

コンパクトデジタルカメラによる天体教材作成の可能性と授業への導入の試み

The Development of Astoronomical Teaching Material Using a Compact Digital Camera and its Application to Science Class

香西 祥*, 太田 新吾*, 西野 孝*, 香西 武**,
小澤 大成**, 村田 守**, 西村 宏***

*〒772-8502 鳴門教育大学大学院学校教育研究科

**〒772-8502 鳴門教育大学自然系(理科)教育講座

***〒772-8502 鳴門教育大学総合学習開発講座

Sho KOZAI *, Shingo OTA *, Takashi NISHINO *, Takeshi KOZAI **,
Hiroaki OZAWA **, Mamoru MURATA ** and Hiroshi NISHIMURA ***

* Graduate School, Naruto University of Education,

** Natural Science Education (Science), Naruto University of Education,

*** Basic Human Science for Integrated Studies, Naruto University of Education,
Naruto, Tokushima 772-8502, Japan

抄録：情報機器類の性能向上により、パソコンを含めた情報機器類の教材製作機材としての重要度がますます高くなってきている。その中でもデジタルカメラは、高性能で安価なものが市販され、学校への普及も急速に進んでいる。本論文ではデジタルカメラの中でも特に、安価なコンパクトデジタルカメラを使って、星座の撮影の可能性について検討した。その結果、コンパクトデジタルカメラでも、十分星座写真が写せることが明らかになった。手軽な星座撮影は、新たな教材開発につながるであろう。

キーワード：デジタルカメラ, 天体学習, 教材開発, 理科教育

Abstract : The performance of information-processing equipment has been greatly improved, thus they become very vital tool for teaching materials. Especially, as for the digital camera, an efficient yet cheap one is marketed. As a result, it was clarified that it is possible to use a compact digital camera to take constellation photograph. the spread of the digital camera to the school is also rapidly advanced. In this paper, we examined the possibility of taking a picture of the constellation in the compact digital camera. As a result, it was clarified to be able to take the constellation photograph with the compact digital camera. It is likely to lead to the development of new teaching material if the constellation photograph can be easily taken.

Keywords : Digital Camera, Astronomical Study, Development of Teaching Mmaterial, Sscience Education

I はじめに

I T教育の進展にともなって、授業における情報機器類の使用頻度が高くなってきている。情報機器類の授業への生かし方に関しては、インターネットを利用して得た情報を教材として授業を構成するタイプ(例えば川村, 2002)、データ処理にコンピュータソフトを使用するタイプ(例えば佐藤・横山, 2003)、インターネットの同時性を利用し、パソコンを共有する学習の場として利用するタイプ(例えば林ほか, 2004)、デジタルカメラ等

を使用して教材を作成するタイプ(例えば松木, 2003)などがある。

また、情報機器類の性能向上により、パソコンを含めた情報機器類の教材製作機材としての重要度がますます高くなってきている。このように情報機器の利用が近年急速に高まってきている背景は、パソコンの普及とインターネット利用の拡大である。その中で、デジタルカメラなどは昔から使われていた視覚機器を超える手段として、普及しつつある。その理由として、

1. 操作機器の向上である。低学年の児童にとっても容易に扱えるようになってきた点が、操作習得に時

間をかけずに活用できる利点となっている。

2. デジタルカメラなどが、安価に手に入りやすくなった点である。学校の予算で複数台購入できるほどの価格になってきたことが上げられる。
3. デジタルカメラなどを使った場合映像が現実近く、リアリティーのある映像を子どもたちが見ることができ、授業の展開に効果的である。
4. パソコン、テレビを利用して、映像の加工、展開が短時間でできるため、授業への即効性、リアルタイムでの活用が可能である。
5. 蓄積して、再利用が可能であり、単体での教科利用に限定されない多様な活動へと展開できる点である。

などがあげられる。

以上のように、デジタルカメラが安価で扱いやすくなり、学校予算内での購入が可能になったため、学校への導入がすすんできている。一方、機器類もその性能との関係で、高価で多機能のものと安価で限定機能のものに二極化していく傾向がある。前者のタイプであれば、教材作成能力も格段に高いが、学校への導入を考慮した場合、安価であることは重要な選択条件である。

