

「天体の動きと地球の自転・公転」

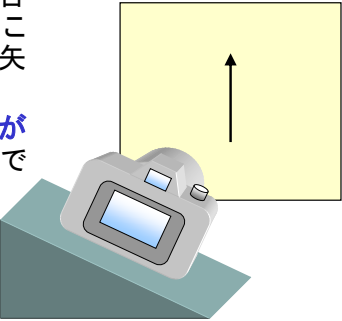

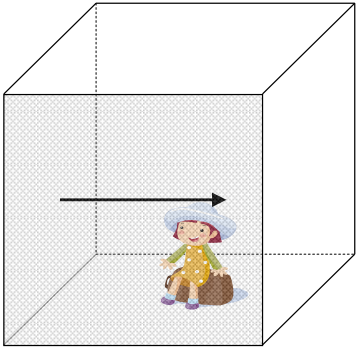
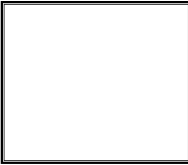
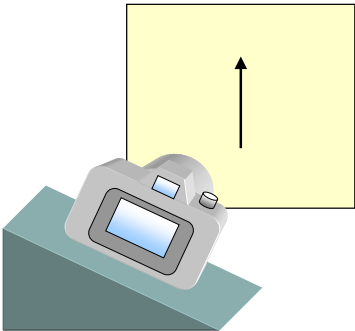
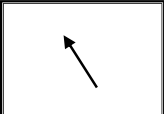
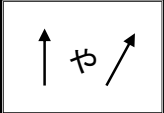
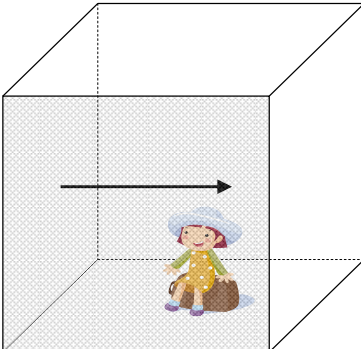
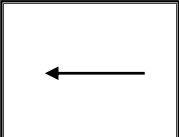
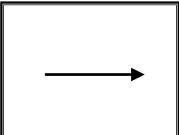
本単元で育成する資質・能力

主体性・情報活用能力

1 単元について

(1) 生徒観

授業に先立ち、念頭操作能力（図形を頭の中にイメージして操作する能力）を必要とするテストを実施した。その一部を示す。

<p>【問題1】 斜めになった台があります。そこにカメラを置き、矢印を写しました。 写真には矢印がどのように写るでしょうか。</p>  <p>写真</p> 	<p>【問題2】 大きくて透明な箱の中に人がいます。この人には壁に描かれた矢印がどのように見えるでしょうか。</p>  <p>想像図</p> 
 <p>48% (正解)</p>  <p>36% (不正解)</p>  <p>16% (無回答)</p> <p>奥行きを認識できているか？ 斜めに見るという意味は？</p>	 <p>52% (正解)</p>  <p>36% (不正解)</p>  <p>12% (無回答)</p> <p>視点を理解できていない？ 左右の判断が困難？</p>

これらは、学習のレディネスとなる「空間や立体図形の認知の能力」に関する問題である。29問出題したが、正答率が60%に達しない生徒が学級全体の42%をしめた。生徒には、「天体の動きと地球の自転・公転」の単元の考察に必要な「念頭操作によって立体を認識する力」が十分に育っているとは言えない。

この結果やこれまでの授業実践から、次の3点が「指導の課題」として考えられた。

- ①「教科書に描かれた投影図を理解する能力が既に備わっている」という前提で指導にあたってきた。
- ②「念頭に立体をイメージする体験や学習」を十分に保障していなかったため、現象を多面的に捉えさせることができていなかった。
- ③「視点を移動させての考察」（上下左右の変換が必要）は特に困難であったが、十分な改善策を講じてこなかった。

