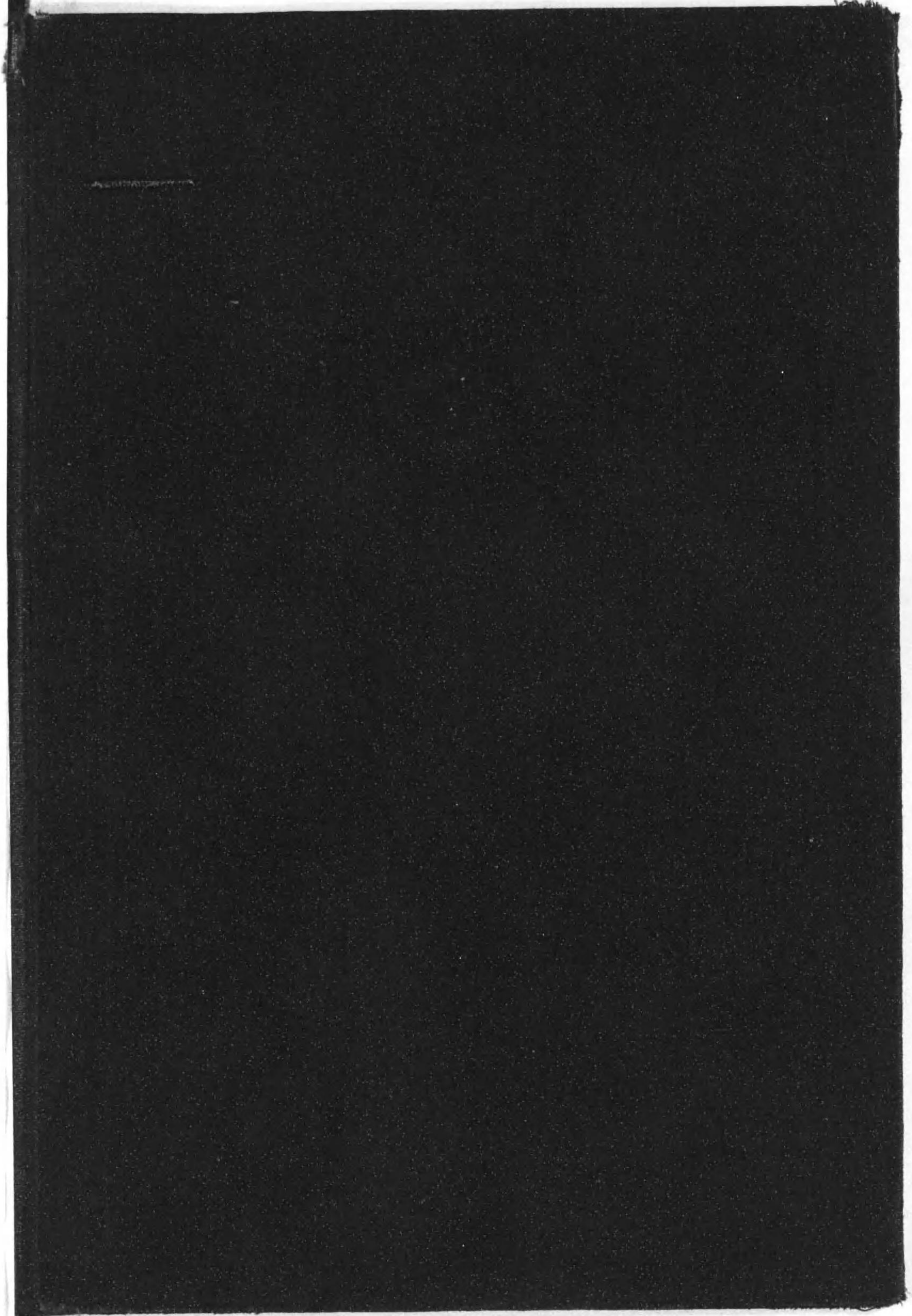




始



537  
118

14年7月17日

福	湯	湯	湯	湯	湯	湯	湯	湯	湯
湯	湯	湯	湯	湯	湯	湯	湯	湯	湯

訂查濟

酒井進編

最新航海術

上卷

大正

14. 5. 14

内交

神戸 海文堂書店

537-118

目 次

# 航海術 (上卷) 目次

## 地 文 航 法

### 第一章 用語解説

第一節 地球上ノ位置ニ關スル用語	1
第二節 方位及針路ニ關スル用語	12

### 第二章 地文航法諸元算法初則

第一節 度及哩ノ改算法	18
第二節 變緯、變經及漸長變緯ヲ求ムル法	19
起程、及着達兩地ノ緯度ヲ知テ變緯ヲ求ムル法	19
起程及着達地ノ緯度ヲ知テ漸長變緯ヲ求ムル法	21
起程緯度及變緯ヲ知テ着達緯度ヲ求ムル法	23
起程及着達緯度ヲ知テ中分緯度ヲ求ムル法	24
起程及着達兩地ノ經度ヲ知テ變經ヲ求ムル法	26
起程經度及變經ヲ知テ着達地ノ經度ヲ求メル法	29

### 第三章 針路及方位ノ改正

第一節 羅針路ヲ眞針路ニ改ムル法	32
風壓、流壓ナキ場合	32
風壓、流壓アル場合	37

自差表及自差曲線圖	43
「ナビヤース、ダイヤグラム」	47
自差表ヨリ自差ヲ求メ羅針路ヲ眞針路ニ改正スル法	49
<b>第二節 眞針路ヲ羅針路ニ改正スル法</b>	53
風潮ノ影響ナキ場合	53
風潮ノ影響アル場合	58
<b>第三節 角度比例</b>	62
<b>第四節 方位改正</b>	71

#### 第四章 對 數

<b>第一節 對數ノ解説</b>	74
對數ノ定義	74
對數ノ性質	75
底ノ變更	77
指標及假數竝ニ指標ヲ求ムル法	77
對數表ノ説明	78
眞數ノ對數ヲ求ムル法	81
對數ヲ以テ其眞數ヲ求ムル法	83
對數ニ依ル乘法及除法	85
餘 對 數	87
對數ニ依ル方乘法及開法	87
三角函數ノ對數	89

#### 第五章 平面航法

<b>第一節 公式ノ説明</b>	95
<b>第二節 算 法</b>	98
針路及航程ヲ知リテ變緯及東西距ヲ求ムル場合	98
變緯及東西距ヲ知リテ針路及航程ヲ求ムル場合	99

#### 第六章 方位表

<b>第一節 方位表作成ノ原理及表ノ構成</b>	104
方位表作成ノ原理	104
松本氏航海表方位表ノ構成	105
<b>第二節 方位表使用法</b>	106
針路及航程ヲ知リテ變緯及東西距ヲ求ムル場合	106
變緯及東西距ニ依リ針路及航程ヲ求ムル場合	109

#### 第七章 聯針路航法

#### 第八章 距等圈航法

<b>第一節 公式ノ説明</b>	122
<b>第二節 距等圈航法ト方位表</b>	123
<b>第三節 距等圈航法算法</b>	123
緯度ト航程トヲ知リテ變經ヲ求ムル場合	124
變經及緯度ヲ知リテ航程ヲ求ムル場合	126
變經及航程ヲ知リテ緯度ヲ求ムル場合	129

第九章 中分緯度航法

第一節 中分緯度航法ノ解説…………… 134

    公式ノ説明…………… 134

    中分緯度航法ノ精度…………… 136

    中分緯度航法ト方位表…………… 138

第二節 算 法…………… 139

    起程地ノ經緯度ト兩地間ノ針路及航程ヲ知リテ着達地ノ  
    經緯度ヲ求ムル場合…………… 140

    兩地ノ經緯度ヲ知リテ其間ノ針路及航程ヲ求ムル場合…………… 142

第三節 眞中分緯度…………… 151

第十章 漸長緯度航法

第一節 漸長緯度ノ解説…………… 154

    漸長緯度ノ原理…………… 155

    漸長緯度及其公式…………… 160

    漸長緯度ヲ求ムル正確ナル公式ノ説明…………… 161

    地球實體ニ對スル漸長緯度ノ公式…………… 163

第二節 漸長緯度航法ノ解説…………… 163

    漸長緯度航法ノ公式…………… 163

    漸長緯度航法ノ精度…………… 164

    漸長緯度航法ト方位表…………… 165

第三節 算 法…………… 165

起程地ノ經緯度並ニ兩地間ノ針路及航程ヲ知リテ着達地  
ノ經緯度ヲ求ムル場合…………… 166

兩地ノ經緯度ヲ知リテ其間ノ針路及航程ヲ求ムル場合…………… 169

第十一章 流潮航法

第一節 流潮航法ノ公式説明…………… 177

第二節 算 法…………… 179

    既知ノ流潮ヲ受ケ航スルトキ、船ノ眞針路及航程ヲ  
    求ムル場合…………… 181

    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…………… 188

    推測位置ト天測位置ニ依リ、流向流程ヲ求ムル場合…………… 198

第十二章 日誌算法…………… 211

第十三章 大圈航法

第一節 大圈航法ニ關スル用語解説…………… 234

第二節 起程針路及着達針路ヲ求ムル法…………… 240

    公式ノ説明…………… 240

    算 則…………… 241

第三節 航程ヲ求ムル法…………… 247

    公式ノ説明…………… 247

    算 則…………… 248

第四節 頂點位置ヲ求ムル法…………… 251

頂點ノ解説..... 251

頂點ノ位置ヲ求ムル公式ノ説明..... 252

算 則..... 253

第五節 針路ヲ變ズベキ各點ヲ算スル法..... 256

    公式ノ説明..... 256

    算 則..... 257

第六節 集成大圈航法..... 263

    集成大圈航路ノ解説..... 263

    公式ノ説明..... 265

    算 則..... 266

第十四章 海 圖

第一節 海圖ノ尺度..... 275

第二節 平 面 圖..... 278

    平面圖ノ作成法..... 278

第二節 漸 長 圖..... 279

    漸長圖ノ作成法..... 280

第三節 投 影 圖..... 283

    任意ノ點ヲ切點トスル投影圖法ニ要スル公式..... 284

    切點ガ赤道上ニ在ル場合ノ投影圖法ニ用フル公式..... 288

    任意ノ地點ヲ切點トスル投影圖..... 289

    大圈航路圖ノ使用法..... 293

    極ヲ切點トスル投影圖作成法..... 293

極圖ノ使用法..... 296

第四節 多 圓 錐 圖..... 296

第十五章 陸 測 位 置

第一節 位 置 ノ 線..... 298

    地物ノ羅針方位ニ依リ位置ノ線ヲ求ムル法..... 298

    水平夾角ニ依ル位置ノ線..... 300

    水平距離ニ依ル位置ノ線..... 301

    無線電信ニ依ル位置ノ線..... 301

第二節 位 置 決 定..... 301

    交叉方位法..... 301

    方位及夾角法..... 303

    二標一線中ニ在ル時此線ト他ノ物標トノ夾角若クハ方位ニ依ル法..... 305

    方位及距離法..... 305

    方位及錘測法..... 307

    錘 測 法..... 308

    位置ノ線ノ移動..... 308

    方位ト航程及針路ニ依リ位置ヲ求ムル法..... 310

    單一ナル位置ノ線ノ用途..... 312

    船首倍角法..... 313

    四點方位法及正横距離法..... 314

    物標ノ距離ト其船首角ニ依リ正横距離ヲ求ムル法..... 317

三標兩角法	318
危險角法	320
第三節 位置ノ線及決定位置ノ誤差	324
方位線ノ誤差ノタメ生ズル船ノ位置ノ誤差	326
垂直角ノ誤差ニ依ル位置ノ誤差	328
水平夾角ニ依ル位置ノ誤差	330
交叉方位法ニ依ル位置ノ誤差	339
船首倍角法ト流潮ノ影響	346
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	250
第四節 無線電信ノ方位ニ依リ船位ヲ求ムル法	351
子午線ノ聚合差	352
漸長方位	356
無線電信方位ニ依リ船ノ位置ヲ漸長圖ニ記入スル法	359
$\theta$ ノ改正法	260
無線方位測定ノ精度	363



航海術ハ海上ニ於テ船舶ノ位置ヲ決定シ、或ハ船舶ニテ一港ヨリ他港ニ航行スル法ヲ、修得スル學科ニシテ英語ノ Navigation 是ナリ。而シテ航海術ニ二種アリ、一ハ地文航法 Geo-Navigation。他ハ天文航法 Celo-Navigation ナリ。

地文航法ハ船位推測法、地物ニ依ル船位決定法、無線電信方位法及基本要素ノ算法等ヲ總稱セルモノナリ。天文航法ハ天體觀測ニ依ル船位決定法、天體ニ依ル自差算法、時辰儀違差算法及其基本要素ノ算法等ヲ總稱セルモノナリ。

## 地文航法

### Geo-Navigation.

#### 第一章 用語解説

##### 第一節 地球上ノ位置ニ關スル用語

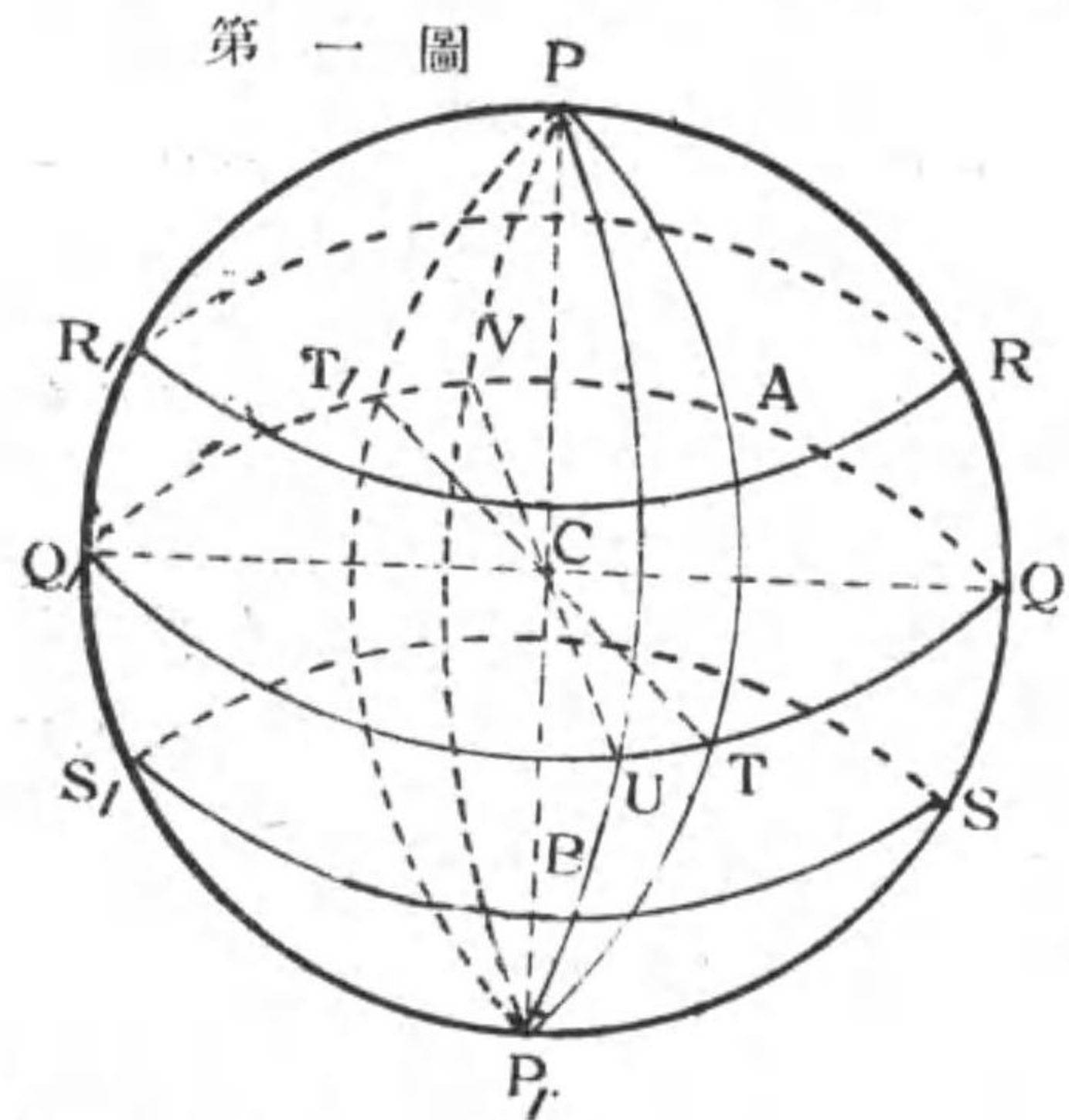
地球ハ正確ナル球ニ非ズ兩極ニ於テ多少平ニナレル區球ナリ。然レドモ之ヲ球ト假定スルモ、其ガ爲メ生ズル誤差ハ微小ニシテ實用上差支ヘ無キ程度ナルヲ以テ一般航海術ニハ地球ヲ球ト假定シテ立論スル事トセリ。

##### 【1】地球ノ自轉及地軸並地極

第一圖 P Q P, Q, ナ以テ地球ヲ示セバ。地球ハ一日ニ一



回 P P<sub>1</sub> ヲ軸トシテ矢符ノ方向ニ回轉ス、之レヲ地球ノ自轉ト云フ。而シテ地球自轉ノ樞軸 P P<sub>1</sub> ヲ地軸 the Axis of the Earth ト云フ。又其地軸ノ兩端ヲ地極 the Poles of the



Earth ト稱シ、P ヲ北極 North Pole。P<sub>1</sub> ヲ南極 South Pole ト稱ス。北極ハ之ヲ地球中心ヨリ望見セバ大約北極星ト同一方向ニアリ。故ニ地球ハ東方ニ回轉スルコトヲ知り得ベシ。

【2】大圈 Great Circle 及小圈 Small Circle

球ノ中心ヲ貫ク所ノ圈ニシテ、球ヲ之ニ依ツテ二等分ス。第一圖 PTP<sub>1</sub>、T<sub>1</sub> 及 QT、Q<sub>1</sub>T<sub>1</sub> ハ皆大圈ナリ。

球ノ中心ヲ貫カザル圈ニシテ其兩極ヨリ不等ノ距離ニ在リ。第一圈 RR、及 SS、ハ皆小圈ナリ。

【3】赤道 the Equator

地軸ニ直交スル大圈ナリ。故ニ赤道上ノ總テノ點ハ兩極ヨリ九十度ノ距離ヲ有ス。第一圈 QTQ<sub>1</sub>T<sub>1</sub> ハ赤道ヲ示ス。

【4】子午線 the meridian. 及本初子午線 the Prime meridian.

兩極ヲ貫キ赤道ト直交スル大圈ノ半分ナリ。第一圖 P

TP、及 PUP、是レナリ。經度ヲ算スル起點トナル可キ子午線ヲ本初子午線ト稱シ、我國ニ於テハ英國綠威天文臺子午儀ノ中心ヲ通過セル子午線ヲ以テ本初子午線トナス。

【5】距等圈 Parallels of Latitude.

赤道ニ平行ナル小圈ナリ。第一圖 RR、及 SS、ハ之ヲ示ス。

【6】二至線 the Tropics.

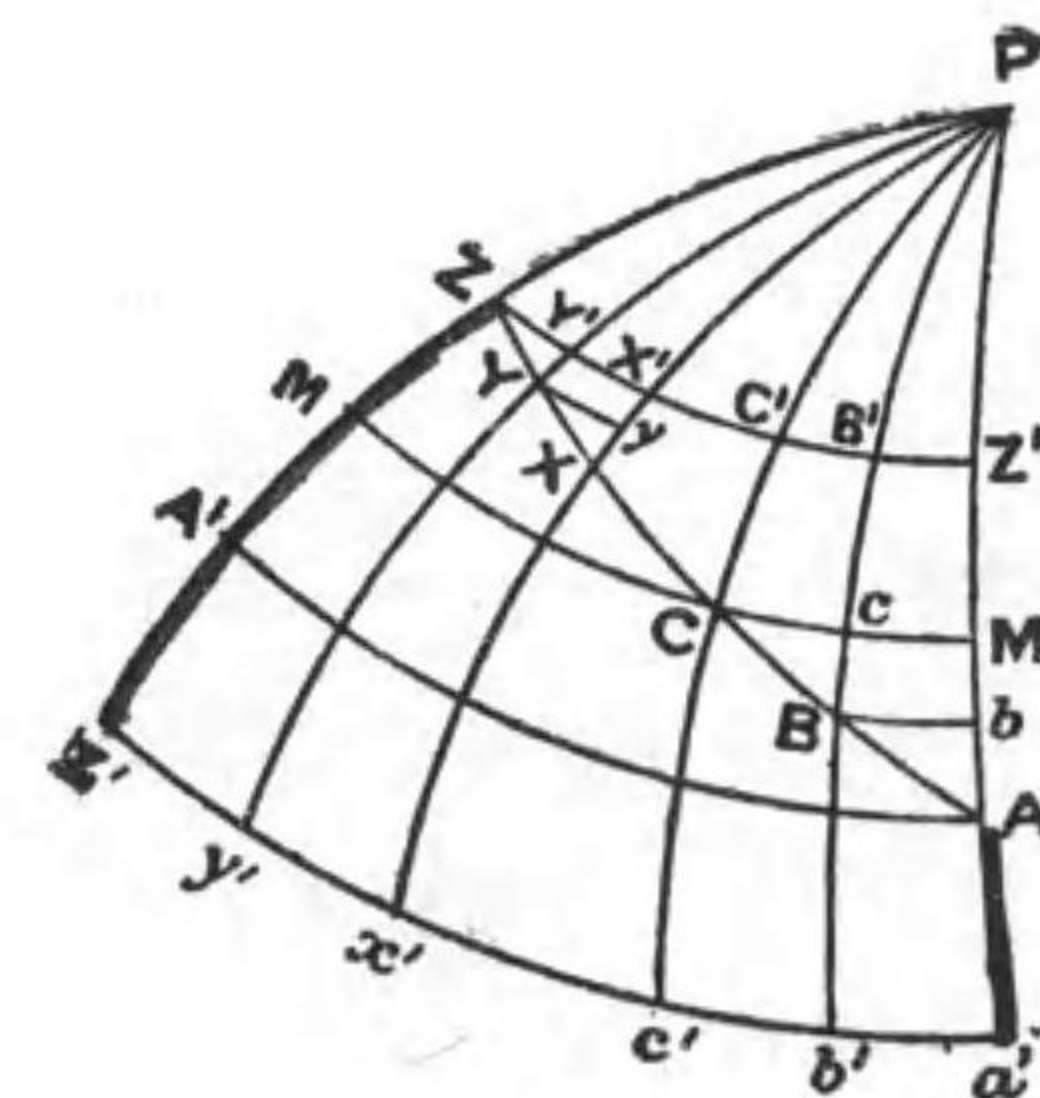
赤道ヲ距ル、コト南北二十三度二十八分ノ距等圈ヲ云ヒ。其北ニ在ルヲ夏至圈 the Tropic of Cancer ト稱シ。南ニ在ルヲ冬至圈 the Tropic of Capricorn ト稱ス。

【7】北極圈 Arctic circle. 及南極圈 Antarctic Circle.

北極圈ハ北緯六十六度三十二分ノ距等圈ヲ云ヒ。南極圈ハ南緯六十六度三十二分ノ距等圈ヲ稱ス。

第二圖

【8】緯度 the Latitude of a place.



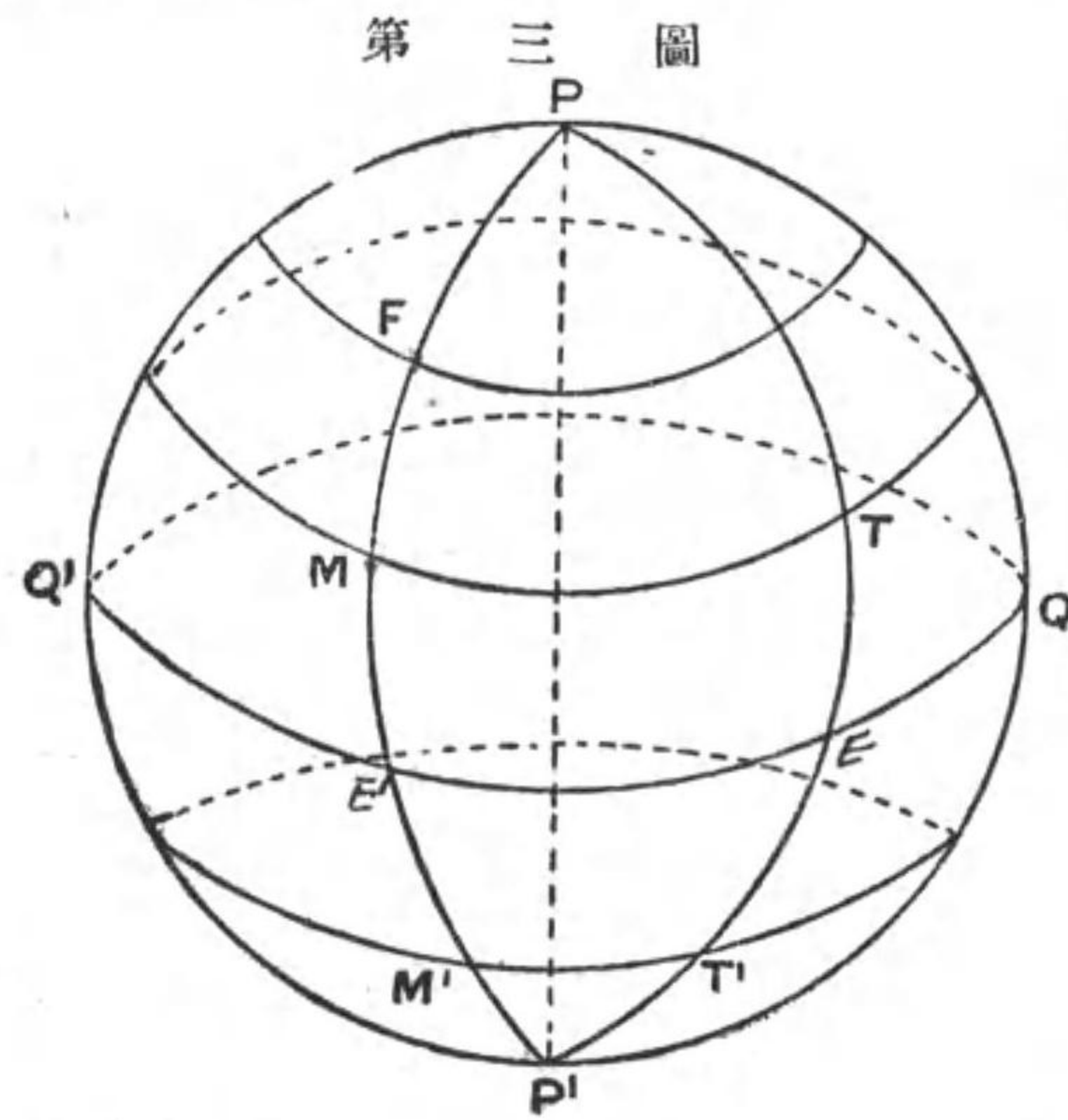
本地ノ距等圈ト赤道トノ間ノ弧ニシテ赤道ヨリ北又ハ南ニ測ル。緯度ハ赤道ノ零ヨリ始マリ極ノ九十度ニ終リ。北ニ度レバ北緯ト稱シ、N符ヲ配シ。南ニ度レバ南緯ト稱シ S ト符ス。

第一圖 A 地ノ緯度ハ TA ニシテ北緯ナリ又地 B ノ緯度ハ UB ニシテ南緯ナリ。

【9】起程緯度 Latitude from or Lat. from 及着達緯度 Lat. in

起程緯度ハ船ノ發スル地ノ緯度ナリ。着達緯度ハ船ノ着達スル地ノ緯度ナリ。第二圖ニ於テ P ヲ北極、a、z、ヲ赤道、A ヲ起程地、Z ヲ着達地トスレバ、a'A ハ起程緯度ニシテ z'Z ハ着達緯度ナリ。

【10】變緯 Difference of Latitude between two places or Diff. Lat.



第三圖 兩地ヲ過ル 距等圈間ノ子 午線ノ弧ナリ。 第三圖 F M ハ F ト T ノ間ノ 變緯ナリ、即チ F ノ緯度 E' F ト T ノ緯度 E T ノ差ナリ。 又 T T' 或ヒハ M M' ハ T ト M' ノ間ノ變緯ニシテ T ノ緯度 E T ト、 M' ノ緯度 E' M' トノ和ナリ。換言セバ兩地ノ緯度同名ナルトキハ兩緯度ノ差。異名ナルトキハ兩緯度ノ和ヲ以テ變緯トス。

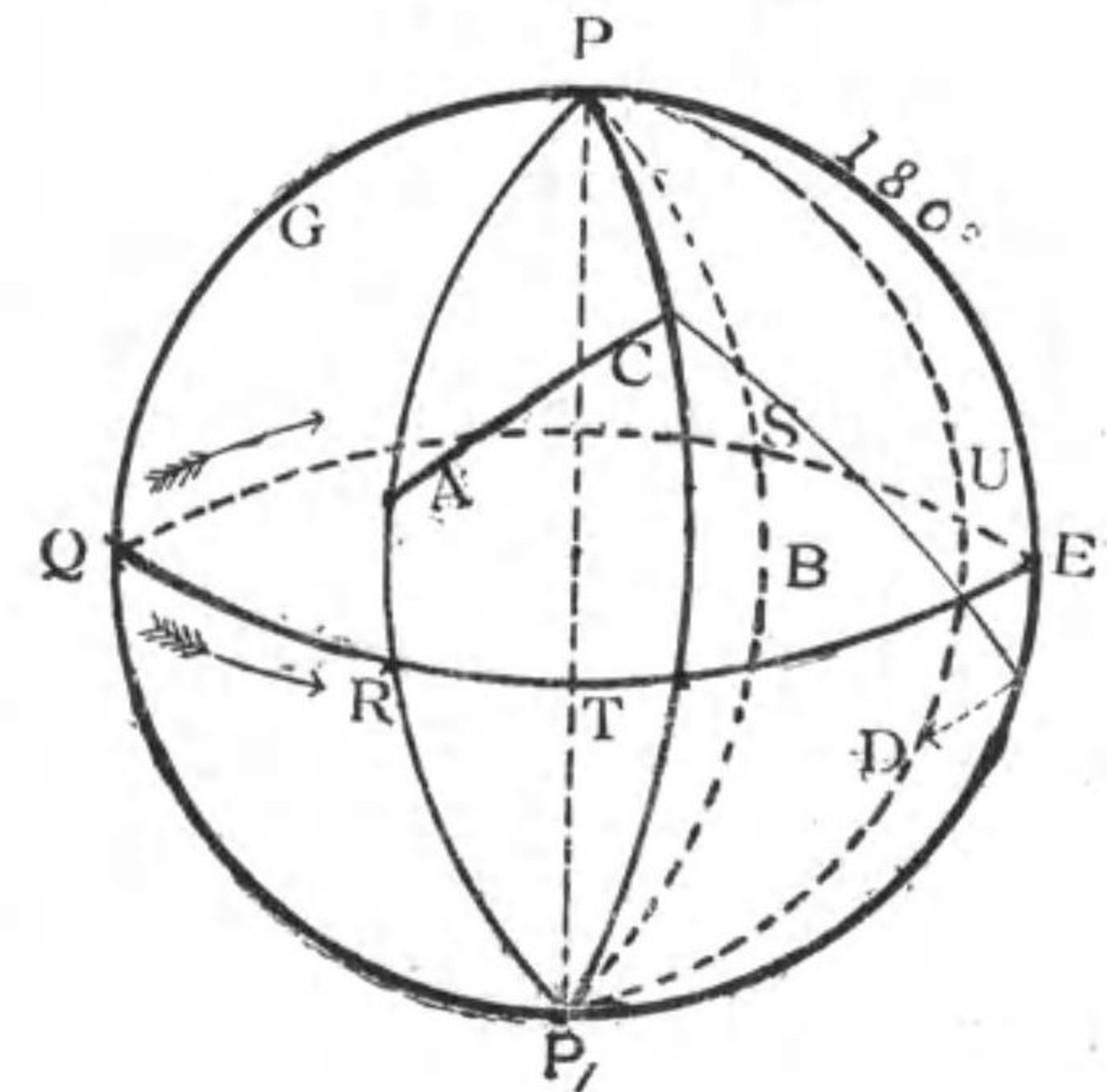
【11】經度 Longitude of a place.

本地ノ子午線ト本初子午線トノ間ノ赤道ノ弧ニシテ本初子午線ヨリ起算シテ東西各方へ百八十度ニ至ル。東方ニ度レバ東經(E)ト稱シ。西方ニ度レバ西經Wト稱ス。

第四圖ハ <sup>Green-witch</sup> 威ノ

第四圖

子午線面ヲ圖シタルモノニシテ P G Q P' ハ本初子午線ナルヲ以ツテ。A 地ノ經度ハ Q R ニシテ B 地ノ經度ハ Q S ナリ。而シテ A 地ハ本初子午線ノ東方ニ在ルヲ以テ東經トシ、



B 地ハ本初子午線ノ西方ニ在ルヲ以テ西經トス。

【12】起程經度 Longitude from or Long. from. 着達經度 Long. in.

船ノ發スル地ノ經度ヲ起程經度ト稱シ、第四圖ニ於テ A 地ヲ發シテ C 地ニ航シタリトセバ QR ハ起程經度ナリ。船ノ達スル地ノ經度ヲ着達經度ト稱シ QT ハ之ヲ示ス。

【13】變經 Difference of Longitude or Diff Long.

兩地ノ子午線間ノ赤道ノ弧ヲ變經ト稱ス。第四圖ニ於テ RT ハ A 地ト C 地トノ變經ニシテ。C 地ノ經度 QT ト A 地ノ經度 QR トノ差ナリ。TEU ハ C 地ト D 地トノ變經ニ

シテ。C地ノ經度QT(東經)ト、D地ノ經度QU(西經)ノ和、(TRQS U)ヲ三百六十度ヨリ減ジタルモノナリ。

【14】東西距 Departure or Dep.

同一距等圈上兩地ノ距離ヲ哩 Nautical miles ニテ表ハシタルモノナリ。又兩地ノ緯度異ナルトキハ、兩地間ニ無數ノ子午線ヲ假設シ。之レト航程ノ線ト相會スル各點テ貫キタル、無數ノ距等圈ノ細小ノ弧ヲ加ヘテ得タル和ヲ、東西距トナス。第二圖 A A' 及ビ Z Z' ハ各 A ト A' 及ビ B ト B' ノ東西距ニシテ。A 地ト B 地トノ間ノ東西距ハ  $bB + cC + \dots + yY + YZ$  ナリ。東西距ニハ針路ノ東西ノ符號ヲ配スルモノトス。

【15】航程ノ線 Rhumb-Line.

地球面上各子午線ト同一角度ヲ以ツテ交ル線ヲ航程ノ線ト云フ。故ニ二地點ヲ航程ノ線ニテ結ビ結ケ、之レニ沿ヒテ航行スルトキハ、船首方位ハ常ニ同一ナリ。又赤道距等圈及子午線ハ子午線ト同一ノ交角ヲ有スルヲ以ツテ航程ノ線ナリ。而シテ赤道距等圈及ビ子午線以外ノ航程ノ線上ヲ航スルトキハ船ハ絶ヘズ螺旋狀ヲナシテ極ニ近ヅクベシ。

【16】航程 Distance

起程地ヨリ着達地マデノ航程ノ線上ノ距離ヲ哩ニテ算シタルモノナリ。

【17】漸長緯度 meridional Parts.

赤道ヨリ本地ノ緯度ニ至ル迄、一分毎ノ眞變緯ヲ各緯度ノ正割 (Secant) ノ比ニ從ヒ伸長シタル赤道ヨリ其緯度ニ到ル子午線ノ長サヲ、哩ニテ表ハシタルモノヲ云フ。

【18】漸長變緯 Meridional Difference of Latitude or M. D. Lat.

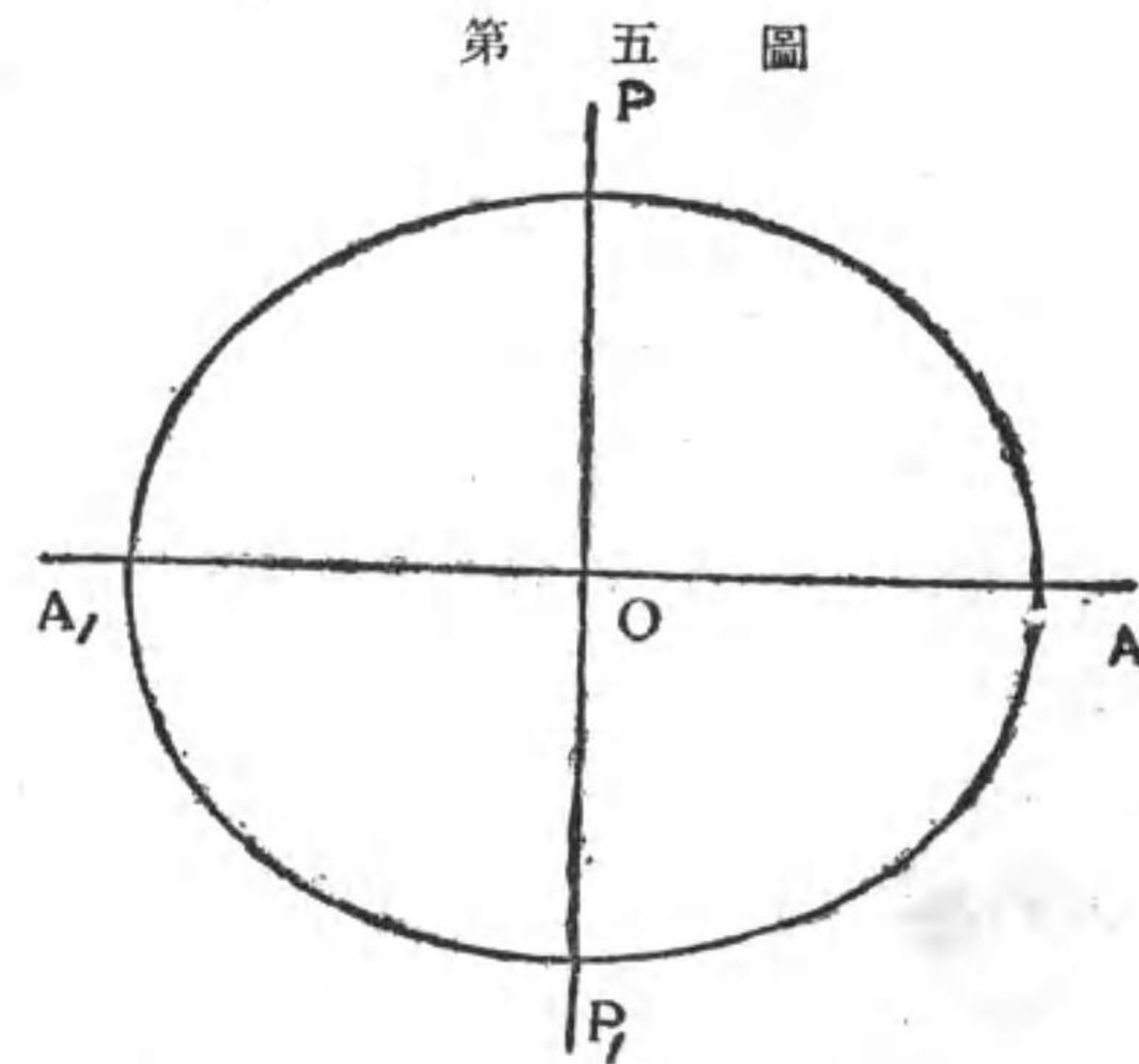
兩地ノ緯度ニ對スル漸長緯度ノ和或ハ差ナリ、即チ眞變緯ヲ伸長シタルモノナリ。

【19】地球ノ形狀

地球ノ形狀ハ、橢圓ガ其短徑ヲ軸トシテ回轉シテ作ル、扁平橢圓體ニ酷似セリ。

第五圖 橢圓

P A P, A' 是於  
イテ、其ノ短徑  
minor Axis P O  
P, ヲ軸トシ  
テ回轉スル時  
ハ、橢圓ノ周圍  
ハ扁平橢圓體  
ノ面ヲ作ルベ  
シ。



是レ地球ノ海面ニ當ル。又長徑 major Axis A O A' ノ最端 A ハ橢圓ノ回轉ニ依リ短徑ニ直交スル平面上ニ在リテ O A ヲ半徑トスル圓ヲ作ル、是レ赤道ニ當ルモノナリ。從ツテ P P, ヲ過ル平面ガ其ノ扁平橢圓體ノ面ト交リテ作ル橢

圓ハ地球ノ子午線ナリ。

第五圖 P A P, A, ヲ地球トスレバ P O ヲ極半徑 Polar Radius, A O ヲ赤道半徑 Equatorial Radius ト稱シ。最近ノ學說ニ依レバ、

$$O A = 6378.2 \text{ 浬}$$

$$O P = 6356.8 \text{ 浬}$$

ナリト云フ。今 O A ヲ a, O P ヲ b ニテ表ハストセバ、其ノ b ヲ求ムルニハ、a ニ或ル値ヲ乗ジタルモノヲ、a ノ値ヨリ減セザル可カラズ。或値ヲ c ニテ表ハストキハ

$$b = a - a.c. \text{ ナリ。}$$

$$\begin{aligned} \text{故ニ } c &= \frac{a - b}{a} = \frac{21.4}{6378.2} \\ &= \frac{1}{298.3} \end{aligned}$$

c ヲ縮率 Compression ト稱シ一般ニ  $\frac{1}{300}$  ヲ使用ス。

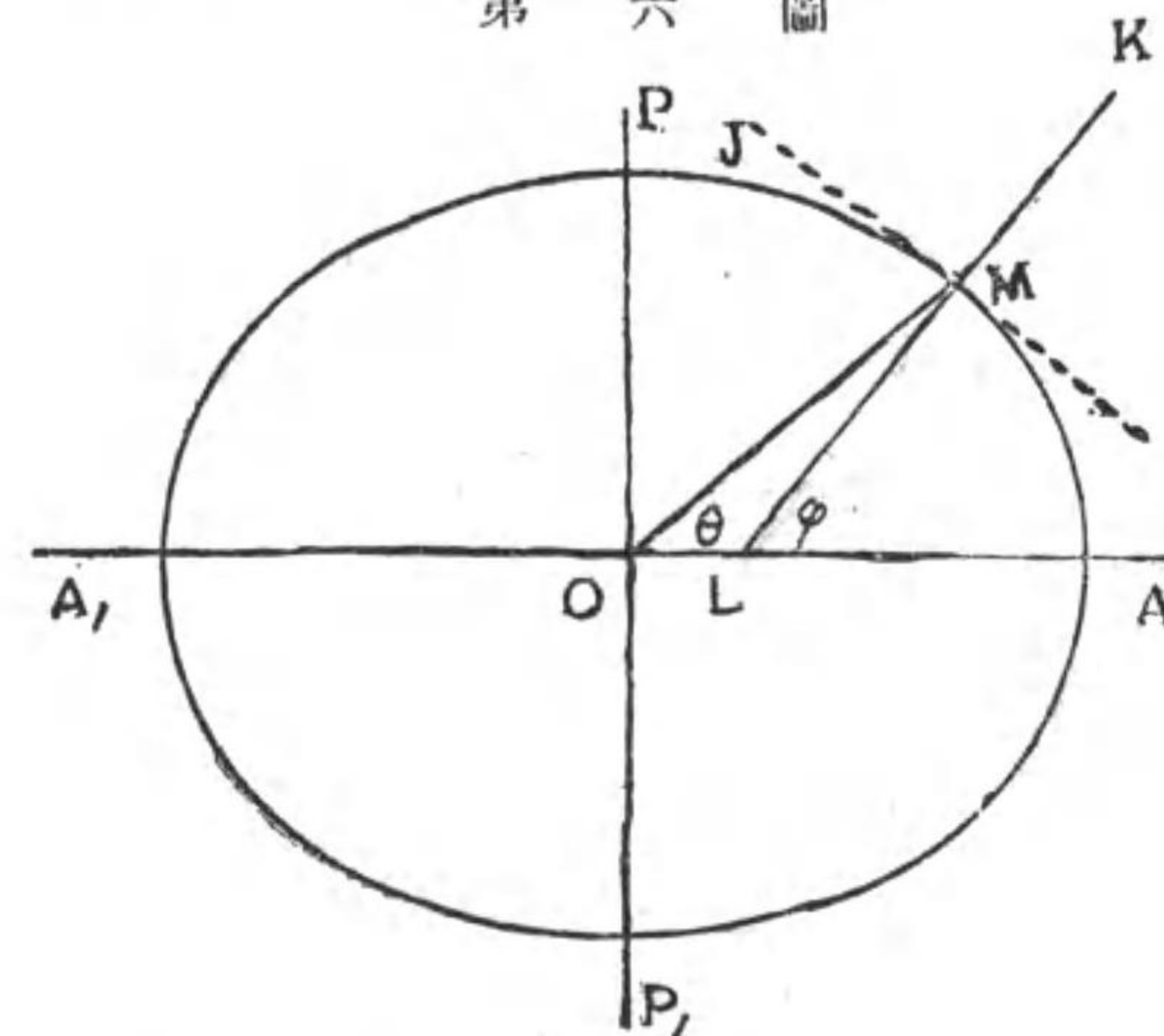
以上説明セル如ク、地球ハ斯ク扁平橢圓體ナルヲ以テ、距等圈ト赤道トノ間ノ子午線ノ弧タル緯度ハ、其弧ガ地球ノ中心ニ於テ爲ス角ヲ以テ表ハスコト能ハズ。

第六圖子午線 P A P, 上ノ一點 M ニ於テ P A P, ニ切シ且ツ同一平面ニ在ル切線 M J ヲ畫キ、之レニ垂直ナル M K 線ヲ引クトキハ M K ノ方向ハ M 地ノ天頂 Zenith ノ方向ナリ。次ニ M K ヲ延長シテ赤道ト L ニ於テ交ラシム。

角 A L K ヲ M 點ノ地理學緯度 Geographical Latitude ト稱シ一般航海術ニ依ツテ求ムル所ノ緯度是ナリ。

M 點ト地球中心 O トヲ結ブ直線 M O ト赤道 O A トノ交角 A O M ヲ M 點ノ地心緯度 Geocentric Latitude ト稱シ。精密ヲ要スル漸長緯度及太陽ノ地平視差ニ對スル緯度ノ改正量等ヲ算出スル場合ニ使用ス。

第六圖



今地理學緯度ヲ  $\psi$ , 地心緯度ヲ  $\theta$ , 及角 O M L ヲ  $r$  ニテ表ハセバ、 $r = \psi - \theta$  ナリ。而シテ  $r$  ヲ緯度ノ改正量 Reduction of the Latitude ト云ヒ。此値ヲ知ルトキハ、地理學緯度ニ對スル地心緯度ヲ。又地心緯度ニ對スル地理學緯度ヲ求メ得ベシ。其改正量ハ下式ヲ用フレバ度ノ秒數ニテ算出スルコトヲ得ベシ。

$$r'' = 690''.9 \sin 2\psi$$

上式ニ於テ地理學緯度  $\psi$  ヲ零度又ハ九十度トスレバ、 $\sin 2\psi$  ノ値ハ零ナルヲ以テ  $r''$  ハ零トナル可ク、又地理學緯度  $\psi$  ヲ四十五度トセバ正弦ノ最大値タル 1 トナルヲ以テ  $r'' = 690''.6 = 11' 30''.6$  トナル。

即チ赤道ト極トニ於テハ、地理學緯度ト地心緯度トハ一致シ、地理學緯度四十五度ニ於テ、改正量最大値ニ達ス。

吾人ガ日常使用スル緯度ハ其弧ガ中心ニ於テナス角ニ非ズシテ地理學緯度ナルコト明ナリ。然ルニ地球ヲ赤道半徑ト極半徑トノ平均半徑ノ球ト假定セバ、地理學緯度ト地心緯度トハ一致シ、航海術ヲシテ簡單ナラシム。且ツ假定ノタメ生ズル誤差ハ實用上差支ノナキ程度ナルヲ以テ地球ヲ球トシテ立論セラル。

【20】 哩 Nautical miles or Sea miles.

子午線ノ弧一分或ハ大圈ノ弧一分ヲ“米”ニテ表シタル 1853.2米ヲ以テ一哩トシ、距離測定ノ單位トナス。但シ陸上ニ於イテ 1609.3米ヲ以ツテ一哩トシ、之レヲ哩 Land miles or statute miles ト云フ。而シテ哩ハ哩ヨリ哩ノ約七分ノ一ニシテ、哩ハ哩ヨリ哩ノ約八分ノ一ナリ。又短距離測定ニ用フル單位即チ鏈 Cable ハ一哩ノ十分ノ一ニシテ 185.3米ナリ。

以上定義セシ哩ハ地球ヲ球ト假定セシモノニシテ實用上之レヲ使用スト雖モ、之レヲ地球實體ニ就テ定義セバ、地理學緯度一分ノ長サヲ一哩トセザル可カラズ。而モ子午線ノ曲率ハ、赤道附近ニ急ニシテ、極ニ近ヅクニ從ヒ漸次緩トナルガ故ニ、赤道附近ノ子午線ノ一部ヲ圓周ノ一部トスル圓ハ極附近ノ子午線ノ一部ヲ圓周ノ一部トスル圓ヨリ小ナリ。故ニ地理學緯度一分ノ長サハ其ノ緯度ノ高低

ニヨリテ大小ヲ生ジ溼モ一定セズ。今緯度一分ノ長サヲ L トセバ。

$$L = 1852.2 - 9.5 \cos 2\psi \text{ (米)}$$

$$\psi = 0^\circ \text{ 則チ赤道上ニ於テハ } \cos 2\psi = \cos 0^\circ = 1$$

$$\text{故ニ } L = 1842.7 \text{ 米}$$

$$\psi = 90^\circ \text{ 即チ極ニ於テハ } \cos 2\psi = \cos 180^\circ = -1$$

$$\text{故ニ } L = 1852.2 + 9.5 = 1861.7 \text{ 米}$$

$$\psi = 45^\circ \text{ ノ地ニ於テハ } \cos 2\psi = \cos 90^\circ = 0$$

$$L = 1852.2 \text{ 米}$$

斯ク不定ナル値ヲ單位トシテ使用スルコトハ、甚ダシク不便ナルヲ以テ實用上 1853.2 米ヲ使用ス。然ルニ之ガ爲メ生ズル誤差ハ微小ニシテ、實用上度外視スルコトヲ得ルモ、或場合ニハ相當大ナル値ニ達スルコトヲ熟知シ置クコト肝要ナリ。

例ヘバー船アリ北緯六度ノ地ヲ發シ、毎時二十哩ノ速カヲ以テ正南ニ航行セバ、三十六時間後ニ於ケル航走距離 =  $20 \times 36 \times 1853.2$  (米) ナリ。又變緯ハ 720'S ナルヲ以テ當然着緯度ハ南緯六度トナルベシ。

然ルニ赤道附近ニ於ケル地理學緯度一分ノ長サハ 1853.2 (米)ニ非ズ 1842.7 (米)ニシテ、其船ガ實際航走セシ距離ハ、 $720 \times 1853.2$  (米)ナルヲ以テ

$$D. Lat = \frac{720 \times 1853.2}{1842.7} = 724' S$$

故ニ實際ノ緯度ハ南緯六度四分ナリ。

此緯度ハ  $720' \times 1853.2$  (米) 南ニ航セシ時。天體ノ子午線高度ニ依リ求メタル緯度ト一致スルモノナリ。

度々天測ヲナシ得ル場合ニ於テハ、湮ノ變化ニ注意スルヲ要セザルモ、天測スルコト能ハズシテ長期間航行セシ場合、特ニ赤道附近ニ於テハ、此湮ノ變化ヲ加減スル必要ヲ生ズ。

湮ノ外ニ地理哩 Geographical mile アリ。地球ノ中心ニ於ケル角一分ニ對スル赤道ノ弧ノ長サヲ、地理哩 Geographical mile ト云フ。赤道半徑  $a$  ハ  $6,378,205$  米ナルヲ以テ地球中心ニ於ケル一分ニ對スル赤道ノ弧ノ長サ  $L$  ハ  $a \times \sin 1'$  ニシテ、其ノ値ハ

$$L = 6378205 \times \sin 1' \\ = 1855.3 \text{ 米}$$

ナリ。

## 第二節 方位及針路ニ關スル用語

地球上或地點ノ方位ハ、測者ノ子午線ト其地點及測者ヲ過ル大圈トノ交角ニシテ、其子午線ヲ基本トシ北又ハ南ヨリ、東又ハ西ヘ九十度迄度リタルモノナリ。又其交角ヲ北デ零度トシ右旋方向ニ三百六十度マデ度ル。

而シテ或地點ト測者トノ距離小ナルトキハ、其間ノ大圈ノ弧ヲ一直線ト見做スコトヲ得ルヲ以テ、測者ノ子午線ト測者及其地點ヲ過ル直線トノ交角ヲ以テ、方位ヲ表ハシ得ベシ。

次ニ針路ハ、船ノ子午線ト其船首尾線トノ交角ニシテ、其

子午線ヲ基本トシテ度ルコト、方位ノ場合ニ同ジ。

然ルニ子午線ハ無形ノモノナルヲ以テ、先ツコレヲ決定セザルベカラズ。轉輪式羅針儀 Gyro Compass ニ於テハ其示ス南北ハ子午線ノ方向ナルモ、磁氣羅針儀 magnetic Compass ニ於テハ地磁氣及船内鐵氣ノ影響ヲ受クルタメ之レニ依リ直接子午線ヲ決定スルコト不可能ニシテ、次項ニ説明スル諸要素ヲ使用セザル可カラズ。

### 【21】 磁氣子午線 Magnetic meridian.

鐵器ノ影響ヲ受ケザル羅針ノ南北ヲ過ル大圈ヲ磁氣子午線ト云フ。

### 【22】 偏差 Variation or Var,

磁氣子午線ト眞子午線トノ交角、即チ鐵器ノ影響ヲ受ケザル羅針ガ眞子午線トナス角ニシテ、地球ノ兩極ト地磁氣ノ極トガ一致セザルタメ生ズルモノナリ。羅針ノ北ガ眞北ノ右ニ在ルトキ偏東ト稱シ E 符ヲ配シ。左ニ在ルトキ偏西ト稱シ W 符ヲ配ス。偏差ハ各地域ニ依リテ其値ヲ異ニスルノミナラズ午前ト午後ニ於テ其値ヲ變ジ。又年月ト共ニ其値ニ増減ヲ來シ、其變化モ各地域ニ於テ異ナレリ。

例ヘバ東京ニテ毎年約二分増加シ「ロンドン」ニ於テハ約八分減少スルガ如シ。

### 【23】 自差 Deviation or Dev,

鋼鐵船ノ出現ニ依リ、船内羅針儀ハ船體磁氣ノ影響ヲ受ケテ所在地ノ磁氣子午線ト羅針ノ磁軸ヲ過ル垂直面トハ

若干ノ交角ヲナス。此ノ交角ヲ自差ト稱シ自差ハ船首方向ノ變化ト共ニ變化スルモノニシテ且ツ各羅針儀ニ付キ一定値ヲ有スルモノニ非ズ。自差ハ偏差ト同ジク羅針ノ北端ガ磁北ノ右ニ偏スル偏東ト稱シE符ヲ配シ、左ニ偏スル偏西ト云ヒW符ヲ配ス。

【24】 羅針違差 Compass Error.

