

掩蔽測地観測と望遠鏡（30 cmカセグレン反射望遠鏡）

2020. 5. 5 作成 白川 博樹

2023. 5. 29 見直

●測量のお話

ピラミッド時代にもすでに高度な技術が存在した測量の歴史は古く、現在まで絶え間ない進化を続けております。特に 19 世紀以降、技術の進化とともにいろいろ問題が見えてきました。地球は回転楕円体に近い形をしておりますが、実際は密度が違う大陸や地殻、マントルが不均一に存在しますので、それによって各地で重力の向きや大きさも微妙に違ってきます。

日本の地図は、東京麻布の旧東京天文台子午環中心点の位置で天体観測を行って、ここを測地原点として三角測量で日本の測地系を構成しています。それ自体は精密に測量されているのですが、鉛直線（重力の向き）が大陸方向に引かれて一定の傾き（鉛直線偏差）を持っているので、そこを基準とする地上面での測地では必然的にズレてしまいます。

日本の標高の基準は、測量法で平均海面と定められています。この平均海面を仮想的に陸地へ延長した面をジオイドといい、それが基準です。大工さんが水平を見るのに水盛りという作業がありますが、要するに浜辺での水面を陸地に持っていった高さがジオイドですが、それも重力の大きさで凸凹します。その様な高さの基準も、測量の基準となる鉛直線もバラバラであることから、日本の測地原点にもとづいて測量された結果と、大陸の測地系とでずれてしまいます。

●掩蔽測地観測

掩蔽とは月が動いて恒星をかくす現象で、星食とも呼ばれます。月は 1 日に約 13 度ずつ西から東に動き、月の通り道に恒星があると、恒星は月にかくされます。恒星の天空上の位置は観測によって精密に知られているので、掩蔽現象の起こる時刻を観測すると、月の位置を決める観測ができます。一方、月の位置が精度良く求められていれば、予報時刻と観測時刻の差から、地上の観測点の経緯度がどのくらい正しい値からずれているかを知ることができます。天体望遠鏡博物館の法月 60 cm もその観測の為に作られた望遠鏡です。

その重要性が再認識される出来事がありました。広瀬秀雄（当時東京天文台）先生が、日本の測地系は世界の測地系と 340m ずれているという発表後、たまたま 1948 年礼文島の金環食があり、アメリカの学者の主張に対し、広瀬先生の計算に基づき観測した所、大成功し氏の主張が検証できました。にわかに測地系の問題がクローズアップされ、国家レベルで測地が始まったのです。具体的には、主に日本から南の島々を経由、オーバーラップして繋げていき、1953～1964 年まで 10 年をかけてアメリカ本土迄繋げました。

えんべい 掩蔽観測とは

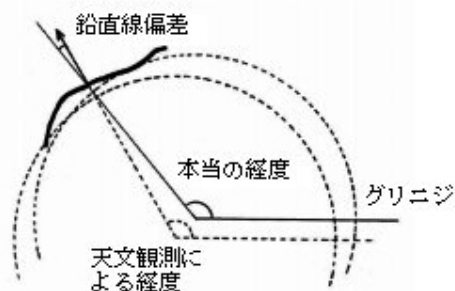
(「掩蔽観測」なんて知らない人のために)

掩蔽とは月が動いて恒星をかくす現象で、星食とも呼ばれます。月は1日に約 13° ずつ西から東に動きます。月の通り道に恒星があると、恒星は月にかくされます。恒星の天空上の位置は観測によって精密に知られているので、掩蔽現象の起こる時刻を観測すると、月の位置を決める観測ができます。一方、月の位置が精度良く求められていれば、予報時刻と観測時刻



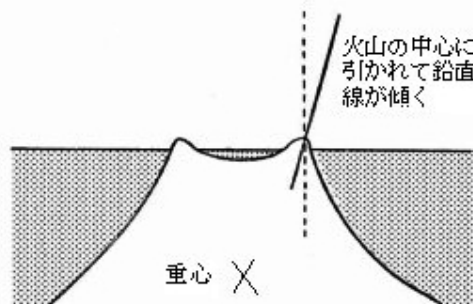
の差から、地上の観測点の経緯度がどのくらい正しい値からずれているかを知ることができます。

ところで日本の地図は、東京麻布の旧東京天文台子午線中心点の位置で天体観測を行って、ここを測地原点として三角測量で日本の測地系を構成しています。それ自体は精密に測量されているので自己完結しているのですが、日本の測地原点での天文観測は、鉛直線が大陸方向に引かれて一定の傾きを持っているので、必然的に経緯度は系統的なズレをとまいます。つまり日本の測地原点にもとづいて測量された結果は、大陸の測地系との間に偏りがあります。これは鉛直線偏差と呼ばれます。



