基礎天文航法

ポール・ジェームス・ミラー2世（Captain）
アメリカ海軍兵学校（USNA）

9.10 版

5.1版

改訂5.1版　2017.9.30

著者紹介

ポール・ミラーは、アナポリスのアメリカ海軍兵学校の生徒時代に天文航法に興味を持った。天文航法コースは4年間であったが、1年目はもっぱら理論に関する講義であった。ポールは、毎年夏、航海士の補助員として大型軍艦に乗り組み、艦橋で恒星、惑星、太陽や月の高度を測った。彼の天文航法への興味は大きくなり、このテキストや天文に関する詳細な書籍に掲載されている計算フォームを考案した。また、海軍兵学校の卒業研究として、天文航法の計算を確実に行うために、円形計算尺考案した。 この装置は、天体を利用して世界中を航海していた艦隊で使用するため海軍省に提出された。戦艦に積載する装置は、非常に高い精度が要求されたため、直径90cmと大きなものとなってしまい、結局海軍には採用されなかった。海軍が使用していた天文航法の計算フォームは、初期のIBM社のカードと似ていたが、船長ミラーが考案し完成させた計算フォームに取り替えられた。

6、7年、船上で過ごした後で、ミラーは海軍兵学校に戻るよう要請され、天文航法プログラムを有する航法局に勤務した。また同時に化学の講義とセーリングチームの指導も受け持った。ミラーは、アナポリス滞在中に、新式の六分儀を考案して特許を取得した。この新式六分儀は、高度を計測するために、側面に固定された、天体を見るための望遠鏡のようであり、旧式の六分儀とは逆に操作するものであり、はるかに使いやすかった。

数年後、ミラーはカリフォルニアに戻った。そこは彼がサンフランシスコからサンディエゴ湾にかけてセーリング学校を開校した場所であった。彼はまた、グリフィス公園天文台で、LAN(Local Apparent Noon)航法により天文航法を教える講師として数年過ごした。天文台のスタッフは、このテキストに用いられている図のほとんどを作り、最初の天文航法の本を出版した。ミラーはカリフォルニア大学ロサンゼルス校やカリフォルニア帆走協会で40年にわたって天文航法を教えた。彼は海を主題とする数々の本を書いたが、今は天文航法に関する包括的な本を書いている。

1975年に彼はギリシャ製の40フィートのレース向きセールボート、「ゼウス」を買い、12年間かけて、ハワイ諸島、ソサエティー諸島、フランス領ポリネシア諸島、マルケサス諸島、メキシコを含む太平洋を巡った。船位測定は、彼が今でも行っているように、すべて天文航法に拠った。

彼はアメリカ・セーリング協会(ASA)で天文航法を教え、ASAの天文航法コースのためにテキストと試験問題を書いた。彼はまた、アメリカ沿岸警備隊から免許を受け、初歩天文航法とS.T.C.Wの80時間天文航法のライセンスの取得を目指す商船船員に対する試験問題を作成した。このライセンスは大洋を航海する免許を持った船員に必須である。

はじめに

車やボートや携帯電話にさえGPSを搭載する時代に、星による位置測定を学ぼうとする人達がいるのか疑問に思うかも知れない。もし、あなたがこのテキストを手にしたら、おそらく先人が残した航海術の知識に囚われてしまうだろう。ここには、興味を惹きつける理由がある。

星により航路を見つけることは芸術であり科学である。そして、航海に対する冒険心を豊かにするだけではなく、船乗りの命を救うことにもなる。

GPSによる位置測定は人工衛星からの信号に依存し、GPS機器は電力に依存しているが、人工衛星からの信号や電力は信頼性に劣り、あるいは完全に壊れることもある。

最近になって、海軍作戦本部は「全兵士」に対して、GPSは機器の妨害、疑似信号、電気的干渉や単なる電源故障のため信頼できないことを通達した。そして、アメリカ沿岸警備隊は、全ての外洋を航海する職業艦船船長に対して、天文航法を学び、テストを受けることを求めている。

GPSによる位置測定は、宇宙の人工衛星からの信号が必要である。近年、アメリカ合衆国は宇宙軌道上の彗星を迎撃し、中国は宇宙軌道上の自国の人工衛星の1つを打ち落とした。私達の戦場は今や地上から宇宙に移った。2つの大陸間の大洋において、GPSシステムが干渉や他の妨害により故障した場合、船乗りは陸の方向を探るために海鳥の動き観察したり、海面に見える灯火の閃光を確認したり、天体の方向や動きを観測したりするであろう。あるいは、単にこのテキストを開き、太陽により現在位置を計算したり、北極星から推定位置を知るであろう。

天文航法を学ぶ実用的な理由は、差し迫った緊急事態を乗り越えることでもある。いくつかのヨットクラブは長距離レースの間に数回の天文による位置決定を要求している。

このテキストを理解すれば、基礎的かつ簡単な方法で、大洋航海時に針路を与える十分正確な実測位置を得ることができる。このテキストに基づいて開講される天文航法コースを終了すると、アメリカ・セーリング協会の基礎天文航法の認定証を取得することができる。このテキストで勉強する簡単な航海技術により、外洋レーサーはレースの必須条件である天文航法による位置測定に関する十分な知識を得ることができる。

世界中の多くの人達は、未だに遠く広く風により航海しており、常在する天体により航海の針路を見出している。これらの天体は、天候不順時以外はいつも見つけることが出来、改ざんされたり破壊されたりしない。そして天空における天体の位置は予測可能であり既知である。私はこれらの同じ天体を1954年以来使っている。地球の海上で決して位置を見失しなうことはないことを知っているので、今後もずっとこれらの天体を使い続けるであろう。1878年にジョン・マンスフィールドは次のように言った。

> **「私はまた海に出なければならない、孤独な海と空に。私に必要な物は、1隻の大きな船とその船を導く1つの星だけである。」**
>
> キャプテン　ポール・ジェームス・ミラー2世

目　次

第1章　天文航法の基礎用語と理論 ・・・・・・・・・・ 1
1.1 地球 ・・・・・・・・・・ 1
1.2 大圏と小圏 ・・・・・・・・・・ 1
1.3 子午線 ・・・・・・・・・・ 2
1.4 緯度と経度 ・・・・・・・・・・ 2
1.5 春分と秋分 ・・・・・・・・・・ 3
1.6 地方時角、グリニッジ時角と方位角 ・・・・・・・・・・ 4
レビューテスト 1 ・・・・・・・・・・ 7

第2章　六分儀 ・・・・・・・・・・ 8
2.1 六分儀とその使用法についての説明 ・・・・・・・・・・ 8
2.2 六分儀のパーツ ・・・・・・・・・・ 8
2.3 六分儀の原理 ・・・・・・・・・・ 10
2.4 高度を計測する器具のタイプ ・・・・・・・・・・ 11
レビューテスト 2 ・・・・・・・・・・ 13

第3章　正午における緯度と経度 ・・・・・・・・・・ 14
3.1 LANフォームの導入 ・・・・・・・・・・ 14
3.2 LANの観測時刻 ・・・・・・・・・・ 15
3.3 太陽の赤緯 ・・・・・・・・・・ 18
3.4 六分儀高度の真高度への変換（六分儀高度の補正） ・・・・・・・・・・ 20
3.5 天距の決定 ・・・・・・・・・・ 25
3.6 ケース1、2、3および4の緯度 ・・・・・・・・・・ 26
3.7 経度の決定 ・・・・・・・・・・ 28
3.8 位置のプロット ・・・・・・・・・・ 31
レビューテスト 3 ・・・・・・・・・・ 33

第4章　北極星による船位測定 ・・・・・・・・・・ 34
4.1 北極星と位置測定フォーム ・・・・・・・・・・ 34
4.2 自艇位置とグリニッジ平均時間 ・・・・・・・・・・ 34
4.3 春分点の地方時角 ・・・・・・・・・・ 36
4.4 六分儀の補正 ・・・・・・・・・・ 37
4.5 緯度補正 ・・・・・・・・・・ 38
4.6 北極星による緯度のプロット ・・・・・・・・・・ 39
レビューテスト 4 ・・・・・・・・・・ 40

第5章　位置の線航法 【LOP(Line Of Position)航法】 ・・・・・・・・・・ 41
5.1 位置の線航法概要 ・・・・・・・・・・ 41
5.2 太陽による船位測定 ・・・・・・・・・・ 42
5.3 月による船位測定 ・・・・・・・・・・ 51
5.4 コンパスの修正と方位角 ・・・・・・・・・・ 58
5.5 日の出、日の入りと薄明 ・・・・・・・・・・ 61
5.6 惑星による船位測定 ・・・・・・・・・・ 62
5.7 恒星による船位測定 ・・・・・・・・・・ 69

第6章　スターファインダー ・・・・・・・・・・ 76
6.1 スターファインダーの使用目的 ・・・・・・・・・・ 76
6.2 スターファインダーの使用法 ・・・・・・・・・・ 77

総括練習問題 ・・・・・・・・・・ 89

付録 LAN航法　フォーム ・・・・・・・・・・ 93
LOP航法　共通フォーム ・・・・・・・・・・ 94
時角テンプレート使用法 ・・・・・・・・・・ 95
六分儀の調整 ・・・・・・・・・・ 96

レビューテスト・総括練習問題解答 ・・・・・・・・・・ 97

著作権　2007　キャプテン ポール・ジェームス・ミラー2世

不許複製。1956年の著作権法に則って、個人的な研究、批判、レビューを目的として使用する場合を除いて、著作権者の許可無く、この著作の全部あるいは部分を、いかなる様式あるいは電子、電気、化学、機械、光学のいかなる手段によっても、複製、検索システムへの登録、あるいは転送することを禁ずる。

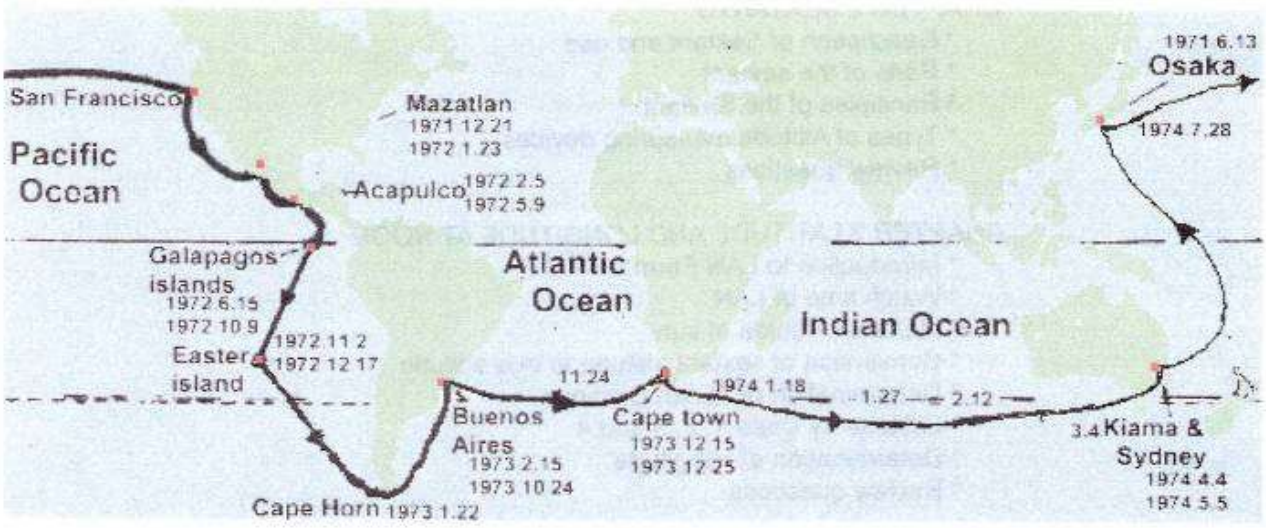
問い合わせは下記まで。

キャプテン ポール・ジェームス・ミラー2世
私書箱No.10294　マリナ・デル・レイ、カリフォルニア90295-6294

2008年1月1日

表紙写真

青木洋
22歳の時に21フィートの木製セールボートで日本の大阪を出港し、1台の六分儀を用いた天文航法で世界1周航海を成し遂げた。彼は今、日本の大阪で、セーリングスクールとヨットの会社を運営している。



訳者および増補改訂文責　道下勲

初版	2011年12月25日
改訂1版	2015年4月30日
改訂2版	2015年11月1日
改訂3版	2016年1月1日
改訂4版	2016年2月14日
改訂5版	2016年9月30日
改訂5.1版	2017年9月30日

第1章　天文航法の基礎用語と理論

1.1　地球

1.1.1　惑星地球 【PLANET EARTH】

図1-1に私達の惑星地球を示す。地球はほぼ球形であるが、両極において若干平坦である。地球は太陽系の他の惑星と共に、太陽の回りを1年掛けて反時計回りに回転している。地球はまた北極から見て、24時間で360度、自転軸を中心に反時計回りに回転している。

地球は太陽から約1億4,960万km(約9,300万陸マイル)離れており、地軸は太陽の公転面から約23.4度傾いている。

図1-1 惑星地球

1.1.2　季節 【SEASONS】

北軸が太陽に向かって傾いている6月21日頃、夏至となる。夏の間、昼の時間は北半球では長くなり、南半球では短くなる。この現象は図1-2のように説明される。北半球では、北軸が太陽から離れて行くときに冬となり、23.4度反対側に傾く12月21日に冬至を迎える。

図1-2 北半球の夏

1.1.3　地理的な極 【GEOGRAPHIC POLES】

地球は南北極軸の回りに回転している。真の北は回転軸としての北極であるが、船舶のコンパスは磁北を指す。磁北は自転の中心としての北極から南に約1,000マイルの位置にある。コンパス針が指す磁気の鉱脈は、実際には北カナダに位置する。海図は真の地理的な極に基づいている。大縮尺の沿岸海図には真方位と磁気方位が示されている。この真方位と磁気方位の差を磁気偏差(Variation)という。磁気偏差の大きさは地球上の場所によって異なる。磁気偏差は、パイロットチャートや大縮尺の沿岸海図のコンパスローズから知ることができる。

1.2　大圏と小圏

1.2.1　大圏 【GREAT CIRCLE】

大圏は図1-3に示すように、地球の中心を通る。経線は大圏であり、地球の中心と自転軸を通る。赤道は地球を2つの等しい半球に分けるが、赤道も大圏である。赤道はまた1つの等緯度線と見なされる。赤道以外の等緯度線は、図1-4に示すように、すべて小圏である。

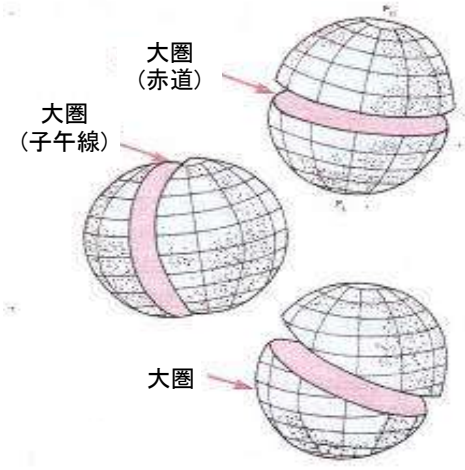


図1-3　大圏

1.2.2　小圏 【SMALL CIRCLE】

図1-4に示すように、小圏は地球を二等分しない。経度は小圏である等緯度線に沿って計測される。これらの等緯度線は両極で1つの点になる。従って、経度1分は両極において0マイルとなる。

等緯度線に沿って経度を得るが、距離(マイル)は得られない。

経度線はすべて大圏なので、緯度とマイルは経度線に沿って求められる。緯度1分は常に1マイルと等しい。

1.3 子午線

1.3.1 グリニッジ子午線 / 本初子午線 【GREENWICH / PRIME MERIDIAN】

何世紀も前に、図1-5に示すように、英国のグリニッジを通る子午線を経度の始点とした。つまり、グリニッジ子午線(本初子午線とも呼ばれる)は経度0度である。

1.3.2 グリニッジ子午線礎石 【GREENWICH MERIDIAN STONE】

英国グリニッジ天文台には、図1-6に示すように、礎石の両端部に片足を乗せて西経度と東経度に立つことのできる礎石がある。グリニッジに行く機会があれば、是非この礎石を訪れ、東西経度を跨いで立ってみてほしい。

1.3.3 1マイル (1海里)【ONE NAUTICAL MILE】

1マイル(海里)は大圏に沿って測った円弧上の1度に相当する距離である。地球は(ほぼ)24時間で360度回転しているので、1時間では15度、4分で1度回転している。赤道上で、1度は60マイルだから、地球は4分ごとに60マイル、つまり時速900マイルで高速回転している。
このように地球は高速で回転しているが、重力のお陰で地球にしがみつかなくても良い。また、自転は一定なので地球が回転しているのを感じることはない。

1マイルは1,852m(約6,076フィート)である。一方、陸上のマイルは1,609m(5,280フィート)である。従って、1マイルは陸マイルの1.151倍に等しい。

1.4 緯度と経度

1.4.1 緯度 【LATITUDE】

緯度は、赤道から最大90度の北極か南極まで経線に沿って鉛直に円弧上を測られ、度分で表す。赤道は緯度0度。自艇は図1.7に示すように、赤道北の北緯33° 45.0′ に位置している。

1.4.2 経度 【LONGITUDE】

経度は東か西の方角に最大180度まで、等緯度線に沿って測られる。自艇は図1-8に示すように、118° 28.5′ に位置している。

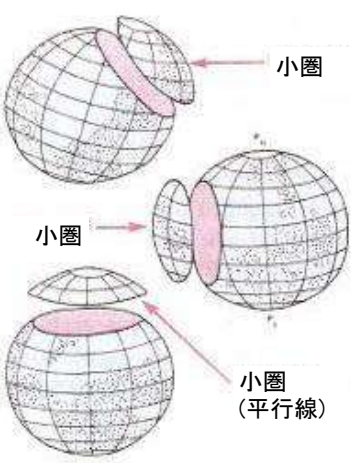


図1-4 小圏

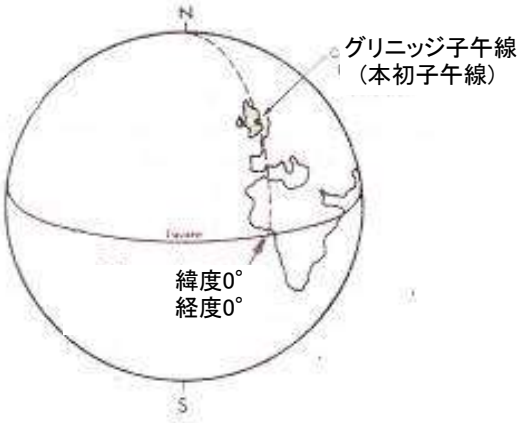


図1-5 本初子午線

図1-6 グリニッジ子午線礎石

<u>地球の自転</u>
24時間毎に360度
1時間毎に15度
4分毎に1度

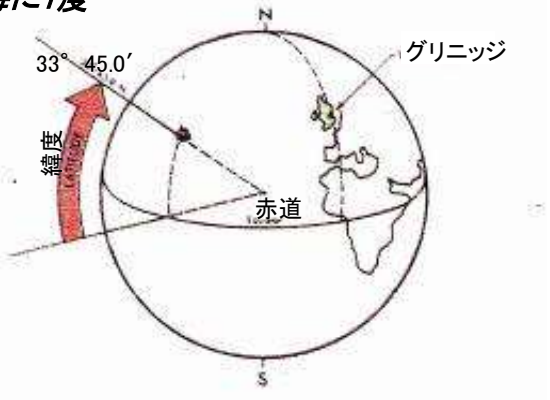


図1-7 緯度

1.5　春分と秋分

1.5.1　春分(点)【VERNAL EQUINOX】

地球の自転軸は太陽の公転面に対して約23.4度傾いている。従って、地球が太陽の回りを回るにつれて、地球の自転軸は太陽に対して前や後ろに傾き、太陽に近づいたり離れたりする。春分は図1-9に示すように、黄道と天球上の赤道が交わる点である。春分は、太陽の赤緯が南から北に変わる3月21日か、その前後に起こる。

春分では昼の長さは、地球上の南半球と北半球の同緯度の地点で等しくなる。3月22日には、地球が引き続き太陽の回りを回り続ける結果、地球の北軸は太陽の方向に傾き始める。

1.5.2　6月21日 (夏至)【SUMMER SOLSTICE】

昼の長さは北半球では、地球の北の自転軸が太陽に対して最大に傾く6月21日頃まで長くなり続ける。地球の赤道面上にある太陽の角度(赤緯)は、図1-10に示すように約23.4度である。この日は北半球では1年で最も昼が長くなり、南半球では最も短くなる。これが北半球における夏至である。

6月22日には、地球の北軸が太陽から離れて行くので、太陽の傾きは減少し始める。

1.5.3　秋分【AUTUMNAL EQUINOX】

9月23日には太陽の中心は再び地球の赤道と同じ面上にくる。これは図1-11に示すように秋分と呼ばれる。この日から、地球の北軸は太陽から離れていく。

1.5.4　12月21日 (冬至)【WINTER SOLSTICE】

12月21日かその前後に、地球の北軸は太陽から最も離れた点に到達し、その角度は23.4度となる。北半球は冬であり、図1-12に示すように昼間の時間は最も短くなる。

何年も前に、地球から見てAries(牡羊座)が春分点の延長線上に位置した。天文学者は、Aries(牡羊座)を基準として多くの天体の位置を求めた。Aries(牡羊座)と天体のなす角度を恒星時角と呼び、SHA (Sidereal Hour Angle)と略記した。

天測暦にもAries(♈)のグリニッジ時角(Greenwich hour angle of Aries : GHA♈)の欄があり、地球の本初子午線(グリニッジ子午線)と天球の原点との角度を、海洋天文航海士によりAries(♈)と称され、度分で示している。

現時点では、GHA♈は春分点と呼ぶべきである。なぜならAries(牡羊座)はもはや春分点の延長線上には位置しないからである。

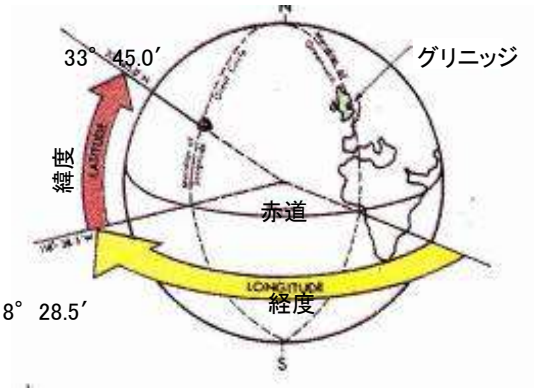


図1-8　緯度

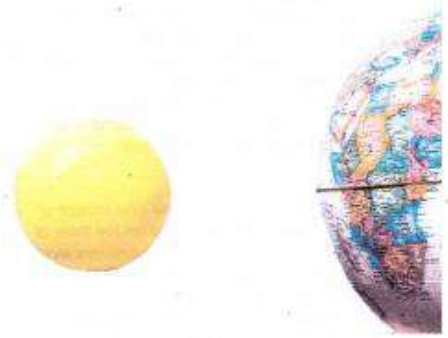


図1-9　春分

図1-10　6月21日

図1-11　秋分

図1-12　12月21日

天文学者は、グリフィス公園天文台での長年の天文航法の講義において、私がAries(牡羊座)という言葉を使うことに違和感を感じたことであろう。

いつか、「天測暦」はこの欄を春分点と称するであろう。かれらがグリニッジ標準時間(GMT)を世界標準時(UT)に変えたように。英国のグリニッジ天文台は、今ではGMTのみではなく、標準時と夏時間の両方を認めているのであるから。

1.5.5 天球 【CELESTIAL SPHERE】

簡単にするために、太陽と惑星を除く太陽系の天体は、図1-13に示す天球上に位置すると考える。この天球は地球と同じ軸を共有する。天球の赤道は、図1-14に示すように、地球の赤道と同じ面上にある。
天球の始点は春分点を通る子午線であり、赤緯は0度である。牡羊座は、かつてこの点の延長線上にあったが、天体の動きによりAries(牡羊座)から、水瓶座が春分点の子午線の延長線上に位置している。
このことは、歌「水瓶座時代の幕開けです。」にも歌われている。

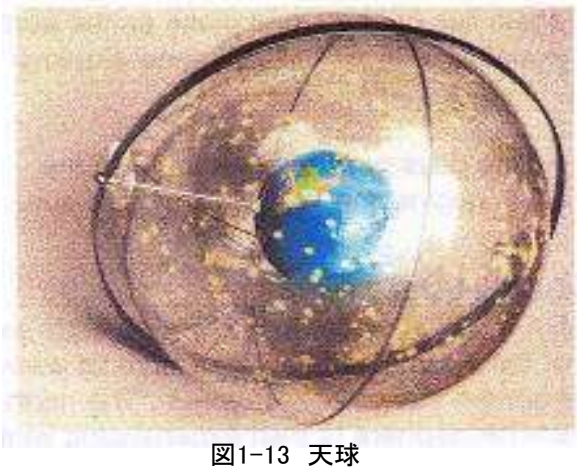


図1-13 天球

1.5.6 赤緯 【DECLINATION】

図1-14に示すように、天球の赤道は、地球の赤道と同じ面上にある。従って、天球の赤緯は図1-15に示すように、地球の緯度と類似している。

もしある星が、ハリウッドのグローマン・チャイニーズ・シアターから足元の方に見える星ではなく、頭上真上に見える星ならば、その星の赤緯は北緯約34度である。これは天球の赤道からの角度である。そして、およその緯度である。

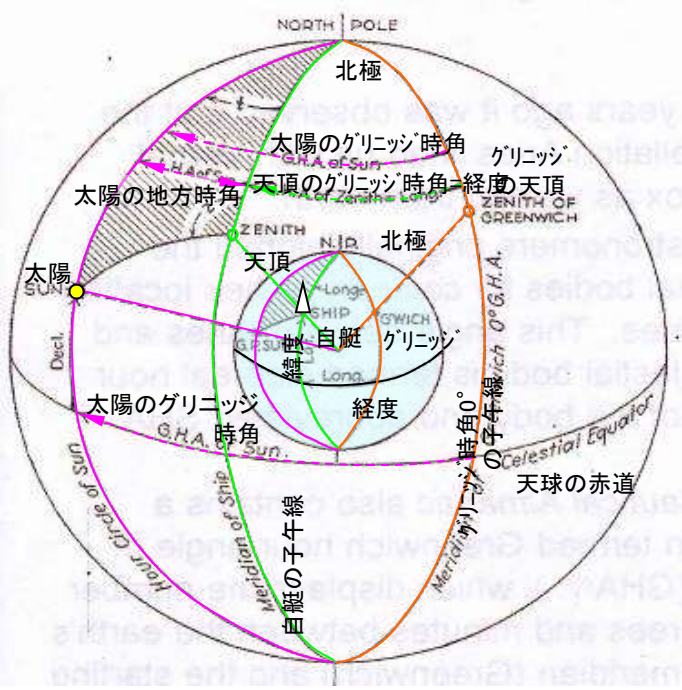


図1-14 天球の詳細

1.6 地方時角、グリニッジ時角と方位角

1.6.1 恒星時角 【SIDERAL HOUR ANGLE】

恒星時角(SHA)は、天球の始点である春分点から西に向かって、天体の子午線回りに360度まで測った角度で、度分で表す。距離の離れた星の恒星時角 (SHA) と赤緯 (DEC) は、1年間でほんの少しだけ変化する。

天文航海で使う57の天体の恒星時角 (SHA) と赤緯 (DEC) の平均は、図1-16に示すように天測暦に3日間分掲載されている。天測暦には毎日毎時のAriesのグリニッジ時角 (GHA♈) も掲載されている。特定の日と時間における、ある星のグリニッジ時角 (GHA) の合計を得るためには、天体の恒星時角 (SHA) とAriesのグリニッジ時角 (GHA♈) を足し算すればよい。この方法については、先進の天文航法に関するこのテキストの恒星の計算の章で、さらに説明する。天文航法で使用する4つの明るい惑星については、毎時の角度の変化が大きいので、天測暦には毎日毎時のグリニッジ時角 (GHA) と赤緯 (DEC) が掲載されている。

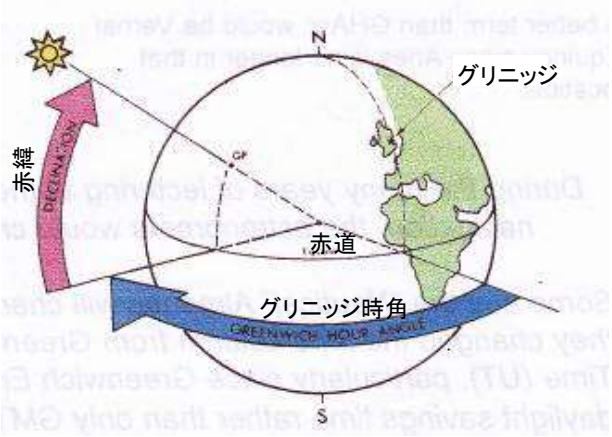


図1-15 赤緯とグリニッジ時角

1.6.2 地方時角 【LOCAL HOUR ANGLE】

地方時角 (LHA) は図1-17に示すように、船の位置の子午線と天体の子午線との角度で、東あるいは西に度分で表す。地方時角は通常100度よりも小さい。なぜなら、もし地方時角があまりに大きいと、天体は船から見て地球の裏側に位置するため、天体が見えなくなるためである。

1.6.3 天頂と天底 【ZENITH / NADIR】

もし天体が真上にあるなら天体は天頂にあり、もし天体が正確に地球の反対側にあるなら天体は天底にある。

1.6.4 視水平 (観測者から見た水平線) 【OBSERVER'S HORIZON】

船のデッキに立ち海を見る時、図1-18に示すように、空と海との間の水平線は観測者から見た水平線である。目の高さが高くなるにつれて、水平線はより遠くに移動する。

1.6.5 真水平 【CELESTIAL HORIZON】

もし視水平(観測者から見た水平線)が、図1-18に示すように、幾何的に地球の中心(真水平)に向かって低くなると、天体の高度は地球の中心に修正され、視差による誤差は取り除かれる。さらに、太陽の半径に対して修正を行うことにより、地球の中心から太陽の中心までの修正した高度を得る。

1.6.6 グリニッジ時角 【GREENWICH HOUR ANGLE】

グリニッジ時角 (GHA) は図1-19に示すように、グリニッジ子午線から西に、天体の下(恒星直下の位置あるいは地理学的位置)の地球上における位置の子午線との間の角度で、時分で表わされる。

図1-20で注意すべき点は、天空の真上にある星は、自艇の経度と同じグリニッジ時角 (GHA) を有する。このことは、西経においてのみ起こるが、それはグリニッジ時角 (GHA) も西経も西方向に測るからである。地球の北極と南極は、天球儀の北極と南極と同一軸上にある。天体の計算を行う場合には、グリニッジ子午線と天の赤道との関係において、天体の位置を計算する。

1.6.7 タイムゾーン 【TIME ZONE】

地球は1時間に15度回転しているので、15度毎の各セクターを1時間のタイムゾーンと設定した。同じタイムゾーン内では同じ時間 (ゾーン時間) である。

STARS

Name	S.H.A. ° ′	Dec. ° ′
Acamar	315 41·6	S 40 24·5
Achernar	335 49·3	S 57 22·1
Acrux	173 44·2	S 62 57·2
Adhara	255 37·0	S 28 55·9
Aldebaran	291 24·8	N 16 27·4
Alioth	166 47·5	N 56 06·7
Alkaid	153 22·9	N 49 27·2
Al Na'ir	28 21·6	S 47 05·4
Alnilam	276 17·7	S 1 13·0
Alphard	218 26·5	S 8 32·3
Alphecca	126 36·7	N 26 48·5
Alpheratz	358 15·2	N 28 56·4
Altair	62 37·8	N 8 47·7
Ankaa	353 45·6	S 42 26·9
Antares	113 03·7	S 26 22·5
Arcturus	146 23·6	N 19 19·5
Atria	108 32·7	S 68 59·1
Avior	234 31·3	S 59 25·3
Bellatrix	279 05·2	N 6 19·7
Betelgeuse	271 34·8	N 7 24·3

図1-16 星の表

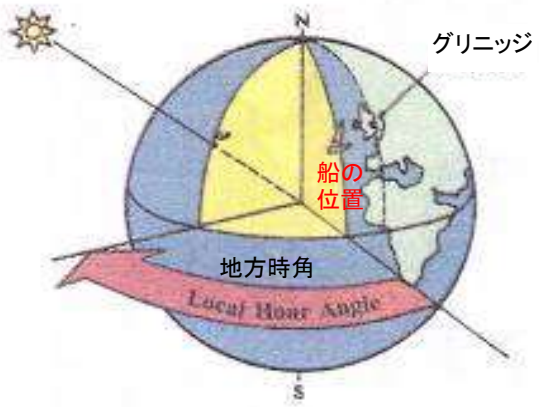


図1-17 地方時角

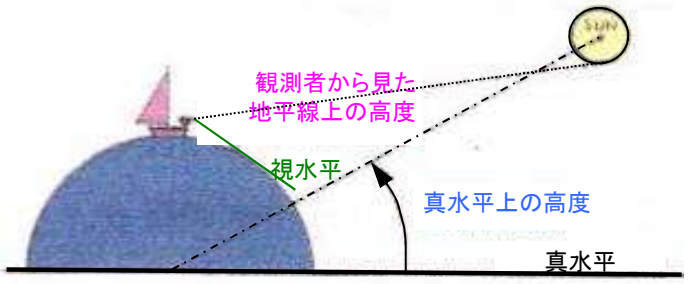


図1-18 地平線

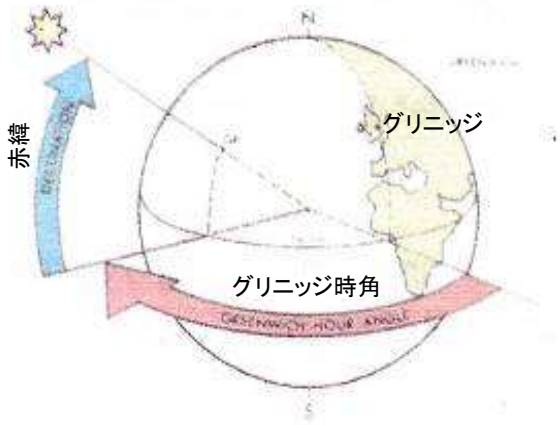


図1-19 グリニッジ時角 (GHA)

私のヨットZeusは今、カリフォルニアのロサンゼルスにあり、グリニッジから約118度西に位置する。つまり西経118度に位置する。

図1-21に示すように、タイムゾーン+8にあり、その中心はグリニッジの120度西にある。

タイムゾーンの中心はタイムゾーン図表か、単にゾーン当たりの15度を8倍することにより得られる。グリニッジを中心とするタイムゾーンは経度0度である。

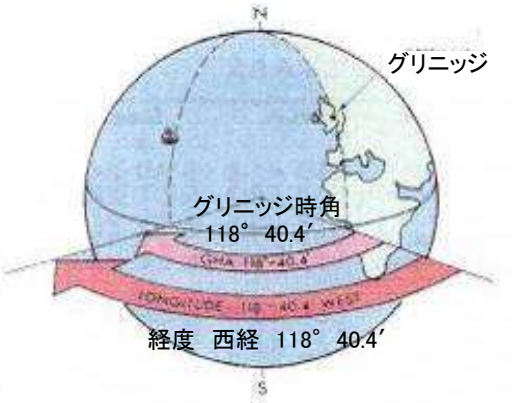


図1-20 グリニッジ時角=経度

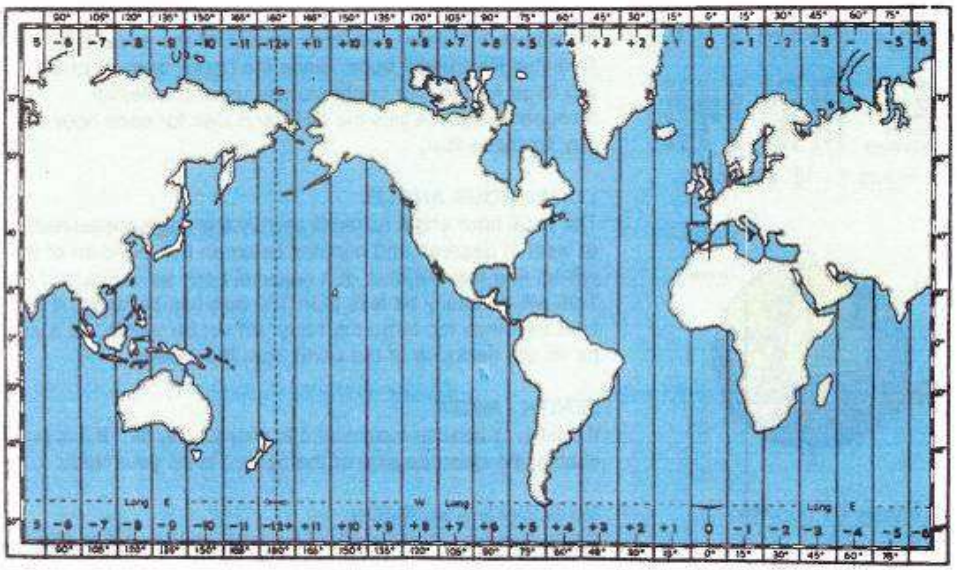


図1-21 タイムゾーン

1.6.8 六分儀高度(hs) 【SEXTANT HEIGHTS】

天体の高度(hs)は、図1-22に示すように、視水平(観測者から見た水平線)と天体の間の鉛直角度であり、六分儀で計測される。視水平は、観測者の位置を中心とする円であり、空が海に交わる点が円の端である。例えば、観測者の目の高さが海面上10フィートであれば、水平線は3.1マイル離れているに過ぎない。真水平は、図1-22に示すように、視水平を地球の中心に向けて押し下げた面である。視水平(観測者から見た水平線)の面は、真水平に平行である。真水平の直径は地球の直径である。

1.6.9 観測高度(HO) 【OBSERVATION HEIGHTS】

天体観測により位置を決定する時、六分儀による天体の高度を、真水平からの高度に修正することが必要となる。これは天測暦と簡単な計算により求められる。詳細は後述する。

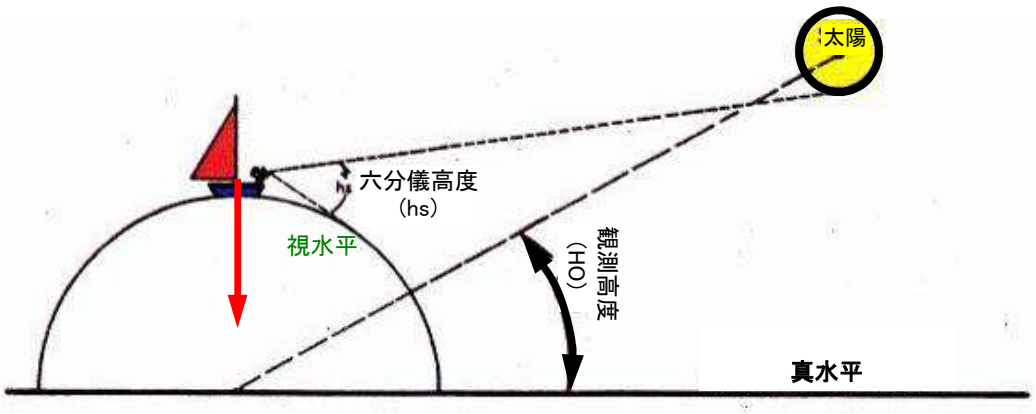


図1-22 高度

第1章　レビューテスト

1. 惑星地球の北の回転軸は太陽に向かって傾いているが:
   a. これは夏至の間に起こる。
   b. その角度は最大で約23.4度である。
   c. 春分の間はその角度は約0度である。
   d. 上記の全てが正しい。

2. 磁気コンパスは:
   a. 地球の北の自転軸を指す。
   b. 北カナダに位置する磁気鉱脈に引きつけられる。
   c. 海上の大型船を先導するのに用いられる。
   d. 上記のどれも当てはまらない。

3. 大圏と小圏について:
   a. 大圏の面は地球の中心を通る。
   b. 赤道は常に大圏であり、小圏ではない。
   c. 全ての子午線は大圏であり、小圏ではない。
   d. 上記の全てが正しい。

4. グリニッジ子午線は
   a. 英国グリニッジを通る。
   b. 経度を計測する場合の起点である。
   c. 上記のいずれも当てはまらない。
   d. A とB両方とも正しい。

5. 1マイル(海里)は:
   a. 緯度1分に等しい。
   b. 地球の大圏上の地表面で、1分の円弧上の計測距離に等しい。
   c. 約6,076フィートである。
   d. 上記の全てが正しい。

6. 赤緯は以下の内のどれに似ているか:
   a. 経度
   b. 緯度
   c. グリニッジ時角
   d. 秋分

7. 春分は:
   a. 1年に2度起こる。
   b. 3月21日か、その前後に起こる。
   c. 地球の軸が太陽から約23.4度傾いたときに起こる。
   d. 上記のいずれも当てはまらない。

第2章　六分儀

2.1　六分儀とその使用法に関する説明

図2-1に良くデザインされた高価な六分儀を図示する。この器具は照明装置、急速操作可能なIndex Arm、大型ミラーが組み込まれており、頑丈に作られている。器具の慣性が大きいので、より安定的に星を視認できる。

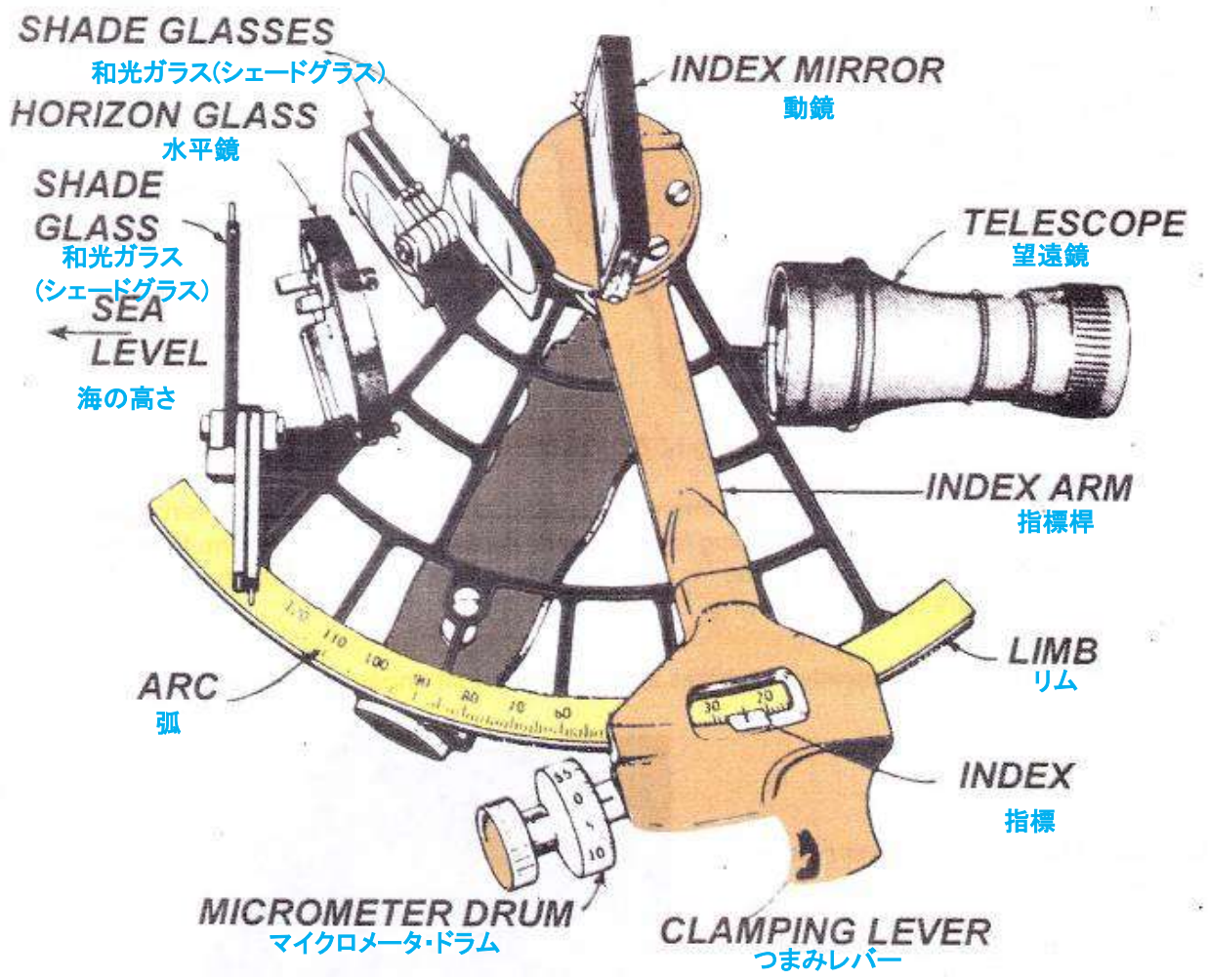


図2-1　六分儀図解

2.2　六分儀のパーツ

2.2.1　望遠鏡 【TELESCOPE】

望遠鏡は太陽や月を計測するときには必ずしも必要ではないが、星の高度を測定する場合には非常に役に立つ。六分儀を暖かいキャビンから涼しく湿ったデッキに持ち出すと、望遠鏡は時には曇ることがある。また、塩気を含むスプレーを浴びることもある。多くの六分儀は望遠鏡は取り外すことができ、望遠鏡を取り付ける輪を見通して対象物を見ることができる。

2.2.2　指標桿 【INDEX ARM】

指標桿は道鏡の角度を変えるためのもので、器差修正(IC: Index Correction)行う時や異なる天体高度を測定する時に操作する。

2.2.3 リム 【肢: LIMB】

リムの底部端に沿って刻まれたギア歯により指標桿を動かすことができる。

2.2.4 指標 【INDEX】

六分儀で測定された高度(hs)は、図2-2に示すように、指標窓とマイクロメーター・ドラムを読み取ることにより求められる。度は指標窓に指示されている数値の最も小さい度、この場合は76度を読み取る。分の部分はマイクロメーター・ドラムから読み取る。

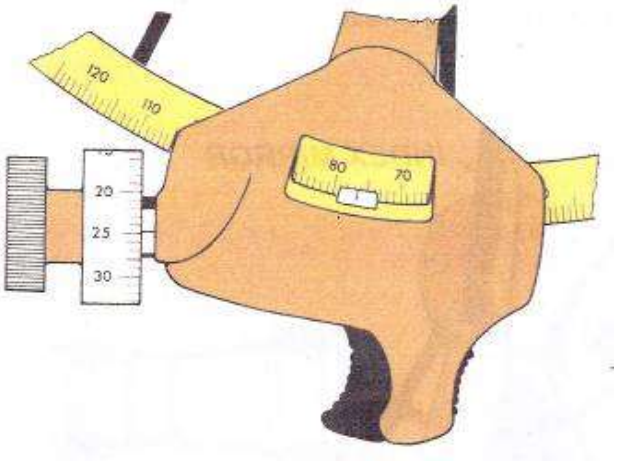


図2-2 六分儀高度読み値 76° 24.9′

2.2.5 マイクロメーター・ドラム 【MICROMETER DRUM】

分はマイクロメーター・ドラムから読み取る。この場合は24分が読み取れる。1/10分を近似すると、hsは76度24.9分となる。

2.2.6 つまみレバー 【CRAMPING LEVER】

高度角度を急いで大まかに調整するには、図2-2に示すように、つまみレバーの黒い引き金を押し込んで、指標桿とリムの噛み合わせを外す。

2.2.7 弧 【ARC】

弧の度数は、指標桿と噛み合っているリムに取り付けられた真鍮に型押しで表示されている。

2.2.8 和光ガラス 【SHADE GLASSES】

図2-3に示すように、下側の和光ガラスは太陽光が、水から反射するのを遮るのに使われる。これらの遮光板は、早朝や午後の遅い時間に太陽を観測する時に、特に役に立つ。

図2-3 和光ガラス

2.2.9 水平鏡 【HORIZON GLASS】

水平鏡の左半分は透明ガラスで、右半分は鏡である(図2-4)。
図2-5に示すように、水平鏡の左部分で直接、空、海、そして水平線を見ることが出来る。水平線をガラスのほぼ真ん中に見るために、六分儀を持ち上げたり、下げたりして調節する。

鏡のついた側の半分を利用して、動鏡から反射した太陽を視野に入れ、太陽の下辺(LL)または上辺(UL)が水平線に接するように調節する。

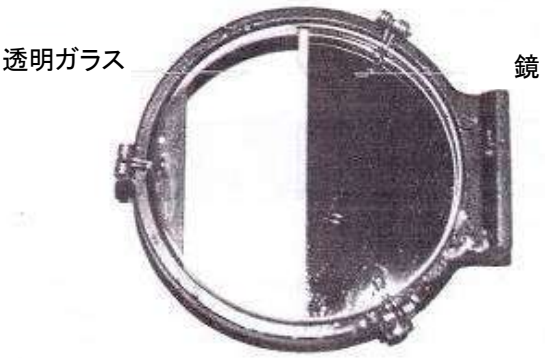


図2-4 水平鏡

2.3　六分儀の原理

遠い昔は陸上において、アストロラーベ(古代の天文観測儀)が天体の高度と方向を測るのに使われた。
八分儀は1800年代に使われていたが、その形状は六分儀とは少し異なっていて、指標桿は天文上の円の1/8だけ動く。八分儀の2つの反射鏡により、高度90度まで測ることができるが、「バックサイト」が出来なかったため、六分儀にとって代わられた。
バックサイトとは、天候不順により水平線が明確でないい場合に使われる。反対の方向に向いて、明確に見える水平線ととも天体を見る。天体は動鏡内に反転され、六分儀によりその高度の補角が読み取れる。
六分儀の名前は、円の1/6を意味するラテン語の「セクスタンス」に由来する。指標桿は60度の円弧上を振ることができる。六分儀の2つの反射鏡により、120度の高度まで実測することができる。

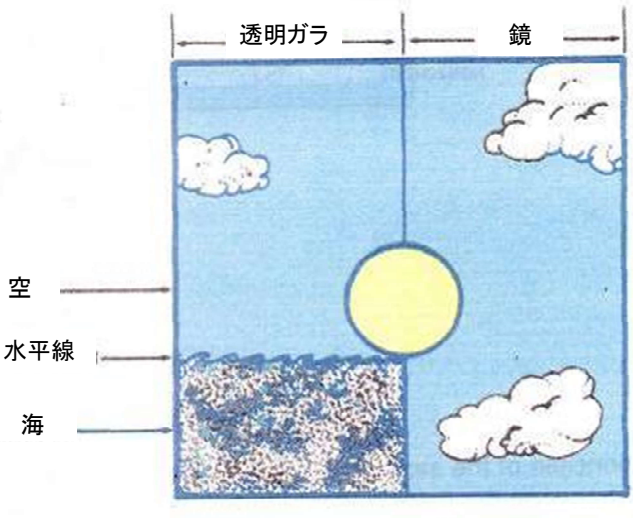


図2-5　適切な水平板の像

六分儀を横向きに振ることにより、六分儀が正確に鉛直に保持されているかを知ることができる。図2-6に示すように、太陽が円弧の最も低い位置に見えるときに鉛直である。鉛直位置に保持することは、ヒールするヨット上では、かなり困難である。― 遊園地のビックリハウスの中にいるように不安定である。

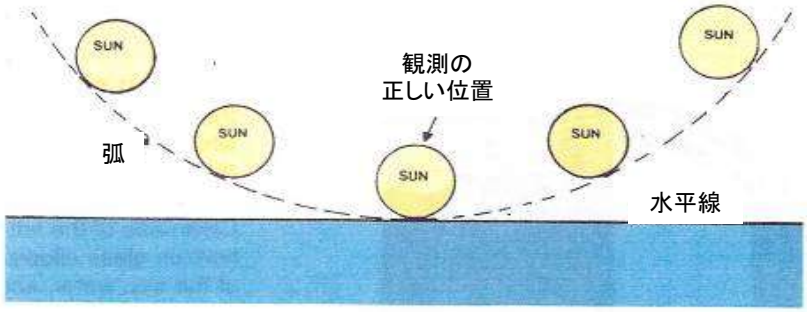


図2-6　六分儀を揺らして太陽が水平線と接する位置を探る

六分儀の原理は、図2-7に示すように、分度器と同様であり、天体と海の表面との鉛直角度を測るのに使われる。図2-7の六分儀の左側に、簡単な分度器を示す。航海士は、分度器の下端縁を海の表面に保持し、分度器の円弧の中心から天体を見上げることにより、天体の高度を測る。鏡の無い分度器こそが、まさに長年に亘って使われてきた。1本の棒が船のリギンに取り付けられ、航海士はその棒を見上げる。アシスタントは分度器を使って、鉛直のシュラウドに対して高度を計測する。この方法は、ジョン・ポール・ジョーンズ将軍の航海日誌に記述されているように、太陽を見るときには航海士の目を危険に晒す。また、マストシュラウドは必ずしもいつも鉛直ではないことに注意が必要である。

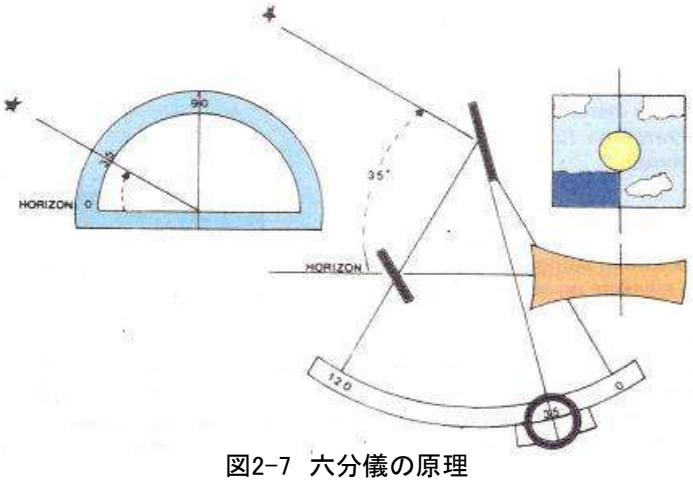


図2-7　六分儀の原理

2.4　高度を計測する器具のタイプ

過去においては、ずっとドイツ製プラスの六分儀が選ばれた。この六分儀はもともとUボート用に設計された。潜水艦は、手早く天体観測する間だけ浮上し、通常は安全な深い水深まで急いで潜行する。六分儀の鏡は、より広い視野を得るために大きく、無垢の真鍮で出来た器具の重さにより、高いモーメント慣性を有していた。プラスのあらゆる設計基準は、海上で揺れ動く小さなボートの航海士にとっては完全なものであった。小さなボートは海の表面に近く、航海士は地平線が見えなくなる前の数分間（常用薄明時）、角度を測るために計測を行う間、六分儀を可能な限りしっかりと保持しなければならなかった。

プラス六分儀の最終モデルは3,000ドルで売られた。良く手入れされた中古品でもその半値か、それ以上の価格であった。

今日手に入る最も良い六分儀は、昔ながらの鏡の付いたアストラIII B デラックスである。
（訳者注：日本においては、玉屋製が定評が高い。新品だと20万円ほどするが、ネットオークションで3～5万円で程度の良い中古を見つけることができる。）

アストラは私の海軍兵学校のクラスメートの一人が考案し製作したもので、優れた価格、大きな鏡付きのプラス製と非常に良く似たデザインと美しい動きなど、多くの特性を有する。この六分儀は高い再販価格を有し、新品の価格は$500前後である。

$200ほどの価格で、それなりに精度を有するプラスティック製のモデルもあるが、この倍ほどの投資でアストラのような、プロ仕様の六分儀を使うのが良い。安価なプラスティック製の六分儀を船に搭載する利点もある。つまり、クルーの練習用か、もしその船の正規の六分儀を不注意に海に落としたり、壊したりした場合のバックアップ用としての用途である。そういうことが無いに越したことはないが。

安価な六分儀の精度は通常は20マイルほどであり、外洋においては受け入れられる精度である。実際に航海士にとっては、20マイルを超えない誤差がありがたい場合がある。もし海の近くに位置せずに人工的な水平線が必要な場合には、気泡六分儀か旧式の航空機用六分儀が有用である。

図2-8から図2-14に示す六分儀は、古いタイプや新しいタイプを代表するものである。1800年代初めの八分儀は円の8分の一を基本としている。図2-8に示す八分儀は黒檀製で、弧は象牙製である。図2-9、図2-10に示す、2つの六分儀は装飾が施されており、大航海時代の初期に良く見られたタイプである。図2-11に示すプラス製六分儀は優れた製品の1例である。アストラはこのプラス製六分儀のアルミニューム製の複製品である。図2-13に示すプラスティック製の安価な六分儀は、それなりに精度は高い。図2-14に示す、多くの航空機用気泡六分儀は、見通しの水平線あるいは気泡を利用する。これらの六分儀は私のコレクションであり、これまでに実際に使ったものである。

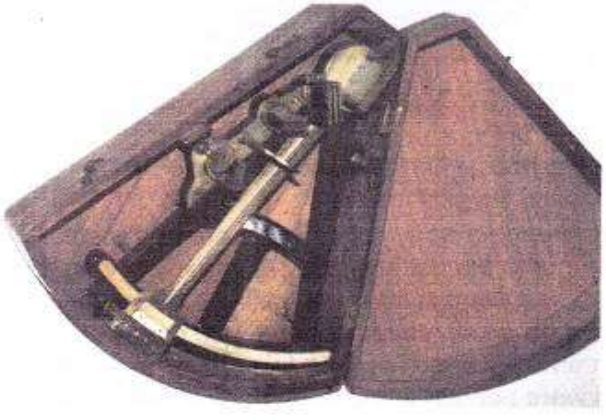


図2-8　八分儀

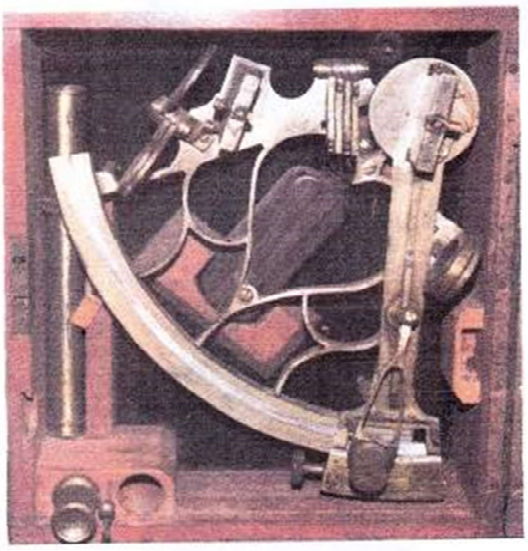


図2-9　ハート型の六分儀

図2-10　Hughes & Sons社製の六分儀

図2-11　Plath社製の六分儀

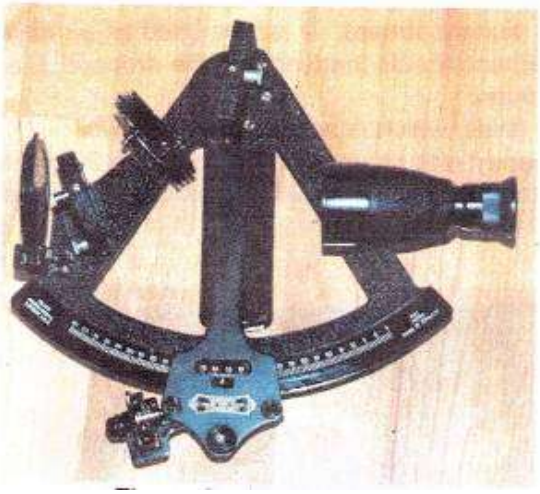


図2-12　Heath社製の六分儀

図2-13　安価なプラスティック製の六分儀

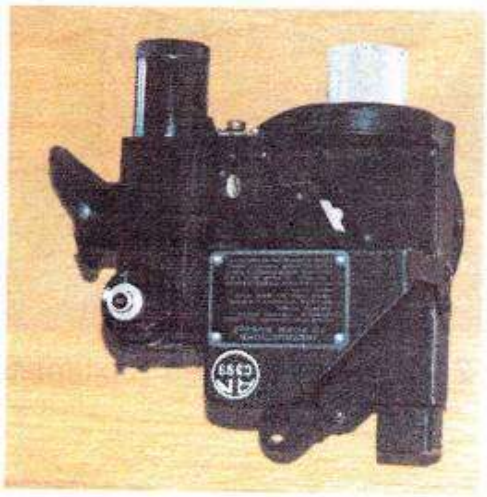


図2-14　航空機用気泡六分儀

第2章　レビューテスト

1. 六分儀を揺らすのは:
   a. 鏡を調節するため。
   b. 和光グラスを緩めるため。
   c. 鉛直位置を確証するため。
   d. 上記のいずれもあてはまらない。

2. 六分儀は、以下のどのように使われるか:
   a. 天体と真水平との間の角度を決めるため。
   b. 天体と視水平(観測者から見た水平線)との間の角度を決めるため。
   c. 上記のいずれもあてはまらない。

3. 水平鏡は:
   a. 必要ではない。
   b. 水平線を確証する。
   c. 観測者が海の水平線と天体を同時に見るためにある。
   d. 上部の鏡である。

4. 以前は六分儀の代わりに何が使われていたか:
   a. 三脚
   b. 2つの鏡
   c. 棒きれと分度器
   d. アストロラーベ

5. 度数は、:
   a. マイクロメーターのドラム上で読み取る。
   b. 望遠鏡を取り外した後で読み取る。
   c. 指標窓を通して読み取る。
   d. 器具は分しか読まない。

6. つまみレバーは、:
   a. 指標窓を開けるために引く。
   b. 望遠鏡を素早く取り外すために使う。
   c. 指標桿を解放するために使う。
   d. 上記のいずれもあてはまらない。

7. 六分儀は、:
   a. 視水平(観測者から見た水平線)上の天体の高度を測る。
   b. 120度までの角度を測る。
   c. 望遠鏡が無くても使用できる。
   d. 上記のすべてがあてはまる。

8. 八分儀は、:
   a. 80度までの角度のみを測る。
   b. ただ1つの鏡を有する。
   c. 90度までの角度を測る。
   d. 上記のいずれもあてはまらない。

第3章　正午における緯度と経度

3.1　LAN航法の導入

US沿岸警備隊や全ての主要な訓練機関や試験機関は1981年版LANフォームを使用しているので、このテキストの問題は1981年の天測暦に基づいている。1981年版の天測暦は訓練の目的のため常に入手可能である。ウェブサイトhttp://www.coastguardschool.com/ と連邦政府で購入できる。

図3-0は、本書で取り扱う例題の数値を記入した、LAN(Local Apparent Noon)航法フォームの1例である。次節以降、この図3-0に沿ってLANフォームを詳細に説明する。

