

トスルコトアリ然レトモ通常ハ鍾測ニ於テ得ラルヘシ即チ其結果ヲ大潮時ノ低潮面ニ改算セハ鍾測ノ各線カ低潮線ヲ横キル所ノ諸點ヲ得ヘシ乃チ是等諸點ヲ接シテ以テ低潮線トナスヘキナリ

小山ノ高度

水路誌材ノ告知

小山ノ高度ハ海圖ノ諸點ヲ定ムル爲メ角ヲ測ルノ際一等二等ノ測點又ハ其他ノ確定セル點ヨリ之ヲ測ルヘシ然レトモ岸測者若シ水線ニ在ル測標ヨリ高度ヲ測ルモ位置ノ確定セル限リハ決シテ誤リナシ

岸測者ハ水路誌ニ記スヘキ價值アルモノハ何ニヨラス書留ムヘシ即チ上陸ニ便利ナル小角汲水ニ便利ナル場處等ナリ歸着ノ上之ヲ指揮官ニ報シ該官ヲシテ必要ト認ムレハ巡察シ或ハ其手帳ニ書留ムルノ用ニ供スヘシ

十呎竿法ノ應用

ノ應用

之カ爲メ特ニ帳簿ヲ備ヘテ有用ノ告知ヲ書留ムル用ニ供スレハ便益多シ十呎竿法應用ノ一例ヲ次ニ示サン即チ石花礁ヲ以テ蔽ハレタル海岸或ハ平沙或ハ平泥ニシテ低潮ノ時露出シ其上ヲ步行シ得ヘキ處又ハ攀登シ難キ小山ノ屹立

シ或ハ樹木ノ繁茂シタル場處ニシテ測標ヲ設クル能ハサル所ニ用フルナリ第二十七圖ハ即チ此種類ノ島ヲ示スモノナリ

測士乙ハ長鍾測索今假ニ五百呎ト定ムヲ取り又稜鏡羅針(Prismatic compass)ヲ携ヘ

測士甲ハ經緯儀或ハ六分儀或ハ測微器及ヒ稜鏡羅針ヲ携フ其狀況ニヨリテ携フル所各様ナレトモ六分儀及ヒ羅針儀ニテ事足ルヘシ

aヨリ起リ乙ハ此處ニ止リテ甲ハbニ至ル其間乙ハ携フル所ノ索ヲabニ直角ニ引キ張リ其端ニ旗ヲ樹ツ甲ハ旗ト△トノ間ノ角ヲ測微器或ハ六分儀ニテ測リ又甲乙共ニabノ方位ヲ稜鏡羅針ニテ測ルヘシ

甲ハ乙ニ信號シテ終リヲ告クレハ乙ハcニ往キテ前法ヲ施ス既ニシテ甲ハdニ至リ乙ハeヲ軸トシ索ヲ旋回シテedニ直角ナラシメ前法ヲ行フ斯クシテfニ至リ礁ノ幅員之ヲ許シaヨリfニ三角構成ヲナシ得タリト假定セハafノ方位距離共ニ正シキモノヲ得ヘシ

之ヲ記入センニハa,b,c等ノ平均羅針方位并ニ各點間ノ距離ヲ用ヒ尺度ハ海圖ヨリ大ニシ別ノ紙上ニ記スヘシ而シテa,fノ位置ヲ雙方ヨリ結合シタルトキハ中間ノ他ノ測點ハ適合法ヲ以テ海圖ニ記入スヘシ

設置セル測標ハ鍾測又ハ礁ノ外縁線ヲ求ムル等ノ爲メ必要アラハ其儘ニ置クヘシ此他ニxyzノ如キ諸點ニ小標ヲ設ケb,d等ヨリノ角及ヒ鍾測索ノ角ニテ度レル距離ヲ以テ其位置ヲ定ムヘシ

岸線ハ甲ノ測點ヲ轉スル毎ニ自カラ之ヲ略書スヘシ若シ精密ヲ要スル場合ニハ後ニ十呎竿ヲ用ヒabc等ノ間ヲ補綴シテ之ヲ略書スヘシ

若シ何處ニ於テモ基線ヲ測ルコト能ハス從テaニ戻リテ測量スルノ必要アル場合ニハ經緯儀ヲ用フヘシ此器ヲ用フルトキハ先ツ之ヲaニ据エ或ル定點ヨリb迄ノ角ヲ測リ又定點ノ眞方位ヲ測ルヘシ羅針方位ハ用フヘカラス乙ハ錘測索ヲ携ヘテbニ至ル甲既ニ角ヲ測ラハ乙ハcニ至リ甲ハbニ至リテaヲ零トシcマテノ角ヲ測ルヘシ甲獨リ經緯儀ヲ携ヘテ乙之ヲ有セサルトキハ甲ハ各測點ニ往カサルヘカラス

各新測點ニ於テハ必ラス最後ノ△ヲ零トシテ用フヘシ

乙ノ錘測索ヲ直角ニ向クルニ最モ容易ナル方法アリ即チ鉤股弦ト稱スルモノヲ用フルニアリ是レ一條ノ線ヲ以テ三角形ヲ作り其邊ヲ三四五ノ比例ニ分チ各角點ニ一節ヲ作り三四ノ間ノ角點ヲ現△ニ置キ四ノ邊ヲ前△ニ向ケ三ノ邊ヲ以テ求メントスル直角ノ方向ヲ示スニアリ是レニ類似ノ方法ハ皆能ク此目的ニ適フヘシ

此方法ハ大尉 W. U. Moore 氏カ Fiji 島ノ測量ニ用ヒシ所ニシテ時ニ從テ應用自

在ノ便法ナリ

水路測量書卷之八

錘測

端艇錘測 本船錘測 隱險探測

錘測ハ大
切ナリ

海圖調製ノ事業中或ル一部ヲ以テ他ノ部ヨリ大切ナリト云ヒ難シ各部ハ全體ノ完結ニ必要ナルカ故ニ孰レノ一部ニ誤謬アルモ之ニ波及セサルコトヲ得ス然レトモ強テ區別ヲ立ツレハ錘測ハ最高ノ位置ニアルヘシ

錘測ハ水路測量事業中興味ノ最モ薄キモノナリ天候惡シキトキ海底ノ深淺規則正シキトキ淺灘暗礁ヲ搜索發見スルノ樂ミモナキトキ等ハ殊ニ然リ然レトモ興味薄キノ故ヲ以テ之ヲ後進者ニ放任セハ其人ニ取リテ困難ナルノミナラス海圖ノ最モ大切ナル部分ニ誤謬ヲ生スヘシ

諸點ヲ記入シ終レハ乃チ錘測ヲ始ムルヲ得然レトモ前卷ニ述フルカ如ク海岸ノ形狀錯亂セルトキハ岸線ノ圖成ルノ後ニ於テスルヲ可トス

普通ノ錘
測法

通常行ハル、大體ノ錘測法ハ次ノ如シ端艇ハ豫定セル距離ヲ保チテ一直線ニ進行シ艇首ノ一人ハ絶エス錘測ヲ行ヒ測角シ得ヘキ若干ノ錘測毎ニ測士ハ六分儀ヲ以テ角ヲ測リ端艇ノ位置ヲ定ム而シテ錘測各線ノ兩端ニ於テハ必ラス角ヲ測

ルヘシ

此大體ノ方法ハ其細目ニ關シテ大ニ變革シ得ヘキモノタルハ明白ナルコト、ス
 第一ニ起ル問題ハ錘測諸定點ヲ悉ク圖紙ニ記入シテ各錘測得數ヲ總テ艇内
 ニテ記入スル法ヲ用フルカ或ハ時々該定點ヲ記入シテ其位置ヲ察スルニ止メ其
 他ハ都テ歸著ノ上ニテ行フノ法ニ據ルカ是レナリ著者ハ即時ニ記入スル法ニ如
 カスト斷言ス是レ普通ノ場合トシテ正シク行フコトヲ得ヘシ又測士ヲシテ増加
 ノ投鉛ヲ要スル場合ヲ知ラシムルコト多シ且撓手ヲシテ時ニ小憩セシムルノ便
 アリ波浪高キトキハ勿論正シク記入ヲ行ヒ難シ歸著ノ後行フニ如カス然レトモ
 若シ爲シ得可クハ即時ニ之ヲ行フヘシ尺度ノ大ナル港灣ノ測量ニハ精密ヲ要ス
 ルノ度モ大ナルハ歸著ノ後ニ行フヲ良トス
 錘測ノ得數ヲ直チニ圖上ニ記入スルニハ潮汐ニ就キテ熟慮セサル可カラサルコ
 ト勿論ナリ若シ干満差小ナルトキ或ハ潮汐ノ運動充分明白ニシテ豫ネテ改正表
 ヲ製シ得ヘキ場合ニハ改正セル數ヲ直チニ圖上ニ入ルヘシ然ラスンハ得數ヲ簿
 記シ置キ歸著後圖ニ入ル、トキ改正ヲ施スヘシ或ハ各定點ニ於ケル得數ノミヲ
 該點刺突ノ傍ニ記シ置キ中間ノ諸得數ハ歸著ノ後之ヲ圖ニ入ルヘシ右方法中後

事業ノ細
 目ハ實際
 ノ場合ニ
 應ジテ合
 用スルニ
 化ス

者ハ一般ニ最モ便利ナリ

投鉛間ノ距離及ヒ投鉛ノ時ニ停止スル必要ノ有無ハ水ノ深淺及ヒ投鉛者ノ巧拙
 ニ由ル

又測角スル間端艇ヲ停止スルヤ否ヤハ測標視認ノ難易及ヒ測士カ角ヲ測ルノ遲
 速ニ從フモノナリ初心ノ測士ハ正確ヲ期シ得ルノ速度ヲ以テ何事モ熟慮シテ行
 フヘキハ勿論ナリ

各定點ハ直チニ記入スヘキヤ或ハ二三ノ定點ヲ得タル後カイト上ニテ停船スルカ又
 ハ數分時間投鉛シテ記入スヘキカハ其狀況ニ依ルヘシ

「カイト上」ニテ停船セハ錘測索ヲ弛メテ測鉛ヲ海底ニ保留セシメ以テ艇長ヲシテ其艇
 ノ位置ヲ有タシムヘシ

各定點間ノ距離ハ海圖ノ尺度及ヒ底質ノ如何ニ由ル底面ノ傾斜ニ不平均ナキト
 キハ定點間ノ距離長キモ可ナリト雖モ深淺激變シテ傾斜ノ度急ナルトキハ定點
 ノ距離近接スルヲ要ス

尋界線(即チ三尋五尋十尋等)ヲ以テ完成圖ノ上ニ聯接スヘキ錘測得數ハ必ラス定
 點ニ依リ記入シタルモノナルヘシ且尋界線ハ同シ深サノ外部ニアルモノタルヲ

鐘測線ノ
方向

鐘測線ヲ
導ク爲メ
ノ目標

忘ルヘカラス潮汐ノ改正モ亦考察スヘシ此改正ハ或ル場合ニ於テハ概數ヲ知ル
ノミナルカ故ニ其成果ニ於テ正確ヲ缺クコトアリ

鐘測線ハ普通ニハ海岸ニ直角ヲナシ互ニ平行スヘシ是レ尋界線ヲ引クニ當リ良
キモノヲ得ルノミナラス其初メ正シキ方向ニ重ナリテ見ユルニ物體ニヨリテ端
艇ヲ正當ノ方向ニ保ツコト容易ナルノ便利アリ

尺度大ニシテ精密ヲ要スル測量ニ於テハ二標ヲ植テ、其方向線ヲ示スコト必要
ナリ然レトモ其線ヲ變スル爲メ目標ヲ換植スルニ時ヲ費スコト多キヲ以テ普通
ノ測量ニハ此法ニ從ヒ難シ實地ノ場合ニ於テハ常ニ天然ノ目標ヲ發見スルコト
難キニ非サルヘシ

鐘測線上ニテ海岸ノ方ニ發程スル前ニ先ツ分度儀ヲ以テ次ノ鐘測線ノ起點トナ
ルヘキ海岸ノ點マテノ角ヲ測リ之ヲ六分儀ニ移シ以テ何時回轉スヘキヤヲ告知
スヘキ目標トシテ利用スル爲メノ岸上物標ヲ發見スヘシ海岸ニ接近スルニ至テ
此物標ヲ定ムルハ屢々不可能ノ事アリ故ニ右ノ如キ方法ニヨラスンハ進行線不
規則トナルノ虞アリ

小港ノ鐘測ニハ周圍ノ狀況能ク進行線ノ方向ヲ導クヘシ

端艇鐘測
ノ水深

三杆分度
儀ノ構造
ヨリ記シ
セ

鐘測簿
ヲ記入
スルニ
コト

端艇鐘測ヲ何程ノ深サマテ行フヘキヤハ其狀況如何ニ由ルモノナリ二十尋以上
ノ鐘測ヲ端艇ニテ行フトキハ小形ノ測深機ヲ用フルニ非スンハ其勞極メテ大ナ
リ

端艇鐘測線ノ末尾ニ到リ轉シテ次線ノ末端ニ到ルノ途次尙投鉛スヘシ

三杆分度儀ノ用法ハ既ニ其條下ニ述ヘタリ

爰ニ述フヘキハ定點ヲ得ルニ當リ右角或ハ左角端艇ニ携ヘタル三杆分度儀ノ右
向キ或ハ左向キナルニ從ヒテ此器上ニ度ル爲メ充分ナル度數ニ測ラサルヘカラ
スト云フニアリ若シ之ヲ得ルノ便宜アラスンハ映臨紙ヲ用ヒテ記入法ヲ行フヘ
シ

鐘測簿ハ野ヲ畫スルニ及ハス而シテ定點ヲ得ルニ用ヒタル物體及ヒ其間ノ角度
ヲ記録スル方法一ナラス其最良法ハ(海軍本部ノ供給ニ係ル鐘測簿ノ如ク紙面廣
キモノナラハ)現在目撃スル如クニ之ヲ記録スルニアリ即チ右方ノ物ハ右方ニ中
央ノ物ハ中央ニ左方ノ物ハ左方ニ記スルナリ羅馬數字ヲ以テ絶エス時分ヲ記入
シ以テ潮ノ改正ヲ知ルノ用ニ供ス其定點ニ於ケル尋數ハ右端ニ記シ次ノ定點ニ
至ル間ノ各尋數ハ其下ニ横列セシム即チ左ノ如シ

X. 14 Pagoda 28° 31' Mat 62° 14' Can 7 1/2

7 1/2 S x x 8 1/2 9 x x 10 x

" 23° 02' " 60° 08' "

Pea 41° 17' " 11

投鉛毎ニ
必ラス記
録スヘシ

(x)ノ印ハ前ト同シ尋數ナルコトヲ示スモノナリ投鉛ノ尋數ハ必ラス悉皆記シ置カサルハカラス假令圖上其半數ニ對スル餘白モアラサル場合ニ逢フモ尙然リ鍾手カ規則正シク投鉛スルモ悉ク之ヲ登錄スルコトナクンハ兩定點間ニ尋數ヲ記入シタルトキ水深ノ變化ヲ正當ノ位置ニ示シ難シ

改正ノ爲
メ餘白ヲ
存スヘシ

鍾測ノ尋數ヲ記セル各列ハ下ニ餘白ヲ存シ以テ低潮面ニ改正シタル尋數ヲ赤色ニテ記スルニ便ニスヘシ

參考ノ角

參考ノ爲メ時々角度ヲ測ルヘシ前例ノ Can ヨリ Pea マテニ於テ最後ノ投鉛ニ記セルカ如シ新ナル測點ヲ用ヒテ鍾測ヲ始ムルトキハ殊ニ必要ナリ測點ノ記入ニハ時ニ誤謬ヲ生スルコトアリ參考ノ一角アレハ測角ニシテ正確ナル以上該點ノ正不正ハ直チニ判明スヘシ

底質

底質ハ二三回ノ投鉛毎ニ驗シテ記スヘシ測士ハ鍾手カ呼ヒ上ル所ノモノニ付キ

同一ノ測
點ヲ用フ
ヘシ

時々自ら其正否ヲ検査スルヲ要ス是レ假令ハ岩ト石トハ異レトモ鍾手中ニハ往々之ヲ混同シ岩ヲ石ト呼フ習癖ノモノモアルヘケレハナリ
測角ニ使用スル物體ハ成ル可ク同一ノモノヲ久シク用フヘシ是レ各定點ニ於テ測レル角ハ各其前ノモノニ對シ一定ノ比例ニ從ヒテ變スルカ故ニ視閲上ノ誤謬ヲ見易カラシムル便益アル爲メナリ例之 Mat 及ヒ Pagoda ノ兩標ヲ艇尾ニ見テ沖合ニ漕行スルカ如キトキハ角度ハ次第ニ減少スルコト明カナレハ二十三度ヲ誤リテ三十三度ト讀ムコトアリトモ其誤ハ定點ヲ記入シタル後進行線ノ符合セサルコトヨリ發見スルヲ待タスシテ容易ニ知ルヲ得ヘシ角度ノ漸變ハ亦以テ定點ノ正否ヲトスルニ足ルヘク且三杆分度儀ノ遊標ヲ定ムルニモ時間ヲ省クコトヲ得

助手ノ必
要

鍾測ニ於テ助手多カラサルトキモ其誤謬ナキヲ保タンニハ宜シク各艇ニ二人ヲ用フヘシ但シ測士ノミナラス水兵ヲモ用ヒ得ル場合ニハ一人ノ測士ハ自ら其業ヲ執リ水兵一人ヲ助手トシテ書記ニ代用スヘシ水兵ハ總テ文字ヲ記スルニ堪フレハ端艇乗組員中ニ一人ヲ選ムコト難キニ非ス艇長ヲ以テ之ニ充ツレハ更ニ可ナリ同一人ヲシテ舵手タラシムレハ測士ヲシテ其眼ヲ他事ニ使用シ得セシムル

ノ便アリ

深海ニ於テハ端艇ヲ停メテ投鉛スルコト勿論ナリ錘手ハ命令アルトキノミ投鉛
スヘシ其間隔ハ時計ヲ以テ計ルモノトス廣瀾ナル地域ノ深海錘測ニハ Massey 氏
ノ測程儀ヲ艇後ニ曳キ行クヘシ(第一卷參照)

錘測線間
ノ距離

錘測線間ノ距離ハ圖ノ尺度及ヒ測量ノ性質ニ由ルモノナリ尙地方住民ノ有無ニ
ヨリテモ異ナリ蓋シ住民アル處ニハ漁民ニ問ヒテ淺灘等ノ告知ヲ得ルノ便アリ
然レトモ其告知ノ價值ハ告知者ノ知識如何ニ屬ス時トシテ信スルニ足ラサルモ
ノアリ

未測ノ海岸港灣及ヒ特種ノ地質學的構造ニ成レル地層ヲ有スル場處ニ於テ孤立
セル暗礁ノ發見ヲ誤ラサランニハ錘測ニ力ヲ用フルコト多カラサルヲ得ス然レ
トモ既ニ述ヘシ如ク海上測量ノ多數ハ尺度充分ニ大ナラス又其時間ニ限リアリ
錘測ヲ綿密ニ行ヒ全然見落シナキ程ニナスコト能ハス故ニ測士ハ水面ノ色ニ注
目シ疑ハシキ點アラハ之ヲ查察シ以テ見落シナキ様努メサルヘカラス

普通ノ尺度ニ於テ記入ノ數字ハ相密接ス斯ク密接シタル錘測線ニ於テモ暗礁若
クハ淺灘堆ノ兩側ヲ過クルニ際シ是等ニ就キ何等ノ表示スル所ナキ充分ノ距離

ヲ有セリ三時ヲ以テ一湮トナス尺度ニ於テ各數字ハ殆ト五十碼ノ面ヲ占有スヘ
シ

疑ハシキ
海底

海底ノ疑ハシキモノハ即時ニ之ヲ探測スヘキカ將タ歸著ノ上報告シテ更ニ查察
ヲ行フヘキカハ測量主任者ヨリノ命令如何ニ屬ス一般ノ規則トシテ海岸ヲ離レ
進行シ水深ノ減スルハ疑ハシキモノナレハ中間線ニヨリテ其點ヲ搜索スヘシ此
中間線ハ多クノ場合ニ於テハ前ノ錘測施行線ニ直角ナルヲ要ス又同時ニ眼力ヲ
盡シテ之ヲ探查スヘシ

靜穩ノ日ニ於テ潮流アルトキ眼力敏活ナラハ暗尖岩ノ所在ハ其波紋ニヨリテ之
ヲ發見スルコトヲ得ヘシ

小浮標

眞正測士ノ才能ノ發揮ハ其視察力ニアリ即チ右ノ如キ些小ノ兆候ヲモ利用スル
ニアリ今日マテ此視察力ノ缺乏ヨリシテ脱漏シタル岩礁ハ其數少ナカラス
旋緊用トシテ錘量及ヒ輕鎖ヲ附シタル小圓錐形浮標ヲ錘測艇内ニ用意スルコト
肝要ナリ之ヲ淺灘上ニ置キ以テ周圍ヲ搜索シ更ニ淺底アルヤ否ヤヲ檢スルニ用
フヘシ

海底淺キトキ即チ約七尋以下ノトキハ之ヨリモ深キ處ニ施スヘキ錘測線數ヲ二

淺處ニテ
錘測施行
線數ヲ倍

倍ニナスヲ便トスニ倍ニナスニハ初メ普通ノ線ヲ進行シ其末尾ニ到リ反對ノ方向ヲ以テ中間ノ線路ヲ取ルヘシ

錘測區分

第二十八圖ニ於テ端艇ハAヨリ發シ長線路ヲ進行シテBニ到リ夫レヨリ中間ノ線路ヲ取リ前線ヲ横斷シ參考トナルヘキ錘測ヲ施シCニ歸著スルヲ示ス
大ナル尺度ニテ一港ノ水道ヲ錘測スルニ錘測索ヲ横ニ一岸ヨリ對岸ニ張り之ニヨリテ規則正シキ距離ニ投鉛シ區分ヲ變スル毎ニ同法ヲ以テセハ頗ル便利ヲ得ルコトアリ

掃海探礁法

陸地ヲ望見シ難キ淺堆

報告ニ係レル暗尖岩ヲ搜索セントスルトキ錘測ニテ之ヲ發見スルヲ得サルトキハ掃海探礁法ヲ用フヘシ之ヲナスニハ二隻以上ノ端艇横列ニテ進ミ各艇々尾ノ下ニ良ク錘量ヲ裝著シタル錘測索ヲ各艇間ニ曳クニアリ若シ索ノ中央ニ一個ノ錘量ヲ垂ル、トキハ岩礁ヲ失ヒ易シ索ノ長短ハ端艇ノ大小ニ因ル錘量ニ代フルニ一個ノ鐵杆ヲ以テセハ更ニ可ナリ此法ヲ有効ニ施スハ容易ノ業ニアラス必要以外ノ區域ニ出ルコトナク數回往復探檢スヘシ若シ小蒸汽艇ヲ用フレハ其進行ノ度ニ注意シ錘量ニ對シ過速ナルヘカラス速度急ナレハ索ヲ沈ムルコト淺シ陸地ノ視界外ニ在ル淺堆若クハ遠距離ニシテ測標ヲ用ヒ難キ位置ニ在ル淺堆ハ

錘測

其上或ハ附近ニ投錨セル本船ノ周圍ヨリ始メ錘測ヲ行フヘシ此時ハ端艇ヨリ本船ノ羅針方位ヲ測リ又距離ヲ定ムル爲メ檣頭角ヲ測ラハ先ツ正確ナリトスルコトヲ得端艇ハ本船ヲ以テ進行線ノ集中點トシ各方向ニ別レ錘測ニ從事スヘシ大ナル球體又ハ圓摺體ヲ鐵骨ニテ輕ク作り之ニ帆布ヲ被ヒ黒ク塗リテ檣頭ニ裝置スレハ其角ヲ測ルニ便ナリ蓋シ以テ檣頭ヲ明示スヘク又以テ容易ニ船位ヲ識別スルヲ得ヘシ

尙少シク精密ニ淺堆ヲ錘測センニハ端艇或ハ立標ヲ便利ノ各位置ニ碇繫シ是等及ヒ碇泊セル本船ニ於テ相互ニ角ヲ測リテ其位置ヲ定メ又檣頭角ヲ測リ以テ基線ヲ定ムヘシ然ル後等ヲ測標トシ普通ノ方法ニ據リ角ヲ測リテ錘測點ノ位置ヲ定ムヘシ

精密ニ一大堆ヲ測量スルニハ規則正シク立標ヲ碇繫セサルヘカラス其碇繫ノ最良法ハ二線ニ併列シ各標ノ距離ヲ大約五湮トシ等邊三角形ヲ作り以テ平行四邊形ノ連續セル一群ヲラシムヘシ右五湮ノ距離ハ平行四邊形ノ隅點ヲシテ相互ニ望見スルヲ得セシムルニ適ス而シテ基線ハ測程儀ニテ定メ又其極端點ハ天測ヲ以テ定ムルモノトス

礁嶼區分

端艇ニテ右ノ三角形ヲ錘測スルトキハ一隻ノ目標艇ヲ置キ其橋ニ竹竿ヲ繫キテ
 旗ヲ附シ前二線ノ中間ニ碇繫シテ定點測角ノ補助トナスヘシ
 石花礁ヨリノ區分線ハ科學的或ハ水底電線用トシテ精確ナル傾斜ヲ示ス爲メニ
 時トシテ之ヲ要スルコトアリ
 右ハ容易ノ業ニアラス又急速ニ行フコト能ハス
 石花礁ハ大抵陡界ナルモノナレハ精確ナル傾斜ヲ示サン爲メニ錘測ハ之ヲ密接
 セシメサルヘカラス
 區分線ノ測量ハ一個ノ重點線ニテ進行スルヲ要ス又其距離ヲ定ムルノ方法多々
 アリ
 石花礁ノ稜線上ニ一艇ヲ碇留シ以テ外方重點ノ目標トシ之ニ長キ一竹竿若クハ
 輕キ一圓材ヲ立テ、標識トシ約半湮マテハ此垂直角ニヨリテ距離ヲ定ムルコト
 ヲ得ヘシ然レトモ之ヲ超ユレハ重點線ヨリ一定距離ニ於テ礁上ニ他ノ一艇ヲ配
 シ若クハ一目標ヲ定置シ重點線ヨリノ水平夾角ヲ測ルヲ要ス此事タル十呎竿測
 距離法ノ過大セルモノト其實毫モ異ナルコトナシ此他種々ノ測法多カルヘキモ
 开ハ測士ノ考案ニ依ルヘシ

錘測索長
短ノ検査

右ノ礁圖ハ眞尺度ニ畫クヘシ即チ垂直并ニ水平ノ尺度共ニ三十尋ヲ一時トシ傾
 斜ヲ左ニシ以テ他ノ圖トノ比較ヲ容易ナラシム
 一切ノ錘測ニ於テ錘測索ハ歸著ノ上必ラス其長短ヲ検査シ謬差ノ有無及ヒ其量
 ヲ帳簿ニ記スヘシ久シク用ヒサル錘測索ハ當日朝出發前ニ尙之カ長短ヲ度リ置
 クヘシ然レトモ前夕既ニ検査ヲ經タルモノハ再ヒ度ルノ要ナシ
 新シキ錘測索ハ端艇錘測ニ用フヘカラス測量船就役ノ初メニ於テハ新索ヲ用フ
 ルノ已ムヲ得サルコトアリトモ後ニハ本船ニ於テ使用セル深海錘測索ノ能ク引
 キ延シタル舊索ヲ以テ作り濕ヒタル時尺度ヲ計リ尋數ノ符ヲ付スヘシ
 錘測シ得タル得數ハ精密ニ帳簿ニ記スヘシト雖モ圖ニ記スルニ當リ四分一、二分

分數ノ必
要

一、四分三ノ分數ヲ何尋マテ附記スヘキカハ尺度ノ大小海圖ノ精粗投鉛數ノ粗密
 如何ニ屬ス但シ六尋以下ハ分數ヲ附記シ以上ハ之ヲ去ルヲ通則トス即チ低潮面
 ニ改正シテ9尋ナルモノハ9尋ト記スルナリ

尋數ノ改
正

尋數ヲ低潮面ニ改正シテ精密ナラシムルノ必要モ亦大ニ海圖ノ尺度及ヒ水ノ深
 淺ニ關ス低潮面ニ於テ六尋以上ノトキ尺度小ニシテ一個ノ數字五個或ハ六個ノ
 錘測面積ヲ掩フカ如キコトアラハ低潮面ニ改算スルモ其功薄ク實ニ徒勞ニ屬セ

水深ノ呼方

ンノミ然レトモ淺水ニ於テハ尺度ノ大小ニ拘ハラズ改算ノ必要アリ五尋ノ深サハ之ニ用フル改正ノ多少ニヨリ危險ノモノトナリ或ハ然ラサルコトアルカ故ナリ

測量船ニ於テハ尋數ノ數字ノミヲ呼ヒ上クルコト古來ノ習慣ナリ即チ六ト四分三「五ト二分一」等ノ如シ是レ簡ニシテ時ヲ費スコト少ナシ且水兵ニハ豫テヨリ鋭ク明瞭ニ呼ヒ上クルコトヲ習ハシメ長ク引クカ如キ呼方ヲナサシムヘカラス然レトモ之ニ二ノ例外アリ七 (Seven) ト十一 (Eleven) トハ音調稍ヤ似タル所アリテ誤リ易シ Deep eleven ト呼フヘシ九 (Nine) ト五 (Five) トモ亦誤リ易シ Deep nine ト呼フヘシ五 (Five) ト七 (Seven) トハ其儘ニ呼ヒテ可ナリ

本船端艇ノ別ナク鍾手遠カニ水底ノ淺キニ逢ヒ前數回ノ投鉛ニ比シテ變化ノ急劇ナルヲ見ハ必ラス淺灘 (Shoal water) ト叫呼スヘシ弛ミタル索ヲ手繰ルニ手間取リテ淺灘ヲ呼フニ猶豫スルコト勿レ然ル後其深淺ヲ測ルヘシ著者ハ嘗テ鍾手カ淺灘ヲ呼フニ躊躇シ爲メニ坐礁シタルコトアリ开ハ此時鍾手ハ正確ニ深淺ヲ測ラントシテ屢々投鉛ヲ試ミタメニ船橋士官ヘノ報告後レシヨリ遂ニ此災害ヲ蒙リタルナリ

淺灘

Belcher 氏ノ門洲鍾測法

Belcher 氏ハ覆没ノ虞ナク門洲ヲ乗越ヘテ該洲上ノ深淺ヲ測定スル方法ヲ申告セリ未タ實試スルニ至ラスト雖モ暫ク其法ヲ示サン先ツ高潮ノ時安全ヲ保シ得ル丈極メテ門洲ニ接近シテ端艇ヲ碇著シ一浮樽ヨリ若干定長ノ索ヲ以テ小錨 (Trapeze) ヲ垂下シ端艇ヨリ此浮樽ヲ放ツヘシ浮樽ハ流レテ門洲ノ上ニ進行スルノ際小錨海底ニ觸ルレハ其激動ハ浮樽ニ及ビ端艇ニ在リテ見張ル者ハ之ヲ認メ得ヘシ即チ此小錨索ノ長サヨリ淺處アルヲ知ルヘキナリ

浮樽ニ附著シタル索ニテ之ヲ端艇ニ引キ戻シ前法ニ據リテ更ニ門洲ノ他ノ部分ヲ試ムヘシ

本船鍾測

普通ノ方法

凡ソ二十尋程以上ノ海底ニ至リテハ本船ヲ以テ鍾測ヲ行フ方一般ニ便益多シ蒸氣卷揚機械 (Steam winch) ヲ備ヘアラハ頗ル敏速ニ鍾測ヲ行フコトヲ得ヘシ前部ニ於テ投シタル測鉛ヲ船尾ノ手摺ニ備ヘタル Davit ニテ引揚クル法ニヨレハ一百听ノ測鉛ヲ用ヒ四湮半ノ速力ニテ船ヲ停止スルコトナク航進中ニ四十尋ノ深サヲ精測シ得ヘシ

長キ一圓材ヲ後方 Derrick トシテ裝置スルトキハ水深二十尋マテハ測鉛ヲ前方ニ

引クニ及ハスシテ唯之ヲ振りテ投下シ鍾測スルコトヲ得ヘシ
水深更ニ是レヨリ大ナルトキ測鉛ヲ前方ニ導キテ急速ニ投下スル爲メ種々ノ方
法案出セラレタリ次ニ示スモノハ現今一般ニ行フ所ナリ
Lower boom ヲ出シ大約四十度ニ昂起スヘシ

鍾測索ノ Endless rounding line ハ此 Boom ノ端ニ在ル滑車ヲ過キ導滑車 (Leading block)
ニヨリテ巻揚機械ニ導キ後方ノ Derrick 若クハ Davit ニ至ラシム而シテ此 Rounding
line ニ Slip ヲ附著シ Slip ニハ鐵製ノ廣キ Palm アリテ其 Catch ヲ受ク(第二十九圖參
照)

右 Slip ニ測鉛ヲ取り附ケ巻揚機械ニテ之ヲ前方ニ引キ舉ケ boom ニ達スルトキ
Rounding line ヲ遣リ放テハ Palm ハ落下シテ水面ヲ打チ爲メニ Catch 脱ツレ測鉛ハ
自由トナリテ水底ニ落ッ
Rounding line ハ再ヒ之ヲ後方ニ引キ戻シ測鉛上カリ來ルトキ復タ Slip ニ掛クルノ
用ニ供ス

意匠ノ異ナルニ從ヒ鍾測用具ノ細目モ亦一ナラス
測鉛ノ落下スル際之ヲ船體ヨリ離隔セシメハ鍾測索ノ推進器ニ纏絡スル憂少ナ

シ若シ舵ヲ轉スレハ尙其憂ヲ減スヘシ

鍾測索ヲ垂直ニナシ難キ場合ニ於テ精密ニ深淺ヲ示スヘキ器械ノ發明セラレタ
ルモノ多シ或ハ齒輪ノ一列ヲ活動セシムル蝶翼螺 (Fan) ヲ有スル Massey 氏ノ器械
ノ如キモノアリ或ハ深淺ニヨリテ變スル水ノ壓力ニ依レルモノアリ是等ハ皆或
點マテハ有用ニシテ其誤差ヲ知り之ヲ測鉛ニ附シテ用フレハ利益少ナカラス
航海上ニハ價值多キ自記器械モ測量事業ニ對シテハ其用ヲ爲サ、ルモノナリ是
等ノ航海用新案器械ハ大抵小誤差ニ陥リ易シ而シテ此誤差ハ海圖ニ載スヘキ水
深ニハ許スヘカラサルモノナリトス

Bart 氏ノ Bag and nipper ハ本船カ測鉛上ニ於ケル垂直ノ位置ヨリ偏流スル場合ニ
有用ニシテ且鍾測作業上取扱ヒ易シ然レトモ使用ニ方リ鍾測索ヲ咬ムノ虞アレ
ハ大ナル注意ヲ要ス

若シ完全ノ器械アラハ其示數ハ未熟ニシテ錯誤ニ陥リ易キ人カ船ノ進行中測鉛
ヲ上下ノ位置ニ致シテ測レル尋數ニ比シテ信スヘキモノヲ得ラルヘキハ明白ナ
リ故ニ完全ナル器械ノ發明アラニハ測量家ハ悦ビテ之ヲ用フルナラン然レト
モ現今ニ至ルマテ此類ノ器械ハ多クノ場合ニ於テ熟練セル人ニ比シ誤差ヲ生シ

遠ク海岸
ヲ離レタ
ルニ
ナシ
ル長
距離
ノ
鐘
測
距離

タル事實アリ

常ニ海流アリテ其變化ヲ起ス地方ニ於テ陸上ヲ明別シ難キ沖合ニ在リテ本船ヲ以テ長距離ノ鐘測ヲナストキハ陸岸ニ向テ歸航ノ線上成ルヘク速カニ角ヲ測リテ位置ヲ定ムルコトヲ努ムヘシ此際測得シツ、アル水深ハ船舶ヲシテ爾後其概位置ヲ知ルノ用ニ供セシムルニ便ナリ霧多キ處ニテハ殊ニ然リトス (British channel, Bay of Fundy) ノ如シ故ニ測士ハ成ルヘク推測ニ依頼セスシテ早期ニ於ケル眞位置ヲ得ン爲メニ百方工夫ヲ凝ラスヲ要ス

陸上ニ二個ノ經緯儀測點ヲ設ケテ橋上ノ大旗地平線上ニ現ハル、トキ直チニ之ヲ觀測スルノ法ハ時トシテ用フル仕方ナリ兩測點ハ互ニ相望ムノ要ナシ其相關位置圖上ニ知ラレ又用ヒタル零ノ眞方位ニシテ明確ナル限リハ角ニヨリテ本船ノ位置ヲ記入スルコトヲ得本船カ地平線下ニ在ルトキ認ルトコロノ煤煙ハ有用ナル角度觀測ニ供スルコト屢々アリ單一ノ經緯儀方向線モ亦有用ナルコト多シ何トナレハ該線ハ本船ヨリスル角度方位其他ノ觀測ト相持テ之ヲ利用シ得ヘケレハナリ

