

ウィリアム・アダムス(三浦按針)の伝えた 航海術を中心とした西洋の科学技術とは

令和6年6月30日

非営利活動法人日本海洋塾 理事 澤間譲治

1. 法人設立の経緯

当法人は、旧東京商船大学、旧神戸商船大学の卒業生有志が集まって、海洋国家日本の海事意識を普及拡充することを目指して、東京海洋大学所蔵の明治丸や海事教育資料等を活用して、広く一般の皆様に海と船を理解していただくため、多様な活動が出来るよう 特定非営利活動法人として、平成27年1月22日に立ち上げました。

今後は、広く一般の皆様の参加を得て活動範囲を広げていきたいと考えております。

2. 事務所

- 所在地： 〒135-8533 東京都江東区越中島二丁目1番6号
国立大学法人東京海洋大学 越中島会館2階
- 電話・FAX： 03-6458-5272
- E-Mail info@kaiyou-juku.org

3. 理事

- 理事長 都築 雅彦
- 副理事長 尾身 衛男
- 理 事 澤間 譲治
- 理 事 岩本 勝美
- 監 事 松崎 光男

ウィリアム・アダムスが日本にもたらした航海学、
航海術とはどのようなものだったのか？

それを示す一次資料が
どのくらい残されているのか？

そもそも航海学とは何か？

そして航海術とは何か？

広義の航海術＝航海学

航海学とは、船舶を安全かつ経済的に、地球上の一地点から他の地点へ導くのに必要な過程を研究対象とする科学で、地球の形や大きさ、海陸の分布、気象・海象、船舶の構造・性能・操船などに関する知識や技術を総合的に扱う実践的な学問であり、国内外の法律や条約などにも通じている必要があります。航海学は理学、工学、法学、経済学などの多くの分野を有機的に結びつけた学際的な学問と言える。

狭義の航海学＝航海術(NAVIGATION)

航海術(NAVIGATION)とは船を地球上のある点から、
ある点へ安全に効率よく移動させる技術

現在の**位置**と目的地の**位置**を正確に知る必要がある

- 地図、海図(地形、灯台、建造物)
- コンパス
- 時間を測る(時計)
- 速度(速度計)
- 距離

茂在寅男教授による航海術の定義

航海術とは船を地球上の一地点から、目的とする他の一地点へ、安全かつ能率的に航行させる技術である」。問題はすべてそこから出発する。われわれはまず「地球上の一地点」という自船の位置の確認から始めなければならない。

ついで「目的とする他の一地点へ」能率的な幾何学的移動の方法を求めなければならない。

狭義の航海術は右の二点にしぼられる。つきつめていえば、自船の位置なる「点」を求めることと、目的とする地点へ到達するための「線」を求めること、それが航海術の根本である。

もちろん線は点の連続と考えられることから、航海術とは「点」を求める技術と見たりと結論づけることも、あながち無理な表現 とはいいきれない。

ChatGPTに航海術とは聞くと？？

G5

WHAT IS NAVIGATION



Navigation is the process of planning, monitoring, and controlling the movement of a person or vehicle from one location to another. It involves using various tools and techniques, such as maps, charts, compasses, GPS devices, and other navigation aids to determine the current location, the desired destination, and the best route to reach that destination. Navigation is essential for travel, transportation, exploration, and military operations, and it requires a combination of technical skills and situational awareness to navigate effectively and safely. With the advancement of technology, navigation has become more efficient and accurate, allowing us to explore and travel to new and distant places with greater ease.



ナビゲーションとは、ある場所から別の場所への人や乗り物の移動を計画、監視、制御するプロセスのことです。地図、海図、コンパス、GPS機器、その他のナビゲーション補助機器など、さまざまなツールやテクニックを使って、現在地、希望する目的地、その目的地に到達するための最適なルートを決定的することが含まれます。ナビゲーションは、旅行、交通、探検、軍事行動などに不可欠であり、効果的かつ安全に航行するためには、技術的スキルと状況認識の組み合わせが必要です。技術の進歩により、ナビゲーションはより効率的で正確なものとなり、私たちはより簡単に新しい場所や遠い場所を探索したり旅行したりすることができるようになりました。

前提概念

経度、緯度、天球、赤経、赤緯

自船の位置を知る為の三種類の方法

沿岸航法

天文航法

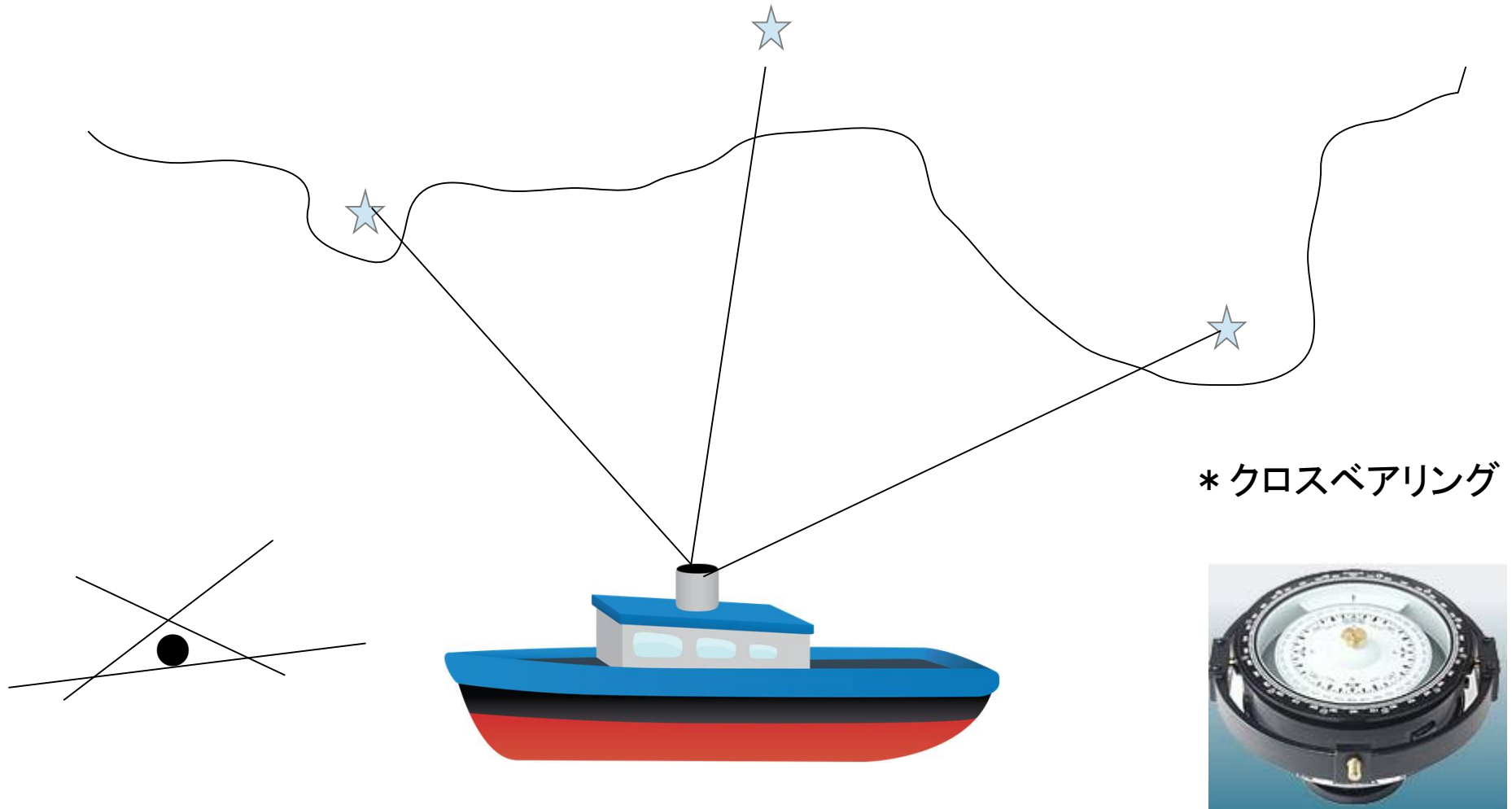
電波航法

GPS

沿岸航法

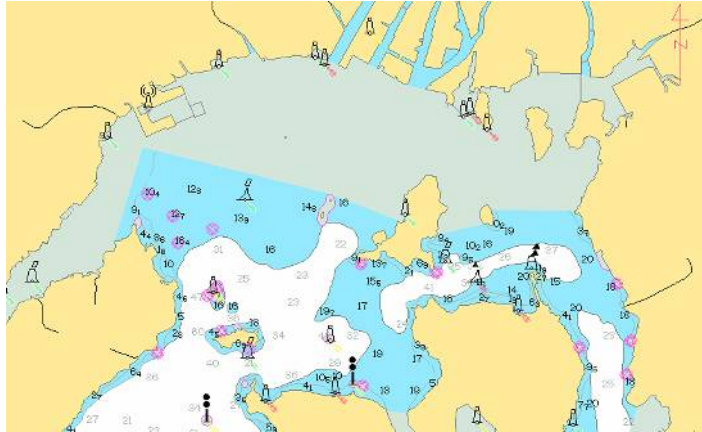
地上の目標物からの逆算的方法で自船の位置を知る方法。

例えば灯台や山の頂上等記した正確な海図とコンパスが必要



沿岸航法で位置を知る為の必須アイテム

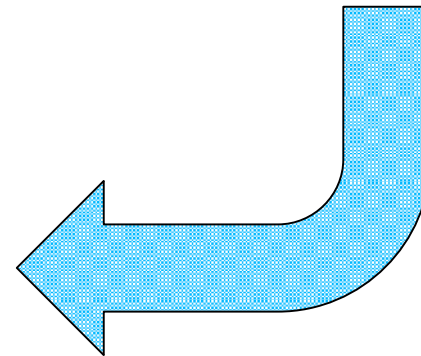
海図



磁気コンパス

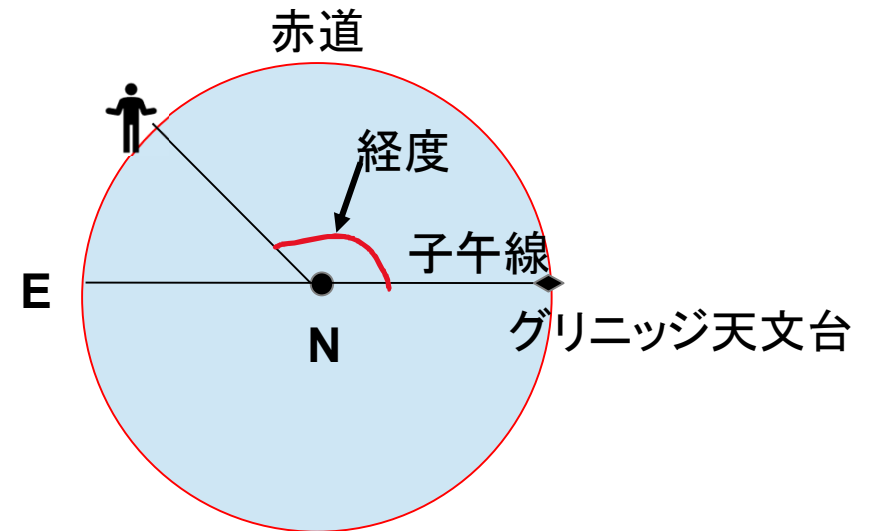
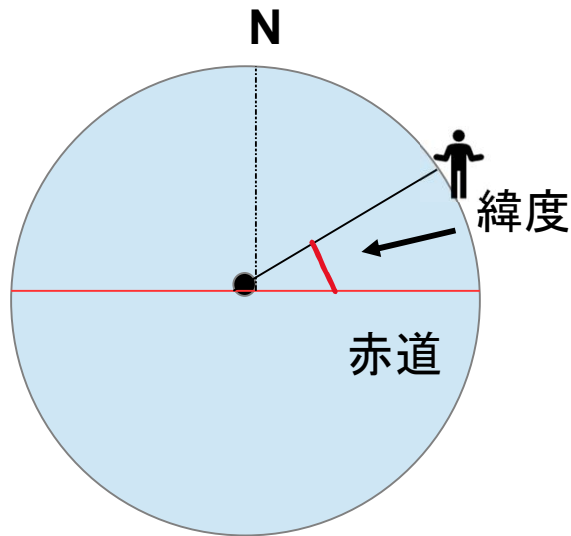


ジャイロコンパス



緯度 (Latitude) と経度 (Longitude)

- ・緯度とは赤道からの距離を角度で表したもの
- ・経度とはグリニッジ子午線から東西方向に測った距離を角度で表したもの
- ・南中とはその地点で太陽が真南に来た状態 (北半球)

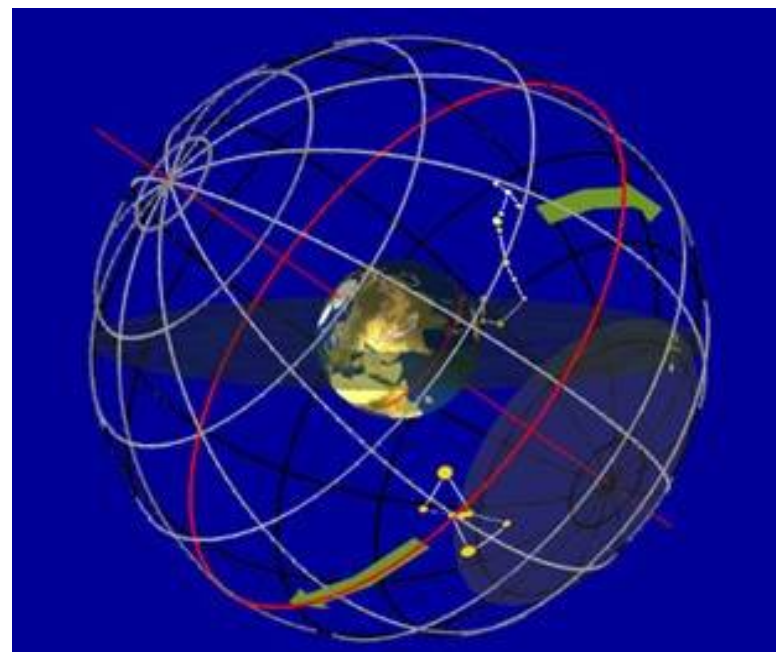
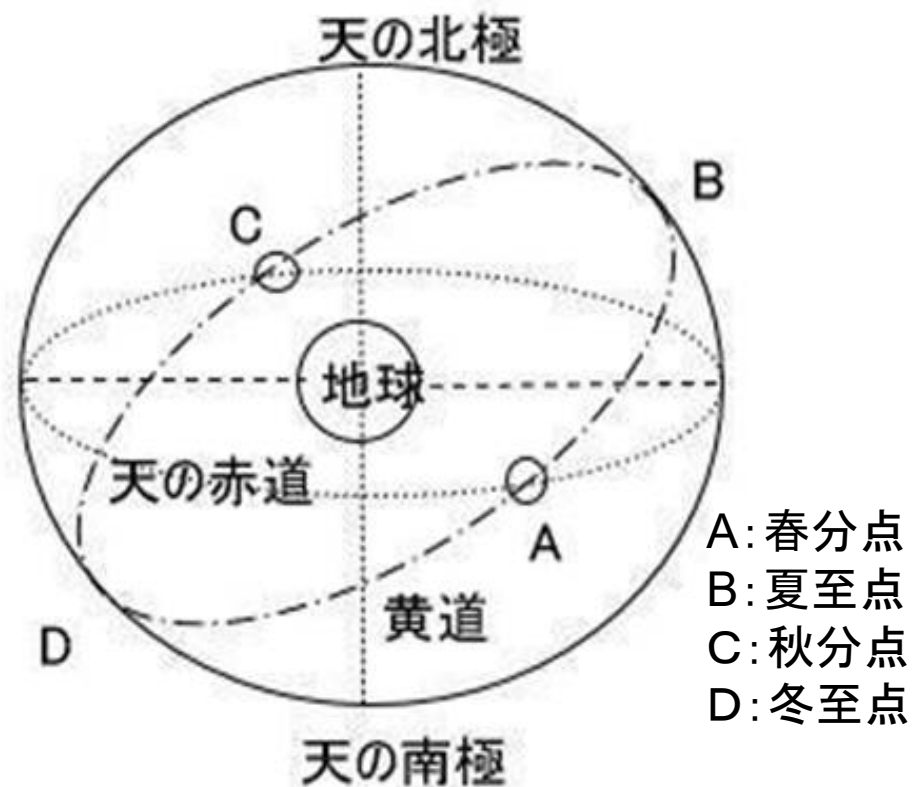


