



## 初等中等教育の改善にむけて、教育問題懇談会の設置について

日本天文学会理事長 松田卓也

「小学生の4割が天動説を信じている」という研究が、この秋の天文学会で発表されました。それが新聞、テレビなどで大きく報道され、それに対して、文部科学省の次官が異例の反論をするなど、大きな問題になっています。

日本天文学会では、この研究を、初等中等教育における理科教育の危機的状況の証拠の一つととらえ、さらなる資料蓄積のためのこれらの研究、調査を支援したいと思います。

また、文部科学省の学習指導要領の来るべき改定に向けて、有効な提言をなすことを目指して、天文学会内部に「教育問題懇談会」を設置するなどの方策を考えています。

## 理科教育崩壊

### —小学校における天文教育の現状と課題—

縣 秀彦

〈自然科学研究機構 国立天文台 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

e-mail: h.agata@nao.ac.jp

2004年9月20日、日本天文学会秋季年会記者会見（盛岡市）にて、理科の好き嫌いや天文知識について全国7都道府県の小学生対象に行ったアンケートの調査結果を発表した。会見では、小学4～6年生の約4割が「太陽は地球の周りを回っている」と考えていることや、月の満ち欠けの理由を理解していない児童が半数以上であること、また、日没の方位が西であることへの理解が6～7割程度であることなど、基本的な天文・宇宙に関する理解が不足していることを示す調査データを公表した。

この発表に対してのマスコミや世間の反応はやや過剰とも思えるもので、一学会発表に対して文部科学大臣や事務次官までがコメントを発表するという異例な事態となった。まるで、何かのツボを押してしまったかのように、普段は学校教育に関心をもっていない人々までがこの問題を論じている。しかし、百人集まれば百人皆教育評論家、その論点は多岐にわたりかつ複合的で、ともすると、現実を直視しない思い込みと思い付きのみの実りない議論に終始しかねない。本稿では新聞報道では伝え切れていない筆者らの調査の動機、結果、考察、および発表後の後日談について述べる。

# 1. 調査の動機—科学教育の現状—

調査を始めた動機は、なぜ、「科学」が社会一般に現状として十分に受け入れられていないのかという素朴な疑問である。

理科教育についての調査研究はすでに数多く実施されている。代表的な国際調査としては、国際教育到達度評価学会（略称 IEA）主催の国際数学・理科教育調査<sup>1)</sup>や OECD の生徒の学習到達度調査（略称 PISA）<sup>2)</sup> などがある。文部科学省や教育委員会または教育学研究者や学校教員による

独自の国内調査も後を絶たない。

これらの調査から一般的に、日本の 7~8 割以上の小学生は学校科目の「理科」が好きであり、算数、国語、社会と比較してもその割合は有意な差をもって高い。このことは筆者らの調査でも同様の傾向を示している（図 1）。ところが、図 2 に示したように、中学 2 年生ですでに理科は楽しくないと約半数の生徒が感じている<sup>3)</sup>。中学から高校の間でさらに、理科嫌いは加速し、高校生にとっては理科は数学、英語に続く不得意科目となっている<sup>4)</sup>（図 3）。

ところがその一方で、日本の中学生、高校生の理科・数学の学力は過去 30 年間にわたり世界でトップレベルである（表 1）。しかし、数学、理科に関して宿題や自分の勉強をする時間は参加国中最低であり、読書をしないう生徒の割合も調査参加国中もっとも高いなど、学習到達度（知識・理解や思考・判断）はトップレベルでも、学習への意欲・関心では最低レベルである<sup>2)</sup>。これはかなり矛盾した結果であり、こういった結果になる理由の解明が待たれるところである。学習への意欲・関心が高校生時点ですでに欠落しているためか、日本人成人の科学リテラシーは先進国中最下位に近い<sup>5)</sup>（図 4）。つまり、子どもの頃は世界トップの学力だった集団（日本人）が、10~30 年後には先進国最下位グループの集団に変貌してい

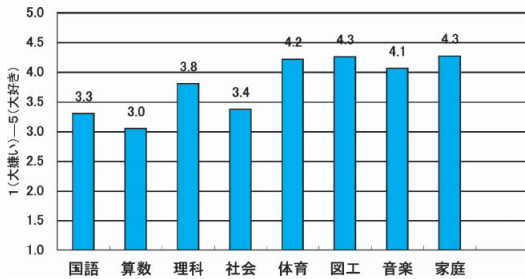


図 1 教科の好き嫌い。(調査地 A; 合計 265 名)

