

子午線略測法

工學博士 石橋絢彦君

普通子午線ヲ測量スル方法ハ皆航海曆ヲ用フル公式ヲ掲ケタリ又之レナケレバ測量シ難キナリ然ルニ本邦未タ航海曆ノ刊行ナキニ由リ勢ヒ之ヲ外國ニ仰カザルヲ得ズ而シテ外國航海曆ハ容易ク坊間ニ得難ク不便歎ナカラザルナリ故ニ此編ハ最モ得易キ我神宮司廳曆ヲ以テ其欠ヲ補ヘリ又タ此編ニ擧ケタル測量法ハ燈臺ニ備ヘタル日晷儀ノ歪斜ヲ正シ又ハ之ヲ摺付ルニ必要ナル程度ニ止マレバ精密ナルニアラズ

明治十八年中前掲神宮司廳ノ應用法ヲ屬僚ニ示シタリ後又新法ヲ得テ舊稿ヲ改竄シ青山工學士ニ依托シ訂正ヲ加ヘ且ツ算式ノ解釋ヲ添ヘタレバ今將ニ之ヲ屬僚ニ頒タントス其載スル所淺近ト難或ハ後進ヲ裨益スルコトアラン謹ンテ之ヲ編輯員諸君ノ机下ニ呈ス若シ是正ヲ賜ラバ幸甚ナリ

明治三十四年十二月

編者 誌

子午線ヲ求ムル方法

第一 磁針偏差

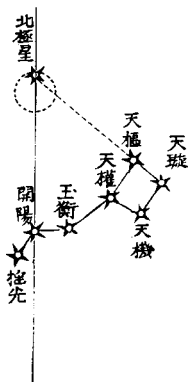
海圖ヲ披キ磁針ノ偏差ヲ觀測シタル年度ヨリ當年ニ至ル年數ヲ算シ毎年偏差(四ナ)三分宛ヲ増スモノトシテ當年ノ偏差ヲ求メ子午線ヲ定ムベシ此ハ極メテ粗略ノ法ナリ

但シ磁針ハ當今西方ニ偏倚シ毎年約三分ヲ増加スレドモ偏西ノ極度ニ達スレハ反テ東方ニ復シ又タ偏東ノ極度ニ達スレバ再ビ西方ニ偏スルモノトス本邦ニ於ケル其偏差ノ東西極度ハ未タ明瞭ナラズ

第二 垂鉛線

長キ垂鉛線ヲ垂レ其下端ヲ水瓶ニ没シ風ニ動搖セザラシメ第一圖ノ如ク北極星ト開陽星ト共ニ此線中ニ遷ルトキ測點ト錘線ヲ通スル方向ヲ眞北ト定ムベシ此モ亦タ略法ナリ

第一圖



開陽星ヲ用ヒガタキ時節ニハかしおびあ座ノ δ (閣道三)ト北極星ノ一垂線ニ入レル方向ヲ子午線トスベシ此星ハ北極星ヲ挿ンデ殆ンド開陽星ト相對シ北極星ヲ距ル度モ亦タ相似タリ(星圖ニ就テ見ルベシ)

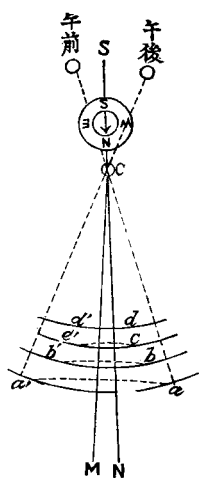
開陽星ト北極星ヲ通スル面ハ明治三十二年ニ北極星ヲ通スル子午線ト殆ンド同位ナリシガ此後ハ六年間

ニ約貳分宛東ニ移リ又タ閣道三ト北極星ヲ通スル面ハ明治二十年ニ殆ンド同位ナリシガ其以後ハ六年間ニルソ貳分宛西ニ遷ルト云フ

第三 H 影

方二尺許ノ平板ニ紙片ヲ貼附シ水平ニ据ヘ磁針ヲ其上ニ置キ南北ヲ通ジテ第二圖ノ如ク板

第二圖



上ニ一直線SCNヲ引キC點ヲ中心トシ大小數弧ヲ畫シC點ニ長五六寸ノ尖頭柱ヲ垂直ニ立テ午前八時ヨリ九時半マテ約三十分毎ニ弧ニ映ズル柱頭ノ影ニ點シa b c dトシ再ヒ又タ午後二時半ヨリ弧ニ映スル柱頭ノ影ニ點シd' e'

b' a' トシ諸點ノ間ニ aa' bb' cc' dd' ヲ引キ其折半點ト C ヲ通スル方向ノ平均線 CM ヲ引キ子午線トス此法ハ日赤緯差及視差ヲ參ヘ考ヘザレバ正確ナラズ然レトモ略測ニハ足レリ左ノ方法ハ之ヨリ稍々精密ナリトス

第四 太陽儀ヲ用フル法

太陽儀ハ子午線ヲ求ムルニ最モ簡便ナル器械ニシテ Solar Compass ト云フ其製羅盤ニ類シ前後ニ見透板アレドモ中央ニ磁針ヲ置カズ又之ヲ以テ方位ヲ定ムルニアラズ中央ニ備ヘタル要部ハ度目ヲ描シタルモノニシテ緯度弧日赤緯弧及時角弧ト云フ之ヲ用フルトキハ豫メ地圖ニ就テ其地ノ緯度經度ヲ畧定シ又タ神宮司廳曆ニ掲ケタル當日ノ日赤緯ヲ索メ折光改正表ニ據テ視日赤緯ニ改正シ又百三十五度ノ時刻ニ對スル時差ヲ算シ其地ノ日南中時ヲ索メ測量地ノ緯度ニ緯度弧ノ度ヲ合セ又視日赤緯ヲ日赤緯弧ノ度ニ合セ日南中時ヨリ二十分許前ニ觀測ヲ始メ太陽ノ赤道野線 (Equatorial Sight) ニ正中シタル時ノ方向ヲ子午線ノ方位トスルナリ

