

Chapter
VI

地球と宇宙

1 単元のねらい

身近な天体の観察を行い、その観察記録や資料などを基に、地球の運動や太陽系の天体とその運動の様子を考察させるとともに、恒星の特徴を捉えさせ、宇宙についての認識を深めること。

2 単元の内容

身近な天体の観察を通して、地球の運動について考察させるとともに、太陽や惑星の特徴及び月の運動と見え方を理解させ、太陽系や恒星など宇宙についての認識を深める。

- ア 天体の動きと地球の自転・公転 (ア) 日周運動と自転 (イ) 年周運動と公転
イ 太陽系と恒星 (ア) 太陽の様子 (イ) 月の運動と見え方 (ウ) 惑星と恒星

地球と宇宙について、小学校では、第3学年で「太陽と地面の様子」、第4学年で「月と星」、第6学年で「月と太陽」について学習している。ここでは、身近な天体の観察を行い、その観察記録や資料などを基に、地球の運動や太陽系の天体とその運動の様子を考察するとともに、恒星の特徴を捉え、宇宙についての認識を深めることが主なねらいである。その際、天体の日周運動や年周運動、月や惑星を観察し、宇宙に関する資料を情報として活用したりして、地球と宇宙に関する興味・関心を高め、自ら探究しようとする態度を育成することができる。

札幌市青少年科学館では、平成28年4月にプラネタリウムがリニューアルし、学校の授業向けプログラムが上映されていたり（中学校向けのコンテンツが導入された）、天体现象を再現する貸し出し教材を活用することができる。この単元では、地球と宇宙に関する基礎的・基本的な知識や観察技能を習得するとともに、観察の記録や資料などを分析して解釈する際には、例えば図やモデルを使って説明することにより、思考力、表現力などを育成することができる。更にはそれらの活動を通して時間概念や空間概念を形成し、天体の位置関係や運動について相対的に捉える見方や考え方を養うことができる単元である。

3 評価規準の設定例

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
日周運動と自転、年周運動と公転に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとする。	日周運動と自転、年周運動と公転に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、日周運動の観察記録と地球の自転との関連、星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などの観察記録と地球の公転や地軸の傾きとの関連などについて自らの考えをまとめ、表現している。	天体の日周運動、星座の年周運動や太陽の南中高度の変化に関する観察などの基本操作を習得するとともに、観察の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	日周運動と地球の自転との関連、星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などと地球の公転や地軸の傾きとの関連について基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。
太陽の様子、月の運動と見え方、惑星と恒星に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、自然環境の保全に寄与しようとする。	太陽の様子、月の運動と見え方、惑星と恒星に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、太陽の観察記録や資料に基づく太陽の特徴、月の観察記録や資料に基づく月の公転と見え方との関連、観測資料などに基づく惑星の見え方と太陽系の構造との関連などについて自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。	太陽の様子、月の運動と見え方、惑星と恒星に関する観察などの基本操作を習得するとともに、観察の計画的な実施、結果の記録や整理、資料の活用の仕方などを身に付けている。	太陽の特徴、月の公転と見え方との関連、惑星と恒星などの特徴、惑星の見え方と太陽系の構造との関連について基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。