偏差ト自差トノ代數和即チ地磁氣及船體其他ノ感應磁氣ノ合力ノ作用ニ因リ羅針ノ北端、眞北ヨリ東或ハ西ニ偏シタル角ヲ云フ。

第七圖 Tヲ眞北、Mヲ磁北、Cヲ羅北トセバ

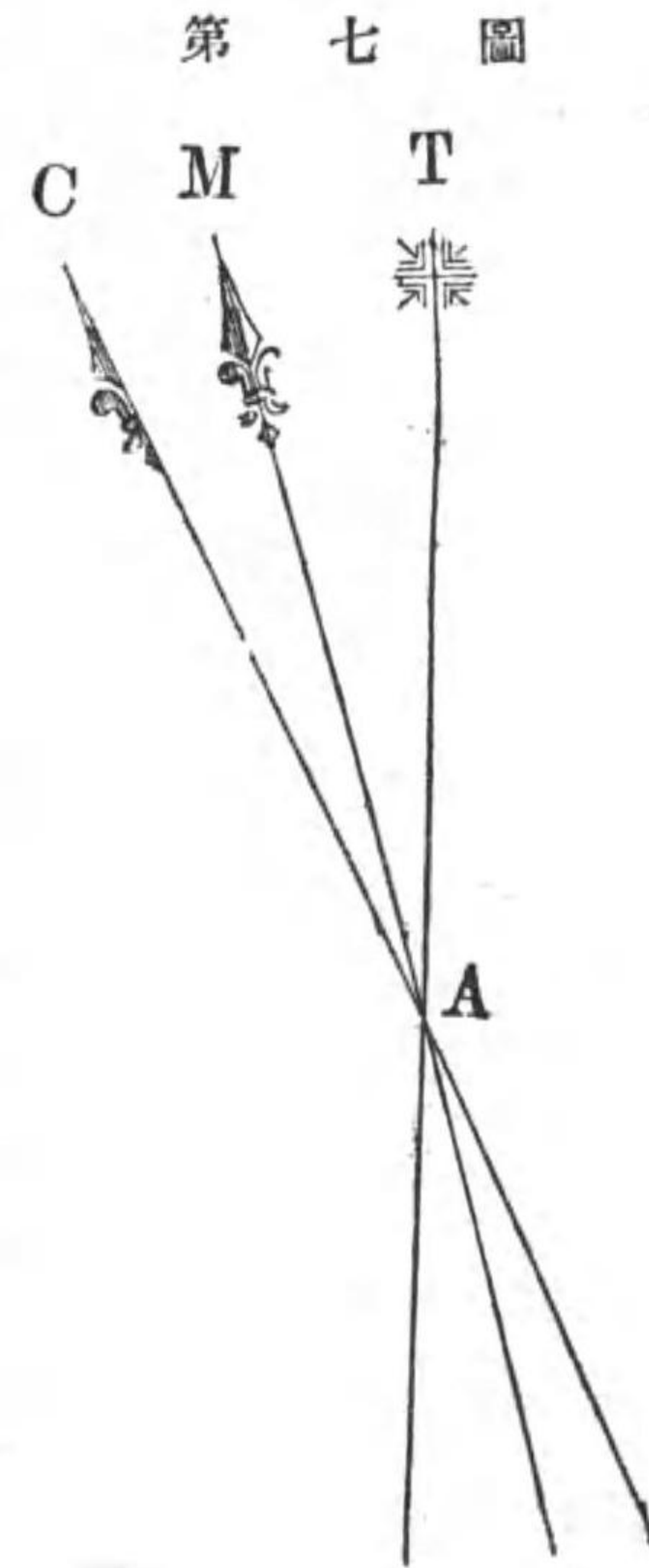
TAMハ偏差ニシテ偏西ノ場合ヲ示ス。

MACハ自差ニシテ偏西ノ場合ヲ示ス。

羅針違差ハ右圖ノ場合ニ於テハ TAM + MAC ナリ。又自差偏差ガ各異名ナル場合ハ差ナリ。

【25】 眞針路 True Course

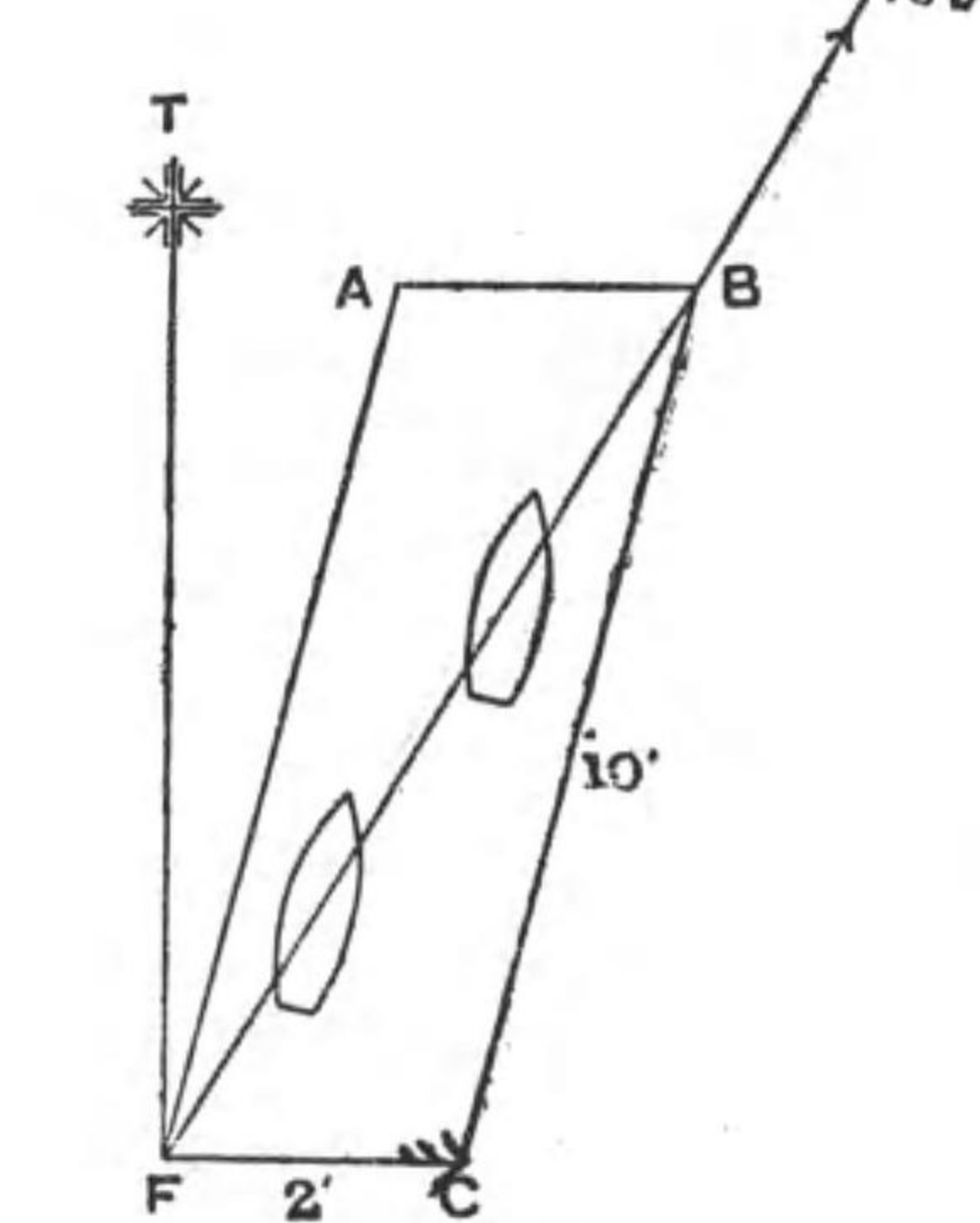
眞針路ハ船ノ航跡ト眞子午線トノ交角ニシテ、北或ハ南ヨリ東或ハ西へ九十度若シクバ



八點マデ度リタルモノニシテ、場合ニ依リテハ北ヲ零トシ右旋方向ニ三百六十度マデ度ル。而テ流壓、風壓ナキトキハ船ハ船首尾線ノ方向ニ航スルヲ以テ船首尾線ハ航跡ノ方向ニ一致スベシ。

【26】 視針路 Apparent Course.

風壓、流壓アル場合ニ於ケル船首尾線ト眞子午線トノ交角ヲ視針路 Apparent Course ト稱ス。故ニ風壓流壓ナキトキハ眞針路ト視針路トハ同一ノモノトナル。



第八圖ニ於テ一船ガ Aニ向テ航セシニ FCナル流潮ノ爲ニ某時間後ニ Aニ到ラズシテ Bニ到達セルモノトセバ TFAハ視針路ヲ示ス TFBハ眞針路

【27】 磁針路 Magnetic Course.

磁氣子午線ト船首尾線トノ交角ニシテ、磁北又ハ磁南ヨリ磁東又ハ磁西ニ到ル九十度或ハ八點マデ度ル。第九圖ニ於テ T、M及 Cヲ各眞北、磁北、及羅北ヲ示スモノトセバ MABハ磁針路ナリ。

【28】 羅針路 Compass Course

羅針ノ南北線ト船首尾線トノ交角ニシテ羅北又ハ羅南ヨリ羅東又ハ羅西ニ

到ル九十度或ハ八點迄デ度ルモノトス。

第十圖 C A B 是レナリ。

【29】 風壓差 Leeway

及流壓差 Tide Way.

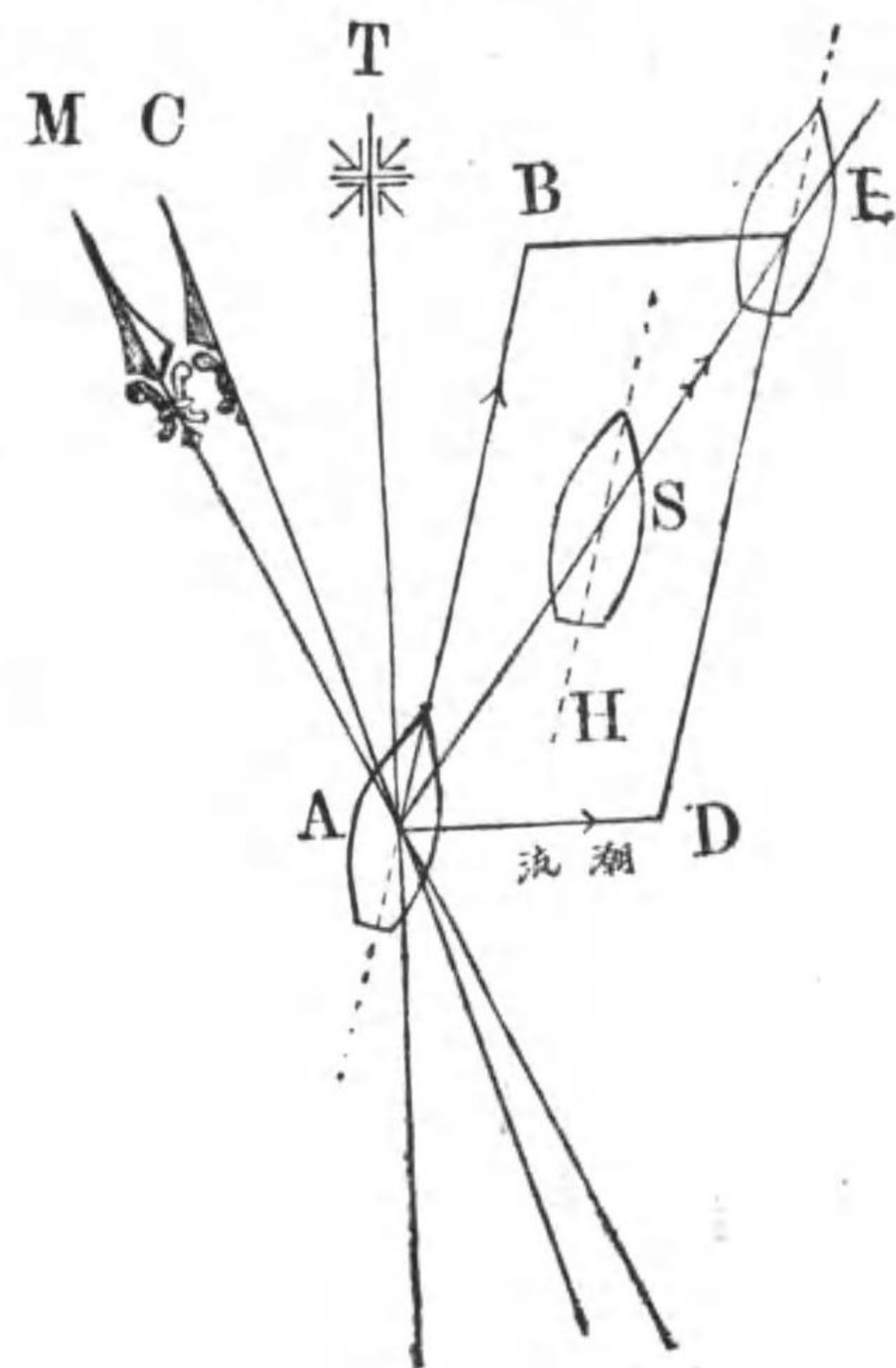
船ガ航行中風ヲ側方ヨリ受クルトキハ前方ニ進ミツ、風下ニ壓流セラレ船ノ航跡ト船首尾線トハ若干ノ交角ヲナス之レヲ風壓差ト云フ。

船ガ海潮流アル海ヲ航スルトキハ前方ニ進ミツ、流潮ノタメニ偏移シ船首尾ト航跡トハ若干ノ角度ヲナス。之レヲ流壓差ト云フ。第九圖 A S H 及 B A F ハ風壓差及流壓差ヲ示ス。

【30】 直行真針路 the True Course made good.

真子午線ト起程及着達兩地點ヲ過ル航程ノ線トノ交角

圖 九 第



ヲ云フ。

【31】 真行磁針路 the Magnetic Course made good.

磁氣子午線ト起程及着達兩地點ヲ過ル航程ノ線トノ交角ヲ云フ。

【32】 直行羅針路 the Compass Course made good.

船内鐵器及船體ノ感應磁氣ノ影響ヲ受ケタル羅針ノ南北線ト二地點ヲ過ル航程ノ線トノ交角ヲ云フ。

【33】 物標或ハ場所ノ真方位 the True Bearing of an object or place.

真子午線ト測者及物標ヲ過ル大圈又ハ直線(近距離ナル場合)トノ交角ヲ其真方位ト稱シ、真北又ハ真南ヨリ真東又ハ真西ニ到ル九十度或ハ八點迄ヲ度リ、場合ニ依リテハ真北ヲ零トシ右旋方向ヘ三百六十度迄度ルモノトス。

【34】 物標ノ磁針方位 the Magnetic Bearing of an object.

磁氣子午線ト測者及物標ヲ過ル大圈又ハ直線(近距離ナル場合)トノ交角ヲ云ヒ、磁北又ハ磁南ヨリ磁東又ハ磁西ニ到ル九十度或ハ八點迄度ルモノトス。

【35】 物標ノ羅針方位 the Compass Bearing of an object.

羅針ノ南北線ト測者及物標ヲ貫ク大圈又ハ直線(近距離ナル場合)トノ交角ニシテ羅針ノ南又ハ北ヨリ左右ヘ九十度又ハ八點迄度ルモノトス。



第二章 地文航法諸元算法

初 則

第一節 度及湮ノ改算法

【1】度分秒ヲ湮ニ改ムル法

一湮ハ緯度一分ノ長サナリ。故ニ度数ニ六十ヲ乗セバ湮トナリ、秒數ヲ六十ニテ除セバ湮ノ小數トナルベシ。

例題 1. 二十九度十分四十秒ヲ湮ニ改ムレバ如何。

$$\begin{array}{r} 29^\circ \\ 60 \\ \hline 1740' \\ 10' \\ \hline 1750' \\ 0.7 \\ \hline 1750.7 \end{array} \quad \begin{array}{r} 60 \mid 40. \\ \hline 0.66 \\ \text{タメ第二位ハ五捨六入シテ} 0.7 \text{トス} \end{array}$$

小數點以下一位ニ止メル

例題 2. 百三十五度九分三十四秒ヲ湮ニ改ムレバ如何。

$$\begin{array}{r} 135^\circ \\ 60 \\ \hline 8100' \\ 9' \\ \hline 8109' \\ 0.6 \\ \hline 8109.6 \end{array} \quad \begin{array}{r} 60 \mid 34'' \\ \hline 0.56 \end{array}$$

【2】湮ヲ度分秒ニ改ムル法

六十ヲ以テ湮數ヲ除シ其商ヲ度数トシ、殘餘ノ數ヲ生ジタルトキハ分數トス。分ノ小數ハ六十ヲ乗ジテ秒ニ改ムベシ。

例題 1. 三千六百五十九湮六九ヲ度ニ改ムレバ如何。

例題 2. 二百九十一湮八ヲ度ニ改ムレバ如何。

例題 1 解

$$\begin{array}{r} 60 \mid 3659.69 (60^\circ) \\ \hline 360 \\ \hline 59' \\ .69 \\ 60 \\ \hline 41'' .40 \\ \hline 60^\circ 59' 41'' \end{array}$$

例題 2 解

$$\begin{array}{r} 60 \mid 291.8 (4^\circ) \\ \hline 240 \\ \hline 51' \\ .8 \\ 60 \\ \hline 24'' .0 \\ \hline 4^\circ 51' 24'' \end{array}$$

問 題

次ノ度数ヲ湮ニ改メヨ。

- (1) 十九度四十七分四十秒。
- (2) 百二十九度五十九分三十六秒。
- (3) 百五十一度五十一分三十四秒。

次ノ湮ヲ度ニ改メヨ。

- (4) 二千五百九十一湮六。
- (5) 九百七十一湮八。
- (6) 一千九百十七湮。

答 (1) 1187.7 (2) 7799.6 (3) 9111.6 (4) 43° 11' 36"

(5) 16° 11' 48" (6) 31° 57' 0"

第二節 變緯、變經、及漸長變緯ヲ求ムル法

【3】起程、着達兩地ノ緯度ヲ知テ變緯ヲ求ムル法

(1) 兩地ノ緯度同名ナルトキハ、大ナル緯度ヨリ小ナル緯度ヲ減ジ之レヲ分ノ數ニ改メテ變緯トナス。

(2) 兩地ノ緯度異名ナルトキハ、兩緯度ヲ加ヘ之レヲ分數ニ改メ變緯トス。

(3) 着達緯度、起程緯度ノ北ニ在ルトキハ、變緯ノ右ニN符

ヲ配シ。着達緯度起程緯度ノ南ニ在ルトキハ變緯ノ  
右ニ S 符ヲ配スベシ。

例題 1. 北緯四十六度十五分ノ地ヨリ北緯五十三度十分  
ノ地ニ至ラントス變緯如何。

$$\begin{array}{r} \text{Lat f } 46^{\circ} 15' \text{ N} \\ \text{Lat in } 53^{\circ} 10' \text{ N} \\ \hline 6^{\circ} 55' \text{ N} \\ 60 \\ \hline 360 \\ 55 \\ \hline \text{DLat } 415' \text{ N} \end{array}$$

例題 2. 北緯二十八度二十七分三十三秒ノ地ヨリ北緯十  
九度五十三分十八秒ノ地ニ至ル變緯如何。

$$\begin{array}{r} \text{Lat f } 28^{\circ} 27' 33'' \text{ N} \\ \text{Lat in } 19^{\circ} 53' 18'' \text{ N} \\ \hline 8^{\circ} 34' 15'' \text{ S} \\ 60 \\ \hline 480 \quad 60)15'' \\ 34 \quad \quad 0.25 \\ \hline \text{D. Lat } 514.2 \text{ S} \end{array}$$

例題 3. 北緯三度五十分ノ地ヨリ南緯一度十分十二秒ノ  
地ニ至ル變緯如何。

$$\begin{array}{r} \text{Lat f } 3^{\circ} 50' 0'' \text{ N} \\ \text{Lat in } 1^{\circ} 10' 12'' \text{ S} \\ \hline 5^{\circ} 0' 12'' \text{ S} \\ 60 \\ \hline 300 \quad 60)12'' \\ .2 \quad \quad 0.2 \\ \hline \text{D. Lat } 300.2 \text{ S} \end{array}$$

例題 4. 南緯五十度三十七分ノ地ヨリ南緯四十七度二十

七分ノ地ニ至ラントス變緯如何。

$$\begin{array}{r} \text{Lat f. } 50^{\circ} 37' \text{ S} \\ \text{Lat in } 47^{\circ} 27' \text{ S} \\ \hline 3^{\circ} 10' \text{ N} \\ 60 \\ \hline 180' \\ 10 \\ \hline \text{D. Lat } 190' \text{ N} \end{array}$$

問題 下ノ例題ニ於テ A 地ヨリ B 地ニ至ル變緯ヲ求ムベ  
シ。

(1) Lat A  $55^{\circ} 1' \text{ N}$  (2) Lat A  $32^{\circ} 40' \text{ N}$  (3) Lat A  $4^{\circ} 15' \text{ N}$   
B  $57^{\circ} 58' \text{ N}$  B  $20^{\circ} 47' \text{ N}$  B  $15^{\circ} 55' \text{ S}$

(4) Lat A  $29^{\circ} 53' \text{ S}$  (5) Lat A  $50^{\circ} 0' \text{ S}$  (6) Lat A  $16^{\circ} 10' \text{ N}$   
B  $20^{\circ} 8' \text{ N}$  B  $45^{\circ} 29' \text{ S}$  B  $0' 0' \text{ N}$

答 (1) 177' N (2) 713' S (3) 1210' S (4) 3001' N  
(5) 271' N (6) 610' S

#### 【4】起程及着達地ノ緯度ヲ知テ、其漸長變緯ヲ求ムル法

松本氏航海表第三十六表(六十五頁至八十七頁記載)漸長  
度表 Meridi na' parts ヨリ兩地ノ緯度ニ對スル漸長緯度ヲ取  
リ、緯度同名ノトキハ其差、異名ノトキハ其ノ和ヲ取り  
テ漸長變緯トナス。緯度ニ秒數アリテ航海表記載ノ中間  
ニ在ルトキハ比例ニ依リテ漸長緯度ヲ求ムベシ。

例題 1. 北緯五十五度三十二分四十秒ノ地ヨリ北緯四十  
五度十分ノ地ニ至ル漸長變緯如何。

第二章 地文航法諸元算法初則

Lat f. 55° 32' 40" N m. p. 4025.31.....航海表79頁

Lat in 45° 10' 0" N m. p. 3044.10.....同 75頁  
m. D. Lat 981.21

例題 2. 南緯六度十分十七秒ノ地ヨリ北緯一度五分ノ地ニ至ラントス其漸長變緯如何。

Lat f. 6° 10' 17" S m. p. 371.00.....航海表65頁

Lat in 1° 5' 0" N m. p. 65.00 +.....同 65頁  
m. D. Lat 436.00

Lat 6° 10' 17" S ノ m. p. ヲ求ム。

6° 10' 0" m. p. 370.72

6° 10' 30" m. p. 371.22

.50

$$30'' : 17'' = .5 : x$$

$$x = 0.28$$

m. p. 370.72

cor. .28 +

6° 10' 17" m. p. 371.00

例題 3. 南緯三十六度五十八分三十秒ノ地ヨリ南緯五十五度三十五分二十五秒ノ地ニ至ラントス其漸長變緯如何。

Lat f. 36° 58' 30" S m. p. 2390.76.....航海表74頁

Lat in. 55° 35' 25" S m. p. 4030.22.....同 79頁  
M. D. Lat 1639.46

Lat 36° 58' 30" ノ m. p. ヲ求ム。 Lat 55° 35' 25" ノ m. p. ヲ求ム。

36° 58' 20" m. p. 2390.55 55° 35' 20" m. p. 4030.03

36° 58' 40" m. p. 2390.97 55 35' 40" m. p. 4030.62

2).42

.59

.21

$$20'' : 5'' = .59 : x$$

2390.55 +

$$x = .19$$

36° 58' 30" m. p. 2390.76

4030.03

.19

55° 35' 25" m. p. 4030.22

航 海 術

問題 下記 A 地ヨリ B 地ニ至ル漸長變緯ヲ求メヨ。

1. Lat A 45° 10' N Lat B 27° 40' N

2. Lat A 57° 49' S Lat B 42° 49' S

3. Lat A 29° 53' S Lat B 20° 8' N

4. Lat A 47° 53' N Lat S 29° 39' 33" S.

答 1. 1668.81 2. 1425.51 3. 3113.96 4. 5145.88

【5】 起程緯度及變緯ヲ知テ、着達緯度ヲ求ムル法

(1) 起程緯度及變緯同名ナルトキハ、變緯ヲ度分秒ニ改メ之レヲ起程緯度ニ加ヘテ其和ヲ着達緯度トナシ、起程緯度ト同名ノ符號(N或ハS)ヲ配スベシ。

(2) 起程緯度及變緯異名ナルトキハ、變緯ヲ度分秒ニ改メ之レト起程緯度ノ差ヲ求メテ着達緯度トナシ、起程緯度及變緯ノ内大ナル方ノ符號ヲ配スベシ。

例題 1. 一船アリ北緯三十八度五十一分二十秒ノ地ヲ發シテ其變緯二百三十四哩五トナル迄北ニ向ツテ航走リ其着達地ノ緯度如何。

解 D. Lat  
60)234.5(3°  
180  
54'  
.5  
60  
30.0

Lat f. 38° 51' 20" N  
D. Lat 3° 54' 30" N  
Lat in 42° 45' 50" N

例題 2. 一船アリ南緯三十八度二十分三十秒ノ地ヲ發シテ變緯三百九十一哩トナルマデ眞北ニ向ツテ航走セリ

着達緯度ヲ求ム。

解 
$$\begin{array}{r} \text{D. Lat} \\ 60 \overline{) 391'} \\ \underline{6'} \quad 31' \text{ N} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Lat f. } 38^\circ 20' 30'' \text{ S} \\ \text{D. Lat } 6^\circ 31' 0'' \text{ N} \\ \hline \text{Lat in } 31^\circ 49' 30'' \text{ S} \end{array}$$

例題 3. 南緯一度十分ノ地ヲ發シテ北航スルコト一千二

百五十哩ナラバ着達緯度如何。

解 
$$\begin{array}{r} \text{D. Lat} \\ 60 \overline{) 1250} \\ \underline{20^\circ} \quad 50' \text{ N} \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{Lat f. } 1^\circ 10' 0'' \text{ S} \\ \text{D. Lat } 20^\circ 50' 0'' \text{ N} \\ \hline \text{Lat in } 19^\circ 40' 0'' \text{ N} \end{array}$$

例題 4. 赤道上ノ一地點ヲ發シテ南ニ向ツテ進ミ二百五

十哩ノ變緯ヲナセバ着達緯度如何。

解 
$$\begin{array}{r} \text{D. Lat} \\ 60 \overline{) 250'} \\ \underline{4^\circ} \quad 10' \text{ S} \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{Lat f. } 0^\circ 0' \\ \text{D. Lat } 4^\circ 10' \text{ S} \\ \hline \text{Lat in } 4^\circ 10' \text{ S} \end{array}$$

問題 下ノ要素ヲ用ヒ着達緯度ヲ求ム。

起程緯度	變緯	起程緯度	變緯
1. $0^\circ 0'$	$168' \text{ S}$	2. $0^\circ 8' \text{ N}$	$182' \text{ S}$
3. $3^\circ 58' \text{ N}$	$238' \text{ S}$	4. $4^\circ 48' \text{ S}$	$288' \text{ N}$
5. $35^\circ 25' \text{ S}$	$229' \text{ S}$		

答 (1)  $2^\circ 48' \text{ S}$  (2)  $2^\circ 54' \text{ S}$  (3) 赤道上  
(4) 赤道上 (5)  $39^\circ 14' \text{ S}$

【6】起程及着達緯度ヲ知テ中分緯度ヲ求ムル法

兩地同名ナルトキハ、兩緯度ヲ加ヘ其二分ノ一ヲ以テ平均中分緯度 Mean middle Latitude トナス。

平均中分緯度ハ眞中分緯度 True middle Latitude. ヨリ常ニ聊カ低キニ失スルモノナリ。故ニ眞中分緯度ト平均中分緯度トノ差ハ、松木氏航海表平均中分緯度改正表ニ記載セラル、ヲ以テ、兩地ノ緯度ノ差 (Diff Lat" 度") ト平均中分緯度ニ依リ。本表ヨリ改正量ヲ求メ。之レヲ平均中分緯度ニ加ヘテ眞中分緯度トナス。

若シ平均中分緯度十五度以下ナルカ又ハ兩地ノ變緯二度以下ナルトキハ、改正ヲナスヲ要セズ。而シテ平均中分緯度十五度以上ニシテ變緯二度乃至三度ナルトキハ、改正量トシテ常ニ一分ヲ加フベシ。

兩地ノ緯度異名ナルトキハ上ノ如ク簡單ニ中分緯度ヲ求ムコト能ハズ且ツ航海術トシテ之ヲ使用セズ、他ノ方法ヲ探ルコト、セリ。

平均中分緯度ト眞中分緯度トノ關係ハ中分緯度航法ノ章ニ於テ詳記スベシ。

例題 1. 起程地北緯四十七度十五分、着達地北緯二十四度三十分ナルトキ中分緯度如何。

$\begin{array}{r} \text{Lat f. } 47^\circ 15' \text{ N} \\ \text{Lat in } 24^\circ 30' \text{ N} \\ \hline 2 \overline{) 71^\circ 45} \\ \underline{35^\circ 52' 30''} \\ \text{Cor } 1^\circ 1' \\ \hline \text{T. mid Lat } 36^\circ 53' 30'' \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{Lat f. } 47^\circ 15' \text{ N} \\ \text{Lat in } 24^\circ 30' \text{ N} \\ \hline \text{D. Lat } 22^\circ 45 \end{array}$
--	--

表ニ D. Lat 20° 以上記載ナシ故ニ推算セリ。

例題 2. 起程地北緯五十度二十五分着達地北緯四十七度十二分ナルトキ中分緯度如何。

$$\begin{array}{r}
 \text{Lat f. } 50^{\circ} 25' \text{ N} \qquad 50^{\circ} 25'' \text{ N} \\
 \text{Lat in } 47^{\circ} 12' \text{ N} \qquad 47^{\circ} 12' \text{ N} \\
 \hline
 2) \underline{97 \quad 37} \qquad \text{D. Lat } 3^{\circ} 13' \\
 \text{M. mid Lat } 48^{\circ} 48' 30'' \\
 \text{Cor } 2 \\
 \hline
 \text{T. mid Lat } 48^{\circ} 50' 30''
 \end{array}$$

例題 3. 起程地南緯六度二十八分着達地南緯十四度五十分ナルトキ中分緯度如何。

$$\begin{array}{r}
 \text{Lat f. } 6^{\circ} 28' \text{ S} \qquad 6^{\circ} 28' \text{ S} \\
 \text{Lat in } 14^{\circ} 50' \text{ S} \qquad 14^{\circ} 50' \text{ S} \\
 \hline
 2) \underline{21^{\circ} 18'} \qquad \text{D. Lat. } 8^{\circ} 12' \\
 \text{M. mid Lat } 10^{\circ} 39' \\
 \text{T. mid Lat } 10^{\circ} 39'
 \end{array}$$

例題 4. 起程地北緯二十九度十分着達地北緯三十一度十分ナラバ中分緯度如何。

$$\begin{array}{r}
 \text{Lat f. } 29^{\circ} 10' \text{ N} \qquad 29^{\circ} 10' \text{ N} \\
 \text{Lat in } 31^{\circ} 10' \text{ N} \qquad 31^{\circ} 10' \text{ N} \\
 \hline
 2) \underline{60^{\circ} 20'} \qquad \text{D. Lat } 2^{\circ} 0' \\
 \text{M. mid. Lat } 30^{\circ} 10' \\
 \text{Cor } 1 \\
 \hline
 \text{T. mid. Lat } 30^{\circ} 11'
 \end{array}$$

### 【7】起程及着達兩地ノ經度ヲ知テ變經ヲ求ムル法

(1) 兩地ノ經度同名ナルトキハ兩者ノ差ヲ取り、之レヲ分數ニ改メ變經トシ、且ツ着達地ガ起程地ヨリ東又ハ西ナルカニ依ツテ E 或ハ W 符ヲ配スベシ。

(2) 兩地ノ經度異名ナルトキハ兩者ノ和ヲ取り、其和若シ百八十度以下ナルトキハ直チニ其和ヲ分數ニ改メ、着達地

ガ起程地ノ東或ハ西ナルカニ依リ E 或ハ W 符ヲ配シテ、變經トナス。

兩地ノ經度ノ和ガ百八十度以上ナルトキハ、兩經度ノ符號ノミニテ着達地ガ東ナルカ西ナルカニ依リ E 或ハ W 符ヲ配シ、之レヲ三百六十六度ヨリ減ジタル差ヲ、分數ニ改メ符號ヲ前記ト反對ノ符ヲ配シテ、變經トナス。

例題 1. 起程地東經百三十五度三十分着達地東經百四十四度二十九分ナルトキハ其變經如何。

$$\begin{array}{r}
 \text{Long f. } 135^{\circ} 30' \text{ E} \\
 \text{Long in. } 140^{\circ} 29' \text{ E} \\
 \hline
 4^{\circ} 59' \text{ E} \\
 \hline
 60 \\
 \hline
 240' \\
 \hline
 59' \\
 \hline
 \text{D. Long } 299' \text{ E}
 \end{array}$$

例題 2. 船アリ東經八十度五十三分ノ地ヨリ東經六十九度三十二分ノ地ニ到ラントスルトキハ其變經如何。

$$\begin{array}{r}
 \text{Loggt. } 80^{\circ} 53' \text{ E} \\
 \text{Long in. } 69^{\circ} 32' \text{ E} \\
 \hline
 11^{\circ} 21' \text{ W} \\
 \hline
 60 \\
 \hline
 660' \\
 \hline
 21' \\
 \hline
 \text{D. Long } 681' \text{ W}
 \end{array}$$

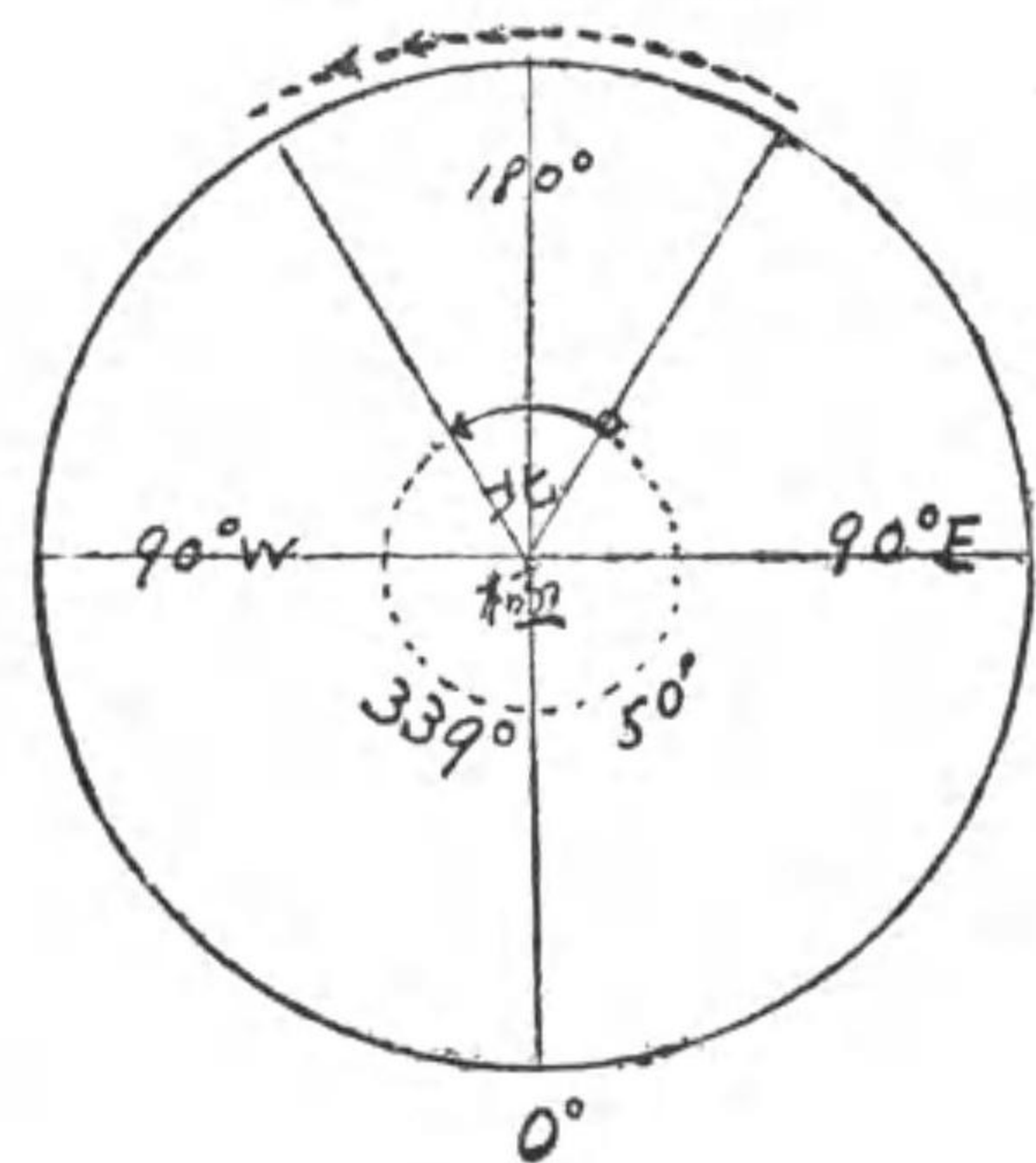
例題 3. 船アリ西經六度十分ノ地ヨリ東經二度三十分ノ地ニ航セリ、其變經如何。

Long f.	6°	10'	W
Long in.	2	30'	E
	<hr style="width: 100%;"/>		
	8°	40'	E
	<hr style="width: 100%;"/>		
	60		
	<hr style="width: 100%;"/>		
	480		
	<hr style="width: 100%;"/>		
	40		
D. Long	<hr style="width: 100%;"/>		
	520'	E	

例題 4. 東經百七十度三十五分ノ地ヨリ西經百六十九度十五分ノ地ニ至ラントス兩地間ノ變經如何。

Long f.	170°	35'	E
Long in	169°	15'	W
	<hr style="width: 100%;"/>		
	339°	50'	W
	<hr style="width: 100%;"/>		
	360		
	<hr style="width: 100%;"/>		
	20	10'	
	<hr style="width: 100%;"/>		
	60		
	<hr style="width: 100%;"/>		
	1200		
	<hr style="width: 100%;"/>		
	10		
D. Long	<hr style="width: 100%;"/>		
	1210'	E	

第十圖



例題 5. 西經百六十度ノ地ヨリ東經百七十九度三十分ノ地ニ至ラントス兩地間ノ變經如何。

Long f.	160°	0'	W
Lon in.	179°	30'	E
	<hr style="width: 100%;"/>		
	339°	30'	E
	<hr style="width: 100%;"/>		
	360°		
	<hr style="width: 100%;"/>		
	20°	30'	
	<hr style="width: 100%;"/>		
	60		
	<hr style="width: 100%;"/>		
	1200		
	<hr style="width: 100%;"/>		
	30		
D. Long	<hr style="width: 100%;"/>		
	1230	W	

問題 下記ノ兩地間ノ變經ヲ求ム。

	起程經度	着達經度	答
(1)	6° 2' E	0° 0'	D. Long 362' W
(2)	0° 55' E	7° 3' E	D. Long 368' E
(3)	178° 30' W	178° 30' E	D. Long 180' W
(4)	176° 34' E	176° 34' W	D. Long 412' E
(5)	38° 32' W	8° 43' E	D. Long 2835' E
(6)	89° 42' W	79° 42' W	D. Long 600' E

【8】 起程經度及變經ヲ知テ着達地ノ經度ヲ求メル法

(1) 起程經度ト變經同名ナルトキハ變經ヲ度分秒ニ改メテ起程經度ニ加ヘ、其和ガ百八十度以下ナレバ、起程經度ト同名ノ着達經度トナス。

若シ其和百八十度ヲ超過セバ、三百六十度ヨリ減ジテ之レニ起程經度ト反對ノ符ヲ配シテ着達經度トナス。

(2) 起程經度及變經異名ナルトキハ、變經ヲ度分秒ニ改メテ兩者ノ内大ナル方ヨリ小ナルモノヲ相減ジ、其差ヲ着達經度トナシ、大ナル方ト同名ノ符ヲ配ス。

例題 1. 西經十五度三十分ノ地ヲ發シテ變經ヲナスコト西へ百十三哩五ニ及ベリ。其着達經度如何。

D. Long	Long f. 15° 30' 0" W
60)113.5	D. Long 1° 53' 30" W
<hr style="width: 50%;"/>	Lcng in 17° 23' 30" W
1° 53' 30" W	

例題 2. 西經百度五十五分ノ地ヲ發シ東方ニ向ヒ三百二十哩ノ變經ヲ成セリ着達經度如何。

第二章 地文航法諸元算法初則

$\begin{array}{r} \text{D. Long} \\ 60 \overline{) 320'} \\ \underline{5^\circ 20' E} \end{array}$	<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Long f.</td> <td style="width: 70%;">100° 55' W</td> </tr> <tr> <td>D. Long</td> <td>5° 20' E</td> </tr> <tr> <td>Long in</td> <td><u>95° 35' W</u></td> </tr> </table>	Long f.	100° 55' W	D. Long	5° 20' E	Long in	<u>95° 35' W</u>
Long f.	100° 55' W						
D. Long	5° 20' E						
Long in	<u>95° 35' W</u>						

例題 3. 東經一度十分ノ地ヲ發シテ其經度ヲ變ズルコト  
南方へ三百五十六哩ナルトキ着達地ノ經度如何。

$\begin{array}{r} \text{D. Long} \\ 60 \overline{) 356'} \\ \underline{5^\circ 56' W} \end{array}$	<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Long f.</td> <td style="width: 70%;">1° 10' E</td> </tr> <tr> <td>D. Long</td> <td>5° 56' W</td> </tr> <tr> <td>Long in</td> <td><u>4° 46' W</u></td> </tr> </table>	Long f.	1° 10' E	D. Long	5° 56' W	Long in	<u>4° 46' W</u>
Long f.	1° 10' E						
D. Long	5° 56' W						
Long in	<u>4° 46' W</u>						

例題 4. 東經百七十七度五十八分ノ地ヲ發シ東方ニ向ヒ  
二百四十五哩ノ變經ヲ成セリ其着達經度如何。

$\begin{array}{r} \text{D. Long} \\ 60 \overline{) 245} \\ \underline{4^\circ 5' E} \end{array}$	<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Long f.</td> <td style="width: 70%;">177° 58' E</td> </tr> <tr> <td>D. Long</td> <td>4° 5' E</td> </tr> <tr> <td></td> <td><u>182° 3' E</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>Long in</td> <td><u>177° 57' W</u></td> </tr> </table>	Long f.	177° 58' E	D. Long	4° 5' E		<u>182° 3' E</u>		360	Long in	<u>177° 57' W</u>
Long f.	177° 58' E										
D. Long	4° 5' E										
	<u>182° 3' E</u>										
	360										
Long in	<u>177° 57' W</u>										

例題 5. 西經百六十九度二十八分三十秒ノ地ヲ發シ變經  
ヲナスコト西へ千百九十九哩三ナラバ其着達經度如何。

$\begin{array}{r} \text{D. Long} \\ 60 \overline{) 1099.3} \\ \underline{18^\circ 19' 18'' W} \end{array}$	<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Long f.</td> <td style="width: 70%;">169° 28' 30" W</td> </tr> <tr> <td>D. Long</td> <td>18° 19' 18" W</td> </tr> <tr> <td></td> <td><u>187° 47' 48" W</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>Long in</td> <td><u>172° 12' 12" E</u></td> </tr> </table>	Long f.	169° 28' 30" W	D. Long	18° 19' 18" W		<u>187° 47' 48" W</u>		360	Long in	<u>172° 12' 12" E</u>
Long f.	169° 28' 30" W										
D. Long	18° 19' 18" W										
	<u>187° 47' 48" W</u>										
	360										
Long in	<u>172° 12' 12" E</u>										

例題 6. 綠威ノ子午線ヲ發シ東ニ向ヒテ變經六百哩ヲナ  
セリ其着達經度如何。

$\begin{array}{r} \text{D. Long} \\ 60 \overline{) 600'} \\ \underline{10^\circ E} \end{array}$	<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Long f.</td> <td style="width: 70%;">0° 0'</td> </tr> <tr> <td>D. Long</td> <td>10° 0' E</td> </tr> <tr> <td>Long in</td> <td><u>10° 0' E</u></td> </tr> </table>	Long f.	0° 0'	D. Long	10° 0' E	Long in	<u>10° 0' E</u>
Long f.	0° 0'						
D. Long	10° 0' E						
Long in	<u>10° 0' E</u>						

航海術

問題 下ノ要素ヲ用ヒ着達經度ヲ求ム。

	Long from	D. Long	答 Long in
1.	169° 25' E	1347' E	168° 8' W
2.	158° 47' W	1729' W	172° 24' E
3.	5° 29' E	787' W	7° 38' W
4.	4° 27' W	953' E	11° 26' E
5.	94° 4' E	115' E	95° 59' E

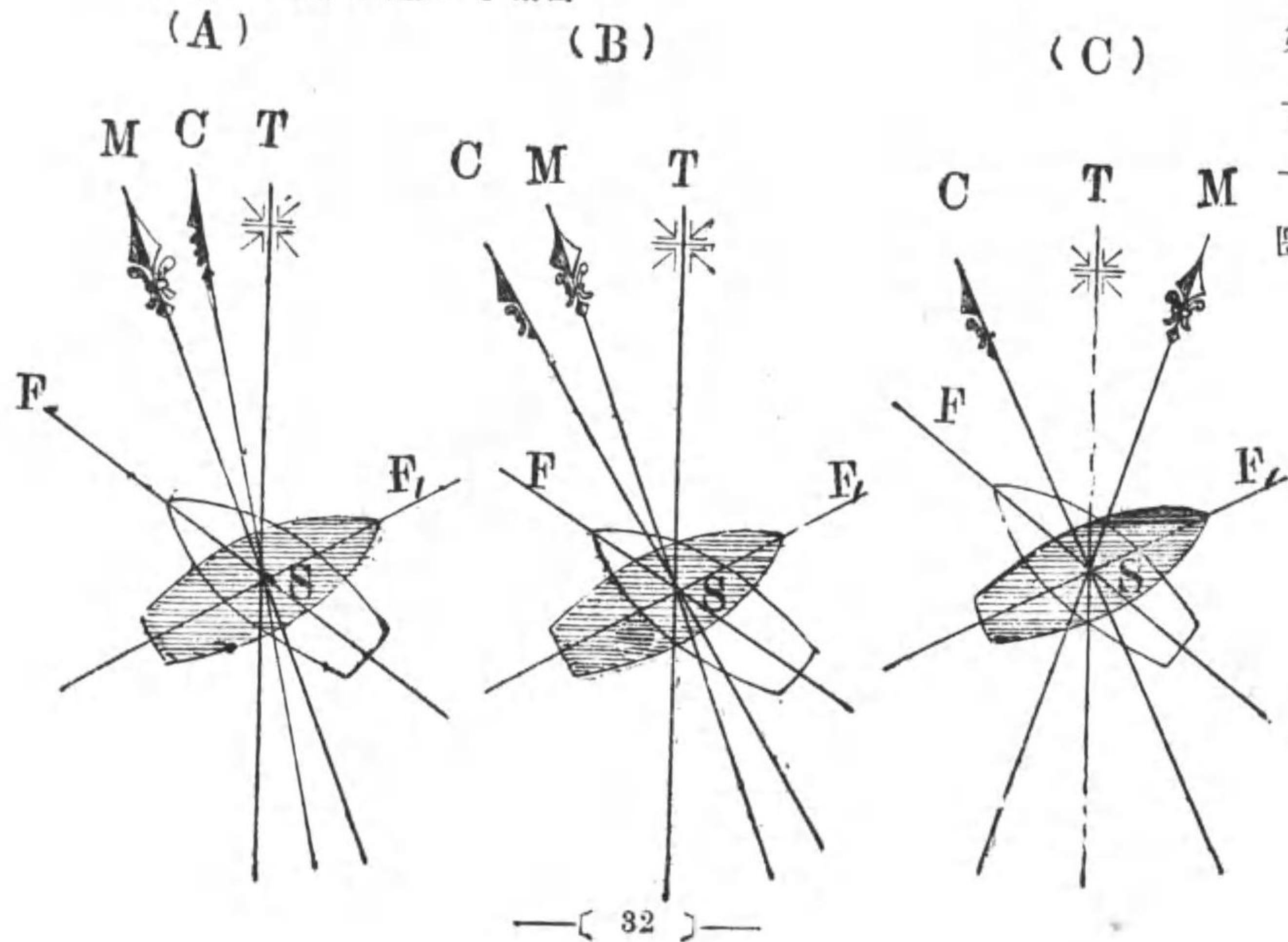
第三章 針路及方位ノ改正

磁氣羅針儀ヲ使用スルトキ、直接眞針路及物標ノ眞方位ヲ求ムルコト不可能ナリ。又眞針路ヲ知ルモ之レヲ羅針路トシテ船ヲ航行セシメルコト能ハザルナリ。故ニ必要ニ應ジ羅針路及羅針方位ヲ眞針路及眞方位ニ或ハ眞針路及眞方位ヲ羅針路及羅針方位ニ改正スルヲ要ス。

之レヲ針路改正及ビ方位改正ト稱ス。改正スベキ要素ハ偏差自差ニシテ、針路改正ニハ此ノ外風壓流壓ノ改正ノ必要ヲ生ズベシ。

第一節 羅針路ヲ眞針路ニ改ムル法

【1】 風壓、流壓ナキ場合



第十一圖

第十一圖ニ於テ T. M. 及 C. ヲ夫々眞北、磁北及羅北ヲ示スモノトシ、F S 及 F<sub>1</sub> S ヲ船首尾線ノ方向トセバ、

羅針路…………… C S F 或ハ C S F<sub>1</sub>  
 磁針路…………… M S F 或ハ M S F<sub>1</sub>  
 眞針路…………… T S F 或ハ T S F<sub>1</sub>

A { 磁針路 M S F = 羅針路 C S F - 自差 C S M (A 圖)  
 磁針路 M S F<sub>1</sub> = 羅針路 C S F<sub>1</sub> + 自差 C S M

B { 磁針路 M S F = 羅針路 C S F + 自差 C S M (B 圖)  
 磁針路 M S F<sub>1</sub> = 羅針路 C S F<sub>1</sub> - 自差 C S M

C { 磁針路 M S F = 羅針路 C S F + 自差 C S M (C 圖)  
 磁針路 M S F<sub>1</sub> = 羅針路 C S F<sub>1</sub> - 自差 M C S

以上説明セル如ク、作圖ヲ行ヘバ針路改正法ハ一目瞭然タルモ、實用上其手數ヲ除去シ且ツ簡單ナラシメルタメ、自差偏東ナルトキハ之ニ R 符ヲ配シ、偏西ナルトキハ之ニ L 符配ス、且ツ羅盤ノ中央ニ立テ南或ハ北ニ面シ、針路ガ南北線ノ右ニ在ルトキ R 符ヲ、左ニ在ルトキ L 符ヲ針路ニ配スベシ。而テ自差ト羅針路トノ符號ガ同名ナレバ加ヘ、異名ナレバ差ヲ求メ容易ニ磁針路ヲ得ベシ。又羅針路ノ R 及 L 符ノ後ニ、南ニ向ヘルトキハ S、北ニ向ヘルトキハ N 符ヲ配セバ便利ナリ。

