

- IX. 1. FヨリHニ到ラントス其羅針路及ビ航程ヲ求ム.
2. 上ノ羅針路ニテ航走中北緯 46°30' 西經 6°25' ノ山嶺 Y ハ羅針儀ニテ N.69°W. ニ方リ同時ニ G 岬ハ羅針儀ニテ S.21°W. ニ方レリ. 船位ノ經緯度ハ如何.
3. G 岬 S. 21°W. ニ方リシヨリ同羅針路ニテ航走スルコト 9 $\frac{1}{2}$  哩ニシテ同岬ハ羅針儀ニテ正横ニ方レリ. 同岬. 正横ニ方リシトキノ船位ノ經緯度ハ如何.

答

1. Mag. Co. N.83°W.; Dev. 24°E.; Dist. 86 miles.
2. Lat. 46°18'15" N.; Long. 6°15'15" W.
3. Lat. 46°20' 0 N.; Long. 6°27'20" W.

上ノ海圖問題ハ二等運轉士受験科程ノ全部ヲ示ス.

下ニ掲グル所ノ海流ニ關スル海圖問題ハ一等運轉士及船長受験科程ノ全部ヲ示ス.

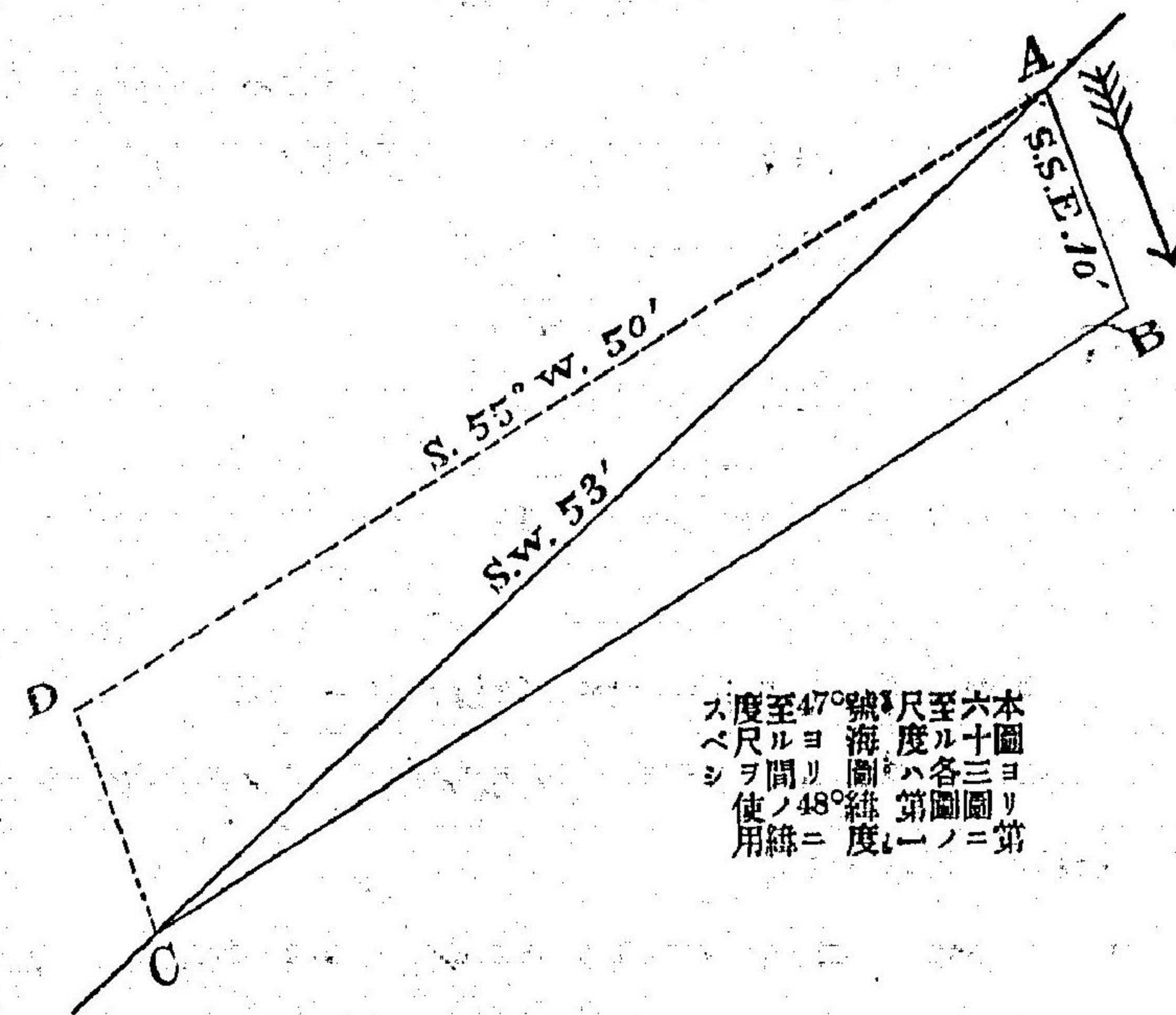
航行中. 海流ニ遭會スルニ當リテ海圖上ニ針路ヲ表ハシ. 航カヲ知り. 船位ヲ確ムル等ハ必ズ下ニ示ス所ノ場合ノ一ヲ逸スルコトナシ. 下ノ各例ハ第一號眞針海圖ノ北緯四十七度ト四十八度トノ緯線間ニ於テ圖シタルモノナリ.

例 1.

仕向地ハ船位ヨリ眞針 S.W. ニ方リ. 船ノ速カハ毎時 10 哩ニシテ海流ハ毎時 2 哩ノ割合ヲ以テ眞針 S.S.E. ニ向流ス. 仕向地ヲ絶エズ眞針 S.W. ノ方向ニ保テテ航行セントスルトキハ

如何ナル眞針路ヲ取ルベキカ. 航行中海流一定ナラバ 5 時間ノ後ニハ幾哩仕向地ニ近接スルカ. 毎時ノ航カハ幾哩ナルヤ.

第五十三圖



第五十三圖ニ於テ船位ヲ A トセバ AC ハ眞針 S.W. ニシテ仕向地ノ方位ナリ. A ヨリ B マデ 5 時間ノ流程 10 哩ヲ眞針 S.S.E. ニ引キ又 B ヨリ C マデ 5 時間ノ航程 50 哩ニ合ハシテ BC ヲ引クベシ. BC ノ方向ヲ眞針方位圖ニテ計レバ S. 55° W. ヲ得. 故ニ眞針路 S. 55° W. ニテ航行スレバ仕向地ノ方位 S.W. ハ絶エズ變ズルコトナシ. 而シテ船ハ仕向地ニ近接スルコト

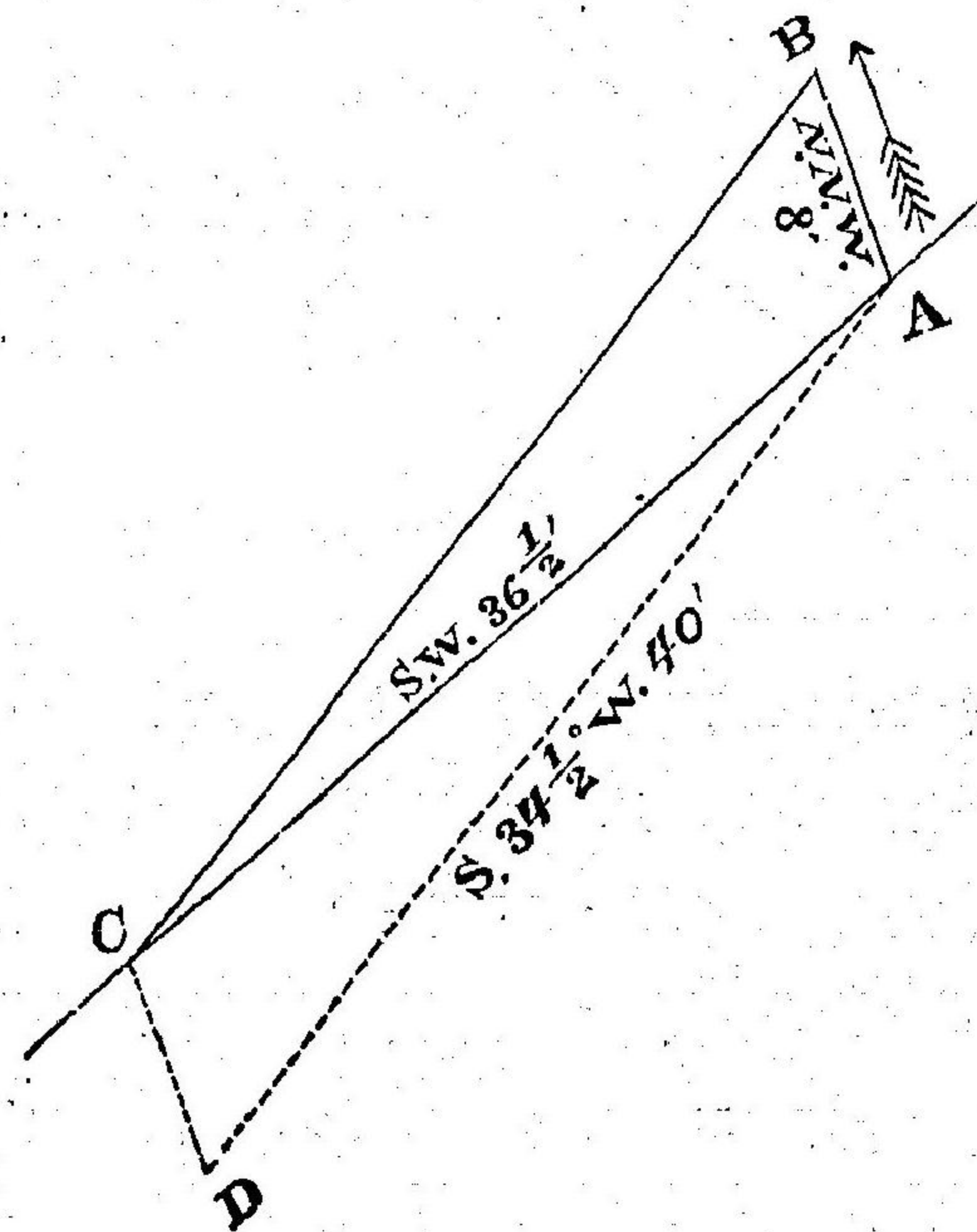
AヨリCマデ即チ53哩ナリ。53哩ヲ5時間ニテ除セバ航カハ10.6哩ナリ。

本圖ノ緯度尺ハ第一號海圖ノ47°ヨリ48°ニ至ル間ノモノヲ使用セリ。

例 2.

仕向地ハ船位ヨリ真針S.W.ニ方リ船ノ速力ハ1時間10哩ニシテ海流ハ毎時真針N.N.W.ニ2哩向流ス。仕向地ノ真方位ヲ絶エズ持續セントスルトキハ如何ナル真針路ニテ航行スベキカ。此ノ真針路ニテ4時間航走セバ仕向地ニ近接スルコト幾哩ナルカ又航カ如何。

第五十四圖

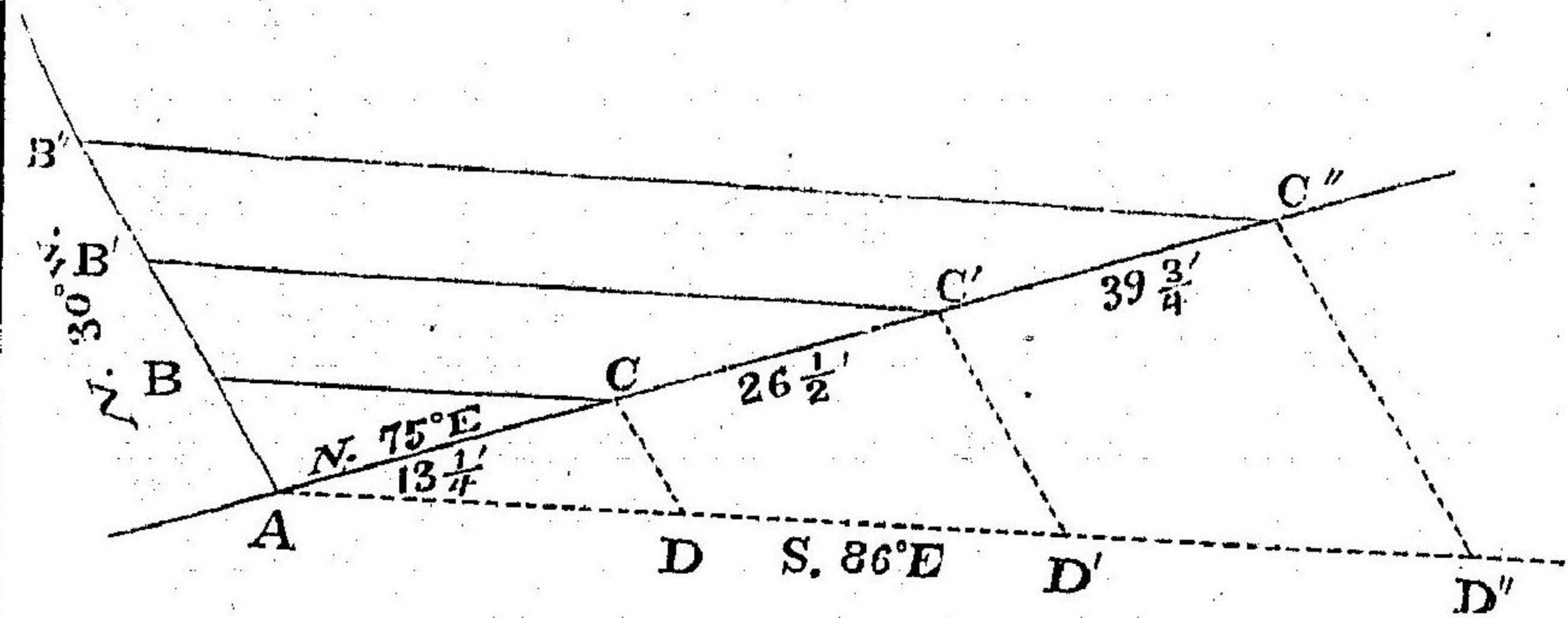


第五十四圖ニ於テ仕向地ノ方位線ACヲ真方位S.W.ニ引キ流向線ABヲ真方位N.N.W.ニ引キ之レヲ4時間ノ流程8哩ニ合ハシBヨリ距離40哩ノ長サヲ以テCニ於テACニ會セシメBCニ平行シテADヲ海圖ニテ計レバ真針路S. 34 1/2°Wヲ得。此ノ真針路ヲ保持セバ終ニS.W.ニ方ル所ノ仕向地ニ達スベシ。船ハ仕向地ニ近接スルコトACノ距離ニシテ36 1/2哩ナリ。36 1/2哩ヲ4時ニテ除スレバ毎時ノ航カハ9.12哩ナリ

例 3.

仕向地ノ真針方位N. 75°E.ニシテ測程機ニヨリ船ハ1時間ニ15哩ノ速力ニテ航走シ海流ハ毎時5哩ツツ真方位N. 30°W.ニ向流ス。然ルトキハ如何ナル真針路ヲ保持セバ仕向地ニ達スルヲ得ベキヤ又一時間二時間三時間ノ後チニ於テ仕向地ニ近附クコト各幾哩ナルカ。

第五十五圖

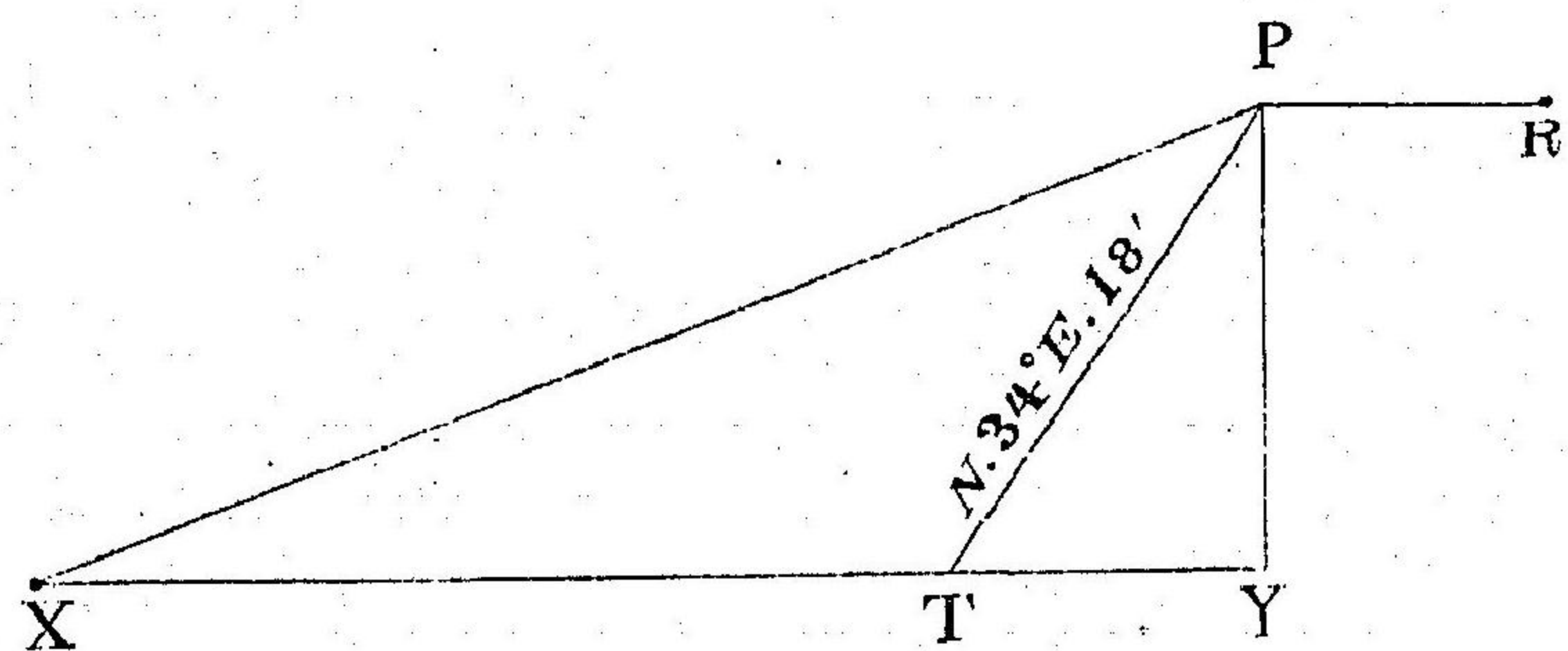


ABヲ真方位 N. 30°W. 5 哩. AB'ヲ同方位 10 哩. AB''ヲ同方位 15 哩ニ引キ BCヲ 1 時間ノ里程. B'C'ヲ 2 時間ノ里程 B''C''ヲ 3 時間ノ里程ニ合ハシテ各自 C, C', C''ニ於テ N. 75°E. ナル仕向地ノ方位線ニ會セシムベシ. AD''ハ B''C''ニ平行シテ引キタル線ニシテ真針路線ナリ. 故ニ N. 30°W. 5 哩ノ海流ニ抗スルタメニ真針路 S. 86°E. ニテ 1 時間航走セバ仕向地ニ近接スルコト 13½ 哩ニシテ 2 時間後ニハ之ニ倍シ 26½ 哩トナリ 3 時間ノ後ニハ 39¾ 哩ニ及ブベシ.

例 4.

47°16'N, 100°38½'E. ニ在ル X 港ヨリ真東ニ 40 哩ヲ隔ツル Y 燈ニ到ラントスル途中一時間 10 哩ノ速力ニテ真針路 E. ニ航走スルコト 3 時間ニシテ霧霽レタリ此ノトキ Y 燈ヲ真南ニ視測シ又 Y ヨリ真方位 N.E./N. 距離 18 哩ニ在ル R 岬ヲ真東ニ視測セリ海流向及流程並ニ其速力如何.

第五十六圖

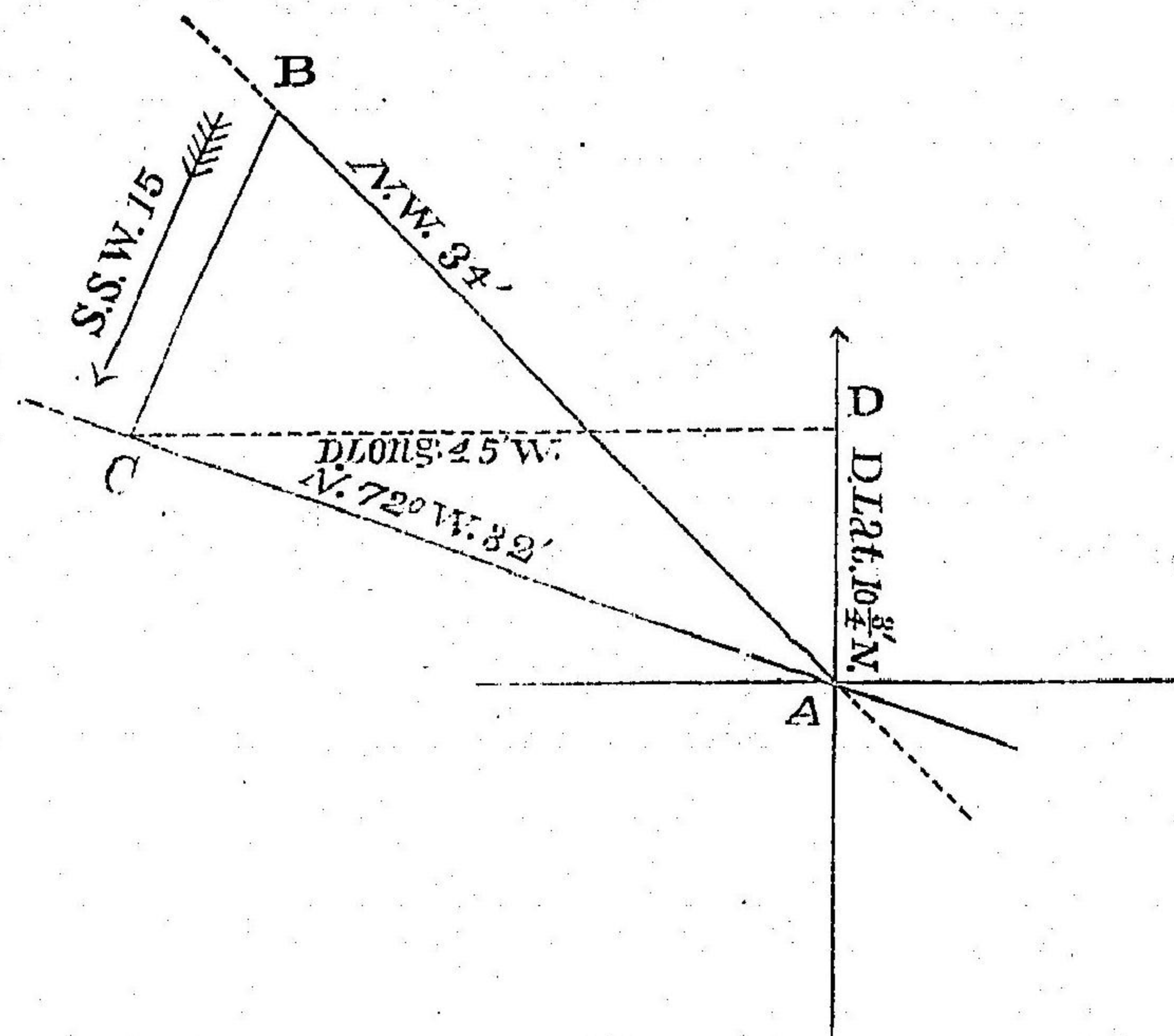


第五十六圖ニ於テ XYヲ真東 40 哩. XTヲ同方位 30 哩ニ合ハシテ引キ PYヲ真南ニ PRヲ真東ニ引キ船位 Pヲ確メ T及 Pヲ結ベバ TPハ海流向 N. 34° E. ニシテ其流程 18 哩ナリ. 全流程 18 哩ヲ 3 時間ニテ除セバ海流ノ速力ハ 6 哩ナリ. 本圖ノ尺度ハ第一號海圖ノ 47°ヨリ 48°ニ至ル緯度尺ヲ使用セリ.

例 5.

或ル時間ニ於テ真方位 S.S.W. 流程 15 哩ノ海流アル所ヲ航行中船ハ真針路 N.W. ニ 34 哩走レリ. 然ルトキハ直行真針路及航程ハ如何.

第五十七圖

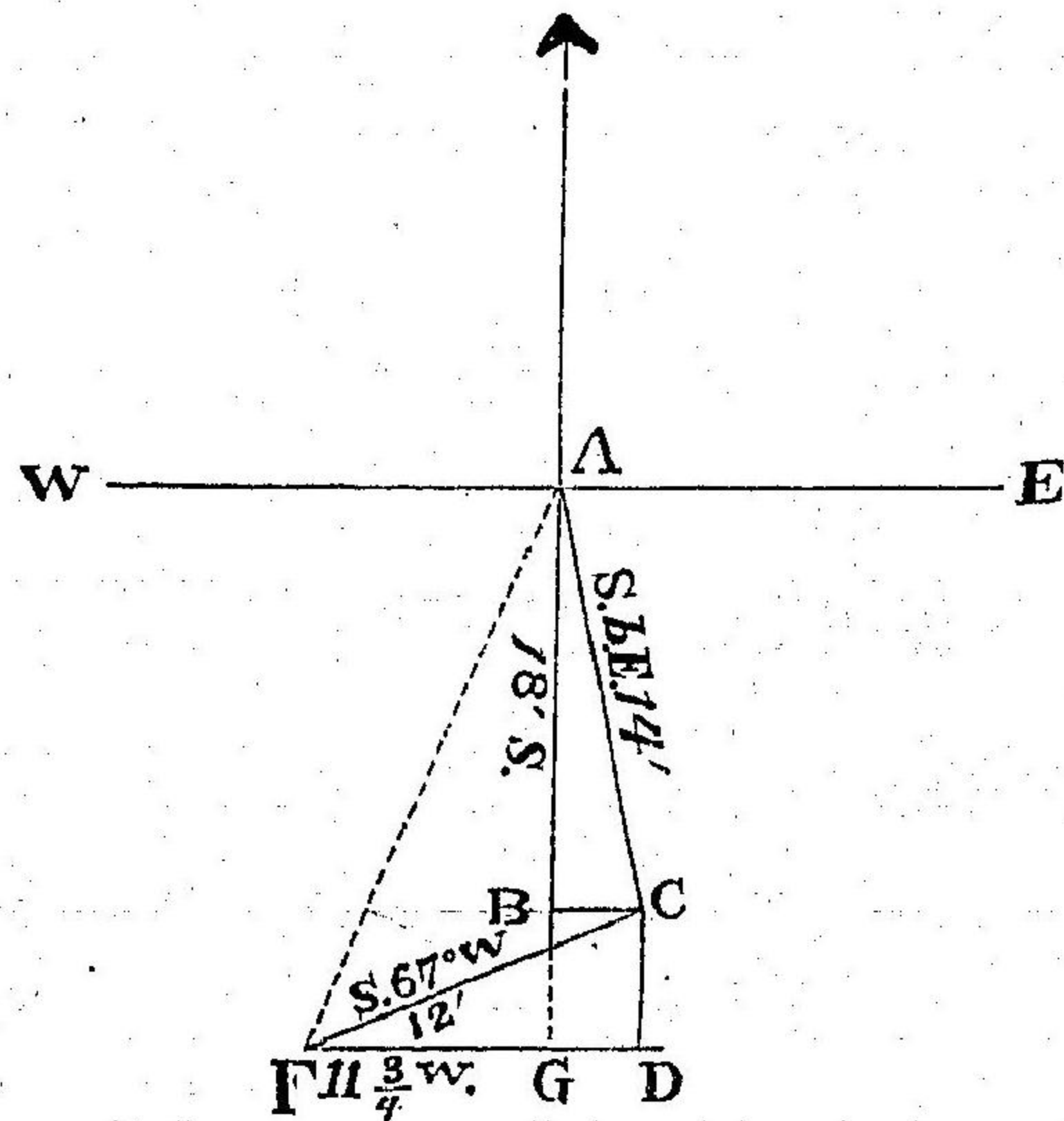


第五十七圖ニ於テ AB ヲ N.W. 34 哩ノ長サニ引キ其終點 B  
ヨリ BC ヲ S.S.W. 15 哩ノ長サニ引キ AC ヲ結ビ C 點ヨリ  
CD ヲ引クベシ. AC ハ N. 72° W. 32 哩ニシテ所要直行眞針  
路及航程ナリ. 又 AD ハ變緯 10 $\frac{3}{4}$ ' N. ニシテ DC ハ變經 45' W.  
ナリ.

例 6.

海流ノアル所ニ於テ航行中推測ニヨレバ眞針路 S./E. 14 哩ナ  
ルモ實測ニヨレバ變緯ハ南 18 哩ニシテ變經ハ西 11 $\frac{3}{4}$  哩ナル  
コトヲ知レリ. 流向及流程ヲ求ム.

第五十八圖

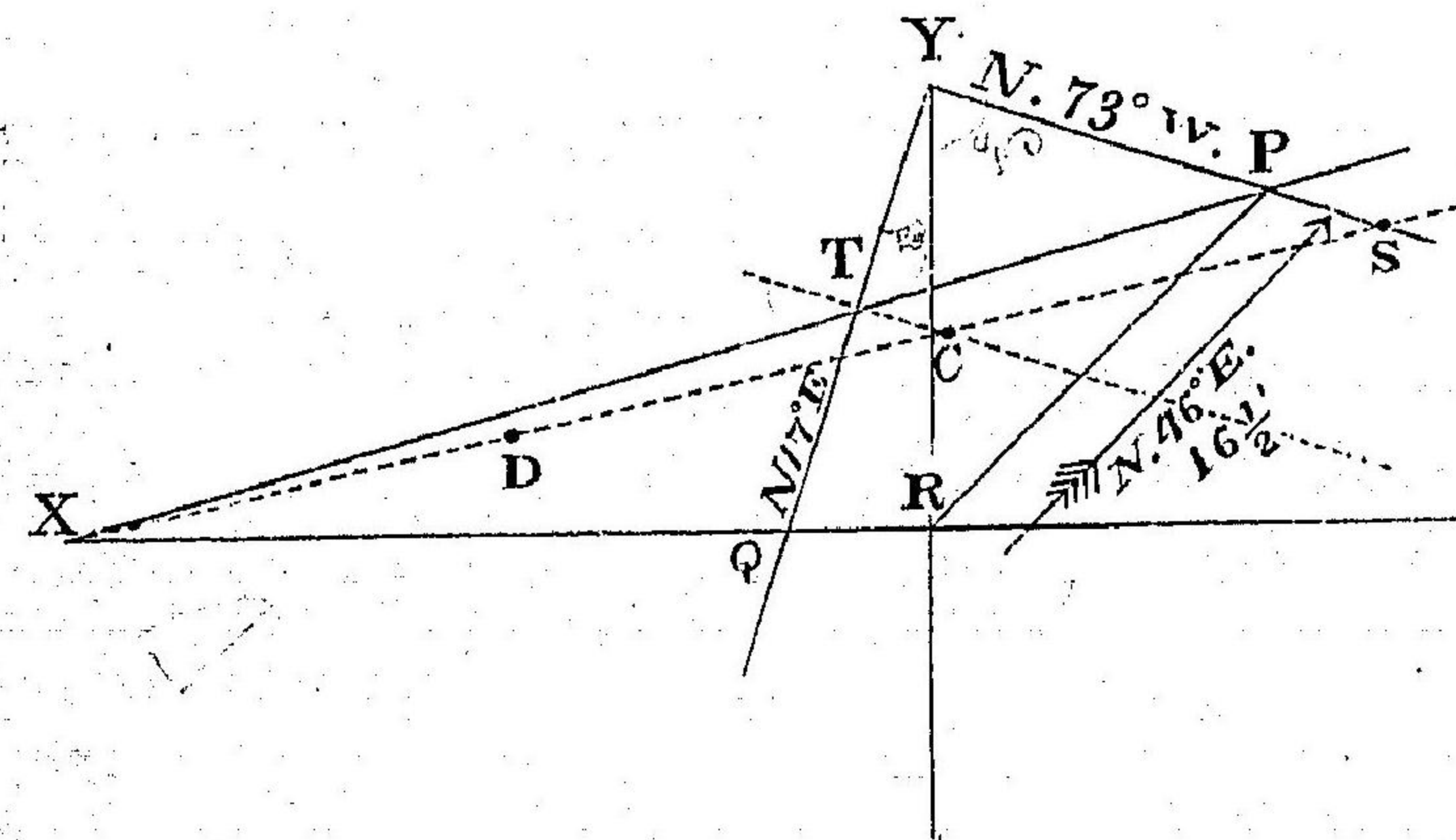


第五十八圖ニ於テ AC ヲ S./E. 14' ニ引ケバ BC ハ變經 4 $\frac{1}{2}$ ' E.  
ニシテ AB ハ變緯 18 $\frac{1}{2}$ ' S. ナリ. 故ニ C ハ推測船位ナリ. AG  
ヲ實測變緯 18' S. ニ GF ヲ變經 11 $\frac{3}{4}$ ' W. ニ引ケバ F ハ實測船  
位ナリ. 今 CF ヲ結ベバ CF ハ海流向及ビ流程ニシテ眞方位  
S. 67° W. 12 哩ナリ.

例 7.

X 港ヲ發シ眞針路 E. ニ航走スルコト 30 哩ニシテ Y 燈ハ眞  
北 15 哩ニ方ルベシ. 今毎時速力 10 哩ニテ眞東ニ航走スルコ  
ト 2 時間ニシテ Y ヲ眞方位 N. 17° E. ニ視測シタリ夫レヨリ  
尙ホ 1 時間同針路ニテ續航ノ後チ Y ハ眞方位 N. 73° W. ニ  
方リタリ. 然ルトキハ海流ノ方向及速力ハ如何.

第五十九圖





13½ 哩ナリ. 13½'ヲ四除シタルモノ即チ約 3.4 哩ハ其速度ナリ. 海流ハ船首ヨリ 42°ノ角度ヲ以テ左舷船首ニ激スルガ故ニ船ヲシテ絶エズ **XT**ニ向ハシメ置カントスルトキハ **XZ**ノ方向即チ真針路 **N. 78°E.**ヲ保持スルヲ要ス.

例 9.

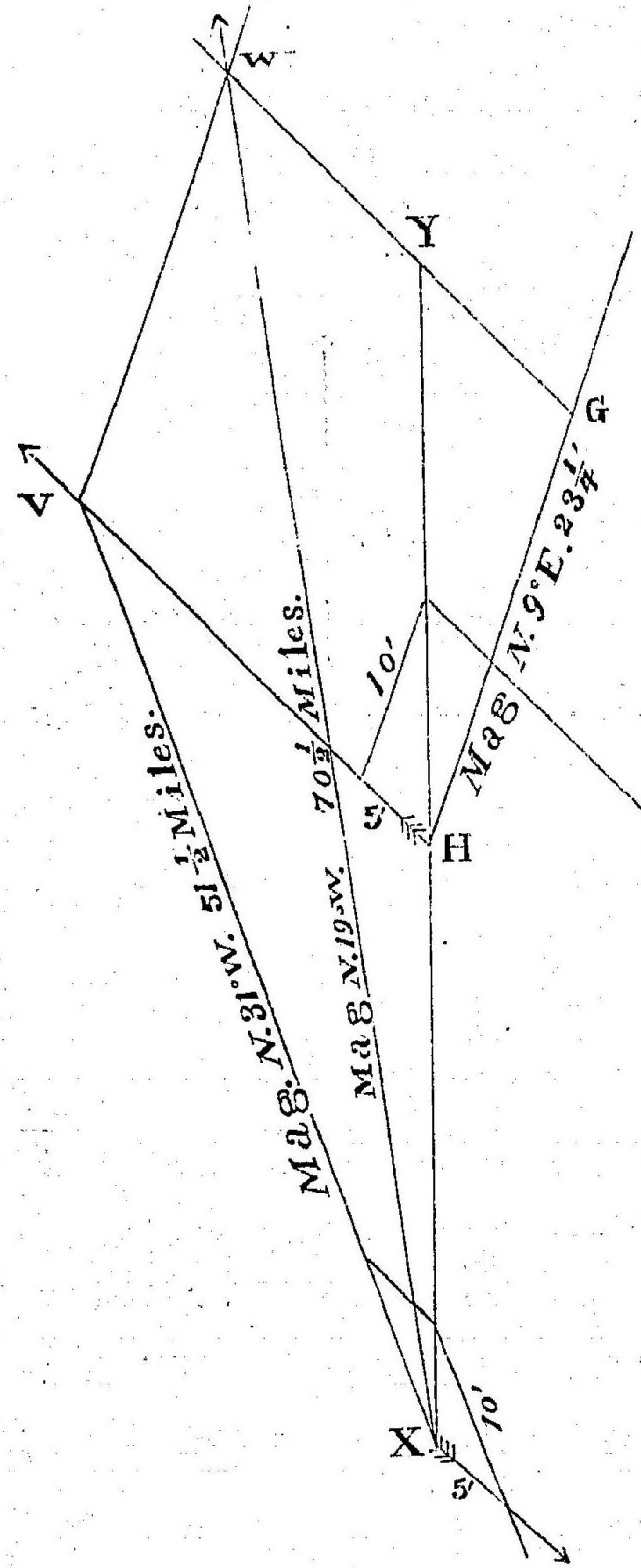
**Y**ハ**X**ノ真北ニ方リテ其距離 60 哩ナリ. **H**ハ其中央點ニシテ **X**ヨリ **H**マデ毎時真方位 **S.E.** 5 哩ノ海流アリ. **H**ヨリ **Y**マデノ間ハ毎時真方位 **N.W.** 5 哩ノ海流アリ. 船ハ毎時 10 哩ノ均一速力ニテ **X**ヨリ **Y**ニ到ラントス. 其磁針路及航走スベキ里程ハ幾哩ナルカ.

第六十一圖ニ於テ最初船ハ **X**ヨリ **V**ニ向ヒテ磁針路 **N. 31°W.**ニ 51½ 哩航走シテ **H**ニ到達シ **H**ヨリ更ニ磁針路 **N. 9°E.**ニ 23½ 哩航走セバ **Y**ニ達スルヲ得ベシ. 然ルニ此ノ問題ハ **Y**ニ直行セントスル場合ナルヲ以テ **XV**ノ終點 **V**ヨリ第二針路線 **HG**ニ平行シテ引キタル **VW**. ト **G**點ヨリ **HV**ニ平行シテ引キタル **GW**トノ交點 **W**ヲ貫キテ **X**ヨリ一線ヲ引クベシ. 此ノ一線ハ所要ノ針路線ナリ. 故ニ **Y**ニ直行スベキ真針路ハ **N. 8°W.** 或ハ磁針路 **N. 19°W.** (偏差ハ第一號練習用海圖ニヨリ **11°15'E.** ナリ) ニシテ里程ハ 70½ 哩ナリ.

例 10.

某日正午ヨリ翌日正午マデ二十四時間ニ下ノ諸真針路ニテ航行セリ. 此ノ海區一體ニ毎時真方位 **N.W.½W.** 1 哩ノ海流ア

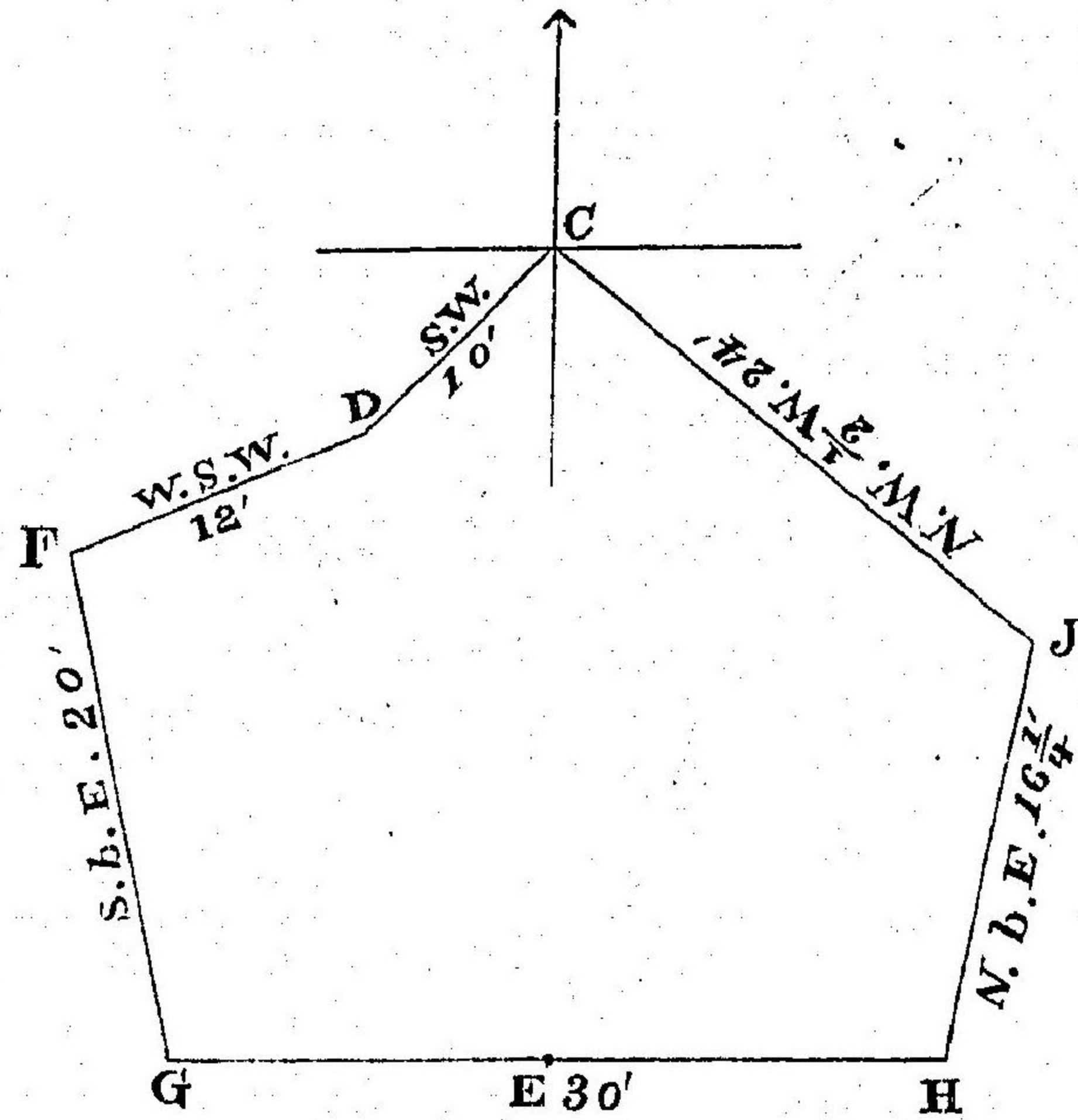
第六十一圖



リ、直行真針路及航程ヲ求ム。

1. S.W.... 10 miles.
2. W.S.W... 12 miles.
3. S./E.... 20 miles.
4. E. .... 30 miles.
5. N./E... 16 $\frac{1}{4}$  miles.

第六十二圖

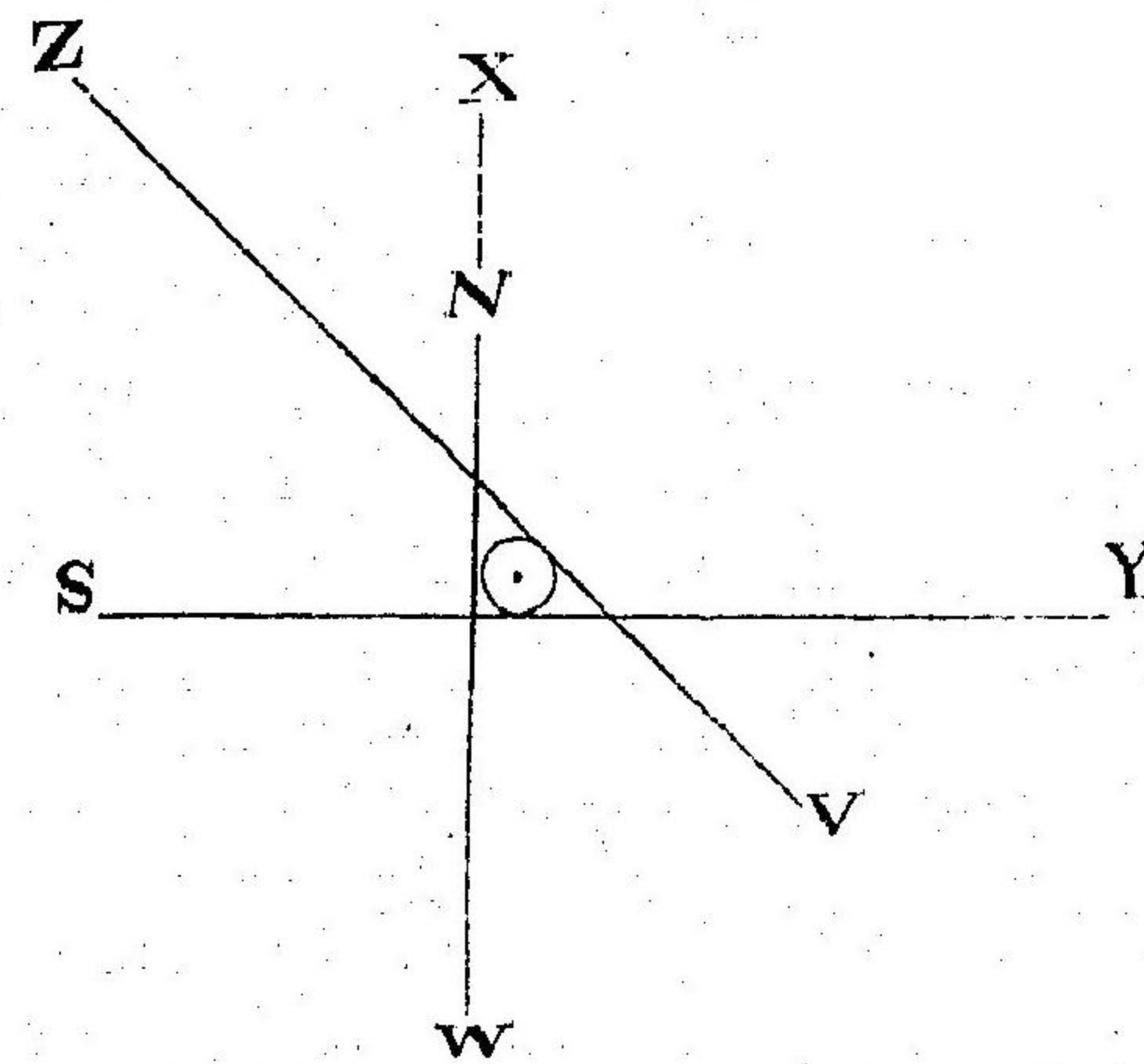


第六十二圖ニ於テ C ヲ出發點トシ同點ヨリ真針路及航走涯數ニ合ハシテ CD, DF, FG, GH, HJ. ノ針路線ヲ引キ終リニ J 點ヨリ 24 時間ニ對スル海流 N.W. 2 1/2 W. 24 涯ノ線ヲ引クベシ。然ルトキハ船ハ翌日正午ニ至リテ元ノ C 點ニ歸着シタルコト明ナリ。

例 11.

X 山嶺ヲ真北、Y 燈ヲ真東、Z 島ノ中心ヲ真北西ニ視測セリ、船位ノ經緯度ヲ求ム、但シ X ハ北緯 47°14'N., 西經 4°; Y ハ北緯 47°; 西經 3°35'; Z ハ 47°15'N., 4°17'W. ニ在リト假定ス。

第六十三圖



第五十三圖ヨリ本圖マデ各圖ノ尺度ハ第一號海圖 47°ヨリ 48°ニ至ル間ノ緯度尺ヲ使用スベシ

第六十三圖ニ於テ X, Y, Z ヲ各自其位置ニ合ハセテ海圖上ニ點記シタルモノトシ、WX ヲ北、SY ヲ東、VZ ヲ北西ニ引キ而シテ三方位線ノ形造シタル小三角形ノ中ニ於テ各邊ニ接スル所ノ小圓ヲ畫クベシ、此ノ圓心ハ船位ニシテ北緯 47°1' 西經 3°58'30" ニ在リ。投錨中、同時ニ三方位ヲ視測シタルトキハ三方位線ノ交點ハ一個ナレドモ航走中ハ三方位ヲ視測スル間ニ於テ海潮流ト船ノ速力トニ因リ船ハ絶エズ其位置

ヲ變ズルガ故ニ三方位線ハ決シテ同一点ニ於テ交叉スルモノニアラス。

## 問 題

I. G 及 J 間ノ海區ニハ一體ニ毎時磁針東 5 哩ノ海流アリ、今 G ヲ發シ一時間 20 哩ノ速力ニテ J ニ往復セントス、其磁針路、羅針路、航行里程及時間各如何。

## 答

## 往 航

磁針路  $N.57^\circ W.$  或ハ  $N.W./W.$  羅針路  $N.89^\circ W.$

航行里程  $188\frac{1}{2}$  哩；航行時間 9 時 25 分。

## 復 航

磁針路  $S.29^\circ E.$  或ハ  $S.S.E.\frac{1}{2}E.$ ；羅針路  $S.5^\circ E.$

航行里程 115 哩；航行時間 5 時 45 分。

II. 某日午前四時ニ I 港ヲ發シテ K ニ向ケ一時間 10 哩ノ速力ニテ羅針路  $N.10^\circ W.$  ニ航行中同日午後一時 K ヲ羅針方位  $S.71^\circ W.$  ニ L 岬ヲ羅針方位  $N.1^\circ W.$  ニ視測セリ、海流ノ向及其速力ハ如何、又同日午後一時ノ船位ヨリ K マデノ眞針路、羅針路、航行里程及同日何時ニ K ニ到達スルカ、但シ海流及船ノ速力ハ最初ト同一ナリトス。

## 答

海流眞方向  $N.71^\circ E.$ ；海流磁針方向  $N.60^\circ E.$

流程  $33\frac{1}{2}$  哩、一時間ノ速力 3.7 哩強。

午後一時ノ船位ヨリ K ニ到ル眞針路  $S.89^\circ W.$ ；羅針路  $S.60^\circ W.$  航程 44 哩；到着時刻午後 5 時 24 分。

III. 六月二十一日午後六時北風ニ駕シテ北緯 46 度 50 分東經 179 度 29 分ニ在ル I ヲ西經 179 度 30 分ニ在ル K ニ到ラントスル一帆船最初其左舷 5 點半一杯開キ一時間平均 10 哩ノ速力ニテ同日午後九時マデ航走シタル後チ逆轉ヲ行ヒ右舷五點半一杯開キニ航走スル中ニ J 島ノ中心ヲ  $W.N.W.$  ニ視測シ夫レヨリ若干時間尙ホ同一針路ニテ續航ノ後チ同島ノ中心ヲ  $S.S.W.$  ニ視測シタルトキ逆轉ヲ行ヒ又 I ヲ發シタルトキノ左舷一杯開キニ轉ジ此ノ開キニテ K ニ到達シタリ、此ノ航海中絶エズ風力一定ニシテ半點ノ風壓差ヲ生ゼリ又此ノ海區ハ一體ニ流向  $N.E.$  ニシテ速力一時間 5 哩ノ海流アリ、此ノ問題ノ方位ハ總テ磁針ニ基ケリ。

1. 二十一日午後六時ヨリ九時マデ實際航走セシ磁針路、航程及九時ニ於ケル船位ノ經緯度ハ如何。

2. 午後九時ヨリ J 島ヲ  $W.N.W.$  ニ視測シタル船位マデ實際航走シタル磁針路及航程如何。

3. J ヲ  $S.S.W.$  ニ視測シタルトキノ時刻及船位ノ經緯度ハ如何。

4. J ヲ  $S.S.W.$  ニ視測シタルトキノ J マデノ距離、船位ヨリ K ニ到ル磁針路、航程及 I ヲ發シテ K ニ達スルマデニ要スル時間如何。



## 答

I ヨリ廿一日午後九時マデノ磁針路及航程ハ **N.E./E.  $\frac{1}{4}$ E.**  
44 哩ナリ。午後九時ノ船位ハ  $47^{\circ}4' N.$ ;  $179^{\circ}30' W.$  ナリ。

1. I ヨリ午後九時ニ至ル

Mag. Co. **N.E./E.  $\frac{1}{4}$ E.**; Dist. 44 miles.

午後九時ノ船位

Lat.  $47^{\circ}4' N.$ ; Long.  $179^{\circ}30' W.$

2. 午後九時ヨリ J 島ヲ **W.N.W.** ニ視タル船位マデノ

Mag. Co. **N.W.  $\frac{3}{4}$ N.** Dist. 64 miles.

3. J ヲ **S.S.W.** ニ視タル時刻及船位ハ

翌廿二日午前六時三十六分。

Lat.  $48^{\circ}18' N.$ ; Long.  $179^{\circ}36'20'' W.$

4. 午前六時三十六分ノ船位ヨリ J 及ビ K ニ至ル

Dist. of J 19 miles. Mag. Co. **N.E./E.  $\frac{1}{4}$ E.**

Dist.  $37\frac{1}{2}$  miles. 航海時間  $16^h 21^m$ .

IV. D ヨリ B ニ到ル海區ニ於テハ毎時5 哩ノ速力ヲ以テ磁針 **E.N.E.** ニ向流スル海流アリ、今三月一日午前六時 D ヲ發シテ B ニ到ラントスル船一時間 20 哩ノ速力ヲ以テ航走中西經  $179^{\circ}29'$  ニ在ル C 角ヲ羅針方位 **N.N.E.** ニ視ル船位ノ經緯度及時刻ハ如何。

## 答

Lat.  $47^{\circ}59' N.$  Long.  $179^{\circ}40' E.$ ; 一日午前九時五十二分。

V. 一時間ノ速力 9 哩ノ船真針 **N.W./W.** ニ方ル所ノ其岬角ヲ右舷ニ見テ廻過セントス然ルニ此邊一體ニ一時間 3 哩半ノ速力ニテ真針 **S.S.W.** ニ向流スル海流アリ、此ノ海流ニ對抗セントスルトキハ如何ナル真針路ニテ航走スベキカ。

## 答

T. Co. **N.W./N.**

VI. 測程器ニテ一時間 9 哩ノ速力ヲ有スル船、其現在ノ位置ヨリ真針 **N.W./N.** ニ方リ距離 56 哩ノ一港ニ到ラントス、然ルニ此海區一時間真針 **N.E.  $\frac{1}{2}$ N.** 3 哩ノ海流アリ、實際航行スベキ真針路及里程ハ如何、又幾時間ヲ要スルカ。

## 答

真針路 **N.W.  $\frac{1}{2}$ W.**; 里程 54 哩; 航海時間六時間。

VII. 四月廿一日正午觀測ニヨリ船位ハ南緯  $47^{\circ}20'$  東經  $26^{\circ}52'$  ニ在ルコトヲ知リ翌二十二日正午觀測ニヨリ南緯  $47^{\circ}30'$  東經  $25^{\circ}04'$  ニ在ルコトヲ確知セリ、船ハ推測ニテ航走スルコト真針路 **N.  $81^{\circ}$ W.** 39 哩ナリ、海流ノ真方向、流程及速力如何。

## 答

海流真方向 **S.  $85^{\circ}$ W.**; 流程 36 哩; 毎時ノ速力 1.5 哩。

VIII. 真針 **N./W.** 毎時速力 1.5 哩ノ海流アル海區ニ於テ真針 **S.E.** ニ方ル目的港ニ到ラントスル帆船一時間ノ速力

6, 7, 8, 及 9 哩ナルトキハ各自實際 S.E. = 直航シ得ベキ眞針  
路及港ニ近寄り得ベキ毎時ノ速力ハ如何.

答

6 哩ノトキ S.37°E. 4'.75.  
7 哩ノトキ S.38°E. 5'. 7.  
8 哩ノトキ S.39°E. 6'.75.  
9 哩ノトキ S.40°E. 7'.75.

## 第八編

### 平面航法

#### Plane Sailing.

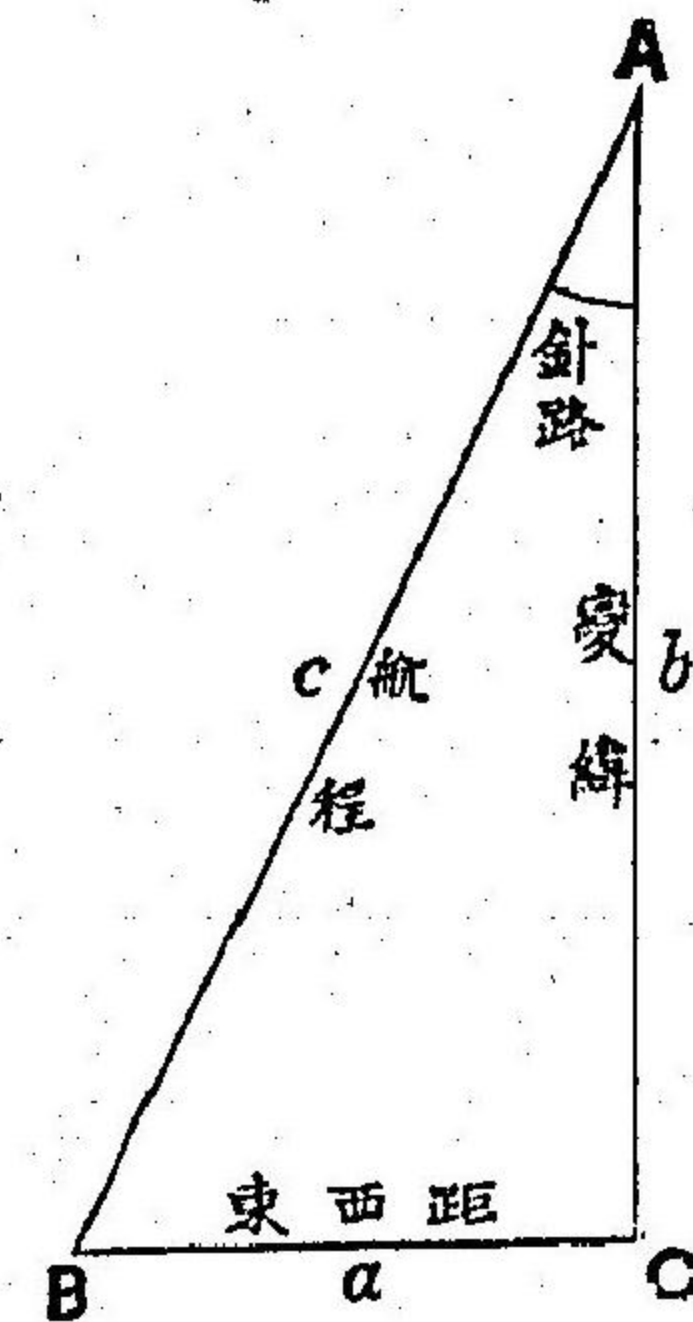
地球ノ面ヲ平面ト假定シテ算ヲナスヲ平面航法ト云フ.

赤道ノ附近ニ於テハ此法ヲ用フルモ誤ヲ生ゼズ高緯度ノ地ニ  
在リテモ航程遠カラズシテ其針路南北ニ近キトキハ此法ヲ用  
ヒテ妨ゲナシ.

此法ニ於テ用フル原式ハ總テ平面直三角形ニ基キテ作ルモノ  
ナリ.

今平面直三角形ヲ畫キ之ニ平面航法ノ各項ヲ命ズルコト第六  
十四圖ノ如シ.

第六十四圖



船 **A** ヨリ **B** ニ至ルトスレバ子午線ノ弧即チ變緯ノ線 **AC** ト航程ノ線 **AB** トノ交角 **BAC** ハ針路 Course or Co., 垂直邊(南北線) **b** ハ變緯 Difference of Latitude or D. lat., 底邊(東西線) **a** ハ東西距 Departure or Dep. ニシテ斜邊 **c** ハ航程 Distance or Dist. ナリ.

$$\frac{a}{c} = \sin. A.; \therefore a = c \times \sin. A.; \text{ or Dep.} = \text{Dist.} \times \sin. Co. (1)$$

$$\frac{b}{c} = \cos. A.; \therefore b = c \times \cos. A. \text{ or D. lat.} = \text{Dist.} \times \cos. Co. (2)$$

$$\frac{a}{b} = \tan. A.; \therefore \frac{\text{Dep.}}{\text{D. lat.}} = \tan. Co. \dots \dots \dots (3)$$

$$\frac{c}{b} = \sec. A.; \therefore c = b \times \sec. A.; \text{ or Dist.} = \text{D. lat.} \times \sec. Co. (4)$$

上ノ式ニ依レバ針路、航程、變緯、東西距ノ四項中其二項ヲ知ル時ハ他ノ二項ヲ推算スルコトヲ得.

東西距ニ名ヲ配スルニハ針路ノ東西ニ從ヒ又變緯ハ針路ノ南北ニヨリテ名ヲ配ス.

針路ニ名ヲ配スルニハ北或ハ南ヲ度数若クハ點數ノ左ニ記シ東或ハ西ヲ其右ニ記ス而シテ其南北ハ變緯ニ從ヒ東西ハ東西距ニ從フ.

最新航海表 616 頁ニ於テ一度ヨリ四十五度迄ノ各度数ヲ針路トシ一哩ヨリ六百哩迄ノ各哩ヲ航程トシ平面航法ノ (1) 及 (2) ノ式ニ依リ之ニ相當スル變緯及東西距ヲ哩ノ小數以下一位迄算シテ表ニ編ス斯ク針路ヲ四十五度ニ止ムル所以ハ一角ノ正

弦ハ其餘角ノ餘弦ニ等シキガ故ニ一針路ニ對スル變緯及東西距ハ其餘角ノ東西距及變緯ニ等シケレバナリ例ヘバ針路三十度ノ變緯ハ針路七十度ノ東西距ニシテ四十度ノ東西距ハ五十度ノ變緯ナルガ如シ又針路ノ度数ノ代リニ點數ヲ用フルモノアリ其編製法前ト異ナルコトナシ同表 Table XLVIII. P. 600 是レナリ.

平面直三角形ノ問題ハ總テ本表ニ依リテ容易ニ解クヲ得ルガ故ニ航海中ハ本表ノミヲ使用シテ經緯度ノ推算ヲナスヲ例トス.

平面航法ニ於テハ二ノ場合アリ.

第一、針路及航程ヲ知ルトキハ變緯及東西距ヲ求ムルコトヲ得.

