32-32

320-~~61~~ 60

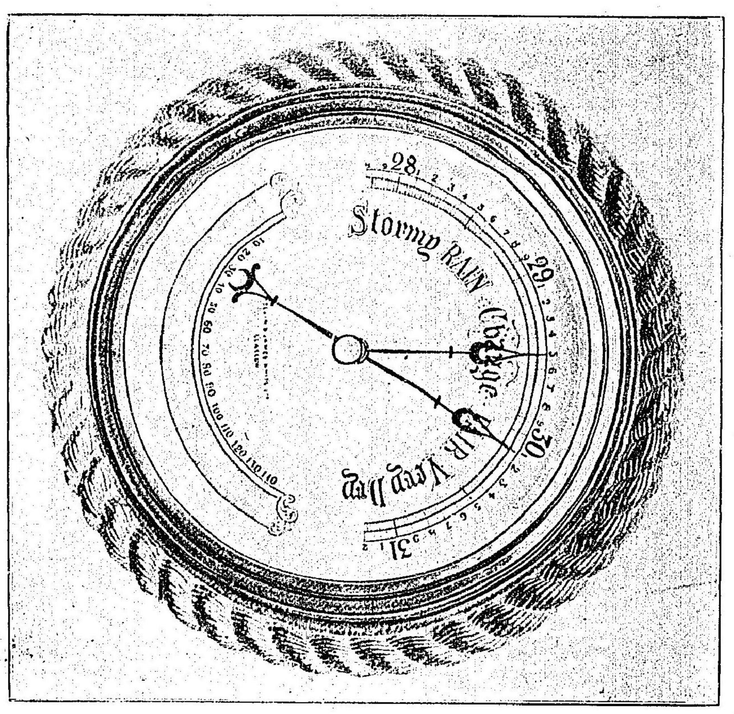
商船學校教授 本多千代雄校閱
船長 萩野道二
小堀正男 共著

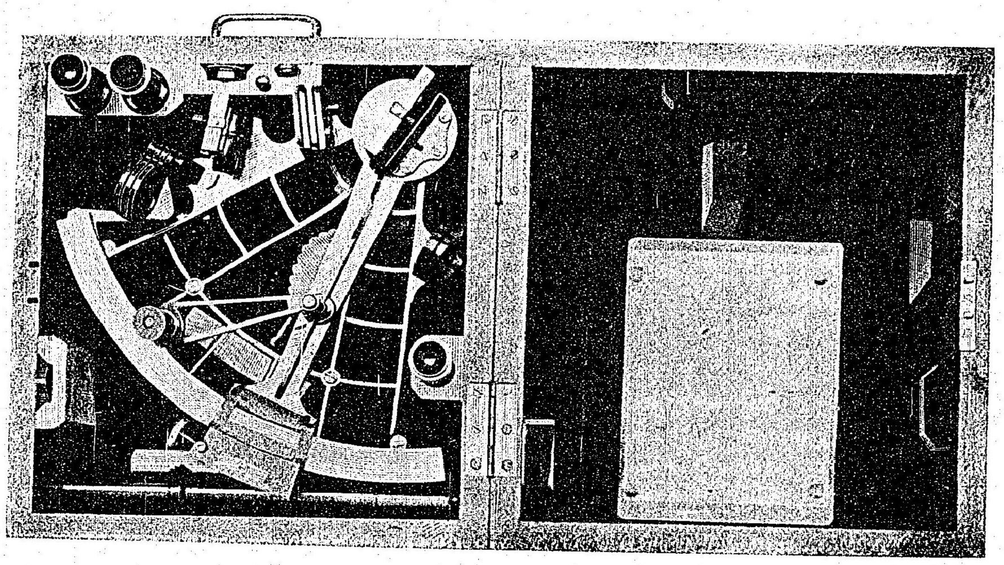
航海術教科書 測器詳解

下卷

東京 博文館藏版

明治 43. 1. 27 内交


Stormy RAIN
Change
Very Dry
28
29
30
31



航海術教科書

測器詳解 下卷

目次

第一章 六分儀……一
第一節 六分儀の構造……二
第二節 名稱の由來及構造の原理……五
第三節 太陽の高度を測る法……一一
第四節 星の高度を測る法……一五
第五節 距度測定法……一六
第六節 六分儀矯正法……一七
第七節 測器差檢定法……二二

第八節　中心差……三二
第九節　彩玻璃誤差……三六
第十節　六分儀使用の心得……三七
第二章　人工水平儀……四三
第一節　人工水平儀の構造……四三
第二節　人工水平儀使用心得……五〇
第三節　人工水平儀据付法……四五
　　を測る法……四六
第四節　人工水平儀を用ひて天象の高度
第三章　三杆分度儀……五五
第一節　構造……五六

第二節　使用法……五九
第三節　使用上の注意……六八
第四節　構造の原理……七一
第五節　三杆分度儀の特長……八二
第四章　經線儀……八六
第一節　經線儀の構造及部分の名稱……八七
第二節　機關部の構造及働作……九一
第三節　經線儀の種類……一〇二
第四節　經線儀の指示時……一〇三
第五節　經線儀運搬法……一〇四
第六節　船内に備ふべき經線儀の數……一〇六

第七節　船內備付の位置選定及備付法……一〇七
第八節　經線儀を捲く方法及注意……一一六
第九節　測時法……一二三
第十節　經線儀の誤差……一二四
第十一節　誤差檢測法……一二八
第十二節　經線儀比較法……一四五
第十三節　經線儀日誌……一五一
第十四節　經線儀取扱に關する注意……一五四
第十五節　經線儀購求に關する注意……一五九
第五章　晴雨計……一六二
第一節　舶用晴雨計の種類及名稱……一六五
第二節　水銀晴雨計……一六五
第三節　水銀晴雨計觀測法……一七〇
第四節　晴雨計の示高の變化……一七七
第五節　船內に据付くる水銀晴雨計位置の選定……一八二
第六節　水銀晴雨計運搬に關する注意……一八五
第七節　空盒晴雨計の構造……一八六

下卷目次 終

航海術教科書

測器詳解 下卷

商船學校教授 本多千代雄校閲
船長 萩野道二
小堀正男 合著

第一章 六分儀（スタント）

天象觀測に使用する器械は其種類甚だ多しと雖、常に動搖して平靜ならざる船舶上に在りては固定裝置の器械は使用に適せざるものなり、然るに獨り六分儀のみは船舶の動搖するときと雖、良く天象、地物の觀測に使用することを得

べし、之れ此器具の航海上必須缺く可からざるものとして航海者に賞用せらるゝ所以なり、されば苟くも航海者の班に列せんと欲するものは先づ六分儀構造上の原理及其使用法等を熟知し、之に依りて天象・地物の高度・距度等を迅速且つ正確に觀測することに習熟せざる可からず

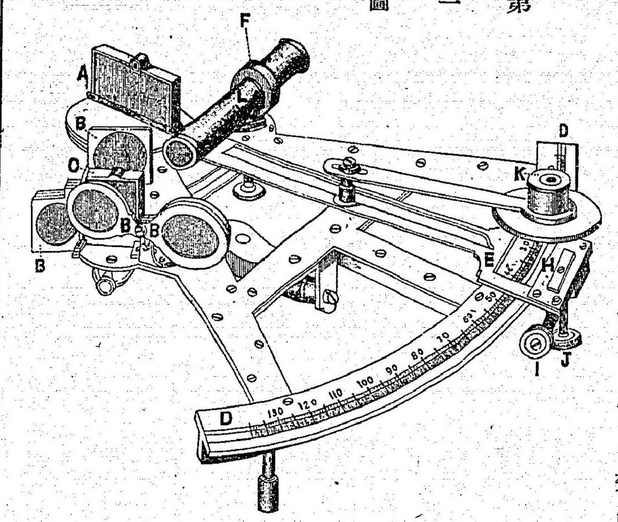
第一節　六分儀の構造

六分儀の構造及部分の名稱は第一圖に示すが如くにして、之を詳說すれば左の如し

(一)、DD(アーク)は弧にして全長を百二十個に區劃し一個區劃を一度とし一度を更に六個に區劃し其一個を十分づつとす。

(二)、A(インデックスグラス)は動鏡にして器械の表面に垂直に立ち鏡は其中央

第一圖



游標 Vernier.

游標杆 Radius Rac.

水平鏡 Horizon Glass or Fixed Reflector.

を軸として回轉し得る裝置なり。

(三)、H(バーニヤ)は游標にして分秒を精密に讀むが爲めに使用す。

(四)、AEは游標杆にして一端は動鏡に接し他の一端には游標を附し此の鉾を進退して動鏡に所要の傾斜を與へ以て高度・距度を測るの用に供す。

(五)、C(ホライゾングラス)は水平鏡にして器

械の面に垂直に固定し下半は水銀を塗り上半は透明なり。

(六)、Bは彩波璃（カラードシエーズ）にして動鏡の前面に在て太陽の光線を緩和する爲めに使用す、Bは同じく水平鏡の透明部より光輝強き天體を直視する際に用ふ。

(七)、Lは望遠鏡（テレスコープ）にして重環（カラー）Fの母螺に挿入して用ふ、望遠鏡に四種あり長筒（ロングテレスコープ）は精測に用ひ、短筒（ショートテレスコープ）は比較的精測を要せざる場合に使用す漏斗形のものは星鏡（スターテレスコープ）と稱して星晨の觀測に使用し空筒（ショートテレスコープ）は近距離の測角に用ふ。

(八)、Iは正切螺（タンジェントスクリュー）にして弧の正切（タンジェント）の位置に着け游標の裏面にある固定螺（クランプスクリュー）Jを締めて後ち游標を僅か許り進退せしめんと欲するときに使用す。

彩玻璃 Coloured shades.
望遠鏡 Telescope.
重環 Collr.
長筒 Long Telescope or Inverting Telescope.
短筒 Short Telescope.
星鏡 Star Telescope.
空筒 Short Tube.
正切螺 Tangent Screw.
固定螺 Clump Screw.

顯微鏡 Microscope.

名稱の由來及構造の原理

(九)、Kは顯微鏡（マイクロスコープ）にして讀度に際し視力を補助し分秒を精密に讀むために使用す

第二節　名稱の由來及構造の原理

六分儀なる語は羅甸語のSEXTANTS即ち圓周の六分の一なる語に由來す、然れども實際六分儀に就て其度盛りを檢すれば百二十度即ち圓周の三分の一迄の弧角を測度することを得べきを以て其名實相副はざるを怪む者尠しとせず、然れども若し這般の疑惑を抱懷するものあらば自ら六分儀の弧（アーク）を檢するを可とす、弧は其大さより云ふときは僅に圈の六分の一に過ぎずと雖、之を百二十個に區劃し其一個區劃を六分儀の一度となすが故に結局百二十度迄の角度

を觀測することを得べし、蓋し是れ光學上の原理の依て然らしむるところなり。

入射角と反射角との常に相等しきことは光學上の原則に依りて明かなり、今Iを動鏡Hを水平鏡と假定し、Bを天象とせばBより發輝するBIなる光線はIなる鏡面に入射し更にIよりIHの方向に反射し、水平鏡のHに入り再びHEの方向に反射すべし、EHE

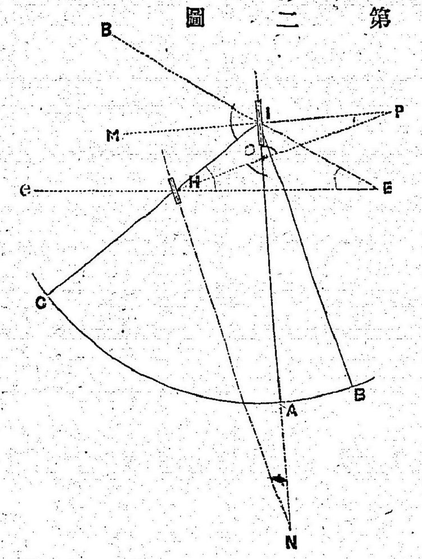
Eを測者の眼とし、EHEを觀測者の眼より水平に畫きたる一線とし、又MIPをI鏡面に垂直なる一線とし、HPをH鏡面に垂直なる一線となすときは

∠BIM＝∠MIH 及び ∠IHP＝∠EHP

なりBIを延長してEに於てEH線に合せしめ、且二鏡面の線

を各延長してNに合せしむ、然るときはBEH角はBなる天象の高度にしてN角は動鏡の傾斜の度を表はすへし、而して∠N角は∠BEH角の二分の一に相當することは次の算式に依りて明かなり。

第二圖



∠IOP＝∠HON
∠PIO＝∠OHN共に直角なり
∴∠N＝∠P
∠BIH＝∠IHE＋∠E
∴½∠BIH＝½∠IHE＋½∠E
∠MIH＝∠IHP＋∠P
∴∠IHP＋∠P＝∠IHP＋½∠E
（故に∠IHPを双方より減すれば）
∠P＝½∠E
∴∠N＝½∠E

故に六分儀の弧は圓の六分の一即ち六十度なるにも拘はらず其二倍即ち百二十度に區劃せる所以なり。

此の如く弧を百二十個に等分して一區劃を一度と定め、更に一個區劃を六個に分割し各十分迄を本弧に於て讀み得れども、測角が二個の區劃線の中間に相當するとき卽ち十分以內の端數なるときには弧上の角度のみにては精密に讀み難きを以て茲に初めて游標の必要を生ずるに至るなり。

游標は啻に六分儀に限らず、總て劃度したる測量器械には概ね附着しありて劃度數の奇零以下を精密に知ることを得せしめんが爲めに設けたるものにして其の構造の原理は次の如し。

第三圖に於てDLを弧の一部分としTVを之れに沿ふて自由に移動する游標とせよ、而してLを弧上一個の區劃に相當する長さとす。

今此の一區劃をn個に細分したると同樣に讀み得るやうになさんと欲せばDL上の劃度の數nより一個減じたるも即ち$n-1$個に等しくMNを取り之をn個に等分すべし、然るときは其の一個は游標一劃度の長さにして之をvと命名せば

$$(n-1)\mathrm{L}=nv$$

$$v=\frac{n-1}{n}\mathrm{L}$$

$$\therefore \mathrm{L}-v=\mathrm{L}-\frac{n-1}{n}\mathrm{L}$$

$$=\frac{n\mathrm{L}-(n\mathrm{L}-\mathrm{L})}{n}$$

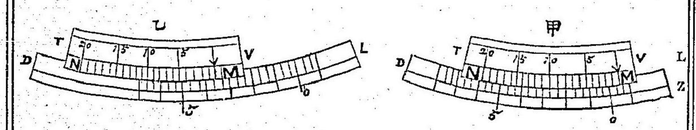
$$=\frac{n\mathrm{L}-n\mathrm{L}+\mathrm{L}}{n}$$

$$=\frac{\mathrm{L}}{n}$$

$$=$$

餘弧上 On the Arc.
本弧上 On the Arc.

第三圖



即ち本弧の一劃度Lと游標一劃度Vとの差は本弧の一個區劃をn個に等分したるものに等しくして、之れ六分儀に於ける讀度の最小限なり。今第三圖に於てLは二十分にしてNは二十なり、故にL－N即ち最小限は一分なり、又本弧に對する游標の位置は(甲)に在ては餘弧上三十分の角度を讀み乙に在ては本弧上三度三十分の角度を讀む位置にあり。

現今多く使用する六分儀の本弧は十分毎に劃度しあるを普通とす、而して之に附着せる游標の長さは此の劃度の數百十九個に等しくせるものなり、即ち游標の長さは本弧に於ける劃度

の數百二十個に比すれば一個少なくして之を百二十等分すれば前に證明したる算式に依りて五秒迄讀むことを得べし、然れども餘り細微に過ぐるときは明瞭を欲くを以て奇數の劃線を省略し、恰も六十等分したると等しく最小限を十秒とせり。

六分儀の度盛りは以上說述したる原則及方法に依りて刻みたるものにして精確に高度距度等を測定し得れども、之が使用者は常に本弧及游標上の度數及其奇零以下迄を一見容易に讀み得るやう充分練習し置くにあらざれば迅速なる觀測を行ひ以て精確なる結果を得んこと困難なり。

第三節　太陽の高度を測る法

海上に在りて太陽の高度を測定せんと欲せば游標桿（インデツキス）を零に置き固定螺を締め、動鏡（インデツキスグラス）及水平鏡（ホライゾングラス）に彩玻璃を裝置し六分儀の握柄を右手に持ち太陽の直下に當る水平線に面して立ち、六分儀を垂直に測者の眼の高さに把持し、右眼にて重環（ヲー）を通じて太陽を透視しつゝ左手を以て固定螺を少しく緩め游標桿を徐々前方に移動し、太陽の影を漸次水平線に近づかしめ、而して影が將に水平線に接せんとする頃、固定螺を締め六分儀を少しく左右に動かしつゝ正切螺を旋回して太陽の下緣を正しく水平線上に接觸せしむべし、斯くして弧及游標上の示度を讀まば之れ即ち其瞬時に於ける太陽の下緣高度（オブサーブド、ヲルチユード、ヲブ、ゼ、サンス、ローアリム）なり。

以上の方法は單に肉眼にて透視したるものなれば精密な

る觀測とは云ひ難く、唯天象の影を水平線に近づくる爲めの練習に過ぎず、故に一層精密なる高度を得んとするには先に述べたる如き方法にて太陽の下緣を略ぼ水平線に接觸せしめたるとき固定螺を締め、重環に望遠鏡を螺入し、再び水平線を視て正切螺を旋回して影を水平線に正しく接觸せしむべし、然るときは太陽の影象は望遠鏡の力に依りて擴大せらるゝるを以て一層精密に接觸せしむることを得べし、但し此の如く太陽を直視する方法によるときには太陽の强烈なる光輝の爲めに視力を害ふの恐れあるを以て兩鏡とも濃厚なる彩玻璃を使用し以て視力を傷けざるやう充分に注意することを要す。

以上說述したるは觀測法の初步に過ぎず、故に漸次熟練し

たる曉には如上の手段に依らずして始めより重環に望遠鏡を裝置し、太陽を直視する代はりに直下の水平線を透視したるまゝ游標杆を動かして太陽の影を水平線上に接觸せしむることに習熟すべし、數回の連測を要するとき又は斷雲飛散して時々僅かに太陽を見ることを得るが如き際には最も迅速に觀測するを要す、然らざれば遂に機を失する場合多し。

觀測に要する時間を節約する方法としては豫め望遠鏡を測者の視力に適合するやうに目測にて高度を推測することをも可とす、又測者は常に目測にて高度を刻み置くを練習すべし、然るときは觀測時に當り豫め游標杆を推測高度の位置に假定し置き容易に水平線に影を接觸せしむることを得べければなり。

第四節　星の高度を測る法

先づ游標を零に置きて固定螺を締め、右手に六分儀を持ち、測らんとする星の直下に當る水平線に面し母螺を通して星を覗き、左手に固定螺を少しく緩めて游標杆を前方に移動し、動鏡に映ずる影を徐々水平線上に導き略ぼ水平線に接せんとするとき固定螺を締め、母螺に漏斗形望遠鏡を螺入し、再び水平線を注視しつゝ六分儀を少しく左右に傾け正しく水平線に接觸し居るや否やを檢し、若し接觸正しからざるときは正切螺を旋回して精密に觸接せしむべし。此の方法に從ふときは星を見誤まるの憂なきを以て星晨

の觀測には最も適當なりとす。

第五節　距度測定法

二個の物體又は天象の距度を測定せんと欲せば六分儀の面をして二個の物體を連結したる想像線と平行せしむるやうに持ち游標杆を零位に置き、母螺と水平鏡を透視して一物體を直視し、游標を動かして他物體の影を精密に重復せしむべし、但し測らんとする二個の天體若くは物体に明暗の差あるときは幽微のものを直視し、明瞭のものを動鏡より反映せしむべし、若し幽微なる方が右にありて普通の方法にて測り難き場合には六分儀の面を下方に向けて測定すべし。

第六節　六分儀矯正法

第一　動鏡は器械の面に垂直ならざる可からず。

先づ游標杆を弧の中央即ち約六十度の所に置きて固定螺を締め、動鏡の方を手前にして動鏡に映ずる弧の影と眞の弧とを斜に見るべし、眞影兩弧の接續一直線をなさば動鏡は器械の面に垂直にして矯正を要せず、若し弧の影が眞の弧より下方にあるときは動鏡は後方に傾き居り、之に反して弧の影が眞の弧よりも上方にあるときは動鏡は前方に傾き居るものと知るべし、此の如く動鏡が何れかに傾き居る場合には動鏡背面の矯正螺に依りて矯正すべきものなれども精良なる六分儀には此の矯正

を要すること甚だ稀れなりとす、然れども若し此種の矯正を必要とする場合には須く器械師に托して之を矯正せしむるを可とす。

第二 水平鏡は器械の面に垂直ならざる可からず。

先づ重環に望遠鏡を嵌入し游標を本弧零度の近傍に置きて固定螺を輕く締め、六分儀を垂直に持ち太陽或は星を透視し、正切螺を旋回して游標杆を少しく進退し、眞象と影とを全く重複せしめ、六分儀を僅かに左右に傾くるも何れの緣も左右に出ることなきとき、或は水平線を透視し六分儀を左右に殆んど水平に近き迄傾くるも眞の水平線と鏡面に映ずる水平線の影と一直線をなして高低なきときは水平鏡は六分儀の面に垂直にして矯正を

要せず、然れども影若し實物より低ければ鏡は前方に傾き、又影が實物より高ければ鏡は後方に傾き居るを以て該鏡に付屬せる矯正螺子に依りて矯正するを要す。

視軸線 Line of Collimation.

