

投稿

義務教育でふれたい宇宙の話

加藤明良（さいたま市立慈恩寺中学校）

1. はじめに

2009年より先行実施され始めた新学習指導要領。理数の時間数も大幅に増加し、天文単元の学習も小学校4年（月の形、星の動き）に加え6年で太陽と月の満ち欠けが追加された。中学校3年では従来の日周運動、年周運動、月や金星の満ち欠け、太陽系内の天体に加え銀河系の存在までが指導要領に含まれることになった[1]。さらに、発展的学習について取り扱うことが2002年より可能となり[2]、中学3年までの義務教育で学習する天文単元の内容は10年前と比べ充実しつつある。

一方で1980年代より急速に進歩したCCDカメラやコンピュータを使った画像処理技術やハッブル宇宙望遠鏡、すばる望遠鏡などの観測機器の向上がもたらした最新の宇宙像について子どもたちはもちろん、一般の人たちも多く目にするようになってきた。

しかし、これらの宇宙像は直接的には小中学校での学習内容にはほとんど含まれない。そのため、多くの子どもたちにとっては、せっかく月や星の学習をしても、宇宙への興味がさらに増すことに直結しない現状がある。学習指導要領の範囲外だが、ぜひ教科書、資料集などにおいて、興味・関心を高めたり、さらに科学や天文を学ぶときの基礎になる知識として掲載したい内容をアンケート調査と教科書の記述内容の分析から探っていきたいと考えた。

2. アンケート調査について

2009年11月15日天文教育普及研究会関東支部大会の会場で以下の質問紙を配布し、回答してもらった。（回答数25）

「質問紙」

●義務教育終了までにふれたい宇宙の話（主なテーマ例）を下記の中から選び番号に丸印をつけてください。いくつ選んでもかまいません。

1 太陽

- ①最新の太陽像 ②太陽のエネルギー源
- ③太陽からの光（光の分光）
- ④太陽面の変化と気候変動

2 月

- ①月の地形と地質 ②月の影響（潮汐力）
- ③月の起源 ④月の探査

3 太陽系

- ①太陽系の起源 ②準惑星（冥王星型天体）
- ③小惑星、彗星、流星
- ④オールの雲 ⑤太陽系外惑星

4 恒星

- ①恒星の進化（誕生と死）
- ②恒星の特徴（大きさ、温度など）
- ③ブラックホール
- ④星雲、星団 ⑤太陽近傍の恒星（固有運動）

5 銀河系

- ①銀河系の姿 ②銀河系の起源と将来
- ③銀河中心部の様子

6 銀河

- ①いろいろな形の銀河 ②銀河の進化
- ③銀河の階層構造

7 横断的内容

- ①宇宙のスケール（天体までの距離の測り方）
- ②宇宙論（ビックバン）
- ③宇宙を観る目（天体望遠鏡、観測機器など）
- ④天体観測の歴史
（紀元前より天動説、地動説）
- ⑤宇宙開発（歴史と将来）

- ⑥火星探査と人類の移住計画
- ⑦地球外生命とその探査 ⑧相対論
- ⑨ダークマター、ダークエネルギー
- 8 その他

(ふれたいテーマをお書きください)