LAN (Local Apparent Noon)

v 4.2

LAN FORM					
Watch Time LAN (観測時間)					
1	DATE	日付	1981 Y	7 M	21 D
2	DR LAT	1200時の推測緯度(DR)	33 °	45.0 '	N N/S
3	DR LONG	1200時の推測経度(DR)	118 °	28.5 '	W E/W
4	ZONE CENTER	タイムゾーン中央経度	120 °		W E/W
5	λ DIFFERENCE	経度差 [=4-3 (分を丸める)]	2 °		E E/W
6	MER. PASS.	正中時刻(タイムゾーン中央)		12 h	06 m
7	(±)λ DIFF X 4 MIN	(±)経度差X4分 加減 [=5 x (4分]	+/-		-08 m
8	WATCH TIME LAN	LAN航法の観測時刻 [=6+7]		11 h	58 m
Declination (赤緯)					
9	1200	1200時		12 h	00 m
10	(±) ZONE DIFFERENCE	(±)タイムゾーン値	+/-	+8 h	
11	UT (GMT)	世界時刻(GMT) [=9+10]		20 h	00 m
12	DEC	赤緯	20 °	22.3 '	N N/S
Sextant Corrections (六分儀による観測高度)					
13	hs	六分儀高度	76 °	24.9 '	
14	(±)IC	(±)器差改正	+/-	+0.0 '	
15	(-) DIP	(-)眼高差 [天測暦 表A2]	8 ft -	-2.7 '	
16	APPARENT ALT.	視高度 [=13+14+15]	76 °	22.2 '	
17	(±) SUM MAIN COR.	(±)太陽の高度改正 [天測暦 表A2]	+/-	+15.7 '	
18	(±) ADDIT. COR.	(±)太陽の屈折改正 [天測暦 表A4]	+/-	0.0 '	
19	HO	真高度 [=16+17+18]	76 °	37.9 '	
Zenith Distance (頂距)					
20	ZENITH	天頂高度 [=90° = 89° 60']	89 °	60.0 '	
21	(-) HO	(-)真高度 [=19]	-76 °	37.9 '	
22	ZENITH DISTANCE	頂距 [=20-21]	13 °	22.1 '	
Latitude: Case 1 and 2 (緯度と赤緯が同名) : [2 (DR LAT) と 12 (DEC) のN/Sが同じ]					
23	DEC	赤緯 [=12]	20 °	22.3 '	
24	(±)ZENITH DISTANCE	(±)頂距 [=22]	+13 °	22.1 '	
25	LATITUDE	緯度 [もし 2>23: =23+24 / もし 2<23: =23-24]	33 °	44.4 '	N N/S
Latitude: Case 3 (緯度と赤緯が異名) : [2 (DR LAT) と 12 (DEC) のN/Sが異なる]					
26	DEC	赤緯 [=12]	°	'	
27	(±)ZENITH DISTANCE	(±)頂距 [=22]	°	'	
28	LATITUDE	緯度 [=27-26]	°	'	N/S
Longitude (経度)					
29	(T1+T2)/2	正中時刻	12 h	01 m	03 s
30	(±)ZONE DIFFERENCE	(±)タイムゾーン値 [=10]	+8 h		
31	GMT LAN EXACT	LANの正確なグリニッジ時 [=29+30]	20 h	01 m	03 s
32	gha ☉	太陽のグリニッジ時角 [天測暦 GHA]	118 °	25.0 '	
33	(+) Δgha☉	太陽のグリニッジ時角増分 [天測暦Incmt. & Corect]	0 °	15.8 '	
34	λw=GHA☉	西経 [=32+33]	118 °	40.8 '	W W
35	λ=360°(-)GHA☉	東経 [360-(32+33)]	°	'	E

LAN太陽天測時刻				
	T1	11 h	33 m	12 s
	T2	12 h	28 m	54 s
	T1+T2	24 h	02 m	06 s
29	(T1+T2)/2	12 h	01 m	03 s

図3-0　LANフォーム

3.2 LAN航法の観測時刻

LANフォームの最初の部分（第1行目から第8行目）で、我々がセーリングした1981年7月21日に、太陽が空の最も高い点にある時刻を決定する。

第1行　日付　：　1981年7月21日

現地日付を、日、月、年の順に記入する。コンマを記入する必要は無く、はっきりと数字を分割して記入する。

第2行　1200 推測緯度（DR）：33°　45.0′ N

艇の位置は、最後に最も精度良く得られた位置から正午までの位置をプロットする。最後の既知の位置から、おそらく舵を切ったであろうと思われる針路と距離によりプロットする。距離は速度×時間で得られる。この最初の位置は、陸地の目標物のクロスベアリングか、港から出港した針路により、推測計算あるいは推測航法により推測され、DR位置（デッドレコニング:推測位置）と呼ぶ。もし、どこにいるのか判らない場合には、推測する以外に方法は無い。確かなことは、もし正確な位置が判っているならば、LAN(Local Apparent Noon)航法は必要無いし、六分儀を埃の被った箱から出してくることも無いということである。しかしながら、もしおよその位置を知っている場合には、問題は簡単に解ける。

図3-1に示すように第1行目と第2行目の値をフォームに記入し、LANの計算を開始する。

v 4.2

LAN FORM					
Watch Time LAN (観測時間)					
1	DATE	日付	1981 Y	7 M	21 D
2	DR LAT	1200時の推測緯度（DR）	33 °	45.0 ′	N N/S
3	DR LONG	1200時の推測経度（DR）	118 °	28.5 ′	W E/W
4	ZONE CENTER	タイムゾーン中央経度	120 °		W E/W
5	λ DIFFERENCE	経度差 [=4-3（分を丸める）]	2 °		E E/W
6	MER. PASS.	正中時刻（タイムゾーン中央）		12 h	06 m
7	(±)λ DIFF X 4 MIN	（±）経度差X4分　加減 [=5 x（4分]	+/-		-08 m
8	WATCH TIME LAN	LAN航法の観測時刻 [=6+7]		11 h	58 m

図3-1　LANフォーム　観測時刻セクション

赤道は緯度(LAT) 0度の地球を1周する仮想の大圏である。緯度の測定は赤道の北方向あるいは南方向に90度まで行い、NあるいはSを付して方向を明示する。緯度は常に海図の右端か左端に記載されており、度(°)、分(′)で示されている。天体に対しては、同様の測定は赤緯(DEC)として知られている。図3-2は緯度33°　45′　Nに位置する自艇とともに地球を横から見た状態を図示したものである。これが例題の1200の推測緯度（DR)であり、朝の位置測定から航跡を延長した航海針路をもとに推測した位置である。

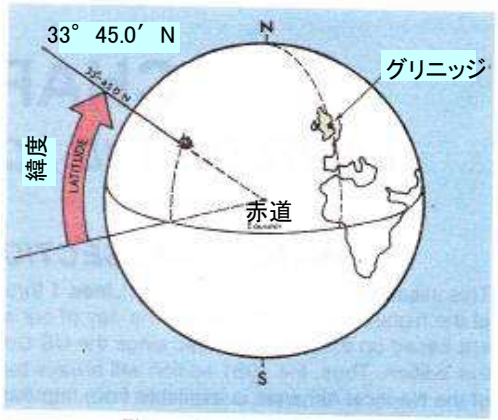


図3-2　艇の推定(DR)緯度

第3行　1200 推測経度（DR）：　118°　28.5′ W

英国のグリニッジは経度0度の地球を1周する大圏上に位置する。経度(LONG)はグリニッジ子午線から東または西に180度まで測定して、EまたはWを付して方向を明示する。経度は海図の上部か下部の境界部に記載されており、度(°)、分(′)で示されている。北極と南極および自艇の位置を通る大圏(図3-3)は、自艇の経度子午線である。この子午線は地球を一周し、事実上地球を二分しているので、同様に大圏と呼ばれる。例題では、1200の推測経度（DR)は118°　28.5′ W であり、緯度の場合と同様に、直接海図またはプロット用紙から推測される。

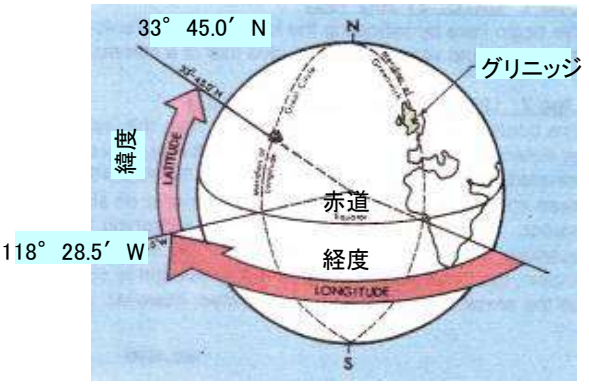


図3-3　艇の推定(DR)経度

第4行　タイムゾーン中央経度　120° W

第1章の図1-21の標準タイムゾーン図を用いて、自艇のいる推測経度を含むタイムゾーンを選択する。ゾーンそれぞれにはゾーン中央となる中央点がある。LANフォームの第4行に記入する数値は、タイムゾーンの中央の経度である。タイムゾーンの値と+、-の符号はLANフォームの第10行で記録する。地球は1時間に15° 回転し、24時間毎に完全に1周するので、タイムゾーンは15°の幅がある。タイムゾーン0の境界部でのより詳しい様子を図3-4に示す。

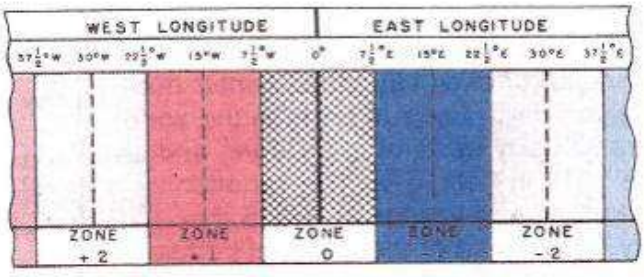


図3-4　タイムゾーンの境界部

LANの例題では、自艇は経度118° Wに位置しているので、タイムゾーンは+8であり、そのタイムゾーンの中央は経度120° Wである。

第5行　経度差　：　2° E

経度差はタイムゾーンの中央（第4行）と推測計算あるいは推測航法で得られた経度（第3行）の差である。最初に推測航法による経度を1度の位に四捨五入し、タイムゾーンの中央との差を求める。計算結果は図3-1に示すように第5行に記入し、推測位置がタイムゾーンの中央に対して東か西かによってEかWを付記する。例題では、28.5′ が1度の半分、30′ より小さいため四捨五入により、118° 28.5′ を118° に切り下げる。自艇の推測位置は、タイムゾーンの中心から2°（120° － 118°）である。自艇は概ね118° Wに位置し、タイムゾーンの中央は120° Wなので、図3-1の第5行に記入されたように、タイムゾーンの中央の東にいるはずである。

第6行　正中時刻　12時06分

初期の頃の船乗りは航海日誌の記録を簡便にするために24時間制を使った。天測暦もこの24時間制を採用している。時間制は00時(h)00分(m)01秒(s)の真夜中零時の1秒後に始まる。LANの計算では、この時間をハイフンで時間、分と秒を分けて、00-00-01と書く。ハイフンは時間、分、秒を区別するために必要である。もし、秒が計時されていない場合には、最後の2つの数字は省略してもよい。

24時間制では、午前1時は0100(ゼロワンハンドレッドと発音する);正午は1200(ツゥエルブハンドレッドと発音する)と表記する。午後の時間は1200から続き、午後1時は1300、真夜中は2400と書く。図3-5に時間変換表を掲載する。

TIME CONVERSION

12-hour Time System	24-hour Time System
1:00 AM	0100
2:00 AM	0200
3:00 AM	0300
4:00 AM	0400
5:00 AM	0500
6:00 AM	0600
7:00 AM	0700
8:00 AM	0800
9:00 AM	0900
10:00 AM	1000
11:00 AM	1100
12:00 Noon	1200
1:00 PM	1300
2:00 PM	1400
3:00 PM	1500
4:00 PM	1600
5:00 PM	1700
6:00 PM	1800
7:00 PM	1900
8:00 PM	2000
9:00 PM	2100
10:00 PM	2200
11:00 PM	2300
12:00 Midnight	2400

図3-5　時間変換

正中は1分の精度で、ある日のそれぞれのタイムゾーンの中央を太陽が通過する時刻である。太陽はタイムゾーンの中央を、早い場合には10月の1144時に、遅い場合には2月の1214時に通過する。正中時間が一定でないのは、天体の運行が若干不規則であり、地球の自転と歳差運動が不規則なためである。その差を均時差という。

指定した日の太陽の正中時刻は天測暦の白ページの右下角に記載されている（図3-6）。例題の7月21日の航海において、太陽は子午線を1206ZT時に横切る。それが何年であろうと、およその正中時刻は下に掲げた(図3-7)正午の均時差（Local Mean Time:LMT）表から知ることが出来る。この表の時刻は、すべての天測暦の正確な時刻に対して、2分以内の精度を有する。

Day	SUN Eqn. of Time 00ʰ	SUN Eqn. of Time 12ʰ	SUN Mer. Pass.	MOON Mer. Pass. Upper	MOON Mer. Pass. Lower	MOON Age	MOON Phase
	m s	m s	h m	h m	h m	d	
→21	06 17	06 19	12 06	03 20	15 44	20	◑
22	06 20	06 21	12 06	04 09	16 33	21	
23	06 22	06 23	12 06	04 58	17 23	22	

図3-6　子午線通過時刻または正中時刻

LOCAL MEAN TIME OF NOON

Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Day
1	[1204	[1214	[1213	[1204	1157	1158	[1204	[1206	[1200	1150	1144	1149	1
2	04	14	12	04	57	58	04	06	00]	49	44	49	2
3	05	14	12	03	57	58	04	06	1159	49	44	50	3
4	05	14	12	03	57	58	04	06	59	49	44	51	4
5	05	14	12	03	57	58	04	06	59	49	44	51	5
6	06	14	11	03	57	58	05	06	58	48	44	51	6
7	06	14	11	02	56	59	05	06	58	48	44	51	7
8	07	14	11	02	56	59	05	06	58	48	44	52	8
9	07	14	11	02	56	59	05	05	57	47	44	52	9
10	08	14	10	01	56	59	05	05	57	47	44	53	10
11	08	14	10	01	56	59	05	05	57	47	44	53	11
12	08	14	10	01	56	[1200	05	05	56	47	44	54	12
13	09	14	10	01	56	00	06	05	56	46	44	54	13
14	09	14	09	00	56	00	06	05	56	46	44	55	14
15	09	14	09	00	56	00	06	04	55	46	45	55	15
16	10	14	09	00	56	00	06	04	55	46	45	56	16
17	10	14	09	00]	56	01	06	04	55	45	45	56	17
18	11	14	08	1159	56	01	06	04	54	45	45	57	18
19	11	14	08	59	56	01	06	04	54	45	45	57	19
20	11	14	08	59	56	01	06	03	54	45	46	58	20
21	11	14	07	59	56	02	06	03	53	45	46	58	21
22	12	14	07	59	57	02	06	03	53	45	46	59	22
23	12	14	07	58	57	02	06	03	52	44	46	59	23
24	12	13	06	58	57	02	06	02	52	44	47	[1200	24
25	12	13	06	58	57	02	06	02	52	44	47	00	25
26	13	13	06	58	57	03	06	02	51	44	47	01	26
27	13	13	06	58	57	03	06	02	51	44	47	01	27
28	13	13	05	57	57	03	06	01	51	44	48	02	28
29	13	13	05	57	57	03	06	01	50	44	48	02	29
30	13	12	05	57	57	03	06	01	50	44	49	03	30
31	1214]	1212]	1204]	1157	1157	1204]	1206]	1200]	1150	1144	1149	1203]	31

図3-7 地方平均正中時刻

第7行 （±） 経度差×4分加減 ： (-) 08m

地球は1時間に15° 、4分に1° の速度で自転している。もし位置がタイムゾーンの中央でないならば、LANは天測暦に示されている正中の想定時刻には起こらない。太陽は東から出て西に沈むが、このことは地球が東に向かって反時計回りに自転していることを意味している。正午は時間ゾーンの中央より東側では早く、西側では遅くなる。計算は単純である。もし時間ゾーンの中央より東にいれば第7行は第6行から差し引けば良いし、同様に西にいれば第6行と第7行を加え合わせればよい。
LANフォームによると、自艇はタイムゾーンの中央から東に2° の位置にいるので、LANは8分早く起こる。

2° ×4分/1° = 8分

1100時、正午、1300時における地球の自転に対する太陽の位置は、図3-8のように図示される。

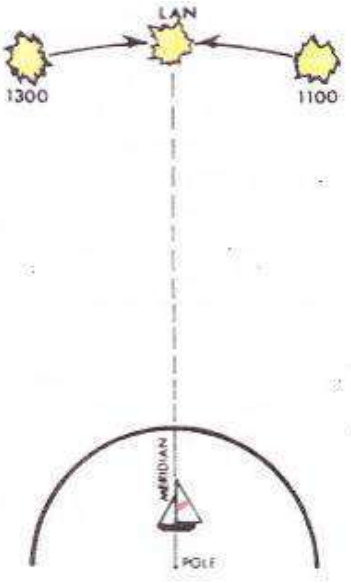


図3-8 LAN (Local Apparent Noon)

第8行 LANの観測時刻 (WATCH TIME) ： 11時58分

LANの観測時刻は、もし自艇の推測位置(DR)が正確ならば、自艇から見て太陽が空の最も高い位置に到達すると想定して計算される時刻である。LANの観測時刻は、自艇が時間ゾーンの中央に位置していない場合に、ゾーン中央における正中時刻に数分の時間差を加え合わせることにより計算される。もし、自艇の推測位置が正確であれば、太陽は計算で求められたLANの観測時刻の2分以内に最高度に到達するであろう。太陽はその最高度に1分あるいは2分間留まるので、太陽は「高い点にぶら下がっている」と言われる。北緯において、太陽が赤道よりも南にある場合、つまり冬の場合であるが、太陽はLANの時刻に真南に位置する。高北緯の場所では、太陽はLAN の時刻には、常に真南に位置する。

夏至の頃には太陽は赤道の上約23.4° の位置に達し、図3-9に示すように、正午に太陽が頭上真上に位置する。これは自艇の緯度が太陽の赤緯と同じ場合に起こる。

LANフォームにおいて、第6行と第7行を加え合わせることにより、LANはゾーン時間1158時頃に起こることが予想される。
[注意: 夏時間 (DST) を採用している地域では、観測時刻をゾーン時刻に変換する。私達はちょうど夏時間中にカリフォルニアの沿岸を航行しているので、例題では夏時間を考慮する必要がある。]

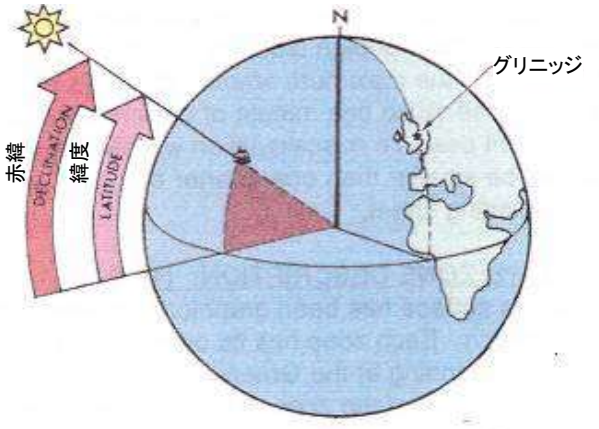


図3-9 緯度は赤緯に等しい

要約

太陽が子午線を通過する時間を計算するにあたって、太陽を測量するためにキャビンから出るのをLAN の予想時間まで待つならば、推測位置 (DR) の不正確さのためにLANのタイミングを逃す恐れがある。とにかく、推測位置 (DR) が正しいと確信できる場合には、正午に太陽を測量するのではなく、予想されるLANの30分前に太陽を素早く測定し、さらに約30秒待ってもう一度太陽を測量する。太陽は早い速度で昇っているので、もし、太陽の位置がほんの少しだけ変化しているならば、太陽が最も高い位置に昇るのを待ち続けるか、あるいは数秒ごとに太陽の位置をチェックし続ける。やがて、太陽の高度はほとんど変化しなくなるのが観測できる。この安定した高度が、太陽が「ぶら下がっている」と呼ばれる状態である。太陽の高度が目立って下がり始めるとき、それまでに測量した最高度を記録し、この値を太陽の六分儀による高度 (hs) とする。艇が傾きながら上下し、水平線が巻き波によって揺れ動くような荒れた海では、太陽がぶら下がっている状態を認識するのは極めて困難であるが、練習を繰り返すことにより、かなり高い精度で太陽に最高度を求めることは可能である。

3.3 太陽の赤緯

この節では、図3-10に示すLANフォームの第9行から第12行について、太陽の子午線高度あるいは赤緯の決定方法を述べる。これらのステップを通して、正午における太陽の赤緯(DEC)を計算する。

Declination (赤緯)					
9	1200	1200時		12 h	00 m
10	(±) ZONE DIFFERENCE	(±) タイムゾーン値	+/-	+8 h	
11	UT (GMT)	世界時刻 (GMT) [=9+10]		20 h	00 m
12	DEC	赤緯	20 °	22.3 '	N N/S

図3-10 LANフォーム 第9行から第12行

第9行 1200時 : 12時00分

太陽は1200時の前後14分以内にタイムゾーン中央を通過するので、ここでは1200時と記入しておく。付け加えると、太陽がぶら下がっているという特徴から、子午線を通過する時刻を正確に知ることは困難であることがその理由である。また、1200時を採用するおそらく最も重要な理由は、太陽の赤緯が1時間に変化する最大量は1分であることである。そして、赤緯1分の誤差は1マイルの誤差に等しいから、結果として生じる可能性のある計算誤差は、常に1マイル以下である。実際、誤差は通常1/4マイルよりも小さく、海図あるいはプロット用紙の計測において、かろうじて発生する誤差である。

第10行 (±) タイムゾーン値 (Zone Description) : (+) 8時間

地球の表面は地形的に15° のゾーンに分割されており、それぞれは地球の自転の1時間に相当する。タイムゾーンそれぞれには独自の識別番号が付され、番号の前には正か負の記号が付される。グリニッジ子午線を経度0° として、時間帯は0から±12まで番号が付けられる。タイムゾーン値欄の数値は、地方ゾーン時刻とグリニッジゾーン時刻の差を、時間単位で表したものである。図1-21に示したように、タイムゾーン中央の角度は15° の倍数で、これに7.5° を加えて各ゾーンのどちらかの境界の角度を表す。グリニッジの西側 (西経) の時間帯は正 (+) で、東側 (東経) は負 (-) の符号で表す。従って、グリニッジ時(GMT)は地方時間から数時間加えるか、差し引くことにより計算できる。

推測位置の経度に対するタイムゾーン値は、その経度を15° で割り算し、四捨五入して最も近い整数値に丸めることで計算できる。標準タイムゾーン表（図1-21）を参照することにより、自艇ゼウスが位置する地点の時間ゾーン値を求めて、それをLANフォームに記録することができる。自艇は118° Wに位置しているので、そのタイムゾーン値は、標準タイムゾーン表より、+8となる。

第11行　グリニッジ平均時間：20時00分

天測暦はグリニッジ平均時間（GMT）または世界時間（UT）に基づいている（訳者注：現在の天測暦はすべて界時間UTで表記されている）ので、天測暦から情報を得る前に、標準時間または地方ゾーン時間をグリニッジ平均時間または世界時間に変換する必要がある。正負の符号を含めたタイムゾーン値に対するタイムゾーン表（図1-21）を参照する。ここでは、LANフォームの第9行と第10行を加え合わせて、第11行に記入された2000時のグリニッジ時（GMT）を得る。もし観測時刻が夏時間を採用しているならば、航海士は最初に観測時刻を標準時間に変換し、その後にタイムゾーン値を求めるよう、注意が必要である。
海においては常に標準ゾーン時間のみが用いられる。

第12行　赤緯：20° 22.3’ N

太陽の赤緯（DEC）は角距離であり、天球の赤道の北と南に対して度（° ）と分（’ ）で計測される。緯度として赤緯（DEC）は90° まで測量され、その方角を示すためにNまたはSが付される。黄道あるいは太陽の1年の軌道は、決して天球の赤道に対して23.4° 以上には変化しないので、太陽の赤緯（DEC）は北にも南にも決して23.4° を超えることない。

例題の対象日（1981年7月21日）の天測暦の白ページを参照し、第11行のグリニッジ時（GMT）2000時を参照して、太陽の赤緯（DEC）を、図3-12から数行にわたってN20° 22.3’ と読み取ることができ、これをLANフォームの第12行に記入する。

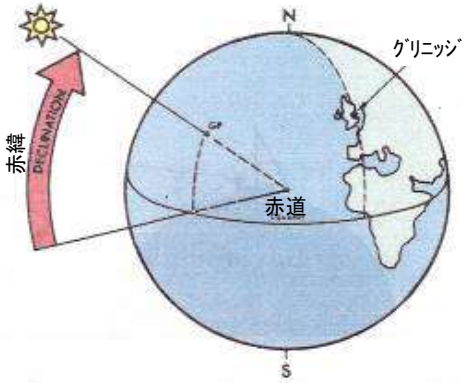


図3-11　天球における赤緯

太陽のような天体の赤緯は、地球のある地点の緯度と類似の関係がある。緯度は地球の赤道から北側または南側の地球上のある地点への距離を測定したものであり、赤緯は図3-11に示すように、天球の赤道から北側または南側のある地点への距離を計測したものである。

ここまでで太陽の赤緯（DEC）の計算を終えて、次はLANフォームの第13行から第19行の六分儀の改正の節に進む。自艇の六分儀で求められた高度（hs）は、図3-13に示すように、観測高度（HO）を求めるために、地球の中心と太陽の中心とを結ぶ線と真水平との間の角度に改正される。

1981 JULY 21, 22, 23 (TUES., WED., TH

G.M.T.	SUN G.H.A.	SUN Dec.		MOON G.H.A.	MOON v	MOON Dec.	MOON d	MOON H.P.	Lat.	Twilight Naut.	Twilight Civil	Sun
d h	° ′	° ′		° ′	′	° ′	′	′	°	h m	h m	h
									N 72	▭	▭	⊏
21 00	178 25.6	N20 32.0		311 46.5	11.1 S	9 29.8	11.0	57.8	N 70	▭	▭	⊏
01	193 25.6	31.5		326 16.6	11.1	9 18.8	11.0	57.8	68	////	////	01
02	208 25.6	31.1		340 46.7	11.1	9 07.8	11.1	57.8	66	////	////	02
03	223 25.5	30.6		355 16.8	11.1	8 56.7	11.2	57.8	64	////	////	02
04	238 25.5	30.1		9 46.9	11.2	8 45.5	11.2	57.8	62	////	01 30	02
05	253 25.5	29.6		24 17.1	11.1	8 34.3	11.3	57.9	60	////	02 07	03
06	268 25.4	N20 29.1		38 47.2	11.2 S	8 23.0	11.3	57.9	N 58	////	02 33	03
07	283 25.4	28.7		53 17.4	11.2	8 11.7	11.3	57.9	56	01 22	02 53	03
08	298 25.4	28.2		67 47.6	11.2	8 00.4	11.5	57.9	54	01 56	03 09	03
09	313 25.3	27.7		82 17.8	11.2	7 48.9	11.4	57.9	52	02 20	03 23	04
10	328 25.3	27.2		96 48.0	11.2	7 37.5	11.5	58.0	50	02 39	03 35	04
11	343 25.3	26.7		111 18.2	11.3	7 26.0	11.6	58.0	45	03 14	03 59	04
12	358 25.3	N20 26.2		125 48.5	11.2 S	7 14.4	11.6	58.0	N 40	03 39	04 18	04
13	13 25.2	25.8		140 18.7	11.2	7 02.8	11.6	58.0	35	03 58	04 33	05
14	28 25.2	25.3		154 48.9	11.3	6 51.2	11.7	58.0	30	04 14	04 46	05
15	43 25.2	24.8		169 19.2	11.2	6 39.5	11.7	58.1	20	04 39	05 08	05
16	58 25.1	24.3		183 49.4	11.3	6 27.8	11.8	58.1	N 10	04 59	05 25	05
17	73 25.1	23.8		198 19.7	11.3	6 16.0	11.8	58.1	0	05 15	05 41	06
18	88 25.1	N20 23.3		212 50.0	11.3 S	6 04.2	11.8	58.1	S 10	05 30	05 55	06
19	103 25.1	22.8		227 20.3	11.3	5 52.4	11.9	58.1	20	05 43	06 10	06
→ 20	118 25.0	22.3		241 50.6	11.2	5 40.5	11.9	58.2	30	05 57	06 26	06
21	133 25.0	21.8		256 20.8	11.3	5 28.6	11.9	58.2	35	06 04	06 35	07
22	148 25.0	21.4		270 51.1	11.3	5 16.7	12.0	58.2	40	06 11	06 44	07
23	163 25.0	20.9		285 21.4	11.3	5 04.7	12.0	58.2	45	06 19	06 55	07
22 00	178 24.9	N20 20.4		299 51.7	11.3 S	4 52.7	12.1	58.2	S 50	06 28	07 08	07
01	193 24.9	19.9		314 22.0	11.3	4 40.6	12.1	58.2	52	06 32	07 14	07

TUESDAY

図3-12　天測暦から得た太陽の赤緯

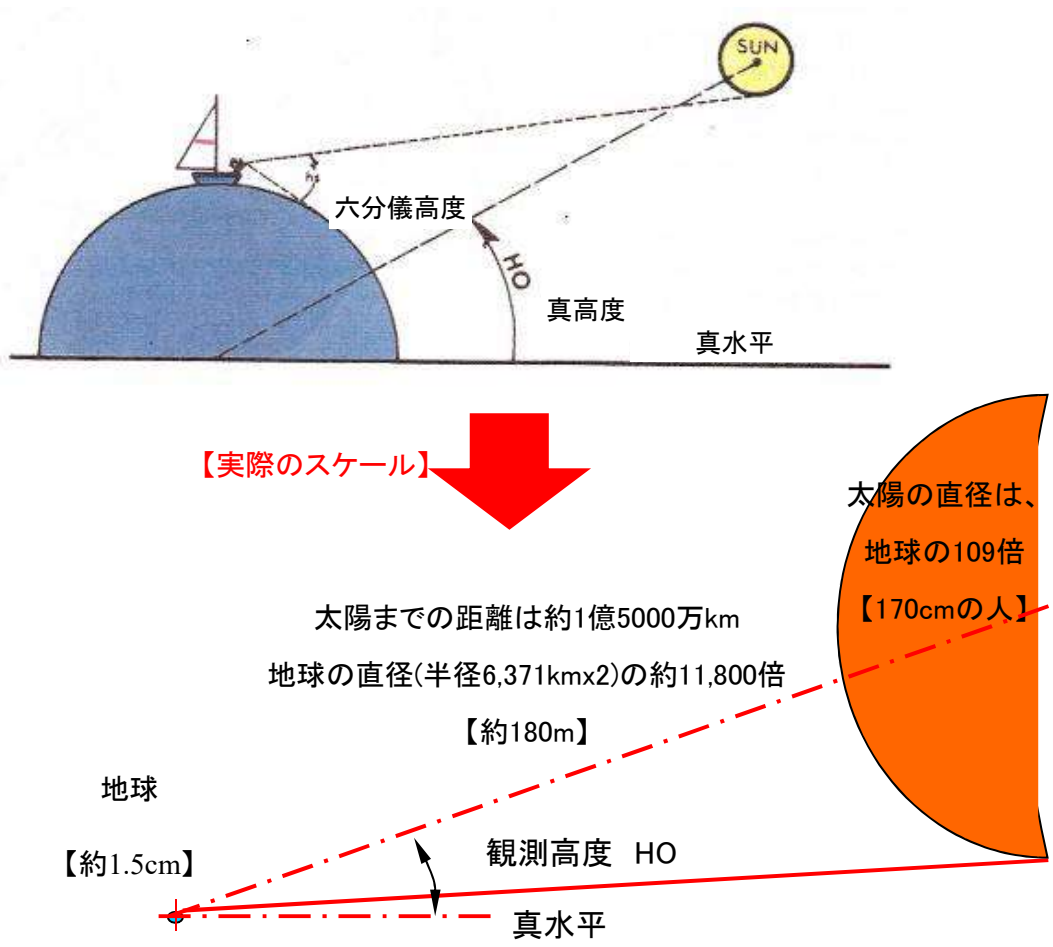


図3-13 六分儀高度と真高度の比較

3.4 六分儀高度の真高度への変換（六分儀高度の改正）

私達の冒険航海の間には、真高度(HO)は、LANフォームの第19行で、第16、17、18行の合計として求められる。第2章では六分儀のパーツと原理、天体（ここでは太陽）の高度を観測するために、この航海用機器の適切な使い方について述べる。

Sextant Corrections (六分儀による観測高度)					
13	hs	六分儀高度	76 °	24.9 ′	
14	(±)IC	(±)器差改正	+/-	+0.0 ′	
15	(-)DIP	(-)眼高差 [天測暦 表A2]	8 ft	-2.7 ′	
16	APPARENT ALT.	視高度 [=13+14+15]	76 °	22.2 ′	
17	(±)SUM MAIN COR.	(±)太陽の高度改正 [天測暦 表A2]	+/-	+15.7 ′	
18	(±)ADDIT. COR.	(±)太陽の屈折改正 [天測暦 表A4]	+/-	0.0 ′	
19	HO	真高度 [=16+17+18]	76 °	37.9 ′	

図3-14 LANフォーム （第13行から第19行）

第13行 六分儀による高度（hs）: 76° 24.9′

LANフォームでは、六分儀高度(hs)は、太陽の高度を観測するときに、六分儀で得られる最大高度である。六分儀による観測高度は、図3-15に示すように、グラフ用紙にプロットされる。

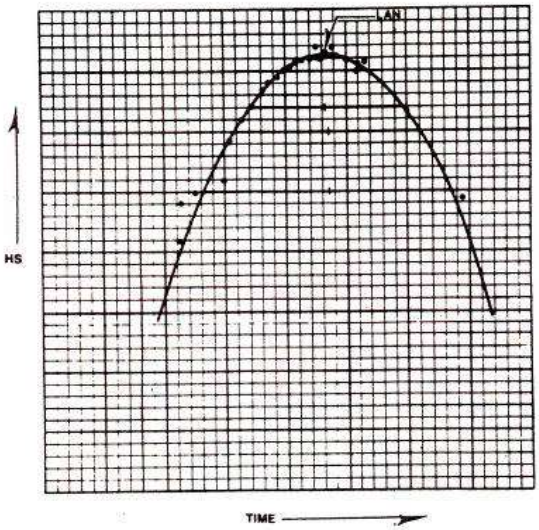


図3-15 太陽の高度観測のプロット

第14行 （±） 器差改正 (IC;Index Correction)： 0.0′

六分儀には通常、鏡の芯出し不良を原因とする最小2、3分の誤差があるため、六分儀の器差改正 (IC: Index Correction) が必要である。六分儀そのものを改正することができるが、器差はいつの間にか元に戻ってしまう傾向がある。しかし、器差は簡単に検定でき、LANフォームで修正できるため問題はない。まず、六分儀を高度0° に合わせ、地平線を見る (図3-16)。

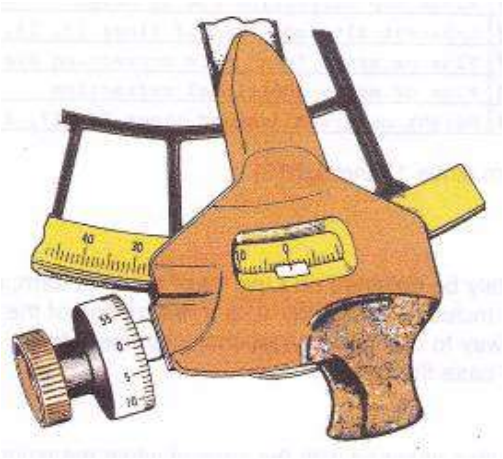


図3-16 六分儀0° の時の器差

望遠鏡に現れる地平線が連続の一直線になるまで、あるいは望遠鏡で捉えた星の2つに分裂した像が水平に並ぶまで、マイクロメーターのつまみを前後に回して調節して、六分儀の読みを得る(図3-17[b])。

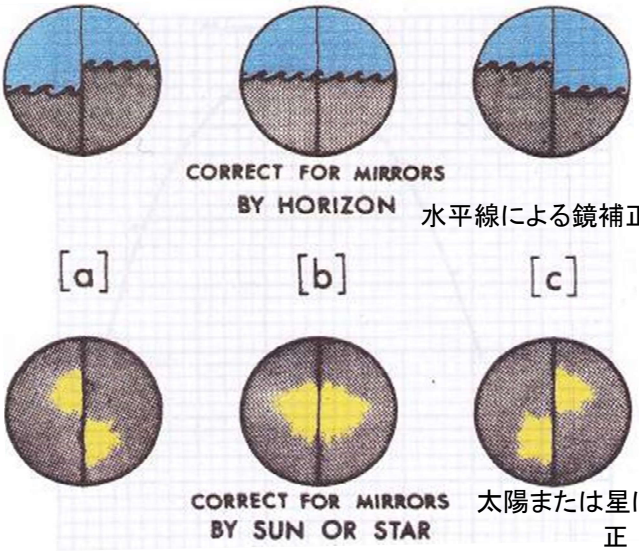


図3-17 器差改正の画像

望遠鏡で捉えた遠くの対象物が水平に並んだときに得られる六分儀の読み値が、器差である。図3-18の六分儀の目盛りの読み値(IE;Instrument Error)は、1.5′ である。しかし、この1.5′ の器差が目盛りに現れていても、六分儀は実際には0° の高度を測量していることに留意すると、たとえば太陽が30° の高さにある時に、六分儀の読みが30° 01.5′ となり、1.5′ の器差分高めの値を示すことになる。正しい高度は、器差が正の時には器差値を差し引くことにより、器差が負の時には器差値を加えることにより、得ることができる。この手順は間違いやすいので、航海士の間で次のような言い方がはやった。

「正 (On) の時は差し引いて (Off)、負 (Off) の時は加える (On)」
【訳者注:つまり、IEが＋/−の時は、ICを−/＋として改正する。】

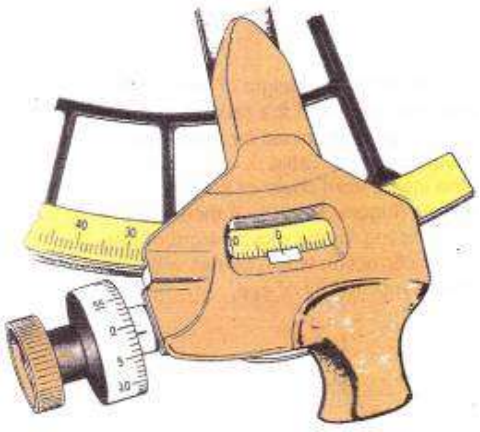


図3-18 +1.5′ の六分儀の器差

例題で使用した六分儀は鏡が調整されており、器差はゼロであったので、器差改正は行われなかった。つまり、LANフォームの第14行には0.0′ を記入する。

第15行 (−) 眼高差改正 (DIP) : (−) 2.7′

DIP改正は海面上の六分儀の高さを改正するために行う。海面上の六分儀の高さが高くなればなるほど、負の改正値が大きくなる。図3-19に示すように、六分儀が高い位置にある場合、太陽高度の角度は増加する。従って、高度の対する負の改正値は大きくなる。

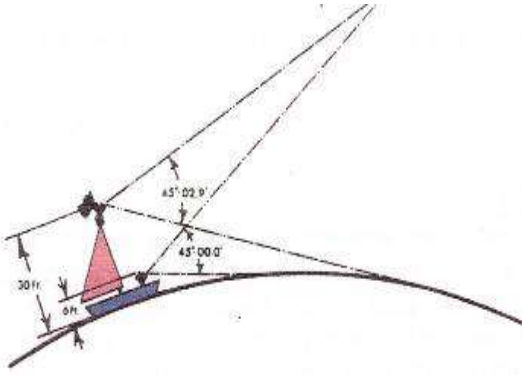


図3-19 眼高に対するDIPの変化

例題では、観測者の目の高さは海面上8フィートであり、これに対する改正値は (−) 2.7′ である。これは天測暦の表紙の裏側に掲載されている表-5 (図3-20) のDIP欄を参照して求めることができる。もし、観測者の目の高さに関して、正確に当てはまる改正値が無い場合には、あなたの目の高さの範囲内の改正値を選べばよい。

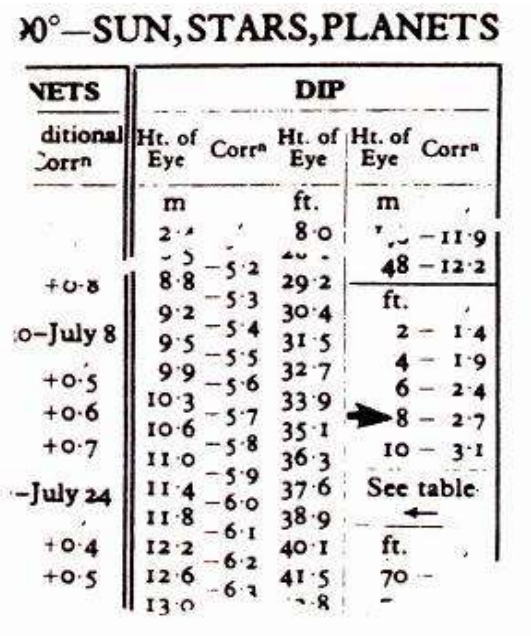
第16行 視高度改正 : 76° 22.2′

第16行の計算は六分儀の元の読み値 (hs)、器差改正値 (IC) と眼高差改正値 (DIP) を足したもの、つまり第13、14、15行の和である。

例題では、ICとDIPの和は、(−)2.7′ で、この合計を以下のようにhsから差し引く:

IC	0.0′	hs	76° 24.9′
DIP	(−)2.7′		(−)2.7′
合計	(−)2.7′	見かけの高度	76° 22.2′

このようにして、六分儀の読みを海面上の高さに対して改正した。次に、地球の中心に対する角度の修正が必要である。



0°—SUN, STARS, PLANETS

NETS	DIP			
ditional Corrn	Ht. of Eye	Corrn	Ht. of Eye	Ht. of Eye	Corrn
	m		ft.	m
	2·4		8·0	– 11·9
	8·8	– 5·2	29·2	48 – 12·2
+0·8	9·2	– 5·3	30·4	ft.
0–July 8	9·5	– 5·4	31·5	2 – 1·4
+0·5	9·9	– 5·5	32·7	4 – 1·9
+0·6	10·3	– 5·6	33·9	6 – 2·4
+0·7	10·6	– 5·7	35·1	➤8 – 2·7
	11·0	– 5·8	36·3	10 – 3·1
–July 24	11·4	– 5·9	37·6	See table
	11·8	– 6·0	38·9	←
+0·4	12·2	– 6·1	40·1	ft.
+0·5	12·6	– 6·2	41·5	70 –
	13·0	– 6·3	42·8	

図3-20 DIP改正表

第17行 （±） 太陽の高度改正 : (+) 15.7′

太陽の高度改正は、屈折、視半径、視差のために必要である。屈折の1つの例として、鉛筆を水を満たしたガラスコップの中に下ろしていくと、屈折現象つまり異なる密度の液体を透過する時の光線の曲がりにより鉛筆が曲がって見える。例えば、図3-21に示すように、ある星が頭上真上(天頂)に位置する場合には、その位置は見える通りであり、光線の曲がりの影響は顕著ではない。しかし、低い星を観測する場合には光線は曲がる。星が低ければ低いほど、屈折はより大きくなる。したがって、天体を観測する場合、高度が20° より低い天体は避けなければならない。また、高度が70° 以上の星も、その天体の真下の水平線を捉えるのが困難になるので、あまり勧められない。

残る主要な太陽の改正は視半径と視差である。観測していて、太陽の端あるいは周縁を水平線に引き下ろしてきた時、太陽の視半径に対する最小限の改正が必要となる。視差の改正も同様に必要となる。これは図3-22に示すように、私達は地球の中心ではなく、常に外縁に立っているからである。

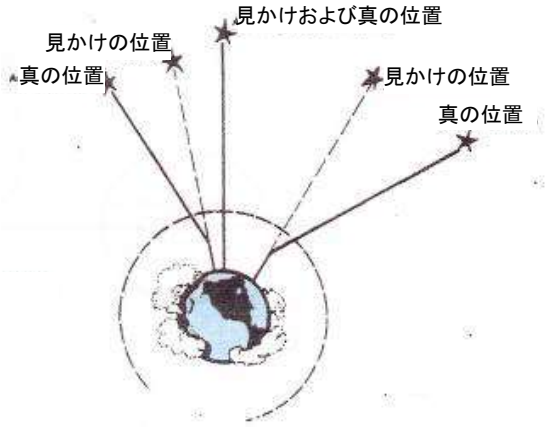


図3-21 屈折

上で述べた3つの改正、屈折、視半径、視差はLANフォームの第17行で行われる。この改正情報に関する表は、天測暦の表紙内側のA2頁に掲載されている。例題に適用する表A2の一部を図3-23に再掲する。

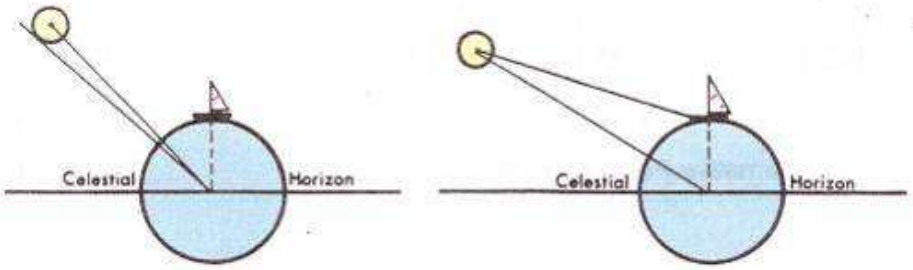
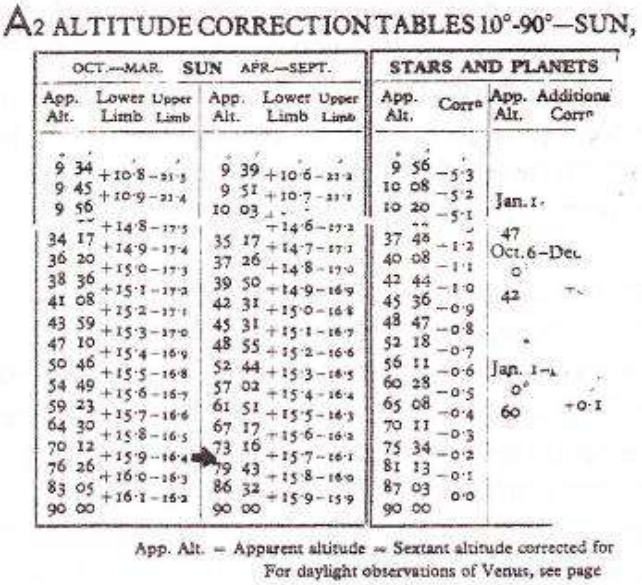


図3-22 視半径と視差の改正

自艇の見かけの高度76° 22.2′ を用いて、図3-23に示す天測暦の表A2を参照する。自艇は7月21日に海上を航行しているので、4月から9月の太陽の欄 (ここでは下辺 : Lower Limb) から読み取る。自艇の見かけの高度76° 22,2′ は正確にこの表に示されていないので、73° 16′ と79° 43′ の2つの値から求める。この例題では、表から下辺改正値として(+)15.7′ を得る。

天測時に太陽の中心を水平線に重ねる(図3-24a)のが非常に難しいので、通常は六分儀を用いて太陽の下縁を水平線に合わせる(図3-24b)。従って、高度補正表の下縁補正値を選択する。

太陽の上辺が水平線に接する場合(図3-24c)には、上辺に対する表の値である(−)16.1′ を用いる。実用上、雲が太陽の下半分を隠している場合を除いて、太陽の下辺を測量するのが常に最良の方法である。


A2 ALTITUDE CORRECTION TABLES 10°-90°—SUN,

OCT.—MAR. SUN APR.—SEPT.						STARS AND PLANETS			
App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb	App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb	App. Alt.	Corr^n	App. Alt.	Additional Corr^n
° ′	′	′	° ′	′	′	° ′	′		
9 34	+10·8	−21·3	9 39	+10·6	−21·2	9 56	−5·3		
9 45	+10·9	−21·4	9 51	+10·7	−21·3	10 08	−5·2	Jan. 1-	
9 56			10 03			10 20	−5·1		
	+14·8	−17·5		+14·6	−17·2			47	
34 17	+14·9	−17·4	35 17	+14·7	−17·3	37 48	−1·2	Oct. 6-Dec.	
36 20	+15·0	−17·3	37 26	+14·8	−17·0	40 08	−1·1	°	
38 36	+15·1	−17·2	39 50	+14·9	−16·9	42 44	−1·0	42	
41 08	+15·2	−17·1	42 31	+15·0	−16·8	45 36	−0·9		
43 59	+15·3	−17·0	45 31	+15·1	−16·7	48 47	−0·8		
47 10	+15·4	−16·9	48 55	+15·2	−16·6	52 18	−0·7		
50 46	+15·5	−16·8	52 44	+15·3	−16·5	56 11	−0·6		
54 49	+15·6	−16·7	57 02	+15·4	−16·4	60 28	−0·5	Jan. 1-	
59 23	+15·7	−16·6	61 51	+15·5	−16·3	65 08	−0·4	°	
64 30	+15·8	−16·5	67 17	+15·6	−16·2	70 11	−0·3	60	+0·1
70 12	+15·9	−16·4	73 16	+15·7	−16·1	75 34	−0·2		
76 26	+16·0	−16·3	79 43	+15·8	−16·0	81 13	−0·1		
83 05	+16·1	−16·2	86 32	+15·9	−15·9	87 03	0·0		
90 00			90 00			90 00			

App. Alt. = Apparent altitude = Sextant altitude corrected for
For daylight observations of Venus, see page

図3-23 太陽の主要補正表 #A2

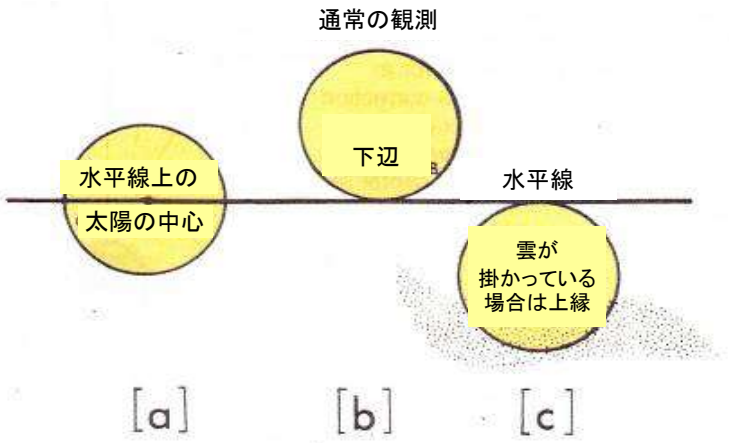


図3-24　太陽と水平線の位置関係

第18行（±）追加の屈折改正：0.0′

異常気圧や異常気温などの非標準状況では、±の追加の屈折改正が必要である。この追加の改正表は、図3-25に示すように天測暦のA4頁に示されている。この表はほとんど使われることはないし、得られる改正値も通常は顕著なものではないが、非標準の状況ではこの改正を考慮しなければならない。

大気圧を測る気圧計の読み値がインチの場合には、気圧は図3-25の上図において、「インチで表示される気圧(Pressure in inches)」と表示された右側の目盛りを読み取る。一例として、気圧が29.5インチである場合、その頁の上図右目盛りの29.5インチの値から水平に破線を描く。また、気温70° Fから垂直に上記の水平線と交わる点まで破線を描く。表A4に示すように、これらの読み値が「J」ゾーンで交わり、このゾーンが追加の屈折改正の導入欄として用いられる。見かけの高度(App. Alt.)が25° と与えられている場合、表の下部を参照してJゾーンとの交点の改正値、(+) 0.1′ を読み取る。この改正値は分の単位なので、距離に換算すると1マイルの1/10の改正に過ぎない。

例題のLANフォーム第18行を計算する目的で、30.5インチの大気圧と70° Fの気温を用いて表を参照すると、「H」ゾーンに分類されることが分かる。この改正表は高度50° までしか改正値が示されていないので、自艇の見かけの高度76° に対して高度改正することはできないが、屈折改正は高度が高い場合には、ほとんど考慮する必要はないため、改正の必要は無い。

第19行　真高度(HO)：76° 37.9′

第16、17、18行を足し合わせると真高度(HO)が得られる。この高度(HO)は六分儀により得られた元の高度に、器差、眼高差、屈折、視半径、視差を改正した高度である。六分儀による高度(hs)と測定高度(図3-13)の比較から、真高度(HO)の値は、真水平と太陽および地球のの中心を結ぶ線との間の角度であることが明確である。もし、3人の航海士が同じ地球上の地点にいる場合には(1人は飛行機を操縦している、1人は大型外洋船舶の最も高い場所にいる、最後の1人は海面から3フィート高の足場上にいる)、彼等の改正後の最終真高度(HO)は同じである。
自艇の例では第16、17、18を足し合わせると、真高度(HO)は76° 37.9′ となる。

3.5　頂距の決定

天頂という言葉は観測者の頭上真上の天球上の点を意味する。LANフォームの後に続く節(第20、21および22行)において、自艇の天頂から太陽の位置までの距離である頂距(ZD)を求める。

第20行　天頂高度：89° − 60.0′

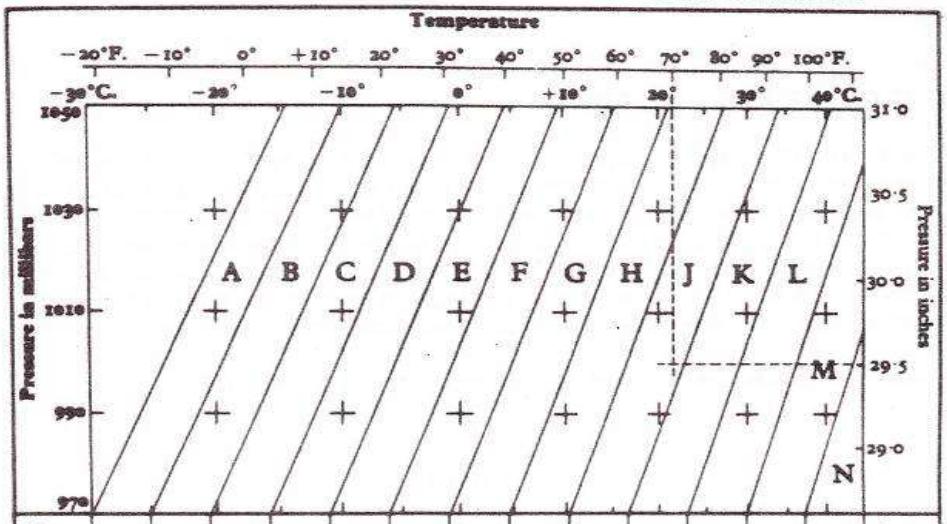
真水平と天頂との間の角度90° は、図3-26に示すように見かけの角度である。しかし、第20行で90° と記録するよりは、度分を使って、89° − 60.0′ と表記しておく方がより便利である。これは第22行の結果を得るための後続の計算、つまりHO(度分で示される)を90° の円弧距離から差し引いて求める計算を行うためである。

A4 高度補正表 — 追加補正

非標準状況に対する屈折補正

A4. ALTITUDE CORRECTION TABLES—ADDITIONAL CORRECTIONS

ADDITIONAL REFRACTION CORRECTIONS FOR NON-STANDARD CONDITIONS



App. Alt.	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	App. Alt.
° ′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	° ′
0 00	−6·9	−5·7	−4·6	−3·4	−2·3	−1·1	0·0	+1·1	+2·3	+3·4	+4·6	+5·7	+6·9	0 00
0 30	5·2	4·4	3·5	2·6	1·7	0·9	0·0	0·9	1·7	2·6	3·5	4·4	5·2	0 30
1 00	4·3	3·5	2·8	2·1	1·4	0·7	0·0	0·7	1·4	2·1	2·8	3·5	4·3	1 00
1 30	3·5	2·9	2·4	1·8	1·2	0·6	0·0	0·6	1·2	1·8	2·4	2·9	3·5	1 30
2 00	3·0	2·5	2·0	1·5	1·0	0·5	0·0	0·5	1·0	1·5	2·0	2·5	3·0	2 00
2 30	−2·5	−2·1	−1·6	−1·3	−0·8	−0·4	0·0	+0·4	+0·8	+1·2	+1·6	+2·1	+2·5	2 30
3 00	2·2	1·8	1·5	1·1	0·7	0·4	0·0	0·4	0·7	1·1	1·5	1·8	2·2	3 00
3 30	2·0	1·6	1·3	1·0	0·7	0·3	0·0	0·3	0·7	1·0	1·3	1·6	2·0	3 30
4 00	1·8	1·5	1·2	0·9	0·6	0·3	0·0	0·3	0·6	0·9	1·2	1·5	1·8	4 00
4 30	1·6	1·4	1·1	0·8	0·5	0·3	0·0	0·3	0·5	0·8	1·1	1·4	1·6	4 30
5 00	−1·5	−1·3	−1·0	−0·8	−0·5	−0·2	0·0	+0·2	+0·5	+0·8	+1·0	+1·3	+1·5	5 00
6	1·3	1·1	0·9	0·6	0·4	0·2	0·0	0·2	0·4	0·6	0·9	1·1	1·3	6
7	1·1	0·9	0·7	0·6	0·4	0·2	0·0	0·2	0·4	0·6	0·7	0·9	1·1	7
8	1·0	0·8	0·7	0·5	0·3	0·2	0·0	0·2	0·3	0·5	0·7	0·8	1·0	8
9	0·9	0·7	0·6	0·4	0·3	0·1	0·0	0·1	0·3	0·4	0·6	0·7	0·9	9
10 00	−0·8	−0·7	−0·5	−0·4	−0·3	−0·1	0·0	+0·1	+0·3	+0·4	+0·5	+0·7	+0·8	10 00
12	0·7	0·6	0·5	0·3	0·2	0·1	0·0	0·1	0·2	0·3	0·5	0·6	0·7	12
14	0·6	0·5	0·4	0·3	0·2	0·1	0·0	0·1	0·2	0·3	0·4	0·5	0·6	14
16	0·5	0·4	0·3	0·3	0·2	0·1	0·0	0·1	0·2	0·3	0·3	0·4	0·5	16
18	0·4	0·4	0·3	0·2	0·2	0·1	0·0	0·1	0·2	0·2	0·3	0·4	0·4	18
20 00	−0·4	−0·3	−0·3	−0·2	−0·1	−0·1	0·0	+0·1	+0·1	+0·2	+0·3	+0·3	+0·4	20 00
25	0·3	0·3	0·2	0·2	0·1	−0·1	0·0	+0·1	0·1	0·2	0·2	0·3	0·3	25
30	0·3	0·2	0·2	0·1	0·1	0·0	0·0	0·0	0·1	0·1	0·2	0·2	0·3	30
35	0·2	0·2	0·1	0·1	0·1	0·0	0·0	0·0	0·1	0·1	0·1	0·2	0·2	35
40	0·2	0·1	0·1	0·1	−0·1	0·0	0·0	0·0	+0·1	0·1	0·1	0·1	0·2	40
50 00	−0·1	−0·1	−0·1	−0·1	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	+0·1	+0·1	+0·1	+0·1	50 00

The graph is entered with arguments temperature and pressure to find a zone letter; using as arguments this zone letter and apparent altitude (sextant altitude corrected for dip), a correction is taken from the table. This correction is to be applied to the sextant altitude in addition to the corrections for standard conditions (for the Sun, stars and planets from page A2 and for the Moon from pages xxxiv and xxxv).