日本の経緯度原点は港区麻布台2-18-1地内にある日本経緯度原点金属標の十字の交点」と定められている

● 東経139度44分28秒8869

● 北緯35度39分29秒1572

天球の概念

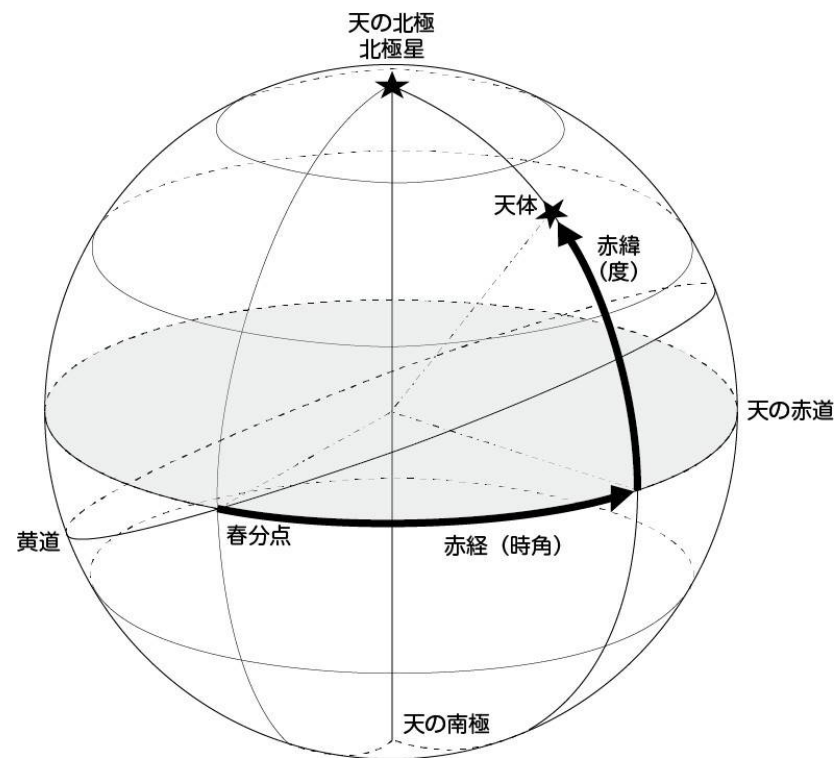
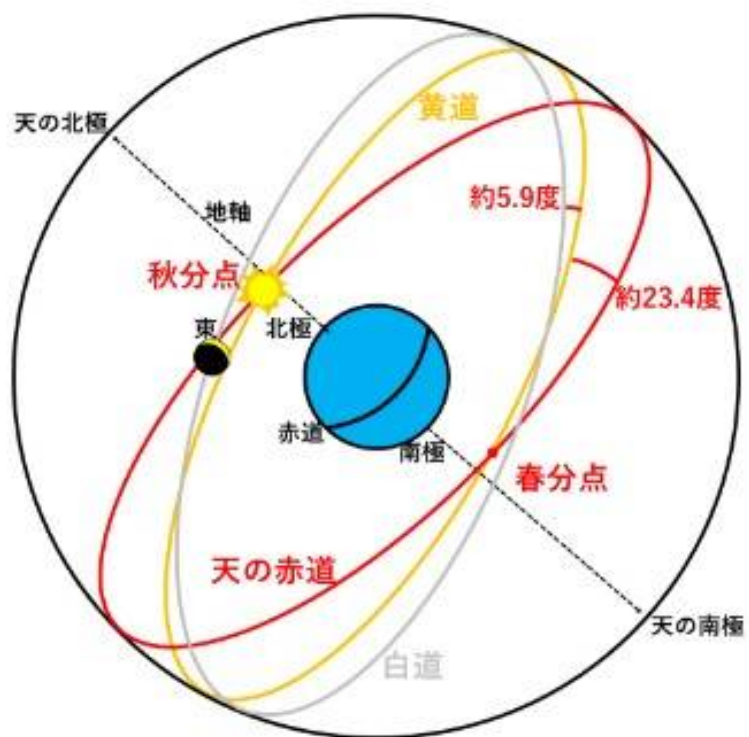


天球の概念から、地球の中心を基点とする三次元座標を設定すれば、三つの星の天球上の位置から自分の位置を幾何学的に求められる事が予想される

➡位置の線 LOP(Line Of Position)

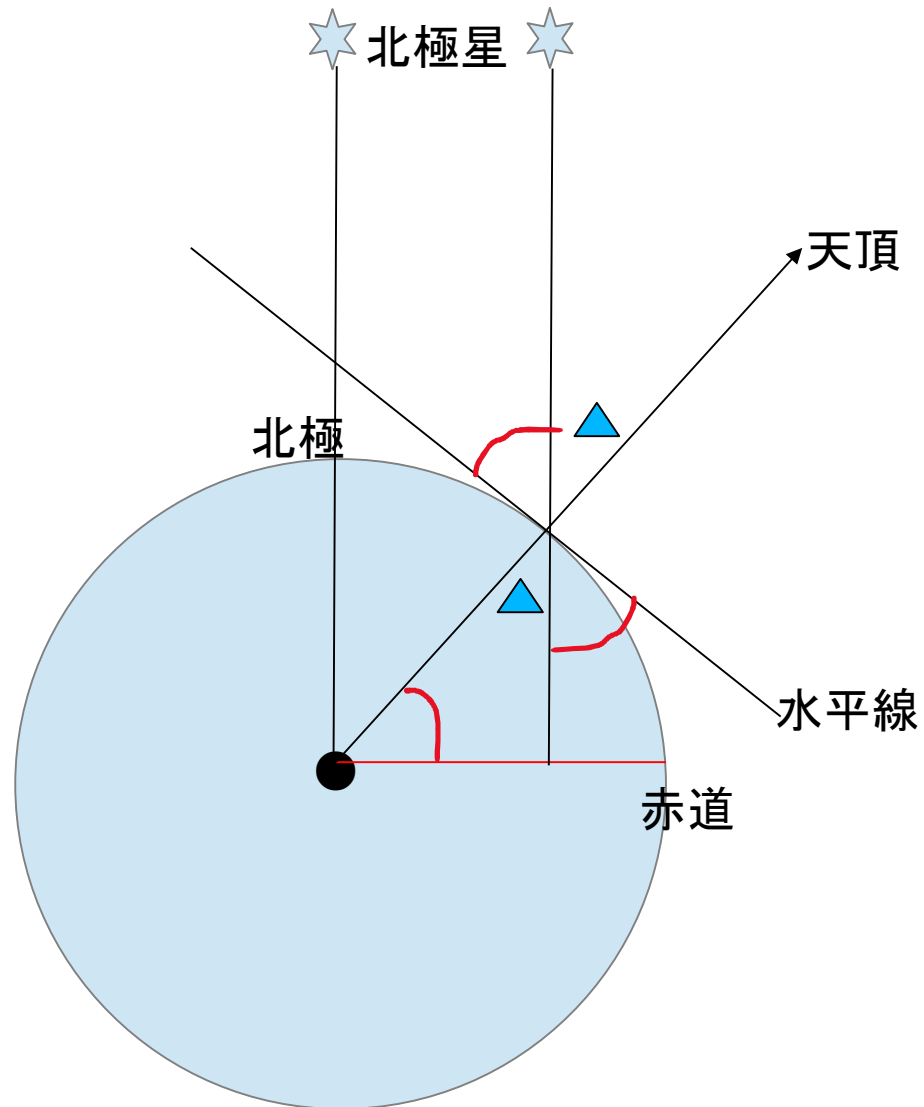
天球に於ける緯度、経度

天球に於ける緯度、経度の事を赤緯、赤経と定義する

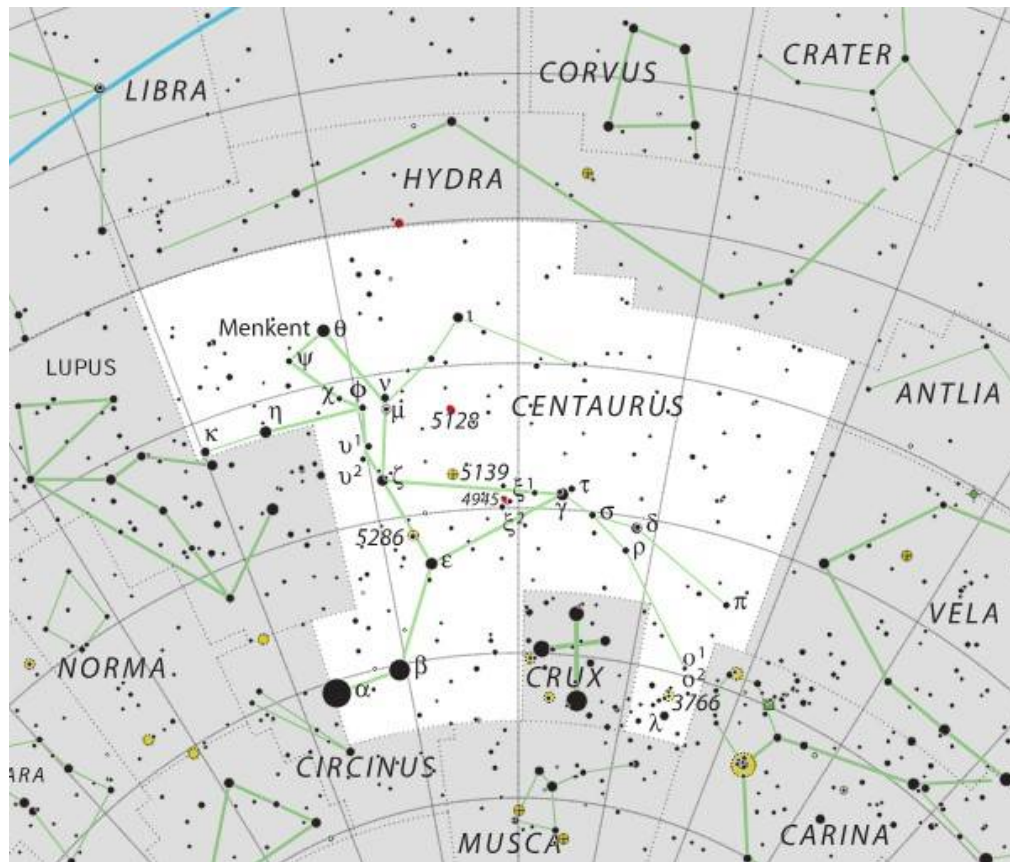


星の高度と緯度との関係

北半球では何故、北極星の高さを測る事で緯度を知る事が出来るのか？



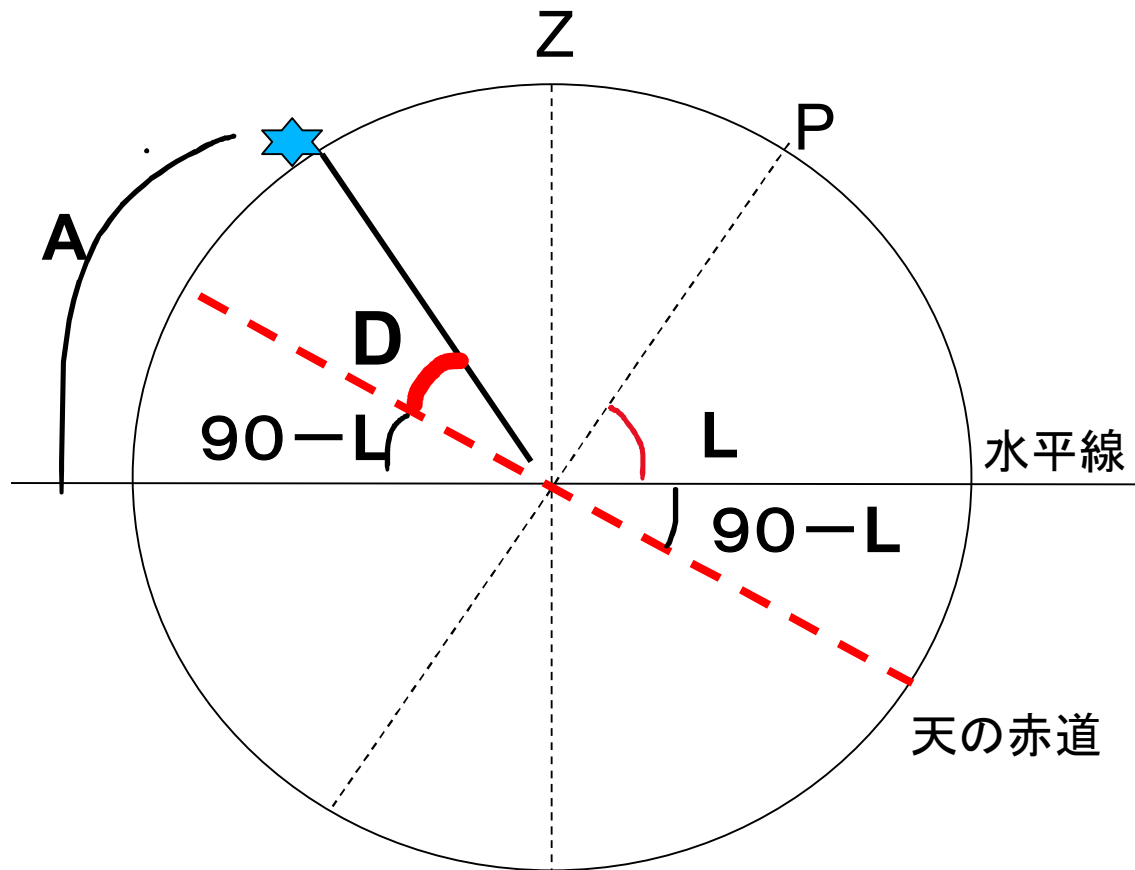
南半球には北極星に相当する肉視出来る星(南極星)は存在しない



南半球では「南十字星」と「ケンタウルス座の α 星および β 星」を使って南天極の位置をおおよそ推定する方法が一般的です。具体的には、南十字星の縦軸を延長し、ケンタウルス座の α 星と β 星を結んだ直線の中点を南十字星の縦軸の延長線に合わせると、南天極のおおよその位置がわかります。

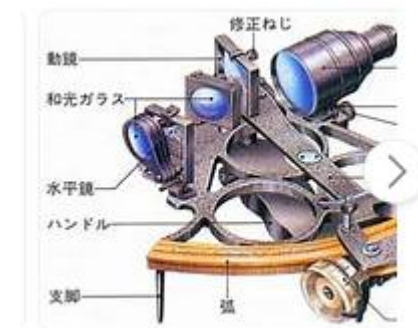
六分儀により星の高さ(仰角)を測る

A:星の高さ Z:天頂 P:天の北極 L:緯度 D:赤緯



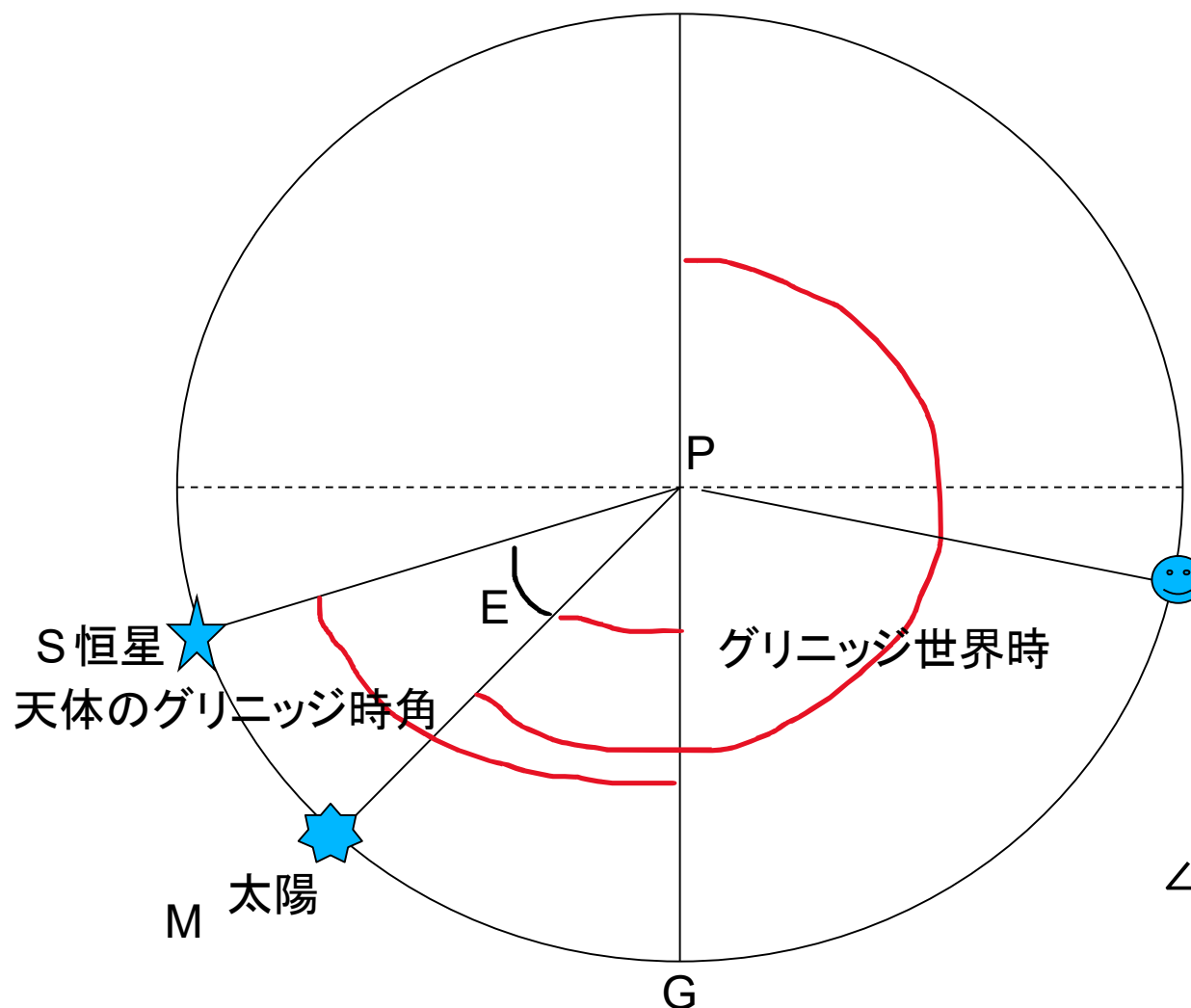
$$A = D + 90 - L$$

概略の緯度が分かれば、当該星の高さの推定値が決まる
星の高さが実測出来れば、対応の観測者の緯度が決まる



グリニッジ世界時間と経度の関係

クロノメーター(世界時を知る為の精密時計)

