

大航海時代開幕時の ポルトガルの航海術

1996.5.18

山田義裕

地理上の発見に関する出来事		ポルトガルの航海術の発達	
1096 -1099	第1回十字軍	8-9 世紀	アラビア人による <u>天文学の研究</u> マッサー： アルフォンソ10世・賢王の「天文学の知識の書」に影響 アルフラガーノ： 「天文学入門」
1139	ポルトガル伯、王位を承認する	11世紀	アフナサハーン： アルフォンソ10世・賢王の「天文学の知識の書」に影響 アベソ・ラジエール： 「星の判定者」
1147 -1149	第2回十字軍	12世紀	アザキエル： アルフォンソ10世・賢王の「天文学の知識の書」に影響 クレモのジェラルド(1114-1187)： マッサー等の翻訳
1245 -1247	教皇の蒙古特使カルビーニの旅行	1226 13世紀 前半	英国王によるポルトガル人商人への通行許可書 英國のイオアン・デ・サクロボスコ 「天球論」
1271 -1295	マルコ・ポーロの東方旅行	1235	カタルーニャのラモン・ルル誕生(-1315) 「アルス・マグヌス(Ars Magnus)」
1291	教皇の蒙古特使モンテ・コルビーノの旅行	1252 -1284	カスティーリヤ王アルフォンソ10世在位 「天文学の知識の書」 「七部法典」
1291	ジェノヴァのガイウ・アルティイ兄弟がカナリア諸島へ航海した伝聞	1290 1300頃 1307 1317	リスボン大学創立 ピサ図(最古のポルトガル) コインブラ大学創立 デニス王とジェノヴァ人マヌエル・ペーヴ サニヤとの傭兵契約
1338	アフォンソ四世のフレンチ商人への特許状：北アフリカとの通商	1380頃	アブラハム・クレスケス(ジャーフードの父) カタルーニャ地図を作成
1385	アルジュバロータの戦いにてポルトガルがカスティーリヤに勝つ		

地理上の発見に関する出来事		ポルトガルの航海術の発達	
1394	エンリケ親王誕生		
1402	カステイーリャの支援のもとに 伝人ジヤン・ド・ベタンクールがカナリア 諸島に遠征		
1415	ジヨアン1世、セウタ攻略		
1419	エンリケ親王アルガルヴェ州知事就任 ジヨアン・ゴンサルヴェス・サルコと トリスタン・ヴァス・ティシェイラがマデイラ諸 島のポルト・サント島へ到着 (マデイラ島の再発見)		
1424	エンリケ親王がフェルナンド・デ・カストロ をカナリア諸島の征服に派遣した が失敗		
1431	エンリケ親王がゴンサーロ・ヴァエリョ・カ ブラルをアゾレス諸島の探検に派 遣	1431	エンリケ親王が里斯ボン大学に校舎 を寄付
1433	ジル・エーネスがボジャトール岬を目 指すが、成功せずカナリア諸島で 引き返す	1436	トイッタレキ・オモンタヌ誕生 (マルチン ・ペハイルの師) (-1476)
1434	ジル・エーネスがボジャドール岬 を越える		
1441	ヌーノ・トリスタンがブランコ岬到達		
1445	デニス・ディアスがヴエルデ岬を 越える	15世紀 中頃	アフリカ海岸からの帰途のアゾレス 諸島近辺の外洋廻り航路開拓
1456	カダモストとウリテ・イマーレがヴエルデ 岬諸島に到達		
1460	エンリケ親王没	1460頃	北極星のレジメントの使用開始
1473	ロボ・ゴンサルベスが赤道を通過		ついで太陽のレジメント使用開始
1482	コロンブスが葡国のジヨアン2世に 探検航海を申し出	1474	トスカネのフェルナン・マルチン宛の手紙 (西廻航海がコロンブスを刺激)
	マルチン・ペハイルがコンゴ河に到る	1481	数学者委員会の活動開始
1487	バルトロメウ・ディアスが希望峰到達	1485	J.カイジーニョがギネで天文観測
1492	コロンブスがバハマ諸島に到達	1496頃	A.サクートポルトガル滞在、 「万年暦」ラテン語版
1494	トルテシリヤス条約		
1498	ヴァスコ・ダ・ガマがインドに到達	1500	ジヨアン師がレジメントの精度測定
1500	カブラルがブラジルを発見	1502	ペドロ・ヌーネス誕生 (-1578)

1. ルイス・アルブケルケ(Luis Albuquerque)

1917年、リスボン生まれのポルトガル海事史研究家（コインブラ大学数学科博士）、リスボン大学、コインブラ大学の教授を歴任。

著書：「発見史への導入」(Introdução à História dos Descobrimentos)

1962年、初版をコインブラにて発刊。

2. ポルトガルにおける海運、海軍の始まり

1) 海運

英国、フランドル、フランスとの通商

地中海商人達は12世紀には、オリエントの産物を西ヨーロッパに運ぶのに、
フランス横断の陸路をイベリア半島迂回の海路に変えるようになった。

6P 1192年：英仏海峡におけるポルトガル船の最初の情報

1122年：英国王による私掠船からのポルトガル船保護の特許状

1269年：アフォンソ3世が特定日の市の開催を認可

13世紀の終わり頃：ポルトガルにおける商業活動が活発化

10P 1293年：商業銀行のごとき形態が商人間で契約され、王がこれを確認；

ポ王国の港で積載をする船（バルカ）は全て、税を収めることとし、
その金額が船の大きさ（100トンを境）によって決められた。これを
基金として、信用状が開設できた。この契約は100年近く存続。

10P 14世紀：さらに英國およびフランドル地方との通商が活発化。

14P 船舶不足から、フランス人が傭船した船を使う必要があった。

自国の海運業の振興

1387年、1380年：フェルナンド王の特許状

7 (1) 100トン以上の船（バルカ）を建造する者は王室所有地の木材の
無償支給

(2) 船の建造のために輸入する鉄、木材、コーティング材にたいする10
分の1税の免除

(3) 自国の船主が外国船の購入契約をした場合、売り主と同様に買い主
にも課せられる10分の1税の免除

(4) その他の特典

22P 1380年(?)：ポルトガルの始めての海上保険：「船（ナウ）の会社」(Companhia das Naus)の制度（フェルナンド王年代記所載）

(1) 「甲板を有する」100トン以上の船は全て、海上に持ち出す物の
購入日と金額をリストアップすること。

(2) その船の輸送で得られた傭船料と利益から、船主は「会社の金庫」
に対して2%を払い込むこと。

(3) 暴風雨やその他の理由（私掠船による捕獲を含む）で船が失われた
場合、その資金より損害額が補填される。資金が不足する場合
は、差額は積み荷額に比例して全会員に割当る。

(4) その他として、詐欺や怠慢（防衛に関して等）などの規定あり。

26P 14世紀末から15世紀初頭にかけて、商業ブルジョアジーの力は強大となった。

2) 海軍

1248年(?)：勅許状中で王が「余の船乗り達」(meos marinarios)に言及。

1260年：ある文書に「王が里斯ボンで建造した船の船長」という記述あり。

1288年：勅許状中に「アルミランテ」(提督)の称号が出てくる。

1314年：王が贈与証書においてヌーノ・フェルナンデス・コゴミニニョを
「アルミランテ・モール」(主席提督)に任命。

13世紀より戦闘用の艦隊が存在したが、常設的な性格はなく、国王達の関心も
大きなものではなかった。

1317年：ディニス王がジェノヴァ人のマヌエル・ペッサーニャと契約。

(1) 王は年に3000ドブラの給料を3分割で支払う。(村落あるいは奴隸
による支払も可) 称号(ミーセ(mice))は男子世襲。

(2) これに対して、ペッサーニャは自己の費用で常時、20人の「ガレ
ー船の船長が務まる「海を良く知った」男達を任務につかせなければ
ならない。彼らが逃亡、死亡した場合は補充をする。

