

群 教 セ	G04 - 03
	平23.243集

科学的な概念をとらえやすくする 中学校理科指導資料の作成

－ 生徒一人一人に事象の具体視化を促す
簡易モデル教材の作成・活用に視点を当てて －

長期研修員 對比地 亨

(研究の概要)

本研究は、科学的な概念をとらえやすくすることをねらいとした中学校理科指導資料を作成するものである。視覚的にとらえにくい事象や複雑な構造をもつものの仕組み・原理を確認させるため、従来の学習活動に加えて、事象を具体視化できるような簡易モデル教材を作成・活用することを手だてとした、簡易モデル教材「作成・活用場面一覧表」及び「作成・活用マニュアル」から成り立つ中学校理科指導資料の作成を行った。

キーワード 【理科 - 中 科学的な概念 簡易モデル教材 具体視化 理科指導資料】

主題設定の理由

PISA(Programme for International Student Assessment)によると、日本は論述形式の問題においての正答率が2006年に比べて2009年は下がっているものが多く、科学的リテラシーが低いことがより鮮明になってきた。文部科学省(中教審2007年)では「科学的な知識や概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成するために、原理や法則の理解等を目的としたものづくり」を課題の改善策の一つとして掲げている。国立教育政策研究所「特定の課題に関する調査」(2006年)では「視覚的にとらえにくい事象についての理解や概念の把握が十分でないため、観察・実験の結果に基づいた考察ができていないと考えられる状況が見られた。このような状況を改善するためには、事象について生徒が実感をもってとらえられるように、モデルや図等を利用した指導の工夫が大切である」と結んでいる。

また、学校教育法第30条第2項では、「基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくみ、主体的に学習に取り組む態度を養うことに、特に意を用いなければならない」と述べられている。これを受けて本県では、『平成23年度 学校教育の指針』において「科学的な言葉やモデル等を用いて考察させ、問題解決の過程に沿って論理的に思考し表現する活動」を充実させると位置付けている。

一方で、視覚的にとらえにくい事象や複雑な構造をもつものについて、概念をとらえることが困難であり、曖昧である生徒が多いと教員も感じていた。その対策として具体視化するような教材を工夫し、市販のモデル購入や教師の教材開発、ICTの利用が行われてきた。しかし、これまでの教材をみると主に全体指導のためのモデル教材が多く、個々の生徒が直接触れたり動かしたりする面では課題があった。また、ICT活用も図られているが、時間的、空間的に体験困難な事象の映像などの資料については大きな効果も見られるが、活用する場面が限られていることも多いのが現状である。全体指導のためのモデル教材やICTを利用したものは個に対応することが難しく、個別に扱わせたとしても個々の思考時間が少ないので一人で繰り返し学習をすることに関しては適していない。また、単元によっては有効なモデルやICT教材がないこともあり、実感を伴った理解にも課題が残る。

協力校の生徒のアンケートの結果(表1)

表1 協力校の生徒によるアンケート結果

によると多くの生徒が理科実験を楽しみにしており、ものづくりをすることも好きである。また、教科書の実験結果に基づき実験をやり直したいと考えている生徒が多いことが分かったが、個人で実験をすることには抵抗を感じている様子が読み取れる。

	そうである	だいたい そうである	あまり そうでない	そうでない
理科の実験が好きである	38▲	29	17▽	2▽
個人で実験をすることが好きである	9▽	27	26	21▲
ものをつくるのが好きである	29▲	30	19▽	8
道具を使うことが好きである	19	48▲	16▽	3▽
実験のやり直しをしたいと思うことがある	24	39▲	23	0▽

(▲有意に多い、▽有意に少ない、p<.05)

ものを作ったり道具を使ったりすることは好きなので、机上でできる簡単な操作や模型作りならば、生徒も無理なくできると考えられる。

以上の理由から、個々の生徒が十分に実感を伴い理解するために、観察・実験、ICT教材の補助的役割を兼ねる簡単なモデル教材(以下、簡易モデル教材)を自分で作り、自ら試行する体験を伴う学習活動を考えた。すなわち、生徒が事象を具体視化できるような簡易モデル教材を作成・活用することを通して、仕組みや原理を確認し、科学的な概念をとらえやすくすることができると考え、中学校3年間で使用できる簡易モデル教材を統合した指導資料を作成することとした。

研究のねらい

科学的な概念をとらえやすくする簡易モデル教材の中学校理科指導資料を作成し、その有効性を検証する。

研究の内容

1 基本的な考え方

(1) 科学的な概念とは

本研究では「事象や事物を抽象化するとともに、科学的な見方や考え方の視点から共通する本質的な特性に基づいて一般化したもの」とする。その概念の内容は同一本質をもち、一定範囲の事象や事物に適応することができる。例えば「太陽・金星・地球の位置関係の違いで地球から見た金星の光の当たる明るい部分の形や見かけの大きさが変化する」というものの見方や考え方である。また科学的な概念をとらえるということは「共通する本質的な特性に気付く」ということである。

