

探求心を育む理科授業

天体望遠鏡(スピカ)と双眼鏡を用いた月の観察を通じて

Development of the children's spirits of inquiry in the science class: Observation of the Moon by binocular or telescope

丹羽直正*・酒井 茂*・川上紳一**・渡村悠美子**・上田康信**・江川 直**

Naomasa Niwa*, Shigeru Sakai*, Shin-ichi Kawakami**,
Yumiko Watamura**, Yasunobu Ueda**, and Nao Egawa**

要 旨

小学4年の「月と星」の単元において、子どもたち一人ひとりに天体望遠鏡(スピカ)と双眼鏡を与えて月の観察を行い、天体望遠鏡(スピカ)や双眼鏡が教具として適切かを検討した。天体望遠鏡や双眼鏡を自宅に持ち帰って月を観察した子どもたちのほぼ全員が月面の模様やクレーターの存在に気がついたり、月が満ち欠けする天体であることに気がついたりした。観察結果を授業で交流したところ、月が絶えず動いていることに気づいた子どもが多数いた。しかし、そうした観察を否定する子どももあり、実際に動いているか確かめようという課題へと発展した。天体望遠鏡(スピカ)による天体の観察は慣れるのに時間がかかることが難点であるが、適切な指導を行えば、月の満ち欠けのしくみまで探求しようとするところまで子どもたちを導いていけるものと期待される。

キーワード：月，満ち欠け，天体望遠鏡，自転

key words: the Moon, waxing and waning, telescope, rotation

1. はじめに

花鳥風月という言葉があるように、月は私たちの日常生活において身近な存在であるだけでなく、美しいものと見なされてきた。月をテーマにした短歌や俳句、さらに文学など数えあげればきりがなくらいである。私たちは子どものころから何となく月の存在を意識しており、月には三日月や半月、満月などさまざまな形があることをいつのまにか気がつくようになっている。旧学習指導要領の下では、月の満ち欠けは小学6年で学習することになっており、月が太陽の光を浴びて輝

く天体であり、満ち欠けは月の公転にともなって太陽の光の当たり方が変化することで起こることを学習することになっていた。平成10年に発行された新学習指導要領では、月が東から西へ動く天体であることを学習するものの、満ち欠けすることや、そのしくみについては学習しないと明記されている(文部省, 1998)。こうした内容の削減は、最近の子どもたちが夜空を見上げて月を見るような経験が少ないため、いきなり月の満ち欠けのしくみを目標に授業をするのではなく、まず月の存在に気がつくような指導の方が適切であると判断されたためかもしれない。いずれにしても、今回

* 岐阜大学教育学部附属小学校

Elementary School attached to Faculty of Education, Gifu University

** 岐阜大学教育学部理科教育講座(地学)

Faculty of Education, Gifu University

の学習内容の変更によって、子どもたちの天文現象に対する興味や理解がどのように変わるのか。この疑問に答えるには、子どもたちの天文現象に関する理解の現状を把握しておく必要があり、筆者らは2002年春にアンケートによる調査を行ってきた(川上ほか, 2002a, b)。その結果, 旧学習指導要領の下で学習した児童・生徒でも満ち欠けのしくみをきちんと説明できるものの割合はそれほど高くないことが示された。一方, 小学校3年生でもほとんどの子どもたちが月の存在を認識していることがわかった。小学校の授業で学習していない子どもたちの多くは, 月が雲に隠れるために形が変わると漠然と思っているものが多いことも示された。学習指導要領の改訂は, 月の満ち欠けのしくみの学習が小学生にとってかなり難解なものであるとされたためである可能性もある。

そうした現状はともかく, 月の存在を意識し, 日々形が変わっていくこと理解することは初歩的な目標であり, 次の学習目標として, 月の満ち欠けのしくみをしっかり理解しておくことは, 小中学校から高校や大学にいたるまで, 学びの連続を意識した理科教育において, 大変重要な取り組みであると考えられる。というのは, 現象をしっかり観察したあと, その現象のしくみを科学的な見方で解釈してはじめて知識となり, 次の学習への動機づけへと発展していくからである。

