

緯度變化に就て

木村 栄

洛 革

輓近ばんきんに於ける天文学に関する發明も沢山ありますが、緯度變化のそれなどは最も精密で、実地天文学上と測地学上とに非常に大切なる者です。併しかし其變化の量たる甚だ僅な者で、普通一般人生活上には一世紀二世紀の短年間に少しも影響する者でありませんから、通俗には緯度は変らぬ者と思つてもよいのであります。

さて此緯度變化は何から来るかと申すに、現今一般に認めらるる所では、地球の回転軸が地球の内て位置を更える事から起るのですから、其結果各地の緯度計りでなく、同時に其子午線にも變化を及ぼすのです。又此回転軸變化の理論は既に久しき以前より力学的に分つて居りましたけれども、現今の実地観測の者と適合しません。其符合しませぬ訳は地球の弾性に基くものとして大凡説明がつきます。併しかし夫それは大体で細かき所はまだ中々合いませんが追々分つて来るだろうと思ひます。

此極變化を定めますに、何故一般に緯度變化或は観測所でも、特に緯度観測所などと申して緯度の名義を附するかと申しますと、是れはこの極變化中、緯度の方の變化を測る方法が非常に簡單で、非常に精密な結果を得る上に、それに使う器械も余程改良発達されて居る者ですから、緯度變化の方より極變化を研究するのが、一番良いと云う事になつて居るからです。欧羅巴ヨーロッパで方位角變化より試験して見ましたが、どうも善く行かないと云う事です。

さて是れから、歴史の大略を述べましょう。緯度変化の源たる極変化の有り得べきことは、既に十八世紀の後半期中に数学者オイレル氏の研究に因つて証明せられて居りますが、其理論の結果では其変化軌道の大きさは非常に小さく且つ真円であつて其一週期日数は凡そ三百四日と計算せられてありました。其後天文学者が直接観測によりて此変化を発見しようと試みましたが、其頃は現今の様に器械が完全しませんでした、斯く僅かの変化を測定する事が出来ずに居りましたが、千八百八十三年になりまして以太利ナポリ天文台長フェルゴラ氏は歐洲各地の緯度が千八百五十年以後逐年減少する傾きあるを発見し此変化を系統的に研究することの趣味ある問題なる事を説き、同緯度の所で可成程度の大差ある二ヶ所を択んで同一星を同種類の器械で観測し夫れより此変化を計算するの尤も適當なる事を論じ、幸い在新ヨーク、コロンビヤ大学附属天文台は彼れの天文台則ちナポリと殆んど同一緯度圏の上にあるから、共同観測しては如何と申出ましたが、まだ其時分は好結果を納むる事が出来るかどうかとの疑いでもあつた者と見え、直様其運に至らなんだ。其内千八百八十五年に独国のキュストナル氏と米国のチャンドラル氏とが、個々別々に直接観測より此緯度変化を発見しましたが、夫れ以来此問題は天文学者一般の特別注意するものとなりました。

然し右発見の結果計りでは、緯度変化以外器械杯の他の週期的誤差から生ずるものかも知れずとの疑いより、先ず第一試験として、千八百八十九年に独国ベルリン、ポツダム、プラーグの相互に接近せる三ヶ所に於きまして、同時に共同観測をやつて見ましたが、其三つの結果が殆ど符合したので、先ず全体に共通な変化だと云う事が確かめられました。然し之れを前に述べた理論と合して見ますと、其変化量は甚だ大きくして其変化も円杯と申す様な規則正しきものでなかつたのですから、まだ此試験文では皆緯度変化だと云う事が申されませぬ。

とは雖も若し是れが純粹の緯度変化而已なれば、地球上緯度の百八十度離れたる土地、言換うれば丁度反対の子午線にある兩個の地点に於きまして、同時に観測を行えば一方で緯度が増せば他の方では同量を減する訳ですか

ら、第二の試験として、千八百九十一年の中頃より前に申した独^{ドイツ}国の観測所と殆んど反対の子午線に位せる、布哇^{ハワイ}ホノルル市に臨時緯度観測所を特設しまして、同時に観測を開始致し、一ヶ年間の結果を比較しましたる処、全く反対の曲線を出しました上、其変化の振幅も殆んど等しくありました。此第二の試験に因^{よつ}て緯度変化は全く回転軸位置変更より来る事が証明されました。それ以来、斯種の観測は世界天文学者間の流行物となりまして、歐羅巴^{ヨーロッパ}亜米利^{アメリカ}は勿論アフリカ喜望峯でも始め、前申したフェルゴラ氏の發議も成立しまして千八百九十三年五月よりナポリ、ニューヨーク両天文台で共同観測を始めました、東洋では東京天文台が始めてで震災予防調査会の囑托で、余が千八百九十五年より二カ年やりました。其後測地学委員会の手に移りまして、平山、早乙女両学士熱心に現今迄継続してやつて居られます。

