

## 中学校理科天文領域の学習指導の実態について： 秋田県におけるアンケート調査から

川村 教一<sup>\*1</sup>・上田 晴彦<sup>\*2</sup>・田口 瑞穂<sup>\*3</sup>

### The Actual Situation of Instruction in Astronomy Education for Junior High School Students: On the Basis of the Questionnaire Research in Akita Prefecture

Norihito KAWAMURA, Haruhiko UEDA and Mizuho TAGUCHI

#### Abstract

The authors conducted the questionnaire survey for junior high school teachers in Akita prefecture to discover the situation of instruction in observation activities in astronomy education. The authors conclude as follows:

- i) most of teachers instruct motion of stars and Venus utilizing the model of solar system, hence observation activities to recognize motion of celestial bodies are rarely instructed,
- ii) most of teachers encountered some difficulties in astronomy lesson,
- iii) the grounds of those difficulties are that the teachers can not instruct observation of the stars and Venus at night for long time and the students have less spacial perception, and
- iv) some issues of astronomical education mentioned in the 1985 research report may have not been resolved.

**Key words :** astronomy education, junior high school, questionnaire research, Akita prefecture

#### 1. はじめに

天文教育の実態を明らかにするために30年近く前に秋田県下の教員を対象に行われたアンケート調査(伊藤ほか, 1986)では, 小学校～高校における天文領域の学習状況や天体観察指導に対する教員の意識について明らかにされた。この調査によると天体観察指導経験のある教員からは, 観察学習の実施が「街灯よりも天候に左右される」ことが挙げられており, これは秋田県の晴天率の低さに起因すると指摘されている。また, 太陽に関する学習項目については, 「観察させる時期」, 「黒点のない状態」などが問題点として指摘された。モデル実験では, 「地球が動いている感覚の定着」やモデル化することの難しさほか挙げられていた。なおこの調査が行われた1985年は, 中学校第1学年で天文領域を学習することになっていた(文部省, 1978)。現行の中学校理科の学習指導要領では, 天文領域は第3学年で学習し(文部科学省, 2008b), 学習項目「(6)地球と宇宙」について「身近な天体の観察を通して, (中略)宇宙について

の認識を深める」と記されている。また, 具体的な学習の場面では, 例えば年周運動について「同じ時刻に見える星座の位置を一定期間ごとに観察させ」とあり, 星座の位置の移動に気づかせ, 観察記録をもとに考察させることが例示されている。このように天文領域における探究の出発点として天体観察が位置づけられており, 天体観察指導の重要性は失われていない。伊藤ほか(1986)が挙げた問題点のうち, 学習形態や指導法などその後の改善が期待される項目もある。田口ほか(2012)は, 伊藤ほか(1986)の調査結果と比較しながら, 秋田県の小学校教員による天文領域の教育実践の実態や課題について明らかにした。一方, 中学校における最近の状況についての報告は知られていない。最近の学校における指導の実態を明らかにしておくことは, 今後の中学校理科における天文領域の学習指導改善のために重要であると考える。

本研究では, 秋田県の中学校理科における天文領域学習の実施状況をアンケートにより調査し, 学習指導における問題点を, 伊藤ほか(1986)による1985年調査のデータと比較しつつ明らかにすることを目的とする。

\*1 秋田大学教育文化学部

\*2 秋田大学教育文化学部

\*3 大仙市立神岡小学校

## 2. アンケート調査の方法

### (1) 調査の概要と対象

秋田県の全中学校の全理科教員を対象にアンケート調査を実施した。調査票は郵送により2011年8月8日に各校理科主任宛に送付し、回答済み調査票は理科教員ごとに、同封した返信用封筒を用いて同年9月14日までに返送していただいた。調査票の配布先は128校282名で回収は147名分(回収率52.1%)である。

### (2) 調査項目

回答者に関する基本情報として、勤務校所在地、性別、最終学歴での専攻教科・科目(物理、化学、生物、地学、理科教育、理科以外)について尋ねた。

アンケート調査では中学校学習指導要領解説理科編(文部科学省, 1999)における学習項目「地球と宇宙」の取り上げ方に基づき、「天体の運動と地球の自転・公転」、および「太陽系と恒星」について、教科書(三浦ほか, 2006)を参考にして次のような設問を用意した。なお、本研究で取り上げていない設問項目もあるが、ここでは省略した。

