

始



航海別科
第二部

教科書

天文航法

神戸高等商船學校

特214
610



教科書

天文航法

神戸高等商船學校



例 言

- 1 本書ハ別科第二部航海科生徒ニ使用セシムル
目的ヲ以テ神戸高等商船學校別科教育調査委
員選定ノ教授要目ニ準據シテ編纂シタルモノ
ナリ
- 2 授業時間ハ約七十二時間ヲ標準トシ取扱者ニ
必要ナル點ヲ主トシテ編纂セリ
- 3 本書ノ編纂ハ主トシテ教授田中岩吉氏之ヲ擔
當セラレタルモノナリ

昭和十二年八月

神戸高等商船學校海事教育振興會

天文航法

目次

第1章 天體及天球概說.....	(1)
第1節 天體.....	(1)
第2節 天球.....	(9)
第3節 天體ノ位置.....	(11)
第4節 測者ト天球及天體トノ關係.....	(13)
第2章 時.....	(18)
第1節 太陽時.....	(18)
第2節 恒星時及太陰時.....	(22)
第3章 時法.....	(24)
第1節 時間ト弧度.....	(24)
第2節 時間ト經度.....	(24)
第3節 綠威時ト地方時.....	(27)
第4章 天體諸元算法.....	(29)
第1節 太陽諸元算法.....	(30)
第2節 太陰諸元算法.....	(30)
第3節 惑星諸元算法.....	(31)
第4節 恒星諸元算法.....	(31)
第5章 天體ノ時角.....	(32)
第1節 太陽時角算法.....	(32)

第2節 太陰及惑星時角算法.....	(32)
第3節 恒星時角算法.....	(34)
第6章 時間ノ換算.....	(35)
第7章 子午線正中時.....	(37)
第1節 太陽子午線正中時算法.....	(37)
第2節 恒星子午線正中時算法.....	(37)
第3節 太陰子午線正中時算法.....	(38)
第4節 惑星子午線正中時算法.....	(39)
第8章 天體ノ高度改正.....	(40)
第1節 高度改正諸元.....	(40)
第2節 太陽測高度改正法.....	(41)
第3節 太陰測高度改正法.....	(24)
第4節 恒星及惑星測高度改正法.....	(43)
第9章 緯度測定法.....	(44)
第1節 子午線高度緯度法.....	(44)
第2節 近子午線高度緯度法.....	(47)
第3節 北極星高度緯度法.....	(51)
第10章 經度測定法.....	(53)
時辰儀經度法.....	(53)
第11章 正午位置測定法.....	(55)
「ジョンソン」式單經度緯度法.....	(55)
第12章 時辰儀違差測定法.....	(57)
第13章 天體觀測時機ト位置ノ誤差.....	(60)

第14章 日出沒時算法.....	(62)
第15章 天體眞方位ニヨル自差算法.....	(65)
第1節 日出沒方位角法.....	(65)
第2節 太陽時辰方位角法.....	(66)
第3節 太陽高度方位角法.....	(70)
第4節 北極星方位角法.....	(71)
略語及記號表.....	(73)
附圖.....	

航海別科 天文航法

天文航法トハ天體ヲ觀測シテ天測位置、羅針儀自差、時辰儀違差等ヲ求ムル方法ニシテ天體高度ヲ測定スル六分儀、正確ナル綠威時間ヲ知ル時辰儀、方位ヲ測定スル方位鏡等ノ器具ヲ必要トシ、航海年表ニヨリ天球上ニ於ケル天體ノ諸要素ヲ求メ、航海表ヲ用ヒ球面三角法ニヨリ算出スルモノナリ。

第1章 天體及天球概説

第1節 天體

宇宙ニ散在スル大小無數ノ天體ハ之ヲ恒星、惑星及ビ衛星ノ三種ニ分類スルコトヲ得。

(1) 恒星 (Fixed star)

殆ンド相互ノ關係位置ヲ變ズルコトナク又自ラ光輝ヲ發スルモノニシテ其ノ數限リナク、肉眼ニ見ユルモノニテモ約 7000 ニ達シ、光輝又一定セズト雖モ航海上用フルモノハ數十個ニ過ギズ。

1. 恒星ノ光輝及色調

恒星ハ其ノ光輝ニヨリ 1 等星ヨリ順次等級 (Magnitude) ニ分ツモ肉眼ニテ見ユルモノハ 6 等星迄ニシテ而モ航海上用ヒラルハモノ

ハ凡ソ3等星迄ナリ。各等級ノ星數凡ソ次ノ如シ。

等級	1等	2等	3等	4等	5等	6等
星ノ數	22	54	174	570	1,834	5,799

恒星ハ夫々光度ヲ異ニセルノミナラズ、色調モ亦同ジカラズ。航海者トシテハ主ナル恒星ノ色調ヲ記憶シ置クコトハ識別上便ナリ。

2. 星座及恒星ノ名稱

多數ノ恒星ヲ識別スルニ便ナラシムル爲メ古來天上ノ星ヲ數個宛一群トシ、之ニ神話中ノ人物、器物、動物等ノ名稱ヲ附シテ星座ト稱シ、現在凡ソ86座ニ分タル。

個々ノ星ノ名稱ハ各星座ニ就テ凡ソ光輝ノ大ナルモノヨリ星座名ニ希臘文字ノ「アルファベット」ヲ冠シタルモノト、此ノ他ニ光輝ノ強キ星或ハ特殊ノ性情ヲ有スル星ニハ羅典語又ハ希臘語ノ固有名稱ヲ附シタルモノアリ。星座ノ日本名ハ其ノ意味ヲ邦譯セルモノニシテ又支那名ニテ呼ブコトアリ。

次ニ主ナル星座ト星ノ名稱ヲ掲グ。

星 座 名 稱

星 座 名	同 物 主 格	日 本 名
Andromeda	Andromedæ	アンドロメダ
Aquila	Aquilæ	鷲
Auriga	Aurigæ	馭者
Bootes	Bootis	牛飼
Canis Major	Canis Majoris	大 犬

Canis Minor	Canis Minoris	小 犬
Carina	Carinæ	龍 骨
Cassiopeia	Cassiopeiæ	カシオペイア
Centaurus	Centauri	ケンタウルス
Cetus	Ceti	鯨
Corona Borealis	Coronæ Borealis	北 冠
Crux	Crucis	十 字
Cygnus	Cygni	白 鳥
Eridanus	Erinani	エクダヌス
Gemini	Geminorum	双 子
Herculus	Herculis	ヘルクレス
Leo	Leonis	獅 子
Lyra	Lyræ	琴
Orion	Orionis	オリオン
Pegasus	Pegasi	ペガサス
Perseus	Persei	ペルセウス
Piscis Australis	Piscis Australis	南 魚
Scorpio	Scorpii	蝎
Sagittarius	Sagittarii	射 手
Taurus	Tauri	牡 牛
Ursa Major	Ursæ Majoris	大 熊
Ursa Minor	Ursæ Minoris	小 熊
Virgo	Virginis	乙 女

希臘文字アルファベット

α アルファ	ι イオタ	ρ ロー
β ビータ	λ カツバ	σ シグマ
γ ガムマ	λ ラムダ	τ タウ
δ デルタ	μ ミユウ	υ ウプシロン
ε エプシロン	ν ニュウ	φ ファイ
ζ ジータ	ξ ツアイ	χ カイ
η イータ	ο オミクロン	ψ プシ
θ シータ	π バイ	ω オメガ

上記「アルファベット」ヲ星座名物主格ニ附シテ星名トス。

常用恒星トシテ航海年表ニ記載セラルモノ次ノ如シ。(アルファベット順)

個有名	星座ニヨル名稱	等級	色調
Achernar	α Eridani	0.6	白
Aldebaran	α Tauri	1.1	赤
Altair	α Aquilæ	0.9	黄
Antares	α Scorpii	1.2	赤
Arcturus	α Bootis	0.2	赤黄
Betelgeuse	α Orionis	0.5-1.1	赤黄
Canopus	α Carinæ	-0.9	青
Capalla	α Aurigæ	0.2	青
Caster*	α Geminorum	1.6	緑白
Deneb	α Cygni	1.3	白

Denebola	β Leonis	2.2	赤黄
Fomalhaut	α Piscis Australis	1.3	赤
Polaris	α Ursæ Minoris	2.1	白
Pollux	β Geminorum	1.2	橙
Procyon	α Canis Minoris	0.5	黄
Regulus	α Leonis	1.3	白
Rigel	β Orionis	0.3	青
Sirius	α Canis Majoris	-1.6	輝光 青
Spica	α Virginis	1.2	白
Vega	α Lyræ	0.1	青白
—	α Centauri*	0.1	白
—	β Centauri	0.9	白
—	α Crucis*	1.1	青
—	β Crucis	1.5	白

* 二重星

3. 恒星ノ距離

恒星ノ距離ヲ表スニハ普通光年 (Light year) ヲ單位トス。一光年ハ光ガ到達スルニ1年間ヲ要スル距離ニシテ 0.9463×10^{13} 軒ナリ。肉眼ニテ見ユル恒星中吾人ニ最モ近キモノハ α Centauri ノ 4.3 光年、α Canis Majoris ノ 8.7 光年等ニシテ遠キモノハ此ノ數千倍ニ達ス。

4. 特種ノ恒星

恒星中ニハ次ノ如キ特種ノ性質又ハ形状ヲ有スルモノアリ。

變光星 定期的又ハ不定期ニ光度ヲ變ズルモノナリ。

二重星, 連星 恒星ガ二ツ以上相重ナリ又ハ相連ベルモノナリ。

星 團 多數ノ恒星ガ一小部分ニ密集セルモノニシテ, 散解狀又ハ球狀ヲナス。

星 雲 一見星團ト區別シ難キ朦朧タル形狀ヲ有シ居レドモ如何ナル大望遠鏡ヲ以テモ雲狀ニ見ユルモノニシテ, 渦狀又ハ螺旋狀ヲ呈ス。

銀 河 俗ニ天ノ河ト稱シ無數ノ恒星ノ集團ニシテ, 淡キ光ノ帶ヲ以ツテ大圈狀ニ天球ヲ取卷ケルモノナリ。

5. 索 星 法

海上ニ於テ夜間又薄明時ニ天測ヲ行フニ當リ, 天空ニ羅列シタル無數ノ恒星ノ内主ナルモノハ名稱並ニ關係位置ヲ知り置クコトハ航海者トシテ極メテ緊要ノコトナリ。而シテ之ニ習熟スルニハ先ヅ主要ナル恒星ノ配置ヲ覺エ恒星圖ヲ參照シテ漸次一般ニ及ボスヲ可トス。

[2] 太 陽 (Sun)

太陽ハ一箇ノ恒星ニシテ太陽系ノ中心トナリ, 總テノ太陽系ノ天體ハ種々ナル軌道ヲ描キテ其ノ周圍ヲ運行ス。而シテ他ノ太陽系ノ諸員ト異ナリ, 自ラ非常ナル高熱ト光トヲ發スル尨大ナル瓦斯狀ノ熱球ニシテ其ノ要素次ノ如シ。

平均視半徑	15' 59".63
赤道半徑	695,553 紵 (地球ノ 109.5 倍)
體 積	地球ノ 1,301,152 倍

地球トノ平均距離 149,400,000 紵 (此ノ距離ヲ 1 天文單位トシテ天文學上ノ距離算定ノ單位トス)

[3] 惑 星 (Planet)

太陽系ニ屬スル 8 星即チ水星 (Mercury), 金星 (Venus), 地球 (Earth), 火星 (Mars), 木星 (Jupiter), 土星 (Saturn), 天王星 (Uranus), 海王星 (Neptune) ノ總稱ニシテ, 各特有ノ距離ト周期ヲ以ツテ太陽ヲ焦點ノ一ツトシテ殆ンド圓ニ近キ橢圓ノ軌道上ヲ西ヨリ東ニ運行ス。之ヲ公轉ト云フ。而シテ惑星ハ公轉ト同時ニ其ノ軸上ノ回轉ヲナシ, 之ヲ自轉ト云フ。地球ハ其ノ軸ヲ軌道ノ面ニ約 66° 33' ノ交角ニテ 1 日ニ 1 回ノ自轉ヲ爲シツ、約 365 日ヲ以ツテ公轉スルモノナリ。其ノ橢圓ノ軌道上太陽ト最近ノ點ニ來ル時ハ凡ソ 1 月 1 日ニシテ最遠ノ點ニ來ルトキハ 7 月 1 日ナリ。前者ヲ近日點後ヲ遠日點ト稱ス。(第 1 圖)

惑星中航海ノ觀測ニ用ヒラル、モノハ其ノ光輝大ナル金火木土ノ四星ニシテ, 此等ハ一見恒星ノ一等星ト異ルコトナキモ天上ニ於ケル恒星トノ關係位置ヲ徐々ニ變ズ。8 惑星ノ恒數次ノ如シ。

惑星名	太陽トノ平均距離 <small>天文單位</small>	公轉周期 <small>年</small>	軌道傾斜	等 級	緯星ノ數	體 積 (地球=1)
水 星	0.38	0.24	7° 0'	-1.4	0	0.05
金 星	0.72	0.62	3 23	-4.3	0	0.88
地 球	1.00	1.00	0 0		1(太陰)	1.00
火 星	1.52	1.88	1 51	-1.8	2	0.15
木 星	5.20	11.86	1 18	-2.2	9	1312.16
土 星	9.54	29.46	2 30	0.2	10	762.40
天 王 星	19.18	84.02	0 46	5.9	4	59.31
海 王 星	30.05	164.78	1 47	7.7	1	71.95

[4] 衛 星 (Satellite)

太陽系中ノ多クノ惑星ハ衛星ヲ伴フ。衛星ハ特有ノ周期ト距離ヲ以テ其ノ主星ノ周圍ヲ運行シ、其ノ方向ハ惑星ノ太陽ヲ周ルト同一ナリ。

太 陰 (Moon)

太陰ハ地球ノ衛星ニシテ地球ニ最モ近キ天體ナル爲メ、太陽ニ次イデ吾人ノ生活上重大ナル關係ヲ有シ、晝夜共ニ觀測シ得ルヲ以ツテ航海上利用スル機會多シ。太陰ニ關スル恒數次ノ如シ。

平均視半徑.....	15' 32".58
赤道半徑.....	1738 浬 (地球ノ約 1/4)
體 積.....	0.0203 (地球=1)
地球中心ヨリノ平均距離.....	384,404 浬
軌道傾斜.....	5° 9'
公 轉 周 期	
朔望月.....	29.531 日
恒星月.....	27.322 日
自 轉 周 期.....	1 恒星月

朔望月トハ新月ヨリ新月又ハ滿月ヨリ滿月ニ至ル平均時間ニシテ、恒星月トハ月ガ完全ニ其ノ軌道上ヲ一週スルニ要スル平均時間ナリ。

太 陰 ノ 盈 虛

太陰ハ地球ノ周リヲ公轉シ、太陽光線ヲ反射シテ輝ケルモノナルヲ以ツテ、其軌道上ノ位置ニヨリテ圖ノ如ク盈虛ヲ生ズ。第 2 圖ニ

見ル如ク月ノ盈虛ハ太陽ト月ノ關係位置ニヨリテ生ズルモノナリ。

新月又ハ朔 (New moon) 月ト太陽ノ離角ガ 0° ノ時

上 弦 (First quarter) 月ト太陽ノ離角ガ 90° ノ時

滿月又ハ望 (Full moon) 月ト太陽ノ離角ガ 180° ノ時

下 弦 (Last quarter) 月ト太陽ノ離角ガ 270° ノ時

此等ノ中間ニ三日月又ハ弓張月等ノ形狀ヲ呈ス。

第 2 節 天 球 (Celestial sphere)

地球ノ中心ヲ中心トスル廣大無邊ノ一大空球ヲ假想シ之ヲ天球ト稱ス。地球上ヨリ見ル時、總テノ天體ハ距離ノ遠近ヲ問ハズ皆此ノ球ノ内面ニ鑲メラレタル如ク見ユルモノナリ。天球ニツキテ必要ナル解説次ノ如シ。

1. 天軸及天ノ極 (Celestial axis and poles)

地軸ヲ延長シ天球ニ達セシメタル時此ノ軸ヲ天軸ト稱シ、其ノ天球ニ交ル兩點ヲ天ノ兩極ト云フ。第 3 圖ニ於テ pp' ヲ地球ノ軸トシ $PEP'Q$ ヲ天球トスレバ PP' ハ天軸ニシテ P 及 P' ハ其ノ兩極ナリ。地球ノ自轉ニヨリ總テノ天體ハ此ノ軸ノ周リヲ東ヨリ西ニ向ヒ 1 日ニ 1 回轉スル如ク見ユ。

2. 天ノ赤道 (Celestial equator)

地球赤道ノ面ヲ擴延シテ天球ニ達シ其ノ會スル所ノ大圈ヲ天ノ赤道ト云フ。(第 3 圖 EQ)

3. 黄道 (Ecliptic)

天球上ニ於テ太陽ガ1年間ニ西ヨリ東ニ繞ル見掛上ノ通跡ヲ黄道ト云フ。換言スレバ地球ノ軌道面ヲ無限ニ延長シテ截ル天球ノ大圈ナリ。

第4圖ニ於テ S ハ太陽, $E_1 E_2 E_3 E_4$ ヲ地球ノ軌道トスレバ地球ガ E_1 ニ在ル時太陽ハ S_1 ニ在ル如ク見ユ, 地球ガ E_2 ニ在ル時太陽ハ S_2 ニ在ル如ク見ユベシ。斯クシテ地球ガ其ノ軌道上ヲ一週シテ再ビ E_1 ニ復歸スル間ニ太陽ハ天球上ニ一大圈ヲ畫ク如ク見ユ。此ノ太陽ノ見掛上ノ運動ニヨリ作ル大圈ヲ黄道ト云フ。

4. 黄道傾斜

黄道面ガ赤道面ト爲ス傾斜角ニシテ其ノ角度ハ約 $23^\circ 27'$ ナリ。之レ地軸ガ軌道面ニ傾斜 ($66^\circ 33'$) セル爲メニ生ズルモノナリ。

5. 春分點及秋分點 (First point of Aries Υ , First point of Libra \cap)

太陽ガ天ノ赤道ヲ見掛上南ヨリ北ニ横過スル時ヲ春分 (3月21日頃), 北ヨリ南ニ横過スル時ヲ秋分 (9月21日頃) ト云ヒ, 黄道上ノ其ノ點ヲ春分點及ビ秋分點ト云フ。太陽ガ此ノ兩點ニ在ル時晝夜相半分ス (第3圖 $\Upsilon \cap$)

6. 夏至點及冬至點 (Summer solstitial point φ , Winter solstitial point ψ)

太陽ガ黄道ノ最北ニ達シタル時ヲ夏至 (6月22日頃), 最南ニ達シタルトキヲ冬至 (12月22日頃) ト云ヒ, 其ノ點ヲ夏至點及ビ冬至點

ト云フ。此ノ兩點ニ於テハ晝夜ノ長短其ノ極ニ達ス (第3圖 S, W)

第3節 天體ノ位置

1. 天體ノ天球上ノ視位置

測者ヨリ天體ノ中心ヲ見透ス直線ガ天球面ト交ハル點ヲ其ノ天體ノ視位置ト云フ。第5圖ニ於テ M, S ヲ天體, O ヲ測者, C ヲ地球ノ中心トスレバ M', S' ハ夫々天體 M, S ノ視位置ナリ。

2. 天體ノ天球上ノ眞位置

地球ノ中心ヨリ天體ノ中心ヲ見透ス直線ガ天球面ト交ル點ヲ其ノ天體ノ眞位置ト云フ。第5圖 M'', S'' ハ夫々天體 M, S ノ眞位置ナリ。

3. 天ノ子午線 又ハ 赤緯ノ圈 (Celestial meridian or Circle of declination)

天ノ兩極ヲ過ル天球ノ大圈ヲ天ノ子午線 又ハ 赤緯ノ圈ト云フ。(第6圖 $PXP', PX'P', PX''P'$)

4. 赤緯ノ距等圈 (Parallels of declination)

天ノ赤道ニ平行ナル天球ノ小圈ヲ赤緯ノ距等圈ト云フ。(第6圖 LL')

5. 天體ノ赤緯 (Declination)

天體ト赤道トノ間ノ子午線上ノ弧ヲ其ノ天體ノ赤緯ト稱シ, 赤道ヨリ南北ニ 0° ヲリ 90° 迄ニテ算シ, S 若ハ N ノ記號ヲ符ス。第6圖

$XT, X'T', X''T''$ ハ夫々天體 X, X', X'' ノ赤緯ナリ.

6. 天體ノ極距 (Polar distance)

天體ヲ通ル子午線上, 天ノ一極 (測者ノ緯度ト同名ノ極) ヨリ天體ニ至ル角距ヲ極距ト云フ. 故ニ極距ハ $90^\circ \mp \text{Dec.}$ ニ等シク, 第6圖 PX, PX', PX'' ハ夫々天體 X, X', X'' ノ極距ナリ.

7. 天體ノ赤經 (Right ascension)

春分點ト天體ヲ通ルニツノ赤緯ノ圈ノ間ニ於ケル赤道上ノ弧ヲ其ノ天體ノ赤經ト云ヒ, 春分點ヨリ東方ニ向ヒ時, 分, 秒ニテ算シ0時ヨリ24時ニ至ル. 第6圖ニ於テ A ヲ春分點トスルトキ弧 AT, AT', AQT'' ハ夫々天體 X, X', X'' ノ赤經ナリ.

