

【NOTE】

樺太国境画定に用いられたバンベルヒ子午儀

洞口俊博¹・中桐正夫²・西城恵一¹

¹国立科学博物館理工学研究所 〒169-0073 東京都新宿区百人町3-23-1

²国立天文台天文情報センター 〒181-8588 東京都三鷹市大沢2-21-1

Carl Bamberg Transit Telescope used for Determining the Borderline at Karahuto

Toshihiro HORAGUCHI¹, Masao NAKAGIRI² and Keiichi SAJJO¹

¹Department of Science and Engineering, National Museum of Nature and Science,
3-23-1 Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan

²Public Relations Center, National Astronomical Observatory of Japan,
2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

Abstract Transit telescope is a kind of telescope that is used to observe stars passing the local meridian. National Museum of Nature and Science exhibits a Carl-Bamberg transit telescope which was used at the University of Tokyo. The authors find out that the serial number corresponds to the number of a transit telescope described in “Karahuto Kyoukai Kakutei Jiseki” and identify the telescope as used to determine the borderline 50°N between Japan and Russia at Karahuto in 1906–1907.

Key words: transit telescope, latitude observation, Karahuto

1. はじめに

子午儀は、子午線を通過する星の位置や時刻を精密に測定することを目的とした望遠鏡の一種で、垂直方向のみ指向するように作られている。望遠鏡は、その軸に直行した水平軸によって支えられており、水平軸を正確に水平かつ東西に設置することによって、子午線を通過する星を視野内にとらえ、観測する。多くの子午儀は接眼部に測微器（マイクロメータ）をそなえ、星の通過位置や時刻を精密に求められるようになっている。また、水準器が複数取り付けられており、設置の際や観測の際に用いられる。子午儀には、より精密な観測ができるよう、望遠鏡を水平軸ごと持ち上げて南北方向に反転させる機構がついており、大きな

特徴のひとつとなっている。

天体の子午線通過時刻、その天体の天球上の位置（赤経）、および観測した地点の経度の三者のあいだには一定の関係があることから、二者がわかれば残りの一者を導き出すことができる。決まった経度の場所で位置が既知の天体を観測することによって時刻を決定する、あるいは位置が既知の天体の子午線通過時刻を測定することによって、その地点の経度を決定する、などが一般的な子午儀の用いられ方である。しかしもちろん、子午儀の利用法はそれだけではない。次章では、子午儀を用いた緯度の測定法について解説する。次々章ではさらに、国立科学博物館で所蔵し展示しているバンベルヒ子午儀が樺太における日本とロシアの国境となった北緯50度線の決定に用いられたものであることについて述べる。

2. 緯度の測定とタルコット法

ひとくちに緯度といっても、地心緯度、測地緯度、天文緯度等があるが、北緯50度線の決定に用いられた天文緯度はその地点の鉛直線と赤道面のなす角で定義された緯度で、天頂と天の北極のなす角を測ることができれば、その余角として得ることができる。緯度の1秒は距離にすると約30mになるので、10mの精度で緯線を定めるには0.3の精度の測定が必要になるが、上記の角度をそのような精度で測定することは困難であり、実際には、天球上の赤道座標系に基づいてあらかじめ精度に測定された星の赤緯を用いて、その地点の天頂の赤緯を測定するのが一般的である。例えば、赤緯 δ の星が子午線を通過する際に天頂となす角度(天頂距離)を z とすれば、その地点の緯度 ϕ は

$$\phi = \begin{cases} \delta + z & (\text{星が天頂の南を通過する場合}) \\ \delta - z & (\text{星が天頂の北を通過する場合}) \end{cases} \dots(1)$$

で得ることができる。

z が精度に測定できれば緯度 ϕ も精度に求められるわけであるが、この方法にも実際には、大気差(大気の屈折によって天体が浮き上がって見えることにより、天頂距離が実際より小さく観測される効果。大気の状態によって変化する)の補正や器械の水平度の補正といった困難が存在する。これらの問題を解決し、観測の精度を大幅に向上させたのが、19世紀、米国人タルコットによって実用化されたタルコット法である。

