

2003年10月の巨大太陽黒点出現と太陽表面大爆発現象に即応した 中学校理科授業の実践

Observation of the sun in science classes corresponding promptly to the solar flare event on 28 October 2003 associated with the appearance of large sunspots

渡辺進武・船戸智

岐阜大学教育学部・附属中学校

川上紳一・上田康信

岐阜大学教育学部・理科教育講座(地学)

Susumu Watanabe, Satoshi Funato

Fuzoku Junior High School attached to Faculty of Education, Gifu University

Shin-ichi Kawakami, Yasunobu Ueda

Faculty of Education, Gifu University

要旨

肉眼黒点で大規模な爆発が発生した直後の2003年10月29日に、太陽黒点の観察を取り入れた中学校理科授業の実践を行った。生徒たちは二人一組になって、それぞれが太陽表面の観察を行った。望遠鏡は口径4センチ36倍のスピカを用い、間接投影法で黒点のようすをスケッチした。同じ期間中岐阜大学教育学部屋上の屈折型天体望遠鏡で写真撮影を行い、黒点が移動するようすを撮影し、ホームページに掲載した。また、太陽観測衛星SOHOの画像もホームページに掲載した。29日の太陽表面の爆発は大規模であり、日本でもオーロラが発生したり磁気嵐が発生するなど、テレビや新聞でも大きく取り上げられた。こうした時期に授業計画を柔軟に変更して黒点観察を取り入れた授業を実践することで、生徒たちに地球や宇宙に関する学習意欲を高め、感動体験をとまなう学習へと導くことができた。

キーワード：太陽黒点, 磁気嵐, 天文, 天体望遠鏡, SOHO

1. はじめに

2003年10月下旬に太陽表面に巨大な黒点が出現した。この黒点にとまなう巨大爆発現象（フレアー）が10月28日に発生した。この爆発は過去25年間において、最も大規模なものであり、地球に磁気嵐が発生するという警告とともにテレビや新聞などで大きく報道された。実際、地球観測衛星「みどり2号」に支障が生じ、北海道でもオーロラが出現するなど、太陽表面での爆発による影響がみられた。

岐阜大学教育学部と岐阜大学附属小中学校の理科教育に関わる教官の間で日常的にメールを通じた情報交換があり、10月29日早朝、肉眼で

もみえる大きな太陽黒点が出現しているという情報が流れた。岐阜大学教育学部理科教育講座（地学）では、同日昼間に天体望遠鏡による黒点の撮影を行い、撮影した画像を即座にweb教材として追加した。また、附属中学校では、同日午前から理科の授業で天体望遠鏡（スピカ）を用いて、生徒たちが二人一組になっておのおのが天体望遠鏡を太陽に向け、太陽黒点の観察を行った。

平成10年12月に発行された現行の中学校学習指導要領における「地球と宇宙」の単元のねらいは、身近な天体の観測を通して地球の運動について考察させるとともに、太陽の特徴と太陽



図1. 岐阜大学教育学部屋上の天体観測ドームの口径80mm屈折型望遠鏡で撮影した太陽の画像。ホームページ画面の一部。

系の天体についての認識を深めることである(文部省, 1998)。とりわけ、太陽の特徴については、形、大きさ、表面の様子などを取り上げ、放出された大量の光による地表への影響にも触れることとされている。指導に当たっては、天体望遠鏡で太陽表面の観察を行い、それらの記録や写真・映像などの資料をもとに、太陽表面の特徴を捉えることになっている。こうした学習において、突発的で多くの人々が注目する自然現象の発生時に合わせて、小中学校で弾力的に授業計画を立てて関連する内容を学習することで、大きな成果を上げることができたので報告する。

2. 太陽黒点の観測とweb教材の作成

web教材の作成は、岐阜大学教育学部屋上の天体望遠鏡ドームのタカハシ製口径D=80mmの屈折望遠鏡(F=1200mm)と、デジタルカメラ、キャノンD30を用いて行った。撮影に当たっては、X線撮影用のネガフィルムをフィルターとして天体望遠鏡の鏡筒部にとりつけた。撮影は直接焦点方式で行った。太陽黒点の動きがわかるようにするため、晴れた日は毎日定時に撮影を行った。作成したホームページの一部を図1に示す。

地上の小型天体望遠鏡による太陽の観測では、黒点の大きさや配置がわかる程度であり、太陽磁場のようすやフレア現象などを撮影することは困難である。激しい活動を繰り返す太陽の姿を鮮明に描き出すには人工衛星に搭載された

