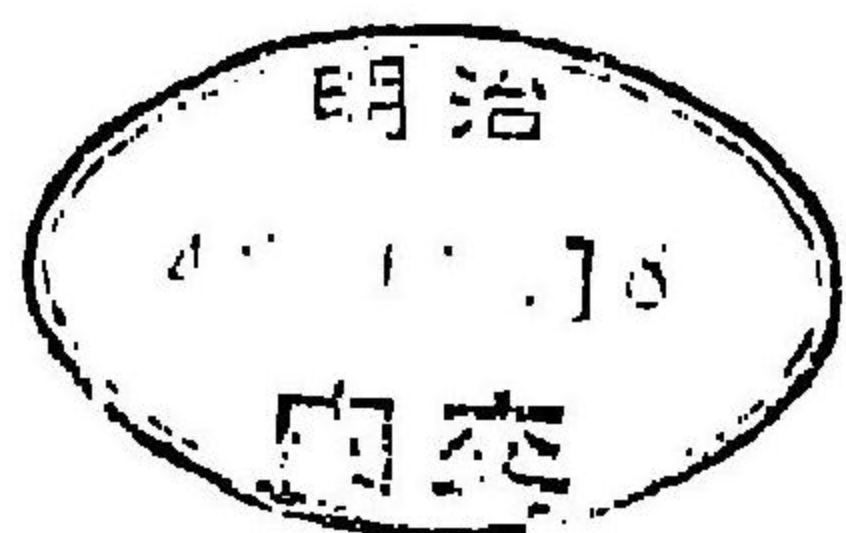


松本安藏著

# 航海術

卷之一



## 航海術卷之壹目次

	頁
<b>第壹編 總論</b> .....	1
航海術釋義.....	1
測地法.....	1
名稱及界說.....	1
<b>第貳編 對數</b> .....	15
真數ヲ以テ對數ヲ求ム.....	15
對數ヲ以テ真數ヲ求ム.....	20
乘法.....	23
除法.....	26
方乘法.....	29
開方.....	31
<b>第參編 三角形ノ解法</b> .....	35
三角比.....	35
八線ノ幾何學的界說.....	36
直三角形ノ解法.....	42
平面斜三角形ノ解法.....	52
<b>第四編 球面三角形</b> .....	65
球面三角形ノ界說.....	65
球面直三角形ノ解法.....	65
斜角球面三角形ノ解法.....	71
三角法公式要集.....	80
公式ノ證明.....	85
<b>第五編 測地航海術初則</b> .....	114
度ヲ哩ニ改ム.....	114
哩ヲ度ニ改ム.....	115

起程及着達緯度ヲ知テ變緯ヲ求ム.....	116
着達及起程緯度ヲ知テ漸長變緯ヲ求ム.....	120
起程緯度及眞變緯ヲ知テ着達緯度ヲ求ム.....	121
起程及着達緯度ヲ知テ中分緯度ヲ求ム.....	126
起程及着達經度ヲ知テ變經ヲ求ム.....	128
起程經度及變經ヲ知テ着達經度ヲ求ム.....	134
<b>第六編 針路改正</b> .....	139
風壓差.....	139
風壓差ヲ以テ視針路ヲ改正スル法.....	142
偏差.....	146
磁針路ヲ眞針路ニ改ムル法.....	146
自差.....	153
羅針路ヲ磁針路ニ改ムル法.....	153
三差合併改正.....	156
眞針路ヲ羅針路ニ改ムル法.....	160
自差表.....	163
<b>第七編 海圖使用法</b> .....	176
海圖ノ種類.....	176
海圖使用ニ關スル規則.....	178
眞針海圖使用法.....	178
磁針海圖使用法.....	181
<b>第八編 平面航法</b> .....	209
界説.....	209
針路及航程ヲ知テ變緯及東西距ヲ求ム.....	211
變緯及東西距ヲ知テ針路及航程ヲ求ム.....	213
<b>第九編 方位表</b> .....	217
針路及航程ヲ知テ變緯及東西距ヲ求ム.....	217
變緯及東西距ヲ知テ針路及航程ヲ求ム.....	221

<b>第十編 聯針路航法</b> .....	226
<b>第十壹編 東西針路航法</b> .....	238
界説.....	238
既知距等圈上ニ於ケル直行東西距ヲ以テ變經ヲ求ム.....	241
同一距等圈上ニ於ケル兩地ノ變經ヲ知テ東西距ヲ求ム.....	243
計算ニテ得タル東西距ヲ方位表ニテ正ス法.....	244
東西距及變經ヲ知テ緯度ヲ求ム.....	245
方位表ニテ緯度ヲ正ス法.....	246
計算ノ結果ヲ方位表ニテ正ス法.....	247
<b>第十貳編 中分緯度航法</b> .....	258
界説.....	258
起程地ヨリノ針路及航程ヲ以テ着達地ノ經緯度ヲ求ム.....	261
兩地ノ經緯度ヲ知テ其針路及航程ヲ求ム.....	265
<b>第十參編 漸長緯度航法</b> .....	276
界説.....	276
兩地ノ經緯度ヲ知テ針路及航程ヲ求ム.....	281
起程經緯度針路及航程ヲ知テ着達經緯度ヲ求ム.....	287
<b>第十肆編 海流航法</b> .....	293
既知ノ海流區域ヲ航スル時眞針路及航程ヲ求ム.....	293
既知海流區域ヲ企圖ノ針路ニテ航セントスル時ノ針路及航力ヲ求ム.....	294
航海中海流ノ方向及流程ヲ求ム.....	307
<b>第十伍編 航路日誌算法</b> .....	310
界説.....	310
算法ニ關スル規則.....	311

第拾六編 大圈航法 .....	339
界説 .....	339
起程及着達針路ヲ求ムル法 .....	347
針路角ヲ算スル規則 .....	347
航程ヲ求ムル法 .....	350
頂點ヲ求ムル法 .....	351
針路ヲ變ズベキ各點ヲ算スル法 .....	353
交成大圈航法 .....	380
逆風大圈航法 .....	384
常用海圖 .....	385
大圈圖 .....	387
航球儀 .....	391

航海術  
第一編

1. 航海術 Navigation トハ航行中船位ノ經緯度ヲ確知シ目的地ニ到ル捷徑ノ針路ヲ決定スル等ノ術ヲ云フ之ヲ測地法 Geo-navigation or Dead Reckoning 測天法 Cælo-navigation or Nautical Astronomy ノ二部ニ區分ス。

測地法

2. 測地法トハ視測シタル一地點ノ經緯度ヲ基點トシ爾後航走シタル針路及航程ニ依リ船位ノ經緯度ヲ推定シ又ハ兩地ノ經緯度ヲ知テ其間ノ針路及航程ヲ求ムル法ナリ。

此法ヲ講ズルニハ對數用法及三角學範式ノ解法ニ通曉セザルベカラズ。

界説

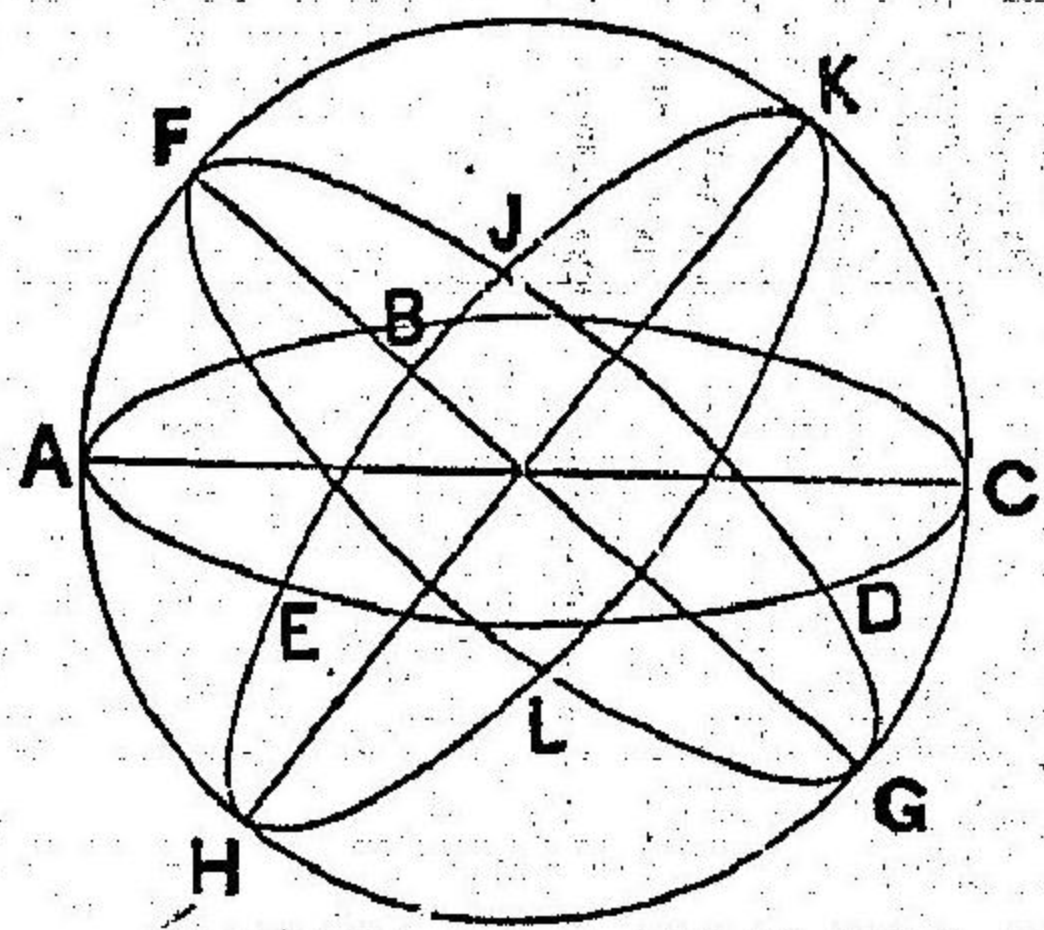
1. 大圈 Great Circles ハ其面、球心ヲ貫キ之ヲ二等分スル所ノ圈ナリ。

第一圖ニ於テ ABCDE, FJDGL, EBJKL ハ皆ナ大圈ナリ。

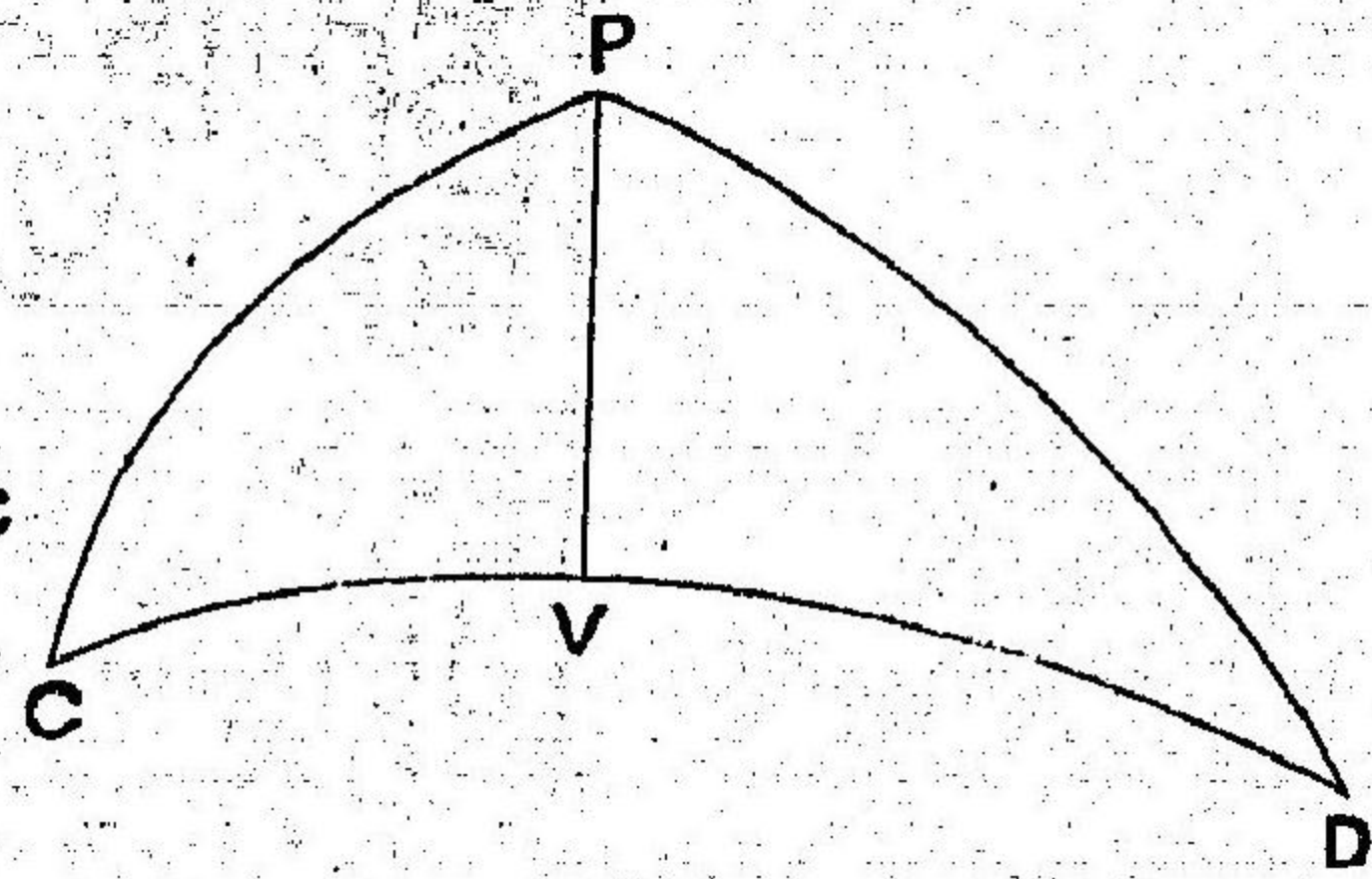
2. 大圈ノ頂點 Vertex of a Great Circle ハ赤道ヨリ最遠ノ點ニシテ兩地ヲ貫ク大圈上最高緯度ニ在リ。

第二圖ニ於テ V ハ C 及 D ナル兩地ヲ貫ク大圈 CD ノ頂點ナリ。

第一圖



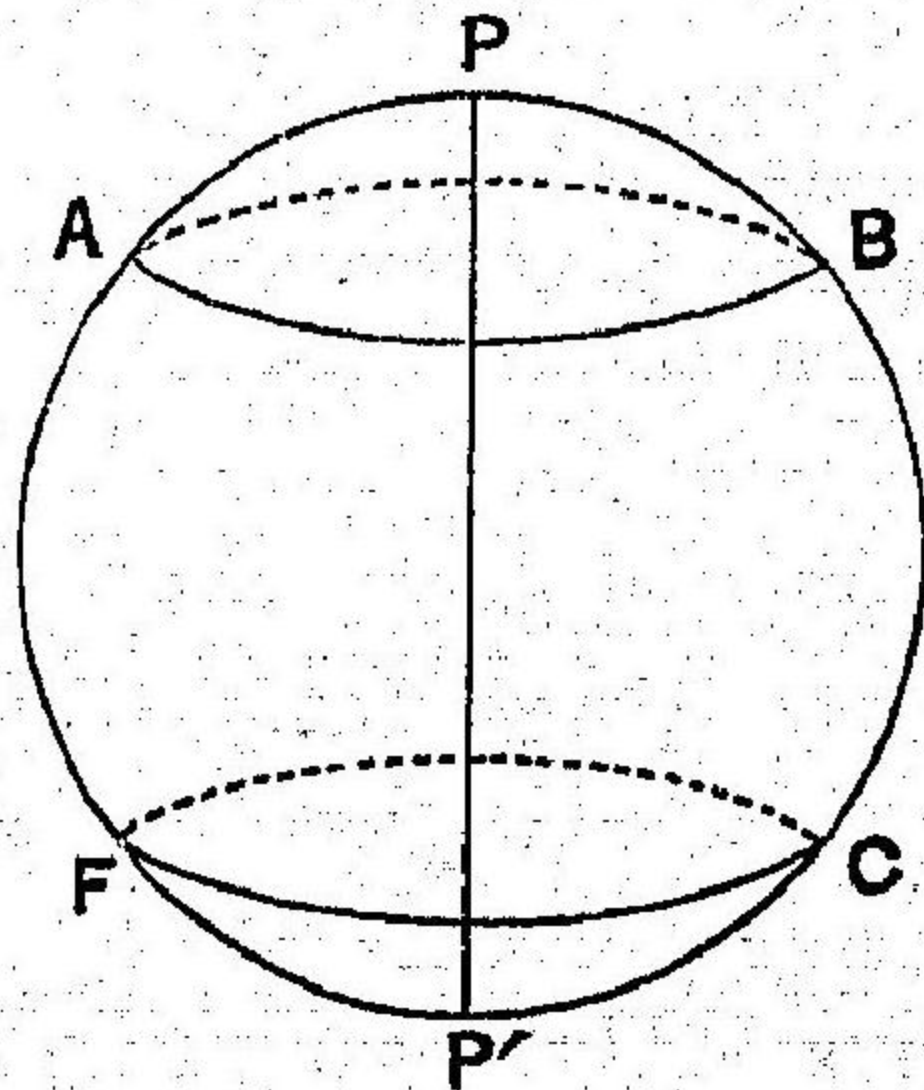
第二圖



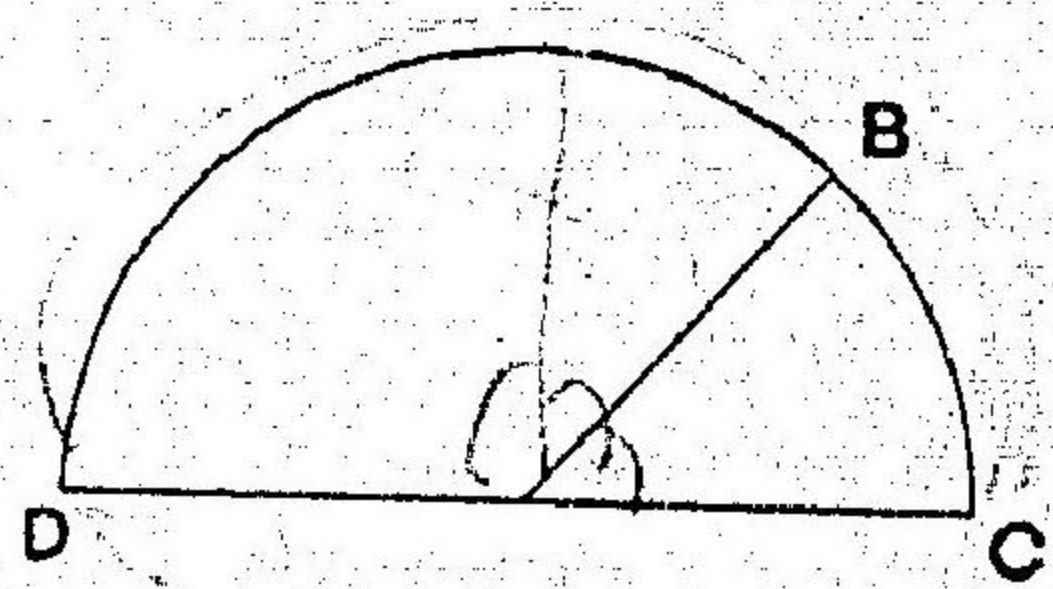
3. 小圈 Small Circles ハ其面、球心ヲ貫カズシテ其兩極ヨリ  
不等距離ニ在ル圈ナリ。

第三圖ニ於テ AB, FC ハ皆ナ小圈ナリ。

第三圖



第四圖



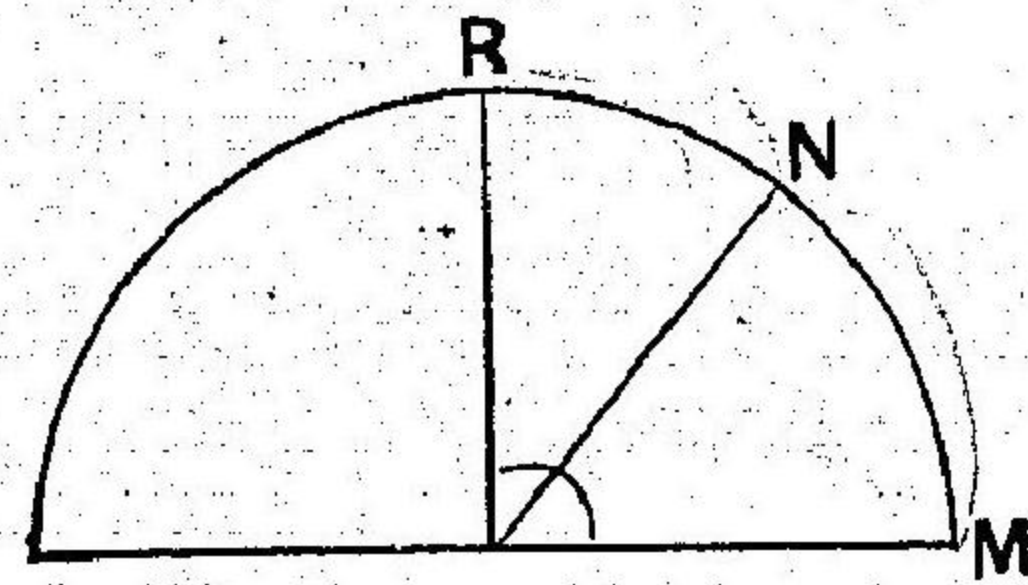
4. 弧 An Arc ハ圓周ノ一部ナリ。

第四圖ニ於テ BC, BD.

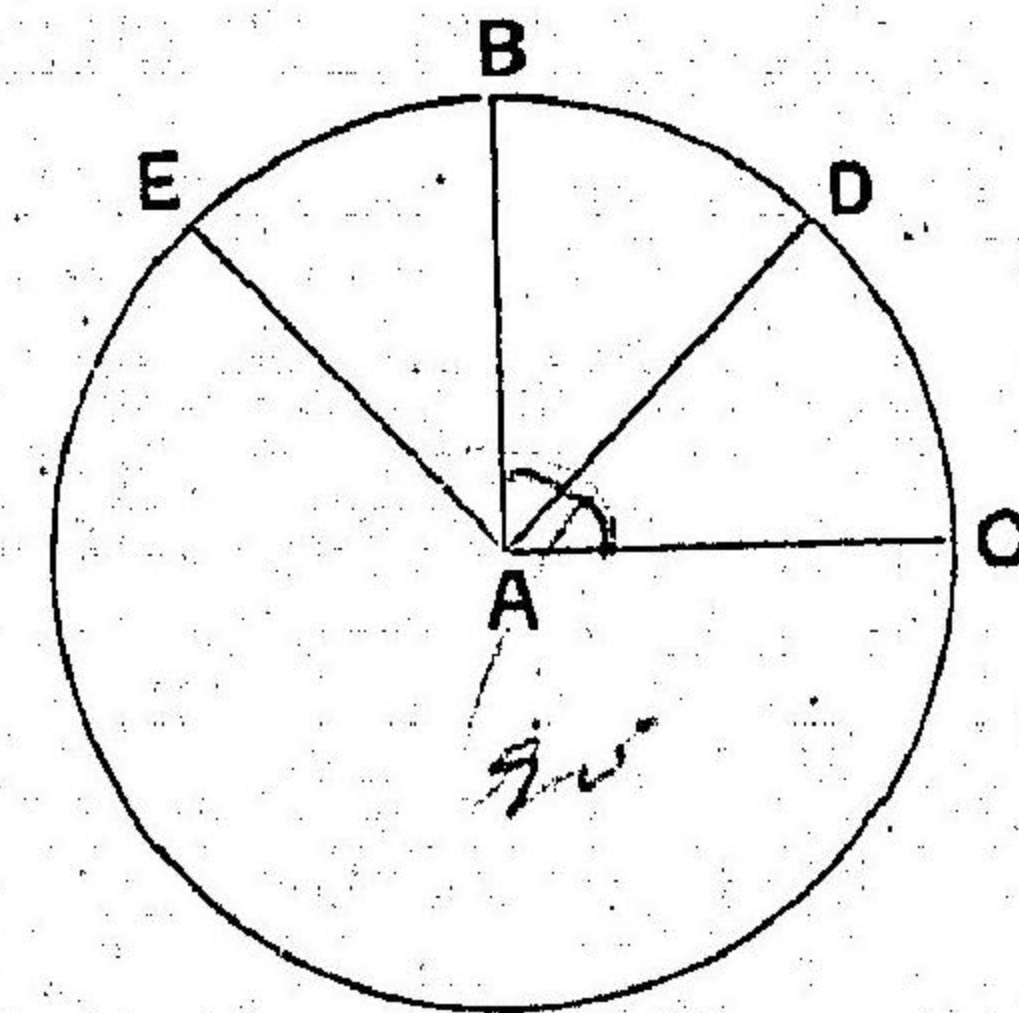
5. 餘弧 Complement of an Arc ハ九十度ヨリ一ツノ弧ヲ減  
ジタル差弧ナリ。

第五圖ニ於テ NR ハ MN ノ餘弧ナリ。

第五圖



第六圖



6. 補弧 Supplement of an Arc ハ一ツノ弧ヲ百八十度ヨリ  
減ジタル差弧ナリ

第四圖ニ於テ BD ハ BC ノ補弧ナリ。

7. 直角 A Right Angle ハ一ツノ直線ト之ニ垂直ニ引キタ  
ル他ノ直線トノ交角ニシテ九十度ヲ有ス

第六圖ニ於テ BAC ハ直角ナリ。

8. 斜角 An Oblique Angle ハ直角ニ非ザル總テノ他ノ角  
ナリ。

第六圖ニ於テ DAC, EAC ハ斜角ナリ。

9. 鈍角 An Obtuse Angle ハ直角ヨリ大ナル角ナリ。

第六圖ニ於テ EAC.

10. 鋭角 An Acute Angle ハ直角ヨリ小ナル角ナリ。

第六圖ニ於テ CAD.

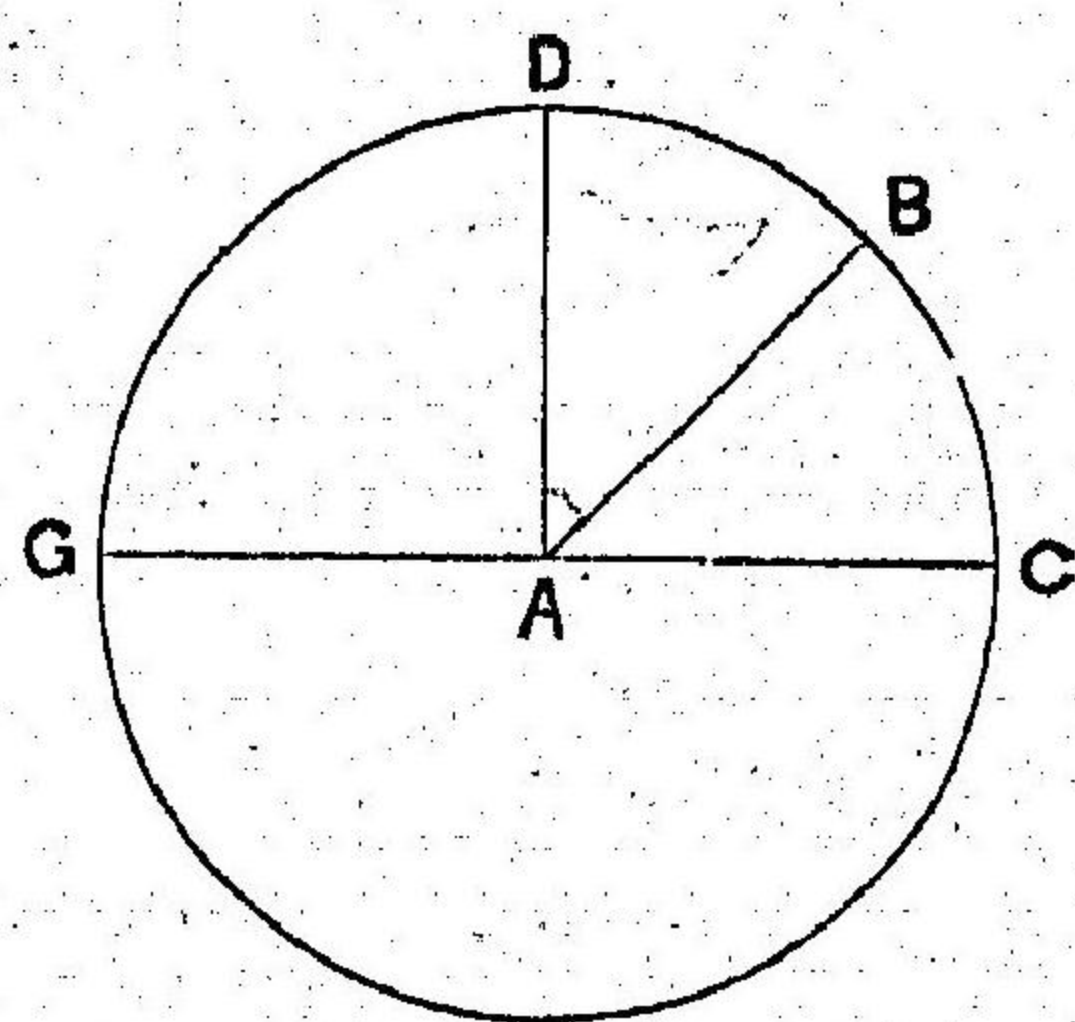
11. 餘角 The Complement of an Angle ハ九十度ヨリ一ツノ角ヲ減ジタル差角ナリ.

第七圖ニ於テ DAB ハ CAB ノ餘角ナリ.

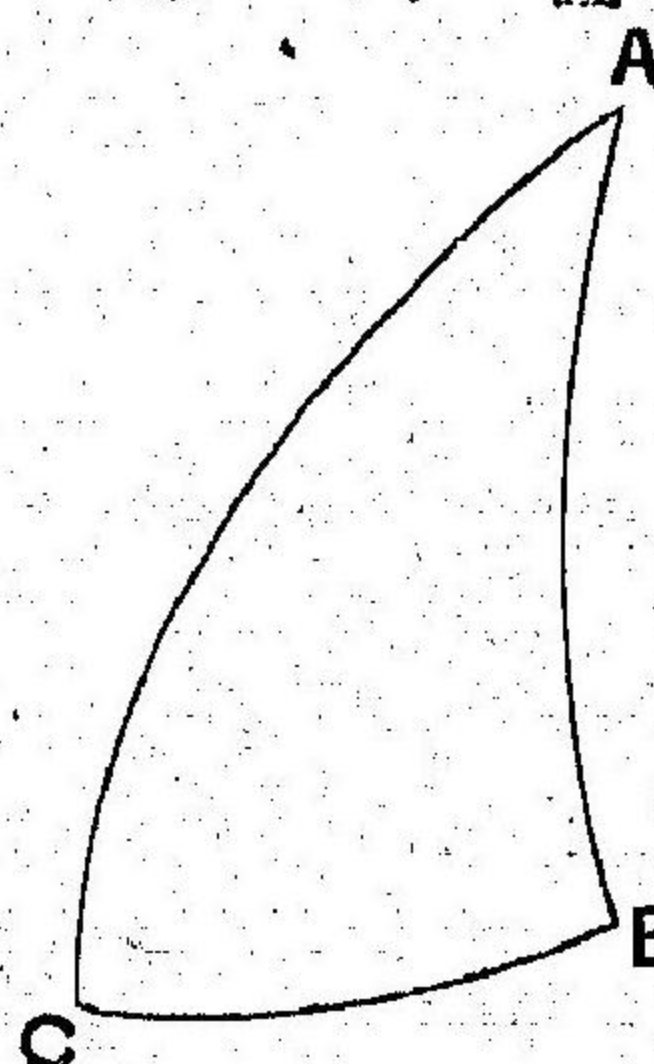
12. 補角 The Supplement of an Angle ハ百八十度ヨリ一ツノ角ヲ減ジタル差角ナリ.

第七圖ニ於テ BAG ハ CAB ノ補角ナリ.

第七圖



第八圖



13. 球面角 Spherical Angle ハ球面上ニ於ケルニ大圈ノ交角ナリ.

第八圖ニ於テ AB, AC ハ大圈ノ弧ニシテ CAB ハ球面角ナリ.

14. 地軸 The Axis of the Earth ハ地球ノ南北ノ徑ニシテ其自轉ノ樞軸ナリ.

第十圖ニ於テ PP' ハ地軸ナリ.

15. 地極 The Poles of the Earth ハ地軸ノ兩端ナリ即チ地球ノ北若クハ南ノ極點ニシテ一ハ北極一ハ南極ナリ. 之ヲ合稱

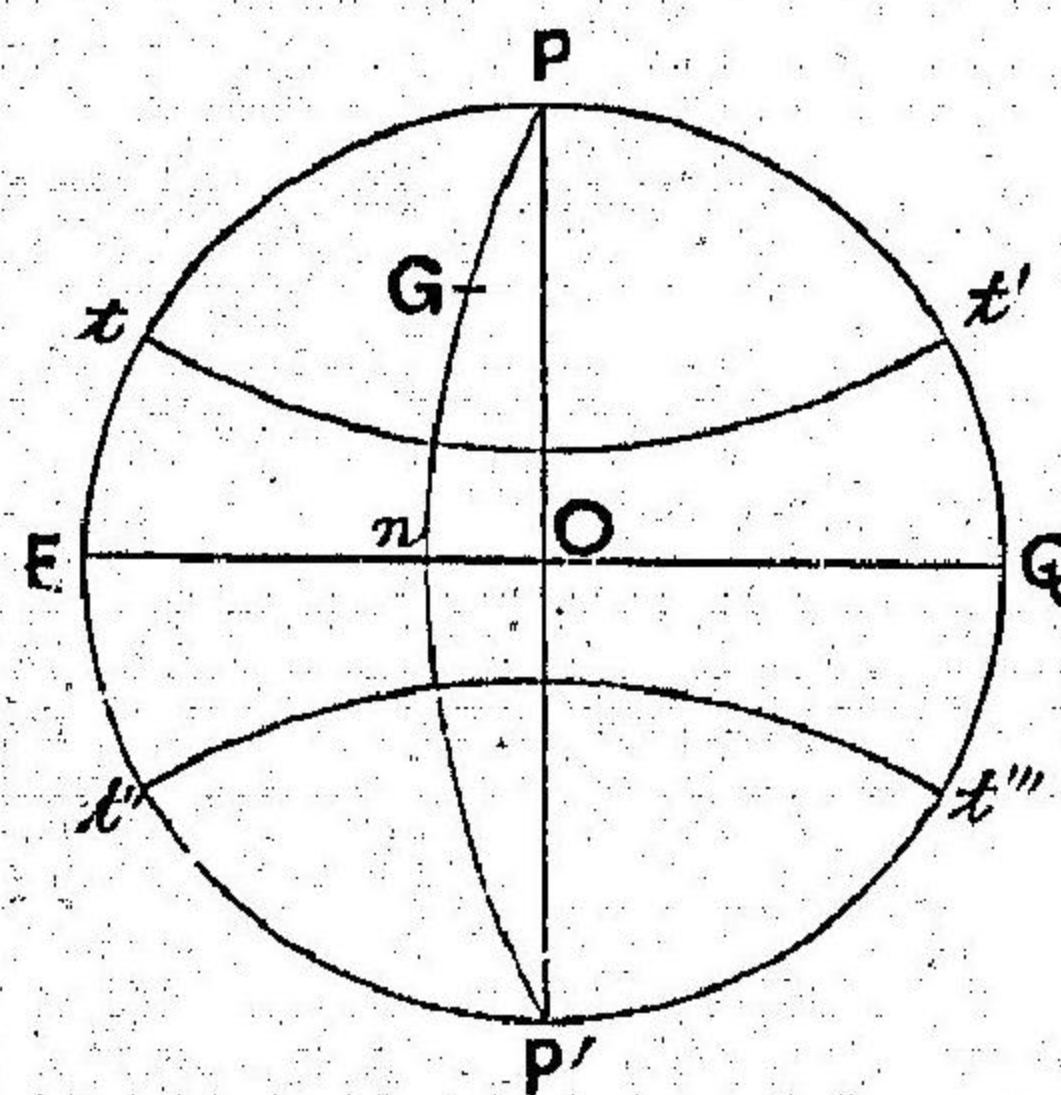
シテ地極ト云フ. 圖ヲ畫クニハ北極ヲ上方ニシ南極ヲ下方ニスルヲ常トス.

第九圖ニ於テ P ハ北極 North Pole P' ハ南極 South Pole ナリ.

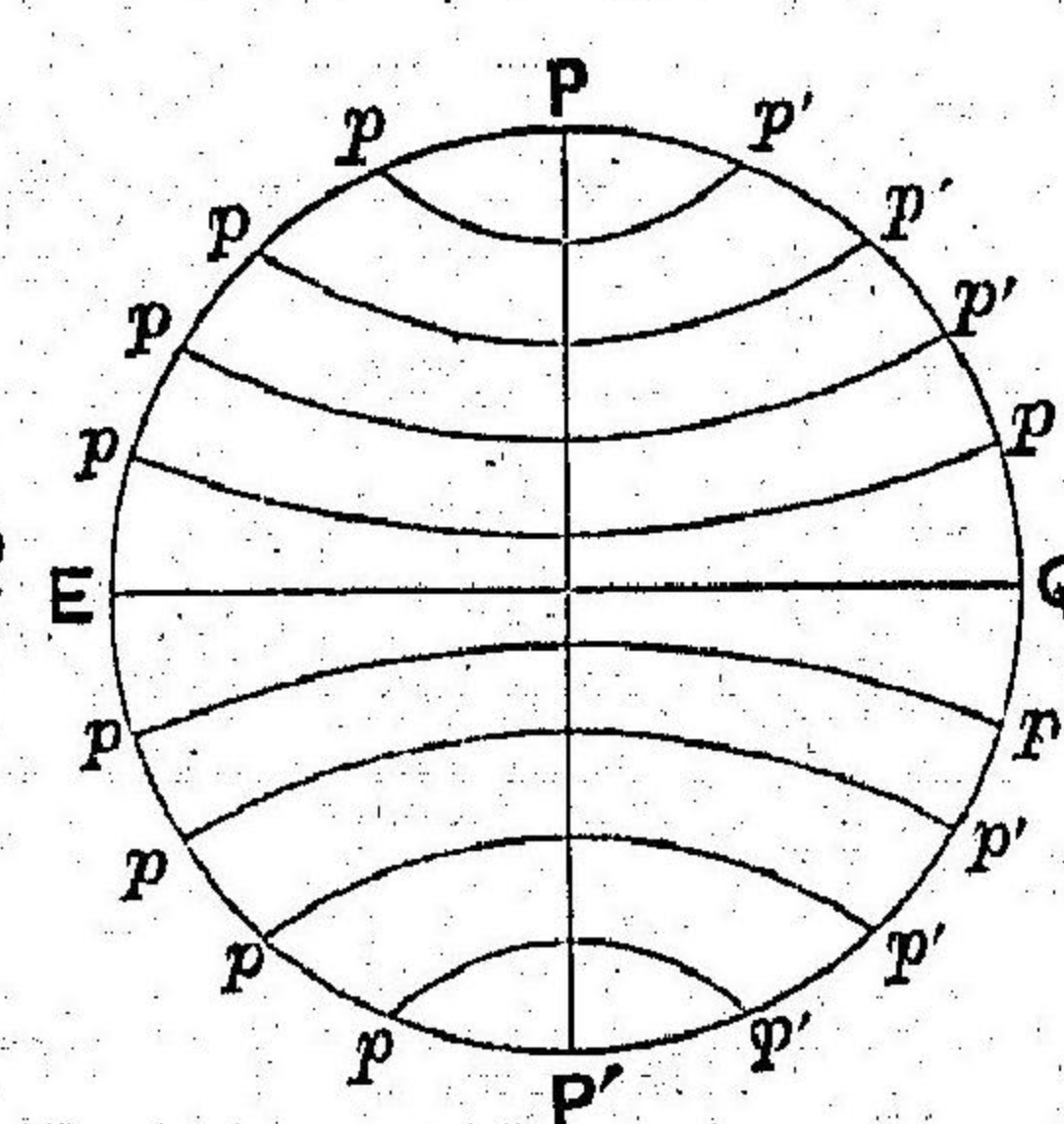
16. 子午線 Meridian ハ地極ヲ貫キ皆ナ赤道ト直角ニ相交ル所ノ大圈ノ半分ナリ.

第九圖ニ於テ PEP', PnP', POP' ハ皆ナ子午線ナリ.

第九圖



第十圖



17. 本初子午線 The Prime Meridian ハ經度ヲ算スル爲メニ特ニ定メタル基本ノ子午線ナリ. 我國ニテハ英國綠威 Greenwich 天文臺子午儀ノ中心ヲ經過スル子午儀ヲ以テ經度ノ本初子午線トス.

第九圖ニ於テ G ヲ以テ綠威ノ地トスレバ PnP' ハ本初子午線ナリ.

18. 赤道 The Equator ハ地球面上ニ於テ其各點、兩極ヨリ等  
 距度ニ在リテ子午線ト直角ニ交ルーツノ大圈ナリ故ニ其面ハ  
 地球ヲ北半球ト南半球トニ等分ス。

第九圖ニ於テ **EQ** ハ赤道ナリ。

19. 距等圈 Parallels of Latitude ハ其面、赤道ノ面ニ平行ス  
 ル小圈ナリ。

第十圖ニ於テ  $pp'$  ハ皆ナ距等圈ナリ。

20. 二至線 The Tropics ハ赤道ヲ距ルコト南北各二十三度二  
 十八分ノ距等圈ニシテ北方ニ在ルヲ夏至圈 The Tropic of  
 Cancer ト稱シ南方ニ在ルヲ冬至圈 The Tropic of Capricorn  
 ト云フ。

第九圖ニ於テ  $tt'$  ハ夏至圈  $t''t'''$  ハ冬至圈ナリ。

21. 北極圈 The Arctic Circle ハ北緯六十六度三十二分ノ距  
 等圈ナリ。

22. 南極圈 The Antarctic Circle ハ南緯六十六度三十二分ノ  
 距等圈ナリ。

23. 緯度 The Latitude of a Place ハ赤道ヨリ北或ハ南<sup>ハカ</sup>ヘ度  
 リタル其地ノ子午線ノ弧ナリ凡ソ緯度ハ赤道上ノ零ヨリ始マ  
 リ極ノ九十度ニ終リ北ニ度レバ北緯ト稱シ **N** ト符ス南ニ度  
 レバ南緯ト稱シ **S** ト符ス。

第十一圖ニ於テ **P** ハ北極ナルガ故ニ **N** 地ノ緯度ハ  $ON$  <sup>N/N</sup>ニ  
 シテ北緯ナリ又 **P'** ハ南極ナルガ故ニ **M** ノ緯度ハ  $OM$  <sup>S/M</sup>ニシ

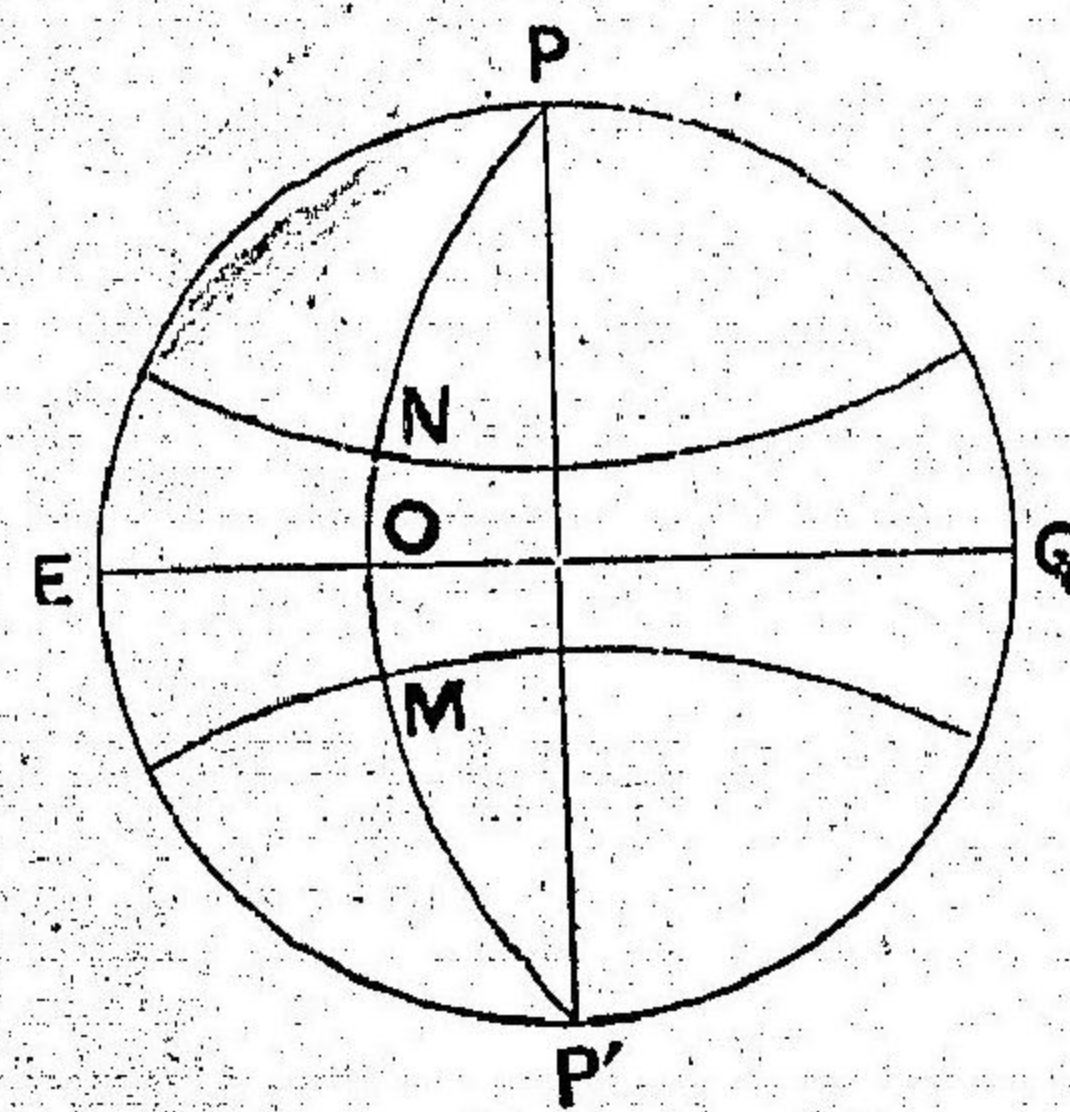
テ南緯ナリ。

24. 起程緯度 Latitude from or Lat. from ハ船ノ發スル地ノ  
 緯度ナリ。

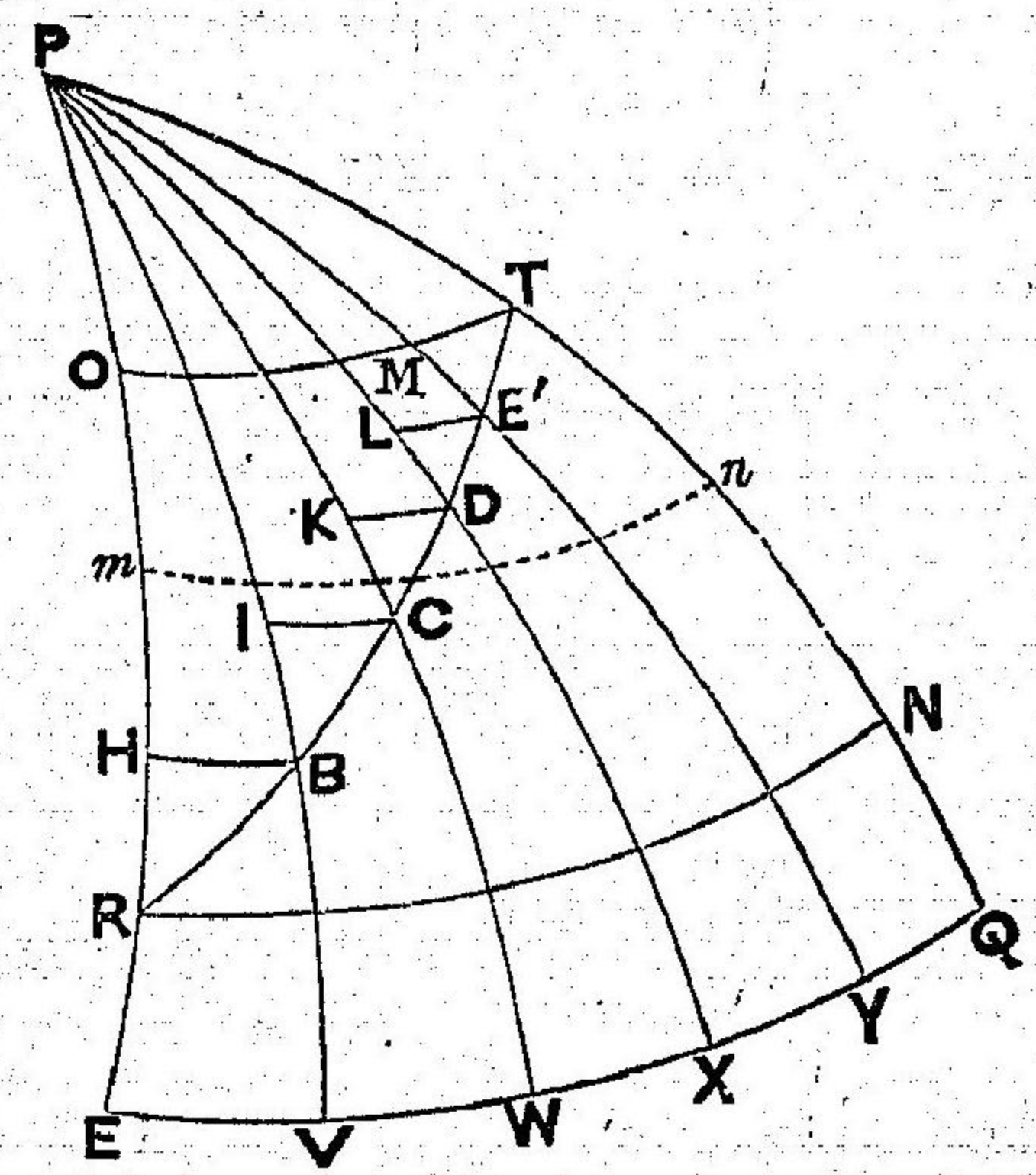
25. 着達緯度 Latitude in or Lat. in ハ船ノ着達スル地ノ緯  
 度ナリ。

第十二圖ニ於テ **P** ヲ北極、**EQ** ヲ赤道、**R** ヲ起程地、**T** ヲ  
 着達地トスレバ **ER** ハ起程緯度ニシテ **QT** ハ着達緯度ナ  
 リ。

第 十 一 圖



第 十 二 圖



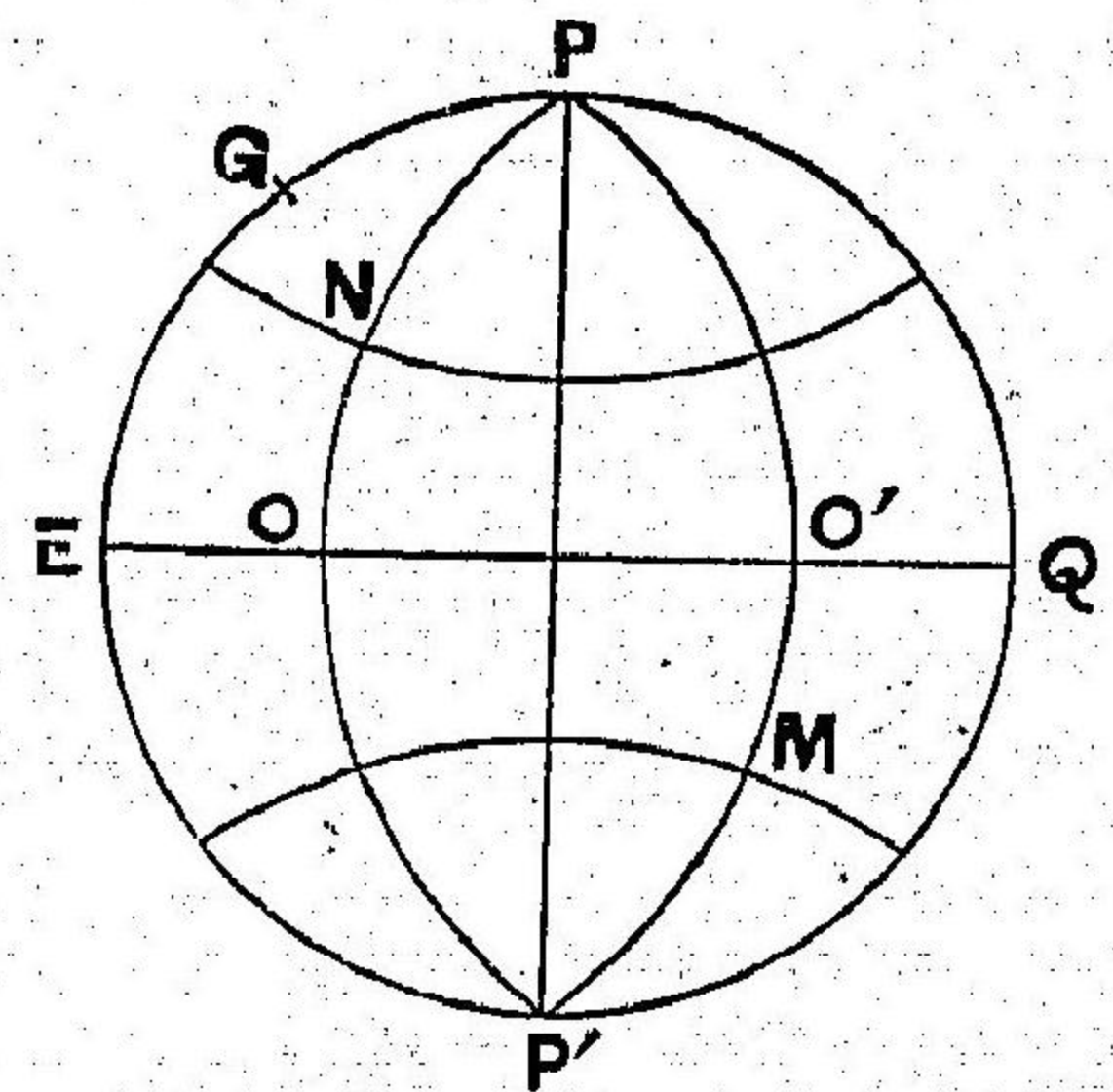
26. 變緯 Difference of Latitude between two places or Diff.  
 lat. ハ兩地ヲ貫ク距等圈間ノ子午線ノ弧ナリ。