(2) 中学校理科指導資料とは

理科専門教員以外でも簡単に扱えるように、授業の導入、展開、まとめの各場面において観察・実験の事実やモデルでの説明、ICT教材での解説を補う有効な簡易モデル教材の作成及び活用方法とその授業の授業展開をまとめたものである。

2 教材の概要

(1) 簡易モデル教材について

少しの準備時間で簡単に導入でき、観察・実験の事実やモデルでの説明、ICT教材での解説の補足等に用い、繰り返し活用することができる生徒自作のものであり、中学校理科の各単元において事象の具体視化を促すことに効果的なものである。一人一人が3次元で表したり、事象を説明する場面で別の状況ではどのようなかシミュレーションをしたりすることで、視覚的にとらえにくい事象や複雑な構造をもつものの仕組みや原理を具体的にとらえやすくするためのものである。更に以下の要素も含むものとする。

生徒一人一人が簡単に作成し活用することのできるものである

授業以外の休み時間や家庭でも個人で繰り返して活用、思考できるものである

身近な素材で作成でき、構造が単純なものである

多くの教科書に記載されている図に準じるものである

(2) 中学校理科指導資料の作成について

簡易モデル教材を活用して授業を行うにあたり、参考諸事項をまとめ、以下のように作成する。中学校理科指導資料は理科専門教員以外でも簡単に扱える分かりやすいものとする。

なお、補助資料として演示モデル例を添付した。

簡易モデル教材作成・活用場面一覧表(表2)