恒星ノ赤緯及赤經ハ其ノ變化甚ダ微小ナレドモ太陽及ビ太陽系諸星ハ變化多ク中ニモ太陰ハ其ノ變化甚ダ大且速ナリ. 今太陽ガ春分點ヲ發シ黃道上ヲ一周シ再ビ春分點ニ歸ル迄ノ赤緯及赤經ノ變化ヲ考フレバ, 赤緯ハ春分點ニ於テ0ナレドモ爾後赤緯北トナリ次第ニ増加シ夏至點ニテ最大 ($23^\circ 27' N$) トナル. 之ヲ過グレバ漸次減少シ秋分點ニ於テ0トナル. 又秋分點ヲ過グレバ赤緯南トナリ, 次第ニ増加シ冬至點ニ於テ最大 ($23^\circ 27' S$) トナリ, 爾後漸次減少シテ春分點ニ歸リ再ビ0トナル. 赤經ハ春分點ニ於テ0ナレ共, 爾後漸次増加シ夏至點ニ於テ6時, 秋分點ニテ12時, 冬至點ニテ18時トナリ春分點ニ返レバ24時即チ0ニ戻ル.

第4節 測者ト天球及天體トノ關係

1. 頂點及蹠點 (Zenith and Nadir)

測者ノ頂上ニ當ル天球ノ點ヲ頂點ト云ヒ, 頂點ニ對スル點即チ測者直下ニ當ル點ヲ蹠點ト云フ. (第7圖 Z, Z')

2. 測者ノ天ノ子午線 (Celestial meridian of an observer)

地球上測者ノ子午線ヲ無限ニ延長シタル平面ガ天球ヲ截リテ作ル大圈ヲ測者ノ天ノ子午線ト云フ. 而シテ測者ノ天ノ子午線ハ天ノ兩極ト頂蹠兩點ヲ通過ス. 頂蹠ト赤道トノ間ニ挾マレタル子午線ノ弧ハ測者ノ緯度ニ當ル. (第8圖 ZQ')

天體ガ測者ノ天ノ子午線ヲ通過スルヲ子午線ニ正中ス (Meridian passage or Transit) ト稱シ. 此瞬間ヲ正中時ト云フ. 而シテ頂蹠ニ近キ子午線ヲ通過スルヲ極上正中 (Upper transit), 蹠蹠ニ近キ子午線ヲ通過スルヲ極下正中 (Lower transit) ト云フ.

3. 高度ノ圈又ハ垂直圈 (Circle of altitude or Vertical circle)

頂蹠及ビ蹠蹠ヲ過ル大圈ヲ高度ノ圈ト云フ. 第8圖 $ZXZ', ZX'Z', ZX''Z'$ ハ夫々天體 X, X', X'' ノ高度ノ圈ナリ.

4. 居所地平 (Sensible horizon)

測者ノ位置ニ於テ地球面ニ切スル平面ガ天球ヲ截ル小圈ヲ居所地平ト云フ. (第7圖 hh')

5. 眞地平又ハ地平圈 (Rational horizon)

居所地平ニ平行ニシテ地球ノ中心ヲ通ル天球ノ大圈ヲ眞地平ト稱

シ頂點兩點ヲ距ルコト相等シキ大圈ナリ。(第7圖 HH')

6. 視地平 (Visible horizon or Sea horizon)

測者ノ目ヨリ海面ニ引キタル切線ニテナス小圈ヲ視地平ト云フ。海上水天ノ交界是ナリ。(第7圖 $LMNS$)

7. 眼高差 (Dip of the sea horizon)

測者ノ眼ヲ過ル水平面ヨリ視地平ニ至ル俯角ヲ眼高差ト云ヒ、眼高ノ高クナルニ從ツテ増大ス。(第7圖)

8. 地平圈上ノ東西南北點

測者ノ天ノ子午線ガ眞地平ト交ル二點ヲ北點 (N) 及南點 (S) ト云ヒ、此ノ子午線ニ垂直ナル高度ノ圈即チ東西圈 (Prime vertical) ト眞地平ト交ル二點ヲ東點 (E) 及西點 (W) ト云フ。(第8圖 N, S, E, W)

9. 天體ノ高度 (Altitude)

高度ノ圈上眞地平ヨリ天體ニ至ル角距ヲ天體ノ高度ト云フ。第8圖 $XT, X'T'$ ハ夫々天體 X, X' ノ高度ナリ。

10. 天體ノ頂距 (Zenith distance)

頂點ト天體ノ角距ヲ其ノ天體ノ頂距ト云ヒ高度ノ餘角ナリ。第8圖 ZX, ZX' ハ夫々天體 X, X' ノ頂距ナリ。

11. 天體ノ時角 (Hour angle)

測者ノ天ノ子午線ト天體ヲ通ル赤緯ノ圈トガ極ニ於テ爲ス角 (又

ハ赤道ニ於テ夾ム弧) ヲ其ノ天體ノ時角ト稱シ、測者ノ子午線ヲ0時トシ西方ニ測リテ24時ニ至ルモノトス。又天體ガ子午線ノ東方ニ在ル時、特ニ子午線ヨリ東方ニ測リ上述ノ西方時角ト區別シテ東方時角ト稱スルコトアリ。即チ東方時角ハ24時ヨリ西方時角ヲ減ジタルモノナリ。第8圖ニ於テ $\angle XPQ'$ ($\widehat{Q'S}$) 及ビ $\angle X'PQ'$ ($\widehat{Q'S'}$) ハ夫々天體 X 及ビ X' ノ西方時角ナリ。

斯ク赤緯ノ圈ハ天體ノ時角ヲ表スヲ以ツテ一名時圈 (Hour circle) トモ稱シ、東西兩點ヲ通過スル時圈ハ其ノ時角6時及ビ18時 (東方6時) ニシテ特ニ6時ノ圈 (Six o'clock hour circle) ノ名アリ。太陽ガ此ノ圈上ニ在ル時ハ凡ソ午前6時及ビ午後6時ニ當ル。第8圖 PQP' ハ6時ノ圈ナリ。

12. 天體ノ方位角 (Azimuth)

眞地平上ニ於テ北點或ハ南點ヨリ天體ヲ過ギル高度ノ圈ニ至ル角距ヲ其ノ天體ノ方位角ト云フ。云ヒ換フレバ測者ノ天ノ子午線面ト其ノ天體ヲ過ル高度ノ圈トノ爲ス角度ナリ。第8圖 $\angle NZX$ (\widehat{NT}) 及 $\angle SZX'$ ($\widehat{ST'}$) ハ夫々北點及南點ヨリ測リタル天體 X 及 X' ノ方位角ナリ。

方位角ノ測リ方ハ種々アレドモ航海上ハ次ノ二通りヲ用フ。

- (1) 北點ノ 0° ニ初マリテ時計ノ針ト同ジ方向ニ 360° 迄測ル。
- (2) 南北點ヨリ初メテ夫々東又ハ西ニ 90° 宛測ル。

13. 天體ノ出沒方位角 (Amplitude)

天體ガ眞地平ニ在ル時東點若ハ西點ヨリ該天體ニ至ル角距ヲ出沒

方位角ト云フ. 第9圖 $\angle EZX''$ ($\widehat{EX''}$) ハ天體 X'' ノ出沒方位角ナリ.

14. 位置ノ三角形 (Position triangle)

頂距, 極距及ビ餘緯度ヲ以ツテ三邊トシタル球面三角形 ($\triangle PZX$) ヲ位置ノ三角形ト稱シ航海術上ノ諸問題ヲ解ク重要ナル三角形ナリ.

第9圖ハ真地平面上ニ天球ヲ投影シタル地平面圖ニシテ頂點 (Z) ヲ中心トスル真地平圈上 N, S, E, W ハ夫々北, 南, 東, 西ノ諸點ナリ. 從ツテ NS ハ天ノ子午線, 此レニ直角ナル高度ノ圈 WE ハ東西圈ナリ. P ハ北極, 曲線 WQE ハ赤道ナリ. X ヲ天體トスル時 PXD ハ天體ヲ通ル赤緯ノ圈ニシテ又 ZXA ハ同天體ヲ過ギル高度ノ圈ナリ.

$ZQ = NP$ = 測者ノ緯度. (l) 北緯

PZ = 測者ノ餘緯度 (c)

AX = 高度 (a)

ZX = 頂距 (z) $= 90^\circ - a$

XD = 赤緯 (d) 緯度ト同名 N

PX = 極距 (p) $= 90^\circ - d$

$\angle ZPX$ = 時角 (h)

$\angle PZX$ = 方位角 (Z)

又天體 X' = 就テ

$A'X'$ = 高度 (a)

ZX' = 頂距 (z) $= 90^\circ - a$

$X'D'$ = 赤緯 (d) 緯度ト異名 S

PX' = 極距 (p) $= 90^\circ + d$

$\angle ZPX'$ = 東方時角 (h)

$\angle SZX$ = 方位角 (Z')

第 2 章 時 (Time)

古來人間生活ニ必要ナル時ヲ知り、時ヲ測ル方法トシテ規則正シク繼續シテ起ル顯著ナル天文現象ヲ基準トセリ。即チ種々ノ天文現象ノ中、地球ノ自轉及ビ公轉ハ殆ド永劫不變ノ週期ヲ有スルヲ以テ時測定ノ單位トスルニ最モ適當ナリ。

地球ノ自轉ニヨリテ天球上ノ一點若ハ一天體ガ見掛上 2 回續ケテ同一子午線ヲ通過スル間隙ヲ 1 日トシ、地球ノ公轉ニヨリテ地球ガ其ノ軌道上ノ一點ヲ發シ再ビ該點ニ復歸スル間隙ヲ 1 年トス。而シテ日及年ハ猶之ヲ若干等分シテ以テ一層精密ナル時ヲ表ハスモノトス。然ルニ之等ノ時ノ單位ハ其ノ對照トスル天體又ハ點ニヨリ多クノ種類アリテ極メテ複雑ナルモノトナル。以下航海術ニ必要ナル時ニ就テ説述セン。

第 1 節 太陽時 (Solar Time)

太陽時トハ太陽並ニ假想ノ太陽ヲ對照トシテ測ル時ヲ云フ。

1. 視正子 (Apparent mid-night) 及 視正午 (Apparent noon)

太陽ガ某地ノ天ノ子午線ニ極下正中スル時ヲ視正子、極上正中スル時ヲ視正午ト稱ス。

太陽ヲ後説スル平均太陽ト區別スル爲メ特ニ視太陽 (Apparent sun) ト稱スルコトアリ。

2. 視陽日 (Apparent solar day)

同一子午線ニ太陽ガ 2 回續ケテ正中スル間ノ間隙ヲ 1 視陽日ト云ヒ、視正子ニ初マリ次ノ視正子ニ終ルモノヲ 1 視陽日トスルヲ普通トス。

3. 視時又ハ眞時 (Apparent time)

1 視陽日ヲ 24 時ニ分チ視正子ヲ 0 時トシテ 24 時ニ至ル時間ヲ其ノ地ノ視時ト云フ。即チ視正子ヨリ測リタル太陽ノ時角ニシテ次ノ關係アリ。

$$A.T. = 12^h + H.A.A.S.$$

綠威視時 (Greenwich apparent time) ハ綠威子午線ニ於ケル視時ヲ云ヒ、地方視時 (Place or Ship's Apparent Time) ハ任意ノ地ニ於ケル視時ヲ云フ。

4. 平均太陽 (Mean sun)

太陽ガ黃道上ヲ一週スルニ當リテ地球軌道ガ楕圓ナルト、黃道ガ赤道ニ對シテ傾斜セル爲メニ日々ノ太陽ノ移動 (赤經ノ變化) ハ等シカラズ、隨ツテ此ノ太陽ヲ基準トスル視陽日モ常ニ等シキ間隔ヲ有スルモノニ非ズシテ長短アルモノナリ。

斯クノ如ク齊一ナラザル間隙ヲ以テ時ノ單位トスル事ハ日常生活上不便ナル爲メ、爰ニ赤道上ヲ等シキ角速度 (太陽ノ平均速度) ニテ運行スル假想ノ太陽ヲ設ケ、視太陽ト同時ニ春分點ヲ發シ兩者同時ニ該點ニ復歸スルモノトシテ時ヲ測ル單位トセリ。此ノ假想ノ太陽ヲ平均太陽ト名ヅク。

5. 平正子 (Mean mid-night) 及 平正午 (Mean noon)

平均太陽が某地ノ子午線ニ極下正中スル時ヲ平正子ト云ヒ、極上正中スル時ヲ平正午ト云フ。

6. 平陽日 (Mean solar day)

平均太陽が同一ノ子午線ニ2回續ケテ正中スル間ノ間隙ヲ1平陽日ト稱シ、平正子ニ初マリテ次ノ平正子ニ終ルモノトス。

7. 平時 (Mean time)

平陽日ヲ24時ニ分チ平正子ヲ0時トシテ24時ニ至ル時間ヲ其ノ地ノ平時ト云フ。即チ平正子ヨリ測リタル平均太陽ノ時角ニシテ次ノ關係アリ。

$$M.T. = 12 + H.A.M.S.$$

綠威平時 (Greenwich mean time) 及 地方平時 (Place or Ship's mean time) 等ハ視時ノ場合ト同ジ。

8. 常用日 (Civil day)

平正子ニ初マリテ次ノ平正子ニ終ル平陽日ヲ常用日ト云ヒ、普通平正午ヲ以テ前後ニ2分シ前半ヲ午前 (A.M.), 後半ヲ午後 (P.M.) トスルモ航海曆其他航海術上ノ問題ニ於テハ午前午後ノ區別ヲ設ケズ、平正子ノ0時ニ始マリ次ノ平正子ノ24時ニ至ル測リ方ヲ用ルヲ常トス。

9. 時差率 (Equation of time)

指示時ニ於ケル平時ト眞時トノ差ヲ時差率ト稱シ、之ニ眞時ガ平

時ヨリ大ナル時ハ (+), 小ナル時ハ (-) ノ符號ヲ用フ。時差率ヲ生ズル理由ハ平時ハ赤經ノ變化齊一ナル平均太陽ヲ基準トシ、視時ハ其ノ赤經ノ變化不等ナル視太陽ヲ基準トスルヲ以テ、視太陽ノ赤經ハ平均太陽ニ比シ或ル時ハ進ミ或ル時ハ後レ、隨テ其等ニヨリ示サレタル時間ニモ差ヲ生ズル爲メナリ。視太陽ノ赤經ノ變化ノ不等ナルハ其ノ黄道上ノ速力ガ不定ナルト黄道傾斜ニ原因ス。

10. 平陽年 (Mean solar year)

眞ノ太陽ガ春分點ヲ發シテヨリ再ビ同點ニ歸ル迄ノ平均間隙ヲ1太陽年ト云フ。而シテ春分點ハ1平陽年間ニ太陽ト反對ノ方向即チ西方ニ約 $50''.22$ ダケ移動スル (之ヲ歲差ト言フ) ヲ以テ、1平陽年ハ太陽ガ眞ニ 360° ヲ1周スル間ノ間隙ニアラズシテ、歲差ヲ減ジタル $359^\circ 59' 9''.78$ ノ間ヲ運行スル間隙ノ長サニシテ平時ノ 365.2422 日ニ當ル。

11. 曆法

今日我國ヲ始メトシテ世界文明國ニ於テ用フル曆法ハ太陽新曆 (Gregorian calender) ト稱スルモノナリ。即チ本曆法ニ於テハ、1平陽年 365.2422 日ハ端數アリテ常用ニ不便ナルヲ以テ、平時ハ 365 日ヲ以テ1年トシテ之ヲ平年ト名ヅケ、端數ノ 0.2422 日ハ4年ニテ ($0.2422 \times 4 = 0.9688$ 日) 約1日ニ達スルヲ以テ、每4年ノ年ニ1日ヲ加ヘ 366 日トシ此レヲ閏年セリ。然ルニ 0.9688 日ヲ以テ1日トシテ閏年ヲ置クトキハ4年間ニ $1 - 0.9688 = 0.0312$ 日ノ過差ヲ生ジ、400年毎ニ ($0.0312 \times 100 = 3.12$ 日) 約3日ノ過差トナルヲ以テ400

年間 = 3 閏日ヲ省キテ之ガ改正ヲ爲スコト、セリ。

我國ニ於テ閏年平年ヲ定ムルニハ次ノ勅令ニ依ル
明治 31 年勅令第 90 號

神武天皇即位紀元年數ノ 4 ヲ以テ整除シ得ベキ年ヲ閏年トス。但
シ紀元年數ヨリ 660 ヲ減ジテ 100 ヲ以テ整除シ得ベキモノノ中更ニ
4 ヲ以テ其ノ商ヲ整除シ得ザル年ハ平年トス。

第 2 節 恒星時 (Sidereal Time) 及太陰時 (Lunar Time)

恒星時トハ恒星又ハ恒星ニ準ズル一點例ヘバ春分點ノ如キモノヲ
對照トスル時ノ總稱ナリ。又太陰時ハ太陰ヲ對照トシテ測ル時ノ總
稱ナルモ日常ノ生活上ニハ關係少ナシ。

1. 恒星日 (Sidereal day)

春分點ガ同一子午線ニ 2 回續ケテ正中スル間隙ヲ 1 恒星日ト云ヒ
通常極上正中時 (Sidereal noon) ヲリ次ノ極上正中時ニ至ル間隙ヲ
云フ。春分點ハ歲差ノ爲メ微小ノ移動ヲ爲スモ殆ンド一定點ト見做
シ得ルヲ以テ、1 恒星日ハ地球ノ完全ナル 1 自轉ニ要スル時間ナリ。

2. 恒星時 (Sidereal time)

春分點ガ子午線ニ極上正中シタル時ヲ 0 時トシ、其ノ西方時角ニ
ヨリ 24 時迄算ス。即チ恒星時ハ子午線ノ赤經 (Right ascension of
meridian) ニ一致ス。

3. 恒星年 (Sidereal year)

太陽ガ完全ニ黃道上ヲ 360° 運行スル間隙ニシテ黃道上ノ一定點
ヲ發シテ次ニ再ビ同點ニ復歸スル迄ノ間隙ヲ云フ。

4. 恒星時ト平時トノ關係

1 恒星日ハ完全ナル地球 1 自轉ノ間隙ナレドモ平均太陽ハ黃道上
ヲ 1 日ニ約 1° ノ角速度ニテ運行スルヲ以テ、1 平陽日ハ凡ソ地球
ガ 361° ヲ自轉スルニ要スル時間ニ相當シ 1 恒星日ヨリ稍長シ。而シ
テ其ノ關係次ノ如シ (第 10 圖)

$$24^h (M.T.) = 24^h 3^m 56^s.56 (Sid. T.)$$

$$24^h (Sid. T.) = 23^h 56^m 4^s.09 (M.T.)$$

5. 太陰日 (Lunar day)

太陰ガ 2 回引キ續キテ同一子午線ニ正中スル間隙ニシテ、其ノ長
サハ一定セザレ共平均約 24^h 50^m (平時) ナリ。故ニ月ノ子午線經
過時ハ毎日平均約 50^m 遅レ、又出沒時モ赤緯ノ變化ト緯度ノ高低
ニヨレドモ毎日若干遅レルコト、ナル。

第3章 時 法

第1節 時間ト弧度

平均太陽ガ地球ヲ一周スルニ24時間ヲ要ス。而シテ一周ハ360°ナルヲ以テ時間ト弧度ノ關係次ノ如シ。

$$360^\circ = 24^h \quad \text{又} \quad 1^\circ = 4^m \quad \left(\frac{60^m}{15}\right)$$

$$15^\circ = 1^h \quad 1' = 4^s \quad \left(\frac{60^s}{15}\right)$$

$$15' = 1^m \quad 1'' = 0.0666 \left(\frac{1^s}{15}\right)$$

$$15'' = 1^s$$

故ニ時間ヲ弧度ニ改メ又弧度ヲ時間ニ改ムルニハ上ノ關係ヲ表記セル航海表第12表 (P. 188) ヲ使用シテ容易ニ求ムルコトヲ得。

註. 日常ノ航海術ニ於テハ時間ハ秒ノ小數第1位マデ、弧度ハ分ノ小數第1位迄ニテ可ナリ。

第2節 時間ト經度

平均太陽又ハ眞太陽ノ子午線ニ正中スルヤ、其ノ地東ニアレバ早ク西ニアレバ遅シ。故ニ各地平時又ハ視時ノ差ハ經度ノ差ニヨル。而シテ英國綠威ノ子午線ハ經度ヲ算スル原位ナルヲ以テ、綠威時ト地方時ノ差ハ經度ヲ時間ニテ表ハシタル經度時 (Longitude in Time) ニ一致シ、地方時ガ之ニ相當スル綠威時ヨリ大ナレバ東經ニアリ、又小ナレバ西經ニアルナリ。

今爰ニ綠威平時ヲ使用セル一船アリテ本初子午線ヲ發シテ東航シ、15° E ノ子午線ニ達シタリトセバ船内ノ時計ハ經度ノ變化ニ相當スル時間ダケ地方時ヨリ遅ル、ヲ以テ、時計ヲ1時間進メテ地方時ニ合致セシメザルベカラズ。又西航スル時ハ之ニ反シテ遅ラサルベカラズ。

船ガ本初子午線ヲ發シテ東航シ、180° ノ子午線ニ達スルトキハ地方平時ハ綠威平時ヨリ進ムコト12時間ニシテ更ニ同子午線ヲ通過スル時ハ24時間即チ1日ノ變化ヲ生ズ。蓋シ綠威ヲ正午トスレバ東經180°ニ於テハ當日ノ午後12時即チ翌日ノ午前0時ニシテ、西經180°ニ於テハ當日ノ午前0時トナル。故ニ西經ヨリ東經ニ入ル時ハ1日早メテ日ヲ1日省キ、東經ヨリ西經ニ入ル時ハ1日遅ラシ、翌日モ亦當日ト曆日ヲ同クス。

斯クノ如ク經度ノ變化ニヨリテ時間ノ變化アルモノナレバ、陸上ニ於テモ又海上ノ船舶ニ於テモ一定ノ規則ヲ設ケテ其ノ使用時間ヲ定ム。

1. 標準時 (Standard time)

一國內ト雖モ經度異ル地ハ總テ平時ヲ異ニスルヲ以テ、各地ガ各自ノ平時ヲ使用スルトキハ交通迅速ナル今日ニ於テ不便少カラズ。故ニ其ノ國ノ約中央ヲ通過スル子午線ノ平時ヲ以テ標準時ト名ヅケ、一般常用ノ時トシ以テ各地ニ於ケル指時ヲ齊一ナラシム。我國ニ於テ用フル標準時次ノ如シ。

日本標準時 135° E (9° E) 日本本土, 臺灣, 朝鮮, 滿洲.

