

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

総合学習 香西 祥
授業開発 太田 新吾
教育臨床 西野 孝

はじめに

情報機器を活用した教育実践が報告されている。インターネットの利用や教育ソフトの活用、子どもたちへの授業展開の中で、様々な情報機器の活用が行われている。その中にはデジタルカメラを使ったものもある。「総合的な学習の時間」に地域へ出かけ、自分たちの町の様子を写真に収める。また、教科学習の中で自分たちの活動を写真に収め、振り返りに活用する、稲の生長を収めるなど記録性を生かしたデジタルカメラの利用方法、情報発信のための利用方法など、IT機器を活用した実践事例の報告が書籍やインターネットなどに掲載されつつある。

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器機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点である。
2. デジタルカメラなどは、安価に手に入りやすくなった点である。学校の予算で複数題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、映像が現実によ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こと。
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。

子どもたちにとって、情報機器の利用における弊害というものが取り除かれつつある現状の中で、学校教育がこの機会に授業展開の指針を打ち出していく必要があり、情報機器の利用の中で、インターネットなどの利用については、電子メール、掲示板、テレビ会議システムなど研究課題として取り組まれている。一方、デジタルカメラなどの機器類の性能も向上し、教材としての利用価値も高くなってきている（小山田，2002）。そこで、今回の課題をデジタルカメラの利用に焦点を当て、また現在行われている教科活動をより効果

的に行うために、理科における天体観測時のデジタルカメラの有効性について研究する。

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

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。

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。

研究の概要とその方法

1. 星の観察についての現状

月や星の観察をする場合には、夜間に長時間、野外に出るなどにおいて、子どもたちの安全面が確保されにくい。

注意点として、交通事故による問題

ころぶなど、負傷する

危険な動物との遭遇

以上のように、野外に出る際には十分に注意して観察する必要がある。

また、観察記録も子どもたちが、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。

デジカメの有効性とその可能性

1. 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いくつかあげたが、教師・子どもたちにとって扱いやすいものとなっていることが大きな要因である。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

できるところも、撮影が容易にできる要因である。

撮影方法とその例

1. 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もあるが、星の撮影には、いくつかの設定を調整する必要がある。特に以下の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長ければ長いほど、多くの光が当たることになる。

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る。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、ISO 100 のフィルムは ISO 400 のフィルムより感度が低いので、多くの光を必要とする。

c) 露出補正

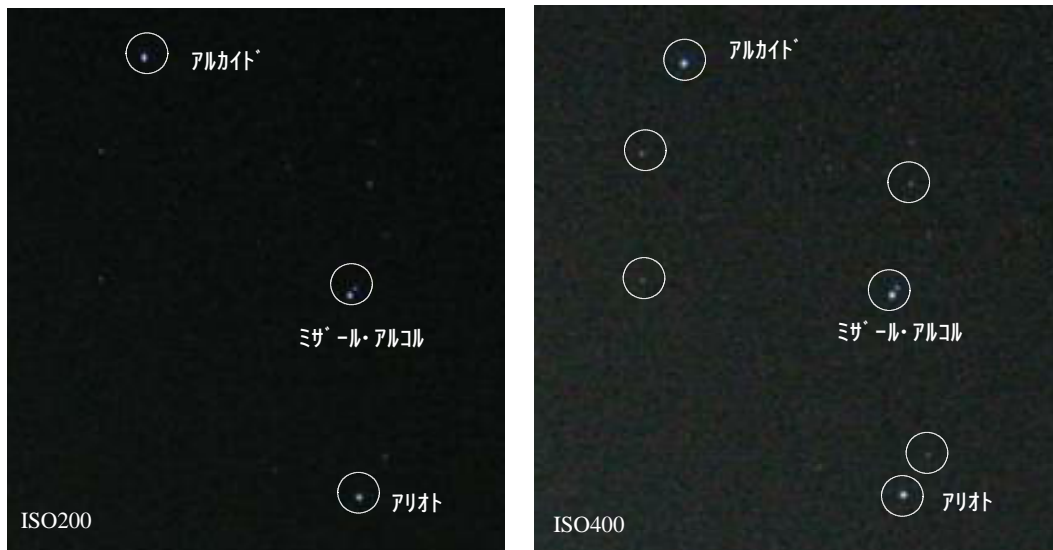
露出補正とはデジカメが状況に応じて調整した写真の明るさに対して、撮影者自身が「もっと明るくしたい (+ 補正)」、「もっと暗くしたい (- 補正)」という指示をデジタルカメラの機能を使って調整する方法である。

