

# 中学生を対象とした金星の継続的観察を取り入れた天文学習 —伊奈波中学校におけるサイエンスパートナーシッププログラムにおける実践報告—

川上紳一・平岩大作

岐阜大学教育学部理科教育講座(地学)

伊奈波中学校

岐阜市則武1816番地

## Study on astronomy with observation of Venus: Report on the practice at Inaba Junior High School as Science Partnership Program (SPP)

Shin-ichi Kawakami and Daisaku Hiraiwa  
*Faculty of Education, Gifu University, Gifu, 501-1193, Japan*

The Inaba Junior High School  
1816 Noritake, Gifu, 502-0931 Japan

### 要旨

文部科学省科学技術理解増進事業の一つサイエンスパートナーシッププログラム事業による支援を受けて、岐阜市立伊奈波中学校において、研究者招へい講座を実施した。この講座では、中学校理科第2分野における惑星の運動の学習に関連させて、生徒自身による観察を重視した取り組みを行った。2005年11月から2006年1月にかけて金星は宵の明星として、観測には絶好条件を迎えた。この期間の後半では金星は地球に近づいてくるため視直径が大きくなり、金星と太陽と地球のなす角が小さくなるため大きく欠けていった。また、日没時における金星の高度も次第に低下した。

講座は3つのプログラムから構成されており、2006年11月8日から15日に行われた第1回目の講座ではクラスごとに天体望遠鏡(スピカ)の作成実習と天体望遠鏡のしくみについての解説、天体の観察の仕方についての解説を行った。全クラスが天体望遠鏡の作成を終えた11月15日に希望者を募集して校庭での天体観察会を実施した。まとめの講座は2006年12月6日から21日にかけて、宇宙や天体についての生徒たちの質問に答える講義のあと、モデルを用いて金星の満ち欠けや地上からみた位置の変化を理解する活動を実施した。この講座の終了後にアンケートを行って、講座の内容が適切だったか、興味や関心が高まったかどうかについての調査を行った。

**【キーワード】** サイエンスパートナーシッププログラム, 金星, 天体望遠鏡, 中学校  
**keywords:** science partnership program, Venus, telescope, junior high school

### 1. はじめに

文部科学省が平成14年度から実施しているサイエンスパートナーシッププログラム(SPP)事業は、先進的な科学技術教育や理科教育に活用できる様々なリソースを持つ大学、研究機関、企業等と学校現場が連携することにより、第一線の研究者・技術者による特別授業などを実施し、次の世代を担う青少年が、科学技術に夢と希望を傾け、科学技術に対する志向を高めていくことを目的としている。この事業の対象は中学生、高校生であり、さまざまな実践が行われている。こうした実践を行うには、研究者を招

へいする学校側のニーズにマッチする研究者を見つけ出すことが第一歩となる。

岐阜大学教育学部は、地域の小中学校や岐阜県教育委員会と密接に連携した教員養成、現職教員研修について、さまざまな先駆的取り組みを行っている。平成17年度からは、新しい教員養成カリキュラム(ACTプラン)が導入され、「教職リサーチ」という教職科目の履修のため、理科教育講座の生物と地学の2年生18名が2005年9月に岐阜市立伊奈波中学校で実習を行うことになった。筆者(川上)は、教職リサーチの実践に当たって、伊奈波中学校を訪問して打ち合わせを行った。その際に、サイエンスパートナ

シッププログラム事業を活用した研究者招聘講座を実施するという構想について協議した。

これまで、筆者（川上）は、岐阜市周辺の中学校と連携して、中学3年「地球と宇宙」の学習のなかで、天体望遠鏡（スピカ）による観察を取り入れた授業実践を支援してきた。金星の満ち欠けの授業実践については、山田ほか（2001）、渡辺ほか（2002）、山田・川上（2006）、加藤・川上（2006）がある。また、太陽黒点や日食の観察を取り入れた授業実践については、渡辺ほか（2004）、渡辺・川上（2005）がある。

一方、サイエンスパートナーシッププログラム事業としては、平成15年度から岐阜県加茂高等学校で天体望遠鏡組み立てキット（KT-5）の作成を取り入れた天体観察実習の講座を実施してきた。これは、理数科1年生2クラスの約80名を対象にしたものであるが、生徒たちの学習態度から、天体望遠鏡は高校生にとっても天体や宇宙に関する興味や関心を高めるのに有効であることが示されている。