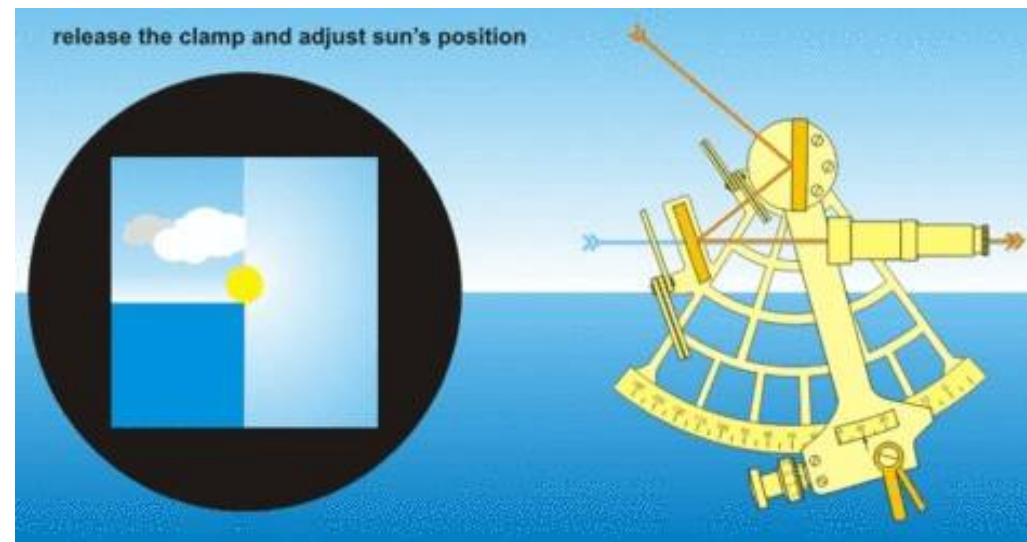


$$\begin{aligned}\angle \text{GPS} &= (\text{世界時} - 12\text{h}) + \text{MPS} \\ &= \text{世界時} + \underbrace{\text{MPS} - 12\text{h}}_{\text{E}}\end{aligned}$$

$$\angle \text{LPS} = \angle \text{GPS} + \text{推測経度 (経度時角)}$$

$$\text{地方時角} = \text{グリニッジ時角} + \text{経度時角}$$

六分儀(太陽や星の高度を測る機器)



クロノメーター(世界時を知る為の精密時計)



☉ 太陽				♄ 惑星				P.P.			
U	E ₂	d	d of P.P.	U	E ₂	d	E ₂ d	U	E ₂	d	E ₂ d
0 12 16 21	5 13 25.6	0 00	0 0	♀ 金星				♂ 火星			
2 12 16 21	5 13 25.8	10 0.1		0 12 16 21	5 13 25.6	0 00	0 0	0 12 16 21	5 13 25.6	0 00	0 0
4 12 16 21	5 13 26.0	20 0.3		2 12 16 21	5 13 25.8	10 0.1		2 12 16 21	5 13 25.8	10 0.1	
6 12 16 21	5 13 26.2	30 0.5		4 12 16 21	5 13 26.0	20 0.3		4 12 16 21	5 13 26.0	20 0.3	
8 12 16 21	5 13 26.4	40 0.6		6 12 16 21	5 13 26.2	30 0.5		6 12 16 21	5 13 26.2	30 0.5	
10 12 16 21	5 13 26.6	50 0.7		8 12 16 21	5 13 26.4	40 0.6		8 12 16 21	5 13 26.4	40 0.6	
12 12 16 21	5 13 26.8	1 00	0.9	10 12 16 21	5 13 26.6	50 0.7		10 12 16 21	5 13 26.6	50 0.7	
14 12 16 21	5 13 27.0	10 0.9		12 12 16 21	5 13 26.8	1 00	0.9	12 12 16 21	5 13 26.8	1 00	0.9
16 12 16 21	5 13 27.2	20 1.1		14 12 16 21	5 13 27.0	10 0.9		14 12 16 21	5 13 27.0	10 0.9	
18 12 16 21	5 13 27.4	30 1.3		16 12 16 21	5 13 27.2	20 1.1		16 12 16 21	5 13 27.2	20 1.1	
20 12 16 21	5 13 27.6	40 1.5		18 12 16 21	5 13 27.4	30 1.3		18 12 16 21	5 13 27.4	30 1.3	
22 12 16 21	5 13 27.8	1 50	1.6	20 12 16 21	5 13 27.6	40 1.5		20 12 16 21	5 13 27.6	40 1.5	
24 12 16 21	5 13 28.0	2 00	1.6	22 12 16 21	5 13 27.8	1 50	1.6	22 12 16 21	5 13 27.8	1 50	1.6
観測値 S.D. 16.28				♂ 木星				♂ 土星			
水 恒 星				♂ 土星				♂ 土星			
No.	E ₂	d		0 12 16 21	5 13 28.0	2 00	1.6	0 12 16 21	5 13 28.0	2 00	1.6
1 Polaris	89 43 00	N 43 19.7		2 12 16 21	5 13 28.2	3 00	2.0	2 12 16 21	5 13 28.2	3 00	2.0
2 Kochab	11 45 51	N 74 06.6		4 12 16 21	5 13 28.4	4 00	2.6	4 12 16 21	5 13 28.4	4 00	2.6
3 Dubhe	10 51 27	N 61 57.7		6 12 16 21	5 13 28.6	5 00	3.2	6 12 16 21	5 13 28.6	5 00	3.2
4 & Cassiopeia	8 22 51	N 33 14.4		8 12 16 21	5 13 28.8	6 00	3.8	8 12 16 21	5 13 28.8	6 00	3.8
5 Merak	10 55 38	N 55 17.6		10 12 16 21	5 13 29.0	7 00	4.4	10 12 16 21	5 13 29.0	7 00	4.4
6 Alath	18 41 15	N 33 53.4		12 12 16 21	5 13 29.2	8 00	5.0	12 12 16 21	5 13 29.2	8 00	5.0
7 Schedir	1 04 22	N 34 57.6		14 12 16 21	5 13 29.4	9 00	5.6	14 12 16 21	5 13 29.4	9 00	5.6
8 Mizar	18 41 22	N 34 57.6		16 12 16 21	5 13 29.6	10 00	6.2	16 12 16 21	5 13 29.6	10 00	6.2
9 & Porse	28 10 35	N 49 54.9		18 12 16 21	5 13 29.8	11 00	6.8	18 12 16 21	5 13 29.8	11 00	6.8
10 Betelgeuse	18 47 45	N 49 24.8		20 12 16 21	5 13 30.0	12 00	7.4	20 12 16 21	5 13 30.0	12 00	7.4
11 Capella	31 18 52	N 46 00.5		22 12 16 21	5 13 30.2	1 00	8.0	22 12 16 21	5 13 30.2	1 00	8.0
12 Deneb	5 05 27	N 45 25.7		24 12 16 21	5 13 30.4	2 00	8.6	24 12 16 21	5 13 30.4	2 00	8.6
13 Vega	7 05 22	N 38 48.4		0 12 16 22	5 14 00.0	1 50	8.0	0 12 16 22	5 14 00.0	1 50	8.0
14 Castor	19 00 28	N 31 50.9		2 12 16 22	5 14 00.2	3 00	8.6	2 12 16 22	5 14 00.2	3 00	8.6
15 Alpheratz	2 26 42	N 23 10.8		4 12 16 22	5 14 00.4	4 00	9.2	4 12 16 22	5 14 00.4	4 00	9.2
16 Pollux	18 49 58	N 27 59.0		6 12 16 22	5 14 00.6	5 00	9.8	6 12 16 22	5 14 00.6	5 00	9.8
17 & Cor. Bor.	11 00 56	N 28 45.0		8 12 16 22	5 14 00.8	6 00	10.4	8 12 16 22	5 14 00.8	6 00	10.4
18 Antares	12 19 54	N 23 08.2		10 12 16 22	5 14 01.0	7 00	11.0	10 12 16 22	5 14 01.0	7 00	11.0
19 Aldebaran	21 50 04	N 18 52.8		12 12 16 22	5 14 01.2	8 00	11.6	12 12 16 22	5 14 01.2	8 00	11.6
20 Markab	8 30 25	N 15 23.8		14 12 16 22	5 14 01.4	9 00	12.2	14 12 16 22	5 14 01.4	9 00	12.2
21 Denebola	14 46 05	N 14 29.1		16 12 16 22	5 14 01.6	10 00	12.8	16 12 16 22	5 14 01.6	10 00	12.8
22 & Alpheratz	5 16 18	N 12 35.3		18 12 16 22	5 14 01.8	11 00	13.4	18 12 16 22	5 14 01.8	11 00	13.4
23 Regulus	18 28 43	N 11 41.5		20 12 16 22	5 14 02.0	12 00	14.0	20 12 16 22	5 14 02.0	12 00	14.0
24 Alcor	3 44 22	N 8 59.0		22 12 16 22	5 14 02.2	1 00	14.6	22 12 16 22	5 14 02.2	1 00	14.6
25 Betelgeuse	20 23 33	N 7 34.4		24 12 16 22	5 14 02.4	2 00	15.2	24 12 16 22	5 14 02.4	2 00	15.2
26 & Alpheratz	11 18 56	N 6 21.1		0 12 16 23	5 14 02.6	3 00	15.8	0 12 16 23	5 14 02.6	3 00	15.8
27 & Alpheratz	18 55 47	N 5 10.0		2 12 16 23	5 14 02.8	4 00	16.4	2 12 16 23	5 14 02.8	4 00	16.4
28 Rigel	21 20 38	N 3 11.1		4 12 16 23	5 14 03.0	5 00	17.0	4 12 16 23	5 14 03.0	5 00	17.0
29 & Alpheratz	17 19 34	N 3 40.5		6 12 16 23	5 14 03.2	6 00	17.6	6 12 16 23	5 14 03.2	6 00	17.6
30 & Alpheratz	15 14 45	N 11 14.1		8 12 16 23	5 14 03.4	7 00	18.2	8 12 16 23	5 14 03.4	7 00	18.2
31 Sirius	10 50 04	N 16 44.1		10 12 16 23	5 14 03.6	8 00	18.8	10 12 16 23	5 14 03.6	8 00	18.8
32 & Alcor	3 21 31	N 17 54.0		12 12 16 23	5 14 03.8	9 00	19.4	12 12 16 23	5 14 03.8	9 00	19.4
33 Antares	12 19 54	N 23 08.2		14 12 16 23	5 14 04.0	10 00	20.0	14 12 16 23	5 14 04.0	10 00	20.0
34 & Alpheratz	7 10 41	N 26 10.4		16 12 16 23	5 14 04.2	11 00	20.6	16 12 16 23	5 14 04.2	11 00	20.6
35 & Alpheratz	3 33 38	N 24 32.3		18 12 16 23	5 14 04.4	12 00	21.2	18 12 16 23	5 14 04.4	12 00	21.2
36 & Alpheratz	3 23 15	N 27 06.7		20 12 16 23	5 14 04.6	1 00	21.8	20 12 16 23	5 14 04.6	1 00	21.8
37 & Alpheratz	20 21 38	N 26 42.2		22 12 16 23	5 14 04.8	2 00	22.4	22 12 16 23	5 14 04.8	2 00	22.4
38 & Alpheratz	3 23 15	N 27 06.7		24 12 16 23	5 14 05.0	3 00	23.0	24 12 16 23	5 14 05.0	3 00	23.0
39 & Alpheratz	3 23 15	N 27 06.7		0 12 16 24	5 14 05.2	4 00	23.6	0 12 16 24	5 14 05.2	4 00	23.6
40 & Alpheratz	3 23 15	N 27 06.7		2 12 16 24	5 14 05.4	5 00	24.2	2 12 16 24	5 14 05.4	5 00	24.2
41 & Alpheratz	3 23 15	N 27 06.7		4 12 16 24	5 14 05.6	6 00	24.8	4 12 16 24	5 14 05.6	6 00	24.8
42 & Alpheratz	3 23 15	N 27 06.7		6 12 16 24	5 14 05.8	7 00	25.4	6 12 16 24	5 14 05.8	7 00	25.4
43 & Alpheratz	3 23 15	N 27 06.7		8 12 16 24	5 14 06.0	8 00	26.0	8 12 16 24	5 14 06.0	8 00	26.0
44 & Alpheratz	3 23 15	N 27 06.7		10 12 16 24	5 14 06.2	9 00	26.6	10 12 16 24	5 14 06.2	9 00	26.6
45 & Alpheratz	3 23 15	N 27 06.7		12 12 16 24	5 14 06.4	10 00	27.2	12 12 16 24	5 14 06.4	10 00	27.2