この表は、気温と気圧からゾーン記号を得るために用いられる。このゾーン記号と見かけの高度(DIP改正後の六分儀による高度)から、この表を用いて改正値を得ることが出来る。この改正値は六分儀による高度に対して、標準状況(A2頁の太陽、星および惑星、xxxiv頁、xxxv頁の月)に対する改正

図3-25 天測暦 表A4

第21行 (−) 真高度 (HO) : (−) 76° 37.9′

ここでは単に、第21行の真高度(HO)に第19行の76° − 37.9′ を代入する。マイナスの符号は真高度(HO)が、図3-27に示すように第22行の頂距(ZD)を求めるために天頂高度から差し引かれることを単に示している。

第22行 頂距 : 13° 22.1′

頂距(ZD)は自艇の天頂から天体への円弧上の距離である。

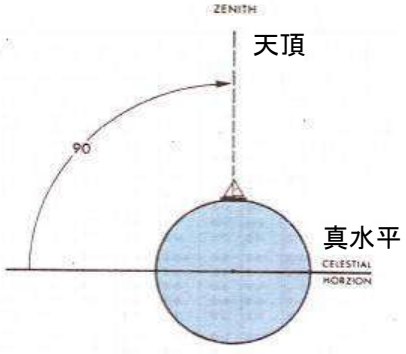


図3-26 天頂と真水平との角度

図3-28に図示する水平線の座標は、例題の自艇のLAN計算が、天頂高度90° マイナス太陽の高度(HO) : 90°（または89° 60.0′)から76° 37.9′ を差し引いて得られる結果が、頂距に等しい13° 22.1′ であることを示している。つまり、図3-27に示すように、自艇Zeusの位置と太陽の恒星直下点または地理的位置(GP : 太陽直下の地球上の位置)の緯度の差13° 22.1′ を計算で求めたことになる。

この距離をマイルに変換する計算は、次の2つの要素に基づいている: 1度は60分と等しい、そして大圏上の1分は1マイルに等しい。

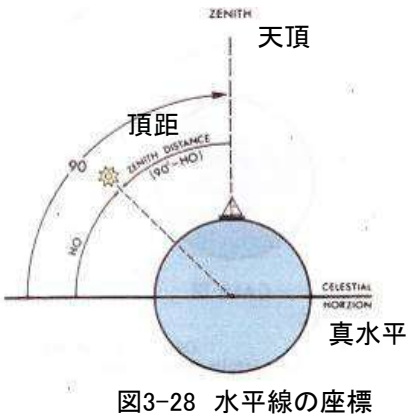


図3-28 水平線の座標

Zenith Distance（頂距）					
20	ZENITH	天頂高度 [=90° = 89° 60′]	89 °	60.0 ′	
21	(-) HO	(-)真高度 [=19]	-76 °	37.9 ′	
22	ZENITH DISTANCE	頂距 [=20-21]	13 °	22.1 ′	

図3-27 LAN フォーム 第20行から第22行

3.6 緯度を求める – ケースI、II、IIIおよびIVの4つのケース

図3-29に緯度を求める4つのケースを図示する。ケースI、II、IIIはLANフォームの第23行から第28行に関連する。ここではケースIVについても議論するが、この例は非常に稀な仮想の航海状況を想定しているため、LAN計算フォームは示していない。

緯度 : ケースI

ケースI は、自艇と太陽が赤道に対して同じ側にあるとき: つまり、自艇の推測位置 (DR) と太陽の赤緯 (DEC) が、どちらも北 (N) か南 (S) に位置する場合である。航海用語では、このような場合を**推測位置 (DR) の緯度と赤緯 (DEC) が同名である**、と言う。また、推測位置 (DR) が赤緯 (DEC) よりも数値的に大きい。

ケースI の例として、自艇が夏にサンタ・カタリナ島沖を帆走している場合が当てはまる。1年の内のこの時期は、太陽の赤緯は北にあり、自艇と島の緯度も北にある。サンタ・カタリナ島の緯度は34° Nであるが、太陽の赤緯は最大でも23.5° Nである。ケースI の条件は、

(a) 自艇の推測位置 (DR) 緯度と太陽の赤緯 (DEC) が同名である。
(b) 自艇の推測位置 (DR) 緯度は太陽の赤緯 (DEC) より数値的に大きい。
従って、自艇の緯度は太陽の赤緯と頂距の和である。

緯度 = 赤緯 + 頂距

緯度 : ケースII

ケースII は、**自艇の推測位置の緯度と太陽の赤緯が同名である** 点で、ケースI と似通っている。しかし、ケースIIは図3-29に示すように、赤緯が推測位置の緯度よりも数値的に大きいので、この2つの例は異なっている。例えば、ケースII は航海士が7月に緯度約17° Nに位置するアカプルコ沿岸を航海している場合、太陽の赤緯は同様に北にあり、数値的の大きい場合に当てはまる。ケースII の条件は、

(a) 自艇の推測位置 (DR) 緯度と太陽の赤緯 (DEC) が同名である。
(b) 赤緯 (DEC) は自艇の推測位置 (DR) の緯度より数値的に大きい。
従って、自艇の緯度は太陽の赤緯と頂距の差である。

緯度 = 赤緯 – 頂距

緯度：ケースIII

図3-29に示すケースIII は、自艇の推測位置が北にあり、南にある太陽の赤緯とは反対の位置にある場合である。つまり、**推測位置の緯度と赤緯が異名を持つ場合**である。例としては、冬に緯度約32° N に位置するバミューダ沖を航海しており、冬の太陽の赤緯は南である場合である。この場合、推測位置の緯度が太陽の赤緯に対して数値的に大きいか小さいかによって違いはない。しかし、ケースIII においては、頂距が常に太陽の赤緯よりも大きいので、緯度は頂距から赤緯を差し引いて求めることができる。ケースIII の唯一の条件は、

自艇の推測位置 (DR) の緯度と太陽の赤緯 (DEC) が異名である。
従って、自艇の緯度は頂距と太陽の赤緯との差である。
緯度 = 頂距 − 赤緯

緯度：ケースIV

図3-29に示すケースIV は、自艇の推測位置の緯度が数値的に太陽の赤緯と正確に等しい場合の例を示している。この場合には、太陽は正午に頭上真上 (天頂) に位置する。つまりHOが90° である。ケースIV は頂距がゼロ、自艇の推測位置の緯度が太陽の赤緯と等しい場合に当てはまる。

緯度 = 赤緯

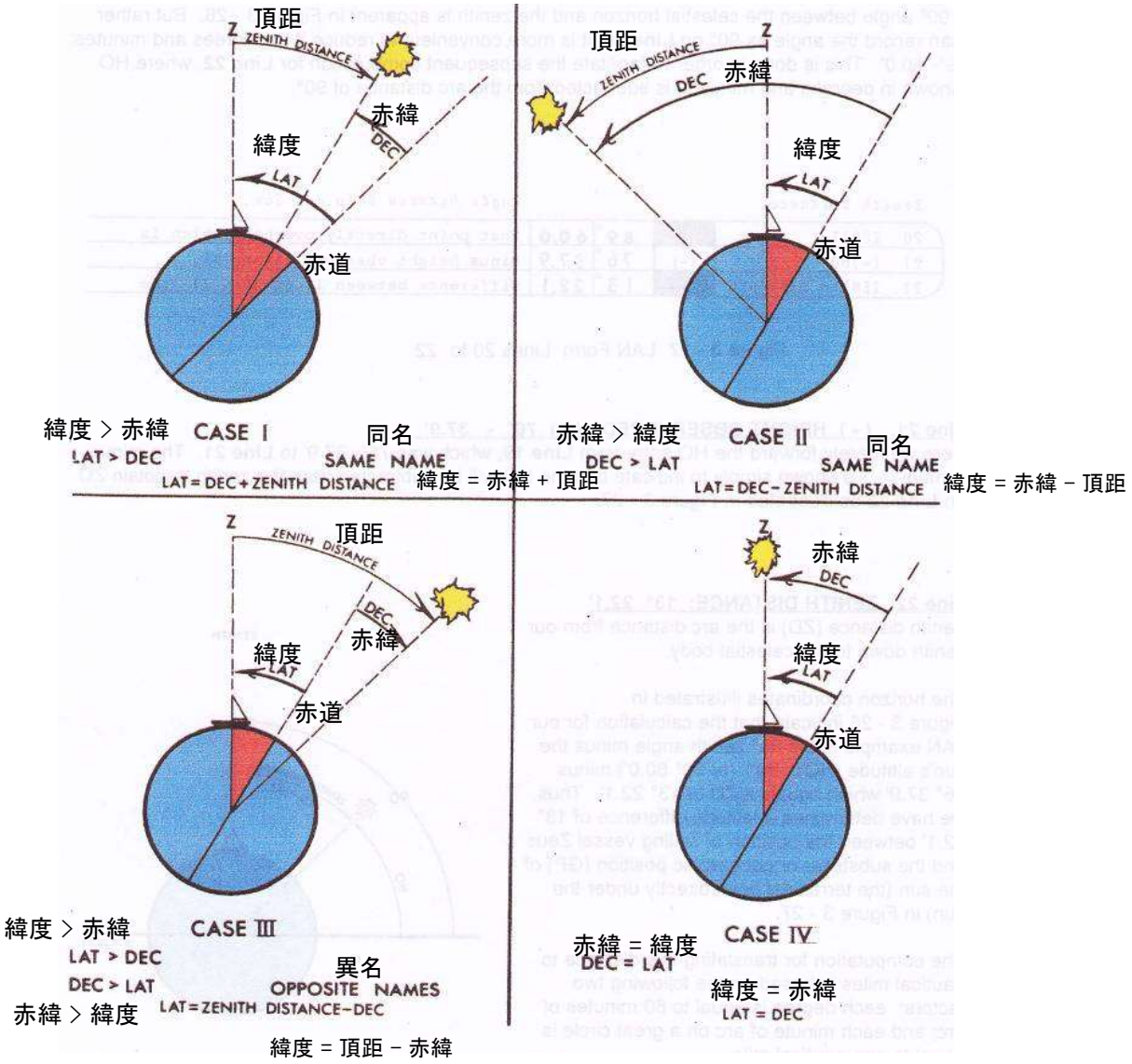


図3-29 緯度を求める4つのケース

正午における自艇の緯度を求めるために、前の2頁で4つのケースに対する変数について図を用いて詳細に説明した。
ケースI の場合を例に、緯度を求める手順を、LANフォームの第26行、第27行および第28行（図3-30）に沿って説明する。

Latitude: Case 1 and 2（緯度と赤緯が同名）：[2 (DR LAT) と 12 (DEC) のN/Sが同じ]					
23	DEC	赤緯 [=12]	20 °	22.3 ′	
24	(±)ZENITH DISTANCE	（±）頂距 [=22]	+13 °	22.1 ′	
25	LATITUDE	緯度 [もし 2>23: =23+24 / もし 2<23: =23-24]	33 °	44.4 ′	N N/S
Latitude: Case 3（緯度と赤緯が異名）：[2 (DR LAT) と 12 (DEC) のN/Sが異なる]					
26	DEC	赤緯 [=12]	°	′	
27	(±)ZENITH DISTANCE	（±）頂距 [=22]	°	′	
28	LATITUDE	緯度 [=27-26]	°	′	N/S

図3-30　LANフォーム　第23行から第28行

第23行　赤緯：N20°　22.3′

自艇の緯度と太陽の赤緯が同名であり、緯度が赤緯よりも大きいので、ケースI の場合に適合する。既に求めた第12行の赤緯（DEC: 20°　22.3′）を第23行に記入する。

第24行（±）頂距：(±) 13°　22.1′

第22行から頂距を引用してこの行に記入する。ケースI に適合するので、赤緯に頂距を加える。

第25行　緯度：N33°　44.4′

第25行の計算は第23行と第24行の単なる足し算であり、その結果、自艇の位置の緯度が求められる。自艇はこの緯度上のどこかに位置し、この緯度の線は海図上に水平に描かれる。

第26行、第27行および第28行　ケースIII

自艇の推測位置（DR）の緯度と太陽の赤緯が異名を持つ場合、例えば一方が北で他方が南の場合、ケースIIIを適用する。ケースIII が適切に適用される場合、これらの第26、27、28行は第23、24、25行と同様に扱うことができる。自艇の緯度は単に頂距（ZD）から太陽の赤緯（DEC）を差し引くことにより求めることができる。

3.7　経度の決定

この節（第29行から第35行）ではLAN航法により、どのようにして経度を求めるかについて説明する。太陽が自艇の子午線を通過する正確な時間を求めることが必要となる。太陽の最高点は、太陽が子午線を通過する前後30分間観測することにより捉えることができ、前後で同じ高度が観測された時間の中間時間を計算することで、その時刻を求めることができる。

LAN航法において中間点を得るという考え方をより良く理解するために、同様の状況を想像する：1つのボールが窓の外で跳ねている。さて、ある特定の跳ね上がりで、ボールが最高点に達するのは何時か、という問題を考える。

この問題を解くために、ボールが窓を上に向かって通りすぎる時間と下に向かって通りすぎる時間に着目する。この2つの時間の中間時間が、図3-15に示したように、ボールが最高点に達する時間である。

地球は東に向かって自転しているので、太陽は東に昇り（日の出）、西に沈む（日の入）。もし筏で漂流しているとすると、太陽が東の水平線から現れ、そして後に西の水平線を横切る瞬間の時間を測ることができる。自艇の経度は数値的に太陽が子午線を通過する時の太陽のグリニッジ時角（GHA）と同じだから、これらの時間の中間時間を求めることにより、自艇のおよその経度を求めることができる。しかし、太陽はこのような低い高度ではひどくゆがんでいるので、自艇の経度の計算結果は著しく精度が落ちる。また、自艇が速いスピードボートであり、太陽に向かって、あるいは太陽から離れるように航行している場合には、この方法はうまく機能しない。この時間を計る方法は、動いている船上であっても、太陽が天空において、その頂点（あるいは最高点）に近い時に十分精度は高くなる。

第29行　時間1　+　時間2　を 2 で除する : 12-01-03

LAN航法の予想観測時刻の約30分前に太陽を観測し、正確な時刻と六分儀の読み値を記録する。LAN航法の太陽観測の直ぐ後で、六分儀をこの高度の読み値に合わせる。太陽が再び六分儀を通して水平線に接するまで待ち、正確な時間、分、秒を記録する。そして、得られた2つの時刻を足し合わせ、その合計を2で除すると、実際のLAN時刻を時間、分、秒で得ることができる。この時刻が、自艇の位置から見て、太陽が天空において最高点あるいは頂点に達した正確な時刻である。つまり、太陽が自艇の経度の子午線上にある時刻である。自艇はこの瞬間に太陽と同じ経度に位置する。自艇が高北緯に位置する場合には、LAN航法における太陽は真南に位置する。逆に、高南緯に位置する場合には、太陽は真北に位置する。覚えておいて欲しいのは、太陽の赤緯は決して赤道から北にも南にも23.5°　以上になることはない、ということである。

自艇Zeusに乗って、LAN（第8行）に対して約11時58分の観測時刻を得た。午前中の11時33分12秒に太陽を観測し、六分儀高度（hs）75°　37.9′　を得た。自艇の緯度として最高度76°　24.9′（第13行）のLAN観測値を得た後で、六分儀を75°　37.9′　に合わせて、六分儀で観測を続けながら、太陽の下辺と水平線が接するのを待った。

ちょうど正確に12時28分54秒に、自艇の六分儀を通して、太陽は再び水平線に接した。そしてT1（11時33分12秒）とT2（12時28分54秒）を足し合わせた合計24時02分06秒を得る。この時間を2で割って12時01分03秒の実際のLAN時刻を得て、この値を図3-31の第29行に記入する。この実際のLAN時刻が第8行で予想した時刻と同じであることを期待するものではない。

しかし、もしこれらの2つの時刻が非常に近いならば、自艇の推測位置（DR）は非常に正確である。もし実際の時刻が予想されたLAN時刻に対して15分以上の差があれば、自艇の推測位置（DR）またはLAN位置が不正確ということになる。このことは不正確なコンパスや速度計あるいは、単にヘルムスマンによって最適コースの航海から外れた結果であるかも知れない。後者は荒天航海する時に良く起こることである。

第30行　（±）タイムゾーン値 : (+)8

第10行からタイムゾーン値(ZD)とその符号(+)8を引用し、単純に第30行に代入する。

第31行　LAN の正確なグリニッジ時 : 20-01-03

図3-31に示すように、実際のLANの正確なグリニッジ時（GMT）を得るために、タイムゾーン値の符号により、第29行と第30行を足し合わせるか、差し引くか、いずれかの計算を行う。自艇のタイムゾーン値の符号はプラス(+)なので、GMTは20-01-03となる。

Longitude (経度)						
29	(T1+T2)/2	正中時刻	12 h	01 m	03 s	
30	(±)ZONE DIFFERENCE	(±)タイムゾーン値 [=10]	+8 h			
31	GMT LAN EXACT	LANの正確なグリニッジ時 [=29+30]	20 h	01 m	03 s	
32	gha ○	太陽のグリニッジ時角 [天測暦　GHA]	118 °	25.0 ′		
33	(+) Δgha○	太陽のグリニッジ時角増分 [天測暦Incmt. & Corect]	0 °	15.8 ′		
34	λw=GHA○	西経 [=32+33]	118 °	40.8 ′	W	W
35	λ=360°(-)GHA○	東経 [360-(32+33)]	°	′		E

LAN太陽天測時刻					
	T1	11 h	33 m	12 s	
	T2	12 h	28 m	54 s	
	T1+T2	24 h	02 m	06 s	
29	(T1+T2)/2	12 h	01 m	03 s	

図3-31　増分補正

第32行　太陽のグリニッジ時角 : 118°　25.0′

天体のグリニッジ時角（GHA）はグリニッジ天文子午線の西への角距離（度、分で計測）である。地球の経度に対する関係は、赤緯の緯度に対する関係と同じである。しかしながら、経度はグリニッジ子午線からEまたはWに180度まで計測されるのに対して、グリニッジ時角（GHA）は西側方向のみに360度計測する、つまり完全な円を描く(図3-32)。小文字の（gha）を使う場合は、通例として部分グリニッジ時角を意味する。しかし、大文字で（GHA）と表す場合は、総グリニッジ時角を示しており、時、分、秒に対して修正された値を意味する。

例題では、7月21日の天測暦の白ページ（図3-12）において、LAN フォーム第31行から20時の時間部分のみを参照する。天測暦の右側の頁で、20時のGMT時間から、太陽のグリニッジ時角（太陽のgha）は、118°　25.0′　と読み取れ、これをLANフォームの第32行に記入する。

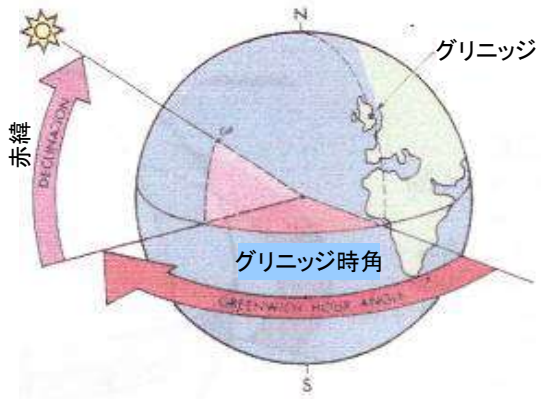
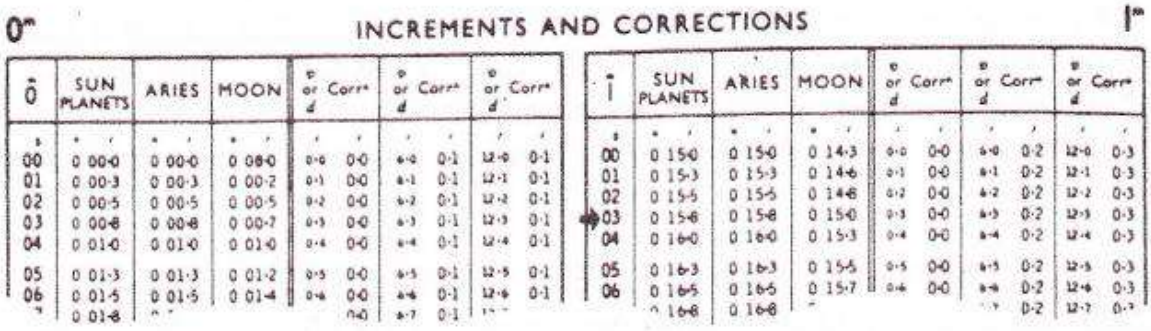


図3-32　天球上のグリニッジ時角

第33行　(+) 太陽のグリニッジ時角の増分(delta) : (+) 0°　15.8′

太陽のグリニッジ時角の増分 (delta gha sun) は、2000時以後に地球が自転した円弧の度分の追加分である。地球は1時間に15度、4分ごとに1度回転する。天測暦の白ページには1時間毎のグリニッジ時角 (gha) のみが示されているため、黄色ページの「増分補正」表を参照し、グリニッジ時GMTの追加の分秒を求めなければならない(図3-33)。

グリニッジ時GMTの1分03秒のこの表の値を参照すると、太陽の欄で0°　15.8′ を得る。グリニッジ時角GHAは常に西方向に計測し、地球は東に向かって自転しているので、ghaの増分補正値は常に正の値をとる。従って、グリニッジ時角GHAの時、分、秒に対してghaの増分補正値を加え合わせることになる。



0ᵐ　INCREMENTS AND CORRECTIONS　1ᵐ

☉	SUN PLANETS	ARIES	MOON	v or Corr d	v or Corr d	v or Corr d
s	° ′	° ′	° ′	′ ′	′ ′	′ ′
00	0 00·0	0 00·0	0 08·0	0·0 0·0	4·0 0·1	12·0 0·1
01	0 00·3	0 00·3	0 00·2	0·1 0·0	4·1 0·1	12·1 0·1
02	0 00·5	0 00·5	0 00·5	0·2 0·0	4·2 0·1	12·2 0·1
03	0 00·8	0 00·8	0 00·7	0·3 0·0	4·3 0·1	12·3 0·1
04	0 01·0	0 01·0	0 01·0	0·4 0·0	4·4 0·1	12·4 0·1
05	0 01·3	0 01·3	0 01·2	0·5 0·0	4·5 0·1	12·5 0·1
06	0 01·5	0 01·5	0 01·4	0·6 0·0	4·6 0·1	12·6 0·1
	0 01·8			0·0	4·7 0·1	

☉	SUN PLANETS	ARIES	MOON	v or Corr d	v or Corr d	v or Corr d
s	° ′	° ′	° ′	′ ′	′ ′	′ ′
00	0 15·0	0 15·0	0 14·3	0·0 0·0	4·0 0·2	12·0 0·3
01	0 15·3	0 15·3	0 14·6	0·1 0·0	4·1 0·2	12·1 0·3
02	0 15·5	0 15·5	0 14·8	0·2 0·0	4·2 0·2	12·2 0·3
03	0 15·8	0 15·8	0 15·0	0·3 0·0	4·3 0·2	12·3 0·3
04	0 16·0	0 16·0	0 15·3	0·4 0·0	4·4 0·2	12·4 0·3
05	0 16·3	0 16·3	0 15·5	0·5 0·0	4·5 0·2	12·5 0·3
06	0 16·5	0 16·5	0 15·7	0·6 0·0	4·6 0·2	12·6 0·3
		0 16·8			0·2	12·7 0·3

図3-33　増分補正表

第34行　西経 = 太陽のグリニッジ時角 : 118°　40.8′　W

太陽の総グリニッジ時角 (GHA 0) は、第32行と第33行を足し合わせることにより計算される。GHAは西方向に計測されることを考慮すると、もしGHAの角度が180度より小さい場合には、即座に自艇は西経にいることが判る。自艇の位置の計算結果は、第34行より118°　40.8′ で、これは180°　よりも小さいので、自艇は118°　40.8′ Wの位置にいることが判る。

第35行　東経

太陽のGHAが180度以上の場合、上記の経度の計算は適用できない。つまり、この場合は東経を得るために、GHAを360度から差し引く。例として、太陽のGHAが270度の場合、360度から差し引いて東経90°　を得る(図3-34)。

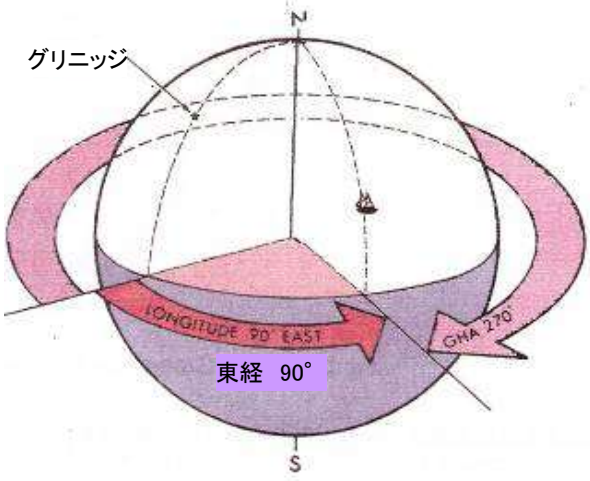


図3-34　東経の計算

3.8 位置のプロット

航海士は、沿海を航行している時には、海図を使って陸の等高線、水深、航路標識やその他の安全航海に関する情報を得て、航海コースや方向を決める。しかし、外洋航海している時には、広い範囲をカバーする海図は縮尺が小さいので、位置をプロットするのには使わない。縮尺が非常に小さいので、位置の線を描くのは5セントコインの大きさの範囲内での作業となり、実測位置（FIX）のために正確な作業線を描くのは、極端に困難な作業となる。さらに、1日の航海コースと距離は、同様に海図上の非常に狭い範囲に限定される。結果として、現実的に非常に大きな縮尺の海図であるプロット用紙を用いて、天文航法による実測位置（FIX）と推測位置（DR）をプロットする。

プロット用紙(UPS; Universal Plotting Sheet)は緯度と経度の格子およびコンパスローズのみが印刷された白紙の海図である。沿岸用海図と同様、プロット用紙はメルカトル投影図法に基づいている。この投影図法は、経度の子午線が北極と南極で一点に集まるのを平行線で表すため、緯度の平行線間の面積は増加する性質がある。それゆえ、プロット用紙はある限られた緯度の範囲で使用するように作られている。

全世界用プロット用紙（UPS; VP-OS）は、50枚綴りにまとめられているが、あらゆる緯度で使用可能である。緯度の平行線は既に印刷されているが、緯度の数値は記されていないので、あらゆる緯度に対して使用できる。全世界用プロット用紙には、また中央にコンパスローズと1本の中間子午線が描かれている。ナビゲーターは自艇が位置する中央子午線の経度の数値をこの用紙の中央経度線に記入し、引き続き作業範囲の中央緯度を考慮した適切な間隔で数本の子午線を描いた。用紙の右下の経度の目盛りは経度1°の距離を表している。

位置をプロット用紙にプロットした後で、その位置を外洋海図か沿岸海図に移植することができる。自艇の方向と航跡は海図上に描いた一連の位置点により示される。LAN航法のフォームでは作業線を必要とせず、海図上に直接プロットすることができる。しかし、プロット用紙の使い方を示すために、例題に対して作業線を描いた(図3-35)。

1地点前の出発点あるいは実測位置から、磁針方位を真方位に修正した一本の航海コース線が、自艇のコースと速度とともに描かれる。1200時における推測位置（DR）は「速度」と「距離」の関係より計算できる。距離は緯度目盛りから読み取る。LAN航法において、緯度と経度が計算され、2本の直交する位置の線が描かれる。それぞれの位置の線（LOP : Line of Position）識別名が付けられ、線の上部に観測時間を、線の下部に天体（太陽）の名前を記す。最後にこれらの線が交わる場所が自艇の真の位置であると推定され、この位置あるいは実測位置から図3-25に示すように、新しい航海コースの線が描かれる。

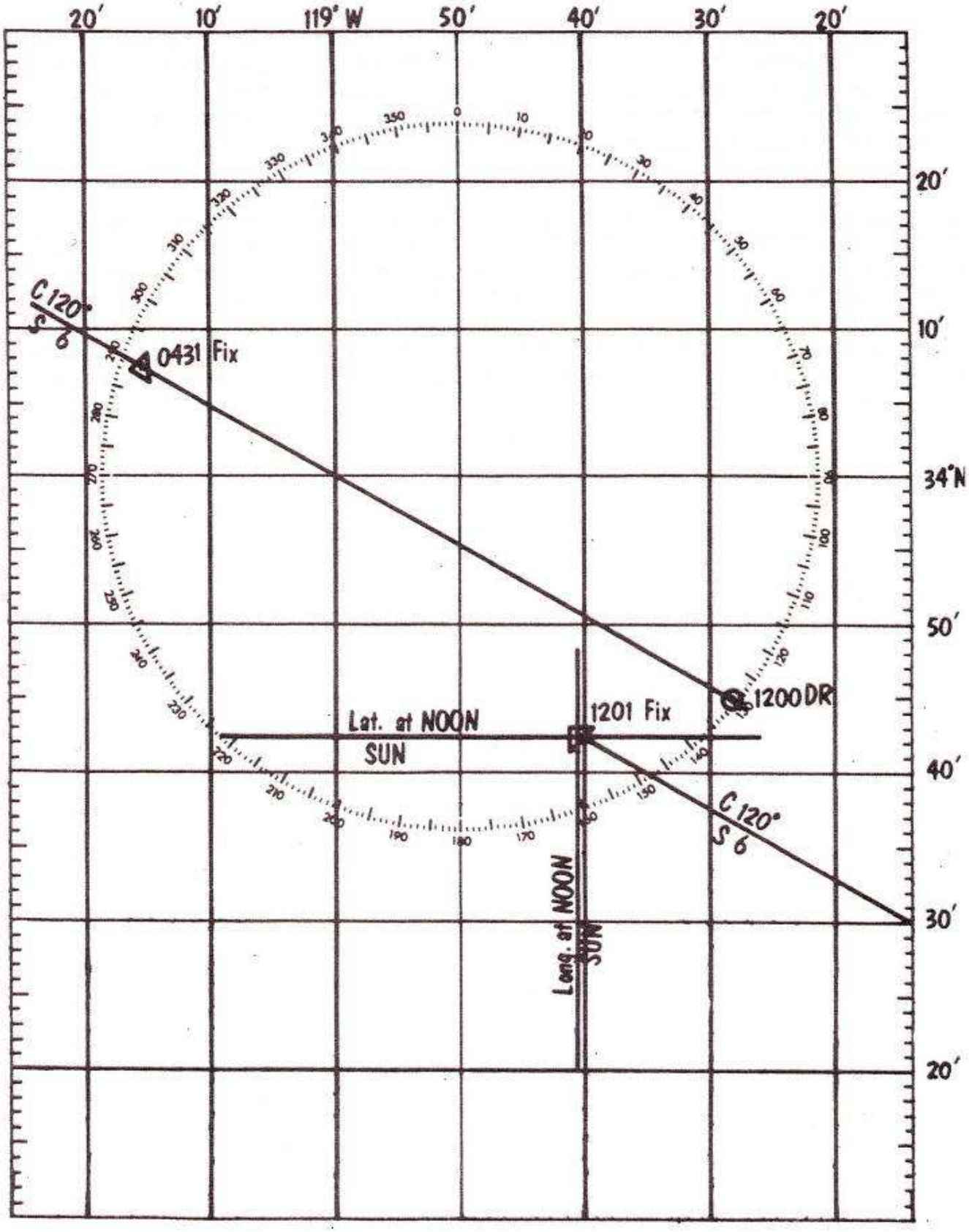


図3-35　正午における緯度と経度のプロット

第3章　レビューテスト3

次の3ケースについて、LAN航法フォームにより自艇の位置を求めよ。求めるべき答えは記載の通りである。

EXERCISES	1	2	3
Date	21 Jul 1981	5 Nov 1981	5 Nov 1981
1200 DR lat-	12° 17.5'S	5° 05.0'S	51° 45.0'N
1200 DR Long	68° 31.0'W	5° 50.5'W	172° 47.0'E
Body	Sun LL	Sun UL	Sun LL
hs	57° 14.7'	79° 33.4'	22° 31.2'
IC	-1.1'	+3.0'	-2.3'
Ht of Eye	25 ft	6 ft	15 ft
T 1	11-18-03	11-40-05	11-55-40
T 2	12-03-15	12-34-31	12-29-06
ANSWERS	1	2	3
lat-	12° 12.1' S	5° 01.9' S	51° 45.9' N
LONG	68° 34.9' W	5° 55.0' W	172° 48.5' E

第4章　北極星による船位測定

4.1　北極星および位置測定フォーム

北極星は長期外洋航海に出る乗組員に教えるべき最初の天体系である。夜空で北極星の位置を簡単に見つけられること、および初期の航海時代以来、「中緯度での航海」が一般的になったことで、北極星の扱い易さを理由として、第一選択肢として非常によく北極星による船舶の位置測定が行われている。船乗りは、単純に目的地の緯度に沿って西へ東へと航海した。この航海方法は必ずしも最速ではなかったが、北半球の外洋を始めて航海する船乗りにとっては、最も簡単な航海方法であった。この方法はコロンブスがアメリカ大陸を発見した時の航海方法であったので、読者は同様の航海法でハワイを見つけることができるはずである。
北極星はまた、操舵コンパスの誤差をチェックするのに、非常に有用な星である。

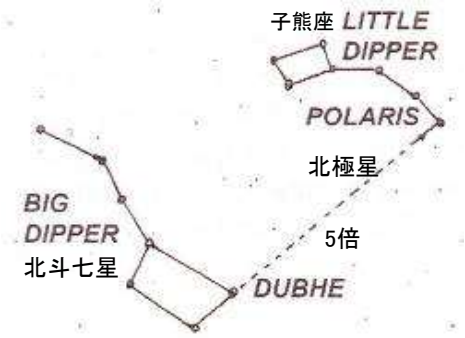


図4-1　北極星の位置

北極星は真の北に位置するので、地球の北半球においては簡単に見つけられる天体である。北極星の高度あるいは鉛直高さは、自艇の緯度に一致する。北極星は図4-1に示すように、大熊座、北斗七星の大ひしゃく先端の直線上にあるので、夜空でも簡単に見つけることができる。北極星の計算フォームを使わなくても、六分儀で北極星の高度を測定することにより、60マイル以内の精度で自艇の緯度を推定することができる。北極星を用いた正確な位置計算は、最新の天測暦を参照し、このテキストの添付した計算フォームに沿って行えばよい。

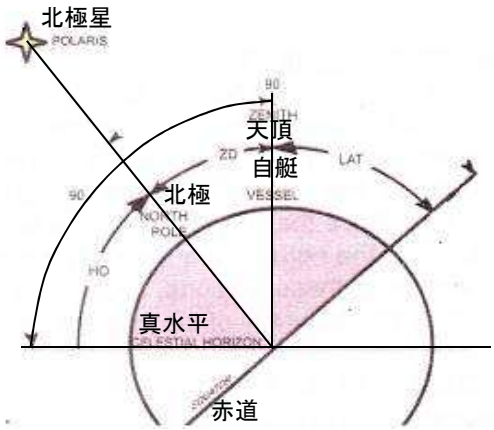


図4-2　北極星の高度は緯度に等しい

北極星高度は緯度に等しい

図4-2は地球の地軸、自艇および北極星を通る面で切った断面を示している。この図では、自艇を図の上に描くために地球の地軸を傾けている。円は地球を示している。1本の線が地球の中心と自艇の位置を通り、真上の観測者の天頂に向かって延びている。天頂は観測者の頭上真上の位置として定義する。観測者の天頂と真水平のなす角度は90°である。もう一本の線は、地球の中心から北極を通り北極星に至る。地球の歳差運動のため、北極星はこの線上には位置しない。この事実が北極星による位置測定フォームが必要となる理由である。自艇の緯度は90度から頂距（ZD）を差し引いた値と等しいことに留意する。北極星の高さ（HO）は90度から同じ頂距（ZD）を差し引いた値に等しいので、自艇の緯度が、北極星の計算フォームに従って地軸の歳差運動の誤差を補正した六分儀による測定高度と等しいことは明らかである。

北極星による位置測定には最新の天測暦が必要である。北極星に関する表は、天測暦の「主要数値」と「増分補正」表の間に収録されている。北極星の表を利用するに当たっては、春分点の地方時角γ、現在の月および概略の緯度が必要である。これらの数値を参照して、a0、a1、a2などの北極星の六分儀による修正高度に単に加算する改正値を得ることができる。この簡便な計算により、観測時刻における自艇の緯度を求めることができる。

4.2　自艇位置とグリニッジ時

第0行 天体と方位（BODY/BEARING）

北極星による位置計算フォームの最初の行（第0行）に、天測を行う天体(この場合は北極星POLARIS)とハンドベアリングコンパスにより得た北極星の磁針方位を記録する。磁針方位偏差の修正により、北極星の方位は真の北に近くなる。もし北極星の方位が真の北方向でなければ、本当の北極星を観測していない。腕を真っ直ぐに伸ばし掌を固く握って拳を作ると、拳の鉛直の幅は10度に測定される。ここで採り上げる例題の推測緯度は32° N なので、北極星は北の方角に概ね水平線から拳3つ分の高さとなる。
本章では図4-3に掲載しLOP共通フォーム北極星を参照する。船首から北極星を観測することはまた、自艇の磁針方位と偏差の精度を確認するためには素晴らしい方法である。
図4-3の赤字の【北極星】の記述もしくはピンク色で網掛け部分を参照。

位置の線航法 【LOPフォーム （北極星、太陽、月、惑星、恒星 共通フォーム)】

惑星: 水星(Mercury) 、金星(Venus)、火星(Mars)、木星(Jupiter)、土星(Saturn)

恒星: 57恒星 (Star Finder)

v 4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽,月,惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)								
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	POLARIS / 345T		
1	DATE	DR位置における地方 年月日	○	○	○	1981 Y	7 M	23 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	32 °	23.0 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	°		N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	120 °	31.8 '	W E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	4 h	14 m	32 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+8 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	12 h	14 m	32 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		°	'	N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d= ↑ ↓	'	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】 HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	° ' (月:HP=)		N/S
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ϒ(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	121 °	8.2 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	3 °	38.6 '	
14	+/- v/d correction	【月, 惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHAϒ	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHAϒならば360を加える	○	○	○	124 °	46.8 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	120 °	31.8 '	W E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHAϒ	地方時角 [=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(ー)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	4 °	15.0 '	°
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)								
18	hs	六分儀高度	○	○	○	31 °	41.6 '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	0.0 '	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-2.7 '	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	31 °	38.9 '	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-1.6 '	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	0.0 '	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	31 °	37.3 '	
HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正差)								
25	Hc	aLATとDEC,およびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】 天測計算表 HO249 Vol 2, Vol 3 【恒星】 天測計算表 HO249 Vol 1		○	○	°	'	
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d= /	'	
27	H_C	計算高度 [=25+26]		○	○	°	'	
28	H_O	真高度 [=24]		○	○	°	'	
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(−)する [=28-27]		○	○	°	'	
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球 LHA > 180° : Zn = Z / LHA<180° : Zn = 360° − Z 南半球 LHA > 180° : Zn = 180° − Z / LHA<180° : Zn = 180° + Z 【恒星】 [25]で得た天測計算表のZn値		○	○	°	'	
31	H_O	[=24] 真高度	○			31 °	37.3 '	
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ポラリス表の最上段部から)	○			°	15.9 '	
33	a1	Lat(高度)の改正(ポラリス表中段部から)	○			°	0.6 '	
34	a2	Month(月)の改正(ポラリス最下段部から)	○			°	0.2 '	
35	Less 1 degree	(-1°) [31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 °	'	
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34−1°]	○			30 °	54.0 '	

図4−3 LOP共通フォーム 北極星

第1行　日付け　：　1981年7月23日

推測位置の地方日付けを第1行に記入する。もし日付けをグリニッジ時間に変える場合には、記入した日付けの上に対角線を引き、グリニッジ時間をその上に記入する。これにより観測時の日付けが地方かグリニッジかの確認が容易になる。グリニッジ時間は天測暦を参照するときに使う。例題では推測位置の日付けは1981年7月23日であり、タイムゾーン値が加えられた場合、日付けはグリニッジ時間に対して変化しない。

第2行　推測緯度　：　32°　23.0′　N

推測緯度は、最後の実測位置から予想あるいは仮定したコースと速度を図上に描くことにより得ることができる。もし実測位置が不明なら、単に推測して計算を続けるだけである。天文航法の良さは、「今どこに居るかを知っている必要は無い　－　どこの居るかを見つけることにある。」という点である。
海図に描いた自艇の推測緯度は、約32°　23.0′　N である。

（第3行　北極星では使わない）

第4行　推測経度　：　120°　31.8′　W

推測経度も同様に上記の方法により得られる。自艇の推測経度は、約120°　31.8′　W である。

第5行　地方時間　：　04時 14分 32秒

これは北極星の観測地方平均時間で、秒の単位まで正確に記入する。この場合、アナログ式ではなく、精度と読み易さから安価なデジタル式時計が最適である。アナログ時計では、秒針が時計の12時に向かっている時に、よく誤って「1分」先の時間を記録する間違いが起こる。つまり、アナログ時計の分針は、次の分に非常に近いので、記録者はしばしば間違えて測定時間に1分を加えてしまうのである。5、10、15、20MHzの電波を受信し、日々の時間をチェックできる小さな電波時計あるいは安価なラジオを購入することも可能である。アマチュア無線技士であれば、簡単に無線機を使って時間をセットしチェックする。ジンバルで支持され、毎日同じ時間にゼンマイを巻き上げる必要のある時計の時代は終わった。例題では、北極星は地方平均時間 4時14分32秒 に観測された。

第6行（±）タイムゾーン値　：　+8

タイムゾーン値はこのテキストの図1-21から得ることができる。自艇は概ね西経120度に位置しているので、タイムゾーン値 (ZD) は +8 である。タイムゾーンは15°　幅なので、このゾーン値を得るには、この経度を15で割ればよい。

第7行　グリニッジ時　：　12時 14分 32秒

観測時のグリニッジ時 (GMT) は、単純にタイムゾーン値を地方平均時間に加えればよい。例題では、グリニッジ時間として7月23日12時14分32秒を得る。

（第8行-第11行　北極星では使わない）

4.3　春分点の地方時角

第12行 グリニッジ時角　♈（時）：　121°　08.2′

牡羊座は、「牡羊座の最初の点」の略語である。この点は、より正しくは「春分点」と称される。何年も前に、3月21日に太陽が南から北に赤道面を横切るときに、地球から見て太陽は、子羊座に入っていくように見えた。グリニッジが地球に対する起点であるように、牡羊座は天球に対する基点である。今では牡羊座は春分から離れ、水瓶座が近づいている。宇宙飛行士が春分点という言葉を使っているにも関わらず、航海士は牡羊座という言葉を使い続けている。春分点は測定の開始点と考えられているので、春分点から天体の子午線へ西方向に測定する角度は、その天体の恒星時角 (SHA) と呼ばれる。「牡羊座のグリニッジ時角」は、単にある時刻における、グリニッジ子午線と春分点の子午線のなす角度の差である。この値は、観測する天体の適切な観測日と観測時のグリニッジ時を参照して、天測暦の主要数値表から得られる。例題では、7月23日1200時を参照して、グリニッジ時 γ (gha)、121°　08.2′　を得る。

第13行 + グリニッジ時角の増分 ♈ (分、秒) : 3° 38.6′

グリニッジ平均時間の分と秒に対する春分点のグリニッジ時角の増分は、天測暦の最後の「増分補正」表から得られる。この表は観測時間の分と秒を参照する。例題ではグリニッジ時角の増分は、3° 38.6分である。

(第14行 北極星では使わない)

第15行 グリニッジ時角合計 ♈ (時、分、秒) : 124° 46.8′

第12行と第13行を足し合わせることにより、北極星の観測時のグリニッジ時角の合計を得る。例題では124° 46.8'となる。

第16行 ± 推測経度 : 120° 31.8′

推測経度は第4行目から引用し記入する。

第17行 地方時角 ♈ : 04° 15.0′

グリニッジ時角♈と西経はどちらも西方向に計測するから、北極星と自艇の子午線の角度差を求めるためには、グリニッジ時角♈から西経を差し引く必要がある。
北極星の計算フォームにおける地方時角♈は、子午線♈回りの自艇の子午線から西方向に計測される。例題において地方時角♈は、04° 15.0′ である。

4.4 六分儀の改正

第18行 六分儀高度 (hs) : 31° 41.6′

六分儀高度 (hs) は、六分儀で計測された観測者から見た地平線上の天体の、改正前の高度である。例題では、改正前の六分儀高度は、31° 41.6′ である。

第19行 ± 器差改正 (IC) : (−) 0.0′

器差改正は、望遠鏡と動鏡及び水平鏡で得られる水平線の連続直線性で確認される、六分儀そのものが持つ誤差である。例題では、鏡と望遠鏡の中の水平線が水平の時に、六分儀の読み値が0.0′ であるので、ここでは器差を考慮する必要は無い。

第20行 (−) 眼高差改正 (DIP) : (−) 2.7′

眼高差改正は、六分儀の海面からの高さによる誤差の改正である。六分儀が海面から高くなればなるほど、観測者から見た水平線はより遠くまで見通せ、その結果天体の高度は大きくなる。したがって、天測暦の表紙内側のA2頁に掲載された眼高差改正 (dip correction) により改正が必要となる。海面上の観測者の目の高さをフィートで参照することにより、眼高差改正値が得られる。例題では、観測者の目の高さは8フィートなので、このテキストのXX頁の天測暦表の中頃に記載されているように、改正値は(−) 2.7′ である。

第21行 視高度改正 : 31° 38.9′

視高度は、六分儀による高度(第18行)と2つの主要な改正値、つまり器差改正値(第19行)と視高度改正値(第20行)を足し合わせて得ることができる。次表を参照する前に、ここで視高度を改正することにより、より正確な情報が次行で得られる。例題の改正値は31° 38.9′ である。

第22行 高度改正 : (−) 1.6′

高度改正は、地球の大気を通して得られた天体の像の屈折の影響を改正するため、および観測者が地球の中心ではなく、外縁で天体を観測しているために生じる視差を改正するために行う。観測者から見た水平線からよりはむしろ真水平からの天体の高さが必要である。この高度改正値は、天測暦のA2頁の「星と惑星 (STARS AND PLANETS)」の欄から得ることができる。例題の改正値は、第21行で求めた見かけの高度、31° 38.9′ に対して、(−) 1.6′ である。

第23行 （±） 追加改正: 0′

この追加改正は、天測暦のA4頁に掲載されている状況に対して必要となる。この改正は、非正常な大気状態での天体の観測において、視界が十分に確保されない場合などに、稀に必要となる改正である。

第24行 測定高度 (H0) : 31° 37.3′

測定高度は、地球の中心（真水平）への改正を含めた全ての改正を行った後の六分儀の高度である。第21、22、23行を足し合わせることにより、31° 37.3′ を得る。

（第25行-第30行 北極星では使わない）

4.5 緯度改正

第31行 真高度 (H0) : 31° 37.3′

第24行目の真高度 (H0) を第31行目に引用し記入する。

第32行 改正値 a0 : + 15.9′

図4-3の改正表を用いて、この改正は第17行で得られた地方時角♈を用いて行う。天測暦の274頁辺りに掲載されている北極星の表に地方時角♈を参照する。例題では、地方時角は4° 15.0′ である。北極星の表の最上部に掲載されている0° - 9° の欄を参照する。地方時角は0-10° 毎に示されているが、4° 15.0′ はこの欄には表示されていないので、この15.0′ つまり1/4° を内挿して求めることとし、まず4° のa0値を求める。そして、15′ の追加分は4° のa0を超える部分として表から内挿して、a0は+15.9′ を得る。求める精度によるが、単に四捨五入して最も表の値に近いa0の値を採用することもできる。天文航法はマリーナに係留しているボートの位置よりむしろ広大な土地での位置を特定するために使われるので、単純に四捨五入して数値を丸めることも考慮すべきである。大きな地方時角に対して改正する場合には、a0の度および分を記録するのに注意を要する。

第33行 改正値 a1 : + 0.6′

この改正は観測時の自艇の概算の緯度に対して行う。この改正は、海図にプロットした推定位置あるいは観測中に得られる六分儀の高度を用いて求められる。自艇の緯度は31° 41.6′ なので、32° の緯度の欄を参照する。表の上部に記載されている 0-9° の欄を参照し、30-40° の緯度の欄から、改正値a1として +0.6′ を得る。

第34行 改正値 a2 : + 0.2′

この改正は観測を行った月に対して行う。例題では観測月は7月である。同様に 0-9° の欄を参照し、7月の欄から改正値 a2 として +0.2′ を得る。

第35行 1° をマイナスする : -1°

数学的に単純化するため、北極星に関する改正表は全ての数値が正となるように作られている。そのため単純に1° を差し引くことが必要となる。

天測暦の説明ページに説明が記載されているが、緯度改正値のa0、a1、a2の値が常に正値となるように、それぞれ58.8'、0.6'、0.6'加えられている。この3つの和は60.0' つまり1° となるため、-1° する。

第36行 緯度 : 30° 54.0′

緯度は第31行から第35行を足し合わせることにより得られる。足し合わせる数値の符号を考慮すると、最後の1° マイナスする以外は全て正の値である。例題では緯度は30° 54.0′ となる。

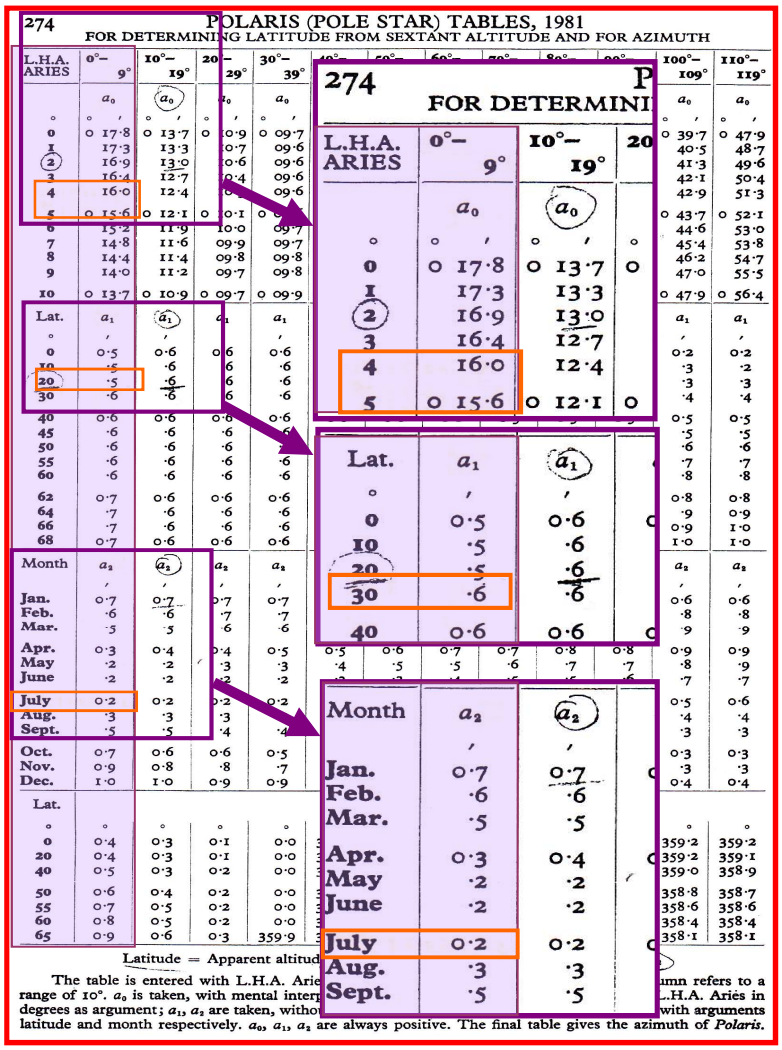


図4-3　北極星の高度改正　a0, a1, a2

4.6　北極星による緯度のプロット

1981年7月22日　12:06にLAN航法により、自艇の位置を求めた。その後、253°　T、3ktの速度で航海して、翌日7月23日04:14に北極星を観測して、この時刻における推測位置(DR)を求める。

昨日12:06のLAN航法の実測位置からの到達点は、北極星の観測を行った時刻 (0414 DR) に対する推測位置である。
1本の線が、北極星の推測位置から北もしくは南に描かれる。この位置は図4-4に示すように、推定位置(EP)として記録され、通常は一定の精度を有する。

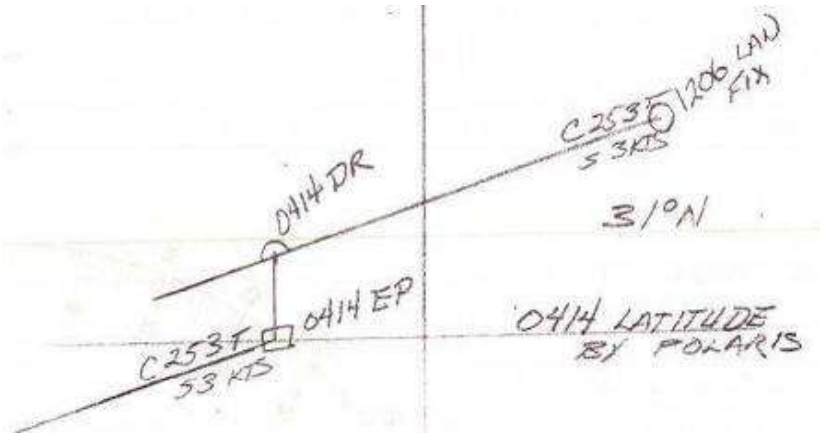


図4-4　北極星による位置のプロット

第4章　レビューテスト4

次の3ケースについて、北極星を用いて自艇の緯度を求めよ。

EXERCISES	1	2	3
Date	24 July 1981	25 July 1981	26 July 1981
1200 DR Latitude	31 - 18 N	30 - 16 N	29 -14 N
1200 DR Long	121 - 41.4 W	122 - 42 W	123 - 18 W
Body	Polaris	Polaris	Polaris
hs	31 - 52.1'	29 - 34.1'	28 - 42.1'
IC	0.0'	0.0'	0.0'
Ht of Eye	8 ft	8 ft	8 ft
Local Mean Time	04 - 14 - 26	04 - 15 - 18	04 - 15 - 04
ANSWERS	1	2	3
Latitude by Polaris	31°　04.6'N	28 - 46.4 N	27°　54.2'N

天体系の動きのため、天測暦は毎年改訂され、正確なデータが掲載されている。添付の1981年の天測暦抜粋を使って、この練習問題を解く。

観測者の眼高改正「Dip」表と「増分補正」表は、単に代数的な表であり年によって変化しないので、あらゆる天測暦から引用できる。アメリカ沿岸警備隊（USCG）、沿岸警備隊補助団体、カリフォルニア帆走協会、CoastGuardSchool.com およびほとんどの航海訓練施設は、1981年版の天測暦がそれらの訓練プログラムの目的に対して常に利用できるので、これを採用している。したがって、航海訓練においては、毎年再計算する必要はない。

第5章　位置の線航法 【LOP(Line Of Position)航法】

5.1　位置の線航法の概要

第3章でLAN航法について学んだ。LAN航法による船位測定は、自艇の位置において太陽が正中する正午前後に太陽を天測することにより、天測暦だけで緯度と経度を同時に知ることができるため、非常に便利な方法である。しかしながら、荒天により正中する時刻に太陽を天測できない場合は、太陽を含めた他の天体を天測することにより、自艇の位置を求めることが必要になる。

第4章では北極星による位置の測定を学んだ。この第5章では、太陽、月、惑星および恒星を天測して自艇の位置を測定する、位置の線航法(LOP航法)について学ぶ。

図5-1は天文航法の種類と天測する天体別の概要を整理したものである。第4章で学んだ北極星による船位測定は、「北極星緯度法」として位置の線航法の1つに分類される。

図5-2は位置の線の概念を示したものである。2つの天体を天測して、それらの高度から2つの位置の線が地球の表面に円形に描かれる。これらの2つの円の交点は2ヶ所で得られるが、それまでの航海の天測結果から,より近い1ヶ所が天測時の自艇の位置として求められる。 図5-3に示すように、天測による天体の真高度H_0と天測計算表から得られる計算高度Hcの角度を比較して、$Hc<H_0$ならば天体により近い位置に居ることになり、天体の方位角方向(+)に修正する。逆に$Hc>H_0$ならば反対方向(−)に修正する(インターセプト)。

図5-4は位置の線航法で使用する時角を整理して示している。天測した天体のグリニッジ時角(GHA★)と春分点のグリニッジ時角(GHA♈)、春分点を起点として天測した天体までの時角(恒星時角: SHA)の関係を示している。時角はすべて地球を天の北極から見て、反時計回りに計る。

図5-1　天測法別概要

天測法		計算フォーム	使用表	天体	天測時	天測結果
LAN航法	子午線緯度法	LANフォーム	天測歴	太陽	正中時	緯度
	両同高度法				正中時前後	経度
位置の線航法	北極星緯度法	LOPフォーム		北極星	薄明時/北半球	緯度
		LOPフォーム	天測歴 ＋ 天測計算表	太陽	午前/午後	位置の線
				月	薄明時/満月時	位置の線
				主要惑星	薄明時	位置の線
				主要恒星	薄明時	位置の線

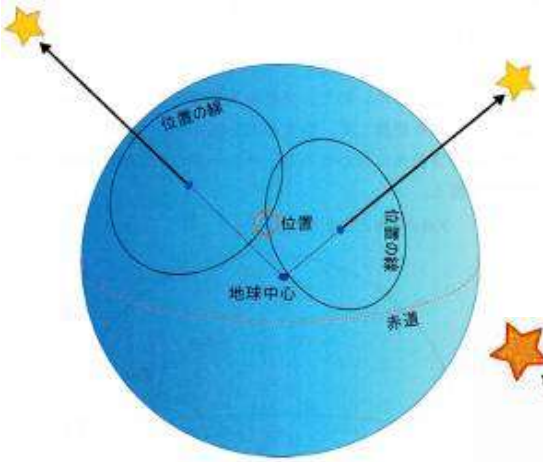


図5-2　位置の線の概念図

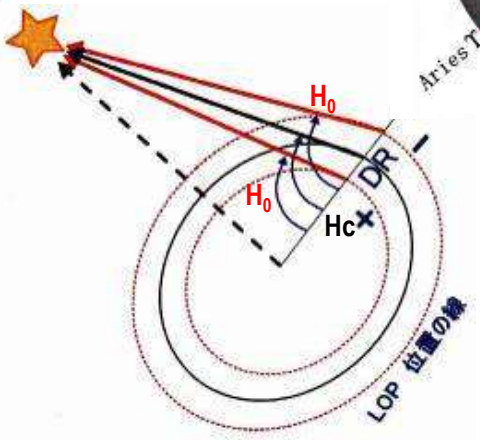


図5-3　インターセプトの概念図

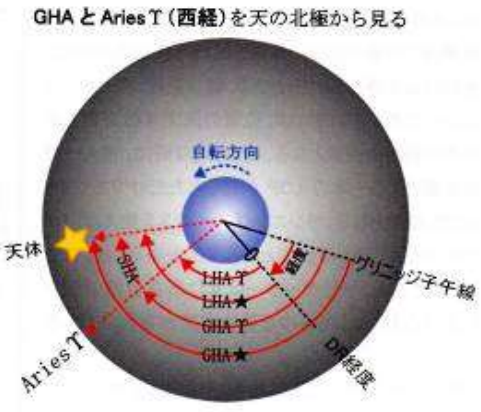


図5-4　時角

5.2　太陽による船位測定

ここでは、太陽を天測して、位置の線航法により自艇の位置を求める方法について述べる。使用する資料は天測暦と天測計算表(航空機用のHO249、Vol2とVol3)である。

【例題】
1981年8月3日　10時51分07秒 に、推測位置(DR)　北緯38°　50.0'、東経147°　40.0'において、太陽を天測した。太陽の下辺高度は61°　47.0'であり、六分儀の器差は+3'、眼高は5mであった。

v4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽,月,惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)								
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	SUN /		
1	DATE	DR位置における地方　年月日	○	○	○	1981 Y	8 M	3 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	38 °	55.5 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	39 °		N N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	148 °	5.0 '	E E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	15 h	5 m	50 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+/- -10 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	5 h	5 m	50 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		17 °	32.0 '	N N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の　d の分位		○		d=0.7 ↓	-0.1 '	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】　HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	17 ° (月:HP=)	31..9 '	N N/S
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ϒ(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	253 °	28.0 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	1 °	27.5 '	
14	+/- v/d correction	【月, 惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHAϒ	グリニッジ時角　[=12+13+14]　360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHAϒならば360を加える	○	○	○	254 °	55.5 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4]　度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	148 °	4.5 '	E E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHAϒ	地方時角　[=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(ー)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	43 °	' /↦	°
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)								
18	hs	六分儀高度	○	○	○	46 °	59.0 '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	3.0 '	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表　【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-3.9 '	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	46 °	58.1 '	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表　【月】:表xxxiv	○	○	○	°	15.1 '	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表　【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	0.0 '	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	47 °	13.2 '	
HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正差)								
25	Hc	aLATとDEC,およびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】　天測計算表 HO249　Vol 2, Vol 3 【恒星】　天測計算表 HO249　Vol 1		○	○	46 °	41.0 '	
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d=38/32	20.0 '	
27	H_C	計算高度 [=25+26]		○	○	47 °	1.0 '	
28	H_O	真高度 [=24]		○	○	47 °	13.2 '	
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(−)する [=28-27]		○	○	+ °	12.2 '	
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球　LHA > 180°　: Zn = Z　　/ LHA<180°　: Zn = 360° − Z 南半球　LHA > 180°　: Zn = 180° − Z / LHA<180°　: Zn = 180° + Z 【恒星】　[25]で得た天測計算表のZn値		○	○	° 108	'	
31	H_O	[=24] 真高度	○			°	'	
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ポラリス表の最上段部から)	○			°	'	
33	a1	Lat(高度)の改正(ポラリス表中段部から)	○			°	'	
34	a2	Month(月)の改正(ポラリス最下段部から)	○			°	'	
35	Less 1 degree	(-1°)　[31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 °	'	
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34−1°]	○			°	'	

図5−5　LOPフォーム（太陽）

5.2.1 自艇位置、グリニッジ時および赤緯

図5-5はLOP共通フォームである。太陽、月、惑星の天測の場合には、緑色で網掛けした項目に緑字で記述された手順に従って数値を記入する。

第0行 天体と方位 (BODY/BEARING)

太陽による天測であるから、SUN(太陽)と記入する。BEARINGは必要ない。

第1行　日付け　：　1981年8月3日

推測位置の地方日付けを第1行に記入する。もし日付けをグリニッジ時間に変える場合には、記入した日付けの上に対角線を引き、グリニッジ時間をその上に記入する。これにより観測時の日付けが地方かグリニッジかの確認が容易になる。グリニッジ時間は天測暦を参照するときに使う。

第2行　推測緯度　：　38°　50.0′ N

推測緯度は、最後の実測位置から予想あるいは仮定したコースと速度を図上に描くことにより得ることができる。もし実測位置が不明なら、単に推測して計算を続けるだけである。天文航法の良さは、「今どこに居るかを知っている必要は無い　－　どこの居るかを見つけることにある。」という点である。
海図に描いた自艇の推測緯度は、約38°　50.0′ N である。

第3行　プロット起点の緯度　39°

DR緯度を1°　単位に丸めた仮定緯度。位置の線航法において、ユニバーサルプロットシート(UPS)上の緯度の起点となる緯度。第2行の38°　50.0'を四捨五入して、39°　に丸める。

第4行　推測経度　：　147°　40.0′ E

推測経度は、第2行と同様に、約147°　40.0′ E である。

第5行　地方時間　：　10時 51分 07秒

これは太陽の観測地方平均時間で、秒の単位まで正確に記入する。例題では、太陽は地方平均時間10時51分07秒 に観測された。

第6行 （±） タイムゾーン値　：　-10

タイムゾーン値はこのテキストの図1-21から得ることができる。自艇は概ね東経150度に位置しているので、タイムゾーン値 (ZD) は -10 である。タイムゾーンは15°　幅なので、このゾーン値を得るには、この経度を15で割ればよい。

第7行　グリニッジ時　：　00時 51分 07秒

観測時のグリニッジ時 (GMT) は、単純にタイムゾーン値を地方平均時間に加えればよい。例題では、グリニッジ時間として8月3日00時51分07秒を得る。

第8行　赤緯　：　17°　35.3′ N

図5-6に示す天測暦より、1981年8月3日のGMT(UT)00時の赤緯(Dec)、N17°　35.3′ を読み取る。

1981 AUGUST 2, 3, 4 (SUN., MON., TUES.) 153

G.M.T.	SUN G.H.A.	SUN Dec.	MOON G.H.A.	MOON v	MOON Dec.	MOON d	MOON H.P.
d h	° ′	° ′	° ′	′	° ′	′	′
2 00	178 26.7	N17 50.7	154 42.5	10.8	N13 00.9	9.7	57.3
01	193 26.8	50.1	169 12.3	10.9	12 51.2	9.7	57.3
02	208 26.8	49.4	183 42.2	11.0	12 41.5	9.7	57.2
03	223 26.8	·· 48.8	198 12.2	11.0	12 31.8	9.8	57.2
04	238 26.9	48.1	212 42.2	11.1	12 22.0	9.9	57.2
05	253 26.9	47.5	227 12.3	11.2	12 12.1	9.9	57.1
06	268 27.0	N17 46.9	241 42.5	11.3	N12 02.2	9.9	57.1
07	283 27.0	46.2	256 12.8	11.3	11 52.3	10.1	57.1
08	298 27.1	45.6	270 43.1	11.4	11 42.2	10.0	57.0
S 09	313 27.1	·· 44.9	285 13.5	11.5	11 32.2	10.1	57.0
U 10	328 27.1	44.3	299 44.0	11.6	11 22.1	10.2	57.0
N 11	343 27.2	43.7	314 14.6	11.6	11 11.9	10.2	57.0
D 12	358 27.2	N17 43.0	328 45.2	11.7	N11 01.7	10.2	56.9
A 13	13 27.3	42.4	343 15.9	11.8	10 51.5	10.3	56.9
Y 14	28 27.3	41.7	357 46.7	11.9	10 41.2	10.3	56.9
15	43 27.4	·· 41.1	12 17.6	11.9	10 30.9	10.4	56.8
16	58 27.4	40.4	26 48.5	12.0	10 20.5	10.4	56.8
17	73 27.5	39.8	41 19.5	12.1	10 10.1	10.4	56.8
18	88 27.5	N17 39.1	55 50.6	12.1	N 9 59.7	10.5	56.7
19	103 27.5	38.5	70 21.7	12.2	9 49.2	10.5	56.7
20	118 27.6	37.9	84 52.9	12.3	9 38.7	10.5	56.7
21	133 27.6	·· 37.2	99 24.2	12.3	9 28.2	10.6	56.7
22	148 27.7	36.6	113 55.5	12.4	9 17.6	10.6	56.6
23	163 27.7	35.9	128 26.9	12.5	9 07.0	10.7	56.6
3 00	178 27.8	N17 35.3	142 58.4	12.6	N 8 56.3	10.7	56.6
01	193 27.8	34.6	157 30.0	12.6	8 45.6	10.7	56.5
02	208 27.9	34.0	172 01.6	12.6	8 34.9	10.7	56.5
03	223 27.9	·· 33.3	186 33.2	12.8	8 24.2	10.8	56.5
04	238 28.0	32.7	201 05.0	12.8	8 13.4	10.8	56.4
05	253 28.0	32.0	215 36.8	12.8	8 02.6	10.8	56.4
06	268 28.1	N17 31.4	230 08.6	12.9	N 7 51.8	10.8	56.4
07	283 28.1	30.7	244 40.5	13.0	7 41.0	10.9	56.4
08	298 28.2	30.0	259 12.5	13.0	7 30.1	10.9	56.3
M 09	313 28.2	·· 29.4	273 44.5	13.1	7 19.2	10.9	56.3
O 10	328 28.3	28.7	288 16.6	13.2	7 08.3	10.9	56.3
N 11	343 28.3	28.1	302 48.8	13.2	6 57.4	11.0	56.2
D 12	358 28.4	N17 27.4	317 21.0	13.3	N 6 46.4	10.9	56.2
A 13	13 28.4	26.8	331 53.3	13.3	6 35.5	11.0	56.2
Y 14	28 28.5	26.1	346 25.6	13.4	6 24.5	11.0	56.2
15	43 28.5	·· 25.5	0 58.0	13.4	6 13.5	11.0	56.1
16	58 28.6	24.8	15 30.4	13.5	6 02.5	11.1	56.1
17	73 28.6	24.1	30 02.9	13.5	5 51.4	11.0	56.1
18	88 28.7	N17 23.5	44 35.4	13.6	N 5 40.4	11.1	56.0
19	103 28.7	22.8	59 08.0	13.7	5 29.3	11.1	56.0
20	118 28.8	22.2	73 40.7	13.7	5 18.2	11.0	56.0
21	133 28.8	·· 21.5	88 13.4	13.7	5 07.2	11.1	56.0
22	148 28.9	20.9	102 46.1	13.8	4 56.1	11.1	55.9
23	163 28.9	20.2	117 18.9	13.8	4 45.0	11.2	55.9
4 00	178 29.0	N17 19.5	131 51.7	13.9	N 4 33.8	11.1	55.9
01	193 29.1	18.9	146 24.6	13.9	4 22.7	11.1	55.8
02	208 29.1	18.2	160 57.5	14.0	4 11.6	11.2	55.8
03	223 29.2	·· 17.5	175 30.5	14.0	4 00.4	11.2	55.8
04	238 29.2	16.9	190 03.5	14.1	3 49.3	11.2	55.8
05	253 29.3	16.2	204 36.6	14.1	3 38.1	11.1	55.7
06	268 29.3	N17 15.6	219 09.7	14.2	N 3 27.0	11.2	55.7
07	283 29.4	14.9	233 42.9	14.1	3 15.8	11.1	55.7
08	298 29.4	14.2	248 16.0	14.3	3 04.7	11.2	55.7
T 09	313 29.5	·· 13.6	262 49.3	14.2	2 53.5	11.2	55.6
U 10	328 29.6	12.9	277 22.5	14.3	2 42.3	11.1	55.6
E 11	343 29.6	12.2	291 55.8	14.4	2 31.2	11.2	55.6
S 12	358 29.7	N17 11.6	306 29.2	14.4	N 2 20.0	11.2	55.5
D 13	13 29.7	10.9	321 02.6	14.4	2 08.8	11.1	55.5
A 14	28 29.8	10.2	335 36.0	14.4	1 57.7	11.2	55.5
Y 15	43 29.8	·· 09.6	350 09.4	14.5	1 46.5	11.1	55.5
16	58 29.9	08.9	4 42.9	14.5	1 35.4	11.2	55.4
17	73 30.0	08.2	19 16.4	14.6	1 24.2	11.1	55.4
18	88 30.0	N17 07.5	33 50.0	14.6	N 1 13.1	11.2	55.4
19	103 30.1	06.9	48 23.6	14.6	1 01.9	11.1	55.4
20	118 30.1	06.2	62 57.2	14.6	0 50.8	11.2	55.4
21	133 30.2	·· 05.5	77 30.8	14.7	0 39.6	11.1	55.3
22	148 30.2	04.9	92 04.5	14.7	0 28.5	11.1	55.3
23	163 30.3	04.2	106 38.2	14.7	0 17.4	11.1	55.3
	S.D. 15.8	d 0.7	S.D. 15.5		15.3		15.1