南洋群島東部標準時 $150^{\circ} E$ ($10^{\circ} E$) トラック, ボナベ,
 ヤルト支應管區.
 南洋群島西部標準時 $135^{\circ} E$ ($9^{\circ} E$) バラオ, ヤツブ,
 サイパン支應管區.

世界各地ノ標準時ハ東洋燈臺表上巻ニ掲ゲラル.

2. 夏 時 (Summer time)

歐米諸國中夏季一定期間時刻ヲ其ノ地ノ標準時ヨリ 1 時間繰リ上
 ゲ使用スル所アリ, 之ヲ夏時ト稱ス.

3. 船舶ノ時 (Ship's time)

船舶ハ港灣碇泊及沿岸航行中ハ當該國ノ標準時ヲ使用スト雖モ,
 公海ニ於テハ然ラズ. 公海ニ於ケル船舶使用時ニ二種類アリ.

(1) 視正午ノ經度ニ對スル視時 (Ship's apparent time for Noon
 longitude) ヲ用フルモノ

豫メ推算シタル正午ノ經度ニ對スル視時ヲ求メ, 船内ノ時計ヲ之
 ノ時間ニ合ス. 而シテ日々時間ノ遲速ヲ改正スル時刻ハ一定セズト
 雖モ, 船内作業ニ妨ゲトナラザル時刻ヲ選ビ, 多クノ船ハ正子又ハ
 午前 8 時ニ行フヲ例トス. 本法ニヨル時間ハ太陽ノ實際運動ト船内
 時刻トノ關係極メテ密接ニシテ航海術上ノ便利多キモ, 海上ノ各船
 船ハ各別々ノ時刻ヲ用フルコトナリ, 陸上及ビ他船トノ連絡ニ稍
 々不便アリ. 商船ニ於テハ多ク此ノ制度ヲ用フ.

(2) 時刻帶 (Time zone) ヲ用フルモノ

吾海軍艦船ニアリテハ公海ニアル時, 時刻帶ヲ採用ス. 即チ各艦

船ガ使用時ヲ異ニスルトギハ相互連絡上不便アルヲ以テ, 地球表面
 上ヲ 15° ヲ隔ツル子午線ヲ以テ區分シタルモノヲ時刻帶ト稱シ, 同
 時刻帶ニアル艦船ハ總テ同一平時ヲ用ヒ境界子午線ヲ越ユル毎ニ 1
 時間ヲ増減スルコトセリ. 時刻帶及本制度ニヨル時間ノ改正ハ海
 軍艦船使用時規則 (東洋燈臺表ニ掲グ) ニヨル.

第 3 節 綠威時ト地方時

1. 綠威時ヨリ地方時ヲ求ム

綠威平時 (又ハ視時) ト或地ノ經度ヲ知リテ該地ノ地方平時 (又
 ハ視時) ヲ求ムル算則次ノ如シ. (第 11 圖參照)

算 則

(1) 東經ノ場合 綠威時ニ經度時ヲ加フ. 若シ時數ガ 24^{h} ヲ超
 過スルトキハ 24^{h} ヲ減ジテ日附ヲ次ノ日トス.

$$S.M.T. \text{ (or } S.A.T.) = G.M.T. \text{ (or } G.A.T.) + L.T.$$

(2) 西經ノ場合 綠威時ヨリ經度時ヲ減ズ. 若シ經度時ガ綠威
 時ヨリ大ナル時ハ綠威時ニ 24^{h} ヲ加ヘテ經度時ヲ減ジ日附ヲ
 前ノ日トス.

$$S.M.T. \text{ (or } S.A.T.) = G.M.T. \text{ (or } G.A.T.) - L.T.$$

2. 地方時ヨリ綠威時ヲ求ム

算 則

(1) 東經ノ場合 地方時ヨリ經度時ヲ減ズ. 若シ經度時ガ地方
 時ヨリ大ナル時ハ地方時ニ 24^{h} ヲ加ヘテ經度時ヲ減ジ日附ヲ

前ノ日トス。

$$G.M.T. \text{ (or } G.A.T.) = S.M.T. \text{ (or } S.A.T.) - L.T.$$

(2) 西經ノ場合 地方時 = 經度時ヲ加フ。若シ時數ガ 24^h ヲ超過スルトキハ 24^h ヲ減ジテ日附ヲ次ノ日トス。

$$G.M.T. \text{ (or } G.A.T.) = S.M.T. \text{ (or } S.A.T.) + L.T.$$

3. 時辰儀示時ト綠威時

時辰儀ハ元來綠威平時ヲ示セルモノナルガ、日差 (Daily rate) ノ爲メ時日ヲ經過スルトキ時辰儀違差 (Chronometer error) ヲ生ズ。故ニ綠威平時ヲ得ル爲メニハ其ノ違差ヲ加減セザルベカラズ。但シ時辰儀盤面ニ表ハル、時數ハ 12^h 迄ニシテ、綠威時ガ午前ナルヤ午後ナルヤ又其ノ時ニ相當スル綠威ノ日附ヲ知ル爲メ、船舶ノ略時ニ經度時ヲ加減シテ綠威略時 (Greenwich date) ヲ求メ、然ル後時辰儀指時ヨリ綠威時ヲ求ムルコト、ス。

第 4 章 天體諸元算法

天文航法ニ於ケル諸種ノ問題ヲ解クニハ先ヅ其ノ觀測時ニ相當スル天體ノ赤緯、赤經、時角等ノ諸元ヲ航海年表ニヨリ求メザルベカラズ。航海年表ハ毎日ノ綠威平時ニ相當スル太陽、太陰、惑星、恒星等ノ諸天體ノ位置等天文觀測上必要ナル諸要目ヲ掲記スル航海用ノ天文曆ナリ。而シテ本表ニ於テハ天文航法ノ計算ニ便ニスル爲メ、或ル種ノ天體諸元ハソノマ、掲記セズシテ下記ノ如ク特殊ノ數値ヲ與フ。

太陽每 2 時ノ表中 $E.T.$ ノ代リ = E_0

太陰每 2 時ノ表中 $R.A.$ ノ代リ = E_1

惑星毎日ノ表中 $R.A.$ ノ代リ = E_P

恒星表中 $R.A.$ ノ代リ = S

恒星時算出表ヲ設ケ R

ナル値ヲ掲記ス。之等記號ノ意味ハ次ノ如シ

$$E_0 = -12^h + E.T. + (24^h) = E.T. + 12^h$$

$$E_1 = -12^h + R.A.M.S. - R.A. \text{ (} + (0^h, 24^h, 48^h)$$

$$= R - R.A. \text{ (} + (0^h, 24^h)$$

$$E_P = -12^h + R.A.M.S. - R.A.P + (0^h, 24^h, 48^h)$$

$$= R - R.A.P. + (0^h, 24^h)$$

$$S = 24^h - R.A.*$$

$$R = -12^h + R.A.M.S. + (0^h, 24^h)$$

故ニ

$$E.T. = E_{\odot} - 12^h$$

$$R.A. \zeta = R - E_{\zeta} + (0^h, 24^h)$$

$$R.A.P = R - E_P + (0^h, 24^h)$$

$$R.A.M.S. = R + 12^h$$

$$R.A.* = 24^h - S$$

上式右邊 () 内ノ $24^h, 48^h$ 等ハ E, R フ常ニ正號トシテ $0^h, 24^h$ ノ値ナラシムル爲メ場合ニ應ジテ加フベキ數ナリ。

航海年表中天體諸元ハ綠威平時ノ毎 2 時又ハ毎 24 時ニ與ヘラル、ヲ以テ、其ノ中間ノ時間ニ相當スル値ハ比例部分表ヲ用ヒ挿入法ニヨリ求ムルモノトス。

第 1 節 太陽諸元算法

1. Dec., E_{\odot} , E.T.

毎月ノ第 2 頁及第 3 頁ノ毎 2 時ノ表及比例部分表ニヨル。

2. S. D.

毎月ノ第 1 頁ノ毎日ノ表ニヨル。

3. R., R.A.M.S.

恒星時算出表 (R 表) 及同表ノ比例部分表ニヨル。

第 2 節 太陰諸元算法

1. E_{ζ} , Dec.

毎月ノ第 2 頁至第 5 頁ノ毎 2 時ノ表及比例部分表ニヨル。

2. S. D.

毎月ノ第 2 頁至第 5 頁ノ毎 2 時ノ表ニヨル。

3. H. P.

毎月ノ第 1 頁ノ毎日ノ表ニヨル。

第 3 節 惑星諸元算法

航海年表ニハ惑星中肉眼ニ見ヘ天文航法ニ利用シ得ラル、金星、火星、木星及土星ノ諸要素ノミヲ掲記ス。

1. E_P , Dec., H.P.

毎月ノ第 1 頁及第 2 頁毎日ノ表及比例部分表ニヨル。

第 4 節 恒星諸元算法

航海年表ニ掲ゲラル、恒星表次ノ如シ

常用恒星表 1 等星及著名ナル 2 等星ヲ合セテ 24 個ヲ 20 日毎ノ綠威正子ニ對スル S 及 Dec. ヲ掲記ス。

恒星索引表 等級 3.0 ヲリモ光度強キ恒星全部ノ索引ヲ掲ゲ、等級、概位並ニ概略ノ正中時ヲ知ルニ便ナラシム。

恒星表 常用恒星以外ノ 156 個ノ恒星ノ綠威正子ニ對スル Dec. 及 S ヲ 20 日毎ニ掲記ス。

恒星ノ赤緯及赤經ノ變化ハ太陽系ノ諸天體ト異リテ極メテ微少ナルヲ以テ、任意時ニ對スルモノヲ求ムルニ當リテハ、只目算ニテ表値ヨリ摘出スルヲ以テ足レリトス。

第 5 章 天體ノ時角

第 1 節 太陽時角算法

第 12 圖 A, B ハ天球ノ地平面圖ニシテ S ヲ視太陽ノ黃道上ノ位置, M ヲ平均太陽ノ赤道上ノ位置トスレバ, $S'M$ ハ $E.T.$ ニ相當シ視太陽 S ノ時角ハ次ノ算式ニヨリテ求ムルコトヲ得.

$$H.A. \odot = S.M.T. + E.T. - 12^h + (24^h)$$

而シテ $E_{\odot} = E.T. - 12^h + (24^h)$ ナルヲ以テ

$$H.A. \odot = S.M.T. + E_{\odot}$$

又 $G.M.T.$ ヲヨリテ求ムルニハ

$$\begin{aligned} H.A. \odot &= G.M.T. + E_{\odot} \pm L.T. \\ &= G.H.A. \odot \pm L.T. \end{aligned}$$

算 則

- (1) $G.M.T.$ ヲ求ム.
- (2) $G.M.T.$ ニ對スル E_{\odot} ノ値ヲ航海年表ヨリ取り出ス.
- (3) $G.M.T.$ ニ E_{\odot} ヲ加ヘテ $G.H.A. \odot$ トス.
- (4) $G.H.A. \odot = L.T.$ ヲ加減シテ $S.H.A. \odot$ トス.
但シ $L.T.$ ハ東經ナレバ加ヘ, 西經ナレバ減ズ.
- (5) 時角 (西方) 12^h ヲ超過スル時ハ 24^h ヲヨリ減ジテ東方時角トス

第 2 節 太陰及惑星時角算法

第 13 圖 A, B = 於テ M ヲ平均太陽, X ヲ任意ノ天體, A ヲ春分

點トストスルトキ

$$LQ = AQ - AL \text{ ナレバ}$$

$$H.A.X = R.A.Mer. - R.A.X$$

又 $24^h - QL' = 24^h - (AL' - AQ)$ ナレバ

$$H.A.X' = R.A.Mer. - R.A.X' + 24^h$$

然ルニ $AQ = AM + MQ$ ナレバ

$$R.A.Mer. = R.A.M.S. + H.A.M.S.$$

又 $AQ = (24^h - AL) + M'Q - 24^h$ ナレバ

$$R.A.Mer. = R.A.M.S. + H.A.M.S. (M') - 24^h$$

ナルヲ以テ

X 又ハ X' ノ時角ハ

$$\begin{aligned} H.A.X \text{ or } X' &= R.A.M.S. + H.A.M.S. \\ &\quad - R.A.X \text{ or } X' \pm 24^h \\ &= S.M.T. - 12^h + R.A.M.S. \\ &\quad - R.A.X \text{ or } X' \pm 24^h \end{aligned}$$

天體ヲ ζ, P 又ハ $*$ トスル時ハ

$$\begin{aligned} H.A. \zeta &= S.M.T. - 12^h + R.A.M.S. - R.A. \zeta \\ &= S.M.T. + E_{\zeta} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H.A.P &= S.M.T. - 12^h + R.A.M.S. - R.A.P \\ &= S.M.T. + E_P \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H.A.* &= S.M.T. - 12^h + R.A.M.S. - R.A.* \\ &= S.M.T. + R + S \end{aligned}$$

之レ太陰, 惑星及恒星等ノ地方時角ヲ求ムル式ニシテ又 $G.M.T.$ ヲ

求ムル場合ニハ

$$\underline{H.A. \textcircled{C} = G.M.T. + E_C \pm L.T. = G.H.A. \textcircled{C} \pm L.T.}$$

$$\underline{H.A.P = G.M.T. + E_P \pm L.T. = G.H.A.P \pm L.T.}$$

$$\underline{H.A.* = G.M.T. + R + S \pm L.T. = G.H.A.* \pm L.T.}$$

算 則

- (1) *G.M.T.* ヲ求ム.
- (2) *G.M.T.* = 對スル E_C 又ハ E_P ヲ航海年表ヨリ取り出ス.
- (3) *G.M.T.* = E_C 又ハ E_P ヲ加ヘ以テ *G.H.A.* トス.
- (4) *G.H.A.* = *L.T.* ヲ加減シテ該天體ノ *S.H.A.* トス.

第 3 節 恒星時角算法

恒星時角ハ前節ニ示シタル算式ニヨル. 即チ次ノ如シ

$$\underline{H.A.* = G.M.T. + R + S \pm L.T.}$$

算 則

- (1) *G.M.T.* ヲ求ム.
- (2) *G.M.T.* = 對スル R 及ビ S ヲ航海年表ヨリ取出ス.
- (3) *G.M.T.* = R 及ビ S ヲ加ヘテ *G.H.A.** ヲ求ム.
- (4) *G.H.A.** = *L.T.* ヲ加減シテ *S.H.A.* トス.

第 6 章 時間ノ換算

(1) 平時ヨリ視時ヲ求ム

某地ノ地方平時ヲ地方視時ニ換算スル法次ノ如シ.

算 則

- (1) *S.M.T.* = *L.T.* ヲ加減シテ *G.M.T.* ヲ求ム.
- (2) *G.M.T.* = 對スル *E.T.* ヲ航海年表ヨリ取り出ス.
- (3) *S.M.T.* = *E.T.* ヲ其ノ符號ニヨリ加減シテ *S.A.T.* トス.

(2) 視時ヨリ平時ヲ求ム

某地ノ地方視時ヲ地方平時ニ換算スル法次ノ如シ.

算 則

- (1) *S.A.T.* = *L.T.* ヲ加減シテ *G.A.T.* ヲ求ム.
- (2) 此ノ *G.A.T.* ヲ *G.M.T.* ト假定シテ航海年表ヨリ概略ノ *E.T.* ヲ取り出ス.
- (3) *G.A.T.* = 此ノ *E.T.* ヲ其ノ符號ノ反對ニ加減シテ *G.M.T.* ノ略時ヲ求ム.
- (4) *G.M.T.* ノ略時ニヨリ再ビ航海年表ニ入り *E.T.* ヲ求メ, 之ヲ *S.A.T.* = 加減シテ *S.M.T.* トス.

(3) 地方平時ヨリ標準時 又ハ標準時ヨリ地方平時ヲ求ム

地方平時ヲ標準時ニ改メルニハ其ノ地ノ經度時ト標準時ノ差ヲ次

ノ如ク地方平時ニ加減ス。

地ノ經度ガ標準時ノ經度ノ東ニアルトキ (-)

地ノ經度ガ標準時ノ經度ノ西ニアルトキ (+)

標準時ヲ地方平時ニ改メル場合ハ之ニ反ス。

[4] 平時ヨリ恒星時ヲ求ム

某地ノ地方平時ヲ地方恒星時ニ換算スル法次ノ如シ。

算 則

- (1) $S.M.T. = L.T.$ ヲ加減シテ $G.M.T.$ ヲ求ム。
- (2) $G.M.T. =$ 對スル R ノ値ヲ航海年表 R 表ヨリ取り出ス。
- (3) $S.M.T. = R$ ヲ加ヘテ $P. Sid. T.$ トス。

第 7 章 子午線正中時

天體ノ子午線正中時ヲ求ムルハ主トシテ該天體ノ子午線高度ヲ測リテ緯度ヲ求ムル場合ニ必要ナリ。

第 1 節 太陽子午線正中時算法

太陽ガ子午線ニ正中スルハ地方視時ノ $12^h 0^m 0^s$ (極上正中) ト $0^h 0^m 0^s$ (極下正中) ナリ。極地附近ヲ除キ太陽ノ正中時ガ觀測シ得ラルハ極上正中ノミニシテ、此ノ時ノ地方平時又ハ標準時ヲ求ムル算法次ノ如シ。

算 則

- (1) $S.A.T. 12^h 0^m 0^s = L.T.$ ヲ加減シテ $G.A.T.$ ヲ求ム。
- (2) 此ノ時間ニ相當スル $E.T.$ ヲ航海年表ヨリ求ム。
- (3) $S.A.T. = E.T.$ ヲ加減シテ $S.M.T.$ ヲ求ム。
- (4) 標準時ニテ表ス時ハ前章ニヨリ改正ヲ行フ。

第 2 節 恒星子午線正中時算法

極ニ近キ恒星ハ其ノ極上及極下正中共ニ觀測ヲ行ヒ得ルモノアリ。觀測ニ必要ナル正中ノ時間ハ其略値ヲ得レバ足ルヲ以テ爰ニハ略近ノ正中時ノ算法ヲ述ブルニ止ム。

算 則

- (1) 航海年表恒星索引表ニ入り、與ヘラレタル日附ニ最モ近キ表

値ノ日附ニ對スル綠威子午線正中時ヲ求メ、此レヲ其ノ日附ノ本地ノ子午線經過時トス。

(3) 此ノ時間ニ表値ノ日附ト與ヘラレタル日附ノ差ニ 4^mヲ乗ジタルモノヲ加減シテ其ノ日ノ子午線正中時(地方平時)トス。表値ノ日附ガ與ヘラレタル日附ニ先ヅルトキハ加ヘ、遅レルトキハ減ズ。此レ恒星時ノ 1 日ハ平時ノ約 23^h 56^mニ當リ、其ノ正中時ハ毎日約 4^m早マレバナリ。

(4) 極下正中時ハ上記ノ時間ニ 11^h 58^mヲ加減セルモノナリ。

第 3 節 太陰子午線正中時算法

航海年表太陰ノ部毎月ノ第 1 頁(毎日ノ表)ニ太陰ガ綠威子午線ニ正中(極上正中)スル綠威平時ヲ掲記セリ。而シテ太陰ノ子午線正中時ハ毎日平均約 50 分遅ル、ガ故ニ某日正子直前ニ正中セル如キ場合ニハ其ノ翌日ハ正中ナキコトアリ。

斯クノ如ク太陰ノ正中ハ 24 時間(經度 360°)ニツキ平均約 50 分ヅ、遅レルヲ以テ、任意ノ地ニ於ケル正中時ハ綠威ノ正中時ヨリ經度差ニ比例シテ東經ナレバ早クナリ、西經ナレバ遅ル。故ニ其ノ算則次ノ如シ。

算 則

- (1) 與ヘラレタル日附ニ對スル綠威正中時ヲ航海年表ヨリトル。
- (2) 測者東經ナル時ハ前日トノ時間差(Retardation)、西經ナル時ハ次ノ日トノ時間差ヲトリ $\frac{Long.}{360^\circ}$ ヲ乗ジテ改正量トス。