デジタルカメラを使った天体教材作成に関しての研究には、小山田(2002)の例があるが、安価なコンパクトデジタルカメラを使っている教材作成の可能性についての研究例はない。

本研究では、天体とくに星に関する学習に焦点をあて、星の撮影に必要な機能に関して、各社のコンパクトデジタルカメラを比較し、天体撮影の可能性を探る。また、撮影した画像を教材として利用した授業展開についても言及する。

II 天体学習の指導の現状

1. 天体学習の指導内容とその学年

①小学校

小学校における天体学習は、4年生で実施される。その目標は、「月や星の位置の変化、空気中の水の変化の様子を時間や水の性質と関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、月や星の動き、水の変化についての見方や考え方を養う」とされている(文部省, 1999)。この学習では、月の位置や星の明るさや色及びその位置を調べ、それらの動きや特徴について考える。

②中学校

中学校における天体学習は、身近な天体の観測を行い、観察記録を基に、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とらえさせるのがねらいである(文部省, 1999)。天体の日周運動の

観察や太陽、恒星、惑星の動きの観察など、昼間の観察だけでなく、夜間の観察も必要である。

2. 星の観察についての現状

月や星の観察をする場合は、その対象の特性から、夜間に実施されることになり、長時間、野外に出る点などにおいて子どもたちの安全面が確保されにくい面がある。また、観察記録をとる際には、目印になるものを決めてスケッチを行うが、描写の未熟さから、月・星の動きを正確に把握することができないことや、記録に時間がかかることもある。さまざまな社会問題が起きている中で、夜間、野外での観察はたとえ保護者が見守っていたとしても、実施しにくい状況にある。しかし、直接的な観察は、理科学習の中では不可欠な要素であるから、短時間であるにせよ、実施することが望ましい。

3. デジタルカメラの有効性

デジタルカメラが学校教育の中で普及しつつある現状とその理由について前述したが、その性能の向上から、教師・子どもたちにとって扱いやすい道具となっている現状がある。特にコンパクトデジタルカメラと分類される機種においては、自動的に撮影環境を判断し、設定を行ってくれる。また、撮影に失敗したときもフィルムと違って、消去できることも、撮影が気軽にまた容易にできる要因である。さらに、撮影した画像のトリミングや拡大縮小も容易で、児童生徒への演示もいろいろな方法をとることができる。

III 撮影方法

現在のコンパクトデジタルカメラには、様々な機能がある。自動的に設定を行う機能がコンパクトデジタルカメラの重要な要素であるが、星の撮影には、微弱な光を最大限に受光するための設定をしなければならない。特に以下にあげる3点の設定については、天体の撮影の写り具合に大きく影響するものである。

a) シャッタースピード

シャッタースピードは、撮像素子やフィルムに光を当てる時間の長さのことである。シャッタースピードが遅ければ遅いほど、多くの光を集めることができることになる。

b) ISO

フィルム感度は光に対する感応度を示す。感度は、ISO(国際標準化機構)数値または露出インデックス(EI)として表す。数値が高いほど、フィルム感光度が高くなり、数値が低いほど、フィルムの感光度が低くなる。高感度フィルムは、低感度フィルムより適正露出の光の量が少しで済む。たとえば、ISO400のフィルムはISO100のフィルムに比べて感度が高いため、少量の光でも感光することになる。

c) 露出補正

露出補正とはデジタルカメラが状況に応じて調整した写真の明るさに対して、撮影者自身が「もっと明るくしたい (+補正)」、「もっと暗くしたい (-補正)」という指示をデジタルカメラの機能を使って調整する方法である。明るすぎる被写体を写すときは-補正し、被写体が暗いときは+補正を行う。星を写す場合は、+補正を行うことが望ましい。

IV 撮影結果

ISO, シャッタースピード, 露出補正を使い、機能を組み合わせることによって、より効果的に星の撮影が行える設定について調べた。しかし、今回撮影に使った機種 (Canon IXY DIGITAL 450) では、シャッタースピードと露出補正を同時に設定することができなかった。露出補正を行うと長秒時撮影の設定ができなくなり、両者を同時に設定することができない。そのため、ISO とシャッタースピードをかえることで天体の撮影を行った。