橋上ノ測士

經緯儀測點ノ測士カ船影ヲ認ムルニ先チ大氣又ハ地方的原因ニ由リ陸上ノ或物

附屬船

ヲ認メ得ンカ爲メ測士ノ一人ヲシテ Toppalant yard 上ニ在ラシムルハ無用ノコトニアラス
眞方位ハ亦有用ナリ橋上ノ測士ハ太陽ト山峯或ハ他ノ物體トノ距角ヲ測リ甲板上ニテハ太陽ノ高度ヲ測ルヘシ是レ其方位角ヲ得ンカ爲メナリ
他ノ一法ハ角ヲ測リテ位置ヲ定メ得ル限リニ於テ成ルヘク陸ヨリ遠キ處ニ一隻又ハ二隻ノ別船ヲ碇泊セシメ測量船カ其鐘測線上ヲ出入スルトキ該船ト測量船ノ雙方ヨリ互ニ其角ヲ測ルナリ輕風ノトキ船舶ハ一百尋又ハ其以上ノ處ニモ碇泊スルコト難キニアラス

返照器ノ使用

陸上ニ測點ヲ設ケタルトキハ此測點ヨリ測量船ヲ認メタリトノ信號ヲ發スル爲メ返照器ヲ用フルヲ便トス一閃ノ光ハ橋上ノ測士ニ該船ノ角ヲ測リツ、アルコトヲ告ケ其期待スルトコロノ鐘測施行ヲ促スヘキナリ

夜間ニ於テノ位置

測量船薄暮前ニ歸港シ難ク從テ陸影ヲ認ムルコト困難ナルトキハ測點及ヒ航行中ノ本船共ニ青燈ヲ掲ケ火箭ヲ揚クルコト必要ナリ

星辰ノ用

燈臺若クハ見エ得ヘキ山嶽(月夜ニハ遠キ距離ニテモ見ユ)ノ眞方位ハ北緯ノ地ナラハ極星トノ距度 (Angular distance) ヲ測リテ之ヲ求ムルノ便アリ(第十五卷ヲ見ヨ)

此距離ハ亦橋上ヨリ測ルヲ得但シ北極星(Polaris)ヲ用フルトキハ高度ヲ測ルノ要ナシ

羅針方位

若シ北極星ヲ測リ難キトキハ東西圈(Prime vertical)ニ近キ一星ノ時辰方位ニ依リテ好結果ヲ得ヘシ得ル所ノ經度假定ノモノト違フコト多カラハ改メテ計算スヘシ高度方位ハ夜間ニ於テ多ク信ヲ措キ難シ

甲板測用簿

夜間甲板上ヨリ物體ヲ明認シ得且羅針儀ニ依頼スルコトヲ得ルトキ若シ燈光ノ配備適當ナラハ原基羅針儀ヲ以テ極メテ良好ナル方位ヲ測リ得ヘシ

方今供給セララル、有野ノ甲板測用簿ハ本船鍾測上ノ使用ニ便ナリ本船ニテ測レルモノハ何ニ限ラス總テ記録スヘシ本船ヲ以テ主ナル三角構成ノ測點トナシタルトキ其周圍ニ測レル諸角六分儀ヲ以テ測レル諸高度及ヒ之ニ相當ノ定點海岸些細部ノ略圖等皆之ニ記入スヘシ

隱險 (Vigia) 探測

反證ノ困難

位置不確定ナル隱險ノ探測ニ於テ其存スルコトナキヲ證明スルハ難事ナリ實驗ニ據レハ海圖上是等ノ疑存物件中十中ノ九マテハ浮キ上リタル鯨破船又ハ海藻等ヲ誤リ認メテ海水カ淺堆等ノ上ニテ異色ヲ呈スルモノトナシタル報告ニヨリ

探測ノ區域

テ描畫セララル、モノナリト雖モ若シ石花礁カ深水中ニ突起スルカ如キ驚クヘキ有様ニ接ストスレハ匆卒ナル探測ヲ以テシ果シテ某地ノ近傍ニ淺灘ノ存セサルコトヲ認定シ難キヤ明ラカナリ

表示物ナキ狹隘ノ探測面積

探測ヲ施スノ區域ハ大ナラサルヘカラス何トナレハ報告船舶ノ推測殊ニ經度ニ關スルモノハ其誤謬頗ル大ナルコト屢々有リ得ヘケレハナリ斯ル暗礁ノ近傍ニハ海流速カナルヲ常トス從テ其位置ヲ指シテ報告シ來レル危險物ノ探測ヲ行フニハ區域ヲ廣クセサルヘカラス

晴明ニシテ輝キ亘レル日正當ノ方向ニ太陽ヲ保タハ若干湮ノ距離ニ石花礁ヲ認ムルヲ得ヘシト雖モ他ノ有様ニ於テハ縱シ三尋ノ淺水一湮以内ニ近寄ルモ尙之ヲ發見セスシテ通過スルコトアリ

石花礁カ水中ニ潛沒セル山嶺上ニアルモノト假想セハ二千尋ノ水深近傍ニ於テ直徑三湮ヨリ大ナラサル底面上ニ一淺礁ナシトモ限ラレス

次ニ示ス所ノ略圖(第三十圖)ハ水中ニ潛沒セル島ノ斜面ノ傾度ヲ示スモノニシテ斯ノ如ク假定スルモ決シテ其傾斜ノ過度ナラサルヲ見ルヘキナリ

此圖ハ斯ル淺礁ヲ距ルコト僅ニ一湮半ナルモ尙二千尋ノ水深アルヲ示ス故ニ實

際錘測シテ水深頗ル大ナリトモ其深キ處ハ比較的小區域ニ止リ假令百尋無底深
ノ錘測ヲ得タリトモ唯數百碼ノ内ニ暗礁ノ存セサルヲ知ルノミニシテ他ニ確知
シ得ヘキモノアラズ

輒近錘測事業ノ擴張ニヨリ得タル實驗ニ從ヘハ本文ノ如キ深水ニ對スル大傾斜ハ實際
之アラズシテ二千尋ノ深サニハ直徑十哩ノ底面ト假定シテ大過ナカルヘシト云フ

礁堆ハ只一回ノ錘測ニヨリテモ往々能ク之ヲ察知スルコトヲ得即チ該錘測ノ深
サ大ナルモ其近傍周圍ノ他ノ錘測ノ深サニ比シテハ少シク淺キヲ以テ其然ルヲ
知ルナリ且又一堆ノ存否ヲ決スル唯一ノ法ハ其傾斜ノ方向ニ從テ錘測スルニア
リ無底深ノ錘測ハ其價值少ナシトス

石花海ニ於ケル一礁堆ノ稜縁カ小危險ノ發生ニ恰適セル處タルコトハ實驗ノ徵
スル所ナリ故ニ淺堆ノ縁端ハ細密ニ探測セサルヘカラス

外洋ニ於テ三哩以内ニ船舶ノ位置ヲ確定スルコトノ難キハ探測ノ確實タリ難キ
他ノ一要素ナリ故ニ驗測スヘキ區域ヲ縱横ニ涉獵シタル上ナラテハ即チ結局實
踐ノ上ナラテハ危險ノ存セサルコトヲ斷言シ難シ

測士ノ位
置確實ナ
ラズ
報告ノ信
用

報告ニ云フトコロノ危險カ普通航路外ニ在ル場合ニハ特ニ然リトス是レ發見當

第一著探
測

時ニ至ルマテ他ノ注意ヲ引クコトナカリシハ當然ノ事ナレハナリ船舶ノ航行頻
繁ナル地方ニ於テハ其報告容易ニ信スヘカラス多クノ例ニ於テ報告者ニ就キ審
問ヲ試ミナハ其根據薄弱ナルヲ知ラン實際ノ錘測ニヨリテ云フモノニハ誤認少
ナシト雖モ實例ニ於テハ所謂底深(Bottom)其者ニアリテモ尙誤リアルヲ見ル然レ
トモ錘測ヲ施行シタル處ニハ先ツ報告ヲ信セサルヘカラス而シテ圖上位置不確
定ノ隱險ヲ删除スル前ニハ精密ナル探測ヲナサ、ルヘカラス

通則トシテ先ツ第一著ニ報告ニ係ル緯度若クハ其附近ニ於テ東西ノ方向ニ航走
探測ヲ行フヲ最良トス蓋シ經度ニ基キテ探測スルニ比スレハ眞ニ近キモノアル
カ爲メナリ
完全ナル探測ヲ施行スルニ當リ其第一日ハ前項記載ノ第一著探測ニ費スヲ最良
トス是レ探測ノ區域廣大ナルヲ得ヘケレハナリ若シ危險物ノ存在スルアラハ或
ハ眼力ニヨリ或ハ航走中ノ錘測ニヨリ之ヲ發見スルノ好機會アラン尤モ其間深
海錘測ヲ絶エス施行スヘキハ勿論ナリトス
報告ニヨレル暗礁ノ近傍ニ夜間漂泊スルハ好マシキコトニアラス此故ニ Kedge
anchor ヲ一百尋程下シテ垂錨スレハ錨海底ニ達セハ船ヲ支持スヘク然ラサルモ

夜間隱險
ノ近傍ス
ルニ
コト

決定ハ水
路部長ノ
爲ス所

風形水中
警報器

其觸礁ニヨリテ本船坐礁ノ豫防トナルヘシ
 夜間洋中ニ於テ暗礁ノ接近セルハ魚ノ群集セルニテ知ルヘシ孤立セル場處ニハ
 魚類ノ群集スルヲ常トス又燐光ハ魚群ノ所在ヲ明示スルモノナリ
 晝間ハ魚ノ集マル處ニハ概ネ飛禽アリ以テ其所在ヲ知ルヘシ
 測士ハ其航跡及ヒ鍾測ノ圖面ヲ本國ニ送附ス而シテ其成績ニ就キ取捨ノ判定ニ
 至リテハ水路部長ノ任スル所ナリ
 毎朝天測ニヨリ船位ヲ定ムルハ最モ大切ノ業タリ其一般ノ要訣ハ海上天測ノ條
 下ニ述フヘシ
 風形水中警報器 (Submarine sentry) ハ現今總テ測量船ニ供給ス是レハ大約三十尋ニ
 調整シ航行中絶エス曳行スルモノトス船止マラハ器ハ水面ニ浮キ上ルヘキ裝置
 ナルヲ以テ推進器ニ絡マルノ虞少ナシ又本器ハ時ニ誤報ヲ傳フルコトアレトモ
 小堆ノ所在ヲ探知スルニ他ノ方法ニ優リ極メテ有用ノモノナリ曳索タル鋼線ハ
 通常器ニ接セル處ヨリ截ル、カ故ニ弛緩セル鋼線ノ一部ヲ器尾ニ附シ其上方大
 約四尋ノ處ニテ之ヲ本線ニ接著シ以テ本器ノ流失ヲ防クモノトス

水路測量書卷之九

潮汐

潮汐ノ驗
行ハ直ニ
行フヘシ

目的異ナ
レハ驗測
ノ法モ亦
ス同シカ
ラ

刊行海圖ニ於ケル水深ハ都テ普通ノ大潮ニ於ケル低潮ヲ以テ示セリ故ニ潮汐ニ
 關スル告知ハ何事ニヨラス之ヲ得ルノ要アリ故ニ測地ニ至リ第一ニ著手スヘキ
 モノハ潮汐ノ驗測ナリ
 潮汐ノ運動ニ就キ全ク知ルコトナキ地球上ノ部分ハ甚タ僅少ナリ故ニ著手以前
 ニ於テ既ニ幾分カ得ル所アルヘシ即チ海圖上ニ H. W. F. S. O. T 記セル朔望高潮時
 ノ如キ一時若クハ二時以内ノ差ヲ以テ知ルヲ得ヘク河口又ハ格段ナル形狀ノ海
 岸ニ於ケルノ外ハ概ネ附近ノ場處ニ於ケルモノト大差ナキモノナリ潮ノ升降差
 (Range of tide) キ亦同シ
 潮汐ニ就キ得ル所ノ資料ノ多寡ハ全然其地ニ滯留スル時日ノ長短ニ關ス季節ニ
 ヨリ潮汐ノ變化大ナル地方多シ故ニ充分ノ測量ハ數箇月引キ續キ行ハスンハ得
 ヘカラス某地ニ於テハ一日ノ高低潮時ニ漲落共ニ六時間乃至七時間ヲ隔ツルア
 リ他ノ地ニ於テハ漲ルニ長キアリ或ハ落ルニ長キアリ或ハ反對ナル等種々ナル
 モノトス故ニ此種長時ノ測量ハ甚タ貴重スヘシ是レ現今潮汐ノ理論ハ世界ノ各

地ヲ通シテ驗測上ノ總テノ要求ヲ満足セシムルコト能ハス其資源ニ於テ缺クル所アレハナリ然レトモ測士カ右ノ如キ長時ノ測量ニ從事スルノ便ヲ得ルコトハ甚タ稀ナリ

故ニ潮汐驗測ノ目的ハ一ニハ航海ノ用ニ供センカ爲メ鍾測得數ヲ改正スルニ用ヒ又一ニハ科學的研究ノ資料ニ供センカ爲メナリ

爰ニ說カントスル所ハ主トシテ前者ノ爲メナリ其方法モ亦通常粗ニシテ足ルモノナリト雖モ海圖ノ尺度及ヒ性質ニヨリテハ又其程度ヲ異ニスヘキモノトス

潮汐論ニ就キテハ本卷ノ末尾ニ數言ヲ附記ス
讀者若シ潮汐運動ニ關シテ其多クヲ知ラント欲セハ刊行海軍本部潮信表ノ卷首ニ載セタル Dr. Whewell 氏著潮汐論ヲ參照スヘシ

海上測量實地ノ事業上ニモ成ルヘク驗測ヲ規則正シク引キ續キ行フニ如カス然レトモ多クノ場合ニ於テ驗測員ヲ永ク守所ニ置クハ不便ナリ不健康ナリ故ヲ以テ吾人直接ノ事業タル海圖ノ調製ヲナスニ足ルモノヲ得ハ則チ満足セサルヘカラス

他ノ場合トシテハ一處ニ數日間留マレハ可ナリ即チ孤立セル小港ノ分圖ヲ作ル

潮信表

地方的事情

觀測ハ缺スヘカラ

定義

トキノ如シ

海圖ノ調製上絕對的必要ナルハ鍾測施行中其海面カ大低潮ノ水面上ヨリ幾千ノ高ナルカヲ知ルニアリ此大低潮ノ水面ヲ基本水準 (Datum for reduction) ト稱ス

又成シ得ヘクハ潮候時即チ朔望ニ於ケル高潮ノ時ニシテ海圖ニ H. W. F. & Q. ト稱スルモノ大潮升 (Spring rise) 小潮差 (Neaps range) 及ヒ各潮ノ升降間ノ時間ヲモ定ムヘシ是等ハ航海者ニ貴重ノ告知ヲ與フルモノナリ

潮汐ヲ論スルニ用フル術語ノ定義ヲ左ニ述フヘシ

潮升 (Rise) トハ大低潮平均水準面上高潮面ノ高ナリ

升降差 (Range) トハ某一潮ノ高潮低潮ノ高ノ差ナリ大低潮ニ關係セス

半月潮不等 (Semimensual inequality of heights) トハ平均水準面上大潮ト小潮トノ高ノ差ナリ

日潮不等 (Diurnal inequality of heights) トハ不規則潮ニ於テ各連潮ニ於ケル高潮ノ高ノ差ナリ

潮齡 (Age of tide) トハ新月或ハ満月ノ時刻ト次ノ大潮ノ時刻トノ差ナリ一日半ヨリ三日ノ變更アリ

月潮間隙 (Lunifical interval) トハ太陰子午線經過時ト高潮時トノ間ニ於テ日々違フ所ノ時間ナリ

潮候時 (Establishment) トハ太陰子午線經過時零時零分或ハ十二時零分ナルトキノ月潮間隙ナリトノ定義ヲモ下スヘシ之ヲ尋常潮候時 (Vulgar establishment) ト稱ス

平均潮候時 (Mean establishment) トハ半潮期 (Semilunation) ニ於ケル總月潮間隙ノ平均ニシテ尋常潮候時トハ頗ル其數ヲ異ニス後者ハ海圖上ニ記スル朔望高潮時 (S.P.M. & C.) ナリ

半月潮時差 (Semimenstrual inequality of time) トハ最大月潮間隙ト最小月潮間隙トノ差ナリ

日潮時差 (Diurnal inequality of time) トハ不規則潮ニ於テ各連潮ニ於ケル月潮間隙ノ差ナリ

潮時ト潮高トハ日月ノ相關位置ニ因リテ絶エス變化ヲ受ク而シテ多少規則正シキ是等ノ變化ハ更ニ風力并ニ晴雨計ノ高ノ爲メニ變セラル、モノナリ

晴雨計ニ原因スル水準ノ差ハ晴雨計平均ノ高ヨリ上下スルコト一時毎ニ概略一呎トスレハ大差ナシトス但シ晴雨計昇レハ潮ハ降ルナリ

潮汐變更ノ原因

太陰子午線經過ノ觀測

太陰子午線經過時ハ赤經ニ依リ日月相關ノ位置ヲ略知スルニ足ル故ニ潮汐ノ計算ハ總テ此太陰子午線經過時ヨリ起スモノナリ
規則正シキ潮ニ於テハ太陰子午線經過ノ時刻相同シキ日ハ高潮及ヒ低潮ノ時及ヒ高モ亦相同シキヲ見ン

土地ノ形狀ヨリシテ常ニ驗潮杆ヲ携ヘ難キ場合ニハ右ノ理ヲ知り居ルコト甚タ有益ナリ以前ノ驗測ニヨリ潮汐ノ規則正シキヲ知ラハ乃チ太陰子午線經過時ニヨリテ一表ヲ作り以テ尺度小ナル錘測ノ改正ニ用フルヲ得ヘシ

測量地ニ到着シテ第一ニ著手スヘキ作業ノ一ハ驗潮杆ヲ設立スルニアリ觀測ノ性質如何ニ拘ハラズ之ヲ以テ第一トスヘシ

驗潮杆ヲ設クヘキ位置ハ成ル可ク掩ハレタル場處ナラサルヘカラス又之ヲ植ツルノ地ハ硬固ナルヲ望ム杆ノ設置ハ甚タ煩ハシキモノナリ其地本船ト相望ムコト能ハス驗測員獨力ヲ以テ再ヒ之ヲ他ノ位置ニ移サ、ルヲ得サル場合ニハ殊ニ然リトス

若シ棧橋ヲ利用スルコトヲ得ハ之ニ木板ヲ取付ケ呎數吋數ヲ畫シ呎數ハ紅白及ヒ藍ノ三色ヲ交互ニ塗り太キ黒色數字ヲ記スレハ簡單ニシテ用フルニ足ル

驗潮杆ノ位置

棧橋ノ利用スヘキモノナクハ普通ノ圓材ニ鐵釘ヲ以テ底脚ヲ作り前ノ如ク塗色シ成ルヘク深く地底ニ打ち込ミ錨若其他何物ニ限ラス重クシテ動カシ難キモノニ張綱ヲ取ラハ確實ニ立テ得テ實用ニ適スヘシ又時トシテ本船ヨリ眼鏡ニテ讀ミ得ル如ク設クルコトアリ

然レトモ掩蔽物ナク且波浪岸ヲ洗ヒ驗潮又精密ヲ要スルトキハ或ル種類ノ管ヲ用フヘシ

其法木材ヲ用ヒ船内ニテ方形ノ管ヲ作ルヘシ但シ小ニ過ル勿レ一面ニ切レ目ヲ作り内部ニ設ケタル浮子ニ棒ヲ立テ之ニ指標ヲ附シ此切レ目ニヨリテ上下セシム而シテ此切レ目ヨリ打ち込ム潮水ハ管ノ面積廣キニ非スンハ内部ノ水面ヲ攪亂シ管ノ効能ヲ妨クヘシ又潮ノ昇降大ナラサル處ニハ切レ目ヲ作ラスシテ管(此場合ニハ罐管(Boiler tube)ヲ用ヒ得ヘシ)頂ヨリ凸出スル指標ノ昇降ニ連レ管上ニ突き出テ之ニ綁著セル尺度ノ上ニテ標示スルモ可ナリ若シ泥底ニ植ツルトキハ管ノ底部ニ數孔ヲ穿テ海水ノ流入ヲ得セシム

自記驗潮器ノ移動ニ便ニシテ諸要求ニ應スヘキ適好ノモノ未タ其製作ヲ見ルニ至ラス空氣作用ノ驗潮器ハ方今(一八九七年)試驗中ニシテ好望ヲ呈スレトモ其果

シテ成功スヘキヤ否ハ斷言スル能ハス
成シ得ヘキ限リハ驗潮杆ノ近傍ナル固定物體ニ目標ヲ附シ該杆上ノ某標ト一致セシメ置クヘシ是レ驗潮杆不意ニ其位置ヲ變シタルトキ原位ニ復セシメンカ爲メナリ

水準モ亦近傍ナル某永久的目標ニ移記シ又海圖ノ基本水準ト此目標トノ差ヲ記スヘシ是レ後來測量ノ時同一ノ基本水準ニ更正センカ爲メナリ陸地測量ニ對スル標準定面(Fixed plane of reference)ノ設置(文明諸國ハ皆此設置アリ)アリ又水準目標ノ利用スヘキモノアルトキハ潮汐ノ基本水準ハ常ニ右ノ標準定面ニ關聯セシムヘシ

驗測器上ノ水準ハ毎時之ヲ記載スヘシ規則正シキ驗測ヲナスニハ晝夜トモ施行スヘシ單ニ水深改正ノ爲メナラハ晝間ノミニテ可ナリ而シテ大潮ニ於テハ夜間ニモ高潮及ヒ低潮ヲ測ルヘシ是レ或ル場處ニ於テ或ル季節ニハ夜潮ハ晝潮ト其高低ヲ異ニスルモノアレハナリ

潮汐ニ就キテ豫ネテ知ルコトナキ處ニテハ起初二十四時間ハ毎半時ノ驗測ヲ行ヒ以テ潮ノ規則正シキカ然ラサルカヲ知り然ル後通常ノ驗潮ヲ行フハ適當ノ處

高低潮及
測潮ノ驗

置ナリトス

高低潮ノ時ト高トヲ精密ニ得ン爲メニハ高低潮ノ前後各三十分間程ハ每十分ノ
 驗測ヲ行ヒ之ヲ以テ所要ノ精密ナル時ト高トヲ算出スヘシ
 之ヲ行フニ圖ヲ以テスレハ最モ良好ナリ即チ一線ヲ畫シ之ヲ等長ニ分割シ以テ
 時ト分トヲ示シ相當時分ヨリ直角ニ線ヲ立テ適宜ノ尺度ニヨリテ其長ヲ度リ點
 ヲ定メ以テ其時ニ記錄セル潮ノ高トス是等諸點ヲ接シテ曲線ヲ畫キ此曲線ニ據
 リテ高潮或ハ低潮ノ時ト高トヲ定メ得ハ單一ノ驗測ニ比シ遙カニ精密ナリ
 今驗潮簿ニ記セル所左ノ如シト假定ス

X 00 A.M.	"	"	"	12m	3m.
10	"	"	"	12	8
20	"	"	"	13	0
30	"	"	"	13	1
40	"	"	"	13	1
50	"	"	"	12	10
XI 00	"	"	"	12	5

基本水準
略定法

之ヲ第三十一圖ノ如クニ畫キ10ノ位置ヨリ横線ヲ畫シテ曲線ノ反對ノ部分ニ
 至リ之ヲ二分シテ其點ヨリ時ノ線上ニ垂線ヲ下セハ高潮ノ時ト得次ニ兩
 脚器ヲ以テ曲線ノ最高點ヲ度レハ驗測杆ニ示サルヘキ高十三呎一時餘ヲ得ヘシ
 大潮ノ間測地ニ在ルコトヲ得ハ驗測シテ基本水準ヲ得ヘシ而シテ各錘測ハ皆之
 ニヨリテ改正ス即チ日々ニ施行セル錘測ノ時刻ニ照シ驗潮杆ニ現ハレタル基本
 水準面上ノ高ヲ減スルナリ然レトモ大潮ノ後數日ニシテ測地ニ著シ次ノ大潮前
 ニ同地ヲ去ルノ已ムヲ得サルコトアリ此場合ニハ海岸ニ印セル大潮時高潮ノ痕
 ト同海岸ニ印セル其日ノ高潮ノ高トノ差ヲ實測シ之ヲ其日驗潮杆ノ上ニ顯ハレ
 タル低潮ノ高ヨリ減シ之ヲ大低潮水面即チ基本水準トナスヘシ尙其安全ヲ圖ル
 爲メニハ之ヨリ一呎或ハ二呎ヲ減スルモ可ナリ
 例之高潮ニ於テ驗測杆ノ所示十三呎一時アリ岸ニ於ケル高潮痕ハ其時ノ海面ヨ
 リ高キコト二呎六時ナリトシ低潮ニ於ケル驗測杆ノ所示五呎八時ナラハ大潮時
 ニ於ケル低潮ハ三呎二時トナルヘシ若シ得ル所ノ錘測ヲ尙二呎減シテ標一呎ノ
 處ヲ基本水準ト爲サハ淺水ニ於テ過深トナルノ虞ナカルヘシ
 此種ノ略法ハ勿論之ヲ海圖上ニ記シテ本國ニ致スモノトス大潮升十四呎ヲ得ル

ノ法亦之ニ準スヘシ
 尙粗ナル方法トシテハ Boat hook ニ尺度ヲ盛り低潮ノ時之ヲ水線ニ直立ニ保チ以テ潮升略數ヲ驗スヘシ此時測士ハ岸上ノ高潮痕ニ其眼ヲ置キ Boat hook ノ上ニ其地平線カ交ル所ノ呎數ヲ讀ムヘシ是レ即チ其日ノ潮ノ高潮痕ヨリ降ル所ノ呎數ナリ若シ其日ノ高潮痕ヲ用フレハ結果ハ其日ノ升降差ニシテ又若シ大潮痕ノ高カ其日ノ高潮ノ上ニ出ル距離ヲ度リ得ハ前節ニ於ケルカ如ク大潮ノ升降ヲ得ヘシ

右ノ法ハ港灣ノ分圖ヲ迅速ニ作ル場合ニ甚タ必要ナリ潮高ハ其日岸線ノ測量ニ從事スル士官ニヨリ多クノ時ヲ費サスシテ時々刻々ニ測得セラルヘシ從テ同時ニ錘測ヲ改正シ得ルノ利益アリ
 海圖上ニ記セル尋常潮候時ト云フ語ハ其意適切ナラス直接ニ之ヲ驗測シ得ヘキハ太陰子午線經過時カ十二時或ハ零時ナル日ニ限ルモノナレハ測士ハ往々略法ニヨリテ之ヲ定ムルノ已ムヲ得サルコトアリ潮候時ハ正當ニ得タルトキト雖モ尙不變ナルコト稀ナレハ略法ヲ用フルモ敢テ事ニ害アルコトナシ
 最良ノ略定方法ハ月潮間隙ノ線ヲ引キ尋常潮候時ヲ得ル爲メ XII^h 及ヒ O^h ヨリ横

線ノ長ヲ度ルヘシ若シ一個ヨリ多クヲ得ルコトアラハ之ヲ平均スヘシ
 潮汐規則正シキトキ(殊ニ半月潮不等ニ關シ)潮候時ハ潮信表中潮汐ノ條下ニ記セル方法ニヨリ太陰經過時ニ驗潮シテ之ヲ略定シ得ヘシ但シ其所要ノ場合ニ於テ潮汐ノ不規則ナルヤ否ヤヲ知ラスシテ妄リニ假定スルトキハ誤謬大ナルモノアルカ故ニ茲ニ之ヲ論述セス
 某日ノ高潮及ヒ低潮ノミヲ得タル場合ニ於テ其兩潮間隨時所要ノ潮高ハ第三十二圖ノ如クニ想像曲線ヲ引キテ求ムルヲ最良トス任意ノ時ニ於テ驗潮杆ニ現ルヘキ高ヲ此圖ヨリ取り來リテ其日ノ改正表ヲ製スヘシ
 第三十二圖ニ於テ其日ノ高潮及ヒ低潮ノ時ト高トヲ知レルノミ即チ六時五十分ニ於ケル高潮ハ驗潮杆ニ十五呎七吋ヲ示シ一時十分ニ於ケル低潮ハ八呎ヲ示セリ
 紙面ニ碁盤野ヲ引キ或ハ碁盤野ヲ印刷シタル紙是等ノ場合ニ必要ナルモノナリヲ取り其上ニ圖ノ如キ曲線ヲ畫クヘシ既ニシテ水深改正ニ用フヘキ基本水準ハ驗潮杆ノ上ニテ四呎ノ處ナリト假定セハ其日ノ改正表ハ左ノ如シ

VI 11 ft or 2 fms. I 4 ft. or 2 fms.

VII	11 $\frac{1}{2}$	"	or	2	"	"	"
VIII	11	"	or	2	"	"	"
IX	9 $\frac{3}{4}$	"	or	1 $\frac{3}{4}$	"	"	"
X	8	"	or	1 $\frac{1}{2}$	"	"	"
XI	6	"	or	1	"	"	"
Noon	4 $\frac{1}{2}$	"	or	3	"	"	"

II	4 $\frac{1}{2}$	"	or	2 $\frac{3}{4}$	"	"	"
III	5 $\frac{1}{2}$	"	or	1	"	"	"
IV	7	"	or	1 $\frac{1}{4}$	"	"	"
V	8 $\frac{1}{2}$	"	or	1 $\frac{1}{2}$	"	"	"
VI	10 $\frac{1}{2}$	"	or	1 $\frac{3}{4}$	"	"	"
VII	11 $\frac{1}{2}$	"	or	2	"	"	"

是レ固ヨリ略法ノミ不足ノ材料ヲ以テシテ然モ結果ヲ得ント望ムモノナリ然レトモ要スル目的ニ向テハ先ツ其用ニ適スヘシ若シ尙精密ヲ要スルトキハ鍾測ヲ爲スノ日晝間十分ニ驗潮ヲ行フノ法ヲ定メ前記ノ如キ略法ヲ行フノ已ムヲ得サルニ陥ルコト勿レ

潮汐ノ規則正シキヲ知ルトキ一潮期以上ノ驗潮ヲ行ヒ太陰上經過ノ時ニ從ヒ潮汐圖ヲ作り置キ以テ水深改正表ヲ製スヘシ斯ル表ハ海圖ノ尺度小ナルトキニ甚タ必要ナリ尙詳言セハ斯ル表ハ潮汐ノ規則正シク海圖ノ尺度小ニシテ潮汐ノ實測ヲ施シ難キトキ鍾測ヲ施行スルニ適スルモノナリ

多クノ場處ニ於テ外部ノ事情ノ爲メニ潮汐觀測ヲ妨害サル、コトアリ一例ヲ舉

特種ノ狀況下ニ於テ改正ケル表

潮動ノ圖

クレハ曾テ亞弗利加ノ東岸ニ於テ晝夜規則正シク驗潮ヲ行ハントシテ上陸セシニ熱病ノ襲フトコロトナリ之ヲ晝間ノミニ限ラサルヲ得サリシコトアリ又驗潮杆ヲ淺岸或ハ礁間ニ設ケナハ高潮ノ時端艇ヲ用ヒ出テ、之ヲ讀マサルヲ得ス頗ル不便ノコト、謂フヘシ又岩礁廣キ區域ニ跨リ驗潮ヲ行ヒ難キ處アリ此ノ如キ場合ニ於テハ前記ノ如ク前回ノ驗測ニヨリ調製セル改正表ノ用蓋シ已ムヲ得サルナリ

斯ル表ヲ作ルニハ第三十二圖ニ準シ毎時驗測ノ得數ヲ以テ潮汐ノ曲線圖ヲ作ルヘシ即チ之ニ由テ以テ潮汐ノ規則正シキヤ否ヤヲ識別シ又太陰上經過時ノ相類スル日ヲ比較シテ表ノ實用ニ適スルヤ否ヤヲ察スヘシ

方今ハ高低潮圖ヲ作ル爲メニ測量船ニハ特殊樣式ノ用紙ヲ供給シ之ニヨリテ潮汐ノ規則正シキヤ否ヤハ一目瞭然タルヲ得セシム

此用紙ハ月潮間隙、太陰子午線經過時、日月ノ赤緯、日月地球ヨリノ最遠點及ヒ最近點(Apogee and perigee)太陰上經過ノ後ニ來ル高潮ノ平時并ニ二十四時間中最高潮ノ平時ノ記入等ニ備フルモノトス

用紙ノ上部ナル水平線ハ之ヲ時間ニ分割シ太陰上經過時ヲ示スニ用ヒ各分點ヨ

リ垂直線ヲ引ク而シテ此太陰上經過ノ地方平時ヲ示ス線上ニ相當時刻ヲ配シ其直下ノ線上ニ該經過時ノ次ニ起ル高潮ノ高ヲ用紙ノ側縁ニ刻記セル呎數ノ尺度ニテ計リ相當ノ位置ニ一點ヲ記スルモノトス右ト等シク次日ニ於ケル高潮ヲモ同様ニ記入シ中間ノ高潮ハ右ニ二高潮ノ中央ニテ其相當ノ高ノ處ニ記シ二個ノ低潮モ亦同法ニテ補間挿入スヘシ

太陰上經過ノ次ニ來ル高潮ハ赤色線ニテ其中間ノ高潮ハ藍色線ヲ以テ接スヘシ低潮ニ於テモ亦同法ヲ以テスルモノトス但シ上經過ノ次ニ來ル低潮ハ何レナルカヲ記スルニ注意スヘシ潮高ノ各點ヲ其次ニ來ル高潮或ハ低潮ニ接スルニハ黒線ヲ以テス

各高潮ニ對スル月潮間隙ハ各其相當ノ位置ニ記入シテ諸點ヲ接スヘシ記入セル月潮間隙ニ太陰上經過時ヲ加フレハ各高潮ノ平時ハ必要ニ應シ之ヲ知ルコトヲ得

日及月ノ赤緯並ニ太陰視差ノ曲線ヲ記入スレハ潮汐一般ノ運動並ニ赤緯ノ上ニ於テ其日月ノ位置ニ對スル關係ハ一目シテ瞭然タルヲ得ヘシ

各高潮低潮ノ高ノ中數ハ略ホ平均水準面タリ

眞ノ平均水準面

數日間ニ眞ノ平均水準面ヲ得ントセハ他ノ驗測ヲ要ス次ニ軍艦 Challenger ノ教令ヲ抄録スヘシ其說ク所精密ナリ唯茲ニ附言スヘキハ是等ノ驗測ハ潮汐ノ運動正當ナルトキ即チ水準面ヲ高低セシムル程ノ強風ナキトキニ施行スヘシト云フニアリ

太陽日及ヒ太陰日ヲ三等分ヨリ少ナカラサル數ニ分チテ適當ニ分配シ適度數ノ驗測ヲ用ヒ其中數ヲ求ムル單一ノ方法ニ據レハ二日以内ニ於テ平均水準面ヲ定ムルコトヲ得ヘシ例之太陽日及ヒ太陰日ニ於テ八時間ノ間隔ヲ選ヒ太陰日ヲ太陽時二十四時四十八分トス(是レ最近數ニシテ又分割シ易キ便アリ)且便利ノ時刻ヲ選ヒテ起業スルモノトシ其初時ヨリ數ヘ次ノ經過時刻ニ於テ潮高ヲ測ルヘシ

	h. m.	h. m.	h. m.
	0 0	8 0	16 0
8 16	16 16	24 16	
16 32	24 32	32 32	

觀測ヲ三組ニ分チ其一組亦三個ニ小分シタルモノト考フヘシ各組ノ小部分ハ

太陽時或ハ太陰時ノ八時ヲ隔テ各組亦太陰時或ハ太陽時ノ八時ヲ隔ツルモノトス都合九回ノ觀測ノ結果ヲ平均セハ太陰及ヒ太陽ニ關スル半日潮不等及ヒ日潮不等ノ四差ハ相消スコトヲ得ルナリ

九回ハ全組合ヲ成セル驗測ノ最小數ナリ若シ太陽日ヲm等分シ太陰日ヲn等分セハ(m及ヒnハ二ヨリ大ナル數トス)總計ニテmn個ノ驗測アリ而シテm若クハnカ三或ハ其以上ノ倍數ナルトキハ共通ノ驗測ヲ用ヒス總組合ヲ分テテ各自ニ獨立完全ナル二個或ハ其以上ノ數トナスヲ得ヘシ此方法ノ正否ハ全部ヲ組成スル各部分ノ平均數ヲ比較參照シテ之ヲ驗スルコトヲ得

艦ノ滯留短クシテ前記ノ方法用ヒ難キ場合ニハ一日以內ニ稍ヤ精密ニナシ得ル法ヲ採ルヘシ即チ太陰日ノn分ノ一ノ間隙時ニ於テ測レルn個ノ觀測ヲ平均スルナリ(nハ二ヨリ大ナリ)若シ $\frac{1}{n}$ ナラハ此觀測ニ要スル時間ハ十六時三十二分ナリ此方法ハ理論上誤差甚タ小ニシテ單ニ高潮及ヒ低潮ノ高ヲ平均シタルモノニ比スレハ其結果ノ優レルコト勿論ナリ

斯ク測定セル平均水準ハ氣象的感動ヲ受ケ居ルモノナレハ好機會アラハ異ナル季節ニ於テ同處ニ再測ヲ施スヲ可トス若シ規則正シキ驗測ヲ二週間續行ス

基本水準
面トスヘ
キ平均水
準

ルコトヲ得ハ同時ニ前記方法ノ一ヲ行ヒ獨立ニ平均水準ヲ定ムルハ不必要ノ手數ナリ

或ル場合ニ於テハ平均水準面ヲ以テ鐘測ノ改正ニ用フル臨時ノ基本水準面トナスコトアリ

例之某地ニ鐘測ヲ始ムルニ當リ未タ大潮ノ昇降差ヲ知ラス而シテ數箇月ノ驗潮後ニ其精密ナルモノヲ得ントスル場合ニハ平均水準(毎日ノ高潮及ヒ低潮ノ平均數)ヲ以テ假リニ其改正ヲ施スヘシ而シテ後此平均水準以下ナル大低潮ノ水準ヲ定メタルトキ一様ノ數量ヲ各水深ヨリ減スヘシ此法ニ據レハ後ニ改正ヲ行フトキ誤謬ヲ來スノ虞ナク記入スルコトヲ得ルヲ以テ時間ト錯雜トヲ省クコト大ナリ

