

2011年1月21日

山田義裕

南蛮からやって来た天文航海術

1. 天文航海以前の航海術

1) 地中海における沿岸航海

エジプトでは何千年も前から、地中海の東部、アフリカ東岸での交易が盛んに行われていたが、その船は海岸線に沿って陸地の景色を見失わないように航海する「沿岸航法」を行っていた。それに続くフェニキア、古代ギリシャ、カルタゴの人々も同じように地中海で沿岸航海をしており、航海中に見る景色を文章で表わすようになった。これが水路誌で、海図も磁石も未だなかった時代である。

2) 地中海の海図の登場

地中海における沿岸航海の経験が蓄積されてポルトラーノと呼ばれる海図が羊皮紙で作成されるようになった。現在残された最古のものは1275~1290年頃のピサ図と呼ばれるものである。この頃のポルトラーノには緯度、経度は描かれていない。書かれている線はマス目であり、円周上を何等分かした点からの放射線にすぎない。

3) 羅針儀（磁石）

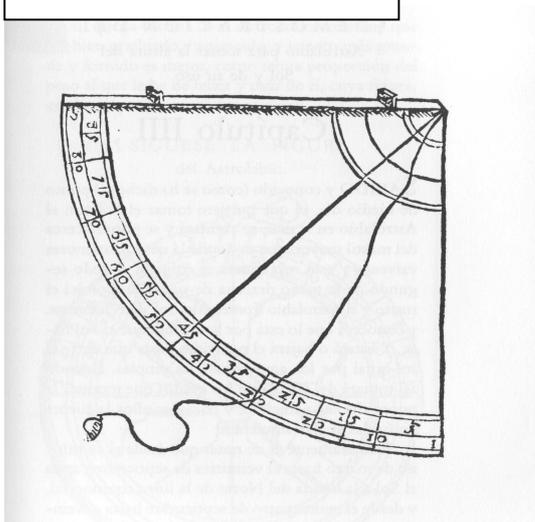
ヨーロッパにおいて、いつ頃から磁気羅針儀が使われるようになったか正確なところはわからないが、地中海よりも曇天や霧の日が多く、太陽や北極星によって方角を知ることが難しかった北欧の方が早かったとも言われる。羅針儀について現在残された最古の言及は12世紀末のスコットランドの僧ネッカムの書である。彼は、水を張った容器に磁石を入れた葦あしの茎を浮かべると、北の方向を指すと書いており、またピボットの上で回転できる磁石を載せた初期の乾式羅針儀についても述べている。羅針儀の使用については中国の方が早い。それがアラビアを経由して導入されたと言う説もある。

2. 天文航法は何故必要になり、いつ頃から始まったのか。

ポルトガルのエンリケ親王（1393年~1460年）は航海親王と呼ばれ、ポルトガルが喜望峰ルートによってインドへ到達する航路を開く基盤を作った。アフリカ西岸を南下すること、また大西洋のマデイラ島、アソーレス諸島などの征服、開発に関心を持ち、1419年にポルトガル南部のアルガルヴェの代官となり、ヨーロッパ最西端のサグレス岬を根拠地として、家来たちにアフリカの西岸を南下させ、大西洋の諸島を開発させた。これらの航海に使用された帆船はポルトガル固有のカラヴェラ船であった。カラヴェラ船はラテン帆

(大三角帆) を張った小型の帆船で小回りが利き探検にうってつけであった。彼の存命中に行われた航海の大部分は従来通りの沿岸航法であったが、その晩年の 1458 年あるいは 1460 年にディオゴ・ゴメスが行ったカーボ・ヴェルデ岬諸島への航海の報告書において、マルチン・ベハイム（地球儀で有名）に対して、「私はクワドランテ（四分儀）を一つ持っており、あちらへ行っ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。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針路は出ているが、もし間違いがあれば、行こうと思った目的地には絶対に向かわないのである。」と報告している。