次ニ眞針路モ磁針路ニ偏差ヲ加減シテ算出シ得ルコト磁針路ヲ求ムル場合ト同一ナルヲ以テ説明ヲ省略ス。



即チ偏差ト磁針路トノ符號同名ナラバ二者ノ和,異名ナラバ差ヲ求メ,以テ眞針路ナス。

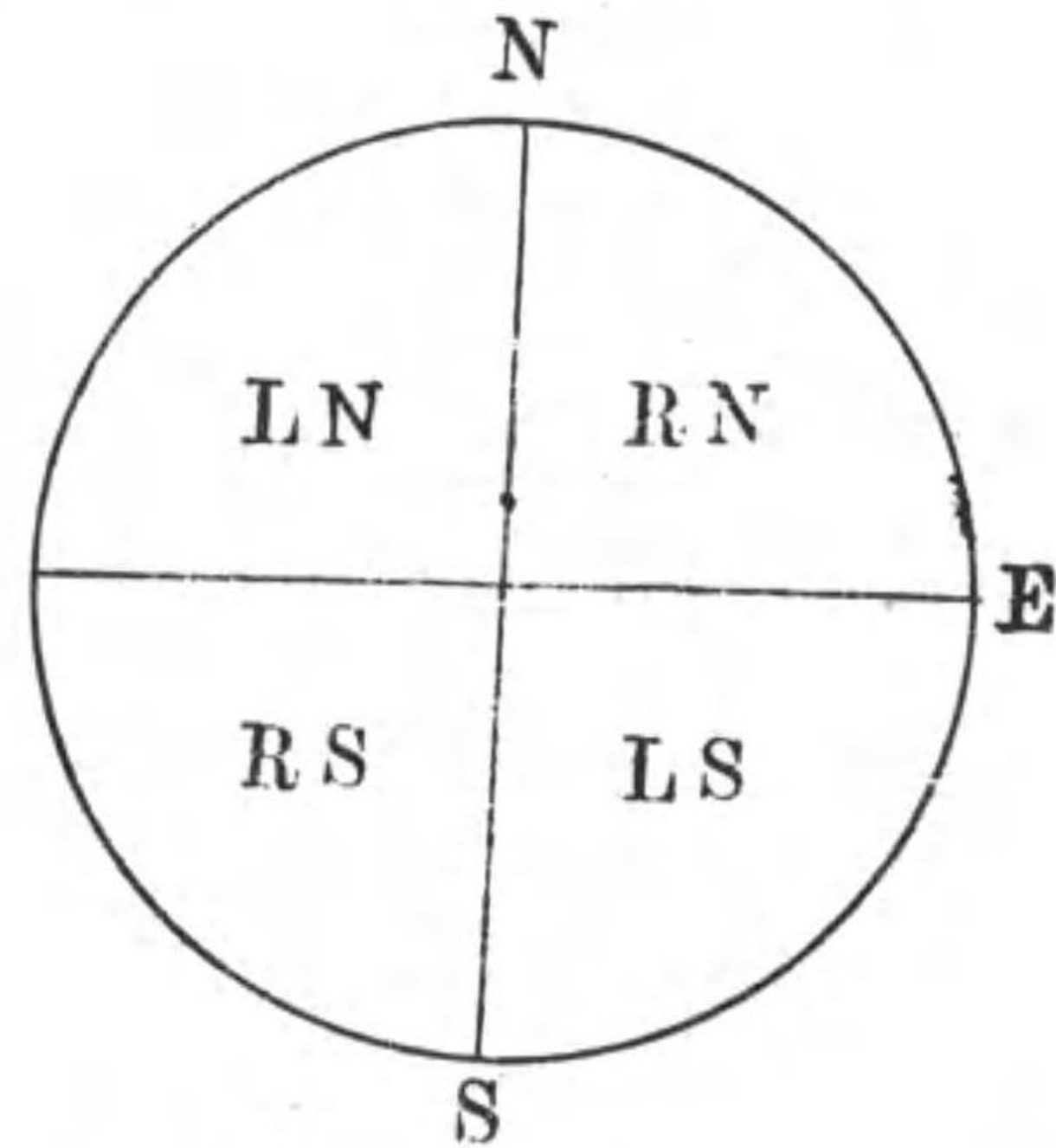
**算 則**

- (1) 羅針路ガ北東ノ象限ニ在ルトキ,之レニ R. N. 符ヲ,  
羅針路ガ北西ノ象限ニ在ルトキ,之レニ L. N. 符ヲ,  
羅針路ガ南東ノ象限ニ在ルトキ,之レニ L. S. 符ヲ,  
羅針路ガ南西ノ象限ニ在ルトキ,之レニ R. S. 符ヲ,  
配スベシ。

(2) 自差東ナレバ R 符ヲ,西ナラバ L 符ヲ配スベシ。

(3) 羅針路ノ下ニ

自差ヲ記入シ,二者同名ナラバ相加ヘテ其和ヲ以テ同名ノ磁針路トナス。其ノ和九十度トナルトキハ,磁針路ヲ E 又ハ W トナス。其和八點或ハ九十



度ヲ超過スルトキハ,之レヲ十六點或ハ百八十度ヨリ減ジ,其差ニ羅針路ト反對ノ符ヲ配シテ磁針路トナス。

(4) 羅針路ト自差ト異名ナル時ハ相減ジテ,其差ニ大ナル方ノ名ヲ配シテ磁針路トナス。

即チ自差ガ針路ヨリ大ナル時自差ヨリ針路ヲ減ジ,自差ノ符 R 若クハ L ト,針路ノ N 若シクバ S 符ヲ配ス,又差零ナルトキハ磁針路ハ北若シクバ南ナリ。

(5) 偏差東ナレバ R,西ナラバ L 符ヲ配シ,磁針路ノ下ニ記入スベシ。

(6) 磁針路ト偏差同名ナラバ加ヘ其和ヲ磁針路ト同名ノ眞針路トス。

其和八點或ハ九十度ナルトキハ眞針路ハ東又ハ西トス。八點或ハ九十度以上トナルキハ,十六點或ハ百八十度ヨリ減ジ,其差ニ磁針路ノ符ト反對ノ名ヲ配シ眞針路トナス。

(7) 磁針路ト偏差異名ナラバ,兩者ノ内大ナル方ヨリ減ジ大ナル方ノ名ヲ配シテ眞針路トナス。

即チ偏差ガ針路ヨリ大ナルトキ,偏差ヨリ針路ヲ減ジ之レニ偏差ノ符 R 若シクバ L ト,針路ノ N 若シクバ S 符ヲ配シテ眞針路トス。其差零トナラバ眞針路ハ北若クバ南ナリ。

(8) 羅針路ヨリ眞針路ヲ求ムル場合ニ於テハ,磁針路ガ八點或ハ九十度以上トナルモ其儘トナシ,之レニ偏差ヲ加減シテ算則ニ從ヒ眞針路ヲ求ムベシ。

例題 1. 羅針路 N/E 1/2 E 自差 1½ 點西,偏差 3¼ 點東ナルトキ眞針路如何。

第三章 針路及方位ノ改正

C. Co	N/E 1/2E	1 <sup>P</sup>	2 <sup>q</sup>	R. N.
Dev		1	2	L
M. Co		0	0	
Var		3	1	R
T. Co		3	1	R N
	or	<u>NE 3/4 N</u>		

例題 2. 羅針路 W/N 1/4 N 自差 2 點西, 偏差 3 點西, ナルト  
キ眞針路如何。

C. Co	W/N 1/4 N	6 <sup>P</sup>	3 <sup>q</sup>	L N
Dev		2	2	L
M. Co		9	1	L N
Var		3	3	L
		13	0	L N
		16		
T. Co		3	0	R S
	or	<u>S W/S</u>		

例題 3. 羅針路南十五度三十分東自差五度西偏差十三度  
十五分東ナルトキ眞針路如何。

C. Co	S 15° 30'E	15° 30'	L S	Dev	5° 0' L
Dev		5° 0'	L	Var	13 15 R
M. Co		20° 30'	L S	C. E	8 15 R
Var		13° 15'	R	C. Co	15° 30' L S
T. Co		7° 15'	L S	C. E	8 15 R
		<u>S 7° 15' E</u>		T. Co	7 15 L S
					<u>S 7° 15' E</u>

(註) 自差ト偏差トガ同名ナルトキハ和ヲ異名ナルトキハ  
差ヲ求メ大ナル方ノ符ヲ配シテ羅針違差トナシ之レヲ

航海術

羅針路ニ加減シテ眞針路ヲ求メ得ベシ。

例題 4. 羅針路南八十度三十分西, 自差十三度東偏差二十  
三度東ナルトキ眞針路如何。

C. Co	80° 30' R S	Dev	13° 0' R
Dev	13° 0' R	Var	23 0' R
M. Co	93° 30' R S	C. E	36 0' R
Var	23 0' R		
	116 30' R S	C. Co	80° 30' R S
	180	C. E	36 0' R
T. Co	63 30' L N		116 30' R S
	<u>N 63° 30' W</u>		180
		T. Co	63 30' L N
			<u>N 63° 30' W</u>

【2】 流壓風壓アル場合

船ハ一侧ヨリ風或ハ潮流ヲ受ケル時ハ, 船首尾線ノ方向  
ヲ持續シツ、風下ニ壓流セラレ, 船首尾線ト航跡トハ交角  
ヲ成スニ到ル, 即チ第十二圖ニ示ス如ク, 右舷ヨリ風潮ヲ受  
ケテ A ニ向ツテ航スレバ, 某時間後ニハ B ニ達ス。

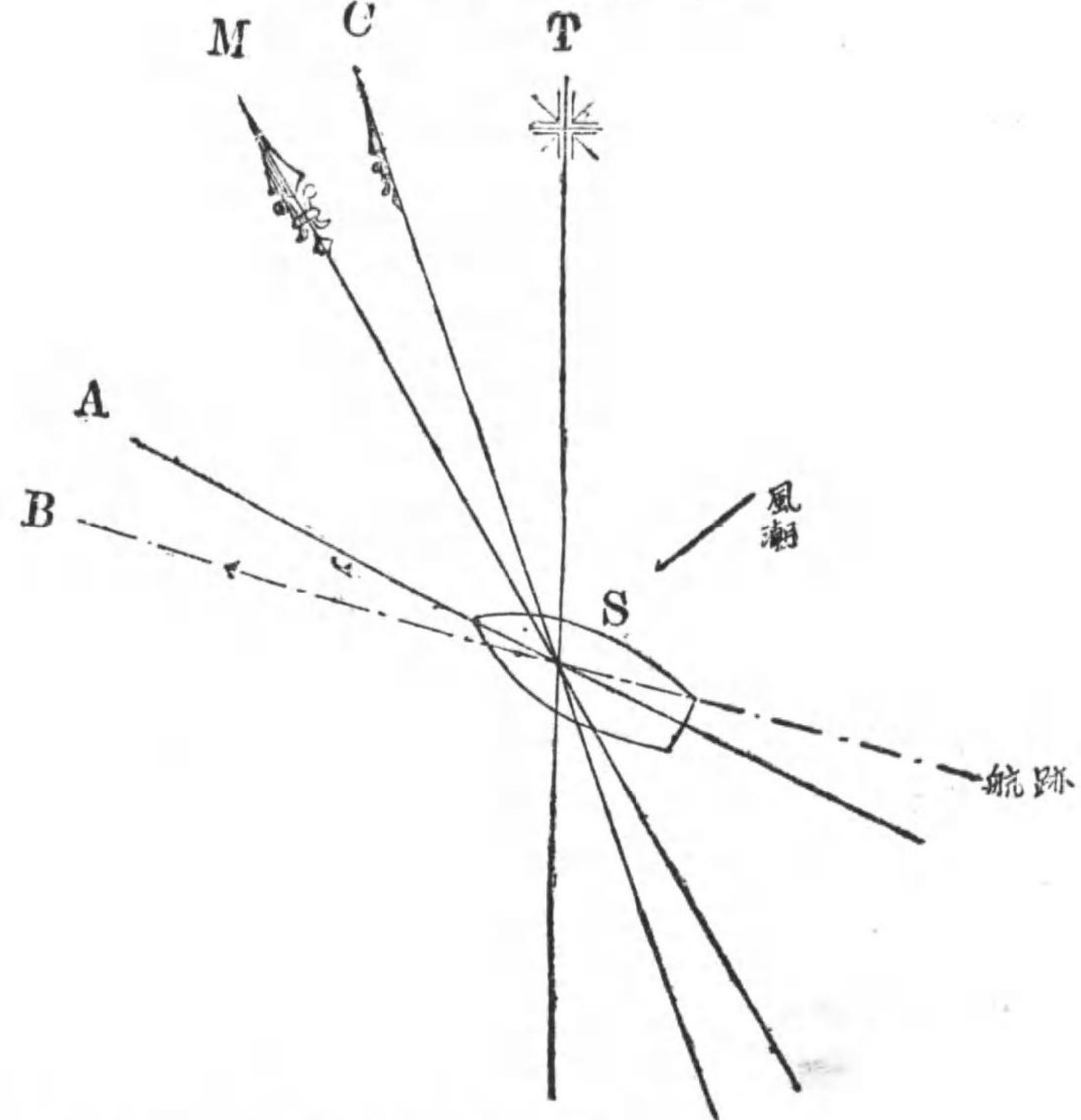
是レ風壓差 A S B アルガ爲ナリ。故ニ船ノ位置ヲ推測  
スルニハ必ズ船ノ航跡ト眞子午線トノ交角即チ眞針路ヲ  
求ムルヲ要ス。

風壓流壓アル場合ニ於テハ眞子午線ト船首尾線トノ交  
角ヲ視針路 (App. Co) ト稱シ, 風壓流壓ナキ場合ニ於ケル眞  
針路ニ等シキモノナルコトハ既ニ説明セル所ナリ。

故ニ羅針路ヨリ視針路ニ改正スル法ハ本節第一項ト同  
法ニヨリテ求メ得ラル、コト明ナリ。

今風潮ヲ右舷側ヨリ受ケタリトセバ, 第十三圖 A. 及 B. ノ

第十二圖



如ク其反對側即チ左側ニ壓流セラレ

(A) ノ場合ニハ

眞針路 (T. Co) = 視針路 (App Co) + 風壓差 (L. W.)

(B) ノ場合ニハ

眞針路 (T. Co) = 視針路 (App Co) - 風壓差 (L. W.)

トナルベシ。風潮ヲ左舷側ヨリ受ケタリトセバC. 及 D.

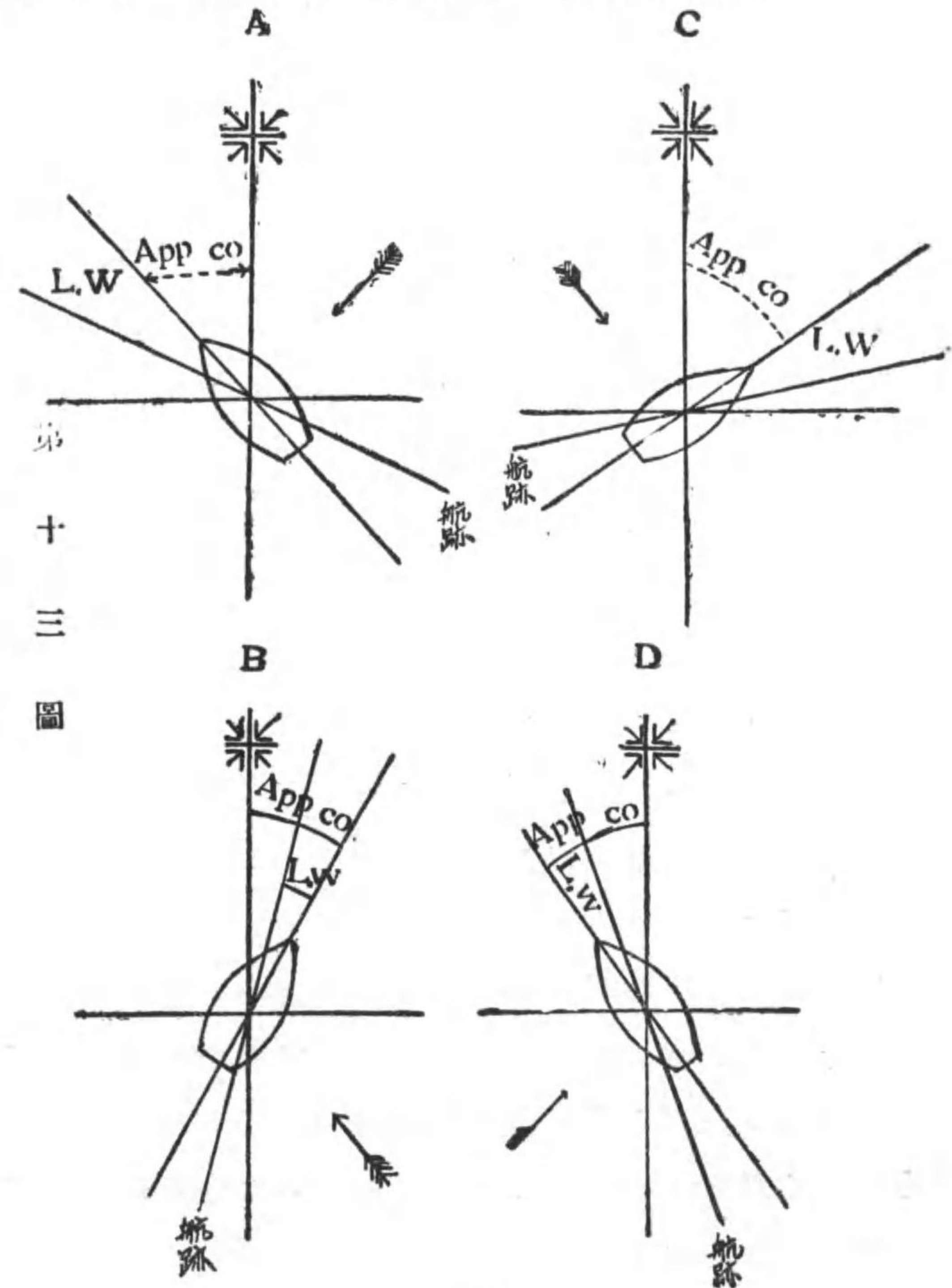
圖ノ如ク右側ニ壓流セラレ

(C) ノ場合ニハ

眞針路 (T. Co) = 視針路 (App Co) + 風壓差 (L. W.)

(D) ノ場合ニハ

眞針路 (T. Co) = 視針路 (App Co) - 風壓差 (L. W.)



第十三圖

トナルベシ。作圖ヲ行ヘバ風壓差ヲ加減スベキ方向ヲ容易ニ知ルコトヲ得ルモ、此ノ手數ヲ除クタメ視針路ニ規定ノ符號ヲ配シ、風壓差ニ右舷ヨリ風潮ヲ受クルトキハL符、左舷ヨリ受クルトキハR符ヲ配シ、此ノ符號ガ視針路ノ符號ト同名ナルトキハ其和、異名ナルトキハ差ヲ求ムレバ簡單ニ眞針路ヲ得ベシ。

風壓、流壓差ハ羅針差 Compass Error ノ一ニハ非ズシテ風潮ノ方向、其力、船ノ速力ノ遲速並ニ船體ノ構造等ニ依リ起ル針路ノ誤差 An Error of the Course ナリ。而テ風壓、流壓ハ現時ノ狀況ニヨリ幾點ナルカ決定セラル。

**算 則**

- (1) 羅針路ニR(或ハL)N(或ハS)符ヲ配スルコト前算則ニ同ジ。
- (2) 自差東ナルトキハR、西ナルトキハL符ヲ配ス。
- (3) 羅針路ノ下ニ自差ヲ記シ、同名ナラバ兩者ヲ加ヘテ同一ノ符號ヲ配シ、異名ナラバ大ナル方ヨリ減ジテ大ナル方ノ符號ヲ配シ磁針路トス(N或ハSノ符號ハ其儘)
- (4) 偏差東ナルトキハR符、西ナルトキハL符ヲ配ス。
- (5) 磁針路ノ下ニ偏差ヲ記シ、同名ナルトキハ和、異名ナルトキハ差ヲ求メ視針路トナスコト磁針路ヲ求ムル場合ニ同ジ。(以上第一項算則ト同一)
- (6) 風ヲ右舷ヨリ受クルトキハ風壓差ニL符、左舷ヨリ受クルトキハR符ヲ配ス。

- (7) 視針路ノ下ニ風壓差ヲ記シ、同名ナルトキハ兩者ヲ加ヘテ同一ノ符號ヲ配シ、異名ナルトキハ大ナル方ヨリ減ジ大ナル方ノ符號ヲ配シテ眞針路トナス。(N或ハS符ハ其儘)
- (8) 視針路ト風壓差トノ和ガ八點或ハ九十度以上トナルトキハ、是ヲ十六點或ハ百八十度ヨリ減ジテ前ト反對ノ符號ヲ配スルコト第一項ノ如シ。
- (9) 風壓差ハ常例點數ヲ以テ測ルタメ、是ヲ最初羅針路ニ加減スルトキハ、羅針路及ビ風壓差ヲ別々ニ度數ニ改ムル手數ヲ省略スルコトヲ得ベシ。  
羅針路ガ度數ナルトキハ風壓差ヲ最後ニ加減スルヲ至當トス。
- (10) 風壓差ノ符號ヲ配スルトキノ、風ノ方向ハ羅針方位ナリ。視針路ニ對シテ左右ヲ定メルトキハ相違ヲ來スベキヲ以テ注意スベシ。

例題 1. 羅針路ハ北六十七度三十分東、偏差二十一度東、自差十九度東、風ハ南東ニシテ風壓差二點二分ノ一アリ、眞針路如何。

C. Co	67° 30' R N	Dev	19° 0' R
Dev	19 0 R	Var	21° 0 R
M. Co	86° 30' R N	C E	40 0 R
Var	21 0 R	C. Co	67° 30' R N
APP. Co	107° 30' R N	C. E	40 0 R
L. W	28 7 R L	App. Co	107° 30' R N
T. Co	79° 23' R N	L. W	28 7 L
	<u>N 79 23' E</u>	T. Co	<u>79° 23' R N</u>

針路改正ニ於テハ秒數ハ五拾六入ヲ行ヒ之レヲ分ニ止ムベシ。即チ三十六秒ハ一分トナシ三十五秒ノ切捨ツベシ。然レドモ特別ノ指定アル場合ニハ此限リニ非ズ。

例題 2. 羅針路ハ南三度西,自差六度西,偏差十八度東,風ハ南微西ニシテ二分ノ一點ノ風壓差アリ眞針路如何。

C. Co	3°	0'	R S
Dev	6	0	L
M. Co	3	0	L S
Var	18	0	R
App. Co	15	0	R S
L. W	5	37	L
T. Co	9°	23'	R S
<hr/>			
S	9°	23'	W

例題 3. 羅針路ハ西微北,風ハ北微東ニシテ二點四分ノ三ノ風壓差アリ,自差ハ十五度三十分西,偏差ハ二十九度十五分東ナリ,眞針路如何。

C. Co	7°	0'	L N
L. W	2	3	L
Dev	15°	30'	L
Var	29	15	R
C. E	13°	45'	R
<hr/>			
or	70°	19'	R S
C. E	13	45	R
T. Co	84	4	R S
<hr/>			
S	84°	4'	W

例題 4. 羅針路北東微東二分ノ一東,風ハ西微北ニシテ一點四分三ノ風壓差アリ,自差ハ九度西,偏差ハ二十四度東

ナリ眞針路如何。

Dev	9°	0'	L
Var	24	0	R
C. E	15°	0	R
<hr/>			
C. Co	5°	2'	R N
L. W	1	3	R
or	81°	34'	R N
C. E	15	0	R
<hr/>			
T. Co	83°	26'	L S
<hr/>			
S	83°	26'	E

【3】 自差表 Deviation Table. 及自差曲線圖 Dev. Curve.

自差ハ各船首方位ニ依リテ其値ヲ異ニスルヲ以テ,羅盤ノ各點ニ對スル自差ヲ算シテ之レヲ表,又ハ曲線ニテ表ハシ,針路及方位改正ニ便ナラシム,之ヲ自差表及自差曲線圖ト云フ。又自差ハ地理上ノ位置ノ變化,積荷ノ移動等ニ依リ變化スルヲ以テ,天體又ハ物標ヲ觀測シ,船首ニ對スル自差ヲ算シ之レヲ羅針儀日誌ニ記載シテ針路及方位ノ改正ニ供ス。

自差表ニハ各點ノ船首ニ對スル自差ヲ算スル換リニ船首各十度ニ對スル自差ヲ算シテ表,又ハ曲線ニテ示スコトアリ。

自差表ヲ使用スル場合,船首方位ガ自差表ノ各點ノ中間ニ當ルトキハ自差小ナレバ兩點ニ對スル自差ノ中數ヲ探リ,四分ノ一點及四分ノ三點ナルトキハ其近キ方ノ點ニ對スルモノヲ探ル可シ。自差大ナレバ四分ノ一點及四分ノ

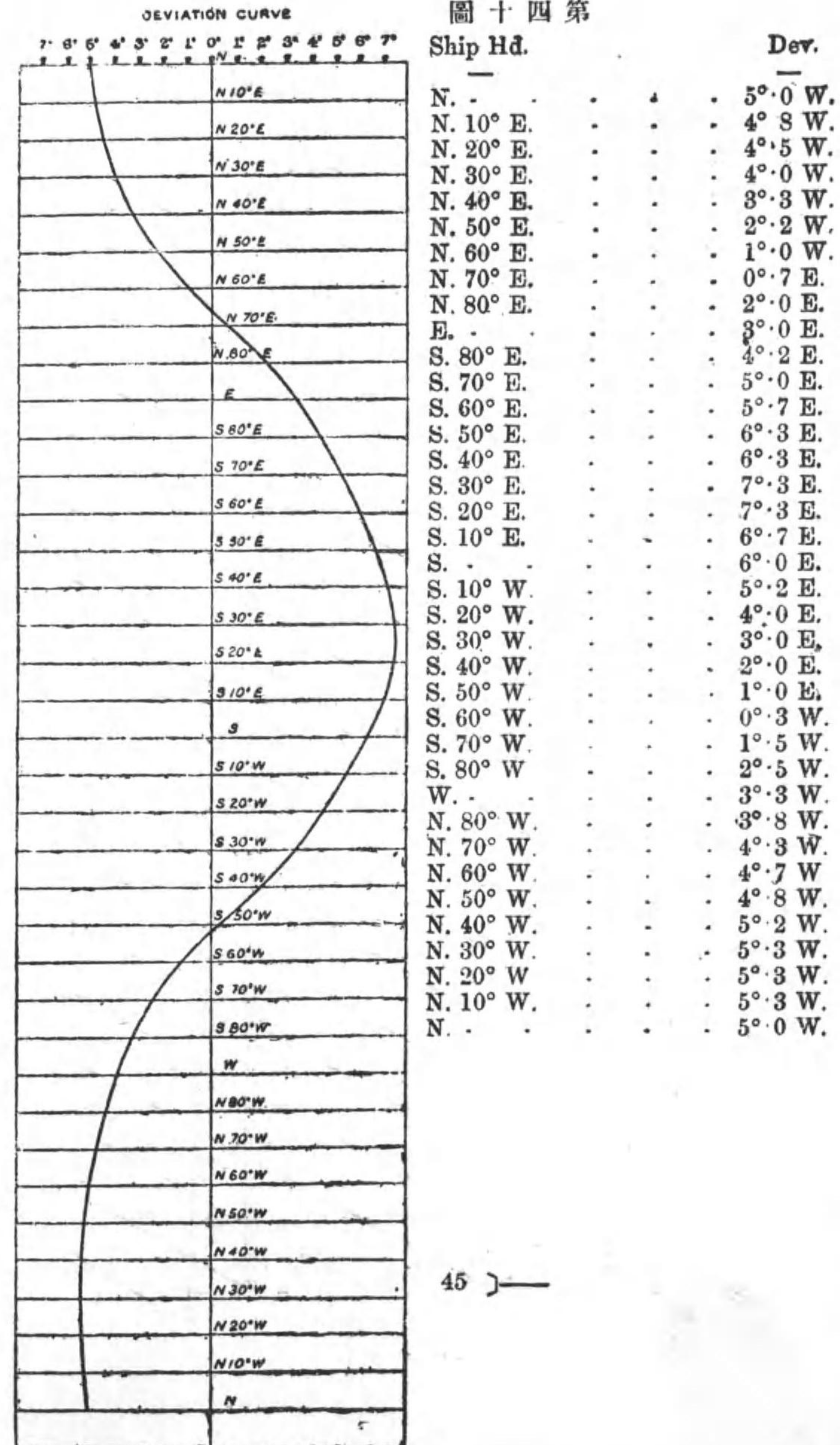
三點ノ場合ハ比例ニ依リテ該船首方位ニ對スル自差ヲ求ムベシ。

自差曲線圖ニハ、第十四圖ニ示ス如ク一縦線ヲ任意ノ度数ノ尺數ニ依リ、北ヨリ十度或ハ各點毎ニ分割シ、此ノ分點ヲ過リ該直線ニ直交スル横線ヲ引キ其ノ最上線ニ任意ノ尺度ヲ定メテ中央線ヨリ左右ニ度数ヲ記入シ、船首ノ各十度或ハ各點ニ對スル自差ヲ此尺度ニヨリ自差東ナレバ中央線ヨリ右ニ、西ナレバ左ニ、該船首ニ相當スル横線上ニ探リテ小圓又ハ×符ヲ記入スベシ。カクノゴトクシテ自差全部ノ記入終ラバ記號ヲ通過スル曲線ヲ講キテ作成セルモノト「ナビヤース」自差曲線圖 Napier's Diagram. トノ二種アリ。

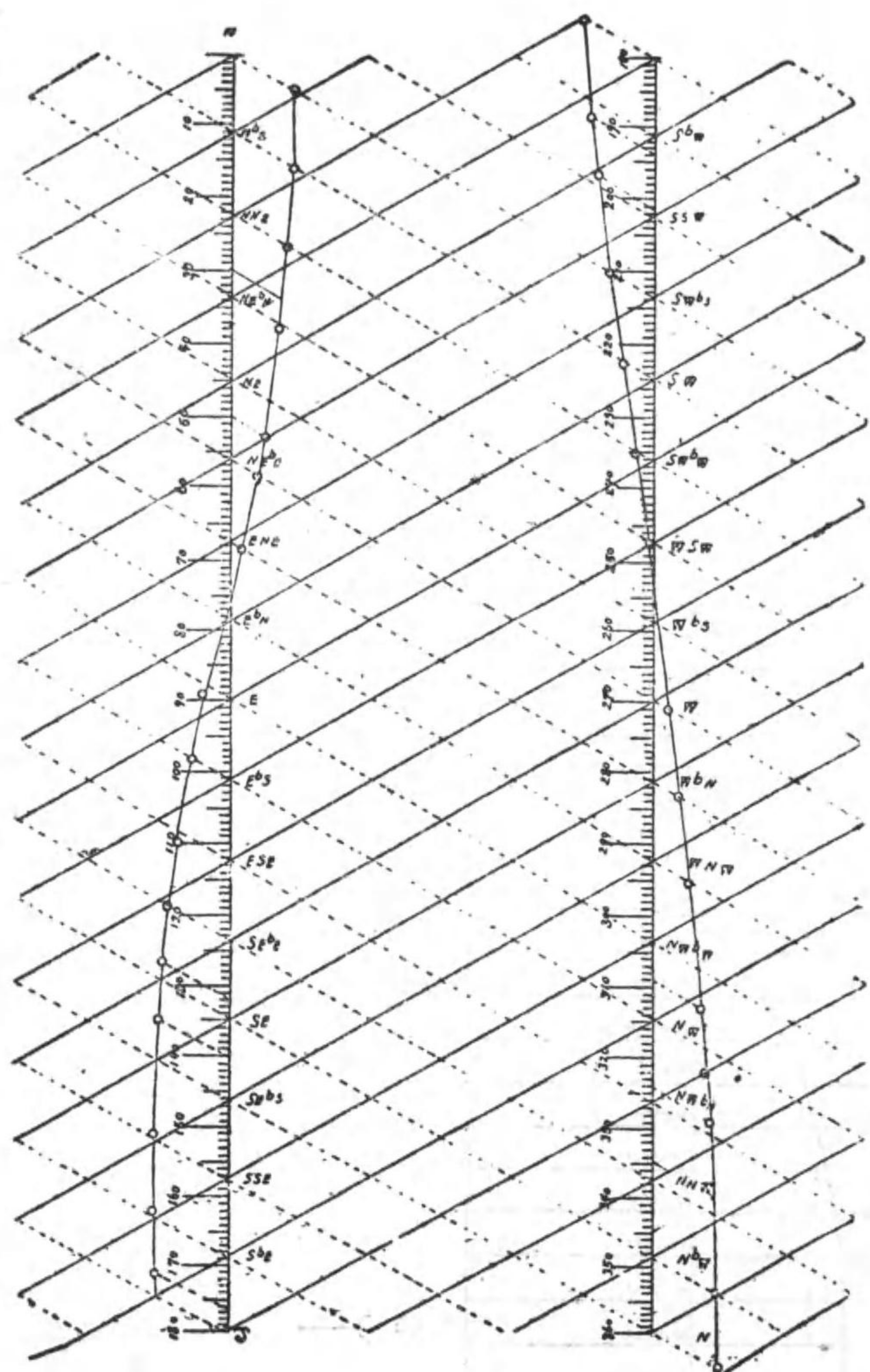
適當ナル修正ノ行ハレタル準基羅針儀ニ於テハ、自差ノ値ハ普通二度ヲ超エザルヲ以テ「ナビヤース」自差曲線圖ヲ使用スルコト能ハザルモ、前記曲線圖ニ於テハ適宜尺度ヲ定メ得ルタメ小ナル自差ヲモ之レヲ曲線ニテ表ハシ得ベシ。

第十四圖ノ自差線圖ヲ使用スルニハ、所要ノ羅針路ヲ中央線上ニ取り、其點ヲ過リ横線ニ平行ナル直線ヲ引キ曲線ト交ラシメ該平行線上ニ於テ中央線ヨリ交點マデノ長サヲ、兩脚器ニテ合セテ最上線ノ度数ニ依リテ自差ヲ求ムルカ、若クバ交點ヨリ中央線ニ平行線ヲ引キ最上線ト交リタル點ノ度数ヲ讀ミテ自差ヲ算出スベシ。

圖十四第



第十五圖 「ナビヤー」氏自差圖



【4】「ナビヤース・ダイヤグラム」 Napiers diagram

(1) 作成法。

十八吋ノ縦線ヲ川紙ノ中央ニ引キ、之ヲ三十二等分シテ其ノ上端ヨリ羅牌ノ點數ヲ北ヲ起點トシテ各點ヲ記ス。又此ノ線ヲ三百六十等分 ( $\frac{18''}{360} = \frac{1}{20}$ 吋 = 1度) シ南北ヲ起點トシテ東西ノ九十度ニ至ラシム。

次ニ羅牌ノ各點ヲ過リ縦線ト左側ニテ上方ニ六十度ノ傾角ヲ有セシメテ點線ヲ引キ、右側ニテ上方ニ六十度ノ傾角ヲ有セシメテ實線ヲ引クベシ。

茲ニ於テ船首羅針方位ニ相當スル點ヲ探リ、此點ヲ過ル點線上ニ測得自差ノ値ヲ縦線ノ劃度尺ニ合セテ、自差東ナラバ右へ、西ナラバ左へ取り、小圓又ハ×符ヲ記入シ、各點ノ自差ノ記入終レバ小圓又ハ×符ヲ過ル曲線ヲ畫ケバ所要ノ自差線圖ナリ。

(2) 使用法

羅針路ヲ磁針路ニ改ムル法。

羅針路ニ相當スル點ヲ縦線上ニトリ、點線ニ平行ナル直線ヲ畫キ曲線ト交ラシメ、其ノ交點ヨリ實線ニ平行線ヲ引キ、縦線トノ交點ハ所要ノ磁針路ナリ。

磁針路ヲ羅針路ニ改ムル法。

磁針路ヲ縦線上ニ取り、此點ヲ過リ實線ニ平行線ヲ引キ曲線トノ交點ヲ求メ之レヨリ點線ニ平行線ヲ畫キ、縦線トノ交點ヲ求ムレバ所要ノ羅針路ナリ。

例題 1. 羅針路南四十度東ナルトキ,第十五圖「ナビヤー」

氏式曲線圖ヲ使用セバ磁針路如何。

S 40° E ヲ通り點線ニ平行線ヲ引キ之レト曲線ノ交點ヲ  
a トセバ, a ヲ過リ實線ニ平行線ヲ引キ, 縱線トノ交點即チ  
S 51° E ハ所要ノ磁針路ナリ。

例題 2. 磁針路北二十度西ナルトキ,第十五圖「ナビヤー」

氏曲線圖ヲ使用セバ羅針路如何。

N 20° W ノ點ヲ貫キ實線ニ平行線ヲ引キ曲線トノ交點 a  
ヨリ點線ニ平行シテ縱線ニ復歸スレバ N 30° W ノ點ニ交  
ル。之レ所要ノ羅針路ナリ。

(3) 「ナビヤー」氏式曲線圖ノ利點。

a. 自差測定ニ際シ船ノ回轉中各船首方位ニ對スル自差  
測定ヲ行フコト能ハザル場合ニ於テモ此ノ圖法ニ依ル時  
ハ未測ノ點ニ對スル自差ヲモ容易ニ求メ得ルコト。又港  
灣ニ碇泊中風潮ノタメ船首方位ノ變化シタルトキ或ハ航  
海中數個ノ不規則ナル間隔ノ船首方位ニ對スル自差ニ依  
リ全點ノ自差ヲ求メ得ルコト。

b. 入港等ノ際二個ノ四方點ヲ含ム三個以上ノ自差 (例  
ヘバ南, 南西, 西) ヲ求ムレバ自差曲線圖ヲ改正スルコトヲ  
得ベシ。

c. 誤測ニ依ル自差ヲ檢正スルコト容易ナリ。

d. 普通自差表及曲線圖ハ羅針路ニ對スル自差ナルモ  
「ナビヤー」氏曲線圖ハ磁針路ニ對スル自差ヲモ與フル

以テ針路改正ニ便利ナリ。

e. 自差表ト異ナリ各點以外ノ中間ニ對スル自差ヲモ求  
ムルコトヲ得ベシ。

f. 船ノ地理上ノ變化ニ依ル自差ノ變化ニ對シ容易ニ曲  
線圖ヲ改正シ得ベシ。

(4) 「ナビヤー」氏曲線圖ノ缺點。

自差大ナラザルトキハ, 正確ニ之レヲ曲線ニテ表ハスコ  
ト能ハズ。

### 【5】自差表ヨリ自差ヲ求メ羅針路ヲ眞針路ニ改正スル法

#### 算則

自差小ナル場合。羅針路ガ自差表各點ノ  
中間即チ  $\frac{1}{2}$  點ニ當ルトキハ, 兩點ノ自差ノ平均ヲ取リテ所  
要ノ自差トナシ,  $\frac{1}{3}$  點及  $\frac{2}{3}$  點ナルトキハ, 其ノ近キ點ニ對ス  
ル自差ヲ以テ所要ノ自差トナス。

自差大ナル場合。羅針路ガ自差表各點ノ中間即チ  $\frac{1}{2}$  點  
ニ當ルトキハ兩點ノ自差ノ平均ヲ取リテ所要ノ自差トナ  
シ,  $\frac{1}{3}$  點及  $\frac{2}{3}$  點ナルトキハ比例ニ依リテ改正量ヲ求メテ所  
要ノ自差ヲ算出スベシ。改正法ハ第一, 第二項ニ同ジ。

例題 1. 羅針路ハ北東ノ東二分一東, 風ハ北ヨリ來リ四分  
ノ一點ノ壓風差アリ。偏差九度五十分西, 自差ハ下表ノ  
如シ, 眞針路如何。

NE 1/2 E



船首	自	差	船首	自	差
N E	5°	0 W	E N E	5°	40' W
NE/E	5°	20' W	E / N	5°	50' W

解 C. Co  $5^p$   $2^q$  R N  
 L. W  $\frac{5}{3}$  R N  
 or  $64^\circ$   $41'$  R N  
 Dev  $5^\circ$   $30'$  L  
 $\frac{59}{11}$  R N  
 Var  $9$   $50'$  L  
 T. Co  $49^\circ$   $21'$  R N  
N  $49^\circ$   $21'E$

例題 2. 羅針路ハ南西イ南四分一南、風ハ西ヨリ來リ四分ノ三點ノ風壓差アリ。偏差八度二十分西、自差ハ自差表第三號表ニ依ルベシ、眞針路如何。

解 C. Co  $2^p$   $3^q$  R S  
 L. W  $\frac{2}{3}$  L  
 or  $22^\circ$   $30'$  R S  
 Dev  $10$  L  
 $\frac{12}{30^\circ}$  R S  
 Var  $8$   $20$  L  
 T. Co  $4^\circ$   $10'$  R S  
S  $4^\circ$   $10' W$

Dev  
 S W/S  $11^\circ$  W  
 S S W  $\frac{7^\circ}{4^\circ}$  W  
 Dev. bor  
 Sw/S $\frac{1}{2}$ S  
 $11^\circ$  W  
 $1$   
 $10$  W

例題 3. 羅針路北八十一度三十五分東、風ハ南イ東ヨリ來リ一點四分ノ三風壓差アリ。偏差十四度西自差ハ自差表第二號表ニ依ルベシ、眞針路如何。

解 C. Co  $81^\circ$   $35$  R N  
 Dev  $21^\circ$   $15$  R  
 M. Co  $102^\circ$   $50$  R N  
 Var  $14^\circ$   $0$  L  
 App. Co  $88$   $50$  R N  
 L. W  $19$   $41$  L  
 T. Co  $69$   $9$  R N  
N  $69^\circ$   $9'E$

Deヲ求ム。  
 N  $81^\circ$   $35'E$ ハ殆ンドE $\frac{1}{2}$ Nナリ  
 Dev  
 E/N  $22^\circ$  E  $22^\circ$  E  
 E  $19$  E  $0^\circ$   $45'$   
 $4) \frac{3^\circ}{0.75}$   $21^\circ$   $15'$  E

例題 (4) 羅針路南十二度西、風ハ東ヨリ來リ三點半ノ風壓差アリ。偏差三十五度西、自差ハ自差表第一號表ニ依ルベシ、眞針路如何。

解 C. Co  $12^\circ$   $0'$  R S  
 Dev  $14$   $0$  R  
 M. Co  $26$   $0$  R S  
 Var  $35$   $0$  L  
 App. Co  $9$   $0$  L S  
 L. W  $39$   $22$  R  
 T. Co  $30$   $22$  R S  
S  $30^\circ$   $22' W$

devヲ求ム。  
 S  $12^\circ$  Wハ殆ンドS/Wニ當リ  
 其自差  $14^\circ$  Eナリ

- 問題 (1) 羅針路北六十五度西ニシテ、其船首方位ニ對スル自差三度東。偏差十七度西ナルトキ、眞針路如何。
- (2) 羅針路東、自差四度東、偏差十六度西ナレバ、眞針路如何。
- (3) 羅針路東二分一北、自差十四度東、偏差五度西ナルトキ、眞針路如何。
- (4) 羅針路南五十度東、偏差十八度東、自差ハ下表ノ如シ、眞針路如何。

船首	自差	船首	自差
S E S	1° 0' E	S E E	3° 20' E
S E	2° 0' E	E S E	4° 0' E

- (5) 羅針路北東ノ東二分一東,自差四度十分東,偏差二十五度二十分西,風ハ東北東ニシテ二分ノ一點ノ風壓差アリ,眞針路如何。
- (6) 羅針路西ノ北二分一北,自差二度十分西,偏差三十五度二十分西,風ハ北北西ニシテ四分ノ三點ノ風壓差アリ,眞針路如何。
- (7) 羅針路北東四分ノ三北,風ハ北西ノ西ヨリ來リ一點四分一ノ風壓差アリ,自差三度東。偏差十五度四十五分西ナルトキ,眞針路如何。
- (8) 羅針路南南西,風ハ西ヨリ來リ一點四分三ノ風壓差アリ,偏差十度三十分東,自差ハ自差表第一號表ニ依ル,眞針路如何。
- (9) 羅針路北西ノ西四分三西,風ハ南ヨリ來リ三點ノ風壓差アリ,偏差二十三度東,自差ハ自差表第二號ニ依ル,眞針路如何。
- (10) 羅針路南,風ハ東ヨリ來リ二點四分一ノ風壓差アリ。偏差二十三度西,自差ハ自差表第三號表ニ依ル,眞針路如何。

答 (1) N 79° W (2) N 78° E (3) S 86° 38' E

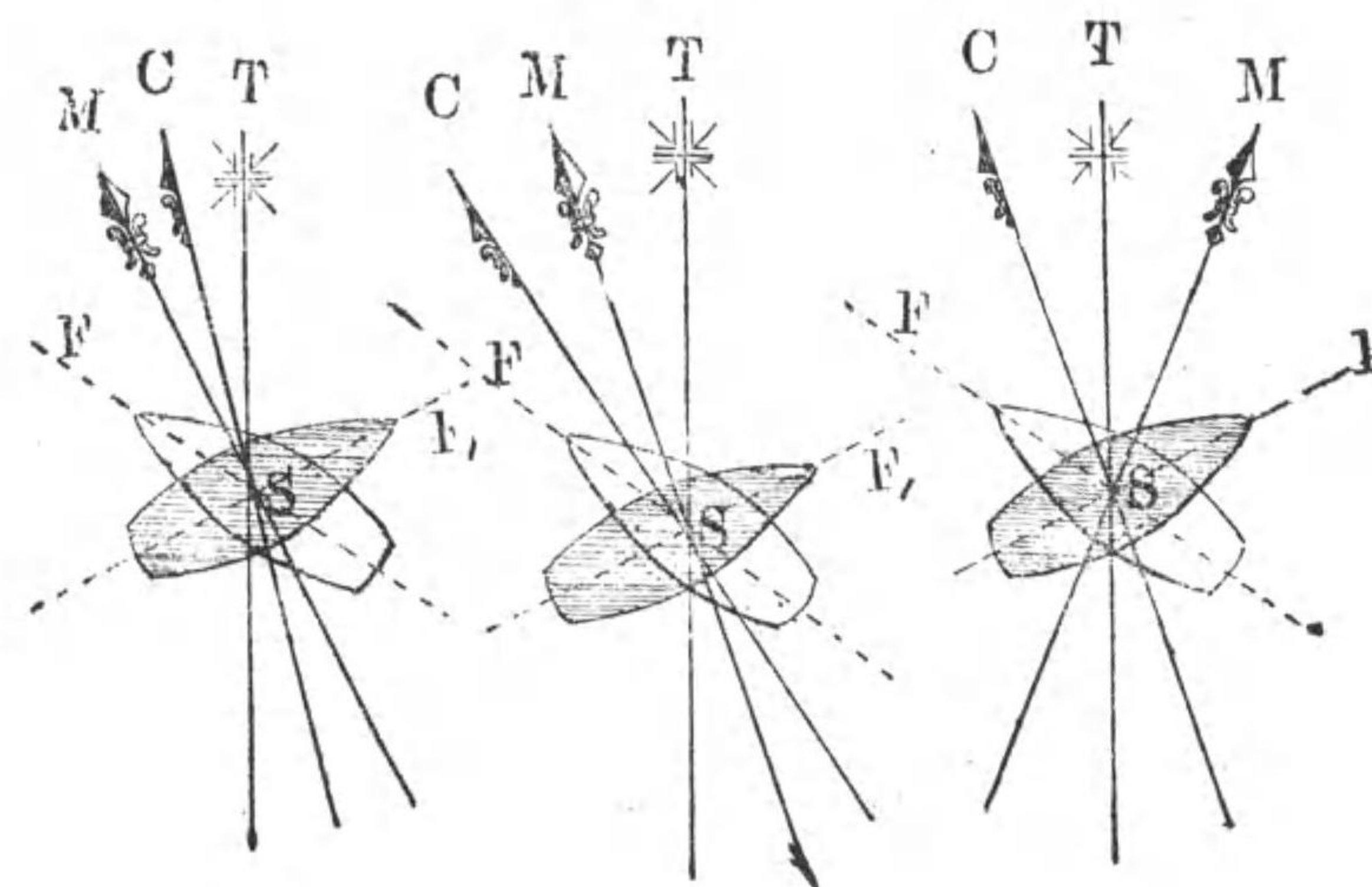
- (4) S 29° 20' W (5) N 35° 5' E (6) S 60° 56' W  
 (7) N 37° 52' E (8) S 36° 19' W (9) N 28° 56' W  
 (10) S 4° 19' W

第二節 眞針路ヲ羅針路ニ改正スル法

船ヲ甲地ヨリ乙地ニ航セシメントセバ,先ヅ所要ノ航法ニヨリ眞針路ヲ求メ。磁氣羅針儀ヲ使用スル以上,眞針路ニ自差偏差及風壓差ヲ加減シ羅針路トナシ,之レヲ羅針儀ニ與ヘテ航行セザル可カラズ。

【6】 風潮ノ影響ナキ場合

第十六圖



第十六圖ニ於テT・M及Cヲ各々眞北,磁北,及羅北トシSF及SF'ヲ船首尾線ヲ示スモノトセバ,

C S F 及 C S F<sub>v</sub> ..... 羅針路 (C. Co)

M S F 及 M S F<sub>v</sub> ..... 磁針路 (M. Co)

T S F 及 T S F<sub>v</sub> ..... 眞針路 (T. Co)

(A) 羅針路 C S F = 眞針路 T S F - 偏差 T S M + 自差 M S C

羅針路 C S F<sub>v</sub> = 眞針路 T S F<sub>v</sub> + 偏差 T S M - 自差 M S C

(B) 羅針路 C S F = 眞針路 T S F - 偏差 T S M - 自差 M S C

羅針路 C S F<sub>v</sub> = 眞針路 T S F<sub>v</sub> + 偏差 T S M + 自差 M S C

(C) 羅針路 C S F = 眞針路 T S F + 偏差 T S M - 自差 M S C

羅針路 C S F<sub>v</sub> = 眞針路 T S F<sub>v</sub> - 偏差 T S M + 自差 M S C

其故ニ針路ノ符號ハ「眞針路ヲ羅針路ニ改正」スル場合ト同様ニ配シ、偏差、自差ニハ反對ナル符號ヲ付シ同名ハ相加ヘ、異名ハ相減ジテ羅針路ヲ求メ得ベキコト明ナリ。

然ルニ自差表竝ニ自差曲線圖 (ナビヤー氏曲線圖ヲ除ク) ニ記載セル自差ハ船首ノ羅針方位ニ對スル自差ニシテ其磁針方位ニ對スル自差ニ非ラザルナリ。故ニ眞針路ニ偏差ヲ加減シテ磁針路ヲ得ルモ之レニ加減スベキ自差不明ナルヲ以テ、羅針路ヲ求ムルコト能ハズ。然レドモ自差表竝ニ自差曲線圖ノ記載ノ自差ノ値ガ小ナルトキハ、磁針路ヲ先ツ羅針路ト見做シ之レニ對スル自差ヲ自差表ヨリ取りテ磁針路ニ加減シテ略近ノ羅針路トナス。次ニ此略近ノ羅針路ニ對スル自差ヲ自差表ヨリ求メ之レヲ前記磁針路ニ加減シテ羅針路トナシ。前ニ求メ得タル略近ノ羅針路ト同數トナラバ之レヲ以テ所要ノ羅針路トナス

ベシ。

自差大ニシテ且ツ相隣レル各點ノ自差ノ差が大ナル時ハ、前記ノ手數ヲ數回繰リ返スモ同數ヲ得ルコト能ハズ。依ツテ所要ノ磁針路ヲ挾ム自差既知ノ二個ノ磁針路ヲ求メ、之レ等ヲ要素トシテ比例法ニ依リ所要ノ自差ヲ算シ、之レヲ磁針路ニ加減シテ羅針路ヲ求ムベシ。之レヲ一般ニ角度比例ト稱ス。角度比例ハ後項ニ於テ説明ス。

**算則**

(1) 眞針路ニ R (或ハ L) N. (或ハ S) 符ヲ配スルコト、羅針路ニ於ケルガ如クス。

(2) 偏差東ナルトキハ L、西ナルトキハ R 符ヲ配ス。

(3) 眞針路ノ下ニ偏差ヲ記載シ、同名ナラバ相加ヘテ同一ノ符號ヲ配シ。異名ナラバ相減ジテ大ナル方ノ符ヲ配シ磁針路トス。

(4) 自差東ナルトキハ L、西ナルトキハ R 符ヲ配ス。

(5) 磁針路ノ下ニ自差ヲ記載シ、同名ナラバ相加ヘテ同一ノ符號ヲ配シ、其和ガ八點或ハ九十度ヨリ大トナル時ハ十六點、或ハ百八十度ヨリ減ジテ磁針路ト反對ノ符號ヲ配シテ羅針路トナス。異名ナラバ大ナル方ヨリ相減ジ、大ナル方ノ符 (N 或 S 符ハ元ノマ、) ヲ配シテ羅針路トナス。

(6) 磁針路ニ對スル自差ガ不明ナルトキハ磁針路ヲ羅針路ト見做シ、自差表ヨリ之レニ對スル自差ヲ求メ (4) (5) ノ

第三章 針路及方位ノ改正

方法ニヨリ磁針路ニ加減シテ略近ノ羅針路トナシ。此ノ略近ノ羅針路ニ依リ再ビ自差表ヨリ其レニ對スル自差ヲ求メ、再ビ此自差ヲ磁針路ニ加減シテ羅針路ヲ求ム。

前記ノ略近ノ羅針路ト後ニ求メタル羅針路トガ同數ナルトキハ後ニ求メル羅針路ヲ以テ所要ノ羅針路トナス。

例題 1. 眞針路西微北ニシテ、偏差十一度三十分東、自差五度西ナルトキ、羅針路如何。

解

T. Co	78°	45'	L N
Var	11'	30	L
M. Co	90	15	L N
Dev	5	0	R
C. Co	85°	15'	L N
<hr/>			
N	85°	15'	W

例題 2. 眞針路南七十六度東ニシテ偏差十六度十分東、自差ハ下表ノ如シ、羅針路如何。

船首	自差	船首	自差
N E	9° 30' E	E/N	9° 35' E
NE/E	10° 35' E	E	8° 35' E
ENE	10° 20' E	E/S	6° 55' E