第十一圖ニ於テ  $ON+OM$  ハ **N** 及 **M** 間ニ於ケル變緯ナリ。

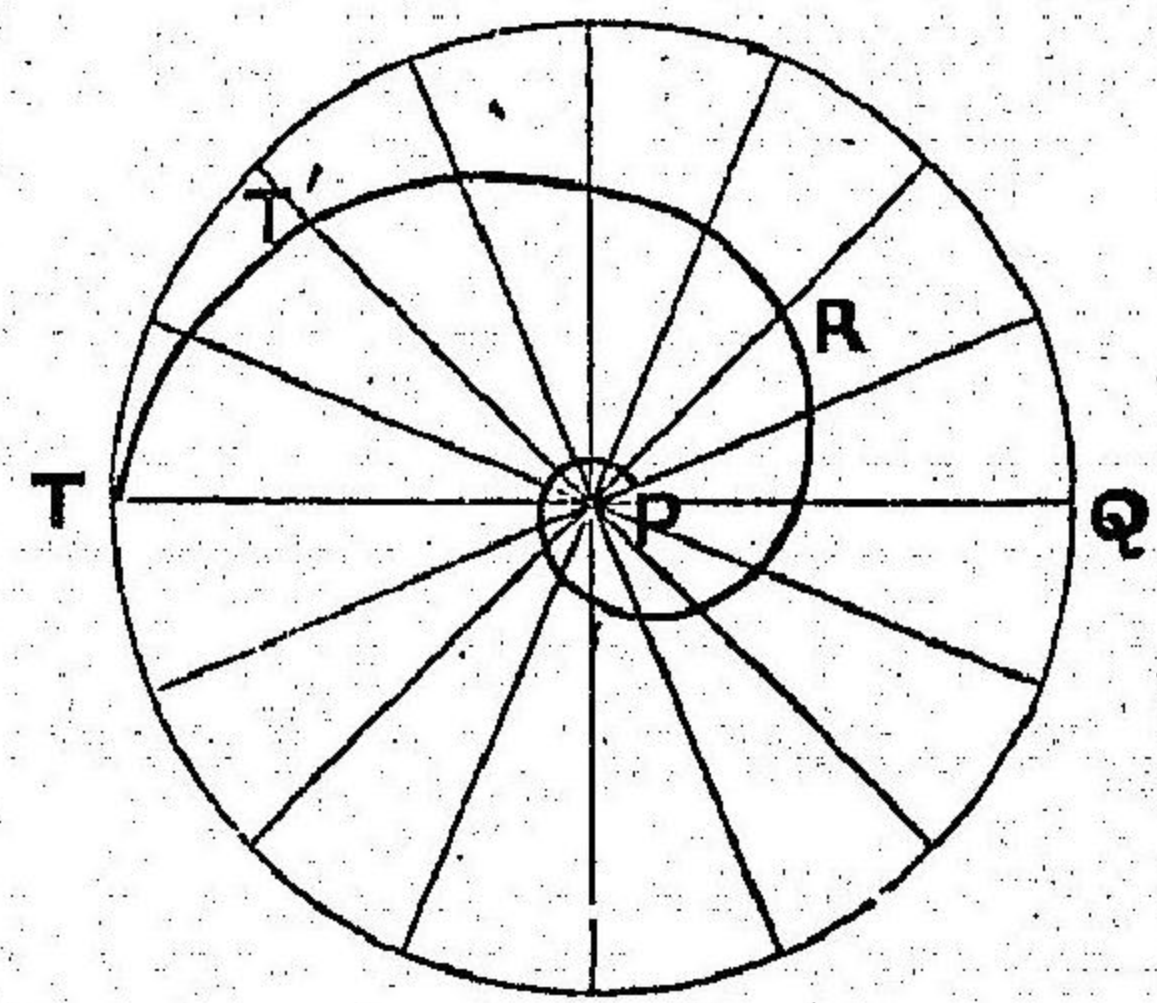
27. 經度 The Longitude of a place ハ本地ノ子午線ト本初子午線トノ間ニテ度リタル赤道ノ弧ナリ。

經度ハ本初子午線ヲ零トシ其東西各百八十度ニ至ル迄度リ東ニ度レバ東經ト稱シ **E** ト符ス西ニ度レバ西經ト稱シ **W** ト符ス。

第十三圖



第十四圖



第十三圖ハ綠威ノ子午線ノ面ヲ圖シタルモノニシテ **PGE P'** ハ本初子午線ナルガ故ニ **N** 地ノ經度ハ赤道ノ弧 **EO** ニシテ **M** 地ノ經度ハ **EO'** ナリ兩地共ニ本初子午線ノ東方ニ在ルヲ以テ東經トス。

28. 起程經度 Longitude from or Long. from ハ船ノ發スル地ノ經度ナリ。

第十三圖ニ於テ船 **N** ヨリ發シ **M** ニ至ルトスレバ **EO** ナリ。

29. 着達經度 Longitude in or Long. in ハ船ノ達スル地ノ經度ナリ。

第十三圖ニ於テ **EO'**。

30. 變經 Difference of Longitude or Diff. long. ハ兩地ノ子午線間ニ於テ度リタル赤道ノ弧ナリ。

第十二圖ニ於テ **EQ** 及第十三圖ニ於テ **OO'**。

31. 航程ノ線 Rhumb-line ハ船ノ航過スル航路ノ線ニシテ各子午線ト常ニ同一ノ角度ニ交ルモノナリ船舶ガ東又ハ西ニ航スルトキハ航程ノ線ハ赤道或ハ距等圈ト合シ北或ハ南ニ航スルトキハ子午線ト合ス其他ノ方向ナレバ絶エズ地極ニ近ヅキ螺旋狀ヲナス。

第十二圖 **RT** 及第十四圖ニ於テ **TTR**。

32. 東西距 Departure or Dep. ハ同緯度ニ於ケル兩地間ノ距離ヲ海里ニテ表ハシタルモノナリ兩地ノ緯度相異ナルトキハ兩地ノ間ニ假設シタル無數ノ子午線ト航程ノ線ト相會スル各點ヲ貫キタル距等圈ノ細小ノ弧ヲ加ヘテ得タル和ヲ東西距トナス。

第十二圖ニ於テ **PV, PW, PX, PY** ナル子午線ハ **RT** ナル航程ノ線ト **B, C, D, E'** ニ相會ス而シテ此等ノ點ハ甚ダ相近キモノトスレバ **B, C** 等ヲ貫ク **HB, IC, KD, LE', MT** ノ如キ距等圈ノ小弧ノ和即チ **HB + IC + KD + LE' + MT** ハ **R** 及 **T** ナル兩地間ノ東西距ナリ。

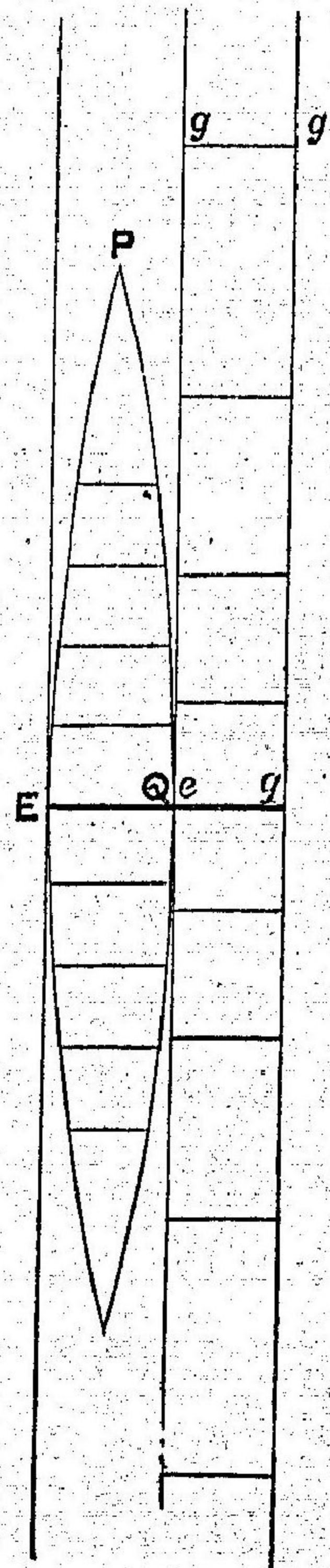
33. 漸長緯度 Meridional Parts ハ赤道ヨリ既知ノ緯度ニ至ル迄眞變緯ノ一分毎ニ緯度ノ正割ノ比ニ從ヒ瑪氏圖 Mercator's



Projection 上ノ子午線ノ長サヲ海里ニ

テ算シタルモノナリ。

例へバ第十五圖ニ於テ眞子午線  
**PE, PQ** ヲ **P** 點ヨリ引離シテ **eq,**  
**gg'** ノ如ク互ニ平行セシムレバ距  
 等圈ノ弧ハ伸長シテ之ニ相當スル  
 赤道ノ弧ニ等シキニ至ル而シテ距  
 等圈ノ弧ノミ伸長スルトキハ縦横  
 ノ比例ヲ失スルヲ以テ距等圈ノ弧  
 ヲ伸長シタルト同ジ比例ニ從ヒ子  
 午線ノ弧モ亦タ伸長セザル可ラズ  
 此ノ如ク伸長シタル各緯度ノ一度  
 ノ長サヲ海里ニテ表ハシタルモノ  
 ハ即チ漸長緯度ナリ。



第十五圖

34. 漸長變緯 Meridional Difference of  
 Latitude or M. D. lat. ハ眞變緯ヲ伸長  
 シタルモノニシテ即チ兩地ノ漸長緯度  
 ノ差ナリ。

35. 航程 Distance ハ起程地ヨリ着達地迄ノ航程ノ線上ノ距  
 離ヲ海里ニテ算シタルモノナリ。

36. 磁氣子午線 Magnetic Meridian ハ鐵氣ノ感動ヲ受ケザル

羅針ガ眞子午線ニ關シテ指ス處ノ方向ナリ。

第十六圖ニ於テ **Nt O St** ハ眞子午線ニシテ **Nm O Sm** ハ磁氣  
子午線ナリ。

37. 偏差 Variation of the Compass ハ眞北ヲ基トシテ度リタ  
 ル眞子午線ト磁氣子午線トノ間ノ角ナリ偏差ハ地ニ由リテ差  
 違アルノミナラズ時々刻々變化スルモノナリ。

羅針ノ北端、眞北ヨリ右ニ傾クヲ偏東ト云ヒ左ニ傾クヲ偏西  
 ト云フ。

第十六圖ニ於テ **Nt O Nm** 角ハ四十度ニシテ偏西偏差ナリ。

38. 自差 Deviation of the Compass ハ羅針ノ附近ニ存在セル  
 鐵氣ノ感動ヲ受ケタル羅針ノ南北線ガ磁氣子午線ニ對シテ  
 爲ス若干ノ角ニシテ船首ノ方向ニ由リテ同ジカラザルモノナ  
 リ。

羅針ノ北端、磁氣子午線ノ右ニ傾クヲ偏東ト云ヒ左ニ傾クヲ  
 偏西ト云フ。

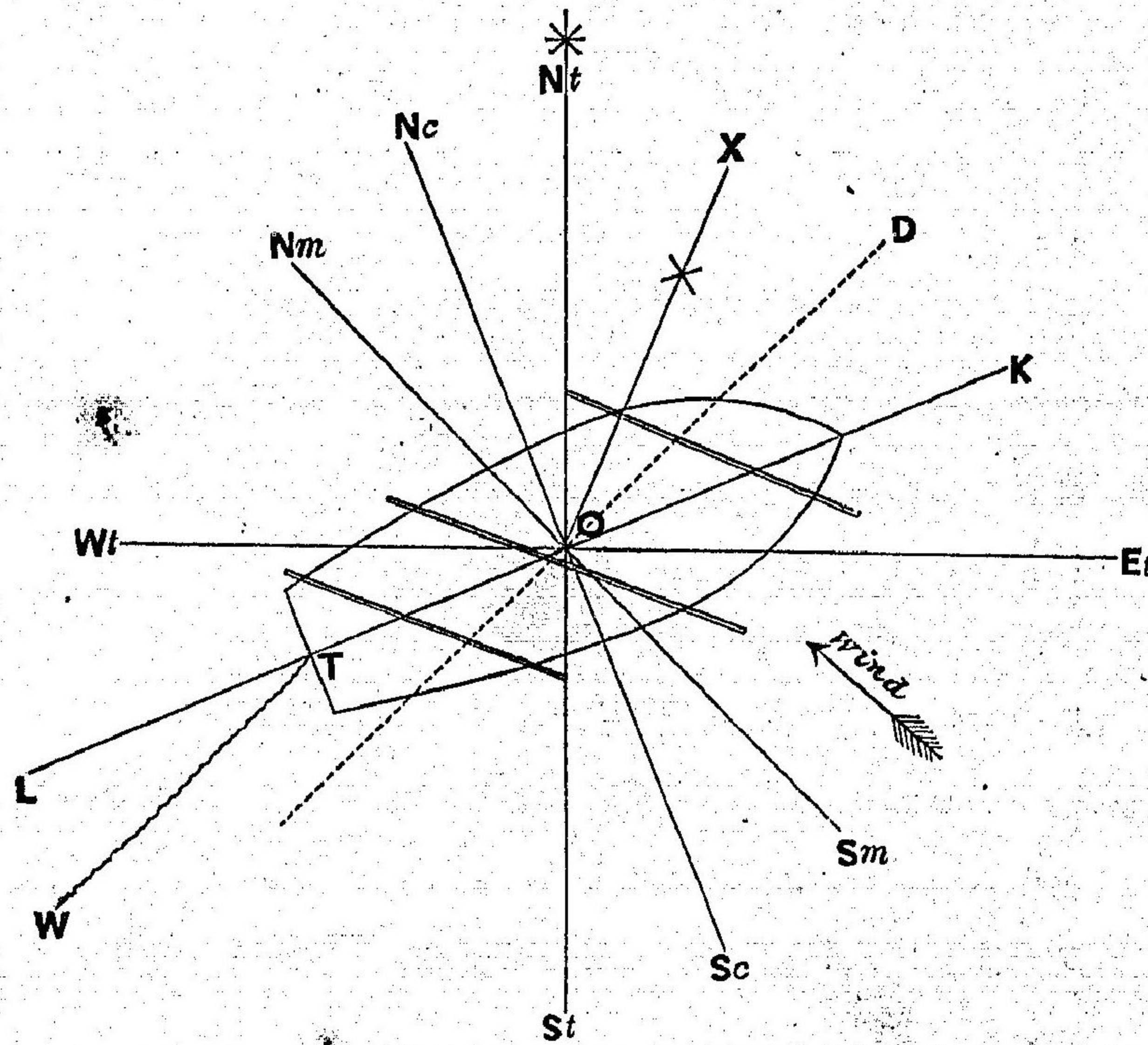
第十六圖ニ於テ **Nc O Sc** ハ鐵氣ノ感動ヲ受ケタルトキノ羅針  
 ノ方向ニシテ **Nm O Sm** ハ磁氣子午線ナルガ故ニ **Nm O Nc**  
 角ハ偏東自差ナリ。

39. 羅針違差 Error of the Compass or Compass Error ハ偏  
 差ト自差トノ二合力ノ作用ニ因リ羅針ノ北端、眞北ヨリ東或  
 ハ西ニ偏シタル角ナリ。

第十六圖ニ於テ **Nt O Nc** 角ハ羅針違差ナリ。

40. 風壓差 Leeway ハ船が其側方ニ風ヲ受ケテ前進スルトキ漸次風下ノ方ニ壓流セラレ其航跡ト船首尾ノ直線トガ相交リテ爲ス處ノ角ナリ。

第十六圖



第十六圖ニ於テ KOT ハ船首尾ノ直線、WT ハ航跡ニシテ LTW 或ハ KOD 角ハ風壓差ナリ。

41. 眞針路 True Course ハ眞子午線ト船ノ眞ノ航跡トノ交角ナリ。

第十六圖ニ於テ NtOK 角ハ眞針路ナリ。

42. 磁針路 Magnetic Course ハ磁氣子午線ト船首尾線トノ交角ナリ

第十六圖ニ於テ NmOSm ハ磁氣子午線ノ方向ニシテ KO ハ船ノ首尾線ナルガ故ニ NmOK ハ磁針路ナリ。

43. 羅針路 Compass Course ハ羅針ト船首尾線トノ交角ナリ。

第十六圖ニ於テ NcOSc ハ羅針ノ方向ニシテ KO ハ船首尾線ノ方向ナルガ故ニ NcOK ハ羅針路ナリ。

44. 視針路 Apparent Course ハ風壓差アルトキ眞子午線ト船首尾線ノ方向トノ交角ナリ。

第十六圖ニ於テ視針路ヲ北東微東トシ風ハ南東微南ヨリ來リ一點ノ風壓差アリトスレバ小箭ハ風向、NtOK ハ視針路、NtOD ハ眞針路ヲ顯ハスナリ。

45. 直行眞針路 The True Course Made Good ハ眞子午線ト起程及着達ノ兩地點ヲ通過スル航程ノ線トノ交角ナリ。

46. 直行磁針路 The Magnetic Course Made Good ハ磁氣子午線ト起程及着達ノ兩地點ヲ貫ク航程ノ線トノ交角ナリ。

47. 直行羅針路 The Compass Course Made Good ハ磁氣ニ感動シタル羅針ノ方向ト起程及着達ノ兩地點ヲ貫ク航程ノ線トノ交角ナリ。

48. 物體(或ハ場所)ノ眞方位 The True Bearing of an object

or place ハ眞子午線ト物體及測士ヲ貫ク大圈トノ交角ナリ。

第十六圖ニ於テ  $N \circ X$  ハ物體  $X$  ノ眞方位ナリ。

49. 物體ノ磁針方位 The Magnetic Bearing or Correct Magnetic Bearing of an object ハ物體及測士ヲ貫ク大圈ト磁氣子午線トノ交角ナリ。

第十六圖  $N^m \circ X$ 。

50. 物體ノ羅針方位 The Compass Bearing of an object ハ羅針ノ方向ト物體及測士ヲ貫ク大圈トノ交角ナリ。

第十六圖  $N^c \circ X$ 。

## 第 貳 編

### 對 數

3. 對數ニ依ラザレハ複雑ナル數ノ計算ヲシテ簡易ナラシムルコト能ハズ是レ對數ハ乘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ズル故ナリ。

4. 對數ハ指數 The Index 及小數 The Decimal part ヨリ成ル而シテ對數表ニハ小數(之ヲ假數 Man-  
tisa. ト云フ)ノミヲ載セ指數ヲ記セザルヲ以テ表ヨリ假數ヲ取ルトキハ必ズ指數ヲ附加スベシ。

5. 全部若クハ一部ノ整數ノ指數ハ常ニ數字ノ個數ヨリ一個ヲ減ジタル正符(+)ノ數ナレドモ若シ數字ノ全部、小數ヨリ成立テタル時ハ其指數ニ負符(-)ヲ配シ、而シテ小數一位ノ數字ガ奇零(0)ニ非ザルトキハ常ニ 1 ニシテ奇零(0)ナレバ 2. 奇零貳個ナレバ 3 等ノ如ク小數點ニ次グ奇零一個毎ニ 1 ヲ増スモノナリ。

### 眞數ヲ以テ對數ヲ求ムル法

6. 一位、二位、三位、或ハ四位ヨリ成レル眞數ノ對數ヲ求ムルニハ對數表ノ上欄ニ “No.” ト記シタル縱行ニ於テ既知ノ眞數ヲ求メ其右方ニ “Log.” ト記シタル縱行ニテ既知ノ眞數ニ相對シタル假數 Decimal part or Mantisa ヲ取ルベシ。

真數 578 ノ對數ヲ求ムルニハ最新航海表 (Table XLI.) P. 73ニ  
 テ 578 ニ對スル假數 .761928 ヲ取り而シテ此真數ハ三位ヨ  
 リ成レル整數ナルガ故ニ其指數ハ三ヨリ一ヲ減シタルモノ即  
 チ 2 ナルヲ以テ 578 ノ對數ハ 2.761928 ナリ又 6741 ノ對數ハ  
 同法ニ依リ Table XLI. P. 90 ニテ .828724 ヲ取り之ニ指數  
 3 ヲ配シタルモノ即チ 3.828724 ナル等ノ如シ。

7. 真數四位以上ヨリ成レル場合ニハ前法ノ如ク最初ノ真數  
 四位ニ對スル假數ヲ取り次ニ五位ノ真數ヲ最初真數四位ノ假  
 數ヲ取りタル行ト同一區部ニ於テ各終尾ノ真數即チ一位ノ數  
 ニ合セテ其比例部ノ假數 “Proportional parts” ヲ取り之ヲ  
 最初ノ真數四位ニ對スル假數ノ直下ニ於テ各自上段ノ數字ト  
 相揃ヘテ列記シ又同法ニ依リテ六位ノ真數ニ對スル比例部ノ  
 假數ヲ取り之ヲ先キニ列記シタル比例部ノ數字ノ直下ニ於テ  
 一位丈右方ヘ繰リ寄セテ列記スル等自餘 皆此ノ如ク列記シ  
 タル後チ數字ヲ悉ク相加ヘ五捨六入法ニ依リ所要ノ對數トシ  
 テ小數點以下六位ニテ止ムベシ。

五位以下ノ數字若シ奇零ナルトキハ之ヲ其儘ニナシ置キ次ギ  
 ノ比例部ノ數字ヲ一時ニ二字右方ヘ繰リ寄セテ列記スベシ。

例 1.

6234705 ノ對數ヲ求ム

Decimal part of log. 6234 (Table XLI. P. 88)...	794707
Proportional parts for 7 ... ..	49

Proportional parts for 0 ... ..	00
” 5 ... ..	35
Decimal part of the required log. ... ..	.79481635
Prefixing the Index and cutting off the last two figures ... ..	<u>6.794816</u>

例 2.

5784120 ノ對數ヲ求ム.

Decimal parts of log. 5784 (Table XLI. P. 87) ...	.762228
Proportional parts for 1 ... ..	08
” ” 2 ... ..	15
” ” 0 ... ..	00
Decimal parts of the required log ... ..	.76223750
Prefixing the Index and cutting off the last two figures ... ..	<u>6.762237</u>

8. 一ツノ真數ニ對スル假數ハ整數、整數ト小數トノ混成數  
 或ハ純然タル小數ニ對シテモ皆同一ニシテ唯ダ其指數ヲ變ズ  
 ルノミナリ。

例

真 數	對 數
5784120 ... ..	6.762237
578412.0 ... ..	5.762237
57841.20 ... ..	4.762237
5784.120 ... ..	3.762237
578.4120 ... ..	2.762237

.5784120 ... ..	1.762237
5.784120 ... ..	0.762237
.5784120 ... $\bar{1}$ or	9.762237
.05784120 ... $\bar{2}$ or	8.762237
.005784120 ... $\bar{3}$ or	7.762237

注意. 航海術ノ計算ニ於テハ常ニ正符ヲ用フルガ故ニ  $\bar{1}$ ,  $\bar{2}$ ,  $\bar{3}$  等ノ如キ指數ハ 10 ヲ加ヘテ 9, 8, 7 等トナスヲ普通トス.

下ニ記スル眞數ノ對數ヲ求ム.

1. 6	20. 365.74
2. 34	21. 1.0009
3. 420	22. 75230
4. 7.856	23. 62.7014
5. 38270	24. 175.008
6. .5	25. 23002.7
7. .065	26. 164.3019
8. .0013	27. 21550.007
9. .00000671	28. 23460
10. 2.340401	29. 3.409
11. 55300.017	30. 7.5
12. 86430000	31. 163.45
13. 3	32. 704.009
14. 47	33. 32636.04
15. 50	34. .57
16. 100	35. .049
17. 275	36. .0036
18. 8360	37. .001204
19. 57.29	38. .006728

39. .00028041	42. .075604
40. .0000753	43. .3670007
41. .0346009	44. .0000001

答

1. 0.778151	23. 1.797277
2. 1.531479	24. 2.243038
3. 2.623249	25. 4.361779
4. 0.895201	26. 2.215643
5. 4.582858	27. 4.333447
6. 1.698970	28. 4.370328
7. 2.812913	29. 0.532627
8. 3.113943	30. 0.875061
9. 6.826723	31. 2.213385
10. 0.369290	32. 2.847578
11. 4.742725	33. 4.513697
12. 7.936664	34. 9.755875-10
13. 0.477121	35. 7.556303-10
14. 1.672098	36. 8.690196-10
15. 1.698970	37. 7.080626-10
16. 2.000000	38. 7.827886-10
17. 2.439333	39. 6.447793-10
18. 3.922206	40. 5.876795-10
19. 1.758079	41. 8.539087-10
20. 2.563173	42. 8.878545-10
21. 0.000389	43. 9.564667-10
22. 4.876391	44. 3.000000-10

### 對數ヲ以テ眞數ヲ求ムル法

9. 對數ヲ以テ眞數ヲ求ムルニハ下ノ如クス.

對數表ノ“Log.”ト記シタル行ニ於テ既知ノ假數ニ符合セルモノアラバ直チニ其眞數ヲ取り指數ノ正符又ハ負符ニ從ヒテ小數點ヲ附スベシ.

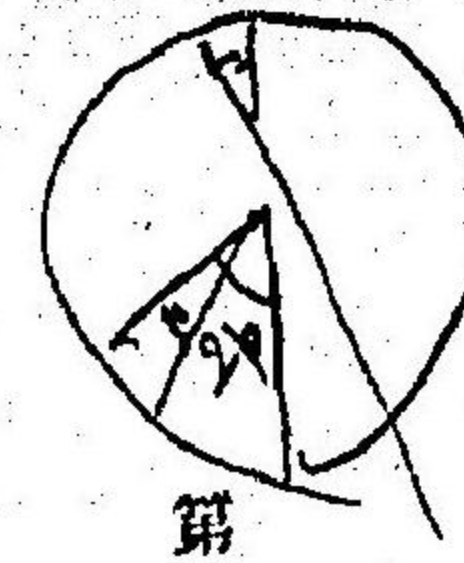
表ヨリ取りタル眞數ノ字數若シ不足シタル場合ニ於テハ正符ノ指數ナラバ必要ニ從ヒ眞數ノ右方ヘ奇零(0)ヲ附シ負符ノ指數ナラバ最初ニ奇零ト小數點トヲ以テ整数ノ一位ヲ表ハシ其右方ニ續キテ指數ノ字數丈奇零ヲ附スベシ.

10. 既知ノ假數ニ符合シタルモノナキトキハ之ニ次グベキ小ナル假數ヲ求メ之ヲ既知ノ假數ヨリ減ジ其差ヲ比例部ニテ求メ符合セルモノアラバ直チニ之レニ對スル一位ノ眞數ヲ取り又若シ符合セルモノナキトキハ其次ニ小サキモノトノ差ト其眞數トヲ取り此差ニ奇零一個ヲ附シ復タ之ヲ比例部ニテ索メ其眞數ヲ取り之ヲ先キニ取りタル眞數ノ右方ニ附加スル等必要ニ從ヒ幾回ニテモ此ノ如クナスベシ.

#### 例 1.

6.199730 ノ眞數如何.

Given log.	...	6.199780	Nat. No.
Next less	...	.199481	1583
Difference	...	249	



In proportional parts	...	247	...	9
Difference	...	20		
In proportional parts	...	00	...	0
Difference	...	200		
In proportional parts	...	192	...	7
Difference	...	80		
In proportional parts	...	55	...	2
Difference	...	250		
In proportional parts	...	247	...	9
Required Nat. No. to the nearest unit	...	1583907.3		

#### 例 2.

6.355236 ノ眞數如何.

Given logarithm	...	6.355236		
Next less	...	068...2265		
Diff.	...	168		
In proportional parts	...	154	...	8
Diff.	...	140		
In proportional parts	...	134	...	7
Diff.	...	60		
In proportional parts	...	53	...	3
Diff.	...	20		
In proportional parts	...	19	...	1
		1		
Required Nat. No. to the nearest unit	...	2265873.1		

下ニ記セル對數ヲ以テ小數點以下五位マデ眞數ヲ求ム.

對 數	真 數
1. 3.674517	1. 4726.25432
2. 1.474508	2. 29.82000
3. 0.468810	3. 2.94313
4. 9.468680-10	4. 0.29422
5. 8.753522-10	5. 0.05669
6. 7.874540-10	6. 0.00749

下ニ記セル對數ヲ以テ小數點以下一位マデ眞數ヲ求ム。

對 數	真 數
1. 0.113943	1. 1.3
2. 1.791480	2. 61.9
3. 2.724931	3. 530.8
4. 6.490379	4. 3093000
5. 5.820006	5. 660703
6. 4.875003	6. 74990 <small>按</small>
7. 1.432488	7. 0.3 (五拾六入)
8. 2.715339	8. 0.0 "
9. 4.934550	9. 0.0 "
10. 3.203577	10. 1598
11. 2.145818	11. 139.9
12. 1.700271	12. 50.1
13. 0.715920	13. 5.2
14. 0.004382	14. 1.0
15. 4.681484	15. 48026.9
16. 5.690196	16. 490000
17. 6.148900	17. 1408958
18. 7.040203	18. 10969880
19. 4.806044	19. 63980

20. 5.175801	20. 149899.6
21. 6.531481	21. 3400015.5
22. 7.000435	22. 10010023.2
23. 5.361917	23. 230100
24. 4.041393	24. 11000
25. 6.049606	25. 1121000
26. 0.000434	26. 1.001
27. 3.670154	27. 4679
28. 7.276003	28. 18880043.5
29. 5.380032	29. 239901.1

## 乗 法

II. 對數ニ依リテ兩數ノ相乘積ヲ求ムルニハ乘セントスル眞數ノ對數ヲ相加フレバ其和ノ眞數ハ即チ所要ノ乘積ナリ而シテ今乘セントスル數ノ一ツ或ハ兩方トモ小數ニシテ其兩指數ノ和 10 以上トナラバ 10 ヲ除去シ其殘リヲ以テ乘積ニ適シタル對數ノ指數トナスベシ。

### 例 1.

15 × 23 ノ乘積ヲ求ム。

Multiply ... .. 15	log. 1.176091
by ... .. 23	log. 1.361728
Product ... .. 345	log. 2.537819

### 例 2.

309.325 × 0.00014 ノ乘積ヲ求ム。

Multiply ... .. 309.325	log. 2.490415
by ... .. 0.00014	log. 6.146128
Product ... .. .0433055	log. 8.636543-10

## 例 3.

58 × 203.6 ノ乗積ヲ求ム.

Multiply ... ..	58	log.	1.763428
by ... ..	203.6	lgo.	<u>2.308778</u>
Product ... ..	11808.8	log.	4.072206

## 例 4.

250 × 500 ノ乗積ヲ求ム.

Multiply ... ..	250	log.	2.397940
by ... ..	500	log.	<u>2.698970</u>
Product ... ..	125000	log.	5.096910

## 例 5.

0.61 × 31.005 ノ乗積ヲ求ム.

Multiply ... ..	0.61	log.	9.785330
by ... ..	31.005	log.	<u>1.491432</u>
Product ... ..	18.91305	log.	1.276762

## 例 6.

0.0937 × 4854 ノ乗積ヲ求ム.

Multiply ... ..	0.0937	log.	8.971740
by ... ..	4854	log.	<u>3.686100</u>
Product ... ..	454.8196	log.	2.657840

注意. 整数ニ整数ヲ乗ゼバ其積ハ整数ニシテ小数ニ小数ヲ乗  
ゼバ其積ハ小数ナリ然ルニ整数ト小数トヲ相乗ジ而シテ其積  
ノ對數ノ指數 10 以上(此場合ニ於テハ 10 ヲ除ク)ナラバ其  
積ハ整数ヲ有ス若シ指數 10 以下ナラバ答ハ小数ナリ.

下ニ記セル各數ノ乗積ヲ求ム.

- |                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| 1. 479 × 41             | 13. .046009 × .00028041        |
| 2. 4672 × 5             | 14. .1000012 × .00259          |
| 3. 1037.5 × 269         | 15. 100 × .005                 |
| 4. 35890 × 10           | 16. 7642.005 × 3.26507         |
| 5. 16.536 × 42.90       | 17. 999999 × .1                |
| 6. 12.45 × 3.84         | 18. .0867 × 235.6004           |
| 7. 7.5642 × 279.008     | 19. .98421 × .234              |
| 8. 2.3467 × 123.006     | 20. .00765 × .23461            |
| 9. 164.3019 × 21550.007 | 21. 28550 × .0444              |
| 10. 356.8 × .0167       | 22. 30000000 × .00765          |
| 11. .001204 × .006728   | 23. 2.36 × 19.742 × .3897      |
| 12. 32415.5 × .0002     | 24. 104.26 × .018 × 95.41 × .8 |

答

- |                  |               |
|------------------|---------------|
| 1. 19639         | 13. 0.0000129 |
| 2. 23360         | 14. 0.000259  |
| 3. 279087.7      | 15. 0.5       |
| 4. 358900        | 16. 24951.47  |
| 5. 709.3934      | 17. 99999.9   |
| 6. 47.808        | 18. 20.426    |
| 7. 2110.47       | 19. 0.2303    |
| 8. 288.658       | 20. 0.001795  |
| 9. 3540707.09    | 21. 1267.618  |
| 10. 5.958554     | 22. 229500    |
| 11. 0.0000081005 | 23. 18.15656  |
| 12. 6.4831       | 24. 143.2433  |



### 除 法

12. 實 Dividend ノ對數ヨリ法 Divisor ノ對數ヲ減ジテ得タル差ハ即チ商 Quotient ノ對數ナルヲ以テ之ヲ眞數ニ更ムベシ若シ法ノ指數、實ノ指數ヨリ大ナルトキハ實ノ指數ニ 10ヲ加ヘテ實ヨリ法ヲ減ズベシ。

#### 例 1.

900 ÷ 19.8 ノ商ヲ求ム。

Divide	...	900	log.	2.954243
by	...	19.8	log.	<u>1.296665</u>
Quotient	...	45.4	log.	1.657578

#### 例 2.

34.272 ÷ 0.0056 ノ商ヲ求ム。

Divide	...	34.272	log.	1.534939
by	...	.0056	log.	<u>7.748188</u>
Quotient	...	6120	log.	3.786751

#### 例 3.

87.98 ÷ .013 ノ商ヲ求ム。

Divide	...	87.98	log.	1.944384
by	...	.013	log.	<u>8.113943</u>
Quotient	...	6767.7	log.	3.830441

#### 例 4.

1746 ÷ .009 ノ商ヲ求ム。

Divide	...	1746	log.	3.242044
by	...	.009	log.	<u>3.954243</u>
Quotient	...	193999.3	log.	5.287801

#### 例 5.

1059 ÷ 70.6 ノ商ヲ求ム。

Divide	...	1059	log.	3.024896
by	...	70.6	log.	<u>1.848805</u>
Quotient	...	15	log.	1.176091

#### 例 6.

0.087312 ÷ .642 ノ商ヲ求ム。

Divide	...	0.087312	log.	8.941074
by	...	.642	log.	<u>9.807535</u>
Quotient	...	.136	log.	9.133539

#### 例 7.

493.5 ÷ 125 ノ商ヲ求ム。

Divide	...	493.5	log.	2.693287
by	...	125	log.	<u>2.096910</u>
Quotient	...	3.948	log.	0.596377

#### 例 8.

.06 ÷ 247.5 ノ商ヲ求ム。

Divide	...	.06	log.	8.778151
by	...	247.5	log.	<u>2.393575</u>
Quotient	...	.000242	log.	6.384576

#### 例 9.

.0056 ÷ .025 ノ商ヲ求ム。

答

.224

## 例 10.

.00275 ÷ .0575 ノ商ヲ求ム.

答

.04782

## 例 11.

64468 ÷ .008 ノ商ヲ求ム.

答

8058500

下ニ記セル各数ノ商ヲ求ム:

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1. 32636.04 ÷ 704.009                            | 2. 687.31 ÷ 2.34         |
| 3. 45.2 ÷ .005                                   | 4. 985.712 ÷ .0056       |
| 5. 9.23 ÷ 2.001                                  | 6. 64238 ÷ 0.026         |
| 7. 99 ÷ .0000745                                 | 8. 35161.9 ÷ 34.24       |
| 9. .746202 ÷ .52496                              | 10. 197.65773 ÷ .00139   |
| 11. 35 ÷ 34.24063                                | 12. 9 ÷ 874303           |
| 13. 16192.2 ÷ .01086                             | 14. 1.3 ÷ .0000000290009 |
| 15. .001 ÷ 1000                                  | 16. .000876 ÷ .0000438   |
| 17. .012 ÷ .009847                               | 18. .76591 ÷ .13         |
| 19. 198.79 ÷ 3.46                                | 20. 2.13 × 856.4 ÷ .087  |
| 21. .00175 × 8872.4 ÷ 7.69 × .0432               |                          |
| 22. 8.32 × .096 × 248.109 ÷ 1.74 × 23.42 × 148.6 |                          |
| 23. 100.108 × .36749 ÷ .00984 × 468.06           |                          |
| 24. .0756 × .00998 × .247 ÷ .0001 × .0137 × .142 |                          |

答

- |          |             |
|----------|-------------|
| 1. 46.4  | 4. 176016.2 |
| 2. 293.7 | 5. 4.6      |
| 3. 9040  | 6. 24.7     |

- |                |             |
|----------------|-------------|
| 7. 1328856.7   | 16. 20      |
| 8. 1026.9      | 17. 1.2     |
| 9. 1.4         | 18. 5.9     |
| 10. 142199.8   | 19. 57.4    |
| 11. 1.0        | 20. 20967.1 |
| 12. 0.0        | 21. 20.4    |
| 13. 1490994.4  | 22. .03     |
| 14. 44826195.0 | 23. 8       |
| 15. 0.0        | 24. 957.9   |

## 方 乘 法

13. 一數ヲ自乗スルニハ其對數ニ方乘ノ指數ヲ乘ズベシ其積ハ即チ所要眞數ノ對數ナリ.

## 例 1.

30.03 ノ二乗ヲ求ム.

30.03 log. 1.477555

	2
901.8	log. 2.955110

答

901.8

## 例 2.

(0.3003)<sup>2</sup> ヲ求ム.

.3003 log. 9.477555

	2
.09018	log. 18.955110

答

.09018

例 3.

(30.03)<sup>3</sup>ヲ求ム.

30.03 log. 1.477555

3

27081 log. 4.432665

答

27081

例 4.

(.0896)<sup>5</sup>ヲ求ム.

.08967 log. 2.952647

5

.000005797 log. 6.763235

8.75-2647  
44- 236

答

.000005797

例 5.

(.1039)<sup>9</sup>ヲ求ム.

.1039 log. 1.016615

9

.000000001411 log. 9.149555

答

.000000001411

例 6.

(.367)<sup>13</sup>ヲ求ム.

.367 log. 1+ .564666

13 13

13 1.693998

5.64666

13+7.340658

.000002191 or, log. 6.340658

答

.000002191

開 方

14. 開方ハ方乗ノ反對ナリ即チ根ノ指數ヲ以テ既知眞數ノ

對數ヲ除スベシ其商ハ所要根ノ對數ナリ.

例 1.

√256ヲ求ム.

256 ... .. log. 2.408240 (2)

16 ... .. log. 1.204120

答

16

例 2.

√10816ヲ求ム.

10816 ... .. log. 4.034066 (2)

104 ... .. log. 2.017033

答

104

例 3.

$\sqrt[3]{42875}$  を求む.

42875 ... .. log. 4.632204 (3)  
 35 ... .. log. 1.544068

答  
 35

例 4.

$\sqrt{9.618}$  を求む.

9.618 ... .. log. 0.983085 (5)  
 1.573 ... .. log. 0.196617

答  
 1.573

例 5.

$\sqrt[7]{234.68}$  を求む.

234.68 ... .. log. 2.370476 (7)  
 2.181 ... .. log. 0.338639

答  
 2.181

例 6.

$\sqrt[3]{.004913}$  を求む.

.004913 ... .. log. 3.691437 (3)  
 .17 ... .. log. 1.230479

答  
 .17

例 7.

$\sqrt[3]{.06174}$  を求む.

.06174 ... .. log. 2.790567  
 or, log. 3+1.790567 (3)  
 .3952 ... .. log. 1+.596856

答  
 .3952

例 8.

$\sqrt[5]{.007652}$  を求む.

.007652 ... .. log. 3.883775  
 or, log. 5+2.883775 (5)  
 .3774 ... .. log. 1+.576755

答  
 .3774

問 題

下ニ記セル數ノ根ヲ求ム.

- |   |   |
|---|---|
| 1. $\sqrt{306.25}$                        | 2. $\sqrt[3]{46.656}$                         |
| 3. $\sqrt[4]{.002435}$                    | 4. $\sqrt[3]{12167000}$                       |
| 5. $\sqrt[7]{.00000002097152}$            | 6. $\sqrt{20675}$                             |
| 7. $\sqrt{769.52}$                        | 8. $\sqrt[3]{46976482}$                       |
| 9. $(91.543)^2 \times \sqrt[3]{8794.027}$ |   |
| 10. $\sqrt{\frac{4682}{99 \times 37987}}$ | 11. $\frac{\sqrt{8794.08}}{\sqrt[3]{276509}}$ |



## 八線ノ幾何學的界説

1. 正弦ハ弧ノ一端ヨリ他ノ一端ヲ通過スル半徑ニ垂直ニ引キタル線ニシテ必ズ常ニ圓内ニ在ルモノナリ。

第十七圖 EB.

2. 正切ハ半徑ノ端ニ於ケル垂直線ニシテ圓ニ接觸ス。

第十七圖 AG.

3. 正割ハ中心ヨリ正切ニ會スル一線ニシテ圓周ヲ切斷ス。

第十七圖 CG.

4. 正矢ハ弧ノ初メノ一端ト正弦ノ下端トノ間ノ直線ナリ。

第十七圖 EA.

5. 餘弦、餘切、餘割及餘矢ハ各自 AB ノ餘弧ナル BD 弧ノ正弦、正切、正割及正矢ナリ。CE ハ FB ニ等シ故ニ CE ハ ACB 角ノ餘弦ナリ。AB 及 BD ノ弧ハ各自 ACB 及 BCD ノ角ヲ度ルモノナリ。

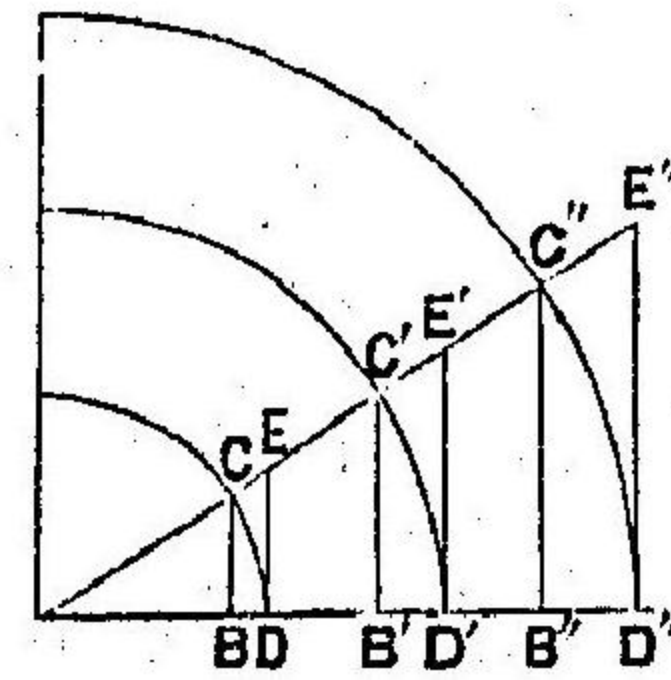
角或ハ弧ガ ACB<sub>1</sub>, ACB<sub>2</sub>, ACB<sub>3</sub> ノ如ク 90° ヲ超過スルトキニモ同一ノ界説ヲ用フベシ。

圓ハ同一ノ中心ヨリ半徑ノ長短ニ應ジテ大小種々ノモノヲ畫クヲ得ルガ故ニ其大小ハ宛モ正弦、正切等ノ眞價ニ對シテ影響ヲ及スガ如ク見ユベシ然レドモ圓ノ半徑ハ常ニ 1 ニシテ三角比ハ圓ノ大小ニ由リテ變ズルモノニアラ

ズ而シテ此等ノ比ハ正弦等ノ眞價ヲ表ハスヲ以テ圓ノ大小ハ其眞價ニ關係ヲ有セザルコト明ナリ。

第十八圖ニ於テ CB ノ眞價ハ C'B' 或ハ C''B'' ト同一ニシテ正切 ED モ亦タ E'D' 或ハ E''D'' ト同一ノ價ヲ有ス。

第十八圖



第十七圖ハ下ノ關係ヲ明示ス。

1. 角度減少スレバ正弦モ亦タ減少ス随ツテ零度(0°)ノ角ノ正弦及正切ハ各自零(0)ニシテ正割ハ半徑即チ 1 ニ減少ス。
2. 角度増加セバ正弦ハ漸次ニ増大シテ終ニ角九十度ニ至ラバ半徑即チ 1 トナル。此ノ場合ニ於テハ正切ト正割トハ互ニ相平行スルニ至ルヲ以テ無限大トナル。同法ニ由リ 0° ノ餘弦ハ半徑即チ 1 ニ等シ。角九十度ノ餘弦ハ 0 ナリ 0° ノ餘切ハ無限大ニシテ九十度ノ餘切ハ 0 ナリ。0° ノ餘割ハ無限大ニシテ九十度ニハ 1 ナリ。無限大ヲ表ハスニハ ∞ ノ符ヲ以テス。

## 要 略

$$0^\circ \text{ ナラバ } \begin{cases} \sin. = 0; \tan. = 0; \sec. = 1 \\ \cos. = 1; \cot. = \infty; \operatorname{cosec}. = \infty \end{cases}$$

$$90^\circ \text{ ナラバ } \begin{cases} \sin. = 1; \tan. = \infty; \sec. = \infty \\ \cos. = 0; \cot. = 0; \operatorname{cosec}. = 1 \end{cases}$$

地平徑ノ上方ニ在ル正弦ヲ (+) plus ト命ジ下方ニ在ルヲ (-) minus トス之ニ由リ  $0^\circ$  ト  $180^\circ$  トノ間ノ角ノ正弦ハ (+) 符ニシテ  $180^\circ$  ト  $360^\circ$  トノ間ノ角ノ正弦ハ (-) 符ナリ

餘弦ハ垂直徑ノ右方ニ在ルヲ (+) ト命ジ其左方ニ在ルヲ (-) トス故ニ  $0^\circ$  ト  $90^\circ$  及  $270^\circ$  ト  $360^\circ$  トノ間ニ於ケル角度ノ餘弦ハ (+) ニシテ  $90^\circ$  ト  $270^\circ$  トノ間ニ在ル角ノ餘弦ハ (-) ナリ。

第十七圖参照。

正切、餘切、正割及餘割ノ符號 (+) 及 (-) ハ其圖中ノ位置ヨリスルニアラズ左ノ關係ニ因リテ決スルモノナリ。

$$\tan. = \frac{\sin.}{\cos.}, \quad \cot. = \frac{\cos.}{\sin.}, \quad \sec. = \frac{1}{\cos.}, \quad \operatorname{cosec}. = \frac{1}{\sin.}$$

故ニ正弦及餘弦ガ共ニ (+) ナルカ若クハ (-) ナレバ正切及餘切ハ皆 (+) ナリ然レドモ其一ガ (+) ニシテ他ノ一ガ (-) ナレバ正切及餘切ハ (-) ナリ。

正割ハ餘弦ト同一ノ符號ヲ有ス。

餘割ハ正弦ト同一ノ符號ヲ有ス。

航海術ノ問題ニ於テハ  $180^\circ$  以上ノ角ヲ使用スルコトナキヲ

以テ  $0^\circ$  ヨリ  $180^\circ$  ニ至ル三角比ノ符號ヲ暗記シ置クヲ要ス。

$0^\circ$  ヨリ  $90^\circ$  マデノ三角比ノ符號ハ總テ正符 (+) ナリ。  $90^\circ$  ヨリ  $180^\circ$  マデハ其正弦及餘割ノミ (+) ニシテ正切、正割、餘弦及餘切ハ (-) ナリ。

角度  $90^\circ$  以上ノ正弦、正切等ハ其補角ノ正弦、正切等ニ相均シ然レドモ其符號ハ正弦及餘割ヲ除ク外ハ總テ (-) ナリ。

三角比ハ二個ツツ一組トナリテ相互ニ對比ス此ノ對比ノ關係ヲ (Reciprocals) ト云フ。即チ (a) 正弦及餘割、(b) 餘弦及正割、(c) 正切及餘切是レナリ斯ク名ヲ配シタル理由ハ下ノ如シ。

$$(a) \quad \sin. = \frac{1}{\operatorname{cosec}.}, \quad \text{又} \quad \operatorname{cosec}. = \frac{1}{\sin.}$$

$$(b) \quad \sec. = \frac{1}{\cos.}, \quad \text{又} \quad \cos. = \frac{1}{\sec.}$$

$$(c) \quad \tan. = \frac{1}{\cot.}, \quad \text{又} \quad \cot. = \frac{1}{\tan.}$$

直三角形ノ諸邊ガ有スル相互ノ比ヲ表ハスニ當リ第十七圖ノ界説ヲ應用スルコト下ノ如シ。

1. AC ニ對スル BC (第十九圖) ノ比ハ CB ニ對スル EB

(第十七圖) ノ比ニ等シ故ニ BC ハ角 A ノ正弦ナリ。

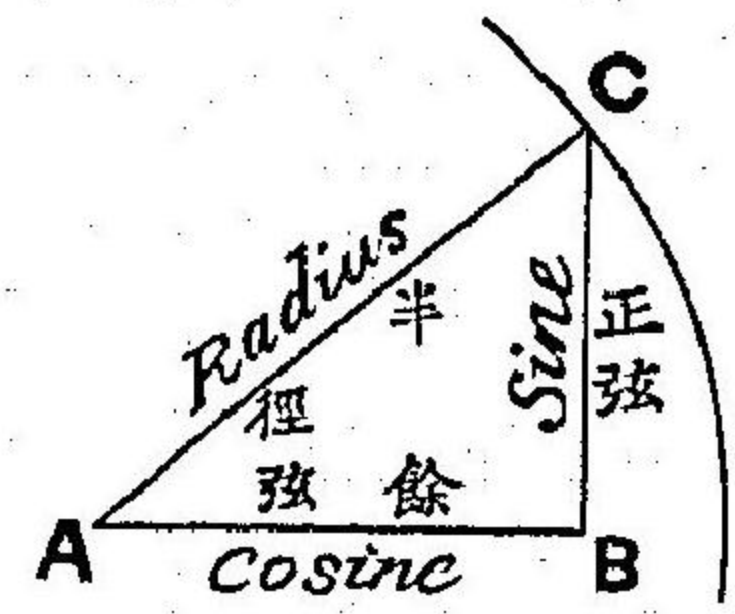
第十九圖ノ AC ニ對スル AB ノ比ハ CB ニ對スル CE

第十七圖ノ比ニ等シ故ニ AB ハ角 A ノ餘弦ナリ之ヲ表ハスコト下ノ如シ。

$$\frac{BC}{AC} = \sin.A; \quad \frac{AB}{AC} = \cos.A.$$

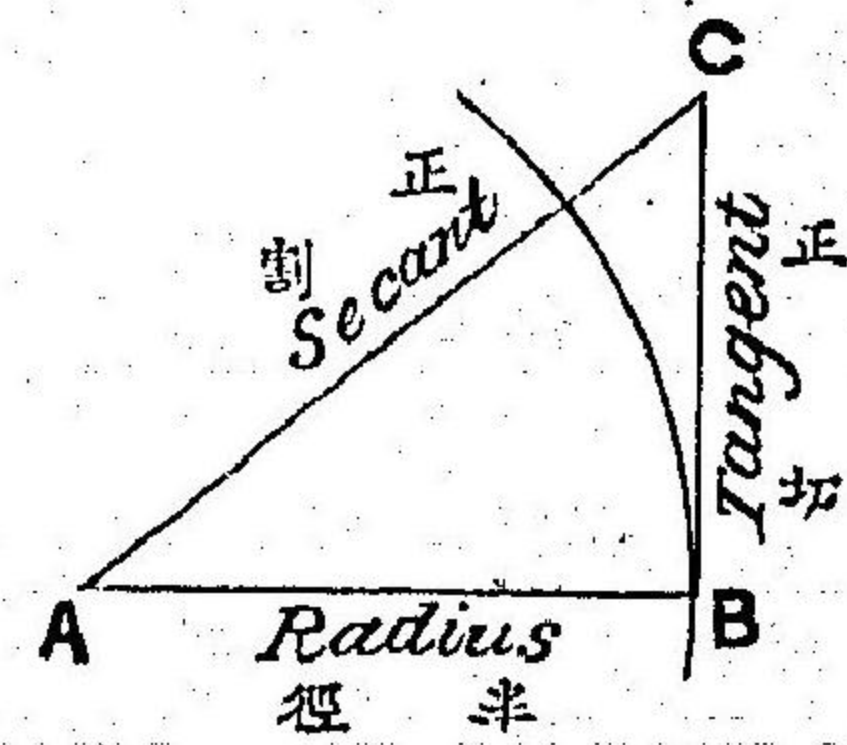
2. 第二十圖ノ AB ニ對スル BC ノ比ハ第十七圖ノ CA ニ對スル AG ノ比ニ等シ故ニ BC ハ角 A ノ正切ナリ.

第十九圖



第二十圖ノ AB ニ對スル AC ノ比ハ第十七圖ノ CA ニ對スル CG ノ比ニ等シ故ニ AC ハ角 A ノ正割ナリ即チ下ノ如シ.