今回、平成17年度のサイエンスパートナーシッププログラム事業の一つとして、岐阜市立伊奈波中学校3年生（5クラス、170名）を対象にした研究者招へい講座が採択されたことを受け、天体望遠鏡の制作実習と合わせた天文分野の指導とその有効性を検証することにした。本報告は、この実践の内容とアンケートによる評価をまとめたものである。

## 2. SPP事業の内容とその実践

本事業は、(1)天体望遠鏡の制作、(2)天体観察、(3)観察結果のまとめの3つの取り組みからなる。中学3年生は、10月から11月にかけて「地球と宇宙」という単元を学習することになっており、サイエンスパートナーシッププログラム事業における本講座の内容は、授業と密接に関連するものであった。内惑星としての金星の動きや形の変化については、継続的な観察と平行して授業で実践することになっているが、講座のまとめの時間についても授業の確認という意味をもたせて実施することにした。

### (1) 天体望遠鏡の作成実習

この講座は、6時間目の授業として位置づけ15時25分から約1時間をとって行った。

まず、一つの学校の3年生全員が一人ずつ天体望遠鏡を使って金星の継続観察をするという取り組みは、全国的にみてもほとんどないものであり、そうした活動が可能となったのは、文部科学省のサイエンスパートナーシッププログラム事業から支援していただいているためであることを説明し、その趣旨に沿うように熱心に学習活動を行うように促した。その後約1時間かけて、天体望遠鏡（スピカ）を作成した（図1）。

続いて、天体望遠鏡が凸レンズ2個を使って遠くのを拡大してみる装置であること、レンズの焦点距離、倍率、口径、視野の広さ、解像度について、中学生にもわかるようにやさしく解説した。また、金星の継続観察の仕方について、配布資料をもとに説明を行った。金星の満ち欠けの継続観察をするにあたって、その都度日没時間から一定の時間が経過した時点で位置を確認すること、角度の測定には握りこぶし法を用いることなどを説明した。最後に、実際に月や岐阜城の天守閣などに望遠鏡を向けて、ピントの合わせ方を練習し、天体望遠鏡では見たものが逆さに見えることなどを確認した。こうした活動を約30分かけて行ったため、講義の時間は合わせて90分程度になった。結果的には、3年生全員が天体望遠鏡を作成することができた。



図1. 天体望遠鏡作成の様子。

### (2) 天体観察会の実施

天体観察会は、5クラス目が天体望遠鏡作成講

座を実施した2006年11月15日午後6時から8時にかけて行った(図2)。約60名の生徒が集まった。この日は曇り空であったが、しだいに晴れ間が広がって、満月、火星の観察ができた。また、後半には一時的に金星も見えるようになり、半月状態に見える欠けた金星の観察を行うことができた。なお、金星の観察は12月に入って下校時間に合わせて16時30分ごろから校門の近くに望遠鏡を設置して、帰宅する生徒たちに観察してもらおうようにした。



図2. 天体観測会の様子。

### (3) web教材の活用

天体望遠鏡の作成とそのしくみの理解や観察の仕方についての解説を行ったものの、どれくらいの生徒が継続して金星の位置や形の変化を観察するかが、本取り組みの成果に大きく反映する。できるだけ多くの生徒が繰り返し観察を行うような動機づけは天体望遠鏡を与えるだけでは不十分であり、岐阜大学教育学部で撮影した毎日の金星の位置を示した画像や、岐阜大学教育学部本館屋上の天体観測ドームのニュートン・カセグレン望遠鏡で撮影した金星の画像を用いて、ホームページを更新し、閲覧できるようにした。図3に、ホームページに掲載した画像を示す。

とりわけ、金星の位置の変化については、岐阜大学で撮影したものより、生徒が見慣れている中学校の校庭で撮影したほうがわかりやすいと考え、夕方に伊奈波中学校を訪ねて、写真撮影をさせていただいた。図4は11月中旬から12月下旬にかけての金星の位置の変化を伊奈波中学校の校舎を基準にして示したものである。

(a)



(b)