4 単元における観察、実験の位置付け

学 習 活 動	備 考
<p>惑星についての学習</p> <p>【課題】太陽の表面の黒点を観察するとどのようなことが分かるだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【観察①】太陽の表面の観察</p> <p>黒点の動きから太陽が自転していることや、太陽が球形であることを見いだしている。</p>	
<p>【課題】太陽は時間とともにどのように動いて見えるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【観察②】太陽の1日の動きの観測</p> <p>↓</p> <p>太陽は、東から登り南の空を通過して西に1時間に約15°の一定の速さで移動して見えることを見いだしている。</p>	<p>小型透明半球を用いたモデル実験により、世界中の任意の地点の日周運動が記録でき、課題探究的な学習が構築できる。そのためには、できれば、前年度から計画的な観測計画を立て、継続的な観測を行う。または、春分の日付近のデータを教師が観測しておくことで、モデル実験と実際の自然現象を結び付けることができるようにする。</p>
<p>【課題】星は時間とともにどのように動いて見えるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【観察③】星の1日の動きの観測</p> <p>↓</p> <p>星の動きが方位によって異なり、北の空の星は北極星付近を中心に、その回りの星が反時計回りに回転して動くことを見いだしている。</p>	<p>継続観察と天体シミュレーションソフトの併用により、時間的・空間的感覚を身に付けることができるようにする。</p>
<p>【課題】季節による星座の移り変わりは、なぜ起こるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験①】星の1年の動きを調べるモデル実験</p> <p>↓</p> <p>地球の公転により、真夜中の南の空に見える星座は、季節によって移り変わり、それぞれの季節で、太陽の方向にある星座は、昼間の空にあるため見るできないことを見いだしている。</p>	
<p>太陽の動きと季節の変化についての学習</p>	
<p>【課題】日によって、月の形や位置が変化するのは、なぜだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験②】月の形と位置の変化のモデル実験</p> <p>↓</p> <p>月は太陽の光を反射して輝いて見え、月の満ち欠けは、太陽と地球、月の位置関係により、形が変化していくことを見いだしている。</p>	<p>継続観察とモデル実験の併用により、時間的・空間的感覚を育てる。モデルを用いる場合は、俯瞰と観測者の視点を意識できるようにする。</p>
<p>日食や月食についての学習</p>	<p>2030年6月1日に、札幌市を含む北海道の一部で金環日食が見られることを紹介。</p>
<p>【課題】地球から見た金星は、どのような見え方をするのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験③】金星の満ち欠けや大きさの変化を調べるモデル実験</p> <p>↓</p> <p>金星は、地球との位置関係の変化によって、望遠鏡で見ると大きさが変化し、形が満ち欠けして見えることを見いだしている。</p>	<p>ビデオカメラやwebカメラを用いて、俯瞰と観測者の視点を意識できるようにする。</p>

5 本單元における観察、実験例

【課題】 太陽の表面の黒点を観察するとどのようなことが分かるだろうか。

【観察①】 太陽の表面の観察

(1) 観察前の指導の手だて

天体や宇宙の映像資料やISS（国際宇宙ステーション）の観察によって生徒の興味関心を引き出す。また、太陽黒点の観察から太陽が球体であることや自転していることを見いだすためには、連続した観察が必要である。そのために計画的に観察を行うことが重要である。

(2) 観察について

【主な準備物】 天体望遠鏡、太陽投影板、遮光板、直径10cmの円を描いた記録用紙、クリップ(2)、時計

【観察の手順】

- ① 望遠鏡に太陽投影板を取り付け、太陽の方向に向ける。視野に太陽を導入するには、地面に映った遮光板と投影板の影が一致するように望遠鏡を動かしていく。
- ② 接眼鏡を出し入れて太陽像がはっきりするようにピントを合わせる。
- ③ 太陽像が10cmよりも大きい場合は、投影板を接眼レンズのほうに近づけて固定し、再びピントを合わせる。10cmよりも小さい場合は逆になる。これを繰り返して太陽像とスケッチ用紙の円の大きさを一致させる。



望遠鏡に取り付けた太陽投影板

【観察の結果】 ・黒点が時間とともに位置を変える。 ・黒点は、周辺部に来ると楕円形に見える。

【安全上の注意】

・多くの生徒は天体望遠鏡で投影して観察した経験がなく、天体望遠鏡を覗きこみがちであるので十分注意する。対策として、ファインダーにふたをするか取り外しておき、覗かないようにする。

【指導のポイント】

- ・倍率が大きいと太陽の全体像が投影されていないこともあるので注意する。
- ・投影された太陽の黒点はとても小さく、接眼レンズのごみの像を黒点と間違えることがあるが、接眼レンズを回転させてみるとごみならば一緒に回転するので見分けることができる。
- ・追尾装置が付いていない場合には、観測中に太陽像が西にずれていって、記録用紙の円から外れてしまうので、太陽像を少し東側にずらしておき、太陽と円が一致したときに黒点の位置や形を記録用紙に記録するとよい。