2.1 アンケート結果より

結果を図1に示す。

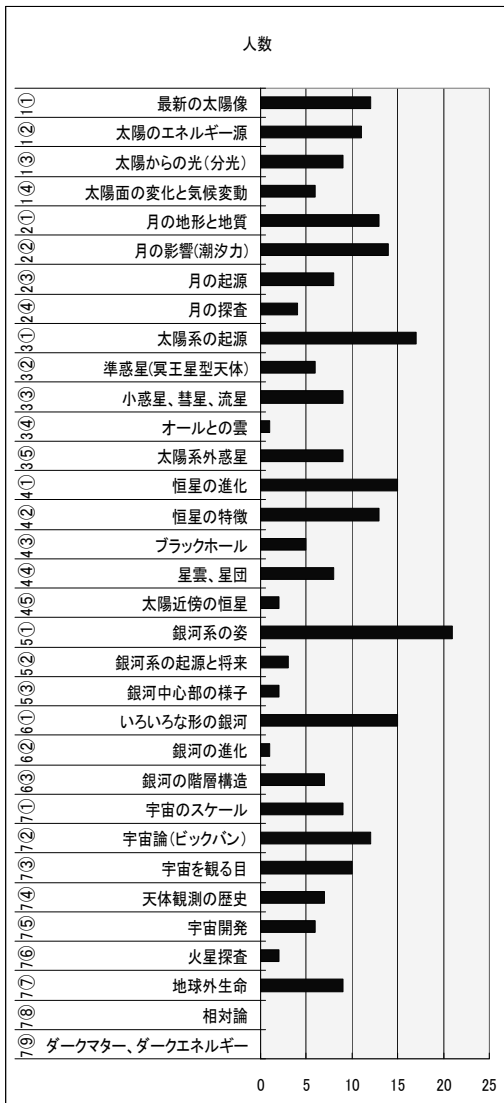


図1 アンケート結果

その他の自由記述より抜粋したものを以下に記す。なお、学習指導要領の範囲内の記述については除外した。

- ・天文学史、小学生が持っている興味と、扱うテーマが異なるのは仕方がないと思う。経験的に小学生は、空間認識が乏しいので、イメージができないことが多いです。
- ・天文に携わるものとして、全部教えてほしいが、現実的には不可能だ。ただ、科学的思考力を育てる教科教育としてではなく、世界観を与える情操教育として「この世の中に始まりがあり、この地球の外に広い世界が存在することを、概念だけでも伝えることを目指せばいいと思う。
- ・月と暦、太陽暦、太陰暦
- ・人間の生活に直接結びつく内容として、元素が恒星で作られていること。
- ・太陽の寿命、進化と終末
- ・天体観測（デジカメを使った）初歩
- ・自分達のいる世界はどのようなものかを知識として与える。自然史。
- ・太陽エネルギーの利用
- ・恒星の進化だけでなく、ここで元素が作られ「我々は星から生まれた」ということも。銀河の種類や分類に重きを置くのではなく、「我々銀河系の外に同じようなものがたくさんあるよ」ということ。
- ・太陽系の大きさ。どこが太陽系の果てなのか。

調査対象として、本来ならば、一般市民も含めた幅粉広い層から選択するべきかもしれないが、今回は、あえて天文教育普及に実際にかかわっていたり、かなり関心の高い人を対象として調査してみた。できれば、天文教育普及研究全体での調査をかけ、天文普及に関心がある人が、義務教育段階でどのような

テーマを知識や情報として子どもたちに伝えていくか、調査することも重要であると考え。また、学校現場で教える立場である教師からの意見も必要であるかもしれない。

2.2 アンケート結果考察

中学までの学習は、太陽と月など太陽系内の天体の特徴とその見え方の理解が中心である。今回の学習指導要領から初めて、「恒星が集団をなし銀河系を構成していることにも触れる」と解説書の中に明記された[3]。寄しくも今回の結果でも一番多かったものが、25人中 21 名が取り上げてほしいというテーマが「銀河系の姿」であった。

この他、上位のテーマの内訳は、ほぼどの分野にもわたっており、特にこのテーマを重点的というものは見出せなかった。太陽、恒星、太陽系、銀河などいわゆる天文学の根幹をなすテーマについて最新の情報を教科書や資料集などに画像を中心に掲載し、子どもたちに興味・関心を高め、疑問や不思議さを持たせるような構成が大切であると考え。

しかし、これだけ、多岐にわたるテーマを限られた時間内にどう扱うか、特に理科をほとんど履修せずに教師になれる小学校教員や大都市部で増加中の若手教員の力量アップは益々重要となることには間違いない。

3. 教科書の記述

3.1 教科書の記述についての分析

小中学校理科教科書では、発展的な学習やコラム等で学習指導要領外の内容がどのように扱われているのだろうか。全国的に出版されている主要 5 社の小中学校天文単元について発展的学習内容を比較した(表 1)。なお、小学校では 2011 年からの新しい学習指導要領に対応した教科書が採択中である[4, 5, 6, 7, 8]。また、中学校教科書は 2010 年 6 月、