日差しが強いときや黒いものを撮影するときなどは露出補正の設定が必要になる事が多い。

さて、この三点を使い、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探った。しかし、今回行った機種は、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つたために、以下の2点を中心に天体の撮影をした。

ISO の設定

ISO 100 から 400 間での設定が可能である。そのため、今回は通常の 200, 400 の設定において、どのくらいの変化があるかを調べた。



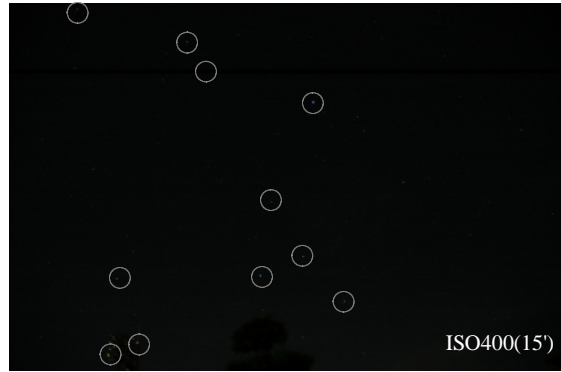
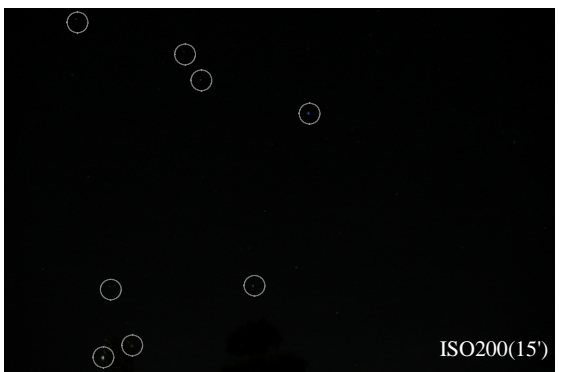
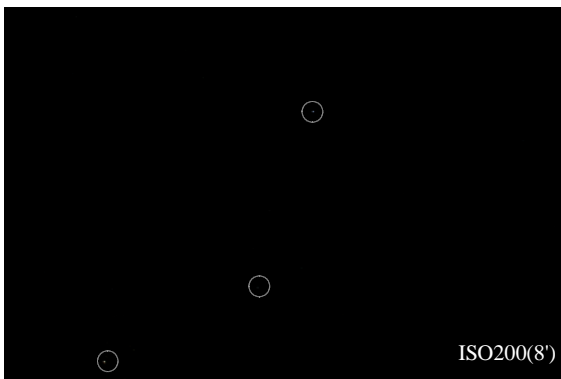
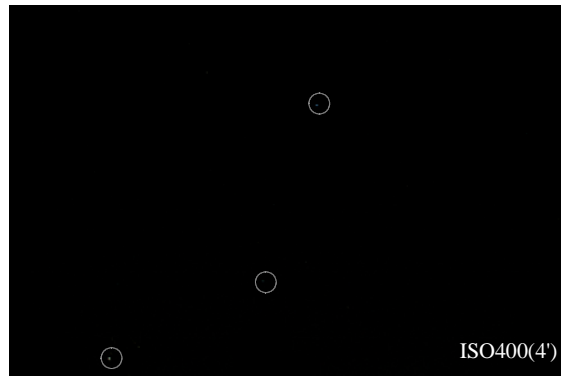
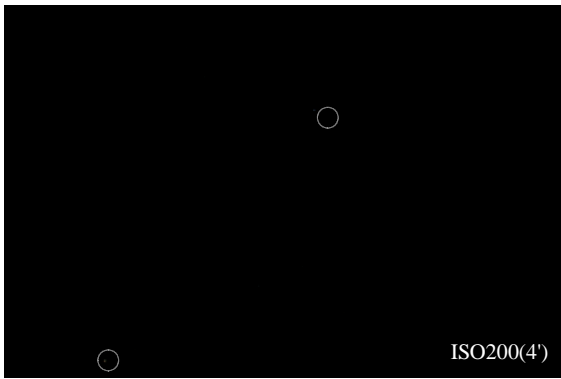
2004年7月6日 21h ~ 22h Cannon IXY DIGITAL 450