(3) 敵からの略奪品(ただし船体、その艤装品、武器、モーロ人の有力
者は除く)の5分の1を得る。

(4) 3隻以下のガレー船で出撃する必要はなかった。

(5) 平時には通商に従事することが許された。

この頃のジェノヴァ人達は、羅針盤、ポルトラーノ海図の使用に通じ、推測連針路
航法に慣れていた。

3. 14世紀の航海術

1) 13世紀後半のアルフォンソ10世の「七部法典」と「天文学の知識の書」

「七部法典」

「その思慮分別をもって船を導く者を水先案内人(ナウチエーレス(Naucheres))
と呼ぶ。これらの者達は陸上における戦闘指令官(アダイース(Adais)のごとき
ものであるから、それゆえにこそ、そのような任務のために、彼らを受け入れる
時には、次の四つのこと自ら保有する者を求めねばならぬ。すなわち、どこ
が流れが緩やかで、どこが流れが急であるかという海の知恵者であること、そ
して、様々な風とその移動を知り、全てのその他の航海術を知ること。そして、
その他に、船を安全に導くために島や港(...)入り口や出口を知らねばなら
ない」

王の補佐官達を磁石にたとえて、「船乗り達が暗い夜に磁石によって航海するご
ときである。磁石は星と石の間にある物で、天候が悪い時でも、良い時と同じ
ように、何処を進んでいるかを示す」

「天文学の知識の書」

北半球の星の一つづつの記述に始まり、四分儀、アストロラーベ等の天文観測器
具について述べる。続いて、位置天文学の様々な問題の解決法を示す。

アルフォンソ表と称される天文表を含む(黄道の傾斜角: 23度33分; アラビア
起源と思われる)ある場所の緯度の決定には二つのプロセスが示されている。

(1) 北極周辺の一つの星の複数の子午線高度から緯度を得るもの(航海では2回の
観測で位置が移動するので使用できない)。(2) 太陽正中時の高度から緯度を得る。

(そのためには毎日の太陽の赤緯を知るか、天球儀による計算の必要があった。)
ただし、このままでは航海に用いるには実用的ではなく、占星術に用いられたに
すぎないことに注意。後日、天文航海術の発展に大きく影響した。

36P 2) 13世紀後半のカタルーニャの学者ラモン・ルル

ラモン・ルルは船乗り達は「様々な道具、海図、コンパス、磁石と海の星」をしようしたと述べている。彼は、現在のトラバース表（15世紀に「トレタ・デ・マルテロイオ」と称された）の考え方を紹介。また、小熊座のグアルダス星と北極星との位置関係を測定して夜間の時刻を得る「ローダ（輪）」（後に「夜間アストロラーベ」（アストロラビオ・ノクトゥルナル）を紹介。この器具では天文座標は測れないことに注意。

3) 航海術用具

49P 1416年のポルトガルの文書：1隻のナウの所持品目録中に「航海用磁石が3個。砂時計が1個。測深用の重りが2個とその紐。」という記述。

49P 磁石

羅針儀に関する最古の文書上の引用は12世紀末から13世紀初頭に書かれた、スコットランドの僧アレクサンダー・ネッカムの「自然について」。13世紀のフランスの僧ヴィセンテ・デ・ボーヴェーズがその著書「スペクーラ・ゲネラリア」の中で2極に南北の名称を与えた。

海図（ポルトラーノ）

40P ポルトラーノは一般的にラテン語のPortus（港）に語源を持ち、港湾誌という意味で、ギリシャのペリプロス（水路誌）と同じ起源を持つと考えられる。現存最古のピサ図（1275-1300頃）はかなりの完成度を示しており、それまでの羅針盤を用いて、航走した距離と継続した針路（ルーモ）をシステムチックに記録した長年の経験の蓄積が推測される。風の方位を表す32の方位（ローザ・デ・ヴェント）の線が書き込まれているが、緯度および経度の線はない。緯度の線に取って代わられるのは、ポルトガルにおける天文航海術が発達して、各地の緯度が知られるようになってからである。

14世紀初頭
位相による力
はない

4. 天文航法の始まり

1) 天文学の知識の導入

169P (1) サクロボスコのポルトガルへの渡来

チャーチー

ジョン・オブ・ハリウッド（英国：?-1256頃）、パリ大学教授。トレマイオスの「アルマゲスト」のダイジェストを出版し、17世紀まで広く読まれた。

179P ポルトガルにおける存在の最古のものは、アルコバーサ修道院の手写本で、筆写の文字から15世紀後半のものとされる。ペドロ・ヌーネスは17世紀にポルトガル語への翻訳を行った。（?）付に付す

179P (2) アルフォンソ表等のスペインの占星術のポルトガルへの渡来

・アジューダの図書館の手写本：「西暦1321年におけるアルフォンソ表に基づいて調整された天文表」というタイトル。文字より14世紀末ないしは15世紀初頭とされる。

180P → ・マドリッドのポルトガル暦：マドリッドの国立図書館の手写本。14世紀前半のものとされるポルトガル語で書かれた写本。ミリヤス・ヴァリクローサの「スペイン科学史」によると、その内容は、原典がラテン語で、アラゴン王国で講義が行われたり、カタルーニャ語に翻訳されたものと同じという。

この暦は1世紀半後のアブラハム・ザクートの「万年暦」の先駆ともいべき性格を有している。言語がポルトガル語というだけでなく、里斯ボン、サンタレン、コインブラの3都市の緯度が記されている（ただし里斯ボンが他の2都市よりも北という誤りがある）。

2) エンリケ航海親王

(1) 「比喩的に『サグレスの学校』と言うのはまだしも良いが、この表現でもってサグレスあるいは里斯ボンに、発見時代の初期の何十年間かの間に海事科学の理論的研究のために、教師と生徒が通う教室が一体となったものが存在したということを意味するために使われてはならない。せいぜい大西洋を勇敢に征服していったサグレス、ラゴスあるいは里斯ボンの船乗り達が徐々に経験的にものにした航海の技術を指し示せる程度である。ルシアーノ・ペレイラ・ダ・シルヴァは発見時代のポルトガルの航海術の実践的な性格を強調して、『サグレスの学校の座席はカラヴェラ船の甲板であった』と、非常にうまく表現している。」(L. アルブケルケ)

1549P 1431年に何軒かの家を購入して里斯ボン大学に寄贈した際に「余は誰それよりそれらの家を購入したが、そこで聖母教会によって認められた全ての学科が教えられるべし。七つの教養学科(artes liberais)、すなわち文法、論理学、修辞学、算数、音楽、幾何学、占星術」ここで占星術に言及しているが、この時点では航海のためのものではない。当時は医学のために占星術が大いに適用された。たとえば、アブラハム・ザクートのサラマンカ大学における占星術の講義のテキストはまさにそのようなものであった。

