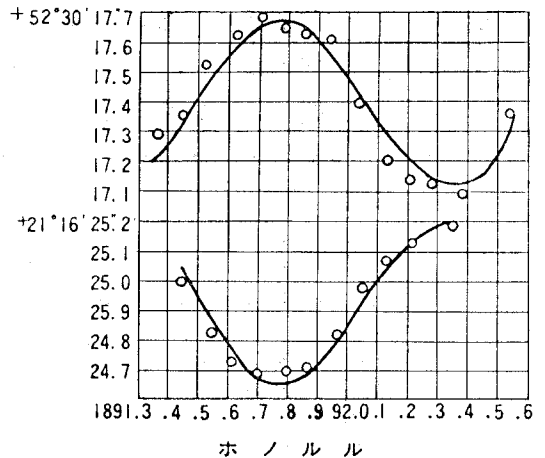
地球は自転軸に固定したものではなく、その形状軸はたえず自転軸のまわりをふらつき、その結果として、各地の天文経緯度を変化させ、天文方位角を変えさせる。変化はほぼ 14 ケ月の周期性を持つが、規則的ではない。その量も角度にして、ほぼ 0.3 を限度として大きくなったり小さくなったりしているにすぎないので、我々の日常生活を左右するようなことはない。然し学術的には、この僅か 0.3 足らずの一見気儘な変化が、地球の実体を研究したり、他の精密天文観測を実施する上で、極めて重要な役割を果すことになる。

地球の形状軸が自転軸のまわりをまわるということ、反対に自転軸が形状軸のまわりをまわるということとは全く同意義であり、又我々は大地を不動であると考えの方が、あらゆる事象の取扱い、整理に便利であるので後者の表現方法をとる。このような意味での地球に対する自転軸の動きを極運動と呼んでいる。

極運動研究概史

極運動が学問的にはじめて取上げられたのは、約 200 年前の 1765 年のことである。数学者オイラーによって、大胆ではあるが緻密な力学的考察を経て提起された極運動の理論は、その後 1892 年に至って、漸く実証された。すなわち、極が動くならば、極の位置によって定まる赤道からの角距離—緯度が変わるはずであるので、それを確かめるために、世界各地で緯度観測が行なわれたが、その中でも 1891~1892 にわたって、ポツダムとホノルルで行なわれた緯度の同時観測が決定的な結果を与えた。両者は経度で約 180° 距っているのも、もし自転軸が形状軸のまわりに動くとするならば、両者の緯度変化の様子は正反対になるはずである。しかも観測の結果は、第 1 図に示すように、あまりにも見事な対称を示しており、これで極運動の存在は立派に確認された。この間、イタリアのフェルゴラは緯度変化の事を認め、またドイツのキュストナーも光行差常数研究のための観測が一

ポツダム



第 1 図 ポツダムとホノルルにおける緯度の同時観測

致しないことから緯度変化の存在を主張している。この外、アメリカのチャンドラーは 200 年以上も昔の観測の中に緯度変化の存在を見つけ、求められた変化の周期がオイラーの理論値 305 日をはるかに 4 割も越した 428 日であることを発表した。この大きな日数差は、オイラーが地球を剛体として取扱っていたためであり、地球の弾性率を勘案すれば、チャンドラーの周期になることをアメリカのニューカムが説明し、極運動と緯度変化との関連が明確にされた。ポツダム—ホノルル同時観測による極運動の確認と同じ年の 1892 年のことである。

かくて、世界共同の緯度観測による極運動観測研究事業 (ILS) が 1899 年に発足し、北緯 39°8' 線上に 6 観測所を、またポツダムにその中央局を置いた。爾來 60 余年の中に、水沢を除いては、ある時期にある観測所は廃止され、または断続したりしたが、事業そのものは 2 つの世界大戦中といえども続けられていた。その間、中央局はポツダムから水沢へ、次いでイタリアのナポリへ、更には同トリノへと移り変わっていった。

