

# 「100 億分の 1 太陽系惑星モデル教材」を用いた理科の授業の実践

元 東京都立八王子盲学校(現 筑波大学附属視覚特別支援学校)

柴田 直人

本稿は、東京都立八王子盲学校平成 17 年度研究紀要『はちもうの実践』第 28 号に投稿した論文を加筆・修正したものである。

## I 目的

理科の指導において、観察や実験は、自然の事物・現象の基本的な理解を深めるだけではなく、知的好奇心・探究心の向上や、自然を主体的に学習しようとする態度・科学的な自然観の育成において大変有効である。

盲学校の理科においても観察や実験は重要であるが、視覚の活用が困難であるために、触覚など視覚以外の感覚の活用が大切となる。ところが、観察や実験の対象があまりに大きすぎるものや小さすぎるものは、触覚などの他の感覚を活用しても、理解が困難であるものが多く、言葉による説明で済まされてしまうことがある。

筆者は、観察や実験の対象が大きすぎて理解の難しい代表例である太陽系や惑星についての授業を工夫し、平成 15 年度（2003 年度）と平成 17 年度（2005 年度）、平成 18 年度（2006 年度）、平成 20 年度（2008 年度）、平成 21 年度（2009 年度）に実践した。本稿では、「100 億分の 1 太陽系惑星モデル教材」を用いた授業の実践について、指導内容や教材の工夫、結果について報告し、考察する。なお、本稿で紹介する授業や教材は、筆者が講師として携わっている宇宙教育プログラム（独立行政法人宇宙航空研究開発機構の主催による。）において開発された内容を盲学校の理科の授業で活用できるように構成・工夫し直したものである。

## II 方法

### 1 対象生徒及び実施授業等

高等部普通科及び中学部の普通学級に在籍する生徒 計 12 名

実施時期	実施授業	対象生徒	実施時間数
平成 15 年度	地学 I	4 名	2 時間
平成 17 年度	理科総合 B	4 名	2 時間
平成 18 年度	中学校理科第 2 分野	1 名	2 時間
平成 20 年度	中学校理科第 2 分野	2 名	2 時間
平成 21 年度	理科総合 B	1 名	2 時間

### 2 指導内容及び教材の工夫

視覚の活用が困難である全盲の生徒は、太陽系の広がりや各惑星の大きさのイメージを十分に掴みにくいと考えられる。また、弱視の生徒も、墨字教科書や拡大教科書等に示されている図からだけでは、正しいイメージの形成が難しいだろう。それは、

教科書等に示されている太陽系の概観図は、紙面の都合上、かなり縮尺を小さくして掲載されており、その中に描かれている各惑星は、その縮尺に対して正確な大きさ（直径）で描かれていないことが多いからである。（誇張して、大きく描かれている。）

そこで、できるだけ正確な縮尺で、太陽系の空間的な広がりや惑星同士の相対的な大きさを実感するために、「100 億分の 1 太陽系惑星モデル教材」（以下、モデル教材と表記）（表、図 1、図 2）を用いた指導を行った。

モデル教材の材料には、直径が小さくても触って分かりやすいビーズやボールペン先の球を準備した。色や模様の付いたビーズは大型雑貨店等で探すことができた。また、ボールペンは、近年、直径 0.25mm の「超激細」と呼ばれる種類等が生産されているので、使用済みのボールペンの先から球を取り出して、直径が最小の冥王星に利用した。ただ、これには準備できる数に限度があるため、その後、ボールペンの製造会社に協力を依頼し、ボールペン先の球を分けていただいた。