是等の自由共同観測の結果を集めて、極変化軌道を計算されたのが、独^{ドイツ}国ポツダムにある万国測地学中央局在勤天文部長アルブレヒト氏であります。同氏は千八百九十八年と千九百年の始めの両度に、右計算の結果を世に公にせられましたが、其結果よりして何^どうも自由観測では使用する恒星が各観測所に於て一々違いますから、其星の位置の誤差が大に右軌道を定むる上に影響して不可^いぬ、加^{しか}之^{のみなす}勝手に色々の異なる器械を使い又方法も人々の任意では如何にも面白くないと云うことが發見されました。

千八百九十五年万国測地学協会總會開会の節、當時の独^{ドイツ}国ベルリン天文台長フェルスタル氏の發議で、地球上可^{かなり}成^{なり}程度を異にする土地、通俗に云えば、なるべく東西相互に離れたる地で、緯度の全く等しき個所を數ヶ所^{えら}拵^ちで、其所に万国共同緯度観測所を設け、器械は各所同一種のもので、しかも一人の器械師の手で同時に造らしめた物を用い、星も皆同じきものを同一時期間に測らしめる様にしたならば器械の癖も星の誤差も極変化軌道を定むる上に少しも影響せざることになるから、非常に宜しかろうという事を各国委員に諮^さつた。各国委員中、二三有力者の共同費用支出の点に就て不賛成もあつたが結局大多数の賛成であつた。

そこで、其次の總會が千八百九十八年に開かれたる節、愈々其動議を实地施行すべき全会の決議をしまして、千九百年の始めより五カ年の継続の約束で、北緯三十九度八分の処にある左の四ヶ所に置く事になりました。爰に一寸断つて置きますが、其時分には緯度変化は全く極変化而已より来るものと仮定されてありましたから、同じ子午線の上なら、何処でも全く等しき変化を受くる理で、緯度は何度の処を択んでもよいが、兎角人間が観測するのだから、普通に生活の出来る処で、衛生上よい処で交通の便のよい処でなければ、観測者の行き手がなくなる訳だから、中央局にも中々此場所の撰択には苦心した者です。幸いに左の四ヶ所は右條件を十分に満足すると云う事で定まったのです。処が此頃では研究の結果、同じ子午線の上でも緯度が違つたと変化が少しく違つたと云う事が分りましたから、緯度は何処でも関わぬと云われぬ様になりました。此理は後に追々御咄致しましょう。

さて元へ戻つて、決議の続きを申しますに、此四ヶ所へ据付ける器械費用は協会の負担とし、又会より毎年経常費として四千円づつを各所に支出する、併し土地及観測室計算室等の設立費用は其国々の負担としました。其代り五カ年の後には器械は一切其国々へ無代価にて譲与すると云う事になりました。器械は緯度観測に尤も適切なる天頂儀の専門製造者在独国ドイツワンシャッフ氏に命ずる事になり、星の撰択は中央局長より余に囑托されました。

四ヶ所の名称及位置を申し上げますれば

(一) 水沢 (日本、陸中国水沢町)

東経百四十一度八分

(二) カルロフォルト (以太利サン、ピエトロ島)

東経八度十九分

(三) ゲザースブルグ (亜米利合衆国メリーランド州)

西経七十七度十二分

(四) ユーカイア(同上カリフォルニア州)

西経百二十三度十三分

であります。が他に同緯度上に位する二ヶ所の国立観測所を置く事を、其国々より申し出られました。

其二ヶ所と云うのは、

(一) チャルヂユイ(露領亜細亞)

東経六十三度二十九分

(二) シンシナチ(米国シンシナチ州シンシナチ天文台内)

西経八十四度二十五分

であります。それで万国共同観測所は、凡て六ヶ所となつた訳であります。尤も後の二ヶ所は、国立と云う訳で始めの内は協会の補助は至て少なかったのであります。其後追々増しまして、今では年々二千円計り即ち殆んど他の半額位補助されて居ります。

序に申しますが、万国協会設立の四個観測所中米国の二ヶ所は、観測者一人ずつで全費用を貰い受け、観測に必要な一切費用を請負つて居りますが、日本と以太利は観測者二名ずつで協会より来る費用は国庫の収入とし、観測所は其国の官庁としまして、別に其官庁の為め政府より経費を支出して居りますので、日本では文部省の直轄に属し、学術上は日本測地学委員会の監督に属して居ります。