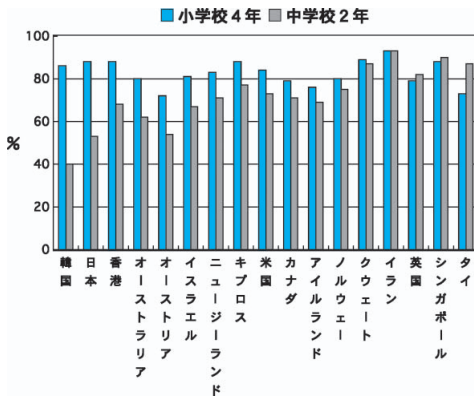


図 2 「理科は楽しいか」についての国際比較。国際教育到達度評価学会（IEA）による第 3 回国際数学・理科教育調査（1995 年実施。日本は小 4: 4,306 名、中 2: 5,141 名参加）「理科の勉強は楽しいか」について「強くそう思う」「そう思う」「そう思わない」「全くそう思わない」の 4 肢選択で尋ね、「強くそう思う」と「そう思う」に回答した児童・生徒の割合（%）を示した（文献 3 より作成）。

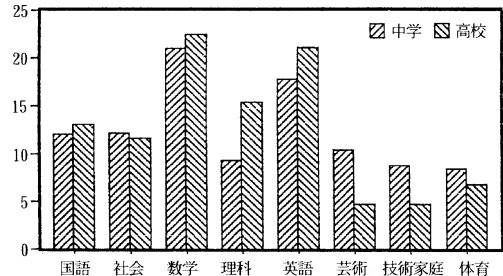


図 3 中学生・高校生のもっとも不得意な教科。鈴木（天文月報 1992）より引用。縦軸は回答した生徒の割合（%）を示す（調査対象校 11 校約 4,300 名）中学校から高校にかけての変化率が注目。中~高校で理科嫌いが増加（文献 4）。

表 1 OECD 調査 (PISA), 平均得点の上位 10 カ国

順位	科学的リテラシー	得点
1位	韓国	552
2位	日本	550
3位	フィンランド	538
4位	イギリス	532
5位	カナダ	529
6位	ニュージーランド	528
7位	オーストラリア	528
8位	オーストリア	573
9位	アイルランド	513
10位	スウェーデン	512

順位	数学リテラシー	得点
1位	日本	557
2位	韓国	547
3位	ニュージーランド	537
4位	フィンランド	536
5位	オーストラリア	533
6位	カナダ	533
7位	スイス	529
8位	イギリス	529
9位	ベルギー	520
10位	フランス	517

順位	総合読解力	得点
1位	フィンランド	546
2位	カナダ	534
3位	ニュージーランド	529
4位	オーストラリア	528
5位	アイルランド	527
6位	韓国	525
7位	イギリス	523
8位	日本	522
9位	スウェーデン	516
10位	オーストリア	507

世界 32 カ国, 約 265,000 名参加. 日本: 全国の全日  
 制高校 1 年, 5,256 名参加  
<http://www.mext.go.jp/b.menu/toukei/001/index28.htm>  
 国立教育政策研究所より作成

るのだ。

天文学は自然科学分野内では一般に大人でも子どもでも興味・関心が高い分野と言われてきた。ところが、学校で天文分野を学ぶと天文を嫌いになるという指摘をしばしば耳にする<sup>9)</sup>。なぜ、そのような事態が生じているのか？ また、興味・関心の高い天文分野を理科復活の足がかりにすることができないか？ そのような興味からまずは

共通10問平均正答率%

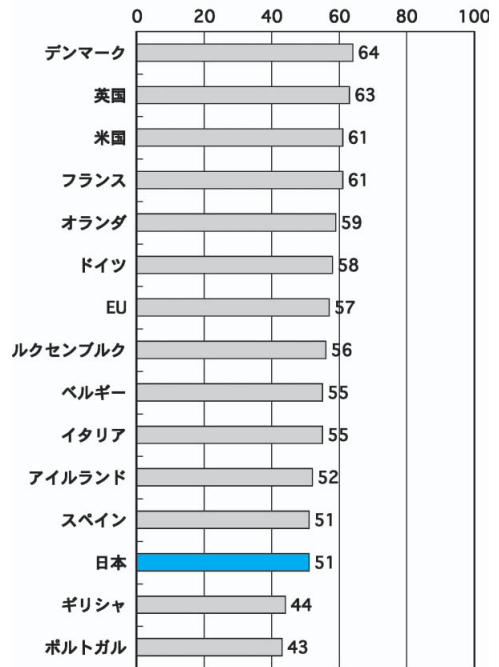


図 4 科学技術基礎的概念の理解度. 質問は以下の 10 問で, それぞれ○, ×, わからないの三択で回答する.

図は 10 問全体での平均正答率の国際比較を示す.