図1 クワドランテ（四分儀）



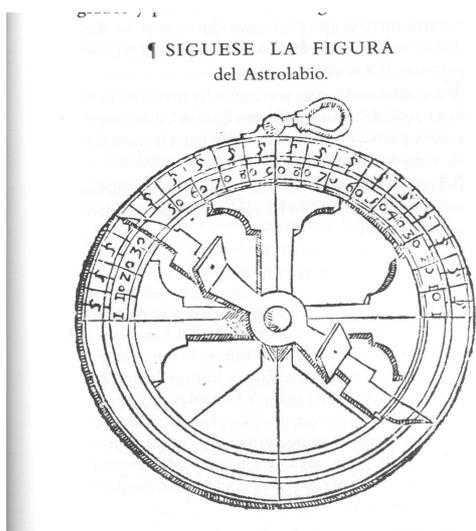
このディオゴ・ゴメスの報告書には「北極星の高度をクワドランテの板に書き込んだ」とあるが、これこそがクワドランテ(英語ではコードランド)という図1の器具を用いて天測を行ったということを示しているのである。

当時天測を行うには、クワドランテの他に、アストロラビオ(英語ではアストロラーベ)も良く用いられた。いずれの器具にも円の直径あるいは半径部分の両端に穴が開けられた小さな板が取付られていて、星の場合はこれらの穴を通して直接に覗いた。

アストロラビオで太陽の高度を測る場合は直接見ては目を傷めるので、両方の穴に光を通した。これらの器具の他にバレスティエリヤという器具もあった。

この天測を行って、地球上における自分が居る場所の緯度を知るのである。これは航海をおこなうにあたって画期的な技術であった。それまでは海岸線を見失うと自分が居る位置が分からなくな

図2 アストロラビオ



ってしまった。地球が丸いことは既にギリシャ時代に知られていたが、世間の一般常識としては地球は平らだと思われ、ヘラクレスの柱（ジブラルタル海峡の大きな岩）を西へ向かうと地の果てへ落ち込んでしまうと思われていた。探検者達は必ずしもそれを信じたわ

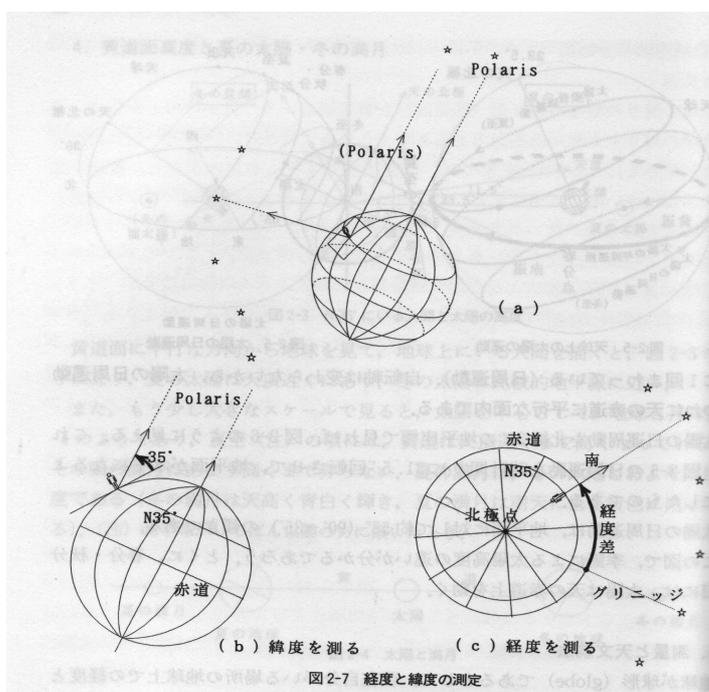
けではなかったが、未知の世界へ踏み込むことは躊躇された。ところがポルトガル人達がアフリカ西岸を南下し始めると、風の向きによっては、嵐に会えばなおさらのことながら、大西洋を大きく西へ流される事態が生じ出した。この問題を解決するために天測航法がポルトガル人によって開発され、ディオゴ・ゴメス達によって実用化されたのであった。