第二次大戦の頃を契機として急速に発展した科学技術は、遂に経度変化観測からも極運動研究を可能ならしむるに至り、1962 年以降は経緯度の観測を極運動研究の両輪として活用する国際極運動観測事業 (IPMS) に発展させ現在におよんでいる。

国際極運動観測事業

緯度観測による極座標の精密決定と、極運動研究を目

* 緯度観測所

S. Yumi: Anticipant Review of the Polar Motion Observations on the Southern Hemisphere.

的として 1899 年末におこり、1961 年末まで続いてきた国際緯度観測事業 (ILS) を改組して新発足した国際極運動観測事業 (IPMS) は、その中央局を再び水沢に置き、これまでの北緯 39°8′ の ILS 観測所だけではなく、全地球的な規模で南北両半球の任意地点に分在する 40 近くの観測所をかかえた大組織となった。その守備範囲も、在来の緯度変化だけでなく、経度変化、方位角変化など極運動の研究に役立つ観測はすべてとり入れる事になっており、事業ならびに研究の成果に大きな期待がよせられている。

現在、北半球の 32、南半球の 5、赤道上的 1、合わせて 38 観測所が緯度、経度の観測結果を毎月、中央局に寄せている。この外、観測はしているが、まだ協力態勢が整いかねているものが、北半球に数ヶ所、南半球に 1、赤道帯に 1 あって、更に逐年増加の傾向にある。

自転軸と鉛直線の方に準拠して定められる天文経緯度には、観測星の位置の誤差がそのまま影響を与えるので、旧 ILS のように、いくつかの観測所が協力して同じ星を観測する場合は別として、任意緯度で任意の星を観測している IPMS 協力観測所の結果を統合整理する場合には大問題があり、現に各地で利用されている各種星系は早急に統一されなければならない。また、各地それぞれの鉛直線方向が安定したものであるかどうかについては、地球物理学的考察が必要であろうし、観測地の局地的移動がないとは言い切れない点もあり、これも早

急に明らかにしなければならない等、規模が大きいだけに IPMS として、なすべきことは極めて豊富であり、多くの興味深い研究課題をかかえている。

北極軌道と南極軌道

自転軸の動きを端的に示す方法としては、北極の平均位置に原点をとり、グリニチ方向に +x 軸、西経 90° の方向に +y 軸をとる座標系が選ばれ、各時期に応ずる北極位置の座標値を与えることになっており、各地の経緯度変化との間には次の関係式が成り立つ。

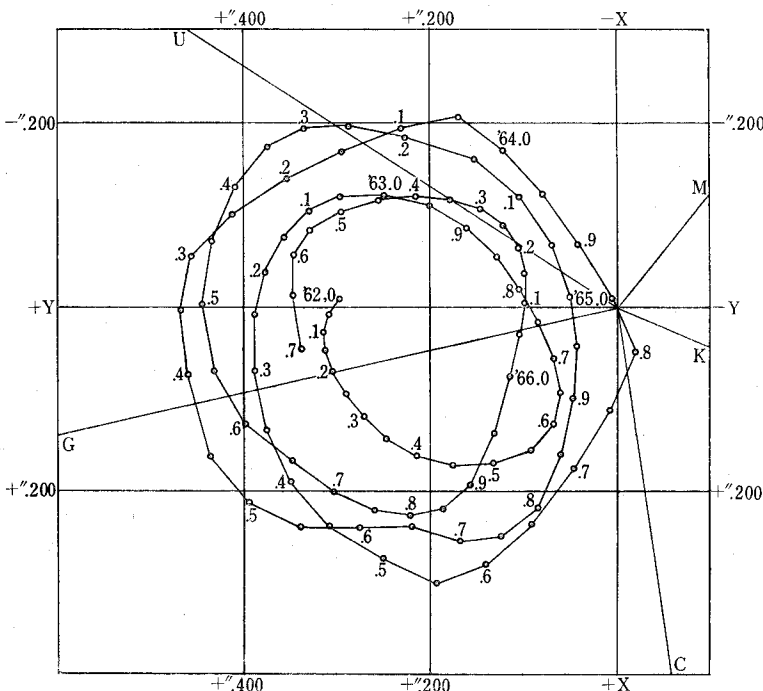
$$\Delta\lambda = (x \sin \lambda - y \cos \lambda) \tan \varphi$$