表 実際の値とモデル教材の対応について

惑星	実際の値		モデル教材	
	直径	太陽との距離	材料と直径	太陽との距離
太陽	1,392,000km	起点	14cm 発泡スチロール球	起点
水星	4,880km	$0.6 \times 10^8 \text{km}$	0.5mm ボールペン先の球	6m
金星	12,100km	$1.0 \times 10^8 \text{km}$	1.5mm のビーズ（黄色）	10m
地球	12,800km	$1.5 \times 10^8 \text{km}$	1.5mm のビーズ（青色）	15m
火星	6,800km	$2.3 \times 10^8 \text{km}$	0.7mm ボールペン先の球	23m
木星	143,000km	$7.8 \times 10^8 \text{km}$	14mm の大ビーズ（縞模様付き）	78m
土星	121,000km	$14.3 \times 10^8 \text{km}$	12mm の大ビーズ（縞模様付き）	143m
天王星	51,200km	$28.8 \times 10^8 \text{km}$	5mm のビーズ（金色）	288m
海王星	49,500km	$45.0 \times 10^8 \text{km}$	5mm のビーズ（金色）	450m
冥王星	2,300km	$59.0 \times 10^8 \text{km}$	0.25mm ボールペン先の球	590m



図 1、図 2 （左から）地球、木星、天王星、冥王星（矢印先）の各モデル教材（※点字は、大きさを比較するためのスケールである。）

授業では、まず、学校の正門に 100 億分の 1 の太陽のモデル教材（図 3）を設置し、触って大きさを確かめ、太陽が太陽系の中心（起点）（図 4）であることを確認した。次に、起点を出発し、太陽系の半径の 100 億分の 1 である約 590m（学校から最寄り駅である JR 中央線西八王子駅周辺までの距離）を実際に歩きながら、各惑星間の距離間を体感した。時々、太陽を振り返り、太陽の方向や、起点からの距離を確かめた。

（図 5）また、各惑星の位置ではモデル教材を触って惑星の大きさを確かめたり、惑星同士を比較させて相対的な大きさを理解したりした。（図 6）生徒は予め自分の歩幅を調べておき、惑星間の距離感覚が自分の歩数でどの位かを予想しながら歩いたので、積極的に取り組むことができた。なお、光の速度で歩くと 1m を約 33 秒で進む計算となり、最速である光の速度であっても惑星間の距離がいかに離れているかを実感できる。

モデル教材は大変小さな球であるので、一つの球を手のひらに載せても分かりにくい。また、紛失しやすいので、片手に収まる約 4×約 6cm の薄いアクリル板に接着剤で貼り付け、観察しやすくした。また、板には点字・墨字で惑星名を表示した。（図 7）



図 3 太陽のモデル教材



図 4 起点（学校の正門）



図 5 太陽の方向・起点からの距離の確認



図 6 惑星の大きさを確かめている様子

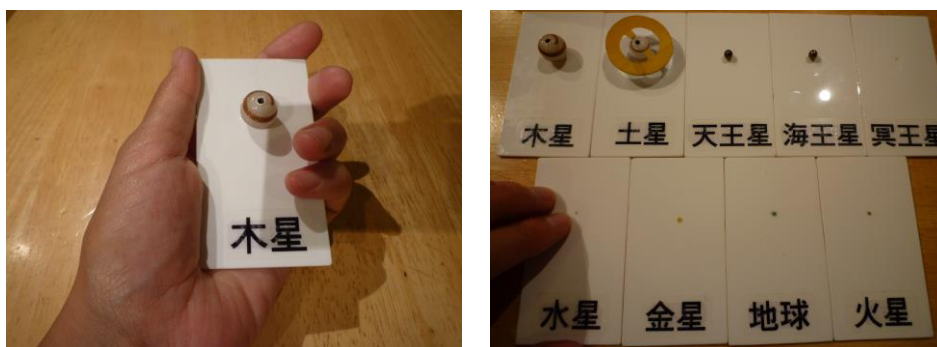


図 7 薄いアクリル板にモデル教材を貼り付けたもの（土星には輪を付けた。）

### III 結果

#### 1 生徒の感想

授業を通し、太陽系の広がりや惑星の大きさを実感することができたようである。以下は、生徒の感想文の内容の一部である。（「弱」は弱視の生徒、「盲」は全盲の生徒を表す。）