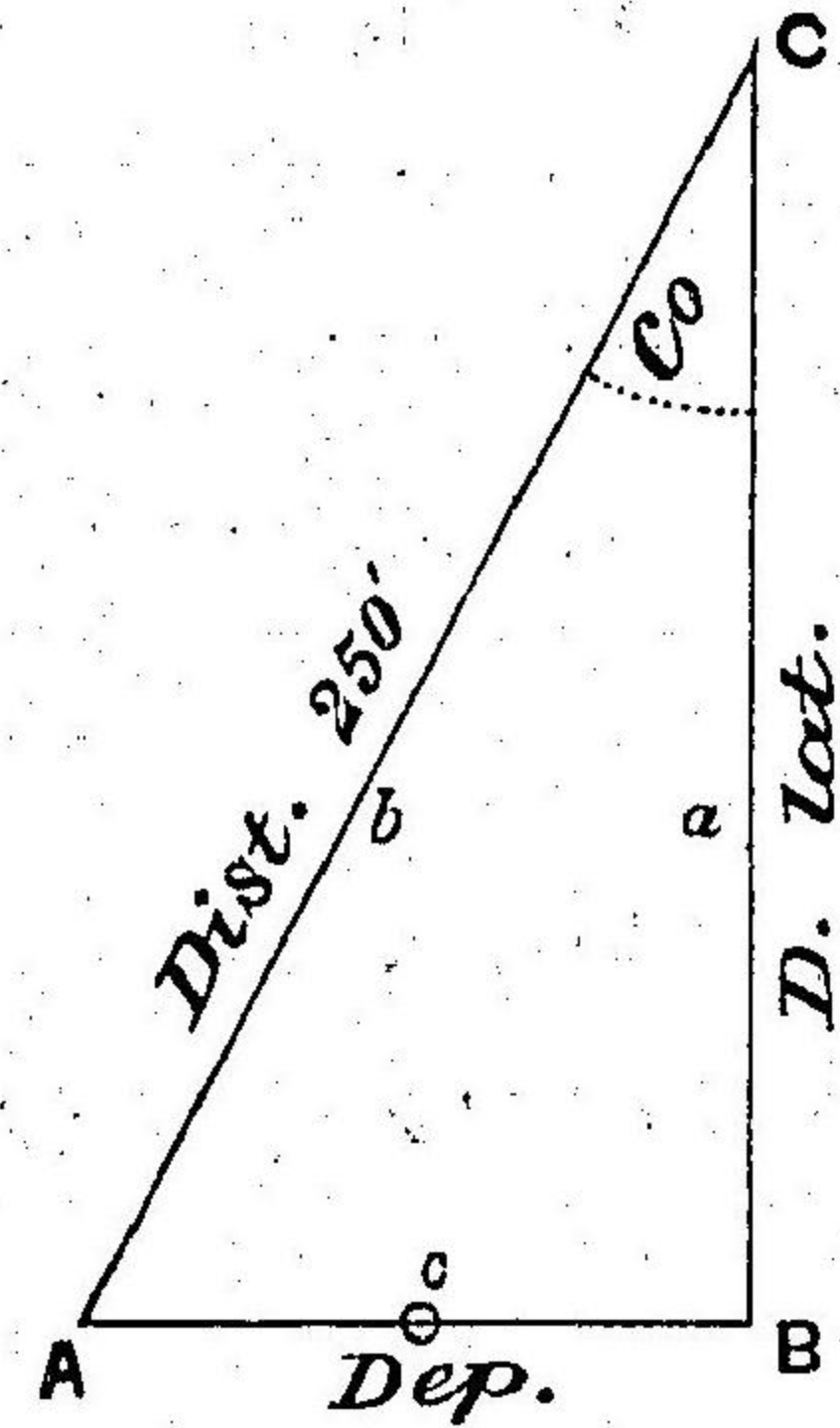
第二、變緯及東西距ヲ知ルトキハ針路及航程ヲ求ムルコトヲ得.

## 第一ノ場合

### 例

一船アリ **C** 地ヲ發シ眞針路南三十四度西ニ航走スルコト 250 哩ニシテ **A** 地ニ達シタリト云フ然ルトキハ兩地間ノ變緯及東西距如何.

第六十五圖



東西距ヲ求ム.

第六十五圖ニ於テ  $\frac{c}{b} = \sin. Co.$ ;  $\therefore Dep. = Dist. \times \sin. Co. (1)$

$\therefore \text{Log. Dep.} = \text{log. Dist.} + \text{log. sin. Co.} - 10.$

Log. Dist. 250' ... .. 2.397940

„ sin. Co. 34° ... .. 9.747562

„ Dep. ... .. 2.145502

$\therefore Dep. 139.8$

變緯ヲ求ム.

同圖ニ於テ  $\frac{a}{b} = \cos. Co.$   $\therefore D. lat. = Dist. \times \cos. Co. \dots (2)$

$\therefore \text{Log. D. lat.} = \text{log. Dist.} + \text{log. cos. Co.} - 10$

Log. Dist. 250' ... .. 2.397940

„ cos. Co. 34° ... .. 9.918574

„ D. lat. ... .. 2.316514

$\therefore D. Lat, 207.3$

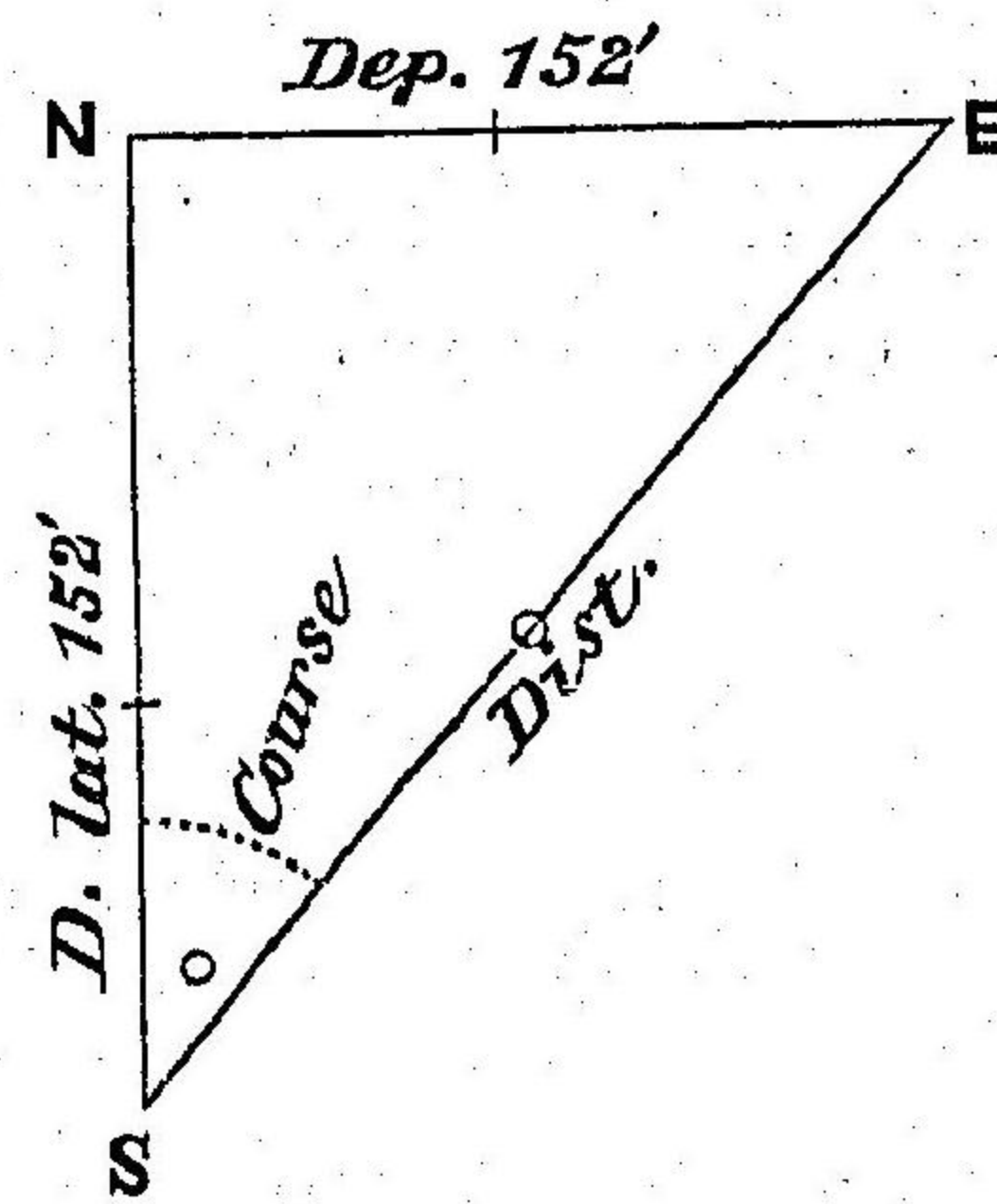
注意 正弦、餘弦等ノ對數表ニ於テハ總ベテ其指數ニ 10ヲ加ヘアルガ故ニ上ノ如ク對數ノ和ヨリ 10ヲ減ズベシ.

第二ノ場合

例

一汽船北緯三十四度ニ在ル S 地ヲ發シ北ト東トノ間ニ航シ北緯三十六度三十二分ノ地ニ達シタリ而シテ此兩地間ノ東西距ハ百五十二浬ナリト云フ然ルトキハ本船ノ眞針路及航程ハ如何.

第六十六圖



變緯ヲ求ム.

Lat from ... .. 34° 0' N.

„ in ... .. 36 32 N.

2 32

$$D. \text{ lat. } \frac{60}{152} \text{ N.}$$

眞針路ヲ求ム。

第六十六圖ニ於テ  $\frac{NE}{SN} = \tan \text{ Co.};$  Or  $\frac{\text{Dep.}}{D. \text{ lat.}} = \tan \text{ Co.}$  (3)

$$\therefore \text{Log. tan. Co.} - 10 = \text{log Dep.} - \text{log D. lat.}$$

$$\text{Or, Log. tan. Co.} = 10 + \text{log Dep.} - \text{log D. lat.}$$

$$10 + \text{log Dep. } 152 \dots \dots 12.181844$$

$$\text{Log. D. lat. } 152 \dots \dots 2.181844$$

$$\text{Log. tan. T. Co.} \dots \dots 10.000000$$

$$\therefore \text{T. Co. } \underline{\text{N. } 45^\circ \text{ E.}}$$

航程ヲ求ム。

$$\frac{SE}{SN} = \sec \text{ Co.}; \therefore \text{Dist.} = D. \text{ lat.} \times \sec \text{ Co.}$$

$$\therefore \text{Log. Dist.} = \text{log D. lat.} + \text{log sec. Co.} - 10$$

$$\text{Log. D. lat. } 152 \dots \dots 2.181844$$

$$\text{,, sec. Co. } 45^\circ \dots \dots 0.150515$$

$$\text{,, Dist.} \dots \dots 2.332359$$

$$\therefore \text{Dist. } \underline{215'}$$

### 問 題

1. 一船アリ南緯三十度ノ S 地ヲ發シテ直航眞針路北六十七度東ニ走リ其東西距百十哩半ナリト云フ變緯及航程ハ如何。
2. 一船アリ北緯四十四度ニ於ケル N 地ヲ發シテ南ト東トノ間ニ航シ北緯三十九度三十一分三十秒ノ地ニ達シタリ此兩地間ノ航程二百九十七哩ナリト云フ然ルトキハ本船ノ眞針路及東西距如何。

3. 一船南緯十六度ノ N 地ヲ發シ眞針路西南西ニ向ヒテ航シ其變緯ハ百十一哩ナリト云フ然ルトキハ該船ノ東西距及航程如何。
4. 一船赤道ノ S 地ヨリ北ト東トノ間ノ一針路ヲ取リテ航スルコト二百十八哩ニシテ其東西距百六十七哩トナレリ眞針路及着達緯度ヲ求ム。
5. 一船アリ北緯  $13^\circ$  ノ S 地ヨリ  $\text{N. } 42^\circ \text{ W.}$  ニ 121 哩航セリ、變緯及東西距ヲ求ム。
6. 一船アリ北緯  $54^\circ 10'$  ノ地ヨリ  $\text{N. W.} / \text{W.}$  ニ航スルコト 256 哩ナリ、然ル時ハ該船ノ變緯、着達緯度及東西距如何。
7. 一船アリ北緯  $55^\circ 1'$  ノ地ヨリ  $\text{S. E. } \frac{1}{2} \text{ E.}$  ニ 240 哩航走セリ問フ其着達緯度及東西距如何。
8. 一船アリ N. ニ向ヒテ 220 哩航走シタル後チ W. ニ向ヒテ 120 哩航走セリ其直行針路及航程如何。
9. 一船南緯  $20^\circ 40'$  ノ一地ヲ發シ南緯  $23^\circ 54'$  ノ一地ニ達シタリ而シテ其東西距ハ 140 哩西ナリト云フ然ルトキハ該船ノ針路及航程如何。

### 答

1. 變緯  $46'.9 \text{ N.}$ ; 航程 120 哩
2. 針路  $\text{S. } 25^\circ \text{ E.}$  ( $18^\circ 20''$  ハ五捨六入法ニ依リ切捨ツベシ); 東西距  $126'.9 \text{ E.}$
3. 東西距  $268' \text{ W.}$ ; 航程 290'.

4. 針路  $N.50^{\circ}E.$ ; 變緯  $140'.1$ ; 着達緯度  $2^{\circ}20'N.$
5. 變緯  $89'.9 N.$ ; 東西距  $81'$
6. 變緯  $142'.2 N.$ ; 着達緯度  $56^{\circ}32'N.$ ; 東西距  $212'.9W.$
7. 着達緯度  $52^{\circ}29'N.$ ; 東西距  $185'.5 E.$
8. 針路  $N.29^{\circ}W.$  ( $36'38''$  ハ五捨六入シテ  $1^{\circ}$  ニ切上グベシ);  
航程  $250'.6.$
9. 針路  $S.36^{\circ}W.$  ( $48'58''$  ハ五捨六入シテ  $1^{\circ}$  ニ切上グベシ);  
航程  $239'.2$

## 第 九 編 方 位 表

59. 針路及航程ヲ知テ變緯及東西距ヲ求ムルコト.

既知ノ眞針路點數ナルトキハ Table XLVIII.

P. 600, ヲ開キ又度數ナルトキハ Table XLIX (P. 616) ヲ開キ  
各自其上下何レカニ於テ針路ノ點數若クハ度數ニ合ハセテ航  
程ニ對スル變緯及東西距ヲ取ルベシ.

變緯ニハ針路ノ南北ニ從ヒテ  $N.$  或ハ  $S$  ヲ配シ而シテ東西距  
ニハ針路ノ東西ニヨリ  $E.$  或ハ  $W.$  ノ符ヲ配ス.

注意: 針路ヲ表ノ下ニテ求メタルトキハ變緯及東西距ノ行  
ハ表ノ上ニテ針路ヲ求メタルトキト相反ス.

針路ガ四點或ハ四十五度未滿ナルトキハ變緯ハ東西距ヨリモ  
大ナリ然レドモ針路ガ四點或ハ四十五度ヲ超過スルトキハ東  
西距ハ變緯ヨリ大ナリ.

### 例 1.

一船眞針路  $N.W. \frac{1}{2}N.$  ニ帆走スルコト 78 哩ナルトキ方位表  
ニヨリ變緯及東西距ヲ求ム.

Table XLVIII. P. 613 ヲ開キ針路ノ  $3\frac{1}{2}$  點及同表 Dist. ト記シ  
タル行ニ於テ 78 ニ相對スル變緯 (D. Lat. ト記ス)  $60'.3 N.$  及  
東西距 (Dep. ト記ス)  $49'.5 W.$  ヲ取り以テ所要ノ數トス

## 例 2.

針路  $5\frac{1}{2}$  點及航程 98 哩ニ適シタル變緯及東西距ヲ求ム。  
Table XLVIII.P. 609 ノ下ニ記シタル  $5\frac{1}{2}$  Points ト同表 Dist. ノ  
行ニ於ケル 98 トニ合シタル變緯ハ  $46.2$  ニシテ東西距ハ  $86.4$   
ナリ。

## 例 3.

針路  $N.40^{\circ}E.$  ニシテ航程 50 哩ナルトキ變緯及東西距ヲ求  
ム。  
同表 P. 694 ヲ開キ上部ノ  $40^{\circ}$  及 Dist. ノ行ニ於ケル 50 ニ合  
シタル變緯ハ  $38.3N.$  ニシテ東西距ハ  $32.1E.$  ナリ。

## 例 4.

針路  $N.64^{\circ}W.$  ニシテ航程 175 哩ナルトキ變緯及東西距ヲ求  
ム。  
同表 P. 666 下部ノ  $64^{\circ}$  及 Dist. ノ行ニ於ケル 175 ニ對スル  
 $76.7 N.$  ハ變緯ニシテ  $157.3W.$  ハ東西距ナリ。

a 航程ニ小數アルトキ變緯及東西距ヲ求ムルニハ小數ヲ全  
數ト見做シ之ニ對スル變緯及東西距ヲ求メ然ル後チ各自ノ數  
ヨリ右方ノ一字ヲ五捨六入シテ小數點ヲ一位左方ニ移スベ  
シ。

## 例 1.

針路  $3\frac{1}{2}$  點ニシテ航程 20.3 哩ナラバ變緯及東西距如何。  
同表 P. 613 上方ノ  $3\frac{1}{2}$  點及 Dist. ノ行ニ於ケル 203 ニ對スル變

緯  $156.9$  及東西距  $128.8$  ヲ取り .9 及 .8 ヲ各自五捨六入シ  $156.9$   
ヲ  $157$  トシ  $128.8$  ヲ  $129$  トナシ然ル後チ小數點ヲ一位左方ニ  
移スベシ即チ變緯  $15.7$  及東西距  $12.9$  ヲ得。

## 例 2.

針路  $4\frac{1}{2}$  點及航程  $24.3$  ニ適シタル變緯及東西距ヲ求ム。  
同表 P. 613 下方ノ  $4\frac{1}{2}$  點及 Dist. ノ行ニ於ケル 243 ニ對スル  
變緯  $154.2$  及東西距  $187.8$  ヲ取り小數點ヲ一位左方ニ移シ右  
方ノ一字ヲ五捨六入ス即チ變緯ハ  $15.4$  ニシテ東西距ハ  $18.8$   
ナリ。

## 例 3.

一船アリ  $N.67^{\circ}E.$  ニ帆走スルコト  $29.5$  ナリ變緯及東西距ヲ  
求ム。  
同表 P. 611 下方ノ  $67^{\circ}$  及 Dist. ノ行ニ於ケル 295 ニ相對スル  
變緯  $115.3$  及東西距  $271.5$  ヲ取り a. ニ依リ小數點ヲ一位左方  
ニ移シ五捨六入セバ  $11.5 N.$  及  $27.1 E.$  ヲ得ルナリ。

## 例 4.

$N.34^{\circ}W.$  ニ走ルコト  $20.6$  ナラバ變緯及東西距ハ如何。  
同表 P. 682 上方ノ  $34^{\circ}$  及 Dist. ノ行ニ於ケル 206 ニ對スル  
變緯  $170.8$  及東西距  $115.2$  ヲ取り之ヲ五捨六入シテ其小數點  
ヲ左方ニ移スベシ即チ  $34^{\circ}$  及  $20.6$  ニ適シタル變緯ハ  $17.1N.$   
ニシテ東西距ハ  $11.5W.$  ナリ。  
b. Table XLIX ノ方位表ニハ航程 1 哩ヨリ 600 哩迄ヲ記載

ス故ニ航程 600 哩ヲ超過スルトキハ之ヲ二分、三分、四分若クハ五分シ該數ニ合ハセテ變緯及東西距ヲ取り然ル後チ最初ニ除シタル數ヲ以テ表ヨリ取りタル變緯及東西距ニ乘ズベシ其乘積ハ所要ノ變緯及東西距ナリ。

## 例 1.

針路  $41^\circ$  航程 714 哩ニ適シタル變緯及東西距ヲ求ム。

同表 P. 697 ヲ開キ  $41^\circ$  及 714 ヲ二除シタル 357 ニ適シタル變緯 269.4 及東西距 234.2 ヲ取り各之ヲ二倍スベシ其積 538.8 ハ所要變緯ニシテ 468.4 ハ東西距ナリ。

航程 714 ナルトキハ  $a$  ニ依リ變緯ハ 53.9 ニシテ東西距ハ 46.8 ナリ。

c. 航程 600 哩ヲ超過シタルトキハ 600 及 600 ヲ航程ヨリ減ジ其殘數ニ適シタル各變緯及東西距ヲ加ヘ此ノ和ヲ以テ所要ノ變緯及東西距トナスモ矢張り同一ノ結果ヲ得ルナリ。

## 例 2.

針路  $39^\circ$  航程 851 哩ニ適シタル變緯及東西距ヲ求ム。

同表 P. 693 ヲヨリ 600 ト 251 トニ對スル變緯 466.3 ト 195.1 及東西距 377.6 ト 158.0 トヲ取り各之ヲ相加フルトキハ則チ  $39^\circ$  及 851' ニ適シタル變緯 661.4 東西距 535.6 ヲ得。

## 問 題

下ニ記スル針路及航程ヲ以テ變緯及東西距ヲ求ム。

真針路	航程	真針路	航程
1. S.S.E.	30 哩	8. S. $72^\circ$ W.	35 哩
2. E./S.	48 „	9. N. $21^\circ$ W.	24.5 „
3. S.W. $\frac{1}{4}$ S.	136 „	10. S. $65^\circ$ W.	25.7 „
4. W. $\frac{3}{4}$ N.	84 „	11. S. $80^\circ$ W.	14.7 „
5. S.E./E $\frac{1}{4}$ E.	56 „	12. N. $27^\circ$ W.	30.6 „
6. S.W. $\frac{1}{2}$ W.	225 „	13. W. $10^\circ$ S.	42.8 „
7. E./N. $\frac{1}{4}$ N.	183 „	14. N. $18^\circ$ W.	34.9 „

## 答

變緯	東西距	變緯	東西距
1. 27.7 S.	11.5 E.	8. 10.8 S.	33.3 W.
2. 9.4 S.	47.1 E.	9. 22.9 N.	8.8 W.
3. 100.8 S.	91.3 W.	10. 10.9 S.	23.3 W.
4. 12.3 N.	83.1 W.	11. 2.6 S.	14.5 W.
5. 28.8 S.	48.0 E.	12. 27.2 N.	13.9 W.
6. 142.7 S.	173.9 W.	13. 7.4 S.	42.1 W.
7. 44.5 N.	177.5 E.	14. 33.2 N.	10.8 W.

60. 變緯及東西距ヲ知テ針路及航程ヲ求ムルコト。

## 規 則

1. Table XLIX P. 616 ヲヨリ P. 705 ニ至ル中ニテ既知ノ變緯及東西距ニ符合シタルモノ又ハ若シ符合シタルモノナキトキ



ハ最モ近似ノ數ニ對スル裡數 (Dist. ノ行ニテ) 及針路ノ度數ヲ取ルベシ。針路ノ度數ヲ取ルニハ變緯東西距ヨリ大ナルトキハ表ノ上方ノ度數ヲ取り若シ之ニ反シテ東西距、變緯ヨリ大ナルトキハ下方ノ度數ヲ取り以テ針路トナス。

2. 針路ニ名ヲ配スルニハ變緯ノ **N.** 或ハ **S.** ト東西距ノ **E.** 或ハ **W.** トニ從フベシ。

注意. 兩項ノ數ヲ求ムルニハ必ず表ノ上方ニ “D. Lat.” ト記シタル行ニテ最初ニ兩項ノ内大ナル方ノ數ヲ求メ然ル後チ頁ヲ追フテ表ノ上方ニ “Dep.” ト記シタル行ニ於テ小ナル方ノ數ヲ見出スマデ一頁毎ニ表ヲ繰ルベシ此ノトキ變緯、東西距ヨリ大ナラバ針路ハ四十五度ヨリ小ナルヲ以テ表ノ上方ヨリ度數ヲ取り之ニ反シテ變緯、東西距ヨリ小ナラバ表ノ下方ノ度數ヲ以テ針路トナス。

a. 既知ノ變緯及東西距ニ近似ノ數ヲ二頁トモ引續キテ見出スモ兩項ノ數ハ何レモ既知ノ數ニ符合セザル場合ニ於テハ二頁ノ兩針路ノ度數ヲ相加ヘ其和ヲ二分シ以テ直行針路トナスベシ。

b. 變緯及東西距若クハ航程ニシテ表ノ數ニ超過シタルトキハ除シ盡シ得ベキ數ニテ之ヲ除シ而シテ表ヨリ取リタル數ニ除シタル數ヲ乘ジ其積ヲ所要ノ數トス、針路ハ如何ナル場合ニ於テモ決シテ乘除スルコトヲ得ズ。

c. 變緯及東西距小ナルトキハ數頁引續キテ同數ナルコトア

ルヲ以テ正シキ針路及航程ヲ求ムルニハ變緯及東西距ニ 10ヲ乘ジ其積ヲ以テ表ヲ繰リ而シテ表ヨリ求メタル航程ノ數ヲ 10ニテ除シ其商ヲ以テ正シキ航程トス。

## 例 1.

一船アリ北ト東トノ間ニ航シ其變緯 199 哩ニシテ東西距 144.6 哩ナルトキハ其針路及航程如何。

兩項ノ數ハ同表 P. 686 ニ於テ針路  $36^\circ$  及航程 246' ニ合ス故ニ針路ハ **N.  $36^\circ$  E.** ニシテ航程ハ 246 哩ナリ。

## 例 2.

船アリ一針路ニ航走シ北へ變緯  $36'$  西へ東西距  $58'$  ヲナセリ然ルトキハ針路及航程如何。

最初ニ兩項中大ナル方ノ數ナル  $58.0$  ヲ上方ノ “D. Lat.” ノ行ニテ見出シ然ル後チ  $58.0$  ニ對シ  $36.0$  ヲ見出スマデ表ヲ繰リ斯クノ如クシテ P. 678 ニ於テ求メタル  $57.7$  及  $36.0$  ハ兩項ノ數ニ最モ近似ス故ニ之ニ對スル航程 68 ヲ取ルナリ。東西距ハ變緯ヨリ大ナルヲ以テ表ノ下方ヨリ  $58^\circ$  ヲ取り之ヲ針路トナス但シ船ハ北ト西トノ間ニ航シタルニ由リ針路ハ **N.  $58^\circ$  W.** ニシテ航程ハ 68 哩ナリ。

## 例 3.

船アリ南ト西トノ間ニ航シ其變緯  $40'$  東西距 139.4 ナリト云フ、然ルトキハ針路及航程如何。

前ノ如ク 139.4 ヲ上方ノ “D. Lat.” ノ行ニテ求メ之ニ對シテ

40ヲDep.ノ行ニテ見出スマデ表ヲ繰ルトキハP.646ニ於テ139.4及40ニ對スル針路S.74°W.及航程145'ヲ得.

例 4.

變緯863.2 S.及東西距833.6 E.ナリ針路及航程如何.

兩項ノ數ハ表中ノ數ニ超過スルヲ以テ2ニテ除シ431.6及416.8ヲ表ニテ求メP.703ニ於テ兩項ニ對スル針路S.44°E.及航程600'ヲ取り600ヲ二倍シタル1200ヲ以テ正シキ航程トナス.

例 5.

變緯1.0 S.ニシテ東西距0.1 E.ナラバ針路及航程如何.

變緯1.0及東西距0.1ヲ以テ表ヲ繰ルニ3°,4°,5°,6°,7°,及8°ノ諸針路ヲ得今何レガ正シキ針路ナルカヲ決センガタメ變緯及東西距ニ10ヲ乘ジ10.0及1.0ヲ以テ表ヲ繰ルトキハ針路6°ト航程10'ヲ得ベシ今10'ヲ10ニテ除セバ1'トナル故ニ正シキ針路ハS.6° E.ニシテ航程ハ1'ナリ

問題

下ニ與ヘタル變緯及東西距ニ依リ針路及航程ヲ求ム.

變緯	東西距	變緯	東西距
1. 72.7 S.	25.0 E.	6. 37.9 N.	36.4 E.
2. 72.3 N.	171.7 E.	7. 53.3 S.	76.0 W.
3. 64.0 N.	146.9 W.	8. 160.7 S.	16.5 W.
4. 98.6 S.	37.5 E.	9. 172.6 S.	7.9 W.

5. 415.6 N. 240.0 W. 10. 164.2 N. 262.8 E.

答

針路	航程	針路	航程
1. S. 19° E.	77.0	6. N. 44° E.	52½
2. N. 67° E.	186.5	7. S. 55° W.	93
3. N. 66½° W.	161.0	8. S. 6° W.	161½
4. S. 21° E.	105½	9. S. 2½° W.	173.
5. N. 30° W.	480	10. N. 58° E.	310

## 第拾編

### 聯針路航法

#### Traverse Sailing.

61. 船、航行スルニ當リ風位ノ變轉、航路ノ中間ニ散在セル島嶼等其他障害物ノ爲メニ目的ノ地ニ向ヒテ直行スルコト能ハズ縫航シテ種々ノ針路ヲ取ラザルベカラザルコトアリ。此ノ場合ニ於テハ此等ノ針路及航程ヲ合算シテ恰モ着達地ニ向ヒテ直行シタル如ク想像的直行針路及航程ヲ求メザルベカラズ之ヲ聯針路航法ト云フ。

此航法ノ計算ハ普通方位表ヲ用フ是レ平面航法ニ依リ各針路及航程ニ對シテ々々變緯及東西距ヲ算スルノ煩勞ヲ省クガタメナリ。

#### 規則

- 1.° 下ノ例ニ示シタル式樣ニ倣ヒ縱横ノ線ヲ引クベシ。
- 2.° 針路及航程ノ行ニ各針路及航程ヲ記入スベシ。針路ハ總テ其點數ヲ N. 或ハ S. ヨリ算シテ下ノ例ノ如ク記載スベシ。
- 3.° 方位表ニヨリ各針路及航程ニ適シタル變緯及東西距ヲ取リ針路ノ N. 或ハ S. 及ヒ E. 或ハ W. ニ從ヒ變緯ヲ N. 或ハ S. 行ニ東西距ヲ E. 或ハ W. ノ行ニ記入スベシ。
  - a. 針路正北或ハ正南ナルトキハ東西距ヲ生ゼザルヲ以テ針

路ノ N. 或ハ S. ニ從ヒ直チニ航程ヲ變緯ノ行ニ記入スベシ。又針路正東或ハ正西ナルトキハ同理ニ依リ變緯ヲ生ズルコトナシ故ニ航程ヲ以テ直チニ東西距トナシ針路ノ E. 或ハ W. ニ從ヒテ其行ニ記入スベシ。

4.° N. 及 S. ノ各行ニ記入シタル變緯ヲ相加ヘテ各行ノ下ニ書シ然ル後チ小ナルモノヲ大ナル方ノ下ニ書シテ其差ヲ取り東西距モ亦タ此ノ如クシテ終ニ各一個ノ變緯及東西距トナシ之ニ其所屬ノ N. 或ハ S. 及 E. 或ハ W. ノ符ヲ配スベシ。

5.° 變緯及東西距ヲ以テ針路及航程ヲ求ムルニハ 60 ニ述ベタル規則ノ如クナスベシ。

6.° 起程緯度ニ變緯ヲ加減シ以テ着達緯度トナス。

b. 結果ノ東西距ナキトキハ船其元トノ子午線ニ戻リタルコト明ナリ故ニ變緯ノ N. 或ハ S. ナルニ從ヒ直行針路ハ北或ハ南ニシテ航程ハ變緯ニ等シ。

c. 變緯ナキトキハ同理ニ依リ東西距ハ航程ニ等シク直行針路ハ東西距ノ E. 或ハ W. ナルニ從ヒテ正東或ハ正西ナリ。

d. 結果ノ變緯及東西距ノ兩項共ニ零ナラバ船ハ元トノ起程地ニ歸リタルナリ。

e. 變緯及東西距ノ各行ニ於テ記入ヲ要セザル行ニハ皆ナ斜メニ短線ヲ引キ以テ誤記ヲ防グ爲メニス。

#### 例 1.

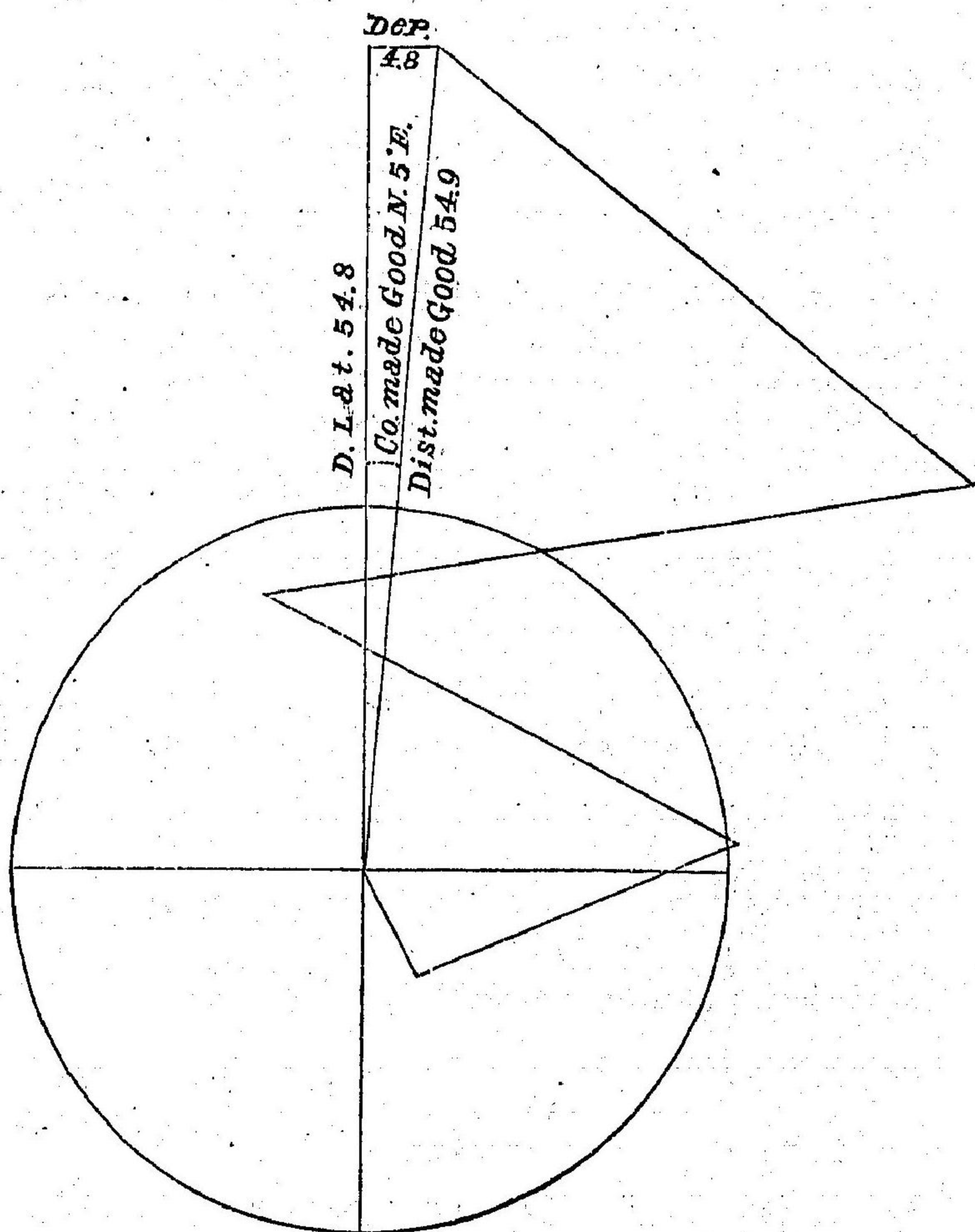
船アリ北緯  $53^{\circ}19'$  ニ在ル一地ヲ發シ順序ニ次ノ針路ニテ航走セリ。其着達緯度並ニ直行眞針路及航程ヲ求ム。

航走眞針路及ヒ里程

1. S.S.E.  $\frac{1}{4}$  E. 8    3. N.W./W.  $\frac{1}{2}$  W. 36    5. N.W.  $\frac{1}{2}$  W. 46  
 2. E.N.E. 23    4. E.  $\frac{3}{4}$  N. 48

第六十七圖

壹時ノ十六分ノ一ヲ以テ壹哩ニ充ツ



T. Co.	Dist.	D. lat.		Dep.	
		N.	S.	E.	W.
S.S.E. $\frac{1}{4}$ E. = S. 2 $\frac{1}{4}$ ° E.*	8	—	7.2	3.4	—
E.N.E. = N. 6° E.	23	8.8	—	21.3	—
N.W./W. $\frac{1}{2}$ W. = N. 5 $\frac{1}{2}$ ° W.	36	17.0	—	—	31.8
E. $\frac{3}{4}$ N. = N. 7 $\frac{1}{4}$ ° E.	48	7.0	—	47.5	—
N.W. $\frac{1}{2}$ W. = N. 4 $\frac{1}{2}$ ° W.	46	29.2	—	—	35.6
Course and distance made good. N. 5° E. 55 miles.		62.0	7.2	72.2	67.4
		7.2		67.4	
		54.8		4.8	

Lat. from... 53° 19' N.  
 D. lat. 54.8    55 N. (54.8 ハ五捨六入法ニ依ル)  
 Lat. in... 54° 14' N. (同名ナルヲ以テ兩項ノ和ヲ取ル)

\* 針路ヲ二様ニ書セシハ初學ノ者ヲシテ一見解シ易カラシムルガ爲メナリ。

規則 2° = 依リ問題ニ掲ゲタル 1, 2 等ノ順序ニ從ヒ最初ニ針路及航程ヲ各其ノ行ニ記入シ Table XLVIII 或ハ Table XLIX ニヨリ變緯及東西距ヲ求メ之ヲ各自ノ行ニ記入スベシ。

變緯ノ差 54.8 及東西距ノ差 4.8 即チ直行變緯及東西距ヲ以テ Table XLIX ヲ線レバ P. 624 ニ於テ 54.8 及 4.8 ニ對スル針路 N. 55° E. 及航程 55 哩ヲ得ルナリ。

針路ニハ變緯ノ N. 及東西距ノ E. ニ從フテ N. 5° E. ト符ス例 1 ニ於テ變緯ハ東西距ヨリ大ナリガ故ニ針路ハ四點或ハ四十五度ヨリ小ナリ。

例 2.

船アリ北緯 38° 25' ノ地ヨリ發シテ次ノ眞針路ニテ航走セリ

着達緯度並ニ直行針路及航程ヲ求ム。

- |            |    |  |    |                                      |     |
|------------|----|--|----|--------------------------------------|-----|
| 眞針路        | 湮  | 眞針路                                    | 湮  | 眞針路                                  | 湮   |
| 1. S.W./W. | 28 | 3. W.                                  | 47 | 5. S.                                | 101 |
| 2. W./N.   | 55 | 4. S.E. <sup>3</sup> / <sub>4</sub> S. | 25 | 6. W. <sup>3</sup> / <sub>4</sub> S. | 72  |

T. courses.	Dist.	D. lat.		Dep.	
		N.	S.	E.	W.
S. 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> W.	28	—	15.6	—	23.3
N. 7 W.	55	10.7	—	—	53.9
W.	47	—	—	—	47.0
S 3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> E.	25	—	20.1	14.9	—
S.	101	—	101.0	—	—
S. 7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> W.	72	—	10.6	—	71.2
Course and distance made good. S. 53° W. 226 miles.		10.7	147.3	14.9	195.4
			10.7		14.9
			186.6		180.5
Lat. from ... ..	38°25' N.				
D. lat. 136' 6 S. ...	2 17 S.	{異名ナルヲ以}			
Lat. in ... ..	36 8 N.	{テ差ヲ取ル}			

136.6 及 180.5 ヲ以テ Table XLIX ヲ繰ルトキハ P. 688 ニ於テ兩項ノ數ニ最モ近似シタルモノ 180.5 及 136.0 ニ對スル S. 53° W. 及 226' ヲ取り以テ直行眞針路及航程トス。

例 3.

一船アリ南緯 37°24' ノ地ヲ發シテ下ノ眞針路ニテ航走セリ着達緯度並ニ直行眞針路及航程ヲ求ム。

- |            |    |           |    |
|------------|----|-----------|----|
| 眞針路        | 湮  | 眞針路       | 湮  |
| 1. S.W./S. | 20 | 4. S.S.E. | 32 |
| 2. W.      | 16 | 5. E.N.E. | 14 |
| 3. N.W./W. | 28 | 6. S.W.   | 36 |

T. courses.	Dist.	D. lat.		Dep.	
		N.	S.	E.	W.
S. 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> W.	20	—	16.6	—	11.1
W.	16	—	—	—	16.0
N. 5 W.	28	15.6	—	—	23.3
S. 2 E.	32	—	29.6	12.3	—
N. 6 E.	14	5.4	—	12.9	—
S. 4 W.	36	—	25.5	—	25.5
Course and distance made good. S. 45° W. 72 miles		21.0	71.7	25.2	75.9
			21.0		25.2
			50.7		50.7
Lat. from ... ..	37°24' S.				
D. lat. ... ..	51 S.	{同名、和}			
Lat. in ... ..	38 15 S.				

變緯及東西距ハ各 50.7 ナルヲ以テ針路ハ 45° 或ハ 4 點ナルコト明ナリ故ニ Table XLIX. P. 704 ニ於テ最モ近似ノ數ナル 50.9 及 50.9 ニ對スル直行眞針路 S. 45° W. 及航程 72 湮ヲ取ル。

例 4.

一船アリ北緯 46°20' ノ地ヨリ下ノ針路ニテ航走セリ然ルトキハ着達緯度並ニ直行眞針路及航程如何。

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

T. courses.	Dist.	D. lat.		Dep.	
		N.	S.	E.	W.
N. 72° E.	21	6.5	—	20.0	—
N. 38 E.	17	13.4	—	10.5	—
S. 26 W.	13	—	11.7	—	5.7
S. 73 E.	19	—	5.6	18.2	—
S. 1 W.	19	—	19.0	—	0.3
S. 65 E.	48	—	20.3	43.5	—
N. 76 E.	19	4.6	—	18.4	—
N. 48 E.	48	32.1	—	35.7	—
<u>E.</u>	140.3	56.6	56.6	146.3	6.0
		56.6		6.0	
		0.0		140.3	

Lat. from ... .. 46°20' N.  
 D. lat. ... .. 0 0  
 Lat. in ... .. 46 20 N.

變緯ハ北ト南トヘ各 56.6 ニシテ差引 0 ナレバ元ト出發セシ  
 距等圈即チ元トノ地ト同一ノ緯度ニ復リタルコト明ナリ又東  
 西距ハ西ヘ 6 哩東ヘ 143.3 哩ナルヲ以テ差引東ヘ行クコト  
 140.3 ナリ故ニ直行眞針路ハ正東ニシテ航程ハ 140.3 ナリ是  
 レ此ノ場合ニ於テ東西距ハ航程ニ等シクレバナリ。

例 5.

船、南緯 1°5' ニ在ル地ヨリ下ノ如ク航走セリ着達緯度並ニ  
 直行眞針路及航程ヲ求ム。

眞針路	哩	眞針路	哩
1. N. 17° E.	13	5. S. 83 W.	23
2. N.	38	6. S. 48 E.	25.2
3. N. 27 E.	18	7. N. 48 W.	27.1
4. N. 79 E.	25	8. N. 36 W.	21

T. courses	Dist.	D. lat.		Dep.	
		N.	S.	E.	W.
N. 17° E.	13	12.4	—	3.8	—
N.	38	38.0	—	—	—
N. 27 E.	18	16.0	—	8.2	—
N. 79 E.	25	4.8	—	24.5	—
S. 83 W.	23	—	2.8	—	22.8
S. 48 E.	25.2	—	16.9	18.7	—
N. 48 W.	27.6	18.1	—	—	20.1
N. 36 W.	21	17.0	—	—	12.3
<u>N.</u>	86.6	106.3	19.7	55.2	55.2
		19.7		55.2	
		86.6		0.0	

Lat. from ... .. 1° 5' S.  
 D. lat. ... .. 1 27 N. {異名、差}  
 Lat in ... .. 0 22 N.

東西距ハ東ト西トヘ各 55.2 ニシテ差引 0 ナレバ船ハ元ト  
 ノ子午線ニ歸リタルヲ以テ眞針路ハ正北ニシテ其航程ハ變緯  
 86.6 ニ等シ。

例 6.

一船、40°0' N. ノ地ヨリ下ノ如ク航セリ着達緯度ヲ求ム。

眞針路	哩	眞針路	哩	眞針路	哩
1. S. E./S.	29	6. N. E./N.	29	11. E. 1/4 N.	62
2. N. N. E.	10	7. W.	25	12. N.	7
3. E. S. E.	50	8. S. S. E.	10	13. W.	62
4. E. N. E.	50	9. W./S. 1/2 S.	42	14. N.	10
5. S. S. E.	10	10. N.	110	15. W.	8

眞針路	湮	眞針路	湮	眞針路	湮
16. S.	10	19. E. $\frac{3}{4}$ S.	62	22. N.N.E.	10
17. W.	62	20. S.	110	23. W.	25
18. S.	7	21. W./N. $\frac{1}{2}$ N.	42		

T. courses.	Dist.	D. lat.		Dep.	
		N.	S.	E.	W.
S. 3 E.	29	—	14.2	16.1	—
N. 2 E.	10	9.2	—	3.8	—
S. 6 E.	50	—	19.1	46.2	—
N. 6 E.	50	19.1	—	46.2	—
S. 2 E.	10	—	9.2	3.8	—
N. 3 E.	29	24.1	—	16.1	—
W.	25	—	—	—	25.0
S. 2 E.	10	—	9.2	3.8	—
S. $6\frac{1}{2}$ W.	42	—	13.2	—	40.2
N.	110	110.0	—	—	—
N. $7\frac{1}{2}$ E.	62	9.1	—	61.3	—
N.	7	7.0	—	—	—
W.	62	—	—	—	62.0
N.	10	10.0	—	—	—
W.	8	—	—	—	8.0
S.	10	—	10.0	—	—
W.	62	—	—	—	62.0
S.	7	—	7.0	—	—
S. $7\frac{1}{2}$ E.	62	—	9.1	61.3	—
S.	110	—	110.0	—	—
N. $6\frac{1}{2}$ W.	42	12.2	—	—	40.2
N. 2 E.	10	9.2	—	3.8	—
W.	25	—	—	—	25.0
0	0	209.9	209.9	262.4	262.4
		209.9			262.4
		00			0.0

此ノ例題ニ於テ變緯ハ南北同數ニシテ東西距モ亦々東西各同

數ナルヲ以テ差引各0トナル故ニ船ハ元ト出發セシ地點ニ歸着シタルコト明ナリ。

問題

下ノ問題ニ於テ直行眞針路及航程並ニ着達緯度ヲ求ム。

1. 船、北緯  $52^{\circ}58'$  ニ在ル Texel 港ヨリ發シテ W./N. (眞針路以下皆ナ之ニ倣フ)  $44'$ ; S./E.  $45'$ ; W./S.  $35'$ ; S.S.E.  $44'$ ; W./S.  $\frac{1}{2}$ S.  $42'$  航走セリ。
2. 船、北緯  $54^{\circ}12'$  ニ在ル Heligoland ヨリ發シテ W.S.W.  $12'$ ; N.W.  $24'$ ; S./W.  $20'$ ; N.W./W.  $32'$ ; S./E.  $36'$ ; W./N.  $\frac{1}{2}$ N.  $42'$ ; S.S.E.  $\frac{1}{2}$ E.  $16'$ ; W.  $\frac{3}{4}$ N.  $45'$  航走セリ。
3. 船、北緯  $3^{\circ}50'$  ヨリ發シテ S.S.W.  $112'$ ; S./E.  $86'$ ; S.S.E.  $112'$ ; S./W.  $86'$  航走セリ。
4. 船、前日南緯  $19^{\circ}$  ヲ發シテ以來 S.E.  $\frac{1}{2}$ S.  $13'$ ; S./E.  $19'$ ; S.E./E.  $22'$ ; E./S.  $\frac{1}{4}$ S.  $32'$ ; N.N.E.  $20'$ ; N./W.  $\frac{1}{2}$ W.  $27'$ ; N.E./E.  $\frac{1}{2}$ E.  $24'$ ; S.W.  $\frac{1}{4}$ S.  $10'$  航走セリ。
5. 船、北緯  $1^{\circ}$  ヨリ發シテ E.  $8'$ ; E.  $\frac{1}{2}$ N.  $20'$ ; S.E./E.  $33'$ ; S.  $\frac{3}{4}$ W.  $31'$ ; N.E.  $\frac{1}{2}$ N.  $43'$ ; S.  $28'$ ; S.  $\frac{3}{4}$ E.  $21'$ ; S./W.  $\frac{1}{4}$ W.  $12'$  航走セリ。
6. 船、北緯  $1^{\circ}10'$  ヨリ發シテ N.  $40^{\circ}$ W.  $20'$ ; S.  $56^{\circ}$ W.  $51'$ ; S.  $19^{\circ}$ W.  $19'$ ; S.  $48^{\circ}$ W.  $16'$ ; N.  $85^{\circ}$ E.  $28'$ ; S.  $44^{\circ}$ E.  $15'$ ; N.  $22^{\circ}$ W.  $25$  miles; S.  $9^{\circ}$ E.  $54$  miles. 航走セリ。
7. 船、北緯  $47^{\circ}12'$  ヨリ發シテ S.  $31^{\circ}$ W.  $16'$ ; N.  $72^{\circ}$ E.  $13'$

S.52°W.15'; S.44°E.15'.1; N.44°W.19'.7; N.77°E.11'.4;  
S.40°W.16'; S.14°E.6' 航走セリ.

8. 船、北緯 34°11' ヲ發シテ以來 N.36°W.27'; N.24°E.30';  
S.75°W.47'; S.80°W.29'; N.72°W.42'; N.78°W.34'; S.12°  
E.28' 航走セリ.

9. 船、南緯 36°35' ヲ發シ N.84°W.18'; N.89°W.30'.4;  
N.67°W.29'.9; N.39°W.33'.9; N.8°W.25'.9; N.73°W.34'.9;  
N.86°W.44'.7; S.65°E.56' 航走セリ.

答

	針 路	航 程	變 緯	東 西 距	着 緯 緯 度
I.	S.44°W.	132½'	95.2S.	92.1W.	51°23'N.
	1. N.7°W.44' 8.6 43.2	2. S.1E. 45' 44.1 8.8	3. S.7°W.35' 6.8 34.3	4. S.2E. 44' 40.7 16.8	5. S.6½W.42' 12.2 40.2
II.	S.81°W.	130'	20.0S.	128'.8W	53°52'N.
	1. S.6°W. 12' 4.6 11.1	2. N.4°W. 24' 17.0 17.0	3. S.1°W. 20' 19.6 3.9	4. N.5°W. 32' 17.8 26.6	5. S.1E. 36' 35.3 7.0
III.	S.	375'.8	375.8'S.	0	2°26'S.
	1. S.2°W. 112' 103.5 42.9	2. S.1E. 86' 84.4 16.8	3. S.2E. 112' 103.5 42.9	4. S.1°W. 86' 84.4 16.8	
IV.	E.	76'.8	0.0	76'.8E	19°0'S
	1. S.3½E. 13' 10.0 8.2	2. S.1E. 19' 18.6 3.7	3. S.5E. 22' 12.2 18.3	4. S.6½E. 32' 7.8 31.0	5. N.2E. 20' 18.5 7.7
V.	S.24°W.	88'	80'.4S.	36'.0W.	0°10'S.
	1. N.40°W.20' 15.3 12.9	2. S.56°W. 51' 28.5 42.3	3. S.19°W.19' 18.0 6.2	4. S.48°W.16' 10.7 11.9	5. N.85°E.28' 2.4 27.9
VI.	S.15°W.	32'	31'.1S.	8'.4W.	46°41'N.
	1. S.31°W.16' 13.7 8.2	2. N.72°E. 13'.1 4.0 12.5	3. S.52°W.15' 9.2 11.8	4. S.44°E. 15'.1 10.9 10.5	5. N.44°W. 19'.7 14.2 13.7
VII.	N.77°E.	11.4	2.6 11.1	7. S.40°W.16' 12.3 10.3	8. S.14°E. 6' 5.8 1.5
	N.80½°W.	147'	24'.7N.	145'.1W.	34°36'N.
VIII.	N.36°W.27'	21.8 15.9	2. N.24°E.30' 27.4 12.2	3. S.75°W.47' 12.2 45.4	4. S.80°W.29' 5.0 28.6
	N.78°W.34' 7.1 33.3	7. S.12°E. 28' 27.4 5.8			5. N.72°W.42' 13.0 39.9
IX.	N.66½°W	140'	55'.6N.	127'.9W.	35°39'S.
	1. N.84°W.18' 1.9 17.9	2. N.89°W. 30'.4 0.5 30.4	3. N.67°W. 29'.9 11.7 27.5	4. N.39°W. 39'.0 26.3 21.3	5. N.8°W. 25'.9 25.6 3.6
X.	N.73°W.	34'.9	3.1 44.6	7. N.86°W. 44'.7	8. S.65°E. 56' 23.7 50.8
	6. N.73°W. 10.2 33.4				

	針 路	航 程	變 緯	東 西 距	着 緯 緯 度
V.	S.46°E.	109'	75'.2S.	78'.3E.	0°15'S.
	1. E. 8' 8.0	2. N.7½E. 20' 1.0 20.0	3. S.5E. 33' 18.3 27.4	4. S½W. 31' 30.7 4.6	5. N.3½E. 43' 33.2 27.3
VI.	S.24°W.	88'	80'.4S.	36'.0W.	0°10'S.
	1. N.40°W.20' 15.3 12.9	2. S.56°W. 51' 28.5 42.3	3. S.19°W.19' 18.0 6.2	4. S.48°W.16' 10.7 11.9	5. N.85°E.28' 2.4 27.9
VII.	S.15°W.	32'	31'.1S.	8'.4W.	46°41'N.
	1. S.31°W.16' 13.7 8.2	2. N.72°E. 13'.1 4.0 12.5	3. S.52°W.15' 9.2 11.8	4. S.44°E. 15'.1 10.9 10.5	5. N.44°W. 19'.7 14.2 13.7
VIII.	N.77°E.	11.4	2.6 11.1	7. S.40°W.16' 12.3 10.3	8. S.14°E. 6' 5.8 1.5
	N.80½°W.	147'	24'.7N.	145'.1W.	34°36'N.
IX.	N.36°W.27'	21.8 15.9	2. N.24°E.30' 27.4 12.2	3. S.75°W.47' 12.2 45.4	4. S.80°W.29' 5.0 28.6
	N.78°W.34' 7.1 33.3	7. S.12°E. 28' 27.4 5.8			5. N.72°W.42' 13.0 39.9
X.	N.66½°W	140'	55'.6N.	127'.9W.	35°39'S.
	1. N.84°W.18' 1.9 17.9	2. N.89°W. 30'.4 0.5 30.4	3. N.67°W. 29'.9 11.7 27.5	4. N.39°W. 39'.0 26.3 21.3	5. N.8°W. 25'.9 25.6 3.6
XI.	N.73°W.	34'.9	3.1 44.6	7. N.86°W. 44'.7	8. S.65°E. 56' 23.7 50.8
	6. N.73°W. 10.2 33.4				



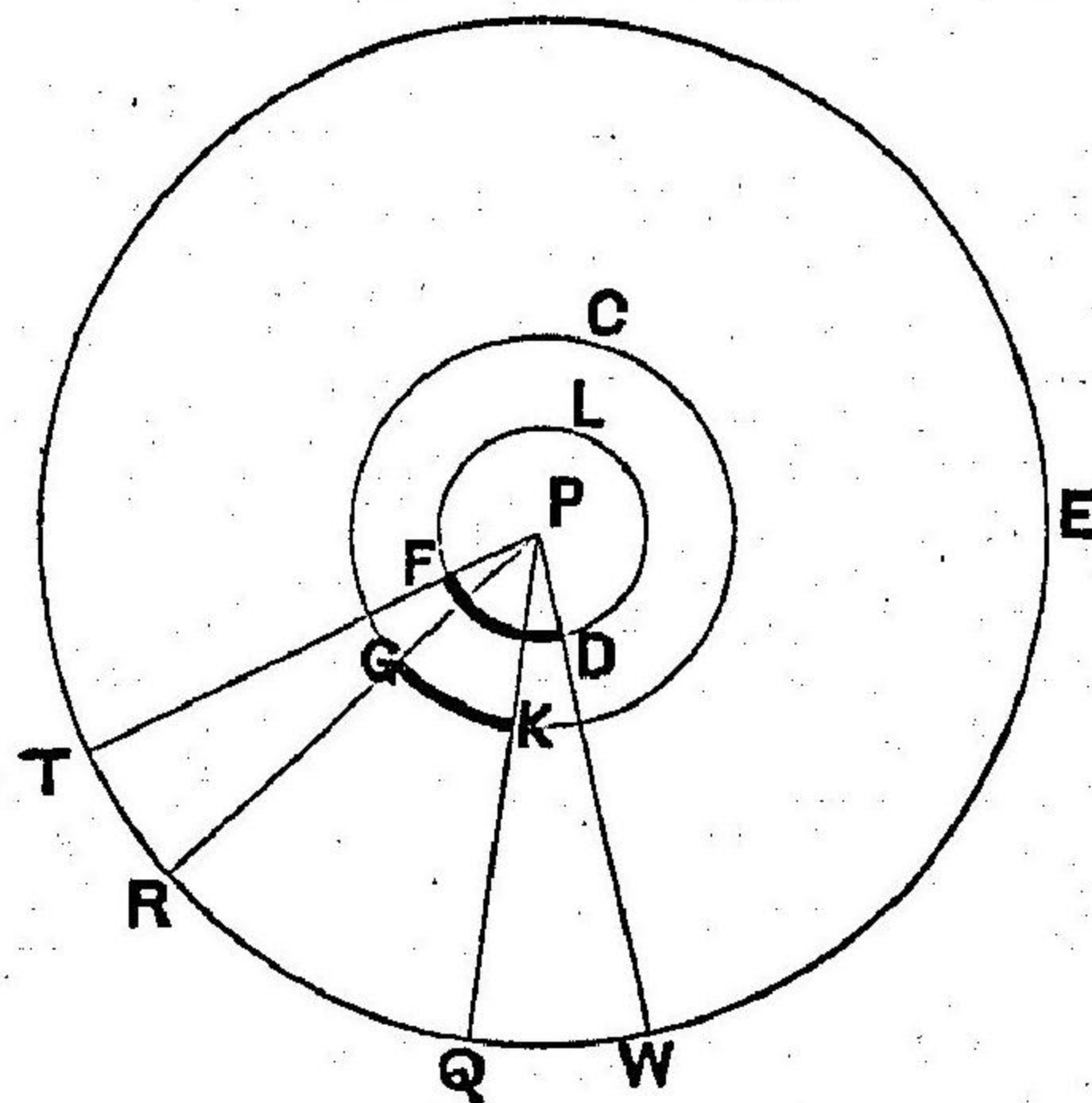
# 第拾壹編 東西針路航法

## Parallel Sailing.

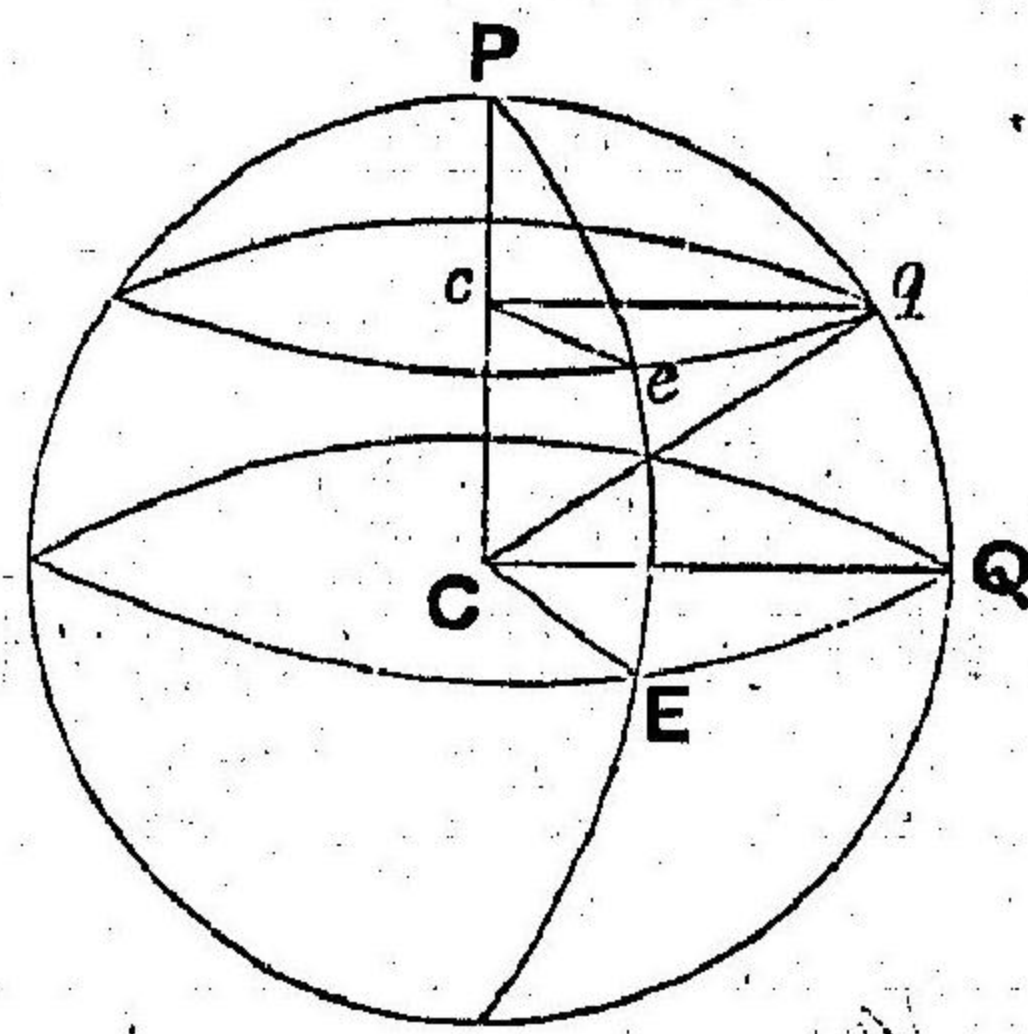
62. 此ノ航法ハ船ガ正東或ハ正西ニ航スルトキノ問題ヲ解ク法ナリ其常ニ同一ノ距等圈上ニ在ルヲ以テ緯度ハ變ズルコトナク唯東西距ヲ生ジ經度ノミ變ズルナリ。

子午線ハ皆ナ極ニ相會スルヲ以テ兩子午線間ノ東西距ハ極ニ近ヅクニ隨ヒ彌短縮シ而シテ變經ハ赤道ノ弧ニテ算スベキモノナルガ故ニ縱令ヒ航程 Distance 卽チ子午線距 Meridian Distance ハ同一ナルモ變經ハ緯度ノ高低ニ依リテ甚ダ相異ナルモノナリ。

第六十八圖



第六十九圖



第六十八圖ニ於テ P ヲ極、TRQWE ヲ赤道、CGK ヲ六十度、LFD ヲ七十五度ノ各距等圈トシ PR、PQ ヲ六十度ノ緯度ニ在ル G 及 K ノ兩地ヲ貫ク子午線、PT、PW ヲ緯度七十五度ニ於ケル F 及 D ナル兩地ノ子午線トシ而シテ子午線距卽チ東西距 GK 及 FD ヲ共ニ同長トスレバ G 及 K ナル兩地間ノ變經ハ RQ ナレドモ F 及 D ノ變經ハ TW ニシテ RQ ニ比シ甚ダ大ナリ之ヲ以テ子午線距ハ同一ナルモ緯度ノ高低ニ依リ變經ニ甚シキ差ヲ生ズルコト明ナリ。

Harrison 氏ガ經線儀 Chronometer ノ發明ヲナセシ以前ニハ六分儀ヲ用ヒテ天象ノ高度ヲ測リ容易ニ所在地ノ緯度ノミ確知スルヲ得タリト雖ドモ未ダ經度ヲ求ムルコト能ハザリシヲ以テ航海者ハ北又ハ南ニ航走シテ其目的港ノ緯度ト同一ノ距等圈ニ到リ夫レヨリ此ノ航法ニ依リ正東若クハ正西ニ距等圈上ヲ航スルヲ常トセリ然ルニ方今ハ經緯度共ニ確測スルヲ得ルガ故ニ此ノ航法ヲ用フルノ必要減ズルニ至レリ然レドモ航客時トシテ氣象、風論ニ關スル書ヲ讀ミ地球上ノ局部ノ大氣ノ速力ヲ算知セントスルニ當リテハ此ノ法ヲ用フレバ甚ダ便易ナルノミナラズ亦タ中分緯度航法ノ起原ヲナスヲ以テ猶ホ之ヲ知ラザル可ラズ。

第五式ハ此ノ航法ノ原式ナリ。

$$\text{Dist.} = D. \text{ long.} \times \cos. \text{ lat.} \dots \dots \dots (5)$$

第六十九圖ヲ地球トス P ハ北極、PE、PQ ハ子午線、EQ ハ

赤道ノ弧、 $eq$ ハ距等圈ノ弧ニシテ  $C$ ハ地心ナリ今  $CE, CQ$ ハ共ニ赤道ノ半徑、 $eq$ ハ東西距即チ航程、 $cq$ ハ其半徑、 $Ee$ 或ハ  $Qq$ ハ  $eq$ ノ緯度ニシテ  $EQ$ ハ  $e$ 及  $q$ ナル兩地間ノ變經ナリ今  $qce$ 角ハ  $QCE$ 角ニ等シ而シテ圈ノ圓周ノ長サハ其半徑ノ長サト正比例ヲナス故ニ

$$\text{Arc } eq : \text{arc } EQ = \text{rad. } eq : \text{rad. } CQ$$

而シテ  $CQ, Cq$ ハ共ニ地球ノ半徑ニシテ相等シ故ニ

$$eq : EQ = cq : Cq; \text{ 即チ } \frac{eq}{EQ} = \frac{cq}{Cq} = \sin. cCq$$

$Ccq$ ハ平面直三角形、 $QCq$ ハ  $cCq$ ノ餘角、 $Qq$ ノ弧ハ  $QCq$ ノ角ヲ度ルモノナレバ

$$\sin. cCq = \cos. QCq = \cos. Qq;$$

然ルニ  $eq = \text{meridian distance} = \text{dep. or distance.}$

$$EQ = \text{diff. long}; Qq = \text{lat}; \text{ 故ニ } \frac{\text{dist.}}{\text{d. long}} = \cos. \text{lat.}$$

$$\therefore \text{Dist.} = \text{diff. long.} \times \cos. \text{lat.} \dots \dots \dots (5)$$

(5)ニ依リ  $A, B, C$ ノ三式ヲ下ニ列記ス.

$$\frac{\text{Diff. long.}}{\text{Dep.}} = \sec. \text{lat.} \dots A; \therefore \text{Diff. long.} = \text{dep. sec. lat.}$$

$$\frac{\text{Dep.}}{\text{Diff. long.}} = \cos. \text{lat.} \dots B; \therefore \text{Dep.} = \text{diff. long.} \cos. \text{lat.}$$

$$\text{Cos. lat.} = \frac{\text{dep.}}{\text{diff. long.}} \dots C.$$

變經ヲ平面直三角形ノ斜邊トシ東西距即チ航程ヲ其底トシ緯度ヲ底ニ於ケル挾角トシテ圖ヲ作レバ三項ノ内二項既知ナルトキハ平面三角法ニ依リ輒ク未知ノ一項ヲ求ムルコトヲ得.

