

$$= \frac{\sin z}{\sin(z-p)} = \frac{\cos a}{\cos(a+p)}$$

$$1 + \frac{x}{s} = \frac{\cos a}{\cos(a+p)}$$

$$\frac{x}{s} = \frac{\cos a}{\cos(a+p)} - 1$$

$$= \frac{\cos a - \cos(a+p)}{\cos(a+p)}$$

$$= 2 \sin \frac{p}{2} \sin(a + \frac{p}{2}) \sec(a+p)$$

$$\text{故} = x = 2. s. \sin \frac{p}{2} \sin(a + \frac{p}{2}) \sec(a+p) \dots\dots(1)$$

地球ノ半徑ヲRトシ 地平視差角ニ地平半徑ヲ求ムレバ、

$$\sin(H.P) = \frac{R}{D} \quad \sin(S.D) = \frac{m}{D}$$

H.P 及 S.D ハ微小ナルヲ以テ

$$H.P \sin I' = \frac{R}{D} \quad S.D. \sin I' = \frac{m}{D}$$

$$\therefore \frac{H.P}{S.D} = \frac{R}{m}$$

$$R = 3960 \text{ 哩} \quad m = 1081 \text{ 哩} \quad \text{ナルヲ以テ}$$

$$\frac{H.P}{S.D} = \frac{3960}{1081} = 2 \frac{2}{3}$$

$$\therefore H.P = 2 \frac{2}{3} (S.D)$$

然ルニ $p = H.P \cos a$ ナルヲ以テ

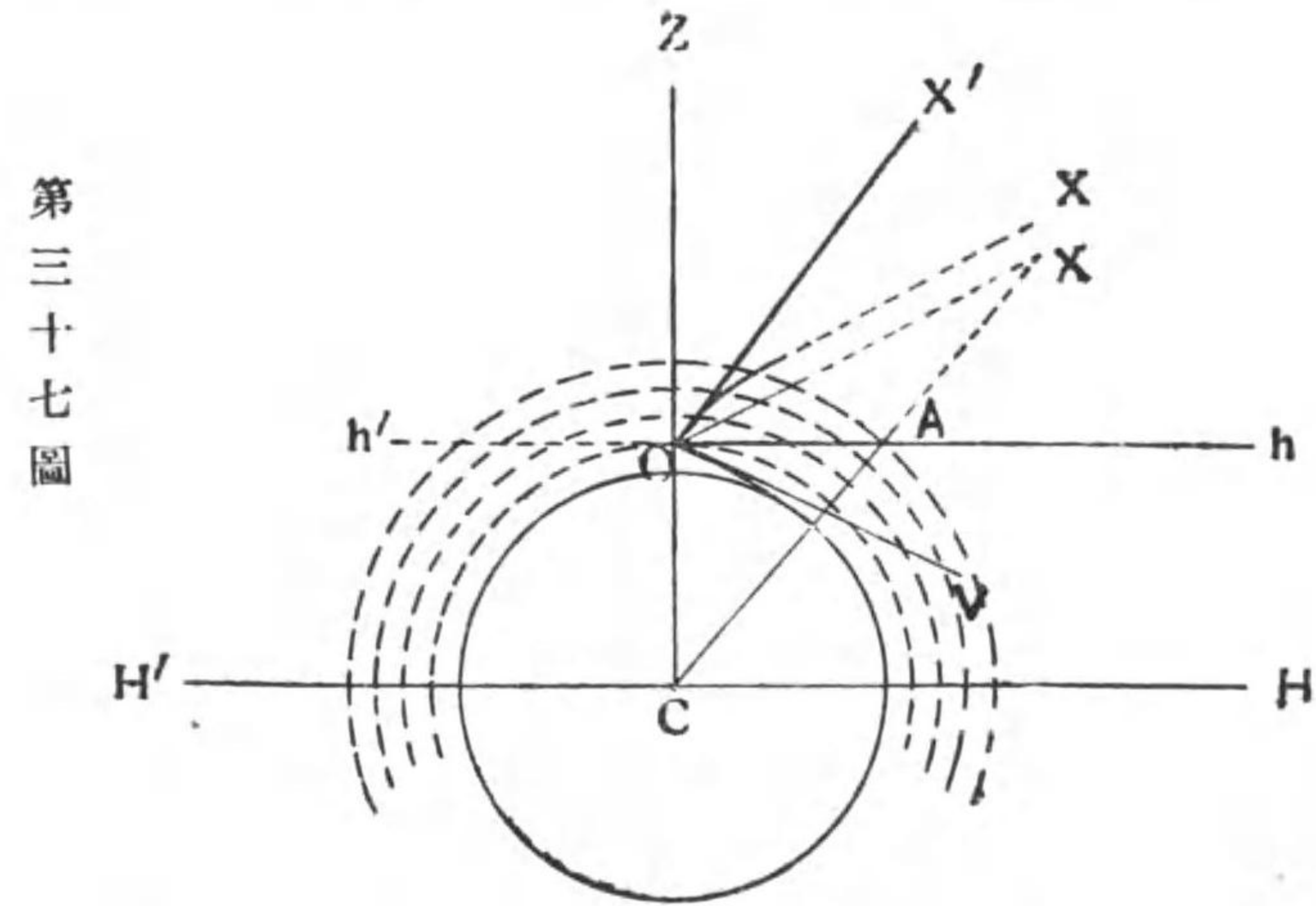
$$p = 2 \frac{2}{3} (S.D). \cos a \dots\dots(2)$$

松本氏航海表第二十三表 (二十三頁) ハ (1) 及 (2) 式ニ依リ求メタル、 x ノ値即チ各高度ニ對スル増加率ヲ記載セリ。

第二節 測高度改正法解説

【9】 海上觀測ノ場合ノ高度改正法

第三十七圖ニ於テ、 X ヲ某天體、 HH' ヲ眞地平、 hh' ヲ居所地平、 O ヲ測者ノ位置、及 OV ヲ測者ノ眼高ニ對



第三十七圖

スル水準線トシ、又 X' ヲ天體 X ガ氣差ノタメ測者ノ眼ニ映ズル位置トス。

(1) 測高度 Observed Altitude. (略記 Obs. alt.)

天體ト視地平トノ挾角ヲ六分儀ニテ測リタルモノヲ測高度ト云フ。第三十七圖 $X'O V$ ハ測高度ナリ。太陽及太陰ニ於テハ精確ニ其中心測高度ヲ測ルコト能ハザルタメ、其下邊又ハ上邊ト視地平トノ挾角ヲ測ルヲ常トス。

六分儀ガ器差ヲ有スル時ハ、測高度ニハ器差ダケノ誤

第七章 天體ノ高度

差ガ存在スルヲ以テ、之ヲ加減シ置カザルベカラズ。

(2) 視高度 Apparent Altitude. (略記 App. alt.)

天體ト居所地平トノ間ノ垂直圈ノ弧、或ハ天體ト居所地平トノ夾角ヲ視高度ト云フ。第三十七圖ニ於テ $X'Oh$ ハ視高度ナリ。(測者ノ眼高ハ、天體ノ距離ニ比較セバ零ト見做スコト得ベキヲ以テ、 $hO'h'$ ハ居所地平ナリ)

而テ

$$\text{App. alt } X'Oh = \text{Obs alt } X'Ov - \text{Dip } hOv$$

(3) 眞高度 True Altitude. (略記 T. alt.)

垂直圈上ニ於テ天體ト眞地平トノ間ノ弧、或ハ地心ニ於ケル角ヲ高度ト云フ。第三十七圖ニ於テ XCH ハ眞高度ナリ。

$$\text{T. alt } XCH = XAh$$

然ルニ

$$XAh = XOh + \text{Parallax } OXC$$

$$\text{又 } XOh = \text{App. alt. } X'Oh - \text{Refraction } X'Ox$$

ナルヲ以テ

$$\text{T. alt. } XCH = \text{App. alt. } X'Oh - \text{Refraction } X'Ox + \text{Parallax } OXC$$

即チ天體ノ測高度ヲ眞高度ニ改ムルニハ、器差ヲ其符號ニ從ヒ加減シ、之ヨリ眼高差ヲ減ジ視高度ヲ求メ、次ニ氣差ヲ減ジ、視差ヲ加ヘテ眞高度ヲ得ラル、コト明ナリ。

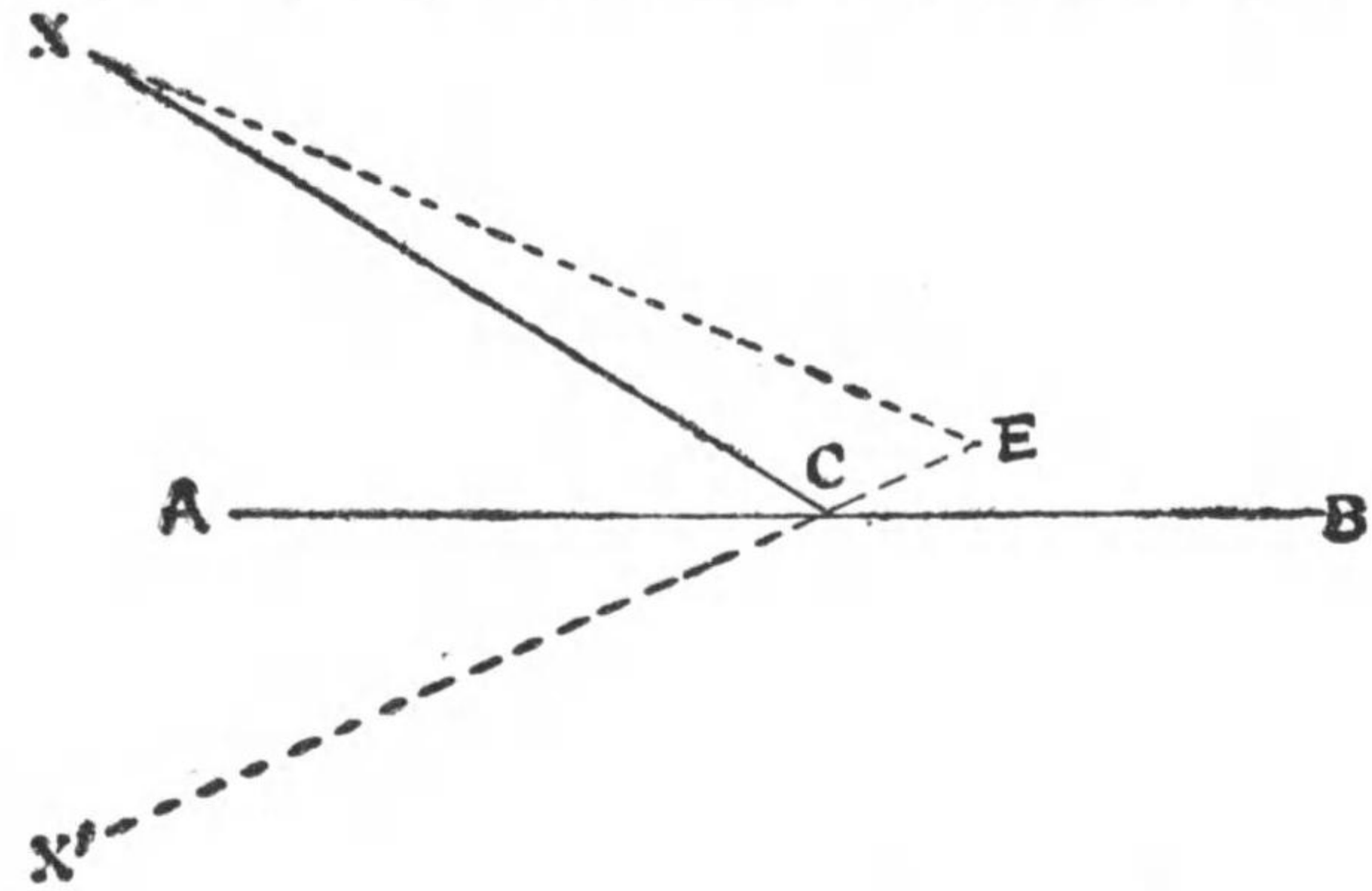
但シ太陽及太陰ニ在リテハ其下邊若クハ上邊ヲ測定ス

ルヲ以テ、下邊ヲ測定セシ時ハ半徑差ヲ加ヘ、上邊ナル時ハ之ヲ減ズルヲ要ス。

【10】 陸上觀測ノ高度改正法

陸上觀測ニハ六分儀ヲ支柱ニ裝着シ、人工地平儀ヲ併

第三十八圖



用スルモノナリ、故ニ人工地平儀ニ依ル測高度ヲ眞高度ニ改正スルヲ要ス。

第三十八圖ニ於テ Xヲ天體、Eヲ測者ノ眼ノ位置、ABヲ水銀面トスレバ、天體Xヨリノ光線ハ、C點ニ於テ角XCAニ等シキ角BCEヲナシテ、CEノ方向ニ反射シ、天體Xノ像ハECヲ延長シタル直線上X'ニ見ユベシ。

$$XCA = ECB = ACX'$$

$$\therefore XCX' = 2XCA$$

天體Xニ至ル距離XCトECトヲ比較セバ、ECヲ零トスルコトヲ得ベシ、故ニXCトXEハ平行ナリ。

$$\therefore X E X' = X C X'$$

$$\therefore X E X' = 2 X C A$$

$$\therefore \frac{1}{2} X E X' = X C A$$

即チ $\frac{1}{2}$ Obs. alt. = App. alt.

故ニ測高度ニ器差ヲ加減シテ、之ヲ二分シテ視高度ヲ求メ、視高度ニ氣差、視差及半徑差ヲ加減シテ、眞高度ヲ求メザル可カラズ。

(註) 測高度ヲ二分シタル後、器差ヲ加減セバ、其二分ノ一ノ高度ニ含ム器差ハ、器差ノ二分ノ一ナルヲ以テ、器差ノ二分ノ一ノ誤差ヲ生ズベシ、依ツテ測高度ヲ二分スル前ニ器差スルヲ要ス、又二分シタル後ニ、加減セントセバ、器差ノ二分ノ一ヲ加減スルヲ要ス。

第三節 太陽測高度改正法

太陽測高度ノ改正諸元ノ中、氣差ト視差トハ合算シテ太陽視高度改正表 Correction of the Sun's Apparent Altitude ニ掲グ。松本氏航海表第十九表(十八頁至十九頁)是レナリ。而テ視差ハ氣差ヨリモ常ニ少キヲ以テ、此改正量ハ常ニ視高度ヨリ減ズベキモノトス。又松本氏航海表第三十九表(435頁至533頁)ハ器差ヲ除キタル全改正量 Gross Correction ヲ合算シタルモノナレバ、是ニ依リテ太陽及恒星ノ測高度ヲ直チニ眞高度ニ改正スルコトヲ得ベシ。一般ニ實用上本表ヲ用レルコト多シ。

【11】海上觀測ノ場合

算則

(1) 測高度ニ器差ヲ加減ス。器差正(+)^{ナレバ}加へ、負(-)^{ナレバ}減ズ。

(2) 測者ノ眼高ニ依リ、松本氏航海表第十四表(十六頁)ヲ用ヒ、眼高差ヲ求メ、之ヲ測高度ヨリ減ジテ、下邊若クハ上邊ノ視高度トナス。

(3) 航海表第十四表(十八頁至十九頁)ヨリ、視高度ニ對スル改正量ヲ求メ、之ヲ視高度ヨリ常ニ減ジテ。上邊若クハ下邊ノ眞高度トナス。

(4) 航海年表(毎月第一頁)ヨリ當日ノ半徑差ヲ求メ下邊高度ナルトキハ半徑差ヲ加へ、上邊高度ナル時ハ半徑差ヲ減ジテ、中心眞高度トナス。

(5) 全改正量 Gross Correction ノ表ヲ用フル場合

測高度ニ器差ヲ加減シ。之ト眼高トニ依リ松本氏航海表第三十九表ヨリ、下邊[⊙]若クハ上邊[⊙]ナルカニ依リテ各其行ニ於テ改正量ヲ求メ、表記載ノ符號ニ從ヒ、測高度ニ加減ス。

次ニ同表ノ下表ヨリ、觀測ノ月日ニ依リ改正量ヲ求メ、之ヲ符號ニ從ヒ加減シテ、所要ノ眞高度トナス。

例題 1. 一月六日太陽ノ下邊高度ヲ測リ、三十九度八分三十秒ヲ得タリ。六分儀器差二十秒正、眼高二十九呎、眞高度如何。

第七章 天體ノ高度

解 Obs. alt. \odot $39^{\circ} 8' 30''$	Obs. alt. \odot $39^{\circ} 8' 30''$
I. E. $\frac{20'' +}{39^{\circ} 8' 50''}$	I. E. $\frac{20'' +}{39^{\circ} 8' 50''}$
Dip. $\frac{5' 18'' -}{39^{\circ} 3' 32''}$	Cor. $\frac{9' 37'' +}{39^{\circ} 18' 27''}$ (航海表 ³⁹ 表 519頁)
Cor. in alt. $\frac{1' 5'' -}{39^{\circ} 2' 27''}$	Add. Cor. $\frac{17''}{39^{\circ} 18' 44''}$
T. alt. \odot $39^{\circ} 2' 27''$	T. alt. \odot $39^{\circ} 18' 44''$
S. D. $\frac{16' 18'' +}{39^{\circ} 18' 45''}$	
T. a. t. \odot $39^{\circ} 18' 45''$	

例題 2. 四月二十日、太陽ノ上邊高度ヲ測リ、二十七度三分十秒ヲ得タリ、眼高二十呎、器差三分負ナリ、眞高後如何。

解 Obs. alt. \odot $27^{\circ} 3' 10''$	Obs. alt. \odot $27^{\circ} 3' 10''$
I. E. $\frac{3' 0'' -}{27^{\circ} 0' 10''}$	I. E. $\frac{3' 0'' -}{27^{\circ} 0' 10''}$
Dip. $\frac{4' 24'' -}{26^{\circ} 55' 46''}$	Cor. $\frac{22' 10'' -}{26^{\circ} 38' 0''}$ (航海表 ³⁹ 表 509頁)
Cor. in alt. $\frac{1' 46'' -}{26^{\circ} 54' 0''}$	Add. Cor. $\frac{3'' +}{26^{\circ} 38' 3''}$
T. alt. \odot $26^{\circ} 54' 0''$	T. alt. \odot $26^{\circ} 38' 3''$
S. D. $\frac{15' 57'' -}{26^{\circ} 38' 3''}$	
T. alt. \odot $26^{\circ} 38' 3''$	

【12】 陸上觀測ノ場合(人工地平儀使用ノ場合)

算 則

(1) 測高度ニ器差ヲ其符號ニ從ヒ加減シ、之ヲ二分シテ上邊若クハ下邊ノ視高度トナス。

(2) 視高度ヨリ、航海表第十四表(十八頁至十九頁)ノ視高度改正量ヲ減シ、上邊若クハ下邊ノ眞高度トナス。

(3) 航海年表 (毎月第一頁) ヨリ、當日ノ半徑差ヲ求メ之ヲ下邊高度ナレバ加へ、上邊高度ナラバ減ジテ所要ノ中心眞高度トナス。

例題 1. 一月六日太陽ノ下邊高度ヲ人工地平儀ヲ用ヒテ測リ、七十八度六分四十四秒ヲ得タリ、器差二十秒正ナリ、眞高度如何。

解	Obs. alt. ⊙	78°	6′	44″	
	I. E.			20″	+
	App. alt. ⊙	2)78°	7′	4″	
		39°	3′	32″	
	Cor. in alt.		1′	5″	-
	T. alt. ⊙	39°	2′	27″	
	S. D.		16′	18″	+
	T. alt. ⊙	39°	18′	45″	

例題 2. 六月二十五日、太陽ノ上邊高度ヲ人工地平儀ヲ用ヒテ測リ、七十一度十分二十秒ヲ得タリ、器差二分五十秒負ナリ。眞高度如何。

解	Obs. alt. ☉	71°	10′	20″	
	I. E.		2′	50″	-
	App. alt. ☉	2)71°	7′	50″	
		35°	33′	45″	
	Cor. in alt.		1	14″	-
	T. alt. ☉	35°	32′	31″	
	S. D.		15	46″	-
	T. alt. ☉	35°	16′	45″	

第四節 恒星測高座改正法

恒星ハ其距離殆ンド無限大ナルヲ以テ視差及半徑差ノ

改正ヲ要セザルコト明ナリ。故ニ測高度ニ器差眼高差及氣差ノ改正ヲ行ヘバ可ナリ。

松本氏航海表第二十表（二十頁至二十一頁）ハ視高度ニ對スル氣差ノ値ヲ掲ゲ、又同第三十九表（四百三十五頁至五百三十三頁）ノ恒星ノ行ノ値ハ、眼高差及氣差ノ合算シタルモノヲ掲グルヲ以テ、本表ニ依リ恒星ノ測高度ヲ眞度ニ改ムルコトヲ得ベシ。

算 則

(1) 測高度ニ、器差及眼高差ヲ改正シテ視高度トナス人工地平儀ヲ用ヒテ測リタル時ハ、測高度ニ器差ヲ加減シ、之ヲ二分シテ視高度トナスコト太陽ノ場合ニ同ジ。

(2) 恒星高度改正表（松本氏航海表第二十表）ヨリ氣差ヲ求メ、之ヲ視高度ヨリ減ジテ眞高度トナス。

(3) **全改正量ノ表ヲ使用スル場合**（松本氏航海表第三十九表）

測高度ニ器差ヲ加減シ之ト眼高トニ依リ、第三十九表恒星(*)ノ行ヨリ改正量ヲ求メ、測高度ヨリ減ジテ眞高度トナス。

例題 1. 一月二十八日 α Canis Minoris (Procyon) ノ高度ヲ測リ六十度三十八分四十秒ヲ得タリ。器差二分三十秒正、眼高三十八呎ナリ、眞高度如何。

解

第三十九表使用。

$$\begin{array}{r} \text{Obs. alt. * } 60^\circ 38' 40'' \\ \text{l. E. } \quad \quad \quad 2 \quad 30'' + \\ \hline 60^\circ 41' 10'' \\ \\ \text{Dip. } \quad \quad \quad 6' 4'' - \\ \text{App. alt. * } 60^\circ 35' 6'' \\ \\ \text{R. } \quad \quad \quad \quad \quad 33'' - \\ \hline \text{T. alt. * } 60^\circ 34' 33'' \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Obs. alt. * } 60^\circ 38' 40'' \\ \text{l. E. } \quad \quad \quad 2' 30'' + \\ \hline 60^\circ 41' 10'' \\ \\ \text{G. Cor. } \quad \quad \quad 6 \quad 36'' - \\ \hline \text{T. alt. * } 60^\circ 34' 34'' \end{array}$$

例題 2. 十二月十五日 α Ursae Minoris ノ高度ヲ人工地平儀ヲ用ヒテ測リ、七十六度四十四分二十秒ヲ得タリ、器差一分四十秒正ナリ。眞高度如何。

解

$$\begin{array}{r} \text{Obs. alt. * } 76^\circ 44' 20'' \\ \text{l. E. } \quad \quad \quad 1 \quad 40'' + \\ \hline 2)76^\circ 46' 00'' \\ \text{App. alt. * } 38^\circ 23' 00'' \\ \\ \text{R. } \quad \quad \quad 1 \quad 13'' - \\ \hline \text{T. alt. * } 38^\circ 21' 47'' \end{array}$$

例題 3. 四月十日 γ Ursae Majoris (Mag. 1.9) ノ高度ヲ測リ、七十五度十五分ヲ得タリ、器差三分正、眼高三十二呎ナリ、眞高度如何。

$$\begin{array}{r} \text{Obs. alt. * } 75^\circ 15' 0'' \\ \text{l. E. } \quad \quad \quad 3 \quad 0'' + \\ \hline 75^\circ 18' 0'' \\ \\ \text{Dip. } \quad \quad \quad 5 \quad 34'' - \\ \text{App. alt. * } 75^\circ 12' 26'' \\ \\ \text{R. } \quad \quad \quad 15'' - \\ \hline \text{T. alt. * } 75^\circ 12' 11'' \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{Obs. alt. * } 75^\circ 15' 0'' \\ \text{l. E. } \quad \quad \quad 3' 0'' + \\ \hline 75^\circ 18' 0'' \\ \\ \text{G. Cor. } \quad \quad \quad 5 \quad 49'' - \\ \hline \text{T. alt. * } 75^\circ 12' 11'' \end{array}$$

第五節 惑星測高度改正法

海上觀測ニ在リテハ、惑星ノ中心高度ヲ測ルヲ常トスルヲ以テ、半徑差ノ改正ヲ要セズ。而テ測高度改正法ハ恒星ノ測高度改正法ト同一ナリト雖モ、惑星ノ地平視差ガ $2''$ 以上ナルトキハ、松本氏航海表、第十八表（十七頁）ヨリ地平視差ト視高度トニ依リ、視差ヲ求メテ、之ヲ高度ニ加ヘザルベカラズ。但シ惑星ノ下邊若クハ上邊高度ヲ測定セシ場合ハ航海年表ニ掲グル該半徑差ヲ加減スベシ。

算則

- (1) 測高度ニ器差及ビ眼高差ヲ改正シテ視高度トナス。人工地平儀ヲ用ヒ、觀測ヲ行ヒタル時ハ、測高度ニ器差ヲ改正シ、之ヲ二分シテ視高度トナス。
- (2) 松本氏航海表恒星及惑星視高度改正表（第二十表二十頁至二十一頁）ヨリ、改正量〔氣差〕ヲ求メ視高度ヨリ減ズ。
- (3) 航海年表惑星ノ部ニ於テ當日ニ近キ地平視差ヲ探リ、之ト視高度トニ依リ、航海表惑星視差改正表（第十八表十七頁）ヨリ高度ニ對スル視差ヲ求メ。之ヲ(2)ニ於テ求メタル高度ニ加ヘテ眞高度トナス。
- (4) 下邊高度ヲ測リタル時ハ、航海年表ヨリ當日ニ近

キ、半徑ヲ採リ、下邊高度ニ加ヘテ中心眞高度トナス。
上邊高度ヲ測リタル時ハ、減ジテ中心眞高度トナス。

例題 1. 十二月四日金星 Venus ノ下邊測高度十四度二十分三十秒ニシテ、器差三十秒正、眼高六十二呎ナリ。
眞高度如何。

解 Obs. alt. ♀ L. L.	14° 20' 30''	
I. E.	80 +	
	14° 21' 0''	
Dip.	1' 45'' -	
App. alt. ♀ L. L.	14° 13' 15''	
R.	3' 46'' -	
	14° 9' 29''	
Par. in alt.	14'' +	{地平視差 14'' ト視高度トニ ヨリ航海表十八表ヨリ求ム}
T. alt. ♀ L. L.	14° 9' 43''	
S. D.	13 +	
T. alt. ♀	14° 10' 56''	

例題 2. 二月十一日土星 Saturn ノ中心高度ヲ測リ、三十二度四十九分五十秒ヲ得タリ、器差一分十五秒負、眼高五十六呎ナリ。眞高度如何。

解 Obs. alt. ♀	23° 49' 50''	
I. E.	1 15'' -	
	32° 48' 35''	
Dip.	7' 22'' -	
App. alt. ♀	32° 41' 13''	
R.	1 31'' -	
	32° 39' 42''	
Par. in alt.	0	{地平視差 1''ナルヲ 以テ}
T. alt. ♀	32° 39' 42''	

第六節 太陰測高度改正法

太陰ノ測高度ヲ眞高度ニ改ムルニ要スル改正諸元ハ、太陽ト同ジク器差、眼高差、氣差、視差、及半徑差ナリト雖モ、太陰ハ地球至近ノ天體ナレバ、地平視差ニ對スル緯度ノ改正及地平半徑ノ高度ニ對スル、増加率ヲ改正スルヲ要スルヲ以テ、他ノ天體ニ比シ其測高改正法ハ多少手數ヲ要スベシ。

算則

- (1) 高度觀測時ノ綠威平時ヲ求ム。
- (2) 綠威平時ガ十二時以下ナレバ。航海年表太陰ノ部ヨリ其當日正子ノ視半徑、地平視差、及各毎時差 ($V/1^h$) ヲ探リ。
綠威平時ガ十二時以上ナレバ、翌日正子ノ視半徑、地平視差、及各毎時差 ($V/1^h$) ヲ探ル。
- (3) 綠威平時ノ分秒ヲ時ノ小數 (小數一位) ニ改メ、十二時以下ナレバ、之ヲ毎時ノ差ニ乗ジ、十二時以上ナレバ、之ヲ二十時ヨリ減ジタルモノヲ、毎時差ニ乗ジ視半徑及地平視差ノ改正量トナス。
- (4) 當日ノ視半徑及地平視差ヲ探レル時ニハ、〔a〕 視半徑及地平視差ガ増加スル場合ナラバ、之ニ改正量ヲ加へ、〔b〕 視半徑及地平視差ガ減少スル場合ナラバ、之ヨ

リ改正量ヲ減ジテ、綠威平時ニ對スル視半徑及地平視差トナス。

翌日ノ視半徑及地平視差ヲ探レル時ニハ、〔a〕 視半徑及地平視差ガ増加スル場合ナラバ、之ヨリ改正量ヲ減ジ〔b〕 視半徑及地平視差ガ減少スル場合ナラバ、之ニ改正量ヲ加ヘテ、綠威平時ニ對スル視半徑及地平視差トナス。

(5) 太陰ノ測高度ニ器差及眼高差ヲ改正シテ、下邊若クハ上邊ノ視高度トス。

人工地平儀ヲ用ヒテ觀測セシ時ハ、器差ヲ加減シ之ヲ二分シテ、下邊若クハ上邊ノ視高度トス。

(6) 視高度ト視半徑トヲ以テ、松本氏航海表第二十三表 (二十三頁) ヨリ、地平視半徑差ノ増加率 (Augmentation of the Moon's Horizontal Semi-Diameter) ヲ求メ、之ヲ視半徑ニ加ヘテ、該高度ニ對スル視半徑トス。

(7) 略近ノ緯度ト地平視差トヲ以テ、松本氏航海表第二十四表 (二十三頁) ヨリ、地平視差ノ緯度ニ對スル改正量 (Reduction of Hor. Par and Lat. of Place, or Figure of Earth) ヲ求メ、之ヲ地平視差ヨリ減ジ、該緯度ニ對スル地平視差トス。

(8) 上邊若クハ下邊ノ視高度ニ、該高度ニ對スル視半徑ヲ加減シテ、中心視高度トス。

(9) 該緯度ニ對スル地平視差ト中心視高度トヲ以テ、松本氏航海表第二十五表 (二十四頁至三十二頁) ヨリ、

第七章 天體ノ高度

氣差ト視差ト合算シタル太陰高度改正量ヲ求メ、之ヲ中心視高度ニ加ヘテ中心眞高度トス。(太陰ニ在リテハ視差ハ氣差ヨリ常ニ大ナルヲ以テ、高度改正量ハ常加ナリ。)

(註) 太陰ノ高度改正表ハ、三部ヨリ成ルヲ以テ、改正量ヲ求ムルニハ、毎頁左表ニ於テ、中心視高度ニ至近ノ小ナル方ノ高度(十分單位)、ト地平視差ニ至近ノ小ナル地平視差(一分單位)トヲ以テ、表ヨリ改正量ヲ求ム。

次ニ毎頁右表(二十四頁ハ下表)、ニ於テ、中心視高度ノ差ニ對スル改正量ヲ採リ、又中央表(二十四頁ハ右表)ヨリ、地平視差ノ差ニ對スル改正量ヲ求ム。以上三個ノ改正量ノ和ガ所要ノ改正量ナリ。

例題 1. 一月十二日午後九時三十分頃、北緯四十五度十分、西經百十八度ノ地ニ在リテ、時辰儀五時三十七分二十二秒ヲ示ストキ、太陰ノ下邊高度二十二度十分三十秒ニ測ル器差二分十秒負、眼高五十呎、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ、中心眞高度如何。

解 G. M. T. Jan. 13th 5^h 37^m 22^s = 5^h.6

視半徑ヲ求ム。

地平視差ヲ求ム。

<p>Jan. 13th S.D. 14' 58'' V/h 0''.3</p> <p>Cor. $\frac{1''.7}{14' 59''.7} (+) \frac{5.6}{1''.68} (\times)$</p> <p>Aug. $\frac{5.5}{S.D. 15' 5''.2} (+)$</p>	<p>Jan. 13th 54' 52'' V/h 0''.9</p> <p>Cor. $\frac{5''}{54' 57''} (+) \frac{5.6}{5''.04} (\times)$</p> <p>Ret. $\frac{5''.7}{H. p. 54' 51''.3} (-)$</p>
--	---

眞 高 差 ヲ 求 ム。

Obs. alt. \llcorner	22°	10'	30''	
I. E.		2	10''	-
	22°	8'	20''	
Dip.		6	58''	-
App. alt. \llcorner	22°	1'	22''	..... (此視高度ヲ用ヒ)
S. D.		15	5	+
App. alt. \llcorner	22°	16'	27''	..... (Aug.ヲ求ム。)
Cor.		48	26	
T. alt. \llcorner	23°	4	53''	

高度改正量ヲ求ム。(航海表 25 表 26 頁)

App. alt. \llcorner	22°	10'	}	...47'	31''
H. P.		54'	}		
alt. ノ差	6'	.....			8''
H. P ノ差	51''	.....			47''
				48'	26'' (+)

例題 2. 六月六日、午前三時五十分頃南緯三十五度三十分、西經百二十九度二十五分ノ地ニ於テ、時辰儀十一時三十二分三十一秒ヲ示ストキ、太陰ノ下邊高度三十一度二十分三十秒ヲ測ル、器差ナシ、眼高四十七呎、此時辰儀ハ綠威平時ニ遅クル、コト五十二分三十四秒ナリ。中心眞高度如何。

解	C. T.	June. 6 th	11 ^h	32 ^m	31 ^s
	C. E.			52	34+
	G. M. T.	June. 6 th	12 ^h	25 ^m	5 = 12 ^{h.4}
					24.0 -
					11.6

視半徑ヲ求ム。 地平視差ヲ求ム。

June. 7 th S.D. 19' 35''	V/h 0.2	June. 7 th H.P. 60' 47''	V/h 0.9
Cor. $\frac{2''}{16' 33''}$	(- $\frac{11.6}{2.32}$)	Cor. $\frac{10.4}{60' 36.7''}$	(- $\frac{11.6}{10.44}$)
Aug. S. D. $\frac{9.}{16' 42.7''}$	(+)	Ret. H. P. $\frac{3.7}{60' 32.9''}$	(-)

中心眞高度ヲ求ム。

Obs. alt. \angle 31° 20' 30''	
Dip. 6 45''	-
App. alt. \angle 31° 13' 45''	..... (此視高度ヲ用ヒ)
S. D. 16 42''	+
Adp. alt. \angle 31° 30' 27''	
Cor. 50' 5''	+
T. alt. \angle 32° 20' 32''	

高度改正量ヲ求ム。

App. alt. \angle 31° 30'	} ...49' 27''
H. P. 60'	
alt. ノ 差 0''	..... 10''
H. P. ノ 差 33''	..... 28''
	$\frac{50' 5''}{50' 5''}$ (+)

問 題

- (1) 二月八日、太陽ノ下邊測高度三十二度五十分三十秒ニシテ、器差一分正、眼高三十二呎ナリ、眞高度如何。
- (2) 四月二十日、太陽ノ上邊高度ヲ測リ、二十七度三分十秒ヲ得タリ、器差三分負、眼高二十呎ナリ、眞高度如何。

(3) 七月七日、人工地平儀ヲ用ヒ、太陽ノ下邊高度ヲ測リ、六十度四十九分五十秒ヲ得タリ、器差二分三十秒正ナリ、眞高度如何。

(4) 五月二十四日、恒星 α Lyrae (Vega) ノ高度ヲ測リ三十五度二十四分四十秒ヲ得タリ、器差四分負、眼高四十二呎ナリ、眞高度如何。

(5) 四月十五日、恒星 α Aquilae (Altair) ノ高度ヲ測リ五十四度三十二分四十秒ヲ得タリ、器差二分負、眼高四十呎ナリ、眞高度如何。

(6) 八月十七日、金星 Venus ノ上邊測高度三十一度二十分十秒ニシテ、器差三分正、眼高二十五呎ナリ、眞高度ヲ求ム。

(7) 七月三十日、木星 Jupiter ノ中心高度ヲ測リ六十三度六分ヲ得タリ、器差一分四十五秒正、眼高三十五呎ナリ。眞高度如何。

(8) 九月二日、午前四時頃、北緯十度五十分、東經六十度二分ノ地ニ在リテ、時辰儀零時二分二十五秒ヲ示ス時、太陽ノ下邊高度十四度二十分三十秒ニ測ル、器差三十秒負、眼高十五呎、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。眞高度如何。

答

- | | |
|-----------|-------------|
| (1) 太陽眞高度 | 33° 0' 48'' |
| (2) 太陽眞高度 | 26° 38' 3'' |

第七章 天體ノ高度

(3) 太陽	真高度	30°	40'	24''
(4) Vega	真高度	35°	12'	55''
(5) Altair	真高度	54°	23'	46''
(6) 金星	真高度	31°	9'	9''
(7) 木星	真高度	61°	1'	27''
(8) 太陰	真高度	15°	27'	57''

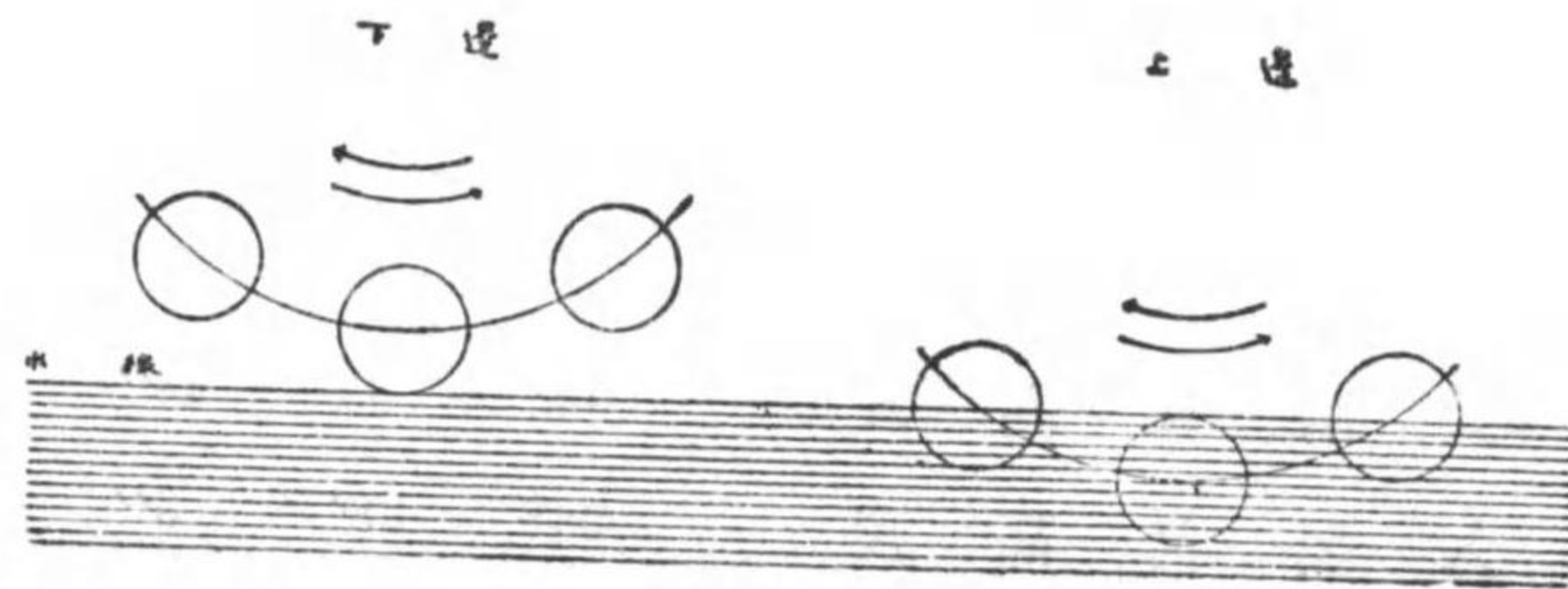
第七節 高度實測法

【13】海上觀測法

(1) 太陽高度觀測法。

六分儀ニ短望遠鏡ヲ筒メ、適宜ノ和光硝子ヲ裝シ、右手ニテ儀ヲ垂直ニ把持シ、天體直下ノ水平線ヲ水平鏡ニ透視スベシ。之ヨリ左手ヲ以テ示標桿ヲ徐々ニ進ムル時ハ太陽ノ影像ハ視界ニ入り次第ニ降下ス。斯クシテ太陽ガ概略水平線ニ接觸スレバ固定螺子ヲ締メ、次ニ左手ノ母指ト中指ヲ以テ正切螺ヲ動カシ茲ニ於テ「用意」Look-Outヲ令シ、儀面ヲ第三十九圖ノ如ク、左右ニ搖動シツ、其

第三十九圖



上邊或ハ下邊ガ正確ニ觸接スル瞬時「タイム」Time ト呼ビ、時辰儀（甲板時計）ノ示時ヲ記録セシメ、其時ノ讀度ヲ以テ時辰儀示時ノ測高度トスベシ。

斯クシテ弧ノ五分或ハ十分毎ニ數回連測ヲ行ヒ、最良ナル連續高度三若クハ五個ヲ選ビ其平均數ヲ以テ、該時辰儀示時ノ平均時ニ於ケル測高度トナスベシ。

(2) 星ノ高度觀測法。

星鏡ヲ箆メ遊標ノ起點ヲ零位ニ置キ星ノ直下ノ水平線ノ方ニ面シ視軸線ヲ星ニ向グルトキハ視界ニ其眞映兩像ヲ認ムベシ。茲ニ於テ示標桿ヲ徐々ニ進メツ、常ニ該星ノ映像ヲ視界ニ保ツ時ハ、終ニ星ヲ其直下ノ水平線附近ニ認ムル事ヲ得ベシ、故ニ固定螺ヲ締メ、正切螺ヲ動カシ、星及惑星ノ中央ヲ水平ニテ截リ、太陽ノ場合ノ如クニシテ中心測高度ヲ測ルベシ。星ノ觀測法ガ太陽ト異ナルハ附近ノ他星ヲ誤ツテ測ルコトヲ避ケンガ爲メナリ。「レンテイキュラー」硝子ヲ用フル時ハ一直線トナレル星光ト水平線ト一致セシムレバ、其直下ニ於テ中心測測度ヲ測リタルコトトナリ、儀ヲ左右ニ搖動スルノ必要ナシ。

【14】 海上觀測ノ注意

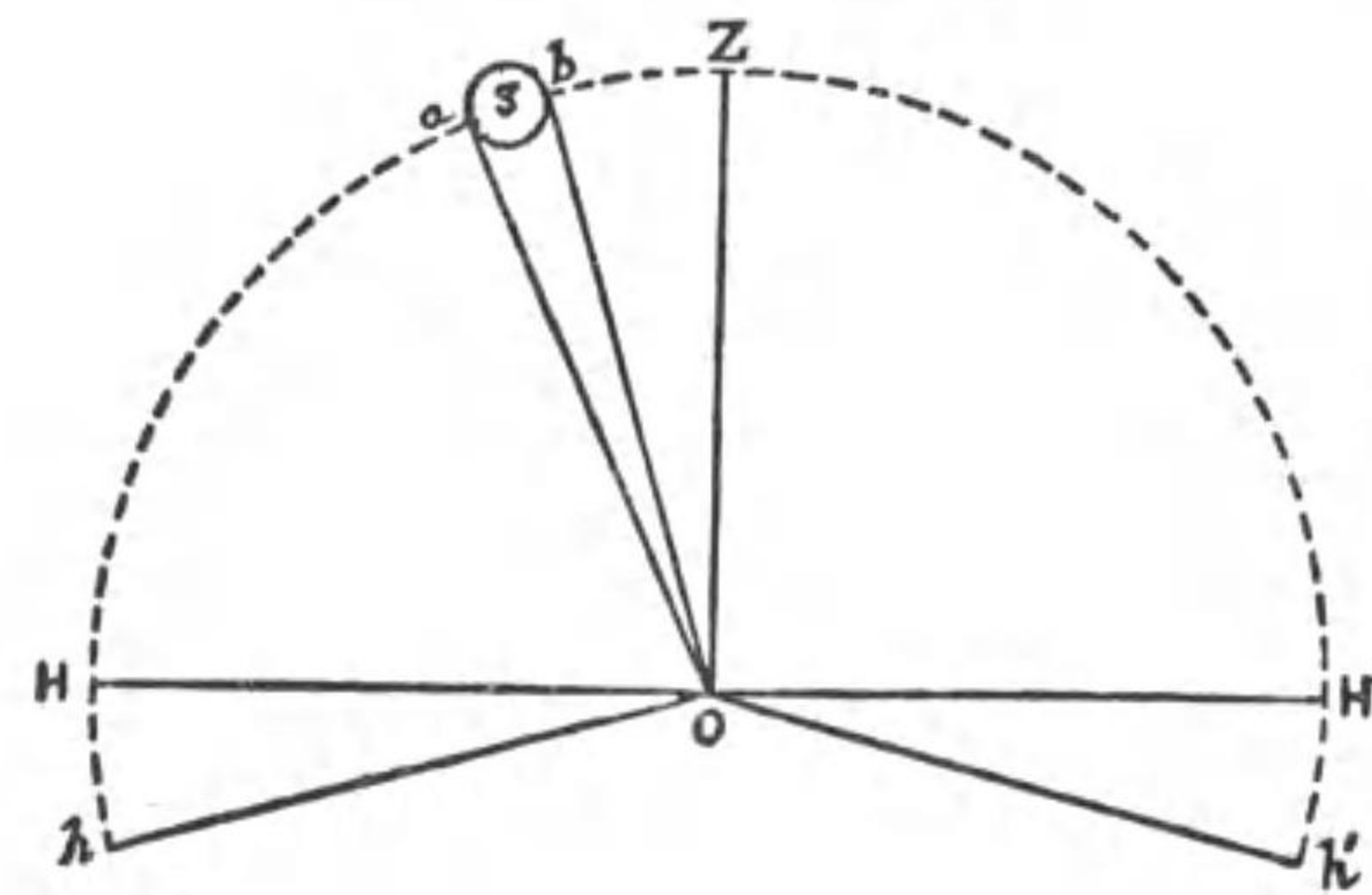
(1) 子午線高度ヲ測ル際高度九十度ニ近キトキハ、推測緯度ト該天體ノ赤緯トヲ以テ、頂點ノ南北ヲ決シ羅針儀ニ依リ其直下ニ當ル水平線ノ點ヲ認知シ置クベシ。

(2) 天體ノ高度六十度以上ナルトキハ、視地平ノ兩反

對側ニテ各高度ヲ測リ。兩高度ノ差ノ補角ノ半數ヲ以テ、中間時ニ相當スル中心視高度トスルコトヲ得ベシ、本法ニ依ルトキハ器差、眼高差及半徑差ヲ消去シ得ルヲ以テ正確ナル高度ヲ得ベシ。

第四十圖ニ於テ O ヲ測者ノ位置、Z ヲ其頂點、H H' ヲ、居所地平 O h 及 O h' ヲ視地平、S ヲ太陽ノ中心、a 及

第四十圖



b ヲ其邊トスレバ、a h 及 b h' ハ各反對側ニ於テ測リタル下邊測高度ニシテ下式ニ依リテ示スコトヲ得ベシ。

即チ

$$h a = (90^\circ - \text{App. Z. Dist. } \odot) - S. D + \text{Dip} + I. E.$$

$$h' b = (90^\circ + \text{App. Z. Dist. } \odot) - S. D + \text{Dip} + I. E.$$

ナリ。

$$\text{故ニ } h' b - h a = 2 \text{ App. Z. Dist. } \odot$$

$$\frac{1}{2} \{180 - (h' b - h a)\} = \text{App. alt. } \odot$$

(8) 眼高ハ可成高キ位置ヲ選ブベシ。眼高差ハ眼高低キ時其變化大ナルヲ以テ眼高大ナレバ船體動搖シテ眼高不定ナル時モ、眼高差ノ誤差トシテ顯ハル、程度ハ比較

的少ナリ。又波浪高クシテ水平線ニ凹凸アル時モ、眼高大ナレバ遠クノ水平線ヲ見ルコトヲ得ル爲メ、水平線ヲ一直線ニ見ルコトヲ得ベシ。

霧ノカ、レル時ハ適當ナル水平線ヲ得ルコト能ハザルヲ以テ、可成低キ場所ヲ選ブベシ。是レ該眼高ニ對スル水平線迄ノ距離近キタメ、適當ナル水平線ヲ作ルコトヲ得ルヲ以テナリ。

