

次ニ三角形 A C D . 於テ角 A . 角 C 及 a 既知ナルヲ以テ
邊 c ハ正弦比例ニ依リ求メ得ベシ。

$$\frac{c}{a} = \frac{\sin C}{\sin A}$$

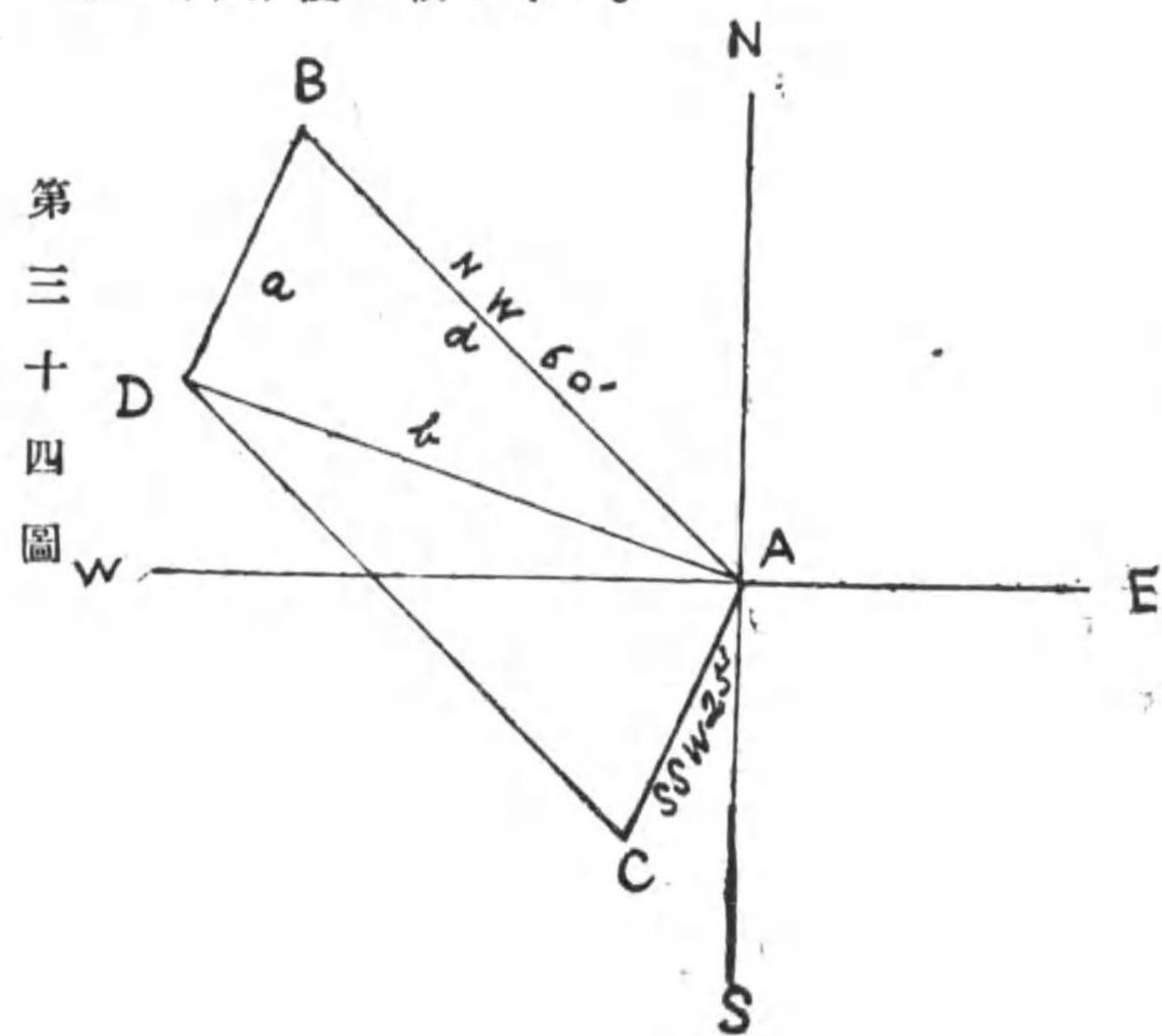
$$\therefore c = a \sin C \operatorname{cosec} A$$

	Log. 10'	1.000000
	L. Sin. 45°	9.849485
	L. Sec. 32° 52' 50''	10.075822
	Log c.	0.925307
		= 8.4199

答 眞針路 N 32° 52' 50'' W
航程 8.5 浬

例題 3. 一船アリ,北西ニ航スルコト,六十浬,此間海流ハ南
南西へ二十五浬ナリト云フ。眞針路及航程如何。

解 (1) 作圖ニ依リ求ム。



作圖法
ハ例題
(1) (2)
ノ同一
方法ナ
ルヲメ
説明ヲ
省略ス

(2) 方位表ニ依リ求ム。

T. Co	Dist	D. Lat		DeP	
		N	S	E	W
N W	60	42.4			42.4
S S W	25		23.1		9.6
Co made good N 69½ W	Dist made good 55.5	42.4 23.1 19.3	23.1		52.6

(3) 三角形解法ニ依リ求ム。

第三十四圖ニ於テ A C D + B A C = 180°

$$\therefore A C D = 180^\circ - B A C = 180^\circ - 112^\circ 20'$$

$$= 67^\circ 30' = B$$

三角形 A B D ニ於テ

$$\tan \frac{1}{2} (D-A) = \frac{d-a}{d+a} \cot \frac{1}{2} B \text{ ナリ。}$$

$$\therefore \tan \frac{1}{2} (D-A) = \frac{60-25}{60+25} \cot 33^\circ 45'$$

	Log. 35'	1.544068
	L. Cot. 33° 45'	10.175107
		11.719173
	= $\frac{35}{85} \cot 33^\circ 45'$	
	Log. 85'	1.929419
	L. Tan ½ (D-A)	9.789756

$$= 31^\circ 38' 30''$$

$$\frac{1}{2} (D+A) = 90^\circ - \frac{1}{2} B = 90^\circ - 33^\circ 45' = 56^\circ 15'$$

$$A = \frac{1}{2} (D+A) - \frac{1}{2} (D-A) = 56^\circ 15' - 31^\circ 38' 30'' = 24^\circ 36' \frac{1}{2}$$

故ニ眞針路 N A D = 45° + 24° 36' ½

$$= \underline{N 69^\circ 36' \frac{1}{2} W}$$

次ニ三角形 ABD ニ於テ。

$$\frac{b}{a} = \frac{\sin B}{\sin A} \quad \begin{array}{l} \text{Log. } 25 \quad 1.397940 \\ \text{L. Sin. } 67^\circ 30' \quad 9.965613 \\ \text{L. Cosec } 24^\circ 36\frac{1}{2}' \quad 10.380476 \\ \text{Lcg. } b. \quad 1.744029 \end{array}$$

$$b = a \sin B \operatorname{Cosec} A \text{ ナリ。}$$

$$\therefore a = 25' \sin 67^\circ 30' \operatorname{Cosec} 24^\circ 36\frac{1}{2}' \quad b = \underline{55.5}$$

答 眞 針 路 N 69° 36' ½ W
航 程 55.5 浬

**【5】 既知ノ流潮ニ對シ、豫定ノ眞針路ニテ航セント
スル時其、探ル可キ針路ヲ求ムル場合**

流向流程ノ既知ノ流潮ニ對シ豫定ノ眞針路ニテ航セントスルトキ、其探ル可キ針路ヲ求ムルニハ與ヘラル、要素ニ依リテ多少解法ヲ異ニスルハ論ヲ俟ズト雖ドモ、聯針路航法ヲ應用シ得ル場合ト、然ラザル場合トアリ。

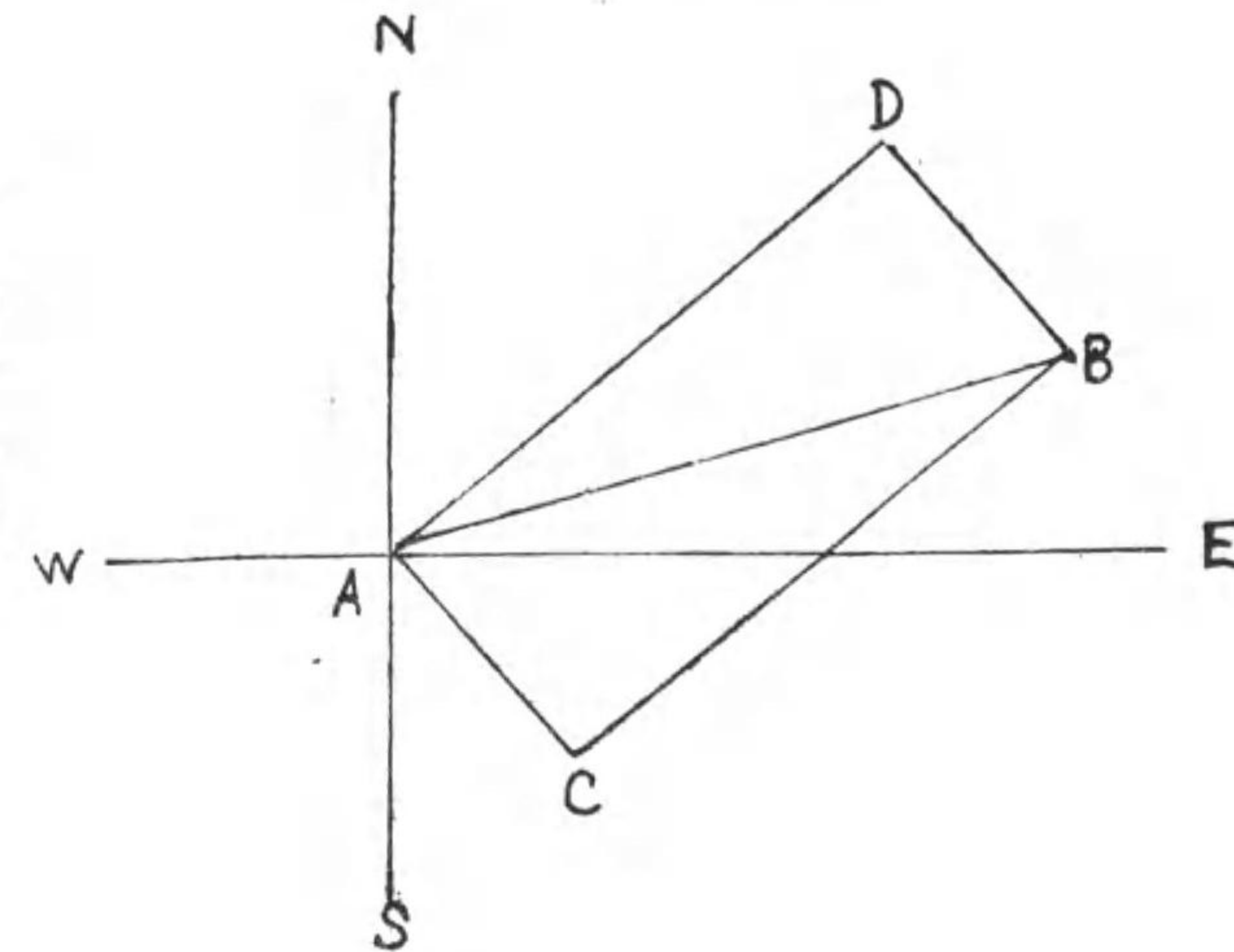
今此ノ點ニ付キ一般ニ起リ得ベキ場合ヲ、下記ノ二ツニ分チテ説明セバ。

(1) 目的地ノ方向即チ豫定ノ針路及航程、及其間ノ流向流程既知ナルトキ。

第三十五圖ニ於テ AB ノ方向ヲ豫定ノ方向及距離トシ。AC ヲ流向流程ヲ示ス物トス。B ト C トヲ結ビ AC ト BC ヲ二邊トスル平行四邊形 ACBD ヲ作圖セバ、角 NAD ハ探ル可キ針路、AD ハ B ニ達スル爲ニ船ノ航走セバ可ナル距離ナリ。

故ニ A ヨリ B ニ航シ、然ル後チ B ヨリ D ニ到達セルモ

第三十五圖



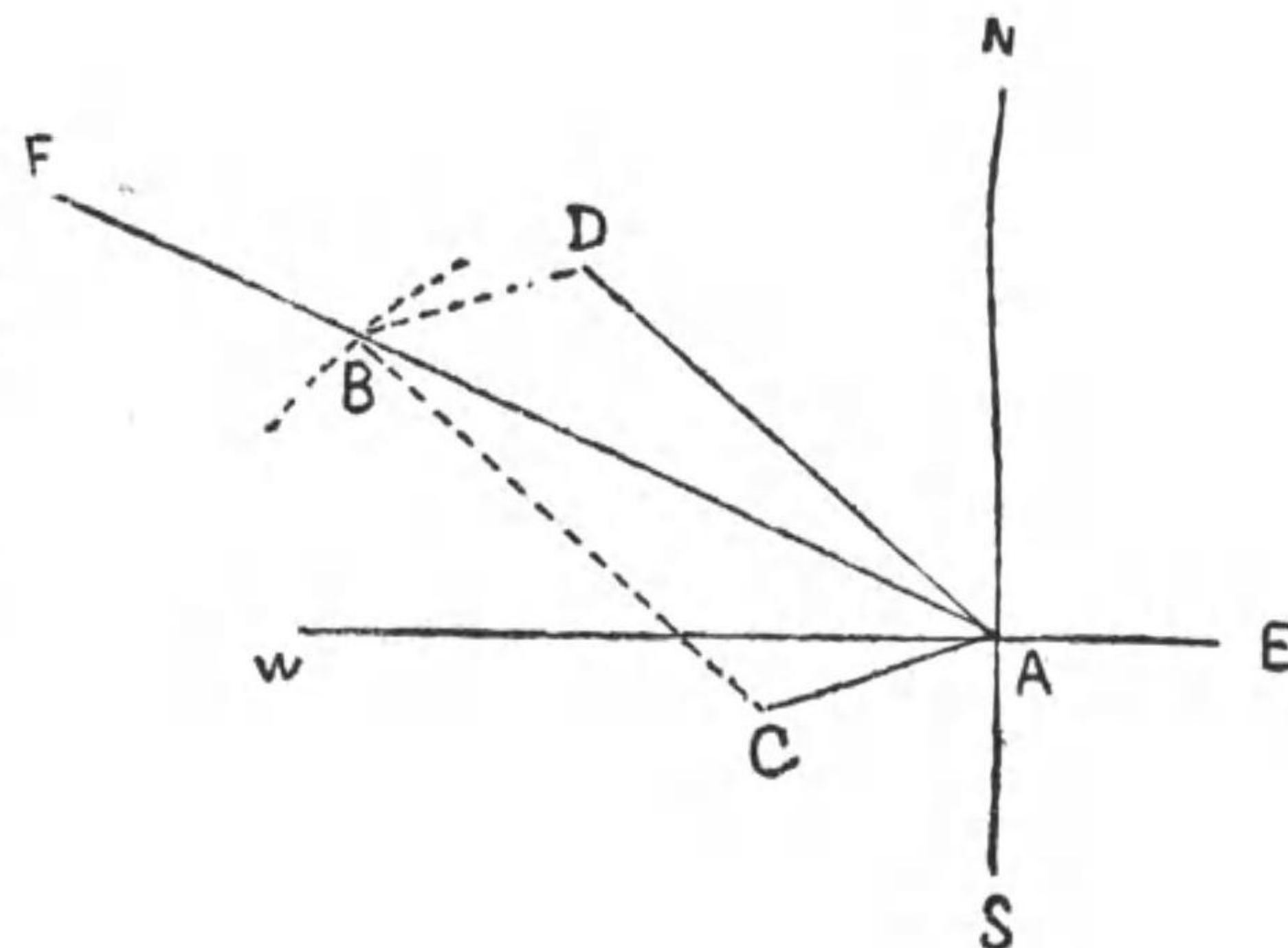
ノト假定セバ探ル可キ針路 NAD 及航程 AD ヲ得ベシ。即チ豫定ノ針路距離ト流向ノ反方向及流程トニ依リ聯針路航法ヲ行ヘバ可ナリ。

(2) 目的地ノ方向、即チ豫定ノ針路（及距離）毎時ノ船ノ速力及一時間ノ流向流速既知ナルトキ。第三十六圖

AF ヲ目的地 F ノ方向（距離）即豫定ノ針路、AC ヲ一時間ノ流向流速トシ。C ヲ中心ニシテ船ノ速力 BC ヲ半徑トシテ弧ヲ畫キ AF ト B ニ於テ交ラシメ、AC 及 BC ヲ二邊トスル平行四邊形ヲ畫ケバ、NAD ハ探ル可キ針路、AB ハ船ノ實際ノ速力ナリ。

此場合ニ於テ對角線ノ長 AB ガ不明ナルヲ以テ、聯針路航法ヲ應用スルコト不可能ナリ。

第三十六圖

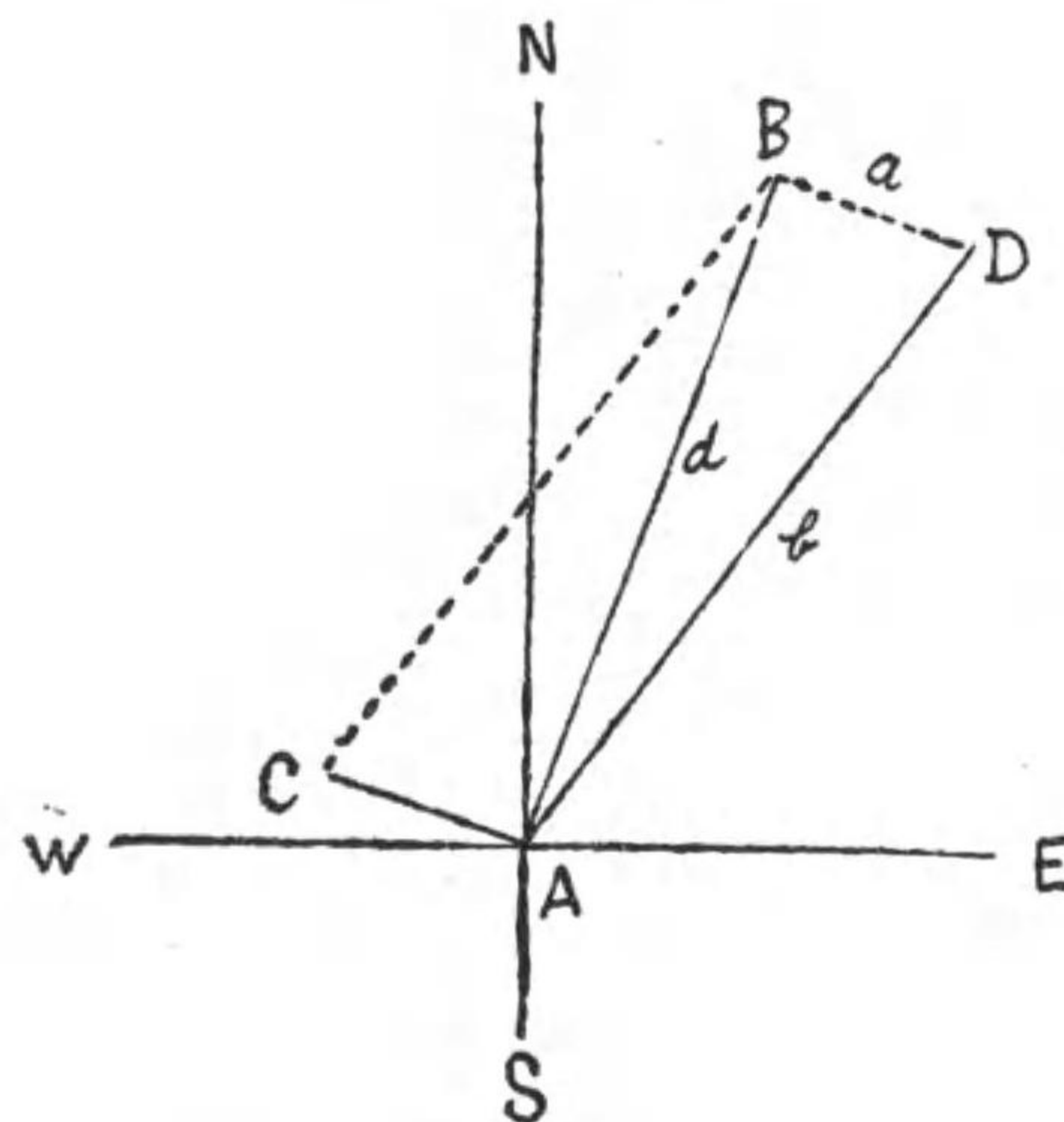


例題 1. 毎時十二浬ノ速力ニテ A 地ヲ發シ北北東距離百二十浬ノ地ニ在ル B 地ニ航セントスルニ、本船ハ航海中海流ノ爲メ西イ北へ二十浬流サル、豫定ナリト云フ。本船ノ採ル可キ針路及到達スルニ要スル時間如何。

解 (1) 作圖ニ依リ求ム。

第三十七圖ニ於テ AB ヲ分度器ニ依リ北北東ニ引キ適宜ノ浬尺ヲ定メ、之ニヨリ AB ヲ百二十浬ニ採リ、又 AC ヲ西イ北へ二十浬ニ等シクトリ。次ニ C ト B トニ結ビ、二邊 AC ト BC トヲ二邊トスル平行四邊形 ACBD ヲ作ルベシ。然ラバ NAD ヲ分度器ニテ度レバ所要ノ採ルベキ針路ニシテ、AD ハ船ガ B 地ニ達スルマデ航スル距離ナルヲ以テ、毎時ノ速力十二浬ニテ除セバ要スル時間ヲ得ベシ。

第三十七圖



(2) 方位表ニ依リ求ム。

A ヲ發シ B ニ到リ。次ニ B ヨリ D ニ到ルモノト假定セバ聯針路航法ヲ應用スルコトヲ得ベシ。即チ NNE 120' ト E/S 20' (流向ノ反方向) ニヨリ求ムレバ可ナリ。

T. Co.	Dist	D. Lat.		Dep	
		N	S	E	W
N N E	120'	110.9		45.9	
E/S	20'		3.9	19.6	
Co made good N 31°½ E	Dist made good 125½	110.9 3.9 107.0	3.9	65.5	

$$\frac{125.5}{10} = 10.^h 45$$

(3) 三角形解法ニ依リ求ムル法。

三角形 ABD (第三十七圖) ニ於テ邊 a 及 d ガ既知ニシテ。角 BAC = 角 ABD = 7Pts + 2Pts = 9Pts = 101° 15'

ナルヲ以テ、二邊夾角既知ナリ。

$$\begin{aligned} \text{故} = \tan \frac{1}{2}(D-A) &= \frac{d-a}{d+a} \cot \frac{1}{2} B & \text{Log. } 100 & 2.000000 \\ & & \text{L. Cot. } 50^\circ 37' \frac{1}{2} & 9.914173 \\ \tan \frac{1}{2}(D-A) &= \frac{140}{100} \cot 50^\circ 37' 30'' & & 11.914173 \\ & & \text{Log. } 140 & 2.146128 \\ & & \text{L. Tan } \frac{1}{2}(D-A) & 9.768045 \\ & & & \hline & & & 30^\circ 22' 44'' \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2}(D+A) = 90 - \frac{1}{2}B = 90^\circ - 50^\circ 37' 30'' = 39^\circ 22' 30''$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2}(D+A) - \frac{1}{2}(D-A) = 39^\circ 22' 30'' - 30^\circ 22' 44'' \\ &= 8^\circ 59' 46'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{故} = \text{探ル可キ針路 } NAD &= NAB + A \\ &= 22^\circ 30' + 8^\circ 59' 46'' \\ &= \underline{N 31^\circ 49' 46'' E} \end{aligned}$$

次ニ三角形 ABDニ於テ角 A 及 B 並ニ邊 a 既知ナルヲ以テ

$$\frac{b}{a} = \frac{\sin B}{\sin A} \quad b = a \sin A \operatorname{Cosec} A$$

$$\therefore b = 20 \sin 101^\circ 15' \operatorname{Cosec} 8^\circ 59' 46''$$

$$\begin{aligned} &= 20 \sin 78^\circ 45' \operatorname{Cosec} 8^\circ 59' 46'' & \text{Log. } 20' & 1.301030 \\ & & \text{L. Sin. } 78^\circ 45' & 9.991574 \\ & & \text{L. Cosec. } 8^\circ 59' 46'' & 10.805854 \\ &= \underline{125.45} & & 2.098458 \end{aligned}$$

$$\text{所要ノ時間} = \frac{125.45}{12} = 10^{\text{h}}.45 \quad \text{探ル可キ針路 } N 31^\circ 49' 46'' E \quad \text{答}$$

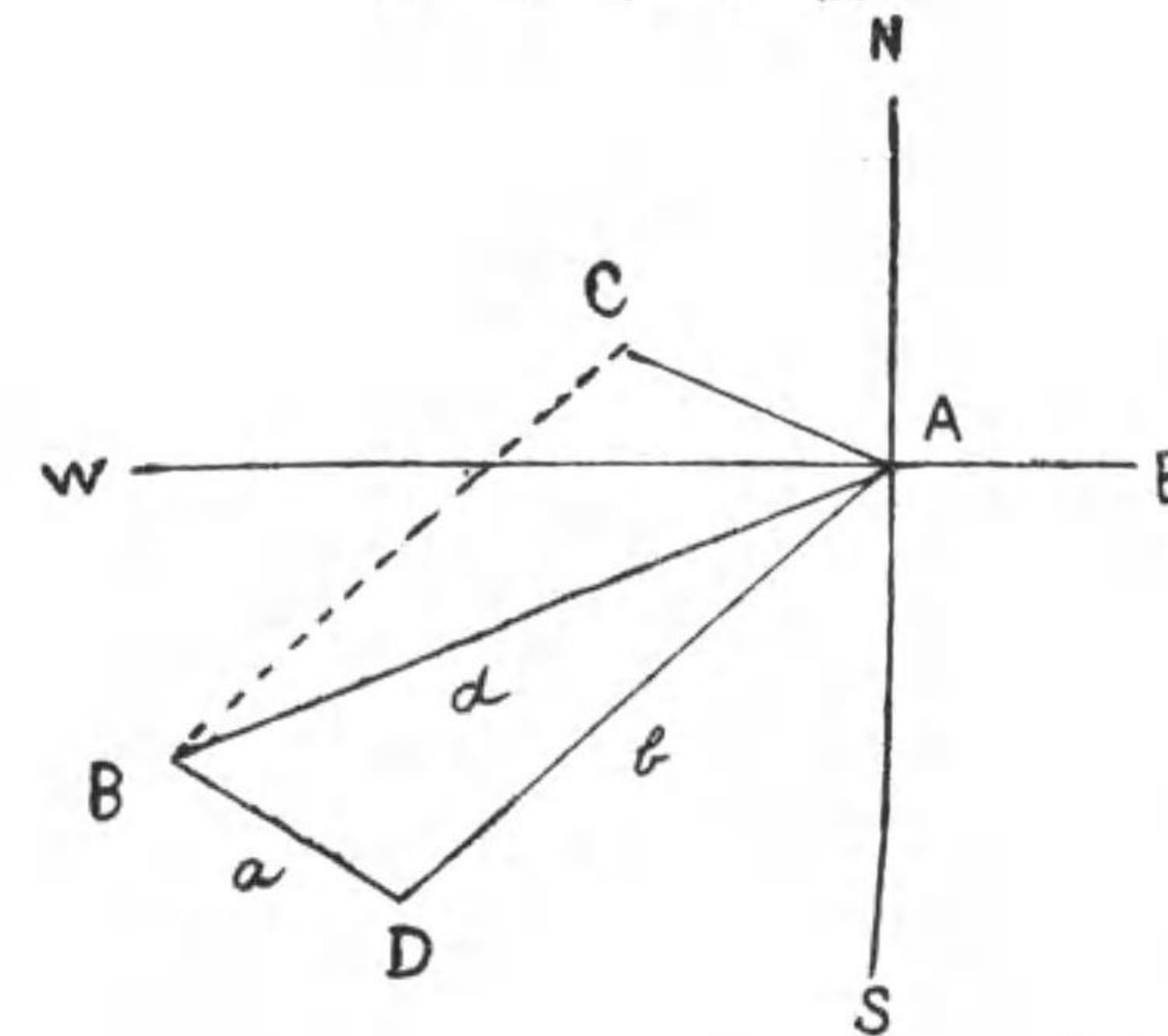
所要ノ時間 10^h.45

例題 2. 毎時十二哩ノ速力ヲ有スル船アリ。今此船西北西ニ毎時三哩ノ速力ニテ流ル、海流ヲ横切り、西南西十二哩ノ所ニアル港ニ一時間後ニ入港セントセバ、其船ノ探ル可キ針路及ビ船ノ速力ヲ幾哩ニ減少シテ可ナ

ルヤ。

解 (1) 作圖ニ依リ求ム。

第三十八圖



ABヲ分度器ニ依リ西南西ニ引キ湮尺ニヨリテ十二哩ヲ取リタルモノトシ、又ACヲ流向流程ニ等シク取リタル物トス。CトBトヲ結

ヒ邊AC及BCヲ二邊トシテ平行四邊形ADBCヲ作レバSADハ其船ノ探ルベキ針路、ADハ所要ノ速力ナリ。

(2) 方位表ニ依リ求ム。

AヨリBニ至リ、次ニBヨリDニ至リタルモノト假定スルコトヲ得ルヲ以テ、聯針航法ヲ應用スルコト可能ナリ。

T. Co.	Dist.	D. Lat.		Dep.	
		N	S	E	W
W S W	12'		4.6		11.1
E S E	3'		1.2	2.8	
Co made good S 55½ W	Dist. made dood 10'		5.8	2.8	11.1 2.8 8.3

探ルベキ針路ハ S 55½ W 速力ヲ 10' = 減ズ。

(3) 三角形解法ニ依リ求ム。

三角形 ABD ニ於テ邊 a 及 D 既知ニシテ、角 ABD = CAB = 2pts + 2pts = 4pts = 45° ナルヲ以テ

$$\begin{aligned} \tan \frac{1}{2}(D-A) &= \frac{d-a}{d+a} \cot \frac{1}{2}B & \text{Log. } 9 & 0.954243 \\ &= \frac{9}{15} \cot 22^\circ 30' & \text{L. Cot. } 22^\circ 30' & 10.382776 \\ & & & 11.337019 \\ & & \text{Log. } 15 & 1.176091 \\ &= 55^\circ 22' 50'' & \text{L. Tan. } \frac{1}{2}(D-A) & 10.160928 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2}(D+A) = 90 - \frac{1}{2}B = 90^\circ - 22^\circ 30' = 67^\circ 30'$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2}(D+A) - \frac{1}{2}(D-A) = 67^\circ 30' - 55^\circ 22' 50'' \\ &= 12^\circ 7' 10'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{探ル可キ針路 } S A D &= S A B - A \\ &= 67^\circ 30' - 12^\circ 7' 10'' = S 55^\circ 22' 50'' W \end{aligned}$$

次ニ三角形 ABD ニ於テ角 A 及 B 邊 a 既知ナルヲ以テ

$$\begin{aligned} \frac{b}{a} &= \frac{\sin B}{\sin A} & \text{Log. } 3' & 0.477121 \\ & & \text{L. Sin. } 45^\circ & 9.849485 \\ \therefore b &= a \sin B \cdot \text{Cosec } A & \text{L. Cosec. } 12^\circ 7' 10'' & 10.677883 \\ & & \text{Log. } b & 1.004389 \end{aligned}$$

$$= 3' \sin 45^\circ \text{Cosec } 12^\circ 7' 10''$$

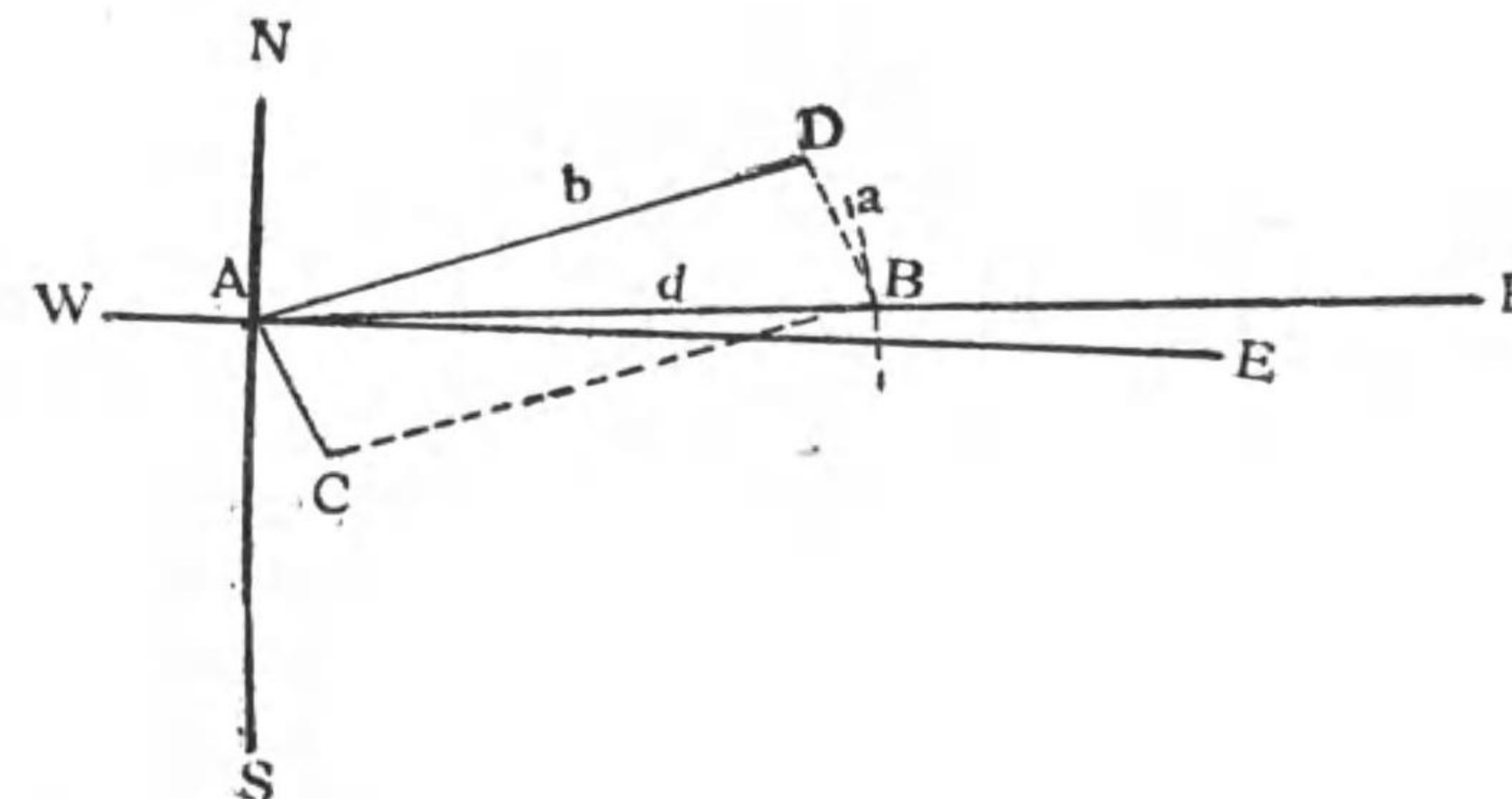
$$= 10'.1 \quad \text{速力ヲ } 10.1 \text{ 湮ニ減ジテ可ナリ。}$$

答 探ル可キ針路 S 55° 22' 50'' W
所要速力 10'.1

例題 3. 毎時八湮半ノ速力ヲ有スル船、南東四分ノ三南へ毎時二湮四分一ノ速力ニテ流ル、潮流ヲ横切り。東四分ノ三北ニ在ル港ニ向ツテ航セントセバ。其船ノ探ル可キ針路及航力如何。

解 (1) 作圖ニ依リ求ム。

第三十九圖



第三十九圖ニ於テ AF ヲ目的港ノ方位東四分三北ニ引タル直線。AC ヲ流向流程ニ依テ定メタル線トシ、C ヲ中心トシ八湮半ヲ半径トシテ弧ヲ畫キ AF ト B ニ於テ交ラシメ。AC 及 CB ヲ二邊トスル平行四邊形 ACBD ヲ作りタリトセバ、角 NAD ヲ分度器ニテ度リ所要ノ探ル可キ針路及 AB ヲ湮尺ニテ測リ、其船ノ航力ヲ求メ得ベシ。

(2) 方位表ニヨリ求ム。

本題ニ於テ平行四邊形ノ對角線 AB ノ長サ不明ナルヲ以テ、聯針路航法ヲ應用スルコト不可能ナリ。

(3) 三角形解法ニ依リ求ム。

第三十九圖、三角形 ABD ニ於テ邊 a 及 b 並ニ b = 對スル角 ABD ハ既知ナルヲ以テ A 角ハ

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

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

$$= \frac{2.25 \sin 61^\circ 52' 30''}{8.5}$$

$$= 13^\circ 30' 1''$$

$ABD = CAB = 4\frac{3}{4}pts + \frac{1}{4}pts = 5\frac{1}{2}pts$	
$= 61^\circ 52' 30''$	
Log. 2.25	0.352183
L. Sin. $61^\circ 52' 30''$	9.945430
	10.297613
Log. 8.5	0.929419
L. Sin. A	9.378194

故ニ探ル可キ針路 $NAD = \text{角} NAB - \text{角} A$

$$= 81^\circ 33' 45'' - 13^\circ 30' 1''$$

$$= N 68^\circ 3' 44'' E$$

次ニ三角形 ABD ニ於テ邊 b 及之レニ對スル角 B 竝ニ D 角既知ナルヲ以テ

$$\frac{d}{b} = \frac{\sin D}{\sin B}$$

$$D = 180^\circ - (130^\circ 30' 1'' + 61^\circ 52' 30'')$$

$$d = b \cdot \sin D \cdot \text{Cosec } B = 85 \sin 104^\circ 37' 29'' \text{ Cosec } 61^\circ 52' 30''$$

$$= \frac{9.326}{\text{Log. } 85 \quad 0.929419}$$

$$= \frac{9.326}{\text{L. Sin. } 104^\circ 37' 29'' \quad 9.985696}$$

$$= \frac{9.326}{\text{L. Cosec. } 61^\circ 52' 30'' \quad 10.054570}$$

$$= \frac{9.326}{\text{Log. } d \quad 0.969685}$$

答 探ル可キ針路 $N 68^\circ 3' 44'' E$
航 力 9.3

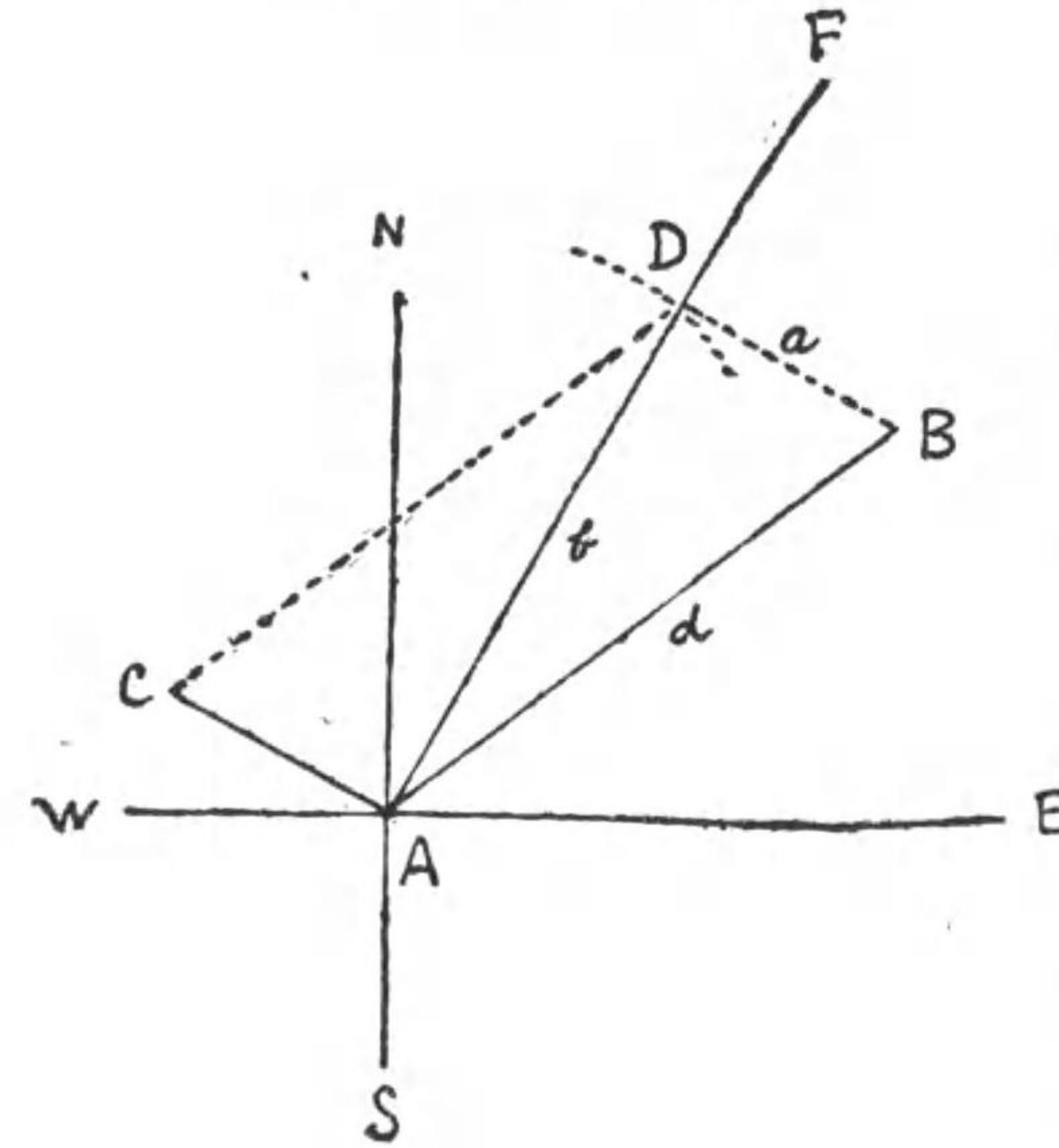
例題 4. 甲地ヨリ乙地ニ到ル眞針路ハ、北東イ北四分ノ一北ナリ。今毎時十三湮四分ノ一ノ速力ヲ有スル某船ガ毎時二湮二分ノ速力ニテ眞方位北西イ西ニ流ル、海流ニ遭フトキハ、如何ナル針路ニテ航スベキヤ。且ツ三時間後ノ實航程ハ幾湮ナルヤ。

解 (1) 作圖ニ依リ求ム。

第四十圖ニ於テ AF 及 AC ヲ夫々分度器及適宜ノ湮尺

ヲ以テ甲地 (A) ヨリ乙地 (F) ニ至ル眞針路及流向竝三時間ノ流程 7.5 湮ニ合セテ畫キタルモノトシ。C ヲ中心ト

第四十圖



シ三時間ノ船ノ航程 89.5 湮ヲ半徑ヲ以テ弧ヲ畫キ、 AF ト D ニ於テ交ラシメ、 AC 及 CD ヲ二邊トスル平行四邊形 $ABDC$ ヲ作りタリトセバ NAB 及 NAD ハ所要ノ探ル可キ針路及

實航程ニシテ分度器及湮尺ニヨリ其値ヲ得ベシ。

(2) 方位表ニ依リ求ム。

AD ノ長サ未知ナルヲ以テ聯針路航法ヲ行フコト不可能ナルコト明ナリ。

(3) 三角形解法ニ依リ求ム。

三角形 ABD ニ於テ二邊 a 及 d 既知ニシテ、 d 邊ノ對角 $ADB = CAD = 2\frac{3}{4}pts + 5pts = 7\frac{3}{4}pts$

$$= 87^\circ 11' 15''$$

ナルヲ以テ

$$\frac{\sin A}{\sin D} = \frac{a}{d} \quad \begin{array}{l} \text{Log. } 7.5 \quad 0.876051 \\ \text{L. Sin. } 87^\circ 11' 15'' \quad 9.999475 \\ \hline 10.874536 \end{array}$$

$$\therefore \sin A = \frac{a \sin D}{d} = \frac{7.5 \sin 87^\circ 11' 15''}{39.75} \quad \begin{array}{l} \text{Log. } 39.75 \quad 1.599337 \\ \text{L. Sin. } A \quad 9.275199 \\ \hline 1.599337 \end{array}$$

$$A = 10^\circ 51' 45''$$

所要ノ探ル可キ真針路 $NAB = NAD + A$

$$= 30^\circ 56' 15'' + 10^\circ 51' 45'' = \underline{N 41^\circ 48' E}$$

次ニ三角形 ABD ニ於テ二角 A 及 B 邊 a 既知ナルヲ以

		B 角		
		$87^\circ 11' 15''$	Log. 7.5	0.875061
$\frac{b}{a}$	$= \frac{\sin B}{\sin A}$	$10^\circ 51' 45'' +$	L. Sin. $81^\circ 57'$	9.995699
		$98^\circ 3' 00''$	L. cosec. $10^\circ 51' 45''$	10.724798
		180		1.595558
a	$= \frac{a \sin B}{\sin A}$	$81^\circ 57' 0''$	Log. b	496
				62

$$a = 7.5 \sin 81^\circ 57' \operatorname{Cosec} 10^\circ 51' 45''$$

$$= \underline{39.406}$$

答 流向 $N 41^\circ 48' E$

三時間ノ實航程 39.4 哩

【6】 推測位置ト天測位置トニ依リ、流向流程ヲ求ムル場合

推測位置ト天測位置トガ合致セザル主因ハ流潮ニ在ルヲ以テ、今兩位置ガ合致セザル原因ヲ潮、海流ノミニ依ルモノト假定セバ、推測位置ト天測位置トヲ知ルトキハ、航行中影響ヲ受ケシ流向及流程ヲ算スルコトヲ得ベシ。而テ下記ノ二種ニ分類スルコトヲ得ベシ。

(1) 起程地ヨリノ推測方位及距離ト實測方位及距離トガ既知ナルトキ。

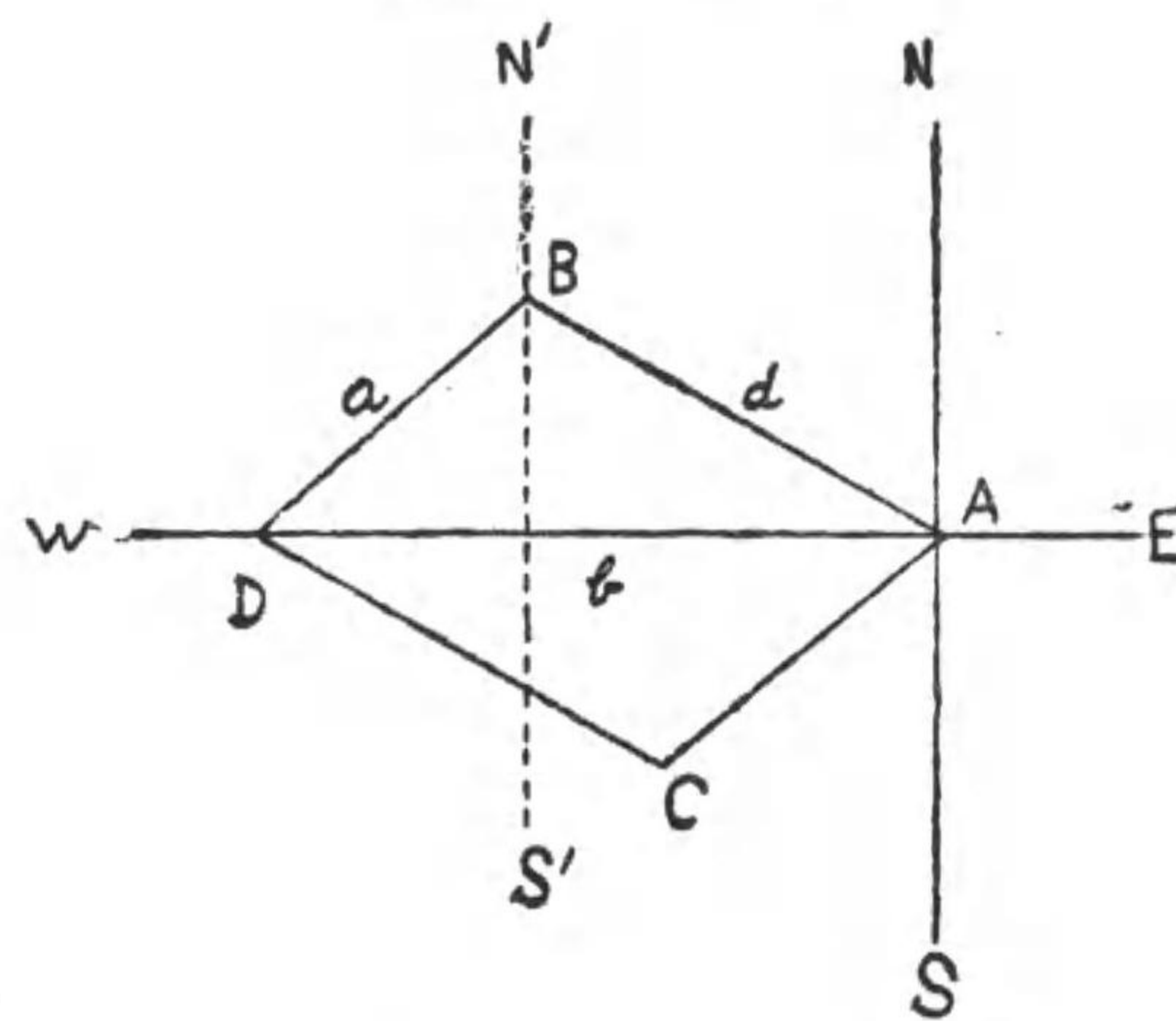
此場合ハ前二項ト同一方法ニテ求ムルコトヲ得ベシ。

(2) 推測經緯度ト天測經緯度トガ既知ナルトキ、流潮ナキモノトセバ、兩經緯度ハ當然合致スルヲ以テ推測經緯度ヲ起程經緯度トシ。天測經緯度ヲ着達經緯度トシテ中分緯度航法ヲ行ヘバ、流向及流程ヲ求ムルコトヲ得ベシ。

例題 1. 船アリ、真針路北六十九度西へ八十哩航走シタル後、其真針路ハ正西ニシテ航程百三哩ナリシコトヲ知レリ。其間ノ流向及流程如何。

解 (1) 作圖ニ依リ求ム。

第四十一圖



第四十

一圖ニ於テ AB 及 AD ヲ分度器及ビ適宜ノ尺度トニ依リテ夫々 $N 69^\circ W, 80'$ 及 $W 103'$ ニ引キタ

リトシ、 AB 及 BD ヲ二邊トシテ平行四邊形 $ABDC$ ヲ作圖セバ、流向 $S'B$ 即チ SAC ヲ分度器ニ依リ。又 BD 即チ AC ナル流程ヲ測尺ニ依リ求メ得ベシ。

(2) 方位表ニ依リ求ム。

今船がBヲ發シAニ至リ、次デAヨリDニ至リタルモノトセバ、聯針路航法ニ依リS'BD及DBノ長サヲ求メ得ベシ。

T. Co.	Dist.	D. Lat.		Dep.	
		N	S	E	W
S 69° E	80'		28.7	74.7	
W	103				103.0
Set S 45° W	Drift 40'		28.7	74.7	103.0 74.7 28.3

(3) 三角形解法ニ依リ求ム。

第四十一圖三角形ABDニ於テ二邊b, d, 及其夾角A既知ナルヲ以テ

$$\begin{aligned} \tan \frac{1}{2}(B-D) &= \frac{b-d}{b+d} \cot \frac{1}{2}A & \text{Log. } 23 & 1.361728 \\ & & \text{L. Cot. } 10^\circ 36' & 10.732033 \\ A &= 90 - 69^\circ = 21^\circ & & 12.093761 \\ \therefore \tan \frac{1}{2}(B-D) &= \frac{23}{183} \cot 10^\circ 30' & \text{Log. } 183 & 2.262451 \\ & & \text{L. Tan } \frac{1}{2}(B-D) & 9.831310 \\ \frac{1}{2}(B-D) &= 34^\circ 8' 32'' \\ \frac{1}{2}(B+D) &= 90 - \frac{1}{2}A = 90^\circ - 10^\circ 30' = 79^\circ 30' \\ \therefore D &= \frac{1}{2}(B+D) - \frac{1}{2}(B-D) = 79^\circ 30' - 34^\circ 8' 32'' \\ &= \underline{S 45^\circ 29' 28'' W} \end{aligned}$$

平行四邊形ABDCニ於テ角BDAニ角DACナリ。
故ニ 流向 SAC = 90° - 45° 29' 28''
= S 44° 30' 32'' W

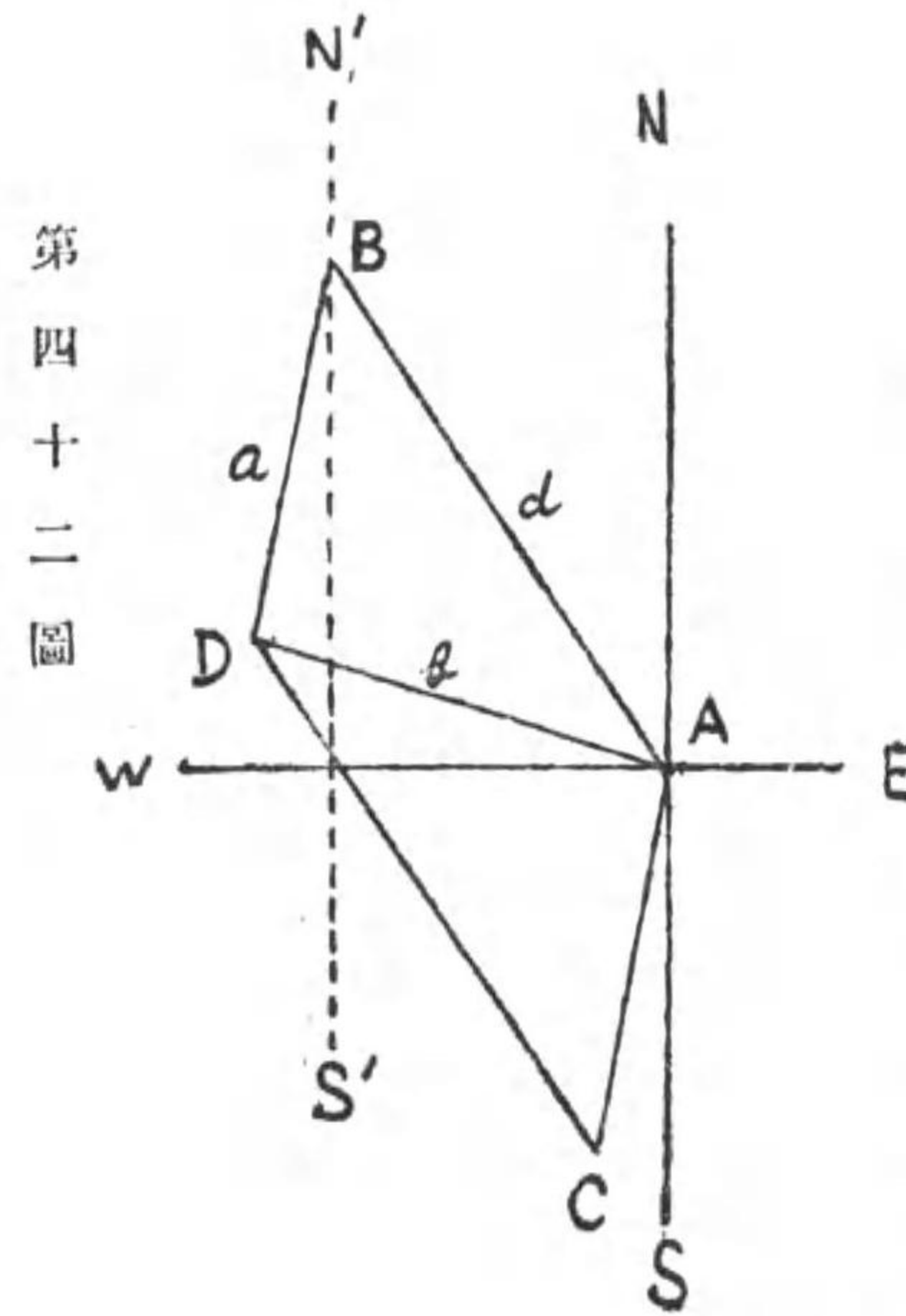
次ニ三角形ABDニ於テ角A及D及邊d既知ナルヲ以

$$\begin{aligned} \frac{a}{d} &= \frac{\sin A}{\sin D} & \text{Log. } 80 & 1.903090 \\ & & \text{L. Sin. } 21^\circ & 9.554329 \\ & & \text{L. Cosce. } 45^\circ 19' 28'' & 10.146824 \\ & & \text{Log. } a & 1.604243 \\ a &= d \cdot \sin A \operatorname{Cosec} D & & \\ &= 80 \sin 21^\circ \operatorname{Cosec} 45^\circ 29' 28'' & a &= \underline{40.2} \end{aligned}$$

答 流向 S 44° 30' 32'' 流程 40.2 哩

例題 2. 船アリ、眞針路北西ノ北ヘ一晝夜二百二十五哩航行シタル時、天測ニ依リ其眞針路ハ西ノ北二分一北ニシテ、航程八十三哩ナルコトヲ知レリ。其間ノ流向及流速如何。

解 (1) 作圖ニ依リ求ム。



第四十二圖ニ於テA B及ADヲ夫々前測例題ニ同ジクNW/N 125及WN½N 80'ニ相當スル様作圖セルモノトシAB及BDヲ二邊トシテ平行四邊形ABDCヲ講ケバ、S'BD及BD即チSAC及ACハ所要ノ流向及流程ニシテ、分度器及測尺ニテ其値ヲ

得ベシ。

2. 方位表ヲ作り求ム。

今船ガBヲ發シテAニ至リ、次デAヲ發シテDニ至リタルモノト假定スレバ、聯針路航法ニ依リテ所要ノ流向S'BD及流程BDヲ得ベシ。而テBDノ二十四分ノ一ハ流速ナリ (AヨリDニ至リDヨリCニ至ルト考ヘテモ同一ナリ)

T. Co.	Dist.	D. Lat.		Dep.	
		N	S	E	W
S E/S	125		103.9	69.4	
W/N 1/2 N	83	24.1			79.4
Set	Drift	24.1	103.9 24.1	69.4	79.4 69.4
S 7° W	80'		<u>79.8</u>		<u>10.0</u>

$$\text{Rate. } \frac{80}{24} = \underline{3.3}$$

(3) 三角形解法ニ依リ求ム。

第四十二圖三角形ABDニ於テ邊d及b又角A既知ナルヲ以テ

$$\tan \frac{1}{2}(D-B) = \frac{d-b}{d+b} \cot \frac{1}{2}A \quad \text{Log. } 42 \quad 1.623249$$

$$A = 6\frac{1}{2}^{\text{pts}} - 3^{\text{pts}} = 3\frac{1}{2}^{\text{pts}} = 39^{\circ} 22' 30'' \quad \text{L. Cot. } 19^{\circ} 41' 15'' \quad 10.446353$$

$$\tan \frac{1}{2}(D-B) = \frac{42}{202} \cot 19^{\circ} 41' 15'' \quad \text{Log. } 208 \quad 2.318063$$

$$\therefore \frac{1}{2}(D-B) = \underline{29^{\circ} 26' 16''} \quad \text{L. Tan } \frac{1}{2}(D-B) \quad 10.751539$$

$$\frac{1}{2}(D+B) = 90^{\circ} - \frac{1}{2}A = 90^{\circ} - 17^{\circ} 41' 15'' = 70^{\circ} 18' 45''$$

$$B = \frac{1}{2}(D+B) - \frac{1}{2}(D-B) = 70^{\circ} 18' 45'' - 29^{\circ} 26' 16'' = 40^{\circ} 52' 29''$$

然ルニ NABトABS'ハ相等シ故ニ所要ノ流向

$$S'BD = 40^{\circ} 52' 29'' - 88^{\circ} 45' = \underline{S 7^{\circ} 7' 29'' W}$$

次ニ三角形ABDニ於テ角A、B及邊b既知ナルヲ以テ

$$\frac{a}{b} = \frac{\sin A}{\sin B} \quad \text{Log. } 83 \quad 1.919078$$

$$a = b \sin A \operatorname{Cosec} B \quad \text{L. Sin. } 39^{\circ} 22' 30'' \quad 9.802359$$

$$= 83' \sin 39^{\circ} 22' 30'' \operatorname{Cosec} 40^{\circ} 52' 39'' \quad \text{L. Cosec. } 40^{\circ} 52' 39'' \quad 10.184152$$

$$a = \underline{80.46} \quad \frac{80.46}{24} = \underline{3.35} \quad \text{Log. } a \quad 1.905589$$

$$\text{答 流向 } S 7^{\circ} 7' 9'' W$$

例題 3. 船アリ、南々東ニ流ル、海流中ヲ北六十四度東ノ針路ニ四十三時間航走シタル到着地ヨリ發航地ノ方位ハ西南西ニ方リ、兩地間ノ距離八百五十八浬四ナリト云フ。本船及海流毎時ノ速力如何。

解 (1) 作圖法ニ依リ求ム。

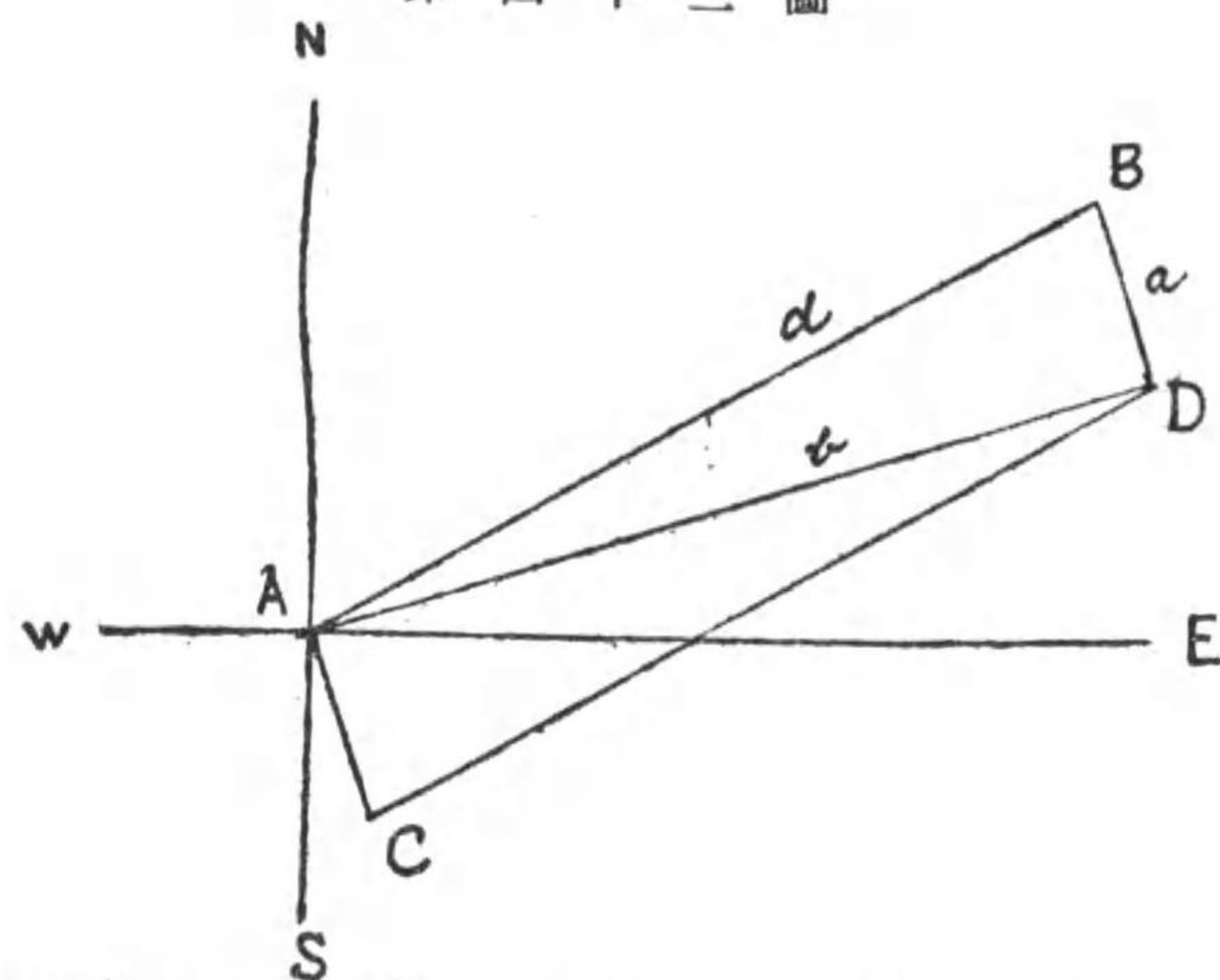
第四十三圖ADヲ分度器及適宜ノ浬尺ヲ用ヒ着達地ノ方位ENE距離858.4ニ引キ、又ACヲ海流ノ流向、ADヲ船ノ針路ニ合セテ引キタルモノトス。今Dヲ過リACニ平行ナル直線BDガABトBニ於テ交リタリトセバBDハ流程ニシテABハ船ノ航程ナリ。

(2) 方位表ニ依リ求ム。

第十一章 流潮航法

ABノ長サ未知ナルヲ以テDヨリAニ至リ。次ニAヨリBニ到達スルモノト假定スルコト不可能ナリ。又BD

第四十三圖



ノ長サ未知ナルヲ以テAヨリDニ至リ。次ニDヨリBニ至リタルモノト考ヘルコト能ハズ。依ツテ本題ハ方位表使用ハ不可能ナリ。

(3) 三角形解法ニ依リ求ム。

第四十三圖平行邊形ABDCニ於テ $\angle EAC = 6^{\text{pts}}$ $\angle EAD = 2^{\text{pts}}$ 從テ $\angle DAC = 8^{\text{pts}} = 90^{\circ}$