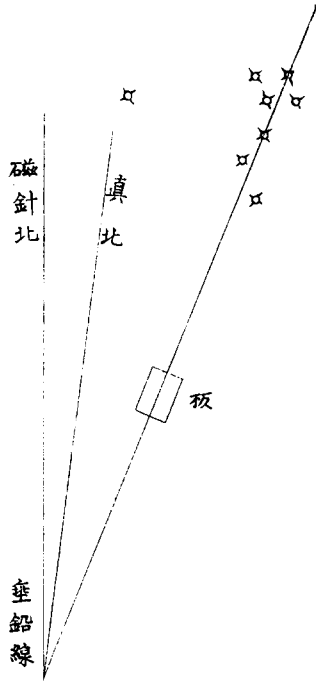
太陽儀ノ用法ハ予ガ著平面測量術第八編ニ詳カナルヲ以テ茲ニ略ス其書ハ東京彌左衛門町一番地工學書院ヨリ發賣ス

第五 近極星

近極星ヲ用ヒテ眞方位ヲ定ムル教法アリ左ニ二星ヲ垂線中ニ見ル法ヲ記ス

第三平面圖ノ如ク鉛線ヲ垂レ下端ヲ水瓶ニ入レ燭ヲ以テ照シ北極大熊坐ノ天璇玉衡二星(天玉衡) 同時ニ鉛線ニ入ルヲ候フベシ是ヨリ先キ其觀測處ヨリ數百尺ヲ距テ二星ニ當ル地ニ幅

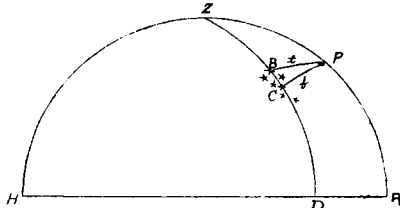
第 三 圖



八寸厚壹寸許ノ板ヲ建テシ
メ二星ノ鉛線ニ入ルヲ觀測
シタルトキ信號ヲ施シ見透
線中ニ於ケル板ニ鐵釘ヲ打
込マシメ（但燭ヲ以テ釘ヲ打
テ照ヲスベシ） (3) 式
ヲ以テ其釘ノ眞方位ヲ定ム
ベシ此法ヲ行フニハ豫メ觀

測地ノ緯度ヲ略測スベシ
垂鉛線ヲ用ヒズ經緯儀ヲ用フルトキハ經緯儀ヲ水平ニ据ヘ磁針北
ヲ零トシ度圓盤ヲ緩ルメ窺筒ヲ横ニ旋ハシ又ク縱直ニ動カシ二星
ヲ窺ヒ其垂直線ニ入ルトキ窺筒ノ橫動ヲ止メ (3) 式ニ據リ二星ノ眞
方位ヲ算スベシ此法ヲ行フニハ正シク經緯儀ヲ整理シテ用フベシ
(3) 式ノ解ハ下ノ如シ第四圖ノハ頂點Pヘ北極（HZPR）ヘ觀測地ノ子午線BC
ハ二星ノ角距（ZBCD）ハ二星ノ鉛線ニ入ル時ニ於テ二星ト頂點ヲ通スル
大圓トスレバZPCノ弧三角形ニ於テ左ノ比例ヲ得ル

第 四 圖



$$\sin Z : \sin CP :: \sin C : \sin zp \dots\dots\dots (1)$$

式中 Z=方位角 CP=極距=90-赤緯=b

$$ZP = 90 - \text{緯度ナルニヨリ} \quad \sin ZP = \cos(\text{lat})$$

$$\text{由テ} \quad (1) \text{式ハ次ノ如シ} \quad \sin \text{方位角} = \frac{\sin b - \sin c}{\cos(\text{lat})} \quad (2)$$

(2) 式ノCヲ求ムルヲ左ノ如シ即チBPC 弧三角形ニ於テ $CP = b, BP = c, \angle C$ 星(玉衡) β 星(天璇)ノ極距乃餘赤緯)又 $BPC = P$ ハ赤經 (Right ascension) ノ差ナレバ航海曆恒星位置ノ部(星ノ赤經ト赤緯ト年差ト)ニ就キ b, c, P ヲ定メ弧三角形ニ邊狹角ノ公式ニ從ヒCヲ求ムルヲ容易ナリ

右ニ星ノ年動ハ僅少ナルヲ以テBPCノ形ヲ變スル微ナレバ $\sin b \sin c$ ノ値ハ一年ヲ通シテ一恒數ヲ用フルモ大差ナシトス由テ(2)式ハ(3)式ノ如ク改ムルヲ得ベシ

$$\text{Log} \sin(\text{方位角}) = \text{恒數} - \log \cos(\text{lat}) \quad (3)$$

其恒數ハ航海曆ニ據リ數年後ニ當ルモノヲ求メ得ベキニ由リ明治三十二年後十五年間ノ恒數ヲ左表第二行ニ示ス

此法ハ特ニ大熊坐ノ二星ニ限ラス豫メ航海曆ニ就キ或ル近極二星間ノC角ヲ算シ置カハ何レノ近極星ニモ用ヒ得ベシ左ノ第三行ハざらこにす坐 β, δ ヲ垂直線ニ觀測シタルトキ用フベキ $\text{Log} \sin b \sin c$ ノ價ナリ

ざらこにす坐 β 及 δ

= 星 = 係ル恒數

$\sin b \sin c$

- 19.48486
- 19.48475
- 19.48464
- 19.48453
- 19.48442
- 19.48431
- 19.48420
- 19.48408
- 19.48397
- 19.48386
- 19.48375
- 19.48364
- 19.48353
- 19.48342
- 19.48330

〔例〕 明治三十二年一月北緯三十七度二十七分十五秒ノ地ニ於テ大熊坐ノ β 及ヒ ε ニ星ヲ垂直線ニ觀測シタル方向ハ子午線ノ西ニアリ磁針方位ニテ三百二十二度八分ニ當ル間フ磁針偏差若干

大熊坐 β 及 ε = 星 = 係ル恒數

年次	$\sin b, \sin C$
明治三十二	19.72970
" 三十三	19.72976
" 三十四	19.72983
" 三十五	19.72990
" 三十六	19.72996
" 三十七	19.73003
" 三十八	19.73009
" 三十九	19.73016
" 四十	19.73023
" 四十一	19.73029
" 四十二	19.73036
" 四十三	19.73042
" 四十四	19.73049
" 四十五	19.73056
" 四十六	19.73062