① ISO の設定

ISO の設定可能な 100 から 400 間の設定が可能である (機種によって異なる)。今回は ISO200 と ISO400 の設定において、星の撮影にどのくらいの変化があるかを調べる目的で撮影を行った (シャッタースピードは 15 秒である)。結果を図 1 に示す。

ISO200 の場合、おおぐま座のアリオト、ミザール、アルカイドなどの 2 等星は、鮮明に写っている。4 等星のアルコルは拡大すれば痕跡程度に確認できるが、写真

上では判別しにくい。一方、ISO400 の場合、おおぐま座の 3 個の二等星は鮮明に写り、4 等星のアルコルも確認ができる。さらに、5 等星も不鮮明ではあるが確認できる。

② シャッタースピードと ISO の設定

使用機種では、シャッタースピードの変更が 15 秒まで設定できるようになっている。今回のテストでは 4 秒, 8 秒, 15 秒のシャッタースピードの設定を使用する。また ISO は 200 と 400 の設定で、両者を比較する。撮影結果を図 2 に示す。

ISO200 シャッタースピード 4 秒の場合、ほとんどの星は写っていない。1 等星は写すことができるが、2 等星以上になると判別が難しくなる。同じく 8 秒の場合は、2 等星は写すことができる。15 秒の場合は、前述の通り、3 等星までは確認できるが、4 等星になると判別が難しくなる。

一方、ISO400 では、シャッタースピードが 4 秒の場合、2 等星までは写すことができる。8 秒の場合は、3 等星までは写り、4 等星もかろうじて確認ができる。15 秒の場合は、前述の通り 4 等星、5 等星まで写すことができる。

今回撮影した場所は鳴門市郊外で、市街地のあかりもあり、恵まれた条件での撮影ではなかった。もう少し、条件が良ければ、6 等星以上の撮影も可能であったかもしれない。

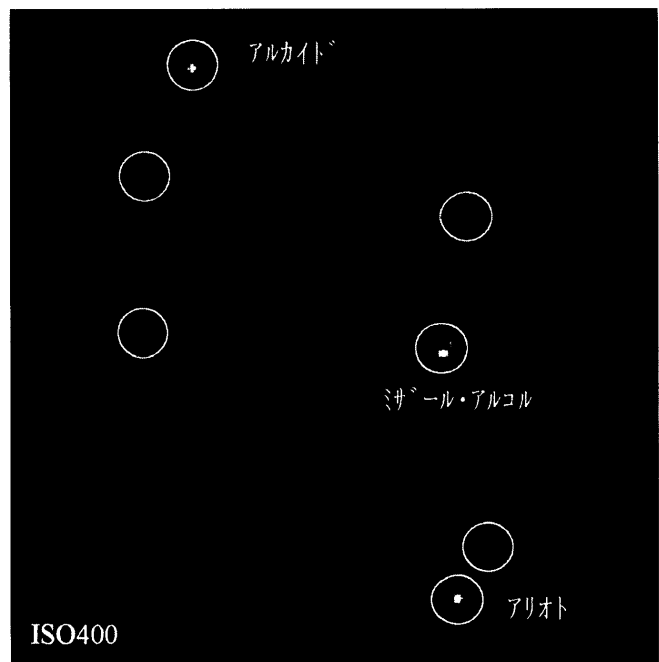
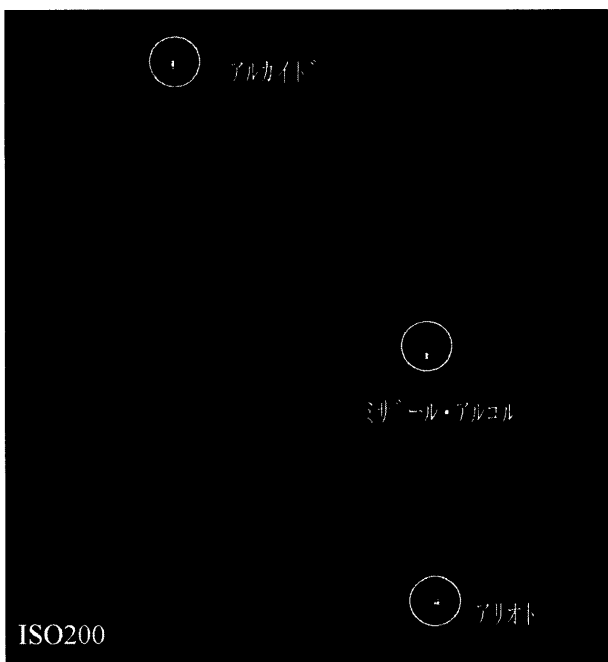