故ニ三角形ABDハDニ於テ直角ナル直角三角形ナリ、此直角三角形ニ於テ $\angle BAD = \angle NAD - \angle NAB$

$\therefore A = 67^{\circ} 30' - 64^{\circ} = 3^{\circ} 30'$ ナリ。

$a = b \tan A$ $a = b \sec A$
 $= 858.4 \tan 3^{\circ} 30'$ $= 3587.4 \sec 3^{\circ} 30'$

航海術

8587.4	Log.	2.933690	Log.	2.933690
$3^{\circ} 30'$	L. Tan.	8.786486	L. Sec.	10.000811
	Lcg.	1.720176	Log.	2.934501

$\therefore a = \underline{52,502}$ $a = \underline{860,0}$

$\frac{52.5}{43} = \underline{1'.22}$ $\frac{860}{43} = \underline{20'}$

答 船ノ速カ 二十節 流速一哩二二

例題 4. 某日正午天測ニ依リ、北緯五十度十分、西經十九度二十八分ヲ得タルモ推測ニテハ、北緯四十九度四十七分西經十九度五十九分ナルコトヲ知レリ。前日正午ヨリ其受ケシ海流ノ方向及流程如何。

(1) 作圖ニ依リ求ム。

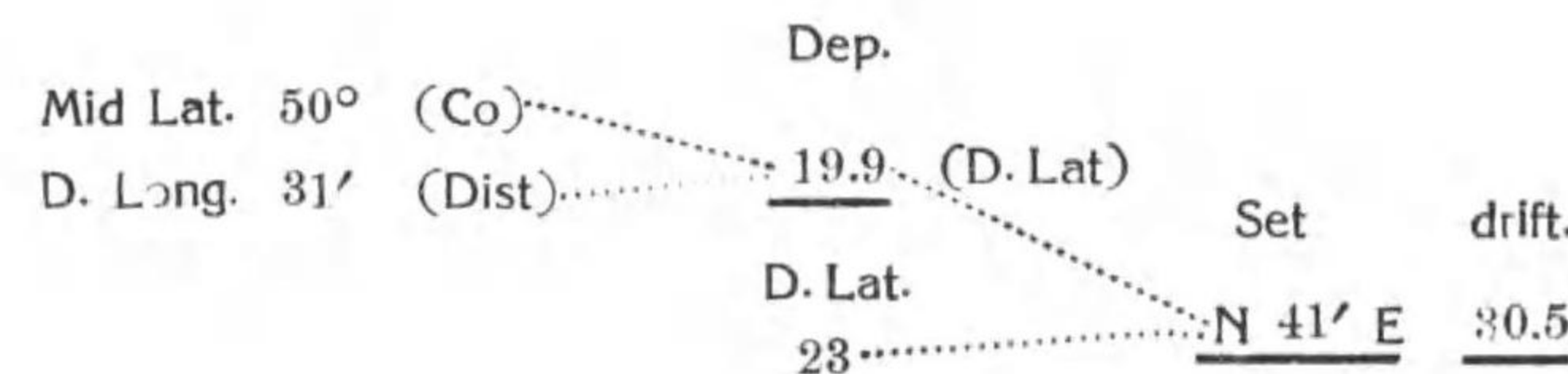
推測位置ト天測位置ヲ海圖ニ記入シ、兩點ヲ連ネテ流向航程ヲ求メ得ベシ。

(2) 方位表ニ依リ求ム。

中分緯度航法ヲ方位表ニ依リテ行ヘバ可ナリ。即チ

(DR) Lat f.	$49^{\circ} 47' N$	(DR) Long f.	$19^{\circ} 59' W$
(Ob) Lat in.	$50^{\circ} 10' N$	(Obs) Log in.	$19^{\circ} 28' W$
D. Lat.	$23' N$	D. Long.	$31' E$

$\frac{1}{2} 99^{\circ} 57'$
 Mid Lat. $49^{\circ} 58' 30''$



(3) 三角形解法ニ依リ求ム。

中分緯度航法ヲ公式ニ從ヒ計算スレバ可ナリ。

(DR) Lat f. 49° 47' N	(DR) Long f. 19° 59' W
(Obs) Lat in. 50° 10' N	(Obs) Long in. 19° 28' W
D. Lat. 23 N	D. Long. 31' E

Mid Lat. $\frac{2)99^{\circ} 57}{49^{\circ} 58' 30''}$

D. Long. 31'	Log. 1.491362	
Mid Lat. 49° 58' 30''	L. Cos. 9.808293	
D. Lat. 23	1.299655	
	Lcg. 1.361728	Log. 1.361728
	L. Tan. 9.937927	L. Sec. 10.121688
		Log. 1.483416
Set. N 40° 55' 9'' E	Drift. 30.4	

問題

- (1) 毎時九浬ノ速カヲ有スル船アリ、毎時二浬四分三ノ速力ニテ東ノ北ニ向ヒ流ル、海流ヲ横斷シテ南東ノ南ヘ二十二時間航走セバ、其船ノ眞針路及航程如何。
- (2) 毎時九浬ノ速カヲ有スル船アリ。某地ヲ發シ眞方位七十五度東ニ在ル一港ニ向ケ航セントセシニ毎時二浬ノ速力ニテ眞方位北四十度西ヘ流ル、海流アリト云フ。目的港ヲ終始同一方位ニ測リ得ベキ針路及該船ノ航カヲ問フ。
- (3) 十六節ノ速カヲ有スル船アリ、某地點ヲ發シ。西南西ニ流ル、潮流ヲ横切り南ノ東ヘ航走スルコト三十分ニシテ該地點ヲ北ノ東ニ觀測セリ、海流ノ毎時ノ速サ如何。
- (4) 毎時十二浬ノ速カヲ有スル船アリ、西北西ヘ毎時三

浬ノ速サニテ流ル、海流ヲ横切り北北東ヘ五時間航走シテ某點ニ達セリ、今此船ガ出發地ニ歸着スルニハ幾時間ヲ要シ如何ナル針路ヲ探レバ可ナルヤ。

(5) 二標ヲ北八十度西ノ一直線ニ見ル某點ヨリ同標ヲ船尾ニ見テ同一線上ヲ四百三浬航走シ南緯四十七度二十八分東經五度四十二分四十五秒ノ地點ニ到達スベキ筈ナリシニ海流ノ影響ヲ受ケ南緯四十六度四十二分東經四度二十分三十秒ノ地點ニ達セリト云フ、本船ノ航セシ實航距離、海流ノ方向及流程竝ニ本船針路ト實際航跡トノ航差如何、本題ハ方位表ニ依ルベシ。

(6) 某燈臺ノ眞方位ヲ北ノ東ニ測リ爾後北西ノ針路ニテ四十五分時航走シタルトキ該燈臺ニ竝航シタリ、而テ此間ノ測程機示數ノ差ハ十一浬ニシテ一時間二浬ノ速力ニテ南東ニ流ル、海流ノ影響ヲ受ケタルモノト假定セバ該燈臺ノ竝航距離如何。

(7) 船アリ北緯三十度十五分東經百三十七度三十八分ノ地ヲ發シ北緯二十度十五分東經百四十度五十分ノ地ニ到ラントセシニ該地點ニ到達スベキ時間後ニ北緯二十度四十分東經百四十一度十分ニ在ル某島ヲ正船首十浬ニ望見セリト云フ、海流ノ方向及流程ヲ求ム。

(8) 船アリ毎時十浬ノ速力ニテ眞針路北ノ東ニ航行中北緯三十九度三十分東經百三十九度五十分ニ在ル地點ヲ左舷正横距離十浬ニ測定セリ、夫レヨリ北緯四十五度三十

分東經百四十三度五十分ノ地ニ航セントセシニ毎時二哩ノ速カヲ以テ南々西ニ流ル、海流アリト云フ本船ノ探ル可キ針路及毎時ノ速カヲ求ム。

(9) 南イ東ニ毎時四哩ノ速カニテ流ル、海流中ヲ一針路ニテ六晝夜六時間航シタルニ其實航距離千九百六十五哩ニシテ實航針路東イ北ナリシト云フ、本船ノ探リタル針路如何竝ニ一時間幾何ノ速カニテ航シタルヤ。

(10) 一船アリ推測ニ依ルトキハ北西イ北へ百五十五哩航行シタルモ實測ニ依レバ西イ北二分ノ一北へ百五哩航行セリ、此差ハ一晝夜ニ於ケル潮流ニ起因ス、然ラバ流向及ビ流程如何。

11. 某日正午北緯十五度三十六分東經百四十六度十七分ノ地ヲ發シ眞針路南八十一度東へ一晝夜航走シ東西距三百五十九哩五東ヲ生ジ翌日正午天測ニ依リ北緯十四度三十九分四秒東經百五十度零分二十五秒ナルコトヲ確メタリ。着達地ノ推測緯度ヲ北緯十四度三十九分四秒ナリトシ推測ト天測位置トノ差ハ海流ニ依ルモノトセバ其流向及流程如何本題ハ計算ニ依ルベシ。

(12) 毎時八哩ノ速カヲ有スル船アリ、其所在地ヨリ磁針方位北二十度西四十哩ニ當ル某地ニ向ツテ航スルニ磁針方位北三十度東ニ三哩ノ速カヲ以テ流ル、海流アリト云フ、如何ナル針路ヲ探レバ可ナルヤ又到達スルニ要スル時間ヲ問フ。

(13) 北緯三十五度四十七分東經百三十五度十三分ニ在ル一燈臺ヲ磁針方位南々西距離二十哩ニ見ル地點ヨリ磁針路西北西へ百六十哩ヲ航走シタルトキ北緯三十七度十四分東經百三十一度五十二分ニ在ル一島ヲ正船首二十哩ニ認メタリト云フ潮流方向竝ニ航程如何、偏差六度西、本題ハ方位表ニ依ルベシ。

(14) 二標ヲ南四十四度西ノ一線ニ見ル線上ノ其點ヲ船尾ニ見テ同一線上ヲ百七十八哩航走シ北緯十八度五十分東經百五十三度四十五分ノ地點ニ至ルベキ筈ナリシニ海流ノ影響ヲ受ケ北緯十八度十八分三十秒東經百五十三度五十九分三十秒ノ地點ニ到着セリト云フ、本船ノ航走シタル實航距離海流ノ方向及流程竝ニ本船針路ト實際ノ航跡トノ航差如何、本題ハ方位表ニ依ルベシ。

答

- (1) Co. S 48° E Dist. 124.5 哩
- (2) Co. N 86° 37' 8" E Actual speed. 7.97
- (3) Rate. 7.36
- (4) Co. S 5° 35' 50" E 5^h 40.^m8
- (5) Set. N 5° 30' W Drift. 72.5 航差 6° 實距離 342
- (6) 竝航距離 14.22
- (7) Set. N 25° E drift. 38.2
- (8) Co. N 17° 14' 4" E Actual. sp'd. 8.43
- (9) Co. N 61° 45' E speed. 13.7

- (10) Set. S 8° W drift. 4.14
 (11) D. R. Lat. $14^{\circ} 39' 4''$ N D.R. Long. $152^{\circ} 29' 24''$ E
 Set. West. drift. 128.75
 (12) Co. N $23^{\circ} 30'$ W Dist. 38' 4^h 45^m
 (13) Set. N 18° E drift. 17.6
 (14) Set. S $23^{\circ} 30'$ E drift. 34.35 Dist. Run. 168
 航差 11°

第十二章 日誌算法

Day's Work.

航海中航海日誌ニ記載シタル各要項、即チ前日正午ニ於ケル天測經緯度、又ハ港灣ヨリ始メテ拔錨スルトキハ其錨地ノ變緯度、若シクハ當時ノ便宜ニ由リ船ガ居リシ近傍ノ岬角。或ハ燈臺ノ經緯度其ノ方位距離、爾後航走シタル各羅針路及其間ノ航程。風壓差。偏差。及自差。海流ノ方向。及流程等ニ依リテ毎日正午ニ又ハ必要ニ隨ヒ臨時ニ本船所在經緯度ヲ推算スル方法ヲ日誌算法 Day's Work ト云フ。斯ノ如クニシテ得タル船ノ位置ヲ推測位置 Position by Dead Reckoning ト云フ。

【1】 出發點ノ決定 Taking departure.

實測經緯度ハ毎日正午天測ニ依リテ求ムルモノナレドモ、始メテ泊地ヨリ出帆セル時ハ岬角、或ハ燈臺等ニ依リ本船ノ位置ヲ定メ、是レヲ起程緯經度トナシ、或ハ既知物ノ方位及距離ヲ記シ。本算法ニ當リ本船ハ該物標ノ位置ヨリ發程セルモノト見做シ、其方位ヲ反轉セシモノヲ起程針路 Departure Co. トシテ起算スルモノトス。

【2】 日誌ニ記載スル流潮

海圖又ハ海流圖ヨリ採リタルモノヲ記載シ。流潮不明ノ海區ニ於テハ正午ノ天測位置ト推測位置トノ差ニ基キ流向、流程竝ニ流速ヲ求ムルモノトス。

【3】算 則

(1) 各針路ニ自差、偏差及風壓差ヲ順次加減シテ、眞針路トナシ、同一眞針路ニテ航走シタル毎時ノ湮程ヲ合算シテ一トナスベシ。

(2) 帆船ニテ漂躑 Lie to シタル場合ニハ其一杯ニ風上ヘ溯リタルトキト、風下ニ下リ結メタルトキトノ船首方位ヲ平均シ、之レヲ以テ當時ノ羅針路トナス。又自差ハ兩時ノ船首ノ向キニ適キシタル自差ヲ平均シ。此平均自差ヲ當時ノ羅針路ニ加減ス。風向モ亦之レニ同ジ。

(3) 經緯度既知ノ物標ノ距離方位ヲ測リテ記セルトキハ、之レヲ反對ノ方位ニ直シ、其方向ヲ測リタル時ノ船首方位ニ對スル自差ヲ改正シ次ニ偏差ヲ改正シテ起程針路トナシ。又同時ニ其測定距離ヲ航程トシ。此地ヨリ出帆シタルモノトシ、常ニ針路航程ノ最初ニ記ス。

(4) 流潮ノ方向及流程、既知ナル時ハ、其流向ヲ針路ト見做シ、流程ヲ航程トシ、各針路及航程ノ最終ニ記ス。潮流ノ方向ハ普通磁針方向ナルヲ以テ單ニ偏差ノミヲ加減シ眞針路トナスベシ。之ヲ流潮針路 (Current Co) ト云フ。

(5) 上記ノ諸針路及航程ヲ以テ聯針路航法ニ依リテ變緯及東西距ト、是ニ對スル直行眞針路及ビ航程トヲ求メ、次ニ中分緯度航法ニ依リ變經ヲ求メ。然ル後變緯及變經ヲ前日ノ正午ノ經緯度ニ加減シテ着達經緯度ヲ得ベシ。

(6) 變經ヲ求ムルニ當リ、直行眞針路五十六度五點以

下ナルトキハ、中分緯度航法及漸長緯度航法ノ何レヲ用フルモ防ゲナシト雖モ、直行眞針路五十六度以上ナルトキハ、中分緯度航法ニ依ルベシ。又緯度異名トナルトキハ答ノ精密ヲ期スルタメニ漸長緯度航法ニ依ルコト、スベシ。直行眞針路ガ、正東或ハ正西ノトキハ距等圈航法ニ依ルベシ。而テ此等計算ハ方位表ニ依リ行フヲ常トス。

(7) 流潮記事無キ場合、正午ノ天測位置ト、推測位置ノ合致セザルトキハ、兩者ニ依リ過去二十四時間ニ於ケル流向及流程及毎時ノ平均速力ヲ算出スベシ。

注 意

經緯度既知ノ物標ノ方位及距離ヲ針路及航程トシタル場合ハ正午ニ於テ日誌算法ニテ得タル結果ハ經緯度確知ノ陸標ニ關係シタル船位ノ變更ヲ示スルモノニテ。推考ノ位置ニ關係ヲ存スルモノニ非ズ。換言セバ直行眞針路及航程ハ變緯度確知ノ物標ヨリノモノナリ。故ニ前日正午位置ヨリノ直行眞針路及航程ヲ求メントセバ、聯針路航法ニ依リ得タル變緯及東西距ヨリ、起程針路及航程ニ對スル變緯東西距ヲ除外シテ、直行眞針路及航程ヲ求ムベシ。本書ハ前者ヲ選ブコト、ス。

例題 1. 九月一日北緯四十六度四十分、西經五十三度七分ニ在ル某岬ヲ羅針方位西ノ北距離十一湮ニ測ル (船首北東自差十七度東) 夫レヨリ左ノ如ク航行シタルトキハ翌二日正午ノ位置竝ニ直行眞針路及航程如何。

第十二章 日誌算法

時	羅路針	航程		風向	風壓差	自差	記事
		浬	分				
1	ESE	8	3	S	7°	13° E	
2		8	0				
3		8	0				
4		7	9				
5	SE	6	0	SSW	8°	5° E	偏差
6		6	4				30° W
7		6	3				
8		6	9				
9	SE/S	8	7	SWW	6°	2½ E	
10		8	4				
11		8	0				潮流最後
M.N		8	7				ノ八時間
1	S/W	6	0	SEE	8°	8½ W	ニ毎時2½
2		6	3				
3		6	5				湍ノ速力
4		6	9				ニテ西南
5	NEE	8	0	SEE	6°	18° E	西ニ流ル
6		9	0				
7		7	0				
8		7	8				
9	S W	8	7	SE/E	nil	9½ W	
10		8	9				
11		8	8				
N		8	4				

解 Dep Co. (W/Nノ反轉)	1 st Co.	2 nd Co.
E/S 78° 45' L S	ESE 67° 30' L S	SE 45° 0' L S
Dev. 17° 0 R	Dev. 13° 0 R	Dev. 5 0 R
61° 45 L S	54° 30 L S	40° 0 L S
Var. 30 L	Var. 30 0 L	Var. 30 0 L
91° 45	84 30 L S	70° 0 L S
180	L.W. 7° 0 L	L.W. 8° 0 L
88 15 RN	91° 30 L S	78° 0 L S
N 88° E	180	
	88° 30 RN	S 78° E
Dist. 11'	N 89° E	Dist. 25.6
	Dist. 32.2	

航海術

3 rd Co.	4 th Co.	5 th Co.
SE/S 33° 45' L S	S/W 11° 15' R S	NE/E 56° 15' R N
Dev. 2 45 R	Dev. 8° 30' L	Dev. 18° 0 R
31° 0 L S	2° 45' R S	74° 15 R N
Var. 30 0 L	Var. 30° 0 L	Var. 30 0' L
61° 0 L S	27° 15 L S	44° 15 R S
L.W. 6 0 L	L.W. 8° 0 R	L.W. 6 0 L
67° 0 L S	19° 15 L S	38° 15' R S
S 67° E	S 19° E	N 38° E
Dist. 33.8	Dist. 25.7	Dist. 31.8
6 th Co.	Cur Co.	
S.W. 45° 0' R S	WSW 67° 30' R S	
Dev. 9 15 L	Var. 30 L	
35° 45 R S	37° 30' R S	
Var. 30 L		
5° 45 R S	S 38° W	
S 6° W	Dist. 22.0	
Dist. 34.8		

番號	眞針路	航程		變緯		東西距	
		浬	分	N	S	E	W
D	N 88° E	11	0	0.4		11.0	
1	N 89° E	32	2	0.6		32.2	
2	S 78° E	25	6		5.3	25.0	
3	S 67° E	33	8		13.2	31.1	
4	S 19° E	25	7		24.3	8.4	
5	N 38° E	31	8	25.0		19.6	
6	S 6° W	34	8		34.6		3.7
C	S 38° W	22	0		17.3		13.5
Co. Made good.				26.0	94.7	127.3	17.2
S 58° E					26.0	17.2	
Dist. Made good.					68.7	110.1	
13.0							

第十二章 日誌算法

Lat f. $46^{\circ} 40'$ N Long f. $53^{\circ} 7'$ W
 D. Lat. $1^{\circ} 8.7$ S D. Long. $2 38.5$ E
 Lat in. $45^{\circ} 31.3$ N Long in. $50^{\circ} 28.5$ W
 $2)92^{\circ} 11.3$
 Mid. Lat. $46^{\circ} 5.6$

例題 2. 七月二十八日正午南緯一度一分,西經零度十分 =
 在ル某岬角ノ南 (磁針方位) 十五哩ノ地點ヨリ下記日誌ノ如ク航走セルトキハ翌二十九日正午ノ位置及直行針路航程如何。

時	羅針路	航程		風向	風壓差	自差	記事
		哩	分				
1	SSE	7	7	SW	1P	11° W	海偏流差十五度東 磁針方位東多北二十四時間十五哩
2		7	7				
3		7	7				
4		7	9				
5	NE½E	8	9	NW	1½P	14° W	
6		8	9				
7		8	9				
8		8	3				
9	SE½S	8	8	SSW	1½P	22° W	
10		8	2				
11	S/W	8	6	SSW	½P	10° E	
M.N		8	4				
1	NW/W	9	6	WSW	1P	7° E	
2		9	6				
3		9	6				
4		9	2				
5	SSW	9	3	W	½P	23° E	
6		9	7				
7	W/N	9	5	W	nil	12° E	
8		9	5				
9	NE	9	9	ESE	½P	13° W	
10		8	9				
11		7	2				
N		8	0				

航海術

解	Dep Co.	1st Co.	2nd Co.
	S 0 0	SSE 2P LS	NE½E 4P 2 ^a RN
	Var. $\frac{15^{\circ} 0}{15^{\circ} 0}$ R	L.W. $\frac{1}{3P}$ L	L.W. $\frac{1}{6} \frac{2}{0}$ R
		or $33^{\circ} 45'$ LS	or $67^{\circ} 30'$ RN
	S 15° W	Dev. 11 0 L	Dev. $\frac{14}{53^{\circ} 30'}$ L
	Dist. 15°	$\frac{44^{\circ} 45'}{15} \frac{0}{45}$ LS	Var. $\frac{15}{68} \frac{0}{30}$ R
		Var. 15 0 R	
		$\frac{29}{29} \frac{45}{45}$ LS	
		S 30° E	N 69° E
		Dist. 31'	Dist. 35'
	3rd Co.	4th Co.	5th Co.
	SE½S 3P 2 ^a LS	S/W 1P 0 ^a RS	NW/W 5P 0 ^a LN
	L.W. $\frac{1}{5} \frac{2}{0}$ L	L.W. $\frac{2}{0} \frac{2}{2}$ L	L.W. $\frac{1}{4} \frac{0}{0}$ R
	or $56^{\circ} 15'$ LS	or $5^{\circ} 38'$ RS	Dev. $\frac{45^{\circ} 0}{7^{\circ}}$ LN
	Dev. 22 0 L	Dev. 10 R	Var. $\frac{38^{\circ} 0}{23^{\circ} 0}$ LN
	Var. $\frac{78^{\circ} 15'}{63^{\circ} 15'}$ LS	Var. $\frac{15^{\circ} 38'}{30^{\circ} 38'}$ RS	
	S 63° E 17'.0	S 31° W 17'.0	N 23° W 38'.0
	6th Co.	7th Co.	8th Co.
	SSW 2P 6 ^a RS	W/N 7P 0 ^a LN	N.E. 4P 0 ^a RN
	L.W. $\frac{1}{16^{\circ} 53'}$ L	or $78^{\circ} 45'$ LN	$\frac{2}{3} \frac{2}{2}$ L
	or $16^{\circ} 53'$ RS	Dev. $\frac{12^{\circ} 0}{66^{\circ} 45'}$ R	or $39 \frac{23'}{13} \frac{RN}{0}$ L
	Dev. 23 0 R	Var. 15 R	Dev. $\frac{26}{15} \frac{23}{0}$ RN
	Var. $\frac{39}{54^{\circ} 53'}$ RS	Var. $\frac{51^{\circ} 45'}{51^{\circ} 45'}$ LN	Var. $\frac{41^{\circ} 23'}{41^{\circ} 23'}$ RN
		N 52° W 19.0	
	S 55° W 19.0		N 41° E 34'.0

第十二章 日誌算法

Cur Co.

E/N 78° 45' RN
 15 R
 93° 45' RN
 180
 86 15 LS
S 86° E 15'

番號	眞針路	航程		變緯		東西距	
		浬	分	N	S	E	W
D	S 15° W	15	0		14.5		3.9
1	S 30° E	31	0		26.8	15.5	
2	N 69° E	35	0	12.5		32.7	
3	S 63° E	17	0		7.7	15.1	
4	S 31° W	17	0		14.6		8.8
5	N 23° W	38	0	35.0			14.8
6	S 55° W	19	0		10.9		15.6
7	N 52° W	19	0	11.7			15.0
8	N 41° E	34	0	25.7		22.3	
C	S 86° E	15	0		1.0	15.0	
Co. Made good. N 77° E				84.9	75.5	100.6	58.1
Dist. Made good 4 3'				9.4		42.5	

Lat f. 1° 1' 0'' S Long f. 0° 10' 0'' W
 D. Lat. 9 24'' N D. Long. 42' 30'' E
 Lat in. 0° 51' 36'' S Lnog in. 0° 32' 30'' E

Lat 低キヲ以テ D. Long = Dep ナリ。

例題 3. 六月一日正午北緯六十度五十一分、西經零度五十三分ノ某點ヲ船内羅針ニテ、南西微南四分三南（當時ノ船首方位北東二分一東）距離十二浬ニ測定シ。下記

航海術

日誌ノ如ク航行セリ。翌日正午ノ推測位置竝直行眞針路及航程如何。又正午ニ天測ニ依リ北緯六十一度三十五分、東經三度十三分三十秒ナルコトヲ知レリ。潮流ノ方向及流程如何。

時	羅針路	航程		風向	風壓差	自差	記事
		浬	分				
1	NE ½ E	9	8	NNW	1P	14° W	偏 差 二 十 六 度 西
2		7	6				
3		7	8				
4		7	8				
5	NNE	8	8	NW	½P	6° E	
6		9	2				
7		9	0				
8		9	0				
9	ESE	8	6	S	1½P	17° E	
10		7	8				
11		7	2				
M.N		7	0				
1	SE ½ E	8	6	SSW	¾P	13° E	
2		9	8				
3		9	8				
4		9	8				
5	EN	8	6	NE	1¾P	21° E	
6		7	0				
7		6	2				
8		6	8				
9	N ½ W	6	6	W	2½P	2° W	
10		6	6				
11		6	6				
N		6	2				

解	Dep Co.	1 st Co.	2 nd Co.
	SW/S 3/4 S / 反轉	NE 1/2 E 4 ^p 2 ^q RN	NNE 2 ^p 0 ^q RN
	25° 19' RN	L. W. 1 R	L. W. 2 R
Dev.	14 R	5 2 RN	2 2 RN
	39 19 RN	or 61° 53' RN	or 28° 8' RN
Var.	26 0 L	Dev. 14° 0 R	Dev. 6 0 R
	13 19 RN	75 53' RN	34 8' RN
	<u>N 13° E 12'</u>	Var. 26 0 L	Var. 26 0 L
		49° 53' RN	8° 8' RN

N 50° E 33' N 8° E 36'

	3 rd Co.	4 th Co.	5 th Co.
	ESE 6 ^p 0 ^q LS	SE 1/2 E 4 ^p 2 ^q LS	E/N 7 ^p 0 ^q RN
	L. W. 1 1 L	L. W. 3 L	L. W. 1 3 R
	7 1 LS	5 1 LS	8 3 RN
Dev.	81° 34' LS	59° 4' LS	16
	17 0 R	Dev. 13 R	7 1 LS
Var.	64° 24' LS	46° 4' LS	or 81° 34' LS
	26 L	Var. 26 0 L	Dev. 21° R
	90 34 LS	72° 4' LS	60° 34' LS
	180 0		Var. 26 0 L
	89 26 RN		86° 34' LS
	<u>N 89° E 30.4</u>	<u>S 72° E 38.0</u>	<u>S 87° E 28.6</u>

	6 th Co.
	N 1/2 W 0 ^p 2 ^q LN
	L. W. 2 2 R
	2 0 RN
or	22° 30' RN
Dev.	2° L
	20 30 RN
Var.	26 0 L
	5 30 LN
	<u>N 6° W 26.0</u>

番號	眞針路	航程 浬	變緯		東西距	
			N	S	E	W
D	N 13° E	12 0	11.7		2.7	
1	N 50° E	33 0	21.2		25.3	
2	N 8° E	36 0	35.6		5.0	
3	N 89° E	30 6	0.5		30.6	
4	S 72° E	38 0		11.7	36.1	
5	S 87° E	28 6		1.5	28.6	
6	N 6° W	26 0	25.9			2.7
Co. Made good N 57° E			94.9	13.2	128.3	2.7
Dist Made good 150'			13.2		2.7	
			<u>81.7</u>		<u>125.6</u>	

着達經緯度ヲ求ム。 流向及流程ヲ求ム。

Lat f.	60° 51' 0'' N	D. R. Long.	62° 12' 44'' N
D. Lat.	1° 21' 44'' N	Obs Lat.	61° 35' 0'' N
Lat in.	<u>62° 12' 44'' N</u>	D. Lat.	37' 44'' S
			or 37.7 S
2) 123° 03' 44''		2) 123° 47' 44''	
Mid Lat.	61° 31' 52''	Mid Lat.	61° 53' 52''
Long f.	0° 53' 0'' W	D. R. Long.	3° 20' 0'' E
D. Long.	4° 23' 0 E	Obs Lat.	3° 13' 30'' E
Long in.	<u>3° 10' 0 E</u>	D. Long.	16' 30 W
			<u>16.5 W</u>

Mid Lat. 62°	Dep. 7.75 W
D. Long. 16.5	D. Lat. 37.7 S
Dep	Set. <u>S 12° W</u>
<u>7.75 W</u>	Drift. <u>38'</u>

第十二章 日誌算法

例題 4. 一月三日正午北緯二十八度二十五分、西經百七十八度二十八分ノ地ニ在ル某岬ヲ羅針ニテ南二分ノ一東距離二十三浬（船首北西ノ北四分一北）ニ測リ夫レヨリ下記ノ如ク航行セリ。四日正午ノ位置竝ニ直行眞針路及航程如何。

時	羅針路	航程	風向	風壓差	自差	記事
1	NWN 1/2 N	5 6	SW 1/2 W	1 1/2 P	19° 50' W	潮偏
2		6 0				
3		6 0				
4		6 7				
5	W 1/2 S	6 0	S/W	1 1/2 P	17° 0' W	流差
6		8 5				
7		9 0				磁針後ノ點方ニ四分一西十二分一西ニ向テ流ルル
8		8 7				
9	NWN	8 0	W/S	1 1/2 P	8° 30' W	
10		9 0				
11		9 2				
M.N	此間脚跡シ切り上リシ時ハWNWトキハ	1 0	此間風ハNトノ間ヲ變轉ス			
1		1 0				
2		1 0			16° 20' W	
3	SW	1 0				
4		1 0				
5	SW 1/2 W	7 0	NW/W 1/2 W	1 1/2 P	8° 20' W	
6		5 6				
7		7 0				
8		6 2				
9	NW 1/2 W	5 0	WSW	2 P	8° 40' W	
10		7 5				
11		7 0				
N		6 8				

航海術

解	Dep Co.	1st Co.	2nd Co.
	S 1/2 E ノ反轉		
	5° 38' LN	NW/N 1/2 N 2P 3° LN	W 1/2 S 7P 2° RS
Dev.	19 50 L	L. W. 1 1 R	L. W. 1 1 R
	25° 28 LN	1 2 LN	8 3 RS
	14 4 R	16° 53' LN	16
	11 24 LN	Dev. 19° 50' L	7 1 LN
		36° 43' LN	81° 34' LN
		14 4 R	Dev. 17° 0 L
		22 39 LN	98° 34' LN
	N 11° W 23.0		14 4 R
			84° 30 LN
		N 23° W 24.3	
			N 85° W 32.3

	3th Co.	4th Co.	5th Co.
	NW/N 3P 0° LN	W/S 7P 0° RS	SW 1/2 W 4° 2° RS
L. W.	1 3 R	L. W. 3 0 L	L. W. 1 1 L
	1 1 LN	4 0 RS	3 1 RS
Dev.	14° 4 LN	45° 0' RS	36° 34' RS
	8 30 L	Dev. 16 20' L	8° 20' L
	22° 34 LN	28° 40' RS	28° 14 RS
Var.	14 4 R	Var. 14 4 R	14 4 R
	8° 30 LN	42° 44 RS	42° 18 RS
	N 9° W 26.2	S 43° W 5.0	S 42° W 25.8

	6th Co.	Cur. Co.
	NW 1/2 W 4P 1° LN	WNW 6P 0° LN
L. W.	2 0 R	Var. 1 1 R
	2 1 LN	4 3 LN
Dev.	25° 19' LN	
	8 40 L	N 58° W 71.5
	33° 59 LN	
Var.	14 4 R	
	19° 55 LN	
	N 20° W 26.3	

番號	眞針路	航程		總緯		東西距	
		渾	分	N	S	E	W
D	N 11° W	23	0	22.6			4.4
1	N 23° W	24	3	22.4			9.5
2	N 85° W	32	3	2.8			12.2
3	N 9° W	26	2	25.9			4.1
4	S 43° W	5	0		3.7		3.4
5	S 42° W	25	8		19.2		17.3
6	N 20° W	26	3	24.7			9.0
C	N 53° W	71	5	43.0			57.1
Co. Made good N 49° W				141.4	22.9		
Dist Made good 181.0				<u>118.5</u>			<u>137.0</u>

Lat f. 28° 25' 0'' N Long f. 178° 20' 0'' W
 D. Lat. 1° 58' 30'' N D. Long. 2° 37' 12'' W
 Lat in. 30° 23' 30'' N 180° 57' 12'' W
 360°
 Mid Lat. 29° 24' 15'' Long in. 179° 2' 48'' E

問題

(1) 十二月二十九日正午北緯六十二度十八分，東經八十五度十七分ニ在ル某點ヲ羅針方位北イ東四分一東距離十六渾ニ測リ（船首方位南イ西）夫レヨリ下記日誌ノ如ク航行セリ。翌三十日正午ノ位置竝ニ直行眞針路及航程如何。

時	羅針路	航程		風向	風壓差	自差	記事
		渾	分				
1	SW	4	1	WS	2 ¹ / ₄ P	0°	流 偏 潮 差 西南西（磁針方位） へ二十三渾 四十二度東
2		3	9				
3		4	0				
4		4	0				
5	SW ³ / ₄ W	3	5	S/E	3 ¹ / ₂ P	8° W	
6		3	4				
7		8	1				
8		3	0				
9	E ³ / ₄ S	5	4	S E	1 ³ / ₄ P	15° E	
10		5	6				
11		5	4				
M N		5	6				
1	W N W	4	4	N	3P	18° ¹ / ₂ W	
2		4	4				
3		4	2				
4		5	0				
5	N W ¹ / ₂ N	9	6	S/W	0P	16° ¹ / ₂ E	
6		10	2				
7		11	4				
8		11	8				
9	E ³ / ₄ N	3	4	N/E	3 ¹ / ₄ P	19° ³ / ₄ E	
10		3	2				
11		3	0				
N		2	4				

(2) 三月三日正午北緯五十四度七分，東經零度五分ニ在ル某岬角ヲ羅針方位北西イ西（船首東四分一南）距離十七渾ニ測リ，夫レヨリ下記日誌ノ如ク航走セルトキハ翌四日正午位置竝ニ直行眞針路及航程如何。

時	羅針路	航程		風向	風壓差	自差	記事
		浬	分				
1	East	9	0	SSE	16°	16° E	偏差午後六時マテ十七度西。夫レヨリ午前五時マテ十八度西。夫レヨリ正午迄二十度西 7 ²⁰ PM 變針 E ½ S
2		9	0				
3		9	2				
4		9	2				
5		9	4				
6		9	0				
7		9	0				
30/8	E ½ S	9	4	S/E	14°	15° E	
9		10	4				
10		10	6				
11		10	8				
M.N		10	8				
1	E ½ S	11	4	S/E	26°	15° E	5 ⁴⁰ AM 變針 ENE 潮流眞方位北 流程六浬
2		11	3				
3		11	2				
4		11	2				
5		10	9				
40/6	E N E	7	7	S E	36°	18° E	
7		7	6				
8		7	5				
9		6	2				
10		6	0				
11		6	0				
N		6	0				

(3) 某日正午北緯五十五度一分，西經一度二十五分ニ在ル岬角ヲ、羅針方位西ノ北二分一北距離十五浬（船首方位東ノ北）ニ測リ。夫レヨリ下記日誌ノ如ク航走セリ。翌正午ノ推測位置竝ニ直行眞針路航程如何。又同時ニ天測ニ依リ北緯五十四度十四分，東經三度七分ノ地ニ在ル

事ヲ知レリ、流向及二十四時間ノ流程如何。

時	羅針路	航程		風向	風壓差	自差	記事
		浬	分				
1	E / N	12	4	SE/S	½P	17°½ E	偏差二十一度四分一西
2		12	2				
3		12	2				
4		12	2				
5	E S E	10	6	S	½P	13°½ E	
6		10	5				
7		10	4				
8		10	5				
9	N E / E	8	2	S E / E	1P	17°½ E	
10		8	3				
11		8	3				
M.N		8	2				
1	S S E	7	4	E	1½P	5°½ E	
2		7	2				
3		7	2				
4		7	2				
5	S E / S	5	8	E / N	2P	8°½ E	
6		5	6				
7		5	4				
8		5	2				
9	E S E	5	4	N E	2½P	13°½ E	
10		4	6				
11		4	5				
N		4	5				

(4) 十二月十四日南緯四十七度四十四分，東經百七十九度七分ニ在ル某燈臺ヲ羅針儀ニテ北ノ西二分一西（船首方位東ノ南）距離十一浬ニ測リ。夫レヨリ下記ノ日誌ノ如ク航走セルトキハ、翌日正午ノ推測經緯度竝ニ直行

眞針路及航程如何。

時	羅針路	航程		風向	風壓差	自差	記事
		湮	分				
1	E / S	10	6	S / E	1P	19° E	流偏 潮差 十四度東 磁針方位北西々北へ一晝夜ニ、十三湮流ル
2		11	4				
3		11	6				
4		11	4				
5		12	0				
6	E 3/4 S	12	0	SE 1/2 E	1/2 P	20° E	
7		12	3				
8		12	4				
9		12	0				
10		12	3				
11	E S E	13	4	S	3/4 P	18° E	
M.N		13	4				
1		13	6				
2		14	3				
3		14	3				
4	NE / E	13	8	N / W	1/2 P	19° E	
5		13	8				
6		13	5				
7		13	5				
8		13	4				
9	SE 1/2 S	12	5	SW/S 1/2 S	3/4 P	15° E	
10		12	5				
11	S / E	2	4	E N E	5 3/4 P	2° E	
N		2	6				

(5) 四月二十三日、南緯六十四度二分、東經百七十八度二十一分ニアル某地點ヲ羅針方位東々北四分三北、距離二十三湮、(自差十九度西)ニ測リ。夫レヨリ下記日誌ノ如ク航走セバ、翌二十四日正午ノ位置及ビ直行眞針差航程

如何。

時	羅針路	航程		風向	風壓差	自差	記事
		湮	分				
1	S 68° W	10	0	S W	0	19° W	偏 差 午前二時迄三十七度東。夫レヨリ三十九度東ナリ
2		10	0				
3		10	0				
4		10	0				
5		10	0				
6		10	0				
7		10	2				
8		10	3				
9		10	4				
10		10	1				
11		10	0				
M.N		10	0				
1		11	0				
2		11	0				
3		11	0				
4		11	2				
5		11	3				
6		11	5				
7		11	6				
8		11	4				
9		12	0				
10		12	0				
11		11	0				
N		11	0				

(6) 某日正午北緯三十五度五十八分、東經三度一分ノ某岬ヲ羅針方位北八十四度西(自差二度東)距離九湮ニ測リ、夫レヨリ下記ノ如ク航行セリ。翌正午ノ位置如何。同時ニ天測位置北緯三十七度二十分、東經十度五十分ヲ得タリトセバ其間ノ流向及航程如何。

時	羅針路	航程		風向	風壓差	自差	記事
		哩	分				
1	N 88 E	16	5	N/E	$\frac{1}{2}P$	2° E	偏 差 十三度二十分西
2		16	5				
3		16	5				
4		17	4				
5	N 88 E	17	1	N/E	$\frac{1}{2}P$	2° E	
6		15	6				
7		12	4				
8		11	0				
9	E	10	0	N/E	$\frac{1}{2}P$	1° 30' E	
10		10	3				
11		13	5				
M.N		14	2				
1	S 87° E	16	4	N E	$\frac{3}{4}P$	0°	
2		18	5				
3		18	5				
4		15	6				
5	S 85° E	16	3	ESE	0	1° W	
6		17	7				
7		17	5				
8		15	5				
9	S 83° E	13	4	E	0	2° 30' W	
10		11	4				
11		10	6				
N		12	6				

答

(1)

番號	真針路	航程		變緯		東西距	
		哩	分	N	S	E	W
D	S 56 W	16	0		8.9		13.3
1	S 28 W	16	0		14.1		7.5
2	N 53 W	13	0	7.8			10.4
3	S 44 E	22	0		15.8	15.3	
4	N 78 W	18	0	3.7			17.6
5	N 14 W	43	0	41.7			10.4
6	S	12	0		12.0		
C	N 71 W	23	0	7.5			21.7
Co. Made good				60.7	50.8	15.3	80.9
N 81 $\frac{1}{2}$ W				<u>50.8</u>			15.3
Dist. Made good				<u>9.9</u>			65.6
66 $\frac{1}{2}$							

着達緯度 $62^{\circ} 28' N$ D. Long. $2^{\circ} 22' W$
 Mid Lat. $62^{\circ} 23'$ 着達緯度 $82^{\circ} 55' E$

(2)

番號	真針路	航程		變緯		東西距	
		哩	分	N	S	E	W
D	S 58° E	17	0		9.0	14.4	
1	N 72 E	54	8	16.0		52.4	
2	N 73 E	12	1	3.7		11.5	
3	N 79 E	48	9	9.3		48.0	
4	N 64 E	56	0	24.5		50.3	
5	N 61 E	5	1	2.4		4.5	
6	N 30 E	41	9	36.3		21.0	
C	N	6	0	6.0			
Co. Made good				88.2	9.0	202.1	
N 66° E				<u>9.0</u>			
Dist. Made good				<u>89.2</u>			
221'							

着達經緯度 $\begin{cases} 55^{\circ} 36.2 N \\ 5^{\circ} 57.4 E \end{cases}$

第十二章 日誌算法

(3)

番號	真針路	航程		變緯		東西距	
		哩	分	N	S	E	W
D	S 77° E	15	0		3.4	14.6	
1	N 72° E	49	0	15.1		46.6	
2	S 81° E	42	0		6.6	41.5	
3	N 41° E	33	0	24.9		21.6	
4	S 24° E	29	0		26.5	11.8	
5	S 24° E	22	0		20.1	8.9	
6	S 50° E	19	0		12.2	14.6	
Co. Made good S 80° E				40.0	68.8	159.6	
Dist. Made good 162'					40.0		
					28.8		

着達經緯度 $\begin{cases} 54^{\circ} 32' N \\ 3^{\circ} 12' E \end{cases}$ 流向流程 S $90\frac{1}{2}^{\circ}$ W 18.2

(4)

番號	真針路	航程		變緯		東西距	
		哩	分	N	S	E	W
D	S 16° W	11	0		10.6		3.0
1	S 49° E	57	0		37.4	43.0	
2	S 53° E	61	0		36.7	48.7	
3	S 44° E	69	0		49.6	47.9	
4	S 85° E	68	0		5.9	67.7	
5	S 27° E	25	0		22.3	11.3	
6	N 37° W	5	0	4.0			3.0
C	N 20° W	13	0	12.2			4.4
Co. Made good S 55° E				16.2	162.5	218.6	10.4
Dist. Made good 254'					16.2	10.4	
					146.3	208.2	

着達緯度 $50^{\circ} 10' S$ D. Long. $5^{\circ} 17' E$
Mid Lat. $48^{\circ} 51'$ 着達緯度 $175^{\circ} 36' W$

航海術

(5)

番號	真針路	航程		變緯		東西距	
		哩	分	N	S	E	W
D	S 88° W	23			0.8		23.0
1	S 86° W	143			10.0		142.7
2	S 88° W	114			4.0		113.9
Co. Made good S 87° W					14.8		279.6
Dist. Made good 279.9							

着達緯度 $64^{\circ} 16' 48'' S$ D. Long. $10^{\circ} 41' 24'' W$
Mid Lat. $64^{\circ} 9' 24''$ 着達緯度 $167^{\circ} 39' 36'' E$

(6)

番號	真針路	航程		變緯		東西距	
		哩	分	N	S	E	W
D	N 85° E	9	0	0.8			9.0
1	N 82° E	66	9	9.3			66.4
2	N 82° E	56	1	7.8			55.4
3	N 84° E	48	0	5.0			47.7
4	N 88° E	69	0	2.4			69.0
5	N 81° E	67	0	10.5			66.2
6	N 81° E	48	0	7.5			47.4
				43.3			361.1

着達經緯度 $\begin{cases} 36^{\circ} 41' 18'' N \\ 10^{\circ} 27' 30'' E \end{cases}$ 流向流程 $\begin{cases} N 25^{\circ} E \\ 42.7 \end{cases}$

第十三章 大圈航法

Great Circle Sailing.

船ガ地球ノ大圈上ヲ航セントスルトキ其針路及航程等ヲ算スル航法ナリ。地球上二點間ノ距離ハ其兩點ヲ過ル大圈ノ弧ガ最短ナルヲ以テ、大圈上ヲ航セバ航海日數ヲ短縮シ、從ツテ燃料炭ヲ節約スルコトヲ得ルノ利アリ。

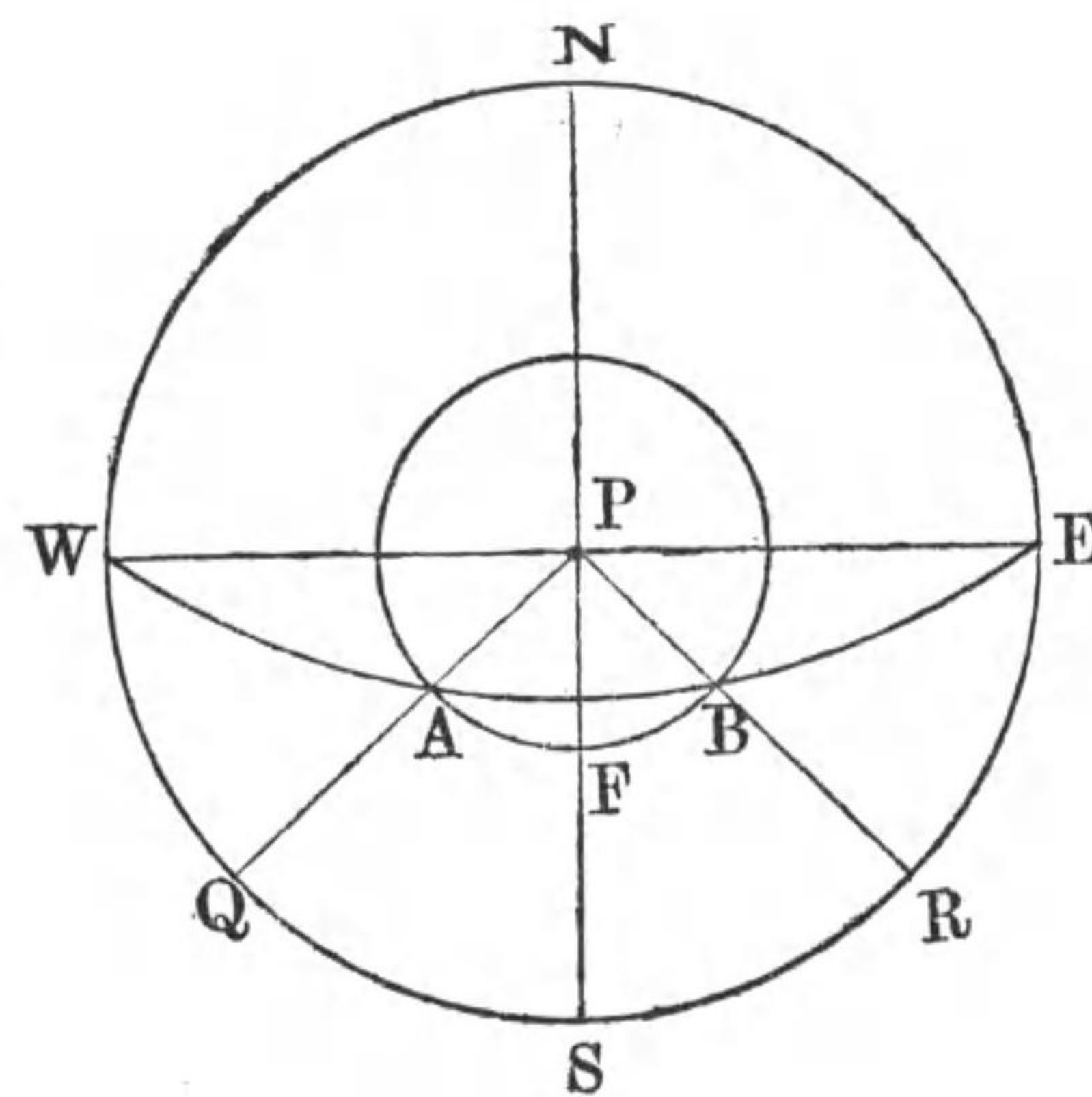
第一節 大圈航法ニ關スル用語解説

【1】大圈ノ弧ト航程線トノ關係

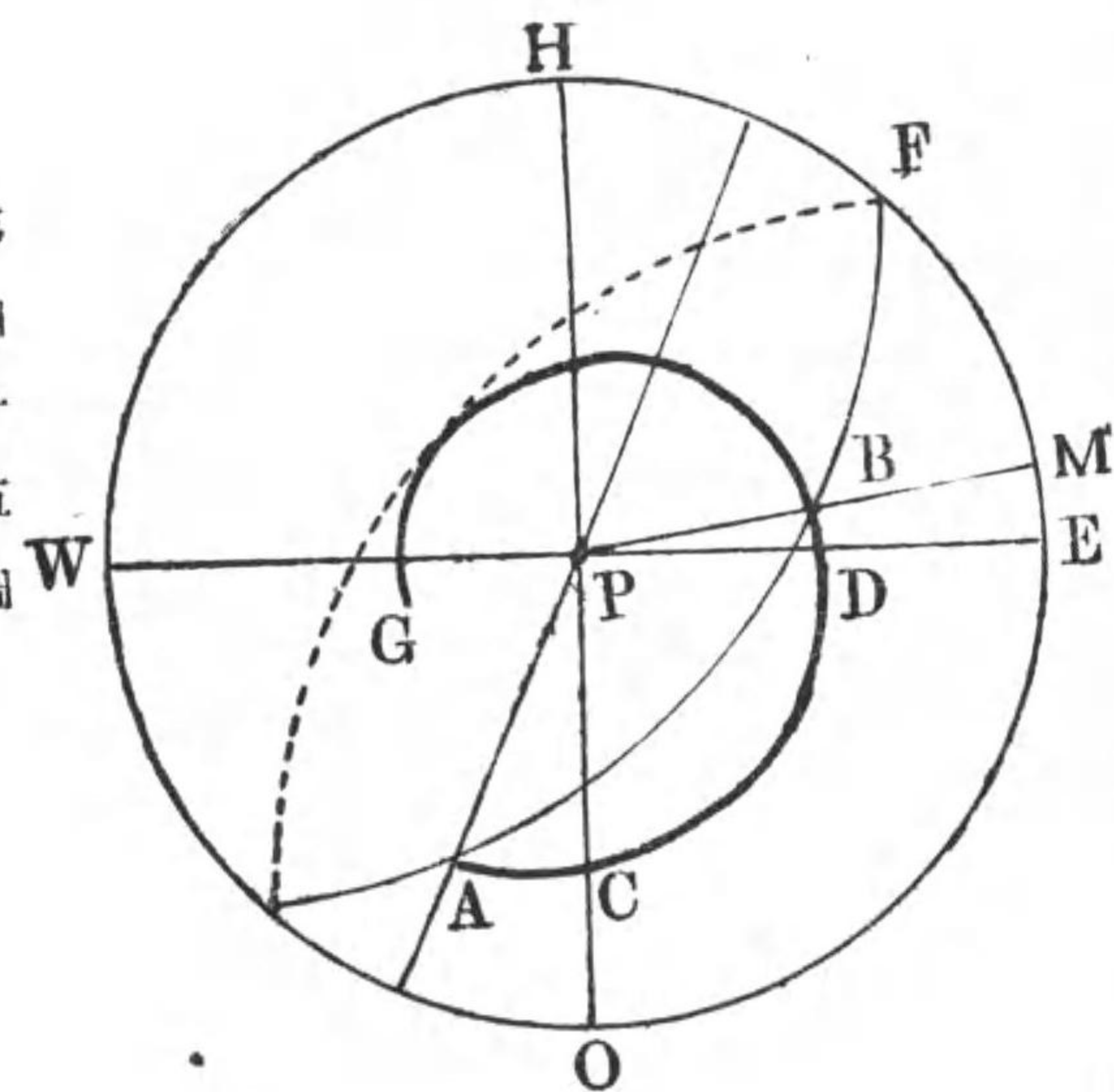
航程線 Rhumb Line. ハ常ニ各子午線ト同一ノ角ニテ交ルヲ以テ、地球上ノ二點ヲ通ル航程線上ヲ船ガ航スルトキハ、船首ノ方向ヲ變スル必要ナク、且ツ其算法モ前記數章ニ於テ説明セル如ク簡單ナリ。然ルニ二點ヲ通ル大圈ハ各子午線ト同一角度ヲ以テ交ラザル爲メ、船ガ大圈上ヲ航シ、或ル目的地ニ航セントスル時ハ、絶ヘズ船首方向ヲ變ゼザル可カラズ、且ツ其算法モ繁雜ナリ。此ノ點ニ就テハ本航法ハ他ノ航法ヨリ劣レリ。然レドモ地球上二點間ノ距離ニ就テ考究スレバ、本航法ノ價值ヲ認メルコトヲ得ベシ。

第四十四圖ハPヲ北極トシタル赤道面圖。A及B地ヲ同一距等圈AFBニ在ル兩地、又WABEヲA及B地ヲ通ル大圈トスレバ、航程線タル距等圈AFBハ大圈ノ弧

第四十四圖



第四十五圖

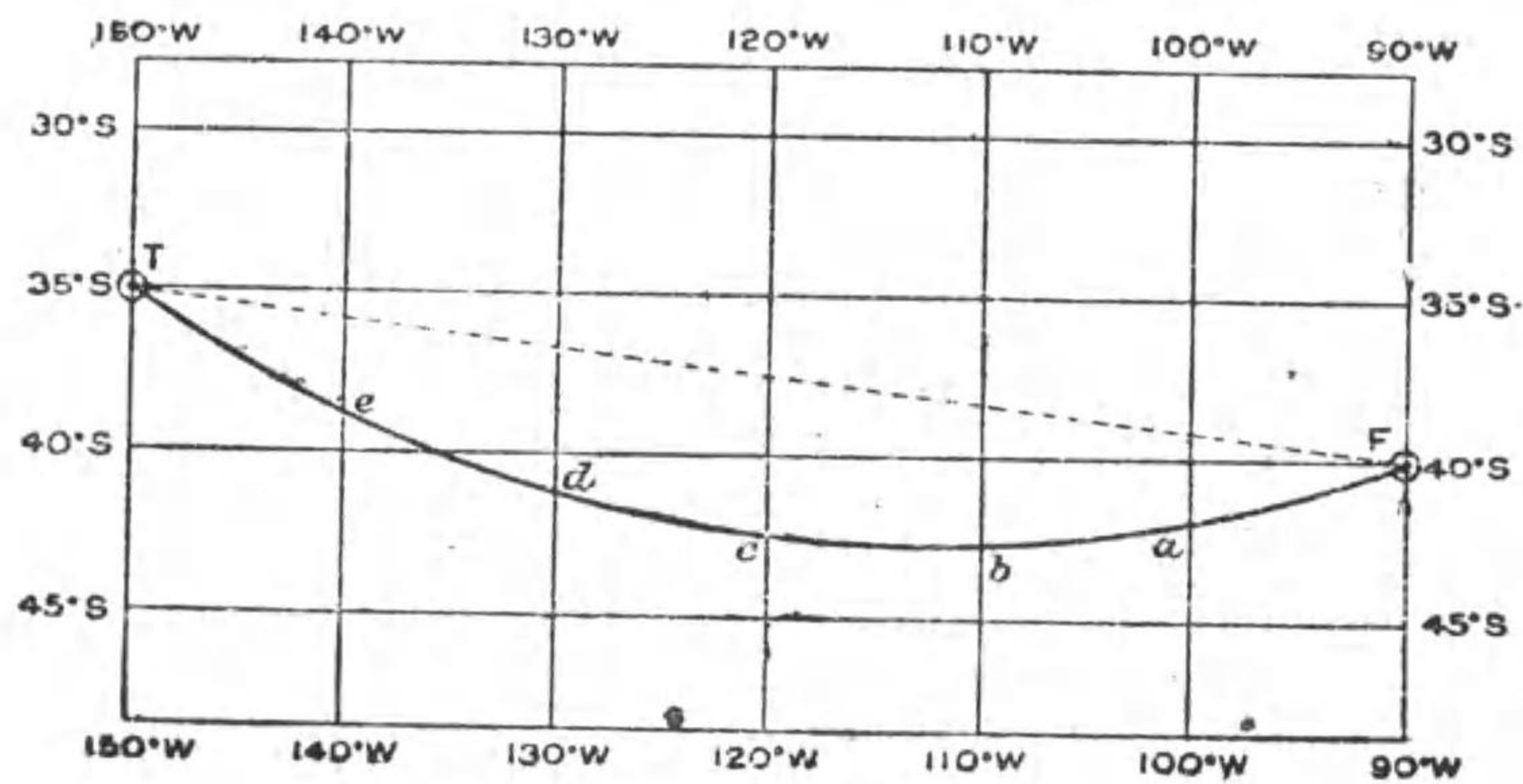


ABヨリ大ナリ。次ニ第四十五圖ハPヲ北極トシタル赤道面圖、A及Bヲ地球上ノ兩地。AFBヲA及B地ヲ通ル大圈、ACDBヲ兩地ヲ過ル航程線トス。今A地ヲ發シ航程線ノ上ヲ航スルトキハACDB

ヲ航シテ B 地ニ至ル。然ルニ大圈上ヲ航スルトキハ航程 AB ニシテ ACDB ヨリ小ナルコト明ナリ。航程線ハ上圖ノ如ク螺旋狀ヲナシテ漸次極ニ近キ、又極ニ接近スルニ從ヒ。換言セバ高緯度ニナルニ從ヒ航程線ノ曲率ハ大トナリ、兩地間ノ航程線上ノ航程ハ大圈上ノ航程ヨリ漸次大トナルベシ。故ニ地球上二地間ノ最短距離ハ之レヲ過ル大圈ノ弧ナルヲ以テ起程地ト着達地トガ甚シク遠隔シテ中間ニ障碍物ナキ時ハ、大圈上ヲ航スルヲ利トス。

漸長圖ニ於テハ航程線ハ各子午線ト同一交角ヲナスヲ以テ直線ヲ以テ記入スル事ヲ得ルモ、大圈(赤道及子午線以外)ハ各子午線ト同一角度ニテ交ラザルヲ以テ、同圖上ニハ曲線ニテ顯ハレ一見大圈上ノ航程ガ航程線ノ航程ヨリ大トナルガ如ク見ユルハ、漸長圖作成ノ原理ガ然ラシムル所ニシテ事實ハ之レニ反スル事明ナリ。

第四十五圖



第四十六圖ハ南緯四十度、西經九十度ノ F 地ヨリ南緯三十五度西經百五十度ノ T 地ニ至ル漸長圖上ノ大圈ト航程線(點線 FT)ヲ示ス。

大圈ノ弧ト航程線トノ關係ヲ摘記セバ下ノ如シ。

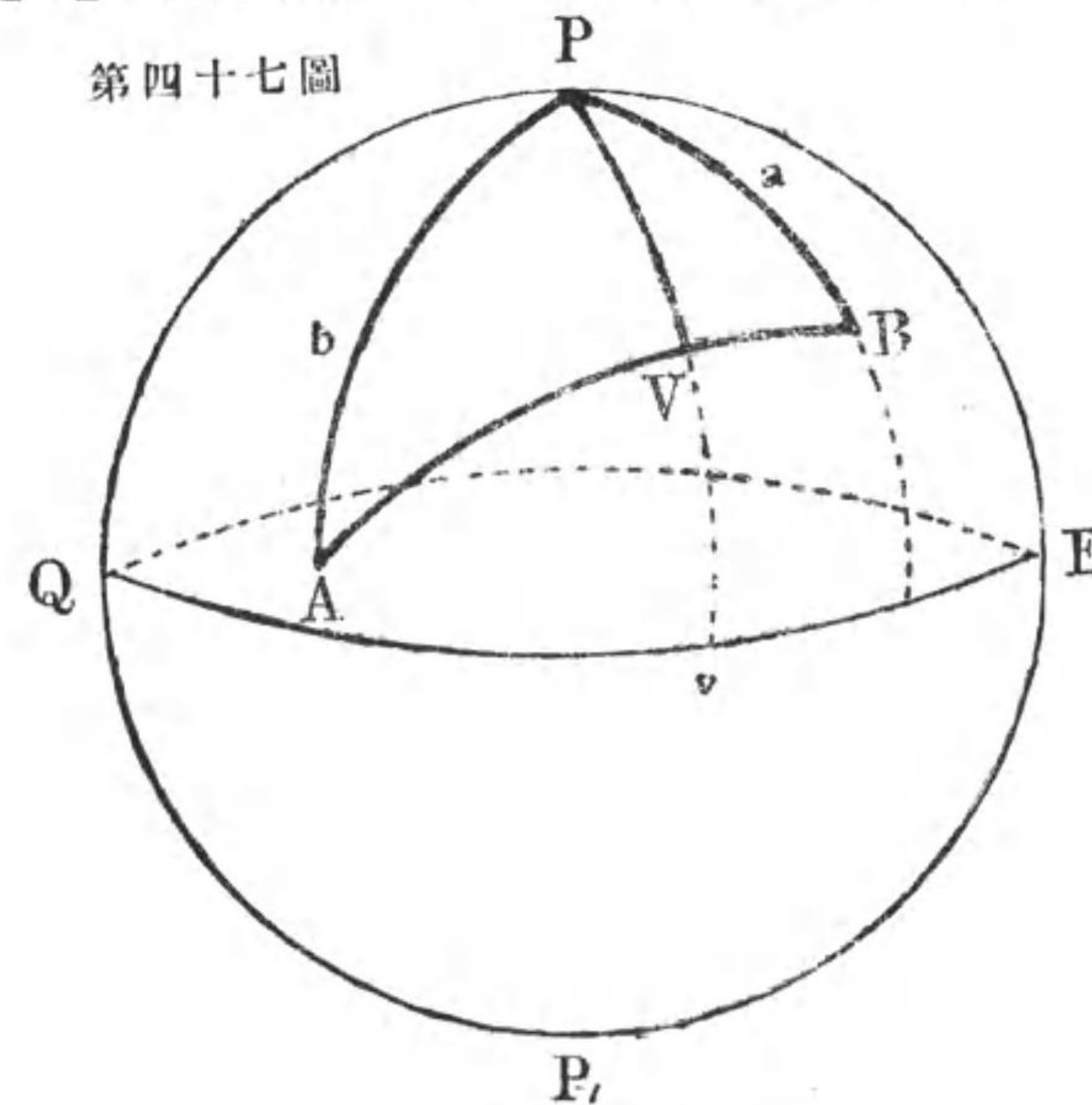
航程線ハ子午線ト常ニ同一ノ角度ヲ以テ交リ、大圈ハ子午線トノ交角常ニ同ジカラズ。

航程線ハ大圈ノ弧ヨリモ常ニ赤道ニ近シ。

赤道及子午線ハ各大圈ニシテ、且ツ子午線トノ交角一定ナルヲ以テ、航程線ナリ、故ニ赤道及子午線ノ上ヲ航スルトキ航程線ト大圈ノ弧ト一致ス。

【2】 起程針路 Initial Course. 及着達針路 Final Course.

第四十七圖



第四十七圖 P 及 P' ヲ地球ノ兩極トシ、A ヲ起程地。B ヲ着達地。A V B ヲ A 及

B地ヲ過ル大圈ノ弧トシ、此ノ上ヲ航スルモノトス。
起程針路トハ、起程地ノ子午線ト航スベキ大圈ノ弧ト
ノ爲ス交角ニシテ P A B 之レナリ。着達針路トハ着達地
ノ子午線ト航スベキ大圈トノ交角ニシテ P B A 之レナリ。

【3】 大圈ノ頂點 Vertex of the Great Circle.

極 P ヨリ兩地ヲ過ル大圈ノ弧 A B ニ垂直ナル子午線 P
V ヲ引ク時ハ、V ハ A B 上ニ於テ赤道ヨリ最モ遠キ點ヲ
點リ。此點ヲ大圈ノ頂點ト云フ。

【4】 頂點子午線 Meridian of Vertex.

頂點ヲ過ル子午線ヲ頂點子午線ト云フ。P V 之レナリ。

【5】 頂點緯度 Latitude of Vertex.

頂點ト赤道トノ間ノ頂點子午線上ノ弧ナリ。V v ハ頂
點緯度ヲ示ス。

【6】 頂點經度 Longitude of Vertex.

本初子午線ト頂點子午線トノ間ノ赤道ノ弧ヲ云フ。

【7】 頂點ヨリノ經度 Longitude from Vertex.

