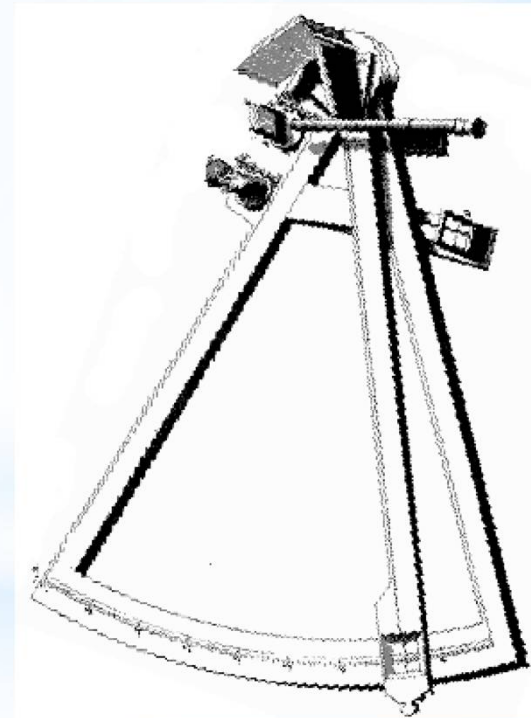
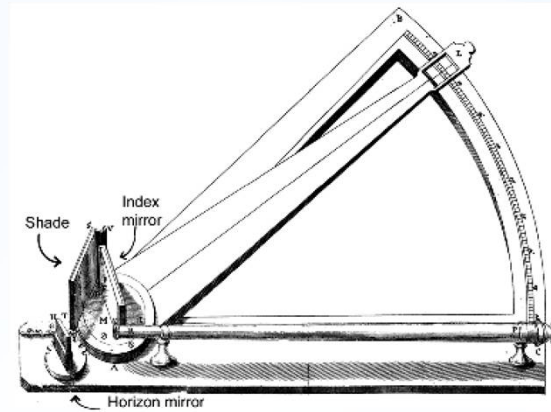
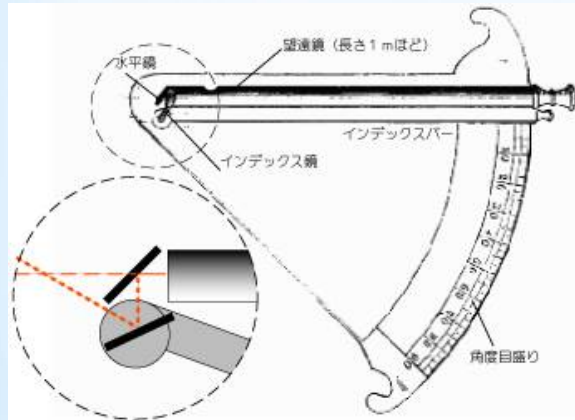


# \*六分儀あれこれ



海上で位置決める機器  
(天体と水平線の角度を測る)  
300年余りの歴史

## \* 高度測定精度の追及（経度を決める壮大な物語）

エジプト時代から太陽・月・星によって土地の測量や、居場所が分かることを知っていた海上でも太陽子午線高度、北極星高度で位置を確認していたが、揺れる船で小型器具で測定することは大変で、南北緯度は測定できたが東西経度は推定した

1、・四分儀(象限儀)(1430年頃)で

- ・マリンアストロラーベ(1480年頃)（アストロラーベは星座で方位、時刻などを知るもの、裏側にアリダードがある）



※ 1487～88年のディアスの遠征で大航海時代始まる

- ・クロススタッフ(1531年頃)(ヤコブの杖?)（元は陸上で角度を測る道具）



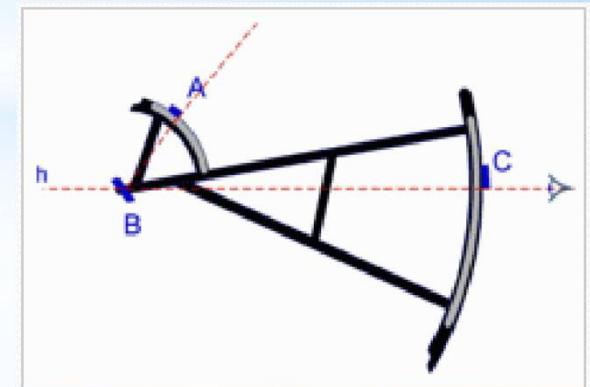
※ **1494年のトルデリシャス条約、1529年のサラゴサ条約で、植民地の振分けのため、国際的な経度決定方式の模索始まる**