特に南の島などの多くは海底火山の上にできた環礁からなっているので、そこでの鉛直線は中心に引きずられて、大きな系統的ズレをもちます。もし日本を含めた離島の位置を大陸と繋げることができれば、大陸との間の系統的誤差を知ることができます。そのために1950年代頃から、掩蔽観

測によって、つまり月の運動を利用した鉛直線偏差に関わらない観測をすることによって、汎地球的な位置決定を行うことができるはずだという議論がもちあがりました。日本の観測点を起点として、南の島との間の2点間で観測をすれば、観測された時間差から、その2点間の距離を知ることができます。これを順次伸ばしていったら、アメリカ大陸まで繋いでいくことで汎地球的な位置決定ができるという理屈です。



このための壮大なプロジェクトが計画され、その実行のために東京天文台・国土地理院・水路部などの研究者を含めた掩蔽観測研究会が結成されました。一定の準備の後に、1953年から具体的に観測が始まりました。私たち企業に所属する掩蔽観測部は、主として南の島での観測をする任務をはたすために、このプロジェクトの一翼をにないました。私たちの観測班は天文(班長)、助手(2名)、電気担当からなる4名によって構成されて、日本国内、カロリン群島・マーシャル群島・ハワイなどの南の島、アメリカ大陸へと望遠鏡・観測機材を携行して、遠征と観測を伸ばしました。女子計算班は、電気式計算機を駆使して観測の計画と予報計算に従事しました。このプロジェクトは1964年まで、汎地球的位置決定が人工衛星による測地観測にとって変わられるまで続けられました。

掩蔽観測プロジェクトの発端や、観測内容・成果などの詳しいことは、本冊子の49ページ、満尾寿男「掩蔽観測研究会の足跡」に述べられているので、それをご覧になってください。

●掩蔽観測研究会と望遠鏡

月による恒星の掩蔽現象を光電管で記録し、光の回析から恒星の視直径を求める試みは A. ウィットホードが、1938 年、当時世界最大であった 2.5M 反射で成功していましたが、日本では、記録器の部分で難航し、やっと 1950 年 2 月にスピカの出現現象の観測に初めて成功しました。この成果に基づいて、二地点での光電観測が実施に移されることとなり、移動観測専用機として、口径 30 cm F15 のカセグレン反射が設計されました。鏡面は関西光学、鏡筒は府中光学、架台は西村と寄せ集めて、1 号機が 1950 年末、2 号機が 1951 年 3 月に完成しました。

掩蔽観測研究会では数班の観測隊が編成され、西大西洋の島々に出張し、日本、フィリピン、台湾、ハワイ、米本土との等縁掩蔽観測事業がスタートしました。日本内地の観測は、主として東京天文台、国土地理院、水路部が担当しました。30 cm の主観測機は、7 機がニコンに発注され、最初の 2 機は納期の都合で府中光学の架台が流用され、ニコンの架台に載った 30 cm 反射は掩蔽観測用の他、東北大学、兵庫県甲南高校、広島県理科教育センターに納入されました。府中光学の架台は、東京天文台三鷹と岡山の 2 台の 30 cm 反射、三鷹と堂平の 2 台の自動流星カメラ、姫路市立第二高校、本田実などでも使用されました。その後の注文に対しては、測量機メーカー測機舎（現ソキア）が受注し、赤道に近い低緯度での使用を考慮した赤道儀となり、同型機は水路部、地理院でも数機が採用され、水沢緯度観測所（現水沢 VLBI 観測所）にも 1 機が現存しているということです（未確認）。

測機舎はこれを機に、天体望遠鏡の業界に参入し、20 cm 屈折を鹿野山測地観測所に納入、対物レンズは木辺氏が研磨しました。また教育、一般向けに 10 cm、8 cm の小型屈折も発表しました。これらは以前から探しておりますが、見つかっておりません。

菊池敏雄氏の府中光学は、1950 年台の後半、京大の 40 cm 反赤をはじめ、札幌市の 20 cm 屈赤、法政大学、群馬県月見が丘高校の 10 cm 屈赤などを製作しました。札幌市の 20 cm については、2018 年に出張の機会に現地調査いたしましたが、すでに廃棄され、アイピースのみ確認いたしました。

当時の府中光学中村義一氏は、東京天文台工作室出身で、三鷹光器を創設しました。

（参考）「続 日本アマチュア天文史」 厚生社厚生閣 P281-282



（写真1）掩蔽測地観測機器1



（写真2）掩蔽測地観測機器2

（「回想の掩蔽観測（南太平洋での1953-1964年）」、掩蔽観測部懇親会より）