(4) 恒星、及惑星ノ觀測ハ薄明時 Twilight ニ於テ、視地平ノ明確ナル時ヲ選ブベシ。

(5) 中間ニ高溫度ノ空氣、或ハ蒸氣ヲ透シテ天體ノ觀測ヲ行フベカラズ。是レ光線ノ氣差ノ變化甚シキヲ以テナリ。

(9) 天體子午線ニ近キ時ノ外ハ、必ズ三若クハ五回ノ連測（必ズシモ一定弧度ノ間隔ヲ要セズ）ヲ行ヒ、其平均高度ヲ探ルベシ。

(7) 時辰儀ヲ讀ムトキニハ、必ズ分針ヲモ熟視スベシ。之レ秒針ノ誤讀ハ却テ少キモ、一分若シクハ五分ノ誤差ヲ生ズルコトハ屢々實驗スルヲ以テナリ。

(8) 最大倍力ノ望遠鏡ヲ使用シ、又和光硝子ハ光線ノ強弱ニ應ジ適度ノモノヲ選ブベシ。是レ光滲 Irradiation ノタメ正確ナル高度ヲ得ルコト能ハザレバナリ。

(9) 恒星及惑星ノ觀測ト同時ニ其羅針方位ヲ觀測スルヲ可トス。特ニ星名不明ノ場合ニハ、之ニ依リテ該星ノ

赤緯及赤經ヲ求メテ星名ヲ知ルコトヲ得ベシ。

【15】陸上觀測法

(1) 太陽高度觀測法。

六分儀ニ長望遠鏡ヲ裝シ、適當ナル暗鏡ヲ箴メ、其視軸線ヲ水銀盤面太陽反射線ト合セシメ、六分儀ヲ垂直ニ把持シ、示標桿ヲ進ムル時ハ、動鏡ヨリ反射シ水平鏡ニ映ズル太陽ノ影ハ、視界内ニ現ハル可シ。茲ニ於テ固定螺ヲ締メ、正切螺ニ依リ兩像ヲ接近又ハ相重ラシメ、[川意]Look Out. ヲ令シ。水平鏡ト水銀盤トノ兩映像ノ同一邊ガ互ニ接觸スル瞬時ニ[時]Time ト呼ビ、助手ヲシテ其時甲板計或ハ時辰儀ノ指示スル秒分時ヲ測高度ト共ニ記註モシメ、斯ノ如クシテ弧ノ五分、或ハ十分毎ノ連測ヲ行フ。

水銀盤ノ映像ト水平鏡ノ映像トハ其上下邊轉倒セルヲ以テ、短望遠鏡ヲ裝セルトキ、水銀面映像ノ上邊ト水平鏡映像ノ下邊ト觸接スルハ太陽ノ下邊倍高度ニシテ、水銀面映像ノ下邊ト水平鏡映像ノ上邊ト觸接スルハ太陽ノ上邊倍高度ナリ。

長望遠鏡ヲ裝セルトキ、水銀面映像ノ上邊ト水平鏡映像ノ下邊ト觸接スルハ太陽ノ上邊倍高度ニシテ、水銀面映像ノ下邊ト水平鏡映像ノ上邊ト觸接スルハ太陽ノ下邊倍高度ナリ。

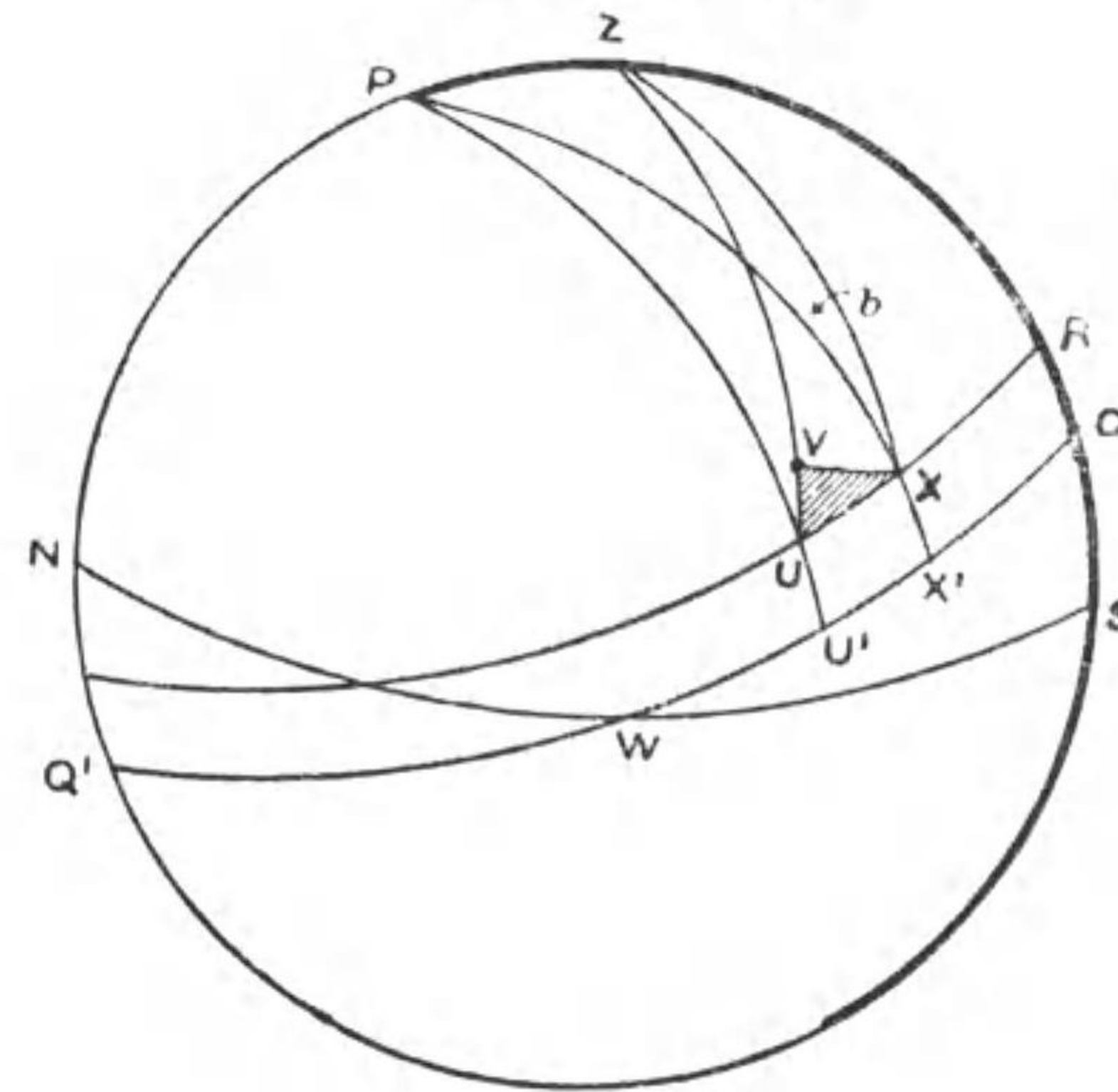
故ニ午前中ナラバ兩像相離ル、時ハ下邊。相近寄ルトキハ上邊ニシテ、午後ハ之ニ反ス。

(2) 星ノ高度觀測法。

星鏡ヲ裝シ兩像ヲ相重ネ、其中心高度ヲ測ルモノトス但シ他ハ太陽ノ場合ニ同ジ。

第八節 高度ノ變化

第四十一圖



地球自轉ニ依リ、天體ノ高度ハ、該天體ガ測者ノ子午線ニ極上正中スル迄増加シ上昇ヲ極ムレバ短時靜止シ。次ニ降下ヲ始メ、終ニ没スルモノナリ。

第四十一圖ニ於テ、 X ハ時角ガ H 方位角ガ A ナル時ノ某天體ノ位置。 U ハ時角ガ $H+1^m$ トナリタル時ノ該天體ノ位置。(XトUトハ同一赤緯ノ距等圈上ニ在ルコト明ナリ)。及 VX ヲ測者ノ地平圈 NWS ニ平行ナル小圈トスレバ、時角ガ 1^m 増加セシタメ、該天體ノ天頂距 ZX ガ ZU トナリ、 VU ダケ増加セリ。即チ VU ハ一分時ニ於

ケル天頂距ノ増加量ナリ。

小圈ノ弧VX, UX及大圈ノ弧VUニ依リテ形セラルル三角形VUXヲ、Vニ於テ直角ナル平面直角三角形ト見做スコトヲ得ベシ。次ニ子午線ハ赤緯ノ距等圈ト直交スルヲ以テPXトUXトハ直角ヲナシ。又高度ノ圈ZXハ地平圈ニ平行ナル小圈VXニ直交スルヲ以テPXZヲbニテ表ハセバ

$$V X U = b \quad \text{ナリ。}$$

故ニ $V U = U X \cdot \sin b \dots\dots\dots (1)$

今子午線PX及PUヲ延長シテ、天ノ赤道トX'及U'トニ於テ交リタリトセバ

$$U X = U' X' \cdot \cos X X'$$

XX'ハ天體ノ赤緯(之ヲdニテ示ス)。U'X'ハUPXニシテ $1^m = 15'$ ニ相等シ。

故ニ $U X = 15' \cos d$

ニシテ之ヲ(1)式ニ代入セバ

$$\begin{aligned} V U &= 15' \cos d \sin b \\ &= 15' \sin p \sin b \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

即チVUハ弧ノ分数ニテ表ハサレタル 1^m ニ對スル、天頂距ノ増加量換言セバ高度ノ減少量ナリ。

次ニ球面三角形PZXニ於テ

$$\frac{\sin P X}{\sin A} = \frac{\sin P Z}{\sin b} \quad \text{即チ} \quad \frac{\sin p}{\sin A} = \frac{\cos l}{\sin b}$$

$$\therefore \sin p \sin b = \cos l \sin A$$

故ニ

$$V U = 15' \cos l \sin A \dots\dots\dots (3)$$

即チ上式ハ一分時ニ對スル高度ノ變化量ヲ與フル公式ナ

リ。

上式ニ於テ、方位角Aガ百八十度或ハ零度ナルトキ、即チ天體ガ極上正中及極下正中セル時、 $\sin A = 0$ ナルヲ以テ、高度ノ變化零ナリ。又天體ガ子午線ノ附近ニ在ル時ハ方位角Aハ百八十度或ハ零度ニ近キヲ以テ、高度ノ變化小ナリ。

天體ガ東西圈上ニ在ル時、方位角Aハ九十度ナルヲ以テ、 $\sin A = 1$ ニシテ正弦ノ最大值ニ達ス。故ニ高度ノ變化最大ナリ。

(註) 計算高度算法ハ説明ノ都合上第十一章ニ譲ル。

第八章 緯度算法

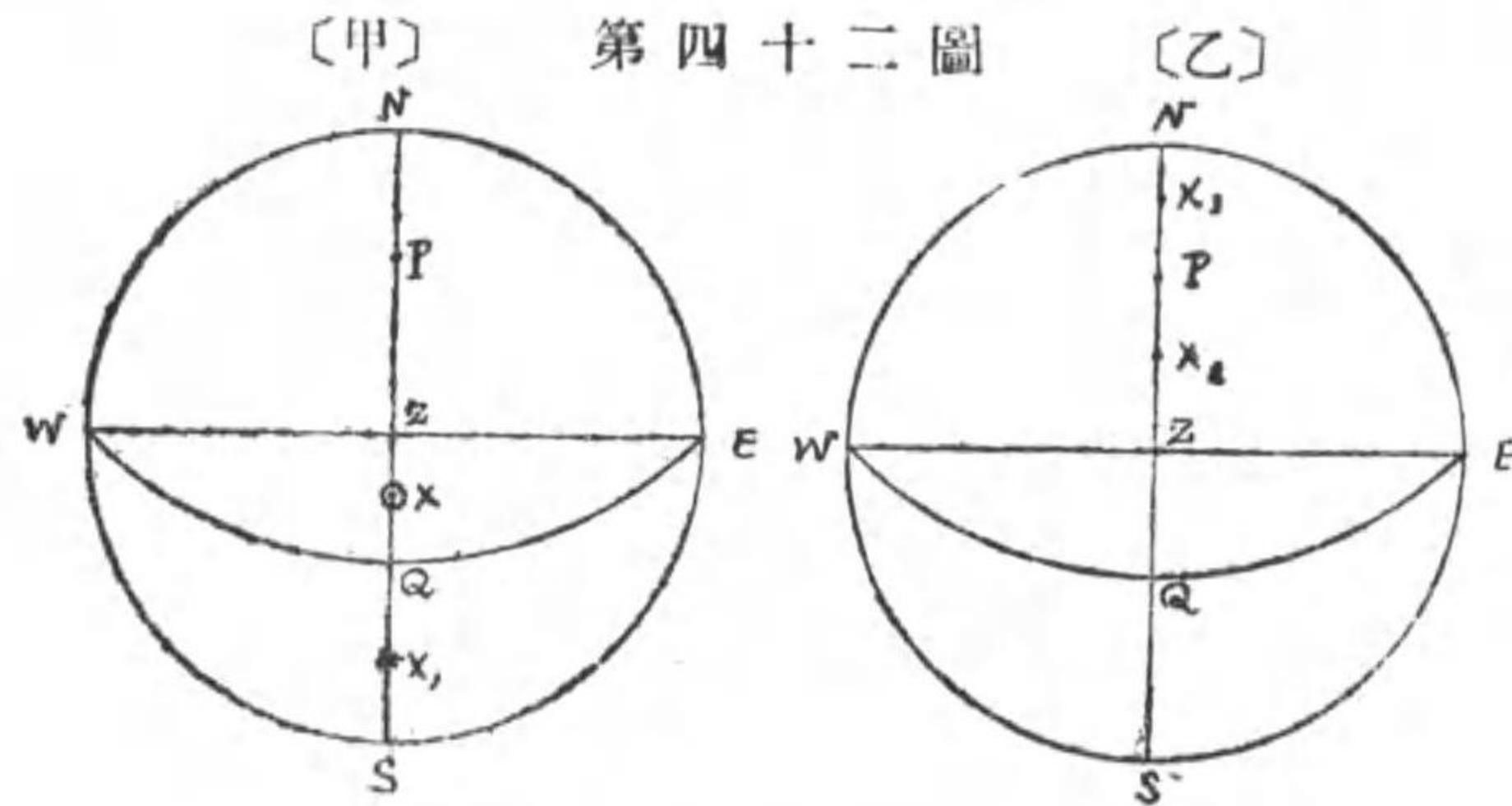
To Find the Latitude.

第一節 子午線高度緯度法

Latitude by Meridian Altitude.

【1】子午線高度緯度法解説

第四十二圖地平圈圖ニ於テ、EQWヲ天ノ赤道、Pヲ天ノ極、Zヲ測者ノ天頂トシ。X、X₁、X₂及X₃ヲ測者ノ子午線ニ極上及極下ノ正中ヲ爲セル天體トスレバ、QX、QX₁、QX₂……等ハ各天體ノ赤緯、SX、SX₁〔甲〕及NX₂、NX₃〔乙〕ハ各天體ノ子午線上ノ高度ニシテ、ZX、ZX₁、ZX₂及ZX₃ハ天體ガ子午線上ニ在ル時ノ天頂距ナリ。



此ノ高度ヲ子午線高度 Meridian Altitude. ト云ヒ。其天頂距ヲ子午線天頂距 Meridian Zenith Distance. ト云フ。而

テ頂點ガ天體ノ北ニ在ル時N符ヲ配シ（頂北）、南ニ在ル時S符（頂南）ヲ配シテ區別ス。

(1) 緯度ト天體ノ赤緯トガ同名ニシテ、天頂ニ對シ天體ガ天ノ極ノ反對側ニ在ル場合（甲圖ニ於テ天體ガXニ在ル時）

$$QZ = ZX + QX$$

$$\therefore \text{Lat.} = \text{Mer. Z. Dist.} + \text{Dec.}$$

緯度ノ符ハ赤緯ト同名ノ符ヲ配ス。

(2) 緯度ト赤緯ガ異名ニシテ、天頂ニ對シテ、天體ガ天ノ極ノ反對側ニ在ル場合（甲圖ニ於テ天體ガX₁ニ在ル時）

$$QZ = ZX_1 - QX_1$$

$$\therefore \text{Lat.} = \text{Mer. Z. Dist.} - \text{Dec.}$$

緯度ノ符ハ赤緯ト異名ノ符ヲ配ス。

(3) 天體ガ天頂ト天ノ極（同名）トノ間ニ在ル場合、（乙圖ニ於テ天體X₂ニ在ル時）

$$QZ = QX_2 - ZX_2$$

$$\therefore \text{Lat.} = \text{Dec.} - \text{Mer. Z. Dist.}$$

緯度ノ符ハ赤緯ト同名ノ符ヲ配ス。

(4) 天體ガ極下正中ヲナス場合。（乙圖ニ於テ天體ガX₃ニ在ル時）

$$PN(QZ) = PX_3 + NX_3$$

$$\therefore \text{Lat.} = p. + \text{Alt.}$$

p …… 極距,

或ハ $\text{Lat.} = 90 - \text{Dec.} + \text{Alt.}$

$$= 90 + \text{Alt.} - \text{Dec.}$$

緯度ノ符ハ赤緯ト同名ノ符ヲ配ス。

以上各場合ニ於テ緯度ノ符ハ區々ナルヲ以テ誤リ易シ。故ニ極上正中時ノ場合ニ於テハ、天體ノ赤緯ト子午線天頂距ト同名ナラバ和ヲ求メ。之ニ同名ノ符ヲ配シテ緯度トナシ。異名ナラバ差ヲ求メ、之ニ大ナル方ノ符ヲ配シテ緯度トセバ、緯度ノ符號ヲ誤ル事ナシ。又極下正中時ハ赤緯ト緯度トガ同名ニ非ザレバ天體ノ極下子午線高度ヲ測定シ得ザルヲ以テ、天體ノ極距ト其高度トノ和ニ赤緯ト同名ノ符ヲ配シテ緯度トセバ、其符號ヲ誤ル事ナシ。

(5) 實測子午線高度ト計算子午線高度トニ依リ緯度ヲ求ムル場合。

$$\text{Lat.} = \text{Mer. Z. Dist.} \pm \text{Dec.}$$

ニ於テ Lat. ト Dec. ヲ知ルトキハ、

$$\text{Mer. Z. Dist.} = \text{Lat.} \mp \text{Dec.}$$

即チ緯度ト赤緯トガ同名ナラバ差、異名ナラバ和ヲ求メテ子午線天頂距ヲ得ベシ。依テ之ヲ九十度ヨリ減ジテ眞高度ヲ求メ高度改正ノ各要素ヲ反對ニ加減スレバ計算測高度ヲ得ベシ。

$$\text{又} \quad \text{Lat.} = p + \text{Mer. Alt.}$$

ニ於テ Lat. ト p トヲ知ルトキハ、

$$\text{Mer. Alt.} = \text{Lat.} - p$$

即チ緯度ヨリ極距ヲ減ズレバ子午線高度ナルヲ以テ、

高度改正ノ各要素ヲ反對ニ加減スレバ計算測高度ヲ得ベシ。

而テ實測子午線高度ガ計算子午線高度ヨリ大ナルトキハ、實測緯度ハ推測緯度ヨリ天體地位ノ方ニ在リ、實測高度ガ小ナルトキハ實測緯度ハ推測緯度ヨリ天體地位ニ遠キコト明ナリ。

從テ推測緯度ニ對スル計算子午線高度ト實測子午線高度ト一致セバ、其推測緯度ハ實測緯度ニ等シク、一致セザル時ハ其差ハ推測緯度ト實測緯度トノ差ナルヲ以テ、之ヲ推測緯度ニ加減スレバ直チニ實測緯度ヲ得ベシ。

【2】子午線高度ト最高及最低高度

(1) 測者ガ靜止位置ニ在ル場合。

天體ノ赤緯ノ變化極少ナレバ、地球自轉ニ依リ、天體ノ高度ハ該天體ガ測者ノ子午線ニ極上正中スルマデ増加シ、高昇ヲ極ムレバ、短時靜止シ、次デ降下ヲ始ムベシ。

極下正中ノ場合ニ於テハ、天體ガ子午線ニ正中スルマデ高度ハ減少シ、最低高度ニ達シ、次デ高昇ヲ始ムベシ。

故ニ斯ノ如ク靜止シテ正ニ降下、又ハ高昇ヲ始メントスル瞬時ニ於ケル高度ハ子午線高度ナリ。即チ最高又ハ最低高度ヲ以テ子午線高度ト爲スコトヲ得ベシ。

太陽、太陰及惑星ノ赤緯ノ變化ハ相當大ナルヲ以テ、其ノ高度ハ地球自轉ニ依ル變化ト赤緯ノ變化トノ代數和

ニ依リ變化スルモノニシテ、理論上最高又ハ最低高度ハ子午線高度ニ非ズト雖モ、海上天測ニ於テハ、測者靜止ノ場合ハ最高又ハ最低高度ヲ以テ子午線高度ト見做スコトヲ得ベシ。

(2) 測者が正北又ハ正南ニ移動スル場合。

測者が天體ノ方位ニ移動スル時ハ、船ノ速力ニ依リ該天體ノ高度ハ増加シ。天體ノ反方位ニ移動スル時ハ、船ノ速力ニ依リ該天體ノ高度ハ減少スベシ。例ヘバ太陽ガ子午線上或ハ其附近ニ在ルトキ船ガ正南或ハ正北ニ二十節ノ速力ヲ以テ航スルモノトセバ。太陽ノ高度ハ一時ニ二十分、即チ $1^m = \frac{20}{60} = \frac{1}{3}$ 増加或ハ減少スベシ。

故ニ地球自轉ニ依ル高度ノ變化量ガ、船ノ速力ニ依ル高度ノ變化量（恒星以外ノ天體ナラバ赤緯ノ變化ニ依ル高度ノ變化量ヲ加減ス）トガ相等シク、且ツ其ノ變化スル方向ガ相反スルニ至リテ、天體ハ靜止スルガ如ク見ユベシ。換言セバ最高又ハ最低高度ニ達スベシ。

之ガ爲メ船ガ天體ノ方位ニ航行スル時ハ、天體ノ高度ガ地球自轉ニ依リ子午線上ニ於テ最高ニ達シ、次ニ減少シ其減少量ガ船ノ速力ト赤緯ノ變化ニ依ル高度ノ増加量ト相等シクナル時、即チ該天體ノ子午線正中時後、天體ハ靜止スルガ如ク見ユベシ。

又極下正中ノ場合ハ之ト反對ニ正中前ニ天體ガ靜止スルガ如ク見ユベシ。

同一理ニ依リ、船ガ天體ノ反方位ニ航行スル場合ニハ天體ガ子午線ニ正中スル以前ニ靜止スルガ如ク見ユベク。極下正中ノ時ハ正中後ニ靜止スルガ如ク見ユベシ。

斯ノ如ク靜止セル時ノ高度ハ該天體ノ最高、或ハ最低高度ニシテ子午線高度ニ非ラザルコト明ナリ。故ニ此ノ場合天體ガ靜止シテ正ニ下降又ハ上昇セントスル時ノ高度ヲ以テ子午線高度トナスノ不可ナルコト明ナリ。

(3) 船ガ正東又ハ正西ニ航スル場合。

地球自轉ニ依ル高度ノ變化量ハ

$$15' \sin A \cos l$$

ナリ。然ルニ船ガ正西ニ航セバ、一分間ノ高度ノ變化ハ $15' \sin A \cos l$ ヨリ小ニシテ、正東ニ航スルトキハ、之ヨリ大ナリ。如何トナレバ船ガ靜止セル時、船ノ子午線ハ一時間ニ地球自轉ニ依リ 15° 即チ $900'$ 西ヨリ東ニ回轉シ、之ニ依ル一分間ノ高度ノ變化ハ $15' \sin A \cos l$ ナリ。今船ガ一時間ニ經度ヲ變スルコト $20'$ 西トセバ。船ノ子午線ハ天體ニ對シ一時間ニ

$$900' - 20' = 880'$$

ダケ變化スルヲ以テ一分間ノ高度ノ變化量ハ

$$\frac{880'}{900'} \times 15' \sin A \cos l$$

ナリ。

又船ガ一時間ニ經度ヲ變ズルコト $20'$ 東トセバ、船ノ子午線ハ天體ニ對シ一時間ニ

$$900' + 20' = 920'$$

ダケ變化スルコト、ナルヲ以テ、一分間ノ高度ノ變化量ハ

$$\frac{920'}{900'} \times 15' \sin A \cos l$$

ナレバナリ。

故ニ船ノ一時間ノ變經ヲ α' トセバ、船ノ子午線ハ天體ニ對シテ $900' \pm \alpha'$ 變化スルヲ以テ、一分間ノ高度ノ變化量ハ

$$\frac{900' \pm \alpha'}{900'} \times 15' \sin A \cos l$$

ナリ。而テ高度ノ變化ニ遲速ヲ生ズレドモ天體ガ子午線ニ正中スル時該天體ハ最高又ハ最低高度ニ達スルコト明ナリ。

從テ船ガ正南、正北又ハ殆ンド其近キ方位ニ航セザル場合ニハ、變經ヲ生ズルヲ以テ、上式ニ依ル高度ノ變化量ト、船ノ變緯及赤緯ノ變化ニ依ル高度ノ變化量トガ相等シク、且ツ變化スル方向ガ相反スルニ至ツテ靜止スルガ如ク見ユベシ、即チ最高又ハ最低高度ニ達ス。

子午線高度ト最高及最低高度トノ間ニハ既述ノ如キ關係ヲ有スルヲ以テ、船ガ靜止セル場合又ハ針路ガ正東若クハ正西及其附近ナル場合ニ於テノミ、最高又ハ最低高度ヲ以テ子午線高度トナスコトヲ得ベシ。換言セバ天體ガ靜止シテ正ニ下降又ハ上昇セントスル時ノ高度ヲ以テ

子午線高度トナスコトヲ得ベシ。

其他ノ場合ニ於テ子午線高度ヲ測得センニハ、子午線正中時ヲ算出シ、其時ニ於ケル高度ヲ以テ所要ノ子午線高度トナスベシ。實用上推測經度ヲ用ヒテ求メタル正中時ハ正確ナルモノトシテ取扱フコトヲ得ベシ。之レ正中時ハ最近ノ分數マデ正確ニ知レバ可ナルヲ以テナリ。

【3】 子午線高度ト最高又ハ最低高度トノ間隙

(1) 正北又ハ正南ニ航スル場合、(赤緯ノ變化ナキモノト假定ス)

第四十三圖ニ於テ Z 、ヲ天體 R ガ子午線ニ正中セル時ノ測者ノ天頂トシ、短時ノ後、該天體ガ X ニ來リタル時測者ノ天頂ガ Z ニ變ジタリトセバ

Z, R = 子午線天頂距

$Z X$ = 短時後ノ天頂距

ニシテ、其間隙ガ小ナル時ハ、 $Z R = Z X$ トスルコトヲ得ベシ。故ニ

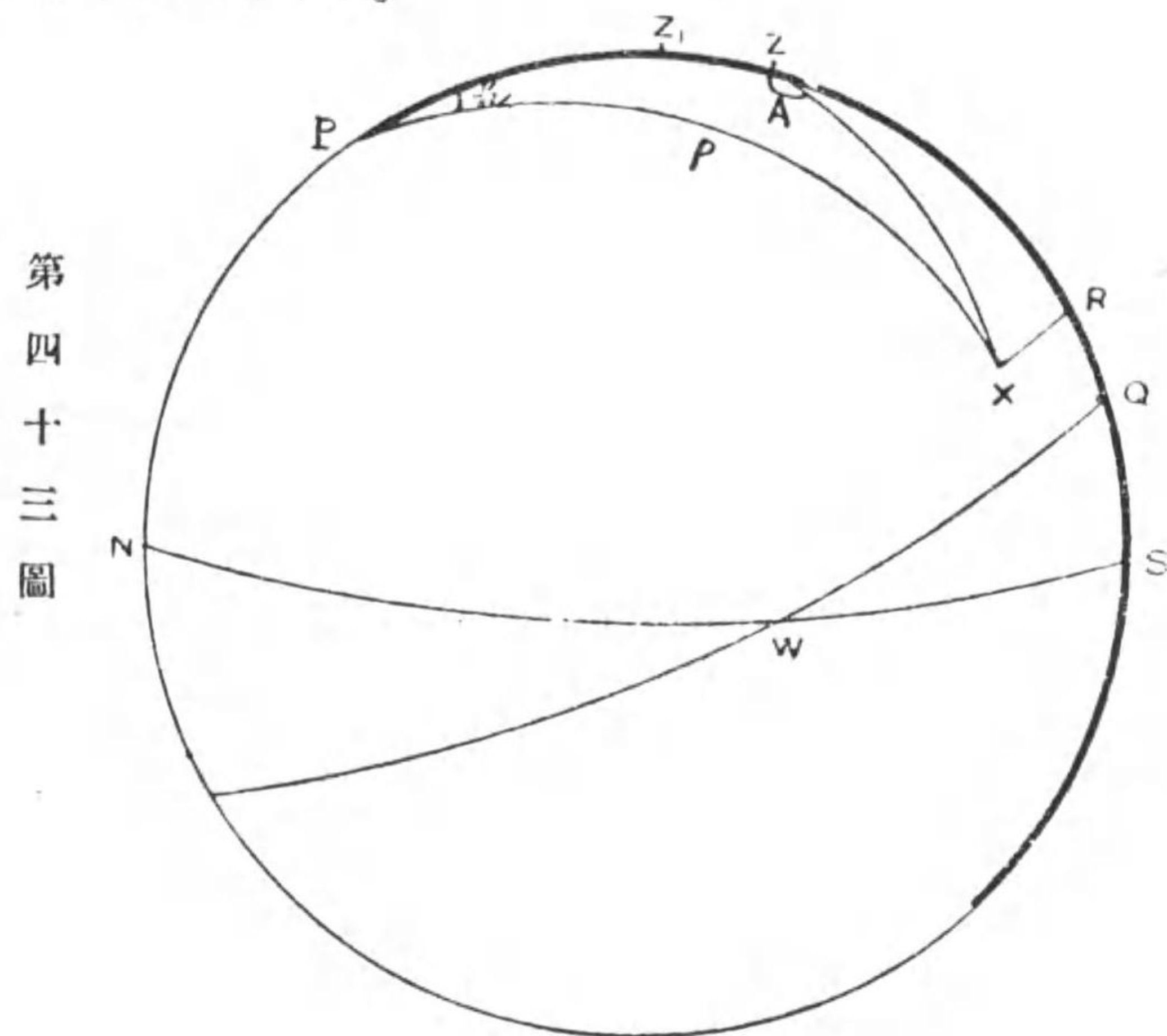
$$Z, R - Z X = Z Z,$$

即チ其ノ間隙ニ天頂距ハ $Z Z$ ダケ減少セシコト明ナリ。

今 船ノ速力ヲ V 節トセバ、 1^m 間ニ $\frac{V}{60}$ ダケ、天頂距ガ増減ス。換言セバ高度ハ $\frac{V}{60}$ ダケ増減スルコト、ナルベシ。因テ天體ガ靜止スル如ク認ムル時ハ、

$$15' \sin A \cos l = \frac{V}{60} \dots\dots\dots(1)$$

ナラザルベカラズ。



次ニ第四十三圖位置ノ三角形 P Z X = 於テ、h ヲ天體 X ノ時角トセバ

$$\sin h = \frac{\sin Z X \sin A}{\sin p}$$

上式ト(1)式トニ依リ

$$\sin h = \frac{V \sin Z X}{900 \cos l \cos d}$$

時角 h ガ小ナル時、天頂距 Z X ヲ子午線天頂距ト見做ス

コトヲ得ルヲ以テ Z X = l ± d ナリ。

$$\therefore \sin h = \frac{V \sin (l \pm d)}{900 \cos l \cos d}$$

或ハ
$$\sin h = \frac{V}{900} (\tan l \pm \tan d)$$

h ガ微小ニシテ、且ツ秒 (") 數ニテ示サレタルモノトセバ、

$$\sin h = \frac{h''}{4 \times 3438'}$$

故ニ上式ニ代入セバ

$$\frac{h''}{4 \times 3438'} = \frac{V}{900} (\tan l \pm \tan d) \quad \text{トナリ。}$$

從ツテ

$$h'' = 15.28 V (\tan l \pm \tan d) \dots\dots\dots A$$

(2) 正南又ハ正北以外ノ方向ニ航スル場合。

第四十四圖ニ於テ、Z ヲ天體 X ガ測者ノ子午線ニ正中セル時ノ測者ノ天頂、X' ヲ天體ノ高度ガ最高々度ニ達シタル時ノ位置、及 Z' ヲ天體ガ子午線ニ正中セシ時ヨリ、船ガ P Z Z' ノ方向ニ航走シ、天體ガ最高々度ニ達シタルトキノ天頂トシ、天體ガ最高々度ニ達シタル時ノ時角ヲ h (Z' P X')、天體ノ子午線正中時ト最高々度ニ達シタル時トノ間際 Z P X' ヲ H、及 Z P Z' ヲ h' トセバ

所要ノ間際 H = h + h' ナリ。

又 h' ハ天體ノ正中時ト最高々度ニ達スル時トノ間際 H ノ間ニ船ノ爲シタル變經ナリ。

$$\text{故ニ} \quad \frac{h'}{H} = \frac{\text{船ガ一時間ニ變ジタル經度}}{\text{天體ガ一時間ニ變ジタル經度}}$$

z (') ヲ以テ一時間ノ船ノ變經トセバ、

$$\frac{h'}{H} = \frac{x}{900} \quad \therefore h' = H \frac{x}{900}$$

而テ $h = H - h'$ ナルヲ以テ、

$$h = H - H \cdot \frac{x}{900} = H \left(1 - \frac{x}{900}\right)$$

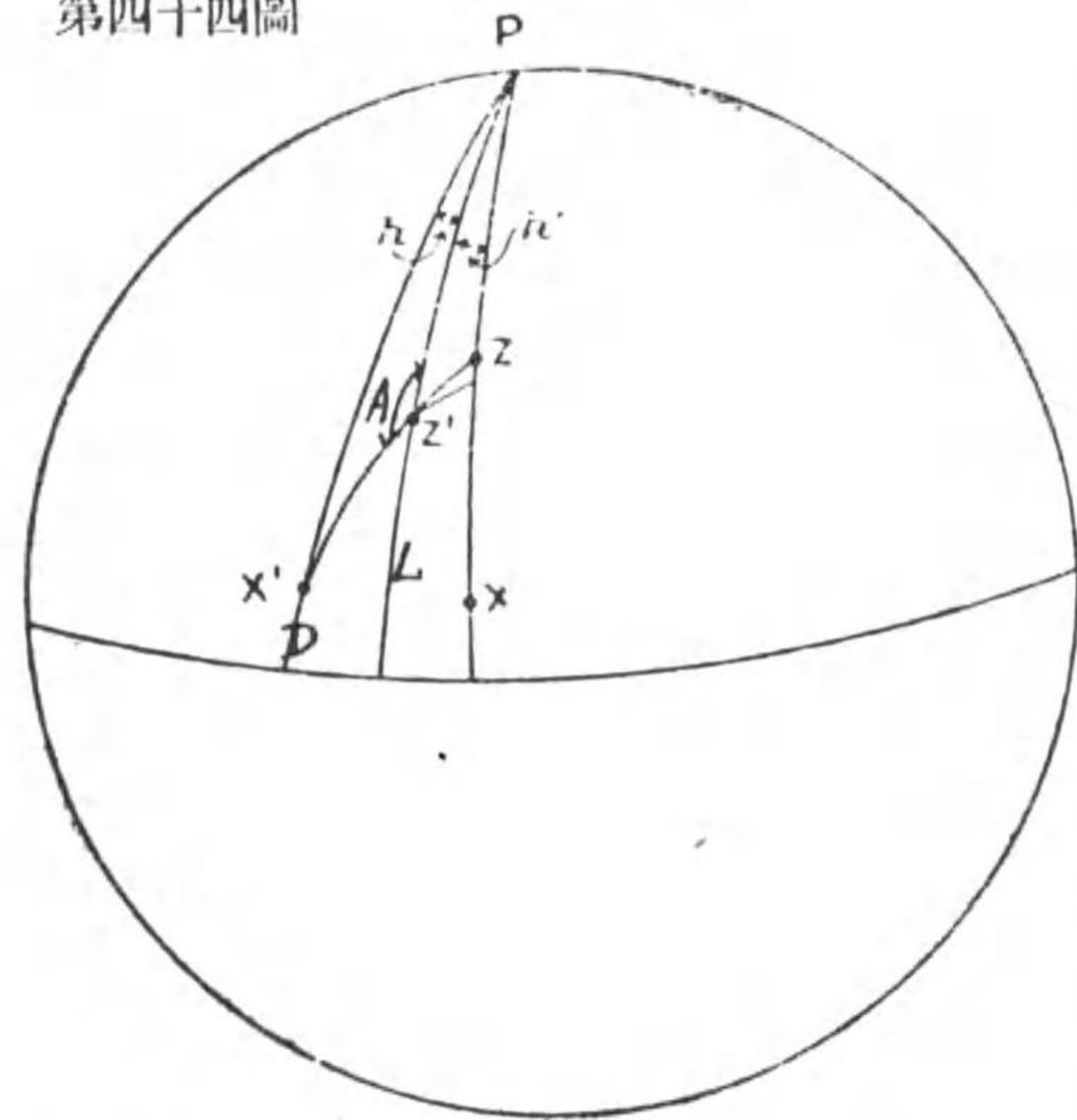
上式ヲ下ノ如ク變化セバ H ノ略近値ヲ求ムルコトヲ得ベシ。即チ

$$H = h \left(1 + \frac{x}{900}\right) \dots\dots\dots(1)$$

次ニ y (') ヲ船ノ南北ノ移動、即チ一時間ノ變緯ニ赤緯ノ一時間ノ變化量ヲ加減シタルモノトス。即チ

$$y = D. Lat \pm \text{Hourly Variation of Dec}$$

第四十四圖



而テ
「+」ハ船ト天體ノ地位トガ緯度線上ニ於テ互ニ接近スル場合。
「-」ハ船ト天體ノ地位トガ緯度線上ニ於テ互ニ遠隔スル場合ナリ。

又、一分間ノ高度變化量 = $15. \sin A. \cos l$
一時間ノ高度變化量 = $60 \times 15. \sin A. \cos l$
= $900. \sin A. \cos l$

然ルニ船ガ一時間ニ其經度ヲ變ズルコト x 分ナルヲ以テ、實際天體ノ一時間ノ高度ノ變化量ハ

$$\frac{900 \pm x}{900} \times 900. \sin A. \cos l$$

$$(900 \pm x) \sin A. \cos l$$

「+」……………變經東ナル時、「-」……………變經西ナル時、而テ天體ガ最高々度ニ達スル時ハ、上式ハ y 分ニ相等シク、且ツ其變化スル方向相反セザル可カラズ。即チ

$$(900 \pm x) \cdot \sin A. \cos l = y'$$

$$\therefore \sin A = \frac{y' \sec l}{(900 \pm x)} \dots\dots\dots(2)$$

第四十四圖位置ノ三角形 $PZ'X'$ ニ於テ

$$\sin h = \frac{\sin Z'X' \sin A}{\cos d}$$

上式ニ於テ天頂距 $Z'X'$ ハ子午線天頂距 $(l \pm d)$ ニ殆ンド相等シキヲ以テ $(l \pm d)$ ヲ代入シ、又 $\sin A.$ (2) 式ヲ代入シテ變化セバ

$$\sin h = \frac{y' \sin (l \pm d)}{(900 \pm x) \cos d \cos l}$$

$$= \frac{y' (\tan l \pm \tan d)}{900 \left(1 \pm \frac{x}{900}\right)} \dots\dots\dots(3)$$

h ハ微小ニシテ且ツ秒數⁽⁵⁾ニテ示サレタルモノトセバ

$$\sin h = \frac{h^s}{4' \times 3438'} \quad \text{ナリ。}$$

又(3)式ニ於テ $\frac{x}{900}$ ハ微小ナルヲ以テ

$$\frac{1}{1 \pm \frac{x}{900}} = 1 \mp \frac{x}{900} \quad \left[\begin{array}{l} \text{「-」…變經東ナル時} \\ \text{「+」…變經西ナル時} \end{array} \right]$$

故ニ (3) 式ヲ變化スレバ

$$h^s = \frac{4 \times 3438}{900} \cdot y \left(1 \mp \frac{x}{900} \right) (\tan l \pm \tan d)$$

或ハ $h^s = 15.28 y \left(1 \mp \frac{x}{900} \right) (\tan l \pm \tan d) \dots \dots \dots (4)$

(1) 式ニ於テ

$$H = h \left(1 \mp \frac{x}{900} \right) \left\{ \begin{array}{l} \text{「-」} \dots \dots \text{變經東ナル時} \\ \text{「+」} \dots \dots \text{變經西ナル時} \end{array} \right.$$

ナルヲ以テ、之ヲ (4) 式ニ代入セバ

$$H = 15.28 y \left(1 \mp \frac{x}{900} \right)^2 (\tan l \pm d)$$

ニシテ $\left(1 \mp \frac{x}{900} \right)^2$ ニ於テ $\left(\frac{x}{900} \right)^2$ ハ之ヲ略スルコトヲ得ルヲ以テ

$$H^s = 15.28 y \left(1 \mp \frac{2x}{900} \right) (\tan l \pm \tan d) \dots \dots \dots B$$

之レ所要ノ間隙ヲ求ムル公式ナリ。

$$\tan l \pm \tan d \text{ ニ於テ } \left\{ \begin{array}{l} \text{「+」} \dots \dots \text{緯度ト赤緯トガ} \\ \text{異名ナル時} \\ \text{「-」} \dots \dots \text{緯度ト赤緯トガ} \\ \text{同名ナル時} \end{array} \right.$$

$$\left(1 \pm \frac{2x}{900} \right) \text{ ニ於テ } \left\{ \begin{array}{l} \text{「+」} \dots \dots \text{變經西ナル時} \\ \text{「-」} \dots \dots \text{變經東ナル時} \end{array} \right.$$

下表ハ 15.28 Tan l 及 15.28 Tan d ノ値ヲ記載セルヲ以テ 15.28 (Tan l ± Tan d) ノ値ヲ容易ニ求ムルコトヲ得ベシ。

15.28 Tan l 及ビ 15.28 Tan d ノ値

l or d		l or d		l or d		l or d	
0°	0.0	16°	4.4	31°	9.2	46°	15.8
1	0.3	17	4.7	32	9.5	47	16.4
2	0.5	18	5.0	33	9.9	48	17.0
3	0.8	19	5.3	34	10.3	49	17.6
4	1.1	20	5.6	35	10.7	50	18.2
5	1.3	21	5.9	36	11.1	51	18.9
6	1.6	22	6.2	37	11.5	52	19.5
7	1.9	23	6.5	38	11.9	53	20.3
8	2.1	24	6.8	39	12.4	54	21.0
9	2.4	25	7.1	40	12.8	55	21.8
10	2.7	26	7.4	41	13.3	56	22.7
11	3.0	27	7.8	42	13.8	57	23.5
12	3.2	28	8.1	43	14.3	58	24.5
13	3.5	29	8.5	44	14.8	59	25.4
14	3.8	30	8.8	45	15.3	60	26.5
15	4.1	—	—	—	—	—	—

【4】 太陽子午線高度緯度法 Latitude by Sun's Meridian Altitude.

算則

A. 極上正中ノ場合。

(1) 太陽子午線正中時 (視時) 12^h 0^m 0^s = 經度時ヲ加減シテ、綠威視時 G. A. T. ヲ求ム。

(2) 綠威視時ヲ綠威平時 (G. M. T.) ト見做シ。之ニ對スル赤緯ヲ求ム。

(3) 子午線測高度ヲ中心視高度ニ改正シ。之ヲ九十度

ヨリ減ジテ中心眞天頂距ヲ求ム。

天頂距ノ命名。

天體ヲ南ニ向ヒ測リタル時ニハ N 符ヲ配スベシ。(頂北)

天體ヲ北ニ向ヒ測リタル時ニハ S 符ヲ配スベシ。(頂南)

(4) 天頂距ト赤緯トガ同名ナル時、其和ヲ求メ、之ニ其名ヲ配シテ緯度トナス。

天頂距ト赤緯トガ異名ナル時、大ナル方ヨリ小ナル方ヲ減ジ、其差ニ大ナル方ノ符ヲ配シテ緯度トナス。

B. 極下正中ノ場合。

(1) 太陽極下子午線正中時 $0^h 0^m 0^s$ ニ經度時ヲ加減シテ綠威視時ヲ求ム。

(2) 綠威視時ヲ綠威平時ト見做シ、之ニ對スル赤緯ヲ求メ、九十度ヨリ減ジテ極距ヲ求ム。

(3) 子午線測高度ヲ中心眞高度ニ改ム。

(4) 中心眞高度ト極距トノ和ヲ求メ、之ニ赤緯ト同名ノ符ヲ配シテ、緯度トナス。

C. 實測子午線高度ト計算子午線高度トノ差ニ依リ緯度ヲ求ムル場合。

(1) 太陽子午線正中時 $12^h 0^m 0^s$ ニ經度時ヲ加減シテ綠威視時ヲ求ム。

(2) 綠威視時ヲ綠威平時ト見做シ之ニ對スル赤緯ヲ求ム。

(3) 推測緯度ト赤緯トガ同名ナラバ差、異名ナラバ和

ヲ求メ、之ヲ九十度ヨリ減ジテ計算中心眞高度トナス。

(4) 高度改正ノ諸要素ヲ逆ニ加減シテ計算子午線高度ヲ求メ、實測子午線高度ト比較シ、差ガアレバ、之ヲ緯度ト改正量トナス。

(5) 天體ノ高度ヲ南ニ向ヒテ測リタル場合。(頂北)

實測子午線高度ガ計算子午線高度ヨリ大ナレバ「緯度ノ改正量」ニ S 符ヲ配シ、反對ニ小ナレバ N 符ヲ配ス。

天體ノ高度ヲ北ニ向ヒテ測リタル場合。(頂南)

實測子午線高度ガ計算子午線高度ヨリ大ナレバ「緯度ノ改正量」ニ N 符ヲ配シ、反對ニ小ナレバ S 符ヲ配ス。

(6) 推測緯度ト緯度ノ改正量トガ、同名ナラバ和ヲ求メ、之ニ同名ノ符ヲ配シ異名ナラバ差ヲ求メ、之ニ大ナル方ノ符ヲ配シテ緯度トナス。

例題 1. 七月十四日西經百四十二度四十分ノ地ニ於テ、太陽ノ下邊子午線高度ヲ北ニ向ヒ、六十一度三十分ニ測ル器差二分十五秒正、眼高四十二呎ナリ。緯度ヲ求ム。

解 G. A. T. ヲ求ム。

Dec ヲ求ム。

S. A. T. July. 14 th 12 ^h 0 ^m 0 ^s		21° 40.0	N	Diff
L in T.	9 30 40 (+)	Cor. 0.2	(+)	0.8
G. A. T. July. 14 th 21 ^h 30 ^m 40 ^s		21° 40.2	N	Cor. .19

第八章 緯度算法

T. alt. 及 Lat. ヲ求ム。

Obs. alt. ☉	61° 30' 0"	
I. E.	2 15"	(+)
	<u>61° 32' 15"</u>	
Cor.	9' 10"	(+)
	<u>61° 41' 25"</u>	
Add. Cor.	14"	(-)
T. alt. ☉	<u>61° 41' 11"</u>	
	90	
Z. D.	28° 18' 49" S	
Dec.	21° 40' 12" N	
Lat.	<u>6° 38' 37" S</u>	

例題 2. 十月三日東經百五十五度五十七分ノ地ニ於テ太陽ノ上邊子午線高度ヲ測リ、四十度四十四分十秒（頂南）ヲ得タリ。器差一分四十七秒正、眼高二十呎ナリ。緯度ヲ求ム。

解 G. A. T ヲ求ム。 Dec ヲ求ム。

S. A. T. Oct. 3 rd	12 ^h 0 ^m 0 ^s	3° 42'.1 S	Diff.
L. in T.	10 23 48 (-)	.4 (-)	1.9
G. A. T. Oct. 3 rd	<u>1^h 36^m 12^s</u>	<u>3° 41'.7 S</u>	Cor. 0.38

航海術

T. alt 及 Lat ヲ求ム。

Obs alt. ☉	40° 41' 10"	
I. E.	1 47"	(+)
	<u>40° 45' 57"</u>	
Cor.	21' 25"	(-)
	<u>40° 24' 32"</u>	
App Cor.	2"	(-)
T. alt. ☉	<u>40° 24' 30"</u>	
	90°	
Z. D.	49° 35' 30" S	
Dec.	3° 41' 42" S	
Lat.	<u>53° 17' 12" S</u>	

例題 3. 一月五日推測北緯四十二度四十九分東經百四十四度三十分ノ地ニ於テ六分儀ニ合スベキ太陽下邊子午線高度及方位如何。但シ器差三分十秒負、眼高五十呎ナリ。又正午ニ其下邊子午線高度ヲ二十四度二十七分十秒ニ測リタリトセバ正午ノ實測緯度如何。

解 G. A. T ヲ求ム。 Dec ヲ求ム。

S. A. T. Jan. 5 th	12 ^h 0 ^m 0 ^s	22° 41'.2 S	Diff.
L. in T.	9 22 0 (-)	.2	0.6
G. A. T. Jan. 5 th	<u>2^h 38^m 0</u>	<u>22° 41'.0 S</u>	Cor. 0.19

第八章 緯度算法

C. alt 求ム。

Lat.	42° 49' 0'' N	
Dec.	22° 41' 0'' S	
Z. D.	65° 30' 0'' (+)	
	90	
T. alt	24° 30' 0''	
S. D.	16 18'' (-)	
T. alt	24° 13' 42'' (-)	
Cor.	2' 1'' (+)	
App. alt	24° 15' 43'' (+)	
Dip.	6 58'' (+)	
	24° 22' 41'' (+)	
I. E.	3 10 (+)	
Cal. alt	24° 25' 51'' (+)	Bearing South.