「天体の運動と地球の自転・公転」について授業を行ったとき、①星の1日の動きの観察を宿題として行わせたか、②同じ時刻に見える星座の位置の観察を宿題として行わせたか、③季節ごとの太陽の光の当たり方を調べる生徒実験を行わせたか、④季節ごとの太陽の光の当たり方を調べる演示実験を行ったか、⑤困難を感じる場面があったか。それはどのような場面か、についてである。また、「太陽系と恒星」についても同様に、①金星の動きと満ち欠けについて観察させたか、②金星の動きと満ち欠けについての生徒実験をさせたか、③太陽表面のようすを観察させたか、④困難を感じる場面があったか。それはどのような場面か、についての設問を用意した。

## 3. 調査結果とその分析

### (1) 回答者の所属校の地域

光害の程度が小さいと天体観察がしやすい。秋田県における光害の実態調査は行われていないが、一般的に都市の人口規模が小さいほど光害の程度も小さいと期待される。そこで、回答者の所属校を秋田市、秋田市以外の地域別に区分(図1参照)して集計結果の分析を行うこととする。

### (2) 回答者の専攻教科・科目

教員が地学専攻であった場合、天文領域の指導を得意とし、観察・実験指導を実施する割合が高いことが考えられる。この点を検討するために、回答者の専攻科目を地学、地学以外に区分し、設問に対する反応の違いを検討する。

回答者の大半は大学・大学院において理科専攻であっ

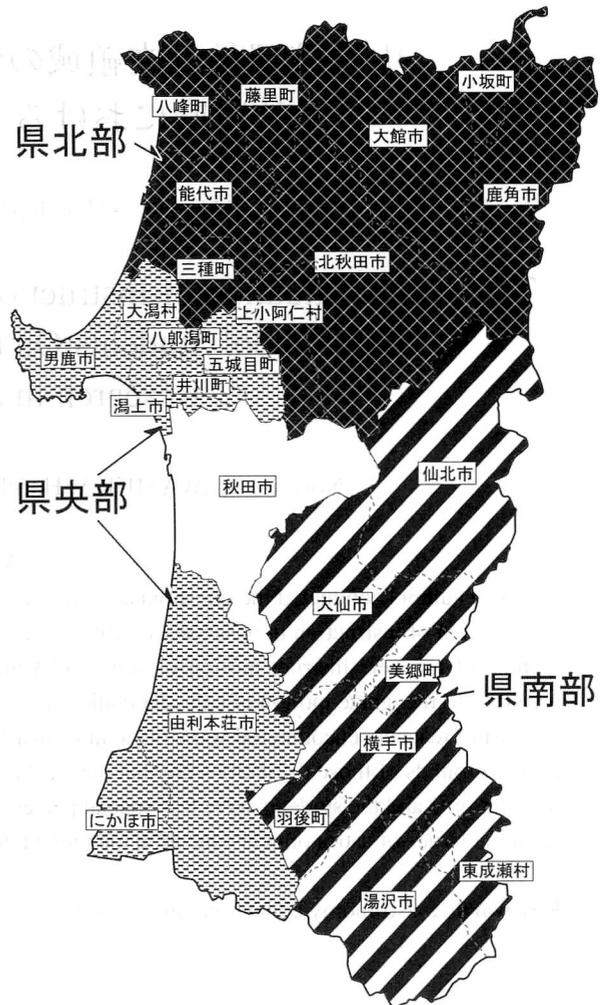


図1 秋田県の地域区分

た。専攻科目としての地学については、教員145名中、地学を回答した教員(以下、地学専攻教員)22名、地学以外を回答した教員(以下、地学以外専攻教員)123名である。地学専攻者は全体の約15.1%で、理科の他科目と比べて少ない。

なお、理科教員に占める地学専攻教員の割合は、所属校の所在地が秋田市と秋田市以外において、それぞれ約9.5%(42名中4名)、約18.1%(99名中18名)であり、有意水準5%(以下、すべての検定で同じ水準)では母比率の違いに有意差はない(両側検定、 $T=-1.21$ 、5%の棄却限界1.68を超えていない)。

### (3) 天体の動きと地球の自転・公転について

#### 1) 設問ごとの分析

##### ①星の1日の動きの観察を宿題として行わせたか

回答に際しては多肢選択で、「ア. 必ず行わせた」、「イ. だいたい行わせた」、「ウ. あまり行わせなかった」、「エ. 全く行わせなかった」、「オ. この授業は行ったことがない」から1つ選んで回答していただいた。以下、②~④の設問に対する回答も同様である。