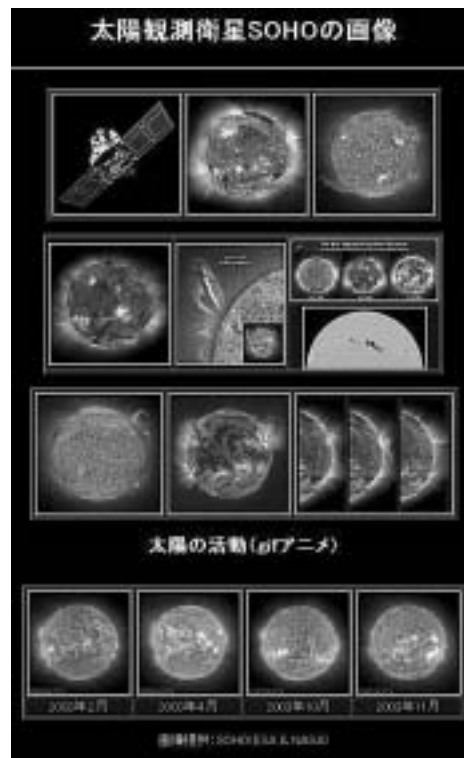


図2. 太陽観測衛星SOHOの画像を用いたホームページ画面の一部(画像提供: SOHO (NASA & ESA)).

X線観測装置や紫外線撮像装置による観測が必要である。こうした観測はすでにNASAや宇宙科学研究所などで長期的に行われており、得られたデータはインターネットで公開されている。今回の教材作成では、NASAとESAが共同で打ち上げた太陽観測衛星SOHOの画像を利用した(図2)。SOHOに搭載された紫外線分光フォトメトリーによって、太陽コロナやフレアのようなすが示されており、太陽がダイナミックに躍動する天体であることを実感できる。SOHOの観測は6時間おきに行われており、生徒が観測を行った時期を含めて2003年の太陽活動を動画として表示させたコンテンツも作成した。

3. 授業の実践

2003年10月29日のメールを受けて、その日の授業で太陽黒点の観測を行った。太陽黒点の授業は1時間とし、観測に25分、観測結果の考察に25分当てる。観測は岐阜大学附属中学校のグラウンドで行った。

岐阜大学附属中学校では、金星の満ち欠けに



図3. (上) 太陽黒点の観測を行う生徒のようす、(下) スケッチをとる生徒たち。

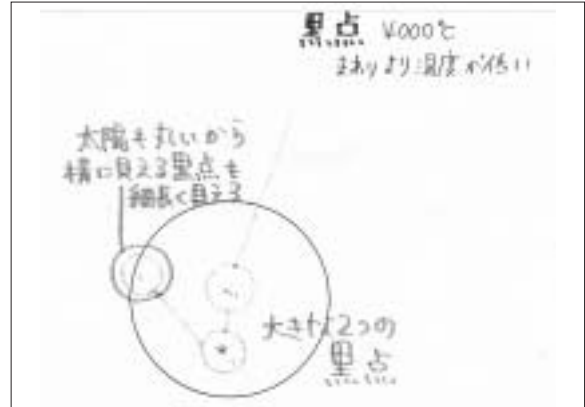


図4. 生徒の描いた太陽黒点のスケッチの例。

関する継続的な観察を踏まえ、モデルによる観察事実を説明する授業実践を通じて、天体の運動を深く理解する指導を行ってきた(渡辺ほか, 2003a,b)。この授業では約160名の生徒全員に一人ずつ天体望遠鏡(スピカ)を与えて授業実践を行っており、この時に使用した天体望遠鏡を今回の太陽黒点観察に使用した。今回の太陽黒点の観察では二人一組になって、間接撮影法で太陽を投影し、鉛筆でスケッチするよう指導した。図3に観測を行っている生徒の姿を示す。生徒たちはそれぞれスケッチに取り組んだが、望遠鏡のピント合わせなどの試行錯誤が必要であり、うまく調整して大きな太陽黒点が見えるようになったときには、あちこちから歓声が聞こえた。図4に生徒のスケッチの例を示す。

観測後、太陽の大きさに対する黒点の大きさから、太陽半径を既知として黒点の大きさを見積もった。このとき出現した黒点は地球半径の40倍もあり、その大きさに生徒たちはたいへん驚いていた。

授業後の生徒たちのノートの記録から、太陽黒点の観察が大きな感動をともなうものであったことが読みとれる。以下に生徒たちの記録の一部を紹介する。

生徒A: あんなにまぶしい太陽の黒点をどうやってみるんだと思っていましたが、望遠鏡越しに紙にうつして見る方法でやってなるほど思いました。いつもは、コウコウと光り輝いているので、黒点は見えたものではないけれど、レンズ越しに紙に映った黒点を見たときは感動しま

した。自分の目で確かめて写し取ることで、黒点の存在を改めて確認できたと同時に実感できました。

生徒B：太陽が地球の直径の約109倍もの大きさであることに驚いた。また、黒点の観測では、はっきりと黒点が見えて、中央部分で丸く、端の方では細長く見えたことから、太陽が球形であることがわかりました。