3. 天文航法の北極星緯度法と太陽の子午線緯度法

1) 北極星緯度法

恒星は地球の公転によって、太陽を中心としてほぼ1年で1回転するが、北極星はいつ見てもほぼ地軸の指す真北にあり（現在は真北から51分、コロンブスの頃で3.5度離れていた：極距と言う）、観測者のいる緯度によって、その高度（目から水平線へ延びる線と北極星へ延びる線の為す角度）が異なる。ということは、観測した北極星の高度がそのまま観測者の居る場所の緯度となる。

図3 北極星緯度法



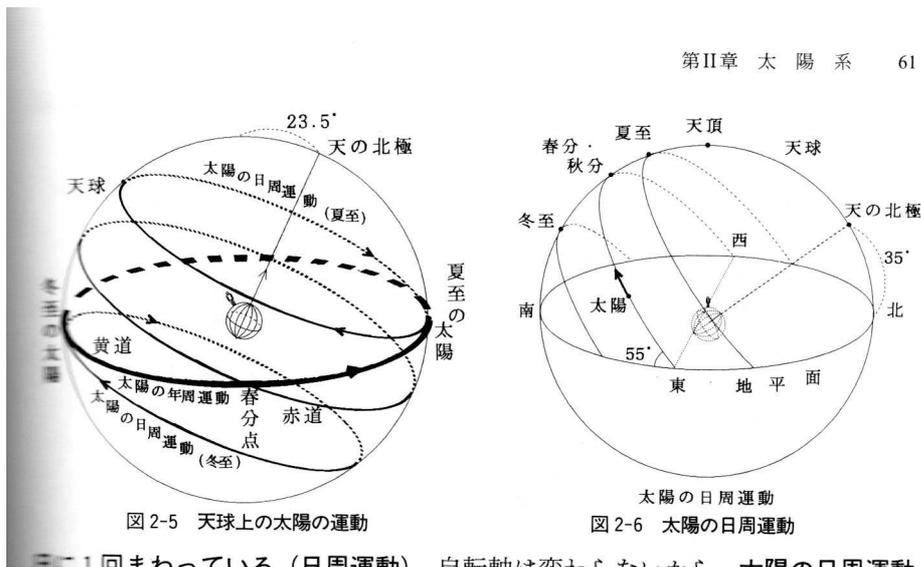
極距が3.5度離れているので、精確には、この極距を考慮しなければならないが、当時においては他の要素による誤差の方が問題で、極距は問題ではなかった。

それよりもこの北極星緯度法で緯度を知ろうとする時の大きな障害は、赤道より南へ行くと北極星が見えなくなり、この方法を使えないことであった。南十字星を北極星の代用とする方法も試みられたが、南十字星は真南からの極距が大きく誤差が大きいため、あまり実用には供されなかった。そして代わりに用いられるようになったのが、太陽の高度観測による太陽子午線緯度法であった。

2) 太陽子午線緯度法

これは、太陽の高度を測って、居る場所の緯度を知る方法であることは北極星緯度法と似ているが、北極星緯度法とは違って、大変な作業を経て計算したデータを表にしたもの（太陽の赤緯表）を持参し、この表を用いて天測の度に緯度を計算することを必要とした。何故ならば、地軸の延長線上という特別な位置にあって動くことのない特別な恒星である北極星に対して、太陽は黄道という地軸に対して約 23.5 度傾いた軌道上を年周運動するから（この頃は未だプトレマイオスの天動説の時代）である。その年周運動も 1 日を 24 時間と規定すると毎年同じ位置に戻ってくる日時がずれ、4 年に 1 度閏年を設けなければならない。すなわち太陽は、一定の地点において、4 年間の間毎日同じ時間でも高度が異なっているのである。4 年経つと元の位置に戻ってくる。（精確にはさらに小さな誤差がある）したがって、太陽の高度を用いて緯度を知るには、4 年間の毎日の定まった時間（観測者の子午線の真上に来る時間である正午に）太陽の高度（黄道と地球の赤道が交わる点である春分点、秋分点を“0”としてこれに地軸の傾きの約 23.5 度を加えたり減じたりしたもの、即ち春分の日と秋分の日の正午の高度が 23.5 度となる）を計算した表をデータとして持っていないと行かない。これを「太陽の赤緯表」と言う。