また、ポルトガルの大学において15-16世紀に航海術が教えられたことはなかった。17世紀の初頭に僧クリストバン・ブルーノがポルトガル語で始めてコペルニクス、チコ・プラーエ、ガリレオを講義したが、これも大学ではなく里斯ボンのサント・アントニオのコレジオであった。

1539P 16世紀のなか頃までに里斯ボンに、水先案内人、地図製作者、航海用具製作者のための学校が作られ、試験が実施され、合格のタイトルが授与された。ペドロ・ヌーネスもここで講座を持った。その学校の詳細は分かっていない。

(2) 天文航法はエンリケ親王の晩年の時代に始まったと考えられるが、その時期は1455年以降であろう。カダモストの航海の記録(1456年にカーボ・ヴェルデ諸島に到達)においては天文航法を用いた痕跡は見られず、むしろ文章からは「羅針盤と海図による航海術」を用いていたと読み取れる。

160P ところが、ディオゴ・ゴメスが第2回の航海で1460年(あるいは1458年)にカーボ・ヴェルデ諸島のサンチャゴ島に行ったことの報告書中において、マルチン・ベハイムに対し「私はクワドランテ(四分儀)を一つ持っており、あちらへ行つたおりに北極星の高度をクワドランテの板に書き込んだが、これは海図よりも良いことがわかった。確かに、海図には航海のための航路(船の針路)は出ているが、もし間違ったこと(誤謬)があれば、最初の(本来の)目的地へは絶対に向かわないものである。」

(3) 外国人の専門家達

海図製作: ジャイメ・デ・マジョルカ(マジエルカ島のユダヤ人)、ジャフーダ・クレスケス(カタルーニャ地図の製作者アブラハムの息子、マジエルカ島のユダヤ人)

コスマグラフィー: マルチン・ベハイム(レギオモンタヌスの弟子を自称した、ドイツ人)、

航海者: カダモスト(ヴェネチア人)

2045

3) 北のレジメント（北極星緯度法）

(1) 「アストロラーベと四分儀のレジメント」（作者不明）

198P

1509年：「ミュンヘンの航海案内書」に所載。最古のレジメントの記載。

「グアルダス諸星が西の腕にある時は、北極星は極の上1度半にある。グアルダス諸星が西の下の線上にある時は、北極星は極の上3度半にある。」

グアルダスとは小熊座の星のこと。

「北極星の高度を測りたい時に、グアルダス諸星が、北極星が極の上方のどこかにある、その場所にある時は、北極星を測って得た高度から、北極星が上にある角度を差引くと、残った角度が貴君が進んでいる所が赤道となす角度であることを知つておくと都合がよい。」そして、グアルダス諸星が東西の線の「下」に位置する時は北極星の高度に、今回は補正値を加えると書かれている。

当時の北極星の極距は3度46分あり、これを半径に円を描いているので、子午線通過は1日に2回しかない。すなわち北極星の高度がそのまま、その地の高度となるのは2回だけで、その他の時間で測定した場合には修正値を加える、それが上記の人体の線と結び付けて理解した補正値があり、これを北のレジメントと呼んだ。

それでも、この北のレジメント（北極星緯度法）を適用するには、星々の位置を瞬時に見分ける必要があった。そこで、太陽のレジメントがすぐに現れたこともあり、北のレジメントは実用に供することはなかった、太陽のレジメントのほうが先に導入されたとまでする説（ガーゴ・コウティーニョ）がある。しかし、北のレジメントは1552年のスペインのペドロ・デ・メディーナの「航海のレジメント」等にも引き続き出てきており、半世紀を越す期間もちいられたと考えられる。

209P

(2) 高度-緯度法

ヴァレンティン・フェルナンデスの「歳時暦」(Reportório dos Tempos) (1563年)

「四分儀の両方の穴を通して、弩弓兵が弩弓を射る時のように極めて正確、かつ極めて静かに北の高度を測る。そして鉛の糸が垂れ下がったところの度数の上に印を付ける。たとえば、誰かがリスボンを出立する際、グアルダスの諸星が北の星にたいして東西にある時、その時間に、鉛あるいは石が度数のところに下がるかを見て、四分儀のそこに印を付けよ。そして一日、二日あるいはもっと日が経つてから海上で、貴君の船がリスボンからどれほど離れたかを知りたいと思ったならば、その時、鉛が下がって、一つの端からと、もう一つ貴君の最初の点からなす角度を見よ。もし南北に1度であればリスボンから16レグアスと2ミーリヤスであり、2度であれば、33レグアスと4ミーリヤス... (途中は省略) 今リスボンからについて述べたように、貴君がどこから出発しようと、全ての場所からこのように行う。」

この記述をもって、北のレジメントよりもシンプルな、緯度差による航行距離の測定が行われた（ディオゴ・ゴメスを見よ）とする説（アントニオ・バルボーザ、E.R.G. テイラー、ティシェイラ・ダ・モッタ）があるが、他に適當な例が見られないこと、V. フェルナンデスが太陽の子午線高度法の適用も述べているところから、北極星緯度法から太陽の子午線緯度法へ移る時点に、北極星緯度法の應用として書かれたものと考えられる。

△ X +

4) 太陽のレジメント（太陽の子午線緯度法）

北のレジメントがポルトガル人に使われ出して間もなく、その限界が問題となつた。

- ・アフリカ西海岸を南下して行くうちに、北極星が見えなくなつて緯度の決定に使えなくなつた。
- ・揺れる船上で北のレジメントによる測定を行う難しさ。

(1) ジョゼ・ヴィジーニョとメストレ・ロドリーゴがポルトガル流の太陽のレジメント確立し、アブラハム・ザクートの天文表に基づいて太陽の單一表を作成したと考えられる。時期的には1485年頃のことである。

コロンブス「ポルトガル王は主の御年1485年に、医者にして占星術家であるジュセピウス師を、全ギネーにおいて太陽の高度を測定するために、ギネーに派遣した」

238P ジェアン・デ・バッロスはジョアン2世によって、ジョゼ・ヴィジーニョとメストレ・ロドリーゴが海上における緯度の計算の問題を解決するように命じられ、マルチン・ベハイムの協力を得て、太陽のレジメントを確立したと述べている。

ところが、マルチン・ベハイムの師のレギオモンタヌス（ドイツ名：ヨハン・ミューラー）の黄道傾斜角は23度30分であるが、ザクートのそれは23度33分であり、ミュンヘンの航海案内書を始めとするポルトガルの太陽テーブルは後者であるため、ポルトガルの航海用太陽赤緯表はザクートの影響下（スペインでのユダヤ人迫害のため、1492-1497の間のいずれかの1年間をポルトガルで過ごした。「万年曆」は1470年には出版されていた。ザクートはその後チュニス、トルコへ向かい、そこで亡くなつた。）で作成されたと考えるべき。ヴィジーニョとロドリーゴの二人もユダヤ人。

ポルトガルの航海術書で、はじめて太陽のレジメントが出てくるのは上記と同じ、「ミュンヘンの航海案内書」（1509年）中である。

(2) 占星術にとっては天体がどの獸帶（黄道）にいるかが重要であったので、太陽表も最初のものは黄緯（黄道座標）で表されていた。ところが、地球上の位置決定のためには地球の自転を考慮にいれるために、天体の天の赤道上の弧距で表す必要がでてきて、赤緯（デクリネーション）の表が作られた。さらに、太陽は毎日の黄経の表はユリウス暦の補正をするために4年間の四つの表がないと不便であった。