科学的な概念をとらえやすくする学習活動、とらえさせたい科学的な概念、簡易モデル教材を導入する理由を一覧表に記載する。

簡易モデル教材と観察・実験、演示用モデル及び ICT教材との関連の一覧を付記する。

表2 簡易モデル教材「作成・活用場面」一覧表

マ ニ オ ー ル N O	学 年	学 期	分 類	内 容	簡 易 モ デ ル	科学的な概念を とらえやすくする 学習活動	とらえさせたい 科学的な概念	簡易モデル教材を 導入する理由	導入のタイミング		
									観 察 ・ 実 験	I C T 教 材	演 示 用 モ デ ル
1			植物	花のつくり	「花のつくりと動きを確認するためのモデル」	・観察した花をモデルに作り替える ・他の花のモデルと比較する	・どんな花も雌しべを中心として外側に向かって雄しべ・花弁・がくの順に構成されている	・観察分解しただけで構造の理解が不十分なところを、モデルによって再構築することで花の構造が理解しやすくなり、他の花と比較し思考することが容易になる	観察後		
2	1	1	植物	葉のつくり	「葉のつくりと動きを確認するためのモデル」	・観察した葉をモデルに作り替える ・他の葉のモデルと比較する	・葉には葉脈があり、植物の種類によって網目状と平行状の葉脈がある	・観察分解しただけで構造の理解が不十分なところを、モデルによって再構築することで葉の構造を理解しやすくなり、他の葉と比較し思考することが容易になる	観察後		
3			植物	光合成	「光合成のしくみとその動きを理解するためのモデル」	・光合成の仕組みについて気体の出入りを葉の裏側に記入する	・ガス交換は主に葉の裏側で行われており、気孔において酸素が放出され二酸化炭素が吸収されている	・言葉や図での説明だけであったが、モデルに記入することで、より強い印象を残し、光合成の仕組みを実感することができる	実験後		ビデオ鑑賞後
4	2	2	物質	状態変化	「状態変化を目で見るためのモデル」	・3つの状態について粒子モデルの動きを観察する	・固体の時は粒子はほとんど動かないが、液体から気体へと状態変化を行うにつれ、その運動が大きくなる	・図による説明だけであったものを3つの状態における粒子の動きを体験を通して確認することで体積の大きさの理由が分かる	実験後		
5	1	1	電気	キット	「回路を組む練習のためのモデル」	・直列回路や並列回路を組む	・電流が流れている方向は+から-であるので、電流計や電圧計の接続端子を電流の向きに合わせて接続する	・実験になると誤った回路を組み立ててしまうことが多いので模擬実験によるシミュレーションにより違いを理解することができる	実験前		
6			動物	デンプン	「デンプンの分解早わかりモデル」	・デンプンが麦芽糖、ブドウ糖に変化することを酵素がはさみの役割をしていること、とともに確認する	・消化酵素の動きによってデンプンが麦芽糖になりブドウ糖になっていくことと同様な変化がタンパク質・脂肪などでも行われている	・言葉やICTの説明であったものを、デンプン、麦芽糖、ブドウ糖のモデルを作り酵素の役割であるハサミで分解することで、消化の仕組みを実感しやすることができる	実験後		ビデオ鑑賞後
7	2	2	動物	表面積	「柔毛の役割とその大きさを実感するモデル」	・柔毛の表面積の大きさを柔毛のない状態の面積と比較する ・吸収効率について説明する	・柔毛によって小腸内の総面積を増やすことで吸収効率を上げている	・言葉やICTの説明では具体的な面積の大きさを実感することができないため、柔毛をモデル化することで理解を深めることができる			ビデオ鑑賞後
8			粒子	原子・分子	「原子・分子の理解の手助けをするモデル」	・原子、分子の違いをモデルで表す	・原子の構造及び電子や陽子、中性子その他それぞれの微粒子の関係をとらえる	・原子、分子をモデルを使ってその構造を表すことで理解を深めることができる			演示後
9			粒子	化学式	「化学式・化学反応式を作成するためのモデル」	・分子の組合せを基に化学反応式の係数合わせをする	・原子分子が付いたり離れたりする現象によって新しい別の分子が作られる	・数式だけで表し説明されていた化学反応式では係数合わせが苦手な生徒も、モデルの個数で確認して化学反応式を段階ごとに作成することができる	実験後		演示後
10	1	1	遺伝	減数分裂	「減数分裂のしくみを理解するためのモデル」	・減数分裂の表にそって配置し受精の仕組みを表す	・受精するときは雄雌それぞれの染色体が半分に分かれ再び1つに戻る	・図で描いていくと何度も書き直しをすることが多くなるが、モデルを使うことで作業が簡単になり分かりやすくなる			ビデオ鑑賞後
11			遺伝	遺伝	「遺伝の仕組みと優性の法則を考えるためのモデル」	・遺伝子の組合せ表にそって配置し優性の形質を表す	・遺伝子の中の情報によって、現れたり消えたりする形質がある	・図で描いていくと何度も書き直しをすることが多くなるが、モデルを使うことで作業が簡単になり分かりやすくなる			ビデオ鑑賞後
12			イオン	電解質	「電解質水溶液の電離のしくみをイオンで考えるためのモデル」	・電解の仕組みをモデルで表す	・陽極では電子を受け取り、陰極では電子を与える電子の動き方とそれに伴う原子・分子・イオンの形成過程をとらえる	・複雑な電子やイオンの移動をアニメーションを作成するように簡単に表現することができる	実験後		ビデオ鑑賞後
13	3	3	天体	星座の動き	「太陽と地球の位置関係による星座の見え方を分かりやすくするためのモデル」	・正しい方向の箇所し星座シートが来るように設定し地球を自転しつつ公転させ季節の星座を認識する	・太陽・地球の位置関係によってその季節の特定の時刻において見ることが出来る星座があり、その見かけの動き方は西へずれる	・言葉やICTの説明では俯瞰して考えるのが難しいが立体にすることで四季の星座の動きと地球、太陽の位置関係をとらえやすくすることができる			ビデオ鑑賞後
14	2	2	天体	季節の変化	「季節の変化と南中高度の関係を理解するためのモデル」	・モデルを使って南中高度を作図から求める	・太陽光線は地球のどの地点に対しても平行であり、その南中高度は地軸の傾きと関連している	・モデルを使うことで複雑な作図に時間がかからず、また季節による南中高度の違いを比較して考えることもできる			ビデオ鑑賞後
15			天体	金星の動き	「金星・月の動きとその見え方を分かりやすくするためのモデル」	・正しい方向の箇所し金星・月が来るように設定し地球を自転しつつ公転させ金星・月の満ち欠けを認識する	・太陽・地球・金星及び太陽・地球・月の位置関係に応じて地球から見た金星や月は満ち欠けする	・言葉やICTの説明では俯瞰して考えるのが難しく、大型モデルでは確認が難しいところを個々のモデルを作成・活用することで金星・月の満ち欠けの様子と地球、太陽の位置関係をとらえやすくなる			ビデオ鑑賞後
16			天体	日食と月食	「食における天体の明暗と位置関係を見るためのモデル」	・日食と月食における地球と太陽及び月の位置関係を分かるようにさせる	・地球・月・太陽が同一直線上に並び地球の一部で日食や月食がおこる	・食の様子を直接的に確認することができる			ビデオ鑑賞後

簡易モデル教材「作成・活用マニュアル」(図1)

簡易モデル教材作成における手順と材料及び簡易モデル教材の説明について記載する。

簡易モデル教材の活用の単元におけるねらいを明記する。

各学年で効果が期待できる単元を設定し、単元における簡易モデル教材の活用の効果及びポイントを記載する。

簡易モデル教材の活用場面を分かりやすくとらえるための授業展開例を提示する。



発展学習例についても記載する。

その他資料として材料費やワンポイントアドバイスなどを掲載する。

15
16

【天体③】金星の動き・月の動き・日食と月食



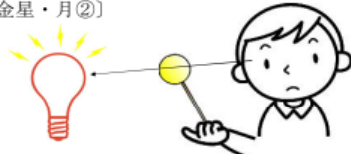

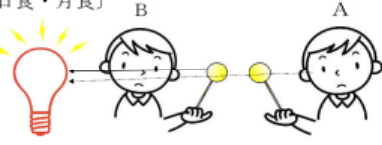
◆簡易モデル「金星・月の動きとその見え方、食における天体の明暗と位置関係を見るためのモデル」