さて又何故に此万国共同観測所を同一緯度に置くの必要あるかと申しますに、緯度を測定する方法が同じ緯度でなければ、同じ星を取ることが出来ぬからである。

前六ヶ所の観測結果は、開始以来毎月其観測簿を独逸ポツダムにある万国測地学協会中央局へ郵送するのである。ポツダムでは天文部長アルブレヒト技師ワーナツハ両氏監督の下に、各所の緯度変化を計算して後、次に掲げます

一定の法式によりまして一年毎の極軌道を算出します。其法式は極めて簡単な者で今座標を取り、便宜上原点を地球に固定した北極点に定め、X軸を英国グリニチ子午線の方に、Y軸をそれに直角に亜米利アメリカの方にとり、之れに對しまして回転軸の運行曲線を画くとします。今任意の地、 λ なる経度をもつ所の緯度変化を $\Delta\phi$ を以て顯わしますれば、

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

なる式で示されます。此中に λ は既知数でありますから、或る瞬間に於ける各所の変化を此式に入れます、最小二乗法で x と y とが出ます。かくして種々の時の x と y から、後の図にある極変化軌道が画かれたのです。

処が第一回即ち千九百年の結果から、余が研究しますと、夫れ迄吾々の考えて居りました様な緯度変化は回転軸変化計りから生ずるものでなくて、まだ別に経度が違つても緯度が同じければ殆んど等しき一年週期の変化をも含み居る事を発見しました。其新変化を余は多分垂直直線方向の変化、通俗に申せば上から糸に錘をつけてぶらさげて置きますと其錘が断えず少しずつ位置を替える事から来るのではないかと考えて居るのです。そこで余は前の式に更に z なる項を加え

$$\Delta\phi = x \cos \lambda + y \sin \lambda + z$$

なる式で計算し直しました処が、従来の者より系統的誤差が非常に減じまして、満足な解決を得ました、此 z は前に申しました如く、略ぼぼ一年の週期の者でかなり規則正しき者だが、至つて少なる変化で仮りに是れが重力中心の位置のvariのみから来ると見做しても、四尺計り平均位置よりあちらこちらと離るる位の者です。又此説明に就きましては其後世界の学者が種々の方面より研究して居られますけれども、未だ一つも確定した者がありません（現今の処では此項を発見者の名に取りて木村項と称して居ります）。そこで此項を実際観測より研究の爲め、千九百三年総会開会の節南半球に於ても若干の共同観測所を設置するの議案を余は呈出しました。が、予算の結果そう沢

山は置くことが出来ないので先ず経度の丁度百八十度離れたる同一緯度に二ヶ所設けることに決議されました。其二ヶ所は、南緯三十一度五十五分

(一) ベースウオタ(濠州西端部パース市附近)

東経百十五度五十四分

(二) オンカティボ(アルヘンチナ共和国コルドバ市附近)

西経六十三度四十二分

であります。千九百六年五月より右両所に於て共通観測が始められました。観測者は濠州へは独逸人が特に派遣され、アルヘンチナへはもと以太利カルロフォルトに居た以太利人が出張致しました。爾来滿二ヶ年過ぎまして最初の契約年間になりました。此前一年間の結果の数字附報告は此秋発表すると云う事ですから、細かい事は今判りませぬが、本年五月に昨年の北半球観測の結果を中央局から報告しました中に、南半球の項の符号も、其振幅も北半球の者と殆んど同一なる事を認めた。従て、北半球より出た x を用い、同一式で計算した者がよく南半球の緯度変化に合うと云うことを書添えてありました。併し此事柄丈ではまだ項の源因は判りませぬ。なぜと申ますと、緯度の余弦は共通観測所のある南北両緯度に対し全く同符号で、又殆んど同量で有ますから、其余弦に比例する者、仮令えば重力中心の変位の様な者であることが出来る。若し又凡ての緯度に於て項全く同一の者としますれば、何にか歳差章動に類似な者からとも云えます。まだ他にいくらかも考えられる者があります。併し何れも今迄の処では是等の仮定が一方の観測に合うても他の方の者に合わない事が多い故、一寸断定が出来ませぬ。近頃平山学士は非常に熱心に此項に就て研究して居られますから、其内に追々判る様になりましょう。兎も角南半球観測所の結果は斯学研究の為非常なる裨益を与えた者であります。余は更に赤道直下や、可成極に近い地方に、此種の共同観測所の設置を熱望して止まざるのであります。万国測地学協会も貧乏で、とてもそう沢山の観測所を置く