242P 「インドの伝説」の著者ガスパール・コレイア（アフォンソ・デ・アルブケルケの秘書）は4年周期の太陽表はアブラハム・ザクートが作成したと言っている。

173P (3) 太陽のレジメントそのものは昔から（チョーサー「アストロラーベについて」、ロベルト・アングレーズ「四分儀について」、以上は英国人。「天文学の知識の書」etc.）知られていた。

245P ロベルト・アングレーズ「太陽の高度を知りなさい。そして太陽が北の十二宮の星座中にある時、その赤緯を減じ、太陽が南の十二宮の星座にある時はそれを加えなさい。そして、減じたり、加えたりした後に得たものを90度から減じなさい。そうすればその地方の緯度あるいは極の高度を得る」

$$\phi = 90 - (h - \delta)$$

ϕ = 緯度、 h = 計測した太陽の子午線高度、 δ = 太陽の計測日の赤緯

5) ペドロ・ヌーネス

ポルトガルの航海者達は、占星術で使われたレジメントを、ユダヤ人の学者の協力を得て、航海術に使用出来るように改良、データの蓄積をおこなった。

その初期の体系化を行ったのがペドロ・ヌーネスであった。

→ 1502年に改宗ユダヤ人の家系に生まれた。 リスボン、サラマンカ、アルカラ

1539
→ ·デ・エナーレス等の大学に学ぶ。

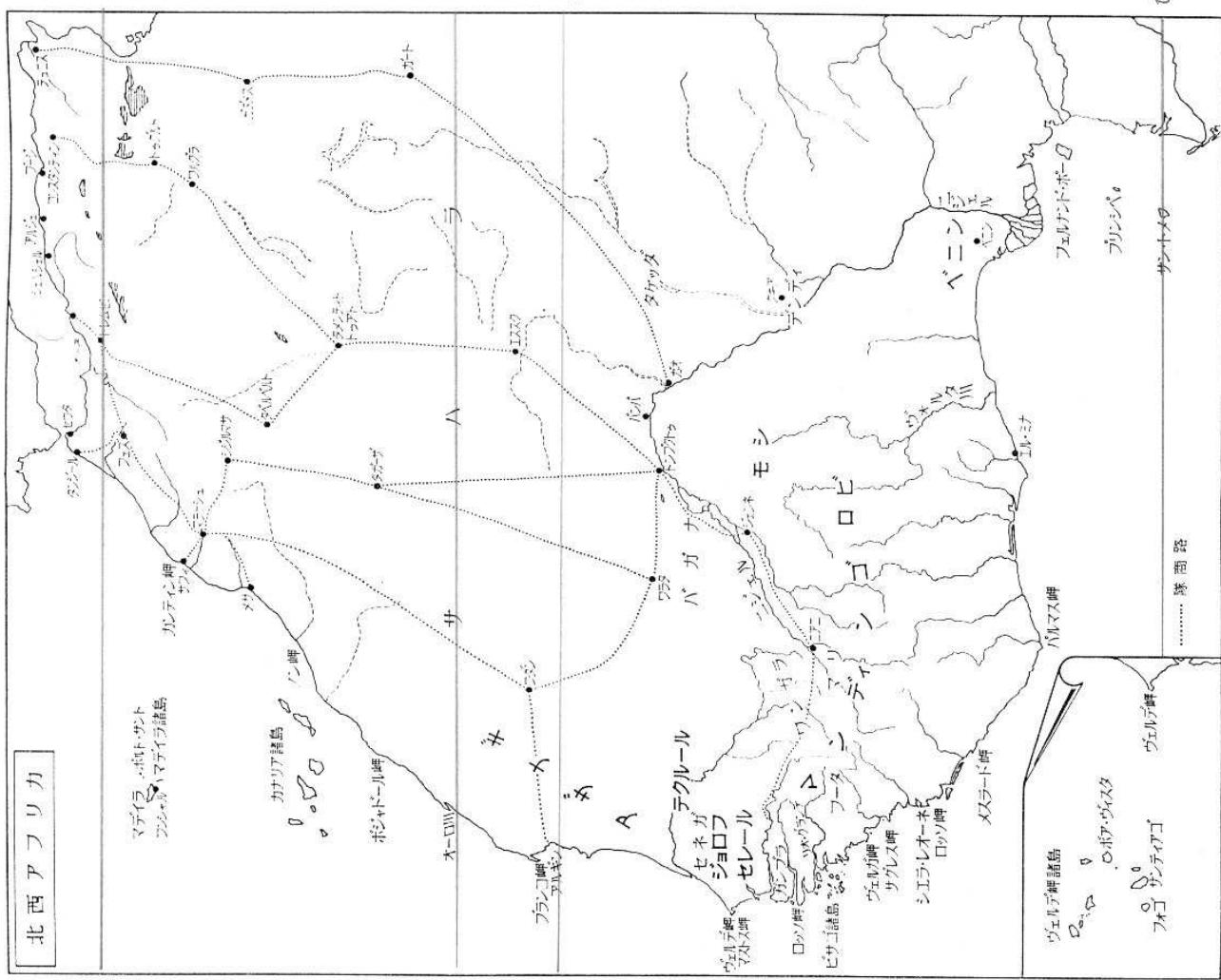
コインブラ、リスボンの大学で数学を教える。

→ また、水先案内人、地図製作者たちの学校の教師をしており、この講座のために

サクロボスコの「天球論」をポルトガル語に翻訳した。「天球の天文学的入門概論」(Astronomici Introductorii Sphaera Epitome)。海図における平面三角法からくる誤りに気づき、球面三角法を用うべきことを説いた。また緯度からの経度の算出原理等を見いだした。