図2 (a) に、無回答者および当該分野指導未経験者（「オ」回答者）を除いた、各選択肢回答者の割合を示す。「ア」もしくは「イ」を回答した教員の割合を、当該指導の「実施率」（以下、実施率の定義は同じ）と見なすと、全県集計での日周運動観察の宿題実施率は約 38.8%（129 名中 50 名）である。

地域別集計において、秋田市と秋田市以外の学校の教員の反応の違いを検討する。秋田市教員による実施率は約 27.8%（36 名中 11 名）、秋田市以外教員の実施率は約 42.6%（98 名中 42 名）で、有意水準 5% で母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T = -1.29$ ）。また地学専攻教員による実施率は約 47.4%（19 名中 9 名）、地学以外専攻教員の実施率は約 37.0%（108 名中 40 名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T = 0.85$ ）。

②同じ時刻に見える星座の位置の観察を宿題として行わせたか

図2 (b) に、無回答者および当該分野未経験者（「オ」回答者）を除いた、各選択肢回答者の割合を示す。全県集計での年周運動の観察宿題の実施率は約 29.7%（128 名中 38 名）である。秋田市教員による実施率は約 33.3%（36 名中 12 名）、秋田市以外教員の実施率は約 28.9%（97 名中 28 名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T = 0.50$ ）。また、地学専攻教員による実施率は約 36.8%（19 名中 7 名）、地学以外専攻教員の実施率は約 28.0%（107 名中 30 名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T = 0.78$ ）。

③季節ごとの太陽の光の当たり方を調べる生徒実験を行わせたか

図2 (c) に、無回答者および当該分野未経験者（「オ」回答者）を除いた、各選択肢回答者の割合を示す。全県集計での生徒実験の実施率は約 47.7%（128 名中 61 名）である。秋田市教員による実施率は約 47.2%（36 名中 17 名）、秋田市以外教員の実施率は約 49.5%（97 名中 48 名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T = -0.23$ ）。また、地学専攻教員による実施率は約 47.4%（19 名中 9 名）、地学以外専攻教員の実施率は約 47.7%（107 名中 51 名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T = -0.02$ ）。

④季節ごとの太陽の光の当たり方を調べる演示実験を行ったか

図2 (d) に、無回答者および当該分野未経験者（「オ」回答者）を除いた、各選択肢回答者の割合を示す。全県集計での演示実験の実施率は約 71.9%（128 名中 92 名）である。秋田市教員による実施率は約 61.1%（36 名中

22 名）、秋田市以外教員の実施率は約 77.3%（97 名中 75 名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差が見られ（両側検定： $T = -1.87$ ）、秋田市以外の教員による実施率の方が高い。また、地学専攻教員による実施率は約 73.7%（19 名中 14）、地学以外専攻教員の実施率は約 71.0%（107 名中 76）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T = 0.24$ ）。

⑤困難を感じる場面があったか。それはどのような場面か

回答の反応のうち、「ア.しばしばあった」もしくは「イ.少しあった」のいずれかを回答した教員の割合（以下、困難経験率とする）の比率を検討する。

図2 (e) に、無回答者および当該分野未経験者（「オ」回答者）を除いた、各選択肢回答者の割合を示す。全県集計での困難経験率は約 82.8%（128 名中 106 名）である。秋田市教員による困難経験率は約 75.0%（36 名中 27 名）、秋田市以外教員の実施率は約 86.6%（97 名中 84 名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T = -1.60$ ）。また、地学専攻教員による困難経験率は約 89.5%（19 名中 17 名）、地学以外専攻教員の困難経験率は約 82.2%（107 名中 88 名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T = 0.78$ ）。

本設問で「ア」、「イ」を回答した理由についての自由記述の内容から困難点を分類して、理由回答者に占めるそれぞれの割合を示すと以下の通りである。

i) 生徒の認識能力に関して

- ・生徒の空間認識能力が乏しい（約 17.0%，106 名中 18 名）
- ・地球から宇宙への視点移動が困難（約 11.3%，12 名）

ii) 学習形態に関して

- ・宿題であるため生徒に直接観察指導できない（約 6.6%，7 名）

iii) 観察実施計画に関して

- ・観察が長期にわたること（約 16.0%，17 名）
- ・観察時間が夜に限定されること（約 16.0%，17 名）
- ・観察が天気によって左右されること（約 12.2%，13 名）

2) 分析のまとめ

各設問のうち、④の検討結果から、季節ごとの太陽の光の当たり方を調べる演示実験は秋田市教員よりも秋田市以外の教員の方が実施率は高い。その他、地学専攻・非専攻、秋田市・秋田市以外の実施率あるいは困難経験率に違いがあるとは言えない。