第二十圖

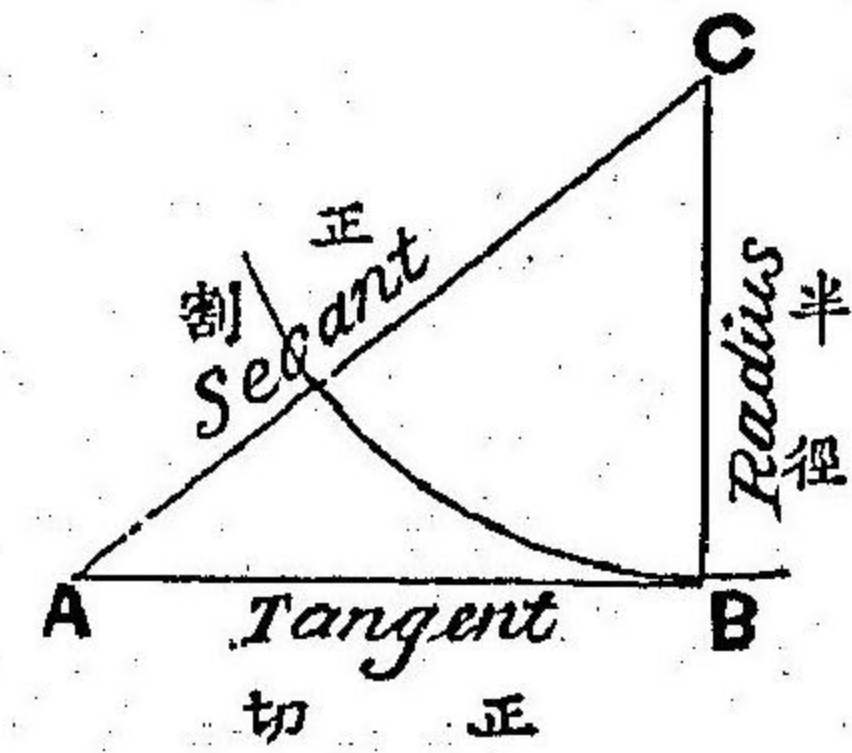


$$\frac{CB}{AB} = \tan.A; \quad \frac{AC}{AB} = \sec.A.$$

3. 第二十一圖ハ前者ト同一ナレドモ C ヲ圓ノ中心トシ CB ヲ半徑トナセシヲ異ナリトス故ニ

$$\frac{AB}{CB} = \tan.C; \quad \frac{CA}{CB} = \sec.C.$$

第二十一圖

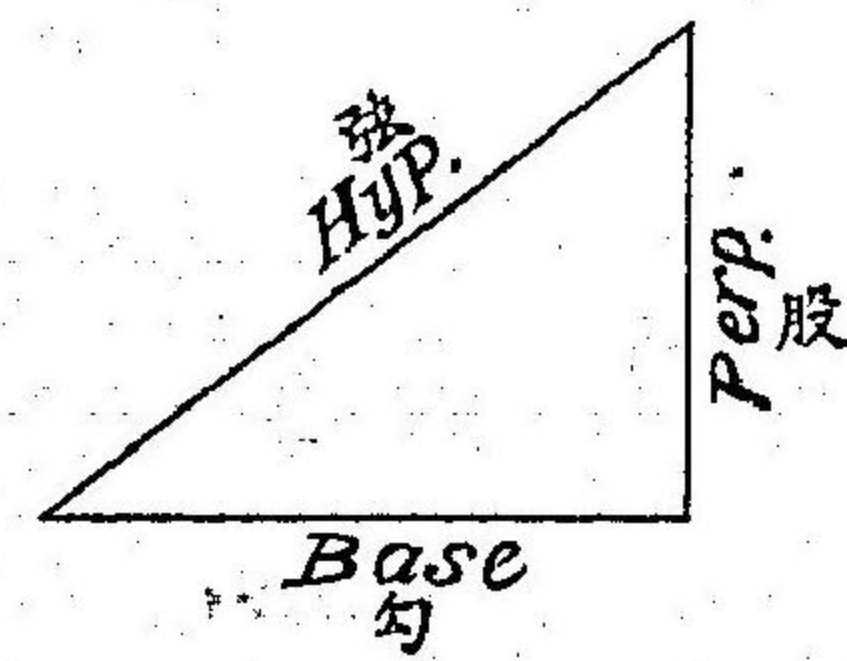


今 A 及 C ナル兩角ノ和ハ九十度ニ等シキヲ以テ相互ニ餘角ナリ故ニ一角ノ正弦ハ他角ノ餘弦ニシテ一角ノ正切ハ他角ノ餘切ナリ又同理ニヨリ一角ノ正割ハ他角ノ餘割ナリ.

直三角形ノ三邊ニ勾 Base, 股 Perpendicular, 弦 Hypotenuse.

ノ名ヲ命ズレバ上ノ三項ヲ下ノ如ク省略スルヲ得ベシ即チ

第二十二圖





1. 弦 = 對スル他ノ二邊ノ比.

$$\left. \begin{aligned} \frac{\text{perp.}}{\text{hyp.}} &= \sin. A \text{ and } \cos. C \\ \frac{\text{base.}}{\text{hyp.}} &= \cos. A \text{ and } \sin. C \end{aligned} \right\} \text{第十九圖参照.}$$

2. 勾 = 對スル他ノ二邊ノ比.

$$\left. \begin{aligned} \frac{\text{perp.}}{\text{base.}} &= \tan. A \text{ and } \cot. C \\ \frac{\text{hyp.}}{\text{base.}} &= \sec. A \text{ and } \text{cosec. } C \end{aligned} \right\} \text{第二十圖参照.}$$

3. 股 = 對スル他ノ二邊ノ比.

$$\left. \begin{aligned} \frac{\text{base.}}{\text{perp.}} &= \tan. C \text{ and } \cot. A \\ \frac{\text{hyp.}}{\text{perp.}} &= \sec. C \text{ and } \text{cosec. } A \end{aligned} \right\} \text{第二十一圖参照.}$$

注意一. 正弦ト正切トハ角ニ相對シ餘弦ト正割トハ角ニ接スルモノナリ.

注意二. 上ノ三項ノ比ハ平面直三角形ノ總テノ場合ヲ解決スルガ爲ニ用フルヲ以テ平面航法、距等圈航法、中分緯度航法及ビ聯針路航法中ノ問題ヲ解クニモ必要ナルモノナリ.

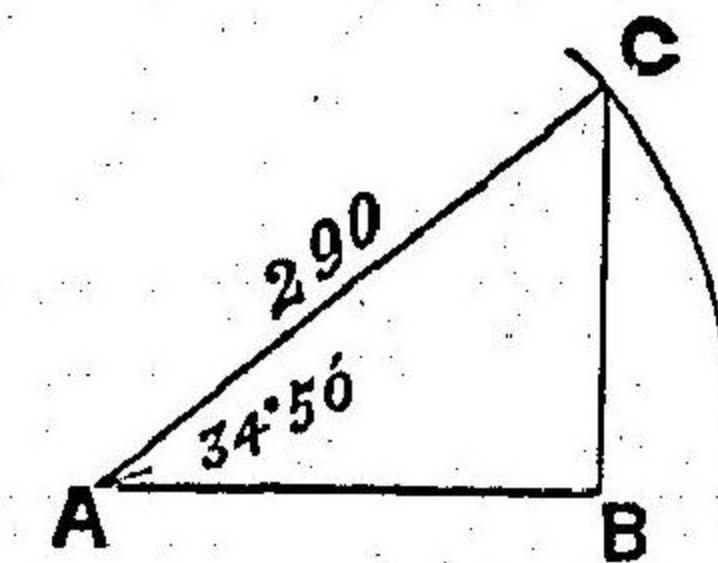
### 直三角形ノ解法

16. 直角ヲ除キ五部分即チ他ノ二角及三邊ニ就キテ既知ノ二部分中其一ガ邊ナラバ未知ノ三部分ヲ算スルコトヲ得ベシ.

### 例 1.

弦 AC=290, 角 A=34°50' ナラバ角 C 並ニ AB 及 BC ノ各邊ヲ求ム.

第二十三圖



(1)  $C = 90^\circ - 34^\circ 50' = 55^\circ 10'$

(2)  $\frac{BC}{AC} = \sin. A; \therefore BC = AC \times \sin. A$

A=34°50'	...	log. sin.	9.756782
AC=290	...	log.	2.462398
BC=165.6	...	log.	2.219180
			060
			120

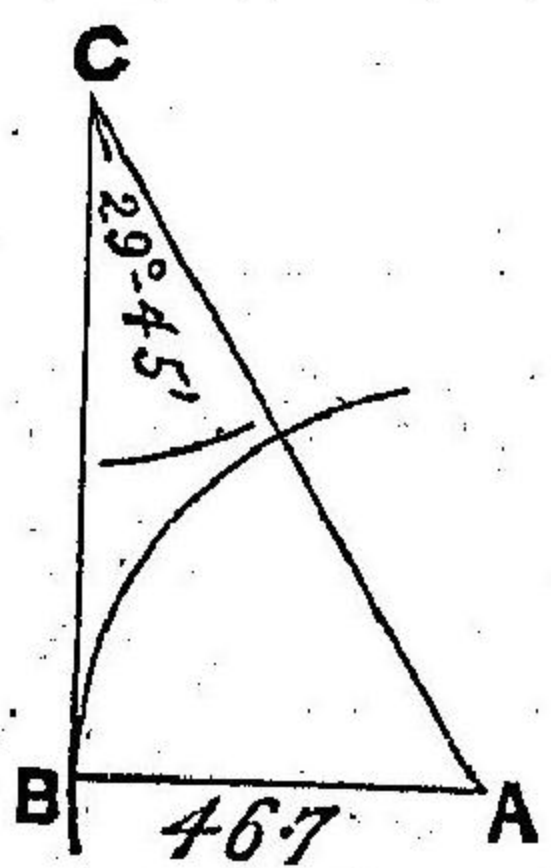
(3)  $\frac{AB}{AC} = \cos. A; \therefore AB = AC \times \cos. A$

A=34°50'	...	log. cos.	9.914246
AC=290	...	log.	2.462398
AB=238.0	...	log.	2.376644
			577
			67

### 例 2.

AB=46.7 ニシテ C 角=29°45' ナラバ角 A 及ビ BC, AC ノ兩邊ヲ求ム.

第二十四圖



- (1)  $A = 90^\circ - 29^\circ 45' = 60^\circ 15'$   
 (2)  $\frac{BC}{AB} = \tan. A; \therefore BC = AB. \tan. A$

$A = 60^\circ 15'$	log. tan.	10.242948	
$AB = 46.7$	log.	1.669317	
$BC = 81.7$	log.	1.912265	
		22	
		43	

- (3)  $\frac{AC}{AB} = \sec. A; \therefore AC = AB. \sec. A$

$A = 60^\circ 15'$	log. sec.	10.304329	
$AB = 46.7$	log.	1.669317	
$AC = 94.1$	log.	1.973646	
		36	
		10	

下ノ算式ヲ用フルモ同一ノ結果ヲ得.

$$\frac{BC}{AB} = \cot. C$$

and

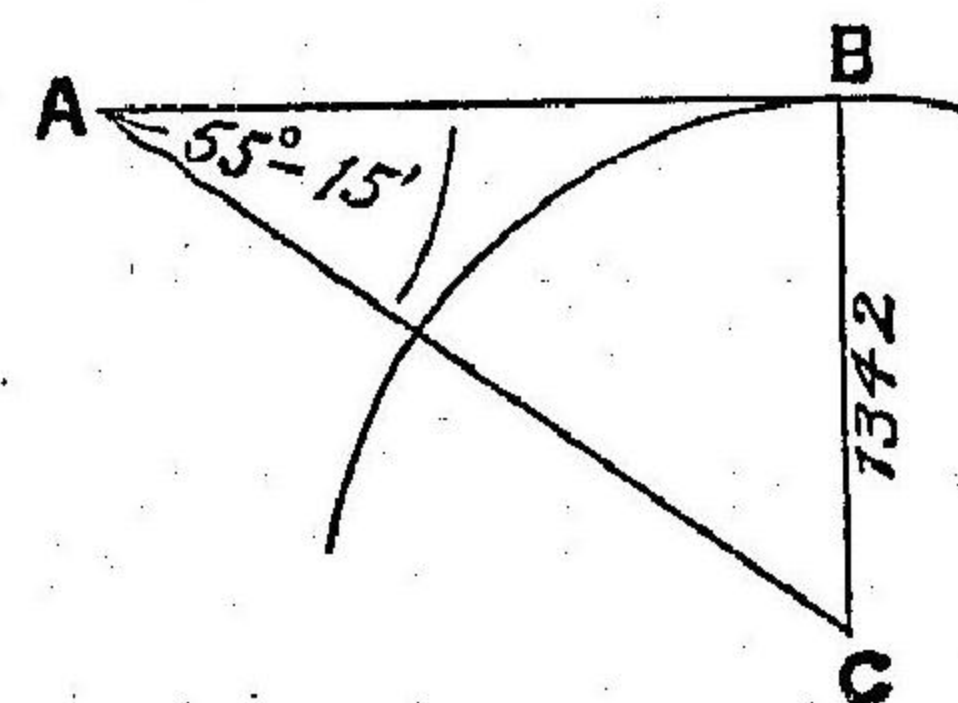
$$\frac{AC}{AB} = \operatorname{cosec}. C$$

例 3.

$BC = 1342, A = 55^\circ 15'$  ナラバ  $C, AB$  及  $AC$  各如何.

- (1)  $C = 90^\circ - 55^\circ 15' = 34^\circ 45'$   
 (2)  $\frac{AB}{BC} = \tan. C; \therefore AB = BC. \tan. C$

第二十五圖



$C = 34^\circ 45'$	log. tan.	9.841187	
$BC = 1342$	log.	3.127752	
$AB = 931$	log.	2.968939	
		903	
		36	

- (3)  $\frac{AC}{CB} = \sec. C; \therefore AC = CB. \sec. C$

$C = 34^\circ 45'$	log. sec.	0.085315	
$BC = 1342$	log.	3.127752	
$AB = 1633.3$	log.	3.213067	
		2986	
		81	

$\frac{AB}{CB} = \cot. A$  及  $\frac{CA}{CB} = \operatorname{cosec}. A$  ナル式ヲ用ヒテ算スルモ尙

ホ同一ノ結果ヲ得.

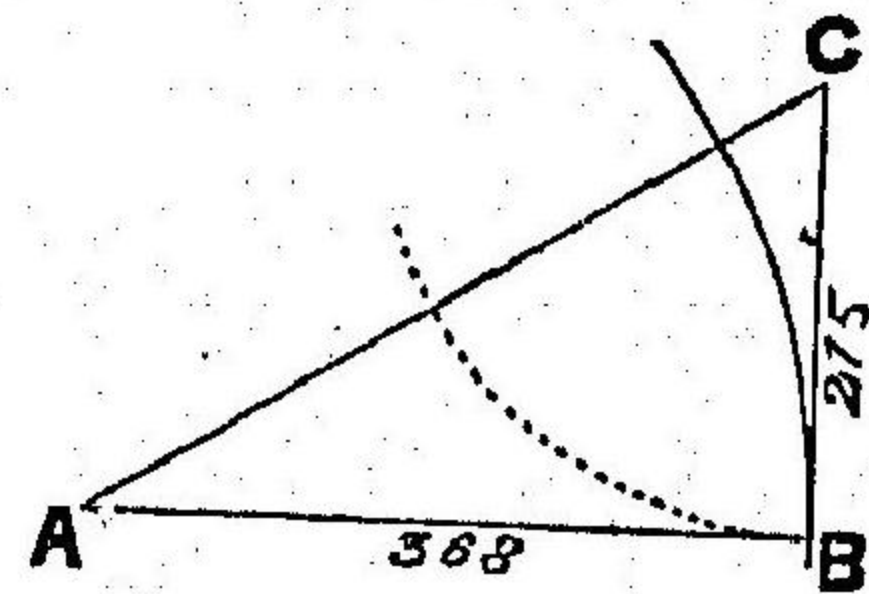
注意. 三邊ノ内何レニテモ半徑トナスヲ得. 然レドモ既知ノ

邊ヲ半徑トナシ之ニ對スル他ノ二邊ノ比ヲ用フレバ算式ヲ作ルニ簡便ナリ.

例 4.

AB=368, BC=215 ナラバ二角及第三邊如何.

第二十六圖



(1)  $\tan A = \frac{BC}{AB}$

	+ 10.
BC = 215 + (10) ... ..	log. 2.332438
AB = 368 ... ..	log. 2.565848
A = 30°17'42" ... ..	log. tan. 9.766590
	<u>30</u>
	<u>60</u>

(2)  $C = 90^\circ - 30^\circ 17' 42'' = 59^\circ 42' 18''$

(3)  $\frac{AC}{AB} = \sec. A; \therefore AC = AB. \sec. A$

A = 30°17'42" ... ..	log. sec. 0.063768
AB = 368 ... ..	log. 2.565848
AC = 426.0 ... ..	log. 2.629616
	<u>3</u>
	<u>3</u>

CBヲ半徑トシ, Cヲ中心トセバ算式ハ下ノ如シ.

(1)  $\tan. C = \frac{AB}{CB}$

(2)  $A = 90^\circ - C$

(3)  $\sec. C = \frac{AC}{CB}$

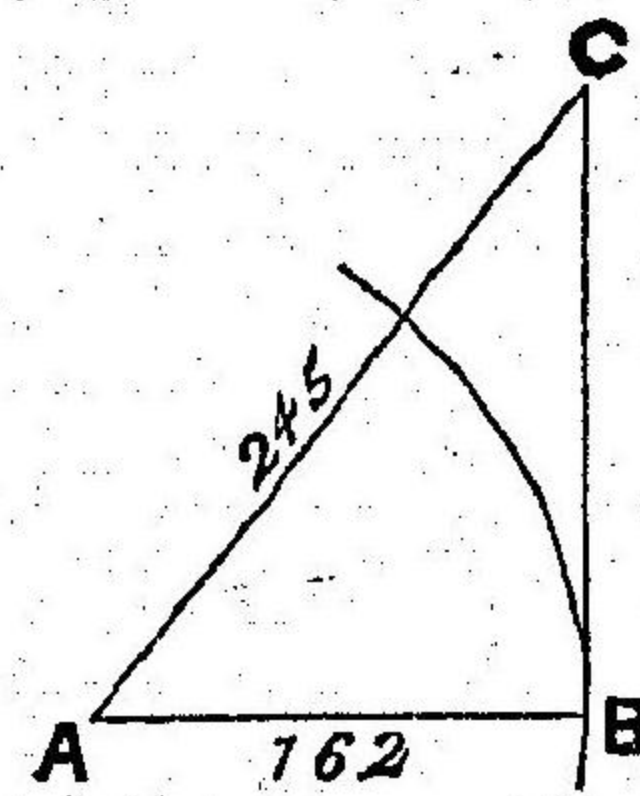
例 5.

勾 AB=162, 弦 AC=245 ナラバ兩角及股如何.

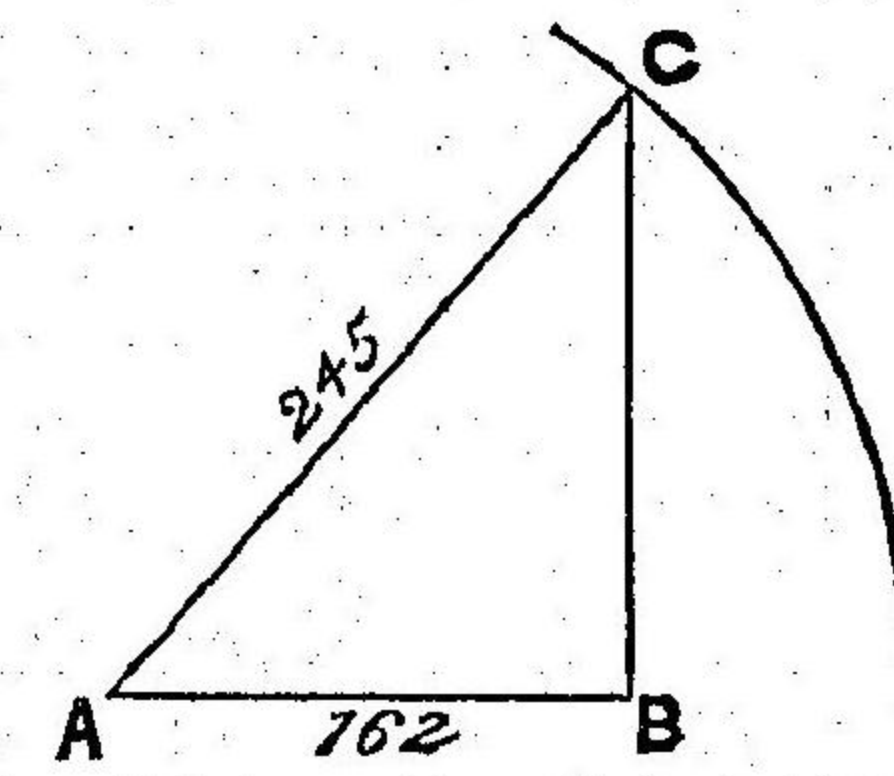
(1)  $\sec. A = \frac{AC}{AB}$

	+ 10.
AC = 245 ... ..	log. 2.389166
AB = 162 ... ..	log. 2.209515
A = 48°36'24" ... ..	log. sec. 10.179651
	<u>594</u>
	<u>57</u>

第二十七圖



第二十八圖



(2)  $C = 90^\circ - 48^\circ 36' 24'' = 41^\circ 23' 36''$

(3)  $\frac{BC}{AB} = \tan. A; \therefore BC = AB. \tan. A$

A = 48°36'24" ... ..	log. tan. 0.054821
AB = 162 ... ..	log. 2.209515
BC = 183.8 ... ..	log. 2.264336
	<u>109</u>
	<u>227</u>

ACヲ半徑トナスヲ得. 其式下ノ如シ.

(1)  $\text{Cos. } A = \frac{AB}{AC}$

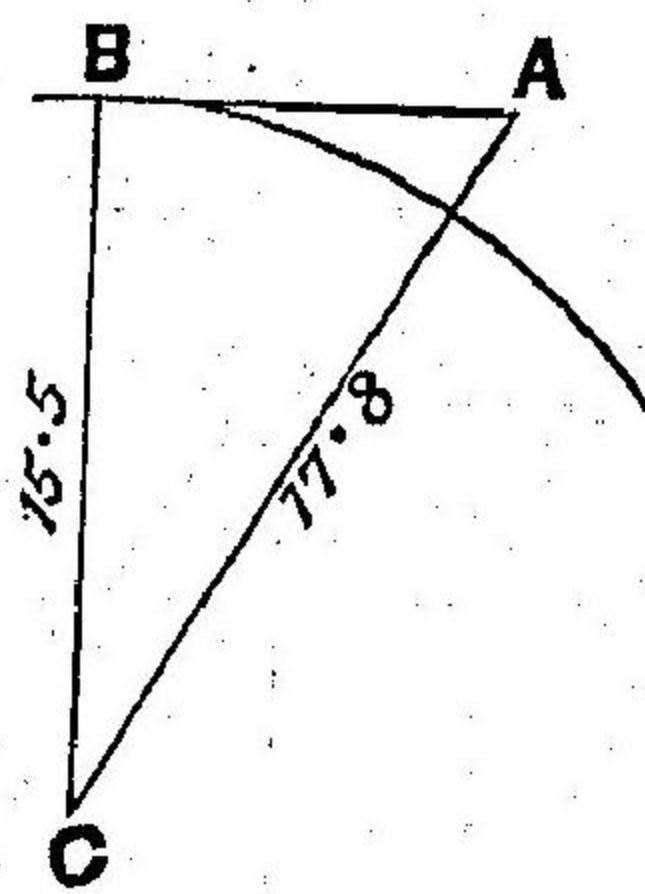
(2)  $C = 90^\circ - A$

(3)  $\frac{BC}{AC} = \text{sin. } A; \therefore BC = AC \cdot \text{sin. } A$

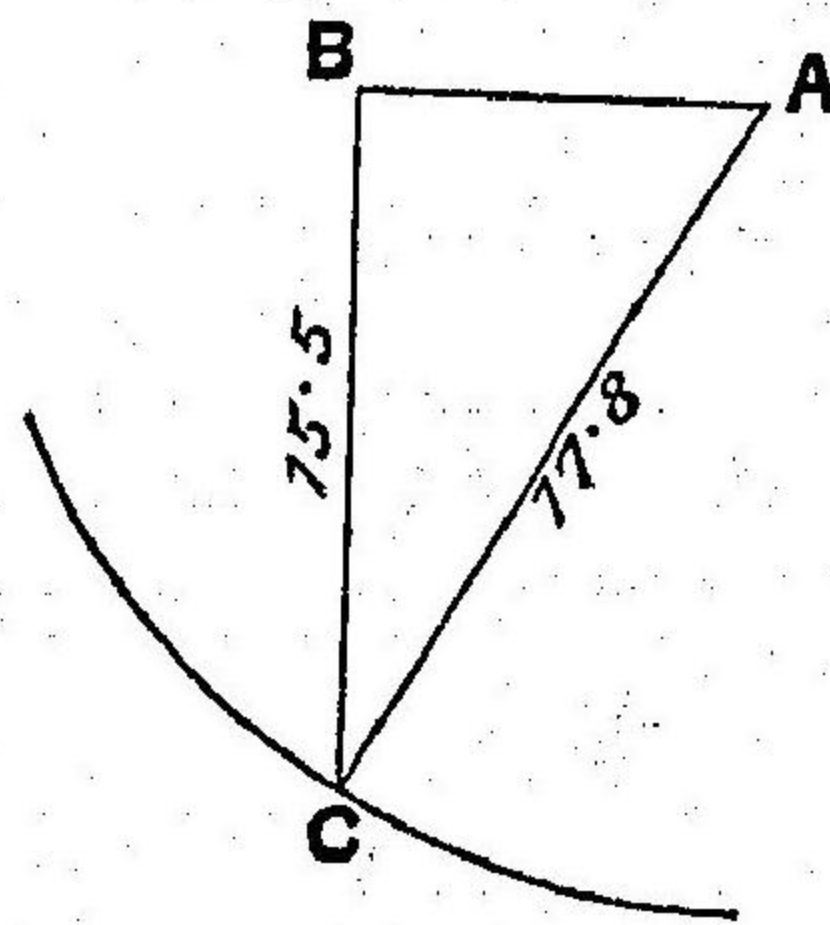
例 6.

弦 AC=17.8, 股 BC=15.5 ナラバ兩角及勾如何.

第二十九圖



第三十圖



(1)  $\text{Sec. } C = \frac{AC}{BC}$

		+ 10.
AC=17.8	...	log. 1.250420
BC=15.5	...	log. 1.190332
C=29°27'0"	...	log. sec. 10.060088

(2)  $A = 90^\circ - 29^\circ 27' 0'' = 60^\circ 33' 0''$

(3)  $\frac{AB}{BC} = \text{tan. } C; \therefore AB = BC \cdot \text{tan. } C$

C=29°27'0"	...	log. tan. 9.751757
BC=15.5	...	log. 1.190332
AB= 8.7	...	log. 0.942089
		<u>58</u>
		<u>81</u>

第三十圖ノ如ク Aヲ中心、ACヲ半徑トセバ.

(1)  $\text{Sin. } A = \frac{BC}{AC}$

(2)  $C = 90^\circ - A$

(3)  $\frac{AB}{AC} = \text{cos. } A = \text{sin. } C$

$\therefore AB = AC \cdot \text{sin. } C = AC \cdot \text{cos. } A$

問 題

平 面 直 三 角 形

1. 三角形 ABC ニ於テ AB=503, AC=357, C=90° ナリ A, B, 及 BC ヲ求ム.
2. 三角形 PQR ニ於テ PQ=371, QR=204, Q=90° ナリ P, R, 及 PR ヲ求ム.
3. 三角形 OPB ニ於テ OP=125.7, PB=695, O=90° ナリ P, B, 及 OB ヲ求ム.
4. 三角形 ABC ニ於テ A=64°41'0'', C=90°, AB=1037 ナリ AC 及 BC ヲ求ム.

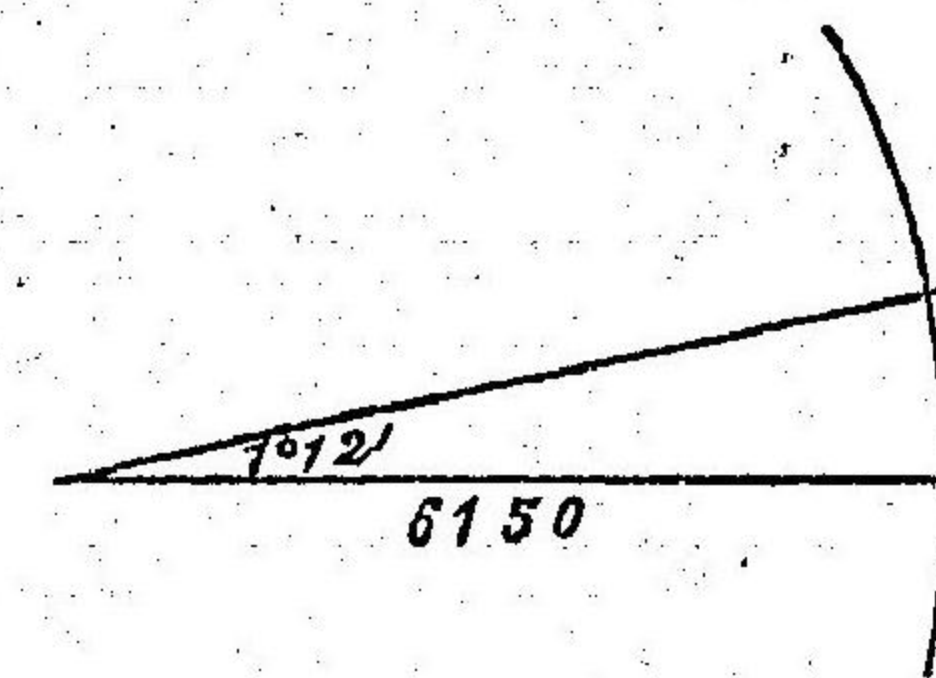
5. 三角形  $ABC$  に於テ  $B=34^{\circ}17'0''$ ,  $C=90^{\circ}$ ,  $BC=905$  ナリ  $AB$  及  $AC$  ヲ求ム.
6. 三角形  $ABC$  に於テ  $AB=147$ ,  $BC=116$ ,  $C=90^{\circ}$  ナリ  $A$ ,  $B$ , 及  $AC$  ヲ求ム.
7. 三角形  $PQR$  に於テ  $P=33^{\circ}14'0''$ ,  $PQ=4372$ ,  $Q=90^{\circ}$  ナリ  $PR$  及  $RQ$  ヲ求ム.
8. 三角形  $ABC$  に於テ  $C=90^{\circ}$ ,  $AC=706$ ,  $BC=981$  ナリ  $A$ ,  $B$ , 及  $AB$  ヲ求ム.
9. 旗竿ノ根本ヨリ 145 呎ノ距離ニ於テ其仰角  $32^{\circ}16'0''$  ナル時ノ高サヲ求ム.
10. 變緯  $236'5$  南ニシテ東西距  $215'7$  西ナラバ其航走セル眞針路及航程ヲ求ム.
11. 太陽ノ高度  $21^{\circ}32'0''$  ナルトキ或ル垂直竿ノ影ノ長サ 39 呎 6 吋ナリ其高サ如何但シ 12 吋ヲ以テ一呎トス.
12. 船、航走中ニ某岬ノ方位ハ船首 on the bow  $3\frac{1}{2}$  點ニ方レリ而シテ尙ホ同針路ニ 7 哩航走シタル後チ同岬ヲ眞横ニ見ルニ至レリ. 然ルトキハ兩方位ヲ測リシ位置ヨリ同岬迄ノ距離ヲ求ム.
13. 一燈臺ノ絶頂ノ高サ海面上 200 呎ニシテ同燈臺ハ其根本ヨリ三鍵ノ距離ニ在ル暗礁ヲ指示ス然ルトキハ其垂直危険角ハ何度ナルカ.
14. 低潮ニ干出スル暗礁ヨリ水平ノ方向ニ測リテ 6150 呎隔

リタル一小丘ノ頂點ノ仰角ヲ測リ一度十二分ヲ得タリ眼高六呎ニシテ潮高二十一呎ナリ然ルトキハ高潮水面上ノ小丘ノ高サハ幾呎ナルカ.

## 答

1.  $A=44^{\circ}47'10''$ ;  $B=45^{\circ}12'50''$ ;  $BC=354.3$
2.  $P=28^{\circ}48'17''$ ;  $R=61^{\circ}11'43''$ ;  $PR=423.4$
3.  $B=10^{\circ}25'12''$ ;  $P=79^{\circ}34'48''$ ;  $OB=683.5$
4.  $AC=443.4$ ;  $BC=937.4$
5.  $AB=1095.3$ ;  $AC=617$
6.  $A=52^{\circ}6'11''$ ;  $B=37^{\circ}53'49''$ ;  $AC=90.3$
7.  $PR=5226.9$ ;  $QR=2864.1$
8.  $A=54^{\circ}15'30''$ ;  $B=35^{\circ}44'30''$ ;  $AB=1208.6$
9. 91.5 呎
10. T. Co. S.  $42^{\circ}22'$  W.; Dist. 320.1 miles.
11. 竿ノ高サ 15.6 呎即チ 15 呎 7 吋
12. 最初ノ距離 9 miles; 次ハ 5.7 miles.
13.  $6^{\circ}20'25''$

第三十一圖



$$\frac{w}{6150} = \tan. 1^\circ 12' \text{ or } w = 6150 \times \tan. 1^\circ 12'$$

$$\therefore w = 128.8 \text{ and } 128.8 - 21 = 107.8;$$

$$107.8 + 6 = 113.8; \therefore \text{小丘ノ高サ } 113.8 \text{ 呎.}$$

### 平面斜三角形之解法

17. 斜三角形ハ三邊及三角ノ六部ヲ有ス.

二邊ノ和ハ何レモ第三邊ヨリ大ナリ.

三角ノ和ハ二直角即チ  $180^\circ$  = 等シ.

三邊及三角ノ六部ノ内ニ於テ其三部ヲ知ルトギハ他ノ三部ヲ求ムルコトヲ得. 故ニ幾何學ノ定理ニ由リ三角形ヲ決定シ得ベキ場合ノ四要件ヲ下ニ示ス.

注意. 三角ヲ知ルトキハ三部ヲ知ルモノナレドモ三角形ヲ決定スルコト能ハズ唯ダ其三邊ノ比ヲ決定シ得ルノミナリ.

第壹 二角及一邊既知(ユークリッド第一本定理二十六)

第貳 二邊及其一對角既知(同第六本定理七)

第參 二邊及其挾角既知(同第一本定理四)

第四 三邊既知(同第一本定理八)

18. 第一ノ場合. 邊ハ皆ナ其對角ノ正弦ニ比例スルヲ以テ一邊及二角ヲ知ルトキハ F 式 (83 頁) ニヨリ他ノ各邊ヲ求メ得ベシ.

注意. A, B, C ヲ以テ三角ヲ表ハシ a, b, c ヲ以テ各自同名ノ角ニ對スル邊トス以下之ニ做フ.

今 a, B, C ヲ既知數トスレバ  $A = 180^\circ - (B + C)$  ニシテ角 A

ヲ求ムルコトヲ得ベシ. 然ルトキハ F 式 (83 頁) ニヨリ

$$b = \frac{a \cdot \sin. A}{\sin. B}, \text{ 即チ } b \text{ ヲ決定シ得ベシ. 又同理ニヨリ}$$

$$c = \frac{a \cdot \sin. C}{\sin. A}, \text{ 即チ } c \text{ ヲ決定シ得ベシ.}$$

例

B =  $21^\circ 22'$  C =  $118^\circ 30'$ , b = 67.5 ナルトキ A, a, 及 c ヲ求ム.

A ヲ求ム.

$$A = 180^\circ - (118^\circ 30' + 21^\circ 22') = 40^\circ 8' \dots \dots \dots (1)$$

a ヲ求ム.

$$\sin. B : b :: \sin. A : a; \frac{a}{b} = \frac{\sin. A}{\sin. B}; \therefore a = \frac{b \cdot \sin. A}{\sin. B}$$

$$b \ 67.5 \dots \dots \dots \log. \ 1.829304$$

$$A \ 40^\circ 8' \dots \dots \log. \sin. \ 9.809269$$

$$\text{Sum of logs. } 11.638573$$

$$B \ 21^\circ 22' \dots \dots \log. \sin. \ 9.561501$$

$$a \ 119.4 \dots \dots \log. \ 2.077072 \dots \dots \dots (2)$$

$$\frac{04}{68}$$

$$\frac{68}{68}$$

c ヲ求ム.

$$\sin. B : b = \sin. C : c; \text{ or } \frac{c}{b} = \frac{\sin. C}{\sin. B}; \therefore c = \frac{b \cdot \sin. C}{\sin. B}$$

$$b \ 67.5 \dots \dots \dots \log. \ 1.829304$$

$$C \ 118^\circ 30' \dots \dots \log. \sin. \ 9.943898$$

$$\text{Sum of logs. } 11.773202$$

$$B \ 21^\circ 22' \dots \dots \log. \sin. \ 9.561501$$

$$c \ 162.8 \dots \dots \log. \ 2.211701 \dots \dots \dots (3)$$

$$\frac{654}{47}$$

$$\frac{47}{47}$$

$c$ ヲ求ムルニハ  $\sin. A : a = \sin. C : c$ ;  $c = \frac{a \sin. C}{\sin. A}$  ナル比  
例式ヲ用フルコトアリ

19. 第二ノ場合. 二邊及其一對角ヲ知ルトキハ F 式ヲ用  
ヒテ他ノ一角ヲ求メ得ベシ.

F 式ヲ推考スルコト下ノ如シ. 即チ  $a, b$  及  $B$  ヲ知ルモノト  
スレバ

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

上式ヲ推究スルニ求メ得タル  $\sin. A$  ハ  $A$  或ハ  $180^\circ - A$  ノ兩  
値ヲ有ス故ニ其銳角或ハ鈍角ナルコトヲ決定スルニハ下ノ三  
件ヲ考フベシ.

第一  $a < b$  ナルトキハ  $A < B$  ナリ故ニ  $A$  ハ銳角ナルヲ以テ  
其値ヲ決定スルコトヲ得ベシ.

第二  $a = b$  ナルトキハ  $A = B$  ナリ故ニ  $A$  ヲ決定シ得ベシ.

第三  $a > b$  ナルトキハ  $A > B$  ナリ然ルトキハ直ニ  $A$  ヲ決定  
シ得ル場合モアリ. 或ハ  $A$  ノ値ヲ二個得ルコトモアリ. 今之  
ヲ推考スルコト下ノ如シ.

$\sin. A = \sin. (180^\circ - A)$  ナルガ故ニ求メ得タル  $A$  ガ  $B$  ヨリモ小  
ナル角度ナルトキハ既知ノ條件  $A > B$  ニ合理セザルヲ以テ  
唯一ツノ  $180^\circ - A$  ヲ取ルベシ然ルトキハ  $A$  ノ値ヲ決定シ  
得ベシ.

若シ又求メ得タル  $A$  ノ値ガ  $B$  ヨリ大ナルトキハ既知ノ條件  
 $A > B$  ニ合理ス然ルニ  $\sin. A = \sin. (180^\circ - A)$  ナルガ故ニ  $A$  ノ

角度ヲ  $(180^\circ - A)$  トナスモ亦既知ノ條件ニ合理スルヲ以テ  $A$   
ノ値ハ  $A$  及  $(180^\circ - A)$  ノ二ツヲ得ベシ. 故ニ斯ル場合ニ於  
テハ三角形ハ銳角三角形及鈍角三角形ノ兩形ノ内何レニテモ  
合理スベシ之ヲ稱シテ兩意ノ場合ト云フ.

注意. 兩意ノ三角形ヲ生ズル場合ヲ考フルニ當リテハ圖ヲ作  
リテ幾何學ノ理ト對照スベシ.

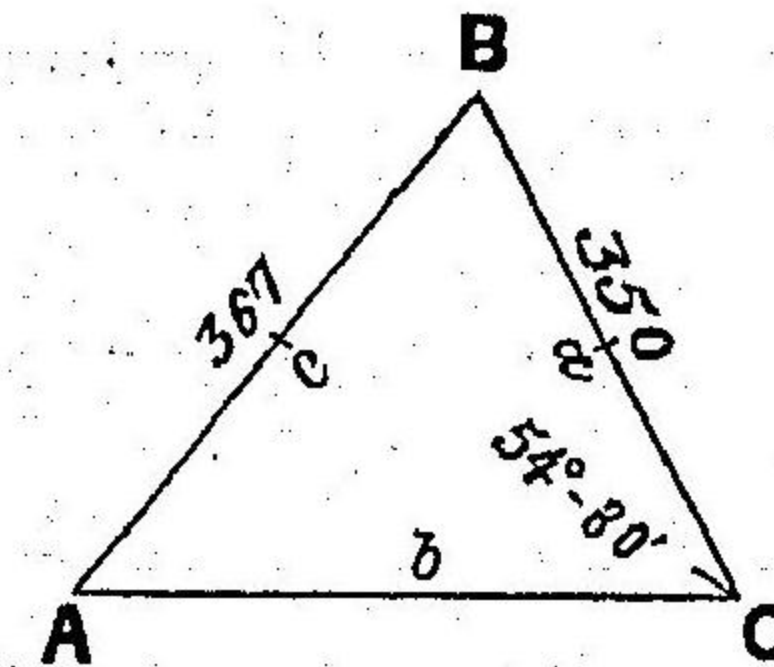
例

1.  $a = 350, c = 367, C = 54^\circ 30'$  ナラバ  $b, B$  及  $A$  ハ如何.  
 $A$  ヲ求ム.

$$c : \sin. C :: a : \sin. A ;$$

$$\text{or } \frac{\sin. A}{\sin. C} = \frac{a}{c}; \therefore \sin. A = \frac{\sin. C \times a}{c}$$

第三十二圖



$C = 54^\circ 30'$	...	...	log. sin.	9.910686
$a = 350$	...	...	log.	2.544068
			Sum of logs.	12.454754
$c = 367$	...	...	log.	2.564666
$A = 50^\circ 55' 57''$	...	...	log. sin.	9.890088 ... (1)
$C = 54 \ 30 \ 0$				93
105 25 57				5 = 3'' -
180				
$B = 74 \ 34 \ 3$	...	...	...	...

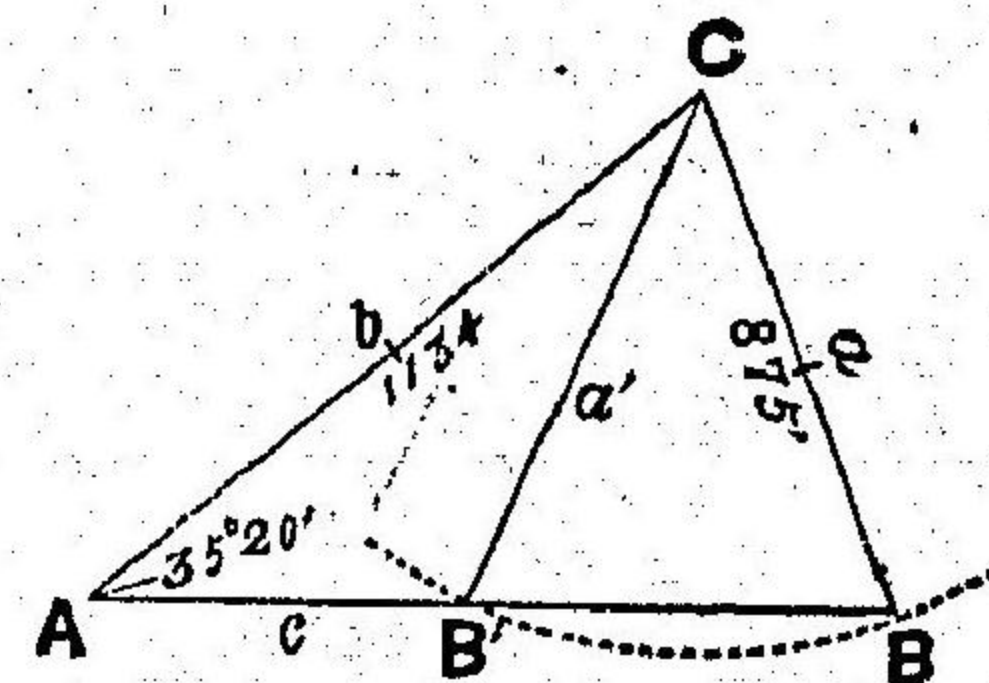
bヲ求ム

$$\text{Sin. } C : c = \text{sin. } B : b; \text{ or } \frac{b}{c} = \frac{\text{sin. } B}{\text{sin. } C}; \therefore b = \frac{c \cdot \text{sin. } B}{\text{sin. } C}$$

c	367	...	log.	2.564666
B	74°34'3"	...	log. sin.	9.984052
				<u>12.548718</u>
C	54°30'0"	...	log. sin.	9.910686
b	434.5	...	log.	2.638032
				..... (3)
				<u>7990</u>
				42

2. b=1134, a=875, A=35°20' ナルトキ c, B 及 C ヲ求メヨ.

第三十三圖



C (三十三圖)ヲ中心、CBヲ半徑トシテ BB' 弧ヲ引キ CB'ヲ接スレバ ABC 及 AB'C ナル兩意ノ三角形トナル而シテ b 及 A ハ共通ニシテ a 及 a' ハ同一ナリ.

B ハ銳角ニシテ B' ハ鈍角ナリ又 C ハ大小二種トナルベシ.

B 及 B' ヲ求ムルニハ F 式ヲ用フ即チ

$$a : \text{sin. } A = b : \text{sin. } B;$$

$$\text{or } \frac{\text{sin. } B}{\text{sin. } A} = \frac{b}{a}; \therefore \text{sin. } B = \frac{\text{sin. } A \times b}{a}$$

b	1134	...	log.	3.054613
A	35°20'0"	...	log. sin.	9.762177
				<u>12.816790</u>
a	875	...	log.	2.942008
B	48°32'55"	...	log. sin.	9.874782
	180			<u>91</u>
B'	131°27'5"			9=5"-

大ナル三角形 ABC ノ C ハ

$$180^\circ - (35^\circ 20' 0'' + 48^\circ 32' 55'') = 96^\circ 7' 5''$$

小ナル三角形 ABC ノ C ハ

$$180^\circ - (35^\circ 20' 0'' + 131^\circ 27' 5'') = 13^\circ 12' 55''$$

cナル第三邊ハ C 角ノ値ニ依リテ大小二種ノ値ヲ有ス而シテ之ヲ求ムルコト下ノ如シ

$$\text{sin. } A : a = \text{sin. } C : c;$$

$$\text{or } \frac{c}{a} = \frac{\text{sin. } C}{\text{sin. } A}; \therefore c = \frac{a \cdot \text{sin. } C}{\text{sin. } A}$$

a	875	...	log.	2.942008
C	96°7'5"	...	log. sin.	9.997519
				<u>12.939527</u>
A	35°20'0"	...	log. sin.	9.762177
c	1504.3	...	log.	3.177350
				..... (3)
				<u>248</u>
				102
a	875	...	log.	2.942008
C	13°12'55"	...	log. sin.	9.359096
				<u>12.301104</u>
A	35 20 0	...	log. sin.	9.762177
c	345.9	...	log.	2.538927
				..... (3')
				<u>825</u>
				102



20. 第三ノ場合、二邊及挾角ヲ知ルトキハ G 式ヲ以テ他ノ二角ヲ求メ得ベシ。然ルトキハ第一ノ場合ニ依リテ三角形ヲ決定シ得ベシ。

G 式ヲ推考スルコト下ノ如シ。

$$\frac{a+b}{a-b} = \frac{\tan. \frac{1}{2}(A+B)}{\tan. \frac{1}{2}(A-B)}$$

又ハ

$$\tan. \frac{1}{2}(A-B) = \frac{(a-b) \cdot \tan. \frac{1}{2}(A+B)}{a+b}$$

上式ニ於テ  $a, b$  及  $C$  ヲ知ルトキハ  $\frac{A-B}{2}$  或ハ  $A-B$  ヲ決定シ得ベシ。而シテ  $A+B=180^\circ-C$  ナルガ故ニ之モ決定シ得ベシ之ニ由リテ  $A$  及  $B$  ヲ決定シ得ベシ。

例

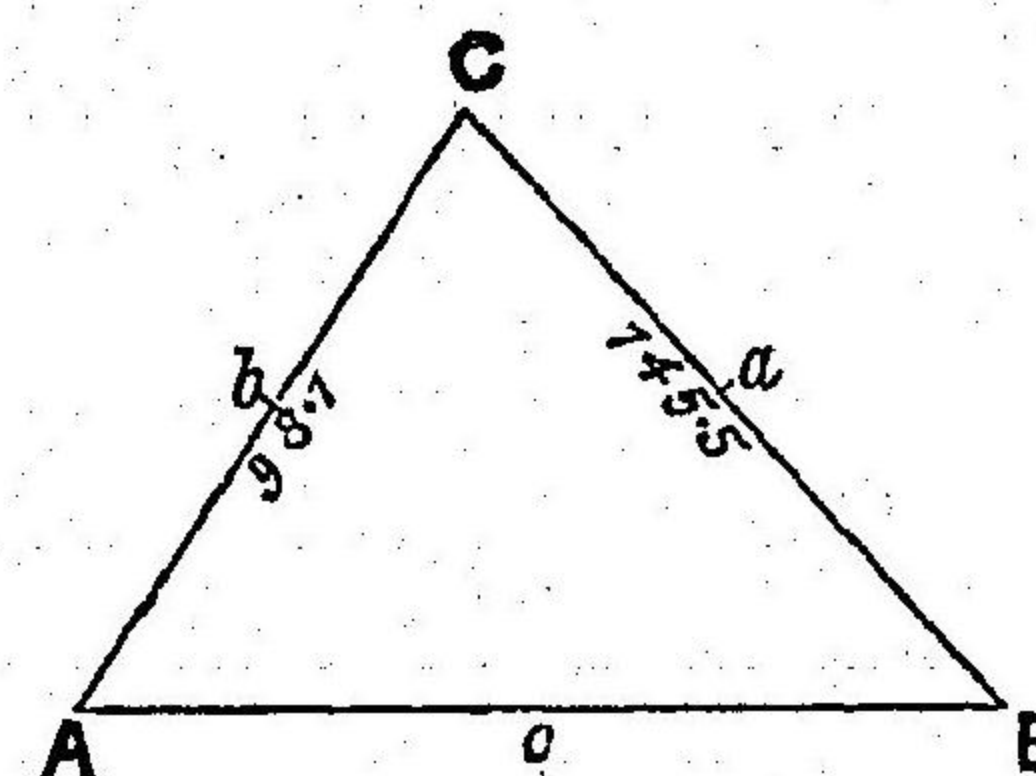
$a=145.5; b=98.1; C=87^\circ 20'$  ナルトキ  $A, B,$  及  $c$  ヲ求ムルコト如何。

$a$	145.5	$180^\circ 0'$
$b$	98.1	$C$ 87 20
$(a+b)$	243.6	$(A+B)$ 92 40
$(a-b)$	47.4	$\frac{1}{2}(A-B)$ 46 20

A 及 B ヲ求ム。

$\frac{1}{2}(A+B)$	= 46° 20' 0" ...	log. tan.	10.020220
$(a-b)$	= 47.4 ...	log.	1.675778
		sum.	11.695998
$(a+b)$	= 243.6 ...	log.	2.386677
$\frac{1}{2}(A-B)$	= 11° 31' 20" ...	log. tan.	9.309321
$\frac{1}{2}(A+B)$	= 46 20 0		270
$A$	= sum. 57 51 20		51 = 5' +
$B$	= diff. 34 48 40		

第三十四圖



$c$  ヲ求ム。

$$\sin. A : a = \sin. C : c; \text{ or } \frac{c}{a} = \frac{\sin. C}{\sin. A}; \therefore c = \frac{a \cdot \sin. C}{\sin. A}$$

$a$ 145.5	... ..	log.	2.162863
$C$ 87° 20' 0"	... ..	log. sin.	9.999529
			12.162392
$A$ 57° 51' 20"	... ..	log. sin.	9.927735
$c$ 171.6	... ..	log.	2.234657
			517
			140

$$\text{又 } \sin. B : b = \sin. C : c; \text{ or } \frac{c}{b} = \frac{\sin. C}{\sin. B}; \therefore c = \frac{b \times \sin. C}{\sin. B}$$

ノ式ニ依リテ算スルコトアリ。

21. 第四ノ場合、三邊ヲ知ルトキハ A, C, D (82頁) ノ各公式ニ依リテ其各角ヲ求ムルコトヲ得ベシ。

A 式ニテ求メントスル角ハ  $\cos. A$  ナルガ故ニ餘弦ノ正負ハ角ノ鋭鈍ヲ決定シ得ベシ。故ニ求メ得タル  $\cos. A$  ノ値ガ正ナルトキハ鋭角ニシテ負ナルトキハ鈍角ナリ之ニ由リテ各角ノ値ハ決定シ得ルナリ。

又 C, D ノ各公式ニテ得タル角ハ平方根ノ數量ナルヲ以テ正負ノ兩數ナルベキモ其各値ハ  $\sin. \frac{A}{2}$  及  $\cos. \frac{A}{2}$  ナルガ故ニ正數ノミヲ取ルベシ之ニ由テ亦決定シタル値ヲ得ルナリ

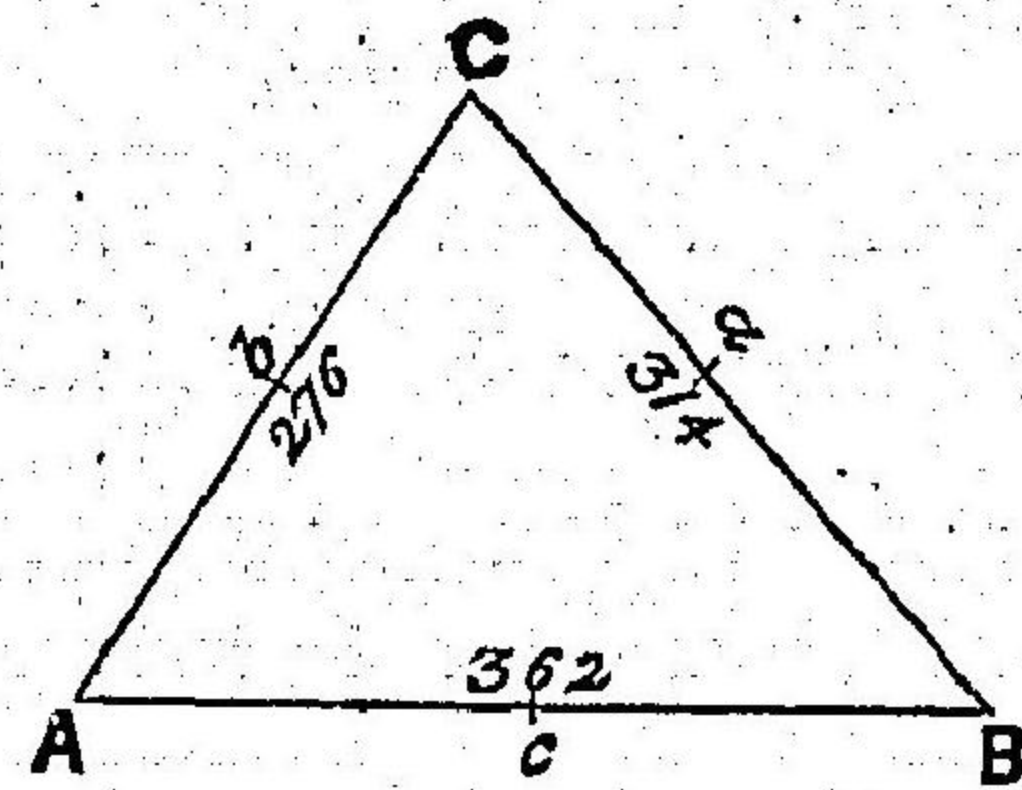
例

$b=276; a=314; c=362$  ナルトキ各角ヲ求ム.