図3. 作成したホームページの画面。(a) TOPページ (b) ニュートン・カセグレン望遠鏡で撮影した金星の画像。

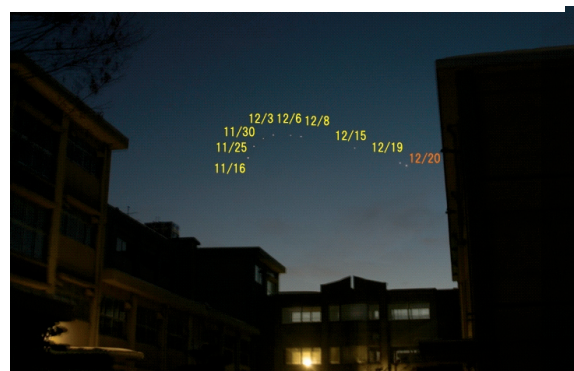


図4. 伊奈波中学校の校舎を基準にして示した金星の位置の動き。

この時点で、どれくらいの生徒がホームページにアクセスしているか不明だったため、ホームページの画像を各教室に掲示したり、プリントしたものを生徒一人ひとりに配布して、望遠鏡を金星に向けるように促した。図5に配布し





図5. 配布した掲示物. (a) 金星の見え方について. (b) 位置や形の変化について. (c) ホームページの見方の説明.

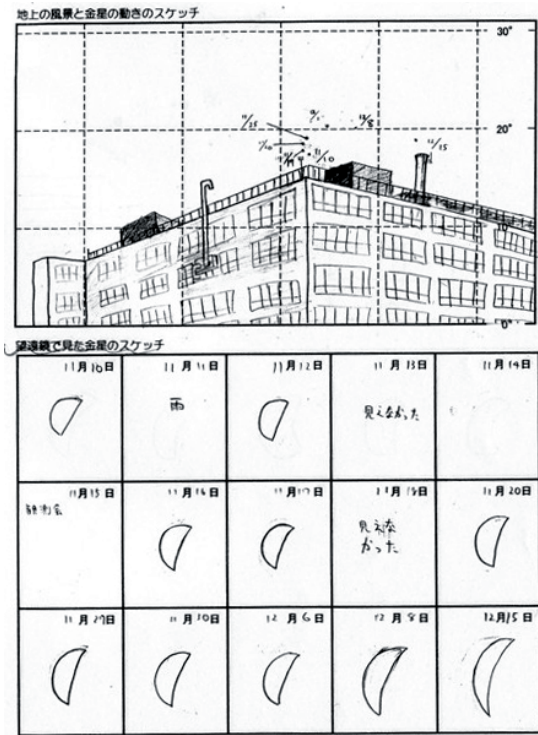


図6. 生徒の観察結果のスケッチの例.



図7. まとめの授業の様子.

た掲示物を示す.

結果的にみると多数の生徒が課題を追求し、継続的な観察結果を示したワークシートを提出した(図6).

(4) 生徒の質問を踏まえた講義の実施

12月6日, 14日, 15日, 20日, 21日に, クラスごとにまとめの講義を行った. この講義の内容については, 事前に生徒に宇宙や天体に関する質問を記入させ, 生徒たちが疑問に抱いている

事柄について解説する部分と、ボールなどを用いて惑星としての金星の動きや形の変化を追及する後半の活動に分けて実施した。

生徒が記入した質問は表Aに示すように、多岐にわたっているが、とりわけ、宇宙に果てがあるか、宇宙の始まりや終わり、宇宙人はいるかといった疑問を抱いている生徒が多かった。

そこで、宇宙の広がりについては、1年に光が進む距離を1光年とする単位で距離を測っていること、何万光年も離れた星から光は年数分だけ過去にさかのぼった光がいま地球に到達していること、さらに遠い過去については、宇宙の果てを観測する必要があることを説明した。

続いて、遠い銀河ほど速い速度で遠ざかっているというハッブルの法則を説明して、宇宙はビッグバンによって始まったことを説明した。ビッグバン宇宙論を裏づける観測として宇宙の3度K放射の発見のエピソードや、宇宙の温度についての解説なども行った。

こうした説明について、生徒たちの考えを引き出したり、さらなる質問が飛び出すなど、生徒たちは集中して講義を受けていることが読み取れた。

### (5) 日没位置に対する金星の動きに関する学習

金星の動きや満ち欠けの変化については、生徒たちはそれぞれの観測結果をもってきており、継続的な観察を行った期間における動きや形、大きさの変化について交流した。また、web教材を用いて、それぞれの観測結果と岐阜大学の観測結果が一致していることを確認した。