大圈ノ弧ノ上ノ一點ヲ過ル子午線ト、頂點子午線ト間
ノ赤道上ノ弧、或ハ兩子午線ガ極ニ於テ爲ス角ヲ云フ。

【8】 針路ヲ變ズ可キ各點

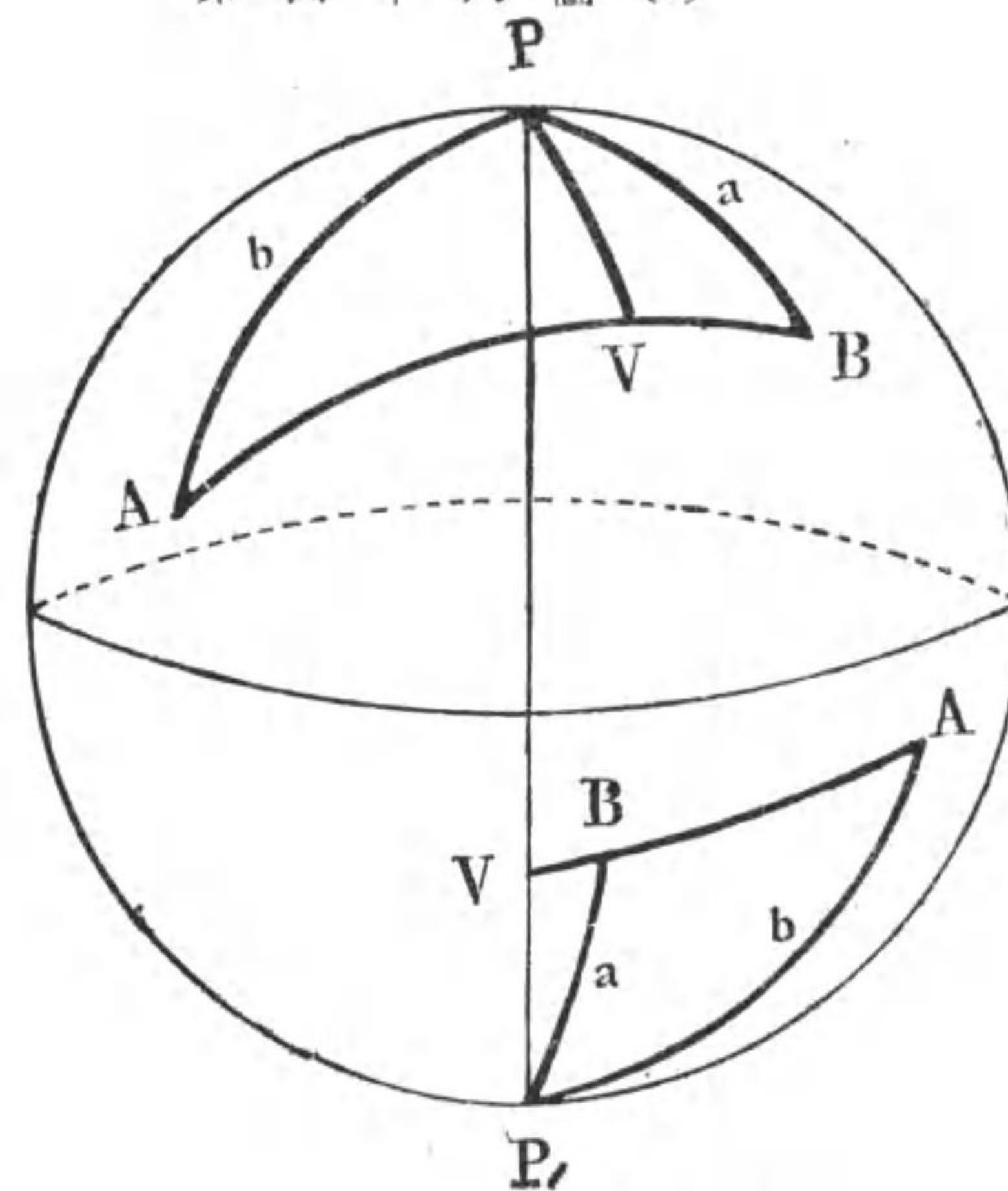
大圈ノ弧上ヲ航スルニハ絶エズ針路ヲ變セザル可カラ
ズト雖モ、實際ニ於テハ絶ヘズ針路ヲ變スルコト不可能

ナルヲ以テ、大圈ノ弧上ニ等距離ヲ有スル點ヲ探リ、此
各點ノ經緯度ヲ求メ、漸長緯度航法ニ依リテ順次一點ヨ
リ他ノ點ニ到ル針路及航程ヲ求メ、船ガ此點ニ來ルトキ
針路ヲ變スベキモノトス。斯クノ如キ點ヲ針路ヲ變スベ
キ各點ト稱ス。各點ノ距離ヲ短縮スルニ從ヒ船ノ航跡ハ
大圈ノ弧ニ近似スルモ、一般ニ經度五度毎ニ針路ヲ變ス
ルモノトス。

【9】 起程地着達地ノ位置ト頂點及赤道トノ關係

起程地ト着達地ノ位置如何ニ依リテ下記四種ノ球面三
角形ヲ形成ス。

第四十八圖 (a)



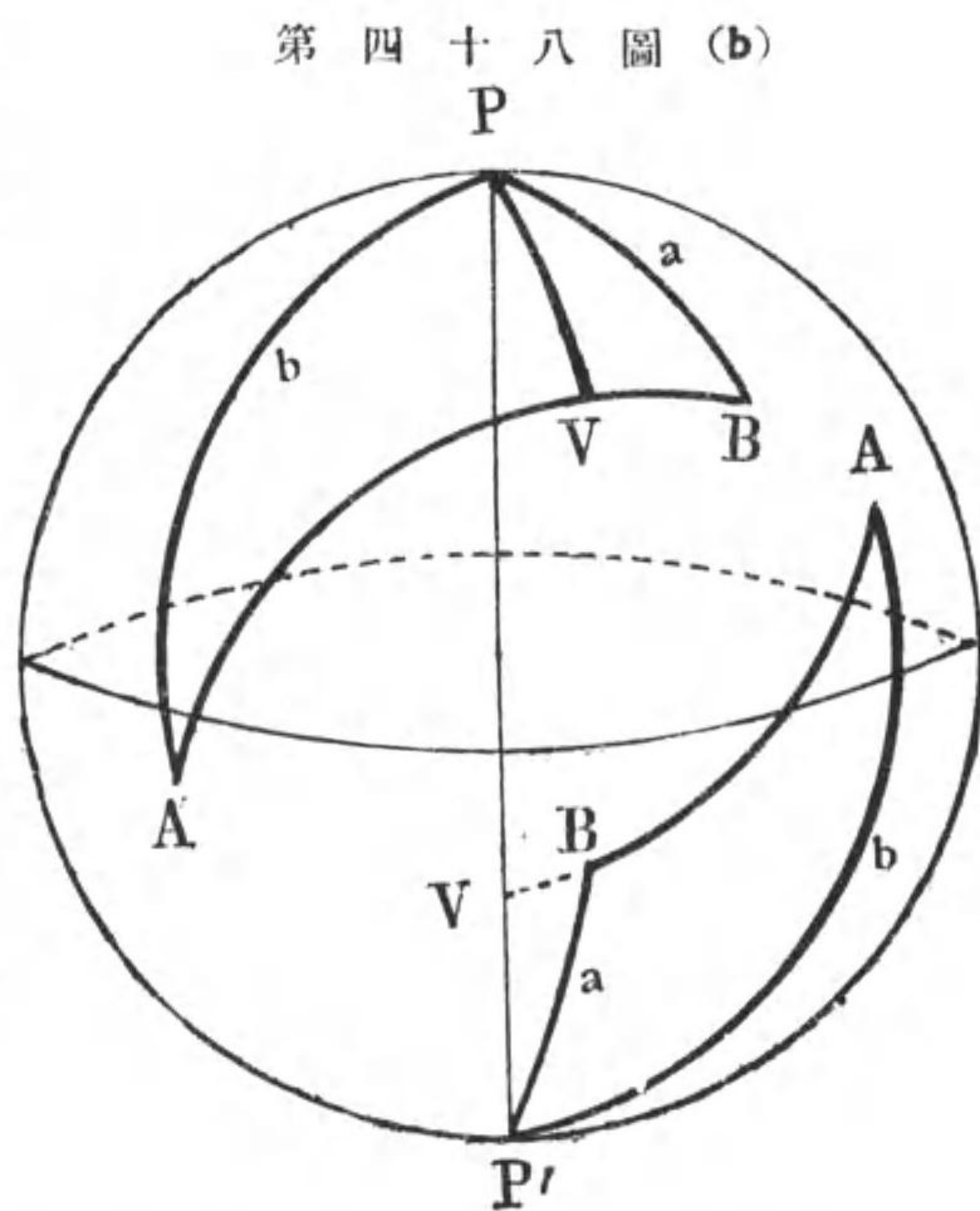
(1) 頂點兩
地間ノ弧内ニ
在リテ赤道ガ
其弧内ニ在ラ
ザル場合。
Vertex but not
Equa or in. 第
四十八圖 (a)
P A B
(2) 頂點及
赤道共ニ兩地
間ノ弧外ニ在
ル場合。Both

Vertex and Equator out. 第四十八圖(a) P' A B

(3) 頂點及ビ赤道共ニ弧内ニ在ル場合。Both Vertex and Equator in. 第四十八圖(b) P A B

(4) 赤道兩地間ノ弧内ニ在リテ頂點弧内ニ在ラザル場合 Equator but not Vertex in. 第四十八圖(b) P' A B

頂點ハ起程及着達緯度ガ同名ナルトキハ兩緯度ト赤道ノ同一側ニ在リ。異名ナラバ大ナル方ノ緯度ト同一側ニ在ルモノトス。且ツ兩地ノ内緯度高キ方ガ頂點ニ近シ。



第二節 起程針路及着達針路ヲ求ムル法

【10】公式ノ説明

起程地及ビ着達地ノ經緯度既知ナルヲ以テ、球面三角形ニ於テ二邊夾角既知ナリ、即チ第四十八圖(a)及(b)

ノ球面三角形 P A B ニ於テ、A P 及 B P ハ各 A 及 B ノ緯度ヲ九十度ヨリ減ジ、或ハ加ヘタルモノニシテ、角 A P B ハ A 及 B ノ變經ナリ。故ニ球面三角形 A q B ニ於テ Napier 氏ノ比例式ニヨリ角 P A B 及角 P B A 即チ起程及針達着路ヲ求メ得ベシ。

今 $b(A P) = 90 \pm \text{Lat of A}$ $a(B P) = 90 \pm \text{Lat of B}$
トス。

$$\begin{aligned} \tan \frac{1}{2}(A+B) &= \frac{\cos \frac{1}{2}(a-b)}{\cos \frac{1}{2}(a+b)} \cot \frac{1}{2}P \\ &= \cos \frac{1}{2}(a-b) \sec \frac{1}{2}(a+b) \cot \frac{1}{2}P \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tan \frac{1}{2}(A-B) &= \frac{\sin \frac{1}{2}(a-b)}{\sin \frac{1}{2}(a+b)} \cot \frac{1}{2}P \\ &= \sin \frac{1}{2}(a-b) \csc \frac{1}{2}(a+b) \cot \frac{1}{2}P \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

(1) 及 (2) 式ニ依リ $\frac{1}{2}(A+B)$ 及 $\frac{1}{2}(A-B)$ ヲ算スレバ

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2}(A+B) + \frac{1}{2}(A-B) \\ B &= \frac{1}{2}(A+B) - \frac{1}{2}(A-B) \end{aligned} \quad \text{ヲ得ベシ。}$$

上式ニ於テ $\frac{1}{2}(A+B)$ 及 $\frac{1}{2}(a+b)$ ハ共ニ同比ニ依リ増減スルヲ以テ $\frac{1}{2}(a+b)$ ガ九十度ヲ超過スルトキハ $\frac{1}{2}(A+B)$ モ亦九十度以上ナルガ故ニ、上式ヨリ求メタル角度ヲ百八十度ヨリ減ジテ $\frac{1}{2}(A+B)$ トナス。

【11】算則

本書ニ於テハ、A ヲ以テ起程地、B ヲ以テ着達地ヲ示スモノトス。

(1) 兩地ノ緯度同名ナルトキ。A 及 B ノ緯度ヲ各々九

十度ヨリ減ジテ餘緯度ヲ求メ。Aノ餘緯度ヲb。Bノ餘緯度ヲaトス。

兩地ノ緯度異名ナルトキ。A及Bノ緯度ノ内高キ方ノ緯度ト同名ノ極ヲ基本トシ。高キ緯度ヲ九十度ヨリ減ジ低キ緯度ニ九十度ヲ加ヘ、各餘緯度ヲ求メAノ餘緯度ヲb。Bノ餘緯度ヲaトス。

(2) 兩地ノ經度ノ變經ヲ求メ、之ヲ二分シテ $\frac{1}{2}P$ トナス。同時ニ餘緯度ノ和半 $\frac{1}{2}(a+b)$ 及差半 $\frac{1}{2}(a-b)$ ヲ求ムベシ。

(3) 公式1及2ニ依リ $\frac{1}{2}(A+B)$ 及 $\frac{1}{2}(A-B)$ ヲ求メ。兩者ノ和及差ニ依リ、A角及B角、即チ所要ノ針路ヲ求ム。

(4) 針路ノ命名法。

頂點ガ兩地ヲ過ル大圈ノ弧内ニ在ル場合(起程針路及着達針路ガ共ニ九十度以下ナルカ、共ニ九十度以上ナルトキハ、頂點ハ兩地ヲ過ル大圈ノ弧内ニ在リ)

起程針路ニハ起程緯度ト同名ノ符ヲ前ニ配シ、着達針路ニハ起程緯度ト異名ノ符ヲ前ニ配シ。船ガ東方ニ航スレバ針路ノ後ニE符ヲ配スベシ。西方ニ航スレバ針路ノ後ニW符ヲ配スベシ。

頂點ガ兩地ヲ過ル大圈ノ弧外ニ在ル場合(起程針路及着達針路ノ内一方ガ九十度以下ニシテ、他ガ九十度以上ナルトキ頂點ハ弧外ニ在リ)

漸長緯度航法、或ハ中分緯度航法ノ針路命名法ト同一ナリ。

(注意) 三角形ニ於テ大ナル角ハ、大ナル邊ニ對スルヲ以テ

Aノ餘緯度bガ、Bノ餘緯度aヨリ大ナル時ハ公式ハ

$$\tan \frac{1}{2}(B+A) = \cos \frac{1}{2}(b-a) \sec \frac{1}{2}(b+a) \cot \frac{1}{2}P$$

$$\tan \frac{1}{2}(B-A) = \sin \frac{1}{2}(b-a) \operatorname{cosec} \frac{1}{2}(b+a) \cot \frac{1}{2}P$$

ナルヲ以テ

$$A = \frac{1}{2}(B+A) - \frac{1}{2}(B-A)$$

$$B = \frac{1}{2}(B+A) + \frac{1}{2}(B-A) \quad \text{ナリ。}$$

例題 1. (頂點弧内アリ、赤道弧内ニ在ラザル場合)

南緯四十五度四十七分、東經百七十度四十五分ノPort Otago, New Zealand. ヨリ南緯十二度四分、西經七十七度十四分ノCallao, Peruニ至ル大圈上ノ起程及着達針路ヲ求ム。

解 $\frac{1}{2}(a+b)$ 及 $\frac{1}{2}(a-b)$ ヲ求ム。 $\frac{1}{2}P$ ヲ求ム。

Lat A	45° 47' S	Lat B	12° 4' S	Long. A	170° 45' E
	90		90	Long. B	77° 14' W
b	44° 13'	a	77 56'		247° 59' W
					360
a	77° 56'	a	77 56		2)112° 1'
b	44 13'	b	44 13		$\frac{1}{2}P$ 56 0' 30"E
a+b	2)122 9	a-b	2)33° 43'		
$\frac{1}{2}(a+b)$	61 4' $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}(a-b)$	16° 51' $\frac{1}{2}$		

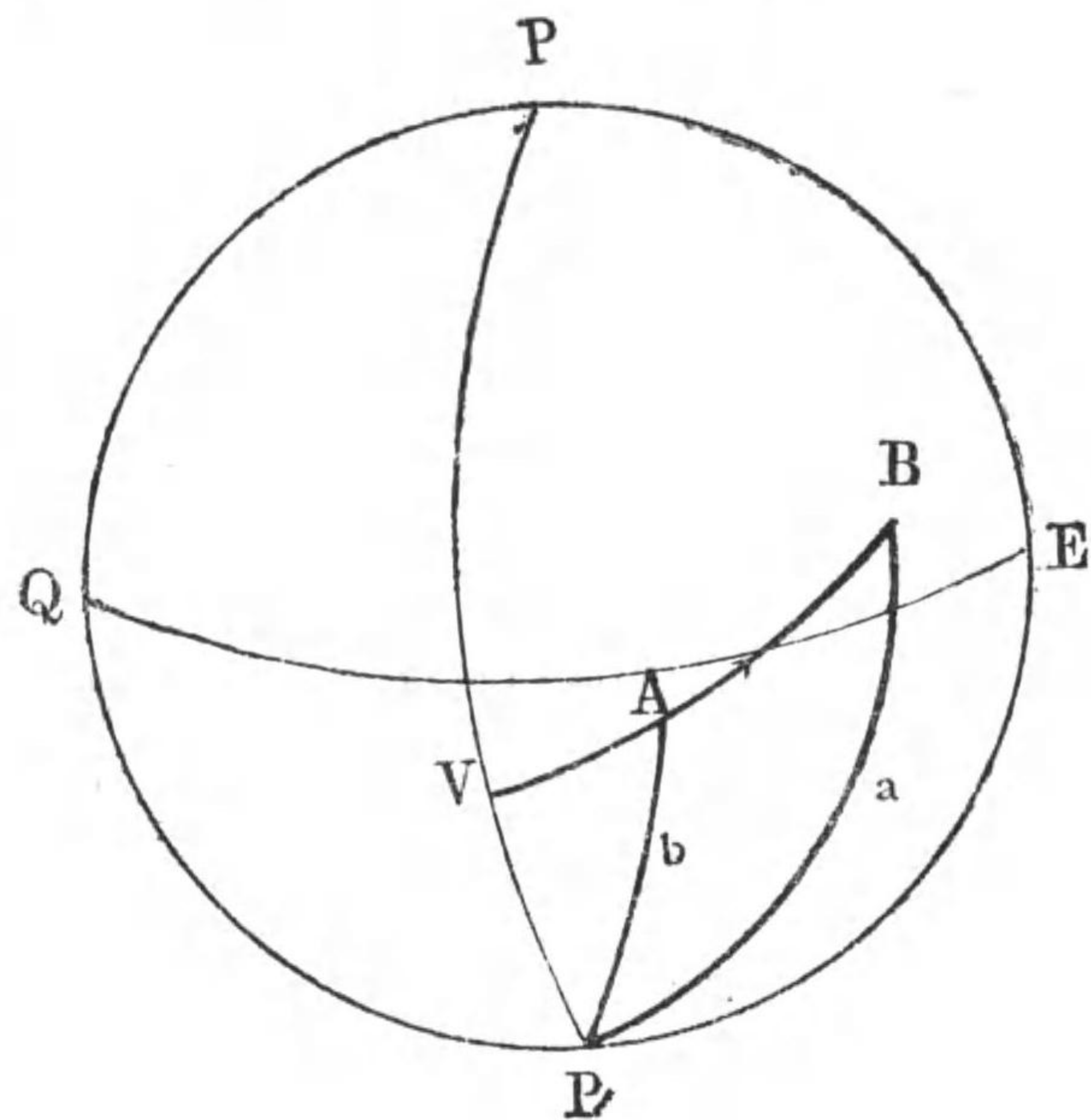
A 及 B ヲ求ム。

$\frac{1}{2}P$	56° 0' 30"	Cot.	9.828851	Cot.	9.828851
$\frac{1}{2}(a+b)$	61° 4' 30"	Sec.	10.315456	Cosec.	10.057866
$\frac{1}{2}(a-b)$	16° 51' 30"	Cos.	9.980923	Sin.	9.462407
$\frac{1}{2}(A+B)$	53° 8' 55"	Tan.	10.125230		
(A-B)	12° 35' 39"			Tan.	9.349124
A	65° 44' 34"	起程針路	S 65° 44' 34" E		
B	40° 34' 16"	着達針路	N 40° 34' 16" E		

例題 2. 赤道弧内ニ在リテ頂點弧内ニ在ラザル場合。

南緯二十度九分、東經五十七度二十九分ノ Mauritius
ヨリ北緯十六度、東經九十四度十三分ノ Cape Negrais ニ
至ル大圈上ノ起程及着達針路ヲ求ム。

第四十九圖



解 $\frac{1}{2}(a+b)$ 及 $\frac{1}{2}(a-b)$ ヲ求ム。

Lat. A	$20^{\circ} 9' S$	Lat. B	$16^{\circ} 0' N$
b	$\frac{90}{69 51'}$	a	$\frac{90}{106^{\circ} 0'}$
a	$106^{\circ} 0'$	a	$106^{\circ} 0'$
b	$69^{\circ} 51'$	b	$69^{\circ} 51'$
a+b	$2) 175 51$	2) 36 9'	
$\frac{1}{2}(a+b)$	$78^{\circ} 55'' \frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}(a-b)$	$18^{\circ} 4'' \frac{1}{2}$

$\frac{1}{2}P$ ヲ求ム。

Long. A	$57^{\circ} 29' E$
Long. B	$94^{\circ} 13' E$
$\frac{1}{2}P$	$2) 36 44' E$
	$18^{\circ} 22'$

航海術

$\frac{1}{2}P$	$18^{\circ} 22' 0''$	Cot.	10.478849	Cot.	10.478849
$\frac{1}{2}(a+b)$	$78^{\circ} 55' 30''$	Sec.	11.441199	Cosec.	10.000285
$\frac{1}{2}(a-b)$	$18^{\circ} 4' 30''$	Cos.	9.978021	Sin.	9.491728
$\frac{1}{2}(A+B)$	$89^{\circ} 16' 32''$	Tan.	11.898069		
$\frac{1}{2}(A-B)$	$43^{\circ} 4' 46''$			Tan.	9.970862

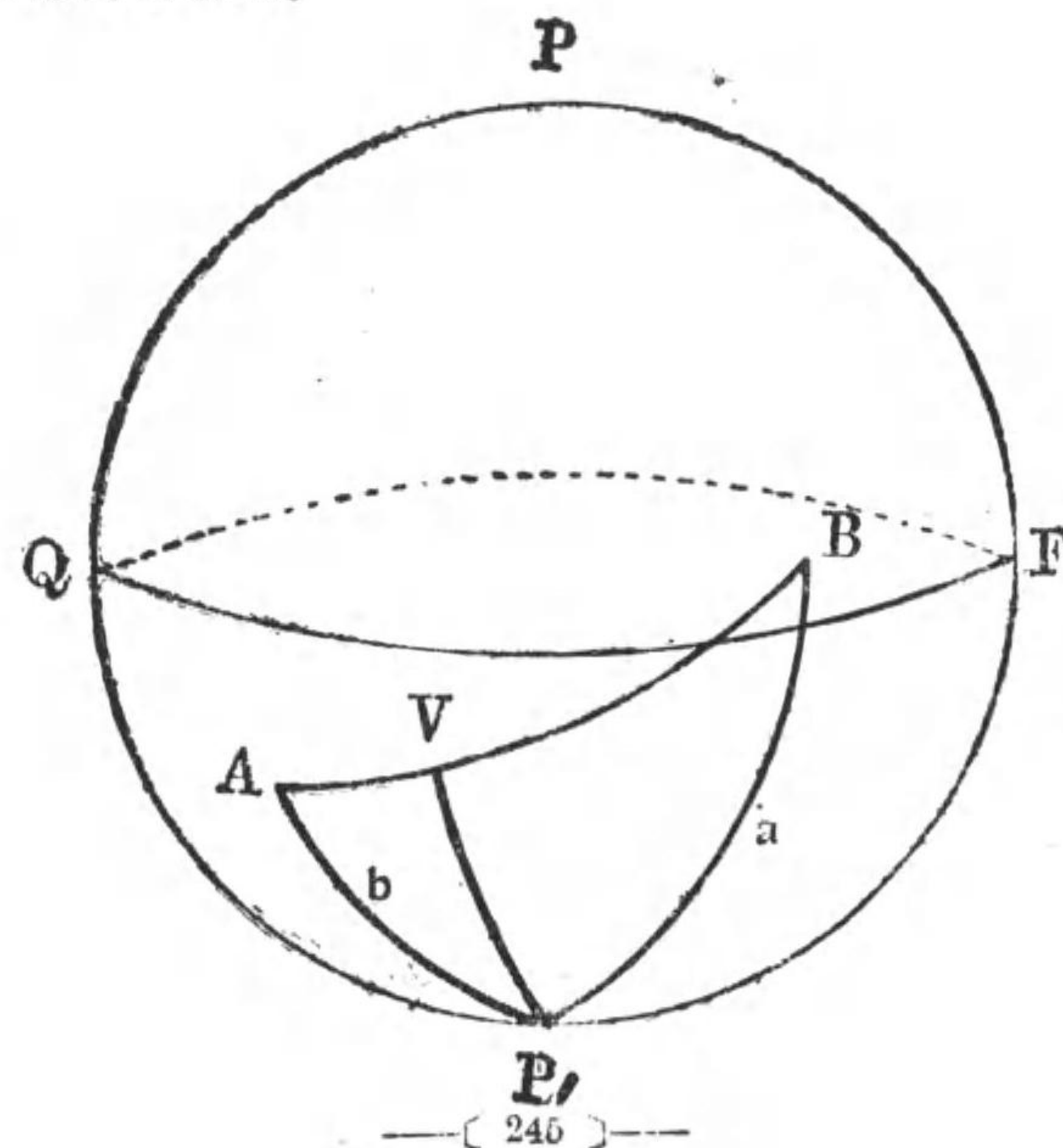
A $132^{\circ} 21' 18''$ 起程針路 $\begin{matrix} 180^{\circ} \\ S 132^{\circ} 21' 18'' E \\ N 47^{\circ} 38' 42'' E \end{matrix}$

B $46^{\circ} 11' 46''$ 着達針路 N $46^{\circ} 11' 46''$ E

例題 3. 赤道及頂點共ニ弧内ニ在ル場合。

南緯三十二度五十五分、東經百五十一度四十九分ノ
Newcastle, New South Wales. ヨリ北緯八度五十七分、西經
七十九度三十一分ニ在ル Panama ニ至ル大圈上ノ起程
及着達針路如何。

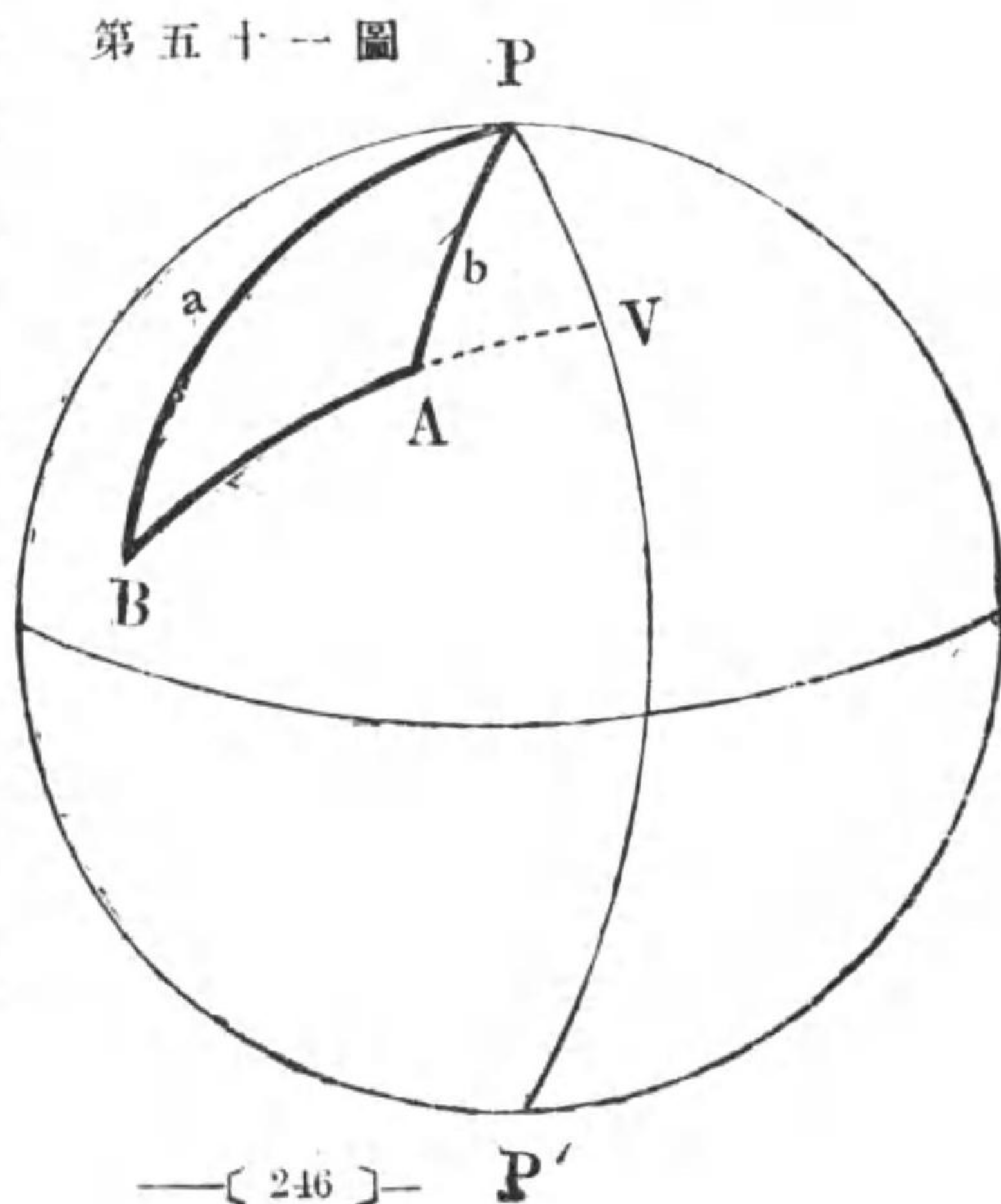
第五十圖



解 $\frac{1}{2}(a+b)$ 及 $\frac{1}{2}(a-b)$ を求む。 $\frac{1}{2}P$ を求む。

Lat. A $32^\circ 55'S$	Lat. B $8^\circ 57'N$	Long. A $151^\circ 49' E$
$\frac{90}{57^\circ 5'}$	$\frac{90}{98^\circ 57'}$	Long. B $79^\circ 31' W$
a $98^\circ 57'$	a $98^\circ 57'$	$\frac{231}{360}$
b $57^\circ 5'$	b $57^\circ 5'$	$\frac{2)128^\circ 40' E}{64^\circ 20'}$
$\frac{2)156}{78^\circ 1'}$	$\frac{2)41^\circ 52'}{20^\circ 56'}$	$\frac{1}{2}P$ $64^\circ 20'$
$\frac{1}{2}P$ $64^\circ 20'$	Cot. 9.681740	Cot. 9.681740
$\frac{1}{2}(a+b)$ $78^\circ 1'$	Sec. 10.682716	Ccsec. 10.009569
$\frac{1}{2}(a-b)$ $20^\circ 56'$	Cos. 9.970345	Sin. 9.558010
$\frac{1}{2}(A+B)$ $65^\circ 10' 30''$	Tan. 10.334801	
$\frac{1}{2}(A-B)$ $9^\circ 57' 18''$		Tan. 9.244319
A $75^\circ 7' 48''$	起程針路 $S 75^\circ 7' 48'' E$	
B $55^\circ 13' 12''$	着達針路 $N 55^\circ 13' 12'' E$	

例題 4. 頂點及赤道共ニ弧内ニ在ラザル場合。北緯五十度十三分、西經三度三十九分ノ Start Point ヨリ北緯十三度三分、西經五十七度三十七分ニ在ル



Barbadoesニ至ル大圈上ノ起程及着達差路ヲ求む。

解 $\frac{1}{2}(a+b)$ 及 $\frac{1}{2}(a-b)$ を求む。 $\frac{1}{2}P$ を求む。

Lat. A $50^\circ 13'N$	Lat. B $13^\circ 3'N$	Long. A $3^\circ 39' W$
$\frac{90}{39^\circ 47'}$	$\frac{90}{76^\circ 57'}$	Long. B $57^\circ 37' W$
a $76^\circ 57'$	a $76^\circ 57'$	$\frac{2)53^\circ 58' W}{26^\circ 59'}$
b $39^\circ 47' +$	b $39^\circ 47' -$	$\frac{2)37^\circ 10' W}{18^\circ 35'}$
$\frac{2)116}{58^\circ 22'}$	$\frac{2)37}{18^\circ 35'}$	$\frac{1}{2}P$ $26^\circ 59'$
$\frac{1}{2}(a+b)$ $58^\circ 22'$	$\frac{1}{2}(a-b)$ $18^\circ 35'$	
$\frac{1}{2}P$ $26^\circ 59'$	Cot. 10.293146	Cot. 10.293146
$\frac{1}{2}(a+b)$ $58^\circ 22'$	Sec. 10.280270	Cosec. 10.069855
$\frac{1}{2}(a-b)$ $18^\circ 35'$	Cos. 9.976745	Sin. 9.503360
$\frac{1}{2}(A+B)$ $74^\circ 15' 56''$	Tan. 10.550161	
$\frac{1}{2}(A-B)$ $36^\circ 19' 14''$		Tan. 9.866361
A $110^\circ 35' 10''$	起程針路 $\begin{matrix} 180 \\ N 110^\circ 35' 10'' W \\ S 69^\circ 24' 50'' W \end{matrix}$	
B $37^\circ 56' 42''$	着達針路 $S 37^\circ 56' 42'' W$	

第三節 航程ヲ求ムル法

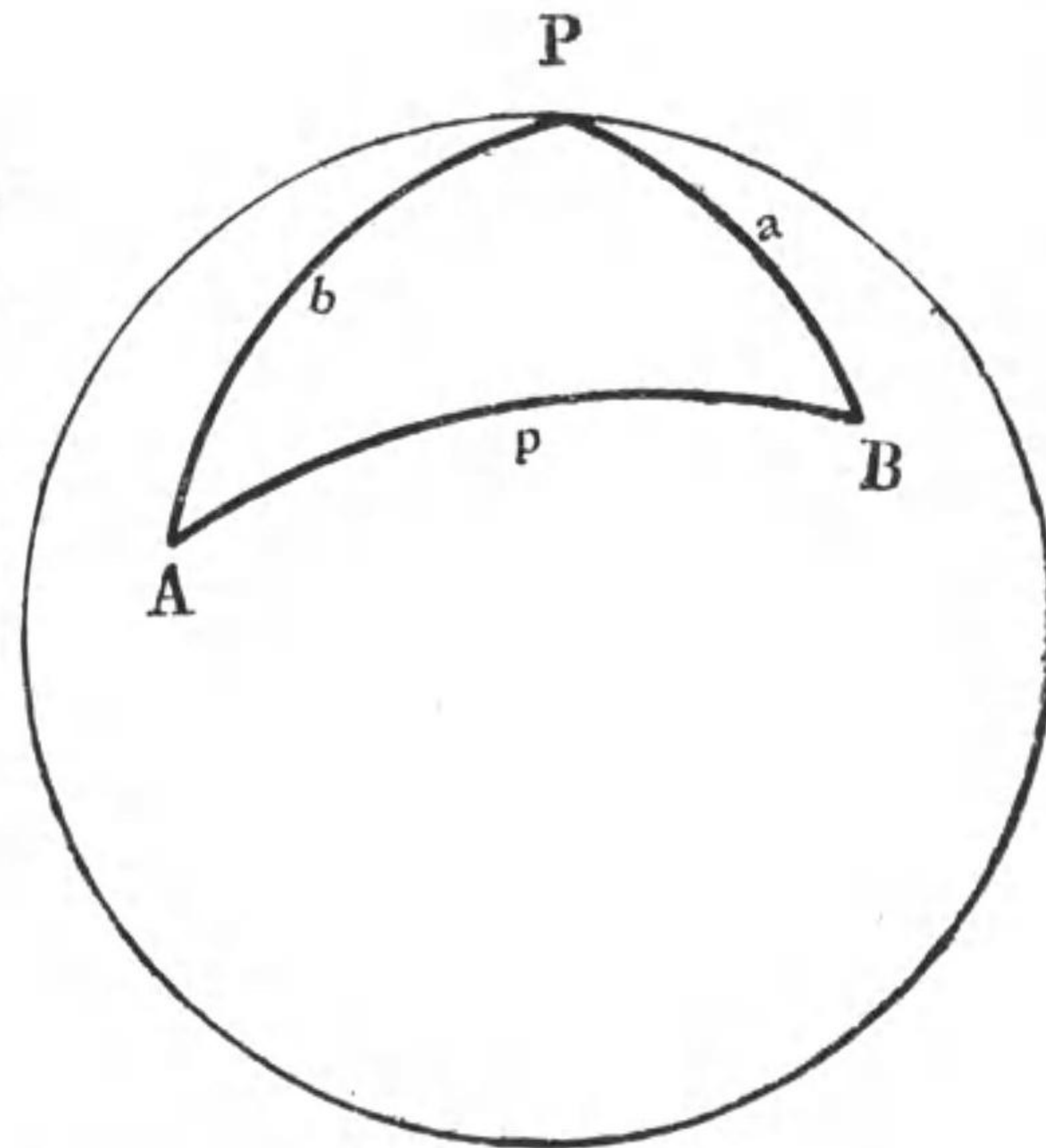
【11】公式ノ説明

第五十二圖球面三角形 PABニ於テ、二邊 a 及 b 其夾角 P 既知ニシテ、且角 A 及 B 既知ナルヲ以テ「ガウス」 Gauss 氏ノ公式又ハ正弦比例ニ依ツテ P 角ノ對邊 p 即チ兩地間ノ大圈上ノ航程ヲ求ムルコトヲ得ベシ。

Gauss 氏ノ公式

$$\cos \frac{1}{2}(A+B) \cos \frac{1}{2}p = \cos \frac{1}{2}(a+b) \sin \frac{1}{2}P$$

第五十二圖



故ニ P ハ上式ヲ變化シテ求ムルコトヲ得ベシ。

$$\therefore \cos \frac{1}{2}p = \cos \frac{1}{2}(a+b) \operatorname{Sec} \frac{1}{2}(A+B) \sin \frac{1}{2}P \dots\dots\dots (3)$$

正弦比例

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

$$\left. \begin{aligned} \sin p &= \sin a \sin P \operatorname{Cosec} A \\ \sin p &= \sin b \sin P \operatorname{Cosec} B \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

本書ニ於テハ此式ヲ使用ス。

【12】 算 則

(1) 起程緯度ト着達緯度トニ九十度ヲ加減シテ、各餘緯度ヲ算シ、其和半ヲ求ム。 $\frac{a+b}{2}$

(2) 起程及着達針路ノ和半ヲ求ム。 $\frac{A+B}{2}$ 一般ニ航程ハ針路ト共ニ算出スルヲ以テ、公式1ニ依リ求メタ

ル $\frac{A+B}{2}$ ヲ直チニ使用ス。

(3) 起程地ト着達地トノ變經ノ二分一ヲ求ム。

(4) 公式ニ依リ $\frac{1}{2}(a+b)$ ノ餘弦、 $\frac{1}{2}(A+B)$ ノ正割及ビ $\frac{1}{2}P$ ノ正弦ノ對數ノ和ヲ求メ、餘弦ノ對數トシ、之ニ對スル角度ヲ求メ、之ヲ分數ニ改メ二倍シテ所要ノ航程トナス。

例題 1. Port Otago, New Zealand. (南緯四十五度四十七分、東經百七十度四十五分) ヨリ Callao, Peru. (南緯十二度四分、西經七十七度十四分) ニ至ル大圈上ノ航程ヲ求ム。

解 前節例題參照。

$\frac{1}{2}(a+b)$ ヲ求ム。

$\frac{1}{2}P$ ヲ求ム。

Lat. A 45° 47' S Lat. B 12° 4' S Long. A 170° 45'

b $\frac{90}{44^\circ 13'}$ a $\frac{90}{77^\circ 56'}$ Long. B $\frac{77^\circ 14' W}{247^\circ 59'}$
360

a 77° 56'

b 44° 13'

$\frac{1}{2}(a+b)$ $\frac{2)122 \quad 9}{61^\circ 4' 30''}$

$\frac{1}{2}(A+B)$ ヲ求ム。

A 65° 44' 34''

B 40° 33' 16''

$\frac{2)106 \quad 17 \quad 50''}{53^\circ 8' 55''}$

$\frac{1}{2}(A+B)$ 53° 8' 55''

$\frac{2)112 \quad 1 \quad E}{56^\circ 0' 30''}$

$\frac{1}{2}(a+b)$ 61° 4' 30'' Cos. 9.684544

$\frac{1}{2}(A+B)$ 53° 8' 55'' Sec. 10.222050

$\frac{1}{2}P$ 56° 0' 30'' Sin. 9.918617

$\frac{1}{2}p$ 48° 2' Cos. 9.825211

60
2880
2
2882 (+
2
5764) (×
) 混

例題 2. Mauritius (南緯二十度九分、東經五十七度二十九分) ヨリ Cape Negrais (北緯十六度、東經九十四度十

三分) = 到ル大圏上ノ航程ヲ求ム。

解 前節例題 2 参照。 $\frac{1}{2}(a+b)$, $\frac{1}{2}(A+B)$ 及

$\frac{1}{2}P$ ハ前節例題ニ於テ計算セルヲ以テ省略ス。

$\frac{1}{2}(a+b)$	87° 55' 30"	Cos.	8.558801	
$\frac{1}{2}(A+B)$	89° 16' 32"	Sec.	11.898129	$\frac{1}{2}P$
$\frac{1}{2}P$	18° 22' 0"	Sin.	9.498444	25° 31' 54"
$\frac{1}{2}p$	25° 31' 54"	Cos.	9.955374	60
				1500
				31.9
				1531.9 (+)
				2
				3063.8 (×)
				3063.8 哩

例題 3. Newcastle (南緯三十二度五十五分, 東經百五十一度四十九分) ヨリ Panama (北緯八度五十七分, 西經七十九度三十一分) = 至ル大圏上ノ航程如何。

解 前節例題 3 参照。

$\frac{1}{2}(a+b)$	78° 1'	Cos.	9.317284	
$\frac{1}{2}(A+B)$	65° 10' 30"	Sec.	10.376908	$\frac{1}{2}P$ ヲ求ム。
$\frac{1}{2}P$	64° 20'	Sin.	9.954883	63° 31' 47"
$\frac{1}{2}p$	63° 31' 47"		9.649070	60
				3780
				31.78 (+)
				3811.8
				2
				7623.6 (×)
				7623.6 哩

例題 4. Start Point (北緯五十度十三分, 西經三度三十九分) ヨリ Barbadoes (北緯十三度三分, 西經五十七度三十七分) = 至ル大圏上ノ航程ヲ求ム。

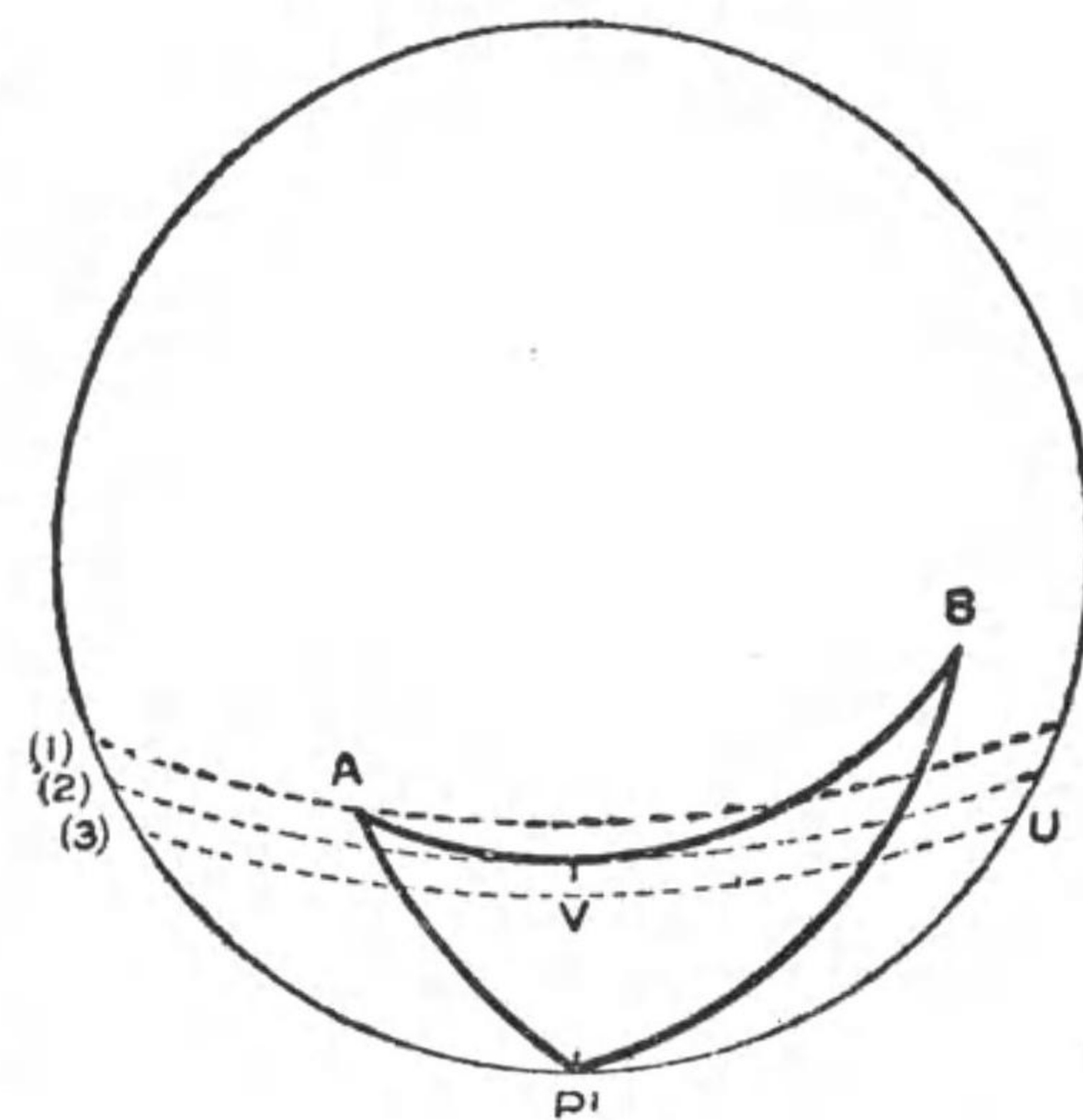
解 前節例題 4 参照。

$\frac{1}{2}(a+b)$	58° 22' 0"	Cos.	9.719730	P ヲ求ム。
$\frac{1}{2}(A+B)$	74° 15' 56"	Sec.	10.566744	28° 39' 5"
$\frac{1}{2}P$	26° 59' 0"	Sin.	9.656799	60
$\frac{1}{2}p$	28° 39' 5"	Cos.	9.943273	1680
				39.1
				1719.1 (+)
				2
				3438.2 (×)
				3438.2 哩

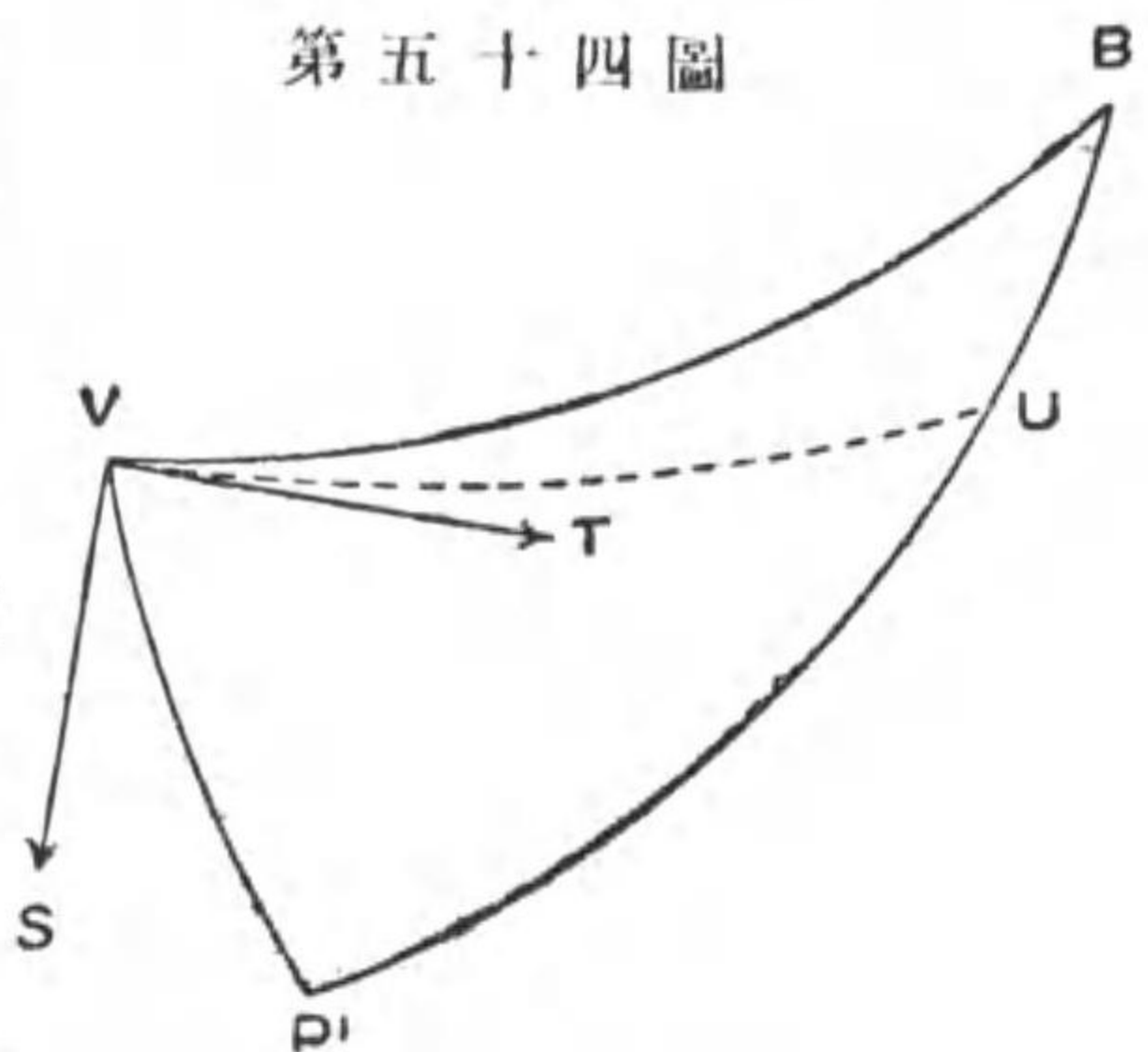
第四節 頂點位置ヲ求ムル法

【13】 頂點ノ解説

第五十三圖ニ於テ A ヲ起程地, B ヲ着達地トシ, AB ヲ兩地ヲ過ル大圏ノ弧トス。本圖ニ示ス如ク (1) (2) (3) (4) 等ノ距等圈ヲ畫キタリトスレバ, 數多ノ距等圈ノ内一ツノミガ弧 AB ト或點ニ於テ切スルコト明ナリ。即距等圈 (3) ノ如シ。今其點ヲ V トセバ V ノ緯度ハ距等圈 (3) ノ緯度ニシテ, 弧 AB 上ノ他ノ點ノ緯度ハ V ノ緯度ヨリ小ナリ。即チ V ハ頂點ナリ。



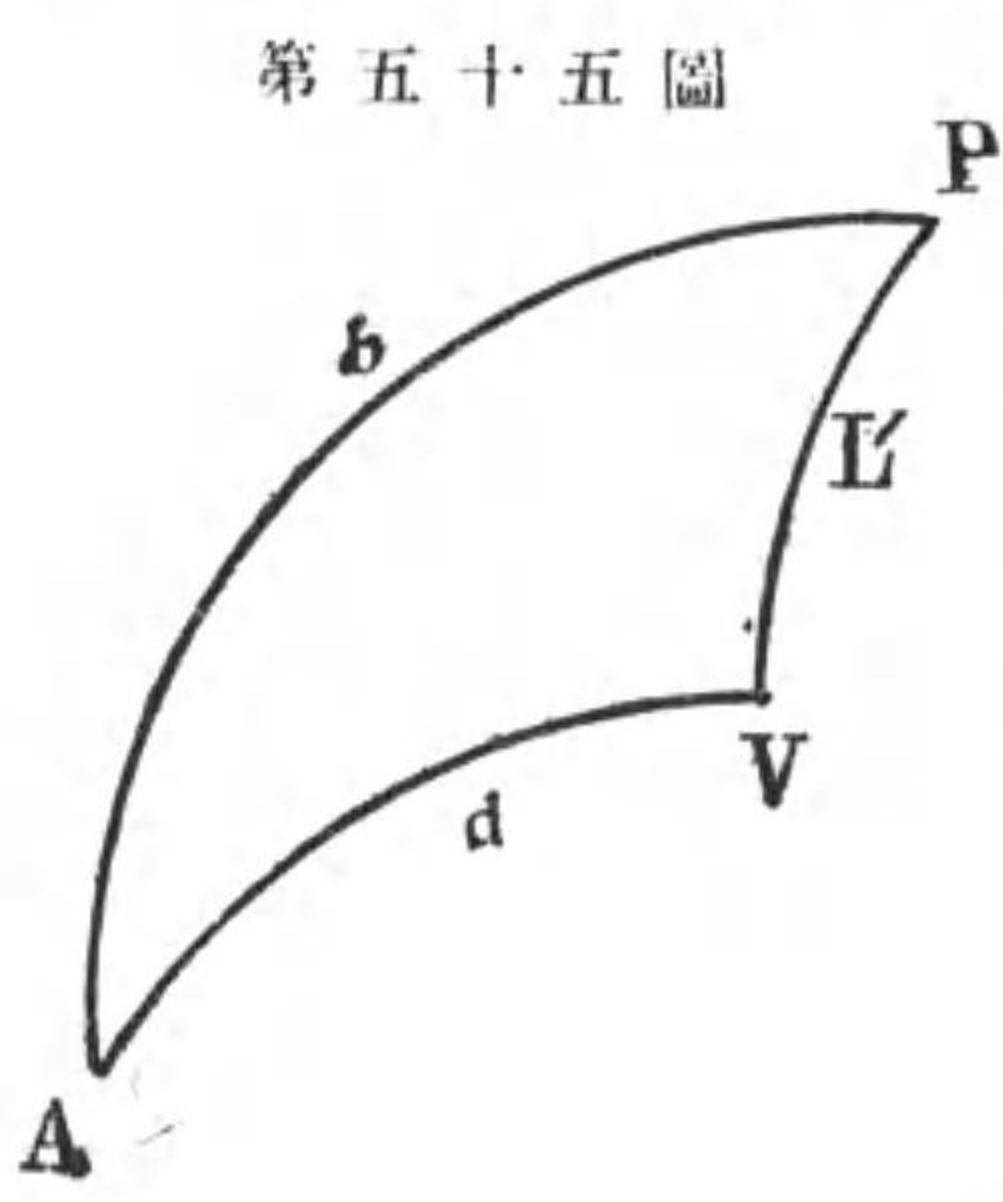
次ニ第五十四圖ニ於テ V U ヲ頂點ノ距等圈トシ、 V T ヲ距等圈 V U ニ、 V ニ於テ切スル切線、 V S ヲ頂點 V ノ子午線、 V P' ニ、 V ニ於テ切スル切線トセバ。 V U ハ距等圈ナルヲ以テ赤道ニ平行ナリ。故ニ S V T = 90° ナルコト明ナリ。



然ルニ V B ト V U トハ V ニ於テ切スルヲ以テ、 V T ハ V ニ於テ兩方ニ切スル切線ナラザル可カラズ。而テ S V T ハ P' V B ヲ示スヲ以テ P' V B = 90° ナリ。

故ニ頂點ハ兩地ヲ過ル大圈ト、之ニ垂直ナル子午線トノ交點ナリト云ヒ得ベシ。

【14】 頂點ノ位置ヲ求ムル公式ノ説明



第五十五圖 A ヲ起程地、 V ヲ頂點トセバ。球面三角形 P A V ハ V ニ於テ直角ナル球面直角三角形ナリ。故ニ納氏旋轉法 (Napier's Circular Parts) ニ依リ頂點緯度 L (90° - L') 及角 V P A 即チ頂點ヨリ起程地(又ハ着達地)ノ

變經ヲ求メ得ベシ。即チ

$$\begin{aligned} \sin L' &= \cos(90-b) \cos(90-A) \\ \therefore \cos L &= \sin b \sin A \\ \text{同様ニ} \quad \cos L &= \sin a \sin B \end{aligned} \quad \dots\dots (5)$$

$$\begin{aligned} \text{次ニ} \quad \sin(90-b) &= \tan(90-P) \tan(90-A) \\ \cos b &= \cot P \cot A \\ \therefore \cot P(\text{D. Long from V}) &= \cos b \tan A \\ \text{同様ニ} \quad \cot P(\text{D. Long from V}) &= \cos a \tan B \end{aligned} \quad \dots\dots (6)$$

【15】 算 則

- (A) 頂點緯度ヲ求ムル場合。
 - (1) 起程地ノ餘緯度ノ正弦ノ對數及起程針路ノ正弦ノ對數ヲ求ム。(或ハ着達地ノ餘緯度ノ正弦ノ對數及着達針路ノ正弦ノ對數ヲ求ム)
 - (2) 兩對數ノ和ヲ餘弦ノ對數トシテ、之ニ對スル角度ヲ求メ所要ノ緯度トナス。
- (B) 頂點ヨリノ變經ヲ求ムル場合。

起程地ノ餘緯度ノ餘弦ノ對數ト起程針路ノ正切ノ對數ノ和ヲ餘切ノ對數トシ、之レニ對スル角度ヲ求メ。頂點ヨリ起程經度ニ至ル變經トナス。(或ハ着達地ノ餘緯度ト着達針路ヲ使用セバ頂點ト着達經度トノ變經ヲ得ベシ)
- (C) 頂點經度ヲ求ムル場合。
 - (1) 頂點弧内ニ在ルトキ。

第十三章 大圈航法

頂點ヨリ起程地ノ變經ヲ、起程經度ニ加減シテ、着達經度ニ近カラムレバ所要ノ頂點經度ナリ。

(或ハ頂點ヨリ着達地ノ變經ヲ着達經度ニ加減シテ起程經度ニ近カラシムレバ所要ノ頂點經度ナリ)

(2) 頂點弧外ニ在ルトキ。

頂點ヨリ起程地ノ變經ヲ、起程經度ニ加減シテ、着達經度ヨリ遠カラシムレバ所要ノ頂點經度ナリ。(或ハ頂點ヨリ着達地ノ變經ヲ、着達經度ニ加減シテ起程經度ニ遠カラシメルトキハ所要ノ頂點經度ナリ)

例題 1. Port Otago ヨリ Callao ニ至ル大圈ノ頂點ノ位置ヲ求ム。

解 前節例題参照。

b	44° 13'	Sin.	9.843465	Cos.	9.855342
A	65° 44' 34"	Sin.	9.959857	Tan.	10.346140
		Cos.	9.803322	Cot.	10.201532
∴ Lat.	50° 31' 14" S				
∴ D. Long from V	32° 9' 33"		17		44
			3		12

Long. A	170°	45'	0"	E
	32°	9'	33"	E
	202	54	33"	E
	360			
Long. V	157	5	27	W

例題 2. Mauritius ヨリ Cape Negrais ニ至ル大圈ヲ頂點位者ヲ求ム。

解 前節例題 2 参照。

航海術

b	69° 51'	Sin.	9.972570	Cos.	9.537163
A	132° 21' 18"	Sin.	9.868635	Tan.	10.040155
		Cos.	9.841205	Cot.	9.577318
Lat. V	46° 4' 19" S				
Long from. V	69° 18' 4"				
		Long. A	57° 29' 0" E		
		D. Long.	69° 18' 4" W		
		Long. V	11° 49' 4" W		

例題 3. Newcastle ヲ發シ Panama ニ到ル大圈ノ頂點ノ位置ヲ求ム。

解 前節例題 3 参照。

b	51° 5' 0"	Sin.	9.924001	Cos.	9.735135
A	75° 7' 48"	Sin.	9.985207	Tan.	10.575905
		Cos.	9.909208	Cot.	10.311040
Lat. V	35° 46' 20" S				
D. Long From V	26° 2' 26"				
		Long. A	151° 49' 0" E		
		D. Long.	26° 2' 26" E		
		Long. v	177° 51' 26" E		

例題 4. Start Point ヲ發シ Barbadoes ニ至ル大圈ノ頂點ノ位置ヲ求ム。

解 前節例題 4 参照。

b	39° 47' 0"	Sin.	9.806103	Cos.	9.885627
A	110° 35' 10"	Sin.	9.971343	Tan.	10.425267
		Cos.	9.777446	Cot.	10.310903
Lat. V	53° 11' 59" N				
D. Long From V	26° 2' 51"				
		Long. A	3° 39' 00" W		
		D. Long.	26° 2' 51" E		
		Long. V	22° 23' 51" E		

第五節 針路ヲ變ズベキ各點ヲ算スル法

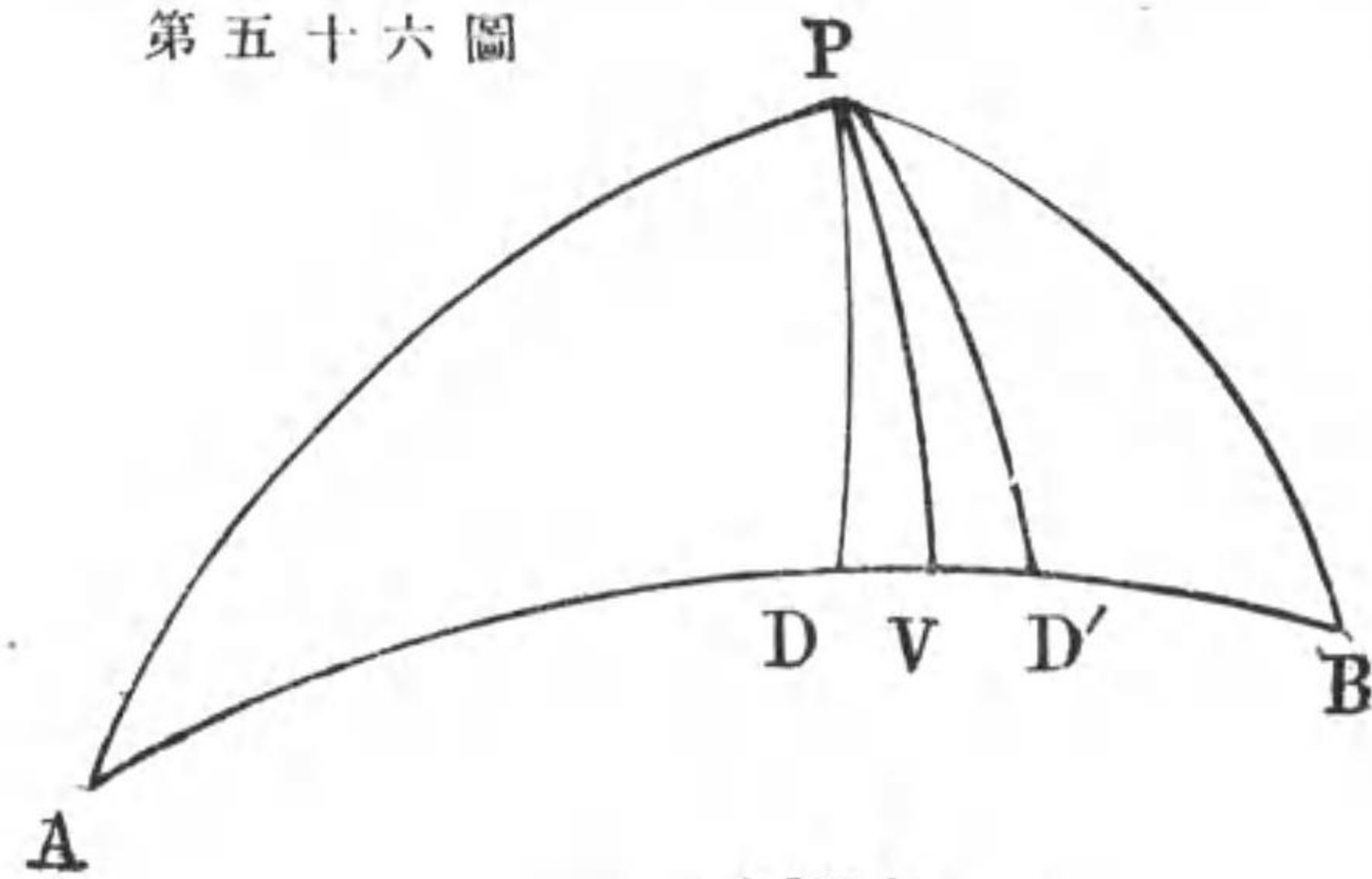
【16】公式ノ説明

大圈上ヲ航行スルニハ、行船上便宜ノタメ船ノ各一日乃至二日ノ航程ヲ基準トシテ全航程ヲ細分シ、其間ハ漸長緯度航法、或ハ中分緯度航法ニ依リ航スルヲ原則トス。此ノ分點ヲ求ムルニ當リ頂點子午線ハ兩地ヲ過ル大圈ノ弧ニ直交スルヲ以テ、球面直角三角形ヲ利用シテ其經緯度ヲ求ムルヲ簡易トス。

第五十六圖ニ於テAヲ起程地、Bヲ着達地、ABヲ兩地ヲ過ル大圈ノ弧、Vヲ頂點トシ。今D及D'ヲ頂點ヨリ經度五度ノ點トスレバPVD及PVD'ナル球面直角三角形ヲ得ベシ。

然ラバ兩三角形ニ於ケル頂角VPD = VPD' = 50°ニシテ、PVハ頂點ノ餘緯度ナリ。故ニ納氏ノ旋轉法ニヨリ

第五十六圖



P D 及
P D'
即チD
及D'ノ
緯度ヲ
求メ得
ベシ。

$$\sin(90 - D P V) = \tan(90 - P D) \tan P V$$

$$\therefore \cos D P V = \cot P D \tan P V$$

$$\cot P D = \cos D P V \cot P V$$

$$\therefore \tan \text{Lat } D = \cos D P V \tan \text{Lat } V \dots\dots\dots (7)$$