$$\Delta\varphi = x \cos \lambda + y \sin \lambda$$

ここで λ =西経、 φ =緯度である。

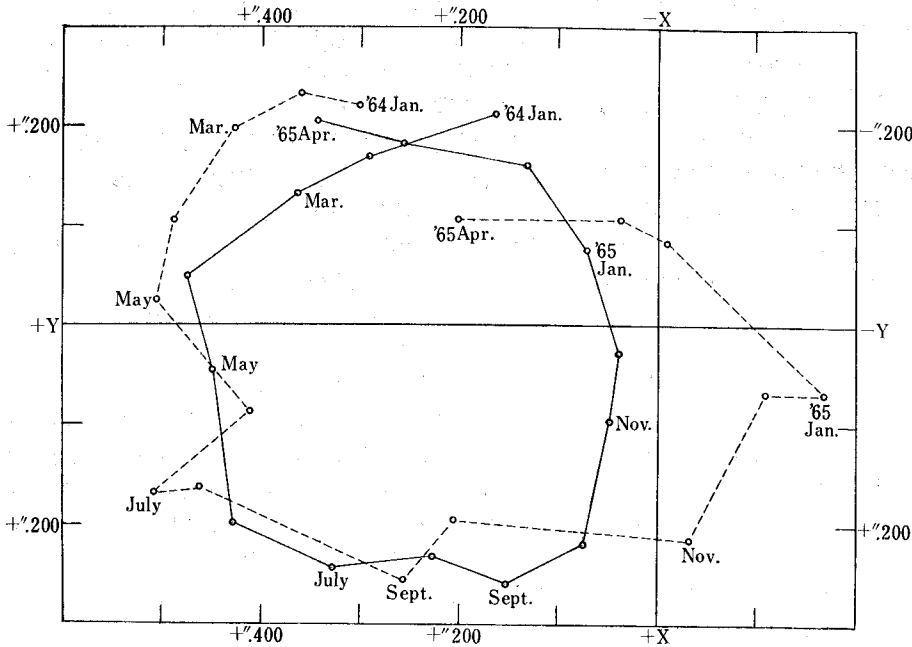
IPMS がこれまでに発表した値を図にしたものが第 2 図であるが、これは一応、旧 ILS 系の 5 観測所の結果だけから求めたものである。図示のように、北極の動きは概ね半径 0.73 の円内におさまる程度の小さいものであるが、その画いている輪は大きくなったり小さくなったり、またいびつになったりして行儀のよいものではない。しかし約 14 月で、原点から見て大体元の方向になることはうかがえる。このようにあまり規則性がない上に、非常に僅かな量であるので、極運動の研究では常に細心の注意を払って、観測に整約にまた解析に当らなければならない。

さて、地球は自転軸のまわりに自転しており、その両端が南北両極であるから、南極の動きは北極のそれと対称になると考えるのが常識であろう。そうであれば、元来複雑な問題を抱えこんでいる極運動を更に煩雑多岐なものとししないで済むであろうが、現時点においては、その保証は与えられていない。自由突飛な思いを馳せる事が許されるならば、南北両極は対称でない軌道を描いてもよいことになる。このことは地球の形状軸がどこかで折れ曲っており、時々曲り方が変わるということを意味しているが、残念ながら、これまでに南極の動きを明確にした観測もなかったし、極運動観測以外の分野でも、これを示唆するものが今日の観測精度では見出されていない。しかしながら、もし形状軸が折れ曲っているとすれば、南北へのびるそれぞれの軸は自転軸のまわりに日周運動を起こし、これは見かけ上、極運動に日周変化を起こす



第 2 図 北極軌道図 (1962.0~1966.7)