此方法ハ淺水道ニ用フルコト最モ多シ蓋シ此處ニハ一呎或ハ二呎ノ差モ大切ナリ而シテ此差ハ平均水準ノ高ノ變化ヨリ起リ易シ

潮流及ヒ其他ノ海流ノ方向及ヒ速度モ亦驗測スルヲ要ス

之ヲ測ルニハ通常錨泊セル船ニ於テ檢流儀(Current log)ヲ用フルヲ最良トス檢流儀ハ甚タ大ナル測程扇板ニシテ其使用法ハ普通ノモノニ異ナラスト雖モ時ノ間隙

潮流及ヒ
皮流
檢流儀

ハ夫ヨリモ長クス測程索ニハ細索ヲ用ヒ毎十呎ニ符號ヲ附スルモノトス之ヲ流
スノ時間ハ海流ノ速力ニヨリテ變スヘシト雖モ時ノ分數ニ奇零ヲ生セサル様ニ
ナスヘシ

然ルトキハ海流ノ毎時ノ速度ハ走出セル測程索ノ呎數ヲ分ノ數ノ百倍ニテ除シ
タルモノニ等シ

故ニ測程扇板ヲ流スコト三分時ニシテ索ノ走ルコト二百二十呎ナラハ

$$\text{毎時ノ速力} = \frac{220}{300} = 0.73 \text{ knots.}$$

本船測地ニ在リテ錨泊シアルトキハ必ラス定時ニ於テ檢流儀ヲ投スヘシ檢流儀
ニ關シテノ記事ハ記錄スヘキモノ、有無ニ拘ハラズ之ヲ廢スヘカラス蓋シ消極
的結果ハ積極的結果ト同一ノ價値ヲ有スルコトアレハナリ潮汐ノ昇降差大ニシ
テ潮流ノ方向ニ變化アル處ニハ稍ヤ時間ヲ短縮シテ觀測ヲ行ヒ潮汐ノ種々ナル
時期ニ起ル運動ヲ驗スヘシ潮流強クシテ航海上大切ナリト認ムルトキハ助手ヲ
派遣シ種々ノ位置ニ就テ端艇ヲ碇泊シ檢流儀ヲ投セシムヘシ

檢流儀ハ按針手ヲ監督シテ取扱ハシムヘシ秒針アル時計一個ヲ入用トス

位置時刻測程扇板ノ流ル、方向、其線リ出シタル時ノ分數、測程索ノ呎數、風向及ヒ

潮流方向
ノ變更ス
ル時

風力ハ皆檢流簿ニ記載スヘシ毎時ノ速度及ヒ潮汐時ハ空欄ヲ存シ置キ後海流ヲ
檢スル士官之ヲ記入スヘシ

潮流ノ方向ハ高潮或ハ低潮ノ後ニ變スルコト屢々アリ若シ此事アラハ潮汐ノ時
刻ニ從ヒ規則正シク變スルヤ否ヤヲ驗スヘシ是レ水道ノ航行ニ大切ナルモノナ
レハナリ

露開セル二海ヲ接続スル所ノ水道ニ於ケル潮流一般ノ法則ハ其海岸ニ於ケル高
潮若クハ低潮ノ後某時間トシテハ三時間其流レヲ續クルモノトス此現象ハ一
潮流ノ漲潮若クハ落潮ヲ論スルニ當リ混雜ヲ惹キ起スコト甚シケレハ東流或ハ
南流ト稱スルカ如ク流レノ主ナル方向ノ名ヲ附シテ參酌ニ便スヘシ如何トナレ
ハ此場合ニ於ケル潮流ノ方向ハ漲潮ノ後半、三時間ト落潮ノ前半、三時間トニ於テ
同一ナレハナリ

説潮汐ノ學

潮汐ノ學說ハ考究スヘキ題目中最モ錯雜セルモノ、一ナリトス

Sir W. Thomson 氏及ヒ G. H. Darwin 博士ノ輓近ノ研究ニヨレハ潮汐ノ運動ハ三
十三個ノ各特殊ナル波浪ノ合成ニ外ナラスト考フルヲ得ヘシト論セリ其或モ
ノハ太陽ニ歸シ或モノハ太陽ニ因シ或モノハ一日一回即チ日潮ヲナシ或モノ

ハ一日二回即チ半日潮ヲナスアリ或モノハ太陰ノ軌道上太陽ニ關スル太陰ノ位置ニ因リテ毎太陰月ニ一回期ヲナシ或モノハ太陽ノ赤緯ニ關係シテ毎六箇月一回期ヲナスアリ又太陰ノ赤緯ハ長キ年期ト共ニ變化スルモノナレハ他ノ潮浪ヲ惹起スル原因トナル而シテ又太陰ノ交軌點(Node)ノ位置ト地球ヨリノ可變距離トハ頗ル潮浪ニ影響スルモノニシテ其最近點ノ潮ハ最遠點ノ潮ヨリ大ナルヲ常トス

調和分解法(System of harmonic analysis)ハ右諸種ノ潮浪ヲ沙汰スルノ用ニ供シ潮浪甚タ不定ナルトキ其計算及ヒ豫告ヲナシ得ヘキ唯一ノ法トス

右分解法ハ測地ニ於ケル水路測量士本分ノ業ニアラス一個獨立ノ題目ナルヲ以テ本書ハ之ヲ論セサルヘシ然レトモ太陰子午線經過ヨリ潮時ヲ算出スルコト及ヒ此子午線經過ト共ニ觀測セル潮汐ノ平均ヨリ潮高ヲ計算スルコト以上ノ二者ハ二三ノ小區域ノ地方ニ於テハ從前執リ來レル貴重ノ事業ニシテ實地ノ用ニ適スヘキモノナレトモ地球上多大ノ部分ニ於テハ潮浪ノ運動甚タ錯雜ナルヲ以テ満足ナル豫告ヲ得ンカ爲メニハ調和分解法ノ應用必要ナリ

潮汐上總

以上記述セル所ヨリ推論スレハ潮浪錯雜ナルトキハ短時日ノ驗測ニ由リテ其豫

告ヲナスコト能ハス太陽カ赤道ノ南ニ在ルトキト北ニ在ルトキトハ潮汐ノ運動全ク相異ナリ又多數ナル他ノ原因ノ影響アルヲ以テ少ナクトモ一年間驗測ヲ續ケサレハ四季ニ於ケル潮ノ狀態ノ一斑ヲモ收拾スル能ハサルナリ

錯雜セル潮汐ノ變態ハ限リ無キモノニシテ或ル場合ニ於テハ水面ハ各潮毎ニ殆ント同一水準ニ昇リ之ニ反シ低潮ニハ水面ニ大差ヲ生スルアリ又他ノ場合ニ於テハ全ク之ト反對ナルモノアリ或ル場合ニ於テハ日潮不等(各連續潮ノ高ノ差)ハ高低兩潮ノ水準面ノ間ニ平等ニ分配セラル、モノアリ他ノ場合ニ於テハ日潮不等ハ唯一潮ノミ影響スルアリ若クハ季候ト共ニ變スルコトアリ

潮ノ不等甚タ大ナルトキハ其現出スル狀態ハ一般ニ規則正シキモノナリ詳言スレハ潮高不等カ連續スルコト是レナリ某處ニ於テハ前回ヨリ高キ高潮ハ落チテ前回ヨリモ低キ低潮トナリ次ニ前回ヨリ低キ高潮ニ昇リ其後前回ヨリモ高キ低潮ニ落チ而シテ再ヒ前回ヨリ高キ高潮ニ昇リテ遂ニ其一周回ヲ完成ス他ノ某處ニ於テハ連續セル以上ノ狀態ヲ全ク相反スルモノアリ然レトモ此昇降連續ノ狀態ハ右ニ言ヘル兩者ノ何レヲ論セス一年間ヲ通シテ同一ナルコト多シトス第三十三圖ハ上記二個ノ運動ヲ示ス

潮ノ不等大ナルモ規則正シキトキハ高キ潮ハ太陽カ赤道ノ一側ニ在ルトキハ常ニ日中ニ生シ(赤緯ト緯度ト同名ノトキ)之ニ反シ太陽其他側ニ在ルトキハ夜中ニ生ス(赤緯ト緯度ト異名ノトキ)

日潮大ナルトキハ其高ノ不等カ一潮ノ昇リ若クハ降りノ間ニ一時ノ停止ヲ惹起スル如キコト屢々アリ之カ爲メ二十四時間中ニ於テ唯一個ノ高潮及ヒ低潮ヲ起スナリ

溫帶内ノ緯度ニ於テハ其最高潮ハ春秋兩分ニ起リ熱帶内ノ最高潮ハ冬夏二至ニ起ルヲ通則トス

爰ニ潮汐ニ關スル吾人ノ見解上感動ヲ與フヘキ不可思議ノ一事アリ开ハ英國諸島沿岸ノ何處ニ論ナク其潮汐ノ最モ單純ナルコト詳言スレハ同國某地ニ於ケル潮汐ノ各個運動ノミニ關シテハ單純ナリト云フコト是レナリ然ルニ是等ノ潮汐ハ更ニ一ノ攪亂作用ノ影響ヲ受クルコト多シ之ヲ干涉潮(Interference)ト云フ干涉潮トハ一個ノ波浪大抵ハ一個以上現出シテ某處ニ於ケル合成潮(Resultant tide)ヲ形成シ爲メニ其高ト時刻ニ影響ヲ及ホスモノナリ

右ノ現象ハ反對ノ一方向ヨリ廻リ來ル波浪ノ爲メニ起サル、カ又ハ他ノ一沿岸

ヨリ反折シ來ル波浪ニ因リテ起サル、ナリ而シテ是等諸波浪ノ波頂カ某一點ニ於テ在來ノ波浪ノ波頂ト相合セハ其合成潮ハ波高ヲ大ナラシメ又若シ一波ノ波頂カ他ノ波底ト同時ニ一點ニ達シ兩波同高ナラハ昇降差ハ零トナルヘシ殆ト露開セル如キ一ノ濱岸ニシテ其各處ノ潮高ニ差異アルハ全然右ニ述ヘタル原因ニ歸スルナリ

例之 English channel 沿岸各地ノ潮高ハ同一日ニ於テ五呎乃至二十五呎ノ差アリ之ト同一ノ現象ハ世界ノ諸處ニ於テモ亦之ヲ見ル

然ルニ潮流ハ必ラスシモ直接ニ右ト同一ノ作用ヲ受クルモノニアラスシテ潮高微小ナルモ潮流頗ル強大ナル地方甚々多シ

右ノ理由ハ凡ソ水ノ水平流ハ一局地ニ於ケル其昇騰ノミニ因テ決スルモノニアラスシテ某距離ヲ隔テ、他ノ地ニ起ル其昇騰ニ因スルモノナリ又水ハ一度運動ヲ起セハ之ヲ防止スルコト容易ナラサル事實ニモ原因ス

干涉潮ヨリ來ル變化ハ土地ノ形狀ヨリ起ル潮高ノ差異及ヒ潮流ノ速度トハ全然之ヲ區別セサルヘカラス

廣瀾ナル深水ノ水ノ垂直動ハ大ナラスシテ大抵二呎ヲ越エス水平動ハ唯微小ナ

ル振搖ヲナスノミナレハ實際之ヲ無トスルヲ得ヘシ然ルニ水深減少スルトキハ水底ノ摩擦及ヒ水柱ヲ短小ナラシムル水ノ壓縮水深全部ニ運動セルノ二因ニ依リ波高ヲシテ意外ニ大ナラシム又高キヨリ低キニ就ク水ノ特性ヨリシテ潮流ト唱フル水水平動ヲ生スルモノナリ

例之洋中ノ淺堆上ニ於テハ潮流ハ規則正シクシテ若シ其水高ヲ測リ得ハ周圍ノ深海ヨリモ變化大ナルコトヲ知ラン

對岸アル地、深キ港灣、水道等ノ地形ハ其效果ヲ顯著ナラシム從テ各處ニ於ケル潮高、潮速ニハ甚々大ナル差異アリ長サ數千哩ニ渉ル太平洋の潮浪ハ其波頂間ノ距離ヲ數百哩ニ縮メラレ濱岸ニ近キ部分ハ漏斗狀ノ通路ニ入ルニ從ヒ其幅ハ次第次第ニ狹メラル、ニ至ルヘシ

潮汐運動ノ非常ニ錯雜ナルコトニ就キテハ充分之ヲ説明セリ而シテ某一地ニテ長時間驗測ヲ連續スレハ此地ノ潮汐ノ豫告ヲ得ヘシト雖モ時トシテハ近距離ノ地ニ於テモ其現象全然異ナルカ如キ大變化ヲナスコトアリ

氣象の潮汐即チ風壓ヨリ來ル潮高ノ變化及ヒ水面上ニ於ケル氣壓ノ差異ナル二因ノ爲メ潮信ノ豫告全然破毀セラレ、コトアリ

平均水準

斯ク潮汐ノ不定ナルハ高低兩潮ノ時間ニ影響スルヨリハ水ノ高ニ影響スルコト至大ナリ從テ平均水準面ニ影響スヘキカ故ニ非常ノ高潮カ必スシモ非常ノ低潮ヲ來タスヲ意味セスシテ反テ全ク之ニ反スルコト、ナルナリ

風カ漏斗狀ノ灣内ニ吹クトキハ露開セル直線の濱岸ニ吹クトキヨリモ其影響ノ大ナルハ勿論ナリ其廣キ門口ニ堆積セル水ハ進入スルニ從テ彌々高ヲ増シ斯ノ如クシテ水面ハ登リ遂ニ丘陵ヲ凌クノ勢ヲナスニ至ルヘシ

以上説述スルカ如クナルヲ以テ平均水準面カ多大ノ變化ヲ生スヘキハ蓋シ疑ヲ容レサル所ナリ

年中某季間一定ノ風吹クトキハ平均水準ノ變化モ季節的ナルヘシ地方ニヨリテハ風向ト共ニ斷エス其水準ノ變化スル處アリ

前記平均水準面變化ノ事實ハ地方ニヨリ行船上緊要ナルコトアリ例之入港ノ際通過セサルヘカラサル淺洲港口ニ横タハリ通常ノ高潮ニ於テハ其深サ適恰ナリトセンニ斯ル場合ニ於ケル平均水準面ノ一變ハ高潮水準面ヲシテ通常ヨリモ一二呎若クハ三呎ニ至ルマテ降下セシムルコトアリ

故ニ此ノ如キ土地ニ於ケル風ノ効果ヲ充分ニ知悉シ之ヲ記録スルハ測士ノ心得

ヘキ肝要事項ナリトス
 砂堆ノ妨碍アル漏斗状ノ港灣ニ於テ潮升ノ大ナルトキ及ヒ間斷ナキ大河ノ流出ヲ見ル地方ニ在リテハ暴漲湍(Bore)ナル現象ヲ生スルモノトス
 右ノ現象タルヤ漲潮浪ノ面急峻トナリ急波状ヲ呈シ時トシテハ水壁状ヲナシテ暴進シ其面ハ進行スルニ從テ破壊セラル斯クシテ數秒時ノ後潮高數呎ニ達シ然モ尙急速漸加ノ勢ヲ以テ次第ニ其潮高ヲ増加ス而シテ其全漲潮ハ唯一二時間繼續スルノミナルモ落潮ハ九十時間ヲ繼續スルモノトス
 右暴漲湍ヲ生スル主因ハ淺水ノ低面ニ於ケル摩擦ト流下スル河水トノ爲メニ注入スル潮水ノ下部ノ進行ヲ妨碍セラル、ヨリ來ルナリ即チ漲潮ニ當リ潮高ト其運動量トカ最終ノ大突進力ヲ以テ是等妨碍ニ打チ勝ツニ至リ前進シ得ルマテハ潮水カ急速ニ昇騰スルニ起因スルモノトス
 暴漲湍ハ稀有ノコトナレハ之ニ逢著セル測士ハ須ラク其狀態ヲ研究シ置クヘシ蓋シ其詳細ニ至リテハ世ニ知ラル、コト僅少ナレハナリ

水路測量書卷之十

地形測量 (Topography)

地形即チ陸ノ細件ヲ略畫スルハ測量事業中他ノ作業ニ比シ變化多キモノナリ陸ニ關セス海上ノ示導ヲ主トスル所ノ海圖ニ於テハ此業ノ必要少ナシト雖モ完全ナル海圖ニアリテハ然ラス陸ニヨリ水ノ示導ヲ得ルモノナレハ土地ノ形狀ハ正シク描畫シ山頂其他著シキ天然物體ノ位置ニヨリ陸ヲ識別スルノ便ヲ海員ニ供セサルヘカラス且全地球各部互ニ利益ノ爲メ遠征ヲ試ミサル可カラス此ノ如キ場合ニ於テ海圖上内陸近距離ニ對シテハ表示ハ最モ有用ナルモノナリ海上ヨリ望ミ得ル限リノ區域ハ海圖ニ入ルヘシトハ一般ノ法則ナレトモ是レ概略ノミ後方山脈ノ距離ニヨルヘシ又圖ノ大小ニヨルヘシ最モ遠キ山カ陸ニ入ルコト甚タ深キトキハ角度ニヨリ其山嶺ヲ定メ其高及ヒ山脈ノ廣袤ヲ測ルノミニ止マリ中間ノ土地ニ對シテハ時ヲ費スコト多キニ依リ空處ヲ存シ置クノ外ナシ未開ノ地ニ於テハ荆棘繁茂スル爲メ上陸シテ正式ニ地形ヲ測リ難キコト屢々アリ此場合ニ於テハ海上或ハ海岸ヨリ望ム所ヲ略畫スルニ止マル乃チ本船ヲ以テ測點ト爲シ山嶺壑峯嶺等ノ如キ著明ナル諸部ノ角ヲ測リ之ヲ略圖ニ記入シ以

テ海上ヨリ見得ヘキ陸ノ高點ノ位置ヲ定メ其形狀ヲ描畫シ概ネ精好ナルヲ得ヘシ岸測者ハ總テノ川口ヲ測定スルモノナレハ之ニ接續スヘキ谿壑ハ本船ヨリ望ミテ定ムルヲ得此法ニヨリテ成セル地形ハ或ハ接續セサル所アラン橋上ヨリ見ル所ニヨリテ「草原」密樹ニシテ起伏ス等ノ語ヲ用ヒ一般ノ現狀ヲ海圖上ニ補記シ以テ丘陵山嶽ノ間ノ空虛ニ充ツヘシ時トシテ此海岸ニ於テ本船ヨリ望ミ得ル稍ヤ開ケタル高處ニ到ルコトヲ得ハ此處ニ於テ略畫ヲナシ以テ地形ヲ正スコトヲ得ヘシ

第四卷ニ載セタル對景圖法ノ條ヲ參照セハ種々ノ地點ヨリ同様ノ對寫圖ヲ作り以テ如何ニ谿壑等ヲ略寫スヘキカヲ推知シ得ヘシ

若シ海圖ヲ完備ナラシムヘキ時日餘リアリテ土地ノ性質亦之ヲ許ストキハ上陸ノ上隈ナク巡行シテ現狀ニ就キ略畫ヲ行フヘシ之ヲ爲スニハ豫メ著明ナル物體ノ位置ヲ測定シ之ヲ圖紙ニ刺突スルコト錘測或ハ岸線ニ於ケルカ如クスヘシ地形ヲ記入スルコトモ亦岸線其他ニ於ケルカ如ク後日ニ爲スヲ得ヘシト雖モ其時直チニ記入ヲ行フ方完全ナルヘシ

尋テ陸上ヲ歩行シ克ク見渡シ得ヘキ地點ヲ選ヒテ停止シ既知物體ノ諸角ヲ測リ

規則正シキ地形圖

三杆分度儀或ハ映臨紙ニヨリ其位置ヲ定メテ記入シ夫レヨリ山嘴家屋谿谷等ノ如キ記入ヲ要スヘキ諸物體ニ線ヲ畫シ周圍ノ細件ヲ直チニ略畫スヘシ細件ヲ定ムルニハ單ニ二角ヲ以テスレハ足ル是等ノ點ヲ測點ニ用ヒサル限リハ之ニテ可ナリ測點トナスヘキ點ヲ選フニハ頗ル判斷力ヲ要ス經驗ニ乏シキ者ハ此業ヲ成ス能ハス

圖板ニ貼付セル圖紙ニ細件ヲ描畫スルニハ先ツ水流ニヨリテ谷筋ヲ略畫シ然ル後近傍ノ小山或ハ山嘴ニ及フヘシ

十呎竿若クハ尙長キ竿ハ地形測量ニ用ヒテ便ナリ

水準ノ差ハ經緯儀ニテ測リタル仰角或ハ俯角ニヨリ左式ニ從ヒ直チニ之ヲ算出シ得ヘシ

$$\text{水準ノ差(呎ニテ)} = \frac{\text{角ノ秒數} \times \text{距離ノ哩數}}{34}$$

同高曲線

諸丘嶽ハ同高曲線(Contour)ニテ示スヲ最良トス同高曲線ハ線間ノ距離一定ナルコト能ハサルハ勿論ナリト雖モ所要ノ尺度ニ從ヒ二十五呎五十呎或ハ一百呎ノ線ト唱フルカ如ク線間ノ距離ニ準シテ之ヲ引カンコトヲ努ムヘシ各嘴ノ高低ヲ測ルニハ測高晴雨計ヲ用フ該器ハ上陸ノトキ驗シ置キ以テ各測點ノ高低ヲ略知ス

紅色及青色ノ鉛筆

袖珍六分儀及針儀

ヘキモノナレハ之ヲ携フヘシ各同高曲線ハ一丘ヨリ他ノ丘ニ連続シ或ハ一丘ヲ周廻シテ再ヒ原處ニ相會スルマテ之ヲ引クヘシ其數及ヒ密接ノ度ハ共ニ山高ヲ略示スルモノナレハ丘ノ一方ニ多ク他方ニ少ナキハ此方法ノ價值ヲ失ハシムルモノナリ注意ヲ要ス且同高曲線ハ高低峻夷ニ關ハラズ單ニ各嘴ノ形ヲ示スモノナリト雖モ其高低峻夷モ亦均シク之ヲ示スヲ欲ス是等同高曲線ハ全整圖ニ於テハ他ノ方法ニテ示シアルヲ以テ顯ハレサレトモ之ヲ畫スレハ種々ノ丘嶽及ヒ傾斜ヲ描畫スルニ方リ之ニ附スヘキ影ノ厚薄ヲ定ムルニ絶好ノ指導トナリ現地ニ於テ之ヲ表示スルニハ最モ容易ニシテ最モ迅速ナル至便ノ方法ナリ

紅色及ヒ青色ノ鉛筆ハ地形測量ニ有用ナリ青色ハ以テ水流ヲ畫スヘク紅色ハ以テ道路ヲ圖スヘシ黑色ノ鉛筆ノミヲ以テセハ是等細件ノ線ハ丘嶽ヲ示ス所ノ同高曲線ト混同スルノ虞アリ

地形測量ハ袖珍六分儀及ヒ羅針儀ノミニテナスヘキモノ多シ而シテ後者ハ點ヲ定ムルニ當リ三個ノ物體ヲ得難キトキニ用フヘシ磁針子午線(一線或ハ數線)ハ方位ノ用ニ充ツル爲メ圖板ノ上ニ引キ置クモノトス利用スヘキ物體ニシテ高ク測士ノ上ニ登立シ或ハ低ク潜在スルトキ六分儀ニテハ正シク角ヲ測リ難シ又

六分儀ノ角ヲ測ルニ以テ困難

地形測量ノ爲メニハ角度ノ差ハ幾分カ見通スヘキモ時トシテ小形經緯儀ヲ用フルノ必要ナキニ非ササレトモ袖珍六分儀ハ常ニ用フヘシ經緯儀ハ之カ据附及ヒ調整ニ時ヲ費スヲ以テ六分儀ニテ取リタル角餘リニ不正ナルトキニ用フヘキナリ

若シ經緯儀アラハ前業ト同時ニ高低測量ヲ兼ネ物體ノ仰角俯角ヲ測ルニ便利ナルヲ以テ此好機會ヲ逸ス可カラス

高低一樣ナラサル物體ノ角ヲ六分儀ニテ測ルトキ測士ノ水準ヨリ最モ距リタル一物體ノ直上或ハ直下ニ在リテ他ノ一物體ト殆ント同水準ナル或ル天然ノ目標ヲ發見シ物體其物ニ代ヘテ之ヲ測ルヘシ然ルニ此第二ノ代用物體ニシテ幾ント測士ト同地平ニ在ルニアラスンハ測ル所ノ角ハ尙正シキコト能ハスト知ルヘシ第三十四圖ハ即チ野業用圖板ヲ示ス巖谷ノ斜面ニハ未タ影ヲ畫カサルモノナリ影ハ圖ノ成ル前ニ毛筆ヲ以テ畫クヘキモノトス

水路測量書卷之十一

高低測量 (Heights)

經緯儀ヲ用フルモノ 六分儀ヲ用フルモノ 已知高點ノ仰角ニヨリ距離ヲ定ムルコト 水準測量

方法

海上ニ在リテハ六分儀ヲ以テ仰角ヲ測リ海岸ノ測點ニ在リテハ經緯儀ヲ以テ仰角及ヒ俯角ヲ測リ以テ高ヲ求ムルヲ定法トス測高晴雨計ハ地形測量ノ條下ニ記セシ如ク補助ノ高ヲ測ルニ用ヒ丘嶽ノ描畫ニハ助ケアリト雖モ之ヲ以テ測ルハ定法ニアラス

高低ヲ測ル測點

總テノ一等測點及ヒ確定セル便利ナル位置ノ測點ニ於テハ測量事業中常ニ高ヲ要スル物體ノ仰角俯角ヲ測ルヘシ此角ハ山高推算簿ニ記シ置キ距離ヲ得テ後機會アル毎ニ之カ計算ヲ施シ其結果ヲ表ニ作リテ平均ヲ取ルヘシ何レノ測點ニ限ラス苟クモ其高ヲ知ルコトヲ得ハ此點ヨリ物體ノ仰角及ヒ俯角ヲ測ルヘシ而シテ若シ此測點ノ高ニ誤謬アラハ其誤差ハ必ラス之ヨリ導キタル物體ノ高ニ及フヘキハ明白ナレハ水面ト同地平ニ在ルカ或ハ水面ヨリノ高ヲ索ニテ測リ得ヘキ測點ニ於テ成ル可ク多ク觀測スルヲ良トス

經緯儀ノ用法

經緯儀ヲ以テ仰角及ヒ俯角ヲ觀測スルニハ良ク本器ヲ調整シ注意シテ水準ヲ修

正スヘシ尙水準差及ヒ鏡心差ヲ改正スルコト必要ナリ
 其改正ニ二法アリ第一法ハ望遠鏡ノ普通ノ位置ニテ數回ノ觀測ヲ施シ然ル後Y
 字架上ニ於テ望遠鏡ヲ反轉シ更ニ數回觀測シ各物體ニ就キ此兩回觀測ノ平均ヲ
 取ラハ乃チ仰角或ハ俯角ノ正シキ度數ヲ得ヘシ是レ總テノ誤差ヲ消去スル最良
 法ナリ然レトモ時トシテハ次ノ如クナスモ亦便利ナル一法トス
 高キ物體ニ望遠鏡ヲ向ケテ遊標ヲ閱シ然ル後望遠鏡ヲ旋轉シテ水準器ヲ上ニナ
 シ更ニ前ノ物體ニ向ケテ再ヒ遊標ノ示ス所ヲ閱スヘシ前後兩閱數ノ差ノ半ハ即
 チ鏡心差ナリ水準器上ニ在ルトキノ得數大ナラハ普通ノ位置ニ望遠鏡ヲ置キテ
 得タル仰角ノ數ニ加ヘ俯角ノ數ヨリ減スヘシ此鏡心差ハ水平弧ノ何レノ位置ニ
 於テモ違フコトナシ
 水準差ヲ求ムルニハ各物體ニ對スル各觀測ニ於テ附屬ノ水準器ニヨリテ望遠鏡
 ヲ水平ニナシ垂直弧ノ遊標ヲ閱スヘシ其閱數ハ即チ水準差ナリ
 此改正ハ仰角ナルトキハ弧ノ零度カ遊標ノ零ノ上ニ在ルトキ其符號正(+)ニシテ
 下ニ在ルトキ負(-)ナリ俯角ナルトキハ之ニ反ス測士ハ須ラク此符號ヲ誤ラサル
 様注意スヘシ初心ノモノニアリテハ殊ニ然リトス

六分儀
ヲ測ル法

水準差及ヒ鏡心差ハ各觀測ニ對シ必ラス改正スヘシ
 本船ノ位置能ク不動ナルヲ得ハ六分儀ヲ以テ地平線(Sea horizon)マテ測リタル仰
 角ハ小形經緯儀ヲ用ヒテ測リタルモノニ劣ラス开ハ經緯儀ノ如ク水準等ヨリ誤
 差ヲ生セス且小形經緯儀ハ角度分ニ止マレトモ六分儀ハ十秒マテヲ測リ得ヘケ
 レハナリ而シテ本船ノ位置地平線ノ限界内ナルモ海岸線ノ距離半哩以上ニシテ
 其數已知ナラハ尙ホ克ク好結果ヲ收ムルコトヲ得ヘシ若シ舷梯ノ最下段ヨリ水
 涯線(Shore horizon)ヲ用ヒテ觀測セハ更ニ近キ距離ニテモ可ナリ

六分儀ニテ測レル角ハ斯ク有用ナルモ之ニ依リテ高ヲ定ムヘキ多クノ機會ハ概
 ネ得難シ陸ヨリ幾何ノ距離ニ在ルモ丘嶽ノ天際線サヘ明視シ得レハ足ルヘキカ
 故ニ充分多クノ仰角ヲ測リ得ルハ主トシテ經緯儀ヲ用フルニアリ

山高推算ノ方法ヲ説クニ先チ氣差ノ關係ヲ説明スヘシ

一ノ物體ヨリ大氣ヲ透シテ他ノ物體ヲ望メハ仰キテ之ヲ觀ルト俯シテ之ニ臨ム
 トニ拘ハラス必ラス實際ヨリ高ク見ユルモノナリ其高ク見ユルノ度ハ氣層ノ濃
 淡ニ從テ變シ氣層ノ濃淡亦絶エス變化ス

斯ク變化常ナキモノナレハ氣差ハ唯其平均ヲ取ルノ外ニ途ナシ實驗上距離ノ十

氣差

二分ノ一ヲ取り之ヲ弧ノ分秒トナシテ測得仰角ヨリ減スレハ實地ニ然ルカ如ク
仰角ノ小ナル限リハ眞ニ近キ結果ヲ得ヘシ氣差ノ係數ニハ斯ク未詳ノ誤差アル
モノナレハ成ルヘク數哩以上ノ距離ニ於テ仰角或ハ俯角ヲ測ラサルヲ良トス吾
人ハ常ニ此限界ヲ守ルコト能ハス即チ實地ノ水路測量事業ニ於ケル多クノ他ノ
理論上ノ諸要求ハ此限界外ニ出ツヘキモ周圍ノ狀況可ナルトキハ必ラス之ニ從
フヘシ

仰キテ上ヲ見ルトキ即チ濃厚ノ空氣ヨリ稀薄ノ空氣ニ向ヒテ觀望スルトキハ氣
差ノ爲メ視高度ヲ増スモノナリ故ニ氣差ハ仰角ヨリ減スヘシ下ニ臨ミテ物體ヲ
觀ルトキ亦物體ヲ高ク示スヘシ即チ換言スレハ俯角ヲ減シタルナリ故ニ氣差ハ
俯角ニ加フヘシ

經緯儀ヲ以テ測レル仰角或ハ眼高差ヲ改正シタル六分儀ノ角ハ測士ノ位置ニ引
キタル地球面ノ切線ト測士ヨリ物體ニ引ケル線トノ間ニ作レル角ナリ地球ノ表
面ニシテ平面ナラハ高ヲ求ムルノ式ハ直三角形ニヨリテ

圖 參 二 式 $\times \tan$ 仰角

ナリ但シ仰角ハ餘メ氣差ノ改正ヲ行ヒタルモノトス然ルニ地球ハ球狀ナルカ故

ニ其切線ハ所要ノ高ヲ表ハス所ノ直線ト地面ノ處ニ會セスシテ距離ノ遠近ニ從
ヒ幾何カ上方ノ點ニテ相會スヘシ故ニ前式ヲ用ヒテ計算シタルモノハ所要ノ高
ノ一部分ニシテ尙切線ノ下ニ他ノ部分ヲ餘スナリ

第三十五圖ニ於テAハ測士ノ位置AHハ其位置ニ於ケル地球面ノ切線Bハ山峯ニ
シテ其高BDハ即チ求ムル所トス經緯儀ニテ測リタル仰角ハBAHナリ三角形ノ計
算ニヨリテ得ル所ノ高ハBHナルカ故尙ホ別ニ計算スヘキ部分HDヲ餘セリBHAノ
角ハ地心ノ角DCA丈ケ直角ヨリ大ナレトモ之ヲ直角ト見做スコトヲ得ヘシ蓋シ

圖ハ形狀ヲ明白ニ示サン爲メ線モ角モ長大ニ顯ハシタレトモ實際ハ然ラス高ヲ
得ル爲メニ用ヒタル距離ハ地球ノ直徑ニ比スレハ極メテ微小ナリ從テDCAノ角
モ小ナレハ此角ヲ計算ニ入レサルモ誤差ヲ生スルニ至ラス距離六十哩ニシテ角
度一度ナルトキ六千呎ノ高ニ生スル誤差ハ僅カニ二呎ナリ

既ニBHヲ計算シタル上ハHDヲ得テ之ニ加ヘ以テ至高BDトナサ、ルヘカラス此HD
ヲ潛差(Dip)ト名ク潛差ハ元來海上ニ於テ高處ヨリ六分儀ニテ測レル仰角ヲ地球
面ノ切線マテ測リタルモノニ改正スル爲メノ角度ノ量ナレハ今之ヲ直線ノ長ヲ
示ス量トナシテ用フルハ少シク不穩當ノ名目ナリトス

本問題ヲ解クニ二法アリ其一法ハ獨立ニHDヲ發見スルモノ他法ハHAD角ニHAB角ヲ加ヘテBAD角ヲ出シ直三角形ニテBDヲ求ムルモノ是レナリ

第二法ハ簡單ニシテ方今稱用スル所ナリ故ニ第一法ハ爰ニ之ヲ説カス但シ潛差HD即チ地平面ノ爲メニ物體ノ隱蔽セラレタル部分ノ高ハ附録N表ニアリ地平面下ニ山高ノ幾何アルカヲ知ランニハ此表時ニ入用ナルコトアリ

本法ニ於テHAD角ヲ求ムルコト左ノ如シ
HAB角ハ氣差ノ改正ヲ經タル仰角ナリ又弦ト切線間ノ夾角HADハ中心角ノ半ニシテ弧ノ距離ノ半ナリ
今ADヲ六十湮トスレハ

$$HAP = +30'$$

氣差ノ改正(距離ノ $\frac{1}{12}$)ニシテ

仰角ニ減俯角ニ加)

$$\begin{matrix} \text{全改正} \\ \text{全改正} \end{matrix} = \begin{matrix} -1'5'' \\ +25' \end{matrix}$$

故ニ 60':25' 即チ 1':25" ハ如何ナル角ニ對シテモ不易比ナリ

故ニ

$$\begin{matrix} \text{潛差氣差ノ全改正ノ弧度ノ} \\ \text{秒數(仰角或ハ俯角ノ測角ニ對スル)} = \text{湮數ニテノ距離} \times 100 \end{matrix}$$

右ノ改正率ハ之ヲ仰角ニ加ヘ俯角ヨリ減スヘキモノナリ

水路部ヨリ供給スル山高推算簿ハ高低ノ計算ヲ便利ニナスヘキ野ヲ畫セリ其様式下ニ掲クルカ如シ一見セハ説明ヲ要セスシテ幾ト明瞭ナラン

角度ハ仰角或ハ俯角ナルニ從ヒ各其欄内ニ記スヘシ但シ用器經緯儀ナラハ其儘記シ六分儀ナラハ眼高ノ改正ヲ減シテ記スルモノトス距離ハ湮數及ヒ分數トモ亦相當欄内ニ記スヘシ

此距離ハ三角構成ニ入ルヘキモノナラハ勿論其計算ニ據リテ求ムヘシ若シ然ラサレハ(一般ニ此場合多シ)圖上ニ度リ尺度ニ照シテ其得數ヲ記スルモノトス

改正ト記セル欄内ニハ潛差氣差ノ改正率ヲ記入スヘシ即チ上ニ記セル如ク距離ニ百ヲ乘シ四ニテ除シ以テ得ル所ノ量ナリ

是等ノ諸項ヲ用ヒ第二表ノ式ノ如ク高差ヲ計算スヘシ式中不易對數ハ即チ一湮ニ相當スル呎數ノ對數ニシテ此眞數ヲ距離ニ乘シテ結果ヲ呎數ニテ現ハス爲メナリ又此對數ハ四十四度ノ緯度ニ於ケル一湮ノ呎數即チ六千〇七十五呎ニ對スルモノトス理論上ヨリ言ヘハ緯度同シカラサレハ對數亦同シキヲ得スト雖モ異緯度ニ同對數ヲ用フルヨリ起ル極度ノ差ハ六千呎ノ高ニ於テ僅カニ二十二呎ニ

