

科学的な思考力・表現力を育成する指導と評価の工夫
— 第3学年「地球の運動と天体の動き」の授業を通して —

いちき串木野市立羽島中学校
教諭 緒方 明美

1 単元の概要

(1) 単元名 「地球の運動と天体の動き」〔大単元 地球と宇宙〕

(2) 単元の目標

太陽や天体の日周運動の観察を行い、その観察記録を地球の自転と関連付けてとらえるとともに、四季の星座の移り変わり、季節による昼夜の長さ、太陽高度の変化などの観察を行い、その観察記録を地球の公転や地軸の傾きと関連付けてとらえ、天体の位置関係や運動についての相対的な見方や考え方を身に付けさせる。

(3) 生徒の実態

生徒の実態を把握するために、アンケート調査を実施した。(平成24年10月2日実施15人回答)
ア あなたは、宇宙に関して興味がありますか。

あ る			な い		
男 子	女 子	計	男 子	女 子	計
7	4	11	1	3	4

イ 今まで学習した宇宙について面白かった内容は何ですか。

- 星の動き ○ 太陽の一日の動きを調べたこと
- いろいろな星の特徴・銀河系や太陽系について。また、その広さや光年などについて

ウ 今まで学習した宇宙について難しかった内容は何ですか。

- 星の一日の動きを観測すること 星の動きの説明 日周運動
- 宇宙空間での距離について
- 太陽の日の出、日の入りの時刻を求めること

<考察>

天体の学習においては、観察、実験結果を通して、その内容を理解できている生徒も多い。しかし、約3割の生徒が宇宙について興味がないと答えていることから、実験は楽しくてもその現象を理解することや天球上で見られる見かけの動きを空間的に認識することが難しいと感じていると考えられる。

また、実験結果から考察する場面で互いに意見を出し合うことができ、より深く考察することができる。しかし、人に頼って自分で考えない時や考察したことを自分のことばでまとめることを苦手としている生徒も見られる。

そこで、互いに意見交換ができる良さを生かし、観察、実験を通し、話し合いの時間をできるだけ取り入れ、天体の日周運動や年周運動をモデルを使って検証し、その内容を整理でき、それらを使って自分の言葉でまとめられるような工夫をする必要がある。

(4) 思考力・判断力・表現力を育成するための工夫

ア 個人での考察場面の設定

観察、実験を通しての考察場面を計画的に設定し、観察、実験の結果から考えられることをまとめ、それをもとに自らの考えを説明させる活動を通して、思考力や表現力を養いたい。具体的には、地球モデルを使って、地球の動きを考える中で、そのモデルを使って説明したり、説明したことを文章や図で表現することで、目の前に見られる現象を俯瞰して考えられるようにする。

イ 話し合い、発表の形態の工夫

話し合い、発表の形態として、隣同士の話し合い、グループ内での話し合いと発表、学級全体の中での個人発表、グループでの発表などの場面によって形態を変え、思考がより深まるように支援する。

ウ 判断基準の設定

「科学的な思考・表現」の評価は、考察やワークシートの内容から判断するが、その判断基準を事前に決めておくことで、生徒に合わせた支援ができるようにする。

(5) 評価計画

ア 単元の評価規準

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求しようとするとともに、事象を日常生活との関わりで見ようとする。	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、観察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。

イ 指導計画と配当時間（全9時間中の7～9時）

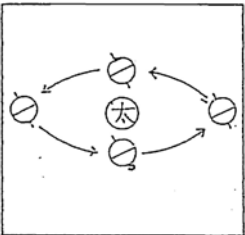
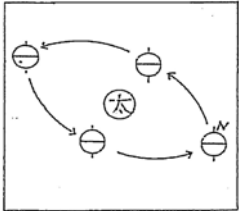
中単 元名	小単 元名	主な学習活動
地球の運動と天体の動き	季節の変化	<第7時> 太陽の1年の動きを調べる 1 太陽の1日の動きを記録した透明半球を用いて、「日の出、日の入りの方位」、「南中高度」、「昼の長さ」を確認する。 2 太陽の動きは、1年を通してどのように変化するか考える。 3 資料から春分の日、夏至、秋分の日、冬至の日の出、日の入りの方位、南中高度、昼の長さを調べ、透明半球に記録する。 4 記入した透明半球で季節による太陽の動きを確認する。
		<第8時> 季節による太陽の動きの変化の原因を考える 【本時】 1 季節により、「南中高度」や「日の出、日の入りの方位」、「昼の長さ」が異なることを確認する。 2 解決する事象を「1」の三つの中から選択し、モデルを使って実験する。 3 実験結果を個々に整理し、季節によって太陽の動きが変化する理由について考え、グループで考えをまとめ、発表する。 4 地球が地軸を傾けたまま公転しているモデルと地軸が傾いていない状態で公転面が傾いているモデルは、どちらも正しいことを確認する。
		<第9時> 地軸の傾きと南中高度 1 太陽光線の角度によって日射量が変化することを確認する。 2 太陽の南中高度はどのようにして求めることができるかを考える。 3 春分、夏至、秋分、冬至の日の南中高度を作図によって求める。 4 太陽の南中高度と平均気温、四季について求める。