表中ノ恒數

$$\log \cos 37^{\circ} 27' 15''$$

$$= 10.7296981$$

$$\log \sin (\text{方位角})$$

$$= 9.8296551$$

方位角

$$= 42^{\circ} 32'$$

真方位

$$= 360^{\circ} - 42^{\circ} 32' = 317^{\circ} 28'$$

磁針方位

$$= 322^{\circ} 8'$$

第六 太陽ノ兩同高度

第五圖ノ如ク（午前八時後）太陽ノ高度ト方位ヲ測リ午後又タ同一高度ニ遷ル方位ヲ測リ午前

午後ノ方位ノ中ヲ採リ改正ヲ施シ子午

線ヲ求ムルモノニシテ壹人六分儀ヲ以

テ高度ヲ測リ一人經緯儀ヲ以テ地平角

ヲ測レバ得ル處精密ナルニ由リ茲ニ其

ノ法ヲ示ス唯一人經緯儀ヲ以テ高度ト

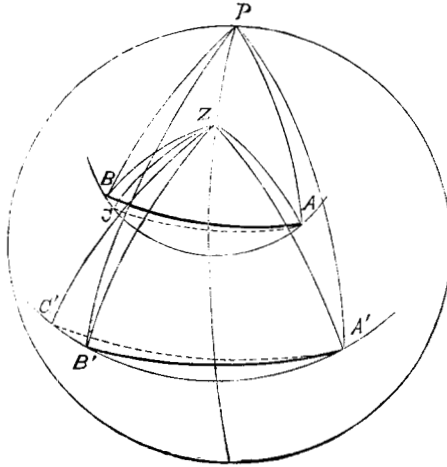
方位ヲ同時ニ測ルモ亦タ同一算式ヲ用

フベシ此法他法ニ比ベ幾分カ器械ノ誤

差ヲ消除スルニ由リ得ル所精密ナリト

ス

第五圖



Pハ北極
Zハ頂點
A、A'ハ
午前太
陽ノ位
置
B、B'ハ
午後太
陽ノ位
置

經緯儀ヲ以テ太陽中心ノ方位ヲ測ルベ
キナレドモ實際窺筭十字毛ヲ太陽ノ中

心ニ當テ難ケレバ十字毛ヲ太陽ノ邊ニ觸レシメ太陽視半經（太陽視半經ハ季節ニ増減アリ神宮
司廳用東京天文台正午ノ數ヲ擧ク）

ヲ加ヘ（減又シハ）太陽中心ノ方位ニ改ムベシ否ラサレバ次ニ記スル如ク太陽ノ東邊ト西邊ヲ測

リ平均スベシ此ノ如クセバ自ラ太陽中心ヲ測ルニ同シキヲ以テ視半經ノ改正ヲ施スヲ要セ

ス

甲ノ測手豫定セシ高度ニ六分儀ノ腕ヲ緊住シ午前ニ於テ其窺筒ヲ水銀盤ニ映スル太陽映像ニ向ケ視太陽上邊映像ト觸ル、ニ及ヒ經緯儀測手乙ニ止メロト令スベシ是ヨリ先キ乙ノ測

手ハ經緯儀度圓盤ノ零點ニ合セタル窺筒ヲ鮮明ナル物体ニ向

ケ緊住シ窺筒ヲ弛メ東西ノ間ニ向ケ太陽ヲ窺ヒ度圓盤ヲ徐旋

シ第六圖甲ノ如ク太陽ノ西邊ヲ縱毛ニ觸レシメ甲測手ノ止メ

ロノ令ヲ聞テ回旋ヲ止メ地平角ヲ讀ムベシ別ニ丙測手ヲ置キ

止メロノ令ヲ聞キ時刻ヲ檢セシムベシ是ニテ第一回ノ觀測ヲ

終レリ

次ニ六分儀測手ハ猶ホ水銀盤ヲ窺ヒ太陽下邊ト映像ト觸ル、

トキ經緯儀測手ニ止メロト令スベシ是ヨリ先キニ經緯儀測手

ハ縱圈ニ觸レズ窺筒ヲ平ラニ旋ヘシ乙圖ノ如ク縱毛ヲ太陽東

邊ニ觸レシメ止メロノ令ヲ聞テ回旋ヲ止メ地平角ヲ讀ムベシ丙測手ハ其令ニ應シ時刻ヲ檢

スベシ是ヲ第二回觀測トス

經緯儀ノミニテ觀測スルニハ第一回ニハ毛條ヲ太陽ノ上邊ト西邊ニ觸レシメ第二回ニ下邊

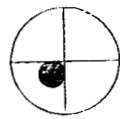
ト東邊ニ觸レシムルヲ以テ其得ル高度ト地平角ヲ平均セバ十字毛ノ中心ハ太陽ノ中心ニ當

ルナリ

午後ニ至リ六分儀測手ハ先ツ太陽下邊ヲ測リ經緯儀測手ハ西邊ヲ測ル丙圖ノ如クシ次ニ六

分儀測手ハ上邊ヲ測リ經緯儀測手ハ東邊ヲ測ル丁圖ノ如クス但シ時刻ヲ檢スルハ地方時ヲ

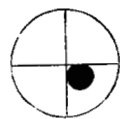
第 六 甲



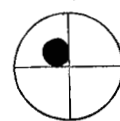
乙



圖 丁



丙



精測スルニアラズ其時ノ間隔ヲ精測スルナリ

午前及ヒ午后ニ測ル地平角ヲ二分シタル方位ハ大略子午線ヲ指スモ太陽ノ赤緯ハ斷ヘズ變
 スルニ由リ左式ヲ以テ其二分一方位ヲ改正シ眞子午線ヲ得ルナリ其二分一方位ハ冬至ヨリ
 春分ヲ經テ夏至マテ眞子午線ヨリ西ニ偏シ又タ夏至ヨリ秋分ヲ經テ冬至マテ東ニ偏スルニ
 依リ

冬至ヨリ春分ヲ經テ夏至迄 (赤緯ノ漸次北ニ變ル季節)

改正數ハ負

トス

夏至ヨリ秋分ヲ經テ冬至迄 (赤緯ノ漸次南ニ變ル季節)

改正數ハ正

$$\text{眞子午線方位} = \frac{1}{2}(\text{地平角ノ和}) \pm \frac{1}{2}D \times \sec L \times \operatorname{cosec} \frac{1}{2}A$$