Cor. of Lat 求ム。

Obs. alt	24° 27' 10''	Noon D. R. Lat.	42° 49' 0'' N
Cal. alt	24° 25' 51''	Cor.	1 19'' S
	<u>1' 19'' S</u>	Noon Lat.	<u>42° 47' 41'' N</u>

Lat 求ム。

例題 4. 七月二日西經十七度二十七分三十秒ノ地ニ於テ
人工地平儀ニ依リ太陽ノ極下子午線ニ正中セル時ノ上
邊高度ヲ二十度三十分十秒ニ測ル器差四分二十秒負、
緯度如何。

解 G. A. T. 求ム。

S. A. T. July. 2 nd 0 ^h 0 ^m 0 ^s	23° 5.7' N	Diff.	
L. in T.	1 9 50 (+)	.2+	0.4
G. A. T. July. 2 nd 1 ^h 9 ^m 50 ^s	<u>23° 5.9' N</u>	Cor.	
	90	0.17	
	<u>66° 54.1'</u>		

航海術

Lat 求ム。

Obs. alt (A. H.)	20° 30' 10''	
I. E.	4' 20'' (-)	
	2) 20° 25' 50'' (-)	
App. alt	10° 12' 55''	
Cor.	5' 5'' (-)	
T. alt	10° 7' 50'' (-)	
S. D.	15' 46'' (-)	
T. alt	9° 52' 4'' (-)	
P.	66° 54' 6'' (+)	
Lat.	<u>76° 46' 10'' N</u>	

問題

(1) 五月十八日、東經百二十八度十六分三十秒ノ地ニ
於テ、正午ニ太陽ノ下邊子午線高度ヲ六十八度五十三分
二十秒(頂北)ニ測ル、器差二分四十五秒負、眼高三十五
呎ナリ。緯度如何。

(2) 六月十六日、西經百五十度ノ地ニ在リテ、正午ニ
太陽ノ下邊子午線高度ヲ六十度四十分三十秒(頂北)ニ測
ル、器差一分二十秒負、眼高五十呎ナリ。緯度如何。

(3) 三月二十一日、東經百二十三度四十分ノ地ニ於テ
正午ニ太陽ノ下邊高度ヲ七十三度十八分二十秒(頂北)ニ
測ル、器差二分十秒負、眼高三十呎ナリ。緯度如何。

(4) 五月二十三日、東經七十二度ノ地ニ在リテ正午ニ

太陽ノ下邊子午線高度ヲ五十九度十四分三十秒(頂南)ニ測ル、器差二分三十秒正、眼高十九呎ナリ。緯度如何。

(5) 九月十七日、東經二十七度三十六分ノ地ニ在リテ、正午ニ太陽ノ下邊子午線高度ヲ北ニ向ヒ六十一度四十六分四十秒ニ測ル、器差二分四十七秒正、眼高三十二呎ナリ。緯度如何。

(6) 十月二十八日、西經五十七度二十八分ノ地ニ在リテ正午ニ太陽ノ下邊子午線高度ヲ南ニ向ヒ六十三度二十五分二十秒ニ測ル、器差二分四十五秒負、眼高三十五呎ナリ。緯度如何。

(7) 一月七日、西經四十八度五十七分二十秒ノ地ニ於テ正午ニ太陽ノ下邊子午線高度ヲ六十八度二十三分五十秒(頂北)ニ測ル、器差一分二十五秒正、眼高四十四呎ナリ。緯度如何。

(8) 六月十九日東經百五十度ノ地ニ於テ、太陽ノ極下子午線ニ正中シタル時其下邊高度ヲ測リ十度二十分五十秒ヲ得タリ。器差五分三十五秒負、眼高三十二呎ナリ。觀測時ノ緯度如何。

(9) 八月三日、推測位置北緯十六度四十四分、東經百二十五度三十二分ノ地ニ於テ、太陽ノ子午線高度ヲ測ルニハ南北何レノ方向ニ六分儀ヲ向クベキヤ。竝ニ眼高三十二呎ノ所ニ於テ下邊子午線高度ヲ測ラントスル時豫メ六分儀ニ合セ置ク可キ角度如何。但シ六分儀器差ナシ。

(10) 八月十五日、推測位置北緯十五度二十三分、東經百三十度十分ノ地ニ於テ、太陽ノ上邊子午線高度ヲ測ラントセバ豫メ六分儀ニ合スベキ高度及太陽ノ眞方位如何。但シ六分儀器差一分十秒正、眼高四十四呎ナリ。又正午ニ上邊子午線高度ヲ實測シテ八十九度十二分十秒ヲ得タリトセバ、正午實測緯度如何。

答

	Dec.	T. Alt.	Lat.
(1)	19° 25.1 N	69° 0' 17"	40° 24' 49" N
(2)	23° 21.6 N	60° 47' 30"	52° 34' 6" N
(3)	0° 0.6 N	73° 26' 36"	16° 34' 0" S
(4)	20° 29.7 N	59° 28' 1"	10° 2' 17" S
(5)	2° 23.3 N	61° 59' 22"	25° 37' 20" S
(6)	13° 5.8 S	63° 32' 28"	13° 21' 44" N
(7)	22° 23.2 S	68° 34' 40"	0° 57' 52" S
(8)	23 24.5 N	10° 20' 21"	76° 55' 51" N
(9)	太陽ノ眞方位北。六分儀ニ合スベキ角度、 88° 49' 23" Dec. 17° 40.4 N		
(10)	太陽ノ眞方位南。六分儀ニ合スベキ角度、 86° 18' 30" Dec. 14° 15.3 N		

緯度ノ改正量 1' 20" N

Lat. 15° 24' 20" N

【5】 恒星子午線高度緯度法 Latitude by star's Meridian

Altitude.

算 則

A. 極上正中ノ場合。

(1) 子午線正中時ノ近クノ日ニ對スル恒星ノ赤緯ヲ求ム。

(2) 測高度ヲ眞高度ニ改正シ、之ヲ九十度ヨリ減ジ眞天頂距ヲ求メ、赤緯トノ和或ハ差ヲ算シテ緯度ヲ求ムルコト太陽ニ同ジ。

B. 極下正中ノ場合。

(1) 子午線正中時ノ近クノ日ニ對スル、恒星ノ赤緯ヲ探リ之ヲ九十度ヨリ減ジテ極距ヲ求ム。

(2) 測高度ヲ眞高度ニ改正シ。之ト極距トヲ加ヘ其和ヲ求メテ緯度トナスコト太陽ニ同ジ。

C. 實測子午線高度ト計算子午線高度トノ差ニ依リ緯度ヲ求ムル場合。

太陽ノ場合ト同一ナルヲ以テ省略ス。

例題 1. 三月三十日、北緯凡二十八度十五分、東經百三十七度三十五分ノ地ニ於テ α Leonis (Regulus) ノ子午線高度ヲ測リ、七十四度十分ヲ得タリ。六分儀器差三分十

秒正、眼高四十呎ナリ。緯度如何。

解	Obs alt. *	74° 10' 0"
	I. E.	3 10" +
		74° 13' 10"
	G. Cor.	6 30" -
	T. alt. *	74° 6' 40"
		90
	Z. D.	15 53 20 N
	Dec.	12 19 54 N
	Lat.	28° 13' 14" N

例題 2. 十月二十八日、^{北緯}緯凡十八度三十分、東經百五十八度三十分ノ地ニ於テ α Piscis Australis (Fomalhaut) ノ子午線高度ヲ測リ、七十八度二十七分五十秒ヲ得タリ。六分儀器差二分五十秒正、眼高三十五呎ナリ。緯度如何。

解	Obs alt	78° 27' 50"
	I. E. *	2 50 (+)
		78° 30' 40"
	G. Cor.	6 1 -
	T. alt. *	78° 24' 39"
		90
	Z. D.	11° 35' 21" N
	Dec.	30° 1' 6" S
	Lat.	18° 25' 45" S

例題 3. 六月二日、午後七時二十分頃西經四十七度三十分ノ地ニ於テ β Cassiopeiae ノ極下子午線高度ヲ二十度三十五分十秒ニ測ル、器差一分二十秒負、眼高五十呎

ナリ。緯度如何。

解	P. D. ヲ求ム。	Lat ヲ求ム。
	90	Cbs alt * 20° 35' 10''
Dec *	58° 43.79 N	l. E. 1 20
P. D.	31° 16.71	20° 38' 50''
		G. Cor. 9 34 (-)
		T. alt * 20° 24' 16''
		P * 31° 16' 6'' (+)
		Lat. 51° 40' 22'' N

例題 4. 二月十七日、推測位置北緯三十八度二十五分、西經五十度三十分ノ地ニ於ケル α Virginis (Spica) ノ子午線高度ヲ測ラントシ豫メ六分儀ニ合ス可キ高度及其方位如何、但シ器差二分十五秒正、眼高四十呎ナリ。又其子午線正中時ニ高度ヲ觀測シ、四十度五十二分五十秒ヲ得タリトセバ、實測緯度如何。

解	Cal. alt * ヲ求ム。	Cor. of Lat ヲ求ム。
La.	38° 25' 0'' N	Cal. alt * 40° 53' 55''
Dec.	10° 46' 12'' S	Obs alt * 40° 52' 50''
Z. D.	49 11' 12''	Cor of Lat 1' 5'' N
	90	
T. alt *	40° 48' 48''	
C. or.	1 8 (+)	Lat ヲ求ム。
	40° 49' 5'' (+)	D. R. Lat. 38° 25' 0'' N
Dip.	6 14 (+)	1 5'' N
	40° 56' 10'' (+)	Obs. Lat. 38° 26' 5'' N
l. E.	2 15 (-)	
Cal. alt *	40° 53' 55''	
T. Bearing. South.		

問題

(1) 四月十五日、推測位置北緯四十四度十五分、東經百五十八度ノ地ニ於テ α Aquilae (Altair) ノ子午線正中時ハ平時ノ何時ナルカ、又其子午線高度ヲ五十四度三十二分四十秒ニ測ル、器差二分負、眼高四十呎ナリ、緯度如何。

(2) 五月十一日、西經九十度ノ子午線ニ α Virginis (Spica) ノ正中スルハ平時ノ何時ナルヤ、又其子午線高度ヲ六十度一分三十秒(頂北)ニ測ル、器差ナシ、眼高五十呎ナリ。緯度如何。

(3) 十月二十四日、西經八度四十分ノ子午線ニ α Aquilae (Altair) ノ正中スルハ平時ノ何時ナルヤ、又其子午線高度ヲ南ニ向ツテ六十度十九分三十秒ニ測定セリ、器差三分十秒正、眼高三十八呎ナリ。本船所在ノ緯度如何。

(4) 十月二十日、西經百十度三十分ノ子午線ニ γ Orionis (Bellatrix) ノ正中スルハ平時ノ何時ナルヤ、又其子午線高度ヲ北ニ向ヒ、五十二度十八分三十秒ニ測定セリ、器差三分十五秒正、眼高二十九呎ナリ。本船緯度如何。

(5) 九月十八日、午後推測位置北緯四十六度、東經百六十五度三十分ノ地ニ於テ α Lyrae (Vega) ノ子午線正中

時ハ平時ノ何時ナルヤ、又其子午線高度ヲ八十二度四十八分四十秒(頂北)ニ測ル、器差三分五十秒正、眼高三十五呎ナリ。緯度如何。

(6) 一月二十八日、東經百四十二度十五分ノ子午線ニ α Geminorum (Castor) ノ正中スルハ平時ノ何時ナルヤ、又其子午線高度ヲ南ニ向ヒ六十度三十八分四十秒ニ測定セリ、器差二分三十秒正、眼高三十八呎ナリ。本船所在ノ緯度如何。

(7) 六月十三日、推測位置北緯三十七度東經百四十一度三十分ノ地ニ於テ α Ophiuchi (Mag. 2.1) ノ子午線ニ正中スルハ平時ノ何時頃ナルヤ、又其子午線高度ヲ測リ六十五度四十六分二十秒ヲ得タリ、器差一分四十五秒正、眼高十八呎ナリ。緯度如何。

(8) 十月十六日、東經百六十度三十分ノ子午線ニ α Argus (Canopus) ノ子午線ニ正中スルハ平時ノ何時ナルヤ、又其子午線高度ヲ南ニ向ヒ八十三度四十六分ニ測定セリ。器差三十秒負、眼高三十八呎ナリ。本船緯度如何。

(9) 十一月二十五日、推測北緯六度四十二分、西經四十五度三十分ノ地ニ於ケル α Arietis (Mag. 2.2) ノ子午線正中時ハ平時ノ何時頃ナルヤ、又其子午線高度ヲ測ルタメ豫メ六分儀ニ合スベキ推算高度如何。但シ器差二分十秒正、眼高五十二呎ナリ。

(10) 一月七日、東經百三十五度ノ地ニ於テ γ Draconis.

(Mag. 2.9) ノ極下子午線正中時ハ平時ノ何時ナルカ、又其極下子午線高度ヲ三十三度十八分二十秒ニ測定セリ。器差二分十秒正、眼高五十三呎ナリ。緯度如何。

答

	正	中	時	緯	度
(1)	Apr.	15 th	6 ^h 17 ^m 17 ^s .2	A. M.	44° 16' 20" N
(2)	May.	11 th	10 ^h 3 ^m 36 ^s .1	P. M.	19° 19' 44" N
(3)	Oct.	24 th	5 ^h 36 ^m 38 ^s .5	P. M.	38° 24' 21" N
(4)	Oct.	20 th	3 ^h 27 ^m 37 ^s .8	A. M.	31° 27' 18" S
(5)	Sept.	18 th	6 ^h 47 ^m 33 ^s .9	P. M.	45° 56' 38" N
(6)	Jan.	28 th	11 ^h 0 ^m 39 ^s .6	P. M.	61° 28' 39" N
(7)	June.	13 th	0 ^h 9 ^m 51 ^s .7	A. M.	36° 53' 26" N
(8)	Oct.	16 th	4 ^h 47 ^m 19 ^s .3	A. M.	46° 18' 20" S
(9)	Nov.	25 th	9 ^h 45 ^m 14 ^s .4	推算高度	73° 40' 25" (頂南)
(10)	極下子午線正中時			緯	度
	Jan.	7 th	9 ^h 16 ^m 46 ^s .9	P. M.	61° 30' 48" N

【6】 惑星子午線高度緯度法 Latitude by Planet's Meridian Altitude.

算則

(1) 惑星子午線正中時ヲ算シ、之ニ經度ヲ加減シテ緯度平時ヲ求ム。

(2) 緯度平時ニ對スル惑星ノ赤緯ヲ求ム。

(3) 測高度ヲ眞高度ニ改正シ、之ヲ九十度ヨリ減ジテ眞天頂距ヲ求ム。

(4) 眞天頂距ト赤緯トノ和或ハ差ヲ求メ緯度トナスコト太陽ニ同ジ。

例題 1. 十二月四日、東經百七十度二十分ノ地ニ於テ、金星 Venus ノ下邊子午線高度ヲ南ニ向ヒ、十四度二十分三十秒ニ測定セリ。器差三十秒正、眼高六十二呎ナリ。緯度如何。

解 Time of Mer. Pass ヲ求ム。	G. M. T ヲ求ム。
Mer. pass. Dec. 3 rd 15 ^h 15 ^m	S. M. T. Dec. 4 th 15 ^h 15 ^m 30 ^s
Mer. pass. Dec. 4 th 15 ^h 16 ^m	L. in T. $\frac{11 \ 21 \ 20}{-}$
Ret. $\frac{1 \ 00 \ 00}{-}$	G. M. T. Dec. 4 th $\frac{3 \ 54 \ 10}{-}$
Long 170.3	Lat ヲ求ム。
Ret..... $\frac{1}{6} \times$	Obs alt \mp L.L. 14° 20' 30"
$\frac{6)170.3}{60)28.38}$	I. E. $\frac{30''}{+}$
Cor. for Long. $\frac{.47}{-}$	14° 21' 0"
Mer. pass. Dec. 4 th 15 ^h 16 ^m	Dip. $\frac{7 \ 45}{-}$
Cor. $\frac{0.5}{-}$	App alt \mp L.L. 14° 13' 15"
S. M. T. Dec. 4 th $\frac{15 \ 15 \ 15}{-}$	R. $\frac{3 \ 46}{+}$
	14° 9' 29"
	P. $\frac{13.6}{+}$
	T. alt \mp L.L. 14° 9' 42."6
	S. D. $\frac{13.0}{+}$
	T. alt \mp $\frac{14° \ 9' \ 55."6}{+}$
	90
	Z. D. $\frac{75° \ 50' \ 4'' \ N}{-}$
	Dec. $\frac{23° \ 6' \ 48'' \ S}{-}$
	Lat $\frac{52° \ 43' \ 16'' \ N}{-}$
Dec ヲ求ム。	
23° 9.3 S	Diff. 15' 0
$\frac{2.5}{-}$	
23° 6.8 S	Cor. 2.5

例題 2. 五月三十日、午前東經百二十五度三十分ノ地ニ於テ木星 Jupiter ノ中心子午線高度ヲ八十五度五十二分三十秒(頂北)ニ測ル、器差ナシ、眼高五十呎ナリ。緯度如何。

解 Time of Mer Pass ヲ求ム。	G. M. T ヲ求ム。
Mer. pass. May. 29 th 3 ^h 11 ^m	S. M. T. May. 30 th 3 ^h 7 ^m 42 ^s
Mer. pass. May. 30 th 3 6	L. in T. $\frac{8 \ 22 \ 0}{-}$
Acc. $\frac{5 \ 00 \ 00}{-}$	G. M. T. May. 29 th $\frac{18 \ 45 \ 42}{-}$
Long 125.5	Dec ヲ求ム。
Acc..... $\frac{5}{6} \times$	21° 46.'7 S
$\frac{6)627.5}{60)104.58}$	Cor. $\frac{.1}{-}$
Cor for Long. $\frac{1.74}{-}$	21° 46.'6 S
	Cor. 0.15
Mer. pass. May. 30 th 3 ^h 6 ^m	
Cor. $\frac{1.7}{+}$	
S. M. T. May. 30 th 3 ^h 7 ^m 7 ^s	

Lat ヲ求ム。
Obs alt \mp 85° 52' 30"
Dip. $\frac{6 \ 58''}{-}$
App' alt \mp 85° 45' 32"
R. $\frac{5}{-}$
85° 45' 27"
P. $\frac{0}{-}$
T. alt \mp 85° 45' 27"
90
Z. D. $\frac{4° \ 14' \ 33'' \ N}{-}$
Dec. $\frac{21° \ 46' \ 36'' \ S}{-}$
Lat. $\frac{17° \ 32' \ 3'' \ S}{-}$

問 題

(1) 一月十五日、午後東經百三十九度ノ地ニ於テ火星 Mars ノ子午線正中時ハ平時ノ何時ナルカ、又其下邊子午線高度ヲ南ニ向ヒ五十六度二十九ニ測ル、器差二分十五秒正、眼高三十呎ナリ、緯度如何。

(2) 二月十一日、午前西經四十七度三十六分ノ地ニ於テ土星 Saturn ノ中心子午線高度ヲ三十二度四十九分五十秒(頂北)ニ測ル、器差一分十五秒負、眼高五十六呎ナリ。緯度如何。

(3) 六月三日、推測北緯四十七度、西經百六十六度二十一分ノ地ニ在リテ、土星 Saturn ノ子午線ニ正中スルハ平時ノ何時ナルヤ、又其子午線中心高度三十一度八分四十秒ヲ測ル、器差三分二十秒負、眼高五十呎ナリ。緯度ヲ求ム。

(4) 七月二日午前、推測位置、南緯二十九度十分、西經三十度十九分ノ地ニ於テ、木星 Jupiter ノ子午線正中時ハ平時ノ何時ナルカ、又其子午線高度ヲ、八十三度二十一分ニ測ル、器差ナシ、眼高五十呎ナリ、緯度如何。

(5) 五月二日午前、推測南緯十四度二十五分、東經百五十度ノ地ニ於テ、土星 Saturn ノ子午線正中時ハ平時ノ何時ナルカ、又其子午線高度ヲ、八十八度十九分三十秒ニ測ル、器差三十秒負、眼高六十二呎ナリ。緯度如何。

答

	正 中 時	赤 緯	緯 度
(1) Jan. 15 th	5h 23 ^m .8 P.M.	6° 48.4 N	40° 23' 3'' N
(2) Feb. 11 th	5h 26 ^m .5 A.M.	13° 46.4 S	43° 33' 54'' N
(3) June. 3 rd	9h 39 ^m .7 P.M.	11° 58.2 S	47° 5' 3'' N
(4) July. 2 nd	0h 42 ^m .6 A.M.	22° 20.8 S	29° 6' 53'' S
(5) May. 2 nd	0h 1 ^m .6 A.M.	12° 38.2 S	14° 26' 59'' S

【7】 太陰子午線高度緯度法 Latitude by Moo's Meridian Altitude.

算 則

- (1) 太陰ノ正中時ヲ求メ、之ニ對スル赤緯ヲ求ム。
- (2) 測高度ヲ中心ノ眞高度ニ改正シ、之ヲ九十度ヨリ減ジ、中心眞天頂距ヲ求ム。
- (3) 中心眞天頂距ト赤緯トニ依リ、緯度ヲ求ムルコト他ノ場合ニ同ジ。

例題 1. 十一月二十一日、推測北緯二十四度二十三分、東經百二十一度三十六分ノ地ニ於テ、太陰ノ下邊子午線高度ヲ南ニ向ヒ四十五度十分二十秒ニ測定セリ、器差二分十秒正、眼高三十四呎ナリ。緯度如何。

第八章 緯度算法

解 Mer. Pass を求ム。 Dec を求ム。

Mer. pass. Nov. 21 st 16 ^h 54 ^m	Ret.	19° 37.2 S	Diff.
Cor. for Long. 19.5	(- 59 ^m)	Cor. 2.7	11.6
S. M. T. Nov. 21 st 16 ^h 34. ^m 5		19° 34.5 S	Cor. 2.74

G. M. T を求ム。 Lat を求ム。

S. M. T. Nov. 21 st 16 ^h 34. ^m 5	Obs. alt \angle 45° 10' 20''
L. in T. 8 6.4	I. E. 2 10'' (+)
G. M. T. Nov. 21 st 8 28. ^m 1	45° 12' 30'' (+)

S. D を求ム。

16' 16'' V/h ... 0.71	Dip. 5 44 (-)
Cor. 0.8	App. alt \angle 45° 6' 46'' (-)
16' 15.2''	S. D. 16' 28 (+)
Aug. 12.5	App. alt \angle 45° 23' 14'' (+)
16' 27.7''	Cor. 40' 22''
	" 8''
	" 21'' (+)
	T. alt \angle 46° 4' 5'' (+)

H. P を求ム。

59' 36'' V/h ... 0.74	Z. D. 43° 55' 55'' N
Cor. 3.4	Dec. 19° 34' 30'' S
59' 32.6''	24° 21' 25'' N
Ret. 1.9	
59' 30.7''	

正中時 Nov. 21st 4^h 34.^m5 P.M.
緯度 24° 21' 25'' N

例題 2. 七月七日午前、西經百七十度二十五分ノ地ニ於テ太陰ノ上邊子午線高度ヲ北ニ向ヒ七十五度三十二分五十秒ニ測ル、器差一分十秒正、眼高四十四呎ナリ。緯度如何。

航海術

解 Mer. pass を求ム。 Dec を求ム。

Mer. pass. July. 7 th 0 ^h 55 ^m	R t.	19° 18.3 S	Diff.
Cor. 28	(+ 62 ^m)	Cor. 4.1	11.0
S. M. T. July. 7 th 1 ^h 23 ^m		19° 14.2 S	Cor. 4.1

G. M. T を求ム。 Lat を求ム。

S. M. T. July. 7 th 1 ^h 23 ^m	Obs. alt ∇ 75° 32' 50''
L. in T. 11 21.7	I. E. 1' 10'' (+)
G. M. T. 7 th 1 ^h 44. ^m 7	75° 34' 0'' (+)

S. D を求ム。

(8 th) 16' 39'' V/h 0.3	Dip. 6 32'' (-)
Cor. 3.4+	App. alt ∇ 75° 27' 28'' (-)
16' 42.4	S. D. 17' 0 (-)
Aug. 17.5	App. Alt \angle 75° 10' 28'' (-)
16' 59.9''	Dor. 15 12''
	" 10''
	" 3''
	T. alt \angle 75° 25' 53''

H. P を求ム。

(8 th) 61' 1'' V/h 1.1	Z. D. 14° 34' 7'' S
Cor. 12.4	Dec. 19° 14' 12'' S
61' 13.4''	Lat. 33° 48' 19'' S
Ret. 2.9	
61' 10.5''	

正中時 July. 7th 1^h 23^m A. M.
緯度 33° 48' 19'' S

注意 本題ノ如ク推測緯度不明ナル時ハ、App. alt \angle ヨリ App. Z. D. \angle ナ求メ、之ト赤緯ニ依リ略近ノ緯度ヲ算シ Ret テヲ求ムベシ。

問題

(1) 八月三日午後、推測南緯十度十三分、東經六十度三十分ノ地ニ於テ、太陰ノ下邊子午線高度ヲ八十度十九分二十秒(頂北)ニ測ル、器差三分五十秒負、眼高五十呎ナリ。緯度如何。

(2) 十月七日午前、西經四十七度三十分ノ地ニ於テ、太陰ノ子午線正中時ハ平時ノ何時ナルヤ、又其下邊子午線高度ヲ七十八度四十四分五十秒(頂北)ニ測ル、器差三十秒正、眼高三十呎ナリ。緯度如何。

(3) 三月六日、北緯凡四十度四十三分、東經百五十七度三十分ノ地ニ於テ、太陰ノ子午線正中時ハ平時ノ何時ナルヤ、又其下邊子午線高度ヲ測リ、六十七度五十九分三十秒ニ測ル、六分儀器差三分十秒負、眼高三十四呎ナリ。緯度如何。

(4) 六月三十日午後、北緯凡二十九度三十二分、西經七十二度十五分ノ地ニ於テ、太陰ノ子午線正中時ハ平時ノ何時ナルヤ、又其上邊子午線高度ヲ五十四度二十五分ニ測ル、六分儀器差一分十秒負、眼高四十五呎ナリ。緯度如何。

(5) 八月七日午前、推測南緯十四度二十分、東經百五十度ノ地ニ於テ太陰ノ下邊子午線高度ヲ測リ八十四度四十三分三十秒ニ測ル、器差二分十五秒正、眼高五十呎ナ

リ。緯度如何。

答

正 中 時 赤 緯 眞 高 度 緯 度

- (1) *Aug.* 3th 11^h 25.^m5 P.M. 19° 36.0 S 80° 35' 35" 10° 11' 35" S
 (2) *Oct.* 7th 4^h 0^m A.M. 19° 6.9 N 79° 5' 46" 30° 1' 8" N
 (3) *Mar.* 6th 9^h 5^m P.M. 19° 11.1 N 68° 25' 34" 40° 45' 32" N
 (4) *June.* 30th 7^h 17^m P.M. 5° 55.3 S 54° 34' 26" 29° 30' 16" N
 (5) *Aug.* 7th 2^h 7^m A.M. 9° 23.7 S 84° 59' 43" 14° 23' 59" N

第二節 近午高度緯度法

Latitude by Ex-meridian Altitude.

天體ノ子午線高度ガ、雲或ハ其他ノ障害ニ依リ觀測スルコト能ハザリシ場合、又ハ其憂アル場合ニハ、子午線ノ近傍(Near the meridian)ニ於ケル天體ノ高度ヲ測リテ緯度ヲ算出ス。是ヲ近午高度緯度法ト云フ。

【8】近午(Near the meridian)ノ意義

本法ニ依リ緯度ヲ算スル場合、該觀測ハ天體ガ或時角内ニ在ル時ニ行フコトヲ要ス。即チ測者ノ子午線ノ近傍ニ在ル時ニ觀測セザル可カラズ。是レ計算ニ用フル時角ニハ必ズ誤差ガ存在シ、之ガ爲メ緯度ニ誤差ヲ生ゼシムルヲ以テ緯度ノ誤差ヲシテ實用上差支ヘナキ程度ニ止ムルヲ要スレバナリ。故ニ近午ナル語ハ特殊ノ意義ヲ有ル

コト明ニシテ、一般ニ觀測時ノ天體時角(分)ハ該天體ノ子午線天頂距ノ度ノ數(the Number of degrees)以内。換言スレバ、測者ト該天體ノ子午線距 Meridian Distance ヲ時角ニテ表ハシタル分數ハ子午線高度ニ改正スルニ要スル改正量ノ(度ノ)分ノ數以内、ナル時、該天體ヲ子午線ノ近傍ノ天體トス。

例ヘバ、其天體ノ子午線天頂距二十度ナリトセバ、該天體ノ時角ガ 20^m 以内ナル時、該天體ノ觀測ニヨリテ正確ナル緯度ヲ求ムルコトヲ得ベシ。

又松本氏航海表第四十四表(六百六十四頁)ハ近午ノ界限ヲ與フルモノニシテ、表記載ノ時間内ナレバ、近午高度緯度法ニ依リ正確ナル緯度ヲ得ベシ。

【9】近午高度緯度公式解説

A. 推測緯度ヲ用ヒサル近午高度緯度法

第四十五圖地平圈圖ニ於テ、Xヲ子午線ノ近傍ニ在ル天體トシ、Xヨリ測者ノ子午線ニ垂線XM畫ヲキタリトセバ、

$$QZ = QM \pm ZM$$

球面直角三角形 PXMニ於テQMヲ求ムルタメ、納氏ノ旋轉法、(Napier's Mnemonic Rules)ヲ用フレバ、

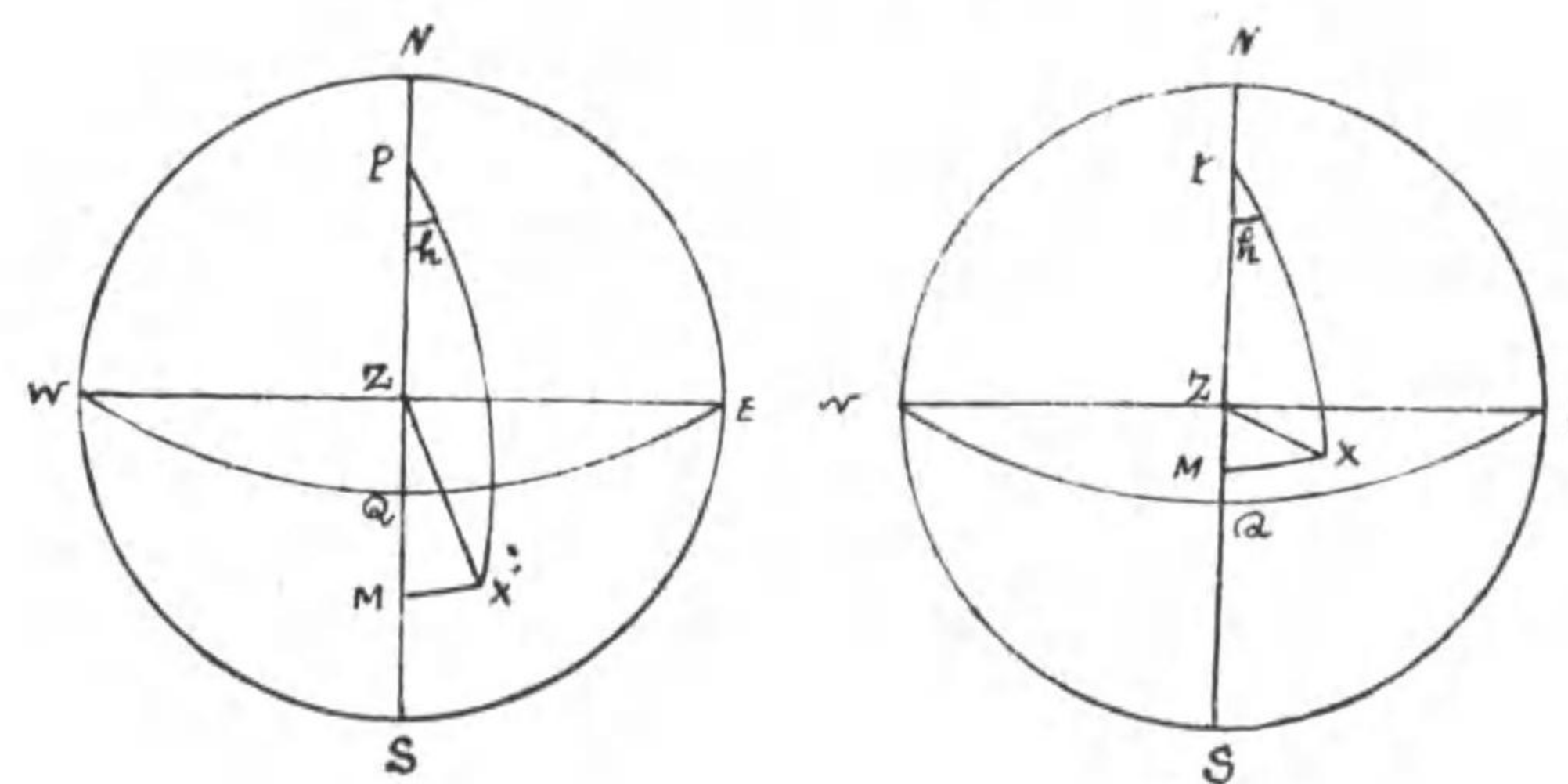
$$\sin(90-h) = \tan P M \cdot \tan(90-P X)$$

PXハ天體Xノ極距pナルヲ以テ

$$\cos h = \tan P M \cdot \cot p$$

$$\therefore \cos h = \tan P M \cdot \tan d.$$

第四十五圖



然ルニ

$$PM = 90 \pm QM, \quad \text{ナルヲ以テ,}$$

$$\cos h = \cot Q M \cdot \tan d.$$

$$\therefore \tan Q M = \sec h \cdot \tan d \dots \dots \dots a$$

又 $\cos p = \cos P M \cdot \cos X M.$

$$\therefore \sin d = \sin Q M \cdot \cos X M.$$

$$\therefore \cos X M = \sin d \operatorname{cosec} Q M \dots \dots \dots (1)$$

次ニ球面直角三角形 ZX Mニ於テ

$$\cos ZX = \cos Z M \cdot \cos X M \dots \dots \dots (2)$$

(1) 式ヲ (2) 式ニ代入セバ

$$\cos ZX = \cos Z M \cdot \sin d \operatorname{cosec} Q M.$$

aヲ天體Xノ高度トセバ

$$\cos Z M = \operatorname{cosec} d \cdot \sin Q M \cdot \sin a \dots \dots \dots b$$

今 QM = A ZM = B トセバ (a) 及 (b) 式ハ

$$\tan A = \sec h \cdot \tan d.$$

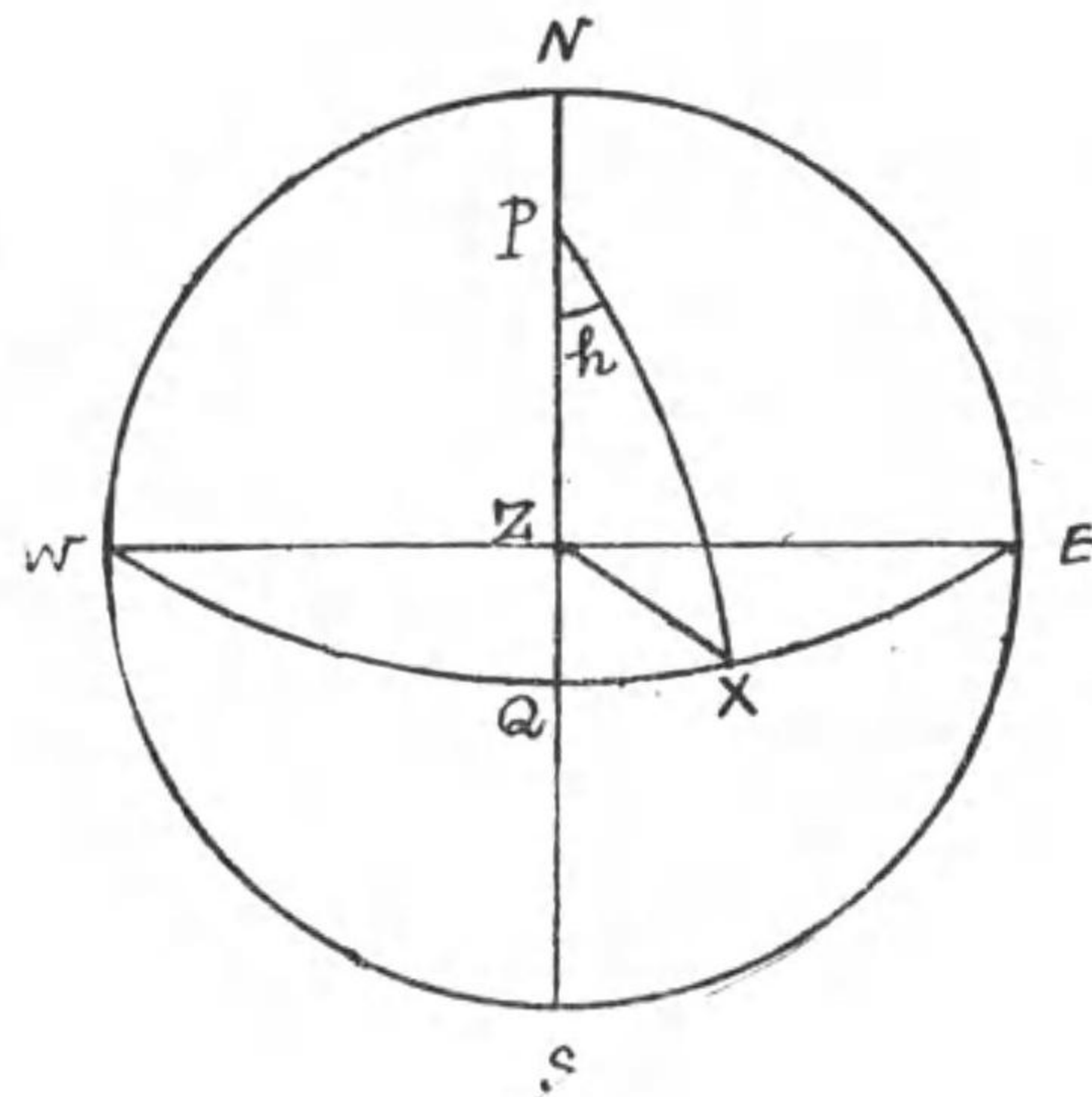
$$\cos B = \operatorname{cosec} d \cdot \sin A \cdot \sin a.$$

故に $\text{Lat} = A \pm B$

是レ一般使用セラル、近午高度緯度法ノ公式ナリ。

(1) 天體ノ赤緯ガ零ナル時ノ公式。

第四十六圖



第四十六圖地平圈圖ニ於テ X ヲ、赤道上ニ在ル天體トセバ $QX = h$ ナリ。球面直角三角形 ZXQ ニ於テ

$$\cos ZX = \cos QZ \cdot \cos QX.$$

$$\therefore \cos QZ = \sin a \cdot \sec h.$$

即チ $\cos \text{Lat} = \sin a \cdot \sec h.$

(2) 本公式ノ缺點。

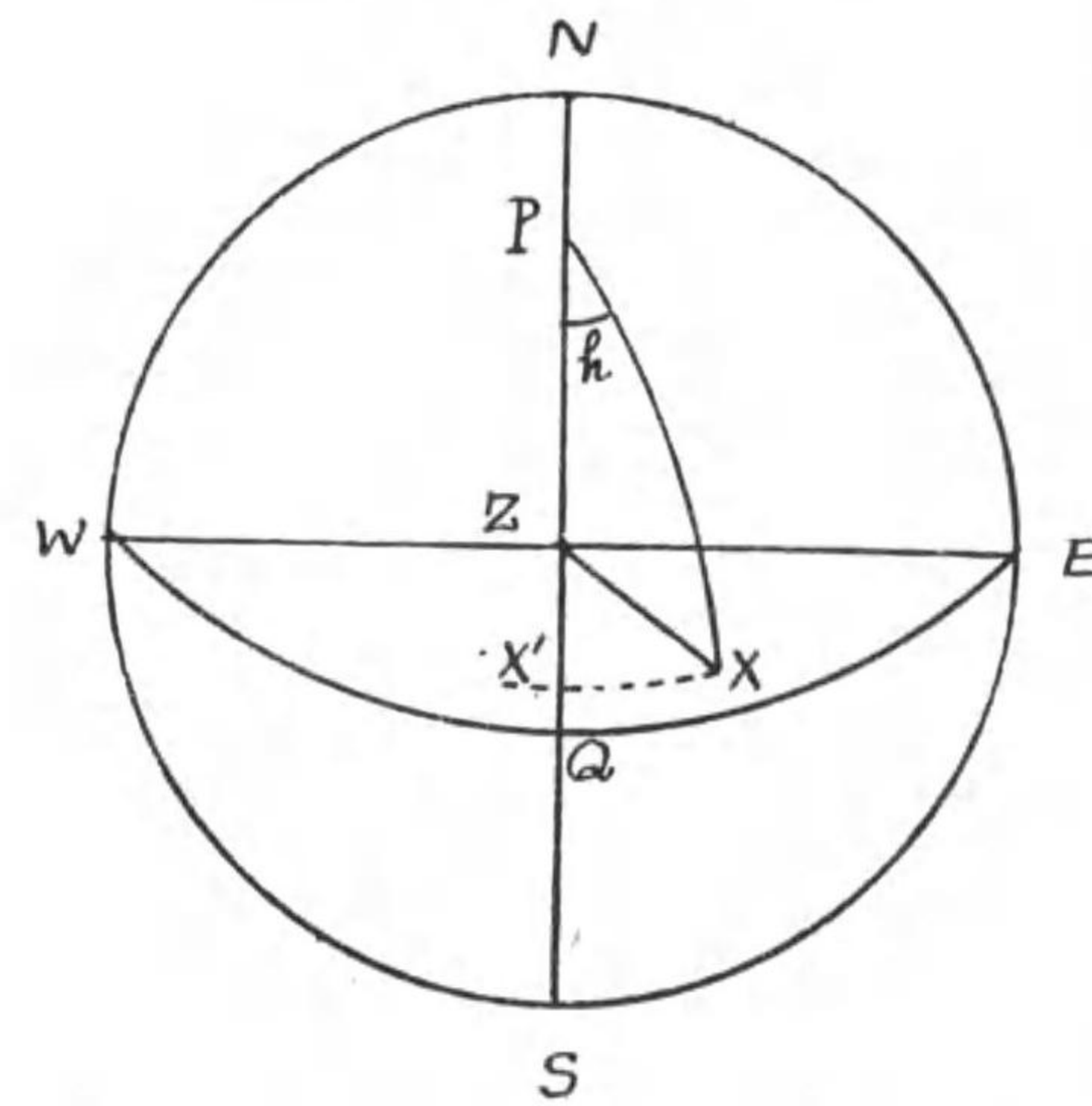
本公式ヲ用ヒテ緯度ヲ算スル場合、天體ノ赤緯小ニシテ且低緯度ナル時ニ於テハ、天體ノ赤緯ノ取り方、或ハ其ノ對數ノ取り方ニ微小ノ誤差アルモ、B 値ニ大ナル誤

差ヲ生セシメ、從テ緯度ノ誤差大トナル可シ、是レ赤緯小ナル時ハ $\tan d$ 、 $\operatorname{cosec} d$ 、 $\tan A$ 、及 $\sin A$ ノ變化著シク大ナルヲ以テナリ。

B. 近午高度ヲ子午線高度ニ改正シテ緯度ヲ求ムル法

Latitude by Reduction to the Meridian.

