

# 理科「地球と宇宙」分野の空間概念の指導についての一考察

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 20 年度研究紀要第 31 号に投稿した論文を加筆・修正したものである。

## I 問題の所在と研究の目的

筆者はこれまでの理科の指導の中で、全盲等の視覚障害の程度が重い生徒と以下のようなやりとりを経験したことがある。

(事例 1)

生徒：「よく『ロケットが宇宙に行く』とか『スペースシャトルが宇宙に行く』と聞くのですが、一体、宇宙はどこにあるのですか？」

筆者：「地球を含む、全ての空間が宇宙なのですよ。」

生徒：「そうなのですね……。どこか(別の場所)に、そういう(宇宙という)場所があるのかと思っていました……。」

(事例 2)

筆者：「日食という現象を知っていますか。」

生徒：「知っています。太陽と月と地球が一直線に並んでできる……。」

筆者：「では、太陽、月、地球の空間的な位置関係は、どのようになっているのか分かりますか。」

生徒：「太陽のすぐ隣に月があるのですよね。だって、月が太陽を隠すのだから、太陽のすぐ隣に月があるはず……。」

この二つの事例から分かることは、全盲等の生徒にとって、特に宇宙という非常に大きな対象についての空間概念を的確に形成することは難しいということである。日常生活からかけ離れた巨大なものは、実感をもって把握することが困難である<sup>1)</sup>ことが原因の一つであろう。

事例 1 については、視覚障害の程度が軽い弱視の生徒とは、本事例のようなやりとりを経験したことがないが、全盲等の生徒とは、複数の生徒と同様のやりとりを経験したことがある。生徒たちがこのように思い込みがちであるのは、視経験の有無も当然のことながら、理科「地球と宇宙」分野の指導内容の影響が大きいと考えられる。墨字教科書等に描かれている、地球が宇宙空間に浮かんでいるような図や画像、映像を見ることができれば一目瞭然であるが、全盲等の生徒は視覚の活用が困難であるから、「宇宙は、地球等全てを包み込んでいる大きな空間」というような巨大な全体像を容易に把握できない。<sup>2)</sup>そのため、理科等における系統的で丁寧な指導、特に指導の拠りどころとなる点字教科書の内容の充実が大変重要となってくる。

事例 2 については、生徒の発想は大変興味深く、感心させられるものである。しかし、空間概念としては不正確である。太陽系における太陽、地球、月の大きさ、距離

感については、100 億分の 1 の縮尺で考えた場合<sup>3)</sup>、太陽、地球、月の直径は、それぞれおよそ 140mm (14cm)、1.3mm、0.4mm となり、太陽と地球・月の間の距離は、およそ 15m にもなる。とても月が太陽を隠せる大きさではないし、太陽のすぐ隣にあるわけでもない。一番近い惑星である水星でさえ、6m も離れている。

以上のような指導の経験を踏まえ、次のような研究の目的を設定した。

(1) 本校の児童・生徒を対象に、理科「地球と宇宙」分野の空間概念についての聞き取り調査を行い、その特質を明らかにする。

(2) 調査結果を基に、小学部及び中学部点字教科書の理科「地球と宇宙」分野の内容について修正が必要と考えられる点を指摘し、改善策を提案する。

## Ⅱ 「地球と宇宙」に関する空間概念についての聞き取り調査

### 1 対象者

本校小学部（第 4 学年以上）・中学部・高等部普通科において理科を学習している児童・生徒

※ 小学部について第 4 学年以上の児童を対象とした理由は、夜空の星について初出するのが第 4 学年であり、地球とそれに対峙する宇宙という存在について、初めて意識的に学習する学年であるからである。

※ 本調査では、視覚障害の程度が軽い（弱視）、重い（全盲等）という観点を重視した。

	対象とした児童・生徒数（名）			
視覚障害の程度	小学部	中学部	普通科	合 計
軽い（弱視）	3	3	4	10
重い（全盲等）	1	3	3	7

### 2 方法

平成 20 年 10 月～12 月に、対象者の理科の授業を担当している教員による聞き取り調査を実施した。聞き取り調査の際には、質問の趣旨が変わらない程度に、対象児童・生徒の実態に応じて質問文の表現を変更しても良いこととした。

### 3 調査内容

調査内容は以下の質問 1～質問 7 であり、質問項目は児童・生徒の身近な空間から、それを取り巻く大きな空間へと段階的に構成されている。

**質問 1** あなたが住んでいるのは、何という所ですか。（何という町、市でも可）

**質問 2** それ（あなたが住んでいる町や市など）は、何という国にあるか知っていますか。

**質問 3** （質問 2 に「日本」と答えられたら）日本の外には、何があるか知っていますか。（「日本」と答えられなかったら、「日本」ということを伝えた上で、再質問した。）

**質問 4** （質問 3 に「世界がある」、「外国がある」、「海がある」など答えられたら）

日本や外国は、どこにあるでしょうか。（「世界がある」、「外国がある」、「海がある」など答えられなかったら、「世界がある」、「外国がある」、「海がある」ことなどを伝えた上で、再質問した。）