解

T. Co	76°	0'	L S
Var	16	10	L
<hr/>			
	92	10	L S
	180		
M. Co	87	50	R N... 大約 E 1/2 N = 當ル
Dev	8	35	L... E = 對スル自差
Approx C. Co	79	15	R N... 大約 E/N = 當ル

航海術

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>M. Co</td><td>87°</td><td>50'</td><td>R N</td></tr> <tr><td></td><td>9</td><td>35</td><td>L</td></tr> <tr><td>Approx C. Co</td><td>78</td><td>15</td><td>R N</td></tr> </table>	M. Co	87°	50'	R N		9	35	L	Approx C. Co	78	15	R N	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>M. Co</td><td>87°</td><td>50'</td><td>R N</td></tr> <tr><td></td><td>9°</td><td>35</td><td>L</td></tr> <tr><td>C. Co</td><td>78</td><td>15</td><td>R N</td></tr> <tr><td colspan="4"><hr/></td></tr> <tr><td></td><td>S 78°</td><td>15'</td><td>E</td></tr> </table>	M. Co	87°	50'	R N		9°	35	L	C. Co	78	15	R N	<hr/>					S 78°	15'	E
M. Co	87°	50'	R N																														
	9	35	L																														
Approx C. Co	78	15	R N																														
M. Co	87°	50'	R N																														
	9°	35	L																														
C. Co	78	15	R N																														
<hr/>																																	
	S 78°	15'	E																														

一回ノミニテ同數ヲ得ルコト能ハザル時ハ、上例ノ如ク數回繰返スベシ。

例題 3. 眞針路南二十二度三十分西、偏差十一度三分東、自差表下ノ如シ。

船首	自差	船首	自差
S	8° 35' E	S W/S	6° 23' E
S/W	8° 0' E	S W	5° 40' E
S S W	7° 42' E	S W/W	4° 55' E

解

T. Co	22°	30'	R S
Var	11°	3	L
M. Co	11°	27'	R S... S/W = 當ル (大約)
Dev	8°	0	L... S/W = 對スル自差
Approx C. Co	3°	27°	R S... 大約 S 1/2 W = 當ル
<hr/>			
M. Co	11°	27'	R S
Dev	8°	35	L... S = 對スル自差
Approx C. Co	2°	52	R S... 大約 S 1/2 W = 當ル
<hr/>			
C. Co	S 2°	52'	W

例題 4. 眞針路北三十七度四十五分東、偏差二十度三十分西。自差表次ノ如シ、眞針路如何。

第三章 針路及方位ノ改正

船首	自差	船首	自差
N	2° 39' E	NEE	9° 30' E
NE	4° 10' E	ENE	10° 35' E
NE/N	6° 57' E	EN	10° 20' E
NE	8° 36' E	E	9° 49' E

解 T. Co 37° 45' R N  
 Var 20° 34' R  
 M. Co 58 19' R N 大約 NE E E = 當ル  
 Dev 9 30 L NE/E ノ自差  
 Approx C. Co 48 49' R N NE E = 當ル (大約)

M. Co 58° 19' R N M. Co 58° 19' R N  
 Dev 8 30 L NE = 對スル自差 Dev 9° L  
 Approx C. Co 49 49' R N 大約 NE E = 當ル C. Co 49 19' R N  
 C. Co N 49° 19' E

本題ニ於テ 49° 19' R N ヲ略近ノ羅針路トシテ同一手  
 數ヲ繰返ストキハ同數ヲ得ベキコト明ナリ。

【7】風潮ノ影響アル場合

風壓差アルトキ眞針路ハ航跡ト眞子午線トノ交角ナル  
 コトハ既ニ説明セリ。故ニ羅針ノ南北ト船首尾線トノ交  
 角、即チ羅針路ニ改正スルニハ風壓差ヲ加減セザル可カラ  
 ズ。自差ハ羅針路ニ對スルモノナルヲ以テ豫メ風壓差ヲ  
 眞針路ニ加減シ、視針路、即チ船首尾線ト眞子午線トノ關係  
 ニ改正シ。前項ノ算則ニ從ヒ所要ノ羅針路ヲ求メザルベ  
 カラズ。勿論問題ニ自差ガ與ヘラレテアル場合ニハ風壓  
 差ヲ最初ニ加減スルモ、最後ニ加減スルモ同一ノ値ヲ求メ

航海術

得ベキモ理論上正當ナル前者ヲ選ブ可トス。

風ヲ右舷ヨリ受ケルトキハ航跡ハ船首尾線ト船首ニ對  
 シ風壓差ダケ左ニ交角ヲ作ルヲ以テ、船首尾線ト子午線ト  
 ノ關係ニ改ムルニハ右ニナル様加減セザルベカラズ。  
 換言セバR符ヲ配セバ可ナリ。

風ヲ左舷ヨリ受ケルトキハ航跡ハ船首尾線ト船首ニ對  
 シ風壓差ダケ右ニ交角ヲナスヲ以テ、船首尾線ト子午線ト  
 ノ關係ニ改ムルニハL符ヲ配シ左ニナル可キ様改正セザ  
 ル可カラズ。

算則

- (1) 風ヲ右舷ニ受ケルトキハ風壓差ニR符ヲ配シ、左舷ニ  
 受ケルトキハ風壓差ニL符ヲ配スベシ。
- (2) 眞針路ノ下ニ風壓差ヲ記シ、同名ナラバ相加ヘテ同一  
 ノ符號ヲ配シ、異名ナラバ相減ジテ大ナル方ノ符號(N或ハ  
 Sハ其儘)ヲ配シテ視針路トナス。
- (3) 視針路ニ偏差及自差ヲ加減シテ羅針路トナスコト。  
 前項算則ニ同ジ。

例題 1. 眞針路北八度西、東ノ北ノ風ヲ受ケ二分ノ一點ノ  
 風壓差アリ、偏差十七度十分西、自差三度二十分東ナリト  
 セバ、羅針路如何。

第三章 針路及方位ノ改正

解 T. Co 8° 0' L N  
 L. W 5° 37' R  
 App. Co 2 23 L N  
 Var 17° 10 R  
 M. Co 14° 47' R N  
 Dev 3° 20' L  
 C. Co 11° 27' R N  
N 11° 27' E

例題 2. 眞針路南十七度東ニシテ、風ハ南西ヨリ來リ一點四分一ノ風壓差アリ、偏差二十二度四十分西、自差表下ノ如シ、羅針路如何。

船首	自差	船首	自差
S	8° 0' W	S W/S	15° 0' W
S W	10° 3' W	S W	14° 30' W
S S W	12° 0' W	S W/W	11° 0' W

解 T. Co 17° 0' L S  
 L. W 14 4' R  
 App. Co 2 56 L S  
 Var 22 40 R  
 M. Co 19 44 R S ..... 大約 S W 1/2 W ニ當ル  
 Dev 12 0 R ..... S S W ノ自差  
 Approx C. Co 31° 44 R S ..... 大約 S W 1/2 S ニ當ル  
 M. Co 15° 44' R S M. Co 19° 44' R S  
 Dev 15 R 大約 S W 1/2 S ニ當ル Dev 15 0 R  
34 44 R S C. Co 34 44 R S  
 C. Co S 34° 44 W

例題 3. 眞針路西ニシテ、風ハ北ヨリ來リ二點四分一ノ風壓差アリ。偏差二十一度十四分東、自差表下ノ如シ。

航海術

羅針路如何。

船首	自差	船首	自差
W	11° 15' W	N W N	8° 50' W
W/N	12° 30' W	N N W	8° 0' W
W N W	11 30' W	N/W	8° 0' W
N W/W	10 39 W	N	7° 30 W
N W	10° 0 W		

解 T. Co 90° 0'  
 L. W 25° 19 R  
 App. Co 64° 41' L N  
 Var 21° 14' L  
 M. Co 85° 55' L N 大約 W 1/2 N ニ當ル  
 Dev 11° 15' R W ノ自差  
 Approx C. Co 74° 40' L N 大約 W 1/2 N ニ當ル

M. Co 85° 55' L N M. Co 85° 55' L N  
 Dev 12 30' R W/N ノ自差 Dev 12° 0' R 大約 W 1/2 N ニ當ル  
 Approx C. Co 78° 25' 大約 W 1/2 N C. Co 73° 55' L N  
 C. Co N 73° 55' W

例題 4. 眞針路北ニシテ風ハ西北西ヨリ來リ一點二分一ノ風壓差アリ。偏差五度東。自差ハ前例題(3)ノ自差表ヲ使用スベシ。羅針路如何。

T. Co 0° 0'  
 L. W 16° 52' L  
 App Co 16° 52' L N  
 Var 5° 0 L  
 M. Co 21° 52' L N 大約 N N W ニ當ル  
 Dev 8° 0 R N N W ノ自差  
 Approx C. Co 13° 52' L N 大約 N 1/2 W ニ當ル

M. Co  $21^{\circ} 52'$  L N  
 Dev  $8^{\circ} 0'$  R NWノ自差 C. Co  $N 13^{\circ} 52' W$   
 C. Co  $13^{\circ} 52'$  L N

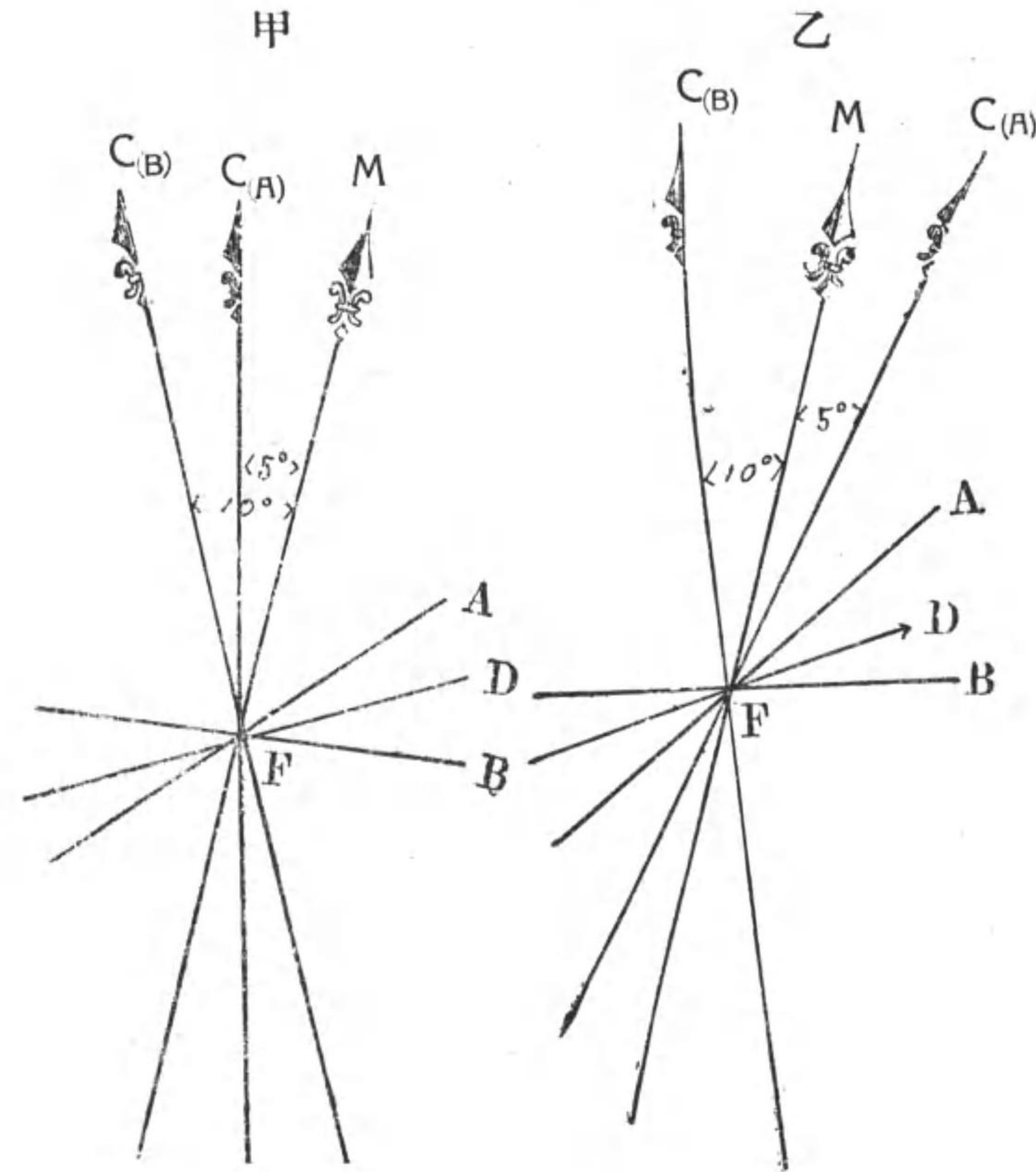
第三節 角度比例

眞針路ヲ羅針路ニ改正スルニ當リ自差ヲ自差表ヨリ探ル場合ニ於テハ「ナビヤー」氏式自差曲線圖ヲ使用スルトキヲ除キ必ズ前節ノ算則ニ依ラザルベカラズ。是レ則チ自差ハ船首ノ羅針方位ニ對スルモノニシテ、其磁針方位ニ對スル自差ニアラザルヲ以テナリ。

然ルニ羅針儀修正ノ不完全ナルモノニ在リテハ、自差量及各點ニ對スル自差ノ變化共ニ大ニシテ、前節ノ算則ニ依ルモ到底羅針路ヲ求ルコト能ハズ。故ニ或任意ノ二個ノ羅針路ヲ求メ之レニ自差ヲ加減シテ二個ノ磁針路ヲ算シ此兩磁針路ガ羅針路ニ改正セント欲スル磁針路ヲ最近ニ挾ム場合、兩磁針路及兩自差ノ差或ハ和（異名ノトキ）及兩磁針路ノ内一方ノ磁針路ト改正セントスル磁針路トノ差或ハ和（異名ノトキ）ヲ要素トシテ比例法ニ依ルトキハ一方ノ磁針路ト改正セントスル磁針路トノ間ノ自差ノ變化量ヲ算出シ得ベキヲ以テ、一方ノ磁針路ニ對スル自差ニ該變化量ヲ加減セバ所要ノ磁針路ニ對スル自差ヲ得ベシ。此方法ヲ稱シテ角度比例法ト云フ。

第十七圖ニ於テ Mヲ磁北、 $C_{(A)}$ ヲ船首ガ Aニ向ヘルトキノ羅北、 $C_{(B)}$ ヲ船首ガ Bニ向ヘルトキノ羅北トス。而

第十七圖



テ今假リニ甲圖ニ於テ船首ガ Aニ向ヘルトキノ羅針路ヲ北東 ( $C_{(A)}FA$ ) トシ自差ヲ五度西トセバ、

$$\text{磁針路 } MFA = 45^{\circ} - 5^{\circ} = N 40^{\circ} E$$

ニシテ、自差五度東ハ羅針路北東ニ對スル自差ナルト同

時ニ、磁針路北四十度東ニ對スル自差ナリ。

又船首ガBニ在ルトキ其羅針路 C<sub>(B)</sub>FB)ヲ北東ヲ東トシ其自差ヲ十度西トセバ

$$\text{磁針路 MFB} = 56^\circ 15' - 10^\circ = N46^\circ 15' E$$

ニシテ、自差十度西亦ハ磁針路北四十六度十五分東ニ對スル自差ナリ。

次ニ船首ガDニ向ヘルトキノ磁針路北四十五度東ニ對スル自差ヲ求メルニハ。先ツ之ト磁針路北四十度東、或ハ北四十六度十五分東トノ差ト兩磁針路及自差ノ差トニテ比例ニ依ラザルベカラズ。

	(A)	(B)	(C)
C. Co	Dev	M. Co	M. Co
N E	5° L	40° 0' RN	45° 0' RN
N E/E	10° L	46° 15' RN	40° 0' RN
	5°	6° 15'	5°

$$6,025:50 = 5^\circ : X$$

$$X = \frac{5^\circ \times 50}{6.25} = 4^\circ$$

四度ハ磁針路北四十度東ト北四十五度東トノ間ノ變化量ニシテ 自差ハ上例ノ場合ニハ磁針路ガ四十度ヨリ四十六度十五分ニ至ルニ從ヒ増加スルヲ以テ、磁針路北四十五度東ニ對スル自差ハ

$$5^\circ + 4^\circ = 9^\circ L \text{ナリ。}$$

(C)行ニ於テ四十度ノ換リニ四十六度十五分ヲ使用セバ自差ハ  $10^\circ - x$  ナルコト明ナリ。

乙圖ノ場合ニ於テ羅針路 C<sub>(A)</sub>FA = NNE トシ自差ヲ

五度東トセバ

$$\text{磁針路 MFA} = 22^\circ 30' + 5^\circ = N 27^\circ 30' E$$

又羅針路 C<sub>(B)</sub>FB = NE 自差十度西トセバ

$$\text{磁針路 MFB} = 45^\circ - 10^\circ = N 35^\circ E \text{ナリ。}$$

次ニ自差ヲ求メントスル船首Dノ磁針路北三十三度東ナリトセバ、前例ト同様ニ算出スルコトヲ得ベシ。即チ

	(A)	(B)	(C)
C. Co	Dev	M. Co	M. Co
NNE	5° R	27° 30' RN	33° 0' RN
NE	10° L	35° 0' RN	27° 30' RN
	15°	7 30'	5 30'

$7^\circ.5 : 5.5 = 15 : X$   
 $X = \frac{5.5 \times 15}{7.5} = 11^\circ$   
 NNE Dev 5° R  
 變化量 11°  
 所要ノ自差 6° L

**算則**

(1) 自差表ヲ檢シ二個ノ任意ノ羅針路ヲ取り、之レニ自差ヲ加減シテ二個ノ磁針路ヲ求メ改正セントスル磁針路ヲ最近ニ夾ムヤ否ヤヲ檢シ。モシ最近ニ挾マザル場合ハ羅針路ヲ取り直シ改正スベキ磁針路ヲ最近ニ挾ム磁針路ヲ求ムベシ。

(2) 二個ノ磁針路ヲ求ムルトキ使用シタル二個ノ自差ガ同名ナラバ差。異名ナラバ和ヲ求メAトス。

(3) 二個ノ磁針路ガ同名ナラバ差。異名ナラバ和ヲ求メBトス。

(4) 改正スベキ磁針路ト之レヲ挾ム二個ノ磁針路内一個トガ同名ナラバ差。異名ナラバ和ヲ求メCトス。



(5)  $B : C = A : X$  ナル比例式ニ依リ變化量ヲ求ムベシ。

$$X = \frac{A \times C}{B}$$

(6)  $C$ ヲ求ムル場合ニ使用シタル磁針路ニ對スル自差ニ變化量ヲ加減ス。

自差ガ増加スル場合ニハ相加ヘ、減少スル場合ハ相減シテ所要ノ自差トナス。

兩自差ガ異名ニシテ、變化量ガ自差ヨリ大ナルトキハ變化量ヨリ自差ヲ減ジテ反對ノ符ヲ配シテ所要ノ自差トナス。

(7) 磁針路ニ自差ヲ改正シテ羅針路ヲ求ムルコト前節ノ如シ。

例題 1. 磁針路北五十度東ニ相當スル羅針路ヲ求ム。但シ自差表下ノ如シ。

船首	自差	船首	自差
N	2° 0' E	NE/E	25° 0' E
N/E	9° 0' E	E NE	24° 0' E
N NE	17° 0' E	EN	22° 0' E
NE/N	22° 0' E	E	19° 0' E
NE	24° 0' E		

解

C. Co	Dev	M. Co	M. Co
N NE	17° R	39° 30' RN	50° 0' RN
NE/N	22° R	55° 45' RN	39° 30' RN
	5°	16° 15'	10° 30'

$$16^{\circ}.25 : 10^{\circ}.50 = 5^{\circ} : X$$

$$X = \frac{10^{\circ}.50 \times 5^{\circ}}{16^{\circ}.25} = 3^{\circ}.23$$

Dev	17°	0' E
	3°	14'
Dev	<u>20°</u>	<u>14' E</u>

M. Co	50°	0' RN
Dev	20°	14' L
C. Co	<u>29°</u>	<u>46' RN</u>
	N 29°	46' E

例題 2. 磁針路北四十五度十五分西ニ相當スル羅針路如何。但シ自差ハ下表ノ如シ。

船首	自差	船首	自差
W	1° 0' W	NW/N	17° 0' W
WN	20° 0' W	NNW	12° 0' W
WNW	21° 0' W	NW	6° 0' W
NW/W	21° 0' W	N	2° 0' E
NW	20° 0' W		

解

C. Co	Dev	M. Co	M. Co
NNW	12° L	34° 30' LN	45° 15' LN
NW/N	17° L	50° 45' LN	34° 30' LN
	5°	16° 15'	10° 45'

$$16^{\circ}.25' : 10^{\circ}.75' = 5^{\circ} : X$$

$$X = \frac{10^{\circ}.75' \times 5^{\circ}}{16^{\circ}.25} = 3^{\circ}.30$$

NNW.	12°	0' W
Cor	3°	18' +
Dev	<u>15°</u>	<u>18' W</u>

M. Co	45°	15' LN
Dev	15	18' R
C. Co	<u>29°</u>	<u>57' LN</u>
	N 29°	57' W

例題 3. 磁針路南二十八度四十五分西ニ相當スル羅針路如何。但シ自差ハ下表ノ如シ。

船首	自	差	船首	自	差
E	19°	0'E	S E S	2°	0'E
E/S	16°	0'E	S S E	1°	0'W
E S E	13°	0'E	S E	3°	0'W
S E E	9°	0'E	S	5°	0'W
S E	6°	0'E			

解

C. Co	Dev	M. Co	M. Co
S E/S	2° R	31° 45' LS	28° 45' LS
S S E	1° L	23° 30' LS	23° 30' LS
	3°	8° 15'	5° 15'

$$8^{\circ}.25 : 5^{\circ}.25 = 3^{\circ} : E$$

$$X = \frac{5^{\circ}.25 \times 3^{\circ}}{8^{\circ}.25} = 1.9$$

S S E	1°	0' W
Cor	1°	54' -
Dev	0°	54' E

M. Co	28°	45' L S
Dev		54' L
C. Co	29°	39' L S
	S	29° 39' E

例題 4. 眞針路南二十八度西。風ハ西北西ニシテ一點ノ風壓差アリ、偏差ハ十八度三十分西ナルトキ、羅針路如何。但シ自差表下ノ如シ。

船首	自	差	船首	自	差
S	2°	0'E	S W W	19°	0'W
S W	3°	0'W	W S W	21°	0'W
S S W	7°	0'W	W S	24°	0'W
S W S	11°	0'W	W	27°	0'W
S W	15°	0'W			

解

C. Co	Dev	M. Co	M. Co
W S	24° L	54° 45' RS	57° 45' RS
W	27° L	63° 0' RS	54° 45' RS
	3°	8° 15'	3° 0'

$$8^{\circ}.25 : 3^{\circ} = 3^{\circ} : X$$

$$X = \frac{3 \times 3}{8.25} = 1^{\circ}.09$$

W S	24°	0' W
	1°	5' +
Dev	25°	5' W

T. Co	28°	0' R S
L. W	11°	15' R
App. Co	39°	15' R S
Var	18°	30' R
M. Co	57°	45' R S
Dev	25°	5' R
C. Co	82°	50' R S
	S	82° 50' W

例題 5. 眞針路南十一度西ニシテ、偏差十三度東ナルトキ之レニ相當スル羅針路如何。但シ自差ハ下表ノ如シ。

船首	自	差	船首	自	差
S	2°	0'E	S E/E	20°	0'E
S E	6°	0'E	E S E	23°	0'E
S S E	10°	0'E	E/S	25°	0'E
S E/S	14°	0'E	E	27°	0'E
S E	17°	0'E			

解

C. Co	Dev	M. Co	M. Co
S	2° R	2° 0' RS	2° 0' LS
S E	6° R	5° 15' LS	2° 0' RS
	4°	7° 15'	4° 0'

第三章 針路及方位ノ改正

$$7^{\circ}.25 : 4^{\circ} = 4^{\circ} : X$$

$$X = \frac{4^{\circ} \times 4^{\circ}}{7^{\circ}.25} = 2^{\circ}.2$$

$$S. \quad 2^{\circ} \quad 0' \quad E$$

$$\quad \quad 2 \quad 12'$$

$$Dev \quad \underline{4' \quad 12' \quad E}$$

$$T. Co \quad 11^{\circ} \quad 0' \quad R S$$

$$Va \quad 13^{\circ} \quad 0' \quad L$$

$$M. Co \quad 2 \quad 0 \quad L S$$

$$Dev \quad 4 \quad 12' \quad L$$

$$C. Co \quad 6^{\circ} \quad 12' \quad L S$$

$$\quad \quad \underline{S \quad 6^{\circ} \quad 12' \quad E}$$

問題(1) 磁針路南三十二度西ニ相當スル羅針路如何。但シ試験用自差表第三號ヲ使用スベシ。

(2) 磁針路北六十度東ニ相當スル羅針路如何。但シ試験用自差表第三號ヲ使用スベシ。

(3) 眞針路西北西ニシテ偏差二十二度西ナルトキ、羅針路如何。但シ自差表第二號ヲ使用スベシ。

4 磁針路北十八度四十五分西ニ相當スル羅針路如何。但シ自差表第三號ヲ使用スベシ。

(5) 磁針路北四十七度西ニ對スル羅針路如何。但シ自差表第一號ヲ使用スベシ。

(6) 眞針路北三十七度西ニ對スル羅針路ヲ求ム。但シ偏差六度三十分西ニシテ自差表下ノ如シ。

船首	自差	船首	自差
N	9° 50' E	N W W	3° 45' W
N W	7° 0' E	W N W	5° 30' W
N N W	4° 15' E	W, N	7° 40' W
N W, N	10° 20' E	W	8° 10' W
N W	1° 30' W		

航海術

(7) 眞針路北十三度東ニ對スル羅針路如何。但シ偏差二度三十分西ニシテ自差次表ノ如シ。

船首	自差	船首	自差
N	1° 50' E	N E E	9° 30' W
N/E	0° 10' E	E N E	12° 0' W
N N E	2° 15' W	E N	15° 30' W
N E/N	4° 0' W	E	17° 40' W
N E	6° 40' W		

(8) 磁針路北二度四十九分西ニ相當スル羅針路如何。但シ自差表第二號ヲ使用スベシ。

(9) 磁針路南五度東ニ對スル羅針路如何。但シ自差表第一號表ヲ使用スベシ。

(10) 磁針路南南西ニ對スル羅針路如何。但シ自差表第一號表ヲ使用スベシ。

答(1) 南四十八度六分西。(6) 北三十七度十二分西。

(2) 北三十九度二十八分東。(7) 北十六度二十七分東。

(3) 北三十度七分西。(8) 北二度四十九分西。

(4) 北九度二十四分西。(9) 南六度七分東。

(5) 北五十二度四十五分西。(10) 南九度三十九分西。

第四節 方位改正

方位ノ改正ハ沿岸航行中物標ノ羅針方位ヲ測定シ、之レヲ磁針方位又ハ眞方位ニ改正シテ海圖ニ船位ヲ決定スル

場合等ニ行ハレ各其ノ測得羅針方位ガ一船首方位ニ於テ測定セシ場合ニハ皆該船首方位ニ對スル自差ヲ含入セルヲ以テ各羅針方位ニ同一ノ自差ヲ加減セザル可カラズ。

又其改正法ハ羅針路ヲ磁針路及眞針路ニ改正スル方法ト同一ノ手續ヲ行ヘバ可ナルモ物標ノ羅針方位ニテ船位ヲ決定スル場合ハ、最モ迅速ニ磁針方位又ハ眞方位ニ改正シテ海圖上ニ其位置ヲ定ムルヲ要スルコト多キヲ以テ計算ノ手數ヲ除キ得ル方法ヲ取ルコト肝要ナリ。

**算 則**

(1) 羅針方位ノ如何ニ關セズ定規ヲ以テ海圖ノ羅牌上ニ於テ羅針方位ニ相當スル方位ニ當ツベシ。

磁針方位ニ改正スル場合ハ海圖ノ磁針方位ノ羅牌ニ眞方位ニ改正スル場合ハ海圖ノ眞方位羅牌上ニ、羅針方位ニ相當スル方位ヲ探ルコトニ注意スベシ。

(2) 磁針方位ニ改正スル場合。

自差東ナレバ其自差量ダケ海圖羅牌上ニ於テ定規ヲ右旋シ、自差西ナレバ其自差量ダケ定規ヲ左旋セバ所要ノ磁針方位ナリ。

(3) 眞方位ニ改正スル場合。

羅針儀違差 Compass Error (自差+偏差)ガ東ナルトキハ其量ダケ海圖羅牌上ニ於テ定規ヲ右旋シ。西ナルトキハ其量ダケ定規ヲ左旋セバ所要ノ眞方位ナリ。

(4) 眞方位又ハ羅針方位ヲ羅針方位ニ改正スル場合ハ上記ノ手續ヲ反對ニ行フベシ。

又針路モ同一ノ方法ヲ以テ簡單ニ羅針路ニ改メ得ベシ。

第四章 對 數

航海者ハ種々複雑ナル公式ヲ用ヒ且ツ短時間ニ船ノ位置ヲ定ムルヲ要ス。故ニ乗法ヲ加法ニ、除法ヲ減法ニ、方乘法ヲ乘法ニ、開法ヲ除法ニ變化シテ複雑ナル計算ヲ簡易ナラシムル對數ヲ使用セバ其受クル便益甚ダ大ナリ。

第一節 對數ノ解説

【1】對數ノ定義

$$b^x = N$$

ナル關係式アリトセバ。xヲ底數(Base) bニ關シテ一數Nノ對數ナリト稱ス。而テ次ノ如ク記ス。

$$\log_b N = x$$

即チbヲ底數トセルNノ對數トハ、Nヲ得ル爲メニbニ施スベキ冪指數ノコトヲ云フナリ。

普通底ヲ選定スルニ二様アリ一ハ

$$e = 2.718281823$$

ニシテ他ハ10ナリ。eヲ底數トシタル對數ヲ自然對數 Hyperbolic logarithms ト稱シ 10ヲ底トシタル對數ヲ普通對數 Common logarithms ト稱ス。後者ハ日常用フル所ノモノニシテ例ヘバ1000ノ對數ト云フハ10ヲ底數トスル 1000ノ對數ト云フ意味ニシテ  $10^3 = 1000$  ナリ。故ニ1000ノ對數ハ3ナリ。

總テノ眞數ハ對數ヲ有シ逆ニ總テノ對數ハ之レニ對スル眞數 Natural number ヲ有ス。

【2】對數ノ性質

(1) 二數ノ積ノ對數ハ各數ノ對數ヲ加ヘタルモノニ等シ  
即チA、Bヲ二數トシ底ヲbトスレバ

$$\log_b (A \times B) = \log_b A + \log_b B$$

ナリトス。

證明 今  $A = b^x$   $B = b^y$  ト假定スレバ

$$\log_b A = x \quad \log_b B = y \quad \text{ナリ。}$$

而シテ  $A \times B = b^{x+y}$  ナルヲ以

テ  $\log_b (A \times B) = x + y = \log_b A + \log_b B$  ナリ。

(2) 二數ノ商ノ對數ハ實ノ對數ヨリ法ノ對數ヲ引キタルモノニ等シ  
即チA、Bヲ二數トシ底ヲbトスレバ

$$\log_b \frac{A}{B} = \log_b A - \log_b B \quad \text{ナリトス。}$$

證明 今  $A = b^x$   $B = b^y$  ト假定スレバ

$$\log_b A = x \quad \log_b B = y \quad \text{ナリ。}$$

而シテ  $\frac{A}{B} = b^{x-y}$  ナルヲ以テ

$$\log_b \frac{A}{B} = x - y = \log_b A - \log_b B \quad \text{ナリ。}$$

(3) 一數ノ或冪ノ對數ハ其數ノ對數ニ冪指數ヲ乗ジタルモノニ等シ  
即チ一數ノ或冪ヲ  $A^m$  トシ底ヲbトスレバ

$$\log_b (A^m) = m \log_b A \quad \text{ナリトス。}$$

證明 今  $A = b^x$  ト假定スレバ  $A^m = b^{mx}$  ナ

リ。而テ  $\log_b A = x$   $\log_b (A^m) = mx$  ナルヲ

以テ  $\log_b (A^m) = m \log_b A$

(4) 一數ノ或冪根ノ對數ハ其數ノ對數ヲ指數ニテ割リタルモノニ等シ 即チ一數ノ或冪根ヲ  $\sqrt[m]{A}$  トシ底ヲ  $b$  ト

スレバ  $\log_b \sqrt[m]{A} = \frac{1}{m} \log_b A$  ナリトス。

證明 今  $A = b^x$  ト假定スレバ  $\sqrt[m]{A} = b^{\frac{x}{m}}$  ナリ。

而シテ  $\log_b A = x$   $\log_b \sqrt[m]{A} = \frac{x}{m}$  ナルヲ以テ

$\log_b \sqrt[m]{A} = \frac{1}{m} \log_b A$  ナリ。

(5) 1ノ對數ハ零ナリ 即チ  $\log_b 1 = 0$  ナリトス。

證明  $1 = b^0$  ナルヲ以テ

$\log_b 1 = 0$  ナリ。

(6) 底ノ對數ハ1ナリ 即チ  $\log_b b = 1$  ナリトス。

證明  $b^1 = b$  ナルヲ以テナリ。

(7) 一底數ノ二個ノ底ニ關スル二對數間ノ關係。即チ一數ヲ  $A$  底ヲ  $a$  及  $b$  トナシ

$A = a^x = b^y$  ト假定スレバ

$x = \log_a A$   $y = \log_b A$  又  $x = y \log_a b$

$y = x \log_b a$  ナリ。

故ニ  $xy = xy \log_a b \times \log_b a$

即チ  $\log_a b \times \log_b a = 1$ .....1

又  $\log_b A = x \log_b a = \log_a A \times \log_b a$ .....2

$\log_a A = y \log_a b = \log_b A \times \log_a b$ .....3

ナリ。

而シテ (2) (3) ハ一數  $A$  ノ底  $a$  又ハ  $b$  ニ關スル對數ヲ

知リテ底  $a$  又ハ  $b$  ニ關スル對數ヲ求ムルニ用キル式ナリ。

【3】 底ノ變更

底ノ撰擇ハ隨意ナリ。今底  $e$  ニ關スル對數ヲ底  $10$  ニ關スル對數ニ變更セントス。

$\log_a A = \log_a b \times \log_b A$  ニ於テ

$a = 10$   $b = e$  トスレバ

$\log_{10} A = \log_{10} e \times \log_e A$

$= 0.43429448 \times \log_e A$

此  $\log_{10} e = 0.43429448$  ヲ自然對數ヲ普通對數ニ改ムルトキ用ユル模數ト云フ。

普通對數ヲ自然對數ニ改メント欲セバ

$\log_a A = \log_a b \times \log_b A$

ニ於テ  $a = e$   $b = 10$  トシテ

$\log_e A = \log_e 10 \times \log_{10} A$

$= 2.302585 \times \log_{10} A$

此  $\log_e 10 = 2.302585$  ハ普通對數ヲ自然對數ニ改ムルタメ用ユラ模數ナリ。

【4】 指標及假數並指標ヲ求ムル法

普通對數ヲ見ルニ整數部分ト小數部分トヨリ成立ツヲ常トス。其整數部分ヲ指標 (Characteristic or Index) ト稱シ。後者ヲ假數 (Mantissa) ト稱ス。而シテ指標ヲ定ムルニハ下記ノ規則ニ從フベシ。

(1) 1 より大ナル數ノ對數ノ指標ハ其整數部分ノ數字ノ數ヨリ 1 少ナキ數ナリ。

例ヘバ 12345.67 ノ對數ノ指標ヲ求メンニ、此數ハ  $10^4$  ヨリ大ニシテ  $10^5$  ヨリ小ナルヲ以テ其對數ハ 4.....ノ形ヲ取ルベシ、即チ指標ハ 4 ナリ。

(2) 1 より小ナル數、即眞小數ノ對數ノ指標ハ小數點ノ次ニ在ル零ノ數ヨリ 1 多キ數ニ負號ヲ與ヘタル數ナリ。

例ヘバ 0.713 ノ對數ノ指標ヲ求メンニ、此ノ數ハ  $\frac{1}{10} = 10^{-1} = 0.1$  ヨリハ大ニシテ  $\frac{1}{10^0} = \frac{1}{1} = 1$  ヨリハ小ナリ。故ニ其對數ハ  $-1 + 0.....$  形ヲ取ルベシ。即チ其標ハ  $\bar{1}$  ナリ。

又 0.00567 ヲ考フルニ 此數ハ  $\frac{1}{10^3} = 10^{-3} = 0.001$  ヨリハ大ニシテ  $\frac{1}{10^2} = 10^{-2} = 0.01$  ヨリハ小ナリ、故ニ其對數ハ  $-3 + 0.....$  形ヲ取ルベシ。即チ  $\bar{3}$  ナリ。

(3) 同數字ヨリ成立チ單ニ小數點ノ位置ノミ異ナル二數ノ對數ノ假數ハ同一ナリ。

例ヘバ 123.45 及 12.345 ナル二數アリトセバ、前者ハ後者ノ十倍ナルヲ以テ指標ニ於テ異ナル外假數ニ於テハ同一ナリ。

**【5】對數表ノ説明**

(1) 松本氏航海表 32 表 (37 頁至 38 頁) 1 ヨリ 1000 ニ至ル眞數ノ對數表及同表 33 表 (39 頁至 54 頁) 1000 ヨリ 9999 ニ至ル眞數ノ對數表ヲ見ルニ 四位迄ノ眞數ノ對數ハ直ニ表ニ

示サレタレドモ五位ノ數ノ對數ハ“Part”ト記セル條下ノ數ヲ利用シテ求メ得ラルベシ。是レ第五位ノ差ノ 1, 2, 3 等ナルニ對シテ對數ノ差何程ナルカヲ示セル數ナリ。

(2) 三角函數ノ對數。

$0^\circ$  ヨリ  $11^\circ 10'$  ニ至ル角ノ正弦及  $78^\circ 50'$  ヨリ  $90^\circ$  ニ角ノ餘弦ハ、松本氏航海表 35 表 (88 頁至 123 頁)  $0^\circ$  ヨリ  $11^\circ 10'$  ニ至ル一秒度ノ正弦對數表ニヨルテ便ナリトス。

$0^\circ$  ヨリ  $4^\circ$  ニ至ル角ノ正切及  $86^\circ$  ヨリ  $90^\circ$  ニ至ル角ノ餘切ノ對數ハ 同表 37 表 (296 頁至 319 頁)  $0^\circ$  ヨリ  $4^\circ$  ニ至ル一秒度ノ正切對數表ニヨルテ便ナリトス。

以上ノ場合ノ外一般ニ三角函數ノ對數ハ同表 (36 表 124 頁至 295 頁) 六線對數表ニヨリ求ムベシ。本表ニ記載セラレタル對數ハ角  $15''$  毎ニ記サレアルヲ以テ其中間ニ位スル角、例ヘバ  $30^\circ 26' 17''$  ノ正弦ノ對數ノ如キハ  $''$  ニ相當スル丈ノ對數ヲ M. D ト記セル條下ニ於テ見出シテ訂正ヲ行ハザル可カラズ。

(3) 三角函數ノ對數ハ皆ナ指標ニ 10 ヲ加ヘタルモノヲ記セリ。例ヘバ  $\log_{10} \sin 37^\circ 30' 36'' = \bar{1}.784533$  ヲ  $9.784533$  ト記セルガ如シ。此ノ如キ場合ノ對數ニハ  $\log$  ノ代リニ L ヲ冠スルヲ常トス。

$$L \sin 37^\circ 30' 36'' = 9.784533$$

(4) 正弦ノ表差ト餘割ノ表差トハ共通ナリ。h ヲ表差トシ、A ヲ或角度トセバ

$$\begin{aligned} L \sin(A+h) - L \sin A &= \log \frac{\sin(A+h)}{\sin A} \\ &= \log \frac{\operatorname{Cosec} A}{\operatorname{Cosec}(A+h)} \\ &= L \operatorname{Cosec} A - L \operatorname{Cosec}(A+h) \end{aligned}$$

(5) 正切ノ表差ト餘切ノ表差トハ共通ナリ。

$$\begin{aligned} L \tan(A+h) - L \tan A &= \log \frac{\tan(A+h)}{\tan A} \\ &= \log \frac{\cot A}{\cot(A+h)} \\ &= L \cot A - L \cot(A+h) \end{aligned}$$

(6) 餘弦ノ表差ト正割ノ表差トハ共通ナリ。

$$\begin{aligned} L \cos A - L \cos(A+h) &= \log \frac{\cos A}{\cos(A+h)} = \log \frac{\sec(A+h)}{\sec A} \\ &= L \sec(A+h) - L \sec A \end{aligned}$$

(7) 正切ノ表差ハ正弦ノ表差ト正割ノ表差ト加ヘタルモノニ等シ。

$$\begin{aligned} L \tan(A+h) - L \tan A &= L \frac{\sin(A+h)}{\cos(A+h)} - L \frac{\sin A}{\cos A} \\ &= \log \frac{\sin(A+h)}{\sin A} \times \frac{\cos A}{\cos(A+h)} \\ &= [L \sin(A+h) - L \sin A] + [L \cos A - L \cos(A+h)] \\ &= [L \sin(A+h) - L \sin A] + [L \sec(A+h) - L \sec A] \end{aligned}$$

(8) 角ヲ與ヘテ其三角函數ヲ求ムルトキ、角ニ a ダケノ誤差アリトスレバ、其爲メニ起ル誤差ハ  $\frac{a h}{15}$  ニ最モ近キ整数ヨリハ小ナリ。

(9) 角ノ三角函數ノ對數ヲ與ヘテ其角ヲ求ムルトキ、對數ニ b ダケノ誤差アリトスレバ其ガ爲ニ生ズル誤差ハ  $\frac{15 b}{h}$  ニ最モ近キ整数ヨリハ小ナリ。サレバ凡ソ秒ノ百分ノ一迄ハ正シト見做スベシ。

### 【6】 眞數ノ對數ヲ求ムル法

(1) 四位以下ノ數ヨリナル眞數ノ對數ヲ求ムルニハ、航海表ノ對數表ニ於テ上欄“Log”ト記シタル條下ニテ與ヘラレタル眞數ヲ探シ、右方“Log”ト記シタル條下ニテ假數ヲ求メ、之レニ指標ヲ配シテ所要ノ對數トス。

例題 1. 眞數 758 ノ對數ヲ求ム。

答 2.879669 松本氏航海表 32 表(38頁) 或ハ 33 表(57頁)

先ヅ 758 ノ假數 .879669 ヲ表ヨリ探リ、此眞數ハ三位ヨリナル整数ナルヲ以テ指標 2 ヲ配ス。

例題 2. 眞數 5354 ノ對數ヲ求ム。

答 3.728678 松本氏航海表 33 表(51頁)

眞數 5353 ノ假數 .728678 ヲ表ヨリ探リ、此眞數ハ四位ヨリナル整数ナルヲ以テ指標 3 ヲ配ス。

例題 3. 眞數 93.46 ノ對數ヲ求ム。

答 1.970626 松本氏航海表 33 表(62頁)

眞數 93.46 ノ假數 .970626 ヲ表ヨリ探リ、此眞數ノ整数部分ハ二位ナルヲ以テ指標 1 ヲ配ス。

例題 4. 眞數 4.653 ノ對數ヲ求ム。

答 0.667783 松本氏航海表 33 表(49頁)



眞數 4653 ノ假數 .667733 ヲ表ヨリ探リ、此眞數ノ整數部分ハ一位ナルヲ以テ指標 0 ヲ配ス。

例題 5. 眞數 -0.2371 ノ對數ヲ求ム。

答  $\bar{1}.374932$  松本氏航海表(33表)

眞數 2371 ノ假數ノ .374932 ヲ表ヨリ探リ、此眞數ハ小數ニシテ  $10^{-1}$  ヨリ大ニシテ 1 ヨリ小ナルヲ以テ指標  $\bar{1}$  ヲ配ス。(第四項參照)

例題 6. 眞數 0.0009 ノ對數ヲ求ム。

答  $\bar{4}.954242$  松本氏航海表  $\begin{cases} 32 \text{ 表 } 37 \text{ 頁} \\ 33 \text{ 表 } 61 \text{ 頁} \end{cases}$

眞數 9・假數 .954242 ヲ表ヨリ探リ、此眞數ハ小數ニシテ小數點以下零ハ三個ナルヲ以テ指標  $\bar{4}$  ヲ配ス。

(2) 四位以上ノ數ヨリ成ル眞數ノ對數ヲ求ムルニハ、前法ノ如ク最初眞數ノ四位ダケニ對スル假數ヲ探リ、次ニ比例部分 Proportional Parts 即チ單ニ 'Part' ト記載セル條下ニ於テ第五位ノ眞數ニ對シテ其區劃内(最初ノ假數ヲ探リタル部分)ニ於テ假數ヲ探リ之レヲ最初求メタル四位ニ對スル假數ト末尾ヲ揃ヘテ記スベシ。

第六位ヲ有スルトキハ、前記同様ニシテ "Part" ノ假數ヲ探リ。先キニ列記セシモノヨリ一位ダケ右方ヘ末尾ヲ繰下ゲ記ス。若シ第七位第八位アルトキハ前法ニ從ヒテ假數ノ位ヲ順次一位ヅツ右ヘ繰下ゲテ列記ス。

最後ニ其總和ヲ求メ規定ノ指標ヲ配スレバ所要ノ對數ナルモ、對數ハ常ニ小數以下六位ニ止メ、其以下ハ五捨六

入シテ所要ノ對數トナスベシ。

例題 7. 眞數 467893 ノ對數ヲ求ム。

解 眞數 假數 松本氏航海表 33 表(49頁)

4678.....	.670060	
9.....	84	答 <u>5.670147</u>
3.....	28	
	5.6701468	

例題 8. 眞數 2.467801 ノ對數ヲ求ム。

解 眞數 假數 松本氏航海表 33 表(49頁)

2467.....	.392169	
8.....	141	答 <u>0.392310</u>
0.....	000	
1.....	18	
	0.39231018	

### 【7】對數ヲ以テ其眞數ヲ求ムル法

(1) 對數ヲ以テ眞數ヲ求ムルニハ、對數表上欄ニ "Log" ト記シタル條下ニ於テ其假數ト契合シタルモノヲ探シ、之ニ對スル "No" ノ條下ニ於ル數ヲ探リ、指標及ビ其符號ニ從ヒテ、該數ニ小數點ヲ配シ、所要ノ小數トナス。

(2) 指標ノ符號正ナルトキ指標ノ數ヨリ 1 多キ桁ヲ眞數ノ頭ヨリ算シテ小數點ヲ配スベシ。

指標 0 ナルトキハ頭ヨリ一桁目ニ小數點ヲ配スベシ。

指標ノ符號負ナルトキハ指標ノ數ヨリ 1 少キ 0 ヲ頭ニ加ヘテ小數點ヲ配スベシ。

(3) 對數表ニ其假數ト契合シタルモノ無キトキ、ハ與

ヘラレタル假數ニ次ギテ少キ假數ヲ探リテ其眞數ヲ求メ次ギニ假數ノ差ヲ比例部分ノ行ニテ求メ契合スルモノアラバ此ノ比例部分ニ對スル眞數ヲ探リテ先キニ求メタル眞數ノ右ニ書キ添フ可シ。

若シ契合スル比例部分無キトキハ是レニ次ギテ少キモノヲ探リ之レニ對スル眞數ヲ探リ先キノ眞數ノ右ニ記ス。更ニ比例部分ノ殘餘ニ零一個ヲ附シテ之レニ對スル眞數ヲ求メ前記ノ眞數ノ右ニ記シ。且ツ必要ニ從ヒ此ノ手數ヲ順次繰返ヘスベシ。

例題 1. 對數 3.141459 ノ眞數ヲ求ム。

解	假 數	.141459	眞 數	松本氏航海表
	表ノ假數	.141450	1385	33表(40頁)
	假數ノ差	.....90	0	
	比例部分	.....63.....	2	
	比例部分ノ差	.....270		
	比例部分	.....252.....	8	
			<u>1385.028</u>	

例題 2. 對數 5.678910 ノ眞數ヲ求ム。

解	假 數	.678910	眞 數	松本氏航海表
	表ノ假數	.678882	4774	33表(49頁)
	假數ノ差	.....28		
	比例部分	.....27.....	3	
	比例部分ノ差	.....10		
	比例部分	.....9.....	1	
			<u>477431</u>	

例題 3. 對數 7.702430 ノ眞數ヲ求ム。

解 假數 .702430 眞數 50400000.