改正量ハ航海表第 27 表(p. 213)又ハ航海年表ニ掲記セル太陰ノ子午線正中時改正表ニヨリ求ムルコトヲ得。

(3) (1)ニヨリ求メタル正中時ヨリ、東經ナレバ改正量ヲ減ジ、西經ナレバ改正量ヲ加ヘ、以テ其地ノ正中時(地方平時)トス。

(4) 極下正中時ハ上記ノ時間ニ $(12^h + \frac{Ret.}{2})$ ヲ加減セルモノナリ。

第 4 節 惑星子午線正中時算法

航海年表惑星ノ部毎月ノ表ニ、惑星ノ綠威子午線正中時ヲ綠威平時ニテ掲記セルヲ以テ、前節太陰ノ正中時算法ト同法ニ依リ、任意ノ地ニ於ケル正中時ヲ算出スルコトヲ得ベシ。但シ惑星ノ正中時ハ太陰ト同様毎日遅ル、場合(Retardate)ト早クナル場合(Accelerate)トアリ。其レニヨリテ改正量ノ加減ヲ決スルヲ要ス。即チ正中時ガ毎日遅ル、時ハ太陰ノ場合ト同様ニシテ早クナル場合ハ之ニ反ス。

第 8 章 天體ノ高度改正

第 1 節 高度改正諸元

六分儀ニヨリ測リタル視水平ヨリ某天體ニ至ル仰角ヲ測高度 (Observed altitude) ト稱シ、居所地平ヨリノ仰角ヲ視高度 (Apparent altitude), 眞地平ヨリ天體中心ノ仰角ヲ眞高度 (True altitude) ト云フ。

六分儀ニテ觀測セル測高度ハ、是ヲ航海年表ヨリ求メタル諸要素ト組合セテ計算ヲ行フニ當リ、必ズ地球中心ニ於テ測リタル高度即チ眞高度ニ改ムル必要アリ。

第 14 圖ハ地球上 B 點ニテ眼高 (Height of eye) A B ノ所ヨリ天體 O ノ下邊 S ノ仰角ヲ觀測セルモノトス。

Ah 眼ノ位置ニ於ケル水平

CH 眞地平

Ah' 視地平ノ方向 (但シ地上氣差ニヨリ屈折シテ見ユルモノ)

AS' 天文氣差ノ爲メ下邊 S ガ屈折シテ見ユル方向

∠h'AS' 天體下邊測高度 (上邊ノ場合ナレバ上邊測高度)

天體測高度ハ次ノ略記號ヲ以テ表ス

太陽下邊又ハ上邊測高度 $Obs. alt. \odot$ 又ハ \ominus

太陽下邊又ハ上邊測高度 $Obs. alt. \textcircled{C}$ 又ハ \textcircled{D}

恒星及ビ惑星ハ其ノ中心ヲ觀測スルヲ以テ上邊ト下

邊ノ別ナク $Obs. alt. *$ 又ハ $Obs. alt. P$

HCO 天體中心眞高度

略記 $T. alt. \oplus, \ominus, P$ 又ハ *

∠hAh' 眼高差 (Dip)

但シ地上氣差ヲ含ム。

∠SOS' 天文氣差 (Astronomical refraction)

∠SAO 視半徑 (Semidiameter)

∠AOC 視差 (Parallax)

ナレバ測高度 h'AS' ヨリ眞高度 HCO ヲ求ムルニハ

$$\angle HCO = h'AS' - hAh' - SAS' + SAO + AOC$$

中心眞高度 = 下邊測高度 - 眼高差 - 氣差 + 視半徑 + 視差
視高度

天體ヲ太陽トスレバ

$$T. alt. \oplus = \underbrace{Obs. alt. \odot - Dip. - Ref. + S.D. + Par.}_{App. alt. \odot}$$

視半徑 (S.D.) ノ改正ハ下邊ナレバ (+), 上邊
ナレバ (-) トス。

此ノ他六分儀器差 (Index error) ノ改正ヲ必要トスルハ勿論ナリ。

第 2 節 太陽測高度改正法

太陽測高度ハ次式ニヨリ改正ヲ行フ

$$T. alt. \oplus = \underbrace{Obs. alt. \odot \text{ or } \ominus \pm I.E. - Dip. - Ref. + Par. \pm S.D.}$$

但シ實用上計算ノ簡易敏速ヲ期スル爲メ航海表第 16 表ノ高度改正表ヲ用フ。

同表ノ改正量ハ次ノ要素ヲ含ム

第1改正 $S.D. - Ref. - Dip. + Par.$

但シ $S.D.$ ハ $16'0''$ トス.

$Ref.$ ハ 氣温 $10^{\circ}(C)$ 氣壓 762 耗ニ相當スルモノ
ナリ.

第2改正 第1改正ハ下邊ニ對シ $S.D. = 16'0''$ トシテノ改正數ナ
レバ、本改正ニ1年中毎月ノ $S.D.$ トノ差ヲ掲グ.

算 則

- (1) 測高度 = $I.E.$ ヲ加減シ第16表第1改正ニ入り、眼高ヲ上欄
外、測高度ヲ左右欄外ニ求メテ表値ヲトリ測高度ニ加フ.
- (2) 第2改正ニヨリ日附ニ相當スル表値ヲトリ、測高度ニ加減ス.
- (3) 上邊測高度ノトキハ更ニ $S.D.$ ノ2倍ヲ減ズベシ.

第3節 太陰測高度改正法

太陰測高度改正ハ次式ニヨル

$$T. alt. \text{ ☽ } = Obs. alt. \text{ ☽ } \text{ or } \text{ ☾ } \pm I.E. - Dip. - Ref. + Par. \pm S.D.$$

太陰ハ地球ニ近ク $Par.$ 、 $S.D.$ 等ハ緯度及高度ノ相異ニヨリ變化シ、
其ノ改正稍複雑ナルモ實用上航海表第17表太陰高度改正表ニヨリ
行フヲ以テ足レリトス.

同表ノ内容次ノ如シ

第1改正 $S.D. - Ref. - Dip. + Par.$

但シ $Dip.$ ハ眼高ヲ10米トス.

第2改正 第1改正ノ Dip ノ値ハ眼高ヲ10米トセルヲ以テ眼高
ニ對スル再改正ナリ.

N. B. 下邊高度ヲ測リタル場合改正ノ結果ヨリ $S.D.$ ノ2倍ヲ
減ズベキヲ規定ス.

算 則

第2節ニ準ズ.

第4節 恒星及惑星測高度改正法

恒星ハ其距離大ニシテ視差ナク又視半徑ナシ、其改正算式次ノ如
シ.

$$T. alt. * = Obs. alt. * \pm I.E. - Dip - Ref.$$

惑星ノ改正算式次ノ如シ

$$T. alt. P = Obs. alt. P \pm I.E. - Dip - Ref. + Par.$$

恒星及惑星ノ改正ニハ第16表恒星ノ欄(*)ヲ用フ、其ノ内容
次ノ如シ.

第1改正 $Dip + Ref.$

算 則

第2節ニ準ズ.

第9章 緯度測定法

第1節 子午線高度緯度法

(Latitude by meridian altitude)

天體ガ測者ノ子午線ニ正中シタル瞬間ニ其ノ高度ヲ測リテ緯度ヲ算出スル方法ナリ。普通ノ場合天體高度ハ極上正中時ニ於テ凡ソ最大ニ、極下正中時ニ最小トナル。

(1) 一般算式

第16圖 A, B, C, D ハ北緯ノ地ニ對スル地平面圖ニシテ Z ハ頂點, PZQ ハ測者ノ子午線, EQW ハ天ノ赤道トス。X ヲ正中時ニ於ケル天體トシ A, B, C 圖ハ極上正中, D 圖ハ極下正中ノ場合ヲ示ス。

圖ニ於テ ZN 又ハ XS ハ子午線高度 (Meridian altitude), ZX ハ子午線頂距 (Meridian zenith distance) ナリ。

又 QX ハ天體ノ赤緯, PX ハ極距, QZ ハ測者ノ緯度 (N) ニシテ是等ノ間ニハ次ノ關係アリ。

(A) $QZ = ZX + QX$

(B) $QZ = QX - ZX$

(C) $QZ = ZX - QX$

(D) $QZ = PN = NX + PX$

緯度ヲ l , 頂距ヲ z , 赤緯ヲ d ニテ表ハシテ各々其符號ヲ附セバ

(A) $l(N) = z(N) + d(N)$

(B) $l(N) = d(N) - z(S)$

(C) $l(N) = z(N) - d(S)$

又子午線高度ヲ a , 極距ヲ p ニテ表セバ

(D) $l(N) = a + p$

是レ子午線高度緯度法ノ公式ニシテ

(A) ハ d ト z ト 同名

(B) ハ d ト z ト 異名ニシテ $d > z$

(C) ハ d ト z ト 異名ニシテ $z > d$

(D) ハ極下正中

ナル場合ナリ。

(2) 太陽子午線高度緯度法

太陽ノ極上正中時ハ S.A.T. $12^h 0^m 0^s$, 又極下正中時ハ $0^h 0^m 0^s$ ナレドモ、極地以外一般船舶ノ航海スル範圍ニ於テ極下正中時ノ子午線高度ヲ觀測スルコトナシ。

算 則

(1) S.A.T. $12^h 0^m 0^s$ ニ相當スル G.M.T. ヲ求メ航海年表ヨリ其ノ時間ニ對スル赤緯ヲ取り出ス。

(2) 測高度ヲ改正シテ眞高度トナス。

(3) 眞高度ノ餘角ヲ取りテ頂距トナシ次ノ如ク名ヲ附ス

頂點ガ天體ノ北ニ在ル場合ハ N

頂點ガ天體ノ南ニ在ル場合ハ S

(上記ハ天體方位ノ反對名ニ一致ス)

- (4) 頂距ト赤緯トガ同名ナラバ和ヲ求メテ同名トナシ、異名ナラバ差ヲ求メテ大ナル方ト同名トナス。
- (5) 極下正中ノ場合ニハ眞高度ニ天體ノ極距ヲ加ヘ、赤緯ト同名ノ緯度トナス。

(3) 推測緯度ヨリ豫メ太陽ノ子午線高度ヲ算出シ
測高度トノ差ヨリ緯度ヲ求メル法

一般ニ船舶ニ於テハ毎日正午位置ノ算出ヲ敏速ニ行フ爲メ、正午前ニ正午ノ推測緯度ト太陽ノ赤緯ヨリ逆ニ子午線高度ヲ推算シテ此レヲ計算高度トシ、正午實測セル子午線高度ト比較シテ其ノ差ヲ推測緯度ニ加減シテ緯度ヲ求ムル計算法ニ用フルモノ多シ。

子午線高度緯度法ノ一般算式ヨリ

(A) $z = l - d$

(B) $z = d - l$

(C) $z = l + d$

推測緯度ト正午ノ太陽赤緯トヨリ上式ニヨリ頂距ヲ求メ、之ヲ 90°ヨリ減ジテ子午線高度ヲ推算スルコトヲ得。

算 則

- (1) 太陽正中時 (S.A.T. 12^h 0^m 0^s) ニ相當スル赤緯ヲ求ム。
- (2) 推測緯度ヨリ赤緯ヲ減ジ頂距ヲ求ム。即チ赤緯ノ名ヲ變ジテ緯度ニ加フベシ。
- (3) 頂距ノ餘角ヲトリ、此レニ高度改正ヲ逆ニ行ヒテ上邊又ハ下邊ノ計算高度トス。

- (4) 計算高度ト實測高度ノ差ヲ取り、此レニ次ノ如ク名ヲ附ス。
計算高度 > 實測高度ナルトキ 方位ト反對名
計算高度 < 實測高度ナルトキ 方位ト同名
- (5) 推測緯度ニ高度差ヲ加減シテ緯度ヲ得。即チ同名ナレバ加ヘ異名ナレバ減ズベシ。

第 2 節 近子午線高度緯度法

(Latitude by Ex-Meridian Altitude)

天體ガ子午線ノ附近ニアルトキノ高度ヲ測定シ、觀測時ノ天體ノ赤緯ト時角トニヨリ緯度ヲ算出スル方法ヲ近子午線高度緯度法ト稱シ、直接緯度ヲ算出スル方法ト近子午線高度ヲ子午線高度ニ改メ、然ル後子午線高度緯度法ニヨリ緯度ヲ求メル方法トアリ。

(1) 一般算式

第 1 法. 第 15 圖 A, B, C ニ於テ X ヲ夫々天體トス. X ヲヨリ子午線ニ垂直ナル大圈ヲ下シ子午線ト交ル點ヲ M トス。

$QZ = Lat.$

又

$QZ = QM \pm ZM$

ナルヲ以テ

$Lat. = QM \pm ZM$

今

$QM = A, ZM = B$

トスルトキ

$$Lat. = A \pm B$$

然ルニ

$$\tan A = \sec h. \tan d \dots\dots\dots(1)$$

$$\cos B = \operatorname{cosec} d. \sin A. \sin a \dots\dots\dots(2)$$

(1) 及 (2) 式ヨリ A 及 B ヲ求メ

$$A \pm B = Lat. \dots\dots\dots(3)$$

第2法. 天體ガ子午線ノ附近ニアルトキノ高度ト子午線高度ノ間ニハ次ノ關係アリ

$$a_0 = a + \frac{\cos l \cos d}{2 \sin (l \pm d)} H^2$$

但シ a_0 子午線高度

a 近子午線高度

H 天體ノ時角

l 及 d 同名ノ時ハ $\sin (l - d)$

l 及 d 異名ノ時ハ $\sin (l + d)$

即チ天體ノ高度ハ子午線附近ニ於テハ時角ノ自乗ニ比例シテ増加ス. 近子午線高度ヲ子午線高度ニ改ムルニハ上式ニヨリ改正ヲ必要トス. 之ノ改正ヲ Red. (Reduction) ニテ表セバ

$$a_0 = a + Red.$$

從ツテ

$$z_0 = 90^\circ - a_0 = 90^\circ - (a + Red.)$$

ニシテ

$$l = d \pm z_0 = d \pm (z - Red.)$$

ニヨリ緯度ヲ算出シ得ベシ.

而シテ

$$Red. = \frac{\cos l \cos d}{2 \sin (l \pm d)} H^2$$

ヲ角度ノ分ニテ且ツ H ヲ時間ノ分ニテ表セバ

$$Red. = \frac{\sin 1' \times 15^2 \times \cos l \cos d}{2 \sin (l \pm d)} H^2$$

トナリ

$$\frac{\sin 1' \times 15^2 \times \cos l \cos d}{2 \sin (l \pm d)} = C$$

トスレバ

$$Red. = CH^2$$

$$\log Red. = \log. C + \log. H^2$$

航海表第34表 (p. 262-273) ハ $\log. C$ ノ値ヲ, 第35表 (p. 274) ハ $\log. H^2$ (但シ H ハ分單位) ノ値ヲ表記セルモノナリ. 而シテ $\log. C + \log. H^2$ ヲ以テ第36表ニ入り CH^2 ノ真數ヲ求ムレバ改正數 (Reduction) ヲ得ベシ. 改正數ヲ極上正中ノ場合ハ測高度ニ加ヘ, 極下正中ノ場合ハ測線高度ヨリ減ズレバ子午線高度ヲ得.

(2) 太陽近子午線高度緯度法

第1法 算 則

- (1) 觀測時ニ對スル太陽ノ地方時角 (h) ヲ求ム. 但シ 12^h ヲ超過スルトキハ東方時角トス.
- (2) 觀測時ニ對スル太陽ノ赤緯 (d) ヲ求ム.

- (3) 測高度ヲ改正シテ眞高度 (a) トス.
- (4) h, d, a ヲ例題ノ如ク配列シテ次式ニヨリ對數計算ヲ行ヒ A 及 B ヲ求ム.

$$\tan A = \sec h \sec d \dots\dots\dots(1)$$

$$\cos. B = \operatorname{cosec} d \sin A \sin a \dots\dots\dots(2)$$

A = 赤緯ト同名, B = 頂距ト同名ヲ配ス.

- (5) A ト B ノ和又ハ差ニヨリ緯度ヲ求ム.
但シ A ト B ト同名ナルトキハ和ヲ取リテ緯度ハ同名トシ,
 A ト B ト異名ナルトキハ大ナル方ヨリ小ナル方ヲ減ジテ大ナル方ト同名トス.

注 意

- (1) 本法ニ於テ計算ニ用ヒタル經度ニ誤差アルトキ算出サレタル緯度ニ誤差ヲ生ズ. 但シ時角小ナルトキハ其量僅小ナリ.
- (2) 本法ハ必ズシモ太陽ガ近子午線ニアルトキニノミ限ラザレドモ, 時角大ナルトキハ經度ノ誤差ニヨル緯度ノ誤差増大ス.

第2法 算 則

- (1) 觀測時ニ對當スル太陽時角 (西方時角又ハ東方時角) 及赤緯ヲ求ム.
- (2) 推測緯度ト赤緯トニヨリテ第34表ニ入り $\log. C$ ノ値ヲ求ム.
- (3) 時角 (H) ニヨリテ第35表ニ入り $\log. H^2$ ノ値ヲ求ム.
- (4) $(\log. C + \log. H^2)$ ニヨリ第36表ニ入り改正量ヲ求ム.

- (5) 太陽中心眞高度ニ改正量ヲ加ヘ子午線高度ヲ求ム.
- (6) 子午線高度ト赤緯トニヨリ子午線高度緯度法ヲ用ヒテ緯度ヲ求ム.

注 意

- (1) 本表ノ原式ハ時角ガ小ナル時ニノミ適用サル、モノニシテ H ガ増大スレバ誤差モ増加ス. 其ノ極限ハ大略 $60''$ ナリ.
- (2) C ノ値ヲ求ムルニハ推測緯度ヲ用フルヲ以テ, 其ノ誤差大ナル時ハ計算緯度ニモ誤差ヲ生ズ.
- (3) 第34表 $\log. C$ ノ値ハ l 及 d ガ同名ノ場合ハ子午線高度 80° 以上, 異名ノ場合ハ 5° 以下ニ相當スル値ハ之ヲ省ケルヲ以テ, 其ノ場合本表ハ使用出來ザルモノトス.
上記兩法ニヨリ求メタル緯度ハ觀測時ノ緯度ニシテ正午緯度ニアラザルヲ以テ注意スベシ.

第3節 北極星高度緯度法

(Latitude by Pole Star)

極ノ高度ハ地ノ緯度ニ一致ス. 然ルニ北極星 (Pole star or α Ursa Minoris) ハ 1938 年ニ於ケル赤緯約 $88^\circ 58' N$ ニシテ, 天ノ北極ヨリ僅カニ $1^\circ 2'$ ヲ隔テタル小圈上ヲ1恒星日ニ1回轉スルモノナルヲ以テ, 北半球ヲ航行スル船舶ハ同星ヲ略々緯度ト同高度ニ北天ニ望ミ得ベク, 本法ハ此レニ僅少ノ改正ヲ施シ簡單ニ地ノ緯度ヲ求ムルモノナリ.

北極星ノ高度ト地ノ緯度トノ關係次ノ如シ。(第17圖參照)

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

即チ、第2項以下ハ緯度ヲ求ムル爲メ北極星高度ニ對スル改正量ニシテ、航海年表ノ北極星緯度表ニ掲ゲラル。即チ同表ノ值次ノ如シ。

第1表 $(-p \cos h - 1')$

1'ヲ減ジタルハ、第3表ノ値ニ1'ヲ加ヘテ記セル爲メナリ。

第2表 $\frac{1}{2} \tan a (p \sin h)^2 \sin 1''$

第3表 第1, 第2表トモ $p = 1^\circ 2'.6 \text{ R.A.} = 1^h 42^m$ トシテ計算セルヲ以テ、觀測時ニ於ケル p 及ビ R.A. トノ差ニ對スル補正ヲ行ヒ、推算ノ便宜上常ニ正值 (+) トナサンガ爲メ總テ 1'ヲ加ヘテ記ス。

各表トモ計算ノ手數ヲ省ク爲メ時角ニヨラズ地方恒星時 ($P. \text{Sid. T.} = G.M.T. + R \pm L.T.$) ニヨリ直チニ表ニ入ル如ク案配サル。

算 則

- (1) $P. \text{Sid. T.} = G.M.T. + R \pm L.T.$ ニヨリテ地方恒星時ヲ求ム。
- (2) 北極星ノ測高度ヲ眞高度ニ改ム。
- (3) 北極星緯度表ニヨリ第1, 第2, 第3改正量ヲ求メテ眞高度ニ加減シテ緯度ヲ得。

第10章 經度測定法

時辰儀經度法 (Longitude by Chronometer)

既ニ述ベタルガ如ク、兩地ノ地方時ノ差ハ兩地ノ經度差ニ等シク、隨ツテ綠威平時ト地方平時ノ差ハ其ノ地ノ經度時トナル。本法ハ天體高度ヲ觀測シテ其ノ地ノ地方時ヲ求メ、時辰儀ニヨリ示サレタル綠威平時トノ差ヨリ經度時ヲ求メ經度ヲ算定スル方法ナリ。

一般算式

綠威平時ト地方平時トノ差ハ其ノ時間ニ於ケル同一天體ノ綠威時角ト地方時角ニ等シキヲ以テ、算法トシテハ綠威平時ヨリ求メタル天體ノ綠威時角ト觀測高度ヨリ算出セル地方時角トノ差ヨリ經度ヲ求ムルコト、セリ。

$$\text{Long. in Time} = G.H.A. - S.H.A.$$

Long. in Time ヲ度分ニ改メ $G.H.A.$ ガ $S.H.A.$ ヨリ大ナルトキハ Long. W. , $G.H.A.$ ガ $S.H.A.$ ヨリ小ナルトキハ Long. E. トス。

觀測高度ヨリ地方時角ヲ求ムル算式次ノ如シ。(第18圖參照)

$$\text{hav } h = \sec l \cdot \text{cosec } p \cdot \cos s \cdot \sin (s - a)$$

$$\text{但シ } s = \frac{1}{2} (a + l + p)$$

太陽時辰儀經度法

算 則

- (1) 觀測時ノ時辰儀指時ニ時辰儀違差ヲ加減シテ $G.M.T.$ ヲ求メ

同時刻ニ對スル E° 及 $Dec.^\circ$ ヲ航海年表ヨリ取り出ス.