- (1) 大陸は何万年もかけて移動し続けている
- (2) 現在の人類は原始的動物種から進化した
- (3) 地球の中心部は非常に高温である
- (4) 我々が呼吸に使う酸素は植物が作ったものである
- (5) すべての放射能は人工的に作られたものである
- (6) ごく初期の人類は恐竜と同時代に生きていた
- (7) 男か女になるかを決定するのは父親の遺伝子である
- (8) 抗生物質は細菌と同様ウイルスも殺す
- (9) 電子の大きさは原子の大きさよりも小さい
- (10) レーザーは音波を集中することで得られる

学校教育での天文学習の実態を明らかにしようと考えた。そして手始めに小学校より調査を始めたわけである。以下、筆者らの調査結果を紹介する。

## 2. 調査からわかったこと

### (1) 調査概要

表 2 に調査の概要を示す。7 都道府県、13 の小学校で計 1,453 名の小学生がアンケートに回答してくれた。調査対象は 4～6 年生で、新学習指導要領への移行措置がとられた 2000 年度以降に調査を実施したので、現在の学習指導要領<sup>7)</sup> (2002 年度全面施行) に基づく調査となる。

調査用紙は 3 種類あり、調査 I は天文現象のインターネット中継ボランティア活動「ライブ・ユニバース」<sup>8)</sup> が、日食インターネット中継を小学校で行った際、中継授業評価を含めた事前事後アンケートとして行われた<sup>9)</sup>。この調査 I には地球と太陽の関係を問う問題は含まれていない。調査 II (表 3) は調査 I の結果を補完する目的で 2004 年春に協力を申し出てくれた四つの小学校にて実施された。さらに調査 III は、茨城県自然博物館と国立天文台の共同研究として茨城県内の四つの小学校で実施された。調査 III の内容は、文章ではなく図を見て回答を選ぶ方式に用紙を改良し、質問文も I, II とは異なるものとした。すべての調査は原則として用紙を教室で配布し、教師が問題を読み上げ一つ一つ回答させる方法で調査を行った。調査に協力して下さったすべての関係者にお礼を申しあげたい。なお、調査地 E の 4 年

生 56 名と、調査地 G の 4 年生 248 名、計 304 名 (全体の 21%) は天文学習を終了していない児童であることを考慮すべき点として挙げておく。

### (2) 日没の方位

現在、小学校第 3 学年で「ひなたとひかげ」という単元があり、太陽の日周運動が扱われている。そこで、「日が沈む方位はどれですか?」という問題を用意した。回答選択肢としては南、東、西、わからないの 4 択とした。日没の方位が西であることの正解者は図 5 のように、62～96% までばらつきがあり、理解に地域差がある傾向が見られた (全体で 73%)。日没の方位は、小学校 3 年の理科のみならず、同じく 3 年で社会科でも地図の学習として扱っている場合が多い。学習直後の調査ほど結果がよい傾向もあるが、その点を考慮しても都市部の学校ほど正解率が低くなる傾向が見られ、日没や日の出を見るような日常体験が不足している影響が考えられる。併せて自然体験の有無を聞いたところ、日の出、天の川、流れ星などを見た経験のある児童ほど、日没の正解率が高いという相関があったことから正しい自然像の理解のためには、自然体験が重要であると考えられる。

### (3) 月の満ち欠け

月の満ち欠けはもっとも身近な天文現象の一つであり、多くの児童がまず最初に疑問に思う天文

表 2 調査概要

調査地	用紙	実施場所	学校数	合計(名)	4 年生	5 年生	6 年生	調査年月
A	I	広島県	4 校	265	70	88	107	2001 年 6 月
B	I	東京都	1 校	107	0	58	49	2002 年 12 月
C	II	北海道	1 校	30	0	30	0	2004 年 2 月
D	II	長野県	1 校	86	86	0	0	2004 年 2 月
E	II	福井県	1 校	196	56	77	63	2004 年 4 月
F	II	大阪府	1 校	36	0	36	0	2004 年 4 月
G	III	茨城県	4 校	733	248	253	232	2004 年 6 月
合 計			13 校	1,453	460	542	451	

調査は I～III の 3 種類

小学校 13 校はすべて公立小学校

調査用紙 I の調査 (A, B) には地球と太陽の関係に関する問いはない

表 3 調査用紙 II

性別：(女・男) 学年：( )年 出席番号：( )番  
なまえ：

1. 次の科目の好き嫌いを答えてください。  
(番号に○をしてください)

	大嫌い	少し嫌い	どちらとも いえない	少し好き	大好き
国語：	1	2	3	4	5
算数：	1	2	3	4	5
理科：	1	2	3	4	5
社会：	1	2	3	4	5
体育：	1	2	3	4	5
図工：	1	2	3	4	5
音楽：	1	2	3	4	5
家庭：	1	2	3	4	5

2. 次の理科の内容の好き嫌いを答えてください。  
(番号に○をしてください)

	大嫌い	少し嫌い	どちらとも いえない	少し好き	大好き
動物：	1	2	3	4	5
植物：	1	2	3	4	5
人体：	1	2	3	4	5
天文：	1	2	3	4	5
気象：	1	2	3	4	5
地球：	1	2	3	4	5
電気：	1	2	3	4	5
音：	1	2	3	4	5
光：	1	2	3	4	5
磁石：	1	2	3	4	5