図 4 太陽の年周運動と日周運動



天文航法はポルトガル人によって始められたのであるが、その理論的根拠となった北極星緯度法と太陽子午線緯度法は、ポルトガル人が発明/発見したものではなく、ギリシャの天文学の発達の中、とくにその集大成である紀元 2 世紀のプトレマイオスの「アルmagest」にその起源が求められる。ギリシャの天文学はアラビア人達によってさらに実践的な進化を遂げた。それは、イスラム教の教えが、決まった時間に、何処に居てもメッカの方向に向かって礼拝することを定めていたことと関係しており、また占星術が王侯貴族や知識人達に尊重されたことも大いに影響を与えた。ルネッサンスは古代ギリシャ文化の再生から

始まり、多くの書がアラビア語、ヘブライ語、ギリシャ語からラテン語に翻訳された。イベリア半島に進出したアラビア人達のもたらした古典の翻訳がトレドを中心に行われたが、最も多大な貢献をしたのはカスティーリャのアルフォンソ 10 世王（賢王：在位 1252 年～1284 年）で、「天文学の知識の書」の編纂も彼の手による。この書物の中に北極星緯度法と太陽子午線緯度法の原型が含まれている。

図 5 黄道 12 宮の概念図

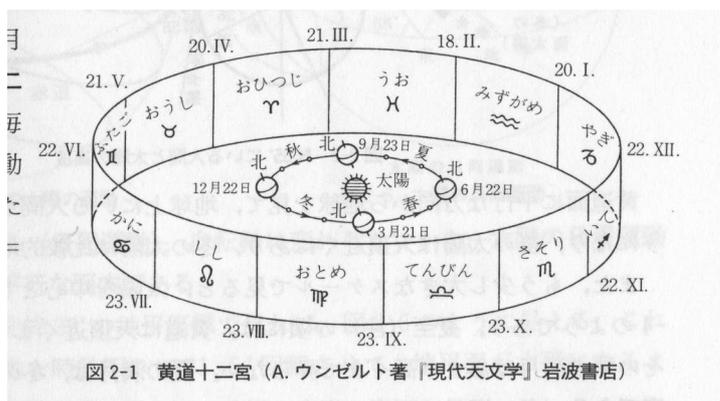
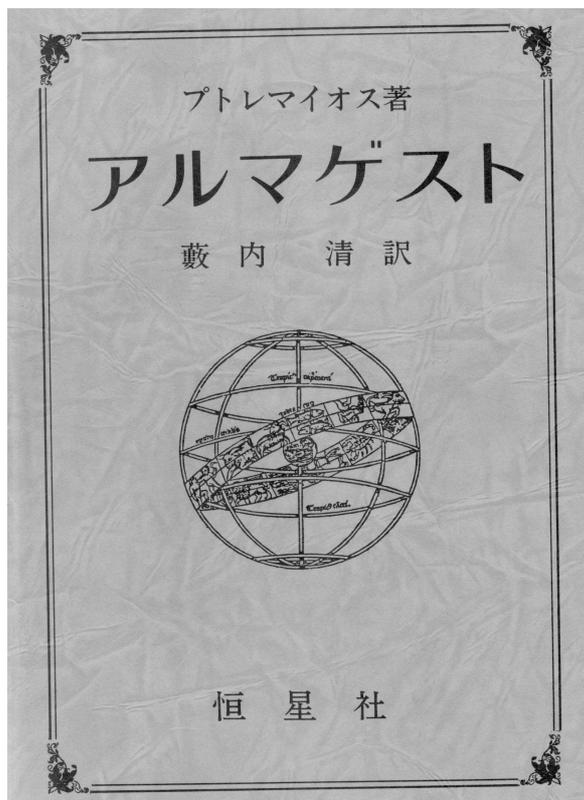


図 2-1 黄道十二宮 (A. ウンゼルト著「現代天文学」岩波書店)

図 5 「アルマゲスト」の日本語訳の表紙

黄道 12 宮 (ゾーディアコ) がデザインされている



占星術においては、黄道 12 宮中の位置（黄経と黄緯）が重要であるが、この黄緯を赤緯に変換するのは数学計算のできるものである。占星術はポルトガルの宮廷を中心とした知識人によって導入されており、これが天文航法として、国家ビジネスとしてのインドへの喜望