D 式ニ依リ A ヲ求ムルコト次ノ如シ.

$$\cos. \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{s(s-a)}{bc}} \quad \text{但シ } s = \frac{1}{2}(a+b+c)$$

第三十五圖



a	314	b	276
c	362		
2)	952		
	s=476		
	s-a=162		
s	476 ... log.	b	276 ... log.
s-a	162 ... log.	c	362 ... log.
	sum 4.887122	bc	... sum 4.999618
	bc ... log. 4.999618		
	2) 19.887504		
	$\frac{1}{2}A = 28^{\circ}32'8''$ log.cos. 9.943752		
	$\frac{2}{A} = 57^{\circ}4'16''$		$\frac{44}{8} = 7''$

B 及 C ハ第二ノ場合ニ於ケルガ如ク F 式ニ依リテ求メ得ベシ即チ

$$\frac{\sin. B}{\sin. A} = \frac{b}{a}; \quad \therefore \sin. B = \frac{b \cdot \sin. A}{a}$$

b	276 ... .. log.	2.440909
A	57°4'16'' ... .. log. sin.	9.923941
	sum	12.364850
a	314 ... .. log.	2.496930
B	47°32'30'' ... .. log. sin.	9.867920
A	57 4 16	
sum	104 36 46	
	180	
C	75 23 14	

問 題

平面斜三角形

ABC ヲ三角形トシテ下ノ諸問題ニ於ケル未知ノ三部ヲ求ム.

1.  $a=1056; b=359; c=1267.$
2.  $a=364; b=217; c=494.$
3.  $a=96; b=80; c=63.$
4.  $A=37^{\circ}54'0''; B=74^{\circ}25'0''; a=104.6.$
5.  $B=14^{\circ}20'0''; C=101^{\circ}18'0''; b=296.$
6.  $A=97^{\circ}34'0''; C=50^{\circ}16'0''; c=16.$
7.  $a=6954; b=4865; C=39^{\circ}40'0''.$
8.  $a=267; c=341; B=68^{\circ}46'0''.$
9.  $b=61; c=49; A=97^{\circ}18'0''$

10.  $a = 865; b = 742; A = 52^\circ 26' 0''$ .
11.  $b = 469; c = 348; C = 39^\circ 4' 0''$ .
12.  $a = 1065; c = 897; A = 49^\circ 36' 0''$ .
13.  $a = 587; b = 925; A = 21^\circ 23' 0''$ .
14.  $a = 7; b = 8; c = 9$ .
15.  $a = 600; b = 500; c = 1000$ .
16.  $a = 50; b = 60; c = 70$ .
17.  $A = 18^\circ 20' 0''; B = 150^\circ 0' 0''; b = 10,000$ .
18.  $A = 78^\circ 40' 0''; C = 39^\circ 55' 0''; c = 135$ .
19.  $b = 237.1; c = 131; A = 57^\circ 59' 0''$ .
20.  $c = 2265.4; a = 1779; B = 58^\circ 17' 0''$ .
21.  $a = 1300; b = 500; A - B = 30^\circ 22' 0''$ .
22.  $a = 1586.6; b = 5374.5; A = 15^\circ 11' 0''$ .
23.  $a = 200; b = 300; A = 35^\circ 15' 0''$ .
24. **AB** ナル一線アリ其長サ 250 呎ニシテ其面ハ **CD** ナル塔ノ基礎 **D** ト同一ノ水平面内ニ在リ. 而シテ **DAB** 及 **DBA** ノ兩角ハ各自  $61^\circ 23' 0''$  及  $47^\circ 14' 0''$  ニシテ **CAD** ナル仰角ハ  $34^\circ 50' 0''$  ナルトキノ塔ノ高サヲ求ム.

## 答

1.  $A = 47^\circ 7' 8''; B = 14^\circ 25' 28''; C = 118^\circ 27' 24''$ .
2.  $A = 42^\circ 16' 44''; B = 23^\circ 38' 40''; C = 114^\circ 4' 36''$ .
3.  $A = 83^\circ 25' 56''; B = 55^\circ 52' 47''; C = 40^\circ 41' 17''$ .

4.  $C = 67^\circ 41' 0''; b = 164.0; c = 157.5$ .
5.  $A = 64^\circ 27' 0''; a = 1078.7; c = 1172.8$ .
6.  $B = 32^\circ 10' 0''; a = 20.6; c = 11.1$ .
7.  $A = 96^\circ 16' 25''; B = 44^\circ 3' 35''; c = 4465.8$ .
8.  $A = 45^\circ 31' 52''; C = 65^\circ 42' 8''; b = 348.7$ .
9.  $B = 46^\circ 50' 2''; C = 35^\circ 51' 58''; a = 82.9$ .
10.  $B = 42^\circ 50' 18''; C = 84^\circ 43' 42''; c = 1086.7$ .
11.  $B = 58^\circ 8' 29''$ ; or  $121^\circ 51' 31''; A = 82^\circ 47' 31''$ , or  $19^\circ 4' 29''; a = 547.8$ . or  $180.4$ .
12.  $B = 90^\circ 30' 12''; C = 39^\circ 53' 48''; b = 1398.4$ .
13.  $B = 35^\circ 4' 5''$ ; or  $144^\circ 55' 55''; C = 123^\circ 32' 55''$ , or  $13^\circ 41' 5''; c = 1341.8$ , or  $380.9$ .
14.  $A = 48^\circ 11' 24''; B = 58^\circ 24' 44''; C = 73^\circ 23' 52''$ .
15.  $A = 27^\circ 7' 36''; B = 22^\circ 19' 54''; C = 130^\circ 32' 30''$ .
16.  $A = 44^\circ 24' 54''; B = 57^\circ 7' 20''; C = 78^\circ 27' 46''$ .
17.  $C = 11^\circ 40' 0''; a = 6291; c = 4044$ .
18.  $B = 61^\circ 25' 0''; a = 206.3; b = 184.7$ .
19.  $B = 88^\circ 29' 26''; C = 33^\circ 31' 34''; a = 201.1$ .
20.  $A = 48^\circ 41' 9''; C = 73^\circ 1' 51''; b = 2014.8$ .
21.  $A = 46^\circ 35' 31''; B = 16^\circ 13' 31''; c = 1591.8$ .

$$\text{但シ } \tan. \frac{1}{2} (A + B) = \frac{(a + b) \times \tan. \frac{1}{2} (A - B)}{a - b}$$

22.  $B=62^{\circ}31'25''$ , or  $117^{\circ}28'35''$ ;  $C=102^{\circ}17'35''$ , or  $47^{\circ}20'25''$ ;  $c=6056.8$  or  $4455$ .
23.  $B=59^{\circ}57'53''$ , or  $120^{\circ}2'7''$ ;  $C=84^{\circ}47'7''$ , or  $24^{\circ}42'53''$ ;  $c=345.1$  or  $144.9$ .
24. 134.8 呎但シ  $\sin. ADB : 250 = \sin. ABD : b$  ニシテ  $CD = b \cdot \tan. 34^{\circ}50'0''$  ナリ.

## 第四編

### 球面三角形

22. 球面三角形ハ三大圏ノ弧ヲ以テ界シタル球面ノ一部ニシテ平面三角形ノ如ク三邊及三角ヲ有ス而シテ邊ハ圏ノ弧ナルガ故ニ角ニ等シク度、分、秒(°'")ニテ計ルモノナリ。三角ノ内其一ツガ  $90^{\circ}$  ナルトキハ之ヲ球面直三角形ト云ヒ其一邊ガ  $90^{\circ}$  ナルトキハ之ヲ象限三角形ト云フ又一邊或ハ一角ガ  $90^{\circ}$  ナラザルトキハ之ヲ球面斜三角形ト稱ス。

球面三角形ハ二角或ハ三角トモ各  $90^{\circ}$  ナルコトアリ又一邊、二邊或ハ三邊ガ皆  $90^{\circ}$  ナルコトアリ然レドモ一角或ハ一邊ノミガ  $180^{\circ}$  大ニ至ルコトナキモノナリ。

二邊ノ和ハ第三邊ヨリモ必ズ大ナリ。

球面三角形ノ三角ノ和ハ常ニ  $180^{\circ}$  ヨリ大ニシテ  $540^{\circ}$  ヨリ小ナリ而シテ三邊ノ和ハ  $360^{\circ}$  ヨリ小ナリ。

大ナル角ハ大ナル邊ニ相對スルモノナリ。

二等邊三角形ノ底ニ於ケル兩角ハ互ニ相等シキモノナリ。

23. 球面直三角形ノ問題ヲ解クニハ五部分 Five Circular parts ヨリ組成スベキネピア-氏式ヲ用フレバ甚ダ簡易ナリ。

24. 五部分ハ直角ヲ挾ム所ノ二邊、第三邊ノ餘弧及他ノ二角ノ餘角ヲ云フ。



27. 第二ノ場合. 隔部二個ヲ知ルトキハ他ノ一邊或ハ一角ヲ求メ得ベシ.

A 及 c ヲ知リテ a ヲ求ムルニハ a ヲ中部トシ A 及 c ノ餘角ヲ隔部トスベシ.

然ルトキハ (2°) ノ規則ニ依リ

sin. a = cos. (90° - A). cos. (90° - c) 即チ sin. a = sin. A. sin. c

例

1. A = 69°30', c = 75°50' ナルトキ a ヲ求ム.

Table with 3 columns: Angle, Function, Value. Row 1: A 69°30' ... sin. 9.971588. Row 2: c 75 50 ... sin. 9.986587. Row 3: a 65 15 21 ... sin. 9.958175. Sum: 169, 6=6''+

2. a = 48°27', B = 82°15' ナルトキ A ハ如何.

sin. (90° - A) = cos. a x cos. (90° - B) 即チ cos. A = cos. a x sin. B

Table with 3 columns: Angle, Function, Value. Row 1: a 48°27' ... cos. 9.821693. Row 2: B 82 15 ... sin. 9.996015. Row 3: A 48 54 44 ... cos. 9.817708. Sum: 705, 3=1''-

28. 第三ノ場合. 接部一個ト隔部一個トヲ知ルトキハ他ノ一邊或ハ一角ヲ求メ得ベシ.

注意. 三部ノ内一ツハ中部ナルヲ要ス. 而シテ中部ニ對スル他ノ二部ハ共ニ接部若クハ隔部ナルコトアリ.

A 及 b ヲ知リテ a ヲ求ムルニハ b ハ中部ニシテ a 及 A ノ餘角ハ接部ナリ.

然ルトキハ (1°) ノ規則ニヨリ

sin. b = tan. a. tan. (90° - A) 即チ sin. b = tan. a. cot. A

∴ tan. a = sin. b / cot. A = sin. b. tan. A

例

1. A = 44°36', b = 79°24' ナルトキ a ハ如何.

上ノ方程式ニ依リ

tan. a = sin. b. tan. A

Table with 3 columns: Angle, Function, Value. Row 1: b 79°24'0'' ... sin. 9.992525. Row 2: A 44 36 0 ... tan. 9.993936. Row 3: a 44 6 20 ... tan. 9.986461. Sum: 80, 19

2. b = 61°50', B = 83°44' ナルトキ c ヲ求ム.

此問題ニ於テハ b ヲ中部トス. 然ルトキハ B ノ餘角及 c ノ餘弧ハ隔部ナリ故ニ (2°) ノ規則ニ依リ

sin. b = cos. (90° - B). cos. (90° - c) = sin. B. sin. c

∴ sin. c = sin. b / sin. B

Table with 3 columns: Angle, Function, Value. Row 1: b 61°50'0'' ... sin. 9.945261. Row 2: B 83 44 0 ... sin. 9.997397. Row 3: c 62 29 1 ... sin. 9.947864. Sum: 3, 1

## 問 題

## 直角球面三角形

下ノ問題ニ於テ未知ノ三部ヲ求ム。但シ  $C=90^\circ$ 。

1.  $a = 51^\circ 36'$ ,  $b = 65^\circ 12'$
2.  $A = 78^\circ 11'$ ,  $B = 39^\circ 49'$
3.  $c = 84^\circ 13'$ ,  $a = 61^\circ 44'$
4.  $c = 79^\circ 27'$ ,  $A = 51^\circ 30'$
5.  $a = 32^\circ 51'$ ,  $B = 56^\circ 17'$
6.  $a = 54^\circ 37'$ ,  $A = 67^\circ 53'$
7.  $a = 70^\circ 29'$ ,  $b = 102^\circ 38'$
8.  $a = 110^\circ 17'$ ,  $b = 98^\circ 46'$
9.  $A = 114^\circ 51'$ ,  $B = 67^\circ 32'$
10.  $A = 92^\circ 31'$ ,  $B = 118^\circ 44'$
11.  $c = 107^\circ 19'$ ,  $a = 69^\circ 8'$
12.  $c = 88^\circ 36'$ ,  $b = 101^\circ 25'$
13.  $b = 97^\circ 20'$ ,  $c = 94^\circ 13'$
14.  $c = 113^\circ 10'$ ,  $B = 74^\circ 32'$
15.  $c = 83^\circ 12'$ ,  $B = 98^\circ 15'$
16.  $b = 95^\circ 52'$ ,  $A = 76^\circ 13'$
17.  $a = 106^\circ 27'$ ,  $B = 94^\circ 8'$
18.  $b = 114^\circ 22'$ ,  $B = 108^\circ 19'$

## 答

1.  $A = 54^\circ 15' 55''$ ;  $B = 70^\circ 5' 38''$ ;  $c = 74^\circ 53' 52''$ .
  2.  $a = 71^\circ 20' 57''$ ;  $b = 38^\circ 18' 17''$ ;  $c = 75^\circ 27' 57''$ .
  3.  $A = 62^\circ 17' 2''$ ;  $B = 79^\circ 8' 33''$ ;  $b = 77^\circ 42' 53''$ .
  4.  $B = 77^\circ 2' 15''$ ;  $a = 50^\circ 17' 53''$ ;  $b = 73^\circ 20' 39''$ .
  5.  $A = 45^\circ 40' 14''$ ;  $b = 39^\circ 6' 21''$ ;  $c = 49^\circ 18' 54''$ .
  6.  $B = 139^\circ 26' 36''$  or  $49^\circ 33' 24''$ ;  $b = 145^\circ 5' 45''$   
or  $34^\circ 54' 15''$ ;  $c = 118^\circ 21' 6''$  or  $61^\circ 38' 54''$
  7.  $A = 70^\circ 55' 17''$ ;  $B = 101^\circ 55' 44''$ ;  $c = 94^\circ 11' 25''$ .
  8.  $A = 110^\circ 3' 55''$ ;  $B = 98^\circ 13' 51''$ ;  $c = 86^\circ 58' 17''$ .
  9.  $a = 117^\circ 2' 58''$ ;  $b = 65^\circ 5' 37''$ ;  $c = 101^\circ 2' 29''$ .
  10.  $a = 92^\circ 52' 13''$ ;  $b = 118^\circ 45' 49''$ ;  $c = 88^\circ 37' 9''$ .
  11.  $A = 78^\circ 10' 28''$ ;  $B = 144^\circ 52' 26''$ ;  $b = 146^\circ 41' 0''$ .
  12.  $A = 96^\circ 57' 4''$ ;  $B = 101^\circ 19' 54''$ ;  $a = 97^\circ 5' 24''$ .
  13.  $A = 55^\circ 2' 52''$ ;  $B = 96^\circ 0' 20''$ ;  $a = 54^\circ 49' 36''$ .
  14.  $A = 144^\circ 52' 47''$ ;  $a = 148^\circ 4' 7''$ ;  $b = 62^\circ 23' 2''$ .
  15.  $A = 129^\circ 14' 9''$ ;  $a = 129^\circ 43' 36''$ ;  $b = 100^\circ 40' 35''$ .
  16.  $B = 95^\circ 41' 50''$ ;  $a = 76^\circ 8' 49''$ ;  $c = 91^\circ 24' 9''$ .
  17.  $A = 106^\circ 24' 22''$ ;  $b = 94^\circ 18' 33''$ ;  $c = 88^\circ 47' 0''$ .
  18.  $A = 49^\circ 37' 0''$ , or  $130^\circ 23' 0''$ ;  $a = 46^\circ 57' 45''$   
or  $133^\circ 2' 15''$ ;  $c = 106^\circ 21' 15''$ , or  $73^\circ 38' 45''$ .
29. 斜角球面三角形ノ解法. 斜角球面三角形ニ屬スル諸種ノ場合ト公式トハ平面斜三角形ト殆ンド同一ナリ.

30. 第一ノ場合.  $a, b,$  及  $c$  ノ三邊ヲ知ルトキハ  $A, B,$  及  $C$  ノ三角ヲ求メ得ベシ.

31. 邊ト角トノ關係ヲ表ハス所ノ基礎ノ公式ヲ下ニ示ス.

$$\text{Cos. } A = \frac{\text{cos. } a - \text{cos. } b \cdot \text{cos. } c}{\text{sin. } b \cdot \text{sin. } c} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Cos. } B = \frac{\text{cos. } b - \text{cos. } a \cdot \text{cos. } c}{\text{sin. } a \cdot \text{sin. } c} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Cos. } C = \frac{\text{cos. } c - \text{cos. } a \cdot \text{cos. } b}{\text{sin. } a \cdot \text{sin. } b} \dots \dots \dots (3)$$

(2) 及 (3) ハ (1) ニ於テノ文字ヲ錯列シタルモノナリ.

32. 上ノ三式ハ對數ニテ算ヲナスニ適セザルヲ以テ計算ヲナスニハ此等ノ式ニ基キテ作りタル下ノ三式ヲ用フ.

$$\text{Sin. } \frac{1}{2}A = \sqrt{\frac{\text{sin. } (s-b) \cdot \text{sin. } (s-c)}{\text{sin. } b \cdot \text{sin. } c}} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Cos. } \frac{1}{2}A = \sqrt{\frac{\text{sin. } s \cdot \text{sin. } (s-a)}{\text{sin. } b \cdot \text{sin. } c}} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Tan. } \frac{1}{2}A = \sqrt{\frac{\text{sin. } (s-b) \cdot \text{sin. } (s-c)}{\text{sin. } s \cdot \text{sin. } (s-a)}} \dots \dots \dots (3)$$

但シ上ノ三式ニ於テ  $s = \frac{1}{2}(a+b+c)$  トス.

$B$  及  $C$  ヲ算スルニハ上ノ (1), (2) 及 (3) ニ於テ單ニ文字ヲ變換スベシ.

33. 第二ノ場合.  $a, b$  ノ二邊及  $C$  ノ挾角ヲ知ルトキハ次ノ式ニヨリ  $A$  及  $B$  ヲ求メ得ベシ.

$$\text{Tan. } \frac{1}{2}(A+B) = \frac{\text{cos. } \frac{1}{2}(a-b)}{\text{cos. } \frac{1}{2}(a+b)} \cdot \text{cot. } \frac{1}{2}C \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Tan. } \frac{1}{2}(A-B) = \frac{\text{sin. } \frac{1}{2}(a-b)}{\text{sin. } \frac{1}{2}(a+b)} \cdot \text{cot. } \frac{1}{2}C \dots \dots \dots (2)$$

(1) 及 (2) ニ依リ  $A$  及  $B$  ノ半和ト半差トヲ得ルナリ.

大ナル角  $A = \frac{1}{2}$  和  $+$   $\frac{1}{2}$  差.

小ナル角  $B = \frac{1}{2}$  和  $-$   $\frac{1}{2}$  差.

第三邊  $c$  ハ下ノ公式ニ依リテ求ムルヲ得.

$$\text{Cos. } \frac{1}{2}c = \frac{\text{cos. } \frac{1}{2}(a+b)}{\text{cos. } \frac{1}{2}(A+B)} \cdot \text{sin. } \frac{1}{2}C \dots \dots \dots (3)$$

34. 第三ノ場合. 二角ト其一角ニ對スル一邊トヲ知ルトキハ他ノ一角ニ對スル一邊ヲ求メ得ベク或ハ二邊ト其一邊ニ對スル一角トヲ以テ他ノ一邊ニ對スル一角ヲ求ムルコトヲ得ベシ.

邊ノ正弦ハ其對角ノ正弦ニ比例スルヲ以テ今  $A, B$  及  $a$  ヲ知テ  $b$  ヲ求メンニハ

$$\text{Sin. } b : \text{sin. } a :: \text{sin. } B : \text{sin. } A$$

$$\text{或ハ } \frac{\text{sin. } b}{\text{sin. } a} = \frac{\text{sin. } B}{\text{sin. } A}$$

$$\therefore \text{sin } b = \frac{\text{sin. } a \cdot \text{sin. } B}{\text{sin. } A} \dots \dots \dots (1)$$

$a, b$  及  $A$  ヲ知テ  $B$  ヲ求メンニハ

$$\text{Sin. } B : \text{sin. } A = \text{sin. } b : \text{sin. } a$$

$$\text{或ハ } \frac{\text{sin. } B}{\text{sin. } A} = \frac{\text{sin. } b}{\text{sin. } a}$$

$$\therefore \text{sin. } B = \frac{\text{sin. } A \cdot \text{sin } b}{\text{sin. } a} \dots \dots \dots (2)$$



自餘ノ角及邊ヲ求ムルニハ上ノ法ニ依ルベシ。

此公式ニテハ單ニ一邊或ハ一角ノミヲ求メ得ベキモ第三ノ邊或ハ第三ノ角ヲ求ムルコト能ハズ故ニ下ノ式ヲ用フルヲ要ス。

$$\text{Cot. } \frac{1}{2} C = \frac{\cos. \frac{1}{2} (a+b)}{\cos. \frac{1}{2} (a-b)} \tan. \frac{1}{2} (A+B) \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Tan. } \frac{1}{2} c = \frac{\cos. \frac{1}{2} (A+B)}{\cos. \frac{1}{2} (A-B)} \tan. \frac{1}{2} (a+b) \dots \dots \dots (4)$$

Cヲ求メタル後チハ(1)式ニ依リテcヲ求ムルコトアリ。

例

1. a=84°30', b=108°44', c=72°20' ナルトキ A, B, 及 Cヲ求ム。

初ハ下ノ式ヲ用ヒテ Aヲ求ム。

$$\text{Cos. } \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{\sin. s. \sin. (s-a)}{\sin. b \sin. c}} = \sqrt{\sin. s \sin. (s-a) \text{ cosec. } b \text{ cosec. } c}$$

a = 84°30'	
b = 108 44	... cosec. 0.023639
c = 72 20	... cosec. 0.020981
2) 265 34	
s = 132 47	... sin. 9.865653
(s-a) = 48 17	... sin. 9.872998
	2) 19.783271
$\frac{1}{2} A = 38°48'54''$	... cos. 9.891635
	2
A = 77 37 48	24
	11 = 6''

正弦式(2)ニ依リテ Bヲ求ム。

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

$$\therefore \sin. B = \frac{\sin. A \sin. b}{\sin. a} = \sin. A \sin. b \text{ cosec. } a$$

A = 77°37'48''	... sin. 9.989798
b = 108 44 0	... sin. 9.976361
a = 84 30 0	... cosec. 0.002004
-B = 68 19 42	... sin. 9.968163
180	66
B = 111 40 18	3 = 3'' -

上式ニ於テbハ90°ヲ超過セルヲ以テBモ亦90°以上ナリト知ルベシ。

同式ニ依リテ Cヲ求ム。

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

$$\therefore \sin. C = \frac{\sin. A \sin. c}{\sin. a} = \sin. A \sin. c \text{ cosec. } a$$

A = 77°37'48''	... sin. 9.989798
c = 72 20 0	... sin. 9.979019
a = 84 30 0	... csc. 0.002004
C = 69 13 54	... sin. 9.970821
	26
	5 = 6'' -

正弦式ヲ用ヒザルトキハ下ノ式ニ依リテ A, B, Cヲ求ムルヲ便トス何トナレバ最初 Aヲ求ムルトキ表ヨリ取りタル正弦對數ハ B 又ハ Cヲ求ムルトキニモ使用スルヲ得レバナリ。

$$\begin{aligned} \text{Tan. } \frac{1}{2} A &= \sqrt{\frac{\sin.(s-b). \sin.(s-c)}{\sin. s. \sin.(s-a)}} \\ \text{Tan. } \frac{1}{2} B &= \sqrt{\frac{\sin.(s-a). \sin.(s-c)}{\sin. s. \sin.(s-b)}} \\ \text{Tan. } \frac{1}{2} C &= \sqrt{\frac{\sin.(s-a). \sin.(s-b)}{\sin. s. \sin.(s-c)}} \end{aligned}$$

例 1.

$$\begin{aligned} a &= 84^{\circ}30' \\ b &= 108^{\circ}44' \\ c &= 72^{\circ}20' \\ 2) 265\ 34 \\ s &= 132\ 47 \\ (s-a) &= 48\ 17 \\ (s-b) &= 24\ 3 \\ (s-c) &= 60\ 27 \end{aligned}$$

A を求む.

$$\begin{aligned} (s-b) &= 24^{\circ} 3' \dots \sin. 9.610163 & s &= 132^{\circ}47' \dots \sin. 9.865653 \\ (s-c) &= 60\ 27 \dots \sin. 9.939482 & (s-a) &= 48\ 17 \dots \sin. 9.872998 \\ & 19.549645 & & 9.738651 \\ & 2) 19.810994 \\ \frac{1}{2} A &= 38^{\circ}48'53'' \tan. 9.905497 \\ & 2 & 461 \\ A &= 77\ 37\ 46 & 36 &= 8'' + \end{aligned}$$

B を求む.

$$\begin{aligned} (s-a) &= 48^{\circ}17' \dots \sin. 9.872998 & s &= 132^{\circ}47' \dots \sin. 9.865653 \\ (s-c) &= 60\ 27 \dots \sin. 9.939482 & (s-b) &= 24\ 3 \dots \sin. 9.610163 \\ & 19.812480 & & 9.475816 \\ & 2) 20.386664 \\ \frac{1}{2} B &= 55^{\circ}50' 9'' \tan. 10.168332 \\ & 2 & 359 \\ B &= 111\ 40\ 18 & 27 &= 6'' - \end{aligned}$$

C を求む.

$$\begin{aligned} (s-a) &= 48^{\circ}17' \dots \sin. 9.872998 & s &= 132^{\circ}47' \dots \sin. 9.865653 \\ (s-b) &= 24\ 3 \dots \sin. 9.610163 & (s-c) &= 60\ 27 \dots \sin. 9.939482 \\ & 19.483161 & & 9.805135 \\ & 2) 19.678026 \\ \frac{1}{2} C &= 34^{\circ}36'57'' \dots \tan. 9.839013 \\ & 2 & 9027 \\ C &= 69\ 13\ 54 & 14 &= 3'' - \end{aligned}$$

例 2.

a=88°20', b=60°50' ニシテ C=75°30' ナルトキ A, B 及 c を求む.

A 及 B を求む.

$$\begin{aligned} \text{Tan. } \frac{1}{2} (A+B) &= \frac{\cos. \frac{1}{2} (a-b)}{\cos. \frac{1}{2} (a+b)} \cot. \frac{1}{2} C \dots \dots (1) \\ &= \cos. \frac{1}{2} (a-b). \sec. \frac{1}{2} (a+b). \cot. \frac{1}{2} C \\ \text{Tan. } \frac{1}{2} (A-B) &= \frac{\sin. \frac{1}{2} (a-b)}{\sin. \frac{1}{2} (a+b)} \cot. \frac{1}{2} C \dots \dots (2) \\ &= \sin. \frac{1}{2} (a-b). \text{cosec. } \frac{1}{2} (a+b). \cot. \frac{1}{2} C \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= 88^{\circ}20' \\ b &= 60\ 50 \\ a+b &= 149\ 10 & \frac{1}{2}(a+b) &= 74^{\circ}35' 0'' \sec. 0.575385 \text{ cosec. } 0.015915 \\ a-b &= 27\ 30 & \frac{1}{2}(a-b) &= 13\ 45 \cos. 9.987372 \sin. 9.376003 \\ C &= 75\ 30 & \frac{1}{2}C &= 37\ 45 \cot. 0.111100 \cot. 0.111100 \\ \frac{1}{2}(A+B) &= 78\ 2\ 8 \tan. 10.673857 \tan. 9.503018 \\ \frac{1}{2}(A-B) &= 17\ 39\ 47 & 770 & 3000 \\ A &= 95\ 41\ 52 & 87 &= 8'' & 18 &= 2'' \\ B &= 60\ 22\ 21 \end{aligned}$$

cヲ求ム.

$$\cos. \frac{1}{2}c = \frac{\cos. \frac{1}{2}(a+b) \cdot \sin. \frac{1}{2}C}{\cos. \frac{1}{2}(A+B)}$$

$$= \cos. \frac{1}{2}(a+b) \cdot \sec. \frac{1}{2}(A+B) \cdot \sin. \frac{1}{2}C$$

$\frac{1}{2}C = 37^{\circ}45' 0''$	...	...	...	sin.	9.786906
$\frac{1}{2}(a+b) = 74 35 0$	...	...	...	cos.	9.424615
$\frac{1}{2}(A+B) = 78 2 8$	...	...	...	sec.	0.683392
$\frac{1}{2}c = 38 16 19$	...	...	...	cos.	9.894913
					<u>2</u>
					920
$c = 76 32 38$					<u>7 = 4'' +</u>

例 3.

A=67°30', B=55°50', a=78°10' ナルトキ bヲ求ム.

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

$$\sin. b = \frac{\sin. a \cdot \sin. B}{\sin. A} = \sin. a \cdot \sin. B \cdot \operatorname{cosec}. A$$

$a = 78^{\circ}10' 0''$	...	...	...	sin.	9.990671
$B = 55 50 0$	...	...	...	sin.	9.917719
$A = 67 30 0$	...	...	...	cosec.	0.034385
$b = 61 13 42$	...	...	...	sin.	9.942775
					<u>78</u>
					3 = 3'' -

例 4.

a=75°54', b=63°25' A=72°10' ナルトキ Bハ如何.

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

$$\sin. B = \frac{\sin. A \cdot \sin. b}{\sin. a} = \sin. A \cdot \sin. b \cdot \operatorname{cosec}. a$$

$A = 72^{\circ}10' 0''$	...	...	...	sin.	9.978615
$b = 63 25 0$	...	...	...	sin.	9.951476
$a = 75 54 0$	...	...	...	cosec.	0.013286
$B = 61 22 25$	...	...	...	sin.	9.943377
					<u>83</u>
					6 = 5'' -

問 題

斜角球面三角形

下ノ問題ニ於テ未知ノ三部ヲ求ム.

1.  $a=82^{\circ}26', b=92^{\circ} 2', c=104^{\circ}23'$  ナラバ如何
2.  $a=140^{\circ}, b=70^{\circ}, c=80^{\circ}0'$  ナラバ如何
3.  $a=113^{\circ} 2', b= 82^{\circ}40', C=138^{\circ}50'$  ナラバ如何
4.  $b= 60^{\circ} 0', c= 84^{\circ}22', A= 95^{\circ} 0'$  ナラバ如何
5.  $a=115^{\circ}20', c= 84^{\circ}42', B= 65^{\circ}30'$  ナラバ如何
6.  $A= 75^{\circ} 0', B= 15^{\circ} 0', c= 60^{\circ} 0'$  ナラバ如何
7.  $A=137^{\circ}22', B= 60^{\circ} 0', c= 81^{\circ} 0'$  ナラバ如何
8.  $B= 88^{\circ}52', b= 73^{\circ}50', a=120^{\circ} 0'$  ナラバ如何
9.  $A=136^{\circ} 0', a=155^{\circ}55', b=144^{\circ}45'$  ナラバ如何
10.  $a= 90^{\circ} 0', b= 75^{\circ}29', c= 84^{\circ}13'$  ナラバ如何
11.  $b= 90^{\circ} 0', A=100^{\circ}20', B= 82^{\circ}50'$  ナラバ如何
12.  $c= 90^{\circ} 0', A= 63^{\circ}32', B= 98^{\circ}17'$  ナラバ如何

答

1.  $A = 82^{\circ}42'30''; B = 90^{\circ} 9'16''; C = 104^{\circ}19'36''$
2.  $A = 153^{\circ} 7'14''; B = 41^{\circ}22'24''; C = 43^{\circ}50'32''$

3.  $A=116^{\circ}19'7''$ ;  $B=104^{\circ}58'43''$ ;  $c=137^{\circ}29'0''$
4.  $B=59^{\circ}39'27''$ ;  $C=82^{\circ}37'19''$ ;  $a=91^{\circ}29'30''$
5.  $A=119^{\circ}15'0''$ ;  $C=73^{\circ}59'0''$ ;  $b=70^{\circ}30'0''$
6.  $c=97^{\circ}10'50''$ ;  $a=57^{\circ}28'20''$ ;  $b=13^{\circ}3'24''$
7.  $c=62^{\circ}38'18''$ ;  $a=131^{\circ}7'42''$ ;  $b=74^{\circ}23'24''$
8.  $A=115^{\circ}38'35''$
9.  $B=79^{\circ}15'40''$  or  $100^{\circ}44'20''$ ;  $C=40^{\circ}0'16''$   
or  $63^{\circ}28'32''$ ;  $c=22^{\circ}11'12''$  or  $31^{\circ}42'32''$
10.  $A=91^{\circ}30'10''$ ;  $B=75^{\circ}24'27''$ ;  $C=84^{\circ}1'31''$
11.  $C=45^{\circ}55'57''$ ;  $a=97^{\circ}27'52''$ ;  $c=46^{\circ}24'2''$
12.  $B=99^{\circ}14'14''$ ;  $C=85^{\circ}53'51''$ ;  $a=63^{\circ}49'50''$

## 公 式 要 集

## 第 壹

## 平 面 三 角 形

1.  $\text{Sin. } A = \frac{1}{\text{cosec. } A}$ ,  $\text{cos. } A = \frac{1}{\text{sec. } A}$ ,  
 $\text{tan. } A = \frac{1}{\text{cot. } A}$ ,  $\text{Cosec. } A = \frac{1}{\text{sin. } A}$ ,  
 $\text{sec. } A = \frac{1}{\text{cos. } A}$ ,  $\text{cot. } A = \frac{1}{\text{tan. } A}$
2.  $\text{Tan. } A = \frac{\text{sin. } A}{\text{cos. } A}$ ,  $\text{cot. } A = \frac{\text{cos. } A}{\text{sin. } A}$

3.  $\text{Sin.}^2 A + \text{cos.}^2 A = 1$ .
4.  $1 + \text{tan.}^2 A = \text{sec.}^2 A$ .
5.  $1 + \text{cot.}^2 A = \text{cosec.}^2 A$ .
6.  $A + B + C = 180^{\circ}$ .
7.  $\text{Sin. } A = \text{cos. } (90^{\circ} - A)$ .
8.  $\text{Cos. } A = \text{sin. } (90^{\circ} - A)$ .
9.  $\text{Sin. } A = \text{sin. } (180^{\circ} - A)$ .
10.  $\text{Cos. } A = -\text{cos. } (180^{\circ} - A)$ .
11.  $\text{Sin. } (90^{\circ} + A) = \text{cos. } A$ .
12.  $\text{Cos. } (90^{\circ} + A) = -\text{sin. } A$ .
13.  $\text{Sin. } (180^{\circ} + A) = -\text{sin. } A$ .
14.  $\text{Cos. } (180^{\circ} + A) = -\text{cos. } A$ .
15.  $\text{Sin. } (360^{\circ} + A) = \text{sin. } A$ .
16.  $\text{Cos. } (360^{\circ} - A) = \text{cos. } A$ .
17.  $\text{Sin. } (-A) = -\text{sin. } A$ .
18.  $\text{Cos. } (-A) = \text{cos. } A$ .
19.  $\text{Sin. } (A + B) = \text{sin. } A \text{ cos. } B + \text{cos. } A \text{ sin. } B$ .
20.  $\text{Sin. } (A - B) = \text{sin. } A \text{ cos. } B - \text{cos. } A \text{ sin. } B$ .
21.  $\text{Cos. } (A + B) = \text{cos. } A \text{ cos. } B - \text{sin. } A \text{ sin. } B$ .
22.  $\text{Cos. } (A - B) = \text{cos. } A \text{ cos. } B + \text{sin. } A \text{ sin. } B$ .
23.  $\text{Sin. } (A + B) + \text{sin. } (A - B) = 2 \text{ sin. } A \text{ cos. } B$ .
24.  $\text{Sin. } (A + B) - \text{sin. } (A - B) = 2 \text{ cos. } A \text{ sin. } B$ .

- 25.  $\text{Cos. } (A+B) + \text{cos. } (A-B) = 2 \text{ cos. } A \cdot \text{cos. } B.$
- 26.  $\text{Cos. } (A+B) - \text{cos. } (A-B) = -2 \text{ sin. } A \cdot \text{sin. } B.$
- 27.  $\text{Sin. } A + \text{sin. } B = 2 \text{ sin. } \frac{1}{2}(A+B) \cdot \text{cos. } \frac{1}{2}(A-B).$
- 28.  $\text{Sin. } A - \text{sin. } B = 2 \text{ cos. } \frac{1}{2}(A+B) \cdot \text{sin. } \frac{1}{2}(A-B).$
- 29.  $\text{Cos. } A + \text{cos. } B = 2 \text{ cos. } \frac{1}{2}(A+B) \cdot \text{cos. } \frac{1}{2}(A-B).$
- 30.  $\text{Cos. } A - \text{cos. } B = -2 \text{ sin. } \frac{1}{2}(A+B) \cdot \text{sin. } \frac{1}{2}(A-B).$
- 31.  $\text{Sin. } 2A = 2 \text{ sin. } A \cdot \text{cos. } A.$
- 32.  $\text{Cos. } 2A = \text{cos.}^2 A - \text{sin.}^2 A.$   
 $= 1 - 2 \text{sin.}^2 A = 2 \text{cos.}^2 A - 1.$
- 33.  $\text{Vers. } A = 2 \text{ sin.}^2 \frac{A}{2}, \text{ or havers. } A = \text{sin.}^2 \frac{A}{2}$
- 34.  $\frac{\text{Sin. } A + \text{sin. } B}{\text{Sin. } A - \text{sin. } B} = \frac{\text{tan. } \frac{1}{2}(A+B)}{\text{tan. } \frac{1}{2}(A-B)}$
- 35.  $\text{Tan. } (A+B) = \frac{\text{tan. } A + \text{tan. } B}{1 - \text{tan. } A \cdot \text{tan. } B}$
- 36.  $\text{Tan. } (A-B) = \frac{\text{tan. } A - \text{tan. } B}{1 + \text{tan. } A \cdot \text{tan. } B}$
- 37.  $\text{Tan. } 2A = \frac{2 \text{tan. } A}{1 - \text{tan.}^2 A}$
- 38.  $\text{Sin. } 0^\circ = 0, \text{ sin. } 30^\circ = \frac{1}{2}, \text{ sin. } 45^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{2},$   
 $\text{sin. } 60^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{3}, \text{ sin. } 90^\circ = 1.$
- 39.  $\left\{ \begin{array}{l} 2bc \cdot \text{cos. } A = b^2 + c^2 - a^2 \\ \text{or cos. } A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \end{array} \right\} \dots \dots \dots A$
- 40.  $bc \cdot \text{havers. } A = \frac{1}{2}(a+b-c) \cdot \frac{1}{2}(a-b-c) \dots \dots B$

- 41.  $\left\{ \begin{array}{l} bc \cdot \text{sin.}^2 \frac{A}{2} = \frac{1}{2}(a+b-c) \cdot \frac{1}{2}(a-b-c) \\ \text{Sin. } \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{bc}} \text{ 但 } s = \frac{1}{2}(a+b+c) \end{array} \right\} \dots \dots \dots C$
- 42.  $\left\{ \begin{array}{l} bc \cdot \text{cos.}^2 \frac{A}{2} = \frac{1}{2}(b+c+a) \cdot \frac{1}{2}(b+c-a) \\ \text{cos. } \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{s(s-a)}{bc}} \text{ 但 } s = \frac{1}{2}(a+b+c). \end{array} \right\} \dots \dots \dots D$
- 43.  $2bc \cdot \text{sin. } A = \sqrt{(a+b-c) \cdot (a-b-c) \cdot (b+c+a) \cdot (b+c-a)} \dots \dots E$
- 44.  $\frac{a}{b} = \frac{\text{sin. } A}{\text{sin. } B} \dots \dots \dots F$
- 45.  $\frac{a+b}{a-b} = \frac{\text{tan. } \frac{1}{2}(A+B)}{\text{tan. } \frac{1}{2}(A-B)} \dots \dots \dots G$
- 46.  $a = \frac{\sqrt{4bc \cdot \text{havers. } A}}{\text{sin. } \theta}$  where  $\text{tan. } \theta = \frac{\sqrt{4bc \cdot \text{havers. } A}}{b-c} \dots \dots H$
- 47.  $2 \text{ area} = bc \cdot \text{sin. } A \dots \dots \dots I$
- 48.  $\text{Area} = \sqrt{s \cdot s-a \cdot s-b \cdot s-c}, \text{ where } s = \frac{1}{2}(a+b+c) \dots \dots K$

第貳

斜角球面三角形

- 49.  $\text{Cos. } A = \frac{\text{cos. } a - \text{cos. } b \cdot \text{cos. } c}{\text{sin. } b \cdot \text{sin. } c} \dots \dots \dots L$
- 50.  $\frac{\text{Sin. } A}{\text{Sin. } a} = \frac{\sqrt{(1 - \text{cos.}^2 a - \text{cos.}^2 b - \text{cos.}^2 c + 2 \text{cos. } a \cdot \text{cos. } b \cdot \text{cos. } c)}}{\text{sin. } a \cdot \text{sin. } b \cdot \text{sin. } c} \dots \dots M$
- 51.  $\frac{\text{Sin. } A}{\text{Sin. } B} = \frac{\text{sin. } a}{\text{sin. } b} \dots \dots \dots N$
- 52.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Havers. } A = \text{cosec. } b \cdot \text{cosec. } c \sqrt{\text{havers. } (a+b-c) \text{havers. } (a-b-c)} \\ \text{or sin.}^2 \frac{A}{2} = \text{cosec. } b \cdot \text{cosec. } c \cdot \text{sin. } \frac{1}{2}(a+b-c) \cdot \text{sin. } \frac{1}{2}(a-b-c) \end{array} \right\} \dots \dots \dots O$

53.  $\text{Cos}^2 \frac{A}{2} = \text{csc} \cdot b \cdot \text{csc} \cdot c \cdot \sin \frac{1}{2}(b+c+a) \cdot \sin \frac{1}{2}(b+c-a) \dots P$

54.  $\text{Vers} \cdot a = \text{vers} \cdot (b-c) + \sin \cdot b \cdot \sin \cdot c \cdot \text{vers} \cdot A \dots Q$

55.  $\text{Cos} \cdot a = \frac{\text{cos} \cdot A + \text{cos} \cdot B \cdot \text{cos} \cdot C}{\sin \cdot B \cdot \sin \cdot C} \dots R$

56.  $\text{Cot} \cdot A \sin \cdot B = \text{Cot} \cdot a \cdot \sin \cdot c - \text{cos} \cdot B \cos \cdot c \dots S$

57.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Tan} \cdot \frac{1}{2}(A+B) = \frac{\text{cos} \cdot \frac{1}{2}(a-b)}{\text{cos} \cdot \frac{1}{2}(a+b)} \cdot \text{cot} \cdot \frac{1}{2}C \\ \text{Tan} \cdot \frac{1}{2}(A-B) = \frac{\text{sin} \cdot \frac{1}{2}(a-b)}{\text{sin} \cdot \frac{1}{2}(a+b)} \cdot \text{cot} \cdot \frac{1}{2}C \end{array} \right. \dots T$

58.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Tan} \cdot \frac{1}{2}(a+b) = \frac{\text{cos} \cdot \frac{1}{2}(A-B)}{\text{cos} \cdot \frac{1}{2}(A+B)} \cdot \text{tan} \cdot \frac{1}{2}c \\ \text{Tan} \cdot \frac{1}{2}(a-b) = \frac{\text{sin} \cdot \frac{1}{2}(A-B)}{\text{sin} \cdot \frac{1}{2}(A+B)} \cdot \text{tan} \cdot \frac{1}{2}c \end{array} \right. \dots U$

第 參

直角球面三角形

59.  $\left\{ \begin{array}{l} [1] \text{cos} \cdot a = \text{cos} \cdot b \cdot \text{cos} \cdot c = \text{cot} \cdot B \cdot \text{cot} \cdot C \\ [2] \text{cos} \cdot C = \sin \cdot B \cdot \text{cos} \cdot c = \text{cot} \cdot a \cdot \text{tan} \cdot b \\ [3] \sin \cdot b = \text{cot} \cdot C \cdot \text{tan} \cdot c = \sin \cdot B \cdot \sin \cdot a \\ [4] \sin \cdot c = \text{cot} \cdot B \cdot \text{tan} \cdot b = \sin \cdot C \cdot \sin \cdot a \\ [5] \text{cos} \cdot B = \sin \cdot C \cdot \text{cos} \cdot b = \text{tan} \cdot c \cdot \text{cot} \cdot a \end{array} \right. \dots V$

第 四

象限球面三角形

60.  $\left\{ \begin{array}{l} [1] \text{cos} \cdot A = -\text{cos} \cdot B \cdot \text{cos} \cdot C = -\text{cot} \cdot b \cdot \text{cot} \cdot c \\ [2] \text{cos} \cdot b = \sin \cdot c \cdot \text{cos} \cdot B = -\text{cot} \cdot A \cdot \text{tan} \cdot C \\ [3] \text{cos} \cdot c = \sin \cdot b \cdot \text{cos} \cdot C = -\text{cot} \cdot A \cdot \text{tan} \cdot B \\ [4] \sin \cdot B = \sin \cdot A \cdot \sin \cdot b = \text{cot} \cdot c \cdot \text{tan} \cdot C \\ [5] \sin \cdot C = \sin \cdot A \cdot \sin \cdot c = \text{cot} \cdot b \cdot \text{tan} \cdot B \end{array} \right. \dots W$

公 式 ノ 證 明

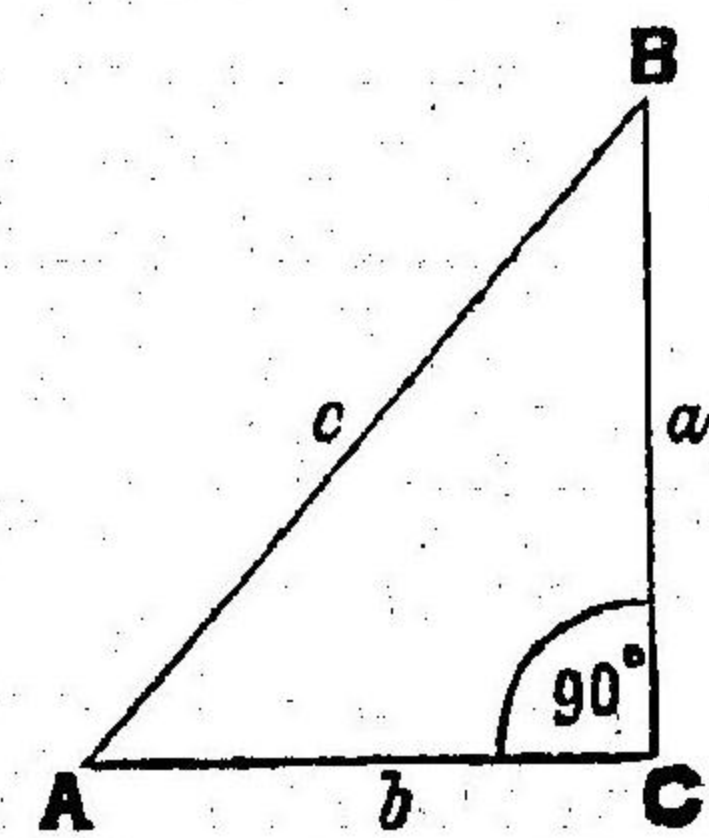
3ヨリ5ニ至ル公式即チ

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Sin}^2 A + \text{cos}^2 A = 1 \\ 1 + \text{tan}^2 A = \text{sec}^2 A \\ 1 + \text{cot}^2 A = \text{cosec}^2 A \end{array} \right. \text{ノ證各如何}$$

第三十七圖ニ於テ A, B, 及 C = 對スル邊ノ長サヲ各自 a, b, 及 c トセバ幾何學定理 (直三角形ニ於テ斜邊 c 上ノ正方形ハ他ノ二邊 a 及 b 上ノ正方形ノ和ニ等シ) = 依リテ

$$a^2 + b^2 = c^2$$

第 三 十 七 圖



此式ヲ各自  $c^2, b^2$  及  $a^2$  ニテ順次ニ除スレバ下ノ如シ

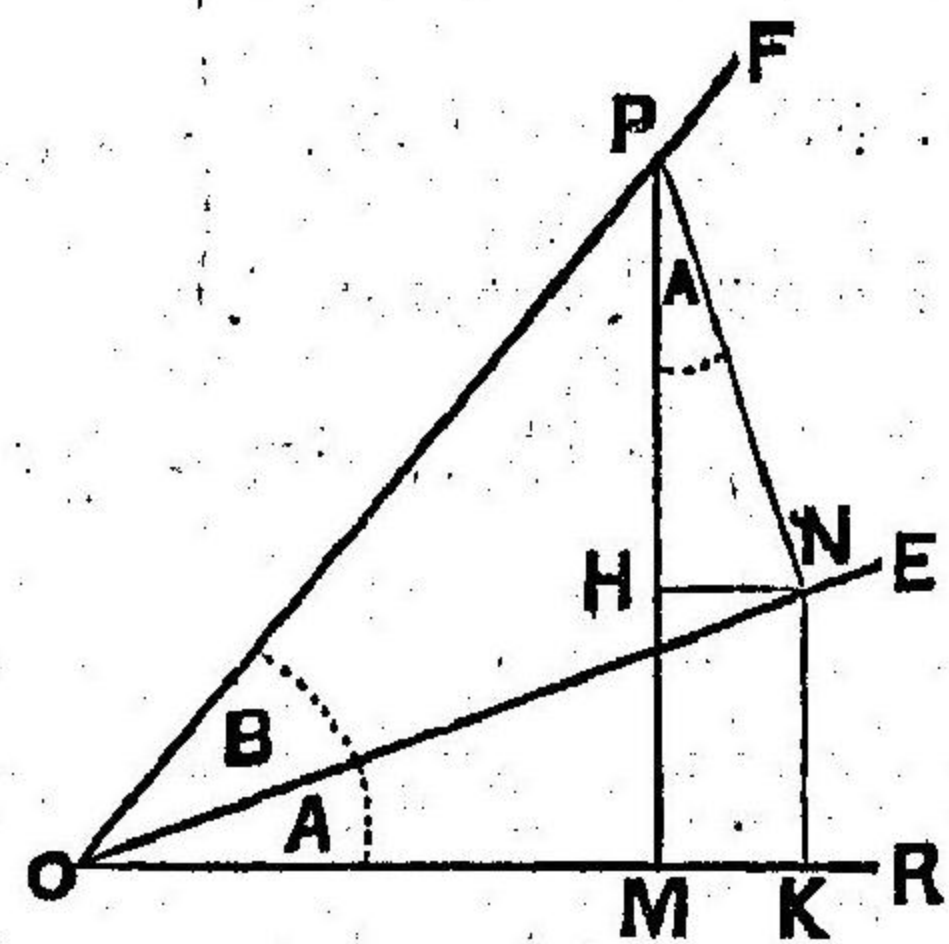
$$\frac{a^2}{c^2} + \frac{b^2}{c^2} = \frac{c^2}{c^2} \text{ 即チ } \text{sin}^2 A + \text{cos}^2 A = 1;$$

$$\frac{a^2}{b^2} + \frac{b^2}{b^2} = \frac{c^2}{b^2} \text{ 即チ } \text{tan}^2 A + 1 = \text{sec}^2 A;$$

$$\frac{a^2}{a^2} + \frac{b^2}{a^2} = \frac{c^2}{a^2} \text{ 即チ } 1 + \text{cot}^2 A = \text{cosec}^2 A.$$

$\text{Sin. } (A+B) = \text{sin. } A \cdot \text{cos. } B + \text{cos. } A \cdot \text{sin. } B$  [公式 19] ノ證如何

第三十八圖



第三十八圖ニ於テ

$$\angle ROE = A,$$

$$\angle EOF = B,$$

$$\therefore \angle ROF = A+B.$$

OFニ於テ或點 Pヲ取り是レヨリ OR 及 OEニ垂線 PM 及 PNヲ引クトキハ

$$\angle NPH = 90^\circ - \angle HNP = \angle HNO = \angle ROE = A.$$

之ニ由テ

$$\text{Sin. } (A+B) = \text{sin. } ROF = \frac{PM}{OP} = \frac{PH+HM}{OP} = \frac{NK}{OP} + \frac{PH}{OP}$$

今上記ノ分數ト A 及 B ナル兩角ノ三角比トノ關係ヲ全フ

$$\text{スルガ爲メニ } \frac{NK}{OP} = \frac{ON}{ON} \text{ ヲ乘ジ } \frac{PH}{OP} = \frac{PN}{PN} \text{ ヲ乘ズレ}$$

バ下ノ如クナルベシ

$$\begin{aligned} \text{Sin. } (A+B) &= \frac{NK}{OP} \cdot \frac{ON}{ON} + \frac{PH}{OP} \cdot \frac{PN}{PN} \\ &= \frac{NK}{ON} \cdot \frac{ON}{OP} + \frac{PH}{PN} \cdot \frac{PN}{OP} \\ &= \text{sin. } A \cdot \text{cos. } B + \text{cos. } A \cdot \text{sin. } B. \end{aligned}$$

注意. 此公式ハ實ニ基礎ノ範式ニシテ第八十一頁ノ公式ハ大抵之ニ基キタルモノナルガ故ニ必ズ記憶スルヲ要ス.