第四十七圖



第四十七圖地平圈圖ニ於テ、X ヲ測者ノ子午線ノ近傍ニ在ル天體トシ、極距 PX ヲ p 、天頂距 ZX ヲ z トス。又 X ヨリ測者ノ子午線ニ垂線 XX' ヲ引ケバ Z X' ハ該天體ノ子

午線天頂距ナリ。子午線天頂距ハ該天體ガ他ノ位置ニ在ル時ノ天頂距ヨリ常ニ小ナルヲ以テ、 $ZX - z = ZX'$ トセバ z ヲ高度ノ改正量 (Reduction) ノ云フ。

第四十七圖位置ノ三角形 PXZ ニ於テ、

$$\cos z = \cos p \cdot \cos \delta + \sin p \cdot \sin \delta \cdot \cos h \dots \dots \dots (1)$$

天體ガ正午線ニ正中セル時 $h = 0^h$ ナルヲ以テ

Cos h = 1 にシテ、正午線天頂距ハ $z - x$ ナリ。

$$\therefore \text{Cos}(z-x) = \text{Cos } p \cdot \text{Cos } l' + \text{Sin } p \cdot \text{Sin } l \dots\dots\dots (2)$$

(2) 式ヨリ (1) 式ヲ減ズレバ、

$$\begin{aligned} \text{Cos}(z-x) - \text{Cos } z &= \text{Sin } p \cdot \text{Sin } l' \cdot (1 - \text{Cos } h) \\ &= 2 \cdot \text{Cos } d \cdot \text{Cos } l \cdot \text{Hav } h. \end{aligned}$$

$$\therefore 2 \text{Sin}(z - \frac{x}{2}) \text{Sin } \frac{x}{2} = 2 \text{Cos } d \cdot \text{Cos } l \cdot \text{Hav } h.$$

然ルニ x ハ微小ニシテ $\frac{x}{2}$ ハ一層微小ナルヲ以テ、

$$\text{Sin}(z - \frac{x}{2}) = \text{Sin } z$$

$$\text{Sin } \frac{x}{2} = \frac{x'}{2} \text{Sin } 1''$$

故ニ

$$\text{Sin } z \cdot \frac{x'}{2} \text{Sin } 1'' = \text{Cos } d \cdot \text{Cos } l \cdot \text{Hav } h.$$

$$x' \cdot \text{Sin } 1'' = \frac{2 \cdot \text{Cos } p \cdot \text{Cos } l \cdot \text{Hav } h}{\text{Sin } z}.$$

或ハ

$$x'' = \frac{2}{\text{Sin } 1''} \cdot \text{Cos } p \cdot \text{Cos } l \cdot \text{Sec } \alpha \cdot \text{Hav } h.$$

$$\text{Log } \frac{2}{\text{Sin } 1''} = 5.615455$$

上式ニ依リ x 値 (秒) ヲ求メ、之ヲ真高度ニ加ヘテ正午線高度ニ改ムル時ハ、其觀測時ノ緯度ヲ求ムルコトヲ得ベシ。

C. 推測緯度ヲ用フル近午高度緯度法

第四十七圖位置ノ三角形 P X Z ニ於テ Natural haver-

sine θ Formula ヲ用フレバ

$$\text{Hav. } z = \text{Hav}(l \pm d) + \text{Cos } l \cdot \text{Cos } d \cdot \text{Hav } h.$$

$$\therefore \text{Hav}(l \pm d) = \text{Hav. } z - \text{Cos } l \cdot \text{Cos } d \cdot \text{Hav } h.$$

時角 h ガ小ナル時ハ、赤緯ノ變化微小ナルヲ以テ

$$l \pm d = \text{Mer. Z. D.} \quad \text{ナリ。}$$

$$\therefore \text{Hav. Mer. Z. D} = \text{Hav. } z - \text{Hav. } \theta$$

$$\text{Hav } \theta = \text{Cos } l \cdot \text{Cos } d \cdot \text{Hav } h.$$

上式ニ依リ、子午線天頂距ヲ算出スルコトヲ得ルヲ以テ、觀測時ノ緯度ヲ求ムルコトヲ得ベシ。但シ上式ハ Natural haversine (半正矢眞數) 表ヲ記載セザル航海表ニテハ計算甚ダ困難ナリ。

上式ヲ用ヒテ計算スル場合、 d ハ觀測時ノ赤緯ヲ使用シ、 l ハ最初推測緯度ヲ使用シテ緯度ヲ求ムベシ。其結果疑ハシキ場合ニハ其緯度ヲ用ヒテ更ニ計算ヲ繰リ返セバ正確ナル緯度ヲ得ベシ。

【10】 Brent氏 C 及 $C h^2$ 表ノ解説 (松本氏航海表第四十五表)

前項B 於ケル式

$$x = \frac{2 \text{Cos } l \cdot \text{Cos } d \cdot \text{Hav } h}{\text{Sin } z \cdot \text{Sin } 1''} \quad \text{ニ於テ}$$

$$\text{Hav } h = \frac{1 - \text{Cos } h}{2} = \text{Sin}^2 \frac{h}{2} \quad \text{ナルヲ以テ}$$

$$\therefore x = \frac{2 \text{Cos } l \cdot \text{Cos } d}{\text{Sin } z \cdot \text{Sin } 1''} \text{Sin}^2 \frac{h}{2}$$

近午高度緯度法ヲ行フ時ハ、時角 h ハ微小ナルヲ以テ

$$\sin^2 \frac{h}{2} = \left(\frac{h}{2} \sin 1^m\right)^2 = \left(\frac{h}{2} \sin 15'\right)^2$$

又天頂距 $z = l \pm d$ トナスコトヲ得ルタメ上式ハ次ノ如ク變化スベシ。

$$x'' = \frac{2 \cos l \cos d}{\sin(l \pm d) \sin 1''} \left(\frac{h}{2} \sin 15'\right)^2$$

$$\therefore x'' = \frac{\cos l \cos d \sin^2 15'}{2 \sin(l \pm d) \sin 1''} \cdot h^2$$

Brent 氏ハ $\frac{\cos l \cos d \sin^2 15'}{2 \sin(l \pm d) \sin 1''}$ ヲ C' トシ l ト d ノ種々ナル値ニ對シテ算出シテ C 値表ヲ編シ。次ニ C ト h ノ種々ナル値ニ對シテ x ヲ算出シテ Ch^2 表ヲ編セリ。

故ニ天體ノ赤緯ト推測緯度トニ依リ、表ヨリ C 値ヲ求め、次ニ C 値ト該天體ノ時角トニ依リ Ch^2 ノ値ヲ Ch^2 表ヨリ採リ、之ヲ眞高度ニ加フレバ、子午線高度ナルヲ以テ、觀測時ノ緯度ヲ得ベシ。

【11】 Davis's Ex-meridian Table.

$$\text{Hav } Z. D = \text{Hav. Mer } Z. D + \cos l \cdot \cos d \cdot \text{Hav } h.$$

$$\text{Reduction} = Z. D - \text{Mer. } Z. D.$$

デビース氏近午高度緯度表ハ上式ニ依リ計算シテ構成セルモノニシテ、使用範圍ハ緯度六十四度。赤緯三十四度。及時角七十五分以下トス。而テ本表中大字ノ數ハ近午高度緯度法ニ依リ精密ナル結果ヲ得ラルベキ時角内ニ於ケル、高度改正量ニシテ、細字ノ數ハ子午線ニ近キ天

體ノ觀測ニ依ル修正差ナリ。

本表ヲ使用スルニハ、推測緯度ト觀測時ノ赤緯ノ内小ナル方ノ度數ニ依リ頁ヲ繰リ、之ニ該當スル度數ノ頁ノ中央上欄ニ、大ナル方ノ度數ヲ當テ、時角トニ依リ、改正量ヲ求ムベシ。

【12】 近午高度緯度法算法

算則

(A) 推測緯度ヲ用ヒザル近午高度緯度法。

$$\text{公式} \begin{cases} \tan A = \sec h \cdot \tan d, \\ \cos B = \text{cosec } d \cdot \sin A \cdot \sin a. \end{cases}$$

- (1) 高度觀測時ニ對スル、天體ノ時角及赤緯ヲ求ム。
- (2) 測高度ヲ改正シテ眞高度トナス。
- (3) 時角ノ正割(Sec)對數ト赤緯ノ正切(Tan)對數ヲ加へ、其和ヲ A ノ正切(Tan)對數ト爲シテ A ヲ求め、之ニ赤緯ト同名ノ符ヲ配ス。

(4) 赤緯ノ餘割(Cosec)對數、A ノ正弦(Sin)對數及眞高度ノ正弦(Sin)對數ヲ加へ、其和ヲ B ノ餘弦(Cos)對數ト爲シテ B ヲ求め、之ニ天頂距ト同名ノ符ヲ配ス。

(5) A ト B トガ同名ナレバ、兩者ヲ相加ヘテ同名ノ緯度トナシ。異名ナレバ相減ジテ大ナル方ト同名ノ緯度トナス。

計算ヲ行フニ當リ、其手數ヲ除クタメ下記ノ様式ニ從フベシ。

h	"	"	"	Sec	
d	"	"	"	Tan	Cosec
A	"	"	"	Tan	Sin
a	"	"	"		Sin
B	"	"	"		Cos
Lat	"	"	"		

(B) 近午高度ヲ子午線高度ニ改正シテ緯度ヲ求ムル法。

$$\text{公式 } z'' = \frac{2}{\sin 1''} \cdot \cos d \cdot \cos l \cdot \sec a \cdot \text{Hav } h.$$

$$\text{Log. } \frac{2}{\sin 1''} = 5.615455$$

- (1) 高度觀測時ノ赤緯、時角及眞高度ヲ求ム。
- (2) 赤緯ノ餘弦(Cos)對數、推測緯度ノ餘弦(Cos)對數眞高度ノ正割(Sec)對數及時角ノ半正矢(Hav)對數ノ總和ニ 5.615455 ヲ加へ、之ニ對スル眞數ヲ求メテ高度改正量(")トナス。
- (3) 高度改正量ヲ、眞高度ニ加へ、觀測時ニ於ケル、子午線高度トナス。
- (4) 眞天頂距ト天體ノ赤緯トニ依リ緯度ヲ求ムルコト子午線度法ニ同ジ。

(C) Brent's C 及 Ch² 表ニ依リ緯度ヲ求ムル法 (松本氏航海表及第四十六表)

- (1) 觀測時ニ於ケル、天體時角、赤緯、及眞高度ヲ求

ム。

(2) 推測緯度ト赤緯トヲ以テ松本氏航海表第四十五表(六百五十六頁至六百九十八頁)ヨリC値(Values of C)ヲ求ム。(緯度ト赤緯トノ符號ニ注意スベシ)

(3) C値ト時角トヲ以テ、松本氏航海表第四十六表(六百九十九頁至七百五頁)ヨリCh²ノ値、即チ高度ノ改正量ヲ求ム。

(4) 眞高度 = Ch²ノ値ヲ加ヘテ觀測時ニ於ケル子午線高度ヲ求メ。而テ眞天頂距ト赤緯トニ依リ緯度ヲ求ムルコト子午線高度緯度法ニ同ジ。

太陽近午高度緯度法

Latitude by Sun's Ex-meridian Altitude.

例題 1. 六月二十五日午前十一時四十三分頃、推測南緯四十九度十八分、東經六十一度二十一分ノ地ニ於テ時辰儀七時三十八分二十五秒ヲ指ストキ、太陽下邊高度十七度十五分ヲ測レリ。此時辰儀ハ綠威平時ニ進ムコト二十三秒ニシテ、六分儀器差二分四十秒正、眼高三十呎ナリ。觀測時ノ緯度如何。

解(A) G. D.ヲ求ム。

G. M. T.ヲ求ム。

S. T. June. 25 th	11 ^h 43 ^m 0 ^s	C. T. June. 25 th	7 ^h 38 ^m 25 ^s
L. In T.	4 5 24	C. E.	23—
G. D.	25 th 7 ^h 37 ^m 36 ^s	G. M. T.	7 ^h 38 ^m 2 ^s

Dec ヲ求ム。			E. T ヲ求ム。		
(8 ^h)	23° 24' 5 N	Diff.	2 ^m 17 ^s .6 - M. T.	Diff.	
Cor.	0	0.1	.2	1 ^s .1	
	<u>23° 24' 5 N</u>	Cor.	<u>2 17^s.4 - M. T.</u>	Cor.	<u>0^s.2</u>
		0.02			
H. A ヲ求ム。			T. alt. ヲ求ム。		
G. M. T.	June. 25 th 7 ^h 38 ^m 2 ^s		Obs. alt. ⊙	17° 15' 0''	
E. T.	2 17.84 (-)		I. E.	2 40'' (+)	
G. A. T.	June. 25 th 7 35 44.6			17° 17 40''	
L. in T.	4 5 24.0 (+)		Cor.	7 14 (+)	
S. A. T.	June. 25 th 11 ^h 41 ^m 8.86			17° 24' 54''	
	12 (-)		Add. Cor.	15'' (-)	
H. A. A. S.	23 41 8.6		T. alt. ⊙	<u>17° 24' 39''</u>	
	24				
E'ly. H. A.	<u>0^h 18^m 51.84</u>				
H. A.	0 ^h 18 ^m 51.84	Sec.	10.001472		
d.	23° 24' 30'' N	Tan.	9.636399	Cosec.	10.400902
A.	23° 28 45'' N	Tan.	9.637871	Sin.	9.600336
a.	17° 24' 39''			Sin.	9.475998
B.	72° 32' 16'' S			Cos.	9.477231
Lat.	<u>49° 3' 31'' S</u>				

解 (B) Red ヲ求ム。			Lat ヲ求ム。		
l.	49° 18' 0''	Cos.	9.814313	T. alt. ⊙	17° 24' 39''
d.	23° 24' 30''	Cos.	9.962699	Red.	7' 17'' (+)
a.	17° 24' 39''	Sec.	10.020368	Mer. alt.	17° 31' 56''
h.	0 ^h 18 ^m 51.84	Hav.	7.227953		90
	2			Z. D.	72° 28' 4'' S
	<u>Sin 1''</u>	Log.	5.616455	Dec.	23° 24' 30'' N
Red.	<u>437.731</u>	Log.	2.640788	Lat.	<u>49° 3' 34'' S</u>

解 (C)		C 値ヲ求ム。	Lat ヲ求ム。	
l.	49° 18' 0'' S	1.23	T. alt. ⊙ 17° 24' 39''	
d.	23° 24' 30'' N		Red.	7' 24'' (+)
h.	0 ^h 18 ^m 51 ^s	C h ² ヲ求ム。	17° 32 3	
C.	1.23	1 = 對シ 6' 1''	90	
		0.2 = 對シ 1 12''	Z. D. 72° 27' 57'' S	
		0.03 = 對シ 11'' (+)	Dec. 23 24' 30'' N	
		<u>7' 24''</u>	Lat. <u>49° 3' 27'' S</u>	

例題 2. 三月二十日午前十一時五十八分頃、推測位置南緯二十八度、東經十二度二十七分ノ地ニ於テ、時辰儀三時九分二十九秒ヲ指ストキ、子午線ノ近傍ニ於テ、太陽ノ下邊高度ヲ測リ、六十二度零分四十五秒ヲ得タリ。此時辰儀ハ同日午前九時天測ニ依リ、本船所在地ノ視時ニ先ツコト三時二十二分十六秒ナルヲ確メ、其後前記傍午高度ヲ測リシ時ハ夫ヨリ三十八分東ノ變經ヲ生ジ居タリ。又六分儀器差二分五十五秒負、眼高二十七呎ナリ。觀測時ニ於ケル本船緯度如何。

解 (A) G. D ヲ求ム。		G. M. T ヲ求ム。	
S. T.	Mar. 20 th 11 ^h 58 ^m 0 ^s	C. T.	15 ^h 9 ^m 29.80
L. in T.	0 49 48 (-)	C. E.	3 22 16.0 (-)
G. D. Mar.	20 th 11 ^h 8 ^m 12 ^s	Approx. S. A. T.	11 ^h 47 ^m 13.0 (-)
		Run.	2 32.0 (+)
		S. A. T. Mar.	20 th 11 ^h 49 ^m 45.80 (+)
		L. in T.	0 49 48.0 (-)
		G. A. T. Mar.	20 th 10 ^h 59 ^m 54.0 (-)
		E. T.	7 42.3 (+)
		G. M. T. Mar.	20 th 11 ^h 7 39.3

第八章 緯度算法

H. A. A. S ヲ求ム。		Dec ヲ求ム。		
S. A. T. Mar. 20 th	11 ^h 49 ^m 45. ⁸⁰	0° 15.70 S	Diff.	
	<u>12</u>	<u>.9+</u>	2.70	
H. A. A. S.	23 ^h 49 ^m 45. ⁸⁰	0° 15.79 S		
	<u>24</u>		Cor.	
E'ly' H. A.	<u>0 10^m 15^s</u>		<u>.9</u>	

T. alt ヲ求ム。

Obs. alt @	62° 0' 45"	
I. E'	<u>2' 55"</u>	(-)
	61° 57' 50"	
Cor.	<u>10' 26"</u>	(+)
	62° 8' 16"	
Add. Cor.	<u>6"</u>	(+)
T. alt @	<u>62° 8' 22"</u>	

H. A.	0 ^h 10 ^m 15 ^s	Sec.	10.000435	
d	0° 15' 54" S	Tan.	7.665126	Cosec. 12.334878
A	0° 15' 55" S	Tan.	7.665561	Sin. 7.665577
a	62° 8' 22"			Sin. 9.946495
B	27° 44' 49" S			Cos. 9.946950
Lat.	<u>28° 0' 44" S</u>			

解(B) Red ヲ求ム。		Lat ヲ求ム。		
l.	28° 0' 0" SCos. 9.944036	T. alt @	62° 8' 22"	
d.	0° 15' 54" SCos. 9.999995	Red.	<u>6' 28"</u>	
a.	62° 8' 22" Sec. 10.330385	Mer. alt.	62° 14' 50" (+)	
h.	0 ^h 10 ^m 15 ^s Hav. 6.698950		90	
	<u>2</u>	Mer. Z. D.	27° 45' 10" S	
	Sin 1" Log. 5.615455	Dec.	0° 15' 54" S	
Red.	<u>387.99</u>	Log. 2.588821	Lat.	<u>28° 1' 4" S</u>

航海術

解(C) C 値ヲ求ム。

l.	28° 0' 0" S	} 3.73
d.	0° 15' 54" S		

C h² ヲ求ム。

h	0 ^h 10 ^m 15 ^s	}	3 = 對シテ 5' 15.75
C.	3.73		0.7 = 對シテ 1' 13.75
			0.03 = 對シテ 3.75
			<u>6' 32.70</u> (+)

Lat ヲ求ム。

T. alt @	62° 8' 22"
Red.	<u>6' 32"</u>
Mer. alt.	62° 14' 54" (+)
	90
Mer. Z. D.	27° 45' 6" S
Dec.	0° 15' 54" S
Lat.	<u>28° 1' 0" S</u>

恒星近午高度緯法

Latitude by Star's Ex-meridian Altitude.

例題 1. 四月六日午後八時半頃、推測位置北緯五十二度二分、西經三十度ノ地ニ於テ、時辰儀十時三十六分三十秒ヲ指ストキ子午線ノ近傍ニ在ル " Leonis (Regulus) ノ高度ヲ四十九度四十六分(頂北)ニ測ル、六分儀器差一分三十秒負、眼高三十八呎ニシテ此時辰儀ハ綠威平時ニ進ムコト三分三十秒ナリ、觀測時ノ緯度如何。

第八章 緯度算法

解	G. D	ヲ求ム。	R. A. M. S	ヲ求ム。
S. M. T.	Apr. 6 th	20 ^h 30 ^m		0 ^h 55 ^m 3.80
L. in T.		2 0+	Accel for.	22 ^h 3 36.8
G. D.	Apr. 6 th	22 30	"	33 ^m 5.4
				<u>0^h 58^m 45.82</u>

G. M. T ヲ求ム。

C. T.	Apr. 6 th	22 ^h 36 ^m 30 ^s	R. A. *	10 ^h 4 ^m 23.85
C. E.		3 30 -	Dec. *	12° 19' 54'' N
G. M. T.	Apr. 6 th	<u>22^h 33^m 0^s</u>		

H. A. * ヲ求ム。

G. M. T.	Apr. 6 th	22 ^h 33 ^m 0 ^s
L. in T.		2 0 0 (-)
S. M. T.	6 th	20 ^h 33 ^m 0 ^s
		12
H. A. M. S.		8 ^h 33 ^m 0 ^s
R. A. M. S.		0 58 45.82
R. A. Mer.		9 ^h 31 ^m 45.82
R. A. *		10 4 23.5
H. A. *		23 27 ^m 21.87
		24
E'ly. H. A. *		<u>0^h 32^m 38.83</u>

H. A. *	0 ^h 32 ^m 38.83	Sec.	10.004420
d.	12° 19' 54'' N	Tan.	9.339679
A.	12° 27' 14'' N	Tan.	9.344099
a.	49° 37' 37''	Sin.	9.881866
B.	39° 42' 40'' N	Cos.	9.886082
Lat.	<u>52° 9' 54'' N</u>		

航海術

解 (B)	Rec.	ヲ求ム。	Lat.	ヲ求ム。
l.	52° 2' 0'' N	Cos. 9.789018	T. alt.	49° 37' 37''
d.	12° 19' 54'' N	Cos. 9.989863	Red.	32' 17'' (+)
a.	49° 37' 37''	Sec. 10.188584	Mer. alt.	50° 9' 54'' (+)
h.	0 ^h 32 ^m 38 ^s	Hav. 7.704164		90
	<u>Sin 1''</u>	Log. 5.615455	Mer. Z. D.	39° 50' 6'' N
	Red. 1986.78	Log. 3.287084	Dec.	12° 19' 54'' N
			Lat.	<u>52° 10' 0'' N</u>

解 (C) C 値ヲ求ム。 Lat. ヲ求ム。

l.	52° 2' 0'' N	} 1.85	T. alt	49° 37' 37''	
d.	12° 19' 54'' N		Red.	23 34'' (+)	
			Mer. alt.	50° 10' 11'' (+)	
				90	
h.	0 ^h 32 ^m 38 ^s	} C h ² ヲ求ム。	Mer. Z. D.	39 49' 49'' N	
C.	1.85		0.8 = 對シテ 14' 5''	Dec.	12 19 54 N
			0.05 = 對シテ 53'' (+)	Lat.	<u>52° 9' 43'' N</u>

例題 2. 十一月二十八日午後七時二十分頃推測北緯四十六度三十分、東經百四十六度三十三分ノ地ニ在リテ、時辰儀九時三十三分三十八秒ヲ指ストキ、子午線ノ近傍ニ在ル恒星 α Andromedae (Alpheratz) ノ高度七十二度一分四十秒ヲ測ル、器差ナシ、眼高二十七呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ、緯度如何。

解 (A)	G. D	ヲ求ム。	G. M. T	ヲ求ム。
S. T.	Nov. 28 th	19 ^h 20 ^m 0 ^s	G. M. T.	Nov. 28 th 9 ^h 33 ^m 38 ^s
L. in T.		9 46 12		
G. D.	Nov. 28 th	<u>9^h 33^m 48^s</u>		

第八章 緯度算法

H. A. * ヲ 求 ム。

R. A. M. S ヲ 求 ム。

G. M. T. Nov. 28 th	9 ^h 33 ^m 38 ^s		16 ^h 25 ^m 29. ⁸⁹
L. in T.	9 46 12	(+)	Accel. for 9 ^h 1 28.7
S. M. T. Nov. 28 th	19 ^h 19 ^m 50 ^s		33 ^m 5.4
	12		48 ^s 0.1
H. A. M. S.	7 ^h 19 ^m 50 ^s		16 ^h 27 ^m 4. ⁸¹
R. A. M. S.	16 27 4.1	(+)	
R. A. Mer.	23 ^h 46 ^m 54. ⁸¹		R. A. * 0 ^h 4 ^m 32. ⁸⁹
R. A. *	0 4 32.9	(-)	Dec. * 28° 41' 0'' N
H. A. *	23 ^h 42 ^m 21. ⁸²		
	24		
E'ly. H. A. *	0 ^h 17 ^m 38. ⁸⁸		

T. alt. ヲ 求 ム。

Obs. alt * 72°	1' 40''
G. Cor.	5' 26''
T. alt *	<u>71° 56' 14''</u>

Lat ヲ 求 ム。

h.	0 ^h 17 ^m 38. ⁸⁸	Sec.	10.001289		
d.	28° 41' 0''	Tan.	9.738071	Cosec.	10.318787
A.	28° 45' 18'' N	Tan.	9.739360	Sin.	9.682203
a.	71° 56' 14''			Sin.	9.978051
B.	17° 39' 27'' N			Sin.	9.979041
∴ Lat.	<u>46° 24' 45'' N</u>				<u>49</u> 8

航海術

解 (B)

Red ヲ 求 ム。

Lat ヲ 求 ム。

l.	46° 30' 0''	Cos.	9.887812	T. alt *	71° 56' 14''
d.	28° 41' 0''	Cos	9.943141	Cor.	19 51'' (+)
a.	71° 56' 14''	Sec.	10.508556	Mer. alt *	72° 16 5'' (+)
h.	0 ^h 17 ^m 38. ⁸⁸	H. v.	7.170849		90
	$\frac{2}{\sin 1''}$	Log.	5.615455	Z. D.	17° 43' 55'' N
		Log.	3.075813	Dec.	28 41 0 N
Red.	1190.77			Lat.	<u>46° 24' 55'' N</u>

解 (C)

Red ヲ 求 ム。 C 値 ヲ 求 ム。

Lat ヲ 求 ム。

l.	46° 30' 0'' N	} 3.787	T. alt.	71° 56' 14''
d.	28° 41' 0'' N		Cor.	19' 45'' (+)
			Mer. alt.	72° 15' 59''
				90
h.	0 ^h 17 ^m 38. ⁸⁸	} C h ² ヲ 求 ム。 3 = 對シテ 15' 19'' 0.8 = 對シテ 4' 5'' 0.07 = 對シテ 21''	Mer. Z. D.	17° 44' 1'' N
C.	3.87		Dec.	28° 41 0 N
				Lat.	46° 25' 1'' N

惑星近午高度緯法

Latitude by Planet's Ex-meridian Altitude.

例題 1. 五月二十八日午前三時五十分頃、推測北緯二十度三十分、東經百三十五度四十分ノ地ニ於テ、時辰儀六時五十七分三十二秒ヲ示ストキ、子午線ノ近傍ニ在ル木星 Jupiter ノ中心測高度ヲ四十六度十分三十秒ニ測

ル。器差一分三十秒負、眼高五十呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。本船緯度如何。

解 G. D. ヲ求ム。 G. M. T ヲ求ム。
 S. T. *May.* 28th 3^h 50^m 0^s G. M. T. *May.* 27th 18^h 57^m 32^s
 L. in T. $\frac{9 \quad 2 \quad 40}{\quad \quad \quad} (+)$
 G. D. *May.* 27th 18^h 47^m 20^s

R. A. M. S ヲ求ム。 R. A. ♀ ヲ求ム。 Dec. ♀ ヲ求ム。

4 ^h 16 ^m 7. ^m 3	19 ^h 35 ^m 21 ^s	Diff.	21° 45.73	Diff.
Accel. for. 18 ^h	2 57.4	Cor.	$\frac{3}{\quad \quad \quad} (+)$	13 ^s Cor. $\frac{0.1}{\quad \quad \quad} (-)$ 0.6
" 57 ^m	9.3		19 35 24 ^s	21° 45.72 S
" 32 ^s	0.1	Cor.		Cor.
	<u>4^h 19^m 14.^s1</u>	2.7		.12

H. A. ♀ ヲ求ム。 T. alt ヲ求ム。

G. M. T. <i>May.</i> 27 th 18 ^h 57 ^m 32 ^s	Obs. alt. ♀	46° 10' 30''
L. in T. $\frac{9 \quad 2 \quad 40}{28 \quad 0 \quad 12s} (+)$	I. E.	$\frac{1 \quad 30''}{46° \quad 9' \quad 0''} (-)$
	Dip.	$\frac{6 \quad 58}{46° \quad 2' \quad 2''} (-)$
S. M. T. <i>May.</i> 28 th 4 ^h 0 12	R.	$\frac{56}{46° \quad 1' \quad 6''} (-)$
	P.	$\frac{1}{46° \quad 1' \quad 7''} (+)$
H. A. M. S. $\frac{12}{16h} \quad 0m} \quad 12s} (+)$	T. alt. ♀	
R. A. M. S. $\frac{4 \quad 19 \quad 14.1}{20h} \quad 19m} \quad 26.s1} (+)$		
R. A. Mar. $\frac{19 \quad 35 \quad 24}{\quad \quad \quad}$		
R. A. ♀ $\frac{19 \quad 35 \quad 24}{\quad \quad \quad}$		
H. A. ♀ $\frac{0h} \quad 44m} \quad 2.s1$		

Lat ヲ求ム。

h. 0 ^h 44 ^m 2. ^s 1	Sec.	10 008066
d. 21° 45' 12'' S	Tan.	$\frac{9.601003}{\quad \quad \quad}$ Cosec. 10.431081
A. 22° 7' 20'' S	Tan.	9.609069 Sin. 9.575861
a. 46° 1' 7''		Sin. $\frac{9.857070}{\quad \quad \quad}$
B. 43° 0' 59'' N		Cos. 9.864012
Lat. <u>20° 53' 39'' N</u>		

例題 2. 一月一日午後五時二十分頃、推測北緯四十六度十分、東經百五十六度ノ地ニ在リテ、時辰儀六時四十九分五十秒ヲ指ストキ、子午線ノ近傍ニ在ル火星 Mars ノ中心測高度ヲ四十六度三十六分三十秒ニ測ル。器差三分十秒負、眼高五十六呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。觀測時ニ於ケル本船緯度如何。

解 G. D ヲ求ム。 G. M. T ヲ求ム。
 S. T. *Jan.* 1st 17^h 20^m 0^s G. M. T. *Jan.* 1st 6^h 49^m 50^s
 L. in T. $\frac{10 \quad 24 \quad 0}{\quad \quad \quad} (-)$
 G. D. *Jan.* 1st 6^h 56^m 0^s

R. A. M. S ヲ求ム。	R. A. ♀ ヲ求ム。	
18 ^h 40 ^m 30. ^s 4	0 ^h 27 ^m 58. ^s 0	Diff.
Accel. for. 6 ^h 59.1	Cor. $\frac{38.1}{\quad \quad \quad} (+)$	134 ^s
" 49 ^m 8.1	<u>0^h 28^m 36.^s1</u>	Cor.
" 50 ^s .1		38. ^s 1
<u>18^h 41^m 37.^s7</u>	Dec. ♀ ヲ求ム。	
	3° 2.4 N	Diff.
	Cor. $\frac{4.5}{\quad \quad \quad} (+)$	15.9
	<u>3° 6.9 N</u>	Cor.
		4.5

第八章 緯度算法

H. A. ♀ ヲ求ム。		T. alt. ♀ ヲ求ム。	
G. M. T. Jan. 1 st	6 ^h 49 ^m 50 ^s	Obs. alt.	46° 36' 30"
L. in T.	10 24 0 (+)	I. E.	3 10" (-)
S. M. T.	1 st 17 ^h 13 ^m 50 ^s		46° 33' 20"
	12 (-)	Dip.	7 22 (-)
H. A. M. S.	5 ^h 13 ^m 50 ^s	App alt.	46° 25' 58"
R. A. M. S.	18 41 37.7 (+)	R.	55" (-)
R. A. Mer.	23 ^h 55 ^m 27.7		46° 25' 3"
R. A. ♀	0 28 36.1 (-)	P.	6" (+)
H. A. ♀	23 ^h 26 ^m 51.86	T. alt.	46° 25' 9"
	24		
E'ly. H. A. ♀	0 ^h 33 ^m 8.84		

Lat ヲ求ム。

h.	0 ^h 33 ^m 8.84	Sec.	10.004556	
d.	3° 6' 54" N	Tan.	8.735763	Cosec.
A.	3° 8' 52" N	Tan.	8.740319	Sin.
a.	46° 25' 9"			Sin.
B.	42° 56' 39" N			Cos.
Lat.	46° 5' 31" N			

C 及 Ch² 表ニ依リ求ムレバ

l.	46° 10' N	} C 値ヲ求ム。	.....2.00
d.	3° 6' 54" N		
h.	0 ^h 33 ^m 8.84	} Ch ² ヲ求ム。	.....36' 18"
C.	2.00		

航海術

Lat ヲ求ム。

T. alt.	46° 25' 9"
Red.	36' 18" (+)
Mer. alt.	47° 1' 27"
	90
Mer. Z. D.	42° 58' 33" N
Dec.	3° 6' 54" N
Lat.	46° 5' 27" N

太陰近午高度緯度法

Latitude by Moon's Ex-meridian Altitude.

例題 1. 八月一日午後九時十分頃、推測南緯四十三度二十二分、東經六十三度四十分ノ地ニ於テ、時辰儀四時五十三分二十二秒ヲ示ストキ、子午線ノ近傍ニ在ル太陰ノ下邊高度ヲ六十六度二十分ニ測ル、器差一分正、眼高四十一呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。觀測時ノ緯度如何。

解 G. D ヲ求ム。

G. M. T ヲ求ム。

S. T. Aug. 1 st	21 ^h 10 ^m 0 ^s	G. M. T. Aug. 1 st	16 ^h 53 ^m 22 ^s
L. in T.	4 14 40 (-)		
G. D. Aug. 1 st	16 ^h 55 ^m 20 ^s		

R. A. M. S ヲ求ム。

G's RA ヲ求ム。

	8 ^h 36 ^m 20. ⁰	17 ^h 55 ^m 20 ^s	Diff.
Accel. for. 16 ^h	2 37.7	Cor.	2 19.6 (+)
53 ^m	8.7		17 ^h 57 ^m 39.6
22 ^s	.1		Cor.
	8 ^h 39 ^m 6.85		139.6

☉'s Dec を求ム。		☉'s H. A. を求ム。	
20°	20'.5 S	Diff.	G. M. T. Aug. 1 st 16 ^h 53 ^m 22 ^s
Cor.	2.5 +	5'.8	L. in T. 4 14 40 (+)
<u>20°</u>	<u>23'.0 S</u>	Cor.	S. M. T. Aug. 1 st 21 ^h 8 ^m 2 ^s
		2'.5	12
			H. A. M. S. 9 ^h 8 ^m 2 ^s
			R. A. M. S. 8 39 6.5 (+)
			R. A. Mer. 17 ^h 47 ^m 8.95
			R. A. ☉ 17 57 ^m 39.6 (-)
			H. A. ☉ 23 49 ^m 28.9
			E'ly. H. A. 24
			<u>0^h 10^m 31.1</u>

☉'s T. alt を求ム。	S. D. を求ム。	H. P. を求ム。
Obs. alt ☉ 66° 20' 0''	16' 34.7''	V/h 0.4 60' 44.7'' V/h 1.4
I. E. 1 0 (+)	Cor. 3. (+)	7.1 10 (+) 7.1
<u>66° 21' 0''</u>	16 31.	<u>2.84</u> 60' 34.7'' 14
Dip. 6 18 (-)	Aug. 16.5 (+)	Ret. 5.1 98
App. alt ☉ 66° 14' 42''	<u>16' 47'.5</u>	<u>60' 28.9</u> 9.94
S. D. 16 47		
App. alt ☉ 66° 31' 29''		
Cor. 23 21		
" 9		
" 12		
T. alt ☉ <u>66° 55' 11''</u>		

Lat を求ム。		
h.	0 ^h 10 ^m 31.1	Sec. 10.000457
d.	20° 23' 00'' S	Tan. 9.570035
A.	20 24' 11'' S	Tan. 9.570492
a.	66° 55' 11''	Sin. 9.963767
B.	22° 57' 20'' S	Cos. 9.964169
Lat.	<u>43° 21' 31'' S</u>	

例題 2. 十一月三日午前一時四十七分頃、推測北緯五十四度四十分、東經百五十度十五分ノ地ニ於テ、時辰儀三時四十六分十秒ヲ示ストキ、子午線ノ近傍ニ在ル太陰ノ下邊高度ヲ五十四度五十八分三十秒ニ測ル、器差三十秒負、眼高五十呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遅速ナシ、觀測時ニ於ケル本船緯度如何。

解	G. T. を求ム。	G. M. T. を求ム。
S. T. Nov. 3 rd 1 ^h 47 ^m 0 ^s		G. M. T. Nov. 2 nd 15 ^h 46 ^m 10 ^s
L. in T. 10 1 0 (-)		
G. D. Nov. 2 nd 15 ^h 46 ^m 0 ^s		

R. A. M. S. を求ム。	☉'s R. A. を求ム。
14 ^h 42 ^m 59.85	4 ^h 8 ^m 38 ^s Diff. 260 ^s
Accel. for. 15 ^h 2 27.8	Cor. 30 (-) Cor. 30 ^s
" 46 ^m 7.6	<u>4^h 8^m 8</u>
<u>14^h 45^m 34.89</u>	
	☉'s Dec を求ム。
	16° 46'.0 N Diff. 15.2
	Cor. 1.8 (-) Cor. 1'.8
	<u>16° 44''.2 N</u>

☉'s H. A. を求ム。	
G. M. T. Nov. 2 nd 15 ^h 46 ^m 10 ^s	
L. in T. 10 1 0 (+)	
<u>25^h 47^m 10^s</u>	
24	
S. M. T. Nov. 3 rd 1 ^h 47 ^m 10 ^s	
12	
H. A. M. S. 13 ^h 47 ^m 10 ^s (+)	
R. A. M. S. 14 45 34.9 (+)	
R. A. Mer. 28 32 ^m 44.9 (+)	
R. A. ☉ 4 8 8.0 (-)	
H. A. ☉ 24 ^h 24 ^m 36.89 (-)	
∴ H. A. 0 ^h 24 ^m 37 ^s	

第八章 緯度算法

T. altヲ求ム。	S. Dヲ求ム。	H. Pヲ求ム。
Obs. alt $(54^{\circ} 58' 30''$	$15' 17''$ V/h $0'' 4$	$56' 0''$ V/h 1.5
I. E. $\frac{30}{54^{\circ} 58' 0''}$ (-	Cor. $\frac{3.3}{15' 20'' 3}$ (+	$\frac{8.2}{3.28}$ Cor. $\frac{12.3}{56' 12'' 3}$ (+
Dip. $\frac{6' 58''}{54^{\circ} 51' 2''}$ (-	Aug. $\frac{12.4}{15' 32'' 7}$	Ret. $\frac{6.3}{56' 6'' 0}$ $\frac{12.0}{12.30}$
S. D. $\frac{15' 33}{55^{\circ} 6' 35''}$ (+		
Cor. $31' 17''$		
" $5''$		
" $3''$		
T. alt $(55^{\circ} 38' 0''$		
H. A. $0^h 24^m 37^s$	Sec. 10.002510	
d. $16^{\circ} 44' 12''$ N	Tan. 9.478151	Cosec. 10.540648
A. $16^{\circ} 49' 42''$ N	Tan. 9.480661	Sin. 9.461656
a. $55^{\circ} 38' 0''$		Sin. 9.916687
B. $33^{\circ} 55' 6''$ N		Cos. 9.918991
Lat. $50^{\circ} 44' 48''$ N		

問題

(1) 五月十日午後零時二十三十分頃、南緯三十七度四十七分、西經百五十二度三十分ノ推測地點ニ於テ、時辰儀十一時三十分五十一秒ヲ指ストキ、太陽ノ下邊高度ヲ三十四度一分三十秒ニ測ル、此時辰儀ハ觀測時ニ於テ綠威平時ニ進ムコト、一時零分十五秒ニシテ、器差三分五十秒正、眼高五十呎ナリ。觀測時ノ緯度如何。

(2) 六月二十一日午後零時三十九分頃、推測南緯四十二度十分、東經五十三度ノ地ニ於テ、時辰儀零時五十分

航海術

五十三秒ヲ指ストキ、太陽ノ下邊高度二十三度四十一分ヲ測レリ。此時辰儀ハ船内視時ニ進ムコト十四分二十八秒ニシテ違差測定後東方ヘ二十分ノ變經ヲ生ゼリ。器差一分負、眼高三十四呎ナリ。緯度如何。

(3) 一月五日午後零時十五分頃、推測位置北緯八度五十分、西經百二十七度十八分ノ地ニ於テ、時辰儀零時二分四十秒ヲ示ストキ、子午線ノ近傍ニ在ル太陽ノ下邊高度ヲ五十八度五分四十秒ニ測リタリ。此時辰儀ハ同日午前九時觀測ニ依リ本船所在地ノ視時ニ遅クル、コト、十三分四十八秒ナルコトヲ確メ、其後前記傍午子午線高度ヲ測リシ時ハ、夫ヨリ東方ヘ十六分ノ變經ヲ生ジ居タリ。又六分儀器差一分三十秒正、眼高三十六呎ナリ。觀測時ニ於ケル本船緯度如何。

(4) 九月二日午前十一時三十分頃、推測南緯三度五十分、西經三十度二十五分ノ地ニ於テ、時辰儀一時二十八分四十秒ヲ指ストキ、太陽ノ下邊高度七十五度二十六分ヲ測レリ、此時辰儀ハ船内視時ニ進ムコト二時零分十三秒ニシテ違差測定後、夫レヨリ眞針路北四十六度西ニ二十五哩航走セリ、六分儀器差ナシ、眼高二十呎ナリ。觀測時ノ緯度如何。

(5) 六月二日午前十一時四十五分頃、南緯二十四度四十五分、西經二十一度十五分ノ推測地點ニ於テ、時辰儀二時十一分三秒ヲ指ストキ太陽ノ下邊高度ヲ四十二度五

十分十秒ニ測ル、此ノ時辰儀ハ三月三日綠威平時正午ニ於テ之ニ進ムコト一時一分二十六秒、又五月二十六日綠威平時正午ニ於テ之ニ進ムコト一時二分八秒ニシテ六分儀器差二分五十秒正、眼高三十三呎ナリ。緯度ヲ求ム。

(6) 六月十八日午後零時五十分頃、推測北緯零度十分西經十度十六分ノ地ニ於テ、時辰儀一時三十二分十六秒ヲ指ストキ、太陽ノ上邊高度ヲ測リ六十四度一分五十二秒ヲ得タリ。此時辰儀ハ船内視時ニ進ムコト四十分十二秒ニシテ、違差測定後本船ハ二十四分西ノ變經ヲ生ゼリ。器差ナシ。眼高三十八呎、本船緯度如何。

(7) 九月四日午前一時頃、推測北緯二十三度二十分、西經百二十八度四十五分ノ地ニ於テ時辰儀九時三十九分三十二秒ヲ指ストキ、子午線ノ近傍ニ在ル α Pegasi (Markab) ノ高度ヲ七十四度三十四分五十秒ニ測ル、器差三分四十秒負、眼高五十呎ナリ。此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。緯度如何。

(8) 十一月十五日午前三時頃、北緯三十九度三十分、東經百五十二度三十分ノ推測地點ニ於テ、時辰儀四時四十八分五十二秒ヲ指ストキ、子午線ノ近傍ニ在ル α Canis Majoris (Sirious) ノ高度ヲ三十四度六分五十秒ニ測ル、器差四分三十秒負、眼高五十呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。本船緯度如何。

(9) 五月二日午後八時頃、推測南緯三十二度三分、西

經百四十八度四十五分ノ地ニ在リテ、時辰儀五時五十六分二十秒ヲ指ストキ恒星 α Leonis (Regulus) ノ傍午高度ヲ測リ、四十四度四十九分二十秒ヲ得タリ。此時辰儀ハ綠威平時ト遲速ナク、又六分儀器差五分二十秒負、眼高二十呎ナリ。觀測時ノ緯度如何。

(10) 六月三十日午後八時二十分頃、北緯四十四度二十分、東經百五十五度三十分ノ推測地點ニ在リテ、時辰儀九時五十八分二十五秒ヲ指ストキ、子午線ノ近傍ニ在ル恒星 α Bootis (Arcturus) ノ高度ヲ六十三度五十一分十秒ニ測ル、器差二十秒負、眼高五十呎ニシテ、此時辰儀ハ五月十一日綠威平正午ニ於テ之ニ遲速ナク。六月十二日綠威平正午ニ於テ之ニ遅クル、コト一分二十秒ナリ。觀測時ノ緯度如何。

(11) 十二月二十七日午後十時頃、推測赤道西經九十三度三十分ニ於テ、時辰儀三時四十八分三十八秒ナル時、恒星 α Tauri (Aldebaran) ノ高度ヲ七十三度二十六分五十秒ニ測レリ、器差二分四十秒正、眼高四十一呎、時辰儀ハ綠威平時ニ遅クルコト二十分十四秒ナリ。緯度如何。

(12) 七月二日午前一時五分頃、推測南緯三十一度三十分、西經三十度十九分ノ地ニ於テ、時辰儀三時一分五十二秒ヲ示ストキ、子午線ノ近傍ニ在ル、木星 Jupiter ノ中心高度ヲ測リ八十度十分ヲ得タリ。器差ナシ。眼高五十呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。緯度如何。

(13) 十二月四日午後四時頃、東經百七十度二十分ノ地ニ於テ、時辰儀四時三十九分十秒ヲ指ス時、子午線ノ近傍ニ在ル金星 Venus ノ中心高度ヲ測リ十三度二十分（頂北）ヲ得タリ。器差ナシ。眼高五十呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。觀測時ノ緯度如何。

(14) 六月三日午後八時五十分頃、推測北緯二十度、東經百五十七度三十分ノ地ニ於テ、時辰儀十時二十三分五十秒ヲ示ストキ、子午線ノ近傍ニ在ル、太陰ノ下邊高度ヲ六十四度十五分ニ測ル、六分儀器差三分十秒負、眼高三十四呎ナリ。觀測時ノ緯度ヲ求ム。

(15) 八月七日午前二時二十分頃、東經百五十度ノ地ニ於テ時辰儀四時十七分ヲ示ス時、子午線ノ近傍ニ在ル太陰ノ下邊高度ヲ八十四度零分三十秒（頂南）ニ測ル、六分儀器差ナシ、眼高五十呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。緯度ヲ求ム。

答

- (1) H.A.A.S. $0^h 24^m 18.^{s9}$ A. $17^\circ 45' 55''$ N B. $55^\circ 35' 5''$ S
 Lat. $37^\circ 49' 10''$ S
- (2) H.A.A.S. $0^h 37^m 45^s$ A. $23^\circ 43' 59''$ N B. $65^\circ 54' 36''$ S
 Lat. $42^\circ 10' 37''$ S
- (3) H.A.A.S. $0^h 17^m 32^s$ A. $22^\circ 39' 29''$ S B. $31^\circ 29' 0''$ N
 Lat. $8^\circ 49' 31''$ N

- (4) H.A.A.S. $0^h 32^m 45^s$ A. $8^\circ 4' 41''$ N B. $11^\circ 54' 26''$ S
 Lat. $3^\circ 49' 45''$ S
- (5) Daily Rate $0.^{s5}$ gaining. Acc. Rate $3.^{s5}$
 G. M. T. *June*. $2^{nd} 13^h 8^m 51.^{s5}$ H.A.A.S. $0^h 13^m 52.^{s9}$
 A. $22^\circ 12' 6''$ N B. $46^\circ 52' 45''$ S
 Lat. $24^\circ 40' 39''$ S
- (6) H.A.A.S. $0^h 50^m 28^s$ A. $23^\circ 55' 24''$ N B. $23^\circ 49' 43''$ S
 Lat. $0^\circ 5' 41''$ N
- (7) H.A.* $0^h 55^m 26^s$ A. $15^\circ 13' 43''$ N B. $8^\circ 5' 9''$ N
 Lat. $23^\circ 18' 52''$ N
- (8) H.A.* $0^h 9^m 57''$ A. $16^\circ 37' 35''$ S B. $56^\circ 5' 8''$ N
 Lat. $39^\circ 27' 33''$ N
- (9) H.A.* $0^h 39^m 25.^{s2}$ A. $12^\circ 30' 45''$ N B. $44^\circ 32' 30''$ S
 Lat. $32^\circ 1' 45''$ S
- (10) H.A.* $0^h 42^m 3.^{s2}$ A. $19^\circ 52' 43''$ N B. $24^\circ 29' 0''$ N
 Lat. $44^\circ 21' 43''$ N
- (11) H.A.* $0^h 12^m 21^s$ A. $16^\circ 22' 57''$ N B. $16^\circ 21' 36''$ S
 Lat. $0^\circ 1' 21''$ N
- (12) H.A.* $0^h 18^m 7.^{s3}$ A. $22^\circ 24' 35''$ S B. $9^\circ 2' 12''$ S
 Lat. $31^\circ 26' 47''$ S
- (13) H.A.* $0^h 45^m 4.^{s3}$ A. $23^\circ 30' 43''$ S B. $76^\circ 36' 28''$ N
 Lat. $53^\circ 5' 45''$ N

第八章 緯度算法

(14) H. A. ζ 0h 2m 18.89 A. $5^{\circ} 9' 1''$ S B. $25^{\circ} 12' 41''$ N

Lat. $20^{\circ} 3' 40''$ N

(15) H. A. ζ 0h 9m 2.81 A. $9^{\circ} 22' 2''$ S B. $5^{\circ} 16' 30''$ S

Lat. $14^{\circ} 38' 32''$ S

第三節 極星緯度法

Latitude by Polaris.

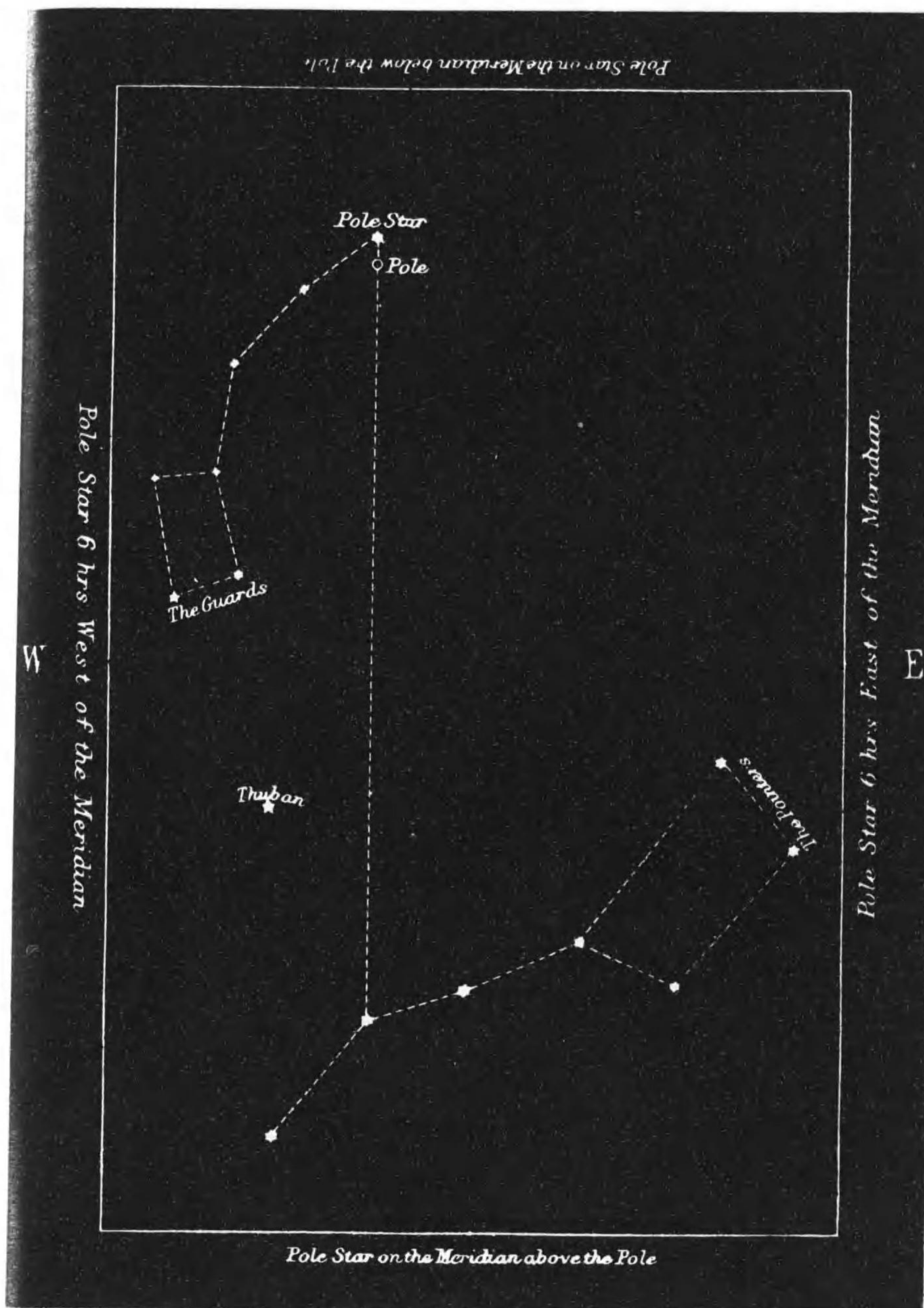
極ノ高度ハ緯度ニ等シト云フ理ニ基キ、北極ニ最モ接近セル北極星 Polaris (α Ursae Minoris) ノ高度ヲ測リ、之ニ若干ノ改正ヲ施シテ極ノ高度ヲ求メ、以テ北緯ノ地ニ於ケル測地緯度ヲ決定スルコトヲ得ベシ、是ヲ**極星緯度法**ト云フ。

【13】北極星 Polaris.