(4) 太陽系と恒星について

1) 設問ごとの分析

①金星の動きと満ち欠けについて観察させたか

回答の選択形式は (3) 1) ①と同様である。

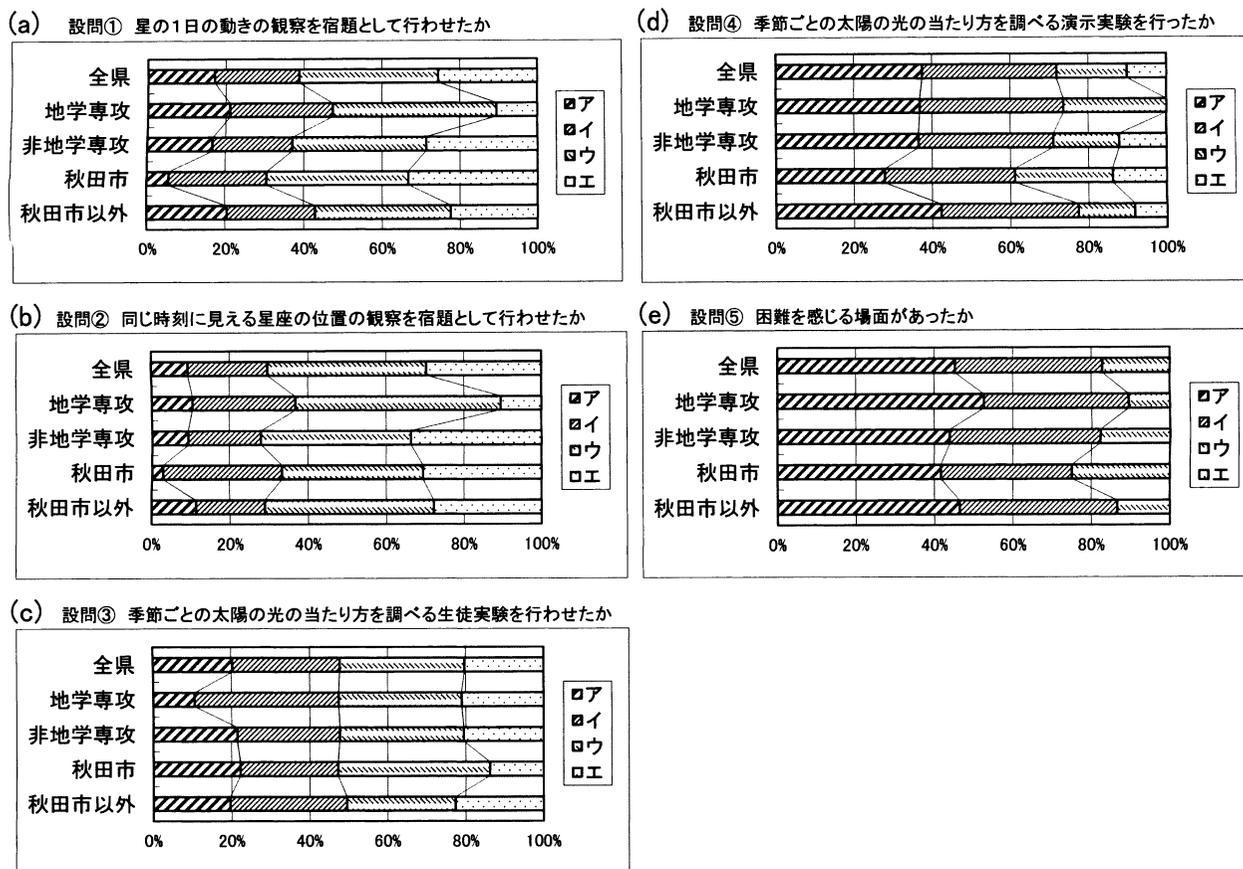


図2 天体の動きと地球の自転・公転についてのアンケート調査結果

回答選択肢（設問①～④）：ア．必ず行わせた，イ．だいたいは行わせた，ウ．あまり行わせなかった，エ．全く行わせなかった；回答選択肢（設問⑤）：ア．しばしばあった，イ．少しあった，ウ．あまりなかった，エ．全くなかった

図3 (a) に、無回答者および当該分野未経験者（「オ」回答者）を除いた、各選択肢回答者の割合を示す。全県集計において観察の実施率は約15.6%（128名中20名）である。秋田市教員による実施率は約19.4%（36名中7名）、秋田市以外教員の実施率は約13.4%（97名中13名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T=0.87$ ）。また地学専攻教員による実施率は約22.2%（18名中4名）、地学以外専攻教員の実施率は約13.9%（108名中15名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T=0.91$ ）。