第三 望遠鏡の視軸線（ラインオブコリメーション）は六分儀の面に平行ならざるべからず。

望遠鏡の視軸線は六分儀の面と平行ならざれば測りたる角度に誤差を生ずべし、之が矯正法としては先づ重環に長望遠鏡を嵌入し內部にある井の字形鋼線を六分儀の面に平行ならしめ、然る後九十度以上隔りたる二個の天象（太陽と太陰若くは太陰と星晨）を六分儀の面に近き鋼線上に於て相接觸せしめ直ちに六分儀を少しく動かして他の鋼線上に接觸を移すべし、而して尙ほ以前の如

く正しく接觸して變ずることなくんば視軸線は六分儀の面に平行にして矯正を要せざるなり、若し然らずして相離隔せば望遠鏡の先端下向し、重複すれば先端上向し居るが故に重環にある小螺子に依りて矯正するを要す而して此の矯正の完全ならざるときは測りたる角度は常に多大に失するものなり。

第四 游標の零と本弧の零と正しく一致したるとき、動鏡の面と水平鏡の面とは平行ならざる可からず。

先づ重環に望遠鏡を嵌入し、游標の零を本弧の零に正しく合はせて固定螺を締め六分儀を垂直に持ちて太陽又は星等を見るべし、斯くして眞象と影と全然重複して互に緣の上下に出づることなきとき、又は水平線を見て眞

の水平線と影と正しく一直線に見ゆれば兩鏡は正しく平行して矯正を要せざるなり、然れども若し眞影一致せずして其差多大なるときは水平鏡に附着せる水平矯正螺子を伸縮して矯正するか、或は其差微少なるときは矯正を施さず唯其差の若干なるかを測り、之を測器差（インデックスエラー）と名付けて觀測高度又は距度に加減すべし。

以上說述したる第一乃至第四の矯正法によれば何人も容易に六分儀の矯正を行ひ得るが如く思考せらるれども、實際は最も熟練せる測者にあらざれば完全に其目的を遂ぐること至難なり、故に初學者が猥りに矯正螺子を動かさんか遂に之を毀損し復た其用をなさざるに至らしむるを以て、自ら矯正を施すよりは單に誤差を測定し置きて之を測

角度に加減するに止め、誤差若し多大なるときには專門の器械師に托して完全なる矯正を施すを安全なりとす、而して矯正法を練習せんには別に其用に充つる爲め安價の六分儀を購ひ之に依りて實驗を積むを宜しとす。

測器差檢定法

第七節　測器差檢定法

測器差（インデックスエラー）は前節第四矯正の項に於て說述したるが如く游標の零度と本弧の零度とを正しく一致せしめたるとき動鏡と水平鏡と平行せざるときに生ずる誤差にして、畢竟本弧に於ける劃度の基點即ち本弧零度の位置正しからざるに基因し、特に精巧なる六分儀を除きては殆んど多少の測器差を有することは免れざるものとす、故に日常觀測を行ふ

弧外 Off the Arc.
弧内 On the Arc.

に當りては觀測時の前後に必ず測器差の檢定を怠るべからず。

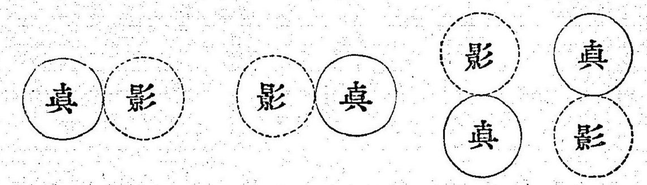
測器差を檢定するには(一)天象に依る法、(二)水平線に依る法を普通の方法とす。

第一　太陽の直徑を測りて測器差を檢定する法

太陽の高度二三十度以上なるときは長望遠鏡に「アイピース」を裝置し之を重環に螺入し游標の零度を本弧の零度の右方約三十分の所に置きて固定螺を輕く締め六分儀を垂直に持ち正切螺を旋回して太陽の眞象と影とを第四圖甲眞、影の如く精密に接觸せしめ、本弧の零度右方に分秒を讀み之を紙片に記載し(十)記號を配し且弧外（チフセアール）と附記し、次に固定螺を緩めて游標の零度を本弧零度の左方約三十分の處

第四圖

甲 乙 丙 丁



に移動し輕く固定螺を締め正切螺を回轉して同圖乙影眞の如く太陽の眞象と影とを精密に接觸せしめ本弧零度の左方に分秒を讀み、先きに記したる讀度數の下に記し之に(一)の記號を配し且つ弧內(オンゼアーク)と附記し兩者の差を求め之を二除して其商に大なる數と同一の記號を配して所要の測器差となす。

太陽の高度二三十度以下なるときは其直徑を水平に測るべし、何となれば高度低きときは氣差は太陽の上邊よりも下邊に感應すること多大なるが故に之を垂直に測

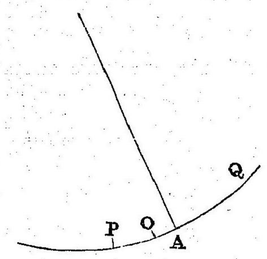
らば太陽の眞の直徑よりも小なるものを得るが故に正確なる測器差を檢定すること不可能なればなり。

故に斯る場合には六分儀の面を上にして水平に持ち第四圖丙眞影の如く接觸せしめて弧外に於て讀度し之に(十)符を配し、次に同圖丁影眞の如く接觸せしめて弧內に於て讀度し之に(一)符を配し、先きに述べる方法に依りて差の二分の一を以て所要測器差となすべし。

太陽の直徑を測りて測器差を檢定するには太陽の眞象と影とは最も精密に接觸せしむることに注意すべし、而して接觸に過誤なきや否やを檢せんには弧內及弧外の兩回讀度の和を四除すれば之れ即ち太陽の半徑に相當すべきものなるを以て之を航海曆に記載せる當日の太陽の半徑と

比較すれば容易に觀測の正否を判別することを得べし。太陽の直徑を測りて測器差を檢定する方法は茲に述るが如くなれども、此の檢定法の由り來る所以を示さば次の如し。

第五圖



第五圖に於てOを本弧の零度の位置とし、Pを零度の左にて測りたる分秒とし、Qを零度の右にて測りたる分秒とすればPQの中間Aに游標杆を置くときは太陽の眞影恰も合一すべし、然るに基點即ち零度の位置はOなるが故にQの分秒はOQにしてPの分秒はOPなり、此の基點Oより太陽の眞影合一する點Aまでの距離即ちOAは測器差なり。

$$OP==a,\ OQ=b,\ とすれば\ OA=測器差なり$$

$$AP=AQ$$

$$AP=OP+AO=a+x$$

$$AQ=OQ-OA=b-x$$

$$\therefore\ a+x=b-x$$

$$2x=b-a$$

$$\underline{\underline{x=\tfrac{1}{2}(b-a)}}$$

斯の如くOQ若しOPよりも大なるときは測器差OAは測度の角に加ふべきものなり、何となれば劃度の基點はOに在るが故に測度の角はOより起算したる分秒なり、然るにAは眞象と影と合一するの點即ち眞正基點なるが故に之をAよりの分秒に改むるにはOAを加へざるべからず、故にOより右にて測りたる分秒には(+)の符號を配し、左にて測りた

る分秒には(一)の符號を配する所以なり、若し二回共に零度の左方にあるか、又は共に右方にあるときは其和を求めて之を二分したるものが測器差となるべき理なり、然れども實際此の此き測器差を生ずる六分儀は專門の機械師に依囑して矯正せしむるにあらざれば精確なる觀測に使用すること能はざるべし。

測器差算出法例題

(一)太陽の直徑を測り弧内(テンゼアーク)にて三十二分三十秒を得、弧外(テフゼアーク)にて三十五分を得たり測器差は幾何なりや

弧内 −32′30″
弧外 +35 0″
2)+2′30″
+1′15″

(二)太陽の直徑を測り弧内(テンゼアーク)に三十四分を得、弧外(テフゼアーク)に三十分を得たり測器差は幾何なるや

弧内 −34′ 0″
弧外 +30′ −0″
2)−4′ 0″
−2′ 0″

(三)太陽の直徑を測り二回共弧内(テンゼアーク)に於て六十四分三十秒と二分三十秒とを得たり測器差は幾何なりや

弧内 −64′30″
弧内 −2′ 30″
2)−67′ 0″
−33′30″

(四)太陽の直徑を測り二回共弧外(テフゼアーク)に於て六十五分四十秒

及一分二十秒を得たり測器差は幾何なりや

弧外 +65′40″
弧外 +1′ 20″
2)+67′ 0″
+33′30″

第二 恒星に依りて測器差を檢定する法

游標の零度と本弧の零度とを精確に一致せしめて固定螺を締め六分儀を垂直に持ち、撰定したる恒星を觀望し、恒星の眞象と影と全く重複して見ゆるときは測器差は零なり、若し眞象と影と一致せざるときは正切螺を旋回して精密に重複せしめて讀度すべし、而して度數が本弧の零度より右即ち弧外にあれば測器差は正(+)にして、左即ち弧內にあ

れば測器差は負(−)なり。

第三 水平線に依りて測器差を檢定する法

恒星に依りて檢定するときと同一の方法にて水平線を見透し眞影一直線なるときは測器差は零にして、若し何れか高低あるときは正切螺を旋回して一致せしめ測器差を檢定し記號を配すること亦前法の如くすべし。

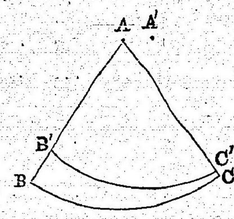
測器差は以上の方法中其何れによるも檢定し得べしと雖最も精密にして且つ正確なるを太陽の直徑を測る方法とす、而も此方法は檢定の結果を航海曆記載の太陽の半徑と比較し其正否を確むるの便あるを以て可成此方法に依りて測器差を精測し、急を要するとき若くは太陽を見ること能はざる塲合には他の二法に依ることとなすべし。

中心差
Centering error

第八節　中心差（センターリングエラー）

第六節第一乃至第四の矯正を完成し測器差を檢定したりとするも尙測角に誤差なしと謂ふ可らず、何となれば六分儀には以上說明したるもの、外、別に中心差なるもの、存在することあればなり。

第六圖



中心差とは主として(一)游標杆の旋回の中心點即ち軸心が本弧の中心點と一致せざることに起因し、及び(二)本弧の劃度不整一なること、(三)氣溫の變化或は擊打を與へるが爲め六分儀要部に變形を來したるとき等に基因する一種の誤差を謂ふ。

中心差の檢定

第六圖に於てAを游標杆の旋回の軸心とすればBCは六分儀の弧なり、然るに若し軸心AがA'に移動し居るとせばA'に對する本弧はBCにあらずしてB'C'ならざる可からず、故にA'を軸心としてBCを本弧とせるが如き六分儀にて測定したる高度若くは距度は正しからざるものなること明瞭なるべし、之れ中心差を檢定して測度の修正を要する所以なり。

故に中心差は普通の測器差以外の誤差なることを了解し別に檢定することを要す、特に精密なる觀測を要する場合、假令ば經線儀經度法によりて經線儀の誤差を發見せんと欲する場合の如きは中心差の影響すること多大なるべし。中心差を檢定し自ら六分儀を矯正することは至難の業な

るを以て中心差の存在を認めたる六分儀は之を專門の觀測所(假へば「キュー、チブザーベートリー」の如き所)に依囑して檢定を請ふべし、今測者自身にて施し得べき一二の檢定法を說明すれば次の如し。

第一 六分儀を以て二個の星の距度を測定し、之を同時に準基六分儀(觀測所最近の檢定に依り精確なりと保證せられしものを云ふ)にて測りたる同一距度と比較して中心差の有無を知るべし。

第二 二恒星間の距度を測りて眞距度に改算し之を同星の赤緯、赤經に基きて算出したる天體位置によりて得たる距度と比較して其差を求むべし。

第三 人工水平儀を用ひて天頂の南及北に在て殆んど同

一なる高度を有する二個の恒星の高度を測り、之によりて算出したる各緯度の差を二分したるものは該高度に對する中心差なり、而して極面の星より得たる緯度が赤道面の星より得たる緯度よりも大なるときは其中心差は負(−)にして小なるときは正(+)なり。

第四 測者所在地の緯度正確に判明せるとき人工水平儀を使用して天象の子午線高度を觀測し之を眞高度に改正し、此の高度と該天象の赤緯等に基きて算出したる子午線高度とを比較し、其差を以て該高度に對する中心差となす、而して計算に依る子午線高度が觀測せし眞高度よりも大なるときは其符は正(+)にして小なるときは負(−)なり。

如上の諸法に依りて中心差の分量を知ることを得べしと

雖中心差は高度、距度の高底多少即ち弧の各部分に從ひて變化するものなるを以て弧の各部即ち種々なる高度又は距度を測りて檢定せざる可からざることを記憶すべし。

彩玻璃誤差 Shade error.

第九節 彩玻璃誤差

動鏡及水平鏡に附屬せる各彩玻璃の表裏兩面は平行ならざる可からず、若し平行ならざるときは光線に屈折を生じ之を使用して得たる測角度は誤りあるものなり、此誤差を彩玻璃誤差と謂ふ。

彩玻璃の正否を檢せんと欲せば各彩玻璃に順次ABCDの如き番號を假に附し、任意の一個を裝置して天象の高度を觀測し之を紙片に手記し直に望遠鏡に「アイピース」を螺

入し彩玻璃を使用せずに高度を觀測すべし、然るときは此の二回高度の差は即ち彩玻璃使用に起因する誤差なり、此の方法に依り順次彩玻璃の番號に從ひて數回の觀測を行はば各種の組合はせに對する各誤差を檢定し得るものとす、但し此檢定に際しては彩玻璃を使用して爲す觀測と「アイピース」を使用して爲す觀測とに間合なきやう迅速に行ふことに深く注意すべし。

六分儀使用心得

第十節 六分儀使用の心得

檢定證明を經たる精良なる六分儀は其取扱に充分の注意を拂はゞ再び矯正を要すること稀れにして不注意の取扱を爲すときは屢々矯正の必要起り數回の矯正は遂に矯正

螺子等に弛緩を生すべし、故に日常其取扱に多大の注意を加へ成る可く矯正の必要を來たさざるやう心掛けざる可からず、今六分儀使用に關する注意を列記すれば次の如し。

一、六分儀を手にするには握柄（ハンドル）又は框（フレーム）を持ち、決して鏡又は弧等にて保持す可からず。

二、弧及游標の劃度せる部分には手を觸れ、又は呼吸を吹き掛く可からず。

三、望遠鏡を重環に螺入するには望遠鏡を垂直の位置に於てし、螺入するにも望遠鏡自體の重量以上に強度の力を加ふ可からず、然らざれば螺條を損じ透視線に差を生すべし。

四、人工水平儀を使用して精測を行ふとき、又は測器差

の檢定を行ふときには成る可く彩玻璃を使用せずして「アイピース」を使用すべし、然らざれば若し彩玻璃に缺點ある場合精密なる觀測を遂げ難し。

五、高度、距度を測らんと欲するときは先づ正切螺を檢し一方に偏せざるやう約中央に置き進退共に自由ならしむべし、若し使用中正切螺の旋回に澁滯を感ずることあらば直ちに旋回を中止して之を檢し、決して無理に力を加ふるが如きことある可からず、

六、角度を測るには兩物體の接觸は必ず視域（フィールド）の中央に於てせしむべし、然らざれば測角度多きに過ぐべし。

七、六分儀の分度を讀むには常に游標杆の方向より光線を受け、劃度線の直上より瞰下すべし、然らざれば

讀度に誤差を生ず。

八、 六分儀は成るべく日光に暴露する場所に放置するが如きことを避くべし。

九、 六分儀を使用したる後は必ず清潔にして柔軟なる羚羊革（カモアスレザー）を以て極めて輕く弧及鏡面を拭ひ、決して「ハンカチーフ」等を用ふ可からず、之れ鏡面に濕氣を存するときは水銀を損ずること速かなればなり、然れども之を拭ふに壓力を加ふることを嚴禁すべし、之れ鏡の調整を紊すの虞あるを以てなり、又水平鏡に塗りたる水銀の上部は最も剝落し易きを以て手入の際は特に注意を加ふべし。

十、 人工水平儀を使用する際には特に注意して弧及游

羚羊革 Chamois leather.

標に水銀を觸れしむべからず、若し過て弧に觸れ曇りを生じたる場合と雖決して研くことを爲さず單に少許の橄欖油に油煙を混じたるものを以て輕く拭ひ然る後之を淸拭すべし。

十一、 弧、正切螺、及び游標の裏面には時々少量の油を加ふれば其滑動を容易ならしむ、されども其際鏡面に油を附着せしめざるやう深く注意すべし。

十二、 六分儀を函に格納するには游標桿を弧の約中央に置き、且つ其遊動を止むるに足るべき程度に固定螺を締め確實に正位置に安置し、函を蓋ふに當りては各部支障なきや否やを檢したる後靜かに蓋を置くべし。

十三、 六分儀を運搬するに當りては他物に接觸せしめざるは勿論、激動を與へざるやうに注意し、旅行等の場合には可成自ら之を携へ、猥りに其取扱上の心得なき者等に托すべからず。

十四、 六分儀は使用上最も注意を要するものなるのみならず、他人をして使用せしむるときは各人の習癖に依りて誤差を生じ易きを以て決して他人に貸與す可からず。

十五、 六分儀は決して抽出し等に格納することなく、必ず自が船室の隔壁に棚若くは框を特設し、船體動搖の爲め位置を變し又は墜落するが如きことなきやう設備するを要す。

人工水平儀の構造

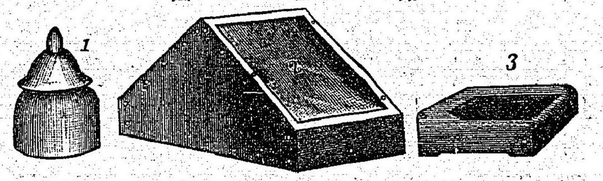
人工水平儀 Artificial Horizon.