モデル	モデルの説明	作成及び活用の効果的場面
	発泡スチロール(中:R=2cm位)1個を竹串に刺し金星(月)のモデルとする。(兼用する) 	白熱電球の周囲でモデルを回すことで位置と明暗が分かる。 [金星] 自分が地球になり、左回りすることで明けの明星→昼間→宵の明星→夜間の見え方の変化を実感を伴って観察することができる。 [月] 自分が地球になり、4方向の月の見え方を確認することができる。 [日食と月食] 日食・月食についての位置関係が分かりやすい。

◆ねらい

モデルを使うことでとらえにくい大きな空間を身近に感じることができ、小さな範囲で金星(月)の満ち欠けの動きを確認しやすくなる。また、それを平面図と照らし合わせることで立体的に理解できる。また、食についてもその位置関係の確認ができ食の仕組みを理解しやすい。

◆作成手順

経過	手順	ポイント
① [金星・月①] 	発泡スチロール球(中:R=2cm位)1個に竹串を刺して金星のモデルを作る。	金星と月は半球を黄色と黒色で塗り分けてもよい。 
② [金星・月②] 	自分が地球役になり観察する。金星モデルを太陽を中心として回す。月の場合は月の自転に注意しながら回す。(自分も地球の自転に注意して回る)	逆さにして回すとよい。右回りか左回りかを調べさせる。 
③ [日食・月食] 	食については、まず自分の経験を思い出して位置関係を確認する。太陽に[A]向くか[B]背にするかを考える。	同じ目線の高さに合わせて観察(観測)することで実感を伴い理解しやすくなる。(①、②、③共通)

◆資料

太陽モデル (各班使用:1つ)	金星モデル(生徒配付用:1つ)
60W電球 105円	発泡スチロール球 15円
コード 1M 70円 (10M 700円)	竹串 1本 1円
スライドスイッチ 200円	ペットボトルキャップ 0円
ソケット 200円	
端板 10CM×20CM 1枚 20円	

図1 簡易モデル教材「作成・活用マニュアル」(抜粋)



図2 研究構想図

研究の計画と方法

1 検証計画

研究のねらいに基づき、簡易モデルの有効性については、協力校の第3学年3クラス（男子61名、女子51名、計112名）において、1教材で2時間の授業実践を行い検証する。また、県内の中学校理科教員に協力を依頼し簡易モデル教材及び指導資料について意見を求める。

(1) 簡易モデル教材の有効性について

授業実践計画

内惑星の動き方

太陽・地球・金星の簡易モデル教材を作成・活用することで金星の動きと見かけの大きさ、満ち欠けの様子から内惑星の位置と見え方の関係についての概念(内惑星は見かけの大きさが変化し、満ち欠けを行う。また、日中は見えない。)の理解を深める。

教科	理科(第2分野)		
単元	第6章 地球と宇宙		20時間(+6時間)
	導入 夜空を眺めよう		2時間
	1 地球の運動と天体の動き		8時間
	2 惑星と恒星		8時間(本時2・3/8)
	3 宇宙の広がり		2時間
	学習内容の整理 確かめと応用 まとめ		(+6時間)
対象	第3学年 112名(3クラス)	期日	平成23年11月7日(月)～9日(水)

授業実践について

研究の見通し	検証の観点	検証方法	読み取り
生徒が事象を具体視化できるような簡易モデル教材を作成・活用することを通して、仕組みや原理を確認することで科学的な概念がとらえやすくなる。	モデル教材を作成・活用することで概念をとらえやすくすることができたか。	事前事後アンケート 感想文 パフォーマンステスト 客観テスト	モデルの作りやすさについて表記された内容を見る。 モデルの動きとその説明の一致する割合を見る。 モデル図についての説明をする（２段階にして行う。 穴埋め 完全記述）

抽出生徒の変容

生徒 A	関連した語句を用いて概念についてまとめた説明ができる ----- 約33%の上位群より抽出
生徒 B	関連した語句を用いることができるが、断片的な説明であり、曖昧な表現になる ----- 約41%の中位群より抽出
生徒 C	関連した語句を用いることが困難であり、説明することができない ----- 約26%の下位群より抽出