本題ノ假數ハ對數表ノ假數ニ契合スルヲ以テ其儘探リ

タルナリ。松本氏航海表 33 表(50頁)

例題 4. 對數 2.765652 ノ眞數ヲ求ム。

解	假 數	.765652		松本氏航海表
	表ノ假數	.765594	.....5829	33表(52頁)
	假數ノ差	.....58		
	比例部分	.....52.....	7	
		.....60		
	比例部分	.....60.....	8	
			<u>584978</u>	
			0.0582978	

【8】 對數ニ依ル乘法及ビ除法

(1) 對數ニ依ル乘法

或數ノ乘積ヲ對數ニ依リ求ムルニハ乘スベキ各眞數ヲ探リテ相加ヘ、其和ニ對スル眞數ヲ求ムベシ。

本章第二項參照。

例題 1. 999 × 88 ヲ對數ニ依リ求ム。

解	999	log	2.999565	
	88	log	1.944483	+
		log	4.944048	
	8791		.....38	表ノ假數(同數字ノ處ハ省略セリ)
			.....10	比例部分
			.....10	
答	<u>87912.</u>			

例題 2. 0.00585 × 0.00023 ヲ對數ニ依リ求ム。

解	0.00585	log	3.728354	
	0.00023	log	4.361728	+
			8.090082	
	1280		.....89905	
			.....177	
			.....176	
答	<u>.0000012805</u>		.....1	

(2) 對數ニ依ル除法。

被除數ノ對數ヨリ除數ノ對數ヲ減ジ其差ノ眞數ヲ求ムルニ在リ。

若シ被除數ノ指標ガ除數ノ指標ヨリモ小ナルトキハ、被除數ニ 10 ヲ加ヘテ然ル後除數ヲ減ジ最後ニ眞數ヲ求ムル際ニ 10 ヲ指標ヨリ引キテ眞數ヲ求ムベシ。

例題 3. 67894 ÷ 124 ヲ對數ニ依リテ求ム。

$$\begin{array}{r} \text{解} \quad 67894 \quad \lg \quad 4.831832 \\ \quad 124 \quad \lg \quad 2.093422 - \\ \hline \quad \quad \quad 2.738410 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{答} \quad \underline{547.53} \\ \quad \quad \quad \frac{384}{26} \\ \quad \quad \quad \frac{24}{2} \end{array}$$

例題 4. 343 ÷ 9875 ヲ對數ニ依リテ求ム。

$$\begin{array}{r} \text{解} \quad 343 \quad \lg \quad 12.535294 \quad \text{指標} = 10 \text{ヲ加ヘ} \\ \quad 9875 \quad \lg \quad 3.994537 \\ \hline \quad \quad \quad 8.540757 - 10 \quad \text{タルモノ} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{答} \quad \underline{.034734} \\ \quad \quad \quad \frac{05}{52} \\ \quad \quad \quad \frac{50}{2} \end{array}$$

本題ニ於テ - 10 ノ符號ヲ配シテ負ノ指標ヲ示セルモ實算ニ於テ直チニ 2 ト記入ス。

例題 5. 0.072 ÷ 85.34 ヲ對數ニ依リテ求ム。

$$\begin{array}{r} \text{解} \quad 0.072 \quad \lg \quad 8.857333 \\ \quad 85.34 \quad \lg \quad 1.931153 - \\ \hline \quad \quad \quad 4.926180 \quad \text{或ハ } 6.926180 - 10. \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{答} \quad \underline{0.00084368} \\ \quad \quad \quad \frac{8436}{8} \\ \quad \quad \quad \frac{14}{2} \end{array}$$

【9】 餘對數 Co-log

$\frac{A}{B} = A \times \frac{1}{B}$  ニシテ  $\frac{1}{B}$  ヲ稱シテ B ノ逆數ト云フ。依ツテ上式ヲ對數ノ式ニテ表ハセバ

$$\lg A - \lg B = \lg A + (\lg 1 - \lg B)$$

ナル關係ヲ有ス。而シテ  $\lg 1 - \lg B$  ハ逆數ノ對數ニシテ是レヲ餘對數 Co-log ト稱ス且ツ 1 ノ對數ハ零ナルヲ以テ上式ハ

$$\begin{aligned} \log A - \lg B &= \log A + (0 - \log B) \\ &= \log A + (10 - \log B) - 10 \end{aligned}$$

故ニ  $10 - \log B$  ハ餘對數ナリ。即チ或數ノ餘對數ヲ求ムルニハ其數ノ對數ヲ 10 ヲ減ズレバ可ナリ。

又上式ニ依リ明ナル如ク餘對數ヲ用フルトキハ對數ノ減法ヲ變ジテ加法トスルコトヲ得ベシ。

例題 1. 355 ÷ 113 ヲ對數ニ依リテ計算スベシ。

$$\begin{aligned} \text{解} \quad \lg 355 - \lg 113 &= \lg 355 + (10 - \lg 113) - 10 \\ &= \lg 355 + \text{Co-log } 113 - 10 \end{aligned}$$

ナルヲ以テ

$$\begin{array}{r} 355 \quad \lg \quad 2.550228 \\ 113 \quad \text{Colog} \quad 7.946922 \\ \hline 3.141 \quad \quad \quad 10.497150 - 10 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \frac{068}{82} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \frac{83}{88} \\ \hline \underline{3.1416} \quad \quad \quad -1 \end{array}$$

答

【10】 對數ニ依ル方乘法及開法

(1) 對數ニ依ル方乘法。

或數ノ或冪ヲ對數ニ依リテ求ムルニハ其數ノ對數ニ冪指數ヲ乘ジ其積ニ對スル眞數ヲ求ムルニ在リ。

例題 1.  $(3.1416)^2$  ヲ對數ニ依リテ求ム。

解 3.1416 log 0.497151  
 $\begin{array}{r} 2 \times \\ 0.994302 \\ 9869 \quad 273 \\ \hline 29 \\ 6 \quad 26 \\ \hline 30 \\ 答 \quad 06 \quad 26 \\ \hline 9.869606 \end{array}$

例題 2.  $(7973)^5$  ヲ對數ニ依リテ求ム。

解 79.73 log 1.901622  
 $\begin{array}{r} 5 \times \\ 9.508110 \\ 3221 \quad 7991 \\ \hline 119 \\ 8 \quad 108 \\ \hline 110 \\ 8 \quad 108 \\ \hline 20 \\ 1 \quad 13 \\ \hline 70 \\ 5 \quad 67 \\ \hline 30 \\ 答 \quad 2 \quad 27 \\ \hline 30 \\ \hline 322188522 \end{array}$

例題 3.  $(0.34)^2$  ヲ對數ニ依リテ求ム。

解 0.34 log 1.531479  
 $\begin{array}{r} 2 \times \\ 2 + 1.062958 = 1.062958 \\ 答 \quad 0.1156 \end{array}$

(2) 對數ニ依ル開法。

或數ノ冪根ヲ對數ニ依リテ求ムルニハ其數ノ對數ヲ冪指數ニテ除シ。其商ニ對スル眞數ヲ求ムルニアリ。

例題 1.  $\sqrt{335.94}$  ヲ對數ニヨリテ求ム。

解  $\begin{array}{r} 335.94 \dots \dots \log 2) 2.526262 \\ \sqrt{335.94 \dots \dots \log} \quad 1.263131 \\ 眞 數 \quad 18.32 \dots \dots \dots 2925 \\ \hline 206 \\ 8 \dots \dots \dots 190 \\ \hline 160 \\ 06 \dots \dots \dots 142 \\ \hline 18 \\ \hline 18.32806 \end{array}$

答

例題 2.  $\sqrt[3]{2.931}$  ヲ對數ニヨリテ求ム。

解  $\begin{array}{r} 2.931 \dots \dots \log 3) 0.467016 \\ \sqrt[3]{2.931 \dots \dots \log} \quad 0.155672 \\ 眞 數 \quad 1.431 \dots \dots \dots 40 \\ \hline 32 \\ 1 \dots \dots \dots 30 \end{array}$

答

例題 3.  $\sqrt[7]{0.0009453}$  ヲ對數ニヨリテ求ム。

解  $\begin{array}{r} 0.0009453 \dots \dots \log \quad 4.975432 \\ 7) 7 + 3.975432 \\ \hline 1 + 0.567979 \\ \sqrt[7]{0.0009453 \dots \dots \log} \quad 1.567979 \\ 眞 數 \quad 3698 \dots \dots \dots 67 \\ \hline 12 \\ 1 \dots \dots \dots 12 \end{array}$

答

〔11〕 三角對數ノ函數

三角函數ヲ求ムルニハ、角四十五度以下ナルトキハ、

表ノ上欄ニ度数ヲ求メ左端ノ行ニ分秒ヲ求メ、上欄記載正  
弦、餘弦、正切、餘切、正割、餘割ノ條下ニ於テ相當對數ヲ求ムベ  
シ。角四十五度以上ナルトキハ、表ノ下欄ニ度ヲ求メ右端  
ノ行ニ分秒ヲ求メ下欄記載正(餘弦正)餘切正(餘割)ノ條ニ於  
テ相當對數ヲ求ムベシ。

松本氏航海表ニハ每十五秒ノ對數ヲ與フルヲ以テ、其  
以外ノ秒數ナラバ正弦 Sine 正切 Tangent 正割 Secant ニ在リ  
テハ少キ方ノ近キ對數ヲ採リ、剩餘秒數ニ對シテハ“M.  
D”ノ條下ヨリ採リ。前ニ求メタル對數ニ右端ノ桁ヲ揃へ  
テ加フベシ。又餘弦 Cosine 餘切 Cotangent 餘割 Cosecant ニ  
在リテハ多キ方ノ近キ對數ヲ採リ。不足秒數ニ對シテハ  
“M. D”ノ條下ヨリ求メテ前ニ求メタル對數ニ右端ノ數ヲ  
揃へテ加フベシ。是レ三角函數對數ハ角ノ増加スルニ從  
ヒ正弦正切及正割ノ對數ハ増加シ、餘弦餘切及餘割ノ對數  
ハ減少スルヲ以テ、剩餘秒數ノ對數ヲ常ニ加ヘテ所要ノ  
對數ヲ求メシムルタメナリ。而テ餘弦餘切及餘割ノ對數  
ハ各正弦正切及正割ノ餘對數(Co-log)ナルコトヲ記憶セバ  
零度ヨリ十一度十分ノ正弦對數表、零度ヨリ四度ニ至ル正  
切對數表ヲ使用スルニ便ナルコト大ナリ。

例題 1. Sin  $2^{\circ} 29' 24''$  ノ對數ヲ求ム。

解 L Sin  $2^{\circ} 29' 24'' = 8.637940$  航海表 35 表(102 頁)

例題 2. Cos  $89^{\circ} 50' 10''$  ノ對數ヲ求ム。

解 L Cos  $89^{\circ} 50' 10'' = 8.741878$  航海表 35 表(106 頁)

例題 3. Tan  $3^{\circ} 55' 38''$  ノ對數ヲ求ム。

解 L Tan  $3^{\circ} 55' 38'' = 8.836642$  航海表 37 (319 頁)

例題 4. Cot  $89^{\circ} 26' 55''$  ノ對數ヲ求ム。

解 L Cot  $89^{\circ} 26' 55'' = 7.923349$  航海表 37 表(299 頁)

例題 5. Sin  $35^{\circ} 15' 27''$  ノ對數ヲ求ム。

解 L Sin  $35^{\circ} 15' 15'' = 9.761330$

$$\frac{12''}{9.761366} = \frac{36}{9.761366} \quad \text{航海表 36 表(257 頁)}$$

例題 6. 或角度ノ正數ノ對數ヲ 9.784562 トセバ。該角  
度如何。

解 L Sin X = 9.784562 航海表 36 表(266 頁)

$$X = \frac{37^{\circ} 30' 30''}{\frac{26}{33} \frac{33}{33}}$$

例題 7. Tan  $57^{\circ} 42' 38''$  ノ對數ヲ求ム。

解 L Tan  $57^{\circ} 42' 30'' = 10.199303$  航海表 36 表(245 頁)

$$L \text{ Tan } \frac{8''}{57^{\circ} 40' 38''} = \frac{37}{10.199340}$$

例題 8. L Tan X = 9.740164 ヲ與ヘテ X ヲ求ム。

解 L Tan X = 9.740164 航海表 36 表(231 頁)

$$X = \frac{28^{\circ} 47' 59''}{\frac{14}{70} \frac{70}{70}}$$

例題 9. Sec  $77^{\circ} 50' 25''$  ノ對數ヲ求ム。

解  $L \text{ Sec } 77^\circ 50' 15'' = 10.676366$

$$L \text{ a:c } \frac{77^\circ 50' 25''}{77^\circ 50' 15''} = \frac{10.676464}{10.676366} \quad \text{航海表 36 表(164頁)}$$

例題 10. 或角度ノ正割ノ對數ヲ 10.103358 トセバ該角度如何。

解

$$L \text{ Sec } X = 10.103358 \quad \text{航海表 36 表(266頁)}$$

$$\begin{array}{r} 37^\circ 58' 45'' \\ \quad \quad \quad 45 \\ \hline \quad \quad \quad 13 \\ \quad \quad \quad 13 \\ \hline X = \frac{37^\circ 58' 58''}{37^\circ 58' 45''} \end{array}$$

例題 11.  $\text{Cos } 52^\circ 6' 50''$  ノ對數ヲ求ム。

解  $L \text{ Cos } 52^\circ 7' 0'' = 9.788208$  航海表 36 表(267頁)

$$L \text{ Cos } \frac{52^\circ 6' 50''}{52^\circ 7' 0''} = \frac{9.788235}{9.788208}$$

例題 12.  $L \text{ Cos } X = 9.948857$  ヲ與ヘテ  $X$  ヲ求ム。

解

$$L \text{ Cos } X = 9.948857 \quad \text{航海表 36 表(225頁)}$$

$$\begin{array}{r} 27^\circ 15' 45'' \\ \quad \quad \quad 61 \\ \hline \quad \quad \quad -4 \\ \quad \quad \quad 4 \\ \hline X = \frac{27^\circ 15' 49''}{27^\circ 15' 45''} \end{array}$$

例題 13.  $\text{Cot } 25^\circ 17' 12''$  ノ對數ヲ求ム。

解  $L \text{ Cot } 25^\circ 17' 15'' = 10.325662$  航海表 36 表(217頁)

$$L \text{ Cot } \frac{25^\circ 17' 12''}{25^\circ 17' 15''} = \frac{10.325678}{10.325662}$$

例題 14.  $L \text{ Cot } X = 10.066617$  ヲ與ヘテ  $X$  ヲ求ム。

解

$$L \text{ Co } X = 10.066617 \quad \text{航海表 36 表(278頁)}$$

$$\begin{array}{r} 40^\circ 37' 15'' \\ \quad \quad \quad 47 \\ \hline \quad \quad \quad -30 \\ \quad \quad \quad 30 \\ \hline X = \frac{40^\circ 37' 22''}{40^\circ 37' 15''} \end{array}$$

例題 15.  $\text{Co ec } 56^\circ 33' 38''$  ノ對數ヲ求ム。

解  $L \text{ Co ec } 56^\circ 33' 45'' = 10.078580$  航海表 36 表(249頁)

$$L \text{ Co ec } \frac{56^\circ 33' 38''}{56^\circ 33' 45''} = \frac{10.078597}{10.078580}$$

例題 16.  $L \text{ Cosec } X = 10.189046$  ヲ與ヘテ  $X$  ヲ求ム。

解

$$L \text{ Cosec } X = 10.189046 \quad \text{航海表 36 表(277頁)}$$

$$40^\circ 19' 15'' \quad \frac{51}{-5}$$

$$X = \frac{40^\circ 19' 17''}{40^\circ 19' 15''}$$

例題 17.  $\text{Cosec } 0^\circ 30' 21''$  ノ對數ヲ求ム。

解 正弦餘割及ビ正切餘切ノ對數ハ角度小ナルトキ。餘弦正割竝ニ正切餘切ノ對數ハ角度大ナルトキ。其變化急ナルヲ以テ誤數ヲ生ジ易シ。然ルニ正弦正切ノ小ナル角度ニ對スル對數。餘弦餘切ノ大ナル角度ニ對スル對數ハ一秒毎ニ記載セルヲ以テ正確ナル對數ヲ得ラル、モ、他ノ場合ニハ記載セラレザルタメ該表ヲ利用シ餘對數ニ依リ求メザル可カラズ。例ヘバ

$$\text{Cosec } A = \frac{1}{\text{Sin } A} \quad \text{ナルヲ以テ、本式ノ對數形ハ}$$

$$\log \text{ Cosec } A = \log 1 - \log \text{ Sin } A$$

$$= 0 - \log \text{ Sin } A$$

$$\text{故ニ } L \text{ Cosec } A = (20 - L \text{ Sin } A)$$

$$L \text{ Sin } 0^\circ 30' 21'' = 7.945879 \quad \text{航海表 35 表(91頁)}$$

$$L \text{ Cosec } 0^\circ 30' 21'' = \frac{12.054121}{12.054121}$$

雜問 1.

$$X = \sqrt{\frac{68.9 \times 72.11}{7.81 \times 6.95}} \quad \text{ヲ對數ニ依リテ求ム。}$$

解	68.9	log	1.805501
	72.11	log	1.857995
	7.81	colog	9.107349
	6.95	colog	9.158015
		2)	21.928860
			10.964430 - 10
	9213		01
			29
			28
			1
	6		
	<u>X = 9.2136</u>		

雜問 2.

$$X = \frac{21 \times \sin 21^\circ 15' 32''}{\sin 15^\circ 16' 42''} \quad \text{ヲ對數ニ依リテ求ム。}$$

解	21	log	1.322219
	Sin 21° 15' 32"	L	9.559407
	Cosec 15° 16' 42"	L	10.579206
			21.460832 - 20
	2889		47
			85
	5		76
			90
			91
	6		
	<u>X = 28.8956</u>		

## 第五章 平面航法

### Plane Sailing

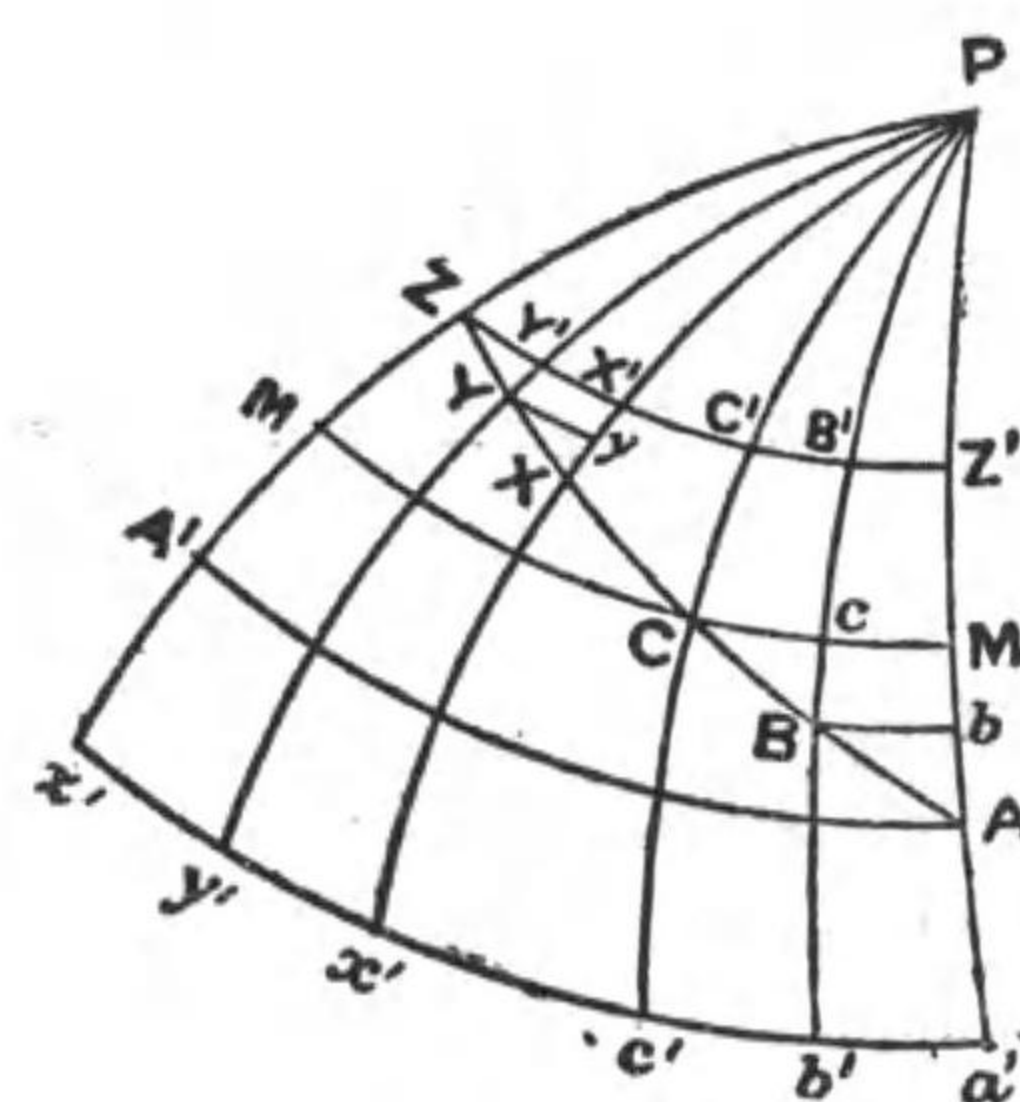
本航法ハ平面三角法ノ公式ヲ使用シテ針路、航程、變緯及東西距ノ内何レカニツ要素ヲ知り他ノ二要素ヲ算シ、船ノ位置ヲ求メル方法ナリ。然レドモ本航法ノミニテハ船ノ位置ヲ決定スルコト能ハズ。故ニ他ノ航法ト相俟ツテ使用セラル。

又本航法ハ地球面ヲ平面ト見做シ、公式ヲ作りタルモノニ非ザルヲ以テ航程ノ大ナル場合ニ於テモ實用上誤差ヲ生ズルコトナシ。之レ公式ノ構成ニ於テ明ニ了解スルコト得ベシ。

#### 第一節 公式ノ説明

第十八圖ニ於テ A Z ヲ二地點 A 及 Z ヲ過ル航程ノ線

第十八圖



Rhumb line トシ。

今 A Z ヲ A B, B C, ..... X Y, Y Z, 等ノ如ク無數ニ等分シ其等分點 B, C, ..... X, Y, Z, 等ヲ過リ距等圈ヲ引クトキハ無數ノ小三角形 A B b, B C c, ..... X Y y, Y Z Y' 等ヲ作ルコトヲ得ベシ。

斯ク地球表面ニ作ラレ

タル無数ノ小三角形ヲ平面直角三角形ト見做シ得ベシ。  
又 AZ ハ航程ノ線ナルヲ以テ各平面直角三角形ハ等角ナリ。

此等ノ諸三角形ニ於テ、針路角ニ就テ子午線ニ沿ヘル邊ヲ求ムレバ下ノ如シ。但シ針路角ヲ Co ヲ以テ示ス。

$$\begin{aligned} A b &= AB \cdot \cos Co. \\ B c &= BC \cdot \cos Co, \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \\ X y &= XY \cdot \cos Co. \\ Y Y' &= ZY \cdot \cos Co. \end{aligned}$$

此總和ヲ求ムレバ。

$$(A b + B c + \dots + X y + Y Y') = (A B + B C + \dots + X Y + Y Z) \cos Co.$$

然ルニ (A b + B c + \dots + Y y + Y Y') ハ A 地ト Z 地ノ間ノ變緯 D. Lat. ニシテ (A B + B C + \dots + X Y + Y Z) ハ A 地ト Z 地ノ間ノ航程ナリ。故ニ

$$D. Lat = Dist \times \cos Co \dots\dots\dots I$$

次ニ諸三角形ニ於テ針路角ニ就テ、距等圈ニ沿ヘル邊ヲ求ムレバ、

$$\begin{aligned} B b &= AB \cdot \sin Co. \\ C c &= BC \cdot \sin Co. \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y y &= X Y \cdot \sin Co. \\ Z Y' &= Z Y \cdot \sin Co. \quad \text{ナリ。而シテ} \end{aligned}$$

此總和ヲ求ムレバ、

$$(B b + C c + \dots + Y y + Z Y') = (A B + B C + \dots + X Y + Y Z) \sin Co.$$

トナルベシ。然ルニ (B b + C c + \dots + Y y + Z Y') ハ A 地ト Z 地ノ間ノ東西距 Dep ナルヲ以テ

$$Dep = Dist \times \sin Co \dots\dots\dots II$$

ナリ。

同様ニシテ距等圈ト子午線トニ沿ヘル邊ノ關係ヲ諸三角ニ於テ求レムバ、即チ

$$\begin{aligned} B b &= A b \cdot \tan Co. \\ C c &= B c \cdot \tan Co. \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \\ Y y &= X y \cdot \tan Co. \\ Z Y' &= Y Y' \cdot \tan Co. \quad \text{ナリ。} \end{aligned}$$

又其總和ハ、

$$(B b + C c + \dots + Y y + Z Y') = (A b + B c + \dots + X y + Y Y') \tan Co.$$

$$\text{ニシテ } (B b + C c + \dots + Y y + Z Y') = Dep.$$

$$(A b + B c + \dots + X y + Y Y') = D. Lat \quad \text{ナルヲ以テ}$$

$$Dep = D. Lat \times \tan Co \dots\dots\dots III$$

ヲ得ベシ。

又 I II III 式ヲ變化スレバ、他ノ式ヲ得ベシ。即チ、

I 式ヨリ



$$\frac{Dep}{Dist} = \sin Co. \quad \text{或ハ} \quad Dist = Dep \times \text{Cosec Co.}$$

II 式ヨリ

$$\frac{D. Lat}{Dist} = \cos Co. \quad \text{或ハ} \quad Dist = D. Lat \times \text{Sec Co.}$$

III 式ヨリ

$$\frac{Dep}{D. Lat} = \tan Co. \quad \text{或ハ} \quad D. Lat = Dep \times \cos Co.$$

以上各公式ハ構成ヨリ見ルモ正確ナルモノニテ、如何ナル航程ノ線上ヲ航スルモ使用スルコトヲ得。

### 第二節 算法

#### 【1】針路及航程ヲ知り變緯及東西距ヲ求ムル場合

$$\text{公 式} \begin{cases} Dep = Dist \times \sin Co. \\ D. Lat = Dist \times \cos Co. \end{cases}$$

#### 算 則

(1) 航程ノ對數、針路ノ正弦(Sine)ノ對數ヲ求メ其和ヨリ 10ヲ減ジテ、之レニ對スル眞數ヲ求ムレバ、所要ノ東西距ナリ。

航程ノ對數、針路ノ餘弦 Cosine ノ對數ヲ求メ、其和ヨリ 10ヲ減ジテ之レニ對スル眞數ヲ求ムレバ、所要ノ變緯ナリ

(2) 東西距ニハ針路ノ東西ノ符號ニ從ヒ、東或ハ西ヲ配シ。變緯ニハ針路ノ南北ノ符號ニ從ヒ北或ハ南ヲ配ス。

例題 1. 某地ヲ發シ眞針路南三十四度三十分東ニテ二百

五十浬航走シ或港ニ達シタリ。兩地ノ東西距及變緯如何。

解	Dist 250	log 2.397940	log 2.397940
	S. 34° 30' E	L Sin 9.758128	LCos 9.915994
		2.151068	2.313984
	Dep	3	867
	D. Lat	50	67
	141x6	206 0	31
		3	190
		6	184
	141.6016 E	206.02 S	Dep DLat
			答 141.60 E 206.03 S

例題 2. 一船アリ北緯四十八度四十分、東經百三十九度五十分ノ地ヨリ北東ヲ北へ二百九十六浬航走セリ。着達地ノ緯度及其間ノ東西距如何。

解	Dist 296,	log 2.471292	Dist 296'	log 2.471292
	N 33° 45' E	S. n 9.744739	N 33° 45' E	Cos 9.914846
		2.216031		2.591138
	164.4	5902	246.1	12
		129		26
	4	106	1	18
		23		80
	1	26	4	70
	164.44 E		246.114 N	
	Lat f. 48° 40' 0" N	Dep 164.44 E		
	D. Lat 4° 6' 7" N	答 D. Lat 246.11 N		
	Lat. in 52° 46' 7" N	Lat. in 52° 46' 7" N		

#### 【2】變緯及東西距ヲ知りテ針路及航程ヲ求ムル場合

$$\text{公 式} \begin{cases} \frac{Dep}{D. Lat} = \tan Co. \\ Dist = D. Lat \times \text{Sec Co.} \end{cases}$$

**算 則**

(1) 東西距ノ對數ニ10ヲ加ヘ、之レヨリ變緯ノ對數ヲ減ジテ其差ノ對數ヲ正切 Tangent ノ對數トシテ度数ヲ求メ變緯ノ符號ヲ其前ニ、東西距ノ符號ヲ後ニ、配シテ所要ノ針路トナス。

(2) 變緯ノ對數ト針路ノ正割 Secant ノ對數トノ和ヨリ10ヲ減ジテ眞數ヲ求メ航程トス。

例題 1. 北緯三十四度ノ地ヲ發シ。某針路ニテ數時間航走シテ北緯三十六度三十二分ノ地ニ達シタリ。此間ノ東西距ハ東へ百五十二浬ナリト云フ。本船ノ針路及航程如何。

解 D. Lat	ヲ求ム。	Co. ヲ求ム。	Distヲ求ム。
Lat f.	34° 0' N	Dep 152	log 12.181844
Lat in	26° 32' N	D. Lat 152	log 12.181844 ...log 2.181844
	<u>2° 32' N</u>		<u>10.000000</u> ...log 10.150515
	60	Co. <u>N 45° E</u>	<u>2.332556</u>
	<u>120'</u>		236
	32		123
D. Lat	<u>152' N</u>		<u>121</u>
		Dist	<u>214.96</u>

例題 2. 一船アリ南緯二十七度十五分ノ地ヨリ南緯二十四度三十九分ノ地ニ至リ。東西距ヲ東へ七十九浬半ヲ生ゼリ。針路及航程如何。

解 D. Lat	ヲ求ム。	Co. ヲ求ム。	Distヲ求ム。
Lat f.	27° 15' S	Dep 79.5 E	log 11.900367
Lat in	24° 39' S	D. Lat 156 N	log 2.198125 log 2.198125
	<u>2° 36' N</u>		<u>L Tan 9.707242</u> L. Sec 10.050185
	60	Co. <u>N 27° 0' 15" E</u>	log 2.243260
	<u>120'</u>		088
	36		222
D. Lat	<u>156 N</u>		<u>222</u>
		17.50	
		<u>9</u>	
		Dist	<u>175.09</u>

問題(1) 船アリ。北緯三十六度三十分ノ地ヲ發シ眞針路南西イ西へ四百二十浬航走セリ。着達地ノ緯度及兩地ノ東西距如何。

(2) 船アリ。南緯三度五十四分ノ地ヲ發シ眞針路北西四分三西へ航走シ北緯二度十四分ノ地ニ到達セリ。該船ノ航走距離及東西距如何。

(3) 一船南緯十五度五十五分ニ在ル「セントヘレナ」島 St. Helena ヲ發シ眞針路南東イ南二分南へ東西距百十五浬ヲ作ルマデ航走セリ。着達緯度及航程如何。

(4) 一船北緯二十八度二十分ノ地ヲ發シ北東方ニ航スルコト四百八十六浬ニシテ、天測ニ依リ北緯三十二度十七分ノ地ニ在ルコトヲ知レリ。然ラバ其船ノ眞針路及東西距如何。

(5) 一船北緯三十七度三分ニ在ル「セントビンセント」岬 Cape St Vincent ヲ發シ南ト西トノ間ニ航シ變緯六十九浬。東西距二百十五浬ヲ爲セリ。本船ノ眞針路航程

第五章 平面航法

及ビ着達緯度如何。

(6) 一船北緯四十九度五十八分ニ在ル「ライザード」燈臺 Lizard ヲ發シ西方ノ針路ニテ四百五十六浬ヲ航シタルトキ。該燈臺ノ正南三百六十浬ノ地點ニアルコトヲ知レリ。本船ノ眞針路東西距及ビ着達地ノ緯度如何。

(7) 一船北緯三十五度十五分ニ在ル「ハツタラス」岬 Cape Hatteras ヲ發シ北東方ニ二百二十六浬航シタルトキ該岬ノ東方百九十八浬ノ東西距ヲ爲セルコトヲ知レリ。本船ノ眞針路及着達緯度如何。

(8) 某日午後六時北緯十四度四十五分ノ地ニ在ル「バード」岬 Cape Verd ヲ發シ毎時七節ノ速力ニテ眞針路南西ノ西二分一西へ翌日正午マデ航走セリ。本船ノ航走距離。東西距及着達緯度如何。

(9) 一船北緯五十五度三十分ノ地ヲ發シ眞針路南三十三度四十五分西へ二十時間航走シテ北緯五十三度十七分ノ地ニ達セリト云フ。本船ノ毎時ノ速力及ビ其間ノ東西距如何。

(10) 北東方ニ航シ東西距ガ變緯ノ二倍トナル可キ針路如何。

- 答 (1) Lat in  $32^{\circ} 37' N$  Dep  $349.3 W$   
 (2) Dist  $617.8$  Dep  $496.2 W$   
 (3) Lat in  $19^{\circ} 30' S$  Dist  $244'$   
 (4) T. Co.  $N 60^{\circ} 49' E$  Dep  $424.3 E$

航海術

- (5) T. Co.  $S 72^{\circ} 12' W$  Dist  $225.7$   
 Lat in  $35^{\circ} 54' N$   
 (6) T. Co.  $S 37^{\circ} 52' W$  Dep  $279.9 W$   
 Lat in  $43^{\circ} 58' N$   
 (7) T. Co.  $N 61^{\circ} 10' E$  Lat in  $37^{\circ} 4' N$   
 (8) Dist  $126'$  Dep  $120.6$  Lat in  $14^{\circ} 8' N$   
 (9) Dep  $88.87 W$  Dist  $160'$  Rate per hour  $8'$   
 (10) T. Co.  $N 63^{\circ} 26' 6'' E$

## 第六章 方位表

方位表ハ平面直角三角形ノ斜邊ト垂線ニ對スル一角 (Vertical Angle) トヲ用ヒ、平面直角三角形ノ公式ニ依リ垂線ト底邊ノ値ヲ算出シテ編シタル表ニシテ、換言セバ針路及航程ニ對シ變緯及東西距ヲ前章平面航法ノ公式ニ依リ算シ以テ編シタル表ナリ。

故ニ本表ヲ使用セバ航海術ノ計算ヲ簡捷ニスルコトヲ得ベシ。

### 第一節 方位表作成ノ原理及表ノ構成

#### 【1】方位表作成ノ原理

第十九圖 ABC ヲ平面直角三角形トセバ、A 角ニ對シ、邊 a ハ垂線、b ハ底邊、c ハ斜邊ナリ。故ニ

$$a = c \sin A$$

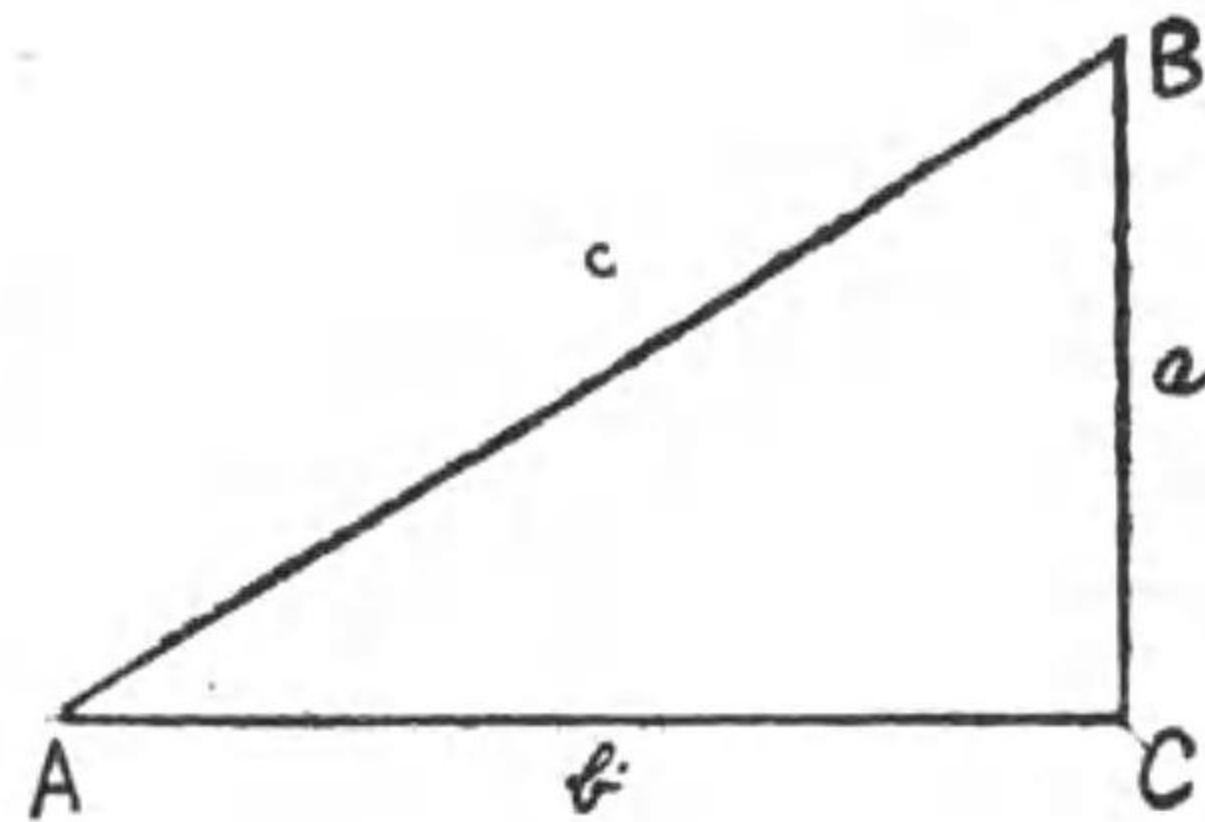
$$b = c \cos A$$

ナリ。又角 B ニ對シテハ

$$a = c \cos B \quad b = c \sin B \quad \text{ナリ。}$$

然ルニ角 A ト角 B トノ關係ハ  $B = 90 - A$  ナルヲ以テ角 B ハ角 A ノ餘角ナリ。例ヘバ角 A ヲ三十度トスレバ、

第十九圖



B ハ六十度ナリ。

故ニ  $a = c \sin A = c \cos B$  ナリ。從テ角 A ニ對スル垂線 a ノ値ハ、角 A ノ餘角 B ニ對スル底ノ値ト同一ナリ。

今角 A ヲ針路トセバ、a = 東西距、b = 變緯、c = 航程ナリ。故ニ針路角ヲ四分一點乃至四點及一度乃至四十五度ノ航程每一浬ニ對スル變緯及東西距ノ値ヲ算セバ、針路角四點乃至七點四分三及四十五度乃至八十九度ノ航程每一浬ニ對スル變緯及東西距ノ値ハ前者ノ變緯ト東西距トヲ反轉スルコトニ依リ得ベシ。

#### 【2】松本氏航海表方位表ノ構成

(1) 第四十表(五百三十四頁至五百四十九頁)

四分一點ヨリ四點ニ至ル針路ヲ上欄ニ、四點ヨリ七點四分三點ニ至ル針路ヲ下欄ニ記載シ、一浬ヨリ三百浬ニ至ル每一浬ニ對シ、變緯及東西距ノ値ヲ記載シ、各行ノ上部ニ “Dist” “D. Lat” 及 “Dep” ヲ記シ、各行ノ下部ニハ D. Lat ノ條下ニハ “Dep” ヲ、Dep ノ條下ニハ “D. Lat” ヲ記載セリ。

(2) 第四十一表(五百五十頁至六百三十九頁)

一度ヨリ四十五度ニ至ル針路ヲ一度毎ニ上欄ニ、四十五度ヨリ八十九度ニ至ル針路ヲ一度毎ニ下欄ニ設ケ、一浬ヨリ六百浬ニ至ル一浬毎ノ航程ニ對シテ夫々變緯及東西距ノ値ヲ記載シ、航程變緯及東西距ノ各行ノ上部ニ

“Dist” “D. Lat” “Dep” を記シ。D. Lat の條下ニハ “Dep” を、Dep の條下ニハ “D. Lat” を記載セリ。

第二節 方位表使用法

【3】 針路及航程ヲ知ツテ變緯及東西距ヲ求ムル場合

算則

(1) 與ヘラレタル針路ノ點數若クバ度數ニ依リテ方位表ヲ開クベシ。

(2) 航程 “Dist” の條下ニ於テ與ヘラレタル航程ヲ見出し之レニ對スル變緯 “D. Lat” 東西距 “Dep” を各其行ニ於テ求ムベシ。

針路ガ四點若シクバ四十五度以下ナルトキハ、上欄記載ノ變緯及東西距ニ從フベク、四點若シクバ四十五度以上ナルキトハ下欄記載ノ變緯及東西距ニ從フベシ。

(3) 航程ニ小數アルトキハ、小數點ナキモノト見做シテ之レニ對スル變緯ト東西距ヲ求メ。然ル後前記ノ變緯及東西距ノ小數點ヨリ左方へ。航程ノ小數點ヨリ右方ノ數(桁)ダケ移スベシ。

變緯及東西距ハ小數點以下一位ニ止メ。第二位ハ之レヲ五捨六入スベシ。

(4) 航程一哩ヨリ三百哩乃至六百哩迄記載セルヲ以テ、與ヘラレタル航程ガ表記載ノ航程ヨリ大ナルトキハ、之レヲ二分三分四分若シクバ五分シ、先ツ之レニ合セテ變

緯及東西距ヲ求メ。然ル後最初航程ヲ除シタル數ヲ之レニ乘ズレバ所要ノ變緯東西距ヲ得ベシ。

例題 1. 一船アリ、眞針路南東二分一南ニテ三百哩ヲ航セリ。變緯及東西距如何。

解	航海表 40 表, 547 頁	D. Lat	Dep
		231.9 S	190.3 E

例題 2. 眞針路北六十八度西ニテ三百六十哩ヲ航セリ。變緯及東西距如何。

解	航海表 41 表, 593 頁	D. Lat	Dep
		134.8 N	333.8 W

例題 3. 眞針路北四十五度三十分東ニテ六十哩ヲ航セリ。變緯及東西距如何。

解 航海表 41 表, 636 及 638 頁

		D. Lat	Lep
Co	45°	42.4 N	42.4 E
Co	46°	41.7 N	43.2 E
		2) 84.1	2) 85.6
N 45° 30' E	ニ對スル	<u>42.0 N</u>	<u>42.8 E</u>

例題 4. 眞針路北西二分一北ニテ二十哩三ヲ航走セバ。其變緯及東西距如何。

解 航海表 40 表 548 頁

航程ヲ 203 ト見做シテ變緯及東西距ヲ求ムレバ、

D. Lat	Dep
156.9 N	128.8 W

最初 20.3 ヲ 203 へシテ D. Lat 及 Dep ヲ求メタ

ルヲ以テ、小數點ヲ左ヘ一桁タメ移シ第二位ヲ五捨六入セバ所要ノ D. Lat 及 Dep ナリ即チ

D. Lat	Dep
15.7 N	12.9 W

例題 5. 眞針路南四十一度西ニテ七百十四浬航走セバ。

變緯及東西距如何。

解 航海表 41 表, 631 頁

航程 714 ヲ二分シタル 357' ヲ航程トシテ變緯及東西距ヲ求ムレバ、

D. Lat	Dep
269.4 S	234.2 W

ナリ。故ニ之レヲ二倍スレバ所要ノ D. Lat 及 Dep ナリ。即チ

D. Lat	Dep
269.4 S	234.2 W
2	2
<u>538.8 S</u>	<u>468.4 W</u>

本題ニ於テ航程ヲ二分スル換リニ。600 浬ニ對スル D. Lat 及ビ Dep ト 114 浬 (714-600) ニ對スル D. Lat 及ビ Dep トヲ求メテ各ヲ加ヘテ其和ヲ以テ所要ノ D. Lat 及ビ Dep トナスモ同一ナリ。

		D. Lat	Dep
Dist	600'	452.8	393.6 +
"	114 +	86.0 +	74.8
"	714 = 對スル	<u>538.8 S</u>	<u>468.4 W</u>

【4】 變緯及東西距ニ依リテ針路及航程ヲ求ムル場合

算則

(1) 與ヘラレタル變緯及東西距ノ内何レカ大ナル方ノ數ヲ方位表ノ "D. Lat" (上欄) ノ條下ニ於テ索メ。次ニ "Dep" ノ條下ニ於テ小ナル方ノ數ニ符合スルマデ頁ヲ繰索シ。符合スル數ヲ得レバ其等ニ對スル航程ヲ求メレバ、所要ノ航程ナリ。又此場合ニ於テ與ヘラレタル變緯ガ東西距ヨリ大ナルトキハ、表ノ上欄ノ度數ヲ以テ所要ノ針路トナシ。變緯ガ小ナルトキハ、表ノ下欄ノ度數ヲ以テ所要ノ針路トナスベシ。

(2) 變緯ノ N 或ハ S 符ヲ針路ノ前ニ配シ。東西距ノ E 或ハ W 符ヲ後方ニ配シテ針路ノ符號トナスベシ。

(3) 與ヘラレタル變緯及東西距ニ符合シタルモノナク、之レニ近キモノアルトキハ之レニ對スル針路及航程ヲ以テ所要ノモノトナス。

(4) 與ヘラレタル變緯及東西距ニ近キ數ヲ引續キ二頁ニ見出スモ二者ニ符合セザル場合ニ於テハ、兩頁ノ針路及ビ航程ノ平均ヲ以テ所要ノ航程及針路トナスベシ。

(5) 變緯及東西距ガ表記載ノ數ヲ超ユル時ハ、整除シ得ベキ數ニテ除シ、之レヲ變緯及東西距トシテ針路及航程ヲ求メ。此航程ニハ前ニ除シタル數ヲ乘ジテ所要ノ航程トナス。針路ハ如何ナル場合ニ於テモ乗除スベカラズ。

第六章 方位表

(9) 變緯及東西距ガ極メテ小ナル時ハ、數頁引續キテ同數ナルコトアルヲ以テ、正確ナル針路及航程ヲ得ルニハ變緯及ビ東西距ニ10ヲ乘ジ、其積ヲ以テ表ニ入り針路及航程ヲ求メ。航程ノミヲ10ニテ除シ所要ノ航程トナス。

例題 1. 船アリ、其針路ニテ數時間航走シテ變緯六十九浬二南。東西距十六浬西ヲ生ゼリ。眞針路及航程如何。

解 航海表 41 表 (574頁)

T. Co.	Dist.
<u>S 13° W</u>	<u>71'.0</u>

例題 2. 船アリ、其針路ニテ航走シ北へ變緯三十六浬。西へ東西距六十浬ヲ爲セリ。針路及航程如何。

解 航海表 41 表 (610頁)

T. Co.	Dist.
<u>N 59° W</u>	<u>70'.0</u>

二者ノ内大ナル數60ヲ表ノ上方記載“D. Lat”ノ行ニ求メ之レニ對スル36ヲ見出スマデ表ヲ繰ルトキハ 610 頁ニ於テ 60.0 對 36.1 ヲ見出シ得ベシ。與ヘラレタル變緯及東西距ト殆ンド一致セルヲ以テ、此等ニ對スル航程 70'ヲ以テ所要ノ航程トナス。而テ東西距ノ方が大ナルヲ以テ、下欄ノ度數ヲ以テ針路トス。

例題 3. 船アリ、或針路ニテ航走シ北へ變緯百六十七浬七。東へ東西距五百六十五浬六ヲ生ゼリ。針路及航程如何。

解 航海表表 41 表 (647—648頁)

航海術

T. Co.	Dist.
<u>N 73° 30' E</u>	<u>590'.0</u>

表 581 頁ノ 567.1 及ビ 162.7 ハ與ヘラレタル變緯及ビ東西距ニ比較的近く、又表 583 頁ノ 564.2 及 172.5 ニモ近シ。而テ兩者ノ中間ガ最モ近キヲ以テ航程及針路ハ其頁ノ中間ヲ求ムベシ。

例題 4. 變緯九百六十二浬二南。東西距四百九十浬四西ナル時。針路及ビ航程如何。

解 航海表 41 表 (603頁)

T. Co.	Dist.
<u>S 27° W</u>	<u>1080'.0</u>

與ヘラレタル兩數ハ表記載ノ數ヲ超過セルヲ以テ各之レヲ二分シ D. Lat. ヲ 481'.2 Dep. 245'.0 トシテ表ニ入ルトキハ 603 頁ニ於テ兩者ニ合致スル數ヲ得ベシ。而テ D. Lat. ガ Dep. ヨリ大ナルヲ以テ、上方ノ度數 27°ヲ以テ針路シ。航程 540'ヲ二倍シテ所要ノ航程トス。

例題 5. 變緯零浬一南。東西距一浬東ナル時。針路及航程如何。

解 航海表 41 表 (560頁)

T. Co.	Dist.
<u>S 84° E</u>	<u>1'.0</u>

算則 5 參照。

## 第七章 聯針路航法

### Traverse Saling.

航海スルニ當リ風潮ノ狀況陸地ノ介在、岩礁ノ存在等ニ因リ、多クノ場合目的地ニ向テ直行スルコト不可能ナリ。故ニ種々ナル針路ヲ取リテ縫航シ以テ目的地ニ到ラザル可カラズ。而テ航海中ハ毎時ノ航程、羅針路、自差、偏差、風向、風力、及流潮ノ方向並ニ流速ヲ記載スルヲ以テ航走セシ種々ナル眞針路ト航程ニ依リ本船ガ其目的地ニ向テ直行シタルト同一ノ想像的直行針路及航程ヲ求ムルコトヲ得ベシ。此ノ想像的直行針路及航程ヲ求ムル方法ヲ聯針路航法ト云フ。

此ノ航法ハ平面航法ニ依リ各針路及航程ニ對シテ一々變緯及東西距ヲ算スル勞ヲ除クタメ一般ニ方位表ヲ用ヒテ計算スルコト、セリ。

#### 算則

(1) 眞針路ト是レニ對スル航程トヲ以テ方位表ニヨリ變緯及東西距ヲ求ム。羅針路ナルトキハ之ヲ眞針路ニ改ムベシ。

變緯 N ナルカ S ナルカ、又東西距 E ナルカ W ナルカニ從ヒ、各行ヲ別ニシテ記入スベシ。

(2) 他ノ眞針路及航程ニ對シテ變緯及東西距ヲ求メ記入スルコト(1)ニ同ジ。

(3) N 及 S ノ行ニ記入シタル變緯ヲ相加ヘテ各行ノ下ニ書シ、更ニ小ナルモノヲ、大ナル方ノ下ニ記シ差ヲ求メテ所要ノ變緯トナシ、大ナル方ノ名ヲ配ス。東西距モ亦之レト同一ノ計算ヲナス。

(4) 變緯及東西距ヲ以テ、針路及航程ヲ方位表ニヨリ求ム。

(5) 東西距零ナル時、變緯ノ N 或ハ S ナルカニ依リ直行針路ハ北或ハ南トシ。變緯ヲ以テ直行航程トス。

(6) 變緯零ナル時、東西距ノ E 或ハ W ナルカニ依リ、直行針路ヲ正東或ハ正西トシ。東西距ヲ以テ航程トス。

例題 1. 船アリ、北緯五十度十三分ニ在ル一點ヲ出帆シ。

下記ノ眞針路及航程ニテ航セリ。直行針路及航程並ニ着達緯度如何。  
 W S W 51 哩, W N 35 哩, S E 45 哩  
 S W W 55 哩, S S E 41 哩

解

T. Co.	Dist	D. Lat		Dep.	
		N	S	E	W
S 6 <sup>pts</sup> W	51		19.5		47.1
N 7'' W	35	6.8			34.3
S 1'' E	45		44.1	8.8	
S 5'' W	55		30.6		45.7
S 2'' E	41		37.9	15.7	
T. Co. made good S 39° W		6.8	132.1	24.5	127.1
Dist. made good			6.8		24.5
	162		<u>125.3</u>		<u>102.6</u>

Lat. f. 50° 13' N  
 D. Lat. 2° 5.3 S  
 Lat. in. 48° 7.7 N



第七章 聯針路航法

例題 2. 某地ヲ發シ、下記ノ眞針路及船程ニテ航セバ直行針路及航程如何。

	眞針路	航程		眞針路	航程
1	N 72° E	21'	5	S 1° W	19'
2	N 38° E	17'	6	S 65° E	48'
3	S 26° W	13	7	N 76° E	19'
4	S 73° E	19'	8	N 48° E	48'

解

No.	T. Co.	Dist.	D. Lat.		Dep.	
			N	S	E	W
1	N 72° E	21'	6.5		20.0	
2	N 38° E	17'	13.4		10.5	
3	S 26° W	13'		11.7		5.7
4	S 73° E	19'		5.6	18.2	
5	S 1° W	19'		19.0		0.3
6	S 65° E	48'		20.3	43.5	
7	N 76° E	19'	4.6		18.4	
8	N 48° E	48'	32.1		35.7	
Co. & Dist made good			56.6	56.6	146.3	6.0
East			56.6		6.0	
			0.0		140.3	

例題 3. 某地ヲ發シ、次ノ如キ諸羅針路及ビ航程ニテ航セリ。直行針路及航程如何。

航海術

No.	羅針路	航程	風向	風壓差	自差	偏差
1	S	15	S	0 pts	0°	15° E
2	SSE	31	SW	1 pts	11° W	15° E
3	NE 1/2 E	35	N/W	1 1/2 pts	14° W	15° E
4	SE 1/2 S	17	SSW	1 1/2 pts	22° W	15° E
5	S/W	17	SSW	1/2 pts	10° E	15° E
6	NW/W	38	WSW	1 pts	7° E	15° E
7	SSW	19	W	1/2 pts	23° E	15° E
8	W/N	19	W	0	12° E	15° E
9	NE	34	ESE	1/2 pts	13° W	15° E
10	E/N	15	E/S	0	0	15° E

解

	1st Co.	2nd Co.	3rd Co.
	0° 0'	C. Co. 2pts	L S C Co. 4pts 2q RN
	15° 0' R	L. W. 1	L. W. 1 2 R
T. Co.	15 0 R S	3	6 0 RN
	S 15° W	or 33° 45'	L S 67° 30' RN
		Dev. 11 0 L	Dev. 14 0 L
		44° 45'	L S 53° 30' RN
		Var. 15° R	Var. 15° R
		T. Co. 29° 45'	L S T. Co. 68° 30' RN
		S 30° E	N 69° E
	4th Co.	5th Co.	6th Co.
	C. Co. 3pts 2q L S	1pts 0q R S	C. Co. 5pts 0q L N
	L. W. 1 2 L	L. W. 2 L	L. W. 1 R
	5 0 L S	2 R S	4 0 L N
	56° 15' L S	5° 38' R S	45° 0' L N
Dev.	22° 0' L	Dev. 10° R	Dev. 7° R
	78° 15' L S	15° 38' R S	38° 0' L N
Var.	15° 0' R	Var. 15° R	Var. 15° R
	T. Co. 63° 15' L S	T. Co. 30° 38' R S	T. Co. 23° 0' L N
	S 63° E	S 31° W	N 23° W

第七章 聯針路航法

7th Co.		8th Co.		9th Co.	
C. Co.	2pts 0q R S	7pts 0q LN	C. Co.	4pts 0q RN	
	2 L	78° 45' LN	L. W.	2 L	
	1 2 R S	Dev.	12 0 R	3 2 RN	
Dev.	16° 53' R S	66° 45' LN		39° 23' RN	
	23 R	Var.	15 R	Dev.	13° L
	39 53 R S	T. Co.	51° 45' LN	26° 23' RN	
Var.	15° 0 R			Var.	15° R
T. Co.	54° 53 R S	<u>N 52° W</u>		T. Co.	41° 23' RN
	<u>S 55° W</u>				<u>N 41° E</u>

10th Co.	
C. Co.	78° 45' RN
Var.	15 R
	93° 45' RN
	180
T. Co.	86° 15' L S
	<u>S 86° E</u>

No.	T. Co.	Dist.		D. Lat.		Dep.	
		Kts.	10ths	N	S	E	W
1	S 15° W	15	0		14.5		3.9
2	S 30° E	31	0		26.8	15.5	
3	N 69° E	35	0	12.5	7.7	32.7	
4	S 63 E	17	0		14.9	15.1	
5	S 31° W	17	0				8.8
6	N 23 W	38	0	35.0	10.9		14.8
7	S 55 W	19	0				15.6
8	N 52 W	19	0	11.7			15.0
9	N 41° E	34	0	25.7		22.3	
10	S 86 E	15	0		1.0	15.0	
Co. made good.				84.9	<u>75.8</u>	100.6	58.1
<u>N 77° E</u>				75.5		58.1	
Dist. made good.				<u>9.4</u>		<u>42.5</u>	
<u>4 3'</u>							

問題

(1) 一船北緯五十三度十九分ニ在ル「ダンジョン」燈臺 Dudgeon light ヲ發シ、南東ヲ南四分ノ三南ヘ八浬。東北東ヘ二十三浬。北西ヲ西二分一西ヘ三十六浬。東四分三北ヘ四十八浬。北西二分一西ヘ四十六浬ヲ航セリト云フ。其船ノ着達緯度及直行針路航程如何。

(2) 一船北緯三十八度二十五分ノ地ヲ發シ下ノ諸針路及航程ニテ航セリ。其船ノ着達緯度竝ニ直行針路及航程如何。南西ヲ西、二十八浬。西ヲ北、五十五浬。西四十七浬。南東四分三南、二十五浬。南、百一浬。西四分三南、七十二浬。

(3) 南緯三十七度二十四分ノ地ヲ發シ、南西ヲ南ヘ二十浬。西ヘ十六浬。北西ヲ西ヘ二十八浬。南南東ヘ三十二浬。東北東ヘ十四浬。南西ヘ三十六浬ヲ航セリト云フ。其船ノ着達緯度竝ニ直行針路如何。

(4) 北緯四十六度二十分ノ地ヲ發シ、下ノ如ク航スルトキハ、其船ノ着達緯度並ニ直行針路及航程ハ幾何程トナルカ、北七十二度東、二十一浬。北三十八度東、十七浬。南二十六度西、十三浬。南七十三東、十九浬。南一度西、十九浬。南六十五東、四十八浬。北七十六度東、十九浬。北四十八度東、四十八浬。

(5) 一船南緯一度五分ノ地ヲ發シ、下ノ如ク航行セリ。其船ノ着達緯度竝ニ直行針路及航程如何。

北十七度東十三浬。北三十八浬。北二十七度東十八浬。北七十九度東二十五浬。南八十三度西二十三浬。南四十八度東二十五浬二。北四十八度西二十七浬一。北三十六度西二十一浬。

(6) 一船南緯三十六度三十五分ノ地ヲ發シ、下ノ如ク航行セリ。其船ノ着達緯度竝ニ直行針路及航程如何。北八十四度西十八浬。北八十九度西三十浬四。北六十七度西二十九浬九。北三十九度西三十三浬九。北八度西二十五浬九。北七十三度西三十四浬九。北八十六度西四十四浬七。南六十五度東五十六浬。

(7) 一船北緯四十七度十二分ノ地ヲ發シ、下ノ如ク航行スルトキハ其船ノ着達緯度竝ニ直行針路及航程如何。

南三十一度西十六浬。北七十二度東十三浬一。南五十二度西十五浬。南四十四度東十五浬一。北四十四度西十九浬七。北七十七度東十一浬四。南四十度西十六浬。南十四度東六浬。

(8) 一船北緯一度ノ地ヨリ、東へ八浬。東四分一北へ二十浬。南東へ三十三浬。南四分三西へ三十浬。北東二分一北へ四十三浬。南へ二十八浬。南四分三東へ二十一浬。南へ西四分ノ一西へ十二浬ヲ航セリト云フ。其船ノ直行針路及航程竝ニ着達緯度如何。

(9) 南緯十九度ヨリ、下ノ如ク航走セバ、直行針路及航程竝ニ着達緯度如何。

南東二分一南、十三浬。南へ東、十九浬。南東へ東二十二浬。東へ南四分一南、三十二浬。北北東、二十浬。北へ西四分一西、二十七浬。北東へ東二分一東、二十四浬。南西四分一南、十浬。

(10) 一船北緯三度五十分ノ地ヲ發シ、下ノ如ク航行セリ。其船ノ直行針路及航程竝ニ着達緯度如何。

南南西、百十二浬。南へ東、八十六浬。南々東、百十二浬。南へ西、八十六浬。

答

- (1) D. Lat. 53.8 N Dep. 4.8 E Lat. in. 54° 13' N  
Co. Made good. N 5° E Dist. Made good. 54'
- (2) D. Lat. 136.6 S Dep. 180.5 W Lat. in. 36° 8' N  
Co. Made good. S 53° W Dist. Made good. 226'
- (3) D. Lat. 50.7 S Dep. 50.7 W Lat. in. 38° 15' S  
Co. Made good. S 45° W Dist. Made good. 72'
- (4) D. Lat. 0' Dep. 140.3 E Lat. in. 46° 20' N  
Co. Made good. East. Dist. Made good. 140.3
- (5) D. Lat. 86.6 Dep. 0' Lat. in. 0° 22' N  
Co. Made good. North. Dist. Made good. 86.6 N
- (6) D. Lat. 55.7 N Dep. 127.9 W Lat. in. 35° 39' S  
Co. Made good. N 66° W Dist. Made good. 140'
- (7) D. Lat. 31.0 S Dep. 8.4 W Lat. in. 46° 41' N

- Co. Made. good, S 15° W      Dist. Made. good. 32'
- (8) D. Lat. 75.2 S      Dep. 78.3 E      Lat. in. 0° 15' S
- Co. Made. good. S 46° E      Dist. Made. good. 109'
- (9) D. Lat. 0.0      Dep. 76.8 E      Lat. in. 19° 0' S
- Co. Made. good. East.      Dist. Made. good. 77.0
- (10) D. Lat. 375.6 S      Dep. 0'      Lat. in. 20° 26' S
- Co. Made. good. South.      Dist. Made. good. 375.6

第八章 距等圈航法

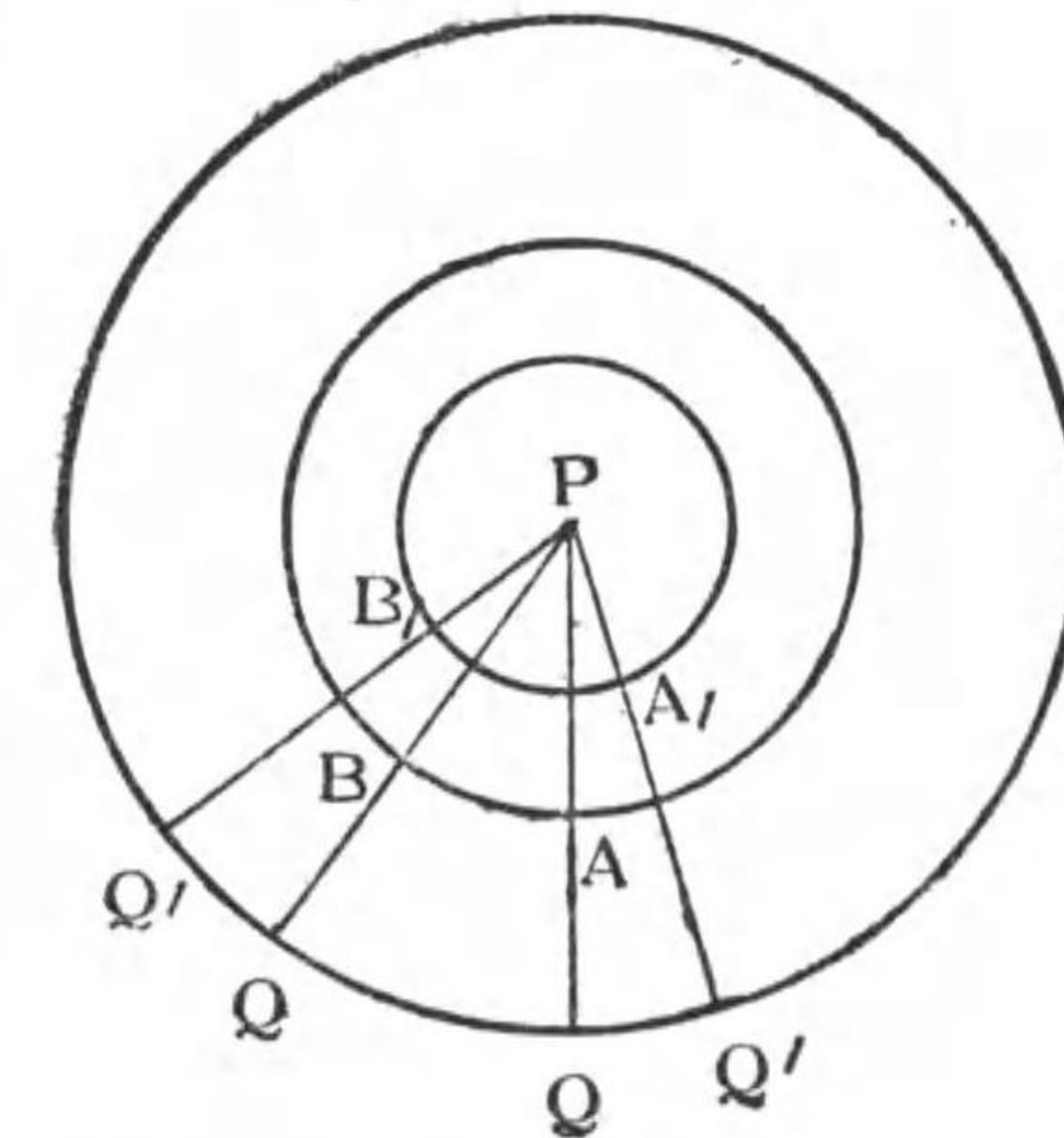
Parallel Sailing.