(3) 観察後の指導の手だて

本観察の結果から、黒点の移動の様子を見いだすためには、記録用紙と同じ大きさの円を書いたトレーシングペーパーを用意し、記録用紙に記入した東西方向を合わせて、連続した数日間の記録を写し取ることで、黒点の移動を見いだすことができる。

【課題解決の姿】 黒点の動きから太陽が自転していることや、形の変化から太陽が球形であることを見いだしている。

札幌市青少年科学館プラネタリウムと昼間の星の観察

- プラネタリウムが平成28年4月大幅リニューアル
 - ・ドームに投影される1億個の星・星の色を忠実に再現
 - ・4Kプロジェクターによる迫力ある高精細な画像
 - ・座席も全席改修し、ゆったり快適に
- 昼間の星の観察

屋上天文台にある60cm反射望遠鏡を用いて、その時期に見える昼間の星が観望できる。時間：毎週土曜日 14:30～15:00（受付 13:30～）、定員：15名（先着順）



【課題】 太陽は時間とともにどのように動いて見えるのだろうか。

【観察②】 太陽の1日の動きの観測

(1) 観測前の指導の手だて

小学校での既習事項や実生活での太陽の動きを想起し、観測への興味関心を引き出す。天球モデルの考え方をプラネタリウムの天井を例に出すなど、天球モデルの考え方を理解できるようにして、太陽が動いて見えることをこの観測によって実体験し、実際の空をどのように動くのかを、類推できるようにする。

(2) 観察について

【主な準備物】 透明半球（透明半球は目盛りの入っていないものでもよい）、球面分度器、方位磁針、画用紙、板、セロハンテープ、画鋏、フェルトペン（水性）、紙テープ、ものさし

【観察の手順】

- ① 厚紙に透明半球と同じ大きさの円を描いて、円の中心に印を付ける。
- ② かいた円に半球の縁を合わせて、セロハンテープで固定し、方位を記入する。
- ③ 方位を合わせて水平な場所に置く。
- ④ サインペンの先の影が、円の中心に来るようにして、太陽の位置を透明半球に記録する。だいたい1時間ごとに記録し、時刻も記入しておく。
- ⑤ 印を付けた点をなめらかな線で結び、太陽の軌跡を描く。
- ⑥ 軌跡に紙テープを当て、1時間ごとの印と時刻を写し取り、印と印の間隔をものさしで測る。

【観察の結果】 ・1時間ごとの長さは同じになった。

【安全上の注意】 ・屋上や屋外での観測の際には、教師が必ず付き安全に配慮する。

【指導のポイント】

- ・この観測は、太陽の動きを1時間ごとに1日中記録するため、天候や日課に左右され、授業の流れの中に組み込むことが難しい。あらかじめ地面の南北方向にロープを張り、透明半球をのせた板の縁をそれに合わせるようにすれば、数日間かけて完成させてもよい。
- ・画用紙の円の中心の×印がずれていると正しい記録が得られないので、あらかじめ、円と中心位置に×印を描いたものを教師が用意しておくことよい。
- ・ペンの先端の影が、画用紙の×印（観測者の位置）に映るように●印を付けることが、観測者から見た太陽の位置を記録しているのと同じであることを理解できるようにする。
- ・観測結果から太陽の動きの規則性を見いだすには、透明半球への太陽の位置の記入は、1時間ごとに行うのが望ましいが、ある程度プロットした点の数があれば1時間ごとでなくても、観測結果の処理によって1時間単位で測定した結果と同じまとめを行うことができる。

(3) 観察後の指導の手だて

本観測から、太陽の日周運動の規則性を見いだすことができる。さらに、小型の透明半球と地球儀を用いたモデル実験により、世界中の任意の地点の日周運動が季節を変えて記録することができ、緯度の違いによる日周運動や季節の違いによる日周運動の変化について、課題探究的な学習が構築でき、時間と空間概念の育成を図ることができる。そのためには、できれば、前年度から計画的な観測計画を立て、継続的な観測を行うことや春分の日付近のデータを教師が事前に観測して用意しておくことで、モデル実験と実際の自然現象を結び付ける手だてとすることができる。



