



報告

帆船を用いた宇宙教育

Space Education on the Ship

秋山 演亮¹

¹ 和歌山大学宇宙教育研究所

宇宙教育研究所では、主に缶サットやロケット等、ものづくりを通じて工学への興味を高め、チーム作業によるプロジェクトマネジメントやステークホルダーとの関係性育成に関する教育プログラムを開発してきた。同時に、自然環境に対する挑戦を通じて、科学に対する興味と理解増進を目的とした教育プログラムを開発している。本年度は実際の帆船を使った教育プログラムを開発した。

キーワード：宇宙教育，天測航法，帆船，六分儀

1. 技術の発展と測位

古代エジプトやギリシャにおいては、遠方より来る帆船はマストの先端から順に水平線より上がってくることで、また月食時の影の形が丸いことなどから、地球が球形であることが知られていた。エラトステネスは北回帰線・南回帰線に挟まれた地域では特定日の南中時に井戸の底まで日の明かりが差し込む（すなわち太陽が真上に位置する）のに対し、真南（あるいは真北）に位置する場所では垂直に建てられた尖塔は影を生じることから、この角度と二地点の距離から地球の直径の概算値も算出していた。またアリストアルコスも同時に、太陽 - 地球 - 上弦（下弦）の月のなす角が90度ではなく87度（実際には89度）であることから、地球・月・太陽の距離比を見積もっていた（図1）。

これら知識は中世に一旦失われるがルネッサンス期

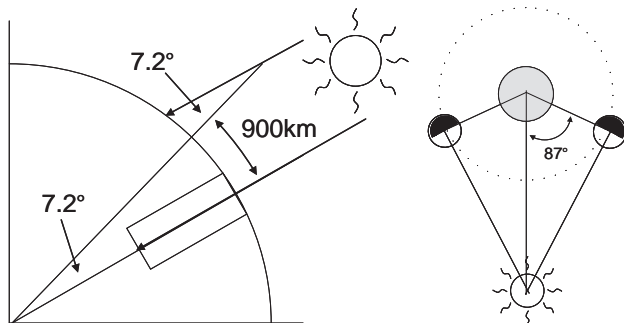


図1 左：エラトステネス計測模式図
右：アリストアルコス計測模式図

に復興し、大航海時代には天体観測から船の現在位置を知る天測航法の技術が発達した。この時代には揺れ動く船上で簡易かつ正確に天体を観測するために、四分儀や六分儀、八分儀といった計測機器が開発され、航海用時計やアストラーベ等と一緒に洗練された装飾品にまで昇華されていた（図2）。

現代においてはこれらの知識は失われてはいないが、極一部の書籍や知識人の間でしか共有されず、このような発想が学生から出てくることは少ない。陸上においては世界的に遊牧生活は廃れ、都市型の生活が標準となった。また都市・道路網・鉄道網の発展により、住居近傍の相対的な位置情報が重要視され、地球全体



図2 左上：航海用時計 左下：四分儀
右：アストラーベ

規模での位置が意識されることが少なくなった。また海上においても、航路が開発され灯台等の環境が整備されることになり、加えてアメリカのGPSを初めとする測位衛星の出現により、天測航法の必要性はほとんど無くなった。現在では航海士の訓練等で一部、教えられているだけである。

現代の工学・科学を利用した新しいインフラにより、便利なツールが溢れることは生活を楽に豊かにする側面もあるが、方法が画一化し、システムが巨大化することにより体験を通じた原理の理解が困難になる側面が見受けられる。実際、筆者が中学生・高校生・大学生を対象に行った授業の中でも、地球上の現在位置(緯度経度)を知る方法に関して応えられる生徒・学生はこれまで皆無であった。GPSレシーバを用いた測位方法を応える生徒・学生は散見されるが、これ以外の方法に関して応えられる学生にはまだ出会ったことがない。

現代の便利な機器をユーザとして使いこなせても、そのシステムに関して理解に乏しかったり、自ら構築できない(特に衛星を使った測位システムは巨大なインフラを必要とするため、個人として全体を体験的に構築することは困難)場合、原理原則に立ち返って対応ができない人材が世の中に増えてくると、現代システムが停止したときに対応できる人材とならない。このような危機感から、当研究所では原理原則に立ち返った教育材料や教育機会の設計が重要であると考えている。

2. 六分儀キットによる原理理解

現在では水晶発信装置や電波時計の発達により、高価な航海用時計を要した大航海時代に比べて、一般人でも安価に正確な時刻を知ることができる。現在位置において、太陽が最高高度に到達する時刻(南中時刻)