2 指導計画

地球と宇宙（第2章抜粋）

単元	学習活動	教材作成及び活用			支援及び留意点	評価の観点【関・思・技・知】 評価規準 ▲おおむね満足 △十分満足 評価項目
		○:生徒のモデル作成及び活用場面 ●:教師のモデル使用場面 ★:ICTその他教材	導入	展開 まとめ		
6 地球と宇宙 ⑳ 第2章 惑星と恒星	1 内惑星と外惑星について知る	●モデルを見せて説明する		●	1 モデルを見て、地球との位置関係を知らせる	【知】 ▲内惑星と外惑星が分かり説明できる
	2 金星(内惑星)の満ち欠けについて知る	○「金星・月の動きとその見え方」のモデルを作って調べる(金星作成) 発泡スチロール球 中1竹串1 電球台と白熱電球セット ★動画で動きを見せる ●演示モデルで説明する	★	○ ●	2 モデルから考えさせる 自分は地球と考えさせる ★動画を使って説明する ●大きなモデルを使って説明する	【思】 【技】 ▲金星と地球と太陽の位置関係が分かる △簡易モデルを使って説明できる
	3 金星の満ち欠けをまとめる				3 パフォーマンステストを行う	
	4 地球と月の位置関係を知る	○「金星・月の動きとその見え方」のモデルを作って調べる(月作成) 発泡スチロール球 中1竹串1 電球台と白熱電球セット ★動画で動きを見せる	★	○ ●	4 モデルから考えさせる 自分は地球と考えさせる ★動画を使って説明する ●大きなモデルを使って説明する	【思】 ▲月と地球と太陽の位置関係が分かる △簡易モデルを使って説明できる
	5 モデル実験から月の動きをまとめる	○モデルを使って調べる		○	5 モデルから考えさせる	【思】 ▲月の公転運動を説明する △月が同じ面を向けて公転していることを説明できる
2恒星の表面を見てみよう	1 太陽の黒点の観測をする				1 黒点の動きや様子を確認する	【思】 ▲太陽の黒点の様子を観測できる
	2 太陽について知る				2 太陽の構造を説明する	【思】 【知】 ▲太陽の各部分について言える △黒点の動きから太陽の動きを予想できる
	3 日食、月食についてモデルから分かる	○「食における天体の明暗と位置関係を見るモデル」を作って食を観察する		○	3 食の様子を知らせる	【思】 ▲食についてモデルを使って説明する

(2) 中学校理科指導資料の有効性について

協力校理科教員による授業実践からの検証

協力校理科教員による中学校理科指導資料を活用した授業実践後、意見を集約する。

教員アンケートによる教材の検証

複数の中学校理科教員に指導資料についてのアンケートを行い、意見を集約する。また、活用できる場面では活用してもらい、意見を集約する。

研究の結果と考察


1 簡易モデル教材の有効性の検証

(1) 授業中の生徒の様子から「金星の満ち欠けについて」

フラッシュ動画を使用したり、大型演示モデルを活用した後、一人一人が簡易モデルを具体的にワークシートの図に合わせて配置し、自分の目線の高さに合わせ1コマ1コマ動かした。そして太陽の光の当たり方を実際に見ながら俯瞰図と側面図それぞれに視点を行きながら同時に確認することで、俯瞰的に見たときの明暗の様子と側面から見たときの満ち欠けの様子を一致させることが容易になってきたと感じた。そのため、モデルを使いながらワークシートの図中の、それぞれの位置における金星の見かけの大きさと満ち欠けの様子、見える時間帯について説明することができるようになった。またワークシートの図に表すことで、角度と見え方について新たな気付きをすることができた生徒もいた(表3・資料1・資料2)。

表3 指導資料集一部抜粋

◆簡易モデル「金星・月の動きとその見え方、食における天体の明暗と位置関係を見るためのモデル」

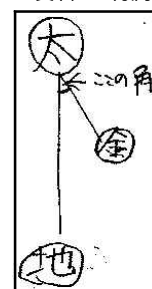
モデル	モデルの説明	作成及び活用の効果的場面
	発泡スチロール(中:R=2cm位)1個を竹串に刺し金星(月)のモデルとする。(兼用する)	白熱電球の周囲でモデルを回すことで位置と明暗が分かる。 [金星] 自分が地球になり、左回りで明けの明星→昼間一宵の明星→夜間の見え方の変化を実感を伴って観察することができる。 [月] 自分が地球になり、4方向の月の見え方を確認することができる。 [日食と月食] 日食・月食についての位置関係が分かりやすい。

資料1 生徒の説明文(表3について)

金星、太陽、地球のなす角が大きい程金星の広い範囲が見え、小さく見える。逆に角が小さい程金星の大部分が欠け、大きく見える。

資料2

資料1の付属図



(2) 生徒アンケートの結果と考察

簡易モデルを活用することで、金星の見かけの大きさや満ち欠けの様子を説明することができるようになった生徒が増加している。頭の中やワークシートなどの平面で考えるよりも、実際のモデルを手にとり具体的に3次元で操作することが金星の見かけの大きさや満ち欠けの様子を含めた金星の動きの概念を理解することにつながっていくと考えられる(図3・4)。また、金星を見ることが出来る時間帯について理解し(図5)、星を見ることが困難な時間帯の理由が説明できる(図6)。このことは太陽と金星と地球の位置関係とその動きを含めた概念を理解することができているものと考えられる。