3. 次の質問で正しいものを選び、番号に○をつけてください。

3-1 日が沈む方向は何ですか？

- (1) 南 (2) 東 (3) 西 (4) わからない

3-2 月の形が毎日変わるのはどうしてですか。

- (1) いろいろな形の月があるから  
(2) 月が地球のかけに入るから  
(3) 地球から見て、太陽と月の位置関係が変わるから  
(4) わからない

3-3 一日の中で、星座の見えている方向はどのように変わりますか？

- (1) 一日中変わらない  
(2) 一日たつとほぼ同じ方向に見える  
(3) 半日たつとほぼ同じ方向に見える  
(4) わからない

3-4 人工衛星と同じように地球のまわりを回っている天体はどれですか？

- (1) 太陽 (2) 月 (3) 火星 (4) わからない

4. 正しい文はどちらでしょうか？ 番号に○印をつけてください。

- (1) 地球は太陽のまわりを回っている  
(2) 太陽は地球のまわりを回っている

5. 次の4つの天体を太陽に近い順に並べてください。  
(木星、銀河、地球、おりひめ星)

(答え) 太陽に近い順に  
( )-( )-( )-( )  
ご協力ありがとうございました

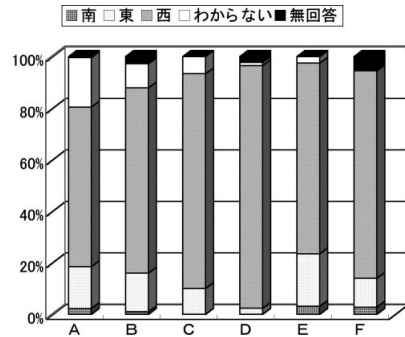


図 5 日没の方位

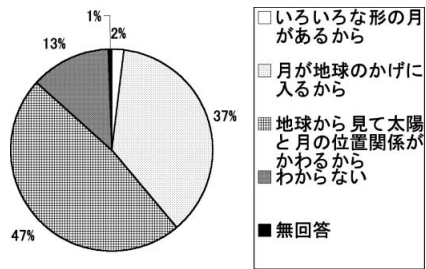


図 6 月の満ち欠け

現象であると古くから考えられてきた。しかし、今回の改訂で学習内容厳選という方針によって、小学校はおろか中学・高校でも扱われなくなってしまった。現行の指導要領では月については、第4学年で「月は絶えず動いていること」を月齢の違う二つの位相の月に限って観察させることになっている。

調査 I, II では「月の形が毎日変わるのはどうしてですか？」の問いに対し、「いろいろな形の月があるから」「月が地球のかけに入るから」「地球から見て太陽と月の位置関係が変わるから」「わからない」より選択させた。結果は 47% の児童が正解を選んだが、月が地球のかけに入るからと答えた児童が 37% もいた (図 6)。

現在の学習指導要領では、月の日周運動は扱うものの満ち欠けは扱っていないので正解率が低いのは当然ともいえる。残念ながら学習指導要領改訂前と比較するデータを持ち合わせていないが、以前から学習定着率の低い学習項目であったのは確かである。しかし、重要なことは改訂前の教科書では、月の満ち欠けを説明するために、丸い地球を中心に丸い月がその周りを公転しているイラストがしばしば教科書に登場していた。この図がなくなったことにより、月の満ち欠けのみならず、地球は丸いことも小学校理科で伝える機会が全くなくなってしまった。

ある私立大学教員養成学部の教官からある研究会の席上で聞いた話だが、小学校教諭になった教え子の一人が「月は八つある」と授業で教えていて愕然としたそうである。自身が自然体験もなく、月の満ち欠けの理由も知らずに、学習指導要領に記述された「月の動きについては、三日月や満月などの中から二つの月（の形）を扱うこと」のみを念頭に授業に向かうと「本当は月は八つあるのよ」と言ってしまうということであろうか？ 教師の力量が低いと言ってしまうとそれまでだが、今後、「いろいろな形の月があるから」と答える児童が増えることになるだろう。

一方、月の学習が終了している第5学年で、正解を選んだ児童が70%以上という学校が2校あった。理由を調べたところ、これらの学校では教師が月の満ち欠けを説明していることがわかった。しかも、説明といっても特別な指導や時間数を取ったのではなく、以前からの指導方法に過ぎない。このことから、月の満ち欠けの理由については小学生でも工夫によって理解可能であると推察され、学習項目としての復帰が強く望まれる。

**(4) 太陽と地球の関係**

調査IIで、太陽と地球の関係の理解を「地球は太陽の周りを回っている」、「太陽は地球の周りを回っている」の二つの文章から正しいほうを選ばせたところ、前者を選んだ児童は56%にとどま