1578年没。

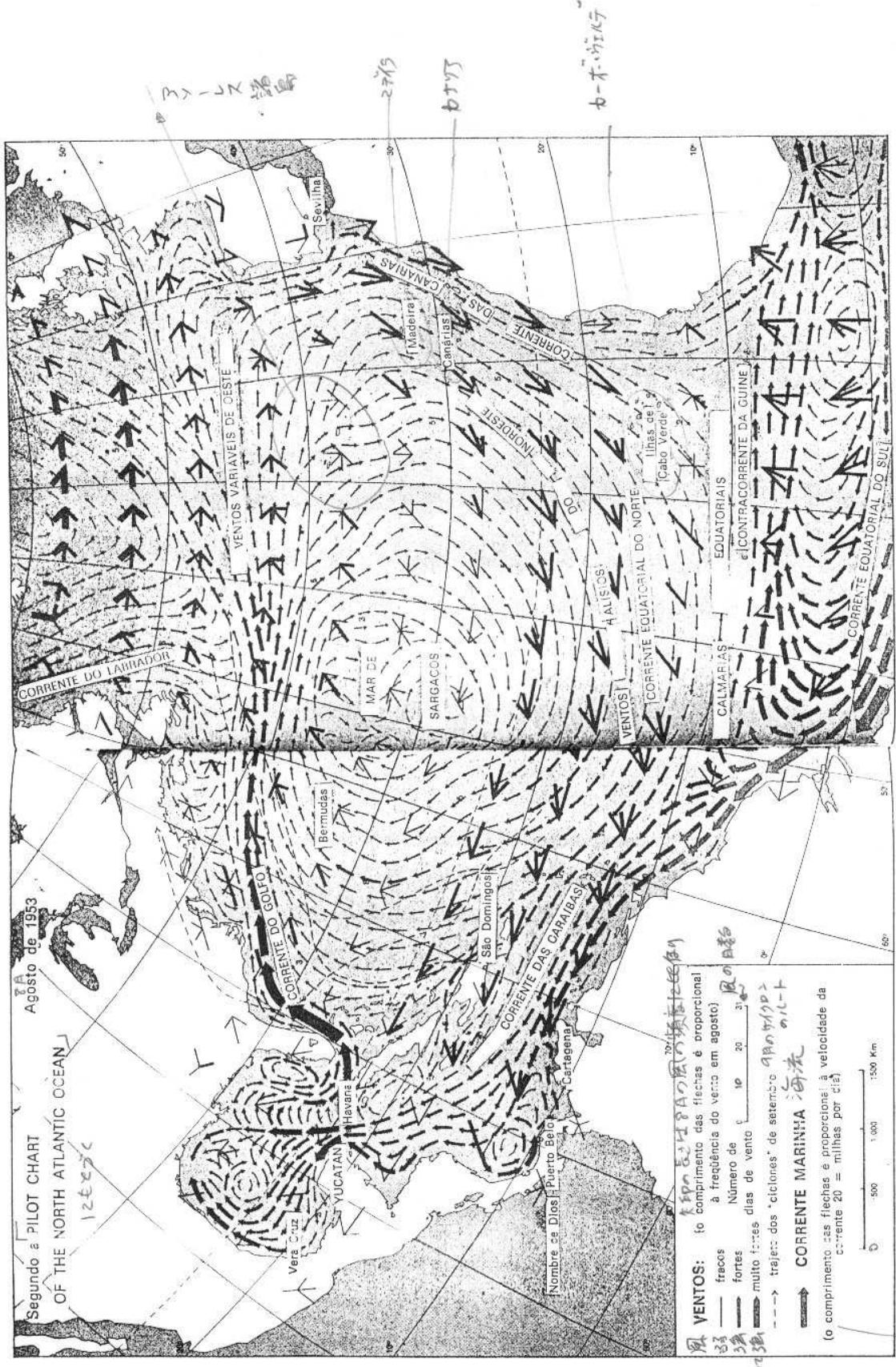
北アフリカ



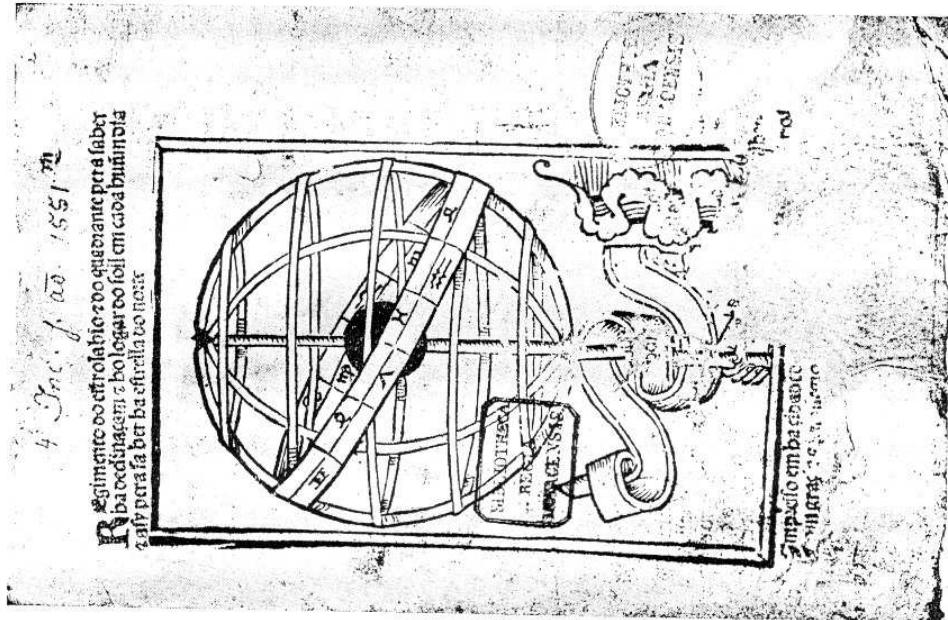
夏期の風と海流

MÉS DE AGOSTO

VENTOS E CORRENTES MARINHAS NO VERÃO



(C)



de Pedro Nunes (150 R) e a 2.^a ed. da *Suma de Fernandes Enciso* (a).
 Códice indicado por Joaquim Bensaúde, que o dominou *Regimento de Wolfenbüttel*. Ignora-se o autor e a data, que deve ser até meados do século XVI.

Contém os *Regimentos da altura do polo e as Tábuas quaternais da declinação do Manual de Évora* (1517-20). Foi publicado em 1793, com uma tradução alemã, por H. D. Wilckens (232 D).

167 A — Regimento do Estrolabio e do Quadrante, etc. Lisboa. Herman de Kampf, c. 1509, 4.^o, gótico. (Fig. 53). Segue-se com rosto próprio:

Tracado da Sphera do mundo tyrada de latim em lingua portuguesa con ha carta que huu grande doutor, etc., 4.^o gótico. (Fig. 54).

O único exemplar conhecido desta preciosíssima obra, a primeira impressa que contém os *Regimentos do Norte (Polar) e do Sol*, pertence à Biblioteca do Estado, em Munique. É universalmente conhecido por *Regimento ou Manual de Munique* (b).

O *Traçado da Sphera* é a primeira tradução portuguesa da *Sphera Mundi* de Sacrobusto, de cuja edição de 1488 reproduz grande número de gravuras; a segunda tradução é a da obra 215 A e a terceira a de Pedro Nunes (144 A).

A importantíssima Biblioteca organizada por D. Fernando Colombo, filho do almirante, nos começos do século XVI, hoje pertença da Biblioteca Colombina de Sevilha, também possui um exemplar da grande obra de Munique, hoje perdido. Nos registos de D. Fernando Colombo teve esse exemplar o n.º 14.959, e o sinal [] (que o leu) seguido da abreviatura Lix., a qual não é bem significativa, por isso que tanto pode indicar que o livro foi impresso em Lisboa como que foi por D. Fernando comprado nesta cidade.

Foi estudado por Joaquim Bensaúde, que dele deu conhecimento ao mundo científico em um trabalho clássico (c), no qual

(a) Fernández Enciso — B 21, 2.^a ed.

(b) É interessantíssima a sua penúltima página, ver:
Fontoura da Costa — B 24.
Bensaúde — B 8.