### Aノ場合

63. 既知ノ距等圈上ニ於ケル直行東西距ヲ以テ之ニ相當シタル變經ヲ求ムルコト.

### 規則

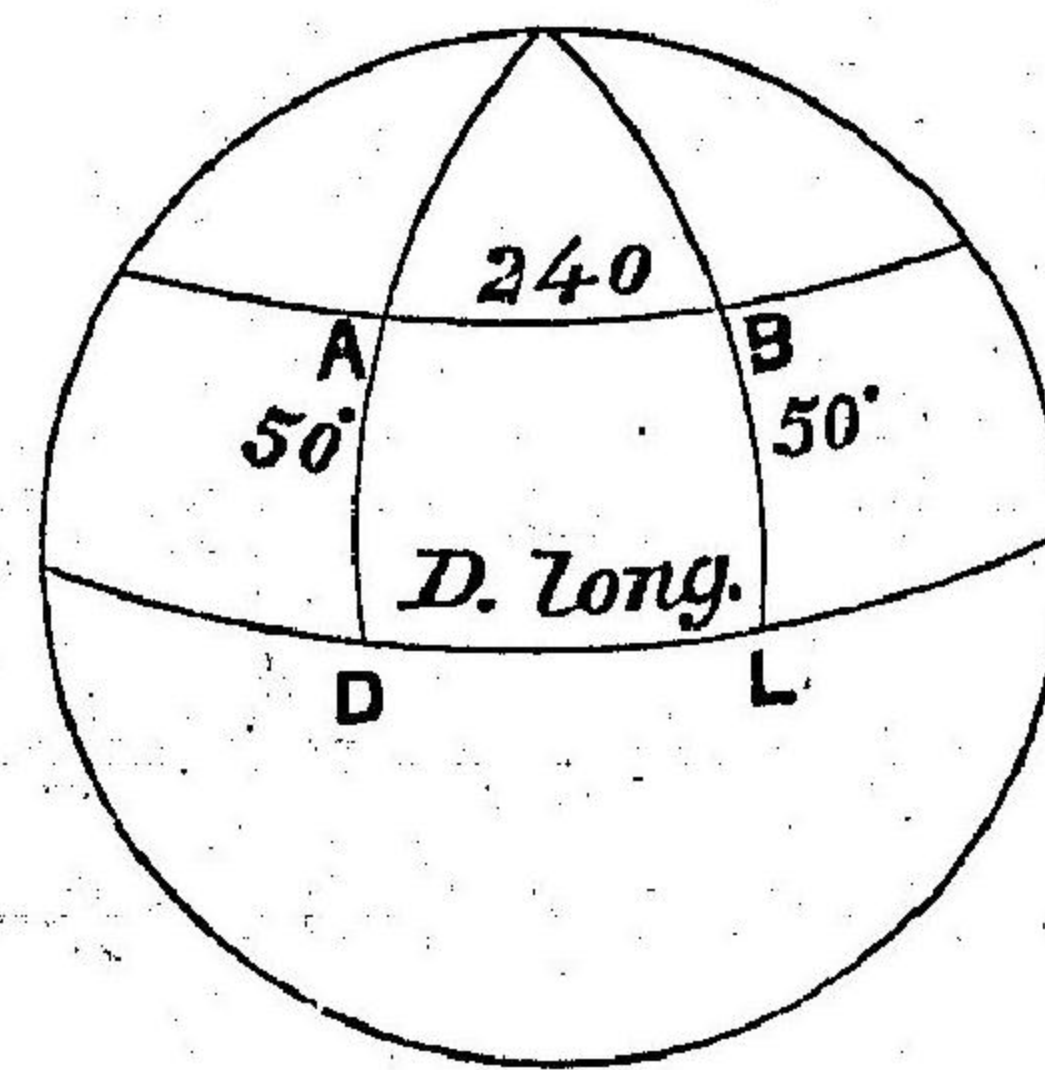
1° Table XLIヨリ東西距ノ對數及 Table XLIVヨリ緯度ノ正割對數ヲ取ル.

2° 此等ノ對數ヲ相加ヘ之ニ相當シタル眞數ヲ求メ以テ變經トナス.

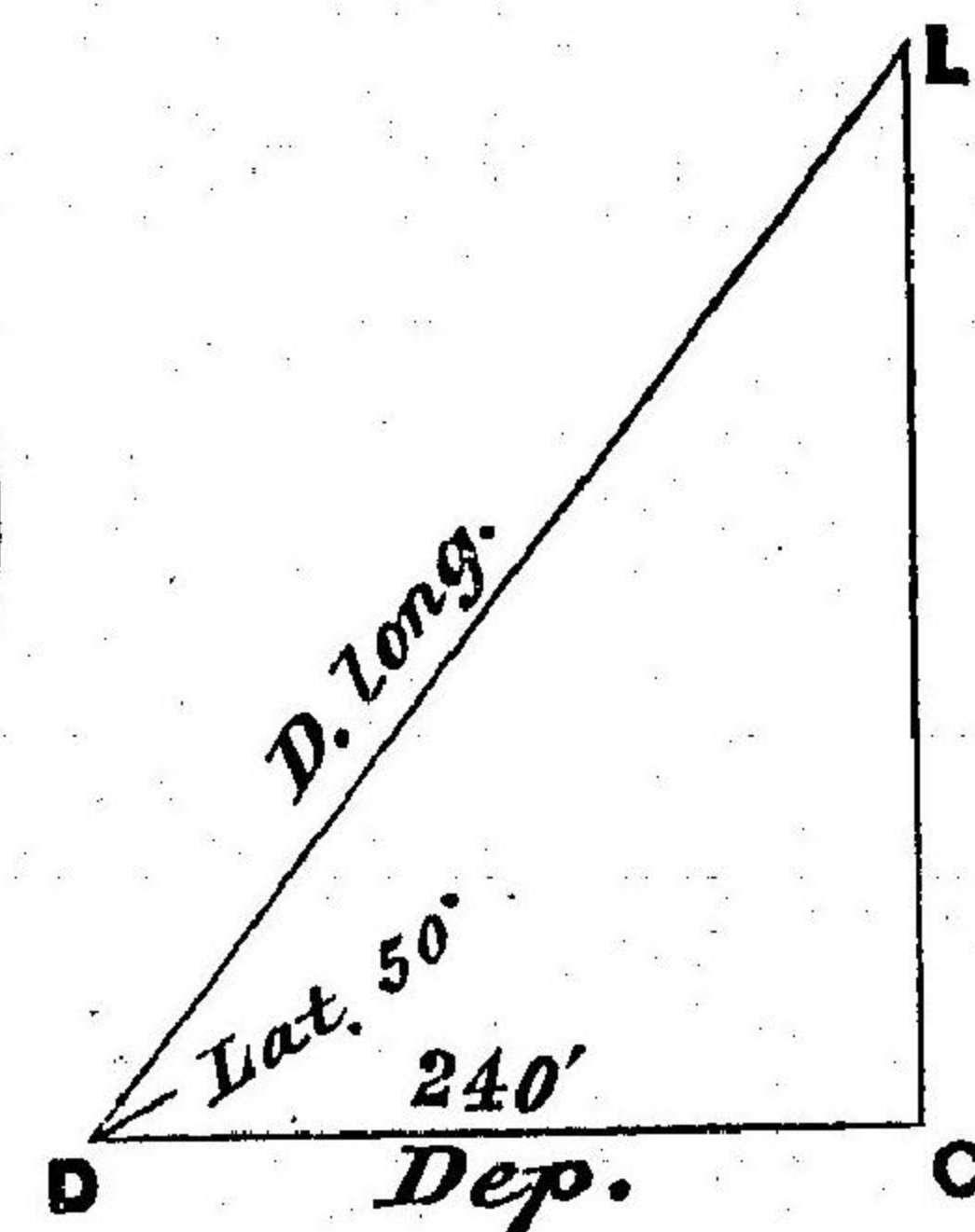
### 例

一船、北緯  $50^\circ$ ノ距等圈上ヲ航走スルコト 240 哩ナルトキ之ニ相當シタル變經ヲ求ム.

第七十圖



第七十一圖



$AB = DC = \text{Dep.} = \text{Meridiandist.} = 240'$ ;  $DA = LB = CDL = \text{Lat. } 50^\circ$ ;  $DL = \text{required diff. long.}$

$$\frac{DL}{AB} = \frac{DL}{DC} = \text{sec. lat.}; \therefore \text{D. long.} = \text{dep.} \times \text{sec. lat.};$$

Or,  $\text{Log. d. long.} = \text{log. dep.} + \text{log. sec. lat.} - 10$

Log. Dep. 240... ..	2.380211
Log. sec. lat. $50^\circ$ ...	10.191933
Log. d. long. ....	<u>2.572144</u>
$\therefore$ D. long. <u>373'.4</u>	

方位表ニテ變經ヲ正ス法.

規 則

緯度ヲ針路トシ東西距ヲ變緯トシテ Table XLIX ヲ開キ此二項ニ對スル航程ノ數ヲ取り以テ變經トナス若シ符合シタル數ナキ時ハ所要ノ數ヲ挾ム最モ近似ノ兩數ノ中數ヲ取り之ヲ變經トス.

例

上ノ例ヲ用フベシ.

上ノ例ニ於テ緯度  $50^\circ$  ヲ針路トシテ Table XLIX.P. 695 ヲ開キ東西距 240 ヲ變緯ノ行ニ於テ求ムルモ之ニ符合シタル數ナキヲ以テ之ニ最モ近キ兩數 239.7 及 240.4 ノ和 480.1 ヲ二分スルトキハ 240 トナル故ニ亦タ "Dist." ノ行ニ於ケル 373 ト 374 トノ和 747 ノ中數 373.5 ヲ取り以テ所要ノ變經トナス.

B ノ 場 合

64. 同一距等圈上ニ於ケル兩地ノ變經ヲ知テ其航程即チ東西距ヲ求ムルコト.

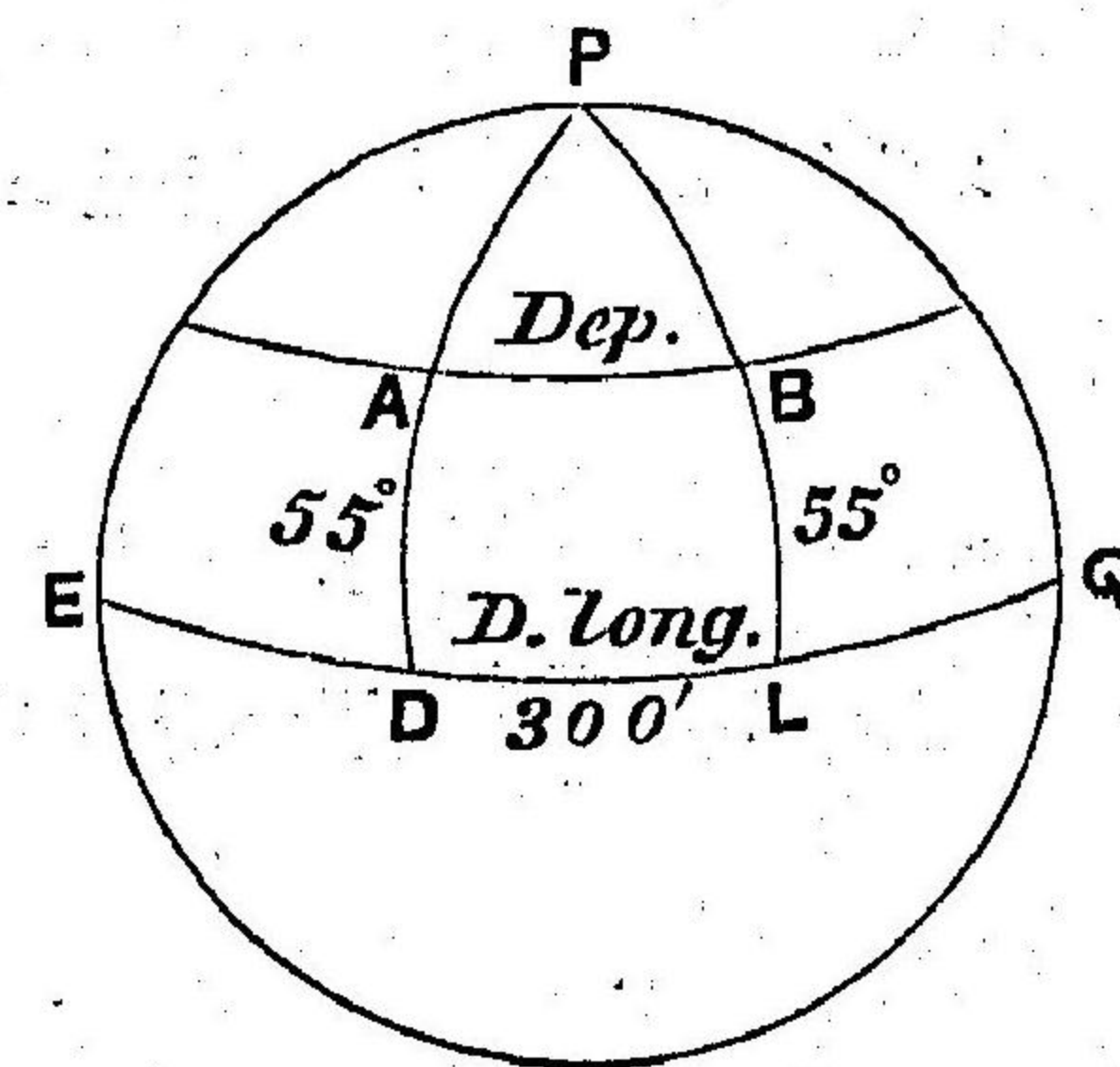
規 則

變經ノ對數ニ緯度ノ餘弦對數ヲ相加ヘ其和ヨリ 10 ヲ減シ以テ航程ノ對數トス.

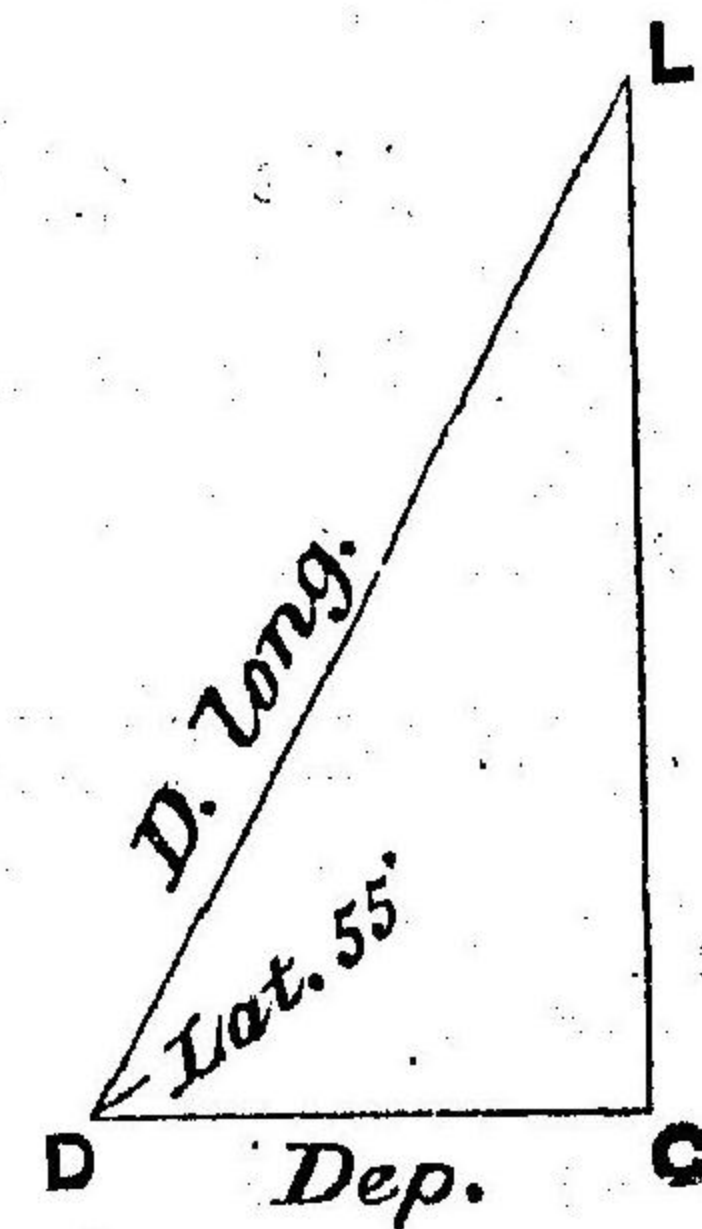
例 1.

一船、北緯(或ハ南緯)  $55^\circ$  ノ距等圈上ヲ走り其變經 300 哩ナルコトヲ知レリ然ルトキハ之ニ相當シタル東西距即チ航程ヲ求ム.

第七十二圖



第七十三圖



$$DA = LB = CDL = \text{lat. } 55^\circ; DL = \text{D. long.} = 300'$$

$$AB = \text{required dep.}$$

$$\frac{AB}{DL} = \frac{DC}{DL} = \cos. DA ; \frac{Dep.}{D. long.} = \cos. lat.$$

$$\therefore Dep. = D. long. \times \cos. lat.$$

$$\text{Or, log. Dep.} = \text{log. D. long.} + \text{log. cos. lat.} - 10$$

Log. D. long.	300...	2.477121	
Log. cos. lat.	55°...	9.758591	
Log. Dep.	...	2.235712	
	172.0	...	528
	172.07	...	184 ... 7
$\therefore$ Dep. (or. mer. dist.)	<u>172'.1</u>		

方位表ニテ東西距ヲ正ス法

規 則

緯度ヲ針路トシ變經ヲ航程トシテ Table XLIX ヲ開キ之ニ相對スル變緯ヲ所要ノ東西距トス。

上ノ例ニ於テハ 55° ヲ針路トシ P. 684 ヲ開キ變經 300' ヲ航程ノ行ニテ求メ之ニ相對スル變緯 172'.1 ヲ取り以テ所要ノ東西距トナス。

例 2.

北緯 55°55' 西經 2°10' ノ地ヨリ北緯 55°55' 東經 12°52' ノ地ニ到ラントス兩地間ノ航程及眞針路ヲ求ム。

Long. from 2°10' W.	L. dist. = L. d. long. + L. cos. lat. - 10	
„ to 12 52 E.	Log. d. long. 902 ...	2.955206
15 2 E.	Log. cos. 55°55' ...	9.748497
60	Log. dist. 505'.5 ...	2.703703
D. long. <u>902' E.</u>		<u>635</u>
		<u>68</u>

True Co. Due. E.

C ノ 場 合

65. 東西距及變經ヲ知テ緯度ヲ求ムルコト。

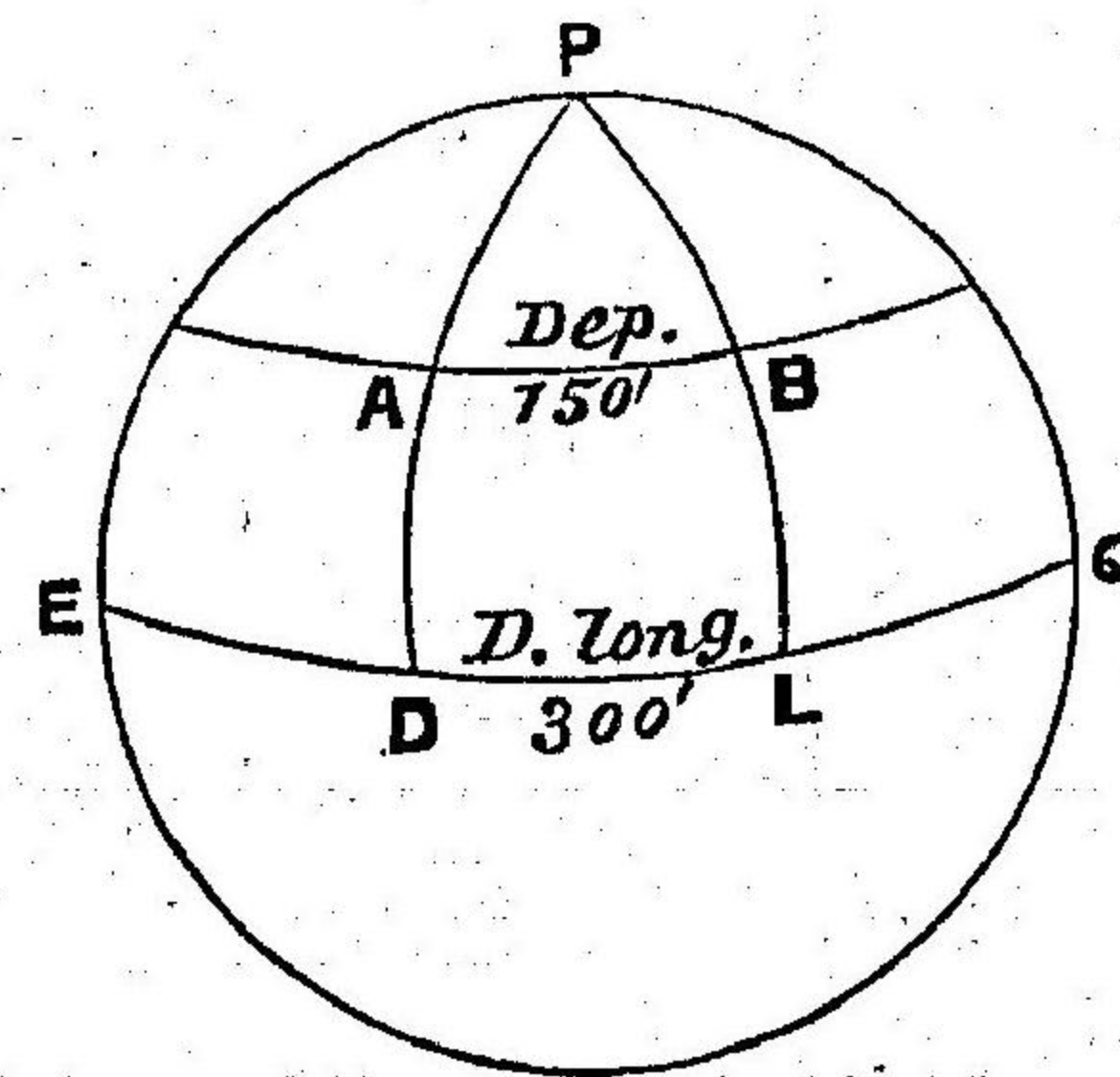
規 則

東西距ノ對數ノ指數ニ 10 ヲ加ヘタルモノヨリ變經ノ對數ヲ減シ其差ヲ緯度ノ餘弦對數トス。

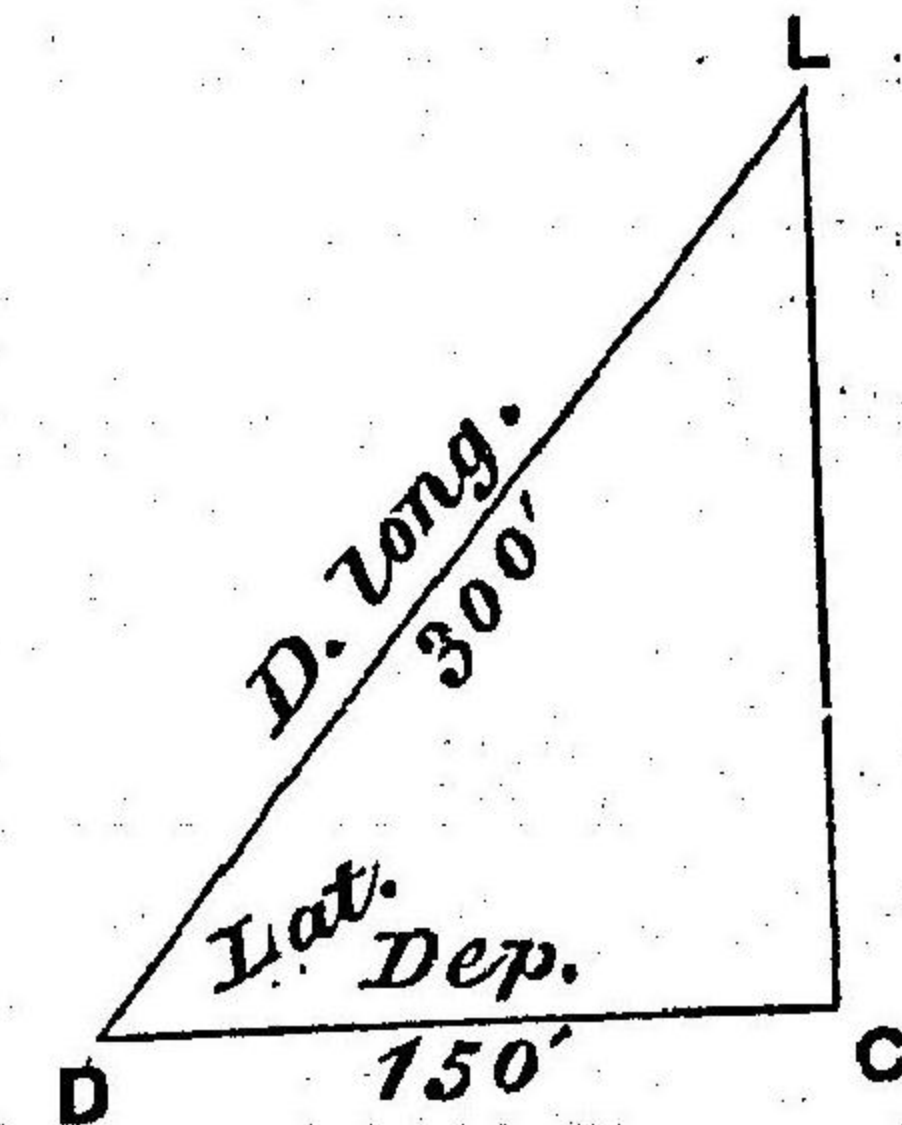
例 1.

變經 300 哩ニ比當スベキ東西距 150 哩ノ所ノ緯度ヲ求ム。

第七十四圖



第七十五圖



$$AB = DC = \text{Dep.} = 150'; \quad DL = \text{D. long.} = 300'$$

$$DA = LB = CDL = \text{Lat. required.}$$

$$\text{Cos. lat.} = \frac{\text{Dep.}}{\text{D. long.}}$$

$$\therefore \text{Log. cos. lat.} - 10 = \text{log. dep.} - \text{log. d. long.}$$

$$\text{Or, Log. cos. lat.} = 10 + \text{log. dep.} - \text{log. d. long.}$$

$$10 + \text{log. dep. } 150 \dots 12.176091$$

$$\text{Log. d. long. } 300 \dots \underline{2.477121}$$

$$\text{Log. cos. lat.} \dots 9.698970$$

$$\therefore \text{Lat. of the Parallel} = \underline{60^\circ}$$

方位表ニテ緯度ヲ正ス法

### 規則

變經ヲ航程トシ東西距ヲ變緯トシテ Table XLIX. ヲ開キ之ニ適シタル針路ヲ取り以テ所要ノ緯度トス。

上ノ例ニ於テハ 300 ヲ航程ノ行ニ當テ 150 (若クハ之ニ最モ近似ノ數) ヲ變緯ノ行ニテ求メ之ニ適シタル針路 60° ハ即チ所要ノ緯度ナリ。

### 例 2.

北半球ニ在テ西經 3°12' ノ地ヨリ正東ニ 246 哩航走シタル後チ測天法ニ依リ東經 4°8' ニ達シタルコトヲ確メタリ然ルトキハ緯度何度ノ距等圈上ヲ航走セシヤ。

$$\text{Long. from } 3^\circ 12' \text{ W.}$$

$$\text{Long. in. } \underline{4 \quad 8 \quad \text{E.}}$$

$$7 \quad 20$$

$$60$$

$$\text{D. long.} \dots \underline{440}$$

$$\text{Cos. lat.} = \frac{\text{mer. dist.}}{\text{d. long.}}$$

$$\text{Mer. dist. } 246 \text{ log. } + (10) \dots 12.390935$$

$$\text{Diff. long. } 440 \text{ log.} \dots \dots \underline{2.643453}$$

$$\text{Lat. } \underline{56^\circ 0' 26'' \text{ N.}} \dots \text{log. cos. } 9.747482$$

計算ノ結果ヲ方位表ニテ正ス法

變經 440 ヲ航程トナシ東西距 246 ヲ變緯トシテ Table XLIX ヲ繰リ之ニ適シタル針路 56° ハ所要ノ緯度ナリ。

### 問題

1. 北緯 16°30' ノ距等圈上ニテ航走スルコト 167.6 哩ナルトキ變經ヲ求ム。

$$\text{D. long.} = \text{dep.} \times \text{sec. lat.}$$

$$\text{答 } 174.8$$

2. 緯度 63°19'30'' ニ在ル兩地間ノ變經 4°20' ナルトキ航程ヲ求ム。

$$\text{Dep.} = \text{d. long.} \cos. \text{ lat.}$$

$$\text{答 } 116.7$$

3. 東西距 200 哩ガ變經 600 哩ニ相當スル處ノ地ノ緯度ヲ求ム。

$$\text{Cos. lat.} = \frac{\text{dep.}}{\text{d. long.}}$$

答 Lat. 70°31'44"

4. 赤道ノ南北兩側ニ在リテ二個ノ子午線間ノ北方ノ東西距ハ250 哩南方ノ東西距ハ350 哩變經470 哩ナルトキ南北兩距等圈間ノ變緯ヲ求ム.

$$\text{Cos. lat.} = \frac{\text{dep.}}{\text{d. long.}}$$

Log. 250... ..	2.397940
Log. 470... ..	2.672098
Log. cos. lat....	9.725842
	23
Lat. 57°51'54" N.	19
Log. 350... ..	2.544068
Log. 470... ..	2.672098
Log. cos. lat....	9.871970
	25
Lat. 41°52'6" S.	45
	Lat. 57°51'54" N.
	Lat. 41 52 6 S.
	99 44 0
	60
D. lat. ...	<u>5984 miles.</u>

答 5984 miles.

5. 緯度 48°12' ノ距等圈上ヲ眞西ニ 1000.5 哩走レリ而シテ起程經度 9°36' W. ナリ着達經度如何.

$$\text{D. long.} = \text{Dep.} \times \text{sec. lat.}$$

Long. from ... ..	9°36' W.
D. long. 1501' ...	25 1 W.
	<u>34 37 W.</u>

答 着達經度 34°37' W.

6. 北緯 40°20' ニ在リテ經度 300 分ノ間隔ヲ有スル兩港ヨリ二艘ノ船ガ出帆シテ各自眞北ヘ航走スルコト 300 哩ノ後チニ於ケル相互ノ距離及着達緯度ヲ求ム.

$$\text{Dep.} = \text{d. long.} \times \text{cos. lat.}$$

Lat. from ... ..	40°20' N.
D. lat. 300' ... ..	5 0 N.
Lat. in ... ..	45°20' N.
Log. d. long. 300' ...	2.477121
Cos. lat. 45°20' ... ..	9.846944
Dep. <u>210'.89</u> ... ..	2.324065
	3871
	<u>194</u>

答 Lat. in. 45°20' N. ; Dep. 210'.9

7. 北緯 33°15' ノ地ヲ發シ正東ヘ航走スルコト 10.9 哩ナルトキハ變經ノ幾分ニ相當スルヤ.

答 D. long. 13' E.

8. 二艘ノ船、南緯 51° ノ地ヲ發シ東西距 400 哩ヨリ 500 哩

トナルマデ眞北ニ向テ航走セリト云フ然ルトキハ其着達緯度如何.

$$D. \text{ long.} = \text{dep.} \times \text{sec. lat.}; \text{Cos. lat.} = \frac{\text{Dep.}}{D. \text{ long.}}$$

答  $D. \text{ long.} = 635'.6$ ;  $\text{Lat. in } 38^{\circ}7'33''\text{S.}$

9. 太陽子午線高度ヲ測リテ正午ノ緯度ハ  $36^{\circ}35'\text{N.}$  ナルコトヲ知リ夫レヨリ正西ニ向テ 39 哩航走シタル後チ測天法ニ依リ午後ノ經度ハ  $137^{\circ}38'\text{E.}$  ナルコトヲ確メタリ然ルトキハ正午ノ經度如何.

$$D. \text{ long.} = \text{Dep.} \times \text{sec. lat.}; \therefore D. \text{ long.} = 48'.6 \text{ E.}$$

$$\text{Long. P.M.} \dots 137^{\circ}38' \text{ E.}$$

$$\underline{48'.6 \text{ E.}}$$

$$\text{Long. in} \dots \dots 138 \text{ } 26.6 \text{ E.}$$

答  $\text{Long. at noon } 138^{\circ}26'36''\text{E.}$

10. 南緯  $45^{\circ}24'$  東經  $43^{\circ}40'$  ノ地ヨリ正東ニ走ルコト 29 哩ナリ問フ着達經度如何.

答  $D. \text{ long. } 41'.3 \text{ E.}; \text{ long. in } 44^{\circ}21'18''\text{E.}$

11. 南緯  $38^{\circ}$  ノ距等圈上ニテ東經  $47^{\circ}29'$  ヨリ東經  $49^{\circ}27'$  ニ達スルニハ幾哩航走スルヲ要スルヤ.

$$\text{Dep.} = d. \text{ long.} \cos. \text{ lat.}$$

答  $D. \text{ long. } 118' \text{ E.}; \text{ Dep. } 93'.0$

12. 變經ノ各一度ニ對シテ正西ニ航走スルコト 45 哩ナラバ何レノ距等圈上ヲ航走シツツアリヤ.

$$\frac{\text{Dep.}}{D. \text{ long.}} = \cos. \text{ lat.}; \therefore \text{Log. } 45 + 10 - \log. 60 = \cos. \text{ lat.}$$

答  $41^{\circ}24'35''$

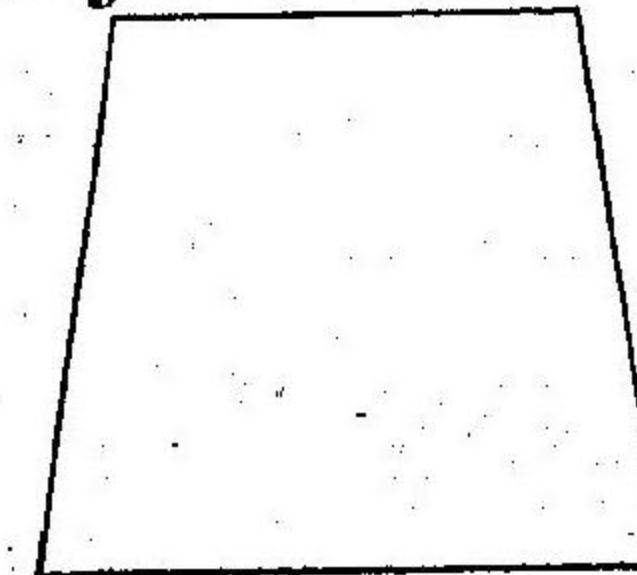
13. 南緯  $55^{\circ}59'$  ナル Cape Horn ノ緯度上ニテ一時間 10 哩ノ速力ニテ正西ニ航走スルトキハ一日間幾哩ノ變經ヲナスヤ.

答  $429' \text{ W.}, \text{ or } 7^{\circ}9' \text{ W.}$

14. 甲乙二隻ノ船、北緯  $38^{\circ}32'$  西經  $28^{\circ}38'$  ニ在ル Fayal ヲ發シ北緯  $44^{\circ}40'$  西經  $63^{\circ}35'$  ニ在ル Halifax ニ到ラントシテ甲ハ Halifax ト同一ノ緯度ニ達スルマデ眞北ニ航走シ夫レヨリ Halifax ニ着スルマデ正西ニ航走セリ乙ハ Halifax ノ經度ニ達スルマデ正西ニ航走シ夫レヨリ Halifax ニ着スルマデ眞北ニ航走セリ而シテ兩船ノ速力同一ナラバ何レガ先着スルカ又一船ハ他船ヨリモ航程幾哩ヲ利シ得ルヤ.

## 第七十六圖

*Halifax 44° 40' N.*



*38° 32' N. Fayal.*

$$\text{Dep.} = d. \text{ long.} \cos. \text{ lat.}$$

答

甲 = 1491'.4; 乙 = 1640'.4

甲先着ス而シテ甲ハ乙ヨリ其航程ヲ短縮スルコト 149' ナリ.

15. 甲乙ノ兩地共ニ北緯 58°30' ノ距等圈上ニ在リテ甲ノ經度ハ東經 15°12' ニシテ乙ノ經度ハ西經 13°18' ナリ然ルトキハ兩地間ノ航程幾湮ナリヤ.

答 D. long. 1710'; Distance 893'.5

16. 甲ヨリ乙ニ到ル真針路及航程ヲ求ム. 甲ハ南緯 54°25' 東經 15°30' 乙ハ南緯 54°25' 西經 9°15' ニ在リ.

答 T. course West; Distance 864'.1

17. 二艘ノ船、北緯 41°18' ノ距等圈上ニ在リテ其相距ルコト 150 湮ノ所ヨリ各自真北ニ航走シテ其相距ルコト終ニ 50 湮トナルニ至レリ然ルトキハ兩船ノ到達セン距等圈ハ北緯何度ナリヤ.

$$D. \text{ long.} = \text{dep.} \times \text{sec. lat. and Cos. lat.} = \frac{\text{dep.}}{\text{d. long.}}$$

答 D. long. 199'.7; lat. in 75°29'51"N.

18. 船、北緯 60° 西經 60° ノ地ヨリ其地ノ正午ニ出發シテ真東ニ一時間 15 湮ノ割合ニテ汽走セリ然ルトキハ該船ガ本初子午線ニ着セントキ緯度ノ平時ハ如何.

答 D. long. 3600'; dep. 1800'; time taken is 120 hours or 5 days, and 60° of long. = 4 hours; 故ニ G.M.T. after 5 days is 4.00 P.M.

19. 一船アリ北緯 41° ノ地ヲ發シ之レト同一ノ子午線上ニ在ル北緯 53° ノ港ニ到ラントス而シテ最初ニ真東ヘ航走スルコト 295 湮ノ後チ真北ヘ航走シ目的港ノ緯度ニ達セリト云フ

然ルトキハ目的港迄ノ距離幾湮ナリヤ.

$$(1) D. \text{ long.} = 295' \times \text{sec. } 41^\circ$$

$$(2) \text{Dep.} = \text{d. long.} \times \cos. 53^\circ$$

Substituting for D. long. in the first equation.

$$\text{Dist.} = 295' \times \text{sec. } 41^\circ \times \cos. 53^\circ$$

答 235'.2

20. 北緯 29°46' 西經 21°50' ノ地ヲ發シ最初ニ真北ヘ 350 湮、次ニ真西ヘ 350 湮、又夫レヨリ真南ヘ 350 湮、最終ニ真東ヘ 350 湮航走シタリ其着達地ノ經緯度ヲ求ム.

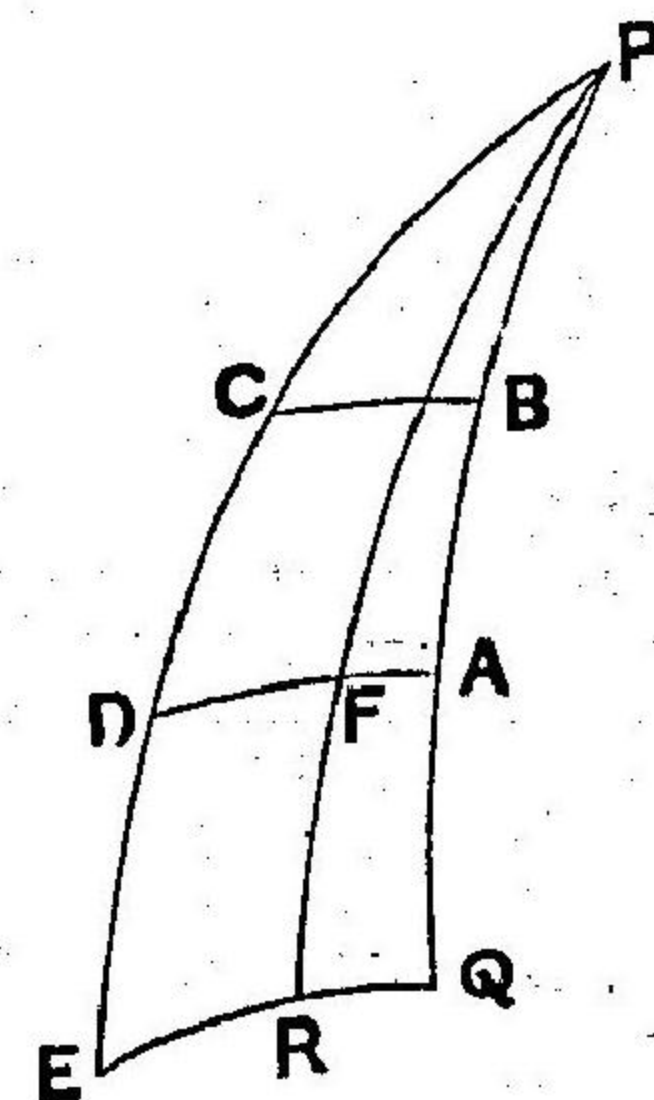
注意. 南北ヘ航走セン航程各 350 湮ナルヲ以テ船ハ元トノ緯度ニ戻リタルコト明ナリ即チ北緯 29°46' ニ歸着センナリ依テ此問題ヲ解クコト下ノ如シ.

$$\text{Lat. from } \dots \dots \dots 29^\circ 46' \text{ N.}$$

$$\text{D. lat. } 350' \dots \dots \dots \underline{5 \ 50 \text{ N.}}$$

$$\text{Lat. in } \dots \dots \dots 35 \ 36 \text{ N. at first northing.}$$

第七十七圖





第七十七圖ニ於テ A ハ最初出發セン地ニシテ F ハ最終ニ着セン地ナリ.

經度ヲ求ム.

FD = BC = Dep. = 350'; D. long. = Dep. x sec. lat.

RQ = d. long. = EQ - ER = BC. sec. lat. 35°36' - BC.

sec. 29°46' = 430'.5 - 403'.2 = 27'.3

Long. A ... .. 21°50' W.

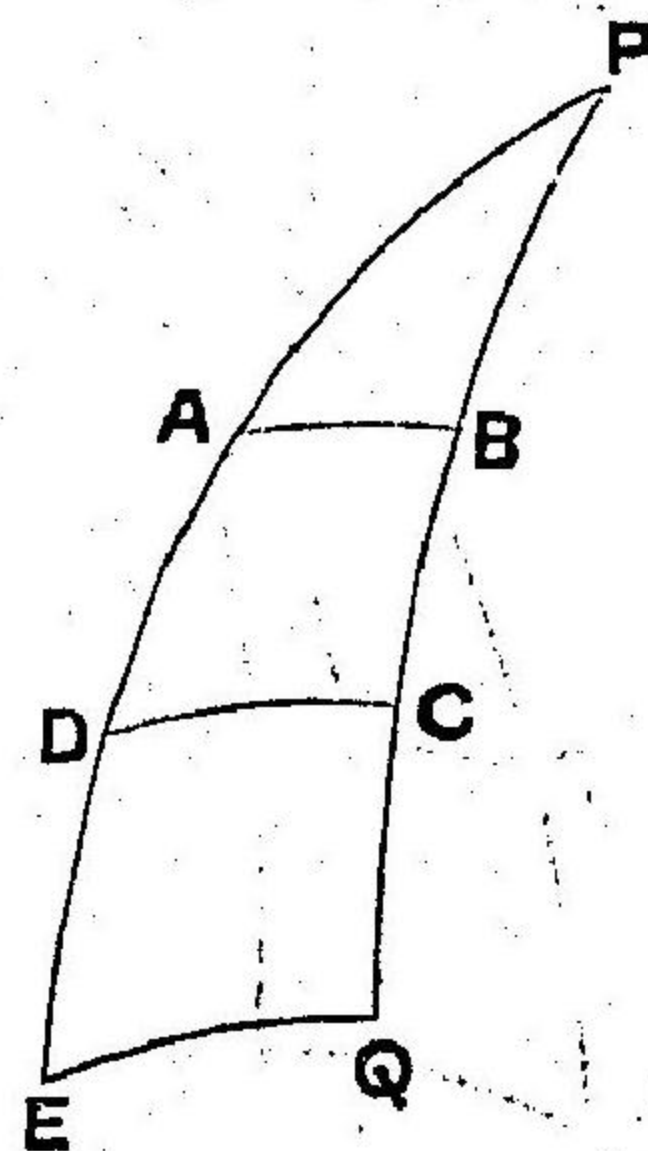
D. long. ... .. 27.3 W.

Long. F ... .. 22 17.3 W.

答 Lat. in 29°46' N. and Long. in 22°17.3' W.

21. 船アリ北緯 56° ノ港ヲ發シテ眞東へ 420 哩航走シ然ル後チ眞南へ航走スルコト若干哩ニシテ針路ヲ眞西ニ轉ジ此ノ針路ニテ航走スルコト 520 哩ノ後チ前ニ出發シタル經度ニ復歸セリ然ルトキハ第二眞針路南ニテハ幾哩ヲ航走シタルヤ. x° ヲ着達緯度トシテ變經トスレバ第七十八圖ニ於テ

第七十八圖



(1) AB = 420 = 1st. dep. = l. cos. 56°

(2) CD = 520 = 2nd. dep. = l. cos. x°

(2) ノ方程式ヲ以テ (1) ノ方程式ヲ除スレバ

420 / 520 = l. cos. 56° / l. cos. x° ; 420 x cos. x° = 520 x cos. 56° ;

Cos. x° = 520 / 420 x cos 56° ; ∴ x = 46°11'

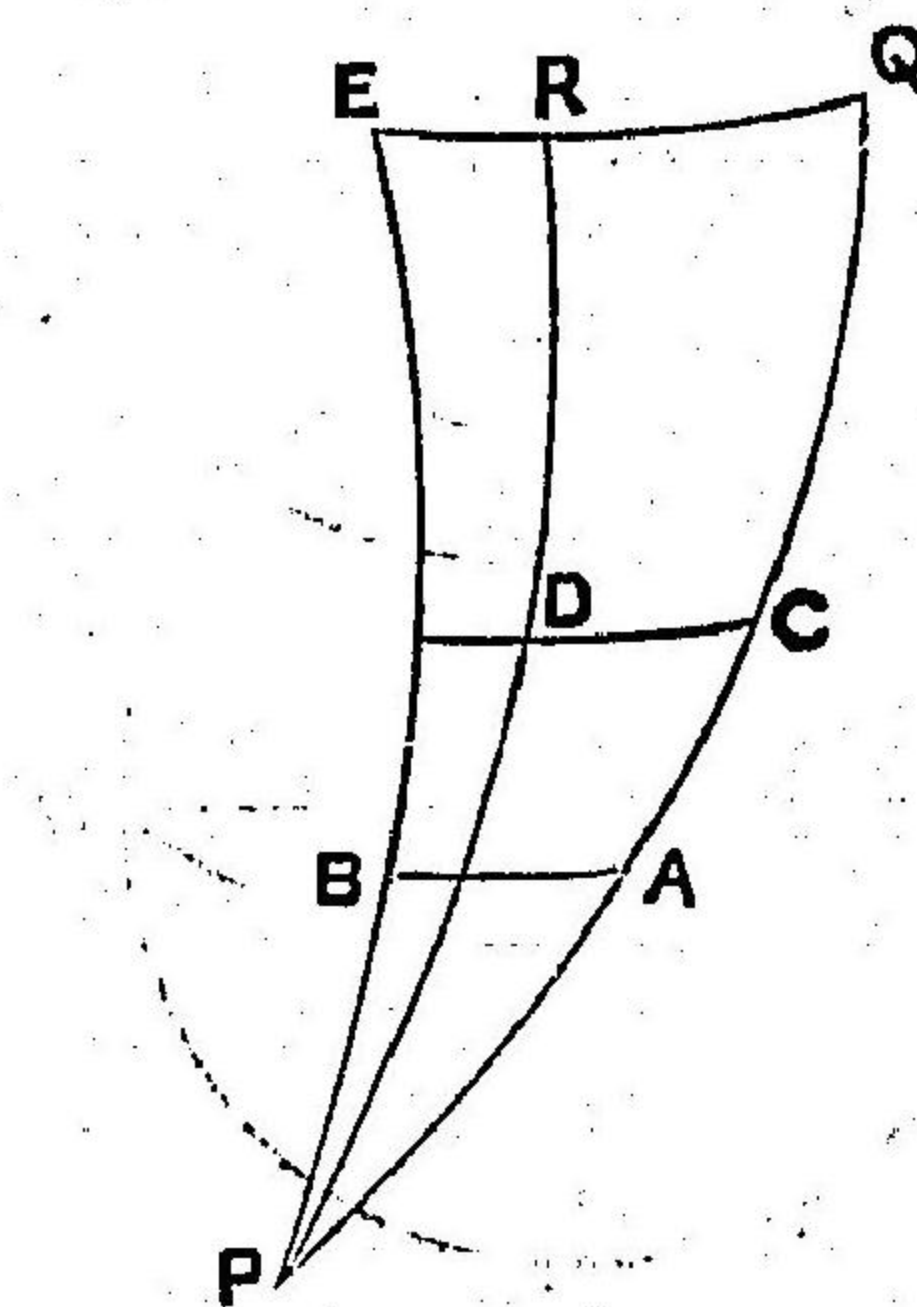
BC = required dist. run S. = 56° - 46°11' = 9°49' = 589'

答 589 哩

22. 二艘ノ船、南半球ニ在リテ各別々ノ距等圈上ヲ正西へ同一ノ速力ヲ以テ汽走セリ、甲ハ南緯 60° ニ在リテ乙ガ變經二分ヲナス毎ニ三分ヲナセリト云フ乙ノ緯度ヲ求ム.

第七十九圖ニ於テ AB ヲ l 時間ニ緯度 60° ニ在ル甲ノ航程トシ CD ヲ同一ノ時間ニ緯度 x° ニ於ケル乙ノ航程トセバ EQ ハ甲ノ變經ニシテ 3l ニ等シク QR ハ乙ノ變經 2l ニ等シ.

第七十九圖



AB 或ハ CD = d トスレバ EQ = 3l = d. sec. 60° = 2d

$$QR = 2l = d. \sec. \alpha^\circ; \therefore \frac{3l}{2l} = \frac{2d}{d. \sec. \alpha^\circ}$$

$$3d. \sec. \alpha^\circ = 2 \times 2d; \therefore \sec. \alpha^\circ = \frac{4}{3}$$

Log. 4 ... .. 0.602060

„ 3 ... .. 0.477121

Log. sec. α° 10.124939

α = 41°24'35" 0

9

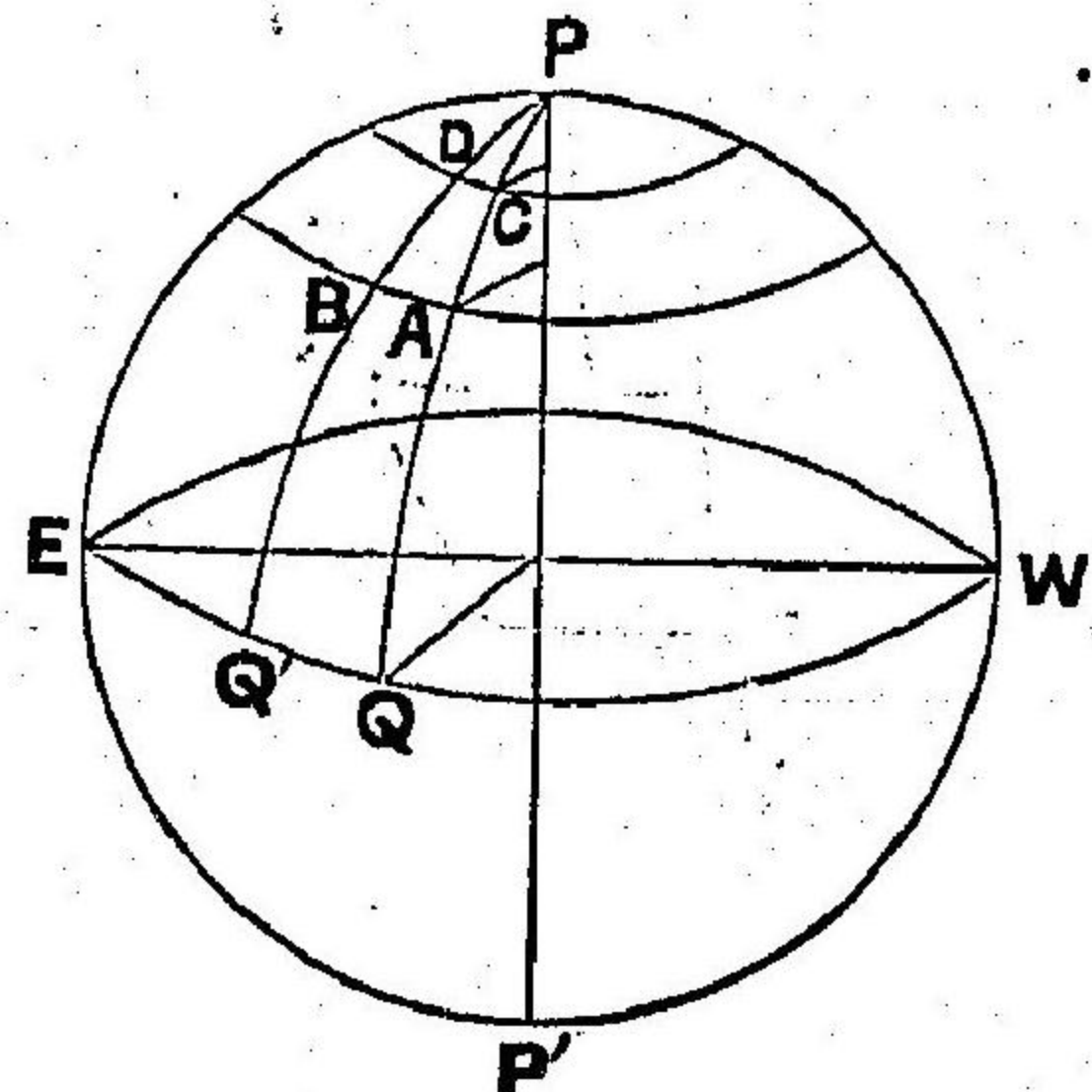
答 乙ノ緯度 41°24'35" S.

23. 北半球ニ於テ A 及 C ノ兩地アリ C ノ緯度ハ A ヨリモ尙ホ二十度北ニ在リ而シテ A ハ C ヨリモ一時間ニ 250 哩速ク回轉シツツアルトキハ A 及 C ノ緯度各若干ナリヤ

第八十圖ニ於テ AB 及 CD ヲ A 及 C ガ各自一時間ニ回轉スル距等圈ノ弧ノ長サトスレバ QQ' ハ兩地ニ對

スル變經ニシテ  $\frac{360^\circ}{24h} = 15^\circ$  即チ 900' ニ等シ而シテ

第 八 十 圖



$$CD + 250 = AB; AB - CD = 250; QA = QB = \text{lat. of } A = l.$$

$$\text{Lat. } C = l'; l' - l = 20^\circ; AB = QQ' \times \cos. l; CD = QQ' \times \cos. l'.$$

$$AB - CD = QQ'(\cos. l - \cos. l') = QQ' \cdot \{-2 \sin. \frac{1}{2}(l+l') \sin. \frac{1}{2}(l-l')\}$$

$$\frac{AB - CD}{QQ' \times \sin. \frac{1}{2}(l-l')} = -2 \sin. \frac{1}{2}(l+l')$$

$$\frac{AB - CD}{QQ'} \cdot \text{cosec. } \frac{1}{2}(l-l') = -2 \sin. \frac{1}{2}(l+l')$$

$$-\sin. \frac{1}{2}(l+l') = \frac{1}{2} \frac{AB - CD}{QQ'} \cdot \text{cosec. } \frac{1}{2}(l-l')$$

$$\sin. \frac{1}{2}(l+l') = \frac{1}{2} \frac{AB - CD}{QQ'} \cdot \text{cosec. } \frac{1}{2}(l-l') = \frac{1}{2} \frac{250}{900} \cdot \text{cosec. } 10^\circ$$

$$\therefore \sin. \frac{1}{2}(l+l') = \frac{5}{36} \cdot \text{cosec. } 10^\circ.$$

Log. 5 ... .. 0.698970

Log. cosec. 10° ... 10.760330

11.459300

Log. 36 ... .. 1.556302

Log. sin.  $\frac{1}{2}(l+l')$  ... 9.902998

∴  $\frac{1}{2}(l+l') \dots \dots 53^\circ 6'50''$

and  $\frac{1}{2}(l-l') \dots \dots 10 \quad 0 \quad 0$

l' = 63 6 50

l = 43 6 50

答 { A ノ緯度 43° 6'50" N.  
C ノ緯度 63 6 50 N.

## 第拾貳編 中分緯度航法

### Middle Latitude Sailing.

66. 中分緯度航法ハ平面航法及東西針路航法ヲ併合シタルモノニシテ東西距ハ兩法ニ共通ス此ノ航法ニ於テハ起程、着達、兩地ノ緯度相異ナルガ故ニ兩緯度ノ中數即チ平均中分緯度ヲ取り此ノ平均中分緯度ヲ貫ク所ノ距等圈ノ弧ヲ以テ假リニ東西距ト見做シテ算ヲ立ツルナリ。

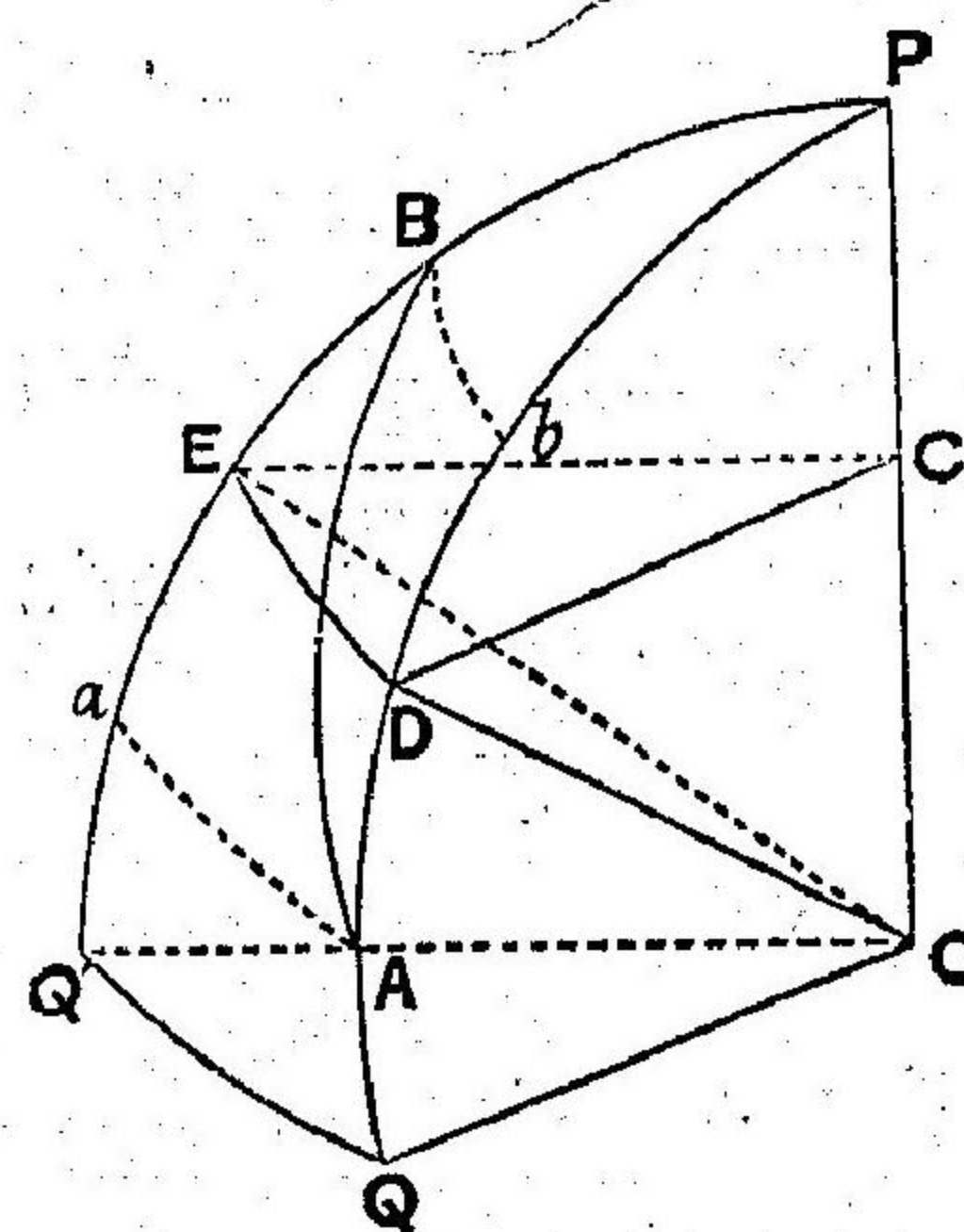
此ノ航法ハ元來兩地ノ緯度ノ中間ヲ貫ク距等圈ノ弧ヲ以テ假リニ東西距トナス故ニ此ノ航法ニヨリテ得タル結果ハ總テ多少ノ誤差アルヲ免レズ下ノ場合ニ於テハ誤差最モ大ナルガ故ニ此ノ航法ハ用フベカラズ。

- I. 緯度高キトキ：一何トナレバ大ナル角度ノ餘弦ハ其變化甚ダ急激ナルヲ以テ平均中分緯度ノ餘弦ハ兩緯度ノ餘弦ヲ平均シタルモノナルコト能ハズ時トシテ十數分度ノ差ヲ生ズルコトアレバナリ。
- II. 變緯大ナルトキ：一何トナレバ變緯、彌ヨ大ナレバ平均中分緯度ノ距等圈ト兩地間ノ東西距ヲ表ハス距等圈トノ間隔、彌ヨ遠大トナレバナリ。
- III. 緯度異名ナルトキ：一何トナレバ平均中分緯度ノ距等圈

ハ東西距ヲ表ハス緯度ノ距等圈ヨリモ彌ヨ赤道ニ近邇スルヲ以テ兩距等圈ノ相距ルコト過大ナレバナリ。

誤謬最モ少ナクシテ此航法ヲ用フベキ場合ハ赤道ニ近ク航走スルトキ、針路四十五度以上ナルトキ、航程比較的小ナルトキ及兩地トモ赤道ノ同方側ニ在ルトキトス其他ノ場合ニハ漸長緯度航法ヲ用フルニアラザレバ正確ナル結果ヲ得ルコト能ハズ。

第八十一圖



第八十一圖ニ於テ A ヨリ B 至ルトスルニ Aa ヲ東西距トスレバ大ニ過ギ Bb ヲ東西距トスレバ小ニ過グ Aa ト Bb トノ中央ニ於ケル距等圈ノ弧 DE ヲ取レバ航程ハ小ナルニ由リ殆ンド東西距ニ近キモノヲ得故ニ之ヲ以テ東西距トナシ東西針路航法ノ式ニ依リテ變經ヲ求ム是レ即チ中分緯度航法ナリ。

同圖ニ於テ起程地 A ノ緯度ハ QA 即チ Q'a ニシテ着達地 B ノ緯度ハ Q'B 即チ Q'b ナリ.

$$\frac{QA + Q'b}{2} = QD = QOD = \text{Mean mid. lat.}$$

$$\frac{DE}{QQ'} = \frac{CD}{OQ} = \frac{CD}{OD} = \sin. COD = \cos. QOD = \cos. \text{Mean mid. lat.}$$

$$\frac{\text{Dep.}}{\text{D. long.}} = \cos. \text{Mean mid. lat.};$$

$$\therefore \text{Dep.} = \text{D. long.} \cos. \text{Mean mid. lat.} \dots \dots \dots (6)$$

距等圈航法ノ式(5)ニ合ス

又

平面航法ノ式(3)ニ依リ

$$\text{Dep.} = \text{D. lat.} \tan. \text{Co.}; \therefore \text{D. lat.} \tan. \text{Co.} = \text{D. long.} \cos. \text{mid. lat.}$$

$$\therefore \text{Tan. Co.} = \frac{\text{D. long.} \cos. \text{mid. lat.}}{\text{D. lat.}} \dots \dots \dots (7)$$

又

平面航法ノ式(1)ニ依リ

$$\text{Dep.} = \text{dist.} \sin. \text{Co.}; \therefore \text{D. long.} \cos. \text{mid. lat.} = \text{dist.} \sin. \text{Co.}$$

$$\therefore \text{D. long.} = \frac{\text{dist.} \sin. \text{Co.}}{\cos. \text{mid. lat.}} = \text{dist.} \sin. \text{Co.} \sec. \text{mid. lat.} \dots (8)$$

此ノ航法ニ於テ解決ヲ要スル場合ハ下ニ示ス如ク普通 I. 及 II. ナリ然レドモ現今之ヲ實際ニ用フルハ主トシテ航路日誌ヲ算スルニ當リ變經ヲ求ムルトキニ在リトス.