金星の形はしだいに大きくなり、形が欠けてきたこと、金星の高度が上昇し、その後下降しながら徐々に北へ移動していることを確認した。こうした観察結果とボールを用いたモデルでの検討結果を比較すると、金星と太陽がもっとも離れた位置で高度が高くなり、その時点で金星は半月のように見えることが期待された。しかし、実際には、金星の高度は半月を過ぎて三日月状へと向かうなかで最大高度に達した。その理由は、金星の軌道面と地球の軌道面にずれがあり、金星の軌道面が地球の軌道面に対して傾

斜しているためである。

こうした内容は中学生に対しては内容が高度であり、混乱してわけがわからなくなる可能性があったので取り上げないことにした。

ところが、12月20日にまとめの授業を行ったクラスの一人の生徒がこの点に疑問をもち、説明を求めた。そこで、用意してあった太陽と金星のモデルを用いて説明を行った(図7)。そうしたところ、ほかの多くの生徒もこの点に疑問を抱き、グループごとに活動を行って、深い理解へと到達することができた。

そこで、翌日の21日のクラスでは、最初からこの事象の提示をして、金星の軌道面と地球の軌道面が傾いていることを理解する活動を行った。その結果、ほぼクラス全員がこうした太陽系の構造まで理解することができた。

## 3. 授業および研修結果の評価

本授業を終えた12月下旬に5クラスの生徒に対して、同じ質問紙による調査を行った。質問の内容は、講義の難易度、web教材の有効性、金星観察の頻度や観察会への出席に関するものである。

### (a) 天体望遠鏡のしくみに関する説明

これについて、90%を超える生徒がよくわかったと答えている。その理由は次のようである：

- ・自分で実際に組み立てることができたから

### (b) 観測の仕方に関する説明

これについては、90%から100%に達する生徒が分かりやすかったと答えた。その理由は次のようである：

- ・実際にやって説明してもらえたから
- ・プリントがあってわかりやすかったから
- ・すぐに天体の観察ができたから

### (c) 掲示物が観察の動機づけになったか

これについては、80%から100%の生徒がそう思ったと答えている。

ホームページを見た回数については、よく見

たが4~26%、週に1, 2回といったものも含めると25%~60%程度で、見なかったと答えた生徒は25~60%であった。

ホームページを見た生徒の感想には、つぎのようなものがあった：

- ・写真がきれいだった
- ・観察に役立った
- ・金星の動きが面白かった
- ・自分の結果と比べることができた

#### (d) 望遠鏡を使って観察した回数

この質問については、週に1, 2回は見たというものが65%~95%程度いた。

#### (e) 観察会への参加状況

観察会へ参加したかという質問については、クラスによって偏りがあり、6%程度から80%以上まで大きな開きがあった。

観察会に参加した生徒の感想には、つぎのようなものがあった：

- ・とてもきれいで感動した
- ・金星の形がよくわかった
- ・月のクレーターがすごかった
- ・自分の望遠鏡でもよく見えた
- ・実際に見れてよかった

#### (f) 宇宙や天体に対する興味関心の高まり

これについては、85%~100%に達する生徒が興味をもつことができたかと答えている。その理由としては、次のようなものがあった：

- ・観測しているうちに宇宙や天文の面白さがわかった
- ・自分の疑問に答えてくれたから
- ・宇宙の不思議を感じたから
- ・今までの学習と合わせて考えられたから
- ・少し知ってもっと知りたくなったから
- ・望遠鏡で星が見れたから
- ・宇宙は広いから
- ・自分の望遠鏡で金星が見れたから
- ・宇宙について知らないことがまだ多くあるから

なお、生徒たちの自宅での学習環境について、インターネットが自由に使えるかどうかを調べた。その結果75%に達する生徒は、自宅で使えることがわかったが、使えない生徒もかなりおり、配布物や掲示物によるweb教材の提示が適切であったことが伺えた。

## 4. 考察

### (1) 望遠鏡の作成実習について

望遠鏡組み立てキット（スピカ）を作成する授業では、ほとんどすべての生徒が出席し、天体望遠鏡を作成することができた。今回の講座ではほとんど全員が出席したことは講座の内容が中学生の興味・感心をもちやすいものであり、有意義な取り組みであったといえる。

### (2) 継続的観察結果について

生徒たちから回収したワークシートをみると、多くの生徒が継続的に観察を行っていることが読み取れた。また、事後のアンケート調査でもかなりの生徒が週1, 2回ずつ観測をしたこと、時々ホームページを確認するなど、金星の形や動きの変化について意識していたことが読み取れる。