図 1 ISO200 と ISO400 での星の撮影

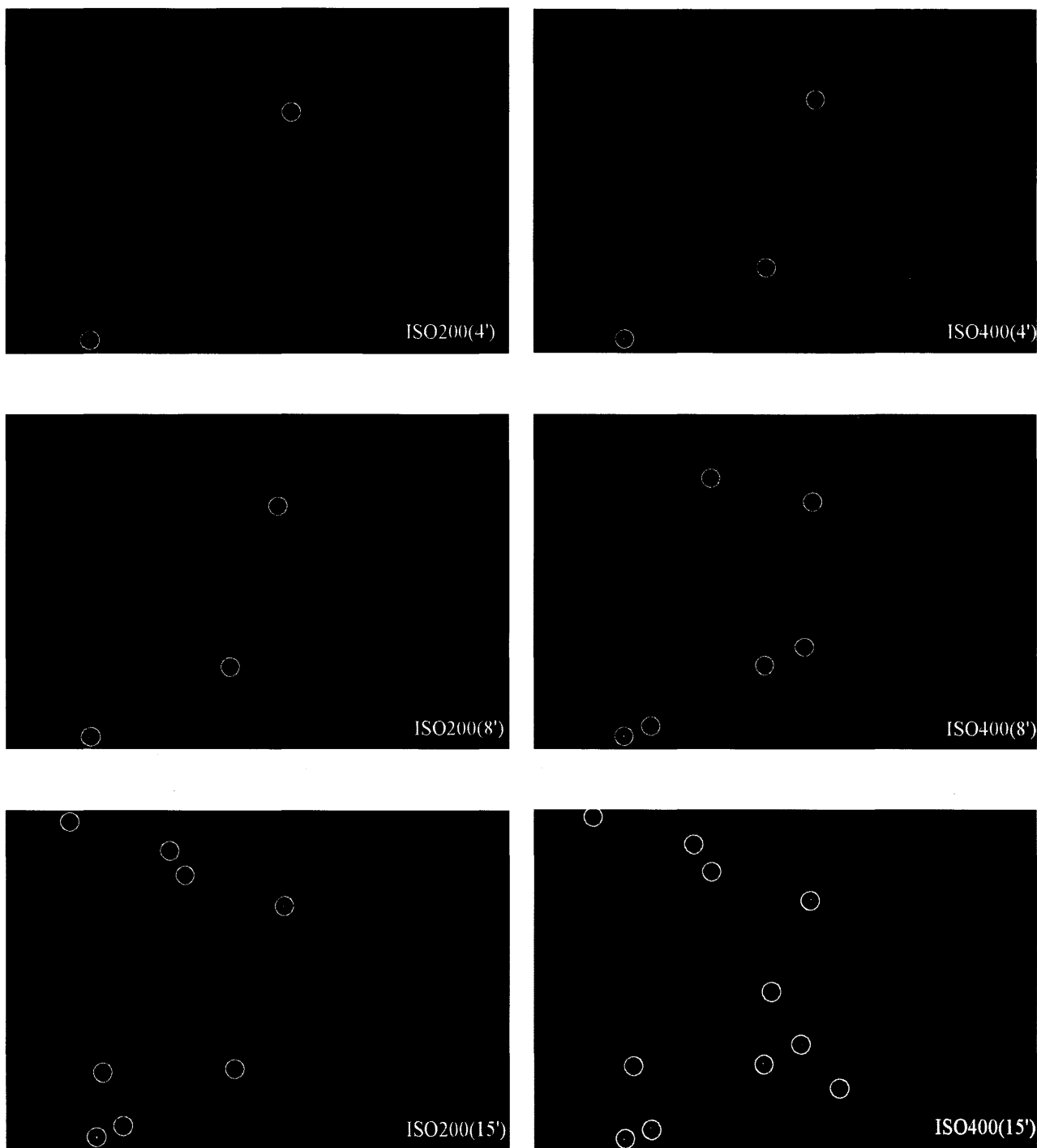


図2 シャッタースピード，ISOを変えたときの星の写り方

2. コンパクトデジタルカメラの機能比較

現在，約300種のデジタルカメラが日本で販売されている。それらは，1万円弱から100万円まで，価格帯も様々である。これらのデジタルカメラの中で，学校現場で購入しやすい価格帯（2～4万円程度）のカメラを選びその性能を比較する。