第二章　人工水平儀（アーチフィシアルホライゾン）

人工水平儀は船舶碇泊中地形其他の關係上水平線を直視し能はざるときに際し、天象の高度を測り若くは經線儀誤差の算定の如き精密なる觀測を爲すの必要ある場合に使用するものにして六分儀と併せ缺く可からざる航海上の一要具なり。

第一節　人工水平儀の構造

第七圖



人工水平儀には其種類數種あれども水銀を使用するを普通とす、即ち第七圖に示すが如

く(一)鐵盤(二)壺(三)屋根形覆蓋より成る。

(一)鐵盤　長方形の淺き鐵盤にして水銀を盛るの用に供す、上面の一隅に小孔を穿てるは之れ使用後水銀を壺に注入するに便ならしむる爲めなり。

(二)壺　壺は水銀貯藏に使用する圓筒形鐵製の器にして圓錐形の螺子蓋と內栓とを有し、螺子蓋の尖頂には小孔を穿ち、水銀を壺に收むるに當りては之を取外し、顚倒して以て漏斗の用に供す。

(三)屋根形覆蓋　兩斜面に玻璃板を張りたる金屬製屋根形黑色框にして、水銀を盛りたる鐵盤に被せ以て風及塵埃の盤に入るを防ぐの用に供す。

第二節　人工水平儀据附法

人工水平儀を据付くべき場所としては家屋、樹林の如き遮蔽物なく、且つ何等震動を及ぼす虞なき可成堅牢なる地盤にして而も平坦なる地點を撰び、先づ屋根形覆蓋の玻璃の內外兩面を淸拭し、次に鐵盤に砂塵等の止まることなきや否やを檢して鐵盤を据へ、壺の圓錐蓋及內栓を取除き再び圓錐蓋を螺入し指頭にて頂部に穿てる小孔を押へ、壺を顚倒して二三回振盪し水銀滓を壺底に移動せしめ指頭を放ちて水銀を盤內に移し、幾分の水銀尙ほ壺中に殘留せる內に指頭を以て圓錐蓋の孔を塞ぎ水銀滓の流出を防ぐべし、若し鐵盤に移したる水銀面に塵埃等を存せば水銀の面幅

と均しく吸取紙を切り其截斷面を垂直にして輕く水銀面を掃かば塵埃を除去することを得、斯くして水銀を盛り終らば直ちに屋根形覆蓋を被せて塵埃の侵入を防ぐべし。觀測終らば屋根形覆蓋を取除き、壺の圓錐蓋を漏斗として鐵盤の小孔より徐々水銀を壺に移し、注入し終らば內栓及螺子蓋を螺入すべし。

人工水平儀を使用して高度を測る法

第三節　人工水平儀を用ひて天象の高度を測る法

水銀面に映ずる天象は觀測者の輕微なる動搖にても忽ち其映象を見失ふものなるが故に多大の注意を以て最も安靜に六分儀を保持するにあらざれば觀測を行ふこと能はざる可く、且つ次の要件を心得置かざれば觀測に際し疑惑を生ずべし。

(一)午前には太陽の下邊を測れば兩影接近す。

(二)午後には太陽の下邊を測れば兩影離隔す。

右の通則は長短何れの望遠鏡を使用する場合と雖變化することなきを以て之を記臆し置かば上邊下邊を誤ることなかるべし、而して觀測に際し正切螺を回轉するときは往々六分儀に微動を與へ、爲めに映象の輪劃を亂す虞あるを以て午前、午後及び上邊、下邊の關係に從ひて兩影を少しく離隔若くは重複せしむる迄遊標杆を移動し固定螺を締め

經線儀看守者に用意と令し、兩影自然に接觸するの瞬間に時（タイム）と呼びて觀測時となすべし。

遊標桿を固定したるまゝ上邊、下邊兩高度を連測することも亦一良法なり、此法によれば輪劃の不正より生ずる誤差は相殺せられ、讀度も一回にて足るのみならず、兩影接觸を鑑識する練習となる等種々の便益あり、但し午前の觀測にては先づ上邊より測りて下邊に及び、午後は此順序を顚倒して觀測すべし。

斯の如くにして測り得たる高度に測器差を加減し、之を二分すれば、太陽の半徑を知り得るなり。

人工水平儀を使用して高度を測りたるときは測器差を加減したる後直ちに之を二分し眼高差は改正するを要せざるなり、今第八圖に於てSを太陽としEを測者の眼の位置としABを人工水平面とするときはSより入射する光線はC點に於てSCA角に等しくBCE角を作りてCよりEの方向に反射するを以てSの映像はECの延長線中S′に見ゆべし、然るときは

∠SCA=∠ECB
=∠ACS′
∠SCS′=2∠SCA

然るにSCの長さは甚だ遠くCEの長さ

第八圖

は SC に比較すれば最も近距離に在るを以て∠ESCは零と看做し、SC と SE とは平行なりと看做すことを得べし故に

$$\angle SEC = \angle SES' = 2\angle SCA$$

$$\tfrac{1}{2}\angle SEC = \angle SCA$$

即ち測りたる高度に測器差を加減し、之を二分すれば直ちに觀測高度（テブザーブドテルサチュード）となすことを得るなり、故に人工水平儀を使用して普通の六分儀にて測り得べき高度は約十八度以上六十度乃至六十二度を限度とす。

人工水平儀使用心得

第四節　人工水平儀使用心得

第一　水平を作るに水銀を使用するは比重大にして、反射力強きが故なり、然れども取扱不注意にして若し塵埃等を混入せしむれば塵埃は水銀より輕きが故に水銀面に浮き出し水銀面を汚損し反射力を弱めて觀測を害すべきにより、人工水平儀を使用するときは先づ羚羊革を以て屋根形覆蓋の内外を清拭し、鐵盤をも丁寧に掃除したる後水銀を盛り、直に蓋を覆ふべし。

第二　水銀は塵埃の混入及酸化作用によりて多少の渣滓を生するは免かれ難きことなるを以て時々水銀面に浮べる渣滓を除去することを要す、而して之が爲め水銀の分量漸次減少するを以て常に豫備として若干量の水銀を貯蓄し必要に應じて其補充をなすべし。

第三　鐵盤に水銀を盛るには充分多量なるを要す、若し僅

かに盤底を覆ふが如き少量にては水銀面凸狀をなして正しき水平面を得られざるべきを以てなり。

第四 水銀の渣滓を除去するには先づ口の廣き瓶に水銀を移し白砂糖を混入して一小孔を穿てる栓をなし指頭にて孔を押へながら兩手にて瓶を振盪すべし、然るときは渣滓は悉く白砂糖に附着するを以て瓶を顚倒の位置に保ち指頭を放ちて水銀を流出せしめ白布にて渣滓を濾し取るべし。

第五 屋根形覆蓋には必す前後兩斜面を一見認識し得るやう豫め明瞭に記號を附し置くべし、又其玻璃板は表裏兩面平行にして斑痕なき精良なるものたるを要す、多少にても厚薄あるものは光線を曲折せしむるを以て觀測

に誤差を生ずべし、故に覆蓋は豫め高度に差あるや否やを檢し置き、若し誤差あらば觀測の一半を甲側の斜面より行ひ、他の一半は乙側の斜面より行ふやう覆蓋を置き換ふべし、甲乙兩側より觀測したるものを平均すれば誤差は殆んど消滅せしめ得るものなり、但し兩同高度を測るときは同一の高度を測る目的にて行ふものなるが故に常に同側よりなすべし。

第六 鐵盤は內徑四吋以上のものを使用し、且つ觀測は成るべく水銀面の中央に於てなすべし、鐵盤の內側に近き部分は水銀面凸狀を呈して水平正しからず。

第七 鐵盤は地盤堅牢にして風濤、車馬、工場等の爲め震動を受くることなく、觀測に障碍なき場所を撰び、鐵盤の影

をして其側面と一線とならしむるやうに据置くべし。

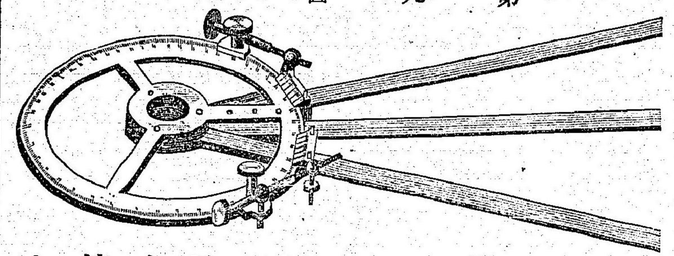
第三章　三杆分度儀（ステーションポインター）

沿岸を航海するに當り船舶の位置を測定するには同時に測知せる二三地點の交叉方位に依るを普通とすと雖、羅針儀の動搖烈しく或は烟突支柱等障害物のあるありて、撰定せる物體を羅針儀の位置より望見すること能はざるか、若くは其自差不正確なるに際しては、測定せる位置も亦從つて不正確なるを免れざるべし、之れ航海者の常に憾とする所なり。然るに茲に三杆分度儀と稱する一器具あり、之を六分儀と併用すれば之等不正確の原因を排除するを得て迅速且つ正確に船舶の位置を測定するを得べし、三杆分度儀は斯る有利の器具なるに拘はらず輓近に至る迄一般航海

三桿分度儀の構造

不動杆 Fixed arm.
動杆 Moveable arm.

第九圖



者の顧る所とならず、唯僅かに沿岸測量に利用せらるゝに止まりしは識者の見て以て私かに遺憾としたる所にして、是編者が特に一章を設けて説明の勞を執らんとする所以なり。

第一節　構　造

三杆分度儀は目盛を刻める眞鍮製の圓環及び其圓心を軸とせる一本の不動杆（フィックスド アーム）と二本の動杆（ムーバブル アーム）とより成り、動杆は圓環の下面に接し其軸を中心として自由に廻旋し得べからしめ、且其圓環の外側と相交叉する處

接杆 LeNghining bar.

には各一個の游標を備へ是に依りて各動杆と其中間に位置する不動杆との成す角度を精細に測り得るの裝置となす。

游標の構造は六分儀に於けると全く同樣にして只其略式なるものにありては正切螺子（タンゼント スクルー）を備へざるものあるを異なれりとなすのみ、而して各杆端には之を延長するの必要に應ぜんが爲め豫備杆を接續せしむるの裝置あり、此杆を名づけて接杆（レンヂニングバー）と云ふ。

船舶にありて使用する三杆分度儀は圓環の直徑六吋各杆の長さ十八吋にして各九吋の長さを有する接杆を備へ一區劃四分の一度宛の目盛を明亮に圓環上に刻みたるのみにて游標を備へざるを普通とす、斯の如くなれば燈火不充

分なるに際しても能く肉眼にて七分迄の角度を容易に讀度するを得て充分實用に適するものたるを失はざるべし。上述の如く動杆は圓環の下面に接して自由に旋廻し、圓環上の目盛は不動杆、(フェザー・エッヂ)の斜緣に於ける零度を奇點として左右に百八十度を刻みあるを以て不動杆と動杆との狹角は如何なる小角度にもなし得べき理なりと雖、器具の構造上徃々右方動杆は之を小角度に達せしめ得ざるものあり、而して其最小角度十七度以上なるものは實用上不便尠なからざるを以て少なくとも十二度以下の角度に達せしめ得るものを撰ばざる可からず、輓近に至りては最少角度三度に至るものあるに至れり。

斜緣
Feather edge.

第二節　使用法

上述の如く三杆分度儀の構造は極めて簡單にして、從つて誤差を生ずるが如き憂なく何人と雖一見直ちに之を了解するに苦まずと雖、實際使用するに當りては先づ數回の試用によりて其使用法に習熟せざるべからず、今此器具を六分儀と併用して船舶の位置を確定せんとするには先づ海圖上に記入せられ、且つ正確に認識し得る堂塔、島嶼、岬角、燈臺、丘岡等の如き三個の目的物を撰び此三者の成せる二距度を測りて之を三杆の間に含ましめ、器具を執りて海圖上に置き、各杆を撰定したる各目標物に接せしめ斯くして得たる圓環の中心を以て船舶の所在位置となすにあり。

讀者或は言はん物體の高度は六分儀にて正確に測知するを得べし、未だ知らず距度を測りて正確なるを得るや否やと、之れ所謂一を知りて其二を知らざるものゝみ、六分儀は必ずしも垂直に保持すべきものにあらず、水平・傾斜欲するに從つて之を保持し、高度を測知すると同樣に水平距度、傾斜距度をも正確に測知するを得るは既に六分儀の章に於て說述したるが如くにして又之れ航海者の必ず習熟せざる可からざる技術なるを以て讀者は宜しく機會ある毎に數人相集り同時に同一物體の距度を測り各人の測度一致するに至る迄練習を積まざるべからず。

上述の如くにして船舶の位置を測定するに當りては常に一定の順序方法に從ひ錯誤を生ぜざるやう注意すること

を要す、茲に其一例を示せば先づ二名の測手は六分儀を手にし、撰定したる目標物に面し相接して立ち主宰者は三杆分度儀を持ち海圖に面して記入の用意を爲し「用意よし（オールレディー）」と令すべし、此に於て左側の測手は左方の距度、右側の測手は右方の距度を同時に測り、前者は先づ「左角度何度何分」と明亮に叫び、主宰者が其度數を手記し左方の動杆を所要の角度に置きて「左角度何度何分」と答ふるを待ち、右側の測手は「右角度何度何分」と明亮に報告し、主宰者は其度數を手記し右方の動杆を此角度に目定して「右角度何度何分」と答へ直ちに不動杆の斜緣（フヤザーエッヂ）を撰擇せる海圖上の中央目標物に接せしめ絕へず此關係を保ちつゝ器具を前後左右に移動して左右兩動杆の斜緣（フヤザーエッヂ）をも亦撰擇せる左右目標物に接するに

至らしめ、斯くして得たる圓環の中心點を以て測時に於ける船舶の所在位置となすなり。

此法によりて三杆分度儀を使用すれば能く一二分を出でずして容易に且正確に船舶の位置を海圖上に記入し得るは實驗上決して疑を容れざる所なり。

上述せる所は三杆分度儀使用法中の最も便なるものなりと雖、時に或は測手の補助を得る能はざることあるべし、斯の如き時に當りては眞鍮板の二小片を執りて各其一個を六分儀本弧面に添へ遊標の前後に裝置し自由に弧上を滑走し、且つ固定螺（クランプスクルー）の作用によりて任意の部分に於て固定し得べからしめ、下に述ぶるが如き方法によりて之を測角に利用すれば能く十秒以內に二距度を測知するを得、從つて

止板 stop

完全に三杆分度儀使用の目的を達することを得べし、此眞鍮の二小片を名付けて「止板（ストップ）」と云ふ。

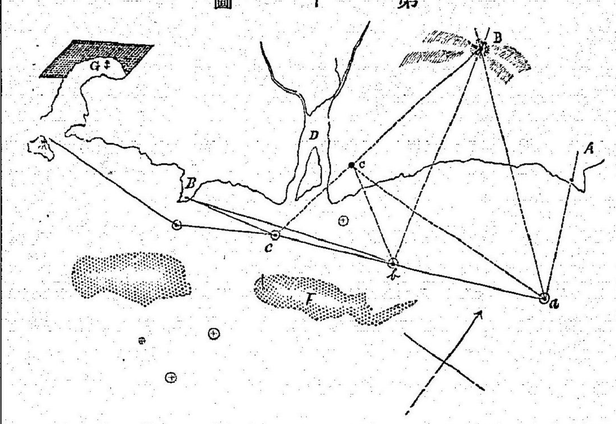
今撰定したる目標物の二距度の一方は著しく大にして且つ船舶の前進するに從ひて其角度增大するものと假定すれば游標の後方に存する「止板（ストップ）」は全く不用に屬するを以て之を弧の後端に固定し置き、左の拇指及食指を以て游標の前端と其前方にある「止板（ストップ）」の後端とを接せしめつゝ普通の如く適度に游標を移動し、兩目標物の影象をして僅かに相重疊するに至らしめ、直ちに固定螺を以て「止板（ストップ）」を其位置に固定し、猶ほ遊標と「止板」とを緊密に接觸せしめて影象を凝視すれば船舶の前進するに從ひ其距度增大して兩影象は正しく相接するに至るべし、此に於て直ちに遊標を後方に

移動して他の一距度を測れば兩距度は殆んど同時に測知せらるゝを得べし、乃ち兩距度に應じて順次三杆分度儀の動杆を適當の位置に固定し以て前法に於けるが如く之を海圖上に應用すれば能く補助者なくして正確且迅速に船舶の位置を測定するを得べし。

注意　「止板（ストップ）」は曾に器具の使用に利用せらるゝに止まらず、又他の觀測に際しても其便益を感ずること鮮少ならず。

今此器具の使用法並びに効用を明瞭に了解せしめんがため假りに一海圖を作成し以て具體的の說明を試みんとす、讀者は實際に於て之に類似する場合に遭遇すること勘からざるべし。

第十圖



第十圖に於てG港に向ひ西航する一客船あり、當時西北方の風浪强大にして船舶の動搖激甚なりと假定せよ、斯の如き時に方りて陸岸を縫航するの得策なるは智者を俟つて後に知る所にあらずと雖、A燈台を航過したる後D河口の沖合には航海者の最も危險とするF砂堆のあるあり、假令玆に浮標を碇置すと雖由來移動の虞多き浮標のみに信賴して航海するは安全なる手段にあらず、且

つ羅針儀にて方位を測定し之にのみ依頼して航海するも必ずしも安全なりと云ふを得ざるは總說に於て述べたるが如くなるを以て多くの航海者は勢ひ船客の不愉快を顧慮するに遑なく激浪を衝て沖合を航過するを常とす、然れども若し航海者にして三杆分度儀の使用法に熟達せば捷路を執りて極めて安全に其目的を達するを得べし。

先づ海圖上に記入せられたる陸上の三目標物例へばA燈台、B丘、C塔を撰定し六分儀を以てAB間の水平距度を測定すると同時に、BC間の距度を測定し其時刻を手帳に記入すべし、此に於て圓環を手前にして三杆分度儀を執り、先づ右方の動杆と不動杆との成す角度をAB間の距度に等しく、又左方の動杆と不動杆との成す角度をBC間の距度

に等しからしむるやうに兩動杆を移動し固定螺子を以て之を固定すべし此に於てA燈台は右方動杆の、B丘は不動杆の、C塔は左方動杆の斜縁（フエザーエッヂ）に接するやうに器具を海圖上に据ゆれば圓環の中心(a)は即ち船舶の位置を表示するものなるを以て圓心に穿てる小孔より針を以て海圖上に其位置を記入すべし、船舶の前進するに從ひ亦た新たに適當の三目標物B、C、E、を撰みて其位置を確知し砂堆に接近するに至りては B丘とC塔とを一直線に透視すると同時に、C塔とE岬との距度のみを測定すれば容易に且正確に船舶の位置を知り、從つて其既に危險なる沙堆Fを航過したるを知るを得船舶をして安全に此困難なる航路を通過せしむるを得べきなり。

三杆分度儀使用上の注意

第三節　使用上の注意

三杆分度儀を使用するに當りて撰定すべき目的物は海圖上に於て其位置の正確に記入せられたるものならざる可からず、若し位置不正確の疑あらば宜しく別に一距度を測りて以て參考に供すべし、兩者によりて得たる船舶の位置相一致せざれば之れ某目標物の位置不正確なるを證するものなるを以て決して此器具を使用す可からず、要するに信憑するに足らざる海圖を使用するに當りては三杆分度儀を排し寧ろ羅針儀に依賴するを以て可なりとす、海圖の信憑するに足るや否やを判別するの容易なることは既に海圖の章に於て說明したる所の如し。

既に位置正確なる目標物を撰定したる後は其距度を測定するに當り先づ各目標物中測手の測定すべき一點を確定するを要す、例令ば燈臺にありては其頂點、岩礁にありては其約中央部、大なる島嶼、丘岳、岬角等にありては普通其一端と定むるが如し、然れども潮汐の干滿著しき地方に於ては島嶼岬角等の一端は其位置時に一浬以上の差を生ずることあるを以て能く海圖を調査し、測定せる一端と海圖上に表はれたる一端との差異を識別することを忘る可からず。又撰定したる目標物と船舶との距離僅少なるが爲め海圖上に描かれたる該目標物は器具の圓環內に存することゝなり從つて其使用に支障を生ずることあり、斯の如き時には普通の分度儀（プロトラクター）を利用して透明紙（トレーシングペーパー）上に測定せる二

距度を劃せば優に三杆分度儀に代用することを得べし。

又構造の節に於て述べたるが如く右方動杆と不動杆との成す最少角度十數度以下なるを得ざるものあり、斯の如き器具にありては徃々其使用範圍を制限せらるゝの憂あるが如しと雖若し少しく考慮を費さば尙ほ能く其利用の範圍を擴大するを得べし、即ち左方動杆と不動杆との成す角度を右側の距度に等しからしめ不動杆の左方に於て右方動杆と不動杆との成す角度を兩距度の和に等しからしめ左方動杆をして普通の場合に於ける不動杆の用を爲さしむるにあり。

此器具構造の簡單にして誤差を生ずることの少なきは既に說述したる所の如しと雖唯徃々各杆を屈曲せしむる憂

三杆分度儀構造の原理

直線通弦 Chord.
圓缺 Segment of Circle.