②金星の動きと満ち欠けについての生徒実験をさせたか  
回答の選択形式は（3）1）①と同様である。

図3 (b) に、無回答者および当該分野未経験者（「オ」回答者）を除いた、各選択肢回答者の割合を示す。全県集計での生徒実験の実施率は約75.0%（128名中96名）である。秋田市教員による実施率は約77.8%（36名中28名）、秋田市以外教員の実施率は約74.2%（97名中72名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T=0.42$ ）。また地学専攻教員に

よる実施率は約83.3%（18名中15名）、地学以外専攻教員の実施率は約74.0%（108名中80名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない（両側検定： $T=0.84$ ）。

③太陽表面のようすを観察させたか

回答の選択形式は（3）1）①と同様である。

図3 (c) に、無回答者および当該分野未経験者（「オ」回答者）を除いた、各選択肢回答者の割合を示す。全県集計での観察の実施率は約30.7%（127名中39名）である。秋田市教員による実施率は約17.1%（35名中6名）、秋田市以外教員の実施率は約37.1%（97名中36名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差が見られる（両側検定： $T=-2.17$ ）。また地学専攻教員による実施率は約50.0%（18名中9名）、地学以外専攻教員の実施率は約27.1%（107名中29名）で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差が見られる（両側検定： $T=1.95$ ）。先に述べたように、地学専攻教員の比率に秋田市とそれ以外とで有意差はないので、秋田市教員による実施率の低さは、地学専攻教員が少ないためとはいえない。

④困難を感じる場面があったか。

回答の選択形式は(3) 1) ⑤と同様である。

図3(d)に、無回答者および当該分野未経験者(「オ」回答者)を除いた、各選択肢回答者の割合を示す。全県集計での困難経験率は約78.7%(89名中70名)である。なお、本設問の無回答率は約32.0%(151名中41名)と高い割合である。秋田市教員による困難経験率は約41.0%(25名中16名)、秋田市以外教員では約84.4%(64名中54名)で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差が見られる(両側検定： $T=-2.11$ )。また地学専攻教員による困難経験率は約85.7%(14名中12名)、地学以外専攻教員の困難経験率は約75.7%(70名中53名)で、母比率の差の検定を行った結果、有意な差は見られない(両側検定： $T=0.74$ )。

本設問で「ア」、「イ」を回答した理由についての自由記述の内容から困難点を分類して、理由回答者に占めるそれぞれの割合を示すと以下の通りである。

i) 生徒の認識能力に関して

・生徒の空間認識能力が乏しい(約17.6%, 85名中15名)

ii) 学習形態に関して

・生徒に直接観察指導できない(約10.6%, 9名)

iii) 観察実施計画に関して

・観察時間が夜に限定されること(約15.3%, 13名)

・観察可能時期が授業と合わないこと(約10.6%, 9名)

・観察が天気に左右されること(約10.6%, 9名)

2) 分析のまとめ

各設問のうち、③の検討結果から、太陽表面のようすの観察について、秋田市教員よりも秋田市以外の教員の

方が、非地学専攻教員よりも地学専攻教員の方が実施率が高い。また④の検討結果から、指導における困難経験率は秋田市教員よりも秋田市以外の教員の方が高い。その他については、地学専攻・非専攻、秋田市・秋田市以外の実施率あるいは困難経験率に違いがあるとは言えない。