「100 億分の 1 でこれだけなのだから、100 億倍したらすごくでっかいんだと実感した。」（弱）

「太陽の大きさに比べて、地球や惑星の大きさが、ちょっと落としたら見つからないくらいの存在だったので驚かされた。地球に住んでいて、想像もつかない距離。」（盲）

「太陽の引力で、地球は豆粒なのに、冥王星のような小さいのも引力で回しているのはすごい。地球より太陽に近い水星や金星はもっと熱いんだけど、そんな熱を出している太陽はすごい。」（弱）

「光の速度は思ったより遅いと感じた。」（盲）

「火星～木星の間と、そこから先の惑星はものすごく離れている。」（弱）

「実際に歩いてみました。とても遠く感じました。（中略）冥王星までは行けなかったけど、それくらい離れているということが実感できました。」（盲）

「太陽からかなり離れているのに、地球には、光や熱がたくさんふりそそいでいる。太陽のエネルギーは、すさまじいと思った。」（弱）

「木星や土星など、太陽からはるかかなたにあるのに、太陽の重力を受けていることを疑問に感じた。本当に、太陽の重力だけで木星などは、太陽に引き寄せられているのか……。」（弱）

「実験で、こんなに離れていることが分かった。1cm くらいの粒がぼつんとあって、本当に宇宙は広いんだと実感しました。」（弱）

「惑星から惑星までの距離がすごく短い所もあったり、すごく遠く離れている惑星もあった。」（弱）

「太陽系はとっても広いんだなと感じた。」（全）

## 2 定期試験における生徒の解答

理科総合Bの定期試験において以下のような問題に対し、興味深い解答が得られた。

＜問題＞「地球や宇宙を勉強する意味とは何でしょうか。あなたの考えを書きなさい。」

＜解答①＞「宇宙を知るという事は、自分たちがどういう世界に住んでいるのかわかると思う。」(弱)

＜解答②＞「地球では日本じゃなく世界に目を向けてみてと言うが世界から見れば宇宙に目を向けてみようと思っているから。」(弱)

＜解答③＞「地球は人が住むに適している場所だが、人類は戦争・環境などを気にせず、自分たちが地球を征服したと勘違いをしすぎた。今はいろいろ見直しているみたいだがこのままでは近い将来地球は死の星になる。それを防ぐためにも人は宇宙に移住しなければならない。その一歩としてこのような勉強をしているのだと自分は考える。」(弱)

## IV 考察

以上の結果から、本実践における体験的な学習を通して、太陽系の空間的な広がりや惑星同士の相対的な大きさを生徒が実感を伴って理解することができたと考えられる。鳥山(2005)は、『自分がやってみる』体験を通して学ぶことが大切であると述べているが、本実践を通して生徒の心に授業内容が印象深く刻まれたのではないかと思われる。

高等学校学習指導要領の理科総合B「生命と地球の移り変わり」の内容には、「他の惑星との比較において、生命を生み出す条件を備えた地球の特徴について理解させる。」とある。太陽系の広がりという観点から、地球を他の惑星と比較し、見つめ直すことができたのではないだろうか。

また、「人間の活動と地球環境の変化」の内容には、「生物とそれを取り巻く環境の現状と課題について考察させ、人間と地球環境とのかかわりについて探究させる。」とあるが、この部分についても、生徒が考えるきっかけを与えることができたと考えられる。

最後に、ボールペンの製造会社の御厚意と視覚障害教育に対する御理解、御協力により、ボールペン先の小さな球を多数提供していただいたことに感謝したい。良い教材を得るための追求が大切であることを再認識した授業の実践でもあった。

## V 文献

文部省(1994)観察と実験の指導. 慶應通信株式会社.

文部省(1999)高等学校学習指導要領. 大日本図書株式会社.

鳥山由子(2005)理科の授業から考える「視覚障害教育の専門性」. 日本視覚障害理科教育研究会会報. 24, 28-33.