あるを以て此點に就ては極めて周到なる注意を加ふを要す、即ち杆を手にして器具を取扱ふが如きは最も避くべきことなりと知るべし。

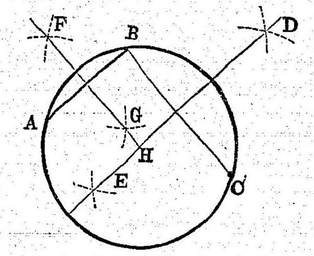
第四節　構造の原理

今や三杆分度儀使用に關する說明は略ぼ之を述べ盡したるを以て之より讀者をして其の應用に際し誤解なからしめんが爲め遡りて其の構造の原理を略述せんとす原理を探究するに當りて讀者は先づ平面幾何學に於ける次の二定理を記憶せざる可からず。

第一、直線上にあらざる任意の三點を通じて一個の圓を畫くことを得、而して其圓は唯一個に限る。

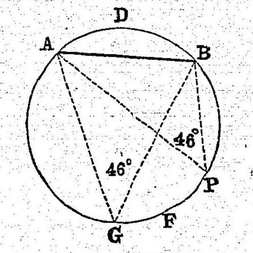
第二、同一圓周上の相同じき直線（コード）通弦が同一圓缺（セグメント・オブ・サークル）上に於て含む角は常に相等し。

第十一圖に於てABCを撰定したる三點としAB及BCを結び付け各線の二等分點に於て垂線FG及DEを畫き其交叉點Hを中心としHより任意の一點に至る距離を半徑として圓を畫けばABC悉く此圓周上に位置すべく、而かも此三點を通じて此他の圓を畫かんことは全く不可能なるべし。



第十一圖

又第十二圖に於てA及Bを以て圓ADBFの圓周上に於ける任意の二點とすれば弧ADB及AFBは圓缺にして線ABは此兩弧の直線通弦なり、而してABが圓缺AFB上に於て含む角AGB及



第十二圖

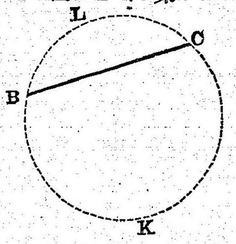
びAPB等は常に全く相等しく此場合に於ては何れも46°なるべし。

故に之を換言すればAB二點の距度を測定して46°を得たる觀測者は必ず圓缺AFB上の一點に位置すと云はざるを得ず、而して其測定したる距度の鈍角なると鋭角なるとに從て其の圓缺は或は半圓より小に或は半圓より大なるべし。

斯の如く船舶の位置に關する概念を得んには唯二個の目標物の距度を測定するを以て足れりとす。雖、其所在位置を確知せんとするに當りては別に船舶の必然位置すべき他の一線を求めて此一線（弧AFB）と交叉せしむるを要することを求め此兩線の交叉によりて初めて恰も經度と緯度とを

諸物體の位置を確知し得るが如くならざる可からず。

第十三圖に於て圓 BLCK の直線通弦 BC が

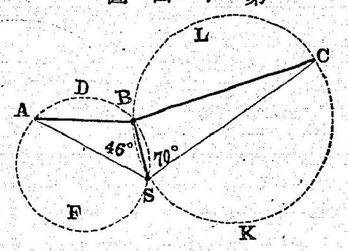


第十三圖

圓缺 BKC 上に於て含む角の常に相等しきは前に述べたるが如くにして此場合に於て B C の距度 70° なるを測定したる觀測者即ち船舶は必ず圓缺 BKC 上の一點にあらざる可からざるは又玆に再び說くの要なかるべし。

今此の兩圓を連結すれば第十四圖の如く B 點は兩圓に共通なるを以て兩圓は先づ B 點に於て相交叉すべし而して圓 ADBF 若くは圓 BLCK と同樣の條件を具備する圓は決して他に之を畫くこと能はざるが故に一旦 B 點に於て交叉したる兩圓は必ず S 點に於て再び相交叉すべく而かも此點

第十四圖



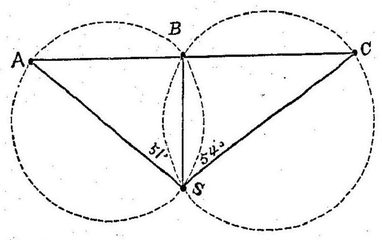
以外に此兩圓の交叉點を發見する能はざるは爭ふ可からざる事實にして此の點は即ち A B の距度 46°、B C の距度 70° なるを測定したる觀測者即ち船舶の位置たるべき唯一點なりと云はざるを得ず。

三杆分度儀は前述の原理を基礎として構造せられたるものにして唯其器械的作用により圓を畫くの煩を省くを得るに過ぎず然れども此法により船舶の位置を明確に知らんと欲すれば勢ひ兩圓周交叉狀態の此目的に適するや否やを判別せざるべからず而して其交叉角度の直角なるを以て最良となすことは交叉方位線により船舶の位置を求むる場合と毫も異

る所なし。

今茲に範例數題を示して此器具應用の參考に資せん。

第一 ＡＢＣの三目的物一直線上にあるとき(第十五圖)

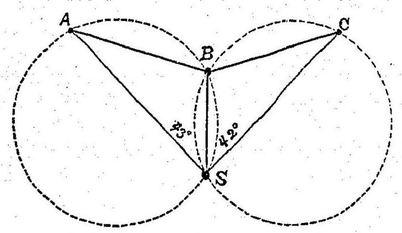


圖五十第

第二 Ｂの位置最も觀測者に接近せるとき(第十六圖)

第三 ＡＣを連結せる一直線上若くは殆んど其附近に觀測者の位置するとき(第十七圖)。

第四 ＡＢＣを通じて畫かれたる圓周と觀測者との距離ＡＢＣ相互の間隔に比し著しく大なるとき、此場合に於ては測定したる二距度小なりと雖能く明確に觀測者の位置を表示し得べし(第十八圖)

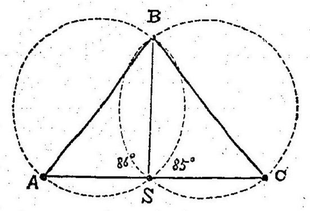


圖六十第

第五 ＡＢの間隔ＢＣの間隔に比し著しく小にして觀測者はＡ及Ｂより殆んど等距離に在り、且ＡＢ間の距度60°以上120°に達しＢＣの距度比較的小なるとき(第十九圖)。

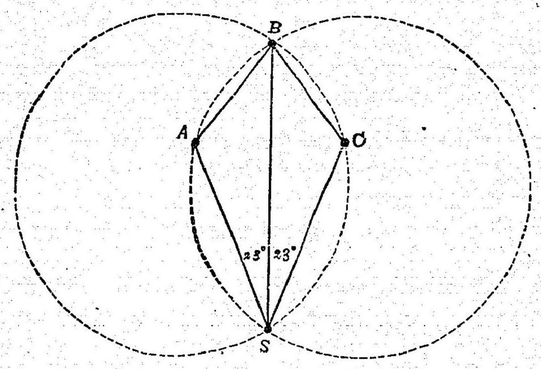
第六 二目的物と觀測者と一直線上に在るとき之れ此二物體の一と第三目的物との距度を測定するを以て足れりとなす場合にして、位置測定法中最も簡單にして理想的なる場合と云ふを得べし、但其測らるべき距度は30°を下る可からず(第二十圖)

第十七圖



第七　第二の場合に類似し、唯觀測者の位置はA及Cを距ること甚だ遠くBには比較的近接せるとき此場合にありては圖に示すが如く兩圓周の交叉角度極めて小なるを以て一見明確に其位置を示す能はざるが如しと雖若しABを連結して之を直線通弦となし、此直線通弦が兩弦度の和たる44°の角度を其圓缺上に含むやう一圓形を畫けば此の圓周と他の二圓周との交叉角度は大なるを得從て極めて明確に觀測者の位置を表示するを得べし、而して三杆分度儀は此第三圓をも畫きたると同樣の作用をなすものなるを以て此場合に於ても

第十八圖

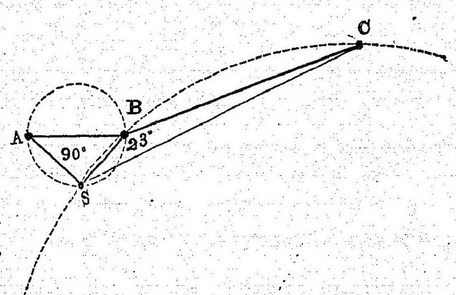


すが如く圓缺ASCの何れの諸點に於ても能くAB の距度47°亦好結果を得るは疑を容れざる所なり(第二十一圖)

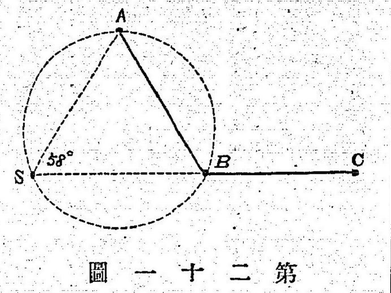
以上列記せる所に依りて之を見れば三杆分度儀を應用し得べき機會極めて多きは多言を須ゐずして明かなりと雖、又時に此器具を應用するを得ざる場合なきにしもあらず、即ち觀測者の位置三目標物を通じて畫きたる圓周上若くは其附近にあるとき是なり。今觀測者の圓周上に位置する場合を想像するに第二十二圖に示

BCの距度28°なることを測り得べく、從つて船舶所在の位置を明確ならしむる能はざるは論を俟たざる所にして、茲に於てか三杆分度儀は全く其用を爲さず、却てA及C兩目標物の羅盤方位に賴るの勝れるに若かざるを知るべし。然れども斯の如きは之れ極めて稀に遭遇する所の機會のみ、此缺點あるを以て直ちに三杆分度儀の効用を無視するは蓋し早計に失するの誹を免れず、殊に況んや此缺點は一度海圖上に器を配せば容易に之を發見し得るものなるに於てをや、即ち各杆を各目標物に接せしめ、而かも尚ほ圓環の中心を著しく移動し得るは之れ此缺點あるを示すものにして、若し僅かに後者を移動するも忽ち杆と目標物との離隔增大するに至らば之れ全く此欲點の存せざることを證明するものなり、且又撰擇せる目標の適否は少許の經驗に

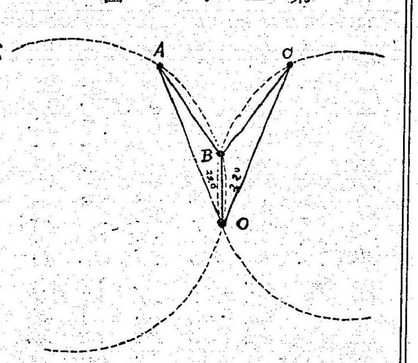
第九十圖



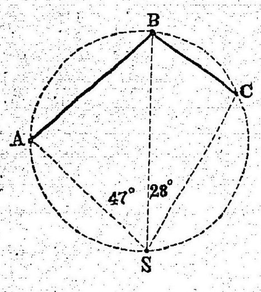
第二十圖



第二十一圖



第二十二圖



よりても尚ほ能く之を判別することを得、而かも斯の如き時に當りて別に適當の目標物を撰擇するは決して難事にあらざるなり。

三杆分度儀の特長

第五節　三杆分度儀の特長

沿岸を航海する舶船は羅針盤により交叉方位又は四點方位等を測り依て以て其位置を測定し得るは一般航海者の熟知する所なり、然るに今特に三杆分度儀法を勸奬する所以は前述せる諸節によりて略ぼ之を知り得べしと雖尚ほ茲に位置測定上他の諸法に優れる數點を列擧せん。

第一　羅針盤にて二物體の方位を同時に觀測するは極めて困難なるを以て、方位觀測に賴らんと欲せば一人

にて順次各目的物の方位を觀測し、且之を圖上に記入する迄記憶し置くの煩あり、而かも各方位を觀測する間に船舶は斷へず前進を續行するを以て之等各方位線の交叉點は必ずしも正確なる船舶の位置を表示するものと云ふを得ず、然るに三杆分度儀に依れば二名の補手をして同時に二距度を測定せしめ直ちに之を圖上に記入するを得るが故に其迅速正確なること前法の比にあらず、加ふるに目的物と船舶との距離大なるに當りては其方位に些少の誤差を生ずるも忽ちにして船舶の位置に甚大なる相違を來すに反し、測角の誤差に因る相違は實際に於て十分の一度に達することと皆無なるが故に此法の前法に卓越せることは極め

て瞭然なりと云ふべし。

第二　狹隘なる水路を航行するに際し頻々其針路を變更するの必要あるに當りては各針路に對する自差も亦變化極まりなく、假令其自差を確知するも船舶操縱に忙殺さるゝの際測定せる各方位に適當なる自差を適用するは極めて繁雜にして、又從つて誤算を生ずるの虞多きは之れ數の免れざる處なりと云ふべし。

第三　右に加ふるに斯の如き場合には船體の動搖に伴ひ羅盤の動搖も亦常なく、方位觀測に不便を感ずるは航海者の齊しく遺憾とする所にして、特に風波を冒して航進し、若くは淺堆（Bars.）を横斷するが如きに際しては一層此缺點の顯著なるを覺ふべし。

第四　瞬時を爭ふて船舶の位置を測定せんとするに當り方位觀測に依らんと欲すれば時に障碍物の在るあり、羅針盤の位置より目的物を望見する能はず爲めに觀測の好機を失ふの憂あるに反し、六分儀は其運搬自在なれば全く此缺點を補ふことを得べし。

經線儀
Chronometer.

第四章　經線儀（クロノメーター）

經線儀は一種の時計なれども、其構造の精緻巧妙なる頗る正確に各半秒時を刻むのみならず、器具の要部を構成せる金屬は寒暑の變化に逢ふと雖も收縮又は膨脹の爲めに殆んど不時の誤差を生ずるの虞なく、常に其歩軌の精確を期するを得るものなり。故に航海者は是をして一定の標準時を指示せしめ、依て以て天體觀測と相竢て船舶所在の經度を測定し得るのみならず、其他海上諸種觀測の要素となす、故に航海上一日も缺く可からざる最も重要なる器具の一なり。而して經線儀構造の善惡は勿論、使用法の良否は往々一船の安危を司宰するものなるが故に航海者は能く其構

經線儀の構造及部分の名稱

造を熟知し、取扱法に就ては殊に注意周到ならんことを要す。

第一節　經線儀の構造及部分の名稱

經線儀は、內函、環架、機關部等より成るものにして、此を圖解すれば次の如し。

經線儀內函
Box of Chronometer.

第二十三圖に於て

(A)內函（ボックス、オフ、クロノメーター）

木製の函にして經線儀を裝置すべき環架及環架に於ける遊動を制止すべき止動舌を有し、尙一隅に鍵を收むる穴を穿てり。而して其蓋は二重にして內方は硝子張り、外方は木製とし、各順次蝶番を以て取附け開閉を自由ならしむ。是れ

觀測等に際し單に外方木製蓋を開き、硝子蓋を透して其指時を讀知するを得せしめ以て經線儀を屢々大氣に暴露し爲めに寒溫の變化に基因する誤差を生せしむるの機を尠なからしむ。

止動舌 Clamp of Screw catch.

環架 Gimbal.

(B)環架(ギンメル)

黃銅製の二重環にして外環に於ける支持點と、內環に於ける支持點は各直角をなし、外環は內函に附着し內環は經線儀を保持するを以て環架に於ける經線儀は其遊動自在にして能く船舶の動搖に抗し、常に水平の位置に在ることを得るものとす。

(C)止動舌(グラムプ・オフ・スクリュー・キャッチ)

內函の一隅に裝置されたる黃銅製の舌にして、附着せる拇

螺を轉ずれば舌は環架を支へ經線儀の遊動を停止し。經線儀は內函と共に運動するに至る。

鍵 Key.

(D)鍵(キー)

經線儀附屬の鍵にして大發條を捲くに使用するものなり。

銅盒 Brass cuse.

(E)銅盒(ブラス・ケース)

黃銅製の器にして內に機關を包有し、上面は普通時計と等しく硝子を以て蓋ひ指時を觀測するを得せしめ、又底面には大發條を捲く爲め鍵を嵌入する鍵穴を有し、覆ふに發條裝置の蓋を以てす。而して之の銅盒は環架に裝置せらる。

儀面 Dial plate.

(F)儀面(ダイアル・プレート)

時、分、及秒を刻み、又別に指捲牌 Winding Index(ワインディング・インデックス)を刻む。

時鍼 Hour hand.

(G)時鍼(アワー・ハンド)

普通時計に同じ。

第二十三圖

分鍼 Minute hand.
秒鍼 Second hand.
指捲鍼 Winding hand.
機關部の構造及働作

(H)分鍼(ミニュート・ハンド)
普通時計に同じ。
(I)秒鍼(セコンド・ハンド)
普通時計に同じ。
(J)指捲鍼(ワインディング・ハンド)
大發條の運動せし期間を示すを以て、是を捲くべき時刻を知り得るのみならず、其捲くに當りて終りまで充分捲きたるや否やを檢するの用を爲す。即ち一杯捲き畢らば大發條は未だ運動せざる舊位に歸るを以て指捲鍼は同牌の零を指すべければなり。

第二節　機關部の構造及働作

機關部は第二十四圖に於て

圓筒函 Drum of Barrel.

(イ)圓筒函(ドラム・オヴ・バレル)

黃銅製圓筒の函にして軸を有し、同軸に裝置せる大發條Main Spring を包藏す。

螺狀車 Fu-see.

(ロ)螺狀車(フュシー)

圓錐形螺狀の段車(即ち軸心より螺端に至る距離漸次縮少す)にして、其周圍に渠を刻み鏈を嵌入するを得せしめ、其軸の一端は鍵を受くる樣に作製せられ、銅盒底部の鍵穴に臨む。

鏈 Chain.