Lat.	Twilight Naut.	Twilight Civil	Sunrise	Moonrise 2	Moonrise 3	Moonrise 4	Moonrise 5
°	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
N 72	▭	▭	▭	05 07	07 05	08 54	10 38
N 70	///	///	01 42	05 29	07 17	08 58	10 35
68	///	///	02 24	05 46	07 26	09 01	10 33
66	///	00 51	02 52	06 00	07 34	09 04	10 31
64	///	01 50	03 14	06 11	07 41	09 06	10 29
62	///	02 22	03 31	06 21	07 46	09 08	10 28
60	00 46	02 46	03 45	06 29	07 51	09 10	10 27
N 58	01 39	03 04	03 57	06 36	07 55	09 12	10 26
56	02 09	03 19	04 07	06 43	07 59	09 13	10 25
54	02 31	03 32	04 16	06 48	08 02	09 14	10 24
52	02 49	03 44	04 24	06 53	08 05	09 15	10 23
50	03 03	03 53	04 32	06 58	08 08	09 16	10 23
45	03 32	04 14	04 47	07 08	08 14	09 19	10 21
N 40	03 53	04 30	05 00	07 16	08 19	09 20	10 20
35	04 09	04 43	05 11	07 23	08 24	09 22	10 19
30	04 23	04 54	05 20	07 29	08 27	09 23	10 18
20	04 45	05 13	05 36	07 40	08 34	09 26	10 16
N 10	05 02	05 28	05 50	07 49	08 40	09 28	10 15
0	05 16	05 41	06 03	07 58	08 45	09 30	10 13
S 10	05 28	05 53	06 15	08 06	08 50	09 32	10 12
20	05 39	06 06	06 29	08 15	08 56	09 34	10 11
30	05 50	06 19	06 44	08 26	09 03	09 37	10 09
35	05 56	06 26	06 53	08 32	09 06	09 38	10 08
40	06 02	06 34	07 03	08 39	09 11	09 40	10 07
45	06 08	06 43	07 14	08 47	09 16	09 42	10 06
S 50	06 15	06 54	07 29	08 56	09 21	09 44	10 05
52	06 18	06 58	07 35	09 01	09 24	09 45	10 04
54	06 21	07 04	07 42	09 05	09 27	09 46	10 04
56	06 24	07 09	07 51	09 11	09 30	09 47	10 03
58	06 28	07 15	08 00	09 17	09 34	09 49	10 02
S 60	06 32	07 23	08 10	09 23	09 38	09 50	10 01

Lat.	Sunset	Twilight Civil	Twilight Naut.	Moonset 2	Moonset 3	Moonset 4	Moonset 5
°	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
N 72	▭	▭	▭	22 23	22 09	21 56	21 44
N 70	22 24	///	///	22 10	22 02	21 56	21 49
68	21 44	///	///	21 58	21 57	21 55	21 53
66	21 17	23 10	///	21 49	21 53	21 55	21 57
64	20 56	22 18	///	21 41	21 49	21 55	22 00
62	20 39	21 47	///	21 35	21 45	21 54	22 03
60	20 26	21 24	23 16	21 29	21 42	21 54	22 05
N 58	20 14	21 06	22 29	21 24	21 40	21 54	22 08
56	20 04	20 51	22 00	21 19	21 37	21 54	22 10
54	19 55	20 38	21 39	21 15	21 35	21 54	22 11
52	19 47	20 27	21 22	21 11	21 33	21 53	22 13
50	19 40	20 18	21 07	21 08	21 31	21 53	22 14
45	19 24	19 58	20 40	21 00	21 28	21 53	22 17
N 40	19 12	19 42	20 19	20 54	21 24	21 53	22 20
35	19 01	19 29	20 02	20 48	21 21	21 52	22 22
30	18 52	19 18	19 49	20 44	21 19	21 52	22 24
20	18 36	18 59	19 27	20 35	21 14	21 52	22 28
N 10	18 22	18 44	19 10	20 28	21 11	21 51	22 31
0	18 10	18 31	18 56	20 21	21 07	21 51	22 34
S 10	17 57	18 19	18 44	20 14	21 03	21 51	22 37
20	17 44	18 07	18 33	20 06	20 59	21 50	22 40
30	17 28	17 54	18 22	19 57	20 55	21 50	22 44
35	17 20	17 46	18 17	19 52	20 52	21 49	22 46
40	17 10	17 39	18 11	19 46	20 49	21 49	22 48
45	16 58	17 30	18 05	19 40	20 45	21 49	22 51
S 50	16 44	17 19	17 58	19 32	20 41	21 48	22 54
52	16 38	17 15	17 55	19 28	20 39	21 48	22 55
54	16 30	17 09	17 52	19 24	20 37	21 48	22 57
56	16 22	17 04	17 49	19 19	20 35	21 48	22 59
58	16 13	16 57	17 45	19 14	20 32	21 47	23 01
S 60	16 03	16 52	17 42	19 08	20 29	21 47	23 03

Day	SUN Eqn. of Time 00ʰ	SUN Eqn. of Time 12ʰ	SUN Mer. Pass.	MOON Mer. Pass. Upper	MOON Mer. Pass. Lower	MOON Age	MOON Phase
	m s	m s	h m	h m	h m	d	
2	06 13	06 11	12 06	14 09	01 45	02	
3	06 09	06 07	12 06	14 56	02 33	03	●
4	06 04	06 01	12 06	15 41	03 19	04	

図5-6 天測暦（太陽）1981年8月3日

第9行　赤緯の分位 (d = 0.7↓) ： -0.6'

第9行では、赤緯の分位　d による改正を行う。天測時間は00時51分07秒のため、第8行で求めたGMT(UT)00時のN17°　35.3'に対して、51分07秒の分位の加減を行う。天測暦の8月3日のページのSUN(太陽)の欄の最下行に記載されているd値を読み取る。このd値はDECの時間毎の変化率を示す値であり、時間毎に増加しているか、減少しているかを天測暦のDECの時間変化から読み取る。例題の場合、GMT(UT)00時から01時にかけて0.7'減少していることが読み取れる。つまりd=0.7であり、時間とともに減少しているので、第9行目には、d=0.7↓と記入しておく。

次に、天測暦巻末近くに掲載されている時間増分(INCREMENTS AND CORRECTION)の51分07秒のページ右側の、v or d Corr^{n} 表の0.7'の値0.6'に対して、時間変化は減少しているのでマイナスとして-0.6'を記入する。

また、第13行で必要となる時間増分(INCREMENTS AND CORRECTION) 51分07秒の12°　46.8'を求めておく。

天測暦の日々のページには、春分点のG.H.A.と太陽、月、4つの惑星のG.H.A,とDECがG.M.T.1時間毎に記載されている。月については、vとdの値がG.M.T.1時間毎に表記されており、G.M.T.の1時間毎の中間時刻に対して、G.H.A.とDEC.の改正ができるように配慮されている。太陽や惑星については、vとdは非常にゆっくりと変化するので、その天測暦のページの下部に3日間の平均値が記載されている。なおvは春分点に対しては0であり、太陽に対しては無視出来るほど小さい値なので記載されていない。57個の選択された恒星の恒星時角S.H.A.とDEC.はアルファベット順に記載されている。

この増分改正はG.H.A.の時間当たりの変化率に基づいている。つまり、太陽や惑星では正確に15°、春分点は15°　02.46'、月は14°　19.0'　の時間当たりの時角の変化率に基づいている。日々のページに記載されたv値(第14行;　太陽に対しては無視する)は、実際の時間当たりの動きの増分であり、金星を除いて常に正の値を取る。太陽のG.H.A.の表に示された時間毎の値は、vが無視できると仮定したことによって生じる誤差を最小にするように修正される。

第10行　改正後のDEC　：　17°　34.7'

天測時刻における太陽のDECとして、第8行と第9行の和で求められる。例題では17°　34.7'　となる。

5.2.2　太陽の地方時角

第12行 太陽のグリニッジ時角　(時)　：　178°　27.8′

天測暦8月3日のページ、GMT(UT) 00時の太陽のGHA　178°　27.8'　を読み取る。

第13行　+ 太陽のグリニッジ時角の増分　(分、秒)　：　12°　46.8′

第7行のGMTの分秒に対する時間増分(INCREMENTS AND CORRECTION) 51分07秒の12°　46.8'を読み取り、記録する。

(第14行　月、惑星ではvの補正に使うが、太陽ではvを無視する。)

このため、太陽の場合、精度は0.15'に低下する。(他の天体の場合、精度は0.1'である。)　[Explanation 参照]

第15行　太陽のグリニッジ時角合計 (時、分、秒)　：　191°　14.6′

第12行と第13行を足し合わせることにより、太陽の観測時のグリニッジ時角の合計を得る。例題では191°　14.6'となる。

第16行　±　プロット経度　：　147°　45.4' E

第4行目の推定経度147°　40.0'Eに最も近い経度で、第15行の太陽の合計GHAに対して、東経の場合には加え、西経の場合には引いて、1°　の単位に丸められるように、プロット起点としての仮定経度を計算する。例題では、東経なので加えて、分秒位が60.0' (あるいは00.0')になる経度として、147°　45.4' Eを得る。

第17行　太陽の地方時角　：　339°

第15行と第16行の加減により太陽の地方時角LHA339°を得る。第15行と第16行の加減の計算結果がマイナスの場合には360°を加える。

この太陽の地方時角LHAは、天測計算表Vol.2およびVol.3により、第25行の太陽の計算高度を求めるために必要となる。

5.2.3　六分儀の改正

第18行 六分儀高度 (hs)　：　61°　47.0′

六分儀高度 (hs) は、六分儀で計測された観測者から見た地平線上の天体の、改正前の高度である。例題では、改正前の六分儀高度は、61°　47.0′ である。

第19行 ± 器差改正 (IC)　：　(+) 3.0′

器差改正は、望遠鏡と動鏡及び水平鏡で得られる水平線の連続直線性で確認される、六分儀そのものが持つ誤差である。例題では、+3.0′ である。

第20行　(−) 眼高差改正 (DIP)　：　(−) 3.9′

眼高改正は、天測暦のA2表を参照する。例題では、観測者の目の高さは5mなので、改正値は(−) 3.9′ である。

第21行　視高度改正　：　61°　46.1′

視高度は、六分儀による高度(第18行)と2つの主要な改正値、つまり器差改正値(第19行)と視高度改正値(第20行)を足し合わせて得ることができる。例題の改正値は61°　46.1′ である。

第22行　高度改正　：　(+)　15.4′

高度改正は、地球の大気を通して得られた天体の像の屈折の影響を改正するため、および観測者が地球の中心ではなく、外縁で天体を観測しているために生じる視差を改正するために行う。観測者から見た水平線からよりはむしろ真水平からの天体の高さが必要である。この高度改正値は、天測暦のA2頁の「星と惑星 (STARS AND PLANETS)」の欄から得ることができる。例題の改正値は、第21行で求めた見かけの高度、61°　46.1′ に対して、(+) 15.4′ である。

第23行　(±)　追加改正　：　0′

この追加改正は、天測暦のA4頁に掲載されている状況に対して必要となる。この改正は、非正常な大気状態での天体の観測において、視界が十分に確保されない場合などに、稀に必要となる改正である。

第24行　太陽の真高度 (H_0)　：　62°　01.5′

太陽の真高度は、地球の中心 (真水平) への改正を含めた全ての改正を行った後の六分儀の高度である。第21、22、23行を足し合わせることにより、62°　01.5′ を得る。

5.2.4　計算高度と修正差

第25行　天測計算表の太陽高度 (Hc)　：　61°　23.0′

第3行のプロット起点の仮定緯度【aLAT(PLOT)】、第10行の太陽の赤緯【DEC】および第17行の太陽の地方時角【LHA】の値を、天測計算表　PUB. NO. 249 【SIGHT REDUCTION TABLES　FOR AIR NAVIGATION】 Vol.2 [LATITUDES 0°　−40°　] または　Vol.3 [LATITUDES 39°　−89°　] に適用して、太陽高度【Hc】を読み取る。

例題では、第10行のDECが17° 34.7'なので、図5-7に示すように、天測計算表PUB. NO. 249 Vol.2 [LATITUDES 0° -40°] を用い、LATが39° のページから縦欄のLHAが339° 、横欄のDECが17° の欄からHc 61° 23.0' を得る。
なお、この欄にはHc、d および Z の3つの値が記載されているが、d=48はDECの分値の増分で第26行で使用する。また、Z=134° は太陽の方位角で、第30行で使用する。

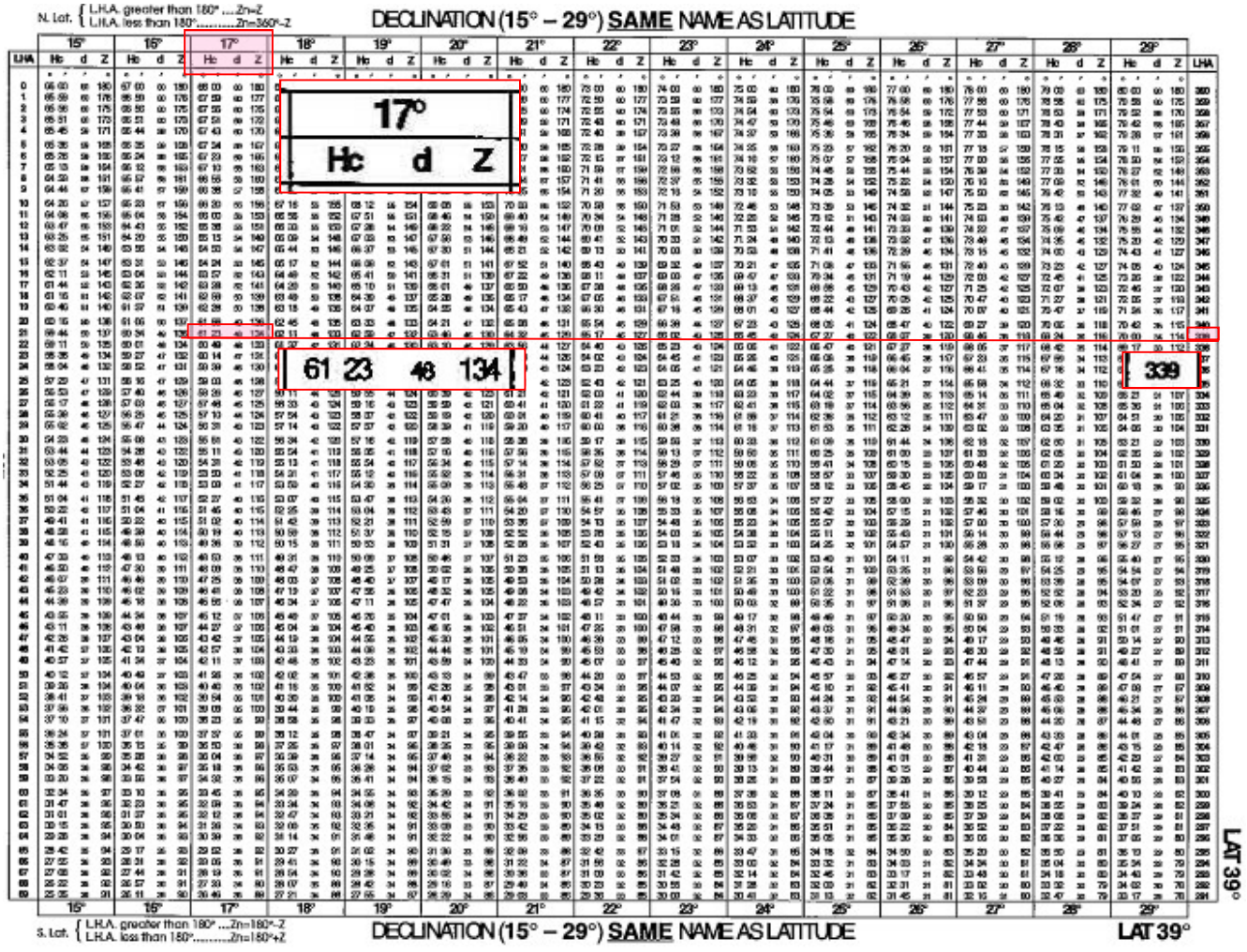


図5-7 天測計算表 【LAT39° 同名】

第26行 DECの分値の増分 （Δd） : 28.0′

第25行でHcと同時に、d 値として48を読み取る。次に、第10行のDECの分値である34.7'を1分に丸めて35' として、 d=48/35 とフォームに記載しておく。

図5-8に示す天測計算表のTABLE 5 – 赤緯の分値に対する高度補正値表【Correction to Tabulated Altitude for Minutes of Declination】により横欄 d = 48、縦欄 DECの分値 35 の値である、28.0' を得る。

第27行 計算高度 (Hc) : 61° 51.0′

第25行と第26行を加えて、太陽の計算高度 61° 51.0' を得る。

第28行 太陽の真高度 (H_0) : 62° 01.5′

第24行で求めた太陽の真高度を記入する。

第29行　修正差（INTERCEPT [PLOT]）：＋ 10.5'

前掲の図5-3を参照して、太陽の真高度H0と計算高度Hcの角度を比較する。Hc>H0の場合、つまり天測による太陽の真高度H0が計算高度Hcよりも小さい場合、自艇は、太陽の方位角線上、より遠い地点に位置することなるため、UPSのプロット起点からプラス方向に修正差(INTERCEPT)分 10.5' 移動する。

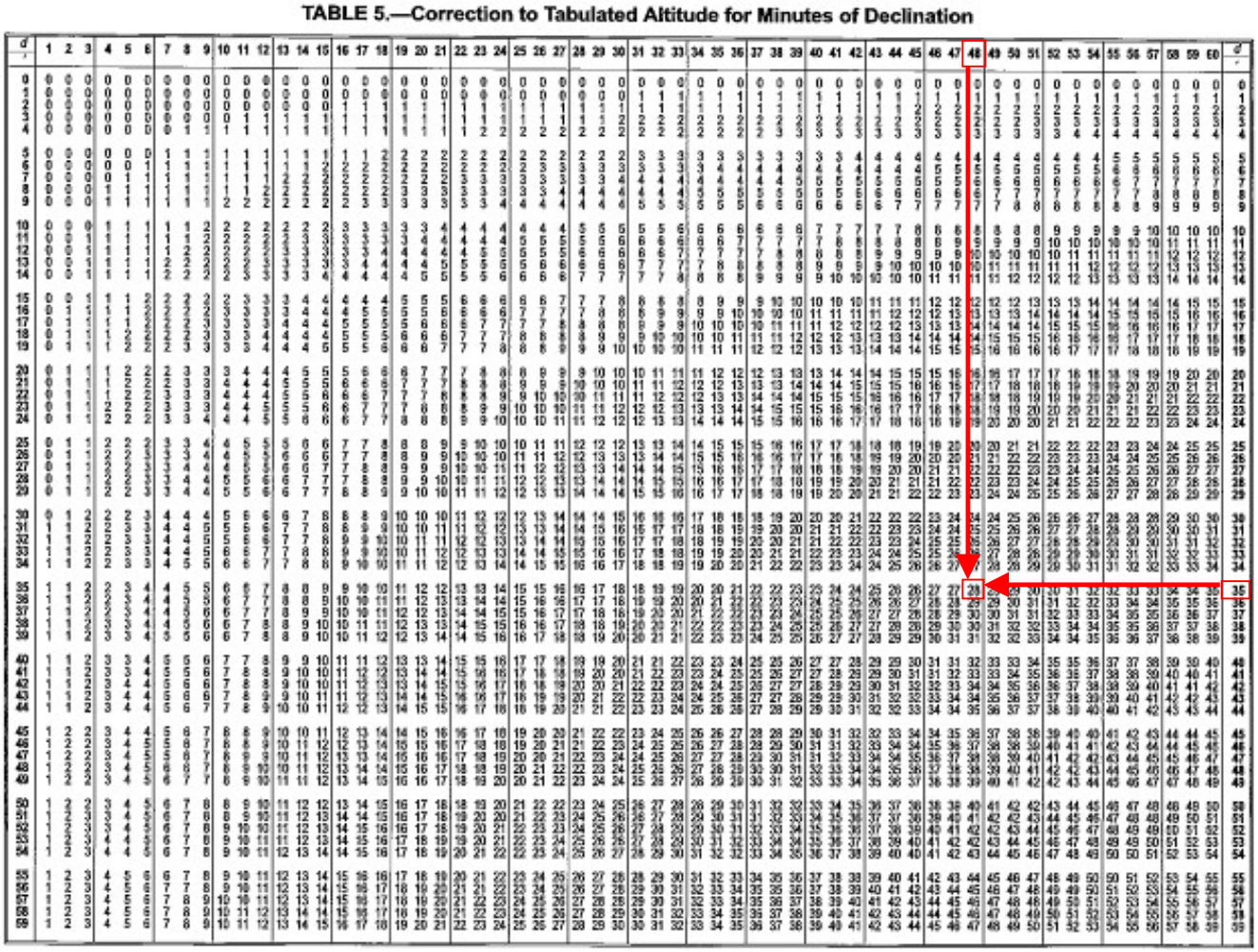


図5-8　TABLE-5 赤緯の分値に対する高度補正値表

第30行　太陽の方位角（Zn）：134°

第25行で天測計算表により太陽高度Hcを求める時に、同じ欄に記載されているZの値を用いて、太陽の方位角(Zn)を次式により計算する。

北半球　LHA＞180°　Zn = Z　　/　LHA＜180°　Zn = 360° − Z
南半球　LHA＞180°　Zn = 180° − Z　/　LHA＜180°　Zn = 180° + Z

図5-9は上記の方位角の計算式を図解したものである。

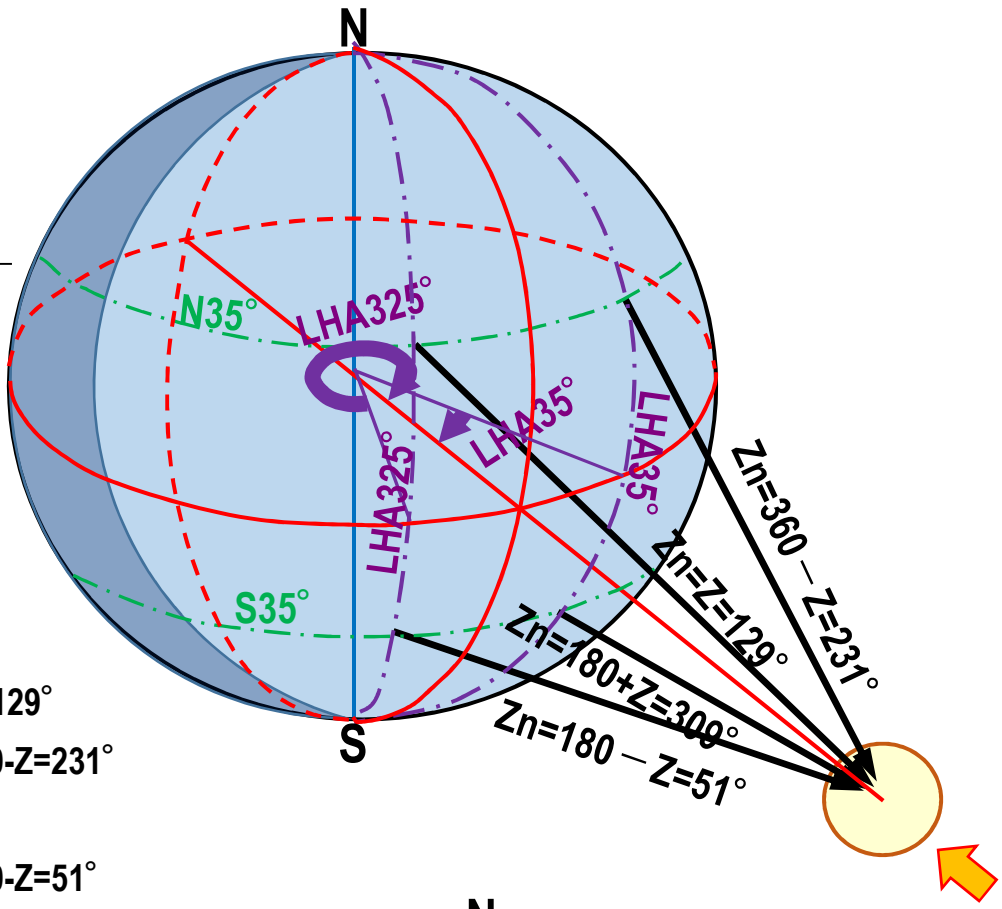
天測計算表

LAT35° / Dec 0°

LHA＝35° / 325°

同名 / 異名

→ Z = 129°



北半球：

LHA>180° Zn=Z=129°

LHA<180° Zn=360-Z=231°

南半球：

LHA>180° Zn=180-Z=51°

LHA<180° Zn=180+Z=309°

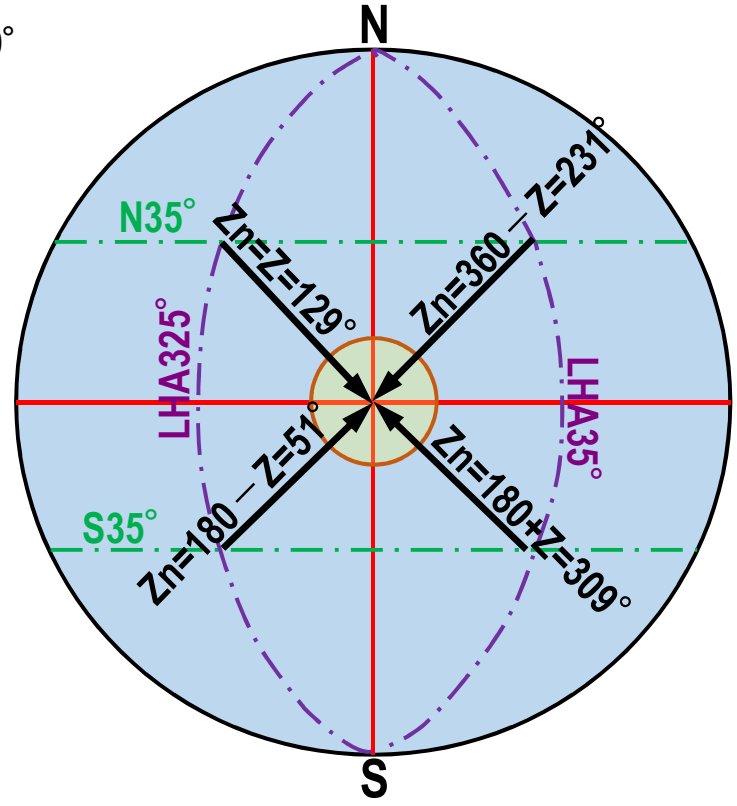
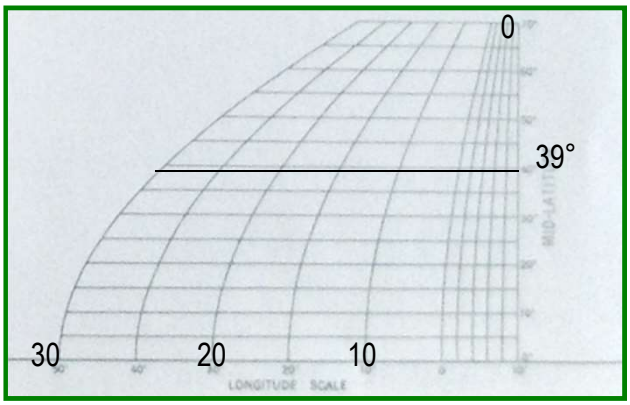


図5-9 方位角計算式 図解

5.2.5　UPSを用いた船位測定　図解

図5-10は、UPSを用いて船位を求める図解である。



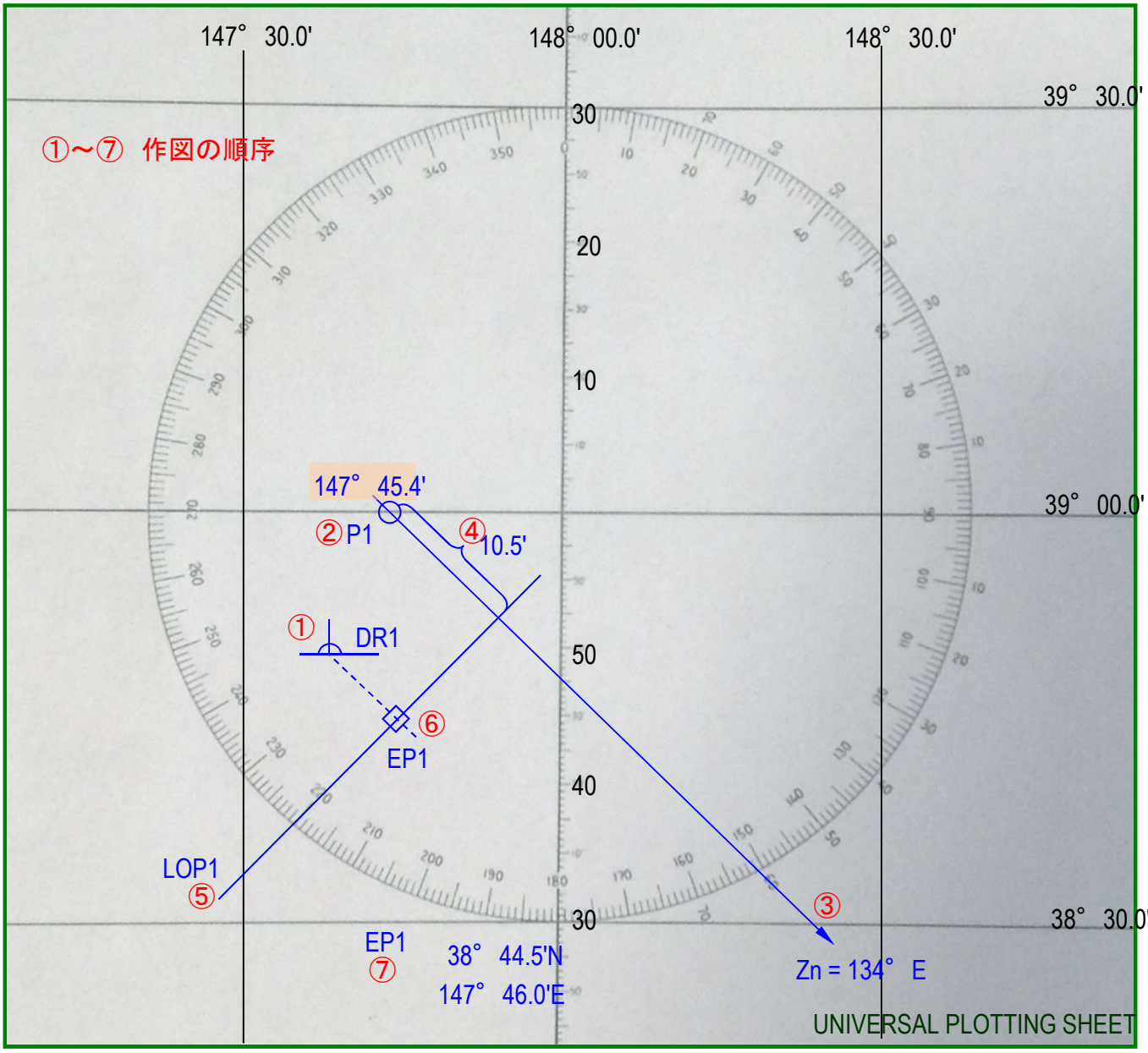


図5-10　太陽による船位測定　図解

レビューテスト　5.2　位置の線航法　【太陽】

その後、T56°　へ18M航海した。1981年8月3日　15時05分50秒 に太陽を天測した。太陽の下辺高度は46° 59.0'であった。六分儀の器差'、眼高は例題と同じである。自艇の位置を求めよ。

5.3 月による船位測定

ここでは、月を天測して、位置の線航法により自艇の位置を求める方法について述べる。使用する資料は天測暦と天測計算表(航空機用のHO249、Vol2とVol3)である。

1981年7月14日　18時50分00秒 に、推測位置(DR)　北緯35°　10.0'、西経140°　05.0'において、月を天測した。月の下辺高度は10°　03.3'であり、六分儀の器差は+1.5'、眼高は2.5mであった。月の天測時のEPを求める。

v4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽,月,惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)								
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	MOON /		
1	DATE	DR位置における地方　年月日	○	○	○	1981 Y	7 M	14 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	35 °	10.0 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	35 °		N N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	140 °	5.0 '	W E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	18 h	50 m	0 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+/- +9 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	7/15 3 h	50 m	0 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		20 °	34.1 '	S N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d=2.6 ↑	+2.2 '	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】　HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	20 ° (月:HP=	36.3 ' 54.9)	S N/S
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ϒ(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	69 °	8.5 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	11 °	55.8 '	
14	+/- v/d correction	【月，惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v=10.9+	+9.2 '	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHAϒ	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHAϒならば360を加える	○	○	○	81 °	13.5 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	140 °	13.5 '	W E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHAϒ	地方時角 [=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(－)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	-59 °	/→	301 °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)								
18	hs	六分儀高度	○	○	○	10 °	3.3 '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	1.5 '	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-2.8 '	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	10 °	2.0 '	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	62.1 '	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	1.5 '	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	11 °	5.6 '	
HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正差)								
25	Hc	aLATとDEC,およびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】　天測計算表 HO249 Vol 2, Vol 3 【恒星】　天測計算表 HO249 Vol 1		○	○	11 °	33.0 '	
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d=-42/36	-25.0 '	
27	H_C	計算高度 [=25+26]		○	○	11 °	8.0 '	
28	H_O	真高度 [=24]		○	○	11 °	5.6 '	
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(－)する [＝28-27]		○	○	°	-2.4 '	
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球　LHA＞180°：Zn＝Z　/ LHA<180°：Zn＝360°－Z 南半球　LHA＞180°：Zn＝180°－Z / LHA<180°：Zn＝180°＋Z 【恒星】　[25]で得た天測計算表のZn値		○	○	125 °	'	
31	H_O	[=24] 真高度	○			°	'	
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ポラリス表の最上段部から)	○			°	'	
33	a1	Lat(高度)の改正(ポラリス表中段部から)	○			°	'	
34	a2	Month(月)の改正(ポラリス最下段部から)	○			°	'	
35	Less 1 degree	(-1°) [31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 °	'	
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34-1°]	○			°	'	

図5-11　LOPフォーム（月）

5.3.1 自艇位置、グリニッジ時および赤緯

図5-11はLOP共通フォームである。太陽、月、惑星の天測の場合には、緑色で網掛けした項目に緑字で記述された手順に従って数値を記入する。

第0行 天体と方位 (BODY/BEARING)

月による天測であるから、MOON(月)と記入する。BEARINGは必要ない。

第1行　日付け　：　1981年7月14日

推測位置の地方日付けを第1行に記入する。もし日付けをグリニッジ時間に変える場合には、記入した日付けの上に対角線を引き、グリニッジ時間をその上に記入する。これにより観測時の日付けが地方かグリニッジかの確認が容易になる。グリニッジ時間は天測暦を参照するときに使う。

第2行　推測緯度　：　35°　10.0′　N

推測緯度は、最後の実測位置から予想あるいは仮定したコースと速度を図上に描くことにより得ることができる。もし実測位置が不明なら、単に推測して計算を続けるだけである。天文航法の良さは、「今どこに居るかを知っている必要は無い　－　どこの居るかを見つけることにある。」という点である。
海図に描いた自艇の推測緯度は、約35°　10.0′　N である。

第3行　プロット起点の緯度　：　35°

DR緯度を1°　単位に丸めた仮定緯度。位置の線航法において、ユニバーサルプロットシート(UPS)上の緯度の起点となる緯度。第2行の35°　10.0'を四捨五入して、35°　に丸める。

第4行　推測経度　：　140°　05.0′　W

推測経度は、第2行と同様に、約140°　05.0′　W である。

第5行　地方時間　：　18時 50分 00秒

これは月の観測地方平均時間で、秒の単位まで正確に記入する。例題では、月は地方平均時間18時50分00秒 に観測された。

第6行　(±)　タイムゾーン値　：　+9

タイムゾーン値はこのテキストの図1-21から得ることができる。自艇は概ね西経140度に位置しているので、タイムゾーン値 (ZD) は +9 である。タイムゾーンは15°　幅なので、このゾーン値を得るには、この経度を15で割ればよい。

第7行　グリニッジ時　：　(7/15)　03時 50分 00秒

観測時のグリニッジ時 (GMT) は、単純にタイムゾーン値を地方平均時間に加えればよい。例題では、グリニッジ時間として日付けが1日進み、7月15日　03時50分00秒を得る。

第8行　赤緯　：　20°　34.1′　S

図5-12に示す天測暦より、1981年7月15日のGMT(UT)　03時の赤緯(Dec)、S20°　34.1′　を読み取る。

1981 JULY 15, 16, 17 (WED., THURS., FRI.) 141

G.M.T.	SUN G.H.A.	SUN Dec.	MOON G.H.A.	MOON v	MOON Dec.	MOON d	MOON H.P.
d h	° ′	° ′	° ′	′	° ′	′	′
15 00	178 32.6	N21 34.5	25 38.6	11.0	S20 25.8	2.8	54.9
01	193 32.5	34.1	40 08.6	11.0	20 28.6	2.8	54.9
02	208 32.5	33.7	54 38.6	10.9	20 31.4	2.7	54.9
03	223 32.4	33.4	69 08.5	10.9	20 34.1	2.6	54.9
04	238 32.4	33.0	83 38.4	10.8	20 36.7	2.4	54.9
05	253 32.3	32.6	98 08.2	10.8	20 39.1	2.4	55.0
06	268 32.2	N21 32.2	112 38.0	10.8	S20 41.5	2.3	55.0
07	283 32.2	31.8	127 07.8	10.7	20 43.8	2.2	55.0
W 08	298 32.1	31.4	141 37.5	10.7	20 46.0	2.0	55.0
E 09	313 32.0	31.0	156 07.2	10.6	20 48.0	2.0	55.0
D 10	328 32.0	30.6	170 36.8	10.6	20 50.0	1.9	55.0
N 11	343 31.9	30.2	185 06.4	10.6	20 51.9	1.8	55.1
E 12	358 31.8	N21 29.8	199 36.0	10.6	S20 53.7	1.6	55.1
S 13	13 31.8	29.4	214 05.6	10.5	20 55.3	1.6	55.1
D 14	28 31.7	29.0	228 35.1	10.4	20 56.9	1.4	55.1
A 15	43 31.7	28.6	243 04.5	10.5	20 58.3	1.4	55.1
Y 16	58 31.6	28.2	257 34.0	10.4	20 59.7	1.2	55.2
17	73 31.5	27.8	272 03.4	10.3	21 00.9	1.1	55.2
18	88 31.5	N21 27.4	286 32.7	10.4	S21 02.0	1.1	55.2
19	103 31.4	27.0	301 02.1	10.3	21 03.1	0.9	55.2
20	118 31.4	26.6	315 31.4	10.3	21 04.0	0.8	55.2
21	133 31.3	26.2	330 00.7	10.2	21 04.8	0.7	55.2
22	148 31.2	25.8	344 29.9	10.2	21 05.5	0.6	55.3
23	163 31.2	25.4	358 59.1	10.2	21 06.1	0.5	55.3
16 00	178 31.1	N21 25.0	13 28.3	10.2	S21 06.6	0.4	55.3
01	193 31.1	24.6	27 57.5	10.1	21 07.0	0.3	55.3
02	208 31.0	24.2	42 26.6	10.1	21 07.3	0.2	55.3
03	223 30.9	23.8	56 55.7	10.1	21 07.5	0.0	55.4
04	238 30.9	23.4	71 24.8	10.1	21 07.5	0.0	55.4
05	253 30.8	23.0	85 53.9	10.0	21 07.5	0.2	55.4
06	268 30.8	N21 22.6	100 22.9	10.0	S21 07.3	0.2	55.4
07	283 30.7	22.2	114 51.9	10.0	21 07.1	0.4	55.4
T 08	298 30.7	21.8	129 20.9	10.0	21 06.7	0.5	55.5
H 09	313 30.6	21.3	143 49.9	9.9	21 06.2	0.6	55.5
U 10	328 30.5	20.9	158 18.8	9.9	21 05.6	0.7	55.5
R 11	343 30.5	20.5	172 47.7	10.0	21 04.9	0.8	55.5
S 12	358 30.4	N21 20.1	187 16.7	9.8	S21 04.1	0.9	55.5
D 13	13 30.4	19.7	201 45.5	9.9	21 03.2	1.1	55.6
A 14	28 30.3	19.3	216 14.4	9.9	21 02.1	1.1	55.6
Y 15	43 30.3	18.9	230 43.3	9.8	21 01.0	1.3	55.6
16	58 30.2	18.5	245 12.1	9.8	20 59.7	1.3	55.6
17	73 30.1	18.0	259 40.9	9.9	20 58.4	1.5	55.6
18	88 30.1	N21 17.6	274 09.8	9.8	S20 56.9	1.6	55.7
19	103 30.0	17.2	288 38.6	9.7	20 55.3	1.7	55.7
20	118 30.0	16.8	303 07.3	9.8	20 53.6	1.8	55.7
21	133 29.9	16.4	317 36.1	9.8	20 51.8	2.0	55.7
22	148 29.9	16.0	332 04.9	9.7	20 49.8	2.0	55.7
23	163 29.8	15.5	346 33.6	9.8	20 47.8	2.1	55.8
17 00	178 29.8	N21 15.1	1 02.4	9.7	S20 45.7	2.3	55.8
01	193 29.7	14.7	15 31.1	9.7	20 43.4	2.4	55.8
02	208 29.7	14.3	29 59.8	9.7	20 41.0	2.4	55.8
03	223 29.6	13.9	44 28.5	9.8	20 38.6	2.6	55.8
04	238 29.5	13.4	58 57.3	9.7	20 36.0	2.7	55.9
05	253 29.5	13.0	73 26.0	9.7	20 33.3	2.9	55.9
06	268 29.4	N21 12.6	87 54.7	9.7	S20 30.4	2.9	55.9
07	283 29.4	12.2	102 23.4	9.7	20 27.5	3.0	55.9
08	298 29.3	11.8	116 52.1	9.6	20 24.5	3.2	55.9
F 09	313 29.3	11.3	131 20.7	9.7	20 21.3	3.2	56.0
R 10	328 29.2	10.9	145 49.4	9.7	20 18.1	3.4	56.0
I 11	343 29.2	10.5	160 18.1	9.7	20 14.7	3.5	56.0
D 12	358 29.1	N21 10.0	174 46.8	9.7	S20 11.2	3.6	56.0
A 13	13 29.1	09.6	189 15.5	9.7	20 07.6	3.6	56.0
Y 14	28 29.0	09.2	203 44.2	9.7	20 04.0	3.9	56.1
15	43 29.0	08.8	218 12.9	9.7	20 00.1	3.9	56.1
16	58 28.9	08.3	232 41.6	9.7	19 56.2	4.0	56.1
17	73 28.9	07.9	247 10.3	9.7	19 52.2	4.1	56.1
18	88 28.8	N21 07.5	261 39.0	9.7	S19 48.1	4.3	56.2
19	103 28.8	07.0	276 07.7	9.7	19 43.8	4.3	56.2
20	118 28.7	06.6	290 36.4	9.7	19 39.5	4.5	56.2
21	133 28.7	06.2	305 05.1	9.7	19 35.0	4.6	56.2
22	148 28.6	05.8	319 33.8	9.8	19 30.4	4.6	56.2
23	163 28.6	05.3	334 02.6	9.7	19 25.8	4.8	56.3
	S.D. 15.8	d 0.4	S.D.	15.0		15.1	15.3

Lat.	Twilight Naut.	Twilight Civil	Sunrise	Moonrise 15	Moonrise 16	Moonrise 17	Moonrise 18
°	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
N 72	▭	▭	▭	▬	▬	▬	▬
N 70	▭	▭	▭	▬	▬	23 51	23 26
68	▭	▭	▭	21 57	22 37	22 50	22 53
66	///	///	01 39	21 02	21 48	22 15	22 29
64	///	///	02 18	20 29	21 17	21 50	22 10
62	///	00 56	02 44	20 05	20 54	21 30	21 55
60	///	01 47	03 05	19 46	20 35	21 13	21 42
N 58	///	02 18	03 22	19 30	20 20	21 00	21 31
56	00 51	02 40	03 36	19 17	20 07	20 48	21 21
54	01 39	02 58	03 48	19 05	19 55	20 37	21 12
52	02 07	03 13	03 59	18 55	19 45	20 28	21 04
50	02 28	03 26	04 08	18 45	19 36	20 20	20 57
45	03 06	03 52	04 28	18 26	19 17	20 02	20 42
N 40	03 33	04 12	04 44	18 10	19 01	19 48	20 30
35	03 53	04 29	04 58	17 57	18 48	19 35	20 19
30	04 10	04 43	05 09	17 45	18 36	19 25	20 10
20	04 37	05 05	05 29	17 25	18 16	19 06	19 54
N 10	04 57	05 24	05 46	17 08	17 59	18 50	19 40
0	05 14	05 40	06 02	16 52	17 43	18 35	19 27
S 10	05 30	05 56	06 18	16 36	17 27	18 20	19 14
20	05 44	06 11	06 35	16 19	17 10	18 04	19 00
30	05 59	06 28	06 54	15 59	16 50	17 45	18 43
35	06 06	06 37	07 05	15 48	16 39	17 35	18 34
40	06 14	06 48	07 18	15 34	16 26	17 22	18 23
45	06 23	07 00	07 33	15 19	16 10	17 08	18 10
S 50	06 33	07 14	07 51	15 00	15 51	16 50	17 55
52	06 38	07 20	07 59	14 51	15 42	16 41	17 48
54	06 42	07 27	08 09	14 41	15 32	16 32	17 40
56	06 48	07 35	08 20	14 29	15 20	16 21	17 31
58	06 53	07 44	08 32	14 16	15 07	16 09	17 20
S 60	06 59	07 54	08 47	14 01	14 51	15 55	17 08

Lat.	Sunset	Twilight Civil	Twilight Naut.	Moonset 15	Moonset 16	Moonset 17	Moonset 18
°	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
N 72	▭	▭	▭	▬	▬	▬	▬
N 70	▭	▭	▭	▬	▬	▬	01 53
68	▭	▭	▭	24 11	00 11	01 17	02 53
66	22 29	///	///	00 29	01 05	02 06	03 28
64	21 52	///	///	00 58	01 38	02 37	03 52
62	21 26	23 10	///	01 20	02 03	03 00	04 12
60	21 06	22 22	///	01 38	02 22	03 19	04 28
N 58	20 49	21 52	///	01 53	02 38	03 34	04 41
56	20 35	21 30	23 15	02 06	02 51	03 47	04 53
54	20 23	21 12	22 31	02 17	03 03	03 59	05 03
52	20 12	20 58	22 04	02 27	03 13	04 09	05 12
50	20 03	20 45	21 43	02 36	03 23	04 18	05 20
45	19 43	20 19	21 05	02 54	03 42	04 37	05 37
N 40	19 27	19 59	20 39	03 10	03 58	04 52	05 51
35	19 14	19 43	20 18	03 23	04 11	05 05	06 03
30	19 02	19 29	20 01	03 34	04 23	05 16	06 13
20	18 42	19 07	19 35	03 53	04 43	05 36	06 30
N 10	18 25	18 48	19 15	04 10	05 00	05 52	06 46
0	18 10	18 32	18 58	04 26	05 17	06 08	07 00
S 10	17 54	18 16	18 42	04 42	05 33	06 24	07 14
20	17 37	18 01	18 28	04 58	05 50	06 40	07 29
30	17 18	17 44	18 13	05 18	06 10	07 00	07 47
35	17 07	17 35	18 06	05 29	06 21	07 11	07 57
40	16 55	17 24	17 58	05 42	06 35	07 23	08 08
45	16 40	17 13	17 49	05 57	06 50	07 39	08 21
S 50	16 21	16 59	17 39	06 16	07 10	07 57	08 38
52	16 13	16 52	17 35	06 25	07 19	08 06	08 45
54	16 03	16 45	17 30	06 35	07 29	08 15	08 54
56	15 52	16 37	17 25	06 47	07 41	08 26	09 03
58	15 40	16 29	17 19	07 00	07 54	08 39	09 14
S 60	15 25	16 19	17 13	07 15	08 10	08 53	09 26

Day	SUN Eqn. of Time 00ʰ	SUN Eqn. of Time 12ʰ	SUN Mer. Pass.	MOON Mer. Pass. Upper	MOON Mer. Pass. Lower	MOON Age	MOON Phase
	m s	m s	h m	h m	h m	d	
15	05 49	05 52	12 06	23 04	10 39	14	
16	05 55	05 58	12 06	23 56	11 30	15	○
17	06 01	06 03	12 06	24 48	12 22	16	

図5-12 天測暦（月）1981年7月15日

第9行　赤緯の分位の改正（d = 2.6↑）：　+2.2'

第9行では、赤緯の分位　d による改正を行う。天測時間は03時50分00秒のため、第8行で求めたGMT(UT)00時のS20°　34.1'に対して、50分00秒の分位の加減を行う。天測暦の7月15日のページのMOON(月)の欄のDECの右に記載されているd値を読み取る。このd値はDecの時間毎の変化率を示す値であり、時間毎に増加しているか、減少しているかを天測暦のDECの時間変化から読み取る。例題の場合、GMT(UT)03時から04時にかけて2.6'増加していることが読み取れる。つまりd=2.6であり、時間とともに増加しているので、第9行目には、d=2.6↑と記入しておく。

次に、天測暦巻末近くに掲載されている時間増分(INCREMENTS AND CORRECTION)の50分00秒のページ右側の、v or d Corr^{n} 表の2.6'の値2.2'に対して、時間変化は増加しているのでプラスとして+2.2'を記入する。

また、第13行で必要となる月の時間増分(INCREMENTS AND CORRECTION) 50分00秒の11°　55.8'を読み取っておく。

この増分改正はG.H.A.の時間当たりの変化率に基づいている。つまり、太陽や惑星では正確に15°、春分点は15°　02.46'、月は14°　19.0'　の時間当たりの時角の変化率に基づいている。日々のページに記載されたv値(第14行で使用)は、実際の時間当たりのGHAの増分であり、金星を除いて常に正の値を取る。太陽のG.H.A.の表に示された時間毎の値は、vが無視できると仮定したことによって生じる誤差を最小にするように修正される。
日々のページのdの値は、DECの時間当たりの差異であり、月の場合にはvとdの値は毎時のデータとして記載されている。月以外の春分点、惑星、太陽の場合には、3日間の平均値が該当ページに記載されている。

第10行　改正後のDEC　：　20°　36.3'

天測時刻における月のDECとして、第8行と第9行の和で求められる。例題では、20°　36.3'　となる。

また、天測暦の当該日時に記載されている水平視差(horizontal parallax: H.P.)　を、フォームにメモしておく。水平視差とは、奥行き距離差による視差のことであり、月の場合は無視できない。この例題の場合、H.P.= 54.9'である。第23行の追加の高度改正にこのH.P.値を用いて、改正値を求める。

(第11行　太陽、月、惑星では使わない)

5.3.2　月の地方時角

第12行 月のグリニッジ時角（時）：　69°　08.5′

天測暦7月15日のページ、GMT(UT) 03時の月のGHA　69°　08.5'　を読み取る。

第13行　+ 月のグリニッジ時角の増分（分、秒）：　11°　55.8′

第7行のGMTの分秒に対する時間増分(INCREMENTS AND CORRECTION) 50分00秒の11°　55.8'を読み取り、記録する。

第14行　時間当たりのGHA増分の改正（v = 10.9'）：　+9.2'

天測暦の7月15日のページのMOON(月)の欄のGHAの右に記載されているv値を読み取る。このv値は実際の時間当たりのGHAの増分であり、金星を除いて常に正の値を取る。例題では、v = 10.9' であり、天測暦巻末近くに掲載されている時間増分(INCREMENTS AND CORRECTION)の50分00秒のページ右側の、v or d Corrn 表より、v = 10.9'に対して、改正値 +9.2' を得る。

第15行　月のグリニッジ時角合計（時、分、秒）：　81°　13.5′

第12行、第13行および第14行を足し合わせることにより、月の観測時のグリニッジ時角の合計を得る。例題では81°　13.5'となる。

第16行　±　プロット経度　：　140°　13.5′　W

第4行目の推定経度140°　05.0' Wに最も近い経度で、第15行の月の合計GHAに対して、東経の場合には加え、西経の場合には引いて、1°　の単位に丸められるように、プロット起点としての仮定経度を計算する。例題では、西経なので引いて、分秒位が60.0' (あるいは00.0')になる経度として、140°　13.5' Wを得る。

第17行　月の地方時角　：-59°　→　301°

第15行から第16行を引いて、月の地方時角LHA　-59°を得る。第15行と第16行の加減の計算結果がマイナスの場合には360°を加えるため、例題では301°となる。

この月の地方時角LHAは、天測計算表Vol.2およびVol.3により、第25行の月の計算高度を求めるために必要となる。

5.3.3　六分儀の改正

第18行 六分儀高度 (hs)：10°　03.3′

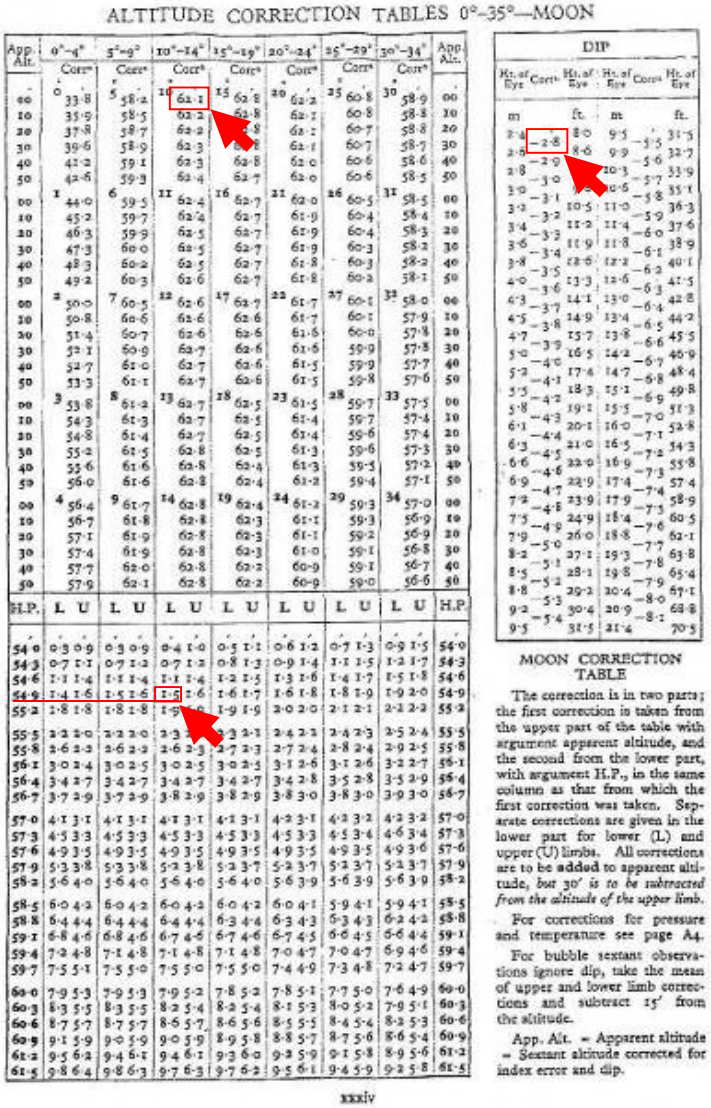
六分儀高度 (hs) は、六分儀で計測された観測者から見た地平線上の天体の、改正前の高度である。例題では、改正前の六分儀高度は、10°　03.3′ である。

第19行 ± 器差改正 (IC)：(+) 1.5′

器差改正は、望遠鏡と動鏡及び水平鏡で得られる水平線の連続直線性で確認される、六分儀そのものが持つ誤差である。例題では、+1.5′ である。

第20行 (−) 眼高差改正 (DIP)：(−) 2.8′

月の場合の眼高改正は、天測暦巻末近くに掲載されている xxxivページの表を参照する(図5-13)。例題では、観測者の目の高さは2.5mなので、改正値は(−) 2.8′ である。


ALTITUDE CORRECTION TABLES 0°–35°—MOON

App. Alt.	0°–4° Corr^n	5°–9° Corr^n	10°–14° Corr^n	15°–19° Corr^n	20°–24° Corr^n	25°–29° Corr^n	30°–34° Corr^n	App. Alt.
° ′	′	′	′	′	′	′	′	° ′
00	0 33·8	5 58·2	10 62·1	15 62·8	20 62·2	25 60·8	30 58·9	00
10	35·9	58·5	62·2	62·8	62·1	60·8	58·8	10
20	37·8	58·7	62·2	62·8	62·1	60·7	58·8	20
30	39·6	58·9	62·3	62·8	62·1	60·7	58·7	30
40	41·2	59·1	62·3	62·8	62·0	60·6	58·6	40
50	42·6	59·3	62·4	62·7	62·0	60·6	58·5	50
00	1 44·0	6 59·5	11 62·4	16 62·7	21 62·0	26 60·5	31 58·5	00
10	45·2	59·7	62·4	62·7	61·9	60·4	58·4	10
20	46·3	59·9	62·5	62·7	61·9	60·4	58·3	20
30	47·3	60·0	62·5	62·7	61·9	60·3	58·2	30
40	48·3	60·2	62·5	62·7	61·8	60·3	58·2	40
50	49·2	60·3	62·6	62·7	61·8	60·2	58·1	50
00	2 50·0	7 60·5	12 62·6	17 62·7	22 61·7	27 60·1	32 58·0	00
10	50·8	60·6	62·6	62·6	61·7	60·1	57·9	10
20	51·4	60·7	62·6	62·6	61·6	60·0	57·8	20
30	52·1	60·9	62·7	62·6	61·6	59·9	57·8	30
40	52·7	61·0	62·7	62·6	61·5	59·9	57·7	40
50	53·3	61·1	62·7	62·6	61·5	59·8	57·6	50
00	3 53·8	8 61·2	13 62·7	18 62·5	23 61·5	28 59·7	33 57·5	00
10	54·3	61·3	62·7	62·5	61·4	59·7	57·4	10
20	54·8	61·4	62·7	62·5	61·4	59·6	57·4	20
30	55·2	61·5	62·8	62·5	61·3	59·6	57·3	30
40	55·6	61·6	62·8	62·4	61·3	59·5	57·2	40
50	56·0	61·6	62·8	62·4	61·2	59·4	57·1	50
00	4 56·4	9 61·7	14 62·8	19 62·4	24 61·2	29 59·3	34 57·0	00
10	56·7	61·8	62·8	62·3	61·1	59·3	56·9	10
20	57·1	61·9	62·8	62·3	61·1	59·2	56·9	20
30	57·4	61·9	62·8	62·3	61·0	59·1	56·8	30
40	57·7	62·0	62·8	62·2	60·9	59·1	56·7	40
50	57·9	62·1	62·8	62·2	60·9	59·0	56·6	50

H.P.	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	H.P.
′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′
54·0	0·3	0·9	0·3	0·9	0·4	1·0	0·5	1·1	0·6	1·2	0·7	1·3	0·9	1·5	54·0
54·3	0·7	1·1	0·7	1·2	0·7	1·3	0·8	1·3	0·9	1·4	1·1	1·5	1·2	1·7	54·3
54·6	1·1	1·4	1·1	1·4	1·1	1·4	1·2	1·5	1·3	1·6	1·4	1·7	1·5	1·8	54·6
54·9	1·4	1·6	1·5	1·6	1·5	1·6	1·6	1·7	1·6	1·8	1·8	1·9	1·9	2·0	54·9
55·2	1·8	1·8	1·8	1·8	1·9	2·0	1·9	1·9	2·0	2·0	2·1	2·1	2·2	2·2	55·2
55·5	2·2	2·0	2·2	2·0	2·3	2·2	2·3	2·1	2·4	2·2	2·4	2·3	2·5	2·4	55·5
55·8	2·6	2·3	2·6	2·3	2·6	2·3	2·7	2·3	2·7	2·4	2·8	2·4	2·9	2·5	55·8
56·1	3·0	2·4	3·0	2·5	3·0	2·5	3·0	2·5	3·1	2·6	3·1	2·6	3·2	2·7	56·1
56·4	3·4	2·7	3·4	2·7	3·4	2·7	3·4	2·7	3·4	2·8	3·5	2·8	3·5	2·9	56·4
56·7	3·7	2·9	3·7	2·9	3·8	2·9	3·8	2·9	3·8	3·0	3·8	3·0	3·9	3·0	56·7
57·0	4·1	3·1	4·1	3·1	4·1	3·1	4·1	3·1	4·2	3·1	4·2	3·2	4·2	3·2	57·0
57·3	4·5	3·3	4·5	3·3	4·5	3·3	4·5	3·3	4·5	3·3	4·5	3·4	4·6	3·4	57·3
57·6	4·9	3·5	4·9	3·5	4·9	3·5	4·9	3·5	4·9	3·5	4·9	3·5	4·9	3·6	57·6
57·9	5·3	3·8	5·3	3·8	5·2	3·8	5·2	3·7	5·2	3·7	5·2	3·7	5·2	3·7	57·9
58·2	5·6	4·0	5·6	4·0	5·6	4·0	5·6	4·0	5·6	3·9	5·6	3·9	5·6	3·9	58·2
58·5	6·0	4·3	6·0	4·2	6·0	4·2	6·0	4·2	6·0	4·1	5·9	4·1	5·9	4·1	58·5
58·8	6·4	4·4	6·4	4·4	6·4	4·4	6·3	4·4	6·3	4·3	6·3	4·3	6·2	4·2	58·8
59·1	6·8	4·6	6·8	4·6	6·7	4·6	6·7	4·6	6·7	4·5	6·6	4·5	6·6	4·4	59·1
59·4	7·2	4·8	7·1	4·8	7·1	4·8	7·1	4·8	7·0	4·7	7·0	4·7	6·9	4·6	59·4
59·7	7·5	5·1	7·5	5·0	7·5	5·0	7·5	5·0	7·4	4·9	7·3	4·8	7·2	4·7	59·7
60·0	7·9	5·3	7·9	5·3	7·9	5·2	7·8	5·2	7·8	5·1	7·7	5·0	7·6	4·9	60·0
60·3	8·3	5·5	8·3	5·5	8·2	5·4	8·2	5·4	8·1	5·3	8·0	5·2	7·9	5·1	60·3
60·6	8·7	5·7	8·7	5·7	8·6	5·7	8·6	5·6	8·5	5·5	8·4	5·4	8·3	5·3	60·6
60·9	9·1	5·9	9·0	5·9	9·0	5·9	8·9	5·8	8·8	5·7	8·7	5·6	8·6	5·4	60·9
61·2	9·5	6·2	9·4	6·1	9·4	6·1	9·3	6·0	9·2	5·9	9·1	5·8	8·9	5·6	61·2
61·5	9·8	6·4	9·8	6·3	9·7	6·3	9·7	6·2	9·5	6·1	9·4	5·9	9·2	5·8	61·5

DIP

Ht. of Eye	Corr^n	Ht. of Eye	Corr^n	Ht. of Eye
m		ft.	m	ft.
2·4	−2·8	8·0	9·5	31·5
2·6	−2·9	8·6	9·9	32·7
2·8	−3·0	9·2	10·3	33·9
3·0	−3·1	9·8	10·6	35·1
3·2	−3·2	10·5	11·0	36·3
3·4	−3·3	11·2	11·4	37·6
3·6	−3·4	11·9	11·8	38·9
3·8	−3·5	12·6	12·2	40·1
4·0	−3·6	13·3	12·6	41·5
4·3	−3·7	14·1	13·0	42·8
4·5	−3·8	14·9	13·4	44·2
4·7	−3·9	15·7	13·8	45·5
5·0	−4·0	16·5	14·2	46·9
5·2	−4·1	17·4	14·7	48·4
5·5	−4·2	18·3	15·1	49·8
5·8	−4·3	19·2	15·5	51·3
6·1	−4·4	20·1	16·0	52·8
6·3	−4·5	21·0	16·5	54·3
6·6	−4·6	22·0	16·9	55·8
6·9	−4·7	22·9	17·4	57·4
7·2	−4·8	23·9	17·9	58·9
7·5	−4·9	24·9	18·4	60·5
7·9	−5·0	26·0	18·8	62·1
8·2	−5·1	27·1	19·3	63·8
8·5	−5·2	28·1	19·8	65·4
8·8	−5·3	29·2	20·4	67·1
9·2	−5·4	30·4	20·9	68·8
9·5		31·5	21·4	70·5

MOON CORRECTION TABLE

The correction is in two parts; the first correction is taken from the upper part of the table with argument apparent altitude, and the second from the lower part, with argument H.P., in the same column as that from which the first correction was taken. Separate corrections are given in the lower part for lower (L) and upper (U) limbs. All corrections are to be **added** to apparent altitude, *but 30′ is to be subtracted from the altitude of the upper limb.*

For corrections for pressure and temperature see page A4.