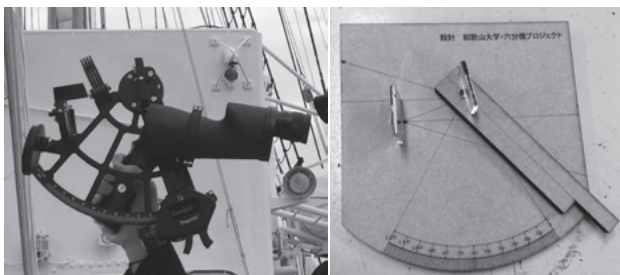


図3 左：市販の航海用六分儀
右：六分儀キット

を正確に測定することができれば、現在位置の経度を計測することが可能となる。また北極星の高度を正確に計測することで、緯度の測定も可能である。

四分儀・六分儀・八分儀などは、これらの計測を容易にするためのツールである。四分儀は比較的簡単に製造することができるが、その構造により、六分儀等の方がよりコンパクトなサイズにすることができる。このような観点から、船舶等では六分儀や八分儀が使われていたが、構造が複雑であり、一見してその仕組みを理解することは困難である。そこで当研究所では、六分儀の仕組みに対する理解を助けるために、簡易な六分儀キットを設計した(図3)¹⁾。

六分儀においては、視点と平面鏡1は常に固定されているため、望遠鏡等により拡大して観測をすることが可能である。視点から平面鏡1を覗くと、平面鏡2が平面鏡1と平行になっているときには、視線方向と平行な方向を見ている。そこで視線方向が水平線を見るように、六分儀を固定する。

次に角度表示用の指示棒に固定された平面鏡2を、指示棒ごと回転させることにより、太陽を視野に導入する。(太陽を直接見ることは大変危険であるため、実用品の六分儀では、減光フィルタを介して観測ができるようになっている。太陽高度が 60° であるとき、平面鏡は 30° 回転することになるため、四分儀の場合より指示棒は半分の振れ角で、計測を行うことが可能となり、コンパクトなサイズでの製作が可能となる。また何より、視線方向が一定なので、観測しやすい。(四分儀では視線方向が太陽方向に振れるため、六分儀に比べて観測しにくい。)(図4)

このような六分儀の基本的な仕組みは、使い勝手を考えて高度に洗練されている既製品ではなかなか理解

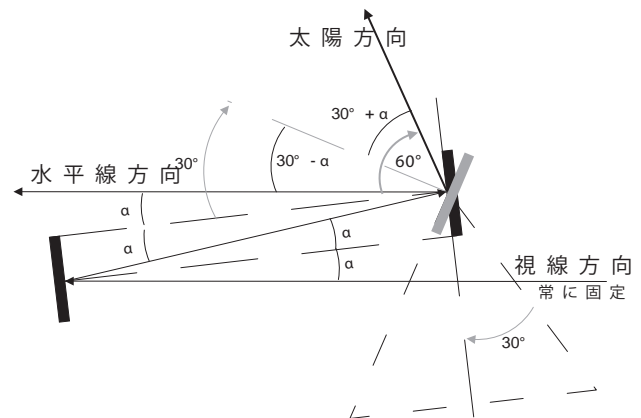


図4 六分儀の観測原理

しがたいが、簡便な構造であるキットを利用することで、理解を深めることができると考えられる。

3. 帆船を利用した実践教育例



図5 グローバル人材育成推進機構帆船「みらいへ」

生徒・学生がより興味を持ち天測を学ぶために、宇宙教育研究所では六分儀等が実際に使われていた大航海時代をイメージしやすくするために、実際の帆船を使った教育プログラムを計画、実践した。

事業は（一社）グローバル人材育成推進機構との共同事業とし、同機構が有する3本マスト大型帆船「みらいへ」を利用した。この帆船は、民間レベルが国内にてレンタル等で利用できる、ほぼ唯一の大型帆船である。また国立天文台にも御支援を要請し、講師派遣等の御協力を得ることができた。実際に実施されたプログラムを表1に示す。

本教育実践プログラムには全体で30名弱の参加者を得て、晴天にも恵まれて成功裏にプログラムを実施することができた。プログラムで利用した六分儀キットは、レーザカッター等を用いて和歌山大にて量産を行い、参加者に提供した。

参加者から寄せられた感想によれば、事前に六分儀キットを使った製作・観測練習を行うことにより、機構に関する理解が深まったとの意見が大半であった。また実際に帆船に乗船し、実際に市販されている既製品の六分儀を使って観測を行うことで、天測航海に関する興味・関心が増進したとの意見が多かった。