$\text{Sin. } (A-B) = \text{sin. } A \cdot \text{cos. } B - \text{cos. } A \cdot \text{sin. } B$  ノ證如何

公式 9ニヨリ  $\text{sin. } A = \text{sin. } (180^\circ - A)$  ナルガ故ニ Aノ代リニ A-Bヲ用フレバ

$$\text{Sin. } (A-B) = \text{sin. } (180^\circ - (A-B)) = \text{sin. } (180^\circ - A + B).$$

$$\text{公式 19ニヨリ } = \text{sin. } (180^\circ - A) \text{cos. } B + \text{cos. } (180^\circ - A) \text{sin. } B.$$

$$9 \text{ 及 } 10 \text{ニヨリ } = \text{sin. } A \cdot \text{cos. } B - \text{cos. } A \cdot \text{sin. } B$$

$\text{Cos. } (A+B) = \text{cos. } A \cdot \text{cos. } B - \text{sin. } A \cdot \text{sin. } B$  ノ證如何

8ニヨリ  $\text{cos. } A = \text{sin. } (90^\circ - A)$  ナルガ故ニ Aノ代リニ A+Bヲ用フレバ

$$\text{Cos. } (A+B) = \text{sin. } (90^\circ - (A+B)) = \text{sin. } (90^\circ - A - B).$$

$$20 \text{ニヨリ } = \text{sin. } (90^\circ - A) \cdot \text{cos. } B - \text{cos. } (90^\circ - A) \text{sin. } B.$$

$$= \text{cos. } A \cdot \text{cos. } B - \text{sin. } A \cdot \text{sin. } B.$$

$\text{Cos. } (A-B) = \text{cos. } A \cdot \text{cos. } B + \text{sin. } A \cdot \text{sin. } B$  ノ證如何

8ニ依リテ  $\text{cos. } A = \text{sin. } (90^\circ - A)$  ナルガ故ニ A+Bヲ Aニ代用スレバ

$$\text{Cos. } (A-B) = \text{sin. } (90^\circ - (A-B)) = \text{sin. } (90^\circ - A + B)$$

$$19 = \text{ヨリ} = \sin. (90^\circ - A). \cos. B + \cos. (90^\circ - A). \sin. B \\ = \cos. A. \cos. B + \sin. A. \sin. B.$$

23, 24, 25 及 26 ノ公式ノ證各如何

19 及 20 ノ公式ヲ加減スレバ 23 及 24 ヲ得.

又 21 及 22 ヲ加減スレバ 25 及 26 ヲ得ベシ.

27, 28, 29 及 30 ノ公式ノ證各如何

$A + B = S, A - B = D$  トスレバ

$$2A = S + D \text{ トナル故ニ } A = \frac{1}{2}S + \frac{1}{2}D$$

$$2B = S - D \text{ トナル故ニ } B = \frac{1}{2}S - \frac{1}{2}D$$

$$\therefore \sin. A = \sin. (\frac{1}{2}S + \frac{1}{2}D) = \sin. \frac{1}{2}S. \cos. \frac{1}{2}D + \cos. \frac{1}{2}S. \sin. \frac{1}{2}D$$

$$\sin. B = \sin. (\frac{1}{2}S - \frac{1}{2}D) = \sin. \frac{1}{2}S. \cos. \frac{1}{2}D - \cos. \frac{1}{2}S. \sin. \frac{1}{2}D$$

此二個ノ方程式ヲ加減シ  $S$  及  $D$  ヲ其原値ニ復スレバ 27 及 28 ノ公式トナル即チ

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

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

同法ニ依リテ

$$\cos. A = \cos. (\frac{1}{2}S + \frac{1}{2}D) = \cos. \frac{1}{2}S. \cos. \frac{1}{2}D - \sin. \frac{1}{2}S. \sin. \frac{1}{2}D$$

$$\cos. B = \cos. (\frac{1}{2}S - \frac{1}{2}D) = \cos. \frac{1}{2}S. \cos. \frac{1}{2}D + \sin. \frac{1}{2}S. \sin. \frac{1}{2}D$$

此二方程式ヲ加減シ  $S$  及  $D$  ヲ其原値ニ復スレバ 29 及 30 ノ公式ヲ得即チ.

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

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

$\sin. 2A = 2 \sin. A. \cos. A$  ヲ證セヨ.

$\sin. (A + B) = \sin. A. \cos. B + \cos. A. \sin. B$  ニ於テ  $B = A$  トスレバ

$$\sin. (A + A) = \sin. A. \cos. A + \cos. A. \sin. A$$

$$\therefore \sin. 2A = 2 \sin. A. \cos. A.$$

$\cos. 2A = \cos.^2 A - \sin.^2 A$  ヲ證セヨ.

$\cos. (A + B) = \cos. A. \cos. B - \sin. A. \sin. B$  ニ於テ  $B = A$  トスレバ

$$\cos. (A + A) = \cos. A. \cos. A - \sin. A. \sin. A$$

$$\therefore \cos. 2A = 2 \cos.^2 A - \sin.^2 A.$$

$\cos. 2A = 2 \cos.^2 A - 1$  ヲ證セヨ.

$\cos. (A + B) = \cos. A. \cos. B - \sin. A. \sin. B$  ニ於テ  $B = A$  トスレバ

$$\cos. 2A = \cos.^2 A - \sin.^2 A = \cos.^2 A - (1 - \cos.^2 A) = 2 \cos.^2 A - 1.$$

$\text{Vers. } A = 2 \sin.^2 \frac{A}{2}$  ヲ證セヨ.

$\cos. 2A = 1 - 2 \sin.^2 A$  ニ於テ  $A = \frac{A}{2}$  トスレバ

$$\cos. A = 1 - 2 \sin.^2 \frac{A}{2} \text{ 或ハ } 1 - \cos. A = 2 \sin.^2 \frac{A}{2}; \therefore \text{Vers. } A = 2 \sin.^2 \frac{A}{2}$$

$\text{Havers. } A = \sin.^2 \frac{A}{2}$  ノ證如何.

$$\text{Vers. } A = 2 \sin.^2 \frac{A}{2} \text{ ヲ二除スレバ } \frac{1}{2} \text{Vers. } A \text{ or havers. } = \sin.^2 \frac{A}{2}.$$



$$\frac{\sin. A + \sin. B}{\sin. A - \sin. B} = \frac{\tan. \frac{1}{2}(A+B)}{\tan. \frac{1}{2}(A-B)} \quad \text{ヲ證セヨ.}$$

27 及 28 ニヨリ

$$\begin{aligned} \frac{\sin. A + \sin. B}{\sin. A - \sin. B} &= \frac{2 \sin. \frac{1}{2}(A+B) \cos. \frac{1}{2}(A-B)}{2 \cos. \frac{1}{2}(A+B) \sin. \frac{1}{2}(A-B)} \\ &= \frac{\tan. \frac{1}{2}(A+B)}{\tan. \frac{1}{2}(A-B)} \end{aligned}$$

$$\text{Tan.}(A+B) = \frac{\tan. A + \tan. B}{1 - \tan. A \tan. B} \quad \text{ヲ證セヨ.}$$

$$\text{Tan.}(A+B) = \frac{\sin.(A+B)}{\cos.(A+B)} = \frac{\sin. A \cos. B + \cos. A \sin. B}{\cos. A \cos. B - \sin. A \sin. B}$$

此式ノ分母子ヲ  $\cos. A \cos. B$  ニテ除スレバ

$$\begin{aligned} \text{Tan.}(A+B) &= \frac{\frac{\sin. A \cos. B}{\cos. A \cos. B} + \frac{\cos. A \sin. B}{\cos. A \cos. B}}{\frac{\cos. A \cos. B}{\cos. A \cos. B} - \frac{\sin. A \sin. B}{\cos. A \cos. B}} \\ &= \frac{\tan. A + \tan. B}{1 - \tan. A \tan. B} \end{aligned}$$

$$\text{Tan.}(A-B) = \frac{\tan. A - \tan. B}{1 + \tan. A \tan. B} \quad \text{ヲ證セヨ}$$

上ト同法ニ依リテ證スルコトヲ得ベシ.

$$\text{Tan. } 2A = \frac{2 \tan. A}{1 - \tan.^2 A} \quad \text{ノ證如何.}$$

$$\text{Tan.}(A+B) = \frac{\tan. A + \tan. B}{1 - \tan. A \tan. B} \quad \text{ニ於テ } B=A \text{ トスレバ}$$

$$\text{Tan. } 2A = \frac{\tan. A + \tan. A}{1 - \tan. A \tan. A} = \frac{2 \tan. A}{1 - \tan.^2 A}$$

$\text{Sin. } 0^\circ = 0, \text{Sin. } 30^\circ = \frac{1}{2}, \text{Sin. } 45^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{2}, \text{Sin. } 60^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{3}, \text{及 } \text{Sin. } 90^\circ = 1$   
ノ證ヲ求ム.

$\text{Sin. } 0^\circ = 0$  ノ證.

$\text{Sin.}(A-B) = \sin. A \cos. B - \cos. A \sin. B$  ニ於テ  $B=A$  トス  
レバ

$$\text{Sin. } 0^\circ = \sin. A \cos. A - \cos. A \sin. A = 0,$$

$\text{Sin. } 30^\circ = \frac{1}{2}$  ノ證.

$\text{Sin. } 2A = 2 \sin. A \cos. A$  ニ於テ  $A=30^\circ$  トスレバ

$$\text{Sin. } 60^\circ = 2 \sin. 30^\circ \cos. 30^\circ = 2 \sin. 30^\circ \sin. 60^\circ$$

今此式ノ左右トモ  $\text{Sin. } 60^\circ$  ニテ除スレバ

$$1 = 2 \sin. 30^\circ \quad \therefore \text{Sin. } 30^\circ = \frac{1}{2}$$

$\text{Sin. } 45^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{2}$  ノ證.

$\text{Sin.}^2 A + \cos.^2 A = 1$  ニ於テ  $A=45^\circ$  トスレバ  $\text{Sin.}^2 45^\circ + \cos.^2 45^\circ$   
 $= 1$  ナリ或ハ  $\text{Sin.}^2 45^\circ + \cos.^2 45^\circ = 1; 2 \text{Sin.}^2 45^\circ = 1; \text{Sin.}^2 45^\circ = \frac{1}{2};$   
 $\therefore \text{Sin. } 45^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{2}.$

$\text{Sin. } 60^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{3}$  ノ證.

$\text{Sin.}^2 A + \cos.^2 A = 1$  ニ於テ  $A=60^\circ$  トスレバ

$$\text{Sin.}^2 60^\circ + \cos.^2 60^\circ = 1; \text{Sin.}^2 60^\circ + \text{Sin.}^2 30^\circ = 1;$$

$$\text{Sin.}^2 60^\circ + \frac{1}{4} = 1; \quad \therefore \text{Sin. } 60^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{3}.$$

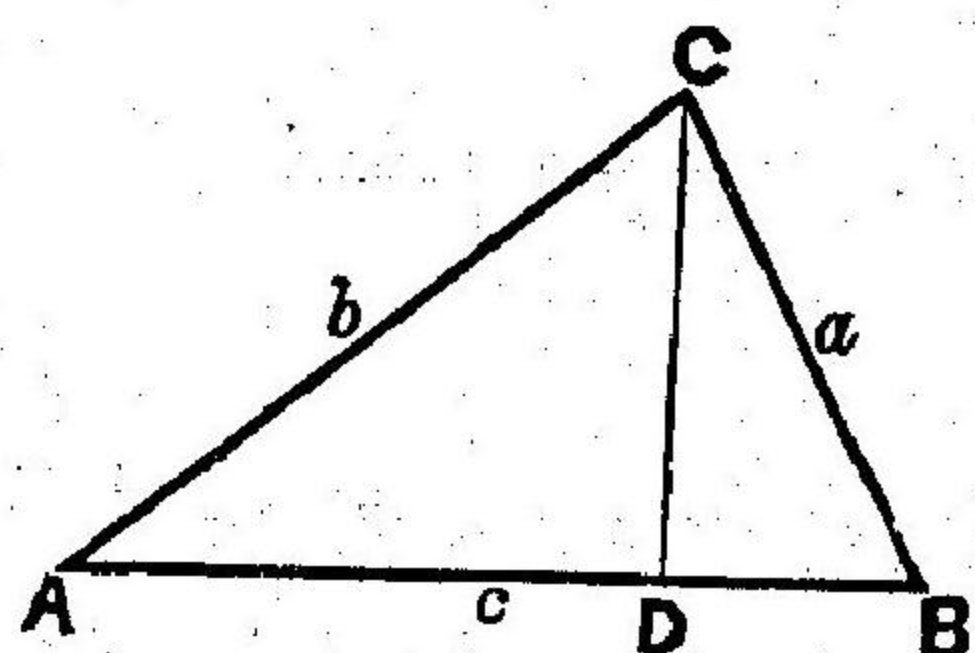
$\text{Sin. } 90^\circ = 1$  ノ證.

$\text{Sin.}(A+B) = \sin. A \cos. B + \cos. A \sin. B$  ニ於テ  $A=B=45^\circ$   
トスレバ.

$$\begin{aligned} \sin.90^\circ &= \sin.45^\circ \cos.45^\circ + \cos.45^\circ \sin.45^\circ \\ &= \sin.45^\circ \sin.45^\circ + \sin.45^\circ \sin.45^\circ = 2 \sin.^2 45^\circ = 1. \end{aligned}$$

(A)  $2bc \cdot \cos. A = b^2 + c^2 - a^2$  ノ證ヲ求ム.

第三十九圖



[1.] 第三十九圖ニ於テ A ヲ銳角トシ C ヲリ底線 c ニ對シテ CD ナル垂線ヲ引ケトキハ

DB = c - AD ナリ. 之ヲ自乗スレバ DB<sup>2</sup> = c<sup>2</sup> - 2c · AD + AD<sup>2</sup>.

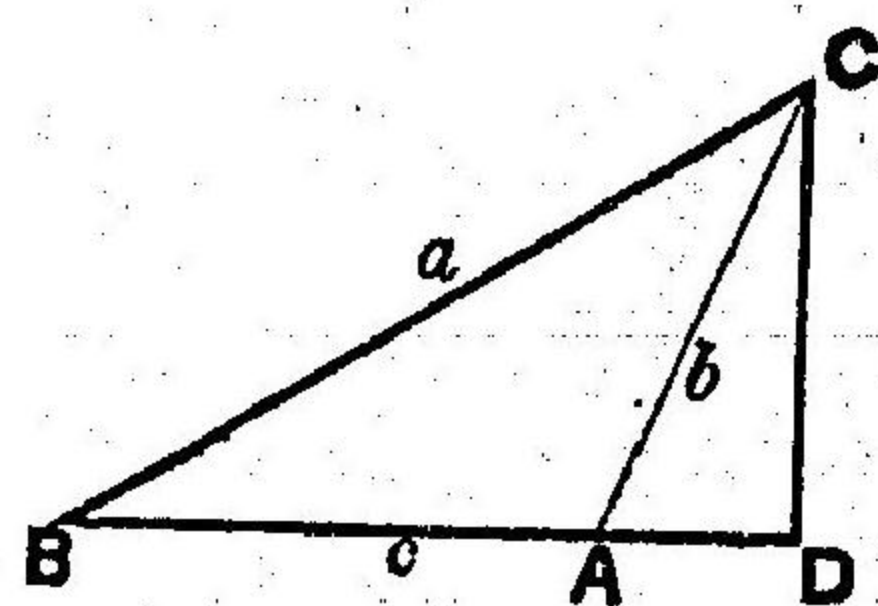
此式ノ左右ニ CD<sup>2</sup> ヲ加フレバ

$$DB^2 + CD^2 = c^2 - 2c \cdot AD + AD^2 + CD^2 = c^2 - 2c \cdot AD + (AD^2 + CD^2)$$

今 DB<sup>2</sup> + CD<sup>2</sup> = a<sup>2</sup> ニシテ AD<sup>2</sup> + CD<sup>2</sup> = b<sup>2</sup> ナリ

$$\therefore a^2 = c^2 - 2c \cdot AD + b^2 = b^2 + c^2 - 2c \cdot AD.$$

第四十圖



[2.] 第四十圖ニ於テ A ヲ鈍角トシ BA ヲ D 迄延バシ其上ニ C ヲリ垂線 CD ヲ引ケトキハ

BD = c + AD ナリ. 之ヲ自乗スレバ BD<sup>2</sup> = c<sup>2</sup> + 2c · AD + AD<sup>2</sup>

此式ノ左右ニ CD<sup>2</sup> ヲ加フレバ

$$BD^2 + CD^2 = c^2 + 2c \cdot AD + AD^2 + CD^2; \therefore a^2 = c^2 + 2c \cdot AD + b^2.$$

第三十九圖ノ如ク銳角斜三角形ノ場合ニ於テハ

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2c \cdot AD \dots \dots \dots \text{I.}$$

今直角三角形 ACD ニ於テ

$$\frac{AD}{b} = \cos. A; \therefore AD = b \cdot \cos. A$$

I ニ於テ AD ヲ b · cos. A ニ取替ユルトキハ

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos. A; \therefore 2bc \cdot \cos. A = b^2 + c^2 - a^2$$

又第四十圖ノ如ク鈍角斜三角形ノ場合ニ於テハ

$$a^2 = b^2 + c^2 + 2c \cdot AD \dots \dots \dots \text{II.}$$

今直角三角形 ACD ニ於テ

$$\frac{AD}{b} = \cos. CAD = \cos. (180^\circ - BAC) = -\cos. A;$$

$$\therefore AD = -b \cdot \cos. A.$$

II ニ於テ AD ヲ -b · cos. A ニ取替ユルトキハ

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos. A; \therefore 2bc \cdot \cos. A = b^2 + c^2 - a^2.$$

A 式ヲ證スルニハ下ノ如クナスコトアリ

A ガ銳角ナルトキハ a<sup>2</sup> = CD<sup>2</sup> + DB<sup>2</sup> ナリ.

$$\text{今 } \frac{CD^2}{b^2} = \sin.^2 A \text{ ナリ故ニ } CD^2 = b^2 \cdot \sin.^2 A, \text{ 又 } DB^2 = (c - AD)^2$$

ナリ.

$$\begin{aligned} \therefore a^2 &= b^2 \sin^2 A + (c - AD)^2 \\ &= b^2 \sin^2 A + (c - b \cos A)^2 \\ &= b^2 \sin^2 A + c^2 - 2bc \cos A + b^2 \cos^2 A \\ &= b^2 (\sin^2 A + \cos^2 A) + c^2 - 2bc \cos A \\ &= b^2 + c^2 - 2bc \cos A \end{aligned}$$

$$\therefore 2bc \cos A = b^2 + c^2 - a^2$$

又  $A$  が鈍角ナルトキハ  $a^2 = CD^2 + DB^2 = b^2 \sin^2 A + (c + AD)^2$

$$= b^2 \sin^2 A + (c + b \cos CAD)^2 = b^2 \sin^2 A + (c - b \cos A)^2$$

$$\therefore 2bc \cos A = b^2 + c^2 - a^2$$

**B**  $bc \cdot \text{hav. } A = \frac{1}{2}(a + \overline{b-c}) \cdot \frac{1}{2}(a - \overline{b-c})$  ノ證ヲ求ム。

$\text{Havers. } A = \frac{1}{2} \text{vers. } A = \frac{1}{2}(1 - \cos A)$ ; 第八十二頁  $A = \text{ヨリ}$

$$= \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{2bc - b^2 - c^2 + a^2}{2bc} = \frac{a^2 - (b^2 - 2bc + c^2)}{4bc}$$

$$\therefore bc \cdot \text{hav. } A = \frac{a^2 - (b-c)^2}{4} = \frac{a + (b-c)}{2} \cdot \frac{a - (b-c)}{2}$$

**C**  $bc \cdot \sin^2 \frac{A}{2} = \frac{1}{2}(a + \overline{b-c}) \cdot \frac{1}{2}(a - \overline{b-c})$  ノ證ヲ求ム。

32 ノ公式ニヨリ  $1 - 2 \sin^2 \frac{A}{2} = \cos A$  ナルヲ以テ

$$1 - 2 \sin^2 \frac{A}{2} = \cos A; \text{ A(P. 82) } \text{ニヨリ } \cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc};$$

$$2bc - 4bc \sin^2 \frac{A}{2} = b^2 + c^2 - a^2; 4bc \sin^2 \frac{A}{2} = 2bc - b^2 - c^2 + a^2$$

$$= a^2 - (b^2 - 2bc + c^2) = a^2 - (b-c)^2 = (a + \overline{b-c}) \cdot (a - \overline{b-c})$$

$$\therefore bc \sin^2 \frac{A}{2} = \frac{1}{2}(a + \overline{b-c}) \cdot \frac{1}{2}(a - \overline{b-c})$$

**D**  $bc \cdot \cos^2 \frac{A}{2} = \frac{1}{2}(b+c+a) \cdot \frac{1}{2}(b+c-a)$  ノ證セヨ。

$\cos 2A = 2 \cos^2 A - 1$  ナルヲ以テ

$$2 \cos^2 A = 1 + \cos 2A$$

$$\cos^2 A = \frac{1}{2}(1 + \cos 2A)$$

$$\begin{aligned} \therefore \cos^2 \frac{A}{2} &= \frac{1}{2}(1 + \cos A) = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \right) \\ &= \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{2bc + b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \right) \end{aligned}$$

$$\therefore bc \cos^2 \frac{A}{2} = \frac{(b+c)^2 - a^2}{4} = \frac{b+c+a}{2} \cdot \frac{b+c-a}{2}$$

**E**  $2bc \cdot \sin A = \sqrt{(a+b-c) \cdot (a-b-c) \cdot (b+c+a) \cdot (b+c-a)}$

ノ證ヲ求ム。

**C** ニヨリ  $bc \cdot \sin^2 \frac{A}{2} = \frac{1}{2}(a + \overline{b-c}) \cdot \frac{1}{2}(a - \overline{b-c})$ ; 又

**D** ニヨリ  $bc \cdot \cos^2 \frac{A}{2} = \frac{1}{2}(b+c+a) \cdot \frac{1}{2}(b+c-a)$ 。

**C** 及 **D** ノ二式ヲ乘ズレバ

$$16b^2c^2 \sin^2 \frac{A}{2} \cdot \cos^2 \frac{A}{2} = (a + \overline{b-c}) \cdot (a - \overline{b-c}) \cdot (b+c+a) \cdot (b+c-a)$$

$$\therefore 4bc \cdot \sin \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{A}{2} = \sqrt{(a + \overline{b-c}) \cdot (a - \overline{b-c}) \cdot (b+c+a) \cdot (b+c-a)}$$

又公式 31 ニヨリ  $\sin 2A = 2 \sin A \cos A$

$$\therefore 2 \sin \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{A}{2} = \sin A$$

$$\therefore 2bc \cdot 2 \sin \frac{A}{2} \cdot \cos \frac{A}{2}$$

$$= \sqrt{(a + \overline{b-c}) \cdot (a - \overline{b-c}) \cdot (b+c+a) \cdot (b+c-a)}$$

$$\therefore 2bc \sin. A$$

$$= \sqrt{(a+b-c)(a-b-c)(b+c+a)(b+c-a)}$$

$$F \quad \frac{a}{b} = \frac{\sin. A}{\sin. B} \text{ノ證ヲ求ム}$$

第三十九圖及第四十圖ノ三角形 ABC = 於テ

$$\sin. A = \frac{CD}{b}; \text{又 } \sin. B = \frac{CD}{a}; \therefore \frac{\sin. A}{\sin. B} = \frac{\frac{CD}{b}}{\frac{CD}{a}} = \frac{a}{b}$$

$$G \quad \frac{a+b}{a-b} = \frac{\tan. \frac{1}{2}(A+B)}{\tan. \frac{1}{2}(A-B)} \text{ノ證ヲ求ム}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{\sin. A}{\sin. B} \text{ノ左右} = 1 \text{ヲ加フレバ}$$

$$\frac{a}{b} + 1 = \frac{\sin. A}{\sin. B} + 1; \therefore \frac{a+b}{b} = \frac{\sin. A + \sin. B}{\sin. B} \dots \dots \dots \alpha$$

又同式ノ左右ヨリ 1 ヲ減ズレバ

$$\frac{a}{b} - 1 = \frac{\sin. A}{\sin. B} - 1; \therefore \frac{a-b}{b} = \frac{\sin. A - \sin. B}{\sin. B} \dots \dots \dots \beta$$

今  $\beta$  ヲ以テ  $\alpha$  ヲ除スレバ

$$\frac{\frac{a+b}{b}}{\frac{a-b}{b}} = \frac{\frac{\sin. A + \sin. B}{\sin. B}}{\frac{\sin. A - \sin. B}{\sin. B}}; \therefore \frac{a+b}{a-b} = \frac{\sin. A + \sin. B}{\sin. A - \sin. B}$$

$$\text{公式 34} = \text{ヨリ } \frac{a+b}{a-b} = \frac{\tan. \frac{1}{2}(A+B)}{\tan. \frac{1}{2}(A-B)}$$

$$H \quad a = \frac{\sqrt{4bc \cdot \text{havers. } A}}{\sin. \theta} \text{ヲ證セヨ. 但シ } \tan. \theta = \frac{\sqrt{4bc \cdot \text{havers. } A}}{b-c}$$

$$\text{公式 39} = \text{ヨリ } 2bc \cos. A = b^2 + c^2 - a^2$$

$$\therefore a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos. A = b^2 + c^2 - 2bc (1 - \text{vers. } A)$$

$$= b^2 - 2bc + c^2 + 2bc \text{ vers. } A$$

$$= (b-c)^2 + 4bc \text{ havers. } A \text{ (但シ } \frac{1}{2} \text{ vers. } A = \text{havers. } A)$$

$$= (b-c)^2 \left\{ 1 + \frac{4bc \text{ havers. } A}{(b-c)^2} \right\}$$

$$\text{然ルニ } \tan. \theta = \frac{\sqrt{4bc \text{ havers. } A}}{b-c}; \therefore \tan.^2 \theta = \frac{4bc \text{ havers. } A}{(b-c)^2}$$

$$\therefore a^2 = (b-c)^2 (1 + \tan.^2 \theta); \text{ 且 } \text{ヨリ } a^2 = (b-c)^2 \sec.^2 \theta = \frac{b-c}{\cos. \theta}$$

$$\text{然ルニ } \tan. \theta = \frac{\sqrt{4bc \text{ havers. } A}}{b-c} \text{ ナルヲ以テ}$$

$$\frac{\sin. \theta}{\cos. \theta} = \frac{\sqrt{4bc \text{ havers. } A}}{b-c}; \therefore \frac{b-c}{\cos. \theta} = \frac{\sqrt{4bc \text{ havers. } A}}{\sin. \theta}$$

$$\therefore a = \frac{\sqrt{4bc \text{ havers. } A}}{\sin. \theta}$$

I 2 area = bc sin. A ヲ證セヨ.

正方形ノ面積ハ其底ニ高サヲ乗ジタルモノナルヲ以テ正方形

ノ面積ハ之レト同一ノ底ト高サトヲ有スル三角形ノ面積ヲニ

ツ相加ヘタルモノニ等シ故ニ第三十九圖及第四十圖ノ三角形

ABC = 於テ

$$2 \text{ area } ABC = AB \cdot CD = c \cdot CD; \text{ 然ルニ } \frac{CD}{b} = \sin. A \text{ ナルヲ以テ}$$

$$CD = b \sin. A; \therefore 2 \text{ area } ABC = bc \sin. A$$

K Area =  $\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$  ノ證如何

公式 E = ヨリ

$$\sin A = \frac{1}{2bc} \sqrt{(a+b-c)(a-b+c)(b+c+a)(b+c-a)}$$

$$= \frac{2}{bc} \sqrt{\frac{a+b-c}{2} \cdot \frac{a+c-b}{2} \cdot \frac{b+c+a}{2} \cdot \frac{b+c-a}{2}}$$

今  $s = \frac{a+b+c}{2}$  トスレバ

$$s-a = \frac{a+b+c}{2} - a = \frac{b+c-a}{2}; s-b = \frac{a+c-b}{2}; s-c = \frac{a+b-c}{2}$$

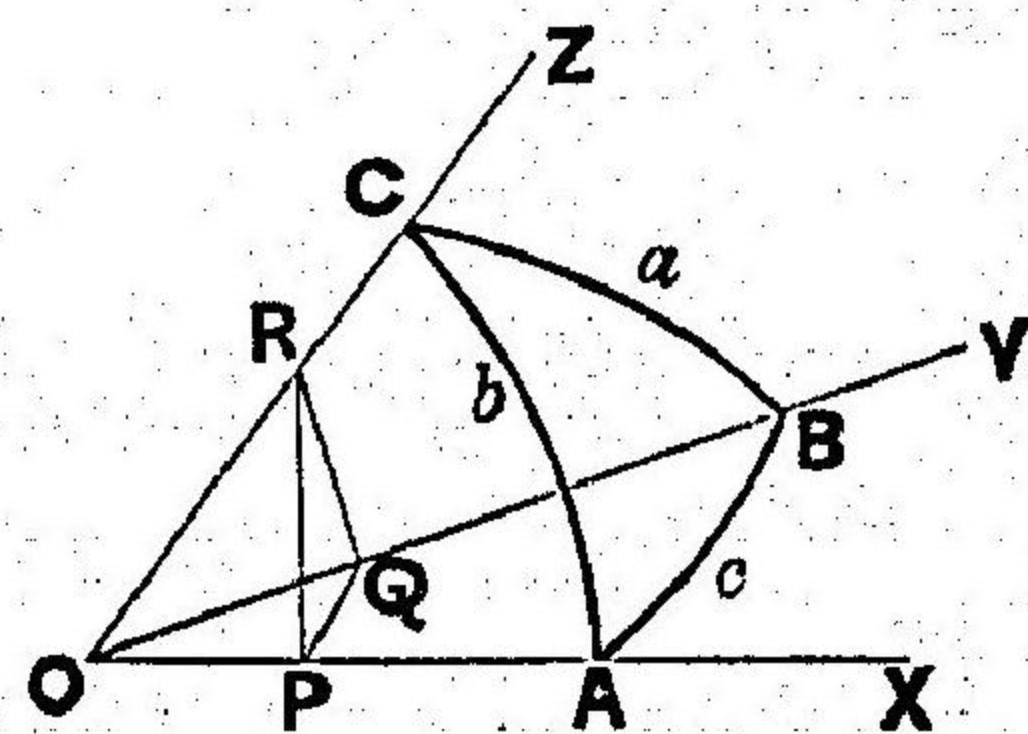
此等ノ値ヲ上ニ得タル式ニ於テ入換ユレバ

$$\sin A = \frac{2}{bc} \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}; \text{然ルニ Iニヨリ}$$

$$\text{Area} = \frac{bc}{2} \sin A; \therefore \text{Area} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

L  $\cos A = \frac{\cos a - \cos b \cos c}{\sin b \sin c}$  ノ證如何

第四十一圖



第四十一圖ニ於テOヲ球ノ中心トシツノ平面内ニ於テOヨリOX, OZノ二直線ヲ引キ又他ノ平面ニ於テOYヲ引クトキハXOY, YOZ及XOZナル三個ノ平面ハOニ於テノ實角ヲ形造ス今ABCヲ球ノ表面トシOヲXOY, YOZ, 及XOZ

ナル三個ノ平面ニテ圍ミタル該球ノ中心トスレバABCナル三角形ノ表面ハ即チ球面三角形ナリ。

A, B, Cナル三角ニ對スル三邊ヲ顯ハス爲メa, b, cヲ以テスルコト平面三角形ニ異ナラズ。

Oニ於ケル實角ハ二直線ガ各自交叉シテ形造スル處ノXOY, YOZ, 及XOZナル三角ト二平面ガ相互ニ傾斜シテナセル三角トノ六部ヨリ成ルモノナリ。

ABCナル球面三角形ノ六部ハ各自Oニ於ケル實角ノ六部ヲ度ルモノナリ即チa, b, cノ三邊ハOニ於ケル平面角ヲ度リ而シテA, B, Cナル球面角ハ各自二平面ノ傾斜交角ト同一ナリ。

今XOZノ平面ニ於テRPトXOYノ平面ニ於テQPトヲ各自OXニ垂直ニ引キ而シテRQヲ接スレバRPQ角ハXOZ, XOYナル二平面ノ傾斜交角ニシテ球面角Aニ等シ又a, b, cナル三邊ハ各自ZOY, ZOZ, 及XOYノ三角ヲ度ルモノナリ。

ORQ及RPQノ平面三角形ニ於テ公式Aニ依リ

$$2 OR \cdot OQ \cdot \cos ROQ \text{ (or } \cos a) = OR^2 + OQ^2 - RQ^2$$

$$2 RP \cdot PQ \cdot \cos RPQ \text{ (or } \cos A) = RP^2 + PQ^2 - RQ^2$$

上式ヲ減ズレバ

$$2OR \cdot OQ \cos a - 2RP \cdot PQ \cdot \cos A = OR^2 + OQ^2 - RP^2 - PQ^2$$

然ルニOPR及OPQハ何レモ皆ナ直角ナルヲ以テ

$OR^2 - RP^2 = OP^2$  ニシテ  $OQ^2 - PQ^2 = OP^2$  ナリ故ニ

$$2 OR \cdot OQ \cdot \cos. a - 2 RP \cdot PQ \cdot \cos. A = 2 OP^2$$

此式ヲ  $2 OR \cdot OQ$  ニテ除スレバ

$$\cos. a - \frac{RP \cdot PQ}{OR \cdot OQ} \cdot \cos. A = \frac{OP \cdot OP}{OR \cdot OQ}$$

即チ  $\cos. a - \sin. b \cdot \sin. c \cdot \cos. A = \cos. b \cdot \cos. c$

$$\therefore \cos. A = \frac{\cos. a - \cos. b \cdot \cos. c}{\sin. b \cdot \sin. c}$$

同理ニヨリ

$$\cos. B = \frac{\cos. b - \cos. a \cdot \cos. c}{\sin. b \cdot \sin. c}; \quad \cos. C = \frac{\cos. c - \cos. a \cdot \cos. b}{\sin. a \cdot \sin. b}$$

注意. 此公式ハ實ニ基礎ノ範式ナルヲ以テ必ズ暗記スベシ.

$$M \quad \frac{\sin. A}{\sin. a} = \frac{\sqrt{1 - \cos.^2 a - \cos.^2 b - \cos.^2 c + 2 \cos. a \cdot \cos. b \cdot \cos. c}}{\sin. a \cdot \sin. b \cdot \sin. c}$$

ヲ證セヨ.

$$\sin.^2 A = 1 - \cos.^2 A = 1 - \left( \frac{\cos. a - \cos. b \cdot \cos. c}{\sin. b \cdot \sin. c} \right)^2$$

$$\sin.^2 A = \frac{\sin.^2 b \cdot \sin.^2 c - (\cos. a - \cos. b \cdot \cos. c)^2}{\sin.^2 b \cdot \sin.^2 c}$$

$$\therefore \sin.^2 b \cdot \sin.^2 c \cdot \sin.^2 A$$

$$= (1 - \cos. b)(1 - \cos.^2 c) - (\cos. a - \cos. b \cdot \cos. c)^2$$

$$= 1 - \cos.^2 a - \cos.^2 b - \cos.^2 c + 2 \cos. a \cdot \cos. b \cdot \cos. c$$

此式ノ兩側トモ  $\sin.^2 a \cdot \sin.^2 b \cdot \sin.^2 c$  ニテ除シ然ル後チ之ヲ平

方ニ開クトキハ

$$\frac{\sin. A}{\sin. a} = \frac{\sqrt{1 - \cos.^2 a - \cos.^2 b - \cos.^2 c + 2 \cos. a \cdot \cos. b \cdot \cos. c}}{\sin. a \cdot \sin. b \cdot \sin. c}$$

此方程式ノ左右ニ於テハ  $a, b, c$  ヲ如何様ニ置換ユルトモ其値

ヲ變ズルコトナシ今  $\theta$  ニテ此右方ヲ表ハストキハ下ノ如シ.

$$\frac{\sin. A}{\sin. a} = \theta; \quad \frac{\sin. B}{\sin. b} = \theta; \quad \frac{\sin. C}{\sin. c} = \theta.$$

N  $\frac{\sin. A}{\sin. B} = \frac{\sin. a}{\sin. b}$  ヲ證スルコト如何.

$$\frac{\sin. A}{\sin. a} = \theta, \quad \text{又} \quad \frac{\sin. B}{\sin. b} = \theta \quad \text{ナルヲ以テ}$$

$$\frac{\sin. A}{\sin. a} = \frac{\sin. B}{\sin. b}; \quad \therefore \frac{\sin. A}{\sin. B} = \frac{\sin. a}{\sin. b}$$

O Havers. A

$$= \operatorname{cosec.} b \operatorname{cosec.} c \sqrt{\operatorname{havers.} (a+b-c) \cdot \operatorname{havers.} (a-b-c)}$$

ヲ證セヨ

$$2 \operatorname{havers.} A = \operatorname{vers.} A = 1 - \cos. A = 1 - \frac{\cos. a - \cos. b \cos. c}{\sin. b \cdot \sin. c}$$

$$= \frac{\sin. b \sin. c - \cos. a + \cos. b \cos. c}{\sin. b \sin. c}$$

$$2 \sin. b \sin. c \operatorname{havers.} A = -\cos. a + \cos. b \cos. c + \sin. b \sin. c$$

$$22 \quad \text{ニヨリ} \quad = -\cos. a + \cos. (b-c)$$

$$= -(\cos. a - \cos. \overline{b-c})$$

$$30 \quad \text{ニヨリ} \quad = 2 \sin. \frac{1}{2} (a + \overline{b-c}) \cdot \sin. \frac{1}{2} (a - \overline{b-c})$$

然ルニ 33 ニヨリ

$$\operatorname{havers.} A = \sin.^2 \frac{A}{2} \quad \text{即チ} \quad \sqrt{\operatorname{havers.} A} = \sin. \frac{A}{2}$$

$$\begin{aligned} \therefore 2 \sin. b \sin. c \text{ havers. } A \\ = \sqrt{\text{havers. } (a+b-c)} \cdot \sqrt{\text{havers. } (a-b-c)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{havers. } A \\ = \text{cosec. } b \text{ cosec. } c \sqrt{\text{havers. } (a+b-c) \cdot \text{havers. } (a-b-c)} \end{aligned}$$

$$\text{Sin. } \frac{A}{2} = \text{cosec. } b \text{ cosec. } c \sin. \frac{1}{2}(a+b-c) \sin. \frac{1}{2}(a-b-c) \quad \text{ヲ證セヨ}$$

セヨ

$$33 \quad \text{ニヨリ } 2 \sin^2 \frac{A}{2} = \text{vers. } A = 1 - \cos. A \quad \text{ナルヲ以テ}$$

$$2 \sin^2 \frac{A}{2} = 1 - \frac{\cos. a - \cos. b \cos. c}{\sin. b \sin. c}$$

$$\begin{aligned} \text{又ハ } 2 \sin. b \sin. c \sin^2 \frac{A}{2} &= \sin. b \sin. c - \cos. a + \cos. b \cos. c \\ &= -\cos. a + \cos. b \cos. c + \sin. b \sin. c \\ &= -\cos. a + \cos. (b-c) \\ &= -(\cos. a - \cos. (b-c)) \end{aligned}$$

$$30 \quad \text{ニヨリ} \quad = -2 \sin. \frac{1}{2}(a+b-c) \sin. \frac{1}{2}(a-b-c)$$

$$\therefore \sin^2 \frac{A}{2} = \text{cosec. } b \cdot \text{cosec. } c \sin. \frac{1}{2}(a+b-c) \sin. \frac{1}{2}(a-b-c)$$

$$P \quad \cos^2 \frac{A}{2} = \text{cosec. } b \cdot \text{cosec. } c \sin. \frac{1}{2}(b+c+a) \sin. \frac{1}{2}(b+c-a)$$

ヲ證セヨ

$$\text{ヨリテ } \text{Cos. }^2 A = 2 \cos^2 A - 1 \quad \text{ナルヲ以テ}$$

$$2 \cos^2 A = 1 + \cos. 2A; \quad \text{又ハ } 2 \cos^2 \frac{A}{2} = 1 + \cos. A$$

$$\therefore 2 \cos^2 \frac{A}{2} = 1 + \frac{\cos. a - \cos. b \cos. c}{\sin. b \sin. c}$$

$$\begin{aligned} 2 \sin. b \sin. c \cos^2 \frac{A}{2} &= \sin. b \sin. c + \cos. a - \cos. b \cos. c \\ &= \sin. b \sin. c - \cos. b \cos. c + \cos. a \\ &= -(\cos. b \cos. c - \sin. b \sin. c) + \cos. a \\ &= -\cos. (b+c) + \cos. a \\ &= -(\cos. (b+c) - \cos. a) \\ &= 2 \sin. \frac{1}{2}(b+c+a) \sin. \frac{1}{2}(b+c-a) \end{aligned}$$

$$\therefore \cos^2 \frac{A}{2} = \text{cosec. } b \cdot \text{cosec. } c \sin. \frac{1}{2}(b+c+a) \sin. \frac{1}{2}(b+c-a)$$

$$Q \quad \text{Vers. } a = \text{vers. } (b-c) + \sin. b \sin. c \text{ vers. } A \quad \text{ヲ證セヨ}$$

$$\text{Vers. } A = 1 - \cos. A = 1 - \frac{\cos. a - \cos. b \cos. c}{\sin. b \sin. c} \quad \text{ナルヲ以テ}$$

$$\text{Sin. } b \sin. c - \cos. a + \cos. b \cos. c = \sin. b \sin. c \text{ vers. } A;$$

$$(\cos. b \cos. c + \sin. b \sin. c) - \cos. a = \sin. b \sin. c \text{ vers. } A;$$

$$\cos. (b-c) - \cos. a = \sin. b \sin. c \text{ vers. } A;$$

$$-\cos. a = -\cos. (b-c) + \sin. b \sin. c \text{ vers. } A.$$

左右へ 1 ヲ加フレバ

$$1 - \cos. a = 1 - \cos. (b-c) + \sin. b \sin. c \text{ vers. } A.$$

$$\therefore \text{vers. } a = \text{vers. } (b-c) + \sin. b \sin. c \text{ vers. } A.$$

$$R \quad \text{Cos. } a = \frac{\cos. A + \cos. B \cos. C}{\sin. B \sin. C} \quad \text{ノ證ハ如何}$$

$$\text{Cos. } A + \cos. B \cos. C$$

$$= \frac{\cos. a - \cos. b \cos. c}{\sin. b \sin. c} + \frac{\cos. b - \cos. a \cos. c}{\sin. a \sin. c} \cdot \frac{\cos. c - \cos. a \cos. b}{\sin. a \sin. b}$$

$$= \frac{\cos. a - \cos. b \cos. c + (\cos. b - \cos. a \cos. c)(\cos. c - \cos. a \cos. b)}{\sin^2 a \sin. b \sin. c}$$

$$\begin{aligned} \therefore \sin^2 A \cdot \sin b \cdot \sin c \cdot (\cos A + \cos B \cdot \cos C) &= \\ \sin^2 a (\cos a - \cos b \cdot \cos c) + (\cos b - \cos a \cdot \cos c) \cdot (\cos c - \cos a \cdot \cos b) &= \\ = (1 - \cos^2 a) \cdot (\cos a - \cos b \cdot \cos c) + \cos b \cdot \cos c - \cos a \cdot \cos^2 b & \\ - \cos a \cdot \cos^2 c + \cos^2 a \cdot \cos b \cdot \cos c & \\ = \cos a - \cos^2 a - \cos a \cdot \cos^2 b - \cos a \cdot \cos^2 c + 2 \cos^2 a \cdot \cos b \cdot \cos c & \\ = \cos a (1 - \cos^2 a - \cos^2 b - \cos^2 c + 2 \cos a \cdot \cos b \cdot \cos c) & \end{aligned}$$

$$\text{然ル} = \frac{\sin B}{\sin b} \cdot \frac{\sin C}{\sin c} = \theta^2 \text{ ナルヲ以テ}$$

$$\frac{\sin B \cdot \sin C}{\sin b \cdot \sin c} = \frac{1 - \cos^2 a - \cos^2 b - \cos^2 c + 2 \cos a \cdot \cos b \cdot \cos c}{\sin^2 a \cdot \sin^2 b \cdot \sin^2 c}$$

$$\begin{aligned} \therefore \sin^2 a \cdot \sin b \cdot \sin c \cdot \sin B \cdot \sin C & \\ = 1 - \cos^2 a - \cos^2 b - \cos^2 c + 2 \cos a \cdot \cos b \cdot \cos c & \end{aligned}$$

此値ヲ上ニ得タル式ニ於テ入換ルトキハ

$$\begin{aligned} \sin^2 a \cdot \sin b \cdot \sin c \cdot (\cos A + \cos B \cdot \cos C) & \\ = \cos a \cdot \sin^2 a \cdot \sin b \cdot \sin c \cdot \sin B \cdot \sin C & \end{aligned}$$

$\sin^2 a \cdot \sin b \cdot \sin c$  ニテ除スレバ

$$\cos A + \cos B \cdot \cos C = \cos a \cdot \sin B \cdot \sin C;$$

$$\therefore \cos a = \frac{\cos A + \cos B \cdot \cos C}{\sin B \cdot \sin C}$$

S  $\cot A \cdot \sin B = \cot a \cdot \sin c - \cos B \cdot \cos c$  ノ證如何

$$\cos A = \frac{\cos a - \cos b \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c} = \frac{\cos a \times 1 - \cos b \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c}$$

$$= \frac{\cos a \cdot (\sin^2 c + \cos^2 c) - \cos b \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c}$$

$$= \frac{\cos a \cdot \sin^2 c}{\sin b \cdot \sin c} + \frac{\cos a \cdot \cos^2 c - \cos b \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c}$$

$$= \frac{\cos a \cdot \sin c}{\sin b} + \frac{\cos a \cdot \cos c - \cos b}{\sin b \cdot \sin c} \cdot \cos c$$

$$= \frac{\cos a \cdot \sin c}{\sin b} - \frac{\cos b - \cos a \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c} \cdot \cos c$$

$$\text{然ル} = \frac{\sin B}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin a} \text{ ナリ今之ヲ上ニ得タル方程式ニ乗ズ}$$

レバ

$$\frac{\cos A \cdot \sin B}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin a} \cdot \frac{\cos a \cdot \sin c}{\sin b} - \frac{\sin b}{\sin a} \cdot \frac{\cos b - \cos a \cdot \cos c}{\sin a \cdot \sin c} \cdot \cos c$$

$$= \frac{\cos a \cdot \sin c}{\sin a} - \frac{\cos b - \cos a \cdot \cos c}{\sin a \cdot \sin c} \cdot \cos c$$

$$\text{又} \frac{\cos A}{\sin A} = \cot A; \frac{\cos a}{\sin a} = \cot a; \frac{\cos b - \cos a \cdot \cos c}{\sin a \cdot \sin c} = \cos B \text{ ナリ}$$

$$\therefore \cot A \cdot \sin B = \cot a \cdot \sin c - \cos B \cdot \cos c$$

$$\text{T} \left\{ \begin{aligned} \tan \frac{1}{2}(A+B) &= \frac{\cos \frac{1}{2}(a-b)}{\cos \frac{1}{2}(a+b)}, \cot \frac{1}{2} C \\ \tan \frac{1}{2}(A-B) &= \frac{\sin \frac{1}{2}(a-b)}{\sin \frac{1}{2}(a+b)}, \cot \frac{1}{2} C \end{aligned} \right\} \text{ヲ證セヨ}$$

$$\cos A = \frac{\cos a - \cos b \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c} = \frac{\cos a \times 1 - \cos b \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c}$$

$$= \frac{\cos a (\sin^2 b + \cos^2 b) - \cos b \cdot \cos c}{\sin b \cdot \sin c}$$

$$\begin{aligned} \therefore \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A &= \cos a \cdot \sin^2 b + \cos a \cdot \cos^2 b - \cos b \cdot \cos c \\ &= \cos a \cdot \sin^2 b - (\cos c - \cos a \cdot \cos b) \cdot \cos b \end{aligned}$$



然ルニ  $\cos. C = \frac{\cos. c - \cos. a \cos. b}{\sin. a \sin. b}$  ナルヲ以テ

$\sin. a \sin. b \cos. C = \cos. c - \cos. a \cos. b$

$\therefore \sin. b \sin. c \cos. A = \cos. a \sin. b - \sin. a \sin. b \cos. C \cos. b$

$\therefore \sin. c \cos. A = \cos. a \sin. b - \sin. a \cos. b \cos. C \dots (a)$

同理ニヨリ

$\sin. c \cos. B = \cos. b \sin. a - \sin. b \cos. a \cos. C \dots (b)$

今 (a) 及 (b) ヲ加フルトキハ

$$\begin{aligned} \sin. c (\cos. A + \cos. B) &= \sin. a \cos. b + \cos. a \sin. b - (\sin. a \cos. b \\ &\quad + \cos. a \sin. b) \times \cos. C \\ &= \sin. (a+b) - \sin. (a+b) \cos. C \\ &= \sin. (a+b) (1 - \cos. C) \end{aligned}$$

33 =ヨリ  $= 2 \sin. (a+b) \sin. \frac{C}{2} \dots (c)$

然ルニ公式 N ニヨリ

$\sin. c \sin. A = \sin. C \sin. a = 2 \sin. a \sin. \frac{C}{2} \cos. \frac{C}{2}$

又  $\sin. c \sin. B = \sin. C \sin. b = 2 \sin. b \sin. \frac{C}{2} \cos. \frac{C}{2}$

上ノ二式ヲ加減スレバ

$\sin. c (\sin. A + \sin. B) = 2 \sin. \frac{C}{2} \cos. \frac{C}{2} (\sin. a + \sin. b) \dots (d)$

$\sin. c (\sin. A - \sin. B) = 2 \sin. \frac{C}{2} \cos. \frac{C}{2} (\sin. a - \sin. b) \dots (e)$

今 (c) ニテ (d) ヲ除スレバ

$$\frac{\sin. c (\sin. A + \sin. B)}{\sin. c (\cos. A + \cos. B)} = \frac{2 \sin. \frac{C}{2} \cos. \frac{C}{2} (\sin. a + \sin. b)}{2 \sin. (a+b) \sin. \frac{C}{2}}$$

$\therefore \frac{\sin. A + \sin. B}{\cos. A + \cos. B} = \cot. \frac{C}{2} \frac{\sin. a + \sin. b}{\sin. (a+b)}$

或ハ

$$\frac{2 \sin. \frac{1}{2}(A+B) \cos. \frac{1}{2}(A-B)}{2 \cos. \frac{1}{2}(A+B) \cos. \frac{1}{2}(A-B)} = \frac{2 \sin. \frac{1}{2}(a+b) \cos. \frac{1}{2}(a-b)}{2 \sin. \frac{1}{2}(a+b) \cos. \frac{1}{2}(a-b)} \cot. \frac{C}{2}$$

$\therefore \tan. \frac{1}{2}(A+B) = \frac{\cos. \frac{1}{2}(a-b)}{\cos. \frac{1}{2}(a+b)} \cot. \frac{C}{2}$

同理ニヨリ (c) ニテ (e) ヲ除スレバ他ノ方程式ノ證ヲ得

$$\left\{ \begin{aligned} \tan. \frac{1}{2}(a+b) &= \frac{\cos. \frac{1}{2}(A-B)}{\cos. \frac{1}{2}(A+B)} \tan. \frac{1}{2}c \\ \tan. \frac{1}{2}(a-b) &= \frac{\sin. \frac{1}{2}(A-B)}{\sin. \frac{1}{2}(A+B)} \tan. \frac{1}{2}c \end{aligned} \right\} \text{ノ證ヲ求ム}$$

$$\begin{aligned} \cos. a &= \frac{\cos. A + \cos. B \cos. C}{\sin. B \sin. C} = \frac{\cos. A \times 1 + \cos. B \cos. C}{\sin. B \sin. C} \\ &= \frac{\cos. A (\sin.^2 B + \cos.^2 B) + \cos. B \cos. C}{\sin. B \sin. C} \end{aligned}$$

$\therefore \sin. B \sin. C \cos. a = \cos. A \sin.^2 B + \cos. A \cos.^2 B + \cos. B \cos. C$   
 $= \cos. A \sin.^2 B + \cos. B (\cos. A \cos. B + \cos. C)$

然ルニ  $\cos. c = \frac{\cos. C + \cos. A \cos. B}{\sin. A \sin. B}$  ナルヲ以テ

$\cos. A \cos. B + \cos. C = \sin. A \sin. B \cos. c$

$$\therefore \sin. B. \sin. C. \cos. a. = \cos. A. \sin. B + \sin. A. \sin. B. \cos. c. \cos. B.$$

$$\therefore \sin. C. \cos. a. = \cos. A. \sin. B + \sin. A. \cos. B. \cos. c.$$

同理ニヨリ

$$\sin. C. \cos. b. = \cos. B. \sin. A + \sin. B. \cos. A. \cos. c$$

此二式ヲ加フレバ

$$\begin{aligned} \sin. C. (\cos. a + \cos. b) &= \sin. (A + B) + \sin. (A + B). \cos. c \\ &= \sin. (A + B). (1 + \cos. c) \end{aligned}$$

$$\text{然ルニ } \cos. 2A = 2 \cos.^2 A - 1$$

$$\text{或ハ } 1 + \cos. A = 2 \cos.^2 \frac{A}{2} \text{ ナルヲ以テ}$$

$$\sin. C. (\cos. a + \cos. b) = 2 \sin. (A + B). \cos.^2 \frac{A}{2} \dots \dots \dots (f)$$

又

$$\sin. a. \sin. C = \sin. A. \sin. c = 2 \sin. A. \sin. \frac{c}{2}. \cos. \frac{c}{2}$$

$$\sin. b. \sin. C = \sin. B. \sin. c = 2 \sin. B. \sin. \frac{c}{2}. \cos. \frac{c}{2}$$

之ヲ加減スレバ

$$\sin. C. (\sin. a + \sin. b) = 2 \sin. \frac{c}{2}. \cos. \frac{c}{2} (\sin. A + \sin. B) \dots (g)$$

$$\sin. C. (\sin. a - \sin. b) = 2 \sin. \frac{c}{2}. \cos. \frac{c}{2} (\sin. A - \sin. B) \dots (h)$$

今 (f) = テ (g) ヲ除スレバ

$$\frac{\sin. C (\sin. a + \sin. b)}{\sin. C (\cos. a + \cos. b)} = \frac{2 \sin. \frac{c}{2}. \cos. \frac{c}{2} (\sin. A + \sin. B)}{2 \sin. (A + B). \cos.^2 \frac{A}{2}}$$

$$\text{又ハ } \frac{\sin. a + \sin. b}{\cos. a + \cos. b} = \tan. \frac{c}{2} \frac{\sin. A + \sin. B}{\sin. (A + B)}$$

$$\begin{aligned} \text{又ハ } \frac{2 \sin. \frac{1}{2}(a+b). \cos. \frac{1}{2}(a-b)}{2 \cos. \frac{1}{2}(a+b). \cos. \frac{1}{2}(a-b)} \\ = \tan. \frac{c}{2} \frac{2 \sin. \frac{1}{2}(A+B). \cos. \frac{1}{2}(A-B)}{2 \sin. \frac{1}{2}(A+B). \cos. \frac{1}{2}(A+B)} \\ \therefore \tan. \frac{1}{2}(a+b) = \tan. \frac{c}{2} \frac{\cos. \frac{1}{2}(A-B)}{\cos. \frac{1}{2}(A+B)} \end{aligned}$$

同理ニヨリ (f) ヲ以テ (h) ヲ除スレバ他ノ證ヲ得ルナリ.