For bubble sextant observations ignore dip, take the mean of upper and lower limb corrections and subtract 15′ from the altitude.

App. Alt. = Apparent altitude = Sextant altitude corrected for index error and dip.

xxxiv

図5-13　高度改正表（月 xxxiv頁）

第21行　視高度改正　：　10°　02.0′

視高度は、六分儀による高度(第18行)と2つの主要な改正値、つまり器差改正値(第19行)と視高度改正値(第20行)を足し合わせて得ることができる。例題の改正値は10°　02.0′　である。

第22行　高度改正　：（+）　62.1′

高度改正は、地球の大気を通して得られた天体の像の屈折の影響を改正するため、および観測者が地球の中心ではなく、外縁で天体を観測しているために生じる視差を改正するために行う。観測者から見た水平線からよりはむしろ真水平からの天体の高さが必要である。この高度改正値は、月の場合、天測暦のxxxiv頁の表より、第21行の10°　02.0' に対して、高度改正値として、62.1' を得る。ただし、これは月の下辺を測定した場合で、上辺を測定した場合には30' 引き算する。

第23行　（±）　追加改正　：　1.5′

第10行でメモしたH.P.値を用いて、追加の高度改正値を、天測暦のxxxivページから求める。例題ではH.P. = 54.9' に対して、第21行の高度10°　02.0' の欄の下辺(L)の改正値　1.5' を得る。

第24行　月の真高度（H_0）：　11°　05.6′

月の真高度は、地球の中心（真水平）への改正を含めた全ての改正を行った後の六分儀の高度である。第21、22、23行を足し合わせることにより、11°　05.6′　を得る。

5.3.4　計算高度と修正差

第25行　天測計算表の月の高度（Hc）：　11°　33.0′

第3行のプロット起点の仮定緯度【aLAT(PLOT)】、第10行の月の赤緯【DEC】および第17行の月の地方時角【LHA】の値を、天測計算表　PUB. NO. 249　【SIGHT REDUCTION TABLES　FOR AIR NAVIGATION】　Vol.2 [LATITUDES 0°　-40°　]　または　Vol.3　[LATITUDES 39°　-89°　]　に適用して、月の高度【Hc】を読み取る。

例題では、図5-13の天測計算表(Vol.2 /Vol.3)を用いて、第10行のDECが20°　36.3' なので、天測計算表PUB. NO. 249　Vol.2　[LATITUDES 0°　-40°　]　を用い、LATが35°　のページから縦欄のLHAが301°　、横欄のDECが20°　の欄からHc　11°　33.0'　を得る。

なお、この欄にはHc、d および z の3つの値が記載されているが、d は次の第26行のDECの分値の増分で、Z は第30行の太陽の方位角で使用する。

第26行　DECの分値の増分　（Δd）：　-25.0′

第25行でHcと同時に、d 値として-42を読み取る。次に、第10行のDECの分値である36.2'を1分に丸めて36' として、d= -42/36 とフォームに記載しておく。

前掲の図5-8に示す天測計算表のTABLE 5 - 赤緯の分値に対する高度補正値表【Correction to Tabulated Altitude for Minutes of Declination】により横欄 d = 42、縦欄　DECの分値　36 の値である、25.0'　を得る。d値は減少しているので、符号はマイナスとなり、改正値は -25.0' となる。

第27行　計算高度　（Hc）：　11°　08.0′

第25行と第26行を加えて、月の計算高度　11°　08.0'　を得る。

第28行　月の真高度　（H_0）：11°　05.6′

第24行で求めた月の真高度を記入する。

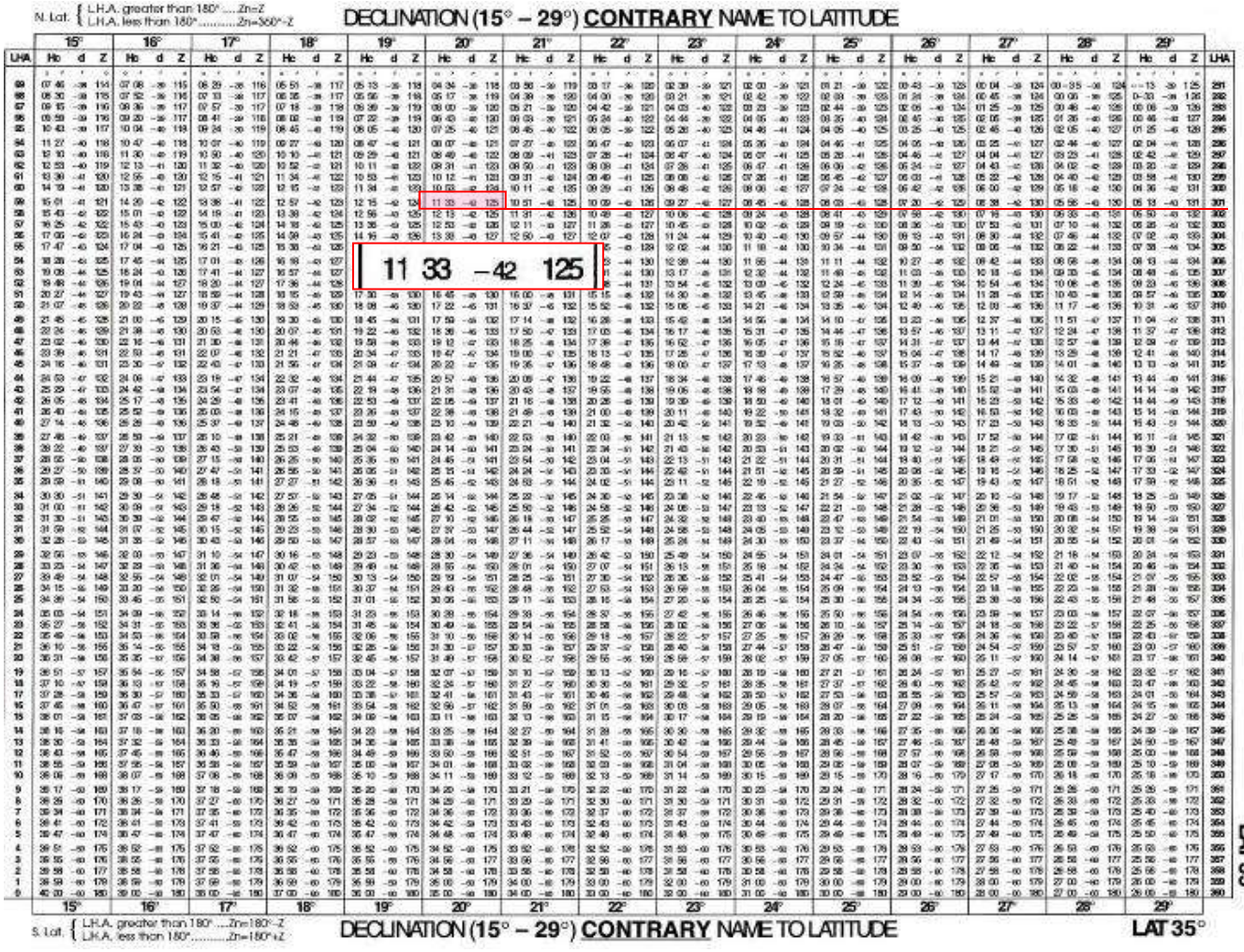


図5-14　天測計算表 【LAT 35° 異名】

第29行　修正差 (INTERCEPT [PLOT]) ： – 2.4'

前掲の図5-3を参照して、月の真高度H0と計算高度Hcの角度を比較する。Hc>H0の場合、つまり天測による月の真高度H0が計算高度Hcよりも小さい場合、自艇は、月の方位角線上、より遠い地点に位置することなるため、UPSのプロット起点からマイナス方向に修正差(INTERCEPT)分 2.4' 移動する。

第30行　月の方位角 (Zn) ： 125°

第25行で天測計算表により月の高度Hcを求める時に、同じ欄に記載されているZの値を用いて、月の方位角(Zn)を次式により計算する。

北半球　LHA＞180°　Zn = Z　　/　LHA＜180°　Zn = 360° – Z
南半球　LHA＞180°　Zn = 180° – Z　/　LHA＜180°　Zn = 180° + Z

(第31行-第36行　北極星のみに使用。太陽、月、惑星、恒星では使わない。)

レビューテスト　5.3　位置の線航法 【月】

例題について、UPSを用いてEPを求めよ。

5.4 コンパスの修正と方位角

5.4.1 真方位、磁針方位、コンパス方位

本船やヨットなどの船舶に装備されているコンパスから得られる方位の情報には、図5-15に示すように、真方位、磁針方位、コンパス方位の3種類がある。

(1) 真方位 【T: True Bearing】
地球の地軸を真北として、任意の2点を結ぶ直線と経線とのなす角度を真方位という。コマの慣性を利用したジャイロコンパス(Gyro Compass)は、磁気偏差の影響を受けず、コンパスの自差もないため、常に真方位を示す。このジャイロコンパスは、主に航空機や大型船舶に装備されている。

(2) 磁針方位 【M: Magnetic Bearing】
磁気コンパス(Magnetic Compass)により得られる方位は、地球の磁場の非対称性の影響を受けて、真方位に対して数度から数十度の偏差がある。この偏差 【V: Variation】は地球上の場所により異なっており。日本近海では概ね5～10°Wである。海図のコンパスローズには、その場所の偏差及び年差の数値が記載されているので、場所ごとの偏差を知ることができる。

(3) コンパス方位 【C: Compass Bearing】
また、磁気コンパス(Magnetic Compass)により得られる方位は、偏差とは別に、そのコンパス固有の誤差や自艇に装備した航海機器や金属部品などの影響による誤差を含んでいる。この誤差は磁針方位とコンパス方位の差として現れ、自差【D: Deviation】と呼ぶ。なお、真方位とコンパス方位の差をコンパス誤差という。

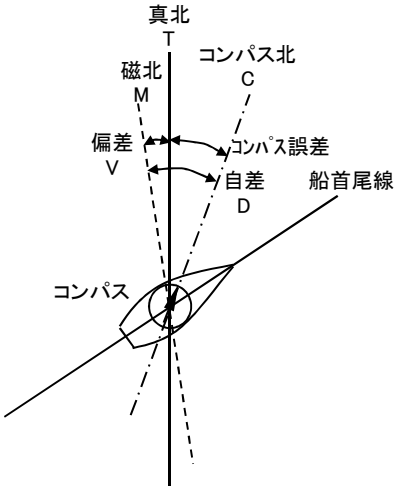


図5-15 方位の関係

これらの3種類の方位の変換は、図5-16のように行う。

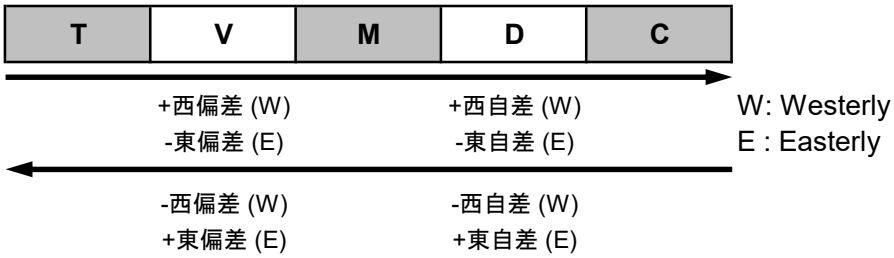


図5-16 方位の変換

5.4.2 コンパスの修正 （キャリブレーション）

コンパスの自差はコンパス固有の誤差あるいは自艇の環境による誤差であるため、あらかじめ自差を測定して自差表を作成しておき、随時コンパス方位の修正を行えるように準備しておくべきである。

ジャイロコンパスが利用できれば真方位が得られるので、コンパスの修正表を簡単に作成できるが、ここでは目標物が見えない外海において太陽を利用した遠標方位法により、自差表を作成する方法について述べる。

【例題 1】
1981年6月23日、18:41から18:49にかけて日没前の太陽を利用して艇のコンパスの修正を行った。
艇のDRは、緯度 31° 16.2'N、 経度 135° 20.5'E であり、偏差は7° W であった。

コンパスの修正にあたって、まずコンパスコース000° Cに艇を向けて、太陽のコンパス方位角(° C)を読む。
次に、コンパスコースを45° ずつ増加させて315° まで、太陽のコンパス方位角(° C)を読む。
太陽の真方位(° T)と偏差(° E or W)から太陽の磁針方位(° M)を求め、上記の太陽のコンパス方位角(° C)との差から自差(° E or W)を求める （図5-18 D欄参照)。

PUB. NO.249 VOL.2 より （図5-17参照）

LAT : 31° N

DEC : 23° 25.7' N 同名

LHA : 101°

Z = 65° → Zn = 295°

v4.2

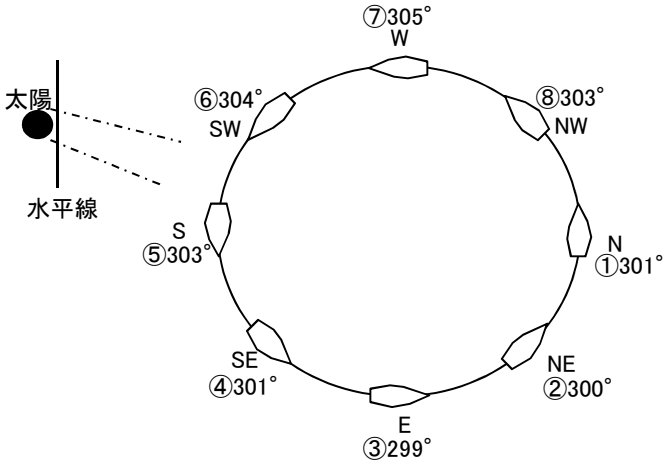
	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽,月,惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)								
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	SUN /		
1	DATE	DR位置における地方 年月日	○	○	○	1981 Y	8 M	3 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	38 °	55.5 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	39 °		N N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	148 °	5.0 '	E E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	15 h	5 m	50 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+/- -10 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	5 h	5 m	50 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		17 °	32.0 '	N N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d=0.7 ↓	-0.1 '	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】 HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	17 ° (月:HP=)	31..9 '	N N/S
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ♈(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	253 °	28.0 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	1 °	27.5 '	
14	+/- v/d correction	【月, 惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHA♈	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHA♈ならば360を加える	○	○	○	254 °	55.5 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	148 °	4.5 '	E E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHA♈	地方時角 [=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(ー)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	43 °	/→	°

図5-17 自差修正表計算 LOPフォーム

	T	V	M	D	C	
自艇ｺﾝﾊﾟｽ方位 ° C	太陽真方位 ° T	偏差 ° E or W	太陽磁針方位 ° M	自差 ° E or W	太陽ｺﾝﾊﾟｽ方位 ° C	
000	295	7 W	302	1 E	301	①
045	295	7 W	302	2 E	300	②
090	295	7 W	302	3 E	299	③
135	295	7 W	302	1 E	301	④
180	295	7 W	302	1 W	303	⑤
215	295	7 W	302	1 W	304	⑥
270	295	7 W	302	3 W	305	⑦
315	295	7 W	302	1 W	303	⑧

図5-18 方位角キャリブレーション

自差修正表は、図5-18で求めた自差Dにより、コンパス方位000° から45° 毎に、磁針方位(° M)とコンパス方位 (° C)の関係を示したものである。



（自差修正表）

M	D	C	
磁針方位 ° M	自差 ° E or W	ｺﾝﾊﾟｽ方位 ° C	
001	1 E	000	①
047	2 E	045	②
093	3 E	090	③
135	1 E	135	④
179	1 W	180	⑤
214	1 W	215	⑥
267	3 W	270	⑦
314	1 W	315	⑧

図5-19 自差修正表

【例題 2】

【例題 1】では、天測計算表を用いて、予め太陽の方位角（真方位）を求めて、これとコンパス方位との差から自差を得た。より簡便な方法として、太陽の真方位が解らなくても、同様にコンパス方位000° から45° 毎の太陽のコンパス方位を読み取り、その平均値を太陽の磁針方位として求める。さらにこの磁針方位に対して、自艇位置での偏差を考慮した太陽の真方位を求めて、自差修正表を作成する。

	T	V	M	D	C
自艇ｺﾝﾊﾟｽ方位 ° C	太陽真方位 ° T	偏差 ° E or W	太陽磁針方位 ° M	自差 ° E or W	太陽ｺﾝﾊﾟｽ方位 ° C
000	-	-	302	1 E	301
045	-	-	302	2 E	300
090	-	-	302	3 E	299
135	-	-	302	1 E	301
180	-	-	302	1 W	303
215	-	-	302	1 W	304
270	-	-	302	3 W	305
315	-	-	302	1 W	303
				←平均磁針方位	302

図5-20 方位角キャリブレーション(簡易法)

5.5　日の出、日の入りと薄明

5.5.1　日の出、日の入り

日の出、日の入りの時刻は、天測暦の右ページに、"Sunrise"、"Sunset" の欄に、北緯、南緯別に記載されて図5-21に天測暦の例を示す。

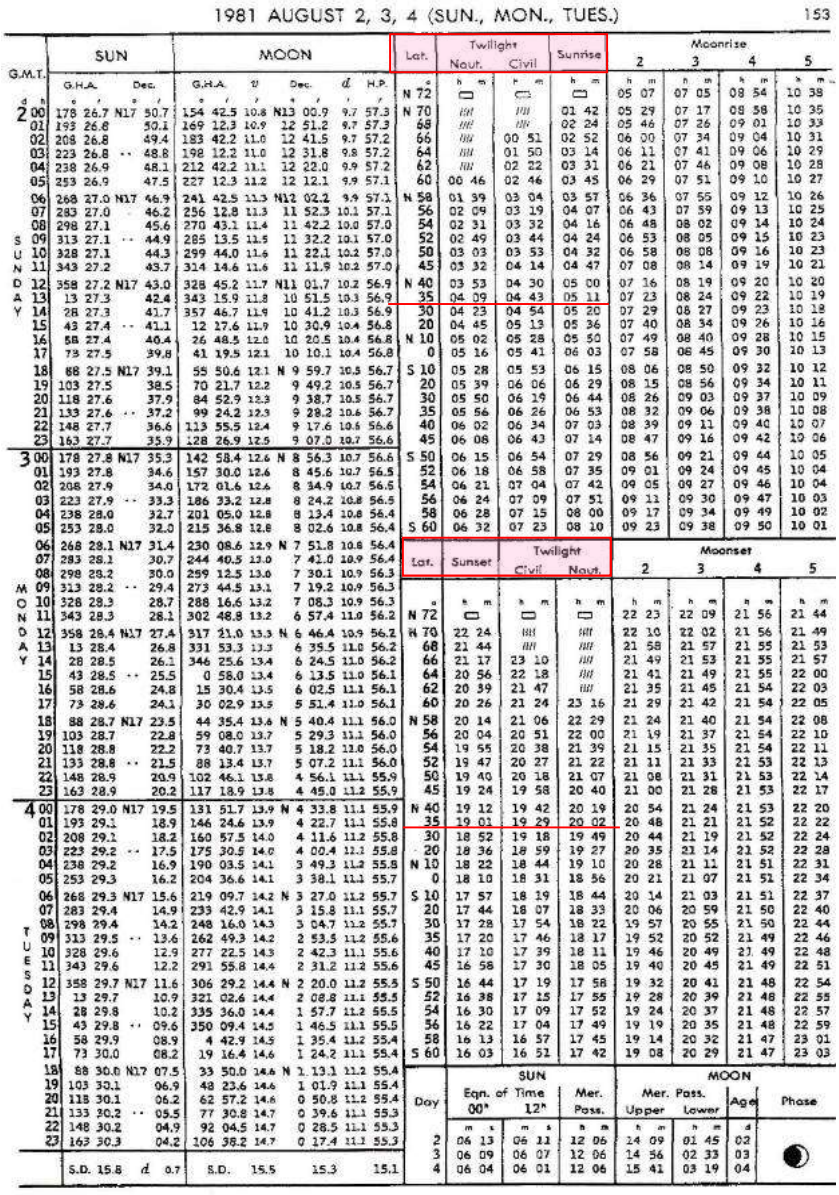
5.5.2　常用薄明、航海薄明、天文薄明

薄明とは日没後および日の出前に天空が薄明るい時間をいう。太陽が水平線下6度以内を常用薄明、12度以内を航海薄明、18度以内を天文薄明という。

図5-21に例示するように、Nautical Twilightが航海薄明、Civil Twilightが常用薄明の時刻を示しており、日の出、日の入りはそれぞれSunrise、Sunsetとして、その時刻が表示されている。

例えば、北緯35度では航海薄明は4:09、常用薄明は4:43であり日の出は5:11と読み取れる。同様に、日の入りは19:01、常用薄明は19:29、航海薄明は20:02と読み取れる。

常用薄明時には、まだ北極星は視認できる。航海薄明時には、太陽は水平線下12度辺りに位置するため、もはや水平線が明確ではなくなるので、これ以上天測はできなくなる。



1981 AUGUST 2, 3, 4 (SUN., MON., TUES.) 153

G.M.T.	SUN G.H.A.	SUN Dec.	MOON G.H.A.	MOON v	MOON Dec.	MOON d	MOON H.P.
d h	° ′	° ′	° ′	′	° ′	′	′
2 00	178 26.7	N17 50.7	154 42.5	10.8	N13 00.9	9.7	57.3
01	193 26.8	50.1	169 12.3	10.9	12 51.2	9.7	57.3
02	208 26.8	49.4	183 42.2	11.0	12 41.5	9.7	57.2
03	223 26.8	·· 48.8	198 12.2	11.0	12 31.8	9.8	57.2
04	238 26.9	48.1	212 42.2	11.1	12 22.0	9.9	57.2
05	253 26.9	47.5	227 12.3	11.2	12 12.1	9.9	57.1
06	268 27.0	N17 46.9	241 42.5	11.3	N12 02.2	9.9	57.1
07	283 27.0	46.2	256 12.8	11.3	11 52.3	10.1	57.1
08	298 27.1	45.6	270 43.1	11.4	11 42.2	10.0	57.0
S 09	313 27.1	·· 44.9	285 13.5	11.5	11 32.2	10.1	57.0
U 10	328 27.1	44.3	299 44.0	11.6	11 22.1	10.2	57.0
N 11	343 27.2	43.7	314 14.6	11.6	11 11.9	10.2	57.0
D 12	358 27.2	N17 43.0	328 45.2	11.7	N11 01.7	10.2	56.9
A 13	13 27.3	42.4	343 15.9	11.8	10 51.5	10.3	56.9
Y 14	28 27.3	41.7	357 46.7	11.9	10 41.2	10.3	56.9
15	43 27.4	·· 41.1	12 17.6	11.9	10 30.9	10.4	56.8
16	58 27.4	40.4	26 48.5	12.0	10 20.5	10.4	56.8
17	73 27.5	39.8	41 19.5	12.1	10 10.1	10.4	56.8
18	88 27.5	N17 39.1	55 50.6	12.1	N 9 59.7	10.5	56.7
19	103 27.5	38.5	70 21.7	12.2	9 49.2	10.5	56.7
20	118 27.6	37.9	84 52.9	12.3	9 38.7	10.5	56.7
21	133 27.6	·· 37.2	99 24.2	12.3	9 28.2	10.6	56.7
22	148 27.7	36.6	113 55.5	12.4	9 17.6	10.6	56.6
23	163 27.7	35.9	128 26.9	12.5	9 07.0	10.7	56.6
3 00	178 27.8	N17 35.3	142 58.4	12.6	N 8 56.3	10.7	56.6
01	193 27.8	34.6	157 30.0	12.6	8 45.6	10.7	56.5
02	208 27.9	34.0	172 01.6	12.6	8 34.9	10.7	56.5
03	223 27.9	·· 33.3	186 33.2	12.8	8 24.2	10.8	56.5
04	238 28.0	32.7	201 05.0	12.8	8 13.4	10.8	56.4
05	253 28.0	32.0	215 36.8	12.8	8 02.6	10.8	56.4
06	268 28.1	N17 31.4	230 08.6	12.9	N 7 51.8	10.8	56.4
07	283 28.1	30.7	244 40.5	13.0	7 41.0	10.9	56.4
08	298 28.2	30.0	259 12.5	13.0	7 30.1	10.9	56.3
M 09	313 28.2	·· 29.4	273 44.5	13.1	7 19.2	10.9	56.3
O 10	328 28.3	28.7	288 16.6	13.2	7 08.3	10.9	56.3
N 11	343 28.3	28.1	302 48.8	13.2	6 57.4	11.0	56.2
D 12	358 28.4	N17 27.4	317 21.0	13.3	N 6 46.4	10.9	56.2
A 13	13 28.4	26.8	331 53.3	13.3	6 35.5	11.0	56.2
Y 14	28 28.5	26.1	346 25.6	13.4	6 24.5	11.0	56.2
15	43 28.5	·· 25.5	0 58.0	13.4	6 13.5	11.0	56.1
16	58 28.6	24.8	15 30.4	13.5	6 02.5	11.1	56.1
17	73 28.6	24.1	30 02.9	13.5	5 51.4	11.0	56.1
18	88 28.7	N17 23.5	44 35.4	13.6	N 5 40.4	11.1	56.0
19	103 28.7	22.8	59 08.0	13.7	5 29.3	11.1	56.0
20	118 28.8	22.2	73 40.7	13.7	5 18.2	11.0	56.0
21	133 28.8	·· 21.5	88 13.4	13.7	5 07.2	11.1	56.0
22	148 28.9	20.9	102 46.1	13.8	4 56.1	11.1	55.9
23	163 28.9	20.2	117 18.9	13.8	4 45.0	11.2	55.9
4 00	178 29.0	N17 19.5	131 51.7	13.9	N 4 33.8	11.1	55.9
01	193 29.1	18.9	146 24.6	13.9	4 22.7	11.1	55.8
02	208 29.1	18.2	160 57.5	14.0	4 11.6	11.2	55.8
03	223 29.2	·· 17.5	175 30.5	14.0	4 00.4	11.1	55.8
04	238 29.2	16.9	190 03.5	14.1	3 49.3	11.2	55.8
05	253 29.3	16.2	204 36.6	14.1	3 38.1	11.1	55.7
06	268 29.3	N17 15.6	219 09.7	14.2	N 3 27.0	11.2	55.7
07	283 29.4	14.9	233 42.9	14.1	3 15.8	11.1	55.7
08	298 29.4	14.2	248 16.0	14.3	3 04.7	11.2	55.7
T 09	313 29.5	·· 13.6	262 49.3	14.2	2 53.5	11.2	55.6
U 10	328 29.6	12.9	277 22.5	14.3	2 42.3	11.1	55.6
E 11	343 29.6	12.2	291 55.8	14.4	2 31.2	11.2	55.6
S 12	358 29.7	N17 11.6	306 29.2	14.4	N 2 20.0	11.2	55.5
D 13	13 29.7	10.9	321 02.6	14.4	2 08.8	11.1	55.5
A 14	28 29.8	10.2	335 36.0	14.4	1 57.7	11.2	55.5
Y 15	43 29.8	·· 09.6	350 09.4	14.5	1 46.5	11.1	55.5
16	58 29.9	08.9	4 42.9	14.5	1 35.4	11.2	55.4
17	73 30.0	08.2	19 16.4	14.6	1 24.2	11.1	55.4
18	88 30.0	N17 07.5	33 50.0	14.6	N 1 13.1	11.2	55.4
19	103 30.1	06.9	48 23.6	14.6	1 01.9	11.1	55.4
20	118 30.1	06.2	62 57.2	14.6	0 50.8	11.2	55.4
21	133 30.2	·· 05.5	77 30.8	14.7	0 39.6	11.1	55.3
22	148 30.2	04.9	92 04.5	14.7	0 28.5	11.1	55.3
23	163 30.3	04.2	106 38.2	14.7	0 17.4	11.1	55.3
	S.D. 15.8	d 0.7	S.D.	15.5	15.3		15.1

Lat.	Twilight Naut.	Twilight Civil	Sunrise	Moonrise 2	Moonrise 3	Moonrise 4	Moonrise 5
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
N 72	⊏	⊏	⊏	05 07	07 05	08 54	10 38
N 70	///	///	01 42	05 29	07 17	08 58	10 35
68	///	///	02 24	05 46	07 26	09 01	10 33
66	///	///	02 52	06 00	07 34	09 04	10 31
64	///	01 50	03 14	06 11	07 41	09 06	10 29
62	///	02 22	03 31	06 21	07 46	09 08	10 28
60	00 46	02 46	03 45	06 29	07 51	09 10	10 27
N 58	01 39	03 04	03 57	06 36	07 55	09 12	10 26
56	02 09	03 19	04 07	06 43	07 59	09 13	10 25
54	02 31	03 32	04 16	06 48	08 02	09 14	10 24
52	02 49	03 44	04 24	06 53	08 05	09 15	10 23
50	03 03	03 53	04 32	06 58	08 08	09 16	10 23
45	03 32	04 14	04 47	07 08	08 14	09 19	10 21
N 40	03 53	04 30	05 00	07 16	08 19	09 20	10 20
35	04 09	04 43	05 11	07 23	08 24	09 22	10 19
30	04 23	04 54	05 20	07 29	08 27	09 23	10 18
20	04 45	05 13	05 36	07 40	08 34	09 26	10 16
N 10	05 02	05 28	05 50	07 49	08 40	09 28	10 15
0	05 16	05 41	06 03	07 58	08 45	09 30	10 13
S 10	05 28	05 53	06 15	08 06	08 50	09 32	10 12
20	05 39	06 06	06 29	08 15	08 56	09 34	10 11
30	05 50	06 19	06 44	08 26	09 03	09 37	10 09
35	05 56	06 26	06 53	08 32	09 06	09 38	10 08
40	06 02	06 34	07 03	08 39	09 11	09 40	10 07
45	06 08	06 43	07 14	08 47	09 16	09 42	10 06
S 50	06 15	06 54	07 29	08 56	09 21	09 44	10 05
52	06 18	06 58	07 35	09 01	09 24	09 45	10 04
54	06 21	07 04	07 42	09 05	09 27	09 46	10 04
56	06 24	07 09	07 51	09 11	09 30	09 47	10 03
58	06 28	07 15	08 00	09 17	09 34	09 49	10 02
S 60	06 32	07 23	08 10	09 23	09 38	09 50	10 01

Lat.	Sunset	Twilight Civil	Twilight Naut.	Moonset 2	Moonset 3	Moonset 4	Moonset 5
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
N 72	⊏	⊏	⊏	22 23	22 09	21 56	21 44
N 70	22 24	///	///	22 10	22 02	21 56	21 49
68	21 44	///	///	21 58	21 57	21 55	21 53
66	21 17	23 10	///	21 49	21 53	21 55	21 57
64	20 56	22 18	///	21 41	21 49	21 55	22 00
62	20 39	21 47	///	21 35	21 45	21 54	22 03
60	20 26	21 24	23 16	21 29	21 42	21 54	22 05
N 58	20 14	21 06	22 29	21 24	21 40	21 54	22 08
56	20 04	20 51	22 00	21 19	21 37	21 54	22 10
54	19 55	20 38	21 39	21 15	21 35	21 54	22 11
52	19 47	20 27	21 22	21 11	21 33	21 53	22 13
50	19 40	20 18	21 07	21 08	21 31	21 53	22 14
45	19 24	19 58	20 40	21 00	21 28	21 53	22 17
N 40	19 12	19 42	20 19	20 54	21 24	21 53	22 20
35	19 01	19 29	20 02	20 48	21 21	21 52	22 22
30	18 52	19 18	19 49	20 44	21 19	21 52	22 24
20	18 36	18 59	19 27	20 35	21 14	21 52	22 28
N 10	18 22	18 44	19 10	20 28	21 11	21 51	22 31
0	18 10	18 31	18 56	20 21	21 07	21 51	22 34
S 10	17 57	18 19	18 44	20 14	21 03	21 51	22 37
20	17 44	18 07	18 33	20 06	20 59	21 50	22 40
30	17 28	17 54	18 22	19 57	20 55	21 50	22 44
35	17 20	17 46	18 17	19 52	20 52	21 49	22 46
40	17 10	17 39	18 11	19 46	20 49	21 49	22 48
45	16 58	17 30	18 05	19 40	20 45	21 49	22 51
S 50	16 44	17 19	17 58	19 32	20 41	21 48	22 54
52	16 38	17 15	17 55	19 28	20 39	21 48	22 55
54	16 30	17 09	17 52	19 24	20 37	21 48	22 57
56	16 22	17 04	17 49	19 19	20 35	21 48	22 59
58	16 13	16 57	17 45	19 14	20 32	21 47	23 01
S 60	16 03	16 51	17 42	19 08	20 29	21 47	23 03

Day	SUN Eqn. of Time 00ʰ	SUN Eqn. of Time 12ʰ	SUN Mer. Pass.	MOON Mer. Pass. Upper	MOON Mer. Pass. Lower	MOON Age	MOON Phase
	m s	m s	h m	h m	h m	d	
2	06 13	06 11	12 06	14 09	01 45	02	
3	06 09	06 07	12 06	14 56	02 33	03	◐
4	06 04	06 01	12 06	15 41	03 19	04	

図5-21 天測暦　日の出、日の入り、薄明

5.6 惑星による船位測定

ここでは、惑星を天測して、位置の線航法により自艇の位置を求める方法について述べる。使用する資料は天測暦と天測計算表(航空機用のHO249、Vol2とVol3)である。

1981年7月14日　8時50分00秒 に、推測位置(DR) 北緯35° 10.0'、西経140° 05.0'において、金星を天測した。六分儀高度は16° 40.5'であり、六分儀の器差は+1.5'、眼高は2.5mであった。金星天測時のEPを求める。

v4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽・月・惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)								
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	Venus /		
1	DATE	DR位置における地方　年月日	○	○	○	1981 Y	7 M	14 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	35 °	10.0 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	35 °		N N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	140 °	5.0 '	W E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	8 h	50 m	0 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+/- +9 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	17 h	50 m	0 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		16 °	58.1 '	N N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d=0.9 ↓	-0.8 '	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】　HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	16 °	57.3 '	N N/S
						(月:HP=	)	
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ϒ(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	46 °	27.4 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	12 °	30.0 '	
14	+/- v/d correction	【月, 惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v=-0.6	-0.5 '	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHAϒ	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHAϒならば360を加える	○	○	○	58 °	56.9 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	139 °	56.9 '	W E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHAϒ	地方時角 [=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(－)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	-81 °	/→	279 °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)								
18	hs	六分儀高度	○	○	○	16 °	40.5 '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	1.5 '	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-2.8 '	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	16 °	39.2 '	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-3.2 '	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	0.1 '	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	16 °	36.1 '	
HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正差)								
25	Hc	aLATとDEC,およびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】　天測計算表 HO249 Vol 2, Vol 3 【恒星】　天測計算表 HO249 Vol 1		○	○	16 °	20.0 '	
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d=32/57	30.0 '	
27	H_C	計算高度 [=25+26]		○	○	16 °	50.0 '	
28	H_O	真高度 [=24]		○	○	16 °	36.1 '	
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(－)する [＝28-27]		○	○	°	-13.9 '	
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球 LHA > 180° : Zn = Z / LHA<180° : Zn = 360° － Z 南半球 LHA > 180° : Zn = 180° － Z / LHA<180° : Zn = 180° ＋ Z 【恒星】　[25]で得た天測計算表のZn値		○	○	° 082	'	
31	H_O	[=24] 真高度	○			°	'	
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ポラリス表の最上段部から)	○			°	'	
33	a1	Lat(高度)の改正(ポラリス表中段部から)	○			°	'	
34	a2	Month(月)の改正(ポラリス最下段部から)	○			°	'	
35	Less 1 degree	(-1°) [31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 °	'	
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34−1°]	○			°	'	

図5-22　LOPフォーム（惑星-金星）

5.6.1 自艇位置、グリニッジ時および赤緯

図5-22はLOP共通フォームである。太陽、月、惑星の天測の場合には、緑色で網掛けした項目に緑字で記述された手順に従って数値を記入する。

第0行 天体と方位 (BODY/BEARING)

惑星の1つ金星による天測であるから、Venus(金星)と記入する。BEARINGは必要ない。

第1行　日付け　：　1981年7月14日

推測位置の地方日付けを第1行に記入する。もし日付けをグリニッジ時間に変える場合には、記入した日付けの上に対角線を引き、グリニッジ時間をその上に記入する。これにより観測時の日付けが地方かグリニッジかの確認が容易になる。グリニッジ時間は天測暦を参照するときに使う。

第2行　推測緯度　：　35°　10.0′　N

推測緯度は、最後の実測位置から予想あるいは仮定したコースと速度を図上に描くことにより得ることができる。もし実測位置が不明なら、単に推測して計算を続けるだけである。天文航法の良さは、「今どこに居るかを知っている必要は無い　－　どこの居るかを見つけることにある。」という点である。
海図に描いた自艇の推測緯度は、約35°　10.0′　N である。

第3行　プロット起点の緯度　：　35°

DR緯度を1°　単位に丸めた仮定緯度。位置の線航法において、ユニバーサルプロットシート(UPS)上の緯度の起点となる緯度。第2行の35°　10.0'を四捨五入して、35°　に丸める。

第4行　推測経度　：　145°　05.0′　W

推測経度は、第2行と同様に、約145°　05.0′　W である。

第5行　地方時間　：　8時 50分 00秒

これは金星の観測地方平均時間で、秒の単位まで正確に記入する。例題では、金星は地方平均時間8時50分00秒 に観測された。

第6行　（±）タイムゾーン値　：　+9

タイムゾーン値はこのテキストの図1-21から得ることができる。自艇は概ね西経140度に位置しているので、タイムゾーン値 (ZD) は +9 である。タイムゾーンは15°　幅なので、このゾーン値を得るには、この経度を15で割ればよい。

第7行　グリニッジ時　：　17時 50分 00秒

観測時のグリニッジ時 (GMT) は、単純にタイムゾーン値を地方平均時間に加えればよい。例題では、グリニッジ時間として17時50分00秒を得る。

第8行　赤緯　：　16°　58.1′　N

図5-23に示す天測暦より、1981年7月14日のGMT(UT)　17時の赤緯(Dec)、N16°　58.1′　を読み取る。

138 1981 JULY 12, 13, 14 (SUN., MON., TUES.)

G.M.T.	ARIES G.H.A.	VENUS −3.3 G.H.A.	VENUS −3.3 Dec.	MARS +1.7 G.H.A.	MARS +1.7 Dec.	JUPITER −1.5 G.H.A.	JUPITER −1.5 Dec.	SATURN +1.2 G.H.A.	SATURN +1.2 Dec.
d h	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
12 00	289 48.1	152 04.0	N17 57.6	204 31.7	N23 46.9	106 15.2	S 0 09.9	105 05.2	N 0 32.0
01	304 50.5	167 03.4	56.7	219 32.3	47.0	121 17.4	10.1	120 07.5	31.9
02	319 53.0	182 02.8	55.9	234 32.9	47.1	136 19.6	10.2	135 09.9	31.9
03	334 55.5	197 02.3	·· 55.0	249 33.5	·· 47.2	151 21.8	·· 10.3	150 12.2	·· 31.8
04	349 57.9	212 01.7	54.1	264 34.1	47.3	166 24.0	10.4	165 14.5	31.7
05	5 00.4	227 01.1	53.2	279 34.7	47.4	181 26.2	10.6	180 16.9	31.7
06	20 02.8	242 00.5	N17 52.3	294 35.3	N23 47.4	196 28.4	S 0 10.7	195 19.2	N 0 31.6
07	35 05.3	256 59.9	51.4	309 35.9	47.5	211 30.6	10.8	210 21.5	31.5
08	50 07.8	271 59.4	50.5	324 36.5	47.6	226 32.8	10.9	225 23.9	31.5
S 09	65 10.2	286 58.8	·· 49.6	339 37.1	·· 47.7	241 34.9	·· 11.1	240 26.2	·· 31.4
U 10	80 12.7	301 58.2	48.7	354 37.7	47.8	256 37.1	11.2	255 28.5	31.3
N 11	95 15.2	316 57.6	47.8	9 38.3	47.8	271 39.3	11.3	270 30.9	31.3
D 12	110 17.6	331 57.1	N17 46.9	24 38.9	N23 47.9	286 41.5	S 0 11.5	285 33.2	N 0 31.2
A 13	125 20.1	346 56.5	46.0	39 39.5	48.0	301 43.7	11.6	300 35.5	31.1
Y 14	140 22.6	1 55.9	45.1	54 40.1	48.1	316 45.9	11.7	315 37.8	31.1
15	155 25.0	16 55.3	·· 44.2	69 40.8	·· 48.1	331 48.1	·· 11.8	330 40.2	·· 31.0
16	170 27.5	31 54.8	43.3	84 41.4	48.2	346 50.3	12.0	345 42.5	30.9
17	185 29.9	46 54.2	42.4	99 42.0	48.3	1 52.5	12.1	0 44.8	30.9
18	200 32.4	61 53.6	N17 41.5	114 42.6	N23 48.4	16 54.7	S 0 12.2	15 47.2	N 0 30.8
19	215 34.9	76 53.1	40.6	129 43.2	48.4	31 56.8	12.4	30 49.5	30.7
20	230 37.3	91 52.5	39.7	144 43.8	48.5	46 59.0	12.5	45 51.8	30.7
21	245 39.8	106 51.9	·· 38.8	159 44.4	·· 48.6	62 01.2	·· 12.6	60 54.2	·· 30.6
22	260 42.3	121 51.3	37.9	174 45.0	48.7	77 03.4	12.7	75 56.5	30.5
23	275 44.7	136 50.8	37.0	189 45.6	48.7	92 05.6	12.9	90 58.8	30.5
13 00	290 47.2	151 50.2	N17 36.1	204 46.2	N23 48.8	107 07.8	S 0 13.0	106 01.1	N 0 30.4
01	305 49.7	166 49.6	35.1	219 46.8	48.9	122 10.0	13.1	121 03.5	30.3
02	320 52.1	181 49.1	34.2	234 47.4	49.0	137 12.2	13.3	136 05.8	30.3
03	335 54.6	196 48.5	·· 33.3	249 48.0	·· 49.0	152 14.3	·· 13.4	151 08.1	·· 30.2
04	350 57.1	211 47.9	32.4	264 48.6	49.1	167 16.5	13.5	166 10.5	30.1
05	5 59.5	226 47.4	31.5	279 49.2	49.2	182 18.7	13.6	181 12.8	30.1
06	21 02.0	241 46.8	N17 30.6	294 49.8	N23 49.3	197 20.9	S 0 13.8	196 15.1	N 0 30.0
07	36 04.4	256 46.2	29.7	309 50.4	49.3	212 23.1	13.9	211 17.4	29.9
08	51 06.9	271 45.7	28.8	324 51.0	49.4	227 25.3	14.0	226 19.8	29.9
M 09	66 09.4	286 45.1	·· 27.8	339 51.6	·· 49.5	242 27.5	·· 14.2	241 22.1	·· 29.8
O 10	81 11.8	301 44.6	26.9	354 52.3	49.5	257 29.6	14.3	256 24.4	29.7
N 11	96 14.3	316 44.0	26.0	9 52.9	49.6	272 31.8	14.4	271 26.8	29.7
D 12	111 16.8	331 43.4	N17 25.1	24 53.5	N23 49.7	287 34.0	S 0 14.6	286 29.1	N 0 29.6
A 13	126 19.2	346 42.9	24.2	39 54.1	49.8	302 36.2	14.7	301 31.4	29.5
Y 14	141 21.7	1 42.3	23.3	54 54.7	49.8	317 38.4	14.8	316 33.7	29.4
15	156 24.2	16 41.8	·· 22.3	69 55.3	·· 49.9	332 40.6	·· 14.9	331 36.1	·· 29.4
16	171 26.6	31 41.2	21.4	84 55.9	50.0	347 42.7	15.1	346 38.4	29.3
17	186 29.1	46 40.6	20.5	99 56.5	50.0	2 44.9	15.2	1 40.7	29.2
18	201 31.6	61 40.1	N17 19.6	114 57.1	N23 50.1	17 47.1	S 0 15.3	16 43.0	N 0 29.2
19	216 34.0	76 39.5	18.6	129 57.7	50.2	32 49.3	15.5	31 45.4	29.1
20	231 36.5	91 39.0	17.7	144 58.3	50.2	47 51.5	15.6	46 47.7	29.0
21	246 38.9	106 38.4	·· 16.8	159 58.9	·· 50.3	62 53.7	·· 15.7	61 50.0	·· 29.0
22	261 41.4	121 37.9	15.9	174 59.5	50.4	77 55.8	15.9	76 52.4	28.9
23	276 43.9	136 37.3	14.9	190 00.1	50.4	92 58.0	16.0	91 54.7	28.8
14 00	291 46.3	151 36.7	N17 14.0	205 00.7	N23 50.5	108 00.2	S 0 16.1	106 57.0	N 0 28.8
01	306 48.8	166 36.2	13.1	220 01.4	50.6	123 02.4	16.3	121 59.3	28.7
02	321 51.3	181 35.6	12.2	235 02.0	50.6	138 04.6	16.4	137 01.7	28.6
03	336 53.7	196 35.1	·· 11.2	250 02.6	·· 50.7	153 06.8	·· 16.5	152 04.0	·· 28.6
04	351 56.2	211 34.5	10.3	265 03.2	50.7	168 08.9	16.6	167 06.3	28.5
05	6 58.7	226 34.0	09.4	280 03.8	50.8	183 11.1	16.8	182 08.6	28.4
06	22 01.1	241 33.4	N17 08.4	295 04.4	N23 50.9	198 13.3	S 0 16.9	197 11.0	N 0 28.3
07	37 03.6	256 32.9	07.5	310 05.0	50.9	213 15.5	17.0	212 13.3	28.3
08	52 06.0	271 32.3	06.6	325 05.6	51.0	228 17.7	17.2	227 15.6	28.2
T 09	67 08.5	286 31.8	·· 05.6	340 06.2	·· 51.1	243 19.8	·· 17.3	242 17.9	·· 28.1
U 10	82 11.0	301 31.2	04.7	355 06.8	51.1	258 22.0	17.4	257 20.3	28.1
E 11	97 13.4	316 30.7	03.8	10 07.4	51.2	273 24.2	17.6	272 22.6	28.0
S 12	112 15.9	331 30.1	N17 02.8	25 08.0	N23 51.2	288 26.4	S 0 17.7	287 24.9	N 0 27.9
D 13	127 18.4	346 29.6	01.9	40 08.6	51.3	303 28.6	17.8	302 27.2	27.9
A 14	142 20.8	1 29.0	00.9	55 09.3	51.4	318 30.7	18.0	317 29.6	27.8
Y 15	157 23.3	16 28.5	17 00.0	70 09.9	·· 51.4	333 32.9	·· 18.1	332 31.9	·· 27.7
16	172 25.8	31 27.9	16 59.1	85 10.5	51.5	348 35.1	18.2	347 34.2	27.6
17	187 28.2	46 27.4	58.1	100 11.1	51.5	3 37.3	18.4	2 36.5	27.6
18	202 30.7	61 26.9	N16 57.2	115 11.7	N23 51.6	18 39.5	S 0 18.5	17 38.8	N 0 27.5
19	217 33.2	76 26.3	56.2	130 12.3	51.7	33 41.6	18.6	32 41.2	27.4
20	232 35.6	91 25.8	55.3	145 12.9	51.7	48 43.8	18.8	47 43.5	27.4
21	247 38.1	106 25.2	·· 54.4	160 13.5	·· 51.8	63 46.0	·· 18.9	62 45.8	·· 27.3
22	262 40.5	121 24.7	53.4	175 14.1	51.8	78 48.2	19.0	77 48.1	27.2
23	277 43.0	136 24.1	52.5	190 14.7	51.9	93 50.3	19.2	92 50.5	27.2
Mer. Pass.	h m 4 36.1	v −0.6	d 0.9	v 0.6	d 0.1	v 2.2	d 0.1	v 2.3	d 0.1

STARS Name	S.H.A. ° ′	Dec. ° ′
Acamar	315 37.0	S40 22.6
Achernar	335 44.9	S57 19.6
Acrux	173 36.7	S63 00.0
Adhara	255 32.1	S28 56.8
Aldebaran	291 17.6	N16 28.3
Alioth	166 42.1	N56 04.0
Alkaid	153 18.0	N49 24.7
Al Na'ir	26 13.9	S47 02.9
Alnilam	276 11.4	S 1 12.8
Alphard	218 20.3	S 8 34.6
Alphecca	126 31.4	N26 46.9
Alpheratz	358 08.6	N28 59.1
Altair	62 31.6	N 8 49.2
Ankaa	353 39.6	S42 24.2
Antares	112 55.9	S26 23.5
Arcturus	146 17.9	N19 17.0
Atria	108 19.2	S68 59.8
Avior	234 28.6	S59 27.1
Bellatrix	278 58.4	N 6 20.0
Betelgeuse	271 28.0	N 7 24.2
Canopus	264 07.5	S52 41.1
Capella	281 10.9	N45 58.6
Deneb	49 47.6	N45 12.8
Denebola	182 58.6	N14 40.7
Diphda	349 20.3	S18 05.2
Dubhe	194 21.9	N61 51.4
Elnath	278 43.8	N28 35.4
Eltanin	90 57.0	N51 29.7
Enif	34 10.8	N 9 47.4
Fomalhaut	15 50.6	S29 43.1
Gacrux	172 28.2	S57 00.7
Gienah	176 17.5	S17 26.3
Hadar	149 22.4	S60 17.2
Hamal	328 28.4	N23 22.3
Kaus Aust.	84 15.7	S34 23.6
Kochab	137 18.6	N74 14.3
Markab	14 02.4	N15 06.2
Menkar	314 40.7	N 4 01.0
Menkent	148 36.3	S36 16.8
Miaplacidus	221 45.7	S69 38.6
Mirfak	309 15.6	N49 47.5
Nunki	76 28.1	S26 19.2
Peacock	53 56.9	S56 47.6
Pollux	243 57.9	N28 04.3
Procyon	245 25.5	N 5 16.4
Rasalhague	96 28.8	N12 34.5
Regulus	208 09.7	N12 03.6
Rigel	281 35.8	S 8 13.4
Rigil Kent.	140 24.8	S60 45.6
Sabik	102 40.2	S15 42.1
Schedar	350 08.3	N56 25.8
Shaula	96 54.6	S37 05.4
Sirius	258 55.6	S16 41.4
Spica	158 56.9	S11 03.8
Suhail	223 10.8	S43 21.5
Vega	80 55.0	N38 46.2
Zuben'ubi	137 32.3	S15 57.9

	S.H.A. ° ′	Mer. Pass. h m
Venus	221 03.0	13 53
Mars	273 59.0	10 21
Jupiter	176 20.6	16 49
Saturn	175 13.9	16 53

図5-23 天測暦（惑星）1981年7月15日

第9行　赤緯の分位の改正 (d = 0.9↓) ： −0.8′

第9行では、赤緯の分位　d による改正を行う。天測時間は17時50分00秒のため、第8行で求めたGMT(UT)17時のN16° 58.1′に対して、50分00秒の分位の加減を行う。天測暦の7月14日のページのVenus(金星)の欄の最下欄に記載されているd値を読み取る。このd値はDECの時間毎の変化率を示す値であり、時間毎に増加しているか、減少しているかを天測暦のDECの時間変化から読み取る。例題の場合、最下欄のdは0.9であり、GMT(UT)17時から18時にかけて0.9′減少していることと一致する。時間経過とともに減少しているので、第9行目には、d=0.9↓と記入しておく。

次に、天測暦巻末近くに掲載されている時間増分(INCREMENTS AND CORRECTION)の50分00秒のページ右側の、v or d Corr^{n} 表の0.9′の値0.8′に対して、時間変化は減少しているのでマイナスとして−0.8′ を記入する。

また、第13行で必要となるVenus(金星)に対する時間増分(INCREMENTS AND CORRECTION) 50分00秒の12° 30.0′を読み取っておく。

この増分改正はG.H.A.の時間当たりの変化率に基づいている。つまり、太陽や惑星では正確に15° 、春分点は15° 02.46′、月は14° 19.0′ の時間当たりの時角の変化率に基づいている。日々のページに記載されたv値(第14行で使用)は、実際の時間当たりのGHAの増分であり、金星を除いて常に正の値を取る。太陽のG.H.A.の表に示された時間毎の値は、vが無視できると仮定したことによって生じる誤差を最小にするように修正される。日々のページのdの値は、DEC.の時間当たりの差異であり、月の場合にはvとdの値は毎時のデータとして記載されている。月以外の春分点、惑星、太陽の場合には、3日間の平均値が該当ページに記載されている。

第10行　改正後のDEC ： 16° 57.3′

天測時刻における金星のDECとして、第8行と第9行の和で求められる。例題では、16° 57.3′ となる。

(第11行　太陽、月、惑星では使わない)

5.6.2　惑星(金星)の地方時角

第12行 惑星(金星)のグリニッジ時角 (時) ： 46° 27.4′

天測暦7月14日のページ、GMT(UT) 17時のVenus(金星)のGHA 46° 27.4′ を読み取る。

第13行 + 惑星(金星)のグリニッジ時角の増分 (分、秒) ： 12° 30.0′

第7行のGMTの分秒に対する時間増分(INCREMENTS AND CORRECTION) 50分00秒の12° 30.0′ を読み取り、記録する。

第14行　時間当たりのGHA増分の改正 (v = −0.6′) ： −0.5′

天測暦の7月14日のページのVenus(金星)の欄の最下欄に記載されているv値を読み取る。このv値は実際の時間当たりのGHAの増分であり、金星を除いて常に正の値を取る。例題では、v = −0.6′ であり、天測暦巻末近くに掲載されている時間増分(INCREMENTS AND CORRECTION)の50分00秒のページ右側の、v or d Corrn 表より、v = −0.6′に対して、改正値 マイナスを付けて −0.5′ を得る。

第15行　惑星(金星)のグリニッジ時角合計 (時、分、秒) ： 58° 56.9′

第12行、第13行および第14行を足し合わせることにより、月の観測時のグリニッジ時角の合計を得る。例題では58° 56.9′となる。

第16行 ± プロット経度 ： 139° 56.9′ W

第4行目の推定経度140° 05.0′ Wに最も近い経度で、第15行の金星の合計GHAに対して、東経の場合には加え、西経の場合には引いて、1° の単位に丸められるように、プロット起点としての仮定経度を計算する。例題では、西経なので引いて、分秒位が60.0′ (あるいは00.0′)になる経度として、139° 56.9′ Wを得る。

第17行　惑星(金星)の地方時角　：　-81°　→　279°

第15行から第16行を引いて、惑星(金星)の地方時角LHA　-81°　を得る。第15行と第16行の加減の計算結果がマイナスの場合には360°　を加えるため、例題では279°　となる。

この惑星(金星)の地方時角LHAは、天測計算表Vol.2およびVol.3により、第25行の惑星の計算高度を求めるために必要となる。

5.6.3　六分儀の改正

第18行 六分儀高度 (hs)　：　16°　40.5′

六分儀高度 (hs) は、六分儀で計測された観測者から見た地平線上の天体の、改正前の高度である。例題では、改正前の六分儀高度は、16°　40.5′　である。

第19行 ± 器差改正 (IC)　：　(+) 1.5′

器差改正は、望遠鏡と動鏡及び水平鏡で得られる水平線の連続直線性で確認される、六分儀そのものが持つ誤差である。例題では、+1.5′　である。

第20行　(−) 眼高差改正 (DIP)　：　(−) 2.8′

眼高改正は、図5-24に示す天測暦のA2表を参照する。例題では、観測者の目の高さは2.5mなので、改正値は(−) 2.8′　である。

第21行　視高度改正　：　16°　39.2′

視高度は、六分儀による高度(第18行)と2つの主要な改正値、つまり器差改正値(第19行)と視高度改正値(第20行)を足し合わせて得ることができる。例題の改正値は16°　39.2′　である。

第22行　高度改正　：　(−)　3.2′

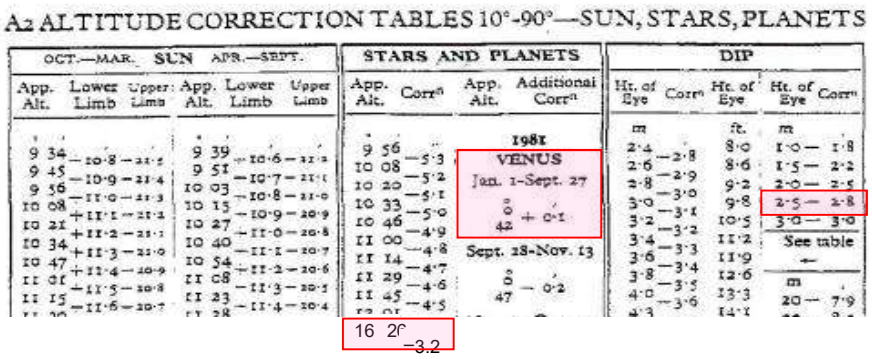
惑星の場合、図5-24に示す頁中央の[STARS AND PLANETS]の欄から改正値を読み取る。例題ではApp.Alt. 16°　39.2′に対する改正値として　-3.2′　を読み取る。

第23行　(±)　追加改正　：　(+)　0.1′

惑星の場合、図5-24に示す頁中央の[STARS AND PLANETS]の欄から改正値を読み取る。金星と火星の場合は特に表中に改正値が記載されている。例題では改正値として　+0.1′　を読み取る。

第24行　惑星(金星)の真高度 (H_0)　：　16°　36.1′

惑星(金星)の真高度は、地球の中心 (真水平) への改正を含めた全ての改正を行った後の六分儀の高度である。第21、22、23行を足し合わせることにより、16°　36.1′　を得る。


A2 ALTITUDE CORRECTION TABLES 10°-90°—SUN, STARS, PLANETS

OCT.—MAR. SUN APR.—SEPT.