さて, 月の満ち欠けを科学的に理解するには, 地上に立った観測者の座標系から, 太陽系を北極星の方向から眺めた座標系へと視点の移動が必要とされる(土田・小林, 1986)。こうした視点の移動は, 抽象的な概念でものごとを考える絶好の機会となる。子どもたちが視点の移動をとまなう思考ができるようになるためには, 教師が現象を提示し, その現象を説明するような概念を提示するのではなく, 子どもたちが自ら観察した事実を大切にし, その事実をどのように説明したら合理的に説明ができるかを問題にしなくてはならない。しかし, 実際に視点移動を伴う思考の深化を促すような指導は可能なのだろうか。

本研究では, 岐阜大学教育学部附属小学校の4年生を対象に, 双眼鏡と天体望遠鏡を一人ずつに貸与し, 自宅に持ち帰って月の観察を行うような指導を試みた。同様の研究は, 中学3年生の金星

の満ち欠けの学習において山田ほか(2001), 渡辺ほか(2003)が行っており, 生徒の学習意欲を高め, 高い興味や関心にささえられた学習が実現され, 大きな効果をあげている。そうした学びが小学4年生でも達成されるのか。双眼鏡や天体望遠鏡といった教具は小学4年生にとって適切なものか。小学4年生でも扱えるようにするためにはどのような工夫が必要か。こうした点については, 実際に授業を実践する中で, 改良点を見つけだし, より洗練された指導法を開発していく必要がある。ここでは, 実際に行った授業実践を報告し, 用いた教具, 教材についての考察を行う。

2. 指導計画

月の観察には口径25mm倍率10倍の双眼鏡 Kenko super star 10×25IR と口径4センチ, 倍率36倍の天体望遠鏡(スピカ)を用いた(図1)。天体望遠鏡は予め組み立てたものを貸与した。自宅へ持ち帰って容易に観察できるように, それぞれの天体望遠鏡にスピカ用三脚を取り付けた。また, 天頂付近にある月でも無理なく観察できるように, 天頂ミラーもいっしょに貸与した。

ここでは岐阜大学教育学部附属小学校4年生3クラス約120名を対象にし, 1クラスは通常のように天体望遠鏡を貸与せずに月の観察を行わせ, あとの2クラスは, それぞれ天体望遠鏡と双眼鏡を与え, クラスによる学習意欲, 興味, 関心, 観察の達成度を調査した。

観察は2002年5月から7月にかけて, 子どもたちが観察しやすい三日月から満月がみられる時期に観察を促し, 観察結果を授業中で交流させた。数日あけて繰り返し観察させることで, 子どもたちが次第に月が満ちていくことに気がつくかどうか



図1. 天体望遠鏡の扱い方を練習する子どもたち。

か見守ることにした。また、望遠鏡や双眼鏡で観察することで、月の表面にある海やクレーターに気がつくかも見守ることにした。

なお、通常小学4年理科の年間指導計画では、月と星は10月に指導することになっているが、岐阜大学附属小学校では2002年の10月に研究発表会が開催されるため、授業計画を変更して実施した。

3. 結果

最初の授業で天体望遠鏡や双眼鏡による月の観察を行うことを切り出したところ、子どもたちは初めて天体望遠鏡を手にするものも多く、月がどのように見えるか期待し、持ち帰って月を観察しようという意欲が高まった。同様のことは双眼鏡でも認められた。その場で、子どもたち一人ひとりに天体望遠鏡や双眼鏡を渡し、教室から外を眺めて対象物を視野の中に入れる練習や、ピントを

合わせる練習を行った。天体望遠鏡では見える対象物が実際とは逆に上下が逆さまになることを確認した。

数日後、観察結果の交流会をもった。多くの子どもが望遠鏡や双眼鏡で月を観察することができたが、月を視野の中に入れるのに苦労したり、なかなかピントを合わせられない子どももいた。交流会の中で「せっかく望遠鏡で月をみられるようにしたのに、時間が経ったら視野からずれてしまった。」と発言し、月が絶えず動いていることに気がついたことを発表した。この発表に対し、子どもたちがさまざまな意見を述べ、次の課題として月が実際に動いているかどうか確かめようということになった。

結果的にみると、天体望遠鏡を用いて月を観察して、表面の模様やクレーターの存在に気がついた子どもは全体の97%、満ち欠けしていくことに気がついた子どもが79%、月が東から西へつねに