4. 今後の課題

今回、初めての帆船上での実践的な教育プログラムを実施したが、成果と共にいくつかの課題も明らかと

表1 帆船による実践教育例 プログラム

| 日時 | 内容 | 担当 |
|--------|---------------------|-------|
| 1日目10時 | 集合、帆船上での注意 | みらいへ |
| 1日目11時 | 天測航海法に関する講習 | 国立天文台 |
| 1日目12時 | 六分儀の自作 | IFES |
| | 昼食・出航 | |
| 1日目午後 | 帆船乗船実習 セイルトレーニング | みらいへ |
| | 休憩・夕食 | |
| 1日目19時 | 天文学の発展と大航海時代に関する講義 | 国立天文台 |
| 1日目21時 | 甲板上で天体観測 | |
| | 就寝 | |
| | 起床・朝食 | |
| 2日目9時 | 計測実習(六分儀) | みらいへ |
| | 昼食 | |
| 2日目13時 | セイルトレーニング | みらいへ |
| 2日目15時 | 下船 | |

なった。

まず帆船上での授業とする場合、悪天候の場合の代替手段を定める必要がある。「六分儀を使ってみる」だけのプログラムであれば、必ずしも帆船上である必要は無いため、港近隣の地上施設等を利用することも検討すべきである。しかし一方で、帆船というアイテムを利用することで、参加する生徒・学生の関心が増加し、「やってみよう」気持ちが増し、理解力も増進することが期待できる。そこで帆船をどのように効果的に利用するかに関しては、今後も引き続き検討が必要である。

一方、六分儀を太陽南中高度の計測だけに利用する場合は、プログラムは1泊2日である必要は無く、正午を挟んだ半日プログラムで十分である。北極星高度を計測する等、夜間に星を観測するプログラムも考えられるが、これらは他の天体観測プログラムと併せて、状況に応じて各種の教育プログラムを組み合わせる提案できるように準備する必要がある。

また帆船上で天測を行う意義は、帆船の位置の変化を天測により追えるという点も大きい。そこで1回の観測ではなく、複数観測により帆船位置を特定するような教育プログラムの構成も望まれる。太陽南中高度を使うだけでは1日に1回の観測（位置決定）しかできないため、星やその他の地上の指標となる灯台や山頂を利用するなど、帆船の航行範囲を勘案した教育プログラムの構築が必要である。

(一社) グローバル人材育成推進機様の母体でもある(株) エス・ティー・ワールドは和歌山大学の隣に宿泊施設を有し、距離的にも非常に近い関係にある。当研究所では、今後も協力関係を深め、積極的に帆船を使った宇宙教育を提案して行く予定である。

また今回は、「みらいへ」が横浜へ遠征している最中であったため、東京湾にてプログラムを実施した。しかし今後は、「みらいへ」の母港である神戸港、またその近隣の科学館であり、日本の標準時位置にある明石天文台とも協力し、大阪湾・瀬戸内海での実施を検討したい。既に来年度、時の記念日6月7日に、3者共同による日帰りプログラムを実施する検討が始まっている。また同時に、秋の時期に明石を出航し、標準時線が通る和歌山沖合の友ヶ島を廻る1泊2日のプログラムも検討している。

今後、ロケットや缶サット、バルーンサットに続く、宇宙教育研究所を代表する教育プログラムへと発展させていきたい。

謝辞

本活動で利用した六分儀キットは、本学「ソフトスキル論」に参加した学生達のプロジェクトにより、基本的な設計や製作方法の検討が行われました。参加した学生諸氏の活動に感謝します。また学生が検討するに当たっては、海上保安庁第八管区海洋情報部が作成された資料が、大変参考になりました。どうもありがとうございました。

天測航法に関しては、国立天文台 天文情報センター 暦計算室 片山真人室長に、天文学と大航海時代に関しては、国立天文台 渡部潤一副台長に、御指導と御講演をいただきました。同時に、帆船の利用に関しては、(一社) グローバル人材育成推進機 鈴木部長を初めとする皆様に御協力いただき、帆船での活動に関しては、「みらいへ」の乗務員の皆様に、御支援をいただきました。心よりお礼申し上げます。

またプログラムの公開等に関しては、JAXA 宇宙教育センターの皆様にも大変お世話になりました。ありがとうございます。

引用・参考文献

- 1) 海上保安庁第八管区作成 六分儀の作り方
http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN8/sv/teach/sokryo/sokryo_vacation.html