(ハ)鏈(チェイン)

黃銅製の鏈にして其一端は圓筒函に、他端は螺狀耳に附着し以て兩機を接續し圓筒函右轉して鏈を捲き取れば螺狀

大齒輪 Main Wheel.

車は捲き戻る鏈に依て同じく右轉す。

(ニ)大齒輪(メイン・ウィール)

螺狀車の底部に在りて、其內側に附着せる突子の作用に依り螺狀車右轉するときは共に右轉するも、左轉するときは運動を共にせざるものとす。

整調齒輪 Escapement Wheel.

(ホ)整調齒輪(エスケープメント・ホイール)(第二十五圖)

整調鉾と相待て大齒輪を介して大發條より受くる齒輪の運動を整調するものなり。

齒輪 Wheels.

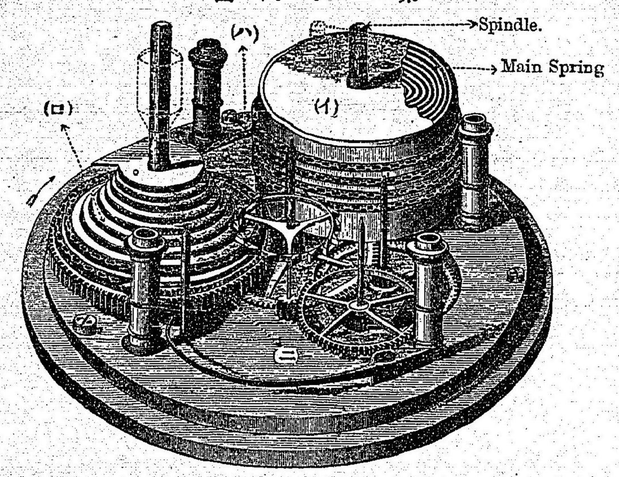
(ヘ)齒輪(ウィールス)

普通の時計に於ける齒輪と等しく大齒輪より運動を受け、整調齒輪に依て整調され、順次運動す。

捲キ止メ Catch.

(ト)捲キ止(キャッチ)

第二十四圖



圓筒函の前部同軸に在りて大發條を捲くに當り餘力の鏈に及ぼすを防ぐ

(チ)前板(フロントプレート)

機關の前方を保護し、且其前方に儀面を有す

(リ)接續鍔(コンネクチングロッド)

前板と後板とを結合し、機關の要部を包藏す

(第二十五圖は整調齒輪及整調鍔。第二十六圖甲、乙は均旋輪にして仝圖甲に於てEは

螺狀小發條なり)

(ヌ)均旋輪(バランスホイール)

二種の金屬を合せて二個の半圓弧を作り、横鍔を以て其各一端を結合し、他端は不羈とす。而して弧上任意の處に小錘各一個を定置す。

(ル)螺狀小發條(スパイラルスプリング)

鋼製にして均旋輪の中央に在りて其一端は固着し他端は均旋輪に附着す。

(ヲ)整調鍔(エスケープメントロッド)

其一端は後板に保持せられ、中央は別に小鍔を以て均旋輪軸に附着し、其尖端は整調齒輪に臨む。

(ワ)後板(バックプレート)

均旋輪 Balance Wheel.

螺狀小發條 Spiral Spring.

整調鍔 Escapement Rod.

後板 Back Plate.

機關の底部を爲す、

其他微細の部分と雖も夫々名稱を附しあれども、圖鮮說明の却て煩しきのみならず、取扱上左程必要ならざるが故に是を略す。

經線儀機關の運動

一、經線儀機關の運動

經線儀の動力は、普通時計の如く强力なる鋼製渦卷發條にして、該發條は圓筒函内に在て盤解を求め、圓筒函に回轉運動を賦與す。而して圓筒函の回轉に從ひ其外側に附着する鏈を捲き取るが故に螺狀車は鏈を捲き取らるゝだけ回轉し、軸を共通にせる大齒輪を共に回轉せしむ。大齒輪は普通時計に於けるが如く數多の齒輪を介して其運動を時、分、秒、鍼に傳へ、而して齒輪の運動は整調器に依りて整調され、其

螺狀車の効用

步軌の均一を保つものなり。

二、螺狀車の効用

元來發條は捲き込みの多少に依りて、其盤解力に强弱あるものなるが故に其發動力の始期と終期との不均一なることは推知するを得べし。螺狀車は此の不均一なる動力を均一ならしめ、以て機關總部に運動を傳ふる大齒輪の動力を平均ならしむる特殊重要の効用あるものなり。詳說すれば螺狀車は圖解せる如く圓錐形の螺狀をなし、其螺邊に渠を刻み鏈を嵌合しあるを以て、螺狀車の運動の中心より鏈に至る距離は斷へず變するの特性を有す。故に槓杆の定理に依て車軸の中心より鏈の圓筒函に向て車緣を辭せんとする點までの距離長き時(即ち長き槓杆)螺狀車を動かし得る

力は、同點までの距離短き時(即ち短き槓杆)の力よりも少きを得べし。即ち圓筒函の回轉に依り鏈を捲き取るに當り鏈の螺狀車を辭する點に於て螺狀車に賦與する力は、其距離(其點と車軸中心との)と、其瞬間に於ける鏈に沿ふて働く發條の力との相乘積なるを以て、例へ發條の力は强弱あるも其距離も亦從て長短あるが故に螺狀車の受くる力は常に同じく、從て螺狀車に附着し兩者運動の中心相合する大齒輪の力も亦常に均一なるを得るものなり。

整調器の構造及働作

三、整調器の構造及働作

整調器は前に圖解せる如く整調齒輪、整調錌、均旋輪、螺狀小發條等より成り、其構造普通時計に見る處の者と略ぼ同一なるものにして、螺狀小發條の一端其平衡位置より一方に

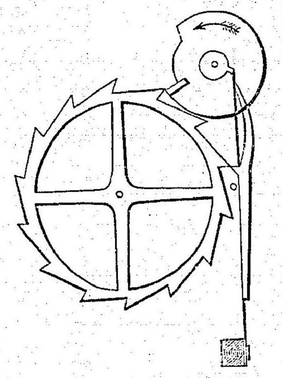
均旋輪の構造及効用
輪腕 Arm.
橫杆 Cross Bar.
小錘 Weight.

引かれたるときは、他端は固定しあるが故に彈力を生じ跳ね還り、其一端に附着する均旋輪に運動を賦與すること恰も柱時計の搖錘の如く、反覆彈跳す。而して均旋輪は同軸及槓杆を介して整調錌を動かし、其壓着する整調齒輪を一回に唯一齒づゝ正確に刻みて回轉せしめ得るものなり。

四、均旋輪の構造及効用

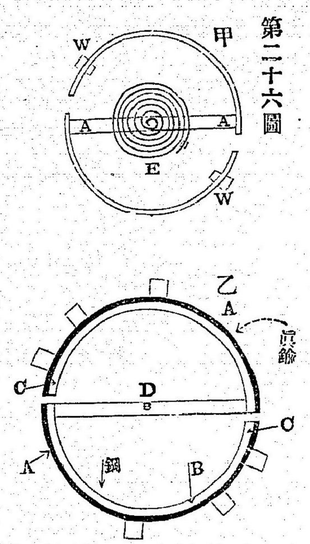
均旋輪は先に略說せる如く二種の金屬ＡＢを合せて二個の半圓弧Ｃ(輪腕)を作り、其各一端は橫杆Ｄに固着し、他端は不羈にして橫杆の中心は軸に固着し同く軸を中心に有する螺狀小發條Ｅの一端は均旋輪に附着し、他端は別に不動杆に固定す。而して輪腕任意の處に各小錘(Ｗ)一個を附着す。二種の金屬とは、寒溫の變化に遇ふて其膨脹及收縮の度相

第二十五圖



異るものにして、通常黃銅及鋼の二種を用ひ黃銅を外方、鋼を內方に置くものとす。均旋輪は齒輪運動の整一即ち經線儀の運動を均一ならしむる主要なる機關の一部なり。抑〻螺狀小發條は溫度の高低に依て膨脹若くは收縮し、從て其運動に變化を起すべきこと明かなり、故に其變化に應ずる裝置なき時計にては溫暖な

第二十六圖



る時は發條伸張し、其彈力を減ずるを以て他の力を受くる

も翻彈すること遲鈍となり整調齒輪の運動も亦從て遲く、時計は爲めに後るゝの結果を示すべく、是に反して寒冷なる時は發條短縮し其彈力を增すが故に翻彈敏速となり整調齒輪の運動も從て敏速にして、終に時計の進むに至る。如斯齒輪運動に差異を生ずるの處を除く爲め、西曆千七百八十五年ハリソン氏の發明せるもの即ち均旋輪なり。而して其構造の原理は發條彈力の減退せるときは其爲すべき働を少くし、彈力增進せるときは多くの働を爲さしめ、依て以て整調銲を動かす力を始終均一ならしむるに在り。

詳說すれば溫度高昇し、螺狀小發條彈力を減じたるときに當りては、均旋輪の輪腕を構成する兩金屬膨脹の度相異るが故に、輪腕不羈の一端は內方に曲り、從て小錘は軸心に近

くを以て之を動かすに要する發條の力も減ずるを得、整調鍔を動かす速度は何等變化を生ずることなく、又此に反して溫度低下し螺狀小發條彈力を增加したるときは、輪腕は外方に曲りて小錘軸心より遠ざかるが故に是を動かすに要する力も亦增加すべきを以て、例へ發條彈力を增すも、整調鍔を動かす速度は常に均一なるを得べきものとす。

第三節 經線儀の種類

經線儀は構造に於ては各大差なしと雖、二日捲(Two days)八日捲(Eight days)經線儀の二種あり。即ち二日捲は大發條を一杯捲き置けば能く二日間其運動を繼續し得べく、八日捲は八日間繼續し得るを以て斯く名けられたり、故に其大發條

の運動時間を指示すべき指捲牌は二日捲に在りては四十八迄の數字に依りて其時間を示し、八日捲は八迄の數字に依りて其日數を示すを以て容易に識別することを得べし。而して三日捲は日々、八日捲は毎週の一定日(例へば毎日曜日)に捲くの目的にて製出せらる、是れ管理者が若し過て一定時に捲くことを忘れたるときと雖、尚休止することなく能く二十四時間の餘裕を存せしめんが爲めなり。

第四節 經線儀の指示時

經線儀は或る二三特別の事情ある國を除きては、常に英國綠威の平常時を以て標準時となし、是を指示せしむ、故に若し誤差を算出したるときと雖、標準時即ち綠威の平常時よ

り進むこと、或は後るゝこと幾何と記入し、直に緑威の平常時を知るに易からしむ。是れ緑威は子午線零度の通過する處にして現時専ら用ひらるゝ海圖及航海暦等測算上必要なるものは悉く同地の經度及時を以て表示せらるゝが故なり。

第五節　經線儀運搬法

經線儀運搬法

經線儀を運搬する必要生じたるときは、先づ止動舌に依り環架に於ける經線儀の遊動を止め、靜かに內函を取出して附屬の外函內に收め其革帶を緊紮し、片手に革帶を把り片手に函底を支へ徐ろに帶力の該器を釣るに足るや否を試みて後ち之を提げ、務めて動搖せしめざるやう靜かに運搬

すべし。殊に震動を與ふる觸擊及旋轉狀の動搖を忌むものなり。馬車人力車にて運搬するは最も宜しからず、然れども止むを得ざるときは先づ其銅盒を環架より取外して硝子蓋を螺脫し、次に片手を以て牌面を支へながら轉倒して銅盒を徐々上方に取り去り、而して柔軟なる小紙片又は「コーク」にて作りたる尖木二個を均旋輪と後板との間に橫杆に接して嵌入し、該輪の運轉を止め再び機關を銅盒に收め硝子蓋を螺定し、紙を以て之を蔽ひ環架に裝置し、止動舌を以て遊動を止め、尙ほ汚塵なき乾絮若くは紙屑の類を以て間隙を塡充し、其觸擊を防ぎ然る後外函內に收むべし。若し上述の如く其運轉を停止することなく運搬せんとするときは、始終該器を提携し、決して車中、艇內等に放置すべからず。

而して經線儀は成るべく管掌者自ら之を運搬すべし。若し遠路にして一人にて運ぶ能はざる時は助手をして是を提持せしむるも可なりとするも、管掌者は必ず之に附添ふて注意すべく、且つ運搬中該器を一方より他方に持ち替ふるときには先づ歩行を止め適宜の地を擇みて一度之を安置したる後徐ろに移提すべし。

船内に備ふべき經線儀の數

第六節 船内に備ふべき經線儀の數

總て船舶に在ては少くとも三個の經線儀を備ふべし。或る船舶に於ては徃々二個を備ふるを見るも、如斯は其一方に不時の變化を生じたるに際して、果して其孰れの一方なるかを決定すること至難なるを以て、二個を備ふるは單に機

經線儀備付位置の撰定

關破損等の爲めに一方全く不能に陷りたるが如き不時の用意とするに止るのみ。然れども若し第三者の備へあるときは、日々正確に交互比較し置かば、同時に二個に變化を來さゞる限りは、甲乙二個の一方孰れが變化を生ぜしやは、第三者丙に比較して了解すること容易なるが故に三個以上を備ふるを通則とす。

第七節 船内備付の位置撰定及備付の方法

第一、位置の撰定

經線儀を備付くる位置の撰定は船舶の大小、構造及諸種の狀況に依りて異なるを以て、位置の撰定は至難の業たるを免れずと雖、成るべく使用上便宜にして、而も左に列記する

如き諸種の障碍を被らざる最良の場所を撰擇するに努めざる可からず。

一、寒暖の變化多からざる所　經線儀は寒暖の變化に抗すべき精巧なる構造を有すと雖、其歩軌に誤差を生ずること絶無なりとは言ひ難し。故に成るべく寒暖變化の少なき所を撰まざる可からず。

二、激動、震動、動搖等の最も少なき所　此等は經線儀均旋輪の運動に有害にして、其歩軌の整一を亂すべき原因たるは多く說くを要せざるべし。故に汽船に在て機關に接近して其震動を感ずる所、又は艦部の如く推進器の震動甚しき所、船體の重心に遠かりて動搖を感ずること殊に甚だしき所、抽出しの如く必要の都度出入

の爲め激動を與ふべき所、抽出し若くは開き戸付の物置の附着する机上の經線儀に激動を與ふる所、或は荷物運搬の通路に接近し荷物を轉々するが爲め震動するが如き所、起重機、檣、梯子段に接近したる所等總て諸種の原因に依る他動力の侵害少なき場所なるを要す。

三、磁氣は勿論鐵氣に近からざる所　經線儀の主要部鋼より成る部分は磁氣に感じ易きを以て、磁氣は勿論鐵氣に接近したる所なるときは直に磁氣に感應し、爲めに其歩軌を誤るべし、故に羅針儀、同矯正用磁氣鉾、同豫備品、格納所等より少なくとも八呎以內は勿論、鐵製隔壁、側板、支柱等に接近したる場所は必ず是を避けざ

る可からず。殊に現時造船上鐵材の使用增加するに從ひ、裝飾の必要より內外より薄き木板を以て是を覆ひ、一見其現存を認め難きものあるが故に、視察の際注意周到ならざる可からず、又不幸にして經線儀備附箱の下部に格納所等の設けあるも、其開閉は勿論、殊に誤て羅針儀、磁氣銲等の豫備品を格納せざる樣常に必ず閉鎖し置くべし。

四、電氣を使用する船舶に在て發電器、電線に接近せざる事　第三に於けると同一の理由により電氣を使用する船舶に在て經線儀は發電器の感應力範圍外即ち少くも五六十呎を隔てざるべからざると共に其電線に接近せしむべからず。

五、乾燥にして塵埃の飛散せざる所　濕潤したる空氣の機關部に侵入するときは其要部を錆蝕せしめ易く、又塵埃の侵入は遂に機關働作の圓滑を害する虞あればなり。

現今製造さるゝ船舶は其中央上甲板に海圖室の設けあり以上列記する諸種の侵害力を被ること比較的僅少なる位置に在るを以て其一部を經線儀格納所に充用したるが如きは船內最良の場所を撰定したるものと謂ふを得べし。又海圖室の設けなき船舶に在ても殆んど同位置に船長室を有す、此の船長室は海圖室に次て好位置を失はざるものと謂ふを得べし。然れども是等海圖室又は船長室は往々前部操舵室に隣り、木製隔壁を以て界し戶を附して出入に便な

らしむる者あり、若し斯る室内の前部隔壁に沿ふて經線儀を備付くる時は操舵器の震動を受くべきは勿論、羅盤矯正磁氣鉾に接近し過ぎて磁氣を感ずることあるを以て、是等諸點の注意を怠る可からず。

備付準備

第二、備付に要する準備

既に經線儀を備付くべき最も適當なる位置を撰定し得たるときは、備付くべき經線儀の數に應じて硬材(マホガニー、チーク、樫等)を以て殆んど外氣の浸入し能はざる精巧にして強固なる箱を作り、其位置に固定し、蓋ふに強固なる硝子蓋を以てす、而して別に同數の經線儀を包有し得べき連箱を作り之を外箱内に螺定す。この連箱を包有すべき經線儀の數に區劃し、其各内側は悉く最良乾燥なる馬毛等の如き

柔軟にして彈力ある物質を適宜塡充したる蒲團を以て覆ひ内函を安置したる後區劃内に在て動搖することなからしむべし、而して連箱の高さは内函の高さの半に及ばざらしめ、以て内函蓋の開閉を自由ならしむるを要す。

備付方法

第三、備付方法

船内に經線儀を受取りたるときは、直ちに兼て準備したる永久不變の位置に格納し長期間に亘る修繕工事、又は經線儀の修繕、若くは矯正の爲め陸揚を要するとき、或は格納所附近の修繕「スリップドック」の揚卸し又は其附近に重量荷物等を運搬せざるべからざる時に際して、經線儀に震動を與ふる虞あるときの如き萬止むを得ざる必要ある場合を除くの外決して他に移動すべからず。格納するに當りては

先づ靜かに經線儀內函を外函より取出し、內函の木製蓋を蝶番より取り外づし牌面の文字を同一方向にして順次連箱區劃內に安置し、止動舌を緩め、環架に於ける遊動を自由ならしむべし(通常VIを手前XIIを向ふとす)。

內函の木製蓋を除去し置くは其硝子蓋と外箱の硝子蓋を透して測時し得るが故に外箱は經線儀を捲くに當り之を開くの必要あるの外常に密閉し置くを得べく、從て外氣の侵入に基因する溫度の激變を受くる機會を少なからしめんが爲なり。又同一方向に列置するの要は各器を比較するの際便宜なるのみならず、鐵氣の攝力を受くること各自同樣なるを得べきを以て若し均旋輪螺狀小發條に磁氣を感應することあるも、各器に於ける相互の勢力は相牽制して

其運動一樣なるを得せしめんが爲めなり。

外箱硝子蓋の破損を豫防せんが爲め更に覆ふに木製の蓋を以てしたるものあり、斯の如くなれば即ち經線儀は殆んど充分なる注意を以て保護せられたりと言ふを得べし、何となれば經線儀は其の木製蓋は除かれ居るも、尙ほ硝子蓋を有する內函に包まれ連箱と硝子蓋とに蓋はれ、木製の堅牢なる外箱內に密閉しあればなり。

經線儀の外函は運搬の際經線儀を保護携帶するに用ひらるゝと共に、其內部の構造は連函の各區劃と略同一なれば、殊更に連箱を作るの煩を除き、直ちに是を代用するを得るものなり。即ち先づ內函を取出し、外函の蓋を蝶番の處より外づし革帶を除きて連箱の代りに外箱內に螺定し、而して