頂點ノ位置ガ弧内ニ在ル時ハ、頂點ヨリ兩側ニ經度ヲ等距度ニ分チ、之ヲ貫キテ子午線ヲ畫キ得タル直角三角形ハ各々相對スル三角形ト其頂角相等シキヲ以テ、一方ノ計算ヲ行ヒ、之ヲ他ニ併用シテ位置ヲ求ムル事ヲ得ベシ。

頂點ノ位置ガ弧外ニアルトキ、各點ヲ定ムルニハ、起程地ヨリ着達地ニ向ツテ經度ヲ等分スベシ。

【17】算則

(1) 頂點ト各點トノ間ノ變經(D P V)ノ餘弦ノ對數及頂點緯度ノ正切ノ對數ヲ求メ、相加ヘテ其和ヲ正切ノ對數トシ、之ニ對スル角度ヲ求メ所要ノ各點ノ緯度ヲトナス。

(2) 各點ノ緯度ヲ求ムルタメ使用セシ變經ヲ頂點經度ニ加減シ各點ノ經度ヲ求ム。

例題 1. Port Otago ヨリ Callao ニ至ル大圈ヲ航スルトキ針路ヲ變ズベキ各點ノ變經ヲ五度ト定ムレバ、各點ノ經緯如何。

解 前節例題 1 參照。

本題ニ於テハ頂點位置ハ着達地ヨリ遠キヲ以テ、頂點位置ト着達位置トノ間ノ變經五度毎ノ位置ヲ求メテ

第十三章 大 圓 航 法

頂點位置ト起程位置トノ間ノ各點ヲ之ヨリ探ルベシ。

Long at. V	157° 5' W	D. Long.	5°	Cos.	9.998344
D. Long.	5 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 8th.	152° 5' W	Lat.	50° 25' S	Tan.	10.082497
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	10°	Cos.	9.993351
D. Long.	10 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 9th.	147° 5' W	Lat.	50° 5' S	Tan.	10.077504
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	15°	Cos.	9.984944
D. Long.	15 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 10th.	142° 5' W	Lat.	49 32 S	Tan.	10.069097
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	20°	Cos.	9.972986
D. Long.	20 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 11th.	137° 5' W	Lat.	48 45' S	Tan.	10.057189
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	25°	Cos.	9.957276
D. Long.	25 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 12th.	132° 5' W	Lat.	47° 44' S	Tan.	10.041429
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	30°	Cos.	9.937531
D. Long.	30 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 13th.	127° 5' W	Lat.	46° 26' S	Tan.	10.021684
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	35°	Cos.	9.913364
D. Long.	35 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 14th.	122° 5' W	Lat.	44 50' S	Tan.	9.997517
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	40°	Cos.	9.884254
D. Long.	40 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 15th.	117° 5' W	Lat.	42° 55' S	Tan.	9.968407
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	45°	Cos.	9.849485
D. Long.	45 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 16th.	112° 5' W	Lat.	40° 38' S	Tan.	9.933638
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	50°	Cos.	9.808067
D. Long.	50 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 17th.	107° 5' W	Lat.	37° 58' S	Tan.	9.892220

航 海 術

Long at. V	157° 5' W	D. Long.	55°	Cos.	9.758591
D. Long.	55 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 19th.	102° 5' W	Lat.	34° 51' S	Tan.	9.842744
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	60°	Cos.	9.698970
D. Long.	60 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 19th.	97° 5' W	Lat.	31° 15' S	Tan.	9.783123
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	65°	Cos.	9.625948
D. Long.	65 0 E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 20th.	92° 5' W	Lat.	27° 9' S	Tan.	9.710101
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	70°	Cos.	9.534052
D. Long.	70° E	Lat. V	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 21st.	87 5' W	Lat.	22° 33' S	Tan.	9.618205
Long at. V	157° 5' W	D. Long.	75°	Cos.	9.412996
D. Long.	75° E	Lat. S	50° 31'	Tan.	10.084153
Long at. 22nd.	82 5' W	Lat.	17° 26' S	Tan.	9.497149

次ニ頂點ヨリ起程地ニ至ル五度毎ノ點ノ緯度ハ上記ノ如ク計算スル必要ナク、單ニ頂點經度ヨリ毎五度ニ對スル緯度ヲ探レバ可ナルモ、經度ハ之レヲ計算セザル可カラズ。

Long at. V	157° 5' W		
D. Long.	5 W		
Long at. 6th.	162° 5' W	Lat. at. 6th.	50° 25' S
Long at. V	157° 5' W		
D. Long.	10° W		
Long at. 5th.	167° 5' W	Lat. at. 5th.	50° 5' S
Long at. V	157° 5' W		
D. Long.	15 0 W		
Long at. 4th.	172 5' W	Lat. at. 4th.	49° 32' S
Long at. V	157° 5' W		
D. Long.	20 W		
Long at. 3rd.	177° 5' W	Lat. at. 3rd.	48° 45' S

第十三章 大圈航法

Long at. V 157° 5' W
 D. Long. 25 W
 182° 5' W
 360
 Long at. 2nd. 177° 55' E Lat. at. 2nd 47° 44' S

Long at. V 157° 5' W
 D. Long. 39 W
 187° 5' W
 360
 Long at. 1st. 172° 55' E Lat. at. 1st 46° 26' S

針路可變キ點	頂點ヨリ度	各點經度	各點緯度	漸長緯度航法	
				針路	航程
A	32° 10'	170 45' E	45° 47' S	0	
1	30 0	172 55	46 26	S 67 4 E	100.1
2	25 0	177 55 E	47 44	S 69 2 E	218.0
3	20 0	177 5 W	48 45	S 73° 8 E	210.2
4	15 0	172 5	49 32	S 76 30 E	201.3
5	10 0	167 5	50 5	S 80 21 E	196.9
6	5 0	162 5	50 25	S 84 6 E	194.6
V	0 0	157 5	50 31	S 88 17 E	200.3
8	5 0	152 5	50 25	N 88 17 E	200.3
9	10 0	147 5	50 5	N 84 6 E	194.6
10	15 0	142 5	49 32	N 80 21 E	196.9
11	20 0	137 5	48 45	N 76 30 E	201.3
12	25 0	132 5	47 44	N 73 8 E	210.2
13	30 0	127 5	46 26	N 69 2 E	218.0
14	35 0	122 5	44 50	N 65 37 E	232.5
15	40 0	117 5	42 55	N 62 5 E	245.0
16	45 0	112 5	40 38	N 58 37 E	263.0
17	50 0	107 5	37 58	N 55 31 E	282.6
18	55 0	102 5	34 51	N 52 17 E	305.7
19	60 0	97 5	31 15	N 49 25 E	332.0
20	65 0	92 5	27 9	N 46 58 E	360.5
21	70 0	87 5	22 33	N 44 43 E	388.4
22	75 0	82 5	17 26	N 42 43 E	417.8
B	79 51	77 14 W	12 4 S	N 41 19 E	428.7
					5799.0

航海術

大圈上ノ航程ハ 5764 哩 (第三節例題 1 参照) ニシテ, 上表ノ全航程ヨリ 35 哩小ナリ。今 Port Otago ヨリ Callao ニ漸長緯度航法ニテ航スルモノトセバ, 眞針路 N 70° 40' 28.76 E ニシテ全航程ハ 6113 哩ナリ, 故ニ上ニ表ノ航程ヨリ 314 哩大ナリ。

例題 2 Mauritius ヨリ Cape Negrais ニ至ル大圈

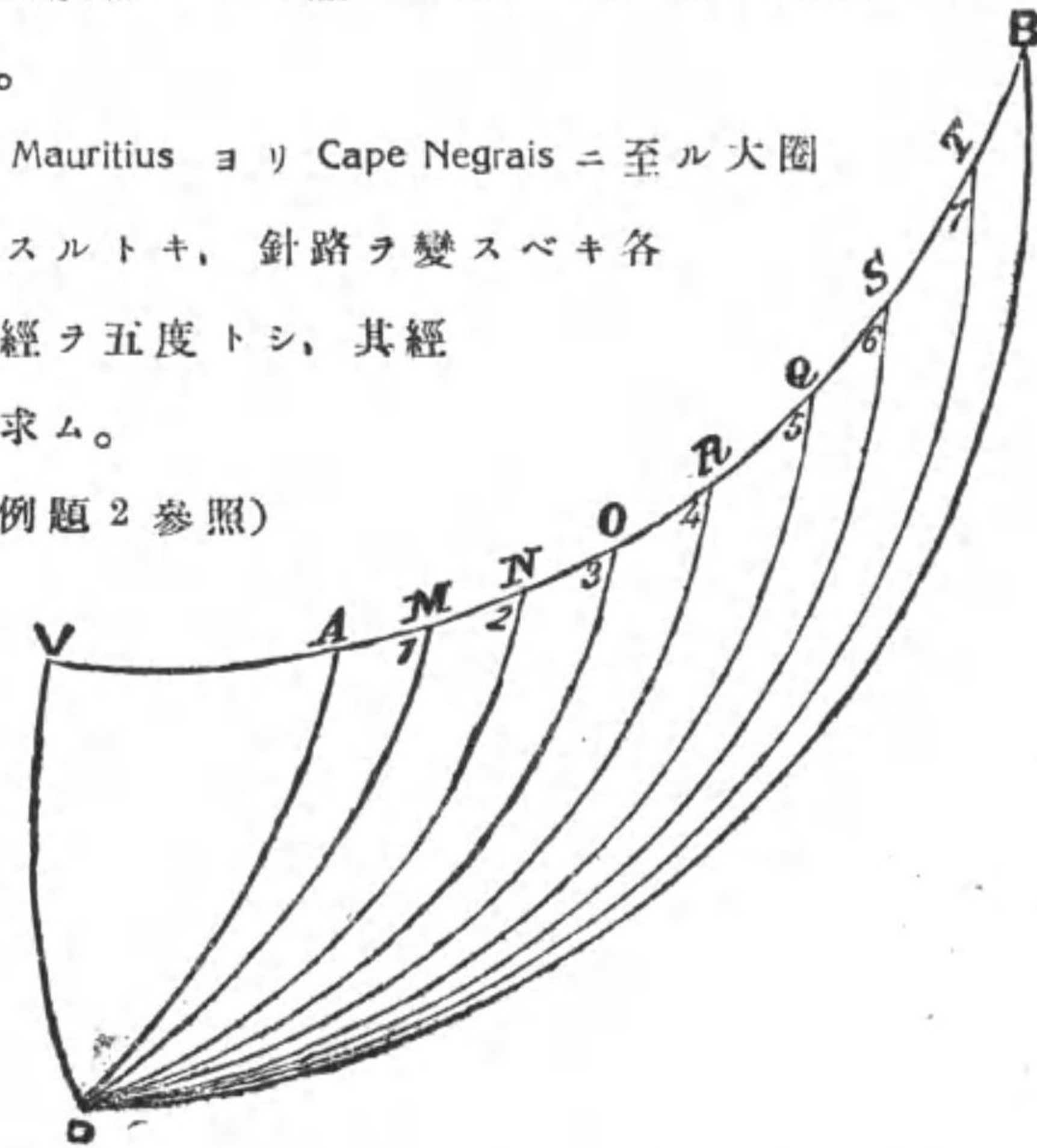
上ヲ航スルトキ, 針路ヲ變スベキ各

點ノ變經ヲ五度トシ, 其經

緯度ヲ求ム。

(前節例題 2 参照)

第五十七圖



解

Long. A 57° 29' 0'' E D. Long. from. V 74° 18' 4'' Cos. 9.482299
 D. Long. 5 0 0'' E Lat. 46° 4' 19'' Tan. 10.016254
 Long. M 62° 29' 0'' E Lat. M 15° 41' 24'' S Tan. 9.448553
 Long. X 11° 49' 4'' W
 D. Long. from. V 74° 18' 4''

Long. A 57° 29' 0'' E D. Long. from. V 79° 18' 4'' Cos. 9.268689
 D. Long. 10 0 0 E Lat. 46° 4' 19'' Tan. 10.016254
 Long. N 67° 29' 0'' E Lat. N 10° 54' 31'' S Tan. 9.284943
 Long. X 11° 49' 4'' W
 D. Long. from. V 79 18 4''

第十三章 大圈航法

Long. A	57° 29' 0'' E	D. Long from V	84° 18' 4''	Cos.	8.996952
D. Long.	15 0 0 E	Lat. V	46° 4' 19''	Tan.	10.016254
Long. D	72° 29' 0'' E	Lat. O	5° 53' 8'' S	Tan.	9.013206
Long. V	11° 49' 4'' W				
D. Long from V	84 18 4				
Long. A	57° 29' 0'' E	D. Long from V	88° 18' 4''	Cos.	8.086275
D. Long.	20 0 0 E	Lat. V	46° 4' 19''	Tan.	10.016254
Long. R	77° 29' 0'' E	Lat. R	0° 43' 32'' S	Tan.	8.102529
Long. V	11° 49' 4'' W				
D. Long from V	88 18 4				
Long. A	57° 29' 0'' E	D. Long from V	94° 18' 4''	Cos.	8.875050
D. Long.	25 0 0 E	Lat. V	46° 4' 19''	Tan.	10.016254
Long. Q	82° 29' 0'' E	Lat. Q	4° 27' 7'' N	Tan.	8.891304
Long. V	11 19 4 W				
D. Long from V	94° 18' 4''				
Long. A	57° 29' 0'' E	D. Long from V	99° 18' 4''	Cos.	9.208503
D. Long.	30 0 0 E	Lat. V	46° 4' 19''	Tan.	10.016254
Long. S	87° 29' 0'' E	Lat. S	9° 31' 29'' N	Tan.	9.224757
Long. V	11 19 4 W				
D. Long from V	99 18 4				
Long. A	57° 29' 0'' E	D. Long from V	104° 19' 4''	Cos.	9.392728
D. Long.	35 0 0 E	Lat. V	46° 4' 19''	Tan.	10.016254
Long. T	92° 29' 0'' E	Lat. T	14° 22' 58'' N	Tan.	9.408982
Long. V	11 49 4 W				
D. Long from V	104 18 4				

針變キ 路ブ チ可各	點ヨ經 頂リ 點ノ度		各 點ノ 度		各 緯 ノ 度		漸長緯度航法 ニ依リ求ム	
	針	路	針	路	針	路	針	航程
V	0°	0'	11°	49' W	46°	4' S		
A	69	18	57°	29' E	20	9 S	N 46° 48' E	391.5
1	74	18	62	29' E	15	41 S	N 45° 29' E	409.3
2	79	18	67	29' E	10	54 S	N 44 35' E	422.6
3	84	18	72	29' E	5	53 S	N 44 0' E	431.0
4	89	18	77	29' E	0	43 S	N 44 2' E	431.2
5	94	18	82	29' E	4	27 N	N 44 24' E	425.4
6	99	18	87	29' E	9	31 N	N 45 8' E	413.9
7	104	18	92	29' E	14	23 N	N 45 59' E	139.6
B	109	18	94	13' E	16	0 N		
大圈上ノ航程								3064.5
漸長緯度航法ノ航程								3065.1
								0.6

第六節 集成大圈航法

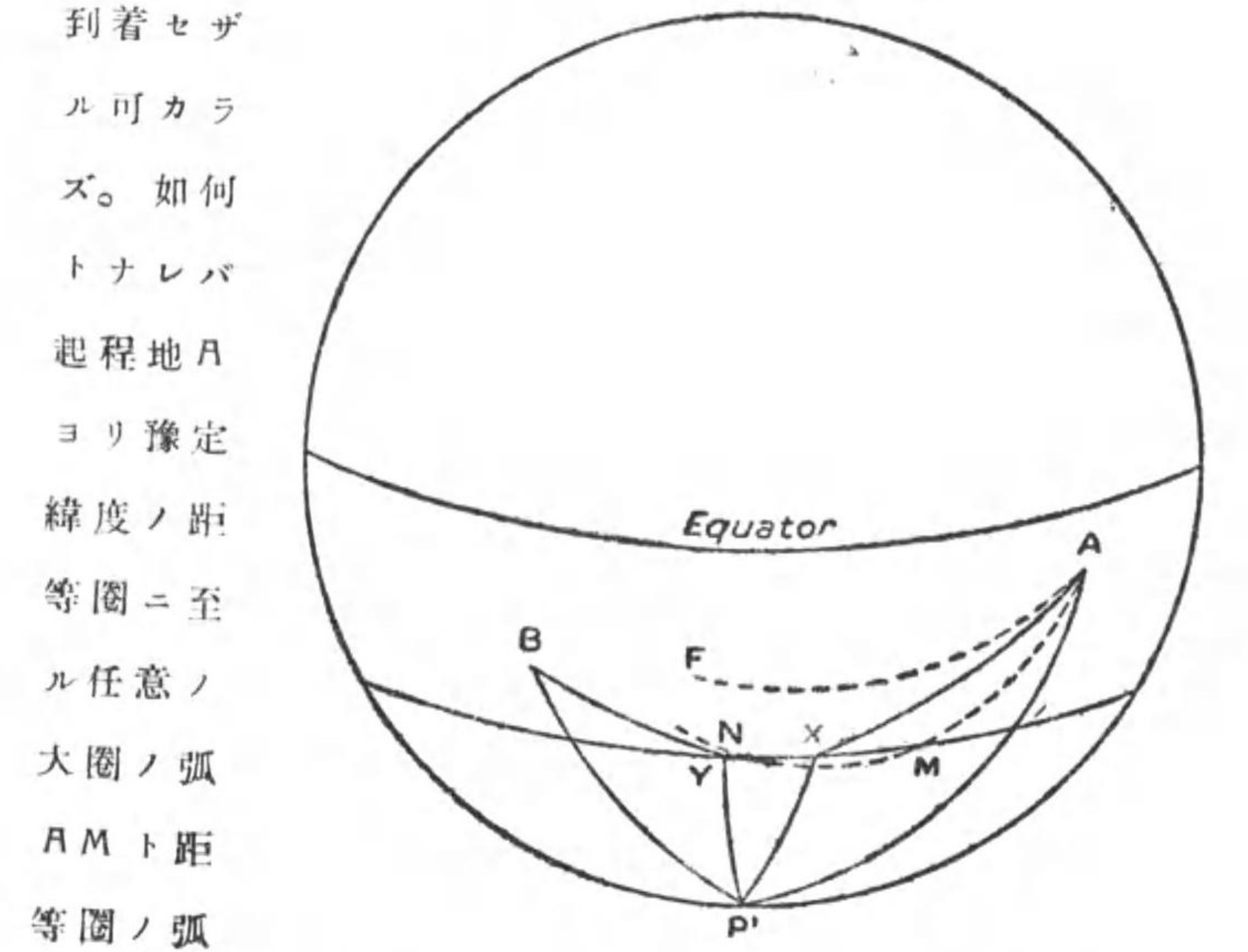
Composite Great Circle Sailing.

大圈航法ハ實際航行シ難キ高緯度ニ其頂點ノ存在スルコトアリ。或ハ風及海流等ノ爲航行甚ダ不利ナル地ヲ通過セザル可カラザルコトアリ。又陸地、島嶼等ガ針路ヲ遮ルコトアリテ、大圈上ヲ航行スルコト不可能ナルコトアリ。斯ノ如キ場合ニ於テ狀況ノ許ス限リ豫定ノ最高緯度ヲ選ビ、起程地ヲ過リ豫定ノ最高緯度ノ距等圈ニ接スル大圈上ヲ航シテ最高緯度ニ達シ。針路ヲ正東或ハ正西ニ變ジテ該距等圈上ヲ航シ。又着達地ヲ過リ該緯度ノ距等圈ニ接スル大圈ニ會スルニ到ラバ、更ニ此ノ大圈上ヲ航シテ目的地ニ到ル。此ノ航路ヲ**集成大圈航路**ト云ヒ。針路及航程等ヲ算出スル法ヲ**集成大圈航法**ト云フ。

【18】 集成大圈航路ノ解説

起程地ヲ過リ豫定ノ最高緯度ニ接スル大圈ノ弧。着達地ヲ過リ該高緯度ノ距等圈ニ接スル大圈ノ弧及該距等圈上兩切點間ノ弧ヲ選ビテ航行スル理由ハ、大圈航程ニ次テ航程小ナルヲ以テナリ。例バ南緯ニ在ルA地ヲ發シB地ニ航セントスル場合、南緯六十二度以南ハ流氷ノ爲航行甚ダ困難トセバ、大圈ニ次ギ短距離ヲ選ブニハ。第五十八圖ニ示ス如クA點ヲ過リ、南緯六十二度ノ距等圈ニ切スル大圈ノ弧AXヲ航シ。次ニ南緯六十二度ノ距等圈XYヲ

航シ。B 點ヲ過リ該距等圈ニ接スル大圏ノ弧 BY ヲ航シテ B 地ニ到着セザル可カラズ。如何トナレバ起程地 A ヨリ豫定緯度ノ距等圈ニ至ル任意ノ大圏ノ弧 AM ト距等圈ノ弧 MX トヨリ成ル航程ハ AX ヨリ大ナリ。又 N ヲ XY ノ間ニ在ル點トシ。A ト N ヲ過ル大圏ヲ畫ケバ其弧ハ N 點ニ達スル迄ニ南緯六十二度ノ距等圈ヲ過ルコトハナルベシ。



次ニ球面三角形 P' X A ニ於テ X ハ大圏ノ弧 AX ノ頂點ナルヲ以テ P' X A ハ X ニ於テ直角ナル球面直角三角形ナリ。従ツテ

$$\sin P' X = \cos (90 - P' A X) \cos (90 - P' A)$$

$$\sin P' X = \sin P' A X \cdot \sin P' A$$

而テ A 地點ハ一定點ナル故 P' A ハ一定ナリ。故ニ角

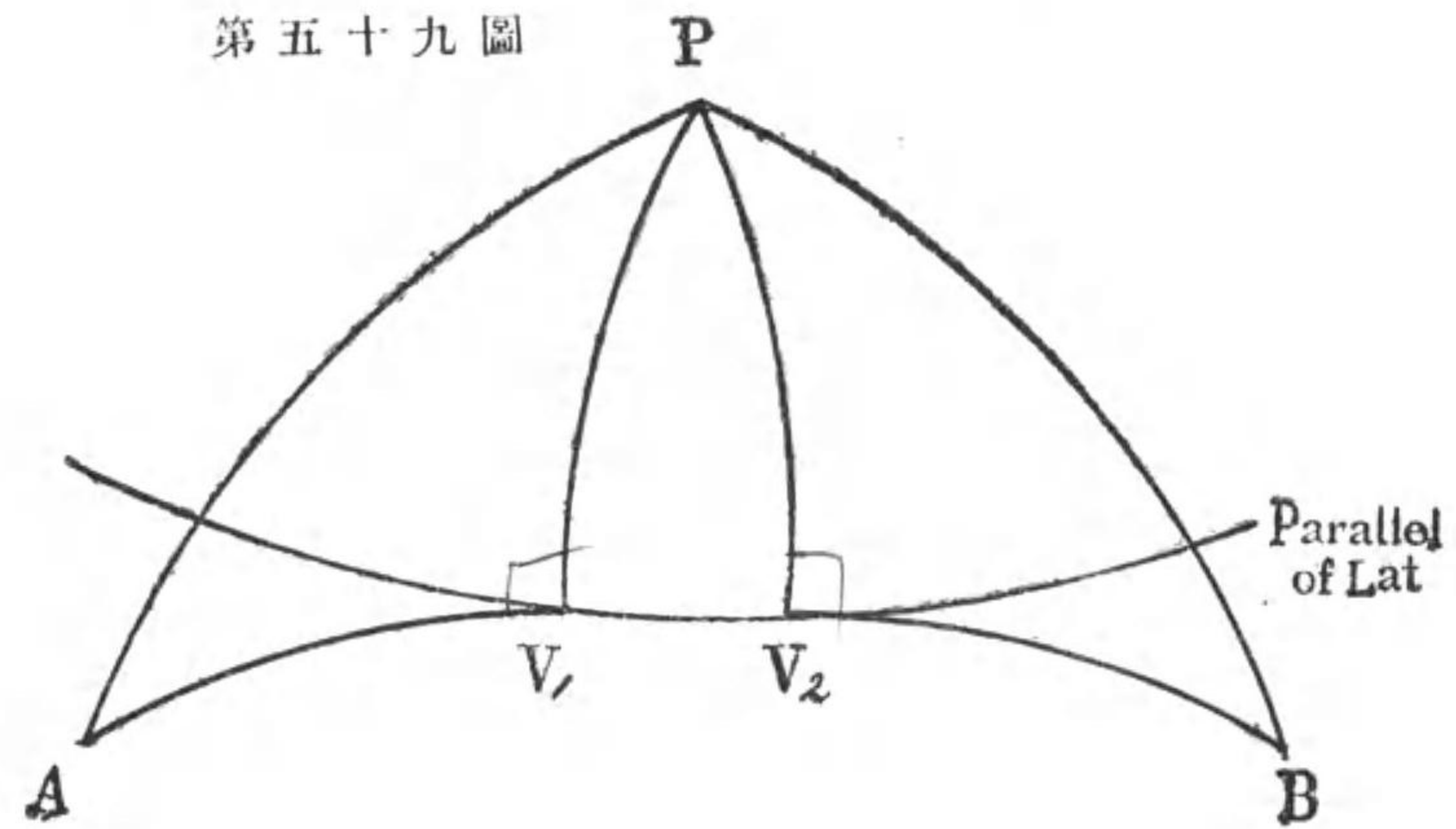
P' A X が大ニナレバ P' X ハ大トナル可シ。即 A ヲ過リ點線ニテ示セル新シキ大圏 AF ノ頂點緯度ハ、X ノ緯度或ハ N ノ緯度ヨリ小ニシテ、N ハ N A P' ガ X A P' ヨリ小ナル如キ大圏上ニ存在セザル可カラズ。故ニ A ト X Y 間ニ存在スル點トヲ過ル大圏ヲ、豫定ノ最高緯度タル南緯六十二度ノ距等圈ヲ通過セシメルニ非ズバ畫クコト不可能ナリ。

因テ集成大圏航路ノ航程ハ大圏ノ航程ニ次デ小ナリ。

【19】公式ノ説明

第五十九圖球面三角形 P A V₁ 及 P B V₂ ニ於テ A V₁ 及 B

第五十九圖



V₂ ヲ、豫定ノ最高緯度ノ距等圈ニ切スル大圏ノ弧トスレバ。角 P V₁ A 及角 P V₂ B ハ直角ナリ。従ツテ兩三角形ハ球面直角三角形ナリ。

(1) 起程針路及着達針路ヲ求ムル公式。

$$\frac{\sin A}{\sin P V_1} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin PA} \quad \sin A = \frac{\sin P V_1}{\sin PA} = \frac{\cos \text{Lat } V_1}{\cos \text{Lat } A}$$

$$\therefore \sin A = \cos \text{Lat } V_1 \sec \text{Lat } A \dots\dots\dots(8)$$

$$\text{同様} = \sin B = \cos \text{Lat } V_2 \sec \text{Lat } B \dots\dots\dots(9)$$

(2) 頂點ヨリ起程地及着達地ニ至ル變經ヲ求ムル公式。

$$\sin(90^\circ - A P V_1) = \tan P V_1 \tan(90^\circ - A P)$$

$$\cos(D. \text{Long from } V_1 \text{ To } A) = \cot \text{Lat } V_1 \tan \text{Lat } A \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{同様} = \cos(D. \text{Long from } V_2 \text{ To } B) = \cot \text{Lat } V_2 \tan \text{Lat } B \dots\dots\dots(11)$$

3) 航程ヲ求ムル公式。

$$\cos A P = \cos A V_1 \cos P V_1$$

$$\cos A V_1 = \cos A P \sec P V_1$$

$$\therefore \cos A V_1 = \sin \text{Lat } A \operatorname{cosec} \text{Lat } V_1 \dots\dots\dots(12)$$

$$\text{同様} = \cos B V_2 = \sin \text{Lat } B \operatorname{cosec} \text{Lat } V_2 \dots\dots\dots(13)$$

$$V_1 V_2 = D. \text{Long}(V_1 \text{ to } V_2) \cos \text{Lat } V \dots\dots\dots(14)$$

$$\text{故} = \text{Dist} = A V_1 + V_1 V_2 + B V_2 \quad \text{ナリ。}$$

D. Long ハ (10) 及 (11) 式ニ依リテ A 點及 B 點ニ至ル變經ヲ求メ、之レヲ各 A 及 B ノ經度ニ加減シテ V₁ 及 V₂ ノ經度ヲ求ムベシ。

【20】 算 則

(1) 起程針路及着達針路ヲ求ムル場合。

豫定最高緯度ノ餘弦ト起程緯度ノ正割トノ對數ノ和ヲ正弦ノ對數トシテ角度ヲ求ムレバ所要ノ起程針路ナリ。

豫定最高緯度ノ餘弦ト着達緯度ノ正割トノ對數ノ和ヲ

正弦ノ對數トシテ角度ヲ求ムレバ所要ノ着達針路ナリ。
針路ノ命名法ハ大圈航法ニ同ジ。

(2) 第一及第二ノ頂點經度ヲ求ムル場合。

豫定最高緯度ノ餘切、起程緯度ノ正切トノ對數ノ和ヲ餘弦ノ對數トシテ角度ヲ求メテ第一頂點ヨリ起程地ニ至ル變經トナシ、之レヲ起程經度ニ加減シテ第一頂點經度トナス。

豫定最高緯度ノ餘切、着達緯度ノ正切トノ對數ノ和ヲ餘弦ノ對數トシテ角度ヲ求メテ第二頂點ヨリ着達地ニ至ル變經トナシ、之レヲ着達經度ニ加減シテ第二頂點經度トナス。

(3) 航程ヲ求ムル場合。

起程緯度ノ正弦、豫定最高緯度ノ餘割ノ對數ノ和ヲ餘弦ノ對數トシテ角度ヲ求メ、起程地ヨリ第一頂點ニ至ル大圈上ノ航程トナス。

着達緯度ノ正弦、豫定最高緯度ノ餘割ノ對數ノ和ヲ餘弦ノ對數トシテ角度ヲ求メ、着達地ヨリ第二頂點ニ至ル大圈上ノ航程トナス。

第一頂點經度ト第二頂點經度トノ變經ト豫定最高緯度トヲ使用シテ距等圈航法ニ依リ、第一及第二頂點間ノ航程ヲ求ム。前記ノ三航程ノ和ヲ所要ノ航程トナス。

(4) 針路ヲ變ズベキ各點ノ經緯度ヲ求ムル場合。

前節大圈航法ニ於ケル全ク同一ナルヲ以テ省略ス。

例題 1. 北緯三十五度四十二分，東經百四十度五十二分
 ニ在ル大吠岬ヨリ北緯四十八度三十二分，西經百二十
 四度五十九分ニ在ル Juan de Fuca strait ニ至ラントシ最
 高緯度ヲ北緯五十度ニ限定シ，集成大圏航法ニ依レバ
 起程及着達針路竝ニ航程如何。又針路ヲ變ズベキ各點
 ノ變經ヲ每五度トセバ各點ノ經緯度如何。

解 起程針路ヲ求ム。 V_1 ノ經度ヲ求ム。 AV_1 航程ヲ求ム。
 Lat V_1 $50^\circ 0'$ Cos. 9.808067 Cot. 9.923813 Cosec. 10.115746
 Lat A $35^\circ 42'$ Sec. 10.090399 Tan. 9.856471 Sin. 9.766071
 Sin. 9.898466 Cos. 9.780284 Ccs. 9.881817

N $52^\circ 19' 42''$ E D. Long from V_1 to A

	$52^\circ 55' 6''$ E	A V_1
Long A	$140^\circ 52' 0''$ E	$40^\circ 22' 50''$
	$193^\circ 47' 6''$ E	
	<u>360</u>	<u>2422'.8</u>
Long V	<u>$166^\circ 12' 54''$ W</u>	

着達針路ヲ求ム。 V_2 ノ經度ヲ求ム。 BV_2 航程ヲ求ム。
 Lat V_1 $50^\circ 0'$ Cos. 9.808067 Cot. 9.923813 Cosec. 10.115746
 Lat B. $48^\circ 32'$ Sec. 10.179021 Tan. 10.053701 Sin. 9.874679
 Cos. 9.987088 Cos. 9.977514 Cos. 9.990425

S $76^\circ 5' 50''$ E D. Long from V_2 to B

	$18^\circ 16' 43''$ W	B V_2
Long B	$124^\circ 59' 0''$ W	$11^\circ 59' 13''$
	<u>$143^\circ 15' 43''$ W</u>	<u>719'.2</u>

距等圏ノ弧 $V_1 V_2$ ノ航程ヲ求ム。

Long V_1	$166^\circ 12' 54''$ W	D. Long.	$1377'.2$	Log.	3.138997
Long V_2	$143^\circ 15' 43''$ W	Lat.	50°	Cos.	9.808067
D. Long.	$22^\circ 57' 11''$ E	$V_1 V_2$	<u>885'.2</u>	Log.	2.947064

or 1377'.2

全航程

2422'.8
885.2
719.2
<u>4007.2</u>

針路ヲ變ズ可キ各點ヲ求ム。

Long. V_1	$166^\circ 13' W$	D. Long.	$5^\circ 0'$	Cos.	9.998344
D. Long.	$5^\circ 0' W$	Lat. V_1	$50^\circ 0'$	Tan.	10.076187
Long. 10th.	<u>$171^\circ 13' W$</u>	Lat.	<u>$49^\circ 53' N$</u>	Tan.	10.074531

Long. V_1	$166^\circ 13' W$	D. Long.	$10^\circ 0'$	Cos.	9.993351
D. Long.	$10^\circ 0' W$	Lat. V_1	$50^\circ 0'$	Tan.	10.076187
Long. 6th.	<u>$176^\circ 13' W$</u>	Lat.	<u>$49^\circ 34' N$</u>	Tan.	10.069538

Long. V_1	$166^\circ 13' W$	D. Long.	$15^\circ 0'$	Cos.	9.984944
D. Long.	$15^\circ 0' W$	Lat. V_1	$50^\circ 0'$	Tan.	10.076187
	$181^\circ 13' W$	Lat.	<u>$49^\circ 1' N$</u>	Tan.	10.061131
	<u>360</u>				

Long. 8th. $178^\circ 47' E$

Long. V_1	$166^\circ 13' W$	D. Long.	$20^\circ 0'$	Cos.	9.972986
D. Long.	$20^\circ 0' W$	Lat. V_1	$50^\circ 0'$	Tan.	10.076187
	$186^\circ 13' W$	Lat.	<u>$48^\circ 14' N$</u>	Tan.	10.049173
	<u>360</u>				

Long 7th. $173^\circ 47' E$

Long. V_1	$166^\circ 13' W$	D. Long.	$25^\circ 0'$	Cos.	9.957276
D. Long.	$25^\circ 0' W$	Lat. V_1	$50^\circ 0'$	Tan.	10.076187
	$191^\circ 13' W$	Lat.	<u>$47^\circ 12' N$</u>	Tan.	10.038463
	<u>360</u>				

Long. 6th. $168^\circ 47' E$

Long. V_1	$166^\circ 13' W$	D. Long.	$30^\circ 0'$	Cos.	9.937531
D. Long.	$30^\circ 0' W$	Lat. V_1	$50^\circ 0'$	Tan.	10.076187
	$196^\circ 13' W$	Lat.	<u>$45^\circ 54' N$</u>	Tan.	10.013718
	<u>360</u>				

Long. 5th. $163^\circ 47' E$

Long. V_1	$166^\circ 13' W$	D. Long.	$35^\circ 0'$	Cos.	9.913364
D. Long.	$35^\circ 0' W$	Lat. V_1	$50^\circ 0'$	Tan.	10.076186
	$201^\circ 13' W$	Lat.	<u>$44^\circ 19' N$</u>	Tan.	9.989551
	<u>360</u>				

Long. 4th. $158^\circ 47' E$

第十三章 大 圈 航 法

Long. V₁ 166° 13' W D. Long. 40° 0' Cos. 9.884254
 D. Long. 40 0 W Lat. V₁ 50° 0' Tan. 10.076187
206° 13' W Lat. 42° 24' N Tan. 9.960441
 360
 Long. 3rd. 153 47 E

Long. V₁ 166° 1' W D. Long. 45° 0' Cos. 9.849485
 D. Long. 45° 0' W Lat. V₁ 50° 0' Tan. 10.076187
 Long. 2nd. 211 13 W Lat. 40° 7' N Tan. 9.925672
 360
148 47 E

Long. V₁ 166° 13' W D. Long. 50° 0' Cos. 9.808067
 D. Long. 50° 0' W Lat. V₁ 50° 0' Tan. 10.076187
216 13 W Lat. 37° 27' N Tan. 9.884254
 360 0
 Long. 1st. 143 47 E

針路 ノ 各 點 ヲ 變 キ 點	頂 點 ヨ リ	ノ 經 度	各 點 經 度	各 點 緯 度	漸長緯度航法 ニ依リテ求ム		
					針	路	航程
A	52°	55'	140° 52' E	53° 42' N			
1	50°	0'	143° 47'	37° 27'	N 35°	14' E	175.4
2	45°	0'	148 47	40 7	N 55°	37 E	283.3
3	40°	0'	153 47	42 24	N 58°	43 E	263.8
4	35°	0'	158 47	44 19	N 62°	12 E	246.6
5	30°	0'	163 47	45 54	N 65°	50 E	232.0
6	25°	0'	168 47	47 12	N 69°	17 E	220.6
7	20°	0'	173 47	48 14	N 72°	55 E	211.1
8	15°	0'	178 47 E	49 1	N 74°	40 E	203.8
9	10°	0'	176 13 W	49 34	N 80°	26 E	198.4
10	5°	0'	171 13	49 53	N 84°	24 E	194.8
11	0°	0'	166 13	50° 0' N	N 87°	55 E	193.3
距等圈航法..... E							885.2
12	0°	0'	143° 16'	50° 0' N			
13	5°	0'	138 16	49 53	S 87°	55 E	193.3
14	10°	0'	133 16	49 34	S 84°	24 E	194.8
15	15°	0'	128 16	49 1	S 80°	26 E	198.4
B	18°	18'	124 59 W	48 32	S 77°	24 E	133.0

航 海 術

例題 2. 南緯四十五度五十九分, 東經百七十度四十分ノ
 地ヨリ南緯四十九度七分, 西經七十五度三十四分ニ至
 ル最高緯度南緯五十五度トシテ集成大圈航法ヲ行ヘバ
 其起程及着達針路竝ニ航程如何。

解 起程針路ヲ求ム。 V₁ノ經緯ヲ求ム。 AトV₁トノ航程ヲ求ム。
 Lat. V₁ 55° 0' Cos. 9.758591 Cot. 9.845227 Cosec. 10.086636
 Lat. A 45° 59' Sec. 10.158098 Tan. 10.014910 Sin. 9.856812
 Sin. 9.916689 Cos. 9.860137 Cos. 9.943448
 D. Long. 43° 33' 35" E 28° 36' 34"
 Long. A 170° 40 0 E
S 55° 38' 2" E 214° 13' 33" E or 1716.5
 360
 Long V₂ 145° 46 27" W

着達針路ヲ求ム。 V₂ノ緯度ヲ求ム。 BトV₂トノ航程ヲ求ム。
 Lat V₂ 55 0' Cos. 9.758591 Cot. 9.845227 Cosec. 10.086636
 Lat B 49° 7' Sec. 10.184077 Tan. 10.062624 Sin. 9.878547
 Sin. 9.942668 Cos. 9.907851 Cos. 9.965183
N 61° 12' 11" E D. Long. 36° 1' 0" W 22° 38' 15"
 Long. B 75° 34 0 W
 Long. V₂ 111° 35 0 W or 1858.2

頂點間ノ航程ヲ求ム。
 Long. V₁ 145° 46' 27" W D. Long. 2051.5 log. 3.312072
 Long. V₂ 111° 35' 0 W Lat. 55° Cos. 9.758591
34° 11' 27" E Dist. 1176.7 3.070663
 60
 2040
 11.5 全航程ヲ求ム。
 D. Long. 2051.5 1716.6
 1176.7
 1858.2
 4251.5

問 題

(1) 北緯四十九度五十七分,西經五度十二分 = 在ル Lizard
ヨリ北緯十三度三分, 西經五十九度三十七分 = 在ル
Barbados = 至ル大圈上ノ航程, 起程及着達針路竝 = 頂點
位置ヲ求ム。又針路ヲ變ズベキ各點中頂點ヨリ變經五度
ノ點ノ位置ヲ算スベシ。

(2) 北緯四十度, 東經百六十度ノ地ヨリ北緯五十六度二
十八分, 西經百四十度ノ地 = 至ル大圈上ノ航程, 起程及
着達針路竝 = 頂點位置如何。

(3) 下記ノ兩地間ノ航程ハ大圈航法 = 依ルト, 他ノ航法 =
依ルト, 幾何ノ差アルヤ。

甲 地 南緯五十三度十八分, 東經百六十度十三分。

乙 地 南緯五十三度十八分, 西經百七十度十六分。

(4) 最高緯度ヲ南緯四十度トシ, 南緯二十度, 西經四十度
ノ地ヨリ南緯十度, 東經百十八度三十分ノ地 = 至ル, 集成
大圈距離及起程着達針路如何。

答

(1) 起程針路 S 69° 58' 59'' W 航程 3448.9 浬

着達針路 S 88° 21' 39'' W

頂點緯度 52° 48' N 頂點經度 20° 15' E

針路ヲ變ズベキ各點ノ位置。

1 { 緯度 48° 42' N
經度 10° 0' W

2 { 緯度 45° 9½' N
經度 20° 0' W

航 海 術

3 { 緯度 40° 7' N
經度 30° 0' W

4 { 緯度 33° 10½' N
經度 40° 0' W

5 { 緯度 24° 0' N
經度 50° 0' W

(2) 起程針路 N 46° 3' 43'' E
着達針路 S 86° 54' 35'' E

頂點 { 緯度 56° 31' 18'' N
經度 143° 42' 21'' W

航程 2498 浬

(3) 大圈航法 = 依ル航程 1058.39 浬 差
距等圈航法 = 依ル航程 1050.53 浬 8.9 浬

(4) 起程針路	S 54° 36' 28'' E	航程
着達針路	N 51° 3' 55'' E	3471.2
第一頂點度	24° 17' 36'' E	4459.6
第二頂點度	40° 31' 50'' E	750.9 +
		8681.7 浬

第十四章 海 圖

Chart and Plan.

海圖ハ航海上必要ナル圖ノ一般名稱ニシテ、其精粗圖法用途等ニ因リ種類多シ。然レトモ之レヲ大別スレバ、航海用海圖及ビ雜圖ノ二種トス。

航海用海圖ハ、海洋沿岸港灣島嶼ノ深淺形狀等ヲ明示シテ航海碇泊ノ直接指導トナス可キモノニシテ、其圖法用途等ニ因リ諸種ニ區別ス。

雜圖ハ航海用海圖以外ノ海圖ニシテ、行船航海ノ參考トナシ、又圖誌ノ視閱索引等ノ便ニ供スルモノヲ云フ。世界全圖、磁針偏差圖、水路圖誌、索引圖、海圖式ノ如キモノナリ。

雜用海圖ハ航海用海圖ヲ薄紙ニ印刷セルモノニシテ、航海用海圖ト同一原版ニ依リ印刷セルモノ紙質伸縮多ク且ツ印刷後ノ改補ヲ施サザルモノナレバ、航海用ノ目的ニ使用スルコト能ハズ、單ニ港灣改修、水産事業其他一般參考用ニ供シ携帯ノ使用ヲ旨トシテ作ラレタルモノナリ。

要スルニ海圖ハ海岸島嶼ノ形狀及海面ノ部分ヲ平面ニテ表ハシタルモノニシテ、元來橢圓體ヲ爲セル地球面ヲ完全ニ平面上ニ圖示スルコト不可能ニシテ、如何ナル圖法ニ依ルモ多少歪ヲ生ズベキハ勿論ナリ。故ニ其使用目

的ニ應ジ成ルベク原體ニ類似シ、圖上ノ各物體ハ其眞物ト同關係ヲ具有スル如ク描寫セラレタルモノナリ。而テ海圖ノ圖法 (Projection) ニ依リ分類スルトキハ下記ノ四種アリ。平面圖 Plan 漸長圖 (Mercator's chart) 投影圖 (Gnomonic chart) 多圓錐圖 (Polyconic chart) 是レナリ。

第一節 海 圖 ノ 尺 度

海圖ヲ調製センニハ、先ヅ地球ヲ相似ノ體ニ縮少シ、之レヲ圖法ニ據リ一平面上ニ描出スルモノニシテ、此ノ縮少ノ比例ヲ海圖ノ尺度ト稱ス。此ノ比例ハ地上二點間ノ實距離ト圖上之レニ相應セル二點間ノ距離ノ比ニ等シキモノナリ。

凡ソ海圖ノ尺度ハ測量スベキ地方ノ狀況ニ應シ定ムルモノナリ。即チ海岸ノ形狀直線ヲナシテ屈曲少ク其附近人煙稀薄ニシテ、交通ノ船舶亦多カラザルガ如キ場所ニ於テハ、小尺度ヲ用ヒ。之レニ反シ港灣ニ富ミ人口多クシテ出入ノ船舶頻繁ナル地方ニ在テハ大ナル尺度ヲ用フルモノナリ。而テ海岸圖ニハ一哩三糎七一以下。港泊圖ハ一哩三糎七〇以上ニ調製スルヲ例トス。

始メヨリ海圖ノ尺度ヲ定メズ測量シタル海圖ニ於テハ其尺度ハ計算シタル最長ノ距離ヨリ得ベシ。即チ圖上測リタル二點間ノ距離ノ糎數ヲ右計算シタル最長ノ距離ニテ除シ、以テ眞正ノ尺度トナスベシ。

海圖上ニ代表セル地球一部ノ直線上ノ長サト、其實物ノ長サトノ比例ヲ **實形尺度** Natural Scale ト稱ス。實形尺度トハ海圖上ノ一漚ニ相當スル漚數ヲ、其ノ緯度ニ於ケル一漚ノ漚數ニテ除シタル物ニシテ、其ノ形式ハ分子 Numerator ヲトセル分數 Fraction ニテ表ハシ、海圖上實形何分ノ一ト記載セラル。例ヘバ北緯三十五度ニ於テ一漚ヲ四漚五七トシタル海圖ノ實形尺度ヲ求ムレバ下記ノ如シ。北緯三十五度ニ於ケル一漚ノ長サ (米) ハ

$$1852.2 - 9.5 \cos 10^\circ = 1852.2 - 9.5 \times 0.94202$$

$$= 1848.95 \text{ 米} = 184895 \text{ 漚}$$

$$\text{故ニ 實形尺度} = \frac{4.57}{184895} = \frac{1}{40458} \text{ ナリ。}$$

此ノ實形尺度ハ度盛ヲ爲サザル圖上ニハ必ズ之レヲ掲グベキモノトス。

以上説明セル實形尺度ハ、平面圖ニ使用スルモノニシテ、一層了解シ易クスルタメ緯度一分ノ平均ノ長サ 1853.2 米ヲ使用シテ例ヲ示ス。

實形尺度 $\frac{1}{185320}$ ハ一漚ガ 185320 漚。即チ地球上ニ於ケル一漚ニ當ルヲ示ス。

實形尺度 $\frac{1}{370640}$ ハ 370640 漚 = 2 漚ナルヲ以テ、一漚ガ地球上ニ於ケル二漚ニ當ルヲ示ス。

實形尺度 $\frac{1}{495960}$ ハ 495960 漚 = 3 漚ナルヲ以テ、一漚ガ地球上ニ於ケル三漚ニ當ルヲ示ス。

實形尺度 $\frac{1}{37064}$ ハ 37064 漚 = 1 漚ナルヲ以テ、五漚ガ地球ニ於ケル一漚ニ當ルヲ示ス。

故ニ分母 Denominator ガ大ニナレバ、海圖ノ尺度ハ小ニシテ、分母ガ小ニナレバ海圖ノ尺度ハ大ナリ。

海圖上一漚ニ相當スル漚數ヲ知り、實形尺度ヲ求ムルニハ、一漚ヲ漚ニ改メ、之レヲ一漚ノ尺度タル漚數ニテ除セシ其商ヲ實形尺度トス。

例 一漚ヲ四漚ニテ示セバ其海圖ノ實形尺度如何。

$$185320 \div 4 = 46330$$

$$\text{實形尺度} = \frac{1}{46330}$$

反對ニ實形尺度ヲ知りテ一漚ノ尺度トスベキ漚數ヲ求ムルニハ、一漚ヲ漚ニ改メタルモノヲ實形尺度ヲ以テ除シテ算出スルコトヲ得ベシ

例 實形尺度 $= \frac{1}{46330}$ ナレバ 1 漚ノ尺度ハ何漚トセバ可ナルヤ。

$$185320 \div 46330 = 4 \text{ 漚}$$

漸長圖實形尺度 漸長緯度ハ赤道ノ弧一分ノ長サヲ基本トセルヲ以テ、(漸長緯度ノ原理参照) 地理哩 1855.3 米ヲ使用シテ實行尺度ヲ求メザル可カラズ。故ニ一漚ヲ一漚トセバ、其漸長圖ノ實形尺度ハ $\frac{1}{185530}$ ナリ。

例 漸長圖ニ於テ一度ヲ六漚ニテ示セバ、其ノ實形尺度如何。

$$\frac{6}{60 \times 185530} = \frac{1}{1855300}$$

第二節 平面圖

【1】平面圖 Plan.

港灣海峽及島嶼等地球表面ノ極小部分ヲ假ニ平面ト看做シテ描畫シタルモノニシテ、其圖ノ中分緯度ヲ基礎トシテ作製ス。港泊圖及分圖ハ之レニ屬シ實形尺度五萬分ノ一以上ニシテ、緯度一分ヲ三糎七〇以上トナス。

眞子午線ハ海圖構成上極メテ重要ノモノニシテ、地物ノ方位及圖ノ野割等ハ皆之ヲ基礎トナスモノナリ。然ルニ普通三角測量ニ依リテ成レル平面圖ノ眞子午線ハ聚合差アル爲メ各平行セザルヲ原測トス。

此聚合差ハ經差多キ程大ニ、緯度高キ程多クナルヲ以テ、平面圖ノ面積東西ニ廣キモノハ子午線全ク平行セズシテ幾分ノ差違ヲ生ズルコトアルガ故ニ、圖ノ中央部ニ實測點アラザルトキハ、製圖上實測子午線ヨリ推算シテ中央地點ニ縱橫線ヲ引キ、以テ經緯度推算ニ便ニセザルベカラズ。要スルニ平面圖ノ經度ハ圖ノ中央部ニ於ケル眞子午線ニ據ルモノナリ。

【2】平面圖作成法

圖面ノ大小ニ應ジ緯度一分ノ尺度ヲ糎ニテ適宜定メ、次ニ圖載スベキ區域ノ最北及最南ノ緯度ノ中分緯度（平均緯度）ヲ求メ其中分緯度ノ餘弦ニ前記緯度一分ノ尺度ヲ乘シタルモノヲ以テ經度一分ノ尺度トナス。即チ

$$\text{經度一分尺度} = \text{緯度一分尺度} \times \text{Cos Mid, Lat.}$$

以上ノ如クニシテ經度及緯度ノ尺度ヲ決定シテ紙面ニ該區域ヲ圖載ス。

而テ平面圖ニ於ケル經度一分ノ尺度ハ圖載區域ノ平均中分緯度ニ於ケル東西距ノ經度一分ニ對スル尺度ナルコトヲ、上式ヨリ容易ニ了解シ得ベシ。

例 北緯三十五度十五分ヨリ三十五度二十分迄ノ平面ヲ製スルニ當リ、緯度一分ノ尺度ヲ五糎トスレバ經度一分ノ尺度如何。

平均緯度ヲ求ム。

Lat. 35° 10' N	5 cms.	Log. 0.698970
Lat. 35° 20' N	35° 15'	L. Cos. 9.912031
	2) 70 30'	0.611001
Mid Lat. 35 15'		∴ Long. 1' = 4.083 糎

第二節 漸 長 圖

Mercator's chart.

第十章第一節ニ於テ説明スル如ク漸長圖ハ漸長理法ニ基キタルモノニシテ、子午線間距等圈ノ弧ヲ赤道上ニ於ケルモノト等長ト爲シ、各子午線ヲ平行セシメ、又距等圈弧ノ伸長ト同一比例ヲ以テ緯度ヲ漸長シタルモノナリ。而テ航程線ハ各子午線ト同一ノ角度ニ交ルガ故ニ、距離ノ遠近ニ拘ハラズ直線ヲ以テ針路ヲ表ハスコトヲ得ルヲ以テ使用上極メテ便利ナリ。然レドモ此圖法ニ據ルモノハ極地又ハ高緯度ノ地ニ於テハ適當ナラズ。因テ本圖法

ノ適用範圍ハ國ニ依リテ異ナルモ、緯度六十度乃至七十度ヲ限度トス。

【3】 漸長圖作成法

北緯ノ圖ヲ製スルニハ用紙ノ下端、南緯ノ圖ヲ製スルニハ用紙ノ上端又赤道ノ南北ニ跨ル圖ヲ製スルニハ中部適宜ノ所ニ横線ヲ引キ。定ラレタル經度一度ノ尺度ヲ以テ等分シ、此等分點ニ於テ横線ニ垂直線ヲ引ケバ圖載區域ノ子午線ヲ得ベシ。次ニ每一度ノ漸長緯度ノ差(Mer D. Lat)ニ經度一度ノ尺度ヲ乘シ六十ニテ除セバ、緯度一度ノ尺度ヲ得ルヲ以テ、之レニ依リ前記圖載區域兩側ノ子午線ニ緯度尺ヲ記シ横線ヲ引ケハ所要ノ漸長圖ヲ得ベシ。而テ各一度間ヲ六等分シ、更ニ十等分セバ一分ヲ得ベシ。

コレ漸長緯度ハ經度一分ヲ基本トシテ定メラレタルヲ以テ、經度一度ノ尺度ヲ決定セバ緯度一度ノ尺度ヲ決定シ得ルヲ以テナリ。即チ

$$(經度一度) 60' : Mer, D. Lat (一度ニ對スル) [= a : x$$

X……緯度一度ノ尺度 a……經度一度ノ糶數。

$$X = \frac{Mer. D. Lat \times a}{60} \text{ 糶}$$

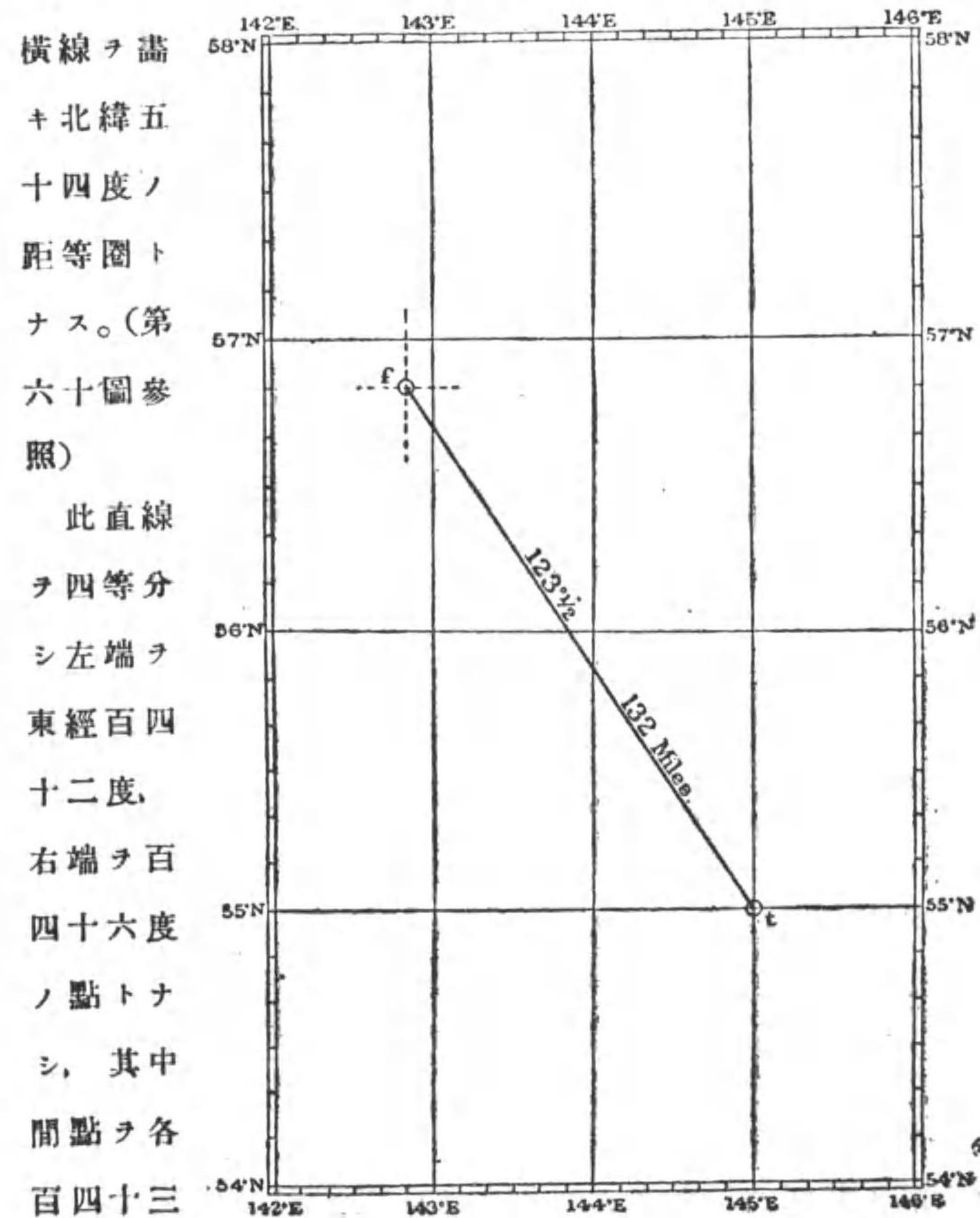
更ニ精密ナル漸長圖ヲ作成セントセバ、緯度三十分或ハ十五分毎ニ緯度尺ヲ定ムレバ可ナリ。

例 東經百四十二度ヨリ百四十六度、北緯五十四度ヨ

リ五十八度ニ至ル漸長圖ヲ經度一度ヲ二糶五四トシテ作成セヨ。

海圖ノ兩端ノ子午線ノ經度ノ差ハ四度ニシテ、且海圖ノ尺度ハ經度一度ガ二糶五四ナルヲ以テ、紙ノ下部ニ十糶一六ノ

第 六 十 圖



横線ヲ畫キ北緯五十四度ノ距等圈トナス。(第六十圖參照)

此直線ヲ四等分シ左端ヲ東經百四十二度、右端ヲ百四十六度ノ點トナシ、其中間點ヲ各百四十三

度。百四十四度。百四十五度トナス。最端ノ兩點及中間ノ三點ヲ過リ垂直線ヲ引クトキハ各子午線ヲ得ベシ。

而テ各緯度ノ距等圈間ノ距離ハ、次ノ如クニシテ算出ス。

緯 度 Lat.	漸長緯度 Mer. Part.	漸長變緯 Mer. D. Lat.	緯度一度ノ尺度(概數) D. M. P. on chart.(c.m.s.)
58°	4294.30	111.68	$\frac{111.68 \times 2.54}{60} = 4.73$ 概
57°	4182.62		
56°	4073.90	108.72	$\frac{108.72 \times 2.54}{60} = 4.60$ 概
55°	3967.97	105.93	$\frac{105.93 \times 2.54}{60} = 4.48$ 概
54°	3864.64	103.33	$\frac{103.33 \times 2.54}{60} = 4.37$ 概

北緯五十五度ノ距等圈ハ、五十四度ノ線ヨリ四厘三七ヲ距テ、之ニ平行線ヲ引キテ得ベク。又五十六度ノ距等圈ハ五十五度ノ線ヨリ四厘四八ヲ距テ、之ニ平行ニキ引テ得ベシ。順次斯ノ如クニシテ所要ノ距等圈ヲ畫クモノトス。

例 北緯三十度ヨリ三十五度ニ到ル漸長圖ヲ作成スルニ當リ、經度ノ尺度ヲ二厘ト定ムル時ハ、緯度各一度ノ尺度ハ何厘トナスベキカ、又實形尺度如何。

緯 度 Lat.	漸長緯度 Mer. Part.	漸長變緯 Mer. D. Lat.	緯度一度ノ尺度 D. M. P. on chart.(c.m.s.)
30°	1888.38	69.63	$\frac{69.63 \times 2}{60} = 2.32$ 概
31°	1958.01		
32°	2028.38	70.37	$\frac{70.37 \times 2}{60} = 2.34$ 概
33°	2099.53	71.15	$\frac{71.15 \times 2}{60} = 2.37$ 概
34°	2171.48	71.95	$\frac{71.95 \times 2}{60} = 2.40$ 概
35°	2244.29	72.81	$\frac{72.81 \times 2}{60} = 2.42$ 概

$$\text{Natural scale} = \frac{2}{60 \times 1855.30} = \frac{1}{55659.00}$$

第三節 投 影 圖

大圈圖ノ構成法ハ數種アルモ、其内投影圖法ハ最モ簡易ニシテ實用ニ適スルモノナルヲ以テ、本節ニ於テハ投影圖法ニ依ル大圈圖ニ就テ論ズ。

投影圖法ハ地球ノ中心ヨリ地表ヲ瞻望スルモノト假定シ。地面ノ一部分ヲ任意ノ點ニ於テ、地表ニ切スル正切面上ニ投影スル方法ナリ。故ニ此ノ圖ニ於テハ地表ノ大圈ハ悉ク直線トナリテ表ハルベシ。此ノ圖法ハ大圈航法圖竝ニ極圖ニ使用セラレ甚ダ便利ナレドモ、元來圖ノ構成上其中央ノ一部地球面ニ接スルノミナルヲ以テ、該部

ヲ離ル、コト遠キニ從ヒ實物トノ差異愈々大トナルモノナリ。

【4】 任意ノ點ヲ切點トスル投影圖法ニ要スル公式

第六十一圖ハ平面 ZY ヲ地表ノ C 點ニ於テ切セシメテ作リタル投影圖ニシテ、子午線 PCQ ハ直線 p c q トナリテ投影圖上ニ表ハル。之ヲ **中心子午線** Principal Meridian ト云フ。今 C 點ノ緯度ヲ L_c 中心子午線上ノ任意ノ點 A 及 B ノ緯度ヲ夫々 L_A L_B トシ、又 a 及 b ヲ A 及 B ノ投影點トスレバ

(1) a b ヲ求ム。

$$ab = aC + Cb = OC \tan aOC + OC \tan COB$$

$$aOC = qOC - qOA = L_c - L_A$$

$$COB = qOB - qOC = L_B - L_c$$

OC ハ地球ノ半徑ニシテ R ニテ表ハセバ

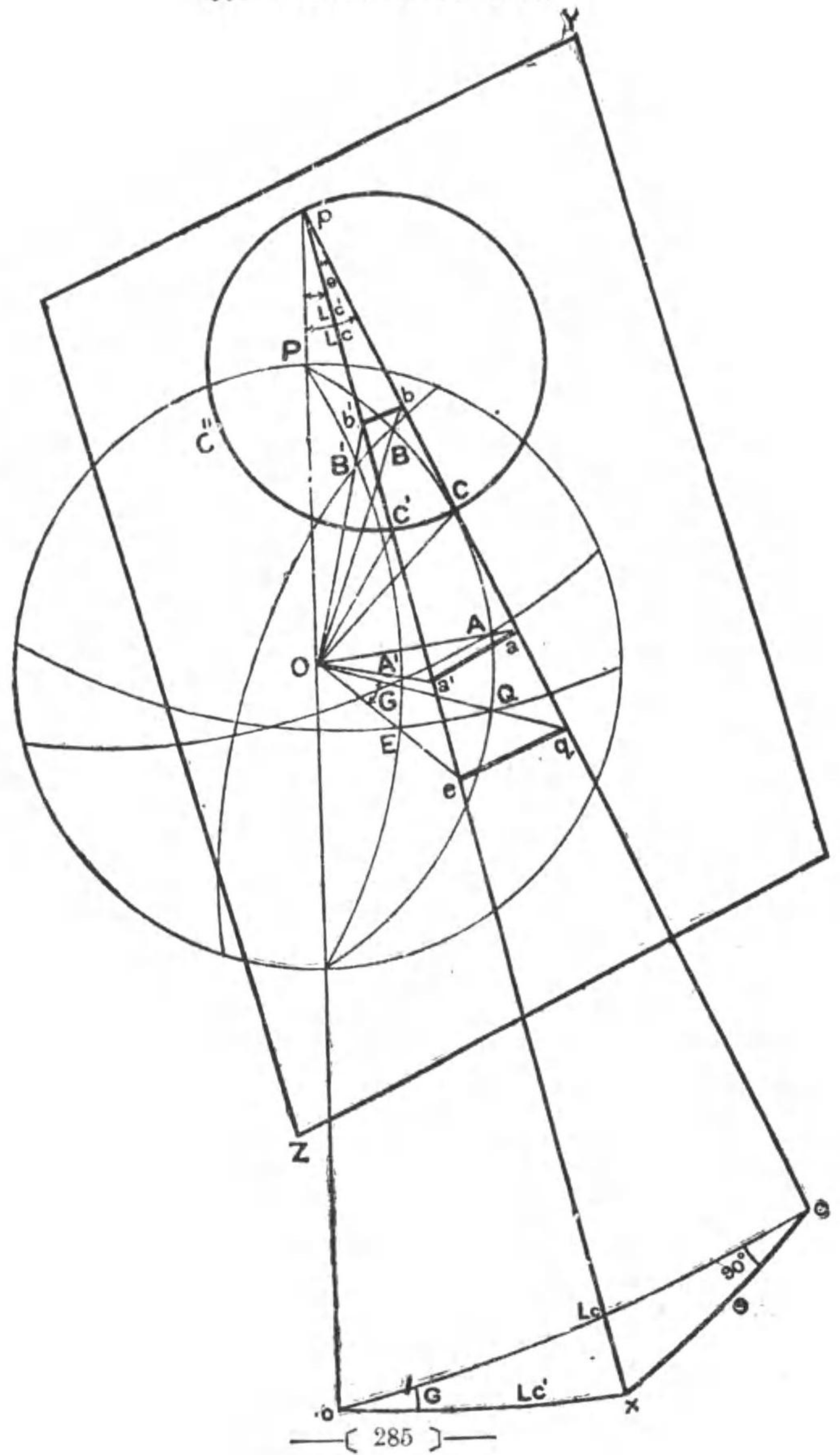
$$ab = R \tan(L_c - L_A) + R \tan(L_B - L_c) \dots\dots\dots(1)$$