- I. 兩地間ノ針路及其兩緯度ヲ知テ變經ヲ求ム.
- II. 兩地ノ經緯度ヲ知テ其針路及航程ヲ求ム.

### I ノ場合

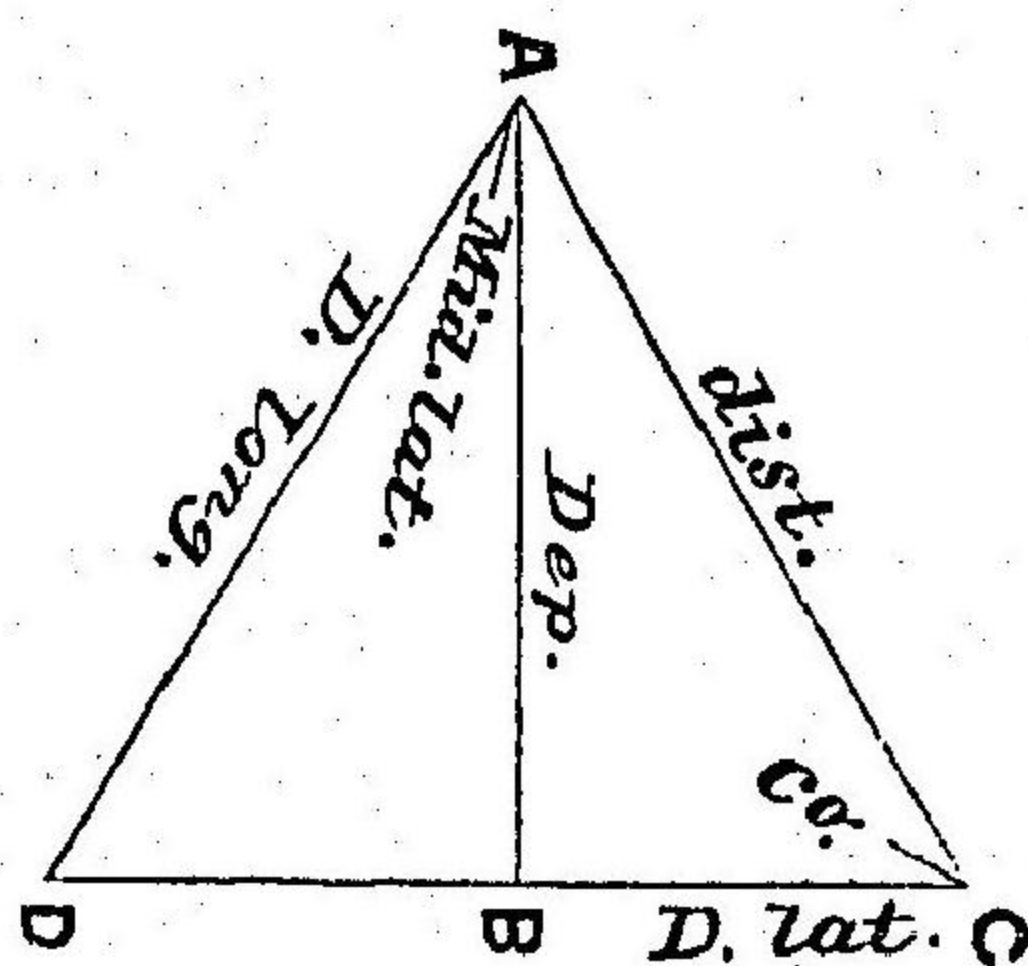
67. 起程地ヨリノ針路及航程ヲ以テ着達地ノ經緯度ヲ求ムルコト.

#### 例 1.

北緯 52°6' 西經 35°6' ノ地ヲ發シテ S.W./W. = 256 哩航走シタルトキ着達經緯度ヲ求ム.

此ノ航法ノ問題ヲ解クニハ第八十二圖ノ如ク東西距ヲ共通ノ一邊トナスタメ平面航法ノ圖ヲ上ニ寫シ緯度ニ代フルニ中分緯度ヲ以テシテ東西針路航法ノ圖ヲ下ニ寫シ直三角形二個ヲ接合シタルモノヲ畫キ圖ノ如ク之ニ各其名ヲ配スルトキハ輒ク(6)(7)及(8)ノ原式ヲ應用スルコトヲ得ベシ.

第八十二圖



1. 今平面航法ノ圖 ACB ナル直三角形ニ於テ既知ノ針路 S.56°15'W. 及航程 256 哩ニヨリ下ノ如ク變緯及東西距ヲ求ムルナリ.

變緯ヲ求ム.

$$\frac{CB}{CA} \text{ or } \frac{D. \text{ lat.}}{\text{Dist.}} = \cos. Co.$$

$$\therefore L. D. \text{ lat.} = L. \text{ dist.}$$

$$+ L. \cos. Co. - 10 \dots (1)$$

L. dist.	256 ...	2.408240
L. cos. Co.	56°15' ...	9.744739
L. D. lat.	142.2 ...	2.152979
		<u>00</u>
		<u>79</u>

∴ D. lat. ... 142'.2 or 2°22'12" S.

D. lat.	60) 142.2
D. lat.	2°22'12" S.

東西距ヲ求ム.

$$\frac{AB}{CA} \text{ or } \frac{Dep.}{\text{Dist.}} = \sin. Co.$$

$$\therefore L. \text{ dep.} = L. \text{ dist.}$$

$$+ L. \sin. Co. - 10 (2)$$

L. dist.	256 ...	2.408240
L. sin. Co.	56°15' W. ...	9.919846
L. Dep.	212.8 W. ...	2.328086
		<u>7972</u>
		<u>114</u>

∴ Dep. ... 212.8 W.

D. lat.	2°22' S.
Lat. from	52 6 N.
Lat. in	49 44 N.
Sum	101 50
M. Mid. lat.	50 55

2. 東西針路航法ノ圖 ABD ナル直三角形ニ於テ既知ノ東西距及中分緯度ニヨリ下ノ如ク變經ヲ求ムルナリ.

$$\frac{AD}{AB} \text{ or } \frac{D. \text{ long.}}{\text{Dep.}} = \sec. \text{ mid. lat.}$$

$$\therefore \text{Log. D. long.} = L. \text{ dep.} + L. \text{ sec. mid. lat.} - 10 \dots (6)$$

$$\text{Or, D. long.} = \text{dist. sin. Co. sec. m. lat.} \dots (8)$$

$$\therefore L. D. \text{ long} = L. \text{ dist.} + L. \text{ sin. Co.} + L. \text{ sec. mid. lat.} - 10$$

(6)	Log. dep.	212.8 ...	2.328086	Log. dist.	256 ...	2.408240
	L. sec. mid. lat.	50°55'	0.200349	Log. sin. Co.	56°15' ...	9.919846
	L. D. long	337.6 ...	2.528435	L. sec. mid. lat.	50°55'	0.200349
∴	D. long.	337.6 W.	<u>02</u>	Log. D. long.	... ..	2.528435
			<u>33</u>			

D. long.	Long. from ...	35° 6' W.
60) 337.6	D. long ...	5 38 W.
	Long. in ...	40 44 W.
		<u>5°37'36" W.</u>

### 略 法 規 則

1. 既知ノ針路及航程ヲ以テ最新航海表 Table XLVIII 或ハ Table XLIX ヨリ變緯及東西距ヲ取ル.
2. 變緯及起程緯度ヲ以テ着達緯度ヲ求ム.
3. 平均中分緯度ヲ求ム.
4. 平均中分緯度ヲ針路トシテ方位表ヲ開キ變緯ノ行ニ於テ東西距ヲ求メ之ニ對スル航程ノ數ヲ取り以テ變經トス.
5. 變經及起程經度ヲ以テ着達經度ヲ求ム.

注意 方位表ノ數ニ合ハスガ爲メ東西距ヲ二分、三分等ナシタルトキハ得タル變經ヲ二倍、三倍等ナシ以テ變經ノ整數トス.

### 例 1.

船、北緯 52°6' 西經 35°6' ノ地ヨリ S.W./W. 256 哩航走セリ着達緯度ヲ求ム.

針路 S. 54° W. 及航程 256 ニ合ハシテ最新航海表 Table XLVIII P. 611. ヨリ變緯 142.2 及東西距 212.9 ヲ求ムベシ.

此ノ例題ニ於テ針路ハ點數ナルヲ以テ Table XLVIII ヲ用フベシ然レドモ與ヘラレタル針路度數ナレバ Table XLIX ヲ用

フルナリ但シ分數ハ五捨六入ス。

	Lat. from ...	52° 6' N.	
D. lat	D. lat. ...	2 22 S.	(五捨六入)
60)142.3	Lat. in... ..	49 44 N.	
	2°22'18" S.	Lat. from ...	52° 6' N.
		Lat. in... ..	49 44 N.
		2)101 50	
	Mean Mid. lat. ...	50 55	

平均中分緯度 50°55' ヲ五捨六入法ニヨリテ 51° トナシ之ヲ  
針路トシテ Table XLIX. P. 693 ヲ開キ東西距 212.9 ヲ變緯ノ  
行ニ於テ求ムルニ 212.7 ハ 212.9 ニ最モ近似ス故ニ之レニ對  
スル航程 338 ヲ取り以テ所要ノ變經トナス。

D. long.	Long. from. 35° 6' W.
60)338	D. long. ... 5 38 W.
	5°38' W. Long. in ... 40 44 W.

注意 航海中ハ上ノ如ク方位表ノミヲ用ヒテ變經ヲ求ムルヲ  
普通トス。

### 例 2.

船、北緯 49°57' ニ在ル甲地ヨリ其變緯 126.7, 東西距102.6  
トナルマデ南ト西トノ間ニ航走シタルトキハ着達緯度及變經  
如何。

D. lat.	Lat. from ...	49°57' N.	
60)126.7	D. lat. ... ..	2 7 S. (7 ハ六入)	
	Lat. in... ..	47 50 N.	
	2°6.7' S.	Lat. from ...	49°57' N.
		Lat. in... ..	47 50 N.
		2)97 47	
	Mid. lat. ...	48 53½	

49° ヲ針路トシテ Table XLIX P. 696. ヲ開キ 102.6 ヲ變緯  
ノ行ニテ求ムルニ 102.3 ハ近似ノ數ナルガ故ニ之ニ對スル航  
程ノ數 156' ヲ取り以テ變經トナス。

## II ノ 場 合

68. 兩地ノ經緯度ヲ知テ東西距ヲ求メ之ニ依リテ其針路及  
航程ヲ算知スルコト。

### 規 則

- 1.° 用紙ノ左方ニ起程緯度ヲ書シ其下ニ著達緯度ヲ書シ同名  
ノトキハ其差、異名ノトキハ其和ヲ取り以テ變緯トス。
- 2.° 用紙ノ中央ニ於テ起程緯度ノ下ニ著達緯度ヲ書シ同名ノ  
トキハ其和ヲ二分スベシ。若シ異名ニシテ兩項殆ド同數ナル  
カ又ハ甚シキ相違アルトキハ大ナル方ノ緯度ヲ二分シ得タル  
商ヲ以テ平均中分緯度トナスベシ。此他ノ場合ニ在リテハ赤  
道ノ南北ニ於テ各別々ニ平均中分緯度ヲ求メ各自ノ東西距ヲ  
算スベシ。
- 3.° 用紙ノ右方ニ於テ起程經度ノ下ニ著達經度ヲ書シ同名ナ  
ルトキハ其差、異名ナルトキハ其和ヲ取り以テ變經トナス此  
ノ和若シ 180° ヲ超過スルトキハ之ヲ 360° ヲヨリ減ジ其差ヲ  
以テ變經トナスベシ。
- 4.° 變緯及變經ノ度數ニ 60' ヲ乘ジテ之ヲ湮數ニ改ムベシ。

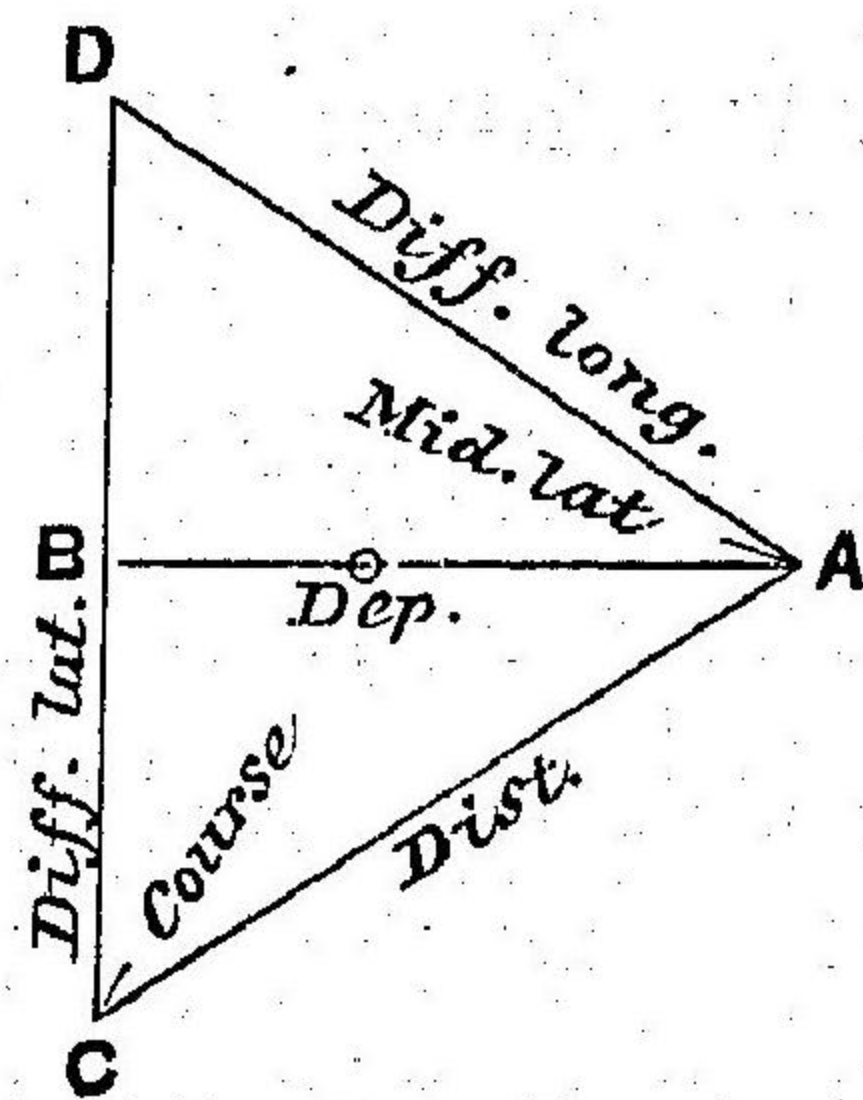
例 1.

北緯 55°1' 西經 1°25' ノ甲地ヲ發シテ北緯 57°58' 東經 7°2'ニ在ル乙地ニ到ラントス其針路及航程ヲ求ム.

Lat. from 55° 1' N.	55° 1' N.	Long. from 1° 25' W.
„ to 57 58 N.	57 58 N.	„ to 7 2 E.
2 57	2) 112 59	8 27 E.
60	Mid. lat. 56 29½	60
D. lat. 177 N.		D. long. 507 E.

1. 此例題ニ於テハ第八十三圖ノ如ク既知ノ變經及中分緯度ヲ以テ本卷 260 頁 (6) 式ニ依リ東西距ヲ求ムルナリ.

第八十三圖



△ ADB ニ於テ東西針路航法ニヨリ

$$\frac{AB \text{ or } \text{dep.}}{AD} = \cos. \text{ mid. lat.}; \therefore \text{Dep.} = D. \text{ long.} \cos. \text{ mid. lat.}$$

Log. D. long. 507 ... ..	2.705008
Log. cos. mid. lat. 56°29½'	9.741985
Log. Dep. 279.89 ... ..	2.446993
	848
	145 = 9

∴ Dep. 279.9 五捨六入シテ小數點以下一位ヲ存スベシ.

略法

最初 56° ヲ針路トシテ航海表第六百八十三頁ヲ開キ D. long. 507 ヲ航程ニ充テ變緯ノ行ニ於テ 283.5 ヲ取り次ニ 57° ヲ針路トシ D. long. ヲ Dist. トシテ之ニ對スル變緯 276.1 ヲ取り (283.5 + 276.1 = 559.6) ノ半和 279.8 ヲ以テ東西距トス.

2. 本卷 260 頁 (7) 及 (8) ノ兩式若クハ平面航法ニヨリ針路及航程ヲ求ムルナリ.

$$(7) \text{ 及 } (8) \text{ニ依リ. } \tan. \text{ Co.} = \frac{D. \text{ long.} \cos. \text{ mid. lat.}}{D. \text{ lat.}}$$

$$\text{Dist.} = \frac{D. \text{ long.}}{\sin. \text{ Co.} \sec. \text{ mid. lat.}} = D. \text{ long.} \csc. \text{ Co.} \cos. \text{ mid. lat.}$$

Log. D. long. 507 ... ..	2.705008
Log. cos. mid. lat. 56°29'30'' ...	9.741985
	12.446993
Log. D. lat. 177 ... ..	2.247973
Log. tan. Co. 57°41'29'' ... ..	10.199020
	24
	-1'' = 4

∴ T. Co. N. 58° E. { 針路ノ分度ハ五捨六入法ニ依リ三十六分以上ハ切上ゲテ一度トナスベシ }

Log. cosec. Co. 57°41'29" ... ..	0.073050
Log. D. long. 507 ... ..	2.705008
Log. cos. mid. lat. 56°29'30" ... ..	9.741985
Log. dist. 331.16 ... ..	2.520043
	<u>19959</u>
	6=84

∴ Dist. 331.2 (五捨六入法ニ依リ.16ヲ切上ゲテ.2トナス)

若クハ△ABCニ於テ平面航法ニヨリ  $\frac{AB}{BC}$  or  $\frac{Dep.}{D. lat.} = \tan. Co$

∴ Log. tan. Co. = log. dep. + 10 - log. D. lat.

Log. dep. 279.89 ... ..	2.446993
Log. D. lat. 177 ... ..	2.247973
Log. tan. Co. 57°41'29" ... ..	10.199020
	<u>24</u>
	-1"=4

∴ T. Co. N. 58°E.

$\frac{AC}{BC}$  or  $\frac{Dist.}{D. lat.} = \sec. Co.$

∴ Log. dist. = Log. D. lat. + Log. sec. Co. - 10

Log. D. lat. 177 ... ..	2.247973
Log. sec. Co. 57°41'29" ... ..	0.272069
Log. dist. 331.16 ... ..	2.520042
	<u>19959</u>
	6=83

∴ Dist. 331.2

略 法

Table XLIX P. 679ニ於テ既知ノ變緯177及東西距279.9ニ

最モ近似ノ數ナル 175.4 及 280.7 ト P. 681ニ於ケル 180.2 及 277.6 トノ中數ハ即チ各自 177.8 及 279.1ニシテ 177 及 279.9 ト殆ド符合ス故ニ 177.8 及 279.1ニ適シタル針路 57½° 及航程 331ヲ取り以テ所要ノ數トス.

69. 平均中分緯度ハ真中分緯度ニ比シテ常ニ低キニ過グ故ニ高緯度ノ地ニ在リテ變緯非常ニ大ナルトキハ平均中分緯度ヲ用フルモ到底正シキ針路及航程ヲ得ルコト能ハズ然レドモ真中分緯度ヲ用フレバ漸長緯度航法ニテ算シタルモノト同一ノ正シキ結果ヲ得ベシ. 真中分緯度ヲ求ムルニハ下ノ如クスベシ.

漸長緯度航法ニ依レバ  $\tan. Co. = \frac{D. long.}{M. D. lat.}$  ニシテ中分緯度

航法ニテハ  $\tan. Co. = \frac{D. long. \times \cos. mid. lat.}{D. lat.}$  ナルヲ以テ

$\frac{D. long.}{M. D. lat.} = \frac{D. long. \times \cos. mid. lat.}{D. lat.}$  ナリ故ニ  $\cos. mid. lat.$

$= \frac{D. lat.}{M. D. lat.}$  即チ  $\cos. True mid. lat. = \frac{T. D. lat.}{M. D. lat.}$  ナリ.

上ノ式ニヨリテ得タルモノハ即チ真中分緯度ニシテ當サニ中分緯度航法ニ用フベキモノナリ然ルニ普通、真中分緯度ヲ用フルコトナキガ故ニ中分緯度航法ヨリ得タル結果ハ常ニ真中分緯度ト平均ノモノトノ差ニ應ズル誤謬ヲ生ズル所以ナリ.

例 1.

北緯 72° 及北緯 52° ノ真中分緯度ト平均中分緯度トノ差ヲ求ム.



平均中分緯度ヲ求ム。

Lat. <b>A</b> =	72°N.
Lat. <b>B</b> =	52 N.
	2)124
Mean mid. lat.	62°

眞變緯及漸長變緯ヲ求ム。

Lat. <b>A</b> = 72°N.	... ..	M.P.	6334.8
Lat. <b>B</b> = 52 N.	... ..	M.P.	3665.2
	20 S.	M.D.lat.	2669.6
	60		
T.D. lat.	1200°S.		

眞中分緯度ヲ求ム。

Cos. <b>T.</b> mid. lat. = $\frac{D. lat.}{M. D. lat.}$	
Log. <b>T.</b> D. lat. 1200...	3.079181
Log. <b>M.</b> D. lat. 2669.6 ...	8.426447
Log. cos. <b>T.</b> mid. lat. ...	9.652734
	743
	+2" = 9
∴ True mid. lat. ...	63°17'17"

兩中分緯度ノ差ヲ求ム。

True mid. lat. ...	63°17'17"
Mean mid. lat. ...	62 0 0
Diff. ...	1°17'17"

Table II P. 2 ハ上ノ如クシテ各中分緯度ノ高低ト變緯ノ大小トニヨリ差ヲ算シテ表ニ編シタルモノナリ之ヲ平均中分緯度改正表ト云フ。

低緯度即チ約五十度以下及航程小ナルトキ即チ約三百五十哩ヲ超ヘザルトキハ大ナル誤差ヲ生ゼザルニヨリ上ノ改正率ハ用ヒザルヲ普通トス。

問題

下ノ問題ニ於テ緯度一分即チ一海里ヲ單ニ哩ト書ス。

1. 船、北緯 25°35' 西經 60° ノ地ヨリ眞針路 **E.N.E.** 296 哩航走セリ其着達經緯度ヲ求ム。
2. 船、南緯 46°14' 東經 178°28' ノ地ヨリ眞針路 **S.E.½E.** 278 哩航走セリ着達經緯度如何。
3. 船、北緯 20°20' 西經 179°10' ノ地ヨリ眞針路 **W./S.½S.** 333 哩航走セリ着達經緯度如何。
4. 北緯 48°23' 西經 4°29' ニ在ル **A** ヨリ北緯 44°44' 西經 63°36' ノ **B** 地ニ到ル眞針路及航程如何。
5. 北緯 21°18' 西經 157°55' ニ在ル地ヨリ北緯 37°48' 西經 122°24' ニ在ル桑港ニ到ル眞針路及航程ヲ求ム。
6. 北緯 58°35' 西經 56°21' ノ地ヨリ北緯 60°14' 東經 5°18' 迄ノ眞針路及航程ヲ求ム。
7. 船、北緯 27°30' 西經 14°20' ヲ發シ東西距東へ 66 哩ヲナシタル後チ北緯 29°45' ノ地ニ達セリ然ルトキハ其着達經度如何。
8. 船、北緯 38°44' 東經 18°33' ノ地ヨリ羅針路 **E.N.E.** 70 哩走レリ、此地ノ偏差ハ  $\frac{3}{4}$  點西、自差 8° 東、風 **S.E.** ニシ

- テ 1 點ノ風壓差ヲ生ゼリ着達經緯度ヲ求ム。
9. 南緯  $26^{\circ}6'$  西經  $109^{\circ}17'$  ノ地ヨリ南緯  $0^{\circ}$  西經  $92^{\circ}$  ノ地ニ到ル羅針路及航程ヲ求ム、偏差ハ 1 點東、自差  $3^{\circ}$  西ナリ。
10. Haulbowline Island ハ北緯  $51^{\circ}30'30''$  西經  $8^{\circ}18'12''$  ニ在リ又該島ノ南方ニ當ル Granville ハ西經  $1^{\circ}36'$  ニ在リ而シテ兩地間ノ東西距ハ 256.7 哩ナリ問フ Haulbowline 島ヨリ Granville 迄ノ眞針路及航程竝ニ其緯度如何。
11. 南緯  $31^{\circ}47'42''$  東經  $20^{\circ}0'42''$  ニ在ル Cape Agulhas ヲ發シテ以來直行眞針路及航程ハ **S.  $65^{\circ}30'$  W. 1650** 哩ナリ着達經緯度ヲ求ム又此地點ヨリ南緯  $55^{\circ}59'$  西經  $67^{\circ}16'$  ニ在ル Cape Horn 迄ノ羅針路及航程ヲ求ム、偏差ハ  $15^{\circ}20'$  西、自差  $11^{\circ}20'$  西ナリ。
12. 北緯  $51^{\circ}18'$  西經  $22^{\circ}6'$  ノ地ヨリ南ト東トノ間ニ航走スルコト數日間ニシテ東西距 564 哩及變經 786 哩ヲナセリ問フ其着達經緯度竝ニ其直行眞針路及航程如何。
13. 北緯ニ在ル某地ヨリ眞針路 **S.  $33^{\circ}15'$  E.** ニ向テ走り東西距 564 哩、變經 786 哩ヲナセリ起程及着達兩地ノ緯度ヲ求ム。
14. 船、北緯  $50^{\circ}30'$  西經  $15^{\circ}45'$  ノ A 地ヲ發シ B 地ニ向ヒテ走ルコト **S.W.  $\frac{1}{2}$  S.  $40'$ ; N./W.  $15'$ ; S.S.E.  $55'$ ; W./N.  $70'$**  ナリ然ルトキハ B ノ經緯度竝ニ A ヲヨリ B ニ到ル直行眞針路及航程如何。

15. 明治四十二年十二月十五日正午ニ本船ハ北緯  $28^{\circ}13'$  西經  $63^{\circ}14'$  ノ地ニ在リタリ夫レヨリ次ギノ二十四時間ニ下ノ如ク航走セリ問フ翌日即チ十二月十六日正午本船所在地ノ經緯度竝ニ直行眞針路及航程如何。

眞針路	航程
<b>N.E./E.</b>	63 哩
<b>N./W.</b>	48 〃
<b>N.N.E.</b>	172 〃
<b>S.S.W.</b>	24 〃
<b>S.E. <math>\frac{1}{2}</math> E.</b>	55 〃

16. 午前九時三十分ニ北緯  $50^{\circ}40'$  西經  $1^{\circ}34'$  ニ在ル Needles ニ向フテ一時間十哩ノ速力ニテ直行スル處ノ一汽船ハ北緯  $50^{\circ}31'$  西經  $2^{\circ}27'$  ニ在ル Portland ノ燈臺ヲ眞方位 **N.N.W.** ニ見テ其距離 25 哩ナルコトヲ確メタリ然ルトキハ其羅針路ハ如何又本船ガ該燈臺ヲ眞西ニ見ル時刻ト同燈臺迄ノ距離トヲ求ム、偏差ハ  $1\frac{1}{2}$  點西ニシテ自差ハ  $5^{\circ}$  東ナリ。
17. 船、南緯  $23^{\circ}$  東經  $178^{\circ}30'$  ニ於ケル地ヲ發シテ **N.E.  $30'$**  (偏差 1 點東、自差  $8^{\circ}$  東、風向 **S.E.**; 風壓差  $\frac{1}{2}$  點); **E.S.E.  $50'$**  (偏差  $\frac{1}{2}$  點東、自差  $5^{\circ}$  西、風向 **N./E.**; 風壓差 1 點); 及 **E./N.  $30'$**  (偏差  $\frac{1}{2}$  點東、自差  $11^{\circ}$  東、風向眞艫)ナル羅針路ニテ航走セリ然ルトキハ最終ノ位置ヨリ南緯  $22^{\circ}50'$  東經  $180^{\circ}$  ニ在ル某島ノ眞方位及其距離如何。

## 答

1. D. lat.  $113^{\circ}3'N.$ ; Dep.  $273'.5E.$ ; Lat. in  $27^{\circ}28'18''N.$   
D. long.  $305'.6E. = 5^{\circ}5'36''E.$ ; Long. in  $54^{\circ}54'24''W.$  Mid.  
lat.  $26^{\circ}31'39''.$
2. D. lat.  $165'.6S.$ ; Dep.  $223'.3E.$ ; Lat. in  $48^{\circ}59'30''S.$ ; Mid  
lat.  $47^{\circ}37'45''$ ; D. long.  $331'.2 E. = 5^{\circ}31'18''E.$  Long. in  
 $176^{\circ}0'42''W.$
3. D. lat.  $96'.7S.$ ; Dep.  $318'.7W.$ ; Lat. in  $18^{\circ}52'18''N.$  Mid.  
lat.  $19^{\circ}40'39''$ ; D. long.  $338'.5W. = 5^{\circ}38'30''W.$  Long. in  
 $175^{\circ}11'30''E.$
4. D. lat.  $219'S.$ ; Dep.  $2436'.7W.$ ; T. mid. lat.  $46^{\circ}36'30''.$   
D. long.  $3547'W.$ ; T. Co.  $S. 84^{\circ}51'52''W.$ ; Dist.  $2446'.6$
5. D. lat.  $990'N.$ ; Dep.  $1843'.3E.$ ; Mid. lat.  $30^{\circ}7'45''$ ; D. long.  
 $2131'E.$ ; True course  $N. 61^{\circ}45'36''E.$ ; distance  $2092'.3$
6. D. lat.  $99'N.$ ; Dep.  $1882'.5E.$ ; Mid. lat.  $59^{\circ}24'30''$ ; D. long.  
 $3699'E.$ ; True course  $N. 86^{\circ}59'23''E.$ ; distance  $1886'.2$
7. Long. in  $13^{\circ}4'48''W.$
8. T. Co.  $N. 55^{\circ}48'45''E.$ ; D. lat.  $39'.3N.$ ; Dep.  $57'.9E.$ ;  
Lat. in  $39^{\circ}23'18''N.$ ; long in  $19^{\circ}47'36''E.$
9. T. Co.  $N. 32^{\circ}34'29''N.$ ; T. m. lat.  $15^{\circ}15'26''$ ; C. Co.  $N.$   
 $24^{\circ}19'29''E.$ ; M. D. lat.  $1623'.1$ ; Dist.  $1858'.3$ ; Dep.  $1000'.5$
10. D. long.  $402'.2E.$ ; mid. lat.  $50^{\circ}20'21''$ ; Lat. of Granville

- $49^{\circ}10'12''N.$ ; T. Co.  $S. 61^{\circ}20'28''E.$ ; Dist.  $292'.4$
11. M. mid. lat.  $40^{\circ}29'48''$ ; T. mid. lat.  $40^{\circ}46'18''$ ; 1st. lat. in  
 $46^{\circ}11'54''S.$ ; long. in  $13^{\circ}1'54''W.$ ; D. lat.  $587'.1S.$ ; D. long.  
 $3254'.1W.$ ; M. mid. lat.  $51^{\circ}5'27''$ ; T. mid. lat.  $51^{\circ}18'48''$ ;  
Dep.  $2034'W.$   
T. Co.  $S. 73^{\circ}53'59''W.$ ; C. Co.  $N. 79^{\circ}26'1''W.$ ; dist.  $2117'$
  12. T. mid. lat.  $44^{\circ}8'48''$ ; Lat. in  $36^{\circ}59'36''N.$ ; long in  $9^{\circ}W.$ ;  
D. lat.  $858'.4S.$ ; T. Co.  $S. 33^{\circ}18'23''E.$ ; Dist.  $1027'.1$
  13. Lat. from  $51^{\circ}18'54''N.$  and lat. in  $36^{\circ}58'42''N.$
  14. D. lat.  $53'.3S.$  and Dep.  $75'.4W.$ ; Lat.  $B49^{\circ}36'42''N.$ ;  
Mean. mid. lat.  $50^{\circ}3'18''$ ; D. long.  $1^{\circ}58'12''W.$ ; Long.  $B$   
 $17^{\circ}43'12''W.$ ; T. Co.  $S. 54^{\circ}55'19''W.$ ; Dist.  $92'.7$
  15. D. lat.  $186'N.$  and Dep.  $143'.8E.$ ; Lat. in  $31^{\circ}19'N.$  and  
long. in  $60^{\circ}28'18''W.$ ; T. Co  $N. 37^{\circ}42'30''E.$ ; Dist.  $235'.1$
  16.  $N. 51^{\circ}33'56''E.$ ; Oh. 23 m. 18 s.  $P. M.$ ; 26.9 miles.
  17. 1st. T. Co.  $N. 59^{\circ}E. 30'$ ; 2nd. T. Co.  $S. 53^{\circ}E. 50'$ ; 3rd. T.  
Co.  $S. 82^{\circ}E. 30'$ ; Lat. in  $23^{\circ}18'48''S.$  Mid. lat.  $23^{\circ}9'24''$ ;  
D. long.  $103'.6E.$  or  $1^{\circ}43'.6E.$  Long in  $179^{\circ}46'24''W.$ ;  
D. lat.  $28'.8N.$  and D. long.  $13'.6E.$  mid. lat.  $23^{\circ}4'24''$  Dep.  
 $12'.5E.$  True Bearing  $N. 23^{\circ}28'57''E.$  Distance  $31'.4$

## 第拾參編

### 漸長緯度航法

#### Mercator's Sailing.

70. 漸長緯度航法ハ中分緯度航法ノ如ク船ガ斜メノ一針路ニテ航走スルトキ其變經ヲ求ムル爲メ主トシテ用フル一種ノ航法ナリ。

變緯及變經大ナルトキハ平面航法或ハ中分緯度航法ヲ用フルモ正シキ結果ヲ得ベカラズ高緯度ノ地ニ在リテハ特ニ然リトス之ニ反シテ漸長緯度航法ハ緯度殊ニ高クシテ針路九十度ニ近キ時ヲ除クノ外ハ何レノ場合ニ於テモ誤差ヲ生ズルコト甚ダ少ナシ是レ此ノ航法ノ最モ廣ク行ハル、所以ナリ。

此ノ航法ハ瑪氏ノ漸長圖ニ據リテ發明サレタルモノニシテ其航程ヲ大圈航法ノモノニ比スレバ明ラカニ過長ナルガ故ニ航程上多少ノ損失タルヲ免レズト雖ドモ終始針路ヲ變ズルコトナクシテ目的地ニ導クノ便益ヲ有スルハ其特長ナリ。

平面圖ニテハ何レノ部分モ經緯度ノ各度ノ長サ互ニ等一ナルヲ以テ不精密ナリシニモ拘ラズ往時航海者ハ皆此種ノ圖ヲ用フルヲ以テ足レリトナセリ然ルニ西曆 1556 年頃 Gerard Mercator (Latin name) ハ地球儀ノ寸法ニ合ハセテ一種ノ海圖ヲ

製セリ後人之ヲ名ケテ瑪氏漸長圖ト稱ス其法ハ各子午線互ニ平行シ隨フテ各距等圈ノ一度ノ弧ノ長サガ伸長シテ其變經ト等シクナルト同ジ比例ニ據リテ各緯度ヲ伸長スルニ在リト雖ドモ當時瑪氏ハ遂ニ其數理ヲ發表スルコト能ハズシテ卒ハレリ次イデ西曆 1599 年ニ至リ英人 Edward Wright ハ “The Correction of certain Errors in Navigation” ト題スル書ヲ出版シ之ニ依リテ瑪氏圖ノ原理ヲ公表セリ茲ニ於テ漸長緯度航法ノ基礎始メテ確立シ爾來漸長緯度表ヲ完成シテ何レノ航海表モ皆之ヲ載セザルモノナキニ至レリ今又最新航海表ニ於テハ緯度 20' 毎ニ漸長緯度ヲ載スルヲ以テ精密ノ計算ヲナス場合ニ於テ甚ダ便ナリ。

緯度一度毎ニ漸長緯度ノ遞加スル比ハ恰モ緯度一度ノ増加ニ對シテ東西距ガ遞減スル比ニ等シキコト下ノ如シ但若シ精密ヲ要スルトキハ緯度一分毎ニ東西距ヲ算スベシ。

緯度	東西距	東西距遞減ノ比
0°	60.000	0.000
1	59.991	0.009
2	59.964	0.036
3	59.919	0.081
4	59.855	0.145
5	59.773	0.227
6	59.673	0.327
7	59.555	0.445
8	59.419	0.581

緯度	東西距	東西距遞減ノ比
9	59.265	0.735
10	59.093	0.907
11	58.904	1.096
12	58.697	1.303
13	58.472	1.528
14	58.229	1.771
15	57.968	2.032
16	57.690	2.310
17	57.394	2.606
18	57.081	2.919
19	56.751	3.249
20	56.404	3.596
1234.097		
21° × 60' = 1260.000		
25.903		25.903

Edward Wright ハ上ノ理ヲ考究シ次ノ式ニヨリテ赤道ヨリ九十度ニ至ルマデ眞變緯一分毎ニ漸長緯度ヲ算シテ表ニ編セリ。

今  $L^\circ$  ヲ地球上任意ノ距等圈ノ緯度トシ  $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$  ヲ赤道ヨリ  $L^\circ$  ノ距等圈ニ至ル迄ノ間ニ於ケル各等距ノ眞變緯トナシ  $M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$  ヲ漸長緯度トナストキハ

$M : T. D. lat. = D. long. : Dep. ; M \times dep. = t. d. lat. \times d. long.$

$\therefore M = \frac{t. d. lat. \times d. long.}{dep.} \dots a.$

然ルニ東西針路航法ノ式ニヨレバ  $Dep. = D. long. \times \cos. lat.$

此値ヲ  $a$  式ノ  $dep.$  ト取替ルトキハ

$M = \frac{t. d. lat. \times d. long.}{\cos. lat. \times d. long.} = \frac{t. d. lat.}{\cos. lat.} = t. d. lat. \times \sec. lat.$

故ニ距等圈ノ間隔ヲ各一分度トスレバ Meridional parts for  $L^\circ = \{sec. 0 + sec. 1' + sec. 2' + sec. 3' + \dots + sec. (L^\circ - 1')\} \times 1'$  ナリ若シ尙ホ精密ノ結果ヲ求メントスルトキハ距等圈ノ間隔ヲ各一秒度トナスベシ然ルトキハ Meridional parts for  $L^\circ = \{sec. 0'' + sec. 1'' + sec. 2'' + sec. 3'' + \dots + sec. (L^\circ - 1'')\} \times 1''$  ナリ。

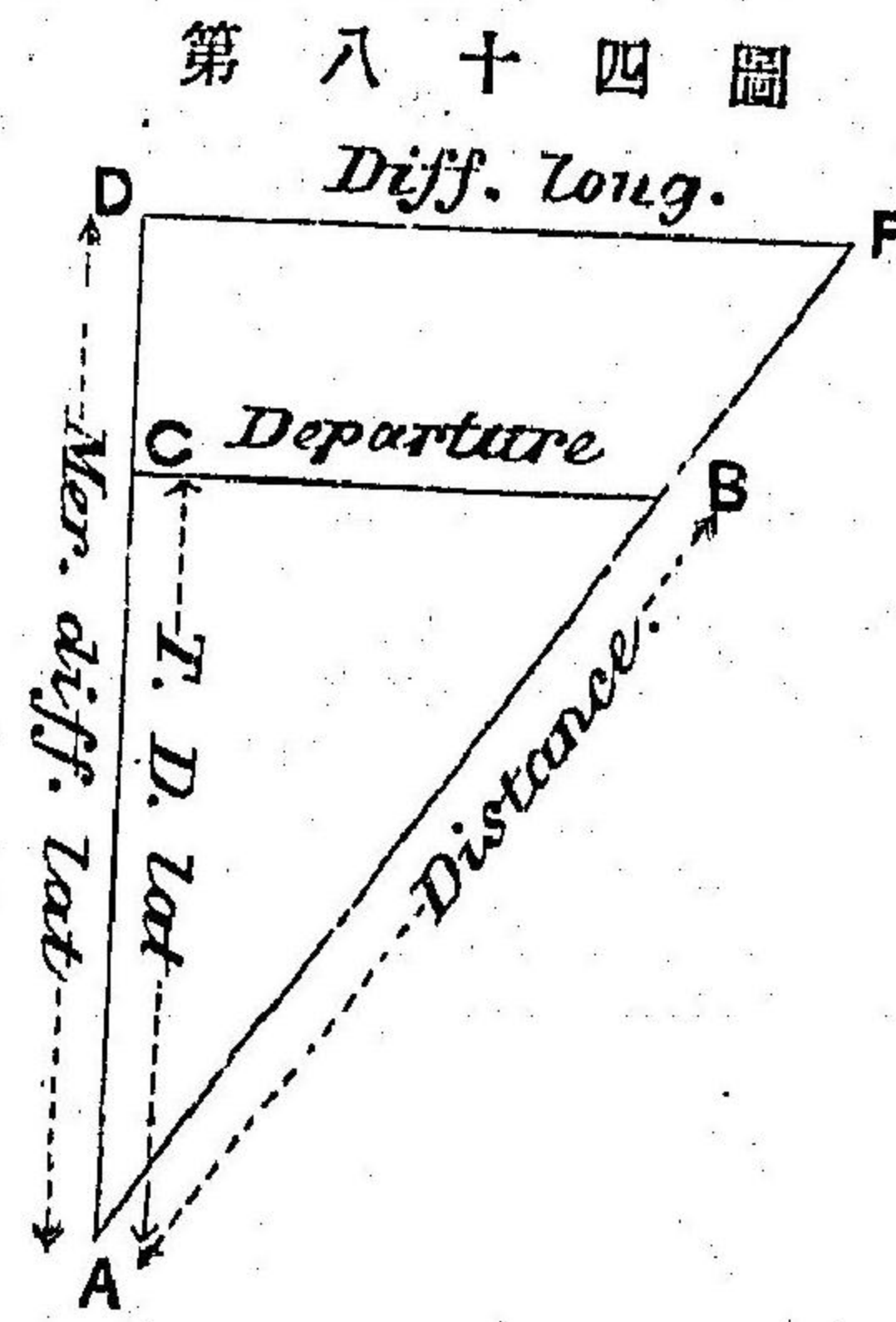
今各距等圈ノ間隔ヲ一分度トシ  $sec.$  式ニヨリ  $65^\circ 5'$  ノ漸長緯度ヲ算セントスルトキハ下ノ如ク赤道上ノ  $0^\circ$  ヲヨリ始メ  $65^\circ 4'$  ニ至ルマデ累算スベシ而シテ便宜上  $65^\circ$  ノ漸長緯度ヲ 5178.81 トスレバ Meridional parts for  $65^\circ 5' = sec. 0' + sec. 1' + sec. 2' + \dots + sec. 65^\circ 0' + \dots + sec. 65^\circ 4' = 5178.8 + sec. 65^\circ 0' + \dots + sec. 65^\circ 3' + sec. 65^\circ 4'$  ナリ即チ

Natural sec. for $65^\circ 0'$	=	2.3662
65 1	=	2.3677
65 2	=	2.3691
65 3	=	2.3706
65 4	=	2.3721
Mer. parts. for $65 0$	=	5178.81
$\therefore$ Mer. parts. for $65 5$	=	5190.6557

漸長緯度表ハ編者ニ由リテ皆ナ多少ノ差違アルハ地球區縮

The compression of the earth ノ數値一定セザルニ歸因ス例へ  
 General. R. Strachey 氏ハ General A. R. Clarke 氏ノ説ヲ  
 引用シテ極ノ半徑 Polar radius ヲ 3949.79 哩、赤道ノ半徑  
 Equatorial radius ヲ 3963.30 哩トナシ區縮ヲ  $\frac{1}{298}$  トナセリ然  
 ルニ他ノ先輩ハ  $\frac{1}{299}$  或ハ  $\frac{1}{304}$  ヲ用フ是レ漸長緯度ノ數値モ  
 亦タ多少ノ差ヲ生ズル所以ナリ今試ニニ種ノ漸長緯度表ヲ  
 檢スルニ 40°, 60°, 及 80° ノ漸長緯度ハ各自 2,608; 2,623.  
 4,508; 4,527 及 8,353; 8,375 ナリ然レドモ終始同一ノ表ヲ用フ  
 レバ結果ハ影響ヲ蒙ルモノニ非ズ.

漸長緯度航法ノ問題ヲ決スルニハ必ず漸長緯度表ヲ用フルヲ  
 異ナリトス、算式ハ中分緯度航法等ノ如ク總テノ場合ニ於テ  
 平面三角形ノ諸規則ヲ應用スルニ過ギズ.



第八十四圖ノ平面直三角形 ABC ニ於テ A ヲ起程地、B ヲ著  
 達地トスレバ  $\angle CAB$  ハ眞針路、AB ハ航程、AC ハ眞變緯、  
 CB ハ東西距ナリ今兩地ノ漸長緯度ヲ求メ其差ニ合ハセ AC  
 ヲ伸ベテ D ニ達セシメ D ニ於テ DF ヲ AD ニ垂直ニ引キ而  
 シテ AB ヲ伸ブルトキハ F ニ於テ相會ス此 DF ハ變經ナル  
 コト明カナリ然ルトキハ ACB ノ直三角形ヨリ成ル平面航法  
 ノ三原式ノ外ニ ADF モ亦タ相似形ナルヲ以テ漸長緯度航法  
 ニ用フル原式ヲ得ルコト下ノ如シ.

$$\frac{DF}{AD} = \tan. DAF; \text{ Or } \frac{D. \text{ long.}}{M. D. \text{ lat.}} = \tan. Co.$$

$$\therefore D. \text{ long.} = M. D. \text{ lat.} \tan. Co. \dots \dots \dots (9)$$

此航法ニ於テ起ル最モ普通ノ場合ハ下ニ記スルニ様ナリ.

1. 兩地ノ經緯度ヲ知テ其針路及航程ヲ求ム.
2. 兩地間ノ針路及兩地ノ緯度ヲ知テ其變經ヲ求ム.
71. 兩地ノ經緯度ヲ知テ其針路及航程ヲ求ムルコト.

規則

- 1°. 用紙ノ左方ニ於テ起程緯度ノ直下ニ着達地或ハ目的地  
 ノ緯度ヲ書シ 第百十六頁 37 ニ依リ眞變緯ヲ求ムベシ.
- 2°. 用紙ノ中央ニ於テ兩緯度ニ合ヒタル漸長緯度ヲ書シ第  
 百二十頁 38 ニ依リ漸長變緯ヲ求ムベシ.

3°. 用紙ノ右方ニ於テ起程經度ノ下ニ着達經度ヲ書シ第百二十八頁 41ニ依リテ變經ヲ求ムベシ.

4°. 變經對數ノ指數ニ 10ヲ加ヘ之レヨリ漸長變緯ノ對數ヲ減シ以テ針路ノ正切對數トシ其度分秒ノ左方ニ變緯ノ名 N或ハ Sト符シ右方ニ變經ノ名 E或ハ Wト符シ以テ針路トス.

5°. 針路ノ正割對數ノ指數ヨリ 10ヲ除キ之ニ眞變緯ノ對數ヲ加ヘ以テ航程ノ對數トス.

略 法

1°. 漸長變緯ヲ眞變緯トシ變經ヲ東西距トシ之ニ合ハセテ Table XLIXヨリ針路ノ度數ヲ取ル.

2°. 針路及眞變緯ニ合ハセテ同表ヨリ航程ヲ取ル.

例 1.

北緯 40°1' 東經 3°48'ニ在ル Aヨリ北緯 43°3' 東經 5°51'ニ在ル Bニ到ラントス其眞針路及航程ヲ求ム.

Lat. A	40° 1' N.	...	Mer. parts	2624.00
"	B	43 3 N.	" "	2867.20
		3 2	Mer. d. lat.	243.20N.
		60		
T. D. Lat.	<u>182°N.</u>			

Long. A 3° 48' E.

" B 5 51 E.

2 3

60

D. Long. 123'E.

D. Long. 123' ... Log.(+10)12.089905

Mer. d. lat. 243.2 ... Log. 2.385964

T. Co. N. 26°49'42" E. Log. tan. 9.703941

958

-3" = 17

Co. 26°49'42" ... Sec. 0.049459

T. d. lat. 182' ... Log. 2.260071

Dist. 203.95 ... Log. 2.309530

∴ Dist. 203.9

417

113

例 2.

北緯 4°15' 東經 6°11'ノ Cape Formosaヨリ南緯 15°55' 西經 5°45'ノ St. Helenaニ到ル眞針路及航程ヲ求ム.

Lat. C. Formosa 4° 15' N. Mer. parts. 255.23

" St. Helena 15 55 S. " " 967.58

20 10 S. Mer. d. lat. 1222.76

60

T. d. lat. 1210'S.

Long. C. Formosa 6° 11' E.

" St. Helena 5 45 W.

11 56 W.

60

D. long. 716'W.

D. long. 716' ... Log. (+10) 12.854913  
 Mer. d. lat. 1222.76 ... Log. 3.087340  
 T. Co. S. 30°21'6" W. ... Tan. 9.767573  
 45  
 + 6" = 28

Co. 30°21'6" ... Sec. 0.064019  
 T. d. lat. 1210 ... Log. 3.082785  
 Dist. 1402.18 ... Log. 3.146804  
 ∴ Dist. 1402.2      748  
 56

例 3.

南緯 13°1' 西經 38°32' = 在ル Bahia ヨリ北緯 3°48' 東經 8°43'  
 = 在ル Fernando Po. = 到ル 眞針路及航程ヲ求ム.

Lat. Bahia	13° 1' S.	Mer. parts.	787.81
" F <sup>o</sup> Po.	3 48 N.	" "	228.17
	16 49 N.	Mer. d. lat.	1015.98
	60		
T. D. Lat....	<u>1009' N.</u>		

小數點以下二位ハ五  
 捨六入シテ一位ノミ  
 存スベシ故ニ此場合  
 ニ於テ Mer. d. lat. ハ  
 1016.0 トナルベシ.

Long. Bahia	38° 32' W.
" F <sup>o</sup> Po.	8 43 E.
	47 15 E.
	60
D. long. ...	<u>2835' E.</u>

D. long. 2835' ... Log. (+10) 13.452553  
 Mer. d. lat. 1016' ... Log. 3.006894  
 T. Co. N. 70°17'0" E. Tan. 10.445659

Co. 70°17'0" ... Sec. 0.471895  
 T. d. lat. 1009' ... Log. 3.008891  
 Dist. 2990.8... ... Log. 3.475786  
 671  
 115

例 4.

南緯 44°44' 西經 148°39' = 在ル A ヨリ北緯 55°55' 東經 44°  
 44' = 在ル B = 到ル 眞針路及航程ヲ求ム.

Lat. A	44°44' S.	Mer. parts.	3007.36
" B	55 55 N.	" "	4064.97
	100 39 N.	Mer. d. lat.	7072.33
	60		7072.3 トナスベシ
T. d. lat.	<u>6039' N.</u>		

Long. A	148°39' W.
" B	44 44 E.
	193 23
	360
	166 37 W.
	60
	<u>9997' W.</u>

D. long.	9997' W.	Log. (+10)	13.999870
Mer. d. lat.	7072.3	Log.	3.849560
T. Co. <u>N. 54°43'22" W.</u>	Tan.	10.150310	
		344	
		- 8" = 34	



Co. 54°43'22" ... ..	Sec.	0.238423
T. d. lat. 6039'N. ... ..	Log.	3.780965
Dist. <u>10456.5</u> ... ..	Log.	4.019388
		<u>116</u>
	6=	272
		<u>250</u>
		220
	5=	208
		<u>12</u>

例 5.

南緯 37°42' 東經 178°40' = 在ル Cape East, New Zealand ヨリ  
 南緯 55°59' 西經 67°16' = 在ル Cape Horn = 到ル眞針路及航  
 程ヲ求ム.

Lat. Cape East	37°42'S.	Mer. parts	2445.47
” Cape Horn	55 59 S.	”	4072. 12
	18 17 S.	Mer. d. lat.	1626. 65
	<u>60</u>	(五捨六入) ...	<u>1626. 6</u>
T. d. lat. ... ..	<u>1097'S.</u>		

Long. C. East	178°40'E.
” C. Horn	67 16 W.
	<u>245 56 W.</u>
	360
	<u>114 4 E.</u>
	60

D. long. ... ..	<u>6844 E.</u>	
D. long. 6844 ... ..	Log. (+10)	13.835310
Mer. d. lat. 1626.6 ...	Log.	<u>3.211281</u>
T. Co. <u>S. 76°37'50"E.</u>	Tan.	10.624029
		<u>3979</u>
	+5" =	50

T. d. lat. 1097'S. ... ..	Log.	3.040207
T. Co. 76°37'50" ... ..	Sec.	0.635958
Dist. <u>4744.2</u> ... ..	Log.	3.676165
		<u>45</u>
		20

72. 起程經緯度並ニ兩地間ノ針路及航程ヲ知テ着達地ノ經  
 緯度ヲ求ムルコト.

下ノ式ニ依リ眞變緯及變經ヲ算シ以テ着達經緯度ヲ求ムベ  
 シ.

$$\begin{array}{l|l} \text{T. d. lat.} = \text{dist.} \times \text{cos. Co.} & \text{Diff. long.} = \text{mer. d. lat.} \times \text{tan. Co.} \\ \therefore \text{Log. T. d. lat.} = \text{log. dist.} & \therefore \text{Log. d. long.} = \text{log. mer. d. lat.} \\ + \text{log. cos. course} - 10. & + \text{log. tan. course} - 10. \end{array}$$

例 1.

船アリ北緯 55°1' 西經 1°25' ノ地ヨリ S.S.E. 3/4 E. 246 哩帆走  
 セリ問フ其着達地ノ經緯度ハ如何.

眞變緯ヲ求ム.

Dist. 246' ... ..	Log.	2.390935
Co. 28°7'30" ... ..	Cos.	9.945430
T. d. lat. <u>216.9 S.</u> ...	Log.	2.336365
		<u>260</u>
		105

60) <u>216.9</u>	Lat. left. 55° 1' 0" N.	Mer. parts.	3969.71
	<u>3°36'54" S.</u>	T. d. lat.	3 36 54 S.
		” ”	<u>3607.11</u>
	Lat. in. <u>51 24 6 N.</u>	Mer. d. lat.	<u>362.60</u>

變經ヲ求ム.

Mer. d. lat. 362.6	...	Log.	2.559428
Co. 28°7'30"	...	Tan.	9.727957
D. long. 193.8	...	Log.	2.287385
			<u>54</u>
			<u>31</u>

60)193.8	Long. from ...	1°25' 0" W.
3°18'48"	D. long. ...	3 13 48 E.
	Long. in... ..	1 48 48 E.

### 略法規則

- 1.° 既知ノ針路及航程ヲ以テ Table XLIX ヲ開キ之ニ合ヒタル真變緯ヲ取り此變緯ト起程緯度トニ依リテ着達緯度ヲ求め然ル後チ漸長變緯ヲ求ムベシ.
- 2.° 針路ニ合ハセテ Table XLIX ヲ開キ真變緯ノ行ニ於テ漸長變緯ヲ求メ之ニ對スル東西距ヲ取り以テ變經トナス.  
上ノ例ニ於テハ針路 2½ pts. 及航程 246 ヲ以テ同表 609 頁ヲ開キ變緯ノ行ヨリ 217.0S.(3°37'S.)ヲ取り之ヲ起程緯度 55°1'N.ヨリ減ジ着達緯度 51°24'N.ヲ求め然ル後チ 55°1'N.及 51°24'N.ノ漸長變緯 362.6 ヲ取ル.  
針路 2½ pts. 及漸長變緯 362.6 ノ二分ノ一即チ 181.3 ヲ真變緯ノ行ニ於テ求ムルニ 180.8 ト 181.7 トノ半和 181.2 ハ所要ノ數ニ最モ近似ス故ニ之ニ合ヒタル東西距 96.6 ト 97.1 トノ半和 96.8 ヲ取り之ヲ二倍スベシ然ルトキハ變經 193.6 ヲ得ルナリ. 着達經度ハ 1°49'E. ナリ.

### 例 2.

船アリ南緯 42°36' 東經 178°43' ノ地ヨリ真針路 S.53°E.ニ帆走シテ南緯 45°34' ニ達セリ着達經度ヲ求ム.

Lat. from ...	42°36'S.	Mer. parts ...	2830.39
" in ...	45 34 S.	" ...	3078.26
	<u>2 58</u>	Mer. d. lat. ...	<u>247.87</u>
	60		
T. D. Lat. ...	<u>178°S.</u>		

### 變經ヲ求ム.

Mer. d. lat. 247.9	...	Log.	2.394276
Course 53°	...	Tan.	0.122886
D. long. 328.97	...	Log.	2.517162
			<u>064</u>
60)329'			<u>98</u>
	<u>5°29'0"E.</u>		

Long. from ...	178°43'0"E.
D. long ...	5 29 0 E.
	<u>184 12 0 E.</u>
Long. in... ..	<u>175 48 0 W.</u>

略法ニテ變經ヲ求ムルニハ針路 53°ニ合セテ同表 689 頁ヲ開キ漸長變緯 247.9 ヲ真變緯ノ行ニテ求メ之ニ對スル東西距 329.0 ヲ取り以テ變經トナスベシ.

### 例 3.

北緯 50°48' 西經 1°10' ノ地ヨリ真針路 S.41°E.ニ 275 浬帆走セリ着達緯度ヲ求ム.  
略法ニテ真變緯及變經ヲ求ムルニハ針路 41°ヲ以テ方位表ヲ

開キ航程 275 = 對スル眞變緯 207.5 =  $3^{\circ}27'30''$  ヲ取り之ヲ  $50^{\circ}48'N$ . ヨリ減ジ着達緯度  $47^{\circ}20'30''N$ . ヲ求メ然ル後チ漸長變緯 317 ヲ眞變緯トナシ之ニ對スル東西距  $275.6 = 4^{\circ}35'36''E$ . ヲ取り以テ所要ノ變經トス着達經度ハ  $3^{\circ}25'36''E$ . ナリ.

注意. 航海中ハ略法ニヨリ推測經緯度ヲ求ムルヲ常トス. 海事局ノ試験ニ應ズルトキハ算式ヲ用フベシ. 此ノ場合ニ於テハ略法ニヨリ算式ニテ得タル結果ノ正否ヲ檢セバ常ニ違算ヲ防グヲ得ベシ.

### 問題

1. 北緯  $50^{\circ}40'$  西經  $140^{\circ}$  ニ在ル **A** ヨリ北緯  $30^{\circ}$  東經  $176^{\circ}40'$  ニ在ル **B** ニ到ル眞針路、羅針路及航程ヲ求ム但シ此地方ノ偏差ハ  $30^{\circ}E$ . 羅針自差  $3\frac{1}{2}^{\circ}W$ . ナリ.
2. 北緯  $36^{\circ}55'$  西經  $140^{\circ}$  ノ **A** ヨリ北緯  $51^{\circ}40'$  東經  $170^{\circ}$  ノ **B** ニ到ル眞針路、羅針路及航程ヲ求ム. 但此地方ノ偏差  $15^{\circ}35'E$ . 羅針自差  $19^{\circ}E$ . ナリ.
3. **A** ヨリ **B** ニ到ル眞針路及航程ヲ求ム又此地方ノ偏差  $3^{\circ}W$ . 羅針自差  $9^{\circ}E$ . ナルトキハ羅針路ハ如何. 但 **A** ハ北緯  $11^{\circ}20'$  東經  $51^{\circ}40'$  **B** ハ南緯  $40^{\circ}$  東經  $97^{\circ}10'$  ニ在リ.
4. 北緯  $40^{\circ}$  東經  $160^{\circ}$  ノ **A** ヨリ北緯  $56^{\circ}28'$  西經  $140^{\circ}$  ノ **B** ニ到ラントス其眞針路及航程ヲ求ム但シ偏差ヲ  $2^{\circ}30'E$ . 羅針自差ヲ  $14^{\circ}52'E$ . トスレバ其羅針路ハ如何.
5. 船アリ北緯  $52^{\circ}12'$  西經  $20^{\circ}17'$  ノ地ヨリ眞針路  $S.50^{\circ}W$ .

ニ帆走シテ北緯  $13^{\circ}10'$  ノ地ニ達セリ. 其航程及變經ヲ求ム.

6. 船アリ南緯  $37^{\circ}10'$  東經  $32^{\circ}16'$  ノ地ヲ發シテ南緯  $41^{\circ}10'$  ノ距等圈ニ達スルマデ南東方ニ向テ航走スルコト 300 哩ニ及ベリ問フ眞針路及變經如何.
7. 南緯  $34^{\circ}21'$  東經  $18^{\circ}29'$  ニ在ル Cape of Good Hope ヨリ南緯  $6^{\circ}47'$  ニ在ル Java Head ニ到ル眞針路、航程及 Java Head ノ經度ヲ求ム. 但東西距ハ東へ 4810 哩ナリ.
8. 南緯  $34^{\circ}21'$  東經  $18^{\circ}29'$  ニ在ル Cape of Good Hope ヨリ出發シテ東西距 3237 哩トナルマデ北ト西トノ間ヲ航走スルコト 3309 哩ナリ本船ノ眞針路、眞變緯及變經ヲ求ム.
9. 綠威ノ本初子午線上ニ在ル **A** 地ノ緯度ハ  $81^{\circ}15'N$ . ニシテ赤道上ニ在ル **B** 地ノ經度ハ  $81^{\circ}15'W$ . ナリ. 今 **A** ヨリ **B** ニ到ラントス問フ其眞針路及航程如何.
10. 北緯  $17^{\circ}$  經度  $180^{\circ}$  ノ **A** ヨリ北緯  $20^{\circ}$  東經  $161^{\circ}$  ノ **B** ニ到ル眞針路及航程ヲ求ム.