座標原点は 1903.0 の平均北極、座標値は IPMS 年報及び月報による



第3図 北極軌道と南極軌道
 実線は北極、破線は南極、毎月的位置を示す。

ことになるはずであり、折れの量もせいぜい $0^{\circ}01$ 程度の僅かなものであろうと思われる。何故なれば現実に北半球での緯度観測結果を解析して、 $0^{\circ}01$ 程度の日周変化が得られているにすぎず、かつその原因についてはいろいろ取り沙汰されているだけで、まだ明らかにされていないからである。従って実際問題として南北両極の運動は、 $0^{\circ}01$ の精度では対称的であろうと思っている。他方、北半球での観測から得られる日周変化が $0^{\circ}01$ 程度であるのに対して、南半球のそれがどの位の量になり、また南北対称的であるかどうか、今後南半球での観測結果に寄せられる期待である。このような思考は別として、経緯度変化観測の現精度はたかだか $0^{\circ}01$ ではないので、もう一桁先の $0^{\circ}001$ の精度が得られない限り、これらの問題の解決はなかなか困難であろうと思われる。

南半球における極運動観測

南半球では、かつて濠州のベイスウォーターとアルゼンチンのオンカティボが1906年から約2年間、また濠州のアデレードとアルゼンチンのラブラタとが1932年から約8年間、それぞれ眼視天頂儀を使って共同観測を実施した外、ジャワのバタビアで1931年から約9年間、緯度観測が行なわれた。その後ラブラタは1954年に中断していた観測をIGY期間に再開して現在に至っている。一方、近年になって濠州のマウントストロムロにPZTがおかれ、またグリニチ天文台のアストロラーブがケープに移され、続いてチリのサンチャゴとブラジルのサンパウロがアストロラーブを設置し、現在5観測所

が活躍している。なおニュージーランドのウェリントンに置かれたアストロラーブが本格的観測に入るのも間近いと思われる。

南北両半球のつなぎに当る赤道帯では、エクアドルのキトーがアストロラーブで経緯度を観測している外、インドネシアがレンバンで緯度観測を始めたいが、後者については詳細はまだ不明である。

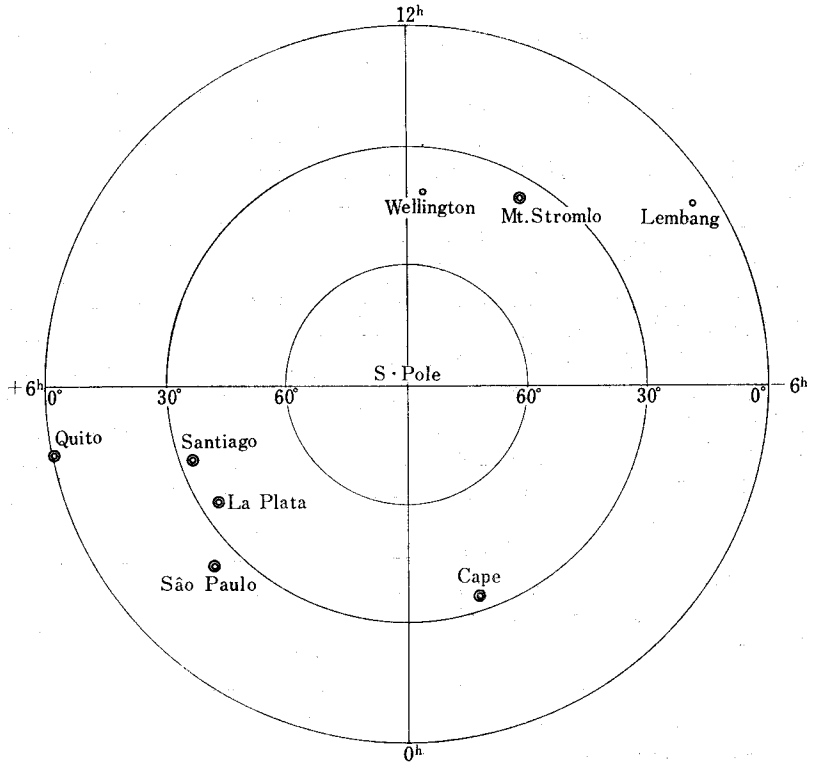
このように赤道から南にかけて逐次観

測所が増設されたことは、南半球での観測から南極の動きを求めることを可能ならしめ、かつ南半球の開発に大いに役立ち、はなはだ喜ばしいことである。しかしその大部分が開設後日なお浅く、恒星位置の改良も不十分であるため、観測結果に大きな誤差が予想される。それに加えて、南半球は海ばかり広くて陸地に乏しいので、折角の観測所も経度分布の面から見ると、理想をはるかに下まわるといふ弱味をもっている。

