

S2 班：迷った時 人は宇宙(そら)を見上げる

1. 日時

2023 年 2 月 18 日

2. 生徒

高校 1 年生から 2 年生 30 名程度

3. 指導内容

この授業は、天文学の中でも位置天文学と呼ばれる天体の位置情報と測地学という古典的な天文測定・航法を用いて、天体の動きや見え方と位置情報との関連から天文分野における方位概念の確立を高めることをねらいとする。

授業ではまず、道具を使わずに手を用いて星の高度を測り、推定位置を割り出す。さらにより正確な推定位置を割り出すために六分儀を用いて星の高度を測定する。最終的に、天体の位置やその動きの正確な観察結果の記録、分析、地上の位置との関連を紙面上で可視化し、どの程度の精度で測ることができたのか、なぜ誤差が生まれたのかを考える授業を行う。

指導にあたっては、天文航法の基礎知識や六分儀の測定方法は現役海技士のご協力の下作成した。また無料の星座アプリを用いて教室内に星空を作ることで生徒が疑似的に天体を観測したり、星の膨大な位置情報データと計算式を導入した表計算ソフトでの解析による指導法を開発し、他の教科の単元での活用にも広げられるような工夫をした。

4. 指導上の留意点

正しい情報を生徒に伝えるために天文航法の基礎知識や六分儀の測定方法を現役の海技士の協力の下作成した。実際の天文航法でも使われる六分儀と天測歴を用いて、よりホンモノの測定に近づけている。六分儀を用いた天文航法では、生徒として考えられる高校 1 年生が未履修の三角関数を使うだけでなく、90 分間では習得不可能な複雑な計算を要することから、星の膨大な位置情報データと計算式を導入した表計算ソフトを事前に準備した。

5. この授業の目標

- ・宇宙飛行士も習得が求められるとされる、天文航法の手法を正しく理解し、測定結果の解析から、天文学者をはじめとした研究者の実験・解析手法を学ぶ。
- ・実験値と標準値の比較から、天体に関する正しい理解と好奇心を高める。
- ・測定結果に対して自分なりの考察を持ち、他者に論理的に説明できるようになる。

6. 授業の評価基準

評価の観点	知識・技能 【知】	思考・判断・技能 【思】	主体的に学習に取り組む態度【態】
単元の評価基準	・六分儀を適切に使用し、正確な測定ができる。	・測定結果に対し、自身のもつ自然科学的知識から考察が行える。	・意欲的に測定に貢献し、自身の意見を他者に分かりやすく説明できる。
評価の方法	・測定結果(ワークシートに記述)と標準値(事前にメンターが計測)との比較	・測定結果と自身の知識をもとに、信憑性ある考察ができているか。	・全体に向けた結果発表 ・班での活動

7. 指導に当たっての工夫 (①授業形態の工夫、②指導方法の工夫、③教材の工夫)

①指導形態の工夫

最大 5 人までの班を形成し、班活動を中心とすることで個々の生徒が主体的に参加しやすい環境を構築する。また、個々が測定する星を割り当てられることで、責任感をもって慎重な測定活動を行えるように工夫している。

測定を行うにあたり、具体的なストーリーを設け、授業補助者も役を演じることにより、生徒の没入感を高め意欲的に楽しんで活動できる雰囲気を作り出す。

②指導方法の工夫

各班に測定方法を熟知した授業補助教員を付け、測定が円滑に行えるように補助を行う。

六分儀を用いた計測の前に、手を使った天文航法に試みてもらう。2つの測定方法で得られ結果の差から正しい道具を使用することの重要性を説く。

③教材の工夫

- ・ホンモノの六分儀、天測歴を使用することにより、他ではできない体験を提供できると同時に、実際の研究者や航海士が行っている測定を迫体験できるようにした。
- ・また、天文航法で用いられる複雑な計算を、事前に表計算ソフトに計算式を組み込んでおくことにより、生徒が解析に多くの時間を使わず、得られた結果を基に思考を巡らせる機会を提供する。
- ・携帯端末の無料アプリである Star Walk を用い、実際の地点とある時刻の星空をプロジェクターを用いて教室内に投影し、測定位置と高さを定めておくことによって、室内かつ非無限遠という環境であり、プロジェクターで投影される画像に歪みのある星空でも授業で天文航法を扱うことを可能にした。事前に標準値となる測定結果を測定し、準備しておくことで、生徒の測定結果の正確性を評価できるようにした。