ISO200 の場合は、北斗七星の2等星までしか写ってない。

ISO400 の場合は、北斗七星の2等星の他に周りの5, 6等星の星も写っている。そして、ミザール・アルコルといった二重星の確認もできる。

星の光を集める = シャッタースピードの変更と ISO の関係

この機種では、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。そのため、4秒、8秒、16秒の設定において、どのくらい星が撮影できるかを検討してみたい。



2004年7月6日 21h ~ 22h Cannon IXY DIGITAL 450

さて、撮ってきた画像を確認しながら、写っている星を丸で囲んでみた。

ISO200 に関して

シャッタースピードが4秒の場合、ほとんど星は写っていない。

8秒の場合、2等星まで写っていた。

15秒の場合、3等星まで確認できた。

ISO400 に関して

シャッタースピードが4秒の場合、2等星まで写っていた。

8秒の場合、3等星まで写っていた。

15秒の場合、4等星まで写っていた。

以上のように、ISOとシャッタースピードによる設定は、光を集めれば集めるほど、より多くの星を写すことができた。

現在発売されているコンパクトデジタルカメラと言われている商品について、下記のように整理をしてみた。平均価格は価格コムホームページを参考にした

<http://www.kakaku.com/>

星空 撮影用デジタルカラー一覧表

	機種	撮像素子	最長シャッタースピード	露出補正	ISO	平均(円)
Canon	IXY DIGITAL 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
京セラ	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-LC33	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
サンヨー	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

この表から、星の撮影が有効に可能な8秒から16秒までのデジタルカメラの価格は、2万円から3万円台で購入することが可能であることがわかる。これから技術等の発達において価格も下がる傾向があるので、ますます教育現場での活用に見込みが望める。

学習指導例

1. 小学校の例

学習活動（発問 [] 活動 思考例）	デジタルカメラの有効活用
<p>[話し合い]</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>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、変わるだろうか。</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>[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 ・星の並び方 ・星の動きの予想 ・見つけた星座名とその方位 ・星座の位置 ・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. 中学校の例

6.地球と宇宙	教科書2下p49～p78 17(18)時間
夜空をながめてみよう	(教科書p49～p53-2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)

啓林館(2002)

【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	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。 星座についての説明を聞く。 星座早見盤のしくみ、作り方の説明を聞いて作り、使い方を確認する(巻末参照)。 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	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。 恒星について、明るさや色のちがいなどの説明を聞く。 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
(教科書p54～p60-4時間)

【学習内容】

地球の自転に関心をもち、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き、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。 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」	

	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」 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	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。 観察1のBを行い、太陽の1日の動きを調べる。	
第3校時	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。 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。 天体の日周運動についての説明を聞く。 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	地球儀を使って太陽の日周運動を確かめる。 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。	

<p>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 (教科書p61～p63-2時間)</p>
--

【学習内容】

地球の公転に関心をもち、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	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」 実験1を行い、各季節に見られる星座を調べる。 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	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。	デジタルカメラの映像を提示

校 時	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。	(アニメーション)
--------	--	-----------

2章 第2節 惑星はどのような天体か	(教科書p72～p73-2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	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。 観察3を行い，金星の動きを観察する。	デジタルカメラで撮影する
	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。	デジタルカメラの映像を提示
第 2 校 時	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

まとめ

- ・一般的な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ことが明らかになった。
- ・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，コンパクトデジタルカメラを使った教材開発は非常に容易である。
- ・デジタルカメラで撮影した写真はより身近なりアルな教材として、子どもたちに提示することが可能である。
- ・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はなく記録として残し，次の授業，来年へとつなげていくことができる。
- ・写真であるが故に星の動きを正確に捉えることができる。
- ・今後の授業や自由課題（選択理科や自由研究）に活かしていける。
- ・天候に左右されやすく，雨天の場合は特に機械の問題もあり，星の観察撮影は不可能である。

・パソコン等情報機器の取り扱いについての技術を要するところがあり、スケッチとは違った技能が必要になってくる。

本研究を行うにあたり、香西 武助教授に助言をいただいたので、記して感謝する。

文 献

文部省，1999．小学校学習指導要領解説 理科編．東洋館出版，pp．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，pp．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．

東京書籍（編），2002．「新しい理科指導編4上」，東京書籍，111．

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，pp.350．