App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb	App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb
° ′	′	′	° ′	′	′
9 34	−10·8	−21·5	9 39	−10·6	−21·3
9 45	−10·9	−21·4	9 51	−10·7	−21·1
9 56	−11·0	−21·3	10 03	−10·8	−21·0
10 08	+11·1	−21·2	10 15	−10·9	−20·9
10 21	+11·2	−21·1	10 27	−11·0	−20·8
10 34	+11·3	−21·0	10 40	−11·1	−20·7
10 47	+11·4	−20·9	10 54	−11·2	−20·6
11 01	−11·5	−20·8	11 08	−11·3	−20·5
11 15	−11·6	−20·7	11 23	−11·4	−20·4

STARS AND PLANETS			
App. Alt.	Corrⁿ	App. Alt.	Additional Corrⁿ
° ′	′		
9 56	−5·3		1981
10 08	−5·2		VENUS
10 20	−5·1		Jan. 1-Sept. 27
10 33	−5·0	° ′	
10 46	−4·9	42	+ 0·1
11 00	−4·8		Sept. 28-Nov. 13
11 14	−4·7		
11 29	−4·6	° ′	
11 45	−4·5	47	− 0·2
16 20	−3.2		

DIP			
Ht. of Eye	Corrⁿ	Ht. of Eye	Ht. of Eye	Corrⁿ
m		ft.	m	
2·4	−2·8	8·0	1·0 — 1·8	
2·6	−2·9	8·6	1·5 — 2·2	
2·8	−3·0	9·2	2·0 — 2·5	
3·0	−3·1	9·8	2·5 — 2·8	
3·2	−3·2	10·5	3·0 — 3·0	
3·4	−3·3	11·2	See table	
3·6	−3·4	11·9	←	
3·8	−3·5	12·6	m	
4·0	−3·6	13·3	20 — 7·9	

図5-24　高度改正表　A2

5.6.4　計算高度と修正差

第25行　天測計算表の金星の高度 (Hc) ： 16°　20.0′

第3行のプロット起点の仮定緯度【aLAT(PLOT)】、第10行の金星の赤緯【DEC】および第17行の金星の地方時角【LHA】の値を、天測計算表　PUB. NO. 249 【SIGHT REDUCTION TABLES　FOR AIR NAVIGATION】 Vol.2 [LATITUDES 0°　-40°　] または　Vol.3 [LATITUDES 39°　-89°　] に適用して、惑星(金星)の高度【Hc】を読み取る。

例題では、図5-25の天測計算表(Vol.2 /Vol.3)を用いて、第10行のDECが16°　57.3' なので、天測計算表PUB. NO. 249　Vol.2 [LATITUDES 0°　-40°　] を用い、LATが35°　のページから縦欄のLHAが279°　、横欄のDECが16°　の欄からHc　16°　20.0'　を得る。

なお、この欄にはHc、d および z の3つの値が記載されているが、d は次の第26行のDECの分値の増分で、Z は第30行の太陽の方位角で使用する。

第26行　DECの分値の増分 （Δd） ： 30.0′

第25行でHcと同時に、d 値として32を読み取る。次に、第10行のDECの分値である57.3'を1分に丸めて57' として、 d= 32/57 とフォームに記載しておく。

前掲の図5-8に示す天測計算表のTABLE 5 - 赤緯の分値に対する高度補正値表【Correction to Tabulated Altitude for Minutes of Declination】により横欄 d = 32、縦欄　DECの分値　57 の値である、30.0'　を得る。

第27行　計算高度 (Hc) ： 16°　50.0′

第25行と第26行を加えて、惑星(金星)の計算高度　16°　50.0'　を得る。

第28行　惑星(金星)の真高度 (H_o) ：16°　36.1′

第24行で求めた惑星(金星)の真高度を記入する。

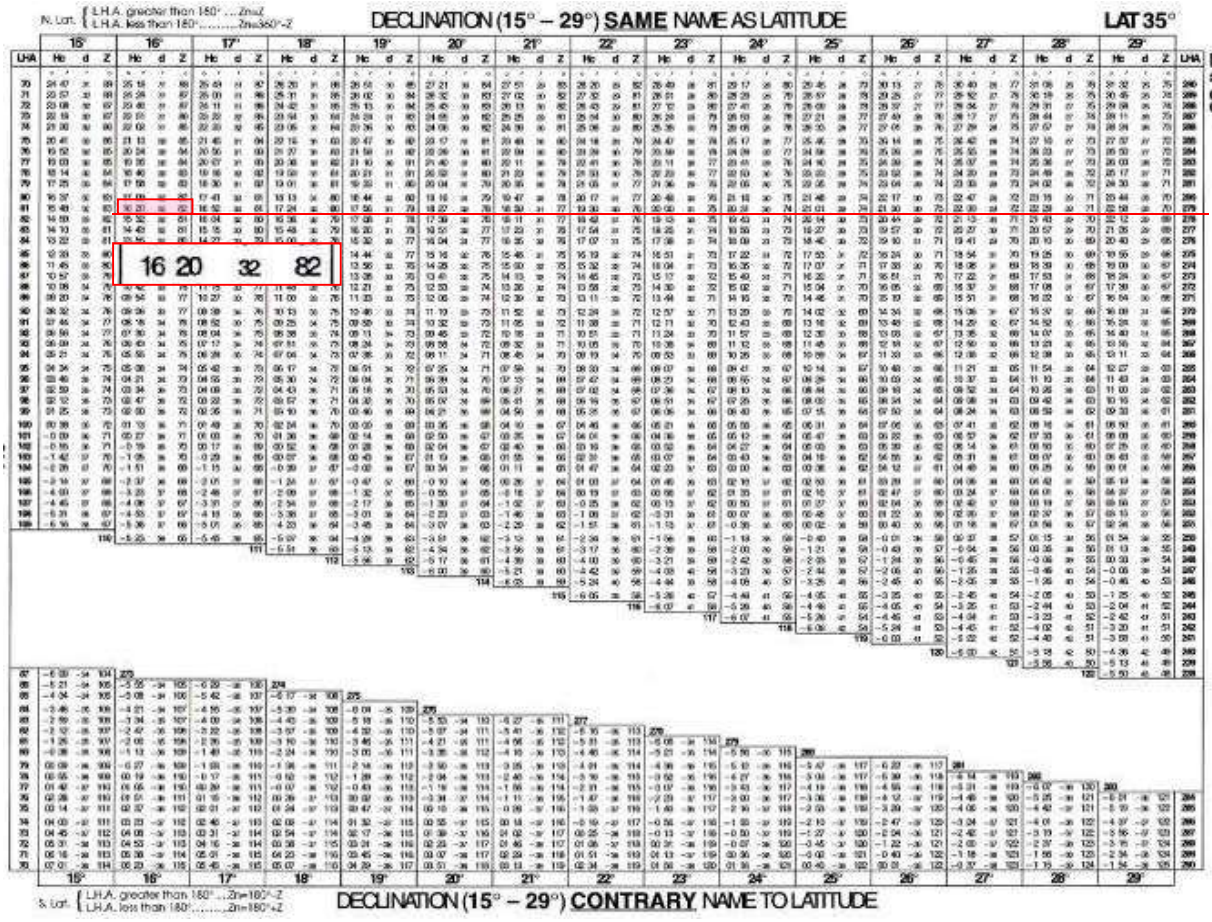


図5-25　天測計算表 【LAT 35°　同名】

第29行　修正差 (INTERCEPT [PLOT]) ： -13.9'

前掲の図5-3を参照して、惑星(金星)の真高度H0と計算高度Hcの角度を比較する。Hc>H0の場合、つまり天測による惑星(金星)の真高度H0が計算高度Hcよりも小さい場合、自艇は、惑星(金星)の方位角線上、より遠い地点に位置することなるため、UPSのプロット起点からマイナス方向に修正差(INTERCEPT)分　-13.9' 移動する。

第30行　惑星(金星)の方位角 (Zn) ： 082°

第25行で天測計算表により惑星（金星）の高度Hcを求める時に、同じ欄に記載されているZの値を用いて、惑星の方位角(Zn)を次式により計算する。

北半球　LHA＞180°　Zn = Z　　／　LHA＜180°　Zn = 360° － Z
南半球　LHA＞180°　Zn = 180° － Z　／　LHA＜180°　Zn = 180° ＋ Z

（第31行-第36行　北極星のみに使用。太陽、月、惑星、恒星では使わない。）

レビューテスト　5.6　位置の線航法 【惑星】

例題について、UPSを用いてEPを求めよ。

5.7 恒星による船位測定

ここでは、恒星を天測して、位置の線航法により自艇の位置を求める方法について述べる。使用する資料は天測暦と天測計算表(航空機用のHO249、Vol 1)である。

1981年7月13日　19時12分25秒 に、推定位置(DR) 北緯23° 25.0'、西経149° 15.0' において、恒星を天測した。六分儀高度は47° 57.1'、方位角は104° M であった。六分儀および時計に器差はない。偏差は6° W、眼高は2.5mとする。

第6章に詳述するスターファインダーを用いて、天測した恒星を判定したところ、Rasalhague(ラスアルハゲ)であることが判った （6.2.3 スターファインダー使用法2)。

v4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽・月・惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)								
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	Rasalhague /	098T	
1	DATE	DR位置における地方　年月日	○	○	○	1981 Y	7 M	13 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	23 °	25.0 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	23 °		N N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	149 °	15.0 '	W E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	19 h	12 m	25 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+/- +10 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	7/14 05 h	12 m	25 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		°	'	N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d= ↑ ↓	'	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】　HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	12 ° (月:HP=)	34.5 '	N N/S
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	96 °	28.8 '	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ♈(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	6 °	58.7 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	3 °	6.8 '	
14	+/- v/d correction	【月，惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHA♈	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHA♈ならば360を加える	○	○	○	10 °	5.5 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	149 °	5.5 '	W E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHA♈	地方時角 [=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(－)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	-139 °	/→ '	221 °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)								
18	hs	六分儀高度	○	○	○	47 °	57.1 '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	0.0 '	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-2.8 '	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	47 °	54.3 '	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-0.9 '	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	0.0 '	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	47 °	53.4 '	
HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正差)								
25	Hc	aLATとDEC,およびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】　天測計算表 HO249 Vol 2, Vol 3 【恒星】　天測計算表 HO249 Vol 1		○	○	47 °	59.0 '	
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d= /	'	
27	H_C	計算高度 [=25+26]		○	○	47 °	59.0 '	
28	H_O	真高度 [=24]		○	○	47 °	53.4 '	
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(－)する [＝28-27]		○	○	°	-5.6 '	
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球 LHA > 180° : Zn = Z / LHA<180° : Zn = 360° － Z 南半球 LHA > 180° : Zn = 180° －Z / LHA<180° : Zn = 180° ＋ Z 【恒星】　[25]で得た天測計算表のZn値		○	○	° 097	'	
31	H_O	[=24] 真高度	○			°	'	
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ポラリス表の最上段部から)	○			°	'	
33	a1	Lat(高度)の改正(ポラリス表中段部から)	○			°	'	
34	a2	Month(月)の改正(ポラリス最下段部から)	○			°	'	
35	Less 1 degree	(-1°) [31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 °	'	
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34-1°]	○			°	'	

図5-26 LOPフォーム （恒星）

EPOCH 2015

5.7.1 自艇位置、グリニッジ時および赤緯

図5-26はLOP共通フォームである。恒星の天測の場合には、青色で網掛けした項目に青字で記述された手順に従って数値を記入する。

第0行 天体と方位 (BODY/BEARING) ： Rosalhague / 98° T

恒星はRasalhagueで、方位角は磁針方位104° 、偏差6° Wであるから、真方位は104° − 6° = 98° T

第1行 日付け ： 1981年7月13日

推測位置の地方日付けを第1行に記入する。もし日付けをグリニッジ時間に変える場合には、記入した日付けの上に対角線を引き、グリニッジ時間をその上に記入する。これにより観測時の日付けが地方かグリニッジかの確認が容易になる。グリニッジ時間は天測暦を参照するときに使う。

第2行 推測緯度 ： 23° 25.0′ N

推測緯度は、最後の実測位置から予想あるいは仮定したコースと速度を図上に描くことにより得ることができる。もし実測位置が不明なら、単に推測して計算を続けるだけである。天文航法の良さは、「今どこに居るかを知っている必要は無い − どこの居るかを見つけることにある。」という点である。
海図に描いた自艇の推測緯度は、約23° 25.0′ N である。

第3行 プロット起点の緯度 ： 23°

DR緯度を1° 単位に丸めた仮定緯度。位置の線航法において、ユニバーサルプロットシート(UPS)上の緯度の起点となる緯度。第2行の23° 25.0′を四捨五入して、23° に丸める。

第4行 推測経度 ： 149° 15.0′ W

推測経度は、第2行と同様に、約149° 15.0′ W である。

第5行 地方時間 ： 19時 12分 25秒

これは恒星の観測地方平均時間で、秒の単位まで正確に記入する。例題では、恒星は地方平均時間 19時 12分 25秒 に観測された。

第6行 (±) タイムゾーン値 ： +10

タイムゾーン値はこのテキストの図1-21から得ることができる。自艇は概ね西経149度に位置しているので、タイムゾーン値 (ZD) は +10 である。タイムゾーンは15° 幅なので、このゾーン値を得るには、この経度を15で割ればよい。

第7行 グリニッジ時 ： 7月14日 05時 12分 25秒

観測時のグリニッジ時 (GMT) は、単純にタイムゾーン値を地方平均時間に加えればよい。例題では、グリニッジ時間として 7月14日 05時 12分 25秒を得る。

(第8行 恒星では使わない)

(第9行 恒星では使わない)

138 1981 JULY 12, 13, 14 (SUN., MON., TUES.)

G.M.T.	ARIES G.H.A.	VENUS −3.3 G.H.A.	Dec.	MARS +1.7 G.H.A.	Dec.	JUPITER −1.5 G.H.A.	Dec.	SATURN +1.2 G.H.A.	Dec.
d h	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
12 00	289 48.1	152 04.0	N17 57.6	204 31.7	N23 46.9	106 15.2	S 0 09.9	105 05.2	N 0 32.0
01	304 50.5	167 03.4	56.7	219 32.3	47.0	121 17.4	10.1	120 07.5	31.9
02	319 53.0	182 02.8	55.9	234 32.9	47.1	136 19.6	10.2	135 09.9	31.9
03	334 55.5	197 02.3	·· 55.0	249 33.5	·· 47.2	151 21.8	·· 10.3	150 12.2	·· 31.8
04	349 57.9	212 01.7	54.1	264 34.1	47.3	166 24.0	10.4	165 14.5	31.7
05	5 00.4	227 01.1	53.2	279 34.7	47.4	181 26.2	10.6	180 16.9	31.7
06	20 02.8	242 00.5	N17 52.3	294 35.3	N23 47.4	196 28.4	S 0 10.7	195 19.2	N 0 31.6
07	35 05.3	256 59.9	51.4	309 35.9	47.5	211 30.6	10.8	210 21.5	31.5
08	50 07.8	271 59.4	50.5	324 36.5	47.6	226 32.8	10.9	225 23.9	31.5
S 09	65 10.2	286 58.8	·· 49.6	339 37.1	·· 47.7	241 34.9	·· 11.1	240 26.2	·· 31.4
U 10	80 12.7	301 58.2	48.7	354 37.7	47.8	256 37.1	11.2	255 28.5	31.3
N 11	95 15.2	316 57.6	47.8	9 38.3	47.8	271 39.3	11.3	270 30.9	31.3
D 12	110 17.6	331 57.1	N17 46.9	24 38.9	N23 47.9	286 41.5	S 0 11.5	285 33.2	N 0 31.2
A 13	125 20.1	346 56.5	46.0	39 39.5	48.0	301 43.7	11.6	300 35.5	31.1
Y 14	140 22.6	1 55.9	45.1	54 40.1	48.1	316 45.9	11.7	315 37.8	31.1
15	155 25.0	16 55.3	·· 44.2	69 40.8	·· 48.1	331 48.1	·· 11.8	330 40.2	·· 31.0
16	170 27.5	31 54.8	43.3	84 41.4	48.2	346 50.3	12.0	345 42.5	30.9
17	185 29.9	46 54.2	42.4	99 42.0	48.3	1 52.5	12.1	0 44.8	30.9
18	200 32.4	61 53.6	N17 41.5	114 42.6	N23 48.4	16 54.7	S 0 12.2	15 47.2	N 0 30.8
19	215 34.9	76 53.1	40.6	129 43.2	48.4	31 56.8	12.4	30 49.5	30.7
20	230 37.3	91 52.5	39.7	144 43.8	48.5	46 59.0	12.5	45 51.8	30.7
21	245 39.8	106 51.9	·· 38.8	159 44.4	·· 48.6	62 01.2	·· 12.6	60 54.2	·· 30.6
22	260 42.3	121 51.3	37.9	174 45.0	48.7	77 03.4	12.7	75 56.5	30.5
23	275 44.7	136 50.8	37.0	189 45.6	48.7	92 05.6	12.9	90 58.8	30.5
13 00	290 47.2	151 50.2	N17 36.1	204 46.2	N23 48.8	107 07.8	S 0 13.0	106 01.1	N 0 30.4
01	305 49.7	166 49.6	35.1	219 46.8	48.9	122 10.0	13.1	121 03.5	30.3
02	320 52.1	181 49.1	34.2	234 47.4	49.0	137 12.2	13.3	136 05.8	30.3
03	335 54.6	196 48.5	·· 33.3	249 48.0	·· 49.0	152 14.3	·· 13.4	151 08.1	·· 30.2
04	350 57.1	211 47.9	32.4	264 48.6	49.1	167 16.5	13.5	166 10.5	30.1
05	5 59.5	226 47.4	31.5	279 49.2	49.2	182 18.7	13.6	181 12.8	30.1
06	21 02.0	241 46.8	N17 30.6	294 49.8	N23 49.3	197 20.9	S 0 13.8	196 15.1	N 0 30.0
07	36 04.4	256 46.2	29.7	309 50.4	49.3	212 23.1	13.9	211 17.4	29.9
08	51 06.9	271 45.7	28.8	324 51.0	49.4	227 25.3	14.0	226 19.8	29.9
M 09	66 09.4	286 45.1	·· 27.8	339 51.6	·· 49.5	242 27.5	·· 14.2	241 22.1	·· 29.8
O 10	81 11.8	301 44.6	26.9	354 52.3	49.5	257 29.6	14.3	256 24.4	29.7
N 11	96 14.3	316 44.0	26.0	9 52.9	49.6	272 31.8	14.4	271 26.8	29.7
D 12	111 16.8	331 43.4	N17 25.1	24 53.5	N23 49.7	287 34.0	S 0 14.6	286 29.1	N 0 29.6
A 13	126 19.2	346 42.9	24.2	39 54.1	49.8	302 36.2	14.7	301 31.4	29.5
Y 14	141 21.7	1 42.3	23.3	54 54.7	49.8	317 38.4	14.8	316 33.7	29.4
15	156 24.2	16 41.8	·· 22.3	69 55.3	·· 49.9	332 40.6	·· 14.9	331 36.1	·· 29.4
16	171 26.6	31 41.2	21.4	84 55.9	50.0	347 42.7	15.1	346 38.4	29.3
17	186 29.1	46 40.6	20.5	99 56.5	50.0	2 44.9	15.2	1 40.7	29.2
18	201 31.6	61 40.1	N17 19.6	114 57.1	N23 50.1	17 47.1	S 0 15.3	16 43.0	N 0 29.2
19	216 34.0	76 39.5	18.6	129 57.7	50.2	32 49.3	15.5	31 45.4	29.1
20	231 36.5	91 39.0	17.7	144 58.3	50.2	47 51.5	15.6	46 47.7	29.0
21	246 38.9	106 38.4	·· 16.8	159 58.9	·· 50.3	62 53.7	·· 15.7	61 50.0	·· 29.0
22	261 41.4	121 37.9	15.9	174 59.5	50.4	77 55.8	15.9	76 52.4	28.9
23	276 43.9	136 37.3	14.9	190 00.1	50.4	92 58.0	16.0	91 54.7	28.8
14 00	291 46.3	151 36.7	N17 14.0	205 00.7	N23 50.5	108 00.2	S 0 16.1	106 57.0	N 0 28.8
01	306 48.8	166 36.2	13.1	220 01.4	50.6	123 02.4	16.3	121 59.3	28.7
02	321 51.3	181 35.6	12.2	235 02.0	50.6	138 04.6	16.4	137 01.7	28.6
03	336 53.7	196 35.1	·· 11.2	250 02.6	·· 50.7	153 06.8	·· 16.5	152 04.0	·· 28.6
04	351 56.2	211 34.5	10.3	265 03.2	50.7	168 08.9	16.6	167 06.3	28.5
05	6 58.7	226 34.0	09.4	280 03.8	50.8	183 11.1	16.8	182 08.6	28.4
06	22 01.1	241 33.4	N17 08.4	295 04.4	N23 50.9	198 13.3	S 0 16.9	197 11.0	N 0 28.3
07	37 03.6	256 32.9	07.5	310 05.0	50.9	213 15.5	17.0	212 13.3	28.3
08	52 06.0	271 32.3	06.6	325 05.6	51.0	228 17.7	17.2	227 15.6	28.2
T 09	67 08.5	286 31.8	·· 05.6	340 06.2	·· 51.1	243 19.8	·· 17.3	242 17.9	·· 28.1
U 10	82 11.0	301 31.2	04.7	355 06.8	51.1	258 22.0	17.4	257 20.3	28.1
E 11	97 13.4	316 30.7	03.8	10 07.4	51.2	273 24.2	17.6	272 22.6	28.0
S 12	112 15.9	331 30.1	N17 02.8	25 08.0	N23 51.2	288 26.4	S 0 17.7	287 24.9	N 0 27.9
D 13	127 18.4	346 29.6	01.9	40 08.6	51.3	303 28.6	17.8	302 27.2	27.9
A 14	142 20.8	1 29.0	00.9	55 09.3	51.4	318 30.7	18.0	317 29.6	27.8
Y 15	157 23.3	16 28.5	17 00.0	70 09.9	·· 51.4	333 32.9	·· 18.1	332 31.9	·· 27.7
16	172 25.8	31 27.9	16 59.1	85 10.5	51.5	348 35.1	18.2	347 34.2	27.6
17	187 28.2	46 27.4	58.1	100 11.2	51.5	3 37.3	18.4	2 36.5	27.6
18	202 30.7	61 26.9	N16 57.2	115 11.7	N23 51.6	18 39.5	S 0 18.5	17 38.8	N 0 27.5
19	217 33.2	76 26.3	56.2	130 12.3	51.7	33 41.6	18.6	32 41.2	27.4
20	232 35.6	91 25.8	55.3	145 12.9	51.7	48 43.8	18.8	47 43.5	27.4
21	247 38.1	106 25.2	·· 54.4	160 13.5	·· 51.8	63 46.0	·· 18.9	62 45.8	·· 27.3
22	262 40.5	121 24.7	53.4	175 14.1	51.8	78 48.2	19.0	77 48.1	27.2
23	277 43.0	136 24.1	52.5	190 14.7	51.9	93 50.3	19.2	92 50.5	27.2
Mer. Pass.	h m 4 36.1	v −0.6	d 0.9	v 0.6	d 0.1	v 2.2	d 0.1	v 2.3	d 0.1

STARS Name	S.H.A. ° ′	Dec. ° ′
Acamar	315 37.0	S40 22.6
Achernar	335 44.9	S57 19.6
Acrux	173 36.7	S63 00.0
Adhara	255 32.1	S28 56.8
Aldebaran	291 17.6	N16 28.3
Alioth	166 42.1	N56 04.0
Alkaid	153 18.0	N49 24.7
Al Na'ir	28 13.9	S47 02.9
Ainilam	276 11.4	S 1 12.8
Alphard	218 20.3	S 8 34.6
Alphecca	126 31.4	N26 46.9
Alpheratz	358 08.6	N28 59.1
Altair	62 31.6	N 8 49.2
Ankaa	353 39.6	S42 24.2
Antares	112 55.9	S26 23.5
Arcturus	146 17.9	N19 17.0
Atria	108 19.2	S68 59.6
Avior	234 28.6	S59 27.1
Bellatrix	278 58.4	N 6 20.0
Betelgeuse	271 28.0	N 7 24.2
Canopus	264 07.5	S52 41.1
Capella	281 10.9	N45 58.6
Deneb	49 47.6	N45 12.8
Denebola	182 58.6	N14 40.7
Diphda	349 20.3	S18 05.2
Dubhe	194 21.9	N61 51.4
Elnath	278 43.8	N28 35.4
Eltanin	90 57.0	N51 29.7
Enif	34 10.8	N 9 47.4
Fomalhaut	15 50.6	S29 43.1
Gacrux	172 28.2	S57 00.7
Gienah	176 17.5	S17 26.3
Hadar	149 22.4	S60 17.2
Hamal	328 28.4	N23 22.3
Kaus Aust.	84 15.7	S34 23.6
Kochab	137 18.6	N74 14.3
Markab	14 02.4	N15 06.2
Menkar	314 40.7	N 4 01.0
Menkent	148 36.3	S36 16.8
Miaplacidus	221 45.7	S69 38.6
Mirfak	309 15.6	N49 47.5
Nunki	76 28.1	S26 19.2
Peacock	53 56.9	S56 47.6
Pollux	243 57.9	N28 04.3
Procyon	245 25.5	N 5 16.4
Rasalhague	96 28.8	N12 34.5
Regulus	208 09.7	N12 03.6
Rigel	281 35.8	S 8 13.4
Rigil Kent.	140 24.8	S60 45.6
Sabik	102 40.2	S15 42.1
Schedar	350 08.3	N56 25.8
Shaula	96 54.6	S37 05.4
Sirius	258 55.6	S16 41.4
Spica	158 56.9	S11 03.8
Suhail	223 10.8	S43 21.5
Vega	80 55.0	N38 46.1
Zuben'ubi	137 32.3	S15 57.9

	S.H.A. ° ′	Mer. Pass. h m
Venus	221 03.0	13 53
Mars	273 59.0	10 21
Jupiter	176 20.6	16 49
Saturn	175 13.9	16 53

図5-27 天測暦（恒星）1981年7月14日

第10行　恒星のDEC　：　12°　34.5' N

図5-27に示す天測暦より、1981年7月14日の右側に掲載された恒星Rosalhagueの赤緯(DEC)、N12°　34.5'　を読み取る。DECは以降の計算には使わない。

第11行　恒星時角　SHA　：　96°　28.8'

図5-27に示す天測暦より、1981年7月14日の右側に掲載された恒星Rosalhagueの恒星時角(SHA)、96°　28.8'を読み取る。
DECが29°　以下の恒星に対して、天測計算表HO249、Vol2、3を参照して位置を求める場合には、第15行で当該恒星のGHAを計算するために、このSHAに第12行～第14行を足し合わせるが、Vol1を参照して位置を求める場合にはこのSHAは使用しない。

5.7.2　春分点の地方時角

第12行 春分点のグリニッジ時角　♈（時）：　6°　58.7′

図5-27に示す天測暦より、1981年7月14日、GMT(UT) 05時の春分点のグリニッジ時角、6°　58.7'　を読み取る。

第13行　春分点のグリニッジ時角の増分　♈（分、秒）：　3°　06.8′

第7行のGMTの分秒に対する時間増分(INCREMENTS AND CORRECTION) 12分25秒の3°　06.8'　を読み取り、記録する。

（第14行　恒星では使わない）

第15行　春分点のグリニッジ時角合計　♈（時、分、秒）：　10°　05.5′

第12行、第13行および第14行を足し合わせることにより、恒星の観測時の春分点のグリニッジ時角の合計を得る。例題では10°　05.5'となる。

第16行　±　プロット経度　：　149°　05.5′　W

第4行目の推測経度149°　15.0' Wに最も近い経度で、第15行の恒星の合計GHAに対して、東経の場合には加え、西経の場合には引いて、1°　の単位に丸められるように、プロット起点としての仮定経度を計算する。例題では、西経なので引いて、分秒位が60.0' (あるいは00.0')になる経度として、149°　05.5' Wを得る。

第17行　春分点のの地方時角　：　-139°　→　221°

第15行から第16行を引いて、春分点の地方時角LHA　-139°　を得る。第15行と第16行の加減の計算結果がマイナスの場合には360°　を加えるため、例題では221°　となる。

5.7.3　六分儀の改正

第18行 六分儀高度 (hs)　：　47°　57.1′

六分儀高度 (hs) は、六分儀で計測された観測者から見た地平線上の天体の、改正前の高度である。例題では、改正前の六分儀高度は、47°　57.1′　である。

第19行 ± 器差改正 (IC)　：　(+) 0.0′

器差改正は、望遠鏡と動鏡及び水平鏡で得られる水平線の連続直線性で確認される、六分儀そのものが持つ誤差である。例題では、器差は無い。つまり　0.0′　である。

第20行 (−) 眼高差改正 (DIP) : (−) 2.8′

眼高改正は、図5-28に示す天測暦のA2表を参照する。例題では、観測者の目の高さは2.5mなので、改正値は(−) 2.8′ である。

第21行 視高度改正 : 47° 54.3'

視高度は、六分儀による高度(第18行)と2つの主要な改正値、つまり器差改正値(第19行)と視高度改正値(第20行)を足し合わせて得ることができる。例題の改正値は47° 54.3′ である。

第22行 高度改正 : (−) 0.9′

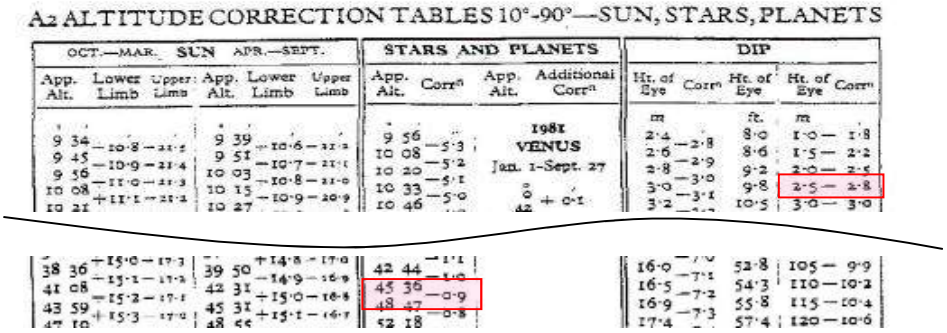
恒星の場合、図5-28に示す頁中央の[STARS AND PLANETS]の欄から改正値を読み取る。例題では改正値として −0.9′ を読み取る。

第23行 (±) 追加改正 : 0′

この追加改正は、天測暦のA4頁に掲載されている状況に対して必要となる。この改正は、非正常な大気状態での天体の観測において、視界が十分に確保されない場合などに、稀に必要となる改正である。

第24行 恒星の真高度 (H_0) : 47° 53.4′

恒星の真高度は、地球の中心 (真水平) への改正を含めた全ての改正を行った後の六分儀の高度である。第21、22、23行を足し合わせることにより、47° 53.4′ を得る。


A2 ALTITUDE CORRECTION TABLES 10°-90°—SUN, STARS, PLANETS

OCT.—MAR. SUN APR.—SEPT.						STARS AND PLANETS				DIP			
App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb	App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb	App. Alt.	Corrⁿ	App. Alt.	Additional Corrⁿ	Ht. of Eye	Corrⁿ	Ht. of Eye	Ht. of Eye Corrⁿ
									1981	m		ft.	m
9 34	−10·8	−21·5	9 39	−10·6	−21·2	9 56	−5·3		VENUS	2·4	−2·8	8·0	1·0 — 1·8
9 45	−10·9	−21·4	9 51	−10·7	−21·1	10 08	−5·2		Jan. 1–Sept. 27	2·6	−2·9	8·6	1·5 — 2·2
9 56	−11·0	−21·3	10 03	−10·8	−21·0	10 20	−5·1		° ′	2·8	−3·0	9·2	2·0 — 2·5
10 08	+11·1	−21·2	10 15	−10·9	−20·9	10 33	−5·0		42 + 0·1	3·0	−3·1	9·8	2·5 — 2·8
10 21			10 27			10 46				3·2		10·5	3·0 — 3·0
38 36	+15·0	−17·3	39 50	+14·8	−17·0	42 44				16·0		52·8	10·5 — 9·9
41 08		−17·2	42 31	−14·9	−16·9	45 36	−5·0			16·5	−7·1	54·3	11·0 — 10·2
43 59	+15·2	−17·1	45 31	+15·0	−16·8	48 47	−0·9			16·9	−7·2	55·8	11·5 — 10·4
47 10	+15·3	−17·0	48 56	+15·1	−16·7	52 18	−0·8			17·4	−7·3	57·4	12·0 — 10·6

図5-28 高度改正表 A2

5.7.4 計算高度と修正差

第25行 天測計算表の恒星の高度 (Hc) : 47° 59.0′【天測計算表Vol.1 EPOCH2015】

第3行のプロット起点の仮定緯度【aLAT(PLOT)】、第17行の恒星の地方時角【LHA】の値を、天測計算表 PUB. NO. 249 【SIGHT REDUCTION TABLES FOR AIR NAVIGATION】 Vol.1 に適用して、恒星 Rasalhagueの高度【Hc】を読み取る。

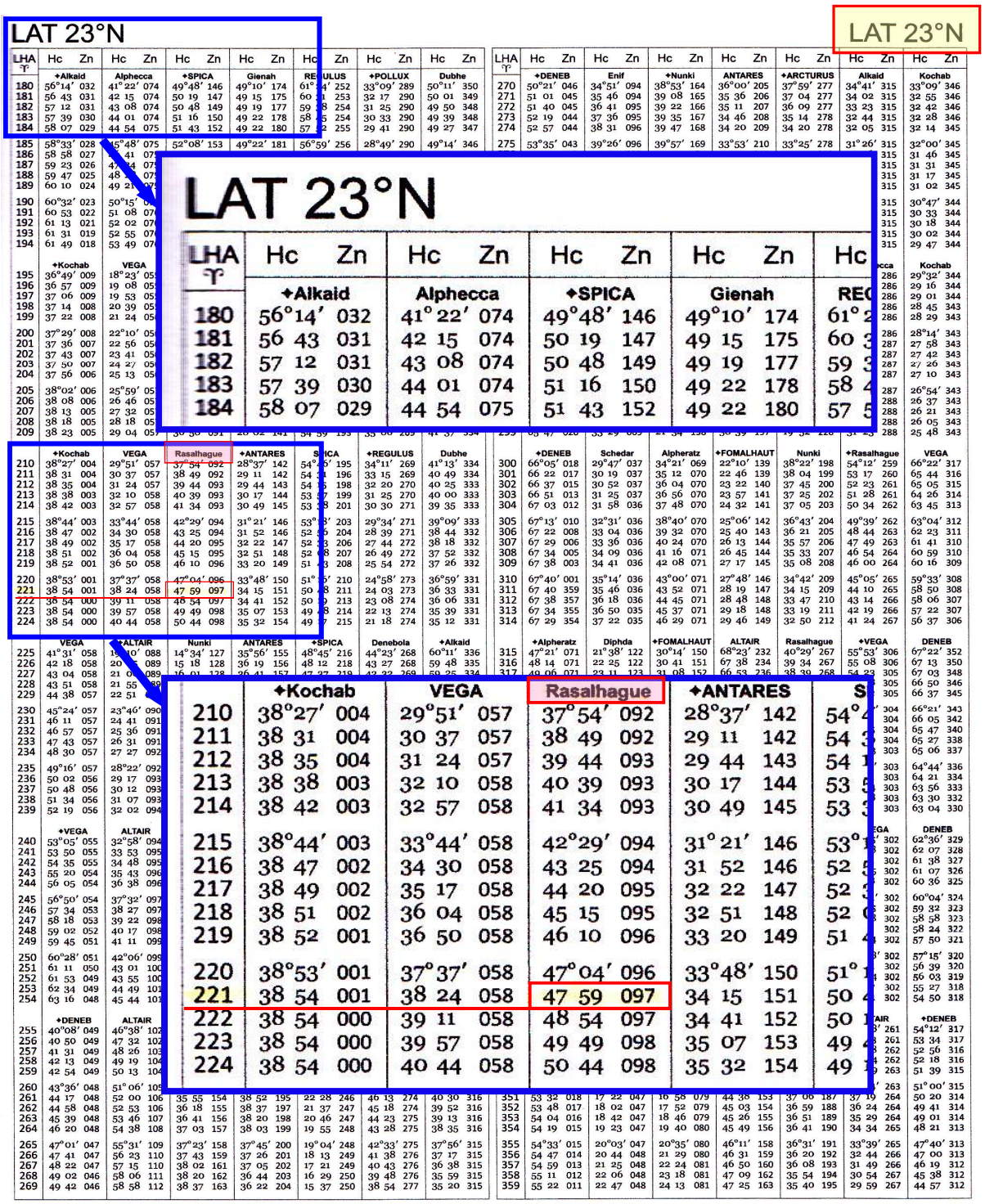
例題では、図5-29の天測計算表(Vol.1)を用いて、第3行のLATが23° Nで、第17行のLHAが221° より Hc 47° 59.0′ を得る。

(第26行 恒星では使わない)

第27行 計算高度 (Hc) : 47° 59.0′

第25行より、恒星の計算高度 47° 59.0′ を得る。

HO249 V1 EPOCH2015.0 (天測計算表　恒星用)



115

図5-29　天測計算表【Vol 1　恒星】

第28行　恒星の真高度（H_0）：47°　53.4′

第24行で求めた恒星の真高度を記入する。

第29行　修正差（INTERCEPT [PLOT]）：-5.6'

前掲の図5-3を参照して、恒星の真高度H0と計算高度Hcの角度を比較する。Hc>H0の場合、つまり天測による恒星の真高度H0が計算高度Hcよりも小さい場合、自艇は、恒星の方位角線上、より遠い地点に位置することなるため、UPSのプロット起点からマイナス方向に修正差(INTERCEPT)分 -5.6' 移動する。

第30行　恒星の方位角（Zn）：097°

第25行で天測計算表により恒星の高度Hcを求める時に、同じ欄に記載されているZnの値。

（第31行-第36行　北極星のみに使用。太陽、月、惑星、恒星では使わない。）

レビューテスト　5.7　位置の線航法【恒星】

例題について、UPSを用いてEPを求めよ。

第6章　スターファインダー

6.1　スターファインダーの使用目的

スターファインダーには大きく分けて二つの使用目的が考えられる。

1．一つは天測を行う前に、天測を予定している天体の方位角(Zn)と高度(Alt)を把握するためである。

なぜなら薄明時に見えるあまたの星から、その場で目的の星を探すのは経験者でも容易ではない。しかし観測する天体の高度が事前に判明していれば、予め六分儀を天体の高度に設定することができる。そしてハンドベアリングコンパスに偏差を加味して天体の方位を決め、六分儀をその方位に合わせる。するとスコープを覗けば、視野の範囲に目的の星がすでに現れている。あとはマイクロメーターを動かすだけで、六分儀高度を得ることができるだろう。太陽の観測以外では、スコープを覗きながら天体を探すことは困難である。ヨットはヒールし、ローリングしている。そんな中で六分儀のインデックスバーを動かして、スコープの限られた視野の中から目的の天体を決定することは難しい。

また方位角を事前に把握することは、天測結果による位置の精度を上げるうえでも重要である。天測する複数の天体は、それぞれの方位角が、なるべく90度に近く交わるように選ぶべきである。なぜならLOPの交差角が鋭角では、プロットした時の位置の精度が下がるためである。事前に方位角を知ることで、適切な観測天体を選ぶことが出来る。

2．二つ目の目的は、天測後に天測した天体の名称を確定するためである。

星と月の天測は、水平線と天体が同時に視認できる薄明時の約30分間に行う。限られた時間内に、素早く複数の天測を行わねばならない。限られた時間であるだけに、予定した天体が雲に覆われることが往々にしてある。そのような時には直ちに別の天体を探して、天測対象を切り替えなければならない。別の天体とは、57個の航海用常用恒星から選択するわけである。しかし雲の切れ目から見えるいくつかの天体が、どの天体であるかを瞬時にその場で判断することは難しい。

貴重な天測機会を活かして、その結果を位置決定につなげるためには、天測した星を後から判定する必要が生じるのである。

潮流の影響が大きい海域を陸地へ接近する時は、推測航法で得たDRだけでは、確信を持つことができにくい。このような時には、位置の決定は航海術上の重要な判断の要素となる。そのような時に、例え一度の天測による一本のLOPが得られただけであっても、大切な成果となる。ランニングフィックスを使えば、DRに比べてより確かな位置となるEPを得ることができるからである。ナビゲーターは常に現在位置の確度を上げるように、あらゆる機会を活かさねばならない。

スターファインダーにも複数の種類があるが、ここでは米国政府が著作権を有して民間企業が販売している Star Finder 2102-Dを使用する （図6-1）。

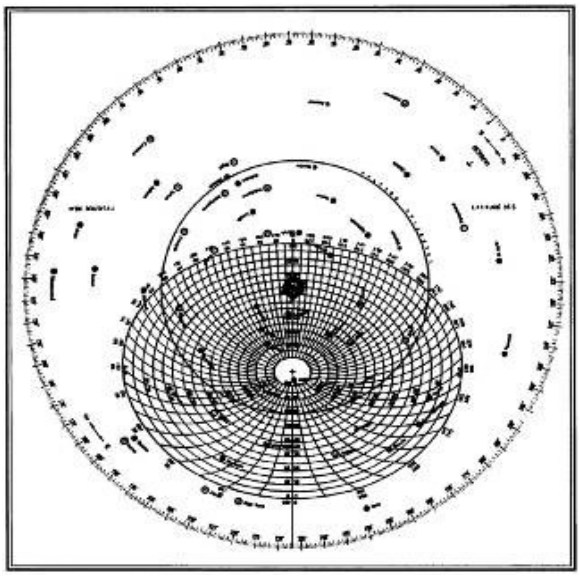


図6-1　スターファインダー

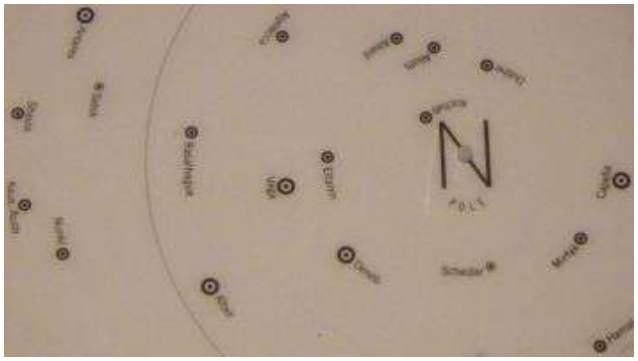


図6-2　　スターファインダーの恒星円盤（北半球側）

6.2 スターファインダーの使用法

6.2.1 スターファインダーの構成

スターファインダーは、3種類のプラスチック製の円盤で構成されている。

1. 恒星円盤は、中心にNと大きく記載されている面が北半球用であり、Sと書かれている面は南半球用である。両面には合わせて57個の天測に使用する常用恒星の名称と位置が記載されている。恒星の等級が明るいものほど、天体の位置を囲んだ丸印が大きく表示されている。

太陽、月、惑星については表示されていないが、天測暦からGHAとDec及びSHAを引用することによって、鉛筆で天体の位置を記入することができるようになっている。
また中心に突起が設けてあり、2と3の円盤の穴を突起にはめて使用する。

2. 緯度円盤は5度から始まる10度ごとに9枚で構成される透明な円盤である。円盤には青色の目盛が表示されている。この円盤は現在のDR位置に該当する緯度に近い円盤を選択して、1の恒星円盤にはめて回転させることで恒星の方位角と高度を読み取る。北半球ではLATITUDE Nが見える側を表にして使う。南半球ではLATITUDE Sが見える側を使う。

3. DEC円盤は赤色目盛が表示され、月や惑星の方位角と高度を知るために、1の恒星円盤の上に乗せて使用する。天測暦の該当ページから値を調べて、円盤の切り目から鉛筆で惑星の位置を恒星円盤上に記入する。そのための計算方法は後述する。

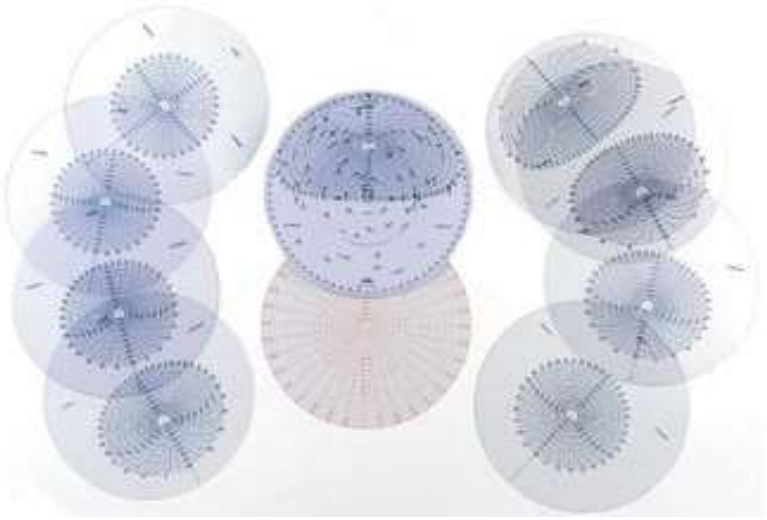


図6-3 Star Finder 2102-D

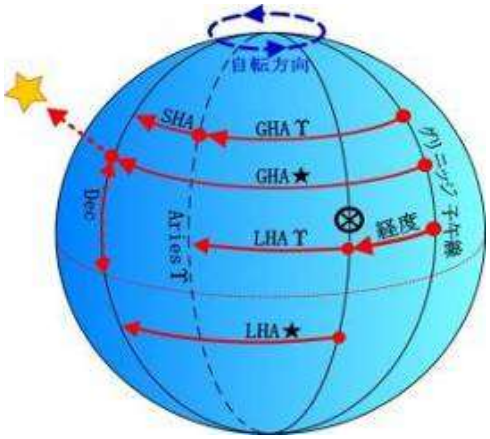


図6-4 GHAとLHAとAries♈(西経)

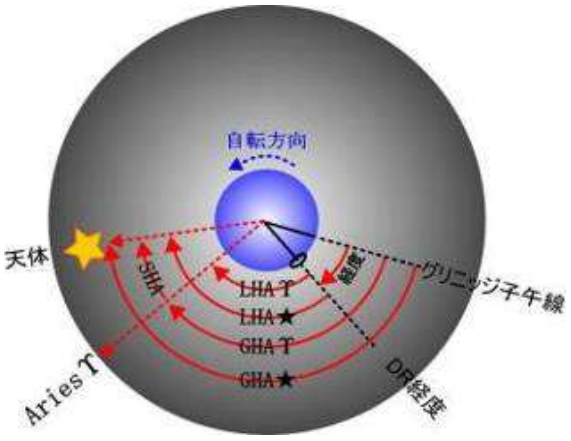


図6-5 GHAとAries♈(西経)を天の北極から見る

6.2.2 スターファインダーの使用法1－天測予定天体の方位角と高度を調べる

1．観測時刻をGMTに改正してGHAϒを求める。GHAϒは天測暦の恒星の当日ページを参照する。

2．DR経度から、LHAϒを求める。LHAϒ＝GHAϒ＋DR Long (E)またはLHAϒ＝GHAϒ－DR Long (W)
　　結果が－となったときは360°を加え、360°より大きい時は360度を引く。

3．現在位置に近い緯度に合致する緯度円盤を恒星円盤に重ねる。

4．恒星円盤の外周の目盛をLHAϒとして、そこへ緯度円盤の矢印を合わせる。

なお,スターファインダーの緯度円盤は10°ごとに分割されているなどの理由により、誤差範囲はプラスマイナス3度と考える。

練習問題 1

1981年1月9日GMT1630時、DR位置21° S, 145° Eとして、適切な5個の航海用常用恒星の方位角(Zn)と高度(Alt)をスターファインダーから求めよ （スターファインダーのカバー裏面例題と同一）。

解答

Canopus	Zn 220°	Alt 47°
Sirius	Zn 276°	Alt 51°
Spica	Zn 087°	Alt 33°
Regulus	Zn 015°	Alt 51°
Pollux	Zn 334°	Alt 31°

v4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽,月,惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)						スターファインダー 練習問題1		
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	/		
1	DATE	DR位置における地方 年月日	○	○	○	1981 Y	1 M	9 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	21 °	0.0 '	S N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	°		N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	145 °	0.0 '	E E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	h	m	s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	16 h	30 m	0 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		°	'	N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d= ↑↓	'	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】 HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	°	'	N/S (月:HP=)
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ϒ(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	349 °	6.0 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	7 °	31.2 '	
14	+/- v/d correction	【月, 惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHAϒ	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHAϒならば360を加える	○	○	○	356 °	37.2 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	145 °	0.0 '	E E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHAϒ	地方時角 [=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(－)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	501 °	37.2 ' /→	141.6 °

図6-6 練習問題1 LOPフォーム

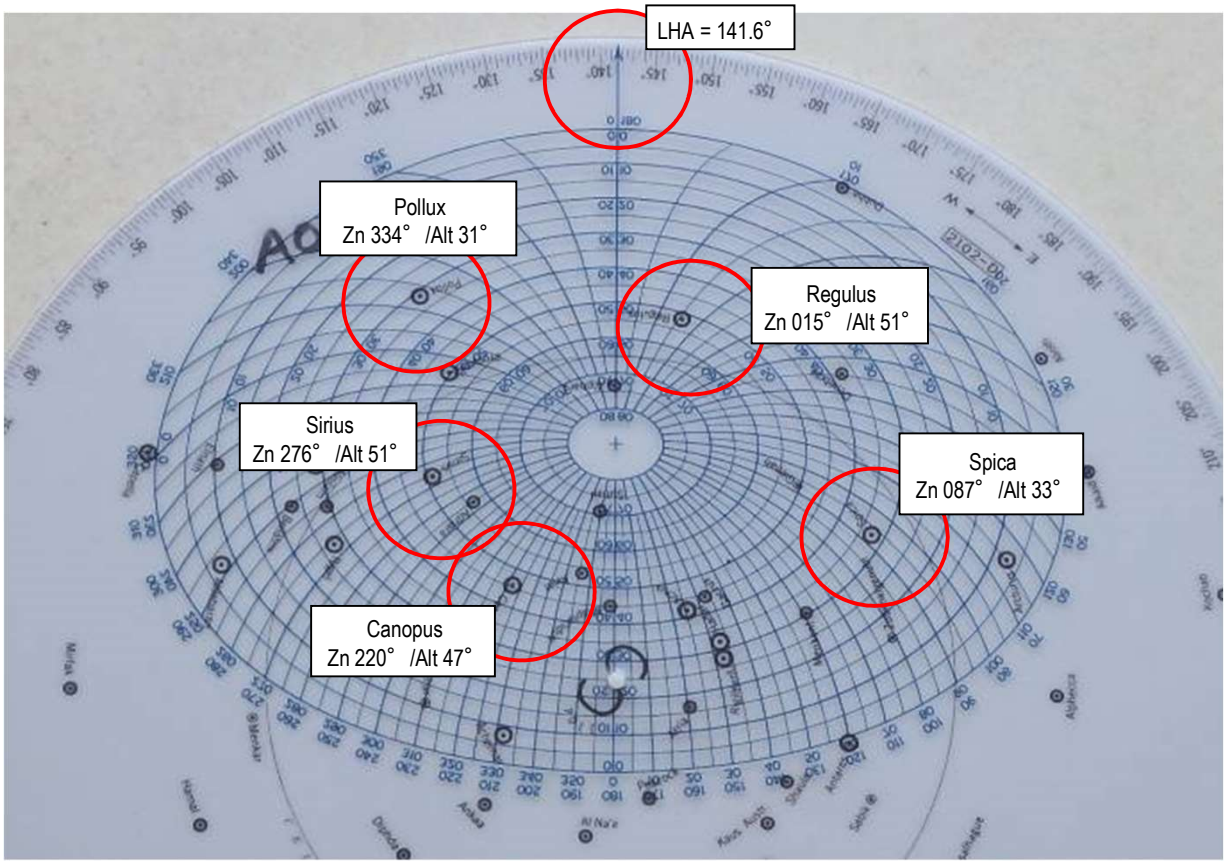


図6-7　練習問題1　スターファインダー

6.2.3　スターファインダーの使用法2－天測後に方位角と高度から天体を判定する

1．名称が不明な観測天体の、それぞれの六分儀高度とハンドベアリングコンパスで測った方位角とを、観測時刻とともに記録する。

2．観測天体の方位角に偏差を加味して、真方位を求めておく。偏差は小縮尺のチャートやパイロットチャートに記載されている。

3．観測時刻からGMTを求める。

4．天測暦から観測時刻のGHAϒを求める。

5．DR経度から、LHAϒを求める。

6．恒星円盤の外周の目盛をLHAϒとして、そこへ緯度円盤の矢印を合わせる。

練習問題 2

DR＝23° 35’N、149° 15’W、地方時1981年7月13日19h-12m-25sにおいて観測した恒星の六分儀高度は47° 57.1’、方位角は104° Mであった。天体を判別せよ。六分儀および時計には器差はない。眼高は2.5mである。偏差は、ここでは6° Wとする。

解答

Zn = 104° M − 6° W = 098° T
天体名称 Rasalhague （ラスアルハゲ）

v4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽,月,惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)						スターファインダー 練習問題2		
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	Rasalhague (答え) /	098° T	
1	DATE	DR位置における地方 年月日	○	○	○	1981 Y	7 M	13 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	23 °	35.0 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	°		N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	149 °	15.0 '	W E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	19 h	12 m	25 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+10 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	7/14 5 h	12 m	25 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		°	'	N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d= ↑↓	'	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】 HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	° (月:HP=	')	N/S
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ϒ(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	6 °	58.7 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	3 °	6.8 '	
14	+/- v/d correction	【月, 惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHAϒ	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHAϒならば360を加える	○	○	○	10 °	5.5 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	-149 °	15.0 '	W E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHAϒ	地方時角 [=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(ー)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	-139 °	9.5 '	220.8 °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)								
18	hs	六分儀高度	○	○	○	47 °	57.1 '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	0.0 '	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	2.5m °	-2.8 '	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	47 °	54.3 '	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-0.9 '	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	0.0 '	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	47 °	53.4 '	

図6-8 練習問題2 LOPフォーム

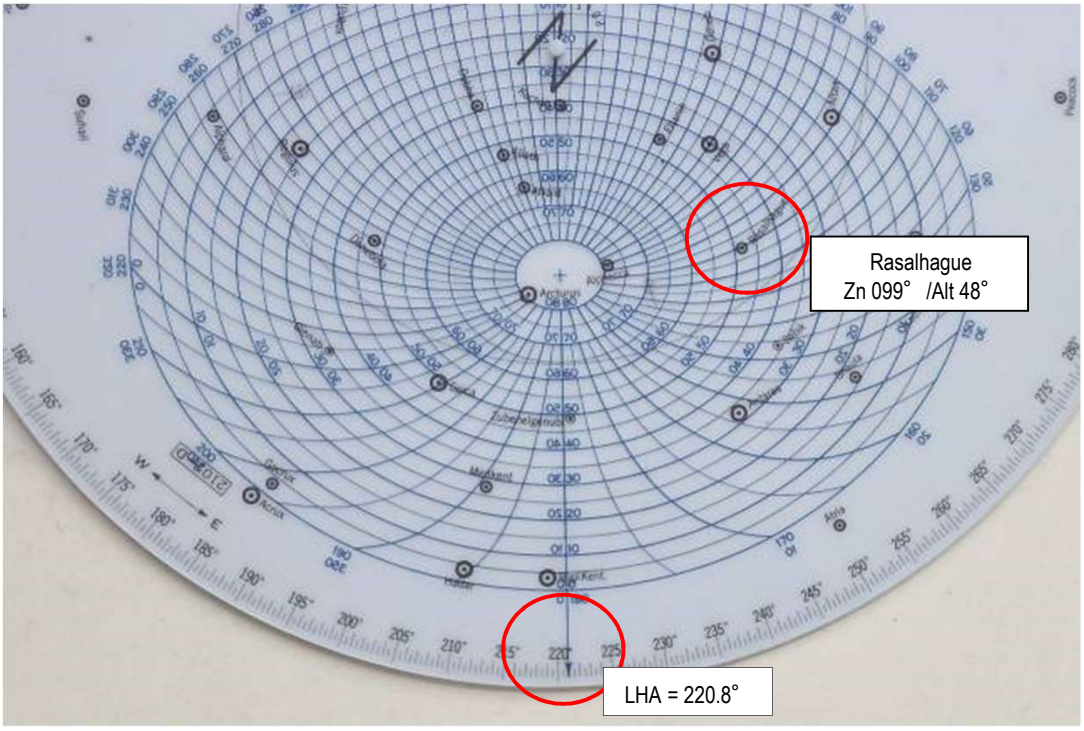


図6-9 練習問題2 スターファインダー

HO249 V1 EPOCH2015.0 (天測計算表　恒星用)

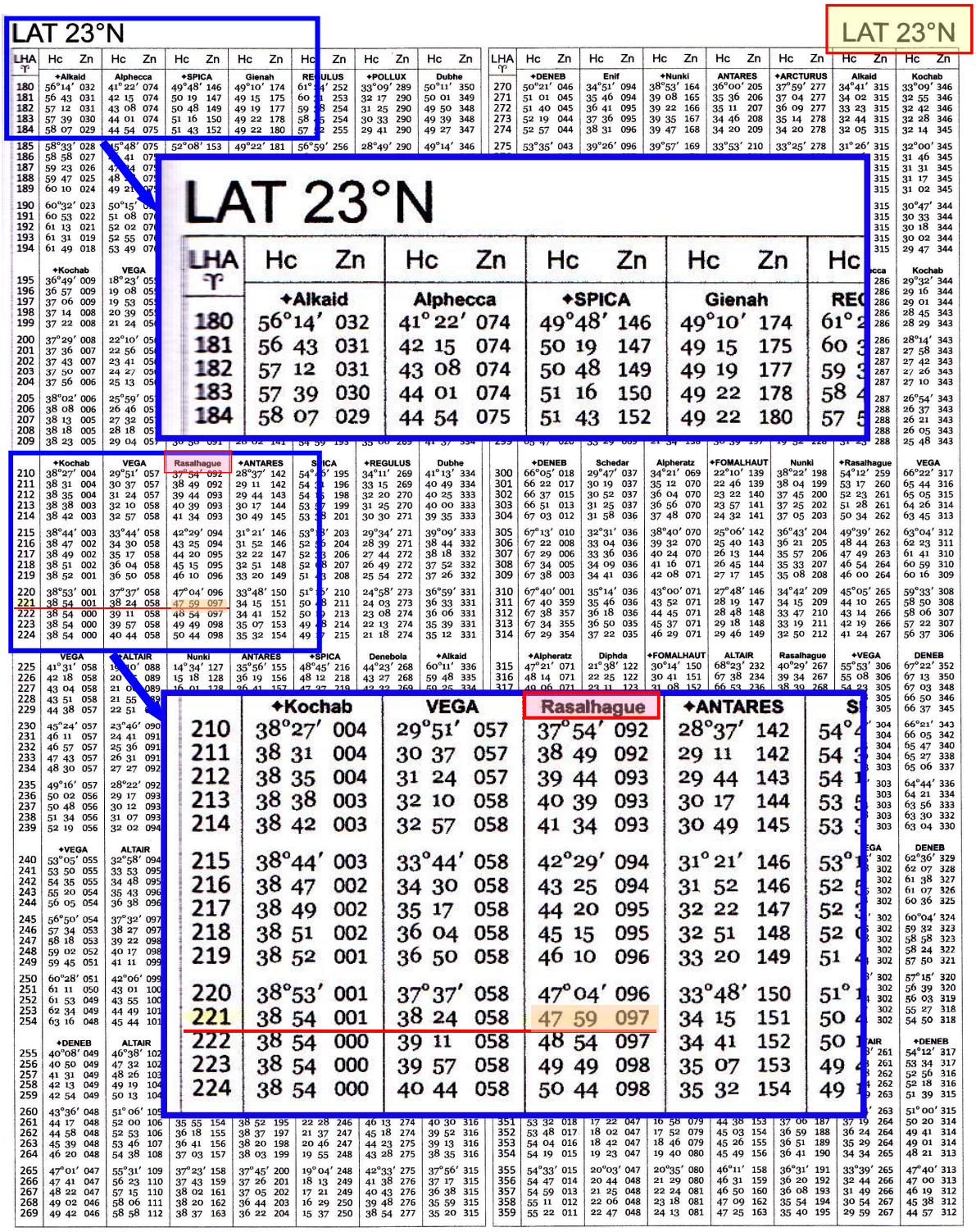


図6-10　練習問題2　天測計算表　Vol.1

練習問題 3-1

DR＝35° 35’N、140° 15’E、地方時1981年3月3日に以下の2恒星を観測した。それぞれの天体を判別せよ。六分儀および時計には器差はない。眼高は2.5mである。
天体1 観測時刻19h-02m-25s Alt＝38° 10’ Zn＝175° M 偏差は、ここでは6° Wとする。

解答

天体1 GMT = 19h-02m-25s - 9h (ZD) = 10h-02m-25s
GHA♈ = 311° 05.5’ + 0° 36.3’ = 311° 41.8’
Zn = 175° M - 6° W = 169° T
天体名称 Sirius

v4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽,月,惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)						スターファインダー 練習問題3-1		
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	Sirius(答え) /	169°T	
1	DATE	DR位置における地方 年月日	○	○	○	1981 Y	3 M	3 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	35 °	35.0 ’	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	°		N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	140 °	15.0 ’	E E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	19 h	2 m	25 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	-9 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	10 h	2 m	25 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		°	’	N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d= ↑ ↓	’	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】 HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	°	’ (月:HP=)	N/S
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	’	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ♈(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	311 °	5.5 ’	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	0 °	36.3 ’	
14	+/- v/d correction	【月, 惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	’	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHA♈	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHA♈ならば360を加える	○	○	○	311 °	41.8 ’	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	140 °	15.0 ’	E E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHA♈	地方時角 [=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(－)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	451 °	56.8 ’	91.9 °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)								
18	hs	六分儀高度	○	○	○	38 °	10.0 ’	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	0.0 ’	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	2.5m °	-2.8 ’	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	38 °	7.2 ’	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-1.2 ’	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	0.0 ’	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	38 °	6.0 ’	

図6-11 練習問題3-1 LOPフォーム

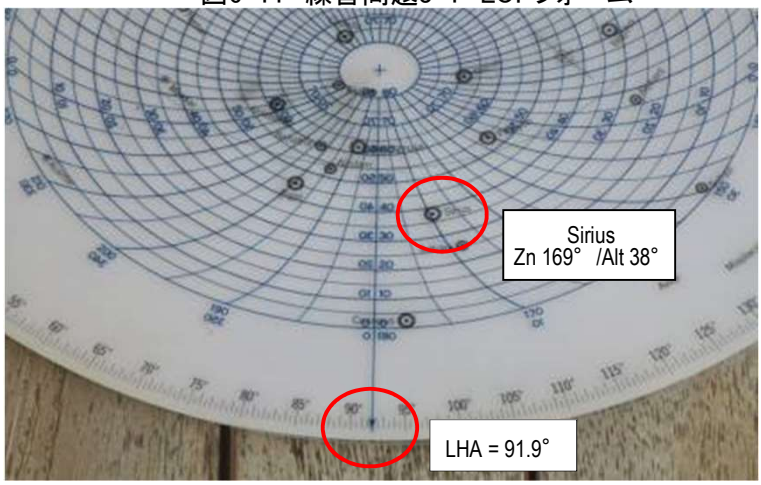


図6-12 練習問題3-1 スターファインダー

練習問題 3-2

天体2　観測時刻19h−12m−30s　Alt＝60° 05′　Zn＝244° M

解答

天体2　GMT = 19h−12m−30s − 9h (ZD) = 10h−12m−30s
GHA♈ = 311° 05.5′ + 3° 08.0′ = 314° 13.5′
Zn = 244° M − 6° W = 238° T
天体名称　Aldebaran

v4.2

Parameters		計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽・月・惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)						スターファインダー　練習問題3-2		
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	Aldebaran(答え) /	238°T	
1	DATE	DR位置における地方　年月日	○	○	○	1981 Y	3 M	3 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	35 °	35.0 ′	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	°		N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	140 °	15.0 ′	E E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	19 h	12 m	30 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	-9 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	10 h	12 m	30 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		°	′	N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d= ↑ ↓	′	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】　HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	°	′) (月:HP=	N/S
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	′	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ♈(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	311 °	5.5 ′	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	3 °	8.0 ′	
14	+/- v/d correction	【月，惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	′	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHA♈	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は−360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHA♈ならば360を加える	○	○	○	314 °	13.5 ′	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	140 °	15.0 ′	E E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHA♈	地方時角 [=15+/−16]を1度の位に丸める、16が(−)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	454 °	28.5 ′ /→	94.5 °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)								
18	hs	六分儀高度	○	○	○	60 °	5.0 ′	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	0.0 ′	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	2.5m °	-2.8 ′	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	60 °	2.2 ′	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-0.6 ′	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv,【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	0.0 ′	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	60 °	1.6 ′	

図6−13　練習問題3−2　LOPフォーム

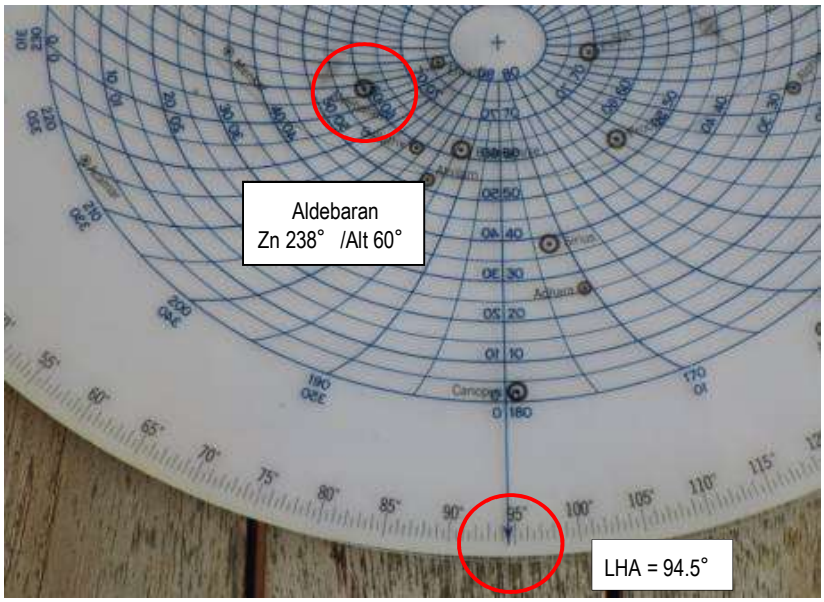


図6−14　練習問題3−2　スターファイダー

6.2.4 スターファインダーの使用法3－惑星および月の方位角と高度を調べる

月は見間違えることがない天体である。また金星(Venus)は−3.4等級、木星(Jupiter)は−1.3等級と惑星の中でも明るく判別しやすいので、チャンスがあれば必ず天測を行う。