- (2) $G.M.T.$ = E° ヲ加ヘ $G.H.A.^\circ$ ヲ求ム.
- (3) 太陽測高度ヲ眞高度ニ改ム.
- (4) 眞高度 (a), 推測緯度 (l) 及天體ノ極距 (p) ヲ例題ノ如ク書キ並べ, 其ノ和ヲトリ之ヲ2分シテ s ヲ求メ, s ヲリ a ヲ減ジテ ($s-a$) ヲ求ム.
- (5) 前記算式ニヨリ對數計算ヲ行ヒテ $S.H.A.^\circ$ ヲ求ム.
- (6) $S.H.A.^\circ$ ト $G.H.A.^\circ$ トノ差ヨリ $L.T.$ ヲ求メ之ヲ度分ニ改メテ經度トス.

注 意

- (1) 本法ノ計算ニハ推測緯度ヲ用フルヲ以テ, 之ニ誤差アルトキハ算出サレタル經度ニモ誤差ヲ生ズ.
- (2) 太陽ノ方位 90° ノ時, 緯度ノ誤差ニヨツテ生ズル經度ノ誤差最小 (0) ニシテ南北ニ近ヨルニ從ツテ増加ス.
- (3) 時辰儀違差ノ誤差ハ測定經度ニ同量ノ誤差ヲ生ゼシム.

第11章 正午位置測定法

「ジョンソン」式單經度緯度法

(Johnsons Single Chronometer Method)

午前ノ觀測ニヨリ時辰儀經度算法ニテ算出セル經度ハ, 推測緯度ニ誤差アルトキ若干ノ誤差ヲ含ムモノナリ. 本法ハ正午ニ測定シ得タル正シキ緯度ニヨリ, 推測緯度ノ誤差ノ爲メ生ジタル經度ノ誤差ヲ訂正シテ正シキ正午位置ヲ求ムルモノナリ.

本法ノ原式

經度算法ニ於テ緯度誤差ノ爲メ生ズル經度ノ誤差ハ次式ニヨリ求メラル.

$$dh = \sec l \cdot \cot Z \cdot dl$$

但シ dh 時角誤差即チ經度誤差

dl 緯度誤差

Z 方位角

l 推測緯度

「レッキ-」氏 ABC 表ニ於テ

$$A + B = C = - \sec l \cot Z$$

ナルヲ以テ此レヲ前式ニ代入スレバ

$$dh = - C \cdot dl$$

此レ本法ノ原式ナリ. (第15章第2節參照)

算 則

- (1) 時辰儀經度算法ニヨリ經度ヲ算出スルト同時ニ、時角ト緯度ト赤緯トニヨリ *ABC* 表ニ入り、*C* ノ値ト眞方位ヲ求ム。(第15章第2節參照)
- (2) 視正午迄ノ針路ト距離ニヨリ、正午ノ推測緯度ト午前ノ觀測ニヨリ求メタル經度ヨリ推算セル正午ノ經度ヲ求ム。
- (3) 子午線高度緯度法又ハ近子午線高度緯度法ニヨリ正午ノ緯度ヲ算出シ、推測緯度トノ差ヨリ緯度誤差 (*dl*) ヲ求メ、天測緯度ガ推測緯度ノ北ニアルカ南ニアルカニヨリ *N* 又ハ *S* ヲ配ス。
- (4) *C* ノ値ニ緯度誤差ヲ乘ジテ經度ノ改正量トシ *E* 又ハ *W* ヲ配ス。但シ、天體眞方位ノ下ニ其ノ反方位ヲ記シ、緯度誤差ノ符號ニヨリ *N* 又ハ *S* ヲ其ノ對角方向ニアル *E* 又ハ *W* ヲ改正量ノ符號トス。
- (5) 改正量ト推算經度トガ同名ナルトキハ之ヲ加ヘ、異名ナルトキハ減ジテ天測經度トス。

第12章 時辰儀違差測定法

時辰儀ノ違差ニハ原差 (Original error), 日差 (Daily rate) 及ビ積差 (Accumulated error) アリ。

原差トハ以下述ブル何レカノ方法ニヨリテ測定セル時辰儀指時ト綠威平時トノ差ニシテ、時辰儀示時ガ綠威平時ヨリ進メルカ遅レ居ルカニヨリ次ノ如ク區別ス。

綠威平時ニ進ムコト何時何分何秒 (Fast on G.M.T.)

綠威平時ニ遅レルコト何時何分何秒 (Slow on G.M.T.)

日差トハ原差測定後日々ノ時辰儀遲速ノ量ヲ謂ヒ、進ムトキハ速差 (gaining), 遅レルトキハ遅差 (losing) ト云フ。

積差トハ原差ニ日差ノ總量ヲ加減セルモノナリ。

(1) 比較法

時辰儀ノ日差ハ溫度ノ變化、船體ノ動搖等ノ爲メ變化スルモノナレバ一度正確ナル原差ヲ得ルト雖モ、時日ノ經過ニ伴ヒテ變化スルモノナレバ、機會アル毎ニ之ヲ求メ測定經度ノ正確ヲ期スルヲ要ス。

正確ナル時間ト比較シテ原差ヲ求ムルニハ次ノ諸法ニヨル。

(1) 無線電信ニ依ル報時 (水路誌附録第5卷參照)

世界各地ニ於テ時間ヲ定メ無線電信ニヨリ報時ヲ行フ。洋上ノ船舶ハ之ノ信號ヲ聴取シテ自船時辰儀ノ違差ヲ測定ス。此ノ方法ハ最モ簡便ニシテ且ツ正確ナリ。我國ニ於テハ東京中央電信局及銚子無線電信局ニ於テ次ノ時間ニ報時ヲ行フ。

東京中央電信局

第 1 回 日本標準時 自午前 10 時 54 分 至午前 11 時 3 分

第 2 回 日本標準時 自午後 8 時 54 分 至午後 9 時 3 分

銚子無線電信局

第 1 回 日本標準時 自午前 10 時 59 分 至午前 11 時 3 分

第 2 回 日本標準時 自午後 8 時 59 分 至午後 9 時 3 分

(2) 諸港灣ニ於ケル報時信號 (東洋燈臺表參照)

各主要港灣ニ於テハ赤球, 電燈, 旗等ニヨリ報時ヲ行ヒ在港ノ船舶ノ時辰儀比較ニ供フ. 我國ニテハ横濱, 神戸, 門司等ノ諸港ニ於テ報時球 (Time ball) ニヨリ標準時正午ノ時ヲ報ズ.

(3) 無線放送ニ依ル報時

我國ニ於テハ東京中央放送局ヨリ標準時ノ正午及午後 9 時 30 分ノ 2 回報時ヲ行ヒ, 全國ノ各家庭及無線電信機ヲ有セザル沿岸ノ小船舶及漁船ノ時間比較ニ便ナラシム.

(4) 陸上官衙, 天文臺, 氣象臺等ヲ利用スルモノ

之等ノ場所ニ設置セル基準時計ト比較シテ船用時辰儀ノ違差ヲ求ム.

(2) 天測法

前記ノ便宜ヲ得ラレザル場合ニハ止ムヲ得ズ天測法ニヨリ時辰儀違差ノ測定ヲ行フ必要アルモ, 現今航洋船舶ニ於テハ無線報時信號ヲ利用シ得ラルハヲ以ツテ, 斯ル必要ノアルコト稀レナリ. 次ニ其ノ最モ簡單ナル太陽單高度法ニ就テ説明ス.

太陽單高度法

經緯度確知ノ點ニ於テ太陽高度ヲ測リ (陸上ナレバ水銀盤ヲ用フ) 地方時角ヲ算出シ之ヲ綠威平時ニ更メ, 時辰儀指時ト比較シテ違差ヲ求ム. 太陽地方時角 (S.H.A. \odot) ノ算法ハ時辰儀經度算法ニ準ズ.

第13章 天體觀測時機ト位置ノ誤差

天體觀測ニヨリテ緯度又ハ經度ヲ求ムル場合ニ於テ、其ノ觀測高度及推測經緯度ノ誤差ノ爲メニ起ル經緯度ノ誤差最小ナル時機ヲ選定スルハ測定位置ヲ正確ナラシムル上ニ肝要ナルコトナリ。次ニ各場合ニ依リ其ノ要旨ヲ述ブ。

(1) 天體ノ高度

高度低キトキハ氣差大ニシテ氣温、氣壓等ノ變化ノ爲メニ起ル不定氣差ノ影響大ナリ。故ニ何レノ方法ニ於テモ高度 20° 以上ノ天體ヲ觀測スルヲ可トス。

(2) 近子午線高度緯度法

本法ニ於テ用フル時角ハ推測經度ヲ基準トスルモノナルヲ以テ之ニ誤差アルトキ時角ノ誤差ヲ生ジ、隨ツテ算出セル緯度ニ誤差ヲ生ズ。而シテ緯度ノ誤差ハ時角(方位角)ノ大トナルニ從ヒ増加スルヲ以テ出來得ル限リ視正午ニ近ク觀測スルヲ可トス。

(3) 經度算法

本法ノ計算ニハ推測緯度及高度ヲ用フ。緯度及高度ノ誤差ニヨル時角ノ誤差、隨テ經度ノ誤差ハ天體ノ方位 90° ノトキ最小ニシテ南北ニ近ヅクニ從ツテ増大ス。故ニ本法ニ於ケル觀測ハ太陽ガ東又ハ西ニ近ク高度 20° ヲ超ヘタル時機ヲ選ブヲ可トス。

(4) 時辰儀違差測定法(單高度法)

前項ト同様高度ノ變化ハ太陽ガ東西圈上ニアルトキ最モ速カニシテ高度誤差ニヨル時角ノ誤差最小ナルヲ以テ、此ノ時機ヲ選ブヲ可トス。

(5) 「シングル・ジョンソン」法

午前ノ觀測ヨリ正午ノ觀測ニ至ル迄ノ太陽ノ方位ノ變化及時間ノ經過ハ正午位置ノ精度ニ重要ナル關係ヲ有ス。

方位ノ變化ハ 90° ヲ最モ可トシ、此ノ時高度誤差ニヨル影響最小ナリ。故ニ方位ノ變化ハ 30° 以上 150° 以下ノ範圍ニテ行フヲ可トス。碇泊セルトキハ時間ノ經過ハ何等影響ナキモ、航海中ハ風壓、流潮等ニヨル針路距離等ノ推測誤差ノ爲メ正午位置ニ誤差ヲ及ボスヲ以テ、兩觀測ノ間隔ハナルベク短キヲ可トス。故ニ本法ニ於ケル午前ノ觀測ハ之等ヲ考慮シ、尙高度 20° 以上ニナリタル後ニ行フヲ適當トス。

第14章 日出没時算法

太陽ノ中心ガ眞地平ヲ出沒スル時ヲ眞出沒時ト稱シ、其ノ上邊ガ視地平ニ出沒スル時ヲ常用出沒時ト云フ。吾人日常生活ニ關係アル日出没時ハ後者ニ屬シ、前者ニ比シ日出ハ數分遅ク日没ハ數分早シ。

(1) 眞日出没時

(Time of True Sun rise and Sun set)

眞出沒時ノ時角ハ次ノ公式ニヨリ算出セラル (第19圖參照)

$$\cos h = -\tan l \tan d$$

航海表第30表 (p. 215) 及航海年表天體出沒時角表 (p. 172) ハ緯度 65°, 赤緯 30' 迄ノ天體ノ眞出沒時ノ時角ヲ各 1° 毎ニ前式ニヨリ算出表記セルモノニシテ、眞日出没時ノ算出ニ用ヒラル。

即チ

$$S.A.T. = 12^h + H.A. \odot$$

ニヨリ本表ヨリ得タル時角ニ 12^h ヲ加ヘ、其ノ地ノ日出没視時ヲ得ベシ。

算 則

- (1) 其ノ日ノ太陽赤緯ノ略値ト地ノ緯度トニヨリ出沒時角表ニ入リ時角ヲ求ム。但シ時角ハ次ノ値トス。

航海表第30表 緯度ト赤緯ト同名ナルトキ (6^h+表値)

緯度ト赤緯ト異名ナルトキ (6^h-表値)

航海年表 緯度ト赤緯ト同名ナルトキ 表 値

緯度ト赤緯ト異名ナルトキ (12^h-表値)

- (2) 時角 = 12^h ヲ加ヘテ視時トス。
(3) 上記時間ニ對スル赤緯ヲ求メ、公式ニヨリ時角ヲ算出スルトキハ更ニ正確ナル出沒時ヲ求メ得ベシ。
但シ、緯度ト赤緯ガ同名ナルトキ時角ハ 6^h 以上トナリ異名ノトキハ 6^h 以下トナル。

太陽ノ出沒時角ハ緯度ト赤緯ノ大サ及其ノ符號ニヨリ變化スルモノニシテ晝夜ノ長短モ亦之ニヨリ次ノ如ク變化ス。(第19圖參照)

- (1) 緯度ト赤緯ト同名ナル場合

日出没時角ハ 6時ヨリ大ナルタメ晝間ハ 12時間以上トナリテ夜間ヨリ長ク、赤緯最大ナルトキ其ノ差最モ著シ。而シテ餘緯度ガ赤緯ヨリ小ナルトキ太陽ハ地平下ニ沒スルコトナシ。之レ夏期北極附近ニ又冬期南極附近ニ於テ見ル現象ナリ。

- (2) 緯度ト赤緯ト異名ナル場合

日出没時角ハ 6時ヨリ小ナルタメ晝間ハ 12時間以下トナリテ夜間ヨリ短ク、赤緯最大ナルトキ其ノ差最モ著シ。而シテ餘緯度ガ赤緯ヨリ小ナルトキ太陽ハ地平ヨリ上ルコトナシ。之レ冬期北極附近ニ又夏期南極附近ニ見ル現象ナリ。

- (3) 赤道上ニ於ケル場合

緯度 0° 即チ赤道上ニ於テハ赤緯ノ南北ニ拘ラズ時角 12時トナリ 1年ヲ通ジ晝夜相半ス。

(4) 赤緯 0° の場合

赤緯 0° の時ハ緯度ノ南北ニ拘ラス時角 12 時トナリ、晝夜相半ス。即チ春分及秋分ニ於テ晝夜ノ長短ナシ。

我國(北緯)ニ於テハ、3月21日頃(春分)ヨリ9月23日頃(秋分)ニ至ル迄太陽ノ赤緯北ニシテ緯度ト異名ナルヲ以テ晝間ハ夜間ヨリ長ク、赤緯ノ最大ナル6月22日頃(夏至)ニ其ノ差最大ニ達ス。9月23日頃ニハ晝夜相半シ、其レヨリ3月21日頃迄ハ赤緯ハ緯度ト異名トナルヲ以テ晝間ハ夜間ヨリ短ク、12月22日頃(冬至)赤緯最大ニ達シ、夜間最モ長シ。南緯ノ地ニ於テハ總テ之ニ反ス。

(2) 常用日出没時

(Time of Visible Sun rise and Sun set)

常用日出没時ハ測者ノ眼高ニヨリテ異ル。毎年ノ航海年表ニハ眼高 5 米ニ對スル常用出沒時ヲ地方平時又ハ標準時ニテ算出シ、下記諸表ニ掲記セラレルヲ以テ同表ニヨリ容易ニ求メ得ベシ。

1. 日本近海日出没時表——標準時ヲ以テ日本及日本近海ニ於ケル主要ナル港灣又ハ地點(212箇所)ノ日出没時ヲ掲グ。
2. 日出没時表——地方平時ヲ以テ緯度 0° 至 60° 間(緯度毎 1°) 毎 10 日ノ出沒時ヲ掲グ。
3. 南緯ニ對スル日出没時算出用表——南緯ニ對スル日出没時ヲ得ル爲メ、前記表ニヨリ得タル時間ニ改正スル値ヲ掲グ。

第 15 章 天體眞方位ニヨル自差算法

一定時ニ於ケル天體ノ眞方位ヲ算出シ、實測セル同天體ノ羅針方位ト比較シテ羅針儀差(Compass Error)ヲ求メ、之レト其ノ地ノ偏差(Variation)ヨリ當時ノ船首方向ニ對スル自差(Deviation)ヲ求ムルコトヲ得。

以下太陽及北極星ニヨル各法ニ就テ説明ス。

第 1 節 日出没方位角法

(Compass Error by Sun's Amplitude)

太陽ノ中心ガ眞地平上ニ在ル時、即チ眞出沒時ニ於ケル方位ヲ東西兩點ヨリ北又ハ南ニ測リタルモノヲ出沒方位角ト稱シ、其ノ眞方位ハ測地ノ緯度ト太陽ノ赤緯トニヨリ算出スルコトヲ得。

1. 算式

緯度ト赤緯トニヨリ出沒方位角ヲ求ムル算式次ノ如シ。(第 18 圖參照)

$$\sin Amp. = \sec l. \sin d$$

但シ、出沒方位角ハ東西點ヨリ赤緯ト同名ノ方向ニハカル。

2. 出沒方位角表

前式ニヨリ算出シタル出沒方位角ヲ表記セルモノニシテ、航海表及航海年表ニ掲グ。

航海表第 30 表 出沒方位角表 (p. 215)

航海年表 天體出沒方位角表 (p. 169-171)

計算並ニ本表ニヨリ求メタル方位角ハ眞高度 0° ナルトキ、即チ太陽ノ中心ガ視地平ノ上方 $Dip. + 29' - H.P.$ ニ見ユル時ノ方位ニシテ、眼高ヲ 5 米トスルトキ太陽ノ下邊ガ視地平ヨリ略視半徑ダケ上方ニ見ユル時ノモノナリ。

3. 算 則

- (1) 太陽ノ下邊高度ガ約視半徑ニ等シキ時、方位鏡ヲ以テ其ノ羅針方位ヲ測定ス。
- (2) 日出沒略時ヲ求メ之ニ對スル太陽ノ赤緯ヲ航海年表ニヨリ取り出ス。
- (3) 赤緯ト緯度トニヨリ對數計算又ハ出沒方位角表ヨリ眞方位ヲ求ム。
- (4) 羅針方位ト眞方位トノ差ニヨリ羅針儀違差ヲ求ム。而シテ測者ガ羅牌ノ中心ニ在リテ羅針方位ニ面セルモノト考ヘ、眞方位ガ羅針方位ノ右ニ在ルトキハ E、左ニ在ルトキハ W ノ名ヲ配ス。
- (5) 羅針儀違差ノ下ニ偏差ヲ記シ、之ヲ違差ヨリ減ジテ自差トス。即チ、同名ナレバ差ヲ求メ違差ガ偏差ヨリ大ナル場合ハ違差ト同名、違差ガ偏差ヨリ小ナル場合ハ違差ト異名ヲ配ス。異名ナレバ和ヲ求メ違差ト同名トス。

第 2 節 太陽時辰方位角法

(Compass Error by Sun's Time Azimuth)

太陽ノ時角及赤緯ヲ求メ、測地ノ緯度トニヨリ眞方位ヲ算出スル

ヲ時辰方位角法ト稱シ、對數計算又ハ方位角表ニヨリ求ムルコトヲ得。本法ハ之レト同時ニ方位鏡ニヨリ測定セル羅針方位トノ差ニヨリ羅針儀違差並ニ自差ヲ求ムルモノニシテ、太陽ノ見ユル時ハ何時ニテモ行ヒ得ル最モ便利ナル自差測定法トシテ常ニ利用セラル。

1. 一般算式

第 18 圖ニ於テ次ノ關係アリ

$$\tan \frac{1}{2} (Z+X) = \frac{\cos \frac{1}{2} (p-c)}{\cos \frac{1}{2} (p+c)} \cot \frac{1}{2} h \dots\dots(1)$$

$$\tan \frac{1}{2} (Z-X) = \frac{\sin \frac{1}{2} (p-c)}{\sin \frac{1}{2} (p+c)} \cot \frac{1}{2} h \dots\dots(2)$$

$$Z = \frac{1}{2} (Z+X) \pm \frac{1}{2} (Z-X) \dots\dots(3)$$

但 $p > c$ (即チ $Z > X$) ナルトキハ +
 $p < c$ (即チ $Z < X$) ナルトキハ -

之レ眞方位ヲ求ムル一般ノ算式ニシテ方位角ハ地ノ緯度及時角ト同名ヲ配ス。

上記算式ニヨル計算ハ煩雜ナルヲ以テ一般ニ「デビス・バードウッド」氏方位角表又ハ「レッキー」氏 ABC 表ヲ用フルヲ常トス。

2. 「デビス・バードウッド」氏方位角表 (Davis and Burdwood's Time Azimuth Tables)

本表ハ前式ニヨリ計算シ、緯度ト赤緯ハ 1° 毎ニ、時角ハ 2" 又ハ 4" 毎ニ眞方位ヲ表記シタルモノニシテ、緯度ハ 60° ヲ赤緯ハ 24' ヲ限度トス。但シ「デビス」氏表ハ緯度 0° ヲ 30° 迄、「バード・ウツ