公式 V ノ證ヲ問フ.

第一. 斜邊ノ餘弧ナル  $90^\circ - a$  ヲ中部トスレバ  $90^\circ - B$ , 及  $90^\circ - C$  ハ接部ニシテ  $b$  及  $c$  ハ隔部ナリ然ルトキハ第六十七頁  $2^\circ$  ノ規則ニ依リ

$$\sin. (90^\circ - a) = \cos. b. \cos. c; \therefore \cos. a = \cos. b. \cos. c$$

$$\sin. (90^\circ - a) = \tan. (90^\circ - B). \tan. (90^\circ - C) \therefore \cos. a = \cot. B. \cot. C.$$

$A = 90^\circ$  トスレバ第八十三頁公式 L 及第八十四頁 R ニ依リ尙ホ前ト同一ノ方程式ヲ得ルコト下ノ如シ

$$\cos. A = \frac{\cos. a - \cos. b. \cos. c}{\sin. b. \sin. c} \dots \dots \dots (\alpha)$$

$$\cos. a = \frac{\cos. A + \cos. B. \cos. C}{\sin. B. \sin. C} \dots \dots \dots (\beta)$$

今  $A = 90^\circ$  ナルヲ以テ  $\cos. A = 0$  ナリ故ニ

( $\alpha$ ) = 於テ

$$\cos. a = \cos. b. \cos. c$$

( $\beta$ ) = 於テ

$$\cos. a = \cot. B. \cot. C$$

第二.  $90^\circ - C$  ( $C$ ノ餘角)ヲ中部トスレバ  $90^\circ - a$  及  $b$  ハ接部ニシテ  $90^\circ - B$  及  $c$  ハ隔部ナリ然ルトキハ第六十六頁 1°ノ規則ニヨリ

$$\text{Sin. } (90^\circ - C) = \tan. (90^\circ - a). \tan. b \text{ 即チ } \text{Cos. } C = \cot. a. \tan. b$$

$$\text{Sin. } (90^\circ - C) = \cos. (90^\circ - B). \cos. c \text{ 即チ } \text{Cos. } C = \sin. B. \cos. c.$$

第八十四頁公式 **R** 及 **S** ニヨリ尙ホ前ト同一ノ結果ヲ得ルコト下ノ如シ.

$$\text{Cos. } c = \frac{\text{cos. } C + \text{cos. } A. \text{cos. } B}{\text{sin. } A. \text{sin. } B}$$

$$\text{Cot. } A. \text{sin. } C = \cot. a. \text{sin. } b - \text{cos. } C. \text{cos. } b.$$

$A = 90^\circ$  トスレバ  $\text{cos. } A = 0$ ;  $\text{sin. } A = 1$  ニシテ  $\text{cot. } A = 0$  ナリ

此等ノ値ヲ入換ルトキハ

$$\text{Cos. } C = \cot. a. \tan. b; \text{ 又 } \text{Cos. } C = \sin. B. \cos. c$$

$90^\circ - B$  ヲ中部トナス場合ニ於テモ同法ニ依リテ公式ヲ證スルヲ得ベシ.

第三.  $b$  邊ヲ中部トスレバ  $90^\circ - C$  及  $c$  ハ接部トナリ.  $90^\circ - a$  及  $90^\circ - B$  ハ隔部トナル故ニ第六十六頁 1°ノ規則ニ依リ

$$\text{Sin. } b = \tan. (90^\circ - C). \tan. c \text{ 即チ } \text{Sin. } b = \cot. C. \tan. c;$$

$$\text{又 } \text{Sin. } b = \cos. (90^\circ - a). \cos. (90^\circ - B) \text{ 即チ } \text{Sin. } b = \sin. a. \text{sin. } B.$$

$A = 90^\circ$  トスレバ公式 **N** 及 **S** ニ依リテ同一ノ證ヲ得ベシ.

$$\text{N} \text{ ニヨリ } \frac{\text{Sin. } A}{\text{Sin. } B} = \frac{\text{sin. } a}{\text{sin. } b}$$

$$\text{S} \text{ ニヨリ } \text{Cot. } C. \text{sin. } A = \cot. c. \text{sin. } b - \text{cos. } A. \text{cos. } b.$$

$$\text{故ニ } \text{Sin. } b = \sin. a. \text{sin. } B \text{ 及 } \text{Sin. } b = \cot. C. \tan. c$$

$c$  邊ヲ中部トナス場合ニ於テモ上ト同法ニ依リテ同一ノ證ヲ得ベシ.

公式 **W** ノ證ヲ問フ.

第一.  $90^\circ - A$  ヲ中部トスレバ  $90^\circ - c$  及  $90^\circ - b$  ハ接部ニシテ  $B$  及  $C$  ハ隔部ナリ.

規則ニヨリ

$$\begin{aligned} \text{Sin. } (90^\circ - A) &= -\tan. (90^\circ - b). \tan. (90^\circ - c) = -\cot. b. \cot. c \\ &= -\cos. B. \cos. C \text{ 即チ} \end{aligned}$$

$$\text{Cos. } A = -\cot. b. \cot. c = -\cos. B. \cos. C. \text{ [W (1)ノ證]}$$

**L** 及 **R** ニヨリ證スルコト下ノ如シ.

$$\text{Cos. } A = \frac{\text{cos. } a - \text{cos. } b. \text{cos. } c}{\text{sin. } b. \text{sin. } c}$$

$$\text{Cos. } a = \frac{\text{cos. } A + \text{cos. } B. \text{cos. } C}{\text{sin. } B. \text{sin. } C}$$

今  $a = 90^\circ$  トスレバ  $\text{cos. } a = 0$  ナルヲ以テ之ヲ上ノ式ニ於テ入換ユルトキハ下ノ如シ即チ

$$\text{第一ノ方程式ニ於テハ } \text{Cos. } A = -\cot. b. \cot. c$$

$$\text{第二ノ方程式ニ於テハ } \text{Cos. } A = -\cos. B. \cos. C$$

第二.  $90^\circ - b$  ヲ中部トスレバ  $90^\circ - A$  及  $C$  ハ接部ニシテ  $90^\circ - c$  及  $B$  ハ隔部ナリ.

規則 = ヨリ  $\text{Sin.}(90^\circ - b) = -\text{tan.}(90^\circ - A) \cdot \text{tan. } C$ ;

即チ  $\text{Cos. } b = -\text{cot. } A \cdot \text{tan. } C$ .

又  $\text{Sin.}(90^\circ - b) = \text{cos.}(90^\circ - c)$ ,  $\text{cos. } B$  即チ  $\text{Cos. } b = \text{sin. } c \cdot \text{cos. } B$ .

L 及 S ノ公式ヲ用ユルモ尙ホ上ト同一ノ證ヲ得ルコト下ノ如シ.

$$\text{Cos. } B = \frac{\text{cos. } b - \text{cos. } a \cdot \text{cos. } c}{\text{sin. } a \cdot \text{sin. } c} \dots \dots \dots \text{L}$$

$$\text{Cot. } A \cdot \text{sin. } C = \text{cot. } a \cdot \text{sin. } b - \text{cos. } C \cdot \text{cos. } b \dots \dots \dots \text{S}$$

今  $a = 90^\circ$  ナルヲ以テ  $\text{cos. } a = 0$ ,  $\text{sin. } a = 1$ ;  $\text{cot. } a = 0$  ナリ.

此等ノ値ヲ上ノ L 及 S ニ於テ入換ルトキハ

第一ノ方程式ニ於テハ  $\text{Cos. } b = \text{sin. } c \cdot \text{cos. } B$

第二ノ方程式ニ於テハ  $\text{Cos. } b = -\text{cot. } A \cdot \text{tan. } C$

第三. B ヲ中部トスレバ  $90^\circ - c$  及 C ハ接部ニシテ  $90^\circ - A$  及  $90^\circ - b$  ハ隔部ナリ.

規則 = ヨリ  $\text{Sin. } B = \text{tan. } C \cdot \text{tan.}(90^\circ - c) = \text{tan. } C \cdot \text{cot. } c$

$$\text{Sin. } B = \text{cos.}(90^\circ - A) \cdot \text{cos.}(90^\circ - b) = \text{sin. } A \cdot \text{sin. } b$$

N 及 S ノ公式ヲ用フルモ尙ホ同一ノ證ヲ得ルコト下ノ如シ.

$$\text{Sin. } A \cdot \text{sin. } b = \text{sin. } a \cdot \text{sin. } B \dots \dots \dots \text{N}$$

今  $\text{Sin. } a = 1$  ナリ故ニ  $\text{sin. } B = \text{sin. } A \cdot \text{sin. } b$  ナリ.

$$\text{Cot. } C \cdot \text{sin. } B = \text{cot. } c \cdot \text{sin. } a - \text{cos. } B \cdot \text{cos. } a \dots \dots \dots \text{S}$$

今  $\text{sin. } a = 1$ ;  $\text{cos. } a = 0$  ナリ故ニ  $\text{sin. } B = \frac{\text{cot. } c}{\text{cot. } C} = \text{tan. } C \cdot \text{cot. } c$

下ノ規則ヲ暗記シ置クトキハ直角及象限球面三角形ニ關スル Napier 氏式ノ活用ニ便ナリ.

中部 = middle part.

接部 = adjacent part.

隔部 = opposite part.

### 規則第一

$$\text{Sin. mid.} = \text{tan. ad.}$$

### 規則第二

$$\text{Sin. mid.} = \text{cos. op.}$$

此規則ニ於テ二個ノ  $i$ , 二個ノ  $a$ , 及二個ノ  $o$  ハ必ず常ニ二個宛双體ヲナスモノナリ即チ  $\text{tan.}$  ノ  $a$  ト  $\text{adjacent}$  ノ  $a$  又ハ  $\text{cos.}$  ノ  $o$  ト  $\text{opposite}$  ノ  $o$  ト相寄リテ双體トナルガ如シ.



$$\begin{array}{r}
 60 \ ) 971.8 ( 16^\circ \\
 \underline{60} \\
 371 \\
 \underline{360} \\
 11' \\
 \underline{.8} \\
 60 \\
 \underline{48.0} \\
 16^\circ 11' 48''
 \end{array}$$

例 3.

1917 哩ハ如何.

$$\begin{array}{r}
 60 \ ) 1917 ( 31^\circ \\
 \underline{180} \\
 117 \\
 \underline{60} \\
 57' \\
 \underline{31^\circ 57' 0''}
 \end{array}$$

37. 起程、着達、兩地ノ緯度ヲ知テ變緯ヲ求ムルコト.

規 則

- 1.° 兩地ノ緯度同名ナルトキハ小ナル緯度ヲ大ナルモノヨリ相減シ其差ノ度数ニ 60 ヲ乘ジテ分ノ數ニ改メ之ヲ眞變緯トス.
- 2.° 兩地ノ緯度異名ナラバ之ヲ相加ヘ其和ヲ分ノ數ニ改メ眞變緯トス.
- 3.° 着達緯度、起程地ノ北ニ在レバ變緯ノ分數ノ右ニ N. ノ符

ヲ配シ着達緯度、起程緯度ノ南ナラバ變緯ニ S ノ符ヲ配スベシ.

例 1.

北緯 55°1' ノ地ヨリ北緯 57°58' ニ至ラントス眞變緯如何.

$$\begin{array}{r}
 \text{Lat. from ... .. } 55^\circ 1' \text{ N.} \\
 \text{Lat. in ... .. } 57^\circ 58' \text{ N.} \\
 \hline
 2\ 57 \\
 60 \\
 \hline
 120 \\
 57 \\
 \hline
 \end{array}$$

D. lat ... .. 177' N.

着達地ハ起程地ヨリ北ニ在リ故ニ N. ト符ス.

例 2.

一船アリ北緯 32°40' ヨリ北緯 20°47' ニ至ラントス變緯如何

$$\begin{array}{r}
 \text{Lat. from ... .. } 32^\circ 40' \text{ N.} \\
 \text{Lat. to ... .. } 20^\circ 47' \text{ N.} \\
 \hline
 11\ 53 \\
 60 \\
 \hline
 \end{array}$$

D. lat ... .. 713' S.

着達地ハ起程地ヨリ南ニ在リ故ニ S. ト符ス

例 3.

北緯 4°15' ノ臺灣岬ヨリ南緯 15°55' ノ St. Helena ニ至ラントス眞變緯如何.

$$\begin{array}{r}
 \text{Lat. C. Taiwan ... .. } 4^\circ 15' \text{ N.} \\
 \text{Lat. St. Helena ... .. } 15^\circ 55' \text{ S.} \\
 \hline
 20\ 10 \\
 60 \\
 \hline
 \end{array}$$

D. lat... .. 1210' S.

着達地、起程地ノ南ニ在ルガ故ニ S. 符ヲ配ス.

例 4.

南緯 29°53' 是在ル Port Natal ヲ發シテ北緯 20°8' 是在ル Akyab ニ着セリ其時ノ眞變緯ヲ求ム.

Lat. Port Natal	...	29°53' S.
Lat. Akyab	...	20 8 N.
		50 1 N.
		60
D. lat	...	3001' N.

着達地ハ起程地ノ北ニ在ルガ故ニ N: 符ヲ配ス.

例 5.

一船アリ南緯 50° ヨリ南緯 45°29' ニ達セリ變緯ヲ求ム.

Lat. from	...	50° 0' S.
Lat. in	...	45 29 S.
		4 31 N.
		60
D. lat	...	271' N.

南半球ニ在リテ高緯度ヨリ低緯度ニ至ルニハ赤道ノ方即チ北ニ向テ進航セザルベカラズ故ニ N. 符ヲ配ス

例 6.

一船アリ A ナル北緯 10° ノ地ヲ發シテ緯度 0° 是在ル B ナル地ニ到レリ然ルトキハ其眞變緯幾分ナルカ.

Lat. from	...	10° N.
Lat. in	...	0 N.
		10 S.
		60
D. lat	...	600' S.

北緯 0° ハ赤道上ナルヲ以テ北緯 10° ノ地ヨリ赤道ニ向フテ進航セハ船ハ南方ヘ航セザルベカラズ故ニ S ト符ス.

問題

下ノ問題ニ於テ A ヨリ B ニ至ル眞變緯ヲ求ム.

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. Lat. A 51°26' N. | 2. Lat. A 5°28' S.  |
| B 42 54 N.          | B 14 43 N.          |
| 3. Lat. A 27 16 N.  | 4. Lat. A 47 25 N.  |
| B 39 41 N.          | B 37 43 N.          |
| 5. Lat. A 18 25 S.  | 6. Lat. A 35 19 S.  |
| B 36 17 S.          | B 18 45 S.          |
| 7. Lat. A 12 27 N.  | 8. Lat. A 3 19 S.   |
| B 5 16 S.           | B 22 47 N.          |
| 9. Lat. A 55 0 N.   | 10. Lat. A 50 38 N. |
| B 58 23 N.          | B 42 48 N.          |
| 11. Lat. A 58 24 S. | 12. Lat. A 3 42 S.  |
| B 63 17 S.          | B 1 48 N.           |
| 13. Lat. A 13 15 S. | 14. Lat. A 0 0      |
| B 0 0               | B 2 37 S.           |
| 15. Lat. A 10 10 N. | 16. Lat. A 49 52 S. |
| B 0 0               | B 42 13 S.          |
| 17. Lat. A 0 17 S.  | 18. Lat. A 0 20 N.  |
| B 1 17 N.           | B 2 1 S.            |

答

眞變緯

1. 512' S. 2. 1211' N. 3. 745' N. 4. 582' S.

- 5. 1072' S.   6. 994' N.   7. 1063' S.   8. 1566' N.
- 9. 203' N.   10. 470' S.   11. 293' S.   12. 330' N.
- 13. 795' N.   14. 157' S.   15. 610' S.   16. 459' N.
- 17. 94' N.   18. 141' S.

38. 着達及起程兩地ノ緯度ヲ知テ其漸長變緯ヲ求ムルコト、  
 漸長緯度表 Table XLII. P.100 ヨリ兩地ノ眞緯度ニ對スル  
 漸長緯度ノ分數ヲ取り緯度同名ノトキハ其差、異名ナラバ其  
 和ヲ取り以テ漸長變緯トス。

例 1.

Lat. A 49°10' N., Lat. B 27°40' N. ナラバ其漸長變緯  
 ハ如何.

Lat. A	49°10' N.	...	M. P.	3397.35
B	27 40 N.	...	M. P.	1728.54
			M. D. Lat.	<u>1668.81</u>

例 2.

南緯 57°49' ヲ發シテ南緯 42°49' ニ至ル間ノ漸長變緯ヲ求ム.

Lat. from	57°49' S.	...	M. P.	4273.59
Lat. in	42 49 S.	...	M. P.	2848.08
			M. D. Lat.	<u>1425.51</u>

例 3.

Lat. from 29°53' S., Lat. in 20°8' N. ナラバ如何.

Lat. from	29°53' S.	...	M. P.	1880.30
Lat. in	20 8 N.	...	M. P.	1233.66
			M. D. Lat.	<u>3113.96</u>

例 4.

北緯 47°53' ヨリ南緯 29°39' ニ至ル間ノ漸長變緯ヲ求ム.

Lat. from	47°53' N.	...	M. P.	3281.08
Lat. in	29 39 S.	...	M. P.	1864.17
			M. D. Lat.	<u>5145.25</u>

問 題

下ノ問題ニ於テ漸長變緯ヲ求ム.

1. Lat. from 34°40' N.    Lat. in 33°20' N.
2. Lat. from 24 12 S.    Lat. in 15°18 N.
3. Lat. from 49 10 S.    Lat. in 52 47 S.
4. Lat. from 15 44 N.    Lat. in 4 20 S.
5. Lat. from 60 20 S.    Lat. in 67 10 S.
6. Lat. from 0 0        Lat. in 4 20 N.

答

漸 長 變 緯

- |           |           |          |
|-----------|-----------|----------|
| 1. 96.5   | 2. 2426.3 | 3. 344.9 |
| 4. 1216.3 | 5. 932.1  | 6. 260.2 |

以上ノ答案ニ於テ小數點以下ハ總テ五捨六入シテ小數點以下  
 一位ノミニ止ムベシ.

39. 起程緯度及眞變緯ヲ知テ着達緯度ヲ求ムルコト.

1.° 起程緯度及眞變緯同名ナルトキハ變緯ヲ度分秒ニ改メ(必  
 要ナラバ)之ヲ起程緯度ニ相加ヘ其和ヲ起程緯度ト同名ノ着  
 達緯度トス.



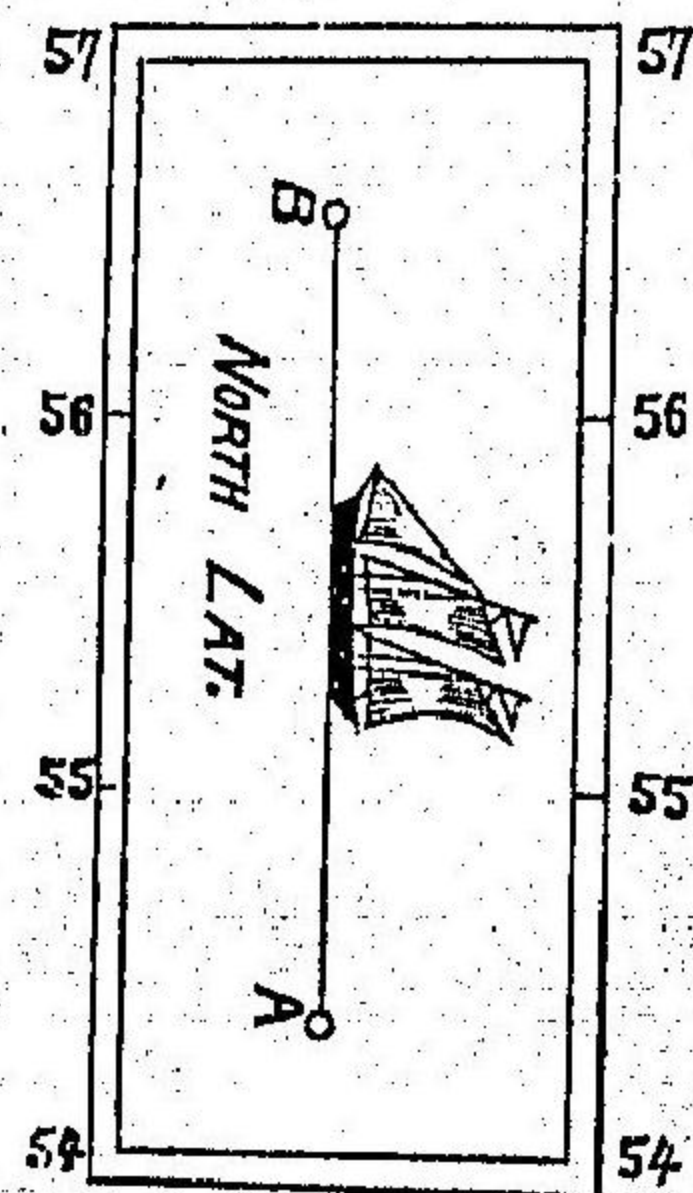
2.° 起程緯度及眞變緯異名ナルトキハ眞變緯ノ分數ヲ度分秒ニ改メ(必要ナラバ)タル後チ之ヲ起程緯度ノ下ニ記シ大ナル數ヨリ小ナルモノヲ相減シ其差ヲ大ナル方ト同名ノ着達緯度トス.

注意 船舶ガ赤道ヨリ遠ザカレバ緯度ハ増大シ之ニ反シテ赤道ニ近ツクトキハ減少ス故ニ前者ノ場合ニ於テハ起程緯度ニ變緯ヲ相加ヘ後者ニ於テハ相減ズルコトヲ記憶シ置クベシ.

例 1.

一船アリ北緯 54°20' ノ地ヲ發シテ變緯 135 哩トナルマデ眞北ニ向ヒテ航走セリ. 着達緯度ヲ求ム.

第四十二圖



D. lat.	Lat. from ... ..	54°20' N.	} 同名
60) 135	D. Lat. ... ..	2 15 N.	
	2°15' Lat. in ... ..	56 35 N.	和

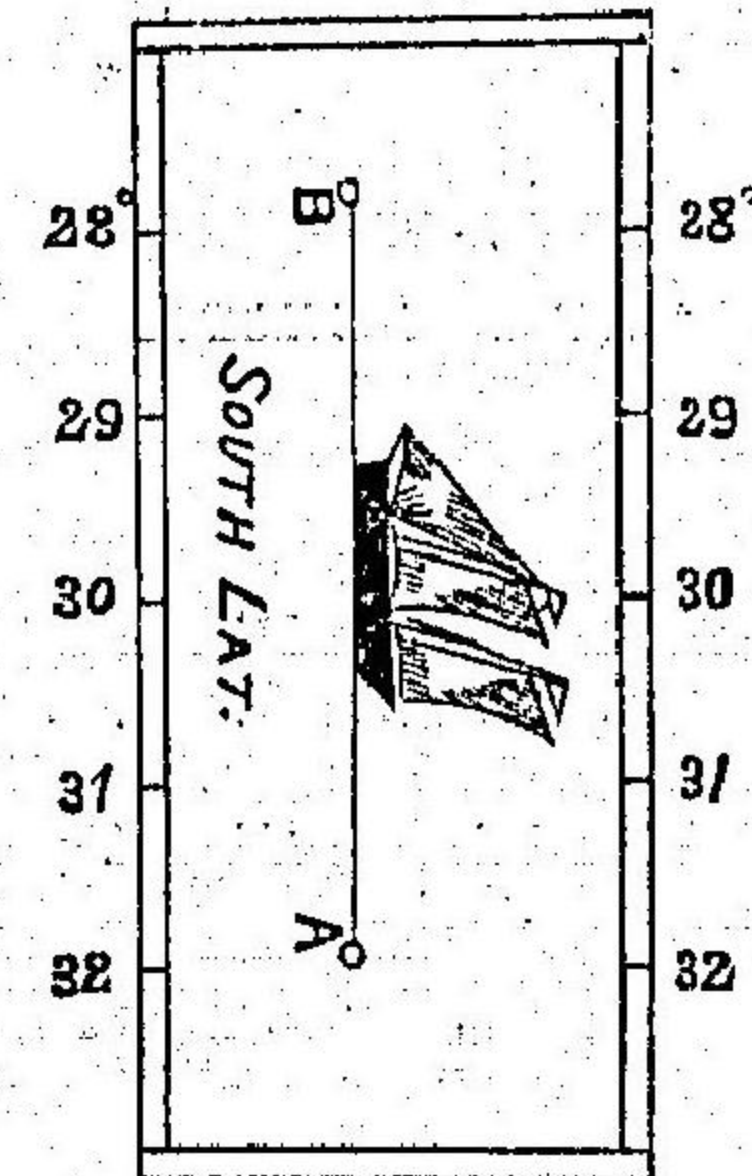
此例題ニ於テ船ハ北緯ノ地ヨリ尙ホ北ニ進ムコト 2°15' ナル

ヲ以テ赤道ヨリ遠ザカリタルナリ故ニ着達緯度ハ起程緯度ニ變緯ヲ相加ヘタルモノトス. (第四十二圖ヲ見ヨ)

例 2.

一船アリ南緯 31°50' ノ地ヨリ其變緯 234 哩トナル迄北ニ向ヒテ航走セリ其着達緯度ヲ求ム.

第四十三圖



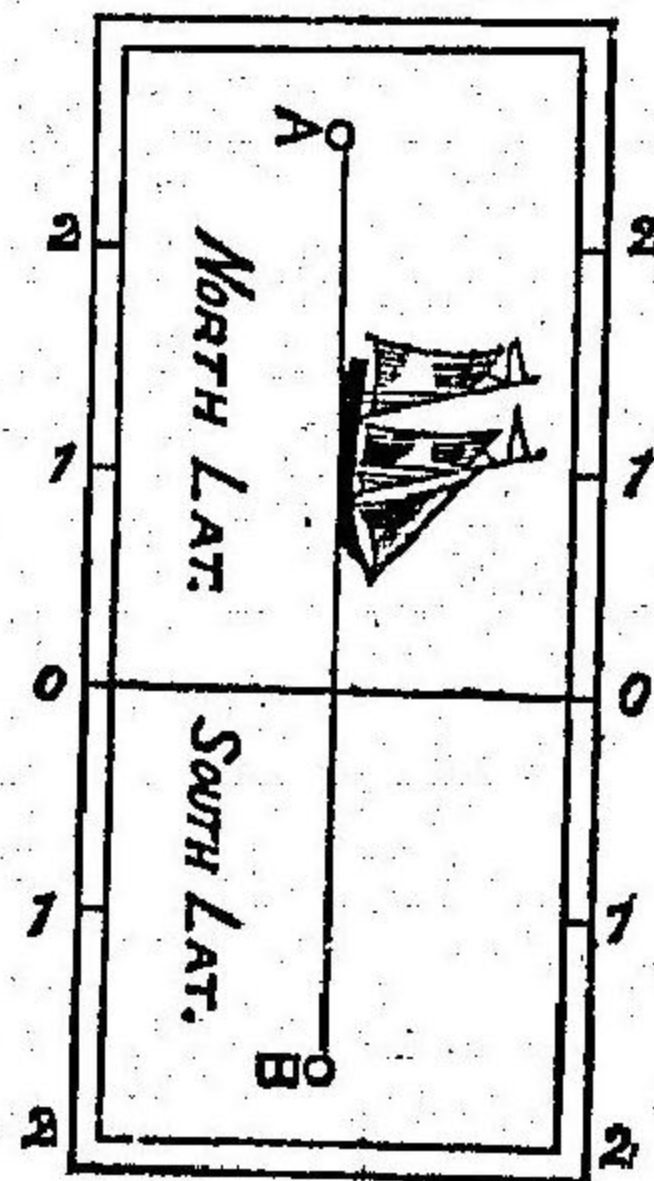
D. lat.	Lat. from ... ..	31°50' S.	} 異名
60) 234	D. lat. ... ..	3 54 N.	
	3°54' Lat. in ... ..	27 56 S.	差

此例題ニ於テ船ハ南緯ヨリ北ニ向ヒテ進行シ 3°54' ノ變緯ヲナセリ故ニ船ハ赤道ニ近キタルナリ(第四十三圖ヲ見ヨ)

例 3.

北緯 2°25' ノ地ヨリ南ニ向ヒテ進ミ 250 哩ノ變緯ヲナセリ然ルトキハ船ノ着達緯度如何.

第四十四圖



D. lat.	Lat. from ... ..	2°25' N.	} 異名差
60) 250	D. lat. ... ..	4 10 S.	
	4°10' Lat. in ... ..	1 45 S.	

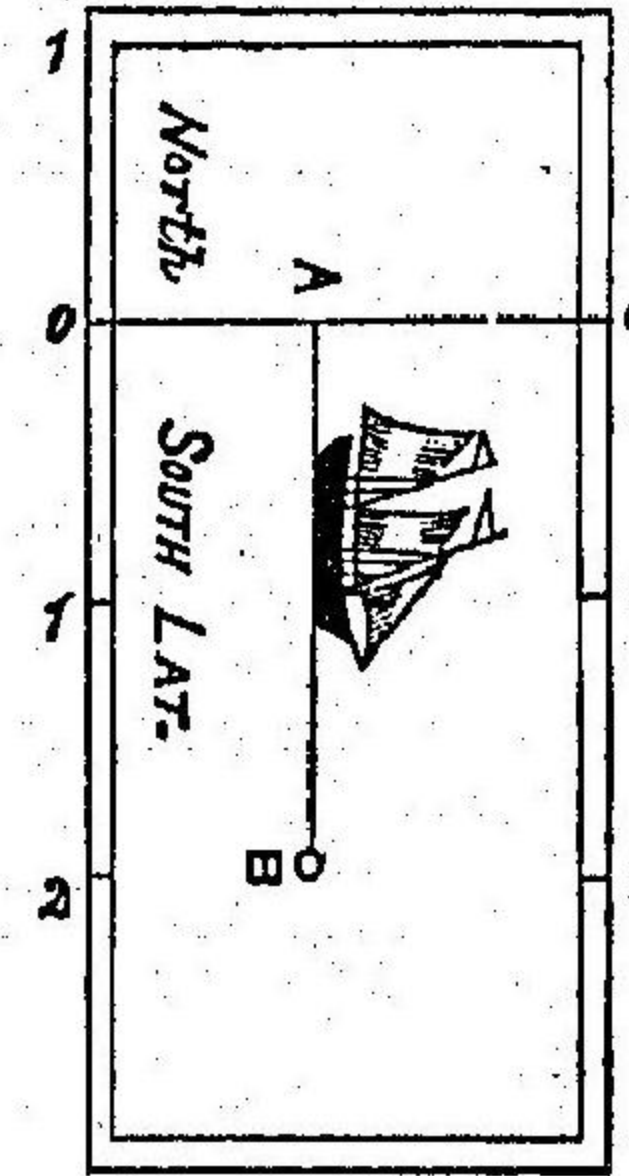
此例題ニ於テ變緯ノ 4°10' S. ハ起程緯度 2°25' N. ヨリ大ナルガ故ニ船ハ赤道ヲ航過シテ南緯ニ入りタルコト明カナリ。(第四十四圖ヲ見ヨ)

例 4.

一船アリ赤道上ノ某地ヲ發シテ南航スルコト 120 哩ナラバ着達緯度ハ如何.

D. lat.	Lat. from ... ..	0° 0'
60) 120	D. lat. ... ..	2 0 S.
	2°0' Lat. in ... ..	2 0 S.

第四十五圖



此例題ニ於テ船ハ赤道ヲ發シテ變緯ヲナスコト南へ 2° ナルヲ以テ其着達セシ緯度ハ變緯ト同數同名ナリ。(第四十五圖ヲ見ヨ)

問

下ノ問題ニ於テ着達緯度ヲ求ム.

1. Lat. from 31°10' N. D. lat. 172' N.
2. Lat. from 29 38 N. D. lat. 104 S.
3. Lat. from 2 56 S. D. lat. 357 N.
4. Lat. from 0 0 D. lat. 168 S.
5. Lat. from 0 8 N. D. lat. 182 S.
6. Lat. from 3 58 N. D. lat. 238 S.
7. Lat. from 4 48 S. D. lat. 288 N.
8. Lat. from 35 25 S. D. lat. 229 S.

答

- 1. 34° 2' N.      2. 27°54' N.      3. 3° 1' N.
- 4. 2°48' S.      5. 2°54' S.      6. 赤道上
- 7. 赤道上      8. 39°14' S.

40. 起程及着達緯度ヲ知テ中分緯度ヲ求ムルコト.

兩地ノ緯度同名ナルトキハ相加ヘ其半和ヲ平均中分緯度 Mean Middle Latitude トス抑モ平均中分緯度ハ真中分緯度 True Middle Latitude ヨリ常ニ聊カ低キニ失スルモノナリ. 故ニ真中分緯度ト平均中分緯度トノ差ヲ算シテ表ニ編シ之ヲ平均中分緯度改正表 (最新航海表 T. II. P. 2) ト云フ此表ニ依リ改正率ヲ求メ常ニ之ヲ平均中分緯度ニ加ヘテ真中分緯度トス若シ平均中分緯度 15° 未滿ナルカ又ハ兩地間ノ真變緯 True Diff. Lat. 2° 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 15° ヲ超過シ變緯 2° 乃至 3° ナルトキハ改正率トシテ常ニ 0°1' ヲ加フベシ.

兩地ノ緯度異名ナルトキハ上ノ如ク簡易ニ真中分緯度ヲ求ムルノ法ナキヲ以テ斯ル場合ニ於テ航海術ノ普通ノ問題ヲ解クガ爲メニハ決シテ中分緯度ヲ使用セズ.

例 1.

起程地ハ北緯 50°25' ニシテ着達地ハ北緯 47°12' ナルトキ其真中分緯度ヲ求ム.

Lat. from... 50°25' 0' N. ... .. 50°25' N.  
 Lat. in ..... 47 12 0 N. ... .. 47 12 N.  
 2) 97 37 0 Sum. D. lat. 3 13  
 Mean mid. lat. 48 48 30 ½ Sum.  
 Cor. from Table } 2 0  
 X. p. 2.                    48 50 30

例 2.

起程地南緯 6°28' 着達地南緯 14°50' ナラバ如何.

Lat. from 6°28' S. ... .. 6°28' S.  
 Lat. in 14 50 S. ... .. 14 50 S.  
 2) 21 18 ... D. lat. 8 22  
 T. Mid. lat. 10 39

變緯ハ 3° 以上ナレドモ平均中分緯度ハ 10°39' ニシテ 15° 未滿ナルヲ以テ Table II. P. 2. ノ改正率ヲ用フル必要ナシ.

例 3.

起程地北緯 29°10' 着達地北緯 31°10' ナラバ如何.

Lat. from 29°10' N. ... .. 29°10' N.  
 Lat. in 31 10 N. ... .. 31 10 N.  
 2) 60 20 ... .. D. lat. 2 0  
 Mean Mid. Lat. 30 10  
                                  1 +  
 T. Mid. lat. 30 11

變緯ハ 2° 乃至 3° ノ範圍ニ在ルヲ以テ平均中分緯度ニ 0° 1' ノ改正率ヲ加フベシ.

例 4.

起程地南緯 16°30' 着達地南緯 17°58' ナラバ如何.

Lat. from	16°30' S.	... ..	16°30' S.
Lat. in	17 58 S.	... ..	17 58 S.
	2) 34 28		D. lat. 1 28
T. Mid. lat.	17 14		

平均中分緯度ハ15°ヲ超過スルモ變緯ハ2°未滿ナルガ故ニ平均中分緯度ハ改正ヲナサズシテ直ニ之ヲ以テ真中分緯度トス。

問題

下ニ示ス各問題ニ於テ真中分緯度ヲ求ム。

1. Lat. A 63°53' S. Lat. B 59°10' S.
2. Lat. A 56 10 N. Lat. B 50 15 N.
3. Lat. A 67 20 S. Lat. B 61 42 S.
4. Lat. A 16 10 S. D. lat. ... 138' S.
5. Lat. A 1 40 S. D. lat. ... 61' S.
6. Lat. A 36 22 N. D. lat. ... 90 S.

答

真中分緯度

1. 61°35'30"    2. 53°18'30"    3. 64°38'0"
4. 17 20 0    5. 1 20 30    6. 35 37 0

41. 起程及着達兩地ノ經度ヲ知テ變經ヲ求ムルコト。

1.° 同名ノ經度ナルトキハ其差ヲ取り之ヲ分ノ數ニ改メ以テ變經トシ且ツ着達地ガ起程地ヨリ東又ハ西ナルカヲ見テ分數ノ右ニ E. 或ハ W. ノ符ヲ配スベシ。

2.° 兩地ノ經度異名ナルトキハ其和ヲ取り其和若シ 180° 未滿ナラバ直チニ其和ヲ以テ變經トナシ其右ニ E. 或ハ W. ノ符ヲ配スルコト(1°)ノ規則ノ如シ然レドモ其和 180° ヲ超過スルトキハ之ヲ 360° ヨリ相減シタル差ヲ分ノ數ニ改メ之ヲ變經トナシ(1°)ノ規則ニ依リテ得タル變經ノ符ト反對ノモノヲ配スベシ。

例 1.

船アリ西經 5°12' ノ地ヨリ西經 90° ノ一港ニ到ラントスルトキハ其變經如何。

Long. from	... ..	5°12' W.
Long. in	... ..	90 0 W.
		84 48 W.
		60
Diff. long.	... ..	5088 W.

小ナル西經ノ地ヨリ大ナル西經ノ地ニ至ラントスルトキ船ハ起程地ノ西ニ航走スルガ故ニ變經ノ右ニ W. ヲ配ス。

例 2.

起程地西經 89°42' ニシテ着達地西經 79°42' ナルトキハ其變經何分ナルカ。

Long. from	... ..	89°42' W.
Long. in	... ..	79 42 W.
		10 0 E.
		60
Diff. long.	... ..	600 E.

起程地ノ經度ハ着達地ノモノヨリ大ナルヲ以テ船ハ東ニ向ヒテ進航ス故ニ變經ノ右ニ E. ト符ス.

例 3.

東經 3°48' ニ在ル Cape Bajoli ヨリ東經 5°51' ニ在ル Cape Sicie ニ至ラントスル船ハ若干ノ變經ヲナスカ.

Long. from ... ..	3°48' E.
Long. in ... ..	5 51' E.
	<u>2 3 E.</u>
	60
Diff. long. ... ..	<u>123 E.</u>

例 4.

東經 165° ノ地ヨリ東經 72°12' ノ地ニ至ラントスル船ハ若干ノ變經ヲナスベキカ.

Long. from ... ..	165° 0' E.
Long. in ... ..	72 12' E.
	<u>92 48' W.</u>
	60
Diff. long. ... ..	<u>5568 W.</u>

此例ニ於テ船ハ大ナル東經ヨリ小ナル東經ニ進ムヲ以テ着達地ハ起程地ノ西ニ方ルガ故ニ變經ニ W. ト符ス.

例 5.

起程地ハ東經 12°20' ニシテ着達地ハ西經 2°45' ナルコトヲ知レリ變經ヲ求ム.

Long. from ... ..	12°20' E.
Long. in ... ..	2 45' W.
	<u>15 5 W.</u>
	60
Diff. long. ... ..	<u>905 W.</u>

茲ニ船ハ東經ヨリ西經ニ向ヒテ航過セントスルガ故ニ變經ハ西ナリ.

例 6.

西經 1°25' ニ在ル Tynemouth ヨリ東經 7°12' ニ至ラントスルニハ其變經如何.

Long. from ... ..	1°25' W.
Long. in ... ..	7 12' E.
	<u>8 37' E.</u>
	60
Diff. long. ... ..	<u>517 E.</u>

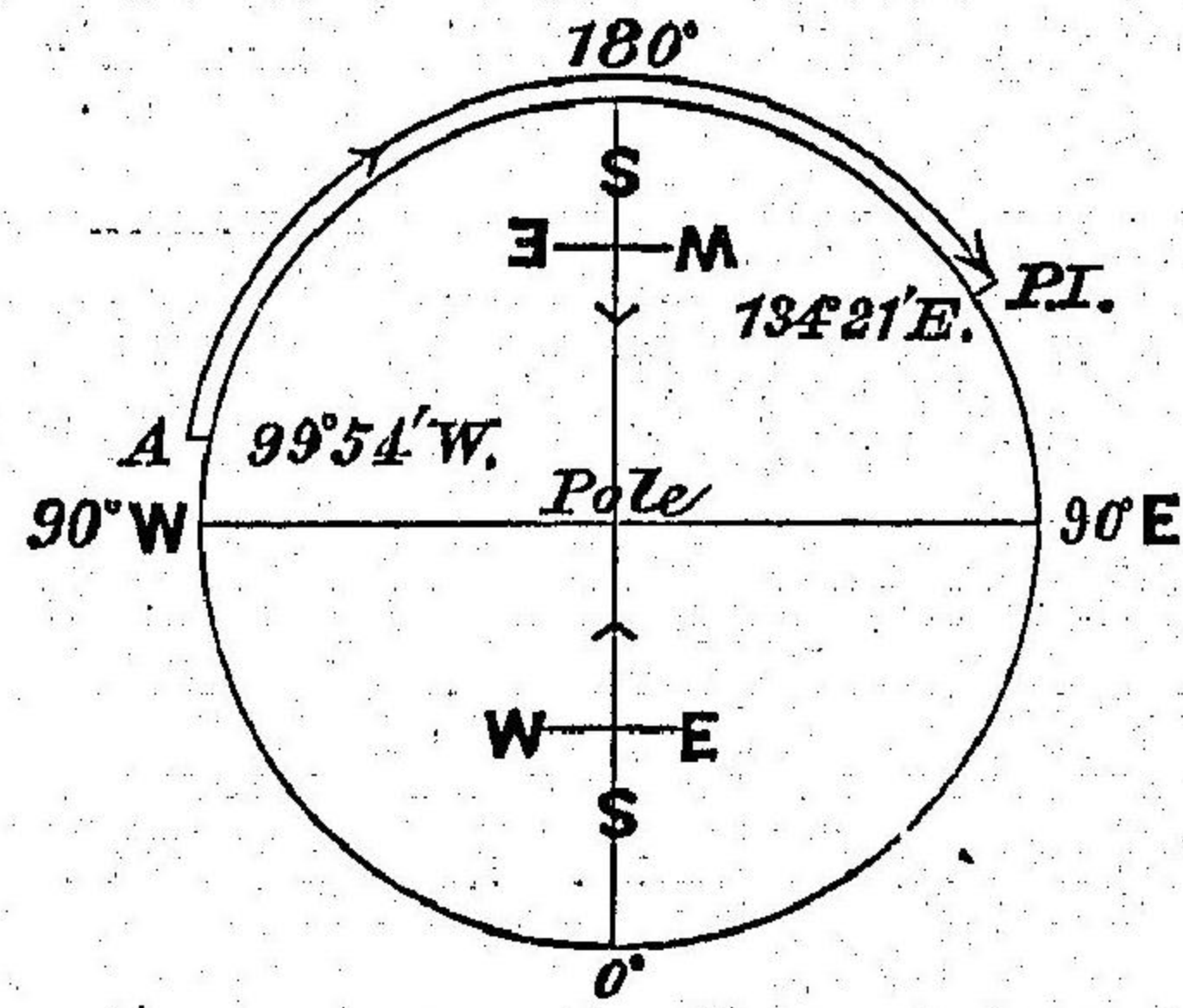
茲ニ船ハ西ヨリ東ニ向ヒテ綠威ノ本初子午線ヲ航過セントスルガ故ニ變經ハ東ナリ.

例 7.

西經 99°54' ニ在ル Acapulco ヨリ東經 134°21' ニ在ル Pellew Island ニ至ラントス然ルトキハ兩地間ニ於ケル變經ハ若干ナルカ.

Long. Acapulco. ... ..	99°54' W.
Long. Pellew Id. ... ..	134 21' E.
	<u>234 15 E.</u>
	360 0
	<u>125 45 W.</u>
	60
Diff. long. ... ..	<u>7545 W.</u>

第四十六圖



第四十六圖ノ如ク A. ヨリ P. I. ニ至ランニハ 0° ヲ經テ迂回スレバ東方ニ向ヒテ 234°15' ヲ走ルベク又近路ヲ取ラントスルトキハ 180° ヲ經テ西方ニ航スルヲ要ス然ルニ航程ヲ短縮スルハ航法ノ主眼ナリ故ニ此場合ニ於テハ兩地ノ經度ヲ相加ヘ其和ニ E. ト符シ之ヲ 360° ヨリ相減ジテ其差ニ E. ト反對ノ名即チ W. ノ符ヲ配シ以テ變經トナス.

例 8.

東經 177°50' ノ地ヨリ西經 178°10' ノ地ニ至ラントスル船ハ幾分ノ變經ヲナスカ.

Long. from ... ..	177°50' E.
Long. in ... ..	178 10 W.
	<u>356 0 W.</u>
	360
	<u>4</u>
	60
Diff. long. ....	<u>240 E.</u>

問題

下ノ問題ニ於テ A ヨリ B. ニ至ル兩地間ノ變經ヲ求ム.

1. Long. A 9°29' W. Long. B 4°29' W.
2. Long. A 1 25 W. Long. B 7 2 E.
3. Long. A 6 11 E. Long. B 5 45 W.
4. Long. A 0 0 Long. B 4 20 W.
5. Long. A 4 20 W. Long. B 0 10 E.
6. Long. A 7 2 E. Long. B 0 0
7. Long. A 0 55 E. Long. B 7 8 E.
8. Long. A 40 10 E. Long. B 33 10 E.
9. Long. A 178 30 W. Long. B 178 30 E.
10. Long. A 176 34 E. Long. B 176 34 W.
11. Long. A 38 32 W. Long. B 8 43 E.
12. Long. A 5 12 W. Long. B 25 12 W.
13. Long. A 120 0 W. Long. B 79 0 E.
14. Long. A 5 47 W. Long. B 3 16 E.
15. Long. A 4 24 E. Long. B 9 37 W.
16. Long. A 164 29 W. Long. B 134 19 E.
17. Long. A 127 32 E. Long. B 96 47 W.

答

1. 300' E. 2. 507' E. 3. 716' W. 4. 260' W.
5. 270' E. 6. 422' W. 7. 368' E. 8. 420' W.

- 9. 180 W. 10. 412 E. 11. 2835 E. 12. 1200 W.
- 13. 9660 W. 14. 543 E. 15. 841 W. 16. 3672 W.
- 17. 8141 E.

42. 起程經度及變經ヲ知テ着達經度ヲ求ムルコト.

1.° 起程經度及變經同名ナルトキハ 起程經度 = 變經 (必要ニヨリ分ヲ度ニ改ム) ヲ相加ヘ其和 180° 未滿ナラバ之ヲ起程經度ト同名ノ着達經度トナシ 其和若シ 180° ヲ超過セバ之ヲ 360°ヨリ相減シ其差ヲ着達經度トシ之ニ起程經度ト反對ノ名ヲ配ス.

2.° 起程經度及變經異名ナルトキハ 起程經度ノ下ニ變經 (必要ナラバ分ヲ度ニ改ム) ヲ記シ大ナル方ヨリ小ナルモノヲ相減シ其差ヲ大ナル方ト同名ノ着達經度トス.

注意. 船ガ本初子午線ヨリ遠ザカルトキハ其經度ハ増大シ之ニ近ケバ減少ス.

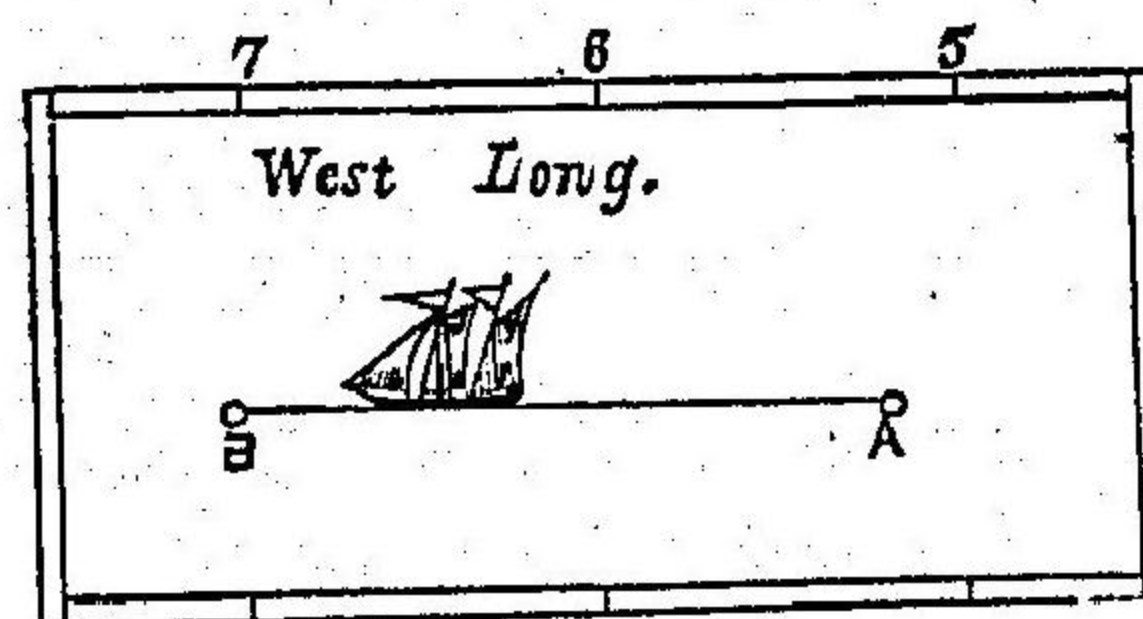
例 1.

船、西經 5°12' ノ地ヲ發シテ變經ヲナスコト西へ 118 浬ニ及ベリ其着達經度ヲ問フ.

D. long.	Long. from 5°12' W.	} 同名
60 ) 118	Diff. long. 1 58 W.	
1°58'	Long. in 7 5 W. ... 和	

此例ニ於テ船ハ西經ノ A 地ヨリ西へ變經ヲナスコト 1°58' ナリ故ニ其西經ハ増大セシコト明カナリ. (第四十七圖参照)

第四十七圖



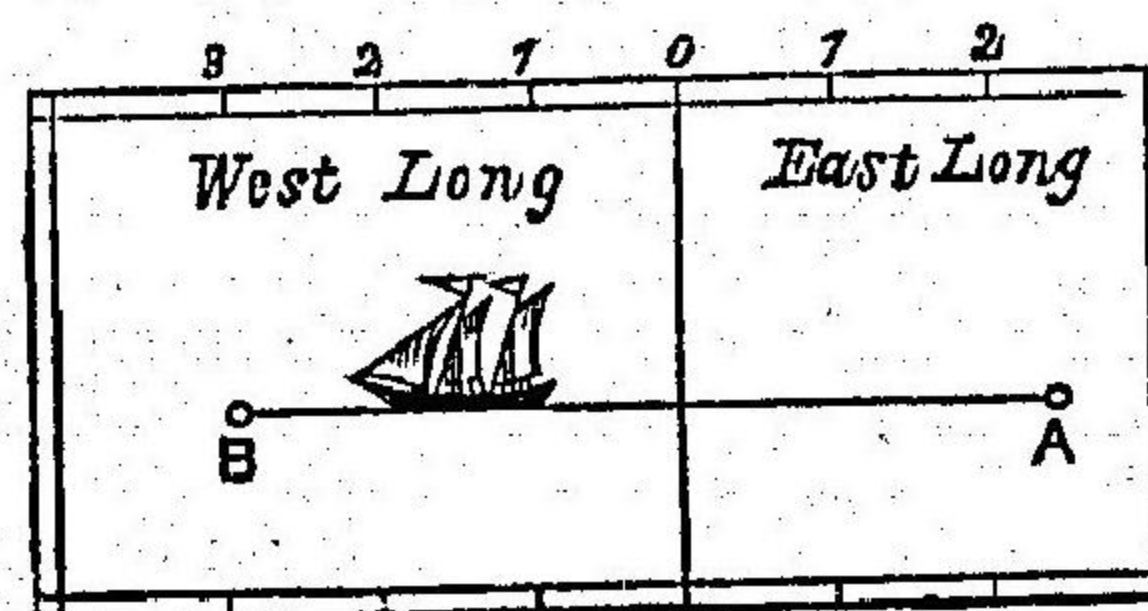
例 2.

船アリ東經 2°30' ニ在ル A 地ヲ發シテ其經度ヲ變ズルコト西方へ 330 浬ナルトキハ其着達經度ハ何度ナルカ.

D. long.	Long. from 2°30' E.
60 / 330	Diff. long. 5 30 W.
5°30'	Long. in 3 0 W.

此例ニ於テ船ハ東ヨリ西ニ航走シテ本初子午線ヲ經過セリ故ニ船ハ今西經ニ在ルナリ. (第四十八圖)

第四十八圖

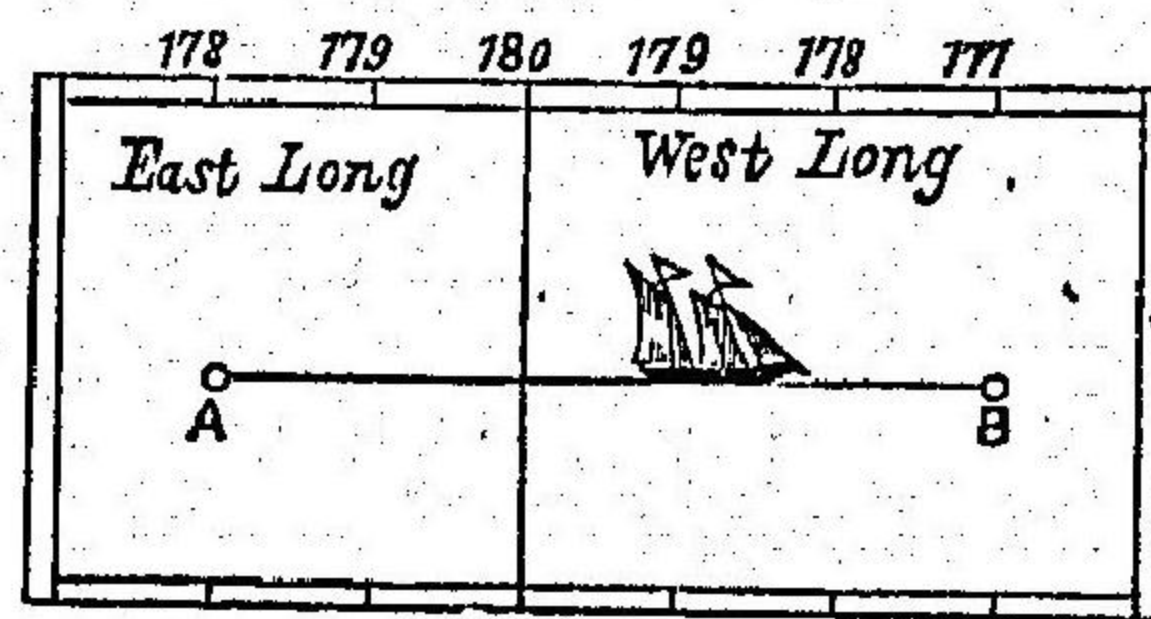


例 3.