2 検証授業の実際

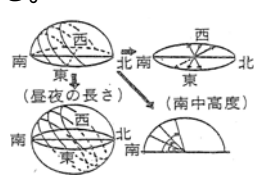
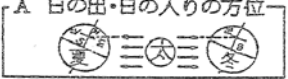
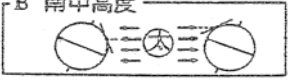
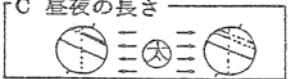
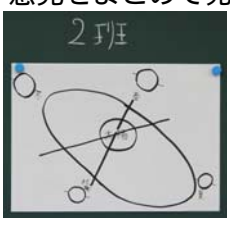
(1) 本時の目標

- ア 季節によって太陽の動きが変化する理由について関心をもち、太陽の年周運動と地軸の傾きの関係について進んで調べようとする。〔自然事象への関心・意欲・態度〕
- イ 季節ごとの日の出、日の入りの方位の違い、太陽の南中高度の違い、昼夜の長さの違いについて、地軸の傾きと関連付けて説明できる。〔科学的な思考・表現〕
- ウ 季節による太陽の動きの変化を説明できるように、地球モデルや太陽モデルを操作することができる。〔観察・実験の技能〕
- エ モデル実験を通して、季節によって太陽の動きが変化する要因は、地球が地軸を傾けたまま公転することによることを理解できる。〔自然事象についての知識・理解〕

(2) 評価規準と判断基準

評価規準（科学的な思考・表現）	
モデル実験の結果から、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。	
評価の場面・評価の対象	
季節により、太陽の南中高度の変化などが起きる要因について、個々の事象をモデル実験により調べた結果を基に、公転モデルを作成して表す場面において、生徒の発言やノート記録などから評価する。	
尺度	判断基準
B	1 モデル実験により、太陽の南中高度などの年周的な変化を説明することができる公転モデルを見いだすことができる。 2 モデル実験によって見いだした公転モデルの様子を、図や言葉で表現することができる。 （予想される表現例） 「季節によって太陽の南中高度や昼の長さ等が変化するのは、地軸が傾いて公転しているためである。」 
C 状況の生徒への補充指導	太陽モデルを中心としてそれぞれの季節の位置に地球モデルを配したモデルを実際に作成させる。 春分、秋分の日のモデルの何を変化させることで年周的な変化を再現したかを確認することで、地軸と公転面の関係が説明できるようにする。
A	【判断基準Bに加えて】 地軸を傾けずに公転面を傾けたモデルでも、季節による太陽の南中高度の変化などを説明することができる （予想される表現例） 「地軸を傾けずに、太陽の公転面を斜めにして(太陽の上や下を斜めにして)公転している。」 
B 状況の生徒への深化指導	地軸を傾けなければ、太陽の南中高度などの変化を再現できないかを問うことで、新たにモデル実験をさせ、深化を図る。 公転面を傾けたモデルでも太陽の年周的な変化が確かめられることを検証させ、深化を図る

(3) 指導の実際

学習過程	時間	学習活動	教師の支援と評価
事象提示 問題把握	5分	1 今までに学習したことを想起させ、四季の太陽の動きについて確認する。 2 学習課題を把握する。 <学習課題> なぜ、季節に南中高度や昼夜の長さ、日の出、日の入りの方位が変化するのだろうか。	- 透明半球上の季節による太陽の経路や太陽の年周運動に関するデータを利用し、確認させる。 - 既習事項を確認するとともに、問題意識をもたせながら、学習課題を把握させる。 
実験の予想 実験の企画 実施 結果の処理 考察	35分	3 予想する。 - 地球が太陽の周りを公転しているから - 地軸が傾いているから - 光の当たり方が違うから など 4 解決する事象を選択する。 A 日の出・日の入りの方位  B 南中高度  C 昼夜の長さ  5 太陽モデル(電球)と地球モデルを用いて、モデル実験で検証する。  6 実験結果を整理し、自分で文章または、図に表した後、グループ内で発表する。 7 各個人の考えをグループで話し合い、意見をまとめて発表する。  	- 学習したことを参考にさせながら、予想させる。 - 証明すべき観測結果を確認し、ひもなどを用いた証明方法を考えさせ、安全に気をつけさせて、実験させる。  - 机間指導を行い、進みぐあいや実験方法等を確認し、実験の遅い班には指導助言する。 - 実験結果を個人で整理し、自分の考えをもたせる。 - 個人の考えをグループ内で発表させ、季節の変化について自由に話し合わせ、まとめさせる。 - 話し合った内容を発表させ、地軸の傾きが関係していることに気付かせるように助言する。 - 地球が地軸を傾けたまま公転しているモデルと、地軸を傾いていない状態で公転面が傾いているモデルの2種類に気付いた場合には、どちらとも正しいことを確認する。
まとめ	10分	8 自分のことばで今回の実験についてのまとめを書く。 9 実験についてのまとめを発表する。 <まとめ> 季節によって太陽の動きが変化するの、地球が地軸を一定方向に傾けたまま公転しているからである。	- 考察を参考にし、できるだけ自分のことばでまとめるようにする。 - 発表したことばを使いながら今回の実験のまとめをする。