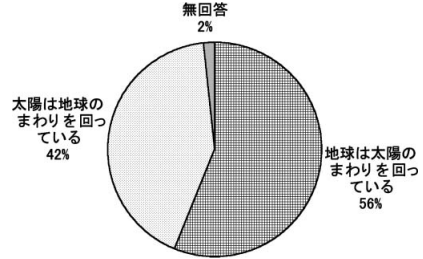


図7 太陽と地球の関係の理解

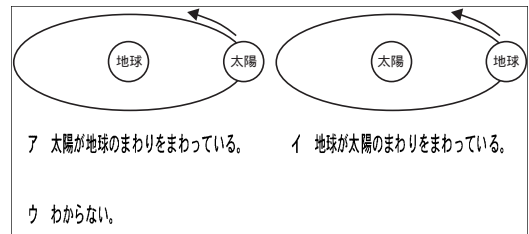


図8 調査用紙IIIより。設問「次の図のうち、太陽と地球の動き方の関係が正しいのはどちらですか」

り、42%は「太陽は地球の周りを回っている」を選択した(図7)。また「人工衛星と同じように地球の周りを回っている天体は？」との問いに、月と回答した児童は39%にとどまり、他の選択肢の火星が27%、太陽が24%だった。前問で「太陽は地球の周りを回っている」を選んだ児童のほとんどが、この設問では太陽ないし火星を選んでおり、多くの児童が無作為に回答しているわけではないことが明らかである。一方、茨城県での4校733名(調査III)では、太陽と地球の関係を文章ではなく図に示して(図8)選ばせたところ、42%の児童が、地球の周りを太陽が回っている図を選択した。これらの結果から日本の小学4~6年生の約4割の児童が概念として地球中心の宇宙像を頭の中に描いているものと推察される。

なお、この問いでは、回答分布に学年や調査校の違いによる有意な差は見られなかったのに対し、教科の好き嫌いとの間には特徴的な相関が見られた。太陽中心の宇宙像を選んだ回答者は、社会(1%水準で有意な相関)と国語(5%水準で有



意な相関)を好む傾向があった。一方、算数や理科を含め他の科目の好き嫌いとは全く相関が見られなかった。このことより、太陽の周りを地球が回っていると考える児童の中には、社会や国語の学習の発展としてこのことを理解した者もいると考えられる。複数の小学校教諭に意見を伺ったところ、社会や国語の好きな小学生とは一般に真面目で学習意欲の高い児童が多いそうである。

### 3. 問題点の整理

以上の結果に対し、いまの小学生は常識を知らないという単純な解釈は成り立たない。現在の小学校の学習指導要領および教科書では、地上から見た太陽・月・星の動きの観察といった観察者からみた天文現象の解釈しか扱っていないからだ。調査対象は天文の単元をすでに学習済みの児童がほとんどなので、指導した小学校の先生からすれば、「太陽が地球を回っている」に全員丸をつけるはずなのに！とさぞかし納得がいかないことだろう。

ここで、義務教育における天文学習の現状を簡単に紹介しておこう。表4は、学習指導要領が掲げる小・中学校それぞれの理科の目標である。児童・生徒が自然を理解し科学的な思考力を養ううえで的前提として「観察、実験など」を行うことが従来から強い束縛条件となっている。このため、天文分野では表5に示した内容のみが学習項目として取り上げられている。簡単に言うなら、小学校3年で「日陰は太陽の光を遮るとでき、日陰の位置は太陽の動きによって変わること」を学習し、4年で、「月は絶えず動いていること」、「空には、明るさや色の違う星があること」、「星の集まりは、1日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わること」を学習する。次に中学校では、第3学年で地球の自転と公転(季節変化)についてと、太陽系の天体の理解、特に金星の満ち欠けについて学習する(月の満ち欠けは習っていない!)。ほぼこれだけで義務教育

修了である。なお、高校で地学を履修する生徒は数%程度であり、日本人の天文・宇宙に関する平均的教養レベルはせいぜい表5程度となってしまう。

読者の中には自分は小学校で自転・公転を習ったと言う方もいるはずだ。1958年改訂の学習指導要領では第6学年で地球の自転と公転を取り上げ、「太陽の見かけの運行に興味をもち、観察によりその周期的変化に気づき、季節はこの周期的変化に関係して起こることや、地球は自転しながら公転していることをわからせる」とある。1968年の改訂では第6学年で地球の自転を取り上げ、「地球は太陽の光を受けている球体であり、それによって昼・夜の移り変わりが起こること。地球は同じ速さで自転し、1回回転するのに1日かかり、回転の軸は北極星の方向を向いていること」などを教えていた。低学年では、宇宙からの視点で地球を眺めるのは難しいが、高学年では抽象的な思考力を育てるためにも必要な教材だったと言える。ところが、1977年の改訂より、日周運動と年周運動の観察は行うものの自転と公転については触れなくなってしまった。