此式ノ証ハ附録甲號ニ擧ク命名ハ左ノ如シ

L ハ 觀測地ノ緯度 (地圖ニ據ルカ又ハ略測シテ用フベシ)

A ハ 午 前 觀 測 時 ヨ リ 午 後 觀 測 時 ニ 至 ル 時 間 ヲ 一 時 間 十 五 度 ノ 比 例 ニ テ 角 度 ニ 改 メ タ ル モ

D ハ 午 前 觀 測 時 ヨ リ 午 後 觀 測 時 ニ 至 ル 間 ニ 變 シ タ ル 秒 數 赤 緯 ナ リ 之 ヲ 求 ム ル 略 法 左 ノ 如 シ

Dヲ求ムル法 神宮司廳曆日赤緯欄ニ東京天文台正午ニ於ル赤緯ヲ示スニ由リ同曆ヨリ一

時間ノ赤緯差ヲ求メ (當日赤緯ト前日赤緯ノ差ニ當日赤緯ト明日赤緯ノ差ヲ加ヘ四十八分シ一時

間ノ赤緯差トス但春分秋分前後十二三日間ハ約ツ五十九秒ナリ他ハ是ヨリ

小ナ) 午前觀測ヨリ午後觀測ニ至ル時間ニ乘シDヲ得ベシ (但シ英國航海曆毎月ノ部一表六行ニ

算スルモ) 左ニ一例ヲ擧ケテ其應用ノ法ヲ示ス (舉ル緯度正午赤緯ノ時差ヲ乘シDヲ

(例) 明治三十一年五月十三日下總銚子港 (北緯大約三十度四十三分) ニ於テ太陽ノ高度ヲ三十九度ニ定

メ方位ヲ觀測シ左數ヲ得タリ問フ眞方位如何

但シ左數中平均ノ段ハ觀測後ニ算シタルモノトス

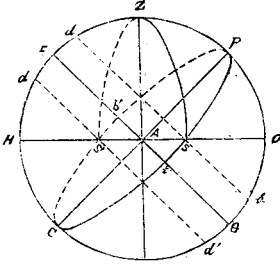
	時	分	秒	塔ヨリ測ル地平角
午前第一回觀測	8	20	14	15° 5' 30"
" " 二回 "	8	23	22	15° 9' 15"
午前平均	8	21	48	15° 7' 22"
午後第三回觀測	4	2	13	193° 24' 30"
午後第四回觀測	4	5	20	193° 28' 45"
午後平均	4	3	46	193° 26' 37"

平均地平角午前	15°	7'	22"
平均地平角午後	193°	26'	37"
平均地平角	208°	33'	59"
	104°	16'	59"

平均時刻	時	分	秒
{ 午前	8	21	48
{ 午後	16	3	46
經過時刻	7	41	58
經過時刻	3	50	59 = 3.850

日	赤緯	時	分	秒	日差	改正
十二日	赤緯	18°	6'	48"	14'	59"
十三日	"	18	21	47	14'	40"
十四日	"	18	36	27	14'	29"
					29'	39" = 1779"

第七圖



第七 太陽單高度法

第七圖中 P ヲ北極 Z ヲ頂點 S ヲ太陽中心トスレバ ZPS ノ弧三角形ニ於テ

$PZ = \text{餘緯度} = 90 - \text{緯度}$

$PS = \text{極距} = 90 \pm \text{赤緯}$ (太陽ノ赤緯北ナレハハ符又々南ナレバハ符用フ)

$SZ = \text{餘高度} = 90 - \text{高度}$

右ノ如ク弧三角形ノ三邊ヲ知レバ何レノ角或ハ邊ニテモ求メ得ベシ本題ニ要スルモノハ圖中極距 PS ニ對スル PZS 角ニシテ算式左ノ

時差 = $1779'' + 48 = 37.''06$

$\frac{1}{2}D = 37.''06 \times 3.850 = 142.''68$

$\frac{1}{2}A = \text{經過時 } 3^{\text{h}} 50^{\text{m}} 59^{\text{s}} \text{ ヲ角度ニ改メタルモノ} = 57^{\circ} 44' 45''$

$\log \frac{1}{2}D = \log 142.''68$

$\log \sec L = \log \sec 35^{\circ} 43'$

$\log \operatorname{cosec} \frac{1}{2}A = \log \operatorname{cosec} 57^{\circ} 44' 45''$

改正秒數

$$= 2.154367$$

$$= 10.090490$$

$$= 10.0727.89$$

$$= 22.317646$$
 改正秒 = $3^{\text{h}} 28^{\text{m}}$

平均地平角

$104^{\circ} 16' 59''$

$3' 28''$

$104^{\circ} 13' 31''$

$104^{\circ} 13' 31''$ 東

乃チ塔ノ方位正南ヨリ

如シ

$$S = \frac{1}{2}(PZ + PS + SZ)$$

$$\cos^2 \frac{1}{2}Z = \sin s \sin (S - Sp) \operatorname{cosec} Z \operatorname{Pcosec} SZ$$

前式ノ既知數ヲ定ムルコト左ノ如シ

緯度 ○地圖ニ據ルカ又ハ略測シテ用ユベシ

赤緯 ○神宮司廳曆ニ舉クル東京天文台正午ノ赤緯ニ基キ算スルモノナリ故ニ中央標準時

ヲ東京地方時ニ改ムルヲ便トス

中央標準時ヲ東京地方時ニ改ムルニハ中央標準時起點英國東經百三十五度ト東京經度百

三十九度四十四分三十秒トノ經度ノ差乃チ四度四十四分三十秒ニ對スル時刻十八分五十

八秒ヲ中央標準時々刻ニ加ヘ東京地方時トス例ハ中央標準時ニテ午前九時ハ東京地方時

ニテ午前九時十八分五十八秒ナリ

觀測時ノ赤緯ハ觀測日ノ季節ニ從ヒ觀測時ノ正午ヲ距ル時間ニ相當スル赤緯差ヲ左ノ如ク

觀測日正午ノ赤緯ニ加減シテ求ムベシ

冬至ヨリ春分ヲ經テ 午後ノ觀測ハ減ス

夏至マテ 午後ノ觀測ハ加フ

夏至ヨリ秋分ヲ經テ 午前ノ觀測ハ加フ

冬至マテ 午後ノ觀測ハ減ス

大陽ノ高度○高度ヲ測ルハ經緯儀一器ニテ足レモ六分儀ヲ以テ高度ヲ測リ經緯儀ヲ以テ地

平角ヲ測ルヲ精密トス其法左ノ如シ

〔第一回〕 經緯儀測手ハ經緯儀度圓盤ノ零點ニ合セタル窺筭ヲ鮮明ナル測標ニ向ケテ緊住シ窺筭ヲ弛メ太陽ニ向ケ高度ヲ觀測スルニ十字縱毛ノ左ニ觸ル、時六分儀測手ニ止メト令スベシ
六分儀測手ハ太陽ヲ橫毛ノ下ニ觸レシメ徐轉シ經緯儀測手ノ止メノ令ヲ聞キ高度ヲ測ルモノトス