惑星の場合

1．観測時刻をGMTに改正する。
2．天測暦の当日ページから該当する惑星のGHAϒとGHA とDec及びSHAを求める。
3．LHAϒ = GHAϒ +E/− W DR Longをメモする。
4．惑星のSHAは天測暦当日ページの右下隅に記載されている値を使用する。
5．DEC円盤を恒星円盤に重ねる。
6．DEC円盤の0°を恒星円盤の外周目盛に合わせる。惑星の場合は360° − SHAを外周目盛に合わせる。
7．DEC円盤の縦スロットからDecに合わせて、惑星位置を鉛筆でマークして惑星名を記入する。
8．該当する緯度の緯度円盤を恒星円盤に乗せる。
9．緯度円盤の矢印を、恒星円盤の外周目盛LHAϒに合わせて、高度と方位角を読み取る。

練習問題 4 金星

DR＝35° 10’N、140° 05’W、地方時1981年7月14日0850時に金星の天測を予定している。予測高度と方位角をスターファインダーで求めよ。

解答

1．GMT = 08h−50m + 9h (ZD) = 17h−50m 1981年7月14日

2．天測暦の金星該当日のページから。
GHAϒ= 187° 28.2’+ 12° 32.1’= 200° 00.3’
GHA = 46° 27.4’+ 12° 30.0’= 58° 57.4’
Dec = N16° 57.3’
SHA = 221° 03.0’

3．DEC円盤の0°を恒星円盤の外周目盛に合わせる。
360° 00.0’
SHA − 221° 03.0’
外周目盛 138° 57’= 139°

4．金星位置をDEC円盤のスロットから鉛筆で恒星円盤へ記入する。
Dec = N16° 57.4’＝ 17°

5．緯度円盤を乗せて外周目盛りに合わせる
GHAϒ 200° 00.3’
− 140° 05.0’
LHAϒ 59° 55.3’= 59.9°

6．金星位置を緯度円盤の目盛りから読み取る。
金星 高度 18° 方位角 082°

v4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽・月・惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)						スターファインダー 練習問題4		
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	Venus	/	082°T(答え)
1	DATE	DR位置における地方 年月日	○	○	○	1981 Y	7 M	14 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	35 °	10.0 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	°		N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	140 °	5.0 '	W E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	8 h	50 m	0 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+9 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	17 h	50 m	0 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		16 °	58.1 '	N N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d= 0.9 ↓	-0.8 '	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】 HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	16 °	57.3 '	N N/S
						(月:HP=)		
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	221 °	3.0 '	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ♈(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	♈ 187 ° 46	28.2 ' 27.4	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	♈ 12 ° 12	32.1 ' 30.0	
14	+/- v/d correction	【月, 惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHA♈	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHA♈ならば360を加える	○	○	○	♈ 200 ° 58	0.3 ' 57.4	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	♈ -140 °	5.0 '	W E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHA♈	地方時角 [=15+/−16]を1度の位に丸める、16が(−)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	♈ 59 °	55.3 ' /→	59.9 °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)								
18	hs	六分儀高度	○	○	○	18 °	(I答え) '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	'	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	'	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	°	'	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	'	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	'	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	°	'	

図6−15 練習問題4 LOPフォーム

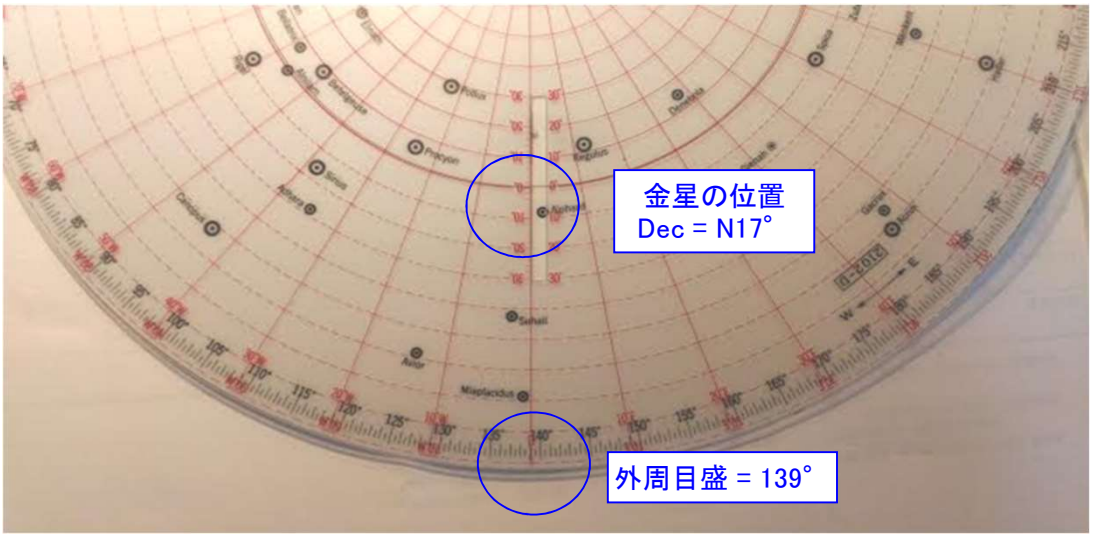


図6−16 練習問題4 DEC円盤に金星の位置をマークする

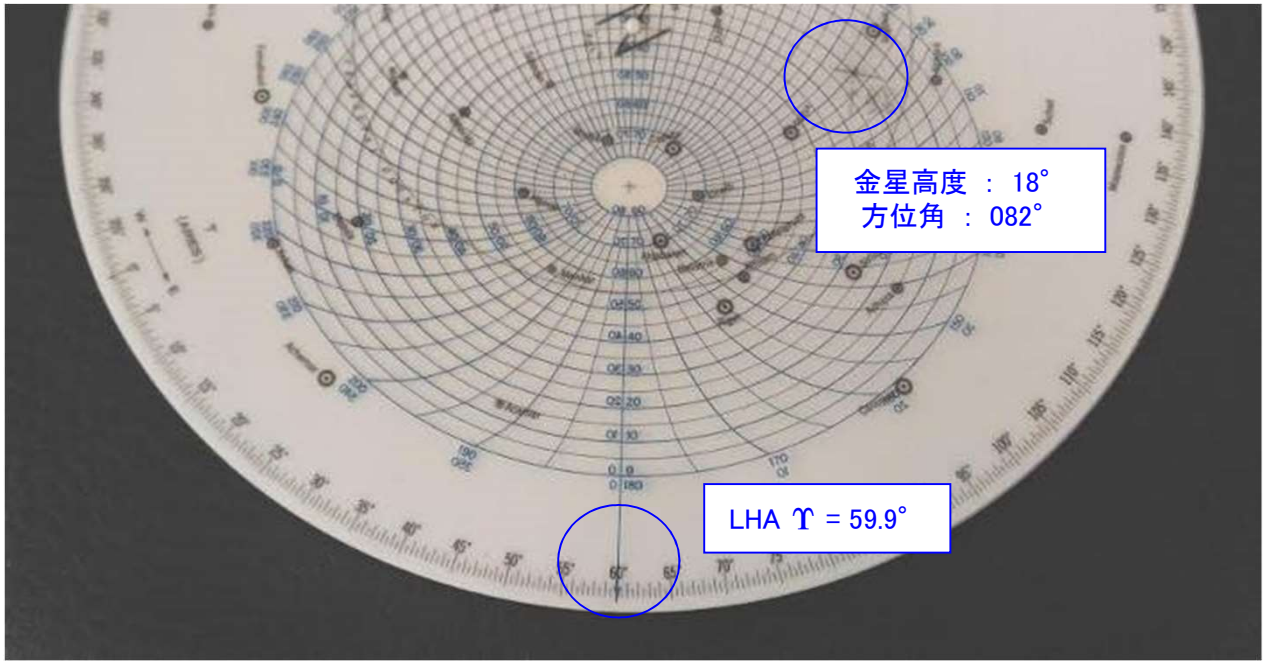


図6-17 練習問題4 金星の高度と方位角

月及び太陽の場合

1. 観測時刻をGMTに改正する。
2. 天測暦の当日ページから該当する月または太陽のGHA♈とGHA及びDecを求める。
3. 月または太陽のRA＝GHA♈-GHAで求め、－の時は＋360° としてSHAを得る。
4. その後は惑星手順の4から同様にして高度と方位角を読み取る。

練習問題 5 Moon月

DR＝35° 10’N、140° 05’W、地方時1981年7月14日1850時に月の天測を予定している。予測高度と方位角をスターファインダーで求めよ。

解答5

1．GMT = 18h−50m + 9h (ZD) = 03h−50m 1981年7月15日

2．天測暦で月(Moon)の該当日のページから値を引用する。
GHA♈= 337° 52.9’+ 12° 32.1’= 350° 25.0’
GHA = 69° 08.5’+ 11° 55.8’= 81° 04.3’
Dec = S20° 36.3’

3．DEC円盤の0°を恒星円盤の外周目盛に合わせる。
GHA♈ 350° 25.0’
GHA − 81° 04.3’
外周目盛 269° 20.7’ = 269.3°

4．月の位置をDEC円盤のスロットから鉛筆で恒星円盤へ記入する。
Dec = S20° 36.3’ ＝ S20.6°

5．緯度円盤を乗せて外周目盛りに合わせる
GHA♈ 350° 25.0’
−140° 05.0’
LHA♈ 210° 20.0’ = 210.3°

6．月の位置を緯度円盤の目盛りから読み取る。
月 高度 12° 方位角 125°

v4.2

Parameters		計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽,月,惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)						スターファインダー 練習問題5		
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	Moon	/	125°T(答え)
1	DATE	DR位置における地方 年月日	○	○	○	1981 Y	7 M	14 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	35 °	10.0 ’	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	°		N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	140 °	5.0 ’	W E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	18 h	50 m	0 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+9 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	7/15 3 h	50 m	0 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		20 °	34.1 ’	S N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d=2.6 ↑	+2.2 ’	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】 HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	20 ° (月:HP=	36.3 ’ 54.9 ’)	S N/S
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	269 °	20.7 ’	269.3
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ♈(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	♈ 337 ° 69	52.9 ’ 8.5	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	♈ 12 ° 11	32.1 ’ 55.8	
14	+/- v/d correction	【月，惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	’	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHA♈	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHA♈ならば360を加える	○	○	○	♈ 350 ° 81	25.0 ’ 4.3	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	♈ -140 °	5.0 ’	W E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHA♈	地方時角 [=15+/−16]を1度の位に丸める、16が(−)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	♈ 210 °	20.0 ’ /↔	210.3 °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)								
18	hs	六分儀高度	○	○	○	12 °	(I答え) ’	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	’	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	’	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	°	’	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	’	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	’	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	°	’	

図6−18 練習問題5 LOPフォーム

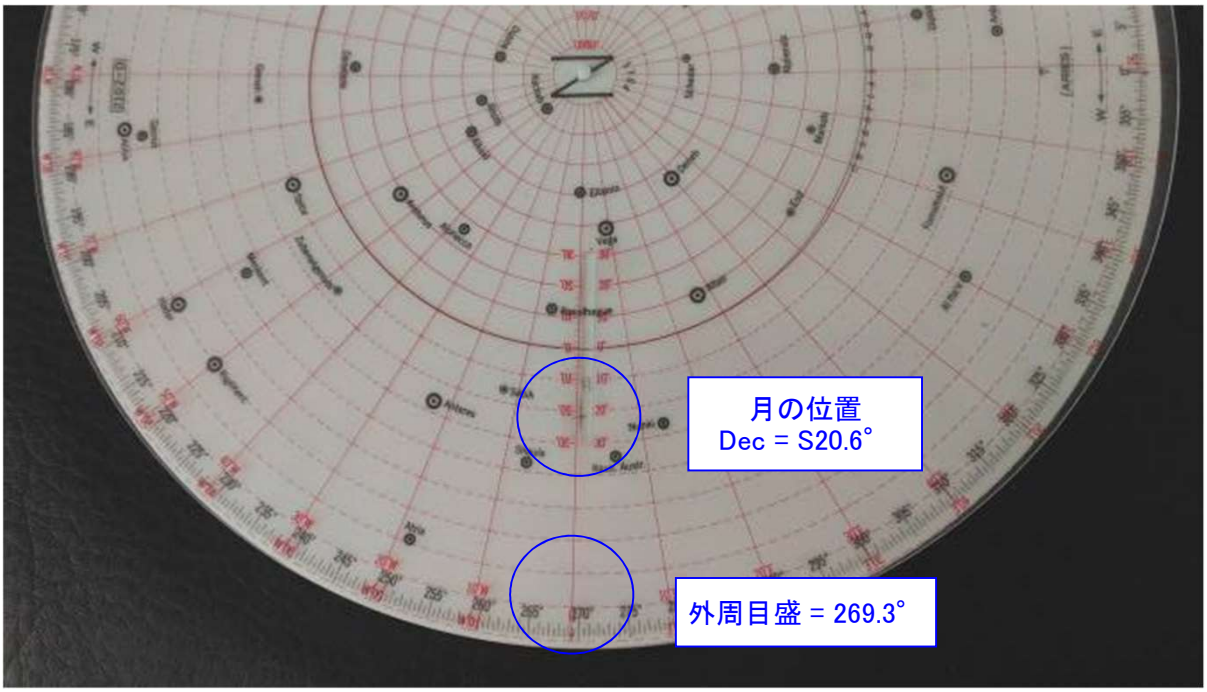


図6-19　練習問題4　DEC円盤に月の位置をマークする
（恒星円盤、DEC円盤ともN(北緯)面を使用する。
月の赤緯はS20.6°なので、DEC円盤N面の-20.6°にマークする。）

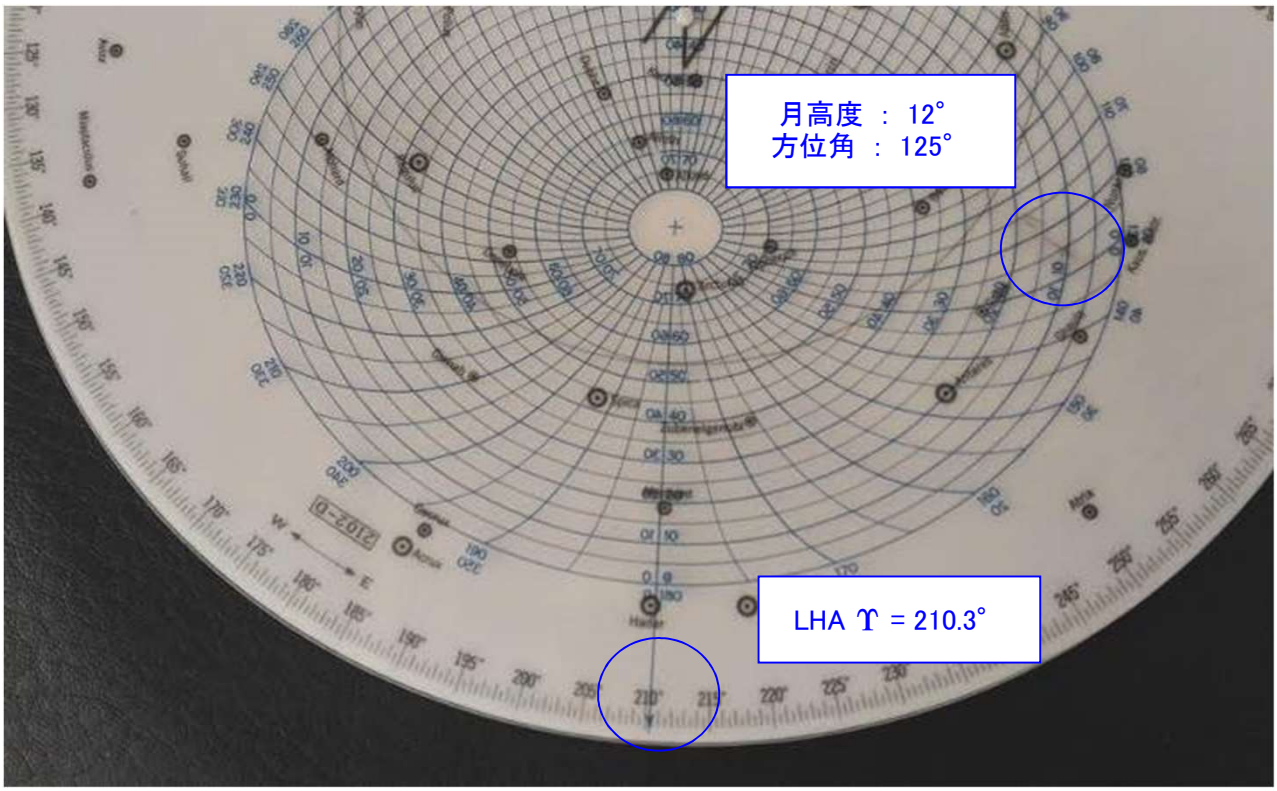


図6-20　練習問題4　月の高度と方位角

ASA-107　CEN　天文航法コース　総括練習問題

問題を開始する前に右側へ記入して下さい。　　受講生氏名 _____

解答年月日 _____

インストラクター _____

各問題の下線部分に解答を記入せよ。解答時間は 180 分、設問の内 80%以上である 20 問以上の正解をもって合格点とする。解答には数字だけではなく、必要な単位を記載すること。解答の許容誤差は緯度経度±4′、コース及び高度±5°、時刻±10 分の範囲とする。

解答には計算フォーム、プロッティングシート、電卓を使用しても良い。参考書を参照して解答練習を十分に行う。卒業テストでは、参考書を参照することは出来ない。

問題 1

1981 年 9 月 15 日 0900 時に、八丈島に向けて横須賀のシティマリーナヴェラシスを出航した。ヴェラシスの港口緑灯台(北緯 35° 14.2′、東経 139° 43.5′)をスターボードサイドに見て、セールを揚げた。風は北寄りで弱く、機帆走にて 0930 時に久里浜沖の海鹿島の東方位標識のすぐ東側(北緯 35° 12.6 ′、東経 139° 44.4′)を通過した。この頃には風は北で安定して吹きだし、艇は速力 5 ノット、針路 193° M で南下を開始した。この海域の偏差は 7° W である。

ユニバーサルプロット用紙のページを切り離して、中間緯度として 34° N と中間経度の子午線として 140° E の線を引く。目的地は南方の八丈島なので、プロット用紙を北の端から自艇の位置のプロットを開始し、できるだけ長く同じ用紙を使えるようにする。まずプロット用紙にシティマリーナヴェラシスの港口緑灯台の緯度と経度を記入する。

次に出航時からのコースと速力を用紙にプロットして、1200 時の推測位置を求めよ。

① 緯度 ____° ____′ N、経度 ____° ____′ E

問題 2　LAN 航法 1

1981 年 9 月 15 日 11 時 25 分 42 秒に太陽の高度を測定し、T1 高度として用いる。太陽は引き続き昇り、観測者の眼高が 2.5m で太陽の下辺部の観測を行い、太陽の最高高度 57°　51.8′　を得た。六分儀の器差 IE が*目盛り読み値で -1.0′* で、この誤差は、自艇の六分儀がもつ一定の誤差である。

11 時 47 分 34 秒に太陽は再び T1 と同じ高度に落ちてきた。これらの天測結果から緯度と経度を計算する。LAN 航法により正午位置を求めよ。

② 緯度 ____° ____′ N、経度 ____° ____′ E

③

問題 3

この位置からコースを 204° T に変針した。そして、自艇は房総半島西端の洲崎灯台をポートサイド約 116° T に見て東京湾から太平洋に出たことを知る。風が強くなり、ヨットは 6 ノットに増速した。

1500 時の DR 位置を求めよ。③ 緯度＿＿＿°＿＿＿′N、経度 ＿＿＿°＿＿＿′E

問題 4 北極星航法 1

1981 年 9 月 15 日の「天測暦」を調べて、夕方の常用薄明時を④ ＿＿＿時と求めた。薄明とは日没後および日の出前に天空がうす明るい時間をいう。太陽が地平線下 6 度以内を常用薄明、12 度以内を航海薄明、18 度以内を天文薄明という。北極星は常用薄明時には視認できるだろう。太陽は航海薄明時には地平線下 12 度に位置し、この時刻にはもはや地平線が明確では無くなるので、天測時間の終わりと考えられる。自艇の推測位置(DR)を常用薄明時とすると、その予想位置は⑤緯度 ＿＿＿°＿＿＿′N、経度 ＿＿＿°＿＿＿′E となる。

北極星は真の北の方角に位置するため見つけやすく、その高度は自艇の緯度にほぼ等しい。自差 0° のハンドコンパスを用いて、偏差 6° W の地点で北極星を観測すると、磁針方位 366° M を得る。北極星はあまり明るくないので、19 時 03 分 57 秒まで確認することができなかった。この時刻に天測した六分儀高度は 34° 5.2′ であった。″

IE と眼高は従来と同じである。北極星フォームを用いて、緯度を求めよ。

⑥緯度 ＿＿＿°＿＿＿′N

また、観測時刻である 19 時 03 分 57 秒での DR を用いて、緯度線に直交する線を引き、推定位置(EP)の

⑦緯度 ＿＿＿°＿＿＿′N、経度 ＿＿＿°＿＿＿′E を求めよ。

そして、この EP から新たな針路 168° M へコースを引く。風が落ちて、自艇の平均速力も 4 ノットに落ちている。針路は三宅島と大野原島間を通過するのに適切であると思われる。

問題 5 北極星航法 2

前夜から同一針路での航海は続き、1981 年 9 月 16 日北極星を観測するために、0400 時に起きた。この時刻には、自艇は依然速度 4 ノットで航海しており、162° T のコースに変針した。北の水平線付近のオレンジ色に染まった空を見ると、北極星の高度を観測するために十分はっきりした水平線が確認できた。05 時 34 分 02 秒に北極星の高度を 34° 13.0′ に観測した。

⑧推測位置(DR)は緯度 ＿＿＿°＿＿＿′N、経度 ＿＿＿°＿＿＿′E である。

六分儀の IE や眼高は同一である。北極星フォームを用いて求めた 0534 時における緯度は、

⑨ ＿＿＿°＿＿＿′N、である。

この 0534 時の推測位置(DR)から緯度線に対して直交線を描き、新たな推定位置(EP)として、

⑩緯度 ＿＿＿°＿＿＿′N、経度 ＿＿＿°＿＿＿′E を決定する。

朝 0534 の北極星の天測による推定位置(EP)から 1200 時の推測位置(DR)を求め、1200 時における予想位置を、

⑪緯度 ＿＿＿°＿＿＿′N、経度 ＿＿＿°＿＿＿′E と推定して航海を続けた。

2

問題 6 LAN 航法 2

LAN の時刻は、およそ⑫＿＿＿＿時である。T1 の測定は 1981 年 9 月 16 日 11 時 21 分 15 秒であり、T2 は 11 時 50 分 32 秒であった。太陽の下辺の最高高度は 59° 17.0′ である。器差 IE は目盛り読み値-1.0 であり、眼高は 2.5m である。これらの天測結果から、LAN フォームを使用して正午位置を求めよ。

⑬緯度＿＿＿° ＿＿＿′ N、経度 ＿＿＿° ＿＿＿′ E

目的地の八丈島の神湊港口の灯標まで、約 5 マイルの地点に到達したことを知る。自艇は 156° T で神湊港口にアプローチする。したがって針路は⑭＿＿＿° のコンパスコースを航行する。

問題 7 位置の線航法 太陽

これ以降の問題については、全て眼高は 2.5m、IC は+2.5′ 、時計に誤差はないものとする。

航海中の 1981 年 9 月 20 日に、午前と午後とに太陽を天測した。

DR 位置 35° 55.0′ N / 147° 13.5′ E

観測時刻 10 時 36 分 12 秒

太陽下辺高度 49° 18.9′

その後 T128° へ 20M 航海して再度天測

観測時刻 16 時 22 分 46 秒

太陽下辺高度 20° 34.3′

午後の観測時における現在位置を求めよ。⑮緯度＿＿＿° ＿＿＿′ 、経度＿＿＿° ＿＿＿′

問題 8 位置の線航法 恒星

DR＝35° 16’N、139° 46’E、地方時 1981 年 3 月 12 日に以下の 2 恒星を観測した。観測時には風が弱く行き足は殆どなかった。

天体名称 Rigel 観測時刻 18h-58m-23s 観測高度 Alt＝42° 53.7′

天体名称 Regulus 観測時刻 19h-04m-03s 観測高度 Alt＝38° 17.3′

観測時における現在位置を求めよ。⑯緯度＿＿＿° ＿＿＿′ 、経度＿＿＿° ＿＿＿′

問題 9 位置の線航法 金星と月

DR＝35° 15’N、140° 03’W、地方時 1981 年 7 月 12 日 09h-02m-43s に金星の天測を行ったところ、六分儀高度は 20° 24.0′ であった。

その後針路 210° M、速力 4 ノットで航海を続けて同日 19h-02m-39s に月の天測を行った。下辺高度は 28° 31.1′ であった。この海域の偏差は 15° E である。

金星天測時の EP を求めよ。⑰緯度＿＿＿° ＿＿＿′ 、経度＿＿＿° ＿＿＿′

1902 時の DR を求めよ。⑱緯度＿＿＿° ＿＿＿′ 、経度＿＿＿° ＿＿＿′

月の天測時の EP を求めよ。⑲緯度＿＿＿° ＿＿＿′ 、経度＿＿＿° ＿＿＿′

問題 10 スターファインダー

1981 年 2 月 15 日 GMT0715 時、DR 24° S, 147° E として LHA を求め、次に大角度で方位角が交差する適切な 5 個の航海用常用恒星または惑星の方位角(Z)と高度(Alt)をスターファインダーから求めよ。

⑳ LHA　　°

天体名	方位角(Z)	高度(Alt)
㉑		
㉒		
㉓		
㉔		
㉕		

4

LAN (Local Apparent Noon)

v 4.2

LAN FORM					
Watch Time LAN (観測時間)					
1	DATE	日付	Y	M	D
2	DR LAT	1200時の推測緯度(DR)	°	'	N/S
3	DR LONG	1200時の推測経度(DR)	°	'	E/W
4	ZONE CENTER	タイムゾーン中央経度	°		E/W
5	λ DIFFERENCE	経度差 [=4-3 (分を丸める)]	°		E/W
6	MER. PASS.	正中時刻(タイムゾーン中央)		h	m
7	(±)λ DIFF X 4 MIN	(±)経度差X4分 加減 [=5 x (4分]	+/-		m
8	WATCH TIME LAN	LAN航法の観測時刻 [=6+7]		h	m
Declination (赤緯)					
9	1200	1200時		12 h	00 m
10	(±) ZONE DIFFERENCE	(±)タイムゾーン値	+/-	h	
11	UT (GMT)	世界時刻(GMT) [=9+10]		h	m
12	DEC	赤緯	°	'	N/S
Sextant Corrections (六分儀による観測高度)					
13	hs	六分儀高度	°	'	
14	(±) IC	(±)器差改正	+/-	'	
15	(-) DIP	(-)眼高差 [天測暦 表A2]	ft -	'	
16	APPARENT ALT.	視高度 [=13+14+15]	°	'	
17	(±) SUM MAIN COR.	(±)太陽の高度改正 [天測暦 表A2]	+/-	'	
18	(±) ADDIT. COR.	(±)太陽の屈折改正 [天測暦 表A4]	+/-	'	
19	HO	真高度 [=16+17+18]	°	'	
Zenith Distance (頂距)					
20	ZENITH	天頂高度 [=90° = 89° 60']	89 °	60.0 '	
21	(-) HO	(-)真高度 [=19]	°	'	
22	ZENITH DISTANCE	頂距 [=20-21]	°	'	
Latitude: Case 1 and 2 (緯度と赤緯が同名) : [2 (DR LAT) と 12 (DEC) のN/Sが同じ]					
23	DEC	赤緯 [=12]	°	'	
24	(±)ZENITH DISTANCE	(±)頂距 [=22]	°	'	
25	LATITUDE	緯度 [もし 2>23: =23+24 / もし 2<23: =23-24]	°	'	N/S
Latitude: Case 3 (緯度と赤緯が異名) : [2 (DR LAT) と 12 (DEC) のN/Sが異なる]					
26	DEC	赤緯 [=12]	°	'	
27	(±)ZENITH DISTANCE	(±)頂距 [=22]	°	'	
28	LATITUDE	緯度 [=27-26]	°	'	N/S
Longitude (経度)					
29	(T1+T2)/2	正中時刻	h	m	s
30	(±)ZONE DIFFERENCE	(±)タイムゾーン値 [=10]	h		
31	GMT LAN EXACT	LANの正確なグリニッジ時 [=29+30]	h	m	s
32	gha ☉	太陽のグリニッジ時角 [天測暦 GHA]	°	'	
33	(+) Δgha☉	太陽のグリニッジ時角増分 [天測暦Incmt. & Corect]	°	'	
34	λw=GHA☉	西経 [=32+33]	°	'	W
35	λ=360° (-) GHA☉	東経 [360-(32+33)]	°	'	E

LAN太陽天測時刻				
	T1	h	m	s
	T2	h	m	s
	T1+T2	h	m	s
29	(T1+T2)/2	h	m	s

位置の線航法 【LOPフォーム（北極星、太陽、月、惑星、恒星 共通フォーム)】

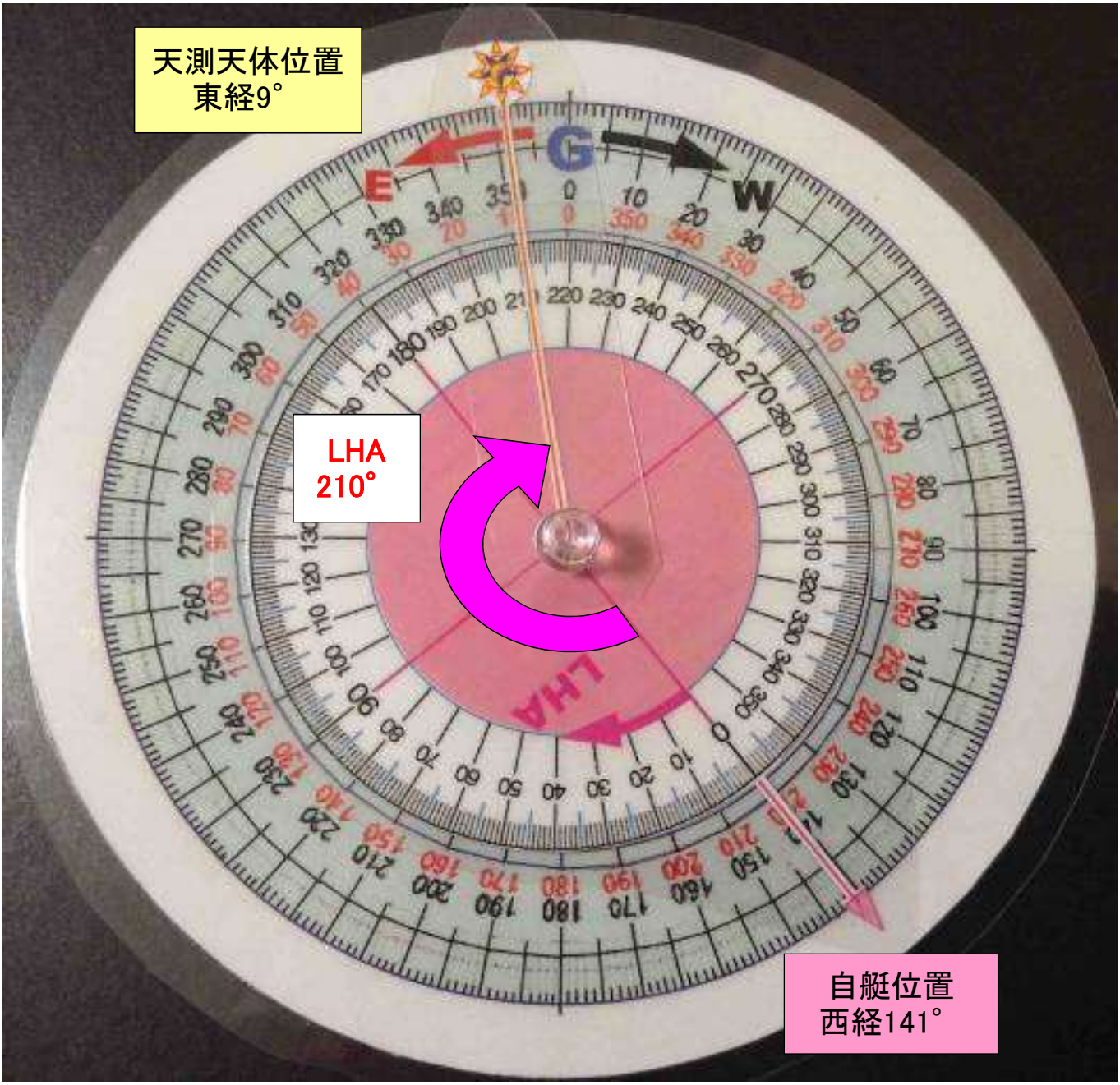
惑星: 水星(Mercury) 、金星(Venus)、火星(Mars)、木星(Jupiter)、土星(Saturn)

恒星: 57恒星 (Star Finder)

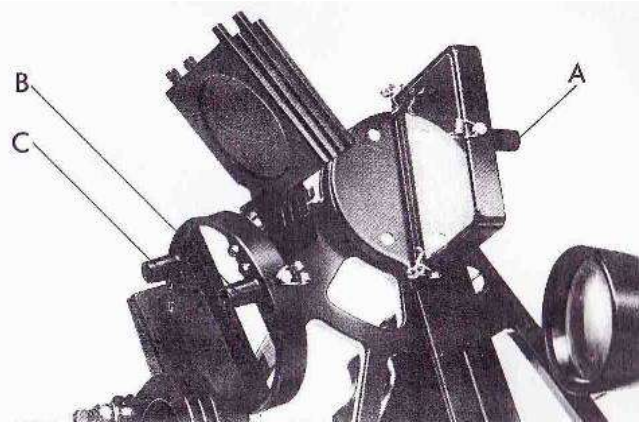
v 4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽,月,惑星】	Stars【恒星】	計算値
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)						
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	/
1	DATE	DR位置における地方 年月日	○	○	○	Y M D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	° ' N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	° N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	° ' E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	h m s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+/- h
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	h m s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		° ' N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d= ↑ ↓ '
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】 HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	° ' N/S (月:HP=)
LHA of Bodies (天体の地方時角)						
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	° '
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ♈(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	° '
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	° '
14	+/- v/d correction	【月, 惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/- '
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHA♈	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は−360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHA♈ならば360を加える	○	○	○	° '
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	° ' E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHA♈	地方時角 [=15+/−16]を1度の位に丸める、16が(−)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	° ' °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)						
18	hs	六分儀高度	○	○	○	° '
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	° '
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	° '
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	° '
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	° '
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	° '
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	° '
HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正差)						
25	Hc	aLATとDEC,およびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】 天測計算表 HO249 Vol 2, Vol 3 【恒星】 天測計算表 HO249 Vol 1		○	○	° '
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d= / '
27	H_C	計算高度 [=25+26]		○	○	° '
28	H_O	真高度 [=24]		○	○	° '
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(−)する [=28-27]		○	○	° '
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球 LHA > 180° : Zn = Z / LHA<180° : Zn = 360° − Z 南半球 LHA > 180° : Zn = 180° − Z / LHA <180° : Zn = 180° + Z 【恒星】 [25]で得た天測計算表のZn値		○	○	° '
31	H_O	[=24] 真高度	○			° '
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ポラリス表の最上段部から)	○			° '
33	a1	Lat(高度)の改正(ポラリス表中段部から)	○			° '
34	a2	Month(月)の改正(ポラリス最下段部から)	○			° '
35	Less 1 degree	(-1°) [31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 ° '
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34−1°]	○			° '

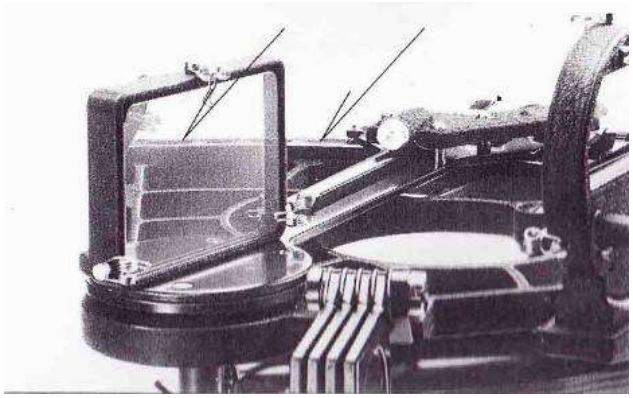
時角テンプレート



六分儀の調整

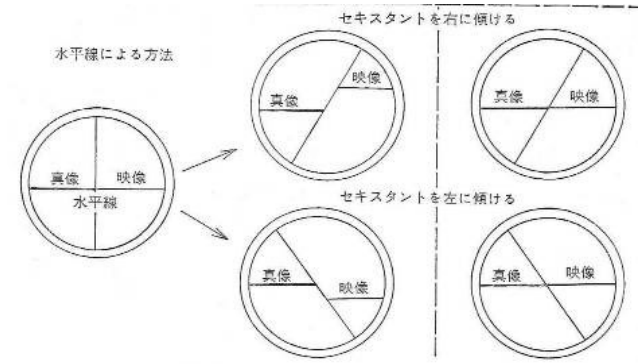


A: 動鏡の垂直調整ネジ
B: 水平鏡の垂直調整ネジ
C: 動鏡と水平鏡の平行調整ネジ



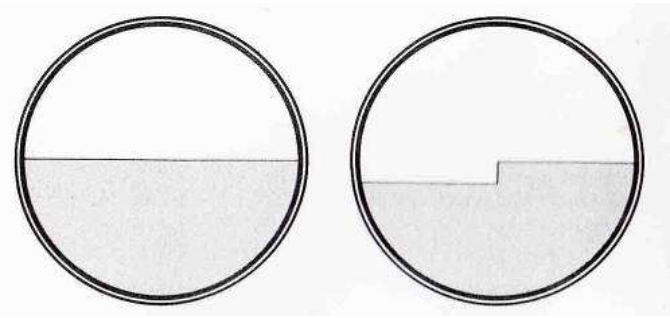
1. 動鏡は儀面に垂直でなければならない。

指標桿を弧の30° 付近に固定し、斜め方向から動鏡を覗いた時に、弧が連続して見えればOK.
ネジAにより調整する。



2. 水平鏡は儀面に垂直でなければならない。

指標桿を弧の0° k付近に固定し、六分儀を左右に傾けても、水平線が直線に見えればOK.
ネジBにより調整する。



3. 指標桿0° 0’の場合に、動鏡と水平鏡は平行でなければならない。

指標桿を弧の0° 0’に固定し、水平線が直線に見えればOK.
ネジCにより調整する。
誤差が2‘以内なら、器差I.E.として、都度高度改正する。

第1章　レビューテスト

1. 惑星地球の北の回転軸は太陽に向かって傾いているが:
   a. これは夏至の間に起こる。
   b. その角度は最大で約23.5度である。
   c. 春分の間はその角度は約0度である。
   d. 上記の全てが正しい。

解答　d

2. 磁気コンパスは:
   a. 地球の北の自転軸を指す。
   b. 北カナダに位置する磁気鉱脈に引きつけられる。
   c. 海上の大型船を先導するのに用いられる。
   d. 上記のどれも当てはまらない。

解答　b

3. 大圏と小圏について:
   a. 大圏の面は地球の中心を通る。
   b. 赤道は常に大圏であり、小圏ではない。
   c. 全ての子午線は大圏であり、小圏ではない。
   d. 上記の全てが正しい。

解答　d

4. グリニッジ子午線は
   a. 英国グリニッジを通る。
   b. 経度を計測する場合の起点である。
   c. 上記のいずれも当てはまらない。
   d. A とB両方とも正しい。

解答　d

5. 1マイル(海里)は:
   a. 緯度1分に等しい。
   b. 地球の大圏上の地表面で、1分の円弧上の計測距離に等しい。
   c. 約6,076フィートである。
   d. 上記の全てが正しい。

解答　d

6. 赤緯は以下の内のどれに似ているか:
   a. 経度
   b. 緯度
   c. グリニッジ時角
   d. 秋分

解答　b

7. 春分は:
   a. 1年に2度起こる。
   b. 3月21日か、その前後に起こる。
   c. 地球の軸が太陽から約23.5度傾いたときに起こる。
   d. 上記のいずれも当てはまらない。

解答　b

第2章　レビューテスト

1.　六分儀を揺らすのは:
   a.　鏡を調節するため。
   b.　和光グラスを緩めるため。
   c.　鉛直位置を確証するため。
   d.　上記のいずれもあてはまらない。

解答　c

2.　六分儀は、以下のどのように使われるか:
   a.　天体と真水平との間の角度を決めるため。
   b.　天体と視水平(観測者から見た水平線)との間の角度を決めるため。
   c.　上記のいずれもあてはまらない。

解答　b

3.　水平鏡は:
   a.　必要ではない。
   b.　水平線を確証する。
   c.　観測者が海の水平線と天体を同時に見るためにある。
   d.　上部の鏡である。

解答　c

4.　以前は六分儀の代わりに何が使われていたか:
   a.　三脚
   b.　2つの鏡
   c.　棒きれと分度器
   d.　アストロラーベ

解答　c

5.　度数は、:
   a.　マイクロメーターのドラム上で読み取る。
   b.　望遠鏡を取り外した後で読み取る。
   c.　指標窓を通して読み取る。
   d.　器具は分しか読まない。

解答　c

6.　つまみレバーは、:
   a.　指標窓を開けるために引く。
   b.　望遠鏡を素早く取り外すために使う。
   c.　指標桿を解放するために使う。
   d.　上記のいずれもあてはまらない。

解答　c

7.　六分儀は、:
   a.　視水平(観測者から見た水平線)上の天体の高度を測る。
   b.　120度までの角度を測る。
   c.　望遠鏡が無くても使用できる。
   d.　上記のすべてがあてはまる。

解答　d

8.　八分儀は、:
   a.　80度までの角度のみを測る。
   b.　ただ1つの鏡を有する。
   c.　90度までの角度を測る。
   d.　上記のいずれもあてはまらない。

解答　c

第3章　レビューテスト

EXERCISES	1	2	3
Date	21 Jul 1981	5 Nov 1981	5 Nov 1981
1200 DR lat-	12° 17.5'S	5° 05.0'S	51° 45.0'N
1200 DR Long	68° 31.0'W	5° 50.5'W	172° 47.0'E
Body	Sun LL	Sun UL	Sun LL
hs	57° 14.7'	79° 33.4'	22° 31.2'
1C	-1.1'	+3.0'	-2.3'
Ht of Eye	25 ft	6 ft	15 ft
T 1	11-18-03	11-40-05	11-55-40
T 2	12-03-15	12-34-31	12-29-06
ANSWERS	1	2	3
lat-	12° 12.1' S	5° 01.9' S	51° 45.9' N
LONG	68° 34.9' W	5° 55.0' W	172° 48.5' E

LAN (Local Apparent Noon)

v 4.2

LAN FORM			第3章　LAN航法　レビューテスト								
Watch Time LAN (観測時間)			1			2			3		
1	DATE	日付	1981 Y	7 M	21 D	1981 Y	11 M	5 D	1981 Y	11 M	5 D
2	DR LAT	1200時の推測緯度(DR)	12 °	17.5 '	S N/S	5 °	5.0 '	S N/S	51 °	45.0 '	N N/S
3	DR LONG	1200時の推測経度(DR)	68 °	31.0 '	W E/W	5 °	50.5 '	W E/W	172 °	47.0 '	E E/W
4	ZONE CENTER	タイムゾーン中央経度	75 °		W E/W	0 °		E/W	180 °		E E/W
5	λ DIFFERENCE	経度差 [=4-3 (分を丸める)]	6 °		E E/W	6 °		W E/W	7 °		W E/W
6	MER. PASS.	正中時刻(タイムゾーン中央)		12 h	6 m		11 h	44 m		11 h	44 m
7	(±)λ DIFF X 4 MIN	(±)経度差X4分　加減 [=5 x (4分]	- +/-		-24 m	+ +/-		+24 m	+ +/-		+28 m
8	WATCH TIME LAN	LAN航法の観測時刻 [=6+7]		11 h	42 m		12 h	8 m		12 h	12 m
Declination (赤緯)											
9	1200	1200時		12 h	00 m		12 h	00 m		12 h	00 m
10	(±) ZONE DIFFERENCE	(±)タイムゾーン値	+ +/-	5 h		+/-	0 h		- +/-	12 h	
11	UT (GMT)	世界時刻(GMT) [=9+10]		17 h	0 m		12 h	0 m		0 h	0 m
12	DEC	赤緯	20 °	23.8 '	N N/S	15 °	44.2 '	S N/S	15 °	35.1 '	S N/S
Sextant Corrections (六分儀による観測高度)											
13	hs	六分儀高度	57 °	14.7 '		79 °	33.4 '		22 °	31.2 '	
14	(±) IC	(±)器差改正	- +/-	-1.1 '		+ +/-	3.0 '		- +/-	-2.3 '	
15	(-) DIP	(-)眼高差 [天測暦　表A2]	25 ft -	-4.9 '		6ft -	-2.4 '		15 ft -	-3.8 '	
16	APPARENT ALT.	視高度 [=13+14+15]	57 °	8.7 '		79 °	34.0 '		22 °	25.1 '	
17	(±) SUM MAIN COR.	(±)太陽の高度改正　[天測暦　表A2]	LL + +/-	15.4 '		UL- +/-	-16.3 '		LL+ +/-	13.9 '	
18	(±) ADDIT. COR.	(±)太陽の屈折改正　[天測暦　表A4]	+/-	0.0 '		+/-	0.0 '		+/-	0.0 '	
19	HO	真高度 [=16+17+18]	57 °	24.1 '		79 °	17.7 '		22 °	39.0 '	
Zenith Distance (頂距)											
20	ZENITH	天頂高度　[=90° = 89° 60']	89 °	60.0 '		89 °	60.0 '		89 °	60.0 '	
21	(-) HO	(-)真高度　[=19]	57 °	24.1 '		79 °	17.7 '		22 °	39.0 '	
22	ZENITH DISTANCE	頂距　[=20-21]	32 °	35.9 '		10 °	42.3 '		67 °	21.0 '	
Latitude: Case 1 and 2 (緯度と赤緯が同名) : [2 (DR LAT) と 12 (DEC) のN/Sが同じ]											
23	DEC	赤緯 [=12]	°	'		15 °	44.2 '		°	'	
24	(±)ZENITH DISTANCE	(±)頂距 [=22]	°	'		10 °	42.3 '		°	'	
25	LATITUDE	緯度 [もし 2>23: =23+24 / もし 2<23: =23-24]	°	'	N/S	5 °	1.9 '	S N/S	°	'	N/S
Latitude: Case 3 (緯度と赤緯が異名) : [2 (DR LAT) と 12 (DEC) のN/Sが異なる]											
26	DEC	赤緯 [=12]	20 °	23.8 '		°	'		15 °	35.1 '	
27	(±)ZENITH DISTANCE	(±)頂距 [=22]	32 °	35.9 '		°	'		67 °	21.0 '	
28	LATITUDE	緯度 [=27-26]	12 °	12.1 '	S N/S	°	'	N/S	51 °	45.9 '	N N/S
Longitude (経度)											
29	(T1+T2)/2	正中時刻	11 h	40 m	39 s	12 h	7 m	18 s	12 h	12 m	23 s
30	(±)ZONE DIFFERENCE	(±)タイムゾーン値 [=10]	+5 h			0 h			-12 h		
31	GMT LAN EXACT	LANの正確なグリニッジ時 [=29+30]	16 h	40 m	39 s	12 h	7 m	18 s	0 h	12 m	23 s
32	gha ☉	太陽のグリニッジ時角 [天測暦　GHA]	58 °	25.1 '		4 °	5.5 '		184 °	5.7 '	
33	(+) Δgha☉	太陽のグリニッジ時角増分 [天測暦Incmt. & Corect]	10 °	9.8 '		1 °	49.5 '		3 °	5.8 '	
34	λw=GHA☉	西経 [=32+33]	68 °	34.9 '	W	5 °	55.0 '	W	187 °	11.5 '	W
35	λ=360° (-) GHA☉	東経 [360-(32+33)]	°	'	E	°	'	E	172 °	48.5 '	E

LAN太陽天測時刻										
	T1	11 h	18 m	3 s	11 h	40 m	5 s	11 h	55 m	40 s
	T2	12 h	3 m	15 s	12 h	34 m	31 s	12 h	29 m	6 s
	T1+T2	23 h	21 m	18 s	24 h	14 m	36 s	24 h	24 m	46 s
29	(T1+T2)/2	11 h	40 m	39 s	12 h	7 m	18 s	12 h	12 m	23 s

第4章　レビューテスト

北極星を用いた緯度の計算と位置の推定について、3種の実践的な問題を解く。

EXERCISES	1	2	3
Date	24 July 1981	25 July 1981	26 July 1981
1200 DR Latitude	31 - 18 N	30 - 16 N	29 -14 N
1200 DR Long	121 - 41.4 W	122 - 42 W	123 - 18 W
Body	Polaris	Polaris	Polaris
hs	31 - 52.1'	29 - 34.1'	28 - 42.1'
IC	0.0'	0.0'	0.0'
Ht of Eye	8 ft	8 ft	8 ft
Local Mean Time	04 - 14 - 26	04 - 15 - 18	04 - 15 - 04
ANSWERS	1	2	3
Latitude by Polaris	31°　04.6'N	28 - 46.4 N	27°　54.2'N

天体系の動きのため、天測暦は毎年改訂され、正確なデータが掲載されている。添付の1981年の天測暦抜粋を使って、この練習問題を解く。

観測者の眼高改正「Dip」表と「増分補正」表は、単に代数的な表であり年によって変化しないので、あらゆる天測暦から引用できる。アメリカ沿岸警備隊 (USCG)、沿岸警備隊補助団体、カリフォルニア帆走協会、CoastGuardSchool.com およびほとんどの航海訓練施設は、1981年版の天測暦がそれらの訓練プログラムの目的に対して常に利用できるので、これを採用している。したがって、航海訓練においては、毎年再計算する必要はない。

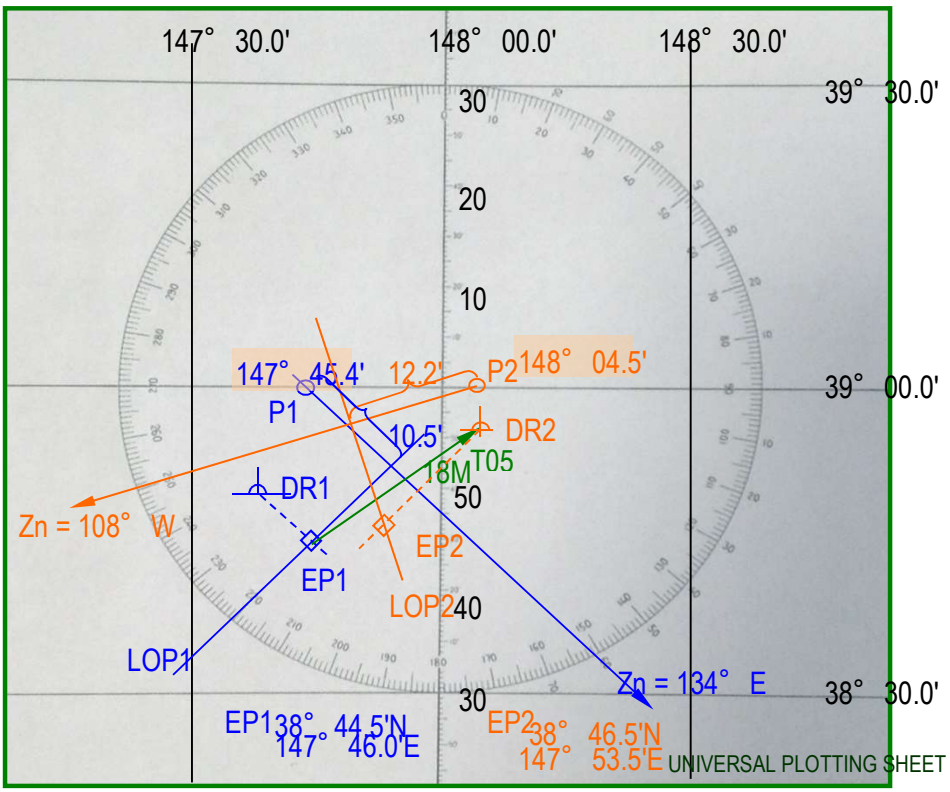
第4章　北極星による船位測定　レビューテスト　　v4.2

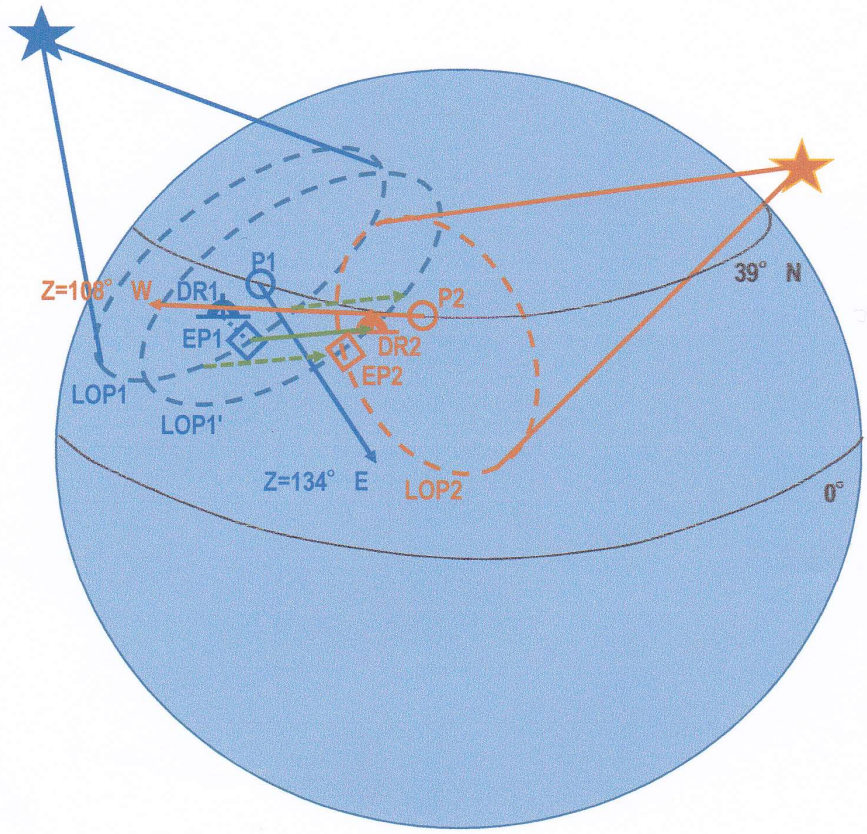
	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽,月,惑星】	Stars【恒星】	計算値			計算値			計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)														
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	POLARIS / 358T			POLARIS / 000T			POLARIS / 001T		
1	DATE	DR位置における地方　年月日	○	○	○	1981 Y	7 M	24 D	1981 Y	7 M	25 D	1981 Y	7 M	26 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	31 °	18.0 '	N NS	30 °	16.0 '	N NS	29 °	14.0 '	N NS
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	°		NS	°		NS	°		NS
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	121 °	41.4 '	W E/W	122 °	42.0 '	W E/W	123 °	18.0 '	W E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	4 h	14 m	26 s	4 h	15 m	18 s	4 h	15 m	4 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+8 h			+8 h			+8 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	12 h	14 m	26 s	12 h	15 m	18 s	12 h	15 m	4 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		°	'	NS	°	'	NS	°	'	NS
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の　d の分位		○		d= ↑ ↓	'		d= ↑ ↓	'		d= ↑ ↓	'	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】　HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	° ' (月:HP=)		NS	° ' (月:HP=)		NS	° ' (月:HP=)		NS
LHA of Bodies (天体の地方時角)														
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'		°	'		°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ♈(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	122 °	7.3 '		123 °	6.4 '		124 °	5.6 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	3 °	37.1 '		3 °	50.1 '		3 °	46.6 '	
14	+/- v/d correction	【月，惑星】の補正値（v の補正値）		○		v= +/-	'		v= +/-	'		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHA♈	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHA♈ならば360を加える	○	○	○	125 °	44.4 '		126 °	56.5 '		127 °	52.2 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	121 °	41.4 '	W E/W	122 °	42.0 '	W E/W	123 °	18.0 '	W E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHA♈	地方時角 [=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(－)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	4 °	3.0 ' / °		4 °	14.0 ' / °		4 °	34.0 ' / °	
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)														
18	hs	六分儀高度	○	○	○	31 °	52.1 '		29 °	34.1 '		28 °	42.1 '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	0.0 '		°	0.0 '		°	0.0 '	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-2.7 '		°	-2.7 '		°	-2.7 '	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	31 °	49.4 '		29 °	31.4 '		28 °	39.4 '	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-1.6 '		°	-1.7 '		°	-1.8 '	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv,【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	0.0 '		°	0.0 '		°	0.0 '	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	31 °	47.8 '		29 °	29.7 '		28 °	37.6 '	
HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正差)														
25	Hc	aLATとDEC.およびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】　天測計算表 HO249 Vol 2, Vol 3 【恒星】　天測計算表 HO249 Vol 1		○	○	°	'		°	'		°	'	
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d= /	'		d= /	'		d= /	'	
27	H_C	計算高度 [=25+26]		○	○	°	'		°	'		°	'	
28	H_O	真高度 [=24]		○	○	°	'		°	'		°	'	
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(−)する [=28-27]		○	○	°	'		°	'		°	'	
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球 LHA > 180° : Zn = Z / LHA<180° : Zn = 360° − Z 南半球 LHA > 180° : Zn = 180° − Z / LHA<180° : Zn = 180° + Z 【恒星】　[25]で得た天測計算表のZn値		○	○	°	'		°	'		°	'	
31	H_O	[=24] 真高度	○			31 °	47.8 '		29 °	29.7 '		28 °	37.6 '	
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ポラリス表の最上段部から)	○			°	16.0 '		°	15.9 '		°	15.8 '	
33	a1	Lat(高度)の改正(ポラリス表中段部から)	○			°	0.6 '		°	0.6 '		°	0.6 '	
34	a2	Month(月)の改正(ポラリス最下段部から)	○			°	0.2 '		°	0.2 '		°	0.2 '	
35	Less 1 degree	(-1°) [31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 °			-1 °			-1 °		
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34−1°]	○			31 °	4.6 '		28 °	46.4 '		27 °	54.2 '	

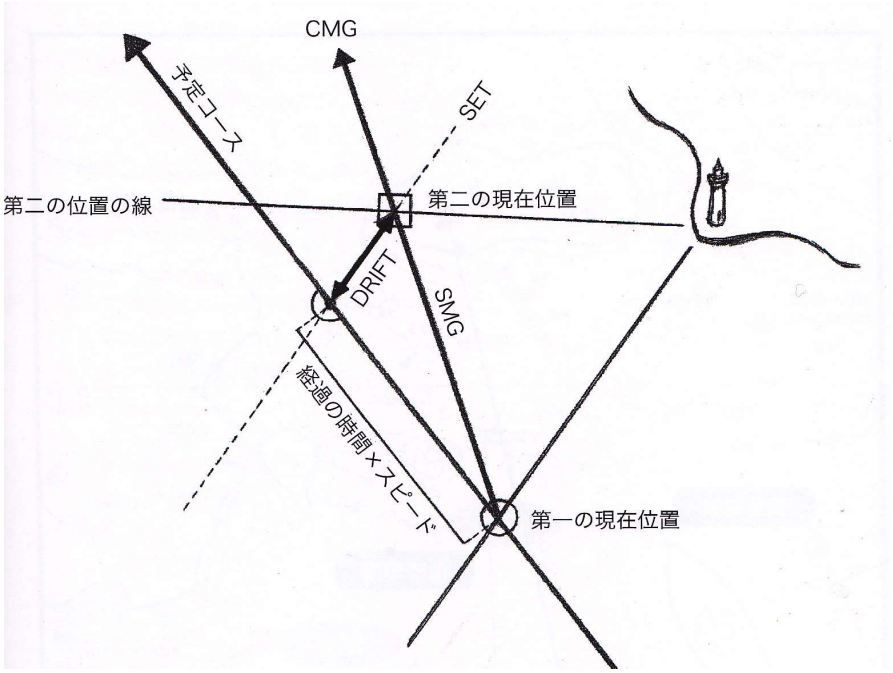
レビューテスト 5.2 位置の線航法 【太陽】 解答

v4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS 【北極星】	SUN,MOON,Planets 【太陽,月,惑星】	Stars 【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)								
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	SUN /		
1	DATE	DR位置における地方 年月日	○	○	○	1981 Y	8 M	3 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	38 °	55.5 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	39 °		N N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	148 °	5.0 '	E E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	15 h	5 m	50 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+/- -10 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	5 h	5 m	50 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		17 °	32.0 '	N N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d=0.7 ↓	-0.1	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】 HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	17 °	31..9 '	N N/S
							(月:HP=)	
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ♈(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	253 °	28.0 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	1 °	27.5 '	
14	+/- v/d correction	【月、惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHA♈	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHA♈ならば360を加える	○	○	○	254 °	55.5 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	148 °	4.5 '	E E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHA♈	地方時角 [=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(ー)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	43 °	'	°
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)								
18	hs	六分儀高度	○	○	○	46 °	59.0 '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	3.0 '	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-3.9 '	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	46 °	58.1 '	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	15.1 '	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	0.0 '	
24	H_o	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	47 °	13.2 '	
HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正盤)								
25	Hc	aLATとDEC,およびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】 天測計算表 HO249 Vol 2, Vol 3 【恒星】 天測計算表 HO249 Vol 1		○	○	46 °	41.0 '	
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d=38/32	20.0 '	
27	H_c	計算高度 [=25+26]		○	○	47 °	1.0 '	
28	H_o	真高度 [=24]		○	○	47 °	13.2 '	
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(−)する [=28-27]		○	○	+ °	12.2 '	
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球 LHA > 180° : Zn = Z / LHA<180° : Zn = 360° − Z 南半球 LHA > 180° : Zn = 180° − Z / LHA<180° : Zn = 180° + Z 【恒星】 [25]で得た天測計算表のZn値		○	○	108 °	'	
31	H_o	[=24] 真高度	○			°	'	
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ボラリス表の最上段部から)	○			°	'	
33	a1	Lat(高度)の改正(ボラリス表中段部から)	○			°	'	
34	a2	Month(月)の改正(ボラリス最下段部から)	○			°	'	
35	Less 1 degree	(-1°) [31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 °	'	
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34−1°]	○			°	'	