(5) 「判断基準」による見取りと補充・深化指導

ア ワークシートの記述より

B 状況の記述例

(2) 太陽の日周運動の季節による変化の起こる原因についての自分の考え

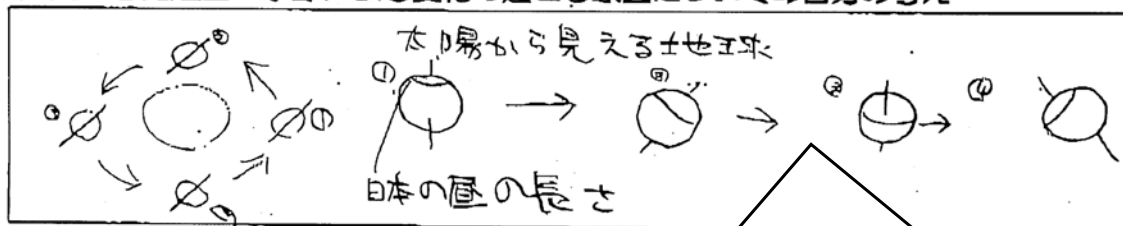


図1 B状況の記述例

【判断基準Bの状況】

モデル実験により、昼の長さの年周的な変化を説明することができる公転モデルを見いだすことができています。また、それぞれの季節の昼の長さが観測結果に合致することを、視点を変えた図で示すことができています。

【深化指導】

地軸を傾けずに公転面を傾けても、観測結果に合致する公転モデルが作れることを見いだせたかったが、他の班が説明する地軸の傾いていない公転モデルの説明を聞くことにとどまった。

C 状況の記述例

(2) 太陽の日周運動の季節による変化の起こる原因についての自分の考え

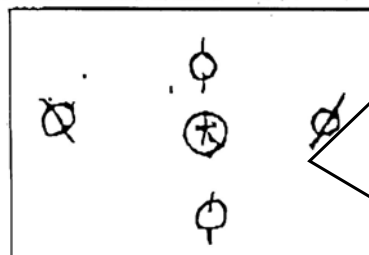


図2 C状況の記述例

【判断基準Bに到達していない状況】

地軸を傾けることにより昼の長さが変化するモデルを考えてはいるが、それぞれの季節の観測結果を説明できるモデルになっておらず、判断基準Bには至っていないと考えられる。

【補充指導】

太陽モデルの光が当たる部分の長さを実測して科学的な根拠を示すことと、既習事項の北極星の見え方を思い出させ、地軸が傾いている方向との関係を考えさせるようにした。

A 状況の記述例

(2) 太陽の日周運動の季節による変化の起こる原因についての自分の考え

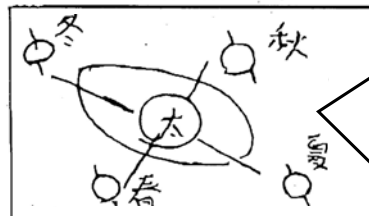


図3 A状況の記述例

【判断基準Aの状況】

判断基準Bに加えて、地軸を傾けずに公転面を傾けたモデルで、季節による太陽の昼夜の長さの変化を説明することができています。

しかし、モデルを操作しながらの説明では地軸を真っ直ぐにしたままであったが、図では、地軸の傾きに注目した表記ができていない。また、地軸が傾いたモデルも作成して、二つが同じであることを確かめさせるまでには至らなかった。

個人の考えの評価

A評価0人 B評価3人 C評価8人 未記入5人

地球モデルを使って、太陽の周りを公転させればよいことは分かっているようであったが、それをどのように表現すればよいのか分からない生徒が多かった。

グループの意見をまとめた評価

A評価3人，B評価7人，C評価4人

C評価については，地軸が傾くことによって季節による南中高度等の変化について説明しているが，傾けたままの状態で公転していることが説明されていないものが多かった。

これに関しては，「地球が公転している」という事実は，当たり前のこととして捉えており，文章または，図にきちんと表現せず，地軸の部分だけの表現になったと考えられる。モデルを使っての活動では，地軸を傾けた状態で公転させており，理解はしていたので，実際にモデルを使って活動したようにワークシートに表現するように指導した。