過キサハヲ以テ其適用ヲ妨ケス此高差モ亦各其相當欄内ニ記スルニ

第一表

No.	測點	測 タ ル 物 體	仰 角	俯 角	改正 100D 4	改正 シ タ ル 角	距 離	高 差	高		改正 シ タ ル 高	
									物 體	經 緯 儀	測 點	物 體
1	Cork Δ ..	Snow Hill Δ ..	1° 17' 22"	0° ..	4	1° 21' 32"	10° 0'	1441	..	15	..	1456
2	Ship Pos VI	Fair Peak ..	1° 14' 20"	..	3	1° 17' 21"	7° 24'	990	..	0	..	990
3	Sok Δ ..	Snow Hill Δ ..	0° 56' 30"	..	2	0° 58' 44"	5° 37'	557	1463	5	901	..
4	" "	Crag Δ ..	" "	1° 01' 30"	2	0° 58' 53"	6° 28'	653	257	5	905	..
5	" "	小丘	" "	1° 41' 15"	1	1° 39' 31"	4° 17'	733	..	908	..	175
6	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
7	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
8	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
9	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
10	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
11	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
12	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
13	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
14	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "

第二表

計 算			
1	2	3	4
Const. log. Tan. Log. dist. 1441 15 1456	Const. log. Tan. Log. dist. 990	Const. log. Tan. Log. dist. 557.4 5 562 1463 901	Const. log. Tan. Log. dist. 653 257 910 5 905
3.78359 8.37515 1.00000 3.16874	3.78359 8.35240 0.85974 2.99573	3.78359 8.23265 0.72997 2.74621	3.78359 8.23371 0.79796 2.81526
5	6	7	8
Const. log. Tan. Log. dist. 733 908 175	Const. log. Tan. Log. dist.	Const. log. Tan. Log. dist.	Const. log. Tan. Log. dist.
3.78359 8.46157 0.62014 2.86530	3.78359 8.35240 0.85974 2.99573	3.78359 8.23265 0.72997 2.74621	3.78359 8.23371 0.79796 2.81526
9	10	11	12
Const. log. Tan. Log. dist.	Const. log. Tan. Log. dist.	Const. log. Tan. Log. dist.	Const. log. Tan. Log. dist.
3.78359 8.37515 1.00000 3.16874	3.78359 8.35240 0.85974 2.99573	3.78359 8.23265 0.72997 2.74621	3.78359 8.23371 0.79796 2.81526
13	14	15	16
Const. log. Tan. Log. dist.	Const. log. Tan. Log. dist.	Const. log. Tan. Log. dist.	Const. log. Tan. Log. dist.
3.78359 8.37515 1.00000 3.16874	3.78359 8.35240 0.85974 2.99573	3.78359 8.23265 0.72997 2.74621	3.78359 8.23371 0.79796 2.81526

海軍中佐 Purey Cust 氏ノ計算ニ係ル角ト距離トヲ以テ高差ヲ求ムル表ハ現時供給セラル若シ此表アラハ以上ノ計算ハ不用ニ屬ス
經緯儀ノ高ト記セル欄内ノ記入ハ少シク錯雜セリ時トシテハ只地上ヨリ其望遠鏡ニ至ルノ高ヲ記シ又時トシテハ海面ヨリノ高ヲ記ス即チ後文説クカ如ク要スル所ノ高測士ノ位置ナルト測リタル物體ナルトニヨリテ差異アル故ナリ
是ニ於テ高ヲ測ルニ必要ナル諸項完備セリ
觀測上適宜ノ得數集リタルトキハ乃チ計算ヲ始ムヘシ
高ヲ求ムル問題ニ四種アリ其各項ハ問題ニヨリテ組合スヘキモノトス即チ左ノ

高ヲ出ス
ヘキ問題

- 第一 測士ノ高及ヒ物體ノ仰角ヲ以テ物體ノ高ヲ求ム
- 第二 測士ノ高及ヒ物體ノ俯角ヲ以テ物體ノ高ヲ求ム
- 第三 物體ノ高及ヒ其仰角ヲ以テ測士ノ高ヲ求ム
- 第四 物體ノ高及ヒ其俯角ヲ以テ測士ノ高ヲ求ム
- 第三十六圖及ヒ第三十七圖ニヨリテ各項ヲ組合スル法ヲ解クヘシ
- 第三十六圖ハ仰角ノ場合ニ用フヘキモノナレハ第一問及ヒ第三問ニ適スX若ク

高ヲ出ス
ヘキ公式

ハYノ孰レカヲ已知量トシテ他ヲ求ムヘシ
 Xヲ已知量トシテ(第一問)Yヲ求メンニハ
 $Y = X + (c + h) \dots\dots\dots 1.$
 Yヲ已知量トシテ(第三問)Xヲ求メンニハ
 $X = Y - (b + h) \dots\dots\dots 3.$

第三十七圖ハ俯角ノ場合ニ用フヘシ即チ第二問及ヒ第四問ニ適ス
 Xヲ已知量トシテ(第二問)Yヲ求メンニハ
 $Y = (X + b) - h \dots\dots\dots 2.$

Yヲ已知量トシテ(第四問)Xヲ求メンニハ
 $X = Y + h - t \dots\dots\dots 4.$

以上ノ四公式ニ據レハ如何ナル高低問題ヲモ解算スヘシ四公式亦山高推算簿ニ記シ置カハ便利ナルヘシ

經緯儀ノ
高ノ欄

物體ノ高ヲ求ムルニ當リテハ表中經緯儀ノ高ノ欄内ニハXトシテ即チ海面上經緯儀ノ高ヲ記入スヘシ又測士ノ高ヲ求ムルニ當リテハt即チ地上經緯儀ノ高ノミヲ記入スヘシ

海面ヨリ
ノ仰角ヲ
先キニ
シキニ
ス

絕對ノ高

相對ノ高

六分儀
ニテ測
レル
仰角

先ツ海面ニ於ケル測點或ハ海面上ノ高既ニ測定セラレタル測點ヨリ取レル仰角ノ結果ヲ集メサルヘカラス是レ測リタル諸物體ノ高ヲ得ヘキモノナリ次ニ測點ヨリ海面或ハ海面上ノ高既ニ測定セラレタル測點マテノ俯角ヲ以テスヘシ是レ測ル所ノ測點ノ高ヲ得ヘキモノトス
前ノ如クシテ得タル高ヲ絕對ノ高(Absolute height)ト稱ス海面ヨリ直チニ計算シタルヲ以テナリ

右ノ如キ高ハ總テ第一ニ計算スヘシ而シテ其中最モ多ク角ヲ測リタル所或ハ其結果ノ最モ好ク一致スル所ノ一測點ノ高ヲ平均シ此測點ヨリ他ノ物體ヲ測リタルモノヲ悉ク計算平均シ斯クシテ次第ニ他ノ測點ニ移リ測ル所ノ角ヲ以テ測士ノ高ヲ計算シ或ハ物體ノ高ヲ計算スルニ用フルハ各其便宜ニヨルヘシ
他ノ測點ノ高ニヨリテ得タル高ヲ相對ノ高(Dependent height)ト云フ
仰角俯角ヲ何程精密ニ測リタリトテ其含有スル氣差ノ改正ハ既ニ概略ノモノナルカ故ニ高モ亦真ニ精確ナルモノヲ得ル能ハス但シ恁ハ精細測量ニ就キテノミ云フナリ

六分儀ニテ測レル仰角ニハ眼高ノ改正ヲ施シ然ル後測得角度トシテ記入スヘシ

測高晴雨計

單ニ略高
ヲ求ムル
シニ用フヘ

已知ノ高
ノ仰角ニ
ヨリテ求
ム

之ヲ用ヒテ計算スル法ハ經緯儀ニテ測レルモノト異ナルコトナシ

測高晴雨計ハ各十分一分劃ノ値ヲ得シカ爲メニ已知ノ高ニ就キテ其試驗ヲ行フヘシ各器ニヨリ小差アレトモ其一分劃ハ九十二呎ヨリ百呎ノ間ニアラン既ニ述フルカ如ク此器ハ精密ナル高ヲ測ルニ堪エスト雖モ器械ニ狂ヒナク且常ニ用ヒ居ラハ約四千呎迄ハ大差ナキ數ヲ得ヘシ但シ此器ノ鎖仕掛ハ海上ニ於テハ鏽ヒ易シ絶エヌ高所ニ携ヘテ働カシメサレハ鏽ヒ著クノ虞アリ又排氣器ノ内ニ容レテ働カスモ可ナリ第一卷晴雨計ノ條ヲ看ヨ

測高晴雨計ノ如キ分劃ノ小ナル器械ニヨリテ得タル材料ハ之ヲ複雑ナル計算ニ用フヘカラス是レ本器ハ精密ニ視閲シ難キニヨリ概略ノ數ヲ得ルニ過キサレハナリ一分劃ノ價ヲ吋ノ分數ニ乗スル簡單ナル仕方ハ此器械ヲ用フル目的ニ對シテハ足レリ但シ其差ハ甲板上ニテ測リタル晴雨計ヨリ採ルヘシ

已知ノ高ノ仰角ヲ測リ以テ距離ヲ求ムルハ恰モ楨杆ヲ逆ニ使用スルカ如シ測量上多ク此法ヲ用ヒサルハ精密ナラサル故ナリ
然レトモ時トシテ有用ナレハ茲ニ一公式ヲ示サン

$$\text{距離(海數)} = \frac{34h}{E}$$

式中ハ山ノ高ノ呎數

Eハ仰角ノ秒數ニテ水準面ニ改正シ又高ヲ出ス規則ニ示セル如ク潛差ヲ加ヘテ改正シタルモノナリ

右公式ヲ略約シタルモノハ左ノ如シ

$$\text{距離(呎)} = \frac{100h}{3E}$$

若シ見積リタル距離ニシテ計算ノ結果ト大差アラハ潛差氣差ヲ改メテ更ニ計算ヲ施スヘシ

左ニ一例ヲ示サン

測リタル山ノ高	= 2384 呎
山ノ高	∴ 0° 36' 26"
眼高	∴ 16 呎
見積リノ距離	∴ 30 哩
測得仰角	0° 36' 26"
眼高	3 56
	<u>32 30</u>
	34 ∴ 1.531479
	4.908785
	or 1950 2700 ∴ 3.431364

30'ニ對スル潛差改正

1.477421

$$\text{即チ } \frac{100 \times 30}{4} \dots 750$$

距離 = 30 哩

右ヲ略式ニテ計算スレハ 29.4 哩ノ距離トナル

水準測量 (Levelling)

單水準法

標尺ヲ用フル水準測量ハ海上測量ニハ多ク用フルコトナシ潮汐基本水準用ニ供スル定目標ノ海面上ノ高ヲ定ムル爲メニ多ク之ヲ用ヒ燈臺基礎ノ高ヲ見出ス等ニモ亦之ヲ用フルモノトス

之ヲ單水準法ト稱シ單ニ所要二點間ノ高低ヲ定ムルニ止マリ敢テ其間ノ距離ヲ問ハサルナリ

標尺及ヒ水準器ハ測量船ニ備フルヲ常トスルモ若シ其備ヘナキトキハ經緯儀及ヒ目盛ヲ施シタル Boat look 或ハ竿ヲ用ヒテ事足ルヘシ

標尺ヲ高潮痕ニ保持シ器械(水準器若クハ經緯儀)ヲ斜面中ニ据エ望遠鏡附屬ノ水準器ニテ水平ニ修正シタル後標尺ノ上部ニ近キ分割ヲ讀ムヘシ之ヲ後點ト名ク後點既ニ讀了セハ標尺ハ測士ヲ過キテ上方ノ地ニ致シ望遠鏡ヲ以テ標尺ノ零點

上ヲ讀ミ得ヘキ地ニ直立セシム之ヲ前點ト稱ス既ニシテ經緯儀ヲ上方ノ地ニ移シ据エテ標尺ノ上部ニ近キ處ニ視閱ヲ行フ是レ次ノ後點タリ此ノ如ク進ミテ終ニ所要ノ高處ニ標尺ヲ立ツルニ至ルヘシ
 所要ノ高點マテ一直線ヲナシテ進行スルノ要ナシ一直線ニ進ムハ捷路ナレハ此法ヲ採ルハ大ニ利アレトモ實際ニハ左右ニ曲リ進ムノ已ムヲ得サルモノ多シ
 前點ノ總讀數ト後點ノ總讀數トノ差ハ所要ノ高ナリ後讀數ノ和大ナラハ山ヲ登ルナリ之ヲ「登リ」ト名ケ小ナラハ降ルナリ之ヲ「降り」ト稱ス

燈臺ノ高

後		前	
標尺讀數	△	標尺讀數	△
水面	12.64	(1)	0.63
(1)	13.42	(2)	1.22
(2)	13.81	(3)	1.52
(3)	12.50	(4)	0.32
(4)	13.06	(5)	0.87
(5)	12.18	燈臺ノ基礎	3.45
	77.61		8.01
	8.01		
高潮面上燈臺基礎ノ高	69.60		69.60呎

必要アル
場合ノ改
正

經緯儀ト標尺トノ距離大ナラサルトキ或ハ前點後點カ經緯儀ヨリ略等距離ナルトキハ望遠鏡ノ位置ヲ反シテ再測スルノ要ナシ然レトモ山ノ勾配小ニシテ距離大ナルトキ殊ニ前點後點ノ距離ノ差大ニシテ精密ヲ要スル場合ニハ望遠鏡ヲY字架上ニ反轉セシメ水平ヲ檢シテ再測シ其平均數ヲ取り以テ眞ノ讀數トナスヘシ
望遠鏡ノ軸及ヒ附屬水準器相平行スルトキ即チ調製正シキトキハ第一ノ測點ニ於テ反轉ヲ行ヒタルトキ正反ノ兩讀數密合スルニヨリテ之ヲ知り得ヘク故ラニ反轉ノ必要ナキナリ然レトモ經緯儀ハ端艇ニテ絶エス運搬セラル、爲メ不意ノ激動ヲ受ケ易キモノナレハ必ラス其整否ヲ檢スヘシ
必要ナラハ此法ニヨリテ標尺ヲ建テタル某點ノ高ヲ計算スヘシト雖モ經緯儀ヲ据エタル點ノ高ニ就キテハ知ルコト能ハス若シ之ヲ知ラント欲セハ地上望遠鏡ノ軸ノ高ヲ度ルヘシ即チ

經緯儀ノ位置ノ高ニ後點ノ高十後點ノ現讀數一限高(後點ノ測トヨク下ニ在リ)距離ヲ量ルトキハ以テ其地ノ截斷面圖ヲ作り得ヘシト雖モ既ニ記セシ如ク海上測量家ノ要セサル所ナレハ之ヲ略ス

水路測量書卷之十二

緯度測量

恒星傍午高度法 太陽傍午高度法

總説

誤差ノ消
去法

天測ハ總シテ海上測量事業ニ用途多シ小分圖ノ外海圖ノ尺度ハ太陽或ハ星ノ觀測ニ因リ得ル所ノ經緯度ニヨリテ決セラル、モノナリ且眞方位ノ海圖編成上所用多キハ既ニ知ル所トス航走測量或ハ洋中ニ於ケル淺灘ノ探測又ハ其錘測等ハ業務ノ性質皆天測ニテ定メタル位置ニ據ルモノナリ從テ正確ニ經緯度ヲ見出すノ法必要ナリトス爰ニハ先ツ水銀盤ヲ用ヒ陸上ニテ觀測ヲ行フノ法ヲ述ヘ六分儀ヲ用ヒテ成シ得ル限リ精密ニ觀測スル場合ニ當リ此器ノ用法ヲ專説ス但シ眞方位ヲ測ル爲メ經緯儀ヲ用フルハ別事トス然ル後海上觀測ノコトヲ説クヘシ
總テノ天體觀測ニ於テ器差氣差及ヒ人差ハ其誤謬ヲ結果ニ及ホスコト多シ觀測何程精密ナリトモ是等ノ誤差ヲ消去スルニアラスンハ得ル所ノ位置ハ決シテ正確ナルコト能ハス
此故ニ精密ヲ目的トスル場合ニ際シテハ是等ノ誤差ヲ消去スヘキ最良ノ法ヲ考究セサルヘカラス其一般ノ原則トシテハ一ノ結果ヲ得ル爲メニ二組ノ觀測ヲ施

シ各種ノ誤差ヲ各組ニ於テ反對ノ方向ニ働ク様ニナシ其中數ヲ取ルニ及ヒテ自然ニ消去セシムルニアリ其詳細ハ各種觀測ノ條下ニ述フヘシ

星ノ傍午高度ヲ以テ緯度ヲ定ムル法

緯度ヲ定ムルハ其觀測ノ絶對ナルコト即チ全然他ニ關係ナキ爲メ經度ヲ定ムルニ比シテ簡易ナル所アリ是レ經度ハ二ツノ異地ニ於ケル二組ノ觀測ノ差ヲ以テ定ムルモノニシテ若シ電信ヲ用フルヲ得サルトキハ經線儀ノ不齊ナル爲メ觀測上一層ノ紛雜ヲ致スヘケレハナリ

然レトモ又一方ヨリ觀來レハ正シキ緯度ヲ得ヘキ觀測ヲ行フハ比較的困難ナリ苟モ結果ノ確實ナランコトヲ欲セハ多クノ星ヲ觀測セサルヘカラス水銀盤ニ依レル觀測ノ手續ハ之ヲ夜間ニ行フカ爲メ困難ヲ生スルナリ良キ夜測者トナルハ良キ晝測者トナルヨリ難シ

緯度測ニ於テ消去スヘキ誤差ハ第一觀測ノ誤差第二器械ノ誤差(即チ中心差六分儀ノ器差水銀盤ノ硝子蓋ヲ透ス光線ノ屈曲ヨリ生スル誤差等ナリ)第三氣差氣差ノ變化ハ大ナリ世ニ知ラレタル規則ハ未タ完全ノ改正トナスニ足ラス(第四人差(各人影像接觸ノ視方一樣ナラサルヨリ生ス)是ナリ

緯度ノ絶對ナリ

觀測ノ困難

緯度測ニ於テ消去スヘキ誤差ノ種類

對星

觀測ノ誤差ハ成ルヘク多數ノ高度ヲ測ラハ消去スルコトヲ得ヘシ故ニ傍午高度ヲ測ラサルヘカラス即チ子午線經過ノ少シク前ヨリ後ニ至ルマテヲ連測シ之ニ各改正ヲ加ヘテ子午線高度トナシ其中數ヲ求メテ平均子午線高度トナスニアリ精密ナル改正ヲ施サハ單一ノ子午線高度ニ優ルコト萬々ナリ他ノ誤差中其或モノハ大略ナカラ直チニ適用スルヲ得ヘシト雖モ或モノハ全ク改正ヲ施ス能ハサルモノアリ故ニ太陽ノ如キ單一ナル天體ヲ觀測シテ得タル緯度ハ常ニ多少ノ誤アルモノナリ是等ノ誤差ヲ消去スルニ足ル唯一ノ法ハ頂點ノ南北ニ等高度ヲナス星ノ一對宛ヲ選ミ之ヲ觀測スルニアリサスレハ是等ノ誤差ハ反對ノ方向ニ働クナリ即チ頂點ノ一方ニ於テ高度ヲ増大或ハ減少スル程ノモノハ他方ニ於テモ亦同様ニ働クヘシト雖モ緯度ヲ算スルトキ一方ノ誤差ハ之ヲ増大シ他方ノモノハ之ヲ減少スルカ故ニ對星ヲ觀測シテ得タル緯度ノ中數ヲ取ルトキハ真正ノ緯度ニ酷々近キモノヲ得ラルヘシ

水銀盤硝子蓋ノ誤差ハ對星觀測ノ際其蓋側ヲシテ測士ニ對シ常ニ同一ナラシムレハ之ヲ消去シ得ヘシ故ニ測士北向ヨリ南向ニ又ハ南向ヨリ北向ニ其位置ヲ變

六分儀臺

準備ノ必
要

星表

スルトキハ硝子蓋モ亦反轉セシムルモノトス太陽ノ如キ單一ナル天體ニアリテハ觀測ノ半途ニ反轉セサルヘカラス

測士一ト度六分儀臺ノ使用ニ熟スルトキハ測士ノ手ノ微細ナル移動ニ因リ星影顛動スルカ如キコトナク又六分儀ヲ一ノ位置ヨリ他ノ位置ニ移動スルコト至テ精確ナルカ故ニ大ニ觀測ノ補助トナルモノナリ

精密ナルヘキ星象ノ觀測ヲナサンニハ豫メ其準備ヲ必要トス乃チ左ノ如シ之ヲナスニ方リ急迫ハ凡テ之ヲ避ケサルヘカラス

第一ニ對星ヲ選ヒテ之カ觀測ノ順序ヲ定メ置クヘシ

航海曆ニ掲ケタル星ノミヲ用フルトキハ充分ト認ムヘキ對星ノ數ヲ得難シ蓋シ星數ハ輒近大ニ増加セシモ曆中載スル所ノモノ甚タ多カラス

測量船ニハ綠威及ヒ喜望峰天文臺ノ星表ヲ備フ是等ノ星表ヨリ取ラハ一夜ニシテ緯度ヲ定ムルニ足ル程ノ對星ヲ得ン四等星ヲモ取ルヘシ熟練ノ測士良キ器械ヲ用フレハ容易ニ觀測シ得ヘシ

綠威、喜望峰兩星表中ノ諸星ヲ網羅セル特別ノ星表并ニ對星選擇法ヲ附記セル星圖ハ亦測量船ニ供給セラル前者ハ大尉 H. B. F. Somerville 氏後者ハ中佐 Purey Cust 氏

方星ノ選ヒ

ノ編纂案出ニ係リ共ニ星ノ選出ヲ容易ナラジム

各星ノ略高度ヲ推算シ子午線經過時及ヒ等級ト共ニ測簿ニ記入シ置クヘシ又觀測ニ用フヘキ懷中經線儀ノ示時及ヒ頂點ノ南北ヲ記載シ各對ニ番號ヲ附スヘシ一對タル兩星ノ時間ニ於テ相近接スルモノハ氣差ニ由テ生スル誤差少ナシ數時間ヲ隔ツルトキハ溫度ヲ變シ露ヲ結ヒ大氣ノ狀態ニ變動ヲ生スルコト少ナカラス

高度六十度以上ノ星ハ觀測スルニ宜シカラス六分儀ハ一百二十度以上ヲ測リ得ト雖モ角度大ナルトキハ硝子ノ質非常ニ良好ナルニ非スンハ動鏡ヨリ反射スル星影鮮明ナラス

對ニ選ミタル星ノ高度ハ成ルヘク四度以上ノ差ナキヲ要ス通常對星ハ此限界内ニテ選フコトヲ得ヘシ

若シ對星ノ一ヲ失ハ、他ノ一ヲ測ルモ其効ナシ故ニ豫備ノ星ヲ貯フルニ如カス雲ニ遮ラル、等ヨリ對星ヲ失フコト屢々アリ

對ヲ選ムトキ各星子午線經過ノ前後觀測ノ時間ニ對シテ充分ノ猶豫ヲ見積ルヘシ

此選ヒ方ハ又緯度及ヒ赤緯ニヨリテ變スルモノナリ星カ子午線ヲ距ル遠近ノ度ハ測高度ノ平均カ子午線高度ヨリ低キコト一分前後ヨリ少ナカルヘカラス各子午線經過ノ間ニ十五分時ノ餘裕アラハ通常差支ナキヲ得ン
 北向ヨリ南向ニ又ハ南向ヨリ北向ニ位置ヲ變スルノ時間モ亦見積ルヲ要ス然レトモ开ハ總テ測士ノ巧拙ト經驗ノ度ニ從テ一様ナラス初心者ハ觀測ヲ兩三星ニ止メテ時間ヲ多ク見積ルヘシ
 水銀盤ヲ据ユル地ハ南北ニ障礙ナキ地ニシテ海岸ヲ離レ碎浪ノ爲メ水銀ニ激動ヲ及ホサル處ヲ選フヘシ時トシテハ荆棘繁茂シテ海岸マテ打續キ好地ヲ發見スルニ苦シムノ場合アルヘシト雖モ勉メテ之ヲ搜索セヨ内陸マテ進マハ必ラス一區ノ地ヲ得ン然ラスンハ良キ測量ハ到底望ミ難カルヘシ水銀ノ面ハ微動ニモ感シテ顛動シ易キモノナレハ堅硬ナル地面ヲ選フコト亦肝要ナリ
 舊式ノ水銀盤ニテ觀測スル能ハサルトキハ第一卷水銀盤ノ條下ニ説明セル混淆水銀盤ヲ用ヒナハ又以テ觀測ヲ施スニ足ル
 風モ亦水銀ノ面ヲ亂ス原因タリ水銀盤ハ之ヲ固定シ硝子蓋ハ其下端ヨリ風ノ漏ラサル様密著セシムルヲ要ス(第一卷參照)

帆布ヲ風上ニ張リテ障屏トナスハ時ニ良法トスヘキモ其煽動ノ爲メ地面ニ振蕩ヲ及ホシ之ヲ水銀ニ傳フルカ如キコトアラハ寧ロ之ナキニ如カス
 測量ニ從事スル士官一人ヨリ多カラハ或種類ノ障屏ヲ兩者間ニ南北ニ張リ測士相互ノ眼ヨリ光線ヲ遮ルヘシ
 熱帶地方及ヒ或ル他ノ地方ニ於テハ蚊害アルコトヲ忘ル、勿レ是等ノ蟲害多キ處ニハ風ハ遮屏スルヨリハ寧ロ流通自在ナラシムヘシ之レ蚊屬ヲ飛ハスヲ以テナリ Sandfly 蚊ノ名蚊ハ實ニ惡ク之ヲ驅逐スヘキモノナシ而シテ周圍ノ狀況ハ測量ヲナスニ適スルモ是等小虫ノ爲メ障ヘラル、コトアリ
 水銀盤ヲ据ユルノ地點既ニ定マリ子午線ノ方向羅針儀ニテ定マリタル上地質之ヲ許サハ穴ヲ掘リテ不使用ノ間閱讀ノ手燈ヲ其中ニ置キ以テ不要ノ光輝ヲ遮ルヘシ(方今六分儀ニ小形ノ電氣燈ヲ裝著シテ一ノ裝飾トスル士官アリ穴ノ最好位置ハ測士ノ座ヨリ左側ニシテ少シク後方ニ在ルヘシ此穴ハ各測士ニ二ツヲ要ス一ハ北星ニ用ヒ他ハ南星ニ用フ若シ地硬クシテ穴ヲ掘ルコト能ハスハ桶ヲ以テ代用スヘシト雖モ穴ニ比スレハ劣レリ
 特ニ製作セル燈ヲ用フルトキハ右ノ手數ニ及ハスト雖モ以上ハ普通ノ手燈ヲ用

フルモノトシテ之ヲ記セリ

是等ノ準備ハ成ル可ク日没前ニ行フヘシ後ル、トキハ混雜ヲ來スコト必定ナリ
六分儀ニ臺ヲ附ケテ觀測スルトキハ第一卷六分儀臺ノ條下ニ記セル如ク小形ノ
三脚臺ヲ備フヘシ一ハ六分儀臺下ニ用ヒ他ノ一ハ測士ノ座トシテ用フルナリ是
レ測士ヲシテ身ヲ安樂ニ保タシメテ精密ノ測量ヲナサシメンカ爲メニシテ數時
間引續キテ觀測ヲナスニハ殊ニ入用トス

星圖

經線儀ノ
誤差

良キ星圖ハ選ミタル星ヲ見分ル助ケトシテ甚タ有用ナリ
星ノ觀測ヲ行フニ當リ現地ニ於テ經線儀ノ誤差ヲ求メテヨリ未タ久シキヲ歷ス
其地ノ時辰ト違フトモ二秒以内ニアルコト確實ナルニアラスンハ當日之ヲ測定
セサルヘカラス(單高度ニテ足レリ)

以上ノ準備既ニ整頓シタル上ハ懷中時計ヲ原基經線儀ト比較シ尙一器ヲ參考ト
シテ携ヘ上陸スヘシ但シ歸船ノ後再ヒ比較ヲ行ハサル可カラス

星ヲ觀測
スル法

水銀盤ヲ南北ノ向キニ置キ硝子蓋ヲ蔽ヒ第一星ノ頂點ノ北或ハ南ナルニ從ヒ蓋
ニ記號ヲ附スヘシ
六分儀ヲ其臺ニ取り付ケ接眼鏡ノ力最モ弱キモノヲ天測望遠鏡 (Inverting tube) ニ

嵌メ略其燒點ヲ合セタル後之ヲ六分儀ノ眼環 (Collar) ニ捻チ込ムヘシ

六分儀及ヒ其臺ヲ三脚臺ノ上ニ置キ三脚中ノ一ヲシテ測士ノ右方ニ於テ子午線
ト直角ヲナサシムヘシ

見積リ置キタル星ノ高度ノ二倍ヨリ數分少ナキ處ニ遊標ヲ定ムヘシ
器械ト共ニ三脚臺ヲ動カシ望遠鏡管外ヨリ水銀盤中ニ測星ノ反射影ヲ認ムル様
ニスヘシ

斯クシテ望遠鏡ヲ向ケ六分儀ノ把手ヲ臺ノ受ケニ取り付ル所ノ螺子ヲ緊ムヘシ
然ル後六分儀ヲ其臺ノ樞軸ニ於テ左右ニ動かセハ星影ノ鏡中ニ閃出スルヲ見
星ノ高度ヲ變スルコト大ナルニ非スンハ六分儀ヲ其受ケニ於テ動かス必要ナカ
ラン視閱ノ爲メ六分儀ヲ回轉スルトキ螺子ノ緊密ナルコトニ注意スヘシ否サレ
ハ六分儀ノ位置動キタメニ再ヒ之ヲ水銀盤ニ向ハシムルトキ望遠鏡ヲ星ニ向ク
ルコト能ハサルコトアリ凡ソ此裝置タルヤ視閱終ラハ一轉直チニ星影ヲ認メ得
ヘク從テ時ヲ省略スルニアレハ此注意ヲ怠ルヘカラス然ルニ初心者ハ往々此要
件ヲ忘却シ視閱後ノ再發見ニ悶ヘテ爲メニ時ヲ失シ六分儀臺固有ノ一大利益ヲ
棄ツルコトアリ慎マサルヘカラス(六分儀一度固定セハ視閱一轉星影ハ尙鏡内ニ

止マリ些ノ煩累ナシ
光輝微弱ナル星ニアリテ同光度ノ數星周圍ニ散點スルトキハ頗ル識別ニ苦シム
ヘシ初心者ニテハ殆ント爲ス所ヲ知ラサルノ想アラン然レトモ星圖ニヨリテ對
照査察セハ他星トノ關係位置明白ニシテ少シク熟練セハ亦困難ヲ覺ヘサルニ至
ルヘシ

光輝微弱ナル星ニアリテハ六分儀ヲ臺ヨリ離シ該星ヲ水銀盤ノ星影マテ下シ來
ルノ困難アリ光輝強キモノニアリテハ見積リノ高度多ク違ハサルヨリハ斯ノ如
クナスノ必要ナシ凡ソ此事タル規則正シク準備セル觀測ニ於テハ顧慮ノ要アル
ヲ見ス豫メ計算セル高度ニヨリテ定メタル遊標ヲ全然信賴シテ可ナリ或ル測士
ハ六分儀ノ遊標杆 (Index bar) 及ヒ其臺ノ肱ニ各々一個ノ小形水準器ヲ裝置セルモ
ノアリ斯クスルトキハ星ニ向ケテ六分儀ヲ据エ附クルニ至便ナリ
二ツノ星影ヲ相近ケタル上ハ右手ヲ臺脚(直角ニナシタルモノ)ノ端ニアル螺子ニ
置キ左手ヲ六分儀ノ正切螺ニ置キ兩螺子ヲ捻チテ星影ノ相重ナルヲ見ハ乃チ「ス
トツブ」ト呼フヘシ
此信號ヲ聞クヤ隨伴ノ助手ハ手燈ヲ携ヘテ視閱ニ便スヘシ光線ハ成ル可ク六分

各觀測每
ニ遊標ヲ
定ム

子午線ヲ
距ル時間

小數ヲ要
セス

子午線高
度ニ改正
スル法

儀ノ面ニ直角ナル方向ヨリ弧上ヲ照スヲ要ス視差ヲ生セサラシムル爲メナリ
視閱終ラハ次回觀測ノ爲メ再ヒ兩影ヲ望遠鏡上ニ相重ヌル前ニ正切螺ヲ前後交
互ニ進退シ以テ星ノ高度ノ上リツ、アルカ下リツ、アルカノ感想ヲ明ラカニス
ヘシ

子午線經過ノ前後ニ觀測スル時間ノ多少ハ星ノ位置及ヒ其地ノ緯度ニヨリテ變
スルコトハ既ニ記述セリト雖モ算定子午線經過時ニ先ツコト六分ニ始メ後ル、
コト亦六分ニ終ラハ概ネ可ナリトス何トナレハ測得高度ノ平均ヲ子午線高度ト
ナスニ用フル改正ハ一分以下ナラシメンコトヲ欲スレハナリ

前記ノ如ク子午線ニ接近シテ觀測スルモノナレハ觀測時ヲ求ムルニ方リ其秒數
ニ小數ヲ附シ記帳スルニ及ハス

天體ノ測得高度ハ其時角及ヒ緯度ヲ知ラハ之ヲ子午線高度ニ改算スルコトヲ得
ヘシ然レトモ時角大ナルトキハ高度ニ加フヘキ改正數ノ計算繁雜ナリ其公式ノ
簡單ニシテ實用ニ適スルモノハ時角ノ小ニシテ誤差ノ小ナルトキニ限ル假定ノ
緯度ヲ用フルヨリ生スル誤差モ亦時角ニ從テ急激ニ増加ス故ニ此法ヲ用フルハ
普通ノ緯度ニ於テハ子午線經過時ノ二十分内外ヲ限度トスヘシ然リ而シテ本章

論述セントスル觀測ニアリテハ成ルヘク精確ノ緯度ヲ得ント欲スルモノナレハ一層之ヲ制限シテ子午線經過時ノ十分以内ニ於テ行フコト、ス

測得高度ヲ子午線高度ニ改正スルニハ Raper 氏ノ法ヲ最良トス測得高度ニ必要ノ數ヲ加ヘテ之ヲ子午線高度トシ然ル後子午線高度觀測ノ如クニシテ緯度ヲ推算スルナリ

此改正ニ用フル量ヲ傍午高度改正率ト云フ測得頂點距ヨリ減スヘキモノナリ Raper 氏ノ式左ノ如シ(其證ハ附録 D.ニ掲ク)

$$\text{改正率(弧ノ秒數)} = \text{Cos. Dec.} \times \text{Cos. Lat.} \times \text{Sec. alt.} \times \frac{\text{Vers. hour angle}}{\text{Sin. } 1''}$$

Raper 氏ハ $\frac{\text{Vers. HA}}{\text{Sin. } 1''}$ ノ表ヲ作り子午線ヨリ三十分マテ時角ノ各分秒毎ニ算出セリ今之ヲ附録 Mニ掲ク此表ハ至テ便利ナリ計算上數字ヲ省略スルコト多ク從テ筆記上ノ誤謬ヲ少ナカラシム(若シ此表ヲ有セサルトキハ前記ノ公式通りニ計算スヘシ)

平時或ハ殆ント平時ニ近キ時辰ヲ報スル所ノ時計ヲ以テ示セル時角ハ星或ハ太陽ニ用ヒテ至極精密ノモノトナシ難シ星ノ時角ニハ恒星時ヲ報スル時計ヲ用フヘシ恒星時ハ平時ノ約二十三時五十六分四秒ヲ以テ二十四時ト爲セルモノナリ

恒星時角

改正率ノ計算

而シテ眞太陽時ハ地球カ其軌道ヲ運行スル速度ノ變スルニ從ヒ日々變スルモノナリト雖モ普通ノ緯度ニ於テ觀測時限内ニハ其差現ハレズ又子午線ヨリ殆ント同距離ニ於テ一對ノ星ヲ觀測スレハ之ヲ平均スルヲ以テ其差消滅ス

星ノ觀測ニ於テ此差ノ改正ヲナサント欲セハ方程式ノ一方ニ 0.002000 ナル不易對數ヲ加ヘテ眞ニ近キ改正數ヲ得ヘシ

星ノ傍午高度觀測ノ計算ニ於テ各測得數毎ニ改正率ヲ計算スルノ要ナシ $\frac{\text{Vers HA}}{\text{Sin } 1''}$

ハ方程式中唯一ノ變數ニシテ時角ニ從ヒ變スルモノナリ故ニ各測得數ニ對スル此數ヲ集メテ其中數ヲ取リ $\frac{\text{Vers HA}}{\text{Sin } 1''}$ ノ平均價ヲ得乃チ之ヲ方程式中ニ用ヒテ

算シ斯クシテ得タル平均改正率ヲ高度ノ平均數ニ加フヘシ Raper 氏ノ表アラハ $\frac{\text{Vers HA}}{\text{Sin } 1''}$ ノ數ヲ表ヨリ取ルヘシト雖モ表ナキトキハ Vers HA ヲ航海表ヨリ取リ

又 $\text{Log Sin } 1''$ ヲ求メテ他ノ對數ト共ニ計算スヘシ

其地ノ平時ヲ示スニ用ヒタル時計ノ差及ヒ概略ノ經緯度ヲ知リテ星ノ傍午高度觀測ヲ計算スル規則左ノ如シ

第一 綠威時ヲ計算ス

第二 想像太陽ノ赤經航海曆ノ(恒星時)ヲ此綠威時ニテ改正シ之ヲ星ノ赤經ヨリ

改正率ノ規則計

- 減シ以テ星ノ子午線經過ノ平時トス
- 第三 之ニ時計ノ差ヲ加減シテ星ノ子午線經過時ニ於ケル時計ノ示時トス
- 第四 測得高度ヲ平均シ器差ヲ改正シテ之ヲ二分ス尙之ニ氣差(寒暖計、晴雨計ニ對シ)改正ヲナシタルモノヲ改正シテ眞高度トス
- 第五 各觀測ノ時ヲ列記シテ一行ヲ作り各時ト子午線經過時ニ於ケル時計ノ示時トノ差ヲ取り第二行ヲ作ル是レ各觀測ノ時角ナリ
- 第六 各時角ニ相當スル數ヲRaper氏ノ改正率表ヨリ取ル(表ナキトキハ正矢眞數ヲ取ルヘシ)
- 第七 是等ノ諸數ヲ加ヘ之ヲ觀測ノ數ニテ除シ其中數トス
- 第八 赤緯ノ餘弦對數ニ假定緯度ノ餘弦對數眞高度ノ正割對數及ヒ第七ノ中數ノ對數ヲ加フヘシ若シ正矢眞數ヲ用ヒタルトキハ不易對數 9.316400ヲモ加フヘシ(即チ $\text{Log cosec } 1^{\circ}4 + 0.002000$ ナリ)
- 第九 是等ノ對數ノ和ニヨリ眞數ヲ見出スヘシ即チ所要ノ改正率ノ秒數ナリ
- 第十 之ヲ平均測得眞高度ニ加フレハ推算子午線高度トナル是レヨリ常法ニヨリテ緯度ヲ算出スヘシ

次ニ例題ヲ示ス

一千八百七十九年七月十一日 Buynk Chekmegeh Δ ニ於テ觀測セシ所左ノ如シ六分儀ノ器差負三十五秒緯度約北緯四十度五十七分四十五秒經度東經二十八度三十分計算セル星ノ子午線經過ノ平時八十時十二分ナリ

時計ノ示時			時 角		Vers H.A Sin. 1"
h	m	s	m	s	
10	09	36	4	27	38.9
	10	11	3	52	29.4
	10	42	3	21	22.0
	11	14	2	49	15.6
	11	43	2	20	10.7
	12	09	1	54	7.1
	12	50	1	13	2.9
	13	14	0	49	1.3
	13	38	0	25	0.3
	14	06	0	03	0.0
	14	33	0	30	0.5
	14	55	0	42	1.0
	15	16	1	13	2.9
	15	37	1	34	4.8
	16	04	2	01	8.0
	16	24	2	21	10.8
	16	50	2	47	15.2
	17	20	3	17	21.2
	17	46	3	43	27.1
	18	15	4	12	34.6
					20) 254.3
平均					12.71

計算ノ方法次ノ如シ

時計ノ示時			高 度		
Breguet 製 2086 號			α Ophiuchi		
h	m	s	°	'	"
10	09	36	123	22	00
	10	11		22	40
	10	42		22	50
	11	14		23	15
	11	43		23	25
	12	09		23	35
	12	50		23	50
	13	14		23	50
	13	38		23	55
	14	06		24	00
	14	33		24	00
	14	55		23	50
	15	16		23	50
	15	37		23	45
	16	04		23	30
	16	24		23	15
	16	50		23	00
	17	20		22	40
	17	46		22	30
	18	15		21	55
平均					123 23 16.7

Cos. dec.	9 989329
Cos. lat.	9 878027
Sec. alt.	323871
12.71	1.105510
	1.296736
Reduction	19.8
Tr. alt.	61 40 51.4
Red.	+ 19.8
	61 41 11.2
Z. D.	28 18 48.8N.
Dec.	12 38 57.0N.
Latitude	40 57 45.8N.