地球儀の上に小型の透明半球をのせて実験

【課題解決の姿】 太陽は、東から登り南の空を通過して西に1時間に約15°の一定の速さで移動して見えることを見いだしている。

【課題】星は時間とともにどのように動いて見えるのだろうか。

【観察③】星の1日の動きの観測

(1) 観察前の指導の手だて

再び天体望遠鏡に投影板を付け、望遠鏡を動かさなくておくと、記録用紙の円から太陽像がゆっくりと動いて行く様子を記録したものを観察する。さらに太陽の日周運動の観測を振り返り、地表から観察すると太陽が動いているように見えることを再確認する。そこで、本当に太陽が動いているのだろうかという疑問がもてるようにすることで、本観察への興味関心が高まるようにする。

(2) 観察について

[主な準備物] 方位磁針、透明半球、はさみ、セロハンテープ、サインペン（水性）、時計、記録用紙

[観察の手順]

- ① 星の動きが分かるまで夜空を数分～数十分間眺め続け、各方位の星の動く向きを記録用紙に記入する。
- ② 記録用紙を方位ごとに切り抜く。紙を裏返して、透明半球の外側に方位を合わせて貼り付ける。
- ③ 天球全体の星の1日の動きを推測して、透明半球の内側からサインペンでなぞっていく。

[観察の結果]・北の空の星は北極星を中心に反時計回りに回転し、南の空の星は東から西へ移動して見える。

・東の空の星は右斜め上の方向に移動して見え、西の空の星は右斜め下の方向に移動して見える。

[安全上の注意]

・夜間に屋外で観察するときは、保護者と一緒に行うよう指導する。

[指導のポイント]

- ・月明かりの明るいときには、明るい星しか見えなくなるので、月明かりのない日を調べて観測する日を設定する。
- ・スケッチは全ての星を記入する必要はなく、明るく目立つ星を数個選んで記入すればよいことを指導する。
- ・スケッチが完成すれば、その場所を一度離れても良いが、2回目の観測も同じ位置で観測するように指導する。
- ・なぜ、透明半球の内側に結果を貼るのかを観測者が中心にいることや中心から天球を眺めているという視点がしっかり捉えることができるようにすることが大切である。

別法

- ・天体シミュレーションソフトを用いると、容易に星の動きを再現することができる。また、全天の星の動きを調べることができ、観測場所や観測時間を自由に設定することもできる。
- ・天球上の星の動きを半球の外側から俯瞰することが容易である。
- ・ただし、この方法だと全天の星の動きのスケール感を得ることは難しいので、実際の星空を観測することを大切にしたい。

(3) 観察後の指導の手だて

南の空に向かって立つとどのように、星が動いて見えるか。北の空ではどうか。相違点を明確にした後、共通点を方位を使って説明することにより、星の1日の動きを見いだしていく。天動説の考えに立ち、天球が東から西に動いているように見えることを捉え、さらに、視点を地球の外に置き、考えることで、星の動きが天の北極と観測者を結ぶ線を軸にした回転運動であることを見いだすことができるようにする。

【課題解決の姿】星の動きが方位によって異なり、北の空の星は北極星付近を中心に、その回りの星が反時計回りに回転して動くことを見いだしている。

【課題】 季節による星座の移り変わりは、なぜ起こるのだろうか。

【実験①】 星の1年の動きを調べるモデル実験

(1) 実験前の指導の手だて

日常の継続観察や星座盤を用いて確認することで、季節によって見える星座の方角、高さが異なることに気が付くようにする。

また、事前に、発泡スチロール球を用いた観測者や方角の考え方が分かる地球モデルを作成し、活用しておくことで、地球の自転や公転を宇宙空間から見た見方と観測者から見た方角の考え方がしっかりと捉えられるようにしておく。