8. 本時の展開

	学習内容 (○) と学習活動 (・)	指導上の留意点 (・)
導入 (10分)	<p>○生徒は遊覧飛行をしているという設定の下、事故が起きて墜落してしまい、場所が分からないというストーリーを演劇を交えながら説明する。GPSも故障しているため、星空を頼りに場所を特定しなければいけないという必然性を伝える。</p> <p>・風景写真からでは場所が特定できないこと、ある時間に見える星が分かれば、地球上のどこにいるかおよその位置が特定できることを学ぶ。</p> <p>・3つの星の位置が分かれば、自分の位置がかなり精度よく決まることを学ぶ。</p>	<p>・演劇を交えて生徒の関心と学習意欲を誘う導入を行う。</p> <p>・生徒に疑問を投げかけ、自身で考察を持つように誘導する。</p>
展開1 (35分)	<p>ミッション1：手を用いて3つの星の高度を求め、天文航法で位置を特定しよう</p> <p>○手を用いて北極星の高度を求めよう。</p> <p>・教室内のプロジェクターで映し出された北極星(タブレット端末用の無料アプリ Star Walk を活用)の高度を1人ずつ求め、ワークシートに記入する。</p> <p>・班で活動を行い、北極星の高度の平均値を求める。</p> <p>○アルタイル、カフの高度について、班活動で手を用いて測定し、班員全員の平均値を求める。</p> <p>○得られた3つの星の観測高度の平均値を、事前に準備された表計算ソフトの入力欄に入力し、算出された修正差と方位角をワークシートに記入する。</p> <p>○クラス全体で、ワークシートにある天測位置決定用図を用いて誤差三角形を描く演習を行う。</p>	<p>・ワークシートを配布する</p> <p>・全員が正しく測定できているかどうか留意する。</p> <p>・天測位置決定用図の作成は難しいため、授業者がプロジェクターで図を黒板に写し、どのように誤差三角形の図を描くか実</p>

		<p>演しながら、生徒には自分の測定値を基に描くように指導する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・墜落地点の大まかな緯度は 35° とする。
<p>展開2 (25分)</p>	<p>ミッション2：六分儀を用いて3つの星の高度を求め、天文航法で位置を特定しよう。</p> <p>○六分儀を用いた星の高度の測定方法について、実物を用いながら説明する。</p> <p>○六分儀は3つしかないため、補助的にタブレット端末用の無料アプリ sextant を用いて高度が測定できることを説明する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・班に分かれ、六分儀を用いて使って天体（北極星、アルタイル、カフ）の高度を測定する。 ・表計算ソフトに測定結果を記入し、それぞれの星の高度の平均値、修正差、方位角を求める。その結果をワークシートに記入する。 ・表計算ソフトで得られた解析結果を基に、ワークシートの天測位置決定用図を用いて現在の位置を見積もる。 ・手を使った測定結果よりも六分儀を用いた測定の方が精度良く測定を行えることを、得られた誤差三角形を比較することで認識する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・六分儀の測定方法とアプリの使用法の補助資料を配布する。 ・1人が六分儀で測定している間は他の人はすることがない為、タブレットのアプリを用いて観測をするように促す。 ・どの程度、観測の精度が上がったかは、ワークシートの誤差三角形の大きさで判断できる。。
<p>展開3 (10分)</p>	<p>○墜落地点を特定しよう</p> <p>六分儀を用いた測定では、結果を入力した表計算ソフトに、推定の緯度と経度が算出されるようになっている。班ごとに測定結果を発表してもらい、どの範囲に位置が特定されたのかを説明する。</p> <p>およその位置の緯度と経度を決め、google map を用いて、具体的な位置を特定する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・事前に表計算ソフトに入力しておいた位置は生徒の所属している高校である。
<p>まとめ (10分)</p>	<p>○天文航法は古典的であるが、現在のGPSでの位置特定も基本的な原理は同じであることを伝える。</p> <p>○天文航法で自分の位置の情報が得られるこ</p>	

	とを理解したうえで、星を見て欲しいと伝える。	
--	------------------------	--