※ 1569年メルカトル図法の世界地図が発刊され、経緯度座標が出来る

2、・バックスタッフ(Capt John Davis作製)(1594年頃)

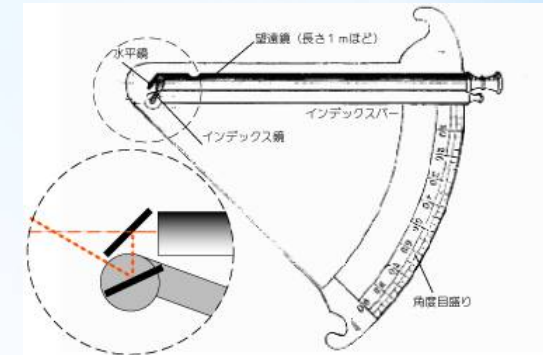
この計測器は、太陽を背にし板Aの影をBに落とし、C、B、水平線hと合わせる方式（デービスのバックスタッフ）を完成、アークの半径が大きく精度が良くなり、1600年半ばより普及



## \* バックスタッフ → 八分儀 → 六分儀

※ **英国は世界の海上で時刻を知る手法を開発するため、1674年経度法（懸賞金付き）を制定、可能性が有った月距法(月と星の角度で時刻を知る)開発のためグリニッジに天文台を建設し研究を始める**

1、1699年I・ニュートンは天体像を鏡で**二重反射**させ水平線と合わせる方式の**八分儀**を考案、設計図をE・ハレーに託したが1742年に発表 →  
その間に、1730年 ジョンハドリー、トーマスゴッドフリー、  
1732年ジャンポールフシー、1734年カレブスミス 等が各種型式を考案、  
使い易さからフレームを縦にし、回転部を上にする形が残った  
後にインデックスバーに**バーニアスケール**（副尺）を付けて精度を上げた  
（八分儀は19世紀ころまで使われ、多くのメーカーがあった） →



※1759年、英ジョンハリソンが**機械式時計H 4 型**を完成、脱進器、テンプなどの改良で精度が向上した、当時のクロノメーターは超高価（船価の30%?）

※1767年、グリニッジ天文台は、開発した月距法（月と星の角度）によって**グリニッジ天文台時刻**を知る方法を公開、同天文台の観測資料を世界中で利用できるようになった（ただし、八分儀では観測角度が不足）

※ジェームスクックが世界一周で両方をテスト、タヒチで金星の太陽面通過を観測、どちらの手法も実用性が確認、月距法が時計のチェック用となった。

※機械式時計をユリスナルダン社、ハミルトン社が工業生産化に成功、安価で入手できるようになりマリンクロノメーターとなる



## \* 六分儀の完成

### 八分儀から六分儀へ改良

英Admiral John Campbellは月距測定用八分儀の問題点を見つけ、  
1757年John Birdは測定範囲を $120^\circ$  に広げた六分儀を完成した

(測定精度 $\angle 0.5'$ ほど)

バーニア(副尺)式 →

(ニュートン時代は、レンズの色収差などで長い望遠鏡が必要だったが、  
技術の発展により、材料の改良、工作精度の向上などで  
測定精度も良くなり、取り扱いが改善された)

マイクロメーター式では $\angle 0,1'$ ほど

(地上距離で約185m) →



クロノメーターも構造の改良が進み、1790年にトーマスアーンショウが  
完成したものが標準となり、ユリスナルダン社の製品が各国に普及  
月距法による時刻決定はクロノメーターのチェック用だったが、  
グリニッジ天文台ではロンドンを出港する船の時刻合わせにタイムボールを  
設置した。・・・経度と世界時の基準がグリニッジ天文台となった

## 六分儀の構造と使い方

### 1、部品点数の少ないシンプルな構造

温度変化の少ない材質、取扱いに耐える強度

水平ミラー、シェイドグラス、望遠鏡、ウォームギアのギア  
インデックスバー、インデックスミラー、ウォーム1回転で $0.5^\circ$ 進む  
ミラーは鏡面を調節できるねじ付き 望遠鏡は $7\times 50$ が望ましい