M. T. of Transit	10 ^h 12 ^m
Long. in time.	1 54
G. M. T.	8 18
R. A. Mean ☉	7 16 05.9
Corr. for 8h.	1 18.9
" " 18m	3.0
	7 17 27.8
R. A. *	17 29 22.6
M. T. Transit	10 11 54.8
Watch fast.	2 08.1
T. by watch at Transit	10 14 02.9
Mean obs. alt.	123° 23' 16.7"
I. E.	-35.0
	2)123 22 41.7
App. alt.	61 41 20.8
Refraction	-29.4
Tr. alt.	61 40 51.4

極星ヲ觀測セシトキハ航海曆ニ掲ケタル規則ニ從ヒテ計算スヘシ表ヨリ求ムル所ノ各數ハ插間法ヲ施シ精密ニ算スルヲ要ス

太陰ノ觀測ハ何ノ爲メニモ用フルコト少ナシ其運動ノ速カナル爲メ改正ニ注意ヲ要シ時ヲ費スコト多キ割合ニ價值少ナシ且誤差ヲ消去スルノ方法ナシ星ヲ個々ニ計算シ各對ノ結果ヲ平均シ其平均ヲ集メテ更ニ之ヲ平均シ以テ平均ノ緯度ヲ得

時ノ狀況ニヨリ對星ノ一ハ他ノモノヨリ多ク觀測シ得ヘシト雖モ多ク測リタル方ニ價值ヲ附スルコト能ハス宜シク其儘平均スヘシ然レトモ各對星ノ結果ヲ集メテ之ヲ平均スルトキ對星中一星ノ觀測數少ナキ對ハ對星ノ各星ニ就キ適當ニ觀測シタル對ニ比シテ其價值少ナシ此價值ヲ附スルコトハ觀測ノ數少ナキノミナラス其成績亦一樣ナラサル場合ニ必要ナリ然レトモ斯ル對星ヨリ得タルモノヲ全ク最後ノ結果ヨリ棄ツヘキヤ否ヤハ一問題タリ尙他ニ良對星ノ多ク存スル場合ニ之ヲ棄ツルノ得策タルハ勿論ナリ

各觀測及ヒ各對星ヲ列記シテ表トナス法ノ例ハ次ニ示スカ如シ
例ニ示セル星ハ天空及ヒ天氣ノ好狀態ニアルトキ測レルモノナリ乃チ取テ以テ

望ム所ノ基本トナサントスルニハアラス本例ニ於テハ各對殆ント一様ニ良好ニシテ觀測ノ數亦殆ント相等シ故ニ凡テ一様ノ價值トナシ敢テ之カ高下ヲナサス然レトモ此觀測ヲ査閱スレハ六分儀カ中心差ヲ有セシコト明白ナリ南方ノ星ヨリ測定シタル緯度ハ其高度増スニ從テ減シ北方ノ星ヨリセルモノハ之ニ反ス此事實ハ全然中心差ニ起因スルモノニシテ各高度ニ對スル中心差ノ理明白ナルコトヲ得ン第一卷中心差ノ説明參照故ニ結果ノ如何ヲ問ハス中心差ヲ知ラハ之ヲ改正スヘシ

價值ヲ附
スルコト

本例ニ於テ第二ノ南北對星ノ秒數ハ殘餘ノモノニ比スレハ稍ヤ其序ヲ失ヘルヲ以テ疑ヒナキニ非レトモ直接ニ其平均數ヲ取レリ然レトモ觀測一様ニ齊フコトナク惡キモノヲ去ルモ殘ル良對星ノ數十分ナラサル場合ニハ價值ヲ附スルノ必要ヲ生ス其法左ノ如シ
十ヲ以テ完全ナル價值ヲ示ス所ノ數ト假定シ此比例ニヨリテ各對ニ其價值ヲ附スヘシ各對ヨリ得タル緯度ノ秒數ニ其價值ヲ乘シタル積ノ和ヲ價值ノ和ニテ除シ以テ緯度ノ平均秒數トナス凡ソ價值ハ結果ニヨリテ附スヘカラス一星ノ惡シキトキハ恰モ兩星ノ惡シキト等シク其對ノ上ニ及ホス感動ハ同一ナリト云フコ

トヲ記憶シ各星觀測ノ模様及ヒ觀測ノ數ニヨリテ之ヲ附スヘシ然ラスンハ直チニ緯度ヲ假定スルト同シ歸結ニ達スヘシ

一千八百七十九年七月十一日 Bayuk Chelmejech = 於テ觀測セル星ノ傍
 午高度緯度 高度及ヒ對ニヨリテ列記ス

南		星		北		星		各對ノ平均 ヲ以テシタ ル緯度	記 事
高 度	緯 度	觀測數	緯 度	高 度	緯 度	觀測數	緯 度		
38 $\frac{1}{2}$	ε Ophiuchi	20	40° 57' 25".6	40°	Polaris	20	40° 57' 42".1	40° 57' 47".3	引續 觀測 キス
45 $\frac{1}{2}$	δ "	20	55.8	44 $\frac{1}{2}$	δ Ursae Min.	20	49.1	52.4	
51 $\frac{1}{2}$	δ Aquilae	20	47.1	40	ε "	20	48.7	47.9	
58 $\frac{1}{2}$	κ Ophiuchi	16	44.2	58	κ Draconis	23	51.4	47.8	
61 $\frac{1}{2}$	η "	20	46.0	61	ε "	20	53.2	49.6	
62 $\frac{1}{2}$	ζ Aquilae	20	39.2	63 $\frac{1}{2}$	δ "	17	54.4	46.8	
					平均緯度...			6) 51.8	
								40 57 48.6 N	

評價ノ困
難

測士二人以上ナルトキハ其結果ヲ平均スルニ當リ亦價値ヲ附セサルヘカラスト
 雖モ一人ノ測士技ニ巧ニシテ其觀測モ亦良好ナルトキハ他ノ劣レル測士ノ觀測
 ヲ採ラサル方却テ良キ結果ヲ得ルナラン然レトモ劣測士ノ爲メニハ全ク之ヲ棄
 テサルヲ可トス蓋シ多ク觀測セスンハ經驗ヲ積ミテ良測士タルコト能ハス又年
 少ナル測士ハ結果ナキ觀測ニ從事スルコトヲ嫌フモノナリ其測ル所ノモノ良好
 ナラハ測量ノ一部分ニ加ハルヘシト知ラハ屬精之ニ從事スヘシ
 測士ニ對シ價値ヲ附スルノ問題ハ甚タ難事ナリ多クノ經驗アル測士ハ各測士ノ
 結果ヲ其儘平均スルノ法ヲ稱用ス而シテ最後ニ各測士ノ得タル結果ヲ平均スル
 ニ當リ最モ信用ニ乏シト認メタルモノヲ廢棄シ其他ハ同等ノモノトシテ評價ス
 ルナリ是レ狀況ニ應シ大ニ判定ノ力ヲ要スルモノナリ或ル場合ニハ一ノ方法ヲ
 良トスヘシ又他ノ場合ニハ他ノ方法ヲ良トスヘシ畢竟此問題ヲ考察スルノ要ア
 ル程觀測ニ變狀ヲ呈スルトキハ最後ノ結果ハ頗ル不信ノモノタルヘキコトヲ知
 悉スレハ足ル
 價値ヲ附シテ算スルノ例ハ次ニ示スカ如シ

一千八百七十八年八月三十一日 Masale 島ニ於テ觀測セル星ノ傍午高度緯度(價値ヲ附ス)

南	星		北		星	各對テ平均シタル各緯度	價値ト積度ノ秒數トノ積	記 事			
	高度	觀測數	高度	觀測數							
40°	α Cygni	4	5°13'38".6	38	α Pavonis	22	5°14'33".1	5°14'05".8	8	46.4	α Cygni ノ觀測ハ良 兩星四時間ヲ隔ツ { α Indiニ對シテハ 高度ハ7'差ヲ { e Cygni 僅カニ可ナ リ { e Sagittarii 稍ヤ可ナ リ
44	Vega	25	37.6	51	α Indi	12	49.0	13.3	4	53.2	
51	e Cygni	3	37.5	51	β Sagittarii	19	45.7	11.5	5	57.5	
60	κ Pegasi	4	33.5	61	ε "	3	42.5	08.0	7	56.0	
總計		24	213.1		213.1		213.1		213.1		
		平均緯度		213.1		213.1		213.1		213.1	
		(測士B)		平均緯度		24		213.1		213.1	
				213.1 = 0.8"		24		5°14'08.8"S.			

測 士	緯 度	各結果ノ價 値	價 値ト積度ノ秒數トノ積	測士四名ニテ得タル緯度ノ平均
A	5°14'16.3"	3	48.9	測士四名ニテ得タル緯度ノ平均 5°14'09.4"S = 09.4"
B	08.8	5	44.0	
C	03.0	5	15.0	
D	12.0	6	72.0	
		19	179.9	
		61		

極下ノ星ヲ觀測スルトキ改正率ハ測得高度ヨリ減スヘキコトヲ忘ルヘカラス
 行星ハ恒星ノ一光點タルカ如クナラス其大ナルモノハ光輝強ク形狀大ナルカ故
 觀測ニ適セス然レトモ時トシテ之ヲ觀測スルノ必要アリ其赤經及ヒ赤緯ハ精密
 ニ計算シテ用フヘシ
 綠威星表或ハ喜望峰星表ノ星ヲ用フルトキハ其日ノ星ノ眞位置ヲ計算セサル可
 ラス航海曆末尾説明中恒星ノ條下ニ一北星及ヒ一南星ニ對シ其法ヲ示セル算例

星表ニヨ
 恒星ノ
 位置ヲ
 算スル
 法

太陽ノ傍午高度ヲ以テ求ル法

太陽ノ高度ヲ以テ求ル法

アリ各對數ニ正當ナル正負ノ符號ヲ附スルコトニ注意スヘシ
 緯度ヲ求ムルニ對星ヲ觀測スル法ニ次キテ最モ正シク且簡單ナルモノハ水銀盤
 ヲ用ヒテ太陽ノ傍午高度ヲ測ルニアリ然レトモ高度六十五度以上ニ至ルトキハ
 六分儀ヲ以テ其倍角ヲ測リ難キカ故ニ此法ヲ用フルコト能ハス苟クモ結果ノ精
 密ナランコトヲ欲セハ氣差ノ改正ニハ極メテ深キ注意ヲ要ス其上下兩邊共ニ之
 ヲ測ルハ益スル所アルナシ是レ高度ニ於ケル太陽ノ運動小ナレハ其兩影ノ離合
 ニ關シテ影響スルトコロナキカ故ナリ
 水銀盤ノ硝子蓋ハ正午ト思フ頃反轉スルヲ要ス而シテ觀測ハ硝子蓋ヲ反轉シタ
 ルモノト其前ノモノトノ二組ニ分ツヘシ
 何程深キ注意ヲ以テスルモ太陽ノミノ觀測ニヨリテ精密ナル緯度ヲ得シコトハ
 望ムヘカラス此觀測ニテ満足スヘキ多クノ場合ニ於テ緯度ノ誤差一哩ノ四分ノ
 一内外ニアルハ常事トスヘシ硝子蓋ノ反轉モ亦敢テ之ヲ要セサルコト屢々アリ
 然レトモ中心差ヲ確知シ以テ六分儀ノ信賴スヘキコトヲ知ラハ該差ノ改正ヲ施
 スヘシ其結果トシテ改良ノ効績著シク上記ノ諸注意モ亦無用ニ歸スルニ至ラン
 太陽ノ觀測ハ頂點ノ他方ニ在ル恒星ノ觀測ト平均スルコトヲ得ス何トナレハ光

太陽ノ觀測ノ計算

線ノ屈折ニヨリ起ル諸種ノ誤差及ヒ日熱ノ爲メ器械ニ生シタル誤差ハ全ク異種
 ノモノナレハナリ
 太陽ノ傍午高度觀測ノ計算ハ恒星ト同シ唯其異ナルトコロハ赤緯等ノ普通ノ改
 正ニアリトス而シテ時計ハ眞時ト幾何ノ差アリヤヲ驗シ太陽子午線上ニ在ル時
 即チ眞時ノ正午ニ於ケル其示時ヲ知ルヲ要ス
 次ニ一例ヲ示ス

一千八百七十六年十一月十五日 Magalubiyeh 島ニ於テ水銀盤ヲ用ヒ太陽ノ傍午高
 度ヲ觀測セリ北緯約十八度十五分東經約四十度四十四分晴雨計三十吋寒暖計八
 十度太陽ノ上邊高度ノ平均百〇六度四十七分九秒一ナリ

App. noon	h. m. s.	0 0 0	App. noon	h. m. s.	12 0 0
Long.		2 43 0	Watch show		6 17 12
Gr. Date.		2 43 0	Watch at transit.		5 42 48
Dec. ap. noon Gr.		18° 39' 47.8"	Obs. alt. $\overline{0}$		106° 47' 09.1"
		-1 42.4	I. E.		-40.0
Dec. at transit		18 38 05.4S			2) 106 46 29.1
Var.		37.80			53 23 14.5
		2.71	S. D.		-16 13
		378			53 07 01.5
		2646	Ref.		-35.0
		756	Tr. alt.		53 06 26.5
Corr.		102.43	Cos. dec.		9.976613
Tr. alt.		53 06 26.5	Cos. lat.		9.977586
Red.		+40.8	Sec. alt.		0.221713
Mer. alt.		53 07 07.3	27.23		1.435048
Z. D.		36 52 52.7			1.610960
Dec.		18 38 05.4	Reduction		40.8
Lat.		18 14 47.3 N.			

時計ノ示時	時 角	Vers H A Sin 1'
5 36 39	6 09	74.3
37 06	5 42	63.8
37 46	5 02	49.7
38 07	4 41	43.1
38 28	4 20	36.9
38 53	3 55	30.1
39 21	3 27	23.4
41 32	1 16	03.1
41 54	0 54	01.6
42 16	0 32	0.6
42 37	0 11	0.1
42 57	0 09	0.0
43 21	0 33	0.6
43 43	0 55	01.6
44 44	1 56	07.3
45 24	2 36	13.3
45 40	2 52	16.1
46 04	3 16	20.9
46 29	3 41	26.6
47 12	4 24	38.0
47 32	4 44	44.0
48 18	5 30	59.4
48 51	6 03	71.9
		23) 626.4
	平均	27.23

精密ナル緯度ヲ得ンニハ爰ニ忽諸ニ附スヘカラサル誤差ノ一原因アリ海圖ノ尺度カ緯差ニ依ルトキハ殊ニ然リトス一原因トハ即チ觀測地附近ニ於ル土地質量ノ不規則ナル分配ニ因スル局所引力是ナリ一側ニ山ヲ負ヒ若クハ深海アラハ其局所引力ノ方向ヲシテ稍ヤ鉛直線ヨリ逸出セシム乃チ水銀ノ表面ハ眞水平ヲ成ヌヲ得スシテ結局高度ニ誤差ヲ生スヘシ此誤差ハ三角構成ト天測トノ間ニ大差ヲ生スルヲ以テ知ルヲ得ヘシ而シテ三角構成良好ナルトキハ場合ニヨリテハ觀測ニ因レル尺度ニ比シ一層之ニ信賴スルヲ得ヘシ此改正ニ對スル公式トシテ發表セラレタルモノアルモ多クハ證明シ能ハサル假説ニ基クモノナリ局所引力ハ亦時ノ算定ニ影響シ從テ經度ニ及ホスモノトス

水路測量書卷之十三

經線儀誤差ノ測定

經度ヲ求ムル要旨 兩同高度法 二星同高度法

Shadwell
氏經線儀
取扱心得

經線儀ニヨリテ經度ヲ定ムル方法ハ Shadwell 大佐著經線儀取扱心得ニ詳悉セリ書中記載スル所ハ懷中時計ノ取扱法觀測ノ方法子午線距離ヲ得ル種々ノ方法ニ及ヘリ讀者宜ク參照スヘシ本書ハ汎論ニ關シ該書所載ノ範圍以上ニ論及セス且該書ハ主トシテ年少測士ノ閱讀ニ資スルタメ著述サレタルモノナレハ之ヲ參照セズンハ不完全タルヲ免カレス

絕對經度

直接ニ又獨立ニ第一子午線ヲ基トシ某地ノ經度ヲ定ムル方法アリ之ヲ絕對法ト稱ス即チ太陰掩星、太陰伴星子午線經過、木星術星ノ蝕等ノ觀測ニヨルモノ是ナリ而シテ是等ノ方法ハ現今海上測量ニ用フルコト稀ニシテ之ヲ良キ經線儀法ノ成果ニ比スルニ其價值遙カニ劣レリ
是ヲ以テ高度方位儀、輕便子午儀及ヒ之ニ類スル他ノ測天器械ハ測量船ニ備ヘス又ハ稀ニ之ヲ備フルコトアリ六分儀ハ熟練ノ測士之ヲ使用セハ固定セル小形測天器械ト同一ナル結果ヲ得ヘシ且運搬使用共ニ輕便ナル一大利益アリ

主トシテ
六分儀ヲ
用ヒテ
ノ差ヲ定
ムル説明

二等子午
線

場合ノ區
別

右ニ因リ本書ハ專ラ六分儀、電信機及ヒ經線儀ニ關シ說述セントス
電信機又ハ經線儀ヲ用フレハ唯兩地間經度ノ差即チ子午線距離ノミヲ得ヘシ而
シテ是等兩地共ニ緯度ノ本初子午線ヨリノ子午線距離ヲ有セス然レトモ斯ル觀
測ノ數ヲ積ムハ逐時某地ノ絕對經度ヲ決定スル所以ナリ
是等子午線ハ二等子午線トナリ其近傍各地ノ經度ハ之ニ準シテ定ムルモノトス
故ニ前述ノ如キ二等子午線ヲ本初子午線ヨリノ距離ニ據リ其多寡ヲ變更スルト
キハ此二等子午線ニ基キ定メタル經度ハ凡テ其度數ヲ改ムヘシ
是等ノ業務ハ各方面ノ諸報告ヲ受理蒐集スル水路部ノ擔任スル所ナリ而シテ海
上測量者ハ單ニ經度ノ差ヲ發見シテ其結果ヲ報道スルニ止マル
二等子午線ノ表ハ水路測量教令ニ掲載セリ
水路測量ノ目的ニ對シテハ經差ノ適用ヲ二ツノ主ナル場合ニ別ツコトヲ得即チ
第一作ラントスル海圖ノ尺度ヲシテ測量區域ノ各端ニ於ケル天測經緯度ニ賴ラ
シムルトキ第二多少遠隔セル地ノ關係位置ヲ定メント欲スルトキ是レ主トシテ
航海ノ目的ニ必要アルモノナリ是ナリ
第一ノ場合ニ於テハ後ニ述フル所ノ航行日差 (Traveling rate) ノ方法ヲ用フルヲ常

經度ノ差
ノ原理

經線儀的
經度ノ差

トス是レ成績上精密ノ度ヲ増スコト多キモノナリ
第二ノ場合ニ於テハ時ト距離及ヒ一般ノ狀況カ吾人ノ目的ヲ妨害シ測定シ得ヘ
キ限リノモノヲ以テ用途ニ充ツルノ已ムヲ得サルコトアリ
兩地間ノ子午線距離ヲ得ル爲メ電信ヲ用フルト其間ニ經線儀ヲ運搬スルトノ二
法ハ原理ニ於テ違フ所ナシ即チ任意ノ瞬間ニ於ケル兩地平時ノ差ハ其經度時ノ
差ナリト云フニ基ク
故ニ甲地ニ於ケル時計九時ナルトキ乙地ニ於ケル時計ハ八時ナルコトヲ知ラハ
此兩地間經度ノ差ハ即チ時ニ於テ一時ニシテ甲ハ乙ノ東ニ在ルヲ知ルヘシ電信
ヲ用フルトキハ其線ノ各端ニ於テ天測ニヨリ正確ニ時ヲ定メ信號ヲ交換シテ時
ノ差ヲ發見スルコトヲ得ヘキヲ以テ最モ簡單ナル方法ナリトス
經線儀的經度ノ差ヲ求ムトハ文字通りニ云ヘハ一處ヨリ他處ヘ其時ヲ輸送スル
ニアルナリ是レ某日某處ニ於ケル時計ヲ定ムルコト即チ其地方時ニ對シ經線儀ノ
誤差ヲ見出スコトヲ云フナリ
經線儀ハ暫時ノ間正シキ平時ヲ保チツ、アルモノト假定シ之ヲ他處ニ運搬シ其
處ニ於テ又其地方時ニ對スル誤差ヲ發見セハ兩地ニ於ケル誤差ノ差ニヨリテ經

度ノ差ヲ求メ得ヘキナリ即チ甲地ニ於テ平時ニ遅ル、コト四時ナル經線儀ヲ乙地ニ持チ行クトキ其地方平時ニ遅ル、コト三時ナラハ經度ノ差ハ一時ニシテ甲ハ乙ノ東ニ在ルコトヲ知ルヘシ然ルニ不幸ニシテ經線儀ハ平時ヲ保タス而シテ其如何ナル時ヲ保ツカヲ確知スルノ要アル爲メニ此問題ハ複雑ナル換言スレハ毎日平時ニ遅レ或ハ進ムコト若干之ヲ日差ト稱スナリヤヲ確知スルノ必要アリ此差ヲ發見スルコトヲ得ハ之ヲ以テ改正シ得ヘキカ故ニ平時ヲ保チツ、アルモノト同様精密ニ經度ノ差ヲ求メ得ヘシ然ルニ經線儀ハ完全ノ器械ニ非ス日差ノ變動ナキコト能ハス或ル週間ニ於テ日差五秒速ナルモノ次ノ週間ニ於テ亦同キヲ保シ難シ船舶或ル時期間ハ錨泊シ他ノ時期間ハ航海シタルカ如キトキ殊ニ然リトス且溫度ノ變化モ亦日差變動ノ原因ヲナスヘシ故ニ經線儀ノ歩軌ニハ日差ノ變動ヨリ生スル誤差ナキコト能ハス成ルヘク此誤差ヲ去ラン爲メニハ某數ノ經線儀ヲ運搬スヘシ且航行日差ヲモ計算スルコトヲ得ハ益々可ナリ

測點甲ニ於テ既ニ經線儀ノ日差定マリ然ル後測點乙ニ往キ此處ニ再ヒ日差ヲ求メ前後ノ日差ヲ平均シテ其中數ヲ取り之ヲ甲ヨリ乙ニ輸送スル間ノ經線儀ノ假

航行日差

航行日差ノ調和法

定日差トシテ適用スルハ正シキモノト謂フヘカラス何トナレハ運搬ニ費セル時日ハ全ク此計算ニ入ラス又溫度變化ノ大切ナル原因ノ外ニ機關ノ震動船體ノ動搖等ノ原因アルカ爲メ經線儀ノ運動ハ碇泊ノトキト大ニ異ナルモノアレハナリ然レトモ乙ヨリ直チニ甲ニ歸航シ再ヒ誤差ヲ求ムルコトヲ得ハ甲ニ於テ前後兩回ノ觀測ノ間ニ若干ノ速差或ハ遲差アリシヲ言明シ得ヘシ此遲差或ハ速差ハ兩回觀測ノ間ニ一様ナリシモノト假定シ以テ航行日差ヲ得ヘシ是レ基線ノ各端ニ於テ得タル日差ヲ用フルニ比スレハ遙カニ眞ニ近シ此方法ニヨリ兩點間往復ニ對シ唯一ノ子午線距離ヲ得是レ一定ノ日差ヲ以テ得タル二個別々ノ子午線距離ニ比シ大ナル價值ヲ有スルモノナリ

乙ニ於テ數日滯留シ其初日及ヒ末日ニ觀測ヲ行ヒ以テ其滯留間ノ經線儀ノ遲速差ヲ算シ甲ニ在ラサル時日ノ間ノ總遲速差ヨリ減シ餘數ヲ實際ノ航行日數ニテ除スレハ則チ亦以テ航行日差ヲ得ヘシ經線儀良好ナラハ此法亦佳ナリ

此航行日差法ハ一般ニ用フヘキモノニシテ成シ得ヘクハ海圖ノ尺度ニ對シ經度ノ差ヲ定ムル爲メ常用スヘキモノナリ

日差算定法ノ如何ニ拘ラス凡テ精好ナル觀測ヲ以テ基礎トスヘキハ勿論ナリ

線儀ノ不規則ナルハ如何トモナシ難シト雖モ或ル程度マテハ適當ノ方法ヲ施シ以テ頗ル正確ナル時ヲ得ラルヘキナリ

兩同高度ニヨリ誤差ヲ消去スルコト

六分儀及ヒ水銀盤ヲ以テ成ル可ク精密ニ經線儀ノ誤差ヲ定メンニハ緯度ヲ得ル爲メ恒星ヲ觀測スルニ於ケルカ如ク大氣及ヒ其他ノ誤差ヲ消去セサルヘカラス是レ子午線ノ東西ニ兩同高度ヲ觀測スル所以ナリ器械及ヒ其他ノ誤差(觀測ノ誤差ハ例外)ハ變化ナキモノト假定シタル上ハ前後觀測中央ノ時カ同シカルヘキハ明白ナラン是レ午前ニ於テ測得高度ヲ或ハ大或ハ小ナラシムル所ノモノハ午後ニ於テモ亦同一ノ作用ヲナスヘク且高度ノ度數如何ハ更ニ關知スルヲ要セス單ニ午前午後ニ於テ其相等シキヲ得ハ足リ誤差ノ量ニハ關係ナケレハナリ故ニ經線儀ノ誤差ノ精密ナルモノヲ得ント欲セハ宜シク兩同高度ノ法ヲ用フヘシ單高度ニヨリテ誤差ヲ求ムル法(絕對觀測法ト云フ)ノ精粗如何ハ各種誤差改正ノ精粗ニ屬ス此改正タル既ニ記述セシ如ク實ニ近似ノモノタルヲ免カレス同日ノ午前及ヒ午後ニ太陽ノ兩同高度ヲ測リ以テ正午ニ於ケル誤差ヲ求ムルモノ之ヲ上經過ノ誤差ト稱ス又其日ノ午後及ヒ翌日ノ午前ニ兩同高度ヲ測リ以テ正午ノ誤差ヲ求ムルモノ之ヲ下經過ノ誤差ト稱ス理論上ニハ雙方優劣ノ差ナシ

上經過及ヒ下經過

兩同高度ノ原理

ト雖モ實際ニ於テハ可成正午ノ誤差ヲ求ムル方優レリト是レ中間時小ナレハ經線儀或ハ甲板時計ニ不齊ノ餘地ヲ與フルコト少ナケレハナリ然レトモ他法モ亦甚タ貴重スヘキモノアリ觀測ヲ施サントスル地ニ到着シタルモ午前ノ觀測ニハ一時間或ハ二時間遲キカ如キトキ此法ヲ用フレハ時間ヲ空費セサルノ益アリ其日午後ニ觀測シ次日午前ニ第二ノ觀測ヲ行ヒ其午後ノ時間ハ之ヲ他ノ事業ニ用ヒ得ヘシ此ノ如キハ子午線距離ヲ測ルニ於テ宜シク留意スヘキモノナリ兩同高度ヲ測リテ時辰儀ノ誤差ヲ求ムル原理次ノ如シ地球カ均一ナル速度ニテ廻轉スルモノトセハ子午線ノ各側ニ於ケル天體ノ等シキ高度ハ其子午線經過ノ前後同シ時間ヲ隔ツヘシ從テ等高度ノ時刻ノ平均ハ子午線經過時ヲ示スヘキナリ

兩同高度ノ改正

恒星ノ如ク實際ニ赤緯ノ變化ヲ見サルモノハ此法極メテ正確ナリ時計ノ誤差ノ計算ハ時計ノ示ス時ト計算セル眞ノ子午線經過時トノ差ヲ求ムルニ止マル然レトモ太陽ノ場合ニ於テハ赤緯ハ絶エス變化シツ、アリ高度ハ之カ感動ヲ受ク故ニ子午線經過前ニ觀測セル高度ニ等シキ高度ヲ經過後ニ得ヘキ時間ハ赤緯ノ變化ノ方向ニヨリテ或ハ早ク或ハ遅カルヘシ

二百九十八

故ニ前後ノ觀測時ヲ平均シテ中央時ヲ得之ニ赤緯ノ變化ヨリ生スル改正ヲ行ヒ以テ真正午ノ時トナサ、ルヘカラス之ヲ兩同高度ノ改正ト稱ス

恒星ノ兩同高度ハ簡單ナルノ故ヲ以テ理論上最良ニシテ太陽ノ兩同高度ト同様ニ好結果ヲ得ヘシト雖モ實際海上測量ニ於テ時ヲ測ル目的ニハ太陽ヲ用フルヲ常トス恒星ノ觀測タル夜間ニ於テスルモノナレハ上陸及ヒ比較ノ爲メ時計ヲ運搬スル等多クノ場合ニ於テ不便アリ尙觀測モ太陽ニ比スレハ多少ノ困難アリ燈光ヲ藉リテ視閱スルノ煩シキアリ從テ晝間太陽ヲ觀測スル方ヲ撰ムコト、ナレリ然レトモ土地ニヨリ午前或ハ午後ハ雲翳常ニ太陽ヲ遮ルモ夜間ニ至レハ屢々快晴トナル處アリ斯ル土地ニテハ恒星觀測ヲ以テ有利トセサルヘカラス

恒星ニテ誤差ヲ算出スル他ノ良法ニアリ其一法ハ子午線ノ兩側ニ於テ相當高度ノ恒星ヲ觀測シ各個獨立ノ高度トシテ計算シ其結果ヲ平均スルニアリ他ハ英國海軍大佐 A. N. Field 氏ノ考案ニ係リ殆ント同一ノ赤緯ニシテ且高度等シキ二星ヲ觀測スルニアリ此法ハ一冊子トシテ水路部ノ刊行スル所ナレトモ本卷中子午線ノ兩側ニ於ケル二星同高度法ノ條下ニモ之ヲ略説スヘシ以上二法ノ何レニテモ其一大利益トスル所ハ至テ短時間ニテ觀測ヲ完成シ以テ上記恒星觀測ノ不便ヲ

補フニ足ルニアリトス

水銀盤ヲ用ヒテ兩同高度ヲ觀測スルハ二十度以上六十度以下ノ高度ニ限ル是レ水銀盤ハ二十度以下ノ高度ヲ測ラシメス又六分儀ハ百二十度以上ノ角ヲ測ルニ適セサルヲ以テナリ然モ此制限ハ甚シキ高緯度ニ於テハ太陽ニ就キテ不便ヲ感スルノミナリ何トナレハ凡ソ觀測ノ誤差ヲ微少ナラシムル爲メニハ高度ノ變化最大ナル時刻即チ東西圈ニ接近セル位置ニ於テ觀測ヲ施行セサルヘカラス而シテ高緯度ノ地ヲ除ケハ其高度ハ前記限界内ニ在リ得レハナリ又測地赤道ニ近ク且緯度ト赤緯ト殆ント相等シキトキハ太陽ノ高度ヲ變スル割合終日殆ント一樣ナレハ正午近クマテ觀測ヲナシ得ヘシト雖モ是レ亦六分儀ノ弧度ノ爲メ制限セラレヘシ

一日間太陽高度ノ最大運動ハ緯度ト赤緯トニヨリテ變化ノ度著シキモノナレハ觀測ヲ施行スヘキトキニ於ケル其運動速度ノ最少限ハ示シ難シ強テ之ヲ云ヘハ倍高度ノ十分ヲ變スル時間三十秒ヲ超ユルトキハ其レヨリ一時間外ニハ觀測スヘカラスト言フニ止ムヘシ

一組ヲ成スニ最良ナルヘキ連測數ノ多少ニ就キテハ一定ノ說ナシ兩同高度ノ改

觀測ハ常用ヘシテ

正ハ實際其組合ヲ通シテ同一ナルヘシト云フ理論上ノ限界アルノミ蓋シ其組合ノ初末ニ於ケル觀測ノ間ニ太陽カ高度ノ分數ヲ變スルニ費ス時間ノ變差ハ何等ノ顧慮ヲ要セス即チ時ノ中數カ精密ニ高度ノ中數ニ合一スルヤ否ヤハ敢テ注意ヲ值スヘキ程ノモノニ非サルナリ

故ニ觀測ノ誤差ヲ消去セン爲メニハ成ルヘク長時間ノ組合ヲ觀測スル方宜シカルヘシ又短時間ノ組合ヲ多ク測ルモ結局同結果ヲ得ヘシ然レトモ各組合中觀測ノ數多ケレハ其價值ヲ高ムヘク且時ヲ省キ計算ノ勞ヲ減スルノ利アリ

然レトモ組合ノ時間長キニ過クルハ目ヲ勞シ手腕ヲ鈍ラスヘシ特ニ高溫度ノ地ニ於テ燒クカ如キ太陽ノ熱射ノ下ニ觀測スルハ頗ル苦惱ノ事業ニ屬ス

十一箇ノ連測ヲ以テ一組トナスヲ適度トスヘシ蓋シ此數ヲ以テセハ午前ニ於テ上邊測ノ第一觀測ノ高度ヨリモ正シク一度ヲ加ヘタル下邊高度ノ第二組合ノ第一觀測ニ於テ之ヲ逸スルコトナク始ムルヲ得ヘシ是等ノ細事ニ至リテハ測士各自得ノ方式アリテ自然ニ一定ノ範ヲナスニ至ルヘク敢テ意ニ介スルニ足ラスト雖モ誤謬ヲ防クタメニハ何等カノ制式ヲ設クルヲ可トス

常ニ同一ノ方法ニテ觀測スヘシ是レ實ニ特別緊要ノ點ナリトス斯ノ如クスルト

時計ノ比較

キハ時間ヲ省キ誤謬ヲ少ナクスルノミナラス總テノ關係同様ナルトキハ其日差ヲ定ルト子午線距離ヲ求ムルトニ論ナク觀測ヲ結合スル上ニ於テ必要ナリ全體ノ組織ハ差ノ組織ナリ觀測ノ法愈々一樣ナレハ結果ニ於テ益々良好ナルハ明白ナリ故ニ子午線距離ヲ測ルニ當リ觀測者ハ同一人ヲ用ヒ器械及ヒ時計ハ同器タルヘク溫度及ヒ測時モ亦同様ニシテ是等ハ凡テ出來得ル限リ同一ナラシムヘシ又溫度同シト假定スレハ異日ノ單高度中午前測ノモノカ若クハ午後測ノモノニ就キ結合シテ得タル日差ハ某日ノ兩同高度ト他日ノ單高度トニヨリテ得タル日差ニ比シ恐ラクハ正シキヲ得ルナラン