**質問 5** （質問 4 に「地球」と答えられたら）地球は、どんな形をしていますか。（「地球」と答えられなかったら、「地球」ということを伝えた上で、再質問した。）

**質問 6** 地球は、どこにあるか知っていますか。

**質問 7** 太陽や月や星は、どこにあるか知っていますか。

**質問 8** よく漫画やアニメで「〇〇が宇宙に行く」と聞いたことがあると思います  
が、一体、宇宙はどこにありますか。そして、どんなところですか。

#### 4 調査結果

	視覚障害の程度	正解者数／調査対象者数、正解率（％）			
		小学部	中学部	普通科	合計
質問 1	軽い（弱視）	3/3、100	3/3、100	4/4、100	10/10、100
	重い（全盲等）	1/1、100	3/3、100	3/3、100	7/7、100
質問 2	軽い（弱視）	3/3、100	3/3、100	4/4、100	10/10、100
	重い（全盲等）	1/1、100	3/3、100	2/3、66.6	6/7、85.7
質問 3	軽い（弱視）	2/3、66.6	3/3、100	4/4、100	9/10、90
	重い（全盲等）	1/1、100	2/3、66.6	2/3、66.6	5/7、71.4
質問 4	軽い（弱視）	2/3、66.6	3/3、100	3/4、75	8/10、80
	重い（全盲等）	1/1、100	0/3、0	2/3、66.6	3/7、42.9
質問 5	軽い（弱視）	3/3、100	3/3、100	4/4、100	10/10、100
	重い（全盲等）	1/1、100	3/3、100	3/3、100	7/7、100
質問 6	軽い（弱視）	2/3、66.6	3/3、100	4/4、100	9/10、90
	重い（全盲等）	1/1、100	0/3、0	1/3、33.3	2/7、28.6
質問 7	軽い（弱視）	2/3、66.6	3/3、100	4/4、100	9/10、90
	重い（全盲等）	1/1、100	1/3、33.3	3/3、100	5/7、71.4
質問 8	軽い（弱視）	2/3、66.6	3/3、100	4/4、100	9/10、90
	重い（全盲等）	1/1、100	1/3、33.3	1/3、33.3	3/7、42.9

#### 5 考察

##### (1) 質問 1・2 に対する回答について

全ての児童・生徒が正解した。居住地や住んでいる国は一番身近なものであるから、正解率が高かったと考えられる。

## **(2) 質問 3 に対する回答について**

正解は、外国（名）や「海」等とした。全盲等の生徒の正解率がやや低かった。

## **(3) 質問 4 に対する回答について**

正解は、「地球」であるが、全盲等の生徒の正解率が低かった。

## **(4) 質問 5 に対する回答について**

本質問には、全ての児童・生徒が正解した。回答には、「球」の他に、「丸い」や「円」などがあったが、表現上の相違と考え、どの回答も正解として扱った。社会科等における地球儀の観察・触察を通して、「地球は丸い」ということが自然と身に付いていたものと考えられる。

## **(5) 質問 6 に対する回答について**

正解は、「宇宙」とした。小学部の児童と中学部の生徒については、「地球と宇宙」分野のうち、「宇宙」に関する分野（III で紹介）の学習をまだ行っていない段階での調査・回答である。弱視の生徒は正解率が高く、全盲等の生徒は低い結果となった。特に全盲等の児童・生徒が、宇宙における地球の位置に関する空間概念のイメージを持ちにくいことを示している結果と考えられる。

## **(6) 質問 7 に対する回答について**

正解は、「宇宙」とした。質問 6 に比べ、全盲等の生徒の正解率が高かった。

## **(7) 質問 8 に対する回答について**

① 「宇宙はどこにありますか」という質問に対しては、「地球の周り」、「地球の外（側）」、「地球のずっと上」、「大気圏のずっと上」、「空の上」と回答する児童・生徒がほとんどであったが、2 名は、世界や宇宙は宇宙の一部であると回答した。大部分の児童・生徒が「地球とそれ以外の場所」というような二元論的な見方・考え方で宇宙の場所を捉えていることは、興味深い。

② 弱視の児童と全盲等の生徒の中には、無回答もしくは「分からない」などと答えた者がおり、不正解の扱いとした。質問 6 と同様、「宇宙」という巨大な空間について、特に全盲等の児童・生徒がイメージを持ちにくいことを示していると考えられる。