ISOの設定に関しては，50～800までの範囲で選択が可能である。同時に，シャッタースピードに関しても，それぞれの機種で特徴があり，4秒から16秒の範囲で設

定ができる。星の撮影に関しては，前述のテスト撮影の通り，ISO400でシャッタースピード8秒以上，もしくはISO200シャッタースピード15秒であれば4等星以上の星が識別でき，教材作成には適しているといえる。なお，各製品の価格に関しては，インターネットにある価格，com(URL <http://www.kakaku.com>)の2004年7月7日現在の価格を示してある。

表1 コンパクトデジタルカメラの価格・性能比較

	機種	撮像素子	最長シャッター スピード	露出補正	ISO	平均価格 (円)
C a n n o n	IXYDIGITAL 450	410 万画素	15 秒(M)	± 2 段	50 ~ 400	37,010
	PowerShot A70	330 万画素	15 秒(M)	± 2 段	50 ~ 400	22,504
	PowerShot A80	410 万画素	15 秒(M)	± 2 段	50 ~ 400	35,560
京 せ ら	Finecam SL300R	334 万画素	8 秒(M)	± 2 段	100 ~ 800	30,438
	Finecam S5R	525 万画素	8 秒(M)	± 2 段	100 ~ 800	36,758
	Finecam S3R	337 万画素	8 秒(M)	± 2 段	100 ~ 800	28,767
オリンパス	CAMEDIA μ-30 DIGITAL	400 万画素	4 秒	± 2 段	64 ~ 500(自動)	33,054
	CAMEDIA μ-15 DIGITAL	320 万画素	4 秒	± 2 段	80 ~ 320(自動)	24,929
パナソニック	LUMIX DMC-FX1	334 万画素	8 秒	± 2 段	50 ~ 400	33,095
	DMC-LC43	423 万画素	8 秒	± 2 段	50 ~ 200	30,495
	DMC-LC-33	334 万画素	8 秒	± 2 段	50 ~ 400	23,510
コニカ ミノルタ	ディマージュ Xg	330 万画素	4 秒	± 2 段	50 ~ 400	26,179
	ディマージュ X21	210 万画素	4 秒	± 2 段	50 ~ 200(自動)	16,468
	ディマージュ G400	423 万画素	15 秒(M)	± 2 段	50 ~ 400	29,435
サニヨー	DSC-MZ3	211 万画素	16 秒(M)	± 1.8 段	100 ~ 400	39,800
	Xacti DSC-J4	423 万画素	4 秒	± 1.8 段	50 ~ 400	36,871
ニコン	クールピクス 3200	334 万画素	4 秒	± 2 段	50 ~ 200(自動)	25,302
	クールピクス 2200	334 万画素	4 秒	± 2 段	50 ~ 200(自動)	19,077