### 答

1. **T.** d. lat.  $1780$  **S.** Mer. d. lat.  $2599.2$  **S.** D. long.  $2600$  **W.**  
**T.** Co. **S.**  $45^{\circ}0'32''W$ . Mag. Co. **S.**  $15^{\circ}0'32''W$ .  
Comp. Co. **S.**  $18^{\circ}30'32''W$ . Dist.  $2517.6$
2. **T.** d. lat.  $885$  **N.** Mer. d. lat.  $1246.5$  D. long.  $3000$  **W.**  
**T.** Co. **N.**  $67^{\circ}26'14''W$ . Mag. Co. **N.**  $83^{\circ}1'14''W$ .  
Comp. Co. **S.**  $77^{\circ}58'46''W$ . Dist.  $2306.5$

3. T. d. lat. 3080 S. Mer. d. lat. 3307.2 D. long. 2730 E.  
T. Co. S. 39°32'20" E. Mag. Co. S. 36°32'20" E.  
Comp. Co. S. 45°32'20" E. Dist. 3993.8
4. T. d. lat. 988 N. Mer. d. lat. 1501.6 D. long. 3600 E.  
T. Co. N. 67°21'30" E. Mag. Co. N. 64°51'30" E. Comp. Co.  
N. 49°59'30" E. Dist. 2566.4
5. T. d. lat. 2342 S. Mer. d. lat. 2887.7 Dist. 3643.5  
D. long. 3441.4
6. T. d. lat. 240 S. Mer. d. lat. 309.7 S. T. Co. S. 36°52'  
12" E. D. long. 232.3 E.
7. T. d. lat. 1654 N. Mer. d. lat. 1788.9 N. T. Co. N.  
71°1'25" E. Dist. 5036.4 D. long. 5202.3 Long. in 105°11'  
18" E.
8. T. Co. N. 78°1'11" W. T. d. lat. 686.9 N. Mer. d. lat.  
784.7 N. D. long. 3697 W. Long. in 43°9'0" W.
9. T. d. lat. 4875 S. Mer. d. lat. 8836.3 D. long. 4875 W.  
T. Co. S. 28°53'8" W. Dist. 5567.7
10. T. d. lat. 180 N. M. d. lat. 189.8 N. D. long. 1140 W  
T. Co. N. 80°32'51" W. Dist. 1096.0

## 第 拾 四 編

## 海 流 航 法

## Current Sailing.

73. 海流 A Drift Current ハ主トシテ海面ヲ吹過スル風ニ  
因リテ發生スルモノナレバ其流向種々ニシテ速力モ亦時トシ  
テハ非常ニ急奔シ時トシテハ緩漫ナルコトアリ海流進行ノ途  
中ニ於テ陸岸、淺瀬、或ハ他ノ海流ノ如キ障礙ニ會セバ其方  
向屈折シテ支流 A Stream Current ヲ起スモノナリ而シテ本  
流、支流共ニ船體ヲ壓流スルガ故ニ其速力ノ緩急ハ毎日正午  
ノ推測位置ヲシテ多少相違<sup>アヒタガ</sup>ハシムルノ媒トナルモノナリ沿岸  
航行中ハ干満潮 Tides モ亦タ同一ノ結果ヲ及ボスヲ以テ之  
ガ爲メ豫測ノ位置ハ甚シク違フコトアリ須ク心スベキコトナ  
リ。

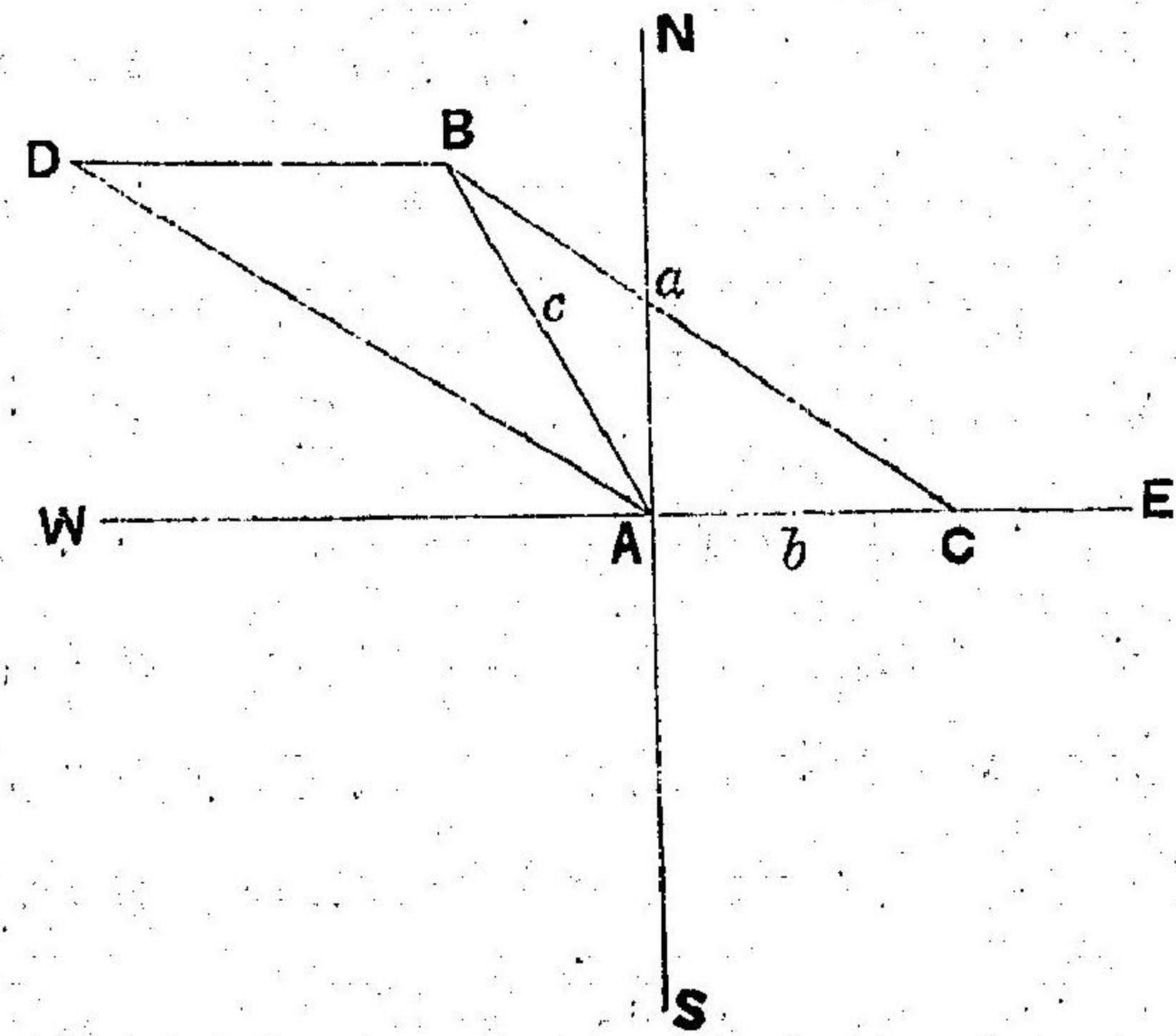
74. 風向ハ其吹來ル方向ヲ以テ稱スレドモ海流ノ方向即チ流  
向 Set ハ常ニ其流ル、方ニ向フテ稱ス故ニ北東風 A N.E.  
wind ハ北東ヨリ吹來リ北東ノ海流 A N.E. current ハ北東  
ノ方ヘ流動スルモノヲ云フ又流程 Drift ハ若干時間ニ於テ流  
動スル全距離ノ稱ニシテ之ヲ毎時ニ平均シタルモノヲ其速力  
Rate or Velocity ト稱ス。

75. 流向及流程ハ毎日正午ニ天測、推測ノ兩法ニテ得タル

經緯度ヲ相較シテ知ルヲ普通トス然ルニ風壓差、航程及直行針路ハ常ニ明確ナラザルヲ以テ推測ノ位置ハ多少ノ疑點アルヲ免レザルノミナラズ天測ノ位置ト雖ドモ亦タ全然誤謬ナキモノト云フヲ得ズ故ニ天測、推測兩位置ノ差ニ基キテ製シタル海流圖 Current Charts ハ諸船舶ヨリ頻々報告ヲ得ルノ海區ニ非レバ信賴スベカラズ然レドモ此種ノ圖ハ概シテ海面、上層ノ流向及流程ヲ豫知スルニ基マ便ナリ普通、海圖ニ記シタル矢ハ其海區ニ於ケル著名ノ流向ヲ示スモノナリ。

**76.** 流向ト同一ノ針路ニテ航走スルトキハ航力最モ大ニシテ針路ト流向ト全ク相反スレバ航力最モ小ナリ針路、流向ト斜交スルトキハ航力ノ増減ハ其交ル角度ノ大小ニ應ズルモノナリ例ヘバ船ガ正東ニ航進スルニ當リ其速力ハ測程儀ニヨリ十哩ニシテ此海區ニ毎時二哩半ノ速力ヲ有スル東海流アルトキハ船ハ測程儀ノ旋轉子 Rotator ト共ニ此海流ニ隨ヒテ東スルコト二哩半ナルガ故ニ一時間ノ後チニハ原位置ヨリ東十二哩半ニ在ルベシ、之ニ反シテ船、正西ニ航進スルトセバ船體ハ旋轉子ト共ニ此海流ノタメニ東ニ返壓<sup>押し戻</sup>サルルコト二哩半ニシテ一時間ノ後チニハ原位置ヨリ西七哩半ニ在ルベシ若シ又此船、北西ニ航走スルトセバ北西(視針路)ト東(流向)トノ兩方向ヲ以テ其方向トシ兩速力ヲ以テ其長サトシタル二線ヲ兩傍邊トナセル平行四邊形ノ對角線ヲ行クベシ如斯クシテ船ハ原位置ノ北三十二度西八哩半ノ所ニ在ルベシ。

第八十五圖



第八十五圖ニ於テ船ハ北西ヘ毎時 AD ノ速力ニテ航進シ海流ハ毎時 AC ノ速力ニテ東スルトセバ AD, AC ヲ傍邊トナシタル平行四邊形 ADBC ノ對角線 AB ハ船ガ一時間ニナシタル航力 Actual Speed ニシテ NAB ハ其實際ノ針路 Actual Course ナリ。

**77.** 海流航法ノ諸問題ヲ解決スルニハ圖法、方位表法、及平面三角法ノ三法中何レヲ用ブルモ可ナリ普通ノ場合ニ於テハ方位表法ノミヲ用フ然レドモ二者ヲ併用セバ誤謬ヲ正スニ便ナリ。

例 1.

船ハ北西ヘ一時間十哩ノ速力ニテ航進中毎時二哩半ノ速力ヲ有スル東海流ニ遇フトキハ其實際ノ直行眞針路及航力如何。

圖法ヲ用フルトキハ第八十五圖ノ如ク子午線及距等圈ノ各一部分ナル NS 及 EW ヲ引キ其交叉點 A ヨリ AD ヲ北西十哩、AC ヲ東二哩半ニ各同一ノ尺度ニ合セテ引キ AD, AC ヲ二傍邊トシテ平行四邊形 ADBC ヲ完成シ AB ヲ接スレバ AD ハ A ヨリ船が取ルベキ方向即チ視針路ト毎時ノ速力トヲ示シ AB ハ實際ノ直行眞針路ト航力トヲ表ハス即チ船ハ最初少シモ海流ノ爲メニ壓流セラルルコトナクシテ自分ノ速力ノミニ依リ A ヨリ D マデ進ミ一旦此所ニテ全ク其進行ヲ停止シ然ル後チ海流ノミニ依リ D ヨリ B マデ船ヲ壓流セシメタルト同一ノ結果ナリ今 AB ノ航力ヲ數ニテ表ハサントスルトキハ此圖ノ尺度ニ合ハセテ度リ針路ハ分度儀或ハ羅針圖ニテ度ルベシ。

方位表法ヲ用フルトキハ最初ニ船ハ北西へ十哩後チニ東へ二哩半航走シタルモノトナシ方位表ニテ變緯及東西距ヲ求メ聯針路航法ニ依リ直行眞針路及航力ヲ求ムベシ。

T. Co.	Dist.	D. lat.		Dep.	
		N.	S.	E.	W.
N.45°W.	10.0	7.1	—	—	7.1
E.	2.5			2.5	
<u>N.32°W.</u>	<u>8.5</u>	<u>7.1</u>		<u>2.5</u>	<u>7.1</u>
		<u>7.1</u>			<u>4.6</u>

答

直行眞針路 N.32°W. 毎時ノ航力 8.5

三角法ヲ用フルトキハ下ノ如シ. 第八十五圖ニ於テ

$$\angle DAW = 180^\circ - (\angle NAD + \angle NAE) = 180^\circ - (45^\circ + 90^\circ) = 45^\circ$$

然ルニ  $\angle DAW = \angle ACB$  故ニ  $\angle ACB = 45^\circ$  ナリ. 三角形 ABC ニ於テ  $\angle BAC + \angle ABC + \angle ACB = 180^\circ$ ;  $\angle BAC + \angle ABC = 180^\circ - \angle ACB = 180^\circ - 45^\circ = 135^\circ$  故ニ  $\frac{1}{2}(\angle BAC + \angle ABC) = 67^\circ 30'$  ナリ.

$$a = DA = 10'; \quad b = 2.5; \quad a - b = 7.5; \quad a + b = 12.5;$$

$$C = 45^\circ; \quad \frac{1}{2}C = 22^\circ 30'$$

直行眞針路ヲ求ム.

$$\tan \frac{1}{2}(A - B) = \frac{a - b}{a + b} \cdot \cot \frac{1}{2}C = \frac{7.5}{12.5} \cdot \cot 22^\circ 30' = 55^\circ 22' 50''$$

$$A = \frac{1}{2}(A + B) + \frac{1}{2}(A - B) = 67^\circ 30' 0'' + 55^\circ 22' 50'' = 122^\circ 52' 50''$$

$$\angle NAB = \angle BAC - 90^\circ = 122^\circ 52' 50'' - 90^\circ 0' 0'' = 32^\circ 52' 50''$$

$$\angle NAB = \text{Actual Course. 故ニ Actual Course} = \text{N.}32^\circ 53' \text{W.}$$

航力ヲ求ム.

$$\sin A : a = \sin C : c; \quad c = \frac{a \times \sin C}{\sin A} = a \cdot \sin C \cdot \operatorname{cosec} A.$$

$$= 10 \cdot \sin 45^\circ \operatorname{cosec} 122^\circ 52' 50''$$

$$10 \dots \dots \log. 1.000000$$

$$45^\circ \dots \dots \sin. 9.849485$$

$$122^\circ 52' 50'' \dots \operatorname{csc}. 0.075822$$

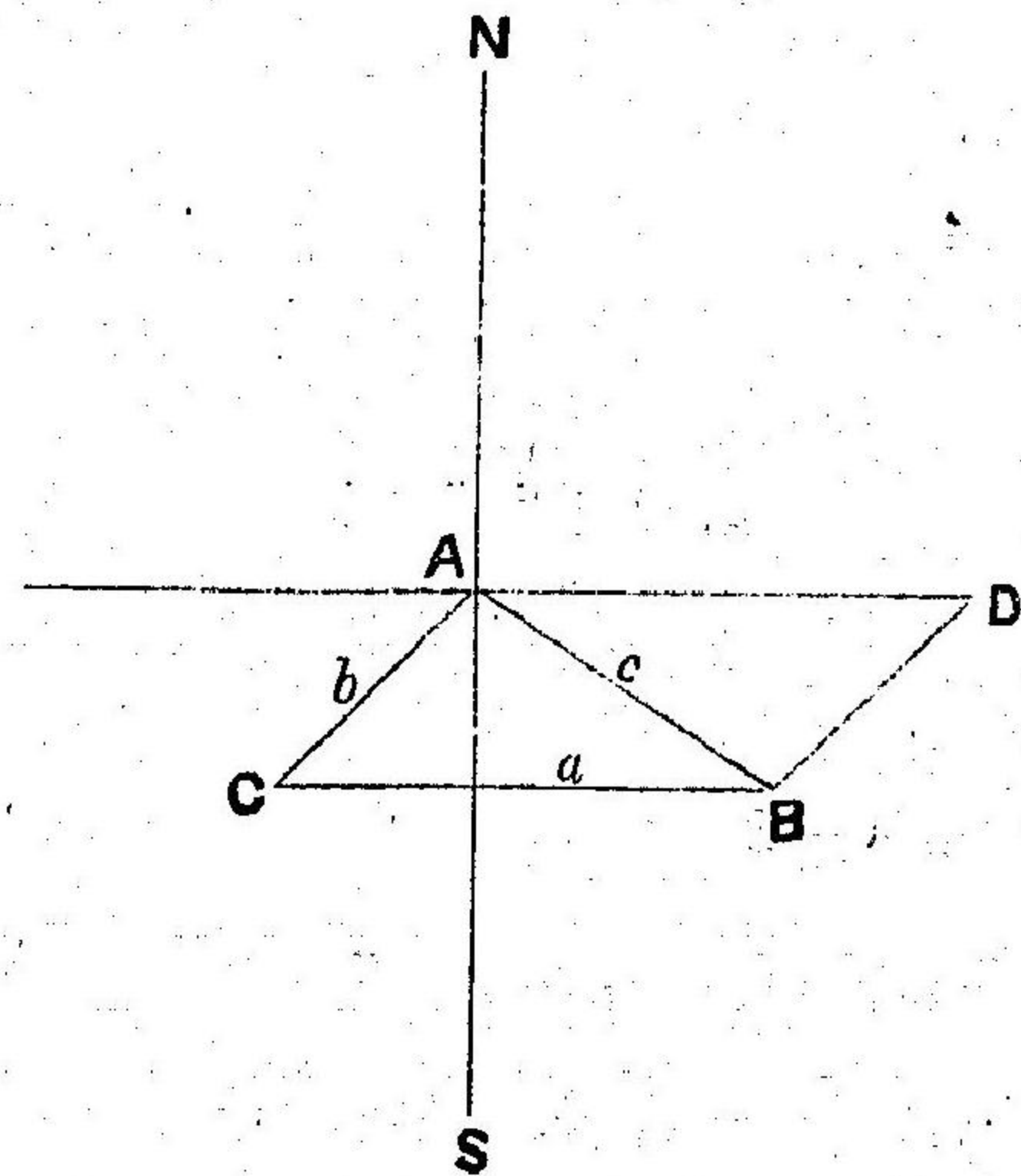
$$8.4199 \dots \dots \log. 0.925307$$

$$\text{or, } 8.4 \text{ (五捨六入)} \quad \frac{260}{47} = 9$$

例 2.

船アリ視針路東ニ向テ一時間十哩ノ速力ニテ航進ス此海區ノ海流ハ毎時四哩ノ速力ヲ有シテ S.W. (眞方向) ニ流ルトキハ直行眞針路及航力如何.

第八十六圖



第八十六圖ニ於テ AD ヲ視針路東及速力十哩トシ、AC ヲ海流ノ方向南西及速力四哩トシ、CD, BD ヲ各自 AD, AC ニ平行シテ引キ AB ヲ結ベバ AB ハ直行眞針路及ビ航力ヲ表ハス.

三角法ニテ算スルコト下ノ如シ.

$$\begin{aligned} \angle CAD + \angle ACB &= 180^\circ; \quad \angle CAB + \angle ABC + \angle ACB = 180^\circ \\ \angle ACB &= 180^\circ - \angle CAD = 180^\circ - (\angle CAB + \angle ABC) = 180^\circ - (45^\circ + 90^\circ) = 45^\circ; \quad \angle CAB + \angle ABC = 180^\circ - 45^\circ = 135; \quad \text{故} \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2}(A+B) = 67^\circ 30'; \quad \frac{1}{2}(A-B) \text{ 等ヲ算スルニハ例1ニ倣フベシ.}$$

方位表法ヲ用フレバ下ノ如シ.

T. Co.	Dist.	D. lat.		Dep.	
		N.	S.	E.	W.
E.	10	—	—	10	—
S.W.	4	—	2.8	—	2.8
			2.8	10.0	2.8
<u>S.69°E.</u>	<u>8</u>		<u>2.8</u>	<u>7.2</u>	

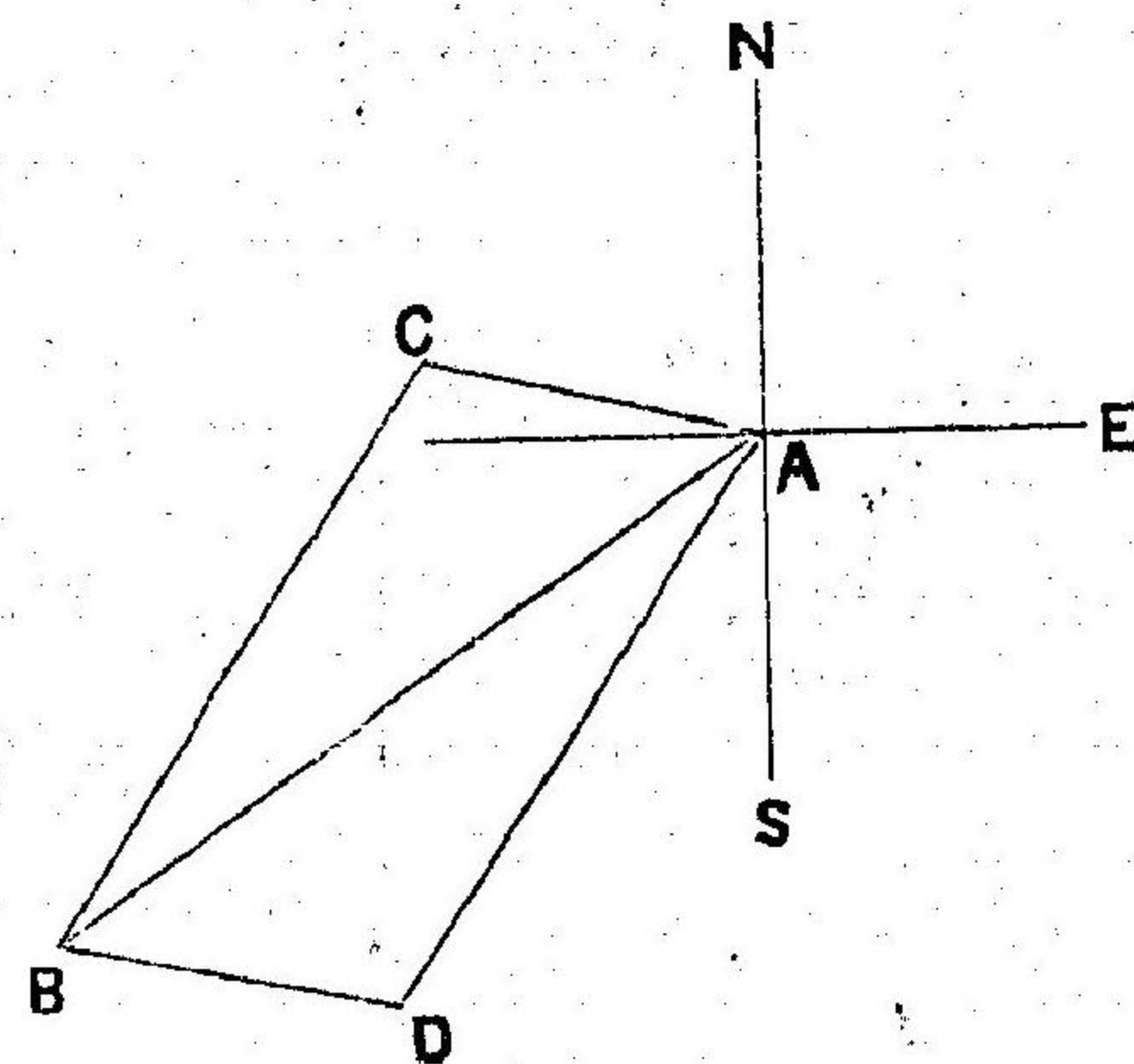
答

直行眞針路及毎時ノ航力 S.69°E.8'

例 3.

船アリ S.W./S. へ航走スルコト 50 哩、此間、海流ニ壓流セラルルコト W./N. へ 23 哩ナリシト云フ其直行眞針路及航程ヲ求ム.

第八十七圖



方位表ヲ用フルトキハ例1及例2ニ倣フベシ.

三角法ニテ算セントスルトキハ下ノ如ク  $\frac{1}{2}(A+B)$  ヲ求メ餘ハ

例1及例2ノ算式ニ倣フベシ. (第八十七圖ニ於テ)

$$\angle DAC + \angle BCA = 180; \angle BAC + \angle ABC + \angle BCA = 180;$$

$$\angle BCA = 180^\circ - \angle DAC = 180^\circ - (56^\circ 15' + 11^\circ 15') = 112^\circ 30';$$

$$\therefore \angle BAC + \angle ABC = 180^\circ - 112^\circ 30' \quad \text{Or, } \frac{1}{2}(A+B) = 33^\circ 45'$$

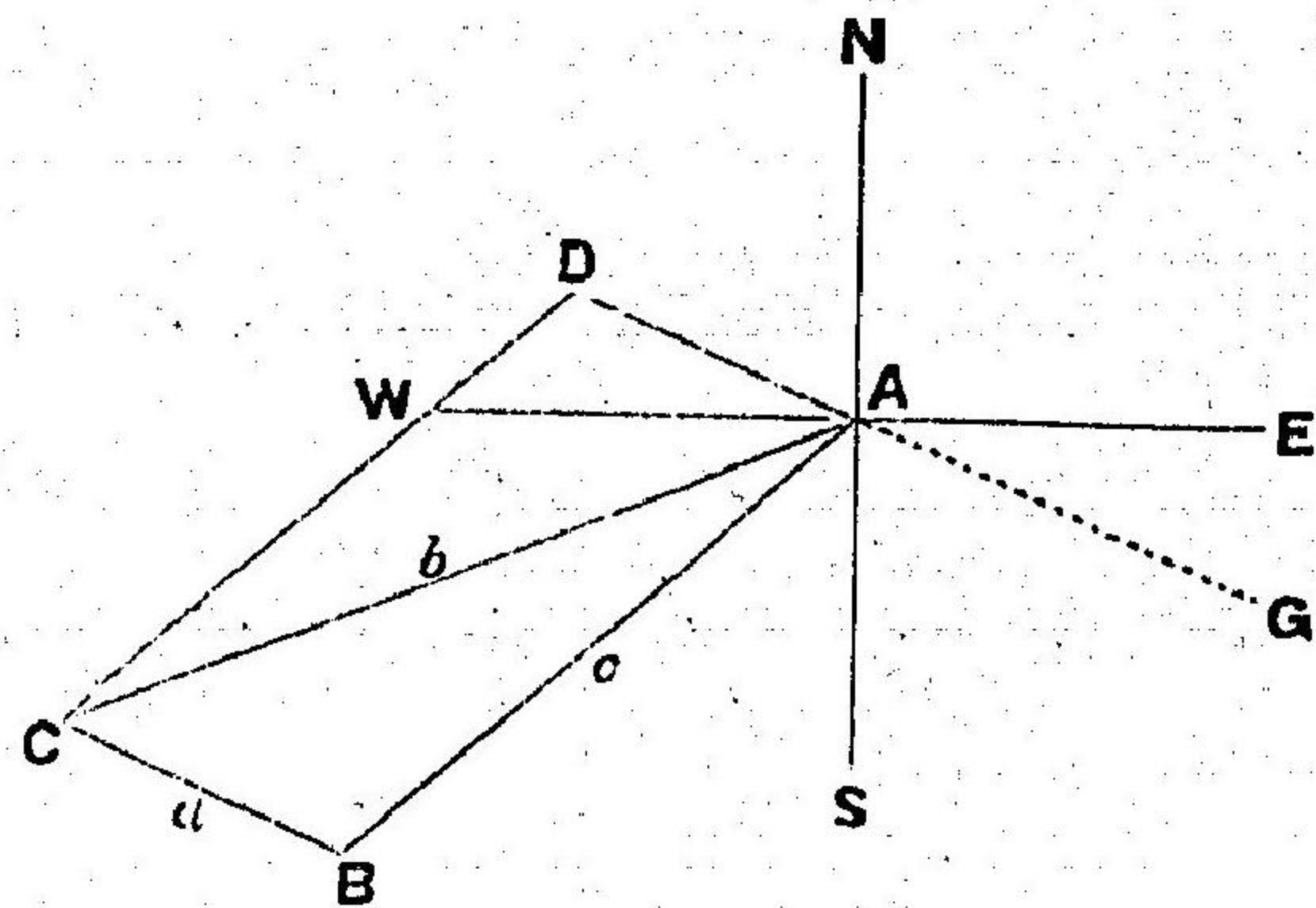
答

直行真針路  $S.54^\circ W.$  直行航程  $63'$

例 4.

船アリ静水上ヲ走ルトキハ毎時 12 哩ノ速カヲ有ス今若シ毎時 8 哩ノ速カニテ  $W.N.W.$  へ流ルル退潮ヲ横斷シテ  $W.S.W.$  ニ方ル錨地ニ到ラントスルトキハ其取ルベキ視針路及羅針路如何竝ニ航進スベキ毎時ノ速カハ幾哩ヲ減少シテ可ナルヤ但此地ノ偏差ハ  $4^\circ W.$  ニシテ自差ハ  $5^\circ W.$  ト假定ス.

圖 八 十 八 第



白地海圖上 A ヨリ AD ヲ  $W.N.W.$  へ 8 哩ノ長サニ又 AC ヲ  $W.S.W.$  ノ方向へ 12 哩ノ長サニ各自、尺度ニ合セテ引キ DC ヲ結ビ AB, BC ヲ各自 DC, AD ニ平行シテ引クトキハ AB ハ取ルベキ視針路ノ向キヲ表ハシ AB ノ長サハ毎時航走スベキ速カナリ. (第八十八圖参照)

此場合ニ於テ方位表法ヲ用ヒントセバ最初ニ A ヨリ B ニ到リ然ル後チ B ヨリ C ニ達シタルモノトナスヲ要ス故ニ船ガ航走セシ針路ヲ  $W.S.W.$  12 哩トナシ而シテ潮流ニ抗スルタメニ AD ノ反對ノ向キ即チ AG ノ如ク  $E.S.E.$  へ 8 哩航走シタルモノトシテ下ノ如ク算ヲナスベシ.

T. Courses.	Dist.	D. Lat.		Dep.	
		N.	S.	E.	W.
$W.S.W.$	12	—	4.6	—	11.1
$E.S.E.$	8	—	1.2	2.8	—
$S.55\frac{1}{2}^\circ W.$	10'		5.8	2.8	11.1
			<u>5.8</u>		<u>8.3</u>

三角法ニテ算スルコト下ノ如シ.

取ルベキ視針路ヲ求ム.

第八十八圖ニ於テ  $\angle DAC = \angle DAW + \angle CAW = \angle ACB$

$$= 4 \text{ Pts.} = 45^\circ \quad \text{故ニ} \quad \frac{1}{2}(B+A) = 67^\circ 30'$$

$$\tan. \frac{1}{2}(B-A) = \frac{b-a}{b+a} \cdot \cot. \frac{1}{2} C = \frac{9}{15} \cdot \cot. 22^\circ 30'$$



$22^{\circ}30'0'' \cot. \dots 10.382776$   
 $9 \dots \dots \log. \dots 0.954243$   
 $\hline 11.337019$   
 $15 \dots \dots \log. \dots 1.176091$   
 $55^{\circ}22'50'' \tan. \frac{1}{2}(B-A) \dots 10.160928$

$\angle B > \angle A$

$\frac{1}{2}(B+A) = 67^{\circ}30'0''$   
 $\frac{1}{2}(B-A) = 55^{\circ}22'50''$   
 $B = 122^{\circ}52'50''$   
 $C = 45^{\circ}0'0''$   
 $A = 12^{\circ}7'10''$

$\angle SAB = A. \text{ Course to steer} = \angle SAC - \angle BAC$   
 $= 67^{\circ}30'0'' - 12^{\circ}7'10'' = \underline{S. 55^{\circ}22'50'' W.}$

**T. Co.** ...  $55^{\circ}22'50''$  **R.S.**  
**Var.** ...  $4^{\circ}0'0''$  **R.**  
 $\hline 59^{\circ}22'50''$  **R.S.**  
**Dev.** ...  $5^{\circ}0'0''$  **R.**  
**Comp. Co.**  $64^{\circ}22'50''$  **R.S.**  
**Or** **S.  $64\frac{1}{2}^{\circ}$  W.**

航力ヲ求ム.

$\sin A : a = \sin C : c ; \sin 12^{\circ}7'10'' : 3' = \sin 45^{\circ} : c$

$\therefore c = 3. \sin 45^{\circ} \operatorname{cosec} 12^{\circ}7'10'' ; \text{ Or, } c = 10.1$

答

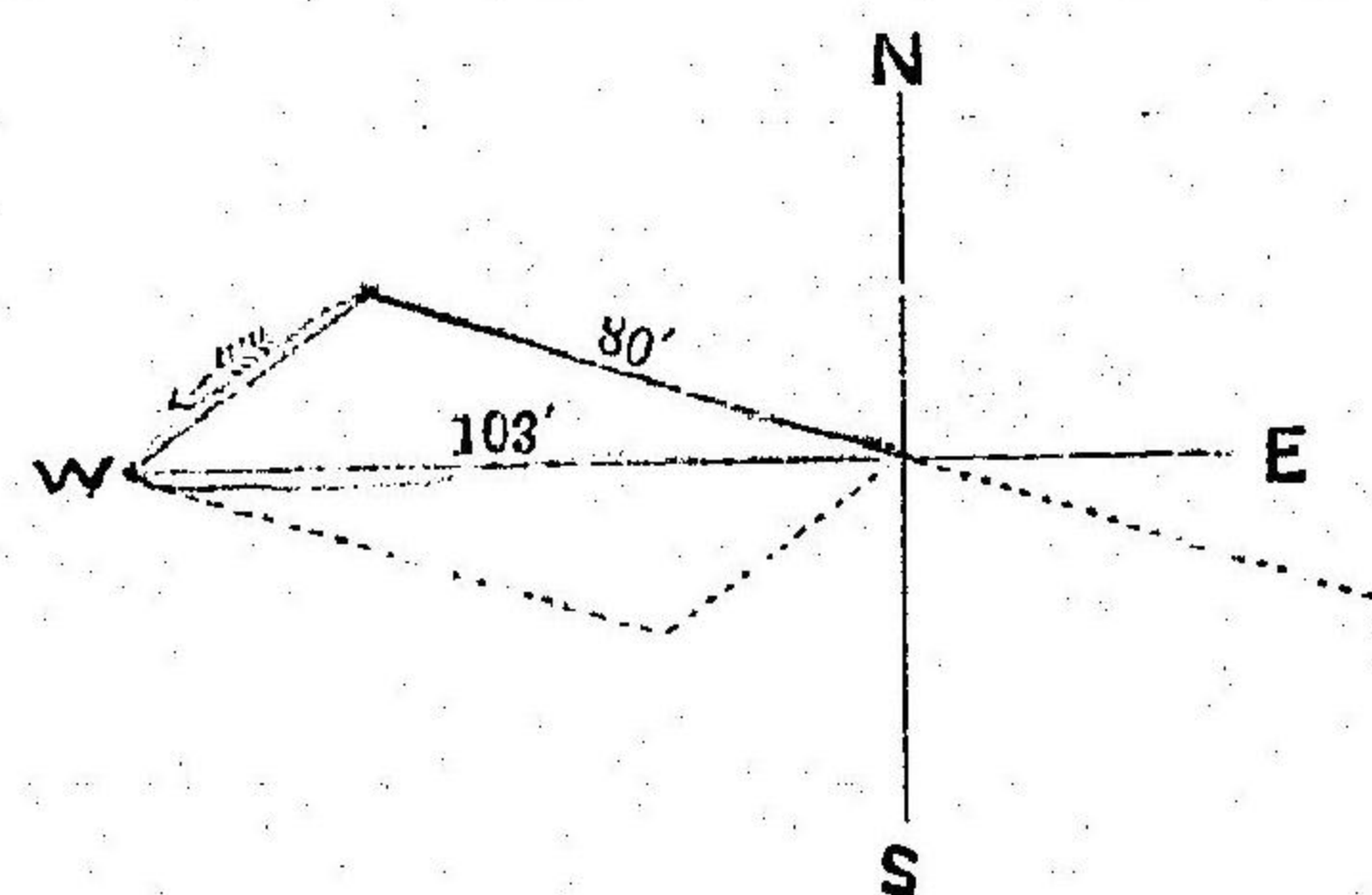
視針路 **S.  $55\frac{1}{2}^{\circ}$  W.**; 羅針路 **S.  $64\frac{1}{2}^{\circ}$  W.**; 常時ノ速力ヨリ 1.9 (i.e. 12.0-10.1) ヲ減ズベシ.

例 5.

船アリ視針路 **N.  $69^{\circ}$  W.** へ 80 哩航走シタル後チ其直行真針

路ハ正西ニシテ航程 103 哩ナリシコトヲ知レリ然ルトキハ潮流ノ方向及流程如何.

第八十九圖



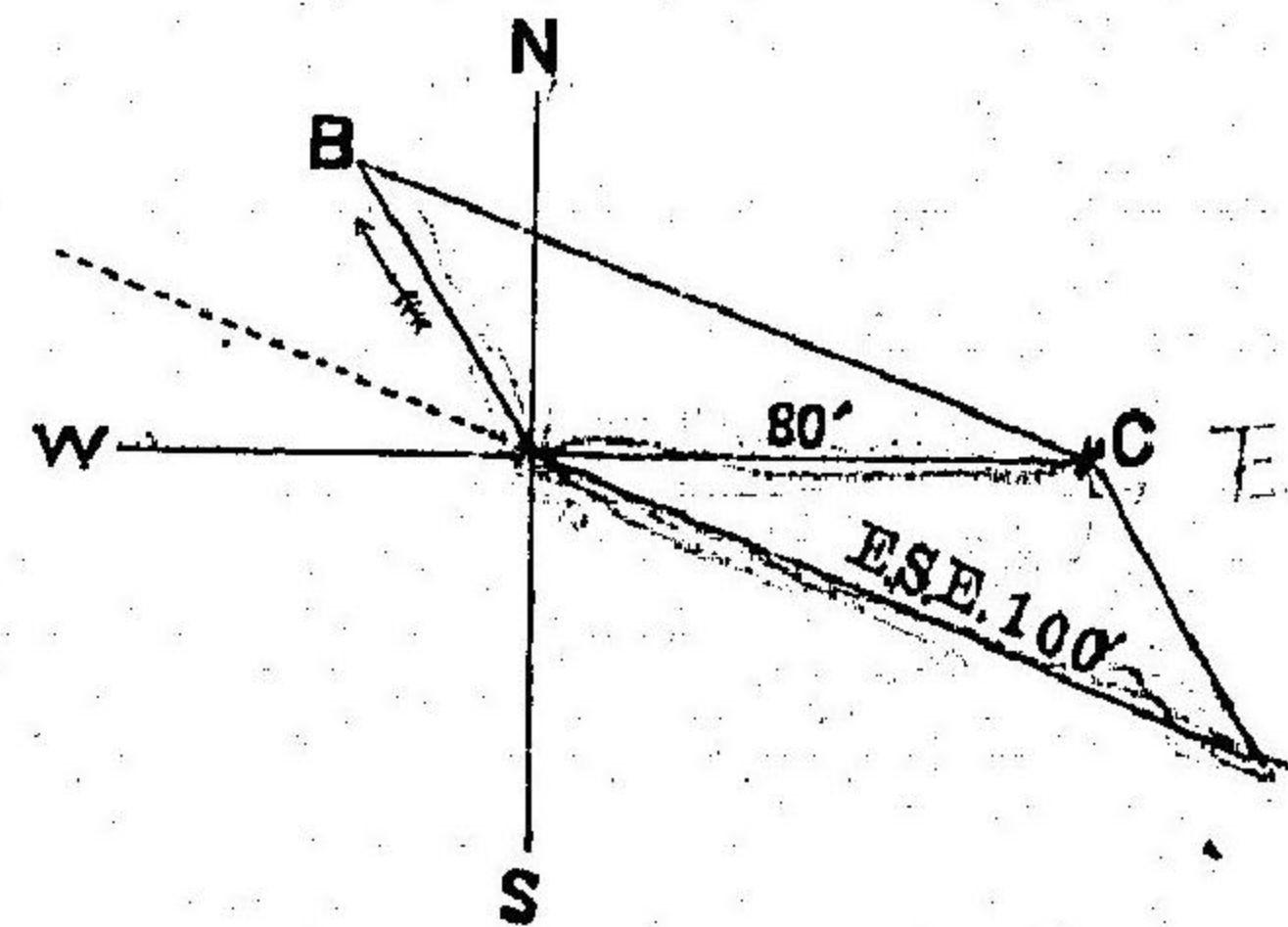
方位表法ヲ用フルニハ **N.  $69^{\circ}$  W.** ヲ **S.  $69^{\circ}$  E.** トナスベシ即チ下ノ如シ. (第八十九圖参照)

T. Co.	Dist.	D. lat.		Dep.	
		N.	S.	E.	W.
<b>S. <math>69^{\circ}</math> E.</b>	80	—	28.7	74.7	—
<b>W.</b>	103	—	—	—	103.0
			28.7	74.7	103.0
<b>S. <math>45^{\circ}</math> W.</b>	40		28.7		28.3

例 6.

船アリ視針路 **E.S.E.** へ毎時 10 哩ノ速力ニテ 10 時間航走シタル後チ其直行真針路 **E.** ニ 80 哩ナルコトヲ知レリ以テ問フ潮流ノ流向及其毎時ノ速力各如何.

第九十圖



方位表法ヲ用フルトキハ E.S.E. ヲ反對ニナスベシ。(第九十圖)

T. Co.	Dist.	D.lat.		Dep.	
		N.	S.	E.	W.
W.N.W.	100	38.3	—	—	92.4
E.	80	—	—	80.0	—
<u>N. 18°W.</u>	<u>40</u>	38.3		80.0	92.4
		<u>38.3</u>			<u>12.4</u>

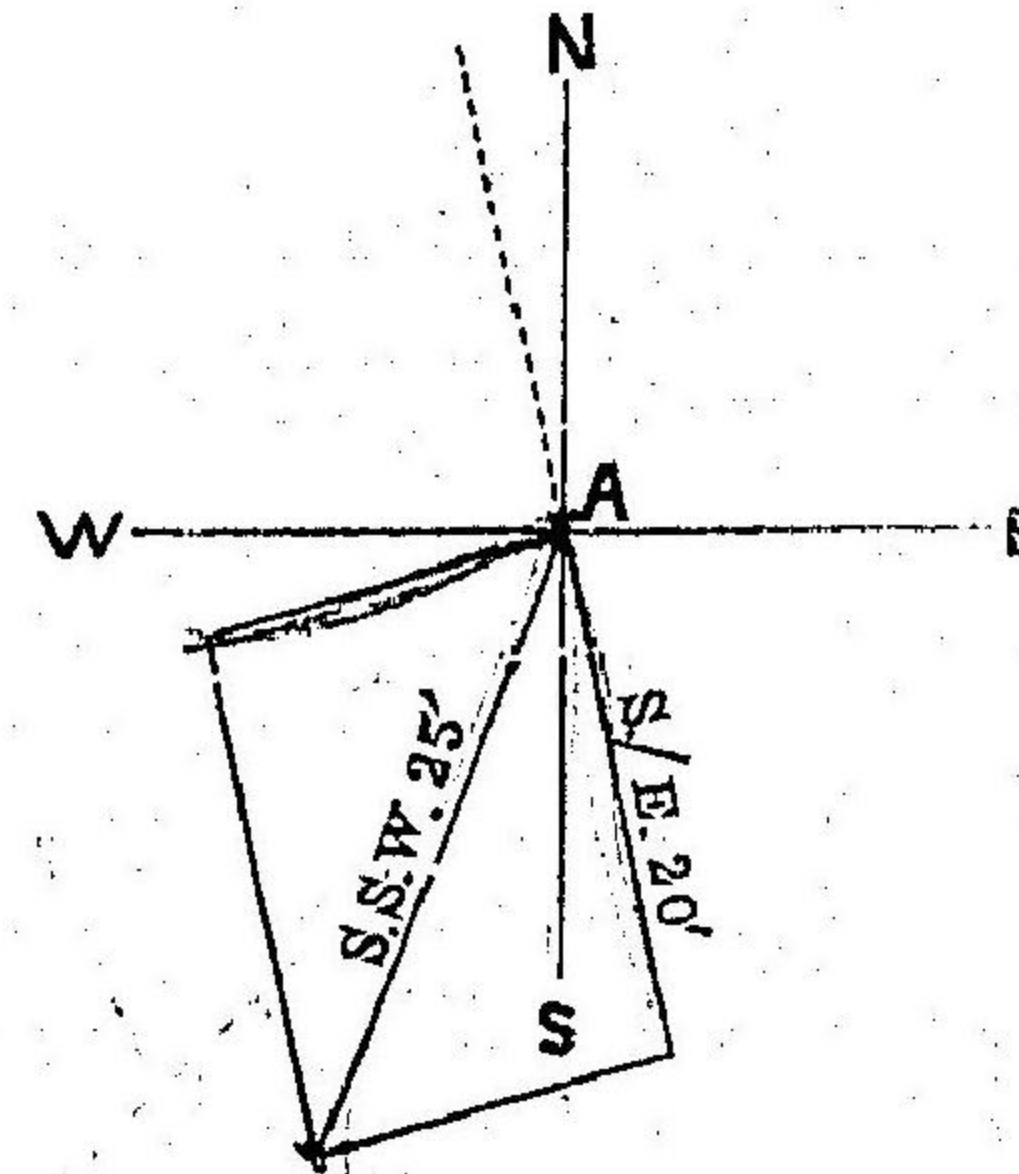
答

流向 N.18°W.; 流程 40 哩; 毎時ノ速力 4 哩.

例 7.

船位ヨリ某港ハ S.S.W. ニ方リ其距離 25 哩ニシテ此邊一體ニ毎時 S./E. 4 哩ノ速力ヲ有スル海流アリ今五時間ニ某港ニ到ラントスルトキハ如何ナル視針路ヲ取り且ツ毎時、幾哩ノ速力ニテ航進スベキヤ.

第九十一圖



方位表法ヲ用フルトキハ S./E. ヲ反對ニナスベシ.

T. Co.	Dist.	D. lat.		Dep.	
		N.	S.	E.	W.
S.S.W.	25	—	23.1	—	9.6
N./W.	20	19.6	—	—	3.9
<u>S.76°W.</u>	<u>14</u>	19.6	23.1		13.5
			<u>19.6</u>		<u>3.5</u>

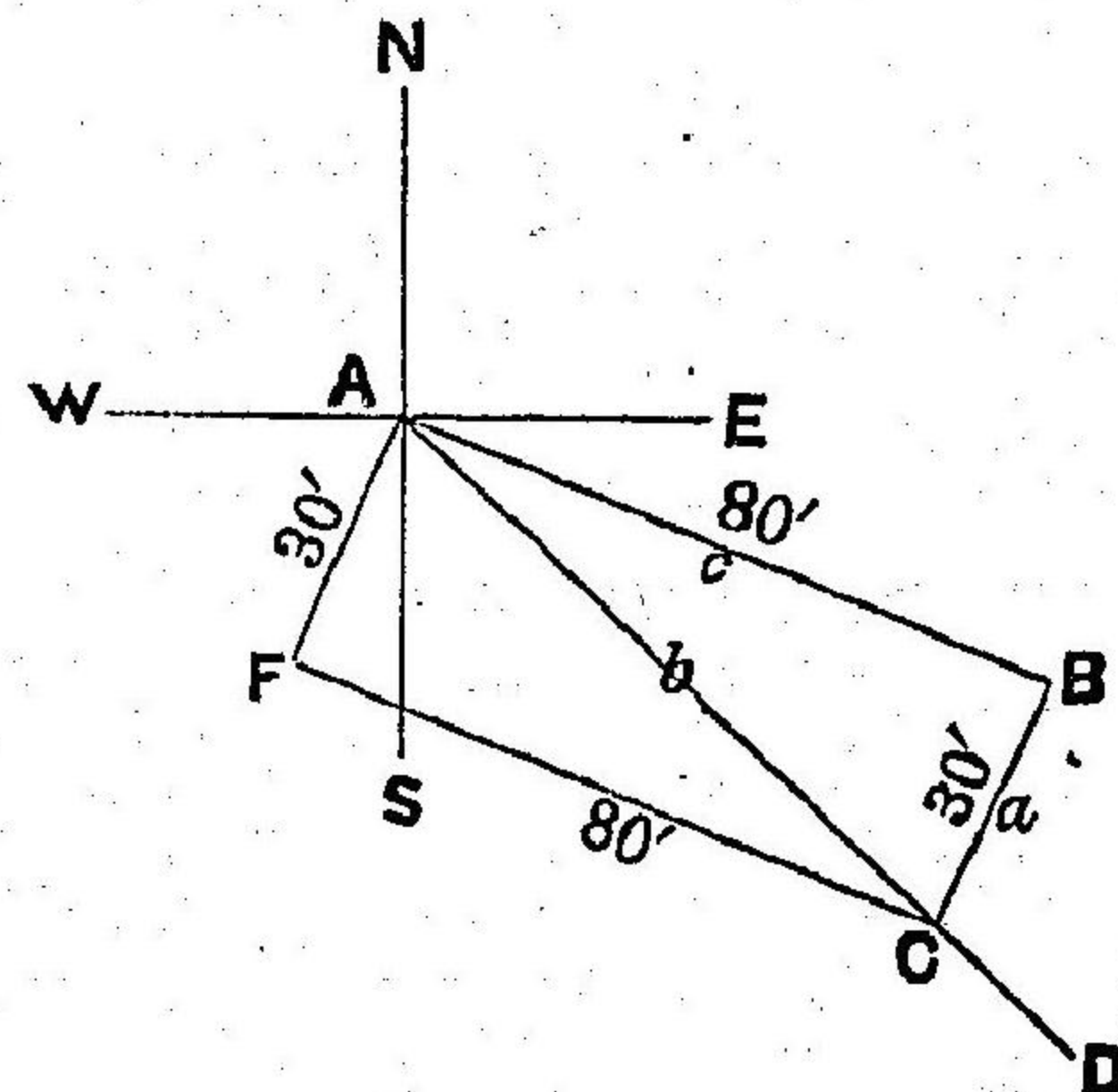
答

真針路 S.76°W.; 毎時ノ速力 2.8 哩.

例 8.

A ヨリ D ニ到ラントスルニ D ハ本船ノ S.E. ニ方リ海流ノ速力ハ毎時 S.S.W. 3 哩ニシテ本船毎時ノ速力測程儀ニテ 8 哩ナルトキハ如何ナル視針路ヲ取ルベキヤ且ツ 10 時間ノチハ D ノ方ヘ近寄ルコト幾哩程ナルヤ.

第九十二圖



白地海圖上 A ヨリ AD ヲ S.E. ニ引キ AF ヲ S.S.W. 30 哩ニ  
相當スル方向及長サトシ 80 哩ノ長サヲ兩脚規ニテ取リ F ニ  
其一脚ヲ据エ他ノ一脚ヲ C ニ於テ AD ニ會セシメ FC ヲ結  
ビ之ニ平行シテ AB ヲ引ケバ AB ハ潮ノ歴流ニ抗スル爲メ  
取ルベキ視針路ノ向キヲ示シ AC ハ十時間ニ航進セシ里程ヲ  
表ハス。(第九十二圖參照)

此例題ノ場合ニ於テハ方位表法ヲ用フルコト能ハズ。故ニ三  
角法ニテ算スベシ即チ下ノ如シ。

視針路ヲ求ム。

$$\angle FAC = \angle ACB = S. 2W. + S. 4E. = 6' = 67^\circ 30'$$

$$c : \sin. ACB = a : \sin. CAB; 80 : \sin. 67^\circ 30' = 30 : \sin. CAB$$

$$\sin. CAB = \frac{30}{80} \cdot \sin. 67^\circ 30' = \frac{3}{8} \cdot \sin. 67^\circ 30'$$

67°30' ... sin.	9.965615
3 ... ... log.	0.477121
	10.442736
8 ... ... log.	0.903090
20°16'14" ... sin.	9.539646
	651
	-1" = 5

$$\angle SAB = A \text{ Course to steer} = \angle SAC + \angle CAB$$

$$= 45^\circ + 20^\circ 16' 14'' = S. 65^\circ 16' E.$$

航進シタル里程ヲ求ム。

$\angle CAB = 20^\circ 16' 14''$	
$\angle ACB = 67^\circ 30'$	
	87 46 14
	180
$\angle ABC = 92^\circ 13' 46''$	

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

$$\therefore b = 30 \cdot \sin. 92^\circ 13' 46'' \operatorname{cosec}. 20^\circ 16' 14''$$

30 ... ... log.	1.477121
92°13'46" ... sin.	9.999671
20 16 14 ... csc.	0.460356
86.53 ... log.	1.937148

答

視針路 S. 65°E.; 實際ノ里程 86.5

78. 海流航法ヲ最モ多ク用フルハ主トシテ毎正午推測、天  
測兩法ニテ得タル結果ガ合一セザル時トス天測ノ經緯度、推  
測ノモノト異ナルハ航走中、海潮流ノ歴流ヲ受ルニ因ルモノ

トス故ニ推測ノ經緯度ヲ起程地トシ天測ニテ得タルモノヲ以テ着達地トナシ針路及航程ヲ求ムレバ針路ハ海流ノ方向ニシテ航程ハ其流程ナリ。

## 例 9.

正午ニ天測ニヨリ北緯  $50^{\circ}10'$  西經  $19^{\circ}28'$  ニ在リ推測ニヨレバ北緯  $49^{\circ}47'$  西經  $19^{\circ}59'$  ニ在ルコトヲ知レリ問フ前日ノ正午以來二十四時間ニ船ヲ壓流セシ海流ノ方向、流程及速力各如何。

方位表法ニテ求ムルコト下ノ如シ。

Lat. by D. R., or Lat. from  $49^{\circ}47' \text{ N.}$  ... Long. from  $19^{\circ}59' \text{ W.}$   
 Lat. by Obs., or Lat. in  $50 \ 10 \ \text{N.}$  ... ,, in  $19 \ 28 \ \text{W.}$   
 D. lat. ...  $23 \ \text{N.}$  D. long. ...  $31 \ \text{E.}$

Lat. from  $49^{\circ}47' \text{ N.}$   
 ,, in  $50 \ 10 \ \text{N.}$   
 $\frac{2}{2}99 \ 57$   
 Mid. lat. ...  $49 \ 58 \ 30$

中分緯度  $50^{\circ}$  ヲ針路トシ變經 31 分ヲ航程トナシテ方位表ヲ繰リ變緯ノ行ニ於テ 19.9 ヲ取り以テ東西距トス今東西距 19.9 及變緯 23 ヲ以テ再ビ表ヲ繰レバ針路  $41^{\circ}$  及航程  $30\frac{1}{2}$  ヲ得、故ニ船ハ海流ノタメ壓流セラレタルコト  $\text{N. } 41^{\circ} \text{ E. } 30\frac{1}{2}$  哩ナルヲ知ル。

三角法ニテ求ムルコト下ノ如シ。

Dep. = d. long. cos. mid. lat. =  $31 \times \cos. 49^{\circ}58'30''$

31 ... .. log. 1.491362  
 $49^{\circ}58'30'' \cos.$  9.808293  
 19.93 ... log. 1.299655

Tan. Co. =  $\frac{\text{dep.}}{\text{d. lat.}}$  and Dist. = d. lat. sec. Co.

19.9 log. (+10) ... 11.298853    23 ... log. 1.361728  
 23.0 ... .. log. 1.361728     $40^{\circ}52'1'' \text{ sec.}$  0.121348  
 $40^{\circ}52'1''$  ... tan. 9.937125    30.41 ... log. 1.483076  
 $\frac{1}{+1''=4}$   $\frac{16}{60}$

And rate =  $\frac{30.4}{24} = 1.3$

答

流向  $\text{N. } 41^{\circ} \text{ E.}$ ; 流程 30.5; 速力 1.3

## 第 拾 五 編

### 航 路 日 誌 算 法

#### The Day's Work.

79. 是レハ航海中、航路日誌ニ記載シタル各要項ニ據リテ算ヲ立テ以テ一般ニ毎日ノ正午ニ又ハ必要ニ隨ヒ臨時ニ船位ノ推測經緯度ヲ求ムル爲メ各種ノ航法ヲ折衷合括シタル算法ナリ。

日誌ノ要項トハ前日ノ正午ニ於ケル實測經緯度又ハ港灣ヨリ始メテ拔錨スルトキハ其錨場ノ經緯度若クハ便宜、船位ノ近傍ノ岬角或ハ燈臺ノ經緯度、爾後航走シタル各羅針路及其間ノ航程、風壓差、偏差及自差、海流ノ方向及流程等ヲ云フ。日誌ニ一日ト稱スルハ常用日ナルヲ以テ夜半ヨリ夜半マデノ間ナリ然ルニ此算法ハ主トシテ毎日正午ノ經緯度ヲ求ムルトキ用フ故ニ此算法上ノ一日ヲ前日ノ正午ヨリ本日ノ正午迄ノ間トナスヲ便利トス。

80. 海流ハ普通、信憑スベキ海流圖 Official Current Chartsヨリ取ルヲ普通トス沿岸、航行中ハ海流ノ外ニ往々進潮或ハ退潮ノ歷流ニ遇フコトアリ之モ一種ノ海流ト見テ算ヲナスベシ此ノ如ク一旦海潮流ヲ見積リテ算ヲナシタルトキハ得タル推測經緯度ハ同時ノ天測經緯度ト合一スベキモノトス若シ

違差ヲ生ズルモ他ニ原因アルガ爲メナレバ海流航法 78 例 9 ノ場合ハ應用スベカラズ。

注意. 汽船ハ針路ヲ操ルニ度 (°) ヲ以テ限度トナシ帆船ハ四分點ヲ以テス。

#### 規 則

1°. 各針路ハ風壓、偏差及各針路ニ適シタル自差ヲ以テ順次ニ改正シテ眞針路トナシ且同一針路中ニ航走シタル毎時ノ漕程ハ合ハセテトナスベシ。

注意. 風壓差ヲ示スニハ點ヲ以テス故ニ針路ヲ度ニテ表ハス前ニ風壓差ヲ加減スルヲ便利トス。

a. 帆船ニテ漂蕩シタル場合ニハ其一杯ニ風上ヘ溯リタル時ト、下リ詰メタル時トノ船首ノ向キヲ平均シ之ヲ以テ當時ノ羅針路トナシ而シテ兩時ニ於ケル船首ノ向キニ適シタル自差ヲ平均シ此平均自差ヲ以テ當時ノ羅針路ヲ改正シ然ル後チ偏差及風壓差ヲ加減シ以テ眞針路ヲ求ムベシ。

經緯度、確知ノ物標ノ距離方位 Departure ヲ測リタルトキハ之ヲ反對ノ方位ニ直シ之ニ偏差及最初方位ヲ測リシトキノ船首ノ向キニ適シタル自差ヲ加減シ之ヲ以テ起程針路 Departure Course トナシ又同時ノ距離ヲ測リテ之ヲ航程トナシ恰モ物標ノ位置ヨリ發程シタルモノトシテ算ヲ立ツルナリ此起程針路ハ必ず第一ノ針路トシテ總テノ針路ノ初メニ記入スベシ。

例ハ船位ヨリ劍岬燈臺ヲ眞北ニ見タルトキ距離測定儀 Range Finder ニテ其距離 5 哩ナルコトヲ知リタリトセバ今假リニ該燈臺ヨリ發程シテ元ト其距離方位ヲ確測シタル所ノ船位ニ到ラントスルニハ該燈臺ノ方位ト正反對ノ針路即チ眞南ニ向フテ 5 哩、航走セザルベカラズ故ニ一日ノ終ハリニ於テ此算法ニテ得タル結果ハ經緯度、確知ノ陸上物標ニ關係シタル船位ノ變更ヲ示スモノニシテ推考ノ位置ニ關係ヲ存スルモノニアラズ。

海流針路 Current Course 即チ海流ノ方向ハ常ニ磁針ニ依ルガ故ニ單ニ偏差ノミ加減シテ眞針路トナシ且ツ海流ノ速力ニ時間ヲ乘ジテ全流程トナスベシ、海流針路ハ諸針路ノ最終ニ置クヲ普通トス。

2.° 上ノ諸針路及航程ヲ以テ聯針路航法ニ依リ變緯及東西距、直行針路及航程ヲ求メ然ル後チ着達緯度、起程及着達兩地ノ漸長緯度並ニ中分緯度ヲ算スベシ。

距離方位ヲ測リタルトキハ變緯ヲ陸上ノ物標緯度ニ加減シ其他ノ場合ニ於テハ前日ノ正午ノ緯度ニ加減スベシ。

變經ヲ求ムルニ當リ直行針路五點即チ五十六度ヲ超エザレバ中分緯度及漸長緯度兩航法ノ内、何レヲ用フルモ妨ゲナシト雖ドモ若シ針路五點以上ナラバ中分緯度航法ノミヲ用フベシ而シテ船若シ正東或ハ正西ノ直行針路ヲ取リタルトキハ東西針路航法ニテ變經ヲ求ムベシ但何レノ航法ニ依ルモ總テ方位

表ノミ使用スルヲ便トス。

3.° 中分緯度航法ニヨリ方位表ニテ變經ヲ求ムルニハ中分緯度ヲ眞針路トナシテ方位表ヲ開キ變緯ノ行ニ於テ東西距ニ合ヒタル數ヲ求メ之ニ對スル航程ノ行ヨリ取リタル數ハ即チ變經ナリ又算式ニテ變經ヲ求メントスルトキニハ中分緯度ノ正割對數及東西距ノ對數ヲ加ヘ其和ノ指數ヨリ 10 ヲ減ジ以テ變經ノ對數トス。

4.° 東西針路航法ニ基キ方位表ニテ變經ヲ求ムルニハ緯度ヲ針路トシ變緯ノ行ニテ東西距ヲ求メ之ニ對スル航程ヲ取リ以テ變經トス又之ヲ算セントスルトキハ東西距ノ對數及緯度ノ正割對數ヲ加ヘ其和ノ指數ヨリ 10 ヲ減ジ以テ變經ノ對數トス。

5.° 漸長緯度航法ニヨリ變經ヲ求ムルニハ直行眞針路及漸長變緯ヲ以テ方位表ヲ開キ此兩項ニ合ヒタル東西距ヲ取り之ヲ變經トス又之ヲ算スルニハ漸長變緯ノ對數及直行眞針路ノ正切對數ヲ相加ヘ其和ノ指數ヨリ 10 ヲ減ジ以テ變經ノ對數トス。

6.° 着達經度ヲ求ムルニハ第百三十四頁ノ 42 ニヨルベシ。距離方位ヲ測リタルトキハ陸上物標ノ經度ヲ以テ起程經度トナシ否ラザレバ前日ノ正午ニ於ケル經度ヲ以テスベシ。

#### 例 1.

明治四十二年十月三日正午ニ船位ノ經緯度ヲ確知シ居ラザルヲ以テ南緯 37°40' 東經 178°36' ニ在ル某岬ノ方位ヲ羅針儀

ニテ N.E.  $\frac{3}{4}$  E. ニ測リ同時ニ距離測定儀 Range Finder ニテ  
其距離 30 哩アルヲ知レリ此時船首ハ N.E./E.  $\frac{3}{4}$  E. ニ向ヒ自  
差ハ日誌ニ記載シタル如ク偏西 33° ナリ之ヨリ一晝夜間下ノ  
日誌ノ如ク航シテ四日ノ正午ニ至ル以テ問フ其時本船所在ノ  
經緯度並ニ直行眞針路及航程如何。

注意 針路ノ點ヲ度分ニ直ストキハ五捨六入シテ三十六秒  
以上ハ一分ニ切上ゲ決算ノ後チハ又三十六分以上ヲ一度ニ切  
上ゲテ眞針路ハ常ニ度ニ止ムベシ、分位ヲ存シ置クノ必要ハ  
ナシ。

時刻	羅針路	十 分	風 向	風 壓 差 點	自 差 度	記 事
1	N.E./E. $\frac{3}{4}$ E.	12	W.N.W.	0	33W.	南至海偏 ニル流差 十二ハ兩 七十距日 哩四離ト 壓時方モ 流間位十 セニヲ四 リ於測度 テ定東 本シナ 船タル 磁時 針ヨリ 方翌 位四 南日 西ノ 四分 正午 ニ
2		12				
3		12				
4		12				
5	S.E./E. $\frac{3}{4}$ E.	7	N.E. $\frac{1}{2}$ E.	$\frac{1}{2}$	22W.	
6		7				
7		7				
8		8				
9	N.E. $\frac{1}{4}$ N.	8	E./S. $\frac{3}{4}$ S.	$\frac{1}{4}$	31W.	
10		8				
11		8				
正子		8				
1	E. $\frac{1}{4}$ S.	9	N.E./N. $\frac{3}{4}$ N.	$\frac{1}{4}$	31W.	
2		9				
3		8				
4		8				
5	S.E./E. $\frac{1}{2}$ E.	6	N.E. $\frac{1}{2}$ E.	$\frac{3}{4}$	17W.	
6		6				
7		5				
8		5				
9	N./W. $\frac{1}{4}$ W.	10	N.E. $\frac{3}{4}$ E.	$\frac{1}{4}$	18W.	
10		10				
11		10				
正午		9				

Dep. Co.		Ist. Co.
(N.E. $\frac{3}{4}$ E. reversed)		
Comp. Co. S.W. $\frac{3}{4}$ W. ... 4° 3' R.S.	N.E./E. $\frac{3}{4}$ E. ... 5° 3' R.N.	
L.W. ... 0 0	... 0 0	
	4 3 R.S.	5 3 R.N.
Or	53° 26' R.S.	64° 41' R.N.
Dev. ... 33 0 L.	... 33 0 L.	
Mag. Co. ... 20 26 R.S.	... 31 41 R.N.	
Var. ... 14 0 R.	... 14 0 R.	
T. Co. ... 34 26 R.S.	... 45 41 R.N.	
Or	S. 34° W.	N. 46° E.