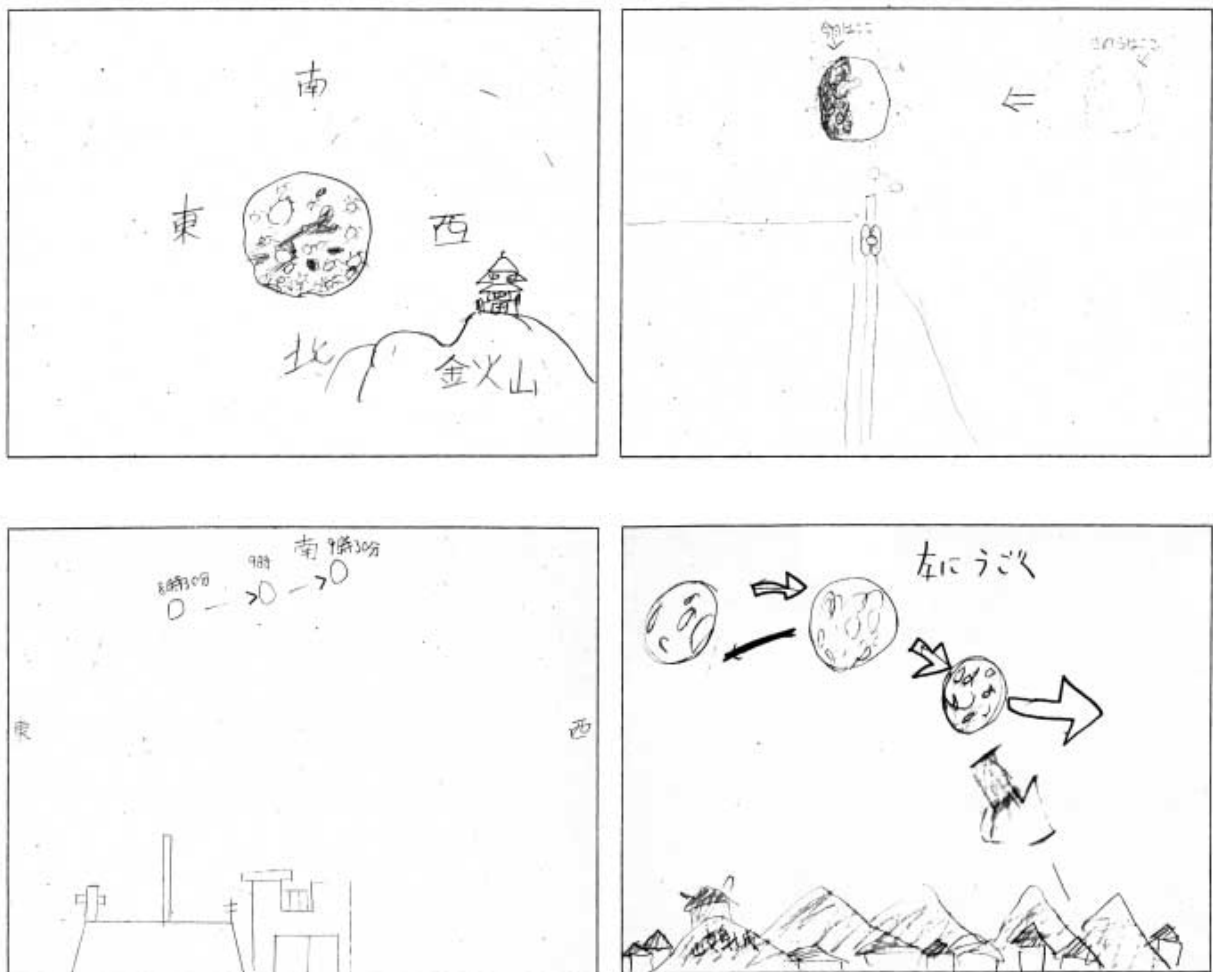


図2. 子どもたちのスケッチの例.