ことも出来ず、又協会とても緯度変化計りが仕事でありませぬから、よしや金が有つてもそれ計りに使うと云うことには許多の異論者が出来るも無理ならぬことでしょう。現今全世界に於きまして緯度変化観測を規則正しくやつて居ります場所は、左の所であります

万国共同観測所

北緯三十九度八分に六ヶ所（前述）

南緯三十一度五十五分に二ヶ所（前述）

自由共同観測所（国立）

日本東京天文台

北緯三十五度 東経百四十度

露国プルコワ天文台

北緯五十九度 東経三十度

亜弗利加^{アフリカ}トランスバール国ヨハネスブルグ天文台

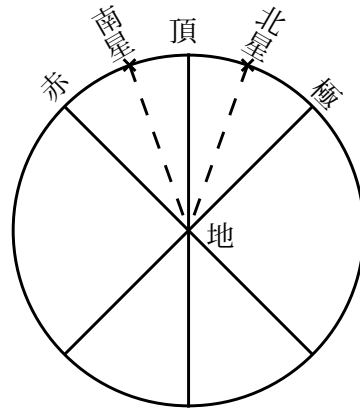
南緯二十六度 東経二十九度

丈であります。其他^{オランダ}和蘭国ライデン天文台米国会衆国フィラデルフィア天文台も近頃までやつて居ましたが、只今は止めて居る様です。

千九百年前^{すなわ}即ち万国共同観測所設置前は、^{ヨーロッパアメリカ}欧羅巴亜米利では非常に許多の天文台で観測をして居りましたが、其後は測地学協会に一任した有様で、誰言うとなく一時に止めてしまった。これも又惜しきことで、緯度変化が単純に回転軸位置変更^{のみ}而已より来る者なれば、いざ知らず其他地方的変化^{など}杯も含んで居りますから、可成^{かなり}は各地の天文台で従前の通りやつて貰いたいと云うことを、千九百六年の総会に余は述べて置きました。

緯度変化研究の沿革歴史の概要は、先ずこんな者であります。次に観測方法、器械、其使用法、極変化軌道其他緯度変化に關聯せる他の現象などの事を逐次御咄し致しましょう。

観測の方法と器械及び其使用法



に当る点なのです。尤も円の中心は其観測地点である、左様すると赤頂兩点間の角度が其地の緯度に当るのです。

今爰に天頂より殆ど南北に等しき距離に二つの星があるとしまして其星の赤緯を δ_s 、 δ_n 又其天頂距離を z_s 、 z_n とし ϕ を以て緯度を示せば

$$z_s = \phi - \delta_s$$

$$z_n = \delta_n - \phi$$

故に

$$z_s - z_n = 2\phi - (\delta_s + \delta_n)$$

なり、即ち

緯度観測の方法は西曆千八百三十四年米國士官タルコット氏の發明にかかるといふので、發明者の名によりタルコット法と稱する方法によるのである。此法は凡て他の方法よりも精密に観測し得るのみならず、極めて簡單であるので誠に卓越なものである。即ち図の如き円を或一つの観測地に於ける子午線と天球の切截面と仮定して、極なる点を地球廻轉軸の方向を北に延長したる線の子午線と切りたる点とする、即ち天に於ける北極点なので、又頂なる点は其観測地の丁度天頂点で、其地に於て糸に重錘を下げた方向の天球と切りたる点となります、又赤なる点は地軸に直角なる線の天球と切り合いたる点で、丁度其地に於ける子午線上の赤道

$$\varphi = \frac{\delta_s + \delta_n}{2} + \frac{z_s - z_n}{2}$$

なる式が出る。尤も精細に申せば此式へ南北星天頂距離の差より生ずる濛気差の差の一項を加えねばならぬのである。凡そ空気が凡ての星を実際より高く見せる。言い換うれば天頂距離を減ずる故、今 z'_s 、 z'_n を南北星の視天頂距離とし、 r_s 、 r_n を各それに対する濛気差改正数とせば

$$z_s = z'_s + r_s$$

又

$$z_n = z'_n + r_n$$

なる故

$$\frac{z_s - z_n}{2} = \frac{z'_s - z'_n}{2} + \frac{r_s - r_n}{2}$$

にして前式は次の如くなる。即ち

$$\varphi = \frac{\delta_s + \delta_n}{2} + \frac{z'_s - z'_n}{2} + \frac{r_s - r_n}{2}$$