本星ハ Ursae Minor ノ尾ノ先端ニ在リテ、天ノ北極ト一度六分ノ距度ヲ有ス。而テ現今ニ於テ極星ハ歳差ノ爲メ北極ニ漸次接近シツ、在リテ、約一世紀後ニハ其極トノ距度三十分ニ減ジ。是ヨリ漸次遠隔シテ大約一萬二千年後ニハ Lyrae [リラ]座ノ α Lyrae (Vega) ガ極星ニ代ルト云フ。

上記ノ如ク極ト極星トノ距度ハ一度六分ナルヲ以テ、極星ハ一日ニ極ノ周圍ヲ二度十二分ノ直徑ヲ以テ周行ス。從ツテ其運行速度ハ遅ク、三分間ニ弧度ノ一分ニ過ギズ。

天體觀測ニ使用スル時間ニ誤差ノ存在スルハ免レ得ザル事ニシテ、此ノ誤差ガ甚シク大ナラザル限り、本法ニ



依り求メタル緯度ニ實用上誤差ヲ生ゼシメザルヲ以テ、極星ノ位置如何ニ拘ラス、極星緯度法ニ依り正確ナル緯度ヲ求ムルコトヲ得ベシ、是レ運行速度ガ三分間ニ弧度ノ一分ニ過ギザルヲ以テナリ。

【14】 極ト極星トノ關係位置 (星圖參照)

「アーサー、マジョア」座 Ursaе Majorノ尾ノ中央星タル「マイザー」Mizar即チ「ジーター、アーサー、マジョリス」
 ζ Ursaе Majoris ヨリ、極星ニ引キタル直線上、極星ヨリ一度六分ノ處ニ天ノ北極ガ存在シ、兩星ハ相對シテ極ノ兩側ニ在リ。

ζ Ursaе Majoris ノ時角ガ六時ナル時、極星ノ時角モ亦六時ニシテ、其高度ハ極ノ高度ニ相等シ。此位置ハζ Ursaе Majoris ト極星トヲ結ブ直線ガ、地平ニ平行トナル時ナルヲ以テ容易ニ認メ得ベシ。

ζ Ursaе Majoris ト極星トヲ過ル直線ガ、地平ニ垂直ナル時、北極星ハ子午線ニ正中セル時カ、又ハ其近傍ニ在ル時ナリ。而テ正確ニ極星ガ子午線ニ正中セルヤ否ヤヲ簡單ニ知ルニハ、一米ノ帆縫糸ニ石或ハ「マーレンスバイキ」ヲ吊シ、片手ニテ該星ノ方ニ保持シ、前記兩星ガ、帆縫糸中ニ在ル時ハ極星ガ正中セル時ニシテ極星ガζ Ursaе Majoris ノ上方ニ在ル時ハ、極上ノ正中。下ニ在ル時ハ極下正中セル時ナリ。

【15】 極星ノ高度ヲ測ルニ最良ノ時機

Ursae Majoris ト極星トヲ結ブ直線ガ水平トナリタル時、即テ極星ノ時角ガ六時ナル時ハ其高度ノ變化最モ急ニシテ、時角ノ誤差ガ最大ノ影響ヲ緯度ニ及ボスベシ。是レ時間三分ニ、高度一分ノ變化ヲナスヲ以テ、時角ニ假リニ三分ノ誤差アリトセバ緯度一分ノ誤差トナリテ表ハル、ヲ以テナリ。

然ルニ、極星ガ子午線ノ兩側各一時間半ノ間ニ在ル時、其ノ高度ノ變化ハ僅カ一分ナルヲ以テ、時角ノ誤差ハ殆ンド緯度ニ誤差ヲ生ゼシムルコトナシ、是レ本法ニ依リ緯度ヲ求ムル最良ノ時機ナラザル可カラズ。

【16】 公式 第一乃至第三改正量解説

第四十八圖地平圈圖ニ於テ、天頂 Z ヲ中心トシ、餘緯度 Co-Lat (PZ) ヲ半徑トシテ點線ノ弧ヲ畫キ、極星ガ一日ニ運行スル小圈 BCB'O ト B 及 B' ニ於テ交ラシム。

極星ガ O ノ位置ニ在ル時 (極上正中)

$$PN = ON - OP$$

$$= a - p$$

極星ガ C ノ位置ニ在ル時 (極下正中)

$$PN = NC + CP$$

$$= a + p$$

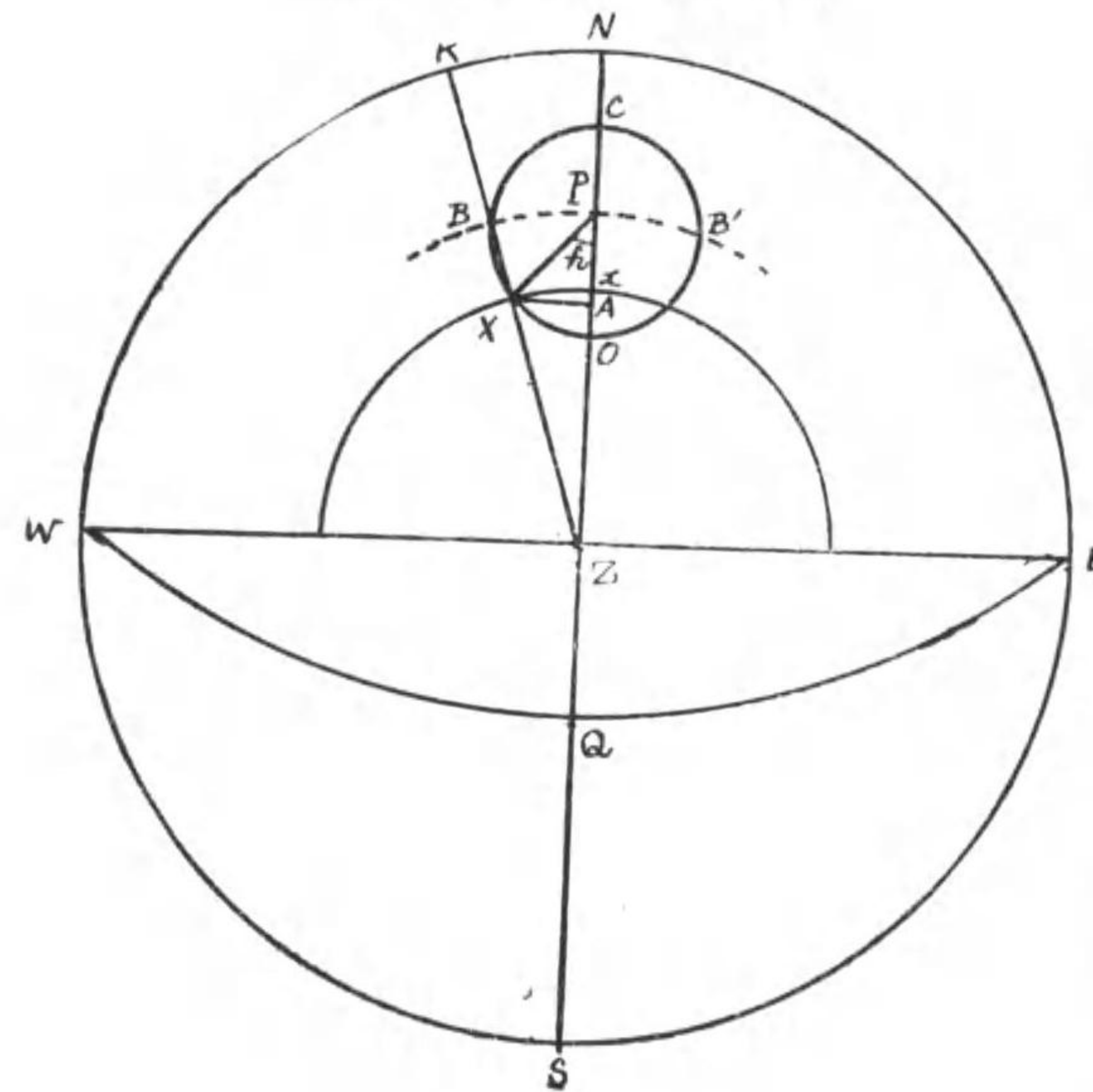
極星ガ B 或ハ B' ノ位置ニ在ル時、

$$PN = KB (\text{alt}) = Lat,$$

極星ガ他ノ位置ニ在ル時ハ、既述ノ如ク簡單ニ非ズ。

第四十八圖ニ於テ、Bヲ通ル高度ノ圈 ZKヲ畫キ、極星ノ周行スル圈ト Xニ於テ交リタリトセバ、Xハ極星ガ高度 XKヲ有スル時ノ位置ナリ。

第四十八圖



次ニ Z ヲ中心、ZXヲ半徑トシテ弧ヲ畫キ、子午線ト Xニ於テ交ラシム。然ラバ X ノ高度ハ極星 X ノ高度ニ等シ。

又 AX ヲ極星 X ヨリ測者ノ子午線ニ引キタル垂直線。

PX ヲ極星 X ト極 P トヲ結ビタル大圈トセバ

$$PN = Nx - Px$$

然ルニ

$$Px = PA - Ax$$

$$\therefore PN = Nx - PA + Ax$$

即チ

$$l = a - PA + Ax \dots\dots\dots(1)$$

球面直角三角形 PXA ニ於テ、極距 PX ガ僅カ平均一

度六分ナルヲ以テ、之ヲ平面直角三角形ト見做スコトヲ得ベシ、因テ

$$PR = PX \cdot \cos XPA \\ = p \cdot \cos h$$

故ニ(1)式ハ

$$l = a - p \cdot \cos h + AX \dots\dots\dots (2)$$

次ニ球面直角三角形 ZX A ニ於テ

$$\cos ZX = \cos AZ \cdot \cos AX$$

或ハ

$$\cos ZX = \cos AZ \cdot \cos AX$$

又

$$ZX = AZ + AX \quad \text{ナルヲ以テ、上式ハ}$$

$$\cos (AZ + AX) = \cos AZ \cdot \cos AX$$

$$\therefore \cos AZ \cdot \cos AX - \sin AZ \cdot \sin AX = \cos AZ \cdot \cos AX.$$

AX が微小ナルヲ以テ $\cos AX = 1$ ナリ。

$$\therefore \cos AZ - \sin AZ \cdot \sin AX = \cos AZ \cdot \cos AX.$$

$$\sin AZ \cdot \sin AX = \cos AZ (1 - \cos AX)$$

$$= \cos AZ \cdot 2 \sin^2 \frac{AX}{2}$$

$$\therefore \sin AX = \cot AZ \cdot 2 \sin^2 \frac{AX}{2}$$

上式ニ於テ AX 及 AX ハ共ニ微小ナルヲ以テ

$$\sin AX = AX'' \cdot \sin 1''$$

$$\sin^2 \frac{AX}{2} = \left(\frac{AX}{2} \right)^2 \cdot \sin^2 1'' \quad \text{ニシテ}$$

$$AX'' \cdot \sin 1'' = 2 \cot AZ \cdot \frac{(AX)^2}{4} \cdot \sin^2 1''$$

$$\therefore AX'' = \frac{1}{2} \cot AZ \cdot (AX)^2 \cdot \sin 1''$$

AZ ノ代リニ ZX ヲ用フルモ大差ナキヲ以テ、

$$AX'' = \frac{1}{2} \cot Z \cdot (AX'')^2 \sin 1''$$

又直角三角形 XPA ニ於テ

$$AX = PX \cdot \sin XPA$$

$$= p \cdot \sin h \quad \text{ニシテ}$$

Zx ハ天頂距 x ナルヲ以テ

$$AX'' = \frac{1}{2} \tan a \cdot (p \cdot \sin h)^2 \sin 1''$$

本式ヲ(2)式ニ代入セバ

$$l = a - p \cdot \cos h + \frac{1}{2} \tan a \cdot (p \cdot \sin h)^2 \cdot \sin 1''$$

極星ノ時角 h が、六時以上十八時以下ナル時ハ $\cos h$ ノ値ハ負「-」ノ値ナルヲ以テ

$$l = a + p \cdot \cos h + \frac{1}{2} \tan a \cdot (p \cdot \sin h)^2 \cdot \sin 1''$$

(1) 改正第一表

本表ハ $-p \cdot \cos h$ ヨリ一分ヲ減ジタル値ヲ掲記セルヲ以テ、時角ガ六時以上十八時以下ナル時ハ、之ヲ真高度ニ加フルヲ要ス、然ルニ本表ハ地方恒星時 (S. Sid. T) ニ依リ改正量ヲ求ムル様ニ構成セルヲ以テ。時角六時及十八時ニ改正量ノ符號ヲ變ゼズシテ

$$S. Sid T = 6^h + 1^h 34^m = 7^h 34^m$$

$$S. Sid T = 18^h + 1^h 34^m = 19^h 34^m$$

ニ於テ符號ヲ變ズ。

(2) 改正第二表

本表ハ $\frac{1}{2} \tan a \cdot (p \cdot \sin h)^2 \cdot \sin 1''$ ノ値ヲ掲記シ。極星ノ真高度ト地方恒星時トニ依リ改正量ヲ求ムル様ニ構成

セリ。

(3) 改正第三表

改正第一表及第二表ハ共ニ p ラ一度六分、北極星ノ赤經ヲ一時三十四分ト假定 (1925年ノ平均値) シテ算出ス、因テ p 及赤經ノ眞値ト假定値トノ差ニ對スル改正ヲ要スベシ。改正第三表ハ之ニ對スル改正ニシテ推算ノ便宜上常ニ加フベキ數値トナサンガ爲、總テ一分ヲ加ヘテ改正量ヲ掲記ス。

故ニ第一表ニ於テ $p \cdot \cos h$ ノ値ヨリ一分ヲ減ジタル値ヲ記載セリ。

第一乃至第三ノ改正ヲ極星ノ眞高度ニ加減スル時ハ觀測時ニ於ケル緯度ヲ算出スルコトヲ得ベシ。

$$\therefore \text{緯度} = (\text{北極星眞高度}) \pm (\text{第一表}) + (\text{第二表}) + (\text{第三表})$$

【17】 極星緯度法算法

算 則

- (1) 觀測時ニ於ケル綠威平時ヲ求メ、之ニ對スル平太陽赤經ヲ求ム。
- (2) 平太陽時角 ($S. M. T - 12^h$) ト平太陽赤經トヲ加ヘ、本地ノ恒星時ヲ求ム。
- (3) 測高度ヨリ眞高度ヲ求ム。
- (4) 第一表ヨリ、恒星時ヲ以テ改正量ヲ求メ、之ヲ其符號ニ從ヒ、眞高度ニ加減ス。

(5) 第二表ヨリ、眞高度ト恒星時トヲ以テ改正量ヲ求メ、又第三表ヨリ、恒星時ト月日トヲ以テ改正量ヲ求メ、此等ノ兩改正量ヲ前ニ得タル數ニ加フレバ、所在地ノ緯度ヲ得ベシ。

例題 1. 四月二日午前一時三十九分頃、東經百六十八度二十分ノ子午線上ニ於テ、時辰儀二時二十五分五十秒ヲ指ストキ北極星ノ高度ヲ測リ四十八度十五分ヲ得タリ、六分儀器差二分十五秒正、眼高三十八呎ニシテ此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ、觀測時ノ緯度如何。

解 G. D. ヲ求ム。

S. T. Apr. 2 nd	1 ^h 39 ^m 0 ^s	G. M. T. Apr. 1 st	14 ^h 25 ^m 50 ^s
L. in T.	11 13 20		—
G. D. Apr. 1 st	14 25 ^m 40 ^s		

R. A. M. S. ヲ求ム。

S. Sid. T. ヲ求ム。

Apr. 1 st R.A.M.S.	0 ^h 35 ^m 20. ^{s3}	G. M. T. Apr. 1 st	14 ^h 25 ^m 50 ^s
Accel. for.	14 ^h 2 18.0	L. in T.	11 13 20
"	25 ^m 4.1		25 ^h 39 ^m 10 ^s
"	50 ^s .1		24
	0 ^h 37 ^m 42. ^{s5}	S. M. T. Apr. 2 nd	1 ^h 39 ^m 10 ^s
			12
		H. A. M. S.	13 ^h 39 ^m 10 ^s
		R. A. M. S.	0 37 42.5
		S. Sid. T.	14 ^h 16 ^m 52. ^{s5}

第八章 緯度算法

Latヲ求ム。

Obs. alt *	48° 15' 0"
L. E.	2 15 +
	<hr/> 48° 17' 15"
G. Cor.	6 56 -
T. alt *	48° 10' 19"
Cor. I.	1° 3' 54"
Cor. II.	0"
Cor. III.	48" +
Lat.	<hr/> 49° 15' 1" N

例題 2. 五月五日午後十一時三十分頃、北緯凡二十五度四十分、東經百四十二度三十分ノ地ニ於テ、時辰儀一時四十八分三十六秒ヲ指ストキ北極星ノ高度ヲ二十四度三十八分五十秒ニ測ル、六分儀器差三分五十秒正、眼高五十呎ナリ。觀測時ノ緯度如何。

解 G. Dヲ求ム。 R. A. M. S.ヲ求ム。

S. T. May. 5 th	23 ^h 30 ^m 0 ^s	5 th R.A.M.S.	2 ^h 49 ^m 23. ^s 1
L. in T.	9 30 0	Accel. for. 13 ^h	2 8.1
G. D. May. 5 th	14 00 0	48 ^m	7.9
G.M.T. May. 5 th	13 ^h 48 ^m 36 ^s	36 ^s	.1
			<hr/> 2 ^h 51 ^m 39. ^s 2

S. Sid Tヲ求ム。 Latヲ求ム。

G.M.T. May. 5 th	13 ^h 48 ^m 36 ^s	Obs. alt *	24° 38' 50"
L. in T.	9 30 0 +	I. E.	3 50" +
S.M.T. May. 5 th	23 ^h 18 ^m 36 ^s		<hr/> 24° 42' 40"
	12	G. Cor.	9 5 -
H.A.M.S.	11 ^h 18 ^m 36 ^s	T. alt *	24° 33' 35"
R.A.M.S.	2 51 39.2	Cor. I.	1° 4' 12"
S. Sid. T.	14 ^h 10 ^m 15 ^s 2	Cor. II.	0
		Cor. III.	54" +
		Lat.	<hr/> 25° 38' 41" N

第八章 緯度算法

例題 3. 五月十七日午後十一時頃、北緯凡五十一度、東經百四十三度十八分ノ地ニ於テ、時辰儀九時二十八分三十九秒ヲ指ストキ、北極星ノ高度ヲ測リ四十九度四十三分五十秒ヲ得タリ、此時辰儀ハ同日午後四時頃本船所在地ノ平時ニ遅クル、コト一時十六分三十九秒ニシテ、其レヨリ本船ハ真針路北二十度東ニ向ク、九十五哩航走シタル時、前記觀測ヲ行ヒタリ、六分儀器差一分十秒正、眼高四十三呎ナリ。觀測時ニ於ケル本船緯度如何。

解 D. Longヲ求ム。

T. C. @.	N 20° E	D. Lat.		Dep.
Dist.	95'	89.3		32.5
Lat. at. 23 ^h	51° 0' 0"N			D. Long.
D. Lat.	1 29 18 S			<hr/> 50'.5 E
Lat. at. 16 ^h	49° 30' 4"N			or. 3 ^m 22 ^s
Mid. Lat.	50° 15' 21"			

G. M. Tヲ求ム。 R. A. M. S

C. T.	9 ^h 28 ^m 39 ^s	17 th R. A. M. S.	3 ^h 36 ^m 41. ^s 7
C. E.	1 16 39 +	Accel. for. 1. ^h	2 8.1
	10 45 18	15 ^m	2.4
Run.	3 22 +	28 ^s	.1
S. M. T. May. 17 th	22 48 40		<hr/> 3 ^h 38 ^m 52. ^s 3
L. in T.	9 33 12		
G. M. T. May. 17 th	13 ^h 15 ^m 28 ^s		

第八章 緯度算法

S. Sid. T ヲ求ム。		Lat ヲ求ム。	
S. M. T	May, 17 th 22 ^h 48 ^m 40 ^s	Obs. alt	* 49° 48' 50"
	12	I. E.	1' 10" +
H. A. M. S.	10 ^h 48 ^m 40 ^s		49° 45' 6"
R. A. M. S.	3 38 52.83 +	G. Cor.	7' 16" -
S. Sid. T.	14 ^h 27 ^m 32.83		49° 37' 44"
		Cor. I.	1° 3' 18"
		Cor. II.	0
		Cor. III.	54" (+)
		Lat.	50° 41' 56"

問題

(1) 九月三日午後八時二十分頃、西經百五十五度二十六分ノ地ニ於テ、時辰儀六時四十五分十三秒ヲ指ストキ、北極星ノ高度ヲ測リ、四十二度四十八分ヲ得タリ。六分儀器差一分三十秒負、眼高三十呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ、觀測時ノ緯度如何。

(2) 五月十一日午後七時五十八分頃、東經十度二十分ノ地ニ於テ、時辰儀七時十八分四十秒ヲ指ストキ、北極星ノ高度三十八度十分三十秒ヲ測レリ。六分儀器差一分三十秒正、眼高二十呎、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。本船緯度如何。

(3) 十二月十九日午前零時頃、北緯凡四十七度四十分、西經七十二度三十分ノ地ニ於テ、時辰儀四時五十二分四十二秒ヲ示ストキ、北極星ノ高度ヲ四十八度十六分三十秒ニ測ル六分儀器差四分五十秒負、眼高五十呎ナリ、此

航海術

時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。本船緯度如何。

(4) 七月四日午前二時三十分頃、北緯凡四十八度十三分、西經三十五度四十八分ノ地ニ於テ時辰儀四時五十二分四十五秒ヲ指ストキ、北極星ノ高度ヲ四十八度三十二分四十秒ニ測ル、六分儀器差三分二十五秒正、眼高三十八呎、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。本船ノ緯度如何。

(5) 十二月十五日午後七時三十分頃、推測位置北緯三十七度、西經百二十五度三十分ノ地ニ於テ、時辰儀三時四十四分二十五秒ヲ指ストキ、人工水平儀ヲ使用シ、北極星ノ高度ヲ七十六度四十四分二十秒ニ測リタリ。此時辰儀ハ十一月二十日綠威平時ニ遅クル、コト十六分五十七秒五ニシテ、日差一秒五遲差、又六分儀器差一分四十秒正ナリ。觀測時ニ於ケル緯度如何。

(6) 七月十五日午後九時三十分頃、推測位置北緯四十一度五十分、西經四十七度二十九分ノ地ニ於テ、時辰儀一時四十三分十八秒ヲ指ストキ、北極星ノ高度ヲ測リ、四十一度二十五分十秒ヲ得タリ、此時辰儀ハ三月十八日綠威平時ニ先ツコト五十五分二十七秒ニシテ、日差ハ二秒八ノ速差又六分儀器差七分十五秒負、眼高二十三呎ナリ。觀測時ノ緯度如何。

(7) 十一月十七日午後十一時頃、西經十三度十八分ノ地ニ於テ、時辰儀十時十三分五十七秒ヲ指ストキ、北極星ノ高度ヲ測リ、四十七度十三分五十秒ヲ得タリ。此時

第八章 緯度算法

辰儀ハ同日午前九時ノ天測ニ於テ、本船所在地ノ視時ニ遅クル、コト五十一分五十七秒ニシテ、其後前記北極星ノ高度ヲ測ル迄、三十七分四十五秒東ノ變經ヲ生ジ居タリ。六分儀器差七分十五秒正、眼高二十三呎ナリ、觀測時ノ緯度如何。

(8) 八月二十五日午前零時十五分頃、西經二十七度十三分四十秒ノ地ニ於テ、時辰儀二時五十八分三十秒ヲ示ストキ北極星ノ高度ヲ測リ五十九度二十五分十秒ヲ得タリ。此時辰儀ハ前日午後ノ天測ニ於テ、當時ノ本船所在地ノ視時ニ先ツコト二時四十五分十五秒ナルヲ確メ、其レヨリ本船ハ三十九分三十秒東ニ變經ヲ生ジタリ、六分儀器差三分二十秒正、眼高三十二呎ナリ觀測時ノ緯度如何。

答

- | | | | | |
|-----|-------------|--|---------|----------------------|
| (1) | R. A. M. S. | 10 ^h 51 ^m 29 ^{.4} | T. Alt. | 42° 40' 8" |
| | S. Sid. T. | 19 ^h 14 ^m 58 ^{.4} | Lat. | <u>42° 46' 30" N</u> |
| (2) | R. A. M. S. | 11 ^h 16 ^m 12 ^{.7} | T. Alt. | 38° 0' 28" |
| | S. Sid. T. | 11 ^h 16 ^m 12 ^{.7} | Lat. | <u>39° 0' 59" N</u> |
| (3) | R. A. M. S. | 17 ^h 49 ^m 5 ^{.6} | T. Alt. | 48° 3' 50" |
| | S. Sid. T. | 5 ^h 51 ^m 47 ^{.6} | Lat. | <u>47° 36' 2" N</u> |
| (4) | R. A. M. S. | 6 ^h 46 ^m 44 ^{.5} | T. Alt. | 48° 29' 10" |
| | S. Sid. T. | 21 ^h 16 ^m 17 ^{.5} | Lat. | <u>48° 1' 34" N</u> |

航海術

- | | | | | |
|-----|-------------------------------|---|---------|----------------------|
| (5) | G.M.T. Dec. 16 th | 4 ^h 2 ^m 1 ^{.8} | | |
| | R. A. M. S. | 17 ^h 37 ^m 7 ^{.87} | T. Alt. | 38° 21' 47" |
| | S. Sid. T. | 1 ^h 17 ^m 9 ^{.85} | Lat. | <u>37° 16' 41" N</u> |
| (6) | G.M.T. July. 16 th | 0 ^h 42 ^m 15 ^{.8} | | |
| | R. A. M. S. | 7 ^h 33 ^m 22 ^{.80} | T. Alt. | 41° 12' 6" |
| | S. Sid. T. | 17 ^h 5 ^m 41 ^{.80} | Lat. | <u>41° 52' 18" N</u> |
| (7) | G.M.T. Nov. 17 th | 23 ^h 46 ^m 41 ^{.82} | | |
| | S.M.T. Nov. 17 th | 22 ^h 53 ^m 29 ^{.82} | T. Alt. | 47° 15' 29" |
| | R. A. M. S. | 15 ^h 46 ^m 2 ^{.82} | Lat. | <u>46° 12' 29" N</u> |
| | S. Sid. T. | 2 ^h 39 ^m 31 ^{.84} | | |
| (8) | G.M.T. Aug. 25 th | 2 ^h 7 ^m 0 ^{.81} | | |
| | S.M.T. Aug. 25 th | 0 ^h 18 ^m 5 ^{.84} | T. Alt. | 59° 22' 22" |
| | R. A. M. S. | 10 ^h 11 ^m 18 ^{.81} | Lat. | <u>58° 37' 40" N</u> |
| | S. Sid. T. | 22 ^h 29 ^m 23 ^{.85} | | |

第四節 Prestel 氏ノ緯度法

天體ガ東西圈 Prime Vertical 上、若クバ其近傍ニ在ル場合、其高度ノ變化ニ依リ次ノ如クニシテ緯度ヲ求ムルコトヲ得ベシ。之ヲ Prestel 氏ノ緯度法ト云フ。

高度ノ誤差 da ノタメ生ズル時角ノ誤差 dh ヲ求ムル公式。

$$dh = - \frac{1}{\cos l \cdot \sin A} da$$

ニ於テ da ヲ天體ガ東西圈近傍ニ在ル場合ノ兩觀測時ニ

於ケル高度ノ差。dhヲ該觀測時ニ於ケル時角、或ハ時刻ノ差ト見做スコトヲ得ベシ。

daハ弧度ノ秒數ナルヲ以テ、之ヲ時角ノ秒數ニ改メテ公式ヲ變化セバ、

$$dh = -\frac{da}{15} \cdot \text{Sec } l \cdot \text{Cosec } A.$$

高度ガ増加スル場合ニハ、時角ハ反對ニ減少スルヲ以テ、dhハ負「-」ニシテ。高度ガ減少スル場合ニハ、時角ハ反對ニ増加スルヲ以テ dhハ正「+」ナリ。

今 a_1 ノ高度ニ相當スル時角ヲ H_1
 a_2 ノ高度ニ相當スル時角ヲ H_2

トスレバ

$$dh = -(H_2 - H_1) = -\frac{a_2 - a_1}{15} \text{ Sec } l \cdot \text{Cosec } A.$$

又ハ

$$dh = H_2 - H_1 = \frac{a_2 - a_1}{15} \cdot \text{Sec } l \cdot \text{Cosec } A.$$

ニシテ

$$\text{Cos } l = \frac{a_2 - a_1}{15 \cdot dh} \text{ Cosec } A. \dots\dots\dots (1)$$

又 $A = 90$ (nearly) トスレバ

$$\text{Cos } l = \frac{a_2 - a_1}{15 \cdot dh} \dots\dots\dots (2)$$

(1) 或ハ之ヲ天體ガ東西圈ノ二度以外ニ在ル場合ニ使用シ、(2) ハ天體ガ東西圈上ニ在ル時ニ使用ス。但シ天體ガ東西圈ノ二度以内ニ在リテ dhガ 8^m 以上ナレバ (2) 式ヲ用フルモ高緯度ノ地ナレバ、誤差ハ比較的小ナリ。

而テ此法ノ結果ノ正否ハ高度ヲ測定セル時ノ時刻ヲ正

確ニ觀測スルト否トニ在リテ。又低緯度ヨリモ、高緯度ノ地ニ於テ比較的正確ナリ。

然共本法ニ依リ求メタル緯度ハ條件ノ最モ良好ナル時ト雖モ、略近値ナルコトニ留意スルヲ要ス。

例題 四月十七日推測北緯四十三度十分、西經三十度十分ノ地ニ於テ、午後五時頃太陽ノ眞方位西ニシテ恰モ其下邊ガ地平線ニ接セシ時、時辰儀ハ四時五十九分三秒ヲ示シ。上邊ガ之ニ接セシ時、時辰儀ハ五時一分五十八秒ヲ示セリ。緯度ヲ求ム。但シ此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。

解 $a_1 - a_2 = 2 \text{ (S. D.)} = 2 \times (15' 58'') = 1916''$

$$dh = (5^h 1^m 58^s) - (4^h 59^m 3^s) = 175^s$$

$$\therefore \text{Cos } l = \frac{1916}{15 \times 175^s}$$

$$15 \dots \text{Log. } 1.176091 \qquad 1916 \dots \text{Log. } 3.282395$$

$$175 \dots \text{Log. } 2.243038 \quad (+)$$

$$\text{Log. } 3.419129 \dots \text{Log. } 3.419129 \quad (-)$$

$$\text{L. Cos. } 9.863266$$

$$\frac{72}{6}$$

$$\therefore \text{Lat. } \underline{43^\circ 7' 18'' \text{ N}}$$

第九章 經度算法

To Find the Longitude.

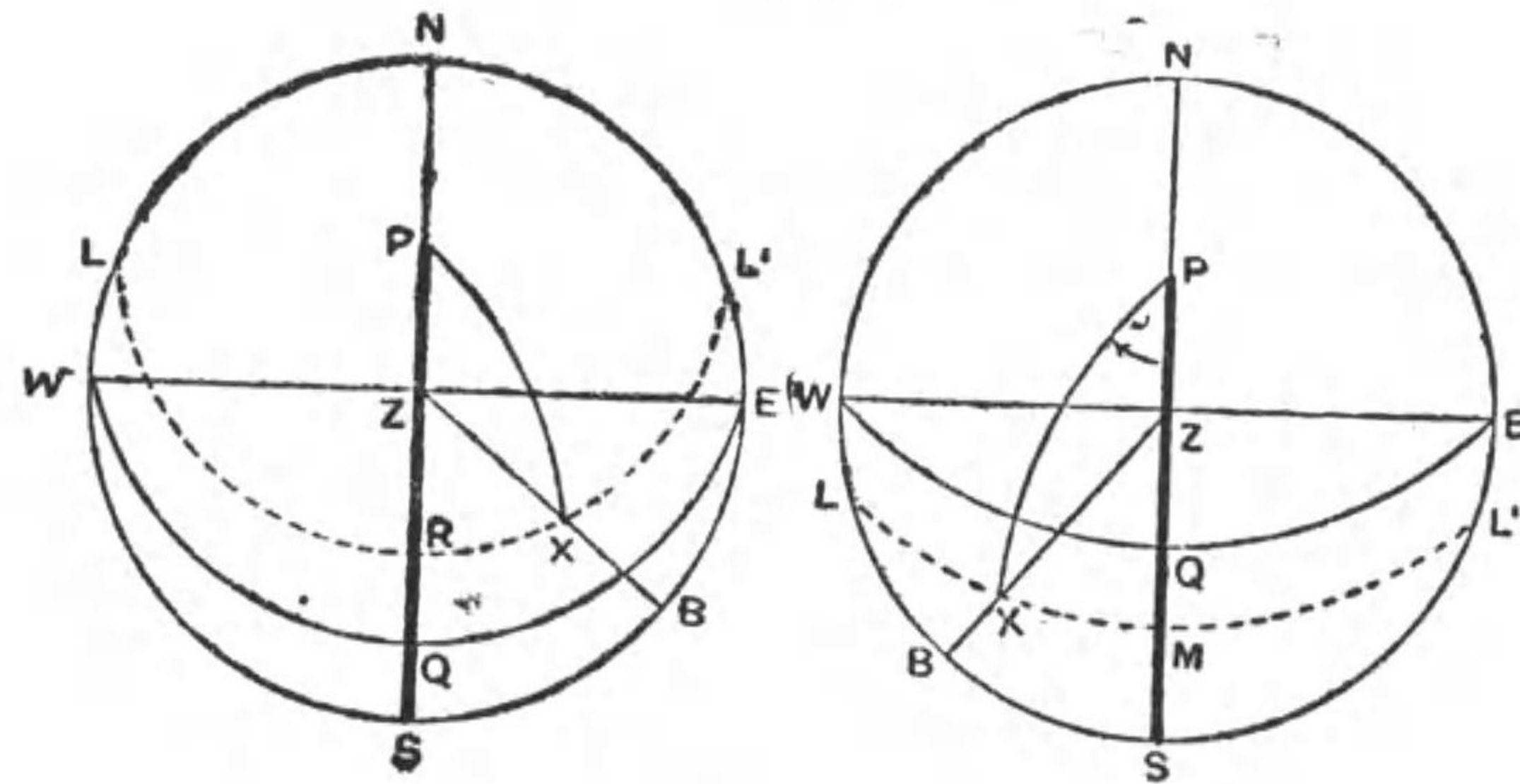
第一節 時辰儀經度法

Longitude by Chronometer.

經度ハ本地ノ時ト綠威時トノ差ヲ弧度ニテ表ハシタルモノナリ。而テ今天體ノ高度ヲ測リ、同時ニ時辰儀示時ヲ知ル時ハ、位置ノ三角形ニ於テ餘緯度 l' 、極距 p 、及天頂距 z 既知トナルヲ以テ、天頂距、換言セバ高度ニ對スル本地ノ時角ヲ得ベク。又時辰儀ヨリ綠威時ヲ得ベキヲ以テ、兩者ノ差ヨリ本地ノ經度ヲ求メ得ベシ。此法ヲ時辰儀經度法ト云フ。

【1】時辰儀經度法及公式ノ解説

第四十九圖



第四十九圖ニ於テ、N E S W ヲ測者ノ地平圈、P ヲ極、Z ヲ測者ノ頂點、X ヲ某天體ノ位置トセバ、球面三角形 P X Z ニ於テ、P X ハ極距 (p)、Z X ハ天頂距 (z)、P Z 餘緯度 (l') ナルヲ以テ、三角形 P X Z ハ位置ノ三角形ナリ。而テ天體 X ノ高度 (a) ヲ測リ、同時ニ時辰儀示時ヲ知ル時ハ、 z 、 p 及 l' 既知トナルベシ。因テ位置ノ三角形 P X Z ニ於テ角 Z P X 即チ時角 h ヲ算セバ、本地ノ時ヲ得ベシ。

即チ位置ノ三角形 P X Z ニ於テ

$$\cos z = \cos p \cdot \cos l' + \sin p \cdot \sin l' \cos h.$$

$$\therefore \cos h = \frac{\cos z - \cos p \cdot \cos l'}{\sin p \cdot \sin l'} = \frac{\sin a - \cos p \cdot \sin l'}{\sin p \cdot \cos l'}$$

上式ヲ 1 ヲ減ズレバ

$$\begin{aligned} 1 - \cos h &= \frac{\sin p \cdot \cos l'}{\sin p \cdot \cos l'} - \frac{\sin a - \cos p \cdot \sin l'}{\sin p \cdot \cos l'} \\ &= \frac{\sin(p + l') - \sin a}{\sin p \cdot \cos l'} \\ &= \frac{2 \cos \frac{1}{2}(p + l' + a) \cdot \sin \frac{1}{2}(p + l' - a)}{\sin p \cdot \cos l'} \end{aligned}$$

今 $p + l' + a = 2S$ トスレバ

$$p + l' - a = p + l' + a - 2a = 2S - 2a = 2(S - a)$$

ナリ。

$$\text{故ニ} \quad 1 - \cos h = \frac{2 \cos S \cdot \sin(S - a)}{\sin p \cdot \cos l'}$$

$$\frac{1 - \cos h}{2} = \frac{\cos S \cdot \sin(S - a)}{\sin p \cdot \cos l'}$$

然ルニ $\frac{1 - \cos h.}{2} = \text{Hav } h$ ナルヲ以テ

$$\text{Hav } h = \text{Sec } l. \text{Cosec } p. \text{Cos } S. \text{Sin } (S - a)$$

是レ時辰儀經度法ニ依リ時角ヲ求ムル公式ナリ。

(1) 測者ガ赤道上ニ在ル場合ノ公式。

$$\cos h. = \frac{\cos z - \cos p. \cos l'}{\sin p. \sin l'}$$

ニ於テ $l' = 90^\circ$ ナルヲ以テ

$$\cos h = \frac{\cos z}{\sin p} = \frac{\sin a}{\cos d}$$

$$\therefore \cos h = \sin a. \text{Sec } d.$$

(2) 天體ノ赤緯カ零ナル場合ノ公式。

$$\cos h = \frac{\cos z - \cos p. \cos l'}{\sin p. \sin l'}$$

ニ於テ $p = 90^\circ$ ナルヲ以テ

$$\cos h = \frac{\cos z}{\sin l'} = \frac{\sin a}{\cos l}$$

$$\therefore \cos h = \sin a. \text{Sec } l$$

(3) 測者ガ赤道上ニ在リ且ツ赤緯ガ零ナル場合。

$$\cos h = \frac{\cos z - \cos p. \cos l'}{\sin p. \sin l'}$$

ニ於テ $l' = 90^\circ$ 及 $p = 90^\circ$ ナルヲ以テ

$$\cos h = \cos z$$

$$\therefore h = z$$

即チ觀測時ノ天頂距ヲ時辰ニ改算セバ所要ノ時角ナリ。
以上解説ノ如ク、該天體時角ヲ算出シテ本地ノ時ヲ求
メ。又觀測時ノ時辰儀示時ヨリ綠威時ヲ求メ。兩者ノ差

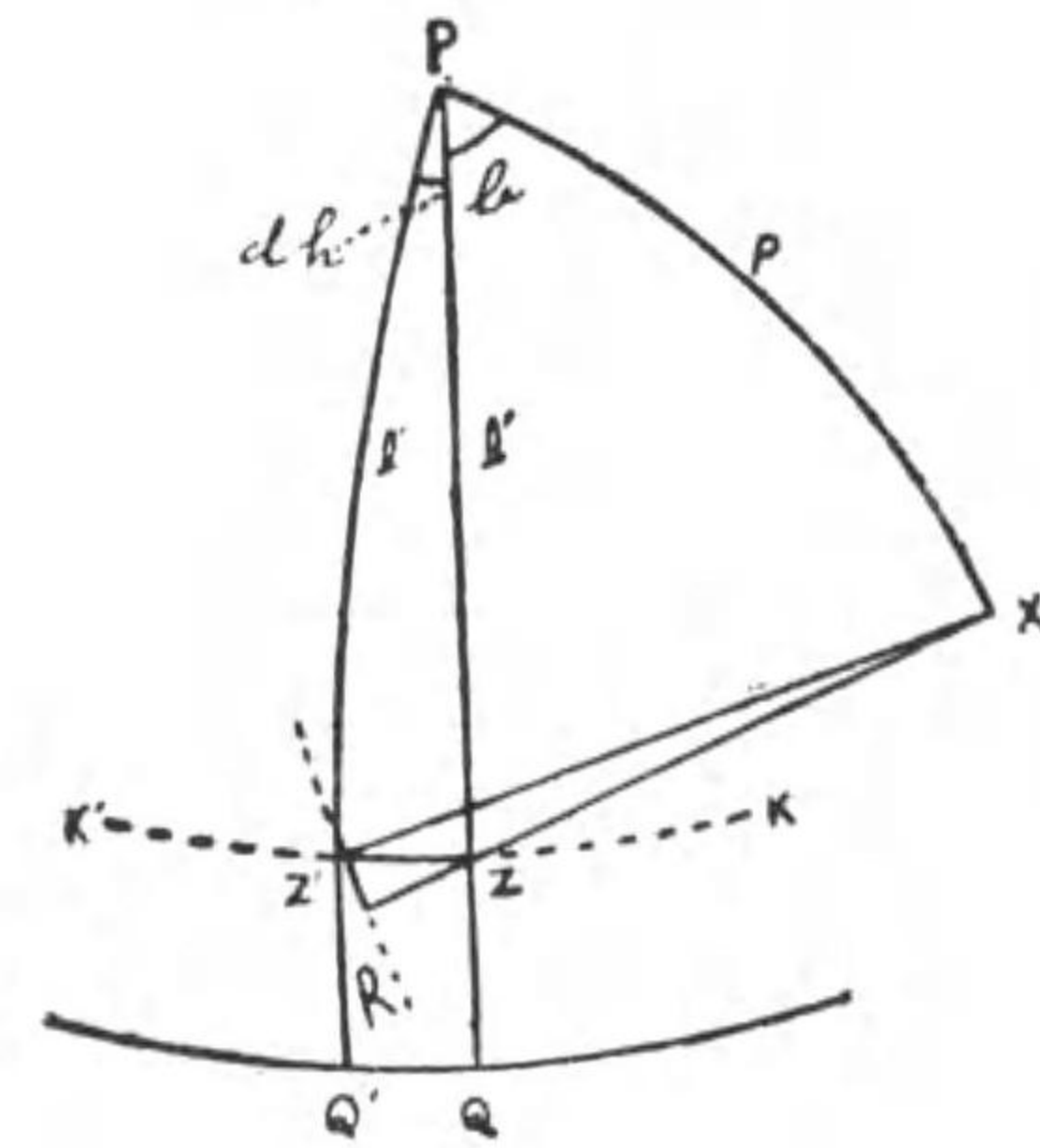
ヨリ、本地ノ經度ヲ求メ得ベシ。

【2】經度ノ誤差

時辰儀經度法ニ依リ、時角ヲ算スルニ當リ、其要素タ
ル高度及推測緯度ニ多少ノ誤差ノ含マル、ハ免レ難シ。
依テ之ガ爲メ時角換言スレバ經度ニ誤差ヲ生ズベシ。

A. 高度ノ誤差ニ依リ生ズル時角ノ誤差

第五十圖



第五十圖ニ於テ、

Pヲ極、Zヲ天頂、及X
ヲ某天體ノ位置トセバ。
PXハ極距p ZXハ天
頂距z PZハ餘緯度l'
ニシテ、球面三角形PX
Zハ位置ノ三角形ナリ。

今極距p及餘緯度l'ガ
一定値ヲ有シ、時角hガ
極メテ微小ナル値dhダケ

増加セシモノト假定セバ。頂點Zハ、極Pヲ中心トシ。
l'ヲ半徑トスル弧KK'上Z'ニ移動スベシ。故ニ天頂距X
Z'ハXZヨリ大ナリ。

次ニXヲ中心トシ、XZ'ヲ半徑トシテ弧ヲ畫キ、XZ
ヲ延長シテRニ於テ交ラシム。然ラバRZハ時角hガ
dhダケ増加セシタメ、變化シタル天頂距ノ増加量ナリ。
而テ時角hガdhダケ増加スレバ、天頂距ハRZダケ増加

シ、時角 h が dh ダケ減少セバ、天頂距ハ RZ ダケ減少スルヲ以テ、 RZ (コレヲ d_z トス) ハ時角ニ對シ正比例スルコト明ナリ。

時角ト天頂距トノ間ニ上述ノ如キ關係が存在スルヲ以テ、反對ニ天頂距 z ノ誤差 dz ニ依リ時角 h ニ dh ノ誤差ヲ生ズルモノト考ヘルコトヲ得ベシ。

第五十圖ニ於テ、 $XZ' = XR$ ニシテ角 RXZ' ハ微小ナルヲ以テ 角 $Z'RZ$ ヲ直角ト見做スコトヲ得ベク、且又 d_z 及 dh ガ微小ナルヲ以テ、三角形 $Z'ZR$ ヲ平面直角三角形ト見做スコトヲ得ベシ。

故ニ $RZ = Z'Z \cdot \cos Z'ZR$ (1)

次ニ $PZ = PZ'$ ニシテ dh ガ微小ナルヲ以テ、

角 $PZZ' = 90^\circ$

從テ 角 $PZK = 90^\circ$

然ルニ 角 $Z'ZR = \text{角} XZK$ ナルヲ以テ

角 $Z'ZR = 90^\circ - PZX$ (方位角 A)

之ヲ (1) 式ニ代入セバ

$$d_z = Z'Z \cdot \cos(90 - A) = Z'Z \cdot \sin A$$
(2)

又 $PZ = PZ'$ ナルヲ以テ、 $Z'Z$ ハ天ノ赤道 QQ' ニ平行ナル小圈ノ弧ナリ。

∴ $Z'Z = QQ' \cdot \cos QZ$

QZ ハ測者ノ緯度 l QQ' ハ dh ナルヲ以テ

$$Z'Z = dh \cdot \cos l$$
 (3)

(3) 式ヲ (2) 式ニ代入セバ

$$d_z = dh \cdot \cos l \cdot \sin A$$

$$\therefore dh = \frac{1}{\cos l \cdot \sin A} d_z$$

高度ガ増加セバ天頂距ハ減少ス、高度ガ減少セバ天頂距ハ増大ス。從テ高度ノ誤差 da ト天頂距ノ誤差 d_z トノ關係ヲ式ニテ表ハセバ

$$d_z = -da \quad \text{ナリ。}$$

$$\therefore dh = -\frac{1}{\cos l \cdot \sin A} da$$
 (A)

即チ高度ニ誤差 da アル時、時角ニ dh ナル誤差ヲ生ジ、且ツ負「-」符ヲ有スルヲ以テ、高度ヲ da ダケ過大ニ測レバ、時角ハ dh ダケ過少トナリ、高度ヲ da ダケ過少ニ測レバ、時角ハ dh ダケ過大トナルベシ。