若シ雲アリテ子午線經過後ニ同高度ノ觀測ヲ妨害セハ午前及ヒ午後ニ於テ殆ント同シキ高度ヲ測リ絶對法ニヨリテ各自ニ誤差ヲ定メ之ヲ平均スルモ亦能ク等高度ニ匹敵スル程ノ好結果ヲ得ヘシ

良キ測士ト雖モ時ヲ取ルニ用フル甲板時計ヲ經線儀ト比較スルトキ往々最大ノ誤差ヲ生スルコトアリ故ニ比較ハ注意シテ行フヘキモノナリ

甲板時計ハ午前午後ノ測量共其前後ニ於テ原基及ヒ其他一個ノ經線儀ト比較ヲ行フヘシ又正午ニハ總テノ經線儀ヲ原基ニ比較シ甲板時計ヲモ同シキ二個ノ經

線儀ニ比較スヘシ

恒星ノ場合ニ於テ歸著ノ上比較スル能ハサルトキハ中央時ニ對スル相當ノ比較ハ出發前及ヒ歸著後ノ兩比較ヨリ挿間法ヲ用ヒテ其改正ヲ施サ、ルヘカラス比較ニ就キテハ尙説ク所アルヘシト雖モ之ニ先チテ述フヘキハ懷中經線儀ノ秒針カ秒數ヲ記セル文字板ノ中心ニ正合スルハ稀ナルコト是ナリ

是等ノ時計ハ零秒ヲ以テ起リ二秒毎ニ五擊ス故ニ其擊ハ各偶數秒毎ニ正合ス第一擊ハ其分ヨリ零秒四ナリ第二ハ零秒八第三ハ一秒二第四ハ一秒六第五ハ即チ二秒ナリ斯ノ如クニシテ六十秒ヲ進ム

然レトモ秒針カ文字板ノ或部分ニ於テハ偶數秒ノ上ニ來ルモ他ノ部分ニ於テハ然ラサルモノ比々皆然リ零秒ヨリ擊ヲ數ヘテ秒針ノ歩ミヲ檢査シ此部分ニハ此ノ如ク彼ノ部分ニハ此ノ如ク歩ムト記憶シ置クヘシ然ラサレハ時ヲ取ルニ當リ幾秒ト奇零幾何ナリヤヲ知リ難シ例之四十秒ノ記號アル處ニ於テ秒針カ一擊ハ少シク及ハス次擊ハ少シク過クルノ有様ヲ呈セハ前後何レノ一擊ヲ以テ四十秒トナスヘキカヲ知ルニ非スンハ一秒ノ十分ノ四ノ誤リヲ生セン是レ固ヨリ比較ニモ又觀測ニ際シ時ヲ取ルニモ皆然ラサルハナシ

比較ハ二人ニテ爲スヲ最良トス「ストップ」ハ經線儀(半秒毎ニ一擊ス)ノ秒ニ於テ呼ビ懷中時計ニ於ケル其時ヲ取ルヘシ尙參考ノ爲メ反對ニ懷中時計ノ秒ニ於テ「ストップ」ヲ呼ビ經線儀ノ秒及ヒ奇零ヲ取ルヘシ此兩回ノ比較ニ於テ兩時器ニ取リタル秒ノ奇零ハ一秒ノ十分ノ二ノ差ヲ生スルコト數次アラン若シ是レヨリ以上ノ差アラハ孰レニ誤リアルヤヲ認メ得ルマテ更ニ參考ヲ取リテ之ヲ正スヘシ

比較ニ要スル注意ト實習トハ斯業上大切ナルコト勿論ナリ測士熟練ナラハ上述ノ簡法ハ良好ノ結果ヲ與フヘシト雖モ不熟練ノ測士ニアリテハ其缺陷ヲ防止スル爲メ前法ヲ變シ奇數秒ニ於テ「ストップ」ヲ呼ビ相當ノ時ヲ取ルコトヲ勉ムヘシ

一ノ經線儀ヲ他ノモノト比較スルニ當リテモ同様ノ法ヲ行ヒ亦參考ヲ取ルヘシ

若シ懷中時計二器ヲ用フルコトヲ得ハ比較ノ誤謬ヲ消去スルノ効アレハ測士一人ノトキト雖モ兩器共ニ用フヘシ二器ヲ併用スルトキハ總組合ヲ折半シ一器ヲ以テ其一半ニ充テ他器ヲ以テ他ノ一半ニ充テ供用スヘシ

午前及ヒ午後ノ觀測ニ適スル方向ニ支障ナキ測點ヲ撰定スルコトノ外恒星ノ觀測ニ於ケル如ク地面ノ準備ヲ爲スヲ要セス

甲板時計
ヲ運搬ス
ルノ注意

觀測ノ方

兩邊觀測

時計ノ比較既ニ終レハ則チ觀測ノ爲メ上陸スルモノトス
 觀測地ニ携フヘキ時計ハ常ニ箱ニ入レテ持チ運ヒ激動ヲ與ヘサル様注意シ且凡
 テ廻轉運動ヲ避クヘシ
 時ヲ測ル爲メニ觀測スル方法ハ既ニ記述セリ恒星緯度法ノ觀測トハ異ナルモノ
 アリ其法タル六分儀ヲ與ヘラレタル高度ニ備ヘ置キ通常其十分毎ニ觀測シ兩影
 相接スル所ノ時ヲ記録スルニアリ故ニ六分儀臺ヲ用フルニ於テハ太陽ノ影ヲ垂
 直ニ接觸セシメンカ爲メ臺脚ノ螺子ヲ回轉スルニ止マル
 觀測ハ上邊下邊共ニ之ヲ測ルヲ良トス是レ結果ニ於テ異ナルコトナキモ日影ノ
 相接スルト相離ル、ト二様ノ有様ニ慣ル、ノ利益アリ而シテ午前ニ一邊ヲ測リ
 午後ニ他ノ一邊ヲ測ルハ宜シカラス初メ上邊觀測ヲナサハ引續キ第二ノ組合ニ
 下邊觀測ヲ行フヘシ之ヲ常習トセハ混雜ノ虞ナカラン又久シカラスシテ自然ニ
 自己一定ノ例規トナルヘシ
 逆鏡ヲ用フルトキ動太陽(動鏡及ヒ水平鏡ヨリ反射セル太陽)ハ上邊觀測ノトキハ
 他影ノ上ニ在リ下邊觀測ノトキハ下ニ在リ又午前ノ上邊觀測ニハ日影相近ツキ
 午後ニハ相離ル下邊觀測ニ於テハ之ニ反ス

暗鏡用フ
ヘシ

日影ハ過
カナルヘ
カラス

擴大力ハ
強キヲ要
ス遊標置方

常ニ暗鏡ヲ使用スヘシ該鏡ハ暗度ノ異ナルモノ數個ヲ備ヘサルヘカラス是レ飛
 雲ノ爲メ太陽ノ光度ニ變化アルトキ變更シテ用フルタメナリ變更スルモ誤リヲ
 生セス蝶鉸ニテ附著セル色硝子ニ於テハ然ラス加之望遠鏡支柱ノ螺子ヲ捻チ一
 個ノ接眼鏡ヲ用ヒテ兩影ノ光輝ヲ等一ニ見ルヲ得レハ接眼鏡ニ用フル暗鏡ノ暗
 度如何ニ拘ラス等光ヲ保ツヲ得ヘシ然レトモ蝶鉸色硝子ヲ以テシテハ望遠鏡支
 柱ノ位置ニヨリ一組ノ色硝子ニ對シ等光ヲ保ツモ他ノ一組ニ對シテハ然ラサル
 モノアリ從テ誤謬ヲ生スルノ虞アリトス
 日影ハ成ルヘク暗キヲ要ス暗鏡ノ色薄キニ過クルトキハ光輝激シク日面ノ境界
 判明セサルヲ以テ精密ニ測リ難シ
 擴大力ノ強キ接眼鏡ヲ用フヘシ是レ太陽ノ接觸ヲ正確ニ測リ得ヘケレハナリ
 遊標ノ置方ニ就キテハ深ク注意スヘシ其初メ必ラス正切螺ヲ充分一方ニ戻シ置
 クヲ要ス然ラサレハ中途ニ於テ螺旋ノ旋回盡キ一觀測ヲ空シクスルニ至ルヘシ
 遊標ノ零ヲ所要ノ弧ノ分數ト合セリト思フ所ニ致シ然ル後遊標及ヒ弧上ノ分劃
 カ雙方均一ニ分配サレタルヤ否ヤヲ檢スルタメ左右ヲ一視スヘシ此方法ニテ遊
 標ヲ据ユルトキハ容易ニ不正ノ箇所ヲ發見シ得ルノ便アリ

豫告

遊標ヲ据ユルトキ午前午後共正切螺ヲ同一ノ方向ニ旋回シ其旋回ノマ、接觸セシメ接觸ヲ過キテ又戻スコトナキ様ニスヘシ例之高度ノ増進スルトキ一致ヲ得ンカ爲メニ正切螺ヲ右旋セハ高度減少ノ場合ニハ遊標ヲ所要高度ノ下ニ戻シ置キ再ヒ螺子ヲ右旋シテ調整ヲ施スヘシ此方法ハ螺子ノ弛ミヨリ生スル誤差ヲ除去スルノ益アリ

或ル測士ハ各組合ノ初メニ「用意」ト呼ヒ其後ハ觀測毎ニ單ニ「ストツブ」ヲ呼フモノアリ若シ時計注視者注意深キ人ナラハ是レニテ足ルト雖モ人性上ノ經驗ニヨレハ「ストツブ」ヲ呼フ前凡ソ三秒ニ「用意」ト豫告シ以テ時計注視者ノ耳目時器ニ遠カルヲ防クニ如カサルナリ

兩同高度觀測ノ前半部即チ午前測ニ於テハ必要以上尙多クノ連測ヲナシ置キ以テ午後ニ至リ雲ノ日面ヲ遮リテ觀測ノ組合中或モノヲ逸失スルノ豫備ニ供スヘシ

觀測ノ終リニ於テハ常ニ器差ヲ測ルヲ可トス以テ六分儀ノ誤差ノ定否ヲ知ルヘク又之ニヨリ半徑ヲ算シテ視軸ノ修正如何ヲ知ルヘシ又若シ等高度ノ一半ヲ失ヒタル爲メ單高度ヲ計算セント欲セハ此時測レル器差ヲ用フルノ便アリ

測器差

于午後線經
過後雲ニ
對スル豫
備

于午後線經
過後ノ觀
測ニ對シ
テ計算ス
ルコト

午前ノ觀測已ニ終レハ午後ノ觀測ヲ始ムヘキ時刻ヲ計算セサルヘカラス之カ爲メ最モ簡單ノ法ハ普通ノ時計ヲシテ眞時ヲ保タシムルニアリ(眞時ハ船内ノ時計ニ之ヲ保ツモノ多シ)此時計ニテ午前ノ最後ノ觀測ノ時ヲ取り置キ之ヲ十二時ヨリ減スルトキハ以テ午後第一測開始ノ時刻ヲ示スヘシ

前法ヲ適用セサルトキ又ハ船内ニ保ツ所平時ノミニシテ前記ノ如クナシ難キ場合ニハ時計ニ誤差ノ改正ヲ施シ以テ午前最後測ノ平時ヲ求メ之ヲ十二時ヨリ減シ更ニ時差率(Equation of time)ノ二倍ヲ加減眞時ノ正午カ平時ノ正午ノ前ニアラハ減シ然ラズンハ加フセサルヘカラス是レ午後第一測ノ平時ナリ之ニ時計ノ誤差ヲ加減シテ再ヒ時計ノ時トナスコトヲ得

尙船内時計ニヨリテ時ヲ定メ置クヲ要ス是レ正當ノ時刻ニ出發スヘキコトヲ確實ニセン爲メナリ測士ノ時計ニ置テモ亦然カスヘシ是レ一ニハ時ヲ失シテ遲延スルヲ防キ又一ニハ觀測地ニ達シテ後急遽ナラサル爲メナリ

代數ノ式ニテ之ヲ顯ハストキハ

$$T = 12 - (t + e) + 2q$$

Tハ所要ノ午後第一測ノ平時

t ハ午前最後測ノ時計時

e ハ時計ノ平時ニ遅ル、誤差

q ハ時差率

式観測簿略

観測ヲ記録スヘキ帳簿ノ様式ハ次ニ示スカ如シ
第一行ハ第一組合ノ各観測時ノ間隙ニシテ第二行ハ観測時第三行ハ倍高度第四行ハ兩観測時秒數ノ和第五行ハ同組合ニ對スル子午線經過後ノ観測時第六ハ其間隙時ナリ

間隙時ノ観測時ヲ記スルコト

左ニ示ス所ノ數字ハ測角簿ニ記シタル観測ノ一例ナリ
時ヲ取ル者熟練シアラハ時ヲ記スル際各観測時ノ間隙ヲモ併セ記スルヲ可トス
理論上此間隙ハ相等シキモノナラサルヲ得ス故ニ測士ハ之ニヨリテ一組ノ終リニ其観測ノ正否ヲ知ルコトヲ得ヘシ
懷中時計ヲ以テセハ一秒ノ十分ノ二以下ノ時ヲ取ルコトナケレハ観測ニ誤差ナシトスルモ観測時ノ間隙ヲ精密ニ發見スルニ及ハス此間隙時ノ差ニシテ一秒半ニ過クルコトナクハ概ネ良好ノ観測ヲ得タリト考フルヲ得ヘシ間隙時ヲ記スルノ理由尙一アリ即チ以テ太陽ノ運動遲緩ニ過クル傾キアリヤ否ヤヲ視ルノ便アリ

平均ノ方

兩同高度ニ於テ得ント欲スルモノハ單ニ各組合ノ中央時ノ平均ニ過キス故ニ時ノ各行ノ平均ヲ求ムルノ要ナシ單ニ各相當時ノ秒ノ和ヲ求ムルニアリ(第四行ニ記スルモノ)然ル後中央ノ観測時ヲ取リ之ヲ平均シ其秒數ハ拾テ、第四行ヨリ發見セルモノヲ以テ之ニ換フレハ則チ眞ノ平均中央時ヲ得本例ニ於テ第四行ノ平均ハ十四秒四五ナリ之ヲ兩中央観測ノ時ヲ加ヘタルモノ、秒數十四ニ換ヘ二分スレハ十一時五十一分三十七秒二ニ得即チ此組合ニ於ケル平均ノ中央時ナリ

兩同高度改正率ノ變化速カナル場合ニハ連續セル二個組合ノ中央時ノ密合スルヲ望ミ難シ即チ兩同高度改正率ノ變スル量丈ケノ差アリ是レ理論上ニハ時間長キ組合ノ失タリ然レトモ實際ニ於テ觀測ノ誤差ハ一組合連測ノ數十一乃至十五ノ間ニ改正率ノ變化齊一ナルモノト假定シタルニ基因スル小差違ヲ超過スルコト少ナシ

各半組合中ニ缺測アリトモ插問法ヲ以テ時ヲ補フノ要ナシ半組合ノ雙方ヨリ之ヲ缺クヘシ然ルトキハ其組合ニ於ケル觀測個數ノ外差響キヲ生スルモノナシ但シ一組ノ初測或ハ末測ノ缺ケタルトキハ觀測ノ數ハ偶數トナレハ中間時ヲ求ムル爲メニ中央觀測時ノ代リニ二個ノ中央觀測時ノ平均ヲ取ラサルヘカラス

四個ノ組合ニ於テ各十一ツ、連測シ全組合ノ一半ハ上邊ヲ取リ一半ハ下邊ヲ取ラハ器械及ヒ大氣ノ誤差ヲ消去シテ頗ル精密ニ時ヲ得ヘシト雖モ遂ニ人差ヲ去ルコト能ハサルヲ記憶セサルヘカラス例之測士兩影ノ相接スル所ヲ取ルニ遲キ習慣アリトモハ結果タル中央時ハ子午線經過ノ正時ニ後ルヘキコト明白ナリ又兩邊相離レントスル場合ノ接觸時ヲ取ルニ正確ナルモ兩邊相近ツクノ場合ニ於テ遲キニ失スル測士アリ此場合ニ於テモ亦中央時ハ正シキコト能ハス若シ相離

一千八百八十年四月三日 Nagara 燈臺△ニ於テ
Breguet 製時器 2086 號ヲ以テ時ヲ取ル

間隙 (秒)	時計ノ時	分	秒 ノ和	時計ノ時	間隙 (秒)
	h m s	°	'	h m s	
	8 03 10.8	57	20	3 40 04.0	27.6
28.0	38.8	30	15.2	36.4	28.2
27.6	04 06.4	40	14.6	39 08.2	27.2
27.2	33.6	50	14.6	41.0	27.8
28.0	05 01.6	58	00	38 13.2	28.0
27.2	28.8	10	14.0	45.2	27.6
27.4	56.2	20	13.8	37 17.6	28.0
28.2	06 24.4	30	14.0	40.6	27.4
27.2	51.6	40	13.8	36 22.2	27.2
28.0	07 19.6	50	14.6	55.0	27.8
28.0	47.6	59	00	35 27.2	
			11)159.0		
			14.45		
			h m s		
			8 05 28.8		
			15 37 45.2		
			2) 23 43 14.0		
			11 51 37.22		

中央觀測時

時計ノ示ス平均中央時

備考
結果ノ秒數ハ
第四行ノ中數
ヲ二分シタル
モノヲ用フ

子午線距離ニ於テハ消失ス

レントスルトキニ失スル所ハ相重ナラントスルトキニ失スル所ト相償フコトヲ得ハ則チ人差ハ消失スヘシ然レトモ此ノ如キハ稀レナリ必ラス多少ノ人差アルモノト考ヘサルヘカラス

然ルニ子午線距離ヲ求ムルトキ此人差殆ト不易ナラハ則チ自ラ消失スヘシ何トナレハ兩地ニ於テ測士ノ得タル時ニ誤リヲ生スルコト共ニ相等シクシテ同シ方同(雙方共ニ速キカ或ハ共ニ遅キカ)ニ在レハ經度ヲ求ムル爲メノ時ノ差ハ其影響ヲ受ケサレハナリ子午線距離ヲ求ムルニ方リ常ニ同一ノ測士ヲ用フル所以ノモノハ實ニ之カ爲メナリトス

兩同高度ノ改正ヲ求ムル式左ノ如シ

兩同高度改正ノ式

$$A = \frac{1}{15} \times \frac{c}{2} \text{ Tan lat} \times \text{Cos} c \quad \text{elapsed time}$$

$$B = \frac{1}{15} \times \frac{c}{2} \text{ Tan dec} \times \text{Cot} \quad \text{elapsed time}$$

A B 共ニ時ノ秒數ナリ $\frac{c}{2}$ ハ兩測中間時中ニ赤緯ノ變スル量ノ半ナリ即チ計算上ニハ半中間時中ニ赤緯ノ變スル量トス

甲板時計ノ誤差

A Bニ附スヘキ符ノ正負ハ後ニ示スヘシ

初メ甲板時計ノ誤差ヲ求メ然ル後比較ヲ用ヒテ原基經線儀ノ誤差ヲ定ムルヲ便トス觀測ノ前後ニ比較ヲ行ヒ時計ノ日差大ナルヲ見ハ觀測中間時ニ改正ヲ施スヘシ其法原基ノ既知日差ニヨリテ略算セル平時ニ於ケル間隙時中時計ノ遲速何レカニヨリ其量ヲ加減スルナリ

觀測時ノ中數ヲ取リテ各組合ノ平均中央時ヲ求メ略知ノ經緯度ニヨリテ上經過ノ兩同高度ヲ計算スル規則左ノ如シ

兩同高度改正規則

- 第一、子午線經過後ノ觀測中央時ヨリ經過前ノ中央時ヲ減シ(必要アルトキハ十二時ヲ加ヘテ後之ヲ減ス)之ヲ二分シ若シ秒以下ニ小數ヲ生シタルトキハ五拾六入シテ秒位ニ止メ之ヲ半中間時トス
- 第二、零時ニ經度時ヲ加減シテ測地真正午ノ綠威時ヲ得之ヲ第一綠威時トス
- 第三、第一ニ於テ求メタル半中間時ヲ第一綠威時ヨリ減シテ第二綠威時トス
- 第四、航海曆真正午ノ赤緯ヲ取リ第二綠威時ニヨリテ改正ス
- 第五、真正午ノ時差率ヲ第一綠威時ニテ改正ス
- 第六、赤緯ノ一時差ニ半中間時ヲ乘シテ $\frac{c}{2}$ トス

下經過ノトキ A 上經過ノ規則ニ反ス
B 上經過ノ規則ニ同シ

下經過即チ正子ニ於ケル誤差ヲ求ムニ於テ半中間時ニ於ケル赤緯ノ差ヲ算スルニハ其地正子ノ緯度時ニ相當スルモノヲ插間法ニテ求メ之ヲ用フヘシ是レ上經過ニ異ナル所トス

下經過ニ於ケル赤緯ノ變化

次ニ觀測ノ前後ニ於テ原基ト比較シタルモノニヨリ平均ノ比較ヲ得之ヲ右ニ算出セル時計ノ誤差ニ加減シ以テ原基ノ誤差トナスヘシ

甲板時計對シテ平均比較ス

之ヲナスニハ某觀測時ヲ取り插間法ヲ施シ以テ此時ニ相當スル午前及ヒ午後ノ比較ヲ算シ其平均ヲ以テ正午ノ比較トス時計ノ運動惡キコトナクハ實際正午ニ比較ヲナスモノト結果ニ於テ多ク違フコトナシ若シ違フコトアラハ救済スヘキ途ナシ蓋シ懷中時計ニ狂ヒアレハ原基ノ誤差ニ多少ノ差響キヲ及ホスハ免レ難キ所ニシテ唯其多キニ至ラサル様注意スルノ外ナシ

正午ノ比較用ス

前記ノ平均比較ハ常ニ之ヲ用ヒ正午ニ取リタルモノヲ用フヘカラス正午ノ比較ハ唯懷中時計ノ歩ミ如何ヲ驗スルニ止マル

例題

一千八百七十八年八月三十一日 Nestle 島 Δ ニ於テ經線儀ノ誤差ヲ求ムル爲メ兩同高度ヲ測ル(南緯五度十四分東經三十九度四十分)

P. M. Time by watch ..	10 ^h 16 ^m 22.4 ^s	Long ..	123 ^h 38 ^m 44 ^s
A. M. " ..	3 55 50.6	$\frac{1}{2}$ El. T. ..	3 10 16
Elapsed time ..	6 20 31.8	2nd G. Date ..	15 49 0
$\frac{3}{4}$ El. time ..	3 10 16	31st.	
Dec. ..	8 36 30"	Eq. T. ..	0 12.09
Corr. ..	5 14	Eq. T. ..	2.03
Dec. 8 41 44		Eq. T. ..	0. 14.12
			27090
			43344
			314''-244

Var. ..	54".18	Var. ..	0.768
El. T. ..	3.17		2.64
2	37926		3072
	6418		4608
	16248		1536
$\frac{6}{2}$	171. 6906	$\frac{5}{2}$	2.02752

Tan. lat.	8.961866	Tan. dec.	9.184541
Cosec. $\frac{El. T.}{2}$ . . . . .	.131907	Cot. $\frac{El. T.}{2}$	9.961038
$\frac{e}{2}$	<u>2.234770</u>	$\frac{e}{2}$	<u>2.234770</u>
15	1.328543	15	1.380349
	1.176091		1.176091
	<u>0.152452</u>		<u>0.204258</u>
	A = -1.421		B = -1.600
			A = -1.421

Equation of equal alt. -3.021 secs.

Mean mid. time	7 06 ^m 06 ^s 51
Eq. of. eq. alts.	— 03.02
T. by watch at app. noon	7 06 03.49
T. by watch by 11 obs	7 06 ^m 03 ^s 41
11 " " "	03.49
11 " " "	03.30
11 " " "	03.59
	Mean of two sets 7 06 ^m 03 ^s 45
	Mean time by watch 7 06 03.45
	Mean time of app. noon 12 00 14.12

Watch (Breguet) slow 4 54 10.67

原基(A)の時計とノ五十ノ尺鐘ハ証簿ヨリ後々其ノ尺鐘ハナリ

	午前観測ノ前	参考	午前観測ノ後	参考
A	4 16 ^m 55 ^s 0	02.6	5 37 ^m 10 ^s	19.2
Breguet	3 30 02.4	10.0	4 50 17	26.0
	0 46 52.6	52.6	0 46 53.0	53.2
	Mean 52.6		Mean 53.1	
正午				
A	7 50 ^m 50 ^s 0	06.2	9 47 ^m 25 ^s 0	38.8
Breguet	7 03 55.8	12.0	8 50 30.6	44.0
	0 46 54.2	54.2	0 46 54.4	54.8
	Mean 54.2		Mean 54.6	
午後観測ノ後				
A	11 26 ^m 10 ^s 0	21.0		
Breguet	10 39 14.8	25.8		
	0 46 55.2	55.2		
	Mean 55.2			

某觀測時例之右實算ニ用ヒタル組合ノ中央時ヲ取り挿間法ヲ施シ左ノ比較ヲ見

出ス
時計ノ $3^h 56^m$ ニ於テ比較ハ $46^m 52.74^s$

” $10 16$ ” ” $46 55.07$

右ハ正午ヲ距ルコト相等シキ時ナレハ正午ノ比較ハ其平均タル $46^m 53.90^s$ ナルヘシ之ヲ正午實際ノ比較ニ比スルニ 0.3^s ノ違ヒアリ故ニ比較ニ誤謬ナキ以上ハ時計ノ運動ニ微少ナル不規則アルモノト考ヘサルヘカラス是レ此ノ如キ觀測ヲ基礎トセル子午線距離ヲ他ヨリ求メタルモノト比較スルニ方リ心得置カサルヘカラサルモノナリ而シテ此例ニ於テハ其違フ所微小ナレハ敢テ顧慮スルニ及ハス今此平均ノ比較ヲ時計ノ誤差ニ適用シテ原基ノ誤差ヲ求ムルコト左ノ如シ

Breguet ノ 運差 $4^h 54^m 10.67^s$

比較 $46 53.90$

原基 A ノ 測地平時ニ 運ル、差 . . . $4 07 16.77$

次ニ A ト他ノ經線儀トノ間ニ於テ正午ニ取リタル比較ニ A ノ誤差ヲ改正シ以テ

各經線儀ノ誤差ヲ求ムヘシ

子午線ノ兩側ニ於ケルニ恒星ノ同高度法

(英國海軍大佐 A. N. Field 氏考案)

本法ノ原理ハ下記ノ如シ即チ先ツ二星ヲ採擇シ此兩星ノ赤經ヲ平均セルモノニ相當ノ赤經ヲ有スル一個ノ星ヲ想像シ此想像星カ某地ノ子午線ヲ經過スルトキノ恒星時ト此瞬時ニ於ケル恒星時經線儀 (Sidereal chronometer) ノ示ス時刻トヲ比較シ其差ヲ檢出セハ此差ハ即チ恒星時ニ於ケル該經線儀ノ誤差ナリ比較ニ際シ平時經線儀ヲ用フルモ亦可ナリ而シテ所要ノ恒星時ハ採擇セル二星赤經ノ平均數ナリ此瞬時(平時或ハ恒星時)ニ於ケル經線儀ノ時ハ東西二星カ同高度(兩同高度)ノ改正ヲ加減シタルヲ有セシ時刻ノ平均時ナリトス

星表ヲ有スルトキ先ツ觀測ヲ施行セント欲スル時限内初末二個ノ子午線ノ赤經ヲ出スヘシ恒星ノ觀測ハ一般ニ子午線ヨリ四時間内ニ施行スヘキヲ以テ所要ノ時限内ニ入り來ルヘキ恒星ノ赤經ノ限界ハ右ニ見出シタル子午線ノ最初ノ赤經ヨリ四時ヲ減シ而シテ子午線最後ノ赤經ニ四時ヲ加フレハ則チ之ヲ得ヘシ恒星ヲ各對ニ配センニハ赤緯大約相同シキ輝キタル星二個ヲ選フヘシ其赤緯ハ

緯度ト大差ナク其赤經ノ差ハ四時ヨリ八時ノ間ナルヲ要ス此二星カ同時ニ同高度ナルヘキ時刻ハ其赤經ノ平均カ子午線上ニ在ルトキノ時刻ニ畧ホ該當スヘキナリ

觀測ヲ始ムルニ必要ナル時刻ハ右ノ限界時限ニ因リテ定ムヘキナリ而シテ一星ノ觀測ハ該時刻ノ少ク前ニ之ヲ完結スヘシ开ハ他星ノ觀測用意ノ爲メニ時間ヲ殘シ置カンカ爲メナリ

二星同高度ニ在ルトキ子午線ニ接近シ過キテ良果ヲ得サルコトモアラン又ハ高度過大ニシテ六分儀ヲ用フル能ハサルコトモアラン此ノ如キ場合ニ於テハ二星同時ニ同高度ナルヘキ時刻ニ先タツコト一時間ニシテ東方ノ一星ノ觀測ヲ始メ而シテ西方ノ他星ハ該時刻ニ後ル、コト一時間ニシテ其觀測ヲナスヘシ

赤經ノ差六時ヨリ小ナラハ東方星ヲ最初ニ測リ若シ六時ヨリ大ナラハ西方星ヲ最初ニスルヲ常トス是レ東西圈ニ對シテ出來得ル限り有利ナル觀測ヲ得ンカ爲メナリ然レトモ此事タル緯度ト赤緯トニ從テ變化スヘク若シ初メニ東方星ヲ測ルナラハ之ニ反スル場合ニ比シ概シテ子午線ヲ距ルコト遠キモノナリ

ニ時間ノ過剩ヲ生シテ本法ノ利益ハ其一部ヲ失フニ至ルヘシ若シ又赤經ノ差四時ヨリ小ナルモ右ト同様ノ結果ヲ來スヘシ

二星ノ何レヲ最初ニスヘキカヲ決定セハ間斷ナク該星ヲ觀測スルコト通常ノ如クナルヘシ但シ恒星時カ大約二星ノ平均赤經ニ等シキニ至ルマテ之ヲ行フモノトス(恒星時ニ對スル經線儀ノ誤差ハ略ホ之ヲ知ラサルヘカラス)此時ヨリ他星ノ觀測準備ヲナシ此他星カ第一星ノ最後ノ觀測ト同一ノ高度ヲ有スルニ至リテ初メテ之カ觀測ヲ爲シ而シテ其速測ヲ完結シ之ヲ各組ニ分ツコト通常ノ如クナルヘシ

兩恒星ノ赤緯ノ差大ナルトキハ兩同高度改正率ノ變化一層急速ナルニ因リ中央時ノ變化ハ太陽ノ場合ヨリモ一層急速ナルヘシ而シテ觀測施行ノ時刻カ想像星子午線經過ノ恒星時ヲ去ルコト大ナルニ從テ中央時變化ノ速サハ其度ヲ増スモノナリ

平時經線儀ヲ用フルトキハ此經線儀ニテ表示スル間隙時(日差ヲ改正シタル)ヲ恒星時間隙ニ改算セサルヘカラス而シテ得ル所ノ經線儀ノ誤差ハ此特別ナル瞬時ニ於ケル恒星時上ノ誤差ニシテ平時上ノ誤差ハ之ヨリ出スコト容易ナリ

兩同高度ノ改正

Chauvenet 氏ノ精確ナル公式次ノ如シ

$$\sin a = \cot \frac{1}{2} E. T. \tan \frac{1}{2} \tan \delta \cos a - \operatorname{cosec} \frac{1}{2} E. T. \tan \frac{1}{2} \tan \delta$$

式中 a = 兩同高度ノ改正率 = $\frac{h-h'}{2}$

$$\frac{1}{2} E. T. = \frac{1}{2} \text{中間時} = \frac{h+h'}{2}$$

d = 子午線上經過ニ於ケル赤緯

$d-d'$ = 子午線東側ノ觀測ニ於ケル赤緯

$d+d'$ = 子午線西側ノ觀測ニ於ケル赤緯

δ = 兩觀測時ニ於ケル赤緯ノ差ノ半

h = 東側ノ觀測時ニ於ケル正午ヨリノ時角

h' = 西側ノ觀測時ニ於ケル正午ヨリノ時角

一星ヲ子午線ノ東側ニ他星ヲ其西側ニ觀測スルニ星兩同高度ノ場合ニ於テハ赤緯ノ差如何ニ關セズ右公式ハ頗ル精確ナルモノニシテ半中間時ハ次ノ如シ

$$\frac{1}{2} E. T. = \frac{h+h'}{2} = \frac{(R-S)+(S'-R')}{2} = \frac{(R-R')+(S'-S)}{2}$$

式中 R 及 R' = 東西ニ星ノ赤經

S 及 S' = 觀測時ニ於ケル東西ニ星ノ恒星時

恒星時ノ差 $S'-S$ ハニ星觀測ノ時(恒星時經線儀ニテ表示セル)ノ差ニ等シキモノトスルヲ得ヘシ但經線儀ニ日差ノ改正ヲ施スヘキハ勿論ナリ若シ $R' > R$ ニラハ R ニ 24^h ヲ加フルモノトス

若シ最初ニ西星ヲ測ルトセン $S > S'$ ナリ此時 S 及 S' ハ代數的ニ算用スヘシ

d = ニ星ノ赤緯ノ平均

δ = ニ星ノ赤緯ノ差ノ半

精確ナル公式ニテ算出スルニハ先ツ該式中 $\cos a$ ノ項丈ケヲ除キテ a ノ略近數ヲ求め然ル後此所得ノ a ヲ用ヒ再ヒ公式ニテ計算スヘシ

計算上ノ注意

計算實例中不易對數 4.138339 ハ Chauvenet 氏公式ヲ弧尺度式(Circular measure)ニ適用シタル簡法ニシテ兩同高度改正率カ小量ナル間ハ正確ナリ四分時迄ハ之ヲ用ヒテ儘カニ誤差ヲ生セズ

四分時以下ノ兩同高度改正率ニ於テハ $\cos a$ ハ其變化甚タ遲緩ニシテ實際上各組ニ

對シ同一ナリ但シ各組ノ間隔甚々大ナルトキハ此限リニアラス

想像太陽ノ赤經 (R.A.M.S.) ハ經線儀ノ中央時ニ相當スル所ノ綠威時ニ對シテ之ヲ算出セサルヘカラス兩同高度改正率ノ量小ニシテ變化遲緩ナルトキハ右想像太陽ノ赤經ハ各組共ニ同一ナリ然ルニ其量大ナルトキ從テ變化急速ナルコト第二例ノ如キトキハ右ノ赤經ハ各組ニ對シテ改正セサルヘカラス然ルニ此改正タルヤ第一組ノ想像太陽ノ赤經逐次ナル各組ノ經線儀中央時ノ差ニ基因スル漸加速差ヲ適用スルニアルノミ

此故ニ多少精確ナル綠威平時ヲ知ルヲ要ス總テノ場合ニ於テ恒星ニヨリテ時ヲ知ルニハ右綠威時ノ必要缺クヘカラサルハ論ヲ待タヌ而シテ其地方時ノ上ニ假定セル誤差ノ量三若クハ四秒以上ナラハ第二ノ略近算法 (Second approximation) ヲ爲サハルヘカラス

$\log \tan d + \log \tan \delta + 4.138339$ 及 $\log \tan \zeta + \log \tan \sigma + 4.138339$ ハ年中何日ノ夜ニ於テモ同一ノ地同一ノ恒星ニ對シテハ全然不易對數トナルヲ認知スヘシ又右各項ニ單ニ E.T. (ニハ \cot 一ハ cosec) ノ對數ヲ加フレハ此 E.T. ニ相當スル兩同高度改正率ヲ得ヘシ

兩同高度改正率ハ其量常ニ頗ル大ニシテ何レノ方ニ加減スヘキカノ疑似ニ涉ル患ナシ然レトモ其式ノ研究ハ以テ其加減ノ規則ヲ與フヘシ下ニ掲クル二例中ノ第一ハ二星ノ赤緯ノ差一度四十分第二ハ八度二十五分ノ場合ヲ説明ス

第一例ノ改正率ハ第一測ト最後測トノ間ニ殆ント變化無シ故ニ亦中央時ノ和ニ變化無シ右ハ赤緯ノ差ノ些少ナルト又觀測ノ中央時カ横過時 (Time of crossing) (即チ一星ハ昇リ他星ハ降ル所ノ二星カ同高度ヲ有スル時)ヲ距ル唯十分十六秒ナルトノ二者ニ原因スルナリ此時間ヲ半間隙時 (Interval) ト稱ス

第二例ニ於テ改正率ハ其變化甚々速カナリ赤緯ノ差ハ大ニ半間隙時モ亦稍ヤ大ニシテ即チ四十四分二十秒ナリ然ルニ半間隙時ハ雲ノ霽ル、ヲ待ツ等ノ必要アラハ一時間以上トナルモ結果ノ精確ヲ缺クニ至ラス

改正率ノ變化ニ於ケル漸加速差ハ連測ニ必要ナル四乃至五分時ノ短間隙ニ對シテハ實際齊一トスルコトヲ得故ニ中央時ノ和ノ變化カ急速ナルヲ知ルトキト雖モ其平均ヲ採リ中央ノ觀測ニ對スル半間隙時ニ相當セル改正率ヲ計算シテ(改正率ノ變化如何ニ急速ナリトモ)充分精確ナルモノトスルコトヲ得ヘシ

