

# デジタル天体観望システムの構築およびそれを用いた教育の効果

## Electronically Assisted Stargazing Sessions and the Effect on Education at Elementary School

嶋田 理博・福呂 匠・吉岡 真志

Michihiro SHIMADA, Takumi FUKURO, Masashi YOSHIOKA

### 要旨

眼視での天体観望とは異なり、望遠鏡またはカメラレンズにデジタルカメラを取り付け、ディスプレイ上で観望するものをデジタル天体観望という。デジタル天体観望には、肉眼での天体観望とは異なる数多くのメリットがある。我々は、奈良学園登美ヶ丘中学校・高等学校の校舎屋上望遠鏡にデジタル観望システムを構築した。児童を対象とした教育効果の検証を行い、眼視での天体観望、デジタルでの天体観望、それぞれに教育上のメリットがあることを確認した。

キーワード：天文教育、デジタル天体観望、EAA

### I. デジタル天体観望とは

通常天体観望が、肉眼で夜空を見たり、望遠鏡、双眼鏡を覗いたりするのに対し、デジタル天体観望とは、望遠鏡またはカメラレンズにデジタルカメラを取り付け、ディスプレイで観望するものをいう。海外では「EAA (Electronically Assisted Astronomy)」、日本では「電視観望」と呼ばれたりもしている。

デジタル天体観望は、2010年代半ば頃からアマチュア天文家の間で広まり始めた。その背景には、高感度・低ノイズで安価なデジタルカメラ（多くの場合はCMOSカメラ）の登場、画像処理やデータ転送などPCの処理能力の向上がある。

### II. デジタル天体観望の長所

デジタル天体観望には、肉眼での天体観望と比べ、下記のような多くの長所があると考えられる。

- 大人数で同時に同じ天体を観察することにより、限られた時間で数多くの天体を観望、あるいは、1つの天体をじっくり時間をかけて観望することができる。
- 全員が同じ画面を共有していると、画面を指し示して「ここに〇〇が見える」「この天体は〇〇だ」といった参加者同士の対話が可能である。
- 1人ずつが望遠鏡を覗く場合、見るべき天体、注目すべき特徴がどれなのかが観察者には分かりづらいが、ディスプレイでの観望では、指導者が、観察中の天体についてコメントしたり、解説を加えたりできる。
- 暗い天体、淡い天体など肉眼では捉えられない天体、赤外線など人間の目では見えない光を見ることができる。
- 指導者と参加者の視力（視度）が異なると、望遠鏡のピント位置も異なり、参加者はぼやけた像を見ていること

があるが、デジタル観望ではそのようなことは起こらない。また、望遠鏡を覗くこと（アイポイントに眼を置くこと）が難しい小さな子どもでも天体を観察することができる。

- ネット中継の場合、子どもが夜間に外出せずに済んだり、身体に障害を持つ方が外出しなくても良い。開催の可否が微妙な曇天時等でも自宅での待機が可能である。

また、コロナ禍においては、デジタル天体観望には、下記のような長所がある。

- 三密状態を避けることができる。
- 望遠鏡等を介した接触を避けることができる。
- オンラインの場合、接触そのものがない。また、緊急事態宣言発令等での外出自粛にも対応できる。

### Ⅲ. デジタル天体観望システムの構築

奈良学園登美ヶ丘中学校・高等学校の校舎（Y棟）屋上には、天体観測ドームおよび天体望遠鏡が設置されており（図1）、理科の学習や天体観望に活用されている。我々は、令和3年度の学校法人奈良学園共同研究助成を受け、天体観測ドーム内機器の更新とデジタル天体観望システムの構築を行った。

デジタル天体観望には、通常のカメラではなく、天体撮影専用のCMOSカメラ（図2）を望遠鏡の接眼部に接続する。天体用CMOSカメラは、通常のカメラのような、レンズやメカニカルシャッターは付いておらず、望遠鏡に接続し、PCでシャッターやデータ読み出しを制御することを前提としている。高感度および低ノイズで、受光した天体の信号をそのまま読み出すことが可能である。数十分の間、光を蓄えたり（露出したり）、ノイズを減らすため、氷点下の温度にまで冷却できるものもある。

天体用CMOSカメラの制御および画像の取得にはPCが必要である。画像取得、画像処理には、市販されていたりインターネット上で配布されている有償・無償の各種ソフトウェアを利用することが可能である。PCはその他、望遠鏡の制御（天体の自動導入や追尾）、および、ドームの回転制御も行う。