太陽の通過する黄道の 360 度を春分点を出発点として 30 度ずつ 12 等分したものを「宮」と言い、各宮に名前を付している。古代はその名前の星座がその宮に居たので、その星座の名を宮の名前としたが、長い時代の中で春分点がずれてゆき、現代では宮の中にその名前の星座が居なくなってしまった。獣の星座が多いので、スペイン語やポルトガル語でゾーディアコと呼ばれる。

占星術においては、占いの対象となる人物の誕生日や出来事が生じた時点、あるいは惑星がどの宮のどの位置、すなわち宮の境界線から何度かあるか（現在では春分点を 0 とした黄道上の地軸との角距離を 360 度にしたものの中の位置を黄経と言う。）太陽は 1 年の間にこの黄道の帯 (23.5 度の 2 倍の 47 度を為す) の中を移動する。従って、黄道上の位置（現在の黄経にあたる）がわかれば、黄緯（黄道に垂直な方向の角距離）が定まる。

峰航路を見つけるために開発されたのであった。ポルトガル人の独創性は航海において、その場で計算をせずに、直接太陽の赤緯が得られる太陽の赤緯表を作成し、これを用いたことであった。この太陽の赤緯表こそが、南蛮人から日本に導入された天文航海術の中心となるものであった。

5. 京都大学の図書館に伝わる「元和航海書」

京都大学に 1 本だけが伝わる「元和航海書」（あるいは「元和航海記」）と呼ばれる手書きの古書がある。その序に、元和四年八月（1618 年）長崎之住、池田興右衛門入道好運編輯とある。池田好運は行人（あんじ：ピロートの和訳）のマヌエル・ゴンサーロと共に 2 年間長崎とルソンの間を航海して、南蛮流の航海術を学んで、同書を著したことが記されている。マヌエル・ゴンサーロのことを「南人」と記しているが、原語を片仮名表示している単語が全てポルトガル語であるところからして、スペイン人ではなく、ポルトガル人であるのはまず間違いない。当時、ポルトガルとスペインでは、ピロート達のために多くの航海術の教科書が出版あるいは手写で流布していた。それらの書物は著者によって特色があったとはいえ、天文航海に必須である 4 年間の太陽の赤緯表とその使用方法についての記述はいずれの書にも出てくる。元和航海書も大方の構成は、こうしたイベリア半島の類似書のものを踏襲しているが、何点か特徴となる内容を含んでいる。

これらのなかで主なものを次に挙げる：

- (1) 日本人が使いやすいように工夫をしている。すなわち、六十干支による年の表記を付し、七曜表もつけている。距離には日本の「里」との対応を付している。
- (2) ポルトガル語の原語を使用すると同時に一部を日本語訳しているが、日本では初訳であるため、その説明を付している。例えば、「デキリナサン」は現在では「赤緯」と訳されるが、好運は「四年之日日記と云義なり」と訳している。
- (3) 好運はゴンサーロに対して、天文航法上の質問をいくつか行い、ゴンサーロがその回答は知らないと、答えたものに対しては好運なりの考えを示し、単なる西欧航海術の書き写しではない気概を見せている。
- (4) 南蛮の類似書の多くが航路誌を記載しているが、イベリア半島の船乗りに関心のある航路が記載されているのに対して、長崎とマカオ間の好運独自の航路誌を記している。

6. 「元和航海書」の原典を探して

大正時代になって、元和航海書は学者の注目を集め、研究が盛んになった。同書の紙数の 80 パーセント近くを占める太陽の赤緯表の原典が何処にあるか、いろいろの推論を呼んだが、回答に近づくことはほとんどなかった。昭和 30 年頃に再び、天文学者の中でこの赤緯表の原典についての研究が行われるようになった。それはオランダにおいて、同国と英国の 17 世紀に出版された航海術書のシリーズが、ファクシミリによって復刻が行われ、元和航海書に近い時代の赤緯表を初めて目にすることが可能となったからであった。しかし、