(M) はマニュアル設定可能

V 学習指導例

1. 小学校

小学校の学習指導では、4年生での学習の中で、生か

すことができる。以下の指導事例は、東京書籍(2002)を参考にして作成した。

学 習 活 動 (□発問 [] 活動 ☆思考例)	デジタルカメラの有効活用
<p>星は、いつもと同じところに見えるだろうか。また、時間がたつと、星の並びかたは、変わるかどうか。</p> <p>[話し合い]</p> <p>●太陽や月の観察経験や、星や星座をみた経験などから、星座の位置や星の並び方について、話し合う。</p> <p>☆星も、太陽や月と同じような動き方をしていると思う。</p> <p>☆時刻を変えて星をみたら、違う場所にあったよ。</p> <p>☆どの星も、東から西へ向かって動くのかな。</p> <p>☆星座の形は、時間がたっても変わらないだろう。</p> <p>☆星の明るさや色のほかに、星の動きや並び方についても、調べてみたいな。</p> <p>時刻を変えて、自分の選んだ星座の位置と星の並び方を調べよう。</p> <p>[準備・観察・記録]</p> <p>●星座早見や星座カードを使って、はくちょう座とカシオペア座を見つけ、教科書に示された方法で観察し、記録する。</p> <p>(観察と記録の視点)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・観察した時刻 ・見つけた星座名とその方位 ・星の並び方 ・星座の位置 ・星の動きの予想 ・星の明るさや色 など 	<p>教師が星の写真を撮っておき、それを使って、星の動きについて話し合う</p> <p>デジタルカメラでの撮影も用いて、星の記録を行う。</p>

2. 中学校

天体に関する学習は中学校では、2分野下で指導され

る。以下の学習指導案例は、啓林館（2002）を参考にし
て、作成した。

6. 地球と宇宙	17 (18) 時間
夜空をながめてみよう	(2時間)

中学校理科の天体の単元におけるデジタルカメラの活用例（夜空の撮影）

【学習内容】

天体に興味・関心をもって、意欲的に星空の観察を行い、天球の考え方を説明することができる。

	学 習 活 動	デジタルカメラの活用
第1校時	① 49～51 ページを参考にして、星座や恒星など天体について知っていることをあげてみる。 ② 星座についての説明を聞く。 ③ 星座早見盤のしくみ、作り方の説明を聞いてつくり、使い方を確認する（巻末参照）。 ④ 星座早見盤を使って夜空を観察する。	昨夜（無理ならできるだけ最近）のデジタルカメラで撮影した映像を提示する デジタルカメラで撮影する
第2校時	⑤ 星の明るさや色のちがいなど夜空の観察結果を発表する。 ⑥ 恒星について、明るさや色のちがいなどの説明を聞く。 ⑦ 天球の説明を聞く。	デジタルカメラで撮影した映像を提示する

1章 地球の運動と天体の動き

第1節 地球の自転によって星や太陽はどのように動いて見えるか

(4時間)

【学習内容】

地球の自転に関心を持ち、地球の自転と自転によって起こる現象との関係を考察する。星や太陽の1日の動きの観察を進んで行い、その観察記録から、地球の自転と天体の一日の見かけの動きとの関係を説明できる。

	学 習 活 動	デジタルカメラの活用
第1校時	◎章の導入 地球の自転や公転、地軸の傾きについての説明を聞く。 ① 地球が自転していることによってどんな現象が起きているのか、わたしたちの生活には地球の自転がどんな影響を及ぼしているのか話し合う。「話し合おう」 ② 星や太陽の1日の動き方が、地球の自転とどのような関係にあるのか、話し合う。「課題」 ③ 観察1のAを行い、星の1日の動きについて調べる。	
第2校時	④ 東西南北の星の動きを透明半球にはりつけて、透明半球上で星がどんな動き方をするか調べる。 ⑤ 観察1のBを行い、太陽の1日の動きを調べる。	
第3校時	⑥ 太陽の1日の動きについて観察1のBの結果を発表する。 ⑦ 観察1のBの透明半球の記録から、観察した日の日の出、日没の時刻を推定する。 ⑧ 天体の日周運動についての説明を聞く。 ⑨ 58 ページの写真と59 ページの図4を用いて、天球全体での星や太陽の動き方を考える。「確かめの問題」	デジタルカメラの映像を提示（アニメーション）
第4校時	⑩ 地球儀を使って太陽の日周運動を確かめる。 ⑪ 60 ページの図5などを用いて、日本が日の出のときの、世界各地の太陽の位置がどのようになっているかを考える。	

1章 第2節 地球の公転によって星や太陽はどのように動いて見えるか

(2時間)

【学習内容】

地球の公転に関心を持ち、地球の公転によって起こる現象を指摘できる。また、四季の星座の移り変わりを調べる実験を通して、地球の公転と天体の年間の見かけの動きとの関係を説明できる。