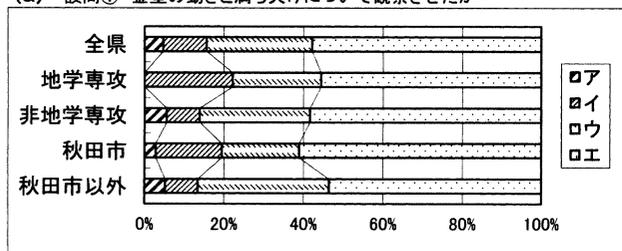
#### 4. 議 論

##### (1) 天体の動きと地球の自転・公転

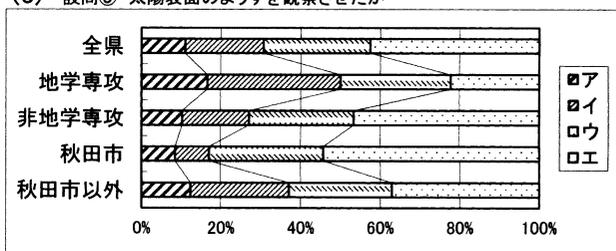
###### 1) 観察指導について

この学習項目のうち、天体観察の全県での実施率について、星の1日の動きでは約38.8%、同じ時刻に見える星座の位置では約29.7%であった。学習指導要領解説(文部省、1999)に例示された学習活動であるにもかかわらず秋田県での実施率は半数に満たない。星の1日の動きの観察と、同じ時刻に見える星座の位置の観察の実施率は、秋田市教員ではそれぞれ約27.8%、約33.3%とほぼ同程度であったのに対し、秋田市以外教員では約42.6%、約28.9%であった。秋田市以外教員による星の年周運動の実施率が日周運動のそれと比べて低くなるのはなぜだろうか。本学習項目での観察では天体望遠鏡を使用する場面がなく、実施率が低くなる背景としては、観察指導の計画や実施に際して困難な点があると思われる。前章の(3) 1) ⑤において集計結果で見たように教員が挙げる主な困難点は、生徒の認識能力、実施計画などであるが、星や星座の観察については年周運動の学習時期と観察可能時期のずれが指導の困難さの主な原因

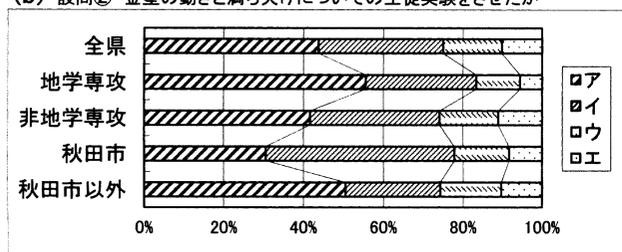
(a) 設問① 金星の動きと満ち欠けについて観察させたか



(c) 設問③ 太陽表面のようすを観察させたか



(b) 設問② 金星の動きと満ち欠けについての生徒実験をさせたか



(d) 設問④ 困難を感じる場面があったか

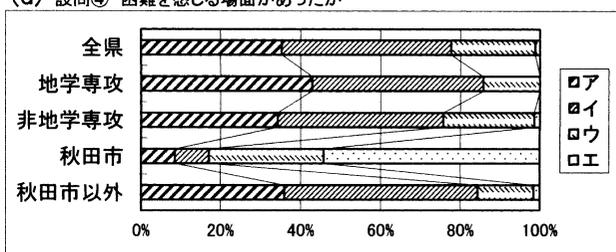


図3 太陽系と恒星についてのアンケート調査結果

回答選択肢(設問①~③):ア.必ず行わせた,イ.だいたい行わせた,ウ.あまり行わせなかった,エ.全く行わせなかった;回答選択肢(設問④):ア.しばしばあった,イ.少しあった,ウ.あまりなかった,エ.全くなかった

であると思われる。

ところで田口ほか(2012)は、本研究と同時期に秋田県小学校教員向けにアンケート調査を行った。本研究で取り上げた「天体の動きと地球の自転・公転」の学習項目の一部は、この調査で扱われた「月や星の動き」の学習項目と内容が類似しているため、両者を比較する。

地球の自転の学習に関する設問①星の1日の動きの観察の実施率は約38.8%であったのに対し、田口ほか(2012)における「児童に星の観察を宿題として行わせたか」の「必ず行わせた」と「だいたい行わせた」の回答率の計は9割強であり、小学校における星の宿題の実施率は中学校よりもかなり高い。中学校教員が挙げる困難点、「観察が長期にわたること」、「観察が夜に限定されること」のうち、後者については小学校と中学校で状況が大きく変わるとは思えない。「観察が長期にわたること」に関して観察時期を比べると、例えば、最近まで秋田県で使用していた理科教科書によると、小学校第4学年では夏と冬に星の学習を行うが(三浦ほか, 2005a, b)、中学校では冬に天文領域の学習が設定されている(三浦ほか, 2006)。12月～3月の間、秋田県の曇天率(雲量8.5以上)は、1ヶ月あたり24日程度であり(<http://www.jma-net.go.jp/akita/4season/4season.htm>)観察はほとんどできない。中学校での星や星座の観察実施率の低さの大きな原因の一つは、学習指導計画における天文領域の時期にある。秋田市外教員が日周運動より年周運動の観察実施率が低いのは、冬期に天文領域の学習を行うので、晴天日数が少なく年周運動を見いだすための星座観察をしにくいからであると思われる。