故ニ、東方ニ向ヒ天體ノ高度ヲ測ル時 da ダケ過大ニ測リタリトセバ、時角ハ dh ダケ過少トナリ。測者ハ眞ノ位置ヨリ dh ダケ東方ニ在ルベシ。

又、西方ニ向ヒ天體ノ高度ヲ測ル時 da ダケ過大ニ測リタリトセバ、時角ハ dh ダケ過少トナリ。測者ハ眞ノ位置ヨリ dh ダケ西方ニ在ルベシ。

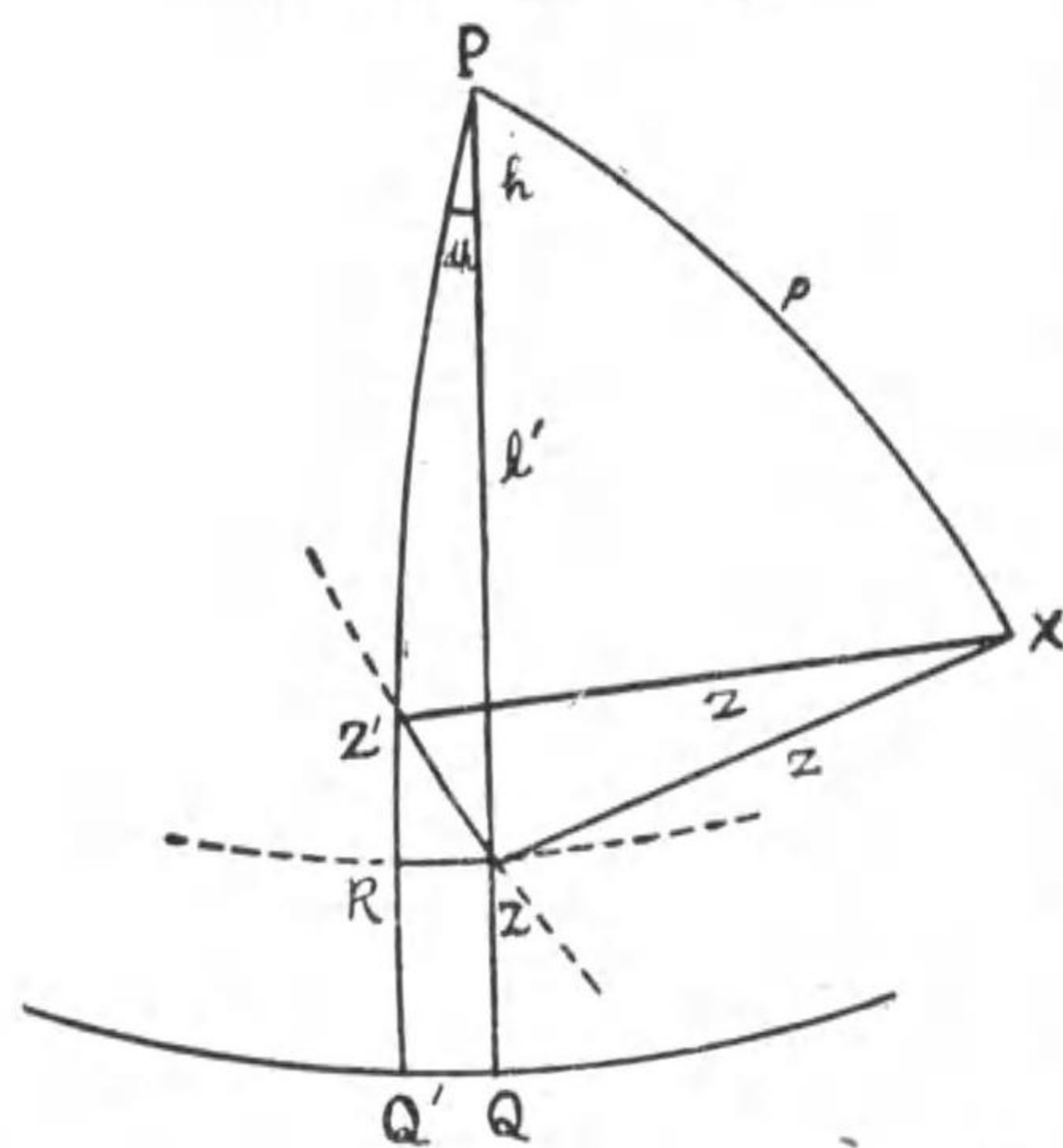
高度ヲ過少ニ測リタルトキハ、上記ノ反對ナルヲ以テ省略ス。

B. 緯度ノ誤差ニ依リ生ズル時角ノ誤差

第五十一圖ニ於テ、極距 P 及天頂距 z ガ一定値ヲ有シ、

時角ガ極メテ微小ナル値、 dh ダケ増加シタルモノト假定セバ。頂點 Z ハ X ヲ中心トシ天頂距 Z ヲ半徑トスル弧 $Z'Z$ 上 Z' ニ移動スベシ。故ニ PZ ハ PZ' ヨリ大ナリ。

第五十一圖



又 P ヲ中心トシ餘緯度 l' ヲ半徑トシテ弧ヲ畫キ PZ' ノ延長ト R ニ於テ交ラシム。

然バ $Z'R$ (コレヲ dl' トス)ハ、時角 h ガ dh ダケ増加セシタメ、餘緯度 l' ガ減少セシ値ヲ示スベシ。而テ時角 h ガ dh

ダケ増加セバ、餘緯度 l' ハ dl' ダケ減少シ。時角 h ガ dh ダケ減少セバ餘緯度 l' ハ dl' ダケ増加スルヲ以テ、餘緯度ノ變化量 dl' ハ時角ノ變化量 dh ニ對シ逆比例スベシ。換言セバ dl' ハ dh ニ對シ負ノ値ヲ有スベシ。

時角ト餘緯度トノ間ニ上述ノ如キ關係存在スルヲ以テ反對ニ餘緯度 l' ノ誤差 dl' ニ依リ時角 h ノ誤差ヲ生ズルモノト考ヘルコトヲ得ベシ。

第五十一圖ニ於テ $PZ = PR$ ニシテ、角 ZPR ハ微小ナルヲ以テ、

$$\text{角 } P R Z = 90^\circ$$

又角 ZXZ' 及 ZZ' ハ微小ナルヲ以テ、三角形 ZRZ' ヲ平面直角三角形ト見做スコトヲ得ベシ。

$$\therefore -Z'R = ZR \cdot \tan Z'ZR \dots\dots\dots (1)$$

次ニ、 $XZ = XZ'$ ニシテ角 $Z'XZ'$ ハ微小ナルヲ以テ角 $XZZ' = 90^\circ$ ナリ。

$$\text{又 } \text{角 } PZR = 90^\circ$$

$$\therefore \text{角 } ZZR = \text{角 } PZX \text{ (方位角 } A \text{)}$$

之ヲ(1)式代入セバ

$$-dl' = ZR \cdot \tan A \dots\dots\dots (2)$$

ZR ハ天ノ赤道、 QQ' ニ平行ナルヲ以テ

$$ZR = QQ' \cdot \cos QZ \text{ ナリ。}$$

QQ' ハ dh 、 QZ ハ測者ノ緯度ニ等シ。

$$\therefore ZR = dh \cdot \cos l \dots\dots\dots (3)$$

(3)式ヲ(2)式ニ代入セバ、

$$-dl' = dh \cdot \cos l \cdot \tan A$$

$$\therefore dh = -\frac{1}{\cos l \cdot \tan A} dl$$

而テ緯度 l ガ減少セバ、餘緯度 l' ハ増加シ、緯度 l ガ増加セバ、餘緯度ハ減少スルヲ以テ、緯度ノ誤差 dl ト餘緯度ノ誤差 dl' トノ間ニハ

$$dl' = -dl$$

ナル關係ヲ有ス。

$$\text{故ニ } dh = \frac{1}{\cos l \cdot \tan A} dl \dots\dots\dots (B)$$

即チ緯度ニ誤差 dl アル時、時角ニ dh ナル誤差ヲ生ジ、推測緯度ガ dl ダケ過大ナレバ、時角ハ dh ダケ過大トナリ。 dl ダケ過少ナレバ、時角ハ dh ダケ過少ナルベシ。

而テ正切 (Tangent) ノ値ハ、角ガ九十度以上ナルトキ、負ノ値トナルタメ、方位角 A ガ九十度以上ナルトキハ、緯度ガ dl ダケ過大ナル時、時角ハ dh ダケ過少ニシテ dl ダケ過少ナル時、時角ハ dh ダケ過大トナルベシ。

故ニ、方位角ガ九十度以下ナル時、天體ヲ東ニ向ヒテ觀測シ、緯度ガ dl ダケ過大ナル場合、時角ハ dh ダケ過大トナリ。測者ノ位置ハ眞位置ヨリ、 dh ダケ西方ニ在ルベシ。

方位角ガ九十度以下ナル時、天體ヲ西ニ向ヒテ觀測シ、緯度ガ dl ダケ過大ナル場合、時角ハ dh ダケ過大トナリ。測者ノ位置ハ眞位置ヨリ dh ダケ東方ニ在ルベシ、緯度ガ過少ナル時ハ上記ノ反對ナルヲ以テ省略ス。

方位角ガ九十度以上ナル時、天體ヲ東ニ向ヒテ觀測シ、緯度ガ dl ダケ過大ナル場合、時角ハ dh ダケ過少トナリ。測者ノ位置ハ眞位置ヨリ dh ダケ東方ニ在ルベシ。

方位角ガ九十度以上ナル時、天體ヲ西ニ向ヒテ觀測シ、緯度ガ dl ダケ過大ナル場合、時角ハ dh ダケ過少トナリ。測者ノ位置ハ眞位置ヨリ dh ダケ西方ニ在ルベシ。緯度ガ dl ダケ過少ナル時ハ反對ナリ。

【4】 時辰儀經度法ニ依リ時角ヲ求ムルニ最良ナル時機

時辰儀經度法ニ依リ時角ヲ算スルニ當リ、使用スル推測緯度及實測高度ニ多少ノ誤差ノ存在スルハ免レ難ク、從テ此等ノ誤差ハ前項ノ如キ誤差トシテ時角ニ含マルニ至ルベシ。

斯ノ如キ免レ難キ誤差ヨリ生ズル時角ノ誤差ヲシテ、最微小ナラシムル時機ハ、之時辰儀經度法ニ依リ、時角ヲ求ムル最良ナル時機ト言ハザル可カラズ。

前項 (A) 式

$$dh = -\frac{1}{\cos l \cdot \sin A} da$$

ニ於テ、緯度 l ニ於テ高度ニ da ナル誤差アリトセバ、時角ノ誤差 dh ハ $\sin A$ ニ依リ變化スルコト明ナリ。

$A = 0^\circ$ ナル時 (天體ガ子午線ニ正中セル時) $\sin A$ ハ 0 ナルヲ以テ dh ハ無限大ノ値トナル。即チ高度ノ誤差 da ノタメ生ズル時角ノ誤差ハ無限大トナル可シ。

$A = 90^\circ$ ナル時 (天體ガ東西圈上ニ在ル時) $\sin A$ ハ 1 トナリ、正弦ノ絶對値最大トナルヲ以テ dh ハ最小トナル。即チ高度ノ誤差 da ノタメ生ズル時角ノ誤差ハ最小ナリ。

又前項 (B) 式

$$dh = \frac{1}{\cos l \cdot \tan A} dl$$

ニ於テ、緯度 l ニ於テ dl ナル緯度ノ誤差アリトセバ、時角ノ誤差 dh ハ $\tan A$ ニ依リテ變化スルコト明ナリ。

$A = 0^\circ$ ナル時 (天體が子午線ニ正中セル時) $\tan A$ ハ 0ナルヲ以テ dh ハ無限大トナル。即チ緯度ノ誤差 dl ノタメ生ズル時角ノ誤差ハ無限大トナルベシ。

$A = 90^\circ$ ナル時 (天體が東西圈上ニ在ル時) $\tan A$ ノ値ハ無限大ナルヲ以テ dh ハ無限ニ小トナル。即チ緯度ノ誤差 dl ノタメ生ズル時角ノ誤差ハ殆ンド零トナルベシ。

故ニ、天體が東西圈 Prime Vertical 上ニ在ル時、即チ天體ヲ正東若クハ正西ニ見ル時、其ノ高度ヲ測リ、時辰儀經度法ニ依リ時角ヲ算セバ、高度及緯度ノ誤差ヨリ生ズル時角ノ誤差ヲシテ最微小ナラシムルコトヲ得ベシ。是レ時辰儀經度法ニ依リ時角ヲ求ムルニ最良ノ時機ナリ。然共天體が東西圈ニ在ル時ノ高度ガ十度以下ナル時ハ不規則ナル氣差ノタメ、正確ナル高度ヲ測定スルコト能ハザルヲ以テ、高度ガ十度以上ニ達スルヲ俟チテ、直チニ觀測ヲ行フベシ。

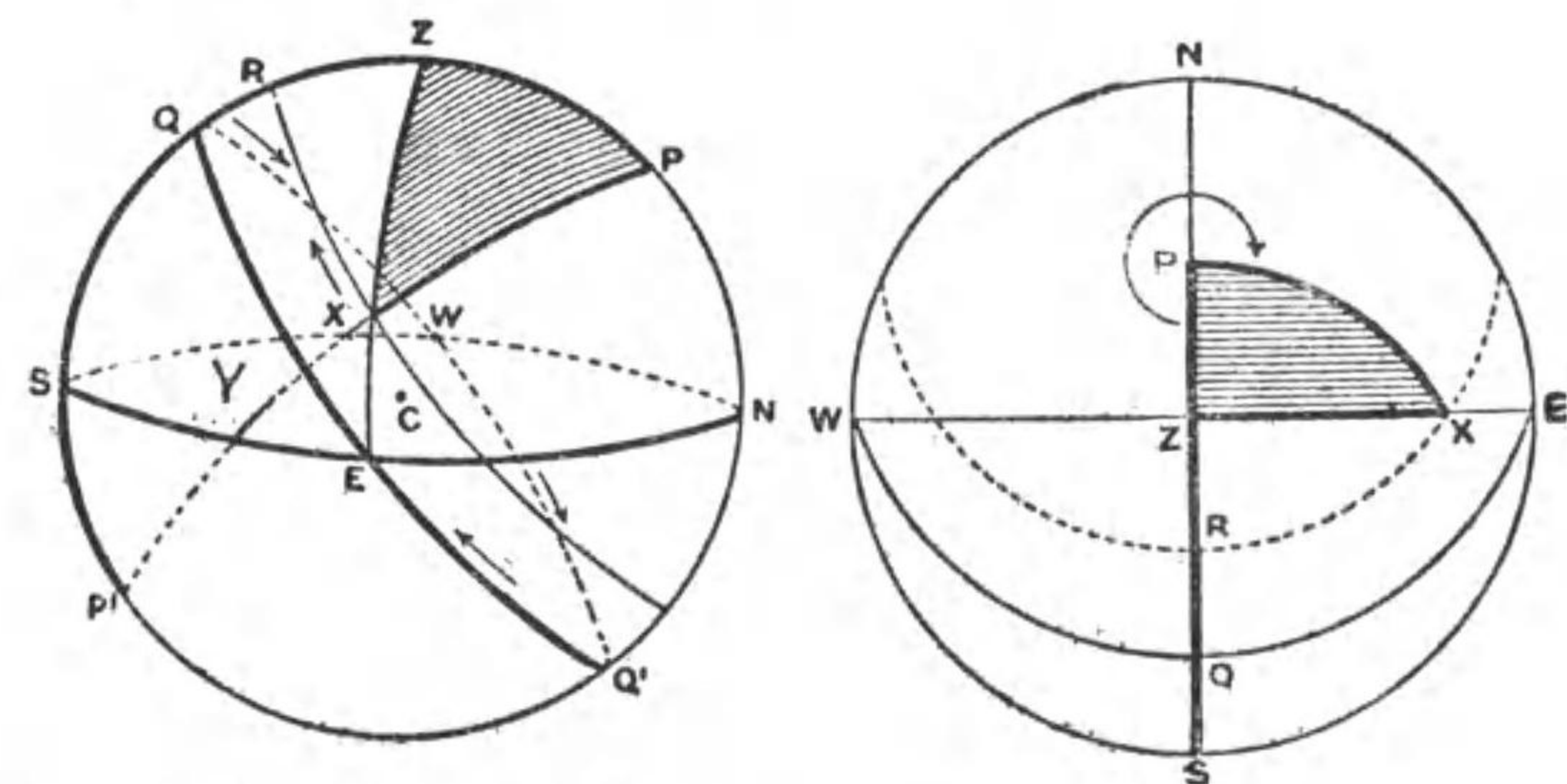
又緯度赤緯ガ異名ナル時、該天體ハ東西圈ニ來ラザルヲ以テ、高度十度以上ニ達シタル時直チニ觀測ヲ行ヘバ緯度及高度ノ誤差ノタメ生ズル時角ノ誤差ハ、該天體ノ觀測トシテハ最小ナル可シ。

緯度ト赤緯トガ同名ナルモ、赤緯ガ緯度ヨリ大ナル場合ハ、該天體ハ東西圈ニ來ルコトナキヲ以テ、該天體トシテ東西圈ニ最モ近キ時。即チ最大方位角ヲ有スル時、

該天體ノ高度ヲ測リテ時辰儀經度法ヲ行フベシ、實用上眞方位表 (Red Book) ニヨリ最大方位角ヲ有スル時ノ時間ヲ求メ此時ニ觀測スレバ可ナリ。

(1) 天體が東西圈ニ在ル時ノ時角及高度。

第五十二圖



第五十二圖ニ於テ P ナ極、Z ナ天頂、X ナ東西圈上ニ在ル天體トセバ、位置ノ三角形 PXZ ハ Z ニ於テ直角ナル直角三角形ナリ。今其時ノ時角ヲ h トシテ納氏旋轉法ニ依レバ

$$\sin (90 - h) = \tan (90 - p) \cdot \tan PZ$$

$$\cos h = \cot p \cdot \tan PZ,$$

$$= \cot p \cdot \tan l$$

$$\therefore \cos h = \tan d \cdot \cot l.$$

上式ハ天體が東西圈上ニ在ル時ノ時角ヲ求ムル公式ナリ。

次ニ同シ位置ノ三角形 PXZ ニ於テ、納氏ノ旋轉法ニ依レバ

$$\sin (90 - p) = \cos PZ \cdot \cos ZX$$

$$\cos p = \cos l \cdot \cos z.$$

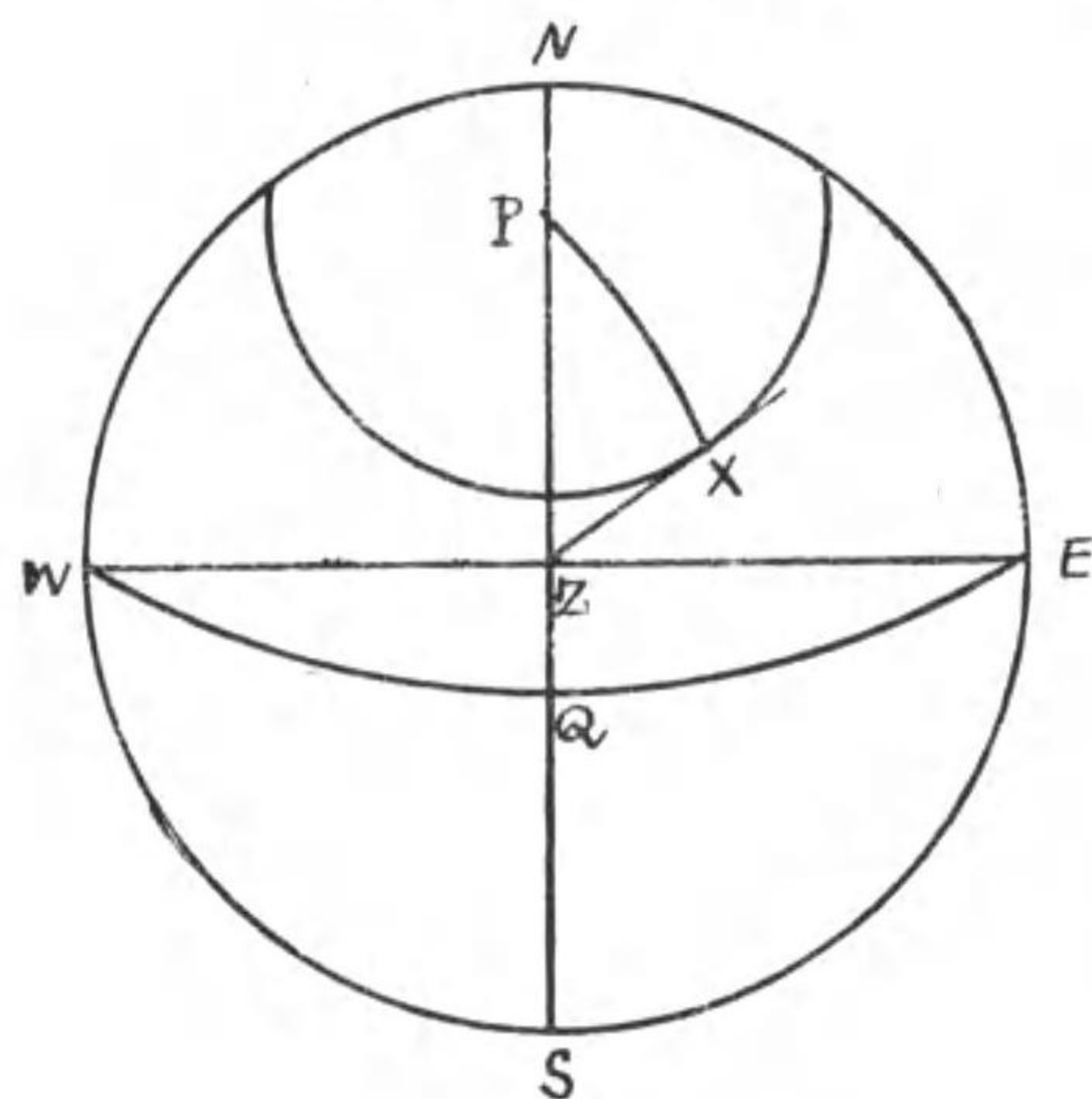
$$\therefore \cos z = \frac{\cos p}{\cos l'} = \frac{\sin d}{\sin l}$$

即ち $\sin a = \sin d \cdot \operatorname{cosec} l$

上式ハ天體ガ東西圈上ニ在ル時、其高度ヲ求ムル公式ナリ、水路部刊行新高度方位角表第十四表ハ上式ニ依リ算出シタル値ヲ掲記セリ。

(2) 天體ノ最大方位角及其時ノ高度。

第五十三圖



測地ノ緯度ガ天體ノ赤緯ト同名ニシテ、且ツ小ナル時ハ、該天體ノ極距 p ハ餘緯度 l' ヲ小ナリ。第五十三圖ニ於テ極 P ナ中心トシ極距 p ナ半径トシテ小圈ヲ畫キ、之ニ切スル高度ノ圈 ZX ナ畫キタリトセバ、天體ガ X ニ在ル時ノ方位角 PZX ハ該天體トシテ最大方位角ヲ有スル時ナリ。

而テ位置ノ三角形 ZPX ハ X ニ於テ直角ナル直角三角形ナス。故ニ納氏ノ旋轉法ニ依レバ

$$\sin p = \cos(90 - l') \cdot \cos(90 - A)$$

$$\cos d = \cos l \cdot \sin A$$

$$\therefore \sin A = \cos d \cdot \operatorname{sec} l$$

上式ハ最大方位角ヲ求ムル所要ノ公式ナリ。次ニ同シ位置ノ三角形ニ於テ

$$\cos l' = \cos z \cdot \cos p$$

$$\sin l = \sin a \cdot \sin d$$

$$\therefore \sin a = \sin l \cdot \operatorname{cosec} d$$

上式ハ最大方位角ヲ有スル時ノ高度ヲ求ムル公式ナリ。

【4】時角ノ誤差ト緯度ノ高低トノ關係

$$\text{公式} \begin{cases} dh = -\frac{1}{\cos l \cdot \sin A} da \\ dh = \frac{1}{\cos l \cdot \tan A} dl \end{cases}$$

ニ於テ、高度及緯度ノ誤差竝ニ天體ノ方位角ガ或一定値ヲ有スルモノト假定セバ da 及 dl ノタメ生ズル時角ノ誤差 dh ハ $\cos l$ ニ依リテ變化スルコト明ナリ。

而テ緯度ガ零ナル時 $\cos l$ ノ絶對値ハ1ナルヲ以テ dh ハ最小ナリ。又緯度九十度ナル時、 $\cos l$ ノ絶對値ハ零トナルヲ以テ dh ハ無限大ノ値ヲ有スベシ。

故ニ低緯度ニ於テハ、同一ノ高度及緯度ノ誤差ヨリ生ズル時角ノ誤差ハ、高緯度ニ於ケル値ヨリ小ナリ。換言スレバ、時辰儀經度法ニ依リ求メタル經度ハ一般ニ低緯度ニ於ケルモノガ高緯度ニ於ケルモノヨリ正確ナリ。

【5】時辰儀經度法算法

A. 太陽時辰儀經度法 Longitude by Sun Chronometer.

算則

- (1) 時辰儀示時ニ依リ綠威平時ヲ求ム。
- (2) 航海年表ヨリ綠威平時ニ對スル赤緯及時差率ヲ取

リ。赤緯ヲ九十度ニ加減シテ極距ヲ求ム。

緯度ト赤緯トガ同名ナル時 $p = 90^\circ - \text{Dec.}$

緯度ト赤緯トガ異名ナル時 $p = 90^\circ + \text{Dec.}$

(3) 測高度ヲ中心ノ眞高度ニ改ム。

(4) 下記ノ様式ニ從ヒ眞高度、緯度、極距ヲ順次ニ記シ、其三者ノ和ヲ二分シテ S トナシ、之ヨリ眞高度ヲ減ジテ $S - a$ ヲ求ム。

次ニ 緯度ノ正割 Sec 極距ノ餘割 Cosec. (對數ヲ求ムル時ノ ϵ 赤緯ノ正割 Sec. ノ對數ヲ求ム) S ノ餘弦 Cos. $S - a$ ノ正弦 Sine. ノ對數ヲ探リ、其和ヲ求メ。時角ノ半正矢 Haversine. ノ對數トナス。

a	 // °	$\text{ // }'$	$\text{ // }''$	
l	 // °	$\text{ // }'$	$\text{ // }''$	Sec.
p	 // °	$\text{ // }'$	$\text{ // }''$	Cosec.
	 --- °	$\text{ --- }'$	$\text{ --- }''$	(+)
	$2) \text{ // }^\circ$	$\text{ // }'$	$\text{ // }''$	
S	 // °	$\text{ // }'$	$\text{ // }''$	Cos.
$S - a$	 // °	$\text{ // }'$	$\text{ // }''$	Sin.
			$\text{ --- }''$	(+)
			Hav. h.	

(5) 時角ノ半正矢ノ對數ニヨリテ太陽時角 H. A. A. S. ヲ求ム。(松本氏航海表第三十八表三百二十頁至四百三十四頁)

午前ノ觀測ノ場合。下欄ヨリ時角ヲ求ム。

午後ノ觀測ノ場合。上欄ヨリ時角ヲ求ム。

(註) 半正矢對數表 (Log Haversine) ニハ上欄 $0^h (0^\circ)$ ヨリ $12^h (180^\circ)$ ニ至リ。下欄 $12^h (180)$ ヨリ $24^h (360^\circ)$ 至ル値ヲ掲記ス。

(6) 太陽時角ガ十二時以下ナレバ、十二時ヲ加へ、十二時以上ナレバ、十二時ヲ減ジ。之ニ當日ノ日附ヲ配シテ、本地ノ視時 S. A. T. トス。

(7) 本地ノ視時 S. A. T. ニ、時差率ヲ加減シテ本地ノ平時 S. M. T. ヲ求ム。

(8) 本地ノ平時 S. M. T. ト綠威平時 G. M. T. トノ差ヲ求メテ、經度時 (L. in T.) トナシ、之ヲ弧度ニ改メテ所要ノ經度トナス。而テ S. M. T. ガ G. M. T. ヨリ大ナル時ハ東經トシ。S. M. T. ガ G. M. T. ヨリ小ナル時ハ西經トス。

S. M. T. ト G. M. T. トノ差ヲ求ムルニ當リ、其日附ニ一日ノ差異アル時ハ、何レカー方ニ二十四時ヲ加へ、同一日附トシテ、差ヲ求ムベシ。

測者赤道上ニ在ル場合

算則

- (1) 時辰儀示ニ依リ綠威平時ヲ求ム。
- (2) 綠威平時ニ對スル赤緯、時差率ヲ求メ、又測高度ヲ眞高度ニ改ム。
- (3) 眞高度ノ正弦 Sin ノ對數、赤緯ノ正割 Sec ノ對數ノ和ヲ求メテ、時角ノ餘弦 Cos ノ對數トナス。
- (4) 時角ノ餘弦ノ對數ニ依リ、太陽時角ヲ求ム。

第九章 經度算法

午前ノ觀測ノ場合(太陽ガ子午線ノ東方ニ在ル時)餘弦ノ對數ニ依リ求メタル時角ハ東方時角(Easterly Hour Angle)ナルヲ以テ、常ニ二十四時ヨリ減シテ、西方時角ニ改ムベシ。

(5) 太陽時角ガ十二時以下ナレバ、十二時ヲ加へ。十二時以上ナレバ、十二時ヲ減シ。之ニ當日ノ日附ヲ配シテ、本地ノ視時トナス。

(6) 本地ノ視時ニ、時差率ヲ加減シテ、本地ノ平時ヲ求ム。

(7) 本地ノ平時 S. M. T. ト、綠威平時 G. M. T. トノ差ヲ求メ、經度時 L. in T. トナシ、之ヲ弧度ニ改メ、所要ノ經度トナス。

例題 1. 八月十九日午前八時三十分頃、北緯十七度五十一分三十秒、東經凡四十度三十分ノ地ニ於テ、時辰儀五時四十分十二秒ヲ指ストキ、太陽ノ下邊高度ヲ三十七度五十九分ニ測ル、六分儀器差ナシ、眼高四十一呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遅クルルコト七分十三秒ナリ。觀測時ノ經度如何。

解 G. D. ヲ求ム。

S. T. Aug. 19th 8^h 30^m 0^s
L. in T. 2 42 0-
G. D. Aug. 19th 5^h 48^m 0^s

Dec. 及 P. D. ヲ求ム。

(9^h) 12° 57'.0 N Diff.
Cor. .2 1'.7
Red. Dec. 12° 57'.2 N
90° Cor.
P. D. 77° 2'.8 0'.2

G. M. T. ヲ求ム。

C. T. Aug. 19th 5^h 40^m 12^s
C. E. 7 13+
G.M.T. Aug. 19th 5^h 47^m 25^s

E. T. ヲ求ム。

3^m 38^s.4 - M. T. Diff.
Cor. .1 1.1
3 38.5 - M. T.
Cor
0^s.1

第九章 經度算法

T. Alt. ヲ求ム。

H. A. 及 Long. ヲ求ム。

Obs. Alt. @ 37° 59' 0''	a 38° 7' 24''		
Cor. 8' 35'' +	l 17° 51' 30''	Sec.	10.021446
38° 7' 35''	p 77° 2' 48''	Cosec.	10.011195
Add. Cor. 11 -	2) 133° 1' 42''		
T. Alt. @ 38° 7' 24''	S 66° 30' 51''	Cos.	9.600453
	S-a 28° 23' 27''	Sin.	9.677135
		Hav.	9.310229

H. A. A. S.	20 ^h 25 ^m 2 ^s .2
	12
S. A. T.	19 th 8 ^h 25 ^m 2 ^s .2
E. T.	3 38.5+
S. M. T.	19 th 8 ^h 28 ^m 40.7
G. M. T.	19 th 5 47 25.0
L. in T.	2 ^h 41 ^m 15 ^s .7 E
Long.	40° 18' 56'' E

例題 2. 三月三日午後四時三十分頃、推測位置北緯三十度二十一分、東經百五十九度四十一分ノ地ニ於テ、太陽ノ下邊高度ヲ測リ、十八度二十九分三十秒ヲ得タリ、器差三分三十秒正、眼高二十八呎ナリ。此時時辰儀ハ三時十二分二十八秒ヲ示シ、綠威平時ヨリ遅キコト二時三十五分十一秒ナリ。觀測時ノ經度如何。

解 G. D. ヲ求ム。

S. T. Mar. 3rd 16^h 30^m 0^s
L. in T. 10 38 41-
G. D. Mar. 3rd 5^h 51^m 16^s

G. M. T. ヲ求ム。

C. T. Mar. 3rd 3^h 12^m 28^s
C. E. 2 35 11+
G.M.T. Mar. 3rd 5^h 47^m 39^s

第九章 經度算法

Dec. 及 P. D. を求む。

	7°	0'.1 S	Diff.
Cor.		0.2+	1.9
Red. Dec.	7°	0'.3	
	90		Cor.
P. D.	97°	0'.3	0.19

E. T. を求む。

	12 ^m 13 ^s .2 - M. T.	Diff.
Cor.	.1+	1.0
	12 ^m 13.3 - M. T.	
		0 ^s .1

T. Alt. を求む。

Obs. alt @	18° 29' 30"
I. E.	3 30 (+)
	18° 33' 0"
Cor.	8 3 (+)
	18° 41' 3"
Add. Cor.	8 (+)
T. alt @	18° 41' 11"

H. A. 及 Long. を求む。

a	18° 41' 11"	
l	30° 21' 0"	Sec. 10.064012
p	97° 0' 18"	Cosec. 10.003254
S	73° 1' 15"	Cos. 9.465418
S-a	54° 20' 4"	Sin. 9.909788 (+)
		Hav. 9.442472

H. A. A. S.	4 ^h 14 ^m 2 ^s .9
	12 (+)
S. A. T. 3 rd	16 ^h 14 ^m 2 ^s .9
E. T.	12 13.3+
S. M. T. 3 rd	16 ^h 26 ^m 16 ^s .2
G. M. T. 3 rd	5 47 ^m 39 ^s .0
L. in T.	10 ^h 38 ^m 37 ^s .2 E
Long.	159° 39' 18" E

例題 3. 四月十日午前六時五十八分頃、北緯四十二度十八分、西經八度五分ノ推測地點ニ於テ、時辰儀七時二十八分三十九秒ヲ示ストキ、太陽ノ下邊高度ヲ十五度八分二十秒ニ測ル、器差一分二十秒正、眼高二十五呎ナリ。此時辰儀ハ二月六日ニハ綠威平正午ニ於テ之ニ

航海術

遅クル、コト三秒五ニシテ、三月十五日ニハ綠威平正午ニ於テ之ニ進ムコト十五秒ナリト云フ。觀測時ノ經度如何。但二月ハ二十八日トス。

解 G. D. を求む。

S. T. Apr. 10 th 6 ^h 58 ^m 00 ^s	
L. in T.	0 32 20 (+)
G. D. Apr. 10 th 7 30 20	

Daily. Rate を求む。

O. E. 0 ^m 3 ^s .5 Slow.	28
O. E. 0 ^m 15 ^s .0 Fast.	Feb. 22
	Mar. 15 (+)
	37 ^d
	18.5 = 0 ^s .5 Gaining.

G. M. T. を求む。

C. T. Apr. 10 th 7 ^h 28 ^m 39 ^s	
O. E.	15 (-)
Approx. G.M.T. Apr. 10 th 7 ^h 28 ^m 24 ^s = 10 ^d .3	
	12.9 (-)
G. M. T. Apr. 10 th 7 ^h 28 ^m 11 ^s	

Acc. Rate を求む。

	31
	15
Mar.	16
Apr.	9.8 ... (10 ^d .3 - 0.5)
	25.48
	254.8
	0.5
	12 ^s .9 0 (x)

Dec. 及 P. D. を求む。

	7° 47'.9 N	Diff.	1 ^m 29 ^s .3 - M. T.	Diff.
Cor.	.5 (-)	1.9	Cor.	.4 (+)
Red. Dec.	7° 47'.4 N		1 ^m 29 ^s .7 - M. T.	1.4
	90	Cor.		Cor.
P. D.	82° 12'.6	.51		.37

E. T. を求む。

第九章 經度算法

T. alt ヲ 求 ム。		Long ヲ 求 ム。	
Cbs alt @	15° 8' 20"	a	15° 17' 17"
I. E.	<u>1 20</u> (+)	l	42° 18' 0"
	15° 9' 40"	p	82° 12' 36"
Cor.	<u>7 40</u> (+)	2)139° 47' 53"	Sec. 10.130985
	15° 11' 20"	S	69° 53' 56"
Add. Cor.	<u>3"</u> (-)	S-a	54 36' 39"
T. alt @	<u>15° 17' 17"</u>	Sin.	9.911284
		Hav.	9.582417
H. A. A. S.	18h 54m 26s.5		
	<u>12</u>		
S. A. T. Apr. 10th	6h 54m 26s.5		
E. T.	<u>1 29.7</u> (+)		
S. M. T. Apr. 10th	6h 55m 56s.2		
G. M. T. Apr. 10th	7 28m 11.1		
L. in T.	0h 32m 14s.9 W		
Long.	<u>8° 3' 44" W</u>		

例題 4. 六月二十七日午前七時二十四分頃、西經凡二十八度二十分ノ赤道上ニ於テ、時辰儀九時十七分十二秒ヲ指ストキ、太陽ノ下邊高度ヲ十九度七分ニ測ル、器差二分二十秒負、眼高二十二呎ナリ。此時辰儀ハ五月二十二日綠威平時ニ遅クル、コト二分四秒ニシテ、毎日遅クル、コト一秒二ナリ。觀測時ノ經度如何。

解 G. D ヲ 求 ム。		Acc. Rate ヲ 求 ム。	
S. T. June. 27th	7h 24m 0s	31	36.4
L. in T.	<u>1 53 20</u> (+)	<u>22</u> (-)	<u>1.2</u>
G. D. June. 27th	9h 17m 20s	Mag. 9	72.8
		June. ... <u>27.4</u> (+)	<u>364</u>
		<u>364.4</u>	<u>434.68</u>

航海術

G. M. T ヲ 求 ム。			
C. T. June. 27th	9h 17m 12s		
O. E.	<u>2 4</u> (+)		
June. 27th	9h 19m 16s	= 2d.4	
Acc. Rate.	<u>43.7</u> (+)		
G. M. T. June. 27th	<u>9h 19m 59s.7</u>		
Dec ヲ 求 ム。		E. T. ヲ 求 ム。	
23° 20' 7" N	Diff. 2m 44s.1 - M. T.	Diff. 1s.1	
Cor. <u>.1</u> (+)	0'.2	<u>.4</u> (-)	
<u>23° 20' 8" N</u>	Cor. 0' 07	<u>2m 42s.7</u> - M. T.	Cor. <u>0s.37</u>

T. alt ヲ 求 ム。		H. A 及 Long. ヲ 求 ム。	
Obs. alt @	19° 7' 0"		
I. E.	<u>2 20</u> (-)	a	19° 13' 9"
	19° 4' 40"	d	23° 20' 48"
Cor.	<u>8 44</u> (+)	Sin.	9.517437
	19° 13' 24"	Sec.	10.037099
Add. Cor.	<u>15</u> (-)	Cos.	9.554536
T. alt @	<u>19° 13' 9"</u>		

E. H. A. A. S.	4h 35m 5s.5
	<u>24</u>
H. A. A. S.	19 24 2s.5
	<u>12</u>
S. A. T. June. 27th	7h 24m 2s.5
E. T.	<u>2 43.7</u> +
S. M. T. June. 27th	7h 26m 46s.2
G. M. T. June. 27th	9 19 59.7
L. in T.	1h 53m 13s.5 W
Long.	<u>28° 18' 22" W</u>

B. 恒星時辰儀經度法 Longitude by star Chronometer.

算 則

- (1) 時辰儀示時ニ依リ、綠威平時 G. M. T. ヲ求ム。
- (2) 綠威平時ニ對スル平太陽赤經 R. A. M. S. 竝ニ恒星ノ赤經 R. A. * 及赤緯 Dec * ヲ求ム。又赤緯ヲ九十度ニ加減シテ極距ヲ求ム。
- (3) 測高度ヲ眞高度ニ改ム。
- (4) 眞高度、緯度、極距ヲ順次ニ記シ、其ノ和半ヲ求メテ S トナシ、之ヨリ眞高度ヲ減ジテ $S - a$ ヲ求ム。
次ニ緯度ノ正割 Sec. 極距ノ餘割 Cosec S ノ餘弦 Cos. $S - a$ ノ正弦 Sin. ノ各對數ヲ求メ、其和ヲ時角ノ半正矢 Haversine ノ對數トス。
- (5) 時角ノ半正矢ノ對數ニ依リ恒星ノ時角ヲ求ム。
天體ガ子午線ノ東方ニ在ル場合、下欄ヨリ時角ヲ求ム。
天體ガ子午線ノ西方ニ在ル場合、上欄ヨリ時角ヲ求ム。
- (6) 恒星ノ時角 H. A. * ニ恒星ノ赤經 R. A. * ヲ加へ、其和 (R. A. Mer) ヲリ平太陽赤經 R. A. M. S. ヲ減ジテ平太陽時角 H. A. M. S. ヲ求ム。
- (7) 平太陽時角 H. A. M. S. ガ十二時以下ナレバ、十二時ヲ加へ。平太陽時角ガ十二時以上ナレバ、十二時ヲ減ジ。之ニ當日ノ日附ヲ配シテ本地ノ平時トナス。
- (8) 本地ノ平時 S. M. T. ト綠威平時 G. M. T. トノ差ヲ求メ

テ、經度時トナシ。之ヲ弧度ニ改メテ所要ノ經度トナス。

而テ S. M. T. ガ G. M. T. ヲリ、大ナル時ハ東經トシ。S. M. T. ガ G. M. T. ヲリ小ナル時ハ西經トス。

S. M. T. ト G. M. T. トノ差ヲ求ムルニ當リ、其日附ニ一日ノ差異アル時ハ、何レカー方ニ二十四時ヲ加へ、同一日附トシテ差ヲ求ムベシ。

例題 1. 六月二十八日午後十一時四十分頃、南緯十二度十八分、西經凡百二十六度ノ地ニ於テ、時辰儀八時五分四十秒ヲ指ストキ、子午線ノ東方ニ在ル *U. Piscis Australis* (Fomalhaut) ノ高度ヲ二十一度十九分五十秒ニ測ル、六分儀器差ナシ、眼高二十一呎ナリ。此時辰儀ハ本年三月三十日ニ綠威平時ニ進ムコト四分十六秒ニシテ毎日遅クル、コト零秒四ナリ。觀測時ノ經度如何。

解 G. D. ヲ求ム。

G. M. T. ヲ求ム。

S. T. <i>June. 28th 23^h 40^m 0^s</i>	C. T. <i>June. 29th 8^h 5^m 40^s</i>
L. in T. $\frac{8\ 24\ 0}{32\ 4\ 0} (+)$	O. E. $\frac{4\ 16-}{29th} 8h 1m 24s = 29d.3$
24	Acc. R. $\frac{36.5}{+}$
G. D. <i>June. 29^{th}} 8^h 4^m 0^s</i>	G. M. T. <i>June. 29^{th}} 8^h 2^m 0^{s.5}</i>

Acc. Rate ヲ求ム。

R. A. M. S. ヲ求ム。

R. A. *

<i>Mar.</i>	1 ^d	91 ^{d.3}		6 ^h 26 ^m 13 ^{s.7}	<u>22^h 53^m 31^{s.8}</u>
<i>Apr.</i>	30	0 ^{s.4}	Accel. for. 8 ^h	1 18.9	
<i>May.</i>	31	<u>36^{s.52}</u>	" 2 ^m	0.3	Dec. *
<i>June.</i>	29.3			<u>6^h 27^m 32^{s.9}</u>	30° 0' 54'' S
		<u>91^{d.3}</u>			90
					<u>P. D. 59° 59' 6''</u>

第九章 經度算法

T. Alt ヲ求ム。		Long ヲ求ム。	
Obs. Alt. $21^{\circ} 19' 50''$	a $21^{\circ} 12' 51''$		
G. Cor. $6 59'' -$	l $12^{\circ} 18' 0''$	Sec. 10.010085	
T. Alt. $21^{\circ} 12' 51''$	p $59^{\circ} 59' 6''$	Cosec. 10.062535	
	$2)98^{\circ} 29' 57''$		
	S $46^{\circ} 44' 58''$	Cos. 9.835811	
	$S-a$ $25^{\circ} 32' 7''$	Sin. 9.634545	
		Hav. 9.542976	
H. A. *	$19^h 10^m 15^s.1$		
R. A. *	$22 53 31.8$ (+)		
	$42^h 3^m 46^s.9$		
R. A. M. S.	$6 27 32.9$ (-)		
	$35 36 14.0$		
	24		
H. A. M. S.	$11^h 36^m 14^s.0$		
	12		
S. M. T.	$28^h 25^m 36^s.0$		
G. M. T.	$28^h 32 2 0.5$		
L. in T.	$8^h 25^m 46^s.5$ W		
Long.	$126^{\circ} 26' 38''$ W		

例題 2. 四月二日午後六時三十分頃、北緯二十八度十四分、西經凡十六度四十五分ノ地ニ於テ、時辰儀五時四十七分十一秒ヲ指ストキ、子午線ノ西方ニ在ル恒星 α Tauri. (Aldebaran) 高度ヲ測リ四十九度五十三分三十秒ヲ得タリ。此時辰儀ハ觀測時ニ於テ綠威平時ニ遅クル、コト一時五十五分五十八秒、又六分儀器差一分三十秒負、眼高二十二呎ナリ。觀測時ニ於ケル本船經度如何。

航海術

解	G. D ヲ求ム。	G. M. T ヲ求ム。
S. T. Apr. 2 nd	$18^h 30^m 0^s$	C. T. Apr. 2 nd $17^h 47^m 11^s$
L. in T.	$1 7 0$	C. E. $1 55 58$ (+)
G. D. Apr. 2 nd	$19^h 37^m 0^s$	G. M. T. Apr. 2 nd $19^h 43^m 9^s$
R. A. M. S. ヲ求ム。	R. A. * 及 Dec. * ヲ求ム。	
	$0^h 39^m 16^s.8$	R. A. * $4^h 31^m 36^s.0$
Accel. for. 19^h	$3 7.3$	Dec. * $16^{\circ} 21' 24''$ N
" 43^m	7.1	90
	$0^h 42^m 31^s.2$	p $73^{\circ} 38' 36''$
T. Alt ヲ求ム。	H. A. * 及 Long ヲ求ム。	
Obs. Alt * $49^{\circ} 53' 30''$	a $49^{\circ} 46' 34''$	
I. E. $1' 30''$ (-)	l $28^{\circ} 14' 0''$	Sec. 10.055010
$49^{\circ} 52' 0''$	p $73^{\circ} 38' 36''$	Cosec. 10.017942
Cor $5 26''$ (-)	$2)151^{\circ} 39' 10''$	
T. Alt * $49^{\circ} 46' 34''$	S $75^{\circ} 49' 35''$	Cos. 9.388919
	$S-a$ $26^{\circ} 3' 1''$	Sin. 9.642622
		Hav. 9.104493
H. A. *	$2^h 47^m 9^s.5$	
R. A. *	$4 31 36.0$ (+)	
R. A. Mer.	$7^h 18^m 45^s.5$	
R. A. M. S.	$0 42 31.2$ (-)	
H. A. M. S.	$6^h 36^m 14^s.3$	
	12	
S. M. T. Apr. 2 nd	$18^h 36^m 14^s.3$	
G. M. T. Apr. 2 nd	$19 43 9.0$	
L. in T.	$1^h 6^m 54^s.7$ W	
Long.	$16^{\circ} 43' 41''$ W	

C. 惑星時辰儀經度法 Longitude by Planet Chronometer.

算則ハ恒星時辰儀經度法ノモノト同一ナルヲ以テ省略ス。

例題 四月十四日午前四時二十分頃、推測北緯五度四十六分、西經百五十七度三十分ノ地ニ於テ、時辰儀二時五十二分四十八秒ヲ指ス時、土星 Saturn (子午線ノ西方)ノ中心測高度ヲ三十九度三十三分ニ測ル。器差一分十秒正、眼高五十呎ナリ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ。觀測時ノ經度如何。

解 G. D. ヲ求ム。 G. M. T. ヲ求ム。
 S. T. Apr. 14th 4^h 20^m 0^s G. M. T. Apr. 14th 14^h 52^m 48^s
 L. in T. 10 30 0
 G. D. Apr. 14th 14^h 50^m 0^s

R. A. M. S. ヲ求ム。 R. A. \bar{h} ヲ求ム。 Dec. 及 P. D. \bar{h} ヲ求ム。

1 ^h 26 ^m 35 ^s .5	15 ^h 14 ^m 42 ^m 34 ^s	13° 0'.9 S
Accel. for 14 ^h 2 18.0	Cor. <u>6.0</u> (+)	<u>.5</u> (+)
" 52 ^m 8.5	14 ^h 42 ^m 40 ^s .0	Red. Dec. 13° 1.4
" 48 .1		<u>90</u>
<u>1^h 29^m 2^s.1</u>		<u>103° 1'.4</u>
	Diff. ....16'	Diff. ....1.3
	Cor. ....6'.0	Cor. ....49

T. Alt \bar{h} ヲ求ム。 H. A. 及 Long ヲ求ム。

Obs. Alt. 39° 33' 0''	a 39° 26' 1''	
I. E. 1 10 (+)	l 5° 46' 0''	Sec. 10.002203
39° 34' 10''	p 103° 1' 24''	Cosec. 10.011317
Dip. 6 58 (-)	2) 148° 13' 25''	
App. Alt. 39° 27' 12''	S 74° 6' 42''	Cos. 9.437375
R. 1 11 (-)	S - a 34° 40' 41''	Sin. 9.755085
T. Alt. 39° 26' 1''		Hav. 9.205980

H. A. \bar{h}	3 ^h 9 ^m 3 ^s .3
R. A. "	14 42 40.0
R. A. Mer.	17 ^h 51 ^m 43 ^s .3
R. A. M. S.	1 29 2.1
H. A. M. S.	16 ^h 22 ^m 41 ^s .2
	<u>12</u>

S. M. T. Apr. 14 th	4 ^h 22 ^m 41 ^s .2
G. M. T. Apr. 14 th	14 52 48.0
L. in T.	10 30 6.8 W
Long.	<u>157° 31' 42'' W</u>

D. 太陰時辰儀經度法 Longitude by Moon Chronometer.

算則ハ恒星時辰儀經度法ノモノト同一ナルヲ以テ省略ス。

例題 九月二日午前四時頃、推測北緯十度五十分、東經六十度二分ノ地ニ於テ、時辰儀零時二分二十五秒ヲ示ストキ、子午線ノ西方ニ在ル、太陰ノ下邊高度ヲ十四

第九章 經度算法

度二十分三十秒ニ測ル、器差三十秒負、眼高十五呎ナリ。此時辰儀ハ觀測時ニ於テ綠威平時ニ遲速ナシ。觀測時ノ經度如何。

解 G. Dヲ求ム。 G. M. Tヲ求ム。
 S. T. *Sept.* 2nd 4h 0m 0s G. M. T. *Sept.* 2nd 0h 2m 25s
 L. in T. 4h 0m 8s
 G. D. *Sept.* 1st 23 59m 52s