スペインとポルトガルの航海術書は対象になっておらず、結局のところ得られたものは多くはなかった。

小生は小学校時代より船が好きで、大学時代に「日本海事史学会」を知り、1968年に鉄鋼会社に入社してから、その学会の会員となった。1975年に、会社からスペインへの留学を命じられ、滞在中にマドリッドの海軍省の図書館に出入りして、大航海時代の研究書のコピーをすることができた。しかし、この頃は造船関係に興味がいっており、航海術については全く触れることはなかった。

その後1983年から1989年まで6年間、ブラジルのサンパウロ駐在となった際に、ポルトガルで航海術史の研究が盛んで多くの研究書が出版されているのを知った。関連書籍を購入し、図書館でコピーを取ることができた。

帰国後は元和航海書の原典を求めることを研究のライフワークに定め、ポルトガルの国立図書館を始め、いろいろな図書館（特にニューヨークの市立図書館の多くの蔵書を知った）からコピーを取り寄せた。当時はインターネットが普及する前で、手紙とFAXの往復が図書館や古書店と連絡を取り合う唯一の手段で、何か月もかけてやっと一冊の古書のコピーが手に入る状況であった。その間には、自分で、パソコンでもって赤緯の計算をいろいろ試してみた。しかし、大航海時代の航海術についての理解は進んでも、求める結果は得られなかった。ポルトガル関係の関連図書はほぼ全て入手したので、次にはスペインに手を伸ばした。そして、半ばあきらめかけていた2004年の秋、マドリッドの国立図書館から取り寄せたロドリーゴ・サモラーノの「航海術要覧」が届いたのを見た時、その太陽の赤緯表は元和航海書のものと全く同じだったのである。10年以上の歳月をかけてやっと巡り会え、学会に報告することができた時には本当に嬉しい思いがした。

後になって考えてみれば、ポルトガルは1580年にスペインに併合されており、ルソンはスペイン領であった。また、ポルトガルは上述したように天文航法の初期の開発に大きく寄与したが、大航海時代の16-17世紀においては、スペインの植民地アメリカとの往来は大変な規模のもので、組織的に行われた点ではポルトガルの比ではなかった。航海術書もスペインのセビリアを本拠としたインド通商院（カサ・デ・コントラタシオン）から多数出版されていた。サモラーノは通商院の航海術部門のトップ（首席ピロート）を長年務め、その「航海術要覧」は当時もとても権威があり、版を重ねたものであった。そこに気が付かず、元和航海書のポルトガル語に捕らわれ続けたことも、時間がかかった一因でもあった。

大航海時代において、スペインとポルトガルに取って代わって覇権を握ったのはオランダであり、イギリスであったが、その航海術はイベリア半島の両国が作り上げたものからかけ離れて進歩することはなかった。18世紀にジョン・ハリソンがクロノメーターを完成させ、正確な時刻が測定できるようになって、初めて経度の使用が実用化されたのであった。しかし、これは理論的な飛躍ではなく、精密な機械ができるようになったためである。

図6 サモラーノの太陽赤緯表

図7 元和航海書の太陽赤緯表

第1年1月、2月、3月

第1年2月

ANNO PRIMERO. 18								
Enero.			Febrero.			Março.		
Declinacion.			Declinacion.			Declinacion.		
Dies	Gra.	Min.	Dies	Gra.	Min.	Dies	Gra.	Min.
1	23	1	1	17	9	1	7	40
2	22	56	2	16	52	2	7	17
3	22	51	3	16	35	3	6	54
4	22	45	4	16	17	4	6	31
5	22	38	5	15	59	5	6	8
6	22	31	6	15	41	6	5	45
7	22	24	7	15	22	7	5	22
8	22	16	8	15	3	8	4	59
9	22	8	9	14	44	9	4	36
10	22	0	10	14	25	10	4	13
11	21	51	11	14	5	11	3	50
12	21	41	12	13	45	12	3	27
13	21	31	13	13	25	13	3	4
14	21	20	14	13	5	14	2	40
15	21	9	15	12	45	15	2	16
16	20	58	16	12	24	16	1	52
17	20	47	17	12	3	17	1	28
18	20	35	18	11	42	18	1	4
19	20	23	19	11	21	19	0	40
20	20	10	20	11	0	20	0	16
21	19	57	21	10	39	21	0	8
22	19	43	22	10	17	22	0	32
23	19	29	23	9	55	23	0	56
24	19	15	24	9	33	24	1	20
25	19	0	25	9	11	25	1	44
26	18	45	26	8	49	26	2	7
27	18	30	27	8	26	27	2	30
28	18	15	28	8	3	28	2	53
29	17	59				29	3	16
30	17	43				30	3	39
31	17	26				31	4	2