(2) 単元観

本単元は、学習指導要領第3学年2内容「地球と宇宙 ア天体の動きと地球の自転・公転」を受けて設定した。

中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省「新しい学習指導要領解説」平成20年）の「地球と宇宙」では、「図やモデルを使って説明させることにより、思考力、表現力などを育成する。さらに、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とらえる見方や考え方を養うことが大切である。」「観察者の視点（位置）を移動させ、太陽、月、地球を俯瞰するような視点から考えさせることが大切である。」とある。これらの解説は、「地球と宇宙」では「空間についての認識能力」が極めて重要であることを示している。「教科書に描かれた図を立体的にイメージする能力。」「星や太陽を天球面に投影し、その動きを動的に理解する能力。」「視点移動によって、天体現象の真理である「地動説」を考察し、宇宙観や空間概念を形成する能力。」など、単純な知識や技能の習得とはかけ離れた、高度な思考を要求する単元が「地球と宇宙」である。

(3) 指導観

単元の特性や「指導の課題」を踏まえて、天体の日周運動や年周運動の観察結果を、地球の自転や公転と関連付けて動的にみる見方や考え方を養う必要がある。そこで、適切な観察とモデル実験によって天体運動についての考察を行い、立体的なイメージを頭の中で操作する体験を通して、空間についての認識を深めたいと考えた。

そこで、次のような自作教材によって、念頭操作の支援を試みることにした。

① 平面図形モデルを取り入れたワークシート

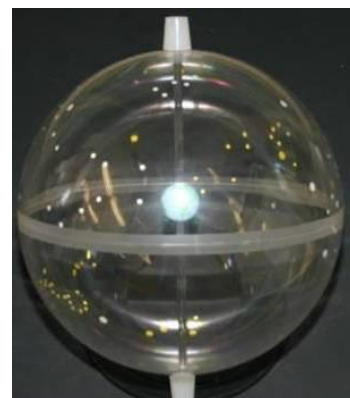
天体現象の考察に有効なイメージを形成するため、平面図形モデルを取り入れたワークシートを作成した。ワークシートの作成にあたっては、次の点に配慮した。

- ・空間的な広がりや自然に意識するため、平面図形モデルはできるだけ大きく描く。
- ・人物の絵を描いて、平面図形モデルをとらえる視点の位置を明確にする。
- ・自転する地球の外に視点を置いて天体現象を考察する場合は、北極星の方向が上になるよう統一して平面図形モデルを描き、イメージしやすくする。
- ・空間についての認識を、段階的に無理なく深められるよう「発問」を配列する。

② 立体モデル

ア 自作天球儀

生徒の念頭操作を支援するため、市販の透明半球と亚克力棒・シリコン栓・発砲スチロール球（地球）を利用して天球儀を製作した。天球儀の中心に視点を置くことを意識させるため、天球面の裏側に星を示す小さなシールを貼っている。表示する星は観察しやすく、考察のポイントとなる10個程度の星座にとどめ、1等星は大きめのシールで示した。モデル実験では、中心にある地球儀を自転させたり、天球面を回転させたりして、天体の運動について考察する。



イ 改造した地球儀

市販の地球儀（縮尺1億分の1 直径13cm）を、台に対して地軸が垂直となるように改造した。小型吸盤と方角を示す透明シートをつけた人形を使って、各地での人の立つ向きや、方位などを確認するモデル実験を行う。（現在は、「地軸が垂直な地球儀」が市販されている。）

ウ 星の日周運動を示す大型天球模型

大型の透明半球に、布粘着テープで星の動きを表示した立体モデルを製作した。実際に頭にかぶることもできるので、それぞれの方位の天体の動きを考察するモデル実験では、平面図形モデルとも対応させて、生徒の念頭操作の結果を裏付けるために利用する。



エ 地球の公転を示す模型

平面図形モデルに対応する公転模型を作成した。アクリル板と、スポンジ製のボール、小型吸盤、プラスチック棒を利用して、地軸に対して公転面が傾いていることを示す。公転面の意味を直観的に理解して、四季の変化が起こる原因を考察する際に活用した。