別ニ測手ヲ置キ經緯儀測手ノ止メノ令ヲ聞キ標準時ヲ記載スベシ第二回第三回第四回モ同様トス

〔第二回〕 經緯儀測手ハ第一回觀測ノ窺筭ヲ橫ニ旋サズ縱ニ動カシ太陽縱毛ノ右ニ觸ル、時六分儀測手ニ止メト令スヘシ

六分儀測手ハ太陽ヲ橫毛ノ下ニ觸レシメ徐轉シ經緯儀測手ノ止メノ令ヲ聞キ高度ヲ測ルモノトス

〔第三回〕 經緯儀測手ハ窺筭ヲ緩メ橫ニ旋ハシ太陽縱毛ノ左ニ觸ル、時六分儀測手ニ止メト令シ地平角ヲ讀ムベシ

六分儀測手ハ太陽ヲ橫毛ノ上ニ觸レシメ徐轉シ經緯儀測手ノ止メノ令ヲ聞キ高度ヲ測ルモノトス

〔第四回〕 經緯儀測手ハ第三回觀測ノ窺筭ヲ橫ニ旋サズ縱ニ動カシ太陽縱毛ノ右ニ觸ル、時六分儀測手ニ止メト令スベシ

六分儀測手ハ太陽ヲ橫毛ノ上ニ觸レシメ徐轉シ經緯儀測手ノ止メノ令ヲ聞キ高度ヲ測ルモノトス

ノトス
前後四回ノ觀測ヲ平均シテ一組ノ視高度トス
精密ヲ欲セバ六組ノ觀測ヲ施スベシ
日没ヲ觀測スルニハ太陽ヲ縱毛橫毛ニ觸レシムル位置ヲ前記ノ方法ニ反セシムベシ
視高度ハちやんば一對數四二八四二九頁平均折光差溫度改正表視差表ニ由リ現高度ニ改ム
ベシ

〔例〕明治三十一年四月十八日午後凡ソ五時三十分中央標準時博多燈台ニ於テ太陽方位ト高度
ヲ觀測スル左表ノ如シトセバ磁針偏差幾何ナルヤ

但シ東京觀象台經度ハ英國綠威百三十九度四十四分三十秒博多ハ東經百三十度二十三
分五十秒北緯三十三度三十六分三秒又六分儀ノ指差負五十二秒氣壓三十吋〇五溫度華
氏六十四度(時計が中央標準時ナレバ經度ヲ算入セス若シ時計が地方時ナレバ經度ヲ算入スベシ)

觀測時	視高度	方位
第一回 5. 35. 4 ^a	30° 53' 15"	257° 00' 00"
第二回 5. 40.	30° 29' 00"	257° 00' 00"
第三回 5. 45.	30° 39' 10"	257° 40' 00"
第四回 5. 50.	30° 14' 00"	257° 40' 00"
4) 22 50	120° 135' 25"	1028° 80' 00"
5. 42.	30° 33' 51"	257° 20' 00"
視高度	30° 33' 51"	
平均折光差	—	1' 37"

温度六十四度改正 + 3"
 氣壓30.05吋改正 - 1"
 視差 + 8"
 指差 - 52"

 30° 34' 46"

但シ太陽左右上下交處同數ニ測ラサレハ太陽視半徑ヲ加減スヘシ太陽視半徑ハ神宮司廳曆ニテ
 S Z = 90° - 實高度 = 90° - 30° 34' 46"
 = 59° 25' 14"

四月十七日 赤緯 = N 10° 26' 46" } 23' 02"
 四月十八日 " = N 10° 47' 48" }
 四月十九日 " = 11° 8' 40" } 20' 52"

 48) 43' 54"

四月十八日赤緯時差 54." 87
 赤緯ノ變スル度 54.87 × 5" 42" = 312.86
 = 5' 12." 86

十八日赤緯 10° 47' 48."
 博多觀測時赤緯 10° 53' 0." 86
 P S = 北極距 = 90° - 10° 53' 0." 86
 = 79° 6' 59." 14

P Z = 90° - 緯度 = 90° - 33° 36' 3" = 56° 23' 57"
 P Z = 56° 23' 57"

S = 1/2(P Z + P S + S Z) = 1/2 { P Z = 56° 23' 57"
 P S = 79° 6' 59."
 S Z = 59° 25' 14"

 194° 56' 10"

$$\begin{aligned}
 S &= 97^{\circ} 28' 5'' \\
 S - PS &= 18^{\circ} 21' 6'' \\
 \log \sin s &= \log \sin 97^{\circ} 28' 5'' = \\
 \log \sin(S-PS) &= \log \sin 18^{\circ} 21' 6'' = \\
 \log \sin ZP &= \log \sin 56^{\circ} 23' 57'' = \\
 \log \sin SZ &= \log \sin 59^{\circ} 25' 14'' =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (A) \text{ ヲリ } (B) \text{ ヲ減ス} \\
 \{(A) - (B)\} \frac{1}{2} \\
 \log \cos 48^{\circ} 42' 53'' \\
 \frac{1}{2} = 48^{\circ} 42' 53'' \\
 \frac{1}{2} = 97^{\circ} 25' 46'' \\
 360^{\circ} - \frac{1}{2} = 262^{\circ} 34' 14'' \\
 \frac{1}{2} = 257^{\circ} 20' 0''
 \end{aligned}$$