R. A. M. Sヲ求ム。 ☉'s R. A.ヲ求ム。 ☉'s Dec及P.Dヲ求ム。

10h 42m 29.8	22h 1m 39s	Diff. 14° 16'.4 S Diff.
Accel.for. 2 ^m 0.3	Cor. 6.5	297s .4 (-) 20.2
25s .1	22h 1m 45.5	14° 16'.0 S
<u>10h 42m 30.2</u>	Cor. 90	Cor.
	<u>6.5</u>	<u>104° 16'.0</u> 0.4

T. Altヲ求ム。 ☉'s S. Dヲ求ム。 ☉'s H.Pヲ求ム。

Obs. Alt ☉ 14° 20' 30"	16' 34" V/h 0".1	60' 42" V/h 0".5
I. E. 30" (-)	Cor. 0 .03	Cor. 0 .03
14° 20' 0" (-)	16' 34" .003	60' 42" .015
Dip. 3 49 (-)	Aug. 4".4 (+)	Ret. 0. 5 (-)
App. alt ☉ 14° 16' 11"	1' 38".4	60' 41".5
S. D. 16 38 (+)		
App. alt ☉ 14° 32' 49"		
Cor. 54' 28"		
" 0		
" 40"		
T. Alt. ☉ <u>15° 27' 57"</u> (+)		

航 海 術

H. R 及 Longヲ求ム。

a 15° 27' 57"	H. R. ☉	4h 43m 13s
l 10° 50' 0" Sec. 10.007810	R. R. ☉	<u>22 1 45.5</u> (+)
p 104° 16' 0" Cosec. 10.013605	R. R. Mer.	26h 44m 58.5
2) <u>130° 33' 57"</u>	R. R. M. S.	<u>10 42 30.2</u> (-)
S 65° 16' 58" Cos. 9.621322	H. R. M. S.	16 2m 28.3
S-a 49° 49' 1" Sin. 9.883086		12
	Hav. 9.525823	S. M. T. <i>Sept.</i> 2 nd 4h 2m 28.3
		G. M. T. <i>Sept.</i> 2 nd <u>0 2 25.0</u>
		L. in T. 4h 0m 3.3 E
		Long <u>60° 0' 50" E</u>

問 題

太陽時辰儀經度法。

(1) 二月二十六日午前八時十分頃、推測位置北緯三十三度十分、東經百三十四度三十五分ノ地ニ於テ、時辰儀十一時二十分三十九秒八ヲ指ストキ太陽ノ下邊高度十九度十九分五秒ヲ測リタリ。六分儀器差一分十二秒正、眼高二十四呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ進ムコト三分五十六秒五ナリ。本船觀測時ノ經度如何。

(2) 五月三十日午前六時三十分頃、推測北緯二十度、西經百六十度三分ノ地ニ於テ、時辰儀五時六分十四秒ヲ指ストキ太陽ノ下邊高度十三度三十分ヲ測リタリ。六分儀器差二分三十秒正、眼高三十六呎ニシテ、此時辰儀ハ觀測時ニ於テ綠威平時ニ遲速ナシ、觀測時ノ本船經度如

何。

(3) 十月三十一日午前ニ推測南緯三度十分、西經四度ノ地ニ於テ、時辰儀九時四分十七秒ヲ指ストキ、太陽ノ下邊高度四十五度四十三分ヲ測レリ。六分儀器差二分二十五秒負、眼高三十九呎ニシテ、此時辰儀ハ觀測時ニ於テ綠威平時ニ遅クル、コト二分十二秒ナリ。本船經度如何。

(4) 八月十五日午後五時十九分頃、北緯三十四度二十八分三十秒、東經百五十五度四十分ノ地ニ在リテ時辰儀六時四十二分三十七秒ヲ示ストキ太陽ノ下邊高度ヲ二十一度七分二十秒ニ測ル、器差二分十八秒負、眼高二十八呎ナリ、此時辰儀ハ四月二十八日ニハ綠威平正午ニ於テ之ニ進ムコト一分十八秒ニシテ、六月十四日ニハ綠威平正午ニ於テ之ニ進ムコト三分八秒ナリト云フ、觀測時ノ經度如何。

(5) 一月十一日午前九時頃、赤道上ニ於テ時辰儀十日ノ二十二時二分四十秒ヲ指ストキ、太陽ノ下邊高度四十四度零分四十秒ニ測ル、器差ナシ、眼高二十呎ナリ。此時辰儀ハ前年八月一日ニ於テ綠威平時ニ遅クル、コト一分十秒ニシテ、前年九月三十日ニ於テ綠威平時ニ進ムコト一分二秒ナリ。觀測時ノ經度如何。

(6) 三月二十二日午後四時二十六分頃、北緯四十三度二十五分、西經五十六度四十分ノ推測位置ニ於テ、時辰

儀八時十二分二十六秒ヲ示ストキ太陽ノ下邊高度ヲ十八度三十八分ニ測ル、器差二分二十五秒正、眼高二十四呎ナリ。此時辰儀ハ一月三日ニハ綠威平正午ニ於テ之ニ遅クル、コト、一分十秒ニシテ二月二十六日ニハ綠威平正午ニ於テ之ニ進ムコト、一分五秒ナリ。觀測時ノ經度如何。但シ二月ハ二十八日トス。

(7) 三月二日正午天測ニ依リ北緯八度二十三分、東經百七度五十三分ナルコトヲ確メ夫レヨリ、下ノ如ク航行シ翌三日午前八時頃、時辰儀一時九分三十五秒、測程機二百五十三浬ヲ示ストキ太陽ノ下邊高度ヲ二十九度七分ニ測ル。六分儀器差ナシ。眼高四十八呎ナリ。此時辰儀ハ綠威平時ニ遅速ナシ。本船觀測時ノ經度如何。

月 日	時 刻	羅 針 路	羅針儀誤差	測程器
三月二日	正 午	S 18° W	3° 30' E	0
同	午後三時	S 21° W	4° 0' E	51'
三月三日	正 午	S 32° W	6° 0' E	150'

恒星時辰儀經度法。

(8) 十月十八日午後九時頃、推測南緯十八度三十八分、東經百五十七度五十五分ノ地ニ於テ、時辰儀十時三十三分八秒ヲ指ストキ子午線ノ西方ニ在ル α Aquilae (Altair) ノ高度ヲ三十七度二十一分五十秒ニ測ル、器差一分四十秒正、眼高三十呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遅速ナシ。觀測時ノ經度如何。

(9) 六月八日午前二時頃、北緯二十八度十二分、東經百六十九度三十分ノ地ニ於テ、時辰儀二時五十五分八秒ヲ指ストキ子午線ノ西方ニ在ル α Bootis (Arcturus) ノ高度ヲ二十一度十二分二十秒ニ測ル、器差五分五十秒正、眼高二十呎ナリ、此時辰儀ハ觀測時ニ於テ綠威平時ニ遅クル、コト二分十六秒ナリ。經度如何。

(10) 一月十二日午前四時頃、推測南緯四十六度三十八分ノ地ニ於テ、時辰儀十一日ノ十九時二分四十秒ヲ示ストキ、子午線ノ西方ニ在ル α Canis Majoris (Sirius) ノ高度ヲ二十三度十六分ニ測ル、器差二分負、眼高二十一呎ナリ。此時辰儀ハ、前年十一月二十四日ニ綠威平時ニ遅クル、コト三分十八秒ニシテ其後毎日進ムコト一秒一ナリ、觀測時ノ經度如何。

(11) 十二月三日午前一時四十分頃、推測位置南緯三十五度十五分、西經百九度五十分ノ地ニ在リテ、時辰儀十時三十八分三十二秒ヲ指ストキ、子午線ノ東方ニ在ル α Leoins (Regulus) ノ高度ヲ測リ、二十二度十八分二十秒ヲ得タリ。此時辰儀ハ十月二十日綠威平正子ニ於テ之ニ先ツコト一時二十三分三十八秒ニシテ、日差二秒三、速差又六分儀器差一分二十秒負、眼高四十二呎ナリ。觀測時ノ本船經度如何。

(12) 四月十七日午前一時二十分頃、推測南緯四十六度十二分、經度零度ノ地ニ於テ、時辰儀一時二十分ヲ指ス

トキ 子午線ノ東方ニ在ル α Scorpii (Antares) ノ高度ヲ測リ六十五度十四分二十秒ヲ得タリ、六分儀器差ナク、眼高十八呎ナリ。又此時辰儀ハ一月二日ニハ綠威平時ニ遅クル、コト零時十分零秒ニシテ、四月十日ニハ綠威平時ニ遅クル、コト零時十分零秒ナリ。觀測時ノ經度如何。

(13) 六月九日午前三時十分頃、南緯四十二度七分十八秒、東經凡百十三度二十分ノ地ニ在リテ、時辰儀七時三十分四十三秒ヲ指ストキ恒星 β Ceti ノ高度二十九度四十二分五十秒ヲ子午線ノ東方ニ測ル、器差三分五十秒負、眼高二十五呎ニシテ、此時辰儀ハ三月十三日綠威平正子ニ於テ之ニ先ツコト零分五十八秒六ニシテ、四月三十日綠威平正子ニ於テ之ニ遅クル、コト一分十一秒ナリ、經度如何。

惑星及太陰時辰儀經度法。

(14) 十一月三日午前六時三十分頃、北緯三十八度五十分、東經百四十一度三十九分ノ地ニ於テ、時辰儀九時一分五十二秒ヲ指ス時子午線ノ東方ニ在ル火星 Mars ノ中心測高度ヲ十五度二十分ニ測ル。器差三十秒正、眼高三十五呎ナリ、此時辰儀ハ綠威平時ニ進ムコト十分二十二秒ナリ。觀測時ノ經度如何。

(15) 四月六日午前三時十八分頃、北緯二十五度三十分西經凡三十七度四十九分ノ地ニ在リテ時辰儀五時四十二分三十六秒ヲ指ストキ惑星 Saturn ノ高度四十五度三十二

第九章 經度算法

分二十秒ヲ子午線ノ西方ニ觀ル器差二分三十秒正、眼高三十呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遅ル、コト八分三十六秒ナリ。經度如何。

(16) 十二月三十日午後五時三十分頃、推測北緯五十一度九分、東經百六十九度十分ノ地ニ在リテ、時辰儀六時十五分二十三秒ヲ示ス時、太陰ノ上邊高度ヲ十度十分(子午線ノ東方)ニ測ル、六分儀器差三分負、眼高五十呎ナリ。此時辰儀ハ觀測時ニ於テ綠威平時ニ進ムコト三分十五秒ナリ。觀測時ニ於ケル本船經度如何。

(17) 六月六日午前三時五十分頃、南緯三十五度三十分、西經百二十九度二十五分ノ推測地點ニ於テ、時辰儀十一時三十二分三十一秒ヲ示ストキ、子午線ノ西方ニ在ル太陰ノ下邊高度ヲ三十一度二十分三十秒ニ測ル、器差ナシ。眼高四十七呎ナリ、此時辰儀ハ觀測時ニ於テ綠威平時ニ遅クル、コト五十二分三十四秒ナリ。觀測時ノ經度如何。

答

太陽時辰儀經度法。

- (1) G. M. T. Feb. 25th 25^h 16^m 48^{s.3} T. Alt. 19° 29' 2''
 Dec. 8° 59'.7 S E. T. 13^m 12^{s.0} - M. T.
 H. A. A. S. 20^h 1^m 49^{s.4} Long. 134° 34' 31'' E

航海術

- (2) G. M. T. May. 30th 17^h 6^m 14^{s.0} T. Alt. 13° 38' 33''
 Dec. 21° 46'.1 N E. T. 2^m 4^{s.0} + M. T.
 H. A. A. S. 18^h 28^m 42^{s.4} Long. 160° 2' 57'' W
- (3) G. M. T. Oct. 31th 9^h 6^m 29^{s.0} T. Alt. 45° 49' 42''
 Dec. 13° 59'.7 S E. T. 16^m 18^{s.5} + M. T.
 H. A. A. S. 21^h 6^m 23^{s.3} Long. 4° 6' 3'' W
- (4) G. M. T. Aug. 15th 6^h 37^m 4^{s.4} T. Alt. 21° 13' 15''
 Dec. 14° 12'.8 N E. T. 4^m 27^{s.5} - M. T.
 H. A. A. S. 4^h 55^m 11^{s.4} Lon. 155° 38' 37'' E
- (5) G. M. T. Jan. 10th 21^h 57^m 51^{s.6} T. Alt. 40° 11' 31''
 Dec. 21° 55'.8 S E. T. 7^m 44^{s.3} - M. T.
 E'ly. H. A. A. S. 3^h 3^m 40^{s.3} Long. 166° 33' 6'' E
- (6) G. M. T. Mar. 22nd 20^h 10^m 20^{s.2} T. Alt. 18° 48' 56''
 Dec. 0° 40'.5 N E. T. 6^m 59^{s.5} - M. T.
 H. A. A. S. 4^h 17^m 23^{s.6} Long. 56° 29' 18'' W
- (7) D. R. Lat at Sight. 4° 44' 42'' N D. R. Long at Sight. 105° 49' 6'' E
 G. M. T. Mar. 3rd 1^h 9^m 35^{s.0} T. Alt. 29° 14' 42''
 Dec. 7° 4'.7 S E. T. 12^m 15^{s.7} - M. T.
 H. A. A. S. 20^h 1^m 8^{s.3} Long. 105° 57' 15'' E

恒星時辰儀經度法

- (8) G. M. T. Oct. 18th 10^h 33^m 8^{s.0} R. A. M. S. 13^h 45^m 35^{s.1}
 H. A. * 3^h 2^m 54^{s.87} S. M. T. Oct. 13th 21^h 4^m 28^{s.6}
 Long. 157° 50' 9'' E

第九章 經度算法

- (9) G. M. T. *June*. 7th 14^h 57^m 24^s R. A. M. S. 5^h 1^m 56^s.8
 H. A. * 5^h 3^m 22^s S. M. T. *June*. 8th 2^h 13^m 40^s.9
 Long. 169° 4' 13'' E
- (10) G. M. T. *Jan.* 11th 19^h 5^m 4^s.3 R. A. M. S. 19^h 23^m 4^s.1
 H. A. * 4^h 54^m 45^s.8 S. M. T. *Jan.* 12th 4^h 13^m 33^s.0
 Long. 137° 7' 11'' E
- (11) G. M. T. *Dec.* 1st 9^h 13^m 11^s.9 R. A. M. S. 16^h 46^m 43^s.5
 H. A. * 20^h 35^m 15^s.6 S. M. T. *Dec.* 3rd 1^h 52^m 57^s.1
 Long. 110° 3' 42'' W
- (12) G. M. T. *Apr.* 17th 1^h 30^m 0^s R. A. M. S. 1^h 38^m 39^s.9
 H. A. * 22^h 45^m 24^s.6 S. M. T. *Apr.* 17th 1^h 31^m 34^s.1
 Long. 0° 23' 31'' E
- (13) G. M. T. *June*. 8th 19^h 33^m 41^s.5 R. A. M. S. 5^h 6^m 38^s.7
 H. A. * 19^h 34^m 15^s.1 S. M. T. *June*. 9th 3^h 7^m 25^s.8
 Long. 113° 26' 5'' E

惑星及太陰時辰儀經度法

- (14) G. M. T. *Nov.* 2nd 21^h 1^m 30^s R. A. M. S. 14^h 46^m 26^s.8
 R. A. (Mars) 13^h 25^m 48 S Dec. (Mars) 8° 15'.5 S
 T. Alt. 15° 11' 12'' H. A. (Mars) 19^h 48^m 41^s.2
 S. M. T. *Nov.* 3rd 6^h 28^m 2^s.4 Long. 141° 38' 6'' E
- (15) G. M. T. *Apr.* 6th 5^h 51^m 12^s R. A. M. S. 0^h 56^m 0^s.7
 R. A. Saturn. 14^h 44^m 49^s Dec. Saturn. 13° 12'.2 S
 T. Alt. 45° 28' 29'' H. A. Saturn. 1^h 30^m 23^s.1

航海術

- S. M. T. *Apr.* 6th 3^h 19^m 11^s.4 Long. 38° 0' 6'' W
- (16) G. M. T. *Dec.* 30th 1^h 12^m 8^s R. A. M. S. 18^h 32^m 4^s.8
 R. A. ☾ 6^h 42^m 56^s Dec. ☾ 21° 59'.8 N
 S. D. 14' 55'.7 H. P. 54' 25''
 T. Alt. 10° 33' 21'' H. A. ☾ 17^h 18^m 46^s.5
 S. M. T. *Dec.* 30th 17^h 29^m 1^s.7 Long. 169° 13' 26'' E
- (17) G. M. T. *June*. 6th 12^h 25^m 5^s R. A. M. S. 4^h 57^m 35^s.3
 R. A. ☾ 16^h 35^m 11^s.5 Dec. ☾ 17° 43'.4 S
 S. D. 16' 42''.2 H. P. 60' 32''.9
 T. Alt. 32° 20' 32'' H. A. ☾ 4^h 9^m 57^s.6
 S. M. T. *June*. 6th 3^h 47^m 33^s.8 Long. 190° 22' 48'' W

【6】 高度方位計算表 (新高度方位角表第十三表)ニ依リ
 時辰儀經度法ヲ行フ法

高度方位計算表ヲ構成セル原式。

$$\text{Hav}(90^\circ - a) = \text{Hav}(l \pm d) + \text{Hav} \theta$$

$$\text{Log.} \frac{1}{\text{Hav} \theta} = \text{Log.} \frac{1}{\text{Hav} h} + \text{Log. Sec } d + \text{Log. Sec } l$$

ヲ變化セバ

$$\text{Hav } a - \text{Hav}(l \pm d) = \text{Hav} \theta$$

$$\text{Log.} \frac{1}{\text{Hav} \theta} - (\text{Log. Sec } l + \text{Log. Sec } d) = \text{Log.} \frac{1}{\text{Hav} h}$$

高₇
高₆
高₅

高₄
高₃
高₂
高₁

故ニ高度方位計算表ヲ使用シテ時角ヲ求メ得ルコト明

ナリ。

算 則

- (1) 時辰儀示時ニ依リ綠威平時ヲ求ム。
- (2) 綠威平時ニ對スル。太陽觀測ナレバ赤緯及時差率ヲ求メ。他ノ天體ナラバ平太陽赤經、竝其赤經及赤緯ヲ求ム。
- (3) 測高度ヲ眞高度ニ改ム。
- (4) 眞高度 a ニ相當スル數ヲ、高₇ノ欄ヨリ。緯度ト赤緯トノ和或ハ差ニ相當スル數ヲ、高₆ノ欄ヨリ探リ。高₇ノ値ヨリ高₆ノ値ヲ減ジ、高₈トナス。
緯度ト赤緯トガ同名ナラバ差「-」
緯度ト赤緯トガ異名ナラバ和「+」
- (5) (4) ニ於テ求メタル差ト同數ヲ、高₅ノ欄ニ求メ、之ト同一ノ橫列ニテ直ニ高₄ノ數ヲ取ルベシ。
- (6) 緯度 l ニ相當スル數ヲ、高₃ノ欄ヨリ。赤緯 d ニ相當スル數ヲ、高₂ノ欄ヨリ探リ。兩者ノ和ヲ、高₄ノ數ヨリ減ジ、其差ヲ求ム。
- (7) (6) ノ差ト同一數ヲ、高ノ欄ニ (上段ノ度、左側ノ分) 求ムレバ度數ニテ表ハサレタル時角ヲ得ベシ。之ヲ時辰ニ改ム。
- (8) 天體ガ子午線ノ東方 (太陽ナラバ午前) アル場合ノ觀測ニ於テハ 求メタル時角ハ東方時角ナルヲ以テ世

四時ヨリ減ジ、西方時角ニ改ム。以下一般ノ場合ニ同ジキタメ説明ヲ省略ス。

例題 1. 八月十九日午前八時三十分頃、北緯十七度五十一分三十秒、東經四十度三十分ノ推測地點ニ於テ、時辰儀五時四十分十二秒ヲ指ス時、太陽ノ下邊高度ヲ三十七度五十九分ニ測ル、六分儀器差ナシ。眼高四十一呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遅クルルコト七分十三秒ナリ。觀測時ノ經度如何。

解 G. D. ヲ求ム。

G. M. T. ヲ求ム。

S. T. Aug. 19th 8h 30m 0^s
L. in T. 2 42 0 (-
G.D. Aug 19th 5h 48m 0

C. T. Aug. 19th 5h 40m 12^s
C. E. 7 13 (+
G.M.T. Aug. 19th 5h 47m 25^s

Dec. ヲ求ム。

E. T. ヲ求ム。

12° 57'.0 N Diff. 3m 38^s.4 - M. T. Diff.
Cor. .2 (+ 1'.7
12° 57'.2 N Cor. 0'.2

Cor. .1 (+ 1.1
8m 38^s.5 - M. T. Cor. 0^s.1

T. Alt. ヲ求ム。

Obs. Alt. ⊙ 37° 59' 0"
Cor. 8 35 (+
38° 7' 35"
Add. Cor. 11 (-
T. Alt. ⊙ 38° 7' 24"

第九章 經度算法

H. A. を求ム。

<i>a</i>	38° 7' 24''	高 ₇	19132	
<i>l - d</i>	4° 54' 18''	高 ₆	183	(-
		高 ₅	18949	.....高 ₄ 72243
<i>l</i>	17° 51' 30'' N	.....高 ₃	2145 +	} 3264 (-
<i>d</i>	12° 57' 12'' N	.....高 ₂	1119 +	
<i>h</i>	5° 44' 30''	.....高 ₁	68979	
E'ly. H.A.	3 ^h 34 ^m 58 ^s			
	24			
H.A.A.S.	20 ^h 25 ^m 2 ^s			

Long. を求ム。

H. A. A. S.	20 ^h 25 ^m 2 ^s
	12
S. A. T. Aug. 19 th	8 ^h 25 ^m 2 ^s
E. T.	3 38 ^s .5 (+)
S. M. T. Aug. 19 th	8 ^h 28 ^m 40 ^s .5
G. M. T. Aug. 19 th	5 ^h 47 ^m 25.0 (+)
L. in T.	2 ^h 41 ^m 15 ^s .5
Long.	40° 18' 53'' E

例題 2. 九月二日午前四時頃、推測北緯十度五十分、東經六十度二分ノ地ニ於テ、時辰儀零時二分二十五秒ヲ示ストキ、子午線ノ西方ニ在ル太陰ノ下邊高度ヲ十四度二十分三十秒ニ測ル。器差三十秒負、眼高十五呎ナリ。此時辰儀ハ觀測時ニ於テ綠威平時ニ遲速ナシ。觀測時ノ經度如何。

航海術

解 G. D. を求ム。

G. M. T. を求ム。

S. T. Sept. 2 nd	4 ^h 0 ^m 0 ^s	G. M. T. Sept. 2 nd	0 ^h 2 ^m 2 ^s
L. in T.	4 0 8		
D. D. Sept. 1 st	23 ^h 59 ^m 52 ^s		

R. A. M. S. を求ム。

Q's R. A. を求ム。

Q's Dec. を求ム。

	10 ^h 42 ^m 29 ^s .8	22 ^h 1 ^m 39 ^s	Diff. 14° 16' 4" S	Diff.
Accel for. 2 ^m	0.3	Cor. 6.5	297 ^s	.4
" 25 ^s	.1	22 ^h 1 ^m 45 ^s .5	14° 16' 0" S	Cor. 20'.2
	10 ^h 42 ^m 30 ^s .2		6 ^s .5	0'.4

T. Alt. を求ム。

Q's S. D. を求ム。

Q's H. P. を求ム。

Obs. Alt. (14° 20' 30''	16' 34''	V h 0''.1	60' 42''	V/h 0''.5
I. E. 30'' (-	Cor. 0	.03	Cor. 0	.03
14° 20' 0''	16' 34''	.003	60' 42''	.015
Dip. 3 49'' (-	Aug. 4''.4		Ret 0.5 (-	
App. alt (14° 16' 11''	16' 38''.4		60' 41.5	
S. D. 16' 38'' (+				
App. alt (14° 32' 49''				
Cor. 54' 28''				
" 0				
" 40''				
T. Alt (15° 27' 57''				

H. A. を求ム。

<i>a</i>	15° 27' 57''	高 ₇	86666	
<i>l + d</i>	25° 6'	高 ₆	4722	(-
		高 ₅	31944	.....高 ₄ 49558
<i>l</i>	10° 50' N	.....高 ₃	781 +	} 2141
<i>d</i>	14° 16' S	.....高 ₂	1360 +	
<i>h</i>	70° 48'	.....高 ₁	47417	(-
or	4 ^h 43 ^m 12 ^s			

Long. を求ム。

H. A (	4 ^h 43 ^m 12 ^s
R. A (	22 1 45.5
R. A. Mer.	26 ^h 44 ^m 57 ^s .5
R. A. M. S.	10 42 30.2
H. A. M. S.	16 ^h 2 ^m 27 ^s .3
	12
S. M. T. Sept. 2 nd	4 ^h 2 ^m 27 ^s .3
G. M. T. Sept. 2 nd	0 2 25.0
L. in T.	4 ^h 0 ^m 2 ^s .3 E
Long.	60° 0' 35" E

第二節 等高度經度法

Longitude by Equal Altitude.

天體ノ子午線正中前後ニ於テ等高度ヲ有スル時ノ時辰儀示時(違差ヲ加減セルモノ)ノ平均値ト、該天體ノ子午線正中平時トノ差ニ依リ、本地ノ經度ヲ求ムルコトヲ得ベシ。之レヲ**等高度經度法**ト云フ。

【7】 測者ノ位置及ビ天體ノ赤緯ガ變化セザル場合

天體ガ子午線正中前後ニ於テ、等高度ヲ有セシ時ノ時辰儀示時(違差ヲ加減セルモノ)ヲ T_1 及 T_2 トセバ、該天體ノ子午線正中時ハ、此時辰儀ガ $\frac{T_1 + T_2}{2}$ ヲ指示スル時ナリ。換言スレバ $\frac{T_1 + T_2}{2}$ ハ該天體ノ子午線正中時ノ綠威平時 G. M. T ナリ。故ニ天體ノ子午線正中平時ヲ算シ。之ト綠威平時トノ差ヲ求メ經度時 L. in T トナシ。

之ヲ弧度ニ改ムレバ天體正中時ニ於ケル本地ノ經度ヲ得ベシ。

太陽ノ場合ニ於テハ綠威平時 $(\frac{T_1 + T_2}{2})$ ニ對スル時差率 E. T. ヲ求メ、此時差率ヲ綠威平時ニ加減シテ綠威視時ヲ求メ、之ト本地ノ十二時(視正午)ノ差ヲ弧度ニ改メテ所要ノ經度ヲ算出スルコトヲ得ベシ。

【8】 測者ノ位置及天體ノ赤緯ガ變化スル場合

測者ガ移動或ハ天體ノ赤緯ガ變化スル場合ニハ、天體ガ子午線正中前後ニ於テ等高度ヲ有スル時ノ時辰儀示時ノ平均値 $\frac{T_1 + T_2}{2}$ ハ天體ノ子午線中時ノ綠威平時ニ非ズシテ、天體ガ最高高度 Maximum Altitude ニ達シタル時ナリ。

今天體ノ等高度ヲ、其子午線正中前後各三十分乃至四十分以内ニ於テ測リタルモノトセバ、該天體ガ最高高度ニ達シタル時綠威平時即チ $\frac{T_1 + T_2}{2}$ ト正中時ニ於ケル綠威平時トノ間隙ハ(第八章第一節第三項參照)

$$H^s = 15.28 y (1 \pm \frac{2x}{900}) (\tan l \pm \tan d)$$

x …… 船ノ毎時ノ變經(分)

y …… 船ノ毎時ノ變緯(分)ト赤緯ノ毎時ノ變化量(分)ノ代數和。

$$\tan l \pm \tan d \begin{cases} \text{「+」 } l \text{ ト } d \text{ トガ異名ノ時} \\ \text{「-」 } l \text{ ト } d \text{ トガ同名ノ時} \end{cases}$$

$$(1 \pm \frac{2x}{900}) \dots \begin{cases} \text{「+」} \dots \dots \dots \text{變經西ナル時} \\ \text{「-」} \dots \dots \dots \text{變經東ナル時} \end{cases}$$

ナル公式ニ依リ求メ得ベシ。

故ニ $\frac{T_1 + T_2}{2} \pm H$ ハ該天體ガ子午線ニ正中セル時ノ綠威平時ナルヲ以テ、之ト天體ノ正中平時トノ差ニ依リ、該天體正中時ニ於ケル本地ノ經度ヲ求メ得ルコト明ナリ。

又太陽ノ場合ニ於テハ $\frac{T_1 + T_2}{2} \pm H$ ニ對スル時差率ヲ求メ $\frac{T_1 + T_2}{2} \pm H$ ニ加減シ、之ト本地視正午即チ 12^hトノ差ヲ弧度ニ改メテ所要ノ經度ヲ求ムルコトヲ得ベシ。

【9】 等高度經度法ヲ行フ時ノ注意

- (1) 兩觀測共同一六分儀ヲ以テ同一人ニテ同一眼高ニ於テ行フベシ。
- (2) 天體ノ高度ガ充分急速ナル變化ヲナシ、時間ノ變化ニ對シ高度ノ變化ガ認メラル、場合ニ觀測スルヲ要ス。即チ子午線ヨリ方位ガ二十度以内ニナラザル時ニ觀測ヲ行ヘバ要件ニ適ス。
- (3) 兩觀測間ノ經過時ガ短時ナルトキハ、氣差及眼高差ヲ同一値ト見做シ得ルヲ以テ、正確ナル等高度ヲ得ベシ。是レ正確ナル測高度相等シキ時ハ其眞高度相等シキヲ以テナリ。
- (4) 低緯度ニ於テハ高緯度ニ於ケルヨリ正確ナル經度ヲ得ベシ。

【10】 等高度經度法算法

算則

- (1) 眞針路ト毎時ノ速カトニ依リ一時間ノ變緯及變經ヲ求ム。
- (2) 等高度ニ於ケル時辰儀示時ノ和ノ二分一ニ依リ天體ノ最高高度ニ於ケル綠威平時ヲ求ム。
- (3) 太陽觀測ナラバ此綠威平時ニ對スル赤緯及時差率ヲ求メ。他ノ天體觀測ナラバ平均太陽赤經及其天體ノ赤經、赤緯ヲ求ム。
- (4) 一時間ノ變緯ニ、赤緯ノ毎時ノ變化量 ($V/1^h$) ヲ加減シテ y 値ヲ求ム ($V/1^h$ ハ分單位トス)。
 - D. Lat + $V/1^h$ …………… 船ト天體ノ地位トガ互ニ接近スル場合。
 - D. Lat ~ $V/1^h$ …………… 船ト天體ノ地位トガ互ニ隔離スル場合。
- (5) $y(1 \pm \frac{2x}{900})$ ノ値ヲ計算ニ依リ求ム。
 - $y(1 + \frac{2x}{900})$ …………… 變經西ナル時。
 - $y(1 - \frac{2x}{900})$ …………… 變經東ナル時。
- (6) $15.28 \tan l$ 及 $15.28 \tan d$ ノ値ヲ第八章第一節第三項ニ記載セル表ヨリ求メ、緯度ト赤緯ガ同名ナル時ハ差、異名ナルトキハ和ヲ求メ。之ヲ (5) ニ於テ算シタル値ニ乘ジテ最高々度ト正中時ノ間隙 H (秒) ヲ求ム。

第九章 經度算法

(7) 天體ノ方位ニ航スル時ハ $\frac{T_1 + T_2}{2} - H$ ヲ求メ、天體ノ反方位ニ航スル時ハ $\frac{T_1 + T_2}{2} + H$ ヲ求メテ天體ノ子午線正中時ニ於ケル綠威平時トナス。

(8) 太陽觀測ノ場合。

太陽ノ子午線正中時ニ於ケル綠威平時 $\frac{T_1 + T_2}{2} \pm H$ ニ時差率ヲ加減シ、之ト本地ノ視正午即チ 12^hトノ差ヲ弧度ニ改メテ經度トナス。

其他ノ天體觀測ノ場合。

該天體ノ子午線正中平時ヲ求メ、其時ノ綠威平時 $\frac{T_1 + T_2}{2} \pm H$ トノ差ヲ取り、之ヲ弧度ニ改メテ經度トナス。

(註) H^s ガ大ナルトキハ $\frac{T_1 + T_2}{2} \pm H$ ニ對スル時差率及赤經ヲ求ムベシ。

例題 1. 三月二日正午推測北緯二度十分、東經七十一度十五分ノ地ニ於テ太陽ノ等高度ヲ測リ下記ノ如キ時辰儀示時ヲ得タリ。本船眞針路北三十五度西、毎時ノ速力十八浬ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ進ムコト十六秒ナリ本船正午ノ經度如何。

T ₁	6 ^h	58 ^m	53 ^s
T ₂	7 ^h	54 ^m	57 ^s

解 G. Dヲ求ム。本船一時間ノ D. Lat及 D. Longヲ求ム。

S. T. Mar. 2 nd 12 ^h 0 ^m 0 ^s	T. Co N 35° W Dist 18'	D. Lat.	Dep.
L. T. 4 45 0		14'.7 N	10'.3 W
G. D. 2 nd 7 15 ^m 0			D. Long. 10'.3 W

航海術

天體ガ最高高度ニ達スル時ノ

G. M. Tヲ求ム。

T ₁	6 ^h	58 ^m	53 ^s
T ₂	7 ^h	54 ^m	57 ^s
		2)14	53 50
$\frac{T_1 + T_2}{2}$	7 ^h	26 ^m	55 ^s
C. E.....			16 ^s
G. M. T. Mar. 2 nd	7 ^h	26 ^m	39 ^s

Dec.ヲ求ム。

E. Tヲ求ム。

7° 21'.1 S	Diff.	12 ^m 24 ^s .5 - M. T.	Diff.
.5 +	1.9	.3 +	1.0
<u>7° 21'.6 S</u>	Cor.	<u>12^m 24^s.8 - M. T.</u>	0.3
	0.52		

15.28. Tan l + 15.28. Tan d ヲ求ム。

15.28. Tan 2° 10'	.....	0.6
15.28. Tan 7° 21'.6	.....	<u>2.0</u>
		2.6

y ヲ求ム。

13.8 (1 + $\frac{2x}{900}$)ヲ求ム。

D. Lat.....	14'.7 N	D. Long.....	10.3	900)20.60(0.022
V/1 ^h	0.9 (-			
	<u>13.8</u>		$\frac{2}{276} \times$	$\frac{1800}{2600}$
		2x.....	20.6	$\frac{1800}{800}$
			13.8	
			$\frac{1.02}{276} \times$	
			<u>13.8</u>	
			14.07 6	

航海術

H^aヲ求ム。 正中時ノ G. A. Tヲ求ム。

14.1	G. M. T. at Max. Alt. Mar. 2 nd 7 ^h 26 ^m 39 ^s
2.6	H ^a 36 ^s .7 (+)
84.6	G. M. T. at Mer. pass. Mar. 2 nd 7 ^h 27 ^m 15 ^s .7
282	E. T. 12 24.8 (-)
36 ^s .66	G. A. T. at Mer. pass. Mar. 2 nd 7 ^h 14 ^m 50 ^s .9

Longヲ求ム。

S. A. T. Mar. 2 nd 12 ^h 0 ^m 0 ^s
G. A. T. Mar. 2 nd 7 14 50.9 (-)
L. in T. 4 ^h 45 ^m 9 ^s .1 E

Long. 71° 17' 17" E

例題 2. 四月二十七日午後八時十分頃、推測北緯十九度二十三分、西經七度二十分ノ地ニ於テ、恒星 α Leonis (Regulus) ノ等高度ヲ測リ。下記ノ如キ時辰儀示時ヲ得タリ。本船眞針路南六十二度東毎時ノ速力十五浬ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ進ムコト十八秒ナリ。

T₁ 7^h 51^m 18^s

T₂ 8^h 35^m 18^s

解 G. Dヲ求ム。 本船一時間ノ D. Lat 及 Depヲ求ム。

S. T. Apr. 27 th 20 ^h 10 ^m 0 ^s	D. Lat.	Dep.
L. T. 0 29 20 (+)	T. Co. S 62° E	13'.2 E
G. D. Apr. 27 th 20 ^h 39 ^m 0 ^s	Dist. 15	7'.0 S
		D. Long
		<u>14.0 E</u>

航海術

天體ガ最高高度ニ達スル時ノ

G. M. T.ヲ求ム。

T ₁	7 ^h 51 ^m 18 ^s
T ₂	8 ^h 35 ^m 18 ^s
	2) 16 26 ^m 36 ^s
T ₁ + T ₂	8 ^h 13 ^m 18 ^s
C. E.	18 ^s (-)
	8 ^h 13 ^m 00 ^s
	12 (+)
G. M. T. Apr. 27 th	<u>20^h 13^m 00^s</u>

R. A. M. Sヲ求ム。

R. A.* 及 Dec.*ヲ求ム。

2 ^h 17 ^m 50 ^s .6	R. A.* 10 ^h 4 ^m 23 ^s .3
Accel or. 20 ^h 3 17.1	Dec.* 12° 20' 0" N
" 13 ^m 2.1	
2 ^h 21 ^m 9 ^s .8	

15.28. Tan l - 15.28 Tan d ヲ求ム。

15.28. Tan 19° 23'	..... 5.4
15.28. Tan 12° 20'	..... 3.3 (-)
	<u>2.1</u>

y ヲ求ム。

7.0 (1 - $\frac{2x}{900}$)ヲ求ム。

D. Lat..... 7.0 S	x..... 14.0	900) 2800 (0.031
V/1 ^h 0.0	2..... 28.0	2700
7.0	2x..... 28.0	1000
		1.0
		900
		0.03 (-)
		0.97
		7
		<u>6.79</u> (x)

H^aヲ求ム。 該恒星ノ正中時ノ G. M. Tヲ求ム。

2.1	G. M. T. at Max. Alt. 27 th 20 ^h 13 ^m 0 ^s
6.8	H ^a 14 ^s .3
16.8	G. M. T. at Mer. pass. 27 th 20 ^h 12 ^m 45 ^s .7
126	
14 ^s .28	

<p>正中時ヲ求ム。</p> <table style="border-collapse: collapse; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="text-align: right;">R. A. *</td> <td style="padding-left: 20px;">10^h 4^m 23^s.3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">R. A. M. S.</td> <td style="padding-left: 20px;">2^h 21^m 9^s.8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">H. A. M. S.</td> <td style="padding-left: 20px;">7^h 43^m 13^s.5</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding-left: 20px;">12</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; text-align: right;">S. M. T. 27th</td> <td style="padding-left: 20px; border-top: 1px solid black;">19^h 43^m 13^s.5</td> </tr> </table>	R. A. *	10 ^h 4 ^m 23 ^s .3	R. A. M. S.	2 ^h 21 ^m 9 ^s .8	H. A. M. S.	7 ^h 43 ^m 13 ^s .5		12	S. M. T. 27 th	19 ^h 43 ^m 13 ^s .5	<p>Longヲ求ム。</p> <table style="border-collapse: collapse; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="text-align: right;">G. M. T. Apr. 27th</td> <td style="padding-left: 20px;">20^h 12^m 45^s.7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">S. M. T. Apr. 27th</td> <td style="padding-left: 20px;">19^h 43^m 13^s.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">L. in T.</td> <td style="padding-left: 20px;">0 29 32.2W</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; text-align: right;">Long. 7^o</td> <td style="padding-left: 20px; border-top: 1px solid black;">23' 3" W</td> </tr> </table>	G. M. T. Apr. 27 th	20 ^h 12 ^m 45 ^s .7	S. M. T. Apr. 27 th	19 ^h 43 ^m 13 ^s .5	L. in T.	0 29 32.2W	Long. 7 ^o	23' 3" W
R. A. *	10 ^h 4 ^m 23 ^s .3																		
R. A. M. S.	2 ^h 21 ^m 9 ^s .8																		
H. A. M. S.	7 ^h 43 ^m 13 ^s .5																		
	12																		
S. M. T. 27 th	19 ^h 43 ^m 13 ^s .5																		
G. M. T. Apr. 27 th	20 ^h 12 ^m 45 ^s .7																		
S. M. T. Apr. 27 th	19 ^h 43 ^m 13 ^s .5																		
L. in T.	0 29 32.2W																		
Long. 7 ^o	23' 3" W																		

第十章 天體方位算法

To Find the Azimuth,

既知ノ要素ニ依リ、天體ノ眞方位ヲ算スル方法ニシテ、羅針儀ノ自差ヲ決定スル場合、及天體ニ依ル位置ノ線ヲ決定スル場合ニ用フ。

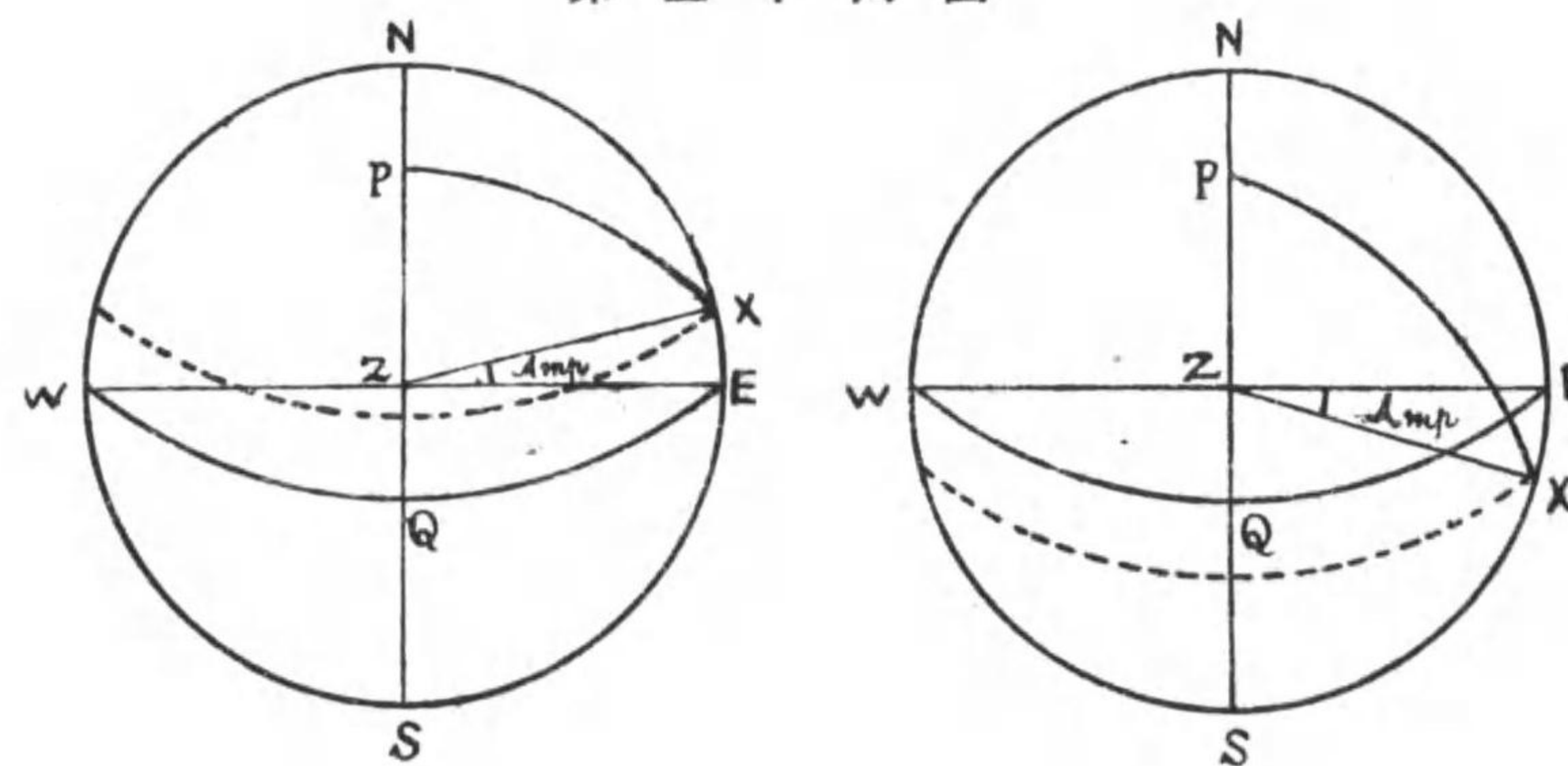
第一節 出沒方位法

Amplitude.