(2) a a' 及 b b' ヲ求ム。

中心子午線ヨリ經度 G ダケ離レタル子午線 A' B' ヲ畫キ、中心子午線上ノ A 及 B 點ニ於テ之ト直交スル大圈ヲ引キ、子午線 A' B' ト A' 及 B' ニ於テ交ラシメ、其投影ヲ a a' 及 b b' トス。

又 P ヲ球心トシ任意ノ長サヲ半徑トスル球ヲ畫キ、pa p a' 及ビ p O ノ延長線ト x, c 及 o ニ於テ交ラシム。然ラバ p O ト pa トヲ含ム平面ト、平面 ZY トハ直交ス

第六十一圖



ルヲ以テ、球面三角形 x c o ハ c = 於テ直角ナル球面直
角三角形ヲ成ス。

球面直角三角形 x c o = 於テ c o x = q O e = G

x p c ヲ θ トスレバ c x = θ

o c = o p c = 90° - P O C = C O Q = Lc ナリ。

故ニ納氏旋轉法ニ依レバ

$$\sin Lc = \tan \theta \cdot \tan (90^\circ - G)$$

$$= \tan \theta \cot G$$

$$\therefore \tan \theta = \sin Lc \tan G$$

直角三角形 p a a' = 於テ

$$a a' = a p \tan \theta = (a c + c p) \tan \theta$$

然ルニ a c + c p = c O \tan a O c + c O \tan C O p

$$= R \tan (Lc - LA) + R \cot Lc$$

$$a a' = R [\tan (Lc - LA) + \cot Lc] \tan \theta$$

之ニ \tan \theta ノ値ヲ代入セバ

$$a a' = R [\tan (Lc - LA) + \cot Lc] \sin Lc \tan G$$

$$= R \left[\frac{\sin (Lc - LA)}{\cos (Lc - LA)} + \frac{\cos Lc}{\sin Lc} \right] \sin Lc \tan G$$

$$= R \left[\frac{\sin (Lc - LA) \sin Lc + \cos (Lc - LA) \cos Lc}{\cos (Lc - LA) \sin Lc} \right] \sin Lc \tan G$$

$$= R \left[\frac{\cos LA (\sin^2 Lc + \cos^2 Lc)}{\cos (Lc - LA)} \right] \tan G$$

$$\therefore a a' = R \cos LA \sec (Lc - LA) \tan G \dots\dots\dots (2)$$

同様ニシテ b b' ヲ求ムレバ

$$b b' = R \cos LB \sec (LB - Lc) \tan G \dots\dots\dots (3)$$

次ニ第六十一圖ニ於テ P C ヲ直經トシテ圓ヲ畫キ、各
子午線ノ投影線ト C', C'' 等ニ於テ交ラシムレバ、P C ハ
直經ナルヲ以テ其圓周上ノ角 C C' p 及 C C'' p 等ハ皆直角
トナルベシ。故ニ C 點ヨリ投影圖上ノ各子午線ニ垂直線
ヲ引クバ其交點ハ C', C'' 等ナリ。斯ノ如クニシテ C' C''
點等ヲ定メ、之レヲ基點トシ次ニ述ブル公式 (4) (5) ニ依
リ第六十二圖ニ示ス C d 及 C' d' 等ヲ算出シテ投影圖上ニ
距等圈 d d' ヲ畫クコトヲ得ベシ。

(3) C d ヲ求ム。

第六十二圖 d ヲ緯度 D ノ投影點トシ、其距等圈ノ投影
曲線ト子午線トノ交點ヲ d', d'' 等トス。

三角形 d O c = 於テ

$$C d = c O \tan C O d = R \tan (d O q - C O q)$$

$$\therefore C d = R \tan (Ld - Lc) \dots\dots\dots (4)$$

(4) C' d' ヲ求ム。

○ C' C' 及 C' C' P ハ各直角ナリ。

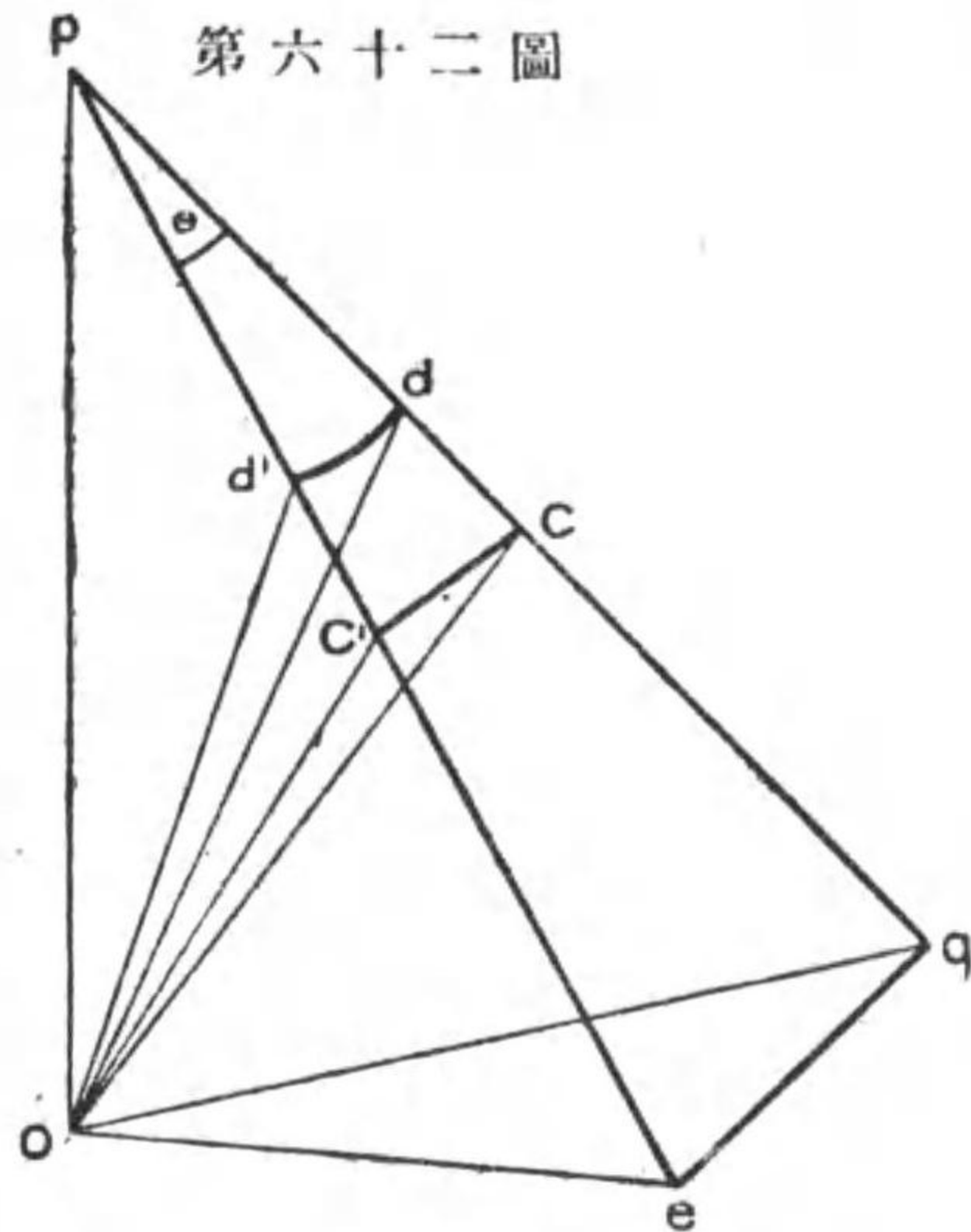
$$O C'^2 = O C^2 + C C'^2 = (O p^2 - p C^2) + (p C^2 - p C'^2)$$

$$= O p^2 - p C'^2$$

故ニ O C' p ハ直角ナリ、從ツテ O p C' ハ C' ノ緯度 Ld
等シ。

三角形 O C' d' = 於テ

$$C' d' = O C' \tan C' O d' = O C' \tan (Ld - Lc')$$



第六十二圖

三角形 OPC' = 於
テ

$$OC' = OP \sin OP C'$$

$$= OP \sin L\sigma'$$

三角形 OPC = 於
テ

$$OP = OC \operatorname{cosec} OP C$$

$$= R \operatorname{cosec} L\sigma$$

故 $= OC' = R \operatorname{cosec} L\sigma \sin L\sigma'$

之レニ依リテ

$$C'd = R \operatorname{cosec} L\sigma \sin L\sigma' \tan(L_D - L\sigma') \dots\dots\dots(5)$$

然ルニ $L\sigma'$ ノ値ハ未知ナルヲ以テ之ヲ求メザル可ラス。

第六十一圖ニ於テ $ox = opx = L\sigma'$ ナルヲ以テ

$$\sin(90-G) = \tan(90-L\sigma) \tan L\sigma$$

$$\cos G = \tan L\sigma \cot L\sigma'$$

$$\therefore \tan L\sigma' = \tan L\sigma \sec G \dots\dots\dots(6)$$

$C'd'$ ハ L_D ガ $L\sigma'$ ヨリ大ナレバ極ノ方ニ取り L_D ガ $L\sigma'$ ヨリ小ナレバ赤道ノ方ニ取ルモノトス。

【5】 切點ガ赤道上ニ在ル場合ノ投影圖法ニ用フル公式

各子午線ノ投影ハ平行直線ニテ、又距等圈ノ投影ハ拋

物線ヲ以テ示スコトヲ得。而テ $L\sigma = 0^\circ$ ナルヲ以テ、前
項(2)(3)及(5)式ヲ下ノ如ク省略スルコトヲ得ベシ。

$$(2) \text{ 式 } a a' = R \cos L_A \sec(L\sigma - L_A) \tan G.$$

$$= R \frac{\cos L_A}{\cos L_A} \tan G = R \tan G \dots\dots\dots 2'$$

$$(3) \text{ 式 } b b' = R \tan G \dots\dots\dots 3'$$

$$(5) \text{ 式 } C'd' = R \operatorname{cosec} L\sigma \sin L\sigma' \tan(L_D - L\sigma') \dots\dots\dots 4'$$

$$(6) \text{ 式 } \tan L\sigma' = \tan L\sigma \sec G.$$

} ノ兩式

ヨリ $C'd' = R \frac{1}{\sin L\sigma} \frac{\sin L\sigma \cos L\sigma'}{\cos L\sigma} \sec G \tan(L_D - L\sigma')$ ヲ得

$L\sigma$ 及 $L\sigma'$ ハ 0° 度ナルヲ以テ

$$C'd' = R \sec G \tan L_D \dots\dots\dots 5'$$

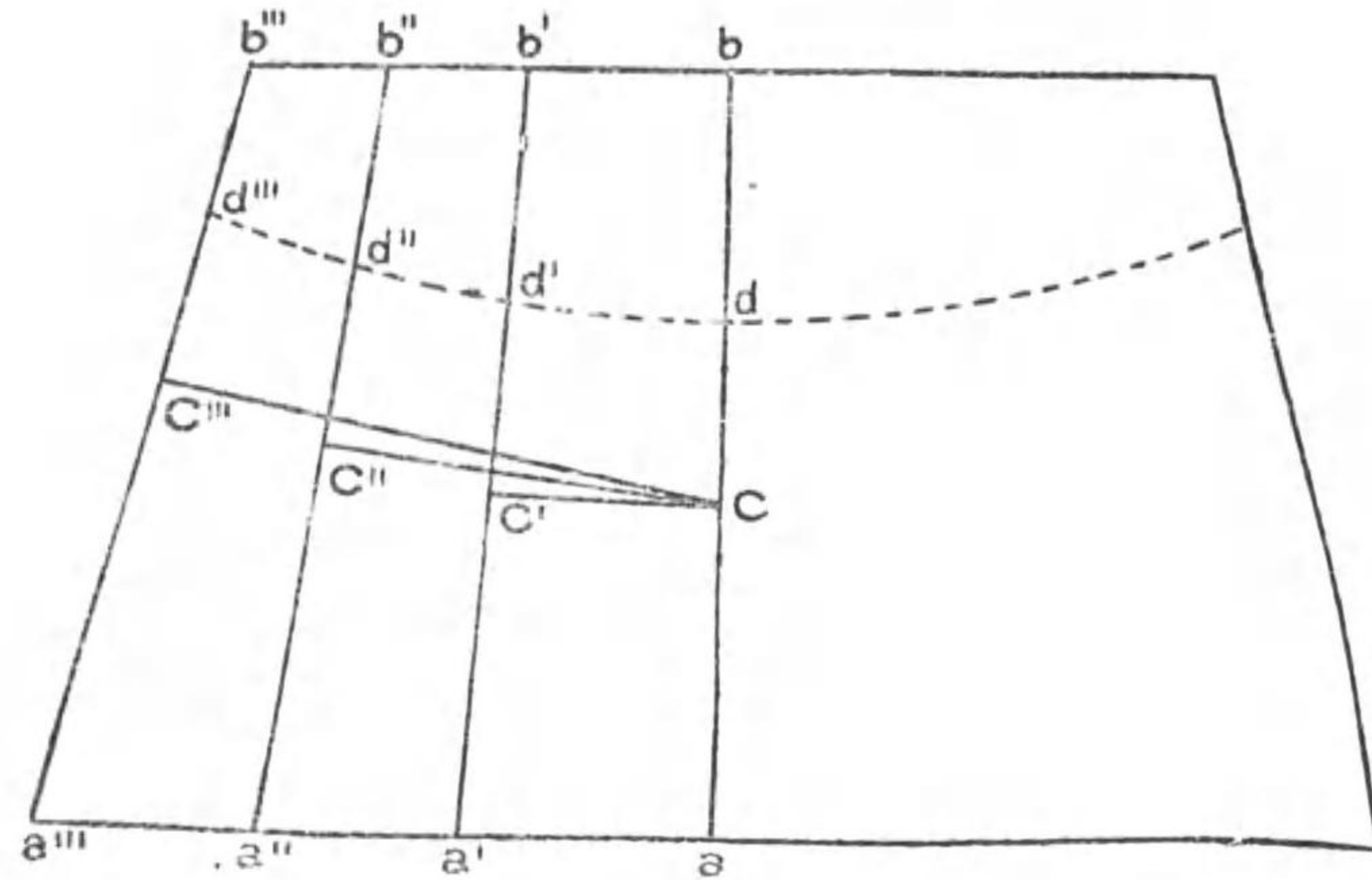
(2')(3') 式ニヨリ各子午線ハ平行線ナルコトヲ明カナ
リ。而テ $a a'$ ハ子午線間ノ距離ニシテ $C'd'$ ハ赤道上ノ
一點ヨリ、緯度 D ニ於ケル距等圈上ノ一點迄ノ距離ナ
リ。

【6】 任意ノ地點ヲ切點トスル投影圖

公式(1)(2)(3)(4)(5)ハ各地球ノ半徑、即チ R ヲ含ム
ヲ以テ、海圖ノ尺度モ該半徑、即チ R ノ長サヲ適宜選定
スレバ自ラ決定スルコトヲ得ベシ。

R ヲ決定スルニハ任意ニ紙面ノ高サヲ先ヅ定メザル可
カラズ。例ヘバ高サヲ h 糎トセバ海圖ノ ab ハ h 糎トナ
ル。

第六十三圖



第六十三圖ニ於テ a d ヲ h 糲トシテ、之ヲ圖紙ノ中央ニ設ケ、(1) 式ヨリ

$$R = \frac{h}{\tan(L_C - L_A) + \tan(L_B - L_C)} \quad \text{ヲ決定シ、}$$

且ツ

$$C a = R \tan(L_C - L_A), \quad C b = R \tan(L_B - L_C) \quad \text{ナル式ニ依}$$

リ C ノ位置ヲ決定スベシ。

從ツテ

$$\left. \begin{aligned} a a' &= R \cos L_A \sec(L_C - L_A) \tan G \\ b b' &= R \cos L_B \sec(L_B - L_C) \tan G \\ C d &= R \tan(L_D - L_C) \\ C' d &= R \operatorname{cosec} L_C \sin L_C' \tan(L_D - L_C') \\ \tan L_C' &= \tan L_C \sec G \end{aligned} \right\} \text{何レモ糲ニテ得}$$

ベシ。 a ヨリ a a' ニ等シ取り、 a' 點ヲ定メ、又 b ヨリ b b' ニ

等シク b' 點ヲ定メテ a' b' ヲ連ヌ。然ラバ a' b' ハ子午線 a b ヨリ經度 G ダケ隔リタル子午線ナリ。同様ニ a'' b'' ハ子午線 a b ヨリ經度 2 G ダケ隔リタル子午線トナルベシ。如斯ニシテ各子午線ヲ引キ、C ヨリ各子午線ニ垂線 C C' C C'' 等ヲ下ス。

次ニ C d ヲ C ヨリ取り緯度 D ニ於ケル d 點ヲ定メ、C' ヨリ C' d' ニ等シク取り d' ヲ定メ、順次 d'', d''' 等ヲ決定シテ、d, d', d'', d''' 等ヲ過ル曲線ヲ畫キテ緯度 D ナル距等圈ヲ決定ス。如斯ニシテ所要ノ距等圈ヲ定ム。

例題 南緯四十五度西經百二十度ヲ切點トスル、南緯三十度ヨリ南緯六十度ニ至ル大圈次ヲ作成セヨ、但シ各子午線距ヲ十度トシ、R ヲ二十糲三二トスベシ。

$$a b = 20.32 \tan(45^\circ - 30^\circ) + 20.32 \tan(60^\circ - 45^\circ) = 10.89 \text{ 糲}$$

而テ $\tan(L_C - L_A) = \tan(L_B - L_C)$ ナルヲ以テ C ハ a b ノ中央ニ在リ。

a 及ビ b ヲ過リ a b ニ垂線ヲ引キ。

$$a a' = R \cos 30^\circ \sec 15^\circ \tan G$$

$$b b' = R \cos 60^\circ \sec 15^\circ \tan G$$

ニ於テ $G = 10^\circ$ トシ a a' 及 b b' ヲ求メ $G = 20^\circ$ トシテ

a a'' 及 b b'' 等ヲ求ムレバ

G 10°	a a'	3.21 糲	b b'	1.85 糲
G 20°	a a''	6.63 糲	b b''	3.83 糲
G 30°	a a'''	10.52 糲	b b'''	6.07 糲
G 40°	a a''''	15.29 糲	b b''''	8.83 糲

a', a'', a''', a'''' 及 b', b'', b''', b'''' を圖紙上ニ定メテ子午線 a' b', a'' b'' 等ヲ決定ス。而テ各子午線ニ中心子午線ノ左方ニ在ルモノニハ、130° W 140° W 150° W 右方ヘハ 110° W 100° W 90° W 80° W ノ符號ヲ配ス。

C ヨリ各子午線ニ垂線ヲ立テ C', C'', C''' 等ヲ定メ、此等ノ點ノ緯度ヲ (6) 式、即チ $\tan Lc' = \tan Lc \sec G$ ニ依リ求ムレバ

C'	C''	C'''	C''''
45° 26'	46° 47'	49° 06'	52° 32'

次ニ公式 $C d = R \tan(L_D - L_C)$

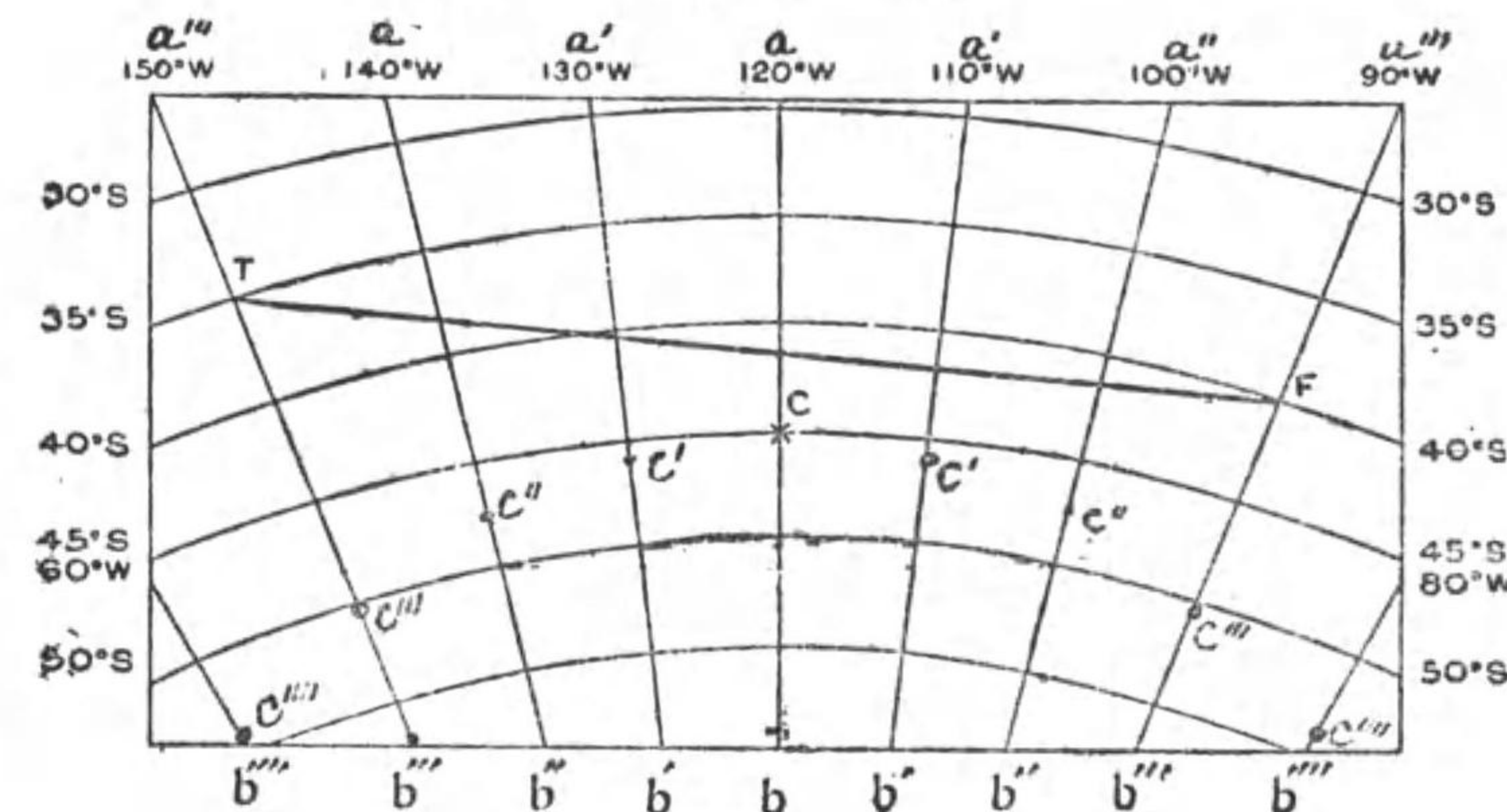
$$C' d' = R \operatorname{Cosec} L_C \sec L_C' \tan(L_D - L_C')$$

ニ於テ L_D ヲ 30° S 35° S 40° S 45° S S 50° S 55° S トシ C d, C' d' 等ヲ決定セバ

	C d	C' d'	C'' d''	C''' d'''	C'''' d''''
L_D 20°	5.45 糶	5.65 糶	6.32 糶	7.52 糶	—
L_D 35°	3.58	3.77	4.37	5.45	—
L_D 40°	1.79	1.95	2.49	3.48	—
L_D 45°	0	0.15	0.62	1.56	3.01
L_D 50°	1.79	1.59	1.18	0.84	1.01
L_D 55°	3.58	3.45	3.03	2.25	—

上記ノ値ヲ用ヒ各緯度ニ於ケル d, d', d'' 等ヲ定ムレバ所要ノ距等圈ヲ得ルコト第六十四圖ノ如シ。

第六十四圖



【7】 大圈航路圖ノ使用法

(1) 圖上ニ起程地、着達地ノ位置ヲ點記シ之レヲ直線ニテ連結スベシ。第六十四圖 FT 之レナリ。

(2) 該直線ト經度每五度 (或ハ任意) ノ交叉點ニ於ケル經緯度ヲ求メ、之レヲ漸長圖ニ轉寫シ直チニ作圖ニ依リ針路及航程ヲ求ムルカ、若シクバ各點ノ經緯度ヲ使用シテ漸長緯度航法、或ハ中分緯度航法ニ依リ針路及航程ヲ求ムルモノトス。(FTヲ漸長圖寫ニ轉セバ第四十六圖ノ如シ)

【8】 極ヲ切點トスル投影圖作成法

第六十五圖ニ於テ EPQ ヲ地球子午線面 OP ヲ地軸ヲ EOQ 赤道トス。

點線ヲ緯度十五度毎ノ距等圈トシ、地極 P ニ觸ルル正

切面ヲ設ケ眼ヲ地心 Oニ置クトキハ、地球上ノ諸大圈ハ赤道ノ外總テ直線ヲ成スベシ。而テ諸子午線ハ正切面上ニ於テモ地極ニ於ケルト同角度ヲモツテ示スコトヲ得ベシ。

今 A, B, C 點等ヲ地球上ノ點トシ、其正切面上ノ投影點ヲ夫々 a, b, c 等トスレバ、Aノ距等圈ハ Pヲ中心トシ P aヲ半徑トスル圈ナルヲ以テ、其他ノ距等圈ハ Pヲ中心トシ P b, P c 等ヲ半徑トシタル同心圈トナリ。P a, P b, P c, 等ハ次式ニテ示スコトヲ得ベシ。

$$OP = R \text{ トセバ}$$

$$pa = R \tan POa = R \cot LA$$

$$pb = R \tan POb = R \cot LB$$

$$pc = R \tan POc = R \cot Lc$$

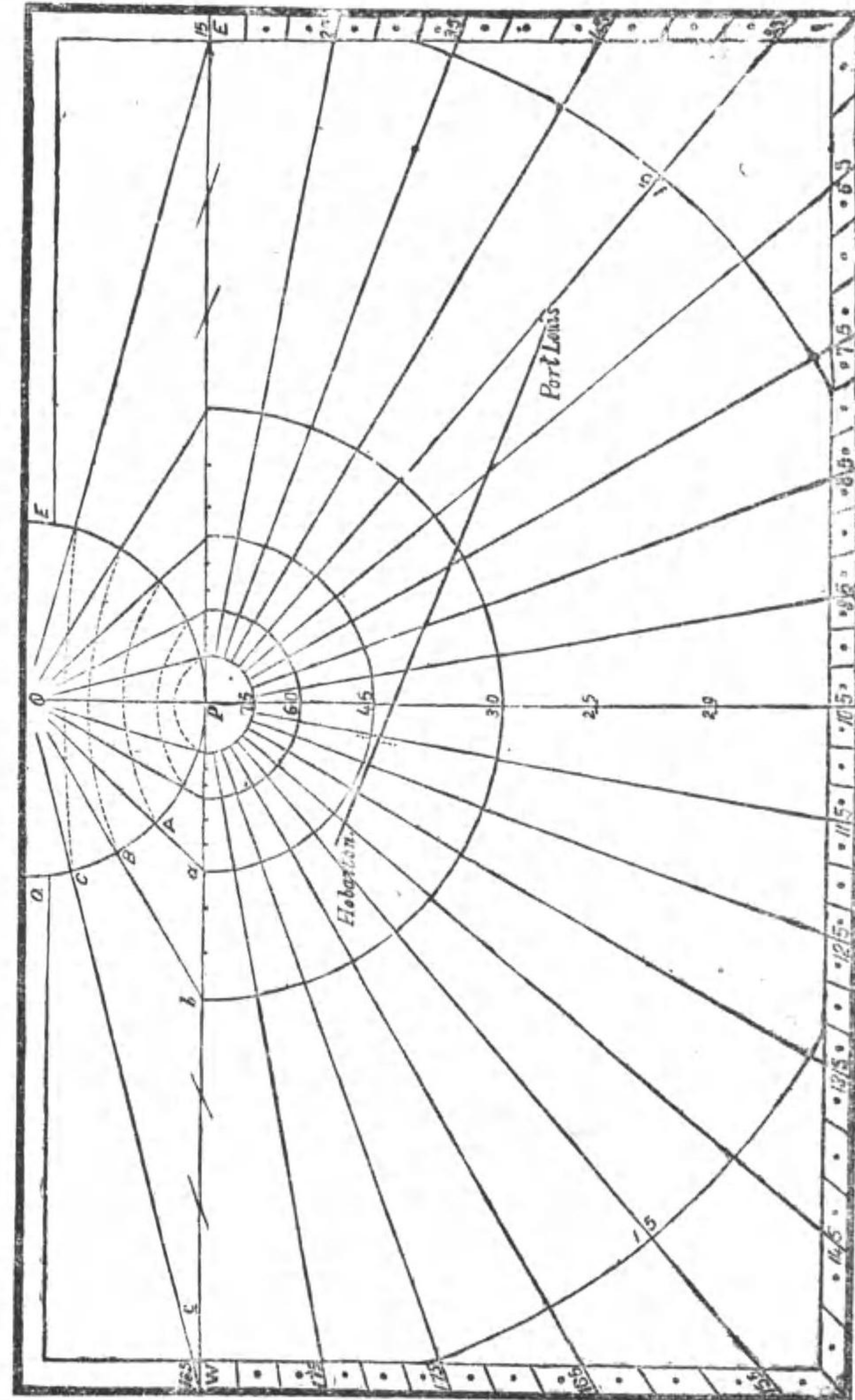
.....
.....

LA LB LC.....等ハ夫々 A, B, C.....等ノ緯度トス。

故ニ緯度ガ四十五度ノトキハ $\cot Lat = 1$ トナリ、地球ノ半徑ト緯度ノ圖ノ半徑トハ同一尺度ヲ以テ示スコトヲ得ベシ。

上法ニ依レバ大圈航路ヲ全經度ニ亘リテ圖スルコト容易ナレドモ兩地ノ緯度異名ニ亘ルトキハ其ノ記入頗ル困難ナリ。此場合ニハ正切面ヲ赤道ニ觸レシメルヲ要ス。然ルニ赤道近傍ノ地ノ大圈圖ヲ製スル事ハ殆ンド無用ナ

第 六 十 五 圖



ルベシ。何トナレバ高緯度ノ地ニ於ケルガ如ク航程ニ大

差ナキヲ以テ、大圏航法ヲ用フルモ其利少ナクレバナリ。

【9】極圖ノ使用法

第六十五圖ノ大圏航路ハ、南緯二十度十八分、東經五十七度三十一分ノ Port Louis ヨリ、南緯四十二度五十四分東經百四十七度二十一分ノ Haburton ニ至ル大圏航路ヲ示ス。

(1) 頂點經緯度ハ航路ノ直線中最モ極ニ近接シタ點ルノ經緯度ヲ圖ヨリ容易ニ求メ得ベシ。第六十五圖ニ於テハ南緯約四十四度、東經約百二十五度ナリ。

(2) 大圏上某點ノ經度ヲ知ルニハ極ト此點トニ合セテ定規ヲ置キ圖ノ周圍ニ劃シアル分度ニ合セテ度ルベシ。

(3) 針路ヲ知ルニハ大圏ノ船位ヲ過ル子午線トノ交角ヲ分度器ヲ以テ度ルベシ。

(4) 航程ハ兩地ノ中分緯度ヲ定メ、此點ヨリ針路線上兩地ニ至ル長サヲ $15^\circ E$ $165 W$ ノ線上ノ度盛、或ハ子午線上ノ度盛上中分緯度ニ相當スル點ノ兩側ニ於テ測リ航程ヲ求ムベシ。

第四節 多圓錐圖

Polyconic Chart.

此圖法ハ距等圈ニ沿フテ圓錐ヲ地球表面ニ切セシメ、此圓錐面上ニ地球表面ヲ寫ス方法ニシテ、先ヅ圖記スヘキ區域ヲ定メ、其地ニ於ケル距等圈ニ圓錐ヲ切スベシ、又其中央ニアル子午線ヲ中央子午線ト稱シ、之ヨリ正反

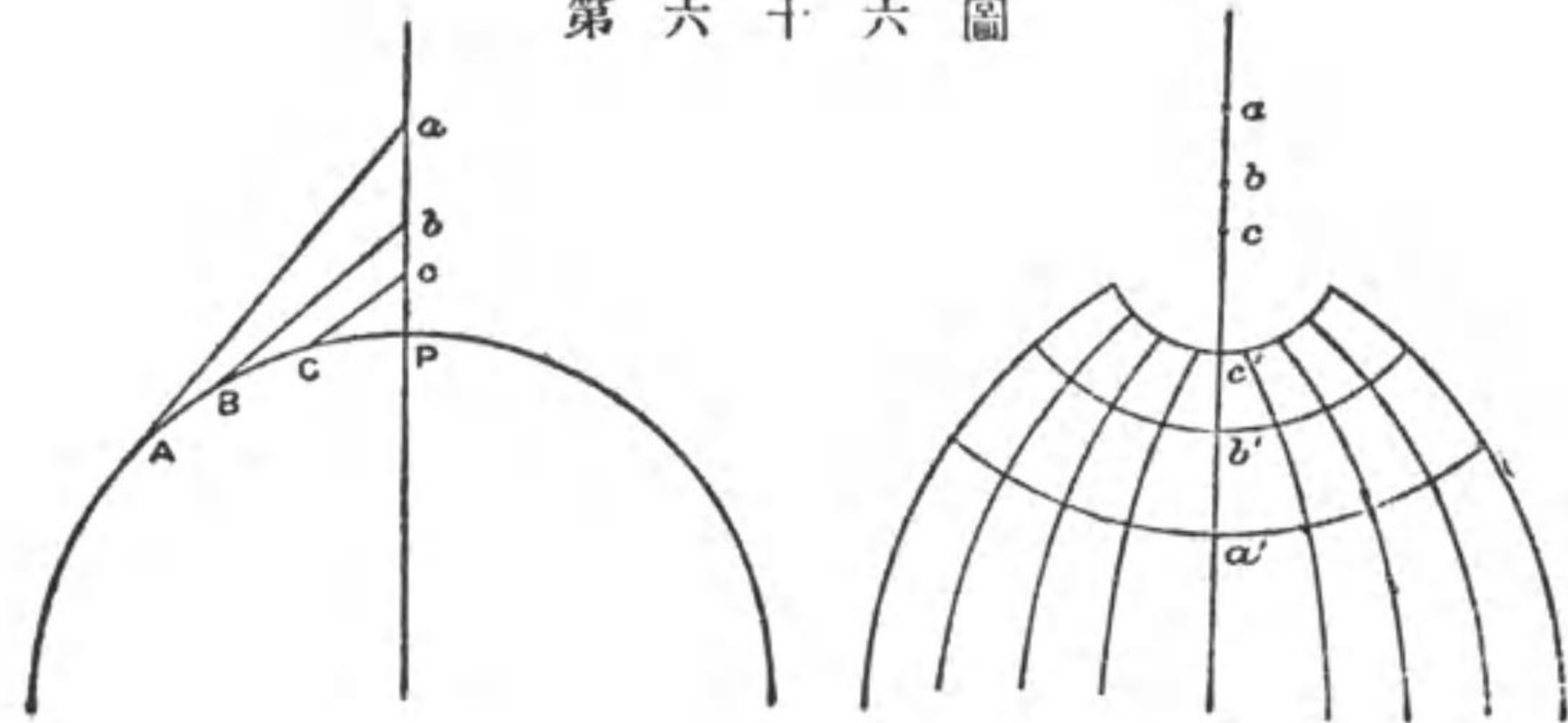
對ノ側ニアル圓錐面ノ一斜線ニ沿フテ圓錐ヲ切斷シテ平面上ニ展開スルモノトス。

斯ノ如クシテ所要ノ各距等圈ニ圓錐ヲ切セシメ之レヲ中央ナル共通子午線ニ重ネテ展開シタルモノナリ。

此圖法ニ據ルトキハ中央子午線ノミ直線ニテ表ハシ、他ノ子午線ハ皆中央子午線ニ對シ凹形ヲナス曲線トナリ。且ツ距等圈ニ直交スルコトナシ、又距等圈ハ中心ガ中央子午線ニ在リテ圓錐ノ斜高ニ等シキ半徑ヲ有スル圓弧ニテ表ハサル。(第六十六圖參照)

多圓錐圖ニ於テハ經緯度ヲ以テ記入シタル各地點ハ角度及距離ニヨリ記入シタルモノト全ク相一致スベシ。故ニ測量ノ原稿圖ハ總テ之レヲ使用ス。然レドモ緯度ノ線ハ曲線ヲナシ、又子午線ハ聚合差アルヲ以テ直線ニテ方位線ヲ表ハスコト能ハズ。故ニ小區域ノ圖ヲ除キテハ皆漸長圖ニ改メテ常用ニ供スルモノトス。

第六十六圖



第十五章 陸測位置

第一節 位置ノ線

Position Line.

航海中ニ地物若ハ天象ノ觀測ヲ行ヒ、其方位、夾角、高度若バ距離ヲ知ルトキハ是等諸要素ニ依リ觀測時ノ位置ハ必ズ其線(圈)上ニ在ルガ如キ特種ノ線(圈)ヲ求ムルコトヲ得ベシ。此線(圈)ヲ位置ノ線(圈)ト云フ。天象觀測ニ依ル位置ノ線(圈)ニ就キテ後章ニ於テ論ズ。斯ノ如キ觀測ニ依リ二個ノ獨立シタル位置ノ線(圈)ノ交點ニ依リ船ノ位置ヲ決定スルコトヲ得ベシ。

【1】地物ノ羅針方位ニ依リ位置ノ線ヲ求ムル法

一ノ地物ノ方位ヲ羅針儀ニテ測定シ、之レニ自差偏差ヲ改正スレバ眞方位ヲ得ベシ。而テ同一地物ニ對シテ同一眞方位ニアル點ハ多數ニアルガ故ニ是等ヲ結ブ曲線ハ即チ位置ノ線ナリ。

第六十七圖甲ニ於テAヲ地物トシB, C, D……………等ノ點ヨリAノ眞方位ヲ北六十度西トスレバ

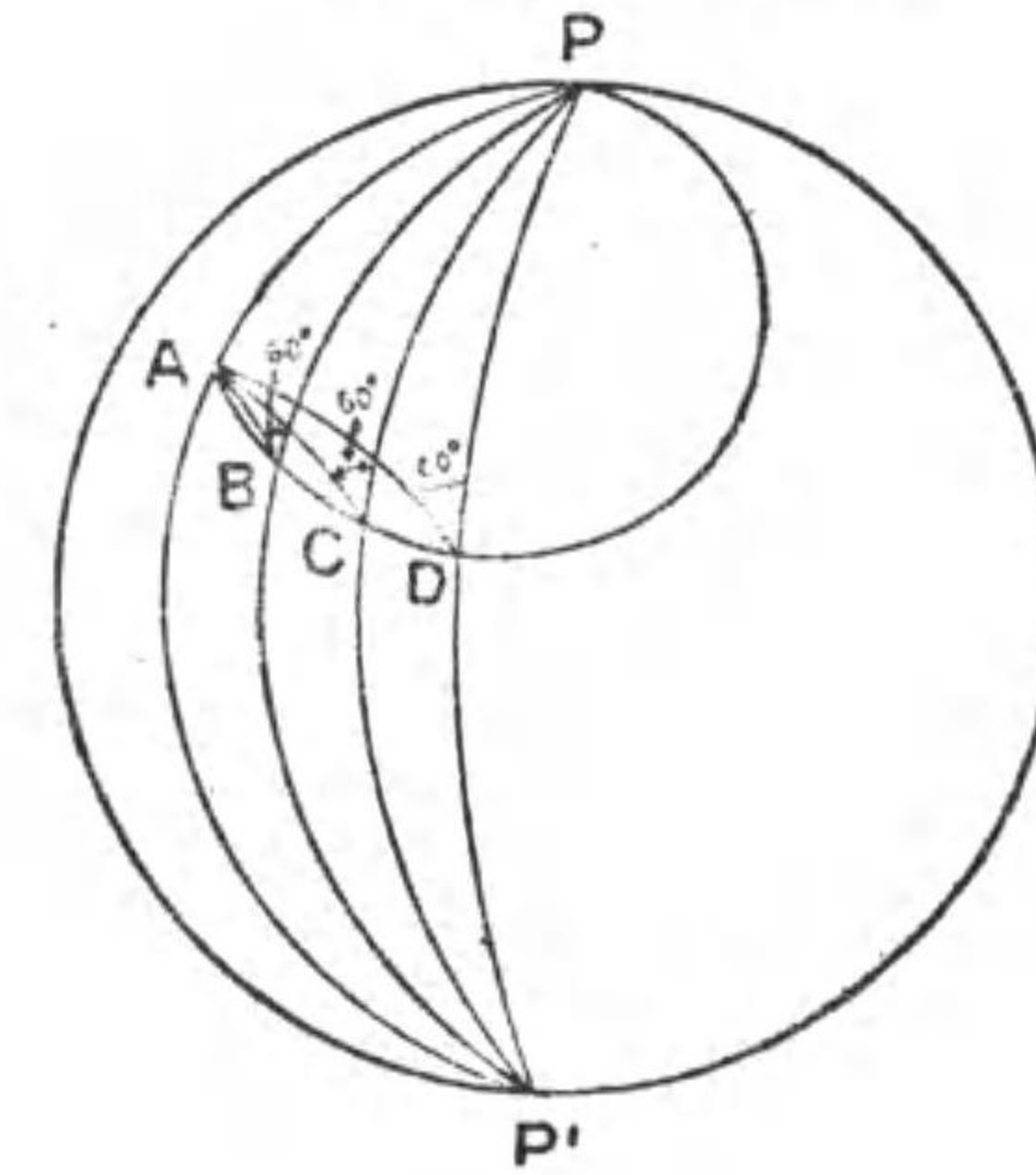
DAハDトAトヲ結ブ大圈ニシテ、子午線PDP'ト六十度ノ交角ヲナス。

CAハCトAトヲ結ブ大圈ニシテ、子午線PCP'ト六十度ノ交角ヲナス。

BAハBトAトヲ結ブ大圈ニシテ、子午線PBP'ト六

十度ノ交角ヲナス。故ニD, C, B, A點ヲ結ブ時ハ位置ノ線ABCDヲ得。此線上ノ各點ヨリA點ノ方位ハ何レモ北六十度西ナリ。

第六十七圖甲



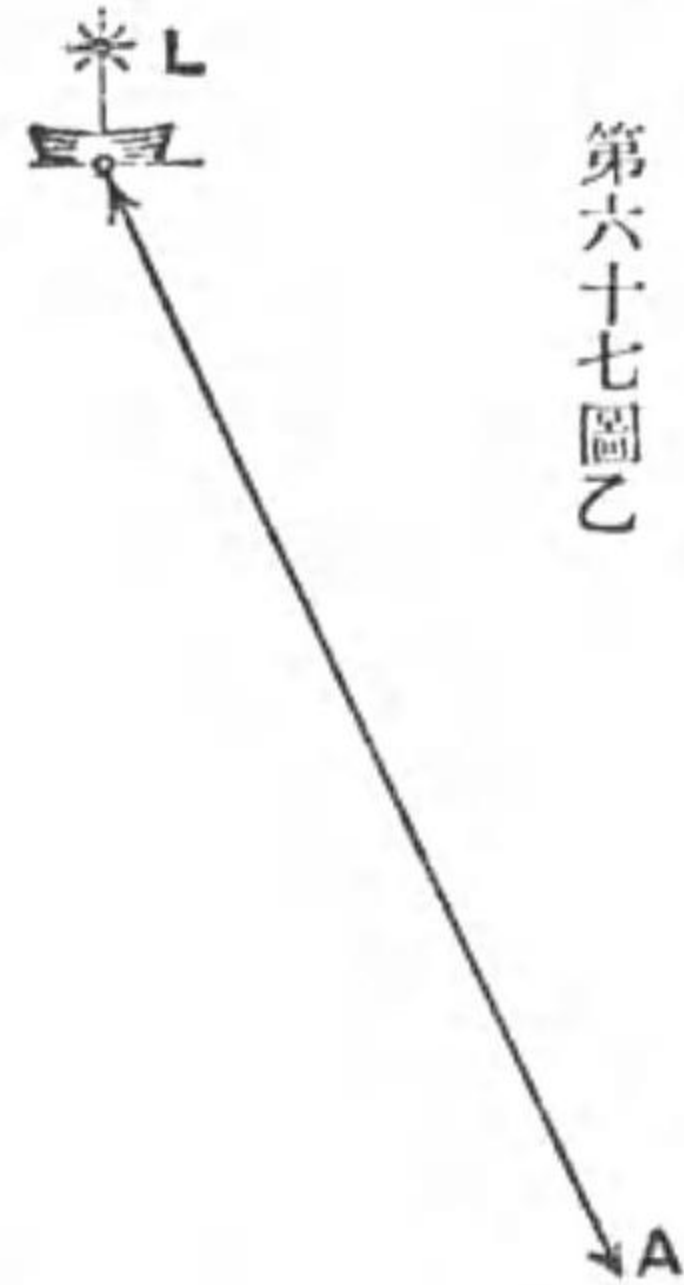
今Aニ無限ニ接近シテ觀測位置ヲ探レバDA, CA, BA等ノ各大圈ハ相合スルノミナラズABCDナル位置線モ相接近シテ殆ンド方位ノ線、即チ大圈ト一致スルニ至ルベシ。然ルニ大圈ノ半徑即チ

地球ノ半徑ハ其量大ナルヲ以テAニ接近シタル大圈ノ弧ノ一部分ハ直線ト見做スコトヲ得ベシ。

上記ノ如ク假定スレバ、緯度六十度ニ於テ六十三浬ノ距離ニ對シ一浬ノ誤差ヲ生ジ、低緯度ニ至ルニ從ツテ其差減少シ、緯度三十度附近ニ於テハ六十浬ニ對シテ其誤差〇・四浬ニ過ギズ。

故ニ近距離ノ目標ニ對シテハ羅針儀ニテ方位ヲ測リ、其反方位線ヲ海圖上ニ畫ケバ、之レヲ位置ノ線ト見做スコトヲ得ベシ。

第六十六圖ニ於テLヲ燈船 Light ship トシ、一船Aヨリ之レヲ北三十度西ニ測リ一直線LAヲLヲ過リ反方位



第六十七圖乙

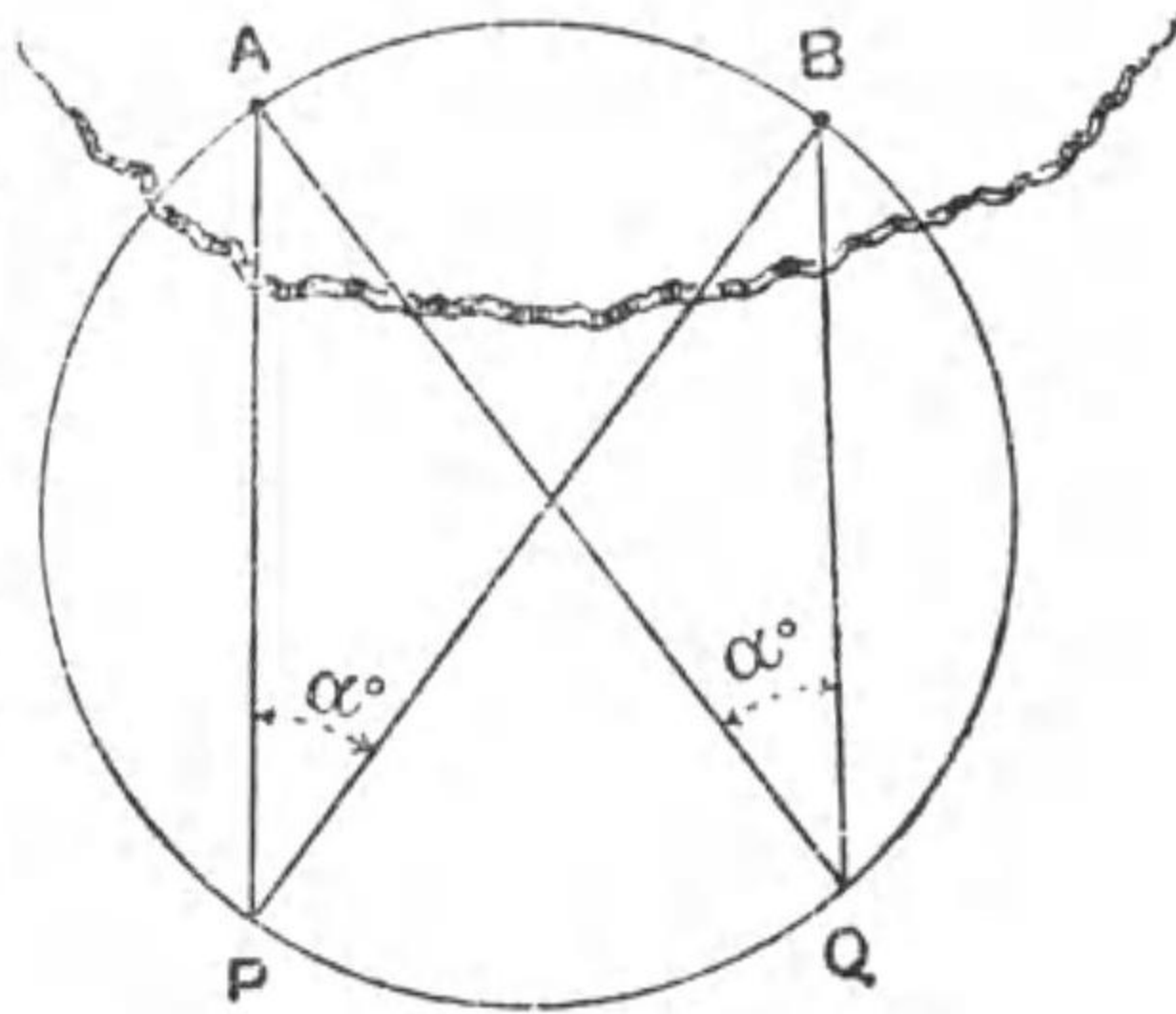
南三十度東ニ畫キタリトセバ、此ノLA線上以外ノ點ニ於テハLヲ北三十度西ニ測ルコト不可能ナリ。從ツテ船ハ必ズ其線上何レカニ存在スベシ。故ニLAハ位置ノ線ナリ、又此ノ場合Aハ方位ノ線 Line of Bearingナルコト明カナリ。

【2】 水平夾角ニ依ル位置ノ線 Position Line by horizontal Sextant angle.

二ツノ物標ノ水平夾角ヲ測リ海圖上ニ該物標ヲ過リ測得夾角ト同一ノ角ヲ含ム圓ヲ畫ケバ測者ハ必ズ其圓周上ノ何レカニ位置ヲ占ム。

第六十八圖

即チ第六十八圖ノ二物標A及Bノ水平夾角ヲ觀測シテ α 度ナルコトヲ知レバABヲ一邊トシ、其對角APQ或AQBガ α 度ナル三角形ヲ作りA、B、P、Qヲ通ル圓ノ弧ABPQ



上ノ何レカニ測者ハ其位置ヲ有ス。故ニ圓ノ弧ABPQ

ハ該觀測ニ依リ得タル位置ノ線ナリ。

【3】 水平距離ニ依ル位置ノ線 Position Line by distance from an object.

物標ト船トノ距離ヲ測リ、之ヲ半徑トシテ海圖上ノ該物標ノ位置ヲ中心トシテ圓ヲ畫ケバ船ハ必ズ其周上ニ在リ。故ニ此ノ圓ハ求ムル所ノ位置ノ線ナリ。而テ距離ヲ測定スルニ下ノ二法アリ。

(1) 測距儀 Rangefinder ヲ使用シテ直接ニ物標迄ノ距離ヲ測定ス。

(2) 六分儀ニテ高さ已知ノ物標ノ仰角ヲ測リ、三角法ニ依リ距離ヲ算出ス。(後節參照)

【4】 無線電信ニ依ル位置ノ線 Position Line by Radio Bearing.

陸上無線電信所 Radio Station ニ於テ發信船舶ノ所在方向ヲ測定シ、之レヲ發信船舶ニ通報セシムレバ恰モ羅針方位法ニ依ルト同法ニテ位置ノ線ヲ求ムルコトヲ得ベシ。然ルニ本法ニ於テハ遠距離ノ場合ニモ用フルヲ以テ方位ニ子午線ノ聚合差ノ二分ノ一ヲ改正シテ漸長方位ニ改メザルベカラズ。(後節參照)

第二節 位置決定

To Fix the Position of Ship.

【5】 交叉方位法 Fix by Cross Bearings.

二條ノ方位ノ線（羅針方位ニ依リ）ヲ二個ノ物標ヨリ同時ニ得ルトキハ海圖上其ノ交點ヲ以テ船ノ位置トナスコトヲ得ベシ。此法ヲ交叉方位法 Fix by Cross Bearings ト云フ。

交叉點ヲ求ムルニハ二條ノ方位線ニテ足ルト雖モ、錯誤ナキヲ保シ難キヲ以テ尠クとも三條以上ノ方位ノ線ヲ用ヒザルベカラズ。此目的ノ爲メ用フル方位ヲ Check Bearing ト云フ。

然ルニ目標ノ位置精確ナラザルカ、羅針儀ニ誤差アルカ、或ハ觀測不正又位置ノ線記入ノ不正ナルトキハ、位置ノ線ハ一點ニ會セズシテ三角形ヲナスベシ。之レヲ Cocked hat ト云フ。

Cocked hat ガ小ナル場合ニハ一般ニ其中央ヲ以テ船ノ位置トスルモ Cocked hat ヲ構成スル四ツノ場合ノ内一ツノ場合ニ於テノミ適合スルノミ。故ニ三角形ヲ形成セル時ハ其三角形上最モ不利ナル位置ニ船ガ存在スル如ク海圖上位置ヲ決定スベシ。又 Cocked hat ガ大ナルトキハ更ニ觀測ヲ行フヲ可トス。

物標ノ選定及觀測上ノ注意

(1) 二條ノ位置ノ線ノ交角ハ直角ヲナスガ如キ物標ヲ可トス。是レ交叉點ヲ識別シ易ク、且ツ方位ノ誤差又ハ記入上ノ不正モ交叉點ニ大ナル誤差ヲ生ゼシメルコトナキヲ以テナリ。

$$\text{位置ノ誤差} = \frac{e \cdot AB}{\sin \theta}$$

e ……方位ノ誤差又ハ記入上ノ誤差ヲ弧度法ニテ表ハス。

AB ……二物標ノ距離(浬)

θ ……位置ノ線ノ交角

(2) 位置ノ線ノ交角過鋭ナルカ、又過鈍ナレバ交叉點ヲ識別シ難ク。且ツ方位ノ誤差又ハ記入上ノ不正モ交叉點ニ大ナル誤差ヲ生ズルヲ以テ尠クとも三十度ヨリ小ナラズ百五十度ヲ越ヘザルヲ以テ可トス。

(3) 成シ得レバ物標ハ船首、正横附近及正横前ノモノヲ選ブヲ可トス。是レ各方位ハ同時ニ取ルニアラザレバ満足スル位置ヲ得ザルコト困難ナルヲ以テナリ。

(4) 物標ハ遠キモノヨリモ近キモノヲ選ブベシ。

(5) 觀測ハ努メテ迅速ナルヲ要ス。又方位ノ變化速ナル物標ハ最後ニ觀測スベシ。

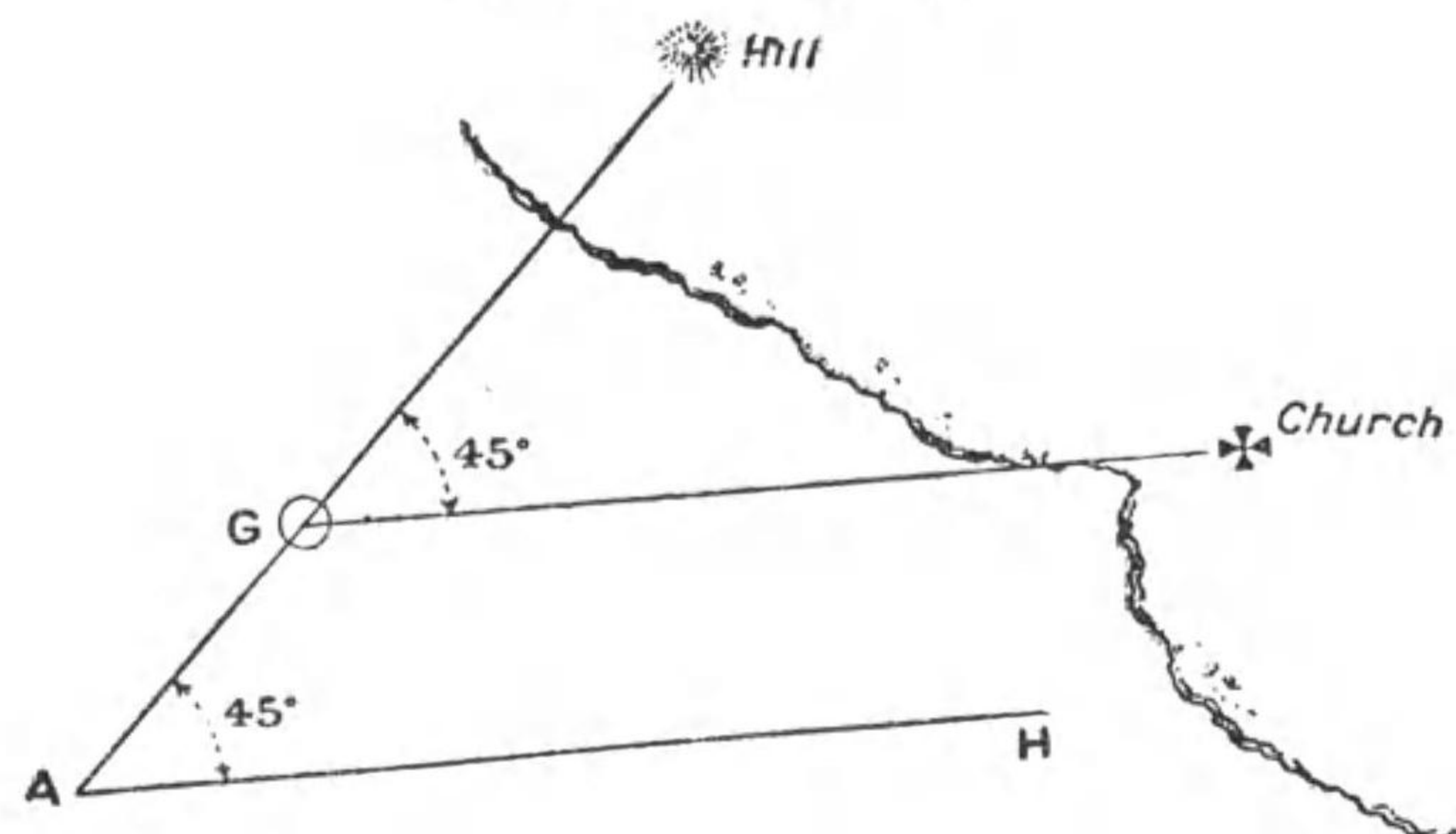
(6) 浮標ハ位置不定ナルヲ以テ可成固定物標ヲ選ブベシ。

(7) 傾斜緩ナル岬角ノ方位ヲ測ルニハ潮ノ干満ニ注意スベシ。

【6】 方位及夾角法 Fix by Bearing ang angle.

此方法ハ二標ノ内一標ガ障害物ノタメニ羅針儀ニテ方位ヲ測ルコト能ハザル場合ニ行ハル、方法ニシテ、一物

第六十九圖



標ノ羅針方位ト之ト他ノ標トノ夾角ヲ羅針儀ニ接近シタル位置ニ於テ測リ。下記ノ如クニシテ位置ヲ求ムベシ。

(1) 物標ノ方位ニ該物標ト他ノ物標トノ夾角ヲ加へ、他ノ物標ノ方位ヲ算シテ交叉方位法ニヨリ位置ヲ決定ス。

例ヘバ第六十九圖ニ於テ小岳ノ方位ヲ北二十五度東ニ測リ、之レト寺院ノ塔トノ夾角ヲ四十五度ニ測リタリトセバ塔ノ方位ハ北七十度東ニシテ、位置ハ交叉方位法ト同ジク決定スルコトヲ得ベシ。

(2) 小岳ヲ通り北二十五度東ノ方位線ヲ海圖上ニ記入シ其ノ方位ノ線上任意ノ點Aニ於テ方位線ト塔ト四十五度ノ交角ヲ成スAH線ヲ講キ、之ニ平行ニ塔ヲ通過スル直線ヲ引キ前記方位線トノ交點Gハ船位ナリ。

本法ニ於テモ夾角九十度附近ヲ最良トシ二十五度以下ハ探ラザルヲ可トス。

【7】 二標一線中ニ在ル時此ノ線ト他ノ物標トノ夾角

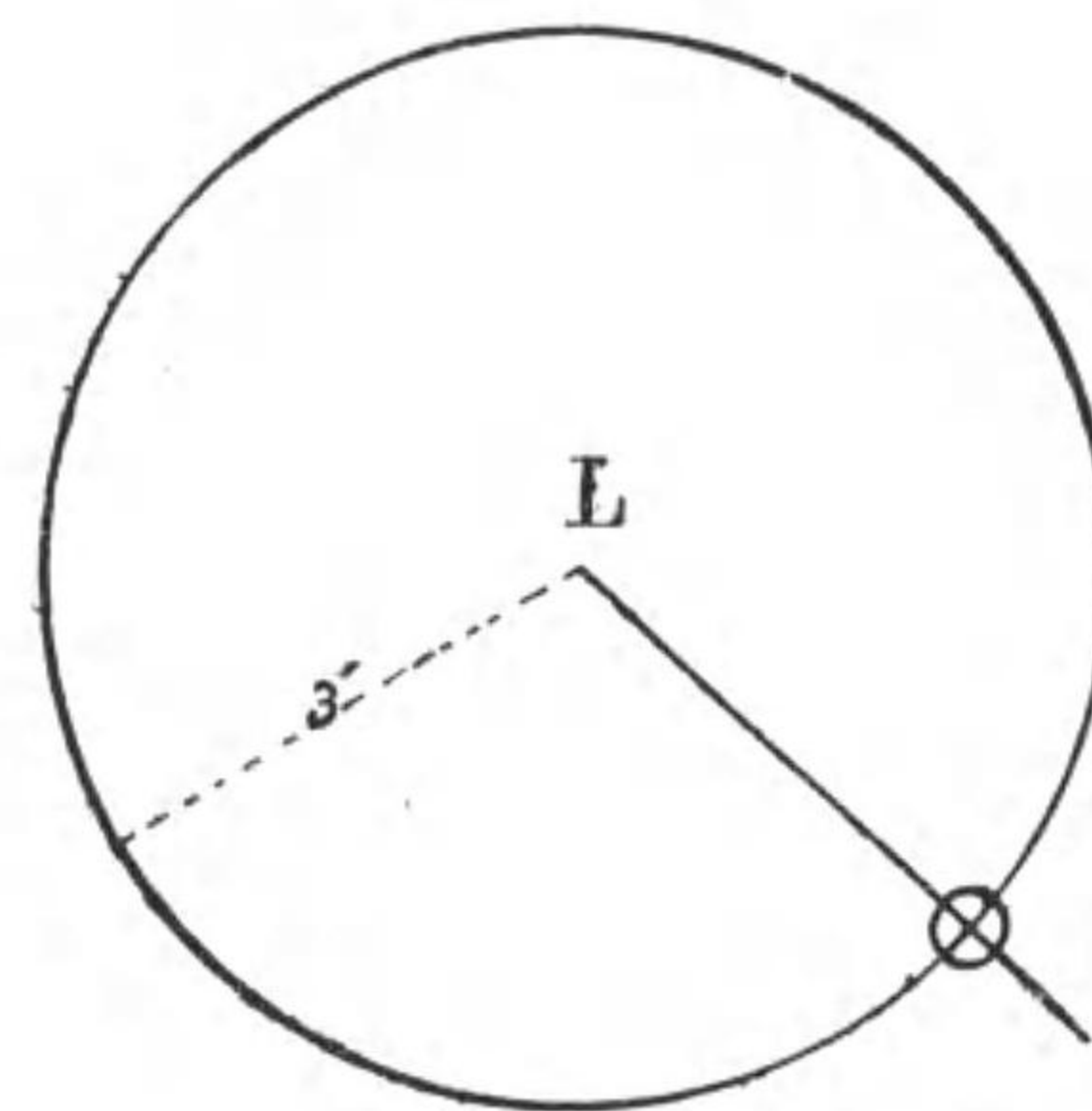
若クハ方位ニ依ル法 Fix by Transit and Bearing or

Transite and angle.

沿岸航海中二標一線中ニ見ル場合、測者ト之レニ近キ方ノ物標トノ距離ガ兩物標間ノ距離ノ三倍ヨリ小ナルトキハ、海圖上兩標ヲ通ル直線ハ正確ナル位置ノ線ナリ。故ニ此場合ニ於テ同時ニ第三標ノ方位又ハ夾角ヲ測レバ前項ト同様ニシテ船位ヲ定ムルコトヲ得ベシ。

【8】 方位及距離法 Fix by Bearing and Distance.