距離 5° 14' 14" W

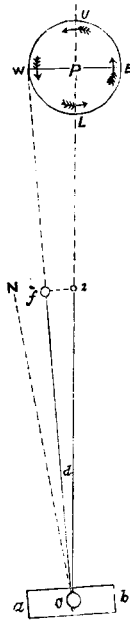
第八北極星

地球ハ一恒星日(乃ザ平時ノ二十
三時五十六分余)ニ一回轉スルニ由リ北極星ハ第八圖ノ如ク眞北極Pノ周圍ヲ回轉ス其回リテ子午圈ノ極高Uニ到ルヲ上經過Upper culminationト云ヒ極卑ニ到ルヲ下經過Lower culminationト云ヒ極東Eニ到ルヲ次東角Eastern elongationト云ヒ極西Wニ到ルヲ次西角Western elongationト云フ地球ヨリ見ルトキハ其東又タ西ニ遷ルハ急ニシテ上下ニ遷ルハ遅キヲ以テ觀測者ノ時辰儀正シカラス十分時乃至十五分時ノ遲速アルモ觀測シタル角度ノ誤差小ナリトス星ノ次東(西)角ニ遷ル十五分時以內ニ觀測セバ得ル方位正確ナレド十五分時以上三十分時

以內ニ觀測セバ方位ニ於テ一分以下ノ誤差ヲ生ス
 次東角次西角ヲ測ルニ經緯儀羅盤儀共ニ用フベケレドモ茲ニ羅盤儀ヲ用フル法ヲ説ク經緯
 儀ヲ用フル法ハ説明ヲ俟タズシテ曉ルニ易シ

第八圖ノ如ク北方ニ數百尺ノ平地アル所ヲ撰ミ高サ十五尺乃至二十尺アル屋檐又ハ不動体
 ニ細綸ヲ結ヒ綸ノ下端ニ錘鉛ヲ結ビ之ヲ水瓶中ニ垂下セシメ南方ニ距リ(夜間綸ヲ認ムルヲ度トス)高
 四五尺ノ杭ヲ東西ニ樹テ杭頭ニ平ラニ削リタル長三尺許ノab板ヲ固釘シ其板上ニC羅盤儀
 (板上ヲ滑ラストキ動キ易キヲ防グ爲メ重キ木台ヲ取付クベシ)ヲ据エ杭二本釘らむふヲ備へ甲表ニヨリ夜間ニ於ケル北極星

第八圖



次東(西)角ノ時刻ヲ求メ約三十分前
 ニらむふヲ以テ垂鉛綸ヲ照シ羅盤儀
 ヲ水平ニ据へ其前後見透板ノ隙間ヨ
 リ垂鉛綸ト北極星ヲ一直ニ窺フベシ

星ノ次東(西)角ニ遷ルニ從ヒ運行漸ク遅ク終ニ遷ラザルニ至リ後方見透板隙間ヨリ星ト綸ヲ
 合セ見(前方見透板高クレバ同時ニ兩見)又夕前方見透板隙間ヨリ星ト綸ヲ合セ見再三反覆シ前
 后兩見透板ヨリ綸ト星ヲ一直ニ見透スニ及ンデ羅盤儀ヲ固住シ此處ヲ距ル北方數百尺ノ地
 ニ杭ヲ打チ杭頭ニ縱ニ二分許ノ縱隙ヲ設ケタル板ヲ建テ紙ヲ以テ其隙ヲ遮リ板後ニら
 むふヲ照ラシ遠クC羅盤儀ヨリ綸ト縱隙ヲ見透シ其線ニ於テ杭頭ニ釘ヲ打ツベシ是ニ於
 テ羅盤儀ニ掩蔽ヲ施シ其位置ヲ護リ變動セサラシムベシ
 次日午前十時頃精密ナル鋼卷尺ヲ以テ南杭(羅盤儀ノ中心)ト北杭トノ距離ヲ測リ次ニ乙表ニ就キ

テ觀測地ト觀測時ニ相當スル北極星ノ方位角ヲ求メ其角ノ正切ニ南北杭間ノ距離ヲ乘ジ勾トシ次ニ視方器ヲ以テ北杭ヨリ西ニ向ヒ若シ次四角ヲ測レバ東ニ向フベシ南北線ニ直角ヲナス線ヲ引キ勾ノ長サユ同シクシ勾ノ終ル所ト羅盤儀ヲ通スル方向PCヲ眞子午線トス

又タ觀測セントスル時刻ニ北極星ノ次東角又ハ次西角ヲ見ル能ハサレバ上下經過ヲ觀測スベシ北緯三十四度ニ於テハ上經過ハ次東角ヨリ遅キコト五時五十五分七下經過ハ次西角ヨリ遅キ六時二分、四トス上下經過ハ急ナルヲ以テ觀測シ難ケレド二分時以内ニ測レバ方位角ニ生ズル誤差一分以下ナリ上下經過ノ方向ハ眞北ナルヲ以テ改正ヲ要セズ

北極星ノ次東角次西角ニ於ケル標準時及方位角

甲表ノ次東角、次西角ハ綠威東經百卅五度(本邦ノ中央標準時點)北緯卅四度ニ於ケル明治卅四年ノ天文時刻(當日ノ正午ヨリ整日正午マテ通算ス)ナルニヨリ觀測スル地方ノ經緯度及ヒ年月ニヨリ左ノ如ク改正スベシ

第一 東經百三十五度ヨリ西ナレバ經度一度ニ付參分時九九ヲ加ヘ東ナレバ三分時九九ヲ減スベシ

第二 北緯三十四度ヨリ南ニ於テ緯度一度ニ付零分時、一五ヲ減シ北ニ於テ緯度一度ニ付零分時一ヲ加フ次西角ハ之ニ反ス

第三 表ニ舉ゲサル日ノ時刻ヲ求メンニハ插間法ニ據ルカ又ハ一日ニ付三分時九三ヲ減スヘシ

第四 明治三十四年ヨリ以後ハ一年ニ付零分時四二ヲ加ヘ別ニ左ノ如ク改正スヘシ
西丑巳 加減セス 成寅午 一分時ヲ加フヘシ

乙 表

北 緯	明治三十四年以後一年毎ニ 北極星方位角ノ減スル角度	北緯三十四度ト各緯度 トノ方位角ノ差
22°	20''.256	- 9'.3317
23°	20.270	- 8.7595
24°	20.558	- 8.1548
25°	20.724	- 7.5160
26°	20.897	- 6.8418
27°	21.080	- 6.1310
28°	21.271	- 5.3824
29°	21.475	- 4.5940
30°	21.687	- 3.7648
31°	21.911	- 2.8933
32°	22.148	- 1.9767
33°	22.395	- 1.0130
34°	22.655	
35°	22.929	+ 1.0635
36°	23.218	+ 2.1814
37°	23.514	+ 3.3558
38°	23.837	+ 4.5893
39°	24.169	+ 5.8863
40°	24.521	+ 7.2493
41°	24.889	+ 8.6819
42°	25.277	+ 10.1895
43°	25.683	+ 11.7753
44°	26.183	+ 13.4445
45°	26.566	+ 15.2024
46°	27.042	+ 17.0559