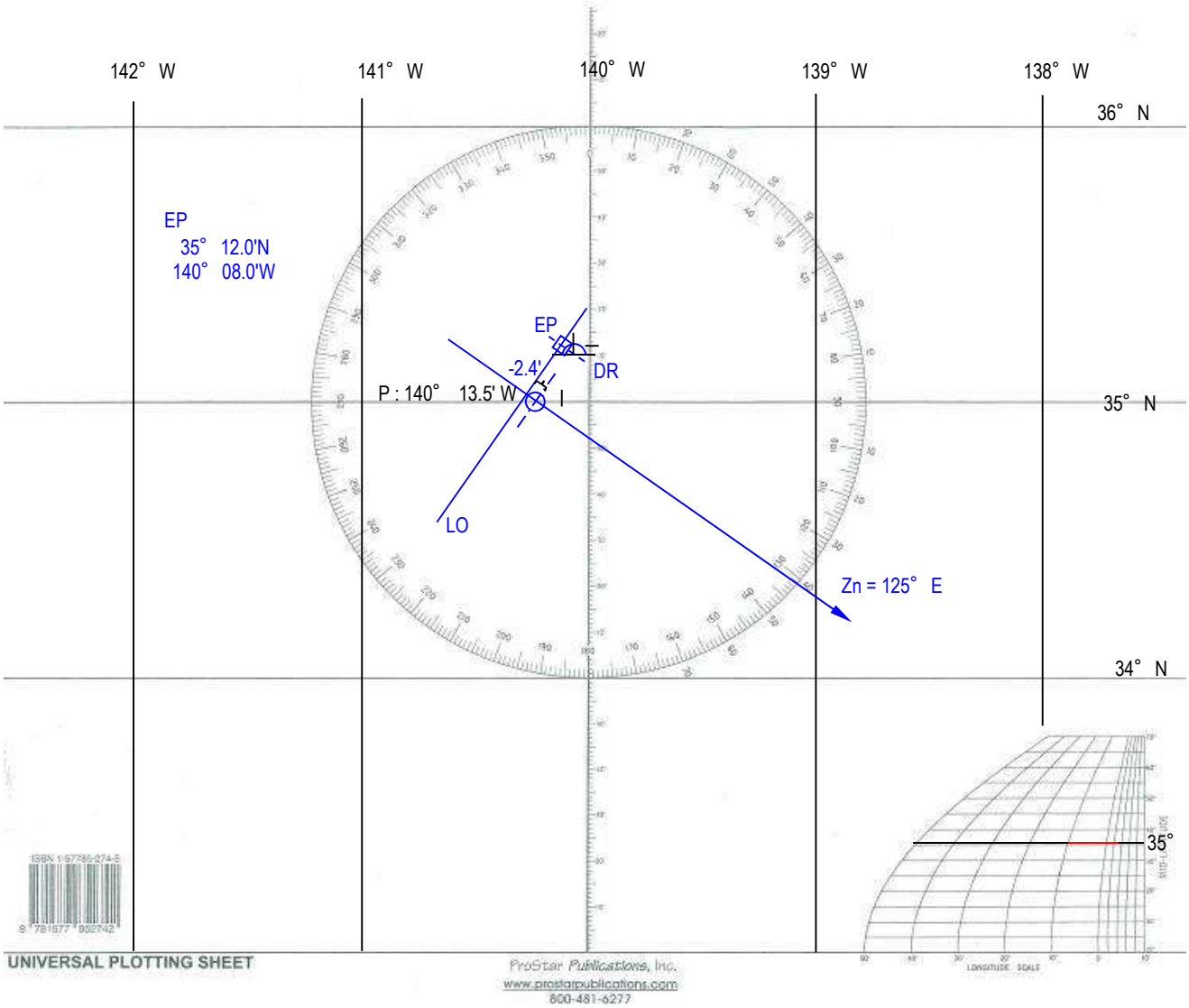




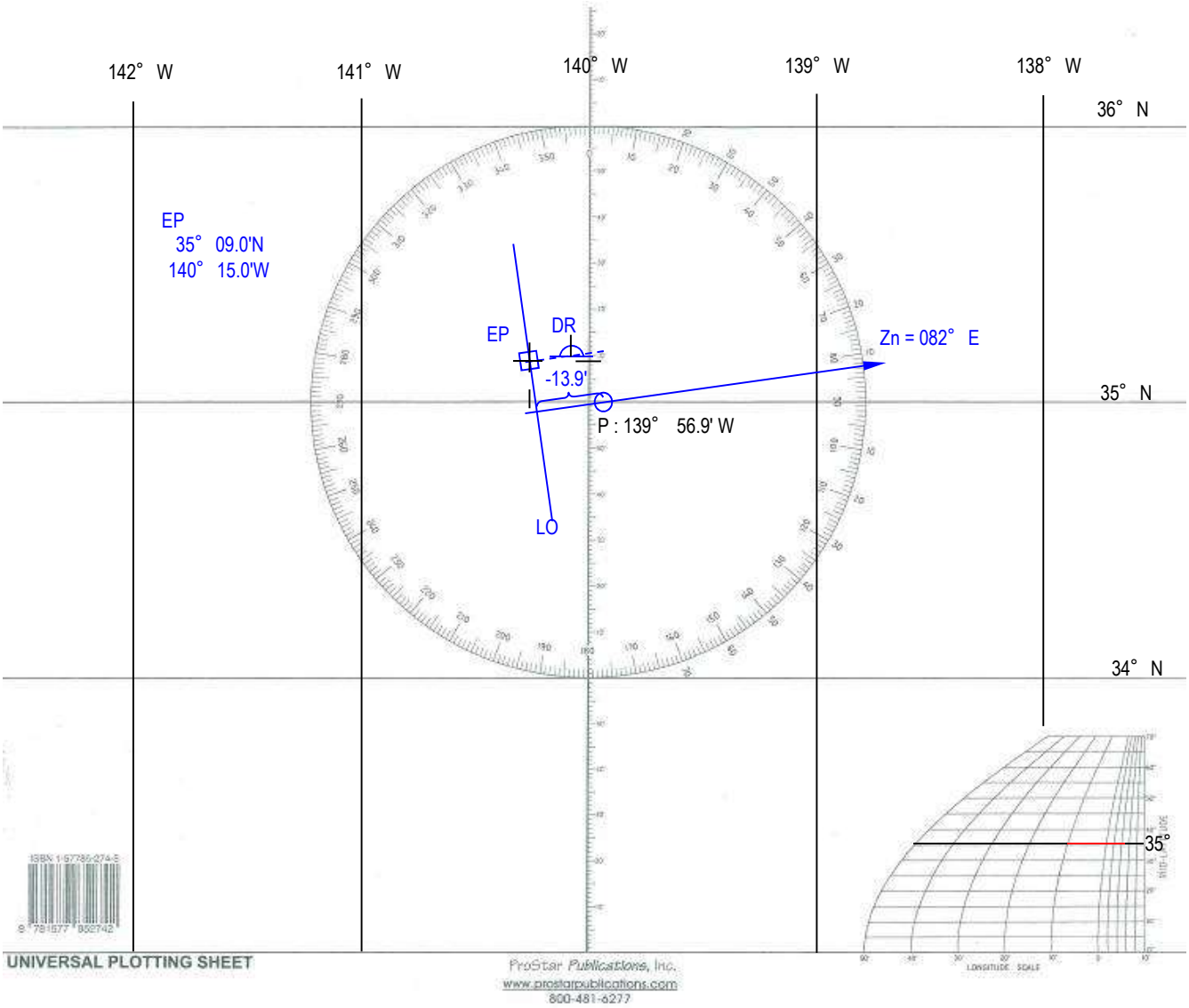


ランニングフィックス
インナーセーリング② 57ページ

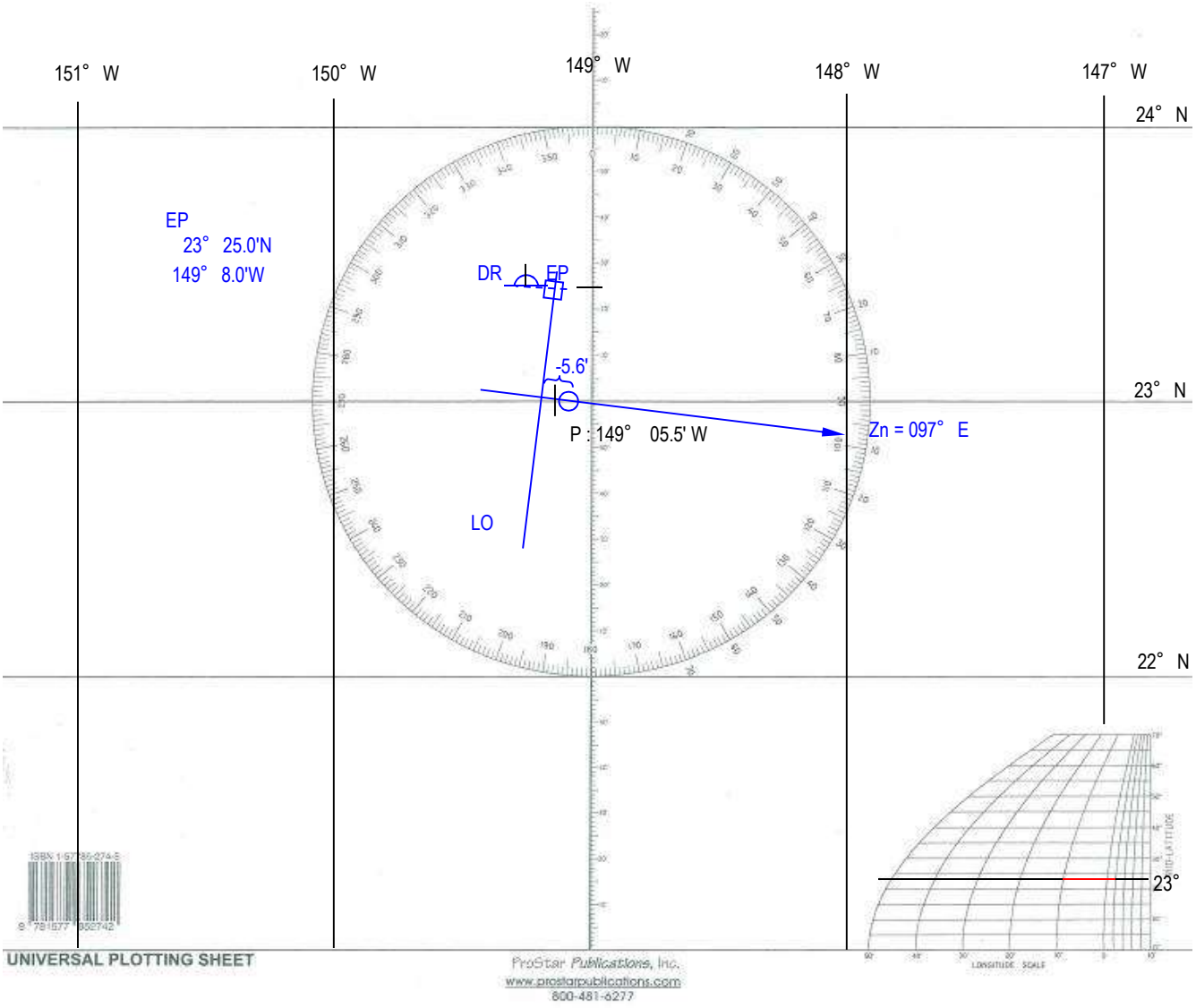
レビューテスト 5.3 位置の線航法 【月】 解答



レビューテスト 5.6 位置の線航法 【惑星】 解答



レビューテスト 5.7 位置の線航法 【恒星】 解答



ASA-107　CEN　天文航法コース　総括練習問題

問題を開始する前に右側へ記入して下さい。

受講生氏名 _____

解答年月日 _____

インストラクター _____

各問題の下線部分に解答を記入せよ。解答時間は 180 分、設問の内 80%以上である 20 問以上の正解をもって合格点とする。解答には数字だけではなく、必要な単位を記載すること。解答の許容誤差は緯度経度±4′、コース及び高度±5°、時刻±10 分の範囲とする。

解答には計算フォーム、プロッティングシート、電卓を使用しても良い。参考書を参照して解答練習を十分に行う。卒業テストでは、参考書を参照することは出来ない。

問題 1

1981 年 9 月 15 日 0900 時に、八丈島に向けて横須賀のシティマリーナヴェラシスを出航した。ヴェラシスの港口緑灯台(北緯 35° 14.2′、東経 139° 43.5′)をスターボードサイドに見て、セールを揚げた。風は北寄りで弱く、機帆走にて 0930 時に久里浜沖の海鹿島の東方位標識のすぐ東側(北緯 35° 12.6′、東経 139° 44.4′)を通過した。この頃には風は北で安定して吹きだし、艇は速力 5 ノット、針路 193° M で南下を開始した。この海域の偏差は 7° W である。

ユニバーサルプロット用紙のページを切り離して、中間緯度として 34° N と中間経度の子午線として 140° E の線を引く目的地は南方の八丈島なので、プロット用紙を北の端から自艇の位置のプロットを開始し、できるだけ長く同じ用紙を使えるようにする。まずプロット用紙にシティマリーナヴェラシスの港口緑灯台と海鹿島の東方位標識の緯度と経度を記入する。

次に出航時からのコースと速力を用紙にプロットして、1200 時の推測位置を求めよ。

① 緯度 35° 00.2′ N、経度 139° 42.8′ E

問題 2　LAN 航法 1

1981 年 9 月 15 日 11 時 25 分 42 秒に太陽の高度を測定し、T1 高度として用いる。太陽は引き続き昇り、観測者の眼高が 2.5m で太陽の下辺部の観測を行い、太陽の最高高度 57° 51.8′ を得た。六分儀の器差 IE が*目盛り読み値で -1.0′* で、この誤差は、自艇の六分儀がもつ一定の誤差である。

11 時 47 分 34 秒に太陽は再び T1 と同じ高度に落ちてきた。これらの天測結果から緯度と経度を計算する。LAN 航法により正午位置を求めよ。

② 緯度　35°　00.7′ N、経度　139°　40.4′ E　(11:36:38)

1

問題 3

この位置からコースを 204° T に変針した。そして、自艇は房総半島西端の洲崎灯台をポートサイド約 116° T に見て、東京湾から太平洋に出たことを知る。風が強くなり、ヨットは 6 ノットに増速した。

1500 時の DR 位置を求めよ。③ 緯度 34° 41.6′ N、経度 139° 30.4′ E

問題 4 北極星航法 1

1981 年 9 月 15 日の「天測暦」を調べて、夕方の常用薄明時を④ 1834 時と求めた。薄明とは日没後および日の出前に天空がうす明るい時間をいう。太陽が地平線下 6 度以内を常用薄明、12 度以内を航海薄明、18 度以内を天文薄明という。北極星は常用薄明時には視認できるだろう。太陽は航海薄明時には地平線下 12 度に位置し、この時刻にはもはや地平線が明確では無くなるので、天測時間の終わりと考えられる。自艇の推測位置(DR)を常用薄明時とすると、その予想位置は⑤緯度 34° 22.0′ N、経度 139° 20.1′ E となる。

北極星は真の北の方角に位置するため見つけやすく、その高度は自艇の緯度にほぼ等しい。自差 0° のハンドコンパスを用いて、偏差 6° W の地点で北極星を観測すると、磁針方位 366° M を得る。北極星はあまり明るくないので、19 時 03 分 57 秒まで確認することができなかった。この時刻に天測した六分儀高度は 34° 5.2′ であった。″

IE と眼高は従来と同じである。北極星フォームを用いて、緯度を求めよ。

⑥緯度 34° 17.9′ N

また、観測時刻である 19 時 03 分 57 秒での DR を用いて、緯度線に直交する線を引き、推定位置(EP)の

⑦緯度 34° 17.9′ N、 経度 139° 18.6′ E を求めよ。

そして、この EP から新たな針路 168° M へコースを引く。風が落ちて、自艇の平均速力も 4 ノットに落ちている。針路は三宅島と大野原島間を通過するのに適切であると思われる。

問題 5 北極星航法 2

前夜から同一針路での航海は続き、1981 年 9 月 16 日北極星を観測するために、0400 時に起きた。この時刻には、自艇は依然速度 4 ノットで航海しており、162° T のコースに変針した。北の水平線付近のオレンジ色に染まった空を見ると、北極星の高度を観測するために十分はっきりした水平線が確認できた。05 時 34 分 02 秒に北極星の高度を 34° 13.0′ に観測した。

⑧推測位置(DR)は緯度 33° 38.0′ N、経度 139° 34.2′ E である。

六分儀の IE や眼高は同一である。北極星フォームを用いて求めた 0534 時における緯度は、

⑨ 33° 37.8′ N、である。

この 0534 時の推測位置(DR)から緯度線に対して直交線を描き、新たな推定位置(EP)として、

⑩緯度 33° 37.8′ N、経度 139° 34.2′ E を決定する。

朝 0534 の北極星の天測による推定位置(EP)から 1200 時の推測位置(DR)を求め、1200 時における予想位置を、

⑪緯度 33° 12.7′ N、経度 139° 44.1′ E と推定して航海を続けた。

2

問題 6　LAN 航法　2

LAN の時刻は、およそ⑫　1135　時である。T1 の測定は 1981 年 9 月 16 日 11 時 21 分 15 秒であり、T2 は 11 時 50 分 32 秒であった。太陽の下辺の最高高度は 59°　17.0′ である。器差 IE は目盛り読み値-1.0 であり、眼高は 2.5m である。これらの天測結果から、LAN フォームを使用して正午位置を求めよ。

⑬緯度　33°　12.4′ N、経度　139°　46.1′ E

目的地の八丈島の神湊港口の灯標まで、約5マイルの地点に到達したことを知る。自艇は 156°　T で神湊港口にアプローチする。したがって針路は⑭　162　°　のコンパスコースを航行する。

問題 7　位置の線航法　太陽

これ以降の問題については、全て眼高は 2.5m、IC は+2.5′ 、時計に誤差はないものとする。

航海中の 1981 年 9 月 20 日に、午前と午後とに太陽を天測した。

DR 位置　35°　55.0′　N　/　147°　13.5′　E

観測時刻　10 時 36 分 12 秒

太陽下辺高度　49°　18.9′

その後 T128°　へ 20M 航海して再度天測

観測時刻　16 時 22 分 46 秒

太陽下辺高度　20°　34.3′

午後の観測時における現在位置を求めよ。⑮緯度　35°　53.0′　N、経度　147°　35.0′　E

問題 8 位置の線航法　恒星

DR＝35°　16’N、139°　46’E、地方時 1981 年 3 月 12 日に以下の 2 恒星を観測した。観測時には風が弱く行き足は殆どなかった。

天体名称 Rigel　　観測時刻 18h-58m-23s　観測高度 Alt＝42°　53.7′

天体名称 Regulus　　観測時刻 19h-04m-03s　観測高度 Alt＝38°　17.3′

観測時における現在位置を求めよ。⑯緯度　34°　42.0′　N　、経度　139°　54.0′　E

問題 9 位置の線航法　金星と月

DR＝35°　15’N、140°　03’W、地方時 1981 年 7 月 12 日 09h-02m-43s に金星の天測を行ったところ、六分儀高度は 20°　24.0′　であった。

その後針路 210°　M、速力 4 ノットで航海を続けて同日 19h-02m-39s に月の天測を行った。下辺高度は 28°　23.1′ であった。この海域の偏差は 15°　E である。

金星天測時の EP を求めよ。⑰緯度　35°　17.0′　N、経度　139°　46.0′　W

1902 時の DR を求めよ。⑱緯度　34°　49.0′　N、経度　140°　20.0′　W

月の天測時の EP を求めよ。⑲緯度　35°　00.0′　N、経度　140°　22.5′　W

3

問題 10 スターファインダー

1981 年 2 月 15 日 GMT0715 時、DR 24° S, 147° E として LHA を求め、次に大角度で方位角が交差する適切な 5 個の航海用常用恒星または惑星の方位角(Z)と高度(Alt)をスターファインダーから求めよ。

⑳ LHA 41°

天体名	方位角(Z)	高度(Alt)
㉑ Capella	025°	12°
㉒ Aldebaran	035°	41°
㉓ Rigel	071°	51°
㉔ Sirius	094°	35°
㉕ Canopus	139°	41°
Achemar	196°	55°
Fomalhaut	250°	40°
Hamal	348°	41°

4

LAN (Local Apparent Noon)

問題2 v4.2

LAN FORM						
Watch Time LAN (観測時間)						
1	DATE	日付	1981 Y	9 M	15 D	
2	DR LAT	1200時の推測緯度(DR)	35 °	0.2 °	N N/S	
3	DR LONG	1200時の推測経度(DR)	139 °	42.8 °	E E/W	
4	ZONE CENTER	タイムゾーン中央経度	135 °		E E/W	
5	λ DIFFERENCE	経度差 [=4−3 (分を丸める)]	5 °		E E/W	
6	MER. PASS.	正中時刻(タイムゾーン中央)		11 h	55 m	
7	(±)λ DIFF X 4 MIN	(±)経度差X4分 加減 [=5 x (4分]	+/-		-20 m	
8	WATCH TIME LAN	LAN航法の観測時刻 [=6+7]		11 h	35 m	
Declination (赤緯)						
9	1200	1200時		12 h	00 m	
10	(±) ZONE DIFFERENCE	(±)タイムゾーン値	+/-	-9 h		
11	UT (GMT)	世界時刻(GMT) [=9+10]		3 h	0 m	
12	DEC	赤緯	3 °	6.1 °	N N/S	
Sextant Corrections (六分儀による観測高度)						
13	hs	六分儀高度	57 °	51.8 °		
14	(±) IC	(±)器差改正	+/-	+1.0 °		
15	(-) DIP	(-)眼高差 [天測暦 表A2]	2.5m -	-2.8 °		
16	APPARENT ALT.	視高度 [=13+14+15]	57 '	50.0 '		
17	(±) SUM MAIN COR.	(±)太陽の高度改正 [天測暦 表A2]	+/-	+15.4 '		
18	(±) ADDIT. COR.	(±)太陽の屈折改正 [天測暦 表A4]	+/-	0.0 '		
19	HO	真高度 [=16+17+18]	58 '	5.4 '		
Zenith Distance (頂距)						
20	ZENITH	天頂高度 [=90° = 89° 60']	89 °	60.0 °		
21	(-) HO	(−)真高度 [=19]	58 °	5.4 °		
22	ZENITH DISTANCE	頂距 [=20−21]	31 °	54.6 °		
Latitude: Case 1 and 2 (緯度と赤緯が同名) : [2 (DR LAT) と 12 (DEC) のN/Sが同じ]						
23	DEC	赤緯 [=12]	3 °	6.1 °		
24	(±)ZENITH DISTANCE	(±)頂距 [=22]	31 °	54.6 °		
25	LATITUDE	緯度 [もし 2>23: =23+24 / もし 2<23: =23−24]	35 °	0.7 °	N N/S	②
Latitude: Case 3 (緯度と赤緯が異名) : [2 (DR LAT) と 12 (DEC) のN/Sが異なる]						
26	DEC	赤緯 [=12]	°	°		
27	(±)ZENITH DISTANCE	(±)頂距 [=22]	°	°		
28	LATITUDE	緯度 [=27−26]	°	°	N/S	
Longitude (経度)						
29	(T1+T2)/2	正中時刻	11 h	36 m	38 s	
30	(±)ZONE DIFFERENCE	(±)タイムゾーン値 [=10]	-9 h			
31	GMT LAN EXACT	LANの正確なグリニッジ時 [=29+30]	2 h	36 m	38 s	
32	gha ○	太陽のグリニッジ時角 [天測暦 GHA]	211 °	10.1 °		
33	(+) Δgha○	太陽のグリニッジ時角増分 [天測暦Incmt. & Corect]	9 °	9.5 °		
34	λw=GHA○	西経 [=32+33]	220 °	19.6 °	W W	
35	λ=360° (-) GHA○	東経 [360−(32+33)]	139 °	40.4 °	E E	②

LAN太陽天測時刻				
	T1	11 h	25 m	42 s
	T2	11 h	47 m	34 s
	T1+T2	22 h	72 m	76 s
29	(T1+T2)/2	11 h	36 m	38 s

位置の線航法 【LOPフォーム （北極星、太陽、月、惑星、恒星 共通フォーム)】

惑星: 水星(Mercury) 、金星(Venus)、火星(Mars)、木星(Jupiter)、土星(Saturn)
恒星: 57恒星 (Star Finder)

v4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS 【北極星】	SUN,MOON,Planets 【太陽・月・惑星】	Stars 【恒星】	問題4			問題5		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)											
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	Polaris / 366° M			Polaris / 366° M		
1	DATE	DR位置における地方 年月日	○	○	○	1981 Y	9 M	15 D	1981 Y	9 M	16 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	34 °	19.2 '	N N/S	33 °	38.0 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	°		N/S	°		N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	139 °	18.6 '	E E/W	139 °	34.2 '	E E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	19 h	3 m	57 s	5 h	34 m	2 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	-9 h			-9 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	10 h	3 m	57 s	9/15 20 h	34 m	2 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		°	'	N/S	°	'	N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d= ↑ ↓	'		d= ↑ ↓	'	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】 HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	° ' (月:HP=)		N/S	° ' (月:HP=)		N/S
LHA of Bodies (天体の地方時角)											
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'		°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ♈(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	144 °	16.7 '		294 °	41.4 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	0 °	59.4 '		8 °	31.9 '	
14	+/- v/d correction	【月, 惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	'		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHA♈	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHA♈ならば360を加える	○	○	○	145 °	16.1 '		303 °	13.3 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	139 °	18.6 '	E E/W	139 °	39.2 '	E E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHA♈	地方時角 [=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(-)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	284 °	34.7 ' /—	285 °	82 °	52.5 ' /—	83 °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)											
18	hs	六分儀高度	○	○	○	34 °	5.2 '		34 °	13.0 '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	+1.0 '		°	+1.0 '	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	2.5m °	-2.8 '		2.5m °	-2.8 '	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	34 °	3.4 '		34 °	11.2 '	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-1.4 '		°	-1.4 '	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	0.0 '		°	0.0 '	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	34 °	2.0 '		34 °	9.8 '	
HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正差)											
25	Hc	aLATとDEC.およびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】 天測計算表 HO249 Vol 2, Vol 3 【恒星】 天測計算表 HO249 Vol 1		○	○	°	'		°	'	
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d= /	'		d= /	'	
27	H_C	計算高度 [=25+26]		○	○	°	'		°	'	
28	H_O	真高度 [=24]		○	○	°	'		°	'	
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(-)する [=28-27]		○	○	°	'		°	'	
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球 LHA>180° : Zn = Z / LHA<180° : Zn = 360° - Z 南半球 LHA>180° : Zn = 180° - Z / LHA<180° : Zn = 180° + Z 【恒星】 [25]で得た天測計算表のZn値		○	○	°	'		°	'	
31	H_O	[=24] 真高度	○			34 °	2.0 '		34 °	9.8 '	
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ポラリス表の最上段部から)	○			1 °	14.6 '		°	27.2 '	
33	a1	Lat(高度)の改正(ポラリス表中段部から)	○			°	0.4 '		°	0.5 '	
34	a2	Month(月)の改正(ポラリス最下段部から)	○			°	0.9 '		°	0.3 '	
35	Less 1 degree	(-1°) [31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 °	'		-1 °	'	
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34-1°]	○			⑥34 °	17.9 '		⑨33 °	37.8 '	

LAN (Local Apparent Noon)

問題6 v4.2

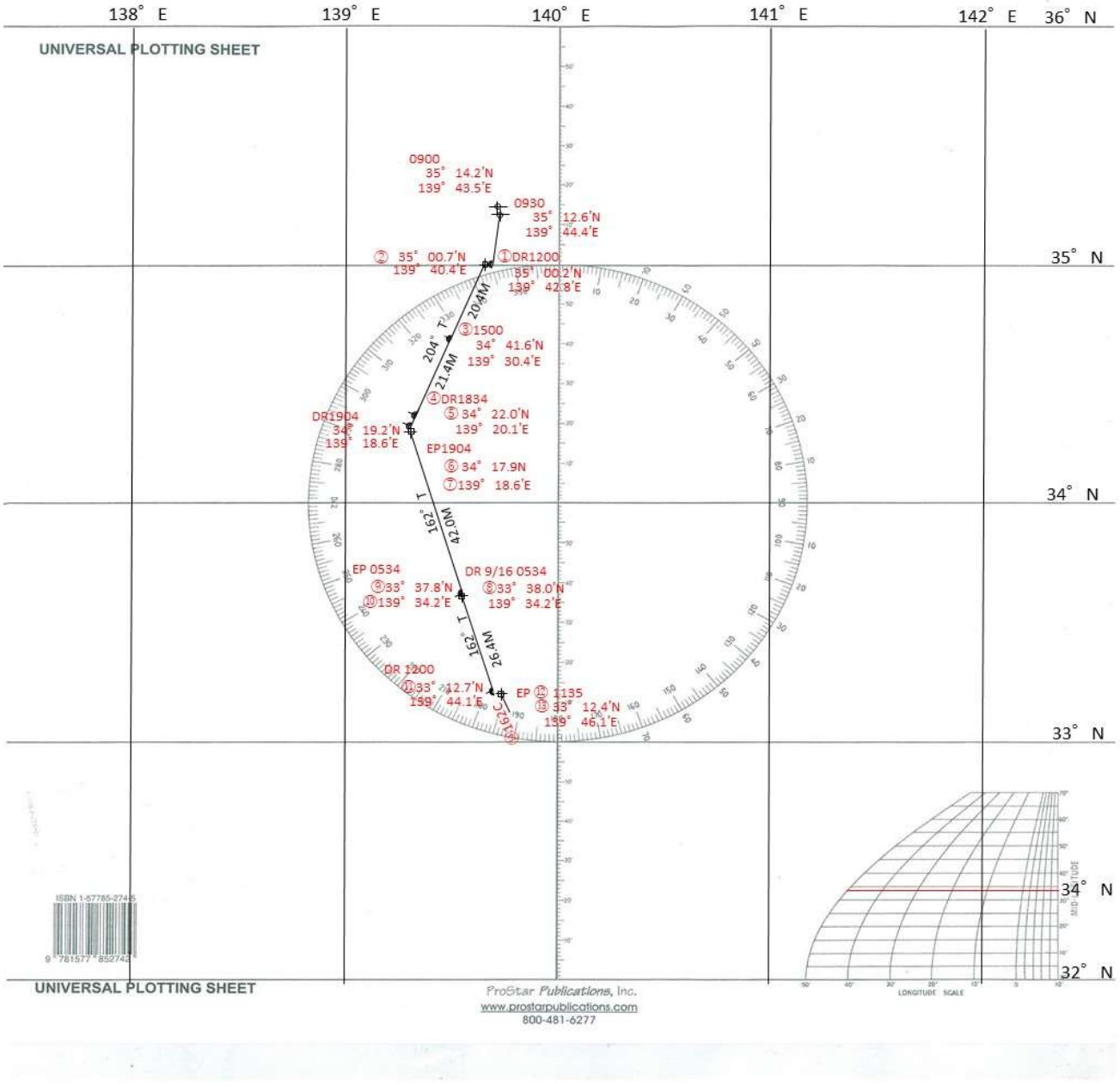
LAN FORM						
Watch Time LAN (観測時間)						
1	DATE	日付	1981 Y	9 M	16 D	
2	DR LAT	1200時の推測緯度(DR)	33 °	12.7 °	N N/S	
3	DR LONG	1200時の推測経度(DR)	139 °	44.1 °	E E/W	
4	ZONE CENTER	タイムゾーン中央経度	135 °		E E/W	
5	λ DIFFERENCE	経度差 [=4-3 (分を丸める)]	5 °		E E/W	
6	MER. PASS.	正中時刻(タイムゾーン中央)		11 h	55 m	
7	(±)λ DIFF X 4 MIN	(±)経度差X4分 加減 [=5 x (4分]	+/-		-20 m	
8	WATCH TIME LAN	LAN航法の観測時刻 [=6+7]		11 h	35 m	⑫
Declination (赤緯)						
9	1200	1200時		12 h	00 m	
10	(±) ZONE DIFFERENCE	(±)タイムゾーン値	+/-	-9 h		
11	UT (GMT)	世界時刻(GMT) [=9+10]		3 h	0 m	
12	DEC	赤緯	2 °	43.0 °	N N/S	
Sextant Corrections (六分儀による観測高度)						
13	hs	六分儀高度	59 °	17.0 °		
14	(±) IC	(±)器差改正	+/-	+1.0 °		
15	(-) DIP	(-)眼高差 [天測暦 表A2]	2.5m -	-2.8 °		
16	APPARENT ALT.	視高度 [=13+14+15]	59 '	15.2 '		
17	(±) SUM MAIN COR.	(±)太陽の高度改正 [天測暦 表A2]	+/-	+15.4 °		
18	(±) ADDIT. COR.	(±)太陽の屈折改正 [天測暦 表A4]	+/-	0.0 °		
19	HO	真高度 [=16+17+18]	59 '	30.6 '		
Zenith Distance (頂距)						
20	ZENITH	天頂高度 [=90° = 89° 60']	89 °	60.0 °		
21	(-) HO	(-)真高度 [=19]	59 °	30.6 °		
22	ZENITH DISTANCE	頂距 [=20-21]	30 °	29.4 °		
Latitude: Case 1 and 2 (緯度と赤緯が同名) : [2 (DR LAT) と 12 (DEC) のN/Sが同じ]						
23	DEC	赤緯 [=12]	2 °	43.0 °		
24	(±)ZENITH DISTANCE	(±)頂距 [=22]	30 °	29.4 °		
25	LATITUDE	緯度 [もし 2>23: =23+24 / もし 2<23: =23-24]	33 °	12.4 °	N N/S	⑬
Latitude: Case 3 (緯度と赤緯が異名) : [2 (DR LAT) と 12 (DEC) のN/Sが異なる]						
26	DEC	赤緯 [=12]	°	°		
27	(±)ZENITH DISTANCE	(±)頂距 [=22]	°	°		
28	LATITUDE	緯度 [=27-26]	°	°	N/S	
Longitude (経度)						
29	(T1+T2)/2	正中時刻	11 h	35 m	54 s	
30	(±)ZONE DIFFERENCE	(±)タイムゾーン値 [=10]	-9 h			
31	GMT LAN EXACT	LANの正確なグリニッジ時 [=29+30]	2 h	35 m	54 s	
32	gha ○	太陽のグリニッジ時角 [天測暦 GHA]	211 °	15.4 °		
33	(+) Δgha○	太陽のグリニッジ時角増分 [天測暦Incmt. & Corect]	8 °	58.5 °		
34	λw=GHA○	西経 [=32+33]	220 °	13.9 °	W W	
35	λ=360° (-) GHA○	東経 [360-(32+33)]	139 °	46.1 °	E E	⑬

LAN太陽天測時刻

T1	11 h	21 m	15 s	
T2	11 h	50 m	32 s	
T1+T2	22 h	71 m	47 s	
29 (T1+T2)/2	11 h	35 m	54 s	

総括練習問題

問題1～6　　解答UPS



位置の線航法 【LOPフォーム （北極星、太陽、月、惑星、恒星　共通フォーム)】

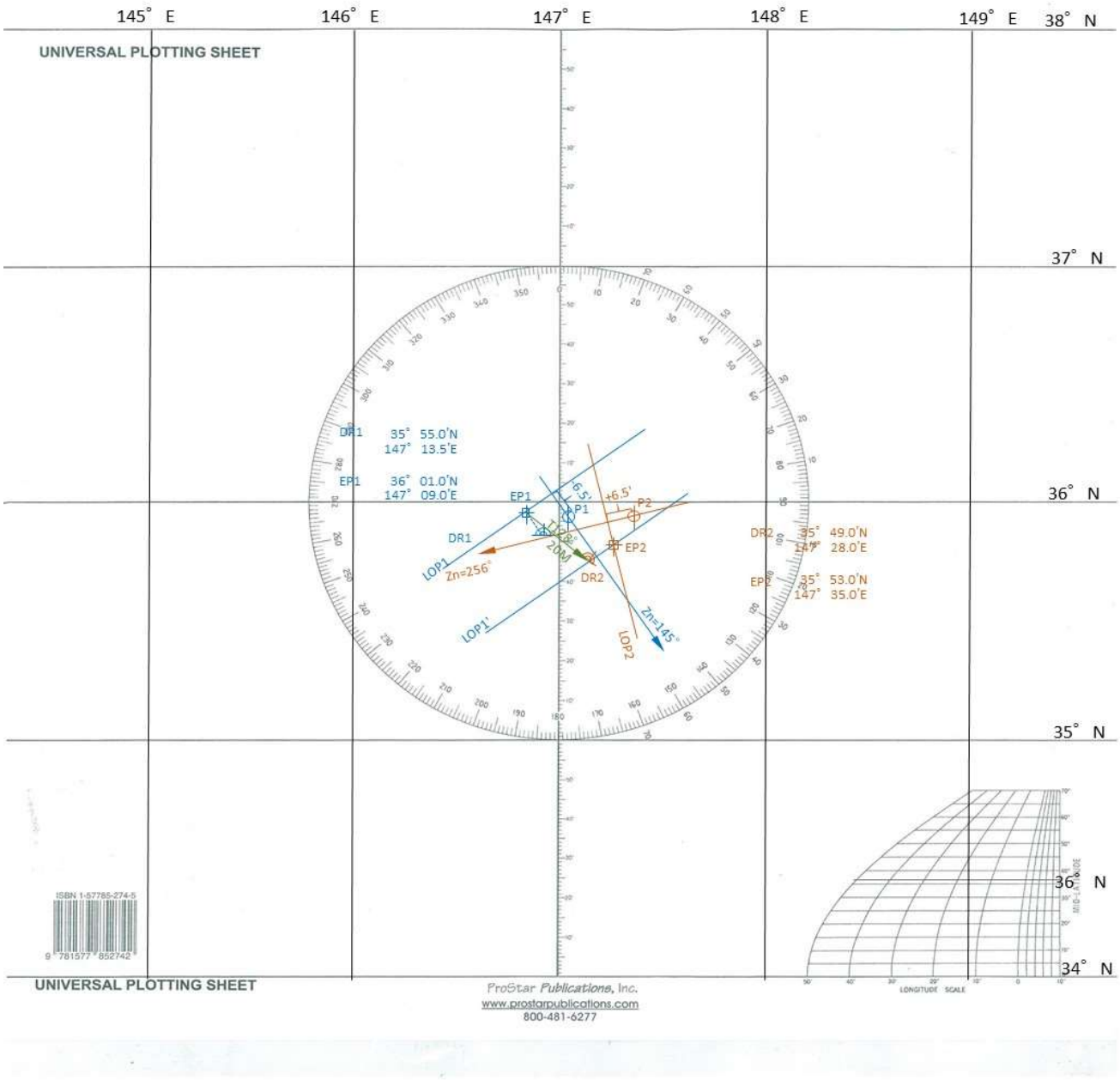
惑星: 水星(Mercury)、金星(Venus)、火星(Mars)、木星(Jupiter)、土星(Saturn)
恒星: 57恒星 (Star Finder)

総括練習問題　　問題7　　v4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽・月・惑星】	Stars【恒星】	1回目天測 計算値			2回目天測 計算値		
	DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)										
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	SUN	/	LL	SUN	/	LL
1	DATE	DR位置における地方　年月日	○	○	○	1981 Y	9 M	20 D	1981 Y	9 M	20 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	35 °	55.0 '	N N/S	35 °	49.0 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	36 °		N/S	36 °		N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	147 °	13.5 '	E E/W	147 °	28.0 '	E E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	10 h	36 m	12 s	16 h	22 m	46 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	-10 h			-10 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	0 h	36 m	12 s	6 h	22 m	46 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		1 °	13.0 '	N N/S	1 °	7.2 '	N N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d=1.0 ↓	-0.6 '		d=1.0 ↓	-0.6 '	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】　HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	1 °	12.4 ')	N N/S	1 °	6.6 ')	N N/S
						(月:HP=			(月:HP=		
	LHA of Bodies (天体の地方時角)										
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'		°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ϒ(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	181 °	36.4 '		271 °	37.7 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	9 °	3.0 '		5 °	41.5 '	
14	+/- v/d correction	【月，惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	'		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHAϒ	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は−360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHAϒならば360を加える	○	○	○	190 °	39.4 '		277 °	19.2 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	147 °	20.6 '	E E/W	147 °	40.8 '	E E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHAϒ	地方時角 [=15+/−16]を1度の位に丸める、16が(−)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	338 °	/→	338 °	425 °	/→	65 °
	SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)										
18	hs	六分儀高度	○	○	○	49 °	18.9 '		20 °	34.3 '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	+2.5 '		°	+2.5 '	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-2.8 '		°	-2.8 '	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	49 °	18.6 '		20 °	34.0 '	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	15.2 '		°	+13.5 '	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv,【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	0.0 '		°	0.0 '	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	49 °	33.8 '		20 °	47.5 '	
	HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正差)										
25	Hc	aLATとDECおよびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】　天測計算表 HO249 Vol 2, Vol 3 【恒星】　天測計算表 HO249 Vol 1		○	○	49 °	29.0 '		20 °	37.0 '	
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d=53/12	11.0 '		d=37/7	4.0 '	
27	H_C	計算高度 [=25+26]		○	○	49 °	40.0 '		20 °	41.0 '	
28	H_O	真高度 [=24]		○	○	49 °	33.8 '		20 °	47.5 '	
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(−)する [=28-27]		○	○	°	-6.5 '		°	6.5 '	
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球 LHA > 180° : Zn = Z / LHA<180° : Zn = 360° − Z 南半球 LHA > 180° : Zn = 180° − Z / LHA <180° : Zn = 180° + Z 【恒星】　[25]で得た天測計算表のZn値		○	○	145 °	-6.2 '		256 °	'	
31	H_O	[=24] 真高度	○			°	'		°	'	
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ポラリス表の最上段部から)	○			°	'		°	'	
33	a1	Lat(高度)の改正(ポラリス表中段部から)	○			°	'		°	'	
34	a2	Month(月)の改正(ポラリス最下段部から)	○			°	'		°	'	
35	Less 1 degree	(-1°) [31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 °			-1 °		
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34−1°]	○			°	'		°	'	

総括練習問題

問題7　　解答UPS



位置の線航法 【LOPフォーム （北極星、太陽、月、惑星、恒星 共通フォーム)】

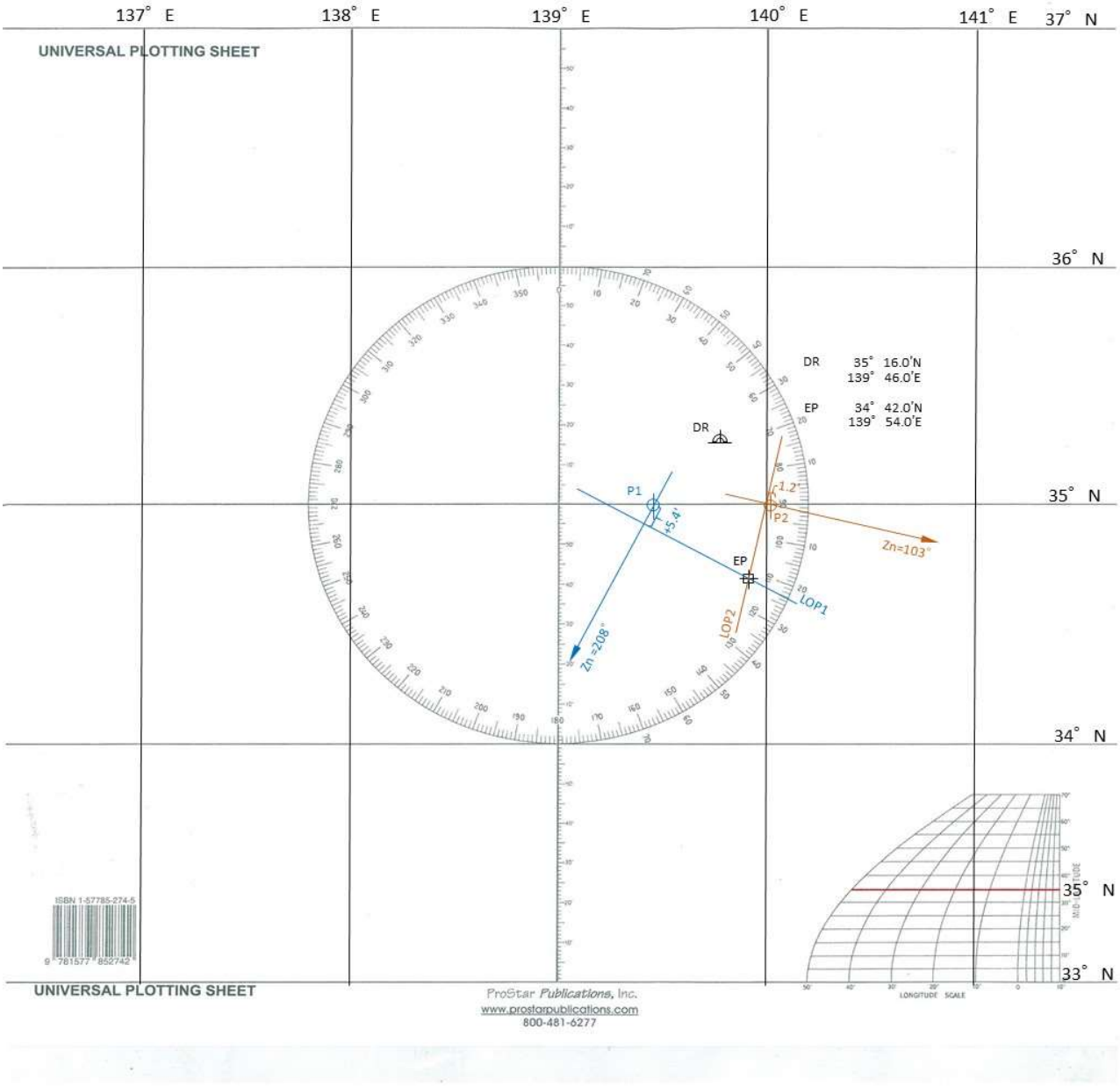
惑星: 水星(Mercury) 、金星(Venus)、火星(Mars)、木星(Jupiter)、土星(Saturn)
恒星: 57恒星 (Star Finder)

総括練習問題 v4.2　　問題8

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽・月・惑星】	Stars【恒星】	1回目天測 計算値			2回目天測 計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)											
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	Rigel /			Regulus /		
1	DATE	DR位置における地方　年月日	○	○	○	1981 Y	3 M	12 D	1981 Y	3 M	12 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	35 °	16.0 '	N N/S	35 °	16.0 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	35 °		N/S	35 °		N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	139 °	46.0 '	E E/W	139 °	46.0 '	E E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	18 h	58 m	23 s	19 h	4 m	3 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	-9 h			-9 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	9 h	58 m	23 s	10 h	4 m	3 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		°	'	N/S	°	'	N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d= ↓	'		d= ↓	'	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】 HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	8 ° (月:HP=	13.6 ')	S N/S	12 ° (月:HP=	3.5 ')	N N/S
LHA of Bodies (天体の地方時角)											
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	281 °	35.7 '		208 °	9.4 '	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ϒ(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	304 °	55.3 '		319 °	57.8 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	14 °	38.1 '		1 °	0.9 '	
14	+/- v/d correction	【月，惑星】の補正値（v の補正値）		○		v= +/-	'		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHAϒ	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は−360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHAϒならば360を加える	○	○	○	319 °	33.4 '		320 °	58.7 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	139 °	26.6 '	E E/W	140 °	1.3 '	E E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHAϒ	地方時角 [=15+/−16]を1度の位に丸める、16が(−)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	459 °	/⟶	99 °	461 °	/⟶	101 °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)											
18	hs	六分儀高度	○	○	○	42 °	53.7 '		38 °	17.3 '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	+2.5 '		°	+2.5 '	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-2.8 '		°	-2.8 '	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	42 °	53.4 '		38 °	17.0 '	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-1.0 '		°	-1.2 '	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	0.0 '		°	0.0 '	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	42 °	52.4 '		38 °	15.8 '	
HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正差)											
25	Hc	aLATとDEC,およびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】 天測計算表 HO249 Vol 2, Vol 3 【恒星】 天測計算表 HO249 Vol 1		○	○	42 °	47.0 '		37 38 °	17.0 '	
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d=/	'		d=/	'	
27	H_C	計算高度 [=25+26]		○	○	42 °	46.0 '		38 °	17.0 '	
28	H_O	真高度 [=24]		○	○	42 °	52.4 '		38 °	15.8 '	
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(−)する [=28-27]		○	○	°	+5.4 '		°	-1.2 '	
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球 LHA> 180° : Zn = Z / LHA<180° : Zn = 360° − Z 南半球 LHA> 180° : Zn = 180° − Z / LHA <180° : Zn = 180° + Z 【恒星】 [25]で得た天測計算表のZn値		○	○	208 °	'		103 °	'	
31	H_O	[=24] 真高度	○			°	'		°	'	
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ポラリス表の最上段部から)	○			°	'		°	'	
33	a1	Lat(高度)の改正(ポラリス表中段部から)	○			°	'		°	'	
34	a2	Month(月)の改正(ポラリス最下段部から)	○			°	'		°	'	
35	Less 1 degree	(-1°) [31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 °	'		-1 °	'	
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34−1°]	○			°	'		°	'	

総括練習問題

問題8　　解答UPS



位置の線航法 【LOPフォーム （北極星、太陽、月、惑星、恒星 共通フォーム)】

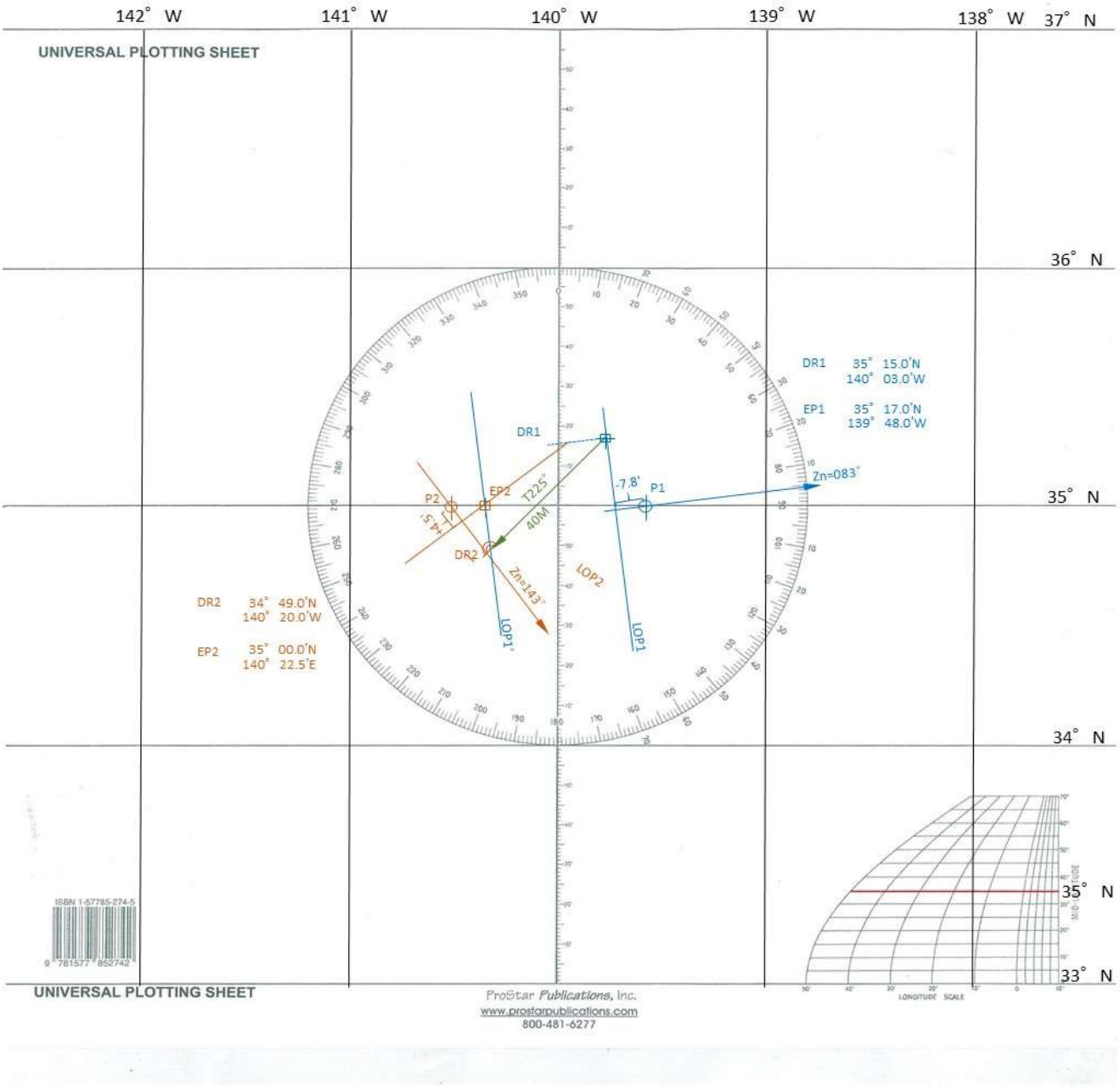
惑星: 水星(Mercury) 、金星(Venus)、火星(Mars)、木星(Jupiter)、土星(Saturn)
恒星: 57恒星 (Star Finder)

総括練習問題　　問題9　　v4.2　　1回目天測　金星　　2回目天測　月

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽・月・惑星】	Stars【恒星】	計算値			計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)											
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	Venus /			Moon /		
1	DATE	DR位置における地方　年月日	○	○	○	1981 Y	7 M	12 D	1981 Y	7 M	12 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	35 °	15.0 '	N N/S	34 °	49.0 '	N N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	35 °		N N/S	35 °		N N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	140 °	3.0 '	W E/W	140 °	20.0 '	W E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	9 h	2 m	43 s	19 h	2 m	39 s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+9 h			+9 h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	18 h	2 m	43 s	7/13 4 h	2 m	39 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		17 °	41.5 '	N N/S	16 °	50.1 '	S N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d=0.9 ↓	0 '		d=6.6 ↑	+0.3 '	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】　HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	17 °	41.5 ')	N N/S	16 °	50.4 ')	S N/S
						(月:HP=			(月:HP=	54.3	
LHA of Bodies (天体の地方時角)											
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'		°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ϒ(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	61 °	53.6 '		106 °	52.9 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	0 °	40.8 '		0 °	37.9 '	
14	+/- v/d correction	【月，惑星】の補正値（v の補正値）		○		v= +/-	'		v=+13.1	0.5 '	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHAϒ	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHAϒならば360を加える	○	○	○	62 °	34.4 '		107 °	31.3 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	-139 °	34.4 '	E/W W	-140 °	31.3 '	E/W W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHAϒ	地方時角 [=15+/−16]を1度の位に丸める、16が(－)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	-77 °	' /⟌	283 °	-33 °	' /⟌	327 °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)											
18	hs	六分儀高度	○	○	○	20 °	24.0 '		28 °	31.1 '	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	+2.5 '		°	+2.5 '	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-2.8 '		°	-2.8 '	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	20 °	23.7 '		28 °	30.8 '	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	-2.6 '		°	+59.6 '	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	+0.1 '		°	+1.1 '	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	20 °	21.2 '		29 °	31.5 '	
HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正差)											
25	Hc	aLATとDEC,およびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】 天測計算表 HO249 Vol 2, Vol 3 【恒星】 天測計算表 HO249 Vol 1		○	○	° 20	' 7.0		° 30	' 9.0	
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d=31/42	22.0 '		d=-51/50	-42.0 '	
27	H_C	計算高度 [=25+26]		○	○	20 °	29.0 '		29 °	27.0 '	
28	H_O	真高度 [=24]		○	○	20 °	21.2 '		29 °	31.5 '	
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(−)する [=28-27]		○	○	°	-7.8 '		°	+4.5 '	
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球 LHA> 180° : Zn = Z / LHA<180° : Zn = 360° − Z 南半球 LHA> 180° : Zn = 180° − Z / LHA<180° : Zn = 180° + Z 【恒星】 [25]で得た天測計算表のZn値		○	○	° 083	'		° 143	'	
31	H_O	[=24] 真高度	○			°	'		°	'	
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ポラリス表の最上段部から)	○			°	'		°	'	
33	a1	Lat(高度)の改正(ポラリス表中段部から)	○			°	'		°	'	
34	a2	Month(月)の改正(ポラリス最下段部から)	○			°	'		°	'	
35	Less 1 degree	(-1°) [31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 °	'		-1 °	'	
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34−1°]	○			°	'		°	'	

総括練習問題

問題9　　解答UPS

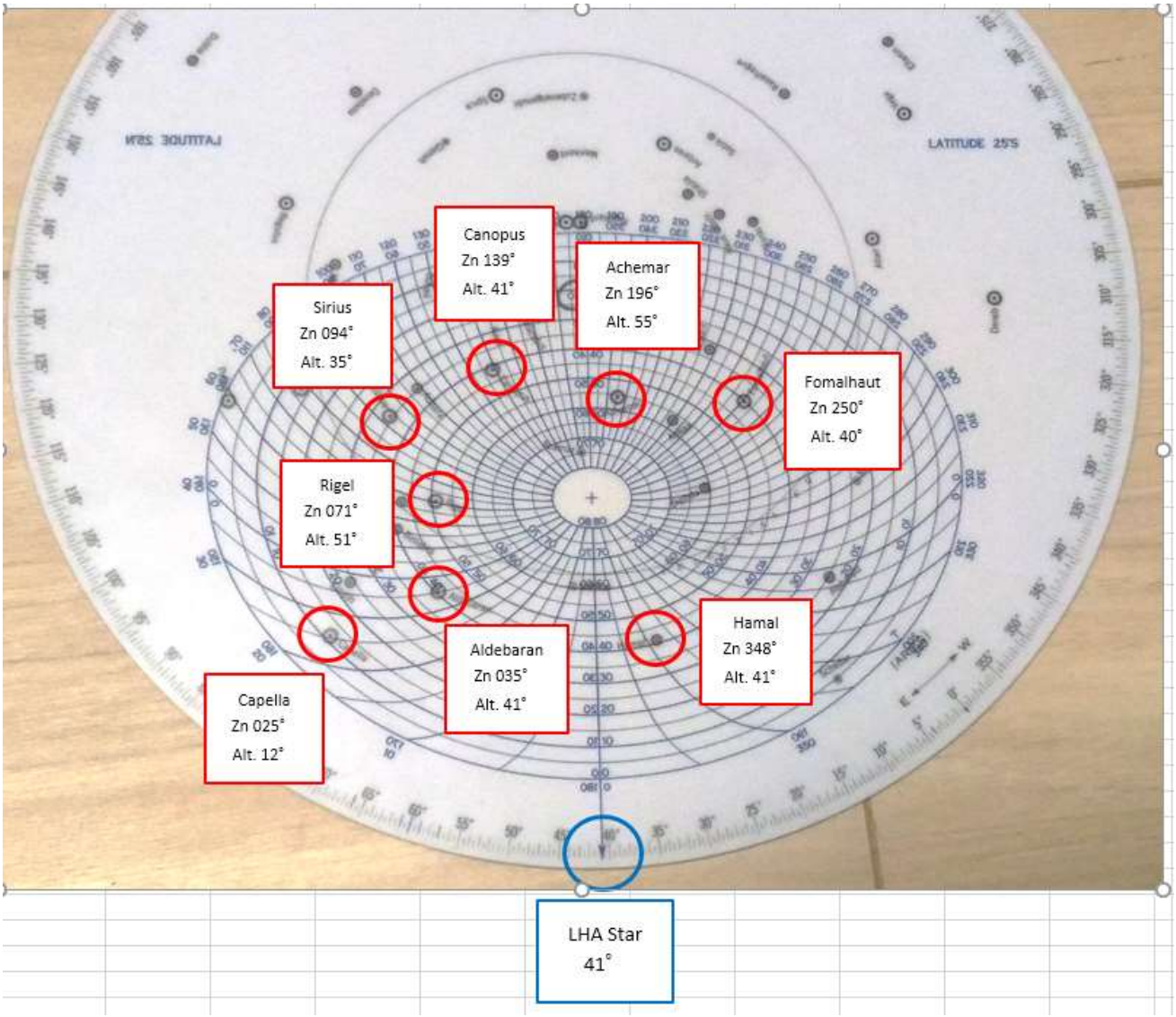


位置の線航法 【LOPフォーム （北極星、太陽、月、惑星、恒星 共通フォーム)】

惑星: 水星(Mercury) 、金星(Venus)、火星(Mars)、木星(Jupiter)、土星(Saturn)
恒星: 57恒星 (Star Finder)

総括練習問題 問題10 v4.2

	Parameters	計算手順	POLARIS【北極星】	SUN,MOON,Planets【太陽,月,惑星】	Stars【恒星】	計算値		
DR-UT-DEC (推定位置、世界時間、赤緯)								
0	BODY / BEARING	天測する天体の名前と方位角	○	○	○	/		
1	DATE	DR位置における地方 年月日	○	○	○	1981 Y	2 M	15 D
2	DR LAT	天測時におけるDR緯度	○	○	○	24 °	0.0 '	S N/S
3	a LAT (PLOT)	DR緯度を1°単位に丸めた仮定緯度(プロット起点の緯度)		○	○	24 °		N/S
4	DR LONG	天測時におけるDR経度	○	○	○	147 °	0.0 '	E E/W
5	LOCAL TIME	地方時における天測時刻	○	○	○	h	m	s
6	+/- ZD	タイムゾーン時差(東経-、西経+)	○	○	○	+/- h		
7	GMT	天測時のグリニッジ時 [5+/-6]	○	○	○	7 h	15 m	0 s
8	dec (hour)	天測暦から求めたDEC		○		°	'	N/S
9	+/- Δdec	【太陽,月,惑星】 +/- 天測暦の時間補間表の d の分位		○		d= ↑ ↓	'	
10	DEC (hour, min)	改正後のDEC [=8+9] 【月】 HPを記録しておく 【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める		○	○	° (月:HP=	')	N/S
LHA of Bodies (天体の地方時角)								
11	SHA【Star】	【恒星】 天測暦当日頁の右側に掲載された当該恒星から求める 天測計算表HO249 Vol 1を使う場合は、以下の計算には使わない			○	°	'	
12	gha (hour) 【Polaris,Stars】gha ♈(hour)	天測暦から[7]のGMTに対して求めた毎時のGHA 【北極星,恒星】 天測暦から[7]のGMTに対して求めた春分点のGHA	○	○	○	250 °	11.9 '	
13	+ Δgha α(mins/sec)	天測暦の補間表から求めたGHAの分、秒に対する補正値 【北極星,恒星】 春分点の分・秒補正値	○	○	○	3 °	45.6 '	
14	+/- v/d correction	【月, 惑星】の補正値 (v の補正値)		○		v= +/-	'	
15	TOTAL GHA 【Polaris,Stars】TOTAL GHA♈	グリニッジ時角 [=12+13+14] 360より大きい時は-360とする 【北極星,恒星】 DR経度>GHA♈ならば360を加える	○	○	○	253 °	57.5 '	
16	+/- aLONG (PLOT)	[4]DR経度を参照して、[17]を1度位に丸めるように、東経は加え、西経は引く 【北極星】 [=4] 度分値を東経は加え、西経は引く	○	○	○	147 °	2.5 '	E E/W
17	LHA 【Polaris,Stars】LHA♈	地方時角 [=15+/-16]を1度の位に丸める、16が(－)の時は360を加える 【北極星,恒星】 春分点の地方時角	○	○	○	401 °	/→ '	41 °
SEXTANT CORRECTIONS (六分儀による観測高度)								
18	hs	六分儀高度	○	○	○	°	'	
19	+/- IC	器差改正	○	○	○	°	'	
20	- DIP	眼高改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	'	
21	APPARENT ALT.	視高度 [=18+19+20]	○	○	○	°	'	
22	+/- STAR CORR.	高度改正、天測暦A2表 【月】:表xxxiv	○	○	○	°	'	
23	+/- ADD'L CORR.	追加改正、天測暦A4表 【月】:HP値を表xxxiv, 【金星、火星】:天測暦A2表	○	○	○	°	'	
24	H_O	真高度 [=21+22+23]	○	○	○	°	'	
HEIGHT computed and INTERCEPT (計算高度と修正差)								
25	Hc	aLATとDEC,およびLHAの値を使って得る 【太陽,月,惑星】 天測計算表 HO249 Vol 2, Vol 3 【恒星】 天測計算表 HO249 Vol 1		○	○	°	'	
26	+/- Δd	DECの分値と[25]で得たd値をもとに天測計算表の表5を使用して得る		○		d= /	'	
27	H_C	計算高度 [=25+26]		○	○	°	'	
28	H_O	真高度 [=24]		○	○	°	'	
29	INTERCEPT (PLOT)	修正差、Hc>Hoの時はプロット起点から(−)する [=28-27]		○	○	°	'	
30	Zn	天体の方位角 【太陽,月,惑星】[25]で得た天測計算表のZ値 北半球 LHA＞180° : Zn = Z / LHA<180° : Zn = 360° − Z 南半球 LHA＞180° : Zn = 180° − Z / LHA<180° : Zn = 180° + Z 【恒星】 [25]で得た天測計算表のZn値		○	○	°	'	
31	H_O	[=24] 真高度	○			°	'	
32	a0	LHA(地方時角)の改正(ポラリス表の最上段部から)	○			°	'	
33	a1	Lat(高度)の改正(ポラリス表中段部から)	○			°	'	
34	a2	Month(月)の改正(ポラリス最下段部から)	○			°	'	
35	Less 1 degree	(-1°) [31]から[34]までの合計から1°引く	○			-1 °	'	
36	LATITUDE	北極星高度 [=31+32+33+34−1°]	○			°	'	

総括練習問題

問題 10　　Star Finder