2 単元の目標

ア 天体の動きと地球の自転・公転

(ア) 日周運動と自転

天体の日周運動の観察やモデル実験を行い、その観察記録や実験結果を、地球の自転と関連付けてとらえる。

(イ) 年周運動と公転

星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などの観察やモデル実験を行い、その観察記録や実験結果を、地球の公転や地軸の傾きと関連付けてとらえる。

3 単元の評価規準

ア自然事象への関心・意欲・態度	イ科学的な思考・表現	ウ観察・実験の技能	エ自然事象についての知識・理解
①自ら意欲的に日周運動や星座の観測、天球儀や地球儀を用いたモデル実験などを行う。観察・実験結果と天体の運行の関係を意欲的に見いだそうとする。	①太陽や星座の日周運動の観察やモデルを用いた実験を行い、それらの現象が地球の自転による相対的運動であることを、対話を通して見いだす。 ②季節による星座の位置の移り変わり、昼夜の長さの変化、太陽高度の変化などの観察を行い、その観察記録と地球の公転や地軸の傾きとの関連を、対話を通して見いだす。	①双眼鏡や天体望遠鏡を用いて「天体の日周運動、季節による星座の位置の移り変わり」を観測したり、「モデル実験」等を行い、観測結果をまとめる。 ②透明半球を用いた太陽の日周運動の観察や、星座の見かけの動きの観察、モデル実験を行い、観測結果をまとめる。	①太陽や星座の観測から、その結果と地球の自転や公転などの運動や地軸の傾きとの関連について理解し、知識を身に付けている。

4 本単元において育成しようとする資質・能力とのかかわり

本単元では、観察やモデル実験の結果を、協調的な学習を通して考察させる。仲間とともに探究する過程を通して、情報活用能力や主体性を育成したい。

資質・能力	本単元でめざす生徒の姿
①情報活用能力	必要な知識を選択し、複数の要素を統合して、自分の言葉で考察結果を説明できる。
②主体性	知的好奇心を高め、自ら進んで天体を観察しようとする。 星座の日周運動・年周運動について、ねばり強く探究する。

5 指導と評価の計画（全 18 時間 本時は 17/18）

太枠は協調学習を示す。

次	時	学習内容	評 価					
			関	思	技	知	評価規準・【評価方法】	資質・能力の評価
1	1	【天体の1日の見かけの動き】 太陽や星が1日でどのような動きをしているかを調べる。	○				<ul style="list-style-type: none"> 太陽や星の動きを観測しようとする。 (関心, 意欲, 態度)【行動観察】 透明半球を用いて, 太陽の1日の動きを記録することができる。 (観察・実験の技能)【透明半球記録】 	主体性
	2	【宇宙の中の地球】 有名な星座の形を理解し, 天体現象の考察の基準となる方位を理解する。 星座をつくる恒星が移動していないことを確認する。 課題の設定 (見通しを持つ) 「なぜ, 星座が動いて見えるのか, どのように動いて見えるのか。」を探究する。	○				<ul style="list-style-type: none"> 有名な星座や明るい恒星の名前を予想し, 積極的に発表しようとする。 (関心, 意欲, 態度)【発表】 北極星を基準として星座の位置関係が答えられる。 (科学的な思考・表現)【発表】 七夕伝説から推論して, 数時間では恒星が移動して見えないことを説明できる。 (知識, 理解)【発表】 	主体性
	3	【日周運動と自転①】 地球の自転方向と, 地軸の延長線に北極星があることを理解する。 情報の収集 天球儀を使い, 地球と天球面の恒星の関係を, 視点を明確にして観察する。	○				<ul style="list-style-type: none"> 自転方向と時差の関係を理解し, 地球や天体の動きに関心を持つ。 (関心, 意欲, 態度)【行動観察】 小学校で学習した星の動きや, 社会の学習内容から, 地軸と北極星の関係を推論する。 (知識, 理解)【発表】 天球図を立体的に捉え, 天球モデルの中心に視点を置いて恒星を観察できる。 (観察・実験の技能)【行動観察】 	情報活用 能力
	4	【日周運動と自転②】 自転する地球上からは, 天球面の恒星がどのように動くように錯覚するかを考察する。	○				<ul style="list-style-type: none"> 天球の図や天球儀を活用して, 地球の自転のために天球面の恒星がどのように動いて見えるかを話し合い, 発表できる。 (科学的な思考・表現)【発表】 	