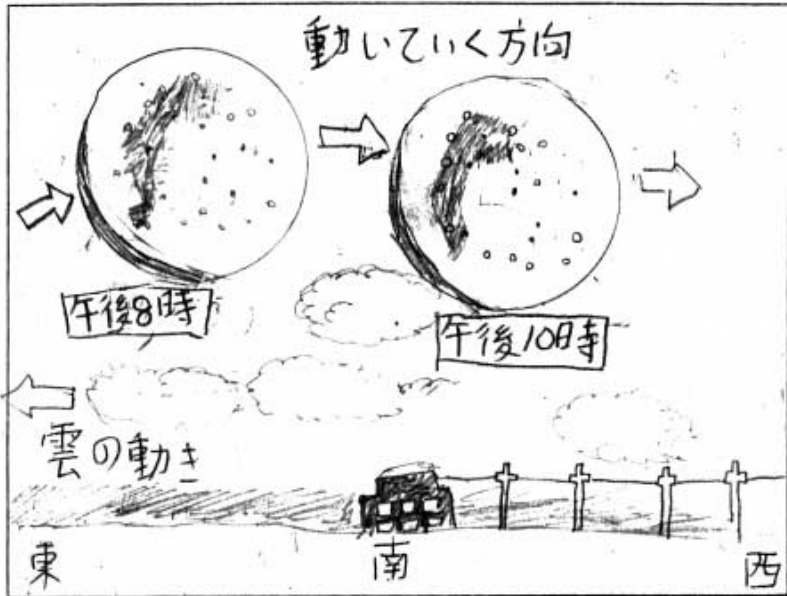
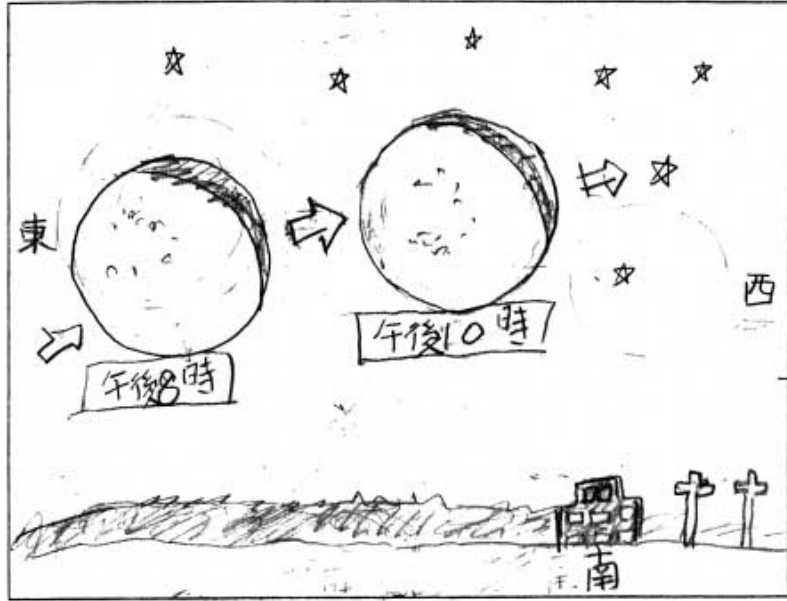


図3．クレーターの存在，東から西へ移動していく様子，一晩ごとに東へ移動していくことに気づいた子どものスケッチ．

表1．月を観察する意欲が出たかという質問に対するアンケート結果

	肉眼	双眼鏡	望遠鏡
やる気がとても出た	12%	43%	28%
やる気が出た	55%	49%	59%
そんなにやる気がでなかった	18%	8%	13%
やる気はでなかった	15%	0%	0%

動いていることに気がついた子どもは41%であった．図2，図3に子どもたちが作成したスケッチを示す．

次に，指導後，興味や関心が高まったかどうか

アンケートによる調査を行った．その結果を表1に示す．双眼鏡や天体望遠鏡を貸与した子どもたちの方が有意に興味が高まることがわかった．しかし，双眼鏡を貸与したクラスと天体望遠鏡を貸

与したクラスと比較すると、双眼鏡を貸与したクラスの方が興味や関心が高まったと答えた子どもの数が多かった。

4. 考察

(1) 天体望遠鏡の有効性と教具の工夫

天体望遠鏡で星空の世界を眺めること。これは子どもたちだけでなく大人になってもワクワクするような体験である。小学4年生にとっても同じで、天体望遠鏡（スピカ）を手にした子どもたちは、これから望遠鏡を通してみる月に大変期待感を抱いていたようだった。実際、授業終了後にそれぞれのクラスの子どもたちを対象にして行ったアンケート結果を見ると、双眼鏡や望遠鏡を活用したクラスでは意欲が高まったことが示された。したがって、天体望遠鏡は、月を観測しようという動機づけとしては大きな効果があると判断された。