生徒の自己評価

項 目	自己評価	4	3	2	1
地球モデルを使って，自分なりに太陽の日周運動の季節による変化の原因について考えることができた		19%	50%	25%	6%
グループの意見を基に太陽の日周運動の季節により変化の原因について考えを深めることができたか。		43%	38%	19%	0%

[4：よくできた 3：まあまあできた 2：あまりできなかった 1：できなかった]

自分の考えをうまくまとめられなかったり，地球の動きを俯瞰して考えられなかった生徒が，グループでのモデル実験で，実際にモデルを動かしながら，他の生徒と討議しながら考えることで，「地球が地軸を傾けたまま公転していること」に気づくことができ，季節の変化について理解が深まった生徒の評価が高くなったと考えられる。

考察

個人で，空間的な思考をさせるとイメージはできてもそれを文字や図に表現できない生徒が多い。しかし，イメージしたことを，モデルを使ってグループで考察させることで，地球の動きを俯瞰してみることができるようになり，グループの生徒のアドバイスを受けながら，文字や図として表現できるようになってきた。

また，実際にモデルを使うことで，地球の動きをいろいろ考えることができたようで，モデルを動かしながら，思考を深め，地軸を傾けずに公転面を傾けることに気づいたグループも出てきた。

空間的な認識が必要なこの単元において，モデルを使って地球の動きを考え，思考させることによって，自分が見ている現象が，地球のどういう動きによるものなのか，俯瞰して考えることができたようである。しかし，それを文字や図として表せられるようになるためには，日ごろから，実験結果からの考察を十分に行い，表現できるようにしていく必要がある。

(6) 実施後の実態

ア 実施後の小テストより

検証実験において，季節の変化が起こる理由を図示する際に，うまく表現できていなかったことから，表現の仕方（昼の長さ・南中高度・日の出の位置）の確認を検証授業後の授業の中で行った。その定着の確認のため，1か月後に小テストを行った。

昼の長さ，南中高度，日の出の位置を図で表現できた生徒

内 容	正答率	内 容	正答率
昼の長さ	40%	全問正解	27%
南中高度	73%	昼の長さ・南中高度	13%
日の出の位置	27%	南中高度のみ	33%

四季の変化が起こる理由について文章表現ができた生徒・・・80%

結果から

事後指導の中でも、日の出の位置の記入方法は、難しかったようだが、やはり定着はよくなかった。モデルで思考させるときに、工夫が必要である。

南中高度と昼の長さは、太陽の日周運動の実験後に南中高度を作図したり、昼の長さや日の出、日の入りの時刻を記録した透明半球にひもをのせ、それを基に、計算させたりしていたため、繰り返しとなり、図で表現しやすかったようである。太陽の日周運動についても地球モデルで太陽の動きを思考しているので、比較的理解しやすかったようである。

季節による昼の長さ等の変化についてきちんと図示できる生徒は、地球の動きをしっかりと理解できており、四季の変化についてきちんと文章表現できている。

よって、実際の現象をしっかりと図示できるようにすることで、地球の運動についてモデルを使っただけの思考がうまくいき、四季の変化が起こる理由についてきちんと説明できるようになると考えられる。

3 成果と課題

(1) 成果

ア 「判断基準」の設定により、生徒の表現から補充指導をすべきか、深化指導をすべきかを即座に判断することができ、生徒の理解度に応じた指導を行うことができた。

イ 目の前に起こっている現象を頭の中だけで、思考していくのは非常に難しいが、地球モデルを使うことで、実際の自分の位置を理解し、地球の運動を俯瞰してみることができ、地球の運動を理解しやすくなり、定着がよくなったように思う。

ウ 個人だけでは、思考内容を文章や図で表現できなかったものが、話し合い活動を通して、思考が整理され、深く考えることができるようになり、きちんと文章や図で表現できるようになった。これは、モデル実験後の自己評価からも分かる。

(2) 課題

ア モデルを操作しながら説明することはできても、それを文字や図にして表すことがうまくできず、ワークシートに思考したことを記録できていない生徒が目立った。思考・判断したことを表現したことで見取るために、記録するための時間を確保する必要がある。

イ 言語活動を充実させていくために、観察、実験を通して、考察する場面を多く持つ必要があるが、判断基準を毎回設定していくことは時間的に難しく、労力がかかる。単元を絞り、長期的、計画的に進めていく必要がある。