「D」氏表ハ緯度30°ヨリ60°迄トス。此ノ表ハ太陽ノ方位角ヲ求ムル爲メニ構成サレ時角ハ視時ニテ示サレルト雖モ、赤緯24°以下ノ總テノ天體ニ利用セラル。

3. 「レツキー」氏 A.B.C. 表 (Leckey's A.B.C. Tables)

(航海表 第32表, 第33表 p.p. 224-261)

本表ハ次式ニヨリ眞方位ヲ算出スル表ナリ。

$$-\cot Z = \left(\frac{\tan l}{\tan h} + \frac{\tan d}{\sin h} \right) \cos l$$

上式ニ於テ $\frac{\tan l}{\tan h} = A, \frac{\tan d}{\sin h} = B$ トスレバ

$$\cot Z = -(A + B) \cos l$$

而シテ $A + B = C$ トスレバ

$$\cot Z = -C \cos l$$

本表中

A 表 緯度ト時角トニヨリ A ノ値ヲ求ム。

B 表 赤緯ト時角トニヨリ B ノ値ヲ求ム。

C 表 緯度ト $C=A+B$ トニヨリ方位角ヲ求ム。

4. 算 則

對數計算法

(1) 觀測時ニ對スル太陽ノ時角及地方時角 (h) ヲ求ム。

但シ、時角 12^h ヲ超過スルトキハ東方時角トス。

(2) 赤緯ト緯度トヨリ極距 (p) 及餘緯度 (c) ヲ求メ、 $\frac{1}{2}(p+c)$ 及 $\frac{1}{2}(p-c)$ ヲ算出ス。

(3) $\frac{1}{2}(p+c)$, $\frac{1}{2}(p-c)$ 及 $\frac{1}{2}h$ ヲ例題ノ如ク配列シ、(1) 及 (2) 式ニヨリ對數計算ヲ行ヒ $\frac{1}{2}(Z+X)$ 及 $\frac{1}{2}(Z-X)$ ヲ算出ス。

但シ、 $p < c$ ナルトキハ $\frac{1}{2}(c-p)$ ヲ用ヒ (2) 式ニヨリ $\frac{1}{2}(X-Z)$ ヲ得。又 $\frac{1}{2}(p+c) < 90^\circ$ ナルトキハ (1) 式ニヨリ算出サレタル角度ヲ 180° ヲリ減ジタルモノヲ以テ $\frac{1}{2}(Z+X)$ トス。

(4) $p > c$ ナルトキハ $\frac{1}{2}(Z+X) + \frac{1}{2}(Z-X)$

$p < c$ ナルトキハ $\frac{1}{2}(Z+X) - \frac{1}{2}(X-Z)$

ニヨリ方位角 Z ヲ求ム。

(5) 方位角ハ緯度ト同名ノ N 又ハ S, 時角ト同名ノ E 又ハ W (午前ハ E, 午後ハ W) ヲ配ス。

(6) 上記ニヨリ算出サレタル眞方位ト羅針儀ニヨリ實測セル羅針方位トノ差ニヨリ羅針儀違差及自差ヲ求メル方法ハ出沒方位角ノ場合ニ準ズ。

「デビス. バードウッド」氏表

(1) 緯度ハ各頁ノ上欄ニ地方視時ハ左端(午前)又ハ右端(午後)ノ行ニトル。

(2) 赤緯ハ緯度ノ直下ノ欄ニトル。但シ緯度ト赤緯トガ同名ナルカ異名ナルカニ應ジテ表ニ“Same Name”若クハ“Contrary Name”ト記セル相當頁ヨリ取ルコトニ注意スベシ。

(3) 緯度赤緯及時角ノ端數ニ對シテハ挿入法ヲ行フ。

(4) 算出サレタル眞方位ニハ緯度ト同名ノ N 又ハ S ヲ配シ、午前ハ E 午後ハ W ヲ配ス。

A. B. C. 表

(1) 天體ノ時角ト緯度トニヨリ A 表ヨリ A ヲ求ム.

時角 < 6° ナルトキ +A

時角 > 6° ナルトキ -A

但シ、時角 12° ヨリ大ナルトキハ東方時角トナシテ表ニ入ルベシ.

(2) 天體ノ時角ト赤緯トニヨリ B 表ヨリ B ヲ求ム.

緯度ト赤緯ガ同名ナルトキ -B

緯度ト赤緯ガ異名ナルトキ +B

(3) A ト B ノ代數和ヲ C トシ、之レト緯度トニヨリ C 表ヨリ方位角ヲ求ム.

(4) 方位角ノ命名次ノ如シ.

-C ノトキ緯度ト同名ノ N 又ハ S ヲ配ス.

+C ノトキ緯度ト異名ノ N 又ハ S ヲ配ス.

午前ハ E, 午後ハ W ヲ配ス.

第3節 太陽高度方位角法

(Compass Error by Sun's Altitude Azimuth)

天體ノ高度ヲ測定シテ緯度ト赤緯トニヨリ方位角ヲ算出スル方法ヲ高度方位角法ト云フ. 此ノ法ハ時辰儀經度法ト併セ行ヘバ便ナルベケレドモ、水平線ノ不良ナルトキハ高度ノ測定不可能ナルヲ以テ自差測定ニハ時辰方位角法ノ便ナルニ如カズ. 日常此ノ方法ヲ用フコト殆ドナシ.

1. 一般算式

高度ト緯度ト赤緯トニヨリ方位角ヲ求ムル一般式次ノ如シ(第18圖參照)

$$\text{hav } Z = \sec a \sec l \cos s \cos (s-p)$$

2. 算 則

(1) 太陽ノ高度ヲ測定スルト同時ニ方位鏡ニヨリ羅針方位ヲ觀測ス.

(2) 時辰儀經度法ト同様 a, l, p ニヨリ前記公式ニヨリ對數計算ヲ行ヒ方位角ヲ算出ス.

(3) 方位角ノ命名次ノ如シ

緯度ト同名ノ N 又ハ S ヲ配ス.

午前ハ E, 午後ハ W ヲ配ス.

(4) 算出セル眞方位ト觀測セル羅針方位トノ差ニヨリ羅針儀違差及自差ヲ求ム.

第4節 北極星方位角法

(Compass Error by Azimuth of Pole Star)

北極星ノ方位ハ殆ド眞北ニ近ク、其ノ眞方位ハ北極星方位角表ニヨリ容易ニ求メ得ベシ. 北極星ハ北緯ノ地ニ於テハ夜間何時ニテモ觀測シ得ラル、ヲ以テ、自差測定ニ利用シ得ラル、機會多シ.

1. 北極星方位角表 (航海年表)

本表ハ北極星ノ極距ヲ 1°-1'.6, 赤緯ヲ 1°-42" トシテ

$$Z = \frac{\sin h}{\cos l} p \quad (\text{第 17 圖})$$

ニヨリ計算シ表記セルモノニシテ地方恒星時ト緯度トニヨリ表ニ入ルコト、セリ。

2. 算 則

- (1) 觀測時ノ地方恒星時ヲ求ム。
- (2) 緯度ト地方恒星時トニヨリ本表ニ入り眞方位ヲ求ム。
- (3) 算出セル眞方位ト觀測セル羅針方位トニヨリ羅針儀違差及自差ヲ求ム。

略 語 及 記 號 表

略 語

高 度	<i>Alt. or a.</i>	Altitude
出沒方位角	<i>Amp.</i>	Amplitude
視太陽	<i>A.S.</i>	Apparent sun
視時又ハ眞時	<i>A.T.</i>	Apparent time
方位角	<i>Az. or Z.</i>	Azimuth
時辰儀違差	<i>C.E.</i>	Chronometer error
時辰儀	<i>Chro.</i>	Chronometer
餘緯度	<i>Co-lat. or c.</i>	Co-latitude
時辰儀指時	<i>C.T.</i>	Chronometer time
日	<i>d.</i>	Day
赤 緯	<i>Dec. or d.</i>	Declination
時差率	<i>E.T.</i>	Equation of time
綠威略時	<i>G.D.</i>	Greenwich date
綠威時角	<i>G.H.A.</i>	Greenwich hour angle
綠威平時	<i>G.M.T.</i>	Greenwich mean time
綠威恒星時	<i>G. Sid. T.</i>	Greenwich sidereal time
綠威子午線正中時	<i>G.M.P.</i>	Greenwich meridian passage
時 角	<i>H.A. or h</i>	Hour angle
太陽時角	<i>H.A.A.S.</i>	Hour angle of apparent sun
平均太陽時角	<i>H.A.M.S.</i>	Hour angle of mean sun

眼高	<i>H.E.</i>	Height of eye
地平視差	<i>H.P.</i>	Horizontal parallax
六分儀器差	<i>I.E.</i>	Index error
經度時	<i>Long. in T. or L.T.</i>	Longitude in time
等級	<i>Mag.</i>	Magnitude
子午線高度	<i>Mer. alt.</i>	Meridian altitude
子午線正中	<i>M.P.</i>	Meridian passage
平均太陽	<i>M.S.</i>	Mean sun
平時	<i>M.T.</i>	Mean time
測高度	<i>Obs. alt.</i>	Observed altitude
極距	<i>p.</i>	Polar distance
視差	<i>Par.</i>	Parallax
地方視時	<i>P.A.T. or S.A.T.</i>	Place or ship's apparent time
地方時角	<i>P.H.A. or S.H.A.</i>	Place or ship's hour angle
地方平時	<i>P.M.T. or S.M.T.</i>	Place or ship's mean time
地方恒星時	<i>P.Sid.T. or S.Sid.T.</i>	Place or ship's sidereal time
赤經	<i>R.A.</i>	Right ascension
平均太陽赤經	<i>R.A.M.S.</i>	Right ascension of mean sun
氣差	<i>Ref.</i>	Refraction
視半徑	<i>S.D.</i>	Semi-diameter
恒星時	<i>Sid. T.</i>	Sidereal time
艦船使用時	<i>S.T.</i>	Ship's time
真高度	<i>T. alt.</i>	True altitude

頂距 *Z.D. or z.* Zenith distance

	記	號
太陽	☉	Sun (Apparent Sun)
太陽下邊	☉	Sun's lower limb
太陽上邊	☉	Sun's upper limb
太陽中心	⊕	Sun's center
太陰	☾	Moon
太陰下邊	☾	Moon's lower limb
太陰上邊	☾	Moon's upper limb
太陰中心	☾	Moon's center
惑星	P	Planet
恒星	*	Fixed Star

$$E_{\odot} = -12^h + E.T. + (24^h)$$

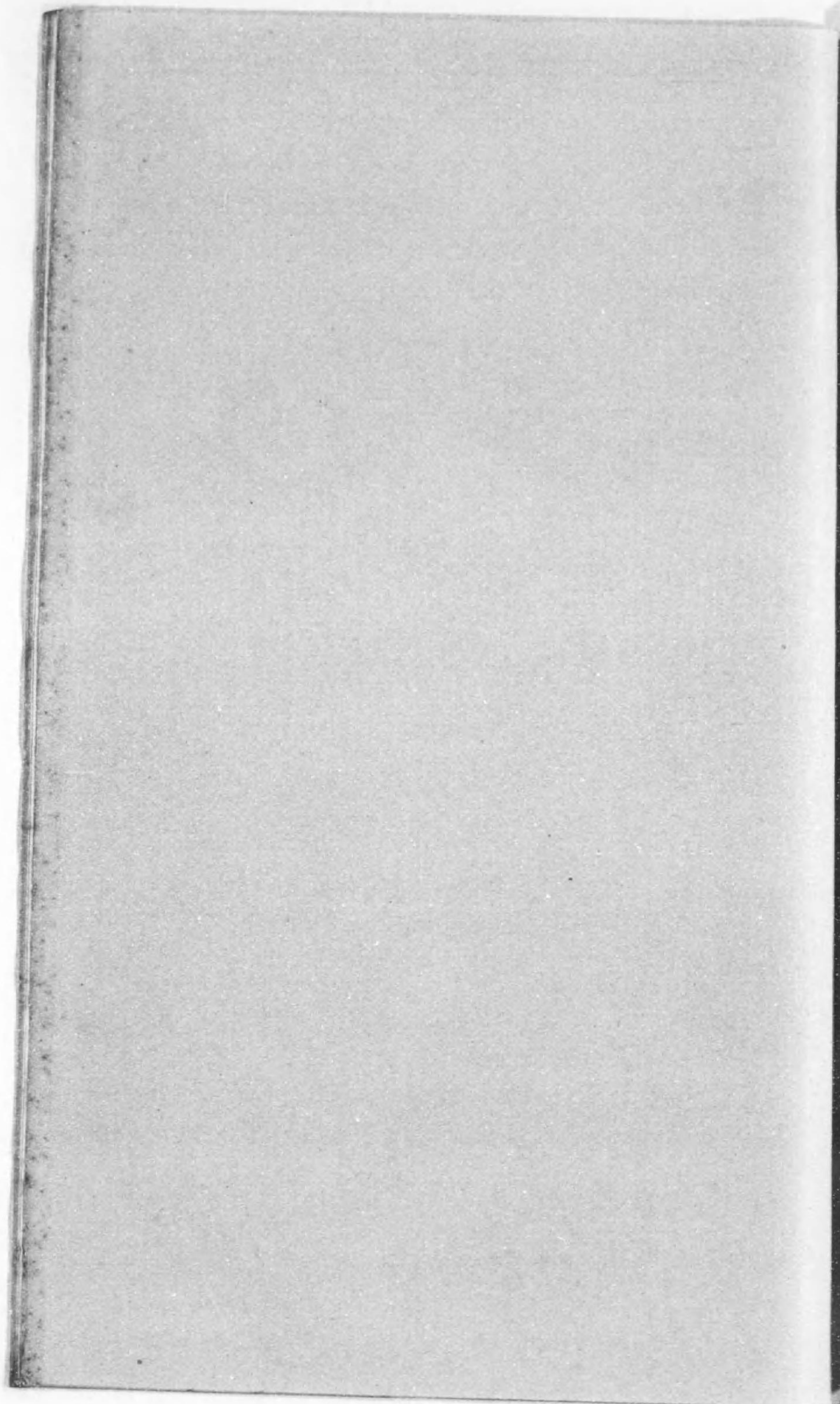
$$E_{\zeta} = -12^h + R.A.M.S. - R.A. \zeta + (0^h, 24^h, 48^h)$$