しかし、子どもたちが天体望遠鏡による月の観察に成功するには、いくつかの課題がある。望遠鏡の視野の中に月を入れられるようにすることと、ピントをきちんと合わせることができるとである。小学4年生にとっては、こうした取り組みはかなりむずかしいことが、授業終了後のアンケートの結果（表2）から明らかになった。これらの課題を解決するには、昼間の授業で、望遠鏡を使って外の景色を繰り返し眺める練習をすることで改善できる。しかし、ピント合わせについてはさらに困難で、月を一度もみたことのない子どもの中にはピンぼけの月をみて見えたと判断する可能性もある。天体望遠鏡（スピカ）のピント合わせは筒を押ししたり引いたりすることで合わせるため、予めピントの合う位置にマークしておくことでピント合わせが容易になるものと期待される。実際に行った授業では、ピントの合う位置を

示した観察の手引きをプリントし、一人ひとりの子どもに、自宅へ持ち帰らせることで改善することができた。

さらに細かい点であるが、子どもたちは天体望遠鏡（スピカ）のほかに、三脚や天頂ミラー、アイピースなどを持ち帰るため、登下校中にそれらをなくさないような指導も必要であり、一人ずつ天体望遠鏡、天頂ミラー、三脚を入れるビニール袋を用意した。

(2) 双眼鏡の有効性

双眼鏡も子どもたちの動機づけには適した教具であることが表1に示すアンケート結果から読みとれる。天体望遠鏡に比べて対象物を視野の中に入れやすいこと、観察しているものの上下が逆転しないことなどの利点があるが、手ぶれがあることが大きな支障となる。そのため、月が絶えず動いていることを確認することはできなかった。今回の授業では、天体望遠鏡で観察した子どもたちが月が絶えず動いていることに気づき、交流会で発言することで次の観察の狙いへと発展したが、こうした展開は双眼鏡での観察では得られなかった。双眼鏡は、興味や関心を高めるための教具としては適切であるといえよう。

(3) web教材の開発

子どもたちの多くは望遠鏡で月を観察するのは初めてである。どのように見えるのか予め予想を立てることができれば、観察しようという動機づけがさらに高まるし、ピンぼけの月を見て見えたと判断する子どもの数も減るであろう。また、観察のあと、自分が見た月面の様子を確認することができれば、月面に関する学習へとつなげていくことができる。実際に望遠鏡で観察した子どもたちの97%は、クレーターの存在に気づき、月面の様子についても興味が高まった。こうした学習を

表2. 観察するときむずかしかったかどうかに関するアンケート結果

	肉眼	双眼鏡	望遠鏡
むずかしかった	12%	2%	18%
ややむずかしかった	30%	31%	34%
そんなにむずかしくなかった	35%	39%	40%
むずかしくなかった	23%	28%	8%

支援するために、筆者らは、岐阜大学教育学部屋上の天体望遠鏡ドームの口径8センチの屈折型望遠鏡とデジタルカメラ（キャノンD30）で撮影した月面画像をインターネットで公開している（図4）。このホームページ（<http://chigaku.ed.gifu-u.ac.jp/chigakuhp/>）では、月面地形の解説に力を入れており、望遠鏡で月を眺めて興味をもった子どもたちには、月の海の溶岩流の流れた地形や、複雑な

クレーター地形、クレーターの形態の多様性へと興味を広げていけるよう配慮している（図5）。また、小学4年生で学習する地球の自転による月の動き、月の満ち欠けのしくみを学習できるような教材開発も合わせて行っている。これらについては、天体望遠鏡（スピカ）による授業を支援するためのものであり、さらなる充実へ向けて準備している。