第七十圖



唯一ノ物標ヲ見テ他ニ依ルベキ物標ナキ場合ニ、其方位ト距離トヲ同時ニ測定シ圖上ニ其方位線ヲ講キ、物標ノ位置ヲ中心トシ、距離ヲ半徑トシテ位置ノ圈ヲ講ケバ該圈トノ其方位線トノ交點ハ船位

ナリ。而テ距離ハ下ノ方法ニ依リ測定ス。

(1) 直接ニ測距儀 Rangefinder ニ依リ求ム。

(2) 六分儀ニ依リ該物標ノ高度ヲ測リ下式ニ依リ距離ヲ算出スルカ 又ハ Lecky's Off-Shore Distance Table ニ依リ

第十五章 陸測位置

求ムベシ。(後項参照)

$$D = h \cdot \text{Cot } \theta$$

D 距離(米) h 物標ノ高さ(米) θ 高度

又 $D = h \text{ Cot } \theta$ ニ於テ θ ガ三度以下ナルトキハ

$$D = \frac{h}{\text{Sin } \theta} = \frac{h}{\theta'' \text{ Sin } 1''} \quad \text{ナル式ニ變化スルコトヲ}$$

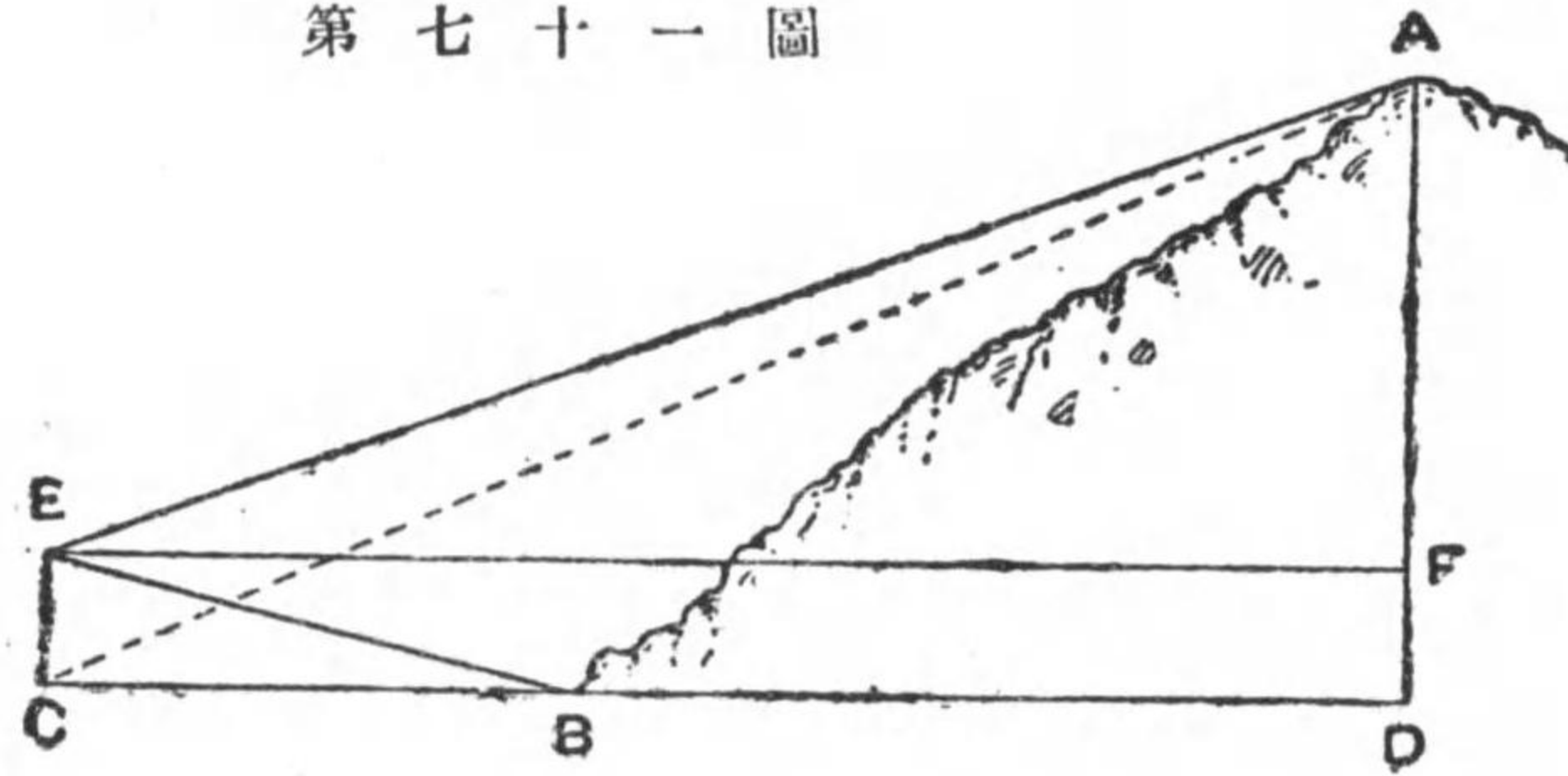
得ベシ。

今 h ガ米ニテ表ハサレタル場合、D ヲ浬ニテ求ムルニハ

$$\begin{aligned} D &= \frac{h}{\theta'' \times 1853.2 \times \text{Sin } 1''} \\ &= \frac{h \times 111}{\theta''} \quad \text{浬} \quad \text{ナリ。} \end{aligned}$$

第七十一圖ハ山頂ノ垂直角ニヨリ船ノ位置ヲ定メル場合ノ眼高ノ影響ヲ示ス。即チ山頂ノ高度ヲ測定スル場合。

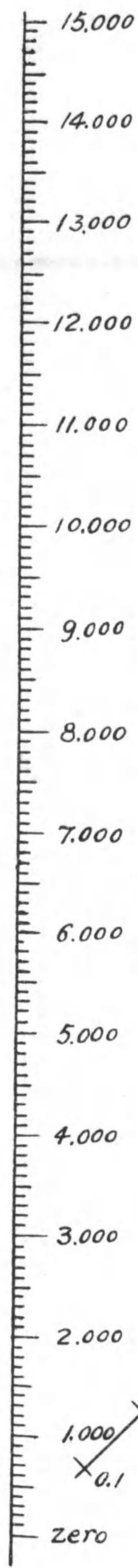
第七十一圖



水平ハ一般ニ岸線ヲ使用ス。上圖ニ於テ山頂ノ距離

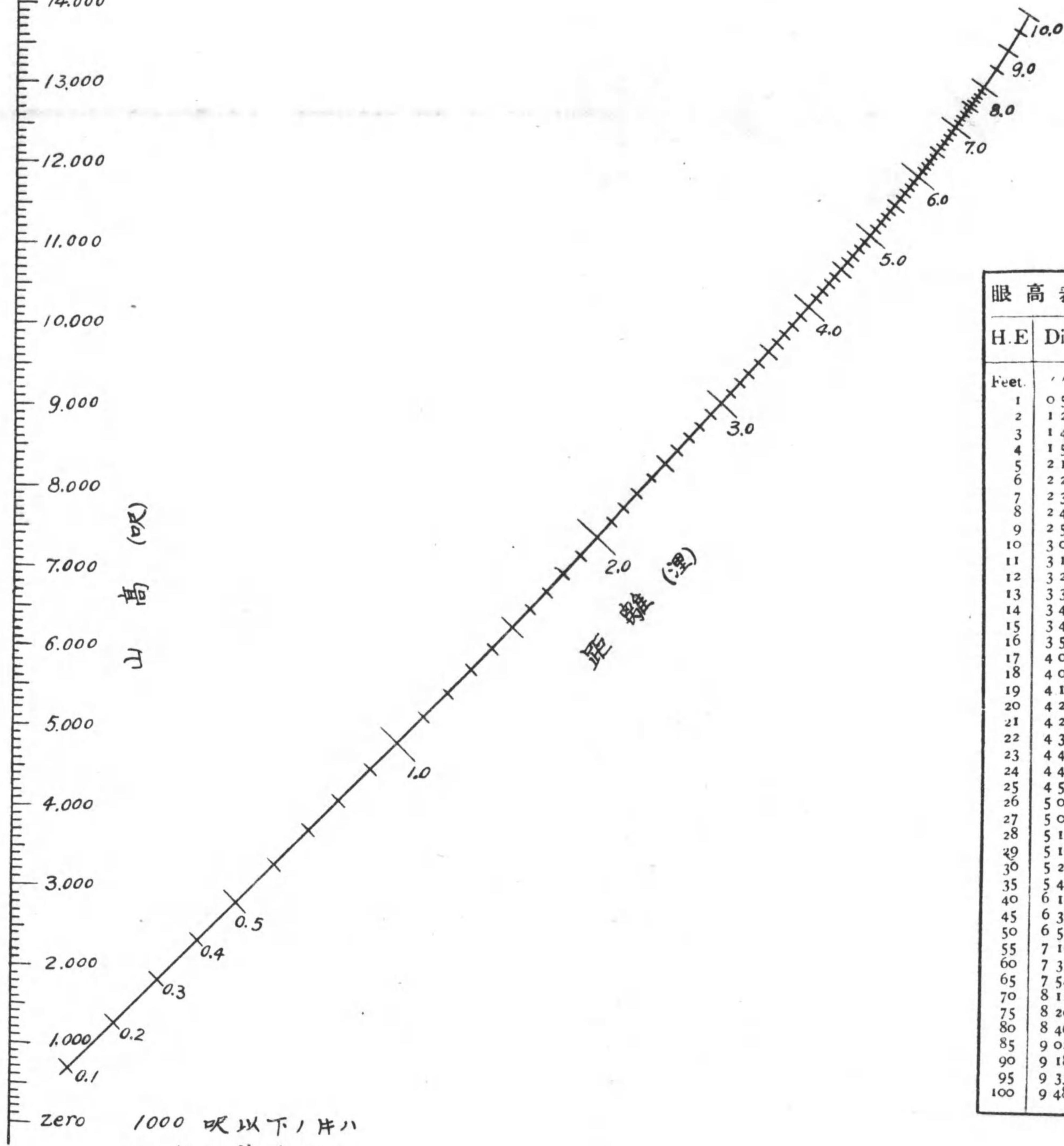
$$CD = EF = AD \text{ Cot } \angle AEF \quad \text{(nearly)} \quad \text{ナリ。}$$

然ルニ $AD \text{ Cot } \angle AEB$ ニ依リ算出シタル距離ハ過少ニシテ船ノ眞位置ハ該距離ヨリモ山頂ヨリ遠クニ



山高 (呎)

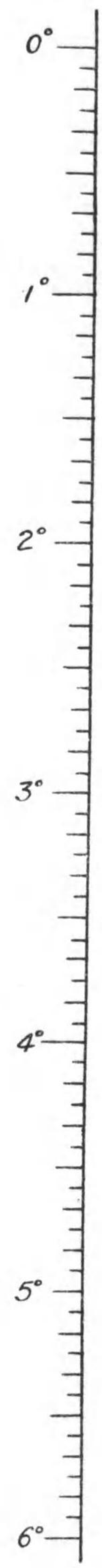
距離 (哩)



1000 呎以下ノ片ハ
眼高ヲ減ズベシ

眼高表	
H.E	Dip
feet.	" "
1	0 59
2	1 23
3	1 42
4	1 58
5	2 11
6	2 24
7	2 36
8	2 46
9	2 56
10	3 06
11	3 15
12	3 24
13	3 32
14	3 40
15	3 48
16	3 55
17	4 02
18	4 09
19	4 16
20	4 23
21	4 29
22	4 36
23	4 42
24	4 48
25	4 54
26	5 00
27	5 06
28	5 11
29	5 17
30	5 22
35	5 48
40	6 12
45	6 36
50	6 56
55	7 16
60	7 35
65	7 54
70	8 12
75	8 29
80	8 46
85	9 02
90	9 18
95	9 33
100	9 48

角高度



在ルベシ。然レドモ角 AEF ノ換リニ角 AEB ヲ使用セシタメ生ズル誤差ハ $CB > BD$ 及 $AD > DB$ ニシテ測角ガ四十五度以下ナル時ハ、實用上差支ヘナキ程度ノモノナリ。此等ノ點ニウタガヒアルトキハ出來得ル限り眼高ヲ下ゲルコトニ注意スベシ。(詳細ハ後節ニ於テ説明ス)

(8) 「シンバッド」氏 (Sinbad) 高角一距離曲線圖ヨリ求ム。(附録同表參照)

左側ノ尺度ニ山ノ高サ(呎)ヲ探リ、右側ノ尺度ニ角高度ヲ探リ、兩點ヲ定規又ハ糸ヲ張り合セタル直線ヲ以テ結ブ。其直線ト中央曲線トノ交點ハ山頂ト測地トノ水平距離ヲ示ス。角高度ハ山頂ト水平線トノ角ヲ六分儀ニテ測リ器差及潛差ヲ改正シタルモノナリ。尙精密ヲ期センニハ山高ヨリ眼高ヲ減ズルヲ要ス。

【9】 方位及鍾測法 Fix by Bearing and Sounding.

水深ノ變化急激ナル海上ニ於テハ一物標ノミヲ認メタルトキ方位ヲ觀測シ、同時ニ鍾測ヲ行ヒテ略近ノ位置ヲ見出スコトヲ得ベキモ、下記ノ注意ヲ要ス。

(1) 鍾測水深ニ氣壓ノ改正(「ケミカルチープ」ヲ使用セルトキ) 及ビ基本水準面ノ水深ニ改正スルコト。

(2) 海圖ニ於テ尋界線 Fathom line ヲ明瞭ニ認メ得ル場合ノ外ハ殆シド信用スルコト不可能ナリ。

(3) 使用海圖ハ精確ニシテ其水深ヲ信頼シ得ルコト。

(4) 適度ノ水深ナルコト。

【10】 錘 測 法 Fix by Sounding.

透寫紙片ニ子午線ト針路線トヲ畫キ、針路線上適宜ノ處ニ最初測得シタル水深及底質ヲ記シ。次ニ使用海圖ニ記載セル測鉛數學ノ間隔ヲ距離尺ニテ度リ船其距離ヲ航過スル毎ニ水深ヲ測リ針路線上ニ順テ追テ聯記ス。斯ノ如クシテ數回ノ連測ヲナシタル後、此紙片ヲ海圖上推測位置附近ニ移シ。紙片ニ畫ケル子午線ヲ海圖ノ子午線ニ竝行ニ保チナガラ摺リ動カシ、相似タル數字ノ符合スル處ヲ求メ。而テ最終測深ノ點ヲ海圖上ニ點記シ此點ヲ略近ノ位置トス。前項ノ注意ノ外風壓流壓ノ影響甚ダシカラズシテ、航跡ト針路トノ差可成小ナルコトニ注意スベシ。

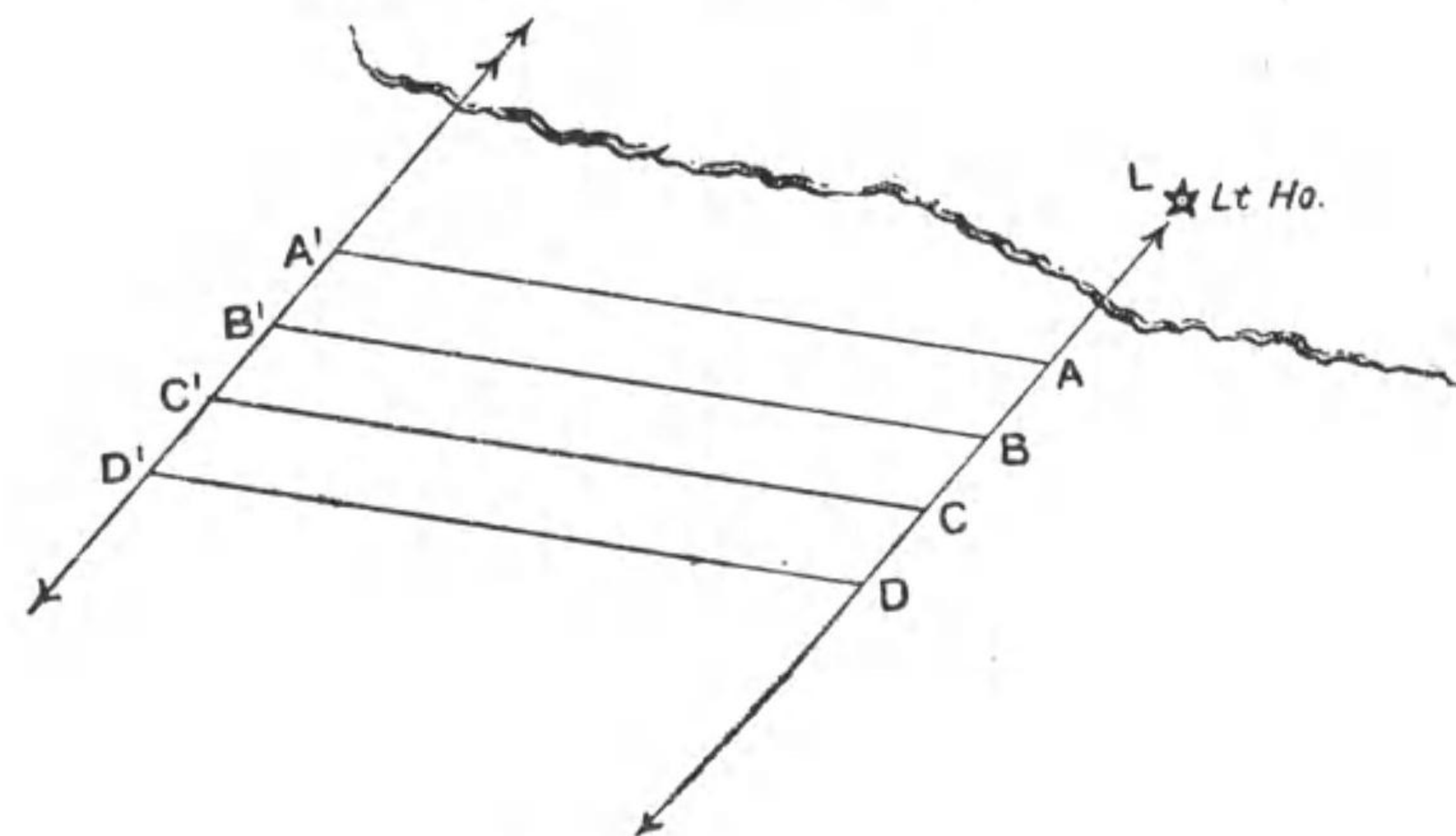
【11】 位置ノ線ノ移動 Transferring Position Lines

一個ノ位置ノ線ノミヲ得タル場合、此ノ單一ノ觀測ニ依リテハ船ノ位置ヲ決定スルコト能ハザルモ、第二ノ觀測ヲ行ヒ得タル場合、第二ノ觀測時ニ於ケル船ノ位置決定ノ資トナルベシ。

第七十二圖Lヲ燈臺トシ毎時十哩ノ速力ヲ有スル船ガ眞針路北方六十五度西ニ航行中其方位ヲ午前九時ニ北五十三度東ニ測リタリト假定シ、午前十時ノ船ノ位置ト前觀測時ノ位置トノ關係ニ付テ説明セバ次ノ如シ。

今Lヲ通ル方位ノ線A B C Dヲ南五十三度西ニ畫ケバ

第二十七圖



此線ハ午前九時ニ於ケル位置ノ線ニシテ、船ハ此ノ線上A, B, C, D 等ノ何レカニ存在セザル可ラズ。

A A', B B', C C', D D' 等ノ各ヲ北六十五度西ニ十哩ニ畫ケバ、午前九時ニ船ガAニ在リシトキハ午前十時ニハ必ズ船ハA'ニアルベク (風潮ナシト假定ス) 午前九時ニ船ガBニ在リシトキハ、午前十時ニハ船ハ必ズB'ニアルベシ。C、及Dニ在ル場合又同ジ。

故ニ船ガLヲ通ル位置ノ線上A, B, C, D 等ノ何レカノ點ガ、午前九時ノ船ノ位置トセバ、午前十時ニハ船ハ必ズA', B', C', D'……等ノ何レカニ其位置ヲ占ム。然ルニA A', B B', C C', D D' 等ハ相等シク、且ツ平行ナルヲ以テA', B', C', D'……等ノ諸點ハA B C Dニ平行ナル直線上ニ在ルベシ。此直線A' B' C' D'ヲ轉位線 Transferred Position

Line ト云フ。而テ轉位線ハ次ノ如クニシテ求ム。

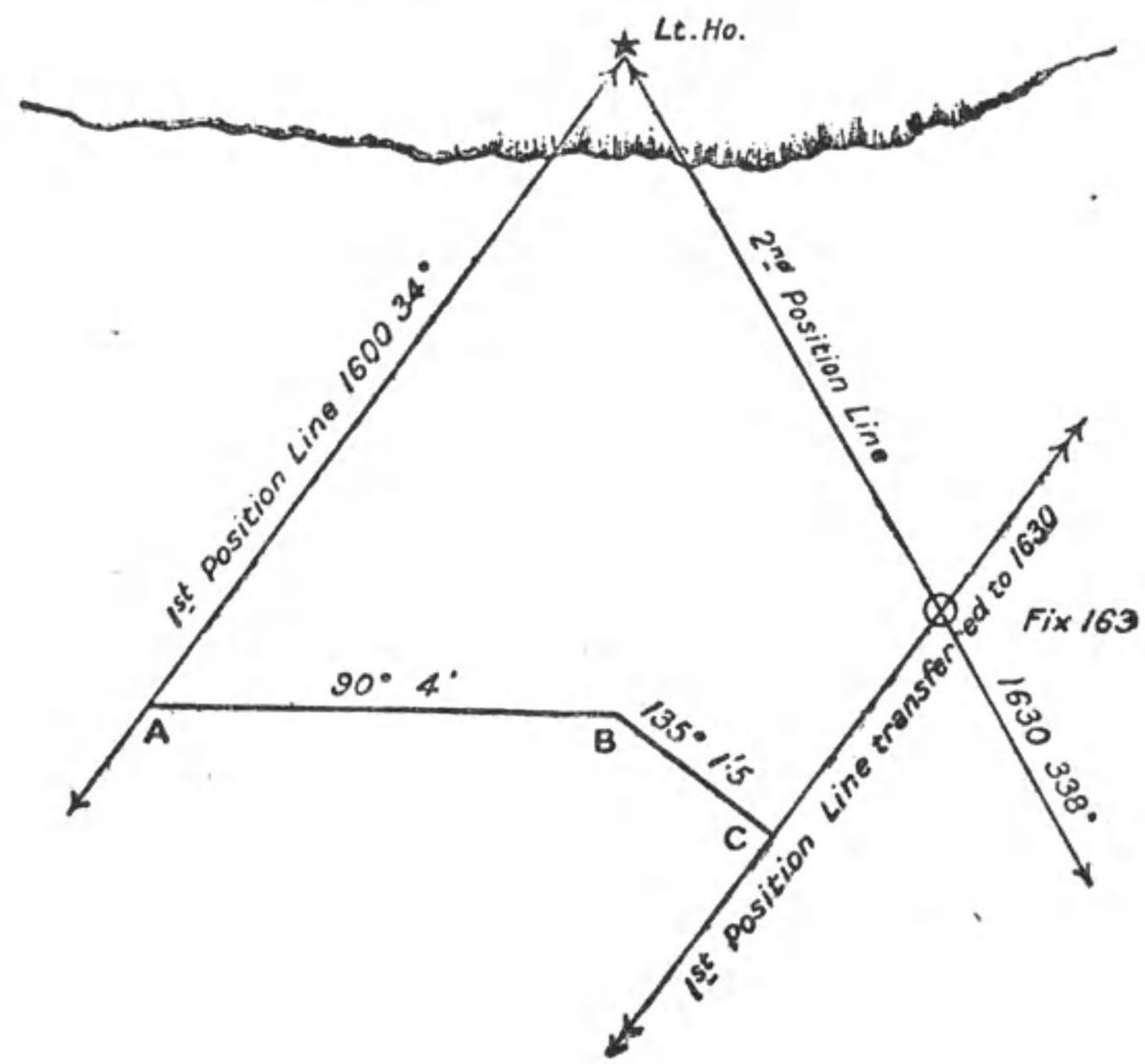
第一ノ位置ノ線上任意ノ點ヨリ針路線ヲ畫キ、其上ニ航走距離ヲ取り此點ヲ通り第一ノ位置ノ線ニ平行線ヲ引カバ所要ノ轉位線ヲ得ベシ。而テ轉位線ハ航走距離ガ小ナル程正確ナリ。

【12】 方位ト航程及針路ニ依リ位置ヲ求ムル法 The Running

Fix.

轉位線ト同一物標、或ハ他物標ノ觀測ニ依ル位置ノ線

第七十三圖



トノ交點ヲ以テ第二觀測時ニ於ケル船ノ位置トスルコトヲ得。此ノ方法ヲ Running Fix ト云フ。

此ノ方法ハ數個ノ物標ヲ見ルコト能ハザル場合ニ一物標ノ方位ヲ二回以上觀測シ、其間ノ航路及航程トヲ使用シテ船位ヲ推定スルニ在リ。故ニ精確ヲ期シ難シト雖モ夜間唯一ノ燈光ヲ見テ他ニ依ルベキ物標ナキトキハ大ニ利益スルコトアリ。

(1) 第一回ニ測定シタル方位ニ依リ海圖上ニ第一位置ノ線ヲ畫ク。

(2) 第一位置ノ線上ノ任意ノ點ヨリ第二回觀測迄ノ針路線ヲ畫キ、之ヲ航程ニ等シク取り其端ヨリ其間ニ感ジタル流程ヲ流向ノ線上ニ取ル。

(3) 斯ノ如クニシテ求メタル點ヲ通り、第一位置ノ線ニ平行ノ一線ヲ畫キ、之ト第二回ニ測定シタル方位線(第二ノ位置ノ線)トノ交點ハ即チ船位ナリ。

(4) 三回ノ方位觀測ヲ行フトキハ前ノ如クシテ、第一、第二ノ位置ノ線ヲ第三回觀測地ニ移シ三個ノ方位線ノ交點ヲ求ムレバ即チ船位ナリ。

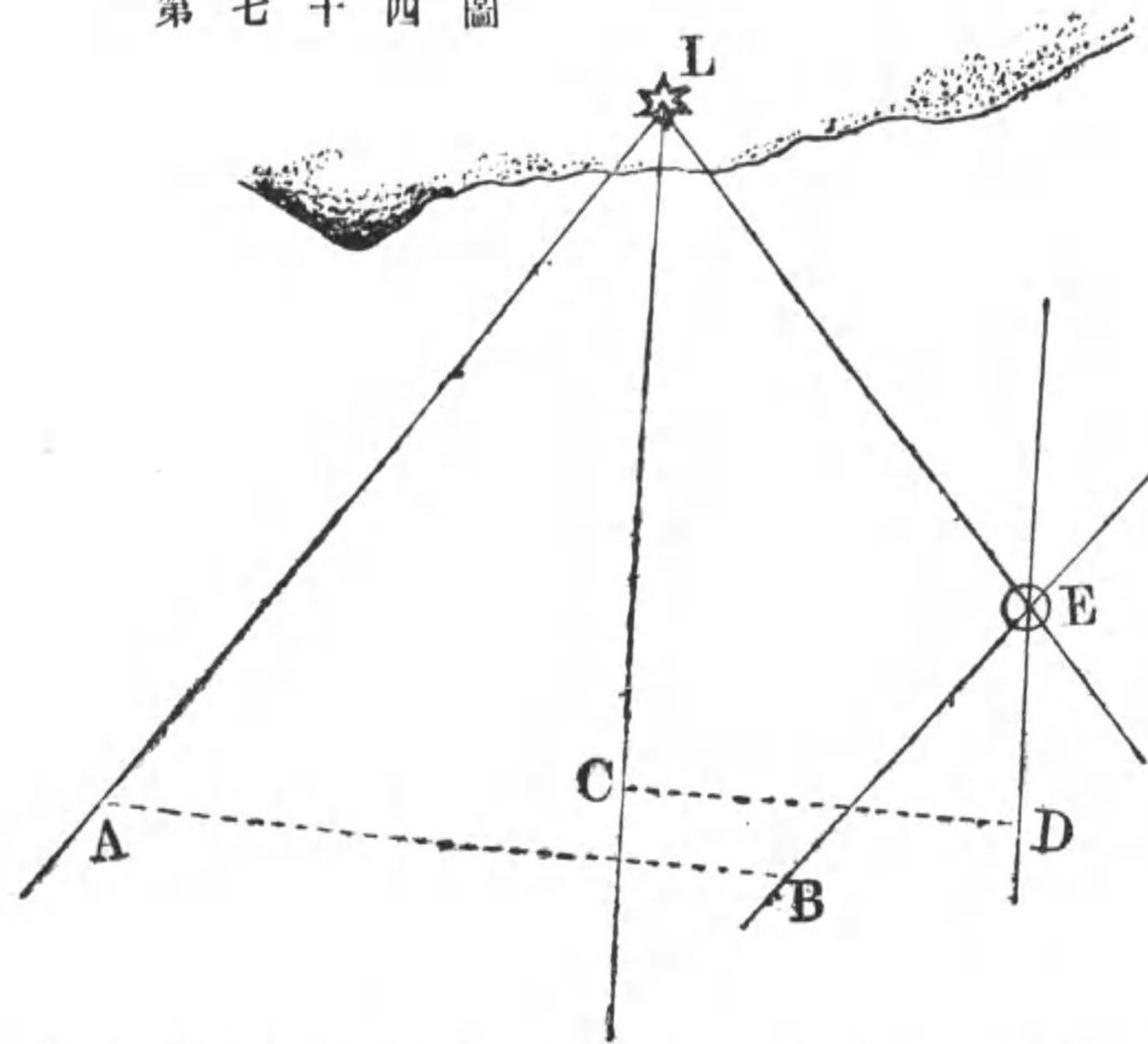
例 針路正東速力八節、流潮南東ニ毎時三節、某燈臺ノ方位ヲ午後四時ニ北三十四度東、午後四時三十分ニ北二十二度西ニ測ル。船位ヲ求ム。

解 第七十三圖、A ハ第一位置ト線上ノ任意ノ點。A B ハ針路ヲ正東ニ三十分間ノ航程四浬ニ取り。B C

ハ流向ヲ南東ニ流程一湮半トシテC點ヲ得。Cヲ通り第一位置ノ線ALニ平行ニCDヲ引ケバ第二位置ノ線DLトDニ於テ交叉スベシ。是レ則チ午後四時三十分ノ位置ナリ。

例 三回方位測定ヲ行ヒ船ノ位置ヲ求ムル例解。

第七十四圖



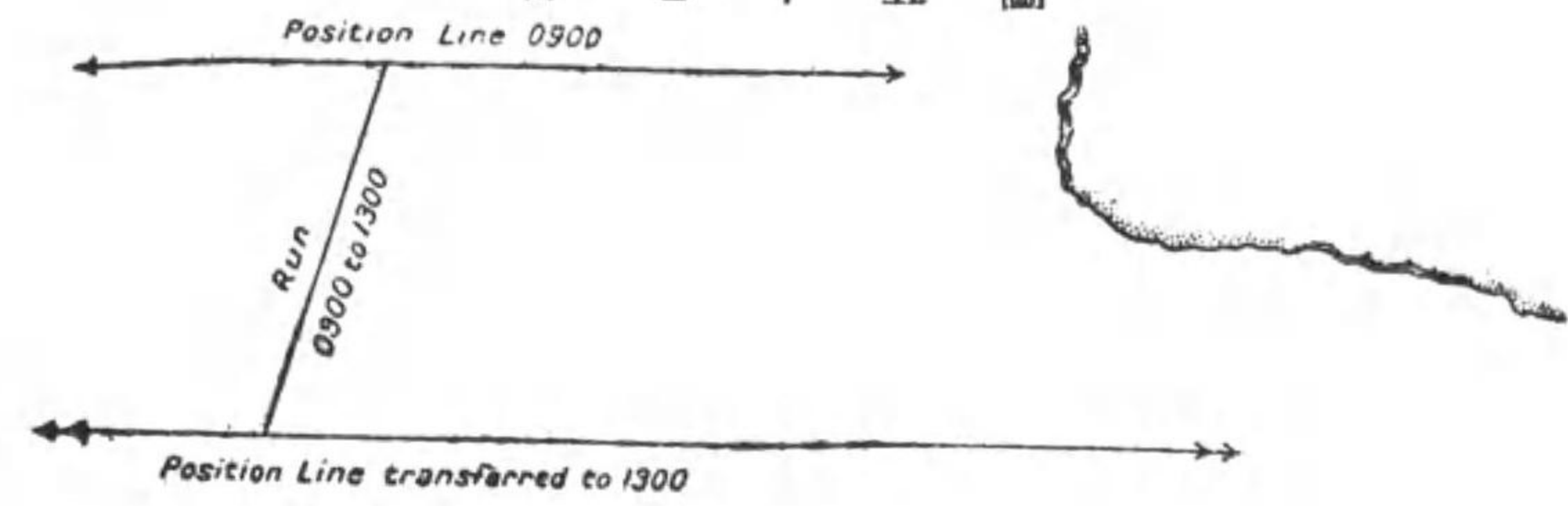
第七十四圖 LAヲ第一位置線トシ、BEヲ轉位線トシ LCヲ第二位置ノ線トシ、DEヲ轉位線トス。BE、DE及第三位置ノ線LEノ交點Eハ船ノ位置ナリ。

【13】單一ナル位置ノ線ノ用途 Use of a Single position Line.

單一ノ位置線ニ依リ船ノ位置ヲ決定スルコト不可能ナ

リト雖モ、之レヲ行船上有効ニ利用スルコトヲ得ベシ。即チ到達セントスル地點ヲ通り位置ノ線ニ平行線ヲ海圖ニ畫シ、或ハ危險物ヲ避ケテ位置ノ線ニ平行線ヲ畫キ。船ノ針路ヲ變ジテ該平行線上ニ到レバ、此上ヲ航走スルトキハ目的地ニ着シ、或ハ危險物ヲ安全ニ避ケルコトヲ得ベキガ如シ。

第七十五圖



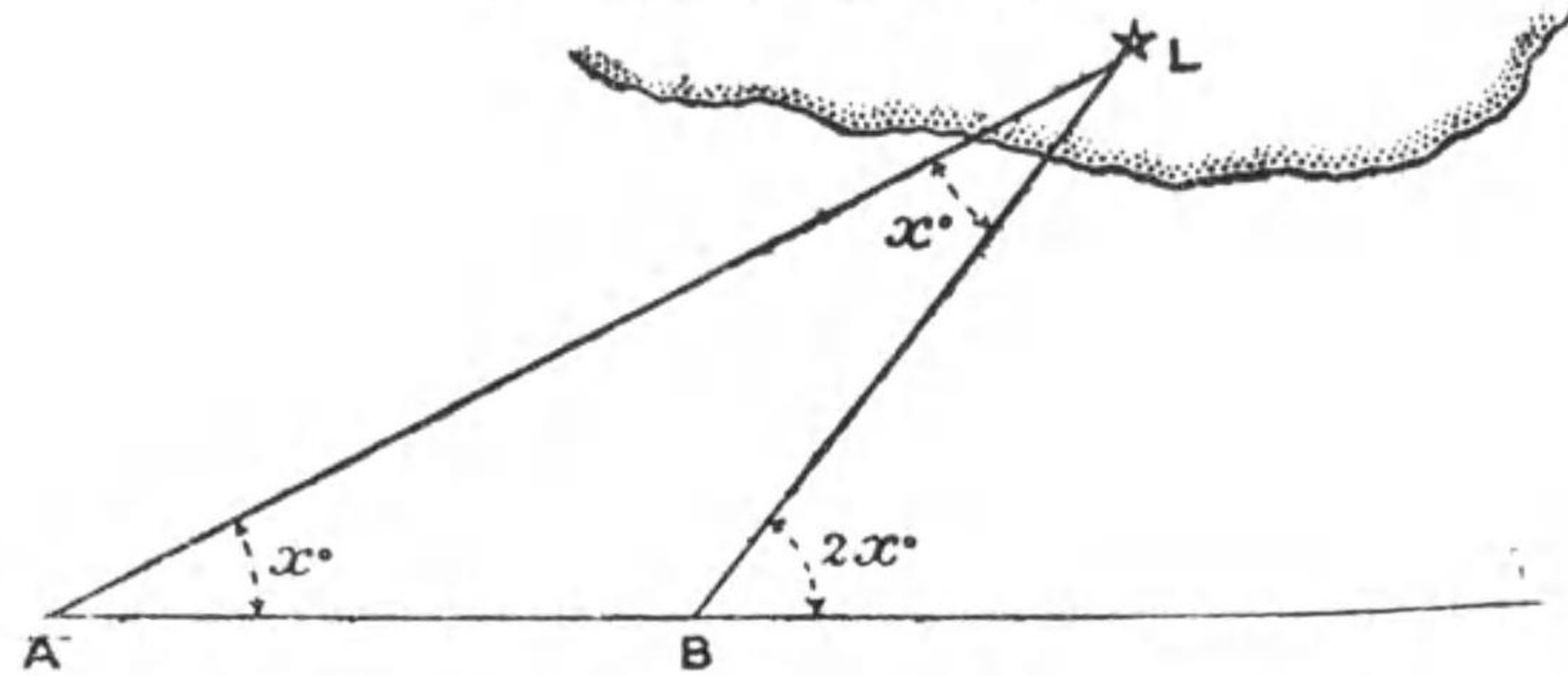
第七十五圖ハ午前九時ニ單一ノ位置線ヲ得タルヲ以テ、某海峡ノ中央ニ向ツテ位置ノ線ニ平行線ヲ畫キ任意ノ針路ニ變ジテ午後一時轉位線ニ達シ、之レニ沿ヒテ海峡ニ入レル例ヲ示ス。

【14】船首倍角法 Doubling the Angle on the Bow.

船首倍角法ハ Running Fix ノ特別ナル場合ニシテ前項ノ如ク位置ノ線ヲ記入シ以テ船ノ位置ヲ定メル事ヲ得ベシ。又下法ハ一般ニ使用セラル、方法ニシテ、且ツ簡單ナリ。

船首ト物標トノ交角 X° ヲ測定シ同時刻ヲ記載ス。次ニ

第七十六圖



船首ト該物標トノ交角が $2X^\circ$ トナル時該物標ノ方位及時刻ヲ記ス、直行針路 Course made good ガ其船ノ針路ナルトキ兩測間ノ航走距離 (The run over the ground) ハ第二觀測時ニ於ケル本船ト物標トノ距離ナリ。

第七十六圖三角形 ABLニ於テ外角ハ二ツノ内對角ノ和ニ等シキヲ以テ

$$LBT = BAL + ALB$$

$$2X = X + ALB$$

∴, $ALB = X$ ナリ。從ツテ $AB = LB$ ナリ。

【15】四點方位法 Four point Bearing.

船首倍角法ノ特種ノ方法ニシテ、前測ノ船首角ヲ四點。後測ノ船首角ヲ八點トス。故ニ後測位置ハ物標ヲ船ノ正横ニ視ル時ニシテ、其距離ハ兩觀測ノ航走距離ニ等シ。本法ハ船ニ於テ最モ頻繁ニ使用セラル、方法ナリ。

【16】正横距離法

前測ノ船首角ノ大小ニ關セズ、後測ノ船首角ヲ八點ト

シ。直角三角形ヲ作り正横距離ヲ算スル方法ナリ。依テ前交角ヲ針路。航程ヲ變緯トシテ方位表ヲ使用シ。東西距ノ欄ニ正横距離ヲ得ベシ。

又船首ガ第一ノ觀測時ニ於ケル角ヨリ、或ル變化ヲ成ス間ニ航走セシ距離ニ係數ヲ乘ジテ正横距離ヲ見出スコトヲ得ベシ。該係數ハ次表ノ如シ。

本表ハ航程ヲ一哩トシテ算シタルモノニシテ、後測地ノ距離ト正横距離トヲ掲グ。故ニ表ヨリ得タル數ニ航程ヲ乘ズレバ、即チ求ムル所ノ距離ナリ。

方針路間ノ第二差	針路ト第一方位間ノ差											
	後測正横		後測正横		後測正横		後測正横		後測正横		後測正横	
	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½
3	1.96	1.09										
3½	1.32	0.84	2.42	1.53								
4	1.00	0.71	1.62	1.15	2.85	2.01						
4½	0.81	0.63	1.23	0.95	1.91	1.48	3.25	2.51				
5	0.69	0.57	1.00	0.83	1.45	1.21	2.19	1.82	3.62	3.01		
5½	0.60	0.53	0.85	0.75	1.18	1.06	1.66	1.46	2.44	2.15	3.96	2.49
6	0.54	0.50	0.74	0.69	1.00	0.92	1.35	1.24	1.85	1.71	2.66	2.46
6½	0.50	0.47	0.67	0.64	0.88	0.84	1.14	1.09	1.50	1.44	2.02	1.93
7	0.46	0.45	0.61	0.60	0.79	0.77	1.00	0.98	1.27	1.25	1.64	1.61
7½	0.43	0.43	0.57	0.56	0.72	0.72	0.90	0.89	1.11	1.11	1.39	1.38
8	0.41	0.41	0.53	0.53	0.76	0.67	0.82	0.82	1.00	1.00	1.22	1.22
8½	0.40	0.40	0.51	0.51	0.63	0.63	0.76	0.76	0.91	0.91	1.09	1.09
9	0.39	0.38	0.49	0.48	0.60	0.59	0.72	0.71	0.85	0.83	1.00	0.98
9½	0.38	0.37	0.48	0.46	0.58	0.56	0.69	0.66	0.80	0.77	0.93	0.89
10	0.38	0.35	0.47	0.44	0.57	0.52	0.66	0.61	0.77	0.71	0.88	0.81
10½	0.38	0.34	0.47	0.42	0.56	0.49	0.65	0.57	0.74	0.65	0.84	0.74
11	0.39	0.32	0.47	0.39	0.56	0.46	0.64	0.53	0.72	0.60	0.81	0.67
11½	0.40	0.31	0.43	0.37	0.56	0.43	0.63	0.49	0.71	0.55	0.79	0.61
12	0.41	0.29	0.49	0.35	0.57	0.40	0.64	0.45	0.71	0.50	0.78	0.55
12½	0.43	0.28	0.51	0.32	0.58	0.37	0.65	0.41	0.71	0.45	0.77	0.49
13	0.46	0.26	0.53	0.30	0.60	0.33	0.66	0.37	0.72	0.40	0.78	0.43
13½	0.50	0.23	0.57	0.27	0.63	0.30	0.69	0.32	0.74	0.35	0.79	0.37
14	0.54	0.21	0.61	0.23	0.67	0.26	0.72	0.28	0.77	0.29	0.81	0.31

方針路間ノ第二	針路ト第一方位間ノ差											
	後測正横		後測正横		後測正横		後測正横		後測正横		後測正横	
	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	10½
6	4.26	3.94										
6½	2.86	2.74	4.52	4.33								
7	2.17	2.13	3.04	2.98	4.74	4.64						
7½	1.76	1.76	2.30	2.29	3.18	3.17	4.91	4.88				
8	1.50	1.50	1.87	1.87	2.41	2.41	3.30	3.30	5.03	5.03		
8½	1.31	1.30	1.59	1.5	1.96	1.95	2.50	2.49	3.38	3.36	5.10	5.08
9	1.18	1.15	1.39	1.36	1.66	1.63	2.03	1.99	2.56	2.51	3.43	3.36
9½	1.08	1.03	1.25	1.19	1.46	1.39	1.72	1.65	2.08	1.99	2.60	2.49
10	1.00	0.92	1.14	1.05	1.31	1.21	1.51	1.39	1.77	1.63	2.11	1.95
10½	0.94	0.83	1.06	0.94	1.20	1.05	1.35	1.19	1.55	1.36	1.79	1.58
11	0.90	0.75	1.00	0.83	1.11	0.92	1.24	1.03	1.39	1.15	1.57	1.30
11½	0.87	0.67	0.95	0.73	1.05	0.81	1.15	0.89	1.27	0.98	1.41	1.09
12	0.85	0.60	0.92	0.65	1.00	0.71	1.09	0.77	1.18	0.83	1.29	0.91
12½	0.84	0.53	0.90	0.57	0.97	0.61	1.04	0.66	1.11	0.71	1.20	0.76
13	0.83	0.46	0.89	0.49	0.94	0.52	1.00	0.56	1.06	0.59	1.13	0.63
13½	0.84	0.39	0.88	0.42	0.93	0.44	0.98	0.46	1.02	0.48	1.08	0.51
14	0.85	0.32	0.89	0.34	0.92	0.35	0.90	0.37	1.00	0.38	1.04	0.40
			8	8½	9	9½	10	10½				
9	5.13	5.03										
9½	3.44	3.30	5.10	4.88								
10	2.61	2.41	3.43	3.17	5.03	4.64						
10½	2.12	1.87	2.60	2.29	3.38	2.98	4.91	4.33				
11	1.80	1.50	2.11	1.76	2.56	2.13	3.30	2.74	4.74	3.94		
11½	1.58	1.22	1.79	1.38	2.08	1.61	2.50	1.93	3.18	2.46	4.52	3.49
12	1.41	1.00	1.57	1.11	1.77	1.25	2.03	1.44	2.41	1.71	3.04	2.15
12½	1.29	0.82	1.41	0.89	1.55	0.98	1.72	1.09	1.96	1.24	2.30	1.46
13	1.20	0.67	1.29	0.72	1.39	0.77	1.51	0.84	1.66	0.92	1.87	1.04
13½	1.13	0.53	1.20	0.56	1.27	0.60	1.35	0.64	1.46	0.69	1.59	0.75
14	1.08	0.41	1.13	0.43	1.18	0.45	1.24	0.47	1.31	0.50	1.39	0.53
			11	11½	12	12½	13					
12	4.26	3.01										
12½	2.86	1.82	3.96	2.51								
13	2.17	1.21	2.66	1.48	3.62	2.01						
13½	1.76	0.83	2.02	0.95	2.44	1.15	3.25	1.53				
14	1.50	0.57	1.64	0.63	1.85	0.71	2.19	0.84	2.85	1.09		

第十三項、第十四項、第十五項ニ對スル注意。

(1) 航程ト針路トニ誤差アレバ位置、從ツテ精確ナラズ。故ニ流潮等ハカメテ精密ニ改正セザルベカラズ。

(2) 第一觀測交角ハ小角ヨリ、カメテ大角ヲ選ブベシ。是レ交角小ナルトキハ其微小ノ誤差ガ第二觀測時ノ距離ノ大ナル誤差トナルヲ以テナリ。

(3) 針路ヲ變セザルコト。

【17】 物標ノ距離ト其船首角ニ依リ正横距離ヲ求ムル法

第七十七圖直

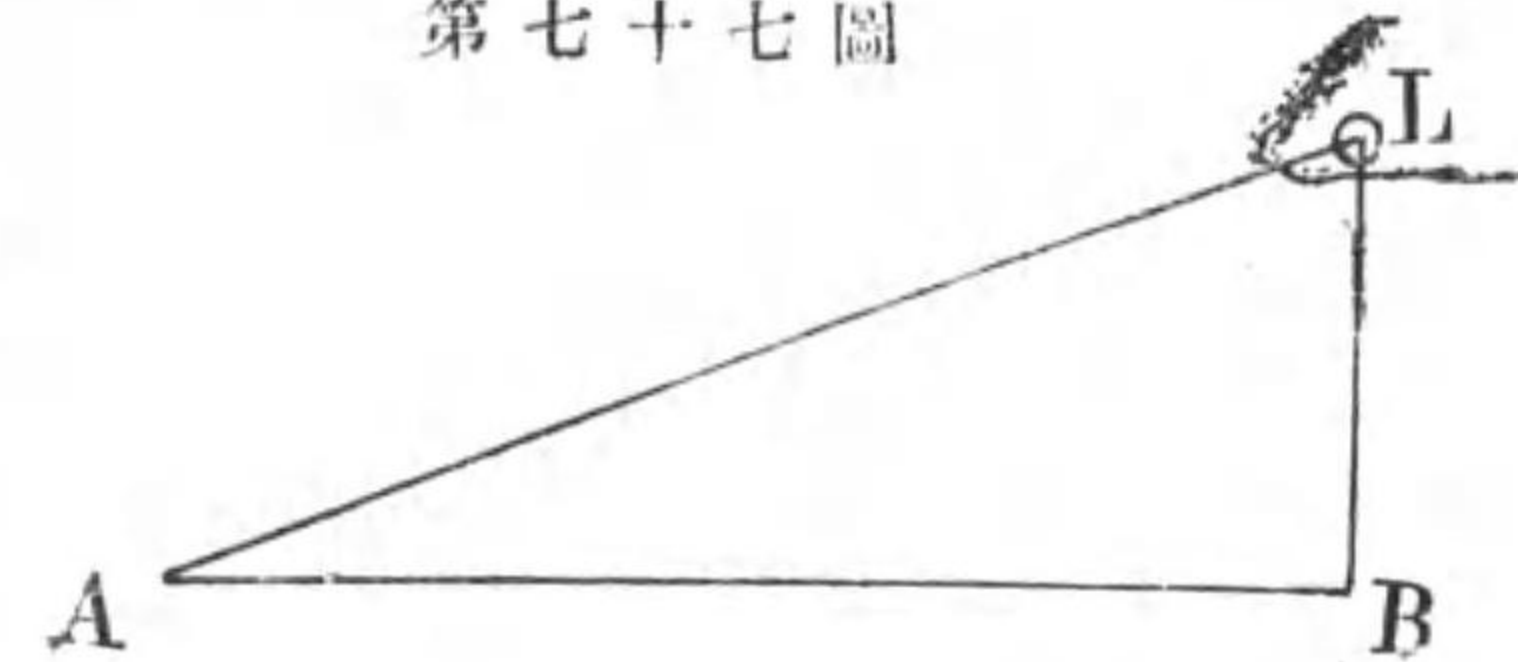
第七十七圖

角三角形 L A B

ニ於テ角 A 及邊

L A ヲ知ルトキ

ハ



$$L B = L A \cdot \sin A$$

即チ A ヲ船ノ位置、A B ヲ船首尾線ノ方向、L A B ヲ船首角セバ、物標迄ノ距離ニ船首角ノ正弦ヲ乘ジテ正横距離ヲ推測スルコトヲ得ベシ。又船首角ヲ方位表ノ針路ニ物標迄ノ距離ヲ方位表ノ航程ニ當テ東西距ノ欄ニ於テ之レニ對スルモノヲ探レバ所要ノ正横距離ヲ得ベシ。

交角小ナルトキ正横距離ノ略近値ハ下法ニヨリテ簡單ニ求ムルコトヲ得ベシ。

(1) 四分一點ナートセル船首角ヲ物標距離ノ二分ノ一ニ乘ジ、之レヲ十ニテ除セバ所要ノ正横距離ナリ。(略近値)

(2) 船首角ノ度数ニ距離ヲ乘ジテ五十七ニテ除セバ略近ノ正横距離ナリ。

例 某燈臺ヲ右舷船首四分ノ三點ニ測リ、距離十浬ナリト云フ。其正横距離ヲ求ム。

$$\text{解} \quad \frac{5' \times 3}{10} = \underline{1.5} \text{ 浬} \quad \text{或} \quad \frac{8.05 \times 10'}{57} = \underline{1.3} \text{ 浬}$$

【18】三標兩角法 Horizontal Sextant Angles.

三物標ヲ選ビ、六分儀ヲ以テ中央標ヨリ左右兩標ノ水平夾角ヲ測リ、三杆分度器ヲ用ヒテ此ノ兩角ヲ成ス。三條ノ位置ノ線ノ交點ヲ求ムレバ是レ則チ船ノ位置ナリ。

三標兩角法ノ利點

(1) 精確ナル位置ヲ測定スルコトヲ得ベシ。

交叉方法ニ於テハ羅針方位ノ測定上ノ誤差ハ四分ノ一度位ノ値ニ達スルモ、六分儀ニ於テハ十分ノ一度以上ノ誤差ヲ生ズルコトナシ。

(2) 船體ノ動搖烈シク、羅針牌ノ安定ナラザルタメ、方位測定甚ダ困難ナル場合ニモ、此法ニ依レバ測定容易ニシテ誤差少シ。

(3) 任意ノ處ニテ測角スルコトヲ得ベシ。

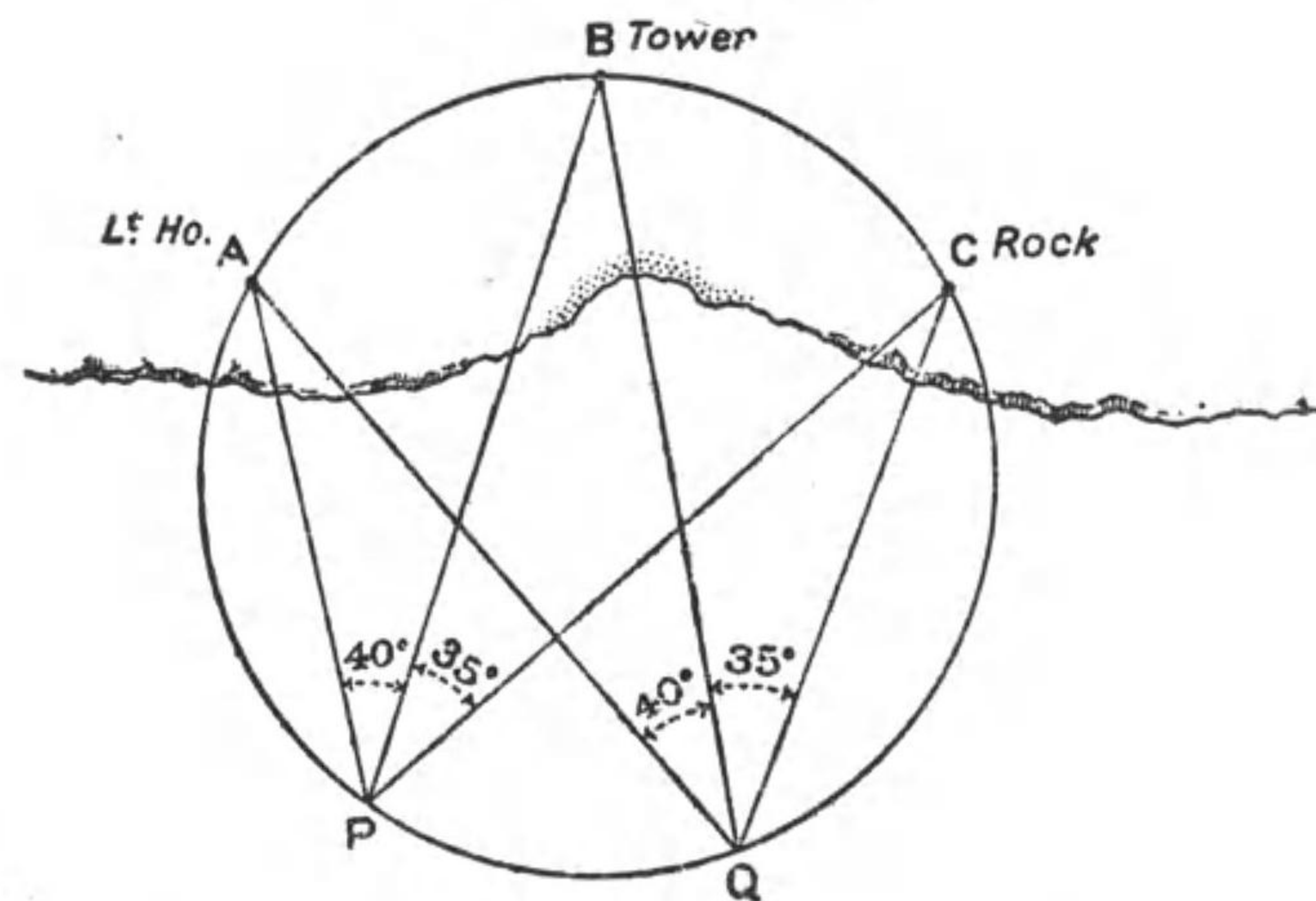
(4) 羅針儀ヲ使用セザルヲ以テ、自差不明ナル場合ト雖モ正確ナル位置ヲ得ベシ。又自差改正ヲ誤ル處ナシ。

物標撰擇及觀測上ノ注意

(1) 中央標最モ遠クシテ三物標及ビ測者ノ位置、又ハ其近クノ點ガ同一圓周上ニ在ルモノヲ避クベシ。

第七十八圖物標AトBノ夾角ヲ 40° BトCトノ夾角 35° トセバ、弦ABガ 40° ヲ圓周上ニ張ル圓周ト弦BCガ 35° ヲ圓周上ニ張ル圓周トハ一致スルヲ以テ、船ハ弧APC上ノ何レカニ存在スルコトヲ確認シ得ルモ、其位置ガP又Qニ在ルヤ否ヤハ不明ナリ。

第七十八圖



(2) 中央標ガ兩外側標ヲ結ブ線ノ内方、即チ測者ニ近キモノ撰ブベシ。

(3) 三物標ガ一直線上、若クバ直線ニ近キモノヲ撰ブベシ。

(4) 測者ガ三標ヨリ成ル三角形ノ内ニ在ル者ヲ撰ブベシ。

(5) 夾角ハ三十度以上ヲ有スルモノ撰ブベシ。

(6) 左右兩測角ハ努メテ迅速ヲ行フベシ。

(7) 三杆分度儀ニテ位置ヲ點ズルニ當リ其中心ノ微動モ三物標中ノ何レカ急ニ杆ヲ離ル、ガ如キハ物標ノ撰擇ノ良好ナル徵ナリ。

(8) 精測セザル海圖ヲ使用スルトキハ、此法ニ依ラズ

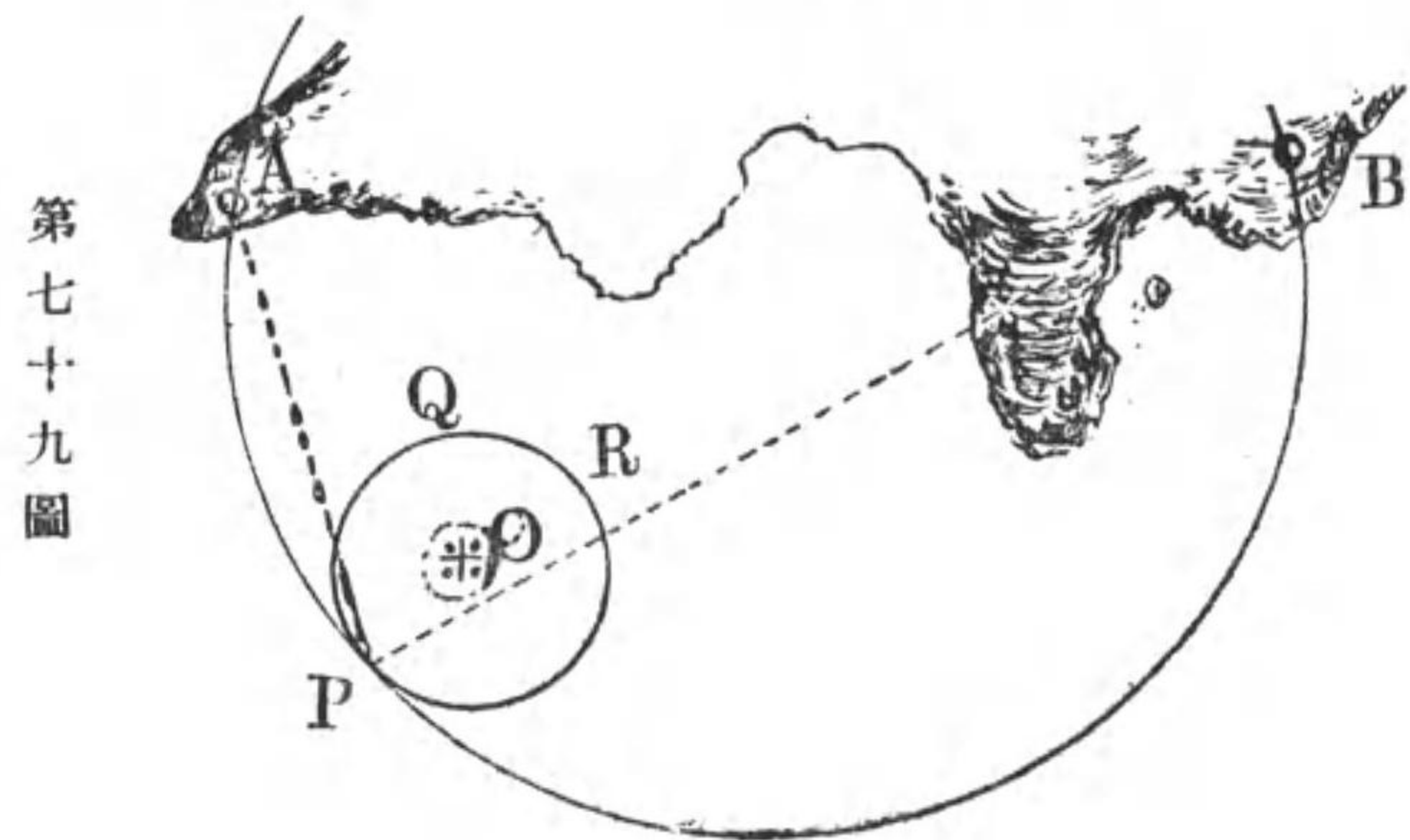
羅針方位法ニ依リテ可成多數ノ位置ノ線ノ交叉點ヲ求メテ位置ヲ推定スベシ。

【19】危険角法 Danger angle method.