カメラで取得した天体の画像は、PCでの画像処理を経てディスプレイ上に表示する。録画すれば別の日時に、また、インターネットに接続していれば遠隔地で観望することも可能である（図3）。



図1 奈良学園登美ヶ丘中学校・高等学校校舎屋上の天体観測ドーム、天体望遠鏡<sup>1)</sup>



図2 天体用CMOSカメラ<sup>2)</sup>



図3 デジタル天体観望システム

#### IV. 天体観望会の実施

デジタル天体観望と眼視での天体観望の教育効果の違いを検証するため、2021年2月25日、26日の各夜17時～19時、小学生対象の月の観望会を開催することとした。対象は奈良学園小学校4年生の希望者48名である。

観望会では、まず月に関する授業を行い、月面観察の後、月に関する4択式の設問8問からなる理解度確認テストを実施し、教育効果を測定する。児童には、理解度確認テストは無記名で集計され、学校の成績とは無関係である旨を説明し、テスト参加への了解を得た。

その際、児童を、

A班：デジタル観望の後、理解度確認テスト受験（介入群）

B班：何もせずに理解度確認テスト受験（対照群）

C班：眼視観望の後、理解度確認テスト受験（介入群）

の3グループに分け、月に関する理解に差があるかどうかを検証する予定であった。

しかし、残念ながら当日は2日とも雨天あるいは曇天だったため、デジタル観望は、事前に録画した「月面X」現象\*（図4）など、月の映像視聴に代え（図5）、眼視観望は屋上ドーム・望遠鏡の見学会に代えた（図6）。教育効果の検証は、

A班：録画映像視聴の後、理解度確認テスト受験（介入群）

B班：理解度確認テスト受験の後、録画映像を視聴（対照群）

の2グループに分けて行うこととした（図7）。



図4 月面X現象

\* 月面の欠け際の3つのクレーターが交差する境界に、真横から太陽光が当たることで「X」の文字が現れる現象。年に数回しか見る機会がない珍しい現象である。



図5 教室で録画映像を視聴する児童たち

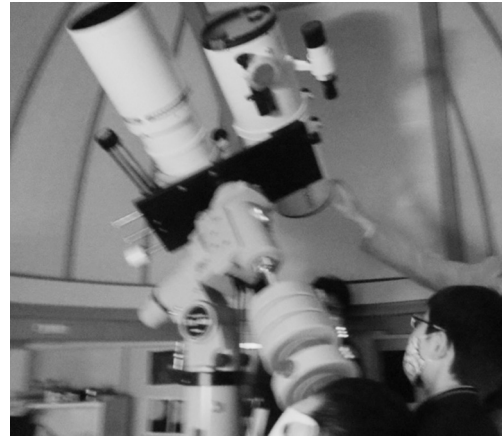


図6 天体ドーム内見学の様子

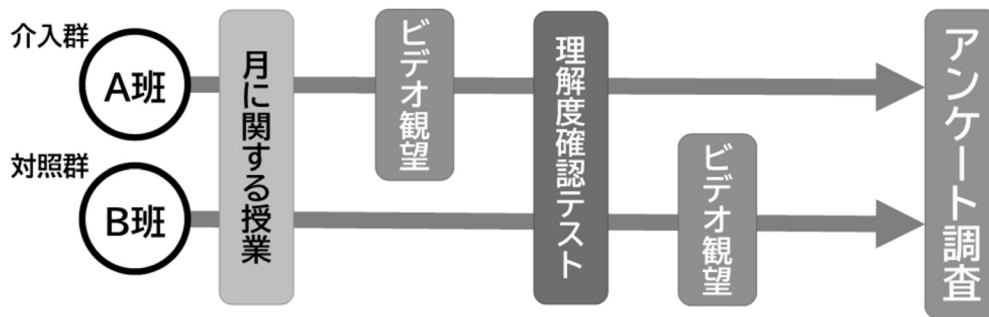


図7 映像の視聴が学習に及ぼす効果の検証

## V. 結果・考察

理解度確認テストの結果は、表1の通りである。テストの前に月の映像を見ているかどうかは、正答率にはほとんど関係なく、5%の有意水準では、テストの成績に影響があるとは言えない結果となった。

月の映像を見ているかどうかで、最も差があった設問は「月の『海』とはどのようなところでしょうか」（正解：表面が平らなところ）で、映像を視聴した児童の方がむしろ正答率が低かった。これは、映像によって、月の海の中の詳細な地形を見てしまったことにより、平らな地形ではないと理解してしまったのではないかと想像する。