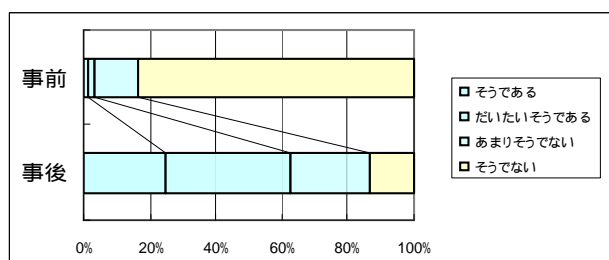


図3 金星の満ち欠けの様子をモデルで説明できる

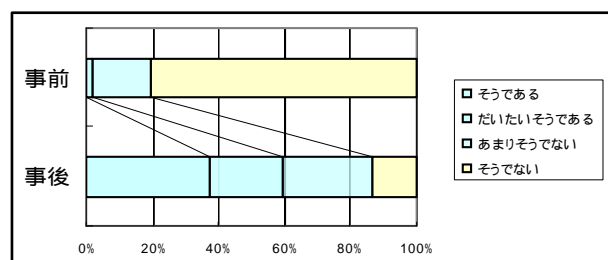


図4 金星の見かけの大きさの違いをモデルで説明できる

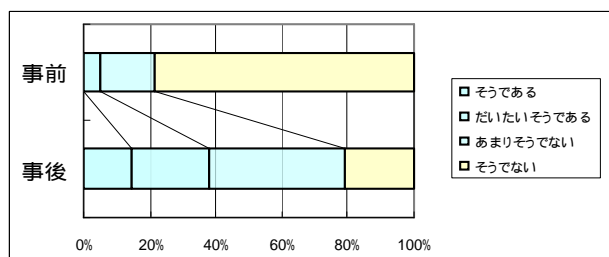


図5 明けの明星と宵の明星についてモデルで説明できる

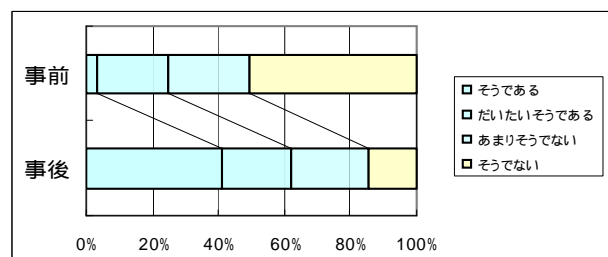


図6 昼間に星が見えない理由が言える

(3) 抽出生徒の様子(参考図7・図8)

生徒Aは簡易モデルを活用することで早い段階で太陽と地球と金星の位置関係をつかむことができた。宵の明星、明けの明星について観察できる状況を把握し、概念の理解が進んだ結果、他の生徒が分かるように説明できていた。生徒Bもやや曖昧になっていた満ち欠けの様子と大きさの関係について、簡易モデルを活用することでそれぞれの天体の位置関係と結び付け、具体的な満ち欠けの様子が分かり、明確な説明ができるようになった。生徒Cは俯瞰図から側面図への移行がなかなかできず満ち欠けの様子が分からなかったが、班の中で簡易モデルを活用すること(自ら動かすことと、他の生徒が動かしているものを見ながら質問すること)で俯瞰図と満ち欠けの様子を一致させることができた。更に他の生徒からの質問に答えながら必要な語句をつなげることで、断片的ではあるが具体的な説明をすることができるようになった。

特にB、C以外の中位群、下位群においても客観テストで、上位群と比較しても、劣らない解答ができている生徒が目立った。下位群では語句の活用が不十分な生徒も半数近くいたが、概念の理解が進んでいると見られる解答が多くあった。この結果からも簡易モデル教材の活用が特に中位から下位の生徒に有効であったと考える(資料3・4・5)。

(4) パフォーマンステストの結果と考察

パフォーマンステストでは、約80%の生徒が説明できていた(図9)。出題した満ち欠けの図に対して、ほぼ全ての生徒がモデルを正しい位置関係に置くことができていた。これより満ち欠けについての概念の理解ができていると考えられる。また、ワークシートのコメントによると見かけの大きさと距離の関係について触れることができていた(表4)。これは満ち欠けと位置の関係について、身振り手振りを交え、簡易モデルを活用し、何度も説明を練習する時に、お互いに質問し合ったり、ヒントを言ったりすることで曖昧な部分