理想論はさておき、現在得られている観測結果から何が得られるかということについて、先頃から緯度観測所の研究員石井久氏の協力を得て、南極の極座標を求めてみた。その結果は第3図に見られるように、何とも奇妙な形のものが得られたが、およそ予想していた極軌道図であったので、私達は驚かなかった。この図は北極の軌道図と比較し易いように、南極軌道を北極側に投影したものである。今日では上記の6観測所で資料が得られているが、この計算をした昨年当時においては、マウントストロムロ、ラブラタおよびキトーの3つだけが利用できたにすぎず、南半球の観測所分布を示すための第4図で明らかのように、ラブラタとキトーが共にマウントストロムロに対して、ほぼ経度差 180° の方向にあり、従って 90° 方向には何も無い。このため 90° 方向の極座標が不確定になって、軌道が延び切ったのも己むを得ないことと考える。なおラブラタの観測星に対する赤緯補正については、ここに詳述するゆとりがなく省略するが、ラブラタの決定値に大きな疑点が生じており、これも得られた極の軌道図を大きく歪めた原因であると

考える。現在、ラプラタの関係者と協力してその不備を早急に是正するよう努めている。なお解析の対象期間も、少なくとも3ヶ所の結果を利用するためには、1964年1月から1965年4月までに限定しなければならなかったことを申し添える。

昨年後半からIPMSに参加してきた他の3観測所の資料が集積され、改良されて利用できるようになれば、おそらく北半球で得られる極軌道と同程度のものが得られるようになり、先に述べた形状軸の曲りとか、地球の歪み等について、もっと適確な資料を提供できるようになることと思われる。



第4図 南半球観測所の分布 ◎活動中、○準備中又は未連絡

南半球共同観測網の提案

南半球は開発がおこなわれている上に、陸地に乏しいという天然の悪条件がある。現に南半球星の位置改良については国際天文学連合でも正式にとり上げて、これの強力な推進をはかっており、東京天文台の子午環もその一翼を担っている。このように恒星位置の精度が十分でないだけに、その不利を補うために、私は北半球における旧ILS共同網のような同一南緯圏上での共同経緯度観測所の開設と協力を提案する。例えばケープ、マウントストロムロ、ラプラタを結ぶ線とか、キトー、レンバンを結ぶ赤道帯は最小限確保したいところであり、そのためには南半球諸国の自主開発を待つだけでなく、北半球諸国の積極的な援助、技術進出によって国際協力の実をここで発揮すべきである。

これらの共同観測所にアストロラブなり、PZTを置けば、正確な南極の運動を求めることができるばかりでなく、南半球星の位置改良にも益する所多く、また殊に、赤道帯での経度観測には、極運動の影響がほとんど入らないので、地球自転速度の変動の観測研究にも極めて有利である。

本稿を進めている中に、何となく頭に浮んだのは今まで回転楕円体であると考えられていた地球の形が、実はそうでなく、少し歪んだ洋梨子形であるということが人工衛星の軌道解析から求められたことである。ついでに地球がヒョットコの面のように歪んではいはしないかまでも人工衛星が教えてくれないものだろうか。観測の精度が上げば夢ではなくなるかもしれない。



カンコー天体反射望遠鏡



二十種CG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
- ★ 抛物面鏡, 平面鏡, 軸外し抛物面鏡
- ★ アルミニウム鍍金
- ★ 電源不要観光望遠鏡 (カタログ要 30 円切手)

関西光学研究所
京都市東山区山科竹鼻 TEL 京都 06 0057