沿岸航海中其附近ニ在ル暗礁、危険物ヲ避ケテ航行スル時其附近ノ二物標ノ水平夾角又ハ一物標ノ垂直角ヲ六分儀ニ合セ、之ヲ利用スル方法ニシテ、水平危険角法 Horizontal danger angle method. 垂直危険角法 Vertical danger angle method ノ二種アリ。

(1) 水平危険角法

同一ノ弦上ニ立テ、其頂點圓周上ニアル三角形ハ、其頂角常ニ相等シク、頂點圓外ニ出レバ小ニ、圓内ニ入レバ之レヨリ大ナリ。本法ハ此理ニ依ルモノナリ。



第七十九圖ニ於テOヲ危険物トシ、ABヲ二個ノ物標トシ危険物Oヨリ二鏈以内ニ接近セザル様ニ航セント欲

スル時ハ、Oヲ中心トシ二鏈ノ尺度ヲ半徑トシテ圓PQRヲ畫キ。次ニABヲ結ビタル直線ヲ直角ニ二等分スル直線ヲ引キ、該二等分線上ニ中心ヲ有シ、AB及圓PQRニ外接スル圓周APBヲ畫ク時、船ガAPBノ圓周上何レノ點ニ在ルモABノ夾角ハ常ニAPBニ等シ。故ニ六分儀ニ豫メ角APBニ等シク合セ、儀ヲ水平ニ保持シ、水平鏡ヲ通シテ左標ヲ望ミ、右標ガ視界ニ入リテ兩標ガ重リタル時ハ、船ハ圓周APBニ來リタルヲ以テ、常ニ角APBヨリモ大ナラザル様操舵セバ、豫定ノ二鏈以内ニ危険物ニ接近スルコトナク航海スルコトヲ得ベシ。

(2) 垂直危険角法

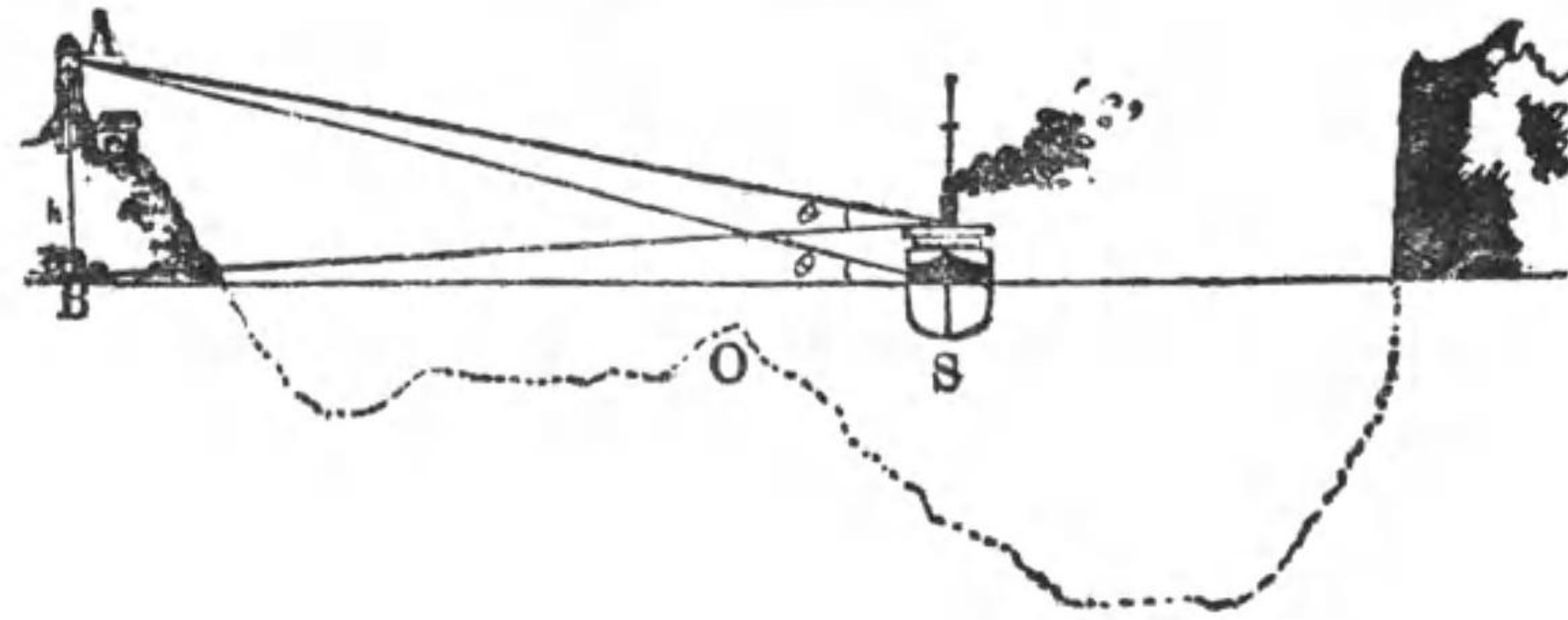
第八十圖ニ於テAヲ水面上ノ高サハナル物標、Oヲ暗礁トシ、今半湮ノ距離以内ニOニ近寄ラザル様航海セントスルトキハBO(湮) + .5(湮) 即チSBヲ求メ、直角三角形ノ公式 $\text{Tan } \theta = \frac{h}{SB}$ ニ依リθ角ヲ求メ。之ヲ六分儀ニ合セAノ仰角ガ常ニθヨリ大ナラザル様航行セバ可ナリ。

(3) レツキー氏垂直危険角及距離表

Lecky's Vertical Danger Angle and Off Shore Distance Table

本表ニハ前記ノ方法ニ適スル角度ヲ記載セルヲ以テ、之ヲ利用セバ便益多シ。即チ

Part.1ニハ $\text{Dist} = h \cdot \text{Cot } \theta$ 式ニ依リhヲ五十呎ヨリ千百呎ニ至ルモノト其測角トニ對シ五湮迄ノ距離ヲ十分



ノ一湮毎ニ記載ス。

Part.2 ニハ視地平外ニ在ル物標二百呎ヨリ、一萬八千呎ニ至ル高サト、測角トニ對シ五湮ヨリ百十湮ニ至ル距離ヲ記載ス (Part 2 ハ次項ノ公式ニ依リ計算記載セリ)

該表使用上ノ注意 (part 1 ヲ使用スル場合)

(1) 測角スヘキ物標ガ岸線ノ直上ニアルトキ、測者ノ岸線マデノ距離ガ物標ノ高サヨリ大ナレバ、測者ノ眼高ヨリ大ナル誤差ノ存在スルコトナシ。

(2) 測定スベキ物標ガ岸線ノ直上ニ在ラザルトキ。

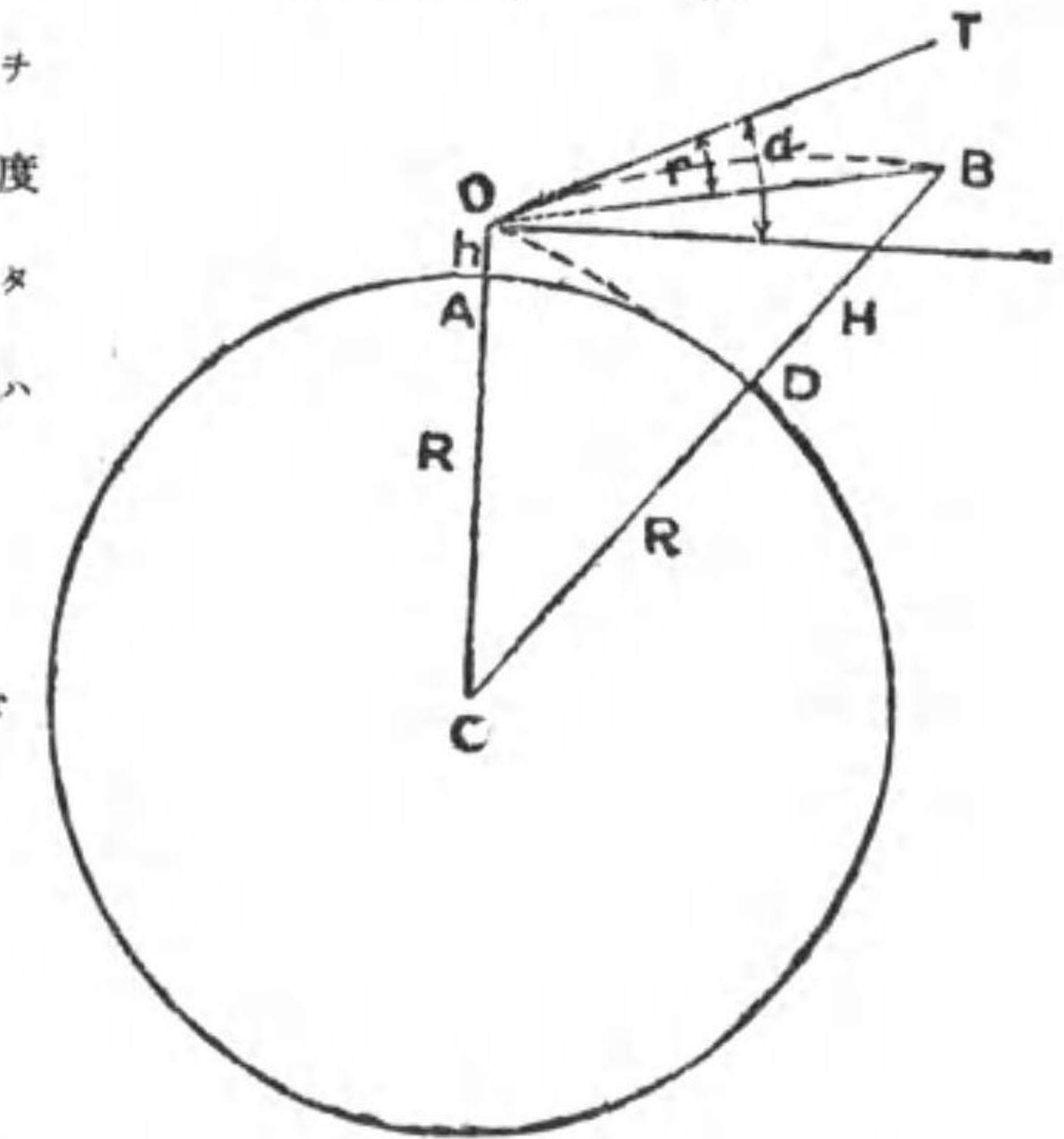
- a 岸線ヨリ測者迄ノ距離ガ測角スベキ物標ト、岸線トノ水平距離ヨリ大ナルトキ。
- b 物標ト岸線トノ水平距離ガ物ノ高サヨリ小ナルトキ。
- c 垂直角四十五度以下ナルトキ。

測角上生ズル誤差ハ距離ノ誤差トシテ殆ンド顯ハレザル程度ニモノナリ。

【20】 測角スベキ物標ガ視地平外ニ在ル場合ノ公式説明

第八十一圖Bヲ高H呎ナル山頂、Oヲ眼高h呎ナル測者、rヲ地平氣差トシ、今山頂Bノ高度ヲ測リ之レヨリ眼高差ヲ減シタル視高度ヲムトセバ、其眞高度ハ $u-r$ ナリ。

第八十一圖



三角OBC形ニ於テ

$$\text{角 } COB = 90^\circ + u - r$$

$$\text{角 } CBO = 180 - C -$$

$$(90 + u - r) = 90^\circ -$$

$$C - \alpha + r \text{ ナリ。}$$

R ナ地球ノ半徑 (呎) トセバ

$$\frac{\sin CBO}{\sin COB} = \frac{R+h}{R+H} \quad \therefore \frac{\cos (C+\alpha-r)}{\cos (u-r)} = \frac{R+h}{R+H}$$

$$\text{故ニ } \cos (C+\alpha-r) = \frac{R+h}{R+H} \cos (u-r)$$

上式ヨリCノ値ヲ算出シテ分ニ改ムレバ、弧ADヲ湮ニテ表ハシタルモノ、即チ所要ノ距離ヲ得ベシ。

上式ニ於テCトrトノ値ガ未知ナレドモ、rハC角、換言セバADノ十三分ノ一ニ過ギザルヲ以テ、最初rヲ零トシテ、略近ノCノ値、即チADヲ求め、次テ略近ノCノ十三分ノ一ヲrトシテ計算ヲ繰リ返シテ正確ナル値ヲ求めシ。又上式ハH及hニ比シ非常ニ大ナル地球ノ半徑ヲR含ムヲ以テ、R+h及R+Hノ對數ヲ計算スルニ當リ、極メテ正確ナル對數ヲ採ルヲ要ス。

第三節 位置ノ線及決定位置ノ誤差

Errors in Position Lines and Fixes

本節ニ於テハ地物觀測上ノ誤差ヨリ生ズル位置ノ線及決定位置ノ誤差ニ就テ説明スベシ。

此觀測ニ使用セラル、器械ハ、磁氣羅針儀、轉輪式羅針儀及六分儀ニシテ、各其器械的誤差 Instrumental Errorヲ有シ。其誤差ノ内ニハ極メテ正確ニ測定シ得ラル、モノト、然ラザルモノトアリ。

磁氣羅針儀ニ就テ言ヘバ、物標ノ羅針方位ニハ偏差及自差ヲ改正スルヲ要ス。而テ偏差ハ必要ナル程度ニ其値ヲ正確ニ知ルコトヲ得ベシト雖モ、自差ニ於テハ偏差ト同程度ノ正確ヲ要求スルコト能ハズ。且磁氣羅針儀ノ自差ハ一定量ヲ有セズ。即チ羅針儀ガ修正サレタル場合ニハ自差ハ正確ナル値ヲ有スルモ、數日後ニハ多少ノ變化ヲ生ズ。是レ残留磁氣ノ影響、煙突ノ熱度及緯度ノ變化等ガ自差ヲ變化セシムルニ因ル。

轉輪式羅針儀ニ就テ言ヘバ、或特殊ノ場合ニ於テ同儀ノ誤差(Gyro Error)ハ前記ト同程度不正確ナリ。即チ速力ノ變化及緯度ノ變化ニ對スル改正ヲ親羅針儀 Master Gyroニ行ハレルト雖モ、一般ニ正確ニ測定シ能ハザル誤差ガ殘存スルヲ以テナリ。

六分儀ニ就テ言ヘバ、該儀ノ中心差及第一、第二、第

三ノ修正ノ不完全ナル結果、六分儀ニ依ル觀測ニ誤差ヲ生ゼシム。

次ニ前記ノ誤差ノ外ニ使用測器ノ大サノ制限ハ觀測ノ精度ト密接ナル關係ヲ有スルヲ以テ、之ニ對シ考慮ヲ要スルコト明ナリ。

即チ磁氣羅針儀ニ於テ羅牌ノ直徑ガ二十糎ナルトキ、其一度ノ間隔ハ大約 0.2 糎ナルヲ以テ、方位觀測ニ誤差ヲ生ジ易ク。又船ガ動搖スルトキハ觀測上ノ正確ヲ期スルコト一層困難トナルベシ。又轉輪式羅針儀ニ於テハ羅牌ノ振動 Oscillation 一層觀測ヲ困難ナラシム。

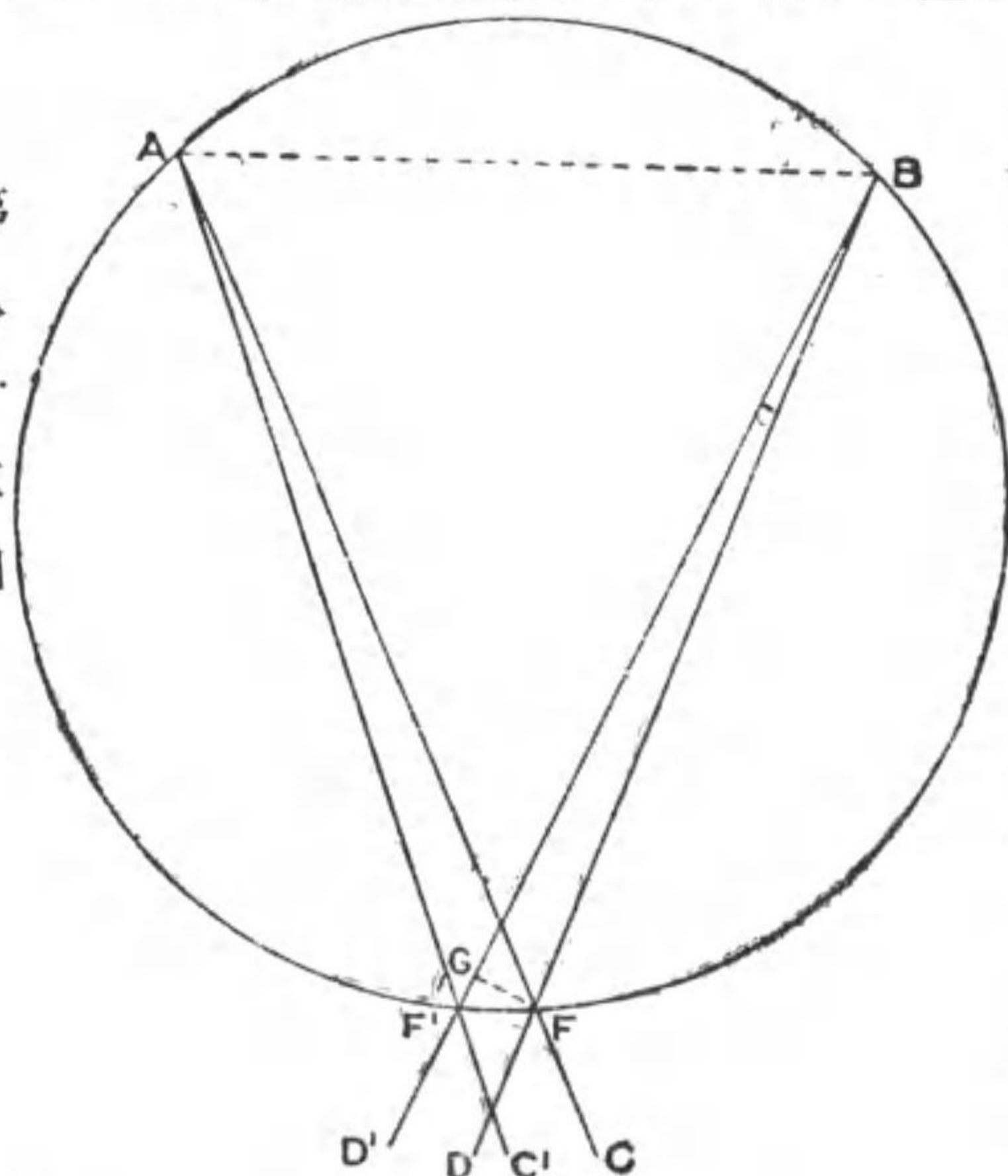
個人差 Personal Error. 觀測者各人ノ誤差ニシテ方位觀測ニハ實用上重大ナルモノニ非ザルモ、精密ヲ要スル六分儀ノ觀測ニ於テハ個人差ノ影響大ニシテ其人ノ總テノ觀測ニ於テ同一ノ影響ヲ及ボスモノナリ。

且又地物ノ觀測ニ於テ欠ク可カラザル海圖記入ニ際シ方位線 Lines of Bearing ガ不正確ニ記入セラレ、或ハ方位觀測ト同一程度ノ精度ヲ以テ記入セラレザリシ場合ニハ、方位線ノ誤差ノタメ船ノ位置ニ誤差ヲ生ズベシ。此原因ヨリ生ズル方位線ノ誤差ハ一般ニ四分ノ一度ニ達ス。

物標ノ一回ノ觀測ニ於テ、前記ノ如ク種々ナル原因ニヨリ當然生ズ可キ誤差ノ存在スル以上、二個乃至三個以上ノ該觀測ニ依ル船ノ位置ニハ相當ノ誤差ノ存在スルコト明ナリ。

【21】 方位線ノ誤差ノタメ生ズル船ノ位置ノ誤差

第八十二圖



第八十二圖
 是於テ、A 及 B ナ同時ニ其方位ヲ測リシ物標。F ハ眞位置ノ線 AC 及 BD ノ交點即チ眞位置 True Position. A' C' 及 B' D' ナ實際ニ記入セラレタル位置

ノ線トシ。A' C' 及 B' D' ニ値及ビ方向ニ於テ同一ナル誤差、即チ角 C A C' = 角 D B D' ガ存在セシモノトセバ、F' ハ實際ニ得タル船ノ位置ニシテ、F F' ハ位置誤差ナリ。

今 F F' ナ見出スタメ誤差 C A C' ヲ e. 位置ノ線ノ交角 A F B ヲ θ ト假定スレバ、實際觀測ヨリ得タル位置ノ線ノ交角 A' F' B = θ ナリ。

如何トナレバ

$$A F B + F A B + F B A = 180^\circ$$

$$A' F' B + F' A' B + F' B' A = 180^\circ$$

ニシテ、 $A' F' B + (F A B + e) + (F B A - e) = 180^\circ$

ナルヲ以テ $A F B = A' F' B = \theta$ ナリ。

是レ誤差 C A C' ト D B D' トノ値及方向共ニ同一ナリト假定スル場合ニ於テノミ眞ナリ。

今 A, B 及 F 點ヲ過ル圓ヲ畫ケバ、F' ハ必ズ此圓周上ニ在レベシ。

F G ナ B F' 垂直トスレバ

$$G F = F F' \sin B F' F \quad \text{又} \quad G F = B F \sin G B F$$

$$\text{故ニ} \quad F F' \sin B F' F = B F \sin G B F$$

$$F F' = \frac{B F \sin G B F}{\sin B F' F}$$

$$\text{角 } B F' F = \text{角 } B A F \quad \text{ナルヲ以テ} \quad \sin B F' F = \sin B A F$$

$$\text{ナリ。又} \quad \frac{B F}{\sin B A F} = \frac{A B}{\sin \theta} \quad \text{ナルヲ以テ}$$

$$F F' = \frac{A B \sin e}{\sin \theta}$$

上式ニ於テ一般ニ e ノ値ハ微小ナルタメ、其ノ値ヲ弧度法ニテ表ハセバ

$$F F' = \frac{e \cdot A B}{\sin \theta} \dots\dots\dots 1$$

上式ハ觀測上ノ誤差 e ヨリ生ズル位置ノ誤差ヲ示ス。故ニ e ヨリ生ズル位置ノ誤差ハ $\sin \theta$ ニ反比例スルヲ以テ、 θ ガ 90° ナル時最小ニシ 30° ヨリ小ナルニ從ヒ増大ス。即チ $F F' = \frac{e \cdot A B}{\sin 90^\circ} = e \cdot A B$ $F F' = \frac{e \cdot A B}{\sin 30^\circ} = 2 e \cdot A B$ 三十度ノトキハ九十度ノ際ノ誤差ノ二倍ナリ。

例 二物標ノ距離十浬ニシテ、其眞方位ヲ夫々北六十度東、北三十度東ニ測ル船ノ位置ノ誤差如何。但シ觀測眞方位ニ一度ノ誤差アリトス。

解 e = 1° 之レヲ弧度法ニ依リ示セバ

$$e = \frac{60}{3438} = \frac{1}{57} \text{ (約)} \quad FF' = 10' \frac{1}{57} \text{ Cosec } 30^\circ = \frac{1}{3} \text{ (約)}$$

例 十哩隔リタル二物標ノ方位ヲ夫々北十度東。南七十度東ニ測リ其各ニ一度ノ誤差アリトセバ船ノ位置ノ誤差如何。

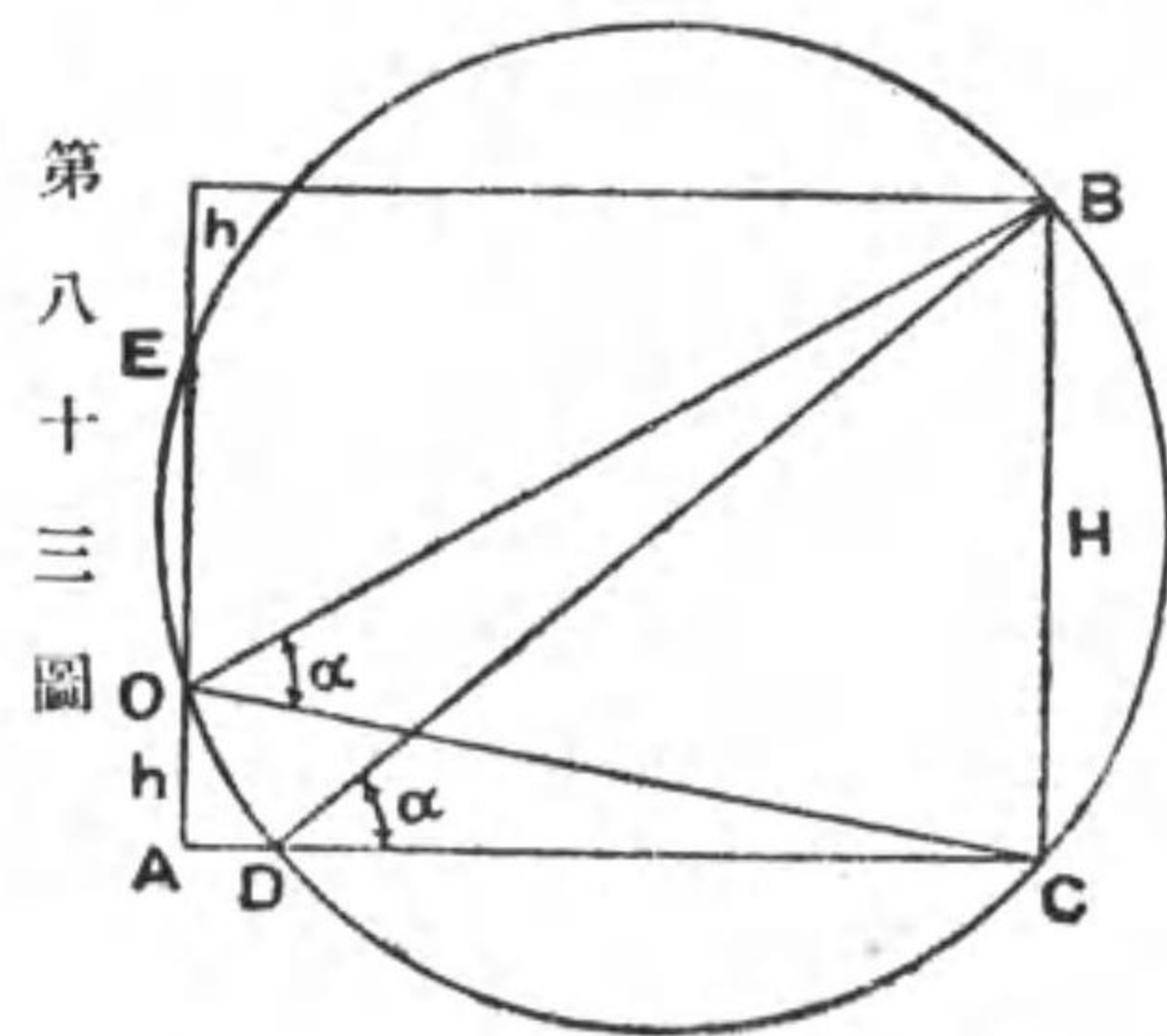
解 $FF' = 10' \times \frac{1}{57} \text{ Cosec } 90^\circ = \frac{1}{6} \text{ (約)}$

前記二例ニ於テ例2ハ例1ヨリ位置正確ナルコトヲ示ス。而テ公式(1)ハ斯ノ如キ方法ニヨリ決定シタル船ノ位置ニ關スル其信擬ヲ判定スル資トナルベシ。

實用上eノ値ヲ知ルコト不可能ナルヲ以テ公式(1)ハ一見不必要ノ觀アリト雖モ、今eノ値ヲ一度ト假定スルトキハ、之レガ爲メ生ゼル位置ノ誤差ニ關スル概念ヲ得ベク。又如何ナル状態ノ觀測ガ最良ナルカ否ヤハ該式ヨリ斷定スルコトヲ得ベシ。

【22】 垂直角ノ誤差ニ依ル位置ノ誤差

(1) 測角スベキ物標ガ岸線ニ垂直ナル場合。



第八十三圖ニ於テB
Cヲ水面上H米ヲ有ス
ル斷崖 Vertical Cliff O
ヲ眼高h米有スル測者
ノ眼ノ位置、BCガ測
者ノ眼ニ於テ爲ス角B
OCヲ α トシ、三角形
OBCニ外接圓ヲ作り

之レガ水線ACトDニ於テ交リ、又AOヲ延長シテ圓トEニ於テ交リタリトス。

然ラバACハ測者ト斷崖ノ水線部トノ距離ニシテ、

$$AC = DC + AD$$

$$= H \cot \alpha + \frac{AO \cdot AE}{AC}$$

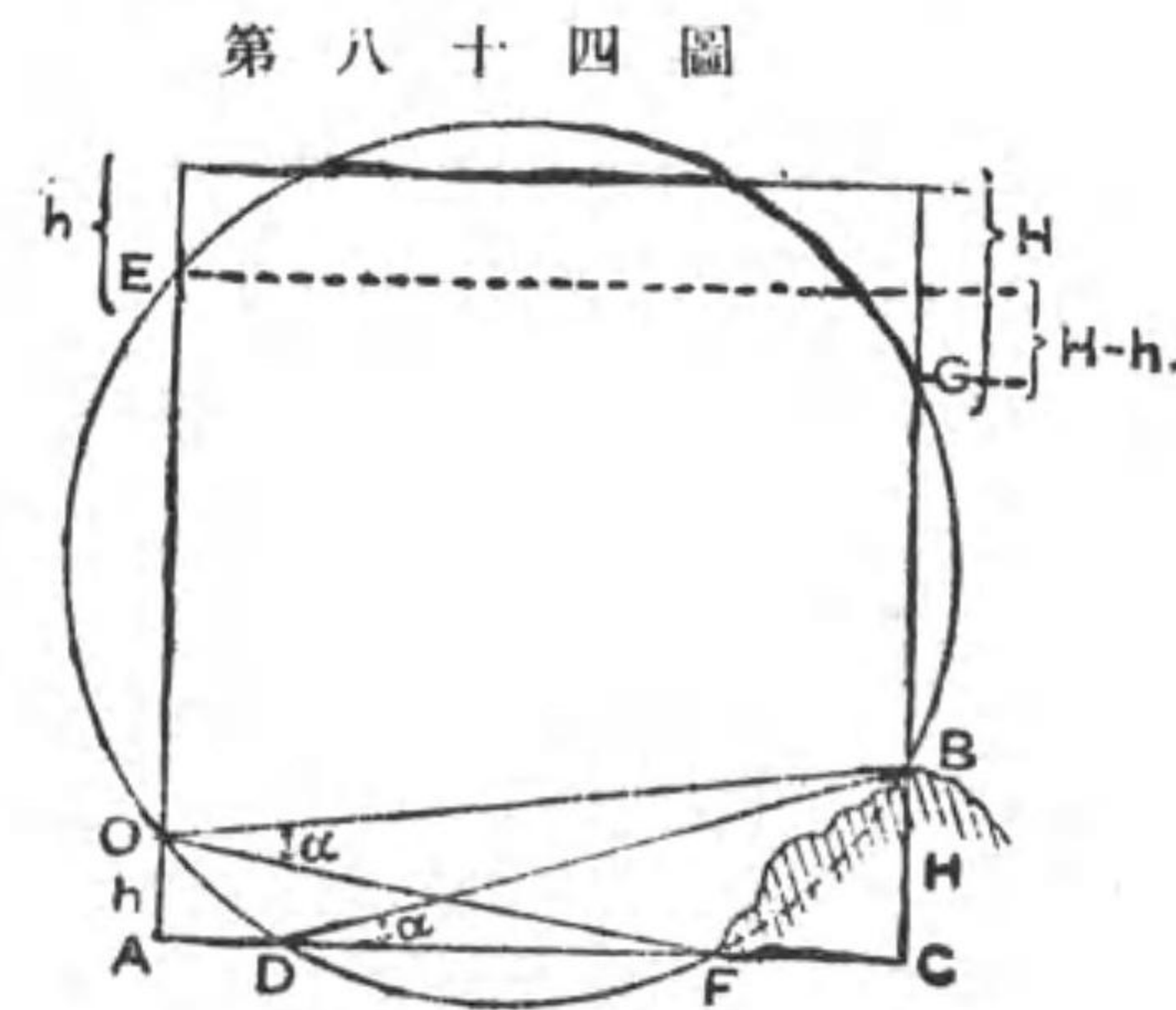
$$\therefore AC = H \cot \alpha + \frac{h(H-h)}{AC} \dots\dots\dots 2$$

今AC>H即チ岸線ト船トノ距離ガ物標ノ高サヨリ大ナレバ、上式ノ第二項ハhヨリ小ナリ。其故ニ距離ヲHcot α ナリト算定セバ其ノ誤差ハAC>Hナルトキhヨリ小ナルベシ。

本項(1及2)ニ於テハ氣差及ビ地球ノ曲率ヲ度外視セリト雖モ、之レガ爲メ生ズル距離ノ誤差ハ非常ニ微小ニシテ實用上差支ヘナキ程度ナリ。

(2) 測角スベキ物標ガ其岸線ノ直上ニ在ラザル場合。

第八十四圖ニ於テOヲ眼高h米ノ測者ノ位置、Fヲ岸線、BOFヲ垂直角 α トシ三角形OFBニ外接スル圓ヲ畫キ水面ACトDニ於テ、AOノ



延長トE. CBノ延長トGニ於テ交リタルトセバ

$$AC = DC + AD = H \cdot \cot \alpha + \frac{AO \cdot AF}{AF} = H \cot \alpha + h \frac{CG + (H-h)}{AF}$$

然ルニ $CG = \frac{DC \cdot FC}{H}$ ナルヲ以テ

$$AC = H \cot \alpha + h \left(\frac{H-h}{AF} \right) + h \frac{DC \cdot FC}{AF \cdot H}$$

$$= H \cot \alpha + h \left(\frac{H-h}{AF} \right) + h \frac{FC}{H} \left(\frac{AF - AD + FC}{AF} \right)$$

$$\therefore AC = H \cot \alpha + h \left(\frac{H-h}{AF} \right) + h \frac{FC}{H} \left(1 + \frac{FC - AD}{AF} \right) \dots\dots 3$$

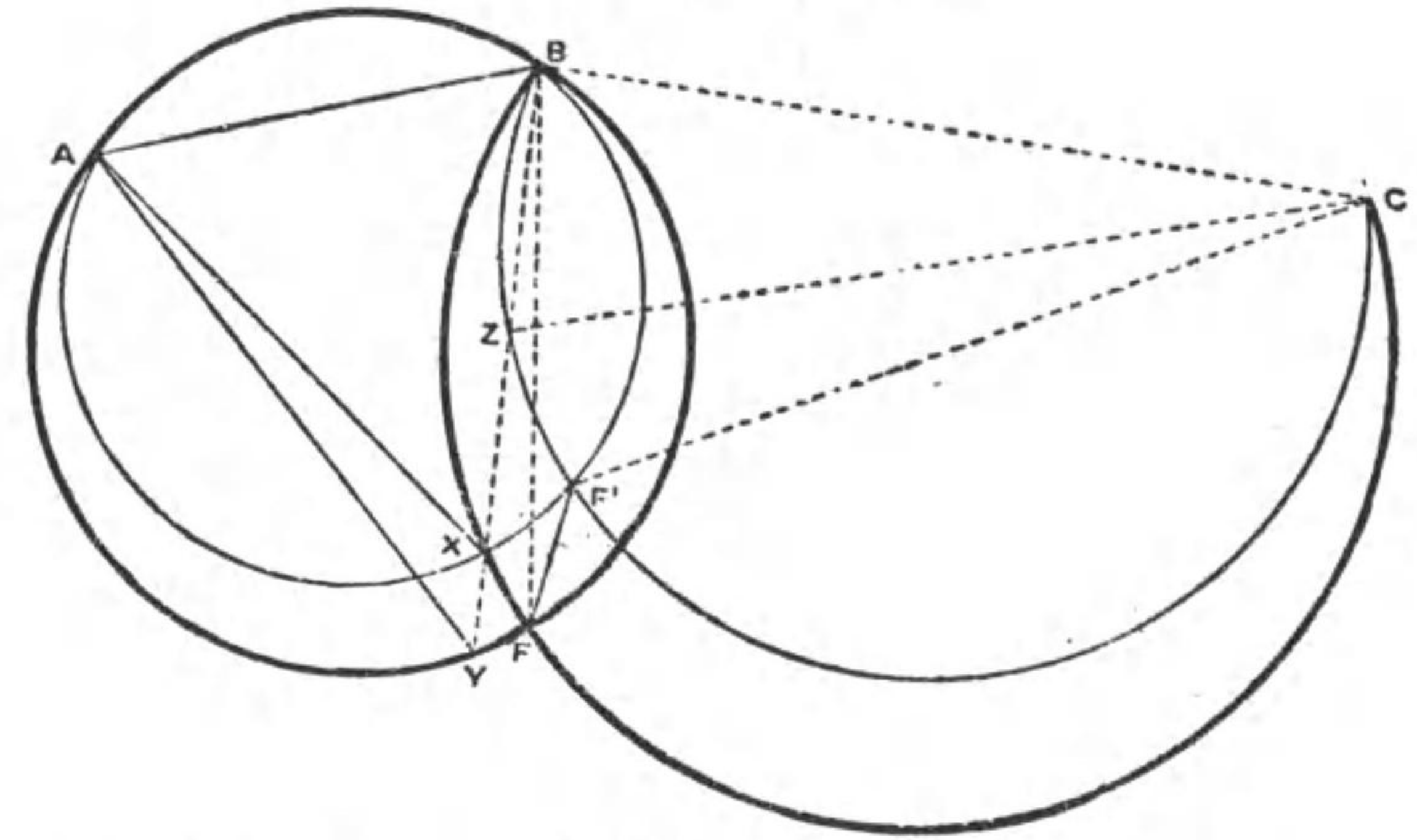
今 $AF > H$ 及ビ $H > FC$ ナリトセバ $AF > FC$ 又右ノ第二項ハ h ヨリ小ニシテ、第三項ハ $2h$ ヨリ小ナリ。

故ニ $AF > H > FC$ ナルトキ、 $H \cdot \cot \alpha$ ニ依リ距離ヲ算出シタルトキハ距離ノ誤差ハ $3h$ ヨリ小ナリ。且ツ又 $H \cdot \cot \alpha$ ナル式ヨリ算出シタル距離ノ誤差ハ船ヲシテ眞位置ヨリ物標ニ近ク在ルガ如ク推定セシム。

[23] 水平夾角ニ依ル位置ノ誤差

六分儀ヲ用ヒ三物標ノ水平夾角ヲ測定シテ、船ノ位置ヲ求ムル場合、其位置ニ含マル、誤差ニ就テ説明セントス。

本法ニ依ル位置ノ誤差ハ三物標ノ水平夾角測定上ノ誤差ニ加フルニ、三杆分度儀ニ依リ位置ノ圈ヲ畫スルニ當リ不正確ナル記入ノ爲メ生ズル誤差及測者ト三物標トガ一般ニ一平面ニ在ラザルタメ生ズル誤差が存在スルコト明カナリ。第八十五圖ニ於テ圈 AFB ト BFC トヲ眞ノ位置ノ圈。 $A'F'B$ 、 $B'F'C$ ヲ觀測ノ結果實際ニ記入セシ



位置ノ圈トセバ、 F ハ眞位置。 F' ハ實測ヨリ得タル位置ニシテ FF' ハ船ノ位置ノ誤差ナリ。

X ナ眞ノ位置ノ圈 BFC ト實測ノ位置ノ圈 $A'F'B$ トノ交點。 Y ナ BX ノ延長線ト眞ノ位置ノ圈 $A'F'B$ ト交點トシ。各測定水平夾角ニ同一値ヲ有スル誤差 α フリト假定スレバ、 AYB ($AFB = \text{等シ}$) ハ眞ノ水平夾角ニシテ

$$AXB = AYB + \alpha$$

$$B'F'C = BFC + \alpha \quad \text{ナリ。}$$

三角形 AXY ニ於テ $AXB = AYB + XAY$ 故ニ $XAY = \alpha$ ナリ。又 $XY = \frac{AX \cdot \sin \alpha}{\sin AYB}$ 角 α ハ微小ナルヲ以テ弧度法ニ依リ表ハサレタルモノトセバ $\sin \alpha = \alpha$ ナリ。

$$\sin \alpha = \alpha \quad \text{ナリ。}$$

$$\therefore XY = \frac{\alpha \cdot AX}{\sin AYB} \dots\dots 4$$

三角形 XYF ニ於テ $XF = \frac{XY \cdot \sin XYF}{\sin XF'Y}$ ナリ。故ニ之レニ (4)

式ヲ代入セバ $XF = \frac{\alpha \cdot AX}{\sin AYB} \cdot \frac{\sin XYF}{\sin XFY} \dots\dots\dots 5$

ψ ヲ以テ圓弧 XF ガ圓弧 YF トノ交角ヲ示セバ F' ト F トハ極メテ接近セルヲ以テ、弧 XF 及 YF ハ小ニシテ弦 XF ト弦 YF トノ交角ヲ α ニテ表ハシ得ベシ。即チ角 $XFY = \alpha$

故ニ(5)式ヨリ $XF = \frac{\alpha \cdot AX}{\sin \psi} \cdot \frac{\sin XYF}{\sin AYB} \dots\dots\dots 6$

又 Y ハ圓 AFB 上ニ在リテ F = 極メテ近キ點ナルヲ以テ XF ナ圓 AFB = Y 於テ切スル切線ト見做スコトヲ得ベシ。故ニ $XYF = BYF = YAB$ ニシテ

$$\frac{\sin XYF}{\sin AYB} = \frac{\sin YAB}{\sin AYB} = \frac{BY}{AB} \quad \text{ナリ。從ツテ}$$

(6) 式ハ $XF = \frac{\alpha \cdot AX}{\sin \psi} \cdot \frac{BY}{AB}$

又 AX ハ大約 AF = 等シク BY ハ大約 BF = 等シキヲ以テ

$$XF = \frac{\alpha \cdot SF}{\sin \psi} \cdot \frac{AF}{AB} \dots\dots\dots 7$$

同様ニシテ $XF' = \frac{\alpha \cdot BF'}{\sin \psi} \cdot \frac{CF}{BC} \dots\dots\dots 8$

然ルニ $(FF')^2 = (XF)^2 + (XF')^2 - 2XF \cdot XF' \cos F'XF \dots\dots 9$

弧 XF 及 XF' ハ A 及 B ヨリ F' 及 X = 至ル距離ニ比較セバ微小ナルヲ以テ $F'XF = \psi$ トスルコトヲ得ベシ。

今 $\frac{AF}{AB} = r_1 \quad \frac{CF}{BC} = r_2$ トセバ

r_1 ハ船ト第一物標 A トノ距離ト、第一物標 A ト、第二物標 B トノ距離トノ比。 r_2 ハ船ト第三物標 C トノ距離ト、第二物標 B ト、第三物標 C トノ距離トノ比ナリ。

今(7)(8)(9)式ヨリ

$$(FF')^2 = \frac{\alpha^2 F B^2}{\sin^2 \psi} \times r_1^2 + \frac{\alpha^2 F B'^2}{\sin^2 \psi} \times r_2^2 - 2 \frac{\alpha^2 F B^2}{\sin^2 \psi} r_1 r_2 \cos \psi$$

$$(FF')^2 = \frac{\alpha^2 F B^2}{\sin^2 \psi} \{ r_1^2 + r_2^2 - 2 r_1 r_2 \sin \psi \}$$

或ハ $FF' = \frac{\alpha \cdot FB}{\sin \psi} \sqrt{r_1^2 + r_2^2 - 2 r_1 r_2 \cos \psi} \dots\dots\dots 10$

本式ハ船ノ位置ノ誤差ヲ示ス。

θ ヲ銳角トシ $\psi = 180 - \theta$ ナリトセバ

$$FF' = \frac{\alpha \cdot FB}{\sin \theta} \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + 2 r_1 r_2 \cos \theta} \dots\dots\dots 11$$

θ ヲ位置ノ線ノ交點ノ銳角“Acute angle of Cut”ト云フ。

(11)式ハ最大誤差 FF' ヲ與フル公式ニシテ FF' ハ α 及兩觀測ニ共通ナル中央標ト船トノ距離ニ比例シ。 $\sin \theta$ ニ逆比例シテ變化スベシ。且ツ比 r_1 及 r_2 ニ依リテ複雑ナル變化ヲナス。又 $\theta = 90^\circ$ ナルトキ FF' ハ下記ノ如キ簡單ナル式ニ依リテ求ムルコトヲ得ベシ。

$$FF' = \alpha \cdot FB \sqrt{r_1^2 + r_2^2}$$

又比 r_1 及 r_2 ノ値ガ5ヲ超過セズ、其平均比 $\frac{r_1 + r_2}{2}$ ガ3ヨリ小ナル時ハ、平均比 $\frac{r_1 + r_2}{2}$ ヲ各別々ノ比ヲ用フル換リニ使用スルモ最大誤差ニ大ナル變化ヲ生ゼズ。

下式ハ一層略近ノ最大誤差ヲ與フルモノナリ。

$$\text{Max. Error} = \frac{\text{Distance of Centre Object}}{\text{Acute angle of Cut in degrees}} \times \text{Average Ratio}$$

上式ニ於テ α ヲ $30'$ トセリ。

上式ニ於テ中央標ト船位置ノ距離ヲ1トセバ θ ト平均比 $\frac{r_1 + r_2}{2}$ ノ各値ニ對シテ表ヲ作成シ得ラル、事明ニシテ、此表ヲ使用セバ各場合ニ於ケル最大誤差ハ、其場合ノ θ ト平均比トニ該當スル表ノ値ニ中央標ト船ノ位置トノ距離ヲ乘シテ得ラルベシ。

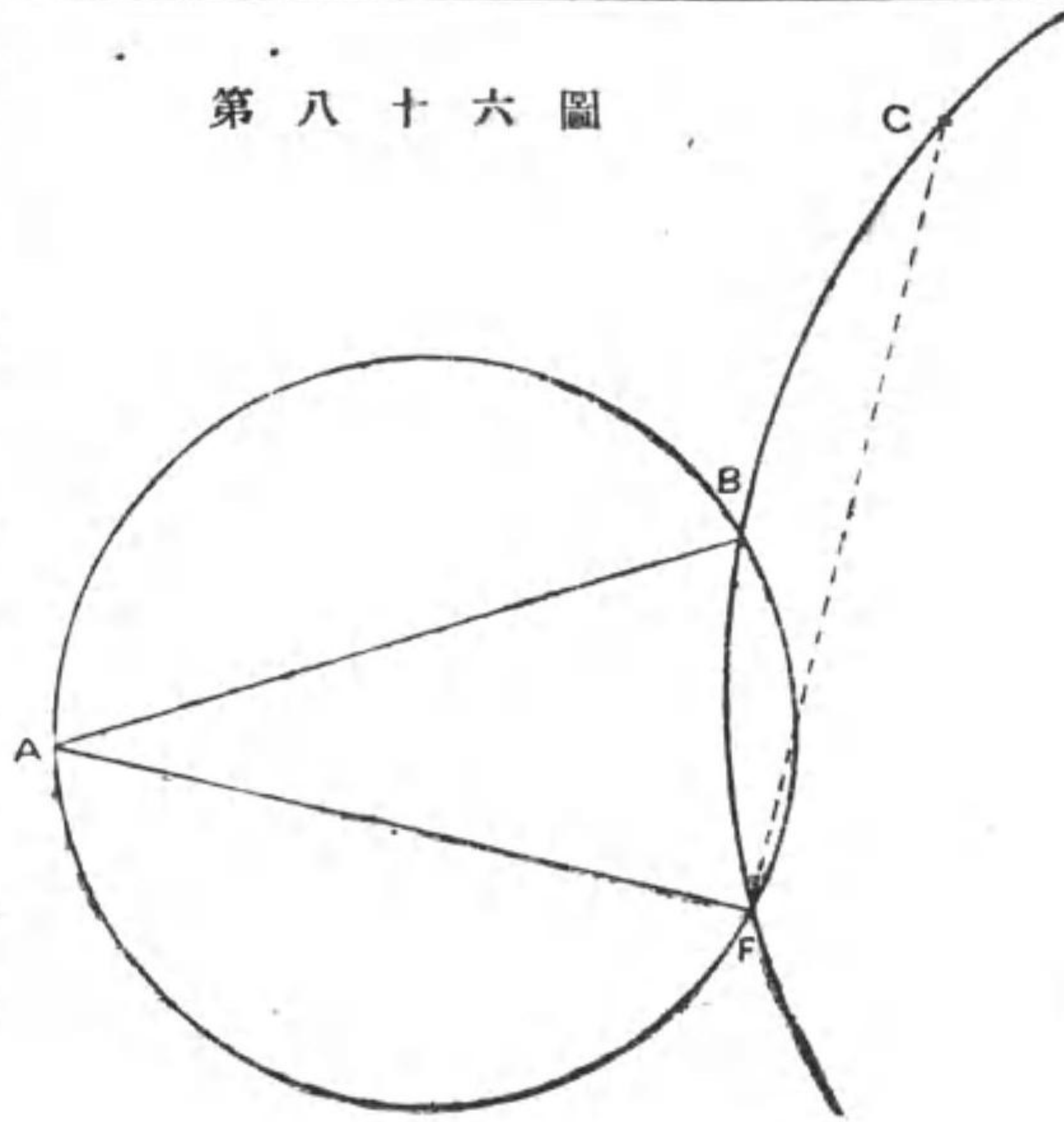
次表ハ θ 及平均比 $\frac{r_1 + r_2}{2}$ ノ種々ナル値ニ依ル中央標ノ距離1哩ニ對ス

ル最大誤差ヲ鏈 Cable = 與フ。

Acute Angle of Cut.	Average Ratio $\frac{1}{2}$	Average Ratio 1.	Average Ratio $1\frac{1}{2}$	Average Ratio 2	Average Ratio $2\frac{1}{2}$
10°	0.5	1.0	1.5	2.1	2.5
20°	0.3	0.5	0.8	1.1	1.3
30°	0.2	0.4	0.5	0.7	0.9
40°	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7
50°	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6
60°	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
70°	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4
80°	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4
90°	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4

例題 第八十六圖 A.B 及 C ヲ海圖上ノ三物標トシ、水平夾角ニ依ル位置ノ圈ヲ畫キタリトセバ同圖ヨリ約三十度ノ交角ヲ得ベシ。又

第八十六圖



$$r_1 = \frac{AF}{AB} \quad r_2 = \frac{FC}{BC} \quad \text{ハ同圖ヨリ大約}$$

$r_1 = 1 \quad r_2 = 2$ ト推定スルコトヲ得。故ニ平均比ハ大約 $1\frac{1}{2}$ ナリ。前記ノ表ヨリ $FB = 1$ 哩ニ對シ位置ノ誤差 0.5 鏈 Cables ナルコトヲ知ルベシ。今 $FB = 3'$ トセバ觀測上及記入上ノ誤差三十分ニ付キ位置ノ最大誤差ハ 1.5 Cables ナルコトヲ發見スベシ。

(A) 水平夾角ニ依ル位置ノ正否

FF' ヲ求ムル公式ニ於テ、 FF' ハ船ト中央標トノ距離及平均比ガ小ナル程、又交角 θ ガ九十度ニ近キ程小ナリ。故ニ水平夾角法ニ依リ可及的正確ナル船ノ位置ヲ決定スルニハ、此ノ三要件ニ適セザル可カラズ。即チ

- (1) 中央標ト位置トノ距離ガ出來得ル限り小ナル事。故ニ實用上測角スベキ三物標ノ内出來得レバ最モ近キモノヲ中央標トナスベシ。
- (2) 交角 Angle of Cut ハ出來得ル限り九十度ニ近キ物標ナル事。
- (3) 平均比ガ出來得ル限り 1 ニ近クナル物標ナルコト。實用上三要件ニ適シタル物標ヲ選擇シ得ル場合ハ甚ダ稀ナリト雖モ、三要件ノ内一要件ノミガ不適當ナル時、該觀測ニ依ル位置ヲ船ノ位置トシテ採用スル事ヲ得ベシ。是レ公式ノ證スル所ナリ。又一要件ノミヲ具備スル場合ノ位置ハ之レヲ採用シ得ルヤ否ヤヲ判定スルコト不可能ナリ。從ツテ少クとも二要件ヲ具備スル物標ヲ選定スル。

ヲ要スルコト明ナリ。

例へば一要件タル交角 θ が九十度ナリトスルモ、該觀測ニ依ル船ノ位置ヲ採用シ得ルヤ否ヤヲ判斷スルニハ不
充分ナリ。且該觀測ニ於テ中央標ノ距離ガ小ナリトセバ
船ノ位置ノ誤差ノ小ナルハ明ニシテ、該位置ヲ採用スル
コトヲ得ベシ。

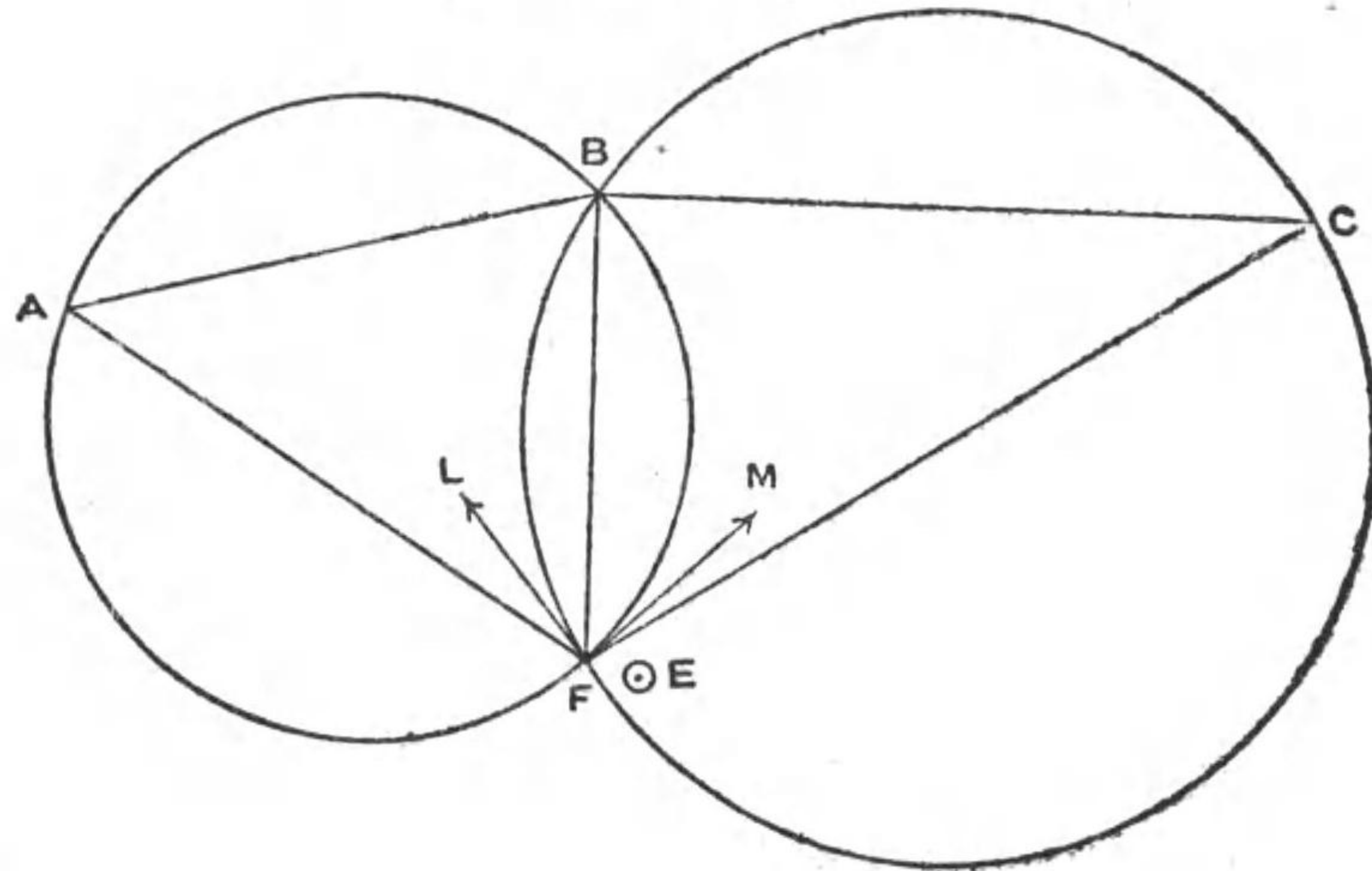
(B) 交 角

觀測ヲ行フ前ニ位置ノ圈ノ交角ハ大約幾何程ナルカヲ
豫メ知ルコトハ最も重要ナルコトナリ。

今 FL 及 FM ヲ位置ノ圈ニ F 點ニ於テ接スル切線ナ
リトセバ θ ハ LFM ナリ。

FL ハ圓 BFC ノ切線ナルヲ以テ $LFB = BCF$

第八十七圖



同様ニ $MFB = BAF$

故ニ $\theta = BAF + BCF$

然ルニ

$$BAF + BCF + ABC + AFC = 360^\circ \quad \text{ナルヲ以テ}$$

$$\theta = 360 - (ABC + AFC) \dots\dots\dots 12$$

而テ角 ABC ハ觀測スベキ三標 A, B, C ニ就テ一定ナル
ヲ以テ、直チニ海圖ヨリ測定乃至ハ目測ニヨリテ得ラル
ベシ。

又 E ヲ觀測時ニ於ケル推定位置トセバ、角 AEC ト、
角 BFC ハ略ボ等シ。故ニ

$$\theta = 360^\circ - (ABC + AEC) \dots\dots\dots 13$$

(13) 式ヨリ充分正確ナル θ ヲ求メ得ベシ。AEC ハ
ABC ト同様海圖上ヨリ得ラル、ヲ以テ、觀測前ニ略近
ノ θ ヲ求メテ表 (334頁) ヲ參考シ、以テ該物標ニ依ル船ノ
位置ノ適不適ヲ豫メ了解スルコトヲ得ベシ。

公式 (13) ハ交角 θ ヲ求ムル一ツノ場合ニシテ、他ノ場
合ニ於テハ下式ニ依リ求ムレバ可ナリ。是レ作圖ニテ了
解スルコトヲ得ベシ。

$$\theta = (ABC + AEC) - 180$$

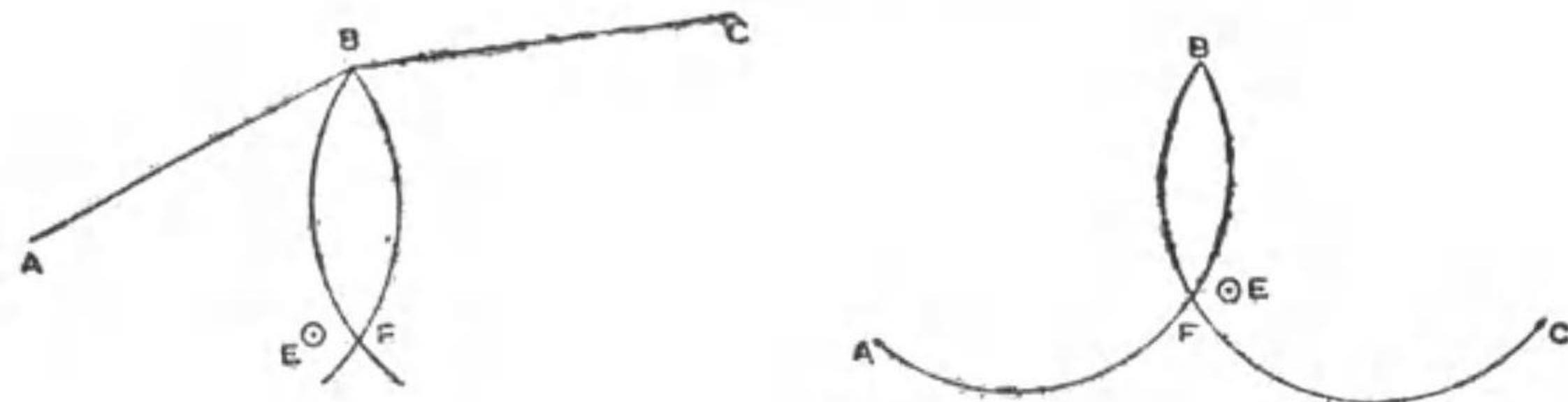
或ハ $\theta = 180^\circ - (ABC + AEC)$

θ ヲ求ムル實用ノ算則ハ簡單ナリ。即チ θ ヲ九十度ヨ
リ小ナラシメルタメ (ABC + AEC) ヲ 360° 或ハ 180° ヨ
リ減ズルカ ABC + AEC ヨリ 180° ヲ減ズベシ。

今水平夾角ニ依ル船位ノ誤差ニ關スル前記説明ヲ了解

シ易カラシメルタメ二個ノ例題ヲ舉ゲベシ。

(a) 第八十八圖 (b)



Eヲ各場合ニ於テ觀測時ノ推測位置トス。

第八十八圖(a)ニ於テ $ABC = 170^\circ$ $AEC = 1'0$
ト推定セバ $\theta = 360 - (ABC + AEC) = 30^\circ$ ナリ。
 $r_1 = \frac{EA}{AB}$ 或ハ $\frac{FA}{AB}$ ハ $\frac{1}{4}$ (約) r_2 ハ $\frac{1}{4}$ (約)トセバ
平均比 $\frac{r_1 + r_2}{2} \doteq 1$ ナリ。今FBヲ二湮ト假定ス。

前記ノ表(334頁)ヨリFBガ一湮ニ對スル誤差ヲ求ムレバ
0.4 Cables ナルヲ以テ、船ノ位置ノ誤差ハ
 $2 \times 0.4 = 0.8$ Cables ナリ。

第八十八圖(b)ニ於テ $ABC = 100^\circ$ $AEC = 170'$ ト
推定セバ $\theta = 360 - (100 + 170) = 90^\circ$ ナリ。

$r_1 = \frac{1}{4}$ $r_2 = \frac{1}{4}$ トセバ $\frac{r_1 + r_2}{2} = \frac{1}{4}$ ナリ。而テFB
ヲ七湮ト假定セバ、FBノ一湮ニ對シテ位置ノ誤差ハ
0.15 Cables ナルヲ以テ、船位ノ誤差 $= 7 \times 0.15 = 1.0$ Cables

第八十八圖(a)ノ場合ニ於テハ一見不適當ナル交角 θ
ハFBノ距離ノ小ナルタメニ補ハレ(b)ノ場合ハ θ ハ九十度
ニシテ最モ適當ナル交角ナルモ、FBノ大ナルタメ

殆ンド同一ノ誤差トナレリ。交角ノミニ就テ判斷セバ、一
見船ノ位置ニ大ナル差アルガ如シト雖モ、實際上信賴シ
得ル程度ハ同一ニシテ共ニ満足ナル船ノ位置ヲ得ベシ。

次ニ不満足ナル船ノ位置ヲ與フル例ヲ示ス。

$ABC = 120^\circ$

第八十九圖

$ABC = 40^\circ$ ト

スレバ、交角 θ
ハ $180^\circ - (120 + 40)$
 $= 20^\circ$ ナリ。

又 $r_1 = 2$ $r_2 = 3$

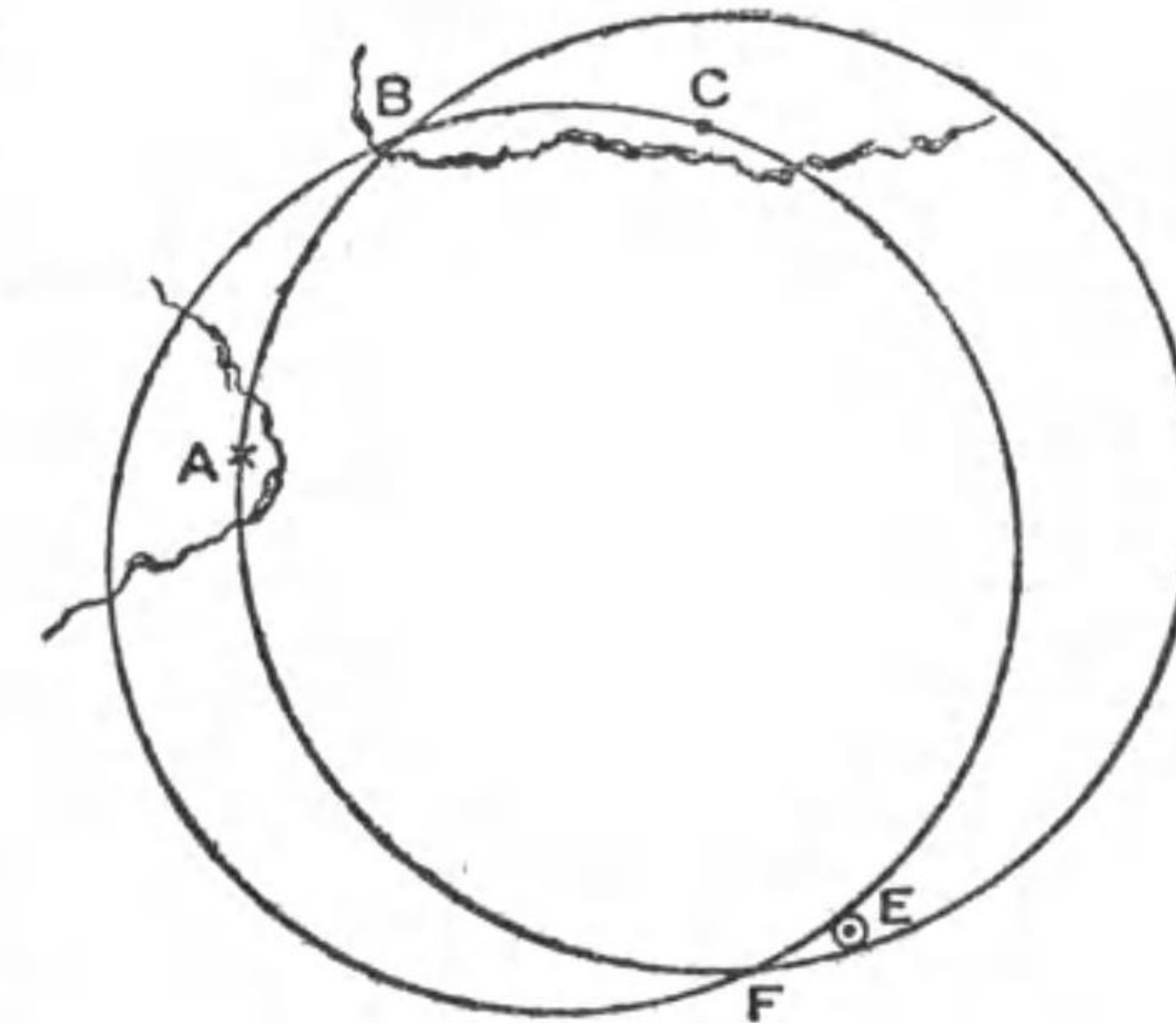
トセバ平均比

Mean Ratio

$$= \frac{r_1 + r_2}{2} \doteq 2\frac{1}{2}$$

ナリ。FB一湮

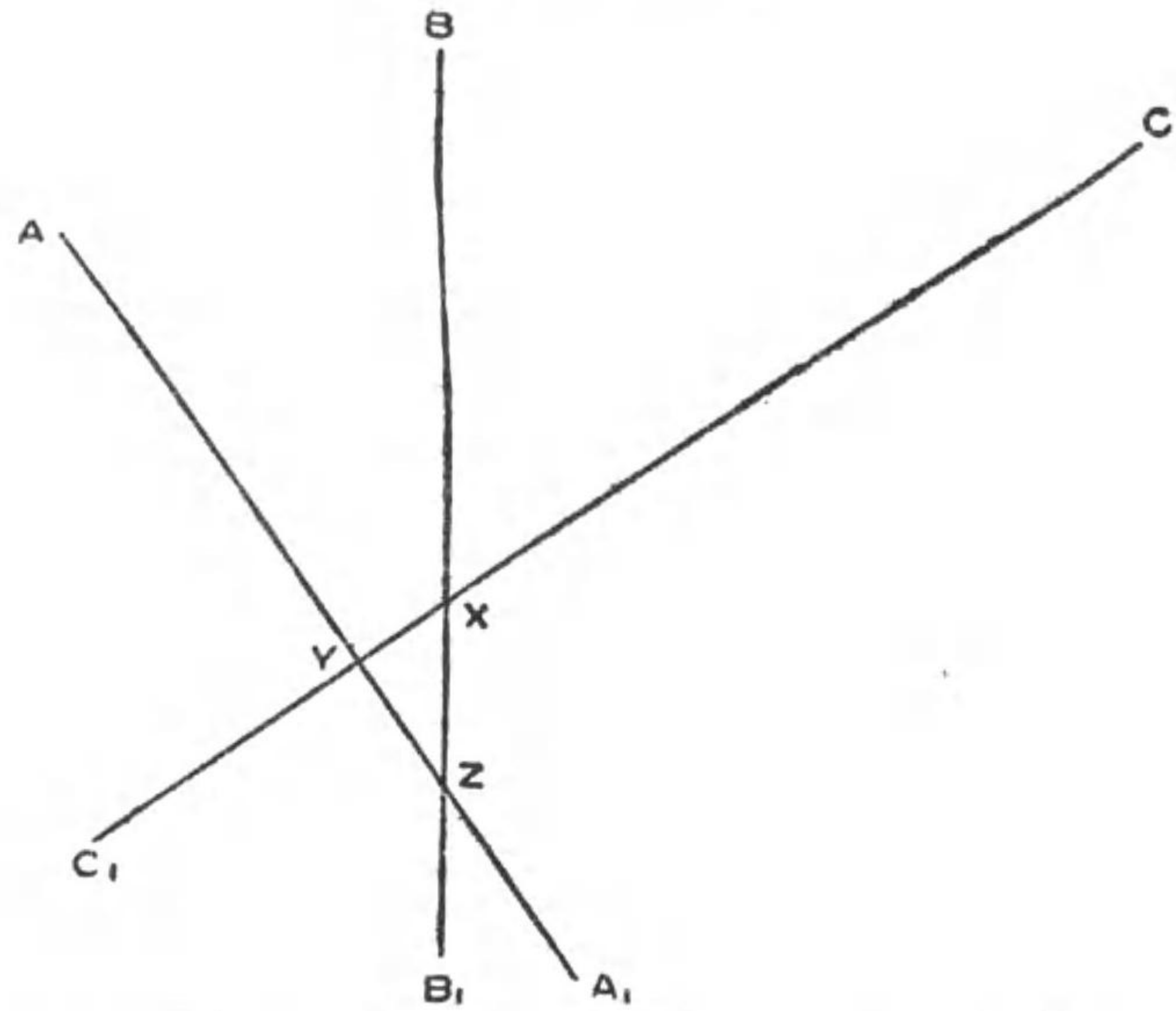
ニ對スル船ノ位置ノ誤差ハ(表ヨリ) 1.3 ナリ。今FB
ヲ七湮ナリトセバ船位ノ誤差ハ $7 \times 1.3 = 7.8$ Cables ニシ
テ其ノ不正確ナルヲ發見スルコト得ベシ。



【24】交叉方位法ニ依ル位置ノ誤差

交叉方位法ニ依リ船ノ位置ヲ求ムル爲、三物標A、B及
Cノ方位ヲ同時ニ觀測シ、海圖上ニ位置ノ線ヲ記入シタ
ル時、其ノ三個ノ位置ノ線ガ一般ニ一點ニ合セズシテ、
三角形(Cocked hat)ヲ形成ス。(第九十圖XYZ参照) 其成
因ニ三種アリ。