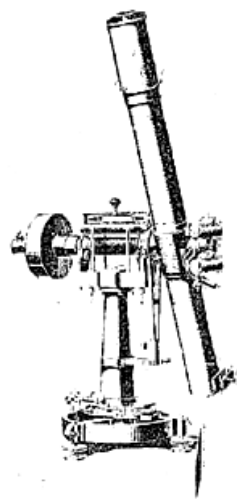
ところが此式の第一項は、両星赤緯平均で、赤緯と云えば星の赤道よりの角度である故何処でもきまつたもので、其度数及び其変化も数学的理論や観測で定まっているから、前以て其星の曆を作つて出せるもの。又第三項の濛気差改正数も計算で出るものだから、只第二項の両星視天頂距離の差丈け観測より出せば、直ぐ其地の緯度が出る訳である。

今若し年々日々同じ南北の対星を測る事が出来れば、面倒なく自然と緯度の変化が出る訳である。所が實際はそう旨く行かぬ、と云うのは第一測る星が小さい、平均六等星位、これは小さくないと測る時誤差が大きくて宜しくない。又対星の数も一つや二つでは観測誤差が平均値へ入つて来るから、可成数多く取らねばならぬ。左様な訳でどうしても観測は夜に限られる、然るに恒星時と平均太陽時とは日毎に四分時づつ違う為、同じ星が年中夜間に子

午線経過をせないから、年の或る時季になると測れなくなる。止むを得ず夜中測りうる星の組を沢山選んで置いて、毎夜二組づつ同じ組を二ヶ月間観測し、次に是迄測った二組の後の組と新しき次の組とを一定の時期間観測すると云う具合にすると、其二つの時期間に於ける共通の組の手立てで凡て組を相互に連結して、丁度同一の一つの組を、測ったと同じ理屈にするのです。此法を名づけて連鎖法と云うて居ります。扱て又此一組の対星数や組数や時期の長さ丈は観測者の勝手にきめて宜しいのでありますが、万国共同観測では各共同観測地皆一定の者でなければならぬから、対星数を一組に八個とし、組数を十二個、一時期の長さを大凡一ヶ月と定めてあります。観測時は何時も日没後一時間と日出前の一時間との間に極めてあります。是は其時分空気の温度の変化の尤も甚しき時で観測上不利だからである。万国共同観測では観測総時間は毎夜四時間で、夏時早きときは午後九時より翌日午前一時、遅きときは午後十一時より翌午前三時まで、冬季早きときは午後七時より十一時まで、遅きときは午後九時より翌午前一時までである。此冬季には概して夏時より早き理は別に学術上理由のある訳でなく、観測者を楽させる為だけである。それでも酷寒の砌は水沢辺は非常なる寒気で、観測する頃には普通摂氏零度以下十度より十五度位なもので、観測者自身の体温さえ器械に影響して困る様な訳であるから、勿論火鉢杯は一切観測室に入れる事が出来ないでなかなか骨が折れます。又短い夏の夜は丁度夜通し働かなければならない様な訳です。併し同じ緯度でも以太利の観測所杯は地中海中の一小島の上にありますから、一年中いつも水沢の春位の温度で観測者に取つて非常の仕合です。尤も水沢は六ヶ所の北緯共同観測所では年平均一番寒いのです。又天気も水沢は年中変り易くて、観測時間中観測室に待つて居ても、纒か一二対星しか測ることが出来ない夜が沢山ありますから、徒勞に終ることが多いです。是れに反して以太利の如きは常に好天気であるから、観測者の骨折甲斐が見えまして羨しい者です。

器械は図の通りで天頂儀と申します。是は全く前述べたタルコット法で、緯度を測定するのみの目的で出来た物で、常に天頂に近き星計りを測るから斯く名づけた訳であります。此器械は真中の心棒を軸としてグルグル廻る事

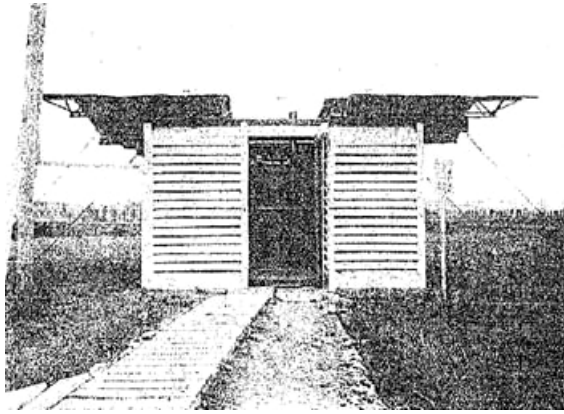
が出来るとし、又横軸を心棒として望遠鏡も自由に廻る。そこで此機械はタルコット方法による為め常に子午線上に望遠鏡を据置きますが、観測するに、先ず其前に来る星に因て天頂より南か北へ何度と望遠鏡の横にある度盛圈で、其又横に附いて居る水準器を読み附て其水準器を丁度水平に据える様に望遠鏡と共に動かすと、望遠鏡は其測ろうと云う星に正しく向つて居ります。