			0	<ul style="list-style-type: none"> モデル実験を正しく行い、天球面の動きを確認できる。 <p>(観察・実験の技能)【行動観察】</p>		
5	<p>【日周運動と自転③】</p> <p>北極・赤道・日本から見た天球面の恒星の動きを推論する。</p>		0	<ul style="list-style-type: none"> 地球上の観測では、天球面の半分の恒星しか見えないため、北極・赤道・日本から見た星の動きが異なることを、作図や色塗りを通して考察し、確認できる。 <p>(科学的な思考・表現)【記述内容、発表】</p>		
6	<p>【日周運動と自転④】</p> <p>整理・分析</p> <p>観察者の視点を移動させて「天体の動き」を立体的にとらえ、天球の概念を育てる。</p> <p>●協調学習「東西南北の星の動き」</p>		0	<ul style="list-style-type: none"> 図やモデルを使って説明させることにより、観察者の視点(位置)を移動させて天体現象を考察できる。 <p>(科学的な思考・表現)【班討議】</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本付近で観察した星の動きを、天球図等を使って説明できる。 <p>(知識、理解)【発表】</p>	情報活用 能力	
7	<p>【日周運動と自転⑤】</p> <p>日本から観察した、東西南北それぞれの方位の恒星の動きを理解する。</p>		0	<ul style="list-style-type: none"> 東西南北の恒星の動きを理解し、星座の星が天の北極を中心に1時間に15°回転することを計算から推論できる。 <p>(知識、理解)【記述内容、発表】</p> <ul style="list-style-type: none"> 大型透明半球を利用して、日周運動のモデル実験を行い、その動きに関心を持つ。 <p>(関心、意欲、態度)【行動観察】</p>		
2	8	<p>【年周運動と公転①】</p> <p>情報の収集</p> <p>年周運動の観測技能を理解し、星座の観察に関心を持つ。</p>		0	<ul style="list-style-type: none"> 毎日同じ時刻にオリオン座を観察し、その位置を観測する方法を身に付ける。 <p>(観察・実験の技能)【記述内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> 自ら進んで星座を観察しようとする。 <p>(関心、意欲、態度)【記述内容、行動観察】</p>	主体性
9	<p>【年周運動と公転②】</p> <p>地球の公転、公転面、地軸と公転面の傾きを理解する。</p>		0	<ul style="list-style-type: none"> 立体モデルを通して、公転面のイメージをふくらませて、地軸と公転面の垂線との角度を計算できる。 <p>(知識、理解)【記述内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> 地軸を垂直にすると、公転面が傾くことを図とモデルによって説明できる。 <p>(科学的な思考・表現)【発表】</p>		
10	<p>【年周運動と公転③】</p> <p>整理・分析</p> <p>四季の変化と地球の公転を関連づけて考察する。</p>		0	<ul style="list-style-type: none"> 地軸と公転面の傾きを基に、四季の変化について推論することができる。 <p>(科学的な思考・表現)【発表】</p> <ul style="list-style-type: none"> 地球の昼と夜を、太陽の日射と関連づけて説明できる。 <p>(知識、理解)【発表】</p>	情報活用 能力	
11	<p>【年周運動と公転④】</p> <p>地軸と公転面の傾きと、太陽</p>		0	<ul style="list-style-type: none"> 宇宙から俯瞰した視点で、日本付近に立つ人の上下方向や地面の傾きを説明できる。 		