## 2) モデル実験指導について

前章の(3)1)⑤で述べたように、教員が挙げる主な困難点に、生徒の空間認識能力の欠如あるいは視点移動が挙げられている。天体の動きの学習に関する視点移動の指導には、モデル実験や視聴覚教材を組み合わせた工夫が考えられているが(文部科学省, 2008b)、この学習に際し生徒は、空間理解の能力(方位概念、空間認識能力、図形の回転)、モデル化、視点移動、相対運動の理解など多様な能力を必要とする。これらの能力は理科で身につけることになっている。「問題解決の能力(小学校)」(文部科学省, 2008a)や「科学的に探究する能力(中学校)」(文部科学省, 2008b)に含まれているものが少なく、天文領域以外の学習では扱われる機会が乏しい。このため、モデル実験で天体の動きを理解するための諸能力を十分に身につけないうち中学校の理科で視点移動を求められていることが、指導上の困難をもたらすのではないと思われる。

### (2) 太陽系と恒星について

#### 1) 観察指導について

この学習項目のうち、天体観察の全県での実施率について、金星の満ち欠けでは15.6%、太陽表面の様子では30.7%と前項目以上に低い実施率であった。本学習項目での観察では天体望遠鏡を使用する場面が含まれる。実施率が低い背景には、観察指導に際して困難な点に加え、機材整備状況の問題があると思われる。

教員が挙げる主な困難点は、秋田市以外の教員からは、「空間認識能力の欠如」、「観察可能時期が授業と合わないこと」、「観察時間帯が夜に限定されること」、「教材・教具の欠乏(含む望遠鏡)」が挙げられ、最初の項目を除いたあとの項目から観察指導するための条件が整わない場合があることがうかがわれる。これに対し秋田市の教員は困難経験率が相対的に低く、主な困難点としては「夜間観察機会の設定」、「教材・教具の不足(含む望遠鏡)」が挙げられた。秋田市・外を比較すると主な困難点に違いはないように見える。「夜間観察機会の設定」は地域とは無関係で、どこでも同じ条件である。「教材・教具の不足(含む望遠鏡)」も全県的な問題であると思われる。それにもかかわらず、秋田市教員の困難経験率が秋田市以外教員よりも低いのは、例えば太陽表面のようすの観察実施率が秋田市以外の方が高いことから、観察指導の実施に当たり、先に述べた「観察時間帯の問題」や「教材・教具の不足(含む望遠鏡)」に直面する機会が秋田市以外教員に多いためではないと思われる。

#### 2) モデル実験について

田口ほか(2012)の報告では、秋田県下の小学校の月の学習指導において、月と太陽の位置関係についてモデルを使った授業は9割強の教員が実施している。また、「月と太陽」の学習項目指導中に困難があった(「しばしばあった」および「少しあった」の合計)割合は9割弱で、その場面は月と太陽の位置関係がわかるような観察・記録を行わせる指導においてが最も多い。月の位相の変化についてのモデル実験で困難を感じた教員の割合は約25%で、高いとは言えなかった。小学校理科で学ぶのは観察者がいる地球の周囲を公転する月の位相であり、これに対し中学校では、太陽のまわりを公転する金星の位相を金星の公転軌道の外から観察した様子をもとに理解する必要がある。また、金星の見かけの大きさの変化、地球から見える時間帯が夕方と明け方に限られることなど、内容を理解する際に、空間理解の能力(方位概念、空間認識)、相対運動の理解、視点移動などの能力が求められる。「天体の動きと地球の自転・公転」についてモデル実験で理解するための諸能力を十分に身につけないうち概念形成を求められていることが、指導上の困難をもたらすのではないと思われるのは、「天体の動きと地球の自転・公転」と同様である。

### (3) 1985年秋田県調査との比較

#### 1) 天体の動きと地球の自転・公転について

本研究で取り上げた「天体の動きと地球の自転・公転」の学習項目の一部は、伊藤ほか(1986)の調査で扱われた「地球の公転」および「地軸の傾き」の学習項目と内容が類似しているため、両者を比較する。

地球の公転の学習に関する設問②(同じ時刻に見える星座の位置の観察)の実施率は約29.7%であるのに対し、伊藤ほか(1986)における「日没後の一定時間たった西の空の地平線近くに見られる星座の様子をある期間観察させている」の回答率は20%である。また「南中する星座の変化をある期間観察させている」の回答率は14%である。これらを比較すると、年周運動に関する星座観察の宿題の実施率は、1985年調査と比べ増加している可能性がある。

