

## Q42. 明治の日本から発信された測地学の成果

文化勲章の過去の受章者の名前と業績を見ていたら、第1回の受賞者に木村<sup>ひさし</sup>栄という人の名前がありました。なんと、測地学者だそうですね。明治から昭和にかけて、地球の回転の研究で世界的な業績を残した人とのことです。そんな昔から日本で測地学のすぐれた研究が行われていたなんて、知りませんでした。詳しく教えてください。

**A42.**木村栄は文化勲章(1937=昭和12年)や学士院恩賜賞(1911=明治44年)だけでなく、イギリス王立天文学協会の金メダルも受賞しています。月のクレーターには著名な自然科学者の名前がついていますが、木村はそこに名前を残す、数少ない日本人の一人です。いったいどんな業績を残したのでしょうか。

木村栄は東京帝国大学星学科を卒業し、1899(明治32)年に29歳で岩手県水沢に設置された「臨時緯度観測所」の所長になりました。この観測所は、当時発見されたばかりの「極運動」を測るために、世界展開された観測所のひとつです。

極運動とは、地球の自転軸が地球に対して動く現象です。地球の自転軸が地球の表面を貫く点、すなわち「自転の極」が、地球に固定された地理上の極に対して極運動でふらふらと動く様子を、数年間にわたって追跡した例を図42-1に示します。ちなみに**Q&A41**の「歳差・章動」は地球の自転軸が、コマの首振りのように星々に対して動く現象です。いわば歳差・章動は「天の極」の動き、極運動は「地球の極」つまり北極と南極の地球上の動きです。

地球の形は、赤道がふくらんだ回転楕円体(**Q&A5**)で、その中心軸のまわりに自転するのが安定な状態です。自転軸がなにかのはずみで、この軸からずれたときに極運動が生じます。極運動のしくみを直感的に理解するのはあまり簡単ではありません。

地球が「出来の良いコマ」として、楕円体の中心軸のまわりを回っているとしましょう。すると赤道のふくらみに働く遠心力は釣り合い、コマは直立して回り続けるでしょう。地球が「出来の悪いコマ」で少し傾いた軸の周りを回ったらどうでしょうか。赤道部分の出っ張りに働く遠心力はバランスを崩し、コマの回転軸を傾けようとします。この作用が極運動をもたらします。極運動の主要な部分は、約14ヶ月という決まった周期をもつ自由振動(**Q&A41**)で、発見者の名前をとって「チャンドラー運動」とよばれます。

スイスの数学者レオンハルト・オイラーが1765年に予言した地球の自由極運動が、1890年前後に、当時の天文学者によって発見されたのを受け、世界中で緯度変化を同時に観測するプロジェクト、国際緯度観測事業 ILS (International Latitude Service) がはじまりました。北緯39度8分という同じ緯度線上の点で観測を行ない、その結果をドイツの中央局で解析して、地球の極運動の様子を調べようという壮大な計画でした。アジアでは日本の岩手県の水沢が、観測候補地になりました。ドイツは当初水沢に観測要員の派遣を提案してきたのですが、明治政府はそれを断って、(いまでいえば大学院を出たばかりの)木村栄に、

国の威信をかけた観測事業を託したのです。

自転軸が地球上を動くとき、観測局と自転極との角度つまり、緯度（「天文緯度」**Q&A36**）が変化します。地球に固定された北極点から測った緯度（「測地緯度」**Q&A36**）が変化するわけではありませんので、混乱しないようにしてください。