2、天体に正対、インデックスを0度、望遠鏡の視野に星を捉え、  
視野から外さないようにして望遠鏡で水平線を捉える

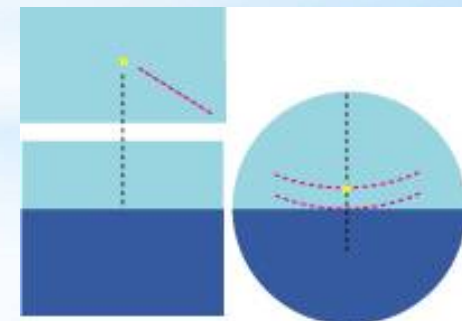
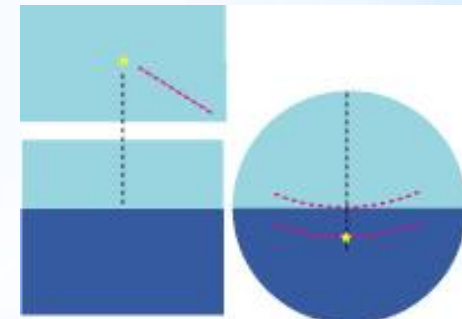
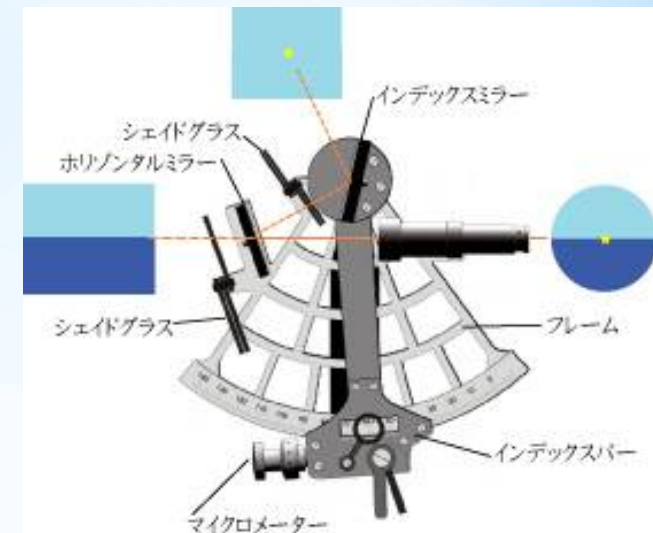
3、六分儀を左右に傾けると、視野のなかで天体が弧をえがくので、  
直下の位置を見定め、マイクロメーターで水平線近くに調整

4、東方の天体は上っていくので天体を水平線より下に置き、西側では  
水平線の上に置く

5、天体が水平線に接した時が観測時刻となるので、笛でクロノメーター  
時刻を記録、又は、ストップウォッチでクロノメーター時刻を知る

6、天体は結構早く移動していくので、天体がセットした高度になった時の  
時刻を求めらるつもり

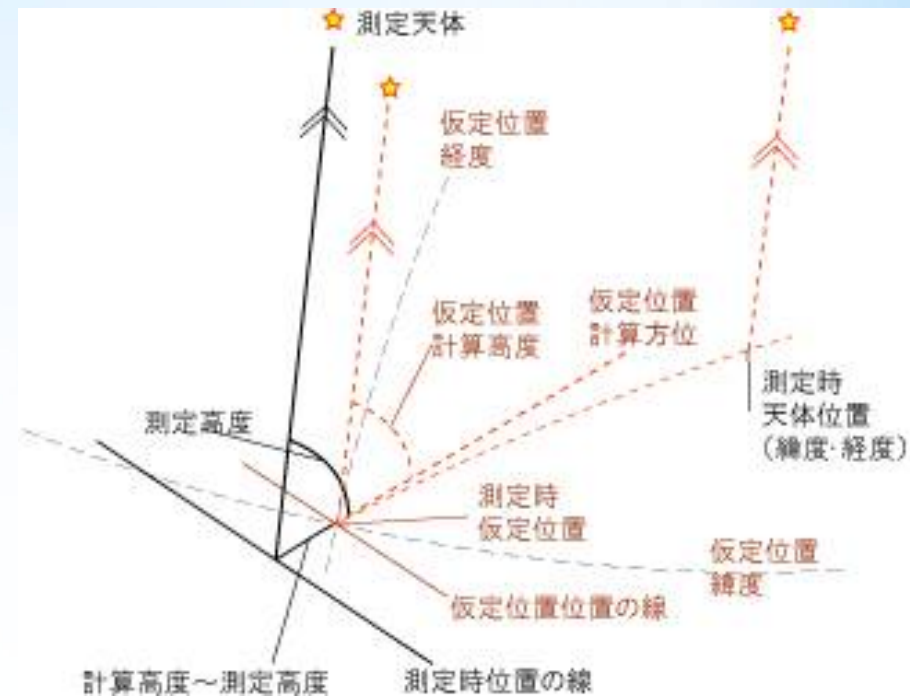
<地球自転は4秒で角度 $1'$  (=1852m) 動いているので、赤道上の  
地表は毎秒464mで東に動いている >