(例一)

一八九二年十一月二十八日夜間北緯二十二度十六分五十五秒東經百十四度九分四十九秒ナル香港船渠ニ於テ子午線ノ西側ニ Markab 星其東側ニ Aldebaran 星ヲ觀測スルコト左ノ如シ

Interval.	Markab (V.) Time by Watch.	Double Altitude.	Sums.	Aldebaran (E.) Time by Watch.	Interval.
	1 ^h 15 ^m 14 ^s 8	106 ° 20'	55.2	1 ^h 38 ^m 40 ^s 4	42.8
43.2	1 15 58.0	106 00	55.6	1 37 57.6	43.2
43.2	1 16 41.2	105 40	55.6	1 37 14.4	43.6
43.6	1 17 24.8	105 20	55.6	1 36 30.8	43.2
42.8	1 18 07.6	105 00	55.2	1 35 47.6	
			5) 2.2		
			2) 55.44		
			57.72		

Markab . . . 1^h 16^m 41^s

Aldebaran . . .	1 37 14				
	2) 2 53 55				
Middle time . . .	1 26 57	Mean middle time by Watch =	1 ^h 26 ^m 57 ^s 2		
$\frac{1}{2}$ Interval . . .	0 10 16	$\frac{1}{2}$ Interval . . .	= 0 10 16		
(註釋)					
$\frac{1}{2}$ Interval . . .	= 0 10 16 ^s	R. A. Markab . . .	= 22 ^h 59 ^m 24 ^s 93		
Mean Middle Time . . .	= 1 26 57.72	R. A. Aldebaran . . .	= 4 29 47.08		
Equation of equal alt. . .	+ 1 01.99				
Time by Watch of crossing . .	1 27 59.71	Mean R. A. . .	= 1 44 36.005		
		$\frac{1}{2}$ Difference . . .	= 2 45 11		
		$\frac{1}{2}$ Interval (Sidereal Time) . .	0 10 18		
		$\frac{1}{2}$ Elapsed Time . . .	= 2 34 53		
Declination . . .	14 ° 37 ' 47 "	Tan δ . . .	9.441883		
		Tan δ . . .	8.162536		
Declination . . .	16 17 45 N	constant logarithm . .	4.138339		

30	55	32	Constant logarithm for all sets with these stars	..	1.742758
$d =$	15	27	Cot $\frac{1}{2}$ E. T.	..	10.095962
$\delta =$	0	49	Cos equation of equal altitude	..	9.999996
Greenwich Date					<u>1.838716</u>
					<u>68.98</u>
					<u>130.97</u>
					61.99 or 1 ^m 01.99 ^s
Middle time by watch	1 ^h 26 ^m 57.7 ^s	Tan l	..	..	9.612550
Approximate error	7 44 57	Tan δ	..	..	8.162536
S. M. T.	.. = 9 11 55	Constant logarithm	..	..	4.138339
Longitude in time	.. = 7 36 39 E	Constant logarithm for all sets with these stars	..	..	1.913425
G. D., 28th November	.. 1 35 16	Cosec $\frac{1}{2}$ E. T.	..	..	10.203754
					<u>2.117179</u>
					<u>130.97</u> secs.
Sidereal time	.. = 16 ^h 31 ^m 23.380 ^s				
Acceleration, 1 ^h	9.856				
	35 ^m				
	5.750				

16 ^s	0.044
R. A. M. S.	.. .. 16 31 39.030
Mean R. A.	= 1 44 36.005
S. M. T. of crossing	.. 9 12 56.975
Time by watch of crossing	1 27 59.710
Watch slow on M. T. at 9. 13 p. m.	.. 7 44 27.265

(例二)

一八九二年十一月十三日夜間北緯一度十七分十一秒東經百〇三度五十一分十五秒ナル新嘉坡 Fullerton 砲臺ニ於テ子午線ノ西側ニ Markab 星其東側ニ Orionis 星ヲ觀測スルコト左ノ如シ

Interval.	Markab (W.) Time by Watch.	Double Altitude.	Sums.	γ Orionis (E.) Time by Watch.	Interval.
"	2 ^h 41 ^m 12.4 ^s	106	00	4 ^h 14 ^m 07.6 ^s	41.6
43.6	2 41 56.0	105	40	4 13 26.0	40.6
42.4	2 42 38.4	105	20	4 12 46.0	42.0
44.0	2 43 22.4	105	00	4 12 04.0	40.4
43.2	2 44 05.6	104	40	4 11 23.6	40.0
43.6	2 44 49.2	104	20	4 10 43.6	40.0
43.2	2 45 32.4	104	00	4 10 03.6	
			7) 50.8		
			2) 27.26		
			43.63		

Markab	.. ..	2 ^h 43 ^m 22 ^s	
γ Orionis	.. ..	4 12 04	
		6 55 26	
Middle Time	.. ..	3 27 43	Mean middle time by watch = 3 ^h 27 ^m 43 ^s 63
$\frac{1}{2}$ Interval	.. ..	0 44 21	$\frac{1}{2}$ Interval = 0 44 21

(註釋)

$\frac{1}{2}$ Interval	.. .. = 0 44 21 ^s	R. A. Markab	.. .. 22 ^h 59 ^m 25 ^s 100
Mean Middle Time	.. .. = 3 27 43.63	R. A. γ Orionis	.. .. 5 19 23.548
Equation of equal alt. . . . +	3 34.23		4 18 48.648
Time by watch of crossing	3 31 17.86	Mean R. A.	2 09 24.324
		$\frac{1}{2}$ Difference	3 09 59.2
		$\frac{1}{2}$ Interval (Sidereal Time)	0 44 28.5
		$\frac{1}{2}$ Elapsed Time	2 25 30.7

Declination	.. ..	14° 37' 47.2" N	Tan d	9.264681
Declination	.. ..	6 12 55.5 N	Tan δ	8.866649
		20 50 42.7	Constant logarithm ..	4.138339
		$d = 10$ 25 21	Constant logarithm for	
		$\delta = 4$ 12 26	all sets with these stars	.. 2.269669
			Cot $\frac{1}{2}$ E. T.	10.132734
			Cos equation of equal	
			altitude	.. 9.999947
				<u>2.402350</u>
				252.55
				38.32
				secs
Greenwich Date				
Middle time by watch	..	3 ^h 27 ^m 43.6 ^s	Equation of equal altitude	214.23 = 3 ^m 34.23 ^s
Approximate error	.. ..	7 05 14	Tan l	8.351616
S. M. T.	.. ..	10 32 58	Tan δ	8.866649
Longitude in time	..	6 55 25 E	Constant logarithm ..	4.138339
G. D., 13th November		3 37 33	Constant logarithm for	
			all sets with these stars	.. 1.356604
			Cosec. $\frac{1}{2}$ E. T. ..	10.226870
				<u>1.583474</u>
				38.32
				secs

Sideral time	.. ..	15 ^h 32 ^m 15.020 ^s
Acceleration,	3 ^h	29.569
	37 ^m	6.078
	33 ^s	0.091
R. A. M. S	.. ..	15 32 50.758
Mean R. A.	.. ..	2 09 24.324
S. M. T. of crossing	.. ..	10 36 33.566
Time by watch of crossing		3 31 17.860
Watch slow on M. T.		7 05 15.706
at 10. 37 p. m.		

水路測量書卷之十四

子午線距離

電信法 經線儀法

本卷ニ於テハ水路測量ニ用フヘキ經差算法ヲ列記スヘシ

電信經度測量

電信ヲ利用スルハ經度ノ差ヲ測定スル最良最簡ノ方法ナリ

此方法ハ甲地ヨリ其地方時ヲ電線ニヨリテ乙地ニ送り乙地ニ於テハ又其地方時ヲ以テ之ヲ受クルニアリ而シテ此兩時刻ノ差ハ即チ經度ノ差ナリ

電流遲差

理論上電流カ電線ヲ傳通スルハ瞬間ナリト雖モ實際ニハ其距離遠キトキハ幾何カノ時ヲ費スヘシ且電線ノ電氣的狀態モ最良ナルコトヲ得ス此誤差ヲ消去シ且發受ノ誤差ヲモ減少センカ爲メ雙方ヨリ一樣ニ信號ヲ交換スルコト數回ニシテ其結果ヲ平均セハ真正ノ時ヲ得ヘシ

東地甲ヨリ西地乙ニ信號ヲ送り其電流ノ電線ヲ傳通スル時ヲ二秒トセハ乙ニ於テ甲ノ時ヲ受クルニ二秒ノ遲差アリ換言スレハ兩時ノ差ニ二秒ノ減少アリ然ルニ乙ヨリ甲ニ信號ヲ送ルトキ甲ノ時計ハ乙ノ時ヲ受クル間ニ二秒進ミ兩時ノ差

ニ二秒ノ増加アルナリ故ニ雙方ノ結果ヲ平均シテ正シキヲ得而シテ雙方ノ結果ノ差半ヲ電流遲差 (Retardation of the wire) ト稱ス此事實タル稍ヤ不可思議ノ感ナキ能ハス陸上電線ニテハ該差ハ每千哩ニ約一秒ノ十分ノ一ナルモ水底電線ニテハ尙大ニシテ且一定セス

人差ヲ除却スル爲メ唯一ノ良法ハ測士ヲシテ其測地ナル兩電線端ノ位置ヲ交換セシムルニアリ此交換ノ不可能ナルトキ人差ヲ知ルコトヲ得ハ宜シク之ヲ加減スヘシ人差測定ハ時辰計算ニ對スル多數ノ連測ニ依リテ之ヲ決定スヘキノミ又各人ノ誤差或ハ基本トシテ選ハレタル測士ノ誤差ヲ記入シテ之ヲ平均スヘシ人差ノ「確サ」即チ其價值ハ右ノ如クニシテ克ク之ヲ判定スルコトヲ得

經度電測ニ於テハ多クノ經線儀ヲ用フルノ必要ナシ良好ノ時辰儀一個アレハ可ナリ若シ手近ニ二個ノ時計アラハ別個ニ其誤差ヲ定メ兩器共ニ送時ニ用フヘシ「信號」ノ發受ニ經線儀ヲ用フルハ最良ナリ若シ爲シ得ヘクハ一器ヲ陸ニ致スヘシ而シテ數日間電信局ニ留置シテ歩軌ヲ平ニシ時ノ觀測ニ供用スヘキ甲板時計ヲ以テ該觀測ノ前後ニ之ト比較スヘシ
時ノ觀測ハ信號ヲ交換スル日ニ施行シ又其交換ハ正午或ハ正午間近カ或ハ正子

時計一器ヲ要ス

信號交換ノ時刻

觀測地

ニ行フヘシ若シ兩地經度ノ差大ナルトキハ單ニ一地ノ正午間近ニ於テ行ヒ而シテ他ノ地ニ於ケル誤差ハ其日ノ前或ハ後ニ得タル誤差ヲ以テ信號交換ノ時ニ改正セサルヘカラス陸上電線ヲ用フルトキ信號交換ニ最良ノ時ハ晝間ナリトス觀測ノ地電信局或ハ其附近ナラハ時計ヲ運搬スルノ不便ナシト雖モ土地ノ狀況ニヨリ此便利ヲ得難キコト多シ

電流計

電信器械ニ數種アリト雖モ雙方同様ノ器械ヲ用フレハ何レノ種類ヲ以テスルモ差支ナシ Wheatstone 電流計指針ノ偏斜或ハ Morse 通信器若クハ精巧ナル長距離水底電線用反射鏡ノ偏斜ハ皆適用シ得ヘシ測士各其好ム所ニ從ヒテ之ヲ選ヘハ可ナリ著者ハ懸吊セル鏡ノ無響ナルニ比スレハ寧ロ音響ヲ發スル器械ヲ擇フモノナリ

信號ヲ送ル用意

各信號ハ電流計ノ一偏斜ヨリ成リ又電鐘ハ凡ソ一秒計リ壓下シアルヘシ信號ヲ送ルニ當リ前以テ其準備ヲ完成セサルヘカラス
其良法左ノ如シ
發信者ハ其時計ニヨリテ最初ノ分(即チ零秒)ニ達スル十秒前ニ三個ノ迅速ナル信號ヲナシテ告知トナシ既ニシテ正シク分ニ達スルト同時ニ第一ノ信號ヲ送り以

後十秒毎ニ送リテ五十秒ヲ捨テ次ノ分ニ達セントスルヲ示シ三分間ヲ經テ最後ニ零秒ヲ送ルナリ

三分若クハ四分ノ間隔ヲ置キ受信者ヨリ更ニ發信者ニ向テ時ヲ送ルコト前ノ如クスヘシ

雙方ヨリ送リタルモノ相合セハ夫レニテ可ナリ但シ時計ヲ換ヘテ用フルトキハ此限リニ非ラス

電信經度測量ノ例ハ次ニ示スカ如シ

此例ニヨレハ電線ノ抵抗及ヒ器械ノ遲差ハ其日ニヨリ多少ノ變動アルヲ知ラン即チ或時ハ殆ト一秒ノ十分ノ一ニ達スレトモ或時ハ僅カニ千分ノ二十五ナリシカ如キ是ナリ

Constantinople, Dardanelles 間電信經度測量

一千八百八十年四月三日及ヒ同十八日施行

Constantinople ノ觀測點ハ Leander 塔ナリキ測士ハ「カイタ」ニテ一哩半行キ電信局ニ達スヘシ

Dardanelles 觀測點ハ Nagara 燈臺ナリキ測士ハ汽艇ニテ三哩行キ電信取扱所ニ達ス

ヘシ

一千八百八十年四月十八日

卷之十四

	時計ノ時刻		地方時		子午線距離	備考		
	發	受	發	受				
	h m s	h m s	h m s	h m s				
Constantinople	11 41 00	11 51 50.8	11 50 06.4	12 00 30.1	0 10 23.7	Breguet 2084 號ニテ送リ		
	10	52 00.8	16.4	40.1	.7			
	20	10.8	26.4	50.1	.7			
	30	20.8	36.4	01 00.1	.7			
	40	30.8	46.4	10.1	.7			
	42 00	50.8	51 06.4	30.1	.7			
	10	53 00.8	16.4	40.1	.7			
	20	10.8	26.4	50.1	.7			
	30	20.8	36.4	02 00.1	.7			
	40	30.8	46.4	10.1	.7			
Dardanelles	43 00	50.8	52 06.4	30.1	.7	Breguet 6119 號ニテ送リ		
	10	54 00.8	16.4	40.1	.7			
	20	10.8	26.4	50.1	.7			
	30	20.8	36.4	03 00.1	.7			
	40	30.7	46.4	10.0	.6			
	44 00	50.8	53 06.4	30.1	.7			
	0 10 23.7							
	Constantinople	11 57 00	11 46 09.2	12 05 39.3	11 55 15.6		0 10 23.7	Breguet 6119 號ニテ送リ
		10	缺					
		20	29.2	59.3	35.6		.7	
30		39.2	06 09.3	45.6	.7			
40		49.2	19.3	55.6	.7			
58 00		47 09.2	39.3	56 15.6	.7			
10		19.2	49.3	25.6	.7			
20		29.2	59.3	35.6	.7			
30		39.3	07 09.3	45.7	.6			
40		49.2	19.3	55.6	.7			
Dardanelles	59 00	48 09.3	39.3	57 15.7	.6	Breguet 2084 號ニテ送リ		
	10	19.3	49.3	25.7	.6			
	20	29.3	59.3	35.7	.6			
	30	39.4	08 09.3	45.8	.5			
	40	49.2	19.3	55.6	.7			
	12 00 00	49 09.3	39.3	58 15.7	.6			
	CヨリD平均... 0 10 23.65 DヨリC... 23.70							
	四月十八日平均子午線距離... 0 10 23.67 四月三日... 10 23.84							
	最終平均子午線距離... 0 10 23.75							

三四十三

	時計ノ時刻		地方時		子午線距離	備考		
	發	受	發	受				
	h m s	h m s	h m s	h m s				
Constantinople	11 31 00	缺	11 42 48.2	缺	0 10 23.9	Breguet 2084 號ニテ送リ		
	10	11 44 15.2	58.2	11 53 22.1	24.0			
	20	25.3	43 08.2	32.2	23.9			
	30	35.2	18.2	42.1	24.0			
	40	45.3	28.2	52.2	24.0			
	32 00	45 05.3	43 48.2	54 12.2	24.0			
	10	15.2	58.2	22.1	23.9			
	20	25.2	44 08.2	32.1	23.9			
	30	35.2	18.2	42.1	23.9			
	40	45.3	28.2	52.2	24.0			
Dardanelles	33 00	46 05.2	48.2	55 12.1	23.9	Breguet 6119 號ニテ送リ		
	10	15.2	58.2	22.1	23.9			
	20	25.2	45 08.2	32.1	23.9			
	30	35.2	18.2	42.1	23.9			
	40	45.2	28.2	52.1	23.9			
	34 00	47 05.2	48.2	56 12.1	23.9			
	平均... 0 10 23.93							
	Constantinople	11 49 00	11 35 55.2	11 58 06.9	11 47 43.4		0 10 23.5	Breguet 2084 號ニテ送リ
		10	36 05.0	16.9	53.2		.7	
		20	15.0	26.9	48 03.2		.7	
30		25.0	36.9	13.2	.7			
40		35.0	46.9	23.2	.7			
50 00		54.9	59 06.9	43.1	.8			
10		37 04.8	16.9	53.0	.9			
20		14.8	26.9	49 03.0	.9			
30		24.9	36.9	13.1	.8			
40		35.0	46.9	23.2	.7			
Dardanelles	51 00	54.8	12 00 06.9	43.0	.9	Breguet 6119 號ニテ送リ		
	10	38 04.9	16.9	53.1	.8			
	20	14.9	26.9	50 03.1	.8			
	30	缺						
	40	34.9	46.9	23.1	.3			
	52 00	55.0	01 06.9	43.1	.7			
	CヨリD平均... 0 10 23.76 DヨリC... 23.93							
	四月三日平均子午線距離... 0 10 23.84							

三四十二

經線儀子午線距離

電信線ナキ處ニハ時ヲ送達スルニ經線儀ヲ以テセサルヘカラス
子午線距離ヲ要スヘキ兩地ニテ觀測ヲナシタル後時器ノ日差ニ就キ講究スルノ
要アリ

第十三卷ニ示セル如ク兩地ノ間ニ往復ヲナシ得ル場合ニハ航行日差ヲ適用スヘ
シ

航行日差
ノ式

航行日差ニヨリテ子午線距離ヲ發見スル式直チニ原地點ニ復歸スル場合ニ用フ
ヘキモノハ次ノ如シ

$$M = \beta - \alpha - n \frac{d - a}{m + n}$$

式中Mハ子午線距離

aハ甲地ニ於ケル發程前ノ誤差

dハ甲地ニ於ケル復歸後ノ誤差

Bハ乙地ニ於ケル誤差

nハ甲地ノ前觀測ト乙地ノ觀測トノ間ノ日數

mハ乙地ノ觀測ト甲地復歸後ノ觀測トノ間ノ日數ナリ

然ルトキハ $\frac{d - a}{m + n}$ ハ航行日差ナリ

尙例ヲ擧ケテ前式ノ適用ヲ示スヘシ

航行日差
ノ例

八月二十七日正午 M_{azi} ニ於テ誤差ヲ測リ M_{salle} ニ往キ三十一日同地ノ正午ニ
於テ誤差ヲ測リ直チニ M_{azi} ニ復歸シ九月一日ヨリ二日ニ跨カル正午ニ於テ他
ノ誤差ヲ測リ得タリ

此場合ニ於テ日差ヲ求ムルハ單ニ二十七日ト一日ト兩回ニ觀測セル誤差ノ差ヲ
其間ノ日數五ニテ除スルニアルノミ此日差ニ M_{azi} ニ於ケル二十七日ト M_{salle}
ニ於ケル三十一日ト兩觀測間ノ日數ナル四ヲ乘シ之ヲ二十七日 M_{azi} ニ於ケル
經線儀ノ誤差ニ改正スルトキハ三十一日 M_{azi} ノ平時ニ於ケル經線儀ノ誤差ト
ナリ此誤差ト同日ニ定メタル M_{salle} ノ平時ニ於ケル同一經線儀ノ誤差トノ差ハ
此經線儀ニテ定メタル子午線距離トナル
數個ノ經線儀ヲ用ヒテ子午線距離ヲ計算スルニハ次ノ例中ニ示セル様式ニ從フ
ヲ便利トス

子午線距離
計算様式

Maziwi Δ Mesale Δ 間ノ子午線距離(航行日差ヲ用フ經線儀ハ測地ノ平時ニ後ル)

	A	B	C	D	E	F	G	H
一千八百七十八年 a. Maziwi 八月廿七日	h _m ^s 4 03 01.33	h _m ^s 0 33 59.13	h _m ^s 4 55 26.58	h _m ^s 3 48 58.53	h _m ^s 3 08 42.63	h _m ^s 2 59 10.98	h _m ^s 5 52 45.73	h _m ^s 3 10 56.18
a' " 九月 1 1/2 日	11.05	37 43.70	56 12.55	49 29.20	44.10	16.55	53 05.05	11 09.75
5 1/2 日	09.72	1 15.43	45.97	30.67	01.47	05.57	19.32	13.57
a''-a m+n 日差	- 1.767	+ 13.714	- 8.358	- 5.576	- 0.267	- 1.012	- 3.512	- 2.467
a'-a m+n 四日間ノ日差	07.07	54.86	33.43	22.30	01.07	04.05	14.05	09.87
Maziwi 八月三十一日	4 05 08.40	0 38 04.27	4 56 00.01	3 49 20.83	3 08 43.70	2 59 13.03	5 52 59.78	3 11 06.05
Mesale "	4 07 16.77	0 40 13.62	4 53 08.47	3 51 30.07	3 10 51.97	3 01 23.42	5 55 08.37	3 13 14.52
子午線距離	2 08.37	2 08.75	2 08.46	(2) 2 09.24	2 08.27	2 08.39	2 03.59	2 08.47

平均子午線距離 2 08.47 (Maziwiノ東)
最大最小ノ差 0.48

結果ノ控

航行日差
合他ノ場

此例ニ於テ多數ノ經線儀ハ精密ニ一致スレトモ獨リDノ結果ハ疑ハシ之ヲ日々施行セル原基トノ比較ニ徴スルニ其步軌ノ甚タ不規則ナルヲ見ル故ニ之ヲ控除スルナリ斯ク獨立セル徵證アルモノ、外明リニ控除ヲ行フヘカラス子午線距離測定ニ於テ時ノ間隙大ナルトキ或ハ日々ノ比較上總經線儀ノ步軌餘リ宜シカラサルトキ某數ノ經線儀カ比較的多數ノ經線儀ト相合ハサルノ故ヲ以テ是等ノモノヲ控除スルハ安全ナラス

前例ニ於テ Maziwi ニ復歸スル前數日間 Mesale ニ止マラサルヲ得サリシトスルモ尙良キ航行日差ヲ得ヘシ

其式左ノ如シ

$$M = \frac{(\alpha' - \alpha) - (\beta' - \beta)}{m + n}$$

式中 β' ハ乙地ヲ去ル前同地ニ於ケル誤差其他ハ前式ニ於テ代表セルモノニ同シ而シテ航行日差ハ $\frac{(\alpha' - \alpha) - (\beta' - \beta)}{m + n}$ ナリ

今例ヲ舉ケテ之ヲ示サンニ二十七日ハ Maziwi 三十一日ハ Mesale ニ於テ觀測ヲ行フコト前ノ如シ四日正午ニ又 Mesale ニ於テ觀測シ復歸後六日正午更ニ Maziwi ニ於テ觀測シタリ

二十七日及ヒ六日ノ誤差ノ差ヨリ三十一日及ヒ四日ノ誤差ノ差ヲ減シ餘數ヲ六
 (二十七日ヨリ三十一日マテ及ヒ四日ヨリ六日マテノ日數ノ和)即チ實際航行ニ費
 シタル日數ニテ除シ以テ日差ヲ得ヘシ其他前ニ異ナルコトナシ
 斯ノ如クシテ得タル航行日差ハ前例ノ如ク良好ナルコト能ハス何トナレハ經線
 儀ノ步軌ヲ紊スモノ前ニハ一ナリシモ爰ニハ二アリ四日間錨泊靜定シタル後第
 二回目ニ出發スルニヨリテ生スル日差ハ前ニ同シキコト能ハサレハナリ然レト
 モ之ヲ他ノ方法ニヨリテ得ルモノニ比スレハ尙良好ノモノト謂フヘシ而シテ兩
 回ノ航行中天候海上及ヒ溫度ノ模様殆ント同様ニシテ時間モ亦長カラサルトキ
 ハ尙且甚タ佳良ナル結果ヲ得ラルヘキナリ
 天測ニヨリテ海圖ノ尺度ヲ決定スル場合ニハ前記ノ如クニシテ得タル航行日差
 ハ常ニ用フヘキモノタルコト既ニ述ルカ如シ
 本例ノ如キハ其方法甚タ簡單ナリ而シテ時ノ間隔長カラサルヲ以テ後文記載ノ
 溫度等ノ關係ハ考量スルニ及ハス
 今ヤ吾人ハ他ノ場合ニ於テ用フヘキ日差ヲ攻究スルノ機會ニ達セリ即チ殊ニ航
 海長日ニ亘リ諸種ノ狀態多ク變スルトキニ於テスルモノヲ論セントス

他ノ日差

時器日差
ヲ變スル
ノ理由

此事タル頗ル廣範圍ノ題目タリ既ニ前述セル如ク之ニ關シテハ Shadwell 海軍大
 佐ノ有益ナル著書ニ於テ詳述セル事實ノ外述フヘキモノナシ尙本書ノ紙數ト趣
 意トハ茲ニ之ヲ細説スルコトヲ許サ、ルヲ以テ今了解シ得ル範圍ニ於テ其要略
 及ヒ公式ヲ掲ケ以テ足レリトナサントス
 經線儀ノ日差ヲシテ變化ヲ起サシムルハ何者ソ此間ハ能ク全體ヲ包括シテ漏ス
 コトナシ其答次ノ如シ开ハ數多ノ測量家ノ勞力ニヨリテ得シモノナリ

第一 時辰儀製作ノ不完全

第二 溫度ノ變化

第三 樞軸ニ於ケル塗油々質ノ良否及ヒ其年齡(即チ掃除後ニ經過セシ時日)

第四 不意ニ時辰儀ニ受ケタル激動或ハ震動

茲ニ第二次トシテノ一問アリ前記四項中ノ孰レカ最モ大切ナリヤト之ニ對スル
 一般ノ答ハ其狀況ニ應シ孰レノ一モ最モ大切ノモノトナルヘシト云フニアリ
 第一製作ノ不完全

本件ニ就テハ之ヲ如何トモスルコト能ハサルヤ明カナリトス器械ノ惡シキ經線
 儀ハ其步軌正シカラサルカ故ニ忽チ其信ヲ失フヘシ之ニ據テ得タル所ノモノハ

製作不完
全

諸結果ノ中ヨリ控除シ該器ハ速カニ還納スヘシ然レトモ綠威天文臺ノ試驗ヲ通
過シ來レル經線儀ニハ此ノ如キモノ甚タ稀ナリ而シテ經線儀ハ其補償裝置(Com-
pensation)ノ状態及ヒ溫度變換ノ爲メニ生スル變化ヲ知ラサルヨリ良品ト混同セ
ルモノ多キハ疑フヘカラス航行中溫度ハ一樣ニシテ同シキ状態ニ保護セシ數個
ノ經線儀中他ノ諸器ハ能ク一定ノ步軌ヲ保ツニ獨リ一器ノミ不正ノ步軌ヲナス
モノアラハ之ヲ製作ノ悪キニ歸シテ可ナラン
陸上又ハ碇泊ノ船内ニ於テ日差整一ナリトモ之ヲ以テ最後ノ試驗トナスヘカラ
ス

第二溫度ノ變化

經線儀ハ變化ノ差著シキ兩様ノ溫度ニ於テ其日差ヲ變セサルカ如ク補償裝置ヲ
施セルモノナリト云フ而シテ前記溫度ノ外ハ日差常ニ變動シ該溫度ノ平均ノト
キニ於テ其大極ニ達ス

今省略ノ爲メ此最大日差ノ溫度ヲTト名ク

經線儀ノ日差ヲ檢査セハ低溫度ヨリ高溫度ニ赴クニ從ヒ一定ノ方面ニ概ネ進ム
ノ一方ニ傾ク日差ノ固定變化アリテTヲ過クレハ反對ノ方面ニ變スルヲ見ルヘ

溫度ノ變
化

最大日差
ノ溫度

各經線儀ハ各其Tノ度ヲ同シクセス變化ノ係數又異ナリ多クノ經線儀ハTヲ六
十度トシテ補償ヲナシアリト云フ是レ全地球ヲ通シテ一般ニ實驗シタル平均溫
度ナリ然レトモ時計師ハTヲ此溫度ニ制定スルヲ難シトナシ九十度以上ナルT
ヲ有スルモノ多シ故ニ斯ル時計ニ於テ實際日差變化ノ方向ハ不易ナリ开ハ暑寒
ノ季候ヲ經過スルトキ日差ノ差異ノ大ニ累積スル結果ニ歸ス而シテ特有日差大
ナルトキハ其係數亦大ナリ

溫度ノ變化ヨリ生スル日差ノ變化ノ法則ニ就キテハ諸家ノ說一定セス蓋シ其實
驗スル所ノ時計同シカラサルノ致ス所ナルヘシ

或者ハ日差ノ變化ハ規則正シキモノナリTノ上下同シ度ニ於テ同シ日差ナリト
説キTト所要ノ溫度トノ差ノ二乗ニ依ルモノトシテ其變化ノ比例ヲ定メタリ
又他ノ實驗ニ徵スレハ時計ノ日差ノ變化ハ此ノ如ク規則正シキモノニ非ルコト
ヲ示シ且其係數ハT以上ニ小ニT以下ニ大ナルコトヲモ示セリ

蓋シ時計ノ物タル器械複雜ナレハ器毎ニ之カ實驗ヲ施サスンハ實地ノ結論ヲナ
スコト能ハス從テ一定ノ法則ヲ立ツルコト能ハス

結論一様
ナラス

嚴正ノ法
則ナシ

Liverpool
天文臺

英國軍艦
所用之經
緯儀

然レトモ實驗ニヨリ實用ニ適スル結果ヲ舉ケ得ヘシ日差表ハ驗測ノ上種々ノ定
 溫度ニヨリテ作ルコトヲ得ヘク是ヲ以テ或ル時計ニ於テハ不易ノ日差ヲ用フル
 ニ比シテ好キ結果ヲ得ンコト疑ナシ
 此種ノ表ハ現今 Liverpool ヨリ出帆スル船舶ニ供給シ船内所要ノ經線儀ハ Birston
 天文臺ニ於テ其日差ヲ定ム臺長 Harthrop 氏ハ多年此問題ヲ研究シタル人ナリ
 海上ニ於テ位置ヲ定ムル爲メ使用スル時計ノ日差ハ溫度ニ從ヒテ日々表ヨリ取
 リ同様ノ法ニテ得タル發程以來ノ累計日差ニ加算スルモノトス
 多クノ原因ニヨリ時計ノ特有日差ハ變スレトモ各時計ニ對シ溫度一度毎ノ變化
 ノ係數ハ同一ナルカ或ハ略ホ同一ナルコトハ殆ント疑ナキモノ、如シ
 英國軍艦ニ備フル經線儀ニハ斯カル表ヲ附シテ交付スルコトナシ其理由左ノ如
 シ
 經線儀ハ各時計師カ綠威天文臺ニ致シテ試驗ヲ受クルモノ、中ヨリ選抜シ溫度
 ノ變化大ナルモ日差ノ變化ハ甚タ小ナルモノ即チ補償ノ完全ナルモノヲ採ルナ
 リ溫度四十五度ノ相違ニ對シ日差ニ一秒四分ノ一ノ差アルヲ極限トス
 是レ航海中溫度ノ變化ヨリ起ル日差ノ變化ヲ減シテ微少ノモノトシ他ノ原因ヨ

油質ノ良
否

激動及ヒ

リ生スル變化ノ中ニ其跡ヲ減スルニ至ラシムルモノナリ此ノ如クナレハ之カ計
 算改正ヲナスノ要ナキナリ

第三 樞軸ノ塗油

油質可良ナレハ時ヲ歷ルニ從テ起ル不同ハ漸次的ニシテ稍ヤ齊一ナル日差トシ
 テ顯ハルヘシ而シテ新器械ニアリテハ速差ヲ生シ古クシテ諸部ノ磨耗シタルモ
 ノハ之ニ反ス然モ其量タル極メテ小ナリ子午線距離ノ實地問題ニ於テハ之ヲ求
 ムルノ勞ハ結果ニ於テ其効ナカルヘシ又之ヲ器械製作ノ不完全ヨリ起レル誤差
 ト分離センコトハ難シ此差發見ニ關スル公式ノ提供セラレタルモノアルモ茲ニ
 之ヲ示サス

第四 震動及ヒ激動

經線儀ノ格納方法如何ニ完全ナルモ波浪船體ヲ擊ツ響及ヒ其他此類ノ激動ハ多
 少經線儀ニ及ハサルヲ得ス船ニヨリテハ推進機ノ震動ハ經線儀格納函内ノ柔カ
 キ填褥ヲ越エテ傳フヘシ殊ニ金屬製ノ遊輪ニテ懸架セルモノハ之ヲ動搖セシム
 ヘク凡テ船體ノ劇烈ナル運動ハ經線儀ニ小激動ヲ及ホシ易シ
 曾テ一千八百七十四年金星經過觀測事業ニ關シ Lord Lindsay ハ約六十個ノ經

線儀ヲ *Mauritius* ニ運フニ當リ著者ノ指揮下ニ屬セシ軍艦 *Shearwater* ニ搭載セラレタルヲ以テ *Mauritius* ト *Rodriguez* 間ノ子午線距離測定ノ爲メ同氏ヨリ右ノ經線儀ヲ使用シ得ルノ特許ヲ得タリ是等時器ニヨレル成績ハ *Mauritius* ト *Rodriguez* トノ間并ニ *Mauritius* ト *Aden* トノ間ニモ(此兩地間ニハ郵便汽船ニテ運搬セリ)至テ宜シカリキ然ルニ *Shearwater* ノ經線儀ヲ以テシタル成績即チ *Mauritius* ト *Rodriguez* トノ間ノ子午線距離測定ノ結果ハ良好ニ非サリキ故ニ *Lord Lindsay* ノ經線儀格納方法ヲ茲ニ記述スルモ敢テ徒爲ニアラサルヘシ尙附記スヘキハ *Shearwater* ハ八日間強キ恒風ヲ受ケ頗ル動搖セリ

其法時辰儀ハ總テ遊輪ヨリ取り脱シ九個ツ、方形ノ箱ニ入レ其界板ニハ厚ク棉毛ヲ填メ其上ヲ縀子ニテ蓋ヒタレハ各器ハ柔毛ノ褥ニテ密ニ覆ハレタリ各箱ニハ遊輪ノ如キ金具ヲ取り附ケ其外部ノ樞軸ハ甲板ニ螺定シテ直立セル二個ノ木柱ノ穴ニ篋メ込マシメ各對ノ木柱ハ時辰儀ヲ納メタル箱三個ヲ支ヘタリ

此裝置ハ波浪船體ヲ撃チ或ハ樞軸ノ縦ノ滑リアルカ爲メ箱ニ輕微ナル激動ヲ及ホスコトアルモ之ヲシテ全然時辰儀其物ニ及ハサラシメタリ

此格納法ハ時辰儀ヲ捲クニ當リ一々其全體ヲ手中ニ取上ケサルヘカラス一見甚タ危険ナルカ如ク且普通ノ方法ニ比スレハ實際不慮ノ事ヲ生シ易キヤ明カナリ然レトモ著者ノ見タル所ニヨレハ五六箇月ノ間時辰儀ハ此法ニヨリテ取扱ハレシニ毫モ危険ノ事ヲ生セスシテ成績良好ナリシハ以テ此方法ノ非常ニ佳ナルコトヲ示スモノナリ

此裝置法ハ亦測量任務ノ小軍艦ニ適用シ得ヘキヤ否ヤハ別問題ナリ何トナレハ箱ノ擺搖ノ爲メニモ又時辰儀ヲ取扱フカ爲メニモ廣キ場所ヲ要スレハナリ前記ノ格納法ハ比較ノトキ頗ル便利ナリキ是レ比較者ハ其目ヲ原基經線儀ニ注キ耳ハ取出シタル時辰儀ニ附シテ其響ヲ聽クノミニテ比較ヲナシ得タレハナリ

又時辰儀ハ厚キ柔軟ナル物質中ニ覆ハレタルヲ以テ溫度ノ變化ハ著シカラス箱ノ蓋ニモ柔カキ裏ヲ附シタレハ覆ヒタルトキ蓋ハ時辰儀表面ノ硝子上ニ密接シテ空氣ノ存在ヲ許サ、リキ

著者ノ所見トシテハ前記諸原因ヨリ起ル日差ノ變動ハ(英國海軍一般ノ經線儀ニ於テハ)變動全部中ノ大部ヲ占ムルモノナリ

右ニ原因スル日差ノ變動ハ凡テ子午線距離一般ノ價值ヲ貶スモノト考フヘシ故ニ航海中ノ狀況ハ天候ノ穩不穩ニ拘ハラヌ歸著ノ上之ヲ記録シ置クヲ要ス磁氣モ亦日差變動ノ一原因タリト雖モ未タ信憑スルニ足ルヘキ結論ニ達セサレハ茲ニハ唯其一原因タルコトヲ記スルニ止メン