船、東經 178°2' ノ地ヲ發シ東方ニ向ヒテ 298' ノ變經ヲナセリ其着達經度ヲ求ム.

D. long.	Long. from 178° 2' E.
60 / 298	Diff. long. 4 58 E.
<u>4°58'</u>	183 0 E.
	360
	Long. in <u>177 0 W.</u>

第四十九圖



此例ニ於テ船ハ東西ノ界限ナル 180° ノ經度ヲ越ヘテ西經ニ  
入リタルヲ以テ其着達經度ハ西ナリ。(第四十九圖)

例 4.

船、西經 174°4' ノ地ヲ發シ變經ヲナスコト西へ 797 哩ナル  
トキノ着達經度ヲ問フ。

D. long.	Long. from 174° 4' W.
60 / 797	Diff. long. 13 17 W.
<u>13°17'</u>	187 21 W.
	360
	Long. in <u>172 39 E.</u>

例 5.

船、綠威ノ子午線ヲ發シ東ニ向ヒテ變經 178 哩ヲナセリ然ル  
トキハ其着達經度何度ナルカ。

D. long.	Long. from 0 0'
60 / 178	Diff. long. 2 58 E.
<u>2°58'</u>	Long. in <u>2 58 E.</u>

問 題

下ノ問題ニ於テ着達經度ヲ求ム。

- | Long. from   | Diff. long. | Long. from    | Diff. long. |
|--------------|-------------|---------------|-------------|
| 1. 27°18' W. | 2461' W.    | 11. 1°20' W.  | 236' E.     |
| 2. 74 16 W.  | 3547 E.     | 12. 0 59 W.   | 137 E.      |
| 3. 114 29 E. | 1293 E.     | 13. 29 10 E.  | 114 E.      |
| 4. 87 23 E.  | 1459 W.     | 14. 3 10 E.   | 220 W.      |
| 5. 5 29 E.   | 787 W.      | 15. 2 47 W.   | 242 E.      |
| 6. 4 27 W.   | 953 E.      | 16. 3 12 E.   | 237 W.      |
| 7. 169 25 E. | 1347 E.     | 17. 41 29 W.  | 139 E.      |
| 8. 158 47 W. | 1729 W.     | 18. 94 4 E.   | 115 E.      |
| 9. 178 13 E. | 201 E.      | 19. 179 59 W. | 2 W.        |
| 10. 177 6 W. | 237 W.      | 20. 179 50 E. | 79 E.       |

答

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1. 68°19' W. | 7. 168° 8' W. |
| 2. 15 9 W.   | 8. 172 24 E.  |
| 3. 136 2 E.  | 9. 178 26 W.  |
| 4. 63 4 E.   | 10. 178 57 E. |
| 5. 7 38 W.   | 11. 2 36' E.  |
| 6. 11 26 E.  | 12. 1 18 E.   |



13.	31 4 E.	17.	39°10' W.
14.	0 30 W.	18.	92 9 E.
15.	1 15 E.	19.	179 59 E.
16.	0 45 W.	20.	178 51 W.

## 第 六 編 針 路 改 正

### CORRECTING COURSES.

43. 羅針ハ眞北ヲ指スコト殆ド絶無ニシテ大抵ハ眞北ノ東方或ハ西方ヘ偏スルモノナリ故ニ羅針儀ノ示ス方向ヲ改メテ羅針ガ眞北ト一致スルトキニ示スベキモノトナスヲ要ス而シテ羅針路ヲ眞針路ニ改メ又ハ眞針路ヲ羅針路ニ改ムルニハ普通ニ差ヲ以テス。然レドモ場合ニヨリテハ三差ヲ用フルノ必要アリ即チ

1. 風 壓 差 Leeway.
2. 偏 差 Variation.
3. 自 差 Deviation.

#### 1. 風 壓 差

44. 第十二頁界説 40 ヲ見ヨ。

汽船ハ風壓差ノ爲メニ影響ヲ蒙ルコト甚ダ稀レナリ然レドモ帆船ハ其舷側ニ風ヲ受ケテ進航スルニ當リテハ往々風壓差ヲ生ズルコトアリ。

帆船、風ヲ左舷ニ受ケテ航走スルトキハ之ヲ左舷開ト云ヒ風ヲ右舷ニ受ケルトキハ右舷開ト云フ。

風壓差ハ風向及風力并ニ船足ノ釣合如何ニ由リテ起ル針路ノ

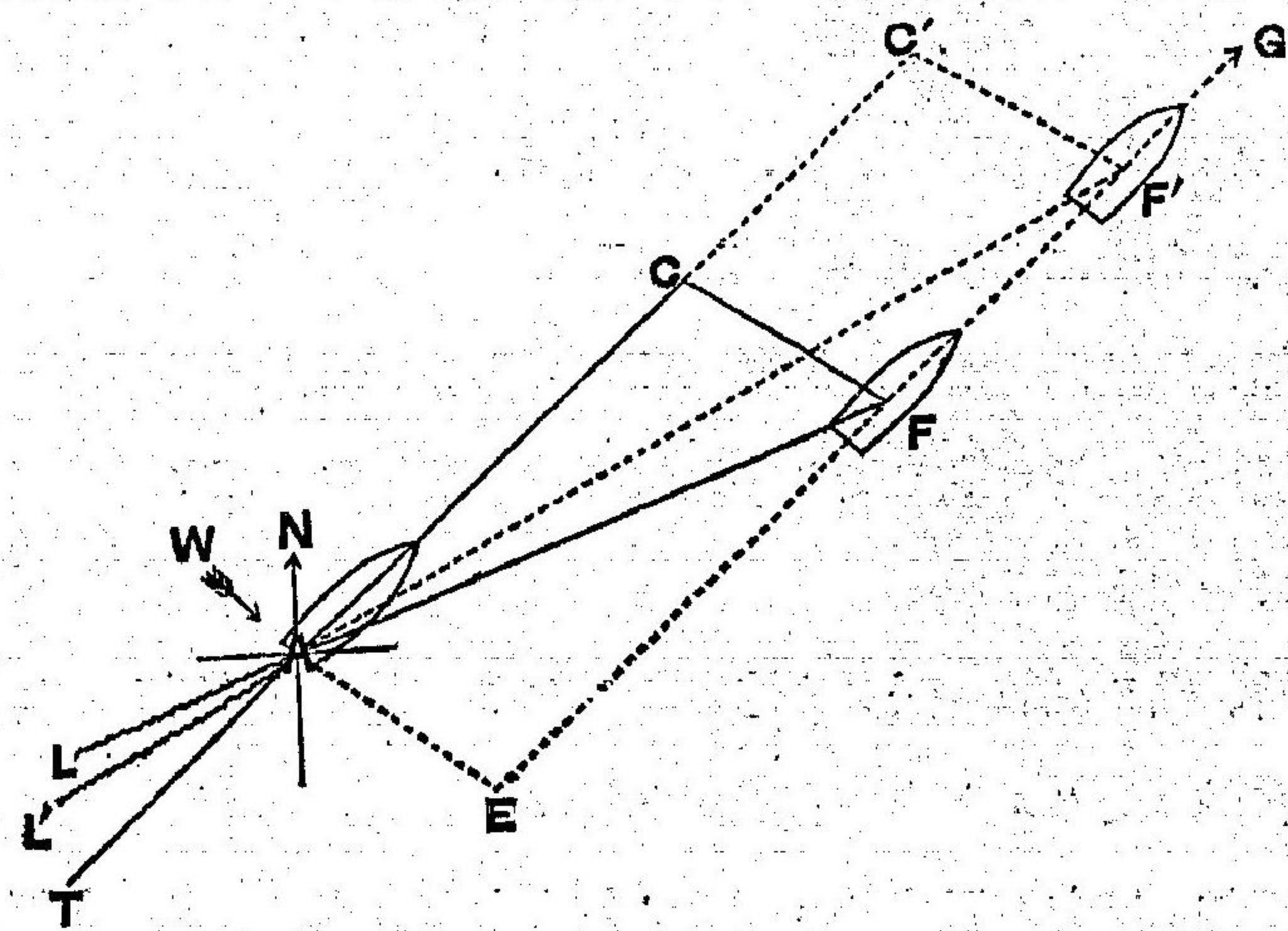
誤差 An error of the course ニシテ羅針違差 The compass Error トハ全ク異ナレリ。

帆船ハ風ヲ其舷側ニ受ケテ帆走中風力ノ爲メ絶エズ其針路ノ風下ニ壓流セラルルモノニシテ實際ノ針路 Actual course ハ必ズ多少ハ視針路ノ風下ニ在ルヲ免レズ而シテ風壓差ノ多少ハ船體ノ構造、展帆ノ數、前進力ノ遲速、其他ノ狀況ニ由リ異ナルモノナレバ自ラ之ヲ實地ニ試ミテ其幾點ナルカヲ測知スベシ。

此差ハ航海日誌算法ニ於テ羅針路ヲ眞針路ニ改ムルニ用フベキモノノ一ツナリ。

風壓差ハ航力速キ時ハ小ニシテ航力遅キニ隨ヒテ愈々増大スルモノナリ。

第 五 十 圖



第五十圖ニ於テ A ヲ船トシ N A C ヲ視針路トシ W ヲ風ノ方向トスレバ A ノ船ハ其向キノ儘ニテ直行セバ一時間ニ假令バ C ニ至ルベキモ同時ニ W ノ方向ヨリ風來リ一時間ニ假令バ E 迄壓流サルルカヲ受クルニ因リ C ノ方向ニモ E ノ方向ニモ動クコトナク必ズ其中間ニ一路ヲ求メテ進ムベシ其方向ハ必ズ AC, AE ヲ隣邊トセル平行四邊形ノ對角線ニシテ一時間ニ角點 F ニ達シ FAC 或ハ TAL ノ角即チ風壓差ヲ生ズベシ此場合ニ於テ NAF ハ實際、船ノ進航シツツアル針路ニシテ船首ハ尙ホ AC ニ平行セル GF ノ方向即チ元トノ視針路ヲ指ス今風力同一ニシテ航力更ニ速ク一時間ニ C' ニ達スベキモノトスレバ船ハ AE, AC' ヲ隣邊トセル平行四邊形ノ對角線 AF' ノ方向ニ進ミ一時間ニ角點 F' ニ達シ F'AC' 或ハ TAL' ノ風壓差ヲ生ズベシ此場合ニ於テ NAC' ノ視針路ハ NAC ニ等シク NAF' ハ、實際、船ガ航走シタル針路ナリ之ニ由レバ角 FAC ハ 角 F'AC' ヲリ大ナリ即チ航力速ケレバ風壓差ハ小ニシテ航力遅クナルニ隨ヒテ愈々大ナルコト明ナリ。

45. 針路ヲ改正スル者ハ必ラズ常ニ羅針ノ中心ヨリ其北又ハ南ニ面スルモノト假定シ針路北ヨリ東又ハ南ヨリ西ナラバ度分(秒數ハ五捨六入法ニヨリ三十六秒以上ナラバ必ラズ之ヲ分位ニ繰上ゲ三十六秒以下ハ切捨ツベシ)或ハ點數ノ右ニ R (Right 即チ右) ト記シ北ヨリ西又ハ南ヨリ東ナラバ (Left 即

チ左)ト記シ而シテ更ニ其右ニ N. 若クハ S. 符ヲ配スルヲ便ナリトス.

例ヘバ E. N. E. ハ北ヨリ六點右方ニ在ルガ故ニ 6 pts. R. of N. ト符シ N. W. ハ北ヨリ算シテ四點左方ニ在ルヲ以テ 4 pts. L. of N. ト符ス又 S. E./E. ハ南ヨリ左ヘ五點ナルガ故ニ 5 pts. L. of S. ト記シ. S. W./S. 1/2 S. ハ南ヨリ數ヘテ右ヘ二點半ナルヲ以テ 2 pts. 2qrs. R. of S. ト記スル等ノ如シ.

風壓差ヲ以テ視針路ヲ改正スル法

- 1.° 視針路ノ點數ノ右ニ R. of N., L. of S. 等ノ符ヲ配スルコト 45. ノ如クスベシ.
- 2.° 右舷開ナラバ風壓差ノ右ニ L. ト記シ左舷開ナラバ R. ト記スベシ.
- 3.° 視針路ノ下ニ風壓差ヲ記シ同名ナラバ相加ヘテ視針路ト同一ノ名ヲ配シ異名ナラバ相減ジテ大ナル方ノ名ヲ配シテ眞針路トス.
- 4.° 其和、八點ヲ超過シタルトキハ之ヲ十六點ヨリ減ジテ符ヲ反スベシ (L. of N. ナラバ R. of S. トナシ R. of N. ナラバ L. of S. トナスガ如キヲ云フ)

例 1.

視針路ハ N. W./W. ニシテ風ハ N/E. ヨリ來リ 1 1/2 點ノ風壓差アリ. 其時ノ視針路ヲ問フ.

App. Co. ... .. 5 0 L. of N.  
 L. (右舷開) ... .. 1 1 L.  
 T. Co. ... .. 6 1 L. of N.  
 Or W./N. 3/4 N.

注意. 方位ヲ點數或ハ度分ニ改メ又ハ點數或ハ度分ヲ方位ニ改ムルニハ最新航海表第一頁第一表 Table I P. 1 ヲ用フベシ.

例 1.

視針路ハ S./E. ニシテ風壓差ノ爲メニ右ヘ壓流セラルルコト 2 3/4 點ナラバ眞針路ハ如何.

App. Co. ... .. 1 0 L. of S.  
 L. (左舷開) ... .. 2 3 R.  
 T. Co. ... .. 1 3 R. of S.  
 Or S./W. 3/4 W.

例 3.

視針路ハ N. E./N. ニシテ風ハ N. W./N. ヨリ來リ 1 點ノ風壓差アリ其時ノ眞針路如何.

App. Co. ... .. 3 0 R. of N.  
 L. (左舷開) ... .. 1 0 R.  
 T. Co. ... .. 4 0 R. of N.  
 Or N. E.

例 4.

視針路ハ W. ニシテ風ハ N. N. W. ヨリ來リ 3 1/2 點ノ風壓差アリ. 其時ノ眞針路如何.

App. Co. ... .. 8 0 L. of N.  
 L. (右舷開) ... .. 3 2 L.  
 11 2 L. of N.

T. Co. ... ..  $\frac{16}{4} = 4$  2 R. of S.  
 Or S. W.  $\frac{1}{2}$  W.

問題

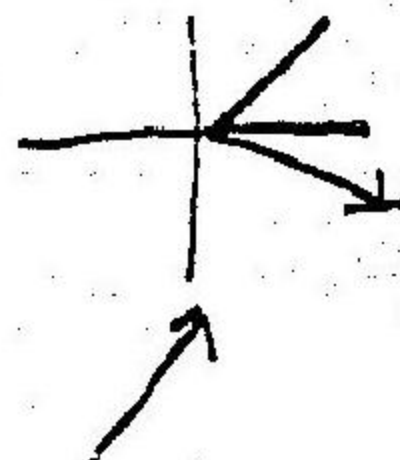
下ニ示ス問題ニ於テ風壓差ヲ以テ各針路ヲ改正スベシ

視針路.	風向.	風壓差.
1. S.S.W.	S.E.	1 $\frac{1}{2}$ 點
2. S.W. $\frac{1}{2}$ W.	W.N.W.	2 $\frac{1}{4}$
3. N./E.	E./N.	$\frac{3}{4}$
4. N.N.E. $\frac{1}{2}$ E.	N.W. $\frac{1}{2}$ N.	2
5. E. $\frac{3}{4}$ N.	N./E.	1 $\frac{3}{4}$
6. N.W. $\frac{3}{4}$ N.	N.E./E.	1 $\frac{3}{4}$
7. S.W./W.	S/E.	2 $\frac{3}{4}$
8. N.E. $\frac{1}{4}$ E.	N/W.	1 $\frac{1}{2}$
9. E.N.E.	S.E.	1 $\frac{1}{2}$
10. S./E.	W.S.W.	2

答

- |                          |                             |                          |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1. S.W. $\frac{1}{2}$ S. | 2. S.S.W. $\frac{1}{4}$ W.  | 3. N. $\frac{1}{4}$ E.   |
| 4. N.E. $\frac{1}{2}$ E. | 5. E/S.                     | 6. N.W./W.               |
| 7. W. $\frac{1}{4}$ S.   | 8. N.E./E. $\frac{3}{4}$ E. | 9. N.E. $\frac{1}{2}$ E. |
|                          | 10. S.E/S.                  |                          |

(a) 船、暴風中ニ漂蕩スルトキハ風上ヘ昇リ切ル方位ト風下



ヘ落チ切ル方位トノ間ノ方位ヲ取り以テ視針路トナスベシ.

例 1.

船其「メインスル」ヲ展ジ右舷開キニ漂蕩セルトキ E./S. ニ昇リ N.E./E. ニ落チテ5點ノ風壓差アリ、眞針路如何.

E./S. ト N.E./E. トノ中間ノ方位 E./N. ヲ視針路トナスベシ.

App. Co. ... .. 7  $0^{\circ}$  R. of N.  
 L. (右舷開) ... .. 5 0 L.  
 T. Co. ... .. 2 0 R. of N.  
 Or N.N.E.

例 2.

左舷開ニ「ロワーメイントプスル」ヲ展ジテ漂蕩セル船 S.S.W. ト S.W./W. トノ間ヲ昇降シ其風壓差 2  $\frac{1}{2}$  點ナリ其時ノ眞針路ヲ求ム.

S.S.W. ト S.W./W. トノ中間ノ方位 S.W.  $\frac{1}{2}$  S. ヲ取りテ視針路トナスベシ.

App. Co. ... .. 3  $2^{\circ}$  R. of S.  
 L. (左舷開) ... .. 2 ? R.  
 T. Co. ... .. 6 0 R. of S.  
 Or W.S.W.

例 3.

漂蕩セル一船 S./E. ト S.E./E. トノ間ニ昇降ス風ハ S.W. ヨリ來リ5點ノ風壓差アリ眞針路如何.

S./E. ト S.E./E. トノ中間ノ方位 S.E./S. ヲ取りテ視針路ト

ナスベシ.

App. Co. ... ..	3 <sup>d</sup> 0 <sup>r</sup> L. of S.
L. (右舷開) ... ..	5 0 L.
T. Co. ... ..	8 0 L. of S.
	Or <u>East.</u>

例 4.

左舷開ニ漂廻セル一船 W./S.ニ溯リ N.W./W.ニ落チ5點ノ風壓差ヲ生ズルトキハ眞針路如何.

App. Co. W./N. ... ..	7 0 L. of N.
L. (左舷開) ... ..	5 0 R.
T. Co. ... ..	2 0 L. of N.
	Or <u>N.N.W.</u>

2. 偏 差

46. 羅針ハ磁北ヲ指ス故ニ其ノ指ス所、地ニ因テ同ジガラズ概ネ眞北ヨリ右或ハ左ニ偏シ其地ノ子午線ト若干ノ角ヲナス之ヲ偏差ト云フ.

羅針ノ北點、眞北ヨリ右ニ傾クヲ偏東ト云ヒ左ニ傾クヲ偏西ト云フ.

47. 偏差ハ海圖ニ依リテ求ムルモノニシテ羅針路或ハ羅針方位ヲ眞針路或ハ眞方位ニ改ムルニ要スル改正差ノ一ツナリ.

磁針路ヲ眞針路ニ改ムル法

1° 磁針路 N.ヨリ E.又ハ S.ヨリ W.ナラバ其點數ノ右ニ R.ト記シ N.ヨリ W.又ハ S.ヨリ E.ナラバ此處ニ L.ト記

シ而シテ更ニ其右ニ N.若クハ S.符ヲ配スベシ.

2° 偏差東ナラバ R.ト記シ西ナラバ L.ト記スベシ.

3° 磁針路ノ下ニ偏差ヲ記シ同名ナラバ相加ヘ其和ヲ磁針路ト同名ノ眞針路トス.

(a) 其和、八點ナルトキハ眞針路ヲ東又ハ西トス.

(b) 其和、八點ヲ超過スルトキハ之ヲ十六點ヨリ相減ジ其差ニ磁針路ノ符ト反對ノ名ヲ配ス.

4° 兩項異名ナラバ相減ジ其差ニ大ナル方ノ名ヲ配シテ眞針路トス.

(c) 偏差ヲ針路ヨリ減ズルニ當リ偏差ノ點數若シ針路ノ點數ヨリ大ナルトキハ偏差ヨリ針路ノ點數ヲ相減ジ其ノ差ニ偏差ニ屬シタル R.若クハ L.及舊トノ針路ノ N.或ハ S.ヲ配スベシ.

(d) 差若シ零(0)トナラバ針路ハ北若クハ南ナリ.

例 1.

磁針路ハ各 S.S.W., N./E.½E., W.S.W. 及 E./N.ニシテ偏差ハ偏東 3½點ナリ眞針路如何.

S.S.W. ... 2 0 R. of S.	N./E.½E. ... 1 2 R. of N.
Var... ... 3 2 R. [3°]	Var ... ... 3 2 R. [3°]
T. Co. ... 5 2 R. of S.	T. Co.... ... 5 0 R. of N.
Or <u>S.W./W.½W.</u>	Or <u>N.E./E.</u>
W.S.W. ... 6 0 R. of S.	E./N. ... ... 7 0 R. of N.
Var ... ... 3 2 R. [b]	Var ... ... 3 2 R. [b]
9 2 R. of S.	10 2 R. of N.

16

T. Co. ... 6 2 L. of N.	T. Co. ... 5 2 L. of S.
Or <u>W./N.<math>\frac{1}{2}</math>N.</u>	Or <u>S.E./E.<math>\frac{1}{2}</math>E.</u>

括弧内ノ数字及文字ハ上ニ示シタル規則ノ各項ニ關ス.

例 2.

磁針路ハ各 **N.N.W.**, **S./E.**, **W. $\frac{1}{2}$ N.** 及 **E./S.** ニシテ偏差ハ  $2\frac{1}{2}$  點西ナリ各眞針路ヲ求ム.

<b>N.N.W.</b> ... 2 0 L. of N. Var. ... 2 2 L. [3°] T. Co. ... 4 2 L. of N. Or <u>N.W.<math>\frac{1}{2}</math>W.</u>	<b>S./E.</b> ... 1 0 L. of S. Var. ... 2 2 L. [3°] T. Co. ... 3 2 L. of S. Or <u>S.E.<math>\frac{1}{2}</math>S.</u>
---	--

<b>W.<math>\frac{1}{2}</math>N.</b> ... 7 2 L. of N. Var. ... 2 2 L. [b] 10 0 L. of N. T. Co. ... 6 0 R. of S. Or <u>W.S.W.</u>	<b>E./S.</b> ... 7 0 L. of S. Var. ... 2 2 L. [b] 9 2 L. of S. T. Co. ... 6 2 R. of N. Or <u>E.N.<math>\frac{1}{2}</math>N.</u>
---	---

例 3.

磁針路ハ各 **N.E. $\frac{1}{2}$ E.**, **S.W. $\frac{3}{4}$ W.**, **N./E.** 及 **S./W.** ニシテ偏差  $2\frac{1}{4}$  點西ナリ、眞針路ヲ求ム.

<b>N.E.<math>\frac{1}{2}</math>E.</b> ... 4 2 R. of E. Var. ... 2 1 L. T. Co. ... 2 1 R. of N. Or <u>N.N.E.<math>\frac{1}{4}</math>E.</u>	<b>S.W.<math>\frac{3}{4}</math>W.</b> ... 4 3 R. of S. Var. ... 2 1 L. T. Co. ... 2 2 R. of S. Or <u>S.S.W.<math>\frac{1}{2}</math>W.</u>
<b>N./E.</b> ... 1 0 R. of N. Var. ... 2 1 L. [c] T. Co. ... 1 1 L. of N. Or <u>N./W.<math>\frac{1}{4}</math>W.</u>	<b>S./W.</b> ... 1 0 R. of S. Var. ... 2 1 L. [c] T. Co. ... 1 1 L. of S. Or <u>S./E.<math>\frac{1}{4}</math>E.</u>

例 4.

磁針路 **N.W./W.**, **S.E./E.**, **N./W. $\frac{1}{2}$ W.** 及 **S./E.** ニシテ偏差  $3\frac{1}{4}$  點東ナリ眞針路如何.

<b>N.W./W.</b> ... 5 0 L. of N. Var. ... 3 1 R. T. Co. ... 1 3 L. of N. Or <u>N./W.<math>\frac{3}{4}</math>W.</u>	<b>S.E./E.</b> ... 5 0 L. of S. Var. ... 3 1 R. T. Co. ... 1 3 L. of S. Or <u>S./E.<math>\frac{3}{4}</math>E.</u>
<b>N./W.<math>\frac{1}{2}</math>W.</b> 1 2 L. of N. Var. ... 3 1 R. T. Co. ... 1 3 R. of N. Or <u>N./E.<math>\frac{3}{4}</math>E.</u>	<b>S./E.</b> ... 1 0 L. of S. Var. ... 3 1 R. T. Co. ... 2 1 R. of S. Or <u>S.S.W.<math>\frac{1}{4}</math>W.</u>

例 5.

磁針路 **N.N.E.**, 偏差 2 點西; **S./E.**, 偏差 1 點東; **W./S.**, 偏差 1 點東; 及 **E.S.E.**, 偏差 2 點西ナラバ眞針路如何.

<b>N.N.E.</b> ... 2 0 R. of N. Var. ... 2 0 L. T. Co. ... 0 0 [d] Or <u>North.</u>	<b>S./E.</b> ... 1 0 L. of S. Var. ... 1 0 R. T. Co. ... 0 0 [d] Or <u>South.</u>
<b>W./S.</b> ... 7 0 R. of S. Var. ... 1 0 R. T. Co. ... 8 0 R. of S. [a] Or <u>West.</u>	<b>E.S.E.</b> ... 6 0 L. of S. Var. ... 2 0 L. T. Co. ... 8 0 L. of S. [a] Or <u>East.</u>

例 6.

**N.**, 偏差 2 點東, **S.**, 偏差 2 點西; **W.**, 偏差 2 點西; 及 **E.**, 偏差 2 點東ナリ眞針路如何.

<b>N.</b> ... 0 0 R. of N. Var. ... 2 0 R. T. Co. ... 2 0 R. of N. [3°] Or <u>N.N.E.</u>	<b>S.</b> ... 0 0 L. of S. Var. ... 2 0 L. T. Co. ... 2 0 L. of S. Or <u>S.S.E.</u>
---	--

W. ... .. 80 R. of S.	E. ... .. 80 L. of S.
Var. ... .. 20 L.	Var. ... .. 20 R.
T. Co. ... .. 60 R. of S.	T. Co. ... .. 60 L. of S.
Or <u>W.S.W.</u>	Or <u>E.S.E.</u>

48. 偏差若シ度分ナラバ下ノ如クスベシ.

- 1.° 針路 N. ヨリ E. 又ハ S. ヨリ W. ナラバ其度数ノ右ニ R. ト記シ N. ヨリ W. 又ハ S. ヨリ E. ナラバ L. ト記シ、而シテ更ニ其右ニ N. 若クハ S. 符ヲ配ス.
- 2.° 偏差東ナラバ R. ト記シ西ナラバ L. ト記ス.
- 3.° 針路ノ下ニ偏差ヲ記シ同名ナラバ相加ヘテ其和ヲ磁針路ト同名ノ眞針路トス.
  - (a) 其和 90° ナルトキハ眞針路ハ東若クハ西ナリ.
  - (b) 其和 90° 以上ナルトキハ之ヲ 180° ヨリ相減シ其殘數ニ磁針路ト全ク反對ノ符ヲ配シ之ヲ眞針路トス.
- 4.° 兩項異名ナラバ其差ヲ取り大ナル方ノ名ヲ配シテ眞針路トス.
  - (c) 偏差針路ヨリモ大ナラバ偏差ヨリ針路ノ度分ヲ減シ其殘數ニ偏差ノ R. 若クハ L. ヲ配スベシ.
  - (d) 殘數ニシテ 0° ノトキハ其場合ニ從ヒ北又ハ南ナリ.
  - (e) 改正ヲナシタル針路ノ分數ハ五捨六入法ニ依リ三十六分以上ハ繰上ゲテ一度トナシ以下ナラバ切捨ツベシ.

例 1.

磁針路 N.N.E., S./W $\frac{1}{2}$ W., W.N.W., 及 S.E. $\frac{1}{2}$ E. ニシテ偏

差 36 $\frac{1}{2}$ ° 東ナリ眞針路各如何.

<u>N.N.E.</u>		<u>S./W.<math>\frac{1}{2}</math>W.</u>	
Mag. Co. ... 22°30' R. of N.	Mag. Co. ... 16°52' R. of S.	Mag. Co. ... 22°30' R. of N.	Mag. Co. ... 16°52' R. of S.
Var. ... .. 36 30 R.	Var. ... .. 36 30 R.	Var. ... .. 36 30 R.	Var. ... .. 36 30 R.
T. Co. ... 59 0 R. of N.	T. Co. ... 53 22 R. of S.	T. Co. ... 59 0 R. of N.	T. Co. ... 53 22 R. of S.
Or <u>N. 59° E.</u>	Or <u>S. 53° W. [e]</u>	Or <u>N. 59° E.</u>	Or <u>S. 53° W. [e]</u>
<u>W.N.W.</u>		<u>S.E.<math>\frac{1}{2}</math>E.</u>	
Mag. Co. ... 67°30' L. of N.	Mag. Co. ... 50°37' L. of S.	Mag. Co. ... 67°30' L. of N.	Mag. Co. ... 50°37' L. of S.
Var. ... .. 36 30 R.	Var. ... .. 36 30 R.	Var. ... .. 36 30 R.	Var. ... .. 36 30 R.
T. Co. ... 31 0 L. of N.	T. Co. ... 14 7 L. of S.	T. Co. ... 31 0 L. of N.	T. Co. ... 14 7 L. of S.
Or <u>N. 31° W.</u>	Or <u>S. 14° E. [e]</u>	Or <u>N. 31° W.</u>	Or <u>S. 14° E. [e]</u>

例 2.

磁針路 E.N.E., W./S., N.N.W., 及 S./E. ニシテ偏差 36°30' 東ナリ眞針路如何.

<u>E.N.E.</u>		<u>W./S.</u>	
Mag. Co. ... 67°30' R. of N.	Mag. Co. ... 78°45' R. of S.	Mag. Co. ... 67°30' R. of N.	Mag. Co. ... 78°45' R. of S.
Var. ... .. 36 30 R.	Var. ... .. 36 30 R.	Var. ... .. 36 30 R.	Var. ... .. 36 30 R.
104 0 R. of N. [b]	115 15 R. of S. [b]	104 0 R. of N. [b]	115 15 R. of S. [b]
180	180	180	180
T. Co. ... 76 0 L. of S.	T. Co. ... 64 45 L. of N.	T. Co. ... 76 0 L. of S.	T. Co. ... 64 45 L. of N.
Or <u>S. 76° E.</u>	Or <u>N. 65° W. [e]</u>	Or <u>S. 76° E.</u>	Or <u>N. 65° W. [e]</u>
<u>N.N.W.</u>		<u>S./E.</u>	
Mag. Co. ... 22°30' L. of N.	Mag. Co. ... 11°15' L. of S.	Mag. Co. ... 22°30' L. of N.	Mag. Co. ... 11°15' L. of S.
Var. ... .. 36 30 R.	Var. ... .. 36 30 R.	Var. ... .. 36 30 R.	Var. ... .. 36 30 R.
T. Co. ... 14 0 R. of N. [c]	T. Co. ... 25 15 R. of S. [c]	T. Co. ... 14 0 R. of N. [c]	T. Co. ... 25 15 R. of S. [c]
Or <u>N. 14° E.</u>	Or <u>S. 25° W. [e]</u>	Or <u>N. 14° E.</u>	Or <u>S. 25° W. [e]</u>

例 3.

磁針路 N.E., S.W. $\frac{1}{2}$ S., N.W. $\frac{1}{2}$ N., S.E. $\frac{1}{2}$ S. ニシテ偏差 25°19' W. ナラバ眞針路各如何.

<b>N.E.</b>		<b>S.W. <math>\frac{1}{2}</math>S.</b>	
Mag. Co. ... 45° 0' <b>R.</b> of <b>N.</b>	Mag. Co. ... 39° 22' <b>R.</b> of <b>S.</b>		
Var. ... 25 19 <b>L.</b>	Var. ... 25 19 <b>L.</b>		
T. Co. ... 19 41 <b>R.</b> of <b>N.</b> [4°]	T. Co. ... 14 3 <b>R.</b> of <b>S.</b> [4°]		
Or <b>N. 20° E.</b> [e]	Or <b>S. 14° W.</b>		
<b>N.W. <math>\frac{1}{2}</math>N.</b>		<b>S.E. <math>\frac{1}{2}</math>S.</b>	
Mag. Co. ... 30° 22' <b>L.</b> of <b>N.</b>	Mag. Co. ... 42° 11' <b>L.</b> of <b>S.</b>		
Var. ... 25 19 <b>L.</b>	Var. ... 25 19 <b>L.</b>		
T. Co. ... 64 41 <b>L.</b> of <b>N.</b>	T. Co. ... 67 30 <b>L.</b> of <b>S.</b>		
Or <b>N. 65° W.</b> [e]	Or <b>S. 67° E.</b> [e]		

例 4.

磁針路 **N./E.**, **S./W.  $\frac{1}{2}$ W.**, **W.  $\frac{1}{2}$ N.** 及 **E./S.** ニシテ偏差 25° 19' 西ナルトキハ眞針路各如何.

<b>N./E.</b>		<b>S./W. <math>\frac{1}{2}</math>W.</b>	
Mag. Co. ... 11° 15' <b>R.</b> of <b>N.</b>	Mag. Co. ... 14° 4' <b>R.</b> of <b>S.</b>		
Var. ... 25 19 <b>L.</b>	Var. ... 25 19 <b>L.</b>		
T. Co. ... 14 4 <b>L.</b> of <b>N.</b> [4°]	T. Co. ... 11 15 <b>L.</b> of <b>S.</b>		
Or <b>N. 14° W.</b> [e]	Or <b>S. 11° E.</b>		
<b>W. <math>\frac{1}{2}</math>N.</b>		<b>E./S.</b>	
Mag. Co. ... 84° 22' <b>L.</b> of <b>N.</b>	Mag. Co. ... 78° 45' <b>L.</b> of <b>S.</b>		
Var. ... 25 19 <b>L.</b>	Var. ... 25 19 <b>L.</b>		
109 41 <b>L.</b> of <b>N.</b>	104 4 <b>L.</b> of <b>S.</b>		
180	180		
T. Co. ... 70 19 <b>R.</b> of <b>S.</b>	T. Co. ... 75 56 <b>R.</b> of <b>N.</b> (b)		
Or <b>S. 70° W.</b>	Or <b>N. 76° E.</b>		

例 5.

磁針路 **N.N.E.**, 偏差 22° 30' 西; **S./E.**, 偏差 11° 15' 東; **W./S.**; 偏差 11° 15' 東; 及 **E.S.E.**, 偏差 22° 30' 西ナルハ眞針路各如何.

<b>N.N.E.</b>		<b>S./E.</b>	
Mag. Co. ... 22° 30' <b>R.</b> of <b>N.</b>	Mag. Co. ... 11° 15' <b>L.</b> of <b>S.</b>		
Var. ... 22 30 <b>L.</b>	Var. ... 11 15 <b>R.</b>		
T. Co. ... 0 0 [d]	T. Co. ... 0 0		
Or <b>N.</b>	Or <b>S.</b>		
<b>W./S.</b>		<b>E.S.E.</b>	
Mag. Co. ... 78° 45' <b>R.</b> of <b>S.</b>	Mag. Co. ... 67° 30' <b>L.</b> of <b>S.</b>		
Var. ... 11 15 <b>R.</b>	Var. ... 22 30 <b>L.</b>		
T. Co. ... 90 0 <b>R.</b> of <b>S.</b>	T. Co. ... 90 0 <b>L.</b> of <b>S.</b>		
Or <b>W.</b>	Or <b>E.</b>		

3. 自 差

49. 自差ハ羅針路ヲ眞針路ニ改メ或ハ羅針方位ヲ眞方位ニ改ムルニ要スル改正ノ一ナリ.

自差ハ船首ノ方向ニヨリテ同ジカラス故ニ各船其各方位ニ隨ヒテ其度分ヲ測リ表ニ編シテ貯ヘ以テ航海ノ用ニ供ス之ヲ自差表 Deviation Table (163頁164頁参照)ト云フ.

羅針ノ北點、磁氣子午線ノ右ニ傾クヲ偏東ト云ヒ左ニ傾クヲ偏西ト云フ.

羅針路ヲ磁針路ニ改ムル法

羅針路及自差ニ名ヲ配スル等總ベテ磁針路ヲ眞針路ニ改ムル法ニ同ジ.

自差表ヨリ自差ヲ求ムルニ當リ羅針路恰モ表中ノ船首方向ニ符合セバ其方位ノ自差ヲ取り若シ符合セザルトキハ 51 ノ如ク比例シテ羅針路ニ適シタルモノヲ求ムベシ.



例 1.

羅針路ハ(1) W./S., (2) N.E./E., (3) S.34°E., (4) N.N.W., (5) S.,

(6) N. ニシテ自差ハ第一號自差表ノ如シ各磁針路ヲ求ム.

(1) W./S.

C. Co. ... S. 78°15' W.R.S.  
Dev. ... 28 0 E.R.  
M. Co. ... S. 106 15 W.  
180

N. 73 45 W.

Or N. 74° W.

(2) N.E./E.

C. Co. ... N. 56°15' E.R.N.  
Dev. ... 9 0 W.L.  
M. Co. ... N. 47 15 E.

Or N. 47° E.

(3) S.34°E.

C. Co. ... S. 34° 0' E.L.S.  
Dev. ... 30 0 W.L.  
M. Co. ... S. 64 0 E.

(4) N.N.W.

C. Co. ... N. 22°30' W.L.N.  
Dev. ... 24 0 E.R.  
M. Co. ... N. 1 30 E.

Or N. 1° E.

(5) S.

C. Co. ... S. 0° 0' E.L.S.  
Dev. ... 23 0 W.L.  
M. Co. ... S. 23 0 E.

(6) N.

C. Co. ... N. 0° 0' E.R.N.  
Dev. ... 18 0 E.R.  
M. Co. ... N. 18 0 E.

例 2.

羅針路(1) N. E./E.½E., (2) N.½W., (3) S.W.¼W., (4) E./N.¾N.,

(5) N.E.¾N. ニシテ自差ハ第一號自差表ノ如シ. 各羅針路ヲ求ム.

(1) N.E./E. ノ自差ハ 9°W. ニシテ E.N.E. ノ自差ハ 13°W. ナリ.

故ニ 9°W. 及 13°W. ノ和 22° ノ二分ノ一即チ 11°W. ハ N.E./E.½E. ノ自差ナリ.

(1) N.E./E.½E.

C. Co. ... N. 61°52' E. R.N.  
Dev. ... 11 0 W.L.  
M. Co. ... N. 50 52 E.  
Or N. 51° E.

(2) N.½W. ノ自差ハ N. ノ自差 18°E. 及 N./W. ノ自差 21°E. ノ和 39° ノ二分ノ一即チ 19.5°E. ナリ.

(2) N.½W.

C. Co. ... N. 5°37' W.L.N.  
Dev. ... 19 30 E. R.  
M. Co. ... N. 13 53 E.

(3) S.W.¼W. ノ自差ヲ求ムルニハ S.W. ノ自差 7°E. 及 S.W./W. ノ自差 16°E. ノ差 9° ノ四分ノ一 2°15' ヲ S.W. ノ自差 7°E. ニ加フベシ、即チ S.W.¼W. ニ適シタル自差ハ 9°15'E. ナリ.

(4) E./N.¾N. ノ自差ハ E.N.E. ノ自差 13°W. 及 E./N. ノ自差 16½°W. ノ差 3½° ノ四分ノ一 0°36' ヲ E.N.E. ノ自差 13°W. ニ加ヘタルモノ即チ 13°36'W. ナリ.

(3) S.W.¼W.

C. Co. ... S. 47°49' W.R.S.  
Dev. ... 9 15 E. R.  
M. Co. ... S. 47 4 W.

(4) E./N.¾N.

C. Co. ... N. 70°19' E. R.N.  
Dev. ... 13 36 W.L.  
M. Co. ... N. 56 43 E.

(5) N.E.¾N. ノ自差ハ N.E./N. ノ自差 2°E. 及 N.E. ノ自差 4°W. ヲ加ヘ其ノ和 6° ヲ四分シ其商 1°30' ヲ N.E./N. ノ自差 2°E. ヨリ減ジタルモノ即チ 0°30'E. ナリ.

(5)  $N.E.\frac{3}{4}N.$

C. Co. ... ..  $N. 36^{\circ}34' E.R.N.$   
 Dev. ... ..  $0 30 E.R.$   
 M. Co. ... ..  $N. 37 4 E.$

問題

下ノ問題ニ於テ磁針路ヲ求ム.

羅針路	自差	答
	第一號自差表 (163頁)	
1. $S.\frac{1}{2}E.$	$24^{\circ}30' W.$	$S. 30^{\circ} E.$
2. $N.\frac{1}{4}W.$	$18 45 E.$	$N. 16 E.$
3. $W.\frac{1}{2}S.$	$30 0 E.$	$N. 66 W.$
4. $S.\frac{3}{4}E.$	$25 15 W.$	$S. 34 E.$
5. $S./W.\frac{1}{4}W.$	$15 15 W.$	$S. 1 E.$
6. $N./W.$	$21 0 E.$	$N. 10 E.$
7. $S.S.E.$	$28 0 W.$	$S. 50 E.$
8. $W./N.\frac{1}{2}N.$	$23 30 E.$	$N. 40 W.$

三差合併改正

50. 下ニ記スル處ノ諸例ハ風壓差、偏差、及自差ヲ以テ羅針路ヲ真針路ニ改ムル方法ヲ明示スルガ爲メナリ.

例 1.

羅針路ハ  $E.N.E.$ , 偏差  $17^{\circ}$  東、自差  $13^{\circ}$  西; 風ハ  $S.E.$  ニシテ  $2\frac{1}{2}$  點ノ風壓差アリ、此ノ時ノ真針路ヲ求ム.

C. Co.  $E.N.E.$  ...  $N. 6^{\circ} 0' E.R.N.$   
 L. (右舷開) ... ..  $2 2 L.$   
 Var. ... ..  $17^{\circ} E.$  ...  $N. 3 2 E.R.N.$   
 Dev. ... ..  $13 W.$  ...  $N. 39^{\circ}22' E.R.N.$   
 C.E. ... ..  $4 E.$  ... ..  $4 0 E.R.$   
 T. Co. ... ..  $N. 43 22 E.$   
 Or  $N. 43^{\circ} E.$

例 2.

羅針路  $N.N.W.$ , 風ハ  $N.E.$  ニシテ  $2\frac{1}{2}$  點ノ風壓差アリ偏差  $45^{\circ}$  西、自差  $24^{\circ}0'$  東ナリ、真針路如何.

C. Co.  $N.N.W.$  ...  $N. 2^{\circ} 0' W.L.N.$   
 L. (右舷開) ... ..  $2 2 L.$   
 Var. ... ..  $45^{\circ} W.$  ...  $N. 4 2 W.L.N.$   
 Dev. ... ..  $24 E.$  ...  $N. 50^{\circ}37' W.L.N.$   
 C.E. ... ..  $21 W.$  ... ..  $21 0 W.L.$   
 T. Co. ... ..  $N. 71 37 W.$   
 Or  $N. 72^{\circ} W.$

例 3.

羅針路ハ  $W./S.$ , 風ハ  $S./W.$  ニシテ  $1\frac{1}{2}$  點ノ風壓差アリ偏差ハ  $36^{\circ}34'$  東、自差ハ  $28^{\circ}0'$  東ナリ真針路如何.

C. Co.  $W./S.$  ...  $S. 7^{\circ} 0' W.R.S.$   
 L. (左舷開) ... ..  $1 3 R.$   
 Var. ... ..  $36^{\circ}34' E.$  or  $N. 7 1 W.L.N.$   
 Dev. ... ..  $28 0 E.$  ...  $N. 81^{\circ}34' W.L.N.$   
 C.E. ... ..  $64 34 E.$  ... ..  $64 34 E.R.$   
 T. Co. ... ..  $N. 17 0 W.$

## 問 題

下ニ記スル羅針路ヲ眞針路ニ改ムベシ。

羅針路	風向	風壓差	偏差	自差 第壹號自差 表ニ基ク
1. S.	W.S.W.	2 $\frac{3}{4}$ 點	16°52' 東	23° 0' 西
2. E $\frac{3}{4}$ S.	S/E.	1 $\frac{3}{4}$ ,,	42 0 東	22 15 西
3. W.N.W.	N.	3 ,,	42 0 東	33 0 東
4. N.E./E.	N./W.	0 $\frac{1}{2}$ ,,	14 0 東	9 0 西
5. W/S.	S/W.	0 $\frac{3}{4}$ ,,	10 30 東	28 0 東
6. S.	E.S.E.	0 $\frac{3}{4}$ ,,	17 0 西	23 0 西
7. W.	N.N.W.	1 $\frac{1}{4}$ ,,	18 30 東	32 0 東
8. S.S.W. $\frac{1}{4}$ W.	S.E./S.	2 $\frac{1}{2}$ ,,	17 0 西	8 0 西
9. N.W./W.	N/E.	3 ,,	25 0 西	32 0 東
10. E/N.	S.E./S.	1 $\frac{3}{4}$ ,,	32 0 東	16 30 西
11. W/S $\frac{1}{2}$ S.	S/W.	2 ,,	15 0 東	26 0 東
12. E $\frac{1}{2}$ S.	N.N.E. $\frac{1}{2}$ E.	2 $\frac{1}{2}$ ,,	21 0 西	21 30 西
13. S.W./S.	W/N.	1 $\frac{1}{2}$ ,,	25 0 東	2 0 西
14. S.	E.S.E.	1 $\frac{1}{4}$ ,,	52 0 西	23 0 西
15. S.W. $\frac{1}{2}$ S.	S.S.E. $\frac{1}{2}$ E.	1 $\frac{1}{2}$ ,,	52 0 西	2 30 東
16. E $\frac{1}{2}$ S.	S/E $\frac{1}{2}$ E.	0 $\frac{3}{4}$ ,,	52 0 西	21 30 西
17. E.	S.S.E.	2 $\frac{1}{4}$ ,,	8 30 東	20 0 西
18. W. $\frac{1}{4}$ N.	N.N.W.	1 $\frac{3}{4}$ ,,	8 30 東	32 30 東

19. N. $\frac{1}{2}$ W.	W/N.	0 $\frac{1}{2}$ ,,	15°45' 東	19°30' 東
20. E. $\frac{1}{4}$ N.	N.N.E.	2 $\frac{1}{4}$ ,,	13 0 西	19 8 西
21. N./W. $\frac{1}{2}$ W.	N.E. $\frac{1}{2}$ E.	2 $\frac{1}{4}$ ,,	53 0 西	22 30 東
22. N.N.E.	E.	1 $\frac{1}{4}$ ,,	25 0 西	8 0 東
23. S. $\frac{1}{2}$ W.	W/S $\frac{1}{2}$ S.	1 $\frac{1}{4}$ ,,	25 0 西	20 0 西
24. W.N.W.	S.W.	1 ,,	25 0 西	33 0 東
25. S.W.	W.N.W.	1 $\frac{1}{4}$ ,,	25 0 西	7 0 東
26. E. $\frac{3}{4}$ N.	N/E.	3 $\frac{1}{4}$ ,,	42 0 東	17 22 西
27. W.	S.S.W.	1 ,,	70 0 西	32 0 東
28. S.W./S.	S.E./S.	3 $\frac{1}{4}$ ,,	70 0 西	2 0 西
29. S/E.	S.W./W.	2 $\frac{1}{4}$ ,,	70 0 西	26 0 西
30. S. $\frac{1}{2}$ W.	W/S.	2 $\frac{1}{4}$ ,,	59 0 西	20 0 西
31. E. $\frac{3}{4}$ N.	N/E.	3 $\frac{1}{4}$ ,,	59 0 西	17 22 西
32. E/S $\frac{3}{4}$ S.	N.E.	3 ,,	37 0 東	24 30 西
33. S.W. $\frac{3}{4}$ W.	S/E.	3 $\frac{1}{2}$ ,,	59 0 西	13 45 東
34. N.E. $\frac{1}{4}$ N.	N.N.W.	0 $\frac{1}{4}$ ,,	37 0 東	2 30 西

## 答

1. S. 37° 4' E.	6. S. 31° 34' E.	11. N. 43° 22' W.
2. S. 81 30 E.	7. N. 53 34 W.	12. N. 81 15 E.
3. N. 26 15 W.	8. S. 28 26 W.	13. S. 39 52 W.
4. N. 44 22 E.	9. N. 83 0 W.	14. S. 60 56 E.
5. N. 54 19 W.	10. N. 74 34 E.	15. S. 6 45 W.

16. N. 13°41'E.	23. S. 53°26'E.	30. N. 81°19'E.
17. N. 53 11E.	24. N. 48 15 W.	31. N. 41 46 E.
18. N. 65 53 W.	25. S. 12 56 W.	32. S. 24 4 E.
19. N. 35 15 E.	26. S. 37 14 E.	33. S. 31 11 E.
20. N. 80 22 E.	27. S. 63 15 W.	34. N. 79 30'E.
21. N. 72 41 W.	28. S. 1 41 E.	
22. N. 8 34 W.	29. N. 57 20 E.	

### 眞針路ヲ羅針路ニ改ムル法.

51. 甲地ヨリ乙地ニ至ルニ兩地ノ經緯度分明ナルトキハ中分緯度航法或ハ漸長緯度航法又ハ海圖ニ依リテ其眞針路ヲ知ルコトヲ得ベシ(中分緯度航法及漸長緯度航法ハ後ニ出ヅ).

眞針路ヲ羅針路ニ改ムルニハ偏差、自差ニ配スルニ前ト反對ノ名ヲ以テス即チ偏東ヲ **L** トシ偏西ヲ **R** トシ初メ偏差ヲ以テ眞針路ヲ磁針路ニ改メ然ル後チ自差ヲ以テ磁針路ヲ羅針路ニ改ムルナリ.

若シ風壓差ノ改正ヲ要スルトキハ初ニ之ヲ改正シテ視針路トナシ次ニ偏差ヲ加減シテ磁針路トナスベシ但シ風壓差ハ風、右舷ヨリ來レバ **R** ト符シ左舷ヨリ來レバ **L** ト符ス.

#### 例 1.

眞針路ハ **W./N.** ニシテ偏差ハ 1 點東、自差ハ 24°E. ナリ  
羅針路ヲ求ム.

T. Co. ... ..	N. 7° 0' W.L.N.
Var. ... ..	1 0 E. L.
M. Co. ... ..	N. 8 0 W.
Or .. ... ..	N. 90° 0 W.L.N.
Dev. ... ..	24 0 E. L.
	<u>N. 114 0 W.</u>
	180 0
C. Co. ... ..	<u>S. 66 0 W.</u>

#### 例 2.

眞針路ハ **S.76°E.** ニシテ偏差ハ 16°10' 東、自差ハ 25°西ナリ  
羅針路ヲ求ム.

T. Co. ... ..	S. 76° 0' E.L.S.
Var. ... ..	16 10 E.L.
M. Co. ... ..	S. 92 10 E.
	180
Or ... ..	N. 87 50 E. R.N.
Dev. ... ..	25 0 W.R.
	<u>N. 112 50 E. R.N.</u>
	180 0
C. Co. ... ..	<u>S. 67 10 E.</u>

#### 例 3.

眞針路 **N. 42°30' E.** ニシテ偏差 3°10' 西自差 14° 西ナリ而シテ風ハ **E.S.E.** ヨリ來リ 1 點ノ風壓差アリ羅針路ヲ求ム.

T. Co. ... ..	N. 42°30' E. R.N.
L. (右舷開) ... ..	11 15 R.
A. Co. ... ..	N. 53 45 E. R.N.
Var. ... ..	3 10 W.R.
M. Co. ... ..	N. 56 55 E. R.N.
Dev. ... ..	14 0 W.R.
C. Co. ... ..	<u>N. 70 55 E.</u>

羅針差ニ名ヲ配スルニハ宜シク次ノ字ヲ暗記シ以テ備忘トナスベシ。

羅針路ヲ以テ眞針路ヲ求ムルトキハ

**WCE**

[Or **W**(est) **C**(ompass) (course) **E**(ast)]

東 (**E**) ハ **C** ノ右ニ在リ西 (**W**) ハ其左ニ在リ、故ニ羅針路ヲ改正シテ眞針路トナスニハ偏東ノ偏差及自差ヲ **R.** トシ偏西ヲ **L.** トナス。

眞針路ヲ以テ羅針路ヲ求ムルトキハ

**ETW**

[Or **E**(ast) **T**(rue) (course) **W**(est)]

西 (**W**) ハ **T** ノ右ニ在リ東 (**E**) ハ其左ニ在リ、故ニ眞針路ヲ以テ羅針路ヲ推スニハ偏西ノ偏差及自差ヲ **R.** トシ偏東ヲ **L.** ト記ス。

船首羅針方位ノ自差

第 壹 號

自 差 表  
Deviation Table.