內函を收むること順次前述の方法に依るべし。外函の底板は其側板より突出し螺子を受くべき穴の設けあるものなり。

止むを得ざる必要に依り經線儀を一時他に移動せんとするときは、止動舌を締め環架に於ける遊動を止め、靜かに連箱より取出して羽毛製枕の如き柔軟なるもの、上に安置し再び止動舌を緩め溫度の激變を受けしめざる樣注意すべし。釣床網等に收めて釣るし置くも宜しけれども、航海中は誤差を生ずる虞あるが故に決して之の法を行ふべからず。

第八節　經線儀を捲く方法及注意

經線儀を捲くには其底部を上方に向くる樣靜かに環架に於て顚倒し、鍵穴の蓋を回轉して左指の拇指を以て之を支へ、鍵を鉸入し、不同なき相當の力を以て遲速なく常に左轉して靜かに之を捲くべし。而して突止の抗抵する感觸に依り一杼捲き終りたることを知り得べきを以て、最後の回轉は確かに一杼捲き終りたるを感ずる迄最も注意し靜かに左轉すべし。決して激動を與へ鏈部を損傷するが如き過失なきことを要す。故に日々其捲き得べき回轉數を數へ之を記憶し、最後の回轉は殊に愼重に爲すべし。而して通常二日持の者は日々三回轉半、八日持の者は毎週十三回半を要するものなり。既に捲き終らば蓋を放て鍵穴を覆ひ、塵埃溫氣の侵入を防ぎ、再び靜かに顚倒して舊位に復すべし。鍵穴蓋

は發條作用にて自然に舊位に復することは構造の部に說きたるも往々發條の働作不充分のものあるを以て必ず鍵穴を覆ふたるを確かむべし。

捲き方良否檢知法

捲く力に不同或は遲速あるときは其働作中一時經線儀の運動を中止せしめ、爲めに誤差を生ぜしむる虞ありと雖、常に整一なるときは止まることなく其運動を繼續し得るものなれば、是を捲くに當りては充分注意すべし。

第一、捲き方良否檢知法

指捲牌は構造の部に說きたるが如く、大發條を一抔捲き詰めたるときは其指鍼零を指すが故に慥かに一抔捲き終りたるや否やは同牌面を一見すれば即ち檢知するを得べし。此の指針は大發條の盤解するに從て回轉し其運動時間

經線儀を捲くには一定時を撰むべし

をも指示することを得るものなれば大發條捲き上げ後幾時間若くは何日間經過せしやは直ちに知るを得べくして、缺く可からざる機關の一部と言ふべし。

嘗て或る船舶に於て經線儀管理者が大發條捲き上げ後、此の指捲牌を檢することを怠りたるのみならず鍵部を損傷せんことを恐るゝの餘、日々充分捲き終らざりし爲め、其結果は數日後一定時に之を捲んとせしに既に休止せるを發見せることありと言へり。管理者の不注意は勿論なれども要するに機具を熟知せざりしが故なるべし。

第二、經線儀を捲くには一定時を撰むべし。

材料の精巧、構造の緻密なる大發條の、大齒輪に賦與する動力は終始同一なるべき筈なれども、常に使用さるゝ部分と

使用せられざる部分とは多少の差異なきを期すべからず故に捲く時の不規則にして遲速ある時は、從て平常盤解せざる大發條の一部迄運動せざるべからざるに至り、齒輪回轉に變化を生ずる傾きあるべきは明かなれば、總て經線儀は毎朝若くは毎何曜何時(一般午前八時)と決定し、正しく同時刻に捲き、以て其運動の均一を保つべきことを期すべし。八日持經線儀に在ても同一の理由に因り捲き上後の初と其終りに近き時とに於ける齒輪の運動は多少變化あるを免れざるが故に一週間の久しきに及ばず、毎朝一定時に捲くを宜しとす、是れ其大發條盤解の部分を一定せる小區劃に止め以て、齒輪運動の正確を保たんが爲めなり。殊に三個の經線儀を備ふる船舶に於て、二個は二日持なれども他の

一個は八日持なるを通則とするを以て見れば、則ち管理者不注意の爲め一定時に捲くべきを引續き二回怠りたる場合に、二日持二個は共に休止するも、八日持は尚能く運動を繼續し得せしめんが爲めなるを知るべし。然れども若し毎日曜に捲き居りしものとし、土、日、二日間捲くことを忘れたりとせば、折角八日持のものも月曜には共に停止して其効なかるべし、是に反して日々之を捲き置くものとせば、萬一斯る失策の演出せられたるときと雖、尚能く一個の經線儀の活動するを得て、其効果は實に大なりと言ふを得べし。

運動の開始

第三、運動の開始

管理者の不注意に依り、捲くことを忘却し、爲めに停止するに至らしめたるときに當り、直に是を捲き標準時に一致せ

しめんが爲め時、分、秒鍼を回轉するは、熟練なるものに非ざれば、機關に激動を與ふる恐れあるを以て可成是を避くるを宜しとす、故に停止の儘其指示する時、分、秒を計り、他の經線儀が標準時即ち綠威の平常時の同時を指すに及んで再び其運動を開始せしむべし。其方法は停止經線儀の指示し居る時に一致すべき他の經線儀の時を(誤差を加減したる)算出し、其時に至る少し以前に停止經線儀を捲き上げ、止動舌を締め內函を取出して水平に支持し、其時を指示する瞬間に之を急に圓形に振り動かせば、標準時の一二秒以內に於て運動を開始せしむること容易なるべし。

經線儀の大發條其終端まで盤解し、終に停止するが如きは其器の運動に變化を生ずること免かれ難きを以て、管理者

は常に充分注意して斯る失態なき樣心掛けざるべからず。若し他に比較すべき經線儀なきが爲め、標準時報時信號等に依り運動を開始する必要あるときは、靜かに時、分、秒鍼を其標準時報時に一致する迄適宜回轉し、時報の瞬間に前述の方法により運動を開始せしむべし。

第九節　測時法

總て經線儀の「指示時を讀む」とは、或る瞬間例へば天測をなし一つの高度を得たる瞬間、又は時報のありたる瞬間等の如く最も正確なる秒迄を讀むの謂なるを以て、常に秒針に注目し秒針運行の間隙を計りて指頭を以て調子をとり、所要の瞬間に於て直ちに秒を讀み、次に分、次に時を讀知すべ

し、如斯して熟練なる測者は善く正確に四分一秒迄を讀み得るものなり。

第十節　經線儀の誤差

經線儀の誤差

抑も經線儀は其機關の運動に多少遲速の差を生せざるものは稀なり、然れども此等の差は殆んど均一正確にして、其算出甚だ容易なるが故に、未だ使用上大なる障害あるを見ず、而して此等遲速差に往々不時の變化を生ずることあり、これ經驗上概ね氣溫の高低に基因するものゝ如し、然れども全くこの變化を生ぜずと斷言し得るが如き最も精巧なる經線儀は未だ不幸にして製出されざるなり、是れ製作者が日夜其整調器の主腦たる螺狀小發條が寒暑に依て伸縮し、其動力に及ぼす變化の度を同じく均旋輪の伸縮重量變化の度にて常に均一ならしめ、以て氣溫昇降に基因する變化を皆無ならしめんと苦心考察する所以なり、故に比較的氣溫の高低尠き、又人爲を以てすれば常に同溫度を保たしめ得べき陸上に在りて正確なる經線儀と雖、遠洋航海に從事し昨日は攝氏四十度前後の炎暑を感ずるが如き船舶に在ては到底其同八十度前後の寒冷を覺へしも、今日は忽ち正確を期すること能はざるべし、然れども構造の精緻善良なるものにして、取扱充分なるときは能く一定の氣溫に會ふて一定の變化を生ずるものなるが故に、之を酌量計算して其誤差を確知するを得るを以て、變化を生ずるも爲めに實用に適せざる如き不都合を生ぜざるなり、然れども航海

者にして此種の變化を算出適用するの途を知らざれば到底經線儀の正確は期すべからず。折角高價重要の器具も亦普通時計と何等撰む處なきに至るべし。

經線儀の誤差を名づけて(一)日差、Daily Rate及(二)積差 Error と言ふ。

一、日差

日差とは日々即ち各二十四時間內に生ずる經線儀の誤差を言ふ、而して經線儀日々早まり行くものを增差 Gaining と名づけ、之に反して後れ行くものを損差 Losing と名づく。例へば或る經線儀第一日の正午に綠威の平時三時〇分〇秒に一致せしも、第二日の同時には三時〇分二秒を、第三日の同時には三時〇分四秒を指せりとせば、即ち日差は增二秒

にして、若し之に反して第二日の同時には二時五十九分五十七秒、第三日の同時には二時五十九分五十四秒を指せりとせば、日差は損三秒と言ふが如し。

二、積差

何れの地を問はず綠威の平時に換算されたる其地の時辰と、經線儀の示したる時との差を其時に於ける經線儀の差と言ふ。而して經線儀の指したるもの綠威の平時より進むときは之を速差 Fast と言ひ、遲るゝ時は遲差 Slow と言ふ。例へば某地の正午、綠威の平時三時〇分〇秒なるとき、經線儀三時十五分二十秒を指せりとせば即ち該經線儀は某地の正午に綠威の平時より進むこと十五分二十秒(速差)なりと稱するが如し。

誤差檢測法

第十一節　誤差檢測法

船舶に在て眞正の時辰を表示し得るものは獨り經線儀あるのみ、故に之を實測に使用せんには常に其積差及日差を確知せざるべからず、假令陸上に於て專門家の手に依り差及日差を測定されたるものと雖、之を船舶迄運搬するには必らず若干の感動を起し、溫度位置等も亦變更するものなれば、從て其日差も變化することあり、故に最初經線儀を船舶内に備へ付けたるときは勿論、少くとも一ヶ月一回以上積差を檢測すると共に、日差をも測定すべし、若し機會の許すときは可成屢々之を行ふことを怠るべからず。

檢測法に數種あり、之を大別して Astronomical Observation 天測法及 Time Signal 報時信號法の二種となすを得べし。天測法の詳細は航海術の部に讓り、茲には報時信號法に依るものゝみを解說すべし。

一、報時信號

報時信號とは船舶所在の各經線儀を緯威の平時に比較するの便宜を與へんが爲め、各國重要なる港に於て行はるゝ所の信號にして、報時球、報時砲、報時旗等を用ひ、所定の時に於て最も完全に取扱はれ居る最も正確なる準基經線儀に依り所定の標準時を報ずるものなり。即ち吾邦に在ては橫濱、神戸等に於て毎日報時球を以て帝國中央標準時の正午、即ち緯威の平時三時〇分〇秒を信號す。

報時信號

報時球 Time Ball.
報時砲 Time Gun.
報時旗 Time Signal.

報時信號の設備ある港に在て、之に依て經線儀差を檢測す

るは最も簡便正確なる法とす。而して報時信號中普通なるは報時球にして、其落下すべき所定の時刻前昇上するを以て、同時に一人檢測の準備をなし經線儀を守り、他の一人球を注視し其落ち始むる瞬間を報ず、經線儀を守る者は同瞬時に於ける時分秒を讀知し、所定の信號時と比較して經線儀の差を得るものなり。

例へば十月一日正午横濱港に於て報時球の落つるとき、經線儀は四時十二分二十秒を指せりとせば、同報時球は中央標準時の正午即ち緑威平時の三時〇分〇秒を示すものなるが故に、兩時辰を比較する時は、經線儀は緑威の平時より一時十二分二十秒進み居ることを知るを得べく、從て同日正午に於ける經線儀差は一時十二分二十秒速なること明

かなるべし。

日差は殊に船舶に在ては學理上必ず等一なりと斷言するを得ざれども、或る期間を經て前後二回測定したる經線儀積差の差を其間に過ぎたる日數を以て除したる、所謂平均日差は其期間と略同一なる狀況に於ける間即ち氣溫の變化甚しからず、經線儀に別に故障等の起らざりし場合に限り、實用上正確なるものとするを得、而して之を算出せんには次の如し。

例一、十月一日正午緑威の平時より進むこと一時十二分二十秒なりしも、同月二十一日同時同所の平時より進むこと一時十三分なりしとせば、其平均日差は即ち二秒增なり

十月一日正午 Error Fast=1ᵐ12ˢ20ᵗ
十月廿一日正午 〃 〃 =1 13 00
二十日間 積差 =0 0 40增=$\frac{40}{20}$=2秒增

例二、十月二十一日正午綠威の平時より進むこと一時十三分なりしが、十月三十日午後六時には同地の平時より進むこと一時十三分十八秒半なりしとせば日差は

十月廿一日正午 Error Fast=1ᵐ13ˢ0ᵗ
同月卅日午後六時 〃 〃 =1 13 18.5
九日ト六時間 積差 =0−0−18.5增=$\frac{18.5}{9.25}$=2秒增=Daily rate, Gaining.

例三、十月三十日午後六時綠威の平時より進むこと一時十三分十八秒半なりしが、十二月四日同時には同地の平時より進むこと一時十二分八秒半なりしとせば日差は

十月三十日午後六時 Error Fast=1ᵐ13ˢ18.ᵛ5
十二月四日 〃 〃 =1 12 8.5
三十五時間 積差 =0−1−10.0損=$\frac{70}{3.5}$=2秒損=Dairy rate, Losing.

以上の例に依り經線儀綠威の平時より進むとき、即ち Error Fast なるときは次の如し。

一、積差次第に加はるときは、日差は增 Gaining なり。

二、積差次第に減するときは、日差は損 Losing なり。

又經線儀綠威の平時より後るゝとき、即ち Error Slow なるときは次の如し。

一、積差次第に減するときは、日差は增 Gaining なり。

二、積差次第に加はるときは、日差は損 Losing なること を了解するを得べし。

二、積差算出法

既に經線儀積差の檢測法及日差の算出法を了知したれば、又各日一定時に於ける積差を豫め算出すること容易なり、何となれば前に說く處に依り測定したる積差に算出したる日差を順次其增損に從ひ加減すれば、即ち所要の日の一定時に於ける積差を得べし、若し氣溫變化甚しき時は同變化をも日差に算入することを怠るべからず。

斯の如く精確に算定したる經線儀の差は、日誌に記入し其遲速差を經線儀時辰に加減すれば、直ちに絲威の平時を知るを得せしむ。

一定時に於ける經線儀の積差とは、元と經線儀日差の堆積したるものなるが故に、(運動開始のとき生じたる差を除き日差大にして時辰に數時間の相違ある塲合には、經線儀積

差にも亦其時間に對する日差の分數を附加するを要す故に測算上一定時に於てするに非れば正確なる經線儀積差を表示すること能はざるなり。

三、氣溫變化差測算法

數千の經線儀を試驗して、斯道に經驗ある「ハートナップ」氏 Hartnup は其定說として述て曰く

第一、各經線儀は各或る一定の溫度に會ふて其運動最も急速となるものなり、故に常に進む日差を有するものは其日差最大となり、後るゝ日差を有するものは其日差最小となるものにして、この變化は高低ある三つの溫度に於て試檢すれば、容易に之を知るを得べきものなり。

第二、最速運動を生ずる一定の溫度より溫度の昇上、若く

は降下するときは何れにても運動は漸次遲緩となる、而して其遲緩となるの度は一定溫度に比し高低する度數の自乘に比例するものなり。例へば一個の經線儀に在て最速運動を生ずる溫度を七十五度とすれば溫度七十五度の上下何れに變化するも運動は順次遲緩となるべく、同數の度を隔てたる二個の溫度(八十五度と六十五度の如く一方は十度上、他は十度下)に在ては遲緩するの度相等しきものなりと。

更に進んで其算定法を說て曰く、三個の溫度に對する各平均日差を得たれば(測候所に依賴すれば檢定差を得)先づ三要素を算定すべし。即ち第一(T)を最速運動をなすべき一定溫度。第二(R)を一定溫度(T)に於ける日差。第三(C)を(T)より上

下する氣溫の度數の自乘に乘ずれば、其溫度に於ける運動遲緩となりし度を算出し得べき不易數の算出にして、經驗上此の(T)と(C)とは經線儀を掃除若しくは修繕したるときを除き、長期間變異せざるものなれども、(R)は時々變化する傾あるが故に日差測定の都度改算すべし、而して此の三要素算出の公式は

氣溫 55° ノ日差 $= -0.72^{\text{秒}} \cdots r1$

〃 70° 〃 $= -0.27'' \cdots r2$

〃 85° 〃 $= -1.35'' \cdots r3$

$r1-r2 = -0.45 \cdots d1 \quad d1+d2 = +0.36$

$r2-r3 = +1.08 \cdots d2 \quad d1-d2 = -1.53$

C ノ算出

$$C = \frac{2(d1-d2)}{30^2} = \frac{-3.06}{900} = -0.0034$$

Tノ算出

$$T-70' = \frac{d1+d2}{c\times 60} = \frac{+0.63}{-0.204} = -3.1°$$

故ニ　$T=70'-3.1°=66.9°$

Rノ算出

$(T-70°)^2 \times c = 9.6I \times 0.0034 = 0.03$秒

七十度ニ於ル日差ハ	$=-0.27$秒Losing
T ニ於ル變化差	$=+0.03$秒Gaining
R 〃	$=-0.24$ Losing

以上の公式に依り既にT´C´R´の三要素を算定し得たれば所要の溫度に於てT´に比し經線儀運動の遲緩となるの度は容易に算出し得べく從て各溫度に對する正確なるの日差差を算出するを得るものなり。即ちT´より所要の溫度迄の差をNとすれば

$C\times N^2$はN溫度に於て經線儀運動がTに於けるよりも遲緩となる度なり故に

$R\pm(C\times N^2)$はN溫度に於ける正確なる日差なり

左表は此の改正率を算出するの煩を除かんが爲め編製されたるものなれば、Cの奇零第三位に最も近き部にてNに一致したる數を求むれば所要溫度に對する改正率を得べし。

經線儀日差改正表

C 0.003.

N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.
	s.		s.		s.		s.		s.		s.
1	0.00	18	0.97	35	3.68	52	8.11	69	14.28	86	22.19
2	0.01	19	1.08	36	3.89	53	8.43	70	14.70	87	22.71
3	0.03	20	1.20	37	4.11	54	8.75	71	15.12	88	23.23
4	0.05	21	1.32	38	4.33	55	9.08	72	15.55	89	23.76
5	0.08	22	1.45	39	4.56	56	9.41	73	15.99	90	24.30
6	0.11	23	1.59	40	4.80	57	9.75	74	16.43	91	24.84
7	0.15	24	1.73	41	5.04	58	10.09	75	16.88	92	25.39
8	0.19	25	1.88	42	5.29	59	10.44	76	17.33	93	25.95
9	0.24	26	2.03	43	5.55	60	10.80	77	17.79	94	26.51
10	0.30	27	2.19	44	5.81	61	11.16	78	18.25	95	27.08
11	0.36	28	2.35	45	6.08	62	11.53	79	18.72	96	27.65
12	0.43	29	2.52	46	6.35	63	11.91	80	19.20	97	28.23
13	0.51	30	2.70	47	6.63	64	12.29	81	19.68	98	28·81
14	0.59	31	2.88	48	6.91	65	12.68	82	20.17	99	29.40
15	0.68	32	3.07	49	7.20	66	13.07	83	20.67	100	30.00
16	0.77	33	3.27	50	7.50	67	13.47	84	21.17		
17	0.87	34	3.47	51	7.80	68	13.87	85	21.68		

C 0.004.