$$E_P = -12^h + R.A.M.S. - R.A. P + (0^h, 24^h, 48^h)$$

$$R = -12^h + R.A.M.S. + (0^h, 24^h)$$

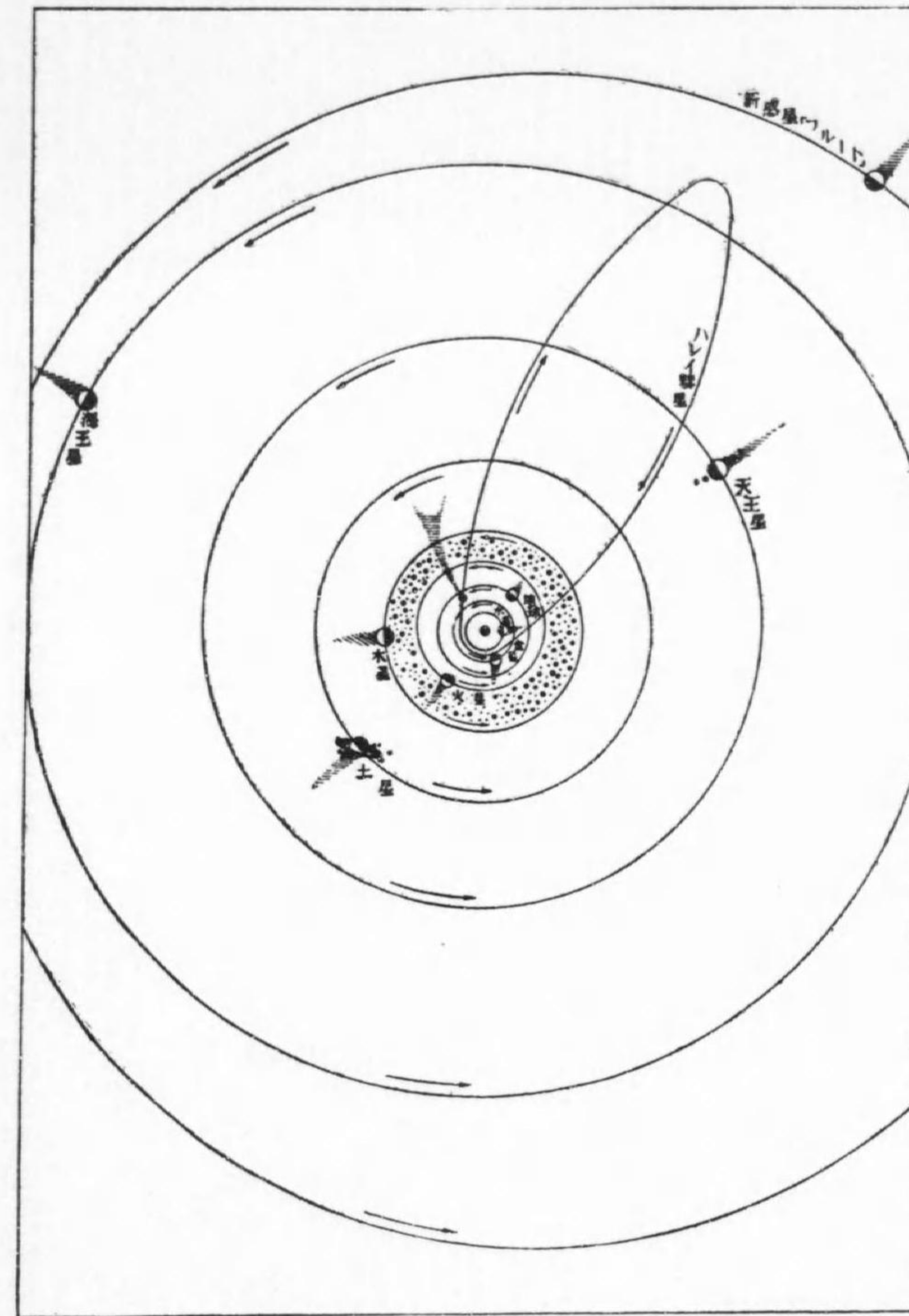
$$S = 24^h - R.A.*$$

法 航 文 天
圖 附

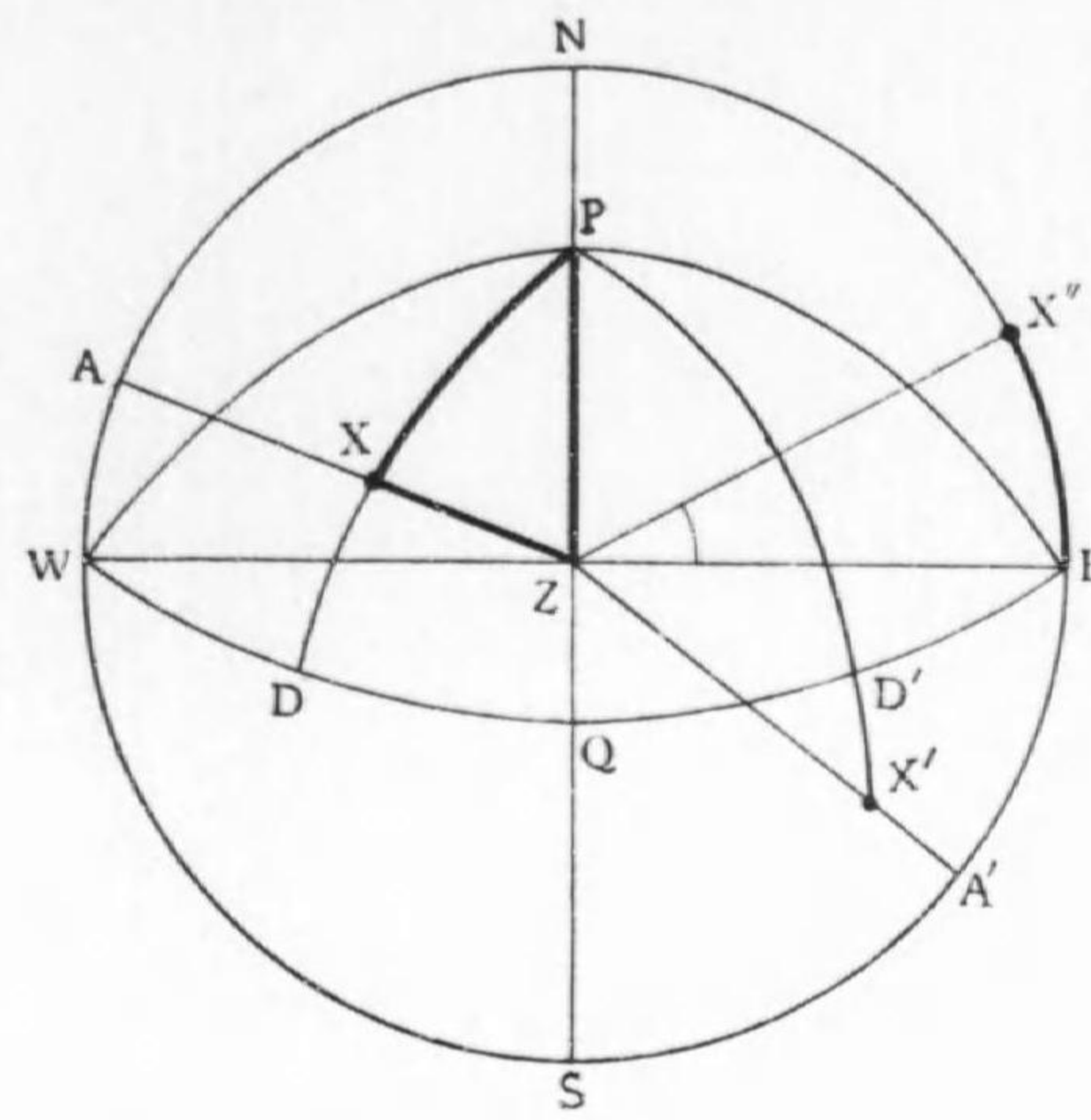


天文航法附圖

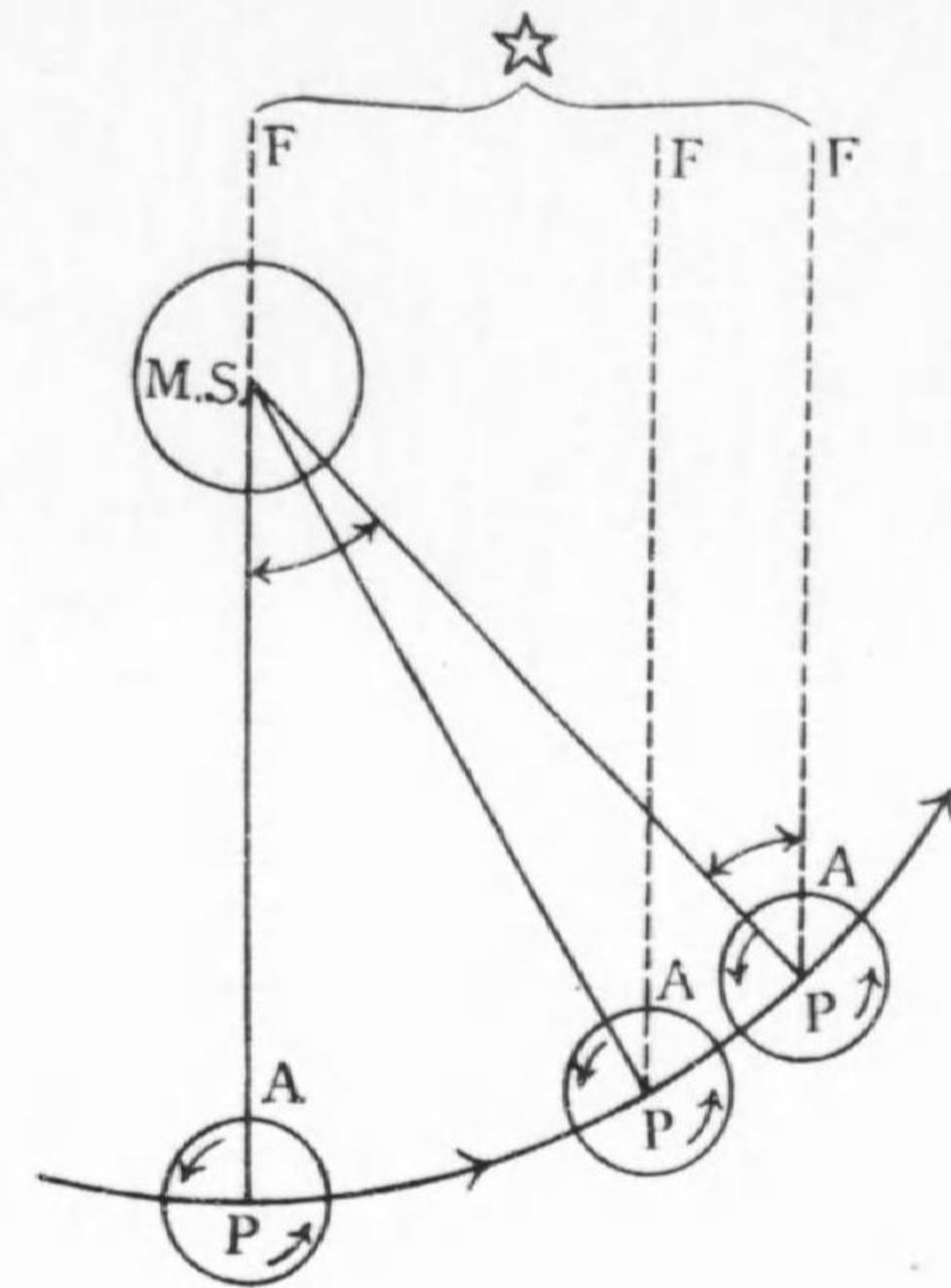
第1圖 太陽係ト其運行



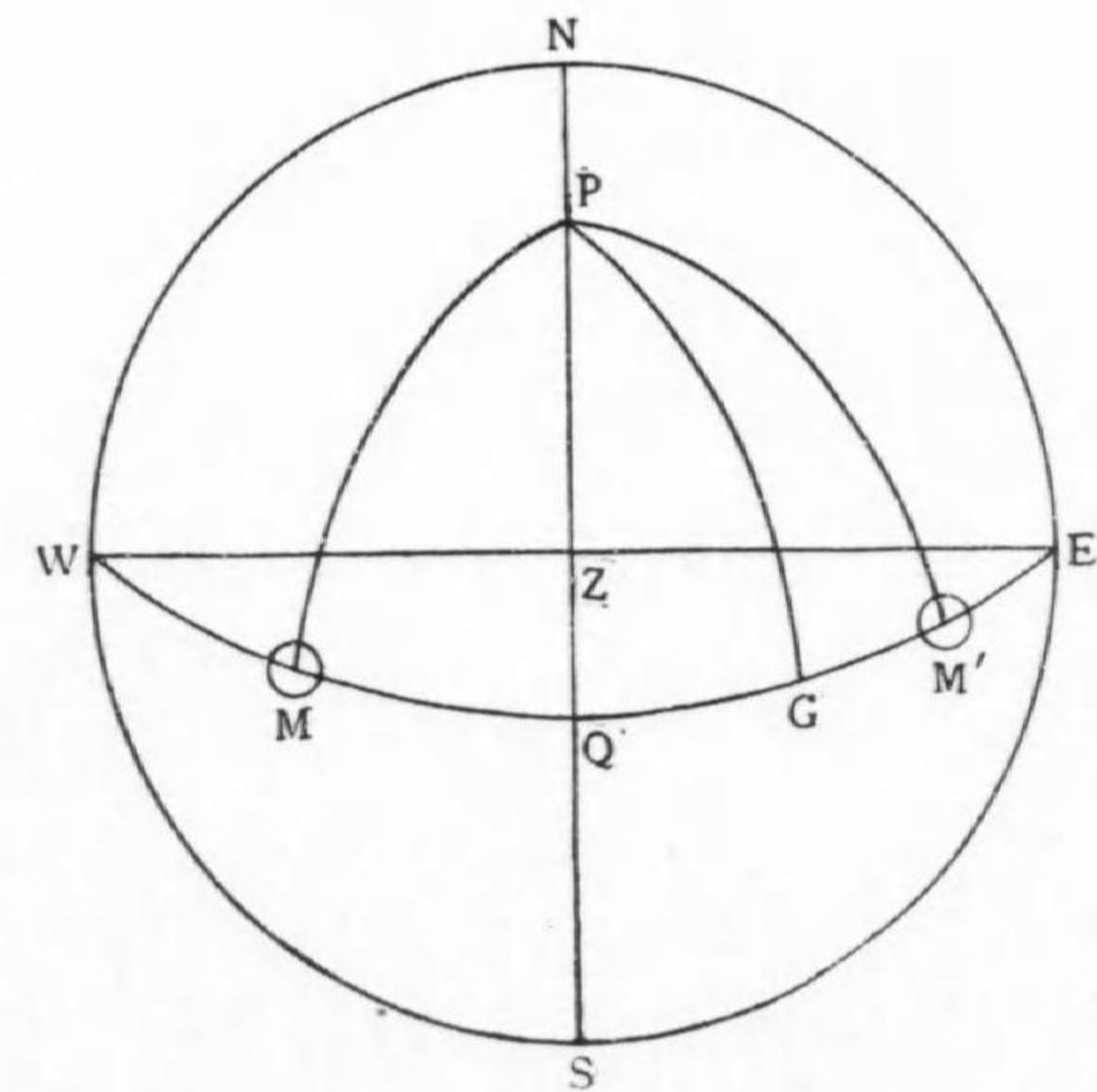
第9圖 出沒方位角及位置ノ三角形



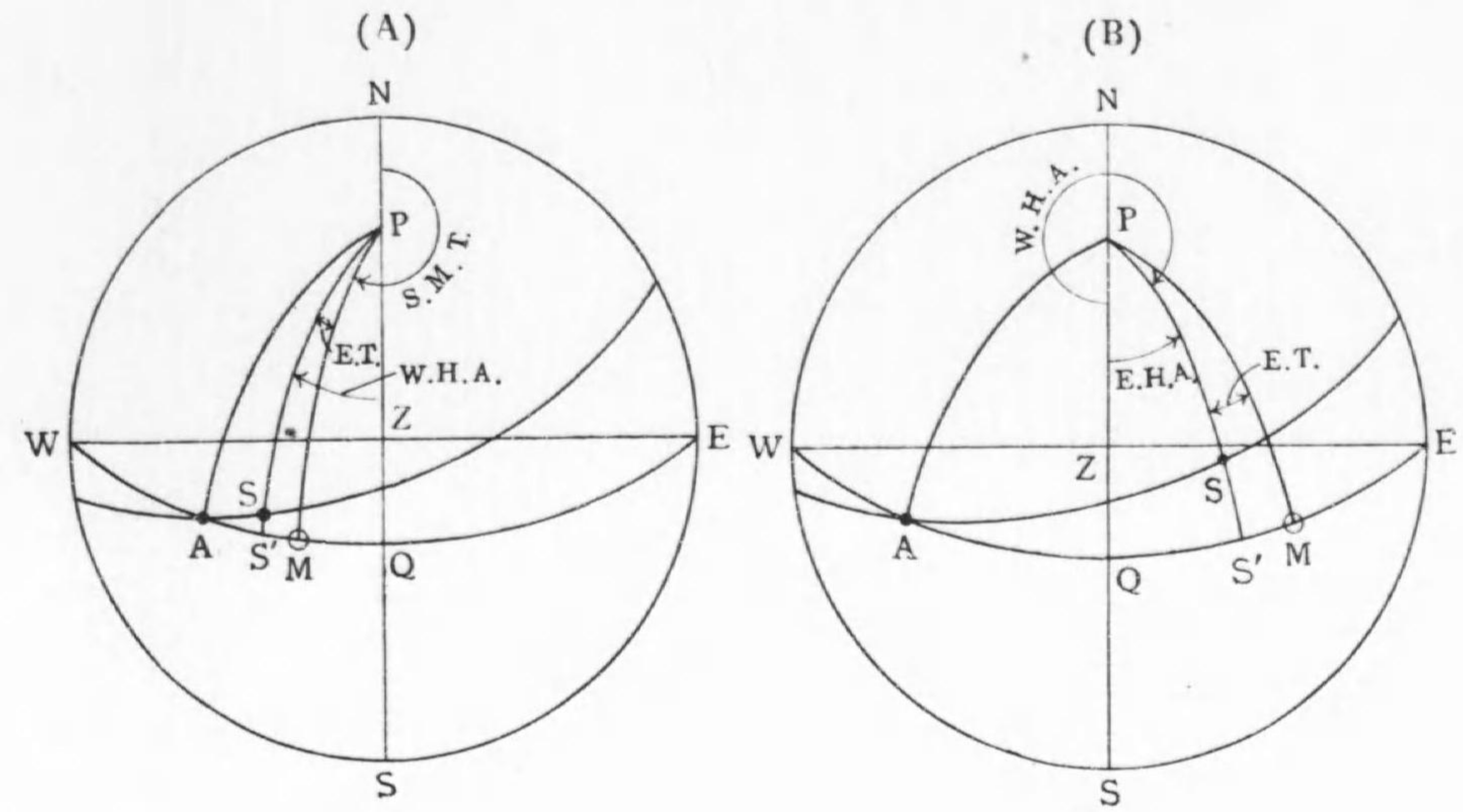
第10圖 平時ト恒星時トノ關係



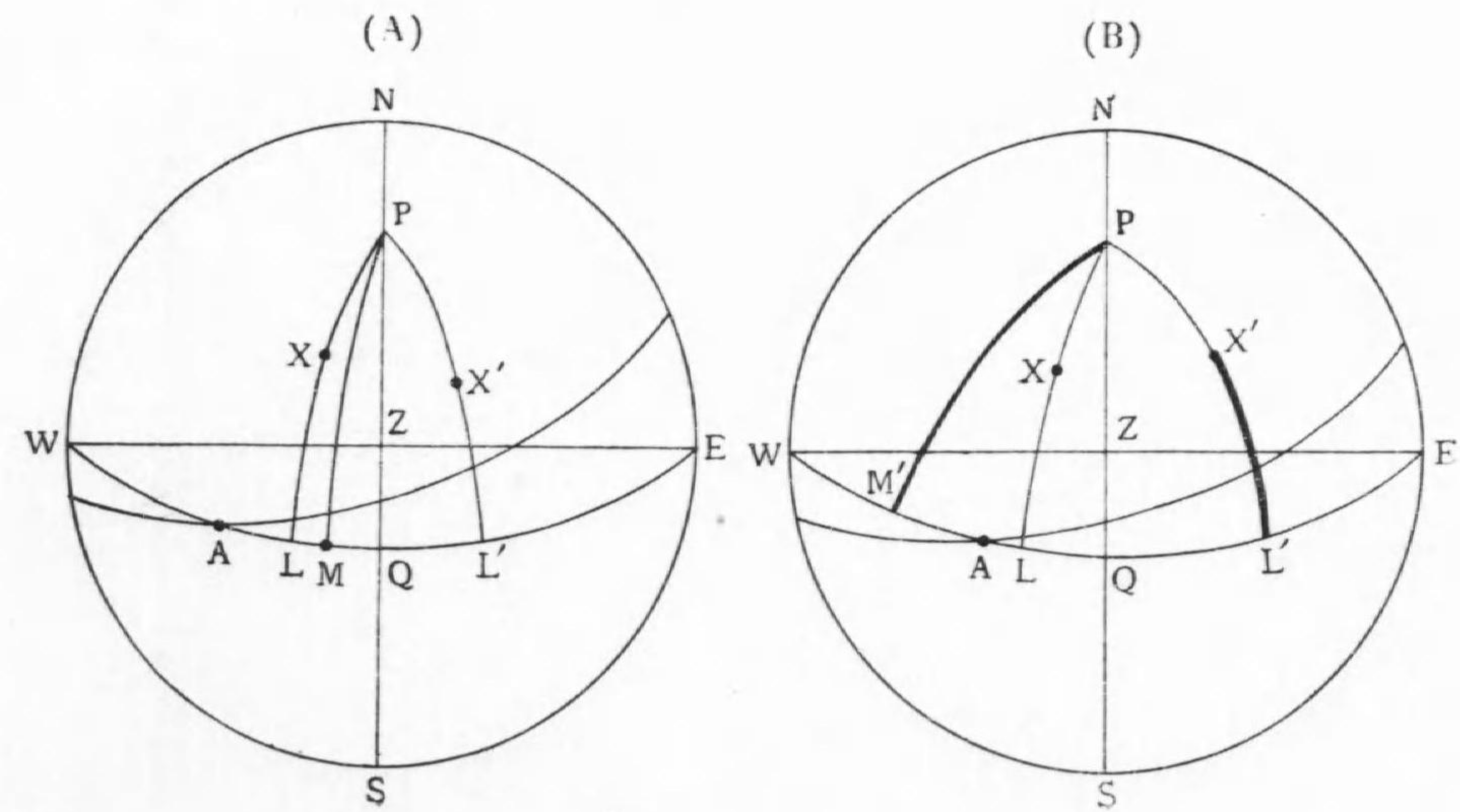
第11圖 時間ト經度トノ關係



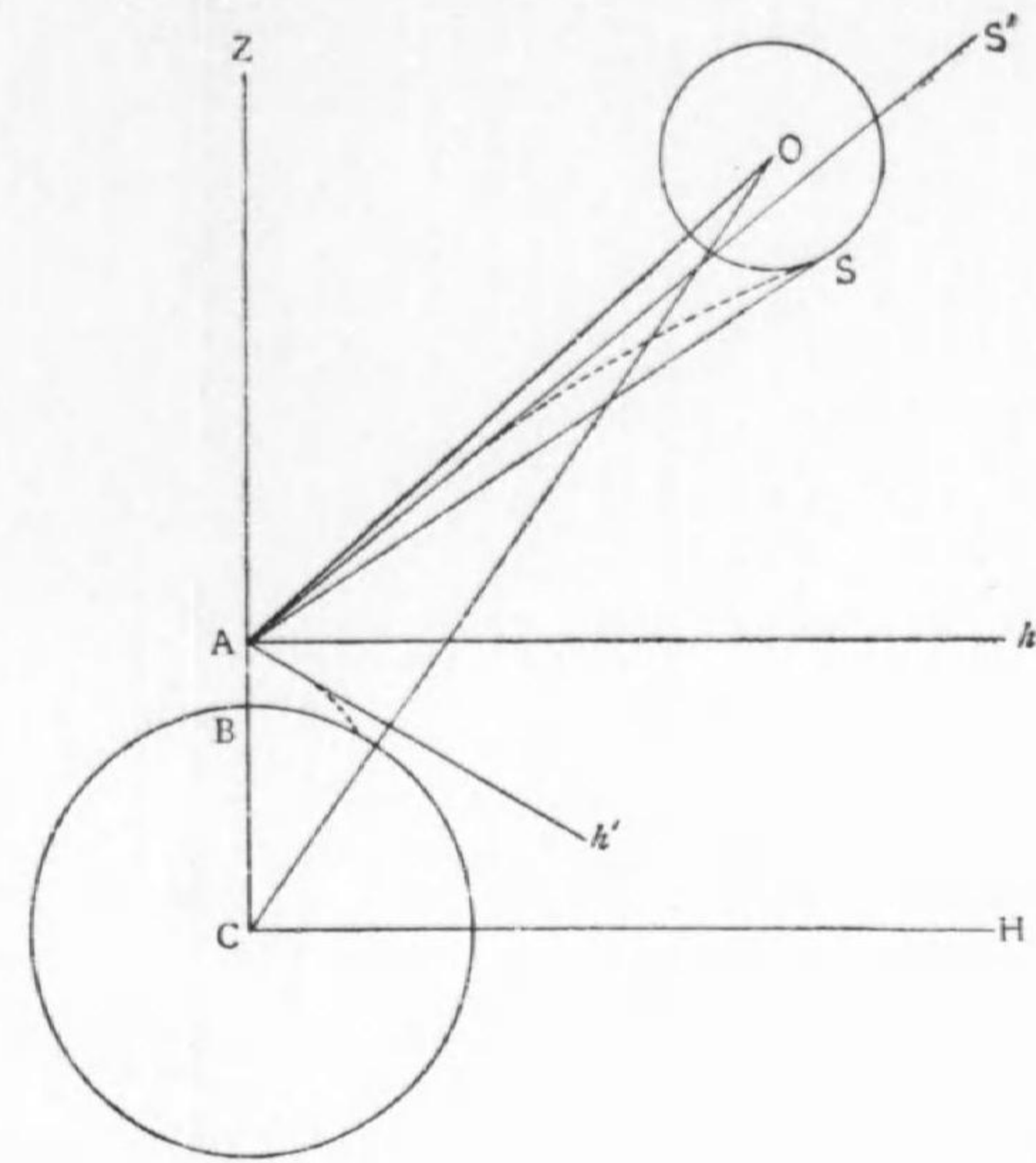
第 12 圖 太陽ノ時角