「地球は丸い」ことも、「地球は自転している」ことも、「地球は太陽の周りを公転している」ことも小学校の理科の授業では一切扱わないのにもかかわらず、半数以上の児童が地球が太陽の周りを回っていると知っていることは驚くべきことではないか。天文は他の分野に比べて児童の関心が高く、学校での学び以外のところで情報を得ているのであろう。

### 4. 「学校知と日常知」と「文脈の欠如」

児童の多くは、理科の学習内容にかかわらず、図鑑等の書物やテレビ番組、他教科での学習等々からの情報により、地球が丸いことやさらには地球が太陽の周りを回っていることを「知識」として知っていると思われる。テレビ番組を見ると

表 4 学習指導要領での小・中理科の目標（抜粋）

(小学校) 自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。  
 (中学校) 自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。

丸い地球が頻繁に登場するし、児童書や雑誌に目を通していても、太陽の周りを回っている地球のイラストがしばしば登場する。しかし、日本での小学校理科は、地上から見た天体の動きの学習のみなので、太陽が地球の周りを回っているという間違っただ概念を児童に与えていたり、既成事実と理科授業での学びの間での整合性がとれず児童自身が矛盾を抱え込んでしまう可能性が高い。このように日常生活で取得する知識・概念と学校で与えられる知識・概念との間で著しく整合性を欠くケースが理科教育ではしばしば見受けられる。このため、多くの児童にとって理科は「役に立たない」科目であり、学校で得た知識・概念の多くはテストが終わればお蔵入りしてしまい、実生活の中で二度と使われることはない。このことが理科を学ぶことの意欲を失う原因の一つになっていると考えられる。この問題を筆者は「学校知と日常知」問題と呼んでいる。

日本の小学校理科は、地球を球体（惑星の一つ）として教えることを拒んでいる。ところが中学校理科になった途端、何の説明もなく、太陽系を鳥瞰するイラストが登場し、地球が自転・公転していることを前提として説明が進行している。小学校理科では地球は平面でその周りを太陽も月も星も回っていると教えられ、中学校に進むと何の説明もなく丸い地球と自転・公転する地球が前提で理科の授業が進んでいく。このような指導の不連続を筆者は「文脈の欠如」問題と名づけた。古くからの表現に従うと、「系統的な学習になっていない」と言い換えることもできるだろう。ここで

表 5 現行の学習指導要領の天文分野（抜粋）

(小学校) C 地球と宇宙  
**第3学年**  
 (1) 日陰の位置の変化や、日なたと日陰の地面の様子を調べ、太陽と地面の様子との関係についての考えをもつようにする。  
 ア 日陰は太陽の光を遮るとでき、日陰の位置は太陽の動きによって変わること。  
 イ 地面は太陽によって暖められ、日なたと日陰では地面の暖かさや湿りに違いがあること。  
**第4学年**  
 (1) 月や星を観察し、月の位置と星の明るさや色および位置を調べ、月や星の特徴や動きについての考えをもつようにする。  
 ア 月は絶えず動いていること。  
 イ 空には、明るさや色の違う星があること。  
 ウ 星の集まりは、1日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わること。  
 [中学校]  
**第2分野 (6) 地球と宇宙**  
 (注: 新指導要領より第3学年での学習)  
 ア 天体の動きと地球の自転・公転  
 (ア) 天体の日周運動の観察を行い、その観察記録を地球の自転と関連づけてとらえること。  
 (イ) 四季の星座の移り変わり、季節による昼夜の長さ、太陽高度の変化などの観察を行い、その観察記録を地球の公転や地軸の傾きと関連づけてとらえること。  
 イ 太陽系と惑星  
 (ア) 太陽、恒星、惑星とその動きの観察を行い、その観察記録や資料に基づいて、太陽の特徴を見だし、恒星と惑星の特徴を理解するとともに、惑星の公転と関連づけて太陽系の構造をとらえること。

挙げた、「学校知と日常知」問題と「文脈の欠如」問題は、次回の学習指導要領改訂においてはぜひ正していただきたい点である。

## 5. 学術・文化としての科学の振興を目指して

ある時点で児童・生徒の理科に関する学力が封印され、学校で習った知識・スキルが大人になってから活用されない理由の根元には、中等教育段階での数学・理科教育が基本的には理系大学生育成を目指したものとなっていることが影響していると考えられる。日本の科学は、西欧から移入さ



れた「科学技術」に始まって、国際競争を意識した「追い付き、追い越せ」の中で醸成されてきたという「宇宙の果てまで」(小平桂一著)の指摘<sup>10)</sup>のように、日本における学術文化の未成熟さが、科学を楽しみかつ主体的に生活に取り入れるような科学文化の育成を阻害してきた影響も大きいのではないだろうか。