2nd. Co.		3rd. Co.
Comp. Co. S.E./E. $\frac{3}{4}$ E. ... 5° 3' L.S.	N.E. $\frac{1}{4}$ N. ... 3° 3' R.N.	
L.W. ... 0 2 R.	... 0 1 L.	
	5 1 L.S.	3 2 R.N.
Or	59° 4' L.S.	39° 22' R.N.
Dev. ... 22 0 L.	... 31 0 L.	
Mag. Co. ... 81 4 L.S.	... 8 22 R.N.	
Var. ... 14 0 R.	... 14 0 R.	
T. Co. ... 67 4 L.S.	... 22 22 R.N.	
Or	S. 67° E.	N. 22° E.

4th. Co.		5th. Co.
Comp. Co. E. $\frac{1}{4}$ S. ... 7 3 L.S.	S.E./E. $\frac{1}{2}$ E. ... 5 2 L.S.	
L.W. ... 0 1 R.	... 0 3 R.	
	7 2 L.S.	4 3 L.S.
Or	84° 22' L.S.	53° 26' L.S.
Dev. ... 31 0 L.	... 17 0 L.	
	115 22 L.S.	
	180	
Mag. Co. ... 64 38 R.N.	... 70 26 L.S.	
Var. ... 14 0 R.	... 14 0 R.	
T. Co. ... 78 38 R.N.	... 56 26 L.S.	
Or	N. 79° E.	S. 56° E.

6th. Co. Current Co.  
 Comp. Co. **N. 1/4 W.** 1 1 **L.N.**  
**L.W.** ... 0 1 **L.**  
           1 2 **L.N.**  
 Or 16°52' **L.N.**  
 Dev. ... 18 0 **L.**  
 Mag. Co. ... 34 52 **L.N.** **S.W. 3/4 S.** 36°34' **R.S.**  
 Var. ... 14 0 **R.** ... 14 0 **R.**  
 T. Co. ... 20 52 **L.N.** ... 50 34 **R.S.**  
 Or **N. 21° W.** ... **S. 50° W.**

No.	T. Co.	Dist.	D.lat.		Dep.	
			N.	S.	E.	W.
D	<b>S. 34° W.</b>	30	—	24.9	—	16.8
1	<b>N. 46° E.</b>	50	34.7	—	36.0	—
2	<b>S. 67° E.</b>	29	—	11.3	26.7	—
3	<b>N. 22° E.</b>	32	29.7	—	12.0	—
4	<b>N. 79° E.</b>	36	6.9	—	35.3	—
5	<b>S. 56° E.</b>	22	—	12.3	18.2	—
6	<b>N. 21° W.</b>	39	36.4	—	—	14.0
C	<b>S. 50° W.</b>	17	—	10.9	—	13.2
	<b>N. 60° E.</b>	97	107.7	59.4	128.2	—
			59.4		44.0	44.0
			<u>48.3</u>		<u>84.2</u>	

Lat. from ... 37°40.0' **S.** Long. from ... 178°36.0' **E.**  
 D.lat. ... 48.3 **N.** D. long. 105.5 ... 1 45.5 **E.**  
 Lat. in ... 36 51.7 **S.** ... 180 21.5 **E.**  
 Lat. from ... 37 40.0 ... 360  
           2)74 31.7 Long. in ... 179 38.5 **W.**  
 Mid. lat. ... 37 15.8

變緯 48.3 ト東西距 84.2 トヲ以テ Table XLIX P.674 ヲ開キ  
 此二項ニ合ヒタル直行眞針路 **N. 60° E.** 及ビ直行航程 97 哩ヲ

取り又々中分緯度 37° ヲ針路トシ東西距 84.2 ヲ變緯トシテ  
 同表 688 頁ヲ開キ之レニ對スル航程ノ行ニ於テ 105.5 **E.** ヲ得  
 ベシ是レ即チ變經ナリ。

答

T. Co. and dist. made good, **N. 60° E.** 97 哩;

Lat. in 36° 51' 42" **S.**; Long. in 179° 37' 30" **W.**

例 2.

明治四十二年九月七日正午ニ南緯 55°59' 西經 67°16' ニ在ル  
 Cape Horn ヲ羅針儀ニテ **E.S.E.** (船首ノ向キハ **N.W./W.**) ニ  
 視測シ距離測定儀ニテ其距離 17 哩ナルコトヲ知レリ夫レヨ  
 リ翌八日正午マデハ下ノ日誌ノ如ク航走セリ八日正午ノ經緯  
 度ヲ求ム又同日正午天測ニヨリ南緯 57°48' 西經 69°51' ニ在  
 ルヲ知レリ問フ海流ノ方向、流程及速力如何。



時刻	羅針路	湮分	風向	風壓差	自差	記事
1	N.W./W.	5 3	N./E.	8	5 15 W.	偏差兩日トモ二十三度ナリ
2		5 5				
3		5 7				
4		6 0				
5		5 8				
6	N.	5 4	N.E./E.	12	4 15 E.	
7		5 0				
8		4 7				
9		4 5				
10		4 7				
11	N.W./N.	4 7	N.E.	3	1 15 W.	
正子		5 0				
1		5 5				
2		5 9				
3		6 3				
4	W.	6 3	E./N.	0	8 0 W.	
5		6 3				
6		6 7				
7		6 7				
8	N.N.E.	6 9	E.	10	12 0 E.	
9		7 0				
10		7 0				
11		7 5				
正午		7 0				

Dep. Co. (E.S.E. reversed) 1st. Co.

Comp. Co. W.N.W....67°30' L.N.... N.W./W. ...56°15' L.N.  
 L.W. ... 8 0 L.  
 67 30 L.N.... ... 64 15 L.N.  
 Dev. ... 5 15 L. ... 5 15 L.  
 72 45 L.N.... ... 69 30 L.N.  
 Var. ... 23 0 R. ... 23 0 R.  
 T. Co.... 49 45 L.N.... ... 46 30 L.N.  
 Or N.50°W. ... N.46°W.

2nd. Co. 3rd. Co.

Comp. Co. N. ... 0° 0' L.N.... N.W./N. ... 33°45' L.N.  
 L.W. ... 12 0 L. ... 3 0 L.  
 12 0 L.N.... ... 36 45 L.N.  
 Dev.... 4 15 R. ... 1 15 L.  
 Mag. Co.... 7 45 L.N.... ... 38 0 L.N.  
 Var.... 23 0 R. ... 23 0 R.  
 T. Co. ... 15 15 R.N.... ... 15 0 L.N.  
 Or N.15°E. N.15°W.

4th. Co. 5th. Co.

Comp. Co. W. ... 90° 0' L.N.... N.N.E. ... 22°30' R.N.  
 L.W. ... 0 0 ... 10 0 L.  
 90 0 L.N.... ... 12 30 R.N.  
 Dev.... 8 0 L. ... 12 0 R.N.  
 Mag. Co.... 98 0 L.N.... ... 24 30 R.N.  
 Var. ... 23 0 R. ... 23 0 R.  
 T. Co. ... 75 0 L.N.... ... 47 30 R.N.  
 Or N.75°W. N.47°E.

No.	T. Co.	Dist.	D, lat.		Dep.	
			N.	S.	E.	W.
D.	<u>N.50°W.</u>	17.0	10.9	—	—	13.0
1	<u>N.46 W.</u>	28.3	19.7	—	—	20.4
2	<u>N.15 E.</u>	24.3	23.5	—	6.3	—
3	<u>N.15 W.</u>	27.4	26.5	—	—	7.1
4	<u>N.75 W.</u>	26.0	6.7	—	—	25.1
5	<u>N.47 E.</u>	35.4	24.1	—	25.9	—
			111.4		32.2	65.6
	<u>N.17°W.</u>	<u>116.0</u>				<u>32.2</u>
			<u>111.4</u>			<u>33.4</u>

Lat. from $55^{\circ}59.0' S.$	Lat. from $55^{\circ}59' S.$
D. lat. $1.51.4N.$	„ in $54.8S.$
Lat. in $54.7.6S.$	2) $110.7$
	Mid. lat. $55.3\frac{1}{2}$
Long. from $67^{\circ}16' W.$	
D. long. $0.58 W.$	
Long. in $68.14 W.$	

流向及流程ヲ求ム。

Lat. from by D.R. $54^{\circ}7.6' S.$	Lat. from $54^{\circ}8' S.$
Lat. in by Obs. $57.48.0 S.$	Lat. in $57.48 S.$
$3.40.4 S.$	2) $111.56$
$60$	Mid. lat. $55^{\circ}58'$
<u><math>220.4 S.</math></u>	
Long. from (D.R.) $68^{\circ}14' W.$	
Long. in (Obs.) $69.51 W.$	
$1.37$	
$60$	
<u><math>97 W.</math></u>	

中分緯度  $56^{\circ}$  ヲ針路トナシ變經  $97'$  ヲ航程トシテ Table XLIX P. 682 變緯ノ行ニ於テ  $54.2$  ヲ取り之ヲ東西距トス次ニ眞變緯  $220.4$  ト東西距  $54.2$  トヲ以テ同表 642 頁ヲ檢スルニ  $220.4$  及  $54.2$  ニ最モ近似ノ數ハ  $220.3$  及  $54.9$  ナリ故ニ針路角ハ  $14^{\circ}$  ニシテ航程ハ  $227$  浬ナリ今此針路角ヲ流向トシ航程ヲ流程トナスベシ、 $24$  時ニテ流程  $227$  ヲ除スレバ海流ノ速力  $9.5$  浬ヲ得即チ海流向ハ  $S.14^{\circ}W.$  ニシテ流程  $227$  浬ナリ。又タ一時間ノ海流ノ速力ハ  $9.5$  浬ナリ

例 3.

明治四十二年一月五日正午ニ北緯  $46^{\circ}40'24''$  西經  $52^{\circ}51'$  ノ地ヨリ下ノ日誌ノ如ク航シテ六日ノ正午ニ至ルト云フ問フ六日正午ノ經緯度ハ如何又同六日正午天測ノ結果ハ北緯  $44^{\circ}57'$  西經  $51^{\circ}7'$  ニ在ルコトヲ知リタリ海流向及流程如何。

時刻	羅針路	十 分	偏 差	自 差	記 事
1	S.E./E. $\frac{3}{4}$ E.	8	30°W.	3°40' E.	
2		8			
3		8			
4	S.E. $\frac{1}{2}$ E.	7	"	1 50 E.	
5		6			
6		6			
7	S.E. $\frac{3}{4}$ S.	6	"	0 20 E.	
8		6			
9		6			
10		8			
11		8			
正午		8			
1	S./W. $\frac{1}{4}$ W.	6	"	4 20 W.	
2		6			
3		6			
4	N.E./E. $\frac{1}{4}$ E.	6	"	10 40 E.	
5		8			
6		9			
7	S.W. $\frac{1}{4}$ S.	7	"	6 33 W.	
8		7			
9		7			
10		8			
11		8			
正午		8			

1st Co.	2nd. Co.
Comp. Co. <b>S.E. <math>\frac{3}{4}</math> E</b> ... 64°41' <b>L.S.</b> .. <b>S.E. <math>\frac{1}{2}</math> E</b> 50°37' <b>L.S.</b>	
Dev.... .. 3 40 <b>R.</b> ... .. 1 50 <b>R.</b>	
Mag. Co... 61 1 <b>L.S.</b> ... .. 48 47 <b>L.S.</b>	
Var.... .. 30 0 <b>L.</b> ... .. 30 0 <b>L.</b>	
<b>T. Co.</b> ... 91 1 <b>L.S.</b> ... .. 78 47 <b>L.S.</b>	
	180
	88 59 <b>R.N.</b>
Or	<b>N. 89° E.</b> ... .. <b>S. 79° E.</b>
3rd. Co.	4th. Co.
Comp. Co. <b>S.E. <math>\frac{3}{4}</math> S</b> ... .. 36°34' <b>L.S.</b> ... <b>S./W. <math>\frac{1}{4}</math> W</b> 14° 4' <b>R.S.</b>	
Dev.... .. 0 20 <b>R.</b> ... .. 4 20 <b>L.</b>	
Mag. Co... 36 14 <b>L.S.</b> ... .. 9 44 <b>R.S.</b>	
Var.... .. 30 0 <b>L.</b> ... .. 30 0 <b>L.</b>	
<b>T. Co.</b> ... 66 14 <b>L.S.</b> ... .. 20 16 <b>L.S.</b>	
Or	<b>S. 66° E.</b> ... .. <b>S. 20° E.</b>
5th. Co.	6th. Co.
Comp. Co. <b>N.E./E. <math>\frac{1}{4}</math> E</b> ... 59° 4' <b>R.N.</b> ... <b>S.W. <math>\frac{1}{4}</math> S</b> 42°11' <b>R.S.</b>	
Dev.... .. 10 40 <b>R.</b> ... .. 6 33 <b>L.</b>	
Mag. Co... 69 44 <b>R.N.</b> ... .. 35 38 <b>R.S.</b>	
Var.... .. 30 0 <b>L.</b> ... .. 30 0 <b>L.</b>	
<b>T. Co.</b> ... 39 44 <b>R.N.</b> ... .. 5 38 <b>R.S.</b>	
Or	<b>N. 40° E.</b> ... .. <b>S. 6° W.</b>

Nos.	T. Co.	Dist.	D. lat.		Dep.	
			N.	S.	E.	W.
1	<b>N. 89° E.</b>	32.2	0.6	—	32.2	—
2	<b>S. 79 E.</b>	25.6	—	4.9	25.1	—
3	<b>S. 66 E.</b>	33.8	—	13.7	30.9	—
4	<b>S. 20 E.</b>	25.7	—	24.1	8.8	—
5	<b>N. 40 E.</b>	31.8	24.4	—	20.4	—
6	<b>S. 6 W.</b>	34.8	—	34.6	—	3.6
			25.0	77.3	117.4	3.6
	<b>S. 25 E.</b>	125		25.0	3.6	
				52.3	113.8	

Lat. from ... .. 46°40'24" <b>N.</b> ... .. 46°40'24" <b>N.</b>	
D. lat. ... .. 52 18 <b>S.</b> Lat. in. 45 48 6 <b>N.</b>	
Lat. in ... .. 45 48 6 <b>N.</b> ... .. 2)92 28 30	
	Mid. lat. 46 14 15
Long. from ... 52°51' 0" <b>W.</b>	
D. long. 164' ... 2 44 0 <b>E.</b>	
Long. in ... 50 7 0 <b>W.</b>	

中分緯度 46° ヲ針路トシ東西距 113.8 ヲ變緯トシテ方位表  
702 頁ヲ開キ航程ノ行ニ於テ 164 ヲ取り以テ之ヲ變經トス。  
流向及流程ヲ求ム。

Lat. from ( <b>D.R.</b> ) 45°48'1" <b>N.</b> Lat. from 45°48' <b>N.</b>	
„ in (Obs.) 44 57.0 <b>N.</b> „ in 44 57 <b>N.</b>	
<b>T. Diff. lat.</b> ... 51.1 <b>S.</b> ... 2)90 45	
	Mid. lat. 45 22
Long. from ( <b>D. R.</b> ) 50° 7' <b>W.</b>	
„ in (Obs.) 51 7 <b>W.</b>	
	1 0 <b>W.</b>
	60
	Diff. long. 60' <b>W.</b>

中分緯度 45° ヲ針路トシ變經 60' ヲ航程トシテ方位表 704 頁  
ヲ開キ變緯ノ行ヨリ 42.4 ヲ取り之ヲ東西距トナシ又眞變緯  
51.1 及東西距 42.4 ヲ以テ同表 694 頁ニ於テ針路 40° 及航程  
66.5 ヲ取り以テ流向及流程トナス即チ  
Set. **S. 40° W.**; Drift 66½' ナリ

例 4.

明治四十二年十一月二十七日正午ニ北緯 28°25' 西經 178°28'

ニ在ル Sand Island ノ羅針方位  $S. \frac{1}{2} E.$  距離 23 哩 ナリ 此時船首  
ノ向キハ  $N. W. / W. \frac{3}{4} W.$  ニシテ本船ハ翌二十八日ノ正午マデ  
下ノ日誌ノ如ク航セリ 二十八日正午ノ經緯度ヲ求ム。

時刻	羅針路	十 分	風 向	風 壓 差 (點)	自 差	記事
1	$N. W. / W. \frac{3}{4} W.$	5 6	$S. W.$	$1 \frac{1}{4}$	$19^{\circ} 50' W.$	磁本偏 針船差 方ハ一 位未點 西ノ四 北二分 西十二 ニ一東 每時間 三海流 四ノタ 分ノメ 一ニ歷 ナリ流 セラル ルコト
2		6 0				
3		6 0				
4		6 7				
5	$W. \frac{1}{2} S.$	6 0	$S. / W.$	$1 \frac{1}{4}$	$17^{\circ} 0' W.$	
6		8 5				
7		9 0				
8		8 7				
9	$N. W. / N.$	8 0	$W. S. W.$	$1 \frac{3}{4}$	$8^{\circ} 30' W.$	
10		9 0				
11		9 2				
正子		1 0	Variable			
1	Hove to Head	1 0	between		Allow	
2	up $W. N. W.$	1 0	$N.$	3	$16^{\circ} 20' W.$	
3	Head off $S. W.$	1 0	and			
4		1 0	$W. N. W.$			
5	$S. W. \frac{1}{2} W.$	7 0	$N. W. / W.$	$1 \frac{1}{4}$	$8^{\circ} 20' W.$	
6		5 6				
7		7 0				
8		6 2				
9	$N. W. \frac{1}{4} W.$	5 0	$W. S. W.$	2	$8^{\circ} 40' W.$	
10		7 5				
11		7 0				
正午		6 8				

此例題ニ於テ本船ハ正子ヨリ午前四時マデ臨蹕シタルニヨリ  
 $W. N. W.$  ト  $S. W.$  トノ中間ノ點  $W. / S.$  ヲ取り以テ之ヲ他ノ針  
路ノ如ク改正シテ眞針路トナスヲ異ナリトス。

Dep. Co.	1st. Co.
$S. \frac{1}{2} E.$ reversed.	
Comp. Co. $N. \frac{1}{2} W. . 0^{\circ} 2'$ L.N. ...	$N. W. / W. \frac{3}{4} W. ... 64^{\circ} 41' L.N.$
L.W. ... 0 0 ...	... 14 4 R.
0 2 L.N.	50 37 L.N.
Or $5^{\circ} 37' L.N.$	
Dev. ... 19 50 L.	... 19 50 L.
Mag. Co. 25 27 L.N.	70 27 L.N.
Var. ... 14 4 R.	... 14 4 R.
T. Co. ... 11 23 L.N.	... 56 23 L.N.
Or $N. 11^{\circ} W.$	... $N. 56^{\circ} W.$
2nd. Co.	3rd. Co.
Comp. Co. $W. \frac{1}{2} S. 84^{\circ} 22' R.S.$ ...	$N. W. / N. ... 33^{\circ} 45' L.N.$
L.W. ... 14 4 R.	... 19 41 R.
98 26 R.S.	... 14 4 L.N.
Dev. ... 17 0 L.	... 8 30 L.
Mag. Co. 81 26 R.S.	... 22 34 L.N.
Var. ... 14 4 R.	... 14 4 R.
T. Co. ... 95 31 R.S.	... 8 30 L.N.
180	
84 29 L.N.	
Or $N. 84^{\circ} W.$	... $N. 8^{\circ} W.$
4th. Co.	5th. Co.
{此針路トシテハ $W. N. W.$ ト $S. W.$ ト}	
{ノ中間ノ點即チ $W. / S.$ ヲ探ルベシ}	
Comp. Co. $W. / S. 78^{\circ} 45' R.S.$ ...	$S. W. \frac{1}{2} W. ... 50^{\circ} 37' R.N.$
L.W. ... 33 45 L.	... 14 4 L.
... 45 0 R.S.	... 36 33 R.S.
Comp. Error. ... 2 16 L.	... 5 44 R.
T. Co. ... 42 44 R.S.	... 42 17 R.S.
Or $S. 43^{\circ} W.$	... $S. 42^{\circ} W.$
6th. Co.	Current. Co.
Comp. Co. $N. W. \frac{1}{4} W. ... 47^{\circ} 49' L.N.$	$W. N. W. ... 67^{\circ} 30' L.N.$
L.W. ... 22 30 R.	
25 19 L.N.	

Dev. ... 8 40 L.  
 Mag. Co. 33 59 L.N. ... 67 30 L.N.  
 Var. ... 14 4 R. ... 14 4 R.  
 T. Co. ... 19 55 L.N. ... 53 26 L.N.  
 Or N. 20° W. ... N. 53° W.

No.	T. Co.	Dist.	D. lat.		Dep.	
			N.	S.	E.	W.
D.	N. 11° W.	23.0	22.6			4.4
1	N. 56 W.	24.3	13.6			20.1
2	N. 84 W.	32.2	3.4			32.0
3	N. 8 W.	26.2	25.9			3.6
4	S. 43 W.	5.0	—	3.7		3.4
5	S. 42 W.	25.8	—	19.2		17.3
6	N. 20 W.	26.3	24.7			9.0
C.	N. 53 W.	71.5	43.0			57.1
	<u>N. 53° W.</u>	<u>184.0</u>	<u>133.2</u>	<u>22.9</u>		<u>146.9</u>
			<u>22.9</u>			
			<u>110.3</u>			

Lat. left. ... 28° 25' 0" N.

D. Lat. ... 1 50 18 N.

Lat. in ... 30 15 18 N.

Lat. left. 28 25.0 N. ... M.P. 1779.53

Lat. in 30 15.3 N. ... M.P. 1906.07

2) 58 40.3 ... 126.54

Mid. lat. 29 20.1

變經ヲ求ムルニハ直行眞針路 N. 53° W. ヲ以テ方位表 688 頁  
 ヲ開キ漸長變緯 126.5 ヲ眞變緯ニ充テ之ニ合ヒタル東西距  
 167.7 ヲ取り以テ變經トナシ又ハ中分緯度 29° ヲ針路トシ東  
 西距 146.9 ヲ變緯ニ充テ之ニ合ヒタル航程 168.0 ヲ取り以  
 テ變經トナスベシ.

Long. left ... 178° 28' 0" W.

D. long. 167.7 ... 2 47.7 W.

181 15.7 W.

360

Long. in ... 178 44.3 E.

問 題

1. 明治四十二年一月十九日正午ニ南緯 42° 12' 西經 42° 58'  
 ニ在ル某岬ヲ羅針儀ニテ E/N. ½ N. ニ視測シ其距離 Range  
 Finder ニテ 21 哩ナルコトヲ確メタリ此トキ船首ハ S.S.E. ½ E.  
 ニ向ヒ自差ハ日誌ニ記ス通りナリ問フ翌二十日正午ノ直行眞  
 針路及航程并ニ經緯度ハ如何.

H.	C. Co.	Dist.		Winds.	Lee-Way. Pts.	Dev.	Remarks.
		K.	T.				
1	S.S.E. ½ E.	4	2	E.	2	7° E.	偏差 20° W.
2		4	3				
3		5	2				
4		5	2				
5		4	1				
6	N.N.E.	4	1	E.	2 ¼	9 E.	海流ハ距離 方位ヲ測リ シ以來廿日 正午迄船ヲ 壓流セシコ ト磁針方位 W.S.W. へ 26 哩ニ及ベ リ
7		3	8				
8		3	5				
9	S.W. ½ W.	3	2	W.N.W.	1 ¾	7 ½ W.	
10		3	5				
11		3	6				
正子		4	2				
1	N. ¼ E.	4	2	W.N.W.	2 ½	1 W.	
2		4	3				
3		4	4				
4	S.S.W.	4	5	W.	½	2 ½ W.	
5		6	2				
6		6	4				
7	N. / W. ½ W.	6	2	W.	¾	10 W.	
8		6	5				
9		6	2				
10		5	7				
11		5	3				
正午		5	4				

2. 明治四十二年九月八日正午ニ北緯 62°18' 東經 85°17' ノ一陸標ノ羅針方位 N./E.  $\frac{1}{2}$  E. 其距離 16 哩ナリ此トキ船首ハ S./W. ニ向キ自差ハ零ナリ夫ヨリ下ノ日誌ノ如ク航セリ問フ翌九日正午ニ於ケル直行眞針路及航程並ニ經緯度如何.

H.	C. Co.	Dist.		Winds.	Lee-Way. pts.	Dev.	Remarks.
		K.	T.				
1	S./W.	4	1	W./S.	2 $\frac{1}{2}$	0°	偏差 42° E.
2		3	9				
3		4	0				
4		4	0				
5	S.W. $\frac{3}{4}$ W.	3	5	S./E.	3 $\frac{1}{2}$	8W.	海流ハ磁針方位 W.S.W. へ 23 哩本船ヲ壓流セリ.
6		3	4				
7		3	1				
8		3	0				
9	E. $\frac{3}{4}$ S.	5	4	S./E.	1 $\frac{3}{4}$	15E.	
10		5	6				
11		5	4				
正子		5	6				
1	W.N.W.	4	4	N.	3	18 $\frac{1}{2}$ W.	
2		4	4				
3		4	2				
4		5	0				
5	N.W. $\frac{1}{2}$ N.	9	6	S./W.	0	16 $\frac{1}{2}$ W.	
6		10	2				
7		11	4				
8		11	8				
9	E. $\frac{3}{4}$ N.	3	4	N./E.	3 $\frac{1}{4}$	19 $\frac{3}{4}$ E.	
10		3	2				
11		3	0				
正午		2	4				

3. 明治四十二年八月二十日正午ニ北緯 46°40' 西經 53°7' ニ在ル Cape Race ノ羅針方位 W./N. 其距離 11 哩ナルコトヲ確メタリ此トキ船首ハ N.E. ニ向ヒ其自差 17° E. ナリ之レヨリ下ノ日誌ノ如ク航シテ翌二十一日ノ正午ニ至ルト云フ問フ二十一日正午ノ直行眞針路及航程並ニ着達經緯度如何.

H.	C. Co.	Dist.		Winds.	Lee-way.	Dev.	Remarks.
		K.	T.				
1	E.S.E.	8	3	S.	7°	13° E.	偏差ハ30度西ナリ.
2		8	0				
3		8	0				
4		7	9				
5	S.E.	6	0	S.S.W.	8	5 E.	終ノ八時間本船ハ海流ニ壓流セラレルルコト毎時磁針方位 W.S.W. へ 23 哩ナリシト云フ.
6		6	4				
7		6	3				
8		6	9				
9	S.E./S.	8	7	S.W./S.	6	2 $\frac{3}{4}$ E.	
10		8	4				
11		8	0				
正子		8	7				
1	S./W.	6	0	E.	8	8 $\frac{1}{2}$ W.	
2		6	3				
3		6	5				
4		6	9				
5	N.E./E.	8	0	S.E./E.	6	18 E.	
6		9	0				
7		7	0				
8		7	8				
9	S.W.	8	7	S.E./E.	0	9 $\frac{1}{4}$ W.	
10		8	9				
11		8	8				
正午		8	4				

4. 明治四十二年七月二十一日正午ニ北緯19°55'西經179°57'  
ニ在ル一陸點ヲ羅針方位 **N.W.  $\frac{1}{4}$ N.** 距離 14 哩ニ視測セシト  
キ船首ノ方向ハ **N.E.  $\frac{1}{2}$ E.** ニシテ夫レヨリ下ノ日誌ノ如ク航セ  
リ問フ翌二十二日正午ノ直行眞針路及航程竝ニ經緯度如何.

H.	C. Co.	Dist.		Winds.	Lee-way. Pts.	Dev. Pts.	Remarks.
		K.	T.				
1	<b>N.E. <math>\frac{1}{2}</math>E.</b>	5	4	<b>E.S.E.</b>	$1\frac{1}{4}$	24°20'E.	偏差2點東
2		5	9				
3		4	7				
4		4	9				
5		6	1				
6	<b>S. <math>\frac{1}{4}</math>E.</b>	6	3	<b>W.S.W.</b>	$2\frac{3}{4}$	2 50 E.	本船ハ終 日海流ノ爲 メ磁針方位 W.へ毎時 2哩ノ速力 ニテ壓流セ ラレタリ.
7		6	0				
8	<b>W.</b>	5	1	<b>S.S.W.</b>	$1\frac{1}{4}$	14 0 W.	
9		5	0				
10		7	2				
11	<b>N.E.</b>	8	7	<b>E.S.E.</b>	$\frac{1}{2}$	19 40 E.	
正子		7	3				
1	<b>S./E.</b>	5	0	<b>S.W./W.</b>	$1\frac{1}{4}$	3 0 E.	
2		5	7				
3		5	9				
4		6	4				
5		6	0				
6	<b>N./W. <math>\frac{1}{4}</math>W.</b>	5	1	<b>W./N.</b>	$\frac{1}{2}$	5 40 W.	
7		3	9				
8		4	7				
9		5	2				
10		5	9				
11		6	8				
正午		8	4				

5. 明治四十二年一月十九日正午ニ北緯 0°14' 東經 179°24'  
ニ在ル陸點ノ羅針方位 **W.N.W.** 距離 15 哩ナリ此トキ船首ハ  
**S./W.** ニ向キタリ之レヨリ航スルコト下ノ日誌ノ如シ問フ翌  
二十日正午ノ直行眞針路及航程竝ニ經緯度如何.

H.	C. Co.	Dist.		Winds.	Lee-way. Pts.	Dev. Pts.	Remarks.
		K.	T.				
1	<b>S./W.</b>	9	6	<b>S.E./E.</b>	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$ W.	偏差 2 點西
2		9	5				
3	<b>S.</b>	9	7	<b>E.S.E.</b>	$\frac{3}{4}$	0	
4		9	4				
5	<b>S.E./E.</b>	9	3	<b>N.E./E.</b>	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$ E.	
6		8	9				
7		9	6				
8		9	4				
9		9	4				
10		8	7				
11	<b>E./N. <math>\frac{1}{4}</math>N.</b>	8	9	<b>N. <math>\frac{3}{4}</math>E.</b>	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$ E.	海流ハ一晝 夜間本船ヲ 磁針方位 E.S.E.へ66 哩壓流セリ
正子		9	4				
1		8	6				
2		8	3				
3		9	7				
4		8	4				
5		8	2				
6	<b>S.W. <math>\frac{1}{2}</math>W.</b>	8	6	<b>W.N.W.</b>	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$ W.	
7		8	7				
8		8	4				
9		8	2				
10		9	6				
11	<b>S.E. <math>\frac{3}{4}</math>E.</b>	9	2	<b>N.N.E.</b>	0	$\frac{3}{4}$ E.	
正午		9	4				

6. 四十二年五月三日正午ニ北緯 56°26' 西經 2°23' ニ在ル  
 一岬角ノ羅針方位ハ W./N.½N. 其距離 9 哩ナルコトヲ知レ  
 リ此トキ船首ハ S.E.½E. ニ向キ其自差ハ日誌ニ記ス如シ之レ  
 ヨリ下ノ日誌ノ如ク航シタリ問フ翌四日正午ニ於ケル直行眞  
 針路及航程竝ニ所在地ノ經緯度如何.

H.	C. Co.	Dist.		Winds.	Lee-way. Pts.	Dev.	Remarks.
		K.	T.				
1	S.E.½E.	7	9	N.E./E.½E.	¼	17°10'E.	偏差 1½ 點西.
2		8	3				
3		9	7				
4		10	2				
5		1	4				
6	Hove to. Head up N.E./N. Head off E./S.	1	5	Variable between N./W. and N.E./N. E.N.E.	2½	Allow 25 0 E.	
7		1	3				
8		1	5				
9	N.	9	4	½	0	海流ハ終日 本船ヲ磁針 方位 N.E./E. へ 17 哩 壓流 セリ.	
10		8	7				
11 正子	E./N.¼N.	6	4	N.¾E.	¼	25 20 E.	
1		4	4				
2		3	5				
3		5	4				
4		6	7				
5	E./S.	8	9	N.E./N.	½	23 10 E.	
6		10	2				
7		10	9				
8		9	2				
9		10	7				
10		11	6				
11 正午		10	4				
	9	0					

7. 四十二年一月二十五日正午南緯 59°16' 西經 179°42' ニ  
 在ル一岬角ノ羅針方位 S.E.½E. 其距離 13 哩ナリ此トキ船首  
 ハ W./N.¼N. ニ向キ其自差ハ 21°10' 西ナリ之レヨリ翌日ノ  
 正午マデ下ノ日誌ノ如ク航セリ問フ六日正午ノ本船ノ經緯度  
 如何.

H.	C. Co.	Dist.		Winds.	Lee-way. Pts.	Dev.	Remarks.
		K.	T.				
1	W./N.¼N.	8	9	N./W.	2½	21°10'W.	偏差 15°40' 東
2		8	3				
3		8	4				
4		8	4				
5	W.¾N.	9	4	N./W.	2¼	19 5 W.	
6		9	8				
7		8	6				
8	W.¼N.	8	4	N./W.	2¾	18 15 W.	海流ハ一晝 夜間本船ヲ 磁針方位 S.½E. へ 21 哩 壓流セリ
9		9	8				
10		9	7				
11 正子	S.S.W.½W.	9	5	W.½N.	3¼	4 30 W.	
1		8	8				
2		8	2				
3		8	5				
4		8	6				
5	S.S.E.¼E.	3	6	S.W.	¾	27 40 E.	
6		3	2				
7		4	8				
8		5	6				
9		8	6				
10		8	2				
11 正午		8	4				



8. 四十二年四月二日正午南緯 46°20' 西經 176°44' に在ル  
 一陸點ノ羅針方位 E./N.¼N. 其距離十三湮ナルコトヲ知レリ  
 船首ノ方向 S./E.½E. ニシテ其自差十九度三十分東ナリ之レ  
 ヨリ下ノ日誌ノ如ク航シテ翌日ノ正午ニ至ルト云フ三日正午  
 所在地ノ經緯度如何.

H.	C. Co.	Dist.		Winds.	Lee-way. Pts.	Dev.	Remarks.
		K.	T.				
1	S./E.½E.	12	0	E.¾S.	¼	19°30'E.	偏差 15°東.
2		11	6				
3		12	2				
4		12	2				
5	S./W.	9	2	S.E./E.	¾	25 0 E.	
6		9	9				
7		9	6				
8		9	4				
9	S.S.W.¼W.	7	5	W.	1¼	28 0 E.	
10		7	5				海流ハ一晝 夜間ニ 本船ヲ壓 流スルヲ 磁針方位 N.W.¼W. へ36湮ニ 及ベリ.
11		7	6				
正子		7	4				
1	W./S.	11	3	N.W./N.	½	21 0 E.	
2		10	8				
3		10	8				
4		10	6				
5	W.	9	8	N.N.W.	1	20 0 E.	
6		9	6				
7		9	4				
8		9	6				
9	N.N.W.	9	3	W.	¾	15 30 W.	
10		9	4				
11		9	6				
正午		9	5				

9. 四十二年七月三日正午北緯 52°0' 東經 120° に在ル一陸  
 點ノ羅針方位 N./E.¼E. 其距離十六湮ナルコトヲ知レリ此ト  
 キ船首ハ N./E. ニ向キ其自差三度東ナリ之レヨリ航スルコ  
 ト下ノ日誌ノ如シ問フ四日正午ノ經緯度如何.

H.	C. Co.	Dist.		Winds.	Lee-way. Pts.	Dev.	Remarks.
		K.	T.				
1	N./E.	4	2	E./N.	2¼	3° 0'E.	偏差 25°東.
2		3	8				
3		4	5				
4		4	5				
5	N.E.¾E.	4	5	N./W.	3½	17 0 E.	
6		5	5				
7		5	5				
8		4	5				
9	W.¾N.	7	5	N./W.	1¾	17 0 W.	
10		7	5				海流ハ一晝 夜間ニ磁針 E.N.E.ニ 22湮本船 ヲ壓流セリ
11		8	5				
正子		8	5				
1	E.S.E.	4	5	S.	3	13 0 E.	
2		4	5				
3		4	4				
4		4	4				
5	S.E.½S.	4	6	N./E.	0	9 0 E.	
6		4	5				
7		4	8				
8		5	1				
9	W.¾S.	6	6	N.W./N.	3¼	14 0 W.	
10		6	3				
11		6	4				
正午		6	3				

答 下ノ答ニ於テハ上第一行ハ英語ヲ以テ示ス如ク直行眞針  
二行ハ各眞針路及航程ト其所屬ノ各變緯及東西距トヲ示ス但

No.	Courses made Good.	Distances made Good.	D. lat.
1.	S.44°W.	62.5	45.4S.
	S.60°W. 21' 10.5 18.2	S.19°E. 22.7 21.5 7.4	N.14°W. 14.6 14.2 3.5
	S.47°W. 26' 17.7 19.0		
2.	N.81°W.	65.0	10.3N.
	S.56°W. 16' 8.9 13.3	S.28°W. 16.0 14.1 7.5	N.53°W. 13.0 7.8 10.4
	N.70°W. 23' 7.9 21.6		
3.	S.55°E.	130.0	68.5S.
	N.88°E. 11' 0.4 11.0	N.88°E. 32.2 1.1 32.2	S.78°E. 25.6 5.3 25.0
	S.37°W. 22.0 17.6 13.2		
4.	N.41°W.	41.5	31.4N.
	S.13°W. 14' 13.6 3.1	S.88°E. 27.0 0.9 27.0	S. 17.4 17.4
	N.17°E. 31' 29.6 9.1	N.59°W. 66.0 34.0 56.6	
5.	S.61°E.	236.0	112.0S.
	N.73° Pts. E. 15' 0.7 15.0	S. 19.1 19.1	S.11° Pts. E. 28.4 27.5 6.9
	S.6°E. 28.2 10.8 26.0	E. 66.0 66.0	
6.	S.80°E.	134.5	23.1S.
	S.70°E. 9' 3.1 8.5	S.45°E. 36.1 25.5 25.5	S.73°E. 5.7 1.8 5.4
	N.42°E. 17' 12.6 11.4		
7.	S.56°W.	181.0	100.8S.
	N.56°W. 13' 7.3 10.8	S.70°W. 34.0 11.6 31.9	S.70°W. 36.2 12.4 34.0
	N.77°W. 33.5 7.5 32.6	S.10°W. 21.0 20.7 3.6	
8.	N.84°W.	192.0	19.0N.
	N.69°W. 13' 4.7 12.1	S.20°W. 48.0 45.1 16.4	S.60°W. 37.2 18.6 32.2
	N.14°W. 37.8 36.7 9.1	N.36°W. 36.0 29.1 21.2	
9.	S.7°W.	52.5	52.2S.
	S.42°W. 16' 11.9 10.7	N.14°E. 17.0 16.5 4.1	S.45°E. 19.0 13.4 13.4
	S.56°W. 25' 14.0 20.7	S.87°E. 22.0 1.2 22.0	

路及航程、直行變緯及東西距並ニ着達經緯度ヲ表ハシ次ノ第  
其各符ハ針路ニ依テ容易ニ區別スルコトヲ得故ニ之ヲ省ケリ

Dep.	Lat. in.	Long. in.	D. long.
43.1W.	42°57'4S.	43°56'5W.	58.5
S.3°W. 15.3 15.5 0.8	N.10°E. 13.2 13.0 2.3	S.6°E. 25.3 25.2 2.6	N.38°W. 22.6 17.8 13.9
65.5W.	62°28'3N.	82°55'8E.	141.2W.
S.44°E.22.0 15.8 15.3	N.78°W. 18' 3.7 17.6	N.14°W.43.0 41.7 10.4	S. 12.0 12.0
110.5E.	45°31.5N.	50°28'W.	159.0E.
S.67°E. 33.6 13.2 31.1	S 19°E. 25.7 24.3 8.4	N.38°E. 31.8 25.1 19.6	S.6°W. 34.8 34.6 3.6
27.1W.	20°26.4N.	179°34'E.	29°W.
N.59°W. 28.2 14.5 24.2	E. 23.0 23.0	S.9°W. 15.0 14.8 2.3	
207.7E.	1°38.0S.	177°9.6W.	205.4E.
S.47° Pts. E.72.9 43.4 58.5	N.61° Pts. E. 43.2 12.6 41.4	S.11° Pts. W.25.3 24.5 6.1	(漸長變緯 112' ヲ用ヒテ算スベシ).
132.5E	56°2.9N.	1°32'E.	235'E.
N.20°W. 32.1 30.2 11.0	E. 20.0 20.0	S.64°E. 80.9 35.5 72.7	(漸長變緯 41.4 ヲ用フ). 237.0E. (中分緯 度56°ヲ用フ).
150.5W.	60°56.8S	175°17'E.	301.0W.
S.59°W.38.6 19.9 33.1	S.3°W. 34.1 34.0 1.8	S.9°W. 17.2 17.0 2.7	(中分緯度 60°ヲ 用フ).
191.5W.	46°1'S.	178°40'E.	276.0W.
S.54°W. 30.0 17.6 24.3	N.71°W. 43.5 14.2 41.1	N.66°W. 38.4 15.6 35.1	(中分緯度 46°ヲ 用フ). 276.4W. (漸長 緯度航法).
6.1W.	51°7.8N.	119°50.2E.	9.8W.
S.87°W. 31.0 1.6 31.0	S.63°E. 17.0 7.7 15.1	S.5°E. 19.0 18.0 1.7	

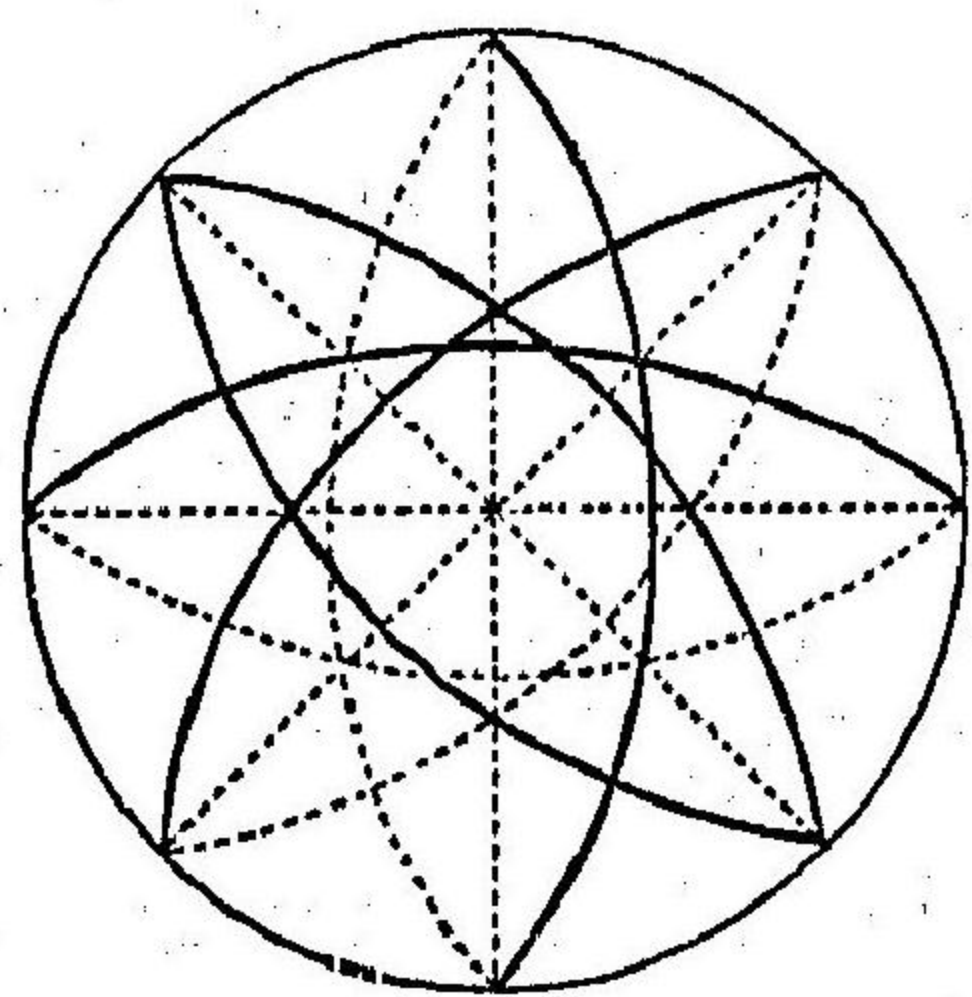
第 拾 六 編

大 圈 航 法

Great Circle Sailing.

- 81. 大圈航法ハ大圈上ノ針路及航程ヲ求ムル法ナリ。
- 82. 大圈ハ球ヲ二等分シ且ツ球面上如何ナル方向ニモ畫クコトヲ得ルモノナリ。
- 83. 赤道ハ一個ノ大圈ナリ而シテ總テノ大圈ハ相互ニ等分スルガ故ニ各大圈ハ二個ノ正反對ノ點ニ於テ赤道ニ相會シ之ヲ折半ス。(第九十三圖)
- 84. 子午線ハ赤道ニ正交シ其他ノ大圈ハ皆ナ多少赤道ニ斜交ス而シテ赤道ノ北ト南トヘ延達スルコト各百八十度ナリ。

第 九 十 三 圖



二地ヲ接スル大圈ヲ簡易ニ表ハズニハ地球儀上ニテ成ルベク遠隔ノ二地ヲ貫キテ絲ヲ緊ク張ルベシ例ハ北緯五十度ノ距等圈上約百八十度ヲ隔ツル二地ノ間ニ張リタル絲ハ即チ兩地間ノ大圈ノ弧ナリ而シテ大圈ヲ表ハス此絲ト緯度五十度ノ距等圈ナル小圈ノ弧ト相對照セバ二者ノ區別甚ダ明ナリ。

85. 瑪氏ノ海圖ニ於テハ其子午線互ニ相ヒ平行スルヲ以テ船ノ航跡ハ總テノ子午線ト常ニ同一ノ角度ニ交ル然ルニ地球ノ子午線ハ悉ク其兩極ニ聚ルヲ以テ一大圈ガ各子午線ニ交ル角度ハ皆相異ナレリ故ニ大圈上ヲ航スル船舶ハ絶エズ其針路ヲ變更セザル可ラズ從フテ航程ノ線上即チ瑪氏ノ海圖上ニテハ一地ヨリ他ノ地ニ到ル針路ハ北東及南西等ノ如ク相互正反對ノ方向ニ在ルモ大圈上ニ於テハ赤道或ハ子午線上ニ在ル時ノ外ニ地ノ起程大圈針路ハ各自正反對ナラザルノミナラズ甚ダ相ヒ異ナレリ。

86. 瑪氏ノ海圖上ニテハ二地ヲ貫キテ航程ノ線ヲ引クトキハ直線トナルモ大圈ノ弧ハ曲線トナルベシ故ニ航程ノ線上ヲ航スルハ大圈上ヲ航スルヨリモ一見捷路ナルガ如シ然レドモ航程ノ線上ヲ行クハ其針路正北或ハ正南ナルカ若クハ赤道上ニテ正東或ハ正西ノ針路ヲ取ル時ノ外ハ實際迂路ニシテ大圈ノ弧ハ捷路ナリ今之ヲ實驗センニ海圖上ノ二地ヲ貫ク航程ノ線ヲ適宜ニ等分シ各等分點ノ位置ヲ地球儀ニ移記シ而シテ各位置ノ點ヲ貫キテ度リタル兩地間ノ距離ヲ表ハス絲ノ長サト

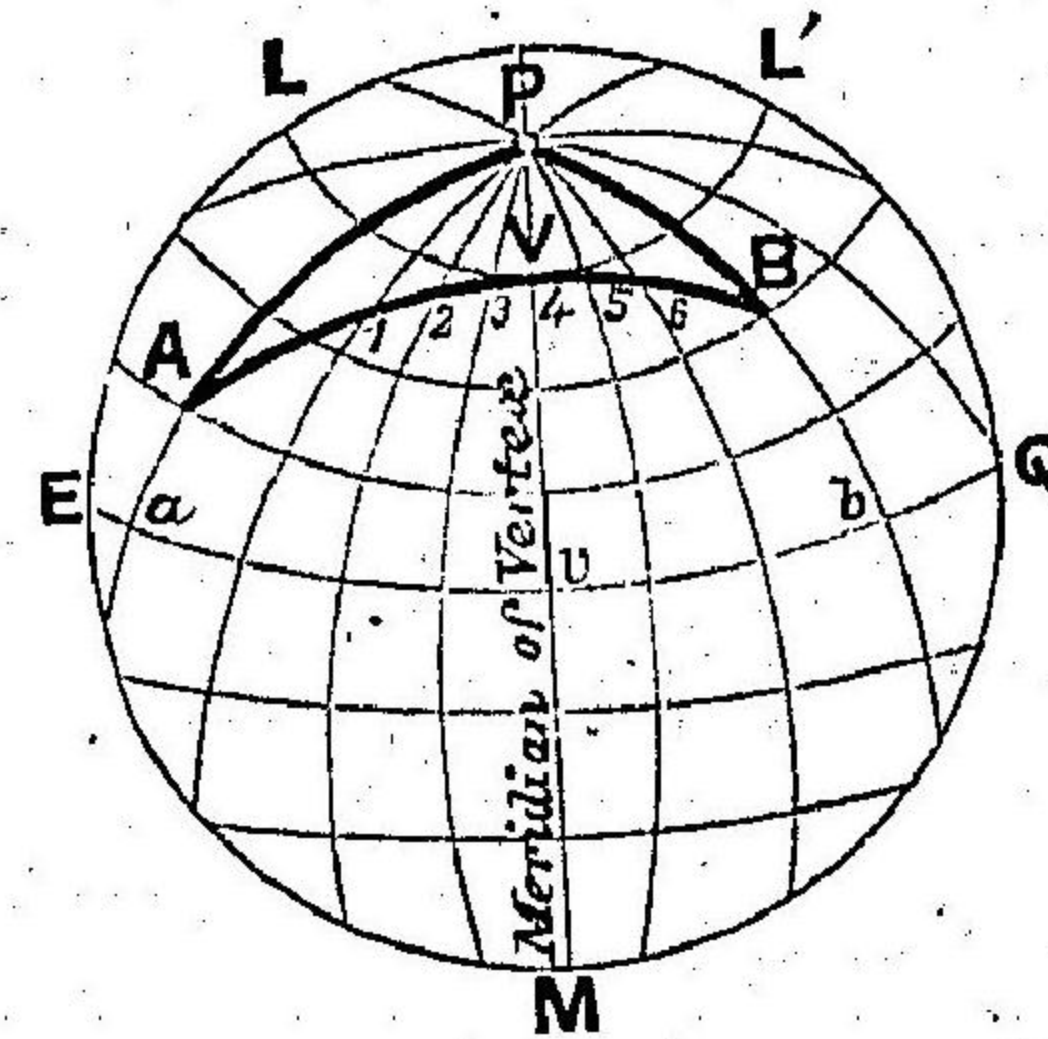
兩地ヲ貫キテ張リタル大圈ノ弧ヲ表ハス他ノ絲ノ長サトヲ相  
較スレバ大圈ノ弧ヲ表ハス絲ハ常ニ短シ之ニ由テ之ヲ觀レバ  
地球上ニ地ヲ貫ク大圈ノ弧ハ其最近ノ道ナルコト明ナリ故ニ  
熱帶地以外ニ在テ起程、着達ノ兩地相距ルコト甚ダ遠クシテ  
其航路ニ冰山ノ如キ危險ナキトキハ大圈上ヲ航行スルヲ利ト  
ス汽船ニ在リテハ風ノ順逆ニ關セザレバ之ニ依リテ航海日數  
ト燃料ヲ節約シ得ルコト甚ダ大ナリ是レ汽船ハ皆ナ大圈航路  
ヲ擇ブ所以ナリ若シ帆船ニシテ逆風ノ爲メ此航路ヲ取ルコト  
能ハザルトキト雖ドモ務メテ此航路ニ最モ近接シテ航走セバ  
尙ホ能ク多少ノ航海日數ヲ節約スルノ利アルベシ。

87. 各大圈ハ赤道ヨリ最モ遠キ點ヲ有ス此兩點ヲ大圈ノ頂  
點 The Vertices of the Great Circle ト云ヒ頂點ヲ貫ク子午線ヲ  
頂點子午線 The Meridian of Vertex ト云ヒ頂點及赤道間ノ子  
午線ノ弧ヲ頂點緯度 The Latitude of Vertex ト云フ又大圈上  
ノ一點ヲ貫ク子午線ト頂點子午線トノ間ニ挾マレタル極角即  
チ赤道上ノ弧ヲ名ツケテ頂點ヨリノ經度 The Longitude from  
Vertex ト云フ。

88. 大圈針路トハ船舶ガ航走シツツアル所ノ大圈ノ面ト子  
午線ノ面トノ交角ナリ。

第九十四圖ニ於テ P ヲ北極、EQ ヲ赤道、A ヲ起程地、B ヲ  
着達地、AVB ヲ兩地間ノ大圈ノ弧、PA、PB ヲ A 及 B ヲ  
貫ク子午線トシ而シテ V ヲ大圈上ノ最高緯度トシ PVM ヲ  
頂點子午線トス然ルトキハ

第九十四圖



$\angle APB$  ハ A 及 B ナル兩地間ノ變經、 $\angle PAB$  ハ起程針路

The Initial Course;

$\angle PBA$  ハ着達針路 The Final Course; AB ハ大圈上ノ航程

The Distance on the Great Circle;

$\angle V$  ハ頂點ノ緯度 The Latitude of Vertex;  $\angle APV$  或ハ赤

道ノ弧  $av$  ハ A 地ノ頂點ヨリノ經度 The Longitude of

A from Vertex;

$\angle BPV$  或ハ赤道ノ弧  $bv$  ハ B 地ノ頂點ヨリノ經度、PA 及

PB ハ A 及 B ナル兩地ノ餘緯度、PV ハ頂點ノ餘緯度ニシテ

1, 2, 3, 4, 5 及 6 ハ針路ヲ變ズベキ大圈上ノ位置ノ各點ナリ。

注意 頂點ノ子午線ハ常ニ大圈ニ直角ニ交ル

A ヲヨリ B ニ到ル針路ハ初メノ間ハ北ト東トノ間ニシテ夫レ

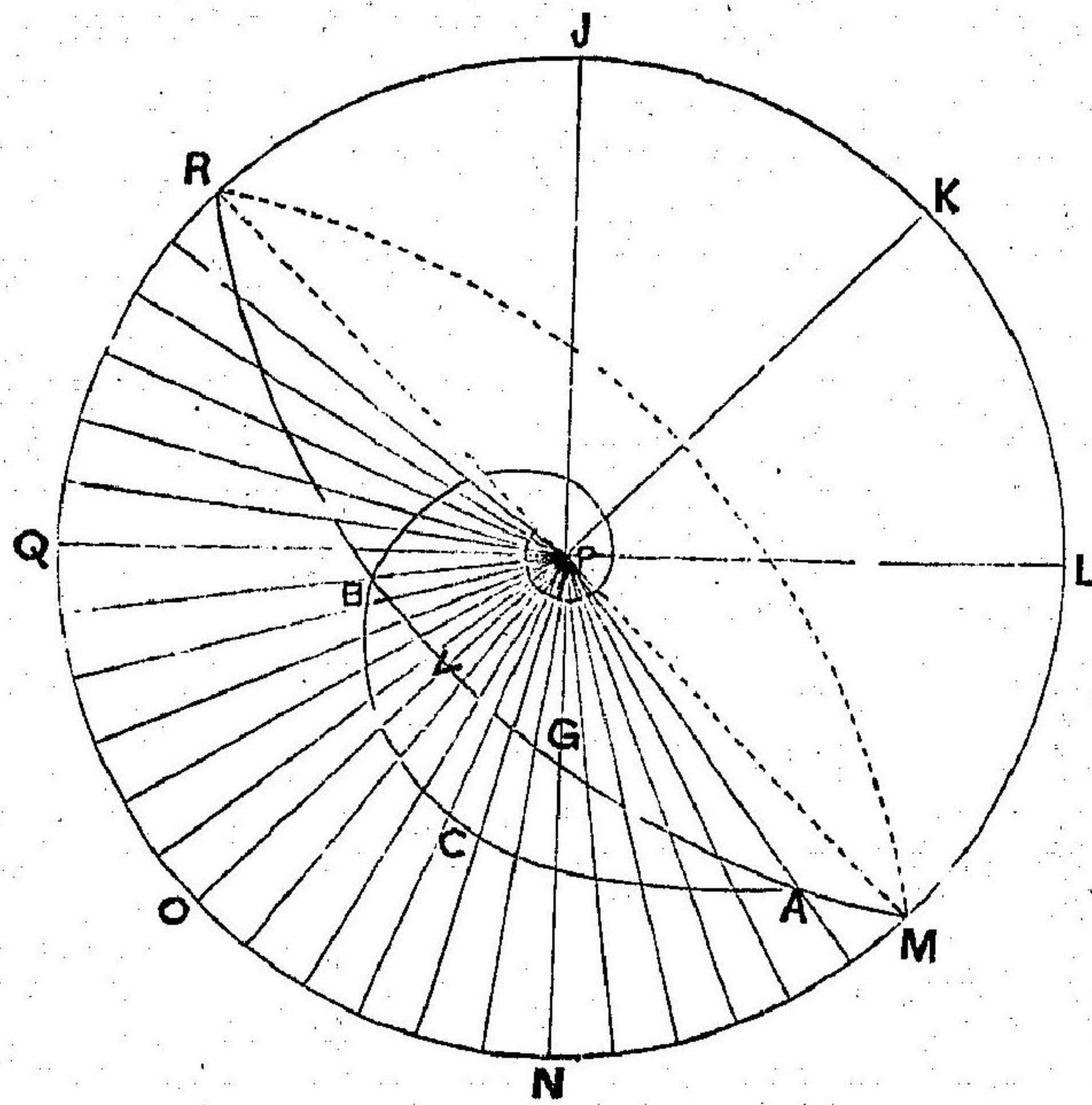
ヨリ漸ク東方ニ偏シ頂點 V ニ達シテ一旦正東トナリ遂ニ頂

點ヨリ B 迄ハ漸ク南方ノ針路トナル。

BヨリAニ到ラントスルトキハ其針路ハAヨリB迄ノ針路ト全ク相反ス。

第九十五圖ニ於テPヲ北極トシJLNQヲ赤道トシJN,LQ等ヲ眞子午線トス今AヨリBニ到ラントスルニ當リ大圈ノ弧AVB上ヲ航スルトキハ瑪氏航法ニ據リ絶エズ北六十度西ナル同一眞針路ヲ保チテ航程ノ線ACB上ヲ行クヨリモ其航程甚ダ近シ。

第九十五圖



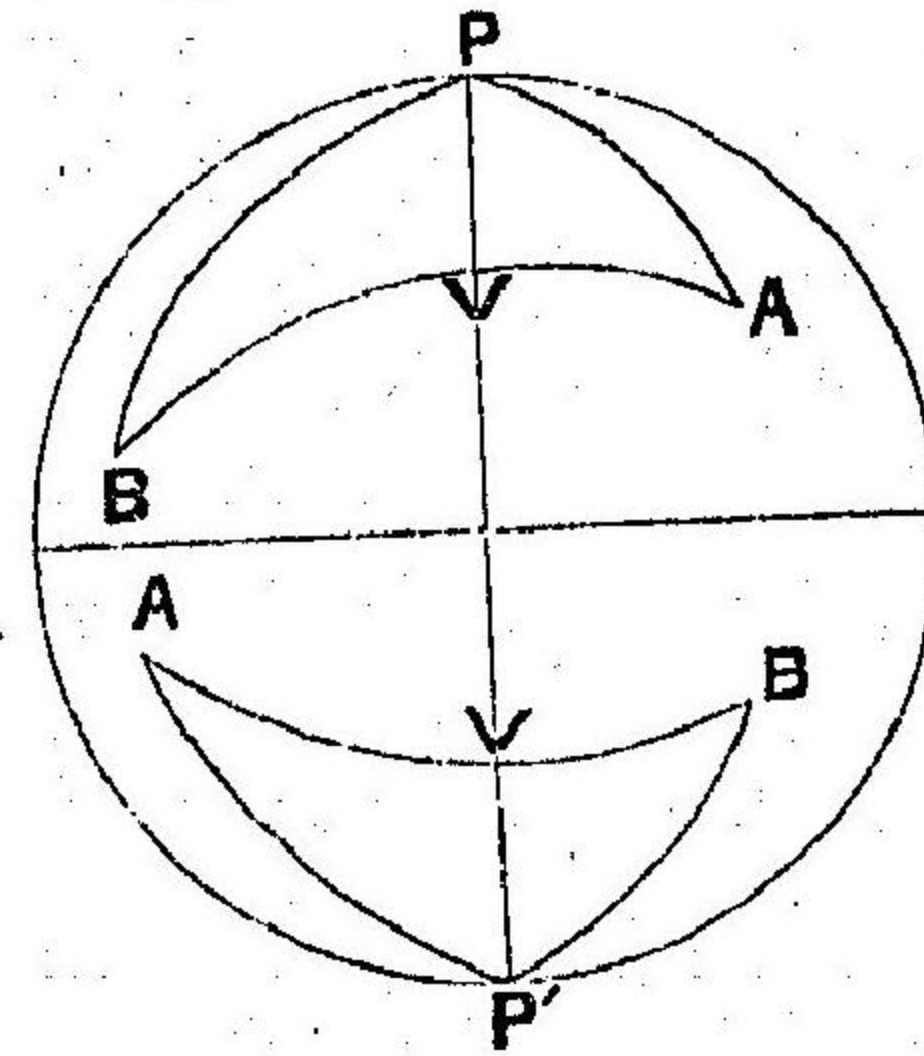
大圈上ノ針路ハ絶エズ變ズト雖ドモ實際ニ於テハ絶エズ針路ヲ變ズルハ不可能ナルヲ以テ大圈上ヲ航セントスルトキハ大

圈上ニテ等距離ニ數多ノ點ヲ探リ各點ノ經緯度ヲ定メ然ル後チ漸長緯度航法ニ依リテ順次ニ一點ヨリ他點ニ到ル針路及航程ヲ算スルモノトス而シテ二點ノ間隔、近ケレバ船ノ航跡ハ彌々大圈ニ接近スベシ然レドモ煩累ヲ省クタメ大抵經度五度毎ニ一轉針スルヲ例トス。

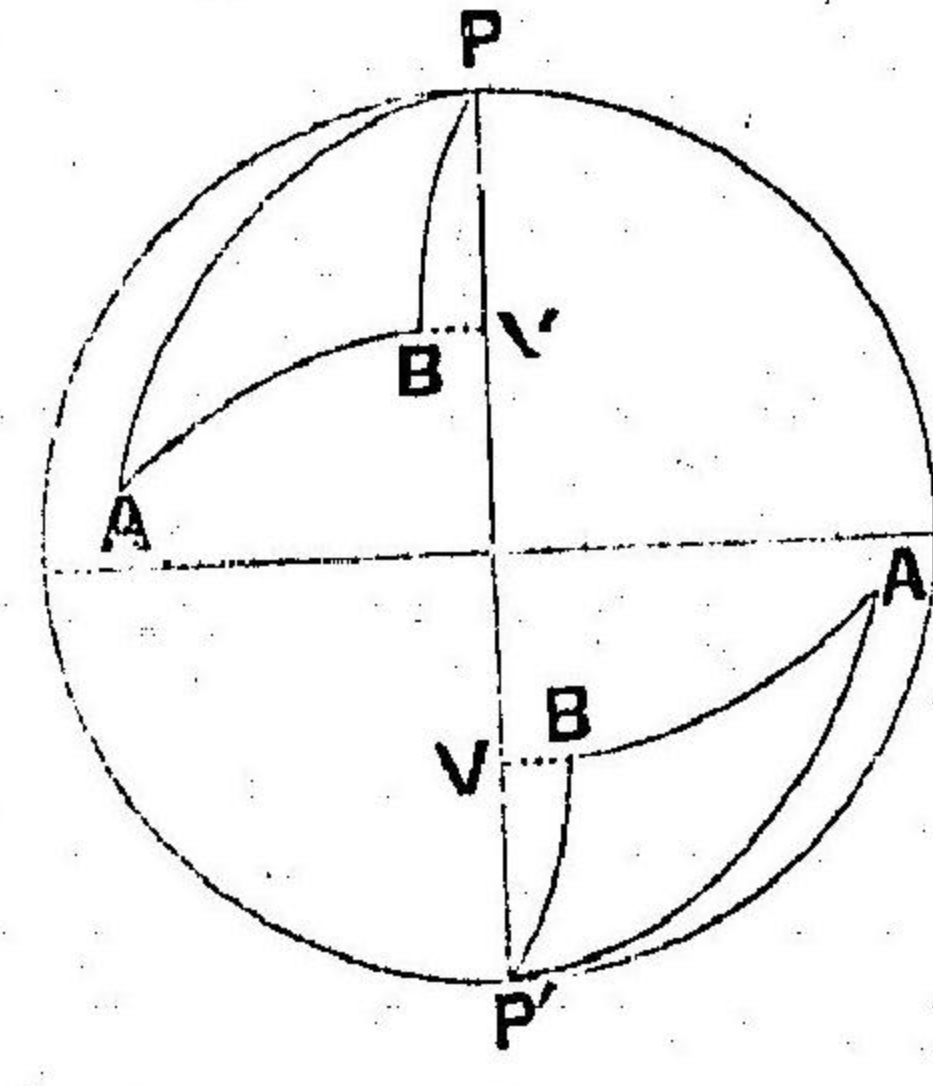
98. 大圈航法ハ正北或ハ正南若シクハ赤道上ニテ正東或ハ正西ニ航走スルトキノ場合ヲモ包含ス是レ子午線及赤道ハ大圈ニシテ大圈針路及瑪氏航法ノ針路ハ共ニ一致スレバナリ前者ノ場合ニ於テハ北或ハ南ヲ以テ其針路トシ變緯ヲ以テ其航程トナス後者ノ場合ニ於テハ其針路ハ東或ハ西ニシテ其航程ハ變經ニ等シ。

球面三角法ニ依リテ演算ヲナスヲ要スル場合ハ下ノ如ク四種アリ。

第九十六圖

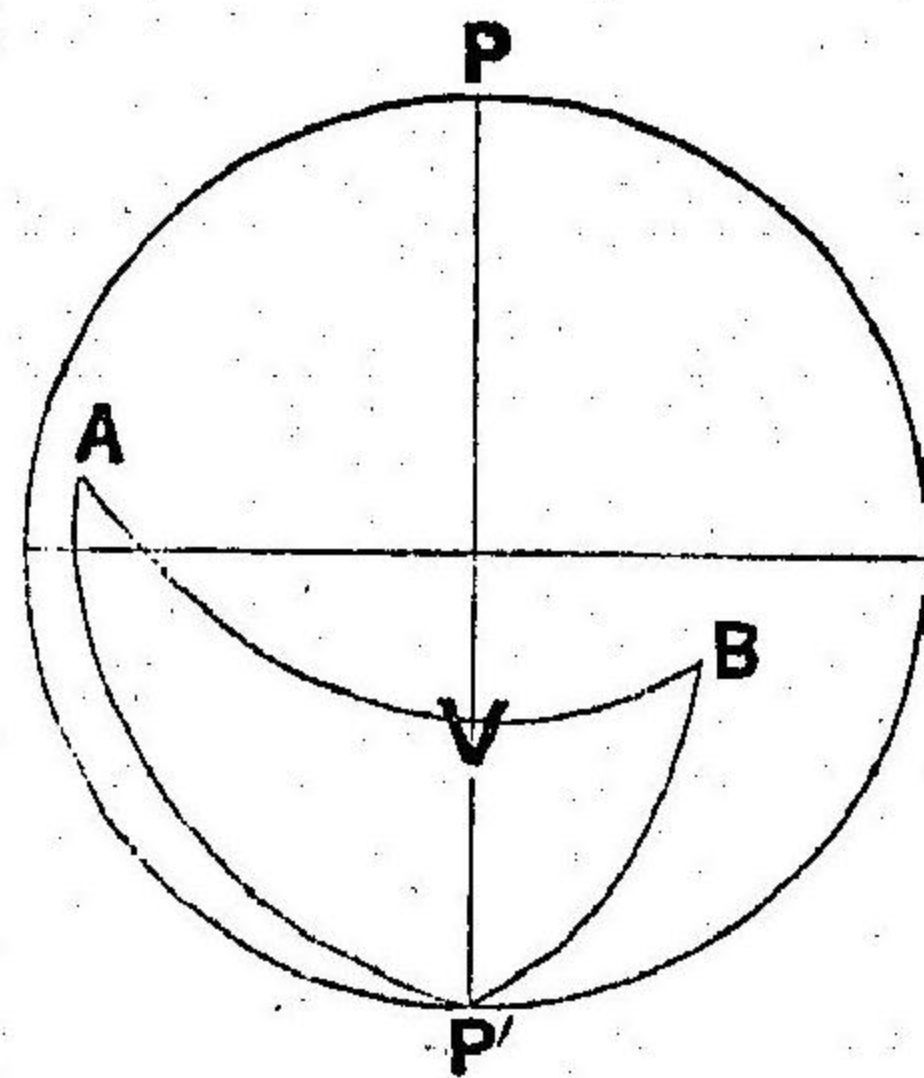


第九十七圖

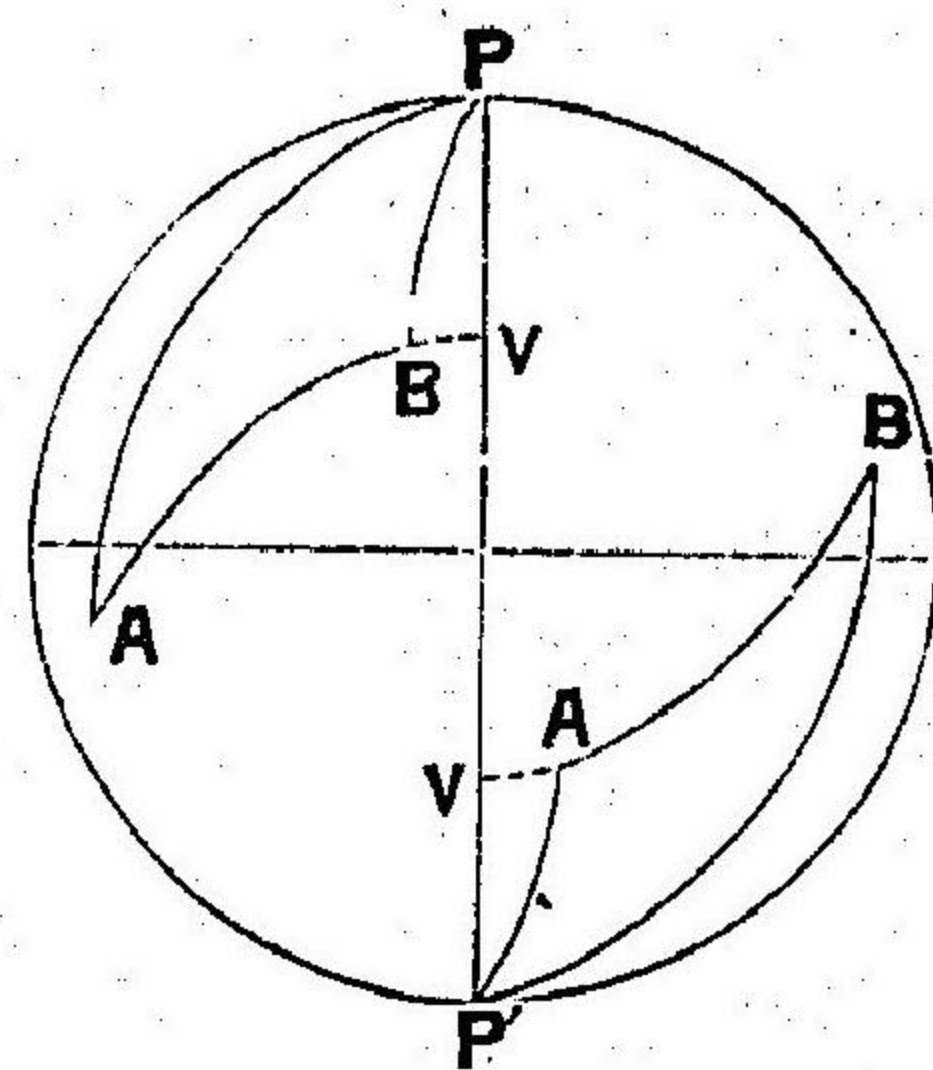


1. 頂點、兩地間ノ弧内ニ在リテ赤道が兩地間ノ弧内ニ在ラザル時 Vertex but not Equator "in" (第九十六圖)。

第九十八圖



第九十九圖



2. 赤道及頂點共ニ兩地間ノ弧外ニ在ル時 Both Equator and Vertex "out" (第九十七圖)

3. 赤道及頂點共ニ兩地間ノ弧内ニ在ル時 Both Equator and Vertex "in" (第九十八圖).