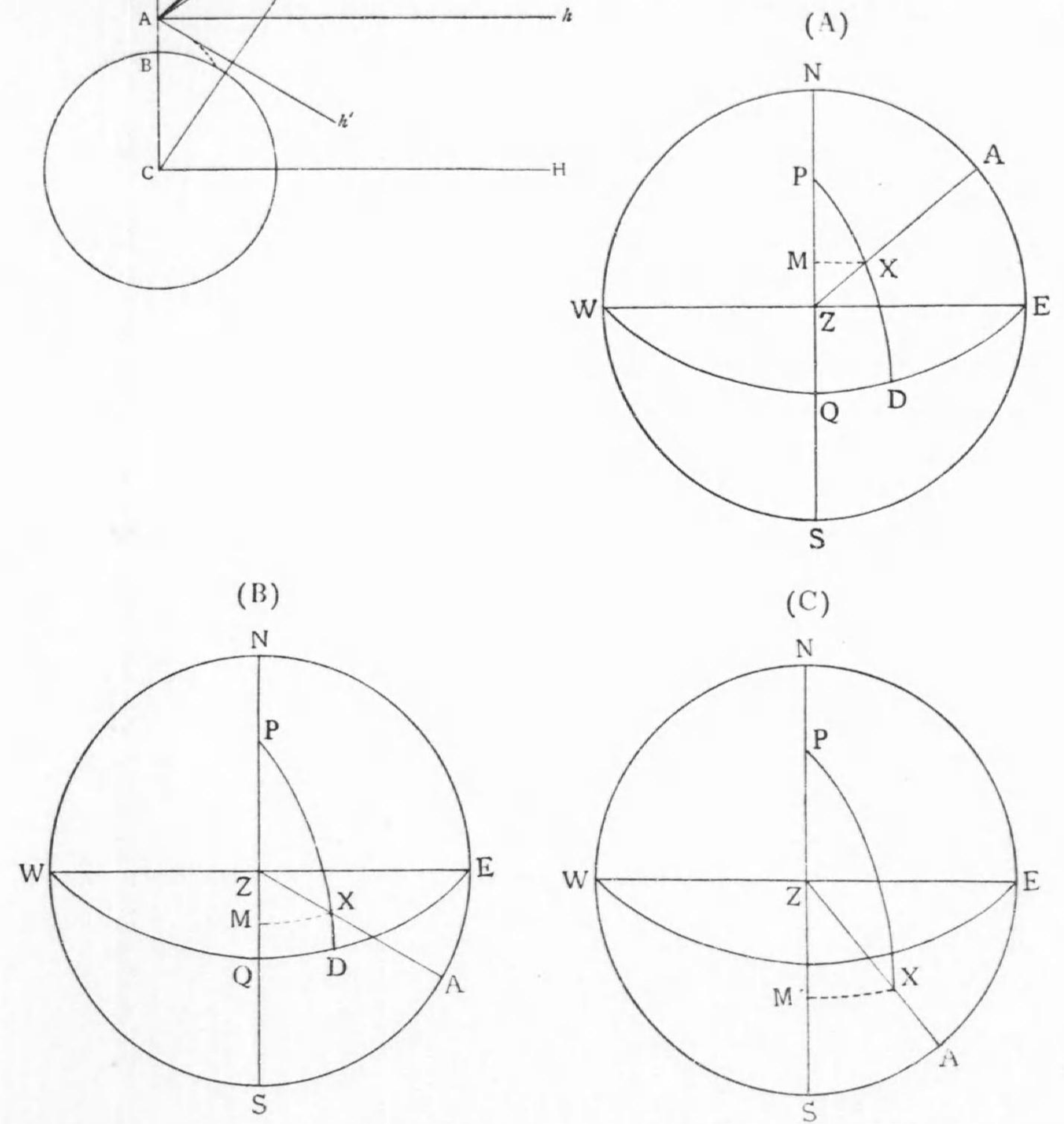
第 13 圖 恒星ノ時角



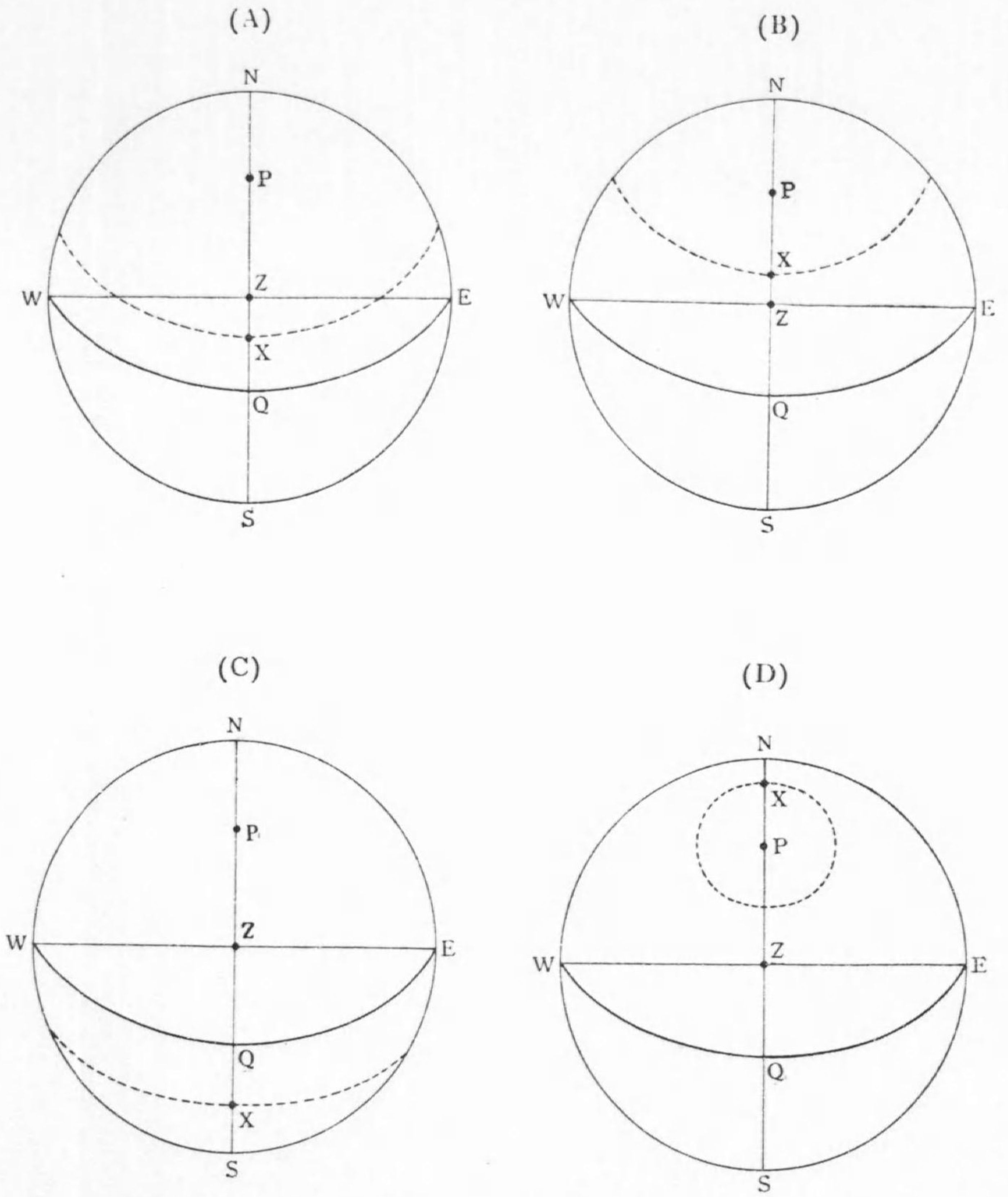
第14圖 高度改正諸元



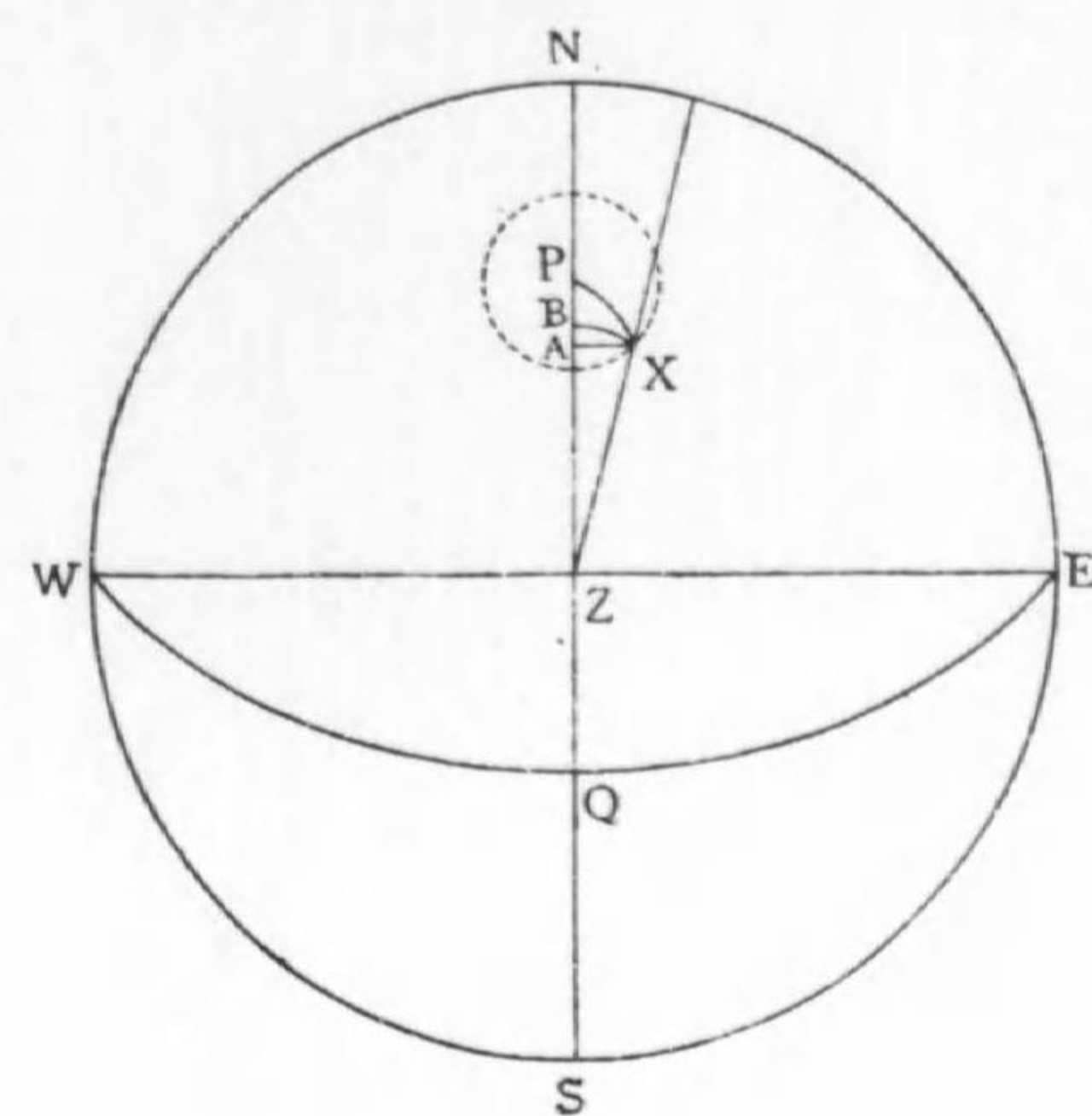
第15圖
近子午線高度緯度法



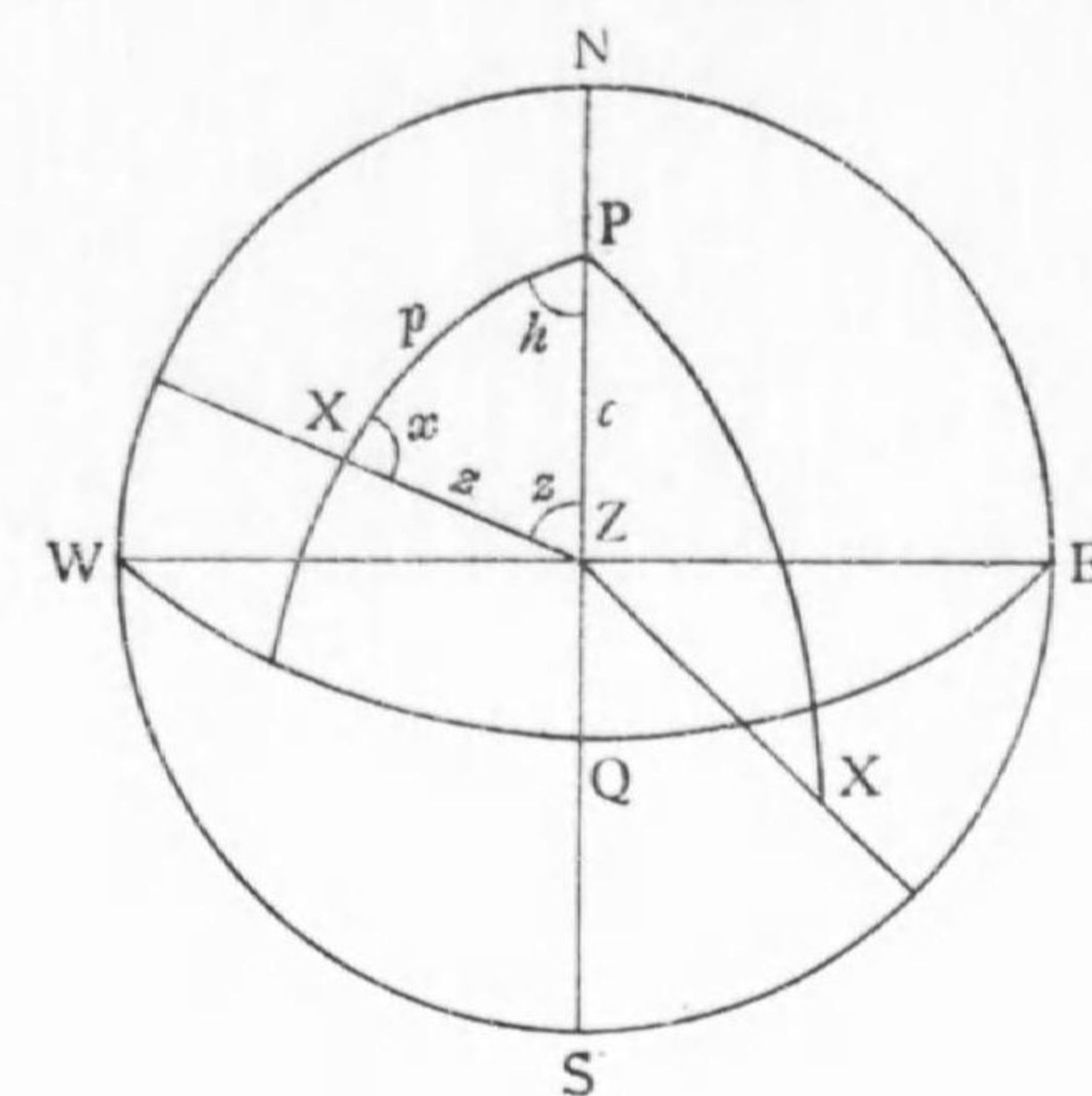
第 16 圖 子午線高度緯度法



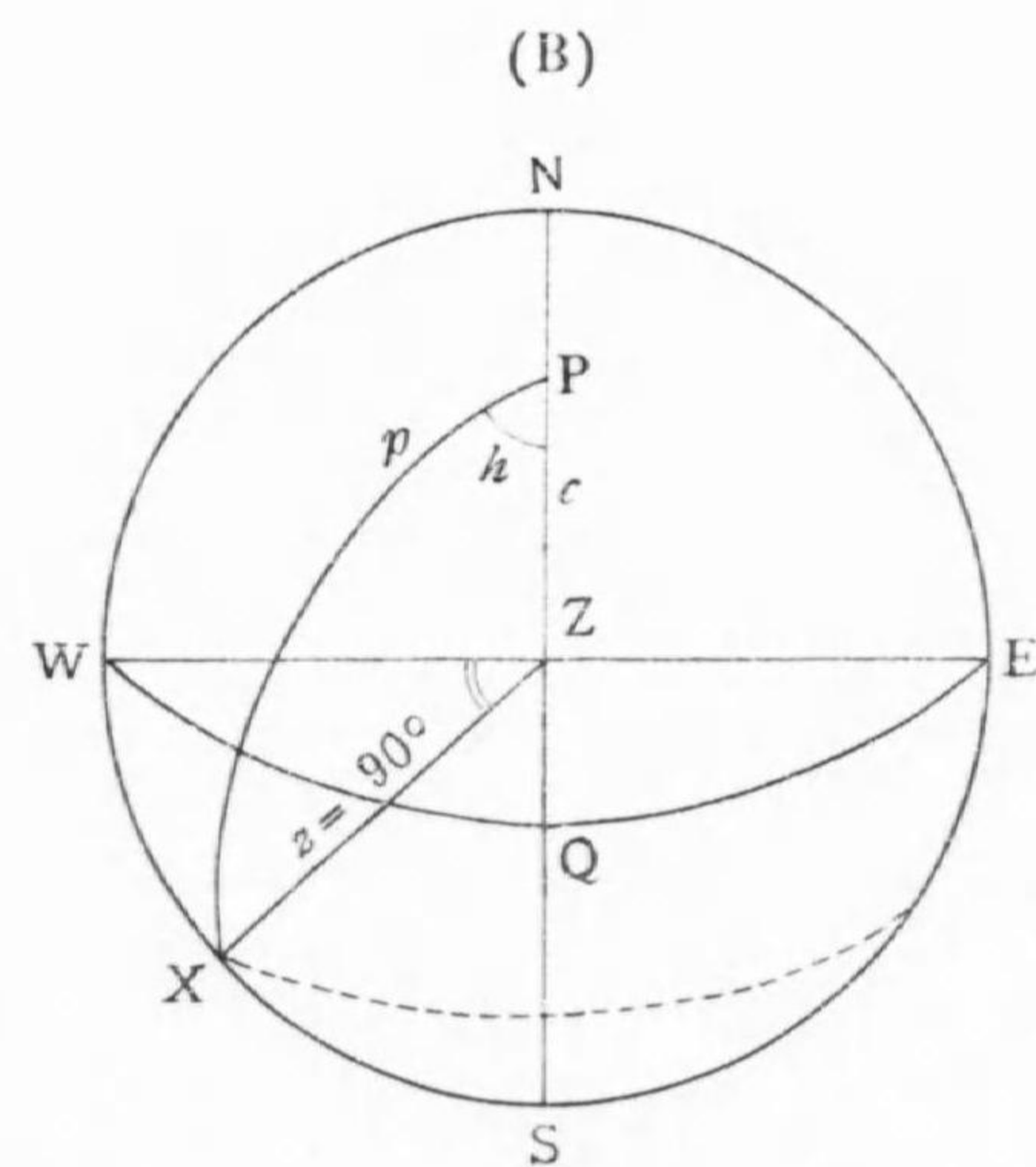
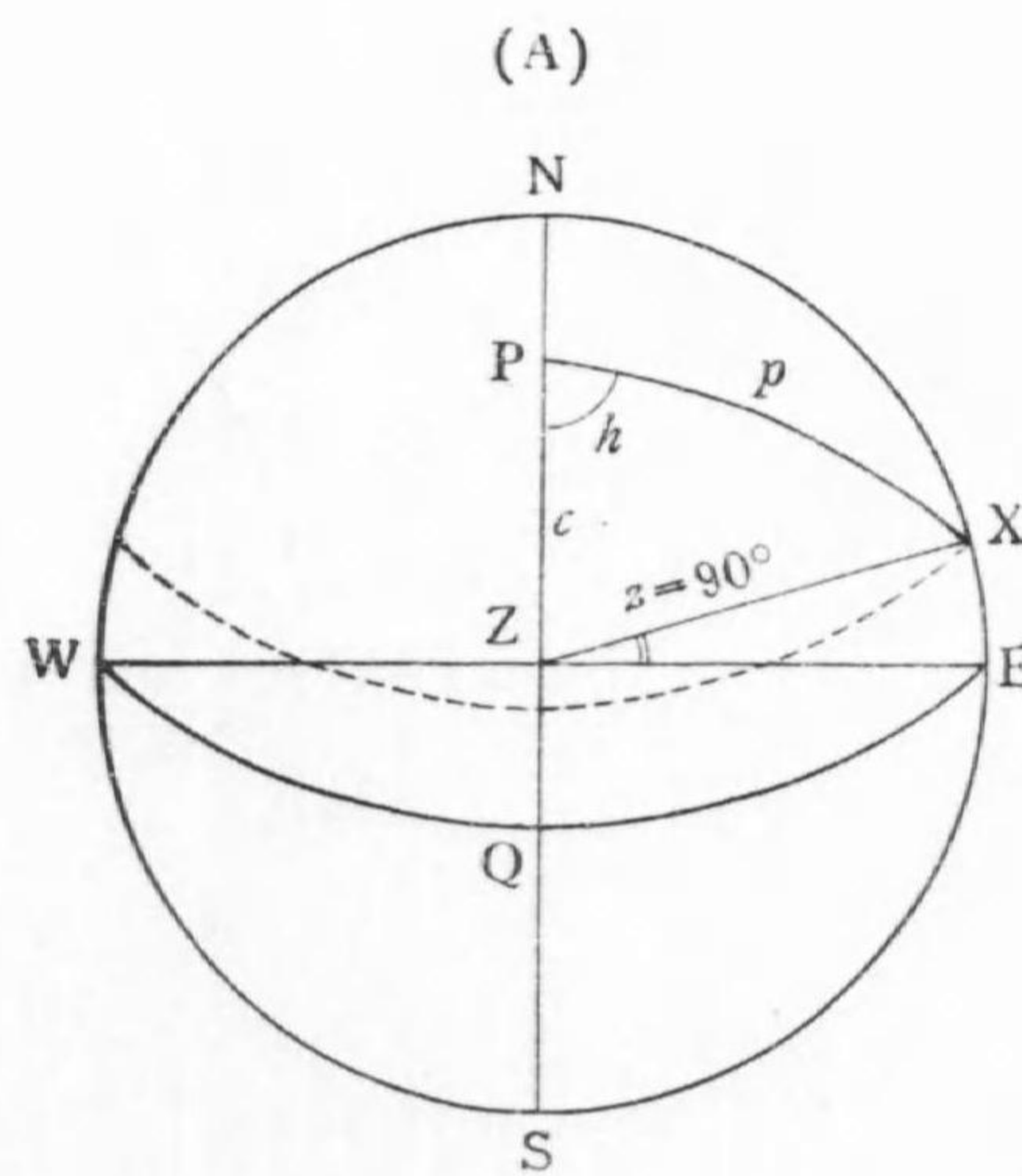
第17圖 北極星方位角法



第18圖 時辰方位角法
高度方位角法



第19圖 日出沒方位角法



昭和十三年五月十日印刷
昭和十三年五月十五日發行

附錄問題集共

定價 金壹圓參拾錢

編者 神戸高等商船學校

發行者 篠崎 認三
海事教育振興會理事

印刷者 田中守一
神戸市神戶區江戶町百二番
田中印刷出版株式會社

發行所 兵庫縣武庫郡本庄村
神戸高等商船學校內
海事教育振興會

不許
複製

特214

610

終

3
6