天体については、永久的で静的な印象をいだきやすいが、金星の満ち欠けについて変化の大きい時期に講座を実践したことが継続的な観察につながったものと考えられる。

### (3) 講座の内容について

天体望遠鏡のしくみ、観察の仕方、生徒たちの質問に対する解説などは、中学校の学習内容にない部分もあったが、天体望遠鏡を与えたこと、実際に自分で観察したこともあって、多くの生徒にとって理解しやすいものであったことが、アンケート結果から伺えた。このことは、サイエンスパートナーシッププログラム事業における本講座が中学生にとっても適切な内容であったものと考えられる。



#### (4) 金星と地球の軌道面のずれについて

これは、中学生にとっては高度な事象であると考えられる。しかし、実際の観察結果から疑問を発生し、モデルで確認できたことは本講座における大きな成果であった。また、CDのケースを用いたモデルは、金星と地球の軌道のずれを理解するうえで、有効であった。

#### 5. おわりに

今回のサイエンスパートナーシッププログラム事業の取り組みにおける大きな成果は、天体望遠鏡（スピカ）を生徒一人ひとりに与えたことで、ほとんどの生徒が興味や関心を高め、継続的に金星の観察を行うなかで、知的好奇心の啓発がみられた点できわめて有効であったと判断された。今後もこの事業を継続できれば、伊奈波中学校における特色ある行事として定着し、宇宙や天文分野に関する興味や関心の高い生徒の育成や、そうした学習を大切にする校風を築きあげていくことができるものと期待される。

**謝辞.** 本論は、文部科学省科学技術理解増進事業サイエンスパートナーシッププログラム事業の成果報告としてまとめたものであり、ここに

記して感謝いたします。

#### 引用文献

- 加藤一郎・川上紳一（2006）金星の継続的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，教師教育研究，第2号，144-151.
- 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，岐阜大学教育学部研究報告（自然科学），26，No. 1，61-72.
- 山田茂樹・川上紳一（2006）中学校における博物館やプラネタリウムを活用した野外観察学習，岐阜大学教育学部研究報告（自然科学），30，65-76.
- 渡辺進武・川上紳一（2005）2004年10月14日の部分日食の観察を取り入れた中学校理科授業の実践—天体望遠鏡（スピカ）による観測と出前授業による動機づくり—，岐阜大学教育学部研究報告（自然科学）29，21-25.
- 渡辺進武・川上紳一・上田康信・江川直・山田茂樹（2004）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，no. 2，95-103.

表A. 生徒達の質問のリストと、その質問をした生徒の人数

質問項目	人数
宇宙に果てはあるのか？宇宙の外はどうなっているのか？	32
宇宙の誕生について	10
ブラックホールはどんなものか？	10
ビッグバンの起こる前は？	7
ブラックホールはあるのか？	5
ホワイトホールはあるのか？	4
宇宙には終わりがあるのか？	3
宇宙はどういったところか？	3
宇宙の寿命は？	2
ビッグバンによってなぜ惑星ができたのか？	2
銀河にはどれくらいの星があるのか？	2
ブラックホールの大きさ・動きについて	2
アンドロメダ銀河と私たちの銀河は衝突するのか？衝突したらどのような形になるのか？	2
星の成因	7
星の寿命は？	6
星の最期は爆発するというのは本当か？見ることができるのか？	3
これまでに観測された星の量はどれくらいか？	3
新しい星ができるまでにどれくらいの時間がかかるのか？	2
星がなくなったら今の星座は変わってしまうのか？	2
太陽が死んだ時、地球はどうなっているのか？	4
太陽の成因	4
太陽の寿命は？	3
土星の輪が回っている仕組み	2
ハレー彗星の周期は？	2
地球の寿命は？	4
地球の最後はどんなものなのか？	3
地球と宇宙の境はどうなっているのか？	2
地球の誕生について	2
地球外生命体の有無	26
一般人が宇宙に行ったり、火星に住めるのはいつか？	8
他にも地球のような星はあるのか？	8
天体間の距離や質量はどうして調べているのか？	5
すばる望遠鏡の大きさ・仕組みについて	4
星の名前の由来は？	3
一番明るい星・暗い星は何等星ですか？	3
他にも人間が住める場所はあるのか？	3
公転軌道は変えられるのか？	2
太陽系や宇宙についてどのように調べたのか？	2
1光年は何kmか？	2
宇宙を最初に発見したのは誰か？	2