☉ 太陽				♄ 惑星				P.P.				《 月 正午時 10% 》				P.P.				
U	E ₂	d	d of P.P.	U	E ₂	d	E ₂ d	U	E ₂	d	E ₂ d	U	E ₂	d	E ₂ d	U	E ₂	d	E ₂ d	
0 12 16 24	5 14 15.0	0 00	0.0	♀ 金星				正午時 10%	0 12 16 24	5 14 15.0	0 00	0.0	0 12 16 24	5 14 15.0	0 00	0.0	0 12 16 24	5 14 15.0	0 00	0.0
2 12 16 24	5 14 15.2	10 0.1		4 12 16 24	5 14 15.4	20 0.3		2 12 16 24	5 14 15.2	10 0.1		2 12 16 24	5 14 15.2	10 0.1		2 12 16 24	5 14 15.2	10 0.1		
4 12 16 24	5 14 15.6	30 0.5		6 12 16 24	5 14 15.8	40 0.6		4 12 16 24	5 14 15.6	30 0.5		4 12 16 24	5 14 15.6	30 0.5		4 12 16 24	5 14 15.6	30 0.5		
6 12 16 24	5 14 15.8	50 0.7		8 12 16 24	5 14 16.0	1 00	0.9	6 12 16 24	5 14 15.8	50 0.7		6 12 16 24	5 14 15.8	50 0.7		6 12 16 24	5 14 15.8	50 0.7		
8 12 16 24	5 14 16.2	1 00	0.9	10 12 16 24	5 14 16.4	10 0.9		8 12 16 24	5 14 16.2	1 00	0.9	8 12 16 24	5 14 16.2	1 00	0.9	8 12 16 24	5 14 16.2	1 00	0.9	
10 12 16 24	5 14 16.6	20 1.1		12 12 16 24	5 14 16.8	30 1.3		10 12 16 24	5 14 16.6	20 1.1		10 12 16 24	5 14 16.6	20 1.1		10 12 16 24	5 14 16.6	20 1.1		
12 12 16 24	5 14 17.0	30 1.3		14 12 16 24	5 14 17.2	40 1.5		12 12 16 24	5 14 17.0	30 1.3		12 12 16 24	5 14 17.0	30 1.3		12 12 16 24	5 14 17.0	30 1.3		
14 12 16 24	5 14 17.4	50 1.6		16 12 16 24	5 14 17.6	1 50	1.6	14 12 16 24	5 14 17.4	50 1.6		14 12 16 24	5 14 17.4	50 1.6		14 12 16 24	5 14 17.4	50 1.6		
16 12 16 24	5 14 17.8	2 00	1.6	18 12 16 24	5 14 18.0	2 00	1.6	16 12 16 24	5 14 17.8	2 00	1.6	16 12 16 24	5 14 17.8	2 00	1.6	16 12 16 24	5 14 17.8	2 00	1.6	
18 12 16 24	5 14 18.2	3 00	2.2	20 12 16 24	5 14 18.4	3 00	2.2	18 12 16 24	5 14 18.2	3 00	2.2	18 12 16 24	5 14 18.2	3 00	2.2	18 12 16 24	5 14 18.2	3 00	2.2	
20 12 16 24	5 14 18.6	4 00	2.8	22 12 16 24	5 14 18.8	4 00	2.8	20 12 16 24	5 14 18.6	4 00	2.8	20 12 16 24	5 14 18.6	4 00	2.8	20 12 16 24	5 14 18.6	4 00	2.8	
22 12 16 24	5 14 19.0	5 00	3.4	24 12 16 24	5 14 19.2	5 00	3.4	22 12 16 24	5 14 19.0	5 00	3.4	22 12 16 24	5 14 19.0	5 00	3.4	22 12 16 24	5 14 19.0	5 00	3.4	
24 12 16 24	5 14 19.4	6 00	4.0					24 12 16 24	5 14 19.4	6 00	4.0									
観測値 S.D. 16.06				♂ 火星				正午時 10%	♂ 木星				正午時 10%	♂ 土星						
★ 恒星 U-θ の値				♂ 火星				正午時 10%	♂ 木星				正午時 10%	♂ 土星						
No.	E ₂	d		No.	E ₂	d		No.	E ₂	d		No.	E ₂	d		No.	E ₂	d		
1 Polaris	89 43 00	N 43 19.7		1 12 16 24	5 14 19.6	7 00	4.6	1 12 16 24	5 14 19.6	7 00	4.6	1 12 16 24	5 14 19.6	7 00	4.6	1 12 16 24	5 14 19.6	7 00	4.6	
2 Kochab	11 45 51	N 74 06.6		3 12 16 24	5 14 19.8	8 00	5.2	3 12 16 24	5 14 19.8	8 00	5.2	3 12 16 24	5 14 19.8	8 00	5.2	3 12 16 24	5 14 19.8	8 00	5.2	
3 Dubhe	10 51 27	N 61 57.7		5 12 16 24	5 14 20.0	9 00	5.8	5 12 16 24	5 14 20.0	9 00	5.8	5 12 16 24	5 14 20.0	9 00	5.8	5 12 16 24	5 14 20.0	9 00	5.8	
4 & Cassiopeia	8 22 51	N 33 14.4		7 12 16 24	5 14 20.2	10 00	6.4	7 12 16 24	5 14 20.2	10 00	6.4	7 12 16 24	5 14 20.2	10 00	6.4	7 12 16 24	5 14 20.2	10 00	6.4	
5 Merak	10 55 38	N 55 17.6		9 12 16 24	5 14 20.4	11 00	7.0	9 12 16 24	5 14 20.4	11 00	7.0	9 12 16 24	5 14 20.4	11 00	7.0	9 12 16 24	5 14 20.4	11 00	7.0	
6 Alath	18 41 15	N 33 53.4		11 12 16 24	5 14 20.6	12 00	7.6	11 12 16 24	5 14 20.6	12 00	7.6	11 12 16 24	5 14 20.6	12 00	7.6	11 12 16 24	5 14 20.6	12 00	7.6	
7 Zosma	15 53 37	N 45 54.9		13 12 16 24	5 14 20.8	13 00	8.2	13 12 16 24	5 14 20.8	13 00	8.2	13 12 16 24	5 14 20.8	13 00	8.2	13 12 16 24	5 14 20.8	13 00	8.2	
8 & Perseus	16 14 32	N 42 14.2		15 12 16 24	5 14 21.0	14 00	8.8	15 12 16 24	5 14 21.0	14 00	8.8	15 12 16 24	5 14 21.0	14 00	8.8	15 12 16 24	5 14 21.0	14 00	8.8	
9 Rigel	12 51 45	N 42 14.2		17 12 16 24	5 14 21.2	15 00	9.4	17 12 16 24	5 14 21.2	15 00	9.4	17 12 16 24	5 14 21.2	15 00	9.4	17 12 16 24	5 14 21.2	15 00	9.4	
10 Betelgeuse	12 51 45	N 42 14.2		19 12 16 24	5 14 21.4	16 00	10.0	19 12 16 24	5 14 21.4	16 00	10.0	19 12 16 24	5 14 21.4	16 00	10.0	19 12 16 24	5 14 21.4	16 00	10.0	
11 Capella	12 51 45	N 42 14.2		21 12 16 24	5 14 21.6	17 00	10.6	21 12 16 24	5 14 21.6	17 00	10.6	21 12 16 24	5 14 21.6	17 00	10.6	21 12 16 24	5 14 21.6	17 00	10.6	
12 Deneb	16 59 56	N 45 50.7		23 12 16 24	5 14 21.8	18 00	11.2	23 12 16 24	5 14 21.8	18 00	11.2	23 12 16 24	5 14 21.8	18 00	11.2	23 12 16 24	5 14 21.8	18 00	11.2	
13 Vega	8 02 24	N 39 45.4		25 12 16 24	5 14 22.0	19 00	11.8	25 12 16 24	5 14 22.0	19 00	11.8	25 12 16 24	5 14 22.0	19 00	11.8	25 12 16 24	5 14 22.0	19 00	11.8	
14 Castor	19 06 15	N 33 50.9		27 12 16 24	5 14 22.2	20 00	12.4	27 12 16 24	5 14 22.2	20 00	12.4	27 12 16 24	5 14 22.2	20 00	12.4	27 12 16 24	5 14 22.2	20 00	12.4	
15 Alpheratz	2 00 50	N 39 10.8		29 12 16 24	5 14 22.4	21 00	13.0	29 12 16 24	5 14 22.4	21 00	13.0	29 12 16 24	5 14 22.4	21 00	13.0	29 12 16 24	5 14 22.4	21 00	13.0	
16 Pollux	16 53 25	N 37 59.0		31 12 16 24	5 14 22.6	22 00	13.6	31 12 16 24	5 14 22.6	22 00	13.6	31 12 16 24	5 14 22.6	22 00	13.6	31 12 16 24	5 14 22.6	22 00	13.6	
17 & G. Bee	11 04 35	N 37 40.0																		
18 Antares	10 25 10	N 19 06.8																		
19 Aldebaran	12 05 31	N 12 25.6																		
20 Mizar	1 24 18	N 15 17.5																		
21 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
22 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
23 Bellatrix	16 59 56	N 45 50.7																		
24 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
25 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
26 Bellatrix	16 59 56	N 45 50.7																		
27 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
28 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
29 Aldebaran	12 05 31	N 12 25.6																		
30 Mizar	1 24 18	N 15 17.5																		
31 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
32 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
33 Bellatrix	16 59 56	N 45 50.7																		
34 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
35 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
36 Bellatrix	16 59 56	N 45 50.7																		
37 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
38 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
39 Aldebaran	12 05 31	N 12 25.6																		
40 Mizar	1 24 18	N 15 17.5																		
41 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
42 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
43 Bellatrix	16 59 56	N 45 50.7																		
44 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
45 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
46 Aldebaran	12 05 31	N 12 25.6																		
47 Mizar	1 24 18	N 15 17.5																		
48 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
49 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
50 Bellatrix	16 59 56	N 45 50.7																		
51 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
52 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
53 Aldebaran	12 05 31	N 12 25.6																		
54 Mizar	1 24 18	N 15 17.5																		
55 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
56 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
57 Bellatrix	16 59 56	N 45 50.7																		
58 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
59 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
60 Aldebaran	12 05 31	N 12 25.6																		
61 Mizar	1 24 18	N 15 17.5																		
62 Rigel	12 51 45	N 42 14.2																		
63 Deneb	16 59 56	N 45 50.7																		
64 Bellatrix	16 59 56	N 45 50.7																		
65 Rigel	12 51 45																			

天文航法とは

星の天球上の位置(赤緯、赤経)

から観測者の地球上の位置

(緯度、経度)を割り出す方法論

本 論

1. ウィリアム・アダムス(三浦按針)の生涯
2. アダムスが修得した航海術、造船術を
含む当時の科学技術とは
 - 2-1. 世界の航海術の歴史
 - 2-2. 世界の科学技術の歴史
3. アダムスの科学技術の伝承の実態
 - 3-1. 伝記類に示されたアダムスの
科学技術情報
 - 3-2. 日本の数学、天文学、航海術の歴史
に示されたアダムスの足跡は??

1. ウィリアム・アダムス(三浦按針)の生涯

三浦按針（ウィリアム・アダムス）の年譜その1			
西暦	和暦	出来事（原則ユリウス歴）	
1564	永禄 7	アダムス誕生（ジリングムの教会で洗礼）	
1576	天正 4	徒弟修業を始める（ライムハウス）	
1588	天正 1 6	徒弟の年季が明ける スペイン無敵艦隊との海戦に参加 バーバリー会社に就職	
1589	天正 1 7	メアリ・ハインと結婚	
1598	慶長 3	マフー船隊オランダ出帆	秀吉死去
1599	慶長 4	マゼラン海峡に入る	
1600	慶長 5	僚船ホープ号消息絶つ リーフデ号豊後に到達 家康と引見、入牢、浦賀へ	
1603	慶長 8	日本人妻を迎える 家康が西洋船建造を依頼	
1604	慶長 9	80トンの西洋船完成（伊東にて） 家康に帰国を願いでも却下	糸割符制度開始 朱印船制度創設
1606	慶長 1 1	2隻目の120トンの西洋船完成	
1608	慶長 1 3	相模国逸見の領地拝領	

三浦按針（ウィリアム・アダムス）の年譜その2			
西暦	和暦	出来事（原則ユリウス歴）	
1604	慶長 9	80トンの西洋船完成（伊東にて） 家康に帰国を願いでも却下	糸割符制度開始 朱印船制度創設
1606	慶長 11	2隻目の120トンの西洋船完成	
1608	慶長 13	相模国逸見の領地拝領	
1609	慶長 14	オランダ船平戸に来航 スペイン船上総漂着	大型船禁止令
1612	慶長 17	日本沿岸を航行	キリスト教禁止令
1613	慶長 18	東インド会社と雇用契約	
1614	慶長 19	奄美大島、琉球滞在	大阪冬の陣
1616	元和 2	バンコクへ約半年滞在 東インド会社と雇用契約終了	家康死去 外国船来航、長崎・平戸に限定
1617	元和 3	コーチシナ滞在 京・大阪で商売に従事	
1618	元和 4	五島列島、奄美大島滞在 将軍秀忠へ彗星の説明	
1619	元和 5	3月平戸出航、4月トンキン着 8月平戸に帰着後しばらく病臥 9月オランダ船捕囚の英人を救援	
1620	元和 6	5月16日平戸にて逝去	

来日まえのアダムスの航海士経験

●1588年の夏、スペイン無敵艦隊との戦いで、補給船リチャード・ダッフィールド号の船長かつパイロットとして、アダムスは軍船への武器・食糧の補給任務を担いました。70人が乗り込んだ約100トンの同船は、同じく補給に携わる僚船14隻と共に8月1日にテムズ川を離れ、2日後、総司令官ノッティンガム伯チャールズ・ハワード卿が指揮してプリマスから大挙出撃してきた主力艦隊に、ワイト島沖で合流しました。アダムスらの補給船はロンドン冒険商人のギルドによって、言わば国家総動員の一環として派遣されたものです。周知のように、戦いはイギリス側の一方的勝利に終わりました。

●1588年海戦後約12年間バーバリ会社に就職、イギリス、モロッコ間の海上ルート往復

●オランダの北方航路探検隊に参加？？（参加説、不参加説両論あり）

北航路経験に対する正反両意見

森氏の否定論の根拠

1. アダムス自身はオランダ隊に参加したとは述べていない
2. 当時イギリスのバーバリ会社に勤めていたアダムスが三度もバレンツ隊に参加するのは無理
3. バレンツ隊が探検した『北東航路』という言葉のアダムスは全く使っていない
4. 北西航路を含めてアダムスが記した手紙類に自身の北方航路探検を示唆した文章が全く見当たらない

岡田章雄氏の肯定論の根拠

1. アダムスが持っていた地球儀にこれらの北方の地方がはっきりと描かれて居り『そこに到達するために企てられた航路も順を追ってしめされていた』と記している
2. アダムスが日本に来着してから北西航路の開拓のために少なからぬ関心を持ち、あるいは家康に説いて蝦夷地の探検に尽力を求めたり、又その探検航海のためのくわしい計画を立ててイギリスの東インド会社に報告を送ったりしていること

来日後のアダムの航海士経験

- シーアドベンチャー号の琉球滞留: 1614年12月1日～1615年6月10日
- シーアドベンチャー号のシャム渡航: 1615年12月7日～1616年7月21日
- ギフト・オブ・ゴッド号でコーチシナ: 1617年3月23日～1617年8月11日
- シー・アドベンチャー号の奄美大島滞留: 1618年3月17日～1618年5月7日
- ジャンク船でトンキン: 1619年3月15日～1619年8月下旬

アダムス九州大分へ漂着



人々は害は加えなかったが、盗めるものは悉く盗み去った。その中には後日高価で支払をけたものもあった。つぎの日その地の国王は兵士を船の上に派して商品の盗難に遭うことのないよう見張りをさせた。二、三日の後、私たちの船は立派な港に連れて行かれた。全島の最高の王が私たちについての報道を受けて、私たちをどう処分するか、その意向がつかたえられるまで、ここで待たされることとなったのである。

オランダ人が豊後に漂着したという報道が長崎に届いた時に、もっとも驚愕したのはその土地にあった耶蘇会の宣教師だったに相違ない。彼等はオランダ人たちが海上で掠奪をはたらく海賊であることをしきりに強調して、長崎奉行にむかって、ぜひこの難破船のオランダ人を国外に放逐して欲しい、さもなければ死罪に処して貰いたいと、いろいろ策動したけれどもついに成功しなかった。





王の前に出ると、王はじっと私の方に眼を注いだが非常に好意をもっているように見えた。私にむかっていろいろ合図をされたけれど、納得が行くものもあり、さっぱりわけのわからないものもあった。結局一人のポルトガル語の達者なものがやってきた。王はこの人を介して、一体私がどこの国のものなのか、こんなに遠いところをはるばるこの国までやって来たのには何か訳があるのか、そんなことをたずねた。・・・

私はこのような寵遇を受け、彼(家康)に幾何の数項と数学の方法についての知識その他を授けた。私は大層彼の気にいったので、私の進言するところはどんなことでも決して反対されなかった。そこで私の昔の仇敵どもは皆このことを穿った。そしてこれから私とぜひ仲良くしようとするのであった。私は悪に報ゆるに善を以てして、スペイン人に対してもまたポルトガル人に対しても仲良くしてやった。





アダムスは江戸の隅田川に浮ぶリーフデ号を再調査し、造船の図面を引き、造船地を伊東に決めた。河が海に注いでいること、用材は天城を控えて豊富であること、伊東は古くから造船の地であること、駿府、江戸に近いことも条件にかなっていた。向井将監は船手方大工与十郎、水手頭鹿之助、越之助などを連れ伊東に着いて、地元の船大五十数名を使い80トンの洋式帆船(スクーナ型)を建造した。これが我が国初めての洋式船の建造である。

進水方法は、砂の上に丸太を敷台にして船の肋骨をその上に置き、船が半ば完成したとき砂を掘って丸太を少しずつ下げて船を堀の中へ入れ、その堀に唐人川の水を流しこんだ。やがて船が完成すると川尻を堰止めて、その流れの水勢を利用して海へ出す方式だった。この80トンの船で関東一円の沿岸を測量し幕府に報告している。家康は再度アダムスに外洋に出られる大型船の建造を命じ、再び伊東の浜で、今度は120トンの洋式帆船を建造した。百二十トンといえば彼がかつて艦長だったダフィルト号も同トン数だった。アダムスはこの船で都(堺港か)から江戸まで航海し、家康も大変御気嫌だったという。



サン・ブェナ・ヴェンツーラ号（幸せを運ぶ聖なる船）

1600年、九州豊後に漂着したオランダ東洋遠征船隊の航海長英国人ウィリアム・アダムスこと日本名「三浦按針」は1604～5年に**将軍徳川家康の命を受け伊東の松川河口で日本最初の洋式帆船120トン**を建造しました。（慶長見聞集に記載）

この船は家康より前フィリピン諸島総督、ドン・ロドリコ（ノバ・イスパニア）に貸与、浦賀からアメリカ大陸を経てアカプリコに平穏な航海で一行は無事到着しました。

ドン・ロドリコにより命名されたサン・ブェナ・ヴェンツーラ号（「幸せを運ぶ聖なる船」と翻訳）はのちにマニラとアカプリコ間の貿易船となりました。

伊東市はこの「三浦按針」の偉業を顕彰するために市制施行50周年を記念し大型帆船模型を建造しました。

アダムスの造船については、調査しましたが残っている記録もなく、当委員会ではアダムスが当時働いていたロンドンのライムハウス付近の造船所で建造された（1605年）スーザン・コンスタント号（英国から米国バージニアに移民船として使用された）をモデルにしました。

1997. AUG. 7

サン・ブェナ・ヴェンツーラ号大型帆船模型建造委員会

伊豆 松崎

株式会社 岡村造船所

OKAMURA MARINE CRAFT

CO.,LTD.