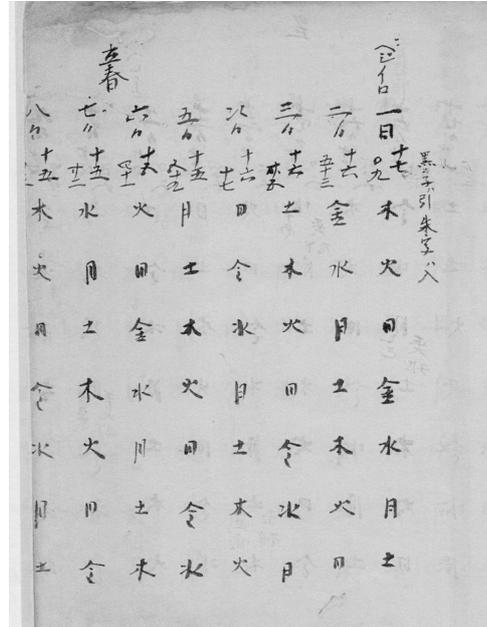
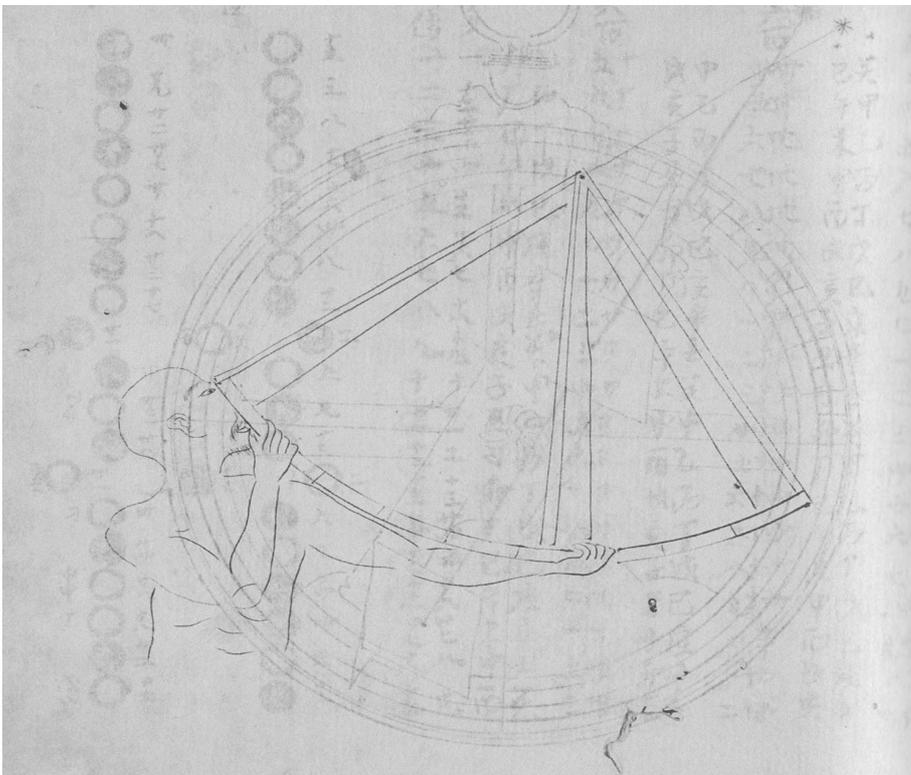


図8 元和航海書のクワドランテを使用する図



左の図の薄い円は、次のページのアストロラビオの図が和紙から透けて見えているもの。