③ 「宇宙はどんなところですか」という質問に対する正解者数、正解率はここでは掲載しないが、「無重力」、「体が浮く」、「広い」、「水がない」、「星が良く見える」、「星がいっぱいある」などの回答が見られた。当然、「分からない」と答えた者もあったが、「宇宙はどこにありますか」という空間概念に関する質問よりは、回答数が多かった。「どこにあるかは知らないが、どのようなものであるかは知っている」という結果が明らかとなった。

# **III 小学部及び中学部点字教科書の理科「地球と宇宙」分野の内容について**

## **1 点字教科書の内容**

点字教科書は、原典となる墨字教科書に基づいて作成されており、必要に応じてその内容が修正・差し替え・追加・削除等されている。特に、小学部の「地球と宇宙」

分野のうち、宇宙に関する内容については第 3・4 学年で扱われ、大幅な修正や差し替えがされている。<sup>45)</sup> (下表)

第 3 学年	日なたと日かげをくらべよう (日なたと日かげの暖かさの違い、日かげの位置の変化) (※ 原典の墨字教科書にある影のでき方や太陽の動きの観察は、光の進み方に関する知識が前提となるため、第 4 学年に移行) (※ 光の進み方に関する学習は、日なたと日かげの単元の後に実施)
第 4 学年	(1) 太陽と月の動き (日かげの位置の変化、太陽の動き、方位磁針の使い方や方角 (東西南北)、月の動きや形) (※ 第 3 学年から太陽の動きの観察が移行し、単元名「太陽と月の動き」に変更) (2) 夏の星、星の動き、冬の星 (星の位置や明るさ、色、動き (北の空の星は北極星を中心に反時計回りに動くこと、それ以外の空の星は東から出て南を通り西に沈むこと)、星座)

中学部で扱っている内容は、下表のとおりである。<sup>67)</sup>なお、この分野は第 3 学年で学習する。

(1) 夜空をながめよう (天体、恒星、星の明るさと色、星座、星の動き、天球等)
(2) 地球の動きと天体の動き (地軸、自転、天体の日周運動、南中、南中高度、公転、年周運動、季節の変化と地軸の傾き、黄道等)
(3) 惑星と恒星 (内惑星、外惑星、恒星の表面、太陽の表面、黒点等)
(4) 宇宙の広がり (太陽系、衛星、小惑星、彗星、太陽系外の恒星、恒星の集団、銀河系、銀河等)

## 2 点字教科書の内容について修正が必要と考えられる点及び改善策の提案

II の聞き取り調査の結果を踏まえると、指導の拠りどころとなる点字教科書の内容をより充実させることが重要である。修正が必要と考えられる点及び改善策の提案は、以下のとおりである。

### (1) 小学部について

前記したとおり、第 4 学年は夜空の星について初出の学年である。原典となる墨字教科書と点字教科書の導入部分を比べてみよう。<sup>89)</sup>

墨字本	晴れた日に夜空を見上げてみよう。このごろは、どんな星や星ざが見られるだろうか。(以下略)
点字本	晴れた日の夜空には、たくさんの星を見ることができる。星は、とても遠くにあるので、光る点のように見える。このごろは、どんな星や星ざが見られるだろうか。(以下略)

実は、この部分は筆者が編集協力者として平成 16 年度に執筆したものである。空間概念の形成を意識し、このような文章に修正したのであるが、初めて宇宙という巨大な空間を意識する全盲等の児童にとっては、より丁寧な文章表現が必要であったと反省している。文章が丁寧でなくとも、教員がそれを補い丁寧に指導すれば問題ないとの考え方もあるかもしれない。しかし、小学部の教員は理科を専門とする教員だけ

ではないこと、全国の盲学校で使用される点字教科書は、全盲等の児童の指導の拠りどころとなる基本書であることを考えると、点字教科書編集における修正・追加等が重要な意味を持つ。

太陽、月、星の動きについての学習では、東から出て南を通り西へ沈む日周運動の理解が目標となっている。全盲等の児童にとって、太陽の存在は日頃からその熱やまぶしさ等、視覚以外の感覚によって十分意識できるものである。しかし、月や星については感光器でその光を感じることも難しく、知識としては知っていても存在を意識することは難しい。

そこで、次回の改訂時にはこの単元の導入部分に、星々が地球を取り巻いていることを意識できるような体験活動等を取り入れてはどうだろうか。地球を中心として、太陽や月、星が宇宙という空間の中にどのように位置しているかということをモデル教材等を活用して理解し、それら天体の存在の認識を確実なものにした後に、動きや見え方等の学習を進めてはどうだろうか。