さて星が望遠鏡の中へ来る少し前に横の水準器の度目を読み取り、それから望遠鏡の筒先レンズの焼点（マウ）に張り付けてある測微尺と一所に動く様に出来て居る蜘蛛の糸がある。其糸を星に合して其測微尺の動きたる量を見る為め出来る度盛を読み、其合すのも四度位やつて、それが済むと直ぐ又水準器を読み星の観測中に器械が動かかなかつたかを見るのである。次に器械全体を望遠鏡や水準器に障らぬ様、静かに真中の心棒の廻りを丁度百八十度廻す。そうすると望遠鏡は矢張り子午線上に来て居て、前と反対に天頂より北か南かへ向つて居る。但し天頂距離は前と全く同じである。茲で第二の星を又測微尺で測る、其測る前後水準器を読み記さなければならぬ事第一の星の時と同じである。先ずこれ丈で一つの緯度の観測はすんだのである。扱（さ）てタルコット法に因つて、緯度観測の為尤も必要なる南北両星天頂距離の差は、当然両星に対する測微尺の差と望遠鏡の天頂に対し動きたる高を示し得べき水準器読み取りの差とで知る事が出来ます。是れは只大体の咄（はなし）で、真実精密に緯度を算出する場合には水準器一度目の角価及び測微尺一度目の角価との四季の寒暖に因れる其角価の変化、言い換うれば測微尺摂氏一度に対する温度係数、又其尺の各所に於ける不等を詳しく研究して計算に入れねばならぬので、中々簡単には参りませぬ。尤も水準器南北両星読み取りを殆んど等しくすることは望遠鏡を動かす呼び螺旋で出来る様になつて居るから、熟練の観測者は水準器読み取りの差を殆んど零にする故、角価の誤差は緯度に関係せぬ様になる。又前に申せし如く一組の対星は八個ある故、

其八つの南北天頂距離の差の総計を殆んど零に近くなる様、対星を選び置く故総体の上より測微尺一角価の誤差も自然緯度に影響せね訳である。

観測法



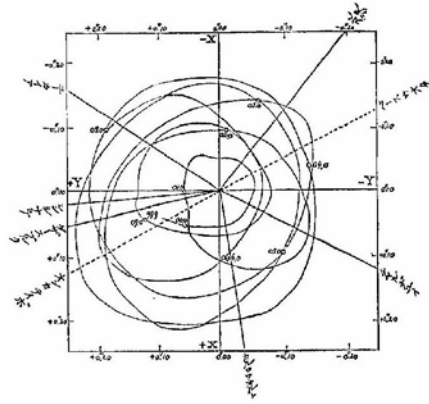
室は図の如き外形で、設形は万国測地学協会中央局技師の手になれる物で、各共同観測所皆同一式である。室の広さは十尺四方高さ七尺で、内部は鉄骨に鉄板を張りたるもの、外部は木製の鎧戸で雪除けの役をなすため屋根は二重で矢張鉄製だが、正真中より二つに割れて居まして、齒車で両方へ開く様に出来て居ます。一体此鉄で造った訳は観測中、室内と室外と成る可く同じ温度にして置く為で、それで外部も鎧戸で空氣の流通自由に出来る様にしてあるのです。又雪除けも大に必要である。冬間降雪直接鉄壁に附きますと直ぐ凍ります。ところが氷は不導體故、鉄板が効能を失いますからです。

天頂儀を据付ける土台は丁度室の真中にありまして、地下凡そ一丈七八尺の処から、花崗岩で堅固に積み上げたもの、室の土台も矢張一丈位下から同じく花崗岩で積み上げたもので、器械の台石と室の台石との間は全く空隙で、屋根の開閉や室内にて人の運動又外部から来る表面震動などは少しも器械に感ぜぬ様に出来て居るので、器械の土台は申す迄もありませんが、室の土台も彼の様に丈夫にして置きませぬと、少し大きな地震でもあると、直ぐに狂いが出来まして床板が器械の土台に障る様になりますし、其上長い間に室の水平が狂って屋根の開閉をあしくするからでもあります。此観測室は全体で建築費六千円計りかかりて居ります。