事後のアンケートでは、「今日は楽しかったですか」という設問に対し、「はい」という回答が98%（無回答2%）、「星に興味をもちましたか」という設問に対し、「もった」という回答が85%であった（図8）。理科への興味を喚起する上で、天体観望会は有効であると考えられる。

意外だったのが、「今日見た中で一番印象に残ったのは何ですか」という設問で、録画映像で見た「月、月面X」を挙げる児童が22%いる一方、「天体ドーム、望遠鏡」という回答が61%と多かったことである（図8）。児童には実際に望遠鏡を見たことの影響が強く残ることが分かった。映像の観望だけでなく、実際に望遠鏡にふれる体験も重要であると考えられる。

表1 理解度確認テストの問題と正答率、および、2群に差がないという帰無仮説に対するp値

問題 (正解)	正答率		p 値
	介入群 N=20 (映像視聴の後受験)	対照群 N=28 (受験の後映像視聴)	
月のクレーターはどのようになっているところでしょうか (正解：丸くへこんでいる部分)	95%	89%	0.48
月はどうしてひかっているのでしょうか (正解：太陽の光を反射している)	95%	86%	0.30
月の「ウサギ」に見えている部分はどんな部分でしょうか (正解：他と色のちがう大地の部分)	55%	43%	0.41
月の「海」とはどのようなところでしょうか (正解：表面が平らなところ)	80%	96%	0.07
月の欠けて見えない部分はどのようになっているのでしょうか (正解：大地はあるが、かげになっている)	85%	89%	0.66
かくだいてみると、月は何色に見えますか (正解：白色)	95%	100%	0.23
月はどれくらい遠いでしょうか (正解：どの星よりも近い)	40%	43%	0.84
月には空気があるでしょうか (正解：空気がない)	95%	100%	0.23

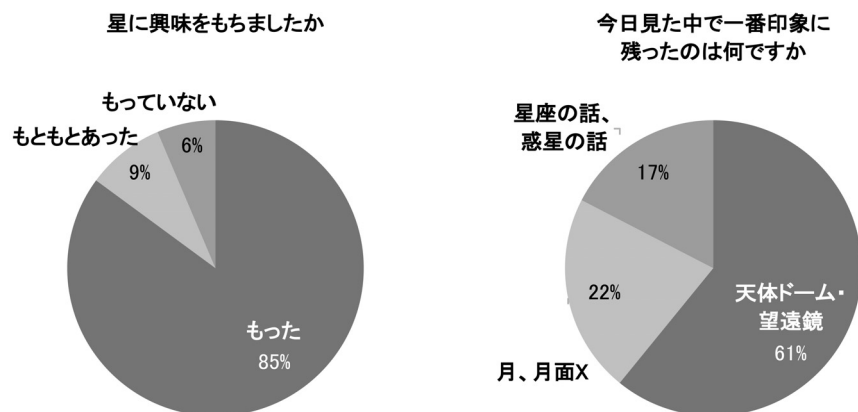


図8 事後アンケートの回答割合

## VI. まとめ

登美ヶ丘Y棟屋上望遠鏡にデジタル天体観望システムを構築したことにより、宇宙や星についてのより充実した教育を、実際の天体の映像を用いてより手軽に行えるようになった。

一方、児童は、天体ドームや望遠鏡を実際に見たことにも強い印象を受けており、眼視による観望も意義があることが分かった。

デジタル天体観望が学習に与える効果は、有意水準5%では、あるとは言えない結果となった。デジタル天体観望と眼視による観望が学習に与える効果の違いは、継続して検証してゆく必要がある。今後、月食等天文イベントのライブ中継にも活用してゆきたい。

本実践において、デジタル天体観望には、単に新型コロナ感染対策にとどまらない多くのメリットがあることに気付かされた。最近流行の言葉を拝借すると、天体観望会版「DX」(ICT活用による天体観望体験の変革)と言えると思う。ただ、眼視天体観望にも良さがあることが分かったので、今後、眼視観望、デジタル観望は併用してゆくべきだろうと考える。コロナ禍が終息し、平穏な天体観望会が開催できる日が一日も早く来ることを願うばかりである。

## 謝辞

本研究は、令和3年度学校法人奈良学園共同研究助成（代表：嶋田理博）を受けたものである。ここに感謝の意を表す。

## 引用画像

- 1) 奈良学園登美ヶ丘中学校・高等学校チャンネル, 2021, 「ドローンによる施設紹介」,  
<https://www.youtube.com/watch?v=uAnuw9LrnAY>
- 2) ZWO Company, <https://astronomy-imaging-camera.com>