船ガ正東又ハ正西ニ航スル場合。換言セバ同一距等圈上ヲ航スルトキ使用スル航法ナリ。故ニ本航法ニ於テハ緯度ヲ變ズルコトナク、東西距ヲ生ジ經度ヲ變ズルヲ以テ航スベキ緯度ノ距等圈ニ關シ東西距ト經度トノ關係ヲ求メ。或ハ東西距ト經度ノ變化ニ關シ其航セシ距等圈ノ緯度ヲ求ムルニアリ。而テ本航法ニ於テ航程 Distance. ト稱スルモ東西距 Depature. ト稱スルモ、其緯度ニ於ケル子午線距 Meridian Distance. ヲ指スヲ以テ同一ノモノナリ。

子午線ハ皆ナ極ニ相會スルヲ以テ兩子午線間ノ東西ハ極ニ近ゾクニ隨ヒ漸次短縮スルモ、變經ハ赤道ノ弧ニテ算スベキモノナルガ故

第二十圖

ニ縱令ヒ航程即チ子午線距ハ同一ナルモ、緯度ノ高低ニ依リテ變經ハ其值ヲ異ニスルモノナリ。第二十圖 P ヲ極。Q' Q Q Q' ヲ赤道トシ、航程 AB ト航程、A, B, ト同距離トスレバ。兩者ノ緯度異ナルヲ以

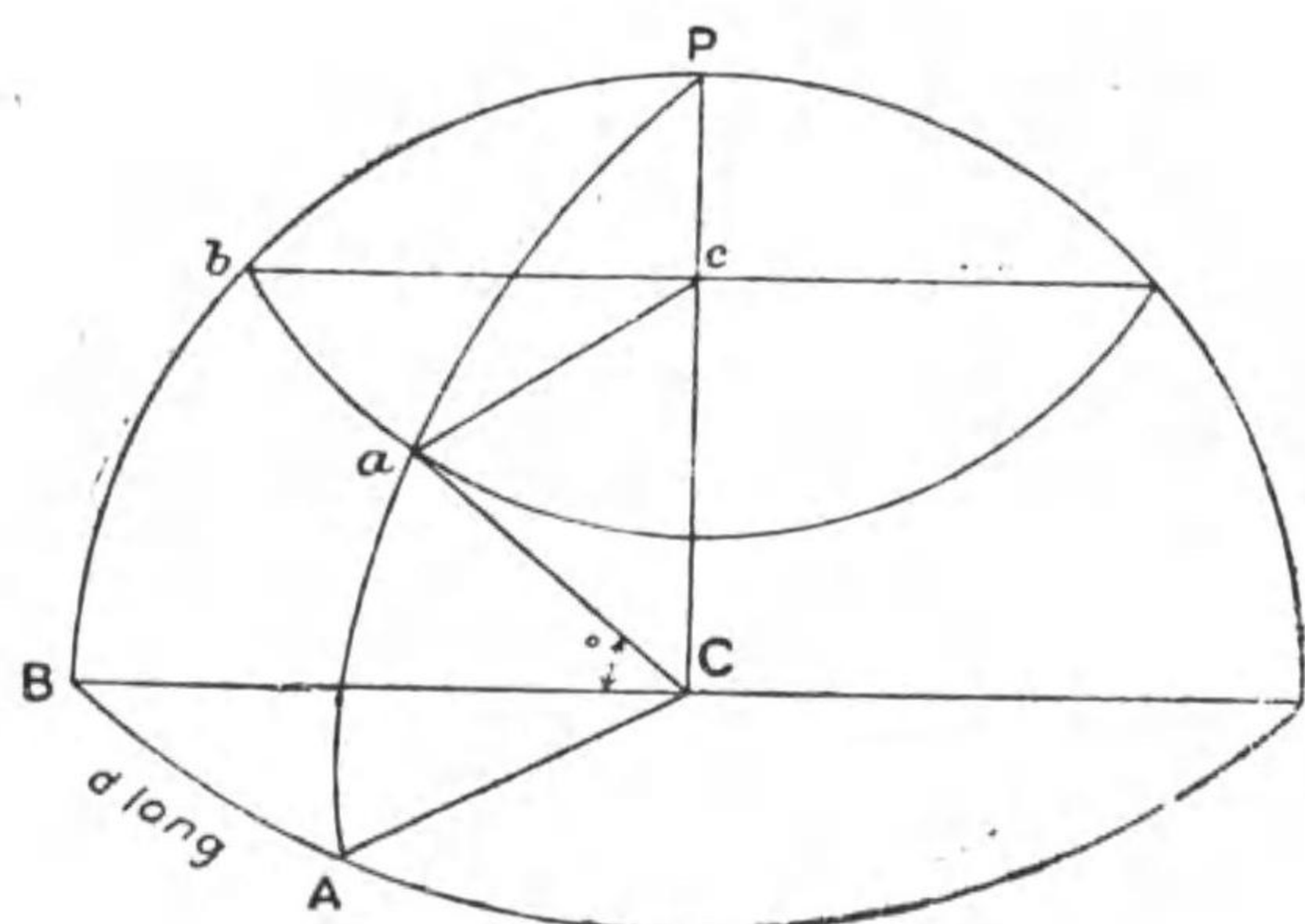


テ、低緯度ノ航程  $AB$  = 對スル變經  $Q Q$  ハ高緯度ノ航程  $A, B,$  = 對スル變經  $Q' Q'$  ヨリ小ナリ。

第一節 公式ノ説明

第二十一圖ニ於テ  $C$  ヲ地球ノ中心、 $P a A, P b B$  ヲ

第二十一圖



二個ノ子午線、 $A B$  ヲ該子午線間ノ赤道ノ弧。 $a b$  ヲ某緯度  $a A$  ニ於ケル距等圈ノ弧トス。

然ルトキハ、 $\angle A C a = \angle C a c =$  緯度  $A a$ 。  
又  $AC$  ト  $aC$  トハ共ニ地球ノ半徑ナルヲ以テ、

$$AC = aC$$

而テ圓周ノ長サハ半徑ノ長サニ正比例スルヲ以テ

$$\frac{a b}{A B} = \frac{a c}{A C} = \frac{a c}{a C} = \cos C a c = \cos A C a$$

故ニ  $a b = A B \cos A C a$  ナリ。然ルニ  $a b$  ハ東西距(航程)  $AB$  ハ變經。  $A C a$  ハ緯度ナルヲ以テ

$$\text{Dist} = D. \text{Long.} \cos. \text{Lat.} \dots \dots \dots 1$$

或ハ  $D. \text{Long} = \text{Dist. Sec. Lat.} \dots \dots \dots 2$

上式ニ於テ緯度ヲ零、即チ赤道上或ハ其附近ニ於テハ  $\text{Sec Lat.}$  竝ニ  $\cos \text{Lat.}$  ハ 1 或ハ殆ンド 1 ナルヲ以テ

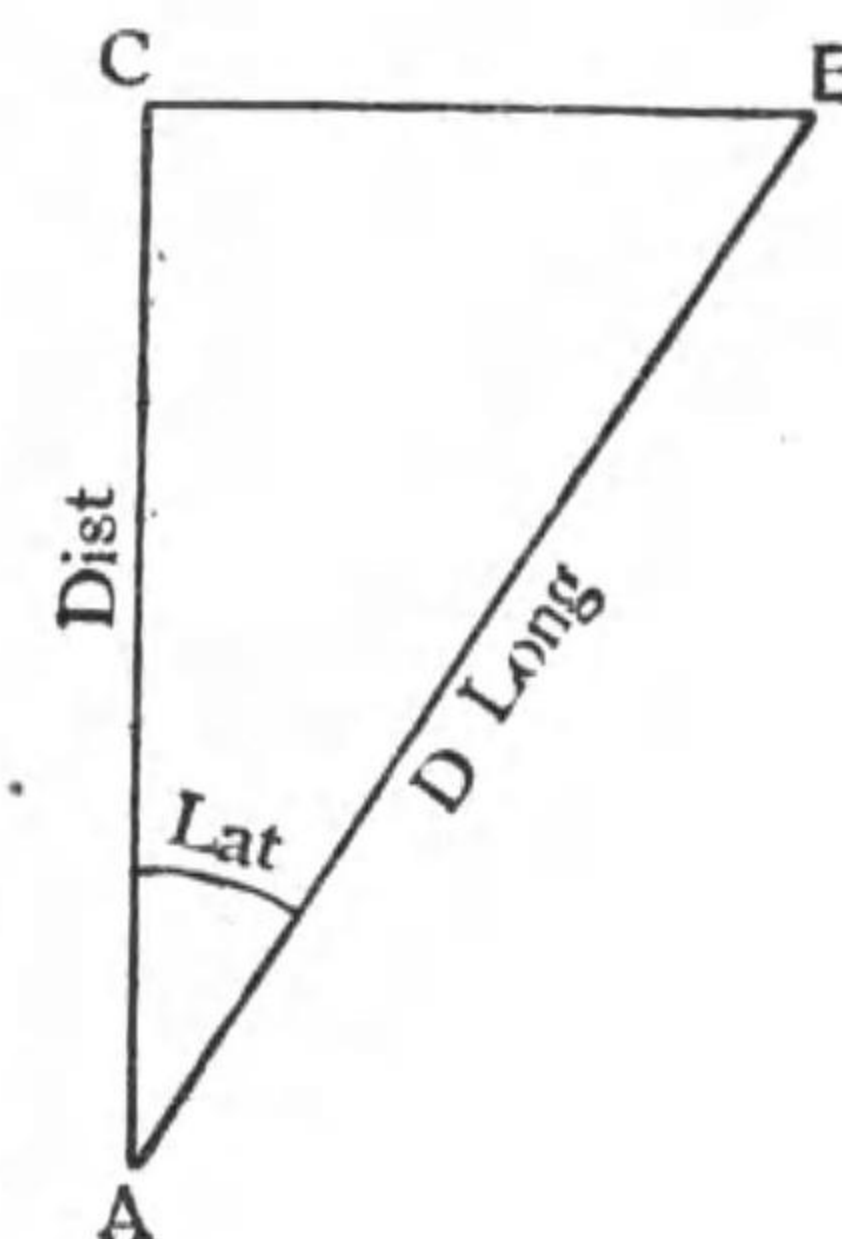
$$D. \text{Long} = \text{Dist} = \text{Dep} \text{ニナルコト明ナリ。}$$

第二節 距等圈航法ト方位表

本航法ノ公式

$$\text{Dist} = D. \text{Long} \cos \text{Lat.}$$

ニ於テ、航程ト變經トガ緯度ニ對シ餘弦 Cosine ノ關係ヲ有スルヲ以テ、第二十二圖平面直角三角形  $ABC$  ノ斜邊  $AB$  ヲ  $D. \text{Long}$  ニ。底邊  $AC$  ヲ  $\text{Dist}$  ニ當テ。角  $A$  ヲ  $\text{Lat}$  ヲ當テ候ムレバ上式ハ成立ス。即チ



第二十二圖

方位表 距等圈航法

針	路	ハ	緯度	ニ	} = 對ス
航	程	ハ	變經	ニ	
變	緯	ハ	航程	ニ	

依テ方位表ヲ使用シテ距等圈航法ヲ行フコトヲ得ベシ。

第三節 距等圈航法

算法

本航法ヲ前記ノ公式ニヨリ次ノ三種ノ場合ニ分類スル

コトヲ得ベシ。

1. 緯度ト航程トヲ知リテ變經ヲ求ムル場合。
2. 緯度ト變經トヲ知リテ航程ヲ求ムル場合。
3. 變經ト航程トヲ知リテ緯度ヲ求ムル場合。

【1】 緯度ト航程トヲ知リテ變經ヲ求ムル場合

公式  $D. Long = Dist. Sec Lat,$

算則

- (1) 航程ノ對數及ビ緯度ノ正割 Sec ノ對數ヲ求ム。
- (2) 其二ツノ對數ノ和ヲ求ム之レニ對スル眞數ヲ探リテ所要ノ變經トナス。
- (3) 正東ニ航スルトキ即チ東西距、東ナルトキ變經ニ E 符ヲ配シ、正西ニ航スルトキ即チ東西距西、ナルトキ變經ニ W 符ヲ配スベシ。
- (4) 方位表ニ依ル場合。

緯度ヲ方位表ノ針路ニ當テ、航程ヲ方位表ノ變緯ニ當テ之レニ對スル方位表ノ航程ヲ求ムレバ所要ノ變經ナリ。緯度及ビ航程ガ方位表ノ中間ニ當ルトキハ比例ニ依リ求ムルコト第六章第二節ノ場合ニ同ジ。

例題 1. 南緯四十度二十二分西經百五十二度十二分ノ地ヨリ眞針路西ニ二百五十二浬航赴セリ。着達經度如何。

航海術

解	Dist. 252'	Log. 2.401400	Long. f. 152° 12' 0" W
	Lat. 40° 22' S	L. Sec. 10.118093	D. Long. 5 30' 42" W
		Log. 2.519493	Long. in. 157° 42' 42" W

∴ D. Long. 330'.75 W  
or 5° 30' 42" W

方位表ニ依リ求ム。

Lat 40° ヲ方位表ノ “Co” ニ、Dist 252' ヲ方位表ノ “D. Lat” ニ當テ、之レニ對スル方位表ノ Dist 239' ヲ取レバ變經ナリ。然ルニ Lat ハ 40° 22' ナルヲ以テ、次ニ Lat 41° ヲ方位表ノ “Co” ニ、Dist 252' ヲ方位表ノ “D. Lat” ニ當テ之レニ對スル方位表ノ Dist 334' ヲ取り變經トナシ。兩者ヨリ Lat 22' ニ對スル變經ヲ求メテ之レヲ加減セバ所要ノ變經 330'.7 W ヲ得ベシ。

例題 2. 北緯五十度、東經百三十八度四十分ノ地ヨリ眞針路東ニ二百四十浬航走セバ。着達經度如何。

解	Dist. 240.	Log. 2.380211	Long. f. 138° 40' 0" E
	Lat. 50°	L. Sec. 10.191933	D. Long. 6 13 24 E
		Log D. Long. 2.572144	Long. in. 144° 53' 24" E

∴ D. Long. 373.4 or 6° 13'.4 E

方位表ニ依リ求ム。

Lat 50° ヲ方位表ノ “Co” ニ當テ、Dist 240' ヲ方位表ノ “D. Lat” ニ當テ、方位表ノ “Dist” ノ行ニ於テ之レニ對スル 373.5 ハ所要ノ變經ナリ。

例題 3. 北緯五十二度十五分、東經百七十度五分ノ地ヨリ

眞針路東ニ六百五十八浬ヲ航走セリ。着達地ノ經度如何。

解 Dist. 658' Log. 2.818226 Long. f. 170° 5' 00" E  
 Lat. 52° 15' L. Sec. 10.213094 D. Long. 17° 54' 42" E  
 Log. D. Long. 3.031320 187° 59' 42" E  
 ∴ D. Long. 1074.7 E 360°  
 or 17° 54' 42" E Long. in. 172° 0' 18" W

方位表ニ依リ求ム。

緯度ガ五十二度十五分ナルヲ以テ、五十二度ト五十三度トニ對スルモノヲ取りテ比例ニ依リ求ムルヲ要ス。即チ Lat 52° ヲ方位表ノ "Co" ニ當テ  $\frac{658}{2} = 329$  ヲ方位表ノ "D. Lat" ニ當テ方位表 "Dist" ノ行ニ於テ之レニ對スル 534 ヲ取り、之レノ二倍即チ 1068 ヲ以テ變經トナス。

次ニ Lat 53° ヲ方位表ノ "Co" ニ當テ 329 ヲ方位表ノ "D. Lat" ニ當テ方位表ノ "Dist" ノ行ニ於テ之レニ對スル 547 ヲ取り、之レノ二倍即チ 1094 ヲ以テ變經トナス。

(1094 - 1068) : X = 60' : 15'. X = 6.5 ニシテ所要ノ變經ハ 1068 + 6.5 = 1074.5 E ナリ。故ニ

Long. f. 170° 5' 00" E  
 D. Long. 17 54 36" E  
 187° 59' 36" E  
 360  
 Long. in. 172 0 36" W

【2】 變經及緯度ヲ知ツテ航程ヲ求ムル場合

公式 Dist = D. Long. Cos Lat.

算則

(1) 變經ノ對數及緯度ノ餘弦ノ對數ヲ航海表ヨリ求ムベシ。

(2) ニツノ對數ヲ相加ヘテ之レニ對スル眞數ヲ求メテ航程(東西距)トナス。

(3) 方位表ニ依ル場合。

緯度ヲ方位表ノ針路ノ度数ニ當テ、變經ヲ方位表ノ航程ニ當テ、之レニ相當スル方位表ノ變緯ノ値ヲ取りテ所要ノ航程トナス。

例題 1. 北緯五十五度ノ距等圈上ヲ航走シ變經三百浬ヲ生ゼリ。其船ノ航程如何。

解 D. Long. 300' Log. 2.477121  
 Lat. 55° L. Cos. 9.758591  
 Log. 2.235712  
 ∴ Dist. 172.1

方位表ニ依リ求ムレバ。

Lat 55° ヲ方位表ノ "Co" ニ當テ變經 300' ヲ方位表ノ "Dist" ノ行ニテ見出シ、之レニ相當スル方位表ノ "D. Lat" ノ行ニテ變緯 172.1 ヲ採リ所要ノ航程トナス。

例題 2. 南緯三十五度十二分東經十八度五分ノ地ヨリ同緯度ニシテ東經二十八度十八分ノ地ニ至ル航程及羅針路ヲ求ム。但シ偏差ハ二點二分一西自差十一度東ナリ。

解 D. Long. を求ム。 Dist. を求ム。

Long. f. 18° 5' E	D. Long. 613	Log. 2.787460
Long. in. 28° 18' E	Lat. 35° 12'	Las. 9.912299
<u>10° 13' E</u>		Log. 2.699759
60	∴ Dist. 500.92	
<u>600</u>		
13		
D. Long. <u>613 E</u>	T. Co. 90° 0' 0"	
	Var. 28° 7' 30" R	
	Mag. Co. 61° 52' 30" L S	
	Dev. 11 0 0 L	
	C. Co. 72° 52' 30" L S	
	<u>S 72° 52' 30" E</u>	

方位表 = 依り求ム。

Lat. 35° 12' ナルヲ以テ Lat. 35° ト Lat. 36° トニヨリ  
D. Long. 613' = 對スル Dist. を取り比例 = 依り求ムルヲ要ス。

Lat. 35° ヲ方位表ノ "Co" =, D. Long. 613 ヲ "Dist" = 當テ  
"D. Lat" ノ行ニ之レニ對スル D. Lat. 502.1 ヲ取り航程ト  
ス。

Lat. 35° ヲ方位表ノ "Co" =, D. Long. 613 ヲ "Dist" = 當  
テ, "D. Lat" ノ行ニ當テ之ニ對スル D. Lat. 495.9 ヲ取り航  
程トス。

$$(502.1 - 495.9) : X = 60' : 12 \quad X = 1.2$$

故ニ所要ノ航程 502.1 - 1.2 = 500.9 ナリ。

例題 3. 北緯五十五度五十五分西經二度十分 (St Abb's  
Head) ノ地ヨリ東經十二度五十二分ニシテ同緯度ノ地  
(Uraniberg) ニ至ル航程ヲ求ム。

解 Long. f. 2° 10' W D. Long. 902 Log. 2.955207  
Long. in. 12° 52' E Lat. 55° 55' L. Cos. 9.748497  
15 2 E  
60  
D. Long. 902 E Dist. 505.5  
Log. Dist. 2.703704

方位表 = 依り求ム。

方位表 方位表

Lat. 55° ..... Co.	D. Lat.	517.3
D. Long. 902... Dist.	344.1	<u>504.4</u>
	<u>173.2</u> +	<u>12.9</u>
	517.3 ..... Dist.	5.5
		<u>645</u>
Lat. 56° ..... Co.	D. Lat.	645
D. Long. 902... Dist.	335.5	60) <u>709.5</u>
	<u>168.9</u> +	<u>11.8</u>
	504.4 ..... Dist.	517.3 -
		<u>505.5</u>

【3】 變經及航程ヲ知リテ緯度ヲ求ムル場合

$$\text{公式} \begin{cases} \frac{\text{Dep}}{\text{D. Long.}} = \text{Cos Lat} \dots\dots\dots A \\ \frac{\text{D. Long.}}{\text{Dep}} = \text{Sec Lat} \dots\dots\dots B \end{cases}$$

算則

(1) 東西距ノ對數ヲ求メ。此ノ對數ノ指標 = 10ヲ加ヘタルモノヨリ變經ノ對數ヲ減ジ、其差ヲ餘弦 Cosine ノ對數トシ、コレニ對スル度數ヲ所要ノ緯度トス。(A式ニ依リ求ムル場合)

(2) 變經ノ對數ヲ求メ。此ノ對數ノ指標 = 10ヲ加ヘタル



モノヨリ。東西距ノ對數ヲ減ジ、其差ヲ緯度ノ正割 Sec ノ對數トシテ度數ヲ求メ所要ノ緯度トナス。(B式ニ依リ求ムル場合)

(3) 方位表ヲ使用スル場合。

變經ヲ方位表ノ航程ニ當テ、東西距ヲ方位表ノ變緯ニ當テ之レニ對スル針路ヲ取リテ所要緯度トナス。

例題 1. 某距等圈上ヲ百五十浬航セシニ經度三百分ノ變化ヲ生ゼリト云フ。何度ノ距等圈上ヲ航セシヤ。

解 Dist. 150 Log. 12.176091  
 D. Long. 300 Log. 2.477121  
 L. Cos Lat. 9.698970  
 Lat. 60°

方位表ニ依リ求ム。

	方位表	方位表
D. Long. 300	Dist.	Co.
Dep. 150	D. Lat.	<u>60</u> ..... Lat.

例題 2. 船アリ、西經三度十二分ノ地ヲ發シ正東へ二百四十六浬航走シタル後、天測ニ依リ東經四度八分ノ地ニ在ルコトヲ知レリ。其船ハ緯度何度ノ距等圈上ヲ航セシヤ。

解 Long. f. 3° 12' W Dist. 246 Log. 12.390935  
 Long. in. 4 8' E D. Long. 440 Log. 2.643453  
 D. Long. 7 20' E L. Cos Lat. 9.747482  
 or 440' ∴ Lat. 56° 0'

方位表ニ依リ求ム。

	方位表	方位表
D. Long. 440	Dist.	Co.
Dep. 246	D. Lat.	<u>56°</u> ..... Lat.

例題 3. 北緯ノ地ニ在リテ東經百四十八度四十二分ノ地ヨリ眞針路東ニ一百四十五浬ヲ航走シ、東經百五十二度三十六分ノ地ニ着セリ。緯度何度ノ距等圈上ヲ航セシヤ。

解 Long. f. 148° 42' E Dist. 145 Log. 12.161368  
 Long. in. 102° 36' E D. Long. 234 Log. 2.369216  
 3 54  
 60  
 180  
 54  
 D. Long. 234 E  
 L. Cos Lat. 9.792152  
 Lat. 57° 42' 32" N

方位表ニ依リ求ム。

	方位表	方位表
D. Long. 234.....	Dist.	Co.
Dist. 145.....	D. Lat. 147.3	51°
	147.3 ... D. Lat. 144.1	52°
	<u>2.3</u>	<u>3.2</u>

3.2 : 2.3 = 60' : X  
 51° 0' 0"  
 43' 6" +  
 Lat. 51° 43' 6" N ∴ X = 43'.1

問題

(1) 南緯六十度ノ距等圈上ニ在ル二船ノ距離二百浬ナリトセバ、兩船ノ經度ノ差如何。

(2) 南緯五十五度五十九分 (Cape Horn) ノ距等圈上ヲ正西ニ毎時十浬ノ速力ニテ一晝夜航走セバ經度ノ變化如何。

(3) 緯度七十度ノ距等圈上ニ於ケル一度ハ何度ナルヤ。

(4) 同緯度ニ在ル二ツノ場所ノ變經ガ其距離ノ二倍トナルベキ緯度如何。

(5) 北緯三十度十四分ニ在ル人ハ北緯四十度四十三分ニ在ル人ニ比シ一時間何浬速力ニテ回轉シツ、アルカ。

(6) 甲乙二船アリ、北緯三十三度三十三分三十秒ノ距等圈上ニ在リテ互ニ相距ルコト四百二十五浬ナリ。今兩船同時ニ出發シテ何レモ毎時十二浬ノ速力ニテ眞針路正北ニ航ストセバ、二十二時間後ニ於ケル兩船ノ距離如何。

(7) 甲乙二船アリ、同時ニ北緯十一度二十六分、東經百六十八度五十三分ノ地ヨリ南緯十三度四十七分西經百七十七度五十二分ノ地ニ到ラントスルニ、甲ハ始メ眞針路東ニ航シ目的地ノ經度ニ達シテ後、眞針路南ニ航シ。乙ハ初メ眞針路南ニ航シ目的地ノ緯度ニ達シテ後眞針路東ニ航シタリト云フ。然ラバ甲乙各航程如何。

(8) 北緯ノ地ニ在リテ東經百七十七度四十五分ノ地ニヨリ眞針路東ニ四百二十五浬航走シタル後、天測ニ依リ西經百七十二度三十二分ニ在ルコトヲ知レリ。本船ハ緯度何度ノ距等圈上ヲ航セシヤ。

(9) 二船北緯三十二度二十分ノ距等圈上ニ在リテ其相

距ルコト百二十浬ノ所ヨリ各船眞北ニ等距離航走シテ其相距ルコト五十浬トナルニ至レリ。然ルトキハ兩船ノ到達セシ距等圈ハ北緯何度ナルヤ。

(10) A 地ヨリ B 地ニ到ル眞針路及航程ヲ求ム。

A 南緯 五十四度二十五分東經十五度三十分。

B 南緯 五十四度二十五分西經九度十五分。

答

(1) D. Long. 400' or 6° 40' (2) 7° 9'

(3) 20'.52 (一度ノ長サ) (4) Lat. 60°

(5) 95.43 浬 (6) Dist. 402'.1

(7) 甲ノ全航程 2292.2 浬

乙ノ全航程 2285.1 浬

(8) Lat. 48° 11' 54" N

(9) Lat. 69° 23' 11" N

(10) T. Co. West. Dist. 864.1 浬

## 第九章 中分緯度航法

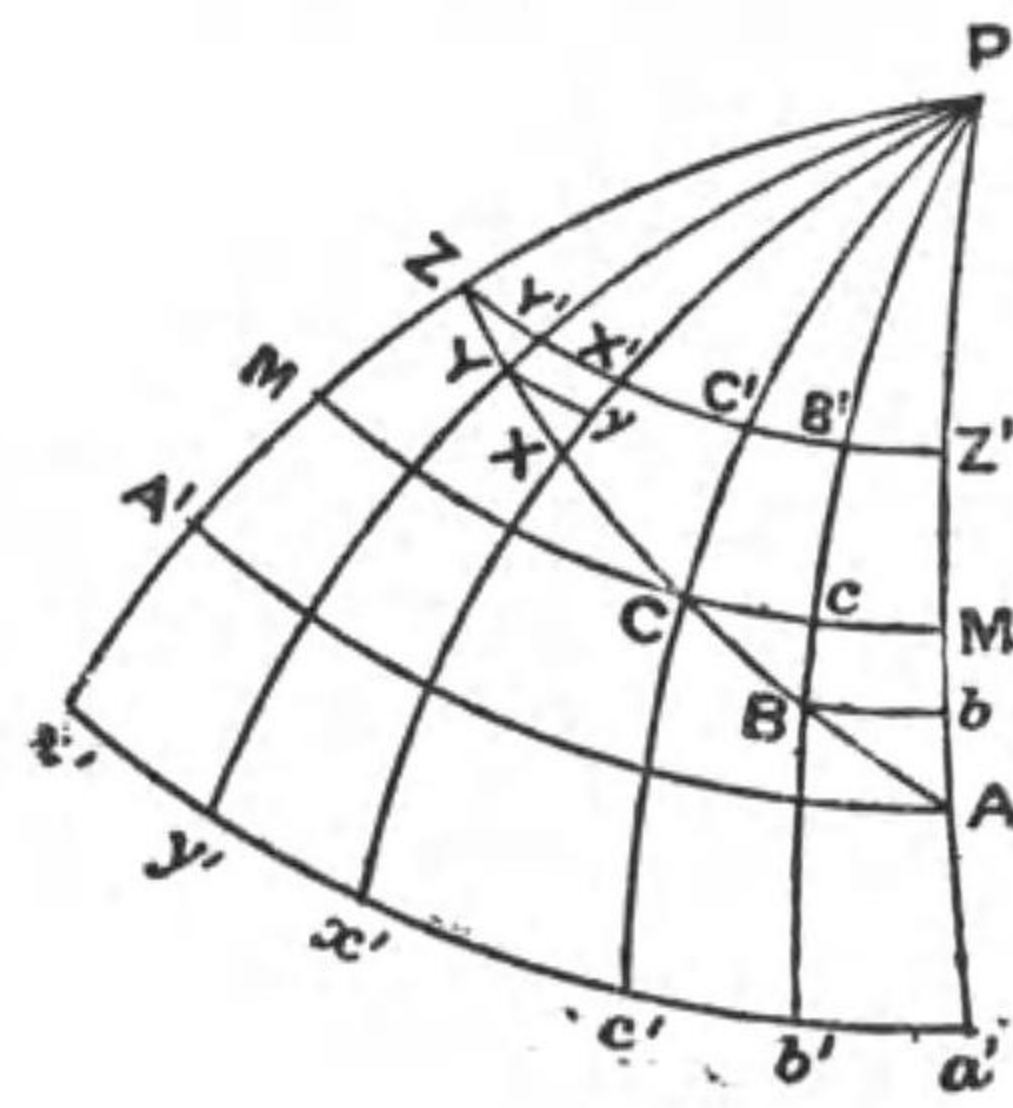
### Middle Latitude Sailing.

子午線上ヲ航スルトキハ其緯度ノミヲ變ジ、赤道上又ハ距等圈上ヲ航スルトキハ其經度ノミヲ變ズ。故ニ其他ノ方向ニ航スルトキハ其經度及緯度ヲ共ニ變ズベシ。斯ノ如キ場合ニ於テ距等圈航法ノ原理ヲ基礎トナシ、東西距ト變經トノ關係ヲ求ムル航法ヲ中分緯度航法ト稱ス。

#### 第一節 中分緯度航法ノ解説

##### 【1】公式ノ説明

第二十三圖



第二十三圖ニ於テ AZ ヲ兩地 A 及 Z ヲ過ル航程線トシ、之レヲ AB, BC, ..... XY, YZ, 等ノ如ク無數ニ等分シ、各分點ヲ過リ無數ノ距等圈ヲ畫クトキハ、平面直角三角形ト見做ナシ得ベキ無數ノ小三角形 ABb, BCc ..... XYy, YZY' 等ヲ得ベシ。

$$Bb = a'b' \cdot \cos a'b$$

$$B'Z' = a'b' \cdot \cos a'Z'$$

上式ニヨリ B'Z' ハ Bb ヲリ小ナルコト明ナリ。又同様ニシテ C'Z' ハ Cc ヲリ小ナリ。斯ノ如クニシテ各小三角形ニ於テ同様ノ結果ヲ得ベシ。

$$\text{故ニ } (B'Z' + C'Z' + \dots + X'Y' + Y'Z') \text{ ハ}$$

$$(Bb + Cc + \dots + Yy + ZY') \text{ ヲリ小ナリ。}$$

即チ  $ZZ'$  ハ實際ノ東西距ヨリ小ナリ。

又同様ニシテ

$$AA' \text{ ハ實際ノ東西距ヨリ大ナリ。}$$

其故ニ實際ノ東西距ハ其中間ニ存在ス。而テ  $MM'$  ヲ中間ノ東西距トスレバ  $MM' = \text{Dep}$  ナリ。

今航程 AZ ガ小ニシテ兩地 A 及 Z ガ赤道ノ同側ニ在ル場合ニ於テハ  $MM'$  ナル距等圈ノ緯度ハ、A 及 Z ノ緯度ノ中分ニヨリテ得ラル。

又  $a'z'$  ハ兩地 A 及 Z ノ變經ナルヲ以テ

$$MM' = a'z' \cdot \cos a'M \text{ ナリ。而}$$

テ  $a'M$  ハ A 及 Z ノ緯度ノ中分緯度 mid Lat. ナリ。

$$\text{故ニ } \text{Dep} = D. \text{Long.} \cdot \cos \text{mid Lat.} \dots \dots \dots 1$$

赤道ヲ横切り其航程小ナルトキ mid. Lat. = 0° ト見做シ得ルヲ以テ  $\text{Dep} = D. \text{Long}$  ト例定スルモ、充分正確ナル結果ヲ得ラルベシ。

$$\text{次ニ公式 } D. \text{Long} = \text{Dep. Sec mid Lat.} \dots \dots \dots 2$$

ヲ使用スル場合ニ、平均中分緯度改正表ヲ用ヒ、中分緯度ヲ真中分緯度ニ改正セザル時ハ、其結果ハ略近値ニ過

ギズ。之レ中分緯度ハ東西距ニ相當スル緯度、換言セバ眞中分緯度ナルヲ要スト雖モ、平均中分緯度ヲ用フルヲ以テナリ。故ニ平均中分緯度ニ改正量ヲ加ヘ、眞中分緯度ヲ求ムレバ正確ナル結果ヲ得ラルベシ。然ルニ航程小ナルトキハ不必要ニシテ且ツ航程大ナル時ハ漸長緯度航法ニ依ルヲ以テ一般ニ本改正ヲ行フコト甚ダ稀ナリ。

2. 式 =  $Dep = Dist. \sin Co.$  ヲ代入スレバ

$$D. Long = Dist. \sin Co. \sec mid Lat. \dots\dots\dots A$$

又  $Dep = Dist. \sin Co.$

$$D. Lat. = Dist. \cos Co.$$

ナルヲ以テ

$$\frac{Dep}{D. Lat} = \frac{\sin Co}{\cos Co} = \tan Co \quad \text{ニシテ之レニ}$$

2. 式ヲ代入スレバ

$$\tan Co = \frac{D. Long. \cos mid Lat.}{D. Lat} \dots\dots\dots B$$

A 及 B 式ハ所要ノ中分緯度航法ノ公式ナリ。

【2】 中分緯度航法ノ精度

中分緯度航法ノ公式ハ上記ノ如ク假定ノ東西距ニ依ルモノナルガ故ニ、計算上ヨリ生ズル誤差ハ固ヨリ免レ得ザル處ナリ。然レドモ下記ノ場合ニ於テハ、此種ノ誤差小ニシテ實用上正確ナルモノトシテ取扱フコトヲ得ベシ。

(1) 緯度低キ場合 (中分緯度六十度以下)

公式  $\left\{ \begin{array}{l} D. Long = Dist \sin Co. \sec mid Lat. \\ \tan Co = \frac{D. Long. \cos mid Lat}{D. Lat} \end{array} \right.$

正割 Secant 及餘弦 Cosine ノ値ハ、角ガ大ナルトキ變化急ナルヲ以テ、中分緯度ノ誤差ハ變經及ヒ東西距ニ大ナル誤差ヲ誘入セシム。又中分緯度六十度ノトキ變經ハ東西距ノ二倍ニシテ、中分緯度七十一度ノトキ變經ハ、東西距ノ三倍トナルガ故ニ、東西距ノ誤差モ此割合ニテ増大シテ變經ノ誤差トナルベシ。故ニ緯度低キ場合ヲ選ブトキハ、此ノ誤差ヲ小ナラシム。

(2) 航程小ナル場合 (六百浬以下)

針路角ニ依リ異ナルモ、航程二百浬以下ナルトキハ、東距西 (Dist × Sin Co.) ハ、中分緯度ニ對スル東西距ト一致シ正確ナルモノナリ。然ルニ六百浬以上ナルトキハ中分緯度ノ東西距ト實際ノ東西距 (Dist × Sin Co) トノ間ニ差ヲ生ジ、其結果變經及針路ニ大ナル誤差ヲ生ゼシム。故ニ航程小ナル時ヲ選ブヲ要ス。

(3) 變緯小ナル場合。

變緯大ナルトキハ「航程大ナル場合」ト同一ナル結果トナルヲ以テ變緯小ナル場合ヲ選ブ可シ。

(4) 針路大ナル場合。(四十五度即チ四點以上ナルトキ)

針路角小ナルトキハ同一ノ航程ニ對シテ變緯大トナルヲ以テ、前記ノ理ニ依リ中分緯度ノ公式ヨリ求ムル變經ニ誤差ヲ生ゼシムルコト大ナリ。又正弦 Sine ノ値ハ、角ガ小ナルトキ其變化急ニシテ針路角ノ微小ノ誤差モ東西距 (Dist × Sin Co) 中ニ大ナル誤差トシテ顯ハレ、從ツテ

之レニ依リ求ムル變經ノ誤差トナルコト明ナリ。故ニ針路大ナル場合ニ本航法ヲ使用セバ之レガ爲メ生ズル誤差小ナリ。

次ニ船ノ針路ガ正東或ハ正西ニ近キ時ハ、正弦ノ Sine 値ハ非常ニ變化緩ナルタメ數度ノ間殊ンド近似ノ値ヲ有スルヲ以テ、今針路角ニ數度ノ誤差アルモ東西距ニ影響スルコト殆ンドナシ。故ニ變經ノ誤差ハ單ニ航程ノ誤差ヨリ生ズルヲ以テ針路大ナルトキハ高緯度ノ地ニ於テモ本航法ヲ使用シテ正確ナル結果ヲ得ベシ。

(5) 兩地ガ赤道ノ一側ニ在ル場合。

兩地ガ赤道ノ兩側ニ在ル場合ニハ中分緯度ノ東西距ハ各兩緯度ノ東西距ヨリ大トナリ、中分緯度ノ原理ニ反スベシ。

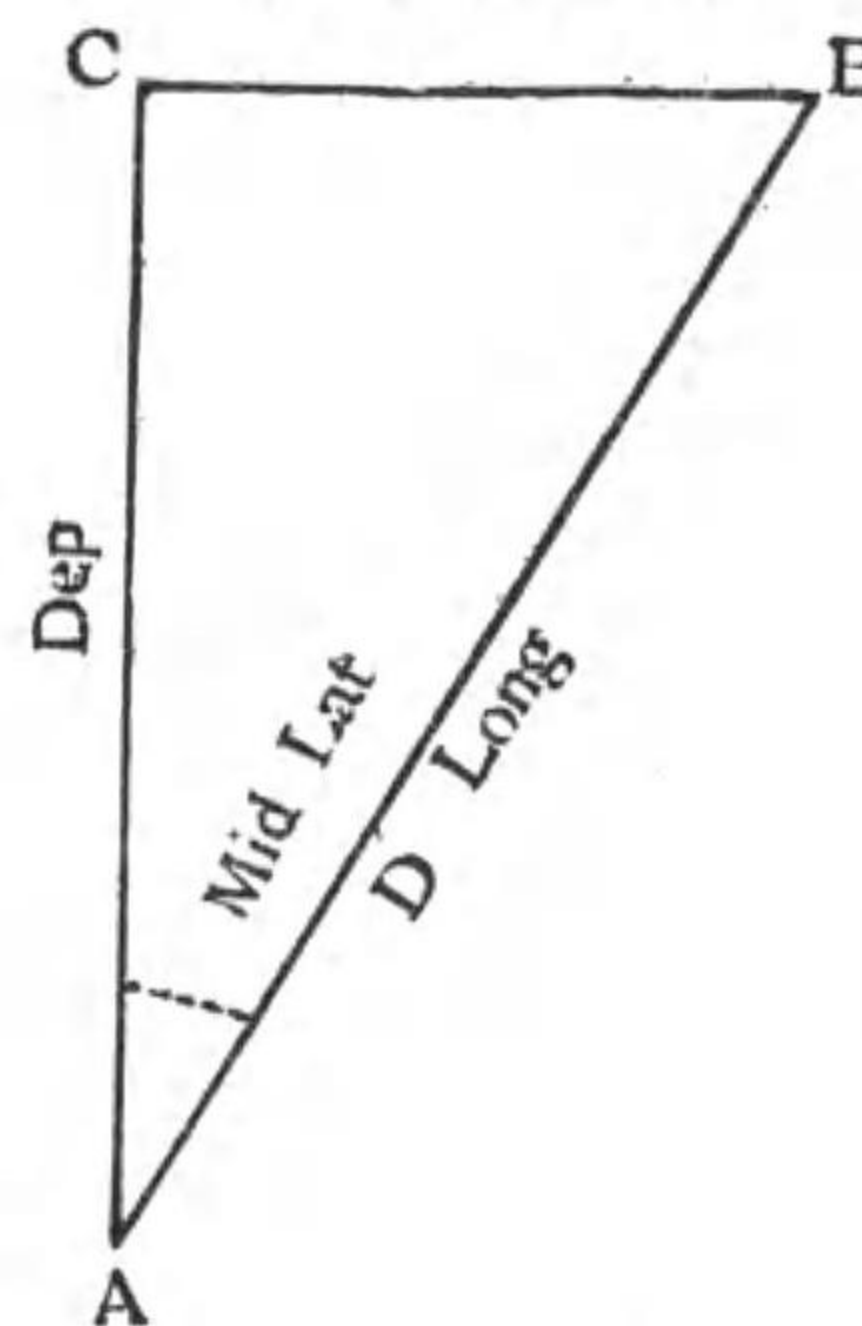
以上ノ各要件ヲ具備スル時ハ中分緯度航法ヲ用フルモ誤差少ク、實用上正確ナルモノトナシ得ベシ。而テ中分緯度ヲ用ヒテ算出シタル變經ハ常ニ實際ノ變經ヨリ小ニ過グルモノニシテ、其值ヲ一例ヲ以テ示セバ次ノ如シ。針路ヲ四十五度變緯ヲ六百浬ト定メ。今此ノ變緯ヲ緯度三十度ノ地ニ於テ爲サシムレバ、變經ノ誤差ハ2'以下、緯度四十度ト五十度トノ間ニ於テハ約2' 緯度六十度ト七十度トノ間ニ於テハ19' 誤差ヲ生ズ。

【3】 中分緯度航法ト方位表

公式

$$\begin{cases} D. \text{ Long} = \text{Dist. Sin Co. Sec mid Lat.} \\ = \text{Dep. Sec mid Lat.} \\ \text{Tan Co} = \frac{D. \text{ Long Cos mid Lat.}}{D. \text{ Lat.}} = \frac{\text{Dep}}{D. \text{ Lat.}} \end{cases}$$

第二十四圖



ニ於テ變經及東西距ノ關係ハ中分緯度ノ正割 Secant. 或ハ餘弦 Cosine ナルヲ以テ、第二十四圖平面直角三角形 ABC ニ於テ中分緯度ヲ A 角ニ、變經ヲ斜邊 AB ニ、東西距ヲ底邊ニ AC 當テルトキハ上記ノ關係ヲ満足セシム。

故ニ

中分緯度航法	方位表	
中分緯度……………ヲ……………針路	} = 當テル	
變經……………ヲ……………航程		
東西距……………ヲ……………變緯		

トキハ方位表ニ依リ變經又ハ東西距ヲ求メルコトヲ得ベシ、從ツテ針路モ算出セラル。

第二節 算法

本航法ヲ下記ノ二ツノ場合ニ分類スルコトヲ得。

(1) 起程地ノ經緯度ト兩地間ノ針路及航程トヲ知リテ着遠地ノ經緯度ヲ求ムル場合。

(2) 兩地ノ經緯度ヲ知リテ兩地間ノ針路及航程ヲ求ムル場合。

**【4】 起程地ノ經緯度ノ兩地間ノ針路及航程ヲ知リテ 着達地ノ經ニ度ヲ求ムル場合**

$$\begin{aligned} \text{公式} \quad & \left\{ \begin{aligned} \text{D. Lat} &= \text{Dist. Cos Co.} \\ \text{D. Long} &= \text{Dist Sin Co. Sec mid Lat.} \\ &= \text{Dep. Sec mid Lat.} \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

**算 則**

(1) 航程ノ對數ト針路ノ餘弦 (Cos) ノ對數ヲ探リテ其和ヲ求メ、之レニ對スル眞數ヲ求メテ所要ノ變緯トス。變緯ニハ針路ノ N 或ハ S ニ從ヒテ之レヲ配ス。

(2) 起程地ノ緯度ニ變緯ヲ加減シテ所要ノ着達緯度トナス。

(3) 起程緯度ト着達緯度ノ和ノ二分ノ一ヲ算シ中分緯度ヲ求ム。

(4) 航程ノ對數、針路ノ正弦ノ對數及ビ中分緯度ノ正割 Sec ノ對數ノ總和ヲ求メ、之ニ對スル眞數ヲ探テ變經トス。

東西距ガ既知ナルトキハ其ノ對數ト中分緯度ノ正割ノ對數ノ和ヲ求メ、之レニ對スル眞數ヲ探リテ變經トナス。

變經ニハ針路又ハ東西距ノ E 或ハ W ノ符號ニ從ヒ之レヲ配ス。

(5) 起程地ノ經度ニ變經ヲ加減シテ所要ノ着達地ノ經度ヲ求ム。

方位表ニ依リ求ムル場合。

(1) 針路及航程ニ依リ方位表ヨリ變緯及東西距ヲ求ム。

(2) 起程地ノ緯度ニ變緯ヲ加減シテ着達地ノ緯度ヲ求ム。

(3) 起程緯度ト着達緯度ノ和ノ二分ノ一ヲ算シ中分緯度ヲ求ム。

(4) 中分緯度ヲ方位表ノ針路ノ度數ニ合セテ表ヲ開キ、方位表ノ變緯ノ行ニ於テ東西距ヲ見出シ。之レニ對スル航程ヲ取リテ所要ノ變經トナス。

(5) 起程地ノ經度ニ變經ヲ加減シテ着達地ノ經度トナス。

例題 1. 北緯五十二度六分西經三十五度六分ノ地ヲ發シ南西ノ西ニ二百五十六浬ヲ航走セリ。着達地ノ經緯度ヲ求ム。

解	變緯ヲ求ム	變經ヲ求ム
	Dist. 256'	Log. 2.408240
	Co. 56° 15'	L. Cos. 9.744739
		<u>2.152979</u>
	D. Lat. 142'.2 S	L. Sec. Mid. 0.000333
		Log. 2.528419
	or 2° 22'.2 S	
	Lat. f. 52° 6' 0" N	D. Log. 337.61 W
	D. Lat. 2 22' 12" S	or 5° 37' 36" W
	Lat. in. 49° 48' 48" N	Long. f. 35° 6' 0" W
	2)101° 49' 48"	D. Long. 5 37' 36" W
	M d. Lat. 50° 54' 54"	Long. in. 40° 48' 36" W

北緯四十九度四十三分四十八秒  
西經四十度四十三分三十六秒

方位表ニ依リ求ム。

針路 S 5pts W 航程 256' ヲ以テ方位表ニ入り變緯及東西距ヲ求ム。

即チ D. Lat. 142.2 S Dep. 212.9 W ナリ。

Lat. f.	25° 6' 0" N
D. Lat.	2° 22' 12" S
Lat. in.	<u>49° 43' 48" N</u>
2) 107° 49' 48"	
Mid Lat.	<u>50° 54' 54"</u>