次に極軸の軌道及び緯度変化と他の現象との関係を申し述べることに致しましょう。

極軸の軌道

万国共同観測開始以来、極軸の軌道は全く北半球六ヶ所の観測結果計りより算出しました者で、上図に掲げた通りであります。図の中心点は地球に固定して居ります点で大凡そ瞬間回転軸の平均位置を示して居ります。又+X線の方向は英国グリニチ天文台の子午線、+Y線は亜米利カの方へ西経九十度に当る地の子午線方向を指して居るのです。又中心よりの輻射線は指名各地の位する子午線方向を示し居るのであります。



扱て又此蛇形の曲線は瞬間回輔軸の地球北極地方に於ける軌道なので、其運行方向は北極の上部より見まして丁度時計の針の動く方向に反対なのです。此曲線中小円のある所は毎年始めの位置でありまして、其側の数字は其西暦年号を顯わして居ります。軌道の大きさは千九百年最小で直径十尺計り、千九百三年最大で四十尺計り、又千九百六年にも最小であります。前の千九百年の時よりも大きくて二十尺計りであります。尤も此図全体は五十尺四方なのです。其割合で精密に大きさが分る訳です。序に申しますが、緯度変化発見以来、万国共同観測開始迄、乃ち千八百九十年始より千九百年始迄丁度十年間中には軌道のまだ大きな時がありまして夫れが千八百九十年頃で大凡五十尺ありました。極軸軌道は単に前図を見たわけでは大層不規則な様ですが、数学的に是れを解折して見ますと、存外規則正しき者で、十四ヶ月計りと十二月則ち一年との週期をもてる二個の週期的運動から成り立ち居る事が分るのであります。が、此事柄を始めて発見したる人は米国のチャンドラル氏であります。氏は非常に古き観測（緯度変化特別観測で

はありません) より近来の観測をも入れて研究されましたが、其結果は大略次の通りであります。

(一)極軸変化は大体二つの週期運行より成り立ち、一つは十二ヶ月他の一つは十四ヶ月の週期なのです、

(二)十四ヶ月運行は又二つの円運行より成り立ちて居りまして、其二つの週期極めて少しの日差をもつて居る者でありますから、其全体の運行螺旋状に似て居ります。して一度小さくなつてより次に小さくなる迄、六七十年の永き時かかるのです。

(三)十二ヶ月運行の形は楕円で、常に大抵同じ大いさで、其長軸方向は常に其全体の運行方向の反対に廻り居りまして、其平均速度は大凡で一年に六度計りであります。併し千八百九十年より千九百一年に亘る観測計りから研究しますと、年週期運行も又二つの楕円運行から成り立ちまして、其週期は十二ヶ月と十三ヶ月とであります。余も三年前に此問題に就いて研究致し、千八百九十年以後而己の観測材料から何にかチャンドラル氏の結果とは違つた者が出て来ぬかを試験して見ましたが、余の出せる結果もさしたる違いもありませんが、大略左に述べましよう。

(一)極軸変化は十四ヶ月と十二ヶ月との週期をもてる二大運行と、外に約九ヶ月と七ヶ月との短週期の二小運行とより成立ちて居ります。

(二)十四ヶ月運行は円ではなくて楕円です。其楕円率は大きくありません。併し其大きさも長軸も位置も絶えず変りて居ります。其一週期の長さも一定して居りませぬが、千八百八十年より千八百九十三年頃迄は約四百三十九日で、其後追々減りまして千九百年より千九百四年迄は約四百三十四日であります。又最近の研究によりまして、千九百七八年頃は最後の日数よりまだ四五日も減つた様であります。

(三)十二ヶ月運行も又楕円で、十四ヶ月運行と同じく、楕円率其大きさ及び長軸位置も絶えず變つて居ります。其長軸位置の變る方向はチャンドラル氏の説の通りですが、其平均速度は少しく、小さくて年に四度半位です。

(四)木村項(千九百年以後には)十四ヶ月週期のもの絶えてなく、主もに十二ヶ月週期計りであります、極軸運行のもてる二小運行と同種の二小運行をも含み居る事が分りました。

(五)千八百九十年前の観測結果(チャンドラル氏の計算)から推算しますと、十四ヶ月運行は昔も又楕円で其大さも楕円率も今より大きかったと云う事が判ります。尤も昔の観測は緯度変化研究の目的でない上に精密さも今程には行きませんから、非常に慥かではありませんけれども大体は間違ひありません。