タルコット法は、子午線の南北をほとんど同じ天頂距離で通過する(望遠鏡を南北反転させた際に同じ視野に入るくらい天頂距離が近い)2つの星を、望遠鏡を反転させ連続観測する。星の大気差 r を考慮したとき、(1)は

$$\phi = \begin{cases} \delta_s + z_s + r_s \\ \delta_n - z_n - r_n \end{cases} \dots(2)$$

となるが、ここで視野中心の天頂距離を z_c 、それぞれの星の視野中心からの角距離を $\Delta z_n, \Delta z_s$ 、すなわち

$$z_s = z_c + \Delta z_s$$

$$z_n = z_c + \Delta z_n$$

として(2)に代入し、(2)の両式を足して2で割ると

$$\phi = (\delta_s + \delta_n)/2 + (\Delta z_s - \Delta z_n)/2 + (r_s - r_n)/2$$

となる。天頂距離の項は z_c が消えて Δz だけになり、視野内の相対位置を測定するだけでよいことになる。また2つの星の大気差の差($r_s - r_n$)の項も、2星の天頂距離がほぼ等しいために相殺され、ほとんど零になる。

岩手県水沢にある緯度観測所(現・国立天文台水沢VLBI観測所)では、1899年から1986年にかけて眼視天頂儀を用いたタルコット法による緯度観測が行われ、大きな成果をあげた。眼視天頂儀は接眼部に測微器をそなえ、 Δz を非常に精度に測定することができる器械である。しかし、タルコット法による緯度測定ができるのは眼視天頂儀だけではない。子午儀は正確に望遠鏡の南北を反転することができる望遠鏡である。適切な測微器と水準器をそなえていれば、0.1程度の精度の緯度は、10対程度の星の観測で子午儀でも比較的容易に得ることができる。子午儀は眼視天頂儀より口径が一般に小さいが、可搬性が高いことが特長である。

3. 北緯50度線の決定に用いられた子午儀

3.1 「樺太境界劃定事蹟」

1905年に調印された日露戦争の講和条約(ポーツマス条約)によって、日本は北緯50度以南の樺太(サハリン)の領有権を得ることになった。これによって、これまでなかった陸地の国境を持つこととなった日本は、1906年から1907年にかけてロシアとともに北緯50度線の測量作業を行った。その記録が「樺太境界劃定事蹟」である¹⁾。

日本側の樺太境界画定委員は陸軍を中心に編成されており、その中に天文測量の責任者として東京帝国大学理科大学助教授の平山清次が加わっている²⁾。平山は実際に観測を行い、緯度の計算を行っている³⁾。

同書には、条約の「緯度」を天文緯度と解釈し国境とした理由についても述べられており、

- ・地心緯度を単にs略記し地図や海図に用いた例はない
- ・測地緯度を求めるには周囲を広く測量する必要

があり、多大な時間と経費を要する
 ・測地緯度と天文緯度の差は概ね10秒（地上の距離にして300m程度）以下である
 ・天文緯度を緯度と略記した例は少なくない
 といった理由があげられている⁴⁾。

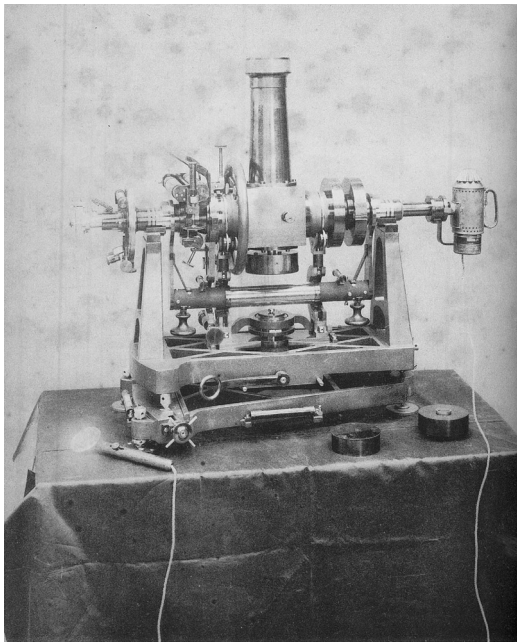
観測は4箇所の子午儀で行われ、日本とロシアの観測結果をそれぞれの誤差に基づいた重みをつけて平均し、各天測点ごとに北緯50度の地点を求めている⁵⁾。