Mid Lat 50° 55' ヲ五捨六入シテ 51° トナシ、之レヲ方位表ノ“Co”ニ當テ、東西距212.9ヲ方位表ノ“D. Lat”ノ行ニ當テ、索ムルニ 212.7 ハ 212.9 ニ最モ近似ス。故ニ航程 338 ヲ取り以テ變經トナス。

Long. f.	35° 6' W
D. Long.	5° 28' W
Long. in.	<u>40° 44' W</u>

例題 2. 北緯二十三度三十七分四十秒、東經百五十四度四十八分十五秒ノ地ニ於テ眞針路北五十三度西ニ距離四百七十五浬航走セリ。着達地ノ經緯度ヲ中分緯度航法ニ依リ求ムレバ如何。

解	D. Lat	ヲ求ム	D. Long	ヲ求ム
	Dist. 475	Log. 2.676694	Log. 2.676694	
	Co. N 53° W	L. Cos. 9.779463	L. Sin 9.902349	
		Log. D. Lat. 2.456157	L. Sec m'd. L. 0.046578	
	∴ D. Lat. 285.9 N	Log. D. Long. 2.625421		
	or <u>4° 45' 54" N</u>	D. Long. <u>422.1 W</u>		
		or 7° 2' 6" W		

Lat. in	ヲ求ム	Long. in	ヲ求ム
Lat. f.	23° 37' 40" N	Long. f.	154° 48' 15" E
D. Lat.	4° 45' 54" N	D. Long.	7° 2' 6" W
Lat. in.	<u>28° 23' 34" N</u>	Long. in.	<u>147° 47' 9" E</u>

Mid Lat ヲ求ム

2) 52	1	14
<u>26°</u>	0'	37"

答 北緯二十八度二十三分三十四秒、東經百四十七度四十六分九秒。

方位表ニ依リ求ムレバ。

Co. N 53° W	ト	Dist 475	ニ對
スル	D. Lat	Dep	
	285.9 N	379.3 W	
	or 4° 45' 54" N		

Lat. in ヲ求ム

Lat. f.	23° 37' 40" N
D. Lat.	4° 45' 54" N
Lat. in.	<u>28° 23' 34" N</u>

Mid Lat ヲ求ム

2) 52°	1'	14"
<u>26°</u>	0'	37"

D. Long ヲ求ム

Mid Lat 26° ヲ方位表ノ“Co”ニ當テ Dep 379.3 ヲ方位表ノ“D. Lat”ニ當テ之レニ對スル Dist 422.0 ハ所要ノ變經ナリ。

Long. f.	154° 48' 15" E
D. Long.	7° 2' 0" W
Long. in.	<u>147° 47' 15" E</u>

例題 3. 北緯五十二度十分、東經百七十六度二十分ノ地ヲ發シ、眞針路北五十六度東° 二百五十二浬ヲ航セリ。着達地ノ經緯度ヲ求ム。

解	D. Lat	ヲ求ム	D. Long	ヲ求ム
	Dist. 252	Log. 2.401400	Log. 2.401400	
	Co. N 56° E	L. Cos. 9.747562	L. Sin. 9.918574	
		Log. D. Lat. 2.148962	L. Sec M'd Lot. 10.223987	
		11	Log. D. Long. 2.541961	
	140.9 N	51		44
	or <u>2° 20' 54" N</u>		349.9 E	17
			<u>5° 49' 54" E</u>	

Lat in. を求ム。  
 Lat f.  $52^{\circ} 10' 00''$  N  
 D. Lat.  $2^{\circ} 20' 54''$  N  
 Lat in.  $54^{\circ} 30' 54''$  N

Mid Lat を求ム。  

$$\begin{array}{r} 2)106^{\circ} 40' 54'' \\ \underline{53^{\circ} 20' 27''} \end{array}$$

Long in. を求ム。  
 Long f.  $176^{\circ} 20' 00''$  E  
 D. Long.  $5^{\circ} 49' 54''$  E  

$$\begin{array}{r} 182^{\circ} 9' 54'' \\ \underline{360} \\ 177^{\circ} 50' 6'' \text{ W} \end{array}$$

答 北緯五十四度三十分五十四秒  
 西經百七十七度五十分六秒

方位表ヲ用フレバ。

Co N  $56^{\circ}$  E ト Dist 252 トニヨリ

D. Lat. Dep.  
 $140.9$  N  $208.9$  E

or  $2^{\circ} 20' 54''$  N

Lat.  $52^{\circ} 10' 00''$  N  
 D. Lat.  $2^{\circ} 20' 54''$  N  
 Lat in.  $54^{\circ} 30' 54''$  N

$$\begin{array}{r} 2)106^{\circ} 40' 54'' \\ \underline{53^{\circ} 20' 27''} \end{array}$$
  
 Mid Lat.  $53^{\circ} 20' 27''$

Mid Lat  $53^{\circ} 20'$  ヲ “Co” ニ當テ

Dep  $208.9$  E ヲ “D. Lat” ニ當テ

方位表ノ “Dist” ノ行ニ於テ之レ

ニ對スル數ヲ求ムレバ。所要ノ

變經ナリ。即チ  $349.7$  E

Long f.  $176^{\circ} 20' 00''$  E

D. Long.  $5^{\circ} 49' 42''$  E

$$\begin{array}{r} 182^{\circ} 9' 42'' \\ \underline{360} \end{array}$$

$177^{\circ} 50' 18''$  W

【5】 兩地ノ經緯度ヲ知リテ其間ノ針路及航程ヲ求ムル場合

公式 
$$\left\{ \begin{array}{l} \tan Co. = \frac{D. Long. \cos Mid Lat.}{D. Lat.} \\ Dist = D. Lat. \sec Co. \end{array} \right.$$

算則

(1) 兩地ノ經度及緯度ニヨリ變經及變緯ヲ求ム。

(2) 兩地ノ緯度ニヨリ中分緯度ヲ求ム。

(3) 變經ノ對數ニ、中分緯度ノ餘弦 (Cosine) ノ對數ヲ加へ、其和ヨリ變緯ノ對數ヲ減ジ、其差ヲ針路ノ正切 (Tangent) ノ對數トシ。之ニ對スル角度ヲ求メテ所要ノ針路トナス。變緯ノ N 或ハ S ノ符號ヲ針路ノ前ニ、變經ノ E 或ハ W ノ符號ヲ後ニ配シテ針路ノ符號トナスベシ。

(4) 變緯ノ對數ト針路ノ正割 Sec ノ對數トノ和ヲ求メ、之レニ對スル眞數ヲ求メテ所要ノ航程トナス。

方位表ヲ使用スル場合。

(1) 兩地ノ經緯度ニヨリ變緯、變經及中分緯度ヲ求ム。

(2) 變經ヲ方位表ノ航程ニ、中分緯度ヲ方位表ノ針路ニ當テ、方位表ノ變緯ノ行ニ於テ之レニ對スル數ヲ取リテ所要ノ東西距トナス。

(3) 東西距ト變緯トニヨリ方位表ヨリ針路及航程ヲ求ム。

例題 1. 北緯五十五度、西經一度二十五分ノ甲地ヲ發シ北緯五十七度五十八分、東經七度二分ニ在ル乙地ニ到ラントスルニハ。眞針路及航程如何。

解 D. Lat. を求ム。 Mid Lat. を求ム。 D. Long. を求ム。

Lat f. $55^{\circ} 1' N$	$55^{\circ} 1' N$	Long f. $1^{\circ} 25' W$
Lat in. $57^{\circ} 58' N$	$57^{\circ} 58' N$	Long in. $7^{\circ} 2' E$
$2^{\circ} 57' N$	$2)112 59$	$8^{\circ} 27' E$
$60$	$56^{\circ} 29' 30''$	$60$
$120$		$480'$
$57$		$27'$
D. Lat. $177 N$		$507 E$



第九章 中分緯度航法

針路ヲ求ム。

航程ヲ求ム。

D Long. 507	Log.	2.705008		
Mid Lat.	L. Cos.	9.741985		
		<u>12.446993</u>		
D Lat. 177	Log.	2.247972	.....Log.	2.247972
	L. Tan.	10.199021	.....L. S c.	10.272069
			Log Dist.	<u>2.520041</u>
			Dist.	<u>331.2</u>
<u>N 57° 41' 29" E</u>				

答 針 路 N 57° 41' 29" E

航 程 331.2

方位表ニ依リ求ム。

Mid Lat 56°½ヲ方位表ノ“Co”ニ、D. Long. 507'ヲ方位表ノ

“Dist”ニ當テ、方位表ノ“D Lat”ノ行ニ於テ之レニ對スル  
數ヲ求ム。即チ

		D. Lat.	
Mid Lat. 56	D. Long. 507'	282.5	
Mid Lat. 57	D. Long. 507'	276.1	
		<u>2) 559.6</u>	
		279.3.....	所要ノ Dep

Dep 279.3 ト D. Lat 177 トニ依リ針路及航程ヲ求ム。

Dep	D. Lat	
279.3	181	
279.0	174.3	ノ中間數ニ近似セリ。

故ニ Co N 57° 30' E Dist 331' ナリ。

例題 2. 南緯一度四十五分、西經百七十三度五十三分ノ地  
ヨリ南緯五度二十八分、東經百七十八度二十五分ノ地ニ  
至ル。眞針路及航程如何。

航海術

解 變緯ヲ求ム。中分緯度ヲ求ム。變經ヲ求ム。

Lat f. 1° 45' S	1° 45' S	Long f. 175° 53' W
Lat in. 5° 28' S	5° 28' S	Long in. 178° 25' E
<u>3° 43' S</u>	<u>2) 7° 13'</u>	<u>352 18' E</u>
60	<u>3° 36' 30"</u>	360
<u>180</u>		<u>7° 42' W</u>
34		60
D. Lat. <u>223' S</u>		<u>420</u>
		<u>42</u>
		D. Long. <u>462' W</u>

針路ヲ求ム。

航程ヲ求ム。

D. Long.	Log.	2.664642		
Mid Lat.	L. Cos	9.999183		
		<u>12.667880</u>		
D. Lat.	Log.	2.348305	Log.	2.348205
	L. Tan Co.	10.315475	L. Sec.	10.361114
			Log Dist.	2.709419
T. Co.	<u>S 64° 11' 22" W</u>		Dist.	<u>512.2</u>

答 針 路 S 64° 11' 22" W

航 程 512.2

方位表ニ依リ求ム。

Mid Lat 3°½ヲ方位表ノ“Co”ニ、D. Long' 462ヲ方位表ノ

“Dist”ニ當テ、方位表ノ“D. Lat”ノ行ニ於テ之レニ對ス  
ル數ヲ求ム。即チ

Mid Lat. 3°	D. Long. 462	461.3
Mid Lat. 4°	D. Long. 462	460.9
		<u>2) 922.2</u>
		461.1.....
		Dep

Dep 461.1 ト D. Lat 223' トニヨリ方位表ヨリ針路及航程  
ヲ求ム。方位表ノ Dep 461.1 D. Lat 224.9 ガ最モ近似ス  
ルヲ以テ T. Co. S 64° W 及 Dist 513' ヲ取ル。

第九章 中分緯度航法

例題 3. 北緯三十四度五十分,東經二十四度三分ノ地ヨリ  
北緯三十七度五十五分,東經十六度四分ニ至ル羅針路及  
航程如何。但シ偏差十三度東,自差八度西ナリ。

解 D. Lat ヲ求ム。Mid Lat ヲ求ム。D. Long ヲ求ム。

Lat f. 34° 50' N	34° 50' N	Long f. 24° 3' E
Lat in. 37° 55' N	37° 55' N	Long in. 16° 4' E
3° 5' N	2)72° 45'	7° 59' W
60	36° 22' 30"	60
180		420
5		59
D. Lat. 185 N		D. Long. 479 W

T. Co. ヲ求ム。 Dist ヲ求ム。

D. Long. 479'	Log. 2.680335	
Mid Lat. 36° 22'	L. Cos. 9.905875	
	12.586213	
D. Lat. 185	Log. 2.267172	Log. 2.267172
	L. Tan Co. 10.319041	L. Sec 10.364013
T. Co. N 64° 22' 25" W	Log Dist. 2.631185	
	Dist. 427.7	

C. Co. ヲ求ム。

T. Co. 64° 22' 25" LN	
Var. 13	L
M. Co. 77° 22' 25" LN	C. Co. N 69° 22' 25" W
Dev. 8	R
C. Co. 69° 22' 25" LN	

羅針路 N 69° 22' 25" W

答 航程 427.7

方位表ニ依リ求ム。

Mid Lat. 36° 22' ヲ方位表ノ "Co" ニ當テ, D. Long 479' ヲ  
方位表ノ "Dist" ニ當テ, 方位表ノ "D. Lat" ノ行ニ於テ之レ  
ニ對スル値ヲ求メテ Dep トナス。

航海術

	D. Long.	D. Lat.
36°	479	387.5
37°	479	382.5
		2)770.0
		385.0

Dep 385.0 ト D. Lat 185 ニ依リ求ムレバ。

T. Co N 64° W Dist 428 ヲ得ベシ。

問題

(1) 北緯五十度十九分, 西經四度十三分 (Rame Head) ノ地  
ヨリ北緯四十八度二十八分三十秒, 西經五度三分十二秒  
(Ushant) ノ地ニ至ル眞針路及航程ヲ求ム。

(2) 南緯二十六度六分, 西經百九度十七分 (Easter I<sup>st</sup>) ノ地  
ヨリ緯度零度零分, 西經九十二度 (Galapagos) ノ地ニ到ル  
眞針路及航程ヲ求ム。但シ偏差一點東, 自差三度西。

(3) 南緯二十二度二十分, 西經九十度四十分ノ地ヲ發シ, 眞  
針路北三十二度五十分東, 二百五十六哩航セリ。着達地ノ  
經緯度如何。

(4) 南緯三十四度二十九分, 東經十八度二十三分 (Cape of  
Good Hope) ヲ發シ北四十八度二十五分西航程四百八十哩  
ヲ航セリ。着達地ノ經緯度ヲ求ム。

(5) 北緯五十度十九分, 西經四度十三分ニアル甲地ヲ發シ  
眞針路南十六度二十八分十七秒西ニ航走シテ北緯四十八  
度二十八分三十秒ニ在ル乙地ニ到達セリト云フ。着達地  
ノ經度如何。

(6) 一船北緯五十一度三十分三十秒, 西經八度十八分十二

第九章 中分緯度航法

秒ニ在ル甲地ヲ發シ。其南方西經一度三十六分ニ在ル乙地ニ着シ其間二百五十六哩七ノ東西距ヲ爲セリト云フ。其船ノ眞針路、航程及着達緯度如何。

(7) 一船北緯五十一度十八分、西經二十二度六分ニ在ル某地ヲ發シ南東方ニ航スルコト數日ニシテ、東西距五百六十四哩變經七百八十六哩ヲ爲セリ。着達地ノ經緯度竝ニ此船ノ眞針路及航程如何。

(8) 北緯ノ一地ヲ發シ眞針路南三十三度十五分東ニ航シ東西距五百六十四哩、變經七百八十六哩ヲ爲セリト云フ。起程地及着達地ノ緯度如何。

(9) 北緯二十七度三十分、西經十四度二十分ニ在ル甲地ヲ發シ東西距六十六哩東ニ爲シタル後、北緯二十九度四十五分ノ地ニ在ル乙地ニ着セリ。然ラバ乙地ノ經度如何。

(10) 一船北緯三十八度四十四分、東經十八度三十三分ノ地ヲ發シ羅針路東北東航程七十哩ヲ航セリ。着達地ノ經緯度求ム。但シ風向東南東ニシテ一點ノ風壓差アリ、偏差四分三點西、自差八度東。

答

- (1) T. Co. S 16° 28' 17" W      Dist. 115.2  
 (2) C. Co. N 24° 34' 33" E      Dist. 1863.57  
 (3) Lat. 18° 44' 54" S      Long. 88° 11' 46" W  
 (4) Lat. 29° 10' 25" S      Long. 11° 20' 25" E  
 (5) Long. 5° 3' 12" W  
 (6) Lat. 49° 10' 14" N      Co. S 61° 20' 53" E

航海術

- Dist. 292.52  
 (7) Lat. 36° 59' 38" N      Long. 9° 0' W  
 Co. S 33° 18' 26" E      Dist. 1027.1  
 (8) Lat f. 51° 18' 56".3 N      Lat in. 36° 58' 41".7 N  
 (6) Long. 13° 4' 49" W  
 (10) Lat. 39° 23' 20" N      Long. 19° 47' 34" E

第三節 眞中分緯度

True Mid-Latituae

眞中分緯度ハ平均中分緯度ニ比シテ常ニ稍低キニ過ギルタメ、緯度十五度以上、航程三百五十哩以上ノトキハ、中分緯度航法ヲ用フルモ正シキ結果ヲ得ルコト能ハザルナリ。然ルニ眞中分緯度ヲ用フルトキハ後章ニ述ブル漸長緯度航法ニ依ルト同一ノ正シキ針路及航程ヲ得ベシ。

今針路ヲ求ムルニ漸長緯度航法ニ依ルト、中分緯度航法ニ依ルト同一ナル値ヲ得ルニハ兩公式ガ等シカラザルベカラズ。

即チ中分緯度航法ニ依レバ  $\tan Co = \frac{D. Long. \cos. Mid Lat.}{D. Lat.}$   
 漸長緯度航法ニ依レバ  $\tan. Co = \frac{D. Long.}{M. D. Lat.}$  ナ  
 ルヲ以テ  $\frac{D. Long. \cos. Mid Lat.}{D. Lat.} = \frac{D. Long.}{M. D. Lat.}$  ナ  
 リ。故ニ以上ノ如キ關係ヲ有セシメルニハ、中分緯度ハ

$$\cos. Mid Lat = \frac{D. Lat.}{M. D. Lat.}$$

ナル式ヨリ求メテ、之ヲ計算ニ使用セザル可カラズ。之

レヲ眞中分緯度 True middle Latitude ト云フ。而テ一々眞中分緯度ヲ計算スルノ勞ヲ除クタメ、上式ニ依リ算出シタル眞中分緯度ト平均中分緯度トノ差ヲ求メ、之レヲ表ニ編ミテ使用ニ便ナラシム。之レ平均中分緯度改正表ニシテ松本氏航海表第二表ニ記載ス。

平均中分緯度改正表ヨリ眞中分緯度ヲ求ムルニハ平均中分緯度ト變緯トニヨリ表ニ入り之レニ對スル改正量ヲ平均中分緯度ニ加フベシ。

例題 1. 北緯三十五度三十分及北緯五十二度ノ眞中分緯度ト平均中分緯度トノ差如何。

解 平均中分緯度ヲ求ム。 變緯及漸長變緯ヲ求ム。

Lat. 35° 30' N	Lat. 35° 30' N	M. P.	2281.0
Lat. 52° 00' N	Lat. 52° 00' N	M. P.	3665.2
2) 87° 30'	16° 30' N	M. D. Lat.	1384.2
<u>43° 45'</u>	60		
	960		
	30		
	<u>990</u>		

眞中分緯度ヲ求ム。

D. Lat. 990'	12.995635
M. D. Lat. 1384.2	3.141199
L. Cos. 9.854436	

改正量ヲ求ム。

∴ T. Mid Lat <u>44° 20' 22''</u>	T. Mid. Lat. 44° 20' 22''
	M. Mid. Lat. 43° 45' 0
	<u>35' 22</u>

例題 2.

北緯七十二度及北緯五十二度ノ眞中分緯度ト平均中分緯度トノ差ヲ求ム。

解 平均中分緯度ヲ求ム。 眞變緯及漸長變緯ヲ求ム。

Lat. 72° 0' N	Lat. 72° 0' N	M. P.	6334.8
Lat. 52 0 N	Lat. 52 0 N	M. P.	3665.2
2) 124° 0	Lat. 20° S	M. D. Lat.	2669.6
<u>62°</u>	60		
	<u>1200</u>		

眞中分緯度ヲ求ム。

改正量ヲ求ム。

D. Lat. 1200	Log. 3.079181	T. Mid Lat. 63° 17' 17''
M. D. Lat. 2669.6	Log. 3.426447	M. Mid Lat. 62° 0' 0
	L. Cos. 9.652754	<u>1° 17' 17''</u>

∴ True Mid. Lat. 63° 17' 17''

## 第十章 漸長緯度航法 Mercator's Sailing.

漸長緯度航法ハ漸長圖ノ構成原理ニ基キ、中分緯度航法ノ如ク船ガ、子午線ニ斜交セル航程ノ線上ヲ航スルトキ其變經ヲ求ムル航法ニシテ、緯度殊ニ高ク針路九十度ニ近キ場合ヲ除キ本航法ニ依リ常ニ正確ナル位置ヲ決定スルコトヲ得ベシ。コレ本航法ノ中分緯度航法ニ優レル所ナリ。

### 第一節 漸長緯度ノ解説

漸長圖ハ Gerard Mercator 氏ニ依リ創製セラレタル物ニシテ Mercator 氏 (Flander) ハ西曆千五百六十六年初メテ子午線ヲ、赤道ニ於ケル距度ト同距度ヲ有スル平行線ニテ、又各距等圈ハ各子午線ニ直交スル平行線ニテ、且其各距等圈間ノ子午線ノ弧ヲ緯度ノ増加ニ比例シテ漸長セシメテ海圖ニ記入スル法ヲ工夫セリ。然レドモ距等圈ノ記入法ハ或實驗法ニ基キタル物ニシテ、數學ノ公式ニ依リタルモノニ非ズ。“Naval Science”ノ著者ノ言ニ從ヘバ Mercator 氏ハ人工地球儀ト、平面圖ヲ嚴密ニ比較シテ地球上ノ航程線ヲ平面圖上ニ一直線ヲ以テ記入シ得ベキ様ニ工夫シテ漸長圖ヲ構成セリト云フ。

西曆千五百九十九年 Edward Wright 氏ガ其著書 “Errors of Navigation Corrected”ニ於テ漸長圖ノ構成原理ヲ、距等圈航法ノ公式ヨリ誘導シ、以テ數理的説明ヲナセリ。而テ距

等圈航法ノ公式ニ依リ下ノ關係アルヲ知ル。

$$L = M \cdot \text{Sec. } l$$

L. 赤道ニ於ケル子午線距、即チ變經。

l. 緯度。

M. 其緯度ニ於ケル子午線距。

故ニ海圖ニ於テ子午線距ヲ何レノ緯度ニ於テモ、赤道ニ於ケルト等シクスル爲、子午線距ニ其緯度ノ正割 Secantヲ乘セザルベカラズ。然ルニ圖ト地球面ト相似ノ關係ヲ保タシメル爲ニ、子午線ノ弧、即チ變緯ノ長サモ其變緯ニ其緯度ノ正割ヲ乘ジ、以テ之ヲ漸長セシメザルベカラズ。

例ヘバ緯度六十度ニ於ケル經度一度ノ子午線距ハ三十哩ナルヲ以テ、其ノ子午線距ヲ赤道ニ於ケル經度ノ長ニ等シクスルニハ、 $\text{Sec } 60^\circ = 2$ ヲ緯度六十度ノ子午線距ニ乘セザル可カラズ。從テ地球面ト相似ノ關係ヲ保タシムルタメ其緯度ニ於ケル變緯一度、即チ子午線ノ弧一度ノ長サモ  $\text{Sec } 60^\circ$  即チ 2ヲ乘セザル可カラズ。如斯クシテ赤道ヨリノ子午線ノ弧ヲ伸長シタルモノヲ、漸長緯度 Meridional Parts ト云フ。

### 【1】漸長緯度ノ原理

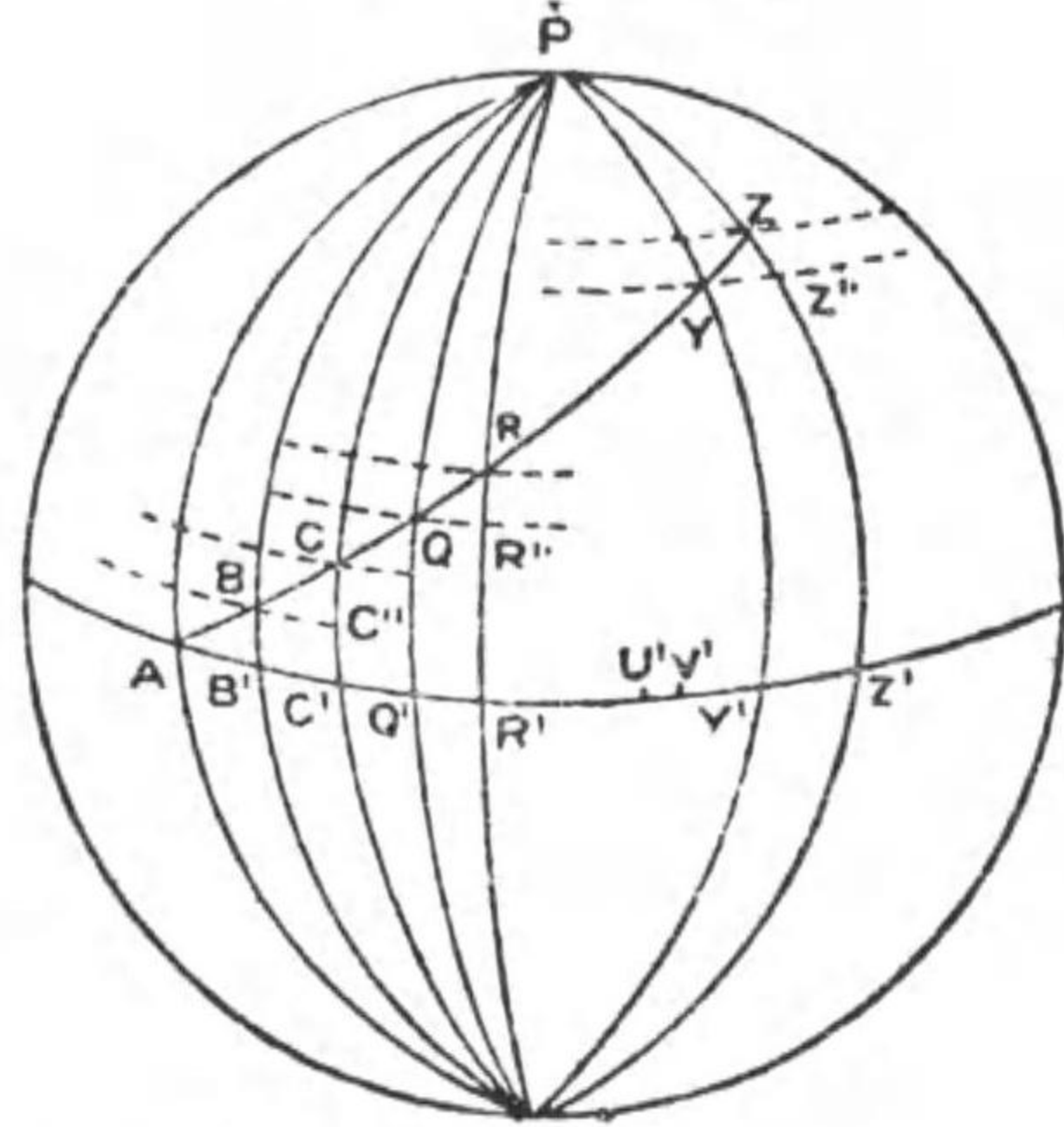
第二十五圖ニ於テ A Z ヲ、赤道上ノ A 地ヨリ、緯度 L ナル Z 地ニ至ル航程ノ線トシ。今緯度 L 即チ弧 Z Z' ノ各一分毎ニ距等圈ヲ畫キ航程ノ線 A Z ト B, C……Q, R……Y ニ於テ交リタリトスレバ、

$$B'B = C'C = \dots = R'R = \dots = Z'Z = l' \text{ ナリ。}$$

又 B, C……Q, R……Y, Z 點ヲ過リ子午線ヲ畫キ、赤道

ト  $B' C' \dots Q' R' \dots Y' Z'$  ニ於テ交リタリトセバ、三角形

第二十五圖



$A B' B \quad B C'' C \dots\dots$

$\dots\dots Q R'' R \dots\dots Y Z'' Z$

ヲ平面直角三角形ト假定スルコトヲ得ベシ。而テ其各三角形ニ於テ

$B' B = C'' C = \dots\dots = R'' R$

$= \dots\dots Z'' Z = 1'$

角  $A B, B = B C'' C = \dots\dots$

$\dots\dots Q R'' R = \dots\dots Y Z'' Z$

= 直角。

又  $A Z$  ハ航程ノ線ナルヲ以テ各三角形ハ皆相等シ。

故ニ  $A B' = B C'' = \dots\dots = Q R'' = \dots\dots Y Z''$  ナリ。

今  $L_B, L_Q \dots\dots$  等ヲ  $B, C \dots\dots$  等ノ緯度ヲ示スモノトスレバ、

$$\left. \begin{aligned} B' C' &= B C'' \text{ Sec } L_B \\ \dots\dots\dots &\dots\dots\dots \\ Q' R' &= Q R'' \text{ Sec } L_Q \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

説明ヲ簡單ニスル爲第二十五圖ヲ一湮ヲ一耗 Milimetre トセル地球ノ模型トスレバ、

$B' B = C'' C = \dots\dots = Z'' Z = 1$  耗 ナリ。

又角  $A B B', B C C'' \dots\dots Y Z Z''$  ( $A$  ヨリ  $Z$  ニ至ル針路)ヲ

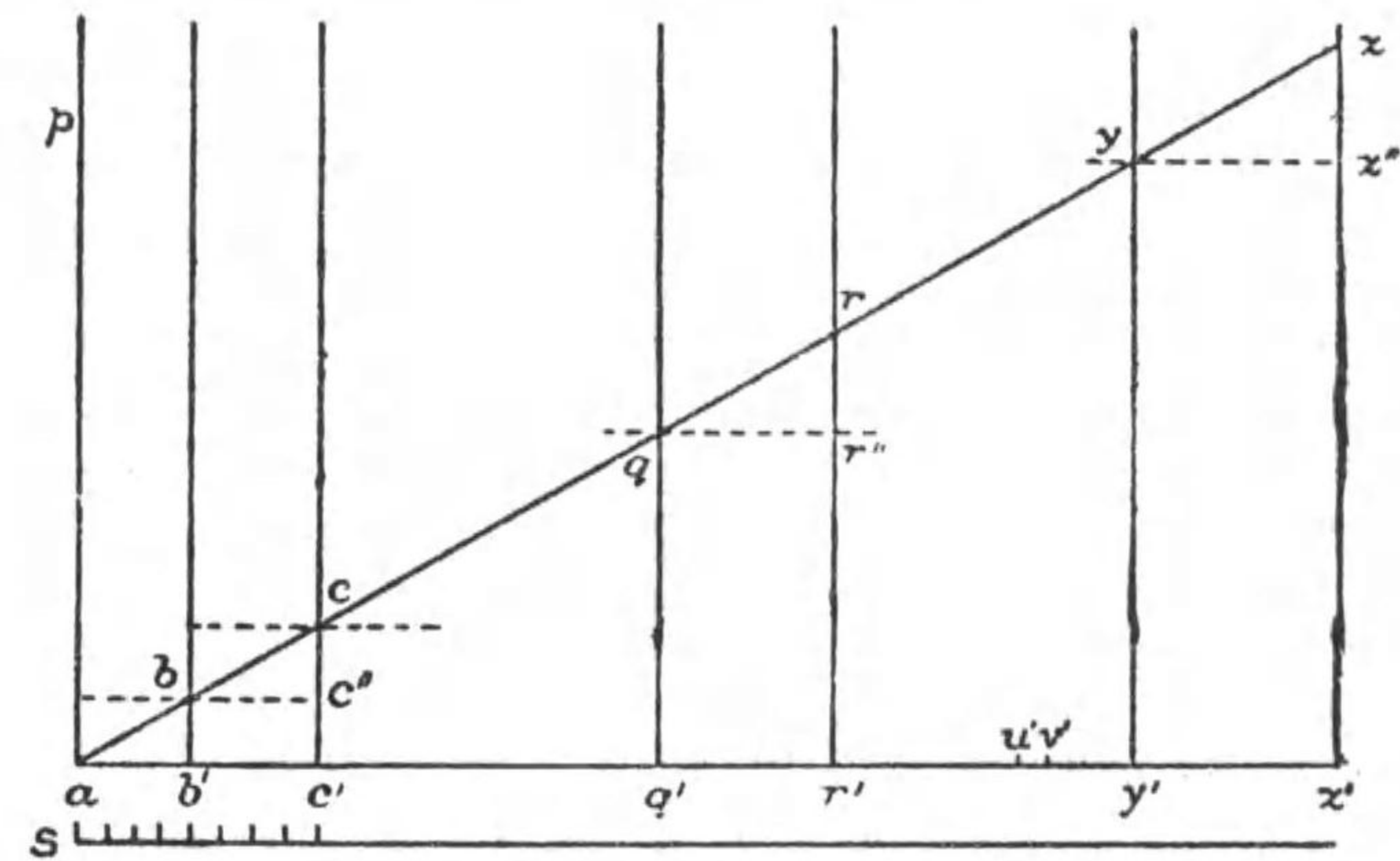
$\theta$  ニテ示セバ、

$$\left. \begin{aligned} A B' &= B' B \text{ Tan } \theta = \text{Tan } \theta \text{ 耗} \\ B C'' &= C'' C \text{ Tan } \theta = \text{Tan } \theta \text{ 耗} \\ \dots\dots\dots &\dots\dots\dots \\ Y Z'' &= Z'' Z \text{ Tan } \theta = \text{Tan } \theta \text{ 耗} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

(1) ト (2) ノ式ヨリ赤道ノ弧ヲ求ムレバ。

$$\left. \begin{aligned} A B, &= \text{Tan } \theta \text{ 耗} \\ B' C' &= \text{Tan } \theta \text{ Sec } L_B \text{ 耗} \\ \dots\dots\dots &\dots\dots\dots \\ Q' R' &= \text{Tan } \theta \text{ Sec } L_Q \text{ 耗} \\ \dots\dots\dots &\dots\dots\dots \\ Y' Z' &= \text{Tan } \theta \text{ Sec } L_Y \text{ 耗} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

第二十六圖



今漸長圖ヲ構成スルニ當リ、其赤道ノ尺度ヲ地球ノ模形

ノ赤道ノ尺度ト同一ノモノヲ使用シテ作圖スルモノト假定ス。第二十六圖  $a z'$  ヲ赤道  $a b' = A B'$   $b' c' = B' C'$  .....  $q' r' = Q' R'$  .....  $y' z' = Y' Z'$  ナラシメ。各點ニ於テ  $a z'$  ニ垂線。即チ子午線  $a p$ ,  $b' b$  .....  $q' q$  .....  $z' z$  等ヲ畫ケバ、航程線  $A Z$  ハ海圖ニ於テ直線  $a z$  ニテ表ハサレ得ベシ。而テ  $a z$  ト子午線トノ交點ヲ  $b$ ,  $c$  .....  $q$ ,  $r$  .....  $y$ ,  $z$  トス。

又地球上ノ距等圈  $B C''$  .....  $Q R''$  .....  $Y Z''$  ハ海圖上ニ於テ赤道  $a z$  ニ平行ニシテ各子午線ニ直交スル直線ニテ表ハルベシ。

故ニ  $b' c' = b c''$  .....  $q' r' = q r''$  .....  $y' z' = y z''$  ナリ。然ルニ

$A B' = a b'$   $B' C' = b' c'$  .....  $Q' R' = q' r'$  .....  $Y' Z' = y' z'$  ナルヲ以テ (3) 式ヲ下記ノ如ク、變化スルコトヲ得ベシ。

$$\left. \begin{array}{l} a b' = \tan \theta \text{ 耗} \\ b c'' = \tan \theta \text{ Sec } L_B \text{ 耗} \\ \dots\dots\dots \\ b r'' = \tan \theta \text{ Sec } L_Q \text{ 耗} \\ \dots\dots\dots \\ y z'' = \tan \theta \text{ Sec } L_Y \text{ 耗} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

次ニ三角形  $b c'' c$  ニ於テ、

$$b c'' = c'' c \tan \theta \text{ 耗}$$

$$\therefore c'' c \tan \theta = \tan \theta \text{ Sec } L_B \text{ 耗}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{或ハ } c'' c = \text{Sec } L_B \text{ 耗} \\ \dots\dots\dots \\ \text{同様ニ } r'' r = \text{Sec } L_Q \text{ 耗} \\ \dots\dots\dots \\ z'' z = \text{Sec } L_Y \text{ 耗} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

$c'' c$  ハ海圖上  $b$  ト  $c$  トヲ過ル距等圈ノ間ノ距離ヲ耗ニテ計リタルモノニシテ、又地球上ノ弧  $C'' C$  ヲ示ス。地球ノ模形上ニ於テ  $C'' C$  ハ一耗ナルモ、海圖上ニ於テハ、

$$c'' c = \text{Sec } L_B \text{ 耗ナリ。}$$

然ルニ  $\text{Sec } L_B$  ノ値ハ 1 ヨリ大ナル故  $c'' c$  ハ一耗ヨリ大ニシテ、 $c c''$  ト  $C'' C$  トノ比ハ、兩者ガ共ニ耗ヲ單位トスルトキハ  $\text{Sec } L_B$  ナリ。故ニ  $\text{Sec } L_B$  耗ハ  $B$  地ノ緯度ノ海圖ニ於ケル緯度一分ノ尺度ナリ。同様  $\text{Sec } L_Q$  耗ハ  $Q$  地ノ緯度ノ海圖上ニ於ケル緯度一分ノ尺度ナリ。

今  $U' V'$  ヲ赤道上ノ二點トシ其距離一浬。即チ兩地間ノ變經ヲ一分トシ、其海圖ノ位置ヲ  $u' v'$  トセバ、地球模形ハ一分カ一耗ナルヲ以テ  $u' v'$  ハ一耗ニシテ  $u' v'$  モ一耗ナルコト明ナリ。

故ニ  $a z'$  耗ノ長サハ弧  $A Z'$  耗ノ長サ、即チ  $A$  ト  $Z'$  ノ間ノ經度ノ分數ニ相等シ。從テ第二十六圖  $S$  ノゴトキ經度尺ヲ作ルトキハ、之ニヨリ各部ノ距離ヲ測リ得ベシ。即チ距離  $r'' r$  ハ此ノ尺度ニテ測ルコトガ出來ルノミナラズ  $r'' r = \text{Sec } L_Q$  耗ナルヲ以テ、經度ノ分單位ニテモ測リ得

ベシ。

【2】 漸長緯度 Meridional parts 及其公式 Mer. parts Formula

第二十六圖ニ於テ赤道ヨリ z ニ至ル距離ハ

$$z'z = b'b + c'c + \dots + r'r + \dots + z'z$$

ニシテ b'b 及 c'c 等 ガ耗ヲ單位ニセル場合ニハ z'z モ亦耗ヲ單位トセル長サナリ。又 b'b 及 c'c 等ガ經度ノ分ヲ單位セトル場合ニハ z'z ハ分單位ニテ測ラレタル長サナリ。

然ルニ  $b'b = \text{眞變緯一分(一耗)} \times \text{Sec } L_A \text{ 分(耗)}$

$c'c = \text{眞變緯一分(一耗)} \times \text{Sec } L_B \text{ 分(耗)}$

$r'r = \text{眞變緯一分(一耗)} \times \text{Sec } L_Q \text{ 分(耗)}$

$z'z = \text{眞變緯一分(一耗)} \times \text{Sec } L_Y \text{ 分(耗)}$

ナルヲ以テ

$$z'z = [\text{Sec } L_A + \text{Sec } L_B + \dots + \text{Sec } L_Q + \dots + \text{Sec } L_Y] \text{ 分(耗)}$$

ナリ。今 Z'Z ナル緯度ヲ一分宛ニ分割セルモノトセバ Z 地ノ緯度  $L = n \times 1'$  ニシテ  $L_A = 0$   $L_B = 1'$

$L_Q = q'$ ..... $L_Y = (n-1)'$  ナルヲ以テ

$$z'z = [\text{Sec } 0' + \text{Sec } 1' + \dots + \text{Sec } q' + \dots + \text{Sec } (n-1)']$$

ナリ。而テ正割 Secant ノ各値ハ 1 ヨリ大ナル故ニ其ノ總和ハ n ヨリ大ナリ。

斯ノ如ク赤道ヨリ既知ノ緯度ニ至ルマデ眞變緯ノ一分毎ニ緯度ノ正割ヲ乗ジテ、赤道ヨリ其緯度ニ到ル子午線ノ長サヲ伸長シ、之ヲ湮ニテ表示セルモノヲ **漸長緯度**ト

云フ。

例ヘバ模形ニ於テ  $L = 20^\circ = 1200'$  或ハ 1200 耗トセバ海圖上ノ z'z ハ 1200 耗或ハ 1200 分ヨリ大ナリ。上式ハ Wright 氏ガ海圖構成上漸長變緯度ヲ算出スルニ當リ採用セリ。

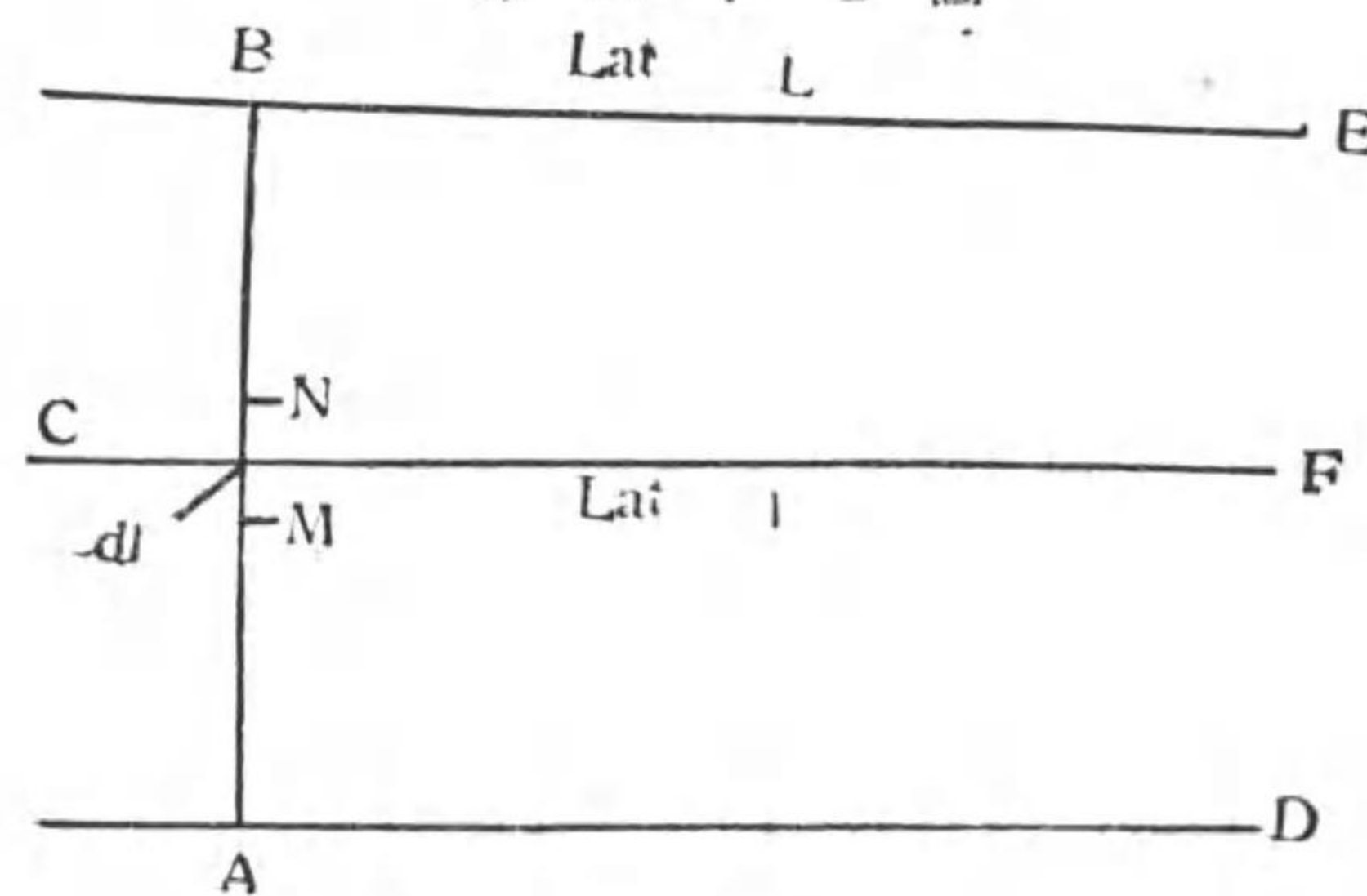
次ニ正確ナル漸長緯度ヲ求ムルニハ Z'Z ヲ無數ニ等分ニシテ上記ノ方法ニヨリ算出スルコトヲ得ルモ、一般下式ニ依ルヲ普通トス。

$$z'z = 7915.7 \text{ Log}_{10} \text{Tan} (45^\circ + \frac{L}{2})$$

即チ z'z ハ緯度 L ニ對スル漸長緯度ナリ。松本氏航海表ハ零度ヨリ九十度ニ至ル弧ニ對スル漸長緯度ヲ本公式ニ依リ計算記載セリ。

【3】 漸長緯度ヲ求ムル正確ナル公式ノ説明

第二十七圖



Scale of Long 1' = 1 m m

緯度 1 ナル地ノ距等圈(Lト赤道トノ中間) 及經度一分ヲ

第二十  
七圖ヲ漸  
長圖ノ一  
部分トシ。  
ADヲ赤  
道。EBヲ  
Lナル緯  
度ノ距等  
圈。CFヲ



「耗」トセバ、A B ハ「耗」ニテ表ハサレタル緯度 L ノ漸長緯度ナリ。而テ緯度 l ニ於ケル海圖上緯度一分ハ  $1 \times \text{Sec } 1 \text{ m. m. s}$  ノ長サナルコト明ナリ。

今 dl ヲ弧度法ニテ表ハセル緯度 l ニ於ケル微小ナル部分トシ、之ヲ分數ニテ表セバ微小ナル部分ハ  $3437.8 \text{ dl}$  ナリ。今 MN ヲ以テ海圖上ノ此ノ微小ナル部分ヲ示スモノトセバ、 $MN = 3437.8 \text{ dl} \times \text{Sec. } 1 \text{ mms}$  ナリ。

其故ニ A B ノ長サハ

$$3437.8 \int_0^L \text{Sec. } 1 \text{ dl mms} \quad \text{或ハ}$$

$$3437.8 \log_e \tan \left(45^\circ + \frac{L}{2}\right) \quad \text{ナリ。}$$

然ルニ

$3437.8 \log_e \tan \left(45^\circ + \frac{L}{2}\right) = 3437.8 \log_{10} \tan \left(45 + \frac{L}{2}\right) \log_e 10$  ナルヲ以テ普通對數形タル

$3437.8 \log_{10} \tan \left(45 + \frac{L}{2}\right) \log_e 10$  ヲ使用スル方が便利ニシテ模數  $\log_e 10 = 2.3026$  ナルタメ上式ヲ變化セバ

$$7915.7 \log_{10} \tan \left(45^\circ + \frac{L}{2}\right) \quad \text{ナリ。}$$

例題 緯度四十度ト漸長緯度ヲ求ム。

$$\begin{aligned} \text{糲} \quad m. p &= 7915.7 \log_{10} \tan \left(45^\circ + 20^\circ\right) \\ &= 7915.7 \times 0.38138 \\ &= 2622.7 \end{aligned}$$

松本氏航海表ヨリ求メタルモノト一致スベシ。

#### 【4】地球實體ニ對スル漸長緯度ノ公式

前項ノ公式ハ地球ヲ球ト見做シテ求メタルモ、之ヲ今地球實體ニ就テ地理學緯度 L ニ對スル地心緯度 L' ノ漸長緯度ヲ求ムレバ

$$7915.8 \log_{10} \tan \left(45^\circ + \frac{L'}{2}\right) \quad \text{ナリ。}$$

L' ハ L ヨリ緯度ノ改正量ヲ減ジテ得ラルベシ。

例ヘバ地理學緯度  $50^\circ 22'$  ニ對スル改正量ヲ  $11'.5$  トセバ  $L' = 50^\circ 22' - 11'.5 = 50^\circ 10'.5$  ナリ。

今緯度ヲ  $50^\circ 10'.5$  トシテ松本氏航海表ヨリ漸長緯度ヲ求ムレバ  $3490'.8$  ヲ得ベシ。

然ルニ地球ヲ球トシ  $L = 50^\circ 22'$  ニ對スルモノハ  $3508.8$  ニシテ眞ノ値ヨリ  $18'.0$  大ナリ。

松本氏航海表ニハ地球ヲ球ト見做シテ漸長緯度ヲ記載セシヲ以テ、地心緯度ニ對スル漸長緯度ヲ記載セル表ト其値ヲ異ニスルコト明ニシテ松本氏航海表ヲ使用シテ正確ナル漸長緯度ヲ算出スルニハ、先ヅ地理學緯度ヲ地心緯度ニ改メ、之ヲ以テ表ヨリ求メザルベカラズ。

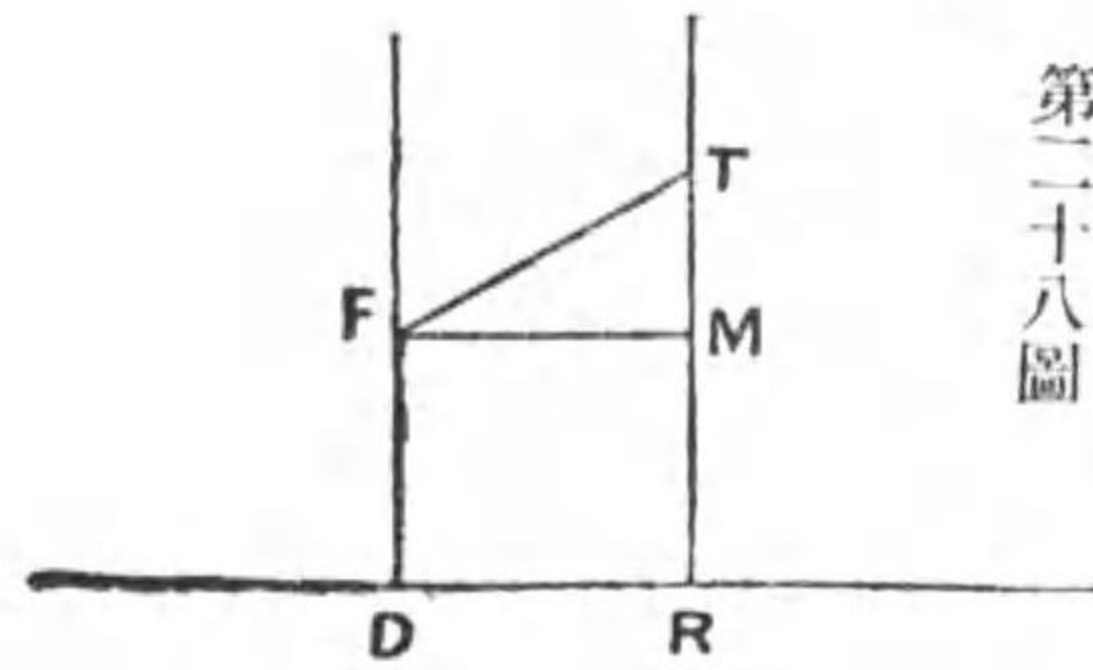
#### 第二節 漸長緯度航法ノ解説

#### 【5】漸長緯度航法ノ公式説明

第二十八圖ヲ漸長圖ノ一部分トシ、DF 及 RT ヲ F 地及 T 地ノ子午線、FM ヲ F 地ヲ過ル距等圈トセバ

$$RT = T \text{ ノ漸長緯度}$$

$$RM = F \text{ ノ漸長緯度}$$



第二十八圖  
 TMハRTトRMノ差  
 即チ漸長變緯 Difference of  
 Meridional parts ナリ。(Fト  
 トガ赤道ノ兩側ニ在ル時  
 ハTMハRTトRMノ和)

故ニ漸長圖上ノ三角形FTMニ於テ、針路FTMヲ下  
 式ニ依リテ求ムルコトヲ得ベシ。

$$\tan Co = \frac{FM}{TM} = \frac{D. Long}{M. D. Lat} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{或ハ } D. Long = M. D. Lat \tan Co \dots\dots\dots (2)$$

之レ所要ノ漸長緯度航法ノ公式ナリ。

【6】 漸長緯度航法ノ精度

本航法ハ緯度殊ニ高ク、又針路九十度ニ近キ場合ヲ除キ  
 何レノ場合ニ於テモ誤差ヲ生ズルコト少ク、正確ナル航  
 法トシテ使用スルコトヲ得ベシ。

即チ針路四十五度ナルトキ、正切 Tangent ノ値ハ 1  
 ナルヲ以テ、針路四十五度以上ナルトキハ變經ハ漸長變  
 緯ヨリ大ナルベシ。故ニ漸長變緯ノ誤差モ同比例ヲ以テ  
 變經ノ誤差ヲ大ナラシム。