各社が文科省に見本本を提出している段階であり、2005 年検定済のものを使用した[9, 10, 11, 12, 13]。

3.2 教科書の記述からの考察

(1) 小学校教科書より

今回の学習指導要領改訂における改善の基本方針の中で述べられている「科学を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める視点から、実社会、実生活との関連を重視する内容を充実する方向で改善を図る」ことが求められている[14]。このため、小学校教科書においては、各社とも日常生活との関係や学ぶ意味を強調する視点からの発展や活用の内容が記述されている。また、キャリア教育との視点において、宇宙飛行士山崎氏やプラネタリウムクリエイターとしての大平氏が紹介されている。今後、天文学者の研究の様子や ALMA などの巨大プロジェクト推進の知恵などといった内容が登場するかもしれない。

一方、小学校で扱う発展的内容が中学校の学習に大きな影響を与える可能性がある例が見つかった。小学 4 年生では、「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」を学ぶのであるが[15]、1 社が発展的学習として東西南北の星の動きを写真入りで記述している。つまり、中学 3 年生の学習内容が記述されているのである。従来から文科省は学習指導要領の改訂において上の学校で扱う内容は、発展的内容として明記して記述するように指導しているようで、教科書に記述されることに特に問題はない。しかし、空間概念が未熟な小学 4 年生にこの内容をどう説明するのか。一方で、発展的内容であるがために、ほとんど指導しない先生もいるはずである。小学 4 年生の時点で中学 3 年での中心的な学習内容

について学んでしまう子とほとんど学べない子との格差をどうするのか。このように、小学校での発展的学習の取り扱いをどうして

べきか、特に上級学校の指導に直接かかわる内容の扱については今後検討が必要と考える。

表1 出版社別、小、中学校教科書による発展的な学習内容

学校	学年	単元	a 社	b 社	c 社	d 社	e 社
小学校	3年	太陽と地面の様子	・日時計・日光のりよう (洗濯物、太陽熱温水器、温室)・ソーラークッカーをつくろう	・日時計・太陽の光と地球 (洗濯物、干物)	・日光をりようして(ソーラークッカー、太陽熱発電)	・日光のりよう(太陽熱発電)	・日光を集めものをあたためる(太陽熱発電)・日時計
	4年	月と星	・流れ星を見てみよう・月のもよう・月のいろいろな形・東西南北の方位の星の動き・プレアデス星団	・星の明るさと色・うちゅうを調べ利用する(太陽、月、星の利用、すばる望遠鏡、国際宇宙ステーション、山崎宇宙飛行士)	・月の形と一日の動き	・プラネタリウムクリエーター大平貴之氏の紹介とメッセージ・月について調べよう・天体資料集(巻末6ページ)月の大きさ、距離、表面、探査、惑星の紹介、天の川は星の集団)	・プラネタリウムの達人大平貴之氏のメッセージ・月の呼び名・北極星・すばる(プレアデス星団)の紹介
	6年	月と太陽	・国際宇宙ステーションと地球・太陽、月、地球の距離・めぐみの星「太陽」・月に着陸した人類・月の動きと見え方・クレーターを調べてみよう	・月の形の変化・太陽の黒点と太陽の形・月と太陽の実際の大きさと距離	・地球と月と太陽(月周回衛星「かぐや」の紹介)	・月に親しむ暮らし・太陽(X線衛星写真)・日食、月食の起こるしくみ	・三日月や満月と太陽・月齢カレンダー・日食や月食について調べてみよう

<p>中学校 3年</p>			<p>・月の満ち欠け・いろいろな恒星・太陽系の果てにある小天体・恒星の一生・宇宙の歴史（ビックバン）、宇宙に私たちがのなかまはいるのだろうか。</p>	<p>・夜空の探究（ガリレオ望遠鏡、木曾シユミット、すばる望遠鏡紹介）・天動説、地動説・曜日の起源・インターネットを使って夜空のようすや最新の研究成果等を調べてみよう・月の満ち欠け・ブラックホール・</p>	<p>・天動説、地動説・白夜（沈まない太陽）・日食・太陽系を越えた世界（宇宙の広がり、銀河、銀河団）・火星の見え方（外惑星の順行、逆行）・月の満ち欠け・太陽系の果てはどうなっているのか・宇宙の謎を解き明かすための科学の目（ハッブル宇宙望遠鏡、すばる望遠鏡）</p>	<p>・宇宙を旅する「はやぶさ」・日食の起こるしくみ・地球上の方位と時刻・沈まない太陽・地球にもっとも近い天体、月・宇宙の広がり・人類は宇宙へ・宇宙の不思議を調べてみよう（ビックバン）</p>	<p>・すばるが見た大宇宙・天動説から地動説へ・南半球での天体の動きと見え方・月が満ち欠けするのはなぜか・火星の動きと見え方・すい星の置きみやげ「流星群」・恒星の色と表面温度・宇宙誕生とビックバン・惑星探査の成果を調べよう</p>
-------------------	--	--	---	---	--	--	---