	学 習 活 動	デジタルカメラの活用
第1校時	①図6を参考にして、地球の公転によって、どんな現象が見られるか、話し合う。「話し合おう」 ②実験1を行い、各季節に見られる星座を調べる。 ③実験1の結果をまとめ、四季の星座の移り変わりについて、わかったことを発表する。	デジタルカメラの映像を提示 デジタルカメラの写真を使用
第2校時	④シミュレーションソフトを使って星座の一年間の動きを調べる。 ⑤図10を見ながら、星座の一年間の動きと太陽の一年間の動きや黄道についての説明を聞く。	デジタルカメラの映像を提示 (アニメーション)

2章 第2節 惑星はどのような天体か

(2時間)

【学習内容】

内惑星の見え方から惑星と地球の位置関係を考察し、太陽系の構造について考察する。また、写真や資料から惑星のようすを知り、惑星の特徴をとらえる。

	学 習 活 動	デジタルカメラの活用
第1校時	①惑星と恒星のちがいや、内惑星、外惑星についての説明を聞く。 ②観察3を行い、金星の動きを観察する。 ③図3や図4を参考にして、観察記録から金星の動きについて説明を聞く	デジタルカメラで撮影する デジタルカメラの映像を提示
第2校時	④恒星の見え方とのちがいなどについて惑星の見え方についてまとめる。「確かめの問題」	デジタルカメラの映像を提示

以上のように、デジタルカメラで作成した教材は、小学校、中学校の天体学習で有効に活用することができる。撮影した画像は、静止画像としての利用の他に連続させて画像を見せることにより、動画のような提示も考えられる。このように学習展開での画像の多様性を活かすことで、児童、生徒の天体に関する理解をより深めることができるであろう。

VI ま と め

本研究では、近年急速に技術改革が進み、普及が著しいコンパクトデジタルカメラに夜天体教材作成の可能性について検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

コンパクトデジタルカメラでも、設定を調整することにより星の撮影が十分可能である。特に、ISOの設定、シャッタースピードの設定を工夫することにより、6等星までの星座撮影が可能である。このことは、小中学校における天体教材作成には十分な機能を有しているとい

える。また、撮影した画像は、テレビに接続が可能であったり、教室内のパソコンにつないだり、生徒に示す際にも容易である。さらに、近隣の風景とともに撮影することにより、デジタルカメラで撮影した写真はより身近なリアルな教材として、子どもたちに提示することが可能である。撮影から提示までの時間がかからず、従来のカメラでは、現像、焼き付け等に時間を有し、撮影状況の確認に手間取ることがあったが、デジタルカメラでは、撮影時に撮影状況が確認でき、教材作成に要する時間を大幅に短縮することができる。また、撮影した画像は、動画として示すことも可能で、従来とは異なった授業展開も可能である。さらにデジタルカメラで撮った写真については一過性のものでなく記録として残し、教材集として保存や教員同士での共有化も容易である。

コンパクトデジタルカメラは今後ますます機能が充実してくることが予想され、児童・生徒も扱うことができるようになるだろう。本研究では、教師が作成する教材としての可能性を検討したが、今後は、生徒自身の観察記録道具としての役割について研究する必要がある。

文 献

- 林 武広・近藤惣一・鹿江宏明・匹田 篤, 2004. インターネット双方向天体学習の実践とその効果(1) 中学校「地球と宇宙」単元の例一. 地学教育, 57, 15-23.
- 川村教一, 2002. 太陽観測衛星S O H Oの広視野コロナグラフ(L A S C O) 画像を用いた太陽年周運動の教材化, 地学教育, 55, 43-48.
- 啓林館(編), 2002. 指導書第二部詳説, 理科2分野下. 振興出版社啓林館, p.350.
- 松木省吾, 2003. 理科教材としてのデジタルカメラを用いた春の花の紫外線写真. 岐阜大学教育学部研究報告(自然科学), 28, 11-17.
- 文部省, 1999. 小学校学習指導要領解説 理科編. 東洋館出版, p.122.
- 文部省, 1999. 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説 理科編. 大日本図書, p.162.
- 小山田正幸, 2002. デジタルカメラによる簡単な天体写真撮影の工夫. 理科の教育, 51, 50-53.
- 佐藤清忠・横山隆三, 2003. 表計算による画像文責を用いた地学教育の実施例. 地学教育, 56, 99-111.
- 東京書籍(編), 2002. 「新しい理科指導編4上」, 東京書籍, 111.