

盲学校(視覚障害特別支援学校)における 天文分野の指導事例 ～教材の工夫について～

柴田 直人(筑波大学附属視覚特別支援学校(附属盲学校))

天文分野の学習は、その対象となる天体や空間が非常に大きすぎることから、視覚障害者が実際に触って確認することができず、学習内容のイメージをつくりにくいという難しさがあります。その難しさを解消するための教材の工夫など、これまでに筆者が盲学校(視覚障害特別支援学校)において実践してきた天文分野の指導事例を御紹介いたします。

1. 実践対象

盲学校(視覚障害特別支援学校)中学部・高等部に在籍する視覚障害者である生徒を対象に、理科の授業において授業実践を行いました。対象生徒には、点字使用者と墨字(活字・拡大文字)使用者が含まれます。

2. 実践可能な場所、必要な道具や準備

盲学校(視覚障害特別支援学校)の授業だけではなく、普通校(小学校・中学校・高等学校)や、地域における科学教室などでも十分実践が可能な内容です。

2.1. 「100億分の1太陽系惑星モデル教材」



図1 100億分の1太陽系惑星モデル教材

太陽系を 100 億分の 1 にした理由は、太陽から最も遠い惑星である海王星までの距離が、この縮尺において 450m になること(生徒たちが歩いてその距離感を実感できるということ)、また、各惑星の直径が触って分かる(手の中に収まる)大きさであることが挙げられます(表 1 参照)。

モデル教材(図 1 の写真 4 枚)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などを準備しました。色や模様の付いたビーズは大型手芸品店等で探すことができました。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販売されていますので、使用済みのボールペンの先から球を取り出し、直径が最小の冥王星に利用しました。しかし、これには準備できる数に限度があるため、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きました。

モデル教材には大変小さな球も含まれますので、一つの球を手のひらに載せて観察するには、分かりにくい場合もあります。また、紛失しやすいので、約 4cm × 約 6cm の大きさの、片手に収まる薄いアクリル板に球を接着剤で貼り付け、もう一方の手で触って観察(触察)しやすくしました。なお、大変小さな惑星のモデルは、接着剤に埋もれてしまい、触っても分かりにくいいため接着剤で固定せずに、透明の粘着シートを上から貼り付け、球を固定しました。板には点字・墨字で惑星名を表示しました。(冥王星は準惑星ですが、参考に入れてあります。)

表 1 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	直径と材料	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	0.6×10^8 km	0.5mm ボールペン先の球	6m
金星	12,100km	1.0×10^8 km	1.5mm のビーズ(黄色)	10m
地球	12,800km	1.5×10^8 km	1.5mm のビーズ(青色)	15m
火星	6,800km	2.3×10^8 km	0.7mm ボールペン先の球	23m
木星	143,000km	7.8×10^8 km	14mm の大ビーズ(縞模様付き)	78m
土星	121,000km	14.3×10^8 km	12mm の大ビーズ(縞模様付き)	143m
天王星	51,200km	28.8×10^8 km	5mm のスチール球	288m
海王星	49,500km	45.0×10^8 km	5mm のスチール球	450m
冥王星	2,300km	59.0×10^8 km	0.25mm ボールペン先の球	590m

2.2 「太陽と地球の大きさ比較モデル教材」



図 2 太陽と地球の大きさ比較モデル教材

材料は、地球のモデルとなる直径 5mm のスチール球、木材、接着剤、太陽のモデルとなる直径 54.5cm の太陽の平面図及び赤い風船による立体モデルです(図 2 参照)。これらの材料は、東急ハンズなどの素材を扱うコーナーで購入することができます。しっかり触ってもスチール球が外れないように接着剤で固定すると良いでしょう。太陽の平面図は、写真を見本に自分で描くことができます。

3. 実践例

3.1. 「100 億分の 1 太陽系惑星モデル教材」の実践例

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(直径 14cm の赤く塗った発砲スチロール球)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)であることを確認します。

次に、起点を出発し、太陽系の半径の 100 億分の 1 である約 450m(学校から最寄り駅までの距離)を実際に歩きながら、各惑星間の距離間を体感します。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ます。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ます(図 3、4 参照)。