月の変化の様子

月齢ごとの月の満ち欠けを撮影しました。

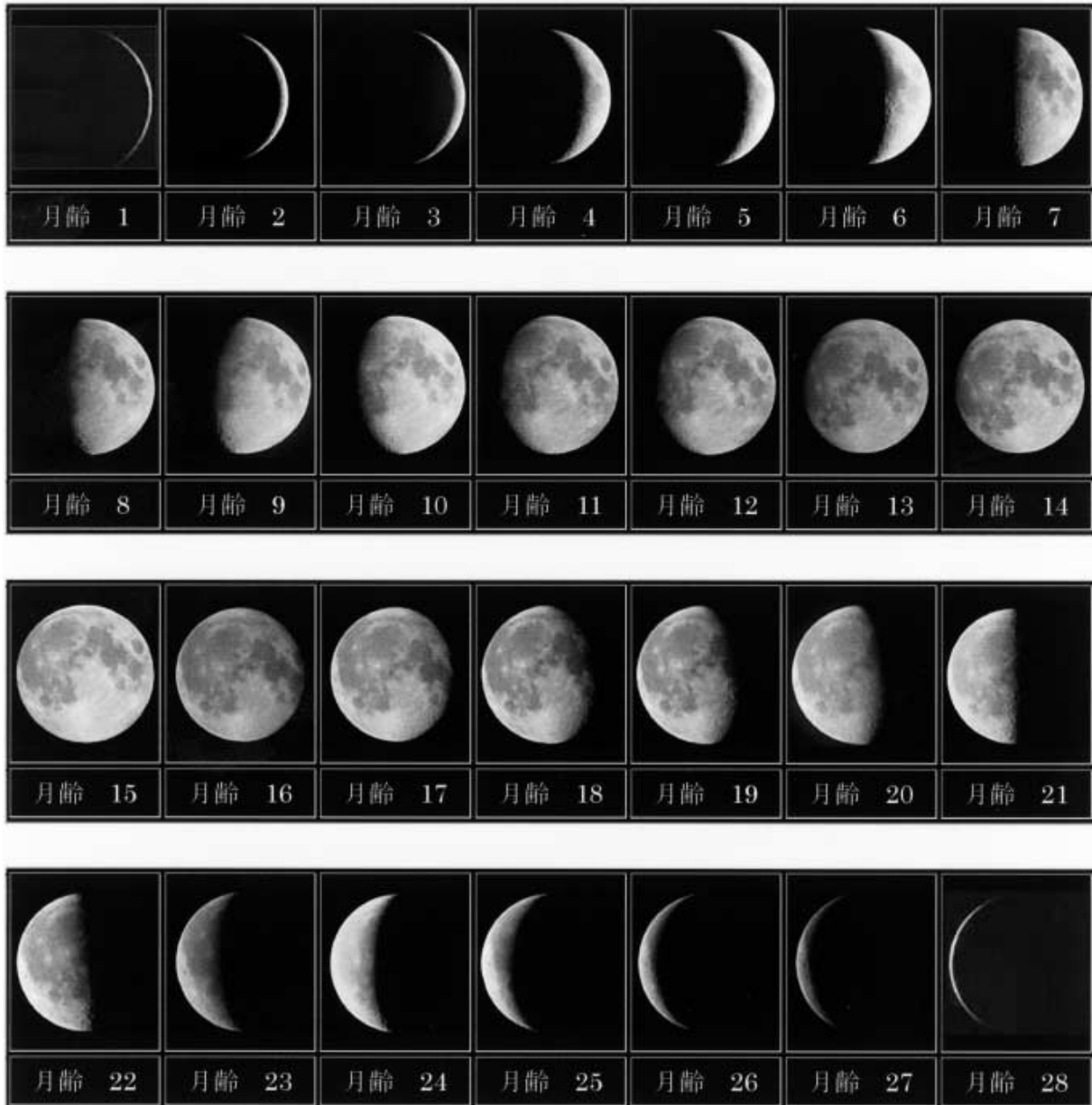


図4．岐阜大学教育学部理科教育講座（地学）のホームページに掲載された月の満ち欠けの様子を示す画面。

月齢24日の月

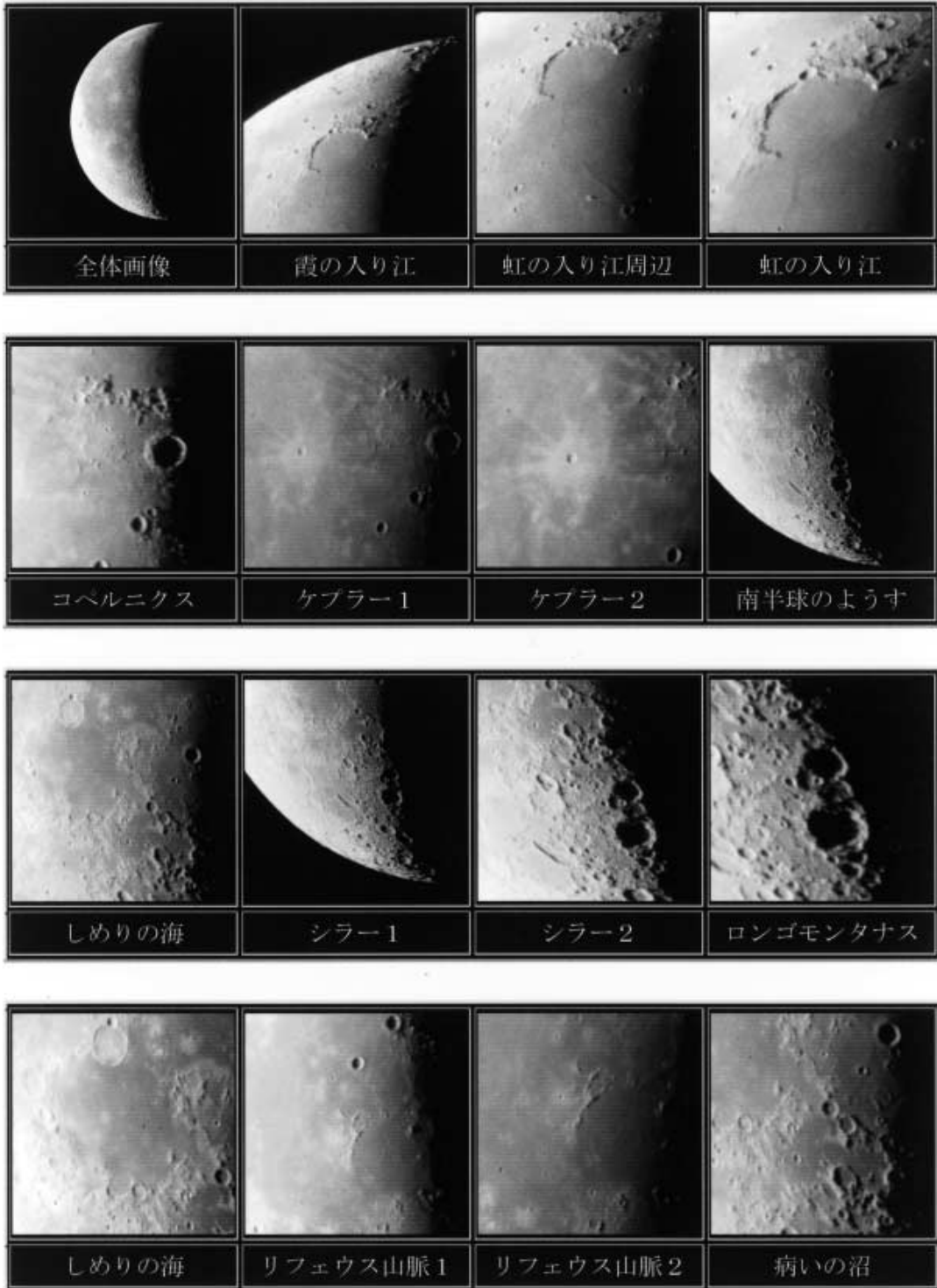


図5．月齢24日の日に見られる月面の地形を紹介したホームページ画面．

ちきゅうしょう
地球照



地球照とは？

図6．三日月の画像．太陽の光が当たっていない部分も地球からの照り返しで明るみえる．

これまでに掲載した多数の画像のうち、三日月の日に撮影した地球照の画像(図6)については、電子メールで附属小学校へ送り、子どもたちにも転送したり、インターネットのアドレスを通知したりした。この画像によって、光っていない部分にも月が存在することがわかるため、月が太陽の光が当たって輝く天体であること、太陽の光の当たり方で欠け方が変わることを容易に理解することができた。