製作年月 1997年 8月



2. アダムスが修得した航海術、造船術を 含めた当時の科学技術とはいかなるも のだったのか？？

2-1. 世界の航海術の歴史

2-2. 世界の科学技術の歴史

来日前のアダムスを囲む西欧の知識を巡る環境

山本義隆著『16世紀文化革命』より

一六世紀に復活した数理天文学と数理地理学は、航海術への応用や地図製作という実際的な問題と密接なかかわりをもっていた。これらはたんに数学や天文学の理論だけではなく、観測機器の操作や改良や製作、あるいは地図の投影法の研究や地図の実際的な作製という多方面の知識と技能を要求する。つまり理論的研究だけではなく、手仕事・機械的作業を必要とする。その実務を担ったのは、徒弟修業で育てられたにもかかわらずみずからの技術にたいする理論的で科学的な裏づけを求めた芸術家や職人であり、高等教育を受けたけれどもアカデミズムの外部に活動の場を移し、職人の仕事に手を染めたマルチ・タレントな数理技能者であった。

こうして数学的な天文学理論の習得、観測機器の設計や地図製作のための数学的・幾何学的理論の理解、それらの製作に要求される技術と技倆、精密な天体観測技法の習熟や航海の経験、そして木版ないし銅板印刷の技能が合流する地点で、能動的な実験と精密な測定にもとづく新しい科学、ひいては新しい世界像への道が準備されていった。

それにしても、天文学のもっていた数学的性格が、天体観測機器の航海や測量への使用、さらには地図製作にともなって地上の出来事に適用されるにいたったことは、大きくて重要な変化であった。

2－1 世界の航海術の歴史

航海技術史年表その1

西暦	事項
238	卑弥呼、使いを魏に送る。中国と邪馬台国の交流
391	朝鮮半島へ出兵、任那を統治
538	仏教伝来
607	遣隋使始まる
630	遣唐使始まる
1200	倭寇の活動
1252	赤緯表『アルフォンソの表』完成
1299	マルコポーロの東方見聞録
1310	ジオヤ（イタリア）磁気コンパス改良
1403	明の鄭和来日（倭寇の取締要請）
1455	グーテンベルグ活字印刷完成
1475	レギオモンタヌス赤緯表を改正
1492	コロンブス、新大陸発見
1519	マルチン・エンシソ（スパイン）『地理学大全』出版

航海技術史年表その2

西暦	事項
1543	ポルトガル人種子島に来る。鉄砲伝来
1549	ポルトガル船平戸に来る
1551	マルチン・コルテス（スペイン）『航海術』出版
1560	カルダーノ（イタリア）ジンバルリング発明
1569	メルカトール図法完成
1574	ハンドログの記録現われる
1592	秀吉朝鮮出兵
1592	秀吉御朱印船制度を定める
1600	ウィリアム・アダムス来航
1605	家康伊藤にてアダムスに洋式帆船を造らせる
1613	伊達政宗支倉常長をローマに派遣
1614	対数表・三角関数表に完成
1618	池田好運『元和航海記』を著す
1622	中分緯度航法なる

2－2世界の科学技術の歴史

1 7世紀までの世界（西欧、アラビア、インド、日本等々）の科学技術 その1

世紀	西暦	事項	備考
BC9		フェニキア人によりギリシャ文字の原型が伝えられる	
BC8	前775	中国で日食が観測 & 記録される	ローマ建国なる
BC7	前600頃	シュルパーストラの幾何学の原型成立	
BC6		フェニキア人によるアフリカ周航 タレス：日食を予言、タレスの定理確立（西欧数学最古の定理） バビロニアで天文学隆盛：日食を正確に予測	孔子、仏陀誕生
BC5	前496 前420	ピタゴラス學派全盛、デモクリトス原子論を唱える ヒッピアス：角の三等分問題解決	ソクラテス誕生
BC4	前379 前350	プラトン：地球の球体説を唱える 甘石星経：中国の世界最古の星表	
BC3	前285	アルキメデス誕生：数学（平方根の計算）、天文学、物理学の天才	
BC2	前170 前130 前100	アポロニウス：円錐曲線論を書く（楕円、放物線等を命名） ヒッパルコス：天文観測を本格化（850の星の目録作成） ヒッパロス（ギリシャ船員）：モンスーン風を発見（インド洋航海）	

1 7 世紀までの世界（西欧、アラビア、インド、日本等々）の科学技術 その2

世紀	西暦	事項	備考
BC 1	前80	ポセイドニオス：地球の大きさを決める（精密度 1 1 %）	
	前70	ゲミノス：数学発展史を書く	
	前46	カエサル：ユリウス暦採用（一年を 3 6 5 日、四年毎の閏年を設定）	
	前45	1 月 1 日ユリウス暦始まる	
	終末	ストラボン：欧州、アジアまでを含む『地理書』完成	
AC1	前半	中国天文学 & 暦学の最盛期：日食計算、月の満ち欠けを正確に計算	
	65	セネカ：『自然科学研究』を著す。中世でも使われた。	
	98	ヘロン：三角形の面積を三辺の関数で表す式を考案。アレキサンドリアに機械工と測量の為の学校を設立	
AC2	前半	プトレマイオス：古代最大の天文学者、『アルマゲスト』『地理学入門』等を著す。前著には 1 0 2 8 個の星の目録を含む	ローマ商人は海路中国に到達
	100	メネラオス：球面幾何学、三角幾何学の法則を発見	
	105	張衡：地震計を発明 蔡倫：製紙を発明（製紙法を皇帝に上申）	
	135	張衡：天球儀を作り、円周率を計算（ $3.16 < \pi < 3.18$ ）	
	160	パウサニアス：『ギリシャ記』で中国の蚕について語る	
	175	十進法がインド人によって知られ、アラビア人によって発展	

17世紀までの世界（西欧、アラビア、インド、日本等々）の科学技術 その3

世紀	西暦	事項	備考
AC3	前半	孫氏：『孫氏算経』一次方程式の解法を含む算術論文 ディオサントス：『算術』13巻を著す。代数学の始祖	
AC3	後半	王蕃：円周と直径の比を142対45と算出 $\pi = 3.155$ になる 劉徽：『久章算術』の注釈書『海島算経』を著す。円周率の計算を厳密化	
AC4	前半	インドの医師スシュルタ：760の薬物、1000種の病気を記録	ローマにてキリスト教大迫害
AC4	後半	『ローマカ・シッダーンタ』等ギリシャ系天文学の起源	キリスト教、ローマ国教化
AC5	前半 423	スールヤ・シッダーンタ出現（インド数学、天文学に偉大な功績） 祖冲之：円周率計算、暦の編集、千里舟製作	
AC5	後半	酈道元：地理書を著す	西ローマ帝国滅亡
AC6	前半	フィロノポリス：近代力学を予言（ガリレオの先駆者）、アリストテレスを批判 宋雲：インド旅行後『地理學書』を著す	
AC6	後半	この頃インド数学が中国に流入。インドでは負数と零の発見があり、 $\pi = 3.1416$ が求められた。	
AC7	602 626	観勒（百済の僧）来日：暦本、天文、地理、各書を献ずる 聖徳太子：中国の暦法を導入	

1 7 世紀までの世界（西欧、アラビア、インド、日本等々）の科学技術 その4

世紀	西暦	事項	備考
AC7	628	インドのブラフマグプタ（中世最大の数学者）：一次、二次方程式と不定方程式を解く。順列組み合わせと循環四辺形についての緻密な研究を残す。天文学綱要書完成	
	629	玄奘：インド旅行、大唐西域記を著す	
	648	8 個の彗星が観測される	
	670	中国最古の医学書：全 6 0 巻完成	
AC8	702	風土記編纂、陰陽博士、天文博士、暦博士を置く	
	754	鑑真来日	
	774	エウクレイデス『原論』がアラビア語に翻訳される	
AC9	810	アル・ファリズミー：ギリシャとインド数学を統合、中世の数学に大きな影響を与えた	
	827	安倍真直：『大同類聚方』 1 0 0 巻（日本古代の医方の集大成）	
	827	アラビア：地球の測定（極と赤道の距離 1 1, 0 1 6 km）	
	833	アル・マームーン：古代ギリシャ哲学&数学をアラビア語に翻訳。バグダッドに天文台と図書館を設置	
AC10	905	ノルウェー人、グリーンランドを発見	
	929	ユーフラテス上流にて太陽軌道観察&計算。三角関数導入、星表改良	
	962	神聖ローマ帝国勃興	
	976	スペインにおけるアラビア科学隆盛	
	983	中国百科全書 1, 0 0 0 巻完成	

1 7 世紀までの世界（西欧、アラビア、インド、日本等々）の科学技術 その5

世紀	西暦	事項	備考
AC11	1009	イブン・ユヌス：多くの天文学上の係数を精密に測量し、改良表を作成。球面幾何学諸問題の新しい解法を発見	
	1037	イブン・スイナー：医学者、ギリシャ知識を中世ヨーロッパに伝達	
	1038	イブン・ハイサム：アラビア最大の物理学者。『視覚論』はベーコンやケプラーにも多大な影響を残す	
	1054	中国にて新たな明星が記載	
	1063	錬金術が盛んに	
	1083	中国にて算術書が盛んに印刷	
AC12	1110	ボローニャに医学校創設	
	1112	アラビア人：製紙術をスペインに伝える	
	1113	ドイツに於いて石炭の利用（英国では9世紀から）	
	1124	中国で羅針盤利用	
	後半	数多くの科学的、数学的業績がアラビア語からラテン語に翻訳 オランダの製鉄業の盛時 中国での火薬発明	
		英国でガラスの利用開始（ドイツでは14世紀）	
	1187	ゲラルドス：『アルマゲスト』をラテン語に翻訳	

17世紀までの世界（西欧、アラビア、インド、日本等々）の科学技術 その6

世紀	西暦	事項	備考
AC13	前半	アラビア人を通して、ギリシャ特にプトレマイオスの天文学が詳細にヨーロッパに伝わる	
	1212	ティルベリ：『帝王の余暇』を著す（中世ローマの地理学専門書）	
	1232	フリードリッヒ2世：エジプト国王から天文時計を贈与される	
	1235	オランダで水門の建築。ドイツで最古の灯台建設	
	1241	日本：多摩川より引水して武蔵野を開拓	
	1247	秦九韶：『数書九章』を著し中国数学を再生	
	1248	季治：『側円海鏡』を著し、現代の三角測量に似た測量術を完成	
	1257	フランスでソルボンヌ大学創立	
	1269	ベーコン：『オプスマイオス』を著す（自然科学の大著）	
	1271	マルコポーロ：東方旅行に出発	
	1284	イタリアで眼鏡の発明	
	1279	北京に天文台建設	
	1290	リスボン大学創立	
	1292	マルコポーロ：海路にて中近東経由でベネツィアへ帰る	
	1298	マルコポーロ：東方見聞録を獄中で口述筆記させる	

17世紀までの世界（西欧、アラビア、インド、日本等々）の科学技術 その7

世紀	西暦	事項	備考
AC14	1302	ナポリ近代的築港	
	1304	独伊で絹織物業興る	
	1310	イタリア & スペインで最初の海図	
	1313	シュバルツ（ドイツ僧）：鉄砲用火薬を発明	
	1318	ポルデノーネ：宣教師としてアジア、インド、中国へ大旅行	
	1321	フィレンツェ大学創設	
	1322	馬端臨：『大百科事典』『文献通考』を編纂、太陽黒点に言及	
	1325	チベットの首都ラサの最初の情報がヨーロッパに齎される	
	1338	ピサ大学創建	
	1364	ゲルマン人西アフリカに到達、定住する	
AC15	1372	オックスフォード大学本格的運営が開始（端緒は1167年）	
	1403	ヴェネツィア海港：検疫を制度化	
	1404	トリノ大学創立	
	1416	エンリケ航海王：天文台構築、海員養成所開設、発見運動を推進	
	1419	ドイツ ロストック大学創建	

17世紀までの世界（西欧、アラビア、インド、日本等々）の科学技術 その8

世紀	西暦	事項	備考
AC15	1438	ブルーニ：アリストテレスの政治学をラテン語に翻訳	
	1441	トリスタリオ（ポルトガル人）：アフリカ西岸ブランコ岬到達。初めて黒人を発見し、黒人奴隷商人となる。	
	1449	ウルグ・ベク：サマルカンドに巨大天文台を建設。プトレマイオスの目録（アルマゲスト）にある1018の星の位置を精密に求めた	
	1451	グラスゴー大学創立	
	1453	グーテンベルグ：『42行聖書』の大量印刷を開始	
	1464	ニコラス・クサヌス（ローマ枢機卿）：地球の軸運動を認める。中央ヨーロッパの地図作成	
	1472	レギオモンタヌス：ニュルンベルク天文台で彗星の軌跡を正確に観測記録。その記録を後年ハリスがニュートン理論で計算によって検証	
	1479	コペンハーゲン大学創立	
	1492	コロンブス：キューバ、ハイチを発見 ヴァスコ・ダ・ガマ：南アフリカ経由で東インドに到達。	
	1498	コロンブス：三回目の航海で南アメリカ大陸を発見 レオナルド・ダ・ヴィンチ：多数の科学的、技術的スケッチを残す	
AC16	1502	コロンブス：四回目の航海で中部アメリカを発見 ヘンキン：卓上時計を発明	
	1506	レオナルド・ダ・ヴィンチ：モナリザを描く	
	1507	ヴェルトゼーミュラー：『世界誌序論』を著し、新大陸を「アメリカ」と呼ぶ事を提唱	
	1508	アフリカ黒人をスペイン領西インド鉱山に使役し始める	

17世紀までの世界（西欧、アラビア、インド、日本等々）の科学技術 その9

世紀	西暦	事項	備考
AC16	1509	ナイジェリアでの奴隷貿易活発化	
	1512	コペルニクス：『新世界像の基礎』を著す。地球は他の遊星と共に太陽の周辺を回っていると主張（地動説）	
	1513	バルボア（スペイン人）：パナマの彼方に太平洋を発見	
	1517	ポルトガル使節：明に来航	
	1519	マゼラン：世界一周の途につく	
	1520	デル・フェノ：三次方程式の解法を解明	
		マゼラン：マゼラン海峡を発見	
	1525	デュラー：『面法幾何学』（ドイツ最初の教科書）	
	1527	フランス、イタリアに侵入。後期ルネサンス文化滅び、芸術家はフランスに移住	
	1532	カルヴァン：パリで宗教改革運動	
	1536	ハルトマン：磁針の方位角を発見	
	1537	パラケルスス：『大天文学』『占星術』を著す	
	1541	ポルトガル船大分県豊後に漂着 ポルトガル船種子島西村に漂着：鉄砲をもたらす	
	1543	コペルニクス『天体の回転について』（全6巻）を著す（近代天文学の基礎となる）	

17世紀までの世界（西欧、アラビア、インド、日本等々）の科学技術 その10

世紀	西暦	事項	備考
AC16	1545	カルダーノ：三次、四次方程式の解法を発表	
	1548	メジナ大学、イエーナ大学創設	
	1549	フランシスコ・ザビエル（スペイン貴族）来日。鹿児島にて布教開始	
	1552	ザビエル：広東近辺の上川島で病死	
	1554	メルカトル：ヨーロッパ地図作成	
	1557	タルターリア：三次方程式の一般解法発見。ギリシャ数学普及に貢献	
	1558	エリザベス女王即位	
	1560	ポルタ：ナポリに『自然科学アカデミー』を創立	
	1563	ルイス・フロイス：長崎県西海市に上陸	
	1568	メルカトル：メルカトル図法（正角円筒図法）考案	
	1569	メルカトル：新図法による航海者の為の世界図作成	
	1570	ガラス製造技術日本に伝わる	
	1572	ボンベッリ：『代数学』を著し、虚数を計算する	
	1575	鉾山に爆薬を用いる方法が拡大	

17世紀までの世界（西欧、アラビア、インド、日本等々）の科学技術 その11

世紀	西暦	事項	備考
AC16	1576	ティコ・ブラーエ：フェブン島へ観測所建設。天文気象観測を継続的に行う	
	1577	ドレイク：二回目の世界周航へ出発	
	1580	バリッシ：聖書に反する化石の生成と地球の歴史を唱える	
	1582	グレゴリオ暦の導入：始はカトリック国のみ、後に新教国にも普及	
	1583	ガリレオ：振り子の同時性を発見	
	1584	ブラーエ：1000個の恒星の目録を作成	
	1588	トマス・キャヴェンディッシュ：マゼラン以来三回目の世界周航成功	
	1590	ガリレオ：ピサの斜塔で落下実験	
		ヤンセン：複眼顕微鏡発明	
	1592	ガリレオ：寒暖計発明	
	1595	ガリレオ：振り子の法則発見（定量的自然科学の始まり）	
		ケーラン： π の値を35桁まで行う	
	1597	バレンツ：北極で越冬。ノヴァヤ・ゼムリャ島北端に到達	
	1598	ガブリエル：『不可分量の幾何学』を著す。ガリレオの高弟	アダムス、オランダを出航
	1600		アダムス、日本漂着

1 7 世紀までの世界（西欧、アラビア、インド、日本等々）の科学技術 その 1 2

世紀	西暦	事項	備考
AC17	1601	ブラーエ：太陽をめぐる遊星の軌道を決めた フォン・ノルト：四回目の世界周航を達成	
	1605	ヤンゾーン：オーストラリアを発見	
	1607	マテオリッチ：ユークリッド幾何学を漢訳	
	1609	ガリレオ：望遠鏡の倍率を 3 0 倍に改良、落下法則を確立	
	1611	シャイナー：太陽黒点を詳細に観測（ガリレオとほぼ同時）	
	1613	シェークスピア：ヘンリー 8 世初演	
	1614	ネーピア（スコットランド）：世界初の対数表を完成	
	1615	ガリレオ：コペルニクス異端説により宗教裁判を受ける	
	1616	清国の建国	
	1617	スネル：土地測量法における最初の三角法の応用	
	1618	ケプラー：第三法則発表	
	1619	オランダ：ジャワにバタビア市を建設	
	1620	喫煙の習慣が一気に拡散する	アダムス逝去
	1627	吉田光由：塵劫記を著す。大衆的数学の教科書	
	1628	朱印船貿易船：台湾でオランダ人に貨物を没収されたが、これを浜田弥兵衛が取返し、オランダ人を捕らえて帰ると言う事件	
	1629	フェルマ：微分法により接線問題を解く	

3. アダムスの技術伝承の実態

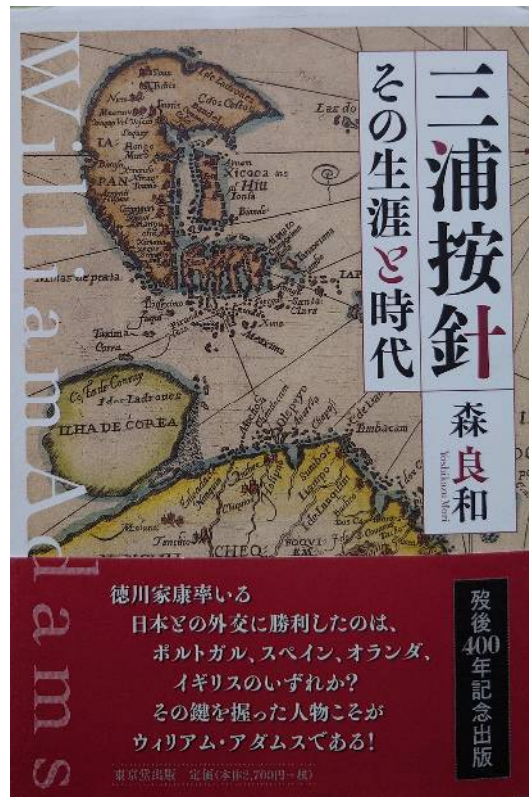
技術伝承の一次資料は何処に??