N	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.
	s.		s.		s.		s.		s.		s.
1	0.00	18	1.30	35	4.90	52	10.82	69	19.04	86	29.58
2	0.02	19	1.44	36	5.18	53	11.24	70	19.60	87	30.28
3	0.04	20	1.60	37	5.48	54	11.66	71	20.16	88	30.98
4	0.06	21	1.76	38	5.78	55	12.10	72	20.74	89	31.68
5	0.10	22	1.94	39	6.08	56	12.54	73	21.32	90	32.40
6	0.14	23	2.12	40	6.40	57	13.00	74	21.90	91	33.12
7	0.20	24	2.30	41	6.72	58	13.46	75	22.50	92	33.86
8	0.26	25	2.50	42	7.06	59	13.92	76	23.10	93	34.60
9	0.32	26	2.70	43	7.40	60	14.40	77	23.72	94	35.34
10	0.40	27	2.92	44	7.74	61	14.88	78	24.34	95	36.10
11	0.48	28	3.14	45	8.10	62	15.38	79	24.96	96	36.86
12	0.58	29	3.36	46	8.46	63	15.88	80	25.60	97	37.64
13	0.68	30	3.60	47	8.84	64	16.38	81	26.24	98	38.42
14	0.78	31	3.84	48	9.22	65	16.90	82	26.90	99	36.20
15	0.90	32	4.10	49	9.60	66	17.42	83	27.56	100	40.00
16	1.02	33	4.36	50	10.00	67	17.96	84	28.22		
17	1.16	34	4.62	51	10.40	68	18.50	85	28.90		

經線儀日差改正表

C 0.001.

N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.
	s.		s.		s.		s.		s.		s.
1	0.00	18	0.32	35	1.22	52	2.70	69	4.76	86	7.40
2	0.00	19	0.36	36	1.30	53	2.81	70	4.90	87	7.57
3	0.01	20	0.40	37	1.37	54	2.92	71	5.04	88	7.74
4	0.02	21	0.44	38	1.44	55	3.02	72	5.18	89	7.92
5	0.02	22	0.48	39	1.52	56	3.14	73	5.33	90	8.10
6	0.04	23	0.53	40	1.60	57	3.25	74	5.48	91	8.28
7	0.05	24	0.58	41	1.68	58	3.36	75	5.62	92	8.46
8	0.06	25	0.62	42	1.76	59	3.48	76	5.78	93	8.65
9	0.08	26	0.68	43	1.85	60	3.60	77	5.93	94	8.84
10	0.10	27	0.73	44	1.94	61	3.72	78	6.08	95	9.02
11	0.12	28	0.78	45	2.02	62	3.84	79	6.24	96	9.22
12	0.14	29	0.84	46	2.12	63	3.97	80	6.40	97	9.41
13	0.17	30	0.90	47	2.21	64	4.10	81	6.56	98	9.60
14	0.20	31	0·96	48	2.30	65	4.22	82	6.72	99	9.80
15	0.22	32	1.02	49	2.40	66	4.36	83	6.89	100	10.00
16	0.26	33	1.09	50	2.50	67	4.49	84	7.06		
17	0·29	34	1.16	51	2.60	68	4.62	85	7.22		

C 0.002.

N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Cor'n.	N.	Coa'n.
	s.		s.		s.		s.		s.		s.
1	0.00	18	0.65	35	2.45	52	5.41	69	9.52	86	14.79
2	0.01	19	0.72	36	2.59	53	5.62	70	9.80	87	15.14
3	0.02	20	0.80	37	2.74	54	5.83	71	10.08	88	15.49
4	0.03	21	0.88	38	2.89	55	6.05	72	10.37	89	15.84
5	0.05	22	0.97	39	3.04	56	6.27	73	10.66	90	16.20
6	0.07	23	1.06	40	3.20	57	6.50	74	10.95	91	16.56
7	0.10	24	1.15	41	3.36	58	6.73	75	11.25	92	16.93
8	0.13	25	1.25	42	3.53	59	6.96	76	11.55	93	17.30
9	0.16	26	1.35	43	3.70	60	7.20	77	11.86	94	17.67
10	0.20	27	1.46	44	3.87	61	7.44	78	12.17	95	18.05
11	0.24	28	1.57	45	4.05	62	7.69	79	12.48	96	18.43
12	0.29	29	1.68	46	4.23	63	7.94	80	12.80	97	18.82
13	0.34	30	1.80	47	4.42	64	8.19	81	13.12	98	19.21
14	0.39	31	1.92	48	4.61	65	8.45	82	13.45	99	19.60
15	0.45	32	2.05	49	4.80	66	8.71	83	13.78	100	20.00
16	0.51	33	2.18	50	5.00	67	8.98	84	14.11		
17	0.58	34	2.31	51	5.20	68	9.25	85	14.45		

斯の如く總ての經線儀は溫度の高低に會ふて運動に遲速を生じ、而して其遲速は或る一定の溫度に於て最速を示し、之より高低何れに偏するも、漸次遲緩となるものなることを充分理解し、各溫度に對する變化を精算し、常に正確なる日差を算定するに努むべきは、經線儀を使用し之に依て其所在を測定し、船舶の安全を期すべき航海者に取りては最も必要なることなり。例へば一船あり、其出帆前製作者より甲、乙、丙三個の經線儀を得、甲は氣溫六十度、乙は七十度、丙は八十度に於て各々最速運動を示すものにして、各經線儀に付せられたる日差は何れも平均溫度六十度に對するものなることを承知せりとせよ。而して船は出帆後漸次南下して熱帶圈に近つき、氣溫八十度以上にも達したりとせば、甲

は此間始終其運動漸次遲くなり、乙は氣溫七十度に達するや其運動漸次速く速くなり、七十度に於て最速を示し、其後は氣溫の昇上するに從ひ遲く遲くなり、又丙は氣溫八十度に達するまで其運動漸次速くなり行くべきこと明かなるべし。此時に當り若し氣溫の變化に會ふて其運動に遲速あることを知らず、單に製作者より與へられたる氣溫六十度に對する日差を計算して差となし、以て測算上に使用したりと假定せば、甲を用ひ、乙を用ひ、若くは丙に依りて測定したる經度は互に相違し、其何れを信ずべきかを判ずるに苦み、不安の狀態に陷るべきは勿論、畢竟悉く正確の經度に非ざるべし、何となれば前に說く如く氣溫の變化に從て各經線儀は各々六十度に於て生じたる日差に等しからざる遲

速の運動をなしたればなり、依て氣溫變化に比例する運動
遲速の差を算出し正確なる日差を算出するの必要は明か
なりと言ふべし、故に經線儀格納箱内には常に寒暖計を備
へ日々其溫度を檢測し日誌に記入すると共に日差改正の
資料となすべし。
新製の經線儀は其機關精巧を極むるものと雖、氣溫昇降に
基因する變化以外別に其運動は漸次速差を增大する傾あ
るものにして、最初の二箇月間位は平均日に半秒づつ進み
しとせば、次の二箇月間位は大凡日々四分の三秒若しくは
其以上づゝ進む如き結果を生ずるものゝ如し。是れ恐らく
は鋼製螺狀小發條に或る變化を起し、最初は其跳彈力增加
すると、又た油の濃厚となるに從ひ均旋輪の振動弧の縮少

する(均旋輪の反覆運動速かになること)爲めなるが如しと
雖、其原因に就き未だ正確なる證言をなしたる人あるを聞
かず、但し機關の馴るゝと共に氣溫に比例したる正確なる
日差を保つに至るべきものなり。

第十二節　經線儀比較法

經線儀は是を備へ付けたる日より互に相比較し、各其指示
時其差及第二差(第二差とは前日と當日との差の差を言ふ)
等を調製したる經線儀日誌に記入し置くべし。是れ經線儀
に若し不時の變化生じたるに當り一見其何れに起りたる
やを知るの便宜を與ふるを以てなり。
通常船舶に在ては三個の經線儀を備ふ、而して內一個を撰

みて原基となす。原基に撰むものは第一日差の順正にして擊節の音聲善く調ひ、且つ儀面の鮮明なるものを取るべし、又日差少なきものを良しとするは固よりなりと雖、要するに日差多少を論ぜず、恒に不等なきものは其日差の少くして不等なるものに勝るものなり。尚各經線儀は製作者の名、番號等を以て呼ぶの煩を除きA、B、C、等の如く符號を付し字の順序に依り、面して左なるをA右なるをC中なるをBと名付け紙片に署して夫々貼付し置くものとす。

經線儀の比較は往々船舶に於て行はるゝ如く三人にて同時に三個の經線儀を比較すべからず、必ず一人にて順次比較すべし。之れ素と經線儀比較の要は不時の變化を檢定せんとするに在れば三人にて同時に見たるものは各人間に

於て視聽の誤差を生じ易く、到底正確なる比較を得る能はざればなり、尤一人にて爲すことは最初甚だ困難なりと雖、十數日の熟練を積まば容易に比較し得るに至るべし。

比較は毎朝經線儀を捲きたる後に於て之を行ふ。比較者は一人にして、豫め悉く室の戸扉を閉ぢ外氣及室外音響の侵入せざる樣にしA、BとB、CとC、AとCとの三樣の比較をなす、而して斯く一人にて行ふ比較は全く聞くと見るとの耳と目に於ける知覺の疏通に依て成さるゝものなること明かなるべし、即ち先づAの蓋を靜かに開き之を熟視して其擊節を聞き指頭を以て調子を保ち充分會得したる後Aの幾秒の所にて比較すべきかを決定し、其調子を保ち數へながら目をBに移す、此時Aの擊節は尚耳朶に感ずるを得べ

し、而して豫て比較せんとしたる秒時に達したる時、目は善くBの指示秒及其分數を決定するを得べし、例へばAの六十秒(即ち何分〇秒)の時にBを比較せんと欲せば先づAを注視し、其擊節を耳に入れ調子を保ちて一節毎に一二三四と數へAの五十秒半のとき一より數へ初め目をBに移すなり、斯くしてAを二十まで(若しくは十まで二回)數へたるときはAの六十秒の時なるに依り其瞬時のBを看取するなり、而して比較せんとするAの時は豫め決定記載し置くを得れば比較後に於ては只Bの秒を記入すれば足るべし。

如斯して更にA、BとC、Bとの比較をなし各日誌に記入す、而して其比較に於てABの差とBCの差と加減したる者とACの差と相同じき時は其比較は正確なりしものと

見て差支なかるべし、即ち

A. 2−31−00		B. 2−15−00	A. 2−36−00
B. 2−12−39.51−		C. 2−14−05.25−	C. 2−16−44.751−
差= 18−20.5		差=0 −54.75	差= 19−15.25

此の比較の差に於て18−20.5+0−54−75=19−15.15となるが如し

經線儀比較の時に當り例へばAとBとに於てAの擊節とBの擊節の一致せざること即ち半秒以内の奇零數なる差を有することあり、熟練なる人と雖十分の一秒迄も正確に讀み得ることは至難なるを以て船内に在ては四分の一秒迄讀み得るを以て足れりとす、然れども陸上等にして非常の正確を要する時は是れに(普通經線儀 Solar Chronometer)比するに星時經線儀(Sidereal Chronometer)を以てすれば經驗あ

る測者は善く五十分の一秒の些微まで正確に讀知するを得べし、是れ陽時經線儀の一秒間は星時の奇零九九七二七秒間に相當し、兩者一秒間に於ける差は奇零〇〇二七三秒間なるが故に一度或る秒時に於て秒鍼相一致したる兩者は星時が一秒毎に奇零〇〇二七三秒づゝ後れ、終に積りて全く陽時の一秒間後れたる後に非れば再び一致する能はざるなり、此間三百六十六秒餘即ち凡六分餘を要す、故に最初Aと星時經線儀と擊節同じき時星時儀の分秒を記し置き、更にBと星時儀と秒鍼擊節の一致せるとき同しく星時儀の分秒を測り、其兩測時の差に奇零〇〇二七三を乘ずれば即ちAとB兩儀擊節の相異る奇零數を得べきを以てなり。

第十三節　經線儀日誌

經線儀日誌とは經線儀に關する諸種の要件即ち製造者氏名、番號、差、日差、比較、同第一差、第二差、氣溫及其他重要なる事項を各欄に從て記入し、一見何人にも此等の要件を知り易からしむると同時に各經線儀不時の變化を生じたるとき直ちに之を識別するを得せしむるものとす。而して通常船舶に在ては三個の經線儀を備ふるが故に、今玆に現時用ひらるゝ日誌の最も完全にして簡易なる例を揭げ了解に易からしむ。

製本の大さは縱壹呎橫壹呎三寸位とし、最初に船名其他の記入をなし第一頁に經線儀製作者氏名、番號、符號、受領年月

日を記入し、第二頁即ち右は比較時、一差、二差、の各欄に分ち一日より始めて翌月一日に終る如く三十二日分記入し得る様にす。

遠洋航船に在て氣溫變化に對する日差を使用するの要あるときは適宜算出して日差とす、記事欄には差、日差の檢測時日及方法詳細は見易き様特に朱記し修繕矯正等に陸揚したる時日及再び受領したる時日其他詳細及航海中波浪高く爲めに動搖の誤差を生ずるが如き虞ありたるときは其模様、其他經線儀取扱上必要と認むる諸件は細大となく記入し置くものとす。

二個の經線儀の比較第二差は、此等經線儀日差の混合して生ずるものなることは道理上明白なり、故に若し二個の日

(經線儀日誌第二頁)

Date. 1909.		A compared with B				1st difference.		2nd differe.
		A			B			
		h.	m.	s.	h. m. s.	m.	s.	
MAY	18	3	31	00.0	2 12 39.4	18	20.6	—
	19	2	34	00.0	2 15 34.6	18	25.4	+
	20	2	00	00.0	1 41 30.0	18	30.0	+
	21	1	31	00.0	1 12 25.6	18	34.4	+

(經線儀日誌第三頁)

(經線儀日誌第二頁)

Daily Rates and Errors of Chronometers.

NOTE—The + Sign means fast or gaining: the — sign means slow or losing.

Date. 1909.		A Accumulated Error	Daily Rate. Gaining.	Daily Rate. Losing.	B Accumulated Error.	Daily Rate. Gaining.	Daily Rate. Losing.	C Accumulated Error.	Daily Rate. Gaining.	Daily Rate. Losing.	Temperature. 8 a.m.	Temperature. 2 p.m.	Temperature. 8 p.m.	Mean Daily Temp.	REMARKS.
		m. s.	s. t.		m. s.		s. t.	m. s.		s. t.					
MAY	18	+6 31.8	+ 1.6		−11 44.3		− 3.1	−12 43.5		− 2.0	65°	73°	70°	69°	
	19	+6 33.4	+ 1.6		−11 47.4		− 3.1	−12 45.5		− 2.0	65°	72°	71°	69°	
	20	+6 35.0	+ 1.6		−11 50.5		− 3.1	−12 47.5		− 2.0	60°	69°	67°	65°	
	21	+6 36.6	+ 1.6		−11 53.6		− 3.1	−12 49.5		− 2.0	59°	67°	63°	63°	

(經線儀日誌第三頁)

Daily Comparisons of Chronometers.

Date. 1909.		A compared with B: A	A compared with B: B	1st difference.	2nd difference.	B compared with C: B	B compared with C: C	1st difference.	2nd difference.	A compared with C: A	A compared with C: C	1st difference.	2nd difference	REMARKS.
		h. m. s.	h. m. s.	m. s.	s. t.	h. m. s.	h. m. s.	m. s.	s. t.	h. m s.	h. m. s.	m. s.	s. t.	
MAY	18	3 31 00.0	2 12 39.4	18 20.6	——	2 15 00.0	2 14 5.4	0 54.6	——	2 36 00.0	2 16 44.8	19 15.2	——	
	19	2 34 00.0	2 15 34.6	18 25.4	+ 4.8	2 18 00.0	2 17 6.5	0 53.5	— 1.1	2 39 00.0	2 19 41.2	19 18.8	+ 3.6	
	20	2 00 00.0	1 41 30.0	18 30.0	+ 4.6	1 45 00.0	1 44 7.5	0 52.5	— 1.0	2 05 00.0	1 45 37.5	19 22.5	+ 3.7	
	21	1 31 00.0	1 12 25.6	18 34.4	+ 4.4	1 14 00.0	1 13 8.3	0 51.7	— 0.8	1 35 00.0	1 15 33.8	19 26.2	+ 3.7	

差の差、第二差と符合せざるときは比較に誤謬ありたるものとして更に比較すべし、尚ほ同様差の生じたるあれば其一方に異りたる日差の生じたること明かなれば第三者に依て何れなるかを判定すべし、即ち今比較の結果A又はBに變化あるを知り更にAとCとは前日に異ならざるもBとCとは相違するを發見したりとせば不時の變化を生じたるはBなるを識るを得るを以てBを精檢して出來得る丈其原因の攻究修正に努むべし。

例一、

A 日差 +1.5 (gaining) B−3.15 (losing) C−2.0 (losing)

比較第二差	A、B	B、C	A、C
一日	+4.75	−1.25	+3.5
二日	+6.00	−2.50	+3.5

A日差 +1.50　　B−3.25　　A+1.50
B〃 −3.25　　C−2.00　　C−2.00
+4.75　　−1.25　　+3.50

一日に於て各第二差は日差の混成せる差に一致し比較の正確と經線儀の正確を證するも、第二日AとBの第二差は一日に比し一秒二五の差を生じ一方に變化ありたるものなるを知る、而してBとCとの第二差も前日に比し一秒二五の差を生じたるもAとCとの第二差は前日に等しきを以て見ればAに變化ありたるに非ずしてBなること明かなり

第十四節　經線儀取扱に關する注意

毎朝經線儀を定時に正確に捲くべきことは既に說けり、尙

其時に當り殊に注意すべき要件は、室の各戸扉を閉ぢ外氣の侵入せざる樣にし、且つ內函の蓋を開くには激動を與へざるべきは勿論開き終りたる後ち蓋の重量の全部を蝶番に及ぼし、爲めに內函の底部を連箱內に在て浮き上らしむる傾きを生ぜしめざるを要す。

經線儀を捲く每に環架に於て轉倒せしむるは機關の各坐に油を分賦するが故に間接に多大の効用あるものとす、然れども機關の精緻なる丈、些細の他動にも變化を生じ易きを以て環架に於ける游動も其多少に因て變化を誘起することなしとせず、故に碇泊中正確の日差を有したる經線儀も航海中船體の動搖甚しき爲め環架に於て游動する每に激動を生ずる如き時は日差に變化を來すべきこと又疑ふ

べからず、即ち斯る時に當りては激動を與へざるを適度として環架を締むることを怠るべからず、然れども動搖に比例せざる過少の游動も同一の結果を生ずべきが故に船體動搖甚しき時は善く環架の游動を視察し適宜修正することを努めざるべからず。

經線儀備付箱の下部に引出しを備へ豫備品等を收めあることあれども、可成箱の獨立を要す、假令曳抽を有するも決して鐵具、磁氣杆、羅盤等豫備品を收むべからず、嘗て或る船舶に在て航海中日差の正確なりしにも拘らず碇泊後日差に變化起りたるに氣付き諸所探究したるも其原因を認め得ざりしが爲め之を人に謀りたるに再び精査の上船橋修繕に當り原基羅盤を取外すの必要起りたる爲め之を經線

儀箱下の物置に假に收め置きたるものなることを發見し取扱者の不注意を暴露されたることありと謂ふ。

經線儀の機關部に使用さるゝ油は頗る適切の關係を有し、各製作家は經線儀要素の一つの難問として常に其說を異にす、要するに油は時を經るに從ひ濃厚となるのみならず、化學的變化を生じて粘着力を變ずるが故なり、溫度の高低も亦油を變化せしめ而して七十度乃至八十五度の溫度は五十五度乃至七十度の溫度より變化を生ぜしむること多きものとす、即ち氣溫變化に因て生ずる經線儀日差變化の一部は畢竟油の變質に原因するに外ならざるなり。

精製されたる魚油は長きに亘るも濃厚となること少なきも流れ去る恐れあるを以て使用に堪へず、斯くの如く油の

經線儀に於ける關係は、油其物の變質せるを新更するの必要あるのみならず、精緻なる機關の諸部は常に純良なる油にて緩和さるゝに非ざれば磨滅の爲めに運動に不同を來すものなるが故に、經線儀が假令長期間正確なりしとするも、少くも五個年に一回は優等なる製作者に托し注油せしめざるべからず。尤新製に係るものは二個年後に注油し、其後初めて機關の諸部完了となり數年正確を期し得べきものなるを以て、經驗ある製作者は決して其機關の完了するに非ざれば賣出さゞるを常とす。經線儀格納函は常に乾燥なるは勿論、樟腦等を用ひて蟲類の生息を防ぐべし。

經線儀の航海者に須要なるは既に說けり、然れども取扱の如何に依りて貴重なる要具も遂に用を爲さゞるに至るべ

きを以て其取扱者を指定し全部の責任を負ふて之を監守せしめ、毎朝正しく捲きたるや否を船長へ報告せしむる等充分注意監督すべし。方今普通二等運轉士をして管理せしむるを常とす。

經線儀の保護取扱等は頗る複雜なれども既に要具の要具たる特點を發揮せしめ、以て船舶の安全と共に自己の安意を得んと欲せば又多大の注意を拂はざるべからざることを忘るべからず。

第十五節　經線儀購求に關する注意

經線儀は要具にして其取扱に非常の注意を要し、其價も廉ならざるが故に其購求も決して忽にすべからず、往々正實

經線儀購求に關する注意

の經線儀製作者に非ずして單に時計商たるの故を以て經線儀を販賣するものあれども彼等は其構造は勿論、取扱の一端をも知らず、唯製作者の名聲に依て賣らんとする商買なるを以て購求者宜しく注意すべし。又航海要具店頭廉價のものありと雖、鐵製器具、磁氣銲、羅盤等と混在する經線儀の實用に適せざるべきは推知するに難からざるべし。要するに信頼し得べき最良なる經線儀を得んと欲せば優等なる製作者より直接購求すべし、此等製作者は概ね其製品を「キュー」Kew 測候所に保護檢定を依托するが故に同所に就て帳簿に依り其成績良好なるものを撰み製作者より之を購求するを得べし。「リバープール」Liverpool にて購求せんとするときは製作者に命じ數個の經線儀を「ビッドストン」Bidstone の測候所に提出檢定を乞はしめ、其中より選擇するを宜しとす。

第五章　晴雨計

晴雨計
Barometer.