子午線略測法

乙表ノ例

北緯四十二度ニ於テ明治三十七年三月二日ノ北極星ノ方位角ヲ求

ム

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{array}{l} \text{北緯三十四度ニ於テ明治三十四年} \\ \text{三月二日ノ北極星ノ方位角} \end{array} \right\} = 1^{\circ} \quad 27'.9580 \\
 & \text{北緯三十四度ト四十二度トノ差} = +10.1895 \\
 & \left. \begin{array}{l} \text{北緯四十二度ニ於テ明治三十四} \\ \text{年三月二日ノ北極星方位角} \end{array} \right\} = 1'' \quad 38'.1475 \dots\dots\dots(A) \\
 & \left. \begin{array}{l} \text{北緯四十二度ニ於テ北極星方位} \\ \text{角ノ年差} \end{array} \right\} = -25.''277 \\
 & \left. \begin{array}{l} \text{北緯四十二度ニ於テ明治三十四} \\ \text{年ト同三十七年トノ差角} \end{array} \right\} = -25.277 \times 3 = -75.''831 \\
 & \hspace{15em} = -1'.2639 \dots\dots\dots(B) \\
 & \left. \begin{array}{l} \text{北緯四十二度ニ於ケル明治三十} \\ \text{七年三月二日北極星ノ方位角} \end{array} \right\} = (A) + (B) \\
 & \hspace{15em} = 1^{\circ}38'.1475 - 1'.2639. \\
 & \hspace{15em} = 1^{\circ}36'.8836
 \end{aligned}$$

論說及報告

附錄 甲 號

$$\cot a \sin c = \cos c \cos B + \cot A \sin B$$

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

$$\frac{\sin A}{\sin a} = \frac{\sin B}{\sin b}$$

In the triangle ABC we have

$$\cot a \sin c = \cos c \cos ABC + \cot a' \sin ABC$$

$$\text{Here } ABC = 180 - \beta' \qquad \cos ABC = - \cos \beta'$$

$$\sin ABC = \sin \beta'$$

$$\cot a \sin c = \cot a' \sin \beta' \cos c \cos \beta' \dots \dots \dots (1)$$

Similarly in $\triangle ABC'$ we have

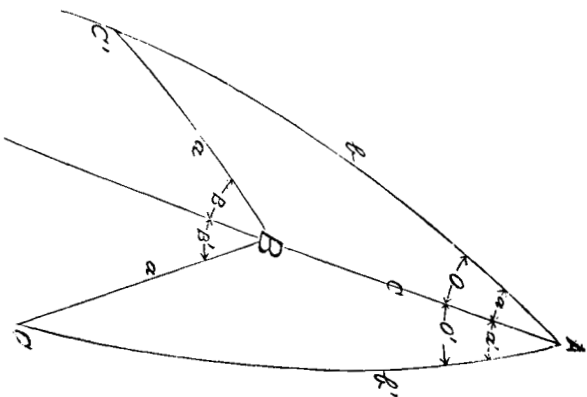
$$\cot a \sin c = \cot a \sin \beta - \cos c \cos \beta \dots \dots \dots (2)$$

(1) - (2)

$$0 = \cot a' \sin \beta' - \cot a \sin \beta - \cos c (\cos \beta' - \cos \beta)$$

$$\cos c (\cos \beta - \cos \beta') = \cot a \sin \beta - \cot a' \sin \beta'$$

$$= \frac{\cos a \sin \beta}{\sin a} - \frac{\cos a' \sin \beta'}{\sin a'}$$



$$\cos c \sin a \sin a' (\cos \beta - \cos \beta') = \cos a \sin a' \sin \beta - \sin a \cos a' \sin \beta' \dots\dots\dots(A)$$

In the ΔABC we have

$$\cos a = \cos b' \cos c + \sin b' \sin c \cos a' \dots\dots\dots(3)$$

Similarly in the $\Delta ABC'$ we have

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos a' \dots\dots\dots(4)$$

(1) - (2)

$$0 = (\cos b' - \cos b) \cos c + \sin c (\sin b' \cos a' - \sin b \cos a)$$

or

$$\frac{\cos c(\cos b - \cos b')}{\sin c \sin b} = \left(\frac{\sin b'}{\sin b} \cos a' - \cos a \right) \dots\dots\dots(B)$$

$$\frac{\sin a}{\sin a} = \frac{\sin \beta}{\sin b}$$

In the $\Delta ABC'$

$$\sin a = \frac{\sin a \sin b}{\sin \beta} \dots\dots\dots(5)$$

Similarly $\sin a = \frac{\sin a' \sin b'}{\sin \beta'} \dots\dots\dots(6)$

From (5) and (6)

$$\frac{\sin a' \sin b}{\sin \beta} = \frac{\sin a' \sin b'}{\sin \beta'}$$

$$\frac{\sin a \sin \beta'}{\sin a' \sin \beta} = \frac{\sin b'}{\sin b} \dots\dots\dots (C)$$

Substituting (C) to (B) we have

$$\begin{aligned} \frac{\cos c (\cos b - \cos b')}{\sin c \sin b} &= \frac{\sin a \sin \beta'}{\sin a' \sin \beta} \cos a' - \cos a \\ &= \frac{\sin a \sin \beta' \cos a' - \sin a' \sin \beta \cos a}{\sin a' \sin \beta} \end{aligned}$$

or

$$\frac{\sin a' \sin \beta \cos c (\cos b - \cos b')}{\sin c \sin b} = \sin a \cos a' \sin \beta' - \sin a' \cos a \sin \beta \dots\dots\dots (D)$$