(2) 中学校教科書より

中学校教科書では、発展的内容なのか、トピック（読み物）としての扱いか、資料として写真を紹介しているだけなど、表に紹介しただけでは、判断がつかないケースが多々あった。そのため、前述のアンケートの項目に該当する記述がなされている出版社を数えた。これが、図2のグラフである。

今回分析した教科書は、前回学習指導要領[16]の下で作られたものであり、現在では、移行措置の資料を追加して使用されているものである。新しい学習指導要領の趣旨が生かされたものではないが、やはり、銀河系の記述が5社全てに行われており、太陽系の外に銀河系があり、その中に太陽系が含まれてい

ることは全社とも記述されている。新しい学習指導要領を見越した編集がすでになされていることがわかる。

一方、太陽や月についての発展的な内容は、月の満ち欠け以外はほとんどなく、新しい教科書でどのような内容が加わってくるか楽しみである。

この他に、話題になった小惑星探査機「はやぶさ」を扉のページからトピック的に扱った出版社が1社あり、大変先見の明があったと思う。ただし、限られた時間内で、どの程度授業中に教師が取り上げ説明できたかは疑問である。

図1と図2のグラフを見ると、天文教育普及に関心のある人からのアンケートと教科書

に取り上げられている発展的な学習内容との間にはある程度の相関が見られる。特に銀河系の姿、銀河の階層構造、ビックバンなどである。やはり、太陽系の外に銀河系があり、私たちの住む地球と太陽はその一員であること。そして、その銀河系は様々な形をした銀河の集団を形成しており、さらに遠方に群れをなして広がっていることなどをイメージさせていくことが大切であると考え。

ところで、教科書はその著者の意図はもちろんであるが、出版社としての意向（採択数をいかに増やすか）や現場の教師の意見によって大きく左右されるものである。個性的な教科書作りが求められている昨今では、天文学の最新の動向をつかみ、いかにわかりやすく記述していくか、様々な工夫が求められる。特に、理科について苦手意識を持っている割合が高い小学校の教師にとっては、指導しやすく、写真や構成が美しく目に付きやすい、付録などが充実しているものなどが好まれる傾向が強い。やはり、見た目の美しさも大切ではあるが、記述内容がしっかり評価されるように、天文教育やその普及に関心のある我々が様々な機会を通して、出版社や現場の教師に対して、天文を学ぶ意義や必要性などを積極的にはたらきかけていくことが益々重要であると考え。

4. おわりに

今回のアンケート調査は大変限られたものであり、もっと大規模な調査が必要と考える。また、質問紙の項目である天文に関するテーマ例についても検討が必要である。しかし、発展的な学習内容が教科書に記述され、従来より内容の濃い分厚い教科書が発行されている現在、その内容を比較し、検討していくことは重要なことと考える。

今後、天文教育普及研究会として、小学校、中学校の義務教育段階でこれだけは記述しておいてほしい、こんな視点で教科書や資料集などを編集してほしいというアピールを出すべき時期にきているかもしれない。