	の南中高度の変化を関連づけて理解する。			<p>(科学的な思考・表現)【発表】</p> <ul style="list-style-type: none"> ①・作図によって、春分・秋分の南中高度を計算できる。 <p>(知識, 理解)【記述内容, 発表】</p>	情報活用能力
12	<p>【年周運動と公転⑤】</p> <p>地軸と公転面の傾きと、「太陽の南中高度」や「昼間の長さの変化」, 「四季の変化」の関係を分かりやすく表現する。</p>			<ul style="list-style-type: none"> ①・「南中高度の変化」及び「昼間の長さの変化」をグラフ化できる。 <p>(知識, 理解)【記述内容】</p>	
13	<p>【年周運動と公転⑥】</p> <p>地球の公転と星座との位置関係や, 黄道の意味を理解する。</p>	○		<ul style="list-style-type: none"> ・地球の公転と星座の位置関係を, オリオン座を基に推論することができる。 <p>(科学的な思考・表現)【発表】</p> <ul style="list-style-type: none"> ①・モデル実験や図を用いて, 地球の公転の動きとよく見える星座の変化を説明できる。 <p>(知識, 理解)【発表】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○・黄道 12 星座と地球の公転との関係を説明できる。 <p>(知識, 理解)【発表】</p>	情報活用能力
14	<p>【年周運動と公転⑦】</p> <p>整理・分析</p>	○		<ul style="list-style-type: none"> ・太陽とは異なり, 同じ時刻でも, 星座は毎日少しずつずれる理由を説明できる。 <p>(科学的な思考・表現)【班討議・発表】</p> <ul style="list-style-type: none"> ①・日周運動と年周運動を考察し, 季節と時刻と星座の位置関係を関連づけて, 正しくとらえる。 <p>(知識, 理解)【班討議・記述内容】</p>	情報活用能力
15	<p>星座の「日周運動と年周運動」を, 地球の「自転や公転」と関連付けてとらえる。</p> <p>●協調学習「星の日周運動と年周運動」2時間</p>				
16	<p>【年周運動と公転⑧】</p> <p>「太陽の日周運動」「星の日周運動」「星の年周運動」をそれぞれ関連づけて理解する。</p> <p>まとめ</p>	○		<ul style="list-style-type: none"> ・「星の日周運動」による毎日約1度の星座のずれが「星の年周運動」につながることを説明できる。 <p>(科学的な思考・表現)【発表】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○・東西南北それぞれの星の動きを, 作図によって表現し, 説明できる。 <p>(知識, 理解)【記述内容】</p>	
17	<p>【年周運動と公転⑨】</p> <p>空間認知・表現</p>	○		<ul style="list-style-type: none"> ・季節, 時刻, 方位の条件設定から, よく見える星座を念頭操作によって推論し, 対話を通して考察を深めている。 <p>(科学的な思考・表現)【班討議・発表】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○・図やモデルを正しく使って, 日本の季節と時刻, 方位の3要素を基に, 観察できる星座を答えられる。 <p>(観察・実験の技能)【記述内容, 行動観察】</p>	情報活用能力
18	<p>天体の動きを, 地球の自転・公転と関連づけてとらえ, 「季節・時刻・方位」と, よく見える星座との関係を考察する。</p> <p>●協調学習「四季の星座」2時間</p>				