なお、新学習指導要領では、月の位置や形と太陽の位置を調べる学習が第6学年に新設される。月と太陽の位置関係から、月の形の見え方が変わることを理解する内容であるが、この学習のためには、空間概念の指導が一層丁寧になされる必要がある。

## (2) 中学部について

原典の教科書も点字教科書も学習指導要領に即し、大単元名が「地球と宇宙」となっている。しかし、これでは「宇宙の中にある地球」をイメージしにくく、地球と宇宙を別々のものとして捉えてしまう恐れがある。また、太陽系を表した原典の墨字教科書の図は、点字教科書中では地球の北極側から俯瞰した図で表され、各惑星が同心円上に描かれている。この図では、各惑星の位置関係や太陽からの距離感は分かるようになっているが、地球などの天体が宇宙空間に位置していることは意識されにくく、適切な空間概念を形成することが難しいと考えられる。実際に「宇宙はどこにありますか」という質問に対する調査結果では、多くの児童・生徒に二元論的な回答が多く見られ、全盲等の生徒からは「分からない」等の回答があった。

点字教科書では、まず、単元名の付け方に修正等の配慮が必要だろう。例えば、「宇宙の中の私たちの地球」ではどうだろうか。また、点図は多くの情報を伝えることができないため、図を補足する説明が必要となる。後に記したような宇宙の階層構造についての説明をここで入れても良いだろう。冒頭の事例2で紹介した太陽系の広がりへの誤認識については、「100億分の1太陽系惑星モデル教材」を用いた体験活動<sup>3)</sup>が生徒の理解を深めるのに有効であると考えられる。

単元の導入部分「夜空をながめよう」は、原典の教科書では星空の観察となっている。盲学校では無数の星々を視覚的に捉え、宇宙空間に地球が位置していることを想像することは困難であるから、まず、宇宙の階層構造(学校<東京<日本<地球<月・太陽<太陽系<銀河<宇宙)を指導してはどうだろうか。筆者が授業で実践した際には、生徒たちの概念形成に有効であった。

太陽、月、星等の天体の動きの学習は、小学部と異なり、地球の自転と公転に関連

させて学習を進めていく。天体の日周運動は、生徒の足下にある地球からの視点であるが、それを地球の外へと移すことによって初めて地球の自転を認識することができる。自転が日周運動の原因であることを理解するためには、宇宙空間における地球、太陽、月、星の位置関係や動きを体験活動等を通して理解すると良いだろう。例えば、生徒に各天体の役を当てはめ、太陽役の生徒の周囲を地球役の生徒が自転しながら公転するなどの体験が、実感を伴った理解につながっていく。

上記のいくつかの授業実践について、点字教科書の内容の改善策として提案できればと思う。

#### IV 終わりに

空間概念は、日常生活の中で自然に形成されたり、理科を含むさまざまな教科や自立活動の学習を通して意図的に形成されたりするものである。特に後者については、全盲等の児童・生徒にとって重要であるから、個々の実態に即した系統的かつ丁寧な指導が肝要である。指導の拠りどころとなる小学部・中学部の各点字教科書は、まもなく学習指導要領改訂にあわせて編集作業が行われるが、その際、本稿の内容が点字教科書編集の一助となれば幸いである。今後も日本視覚障害理科教育研究会(JASEB)等、盲学校の理科教育に関する研究会や研修会において本稿の内容についての話題を提供し、議論していきたいと考える。

最後になりますが、聞き取り調査に御協力いただいた児童・生徒の皆さん及び各学部の先生方、ありがとうございました。

#### V 文献

- 1) 文部省：「観察と実験の指導」，1994，慶應通信株式会社.
- 2) 鳥山由子：「視覚障害の特性をふまえた理科の授業」，「日本視覚障害理科教育研究会会報」，25, 2006, 13-16.
- 3) 拙稿：「『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」，「平成 17 年度研究紀要 はちもうの実践」，Vol. 28, 2006, pp. 54-56.
- 4) 文部省：「小学校学習指導要領解説理科編」，1999，株式会社東洋館出版社.
- 5) 文部科学省初等中等教育局特別支援教育課：「盲学校小学部点字教科書編集資料」，2005，文部科学省.
- 6) 文部省：「中学校学習指導要領（平成 10 年 12 月）解説一理科編一」，1999，大日本図書株式会社.
- 7) 文部科学省初等中等教育局特別支援教育課：「盲学校中学部点字教科書編集資料」，2006，文部科学省.
- 8) 三浦登・奥井智久・毛利衛他：「新編新しい理科 4 上」，2004，東京書籍株式会社.
- 9) 文部科学省：「盲学校小学部理科 4・1」・「同 2」，2005，社会福祉法人東京点字出版所.