地球モデル

(2) 実験について

【主な準備物】 厚紙（春夏秋冬の代表的な星座を書いたもの）、太陽の代わりに豆電球、電池、導線、発泡スチロール球を用いた地球モデル（一人一個持たせたい。）

【実験の手順】

- ① 四季の星座の絵を描いた厚紙を準備し、太陽の代わりに豆電球から同じ距離のところ右の写真のように設置する。
- ② 4つの星座の絵と電球の間の、丁度半分の位置に地球モデルを設置する。
- ③ それぞれの季節の昼間、太陽がどの星座の方向に見られるか、逆にそれぞれの季節に太陽方向と反対方向にある星座も調べる。

【実験の結果】

- ・それぞれの季節に太陽の方向にあった星座は、春：ペガサス座、夏：オリオン座、秋：しし座、冬：さそり座
- ・それぞれの季節の真夜中、南の空に見られた星座は、春：しし座、夏：さそり座、秋：ペガサス座、冬：オリオン座
- ・同じ時刻に同じ場所で星座を観察すると、日が経つにつれて、西に動いて見える。

【安全上の注意】 熱くなった豆電球に触れないように注意する。

【指導のポイント】

- ・地球の自転や公転の向きを地球モデルを用いて確認しておく。
- ・方位の考え方を定着させるために、東西南北を記入した紙を地面に見立てて地球モデルに貼り付けるとよい。



モデル実験の様子

(3) 実験後の指導の手だて

本実験から、地球が公転していることにより季節によって見える星座が移り変わることを捉えることができる。さらに、教室の四方の壁にあらかじめ星座を貼っておき、教室の中心に電球を置き、四季の地球の位置に自分が立って自転することにより、どの季節のどの時間、どの方角にどの星座が見えるか、体験的に実感を伴って理解することができる。

【課題解決の姿】 地球の公転により、真夜中の南の空に見える星座は、季節によって移り変わり、それぞれの季節で、太陽の方向にある星座は、昼間の空にあるため見るできないことを見いだしている。

【課題】日によって、月の形や位置が変化するのはなぜだろうか。

【実験②】月の形と位置の変化のモデル実験

(1) 実験前の指導の手だて

事前に月の様子の継続観察を促し、太陽はいつも丸く見えるが、月は三日月や半月、満月と形が変わることが捉えられるようにする。また、本時の観察前に、継続観察から月がどのように形を変えていったのか確認することにより、モデル実験と実際の天体現象とを結び付ける手だてとなる。

(2) 実験について

【主な準備物】青少年科学館貸し出し教材（天体運動学習セット）

【実験の手順】

- ① 太陽の位置を固定し、地球の位置に地球カメラを置く。
- ② 月の軌道に沿って月を移動させる。
- ③ カメラの画像（観測者からの視点）を確認しスケッチする。

【実験の結果】

- ・月は太陽の光が当たっているところだけ輝いて見えることが分かる。

【指導のポイント】

- ・太陽－地球に対して、月がどの位置に来たときに、地球から月がどんな形に見えるのか、予想してから実験するように促す。
- ・実験装置を北極側から俯瞰した、太陽と月と地球の位置関係を意識した視点とカメラの画像のような、地球から見た観測者の視点があることをしっかりと捉えられるようにすることが、その後の金星の満ち欠けの学習でも有効である。

別法

- ・地球カメラを中心に設置し、まわりに月モデル（影付き）を設置すると明るい教室でも、使用できる。
- ・このモデル実験は、回転台と卓球ボール（発泡スチロール球）とデジタルカメラでも同様に行うことができる。



実験装置の様子



明るい教室での実験例

(3) 実験後の指導の手だて

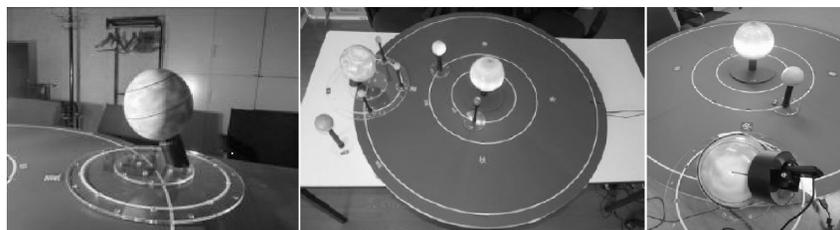
本実験から、月は太陽の光を反射して輝いて見えることを捉えることができる。さらに、事前に行った継続観察記録と実験結果を比較することにより、実際の月の満ち欠けの現象がどのような太陽と地球と月の位置関係で成り立っているのか、実感を伴って理解することができる。