FIGURA 53
 Rosto da Obra 167 A

2045

3) 北のレジメント（北極星緯度法）

(1) 「アストロラーベと四分儀のレジメント」（作者不明）

198P

1509年：「ミュンヘンの航海案内書」に所載。最古のレジメントの記載。

「グアルダス諸星が西の腕にある時は、北極星は極の上1度半にある。グアルダス諸星が西の下の線上にある時は、北極星は極の上3度半にある。」

グアルダスとは小熊座の星のこと。

「北極星の高度を測りたい時に、グアルダス諸星が、北極星が極の上方のどこかにある、その場所にある時は、北極星を測って得た高度から、北極星が上にある角度を差引くと、残った角度が貴君が進んでいる所が赤道となす角度であることを知つておくと都合がよい。」そして、グアルダス諸星が東西の線の「下」に位置する時は北極星の高度に、今回は補正値を加えると書かれている。

当時の北極星の極距は3度46分あり、これを半径に円を描いているので、子午線通過は1日に2回しかない。すなわち北極星の高度がそのまま、その地の高度となるのは2回だけで、その他の時間で測定した場合には修正値を加える、それが上記の人体の線と結び付けて理解した補正値があり、これを北のレジメントと呼んだ。

それでも、この北のレジメント（北極星緯度法）を適用するには、星々の位置を瞬時に見分ける必要があった。そこで、太陽のレジメントがすぐに現れたこともあり、北のレジメントは実用に供することはなかった、太陽のレジメントのほうが先に導入されたとまでする説（ガーゴ・コウティーニョ）がある。しかし、北のレジメントは1552年のスペインのペドロ・デ・メディーナの「航海のレジメント」等にも引き継ぎ出てきており、半世紀を越す期間もちいられたと考えられる。

209P

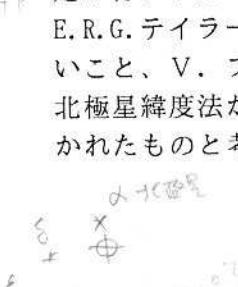
(2) 高度-緯度法

ヴァレンティン・フェルナンデスの「歳時暦」(Reportório dos Tempos) (1563年)

210P
丁

「四分儀の両方の穴を通して、弩弓兵が弩弓を射る時のように極めて正確、かつ極めて静かに北の高度を測る。そして鉛の糸が垂れ下がったところの度数の上に印を付ける。たとえば、誰かがリスボンを出立する際、グアルダスの諸星が北の星にたいして東西にある時、その間に、鉛あるいは石が度数のところに下がるかを見て、四分儀のそこに印を付けよ。そして一日、二日あるいはもっと日が経つてから海上で、貴君の船がリスボンからどれほど離れたかを知りたいと思ったならば、その時、鉛が下がって、一つの端からと、もう一つ貴君の最初の点からなす角度を見よ。もし南北に1度であればリスボンから16レグアスと2ミーリヤスであり、2度であれば、33レグアスと4ミーリヤス... (途中は省略) 今リスボンからについて述べたように、貴君がどこから出発しようと、全ての場所からこのように行う。」

この記述をもって、北のレジメントよりもシンプルな、緯度差による航行距離の測定が行われた（ディオゴ・ゴメスを見よ）とする説（アントニオ・バルボーザ、E.R.G. テイラー、ティシェイラ・ダ・モッタ）があるが、他に適当な例が見られないこと、V. フェルナンデスが太陽の子午線高度法の適用も述べているところから、北極星緯度法から太陽の子午線緯度法へ移る時点に、北極星緯度法の応用として書かれたものと考えられる。



8. 星の子午線通過観測からの緯度・経度決定

目 標

この節の目標は赤緯がわかっている星の子午線通過を観測して、観測者のいる地点の緯度経度を決定することである。

目 的

この節を終れば次のことが可能になる。

1. 子午儀を設置し、光軸をあわせること
2. あるきまった日に子午線を通過する星を星図や星表から選びだすこと
3. 子午線通過の直前と直後の世界時ににおける、星の高度と方位角を正確に測定できること
4. 星の子午線通過データを使って、観測者の地點の緯度と緯度を決める方法を調べること
5. 各時刻における星の高度と方位角のデータを使って、その星の子午線通過の時刻を決定すること
6. 経度と緯度を正確に決めるための補正の仕方を調べること
7. 0.1分角の精度で経度と緯度を決定すること

導 入

星は観測者の地點の子午線を通る時その高度がもっとも高くなる。天球面上で星が子午線を通過する時刻の高度から、緯度を決定する方法は図8-1を見ればわかる。天の北極の高度がその地點の緯度に等しく、天の北極と天の赤道の間の角度は定義によって 90° である。北半球の観測者にとって子午線と天の赤道が交わる点は南の水平線から $(90^\circ - \text{緯度})$ という値になる。緯度と赤緯の値はどちらも同じ基準点をもつており、星の赤緯は天の赤道から星までの角度であり、観測者の緯度は地球の赤道から観測者までの角度になっている。この関係を考慮して観測者の地點の緯度は星の赤緯と子午線通過時の星の高度の値から求めることができます。図からすぐには関係

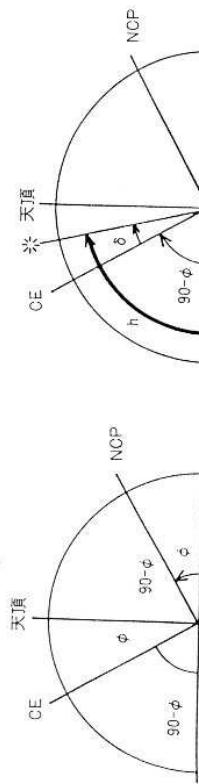


図8-1 水平線と赤道座標。
 ϕ = 観測者の緯度
 h = 子午線通過時の星の高度
 δ = 星の赤緯
NCP = 天の北極
CE = 天の赤道

$$h = (90 - \phi) + \delta$$

が得られ、移項すると、

$$\phi = 90 + \delta - h$$

となる。天頂より北側にある星に対しても同じような関係式が得られる。より正確な値を求めるためにには大気差の補正を行わなければならない。星の光が地球大気中を通り、屈折されて下向きに曲げられる(図8-2)。そして、その星の高度は実際の値よりも大きく見積られる。

経度を決定するにはこれまでにしめた以外のデータが必要となる。星の赤経と子午線通過時の世界時の値である。日本標準時(JST)が短波放送で受信することで得られる。世界時はJST-9時間の値である。経度はグリニジの子午線を基準にして測られるので、グリニジ子午線を確定しておかなければならぬ。世界時によってグリニジにおける平均太陽の時角が得られ、観測する日がわかれば太陽の赤経が求められる。図8-3でわかるように、中央に観測者

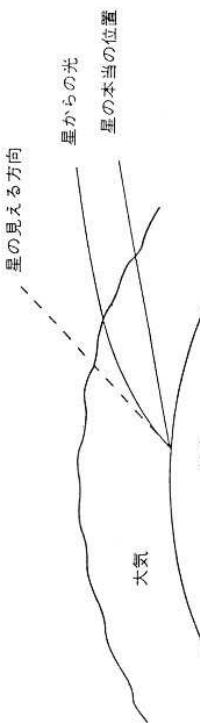
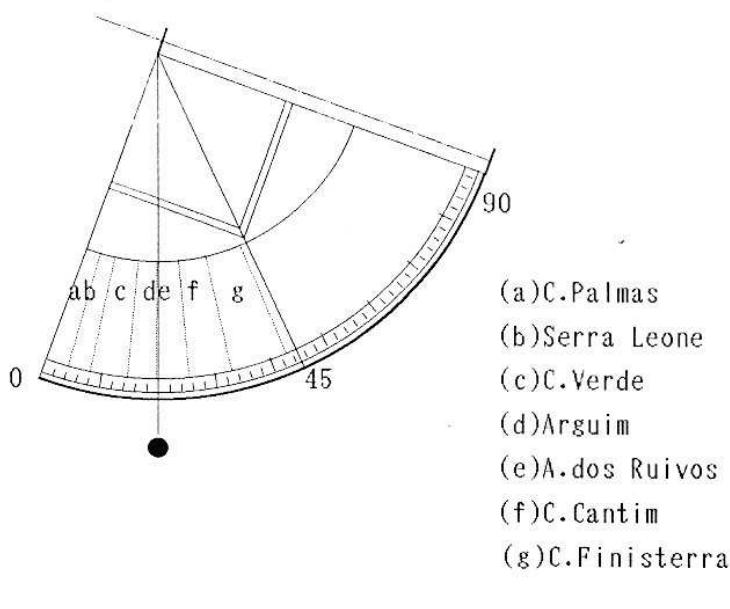