晴雨計が氣象觀測の重要器具たることを知らんと欲せば先づ其構造、動作及び觀測法に就きて研究することを要す。「バロメーター」なる語は原と「重さ」及「量り」なる二個の希臘語より轉化したるものにして即ち大氣の重さを量り依て以て氣象の變化を豫知することを得せしむると云ふの意義に外ならず。

方今科學者間に於て各其説を異にすれども空氣は凡そ三百哩の高さを以て我が地球を圍繞し地上より遠ざかるに從ひて漸次稀薄となると謂ふは殆んど定説なるが如し、而して海面上に在て一平方吋に於ける空氣の壓力は約十五

斤なり、而も此の壓力は上下左右及前後とも均一なることは吾人が日常空氣の中に行動して一も其壓力を感知せざるに徴して明なり、試みに茶碗を取り扁平なる「ゴム」を以て上面を蓋ひ碗底に小孔を穿ち之に喞筒を裝置し碗内の空氣を徐々排泄せよ、然るときは今迄外部の空氣に能く抵抗して平坦なりし「ゴム」蓋は碗内の空氣の排泄に伴れ外部空氣の壓力に堪へずして漸次内方に彎曲し、尚喞筒の働作を續行すれば「ゴム」蓋は遂に破裂するに至るべし、是れ空氣の壓力を實驗するの一例なりとす。

又試みに茶碗に水を盛り中空の竹筒を碗内に立て筒内に眞空を作るの目的にて口にて筒の上端を吸ふべし、然るときは筒内の空氣は稀薄となるを以て碗内の水は其表面に

受くる空氣の壓力によりて比較的抵抗の少なき筒內に向つて上昇すべし、故に極力筒口を吸ふと雖徒らに水の上昇を增すに止まり遂に眞空を得ること能はざるべし。

斯く空氣に一定の壓力あるを知らば壓力の變化は即ち氣象の變化なることを知り得べし、何となれば空氣稀薄なれば濃厚なるものよりも壓力少なく、而して壓力少なきもの即ち輕きものは上昇し、壓力多きもの即ち濃厚なる空氣は膨脹して其處を充すべく相互の壓力平均する迄は遊動變轉して風を起し、又水蒸氣を含有する空氣は冷かなる空氣に逢ふて雨を構成する等、大氣の壓力と氣象とは常に相關聯すること明かなり。

以上說述したる所に依り空氣は壓力を有し、其壓力の變化は天候の變化を釀すことを理解したるを以て更に進んで氣壓變化の指示者たる晴雨計の種類構造及使用法等に就き順次解說すべし。

船用晴雨計の種類及名稱

水銀晴雨計 Mercurial Barometer.

空盒晴雨計 Aneroid Barometer.

第一節　船用晴雨計の種類及名稱

航海用として專ら使用さるゝ晴雨計は水銀晴雨計（マーキュリアルベロメーター）及空盒晴雨計（アネロイド）の二種とす。

第二節　水銀晴雨計

水銀晴雨計を詳說するには先づ空氣の壓力が水銀に於ける働作を略述するを要す。

試に一端を密閉したる長さ約三十三吋の玻璃管を取り、之

に精良なる水銀を充たし、指頭を以て管口を押へて之を顚倒し、同じく水銀の適量を容れたる碗内に（水銀の面より下方まで）管口を押へたる指を入れ管内に空氣の侵入せざるやう充分注意して靜かに指を放つべし、然るときは管内の水銀は碗内水銀の表面に於ける空氣の壓力に平均するまで下降し管の上部は眞空となるべし、而して管内の水銀は碗内水銀面より大凡三十吋にて停止するを見るべく、其重量は管の截斷内面の積に相當する空氣の重量と均しきを知るべし、之を詳說すれば今假に管の截斷内面を一平方吋とし水銀の高さを三十吋とすれば三十立方吋となるべし。而して華氏六十度に於ける水銀一立方吋の重量は奇零四九一斤なるを以て三十立方吋は十四斤七三なるべく、之れ

測知するに難き高さを有する空氣の一平方吋に對する壓力即ち重さなりとす。

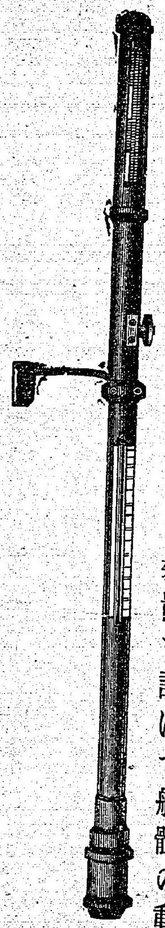
以上は海面上に於ける空氣の壓力が水銀に及ぼす普通の狀態を示せるに止まれども、其壓力の變化は忽ち管内水銀の昇降を來すべきものなることは前に論述したる所の如し。

水銀晴雨計は以上の理を應用したるものなれども航海用のものは陸上に使用せらるゝが如き構造にては船の動搖に從ひ水銀も亦動搖して靜止することなく、確實なる觀測を行ふことは到底望むべくもあらざるを以て此の障害を除かんが爲め船舶用のものには特種の裝置をなすを要すべし。

即ち碗に代ふるに壺を以てし、管は小なるを用ゐ其徑凡四分の一吋とす又壺中の水銀面上より管内水銀の頂上までの高さを測知するに容易ならしむる爲め計標（スケール）及游標（ヴァーニヤー）を附し全部を金屬製外筒の中に收め外筒には游動裝置を設けて船體の動

第二十七圖

第二十八圖



搖に關せず常に晴雨計を垂直の位置に保たしむ。

計標 游標 Vernier.

一、計標

計標は其長さを三十一吋とし、吋及其奇零數に刻み管内水銀の高さと計標上の劃度とに依りて晴雨計の示高を知るの用に供す。

晴雨計示高 Barometer reading.

原基晴雨計の計標は普通吋、十分の一吋、二十分の一吋に劃度せるを以て其一區劃は奇零〇五吋に相當すべし而して示高の觀測を一層細密正確ならしむる爲め游標に依りて分以下厘毛の小數を測知せしむ。

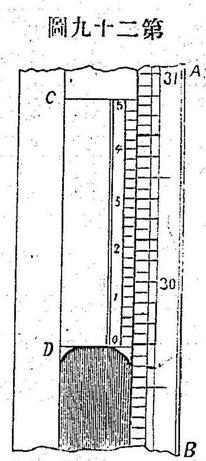
二、游標

游標の全長は計標に於ける一區劃の若干倍とし、之を游標の全長に相當する計標の區劃數に一個を加へ、若くは一個

を減したる數に區分するを通則となす。

假令ば游標の長さを計標に於ける一區劃即ち奇零〇五吋の二十四倍に定めたりとせば全長を二十五等分して其一區劃の長さを定むべきものなり、故に游標の一區劃の長さは計ち奇零〇〇二吋短きものとす。

第二十九圖



第三節　水銀晴雨計觀測法

游標は棒螺子の作用に依りて上下し得るやう裝置す、故に示高を讀むに當りては棒螺子を轉回して遊標の下端を正

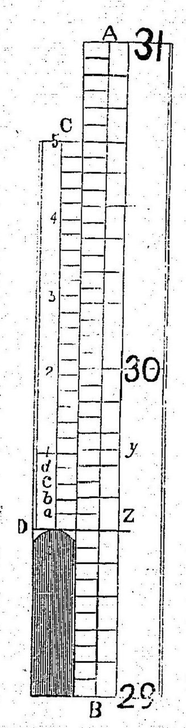
しく水銀柱の頂點に一致せしむべし、但し晴雨計を傾け又は撞觸の爲めに震動を與ふるが如きことあらば管內の水銀は動搖して示高に誤差を生ずべきを以て讀度の際は晴雨計が垂直の位置に於て且つ安靜なるや否やに深く注意するを要す。

室內光線の工合により游標の下端を水銀の頂點に一致せしむること困難なるときは、白紙を輕く管の背面に添ゆれば光線の反射によりて容易に讀度し得るものなり、此の方法は夜間「ブルスアイランプ」を用ひて讀度するが如き塲合には特に效果あるものなり。

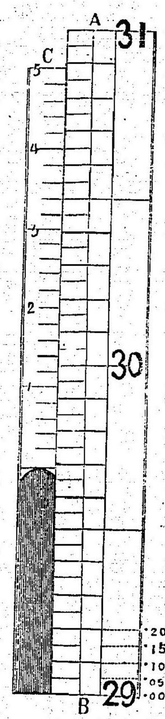
游標を水銀の頂點に一致せしむることを學び得たらば次に第三十圖甲及乙に依り讀度の方法を說述せん。

圖中ＡＢは計標の一部分を示しＣＤは游標を示す、而して

第三十圖甲



第三十圖乙



Ｄは游標の下端にして水銀の頂點と一致せしめあるものとし、Ｂは計標の二十九時に相當する區劃とす然らば計標上Ｂの一段上方の線は二十九時奇零〇五にして、又Ｂより二段上方の線は二十九時奇零一なることは前に說述したる所に依りて明かなるべし、故に最初にＤの直下なる計標の劃度を讀み、次に游標

の劃度中計標の劃線に一致し居るものを求むべし。

第三十圖甲に於いては游標の下端Ｄは計標の二十九時奇零五の劃線と正しく一致し居るを見るべし、故に示高は二十九時奇零なることを知り得べし、尙圖上游標の位置を注視すれば下端のＤが計標の劃線と一致し居ることを認むべく、而してＣとＤとの中間なる各線は計標の劃線とは或は上に或は下にありて一も一致するものなきを見るべし、こは前にも說明したるが如く游標の一區劃の長さは計標の一區劃の長さよりも奇零〇〇二吋短かきを以てなり、更に詳說すれば第三十圖甲に示すが如き游標の位置に於いてａは近接せる計標の劃線ｂより奇零〇〇二吋下方にあるを見るべし、故に若し遊標を少しく上方に移動せしめａ

をゐに一致せしむればDは原位置より奇零〇〇二吋上りてDの指示する讀度は二十九吋奇零五〇二となるべし。同一方法に依りてbは其少しく上なる計標上の劃線より も奇零〇〇四吋下方にあり、而してcは其少しく上方にある計標の線よりも奇零〇〇六吋下方に、同じくbは奇零〇〇八吋下方にあるべし、而して游標上の1は計標上のyより奇零〇一吋下方にあることを知り得べし、故に若しb d及びIを順次各其上方に隣接せる計標上の線と相一致せしむるやう移動せばDは奇零〇〇四吋、奇零〇〇六吋、奇零〇〇八吋、奇零〇一吋と順次上昇し從て讀度も二十九吋奇零五〇四、二十九吋奇零五〇六、二十九吋奇零五一と漸次變化すべし。

此の理に依り游標上の1234若くは5の數字に於て計標上の線と游標上の線とを一致せしむればDは其直下にある計標上の線の百分の一、二、三、四若しくは五の上方にあることゝなり、又其中間の各線の一致に依れば一吋の千分の一迄も表示することを得べし。

今第三十圖乙に依りて讀度法の一例を示さん、即ち游標の下端Dを水銀柱の頂點と一致せしめたりとせばDの直下にある計標の劃線は二十九吋奇零六五なり、次に遊標を見れば3なる數字の上方第三番目の線に於て計標と一致し居るべし、即ち3なる數字は奇零〇三吋を示し、其上方の第三線は奇零〇〇六吋を示すべし、故にDは其直下の計標劃線より奇零〇三六吋上方にあるなり、之に依りて晴雨計の

示高は

計標上の讀度 ＝ 29.650

游標上の讀度 ＝ .030

.006

晴雨計の實際の示高＝29·686 吋

なることを知り得べし。

第三十圖甲及乙に就きて說明したる遊標は其指示し得る最小限は千分の二吋なるを以て若し晴雨計が千分の一吋昇降したるが如き場合には游標の區劃の上下の二線は各近接せる計標の劃線に何れも一致するが如くに見ゆることあるべし、此の如き場合には其中間を取りて晴雨計の示高と定むべし、例令ば二十九吋奇零六八四と二十九吋奇零六八六の何れを取るべきか一見區別し難きときに當りては其中間を取りて二十九吋奇零六八五を以て示高となすべきものとす。

英國氣象協會に於ては一吋の二百分の一即ち奇零〇〇五吋宛を讀むべき裝置の游標を採用し居れり、故に計標の每一區劃は奇零〇四五吋にして此の九個區劃即ち奇零四五吋を以て游標の全長とし之を十個に區劃す、故に游標の每區劃は奇零〇四五吋の割合となり計標と游標との各區劃の長さの差は ·050 − ·045 ＝ ·005 吋なりとす。

第四節　晴雨計の示高の變化

地球上に於ける位置の變化は晴雨計の示度を昇降せしむるものなり、何となれば氣溫の高低は空氣を膨脹又は收縮

せしむるものなれば從て其壓力をも增減せしむるは理の當然なりとす、故に熱帶地方に於ける晴雨計の示度は寒帶地方に於ける示度よりも常に約二吋低く而して北緯六十度乃至六十五度の圈內に於て其最高を示すが如し。故に單に晴雨計の示度の高低のみを以て天候を卜せんとするは未だ以て適當の方法なりと云ふを得ず、宜しく其地方に於ける晴雨計の平均示高と對照せざるべからず。

晴雨計の示度は船舶所在位置の變化に從ひて高低あるのみならず同一地方に於ても亦示高に二種の變化あり、之を定時變化及不定時變化と稱す。

定時變化
Periodical Variation.
不定變化
Non-Periodical Variation.

一、定時變化

定時變化とは年差、日差の二差を通稱するものにして年差

年差
Annual Variation.

とは一年を通じて起る變化なれども其變化たるや極めて緩徐なるを以て航海者に向つては晴雨計實用上大なる關係を有せず從つて特に詳說するの要を認めざるも日差は日々に起る變化にして晴雨計觀測上研究を要すべきものとす。

日差
Diurnal Variation.

寒帶海上に於ける觀測には殆んと日差の現存を見ざるも漸次熱帶に近くに從ひて增大し最高と最底の差七厘乃至八厘に及ぶことあり、而して其平均示度と最高示度との差は平均示度と最低示度との差より稍々小なるものなり。日差は氣溫の高低に由來するを以て其最高最低時は太陽の出沒時に左右せらるゝことの大なるべきは勿論にして熱帶地方にありては周年太陽の出沒時に多大の差違なき

を以て日差も略ぼ正確にして之を觀測するは最も趣味あるものなり、即ち晴雨計は毎朝午前四時頃より同十時頃迄は上昇しそれより漸次下降し始めて午後四時頃に至り再び上昇して午後十時頃に及びそれより再び下降し始めて翌朝四時頃に至るべし。

一晝夜に於ける最高は午前に在りては十時前、午後にありては十時後にして午前の最高は午後の最高よりも高きの常なるが如し、之等の變化は溫度の高低に起因するものなれども單に管內水銀の膨脹收縮にのみ關するものにあらずして必ずや氣溫の變化に伴ふ空氣壓力の變化に依て昇降するものなることを忘るべからず。

二、不定時變化

此の變化は名の如く其起るに定時なく、隨時隨所に於て起るものなり、而して晴雨計を以て氣象を觀測するも亦此不定時變化あるが爲なり、其變化たるや凡て空氣の暖かきと き及濕りたるときに降り、冷かなるとき及乾きたるときに昇り、或は晴れとなり、或は雨となり又は雪となり若くは風となるを示し、其變化の急激にして多大なるときは天候風雨の變化激烈なるべく、緩漫なるときは天候の變化遲緩にして永きに亘るを示すものとす。

水銀晴雨計は學理上精確なるべき筈なれども使用上の不注意等より其示高に誤差を生ずる虞あれば時に便宜の氣象臺に於ける原基晴雨計の示度と比較して其差を器差として記錄し置くことを怠るべからず、然れども比較の際其

都度器具を運搬するは不便渺なからざるのみならず、徃々取扱上の不注意より却て傷害を與ふることあるを以て一定時に觀測したる兩者の示度を比較するを最も容易にして且つ正確なる方法なりとす。

水銀晴雨計据付位置の撰定

第五節　船内に据付くる水銀晴雨計

位置の撰定

水銀晴雨計を船内に裝置するには最も適當なる位置を撰定せざるべからず、即ち直接に太陽の光線を受けず、又洋燈其他の火氣に近からず、溫度の急變なく、外氣の流通甚しからざる場所にして、輪環に於て前後左右に動搖するも觸接すべき障碍物なく、且つ上下にも相當の餘地を存し、而かも計標及游標を讀むに光線の工合宜しき場所を撰定すべし

然れども船室の如き狹隘の所に於て斯る好良の位置を撰擇せんことは誠に困難なるが爲め徃々「スカイライト」の直下等に裝置する船舶あれども此の如き場所は時に太陽の直射を受くるのみならず直接外氣の流通するあり特に「スカイライト」の開閉に伴れ震動を受け易きを以て之等は最も厭ふべき位置にして示高の正確は到底望むべからざるものなり、又船體の動搖甚だしき時に際し器の他に觸れて毀損せんことを憂ひ殊更に發條「ゴム」若しくは紐等を以て其一端を結着するものあれども此の如きは此器の性質を理解せざるが故にして特に設けある輪鐶裝置を無視するものと謂はざるべからず、何となれば同器は微少の傾斜にも管内の水銀上昇し示度に誤差を生ずるを以て常に垂直