【課題解決の姿】月は太陽の光を反射して輝いて見え、月の満ち欠けは、太陽と地球、月の位置関係により、形が変化していくことを見いだしている。

札幌市青少年科学館貸し出し教材天体運動学習セットについて

再現できる天文現象

- ◆太陽や星の日周運動
- ◆季節による昼の長さや南中高度の違い
- ◆月の満ち欠け
- ◆金星の満ち欠けと大きさの変化
- ◆緯度による日周運動の違い
- ◆内惑星と外惑星の見え方の違いなど



【課題】地球から見た金星は、どのような見え方をするのだろうか。

【実験③】金星の満ち欠けや大きさの変化を調べるモデル実験

(1) 実験前の指導の手だて

事前に、金星が地球型惑星であり、地球の内側を公転していることや天体シミュレーションによって、金星が星座の星の間を移動していくことを確認することにより、興味関心が高まるようにする。また、本時の実験前に、月のモデル実験を振り返り、実験装置を北極側から俯瞰した、太陽と月と地球の位置関係を意識した視点と地球から見た観測者の視点を確認しておくことにより、金星のモデル実験への理解が深まるようにする。

(2) 実験について

【主な準備物】発泡スチロール球、円筒（アルミホイルなどの芯）、電球、ビデオカメラ（webカメラ）

【実験の手順】

- ① 太陽と地球の位置を固定し、地球の位置に円筒を置く。
- ② 金星の軌道に沿って金星（発泡スチロール球）を移動させる。
- ③ 円筒からの見え方（観測者からの視点）を確認しスケッチする。

【実験の結果】

- ・金星は太陽の光が当たっているところだけ輝いて見える。
- ・地球から近くにある時は大きく見え、遠くにある時は小さく見える。
- ・地球から近くにある時は三日月形に見え、遠くにある時は丸く見える。

【指導のポイント】

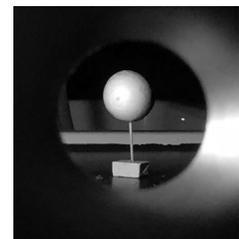
- ・太陽－地球に対して、金星がどの位置に来たときに、地球から金星がどのような大きさでどんな形に見えるのか、予想してから実験するように促す。
- ・太陽と地球の距離が1天文単位であるのに対して、太陽と金星の距離は0.7天文単位であることを考慮して、観測する位置を決めるようにする。
- ・円筒の内径との大きさの比較により、形の変化だけではなく、大きさの変化も理解することができる。
- ・発泡スチロール球の半分を黒く塗っておくことで、電気を点けたままでも実験することができる。
- ・実験装置を北極側から俯瞰した、太陽と金星と地球の位置関係を意識した視点と円筒から見たような、地球から見た観測者の視点があることをしっかりと捉えられるようにする。

別法

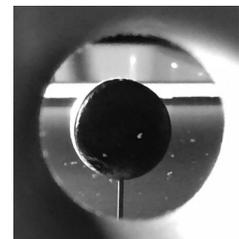
- ・電球のかわりにブラックライトを用いて、発泡スチロール球に蛍光塗料を塗ったものを使用する方法もある。



モデル実験の様子



地球から遠い時



地球から近い時

(3) 実験後の指導の手だて

本実験から、金星は月と同じように太陽の光を反射して輝いて見え、位置関係によって形や大きさが増えることを捉えることができる。ビデオカメラやwebカメラを用いて、クラス全員で太陽、金星及び地球の位置関係による金星の見え方の変化を再確認することにより、俯瞰と観測者の視点を意識しながら理解を深めることができる。さらに、時期が合えば、実際の金星の観察を家庭で行うことで、実物とモデルを結び付け、実感を伴って理解することができる。

【課題解決の姿】金星は、地球との位置関係の変化によって、望遠鏡で見ると大きさが変化し、形が満ち欠けして見えることを見いだしている。