天體ノ中心ガ地平圈ニ懸レル時、該天體ノ眞方位ヲ算出スル方法ヲ出沒方位法ト云フ。

【1】公式ノ説明

第五十四圖



第五十四圖ニ於テ Pヲ極。Zヲ頂點。Xヲ地平圈上

ノ天體トセバ。天頂距 ZX ハ 90° ナルヲ以テ、位置ノ三
角形 P X Z ハ象限三角形ヲナス。納氏ノ旋轉法ニ依レバ

$$\sin(90 - PX) = \cos(90 - PZ) \cdot \cos PZX$$

$$\cos p = \sin l \cdot \cos A.$$

$$\therefore \cos A = \frac{\cos p}{\sin l} = \frac{\sin d}{\cos l}$$

出沒方位角 XZE ヲ Amp ニテ表セバ、

$$A = 90 \pm \text{Amp} \quad \text{ナリ。}$$

$$\therefore \sin \text{Amp} = \sec l \cdot \sin d.$$

上式ハ、天體出沒方位角ヲ求ムル所要ノ公式ナリ。

(1) 測者ガ赤道上ニ在ル場合。

$$l = 0 \quad \text{ナルヲ以テ} \quad \sec l = 1 \quad \text{ナリ。}$$

$$\therefore \sin \text{Amp} = \sin d$$

或ハ

$$\text{Amp} = d$$

即チ出沒ニ於ケル、綠威時ニ對スル赤緯ヲ求ムレバ、
之ヲ直チニ出沒方位トナスコトヲ得ベシ。

(2) 赤緯ガ零ナル場合。

$$d = 0 \quad \text{ナルヲ以テ} \quad \sin d = 0 \quad \text{ナリ。}$$

$$\therefore \sin \text{Amp} = 0$$

即チ、天體ハ正東ヨリ出デテ正西ニ沒スベシ。

【2】天體出沒方位角ヲ測ル時機

公式ニ依リ算出シタル、出沒時ニ於ケル天體ノ眞方位
ハ、天體ノ中心ガ地平圈ニ懸レル時ノ方位ナルヲ以テ、
之ト羅針方位ト比較シテ自差ヲ算出センニハ、天體ノ中

心ガ地平圈ニ懸レル時ニ其羅針方位ヲ測ラザルベカフズ。

然ルニ總テ天體ハ氣差ノタメニ、其眞位置ヨリ氣差ダ
ケ高く見エ。視差ノ爲メ（恒星ヲ除ク）其値ダケ低ク見
ユベシ。且ツ測者ハ眼高ヲ有スルタメ、天體ノ眞高度零
ナル時ハ、氣差ハ 29' ナルヲ以テ、天體ハ視地平上

$$29' - H.P + \text{Dip.}$$

ニ見ユベシ。

1 太陽ノ出沒方位角ヲ測ル場合

太陽ノ地平視差ハ 8.8'' ニシテ微小ナルヲ以テ、之ヲ零
ト見做シ、又太陽ガ地平圈上ニ在ル時、其垂直直徑ハ氣
差ノタメ約其半減少ス、即チ太陽ノ平均直徑ヲ 32' トセ
バ約 $(32 \times \frac{1}{2}) = 16$ だケ減少シテ見ユルヲ以テ、太陽ノ
視直徑ハ約 $(32' - 16) = 16$ ニシテ視半徑ハ 8' トナ
ルベシ。故ニ、太陽ノ中心ガ地平圈ニ懸レル時ハ、其下
邊ハ視水平上

$$29' - 13' + \text{Dip.}$$

ニ見ユベシ。今眼高ヲ十五呎（五米）トセバ、眼高差ハ
約 4' ニシテ、下邊ガ視地平ヨリ 20' 換言セバ略半徑ダケ
上リテ見ユベシ。即チ

第十章 天體方位算法

T. alt. ☉	0°	0'
S. D.		13
T. alt. ☉	0°	13' -
R.		29' +
App. alt. ☉	0°	16'
Dip.		4' +
Obs. alt. ☉	0°	20'

之レ太陽ノ出沒方位角ヲ測定スベキ時機ナリ。

2 星ノ出沒方位角

公式ニ依リ、恒星及惑星ノ出沒方位角ヲ算出スルコトヲ得ルモ、星ノ光度ハ微弱ナルタメ、太氣ニ吸收セラレ、其眞高度五度以上ニ達セザレバ認メルコト能ハザルヲ以テ。該天體ノ出沒時ニ於ケル羅針方位ヲ測定スルコト不可能ナリ。故ニ星ノ出沒方位角ニ依リ、自差ヲ算出スルコト能ハザルナリ。

3 太陰ノ出沒方位角

太陰ニ於テハ地平視差ハ氣差ヨリ遙ニ大ナルタメ、太陰ノ中心ガ地平圈ニ懸レル時ニハ、其上邊ガ視水平ニ略接ルス時ニシテ、之ヲ認メルコト能ハズ、而テ認メ得ル時ハ太陰ノ眞高度ハ數十分ニシテ出沒方位ヲ測ル時機ニ非ザルナリ。換言セバ、太陰ノ出沒方位角ニ依リ羅針儀自差ヲ算出スルコト能ハザルナリ。但シ航海年表掲記方位改正表ヲ使用セバ、此限リニ非ズ。(後節參照)

航海術

Obs. alt. ☉	0°	0'
Dip. (15 ft)		4' (-)
App. alt. ☉	- 0°	4'
R.		34' (-)
	- 0°	38'
Average. H. P.		57.5 (+)
T. alt. ☉	+ 0°	19.5
Average. S. D.		15.8 (-)
T. alt. ☉	+ 0°	3.7

【3】 太陽出沒方位角及自差算法

算則

A. 太陽出沒方位角算法

(1) 日出或ハ日沒時ノ本地ノ視時ヲ松本氏航海表第九表、(七頁至九頁) ヨリ求ム。

a 緯度ト赤緯ト同名ナル時。

上欄ニ於テ太陽ノ赤緯、左端ノ行ニ於テ緯度ヲ取り、日出ナラバ上欄“Ris”ノ行ニ於テ、之レ相當スル時間ヲ取り。日出時(視時)トス。日沒ナラバ上欄“Sett”ノ行ニ於テ、之ニ相當スル時間ヲ取り之ニ十二時ヲ加ヘ當日ノ日沒時(視時)トナス。

b. 緯度ト赤緯ガ異名ナル時。

上欄ニ於テ太陽ノ赤緯。左端ノ行ニ於テ緯度ヲ取り。日出ナラバ下欄“Ris”ノ行ニ於テ、之ニ相當スル時間ヲ取り、當日ノ日出時(視時)トス。日沒ナラバ下欄ノ

“Sett”行ニ於テ、之ニ相當スル時間ヲ取り、之ニ十二時ヲ加ヘ、當日ノ日没時（視時）トナス。

(註) 此時使用スル赤緯ハ年表ヨリ當日正子(綠威)ノモノヲ使用セバ可ナリ。

(2) 日出没ニ於ケル本地ノ視時ニ、經度時ヲ加減シ、綠威視時ヲ求メ、之ヲ綠威平時ト見做シテ、太陽赤緯ヲ求ム。

(3) 緯度ノ正割 Secant 對數、太陽赤緯ノ正弦 Sine. 對數ヲ加ヘ、其和ヲ出没方位角ノ正弦對數トシテ、之ヨリ出没眞方位ヲ求ム。

(4) 日出没方位角ノ命名法。

日出ナラバ方位ノ前ニ E 符ヲ配シ。日没ナラバ W 符ヲ配ス。

赤緯北ナラバ方位ノ後ニ N 符ヲ配シ、赤緯南ナラバ S 符ヲ配ス。

B. 自差算法

(1) 眞方位ノ下ニ羅針方位ヲ記シ。同名ナラバ差ヲ求メ。異名ナラバ和ヲ求メ。羅針儀違差（略記 C. E）トナス。

(2) 羅針儀違差ニ命名スルニハ測者ガ羅盤ノ中心ニ在リテ、羅針方位ニ面スルモノト考ヘ、眞方位ガ羅針方位ノ右ニ在ル時ハ E 符ヲ配シ。眞方位ガ羅針方位ノ左ニ在ル時ハ W 符ヲ配ス。

(3) 羅針違差ノ下ニ、偏差ノ符號ヲ反轉シテ記シ。

同名ナラバ、和ヲ求メテ、其名ヲ配シテ所要ノ自差トナス。

異名ナラバ、差ヲ求メテ大ナル方ノ符ヲ配シテ所要ノ自差トナス。

(注意) 松本氏航海表第十表(十頁至十三頁)ヨリ出没時ニ於ケル本地ノ視時ヲ求メントセバ、

a) 緯度ト赤緯ガ同名ナル時。

緯度ト赤緯トニ相當スル “Time Amp” ト記シアル行ヨリ時間ヲ取り。

日出ナラバ、是ヲ六時ヨリ減ジ。當日ノ日附ヲ配シ所要ノ日出時トナス。

日没ナラバ、是ニ十八時ヲ加ヘ、當日ノ日附ヲ配シテ、所要ノ日没時トナス。

(b) 緯度ト赤緯ガ異名ナル時。

緯度ト赤緯トニ相當スル “Time Amp” ト記シアル行ヨリ時間ヲ取り。

日出ナラバ、是ニ六時ヲ加ヘ、當日ノ日附ヲ配シテ、所要ノ日出時トナス。

日没ナラバ、是ヲ十八時ヨリ減ジ、當時ノ日附ヲ配シテ所要ノ日没時トナス。

例題 1. 六月九日北緯十度五十二分、西經二十七度九分ノ地ニ於テ、日出ノ羅針方位ヲ東微北二分ノ一北ニ測ル、偏差八度二十分西ナルトキハ、當時ノ船首方位ニ於ケル羅針儀自差如何。

解 G. A. T. ヲ求ム。

Dec ヲ求ム。

S. A. T. June. 9 th	5 ^h 48 ^m 0 ^s	22° 54'.1 N	Diff.
L. in T.	1 ^h 48 ^m 36 ^s	Cor. .1	0'.5
G. A. T. June. 9 th	<u>7^h 31^m 36^s</u>	<u>22° 54'.0 N</u>	Cor. <u>0'.12</u>

第十章 天體方位算法

l	$10^{\circ} 52' 0'' N$	Sec.	10.007858
d	$22^{\circ} 54' 0'' N$	Sin.	9.590088
Amp.	<u>$E 23^{\circ} 20' 33'' N$</u>	Sin.	9.597946

Dev ヲ求ム。

T. Amp.	$E 23^{\circ} 20' 33'' N$
C. Amp.	$E 16^{\circ} 52' 30'' N$
C. E.	$6^{\circ} 28' 3'' W$
Var.	$8^{\circ} 20' 0'' E (W)$
Dev.	<u>$1^{\circ} 51' 57'' E$</u>

出沒眞方位 $E 23^{\circ} 20' 33'' N$
 自 差 $1^{\circ} 51' 57'' E$

例題 2. 六月二十日南緯三十八度二十五分、東經百三十七度十二分ノ地ニ於テ、日没ノ羅針方位ヲ北六十四度四十一分西ニ測リタリ、偏差四度三十五分西ナルトキ當時ノ船首方向ニ對スル羅針儀自差如何。

解 G. A. T ヲ求ム。 Dec ヲ求ム。

S. A. T. June. 20 th 16 ^h 40 ^m 0 ^s	$23^{\circ} 26.3 N$	Diff.	0
L. in T. 9 8 48		Cor.	0
G. A. T. June. 20 th <u>7^h 31^m 12^s</u>			

l	$38^{\circ} 25' 0'' S$	Sec.	10.105954
d	$23^{\circ} 26' 18'' N$	Sin.	9.599623
Amp.	<u>$W 30^{\circ} 30' 30'' N$</u>	Sin.	9.705577

航海術

Dev ヲ求ム。

T. Amp.	$W 30^{\circ} 30' 30'' N$
C. Amp.	$W 25^{\circ} 19' 0'' N$ (-)
C. E.	$5^{\circ} 11' 30'' E$
Var.	$4^{\circ} 35' 0'' E (W)$
Dev.	<u>$9^{\circ} 46' 30'' E$</u>

出沒眞方位 $W 30^{\circ} 30' 30'' N$
 自 差 $9^{\circ} 46' 30'' E$

例題 3. 九月二十四日、東經百七十一度ノ赤道上ニ於テ日没ノ羅針方位ヲ西ニ測リタリ。偏差十度三十分東ナルトキハ當時ノ船首方位ニ於ケル羅針儀自差如何。

解 G. A. T ヲ求ム。 Dec ヲ求ム。

S. A. T. Sept. 24 th 18 ^h 0 ^m 0 ^s	$0^{\circ} 15.9 S$	Diff.	1.6
L. in T. 11 24 12	Cor. $0.6 (+)$	Cor.	0.57
G. A. T. Sept. 24 th 6 ^h 35 ^m 48 ^s	<u>$0^{\circ} 16.5 S$</u>		

T. Amp.	$W 0^{\circ} 16' 30'' S$
C. Amp.	$W 0^{\circ} 0' 0'' S$
C. E.	$0^{\circ} 16' 30'' W$
Var.	$10^{\circ} 30' 0'' W (E)$
Dev.	<u>$10^{\circ} 46' 30'' W$</u>

出沒眞方位 $W 0^{\circ} 16' 30'' S$
 自 差 $10^{\circ} 46' 30'' W$

問題

(1) 五月二十七日南緯八度三十一分三十秒、東經九十

六度四十七分ノ地ニ於ケル日出ノ羅針方位ヲ東四分三北ニ測ル。偏差二度三十分東ナルトキハ、當時ノ船首方位ニ於ケル羅針自差如何。

(2) 九月二日南緯三十四度五十七分、東經百四十度三十分ノ地ニ於ケル日出ノ羅針方位ヲ東二分ノ一北ニ測ル。偏差三度三十六分東ナルトキハ當時ノ船首方位ニ對スル羅針自差如何。

(3) 十月十八日北緯三十三度六分、東經百三十四度十八分ノ地ニアリテ、日没ノ羅針方位ヲ西ニ測リタリ、偏差四度五十分西ナルトキ、當時ノ船首方向ニ對スル羅針儀自差如何。

(4) 十一月二十三日北緯五十二度四十六分、西經四十九度四十五分ノ地ニ於ケル、日没ノ羅針方位ヲ南六十九度三十分西ニ測ル、偏差四十一度二十分西ナルトキ、當時ノ船首方位ニ對スル羅針自差如何。

(5) 三月十一日北緯二十五度十六分、東經百七十五度二十三分ノ地ニ於テ、船首北東ニ向ヘルトキ、日出ノ方位ヲ羅針儀ニテ測リタルニ南八十八度三十分東ヲ得タリ。偏差五度東ナルトキ、該船首方位ニ對スル自差如何。

(6) 九月二十七日北緯二十一度十八分、東經百五十度ノ地ニ於テ時辰儀二十六日ノ十九時四十一分四十秒ヲ示ス時、日出ノ羅針方位ヲ北七十度東ニ測ル、此時辰儀ハ綠威平時ニ遅クル、コト八分十秒ニシテ偏差十六度十三

分東ナルトキ、當時ノ船首方位ニ對スル羅針自差如何。

答

- | | | |
|-----|--|---------------------|
| (1) | G. A. T. <i>May</i> . 26 th 23 ^h 45 ^m 52 ^s | Dec. 21° 10.2 N |
| | T. Amp. E 21° 25' 5'' N | Dev. 15° 28' 50'' W |
| (2) | G. A. T. <i>Sept.</i> 1 st 21 ^h 1 ^m 0 ^s | Dec. 8° 14.6 N |
| | T. Amp. E 10° 4' 13'' N | Dev. 8° 2' 43'' W |
| (3) | G. A. T. <i>Oct.</i> 18 th 8 ^h 38 ^m 48 ^s | Dec. 9° 28.8 S |
| | T. Amp. W 11° 20' 19'' S | Dev. 6° 30' 19'' W |
| (4) | G. A. T. <i>Nov.</i> 23 rd 19 ^h 23 ^m 0 ^s | Dec. 20° 22.0 S |
| | T. Amp. W 35° 6' 47'' S | Dev. 26° 43' 18'' E |
| (5) | G. A. T. <i>Mar.</i> 10 th 18 ^h 25 ^m 28 ^s | Dec. 4° 5.2 S |
| | T. Amp. E 4° 31' 11'' S | Dev. 1° 58' 49'' W |
| (6) | G. M. T. <i>Sept.</i> 26 th 19 ^h 49 ^m 50 ^s | Dec. 1° 16.1 S |
| | T. Amp. E 1° 21' 41'' S | Dev. 5° 8' 41'' E |

【4】松本氏航海表第十表ノ使用法(十頁至十一頁)

本表“Bearing Ampl”ト記シアル行ニハ、 $\sin \text{Ampl} = \text{Sec } L \cdot \sin d$ ナル公式ヲ使用シテ、緯度及赤緯ノ各一度毎ノ値ヲ用ヒ、緯度六十四度。赤緯二十三度四十五分迄ノ範圍ニ於テ計算シ、其値ヲ掲記ス。故ニ上欄ニ出沒時ニ於ケル太陽赤緯ヲ、左端ノ行ニ緯度ヲ當テ。“Bearing Ampl”ノ行ヨリ之ニ對スル數値ヲ探レバ、所要ノ日出沒方位ヲ求ムルコトヲ得ベシ。而テ方位角ノ命名法ハ前項

＝同ジ。

【5】航海年表天體出沒方位角表ノ使用法

本表モ松本氏航海表第十表ト同ジク。 Sin Amp = Sec *l*. Sin *d* ナル公式ヲ使用シテ、緯度及赤緯ノ每一度ノ値ヲ用ヒ、緯度六十五度。赤緯三十度マデノ範圍ニ於ケル、天體出沒方位角ヲ計算シ、之ヲ掲記ス。故ニ出沒時ニ於ケル該天體ノ赤緯ヲ上欄ニ、緯度ヲ左端ノ行ニ見出し、之ニ對スル數值ヲ求ムレバ所要ノ出沒方位角ヲ得ベシ。而テ其命名法ハ前項ニ同ジ。

例題 九月三十日北緯五十度三十分、東經百七十八度五十八分ノ地ニ在リテ、日沒ノ羅針方位ヲ西微南ニ測ル、偏差三度二十分東ナリトセバ、當時ノ船首ニ對スル自差如何。

解	G. A. Tヲ求ム。	Decヲ求ム。	
	S. A. T. Sept. 30 th 17 ^h 48 ^m 0 ^s	2° 36.1 S	Diff.
	L. T. 11 55 52	.1 (-)	1.9
	G. A. T. Sept. 30 th 5 ^h 52 ^m 8 ^s	2° 36.0 S	Cor.
			0.18

航海年表使用。		松本氏航海表使用。	
T. A.	W 4° 37.6 S	T. A.	W 4° 27.8 S
C. A.	W 11° 15.0 S	C. A.	W 11° 15.0 S
C. E.	7° 11.4 E	C. E.	7° 12.2 E
Var.	3° 20.0 W(E)	Var.	3 20.0 W(E)
Dev.	3° 51.4 E	Dev.	3° 52.2 E

【6】真方位表 (Red Book) ニ依ル出沒方位法

真方位表 (Red Book) ニハ、緯度ト赤緯トニ依リ太陽ノ出沒時及其真方位ヲ計算シ、其值ヲ各緯度ノ最後ノ頁ニ掲記ス。而テ本表ノ出沒方位ハ、北又ハ南即チ同名ノ極ヨリ東又ハ西へ百八十迄算スベキ方位ニシテ、各頁下欄ノ規則ニ從ヒ其符號ヲ配スベキノトス。

故ニ緯度ト太陽ノ赤緯トヲ知ルトキハ、其同名 (Same Name) ナルカ、異名 (Contrary Name) ナルカニ從ヒ、緯度ニ相當スル部ノ最後ノ頁ヲ開キ、赤緯ノ行ノ出沒方位角ヲ探リ之レニ下欄ノ規則ニ從ヒ符號ヲ配シテ所要ノ出沒方位角トナス。

例題 1. 九月三十日北緯五十度三十分、東經百七十八度五十八分ノ地ニ在リテ日沒ノ羅針方位ヲ西微南ニ測ル、偏差三度二十分東ナリトセバ、當時ノ船首ニ對スル自差如何。

解 Dec. 2° 30' 3 S (觀測時ト同日附ノ綠威平正子ノモノ)、ト Lat. 50° 30' N トニ依リ Red Book ヨリ求ムレバ、

T. A.	N 93° 55' W
C. A.	N 101° 15 W
C. E.	7° 20 E
Var.	3 20 W(E)
Dev.	4° 0 E

例題 2. 六月二日北緯十八度ノ地ニ於テ、太陽ノ日出ノ
羅針方位ヲ東北東ニ測ル、偏差十度十分西ナルトキ當
時ノ船首ノ方位ニ於ケル羅針自差加何。

解	Dec.	22° 57.5 N	}	T. A.	N 66° 48' E
	Lat.	18° 0 N		C. A.	N 67° 30' E
				C. E.	0° 42 W
				Var.	10° 10 E (W)
				Dev.	9° 28 E

【7】 出沒方位角ノ改正量

前數項ニ於テ求メタル、天體ノ出沒方位角ハ、天體ノ
中心ガ地平圈ニ懸リタル時、即チ天體ノ中心ガ視地平上

$$29' - H. P + dip.$$

ニ見ユル時ノ方位角ナルコトハ既ニ説明セリ。故ニ此眞
方位ト羅針方位ト比較シテ自差ヲ求メントセバ、該羅針
方位ハ天體ガ視地平上

$$29' - H. P + Dip.$$

ニ見ユル時ノ方位ナラザル可カラズ。然カラザル場合ハ
本項ニ於テ説明セントスル改正量ヲ眞方位ニ加減セザレ
バ自差ニ誤差ヲ生ズベシ、又改正量ヲ用フレバ太陰ノ如
ク其出沒時ニ於テ認ムルコト能ハザル天體ニ依リテ略出
沒時ニ於テ自差ヲ求ムルコトヲ得ベシ。

高度ノ誤差 da ノタメ生ズル方位角ノ誤差 dA ヲ求ムル
公式 (本章第六節參照)

$$dA = \frac{1}{\cos a \cdot \tan PXZ} da$$

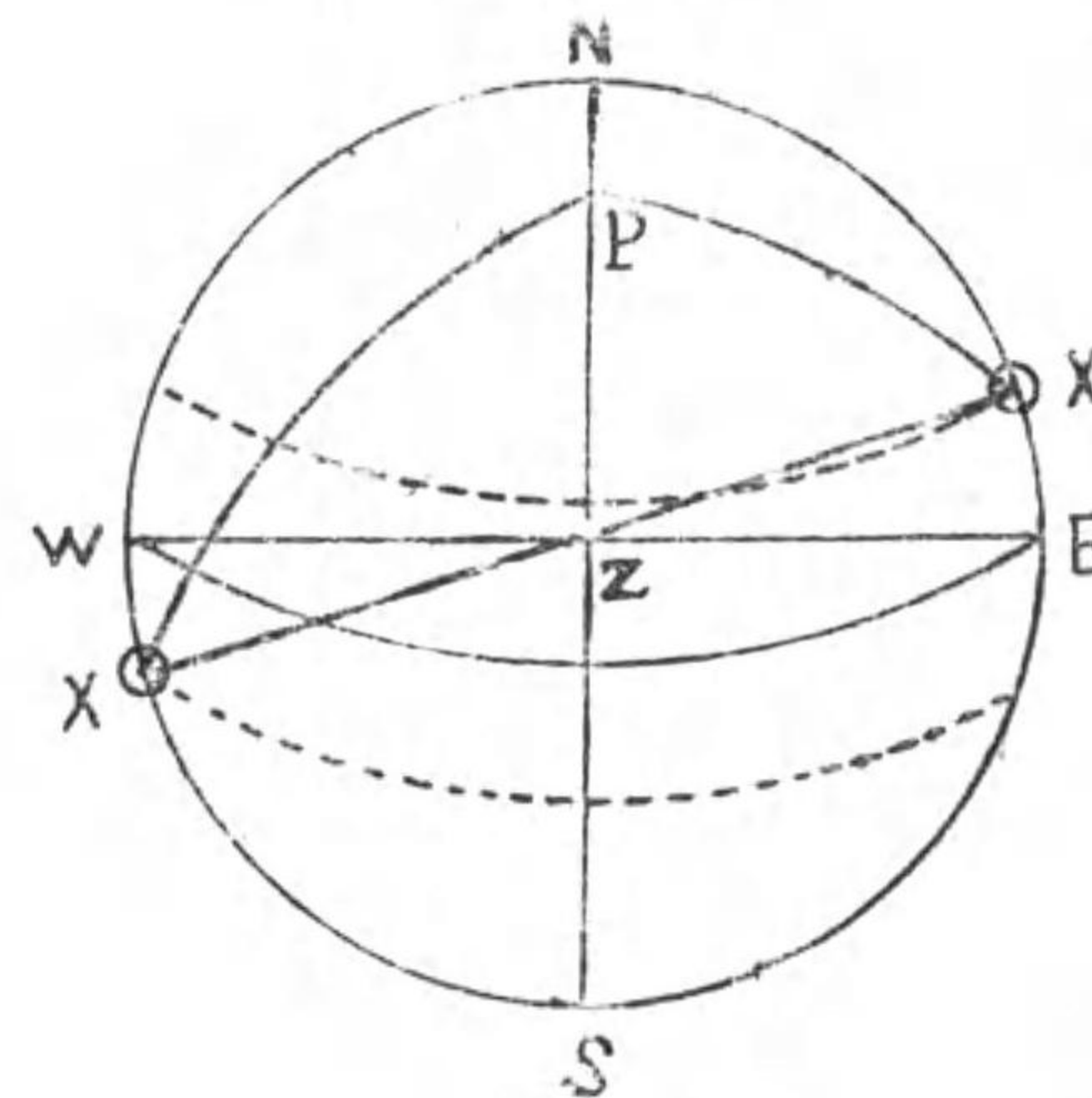
a 天體ノ高度。

PXZ 天體ノ位置角 Parallax Angle.

ニ於テ、今天體ノ高度 a ヲ零トセバ $\cos a = 1$ ナル
ヲ以テ、 $dA = da \cdot \cot PXZ$ (1)

第五十五圖ニ於テ、 X ヲ地平圈上ニアル天體トセバ
 $ZX = 90^\circ$ ナルヲ以テ、位置ノ三角形 PXZ ハ象限三角形

第五十五圖



ナリ、故ニ納氏ノ旋轉
ニ依レバ、

$$\sin PZX = \tan PXZ$$

$$\tan (90 - l)$$

$$= \tan PXZ \tan l$$

PZX ヲ A ニテ表ハ
シ、上式ヲ變化セバ

$$\cot PXZ = \tan l \cdot \operatorname{cosec} A$$

$$A = 90 \pm \text{Amp}$$

ナルヲ以テ、

$$\cot PXZ = \tan l \cdot \operatorname{Sec. Amp} \dots\dots\dots (2)$$

(2) 式ヲ (1) 式ニ代入セバ

$$dA = da \cdot \tan l \cdot \operatorname{Sec. Amp.} \dots\dots\dots (3)$$

上式ハ出沒時ニ於ケル眞方位ニ加減スベキ改正量ヲ求
ムル公式ニシテ、 da ハ觀測時ニ於ケル高度ナリ、而テ
 da ノ單位ヲ度トセバ、 dA ハ度ニテ其値ヲ得ベシ、

(1) 天體ノ中心ガ視地平ニ在ルガ如ク見ユル場合。

天體ノ中心ガ視地平ニ在ルガ如ク見ユル時ノ天體ノ眞高度(負)ハ $34' - H.P + Dip$ ナルヲ以テ

$$da (^\circ) = \frac{34' - H.P + Dip}{60} \quad \text{ナリ。}$$

故ニ (3) 式ハ

$$dA = \frac{34' - H.P + Dip}{60} \tan l. \text{ Sec. Amp} \dots\dots (A)$$

即チ斯ノ如キ位置ニ天體ガアル時ノ出沒方位角ヲ求ムルニハ (A) 式ノ値(度)ヲ、計算又ハ出沒方位角表ヨリ求メタル出沒眞方位ニ加減スベシ、但赤緯ト緯度ト同名ナラバ加へ、異名ナラバ減ズベキモノナリ。

(2) 太陽ノ下邊ガ視地平ニ接スルガ如ク見ユル場合。

太陽ノ下邊ガ視地平ニ接スルガ如ク見ユル時ノ太陽中心ハ $34' - 16' + Dip$ ダケ地平圏下ニ在ルヲ以テ、

$$da (^\circ) = \frac{34' - 16' + Dip}{60} \quad \text{ナリ。}$$

故ニ (3) 式ハ

$$dA = \frac{34' - 16' + Dip}{60} \tan l. \text{ Sec. Amp} \dots\dots (B)$$

ニシテ、此値ハ、公式ニ從ヒ計算又ハ出沒方位角表ヨリ求メタル出沒眞方位ニ、赤緯ト緯ガ同名ナラバ加へ。異名ナラバ減ズベキモノナリ。

今眼高ヲ十五呎 (五米) トシテ上式ノ値ヲ計算スレバ下表ノ如シ。

Lat. / Dip.	0°	10°	20°	30°	35°	40°	45°	50	55°	60°
0°	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8
10°	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9
20°	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.9	1.3
25°	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1.2	—

(3) 太陽ノ下邊ガ視地平ニ接スル如ク見ユル場合。

Obs. alt \angle	0°	0'.0
Dip (15 ⁿ)		4.0 (-)
App. alt. \angle	0°	4.0
Approx. R.		34.0 (-)
	0°	38'.0
Average Par.		57.5 (+)
T. alt. \angle	0°	19.5 (+)
Average S. D.		15.8 (+)
T. alt. \angle	0°	25.3 (+)

即チ太陽ノ下邊ガ視地平ニ接スル如ク見ユル時ハ、其中心ハ地平圏上 S. D + H. P - 34' - Dip. ダケ上昇セルヲ以テ

$$da (^\circ) = \frac{S. D + H. P - 34' - Dip}{60} \quad \text{ナリ。}$$

故ニ (3) 式ハ

$$dA = \frac{S. D. + H. P - 34' - Dip}{60} \tan l. \text{ Sec. Amp} \dots\dots (C)$$

ニシテ dA ハ計算又ハ出沒方位表ヨリ求メタル出沒眞方位ニ、赤緯ト緯度トガ同名ナラバ減ジ、異名ナラバ加フ

ベキ値ナリ。

今 S. D. 及 H. P. ヲ平均值 16' 及 57' トシ眼高ヲ十五呎 (五米) トシ上式ノ値ヲ計算スレバ下表ノ如シ。

Lat. / Dec.	0°	10°	20°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°
0°	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.3
10°	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4
20°	0.0	0.1	0.2	0.4	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.4	2.1
25°	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.2	1.9	—
30°	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.7	—	—

【8】 出沒方位法ニ依ル自差ノ緯度ノ高低ニ依ル精度

$$dA = da \cdot \tan l \cdot \text{Sec. Amp.}$$

ニ於テ $\tan l$ ノ數値ハ $l = 45^\circ$ ナル時ハ 1 ニシテ、
 $l = 80^\circ$ ナル時ハ 5.6713. $l = 85^\circ$ ナル時ハ、
 11.4301 ナリ。

故ニ高度ニ da ナル誤差アリトセバ、緯度八十度ノ地ニ於テハ、方位角ノ誤差ハ緯度四十五度ノ地ニ於ケル誤差ノ約六倍トナリ。又緯度八十五度ノ地ニ於テハ、其誤差約十一倍トナルベシ。且ツ高緯度ノ地ハ氣温、氣壓ノ變化甚シク、氣差ヲシテ一層不規則ナラシムルタメ、高度ニ誤差ヲ生ジ易シ、故ニ低緯度ニ於ケル値ハ高緯度ノモ

ノヨリ正確ナリ。

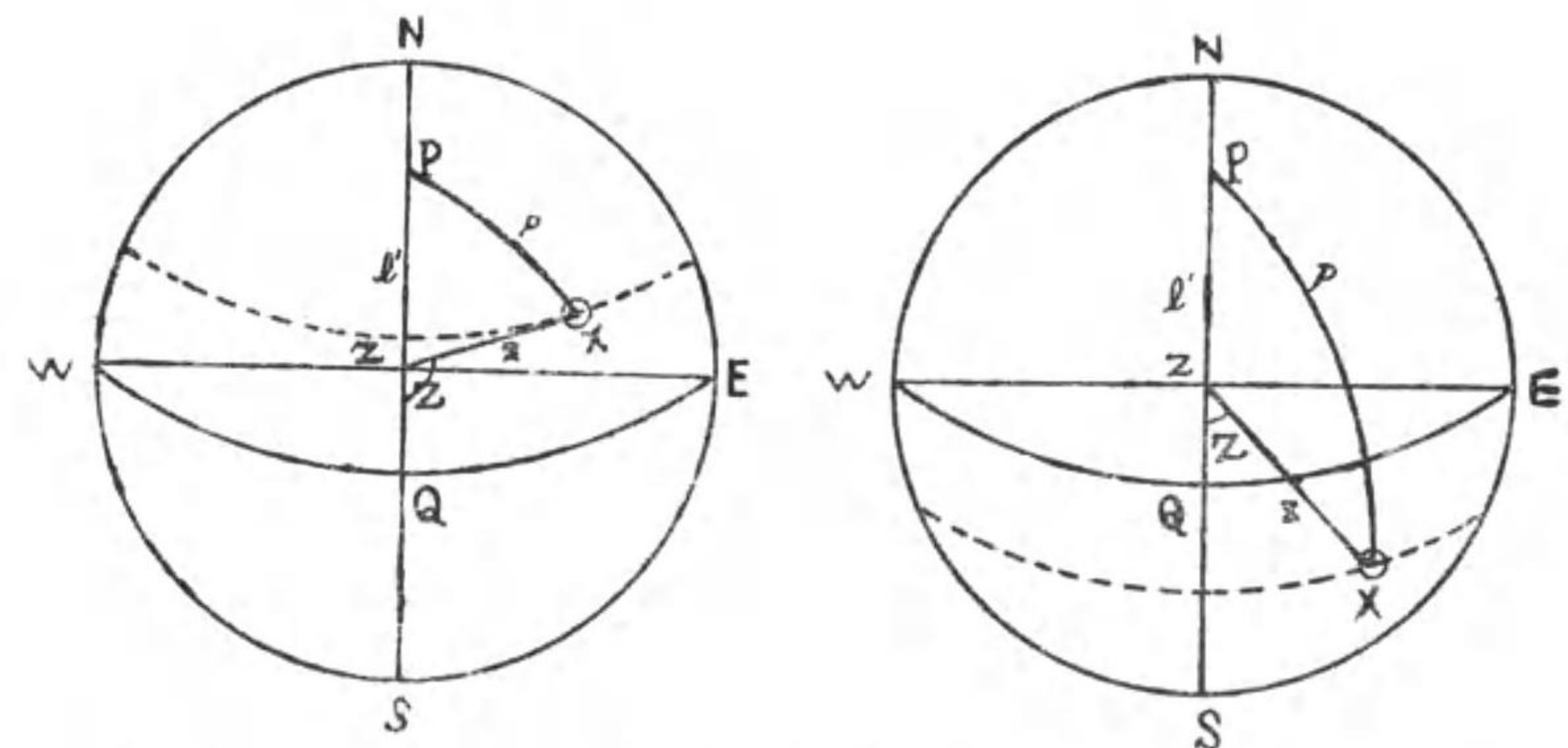
第二節 高度方位法

Altitude Azimuth.

天體ノ高度ヲ測リ、之ト緯度及赤緯ヲ要素トシテ天體ノ眞位角ヲ算出スル方法ニシテ、之ヲ**高度方位法**ト云フ。而テ本法ハ時辰儀經度法ト場合ヲ同ジクスルヲ以テ時辰儀經度法ト併セ用フルヲ常トス。從テ觀測時ニ該天體ノ羅針方位ヲ測定セバ、兩者ヲ比較シテ自差ヲ測定スルコトヲ得ベシ。

【9】 公式ノ解説

第五十六圖



第五十六圖地平圈圖ニ於テ、Xヲ天體ノ位置トセバ角 PZX ハ天體 X ノ方位角ヲ表ハスベシ。位置ノ三角形

P X Z = 於テ

$$\cos p = \cos l' \cdot \cos z + \sin l' \sin z \cdot \cos A.$$

$$\therefore \cos A = \frac{\cos p - \cos l' \cdot \cos z}{\sin l' \cdot \sin z} \dots \dots \dots (1)$$

角 S Z X = Z (方位角ヲ異名ノ極ヨリ起算) トセバ、

$$A = 180 - Z \quad \text{ニシテ}$$

$$\cos A = \cos (180 - Z) = - \cos Z$$

故ニ (1) 式ハ

$$- \cos Z = \frac{\cos p - \sin l \cdot \sin a}{\cos l \cdot \cos a}$$

兩項ニ 1 ヲ加フレバ

$$1 - \cos Z = 1 + \frac{\cos p - \sin l \cdot \sin a}{\cos l \cdot \cos a}$$

$$= \frac{\cos l \cdot \cos a}{\cos l \cdot \cos a} + \frac{\cos p - \sin l \cdot \sin a}{\cos l \cdot \cos a}$$

$$= \frac{\cos (a + l) + \cos p}{\cos l \cdot \cos a}$$

$$= \frac{2 \cos \frac{1}{2} (a + l + p) \cdot \cos \frac{1}{2} (a + l - p)}{\cos l \cdot \cos a}$$

今 $a + l + p = 2S$ トスレバ $a + l - p = a + l + p - 2p$
 $= 2S - 2p = 2(S - p)$ トナルベシ、故ニ上式ハ

$$1 - \cos Z = \frac{2 \cos S \cdot \cos (S - p)}{\cos l \cdot \cos a}$$

$$\therefore \frac{1 - \cos Z}{2} = \frac{\cos S \cdot \cos (S - p)}{\cos l \cdot \cos a}$$

即チ $\text{Hav. } Z = \frac{\cos S \cdot \cos (S - p)}{\cos l \cdot \cos a}$

$$\therefore \text{Hav } Z = \text{Sec } a \cdot \text{Sec } l \cdot \cos S \cdot \cos (S - p) \dots \dots \dots (A)$$

上式ハ、高度方位法ニ依リ方位角ヲ求ムル公式ナリ。
 而テ Z ハ異名ノ極ヨリ起算シタル方位角ナルヲ以テ、本
 公式ヨリ算出シタル方位角ニハ、緯度ト異名ノ符ヲ配ス
 ルノ必要ヲ生ズベシ。

又上式中 p ガ S ヨリ大ナルコト多シ、斯ノ如キ場合
 ニハ $p - S$ ヲ求ムレバ可ナリ。是レ $\cos -X = \cos X$
 ナルヲ以テナリ。

(1) 測者赤道上ニ在ル場合ノ公式。

公式(1)

$$\cos A = \frac{\cos p - \cos z \cdot \cos l'}{\sin z \cdot \sin l'}$$

ニ於テ $l = 0^\circ$ トスレバ $l' = 90^\circ$ ナリ。

$$\therefore \cos A = \frac{\cos p}{\sin z} = \frac{\sin d}{\cos a}$$

$$\therefore \cos A = \text{Sec } a \cdot \sin d \dots \dots \dots (B)$$

(2) 赤緯ガ零ナル場合ノ公式。

$$\cos A = \frac{\cos p - \cos z \cdot \cos l'}{\sin z \cdot \sin l'}$$

ニ於テ $d = 0^\circ$ トスレバ $p = 90^\circ$ ナリ。

$$\cos A = - \frac{\cos z \cdot \cos l'}{\sin z \cdot \sin l'}$$

$$= - \frac{\sin a \cdot \sin l}{\cos a \cdot \cos l}$$

$$\therefore \cos A = - \tan a \cdot \tan l$$

然ルニ $\cos A = \cos (180 - Z) = - \cos Z$ ナルヲ以テ

$$\therefore \cos Z = \tan a \cdot \tan l \dots \dots \dots (C)$$

(3) 測者赤道上ニ在リ、且ツ赤緯ガ零ナル場合。

公式

$$\cos A = \frac{\cos p - \cos z \cdot \cos l'}{\sin z \cdot \sin l'}$$

ニ於テ $l' = 90^\circ$ $d = 90^\circ$ トスレバ

$$\cos A = 0 \quad \text{ナリ。}$$

天體ノ方位ハ正東或ハ正西ナリ。

算 則

A. 眞方位角算法

- (1) 時辰儀示時ニ依リ綠威平時ヲ求ム。
- (2) 綠平威時ニ對スル天體ノ極距ヲ求ム。
- (3) 測高度ヲ眞高度ニ改ム。
- (4) 眞高度 a 、緯度 l 及極距 p ヲ列記シ、其和半 (S) ヲ求メ、之レト極距トノ差ヲ求メテ ($S \sim p$) トス。
- (5) 下記ノ様式ニ從ヒ、高度及緯度ノ正割 Secant. S 及 $S \sim p$ ノ餘弦 Cosine ノ對數ノ總和ヲ求メ、之ヲ眞方位ノ半正矢 Haversine ノ對數トシテ、眞方位ヲ求ム。

a	//	//	//	Sec.	.....
l	//	//	//	Sec.	.....
p	//	//	//		
2)	//	//	//		
S	//	//	//	Cos.	.....
$S \sim p$	//	//	//	Cos.	.....
				Hav.	.....

(6) 眞方位法位角命名法。

北緯ノ地ニ在ル時、眞方位ノ前ニ S 符ヲ配ス。

南緯ノ地ニ在ル時、眞方位ノ前ニ N 符ヲ配ス。

午前ナラバ眞方位ノ後ニ E 符ヲ配ス。

午後ナラバ眞方位ノ後ニ W 符ヲ配ス。

太陽以外ノ天體觀測ナレバ

天體ガ子午線ノ東方ニ在ル時、眞方位ノ後ニ E 符ヲ配シ、西方ニ在ル時ハ W 符ヲ配スベシ。

B. 自 差 算 法

眞方位ノ下ニ羅針方位ヲ記シ、羅針儀違差ヲ求メ、之ニ偏差ヲ加減シテ所要ノ自差ヲ求ムルコト出沒方位法ノ場合ニ同ジ。

測者赤道上ニ在ル場合

(1) 時辰儀示時ニ依リ綠威平時ヲ求メ、之ニ對スル赤緯ヲ求ム、又測高度ヲ眞高度ニ改ム。

(2) 眞高度ノ正割 Secant ノ對數ト赤緯ノ正弦、Sine ノ對數トノ和ヲ、眞方位ノ餘弦ノ對數トシ、之レヨリ眞方位ヲ求ム。

(3) 眞方位命名法。

赤緯北ナルトキ、眞方位ノ前ニ N 符ヲ配ス。

赤緯南ナルトキ、眞方位ノ前ニ S 符ヲ配ス。

眞方位ノ後ノ符合ハ前ノ場合ニ同ジ。

(4) 自差ヲ求ムル法一般ノ場合ニ同ジ。

天體ノ赤緯ガ零ナル場合

(1) 眞高度ノ正切 Tangent ノ對數ト、緯度ノ正切 Tangent トノ對數ノ和ヲ、方位角ノ餘弦ノ對數トシ、之ヨリ眞方位ヲ求ム。

(2) 眞方位命名法及自差算法ハ一般ノ場合ニ同シ。

太陽高度法方位

例題 1. 二月十五日午前九時頃、推測北緯二十六度十四分、東經八十三度三十四分ノ地ニ於テ、時辰儀三時二十三分ヲ示ス時、太陽ノ下邊高度ヲ二十七度五十一分三十秒、又其羅針方位ヲ南五十二度東ニ測ル、器差二分十秒正、眼高三十呎ナリ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ、此地ノ偏差十一度西ナルトキハ、當時ノ船首ニ於ケル羅針自差如何。

解 G. D. ヲ求ム。 G. M. T. ヲ求ム。

S. T. Feb. 15th 9h 0m 0s G. M. T. Feb. 15th 3h 28m 0s
 L. in T 5 34 16
 G. D. Feb. 15th 3h 25m 44s

T. alt. ヲ求ム。 Dec 及 P. D. ヲ求ム。

Obs. alt. @ 27° 51' 30"	12° 51.9 S	Diff.
I. E. $\frac{2\ 10}{27^\circ\ 53'\ 40''}$ (+)	Cor. .5	1.7
Cor. 8 58	Red. Dec. 12 52.4 S	
Add. Cor. 18 (+)	90	Cor.
T. alt. @ 28° 2' 46"	P. D. 102 52.4	0'.54

T. Z. ヲ求ム。 Dev. ヲ求ム。

a 28° 2' 46"	Sec. 10.054251	T. Z. S 57° 2' 48" E
l 26° 14' 0"	Sec. 10.047207	C. Z. S 52° 0' 0" E
p 102° 52' 24"		C. E. 5° 2' 48" W
2) 157° 9' 10"		Var. 11° 0' 0" E(W)
S 78° 34' 35"	C. s. 9.296800	Dev. 5° 57' 12" E
S ~ p 24° 17' 49"	Cos. 9.959721	
Z S 57° 2' 48" E	Hav. 9.357979	

例題 2. 三月二十二日午後、北緯四十一度三十分ノ地ニ於テ、時辰儀綠威平時二十一日三時十分ヲ示ス時、太陽ノ下邊高度ヲ十三度四十七分ニ測リ、同時ニ其羅針方位ヲ西南西ニ測ル、器差ナシ、眼高十二呎ナリ、偏差十度西ナル時、當時ノ船首ニ於ケル羅針自差如何。

解 G. M. T. Mar. 21th 3h 10m 0s

Dec. ヲ求ム。 T. alt. ヲ求ム。

0° 0'.8 N	Diff. 2.0	Obs. alt. @ 13° 47' 0"
Cor. .8 (-)		Cor. 8' 49"
0° 0'.0	Cor. 0'.8	Add. Cor. 3"
		T. alt. @ 13° 55' 52"

T. Z. ヲ求ム。 Dev. ヲ求ム。

a 13° 55' 52"	Sec. 10.012966	T. Z. S 77° 19' 22" W
l 41° 30' 0"	Sec. 10.125544	C. Z. S 67 30 0" W
p 90° 0' 0"		C. E. 9° 49' 22" E
2) 145° 25' 52"		Var. 10° 0' 0" E(W)
S 72° 42' 56"	Cos. 9.472925	Dev. 19° 49' 22" E
S ~ p 17° 17' 4"	Cos. 9.979981	
T. Z. S 77° 19' 22" W	Hav. 9.591366	

航海術

Cos Z = Tan a. Tan l = 依り求ムレバ。

T. Z ヲ求ム。		Dev ヲ求ム。	
a 13° 55' 52''	Tan. 9.394541	T. Z. S 77° 19' 22'' W	
l 41° 30' 0''	Tan. 9.946808	C. Z. S 67° 30' 0'' W	
T. Z. S 77° 19' 22'' W	Cos. 9.341349	C. E. 9° 49' 22'' E	
		Var. 10° 0' 0'' E(W)	
		Dev. 19° 49' 22'' E	

例題 3. 十月二十日午後三時四十分頃、東經七十八度四十五分ノ赤道上ニ於テ、時辰儀十時二十六分三十秒ヲ示ストキ、太陽ノ下邊高度ヲ測リ二十七度四十分ヲ得同時ニ其羅針方位ヲ北七十五度二十分西ニ測リタリ。六分儀器差ナク眼高二十五呎ニシテ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナシ、偏差十八度五十分西ナルトキハ當時ノ船首ニ對スル自差如何。

解 G. D ヲ求ム。 G. M. T ヲ求ム。

S. T. Oct. 20 th 15 ^h 40 ^m 0 ^s	G. M. T. Oct. 20 th 10 ^h 26 ^m 30 ^s
L. in T. 5 15 0	
G. D. Oct. 20 th 10 ^h 25 0 ^s	

Dec 及 P. D ヲ求ム。		T. alt ヲ求ム。	
10° 13' 5 S	Diff.	Obs. alt. 27° 40' 0''	
4 (+)	1.8	Cor. 9 22'' (+)	
Red. Dec. 10° 13' 9 S		27° 49' 22''	
90	Cor.	Add. Cor. 4 (+)	
P. D. 100° 13' 9	0'.39	T. alt. 27° 49' 26''	

航海術

T. Z ヲ求ム。 Dev ヲ求ム。

a 27° 49' 26''	Sec. 10.053358	T. Z S 78° 24' 46'' W
l 0 0 0	Sec. 10.000000	C. Z. S 104° 30' 0'' W
p 100° 13' 54''		C. E. 26° 5' 14'' W
2) 128° 5' 20''		Var. 18° 50' 0'' E(W)
S 64° 1' 46''	Cos. 9.641410	Dev. 7° 15' 14'' W
S ~ p 36° 12' 14''	Cos. 9.906827	
T. Z S 78° 24' 46'' W	Hav. 9.601595	

Cos A = Sec a. Sin d. = 依り求ムレバ。

T. A ヲ求ム。		Dev ヲ求ム。	
a 27° 49' 26''	Sec. 10.053358	T. A. S 78° 24' 48'' W	
d 10° 13' 54''	Sin. 9.249512	C. A. S 104° 30' 0'' W	
	Cos. 9.302870	C. E. 26° 5' 12'' W	
A S 78° 24' 48'' W		Var. 18° 50' 0'' E(W)	
		Dev. 7° 15' 12'' W	

恒星高度方位法

例題 4. 八月六日午後八時頃、推測位置南緯二十一度十四分、東經百五十度ノ地ニ於テ、時辰儀十時十二分四十八秒ヲ指ストキ子午線ノ東方ニ在ル " Aquilae (Altair) ノ高度四十二度十六分三十秒又其羅針方位ヲ北五十六度三十分東ニ測リタリ、此時辰儀ハ綠威平時ニ遲速ナク、又器差二分五十秒負、眼高五十六呎ナリ、偏差十度東ナルトキ、當時ノ船首方向ニ於ケル' 羅針自差如何。

解	G. D ヲ求ム。	G. M. T ヲ求ム
	S. T. Aug. 6 th 20 ^h 0 ^m 0 ^s	G. M. T. Aug. 6 th 10 ^h 12 ^m 48 ^s
	L. in T. 10 ^h 4 ^m 0 ^s	
	G. D. Aug. 6 th 9 ^h 56 ^m 0 ^s	Dec. * 8° 40'.4 N
	T. alt ヲ求ム。	90
	Obs. alt. * 42° 16' 30"	P. D. 98° 40'.4
	I. E. 2' 50"	
	42° 13' 40" (-)	
	G. Cor. 8' 26"	
	T. alt. * 42° 5' 14"	

T. Z ヲ求ム。	Dev ヲ求ム。
a 42° 5' 14" Sec. 10.129523	T. Z. N 55° 19' 30" E
l 21° 14' 0" Sec. 10.030531	C. Z. N 56° 30' 0" E
p 98° 40' 24"	C. E. 1° 10' 30" W
2) 161° 59' 38"	Var. 10° 0' 0" W(E)
S 80° 59' 49"	Dev. 11° 10' 30" W
S ~ p 17° 40' 35"	
∴ T. Z. N 55° 19' 30" E	
	Hav. 9.338526

惑星高度方位法

例題 5. 十一月三日午前六時三十分頃、推測北緯三十八度五十分、東經百四十一度三十九分ノ地ニ於テ、時辰儀九時十一分五十二秒ヲ示ストキ子午線ノ東方ニ在ル火星 Mars ノ中心高度十五度二十分、又其羅針方位ヲ南六十五度東ニ測ル、器差三十秒正、眼高三十五呎ニシテ、此時辰儀ハ觀測時ニ於テ、綠威平時ニ進ムコト

十分二十二秒ナリ。偏差六度西ナル時當時ノ船首方位ニ於ケル羅針自差如何。

解	G. D ヲ求ム。	G. M. T ヲ求ム。
	S. T. Nov. 3 rd 6 ^h 30 ^m 0 ^s	C. T. Nov. 2 nd 21 ^h 11 ^m 52 ^s
	L. in T. 9 26 36	C. E. 10 22
	G. D. Nov. 2 nd 21 ^h 3 ^m 24 ^s	G. M. T. Nov. 2 nd 21 ^h 1 ^m 30 ^s

T. alt ヲ求ム。	Dec Mars 及 P. D ヲ求ム。
Obs. alt. ♀ 15° 20' 0"	8° 17'.4 S Diff.
I. E. 30"	Cor. 1.9 15.0
15° 20' 30" (+)	Red. Dec. 8° 15'.5 S
Dip. 5' 49"	90
App. alt. ♀ 15° 14' 41"	P. D. 98° 15'.5 Cor.
R. 3' 31"	1'.9
15° 11' 10" (-)	
P. 2"	
T. alt. ♀ 15° 11' 12" (+)	

T. Z ヲ求ム。	Dev ヲ求ム。
a 15° 11' 12" Sec. 10.015438	T. Z. S 65° 49' 48" E
l 38° 50' 0" Sec. 10.108477	C. Z. S 65° 0' 0" E
p 98° 15' 30"	C. E. 0° 49' 48" W
2) 152° 16' 42"	Var. 6° 0' 0" E(W)
S 76° 8' 21"	Dev. 5° 10' 12" E
S ~ p 22° 7' 9"	
T. Z. S 65° 19' 48" E	
	Hav. 9.470229