21世紀、「科学」は研究者やエンジニアといった一部の人間、または国や企業のものではなく、地球に住む誰でもが平等に楽しむことのできる「文化としての科学」に成長することが望まれている<sup>11)</sup>。学校での理科と数学の成績や好き嫌いかかわらず、大人になっても自らの好奇心にしたがって、「科学」的な探究をしたり、意思決定の道具として「科学」を利用したりすることができる市民が、「科学」を文化として身につけている市民と言える。端的に言うなら、家族団らんの場で、または気の合う仲間と居酒屋で一杯やっているときに共通の話題となりうるものが「文化」である。繰り返しになるが、ほとんどの小学生は理科が好きである。まるで子どもたちがサッカーや野球といったスポーツが好きのように、また、音楽や文学や芸能が好きのように、サッカー少年の多くは大人になってプロのサッカー選手にならなくてもサッカー観戦を楽しんでいるだろう。ピアノを習ってる小学生のほとんどすべてがプロの音楽家には進まないが、きっと、大人になっても音楽を愛し日々の生活を潤わせていることだろう。理科がなぜそうならないかと言うと、その理由の一つは学校教育の中で、理科は苦手であるというトラウマを多くの子どもたちに生じさせているからに違いない。

本誌2004年2~3月号で特集したように、市民や教育関係者と専門家の連携により、児童・生徒を支援する学びの共同体作りが、地域、全国、国際のそれぞれの規模で進んでいる。天文学はもっとも古い学問の一つと言われるが、はるか彼方の宇宙に思いを馳せ、宇宙の中での自分自身の位置

づけを考えることは、人間にとって極めて基本的な思考活動であり、科学への入り口として興味・関心を喚起するものである。さらに、科学と社会とのかかわりが重視されるようになった現在、学術としての科学の振興においても、天文学の果たす役割は大きい。学校教育の改革にも天文学のコミュニティはより積極的であるべきであろう。

## 6. 改善案の提案

文部科学省の説明によると、「理解できない段階(つまり小学校)で、単なる知識として地球の形・自転・公転を教えるよりも、段階を追って理解できることを目指しており、中学校で体系的、科学的にきっちり教えている」<sup>12)</sup>とのことである。しかし、地球の自転・公転の証明はかなり難しく、高校地学のなかで、自転はフーコー振り子や転向力などによって説明され、公転は年周視差と年周光行差によって説明されてきた。これらは中学校では全く扱っていない。むしろ、小学校高学年で、太陽、月、地球が球体であることを前提として示し、宇宙からの視点も取り入れて、太陽系を鳥瞰する図を用いることで、地上から見た天体の動きが宇宙での各天体の位置関係等と関連づけて理解できるよう配慮すべきではないだろうか。この手法は米国などですでに初等学校でカリキュラム化されていると聞く。

では、具体的に小学校5年生に地球の自転や公転を教えるのにはどうしたら良いのか? 中学校でも証明は無理なのだから、「もし、地球が自転&公転していたら……」と仮定して帰納法的に説明をしたらどうだろう。現学習指導要領の下、児童は3年生の時、太陽の日周運動を観察している。また、月の動きと南天の星の日周運動を4年生で習っている。この三つがなぜ、同じ運動をしているのかを尋ねるべきである。地球が自転していると考えれば都合がよいことに気づかせたい。公転については4年生で夏の星座(例えばはくちょう座)と冬の星座(オリオン座など)を観察してい

るはずである。なぜ、季節で見える星座が違うのか尋ね、次に、教室の真ん中にライトを置いて太陽と見立て、四方の壁には春夏秋冬の星座を貼り、回転椅子を使って、太陽の周りを回るとすればよいだろう。太陽の反対を向いたときにその季節の星座が見えることを理解できれば成功といえるのではないか。

## 7. 宇宙像の理解と科学的世界観の育成

ここで、小・中学校の天文学習に関して改良の方向についての筆者の基本的な考えを示しておきたい（詳細は文献13参照）。小・中学校の内容は、時（地球の自転）と暦（地球の公転と季節変化）といった実学の理解に力点が置かれてきた。しかし、地球の自転と公転によって生じる太陽や恒星の運動についての理解は、傾いた球面座標上での運動である点、視点移動能力が要求される点、運動の原因が複合的である点など必ずしも本質が見えやすい典型的な教材とは言えない。

義務教育における天文教育の目的を実学的な視点から宇宙像の理解・科学的世界観の育成に重心をずらすことを検討すべきである。そのために、学習の手法として必ずしも実験・観察に頼らない指導方法、例えば帰納法的手法や博物学的手法を理科の教授法の一つとして開発すべきである。

現行の学習指導要領の小・中学校の天文分野は、以前小5、小6で扱われていた月や星の観察などが、小4にまとめられたため、学習内容が極めて不十分なものとなっている。さらに、太陽、月、星の学習で、観察した事実のみにこだわっているため、結果として運動のみを重視する内容にとどまっている。また、中学での学習につながる内容とはなっていない。一方、中学校での天文分野の学習は、地球の自転と公転、太陽、惑星に関するものにほぼ限られてきた。正しい宇宙像を獲得させるためには、義務教育で銀河やさらには宇宙全体を取り上げ、宇宙の階層性および時間と空