3-1伝記類に示されたアダムスの科学技術情報

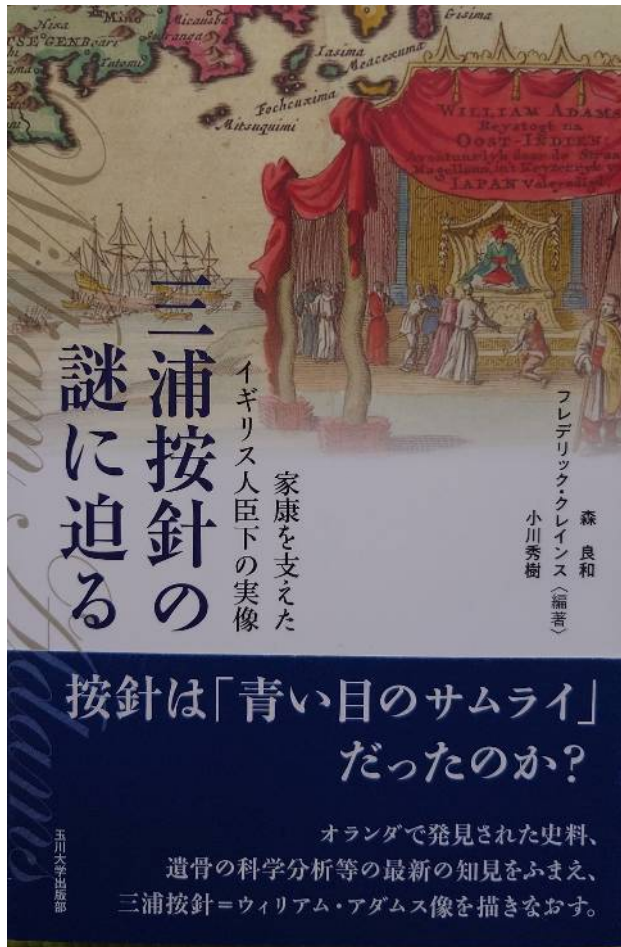
3-2日本の数学、天文学、航海術の歴史に
示されたアダムスの足跡

3-1伝記類に示されたアダムスの科学技術情報

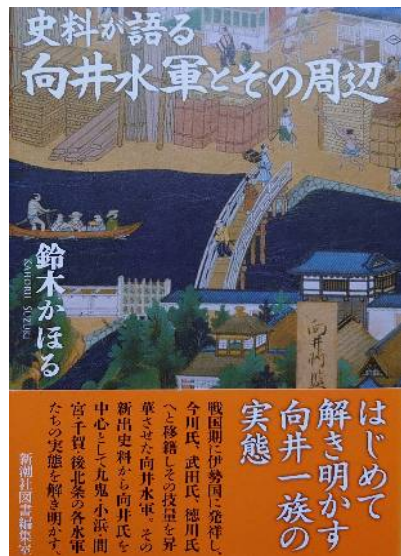




アダムスは 江戸までの道中で自身の来歴と境遇をロドリゴに語ったようで、ロドリゴは次のように記しています。【(北緯)46度以上のところにも皇帝に服従し、租を納める臣下がいるにはいる、とイギリス人航海士(アダムス)が明言した。彼は日本で難破し、そのまま居住して2年(「12」の誤りか)以上になるもので、**地球形状学と数学の極めて優れた大家**である。 皇帝はこの学問に非常に惹かれ、それを学びたいので彼にいろいろと便宜を図り恩恵を与えている。その彼が、私には何かよくわ からぬ光栄の(ための) 権利を確認するために派遣されたとき、アストロラーベ(渾天儀)を持参し、(そこが)45度にあることがわかったが、行ける可能性のあるところをすべて踏査しなかった、と言った(『イダルゴとサムライ』)。



日本で生活するなかで、アダムスはそれまでの日本地理の知識に大きな誤りがあったことを知っ もともとパイロットとして各地の正確な緯度や地点間の距離に関心のあったアダムスである。日本 から情報を集めたほか、やがて自ら建造した2隻の西洋船を操舵して西日本から関東までの太平洋 岸をたびたび航海し、後日それらで得た観測データを用いて **自ら地図を作成することになる**。その観 測記録はアダムスのいくつかの手紙にある……



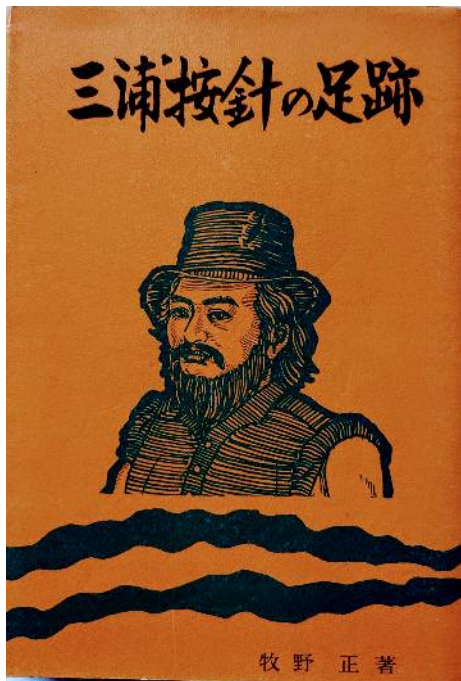
『家康の要求による日本初の西洋式帆船』

徳川家康は、太平洋の大海を渡る「道具」を持っていなかった。天下を統一し、西洋諸国と対等に渡り合い交易するには、太平洋横断に耐える堅固な大船の確保は必須条件であった。その夢を叶えたのは三浦按針である。三浦按針は、自分は造船匠ではないと断ったが、良好ならずとも差支えないから、とにかく造れと請われ伊豆伊東で建造することになり、我が国で嚆矢ともいうべき**80トン**を、**次いで120トンの二隻の英風小帆船を建造**した。

三浦按針の造船に関し、相談役となったのは向井政綱・忠勝父子である。当時、日本には船渠なるものはないが、伊豆伊東は伝統的な造船地として知られ、地形的に造船に適した河口があり、伊豆山中には伊東山 狩野山 (天城山)から伐り出す良質な船材が豊富にあり、船大工も大勢いた。三浦按針はピーテル・ヤンスゾーンを伴って伊東へ赴き、向井氏の船大工の与十郎、船乗りの鹿之助・越之助、それに地元伊東の十数名の船大工を使役し、八〇トン船を竣工させた。造船地は、伊東松川(大川)と唐人川の合流点にあたる河口と推定されている。

『安宅丸の建造について』

向井忠勝配下の公儀大工は、徳川家康が三浦按針に造らせた欧式小帆船に携わり、伊達政宗遣欧船の建造にも携わっており、その経験を持つ向井忠勝が、和洋折衷の構造を採用したことは極めて当然であり、そうしたほうが堅牢な船ができると判断したはずである。



伊豆伊東で、**三浦按針の指導によって西洋型帆船二隻が建造**されてから、二十八年を経た寛永十一年(一六三四)、御船方向井将監忠勝が三代将軍家光の命によって完成した軍船安宅丸は巨大壮麗という点ではまさに画期的な船であった。この船の建造地について伊豆伊東と三島・相模の三浦また三崎等の諸説があるが、筆者は伊豆の伊東と推定している。巨船安宅丸が、伊東で建造されたという理由は、先に述べたように慶長の初め三浦按針は、家康の命により西洋型帆船二隻を建造、続いて二代将軍秀忠も慶長十七年(一六一二)、按針に命じて百トンを超える西洋型帆船、サン・セバスチャン号を建造したという実績をもっているということである。

こうした事実からすれば、伊東には洋式造船技術を伝承した多くの優秀な船匠たちがいたばかりでなく、唐人川を利用した進水方法を考慮すれば、この巨大な軍船を容易に進水させることができたはずであるから、船体構造に洋式造船技術を取り入れた安宅丸の建造適地としての条件を備えている。



家康の要請を引き受けたアダムスは、リーフデ号の元乗組員たちを集めて、**大勢の日本人の大工の助けを得て、造船に取りかかった。**『慶長見聞集』によると、造船は伊豆国の伊東で行われた。浜辺に川が流れ込むところが造船に適した地形である。河口に近い浜の上に丸太を敷いて、その上で船を建造し、船が半ばできあがったところで、砂を掘り出し、下敷になっている丸太を少しずつ下げる。そうすれば、船が堀の中に入る形になる。

完成したら、川尻を堰き止めて、川の水を堀へ流し込み、船を水中に浮かせて、水の力で船を海中に押し出す。

以上のような工程でアダムスたちは西洋式帆船を造ったという。当時の日本の史料に記録されるほどの大事業だった。できあがったのは八十トンの船だった。

船の大きさの如何にかかわらず、そもそも家康がアダムスに造船を命じた狙いは、**日本の船大工への技術伝授だったと推測される。**リーフデ号の元乗組員と日本人が力を合わせて西洋式帆船を完成させたこと自体に意義があり、その意味ではこの計画は大成功を収めた。この船でアダムスは一、二度の短距離航海に成功している。最終的に浅草川(隅田川)の入り江に停泊するようになった。

完成を伝えられた家康はわざわざ船を見物しに来た。乗船した家康は、船上を視察すると、大変満足している様子だった。この快挙により、アダムスは家康に大いに尊重されるようになった。

家康が関ヶ原の戦争で勝利を得て、はじめて天下を統一する事になると、アダムスはその側近に召抱えられ、寵遇を受けることになった。それは家康が、多年胸に描いてきた抱負を実行にうつそうとする時期であった。この新しい時代の黎明にあたってせまい国内の問題だけにあくせくしていることは出来なかった。眼を海外に注がなくてはならないのであった。建設期の幕府として世界の情勢を凝視してその中に自らすすんで行くべき路をきりひらく必要があった。この時代にわが国はもはや、世界の歴史から切離され東洋の片隅に置きわすれられた存在ではなかったからである。ヨーロッパの国々の東洋への進出によって、日本はいわば世界の大きな動揺の中にまきこまれようとしている形勢にあった。だからもし日本がインドのように、ノバ・エスパニヤ(メキシコ)のように、またはフィリピンやモルッカ諸島のように、いたずらにヨーロッパ人の支配の下に身を委せることを欲しないならば、すすんで世界の情勢に処して、自らこれに対応すべき方法を見つけて行かなければならないのであった。はじめての会見で世界の情勢やヨーロッパ諸国の国情についてはっきりした説明を聴いた。ことにイギリスの国勢や風土、その土産などについていろいろ新しい知識を得てからというものは、家康はいつもアダムスを側近に侍らせ、決して手放そうとしなかった。海の彼方の国々に船をおくり、世界を相手としてさかんに貿易を営み、幕府の経済的の基礎を固めて行こうとする雄大な計画を家康は胸に描いていたのであろう。この異国の水先案内はその策を練るために顧問として欠くことの出来ない人物となってしまったのである。

またあるオランダ人はこう書いている。

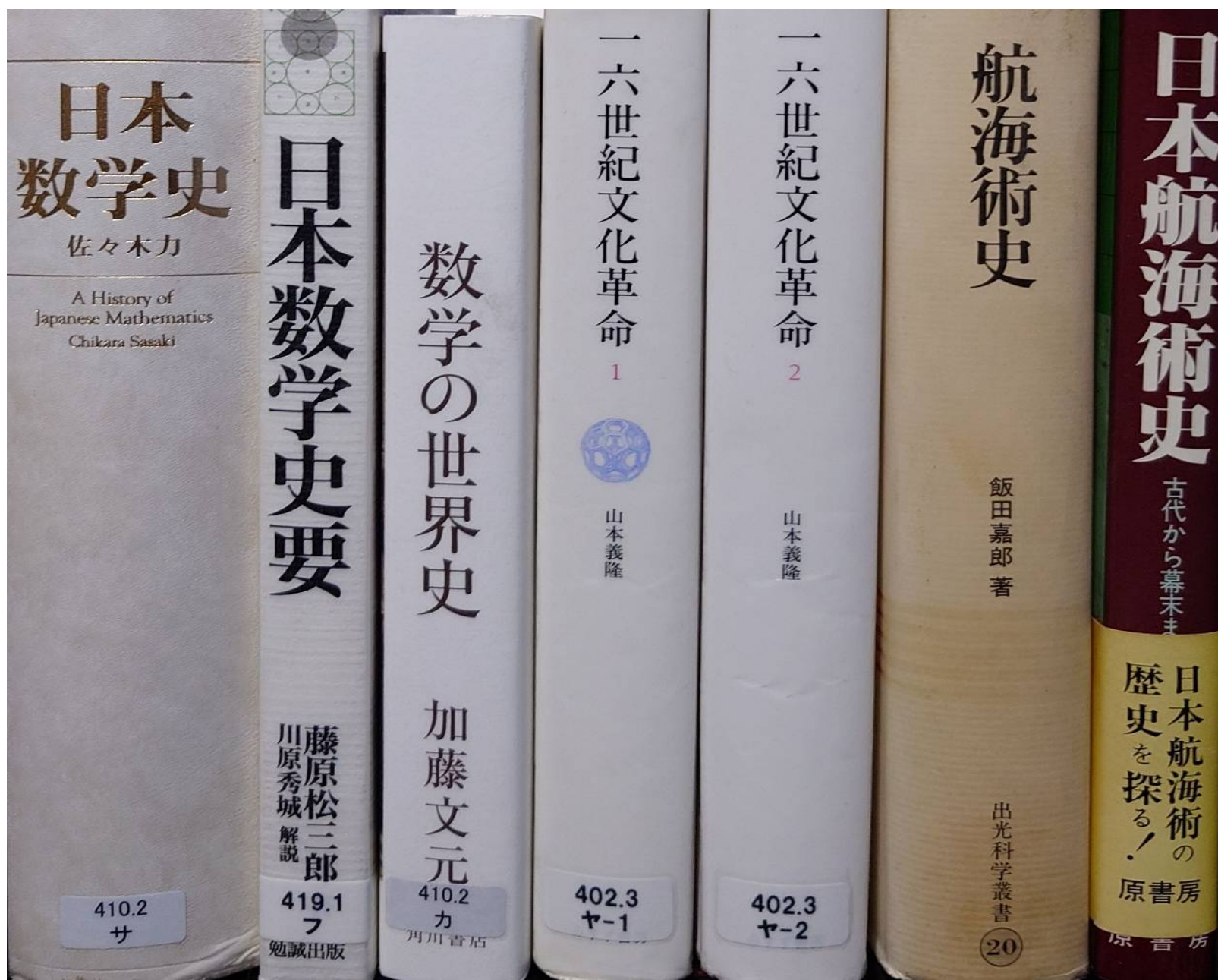
アダムス君はこの国の領主や王侯たちも到底うけないほどの寵遇をこの主君からうけている。彼はすこぶる元気で、また経験に富み、きわめて実直な男だからである。彼は屢々皇帝と言葉を交えるし、またいつでもその前に近づくことが出来る。これほどの寵愛をうけている人は極く少ない。それをうけている人たちはすこぶる有難いものとしている。

他の諸侯が遠ざけられる時でもアダムスはいつも家康の側近に近づいて言葉をまじえることが出来るほどの待遇を受けて

このことは一つには、新しいヨーロッパの科学知識を紹介し、またその技術をつたえた功績によるものである。これに関して、家康がアダムスについて幾何学の数項と数学の知識を授けられたという有名な話がある。

私はこのような寵遇を受け、**彼(家康)に幾何の数項と数学の方法についての知識その他を授けた**。私は大層彼の気にいったので、私の進言するところはどんなことでも決して反対されなかった。そこで私の昔の仇敵どもは皆このことを穿った。そしてこれから私とぜひ仲良くしようとするのであった。私は悪に報ゆるに善を以てして、スペイン人に対してもまたポルトガル人に対しても仲良くしてやった。