From (A) and (D) we have

$$\cos c \sin a \sin a' (\cos \beta - \cos \beta') = \frac{\sin a' \sin \beta \cos c (\cos b' - \cos b)}{\sin c \sin b}$$

or

$$\sin a (\cos \beta - \cos \beta') = \frac{\sin \beta (\cos b' - \cos b)}{\sin c \sin b}$$

or

$$\frac{\cos \beta - \cos \beta'}{\sin \beta} = \frac{\cos b' - \cos b}{\sin b} \times \frac{1}{\sin c \sin a}$$

$$\frac{\cos \beta - \cos \beta'}{\sin \beta} = \frac{\cos b' - \cos b}{\sin b} \times \frac{1}{\sin c \sin a} \dots\dots\dots (E)$$

$$\beta' = \beta + e \quad b' = b - \delta$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \beta' &= \cos \beta \cos e - \sin \beta \sin e \\ \cos b' &= \cos b \cos \delta + \sin b \sin \delta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

Since e and δ are very small we have

$$\cos e = \cos \delta = 1$$

$$\sin e = e$$

$$\sin \delta = \delta$$

Applying these eqⁿs to (7) we have

$$\cos \beta' = \cos \beta - e \sin \beta$$

$$\cos b' = \cos b + \delta \sin b$$

Applying those eqⁿs to (E) we have

$$\frac{\cos \beta - \cos \beta'}{\sin \beta} = \frac{\cos \beta - \cos \beta + e \sin \beta}{\sin \beta} = e$$

$$\frac{\cos b' - \cos b}{\sin b} = \frac{\cos b + \delta \sin b - \cos b}{\sin b} = \delta$$

the eqⁿs (E) becomes

$$e = \delta \times \frac{1}{\sin c \sin a} = \delta \operatorname{cosec} c \operatorname{cosec} a$$

$$\frac{1}{2} e = \frac{1}{2} \delta \operatorname{cosec} \alpha \operatorname{cosec} \alpha$$

and $C = 90^\circ - \text{latitude}$

$$\operatorname{cosec} C = \sec(\text{latitude}) = \sec l.$$

$$\frac{1}{2} e = \frac{1}{2} \delta \sec l \operatorname{cosec} \alpha$$

which is the required equation

Here α = nearly half the angle between C' and C

e = diff^{cs} of the angles CBO and $C'BO$

δ = diff^{cs} of $AC' - AC$ or diff^{cs} of declinations

l = latitude

Eqnⁿ (B) can be written in the form

$$\frac{\cos c(\cos b - \cos b')}{\sin b'} = \cos a' - \frac{\sin b}{\sin b'} \cos \alpha$$

$$= \cos a' - \frac{\sin a' \sin \beta}{\sin \alpha \sin \beta'} \cos \alpha$$

$$= \frac{\cos a' \sin \alpha \sin \beta' - \sin a' \cos \alpha \sin \beta}{\sin \alpha \sin \beta'}$$

$$\frac{\sin \alpha \sin \beta' \cos c(\cos b - \cos b')}{\sin \alpha \sin b'} = \cos a' \sin \alpha \sin \beta' - \sin \alpha \cos \alpha \sin \beta$$

$$\cos c \sin a \sin a' (\cos \beta - \cos \beta') = \cos a \sin a' \sin \beta - \sin a \cos a' \sin \beta'$$

$$\frac{\sin a \sin \beta' \cos a' (-\cos b + \cos b')}{\sin c \sin b'} = \cos c \sin a \sin a' (\cos \beta - \cos \beta')$$

$$\frac{1}{\sin c} \left(\frac{-\cos b + \cos b'}{\sin b'} \right) = \left(\frac{\cos \beta - \cos \beta'}{\sin \beta'} \right) \sin a'$$

$$\cos b = \cos (b' + \delta) = \cos b' \cos \delta - \sin \delta \sin b' = \cos b' - \delta \sin b'$$

$$\cos \beta = \cos (\beta' - e) = \cos \beta' \cdot \cos e + \sin \beta' \sin e$$

∴

$$\frac{1}{\sin c \sin a'} \cdot \delta = e$$

$$e = \frac{\delta}{\sin c \sin a'} \quad \left\{ \begin{array}{l} e \sin a' = \frac{\delta}{\sin c} \\ \text{or} \\ e \sin a = \frac{\delta}{\sin c} \end{array} \right.$$

$$e = \frac{\delta}{\sin c \sin a'}$$

$$e (\sin a' + \sin a) = 2 \frac{\delta}{\sin c}$$

$$e \left(2 \sin \frac{a'+a}{2} \cos \frac{a'-a}{2} \right) = 2 \frac{\delta}{\sin c}$$

$$2 e \sin \frac{a'+a}{2} = 2 \frac{\delta}{\sin c}$$

$$e = \frac{\sin c \sin \theta}{2} \frac{d^2 + a^2}{2}$$

$$e = \delta^2 \sec^2 \cos ec \frac{d^2 + a^2}{2}$$

○拔萃

○汽套及其汽機ノ効率ニ及ボス勢力

汽機ノ發生スル力ハ汽罐内ノ水ヲ蒸汽ニ化スルカ爲メ火爐ヲ熱スルニ消費スル力ニ依ル。唯一部分タルニ過キス此熱ヲ生スヘキ力ニ依リテ大ニ其値ヲ異ニス汽機ニ汽套ヲ施シ爲メニ得ラルヘキ利益ハ汽機及汽罐ノ設計汽機ノ取扱等數種ノ原因ニヨリテ差違アリ概言スレハ蒸發セル全給水ノ百分ノ五ヨリ百分ノ二十五ノ間ニアリ良好ナル構造ノ新式船用汽機ニ於テハ百分ノ十以下ナルヘシ經濟ノ點ヨリ論スレハ汽機ノ設計ハ一定ノ熱ヲ消費シテ可成丈多クノ仕事ヲ得ヘキ様ニナスヲ要ス換言スレハ同一量ノ蒸氣ヲ以テ可成丈多クノ仕事ヲナサシムヘク設計スルヲ要ス然レトモ實際之ヲ遂行スルコト甚難シ何トナレハ汽機ノ設計ニ就テハ經濟上ヨリモ寧ロ他ノ點ニ於テ考案セラル、モノ多ケレハナリ定着汽機ニ於テハくりあらんすすべし最少限ニ減スルノ目的ヲ以テ弁ヲ裝置シ又膨脹ノ度ヲ高カラシムルヘク弁機ノ設計セラレタルモノニ於テ