日本が緯度観測に使用した主な器械としては

- ・運搬子午儀
- ・十三珊米五多能経緯儀
- ・天測用多能経緯儀
- ・較合糸反射器
- ・「クロノメートル」
- ・観測用小電燈
- ・鋼紐尺
- ・眼鏡水準儀（視準鏡代用）
- ・独立気泡水準器
- ・回光燈

が記されており、タルコット法による精密測定に用いられた運搬子午儀についてはさらに

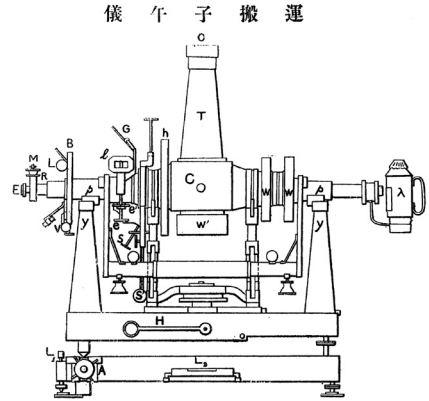
- ・ドイツ カルル・バンベルヒ製



運搬子午儀

図1. 国境画定に用いられた運搬子午儀

- ・番号 第8235号
- ・望遠鏡口径 66mm
- ・同焦点距離 65cm
- ・同倍率 85倍及び44倍
- ・測微器一回転の値 約78'6
- ・附著水準器一分割の値 第一号（分割0より42に至る）約1'1



第三圖（其一）

- 運搬子午儀分解圖之説明
- A 方位修正螺子
 - B 高度環
 - C 望遠鏡上把手
 - D 望遠鏡下把手
 - E 水準器
 - F 水準器
 - G 測微器
 - H 對物鏡
 - I 測微器
 - J 測微器
 - K 高度測定螺子
 - L 望遠鏡上把手
 - M 望遠鏡下把手
 - N 平衡用重錘
 - O 高度測定螺子
 - P 望遠鏡上把手
 - Q 望遠鏡下把手
 - R 平衡用重錘
 - S 高度測定螺子
 - T 望遠鏡上把手
 - U 望遠鏡下把手
 - V 平衡用重錘
 - W 高度測定螺子
 - X 望遠鏡上把手
 - Y 望遠鏡下把手
 - Z 平衡用重錘

図2. 運搬子午儀の解説図



第二日天測作業のようす

図3. 第二天測点における天測作業のようす。左の天幕内に観測に用いた子午儀が見える



図4. 地球館地下3階に展示中のバンベルヒ子午儀

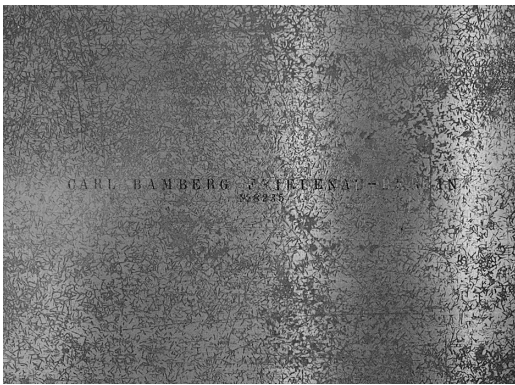
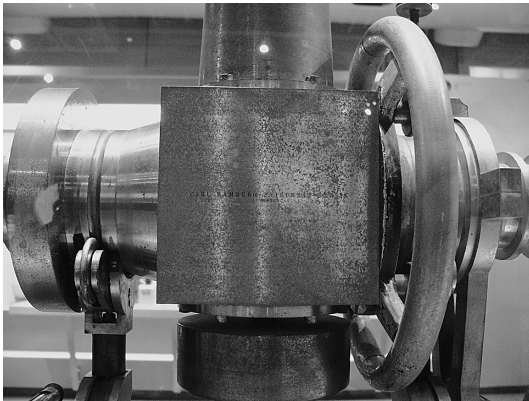