## (参考) 天体測定と仮定位置法で位置を決める

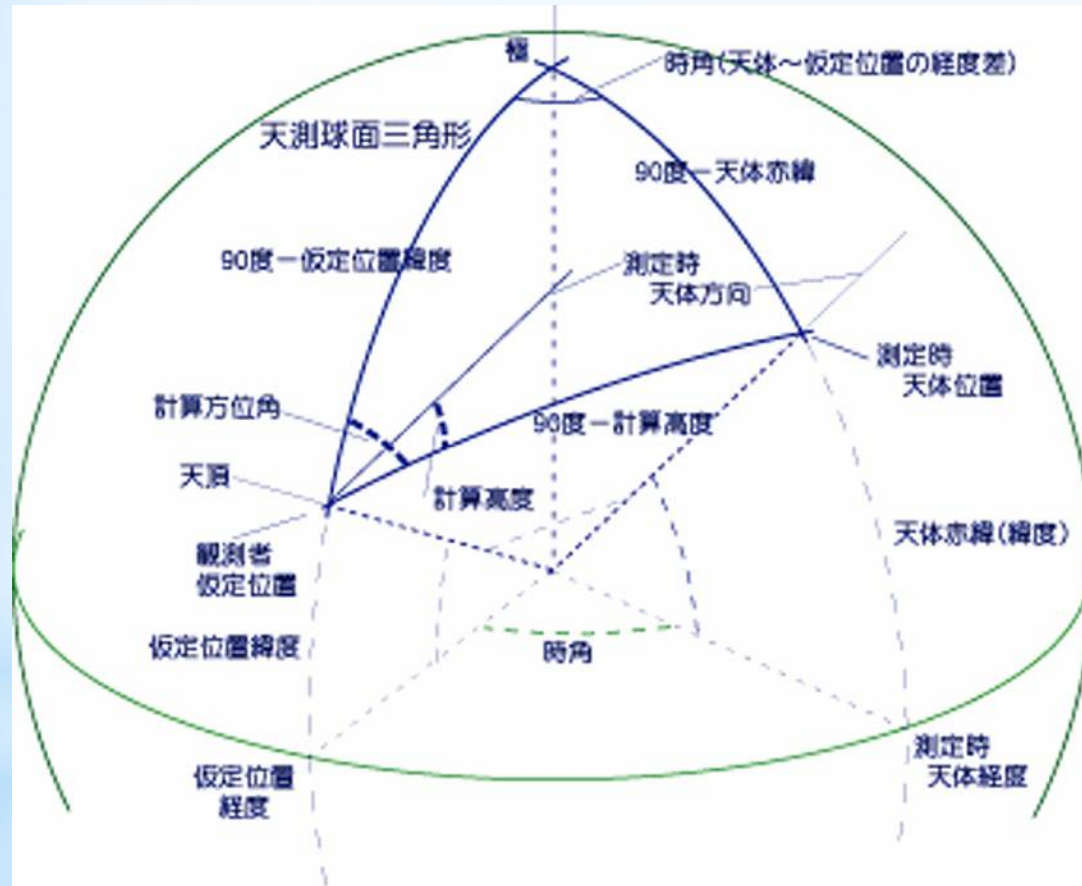
19C後半（1837に開発）から、仮定位置の計算高度と測定高度の高度差による位置の線で決める、位置の精度のために周囲の3~4以上の天体高度を測定、位置の線の交わり方を見て船位を決める

- 1、天測暦、米村表（天測計算表）によって天体毎に、測定時刻の天体位置、仮定位置、極点を作る球面三角形（天文三角形）を解き、天体の方位、計算高度、を求める（1つの天体の計算に10分近くかかる）  
（かつて、海軍には計算専門の下士官がいた）
- 2、測定高度を、器差、眼高差、水温気温差などで修正、真高度を求め、計算高度との差を出す
- 3、位置記入図で、仮定位置から天体方位と直角に高度差分だけ離れた位置の線を入れる  
（測定高度が計算高度より高ければ天体に近く、低ければ遠くに居ることになる）
- 4、測定時刻による位置の線の差は、その時間差の航程分だけ針路方向に転移して複数の位置の線を記入れる
- 5、複数の位置の線で三角形や四角形が出来る（小指の爪ほど（誤差0.5'ほど）であればOK）  
その中心付近を測定位置とする。



## (参考) 天測計算と位置決定 参考図

天測球面三角形を解く  
 仮定位置、観測時刻(世界時)の天体位置、北極(南極)  
 を頂点とする球面三角形を作り、天体の計算方位と  
 計算高度を求める、



位置の線を位置記入図に描き、観測時刻に対応した転移位置の線で船位を出す