生徒は予め自分の歩幅を調べておき、惑星間の距離が自分の歩数でどの位かを予想しながら歩きましたので、積極的に取り組むことができました。この縮尺では、光の速度で歩くと、1m を約 33 秒で進む計算となります。最速である光の速度であっても、惑星間を移動するのにかなり長時間かかること実感することができ、宇宙の広さを体験できます。



図 3 起点(学校の正門)



図 4 太陽の方向・起点からの距離の確認

3.2. 「太陽と地球の大きさ比較モデル教材」の実践例

生徒の中には、「太陽よりも地球が大きい」と考えていたり、「太陽よりも地球は小さい」が「その大きさの差はそれほどでもない」と考えていたりする者が多くいます。教科書の文章には、太陽と地球の直径がおおよそ 109 倍違うことが記載されていますが、数字上では理解できても、実感を伴っていないので、大きさの違いが十分にイメージされていないと考えられます。

そこで、太陽の直径には、地球が約 109 個整列できることを、太陽の平面図と比較しながら、触察や観察によって確かめることができる授業を展開します。まずは、直径 54.5cm の太陽の赤い風船による立体モデルを提示し、実際に触って確認させます。そして、太陽がこの大きさであったら地球はどのくらいであるか予想させた後に、地球のモデルとなる直径 5mm のスチール球を提示し、大きさの違いを確認させます。

次に、本当に太陽の直径が地球の直径の約 109 倍であるのか、太陽のモデルとなる直径 54.5cm の太陽の平面図を机の上に広げ、そこに、地球のモデルが 109 個整列した教材を載せ確

認させます。授業では、生徒がじっくりと時間をかけて触ることができましたので、本当に109個のスチール球があるのか、一つ一つ数えて確かめていたのが印象的でした。

4. 実践上役立つヒントや留意点

盲学校(視覚障害特別支援学校)では、全盲の生徒だけではなく、弱視の生徒であってもじっくり触って観察(触察)することが多いために、壊れにくい教材を準備することが大事です。しかしながら、強度にも限界があり、すぐに修理できるものであることも大事な要素です。

また、生徒一人一人に、一つずつの触れる教材が準備されると良いでしょう。生徒の待ち間を少なくし、時間に関係なく納得いくまで自ら観察させ、発見させることが大変重要です。

そのため、教材の作成には、高価な材料などを使用することはなるべく避け、安価なもので複数用意できることが望ましいと思われます。

5. 実践例の評価

5.1. 生徒の感想

筆者の実践における生徒の感想を御紹介します。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した。以下は、生徒の感想文の一部です。(「弱」は弱視の生徒、「盲」は全盲の生徒を表します。)

「100億分の1でこれだけなのだから、100億倍したらすごくて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)

5.2. 定期試験における生徒の解答

今回の教材を使った授業の後に行った理科の定期試験において、以下のような問題を出したところ、興味深い解答がいくつかありました。

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・環境などを気にもせず、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民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)

6. 一般市民への天文学教育普及活動へのフィードバック

今回、御紹介した教材やそれらを活用した授業は、盲学校(視覚障害特別支援学校)だけではなく、普通校(小学校・中学校・高等学校)や、地域における科学教室などでも十分実践が可能です。例えば、独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙教育センター主催の宇宙教室「コズミックカレッジ」では、この100億分の1の惑星モデル教材を活用したプログラム「惑星への旅」を、10年以上前から小学生高学年や中学生を対象に実施しています。筆者は、この宇宙教室のお手伝いを通して、この教材が盲学校でも活用できると考えました。そして、盲学校向けにアレンジしたものが今回御紹介した教材となっています。この宇宙教室で多くの子どもたちと触れあいましたが、視覚障害者でなくとも、太陽系の広さに比して各惑星がこれほどまでに小さいものであるかということ、宇宙の広大さなどを大変な驚きをもって学習していた様子が印象的でした。学校や地域などさまざまな場面で、実践が進んでいくと良いと思います。