6 本時の学習指導（第 17 時/全 18 時間）**協調学習（知識構成型ジグソー法）の手法を用いて実施**

(1) 本時の目標

「季節の星座」の考察を通して、天体の位置関係や運動を相対的にとらえる見方や考え方に気が付き、日周運動、年周運動を「地球の自転や公転」と関連付ける。

(2) 本時の評価規準

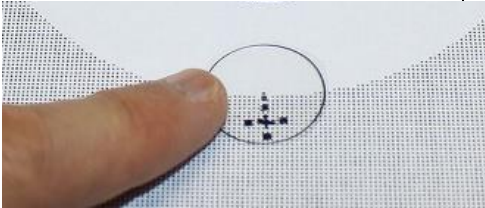

イ 科学的な思考・表現…… 対話を通して考察を深め、念頭操作による推論に役立っている。

ウ 観察・実験の技能…… 季節・時刻・方位の条件設定から、モデルを的確に操作できる。

(3) 準備物

学習プリント・モデルシート・小型地球シート・大型テレビ・教材提示カメラ・色ペン・色鉛筆

(4) 学習の展開

学習活動	指導上の留意事項 ◆支援	評価規準 【評価方法】	資質・能力 の評価
○最終目標をイメージさせる。	◇想像力を働かせることを意識させる。		
<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;"> 目 目を閉じて、頭の中に、「宇宙や地球」を想像する力を高めよう。 </div>			
○課題提示プリントを配布し、各班の課題に挑戦させる。 ○今日の課題を確認する。	◇学習前の生徒の考えを把握し、学習後の概念の変化と比較できるようにしておく。		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 課 冬の夕方、東に見える星座を選びなさい。（しし・さそり・ペガサス・オリオン） </div>			
○まずは、「モデルを使って、よく見える星座を見つけられる」こと。最終的には、「目をとじて頭の中で操作して課題を解く」ことが目標であることを伝える。	◇モデルシートと小型地球シートを提示する。		
○エキスパート活動 <ul style="list-style-type: none"> ・A:地球の自転と「朝昼夕夜の時間帯」 ・B:地球の自転と「東西南北の空」 ・C:地球の公転と「日本の季節」 ○ジグソー活動 <ul style="list-style-type: none"> ・図やモデルを使って、日本の季節と時刻、方位の3要素を基に、観察できる星座を答えられるようになる。 	◇資料Cを担当した生徒には、ジグソープリント上の地球モデルを置く位置を確認しておく。 ◆話し合いの様子から判断して、地球儀と立体モデルが必要な班には、渡す。	科学的な思考・表現 【班討議】 対話を通して考察を深め、念頭操作による推論に役立っている。	情報活用
			

<p>○クロストーク</p> <ul style="list-style-type: none"> ・担当問題について、解明した方法と、その結果を発表する。 	<p>◇テレビと教材提示カメラ、大型モデルを使って、演示を支援する。</p>	<p>科学的な思考・表現</p> <p>【発表】</p> <p>考察結果を根拠を基に分かりやすく伝えようとしている。</p>	
<p>課 冬の夕方、東に見える星座を選びなさい。(しし・さそり・ペガサス・オリオン)</p> <p><u>冬の地球の位置は、オリオン座に近い位置です。</u></p> <p>その理由は、公転面の傾きによって地球が太陽より高い位置にあり、主に南半球が太陽に照らされて暑く、日本を含む北半球は冬となるからです。</p> <p>次に、<u>日本が夕方になるのは、この位置です。</u>(図示)</p> <p>その理由は、地球は北極上空から見ると、反時計回りに回転しており、太陽に照らされた明るい昼の時間帯から、暗い夜の時間帯に入るのがこの位置だからです。</p> <p>そして、<u>東の方角は、この方向になります。</u>(図示)</p> <p>その理由は、自転によって日本から見た方角は変化しますが、北極上空から見ると、地球が回る方向が東であり、この方角が東となるからです。(図示)</p> <p>班のみんなで考えた結果、冬の夕方、東に見える星座は「オリオン座」となりました。</p>			
<p>○振り返り</p> <ul style="list-style-type: none"> ・指導者の発する問いを、モデル操作や念頭操作によって解けるようになる。 ・一問一答式の問題を繰り返し、念頭の推論のレベルに、次第に移行できるようにする。 	<p>◇操作を繰り返し、定着をはかる。</p> <p>◇モデル操作に慣れた生徒には、目を閉じて考察するように働きかける。</p> <p>◇仲間とともに難問を解決したことを振り返り、成功体験に基づいて、他の課題に対しても主体的に取り組んでいる。こうとする意欲を高める。</p>	<p>実験の技能</p> <p>【行動観察】</p> <p>条件設定が正確に操作でき</p>	
<p>○次時の予告</p>	<p>◇全員が目を閉じて、答えられるようになることが次時の目標であることを伝える。</p>		