図8-2 大気差 (大気による屈折)。

fig.74 サクロボスコによる地球の球形の証明。16世紀の航海案内書（ミュンヘン写本）に掲載のポルトガル語翻訳版より転載。

こうしてやる方法は、地球の赤道の1度の弧の計測を行うことを狙った古代からの方法によって示唆されたにちがいないことがすぐに分かる。例えばジョアン・デ・サクロボスコは彼の「天球論」の中でかなり細かくこれにふれている。（*172）

fig.75



実際には、リスボンやその他いろいろな港に停泊した際、水先案内人達は、グアルダスが決められた方角に来た時に、四分儀の板の中に北極星の高度を書き込んだにちがいない。すなわちアントニオ・バルボーザが述べたように（*173）、当時使用されていた四分儀には高度のスケールの横に、小熊座の α 星がそこで達する高度に対応したスケール

(*172) 「ミュンヘンのレエジメント」（ジョアキン・ベンサウーデのファクシミリ復刻版、ベルン、1914年、34頁）からサクロボスコのこの1節を引用する。
「アストロラーベを一つ取りなさい。（ラテン語の原文では『または四分儀を』がある）晴天で星の出ている夜にアストロラーベの照準器（メデクリニオ）と定規（レグラード(reglado)）の両方の穴を通して北極を注意深く見て、高度が何度あるか見なさい。次に方向をこの北極から1度上を見るまで動かし、二つの高度の間がなす地球からの距離を測りなさい。（. . .）」

(*173) 上掲書、注（168）、146頁のfig.13。

(G)

Abraão Zacuto "Almanach Perpetuum"

1473年の基準太陽表

Tavola prima solis cui⁹ radix ē anno 1473

	3月	4月	5月	6月	7月	8月
marti⁹	ap̄lis	māius	ionius	iulius	august⁹	
pisces	aries	taurus	gemini	cancer	leo	
○	ḡ m̄ z̄					
1	20 26 30	20 54 0	19 51 7	19 25 4	17 55 52	17 32 38
2	21 25 59	21 52 24	20 48 36	20 22 5	18 52 55	18 30 17
3	22 25 29	22 50 48	21 46 5	21 19 7	19 49 58	19 27 56
4	23 24 56	23 49 6	22 43 34	22 16 8	20 47 2	20 25 36
5	24 24 21	24 47 28	23 41 2	23 13 9	21 44 6	21 23 18
6	25 23 46	25 45 48	24 38 30	24 10 11	22 41 12	22 21 0
7	26 23 11	26 44 0	25 35 5	25 25 7	23 38 12	19 23 18
8	27 22 26	27 42 11	26 33 17	26 4 13	24 35 26	24 16 32
9	28 21 41	28 40 22	27 30 40	27 1 15	25 32 37	25 14 22
10	29 20 55	29 38 26	28 28 0	27 17 26	29 48 26	12 12
11	30 20 3	30 36 20	29 25 19	23 55 19	27 27 0	27 13 4
12	1 19 11	1 34 35	10 22 38	29 52 20	28 24 13	28 7 57
13	2 18 19	2 32 32	1 19 54	20 49 21	29 21 26	29 5 50
14	3 17 18	3 30 29	2 17 10	1 46 22	30 18 40	30 3 53
15	4 16 16	4 28 25	3 14 25	2 43 23	1 15 59	1 1 56
16	5 15 14	5 26 16	4 11 37	3 40 24	2 13 19	2 0 0
17	6 14 7	6 24 7	5 8 49	4 37 25	3 12 37	2 53 5
18	7 13 0	7 21 58	6 6 0	5 34 26	4 7 53	3 56 11
19	8 11 53	8 19 44	7 3 9	6 31 28	5 5 13	4 54 17
20	9 10 40	9 17 29	8 0 18	7 28 30	6 2 40	5 52 36
21	10 9 25	10 15 14	8 57 27	8 25 31	7 0 6	6 50 54
22	11 8 10	11 12 54	9 53 32	9 22 32	7 57 33	7 49 14
23	12 6 52	12 10 34	10 51 36	10 19 34	8 55 0	8 47 36
24	13 5 34	13 8 14	11 48 40	11 16 35	9 52 28	9 45 58
25	14 4 16	14 5 51	12 45 44	12 13 37	10 49 57	10 44 20
26	15 2 51	15 3 27	13 42 48	13 10 39	11 47 26	11 42 49
27	16 1 26	16 1 3	14 39 51	14 7 41	12 44 57	12 41 13
28	17 0 11	16 58 35	15 56 54	15 4 43	13 42 28	13 39 43
29	17 58 32	17 56 6	16 33 57	16 1 46	14 40 0	14 33 27
30	18 57 3	18 53 37	17 31 0	16 58 49	15 37 32	15 36 52
31	19 55 34	0 0 0	13 28 2	0 0 0	16 35 5	16 35 24

K L Março com dias xxxi. na lúa. xxx. no. dia. xii.

nôs no. xii

Di:Lugar.sol Declinacā:sol.

Do mês Pisces Graā Minu.

- d Adrian martyrr Simplici
- e Donado martyrr basilci
- f Maximino martyr péça
- g Lucio papar martyrc
- A Sam locas martyre
- b Victorrvictorino marti
- c Thomedagno confsior
- d Appollonio martyre.
- e Os ̄rēta martyres.
- f Alexandrer gaiyo martyr
- g Quarenta mil martyres
- A Samgregono paparto
- b Samleāore bispo bispo

	1	20	3	59
	2	21	3	35
	3	22	3	11
	4	23	2	48
	5	24	2	24
	6	25	2	0
	7	26	1	36
	8	72	1	12
	9	28	0	48
	10	1 2	0	24
	11	2	0	0
	12	3	0	48

fig.85

「單一太陽テーブル」

「アストロラーベのレジメント」、1509年頃)の1ページの一部の転写。数字の四つの縦欄は、順次つぎのことを示している。月の日にち、次に太陽の「場所」(3月1日に太陽は魚座の20°にあり、11日には雄羊座に入る)次に、後の2欄は太陽の赤緯の「度」と「分」を表す。

毎日の尊崇聖人の名前の前に書かれたa, b, c,...の文字は「主日文字」(letra dominical)の極めて通俗的な規則にもとづくもので、週の曜日を示すために用いられている。(ルイス・デ・アルブケルケ、「マドリッドのポルトガル暦」(Os Almanaques Portugueses de Madrid)コインブラ、1961年) 3月8日に示された太陽の場所に印刷のうえで字が逆になっていることに気付かれたし。魚座の27°であるべきところがテーブルでは72°となってしまっている。