間のスケールについて認識させる必要があると考えられる。さらに、宇宙像・世界像の理解において、宇宙を構成している基本単位である恒星と銀河についての理解は重要であり、特に恒星の進化の過程を理解することは、元素の起源を知り、生命のルーツをたどる上でも重要ではないだろうか。

## 8. 報道後にわかってきたこと

本調査の発表後、インターネットを見るとかなり多くの人々がこの報道に反応している。直接、筆者のもとにも手紙やメールが数多く届いており対応に追われる毎日である。ネガティブな内容から紹介すると、「地動説は間違っている」とか、「天動説も地動説も相対性理論に基づく」と正しい」といったトンでもないモノも意外と多い。

また、これは予想どおりであったが、「小学校では天動説でいいではないか」という意見も教育関係者から多かった。古くからの認知発達理論に基づき、知識としての丸い地球は児童の頭の中では概念として形成されるはずがないという主張もあれば、単に詰め込み教育の復活を警戒しての発言もある。前者に関しては、本稿は教育論文でないので詳細な論争は避けるが、最近の認知心理学（または社会的構成主義）の立場に立つなら、学校カリキュラムにおいて、認識の順次性は考慮しながらも、「まだ、十分な発達段階に達していない」という安易な解釈で、学習内容を規制すべきではない。教師からの的確な支援があれば認知発達の研究結果として理解されているより高次の概念を習得可能であることが明らかにされている<sup>14)</sup>。

一方、現代の科学的世界観の特徴として、いわゆる科学が「客観的で真正な自然世界像」を提示するものではないという主張がある。この主張に沿うなら科学的世界理解に通底している基本的前提、例えば、原子・分子論、宇宙論、エネルギー論、進化論などのビッグアイデアの理解にこそ教育的価値があることになる<sup>15)</sup>。佐藤文隆氏は『こ

の手の「知識」の多くは、常人が日常生活している自然にこみ上げてくるような実感を伴うものではなく、いわば「詰め込む」ものだ。近代という時代はこういう詰め込みを一部の勉強好きの子どもにだけでなく、国民全体に義務教育で学校に入れて実行し、それで社会を営むことを前提している』<sup>16)</sup>と指摘している。

テレビの報道番組やワイドショーで、ほとんどのコメンテータが政治・経済・外交・スポーツ・芸能の話題には、それぞれの立場でのコメントを自信をもって話すのに対して、こと科学の話題になった途端、「それは専門家に任せることにして、……」としか発言できない社会から早期に脱却すべく、学校での理科嫌い現象を一掃し、文化としての科学に親しめる時代を実現したいものである。

朝永振一郎氏は子どもたちに向かって次のようなメッセージを残した<sup>17)</sup>。「ふしぎだと思ふこと、これが科学の芽です。よく観察して確かめそして考えること、これが科学の茎です。そうして最後になぞがとける、これが科学の花です」。筆者はさらに「そうして周りの人々が幸せで豊かな気持ちになる、これが科学の果実です」と付け加えたい。

## 参考文献

- 1) <http://www.iea.nl/index.html>
- 1) 国立教育政策研究所編，2002，「生きるための知識と技能—OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2000 年調査国際結果報告書—」，ぎょうせい，東京
- 3) 猿田祐嗣，1998，国立教育研究所編「小学校の算数教育・理科教育の国際比較」，東洋館出版社，165
- 4) 鈴木文二，1992，天文月報 85(10)，461
- 5) 科学技術政策研究所，科学技術に関する意識調査—2001 年 2～3 月調査—<http://www.nistep.go.jp/> より検索可
- 6) 松本直記ほか，2002，理科教育学研究 42(3)，27
- 7) 文部省，1998，学習指導要領 [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/youryou/index.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/youryou/index.htm)
- 8) 尾久土正己ほか，2004，天文月報 97(3)，135
- 9) 高橋典嗣ほか，2003，学際研究 16(1)，1820
- 10) 小平桂一，1999，「宇宙の果てまで」，文藝春秋，229
- 11) [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/11/10/991004a.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/11/10/991004a.htm)
- 12) 毎日新聞，2004 年 9 月 22 日記事よりおよび [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/daijin/04100401.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/daijin/04100401.htm)
- 13) 縣 秀彦，2004，科学 74(7)，809
- 14) 佐伯 胖，1995，「シリーズ学びと文化 1 学びへの誘い」，東京大学出版会，1
- 15) 小川正賢，1995，科学教育研究 19(1)，19
- 16) 佐藤文隆，京都新聞，2004 年 10 月 16 日記事より
- 17) 朝永振一郎，京都市青少年科学センターに残した色紙より