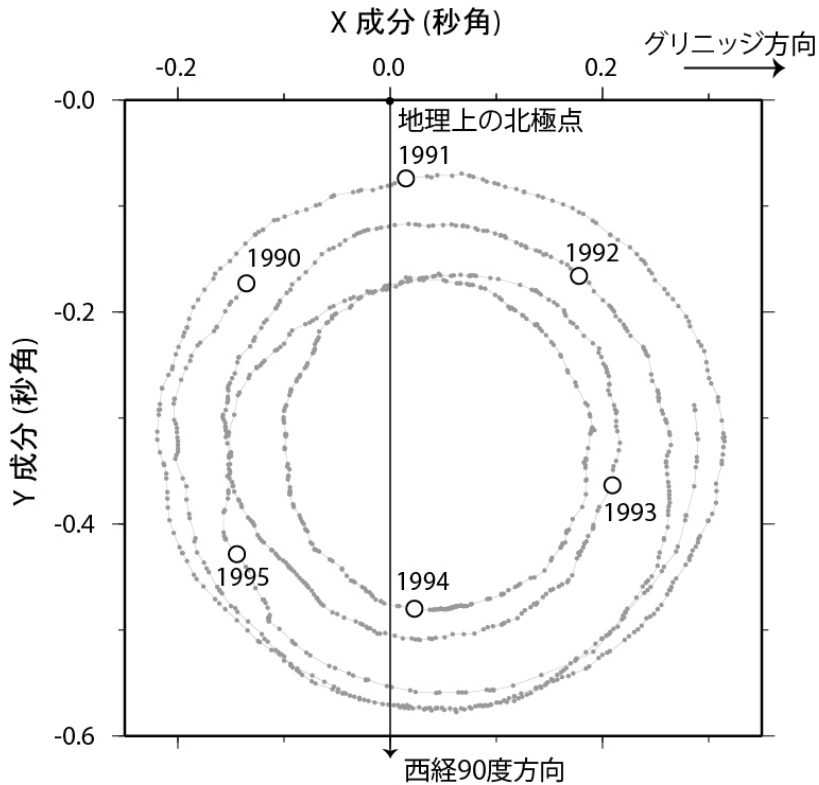


図 42-1 地球の自転の軸が地表面を貫く点の軌跡（1990年代前半、データは国際地球回転・基準系事業[IERS]による）。角度の1秒角は地表の極の位置で約30 mに相当する。ここに描かれた極運動は北極に置かれたテニスコートのなかを動き回る程度の大きさ。

さて、夜空の星は北極星のまわりを反時計回りに日周運動していますが、北極星の地平線からの高さが緯度になります（**Q&A5**）。当時は緯度変化観測専用の特殊な望遠鏡を用いて、頭の上を東から西へ通過する星の高さ（南中高度）を毎晩測って、その変化を求めていました。たとえば、北極が日本の方向にわずかにずれると、日本の観測局は極に近くなって緯度が高くなり、反対側のヨーロッパの局では逆に緯度が低くなります。地球上のさまざまな経度の局で測った緯度変化から、その日の北極の位置のずれが求められ、それをつなげていけば、極運動が求められます。求めた極の位置から逆に計算した緯度変化と、現実に観測された緯度変化の食い違いは「残差」と呼ばれ、観測誤差の目安となります。

観測がはじまってまもなく、木村にドイツの中央局のテオドール・アルブレ

ヒト局長から書簡が届きました。「水沢局の残差が異常に大きい、観測に問題があると思われるので対処せよ」というきびしい内容でした。窮地に陥った木村は、その原因究明に立ち上がります。

観測装置や手順を徹底的に調べ、それらに問題がないことを確かめた木村は、水沢の観測データの大きな残差の原因は、自然現象のなかにあるに違いないと考え、世界各地の緯度観測局のデータを詳しく調べた結果、残差のなかにある規則性を見つけました。観測された緯度変化には、観測局の経度に関係ない未知の項があったのです。そして、その大きさが1年周期で変化するというものでした。新しい式でもう一度世界中の緯度観測データを整理し直してみると、水沢の観測データの残差が、逆にもっとも小さくなりました。

「z項」と名づけられた新しい項が未知の自然現象を表すものと確信した木村は、この結果を天文学の国際的な専門誌に発表、アルブレヒトもただちにその価値を認め、木村の新しい式が中央局で正式に採用されました。ピンチを乗り越え、逆にチャンスとした木村は、明治の科学界で一躍英雄になりました。1920（＝大正10）年には臨時緯度観測所は緯度観測所となり、その2年後には水沢がILSの中央局になりました。

木村のz項の発見は新興国家である日本から発信され、世界に認められた最初の科学成果のひとつでした。緯度観測所のあった岩手県水沢市では、いまでも文化会館を「zホール」、市内を走るバスを「zバス」、スポーツ施設を「zアリーナ」と名づけて、木村の快挙をいまに伝えています。1899年の臨時緯度観測所創立当時の建物は、国立天文台水沢観測所内で木村記念館として大切に保存され、木村初代所長の遺品や当時の観測装置などとともに、一般に公開されています。また木村の生い立ちや業績は、出生地である金沢市の「ふるさと偉人館」でも見ることができます。

ちなみに、z項の原因は木村の努力にもかかわらず、その生前には解明されませんでした。そして発見から70年ののち、緯度観測所の後輩研究者によって、地球の流体核が原因であることがわかりました。Q&A41で紹介した「自由核章動」と「強制章動」の共鳴の影響が、極運動に紛れ込んでいたのです。z項が発見された当時は、まだ地球に流体核があることは知られていませんでした。

最後に、極運動の原因について簡単に述べておきましょう。地球の自転軸と中心軸がなんらかの原因でずれると、極運動がはじまります。木村の後継者たちは、いまでもその犯人探しを行なっており、最終的な決着はまだついていません。しかし、主な犯人は大気や海洋などの地球表面をおおう流体の動きだと考えられています。風が地球を揺さぶっていたのです。 (H)