表4 パフォーマンステストの判定表

氏名	判定	コメント
さん	○	大きさや距離関係についてよく せつぬいてくれた。
さん	○	大きな運動が基準点と比べると でわかりやすい。

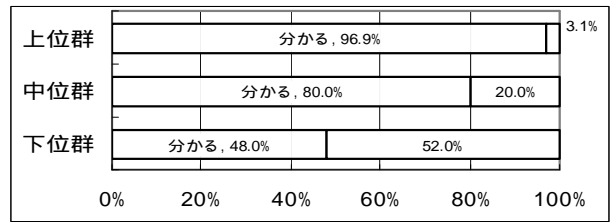


図7 金星の位置が違うときの見え方の違いは何か

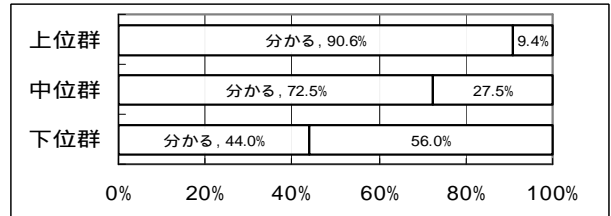


図8 金星の位置が違うときの見え方の違いの理由

資料3 抽出生徒A(上位)の解答

違い
③は⑤より小さく見え、⑤は大きく見える。
理由
③は地球から遠い位置にあり、太陽が右側にいるから

資料4 抽出生徒B(中位)の解答

違い
③は⑤より小さく見え、⑤は大きく見える。
理由
③は地球までの距離が遠く、⑤は近い、
③は右側にあり、⑤は左側にあるから

資料5 抽出生徒C(下位)の解答

違い
大きさと光の強さが違ってくる。
理由
地球からの距離と光の強さのせい

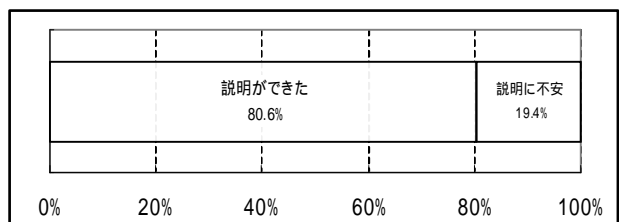
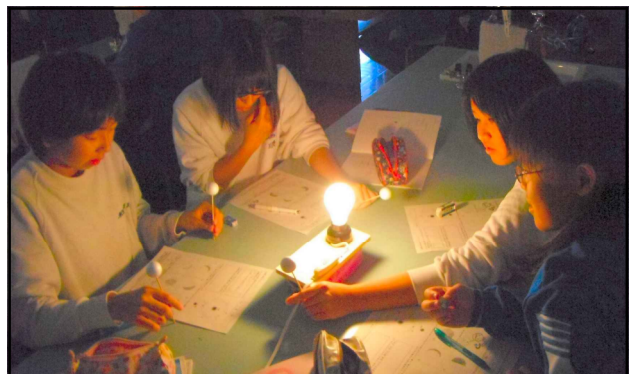


図9 パフォーマンステストの結果

資料6 簡易モデルを使っでの説明の練習



がなくなっていったからであるといえる(資料6)。個々の生徒が簡易モデルを上手に活用しながら説明することができた(資料7)。更に、「モデルを使うと説明しやすい」などの感想を述べていた。

(5) 客観テストの結果と考察

上中下位群の区別なく満ち欠けについて作図すること、見え方の違い(大きさ)を示すこと、見え方が違うその理由について説明すること、満ち欠けの様子からその位置を決定することについて正答率が高くなっている(図10)。正答率が高い理由については、簡易モデルを具体的な位置に設置し、金星の満ち欠けと地球からの距離に視点をのけた授業を展開したためと考えられる。特に下位群では作図と満ち欠けの位置決定について正答率がよい。簡易モデルにより具体的に操作できたためと考えられる。

資料7 パフォーマンステスト

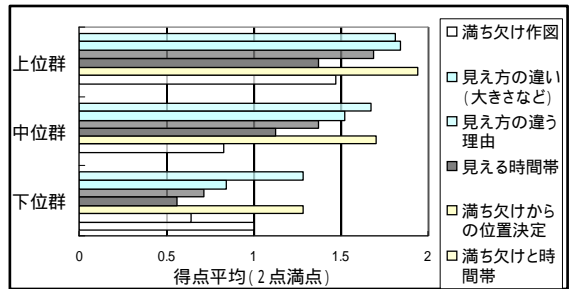


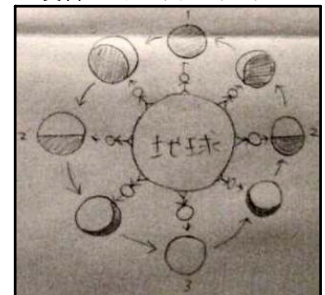
図10 客観テストの結果

2 中学校理科指導資料の有効性の検証

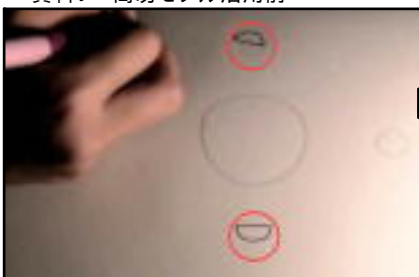
(1) 協力校授業者による中学校理科指導資料を活用した授業より「月の満ち欠けについて」