生徒C：黒点の中には地球がいくつぐらい並ぶのだろうと考えて、計算しました。記録紙に映った太陽の直径4.7cmで地球の109倍であるとする、大きい方の黒点の直径は、 0.2cm なので、 $4.7:109=0.2:x$ から $x=5$ つまり5個も並ぶことになる。すごい大きさである。

4. 考察

(1) 学習の動機づけについて

文部省学習指導要領では、太陽の特徴を学ぶために、天体望遠鏡で太陽表面の観察を行って、それらの記録や写真、画像などの資料を用いて、太陽黒点の形状や動きのようすから太陽が固体でないことを学ぶように書かれている(文部省, 1998)。天体望遠鏡で太陽を観察する際には太陽を直接見ないように注意が必要であり、天体望遠鏡の投影像を順番に観察するような指導例は多いが、生徒一人ひとりがおのおの望遠鏡を携えて主体的に取り組めるような観察学習の事例は多くないようである。今回、生徒二人に一つずつ天体望遠鏡を与え、ほぼ全員が太陽黒点のスケッチを描けたことで、太陽に関する学習の動機づけとしては大きな手応えがあった。さらに、ちょうど肉眼黒点が出現し、大きな爆発を起こしたことがテレビや新聞で大きく取り上げられたため、学習意欲は極めて高まっており、生徒たちに強い感動を与えることができた。こうした学習環境を提供するには、太陽活動など自然の移り変わりに対して臨機応変に授業計画を変更するような柔軟な指導が望まれる。また、天体望遠鏡(スピカ)は安価な教材であり、金星だけでなく太陽の観察にも活用できるため、

できるだけ多くの生徒に与えることができるよう、教材の普及が望まれる。

(2) 太陽観察法について

今回出現した黒点は、望遠鏡を使わなくても黒点を見ることができほどの大きさであった。手元にX線撮影用フィルムがたくさんあったので、それをフィルターにして太陽黒点を観察することもできた。これはたいへん簡単なため、誰でも容易に観察できるメリットがある反面、用いるフィルターによっては目を痛める危険性がある。高校生レベルでは、どのようなフィルターなら安全かある程度判断できるかもしれないが、小中学生に対しては、フィルターを用いた直接観察は避けた方がよいと判断し、今回はフィルター越しに観察はしないように指導した。結果的には、生徒ほぼ全員が天体望遠鏡(スピカ)を使い、間接投影法で記録をとることができた。ピントの合わせ方を練習し、天体望遠鏡の扱い方に慣れることも教育目標の一つであり、生徒一人ひとりが太陽の観察に挑戦する授業がもっと広がって欲しいと願っている。

(3) web教材の作成について

web教材は、10月29日のメールを受けてトライアルとして撮影した画像を掲載したものであるが、附属中学校から黒点の動きがわかるように継続して撮影してほしいという要望があった。たまたま10月29日から11月3日にかけて好天が続いたため、中央にあった大きな黒点が縁に近くまで1日ごとに撮影することができた。ただ、10月29日は大規模な爆発が起こった直後であり、1時間ごとに撮影を行えば黒点が拡大していく様子も撮影できた可能性があったが、そのときにはそうしたアイデアが浮かばずに、撮影の機会を逃したのは残念であった。

5. おわりに

2003年10月の肉眼黒点出現時期に、天体望遠鏡(スピカ)を用いた観察を取り入れた授業を実践した。従来、スピカを用いた天体観察は月や金星を対象に行ってきたが、太陽黒点の観察

にも有効であることが示された。2004年6月8日は非常に希な現象である金星の日面通過が起こる。また、2004年春にはニート彗星などの大きな彗星もやってくる。今後もこうした時期に合わせて弾力的に授業を組み、生徒に感動を与える授業実践を重ねていきたい。

謝辞

肉眼黒点の教材化と授業実践は、岐阜大学教育学部佐々木嘉三教授からいただいたメールがきっかけになった。また観測用にX線撮影用のフィルムを提供して頂いた。本研究の実施には、特定領域研究008「新世紀型理数科系教育の展開研究」、生物・地学分野におけるデジタル教材開発と初等中等教育現場における教育実践研究（研究代表者川上紳一）課題番号15020227の研究費の一部を使用した。ここに記して感謝いたします。

文献

文部省（1998）中学校学習指導要領（平成10年12月）解説-理科編-，文部省。

渡辺進武・川上紳一・上田康信・江川直・山田茂樹（2003a）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），第27巻，No.2，95-103。

渡辺進武・丹羽直正・酒井茂・上田康信・川上紳一（2003b）天体望遠鏡（スピカ）とweb教材を活用した小中学校における「地球と宇宙」の指導法とその実践，科学教育学会研究会研究報告，17，No.6，7-10。

Web教材：

<http://chigaku.ed.gifu-u.ac.jp/chigakuhp/>