3-2日本の数学、天文学、航海術の歴史に 示されたアダムスの足跡



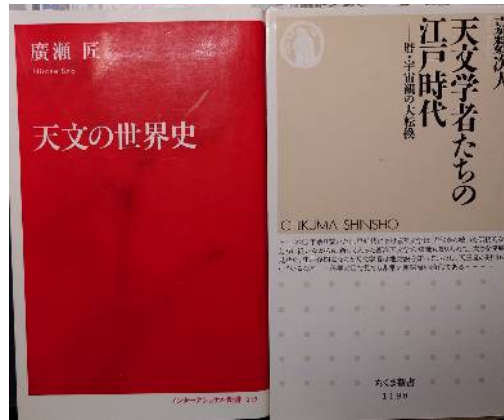
航海術史

飯田嘉郎 著



出光科学叢書
20

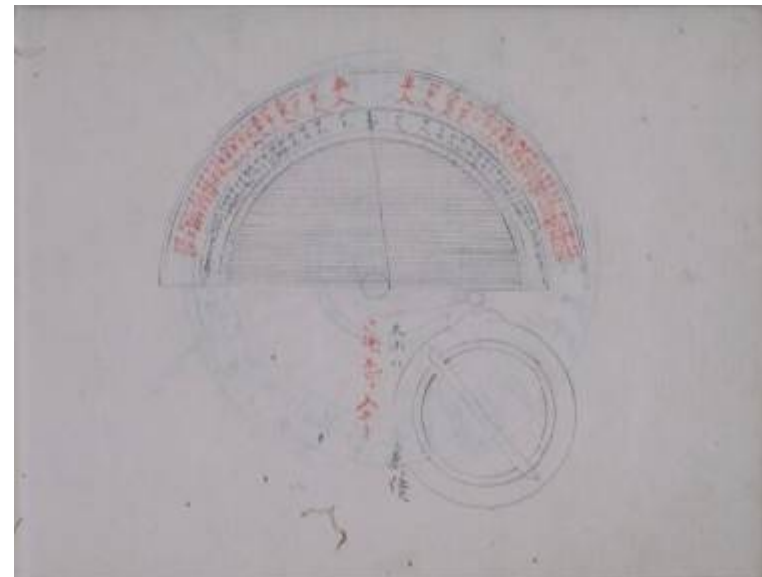
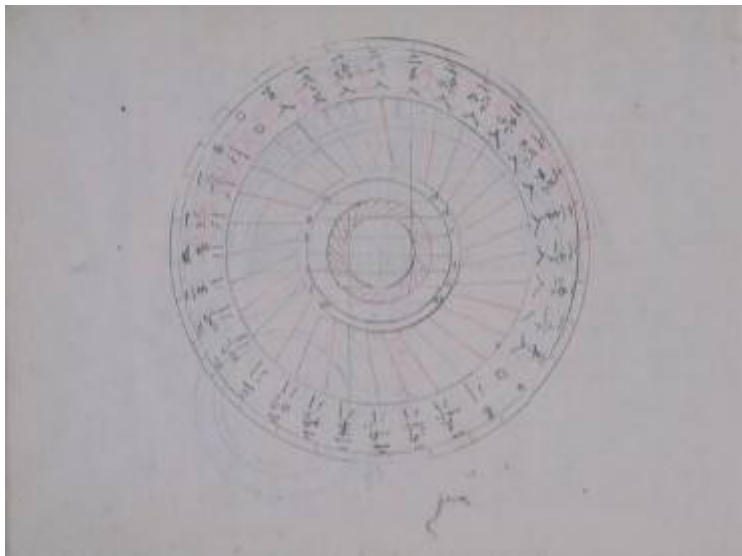
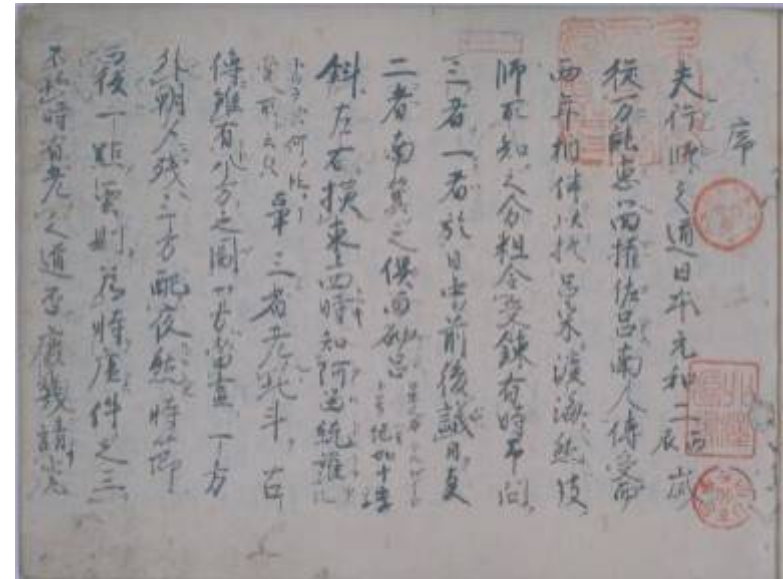
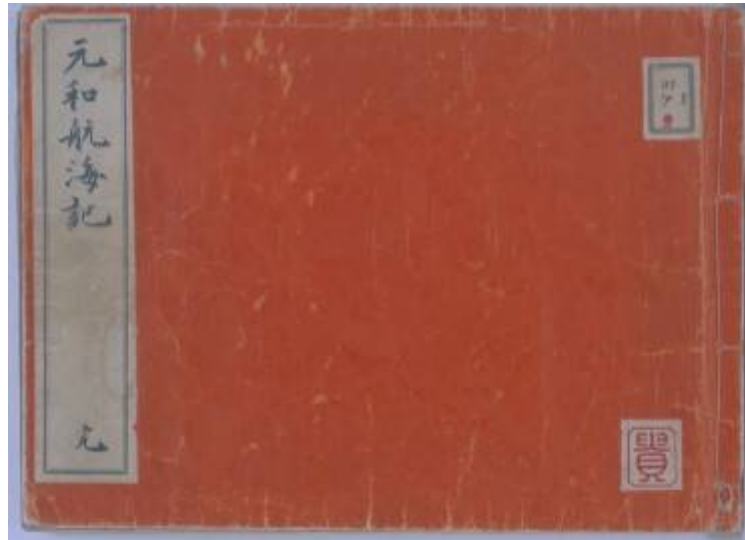
スペインから奪った莫大な財宝で名高い英人ドレークは、指揮官として地球を周航した最初の人となった。1577年12月30日プリマスを出発し、1580年11月3日に帰国した。彼の署名入りの航海士必携のような書物が残されている。それは Guillaume Brouscon の著作で、1546年かそれ以前に英国で出版されたものである。教会のお祭りと断食の日、潮時、距離と度分の換算などを記載している、手の平ほどの小さな本で……



一方、戦国時代にはまったく異なった天文学が輸入された。ポルトガルから来たイエズ会の宣教師たちが、布教活動の一環として天動説や地球球体説をはじめとしたヨーロッパの天文学を伝え、セミナリヨで教授したのである。これは南蛮天文学と呼ばれるもので、織田信長が宣教師から地球が球体であることを教えられ、地球儀を献上されたという有名なエピソードはその流れの一つと言えよう。しかしながら、江戸期に入ってキリスト教が禁止されるとともに南蛮天文学も衰退し、大きな流れにはならなかった。

やがて、江戸時代に入ってしばらくすると、長らく続いてきた天文学の流れに変化が現れる。まず、平和な時代が訪れたのに伴って人々が学問に興味を持つ中で、暦作りについて探求するいわゆるアマチュア研究者が登場した。その一人が**渋川春海**という人物で、彼は幕府の力を借りて自ら作成した**貞享暦への改暦に成功し、日本で初めて国産の暦法が使われるようになった。**この改暦に伴って幕府に「**天文方**」という**専門職**が置かれるようになると、毎年の暦を編纂する業務の一部が天文方に移され、陰陽寮による暦発行の独占体制が崩れた。また、中国やオランダから入ってきた新しい天文知識が次第に流布し、伝統的な暦作りや天文占といった中国天文学の枠にとらわれず、広い視野を持って宇宙を見る人々も登場し、学問が徐々に近代化していったのである。では、二六〇年余り続く江戸時代の間に、星や宇宙に対する見方はどう変化したのだろうか、そして天文学者たちはどのような研究を行い、どんな知識を獲得していったのであろうか。いよいよ江戸時代に活躍した幾人かの天文学者にスポットを当てながら、緩やかに変化、発達していく江戸期の天文学の流れを見ていくことにしよう。

池田好運著『元和航海書』(ポルトガル人マノエル・ゴンザロからの伝授内容をまとめたもの)が1618年に書かれる



並列タイトル等	扉題:元和航海書 ローマ字タイトル: Genna kōkaiki
著者別名	池田, 好運 イケダ, コウウン Ikeda, Kōun
対象利用者	一般
一般注記	一般貴重書(和) 画像あり 序「時元和四戊午八月吉辰長崎之住(肥後菊池之姓)池田与右衛門入道好運編輯」 画像二次利用自由(所蔵表示) 京都大学附属図書館 Main Library, Kyoto University https://rmda.kulib.kyoto-u.ac.jp/reuse
IIIFマニフェストURI	https://rmda.kulib.kyoto-u.ac.jp/iiif/metadata_manifest/RB00013334/manifest.json
関連情報	京都大学貴重資料デジタルアーカイブ https://rmda.kulib.kyoto-u.ac.jp/item/RB00013334 🔗

池田好運著『元和航海書』(ポルトガル人マノエル・ゴンザロからの伝授内容をまとめたもの)が1618年に書かれる

本書の序文は技術開発について、著者の高邁な精神を示している。

『**それ行師の道(あんじ、按針、パイロットの道、航海術のこと)**』と書きだし、それを1616年マノエル・ゴンザロから伝受し、二年間一緒にフィリピンに渡航したと書き、『**ある時彼に次の三つの質問をした。**

- ①**太陽の子午線正中以外で、子午線緯度法(傍午法)はできないだろうか。**
- ②**南十字星の縦軸(α 星と星を結ぶ線)が左右に横になっている時、アルトウラ(高度、ここで星の子午線高度)を知るには如何にするか。**
- ③**小熊座について(基準を上下にとり、kochabの方向により、北極星高度の改正値を求める方法として古来八方の図が伝わる。四方が昼に、一方は朝夕に、三方は夜に当てている。しかし、kochabが八方向にある時雲に覆われたら如何にするか。ゴンザロは次のように答えた。その三つには何の言い伝えもない。①太陽の子午線正中時を逃したら、その日一日機会はない。②南十字星の星は南極から三〇度離れている。その縦軸が垂直の時だけを採り上げる。少し傾いても困難になる。まして斜に横になったら、どうにもならない。③北斗星古図に誌す外は推量でしかないが、分単位までの数値を知る方法はない。この三つのことは、どのパイロットでも答えられないだろう。右の返事で、私は数月工夫して、翌年になり、そして三つの道具を作った。誰もこのようなものを知らないと言うから、書き残し、後人の批判を受けるとともに、日本人のこの分野における参考書としよう。四ツのデキリナサン(四年間の太陽赤緯)ならびにレジメント(航海術の基本規約)など、在るものを改め、無いものを書き加える**

以上が序文の概要である。それで彼は三つの道具を作ったのであるが、三つの質問全部について解答を与えているわけではない。第一問の太陽傍午法は、太陽時角が正しくわからなければならない。それは一八世紀後半、クロノメーターの発明以後実用となったものである。第二問については、高度改正図と観測用具を、第三問については、高度改正図を述べて妥当な解答を与え、第二第三の解答の為に作ったものを三つの道具と称している。

何故『元和航海書』の様なアダムスが関わった 一次資料が残っていないか (家康に愛され過ぎたアダムスの悲劇??)

1. 家康の家庭教師的役割を過度に負わされた為、
市井の知識人との接触機会が薄れた??
2. 先行していたスペイン、ポルトガルの宣教師の知識流布
がアダムスの知識流布を家康近辺に限定化した??
3. 家康死後の幕府内での地位の激変により、晩年に考えて
いたかも知れない知識啓発意欲が著しく希薄になった??

まとめ

アダムスが我が国へもたらしたものの主要なものが、航海術や周辺の科学技術ではなかったとしても、彼が戦国末期 & 徳川幕府初期にもたらした歴史的役割(特に家康の外交顧問としての役割)はそれ(航海術等々)を大きく凌駕するものだったと考えます。

- ①徳川家康にスペイン、ポルトガル宣教師達とは
異なる世界情勢を観る視点を 与えた事
- ②技術情報を文書と言う形の情報では残さなかったと思われるが、
80トン & 120トンと言う 西洋式帆船を始めて日本国内で
日本の船大工と共に製造した事
- ③アダムス来日以降続く日英友好関係(現在まで道のりには紆余曲折
があった にせよ)の絆の端緒の役割を果たした事。そのことは後の
日露戦争(特に日本海海戦)での日本の勝利の大きな要因のひとつ
であった事は間違いないと考えます。

主な未確認書籍

岡田章雄氏：加藤三吾『三浦の按針』大正6年発刊

川島元次郎『三浦按針』

幸田成友『三浦按針』

トマス・ランドール

パーネル

ウィーデル

クレインス氏：異国日記

影印本異国日記

当代記

史籍雑纂

長崎根元記

海表叢書

太平雑記

通航一覽

付録：現代の航法：GPS

天文航法からGPSへ

従来複数の**星との高度(仰角)**から自分の位置を割り出していた方法から星の代わりに衛星を飛ばし、その**衛星との距離**から位置を割り出す方法へ進化したと言う事が言えます。

GPS【 Global Positioning System 】

全地球測位システム / グローバルポジショニングシステム

GPSとは、人工衛星を利用して自分が地球上のどこにいるのかを正確に割り出すシステム
米軍の軍事技術の一つで、地球周回軌道に30基程度配置された人工衛星が発信する
電波を利用し、受信機の緯度・経度・高度などを数cmから数十mの誤差で割り出すこと
ができる。

米国防総省の管理するGPS衛星(正式には「NAVSTAR衛星」と呼ばれる)は高度約2万km
の6つの軌道面にそれぞれ4つ以上、計24個以上が配置され、約12時間周期で地球を周回
している。約7年半で寿命を迎えるため、毎年のように新しい衛星を打ち上げて軌道に投入
しており、概ね30個前後の衛星が常時運用されている。GPS衛星は高性能の原子時計を
内蔵しており、1.2/1.5GHz帯の電波で時刻を含むデータを地上に送信している。

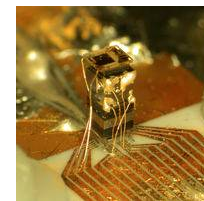
GPS受信機は複数のGPS衛星からの電波を受信してそれぞれとの距離を割り出すことにより、
現在位置を測定することができる。3つの衛星が見えるところでは緯度と経度を、4つの衛星
が見えるところではこれに加えて高度を割り出すことができる。

GPSの原理

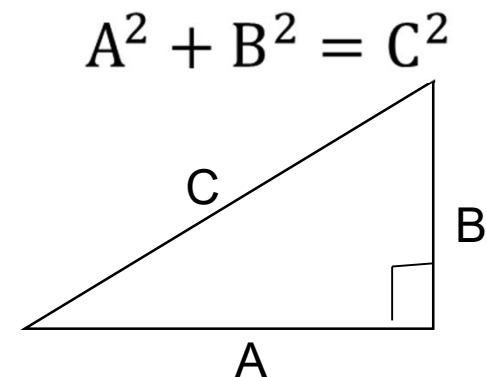
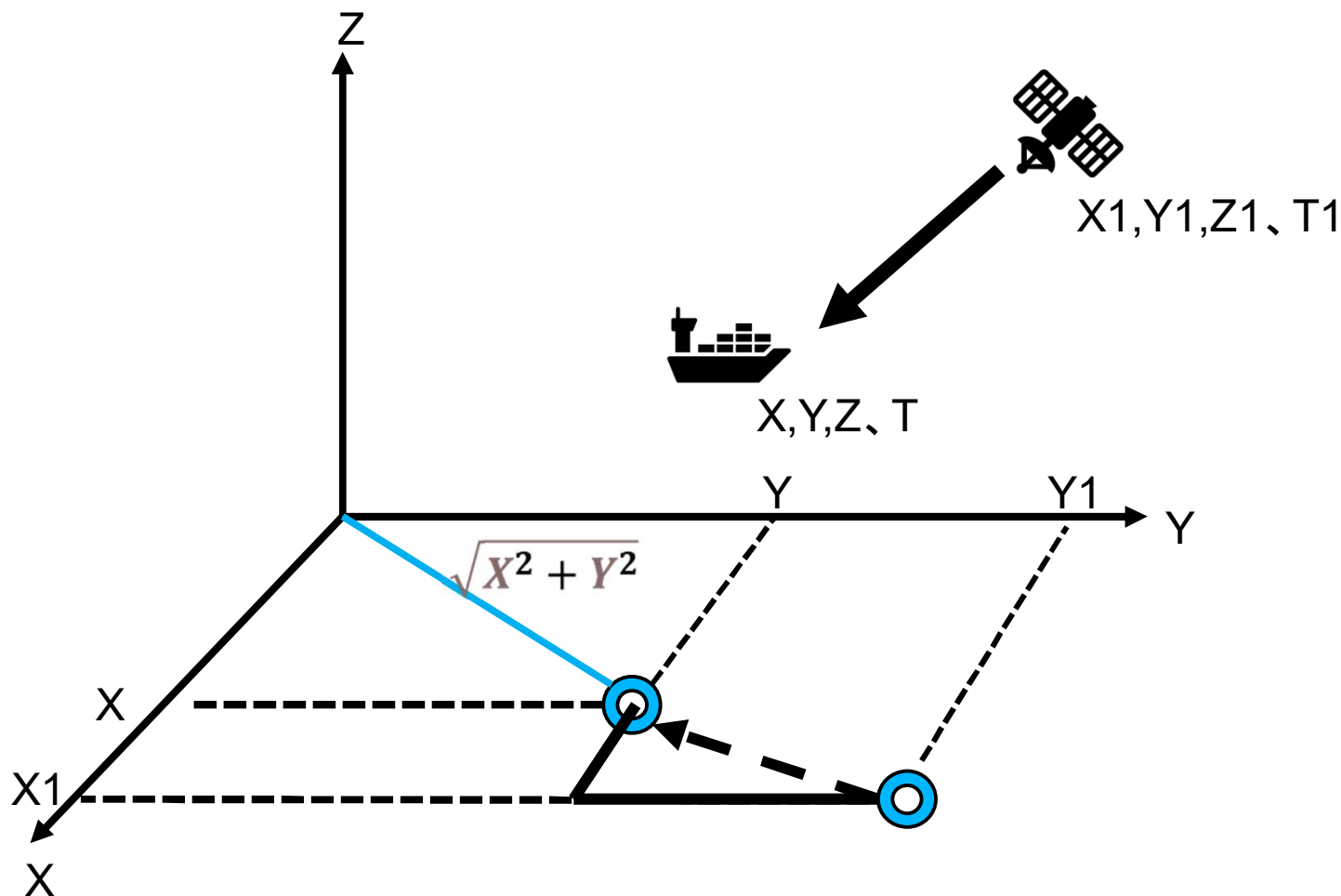
ひとつの衛星からの信号発信時刻 T とその時の衛星の空間座標 X, Y, Z が分かれば①衛星との距離はピタゴラスの法則から座標で距離が表現出来②光速一定の原理からその到達時間差からも距離が表現出来、下記の通り未知数が四つの方程式が導き出される。故に衛星が四つ用意されれば、当該方程式が四式出来、四つの未知数が数学的に求める事が出来る

$$(X-X1)^2 + (Y-Y1)^2 + (Z-Z1)^2 = C^2(T-T1)^2$$

原子時計



高精度のものは10-15(3000万年に1秒)程度、小型化された精度の低いものでも10-11(3000年に1秒)程度の誤差



利用者受信機は、複数の航法衛星から電波で送信された航法信号を受信し、その送信時刻を測定する。送信時刻の測定は、擬似ランダム雑音（Pseudo Random Noise; PRN）変調信号の特性を用いて行う。