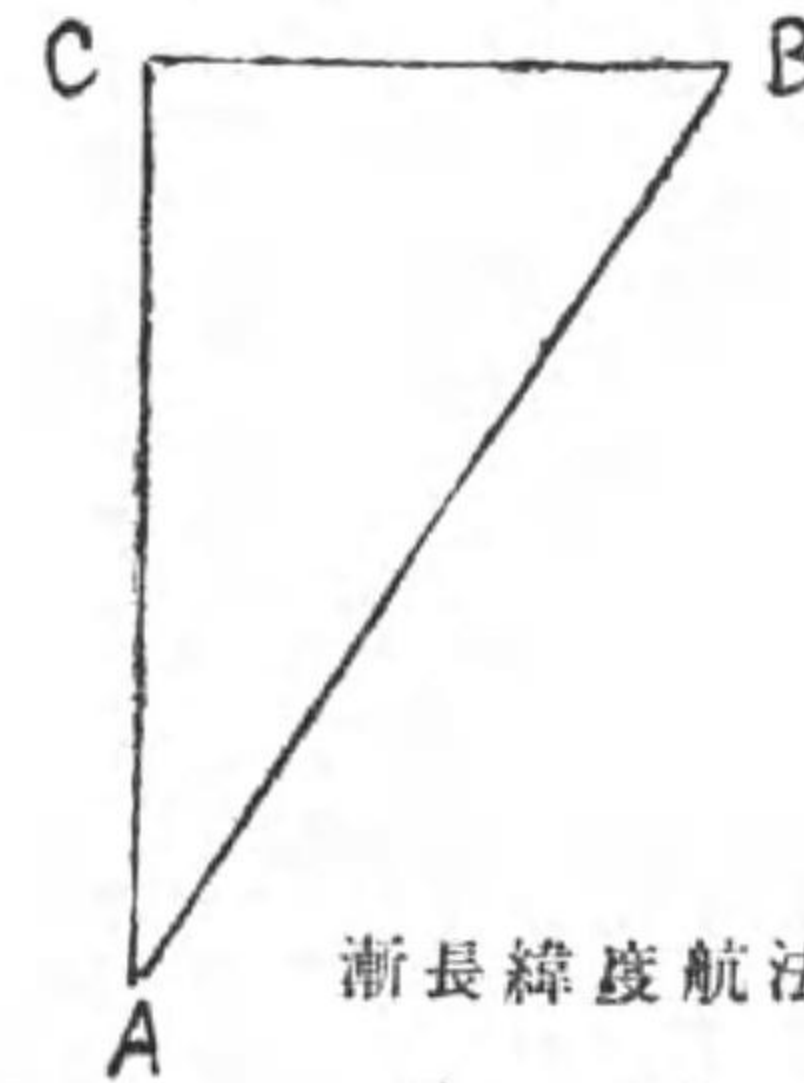
例ヘバ針路八十度ニテハ正切ノ値ハ 5.6713 ナルヲ以テ  
 漸長變緯ノ微差ハ其約六倍ノ誤差ヲ變經ノ内ニ含マシム  
 ルニ至ル。

又針路八十五度ニテハ其正切ノ値ハ 11.4301 ナルヲ以

テ、漸長變緯ノ微差ハ其十一倍ノ誤差ヲ變經ニ誘入セシ  
 メ同様ニ針路八十九度ニ於テ五十七倍ノ誤差トナルベシ  
 故ニ斯如キ場合ニ於テハ漸長緯度航法ヲ用ヒズ、タトヒ  
 高緯度ノ地ニ於テモ略算式タル中分緯度航法ニ依ルベキ  
 ナリ。

次ニ殊ニ高緯度ニ於テハ漸長緯度ノ變化急ニシテ誤差  
 ヲ生ジ易ク、從テ變經ノ誤差ヲ増加セシメル原因トナル  
 ベシ。

【7】 漸長緯度航法ト方位表



直角三角形ABCニ於テ角A  
 ヲ針路トセバ、ACハ變緯、  
 BCハ東西距ナリ。今此三角  
 形ヲ漸長圖上ノ三角形トセバ  
 ACハ漸長變緯。BCハ變經  
 ナリ。故ニ

漸長緯度航法 方位表

針路	……ヲ……	針路	=	} ニ當テルトキ
漸長變緯	……ヲ……	變緯	=	
變經	……ヲ……	東西距	=	

ハ方位表ヲ使用シテ漸長緯度航法ヲ行ヒ得ベシ。

第三節 算 法

公式ヨリ考查シテ本航法ヲ次ノ二種ノ場合ニ分ツコト  
 ヲ得ベシ。

**【8】 起程地ノ經緯度並ニ兩地間ノ針路及航程ヲ知ツテ着達地ノ經緯度ヲ求ムル場合**

公式 
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{D. Lat} = \text{Dist Cos Co.} \\ \text{D. Long} = \text{M. D. Lat Tan Co.} \end{array} \right.$$

**算 則**

(1) 平面航法ノ算法ニ依リ航程ト針路ノ餘弦トヲ以テ變緯ヲ求ム。

(2) 起程緯度ニ變緯ヲ加減シテ着達緯度ヲ求メ、此兩緯度ニ對スル漸長緯度ヲ航海表ヨリ採リ、各漸長緯度ノ和或ハ差ヲ取リテ漸長變緯ヲ求ム。(第二章第四項參照)

(3) 漸長變緯ノ對數ト針路ノ正切 Tangent ノ對數トヲ加ヘ之レニ對スル眞數ヲ求メテ所要ノ變經トナシ。針路ノ E 或ハ W ノ符號ニ從ヒ、E 或ハ W 符ヲ配ス。

(4) 起程經度ニ變經ヲ加減シテ、所要ノ着達經度トナス。方位表ニ依リテ求ムル法。

(1) 針路及航程ヲ以テ方位表ヲ使用シテ變緯ヲ求メ、之レヲ起程緯度ニ加減シテ着達緯度ヲ求ム。

(2) 兩緯度ニ對スル漸長緯度ヨリ漸長變緯ヲ求メ。針路ヲ方位表ノ針路ニ、漸長變緯ヲ方位表ノ變緯ニ當テ、方位表ノ東西距ノ行ニ於テ之ニ對スル數ヲ取テ變經トス。

(3) 起程經度ニ變經ヲ加減シテ所要ノ着達經度トナス。

例題 1. 北緯五十五度一分西經一度三十五分ノ地ヲ發シ南東イ南二分一南へ二百四十六浬航走セリ。着達地ノ經緯度如何。

解 變緯ヲ求ム。 變經ヲ求ム。

Dist. 246'	Log. 2.390935	M. D. Lat Log. 2.559236
Co. 28'' 7' 30''	L. Cos. 9.945480	L. Tan. Co. 9.727957
	Log. 2.886365	Log. 2.287193

D. Lat. 216'.9      or 3° 36' 54'' S  
 着達緯度ヲ求ム。 漸長變緯ヲ求ム。      or 3° 13' 42'' E

Lat. f. 55° 1' 0'' N	M. P. 3969.71	着達經度ヲ求ム。
D. Lat. 3° 36' 54'' S		
Lat. in. 31° 24' 6'' N	M. P. 3607.27	Long. f. 1° 35' 0'' W
	M. D. Lat. 362.44	D. Long. 3° 13' 42'' E
		Long. in. 1° 38' 42'' E

答 北緯三十一度二十四分六秒  
 東經一度三十八分四十二秒

方位表ニ依リ求ムレバ、

Co S 28° E Dist 246'      ニ對スル D. Lat 217' ヲ求メ、之レヲ起程緯度ニ加減ス。

Lat f. 55° 1' 0'' N	M. P. 3969.71
D. Lat. 3° 37' 0'' S	
Lat in. 51° 24' 0'' N	M. P. 3607.11
	M. D. Lat. 362.60

Co 28°      ニ依リ方位表ヲ開キ漸長變緯 362.6 ノ二分一即チ 181.3      ナ方位表ノ “D Lat”      ニ當テ方位表ノ “Dep” ノ行ニ於テ之レニ對ズル數 96.8 ヲ求メ、二倍シテ變經トナス。即チ 193.6 E      ナリ。

Long f. 1° 35' 0'' W
D. Long. 3° 13' 36'' E
Long in. 1° 38' 36'' E

例題 2. 南緯三十八度二十三分,東經百五十度五十分ノ地  
ヲ發シ,眞針路南三十六度十七分西へ百六十浬航セリ。  
着達經緯度ヲ求ム。

解 變緯ヲ求ム。 變經ヲ求ム。

Dist. 160	Log. 2.204120	M. D. Lat. Log. 2.223002
S 36° 17' W	L. Cos. 9.906389	Co. L. Tan. 9.865770
	Log. 2.110509	Log. 2.088772
128.97	253	490
or 2° 9' 0'' S	256	282
		122.68
		or 2° 2' 42'' W

着達緯度ヲ求ム。 漸長變緯ヲ求ム。 着達經度ヲ求ム。

Lat f. 38° 23' 0'' S	M. P. 2497.52	Long f. 150° 50' 0'' E
D. Lat. 2 9 0 S		D. Long. 2° 2' 42'' W
Lat in. 40° 32' 0'' S	M. P. 2664.63	Long in. 148° 47' 18'' E
	M. D. Lat. 167.11	

答 南緯五十度三十二分  
東緯百四十八度四十七分十八秒

方位表ニテ求ムレバ,

Dist 160' Co S 36½W ニヨリ D. Lat ヲ求ム。即チ  
128.6 S

Lat f. 38° 23' 0'' S	M. P. 2497.52
D. Lat. 2 9 0 S	
Lat. 40° 32' 0'' S	M. P. 2664.63
	M. D. Lat. 167.11

S 36½W ヲ方位表ノ "Co" ニ當テ M. D. Lat 167.11 ヲ方位表  
ノ D. Lat ニ當テ方位表ノ Dep ヲ取リテ變經トナス。

即チ 128.7 W

Long. f. 150° 50' 0'' E
2 3 22 W
148° 46 18 E

例題 3. 本船正午ノ位置北緯三十度零分二十秒,東經百二

十二度四十六分三十秒ナルトキ,毎時ノ速力十一浬ニテ  
眞針路北六十八度東ニ航走セバ東經百二十五度ノ子午  
線ニ達スルハ何時ナリヤ。又其着達地ノ緯度如何。

解 變經ヲ求ム。 漸長變緯ヲ求ム。

Long f. 122° 46' 30'' E	M. D. Lat = D. Long Cot Co.
Long in 125° 0 0 E	
D. Long. 2° 13' 30'' E	D. Long. 133.5 Log. 2.125481
	Co. N 68° E L. Co. 9.606410
	Log. 1.731891
133.5 E	

着達緯度ヲ求ム。 M. D. Lat. 53.93

Lat f. 30° 0' 20'' N	M. P. 1888.76
	M. D. Lat. 53.93
Lat in. 30° 46' 50'' N	M. P. 1942.69

變緯ヲ求ム。 航程ヲ求ム。

Lat f. 30° 0' 20'' N	D. Lat. 46.5	Log. 1.667453
Lat in. 30° 46' 50'' N	Co. N 68 E	L. Sec. 10.426425
D. Lat. 46' 30'' N		Log. 2.093878
or 46.5 N		Dist. 124.13

達スベキ時間ヲ求ム。 答 北緯三十度四十六分五十秒  
當日午後十一時十八分

$$\frac{124.1}{11} = 11^h 13^m \text{ or } 11^h 18^m$$

當日午後十一時十八分

【6】 兩地ノ經緯度ヲ知リテ其間ノ針路及航程ヲ求ムル場合

$$\text{公式} \begin{cases} \text{Dist} = \text{D. Lat Sec Co.} \\ \text{Tan Co} = \frac{\text{D. Long}}{\text{M. D. Lat.}} \end{cases}$$

算則

(1) 兩地ノ緯度ニ依リ, 其變緯及漸長變緯ヲ求ム。

(2) 兩地ノ經度ニ依リ、其變經ヲ求ム。

(3) 變經ノ對數ヲ求メ、其指標ニ10ヲ如ヘ、之レヨリ漸長變緯ノ對數ヲ減ジテ針路ノ正切トス。次ニ此對數ニ對スル角度ヲ求メ、變緯ノ符號ヲ前ニ、變經ノ符號ヲ後ニ配シテ所要ノ針路トス。

4. 針路ノ正割ノ對數ト變緯ノ對數トノ和ヲ求メ、之レニ對スル眞數ヲ求メテ所要ノ航程トス。

方位表ニ依リ求ムル法。

(1) 兩地ノ緯度ニ依リ、變緯及漸長變緯ヲ求ム。

(2) 兩地ノ經度ニ依リ、變經ヲ求ム。

(3) 漸長變緯ヲ方位表ノ變緯ニ當テ、變經ヲ方位表ノ東西距ニ當テ、之レニ該當スル度數ヲ探リテ所要ノ針路トナス。

(4) 針路ト變緯トニヨリ方位表ヨリ航程ヲ求ム。

例題 1. 北緯五十度十五分、西經二十七度十九分ノ地ヨリ北緯四十七度三十分、西經三十一度十四分ノ地ニ至ル、眞針路及航程如何。

解 變緯及漸長變緯ヲ求ム。 變經ヲ求ム。

Lat f. 50° 15' N	M. P. 8497.87	Long f. 27° 19' W
Lat in. 47° 30' N	M. P. 3246.91	Long in. 31° 14' W
2° 45' S	M. D. Lat. 250.96	3° 55' W
60		60
120		180
45		55
D. Lat. 165 S		D. Long. 235 W

針路ヲ求ム。

航路ヲ求ム。

D. Long. 235'	Log. 12.371068	D. Lat. 165	Lcg. 2.217484
M. D. Lat. 250.96	Log. 2.399605	Co. 43° 7' 15''	L. Sec. 10.136728
	Ltan. 9.971463		Log. 2.354212

T. Co. S 43° 7' 15'' W	Dist. 226 1/5
答 眞針路	S. 43° 7' 15'' W
航程	226:5

方位ニ依リ求ム。

漸長變緯 250.96 ヲ方位表ノ 'D. Lat' ニ當テ、變經 235 ヲ方位表ノ 'Dep' ニ當テ、之レニ對スル度數 43° ヲ以テ所要ノ針路トス。

次ニ 43° ト變緯 165' ニ依リ航程ヲ求ムレバ 226 涅ナリ。

例題 2. 北緯四度十五分、東經六度十一分ノ地ヨリ、南緯十五度五十五分、西經五度四十五分ノ地ニ至ル。針路及航程如何。

解 變緯及漸長變緯ヲ求ム。 變經ヲ求ム。

Lat f. 4° 15' N	M. P. 255.23	Long f. 6° 11' E
Lat in. 15° 55' S	M. P. 967.53	Long in. 5° 45' W
20° 10' S	M. D. Lat. 1222.76	11° 56' W
60		60
1200		660
10		56
D. Lat. 1210 S		D. Long. 716 W

針路ヲ求ム。

航程ヲ求ム。

D. Long. 716	Log. 12.854913	D. Lat. 1210	Log. 3.082785
M. D. Lat. 1222.76	Log. 3.087340	Co. 30° 21' 6''	L. Sec. 0.064019
	L. Tan. 9.767573		Log. 3.146804

T. Co. S 30° 21' 6'' W	Dist. 1402 1/2
------------------------	----------------

答 眞針路 S. 30° 21' 9'' W  
航程 1402 1/2

方位表ニ依リ求ム。

漸長變緯ノ四分一、即チ  $\frac{1222.76}{4} = 305.69$  ヲ方位表ノ  
 D. Lat = 變經ノ四分一、即チ  $\frac{716}{4} = 179$  ヲ方位表ノ  
 Dep = 當テ、之レニ對スル度数  $30^{\circ}\frac{1}{2}$  即チ S  $30^{\circ}\frac{1}{2}$  W ヲ以  
 テ所要ノ針路トナス。

次ニ  $30^{\circ}\frac{1}{2}$  ト D. Lat 1210 トニヨリ航程 1405' ヲ求メ、之  
 ヲ所要ノ航程トナス。

例題 3. 南緯三十七度四十二分、東經百七十八度四十分ノ  
 地ヨリ南緯五十五度五十九分、西經六十七度十六分ノ地  
 ニ至ル。針路及航程如何。

解 變緯及漸長變緯ヲ求ム。 變經ヲ求ム。

Lat f. $37^{\circ} 42' S$	M. P. 2445.47	Long f. $178^{\circ} 40' E$
Lat in. $55^{\circ} 59' S$	M. P. 4072.12	Long in. $67^{\circ} 10' W$
$18^{\circ} 17' S$	M. D. Lat. 1626.65	$245 56 W$
60		360
<u>1080</u>		<u>114^{\circ} 4' E</u>
17		60
D. Lat. <u>1097 S</u>		<u>6840</u>
		4'
		D. Long. <u>6844' E</u>

針路ヲ求ム。 航程ヲ求ム。

D. Long. 6844	Log. 13.835310	D. Lat. 1097	Log. 3.040207
M. D. Lat. 1626.65	Log. 3.211294	Co $76^{\circ} 37' 49''$	L. Sec. 0.635948
	<u>10.046604</u>		Log. 3.676155
Co <u>S <math>76^{\circ} 37' 49'' E</math></u>	$\frac{3979}{37}$	Dist. <u>4744.1</u>	$\frac{45}{10}$
			8
			2

答 眞針路 S  $76^{\circ} 37' 49'' E$

航程 4744.1

方位表ニ依リ求ム。

漸長變緯ノ二十分一、即チ  $\frac{1626.65}{20} = 81.332$  ヲ方位表

ノ D. Lat = 當テ變經ノ二十分一  $\frac{6844}{20} = 342.2$  ヲ方位表  
 ノ東西距 = 當テ度数ヲ求ム。即チ所要ノ針路ハ S  $76^{\circ} 30' E$   
 ナリ。

Co S  $76^{\circ} 30' E$  ト D. Lat 1097 S トニヨリ方位表ヨリ  
 Dist ヲ求ムレバ 4710 哩ヲ得ベシ。

問題

下記ノ諸問題ヲ漸長緯度航法ニ依リ計算スベシ。

(1) 北緯五十一度十八分、西經九度五十分ノ地ヨリ眞針路  
 南三十三度十九分、西 = 四百六十五哩航走セバ、着達地ノ經  
 緯度如何。

(2) 南緯四十九度五十二分、西經十七度二十二分ノ地ヨリ  
 南緯四十二度十三分、西經十一度十五分ノ地ニ至ル、針路及  
 航程如何。

(3) 北緯五十四度十三分、西經百二十度九分ノ地ヨリ北緯  
 五十七度十九分、西經百二十二度三十八分ノ地ニ至ル。針  
 路及航程如何。

(4) 北緯四十二度五十四分、東經百四十五度十一分ノ地ヨ  
 リ眞針路南西四分ノ三南 = 百五十五哩航セリ。着達地  
 ノ經緯度如何。

(5) 北緯二十五度十九分、東經百二十一度三十二分ノ地ヨ  
 リ、眞針路南四十度三十分、西 = 二百三十六哩航セリ。着達  
 地ノ經緯度如何。

(6) 南緯七十二度二十二分、西經五十五度三十五分ノ地ヨ

第十章 漸長緯度航法

リ南緯五十八度五十八分、西經四十九度四十七分ノ地ニ至ル。眞針路及航程如何。

(7) 南緯四十八度五十二分、西經十七度二十五分ノ地ヨリ南緯四十二度十八分、西經十二度十五分ノ地ニ至ル。眞針路及航程如何。

(8) 北緯三十三度三十三分、西經二十度十九分ノ地ヲ發シ南東方ノ航走スルコト一晝夜ニシテ、漸長變緯二百四十八浬一二ヲ生ジ、西經十七度十二分二秒ノ地ニ到達セリト云フ。着達地ノ緯度竝ニ本船ノ探レル針路及毎時ノ速力如何。

(9) 北緯四十一度五十八分、東經百二十九度五十七分ノ地ヨリ、眞針路南三十三度三十分東ニ、毎時七浬四分ノ一ノ速力ニテ航走セバ、東經百三十四度六分十五秒ノ子午線ニ達スルニ如何程ノ時間ヲ要スルヤ。又其着達緯度如何。

(10) 一船アリ、北緯五十度十分五十四秒、西經四度十六分ノ地ヲ發シ南西四分一西ニ其變經六百二十浬トナルマデ航セリト云フ。其船ノ着達緯度及航程何程ナルカ。

答

- (1) Lat. 44° 49' 25" N Long 16° 13' 0" W  
 (2) T. Co. N 28° 58' 26" E Dist. 524.7  
 (3) T. Co. N 24° 14' 41" W Dist. 203.99  
 (4) Lat. 40° 49' 30" N Long. 143° 7' 0" E  
 (5) Lat. 22° 19' 33" N Long. 118° 44' 23" E

航 海 術

- (6) T. Co. N 9° 51' 48" E Dist. 816.06  
 (7) T. Co. N 28 47' 43" E Dist. 449.6  
 (8) Lat in. 30° 2' 10" N Dist. 264.0  
 Speed per hour 11' T. Co. S 37° E  
 (9) Lat in. 37° 7' 49" N Dist. 348.1  
 Time. 48 時間  
 (10) Lat in. 43° 48' 16" N Dist. 569.7

第十一章 流潮航法

Current Sailing.

海流及ビ潮流ハ海洋中ニ在リテ、海水其物ノ水平運動ノ總稱ニシテ其上ノ浮泛物ハ其流レル方向ニ壓流セラル。故ニ一浮泛用タル船ハ海流及潮流 (Drift Current and Tidal Current) ノ爲メニ其ノ方向ニ壓流セラレテ推測位置ト天測位置トガ合致セザル主因トナル。

船ニ於テ航走距離測定ニ使用スル測程器 Lcg ハ船ト共ニ壓流セラル、モノナルガ故ニ、測程器ハ水ニ對スル (Through the Water) 航程ヲ示シ。地ニ對スル (Over the ground) 航程ヲ示サバルコト明ナリ。又流潮ノ方向ハ船ノ針路ト種々ナル方向ニ交叉ス。故ニ船ハ必ズ其針路及ビ流向ニ應ジ速カト流速ノ合成力ノ方向及速カヲ以テ航スルニ至ル。從テ流潮アル海上ヲ一地ヨリ或ル目的地ニ航スルニハ必ズ其流向流速ノ影響ヲ加味シ、以テ目的地ニ到ル可キ針路及速カヲ定ムルコト肝要ナリ。

斯ノ如ク流潮ノ存在ノ結果、船ガ實際航走セシ針路及速カヲ求メ。或ハ既知ノ流潮ニ從ヒテ目的地ニ達スルタメ船ノ探ルベキ針路速カヲ定メ、又實測位置ト推測位置トニ依リ其航行中影響ヲ受ケシ流潮ノ方向及速カヲ算スル方法ヲ流潮航法ト云フ。

第一節 流潮航法ノ公式ノ説明

【1】 一邊及二角ガ既知ナルトキ其一角ニ對スル邊ヲ求ムル場合ノ公式

第二十九圖三

第二十九圖

角形 ABC ニ於テ頂角 A ヨリ垂線 CD ヲ引キ之レヲ P トセバ

$\sin B = \frac{p}{c}$

$\sin C = \frac{p}{b}$

故ニ  $\frac{\sin B}{\sin C} = \frac{b}{c}$

或ハ

$\frac{\sin C}{c} = \frac{\sin B}{b}$  又同様ニ B ヨリ

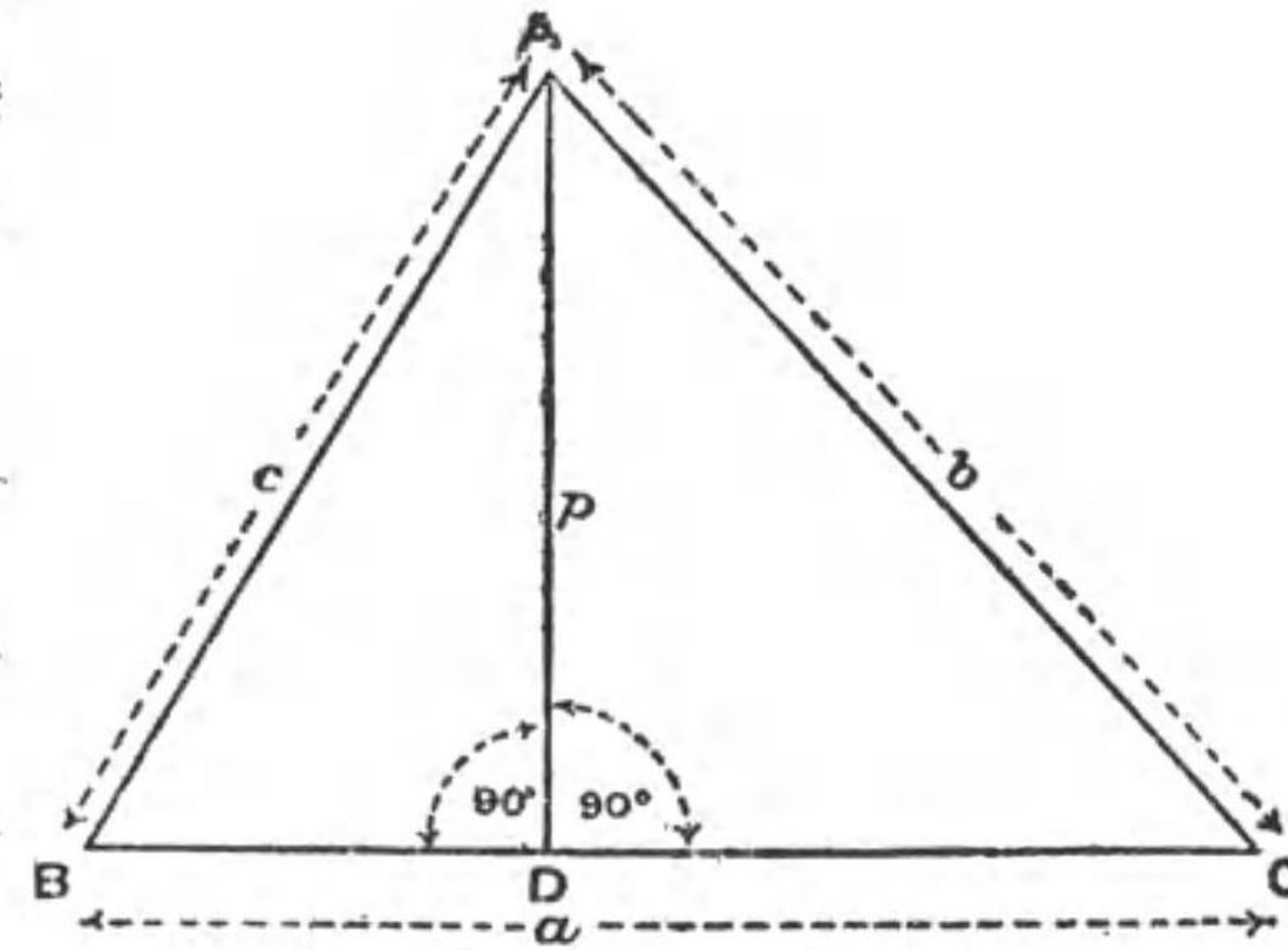
AC ニ垂線ヲ立テルトキハ  $\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin C}{c}$  ヲ得ベシ。從テ

$\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c} \dots\dots\dots 1$

之レヲ正弦比例式ト云フ。

故ニ一邊及二角ヲ知ルトキハ、其一角ニ對スル邊ノ値ヲ求メルコトヲ得ベシ。例ヘバ a 邊角 A 及角 B ヲ知ルトキハ

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





ニ依リテ算出スルコトヲ得ベシ。

【2】 二邊及一角ガ既知ナルトキ、其一邊ニ對スル

角ヲ求ムル場合ノ公式

公式(1)ニ依リテ前項ト同様ニシテ算出スルコトヲ得ベシ。例ヘバ邊 a 及 b 並ニ B 角ノ値ヲ知ルトキハ

$$\sin A = \frac{a \sin B}{b} \quad \text{ニ依リテ求メ得ベシ。}$$

【3】 二邊及夾角ガ既知ナルトキ、二邊ニ對スル角

ヲ求ムル場合ノ公式

公式(1)ヨリ  $\frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$  即チ  $\frac{b}{c} = \frac{\sin B}{\sin C}$  ..... (a)

上式ニ1ヲ加スレバ  $\frac{b}{c} + 1 = \frac{\sin B}{\sin C} + 1$

$$\frac{b+c}{c} = \frac{\sin B + \sin C}{\sin C} \quad \text{.....(b)}$$

(a)式ヨリ1ヲ減ズレバ  $\frac{b}{c} - 1 = \frac{\sin B}{\sin C} - 1$

$$\frac{b-c}{c} = \frac{\sin B - \sin C}{\sin C} \quad \text{.....(c)}$$

(c)式ヲ(b)式ニテ割レバ  $\frac{b-c}{b+c} = \frac{\sin B - \sin C}{\sin B + \sin C}$

$$\frac{b-c}{b+c} = \frac{2\cos\frac{1}{2}(B+C)\sin\frac{1}{2}(B-C)}{2\sin\frac{1}{2}(B+C)\cos\frac{1}{2}(B-C)} = \frac{\tan\frac{1}{2}(B-C)}{\tan\frac{1}{2}(B+C)}$$

$$\therefore \tan\frac{1}{2}(B-C) = \frac{b-c}{b+c} \tan\frac{1}{2}(B+C)$$

三角形内ノ角 A, B, 及 C ノ和ハ百八十度ナルヲ以テ、  
 $(B+C) = 180 - A$  ナリ。

$$\therefore \tan\frac{1}{2}(B-C) = \frac{b-c}{b+c} \cot\frac{1}{2}A \quad \text{.....(2)}$$

ハ所要ノ公式ナリ。又同様ニシテ

$$\tan\frac{1}{2}(A-B) = \frac{a-b}{a+b} \cot\frac{1}{2}C \quad \text{.....(3)}$$

故ニ(2)式ヨリ

$$B = \frac{B+C}{2} + \frac{B-C}{2} \quad C = \frac{B+C}{2} - \frac{B-C}{2}$$

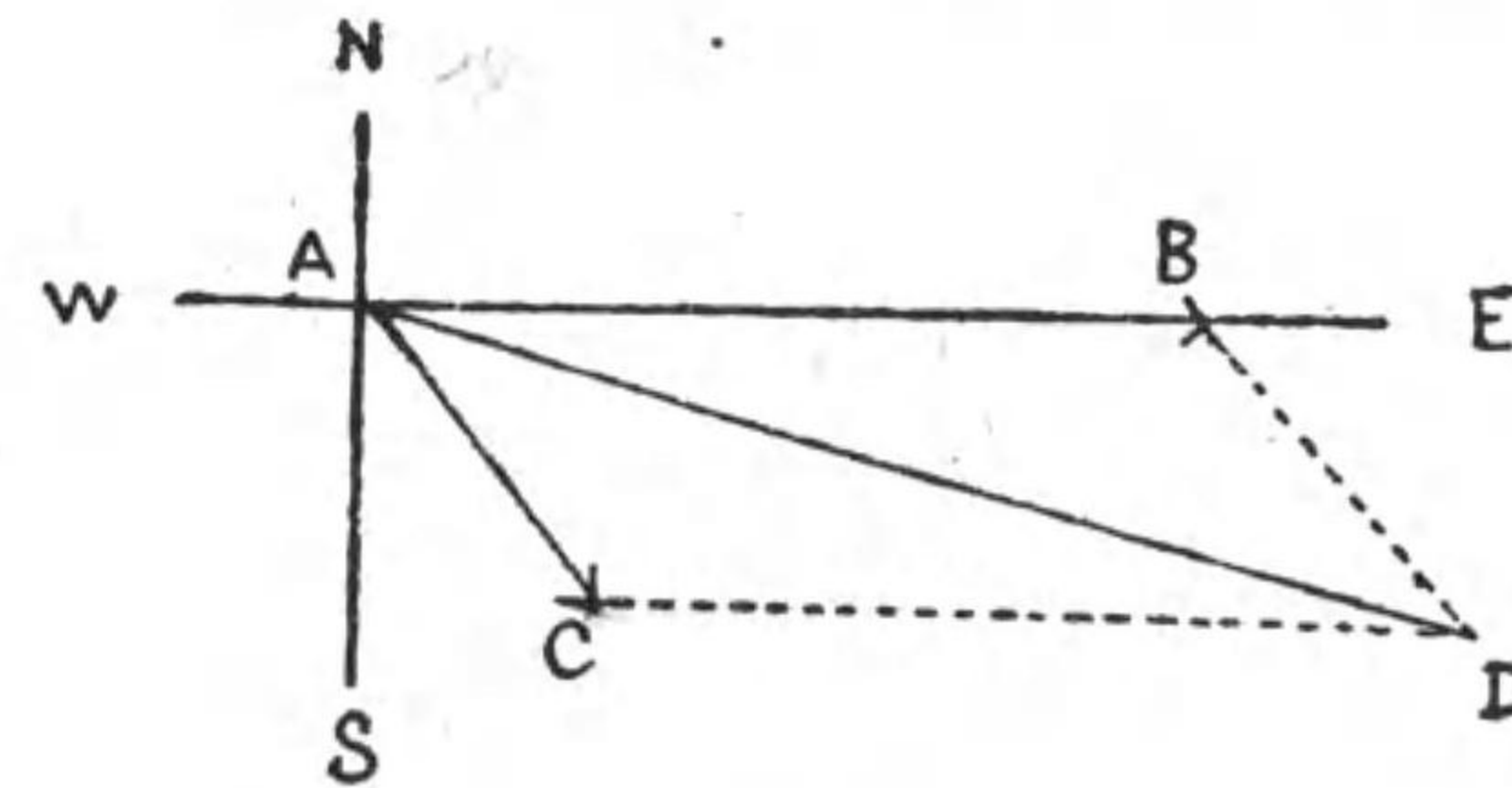
(3)式ヨリ

$$A = \frac{A+B}{2} + \frac{A-B}{2} \quad B = \frac{A+B}{2} - \frac{A-B}{2}$$

ヲ求メ得ベシ。

第二節 算法

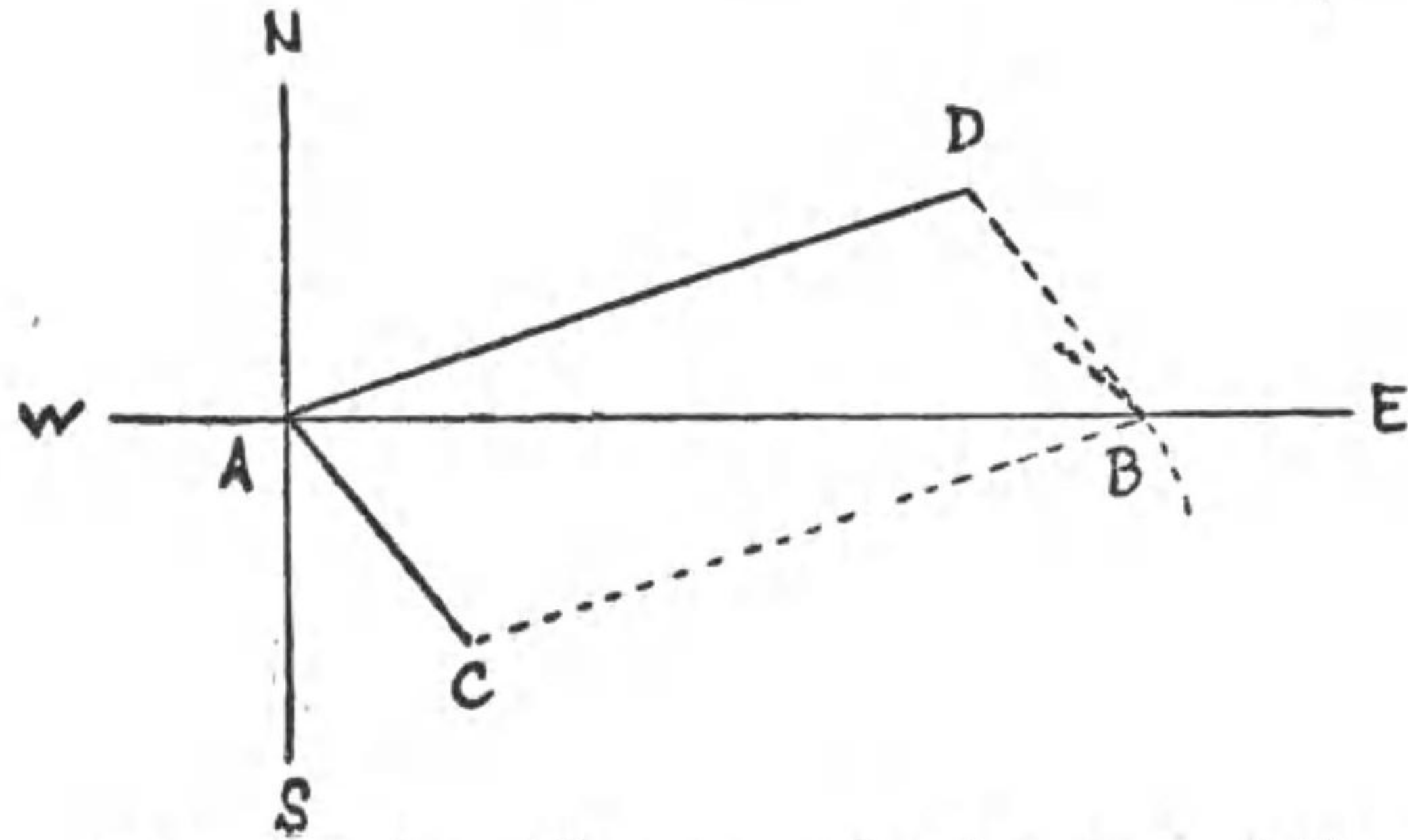
流向ト同一方向ニ航走スル時ハ、地ニ對スル (Over the ground) 速力最モ大ニシテ、反對方向ニ航走スルトキハ地ニ對スル (Over the ground) 速力最モ小ナリ。又針路ガ流向ト針交スル時ハ速力ノ増減ハ其ノ針交角度ノ大小ニ應ズルモノニシテ、實際航走セシ方向ニモ變化ヲ來スベシ。從テ目的地ニ到ラントスル場合ニ於テモ船ノ探ル可キ針路及速力モ亦針交角度、流速ニ依リ變化スルコト明ナリ。



第三十圖

第三十圖ニ於テAEヲ船首尾線ノ方向、ABヲ毎時ノ速力、ACヲ其時ニ於ケル毎時ノ流速及流向トスレバ、船ハ一時間後ニハAB及ACヲ二邊トセル平行四邊形ノ對角線ADヲ航シテDニ到ルベシ。故ニ角SADハ眞針路ニシテ、ADハ其船ノ實際ノ速力 (Actual Speed) ナリ。

第三十一圖ニ於テ毎時ACナル流向ト流程ヲ有スル海  
第三十一圖



上ヲ航シ。E地ニ到着センニハCヲ中心トシ、毎時ノ船ノ速力CBヲ半徑トシテ弧ヲ畫キ、眞方位AEトBニ於テ交ラシメ、ACトCBヲ二邊トスル平行四邊形ヲ作レバ船ハADノ方向、即チ視針路NADニテ航セバE地ニ到達シ其船ノ毎時ノ實際ノ速力ハABトナルベシ。

又第三十一圖ニ於テ船ガ某時間航シタル後、推測ニ依リD地ニ在ルベキニ、天測ニ依リテB地ニ在ル事ヲ確メタル場合、D及Bヲ連結セバ、DBハ其間ノ流向流程ナリ。

要スルニ流潮航法ハカノ平行四邊形ノ解法ニ外ナラザルヲ以テ、作圖法平面三角形法及方位表ノ使用ニ依ル三法ニヨリ行フコトヲ得ベシ。然レドモ一般方位表ニ依ルヲ普通トス。又前記ノ例ニ示セルガ如ク本航法ヲ下記ノ三種ノ場合ニ種別スルコトヲ得ベシ。

- (1) 既知ノ流潮ヲ受ケ航スルトキ船ノ眞針路及航程ヲ求ムル場合。
- (2) 既知ノ流潮ヲ受ケ航スルトキ、目的地ニ到達スルタメ其船ノ探ル可キ針路ヲ決定スル場合。
- (3) 推測位置ト天測位置トニ依リ流向及ビ流程ヲ求ムル場合。

**【4】 既知ノ流潮ヲ受ケ航スルトキ、船ノ眞針路及航程ヲ求ムル場合**

第三十圖ニ示シタル如ク眞針路SAD及航程ADヲ求ムル場合ニシテ、詳細ハ例題ニ依リテ説明スベシ。

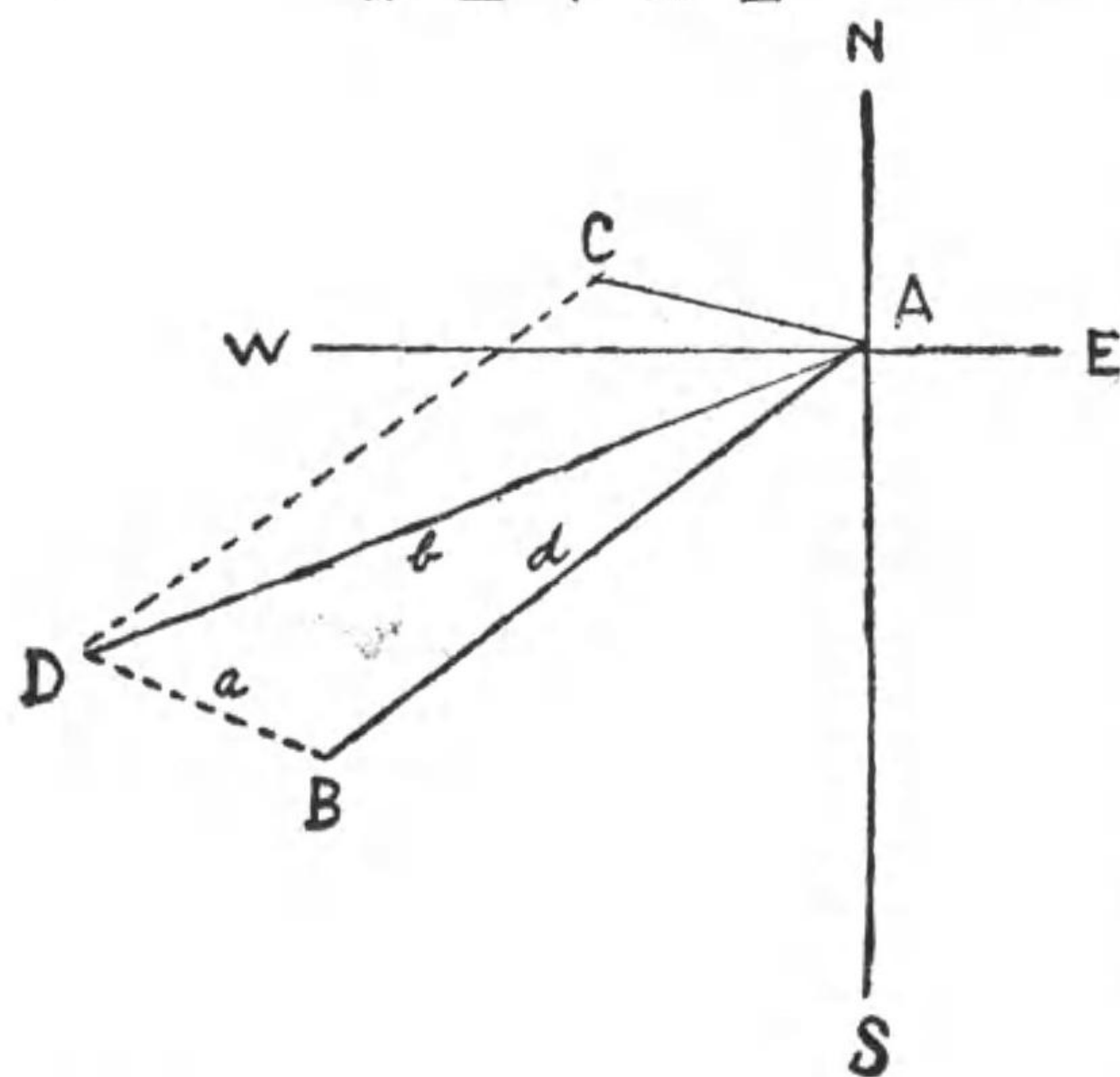
例題 1. 一船某時間ニ西微北へ二十三浬流ル、流潮ヲ横切り南西微西へ同時間ニ五十浬ヲ航セリ。此船ノ眞針路及航程如何。

解 (1) 作圖ニ依リ求ム。

第三十二圖ニ於テNSヲ子午線、EWヲ距等圈トシ、浬尺ヲ適宜ニ定メ、今分度器ヲ以テ、SABガSWWナル様ニABヲ引キ其上ニ浬尺ニ依リテ50浬ヲ取りABヲ定ム。次ニ分度器ニ以テNACガW/Nナル様ニACヲ引

キ其上ニ湮尺ニ依リ二十三湮ヲ取りACヲ定ム。

第三十二圖



AB 及ビ AC  
ヲ二邊ト  
スル平行四  
邊形 ABD  
Cヲ作り其  
對角線 AD  
ヲ引キ。角  
SADヲ分  
度器ニテ、又  
ADヲ湮尺  
ニテ測レバ  
所要ノ眞針

路及航程ナリ。

(2) 方位表ニ依リ求ム。

最初船ガSWWへ五十湮、即チAB上ヲ航シ次ニWNへ  
二十三湮、即チBD上ヲ航シテDニ到達セシモノト假定ス。  
レバ各ヲ船ノ針路及航程トシテ聯針路航法ヲ行ヘバ直行  
眞針路トシテSAD直行航程トシテADヲ求メ得ベシ。

T. Co.	Dist	D. Lat		DeP	
		N	S	E	W
S 5 <sup>P</sup> W	50		27.8		41.6
N 7 W	23	4.5			22.6
Co made good S 70° W	Dist made good 68½		27.8 4.5 23.3		64.2

(3) 平面三角形解法ニ依リ求ム。

三角形 ABDニ於テ二邊 a 及 d 既知ナルヲ以テ、今角  
DBAヲ知ルトキハ二邊夾角ノ公式ニ依リ角 BADヲ算  
出ルスコトヲ得ベシ。從テ所要ノ眞針路 SADハ、角 SA  
B角トBADノ和ニ依リ求ムル事ヲ得ベシ。

$$BAC + ACD = 180^\circ \therefore ACD = 180^\circ - BAC$$

然ルニ SAB = 5<sup>pts</sup> NAC = 7<sup>pts</sup> ナルヲ以テ BACハ  
4<sup>pts</sup> ナリ。從テ ACD = 180° - 45° = 135°

又平行四邊形ニ於テ ACD = ABD ナルヲ以テ、  
ABD = 135° (此角ヲBトス) ニシテ、 $\frac{B}{2} = 67^\circ 30'$  ナリ。

三角形 ABDニ於テ二邊夾角既知トナルヲ以テ

$$\begin{aligned} \tan \frac{1}{2}(D-A) &= \frac{d-a}{d+a} \cot \frac{1}{2} B && 27' \quad \text{Log} \quad 1.431364 \\ &= \frac{50-23}{50+23} \cot 67^\circ 30' && 67^\circ 30' \quad \text{L. Tan.} \quad 9.617224 \\ & && && 11.048588 \\ &= \frac{27}{73} \cot 67^\circ 30' && 73' \quad \text{Log.} \quad 1.863323 \\ & && && \text{L. Tan.} \quad 9.185265 \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{1}{2}(D-A) = 8^\circ 43'$$

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

$$\text{故ニ } A = \frac{1}{2}(D+A) - \frac{1}{2}(D-A) = 22^\circ 30' - 8^\circ 43'$$

$$= 13^\circ 47'$$

$$\text{所要ノ眞針路} = SAB + BAD = 56^\circ 15' + 13^\circ 43'$$

$$= S 70^\circ 2' W$$

次ニ三角形 ABDニ於テ二角 A、B 及邊 a 既知ナルヲ以  
テ、邊 bヲ正弦比例ニ依リ求ムルコトヲ得ベシ。即チ

$$\frac{b}{a} = \frac{\sin B}{\sin A} \quad \begin{array}{l} a \ 23' \quad \text{Log.} \quad 1.361728 \\ B \ 135^\circ \quad \text{L. Cot.} \quad 9.849485 \\ A \ 13^\circ 47' \quad \text{L. Tan.} \quad 10.622965 \\ \text{Log.} \quad 1.834178 \end{array}$$

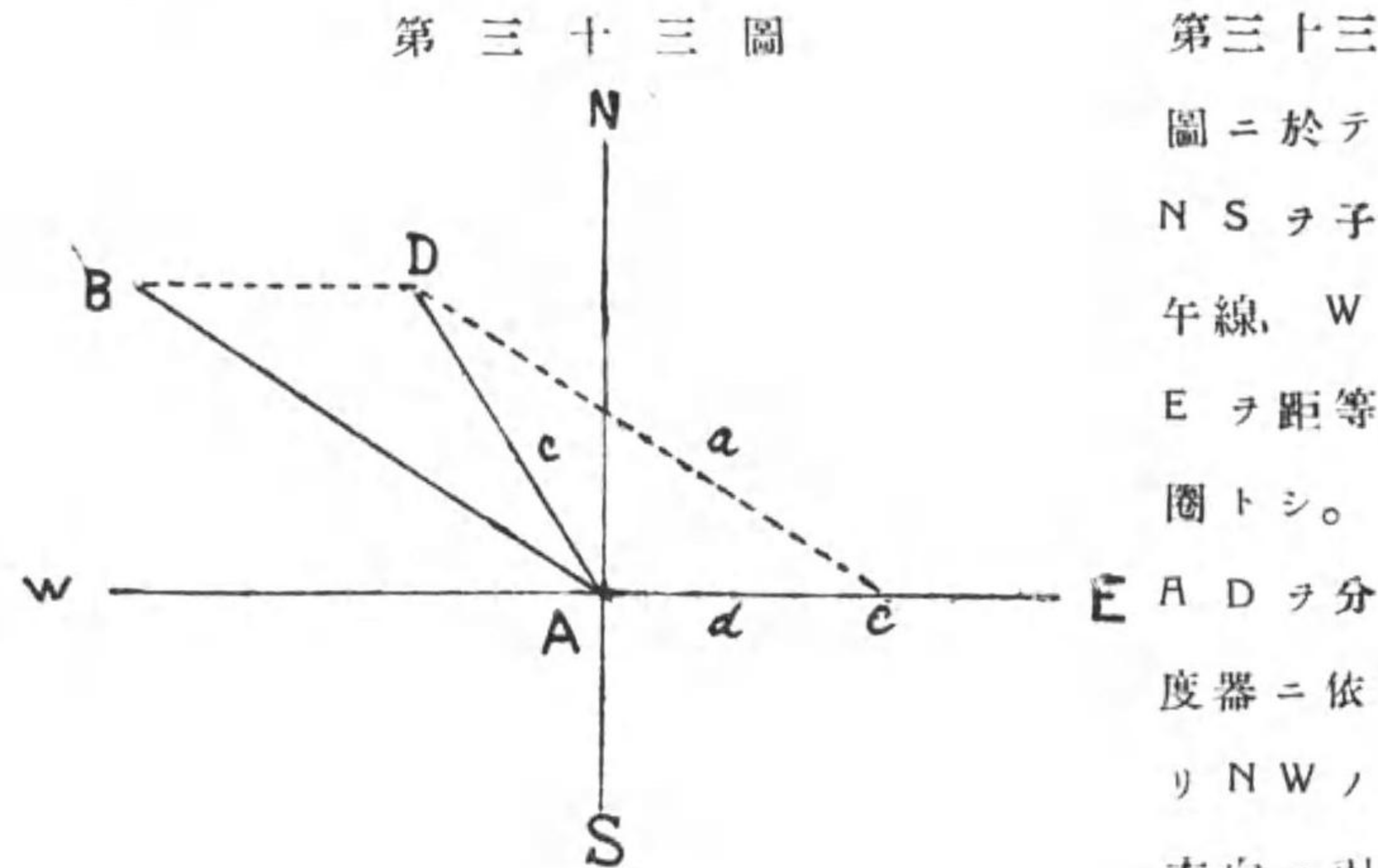
$$\therefore b = a \sin B \operatorname{cosec} A \quad \therefore 68.26$$

$$= 23 \sin 135^\circ \operatorname{cosec} 13^\circ 47'$$

答 眞 針 路  $S 70^\circ 2' W$   
航 程 68.3 浬

例題 2. 一船毎時十浬ノ速力ニテ北西へ航行中毎時二浬半ノ速力ヲ有スル正東海流ニ會フ時ハ其眞針路及航程如何。

解 (1) 作圖ニ依リ求ム。



キ適宜ノ浬尺ヲ定メ、10浬ヲ其上ニ取リABトナシAE上ニ2.5浬ヲ取リACトナス。AB及ACヲ二邊トスル平行四邊形ヲ作レバ其對角線ADハ船ノ所要ノ航程ニシテ

角NADヲ分度器ヲ以テ度レバ眞針路ヲ得ベシ。

(2) 方位表ニ依リ求ム。

T. Co.	Dist	D. Lat		Dep	
		N	S	E	W
N 45° W	10'	7.1			7.1
E	2.5			2.5	
Co made good N 32° W	Dist made good 8.5	7.1		2.5	$\frac{7.1}{2.5}$ 4.6

(3) 三角形解法ニ依リ求ム。第三十三圖。

三角形ACDニ於テ二邊a及d既知ナルヲ以テ、角Cヲ知ルトキハ二邊夾角ノ公式ヲ使用スルコトヲ得ベシ。然ルニ角BAW = 45°ナルヲ以テC = 45°ナリ。故ニ

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

$$\tan \frac{1}{2}(A-D) = \frac{10'-2'.5}{10'+2'.5} \cot 22^\circ 30' \quad \begin{array}{l} 7'.5 \quad \text{Log.} \quad 0.875061 \\ 22^\circ \frac{1}{2} \quad \text{L. Cot.} \quad 10.382776 \\ \hline 11.257837 \end{array}$$

$$= \frac{7.5}{12.5} \cot 22^\circ 30' \quad \begin{array}{l} 12.5 \quad \text{Log.} \quad 1.096910 \\ \text{L. Tan} \frac{1}{2}(A-D) \quad 10.160927 \end{array}$$

$$= 55^\circ 22' 50''$$

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

$$A = \frac{1}{2}(A+D) + \frac{1}{2}(A-D) = 67^\circ 30' + 55^\circ 22' 50'' = 122^\circ 52' 50''$$

故ニ  $NAD = CAD - 90^\circ$

$$= 122^\circ 52' 50'' - 90^\circ$$

$$= \underline{N 32^\circ 52' 50'' W}$$