船首羅針方位 自 差

S. H. by Comp Deviation.

<b>N.</b>	18°	<b>E.</b>
<b>N.b.E.</b>	13	<b>E.</b>
<b>N.N.E.</b>	8	<b>E.</b>
<b>N.E.b.N.</b>	2	<b>E.</b>
<b>N.E.</b>	4	<b>W.</b>
<b>N.E.b.E.</b>	9	<b>W.</b>
<b>E.N.E.</b>	13	<b>W.</b>
<b>E.b.N.</b>	16 $\frac{1}{2}$	<b>W.</b>
<b>E.</b>	20	<b>W.</b>
<b>E.b.S.</b>	23	<b>W.</b>
<b>E.S.E.</b>	25	<b>W.</b>
<b>S.E.b.E.</b>	28	<b>W.</b>
<b>S.E.</b>	30	<b>W.</b>
<b>S.E.b.S.</b>	30	<b>W.</b>
<b>S.S.E.</b>	28	<b>W.</b>
<b>S.b.E.</b>	26	<b>W.</b>
<b>S.</b>	23	<b>W.</b>
<b>S.b.W.</b>	17	<b>W.</b>
<b>S.S.W.</b>	10	<b>W.</b>
<b>S.W.b.S.</b>	2	<b>W.</b>
<b>S.W.</b>	7	<b>E.</b>
<b>S.W.b.W.</b>	16	<b>E.</b>
<b>W.S.W.</b>	24	<b>E.</b>
<b>W.b.S.</b>	28	<b>E.</b>
<b>W.</b>	32	<b>E.</b>
<b>W.b.N.</b>	34	<b>E.</b>
<b>W.N.W.</b>	33	<b>E.</b>
<b>N.W.b.W.</b>	32	<b>E.</b>
<b>N.W.</b>	29	<b>E.</b>
<b>N.W.b.N.</b>	27	<b>E.</b>
<b>NN.W.</b>	24	<b>E.</b>
<b>N.b.W.</b>	21	<b>E.</b>
<b>N.</b>	18	<b>E.</b>

## 船首磁針方位ノ自差

第 貳 號	
自 差 表 Deviation Table.	
船首磁針方位	自 差
S. H. Magnetic.	Deviation.
N.	24 E.
N.b.E.	20 E.
N.N.E.	15 E.
N.E.b.N.	4 E.
N.E.	7 W.
N.E.b.E.	15 W.
E.N.E.	19 W.
E.b.N.	23 W.
E.	26 W.
E.b.S.	29 W.
E.S.E.	30 W.
S.E.b.E.	30 W.
S.E.	27 W.
S.E.b.S.	25½ W.
S.S.E.	23 W.
S.b.E.	19 W.
S.	14½ W.
S.b.W.	10 W.
S.S.W.	5 W.
S.W.b.S.	0
S.W.	5 E.
S.W.b.W.	9 E.
W.S.W.	14 E.
W.b.S.	18 E.
W.	23 E.
W.b.N.	27 E.
W.N.W.	30 E.
N.W.b.W.	32 E.
N.W.	34 E.
N.W.b.N.	32 E.
N.N.W.	30 E.
N.b.W.	27 E.
N.	24 E.

## 自 差 表

52. 自差表ニ二種アリ 163 頁及 164 頁ニ示シタルモノ即チ其標類ナリ。第一號表ハ某船、船首ノ羅針三十二方位ノ一ニ適セルモノヲ示シ。第二號表ハ同船船首磁針三十二方位ノ一ニ於ケルトキノ自差ヲ示ス。兩表ノ中何レヲ用フルモ自差ヲ求ムルコト容易ナリ。

第一號表ヲ用フルトキハ既知ノ針路若シ具針路ナラバ之ニ偏差ヲ加減シテ磁針路ニ改メ而シテ此ノ磁針路ニ適シタル自差ヲ求ムルナリ。然ルニ第一號表ハ羅針路ノ自差ヲ與フルヲ以テ直接同表ヨリ所要ノ自差ヲ取ルコト能ハザルナリ。例ヘバ磁針路ヲ S.E. トセバ第一號表ヨリ S.E. ノ自差ヲ取ルモ同表ノ S.E. ハ羅針路ニシテ磁針路ノ S.E. ト相違スルコト數度ナルコトアリ。故ニ羅針路 S.E. ニ適セル自差ニアラザルコト明ナリ。今第一號表ニ依リ自差ヲ求ムル方法ヲ示スコト下ノ如シ。第二號表ハ自示的ニシテ其使用法ハ甚ダ簡易ナリ。

53. 磁針路ヲ以テ第一號表ヨリ自差ヲ求ムルコト。

## 規 則

1. 表中二個ノ羅針路ヲ選ブベシ。此二個ノモノハ自差ヲ以テ之等ヲ磁針路ニ改メタルトキ既知ノ磁針路ヲ二個ノ間ニ挾ムベキ羅針路タルヲ要ス。

2. 二個ノ針路ノ自差同名ナラバ其差ヲ取り異名ナラバ和ヲ取ルベシ.

3. 兩自差ノ和或ハ差ニ既知ノ磁針路ト表ヨリ選ミタル小ナル方ノ磁針路トノ差ヲ乘ジ其積ヲ表ノ大小二個ノ磁針路ノ差ニテ除シ其得數ヲ以テ改正率トス.

4. 改正率ハ大ナル方ノ磁針路ノ自差ガ小ナル方ノ磁針路ニ適セル自差ヨリ大ナラバ小ナル方ノ磁針路ノ自差ニ加フベキモノトス. 若シ之ニ反スレバ減ズベシ.

5. 針路或ハ自差ノ分度ハ三十六分以上ナラバ之ヲ一度ニ切上ゲ以下ナラバ切捨ツベシ.

例 1.

真針路 N.E./N. ニシテ偏差ハ海圖ニヨリ 23° W ナリ. 之レヲ羅針路ニ改ムルコト如何.

自差ハ第一號表ヲ採用スベシ.

磁針路ヲ求ム.

T. Co. ... ..	N. 33°45' E. R.N.
Var.(Wly. to Right.) ... ..	23 0 W.R.
Mag. Co. ... ..	N. 56 45 E.
Mag. Co.(規則 5) ... ..	N. 57° E.

下ノ如ク表ノ羅針路 E.N.E. 及 E/N. ヲ磁針路ニ改正セバ一ハ既知磁針路 N.57°E. ヨリ小ニシテ一ハ大ナリ(規則 1 ニ依ル)

大小二個ノ磁針路ヲ求ム.

N.57°E.ヨリ小ナル針路      N.57°E.ヨリ大ナル針路

C. Co. E.N.E. = N.67°30' E. R.N. C. Co. E./N. = N.78°45' E. R.N.
D. for. E.N.E. = 13 0 W.L.      D. for. E./N. = 16 30 W.L.
M. Co.      N.54 30 E.      M. Co.      N.62 15 E. R.N.
Or (規則 5). <u>N.54° E.</u> Or (規則 5). <u>N.62° E.</u>

既知ノ磁針路 N.57°E. ハ(規則 1) N.54°E. 及 N. 62° E. ノ中間ニ在ル針路ナルガ故ニ其自差モ亦タ 13°W. 及 16°30'W. ノ間ニ在ルコト明ナリ. 故ニ磁針路 N.57°E. ニ適シタル自差ハ下ノ如ク正比例式ニ依リテ求ムルコトヲ得ベシ.

- a. 兩自差ノ差ハ 3½° ナリ
- b. 小ナル磁針路ト既知ノ磁針路トノ差ハ 2° ナリ.
- c. 大小兩磁針路ノ差ハ 7° ナリ.

今比例式ニヨリ.

7° : 3½° = 2° : x

規則 5 ニヨリ

7° : 3° = 2° : x

x = 1°

Dev. for the Less Course N.54°E. ... ..	13° W.
Correction to add to Dev. for the Less Course... ..	1 W.
Dev. for the given M. Co. N.56°45' E. (規則 4) ... ..	<u>14 W.</u>

Magnetic Course ... ..	N.56°45' E. R.N.
Deviation (Wly. to the Right)... ..	14 0 W.R.
Compass Course... ..	N.70 45 E.
Or... ..	<u>N.71° E.</u>

例 2.

第一號自差表ヲ用ヒテ眞針路 S.W./W.¼W. ヲ羅針路ニ改ム  
レバ如何. 偏差ハ海圖ニヨリ 23°W. ナリ.

T. Co. S.59° 4' W.R.S.  
Var. 23 0 W.R.  
M. Co. S.82 4 W.

For Less Course.

For Greater Course.

C. Co. S.56°15' W.R.S.  
Dev. 16 0 E. R.  
M. Co. S.72 15 W.

C. Co. S. 67°30' W.R.S.  
24 0 E. R.  
M. Co. S. 91 30 W.

- a. 兩自差ノ差ハ 8° ナリ.
- b. 小ナル磁針路 S. 72° W. ト既知磁針路 S. 82° W. トノ差ハ 10° ナリ.
- c. 小ナル磁針路 S. 72° W. ト大ナル磁針路 S. 91° W. トノ差ハ 19° ナリ.

19° : 8° = 10° : x

x = 4°

Dev. for the Less Course S. 72° W. ... 16° E.  
Correction to add to Dev. for the Less Course 4  
Dev. for the given Magnetic Co. S. 82° W. 20° E.

Magnetic Course S. 82°4' W. ... S. 82° 4' W.R.S.  
Deviation (Ely. to the Left) ... 20 0 E. L.  
Compass Course. ... S. 62 4 W.  
Or... ... S. 62° W.

例 3.

眞針路 S./W.¾W. ニシテ偏差 23°W. ナラバ第一號表ヲ用ヒ  
テ自差ヲ求メ以テ羅針路ニ改ムルコト如何.

○ T. Co. S.19°41' W. R.S.  
Var. 23 0 W. R.  
○ M. Co. S.42 41 W. R.S.  
Dev. ... 3 0 E. L.  
C. Co. S.39 41 W.

Less Course.

Greater Course.

S.33°45' W.R.S.  
Dev. 2 0 W.L.  
M. Co. S.31 45 W.

S.45° 0' W.R.S.  
Dev. 7 0 E. R.  
M. Co. S.52 0 W.

- a. 兩自差ノ和ハ 9° ナリ.
- b. 小ナル磁針路 S.32°W. ト既知磁針路 S.43°W. トノ差ハ 11° ナリ.
- c. 大小磁針路 S.32°W. 及 S.52°W. ノ差ハ 20° ナリ.

20° : 9° = 11° : x

x = 5.°

Dev. for the Less Mag. Co. S.32°W. ... 2°W.  
Corn. to subtract from Dev. for the Less M. Co. 5°  
Dev. for the given Mag. Course. S.43°W. ... 3 E.

例 4.

第一號自差表ヲ用ヒテ眞針路 S./E.¼E. ヲ羅針路ニ改ムベシ  
偏差ハ海圖ニヨリ 23°W ナリ.



T. Co. S.14° 4' E. L.S.  
 Var. 23 0 W.R.  
 M. Co. S. 8 56 W.R.S.  
 Dev. 11 0 W.R.  
 C. Co. S.19 56 W.  
 Or S.20° W.

Less Course.	Greater Course.
S.11°15' W.R.S.	S.22°30' W.R.S.
Dev. 17 0 W.L.	Dev. 10 0 W.L.
M. Co. S. 5 45 E.	M. Co. S.12 30 W.

- a. 兩自差ノ差ハ 7° ナリ.
- b. 小ナル磁針路 S.6°E. 及既知磁針路 S.9°W. ハ異名ナルヲ以テ兩針路ノ和 15° ヲ取リテ差トナス.
- c. 大小兩磁針路 S.6°E. 及 S.12°W. ハ異名ナルガ故ニ其和 18° ヲ取リテ兩針路ノ差トナス.

$$18^\circ : 7^\circ = 15^\circ : x$$

$$x = 6^\circ$$

- d. 小ナル針路ノ自差ハ大ナル針路ノ自差ヨリモ大ナリ. 即チ自差ハ漸次減少シツツアルヲ以テ改正率 6° ハ自差 17°W. ヨリ減ズベキモノナリ. 故ニ磁針路 S. 9° W. ノ自差ハ 11° W. ナリ.

Dev. for Less Course	... ..	17° W.
Correction to subtract	... ..	6
Required Deviation	... ..	<u>11 W.</u>

例 5.

第一號自差表ヲ用ヒテ磁針路 N.N.W. ヲ羅針路ニ改ムベシ.

For the Less Course. For the Greater Course.

C.Co. N.W = N.45°0' W.L.N. C.Co. N.W/W = N.56°15' W.L.N.  
 D. for „ = 29 0 E.R. D. for „ = 32 0 E.R.  
 Less. M. Co. N. 16 0 W. Greater Co. N.24.15 W.

Diff. between the Deviations 29° E. and 32° E.	3°
Diff. between the Less M. Co. and Given M. Co. N.N.W. 6	
Diff. between the Less and Greater Courses.	8 ) 18
Corn. for Dev. of the Less Course to be added.	2 +
Dev. for the Less Course N.16°W.	29E
	Required Dev. <u>31E.</u>

Given Magnetic Course N.N.W	... ..	N.22°30' W.L.N.
Deviation	... ..	31 0 E.L.
Compass Course	... ..	<u>N.53 30 W.</u>

例 6.

第一號自差表ニ依リ磁針路 E./S. ニ適シタル自差ヲ求メテ. 磁針路ヲ羅針路ニ改ムルコト如何.

Comp. Co. E./S. = S. 78°45' E.  
 Comp. Co. E./S. or N.101 15 E. R.N.  
 Dev. for E./S. 23 0 W.L.  
 Magnetic Course N. 78 15 E.

此ノ場合ノ如ク一方位ニ自差ヲ加減シテ得タル一針路ガ一度以内ニ既知磁針路ト合スルトキハ其自差ヲ以テ直チニ適當ノモノトシテ使用スベシ.

Given Mag. Co. E/N. = N. 78°45' E. R.N.	
Deviation	... .. 23 0 W.R.
	N.101 45] E.
	180 0
Required Comp. Course.	<u>S. 78.15 E.</u>

54. 第二號自差表(164)頁ニ依リ自差ヲ求ムルコト。  
 本表ノ自差ヲ求ムルニハ既知ノ磁針路ト表ノ針路トガ全ク符  
 合セザルモ一度以下ノ差ナル時ハ直チニ之ヲ以テ表ノ磁針方  
 位ト見做シテ同點ノ自差ヲ取り若シ相互ニ懸隔アルトキハ前  
 法ノ如ク比例シテ自差ヲ求ムルナリ。

例 1.

第二號自差表ヲ用ヒテ眞針路 S./E.  $\frac{1}{4}$ E. ニ適シタル自差ヲ取  
 リ以テ羅針路ヲ求ムベシ。此ノ地方ノ偏差ハ  $23^\circ$  W. ナリ。

T. Co. S./E. $\frac{1}{4}$ E. ....	S. $14^\circ 4'$ E. L.S.
Var. ....	23 0 W.R.
Mag. Co. ....	<u>S. 8 56 W.R.S.</u>

此ノ磁針路 S.  $8^\circ 56'$  W. ハ S. ト S./W. トノ間ノ磁針路ナル  
 ガ故ニ其自差モ亦タ S. ノ自差  $14\frac{1}{2}^\circ$  W. ト S./W. ノ自差  
 $10^\circ$  W. トノ間ニ在ルコト明ナリ。本表ハ磁針路ニ適シタル自  
 差ヲ示ス。

	$14\frac{1}{2}^\circ$ W.
	10 W.
Diff. of Dev. ....	<u><math>4\frac{1}{2}</math></u>
Less. Co. ....	S. $0^\circ 0'$ W.
Greater. Co. ....	S. $11 15'$ W.
Diff. of Co. ....	<u>11 15</u>
Less. Co. S. ....	$0^\circ 0'$
Given. Co. S. $8^\circ 56'$ W. ....	8 56
Diff. of Less and Given Co. ....	<u>8 56</u>

$11^\circ : 4^\circ = 9 : x$

$x = 3^\circ$

Dev. for Less Co. ....	$14^\circ 30'$ W.
Cor(自差ハ減少ス故ニ減ズ) 3 0	
Dev. for S. $8^\circ 56'$ W. ....	11 30 W.R.
Given Mag. Co. ....	<u>S. 8 56 W.R.S.</u>
Comp. Co. ....	S. $20 26$ W.
Or ....	<u>S. <math>20^\circ</math> W.</u>

之ヲ例4ト對照セバ第一號表ヲ用フルモ結果ハ同一ナルコト  
 ヲ知ルニ足ルベシ。

第一號自差表ヲ用ヒテ偏差ヲ  $23^\circ$  W. トシテ下ノ眞針路ニ適  
 シタル羅針路ヲ求ム。

問題  
眞針路

- |                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. S.E./E. $\frac{1}{4}$ E. | 7. S.S.E.                  |
| 2. S.W. $\frac{3}{4}$ S.    | 8. S.                      |
| 3. W./N.                    | 9. S./W. $\frac{1}{2}$ W.  |
| 4. S.W./W. $\frac{3}{4}$ W. | 10. S.S.W.                 |
| 5. E./N.                    | 11. W./S. $\frac{3}{4}$ S. |
| 6. S.E./S.                  | 12. S./E. $\frac{1}{4}$ E. |

答

自差改正率	自差	小羅針路	大羅針路	所要羅針路
1. $+3^\circ$	$26^\circ$ W.	S.	S./E.	S. $62^\circ$ E.

2.	+3	10 E.	S.W.	S.W./W.	S.49W.
3.	-1	33 E.	W./N.	W.	N.89W.
4.	+7	23 E.	S.W./W.	W.S.W.	S.64W.
5.	-1	29 W.	S.E.	S.E./E.	S.49E.
6.	+2	19 W.	S./W.	S.	S.8 W.
7.	+2	15 W.	S./W.	S.S.W.	S.15W.
8.	-4	6 W.	S.W./S.	S.S.W.	S.29W.
9.	-4	2 E.	S.W./S.	S.W.	S.38W.
10.	-6	4 E.	S.W./S.	S.W.	S.41W.
11.	0	24 E.	W.S.W.	W./S.	S.69W.
12.	-6	11 W.	S./W.	S.S.W.	S.20W.

第一號表ヲ用ヒテ下ノ問題ニ與ヘタル磁針路ヲ羅針路ニ改ムベシ。

## 問 題

## 磁 針 路

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. N.N.W.                | 5. N./E.                 |
| 2. S.E. $\frac{1}{2}$ E. | 6. S.                    |
| 3. S.S.E.                | 7. S.W. $\frac{1}{4}$ S. |
| 4. N.E. $\frac{1}{2}$ N. | 8. E. $\frac{1}{2}$ N.   |

## 答

自差改正率	自差	小磁針路	大磁針路	所要羅針路
1. +2°	31°E.	N.W.	N.W./W.	N.53°W.
2. +2	28 W.	S.E./S.	S./E.	S.28 E.

3.	+5	22 W.	S./W.	S./E.	S.
4.	-4	2 W.	N.E./N.	N.E.	N.41E.
5.	0	21 E.	N./W.	N.	N.10W.
6.	-2	15 W.	S./W.	S.S.W.	S.15W.
7.	-4	2 E.	S.W./S.	S.W.	S.40W.
8.	+1	24 W.	E./S.	E.S.E.	N.72E.

第二號表ヲ用ヒテ上ノ問題ノ磁針路ヲ羅針路ニ改ムルモ亦タ上記ノ答ト一致スベキナリ。

## 第七編 海圖使用法

55. 海圖ニ眞針海圖ト磁針海圖トノ二種アリ。前者ノ方位牌圖ノ南北線ハ必ズ子午線ト一致シ若クハ之ニ平行ス。後者ノ方位牌圖ノ南北線ハ子午線ト多少ノ角ヲナシテ平行セズ。故ニ兩者ヲ識別スルコト容易ナリ。北緯ノ地ノ海圖ナラバ緯度ハ北方ヘ増加シ之ニ反シテ緯度南方ニ増加スルトキハ南緯ニ屬スル圖ナリ。緯度ノ増減ハ圖ノ左右ノ劃度子午線ヲ見テ知ルヲ得ベシ。東經ノ地ノ場合ニ於テハ經度東方ヘ増加シ百八十度ニ至リテ止ム。西經ノ場合ニ於テハ百八十度ニ至ルマデ經度ハ漸次西方ヘ増加ス。經度ノ増減ハ海圖ノ上下ノ劃度緯線ヲ見テ知ルヲ得ベシ。

56. 海圖ハ使用法簡單ナルニモ拘ハラズ誤リヲ起シ易キモノナリ。是レ該使用法ノ練磨ヲ要スル所以ナリ。海圖ヲ使用スルニ當リテ目分量ニテ測リタルモノト實際兩脚規及定規ヲ用ヒテ測リタルモノトノ差殆ンド一致スルニ至リテ始メテ練習ヲ積ミシモノト云フベキナリ。總ベテ練習用ニハ第一號海圖ヲ使用スベシ。該海圖ヲ以テ凡ソ千回以上モ使用セバ如何ナル場合ト雖ドモ實際ニ臨ミテ針路其他方位、經緯度ヲ取り誤

ルガ如キハ絶無トナルニ至ルベシ。

第一號海圖ノ經度尺ノ寸法ハ三吋十二分ノニニシテ北緯四十五度四十八分ヨリ始メ北緯四十九度十一分ニテ終リ變經ハ六度五十分ナリ方位牌圖二個ノ中下方ノモノハ一點(十一度十五分)傾東ノ偏差ニ適セル磁針方位ヲ示シ。北緯四十六度ト四十七度トノ間ニ於テ中央ノ子午線上ニ畫ケリ。上方ノモノハ眞方位ニシテ北緯四十八度ト四十九度トノ間ニ於テ中央ノ子午線上ニ畫ケリ。而シテ内圈ハ何レモ三十二方位ヲ示シ概算ノ場合ニ使用スルタメニシテ。外圈ハ四象限ヲ各九十度ニ分チ精算ノ目的ニ適セシムル爲メナリ。一葉ノ海圖ニシテ二種ノ方位牌圖ヲ畫クハ海圖問題ノ場合ニ隨ヒ一方ニ於テ眞針海圖ノ用ニ適シ又他ノ一方ニ於テハ磁針海圖トシテ用フルコトヲ得ルノ便ニ供スルガ爲メナリ。是レヲ以テ一方ノ目的ニ供スル間ハ他ノ方位牌圖ヲ混用スベカラズ。南緯ノ地ニ使用スルニハ圖ノ上ヲ下ニスベシ即チ北點ヲ南點ニ換ニルナリ。

57. 此ノ海圖ニ附屬セル緯度尺圖ハ北緯四十六度ヨリ四十九度ニ至ル緯度ヲ除キ其他ノ緯度尺ヲ要スル場合ニ於テモ同一ノ海圖ニテ兼用セシムルガ爲メナリ。此ノ圖ハ南緯ノ地ニモ應用スルコトヲ得ベシ。唯ダ南緯ハ南方ヘ増加スルヲ以テ圖ヲ轉置スルコトニ注意スベシ。

58. 海圖使用ノ練習ニ關シテハ

第一. 圖上ニ於テ一地點ヨリ他ノ地點ニ至ル羅針路及ビ航程ヲ求ムルコト。

第二. 二個物標ノ羅針方位ニヨリテ船位ノ經緯度ヲ求ムルコト。

第三. 異時ニ測リタル同一物標ノ二個ノ羅針方位ト其間ニ於テ既知ノ針路上ヲ航走シタル距離トニヨリ後測ヲ行ヒタルトキノ船位ノ經緯度及ビ船位ヨリ同一ノ物標マデノ距離ヲ求ムルコト。

以上ノ三要件トス。

規 則

1. 針路ヲ求ムルニハ問題ノ海圖、眞針海圖ナラバ眞針方位圖ヨリ眞針路ヲ取り磁針海圖ナラバ磁針方位圖ヨリ磁針路ヲ取り何レモ法ニ從ヒテ自差ヲ求ムベシ。
2. 方位線ヲ引クニハ眞針海圖ナラバ羅針方位ヲ眞方位ニ改メ磁針海圖ナラバ羅針方位ヲ磁針方位ニ改ムベシ。
3. 兩地間ノ距離ヲ求ムルニハ兩地ヲ接續セル距離線ヲ二分シタル點ヲ求メ此ノ點ヲ左右何レカ便利ノ方ノ割度子午線ニ求メ該點ノ上下ニ於テ距離線ノ二分ノ一ツツヲ計リ之ヲ加ヘテ距離トナス。

眞 針 海 圖 使 用 法

例 1.

第五十一圖ノ海圖及第一號自差表ヲ用ヒテ M ヨリ N ニ至ル羅針路及航程ヲ求ムルコト如何。

此ノ海圖ヲ一見スルニ其ノ方位圖ノ南北線ハ子午線ト一致スルヲ以テ眞針海圖ナルコト明ナリ。

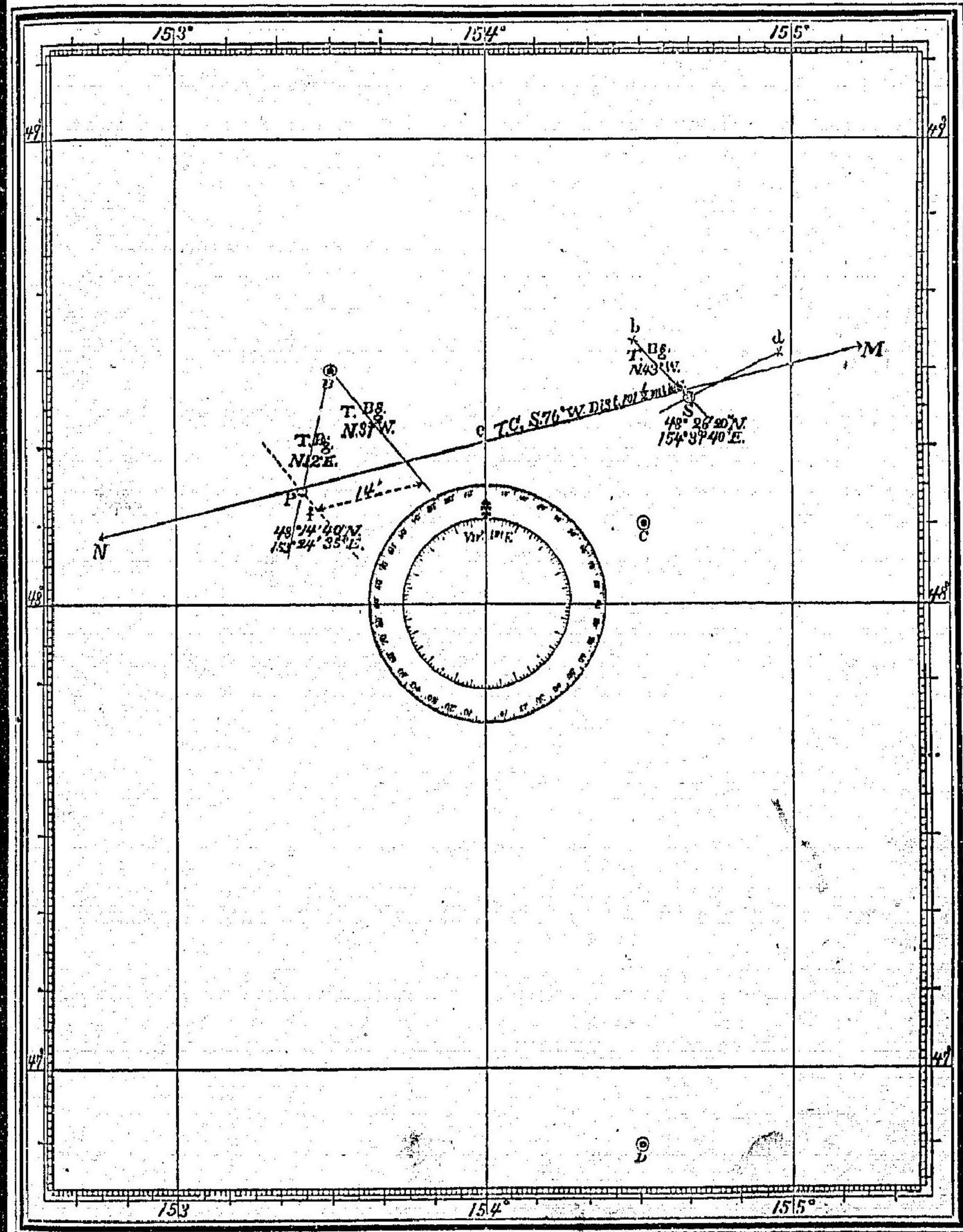
定規ヲ M 及 N ナル兩點ニ置キ直線ヲ引キテ兩點ヲ結ビ此ノ針路線ヲ眞針方位圖ノ中心ニ移セバ所要眞針路ハ W./S.  $\frac{1}{4}$  S. 即チ S. 75°56' W. ナリ。

偏差ハ海圖ニ記セル 11°15' E. ヲ用フベシ。

第 五 十 一 圖

縮 尺

第 一 號 海 圖 ノ 二 分 ノ 一



此ノ眞針路  $S. 75^{\circ}56' W.$  = 偏差及自差ヲ應用シテ羅針路ヲ求ムルコト前ニ示シタル法ノ如シ.

羅針路ヲ求ム.

T. Co., N to M,  $S. 75^{\circ}56' W.R.S.$   
 Var. ... ..  $11\ 15\ E. L.$   
 Mag. Co. ... ..  $S. 64\ 41\ W.R.S.$   
 Dev. ... ..  $12\ 48\ E. L.$   
 Comp. Co. ... ..  $S. 51\ 53\ W.$

Less Course.                  Greater Course.

$S. 45^{\circ}0' W.R.S.$                    $S. 56^{\circ}15' W.R.S.$   
 Dev.  $7\ 0\ E. R.$                   Dev.  $16\ 0\ E. R.$   
 $S. 52\ 0\ W.$                            $S. 72\ 15\ W.$

Difference of Deviations ... ..  $9^{\circ}$   
 Diff. of Given and Less M. Courses ...  $13 \times$   
 Diff. of Less and Greater Courses  $20 \overline{)117}$   
 Correction to add ... ..  $5.8+$   
 Deviation for Less Course ... ..  $7.0\ E.$   
 Required Deviation... ..  $12.8\ E.$

航程ヲ求ム.

兩脚規ヲ以テ M 及 N ナル兩地點ノ間隔ヲ等分シ此ノ等分點ヲ e ト命ジ此ノ e 點ヲ左右何レカ一方ノ劃度子午線上ニ移シ e 點ノ上下ニ於テ半距 eM 及 eN ヲ計リテ兩項ヲ加フレバ其ノ和  $101\frac{1}{2}$  哩ハ所要 MN ノ航程ナリ. 若シ半距過大ニシテ一度ニ兩脚規ヲ以テ計リ能ハザルトキハ又半距ヲ二分シ之ヲ上ノ如ク計リテ兩項ノ和ヲ二倍セバ即チ航程ナリ.

## 答

Comp. Co. **S. 52° W.**; Distance 101½ miles.

Variation 11°15' **E.**; Deviation 12°48' **E.**

## 例 2.

羅針路 **S. 52° W.** ニテ航走中 **b** 島ノ羅針方位 **W. N. W.** ト **d** 島ノ羅針方位 **N. E. ½ N.** トヲ測リ得タリ。然ル時ハ船位ノ經緯度如何、但シ第五十一圖ノ海圖及第一號自差表ヲ用ユベシ。此ノ海圖ハ眞針海圖ナルヲ以テ上ノ羅針方位ヲ眞方位ニ改ムルヲ要ス。羅針方位ヲ眞方位ニ改ムルニハ羅針路ヲ眞針路ニ改ムル法ノ如クナスナリ。

	b 島	d 島
Comp. Bearing ...	<b>N. 67° 30' W. L. N.</b>	<b>N. 39° 22' E. R. N.</b>
Comp. Error. ...	24 3 <b>E. R.</b>	24 3 <b>E. R.</b>
True Bearing ...	<b>N. 43 27 W.</b>	<b>N. 63 25 E.</b>

**b** 島ノ眞方位 **N. 43° W.** 及 **d** 島ノ眞方位 **N. 63° E.** ヲ各自眞針方位圖ニ合ハシ定規(三角定規ヲ最モ良トス)ヲ以テ此等ノ眞方位線ヲ各自 **b** 及 **d** ノ上ニ移シテ線ヲ引キ兩方位線ノ交叉點 **S** ノ經緯度ヲ取り以テ船位トナス。此ノ海圖ハ其緯度北方へ増加シ其經度東方へ増加スルヲ以テ北半球ノ一部ニ屬シ東經ノ地ナリ。

## 答

Lat. 48°26'20" **N.**; Long. 154°39'40" **E.**

## 例 3.

例 1 ノ如ク羅針路 **S. 52° W.** ニテ航走中 **B** 地點ヲ同羅針儀ニテ測リ **N. 63° W.** ヲ得テ以來同一針路ニテ續航スルコト十四哩ニシテ **B** ハ同羅針儀ニテ **N. 12° W.** ニ方レリ。然ルトキハ **B** ノ後測方位ヲ取リシトキノ船位ノ經緯度及本船ヨリ **B** マデノ距離如何。

	1st. Bearing of B.	2nd. Bearing of B.
Comp. Bearing ...	<b>N. 63° 0' W. L. N.</b>	<b>N. 12° 0' W. R. N.</b>
Error (Var. & Dev.),	24 3 <b>E. R.</b>	24 3 <b>E. R.</b>
True Bearing ...	<b>N. 38 57 W.</b>	<b>N. 12 3 E.</b>
	Or <b>N. 39° W.</b>	Or <b>N. 12° E.</b>

初測眞方位 **N. 39° W.** ノ方位線及後測眞方位線 **N. 12° E.** ヲ船ヨリ **B** ニ向ヒテ引キ初測方位線上ノ一點ヨリ眞針路 **S. 76° W.** ニ合ハシテ十四哩ノ距離ヲ記シ此ノ十四哩ノ終點 **f** ヲ貫キテ茲ニ初測方位線ヲ移セバ之レト後測方位線トノ交叉點 **P** ハ船位ナリ。

## 答

Lat. 48°14'40" **N.**; Long. 153°24'35" **E.**; Distance to **B**, 16 miles.

## 磁針海圖使用法

## 例 1.

第五十二圖ノ海圖及第一號自差表ヲ用ヒテ **Q** ヲヨリ **S** ニ至ル羅針路及航程ヲ求ムルコト如何。

此ノ海圖ニ畫ケル方位圖ノ南北線ハ子午線ニ平行セズシテ傾

東偏差  $11^{\circ}15'$  = 等シキ角ヲ以テ子午線ニ交ル故ニ此ノ海圖ハ磁針海圖ナリ。

Q 及ビ S ナル兩點上ニ定規ヲ置キ此ノ針路線ヲ磁針方位圖ノ中心ニ移シテ磁針路  $N.40^{\circ}E.$  ヲ求メ第一號自差表ニヨリ此ノ磁針路ヲ羅針路ニ改ムルナリ。

羅針路ヲ求ム。

M. Co., Q to S., ... ..  $N.40^{\circ}E. R.N.$   
 Dev.... ..  $20 W.R.$   
 Comp. Co. ... ..  $N.42^{\circ}0 E.$

Less Co.	Greater Co.
Comp. Co. ... $N.33^{\circ}45' E. R.N.$	$N.56^{\circ}15' E. R.N.$
Dev. .... $20 E.R.$	$90 W.L.$
Mag. Co. ... $N.35^{\circ}45' E.$	$N.47^{\circ}15' E.$

$11^{\circ} : 11^{\circ} = 4^{\circ} : x$   
 $x = 4^{\circ} W.$

Dev. for Comp. Co.  $N.E./N.$  ... ..  $2^{\circ} 0' E.$   
 Correction to subtract ... ..  $4 0 W.$   
 Dev. for Mag. Co.  $N.40^{\circ}E.$  ... ..  $2 0 W.$

答

Compass Course  $N.42^{\circ}E.$ ; Distance 121 miles.  
 Variation  $11\frac{1}{4}^{\circ}E.$ ; Deviation  $2^{\circ}W.$

航程ハ前法ノ如ク兩脚規ヲ以テ中分緯度ノ上下ニ於テ全航程ノ二分ノ一ツツ計ルベシ。

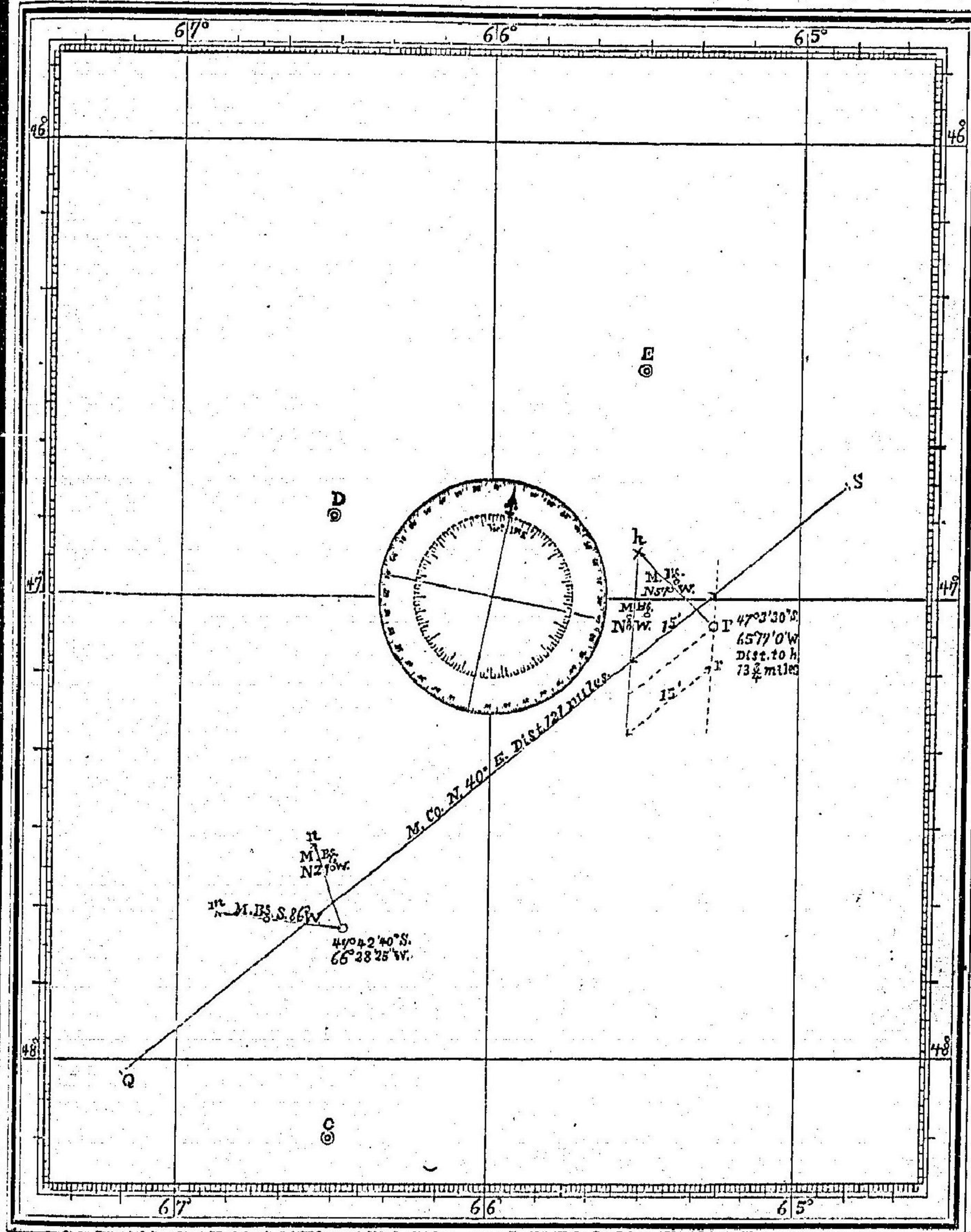
例 2.

上ノ羅針路  $N.42^{\circ}E.$  ニテ續航中、m 地點ノ羅針方位  $S.88^{\circ}W.$  及 n 山嶺ノ羅針方位  $N.27^{\circ}W.$  ヲ同時ニ測レリ、船位ノ經

第五十二圖

縮尺

第一號海圖ノ二分ノ一





緯度如何.

羅針方位ヲ磁針方位ニ改ムルヲ要ス.

Bearing of m.	Bearing of n.
Comp Bearing ... <b>S.88°W.R.S.</b>	<b>N.27° 0'W.L.N.</b>
Dev. on <b>N.42°E.</b> ... <b>2 W.L.</b>	<b>2 0 W.L.</b>
Mag. Bearing ... <b><u>S.86 W.</u></b>	<b><u>N.29 0 W.</u></b>

答

Lat 47°42'40"S.; Long 66°28'25"W.

此ノ海圖ニ於テハ緯度ハ南方ヘ増加シ經度ハ西方ヘ増加スルガ故ニ此ノ海圖ノ部分ハ南半球ニ屬スル西經ノ地ナリ.

例 3.

上ノ羅針路ニテ航走中、島嶼 h ノ中心ノ羅針方位 **N.6°W.**ヲ測リ尙ホ同一羅針路ニテ航走スルコト十五哩ニシテ同島嶼ノ中心ノ羅針方位ハ **N.55°W.**ニ方レリ. 然ルトキハ後測ヲナセシ船位ノ經緯度及船位ヨリ h マデノ距離如何.

1st. Bearing of h.	2nd. Bearing of h.
Comp. Bearing ... <b>N.6°0'W.L.N.</b>	<b>N.55°0'W.L.N.</b>
Dev. ... .. <b>2 0 W.L.</b>	<b>2 0 W.L.</b>
Mag. Bearing ... <b><u>N.8 0 W.</u></b>	<b><u>N.57 0 W.</u></b>

答

Lat 47°3'30"S.; long. 65°17'0"W.; Distance to h, 13 $\frac{3}{4}$  miles.

hヲ貫キテ第一磁針方位 **N.8°W.** 及第二磁針方位 **N.57°W.**ノ兩方位線ヲ引キ第一方位線ヨリ磁針路 **N.40°E.** 上ニテ 15 哩

ノ終點 l 或ハ磁針路ニ平行シテ第一方位線ヨリ引キタル線上ニテ 15 哩ノ終點 r ヲ記シ、第一磁針方位線  $N.8^{\circ}W.$  ヲ此ノ l 或ハ r 點上ニ移セバ第一及ビ第二ノ兩方位線ノ交叉點 p ハ船位ナリ。

下ノ問題ハ第一號眞針海圖及ビ第一號自差表ヲ用ヒテ決スベシ。偏差ハ  $11^{\circ}15'E.$  ナレドモ之レヲ五捨六入シテ  $11^{\circ}E$  トナスベシ。

## 問 題

- I. 1. L ヨリ B ニ到ル眞針路、羅針路及ビ航程ヲ求ム。  
 2. 上ノ羅針路ニテ航走中北緯  $48^{\circ}38'30''$  西經  $7^{\circ}50'$  ニ在ル c 島ノ中心ノ羅針方位  $N.74^{\circ}W.$  ト A 燈臺ノ羅針方位  $N.27^{\circ}E.$  ヲ視測シタリ、船位ノ經緯度ヲ求ム。  
 3. 同羅針路ニテ續航中、北緯  $48^{\circ}39'$  西經  $7^{\circ}18'$  ニ在ル l 燈臺ヲ羅針儀ニテ  $N.66^{\circ}E.$  ニ視測シ 15 哩航走ノ後チ再ビ同燈臺ヲ視測シ其羅針方位  $N.34^{\circ}W.$  ナルコトヲ知レリ。後測時ノ船位ノ經緯度及ビ船位ヨリ同燈臺マデノ距離如何。

## 答

1. T. Co.  $S.77^{\circ}E.$ ; Comp. Co.  $S.61^{\circ}E.$ ; Distance 83 miles.  
 Var.  $11^{\circ}15'E.$ ; Dev.  $27^{\circ}0'W.$   
 2. Lat.  $48^{\circ}38'30''N.$ ; Long.  $7^{\circ}33'0''W.$   
 3. Lat.  $48^{\circ}31'10''N.$ ; Long.  $7^{\circ}4'20''W.$  Dist to l, 12 miles.  
 II. 1. E ヨリ C ニ到ル眞針路、羅針路及ビ航程ヲ求ム。

2. 上ノ羅針路ニテ航走中北緯  $47^{\circ}5'50''$  西經  $3^{\circ}59'0''$  ニ在ル g 島ノ中心ノ羅針方位  $S.78^{\circ}E.$  ヲ測リ同時ニ北緯  $47^{\circ}3'50''$  西經  $4^{\circ}13'$  ニ在ル j 岬ノ羅針方位  $S.16^{\circ}E.$  ヲ測リ得タリ。船位ノ經緯度ヲ求ム。

3. 上ノ如ク g 島ノ中心ノ羅針方位  $S.78^{\circ}E.$  ヲ測リシ以來尙ホ同羅針路ニテ 20 哩續航シタルトキ再ビ羅針儀ニテ g 島ノ中心ヲ測リシニ  $S.30^{\circ}E.$  ニ方レリ然ルトキハ後測時ニ於ケル船位ノ經緯度及ビ船位ヨリ g 島マデノ距離ハ如何。

## 答

1. T. Co.  $N.22^{\circ}E.$ ; C. Co.  $N.10^{\circ}W.$  Dist.  $109\frac{1}{4}$  miles.  
 Var.  $11^{\circ}15'E.$ ; Dev.  $21^{\circ}0'E.$   
 2. Lat.  $47^{\circ}12'10''N.$ ; Long.  $4^{\circ}9'20''W.$   
 3. Lat.  $47^{\circ}30'30''N.$ ; Long.  $3^{\circ}58'15''W.$  Dist. 25 miles.  
 III. 1. I ヨリ K ニ至ル眞針路、羅針路及ビ航程ヲ求ム。  
 2. 上ノ羅針路ニテ北緯  $47^{\circ}3'20''$  西經  $9^{\circ}19'15''$  ニ在ル t 燈臺ハ羅針儀ニテ  $S.32^{\circ}E.$  ニ方リ、又北緯  $47^{\circ}17'40''$  西經  $9^{\circ}0'0''$  ニ在ル p 山嶺ノ羅針方位  $N.35^{\circ}E.$  トナルマデ續航セリ。船位ノ經緯度ヲ求ム。  
 3. 同羅針路ヲ保チテ續航中 p 山嶺ハ羅針儀ニテ  $S.77^{\circ}E.$  ニ方リシ以來尙ホ同羅針路ニテ航走スルコト 15 哩ニシテ p 山嶺ヲ羅針儀ニテ測リシニ  $S.32^{\circ}E.$  ニ方レリ、船位ノ經緯度ハ如何。

## 答

1. T. Co. **N. 22°E.**; C. Co. **N. 10°W.**; Dist.  $109\frac{1}{2}$  miles.  
Var.  $11^{\circ}15'E.$ ; Dev.  $21^{\circ}0'E.$
  2. Lat.  $47^{\circ}12'15''N.$ ; Long.  $9^{\circ}19'0''W.$
  3. Lat.  $47^{\circ}38'15''N.$ ; Long.  $9^{\circ}0'0''W.$ ; Dist.  $15\frac{3}{4}$  miles.
- IV. 1. C ヨリ D ニ到ラントス、此ノ眞針路、羅針路及ビ航程ハ如何.
2. 羅針路ハ同一ニシテ航走中、北緯  $48^{\circ}8'0''$  西經  $3^{\circ}33'10''$  ニ於ケル r 礁ハ羅針儀ニテ **N. 33°W.** ニ方リ、又北緯  $48^{\circ}8'50''$  西經  $3^{\circ}17'10''$  ニ於ケル i 燈臺ハ羅針儀ニテ **N. 58°E.** ニ方レリ、船位ノ經緯度如何
  3. 尙ホ上ノ羅針路ヲ保チテ續航中ニ北緯  $47^{\circ}29'0''$  西經  $3^{\circ}55'0''$  ニ在ル e 島ヲ羅針儀ニテ **S. 67°W.** ニ視測シ是レヨリ同羅針路ニテ 16 哩航進シタルトキ同島ヲ羅針儀ニテ測リ **N. 66°W.** ヲ得タリ、初測及後測ノ船位ノ經緯度及ビ後測船位ヨリ e 島マデノ距離如何.

## 答

1. T. Co. **S.**; C. Co. **S.**; Dist.  $80\frac{3}{4}$  miles. Var.  $11^{\circ}15'E.$   
Dev.  $11^{\circ}0'W.$
2. Lat.  $48^{\circ}4'0''N.$ ; Long.  $3^{\circ}29'0''W.$
3. At 1st. Obs<sup>n</sup>. Lat.  $47^{\circ}36'30''N.$ ; Long.  $3^{\circ}28'0''W.$   
At 2nd. Obs<sup>n</sup>. Lat.  $47^{\circ}20'40''N.$ ; Long.  $3^{\circ}28'0''W.$

Dist. to e Isle at 2nd Obs<sup>n</sup>. 20 miles.

- V. 1. E ヨリ D ニ到ル眞針路、羅針路及ビ航程如何.
2. 毎時 10 哩ノ速力ニテ E ヨリ D ニ到ル途中、某日午前 4 時北緯  $46^{\circ}35'$  西經  $4^{\circ}$  ノ v 燈ヲ右舷船首ニ點ニ視測シタル船位ヨリ 30 分時間同羅針路ニテ航走ノ後チ同燈ヲ右舷船首四點ニ視測シタル船位ヨリ v 燈ノ羅針方位及ビ距離如何.
  3. 右舷船首四點ニ v 燈ヲ視測シタル船位ヨリ尙ホ同一羅針路ニテ航走スルコト 4.3 哩ニシテ同燈ハ右舷正横ニ方レリ、船位ノ經緯度及ビ時刻如何.

## 答

1. T. Co. **N. 65°E.**; C. Co. **E.N.E.** or **N. 67°E.**,  
Dev.  $13^{\circ}0'W.$ ; Var.  $11^{\circ}15'E.$ ; Dist. 46 miles.
2. C. Bearing of v, **S. 68°E.**, Dist to v 5 miles.
3. Lat. when v bore T. **S. 25°E.**,  $46^{\circ}39'0''N.$   
Long. when v bore T. **S. 25°E.**,  $4^{\circ}3'0''W.$   
Time when v bore T. **S. 25°E.**,  $4^h56^m$  A.M.

- VI. 1. 羅針路 **S. 8°W.** ニテ K ヨリ H ニ到ル航海中北緯  $48^{\circ}$  ノ緯線上ニ在ル某燈臺及ビ著樹ガ一直線トナリタルトキ其ノ方位ヲ羅針儀ニテ測リ **S. 82°E.** ヲ得タリ、然ルトキハ此ノ羅針路 (**S. 8°W.**) ノ自差ハ第一號自差表ニ比シテ其正否如何.

## 答

燈臺及著樹ヲ一直線ニ見ル時ノ眞方位 **E**. 羅針方位 **S. 82° E**.  
ノ差 **8° W** ナル羅針進差ニ偏差 **11° E**. ヲ加フレバ自差ハ **19° W**. ナリ. 第一號自差表ヨリ **S. 8° W**. ノ自差ヲ求ムルニハ同  
ジク **19° W**. ナリ. 故ニ表ノ自差ハ正シ.

**VII. 1. F** ヲ發シテ **E** ニ到ラントスルニ當リ其羅針路 **N. 67° E**. ニテ一時間 10 哩ノ速力ニテ航走中. 北緯 **46° 29'** 西經 **5°**  
ニ在ル一燈臺ノ方位ヲ羅針儀ニテ測ルニ **N. 35° E**. ニ方レ  
リ. 此ノ時ヨリ同針路ニテ航走スルコト 30 分時間ニシテ濃霧  
襲來シタルヲ以テ安全ノタメ羅針路 **S. 88° E**. ニ轉針シ夫レ  
ヨリ 30 分時間航走シタルニ霧晴レテ同燈臺ヲ羅針儀ニテ **N.**  
**3° W**. ニ測レリ. 然ルトキハ **F** ヲヨリ初測船位マデノ眞針路.  
羅針路ニ適シタル自差及ビ距離如何.

2. 後測船位ヨリ同燈臺マデノ眞方位及ビ距離ハ如何.

3. 後測船位ヨリ **E** ニ到ル眞針路. 羅針路及ビ航程並ニ  
該羅針路ノ自差ハ如何.

## 答

1. **T. Co.** from **F** to 1st. Obs<sup>n</sup>. **N. 65° E**.

Dist. from **F** to 1st. Obs<sup>n</sup>. **13½ miles**.

Dev. for **C. Co.** **N. 67° E**., **13° W**.

Var. **11° 15' E**.

2. **T. Bg.** of **L. H.**, **N. 5° W**. and Dist. **10¾ miles**.

3. **T. Co.** from 2nd. Obs<sup>n</sup>. to **E**, **N. 38° E**.

**C. Co.** from 2nd. Obs<sup>n</sup>. to **E**, **N. 38° E**.

**D.** for **C. Co.** **N. 38° E**., **0°**; **V. 11° 15' E**.

Dist. from 2nd. Obs<sup>n</sup>. to **E**, **23 miles**.

下ノ問題ハ第一號磁針海圖及第二號自差表ヲ用ヒテ決スベシ

**VIII. 1. K** ヲヨリ **A** ニ到ル羅針路及ビ航程ヲ求ム.

2. 上ノ羅針路ニテ航走中. **L**. 岬ハ羅針儀ニテ測リ **N.**  
ニ方リ同時ニ北緯 **48° 40'** 西經 **6° 15'** ニ在ル **X** 燈臺ハ羅針儀  
ニテ **E**. ニ方レリ. 船位ノ經緯度ハ如何.

3. 上ノ如ク **L**. 及ビ **X** ノ交叉方位ニヨリテ船位ヲ確  
メタルトキ羅針路 **N. 71° E**. ニ轉針シテ航行中. **X** ハ羅針儀  
ニテ **S. 82° E**. ニ方レリ. 是レヨリ尙ホ同針路 **N. 71° E**. ニテ  
航走スルコト **5½** 哩ニシテ **X** ハ羅針儀ニテ **S. 8° W**. ニ方レ  
リ. 後測時ニ於ケル船位ノ經緯度及ビ船位ヨリ **X** マデノ距離  
如何.

## 答

1. **M. Co.** **N. 67° E**., **C. Co.** **N. 86° E**.

Dev. **19° W**.; Dist. **82½ miles**.; **M. Bg.** of **L**, **N. 19° W**.

2. Lat. **48° 38' 50" N**, Long **6° 27' 40" W**.

3. **M. Co.** **N. 57° E**.; Dev. **14° W**.; 1st. **M. Bg.** of **X**, **N. 84° E**.;  
2nd. **M. Bg.** of **X**.; **S. 6° E**.

At 2nd. Obs<sup>n</sup>. Lat. **48° 42' 30" N**.; long. **6° 14' 30" W**.

Dist. from 2nd. Obs<sup>n</sup>. to **X**, **2½ miles**.