図5. 子午儀中央立方体部の刻印（上）とその拡大図（下）

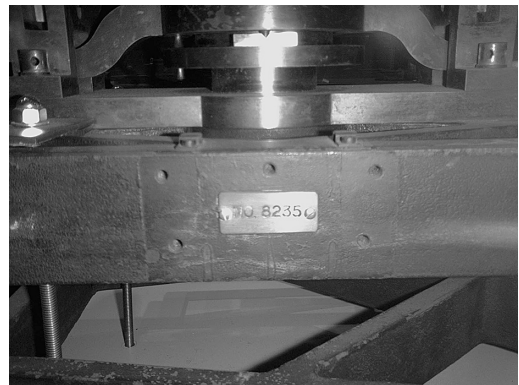
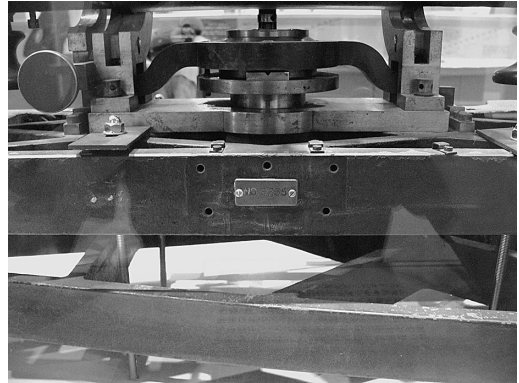


図6. 子午儀架台部の銘板（上）とその拡大図（下）

- 第二号（分割50より92に至る）約1'3
 ・懸垂水準器一分割の値 約1'1
 ・視野の一端から他端へは測微器25回転で動糸が移動する
 ・測微器の回転目盛は100分割されており目測によってその10分の1まで読み取ることができる
 ・3個の箱に分納し、運搬には交代者を含めて8名を要する
 と記述されている⁶⁾。図1と図2は、同書に掲載されている運搬子午儀の写真と解説図、図3は第二天測点のようすである。

3.2 東京大学から寄贈されたバンベルヒ子午儀

現在、上野の国立科学博物館地球館の地下3階「法則を探る」のコーナーに1台の子午儀が展示されている（図4）。この子午儀は2003年に東京大学から寄贈されたもので、本郷キャンパス浅野地区にある理学部3号館の屋上で学生の観測実習に用いられていたが、天文学教室が3号館から全面移転するにあたって屋上の観測機器類を整理する

ことになり、その際に寄贈を受けた装置の1台である。

この子午儀の中央の立方体部には、読みづらいが“CARL BAMBERG FRIEDENAU-BERLIN”という刻印があり、その下にはさらに“No 8235”という数字を読み取ることができる(図5)。また、子午儀を支える架台部にも同じ番号の銘板をみることができる(図6)。この番号は、樺太境界劃定事蹟に記されている運搬子午儀の番号と合致しており、両者は同じ子午儀であるといえる。

4. ま と め

東京大学で使用され、その後国立科学博物館で保存されていた子午儀が、国立天文台図書室の「樺太境界劃定事蹟」に記載の子午儀と番号が一致することによって、樺太における日本とロシアの国境となった北緯50度線の決定に用いられたものであることが明らかになった。東京大学から寄贈された際は、それ以前の詳しい来歴が不明であったが、貴重な資料のひとつとして保全しておいたことによって、国立科学博物館と国立天文台の今回の調査の結果、興味深い履歴の一端が明らかになった。今後は、この子午儀の来歴について、

さらに詳しく調べるとともに、東京大学から寄贈されたその他の観測機器についても、調査を進める予定である。

今回の事例からも明らかなように、他機関で保存が困難となった資料の保全について、国立科学博物館が果たす役割は大きく、また、その調査にあたって、他機関との協力も不可欠である。今後の調査研究にあたって、その視点を大切に進めることが重要である。

最後に、東京大学の観測機器の保存に尽力された理学部天文学教室の土居守、岡村定矩の両氏、緯度観測についていろいろ教えていただいた国立天文台水沢VLBI観測所の真鍋盛二、亀谷収の両氏に感謝する。

参考文献

- 1) 樺太境界劃定委員編纂, 1910. 『樺太境界劃定事蹟』陸軍省
- 2) 同上, 6頁
- 3) 同上, 附表第十八
- 4) 同上, 56頁
- 5) 同上, 92-93頁
- 6) 同上, 65-66頁