(4) 子どもたちにとっての授業の評価

今回行った授業について、子どもたちによかったかどうかアンケートした。その結果を表3に示す。ほとんどの子どもたちは、大変良かったあるいはよかったと答えているが、これらを合わせた数値をみると、双眼鏡や天体望遠鏡を使ってよかったと答えている。こうした結果を見ると、こ

れらの教具を使うことで子どもたちは教師の願う姿を見せてくれるだけでなく、双眼鏡や天体望遠鏡を用いた授業が子どもたちにとっても有意義であったことを物語っている。

(5) 授業の実践時期について

今回の授業は、5月から7月にかけて行った。これは、岐阜大学附属小学校での研究発表会が10月に計画されていたため、年間指導計画を変更して弾力的に行ったためである。5月から7月にかけては、曇りや雨の日になる場合があり、継続した観察から満ち欠けしていく姿を確認するにはあまり良い時期とはいえなかった。月の観察の指導では天気が安定し、晴天の続く10月、11月ごろが適している。実際、10月以降は晴天の日が続いており、三日月から半月にかけての変化を観察して交流会を開き、その後の変化を予想させて確かめ

表3．観察して良かったかどうかについてのアンケート結果

	肉眼	双眼鏡	望遠鏡
大変良かった	12%	62%	46%
良かった	73%	36%	49%
あまり良くなかった	15%	0%	5%
良くなかった	0%	2%	0%

るといった授業は、10月から11月にかけて行えば、効果を上げることができ、月の満ち欠けのしくみへと探求する子どもたちへと導いていけるものと期待される。

5. おわりに

小学4年の月の学習における適切な指導法の開発へ向けて、天体望遠鏡（スピカ）や双眼鏡を貸与した授業を実践した。これらは学習意欲を高めるといった目的については達成できた。また、天体望遠鏡を用いることで月が絶えず動いていることに気づいた子どもが現れ、次の観察へのねらいが生まれたことは、予想外の効果であった。しかし、当初のねらいである月の満ち欠けのしくみを理解しようという姿勢をもつ子どもたちの育成にまではいたらなかった。その原因としては、1週間ぐらいの期間継続して観察する必要があるにも関わらず天候に恵まれなかったことが大きいのではなかろうか。また、天体望遠鏡の扱い方や、ピントの合わせ方の工夫など、教具に若干準備不足があり、クラス全員の子どもが共通の観察経験をもたなかったことも要因であるかもしれない。次回は、天候の安定する秋に準備万全の体制で授業を実践し、月の満ち欠けのしくみを探求する子どもたちの姿と出会えるか研究を進めてみたいと考えている。

謝辞．本研究には、文部科学省科学研究費補助金特定領域研究008新世紀型理数科系教育の展開研究の採択課題「天文・地質分野におけるデジタル教材開発と初等中等教育現場での教育実践研究」（研究代表者川上紳一，課題番号14022224）の研究費の一部を使用した。岐阜大学教育学部の澤村秀彦さんには、スピカの製作に協力して頂いた。ここに記して感謝いたします。

文献

川上紳一・渡村悠美子・神野愛・大門佳孝・渡辺進武(2002a)月の満ち欠けに関する児童・生徒の理解度のアンケート調査,岐阜大学教育学部研究報告(自然科学),27, No.1, 23-28.

川上紳一・渡村悠美子・神野愛・江川直・渡辺進武・大門佳孝(2002b)アンケートによる天文現象の理解度調査と理科教育におけるカリキュラムのあり方についての考察,岐阜大学教育学部研究報告(自然科学),27, No.1, 29-40.

文部省(1998)小学校学習指導要領解説理科編,東洋館出版社.

土田理・小林学(1986)児童・生徒の天文分野における視点移動能力の発達過程と関係する基礎的研究,地学教育,39, 167-176.

渡辺進武・川上紳一・上田康信・江川直・山田茂樹(2003)天体望遠鏡(スピカ)とインターネットを活用した中学校理科金星の満ち欠けの指導:内合通過前後の観察を通じて,岐阜大学教育学部研究報告(自然科学),27, 95-103.

山田茂樹・川上紳一・上田康信・江川直(2001)金星の観察を取り入れた惑星の運動に関する中学校理科授業の実践 インターネットの活用による大学天体望遠鏡施設のCCD画像との対照観察.岐阜大学教育学部研究報告(自然科学),26, 61-71.