最後に、関東支部大会においてアンケートにご協力いただき、貴重なご意見を記入いただいた皆様にあらためて感謝申し上げます。

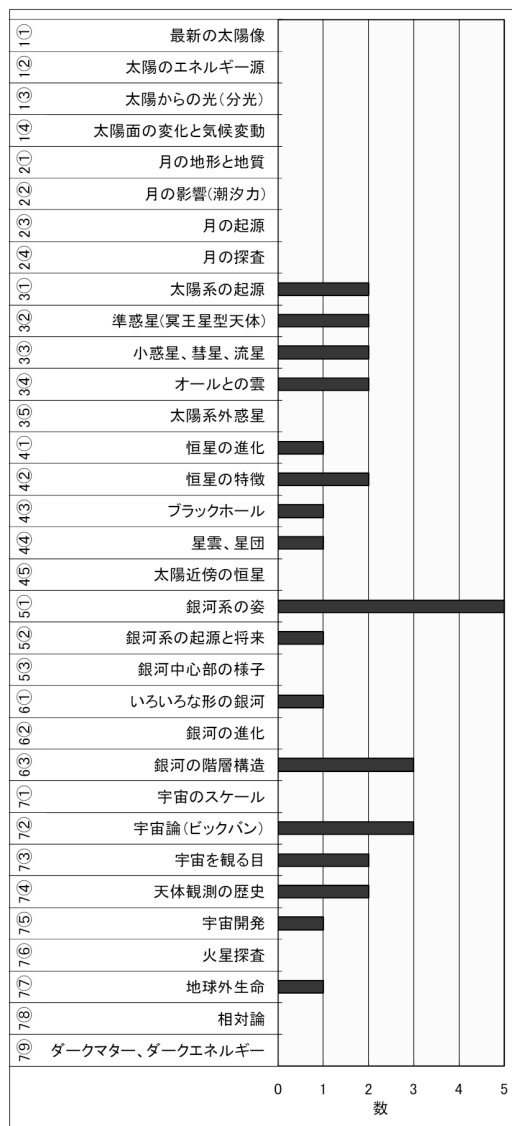


図2 テーマごとに記述された出版社の数

文 献

- [1] 文部科学省 (2008) 『中学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本図書
- [2] 文部科学省通知(2003)『小学校、中学校、高等学校等の学習指導要領一部改正等について』,
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/021/siryo/04122701/003.htm
- [3] 文部科学省 (2008) 『中学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本図書, pp.90
- [4] 毛利衛・黒田玲子他(2010) 『新しい理科 3, 4, 6年』, 東京書籍
- [5] 有馬朗人他 (2010) 『楽しい理科 3, 4, 6年』, 大日本図書
- [6] 日高敏隆他 (2010) 『みんなと学ぶ小学校理科 3, 4, 6年』, 学校図書
- [7] 大隅良典・石浦章一・鎌田正裕他 (2010) 『わくわく理科 3, 4, 6年』, 新興出版啓林館
- [8] 養老孟司・角屋重樹他 (2010) 『地球となかよし小学校理科 3, 4, 6年』, 教育出版
- [9] 三浦登・岡村定矩他(2005) 『新しい科学 2分野下』, 東京書籍
- [10] 戸田盛和・有馬朗人他 (2005) 『中学校理科 2分野下』, 大日本図書
- [11] 日高敏隆他 (2005) 『中学校科学 2分野下』, 学校図書
- [12] 竹内敬人・山極隆・森一夫他 (2005) 『未来に広がるサイエンス第2分野下』, 新興出版社啓林館
- [13] 細谷治夫・養老孟司・下野洋・福岡敏行他 『理科第2分野下』, 教育出版
- [14] 文部科学省 (2008) 『中学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本図書, pp.3
- [15] 文部科学省 (2008) 『小学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本図書, pp.41
- [16] 文部科学省 (1999) 『中学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本図書

【『天文教育』2010年7月号の訂正】

7月号「「潮汐力」のわかりやすい説明」(39～43ページ)の41ページの(22)式および42ページの(30)式は、それぞれ以下のように訂正します。

$$\mathbf{a}' = -r\omega^2 \cos(\omega t - \theta) \mathbf{i}' + r\omega^2 \sin(\omega t - \theta) \mathbf{j}' \quad (22)$$

$$F_{G'} = -\frac{GM}{(R \pm r)^2} \approx -\frac{GM}{R^2} \pm \frac{2GMr}{R^3} \quad (30)$$

榎野文命

7月号の目次で、「「潮汐力」のわかりやすい説明」の著者名が牧野文命となっていました。榎野文命の誤りですので、訂正します。

編集部