4. 赤道、兩地間ノ弧内ニ在リテ頂點が兩地間ノ弧内ニ在テザル時 Equator but not Vertex "in" (第九十九圖).

上ノ場合ハ大圏航法ニ於テ起ル問題ノ總テノ種類ヲ包含ス。頂點ハ兩地ノ緯度同名ナルトキハ兩緯度ト赤道ノ同側ニ在リ。異名ナラバ大ナル方ノ緯度ト同側ニ在ルモノトス。

高緯度ノ地ハ必ズ低緯度ノ地ヨリモ頂點ニ近キモノナリ。

下ニ記スルハ大圏航法ノ解算ヲナスニ當リテ必要ナル用語ナルヲ以テ之ヲ暗シ置ケベシ。

1.° 起程針路及着達針路 The Initial and Final Courses.

2.° 大圏上ノ航程 The Distance on the Great Circle, or The

Shortest Distance between the places.

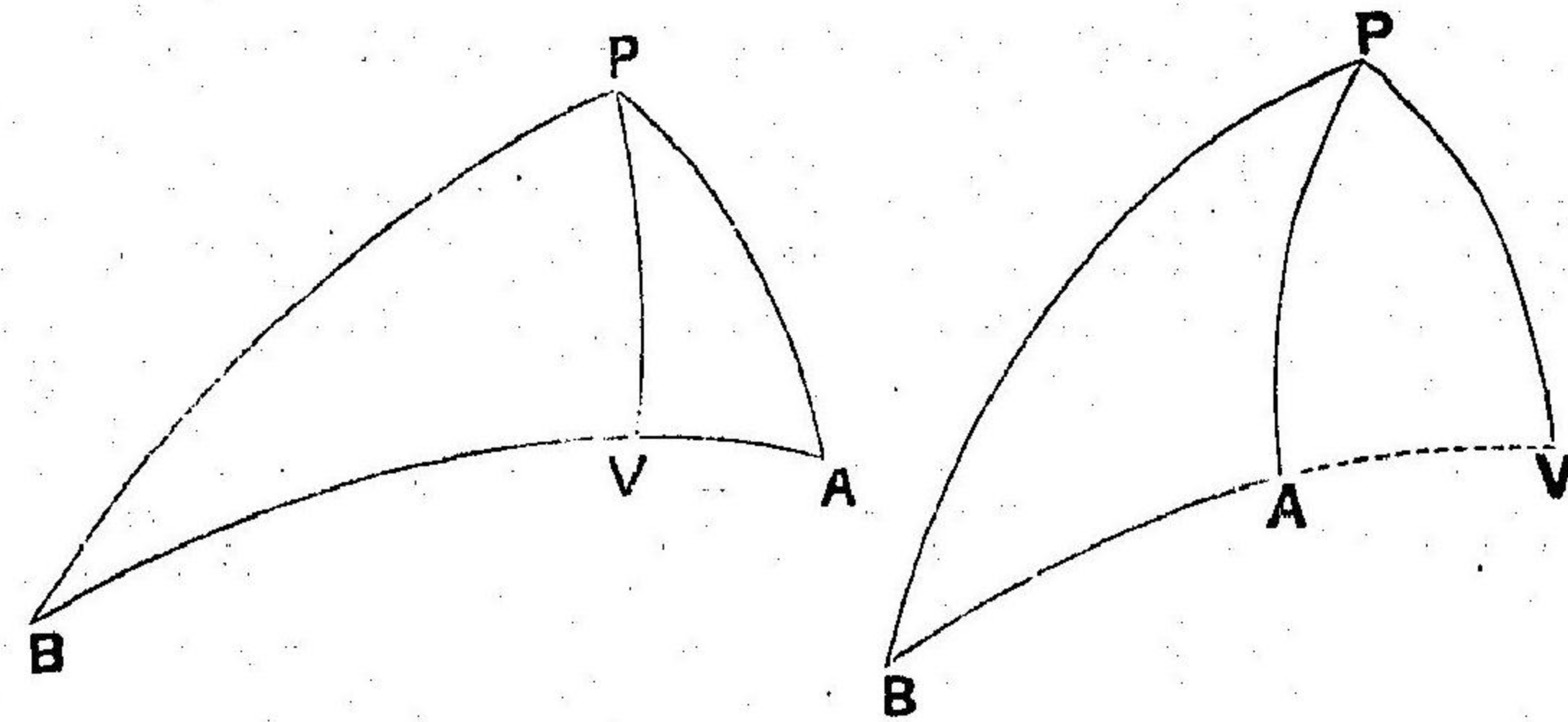
3.° 頂點ノ經緯度 The Latitude and Longitude of Vertex.

4.° A 及 B ノ頂點ヨリノ經度 The Longitude from Vertex of A and B.

5.° 大圏上ニテ針路ヲ轉ズベキ位置ノ各點ノ經緯度 The Latitudes and Longitudes of a series of Points upon the Great Circle.

6.° 一點ヨリ次點ニ到ル瑪氏航法ノ針路及航程 The Courses and Distances by Mercator from Point to Point.

第百圖 第百一圖



第百圖及第百一圖ニ於テ P ヲ北極、B ヲ赤道ニ近キ地、A ヲ他ノ地トシ BA ヲ兩地ヲ貫ク大圏ノ弧トスレバ PA 及 PB ハ A 及 B ノ餘緯度ナリ餘緯度ハ兩地共ニ赤道ノ同側ニ在ルトキハ 90°ヨリ緯度ヲ減シ若シ緯度異名ナラバ B ノ緯度ニ 90°ヲ加ヘテ得ルモノナリ BPA 角ハ兩地間ノ變經ナリ PV

ヲ  $AB$  = 垂直ニ引クトキハ  $V$  ハ  $A$  及  $B$  間ノ大圏ノ頂點即チ最高緯度ノ點ナリ第百圖ニ於テ  $V$  ハ大圏ノ弧内ニ在リ第百一圖ニ於テハ弧外ニ在ルヲ異ナリトス。

$PB$  ヲ  $a$ ,  $PA$  ヲ  $b$ ,  $APB$  角ヲ  $P$ ,  $AB$  ヲ  $d$  ト符スベシ。

## 〔壹〕

## 起程及着達針路ヲ求ムル法。

90.  $PAB$  ナル球面三角形 (第百圖及第百一圖) ニ於テ  $a$ ,  $b$ , 及  $P$  ヲ既知トス然ルトキハ納氏比例式ニ據リ  $A$  及  $B$  ノ兩角ヲ算スルヲ得。

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

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

$$\text{II. } \tan. \frac{1}{2}(A-B) = \frac{\sin. \frac{1}{2}(a-b)}{\sin. \frac{1}{2}(a+b)} \cdot \cot. \frac{1}{2}P.$$

$$= \sin. \frac{1}{2}(a-b) \csc. \frac{1}{2}(a+b) \cot. \frac{1}{2}P.$$

故ニ

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

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

上ノ式ニ於テ  $\frac{1}{2}(A+B)$  及  $\frac{1}{2}(a+b)$  ハ共ニ同比ニ由リ増減スルヲ以テ  $\frac{1}{2}(a+b)$  ガ  $90^\circ$  ヲ超過スルトキハ  $\frac{1}{2}(A+B)$  モ亦  $90^\circ$  以上ナルガ故ニ (I) 式ヨリ得タル角度ノ補角ヲ採リ以テ  $\frac{1}{2}(A+B)$  トナス。

346 頁 90 ノ I 及 II ニヨリ針路角ヲ算スル規則下ノ如シ。

## 規 則

1.°  $A$  及  $B$  ナル兩地ノ餘緯度ヲ求ムベシ但シ高緯度ノ  $A$  地ニ近キ極ヨリ起算ス。

$A$  ノ餘緯度即チ  $b$  ハ常ニ  $90^\circ$  ヨリ  $A$  ノ緯度ヲ減ジタルモノニ等シ。

$B$  ノ餘緯度即チ  $a$  ハ  $A$  及  $B$  ノ兩緯度同名ナラバ  $90^\circ$  ヨリ  $B$  ノ緯度ヲ減ジ異名ナラバ  $90^\circ + B$  ニ等シ。

2.° 兩地ノ餘緯度ノ半和  $\left(\frac{a+b}{2}\right)$  及半差  $\left(\frac{a-b}{2}\right)$  ト半變經ヲ取ルベシ。

3.° 半變經ノ餘切對數  $\text{Log. cot. } \frac{1}{2}P$ ; 兩餘緯度ノ半和ノ正割對數  $\text{Log. sec. } \frac{1}{2}(a+b)$ ; 及兩餘緯度ノ半差ノ餘弦對數  $\text{Log. cos. } \frac{1}{2}(a-b)$  ナル三項ヲ加フベシ。(346 頁) I.

三項ノ和 (10 ヲ除去ス) ハ兩餘緯度ノ半和  $90^\circ$  未滿ナラバ兩針路角ノ半和ノ正切對數  $\text{log. tan. } \frac{1}{2}(A+B)$  ナリ若シ兩餘緯度ノ半和  $90^\circ$  ヲ超過スルトキハ得タル角度ノ補角ヲ採リ以テ兩針路角ノ半和  $\frac{1}{2}(A+B)$  トス。

次ニ半變經ノ餘切對數  $\text{Log. cot. } \frac{1}{2}P$ ; 兩餘緯度ノ半和ノ餘割對數  $\text{Log. cosec. } \frac{1}{2}(a+b)$ ; 及兩餘緯度ノ半差ノ正弦對數  $\text{Log. sin. } \frac{1}{2}(a-b)$  ナル三項ヲ加フベシ。(346 頁) II.

三項ノ和(10ヲ除去ス)ハ兩針路角ノ半差ノ正切對數  $\text{Log. tan. } \frac{1}{2}(A-B)$  ナリ.

4.° 兩針路角ノ半和及半差ノ和ハ高緯度ノ地ヨリ他ノ地ニ到ル針路角ニシテ兩針路角ノ半和及半差ノ差ハ低緯度ノ地ヨリ他ノ地ニ到ル針路角ナリ. (f及g).

91. 針路角ニ名ヲ命ズルニハ頂點弧外ニ在ルトキハ總テ漸長緯度航法ノ如クナシ頂點弧内ニ在ルトキハ頂點經過ノ後テニ於テ針路ハ北方ヨリ南方ニ變ジ或ハ南方ヨリ北方ニ變ズルガ故ニ何レノ場合ヲ論ゼズ頂點が大圈ノ弧ニ對スル位置ノ内外ヲ決スルヲ以テ要件トス而シテ之ヲ決スルニハ起程及着達ノ兩針路ヲ以テスベシ即チ **A** 及 **B** ノ兩角共ニ銳角ナルトキ及共ニ鈍角ナルトキハ頂點ハ弧内ニ在リ然レドモ一ハ銳角ニシテ他ノ一ハ鈍角ナルトキハ弧外ニ在リ且ツ頂點ハ必ず常ニ大ナル緯度ト赤道ノ同側ニ在ルモノトス.

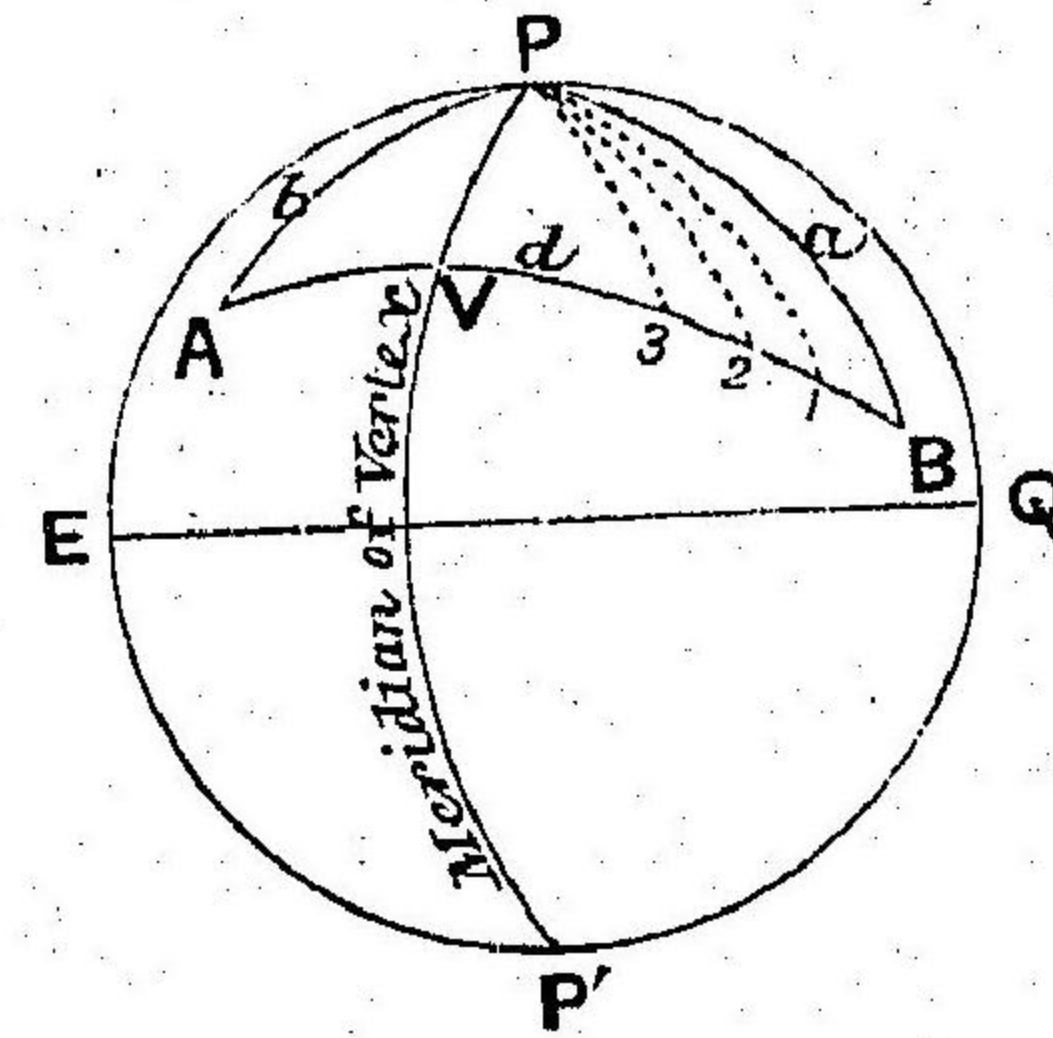
頂點弧外ニ在ルトキ低緯度ヨリ高緯度ニ到ルニハ其針路ハ頂點ニ向ヒ高緯度ヨリ低緯度ニ到ルニハ頂點ニ背イテ航走スルモノナリ. (第九十七圖及第九十九圖參照)

例

頂點、兩地ノ弧内ニ在ル場合

Cape San Lucas (Lat.  $22^{\circ}52' \text{ N.}$ ; Long.  $109^{\circ}53' \text{ W.}$ )ヨリ橫濱 (Lat.  $35^{\circ}26' \text{ N.}$ ; Long.  $139^{\circ}39' \text{ E.}$ )ニ到ル大圈上ノ起程及着達針路ヲ求ム.

第 百 二 圖



109°53' W.	22°52'
139 39 E.	90
249 32	(a) 67 8
360 0	35 26
<b>P</b> 110 28	90
$\frac{1}{2}$ P 55 14	(b) 54 34
	(a) 67 8
	(a+b) 121 42
	(a-b) 12 34
	$\frac{1}{2}(a+b)$ 60 51
	$\frac{1}{2}(a-b)$ 6 17

$\frac{1}{2}(a+b)$ 60°51'0"	sec. 0.812384 ... csc. 0.058813
$\frac{1}{2}(a-b)$ 6 17 0	cos. 9.997383 ... sin. 9.039197
$\frac{1}{2}$ P 55 14 0	cot. 9.841457 ... cot. 9.841457
$\frac{1}{2}$ A+B 54 46 47	tan. 10.151224
$\frac{1}{2}$ A-B 4 58 18...	tan. 8.939467
<b>A</b> 59 45 5	
<b>B</b> 49 48 29	

大ナル角ハ大ナル邊ニ對スルニ由リ起程針路ハ **N. 49°48'29"** W.ニシテ着達針路ハ **S. 59°45'5"W.**ナリ.



## 〔貳〕

## 航程ヲ求ムル法.

92. 前項ニ於テ **A, B** ノ兩針路角ヲ知レリ故ニ兩地間ノ航程ヲ求ムルニハ **A, B, P** ノ三角及  $a, b$  ノ二邊ヲ以テ下ニ示ス納氏比例或ハ正弦比例ニヨリテ算スルナリ.

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

$$\therefore \cos. \frac{d}{2} = \cos. \frac{a+b}{2} \sec. \frac{A+B}{2} \sin. \frac{P}{2} \dots h$$

或ハ

$$\left. \begin{aligned} \sin. d &= \sin. a \sin. P \operatorname{cosec}. A \\ \sin. d &= \sin. b \sin. P \operatorname{cosec}. B \end{aligned} \right\} \dots i$$

## 規 則

1.° 兩地餘緯度ノ半和ノ餘弦對數  $\operatorname{Log} \cos. \frac{a+b}{2}$ ; 兩地針路角ノ半和ノ正割對數  $\operatorname{Log} \sec. \frac{A+B}{2}$ ; 及半變經ノ正弦對數  $\operatorname{Log} \sin. \frac{P}{2}$  ナル三項ヲ加フベシ.

2.° 上ノ和(指數ヨリ 10 ヲ除去ス)ハ半航程ノ弧度ノ餘弦對數ナリ此弧ヲ二倍シ之ニ 60' ヲ乘ジ以テ航程ノ哩數トス.

正弦比例ヲ用フルトキハ直チニ航程ノ度分ヲ得.

## 例

Cape San Lucas (北緯 22°52'; 西經 109°53') ヨリ橫濱(北緯 35°26'; 東經 139°39') ニ到ル航程ヲ求ム.

$$\frac{1}{2}(a+b) \quad 60^{\circ}51'0'' \quad \dots \quad \cos. \quad 9.687616$$

$$\frac{1}{2}(A+B) \quad 54 \quad 46 \quad 47 \quad \dots \quad \sec. \quad 0.239034$$

$$\frac{1}{2}P \quad 55 \quad 14 \quad 0 \quad \dots \quad \sin. \quad 9.914598$$

$$\frac{1}{2}d \quad 46 \quad 4 \quad 0 \quad \dots \quad \cos. \quad 9.841248$$

2

$$\text{Distance } 92 \quad 8 \quad 0 = \underline{5528} \text{ Nautical miles.}$$

## 〔參〕

## 頂點ヲ求ムル法.

93. 大圈ヲ航スルニ當リ針路ヲ變ズル各點ヲ求ムルニハ頂點ヨリスルヲ便トス故ニ最初ニ頂點ノ經緯度ヲ算セザルベカラズ.

第百圖ニ於テ **V** ヲ頂點ノ位置トシ **PV** ヲ頂點子午線ノ弧トスレバ **V** ハ赤道ヨリ最モ遠キ點ナルヲ以テ **V** 點ニ於ケル切線 The Tangent ハ緯度ノ距等圈ナラザル可ラズ故ニ **PV** ハ **V** ニ於テ大圈 **AB** ニ正交ス茲ニ **APV** 及 **BPV** ナル各直三角形ニ於テ既知ノ一邊ト一角トニヨリ他ノ二邊ト一角トヲ求ムルコトヲ得ベシ.

直三角形 **APV** ニ於テ 直角 **PVA** ノ外 **A** ノ餘緯度 **PA** 及起程針路 **PAV** 角ハ共ニ既知數ナリ故ニ頂點餘緯度 **PV** 起程針路角 **PAV** 及頂點間ノ變經ナル **APV** 角ヲ算スルニハ納氏五部分法 Napier's Circular Parts ヲ用フベシ.

$$\text{Sin. PV} = \text{Cos. PA} \cos. \text{PAV} = \cos. (90^\circ - \text{PA}) \cos. (90^\circ - \text{PAV})$$

$$= \sin. \text{PA} \sin. \text{PAV}; \therefore \cos. \text{lat. V} = \sin. b \sin. A \dots j$$

$$\text{Cos. PA} = \cot. \text{PAV} \cot. \text{APV};$$

$$\text{Cot. APV} = \cos. \text{PA} \tan. \text{PAV};$$

$$\therefore \text{Cot. D. long. from V} = \cos. b. \tan. A \dots k$$

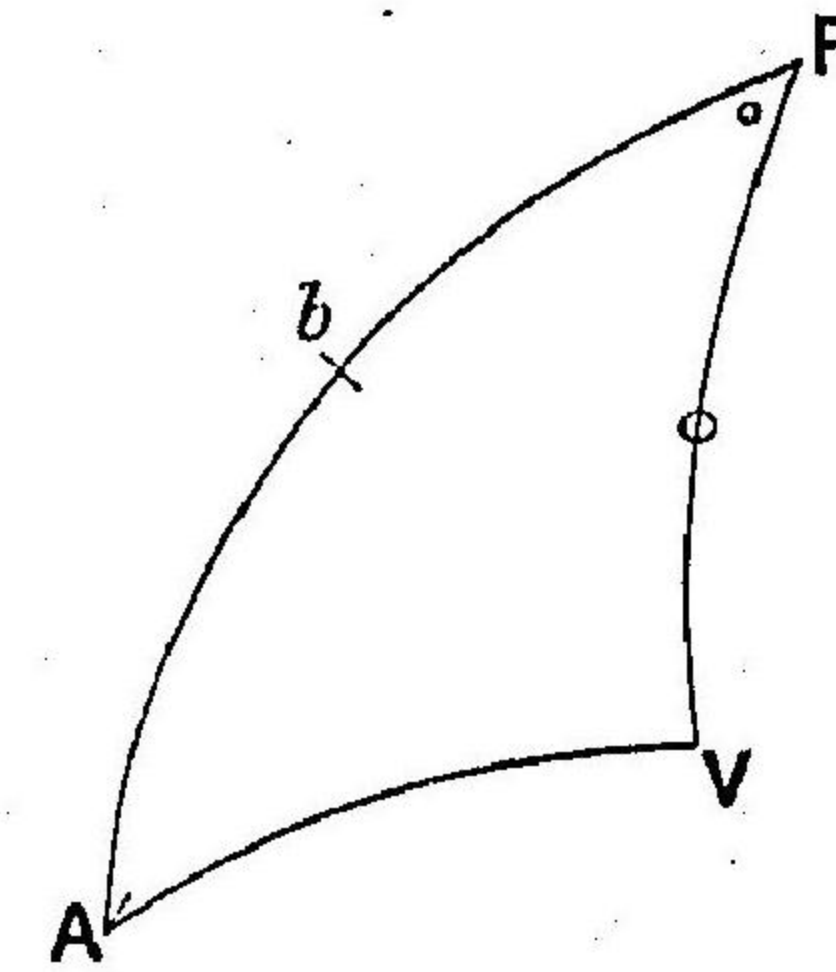
規 則

- 1.° 頂點緯度ヲ求ムルニハ A 地ノ餘緯度ノ正弦對數及起程針路角ノ正弦對數ヲ相加ヘ其指數ヨリ 10 ヲ除キ頂點緯度ノ餘弦對數トス. (j.)
- 2.° A 地ノ頂點ヨリノ經度ヲ求ムルニハ A ノ餘緯度ノ餘弦對數及起程針路角 A ノ正切對數ヲ相加ヘ其指數ヨリ 10 ヲ除キ頂點ヨリノ經度ノ餘切對數トス. (k)
- 3.° 頂點經度 The Longitude of Vertex ヲ求ムルニハ頂點若シ A 及 B ノ弧内ニ在レバ 2° ニヨリテ得タル變經ヲ A ノ經度ニ加減シテ B ニ近カラシメ弧外ニ在レバ A ノ經度ニ加減シテ B ヨリ遠カラシムベシ.

例

Cape San Lucas (北緯 22°52'; 西經 109°53') ヨリ橫濱 (北緯 35°26'; 東經 139°39') ニ到ル大圈ノ頂點ヲ求ム.

第 百 三 圖



$$\text{Cos. lat. of V} = \sin. A \sin. b; \text{Cot. D. long from V} = \tan. A \cos. b$$

A 59°45' 5" sin.	9.936437 ...	tan.	0.234219
b 54 34 0 sin.	9.911046 ...	cos.	9.763245
Lat. of Vertex 45 15 47N.	cos.	9.847483	
Long from V 45 10 2E.	...	...	...cot 9.997464
Long. of A 139 39 0E.			
			184 49 2E.
			360
Long. of V			<u>175 10 58W.</u>

此例ニ於テハ A 及 B ノ兩角共ニ銳角ナルヲ以テ頂點ハ兩地ノ中間ニ在リ故ニ頂點ノ經度ヲ求ムルニハ A ノ經度ニ頂點ヨリノ經度即チ變經ヲ加フベシ.

(四)

針路ヲ變ズベキ各點ヲ算スル法.

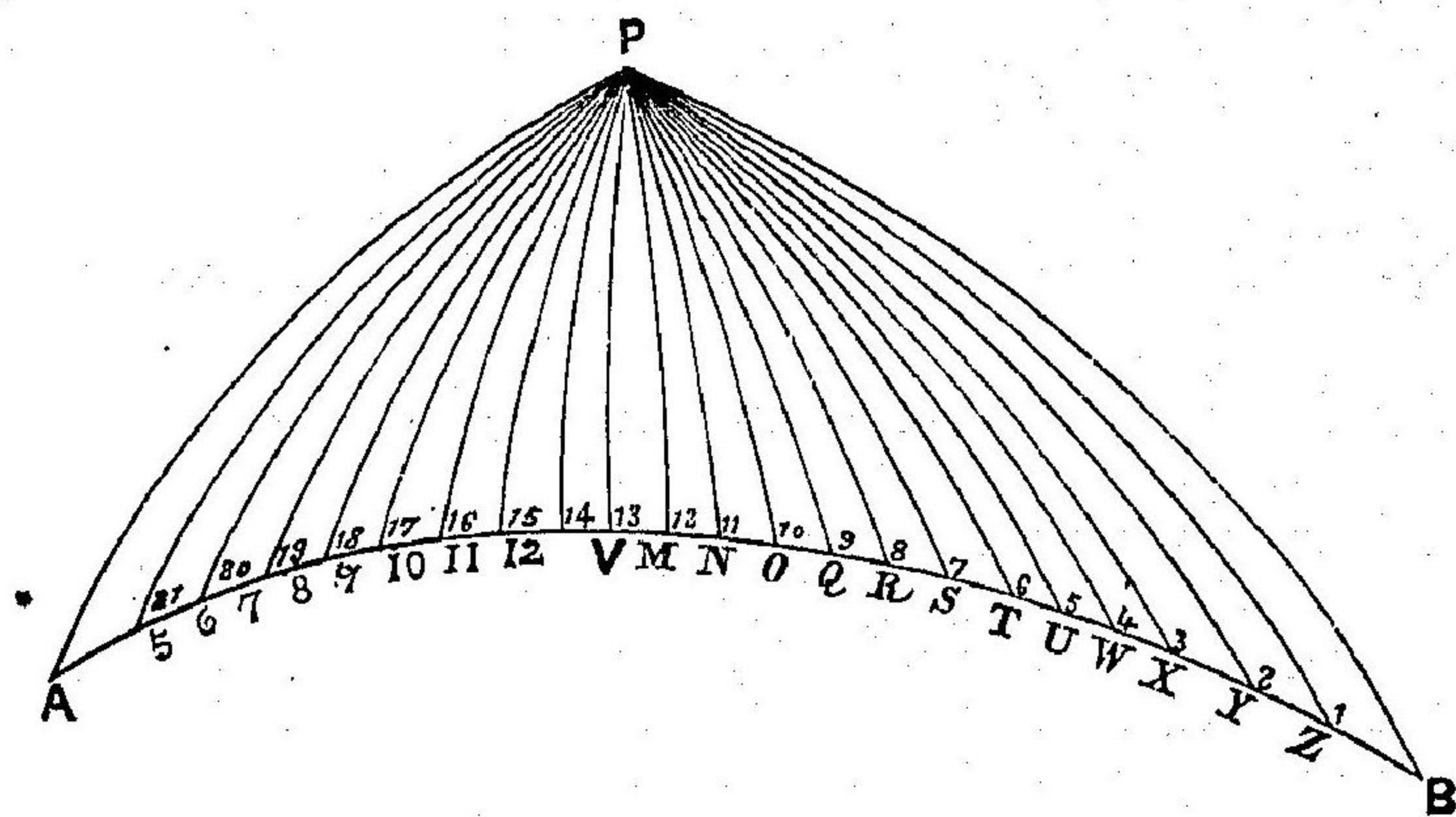
94. 大圈ヲ航スルニ當リ其針路ヲ變ズベキ地ヲ定ムルニハ必ズ頂點ヨリス是レ頂點子午線ハ大圈ト正交シテ直角球面三角形ヲナシ其解算殊ニ簡易ナレバナリ.

頂點ノ位置若シ起程、着達兩地ノ間ニ在ルトキハ頂點ヨリ各側ニ等距離ヲ以テ針路ヲ變ズル點ヲ定メ之ヲ貫キテ子午線ヲ引ケバ直角球面三角形數個ヲ得ベシ而シテ頂點ノ一方ニ在ル三角形ハ他ノ一方ニ在リテ之ト相對スル三角形ト同頂三角形ナルガ故ニ一方ノ解算ハ他方ノ解算ニ併用スルコトヲ得ベシ。

頂點弧外ニ在ルトキハ針路ヲ變ズベキ各點ヲ定ムルニハ起程地ヨリ着達地ニ向フテ等距離ニ分ツベシ。

第百四圖ニ於テ **B** ヲ起程地、**A** ヲ着達地、**V** ヲ頂點、**M** 及 **M'** ヲ頂點ヨリノ經度五度ノ點トスレバ **PVM** 及 **PVM'** ノ兩直角球面三角形ヲ得然ルニ **M** 及 **M'** ナル頂點ヨリノ經度 **VPM** 及 **VPM'** ハ互ニ相等シ、**PV** ハ頂點餘緯度ナルヲ以テ諸點ノ餘緯度ヲ算スルニモ亦タ納氏五部分法ヲ用フ即チ下ノ如シ。

第 百 四 圖



$$\text{Sin. } (90^\circ - P) = \tan. PV \tan. (90^\circ - \text{colat});$$

$$\text{Cos. } P = \tan. PV \cdot \text{cot. colat.}$$

$$\therefore \text{Tan. lat.} = \text{cos. } P \text{ cot. } PV = \text{cos. } P \text{ tan. lat. of } V.$$

規 則

頂點及ビ各點間ノ變經ノ餘弦對數ニ頂點緯度ノ正切對數ヲ相加ヘ其指數ヨリ 10 ヲ除キ之ヲ各點ノ緯度ノ正切對數トス、

例 1.

Cape San Lucas (Lat.  $22^\circ 52' \text{N}$ .; Long.  $109^\circ 53' \text{W}$ .) ナル **B** ヲヨリ横濱 (Lat.  $35^\circ 26' \text{N}$ .; Long.  $139^\circ 39' \text{E}$ .) ナル **A** ニ到ル大圈上ヲ航スルニ針路ヲ變ズベキ各點ノ變經ヲ五度ト定ムルトキハ大圈航路ノ弧ガ西經  $115^\circ 11'$  及變經五度毎ノ子午線ト相交ル各點ノ經緯度如何。

**M or 12**

Long. <b>V</b> ...	...	...	$175^\circ 10' 58'' \text{W}$ .
D. long ...	...	...	$5 \ 0 \ 0 \ \text{E}$ .
Long. <b>M or 12</b> ...	...	...	$170 \ 10 \ 58 \ \text{W}$ .
D. long. ...	...	$5^\circ \ 0' \ 0''$ ..	... cos. 9.998344
Lat. <b>V</b> ...	...	$45 \ 15 \ 47 \ \text{N}$ .	... tan. 0.003988
Lat. <b>M or 12</b> ...	...	$45 \ 9 \ 14 \ \text{N}$ .	... tan. 10.002332

## N or 11

Long. V... .. 175°10'58"W.

D. long. ... .. 10 0 0 E.

Long. N or 11 ... .. 165 10 58 W.

D. long. ... .. 10° 0' 0"... .. cos. 9.993351

Lat. V ... .. 45 15 47 N. ... tan. 0.003988

Lat. N or 11 ... .. 44 49 28 N. ... tan. 9.997339

## O or 10

D. long. ... .. 15° 0' 0"... .. cos. 9.984944

Lat. V ... .. 45 15 47 N. ... tan. 0.003988

Lat. O or 10 ... .. 44 16 12 N. ... tan. 9.988932Long. O or 10 ... .. 160°10'58 W.

## Q or 9

D. long. ... .. 20° 0' 0"... .. cos. 9.972986

Lat. V ... .. 45 15 47 N. ... tan. 0.003988

Lat. Q or 9 ... .. 43 28 54 N. ... tan. 9.976974Long. Q or 9 ... .. 155°10'58"W.

## R or 8

D. long. ... .. 25° 0' 0"... .. cos. 9.957276

Lat. V ... .. 45 15 47 N. ... tan. 0.003988

Lat. R or 8 ... .. 42 26 53 N. ... tan. 9.961264Long. R or 8 ... .. 150°10'58 W.

## S or 7

D. long. ... .. 30° 0' 0"... .. cos. 9.937531

Lat. V ... .. 45 15 47 N. ... tan. 0.003988

Lat. 7 ... .. 41 9 14 N. ... tan. 9.941519Long. 7 ... .. 145°10'58"W.

## T or 6

D. long. ... .. 35° 0' 0"... .. cos. 9.913365

Lat. V ... .. 45 15 47 N. ... tan. 0.003988

Lat. 6 ... .. 39 34 51 N. ... tan. 9.917353Long. 6 ... .. 140°10'58"W.

## U or 5

D. long. ... .. 40° 0' 0"... .. cos. 9.884254

Lat. V ... .. 45 15 47 N. ... tan. 0.003988

Lat. 5 ... .. 37 42 29 N. ... tan. 9.888242Long. 5 ... .. 135°10'58"W.

## W or 4

D. long. ... .. 45° 0' 0"... .. cos. 9.849435

Lat. V ... .. 45 15 47 N. ... tan. 0.003988

Lat. 4 ... .. 35 30 46 N. ... tan. 9.853473Long. 4 ... .. 130°10'58"W.

## X or 3

D. long. ... .. 50° 0' 0"... .. cos. 9.808067

Lat. V ... .. 45 15 47 N. ... tan. 0.003988

Lat. 3 ... .. 32 58 20 N. ... tan. 9.812055Long. 3 ... .. 125°10'58"W.

## Y or 2

D. long. ... .. 55° 0' 0"... .. cos. 9.758591

Lat. V ... .. 45 15 47 N. ... tan. 0.003988

Lat. 2 ... .. 30 3 54 N. ... tan. 9.762579Long. 2 ... .. 120°10'58 W.

## Z or 1

D. long. ... .. 60° 0' 0"... .. cos. 9.693970

Lat. V ... .. 45 15 47 N. ... tan. 0.003988

Lat. 1 ... .. 26 46 34 N. ... tan. 9.702958Long. 1 ... .. 115°10'58"W.

## B

D. long. ...	65°17'58" ...	cos.	9.621029
Lat. V ...	45 15 47 N.	tan.	0.003988
Lat. B ...	22 51 57 N.	tan.	9.625017

Long. V. ...	175°10'58" W.
D. long. ...	65 17 58 E.
Long. B. ...	109 53 0 W.

第十四點ヨリ第二十一點ニ至ル諸點ノ緯度ハ各自第十二點ヨリ第五點ニ至ル諸點ノ緯度ト同一ナルヲ以テ演算ヲナスノ必要ナシ。

第十四點ヨリ第二十一點ニ至ル各點ノ經度ヲ求ム。

Long. V ...	175°10'58" W.
D. long. ...	5 0 0 W.
	180 10 58 W.
	360
Long. 14 ...	179 49 2 E.
D. long. ...	5 0 0 W.
Long. 15 ...	174 49 2 E.
D. long. ...	5 0 0 W.
Long. 16 ...	169 49 2 E.
D. long. ...	5 0 0 W.
Long. 17 ...	164 49 2 E.
D. long. ...	5 0 0 W.
Long. 18 ...	159 49 2 E.
D. long. ...	5 0 0 W.
Long. 19 ...	154 49 2 E.
D. long. ...	5 0 0 W.
Long. 20 ...	149 49 2 E.

D. long. ...	5 0 0 W.
Long. 21 ...	144 49 2 E.
D. long. ...	5 10 0 W.
Long. A ...	139 39 2 E.

上ノ如ク頂點ヨリノ經度五度ヲ變ズル毎ニ各點ノ經緯度ヲ算シタル後チハ漸長緯度航法或ハ中分緯度航法ニ依リテ一點ヨリ次點ニ到ルベキ眞針路及航程ヲ算スベシ。

弧線上ノ距離近キ時ハ其小弧ノ弦ト切線トハ共ニ該弧線ノ長さト殆ド相等シキモノナレバ漸長緯度航法或ハ中分緯度航法ニ依リテ求メタル航程ハ大圈上ノ距離ト相較シテ大差ヲ生ゼザルモノナリ。

前條ノ規則ニ依リテ Cape San Lucas ヨリ横濱ニ到ル大圈上ノ針路ヲ變ズベキ各點ノ經緯度ヲ算シ且ツ漸長緯度航法ニテ起程地點ヨリ順次他點ニ到ル眞針路及航程ヲ算スレバ次ノ表ノ如シ。

頂點ノ兩方側ニ於テ頂點ヨリノ經度同ジキ各點ノ緯度、針路及航程ハ互ニ相等シキガ故ニ最初ニ解算シタル第五點ヨリ第十二點ニ至ル緯度、針路及航程ヲ以テ直チニ第十四點ヨリ第二十一點ニ至ル諸項トナスヲ得ルノ便アリ。

上ノ如ク一旦精密ニ計算ヲナシタル後チ其結果ヲ表ニ編スルニハ經緯度及針路ノ秒數三十六秒以上ハ五捨六入法ニ依リ切上ゲテ一分度トナシ航程ノ湮數ノ小數點以下ハ五捨六入シテ一位ノミ存スベシ。

針路ヲ各變點ズ	頂點ヨリノ經度	各點ノ經度	各點ノ緯度	航法ニ依リ	
				針路	航程
<b>B</b>	65°18'	109°53'W.	22°52'N.	N.50°57'W.	371.5
1	60 0	115 11W.	26 46 N.	N.53° 6 W.	329.8
2	55 0	120 11W.	30 4 N.	N.55 46 W.	309.3
3	50 0	125 11W.	32 58 N.	N.58 19 W.	291.4
4	45 0	130 11W.	35 31 N.	N.61 27 W.	274.1
5	40 0	135 11W.	37 42 N.	N.64 43 W.	264.6
6	35 0	140 11W.	39 35 N.	N.67 38 W.	247.1
7	30 0	145 11W.	41 9 N.	N.70 47 W.	236.9
8	25 0	150 11W.	42 27 N.	N.74 14 W.	228.2
9	20 0	155 11W.	43 29 N.	N.77 44 W.	221.3
10	15 0	160 11W.	44 16 N.	N.81 14 W.	216.3
11	10 0	165 11W.	44 49 N.	N.84 37 W.	212.9
12	5 0	170 11W.	45 9 N.	N.88 6 W.	212.2
V or 13	0 0	175 11W.	45 16 N.	S.88 6 W.	212.2
14	5 0	179 49E.	45 9 N.	S.84 37 W.	212.9
15	10 0	174 49E.	44 49 N.	S.81 14 W.	216.3
16	15 0	169 49E.	44 16 N.	S.77 44 W.	221.3
17	20 0	164 49E.	43 29 N.	S.74 14 W.	228.2
18	25 0	159 49E.	42 27 N.	S.70 47 W.	236.9
19	30 0	154 49E.	41 9 N.	S.67 38 W.	247.1
20	35 0	149 49E.	39 35 N.	S.64 43 W.	264.6
21	40 0	144 49E.	37 42 N.	S.60 33 W.	276.6
<b>A</b>	45 10	139 39E.	35 26 N.		
大圏上ノ全航程...					5531.7
漸長緯度航法ノ全航程...					5818.4
大圏航法ニ依リ得スベキ里程...					286.7

各點間ノ針路及航程ヲ算スルニハ經緯度ノ秒數ヲ用キズ分位ノミヲ以テ足レリトス及漸長緯度ノ小數點以下ノ二位ハ五捨六入シテ一位ノミヲ用フベシ。

例 2.

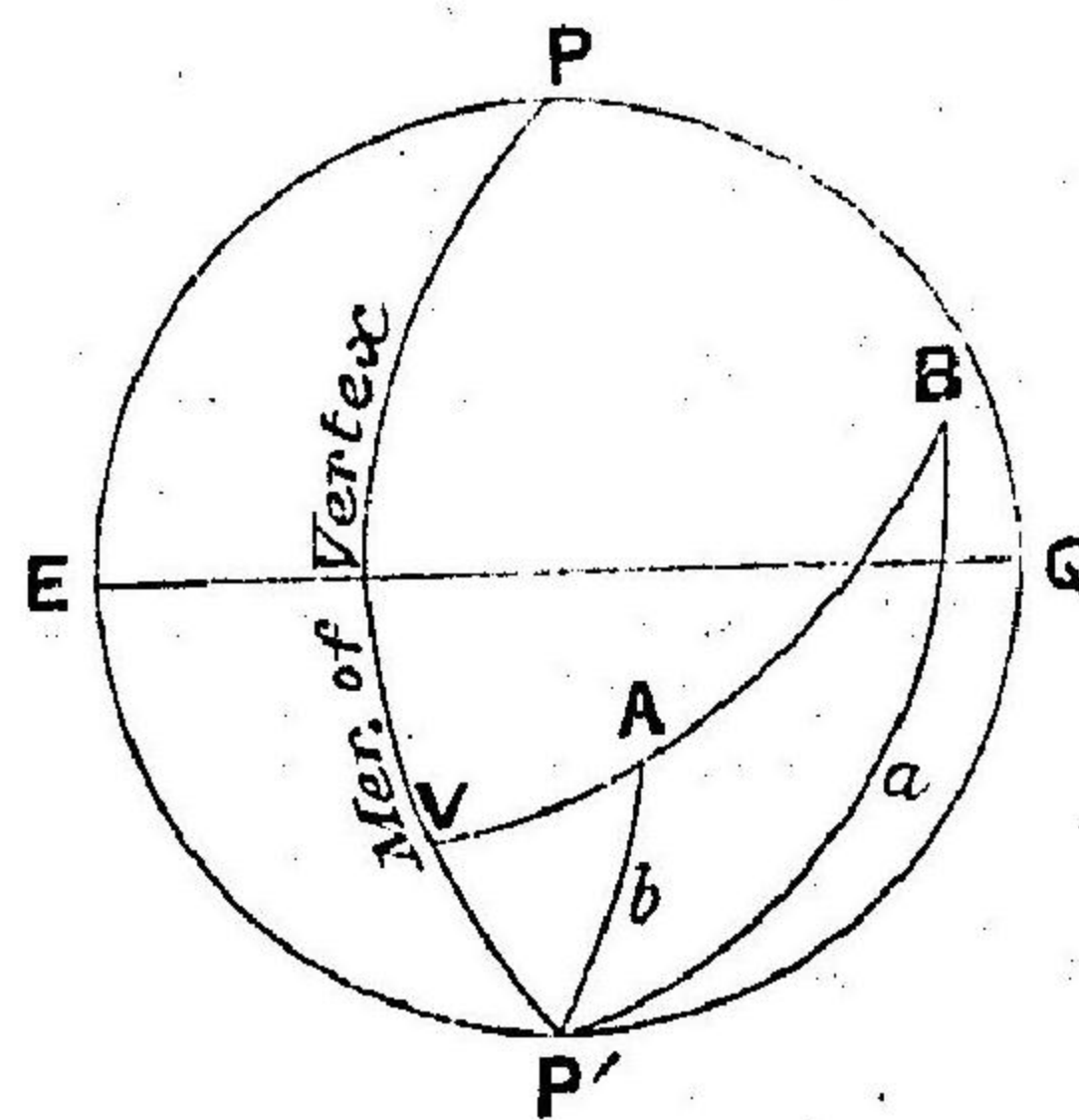
赤道、兩地ノ弧内ニ在リテ頂點其弧内ニ在ラザル場合、  
 南緯 20°9' 東經 57°29' ニ在ル Mauritius ナル **A** ヨリ北緯 16° 0' 東經 94°13' ニ在ル Cape Negrais ナル **B** ニ到ラントスルト  
 キハ兩地ヲ貫ク大圏上ニ於ケル起程及着達針路、航程、頂點  
 經緯度如何且ツ針路ヲ變ズベキ各點ノ變經ヲ五度トスレバ大  
 圏航路ノ弧ガ東經 62°29' 及變經五度毎ノ子午線ト相交ル各  
 點ノ經緯度如何。

針路ヲ求ム。

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

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

第 百 五 圖



	20°9' S.	16°0' N.
	90	90
Colat. <i>b</i> ...	69 51	Colat. <i>a</i> ... <u>106 0</u>
Colat. <i>a</i> ...	106 0	
<i>a</i> + <i>b</i> ...	175 51	Long. <b>A</b> ...57°29' <b>E.</b>
<i>a</i> - <i>b</i> ...	36 9	<b>B</b> ...94 13 <b>E.</b>
$\frac{1}{2}(a+b)$ ...	<u>87 55<math>\frac{1}{2}</math></u>	2)36 44
$\frac{1}{2}(a-b)$ ...	18 4 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$ <b>P</b> ... <u>18 22</u>

$\frac{1}{2}(a+b)$ 87°55'30" ...	sec.	1.441199	...	csc.	0.000285
$\frac{1}{2}(a-b)$ 18 430 ...	cos.	9.978021	...	sin.	9.491728
$\frac{1}{2}$ <b>P</b> 18 22 0 ...	cot.	0.478849	...	cot.	0.478849
$\frac{1}{2}(\mathbf{A}+\mathbf{B})$ 89 16 32 ...	tan.	11.898069			
$\frac{1}{2}(\mathbf{A}-\mathbf{B})$ 43 446 ...	tan.	9.970862			
<b>A</b> 132 21 18					
<b>B</b> 46 11 46					

起程針路 **A** ハ **S.132°21' E.** 即チ **N.47°39' E.** ニシテ着達針路 **B** ハ **N.46°12' E.** ナリ。

**A** ハ鈍角、**B** ハ鋭角ナルヲ以テ **91.** ニ依リ頂點 **V** ハ兩地間ノ弧外ニ在ルコト明ナリ。

航程ヲ求ム。

$$\text{Cos. } \frac{1}{2}d = \text{cos. } \frac{a+b}{2} \cdot \text{sec. } \frac{\mathbf{A}+\mathbf{B}}{2} \cdot \text{sin. } \frac{1}{2}\mathbf{P}$$

$\frac{1}{2}(a+b)$ 87°55'30" ...	cos.	8.558801
$\frac{1}{2}(\mathbf{A}+\mathbf{B})$ 89 16 32 ...	sec.	1.898129
$\frac{1}{2}$ <b>P</b> 18 22 0 ...	sin.	9.498444
$\frac{1}{2}d$ 25 31 54 ...	cos.	9.955374

Distance  $\frac{51 \ 3 \ 48}{2} = 3063.8$  Nautical miles.

頂點經緯度ヲ求ム。

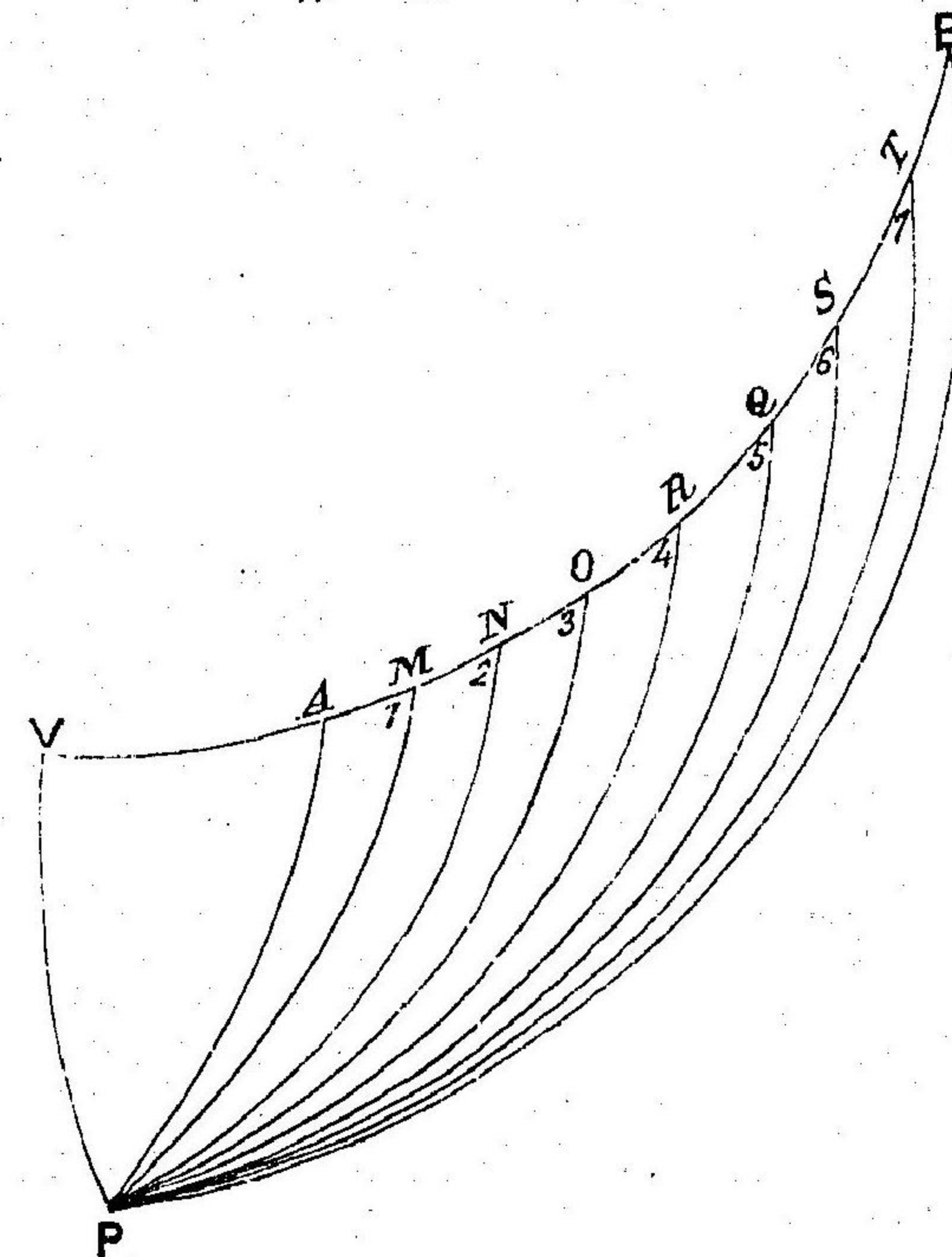
$$\text{Cos lat. of } \mathbf{V} = \text{sin. } \mathbf{A} \text{ sin. } b; \text{ Cot. long. from } \mathbf{V} = \text{tan. } \mathbf{A} \text{ cos. } b.$$

<b>A</b> 132°21'18" ...	sin.	9.868635	...	tan.	0.040154
<i>b</i> 69 51 ...	sin.	9.972570	...	cos.	9.537163
Lat of <b>V</b> 46° 4'19" <b>S.</b>	cos.	9.841205			
Long. from <b>V</b> 69 18 4 <b>W.</b>	...	...	...	cot.	9.577317
Long. of <b>A</b> 57 29 0 <b>E.</b>					
Long. of <b>V</b> 11 49 4 <b>W.</b>					

針路ヲ變ズベキ各點ノ經緯度ヲ求ム。

$$\text{Tan. lat.} = \text{cos. } \mathbf{P} \cdot \text{tan. lat. of } \mathbf{V}.$$

第 百 六 圖



$\triangle$ MPV.

Long. of **A** ...  $57^{\circ}29' 0''$  **E.** ... ..  $57^{\circ}29' 0''$  **E.**  
 D. long. ...  $5\ 0\ 0$  **E.** ... ..  $10\ 0\ 0$  **E.**  
 Long. of **M**...  $62\ 29\ 0$  **E.** Long. of **N**...  $67\ 29\ 0$  **E.**  
 Long. of **V** ...  $11\ 49\ 4$  **W.** ... ..  $11\ 49\ 4$  **W.**  
 Angle at **P** ...  $74\ 18\ 4$  cos.  $9.432299$   $79\ 18\ 4$  cos.  $9.268689$   
 Lat. of **V** ...  $46\ 419$  **S.** tan.  $0.016254$   $46\ 419$  **S.** tan.  $0.016254$   
 Lat. of **M** ...  $15\ 41\ 24$  **S.** tan.  $9.448553$   $10\ 54\ 31$  **S.** tan.  $9.284943$

 $\triangle$ OPV.

Long. of **A** ... ..  $57^{\circ}29' 0''$  **E.**  
 D. long.... ..  $15\ 0\ 0$  **E.**  
 Long. of **O** ... ..  $72\ 29\ 0$  **E.**  
 Long. of **V** ... ..  $11\ 49\ 4$  **W.**  
 Angle at Pole **P**  $84\ 18\ 4$  cos.  $8.996950$   
 Lat. of **V** ... ..  $46\ 419$  **S.** tan.  $0.016254$   
 Lat. of **O** ... ..  $5\ 53\ 8$  **S.** tan.  $9.013204$

 $\triangle$ RPV.

Long. of **A** ... ..  $57^{\circ}29' 0''$  **E.**  
 D. long.... ..  $20\ 0\ 0$  **E.**  
 Long. of **R** ... ..  $77\ 29\ 0$  **E.**  
 Long. of **V** ... ..  $11\ 49\ 4$  **W.**  
 Angle at Pole **P**  $89\ 18\ 4$  cos.  $8.086275$   
 Lat. of **V** ... ..  $46\ 419$  **S.** tan.  $0.016254$   
 Lat. of **R** ... ..  $0\ 43\ 32$  **S.** tan.  $8.102529$

 $\triangle$ QPV.

Long. of **A** ... ..  $57\ 29' 0''$  **E.**  
 D. long. ... ..  $25$   
 Long. of **Q** ... ..  $82\ 29\ 0$  **E.**  
 Long. of **V** ... ..  $11\ 49\ 4$  **W.**  
 $\angle$  at Pole **P** ... ..  $94\ 18\ 4$  cos.  $8.875051$   
 Lat. of **V** ... ..  $46\ 419$  **S.** tan.  $0.016254$   
 Lat. of **Q** ... ..  $4\ 27\ 7$  **N.** tan.  $8.891305$

 $\triangle$ SPV.

Long. of **A** ... ..  $57^{\circ}29' 0''$  **E.**  
 D. long. ... ..  $30$  **E.**  
 Long. of **S** ... ..  $87\ 29\ 0$  **E.**  
 Long. of **V** ... ..  $11\ 49\ 4$  **W.**  
 $\angle$  at Pole **P** ... ..  $99\ 18\ 4$  ... cos.  $9.208503$   
 Lat. of **V** ... ..  $46\ 419$  **S.** tan.  $0.016254$   
 Lat. of **S** ... ..  $9\ 31\ 29$  **N.** tan.  $9.224757$

 $\triangle$ TPV.