Web カメラを使用したり大型演示モデルを活用したりして説明したが、位置関係や満ち欠けの様子のつかみ方が曖昧な生徒も見られた。簡易モデル教材を配付し個々に太陽、地球、月の位置を確認しながら活用することで、満ち欠けの様子と月の位置を一致させることができた(資料8)。ワークシートの表記について満ち欠けの明暗が逆になる生徒もいたが、簡易モデルを見ながら再度確認することで改善することができた(資料9-10)。更に、太陽、月、地球の位置関係が90°になるときに半月になるということにも気付くことができた(資料11)。また、操作する中で新たな気付きができた(資料12)。

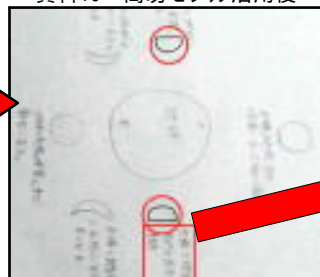
資料8 ワークシートより



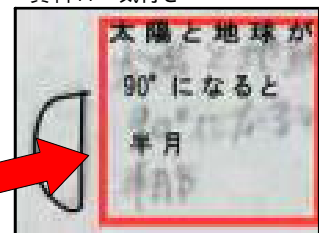
資料9 簡易モデル活用前



資料10 簡易モデル活用後



資料11 気付き



授業実施後、協力校授業者及び参観者のコメントの内容は以下の通りである。

簡易モデルを使って一人一人が様々な位置における月の満ち欠けを確認することができた。

太陽と地球(自分)とそれぞれの位置における月との位置関係が分かる。

簡易モデルを活用することで多くのパターンを調べることができ、特別な形(半月)が見える条件を発見することができた。

簡易モデルを段階的に活用することで、月の満ち欠けから金星の満ち欠けへとスムーズな展開ができた。

資料12 気付き



内惑星の複雑な満ち欠けについて簡易モデルを通して体験することで、その概念をとらえやすくなる。

(2) 教員アンケートによる中学校理科指導資料の有効性の検証

県内理科担当教員7名から意見を集約した。主な内容は以下の通りである。

手作りで行うための、その材料や細かな作成方法が記載されているのですぐに取り組むことができる。身のまわりですぐに材料をそろえることが可能である。

すぐに使ってみたいと思いました。解説を読むとできそうなので活用してみたい。

作成方法だけでなく、実際のモデルの型紙などがあるので活用しやすい。

写真や図が掲載されているのでどのようなものか分かり、取りかかりやすい。

時間とお金がかからず、取り扱いが簡単なので誰でもすぐに取り組むことができる。

授業展開や活用方法について明記されているので、すぐに授業で活用できる。

以上のことから、指導資料は授業で活用できる有効なものであると考えられる。

研究のまとめ

1 成果

科学的な概念をとらえやすくする中学校理科指導資料を作成した。様々な教材と併せて簡易モデル教材を活用していくもので、実践でも検証することができ、汎用性があることが分かった。また、多くの先生方の好評を得ることができた。

授業では、班で実験を進めるとき個々の生徒が手にとって簡単に扱えるため、お互いに意見を出したり、質問したりして、話し合うきっかけにもなり、より効果的に活用することができた。これは、言語活動の充実を図るための一つの方法としてとらえることもできると考える。

具体物である簡易モデルを扱うことで実感を伴った理解が進み、科学的な概念をとらえやすくなり、概念の理解に大きく役立つと考えていたわけであるが、手にとって活用することで、例えば「夕方に金星が西の空見える」という知識として57%の生徒の記憶に残り、プラスにはたらくという成果が得られた。

実践した単元では、「月の満ち欠け」から「金星の満ち欠け」へと段階を踏んで授業が構成されていたので、細かな活用の仕方が分かった上で繰り返し活用することができた。また、継続して活用するものに関しては、スモールステップを進めると効果が大きいことも分かった。更には、天体の位置関係のみならずその角度との関連の理解まで発展し十分な効果が認められた。

2 課題

実践から、簡易モデル教材の使い方については、個による違いを考えて細かな指導をする必要があることが分かった。

中位群・下位群の生徒には概念をとらえる上で大きな効果が見られたが、上位群の生徒では事前知識があるため細かな部分で考えすぎて勘違いが生じる場面も見られた。指導上考慮すべき点について詳細に検討し資料に添付することとした。

教員アンケートなどから加えてほしい簡易モデル教材の提案があったことから、本指導資料には掲載されなかった教材についての開発を試み、不十分なものについてはその改善を急ぎたい。また、実践や現場の意見を基によりよい簡易モデル教材の開発も考えていきたい。

<参考文献>

- ・文部科学省 『中学校学習指導要領解説 理科編』(2009)
- ・国立教育政策研究所 『OECD生徒の学習到達度調査 ~2009年調査国際結果の要約~』(2011)
- ・国立教育政策研究所 『特定の課題に関する調査』(2006)

(担当指導主事 田中 直樹)