第九十圖



第一ハ羅針儀ノ羅牌ノ面積ノ小ナルコト及ビ其ノ構造上ノ缺點ノタメ生ジ、該儀ニ依ル讀度ハ或程度正確ヲ失スルコト之レナリ。即チ轉輪式羅針儀ニ於テハ其羅牌ノ振動ハ測定上 $\frac{1}{2}$ 度ノ誤差ヲ生ゼシメ、磁氣羅針儀ニ於テ其羅牌ノ徑二十糎乃至二十五糎ノモノニ在リテハ測定上矢張 $\frac{1}{2}$ 度ノ誤差ヲ生ゼシム。

第二ハ位置ノ線ノ記入スルトキ生ズル誤差ニシテ位置ニ誤差ヲ生セシムル事第一ノ場合ニ同ジ。第一、第二ノ原因ニ依ル誤差ハ偶發的ノ物ニシテ眞ノ方位ニ對シ一定ノ符號ヲ有セズ。同一觀測ニ於テ正ナルト負ナルト在リ。

第三ハ羅針儀其物ノ誤差ノ不正確ヨリ生ズルモノニシテ、常ニ一定ノ符號ヲ有ス。自差ヲ加減スルニ當リ、自差ニ $\frac{1}{2}$ 度ノ誤差アリトセバ眞ノ方位ハ改正サレタル方位ヨリモ常ニ $\frac{1}{2}$ 度過大ナルカ、又ハ常ニ $\frac{1}{2}$ 度過小ナルガ如シ。

(1) 羅針儀ノ誤差ノ不正確ヨリ三角形ヲ作成スル場合

第九十一圖Fヲ船ノ眞位置、A、B、Cヲ三物標トス。觀測方位ニ誤差ナク、且ツ位置ノ線ヲ正確ニ記入セシモノト假定セバ、三個ノ位置ノ線ハFニ於テ交叉スベシ。

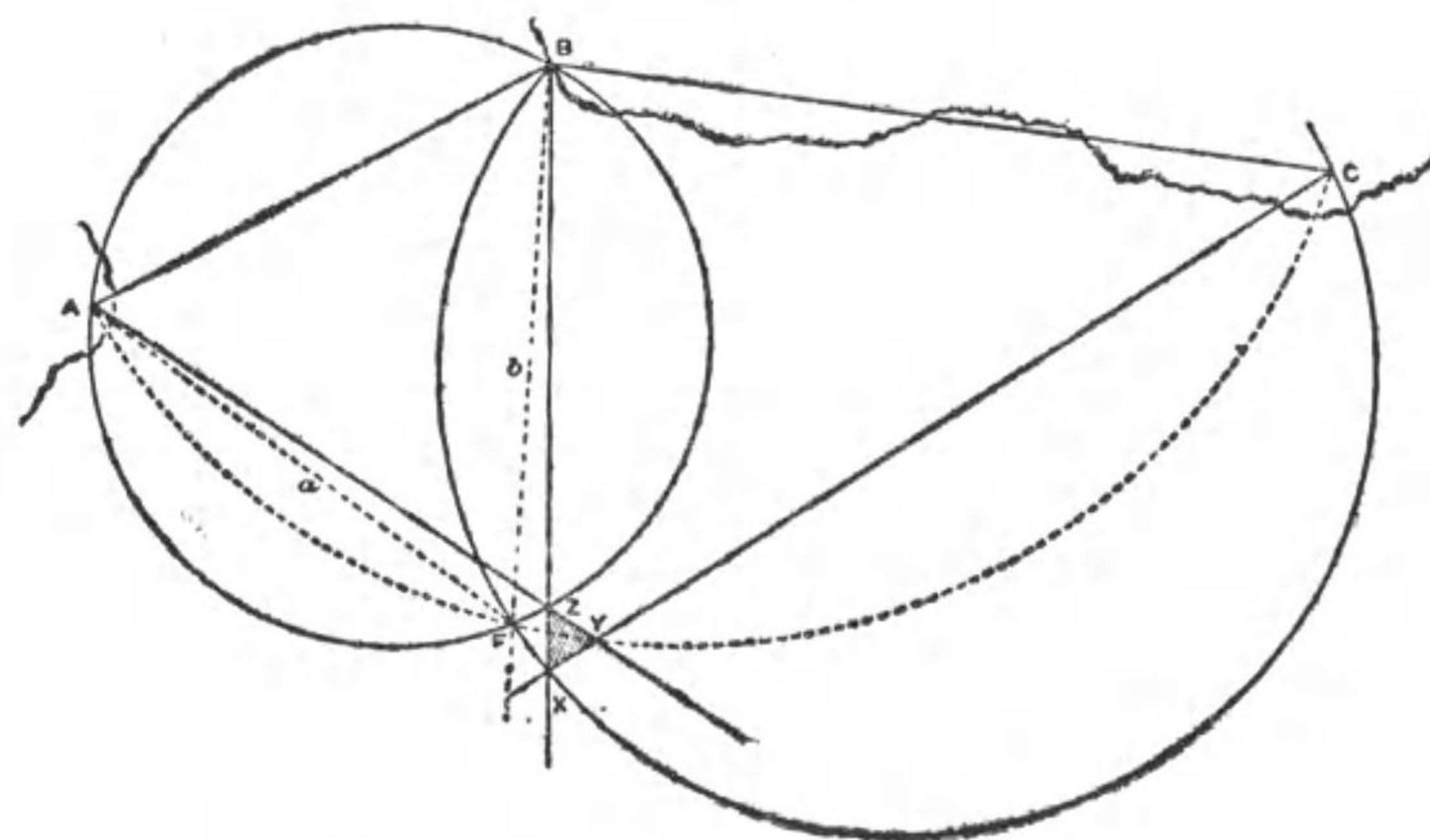
今 A、B、Cノ各眞方位ヲ夫々北六十度西、北及ビ北六十度東トシ、自差或ハ羅針儀ノ誤差ニ一度偏東ノ誤差ノ存在セシタメ、測得眞方位ヲ夫々北六十一度西、北一度西及ビ北五十九度東トシテ記入シテ位置ノ線 AZ、BZ 及ビ CYヲ得タリトス。

A 標ト B 標トノ方位ノ差ハ、自差ガ正確ナルト、不正確ナルトヲ問ハズ、同一ナルヲ以テ角 AZBト、角 AFBトハ相等シ。故ニ A 及 Bノ位置ノ線ノ交點 Zハ F、A 及 Bヲ過ル圓周上ニ在リ。

同様ニ B 及 Cノ位置ノ線ノ交點 Xハ F、B 及 Cヲ過ル圓周上ニ在リ。又 A 及 Cノ位置線ノ交點 Yハ F、A 及 Cヲ過ル圓周上ニ在リ。此ノ場合ニ於テハ眞位置 Fハ三角形 XYZノ外ニ存在スルコト明ナルベシ。

眞位置 Fヨリ Zニ至ル距離ハ、本節公式(1)ヨリ算出

第九十一圖



スルヲ得ベシ。即チ

θ ヲ位置ノ線 AZ 及 BZ トノ交角、即チ A 及 B ノ方位ノ差トシ e ヲ弧度法ニテ表ハシタル方位ノ誤差トセバ。

$$FZ = \frac{e \cdot AB}{\sin \theta} \dots\dots\dots 14$$

同様ニ θ_1 ヲ位置ノ線 AY 及ビ CY ノ交角、 θ_2 ヲ位置ノ線 BX 及 CX ノ交角トセバ

$$FY = \frac{e \cdot AC}{\sin \theta_1} \dots\dots\dots 15$$

$$FX = \frac{e \cdot BC}{\sin \theta_2} \dots\dots\dots 16$$

距離 AB ハ海圖或ハ下記ノ公式ヨリ求タルコトガ出來ル

$$AB^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \theta \dots\dots\dots 17$$

a 及ビ b ハ F ヨリ A 及 B ニ至ル距離ナリ。

例ヘバ第九十一圖ニ於テ AB = 2' BC = 5' AC = 7'

誤差 e ヲ 1° 且ツ各方位ニ對シ同符號ヲ有スルモノトシテ、位置ノ線ヲ記入シ。又物標 A ト B トノ方位ノ差ヲ三十度、

A ト C トノ方位ノ差ヲ百二十度、B ト C ノ方位ノ差ヲ九十度トセバ ($e = \frac{1}{57}$ トシテ計算ス)

$$FZ = 0.7 \text{ Cables}$$

$$FY = 1.4 \text{ Cables}$$

$$FX = 0.9 \text{ Cables} \quad \text{ナリ。}$$

又自差或ハ羅針儀ノ誤差ノ値ノ不正確ノ爲、三角形 (Cocked hat) ヲ生ジタルモノト假定セバ、第九十一圖ノ如キ圖ヨリ大約ノ誤差ノ符號及ビ値ヲ求メ得ベシ。則チ Z ハ A 及ビ B ノ位置ノ線ノ交點ニシテ、F ハ Z 及ビ A、B ヲ過ル圓周上ニ在リ。同様ニ F ハ B、C 及 X ヲ過ル圓周上ニ在リ。故ニ F ハ二個ノ圓ノ交點ナリ。又記入ガ正確ニ行ハレ方位ガ同一ノ誤差ヲ有スルトキノミ A、C 及 Y ヲ過ル圓ハ亦 F ヲ過ル、依ツテ此構成ニ依リテ求メ得タル F 點ハ船ノ眞位置ナリ。故ニ誤差及其符號ヲ知ルコトヲ得ベシ。モシ A、C 及 Y ヲ過ル圓周ガ圓 ABZ 及 BCX ノ交點ヲ過ラザルトキハ、各方位ニ含マル、誤差ハ同一ニ非ズシテ、觀測上ノ誤差及記入上ノ誤差ガ加ハリタルコト明ナリ。

例 三物標 A、B 及 C ノ方位ヲ誤差未知ナル轉輪式羅針儀ニテ正確ニ觀測シ、且ツ海圖ニ正確ニ位置ノ線ヲ記入セシモノト假定シ。次ノ要素ヲ使用シテ誤差 e ヲ求ムベ

シ。FZ = 0.4 AB 及 Bノ方位ノ差ヲ四十五度 AB = 6' トス。但三角形 XYZヲ形成セルモノトス。(第九十一圖 参照)

解 三圓ハ Fヲ過ルコト明ニシテ公式(14)ニ依レバ

$$FZ = \frac{e \cdot AB}{\sin \theta} = \frac{e \cdot 6}{\sin 45^\circ}$$

$$\therefore e = \frac{0.4 \times \sin 45^\circ}{6} \text{ (in circular measure)}$$

$$= \frac{57^\circ \times 0.4 \times 0.7}{6} \text{ (in degrees)}$$

$$= \underline{2^\circ.7}$$

eノ符號ハ海圖ヨリ求メ得ベシ。

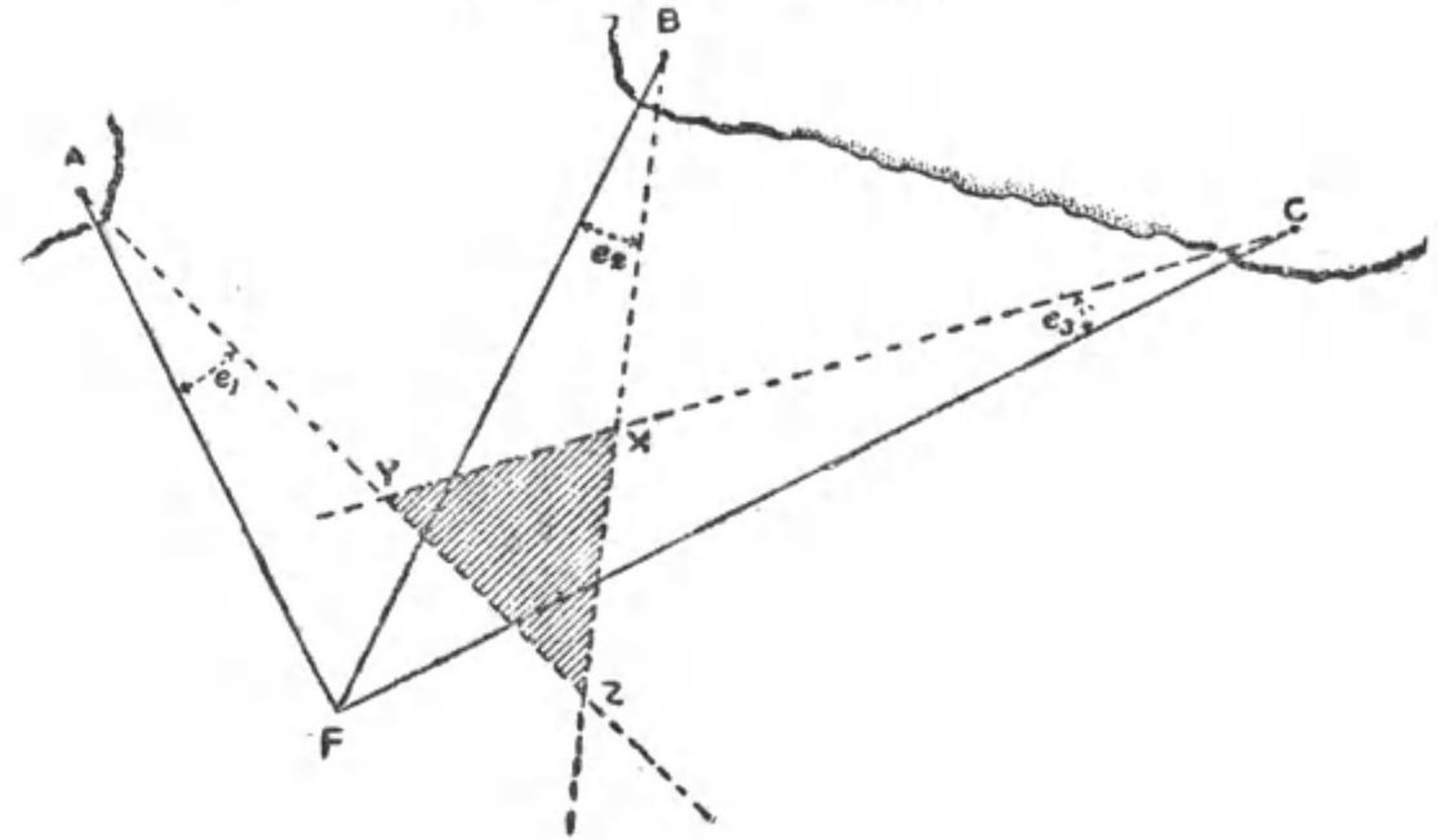
(2) 三角形ヲ形成スル一般ノ場合

方位ノ有スル誤差ハ羅針儀ノ誤差ノ不正確、觀測上ノ誤差、及位置ノ線記入上ノ不正、ノ合シタルモノニシテ前記ノ如ク該觀測ニ對シ一定ノモノニ非ズ。

各方位ニ對シ夫々異ナル値ト符號トヲ有シ、一例ヲ圖示セバ、第九十二圖ノ如キ形狀ノモノヲ得ベシ。

第九十二圖ニ於テ Fヲ船ノ眞位置、AY、BX、CX、ハ實測ニ依リ海圖ニ記入シタル方位ノ線ニシテ、此等ノ三線ガ三角形 XYZヲ形成セルモノトセバ、眞ノ位置ノ線 AFト記入ノ位置ノ線 AYトノ交角 FAYハ前記三種ノ誤差ヨリ生ジタルモノナリ。同様ニ FBX 及 FCXノ同一原因ノ誤差ヨリ生ジタルモノニシテ、今各ヲ e_1 e_2 及 e_3 ニテ示ス。而テ一般ニ e_1 e_2 及 e_3 ノ各値及ビ符號ハ同

第九十二圖



一ニ非ズ。例ヘバ第九十二圖ニ於テハ e_1 及 e_2 ハ同名ナルモ e_3 ハ異名ナルガ如シ。

此ノ一般ノ場合ニ於テハ e_1 e_2 及 e_3 ノ値ト符號トヲ知ルニ非ザレバ(1)ノ場合ノ如ク、三角形 XYZヨリ眞置 Fヲ決定スル事不可能ナリ。然共 e_1 e_2 及 e_3 ノ値ト符號トニ依リ眞位置 Fガ三角形ノ内ニ在ル場合ハ4ニ對シテ1ノ割合ナルコト、及 e_1 e_2 及 e_3 ノ各値ト符號トニ依リ三個ノ位置ノ線ガ偶然一點ニ會スルコトヲ容易ニ認メルコトヲ得ベシ。

例ヘバ第九十二圖ニ於テ Cヲ過ル位置ノ線ガ Zヲ通ル如キ誤差ヲ有ストセバ、一般ニ Zヲ觀測ニ依ル船ノ位置トナスモ FZナル誤差ガ存在スベシ。斯ノ如ク三個ノ位置ノ線ガ一點ニ會スル場合ニ於テモ、尙ホ觀測ニ依ル船

ノ位置ニハ大ナル誤差ノ有ルコト明ナルヲ以テ過信スベカラズ。

故ニ沿岸航行中ノ如キ最モ注意ヲ要スル場合ニ於テ、此ノ Cocked hat ノ作成ハ位置ニ對スル疑問ニ非ズシテ、寧ロ航海者ニ對スル警告ヲ與フル物ト云ハザルベカラズ。コレ Cocked hat ハ方位ノ觀測ハ絶對ニ正確ナルモノニ非ラザルコトヲ知ラシムルヲ以テナリ。

從ツテ三個ノ位置ノ線ニ依リ、三角形 Cocked hat ヲ形成セシ場合、船ガ其三角形上最モ其不利トスル位置ニ存在スル如ク、海圖上ニ船ノ位置ヲ定ムルコト肝要ナリ。斯クスルトキハ船ニ最大安全界限ヲ與フルコトヲ得ベシ。

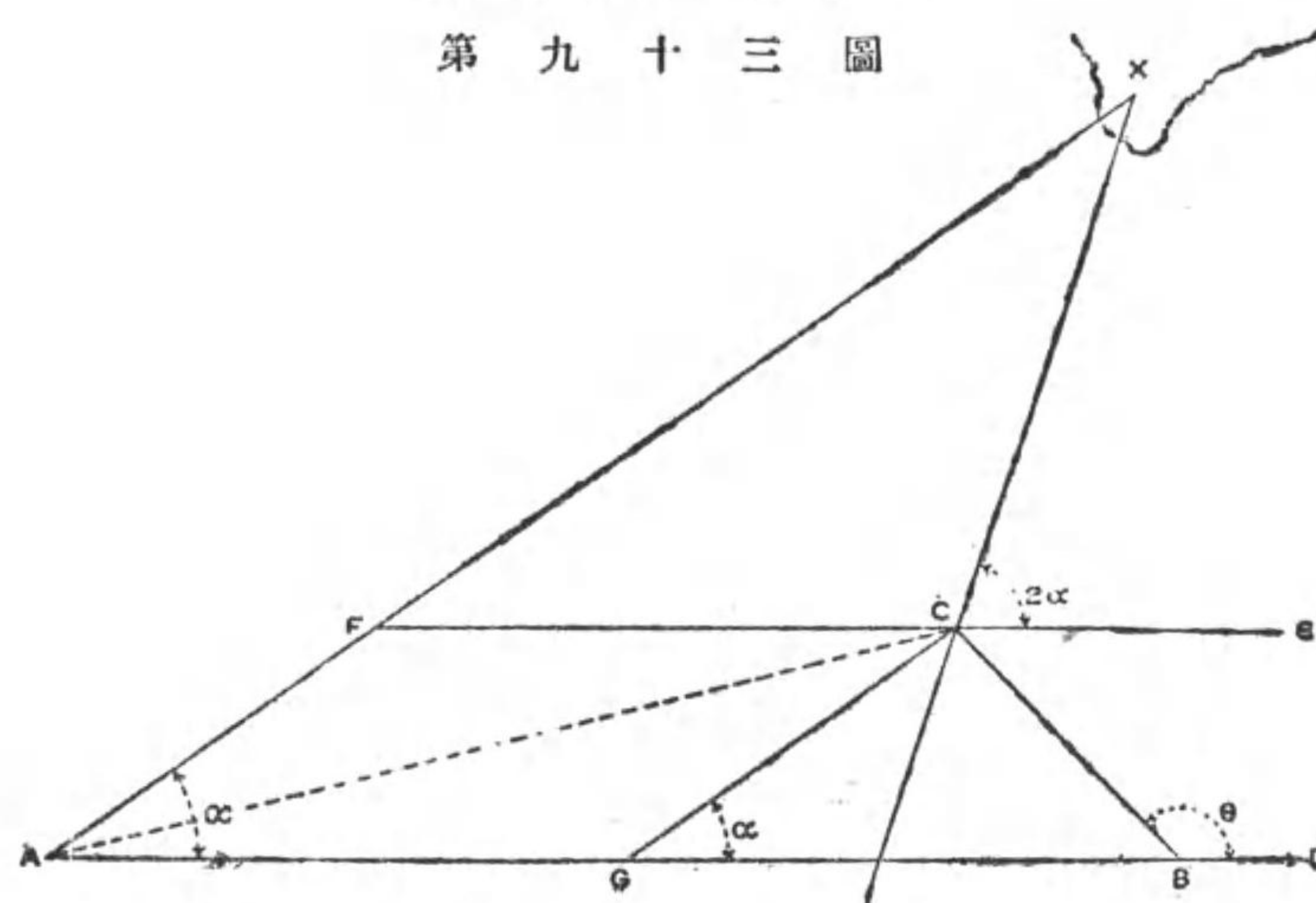
【25】 船首倍角法ト流潮ノ影響

此種ノ問題ハ一般ニ海圖上ノ圖解ニ依ルヲ簡便ナリトスルモ、第九十三圖ノ如キ圖ヨリ簡單ニ理論的説明ヲ行フコトヲ得ベシ。

第九十三圖ニ於テ AD ヲ船首尾線ノ方向、BC ハ流潮ノ方向トシ。AB ヲ某時間ニ航走スベキ距離 (Through the Water) BC ヲ同時間ニ於ケル流程トセバ AC ハ船ノ航跡及實航距離ナリ。

今 X ヲ觀測スベキ物標、 α ヲ船ガ A ニ在ルトキ X ノ方位線ト船首尾線トノ交角トシ。船ガ C ニ到リタルトキ X ノ方位線ト船首尾トノ交角ガ 2α トナリタリト假定スレバ。船ガ C ニ在ルトキ其船首尾線ノ方向 CE ハ AD ニ平

第九十三圖



ニシテ X C E ハ 2α ナリ。

EC ノ延長ト AX トノ交點ヲ F トセバ

$\angle CFX = \angle CFX$ 故ニ $FC = CX$ ナリ。

CG ヲ AX ニ平行ニ畫ケバ、 $\angle CGB = \alpha$ ニシテ

$FC = AG$ ナリ。

故ニ $CX = AG$

$= AB - GB$

AB ハ船ノ速力及航走時間トニ依リ。又 GB ハ三角形ニ於テ計算ニ依リ算出スルコトヲ得ベシ。

$$\frac{GB}{BC} = \frac{\sin \angle GCB}{\sin \angle BGC} \quad \therefore GB = \frac{BC \cdot \sin \angle GCB}{\sin \alpha}$$

今 BC ヲ d ニテ表ハシ、又 $\angle CBD$ ヲ θ ニテ表ハストキハ、 $\angle GCB = \theta - \alpha$ ナリ。

依ッテ $GB = \frac{d \sin(\theta - \alpha)}{\sin \alpha}$

故ニ $CX = AB - \frac{d \sin(\theta - \alpha)}{\sin \alpha}$ 17

θ ハ流向ト船首尾線トノ交角ナリ。

GB ハ計算ニ依リ求メ得ベシト雖モ、方位表ヲ使用シテ簡單ニ之ヲ求ムルコトヲ得ベシ。

今 θ ガ α ヨリ小ナルトキ。

$CX = AB + \frac{d \sin(\alpha + \theta)}{\sin \alpha}$ 18

(17) 及 (18) 式ハ物標ガ左舷側ニ在リテ流潮ガ船ヲ左舷ニ壓流スルトキ、又ハ物標ガ右舷側ニ在リテ流潮ガ船ヲ右舷ニ壓流スルトキ使用スベキ公式ナルコト明ナリ。

然レドモ物標ガ左舷側ニ在リテ船ガ右舷ニ壓流セラル、ガ如キ場合ニ於テハ下式ニ依リ CX ヲ求メザル可カラズ。

$CX = AB + \frac{d \sin(\theta - \alpha)}{\sin \alpha}$ 19

例題 毎時十六節ノ速カヲ有スル船アリ。今此船眞針路北七十五度東ニ航行中磁針路方位北西へ三浬ノ速カニテ流ル、海流ヲ横切り午前十時或物標ヲ眞方位北四十度東ニ測リ、同三十分ニ再ビ該物標ヲ北五度東ニ測ル。後測時ニ於ケル該物標ノ距離如何。但偏差十五度西。

解 $\alpha = 75^\circ - 40^\circ = 35^\circ$ 。第二觀測時ニ於ケル方位ト船首尾線トノ交角 $\theta = 75^\circ - 5^\circ = 70^\circ$ $\theta = 75^\circ + 60^\circ = 135^\circ$

$CX = 8' - \frac{1.5 \sin(135^\circ - 35^\circ)}{\sin 35^\circ} = 8' - \frac{1.5 \sin 100^\circ}{\sin 35^\circ}$

$= 8' - \frac{1.5 \sin 80^\circ}{\sin 35^\circ}$ 方位表ヲ用フレバ

$CX = 8' - 2.6 = 5.4$

例題 前例題ニ於テ流向ヲ磁針方位南東トセバ、距離如何。

解 $\theta = 180^\circ - (75^\circ + 60^\circ) = 45^\circ$

$CX = 8 + \frac{1.5 \sin(45^\circ + 35^\circ)}{\sin 35^\circ} = 8' + \frac{1.5 \sin 80^\circ}{\sin 35^\circ}$

$= 8' + 2.6 = 10.6$

本項ニ關スル特殊ナル場合

(a) $\theta = 0$ 即チ流向ト針路ト一致スル場合。

$CX = AB + \frac{d \sin \alpha}{\sin \alpha} = AB + d$

(b) $\theta = 180^\circ$ 即チ流向ト針路ノ正反對ナル場合。

$CX = AB - \frac{d \sin(180^\circ - \alpha)}{\sin \alpha} = AB - d$

(c) $\theta = \alpha$ 即チ流向ガ第一觀測方位ト一致セル場合。

$CX = AB$

(d) $\theta = 180^\circ - \alpha$ 即チ、流向ガ第一觀測方位ト正反對ナル場合。

$CX = AB + \frac{d \sin \{(180^\circ - \alpha) + \alpha\}}{\sin \alpha} = AB$

(e) $\theta = 2\alpha$ 即チ流向ガ第二觀測方位ト一致セル場合。

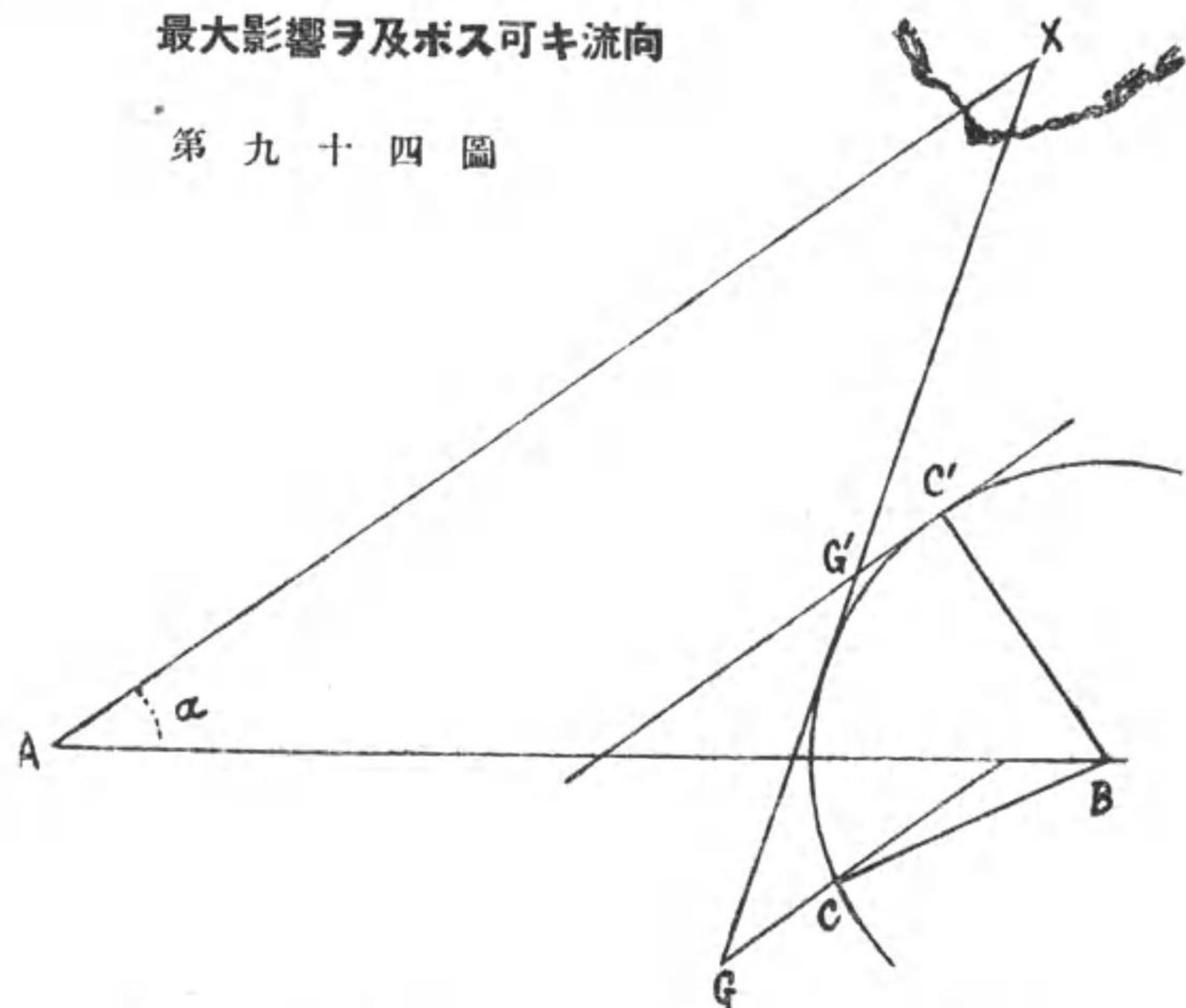
$CX = AB - \frac{d \sin(2\alpha - \alpha)}{\sin \alpha} = AB - d$

(f) $\theta = 180^\circ - 2\alpha$ 即チ流向ガ第二觀測方位ト正反對ナル場合。

$CX = AB + \frac{d \sin \{(180^\circ - 2\alpha) + \alpha\}}{\sin \alpha} = AB + d$

【26】 船首倍角法ニ依ル第二觀測時ニ於ケル距離ニ
最大影響ヲ及ボス可キ流向

第九十四圖



第九十四圖ニ於テXヲ觀測スベキ物標、船ガAニ在ルトキノ該物標ノ船首角 α ヲ測リ其レヨリABニテ表ハサル、距離ヲ航シテ同一物標ノ船首角ヲ測リ 2α ヲ得タリトス。今其間ニ受ケシ流向及流程ヲBCトセバ、第二觀測時ニ於ケル船ノ位置ハCニ於テ第一ノ方位線AXト平行ニ引ケル直線CGト、第二觀測時ニ於ケル方位線トノ交點Gニシテ其時ノ距離ハGXナリ。而テGXノ最小及最大ナルトキハ、即チ流潮ノ影響ノ最大ナルトキナリ。

今Bヲ中心トシテBCヲ半徑トシテ圓弧CC'ヲ畫キ、

此圓ニ切シAXニ平行線C'GトGXトノ交點ヲGトセバG'ハ流向流程ガBC'ナルトキノ第二觀測時ニ於ケル船ノ位置ニシテ、距離最小ナリ。即チ流潮ノ影響最大ナルコト明ナリ。

此場合ニ於テC'GトC'Bトハ直交スルトヲ以テ、流向ハ第一ノ方位ニ直角ナリ。故ニ流潮ノ影響最大ナルトキノ流向ハ第一ノ方向ニ直角ナルトキナリ。

第四節 無線電信ノ方位ニ依リ
船位ヲ求ムル法

To Find the Position by Directional Wireless or Radio Bearing.

船ノ位置ヲ常ニ正確ニ知ルノ必要ハ茲ニ多言ヲ要セス。從來ノ船位決定法タル地物ニ依ル位置決定法及ビ天體ノ觀測ニ依ル位置決定法ハ密濛ナル天候ノ場合、或ハ水平線ヲ目視シ難キ場合ニハ利用スルコト不可能ニシテ、單ニ推測法ニヨリ船ノ概位ヲ知ルニ止マリ行船上最モ遺憾ナル状態ト謂ハザル可カラズ。然ルニ近時無線電信方向測定法ノ發達ニ件ヒ之ヲ航海上船位ヲ求ムルコトニ利用スルニ到レリ。無線電信方向測定法ニハ下記ノ三種アリ。

(1) 陸上ニ在ル二箇所以上ノ無線方向探知所、W/T. D. F. Stations 即チ Wireless Telegraphy, Direction Finding station ニ於テ船舶ヨリ發スル無線電信ノ電波ノ來ル方位ヲ測定シ、之ヲ該船舶ニ通知シ、該船舶ニ於テ之レニ依リ位置確知

ノ該探知所ヨリ方位線ヲ引キ普通ノ交叉方位法ニ於ケルガ如ク位置ヲ求ムル方法。

(2) 方位線測定機 (Directional Receiving Apparatus) ヲ設備セル船舶ガ燈臺又ハ無線電信局ヨリ發スル連續發信ニ依リ電波ノ方位ヲ測定シテ交點方位法ニ於ケルガ如ク位置ヲ求ムル方法。

(3) D. T. System (Directional Transmitting System) トシテ知ラル、方法ニシテ獨逸ニ於テ使用セラレ、且ツ現今尙ホ研究中ニ屬ス。此ノ方法ニ於テハ陸上無線電信局ヨリ恰モ回轉燈ヨリ送ル光波ノ如ク電波ヲ回轉シツ、送ル様ニ裝置セリ。即チ此電波ハ或一定時間ニ三百六十度ヲ回轉シ、零ノ時間 "Zero" Time ニ於テ該局ヨリ 000° ニ在ル船舶ニ於テ電波ニ依ル最高音聲ヲ聞き取り得ルガ如シ。其故船舶ヨリ無線電信局ノ方位ヲ決定スルニハ "Zero" Time ト受信機ニ感ズル最高音聲トノ間隙ニヨリ定メザル可カラズ。第三法ハ現在尙ホ研究中ニシテ實用ノ境ニ到ラズ。且ツ "Zero" Time ト最高音聲トノ間隙ヲ正確ニ求メ得ルコト困難ニシテ、之レガ正確ニ求メ得ラル、時機ニ達セバ船位決定上益スル所大ナリ。

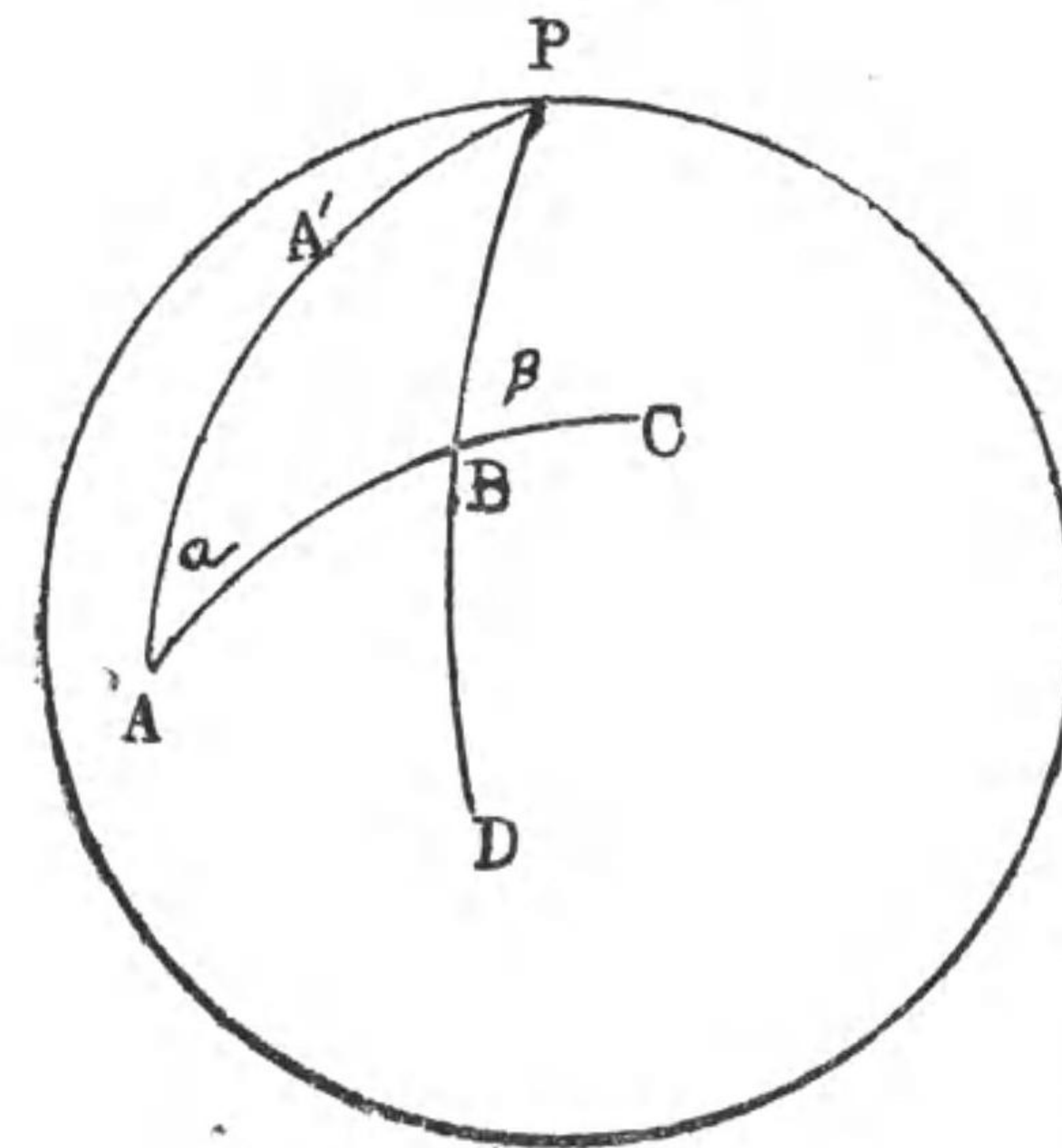
【27】 子午線ノ聚合差 Convergency of the Meridians.

近距離ニ在ル物標ノ方位ハ測者ノ子午線ト測者及物標ヲ通ル直線トノ交角ト見做シ得ベシ。從ツテ物標ヨリ測者ノ方位ハ前者ノ反方位ナリト見做スコトヲ得ベシ。

然ルニ遠距離ノ物標ノ方位ハ測者ノ子午線ト測者及物標ヲ通ル大圈トノ交角ニシテ、物標ヨリ測者ノ方位ハ前者ノ反方位トスルコト能ハズ、若干ノ差アリ。換言セバ地球上或二點ノ眞方位ヲ相互ニ測レバ若干ノ差異アルコトヲ發見スベシ。是レ子午線ガ平行セザルニ起因スルモノニシテ兩方位ノ差ヲ **子午線ノ聚合差** ト云フ。

第九十七圖ニ於テ A ヨリノ方位 0° 或ハ 180° ナル總テノ點ヲ通ル大圈ハ A ノ子午線ナリ。故ニ A ヨリ A' ヲ方位 0° ニ、又 A' ヨリ A ヲ方位 180° ニ測ル。斯クノ如ク同一子午線上ノ二點ニ對シテ一方ヨリノ方位ハ他方ヨリ

第九十五圖



ノ反方位ナリ。同様ニ赤道上ノ二點ニ對シテ一方ヨリノ方位ハ他方ヨリノ反方位ナリ。

今 B 點ハ A 點ヨリ任意ノ方位ニ在ル點トスレバ、其方位ハ A ノ子午線 PA ト A

及Bヲ過ル大圓ABトノ交角PABナリ。又Bヨリ測レルAノ方位ハBノ子午線PDトB及Aヲ通ル大圓BAトノ交角DBA或ハPBCナリ。而テ角PABト角PBCトハ等シカラザルヲ以テ、Bヨリ測定シタルAノ方位ハAヨリ測定シタルBノ方位ノ反方位ニ非ザル事明ナリ。即チPABトPBCトノ差ハ聚合差ナリ。

PABヲ α 、PBCヲ β ニテ表ハセバPBAハ $180^\circ - \beta$ ナリ。又Aノ緯度ヲL、Bノ緯度ヲL'トス。

$$\frac{\sin(180^\circ - \beta)}{\sin \alpha} = \frac{\sin PA}{\sin PB}$$

$$\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{\cos L}{\cos L'}$$

AトBトノ距離が比較的小ナル時ハ α ト β トノ差ハ小ナリ。

$$\text{今 } \beta = \alpha + \theta$$

$$L = L' - l \quad \text{トシ、且ツ}$$

θ 及 l ハ微小ナルヲ以テ、弧度法ニ依リ表ハサレタルモノトス。

$$\frac{\sin(\alpha + \theta)}{\sin \alpha} = \frac{\cos(L' - l)}{\cos L'}$$

$$\frac{\sin(\alpha + \theta) - \sin \alpha}{\sin(\alpha + \theta) + \sin \alpha} = \frac{\cos(L' - l) - \cos L'}{\cos(L' - l) + \cos L'}$$

$$\frac{\sin \frac{\theta}{2} \cos(\alpha + \frac{\theta}{2})}{\cos \frac{\theta}{2} \sin(\alpha + \frac{\theta}{2})} = \frac{\sin \frac{l}{2} \sin(L - \frac{l}{2})}{\cos \frac{l}{2} \cos(L + \frac{l}{2})}$$

$$\frac{\tan \frac{\theta}{2}}{\tan \frac{l}{2}} = \tan(L' - \frac{l}{2}) \tan(\alpha + \frac{\theta}{2})$$

$$= \tan(\alpha + \frac{\theta}{2}) \tan \frac{L + L'}{2}$$

上公式ハ正確ナルモノニシテ、 θ ト l トガ如何ナル値ノトキモ於テモ使用スルコトヲ得ベシ。然ルニ θ ト l トガ微小ナルヲ以テ、

$$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{\theta}{2}; \quad \tan \frac{l}{2} = \frac{l}{2}; \quad \tan(\alpha + \frac{\theta}{2}) = \tan \alpha$$

トスルコトヲ得ベシ。(α が九十度或ハ二百七十度ニ近キ場合ヲ除ク)

$$\therefore \theta = l \tan \alpha \cdot \tan \frac{L + L'}{2} \dots\dots\dots 1$$

上式ニ於テ、Lヲ分(')ニテ表ハセバ θ モ分(')ニテ得ベシ。 θ ハ所要ノ子午線聚合差ナリ。

(1) 式ニ於テ $\frac{L + L'}{2} = 0$ ナル時、即チ兩地ノ緯度異名同量ナル時、 $\theta = 0$ 又兩地ガ赤道上ニ在ル時モ $\theta = 0$ ニシテ、且ツ $\alpha = 90^\circ$ ナリ。

$\tan \alpha$ ノ値ハ α ガ九十度ニ近フナルニツレテ無限大トナルヲ以テ α ガ七十五度ヨリ大ナル時ハ、本公式ヲ用ヒザルヲ可トス。

(1) 式ハ變緯 l ヲ使用スルモ、之レニ換フルニ變經 λ ヲ以テ表ハス式ニ變化スレバ下ノ如シ。

今 λ ヲ以テ第九十五圖A及B地ノ變經APBヲ示シ α 、PA、 λ 、PBヲ邊及角トシFour Part Formulaヲ用フレバ

$$\cos PA \cos \lambda = \cot PB \sin PA - \cot \alpha \sin \lambda$$

$$\sin L \cos \lambda = \tan L' \cos L - \cot \alpha \sin \lambda$$

or $\sin \lambda \cot \alpha = \tan L' \cos L - \sin L \cos \lambda$

$$= \frac{\cos L \sin L'}{\cos L'} - \sin L (1 - 2 \sin^2 \frac{\lambda}{2})$$

$$= \frac{\cos L \sin L' - \sin L \cos L'}{\cos L'} + 2 \sin L \sin^2 \frac{\lambda}{2}$$

$$= \frac{\sin(L' - L)}{\cos L'} + 2 \sin L \sin^2 \frac{\lambda}{2}$$

$$= \sin l \sec L' + 2 \sin L \sin^2 \frac{\lambda}{2}$$

上式ニ於テ λ ト l トガ微小ナラバ、右邊ノ第二項 $2 \sin L \sin^2 \frac{\lambda}{2}$ ヲ除去

スルコトヲ得ベク。又 $\sin \lambda = \lambda; \sin 1 = 1$ トスルコトヲ得ベシ。

$$\therefore \lambda \cot \alpha = 1 \sec L'$$

$$\therefore \lambda = 1 \tan \alpha \sec L'$$

即チ $\tan \alpha = \frac{\lambda}{1 \sec L'}$ コレヲ(1)式ニ代入セバ

$$\therefore \theta = \lambda \cos L' \tan \frac{L + L'}{2}$$

$$\theta = \lambda \sin \frac{L+L'}{2} \cdot \frac{\cos L'}{\cos \frac{L+L'}{2}} = \lambda \sin \frac{L+L'}{2} \cdot \frac{\cos L'}{\cos(L' - \frac{1}{2})}$$

1ハ微小ナルヲ以テ $\cos(L' - \frac{1}{2}) \doteq \cos L'$ ナリ。

$$\text{故ニ } \left. \begin{aligned} \theta &= \lambda \sin \frac{L+L'}{2} \\ \text{或 } \theta &= \text{D. Long.} \sin \frac{L+L'}{2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots 2$$

(2) 式ハ一般ニ聚合差ノ算出ニ用フル公式ナリ。

1. $\lambda = 0$ ナルトキ、即チ兩地ガ同一子午線上ニ在ルトキ $\theta = 0$ ナリ。
2. $L + L' = 0$ ナルトキ、兩地ノ緯度同量異名ナルトキ $\theta = 0$ ナリ。(又赤道上ニ在ルトキ)
3. 兩地ガ赤道附近ニ在ルトキ L 及 L' ハ小ニシテ、從ツテ $\sin \frac{L+L'}{2}$ ハ小トナル故ニ θ ハ微小ナリ。

兩地ノ平均緯度ガ六度以下、其變經十度ヨリ小ナルトキハ θ ハ一度ヨリ大ナルコトナシ。即チ

$$\lambda = 10^\circ \quad \frac{L'+L}{2} = 6^\circ \text{ トセバ}$$

$$\theta = 10^\circ \sin 6^\circ = 1^\circ \text{ (approximately)}$$

【28】 漸長方位 Mercatorial Bearing.

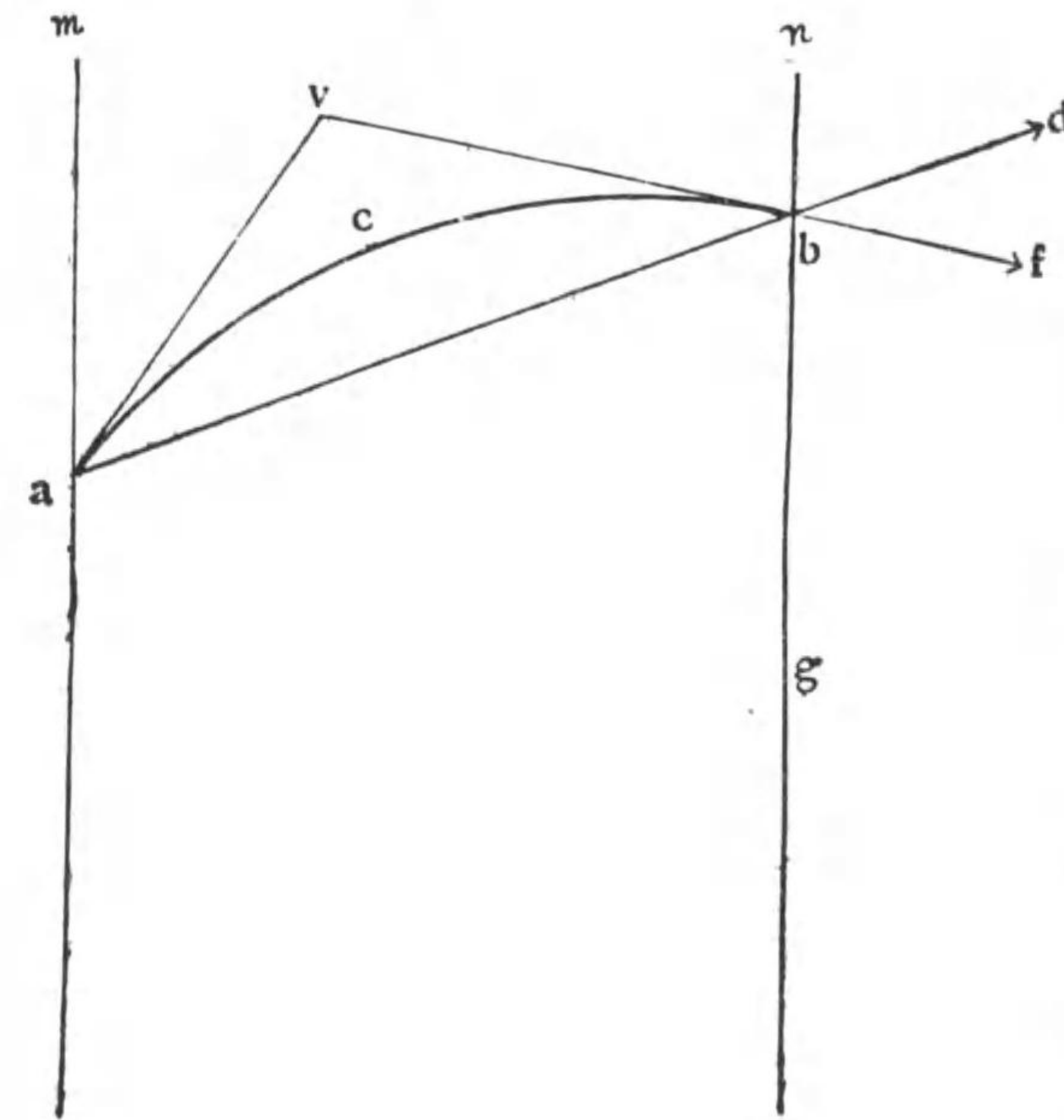
漸長方位ハ漸長圖ニ於ケル二地點間相互ノ方位ニシテ

一方ノ方位ハ他ノ反方位ナリ。

第九十六圖ニ於テ a. 及 b. 兩地 A. 及 B. ノ海圖上ノ位置、am ヲ a 地ノ子午線、bn ヲ b 地ノ子午線トス。

第九十六圖

然ラバ



子午線 a
m t a 及
b ヲ過ル
直線 a b
トノ交角
m a b ヲ
a 地ヨリ
測レル b
地ノ漸長
方位ト云
フ。漸長
圖ニ於テ
ハ a ノ子
午線ト b

ノ子午線トハ平行ナリ。故ニ

$$m a b = g b a = n b d \text{ ナリ。即チ b 地ヨ}$$

リ測ル a ノ漸長方位ハ a 地ヨリ測ル b ノ漸長方位ノ反方位ナリ。

今曲線 a c b ハ地球上ノ兩地 A 及 B ヲ通ル大圈ヲ海圖

上ニ表ハシタルモノニシテ、 $a v$ 及 $b v$ ナ各 a 及 b ニ於テ該曲線ニ切線トシ、其交點ヲ v トセバ

$m a v$ ハ A 地ヨリ測リタル B 地ノ漸長圖上ノ眞ノ方位ニシテ、 $g b v$ 或ハ $n b f$ ハ B 地ヨリ測リタル A 地ノ漸長圖上ニ表ハシタル眞ノ方位ナリ。

又 θ ナ以テ子午線聚合差ヲ示セバ

$$n b f = m a v + \theta \dots\dots\dots 3$$

A ト B トノ距離ガ非常ニ大ナラザル場合、即チ五百哩ヲ超エザル時ハ A 及 B ナ通ル大圏ヲ漸長圖上ニ正確ナル精度ヲ以テ a 及 b ナ過ル圓弧 $a c b$ ニテ表示スルコトヲ得ベシ。從ツテ切線 $a v$ 及 $b v$ ガ弦 $a b$ トナス角相等シ。即チ $v a b = v b a$ ナリ。

ψ ナ以テ漸長方位 $m a b$ ナ示シ、 $a b$ ナ d 迄延長セバ

$$n b d = \psi \quad \text{ナリ。}$$

$$\begin{aligned} m a v &= m a b - v a b \\ &= \psi - v a b \dots\dots\dots 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{又 } n b f &= n b d + d b f \\ &= \psi + v b a \\ &= \psi + v a b \dots\dots\dots 5 \end{aligned}$$

(3) 式ト (5) 式ヨリ

$$\psi + v a b = m a v + \theta \dots\dots\dots 6$$

(6) 式 = (4) 式ヲ代入シテ變化セバ、

$$\psi + v a b = \psi - v a b + \theta$$

$$\therefore \theta = 2 v a b \quad \text{or } \frac{1}{2} \theta = v a b$$

$$\text{故ニ } \psi = m a v + \frac{\theta}{2} \dots\dots\dots 7$$

則チ漸長方位ハ眞ノ方位ニ聚合差ヲ二分ノ一ヲ加ヘテ求メルコトヲ得ベシ。

【29】無線電信方位ニ依リ船ノ位置ヲ漸長圖ニ記入スル法

無線電信方位 Directional Wireless ニ依リ船ノ位置ヲ求ムル場合ハ、一般行ハル、地物ニ依ル交叉方位ノ場合ニ比シ遠距離ニ於テ行ハル、ヲ以テ、大圏方位 Great Circle Bearing ナ漸長方位ニ改メテ、漸長圖ニ記入セザル可ラズ。

漸長圖上ニ大圏ヲ轉記スル時ハ赤道ニ對シテ四ミヲ有スル曲線トナリ、曲線ノ方向ガ東西ニ近キ時ハ、其曲率ハ大ニシテ南北ニ近クナルニ從ヒ減少シ、南北ト一致シテ直線トナル。即チ子午線ト合ス。而テ電波ノ通跡ハ大圏ナルヲ以テ、漸長圖上赤道ニ對シ四ヲ有スル曲線ニテ表ハル、コト明ナリ。故ニ無線電信方位ハ船及ビ電信局ヲ通ル大圏ト子午線トノ交角ナルヲ以テ、之ヲ漸長圖上ニ示ストキハ船又ハ電信局ニ於ケル切線ト子午線トノ交角トナルベシ。從ツテ之レニ子午線ノ聚合差ノ二分ノ一ヲ加フレバ、其漸長方位ヲ得ベシ。

$$\text{漸長方位} = \text{大圏方位} + \frac{1}{2} \theta$$

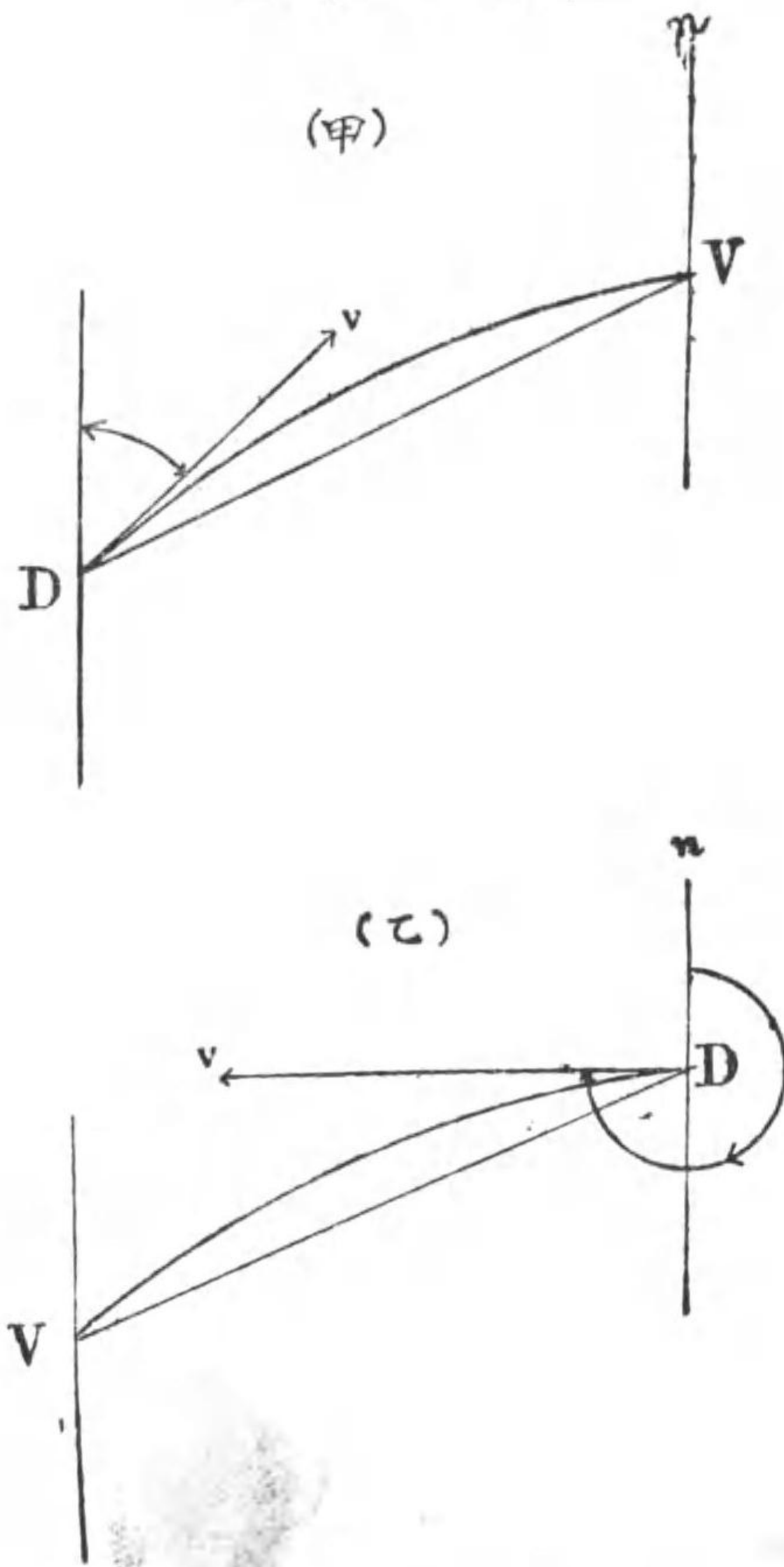
$$\theta = D. \text{ Long } \sin \frac{L + L'}{2}$$

θ ハ其公式ノ構成上精密ナル結果ヲ得ルコト能ハザル

モ兩地ノ距離一千浬以内ナルトキハ實用ニ供シ得ヘキモノトス。(兩地ノ距離五十浬以内ナルトキハヲ改正スルニ及バズ)

【29】 $\frac{1}{2}\theta$ ノ改正法

第九十七圖



大圈方位ニ $\frac{1}{2}\theta$ ヲ加フレバ漸長方位ヲ得ベシト雖モ、一般ニ方位ヲ北ヲ000°トシ右旋方向へ三百六十度迄テ測ルヲ以テ $\frac{1}{2}\theta$ ヲ下ノ規則ニ從ヒテ加減スル必要ヲ生ズ。

(1) 方向探知所ヨリ本船ノ眞方位ノ通知ヲ受ケテ船ノ線置ヲ求ムル場合。(第九十

七圖Dヲ方向探知所Vヲ船ノ位置トス)

緯度	本船ガ探知所ノ	改正符號
北緯	東ニ在ル時	(+) 正
北緯	西ニ在ル時	(-) 負
南緯	東ニ在ル時	(-) 負
南緯	西ニ在ル時	(+) 正

(2) 本船ヨリ無線電信局ノ方位ヲ測リテ船ノ位置ヲ求ムル場合。

前記ノ正反對ナルヲ以テ省略スベシ。

例題 1. 推測位置北緯五十度西經九度ノ地ニ於テ無線方位(W/T Bearing)ヲ北緯五十二度十二分' 西經六度二十一分'ニ在ル Carnsore Point ヨリ 218°北緯五十度、西經五度十三分'ニ在ル Lizard ヨリ 272°ノ通知ヲ得タリ。漸長圖ニ依リ船ノ位置ヲ求ム。

解 Carnsore Point	Lat. 52° 12' N	Long. 6° 21' W
D. R. Position	Lat. 50 00 N	Long. 9° 0 W
	2)102 12	D. Long 2° 39' W
	Mid Lat. 51° 6'	159' W

$\frac{1}{2}$ D. Long. 79.5	Log. 1.900367	大圈方位 218°
Mid Lat. 51° 6'	L. Sin. 9.891115	1° -
$\frac{1}{2}\theta$ 61.87	Log. 1.791482	漸長方位 217°

or 1°

Lizard	Lat. 50° 0' N	Long. 5° 13' W
D. R. Position	Lat. 50° 0' N	Long. 9° 00 W
	2)100 0	D. Long. 3° 47 W
	Mid Lat. 50 0	227' W

$\frac{1}{2}$ D. Long. 118.5	Log. 2.054996	大圈方位 272°
Mid Lat. 50°	L. Sing. 9.884254	$\frac{1}{2}$ —
$\frac{1}{2}\theta$. 86.9	Log. <u>1.939250</u>	漸長方位 <u>270.5</u>
or <u>1°$\frac{1}{2}$</u>		

船ノ位置ハ漸長方位 217° ト 270° $\frac{1}{2}$ トノ交點ニシテ
 Lat. 50° 1' N Long. 8° 58' W

例題 2. 推測位置北緯三十九度、西經五十五度ノ地ニ於テ無線方位ヲ北緯四十四度十九分、西經六十八度十一分ノ Bar Harbour ヨリ 118° 北緯三十五度十四分、西經七十五度三十二分ノ Cape Hatteras ヨリ 74° $\frac{1}{2}$ ノ通知ヲ得タリ、漸長圖ニ依リ位置ヲ求ム。

解 Bar Harbour.	Lat. 44° 19' N	Long. 68° 11' W
D. R. Position	Lat. 39° 00' N	Long. 55° 0' W
	2)83° 19'	13° 11' E
	Mid Lat. <u>41° 39.5</u>	<u>791' E</u>

$\frac{1}{2}$ D. Long. 395.5	Log. 2.597146	大圈方位 118°
Mid Lat. 41° 39.2	L. Sin. 9.822617	4° $\frac{1}{2}$ +
$\frac{1}{2}\theta$. 262.9	Log. 2.419763	漸長方位 <u>122.4</u>
or <u>4°23'</u>		

Cape Hatteras	Lat. 35° 14' N	Long. 75° 32' W
D. R. Position	Lat. 39° 00' N	Long. 55° 00' W
	2)74° 14'	D. Long. 20° 32' E
Mid Lat.	<u>37° 7'</u>	or 1232. E

$\frac{1}{2}$ D. Long. 616	Log. 2.789581	大圈方位 74° $\frac{1}{2}$
Mid Lat. 37° 7'	L. Sin. 9.780634	6.2 +
$\frac{1}{2}\theta$. 371.7	Log. 2.570215	漸長方位 <u>80.7</u>
or <u>6° 12'</u>		

漸長方位 122° $\frac{1}{2}$ ト 080° $\frac{1}{2}$ トノ交點ハ船ノ位置ナリ。
 Lat 38° 2' N Long. 54° 59' W

(注意)

$\frac{1}{2}\theta$. ノ値ノ正否ハ船ノ推測位置如何ニ依ルモノニシテ眞位置ニ近キトキハ正確ナル $\frac{1}{2}\theta$ ヲ求ムルコトヲ得ベシ。故ニ例題 2 ノ如ク推測位置ト決定位置トノ差大ナルトキハ決定位置ヲ推測位置トシテ再ビ同一手續ヲ行フトキハ一層精密ナル位置ヲ得ベシ。

【31】無線方位測定ノ精度

英、米ニ於ケル實驗ニ依レバ、現今陸上ノ D. F. Station ニ於テ熟練ナル人及調整良好ナル機械ヲ以テセバ、測定方向ノ誤差ハ一般ニ二度以内ニシテ其精度ハ夜間。不良ナル天候、及方位線ガ海岸線ニ平行 (十五度以下) ナルトキ一般ニ不良ナリ。且ツ測定方位ニ關シテハ管轄官廳ニ於テ測定方位ノ不精確ニ因スル責ニ任ズルノ程度ニ達セザルガ如シ。

大ナル精度ヲ得ルニハ、發信者タル船ニ於テ各信號符間ノ間隔ニ大ナル注意ヲナシ、餘リ強ク發信セザルヲ要ス。尙現在ノ無線方向探知所ノ多數ニ於テハ測定方位ト反方位ヲ區別スルコト不可能ナルヲ以テ測定方位ニハ時トシテハ百八十度ノ誤差アリ得ルコトヲ記憶シ、ソノ何レヲ

第十五章 陸測位置

探ルベキカハ一ニ船ニ於テ判定スルヲ要ス。

千九百二十年七月、米國驅逐艦 Charles Ausburn ト Cape Henry 及 Hog Island ノ方向探知所間ニ行ハレタル實驗ノ結果ニ依レバ最大誤差 2.05 平均誤差ハ一度以内ナリシト云フ。

大正十四年五月一日印刷
大正十四年五月五日發行

最新航海術上卷

定價 金參圓八拾錢

不許
複製

著者 酒井進

發行者 神戸市元町通三丁目三四〇番地 賀集喜一郎

印刷者 神戸市兵庫北仲町二〇番地 三木房五郎

印刷所 神戸市御幸通三丁目一八六番地 報文社印刷所

神戸市元町通三丁目

發行所

賀集海文堂書店

電話 三宮二〇二三番
振替口座大阪五〇四〇八番

537
11

終