Long. of **A** ... ..  $57^{\circ}29' 0''$  **E.**  
 D. long. ... ..  $35$  **E.**  
 Long. of **T** ... ..  $92\ 29\ 0$  **E.**  
 Long. of **V** ... ..  $11\ 49\ 4$  **W.**  
 $\angle$  at Pole **P** ... ..  $104\ 18\ 4$  cos.  $9.392728$   
 Lat. of **V** ... ..  $46\ 419$  **S.** tan.  $0.016254$   
 Lat. of **T** ... ..  $14\ 22\ 58$  **N.** tan.  $9.408982$

 $\triangle$ BPV.

Long. of **A** ... ..  $57^{\circ}29' 0''$  **E.**  
 D. long. ... ..  $36\ 44\ 0$  **E.**  
 Long. of **B**... ..  $94\ 18\ 0$  **E.**  
 Long. of **V**... ..  $11\ 49\ 4$  **W.**  
 $\angle$  **P** ... ..  $106\ 2\ 4$  cos.  $9.441247$   
 Lat. of **V** ... ..  $46\ 419$  ... tan.  $0.016254$   
 Lat. of **B** ... ..  $16\ 0\ 1$  **N.** tan.  $9.457501$

注意. 最終ノ計算ハ全體ノ違算ニ關シテ注意ヲ喚起スルガ  
 爲メナレバ練達ノ測士ハ之ヲ算スルヲ要セズ.



針路 キヲ 各變 點ズ	頂點 ヨリ ノ 經度	各 點 ノ 經 度	各 點 ノ 緯 度	漸長緯度 航法ニ依リ	
				針路	航程
V	0 0	11°49' W.	46° 4' S.	—	—
A	69 18	57 29 E.	20 9 S.	N.46°48' E.	391.5
1	74 18	62 29 E.	15 41 S.	N.45 29 E.	409.3
2	79 18	67 29 E.	10 54 S.	N.44 35 E.	422.6
3	84 18	72 29 E.	5 53 S.	N.44 0 E.	431.0
4	89 18	77 29 E.	0 43 S.	N.44 2 E.	431.2
5	94 18	82 29 E.	4 27 N.	N.44 24 E.	425.4
6	99 18	87 29 E.	9 31 N.	N.45 8 E.	413.9
7	104 18	92 29 E.	14 23 N.	N.45 59 E.	139.6
B	109 18	94 13 E.	16 0 N.		
大圈上ノ全航程 ... ..					3064.5
漸長緯度航法ノ全航程 ...					3065.1
大圈航法ニ依リ利スベキ湮程					0.6

例 3.

赤道及頂點共ニ兩地間ノ弧内ニ在ル場合.

南緯 32°55' 東經 151°49' ニ在ル Newcastle (New S. Wales)

A ヲ發シテ北緯 8°57' 西經 79°31' ニ在ル Panama B ニ到

ラントスルトキハ兩地間ニ於ケル大圈上ノ起程及着達針路、

航程、頂點經緯度如何、且ツ針路ヲ變ズベキ各點ノ變經ヲ五

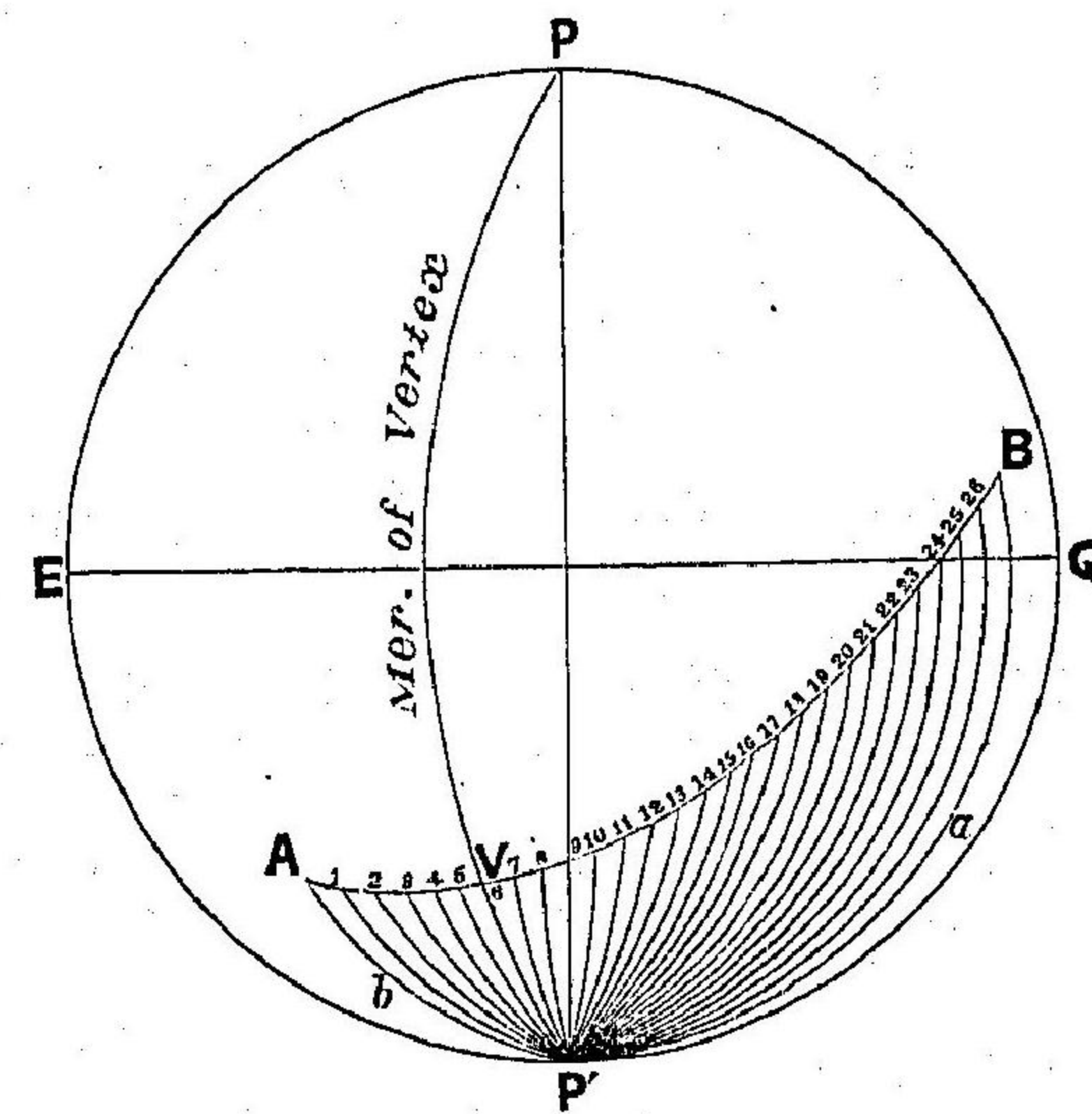
度トスレバ大圈航路ノ弧ガ東經 152°51'26" 及變經五度毎ノ  
子午線ト相交ル各點ノ經緯度如何.

針路ヲ求ム.

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

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

第百七圖



8°57'

Colat. a ... 98 57

Lat. of A ... 32 55

Colat. b ... 57 5

Colat. a ... 98 57

a+b ... 156 2

a-b ... 41 52

1/2(a+b) ... 78 1

1/2(a-b) ... 20 56

Long. A 151°49' E.

” B 79 31 W.

231 20

360

P 128 40

1/2 P 64 20

$\frac{1}{2}(a+b)$	78° 1'	...	sec.	0.682716	...	csc.	0.009569
$\frac{1}{2}(a-b)$	20 56	...	cos.	9.970345	...	sin.	9.553010
$\frac{1}{2}P$	64 20	...	cot.	9.681740	...	cot.	9.681740
$\frac{1}{2}(A+B)$	65 10 30"	...	tan.	10.334801	...		
$\frac{1}{2}(A-B)$	9 57 18	...	tan.	9.244319	...		
<b>A</b>	75 7 48						
<b>B</b>	55 13 12						

起程針路 **A** へ **S. 75°8'E.** ニシテ着達針路 **B** へ **N. 55°13'E.** ナリ。

**A** 及 **B** へ共ニ鋭角ナルヲ以テ **91.** ニ依リ頂點 **V** へ兩地間ノ弧内ニ在ルコト明ナリ。

航程ヲ求ム。

$$\text{Cos. } \frac{1}{2}d = \text{cos. } \frac{a+b}{2} \cdot \text{sec } \frac{A+B}{2} \cdot \text{sin. } \frac{1}{2}P$$

$\frac{1}{2}(a+b)$	78° 1' 0"	...	cos.	9.317284
$\frac{1}{2}(A+B)$	65 10 30	...	sec.	0.376908
$\frac{1}{2}P$	64 20 0	...	sin.	9.954883
$\frac{1}{2}d$	63 31 47	...	cos.	9.649075

$$\text{Distance...} \frac{127 \quad 3 \quad 34}{2} = 7623.6 \text{ miles.}$$

頂點經緯度ヲ求ム。

$$\text{Cos. lat. of } V = \text{sin. } A \text{ sin. } b.$$

$$\text{Cot. long. from } V = \text{tan. } A \text{ cos. } b.$$

<b>A</b>	75° 7' 48"	...	sin.	9.985207	...	tan.	0.575904
<i>b</i>	57 5 0	...	sin.	9.924001	...	cos.	9.735135
Lat. of <b>V</b>	35 46 19 <b>S.</b>	...	cos.	9.909208	...		
Long. of <b>V</b>	26 2 26 <b>E.</b>	...			...	cot.	10.311039
Long. <b>A</b>	151 49 0 <b>E.</b>						
Long. <b>V</b>	177 51 26 <b>E.</b>						

針路ヲ變ズベキ各點ノ經緯度ヲ求ム。

$$\text{Tan. lat.} = \text{cos. } P \cdot \text{tan. lat. } V.$$

△VP1.

Long. of <b>A.</b>	...	151°49' 0" <b>E.</b>
D. long.	...	1 2 26 <b>E.</b>
Long. pt. 1...	...	152 51 26 <b>E.</b>
" <b>V.</b>	...	177 51 26 <b>E.</b>
∠ at Pole <b>P.</b>	...	25 0 0 cos. 9.957276
Lat. <b>V.</b>	...	35 46 20 <b>S.</b> tan. 9.857625
Lat. pt. 1	...	33 8 38 <b>S.</b> tan. 9.814901

△VP2.

Long. <b>A.</b>	...	151°49' 0" <b>E.</b>
D. long.	...	6 2 26 <b>E.</b>
Long. pt. 2	...	157 51 26 <b>E.</b>
Long. <b>V</b>	...	177 51 26 <b>E.</b>
∠ <b>P</b>	...	20 0 0 cos. 9.972986
Lat. <b>V.</b>	...	35 46 20 <b>S.</b> tan. 9.857625
Lat. pt. 2	...	34 5 58 <b>S.</b> tan. 9.830611

△VP3.

Long. <b>A.</b>	...	151°49' 0" <b>E.</b>
D. long.	...	11 2 26 <b>E.</b>
Long. pt. 3	...	162 51 26 <b>E.</b>
" <b>V</b>	...	177 51 26 <b>E.</b>
∠ <b>P</b>	...	15 0 0 cos. 9.984044
Lat. <b>V.</b>	...	35 46 20 <b>S.</b> tan. 9.857625
Lat. pt. 3	...	34 50 8 <b>S.</b> tan. 9.842569

$\triangle VP4.$ 

Long. **A** ... 151°49' 0" **E.**  
 D. long. ... 16 2 26 **E.**  
 Long. pt. 4... 167 51 26 **E.**  
 " **V** ... 177 51 26 **E.**  
 $\angle P$  ... 10 0 0 ... cos. 9.993351  
 Lat. **V** ... 35 46 20 **S.** tan. 9.857625  
 Lat. pt. 4 ... 35 21 26 **S.** tan. 9.850976

 $\triangle VP5.$ 

Long. **A** ... 151°49' 0" **E.**  
 D. long. ... 21 2 26 **E.**  
 Long. pt. 5... 172 51 26 **E.**  
 " **V** ... 177 51 26 **E.**  
 $\angle P$  ... 5 0 0 ... cos. 9.998344  
 Lat. **V** ... 35 46 20 **S.** tan. 9.857625  
 Lat. pt. 5 ... 35 40 7 **S.** tan. 9.855969

 $\triangle VP12.$ 

Long. **V** ... 177°51'26" **E.**  
 D. long. ... 30 0 0 **E.**  
 Long. pt. 12 ... 207 51 26 **E.**  
 360  
 Or 152 8 34 **W.**  
 $\angle P$  ... 30 0 0 ... cos. 9.937531  
 Lat. **V** ... 35 46 20 **S.** tan. 9.857625  
 Lat. pt. 12... 31 57 45 **S.** tan. 9.795156

 $\triangle VP13.$ 

Long. pt. 13 ... 147° 8'34" **W.**  
 $\angle P$  ... 35 0 0 ... cos. 9.913364  
 Lat. **V** ... 35 46 20 **S.** tan. 9.857625  
 Lat. pt. 13... 30 32 55 **S.** tan. 9.770989

 $\triangle VP14.$ 

Long. pt. 14 ... 142° 8'34" **W.**  
 $\angle P$  ... 40 0 0 ... cos. 9.884254  
 Lat. **V**... 35 46 20 **S.** tan. 9.857625  
 Lat. pt. 14... 28 53 43 **S.** tan. 9.741879

 $\triangle VP15.$ 

Long. pt. 15 ... 137° 8'34" **W.**  
 $\angle P$  ... 45 0 0 ... cos. 9.849485  
 Lat. **V**... 35 46 20 **S.** tan. 9.857625  
 Lat. pt. 15 ... 26 59 49 **S.** tan. 9.707110

 $\triangle VP16.$ 

Long. pt. 16 ... 132 8'34" **W.**  
 $\angle P$  ... 50 0 0 ... cos. 9.808067  
 Lat. **V**... 35 46 20 **S.** tan. 9.857625  
 Lat. pt. 16... 24 50 59 **S.** tan. 9.665692

 $\triangle VP17.$ 

Long. pt. 17 ... 127° 8'34" **W.**  
 $\angle P$  ... 55 0 0 ... cos. 9.758591  
 Lat. **V**... 35 46 20 **S.** tan. 9.857625  
 Lat. pt. 17... 22 27 11 **S.** tan. 9.616216

 $\triangle VP18.$ 

Long. pt. 16 ... 122° 8'34" **W.**  
 $\angle P$  ... 60 0 0 ... cos. 9.698970  
 Lat. **V**... 35 46 20 **S.** tan. 9.857625  
 Lat. pt. 18... 19 48 40 **S.** tan. 9.556595

 $\triangle VP19.$ 

Long. pt. 19 ... 117° 8'34" **W.**  
 $\angle P$  ... 65 0 0 ... cos. 9.625948  
 Lat. **V**... 35 46 20 **S.** tan. 9.857625  
 Lat. pt. 19... 16 56 6 **S.** tan. 9.435573

$\triangle$ VP20.

Long. pt. 20 ...  $112^{\circ} 8'34''$ W.  
 $\angle P$  ... ..  $70^{\circ} 0' 0''$  cos. 9.534052  
 Lat. V. ... ..  $35^{\circ} 46' 20''$  S. tan. 9.857625  
 Lat. pt. 20 ... ..  $13^{\circ} 50' 35''$  S. tan. 9.391677

 $\triangle$ VP21.

Long. pt. 21 ...  $107^{\circ} 8'34''$ W.  
 $\angle P$  ... ..  $75^{\circ} 0' 0''$  cos. 9.412996  
 Lat. V. ... ..  $35^{\circ} 46' 20''$  S. tan. 9.857625  
 Lat. pt. 21 ... ..  $10^{\circ} 33' 47''$  S. tan. 9.270621

 $\triangle$ VP22.

Long. pt. 22 ...  $102^{\circ} 8'34''$ W.  
 $\angle P$  ... ..  $80^{\circ} 0' 0''$  cos. 9.239670  
 Lat. V. ... ..  $35^{\circ} 46' 20''$  S. tan. 9.857625  
 Lat. pt. 22 ... ..  $7^{\circ} 7' 53''$  S. tan. 9.097295

 $\triangle$ VP23.

Long. pt. 23 ...  $97^{\circ} 8'34''$ W.  
 $\angle P$  ... ..  $85^{\circ} 0' 0''$  cos. 8.940296  
 Lat. V. ... ..  $35^{\circ} 46' 20''$  S. tan. 9.857625  
 Lat. pt. 23 ... ..  $3^{\circ} 35' 35''$  S. tan. 8.797921

 $\triangle$ VP24.

Long. pt. 24 ...  $92^{\circ} 8'34''$ W.  
 $\angle P$  ... ..  $90^{\circ} 0' 0''$

赤道上ニ在リ

Lat. pt. 24 ... .. On the Equator

 $\triangle$ VP25.

Long. pt. 25 ...  $87^{\circ} 8'34''$ W.  
 $\angle P$  ... ..  $95^{\circ} 0' 0''$  cos. 8.940296  
 Lat. V. ... ..  $35^{\circ} 46' 20''$  S. tan. 9.857625  
 Lat. pt. 25 ... ..  $3^{\circ} 35' 35''$  N. tan. 8.797921

 $\triangle$ VP26.

Long. pt. 26 ...  $82^{\circ} 8'34''$ W.  
 $\angle P$  ... ..  $100^{\circ} 0' 0''$  cos. 9.239670  
 Lat. V. ... ..  $35^{\circ} 46' 20''$  S. tan. 9.857625  
 Lat. pt. 26 ... ..  $7^{\circ} 7' 53''$  N. tan. 9.097295

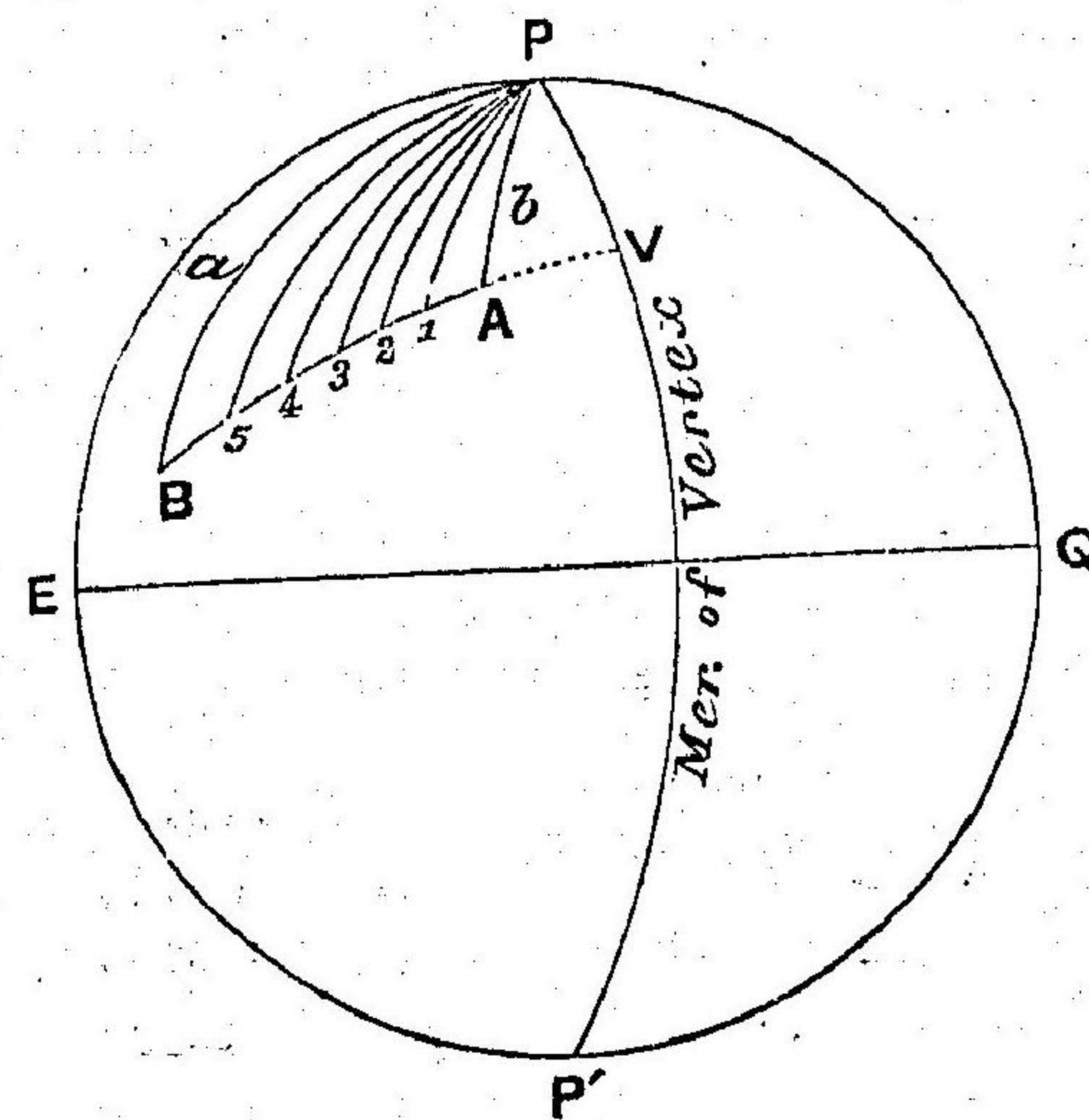
針路 キ 各 變 點 ズ	頂 點 ヨ リ ノ 經 度	各 點 ノ 經 度	各 點 ノ 緯 度	航 法 ニ 依 リ		漸 長 緯 度	程 航
				針 路	程 航		
<b>A</b>	26° 2'	151° 49' E.	32° 55' S.				
1	25 0	152 51 E.	33 9 S.	S.74° 55' E.	53.8		
2	20 0	157 " "	34 6 S.	S.77 9 E.	256.4		
3	15 0	162 " "	34 50 S.	S.79 54 E.	251.1		
4	10 0	167 " "	35 21 S.	S.82 48 E.	247.3		
5	5 0	172 " "	35 40 S.	S.85 33 E.	245.4		
6	0 0	177 " "	35 46 S.	S.88 35 E.	243.3		
7	5 0	177 S W.	35 40 S.	N.88 35 E.	243.3		
8	10 0	172 " "	35 21 S.	N.85 33 E.	245.4		
9	15 0	167 " "	34 50 S.	N.82 48 E.	247.3		
10	20 0	162 " "	34 50 S.	N.79 54 E.	251.1		
11	25 0	157 " "	34 6 S.	N.77 9 E.	256.4		
12	30 0	152 " "	33 9 S.	N.74 19 E.	262.7		
13	35 0	147 " "	31 58 S.	N.71 39 E.	270.0		
14	40 0	142 " "	30 33 S.	N.69 12 E.	278.7		
15	45 0	137 " "	28 54 S.	N.66 43 E.	288.4		
16	50 0	132 " "	27 0 S.	N.64 27 E.	299.1		
17	55 0	127 " "	24 51 S.	N.62 21 E.	310.2		
18	60 0	122 " "	22 27 S.	N.60 33 E.	321.3		
19	65 0	117 " "	19 49 S.	N.58 43 E.	333.1		
20	70 0	112 " "	16 56 S.	N.57 15 E.	343.9		
21	75 0	107 " "	13 50 S.	N.56 14 E.	352.6		
22	80 0	102 " "	10 34 S.	N.55 12 E.	361.0		
23	85 0	97 " "	7 8 S.	N.54 30 E.	366.8		
24	90 0	92 " "	3 35 S.	N.54 21 E.	369.0		
25	95 0	87 " "	0 0 N.	N.54 21 E.	369.0		
26	100 0	82 " "	3 35 N.	N.54 30 E.	366.8		
<b>B</b>	102 37	79 31 W.	7 8 N.	N.54 57 E.	189.8		
大圈上ノ全航程... ..							7623.2
漸長緯度航法ノ全航程							7782.6
兩航程ノ差... ..							159.4

例 4.

赤道及頂點共ニ兩地間ノ弧外ニ在ル場合.

北緯 50°13' 西經 3°39' ニ在ル Start Point **A** ヲ發シテ北緯 13°3' 西經 57°37' ニ在ル Barbadoes **B** ニ到ラントスルトキハ兩地間ノ大圈上ノ起程及着達針路、航程、頂點經緯度並ニ針路ヲ變ズベキ各點ノ變經ヲ十度ト定ムルトキハ大圈航路ノ弧ガ西經 7°37' 及各十度毎ノ子午線ト相交ル各點ノ經緯度如何.

第 百 八 圖



針路ヲ求ム.

	50°13'	
	90	
Colat. <i>b</i>	39 47	Long. <b>B</b> 57°37' <b>W.</b>
	13 3	Long. <b>A</b> 3 39 <b>W.</b>
	90	<b>P</b> 53 58
Colat. <i>a</i>	76 57	$\frac{1}{2}$ <b>P</b> 26 59
	<i>b</i> 39 47	
<i>a</i> + <i>b</i>	116 44	
<i>a</i> - <i>b</i>	37 10	
$\frac{1}{2}(\mathbf{a} + \mathbf{b})$	58 22	
$\frac{1}{2}(\mathbf{a} - \mathbf{b})$	18 35	

$\frac{1}{2}(\mathbf{a} + \mathbf{b})$	58°22' 0" ... sec.	0.280270 ... csc.	0.069855
$\frac{1}{2}(\mathbf{a} - \mathbf{b})$	18 35 0 ... cos.	9.976745 ... sin.	9.503360
$\frac{1}{2}$ <b>P</b>	26 59 0 ... cot.	0.293147 ... cot.	0.293147
$\frac{1}{2}(\mathbf{A} + \mathbf{B})$	74 15 56 ... tan.	10.550162	
$\frac{1}{2}(\mathbf{A} - \mathbf{B})$	36 19 14 ... ..	... tan.	9.866362
<b>A</b>	110 35 10 or 69°24'50"		
<b>B</b>	37 56 42		

起程針路 **A** ハ **N.110°35'W.**, 即チ **S.69°25'W.** ニシテ着達針路ハ **S.37°57'W.** ナリ

91 ニヨリ頂點ハ兩地間ノ弧外ニ在リ.

航程ヲ求ム.

$\frac{1}{2}(\mathbf{a} + \mathbf{b})$	58°22' 0" ... cos.	9.719780
$\frac{1}{2}(\mathbf{A} + \mathbf{B})$	74°15'56" ... sec.	0.566744
$\frac{1}{2}$ <b>P</b>	26 59 0 ... sin.	9.656799
	28 39 5 ... cos.	9.943273
	2	
	57 18 10 = 3438.2 miles.	

頂點經緯度ヲ求ム.

Suppl. of <b>A</b>	...69°24'50" ... sin.	9.971343...tan.	0.425276	
<i>b</i>	...39 47 0 ... sin.	9.806103...cos.	9.885627	
Lat. of <b>V.</b>	...53 11 59 <b>N.</b>	cos.	9.777446	
Long. from <b>P</b>	...26 251 <b>E.</b>	... ..	...cot.	10.310903
Long. of <b>A</b>	... 3 39 0 <b>W.</b>			
Long. of <b>V</b>	...22 23 51 <b>E.</b>			

針路ヲ變ズベキ各點ノ經緯度ヲ求ム.

△VP1.

Long. <b>A</b>	... ..	3°39' 0" <b>W.</b>	
D. long.	... ..	3 58 0 <b>W.</b>	
Long. pt. 1	... ..	7 37 0 <b>W.</b>	
Long. <b>V</b>	... ..	22 23 51 <b>E.</b>	
∠ at. <b>P</b>	... ..	30 0 51 ... cos.	9.937469
Lat. <b>V.</b>	... ..	53 11 59 <b>N.</b>	tan. 0.126039
Lat. pt. 1	... ..	49 10 28 <b>N.</b>	tan. 10.063508

△VP2.

Long. pt. 1	... ..	7°37' 0" <b>W.</b>	
D. long.	... ..	10 0 0 <b>W.</b>	
Long. pt. 2	... ..	17 37 0 <b>W.</b>	
Long. <b>V</b>	... ..	22 23 51 <b>E.</b>	
∠ at. <b>P</b>	... ..	40 0 51 ... cos.	9.884164
Lat. <b>V.</b>	... ..	53 11 59 <b>N.</b>	tan. 0.126039
Lat. pt. 2	... ..	45 40 23 <b>N.</b>	tan. 10.010203

△VP3.

Long. pt. 2	... ..	17°37' 0" <b>W.</b>	
D. long.	... ..	10 0 0 <b>W.</b>	
Long. pt. 3	... ..	27 37 0 <b>W.</b>	
Long. <b>V</b>	... ..	22 23 51 <b>E.</b>	
∠ at. <b>P</b>	... ..	50 0 51 ... cos.	9.807940
Lat. <b>V.</b>	... ..	53 11 59 <b>N.</b>	tan. 0.126039
Lat. pt. 3	... ..	40 39 42 <b>N.</b>	tan. 9.933979

△VP4.

Long. pt. 3 ... 27°37' 0" W.  
 D. long. ... 10 0 0 W.  
 Long. pt. 4 ... 37 37 0 W.  
 Long. V. ... 22 23 51 E.  
 ∠ at. P ... 60 0 51 ... cos. 9.698784  
 Lat. V ... 53 11 59 N. tan. 0.126039  
 Lat. pt. 4 ... 33 44 45 N. tan. 9.824823

△VP5.

Long. pt. 4 ... 37°37' 0" W.  
 D. long. ... 10 0 0 W.  
 Long. pt. 5 ... 47 37 0 W.  
 Long. V. ... 22 23 51 E.  
 ∠ at. P ... 70 0 51 ... cos. 9.583756  
 Lat. V ... 53 11 59 N. tan. 0.126039  
 Lat. pt. 5 ... 24 33 16 N. tan. 9.659795

△VP6.

Long. pt. 5. ... 47°37' 0" W.  
 D. long. ... 10 0 0 W.  
 Long. B ... 37 37 0 W.  
 Long. V. ... 22 23 51 E.  
 ∠ at. P ... 80 0 51 ... cos. 9.239062  
 Lat. V ... 53 11 59 N. tan. 0.126039  
 Lat. pt. B. ... 13 3 1 N. tan. 9.365101

針路 各變 點ズ	頂 點 ヨリ ノ 經 度	各 點 ノ 經 度	各 點 ノ 緯 度	航法ニ依リ	
				針路	航程
V	0°0'	22°24' E.	53°12' N.	—	—
A	26 3	3 39 W.	50 13 N.	S. 67°45' W.	166.3
1	30 1	7 37 W.	49 10 N.	S. 62 38 W.	456.9
2	40 1	17 37 W.	45 40 N.	S. 55 33 W.	530.2
3	50 1	27 37 W.	40 40 N.	S. 48 59 W.	632.5
4	60 1	37 37 W.	33 45 N.	S. 43 28 W.	760.5
5	70 1	47 37 W.	24 33 N.	S. 39 24 W.	893.0
B	80 1	57 37 W.	13 3 N.		
				大圏上ノ全航程... 3439.4	
				漸長緯度航法ノ全航程... 3478.4	
				兩航程ノ差... 39.0	

汽船ハ所定ノ針路ヲ保守スルヲ得ルガ故ニ前設諸例ノ如ク豫  
 メ大圏航路表ヲ作製シ置クヲ便ナリトス然レドモ帆船ニ在テ  
 ハ風浪ノ爲メ往々最初定メタル大圏ヲ基シク離ルルコトアリ  
 従フテ再ビ舊トノ大圏ニ復セントスレバ却テ航程ヲ損スルニ  
 由リ新タニ一ノ大圏ヲ擇バザル可ラザルコトアルヲ以テ現ニ  
 船ガ居ル所ノ一點ヨリ次ノ一點ニ到ル針路及航程ヲ算スルノ  
 ミニテ足レリトス。

## 交成大圏航法

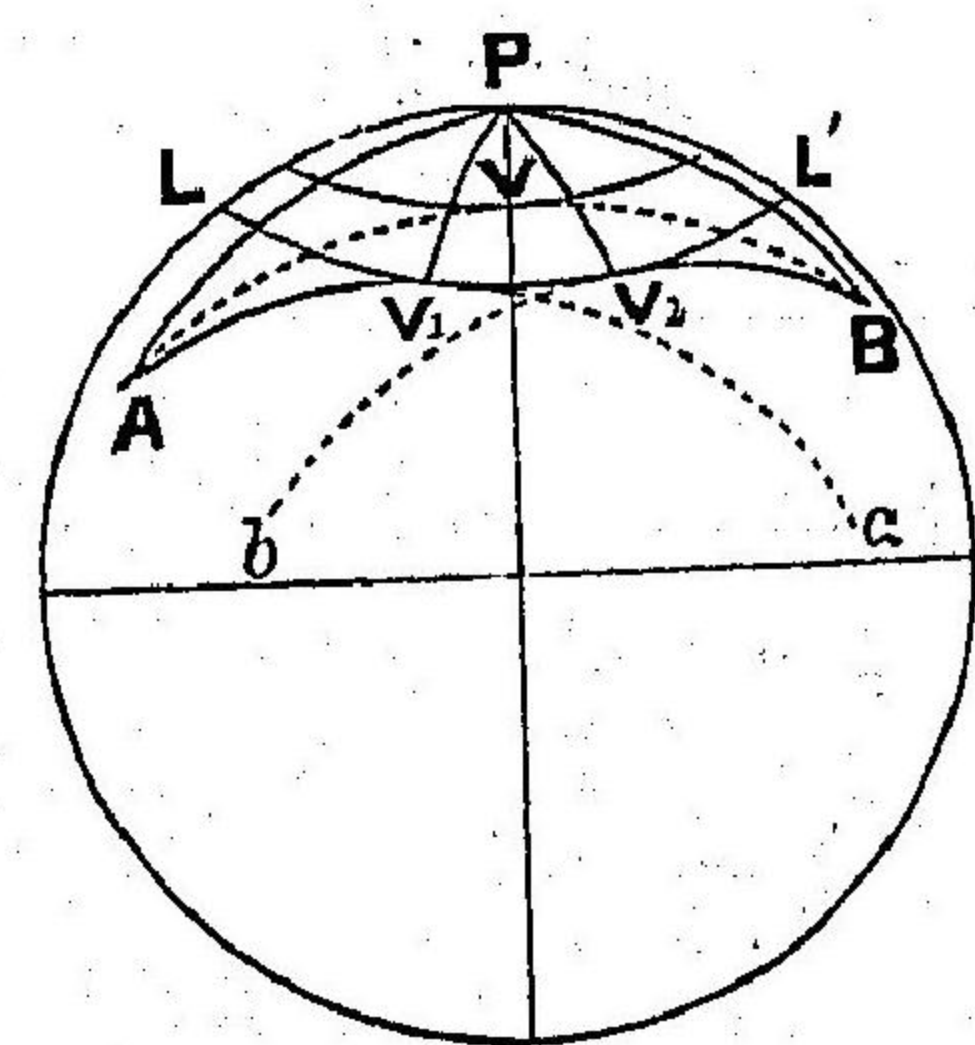
### Composite Great Circle Sailing.

95. 大圏航法ノ効用ハ高緯度ノ海域ニ在リテハ殊大ナルベキモ冰山或ハ暴風雪ノ爲メ航海非常ニ困難ナルノミナラズ甚ダ危険ナルヲ以テ安全ノ範圍ニ屬スル最高緯度ヲ擇ビ而シテ大圏航法ト東西針路航法トヲ併用シテ航海ヲナスベシ此航法ヲ交成大圏航法ト云フ是ハ元ト故 J. T. Towson 氏ノ考案ニ成リシ航法ナリ.

此航法ニ於テハ頂點ヨリ低クシテ實際航行ニ適シタル最高緯度ヲ定メ之ヲ以テ起程地及着達地ヲ貫ク兩大圏ノ弧ノ各頂點緯度トナス故ニ船ハ初ノ弧ニ沿フテ其頂點ニ達シ次ニ距等圈上ヲ航シテ他ノ大圏ノ弧ノ頂點ニ到リ終ハリニ此弧上ヲ航シテ目的ノ地ニ達スベシ.

96. 起程地及着達地ヲ貫ク兩大圏ノ弧ハ共ニ最高緯度ノ距等圈ニ觸ルル處ノ二個ノ正切 Tangents ナルガ故ニ此兩點ヲ貫ク子午線ハ兩弧ニ對シテ各自、九十度ニ正交スルヲ以テ納氏五部分法ニ依リ起程地或ハ着達地ノ頂點ヨリノ經度並ニ針路、航程ヲ算シ其他、距等圈上ノ航程ヲ求ムルニハ東西針路航法ヲ用フベシ.

第百九圖



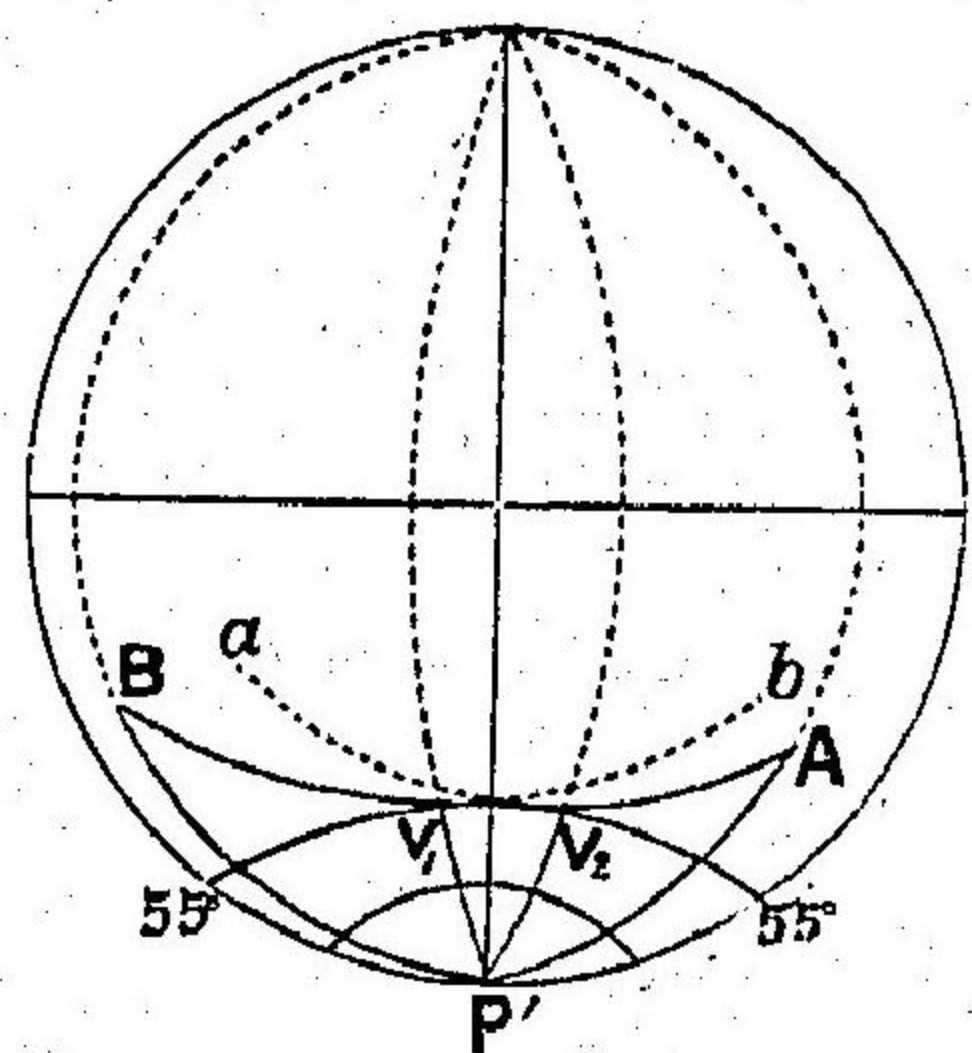
第百九圖ニ於テ A ヲ起程地、B ヲ着達地、AVB ヲ大圏ノ弧、V ヲ其頂點トシ LL' ヲ航行セント定メタル最高緯度トス AV<sub>1</sub> 及 BV<sub>2</sub> ヲ其頂點 V<sub>1</sub> 及 V<sub>2</sub> ニ於テ距等圈 LL' ニ觸ルル處ノ兩大圏ノ弧トシ V<sub>1</sub> V<sub>2</sub> ヲ距等圈ノ弧即チ子午線距トス而シテ PV<sub>1</sub> 及 PV<sub>2</sub> ハ兩頂點ノ子午線ノ弧ニシテ AV<sub>1</sub> 及 BV<sub>2</sub> ト直角ニ相交ル故ニ解算ハ直角球面三角法及東西針路航法ニ依ラザル可ラズ.

#### 例

南緯 23°4' 西經 43°8' ニ在ル Rio ナル B ヨリ南緯 34°19' 東經 115°6' ニ在ル C. Leeuwin ナル A ニ到ラントスルニ頂點緯度、高キニ過ギ冰山ノ爲メ航海危険ナルヲ以テ最高緯度ヲ南緯 55°ト定ムルトキハ經度何度ニ於テ最高緯度ノ距等圈ニ達シ何度ニ於テ之ヲ去ルベキヤ、又起程及着達針路及兩地間ノ交成大圏航路ノ里程ヲ求ム.



第 百 十 圖



第百十圖ニ於テ B ヲ起程地、A ヲ着達地、V<sub>1</sub> 及 V<sub>2</sub> ヲ兩大  
 圈ノ弧ガ緯度 55° ノ距等圈ニ觸ルル處ノ各點トスレバ BP'V<sub>1</sub>  
 及 AP'V<sub>2</sub> ハ共ニ直角球面三角形ナリ。

頂點ヨリノ各經度ヲ求ム。

Co-lat. of B	...	66°56' 0"	...	cot. 9.629255
" A	...	55 41 0	...	cot. 9.834154
" 55°	...	35 0 0	...	tan. 9.845227
D. long. of B and V <sub>1</sub>	...	72 39 5	...	cos. 9.474482
" A and V <sub>2</sub>	...	61 26 55	...	cos. 9.679381
Sum	...	134 6 0		

Total D. long. ... 158 14 0 = (115°6' E. + 43°8' W.)  
 D. long. V<sub>1</sub> V<sub>2</sub> ... 24 8 0 = 1448 Nautical miles.

Long. of B ... 43° 8' 0" W.    Long. of A ... 115° 6' 0" E.  
 D. long. to V<sub>1</sub> ... 72 39 5 E.    D. long. to V<sub>2</sub> ... 61 26 55 W.  
 Long. of V<sub>1</sub> ... 29 31 5 E.    Long. of V<sub>2</sub> ... 53 39 5 E.

起程及着達針路ヲ求ム。

Co-lat. of A	...	66°56'	...	csc. 0.036189
" B	...	55 41	...	csc. 0.083054
" 55°	...	35 0	...	sin. 9.758591
Initial Co...	...	S. 38°33'59" E.	...	sin. 9.794780
Final Co...	...	N. 43 59 2 E.	...	sin. 9.841645

BV<sub>1</sub> 及 AV<sub>2</sub> ノ兩航程ヲ求ム。

Co-lat. of B	...	66°56'	...	cos. 9.593067
" A	...	55 41	...	cos. 9.751099
Co-lat. of V <sub>1</sub> and V <sub>2</sub>	...	35 0	...	sec. 0.086635
BV <sub>1</sub>	...	61 25 31'	...	cos. 9.679702
AV <sub>2</sub>	...	46 30 35	...	cos. 9.837734
Sum.	...	107 56 6		

60  
6476.1 Nautical miles.

V<sub>1</sub> 及 V<sub>2</sub> 間ノ航程ヲ求ム。

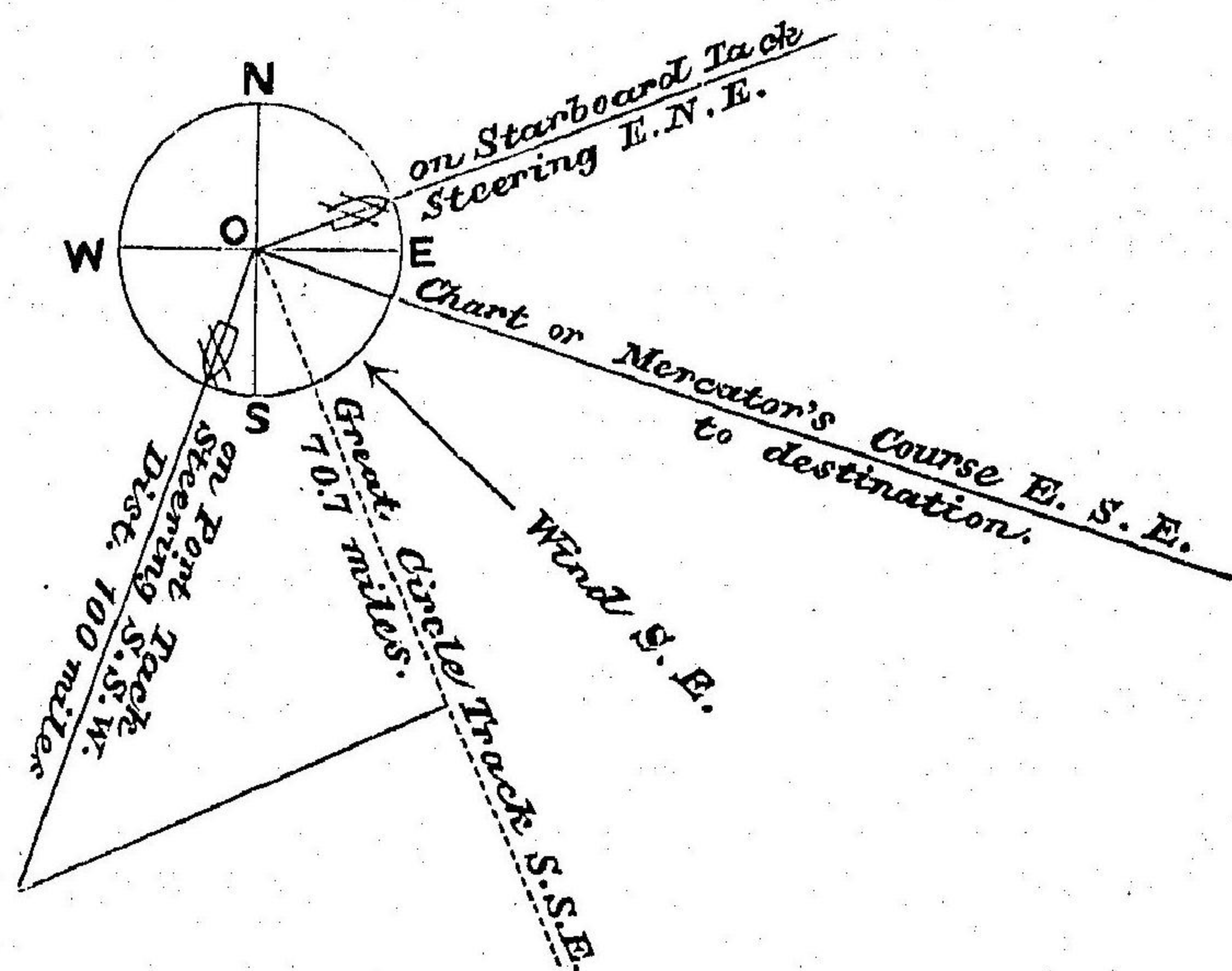
Diff. long.	...	1448.0	...	log. 3.160769
Lat.	...	55°	...	cos. 9.758591
Mer. dist.	...	830.5	...	long. 2.919360
Arcs of Great circles.	...	6476.1		
Total dist.	...	7306.6		

注意 B 及 A ノ兩地ヲ貫ク大圈ノ頂點緯度ハ南緯 71°12'  
 ニシテ全通大圈上ノ航程ハ 7140.1 浬ナリ而シテ漸長緯度航  
 法ニテ算スレバ其航程 8334.2 浬トナルベシ。  
 B ヨリ V<sub>1</sub> 迄及 V<sub>2</sub> ヨリ A ニ至ル間、針路ヲ變ズベキ各點間  
 ノ變經ハ大圈航法ノ場合ノ如ク任意ニ之ヲ定ムベシ。

### 逆風大圏航法.

97. 帆船、逆風ニ航行中ハ大圏針路ニ最モ近キ瑪氏針路ヲ選定シテ詰開キニ帆走セザル可ラズ此航法ヲ逆風大圏航法ト云フ。此ノ航法ヲ無視シテ單ニ海圖上ニテ度リタル針路ノミニ基キテ帆ノ開キヲ定ムルトキハ之ガ爲メニ帆船ハ最近航路ヨリ遠ザカルコト少ナキハ四五點、多キハ八點ヲ超過スルニ至ルコトアリ。

第百十一圖



第百十一圖ニ於テ O ヲ起程點トシ目的港ハ漸長圖ニ依レバ E.S.E. ニ方リ而シテ其起程大圏針路ハ S.S.E. ニシテ風位ヲ S.E. トス。

今、右舷詰開キ (風位ヨリ六點ノ所) ニテ帆走セバ其針路ハ E.N.E. ニシテ左舷詰開キナラバ S.S.W. トナルベシ故ニ左舷詰開キニ於テ船首ハ其最近航路ヲ離ル、コト四點ナリ右舷詰開キニテ帆走セバ船首ノ向キハ其最近航路ト直角ヲナスニ至ルベシ。S.S.W. ニ帆走スルコト 100 哩ニシテ船ハ其目的港ニ近ヅクコト 70.7 哩 (四點ヲ針路トシ 100 哩ヲ航程トシテ方位表ニテ求ムベシ) ナルモ E.N.E. ノ向キハ最近航路即チ起程大圏針路ト正交スルヲ以テ船ハ少シモ目的港ニ近ヅクコト能ハズ。

第百十一圖ニ於テ風位ヲ S.E./S. トシ船首ヲ S.W./S. ニ向ケテ左舷詰開キニ溯航スルトキハ航走スルコト 100 哩ニシテ尙ホ能ク目的港ニ近ヅクコト 55.6 哩ナルヲ得ベキモ之ニ反シテ船ヲ右舷詰開キニナシ E./N. ニ溯航セバ僅ニ 19.5 哩ヲ利スルニ過ギザルベシ。故ニ海域廣大ニシテ逆風ノトキハ大圏海圖或ハ算法若クハ大圏針路儀 Great Circle Course Indicator ニテ起程大圏針路ヲ確定シ此針路ニ最モ近キ開キニテ帆走スベシ。

### 常 用 海 圖

98. 常用海圖ヲ別テ平面圖 Plane Chart及漸長圖 Mercator's Chart ノ二種トス。

99. 平面圖ハ船舶ノ碇泊ニ便ナラシムルガ爲メ地球面上ニ

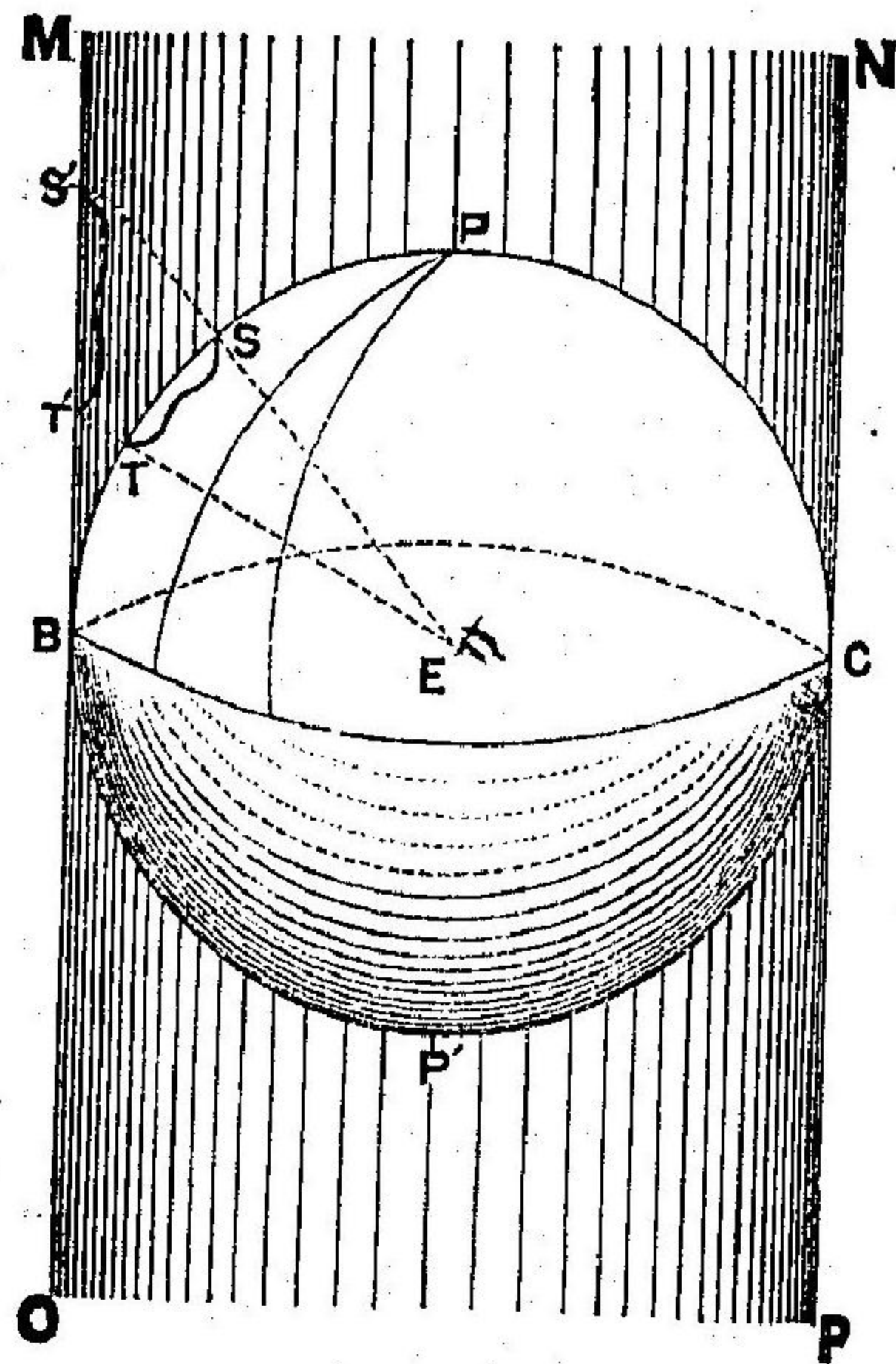
於ケル河川港湊ノ如キ狹小ナル一部分ヲ平面トシテ圖シタルモノナリ通例之ヲ港泊圖 Plan ト云フ。

100. 漸長圖ハ第九頁漸長緯度ノ界説 33 ニ於テ述ベタル理ニ基キテ製スルモノナリ。

Wright 氏ハ漸長圖法ヲ下ノ如ク説明セリ。

地球ノ子午線其他ノ諸線及世界ノ地圖ヲ薄キ護謨球ニ描刷シ其墨汁ハ絶ズ濕氣ヲ有シテ其觸ル、處ノ面ニハ必ズ墨痕ヲ遺スニ適セルモノトシ此球ヲ第百十二圖ノ如ク圓筒中ニ入レ

第百十二圖



其赤道 BC ニ沿フテ圓筒ニ觸レシメ置キ球中ニ多量ノ空氣ヲ吹込メハ球ハ總テノ方面ニ膨脹シ遂ニ總テノ方向ヨリ圓筒ノ内面ヲ壓スルニ至ルベシ而シテ球ノ膨脹ノ度合ハ其各部ガ圓筒ノ内面ニ觸ル、ヤ否ヤ直ニ停止スベク且總テノ方向ニ於テ一樣ニ膨脹スルノ性ヲ有スルモノタルベシ然カスルトキハ緯度ノ距等圈ハ總テ同大ノ圈トナリ子午線ハ擴張シテ圓筒ヲ上下ノ方向ニ通セル直線ニ變ズベシ今之ヲ平面ニ切り擴ゲシモノハ所謂漸長圖ナリ。

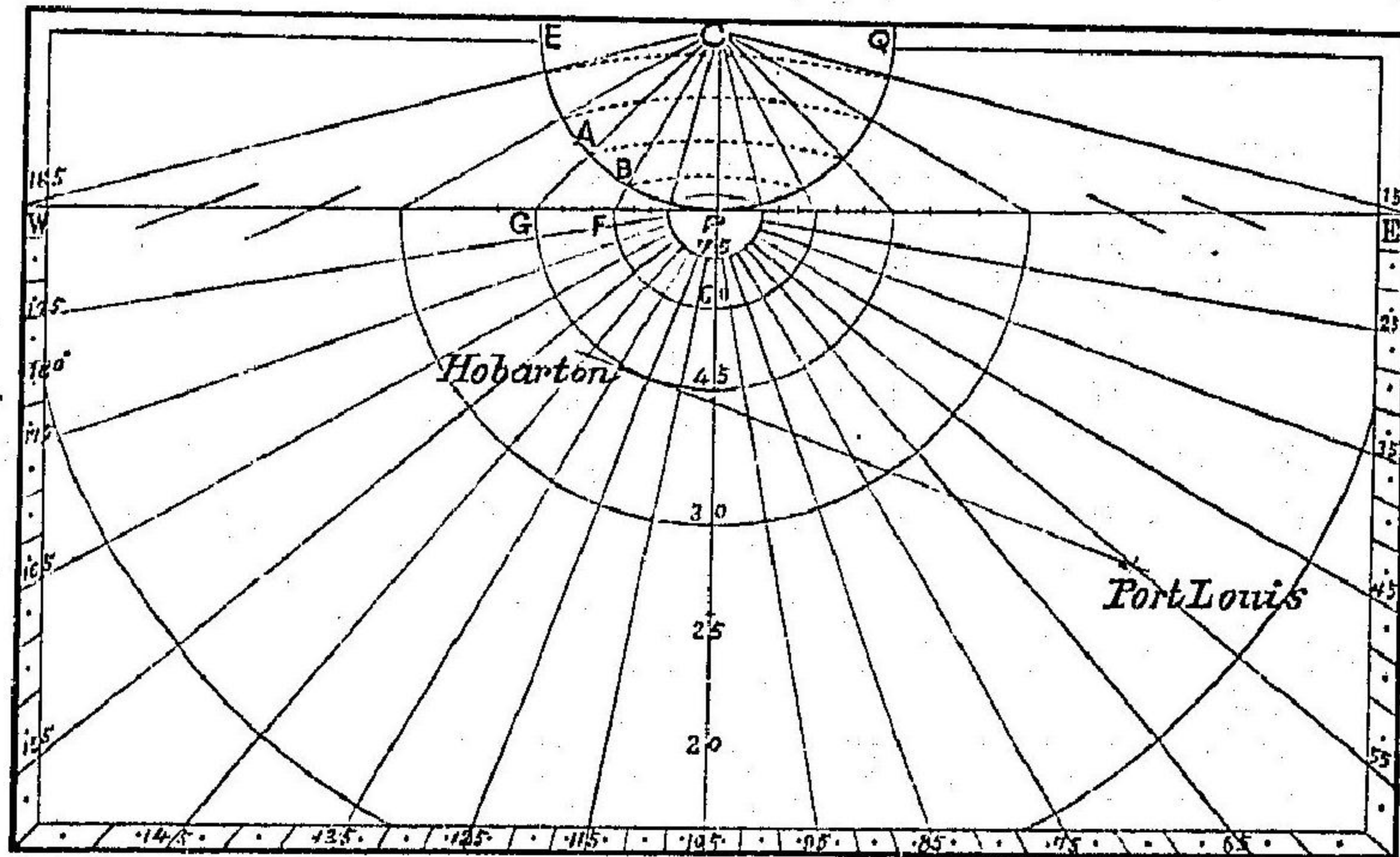
## 大圈圖

101. 大圈圖ハ直線ヲ以テ簡易ニ大圈航路ヲ表ハスヲ主眼トセリ其圖法ニ數種アリト雖ドモ廣ク用ヒラルモノヲ兩極圖法ト云フ製圖者ノ目ヲ無窮ノ遠距離ニ置キ赤道ノ面ニ寫シタルモノニシテ其緯度圈ハ極ヲ公心トシ各緯度ノ餘切ヲ半徑トセル同中心圈ナリ。

102. 緯度圈ノ半徑ヲ求ムルニハ  $R = r \cdot \cot. \text{lat.}$  ノ式ヲ用フベシ。

R ハ各緯度圈ノ半徑ヲ表ハシ r ハ  $45^\circ$  ノ緯度圈ノ半徑ニシテ不變值ナリ而シテ  $\cot. 45^\circ$  ハ  $\tan. 45^\circ$  ニ等シク即チ 1 ナルヲ以テ r ヲ 1 トナスヲ便トス然ルトキハ  $R = r \cdot \cot. \text{lat.}$  ノ式ハ  $R = \cot. \text{lat.}$  トナル左ニ之ヲ證ス。

第百十三圖



第百圖ニ於テ EPQ ハ球ノ子午線面、CP ハ地軸、ECQ ハ赤道、之ニ平行シテ引キタル直線 GFP ハ球ヲ安置シタル平カナル紙面ノ縁、P ハ球ガ紙面ニ觸ル、點ヲ表ス而シテ球面上ニテ緯度  $45^\circ$  ト  $60^\circ$  トニ於ケル A 及 B ノ兩點ヲ紙面ニ寫サンニハ A ト B トヲ貫キテ CA, CB ノ半徑ヲ紙面迄延バズベシ然ルトキハ G 及 F ハ球面上ノ A 及 B ヲ表ス故ニ  $CP \div GP = \cot. GCP = \tan. \text{lat. A}$  ナリ又  $CP \div FP = \cot. FCP = \tan. \text{lat. B}$  ナリ之ニ由テ  $GP \times \tan. \text{lat. A} = CP = FP \times \tan. \text{lat. B}$  トナル然ルニ A ノ緯度ハ  $45^\circ$  ナリ而シテ  $\tan. \text{lat. A} = 1$  ナルヲ以テ  $GP = FP$ .  $\tan. \text{lat. B}$  ナリ故ニ  $FP = GP \div \tan. \text{lat. B} = GP \cdot \cot. \text{lat. B} = \cot. \text{lat. B}$  ナリ.

103. 圖ヲ製スルニハ其大小ニ由リ最初ニ  $45^\circ$  ノ半徑 1 ノ

寸法ヲ定ムベシ然ルトキハ自餘ノ  $D^\circ$  ノ緯度圈ノ半徑ハ  $D^\circ$  ノ真數ノ餘切ト  $45^\circ$  ノ半徑トヲ相乗シタルモノナリ.

104. 此圖法ハ左ノ特長ヲ有ス.

- 一 製圖法甚ダ簡易ナリ.
- 二 全經度ニ亘リテ大圈航路ヲ圖スルニ便ナリ.
- 三 位置ヲ點スルニ便ナリ.
- 四 極ヨリノ垂線、大圈航路ノ直線ニ會スル點ハ兩地間ノ頂點ナルガ故ニ頂點經緯度ヲ知ルコト容易ナリ.
- 五 大圈上各點ノ經緯度ヲ知ルコト容易ナリ.
- 六 針路ハ分度儀ヲ用ヒテ大圈ト本船ノ子午線トノ交角ヲ度リ之ニ N. 或ハ S. ト E. 或ハ W. ノ符ヲ配スルニ當リテ誤記ヲナスノ憂ヒナシ.
- 七 毎正午或ハ臨時ノ位置ト目的地トノ間ノ大圈航路ヲ知ルニ便ナリ.
- 八 交成大圈航路ヲ求ムルニ便ナリ.

南緯  $35^\circ$  東經  $19^\circ$  ニ在ル Cape of Good Hope ヨリ南緯  $44^\circ$  東經  $147^\circ$  ニ於ケル Hobart ニ到ル大圈航路ノ直線ヲ表ハス爲メ大圈圖ヲ調製センニハ最新航海表 TABLE XLIV ニテ  $35^\circ, 40^\circ, 44^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ, 65^\circ, 70^\circ$  及  $75^\circ$  ノ餘切對數ヲ求メ之ヲ TABLE XLI ニ依リテ真數 1.43, 1.19, 1.03, 0.84, 0.70, 0.58, 0.47, 0.36 及 0.27 ニ改メ此等ノ餘切ニ  $45^\circ$  ノ半徑ノ定率 1 ヲ乘ジテ各緯度圈ノ半徑ノ時呎ヲ求ムベシ例ハ