そこでチャンドラル氏の結果と余のと異つて居る点は、

(一)十四ヶ月運行は円ではなくて楕円なる事。

(二)各運行の軌道法則は中々複雑なる者で、チャンドラル氏の出された者でも、よく實際観測と何時もかも合つと云う訳には行かぬ事。

(三)二小運行のある事。

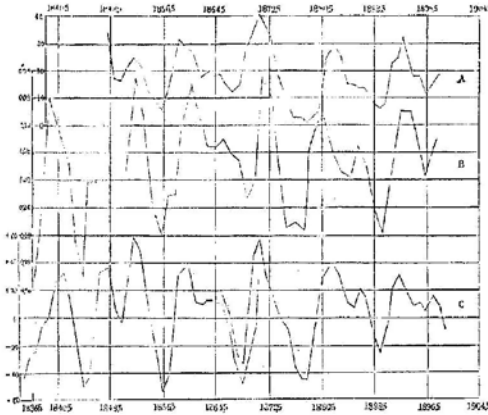
(四)極軸変化の外、他に緯度変化を来す木村項のある事、然かも此木村項中短週期の二小運行あることより、少なくも木村項の一部と極軸変化の一部と相互に關聯して居ると云い得る事。

先ず此四ヶ條であります。

つまり彼様に色々と混雜した者でありますから、数学的に解析するにも非常に困難でありまして、従て其結果も短年間で慥かな者は出せませぬ訳なのです。

緯度変化と他の現象との關係

緯度変化が太陽の活力と相互に關連して居りますことを統計的に確かめた人があります。其人は英国エヂンバラ天文台に居らるるハルムと云う学者で、今より八年程前に此事柄を發見されました。其人の結論は左の個條であ



A= 英国グリニヂに於ける地球磁氣の嵐の度数

B= 緯度変化の半振幅

C= 極光出現度数 (十一年週期をよく示す為め大なる週期のものを取り去りてあります)

ります。

(一)地球回転軸の運行変化は地球磁力の変化と親密なる関係を有ち居る事。

(二)地球磁力は太陽の活力と直接関係がありますからして、地球の運動も間接に太陽表面に起る変化と關聯し居ると云い得る事。

(三)瞬間回転軸と平均軸との距離は、地球磁氣の嵐の強くなるに従つて減ると云う事。

(四)緯度変化の週期は地球磁氣の嵐の強くなるに従つて長くなると云う事。

(五)地球磁氣の嵐と極光の現象との關係に酷く類似しまして、太陽の黒点の十一年週期や、六七十年の長週期杯などが又緯度変化に顯われて居ます。又極光出現度数の不規則なる小変化も地軸変化の振幅曲線の上に顯われて居ります。(左図参照)

又英国地震学者ミルン氏は緯度変化と地震と關係があると申され、世界的大地震の数多くあります時は瞬間回転軸の平均軸より遠く離れます。乃ち緯度すなわの変化も其時大きくなると統計的に証明されました。併し大森博士の研究によりますと、必しもそうでなくて東京では緯度変化の最大最小兩時期に地震殊に著しとのことでもあります。彼様な訳でありますから此事柄はまだ確かでありませぬ。

結 論

此緯度変化問題は発見以来、まだ年数が長くたちませんので善い研究材料たる観測結果が、不充分であります上、原因が種々混雜し

て居ますから、一寸容易に充分な解決を与える事が出来ませぬ。関聯する処は地球自身の内部や、太陽や、氣象や、觀測に使用する恒星の運行やらでありますから、天文学以外の科学の方でも研究して其問題の解決を助くる様にせなくばなりません。併し、兎も角万国共同觀測事業は、始つてからまだ年数は少ないが、功績は非常な者であります。又觀測の精密さも非常に増しまして、今では地球極地方に於きまして瞬間回転軸の一尺位の小さな動きが直ぐ測り知れる様になりました。夫れだから此後は追々問題が解ける様になりましようが、中々短かい年月では六カ敷むつかしかろうと余は信じて居ります。

明治四十一年八月

- 『緯度変化に就いて』（臨時緯度観測所、明治四十一年九月発行）所収。
- 底本として国立国会図書館「近代デジタルライブラリー」の画像を使用した。
- PDF化するにあたり、旧漢字は新漢字に、旧仮名遣いは新仮名遣いに改めた。
- 読みやすさのために、適宜振り仮名をつけた。
- PDF化には $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}_{2_{\epsilon}}$ でタイプセッティングを行い、`dvipdfmx`を使用した。

科学の古典文献の電子図書館「科学図書館」

<http://www.cam.hi-ho.ne.jp/munehiro/sciencelib.html>

「科学図書館」に新しく収録した文献の案内、その他「科学図書館」に関する意見などは、「科学図書館掲示板」

<http://6325.teacup.com/munehiroumeda/bbs>

を御覧いただくか、書き込みください。