送信時刻の測定値はおよそ 10 ns もしくはそれ以上の誤差を持つ。

また航法衛星の天体歴(軌道)の情報を受信し、これにより送信時刻における航法衛星の座標が求められる(この誤差は視線方向成分が(ほぼ 1.5m 以下))。

最終的に、利用者受信機の座標及び受信時刻(合わせて 4 つの未知変数:

x, y, z, t)の解は、慣性系を仮定し、各航法衛星の時空点座標を頂点とする(4 つ以上が必要)の交点となる。

言い換えれば次の連立方程式の解となる。ここでは用いる航法衛星数を 4 機とし、航

法衛星 i ($= 1, 2, 3, 4$)の信号送信時刻 t_i 、その座標 x_i, y_i, z_i c としている。

$$\begin{cases} \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2} - c(t - t_1) = 0 \\ \sqrt{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2} - c(t - t_2) = 0 \\ \sqrt{(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2} - c(t - t_3) = 0 \\ \sqrt{(x - x_4)^2 + (y - y_4)^2 + (z - z_4)^2} - c(t - t_4) = 0 \end{cases}$$

Tan緯度 = $Z / \sqrt{X^2 + Y^2}$

Tan経度 = Y / X

GPSの仕組み

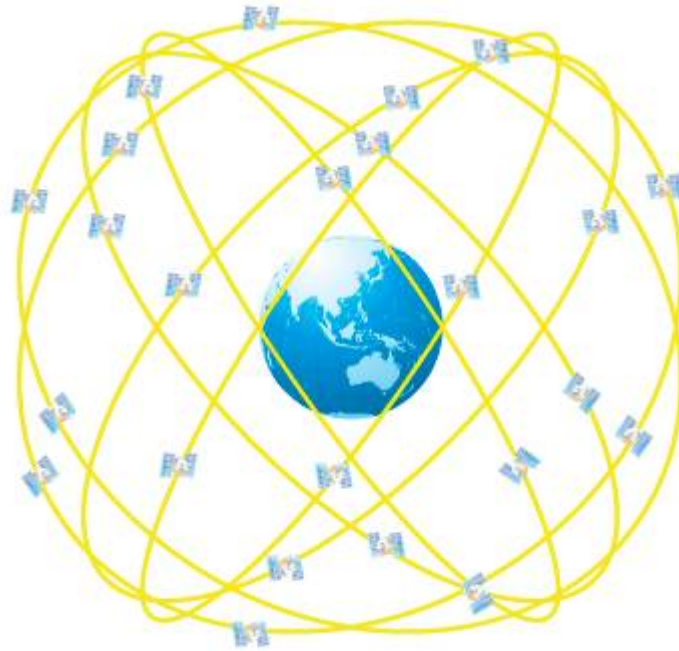
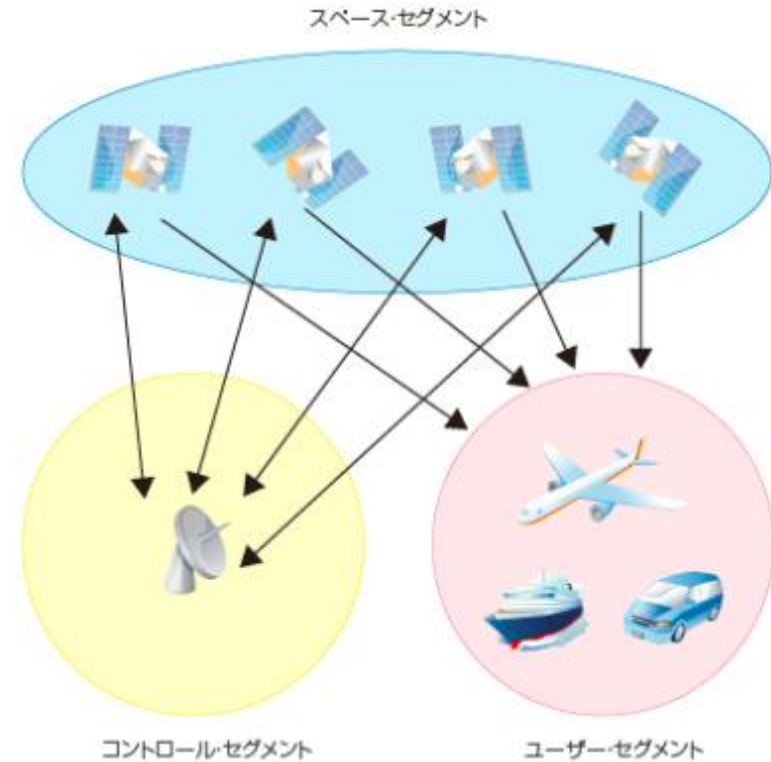


図1-1 GPS 衛星の軌道



GPS測位は、まず既知の点（GPS 衛星）から衛星が発信した時間の信号が送られてきます。その信号を受信した時刻との差で衛星までの距離を出します。同様に、他の衛星3つの距離を計算します。3つのGPS衛星からの距離を測ることで受信機の場所を特定することができます。しかし、3つの衛星からの距離を計算しても正確ではありません。原因は、受信機に搭載されている時計では距離誤差が生じるからです。衛星には、正確な原子時計が搭載されているので、時間の誤差はありませんが受信機の時計の精度は衛星ほど正確ではないので誤差が生じます。ここで、4つ目の衛星です。**4つ目の衛星は、3つの衛星がはじき出した位置と4つ目の衛星からの時刻で算出した現在位置とを計算することで、誤差を少なくすることができます。**

2021年12月15日 海上保安庁よりの発表

海上保安庁が刊行している「天測暦」と「天測略暦」は、天文航法で船位を測定するために使用する刊行物として、太陽や月の毎日の位置、港別の日出没時刻などを掲載して毎年刊行してきました。

近年、**G P S等の衛星航法が普及することにより、国際条約等で船舶への備置の必要が無くなったことから、「天測暦」及び「天測略暦」は現在刊行中の令和4年版を最後に廃刊**することとしました。また、天測暦等の廃版に併せて、「天測計算表」及び「天測位置決定用図」も**令和4年末をもって廃刊**とします。

航海の目的で天測計算を行う必要がある場合には**英国等が刊行している天測暦（The Nautical Almanac）を活用**していただくようお願いいたします。それ以外で、天体の情報が必要な場合には、国立天文台のホームページを参照していただくようお願いいたします。

The Nautical Almanac

Nautical Almanac of the stars - 2023

Sun				
G.H.A.		declination		
h	°	'	°	'
O	180	29,1	22	15,2 N
1	195	29,0		15,6
2	210	28,9		15,9
3	225	28,8		16,2
4	240	28,7		16,5
5	255	28,6		16,8
6	270	28,5	22	17,1 N
7	285	28,4		17,4
8	300	28,3		17,7
9	315	28,2		18,0
10	330	28,1		18,3
11	345	28,0		18,7
12		27,9	22	19,0 N
13	15	27,8		19,3
14	30	27,7		19,6
15	45	27,6		19,9
16	60	27,5		20,2
17	75	27,4		20,5
18	90	27,3	22	20,8 N
19	105	27,2		21,1
20	120	27,1		21,4
21	135	26,9		21,7
22	150	26,8		22,0
23	165	26,7		22,3
24	180	26,6	22	22,6 N
vt = -0,1		vd = 0,3'		
semidiameter		15,77"		

Sat. 3				
June				
<i>Sun - meridian passage at Greenwich :</i>				
11 h 58 m 8 s U.T.				
Lat.	nautical twilight		sunrise	
	h	m	h	m
52° N	1	46	2	58
50° N	2	10	3	11
45° N	2	51	3	39
40° N	3	20	4	0
35° N	3	41	4	17
30° N	3	59	4	32
20° N	4	27	4	56
10° N	4	48	5	15
equator	5	6	5	32
10° S	5	22	5	48
20° S	5	38	6	5
30° S	5	53	6	23
40° S	6	10	6	44
Lat.	sunset		nautical twilight	
52° N	20	12	20	59
50° N	20	2	20	45
45° N	19	41	20	17
40° N	19	24	19	56
35° N	19	10	19	39
30° N	18	57	19	24
20° N	18	36	19	1
10° N	18	18	18	41
equator	18	2	18	24
10° S	17	45	18	8
20° S	17	28	17	51
30° S	17	8	17	34
40° S	16	43	17	13

Aries				
G.H.A.				
h	°	'		
O	251	11,6		
1	266	14,0		
2	281	16,5		
3	296	19,0		
4	311	21,4		
5	326	23,9		
6	341	26,4		
7	356	28,8		
8	11	31,3		
9	26	33,7		
10	41	36,2		
11	56	38,7		
12	71	41,1		
13	86	43,6		
14	101	46,1		
15	116	48,5		
16	131	51,0		
17	146	53,5		
18	161	55,9		
19	176	58,4		
20	192	0,9		
21	207	3,3		
22	222	5,8		
23	237	8,2		
24	252	10,7		

<i>star</i>	S.H.A.		declination		<i>star</i>	S.H.A.		declination		<i>star</i>	S.H.A.		declination				
	°	'	°	'		°	'	°	'		°	'	°	'			
acamar	315	13,2	40	12,6	S	canopus	263	53,5	52	42,6	S	miaplacidus	221	38,9	69	49,0	S
achernar	335	21,6	57	6,9	S	capella	280	24,4	46	1,3	N	mirfak	308	30,7	49	56,5	N
acrus	173	1,3	63	14,0	S	castor	245	59,1	31	50,3	N	mizar	158	46,7	54	48,4	N
adnara	266	7,3	29	0,3	S	cor caroli	165	43,0	38	11,7	N	nunki	75	49,1	26	16,0	S
albieo	67	4,8	28	0,3	N	deneb	49	26,5	45	21,5	N	peacock	53	7,5	56	39,4	S
aldebaran	290	41,5	16	33,3	N	denebola	182	26,2	14	26,6	N	phact	274	53,0	34	3,7	S
alioth	166	13,9	55	50,2	N	diphda	348	48,8	17	51,5	S	pollux	243	19,2	27	58,3	N
alkaid	152	52,7	49	12,0	N	duhbe	193	42,6	61	37,8	N	procyon	244	52,5	5	9,9	N
almak	328	40,4	42	26,3	N	elnath	278	4,0	28	37,6	N	rasalhague	95	59,5	12	32,5	N
al nair	27	34,5	46	50,7	S	eltanin	90	42,3	51	29,0	N	regulus	207	35,9	11	51,3	N
alnilam	275	39,4	1	11,3	S	enif	33	40,0	9	58,8	N	rigel	281	5,5	8	10,5	S
alpheratz	217	49,2	8	45,6	S	formalhaut	15	16,0	29	29,8	S	saiph	272	47,5	9	39,7	S
alphecca	126	4,5	26	38,2	N	gacrux	171	52,9	57	14,9	S	schedar	349	32,9	56	39,6	N
alpheratz	357	36,3	29	12,9	N	gienah	175	44,9	17	40,4	S	scheddi	32	55,1	16	1,3	S
altair	62	1,0	8	55,7	N	hadar	148	37,4	60	29,3	S	shaula	96	11,8	37	7,2	S
ankaa	353	8,7	42	10,6	S	hamal	327	53,0	23	34,2	N	sirius	258	27,8	16	44,9	S
antares	112	17,1	26	29,1	S	kaus aust.	83	33,9	34	22,4	S	spica	158	23,5	11	17,0	S
arcturus	145	48,8	19	3,7	N	kochab	137	18,7	74	3,7	N	suhail	222	47,5	43	31,8	S
atria	107	12,0	69	4,1	S	markab	13	31,3	15	19,7	N	vega	80	33,8	38	48,1	N
avior	234	15,7	59	35,2	S	menkar	314	7,9	4	10,8	N	polaris	315	9,3	89	21,6	N
bellatrix	278	24,7	6	22,2	N	menkent	147	58,9	36	29,2	S						
betelgeu.	270	53,9	7	24,7	N	merak	194	11,4	56	15,7	N						

Nautical Almanac of the stars - 2023

Sun				
G.H.A.		declination		
h	°	'	°	'
O	180	26,6	22	22,6 N
1	195	26,5		22,9
2	210	26,4		23,2
3	225	26,3		23,5
4	240	26,2		23,8
5	255	26,1		24,1
6	270	26,0	22	24,4 N
7	285	25,9		24,6
8	300	25,8		25,0
9	315	25,7		25,3
10	330	25,6		25,5
11	345	25,5		25,8
12		25,4	22	26,1 N
13	15	25,3		26,4
14	30	25,2		26,7
15	45	25,1		27,0
16	60	24,9		27,3
17	75	24,8		27,6
18	90	24,7	22	27,9 N
19	105	24,6		28,1
20	120	24,5		28,4
21	135	24,4		28,7
22	150	24,3		29,0
23	165	24,2		29,3
24	180	24,1	22	29,6 N
vt = -0,1		vd = 0,3'		
semidiameter		15,77"		

<i>star</i>	S.H.A.			declination			<i>star</i>	S.H.A.			declination			<i>star</i>	S.H.A.			declination		
	°	'	"	°	'	"		°	'	"	°	'	"		°	'	"	°	'	"
acamar	315	13,2		40	12,6	S	canopus	263	53,5		52	42,6	S	miaplacidus	221	38,9		69	49,0	S
achernar	335	21,6		57	6,9	S	capella	280	24,4		46	1,3	N	mirfak	308	30,7		49	56,5	N
acrus	173	1,3		63	14,0	S	castor	245	59,1		31	50,3	N	mizar	158	46,7		54	48,4	N
adnara	266	7,3		29	0,3	S	cor caroli	165	43,0		38	11,7	N	nunki	75	49,1		26	16,0	S
albieo	67	4,8		28	0,3	N	deneb	49	26,4		45	21,5	N	peacock	53	7,5		56	39,4	S
aldebaran	290	41,5		16	33,3	N	denebola	182	26,2		14	26,6	N	phact	274	53,0		34	3,7	S
alioth	166	13,9		55	50,2	N	diphda	348	48,8		17	51,5	S	pollux	243	19,2		27	58,3	N
alkaid	152	52,7		49	12,0	N	dubhe	193	42,6		61	37,8	N	procyon	244	52,5		5	9,9	N
almak	328	40,4		42	26,3	N	elnath	278	4,0		28	37,6	N	rasalhague	95	59,5		12	32,5	N
al nair	27	34,5		46	50,7	S	eltanin	90	42,3		51	29,0	N	regulus	207	36,0		11	51,3	N
alnilam	275	39,4		1	11,3	S	enif	33	40,0		9	58,8	N	rigel	281	5,5		8	10,5	S
alpheratz	217	49,2		8	45,6	S	fomalhaut	15	16,0		29	29,8	S	saiph	272	47,5		9	39,7	S
alphecca	126	4,5		26	38,2	N	gacrux	171	52,9		57	14,9	S	schedar	349	32,9		56	39,6	N
alpheratz	357	36,3		29	12,9	N	gienah	175	44,9		17	40,4	S	scheddi	32	55,1		16	1,3	S
altair	62	1,0		8	55,7	N	hadar	148	37,4		60	29,3	S	shaula	96	11,8		37	7,2	S
ankaa	353	8,7		42	10,6	S	hamal	327	53,0		23	34,2	N	sirius	258	27,8		16	44,9	S
antares	112	17,1		26	29,1	S	kaus aust.	83	33,9		34	22,4	S	spica	158	23,5		11	17,0	S
arcturus	145	48,8		19	3,7	N	kochab	137	18,7		74	3,7	N	suhail	222	47,5		43	31,8	S
atria	107	12,0		69	4,2	S	markab	13	31,2		15	19,7	N	vega	80	33,8		38	48,2	N
avior	234	15,7		59	35,2	S	menkar	314	7,9		4	10,8	N	polaris	315	8,9		89	21,6	N
bellatrix	278	24,7		6	22,2	N	menkent	147	58,9		36	29,2	S							
betelgeu.	270	53,9		7	24,7	N	merak	194	11,4		56	15,7	N							

安全保障の視点からの天文航法の重要性

The U.S. Air Force and U.S. Navy continued instructing military aviators on celestial navigation use until 1997, because:

- celestial navigation can be used independently of ground aids.
- celestial navigation has global coverage.
- celestial navigation can not be jammed (although it can be obscured by clouds).
- celestial navigation does not give off any signals that could be detected by an enemy.

The United States Naval Academy (USNA) announced that **it was discontinuing** its course on celestial navigation (considered to be one of its most demanding non-engineering courses) from the formal curriculum in the spring of 1998.

In October 2015, citing concerns about the reliability of GNSS systems in the face of potential hostile hacking, **the USNA reinstated instruction in celestial navigation in the 2015 to 2016 academic year.**

米国海軍兵学校では**1998年**に天文航法の授業は廃止
しかし、**2015年**から天文航法の授業が再開された