既記ノ觀測上ヨリ之ヲ見ルニ出港前ニ定メタル日差ハ他ノ港ニ著セシトキ求ムル所ノモノト異ナルノミナラス尙其間ノ航行日差モ亦或ハ前ノ兩差ト異ナルモノアルヲ知ラン

是ニ於テカ吾人ハ種々ノ狀態ニ於テ眞ノ日差ニ近キモノヲ得ンカ爲メ吾人ノ用ヒ得ヘキ方法ヲ考究スルヲ要ス

既ニ記述セル方法ニ據リ子午線距離ヲ定ムヘキ最モ適應ナル狀態ハ甲港ヲ發シタル後所要ノ位置タル乙地ニ立寄り誤差ヲ求ムルニ足ル丈ケノ間此處ニ留マリ夫ヨリ直行シテ終ニ丙地ニ到達スルニアリ但シ甲丙兩地ノ經度ハ既知ニシテ且共ニ二等子午線トシテ用ヒ得ヘキモノトス

此場合ニ於テ甲ノ觀測ヲ甲丙間既知ノ經度ノ差ニヨリテ改正シ甲ヲ發スル時期ニ於テ平時ニ對スル丙ノ誤差ヲ發見スヘシ此誤差ト丙ニ到著シテ定メタル誤差

經度既知
兩地間
ヲ行フ
ノ法

トノ差ヲ航海日數ニテ除スレハ良キ航行日差ヲ得ヘシ但シ航行中ハ日差齊一ニシテ變動ナキモノト假定ス而シテ此日差ヲ乙ノ觀測時マテ累算シテ之ヲ用フレハ甲ヨリ乙ニ至ル子午線距離ヲ得ヘシ开ハ勿論甲丙兩地ノ經度ノ精粗ニ關スルモノナリ

甲丙ノ間尙他ノ地ヲ過キルモ同シ方法ヲ行ヒ得ヘシト雖モ其停留毎ニ航行日差ヲ不良ニナスノ虞ナシトセス

右ハ單ニ航行日差ノミヲ用フルカ故ニ計算ノ時期トシテ發程前最後觀測ノ日時及ヒ到著後最前觀測ノ日時ヲ採リタリ若シ發程前及ヒ到著後ニ於ケル日差ヲ得ハ所用ノ經線儀ニ對シ貴重ナル告知タルヘシ何トナレハ航行日差ハ兩錨泊日差ノ平均ナリト云フ普通ノ假定ニ從ヒ日差漸變スルヤ否ヤヲ驗スルヲ得ヘケレハナリ

此方法ニヨレル子午線距離ノ價值ハ常ニ溫度及ヒ航海狀況等ノ影響ヲ受クヘキモノナレハ之ヲ考察記録セサルヘカラス

此方法ハ時ヲ省クコト大ナリ而シテ他ノ法ニヨラハ失ハルヘキ機會モ之ニヨリテ利用シ得ヘキコト多シ甲地及ヒ丙地ニ於テ(或ハ乙地ニ於テモ)五日乃至八日間

モ滞留スルノ必要ナク各處ニ數時間留マルノミニテ良好ノ結果ヲ得ルナリ且又各端ノ港ニ錨泊中起ルヘキ經線儀ノ偏倚(日差ノ遲速孰レカニ偏スルヲ云フ)ヲ包含セシメスシテ單ニ航海中ニ費ス正味ノ時日ヲ計算ニ入ル、ノミナレハ以テ日數多キヨリ生スル不規則ヲ排除シ得ヘシ

Shadwell
氏ノ法

Shadwell大佐カ此法ヲ行フヤ純粹簡單ナル不易ノ航行日差ヲ棄テ、用ヒス發程ノ際ノ日差ハ漸次ニ且均一ニ變シテ終ニ航行日差トナルト假定シ尙航行日差ハ單ニ其航海ノ中央日ノ日差ト考ヘタリ故ニ甲ヨリ推シテ乙ヲ定ムルニ當リ氏ハ航行日差ト發程日差トノ中間ノモノヲ用ヒタリ氏ハ又航行日差及ヒ到著日差ニモ同様ノ事ヲナシ乙ヨリ丙マテノ第二子午線距離ヲ得此二者ノ平均ヲ以テ成績トナスト雖モ經驗上著者ハ之ヲ利益アルモノト思考セス溫度ヲ問題外トシテ寧ロ齊一ナル航行日差ヲ用フル方却テ良好ノ結果ヲ得トナスモノナリ

插問ノ式

$$M_1 = \lambda_1 - \lambda_2 + \tau \quad \lambda_2 - \lambda_1 - M$$

式 中 M ハ 航行ノ兩端甲丙間ノ子午線距離

M₁ ハ 發程港甲ト航行中立寄リタル乙港トノ間ノ子午線距離

λ_1 ハ 發程ノトキ甲ニ於ケル誤差

λ_2 ハ 乙ニ立寄リシトキノ誤差

τ ハ 丙ニ到著シタルトキノ誤差

t ハ 甲丙兩港ニ於テセル觀測間ノ日數

t ハ 甲乙ニ於テセル觀測間ノ日數ナリ

兩地間航行ノ際中間ノ一港ニ立寄ル場合ニ於テハ普通ノ方法ニヨリテ得タル子午線距離ノ外ニ水路部カ前記ノ式ニヨリ中間港ノ經度ノ差ヲ計算スルニ供スルタメ所要ノ報告ヲ該部ニ送ルヘシ但シ兩端港間經度ノ差ヲ既知トス

此必要ナル報告ニハ左ノ諸項ヲ具フルモノトス

λ_1 λ_2 t 及ヒ τ

此報告ヲナスニ當リ後ノ計算ヲ便ニセンカ爲メ各經線儀ノ誤差ニ代ヘテ總經線儀ノ誤差ノ中數ヲ示スヘシ換言スレハ各經線儀ニヨリテ得タル子午線距離ノ平均ト同シキ結果ヲ得ヘキ想像時計ヲ假定スルニ他ナラス然レトモ此法ハ個々經線儀ノ結果ヲ平均シテ子午線距離トナスノ價値ヲ失フモノタルハ勿論ナリ故ニ航行中ニ行ヒタル插問比較ニヨリ時計ノ步軌悉ク良ナリト信スルトキニノミ用

誤差ノ平均

フヘシ

著者曰此挿間法ハ余カ信スル程世上ニ貴重セラレス故ニ余カ一個ノ私説トシテ見ルヘシ

經度已知ノ兩地ニ於ケル誤差ニヨリテ得タル航行日差法ノ適用方尙一アリ是レ亦時ニ入用アリ

適用

甲地ヲ發スル前ニ誤差ヲ求メ數日ノ後甲ヨリノ經度ノ差已知ナル乙地ニ立寄り此處ニ再ヒ誤差ヲ求ムルトキハ爾後ノ航海ノ爲メ良キ航行日差ヲ得ヘシ而シテ之ヲ間モナク立寄ルヘキ第三港丙ノ位置ヲ定ムルニ利用セハ錨泊日差ノ平均ヲ用フルニ比シテ良好ナル結果ヲ得ルナラン誤差測定ニ際シ若シ單獨高度ヲ用ヒテ算出スルトキハ該高度ハ勿論共ニ午前ノモノナルカ若クハ共ニ午後ノモノナラサルヘカラス

此方法ハ航海ノ目的ニ對シ特ニ要用ナリ今一船 Portsmouth ヲ發シテ航行ノ途次數時間 Gibraltar ニ立寄ルト假定セヨ誤差ハ求メ得ヘクシテ經度ノ差ハ已知ナレハ航海日差ヲ知ルコトヲ得ヘシ之ヲ Portsmouth ニ於ケル錨泊日差ヲ用フルモノニ比スレハ Malta ノ經度決定上良結果ヲ得ヘキナリ

平均錨泊日差

單ニ一港ヨリ他港ニ航スルノミニテ其間ノ子午線距離ヲ發見セント欲スルトキハ主トシテ發程前及ヒ到著後ニ定メタル錨泊日差ニ依ラサルヘカラス
普通ニ行ハルハ略法ハ發程ヨリ到著マテ日差ハ齊一ニ變化スルモノトシ從テ發程到著兩日差ノ平均ハ航行中ノ平均日差ヲ代表スルモノト假定スルニアリ多クノ場合ニ於テ殊ニ經線儀室ノ溫度稍ヤ一様ナルトキ此方法モ他ノ方法ト同シク良好ノ結果ヲ得ヘシト信スレトモ溫度大ニ變シタルトキハ長キ子午線距離ニ對スル結果ハ其價值甚タ少ナシ此際若シ溫度ノ改正ヲ成スコトヲ得ハ成績ノ上ニ於テ多クノ改良ヲ得ルナラン(日差變動ノ原因許多ナレハ式ニテ之ヲ表示シ難シ)佛國ノ海軍士官ハ此問題ニ多ク力ヲ用ヒタリ Shadwell 大佐ハ各其理論及ヒ公式ヲ解説セリ著者ハ Mouches 氏ノ方法ヲ以テ最モ實地ニ適スルモノト思考ス漸加速差ノ問題ニモ立入ルコトナク又天文臺ニ於ケル間ノ時辰儀ノ觀測ニモヨラサレハ最モ實用ニ適スト云フヘシ

Mouches 氏ノ規則

Mouches 氏ハ日差ハ溫度ニ從ヒテ平等ニ變スルモノト假定セリ是レ此方法ニ取リテハ眞ニ近シトス然レトモ此假説ヲ用フルニ於テハ各經線儀ハ其日差最大ニ至ルニ一定ノ溫度ヲ有シ此溫度ヲ過クレハ變化ノ記號反スルコトヲ記憶セサルヘ

カラス

同氏ハ經線儀ノ船内ニ裝載セラル、トキ士官ノ實施ニ係ル種々ノ溫度ニ於ケル日差ノ觀測ニヨリ溫度ノ係數ヲ定メタリ其法タル單ニ日差ノ差ヲ日差ヲ求メタル間ノ平均溫度ノ差ニテ除スルニアリ

假令實際ノ日差ハ他ノ諸原因ニヨリテ變スルモ此係數ハ或ル時限ノ間ハ變スルコトナシ然レトモ屢々觀測ヲ行ヒテ最近ノ決定數ヲ用フルニ如カス

子午線距離測定ノ爲メ航行日差ヲ定ムルニ氏ハ發程日差ヲ求ムル間ノ平均溫度ト航行中ノ平均溫度トノ差ヨリ生スヘキ日差ノ變化ヲ發程日差ニ加減シテ一ノ航行日差トシ到著日差ニモ同法ヲ施シテ亦一ノ航行日差トシ之ヲ平均シテ用フヘキモノトセリ而シテ其弱點トスル所ハ種々ノ溫度ニ於テ多クノ觀測ヲ行フニアラスンハ補償ノ平均溫度Tヲ得ル能ハサルニアリ故ニ若シTヲ發見スルコトヲ得ハ此方法ノ價值ハ大ニ増加スヘシ

Tヲ求ムルニ方リ天文臺ニ於テ定メタルモノヲ得ハ極メテ可ナリ之ヲ得ルコト能ハスンハ Shadwell 大佐カ示セル Liensson 氏ノ式ニヨルヘシ但シ此式ハ實際之ヲ用フルノ機會多カラサルモノナリ乃チ時ノ間斷ヲ等シクシ溫度ヲ種々ニ變換溫

Tヲ定ムル
Liensson
氏ノ公式

度ハ人工ニヨラスンハ望ミニ適フモノヲ得ルニ困難ナリシテ日差ノ觀測ヲ行フコト四回ニ及ヒ其結果ニヨリテTヲ定ムルナリ Liensson 氏ハ十日毎ニ一回ツ、總計四回ノ日差觀測ヲ四様ノ溫度ニテ行ハ、各經線儀ニ對シ充分精密ナル係數ヲ定ムルヲ得ヘシト説ケリ次ニTヲ定ムル公式ヲ示ス爾餘ノ係數問題ハ茲ニ之ヲ論セス

$$T = \frac{1}{2} \cdot \frac{(m_1 - 2m_2 + m_3)(t_2^2 - 2t_3^2 + t_4^2) - (m_2 - 2m_3 + m_4)(t_1^2 - 2t_2^2 + t_3^2)}{(m_1 - 2m_2 + m_3)(t_2 - 2t_3 + t_4) - (m_2 - 2m_3 + m_4)(t_1 - 2t_2 + t_3)}$$

式中Tハ所要ノ補償平均溫度

m_1, m_2, m_3, m_4 ハ四回ノ觀測日差

t_1, t_2, t_3, t_4 ハ右ニ對スル四回ノ溫度ナリ

各回ノ日差測定間ノ日數ハ十日乃至三十日ノ間ニアルヘシ

Hanfuy 氏ノ公式ハ稍ヤ右ト異ナレリ而シテ同シキ已知數ヲ以テスルモ全ク相同シキ結果ヲ得ルコトナシ

同氏ハ十五度以上ノ差ヲ有スル三様ノ溫度ニ於テ日差ヲ求メタリ而シテ各溫度トモ同一度數ヲ得サルヘカラス
溫度ニ關スル觀測上ノ條件ヲ満足スルニ難キカタメ之ヲ海上ニ實用スルノ場合

Hanfuy
氏ノ公式

シ 多カラサルハ亦 Liensson 氏ノ公式ノモノニ同シ而シテ其公式ヲ舉クレハ左ノ如

$$C = \frac{2(d-d_1)}{p^2}$$

$$T = t_1 + \frac{d+d_1}{2Cp}$$

$$R = r_1 - (T-t_1) \frac{d+d_1}{2p}$$

式中 C ハ日差變動ノ係數

T ハ最大日差ノ溫度

R ハ該溫度ノトキノ日差

t₁ ハ中間ノ溫度

r₁ ハ右ニ對スル日差

d ハ最低溫度ノトキノ日差ト t₁ ノトキノ日差トノ差

d₁ ハ t₁ ノトキノ日差ト最高溫度ノトキノ日差トノ差

p ハ觀測ヲ施行セシ最高及ヒ最低溫度ノ差

此公式ノ計算ヲナセシ後所要ノ溫度ニ於ケル日差ヲ求メントスルニハ次ノ式ニ

計算ノ時

據ル

NヲTト所要ノ溫度トノ差トスレハ

$$T + N = \text{於ケル日差} = R + CN^2$$

子午線距離ノ計算ニ發程日差及ヒ到著日差ヲ用フルニ方リ發程前最後ノ觀測ト到著後最前ノ觀測トニ於ケル誤差ヲ其計算ノ時期トシテ採ルヘカラス宜シク平均數ヲ用フヘシ是レ斯クスルトキハ兩觀測ノ平均中央日ニ於ケルモノトナリ且後觀測ノ日差ハ實際之ニヨリテ確定シタルモノナレハナリ例之甲地ニ於テ某月ノ二日及ヒ八日ニ觀測シ復乙地ニ到リ其二十日及ヒ二十七日ニ觀測ヲ行ヒタラシニハ二日及ヒ八日ノ兩誤差ヲ平均シテ之ヲ甲ニ於ケル五日ノ誤差ト名ケ乙ノ方モ同様ニ計算シ之ヲ二十三日半ノ誤差ト名ク而シテ其平均日差ニ乘スルニ兩時期間ノ日數ヲ以テスヘシ

Liensson 氏ノ公式

Liensson 氏ノ溫度ニ關セス發程日差及ヒ到著日差ヲ以テ兩地間ノ子午線距離ヲ計算スル公式ヲ示セリ該式ハ一般ニ用ヒラル、所ニシテ則チ左ノ如シ

$$M = 2^i - \left\{ \lambda + t(a + \frac{b}{2}) \right\}$$

式中 M ハ所要ノ子午線距離

λ₁ハ發程地ノ平均時期ニ於ケル誤差

λ₂ハ到著地ノ平均時期ニ於ケル誤差

t₁ハ兩時期間ノ日數

a₁ハ發程日差

b₁ハ發程到著兩日差ノ差ナリ

兩時期間
日數ノ計

tヲ計算スルニ當リ兩地間經度ノ差ヨリ生スル時差ヲ忘ルヘカラス之ヲ日ノ小
數トナシ西若クハ東ニ移動シタルカニ照シテ日數ヲ加減スヘシ

例之甲地ニ於ケル平均ノ時期ヲ二十日正午トシ甲地ノ西三十度ニ在ル乙地ノ平
均時期ヲ三十日ノ正午トセハ日差ヲ累算スヘキ日數ハ十日ニアラスシテ十日ニ

兩地經度ノ差ヲ加ヘタルモノ即チ十日〇八ナリ何トナレハ太陽ハ十周シテ甲地
ノ子午線上ニ來リ尙〇〇八周シテ乙地子午線上ニ到ルヲ以テナリ

經度已知ノ兩地ニ於ケル觀測ニヨリテ航行日差ヲ計算スルトキモ亦此時差ヲ算
入セサルヘカラス

例之三日ノ正午甲地ニ觀測ヲ行ヒ十一日ノ正午乙地甲地ノ東二十度ニ在リニ觀
測ヲ行ヒタルトキ日差ヲ求ムル爲メ甲乙兩地ノ誤差ノ差ヲ除スヘキ日數ハ八日

九四ナリ是レ太陽ハ甲ノ子午線上ニ在ルヨリ〇〇六日早ク乙ノ子午線上ニ來レ
ハナリ

溫度ノ改
正ヲ有スル
ルニ由リ
氏ノ公式

溫度ノ改正ヲナサントセバ前記ノ式ハ左ノ如クナルヘシ

$$M = \lambda_1 - \left\{ \lambda + t(a + \frac{b}{2}) + t \left(\frac{\theta + \theta_1}{2} - \theta_2 \right) \right\}$$

式中θハ發程日差ヲ定ムル間ノ平均溫度

θ₁ハ到著日差ヲ定ムル間ノ平均溫度

θ₂ハ航行中ノ平均溫度

γハ既成ノ觀測ヨリ發見セル溫度ノ係數ナリ

其他ハ前ニ同シ

正負

凡ソ溫度ノ改正ヲナサントスルヤγノ代數的正負ニ留意スヘシ即チ日差ヲ變ス
ヘキ觀測上ノ効果ニ從テ適用スヘシ

式中諸項ノ代數的正負皆然リ

故ニ左ノ式ニ於テ

$$M = \lambda_1 - \left\{ \lambda + t(a + \frac{b}{2}) \right\}$$

諸項ニ附スル所ノ正負ノ符號ハ誤差平時ヨリ遲レ日差ノ遲差ナル經線儀ニ對シ

錨泊日差
ヲ以テ挿
間法ヲ行
フヘキ
Shadwell
ノ公式

其遲差ハ増加シ船ハ東方ニ動クモノニ適スヘキモノトス凡ソ正負ヲ定ムルニハ事實ニ鑑ミ改正後ノ効果如何ヲ省ルヨリ良キハナシ
凡ソ一端ノ地ニ於テ得タル日差ノミヲ基礎トシ他ニ改正ヲ加ヘスシテ得タル子午線距離ハ航行至短ノ場合ノ外價值ナキモノト考ヘサルヘカラス
兩端ノ地甲及ヒ丙ノ錨泊日差ヲ連合シテ其中間ニ在ル某地乙ノ位置ヲ決定スル爲メニハ日差ハ發程日差ヨリ漸次齊一ニ變シテ到著日差トナルモノト假定シ又航行中ノ一部分ニ用フル日差ハ其總體ニ用フヘキ日差ト同シカラサルモノト假定シタルコトヲ記憶セサルヘカラス

Shadwell 大佐ノ解示ニ係ル Thanks 氏ノ式ハ左ノ如シ

$$M_1 = \lambda_1 - \left\{ \lambda + (ca + \frac{c^2}{2g} \delta) \right\}$$

式中 M_1 ハ甲ヨリ乙ニ至ル子午線距離

λ_1 ハ乙ニ於ケル誤差

λ ハ甲ニ於ケル平均時期ノ誤差

a ハ發程日差

b ハ發程到著兩日差ノ差

ハ甲及ヒ丙ニ於ケル平均時期ノ日數

ハ甲ニ於ケル平均時期ト乙ニ於ケル觀測トノ間ノ日數ナリ

本章挿間ノ式ト題セル項下ニ水路部ヘ報告ノ事ヲ述ヘシカ此場合ニ於テモ甲丙ノ間ニ挿入スヘキ乙ノ位置ヲ計算セル諸元ハ須ラク共ニ報告スヘキナリ

測點間ノ距離甚タシク遠カラサルトキ海圖ノ尺度ニ要スル子午線距離測定ノ良法ハ火箭ヲ用フルニアリ經度ノ差ヲ求ムヘキ基線ノ各端ニ上陸セル測量員ハ其

懷中經線儀ノ誤差ヲ定メ本船ハ兩地ノ中央ニ在リテ火箭ヲ眞直ニ發揚シ各端ニ

於ケル該員ハ時計ニヨリ其中天發火ノ瞬時ヲ計リ記録スヘシ
普通ノ海軍用信號火箭ハ一千二百呎上昇スルハ確實ナリ而シテ克ク一千六百呎

ノ高ニ達スヘシ故ニ最高點ノ發火ハ雙方約四十哩ノ距離ニ於テ見ルヲ得ヘシ乃チ大氣清明ナル暗夜ニアリテハ七十五哩ノ基線ヲ測ルヲ得ヘシ但シ測地ノ方位

相互ニ東西ナルトキトス
然レトモ火箭ノ發火ハ此距離ニテ見ヘ難キコト屢々アリ且發火セル九子ノ火光

十分ナラサルコトナキニアラス而シテ測士海上水準面ニ在リト假定セハ火箭ノ發火ハ恰モ地平線上ニ認メラルヘシ此位置ニ於テハ火光ノ大氣中ニ放散スルコ

火箭ノ使
用

第二十四號
一千八百七十四年 軍艦 子午線距離測定報告
艦長

Seychelles ヨリ Zanzibar = 至ル
 Seychelles 測點—Hondouls Jetty, Mahé .. Lat. 4° 37' 15" S.
 Zanzibar " — 舊英國領事館園内 .. " 6 09 45 S.
 所用ノ日差——發程前及ヒ到着後ノ平均日差
 Seychelles 一月十三日ノ誤差◎ノ兩同高度ヲ用フ
 " " 十八日 " " " "
 Zanzibar 二月一日 " " " "
 " " 九日 " " " "
 航行日數ハ一月十八日午後六時ヨリ一月三十日午後四時ニ至ル
 累計日差ヲ算スル爲メノ日數一月十五日半至二月五日=20.545日

經線儀	測 士 1		子午線距離	月 日	平均溫度	月 日	平均溫度	備 考
	發日 程差	到日 著差						
A	-1.280	-1.544	1 05 04.54	一月 13	80	29	80	航行中海上平穩
B	-1.158	-1.211	05.40	14	81	30	81	汽走七日
C	-1.888	-2.849	04 59.48	15	82	31	79	帆走五日
D	+2.212	+2.026	05 05.03	16	80	二月 1	80	船首大約西
E	-2.068	-2.361	04.96	17	79	2	78	經線儀 C. H. 及
F	-4.908	-5.267	02.80	18	81	3	80	ヒ Fノ交互比較
G	+4.832	+4.864	03.40	19	77	4	81	ハ不規則ナリ
H	-2.668	-5.261	缺 算	20	78	5	80	
J				21	76	6	79	
K				22	77	7	81	
				23	77	7	81	
				24	78	8	80	
				25	75	9	81	
				26	77			
				27	79			
				28	80			

經線儀ハ C. F. 及ヒ Hヲ除キ五器ヲ用ヒキ
 平均子午線距離 測士 1 .. 1 05 04.59
 " " " " 2 .. 05.45
 " " " " 3 ..
 " " " " 4 ..
 最終平均子午線距離(等差中數) 1 05 05.0W
 " " " " 價 値

成績報告

ト大ナレハ光線終ニ測士ノ眼ニ達セス山ニ登ルトキハ大ニ此患ヲ除クヲ得又雙
 眼鏡ハ極メテ有効ニシテ雙方二十五哩ノ距離ハ此法ニテ甚シキ困難ナク測ルヲ
 得ヘシ
 子午線距離測定ノ成績ヲ水路部ニ通告スルニ際シ之ヲ同シ兩地間ニ施行セル他
 ノ成績ト比較シテ其價值ヲ定ムルニ足ルヘキ十分ナル報告タルヘキコト緊要ナ
 リ次ニ示スモノハ方今所用ノ様式トス

水路測量書卷之十五

眞方位

經緯儀法 六分儀法 磁針偏差

經緯儀及
六分儀
ヲ用フル
法

凡ソ測量ニ眞方位ノ用ナキハ殆ント稀ナリ
最モ正確ナル法ハ海岸ニ於テ經緯儀ヲ用フルニアリ唯此器ノミヲ用フルモ方位
測定ニ對シ好果ヲ得ヘシト雖モ測士二人アリテ尙六分儀及ヒ水銀盤ヲ用ヒ高度
ヲ觀測セハ一層良好ナル結果ヲ得ヘシ

三様ノ方
法

此場合ニ於テ經緯儀ハ單ニ太陽ト零標トノ間ノ地平角ヲ測ルニ用フ
方位ヲ測ルニ主要ナル方法三アリ午前及ヒ午後ニ兩同高度ヲ測ル法午前及ヒ午
後ニ大約同一ノ高度ヲ測ル法及ヒ單高度ヲ測ル法是ナリ

通常ハ單
足高度ニテ

第一法ハ多クノ誤差ヲ消去スルモノナレハ理論上一層正シク第二法モ亦頗ル良
シ然レトモ又好ク修正セル器械ヲ以テ東西窓近傍ニ太陽ノ單高度ヲ測ラハ海上
測量ニ適スル良好ノ結果ヲ得ルハ經驗ニ徴シテ確實ナリ海岸ノ測量區域廣キト
キハ前ニモ述シ如ク海圖ノ尺度及ヒ方位ハ天測位置ニヨルモノナレトモ基本タ
ルヘキ精密ノ眞方位ヲ得ルハ作業上必要ナリ

經緯儀使用者ハ細心注意シテ水準ヲ定ムルコト甚タ肝要ニシテ太陽ノ方向ニ望遠鏡ヲ据エツ、之ヲ行フナリ而シテ望遠鏡カ一垂直面内ニ運動スル精密ノ度ハ之ヲ試験セサルヘカラス何トナレハ右ノ精密ヲ缺クヨリシテ生スル誤差ヲ消去スル法ハ他ニ一モ存セサレハナリ

第一法ニアリテハ端數ナキ高度ヲ以テ太陽ヲ測ルヘシ而シテ六分儀ニ高度ヲ定メ其測士ヨリ「ストツプ」ノ聲ヲ掛ケテ經緯儀ノ測士ニ報スルモノトス

爾餘ノ法ニアリテハ經緯儀ノ測士ヨリ「ストツプ」ノ聲ヲ發シ六分儀ノ測士ハ聲ニ應シテ其瞬間ニ於ケル高度ヲ測ルヘシ

變零ノ度ヲ
トスルコト

右諸法ノ何レヲ以テスルモ良好ナル結果ヲ得ント欲セハ觀測毎ニ弧上ノ度ヲ變シテ零標ニ向ケ數回觀測シ以テ經緯儀地平弧ノ誤差ヲ消去スヘシ

太陽ノ中
心ニ改正
スル法

此眞方位觀測ノ目的ハ太陽中心ノ方位ヲ得ルニアレハ經緯儀ノ觀測ハ太陽ノ中心ト零標トノ間ニ地平ノ角ヲ測ラサルヘカラス然レトモ望遠鏡十字線ノ交點ヲ太陽ノ中心ニ密合セシムルノ難キハ明カナルノミナラス十字線ヲシテ正確ニ縱横ノ位置ヲ保タシムルモ亦難シ

若シ十字線縱横ノ位置正確ナルコトヲ得ハ單一象限ニ太陽ヲ測リ之ニ半徑ト

兩同高度
ヲ以テ方
位ヲ定ム
ル法

高度ノ正割トノ相乘積ナル改正率ヲ加ヘ中心マテノ角ヲ得ヘシト雖モ苟クモ結果ノ精密ナルヲ望マハ輕々シク之ヲ信スヘカラス

兩同高度ノ法ハ六分儀及ヒ經緯儀ノ兩器ニ對シ共ニ某高度ヲ定メ經緯儀ニアリテハ其垂直弧ヲ使用ス午前ニハ太陽ヲ望遠鏡視界内ノ下半部ニ於テ十字ノ縱線

ニ近ツキツ、アラシメ然ル後測士ハ太陽ノ周邊ヲシテ橫線ノ下ニ於テ縱線ト觸接ヲ保タシムヘシ經緯儀ノ水準正シキトキハ垂直弧ノ正切螺ニ手ヲ觸ル、ノ要

ナカルヘシト雖モ太陽ノ上邊ヲシテ成シ得ル限リ橫線ト觸接ヲ保タシメンニハ斯クスルヲ要ス而シテ水銀盤ニ於ケル太陽ノ上邊相觸接スルトキ其測士ヨリ「ス

トツプ」ノ聲ヲ掛ケ同時ニ經緯儀ノ兩正切螺ノ旋回ヲ止メ地平弧ノ度ヲ讀ムヘシ然ル後經緯儀ニハ高度ニ對スル運動ヲ與ヘスシテ太陽ヲ縱線ノ他方ニ致シ他ノ

邊ヲ縱線ニ觸接セシメ水銀盤ノ測士カ太陽下邊ノ觸接スルトキニ唱フル「ストツプ」ノ聲ニ應シテ地平弧ノ度ヲ讀ムヘシ

此ノ如クシテ太陽ヲ十字線ノ相對スル象限上ニ測ルコト第三十八圖ニ示スカ如シ
午後亦同一高度ヲ用ヒテ同様ノ觀測ヲ行フヘシ但シ下邊ヲ先ニ測ルモノトス故

兩同高度
方位法ノ
計算

ニ午前午後共ニ各二回ノ觀測ナリ此方法ニ於テハ精密ニ時ヲ取ラサルヘカラス
從テ測士三人ヲ要スルカ然ラサレハ一人ハ觀測ヲ行ヒナカラ時ヲ取ルノ煩アリ
是レ本法ノ缺點トス然レトモ吾人ノ要スル所ノモノハ至精ナル地方時ニアラス
シテ至正ナル中間時ナルコトヲ認知スヘシ
兩同高度法ノ計算ハ午前午後ニ於ケル時及ヒ地平角ノ平均ヲ得ルニアリ
若シ太陽ニ赤緯ノ變動ナクハ午前午後ニ於ケル測得地平角ノ平均ハ眞子午線ノ
方向ニ相當スル地平弧上ノ角即チ換言スレハ零標ノ眞方位ナリ然ルニ此變動ナ
キコト能ハサレハ兩同高度ヲ以テ時ヲ算スルニ用フルト相似タル改正率ヲ前記
ノ平均角ニ加減セサルヘカラス
其式左ノ如シ

$$\text{改正率} = \frac{c}{2} \text{Cosec } \frac{\text{time elapsed}}{2} \text{ Sec lat.}$$

式中 $\frac{c}{2}$ ハ兩觀測ノ間ニ生シタル赤緯ノ變化ノ二分一ナリ

此改正率ハ太陽最近ノ極ヨリ遠サカリツハアルトキハ正ニシテ之ニ近ツキツハ
アルトキハ負ナリ
實例左ノ如シ

於 Nut Δ , \oplus Pagoda Δ \approx 360. トス			
高度	時	地平角	
39°	A. M. 8 20 14	15	05 30
	" 8 23 22	15	09 15
"	P. M. 4 02 13	193	24 30
	" 4 05 20	193	28 45
			Z. K.

緯度ハ北緯三十度 午前觀測ノ綠威時ニ改正セル赤緯ハ十八度十四分北

太陽ハ北ニ向ヒテ進ム

Mean A. M. times . . .	8 21 48 ^m	A. M. angle . . .	15 07 22 ["]
" P. M. " . . .	16 03 46	P. M. " . . .	193 26 37
Elapsed time . . .	7 41 58	Mean angle . . .	208 33 59
			104 16 59

Elapsed time	3 50 59	$\frac{0}{2}$	2-15866
Var. of dec. in 1 hour	37' 44	Cosec $\frac{E. T.}{2}$	.07279
	3.85		
	18720	Sec lat.	.06249
	29952		2-29394
	11232		196" 7
	$\frac{0}{2} = 144-1440$	Cor. = 3' 17"	
		Mean angle	104° 16' 59"
			3 17
		Angle of South Point	104 13 42
		Or bearing of Pagoda	S 104 13 42 E

零トナス所ノ度ヲ種々ニ變シテ右同様ノ觀測數組ヲ行ハ、其成績至テ良好ナラ
ン器械ノ誤差ハ悉ク消去スルニ至ラサルモ其多數ハ之ヲ排除スルヲ得ヘシ
單高度法ニ於テハ太陽ヲ經緯儀望遠鏡ノ各象限ニ於テ縱線ニ切セシメ都合四回
ノ觀測ヲ以テ一組トナスヘシ
此平均ハ即チ四個ノ高度ノ平均ニ相應セル太陽中心ノ地平角ナリ
ニ方ニ於テ六分儀ニテ太陽ノ高度ヲ取リツ、アル間ニ經緯儀ニテハ太陽ノ側邊
ヲ精密ニ縱線ニ觸接シテ之ヲ保ツヘシ尙其上邊若クハ下邊ヲ成ルヘク橫線ト觸

單高度法

接セシメ十字線ノ誤差ヲ消去スヘシ
觀測ノ順序ハ何レノ象限ヨリ始ムルモ可ナリト雖モ一度定メタル順序ハ終始變
更セス以テ混雜ト錯誤トヲ豫防スヘシ
太陽ハ第三十九圖ニ於ケルカ如ク見ユルナルヘシ
經緯儀ノミニテ觀測スルトキハ縱橫ノ二線ヲシテ共ニ太陽ノ邊ニ觸接セシムヘ
キハ勿論ナリ
六組ノ觀測ヲ行ハ、甚タ良好ナル方位ヲ得ヘシト雖モ經緯儀至小ナルカ或ハ度
ノ分割宜シカラサルトキハ尙多キヲ要ス
水銀盤ニ於ケル高度ノ觀測ハ之ヲ分チ其一半ハ上邊一半ハ下邊ヲ測ルヘシト雖
モ東西圈ニ近ク太陽ヲ觀測スルトキハ高度ニ於ケル微差ハ方位ニ感スルコト少
ナキヲ以テ上邊下邊ヲ分チ測ルノ必要ヲ認メス
太陽ノ方位ハ航海天文學ノ通則(高度方位)ニテ之ヲ算シ物體ノ眞方位ハ其組合ノ
經緯儀角ヲ平均シタルモノヨリ出スヘシ
六分儀ノミヲ以テ眞方位ヲ求ムルニ當リ二人ノ測士ヲ用フレハ一層精密ナルモ
ノヲ得ヘシ即チ二人ハ高度ヲ測リ同時ニ一人ハ距角ヲ測ルナリ

六分儀法

地平角ノ計算

若シ測士一人ナラハ高度ト距角トヲ交互ニ取ラサル可カラス而シテ其首尾ノ二測ハ同種ナルヲ要ス(即チ初メ高度ヲ觀測セハ終リモ亦高度ナルヘシ)此ノ如クスレハ兩種ノ平均ハ時ニ相當シテ殆ト近似ノモノヲ得ヘシ

經緯儀ヲ利用シ得ヘキトキハ此法決シテ用フヘカラス不規則ナル測量ニ於テ船ヨリ眞方位ヲ測ルトキニノミ之ヲ適用スヘシ

經緯儀ヲ以テセハ直チニ地平角ヲ測リ得ヘシト雖モ六分儀ヲ以テシタルモノハ之ヲ計算セサル可ラス

物體ノ選ヒ方ハ其物體ト太陽トヲ接スル線地平ト二十度以上ノ交角ヲ爲サ、ル様ナスヘシ此交角ハ小ナルニ從テ愈可ナリトス交角小ナレハ觀測ニ微差アルモ其影響大ナラス太陽ヲ離ル、コト九十度以上ノ物體ヲ選フトキハ此條件ヲ満足スルコトヲ得ヘシ但シ此時太陽ノ位置ハ東西圈ニ近ク其高度亦比較的低カルヘキハ勿論ナリ

茲ニ二ツノ場合アリ第一ハ方位ヲ取ルヘキ物體地平ニ在ルトキ第二ハ其物體山巔ノ如ク或ル高ヲ有スルトキナリ

先ツ第四十圖ニ示スカ如キ象限弧三角形ヲ解クヲ要ス

二ツノ場合

地平ニ在ル物體

此圖ニ於テZハ頂點Sハ太陽Oハ地平ニ於ケル物體ナリ

ZOハ90°ニシテZSハ視頂距OSハ測得距角ナリ以テONS即チ所要地平角ヲ求ムル式左ノ如シ

$$\cos \text{地平角} = \cos \text{距角} \times \sec \text{視高度}$$

例 物體ハ地平ニ在リ測士二人
六分儀及ヒ水銀盤ヲ用フ

一千八百八十一年六月一日第四測量船北緯四十度二十六分十五秒東經二十八度零分ニ於テ測地ノ平時七時二十四分ニ測得高度三十三度十三分五十分同時ニ太陽右邊Oト其右方地平ニ在ルPine△トノ距角八十四度二十六分二十秒ヲ測得シタリ此時六分儀ノ器差負三十五秒及ヒ零秒ニシテ眼高二十呎ナリ

M. Time Pl.	7 24 ^m	☉'s dec. 1st.	22° 6' 59" 6 N
Long. in T.	1 52		2 08
G. D. 31st.	17 32	Corrected dec.	22 04 51.6
" Ist.	-6 28	Pol. dist.	67 55 08
Obs. alt.	30° 13' 50"	Var.	20.0
I. E.	-35		6.4
	30 13 15		800