K L Março com dias. xxxi. na lúa. xxx. no. dia. xii. hôs no. xii. - D i: Lugar. sol Declinacā: sol. Domés Pisces Graā Minu.
d Adrian martyrr Simplici
e Donado martyrr basilci
f Maximino martyr péça
g Lucio papar martyrc
A Sam locas martyre.
b Victorrvictorino marti
c Thomedagno confsior
d Appollonio martyre.
e Os ̄rēta martyres.
f Alexandrer gaiyo martyr
g Quarenta mil martyres
A Samgregono paparto
b Samleāore bilpo bispo

	1	20	3	59
	2	21	3	35
	3	22	3	11
	4	23	2	48
	5	24	2	24
	6	25	2	0
	7	26	1	36
	8	72	1	12
	9	28	0	48
	10	29	0	24
	11	1 2	0	0
	12	2	0	24
		3	0	48

「あるいは、こうである：太陽の高度を知りなさい、そして太陽が北の十二宮の星座中にある時は、（その）赤緯を減じ、太陽が南の十二宮の星座中にある時はそれを加えなさい。そして減じたり加えたりした後に得たものを 90° から減じなさい。そうすればその地方の緯度あるいは極の高度を得る。」

この規則は、観測者が北半球にいる時にのみ使用できるに過ぎないが、次の関係式に縮められる：

$$\phi = 90^\circ - (h \mp \delta)$$

ここで ϕ は場所の緯度、 h は計測した日の太陽の子午線高度、 δ はその赤緯である。

この式では春分点から秋分点にかけては引き算の記号を、秋分点から春分点にかけては足し算の記号を用いる。

第II表 ザクートとミュンヘンの案内書に基づく太陽の赤緯と位置

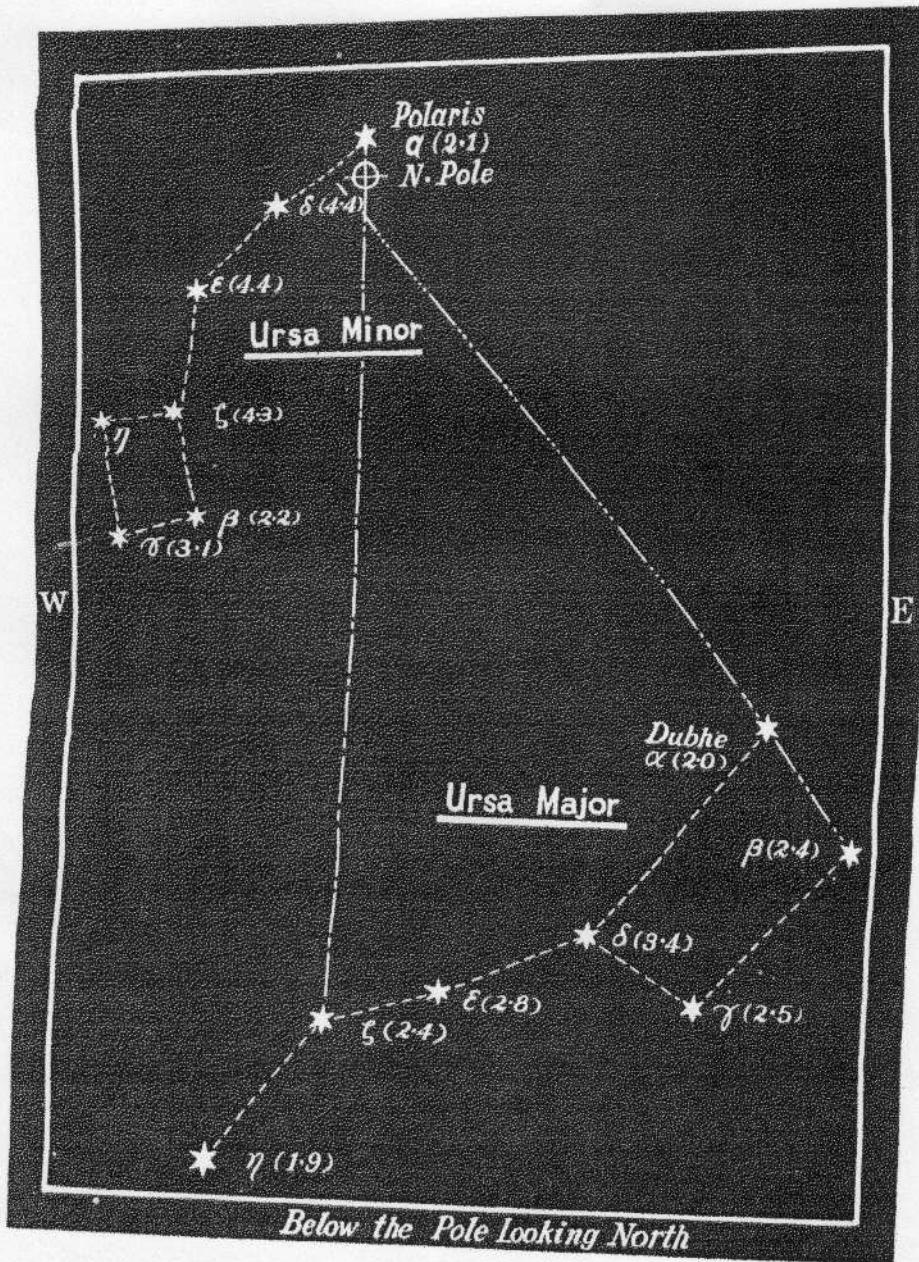
日	万年曆				ミュンヘンの案内書	
	太陽の位置			赤緯	太陽の位置	赤緯
	1483年3月	1547年3月	丸め数字			
	(魚座)	(魚座)	(魚座)		(魚座)	
1	20° 01' 11"	20° 17' 27"	20°	3° 59'	20°	3° 59'
2	21 0 50	21 16 46	21	3 35	21	3 35
3	21 0 19	22 16 15	22	3 11	21 *	3 11
4	22 59 47	23 15 43	23	2 48	23	2 48
5	23 59 12	24 15 8	24	2 24	24	2 24
6	24 58 02	25 14 33	25	2 0	25	2 0
7	25 58 02	25 13 58	26	1 36	26	1 36
8	26 57 17	27 13 23	27	1 12	72 *	1 12
9	27 56 32	28 12 28	28	0 48	28	0 48
10	28 55 48	29 11 42	29	0 24	29	0 24
11	29 54 54	30 10 50	30	0 0	1 *	0 0
	(雄羊座)	(雄羊座)	雄羊座		(雄羊座)	
12	0 54 02	1 9 58	1	0 24	2 *	0 24
13	1 53 10	2 9 6	2	0 48	3 *	0 48
14	2 52 9	3 8 5	3	1 12	4 *	1 12
15	3 51 7	4 7 3	4	1 36	5 *	1 36

(*)印刷あるいは数字を丸める際の誤りによる数字の誤り

「知識の書」の中では、一度ならず似たようなテキストが転載されている。これら全てがロベルト・アングレースの説明とは別物であり、あるテキストはレジメントを一般化して使用する時に（すなわち、観測者のいる場所がどこであってもよい）必要な全ての規則を含んでいる。「太陽の赤緯とその正午の高度から、どこでもよい好きな都市の緯度(ladeza)を知ることについて」と題する、基本的に次の三つの主旨からなる一章がある(*249)：

「そして、もし赤緯があれば(*250)(...)：[第1]そして、 90° (. xc.)より少なくて、影がその市の緯度の側へ延びているのを見たら、その分を 90° から差引な

酒井達 「天文航海学」



第 2—32 図