また季節ごとの太陽の光の当たり方についての設問③の生徒実験、④の演示実験の実施率はそれぞれ約47.7%および約71.9%であるのに対し、伊藤ほか(1986)における「地球儀と光源を用いたモデル実験を行っている」の実施率は52%である。なお、伊藤ほか(1986)の設問では生徒実験・演示実験の区別がされていない。生徒実験であるならば実施率はほぼ同程度であると思われる、生徒実験・演示実験の双方を含んでいるのなら、実施率は向上したと言える。

#### 2) 太陽系と恒星について

金星の観察についての設問①「金星の動きと満ち欠けについて観察させたか」の実施率は約15.6%であるのに対し、伊藤ほか(1986)における「夜間生徒を学校に集めての肉眼観察をさせているか」の回答率は0%、「惑星の肉眼観察を家庭で行わせている」の回答率は40%である。この際、何の惑星を観察させているかは不明であるが、現在では生徒が学習のため金星を観察する経験は減少している可能性がある。

伊藤ほか(1986)で報告されている指導上の困難点は、「家庭での観察が徹底しない」、「惑星と恒星の判別ができない」、「天候に左右される」などで宿題として実施する際の障害事項である。これに対し、本調査では、「空間認識能力の欠如」、「夜間の観察」、「教材・教具の不足」が主な困難点である。モデル実験による指導上の課題、観察活動が実施できない問題、モデル実験や太陽観察などにおける物品整備状況の悪さに起因するものである。

本研究で取り上げた「太陽系と恒星」の学習項目は、伊藤ほか(1986)の調査で扱われた「太陽面の観察」の学習項目と内容が類似しているため、両者を比較する。

太陽の観察についての設問③「太陽表面のようすを観察」の実施率は約30.7%であるのに対し、伊藤ほか(1986)における「望遠鏡を使って投影板に映して観察させてい

る」の回答率は15%、「望遠鏡を使い、サングラスを用いて観察させている」の回答率は5%であった。これらを比べると、望遠鏡を用いた観察については実施率が向上しているように見える。一方、本研究における設問③で、「エ」の回答に、よく実施しているとは言い難い「ウ」の回答を加えた割合は約72.9%(107名中78名)となり、伊藤ほか(1986)の調査結果にある「望遠鏡を使った観察はさせていない」の回答率68%と違いがないようにも見える。

伊藤ほか(1986)で報告されている指導上の困難点は、「天候に左右されるので計画的にできない」、「年間指導計画では冬季に実施することになるので難しい」などである。これに対し、本調査では生徒の空間認識能力等の欠如、天候に左右されることよりも、観察期間が長期にわたること、夜間に観察しなければならないことへの回答率の方が高い。

#### 3) 比較のまとめ

このように1985年調査と比べ今回の調査結果では傾向に変化が見られ、伊藤ほか(1986)が指摘した「宿題ゆえに指導の徹底を欠く」という問題点は解決されたのではなく、宿題としての観察学習の実施率が低くなっているため、そのような反応がない可能性がある。教員が指摘する困難点、つまり長期間にわたる観察や夜間における観察など学習指導計画における観察学習の機会設定の困難さ、観察が天候に左右されること、観察したい天体が学習時期に見られないことは、観察指導を実施していない教員による回答が多いと思われる。一方で、室内におけるモデル実験の学習の実施率は天体観察と比べると高いので、生徒の空間認識能力の欠如が困難点として浮上したのだと思われる。

## 5. 課題

### 1) 観察指導について

観察学習指導の実施率が低い背景には、太陽観察の場合「教材・教具の不足(含む望遠鏡)」といった機材整備に関わる問題があると思われる。このことについては、教育予算についての財政状況が改善されることが求められるが、それまでの過渡的措置として、学校間における機材の貸借、大学等の機材所有施設の利用が考えられる。かつては、秋田県内の地域ごとに理科教育センターがあり、教材・教具の提供場所としての機能も果たしていたようである(伊藤ほか, 1986)。しかし、現在はそのような施設が失われ、教材・教具確保の困難性が増していると思われる。

困難点のうち「観察時期の問題」については、固定化された年間学習指導計画が原因である。星や星座、太陽の見え方は毎年変わらないので、天体観察の機会を確保

した年間指導計画を導入しないことには解決しないと思われる。平成20年改訂の中学校学習指導要領解説理科編には、指導計画作成上の配慮事項の一つに、「学習活動の特質に応じ効果的な場合には授業を特定の期間に行うことが可能であることを考慮して、各学校の実態に応じて弾力的な年間指導計画を立てる必要がある」と記されている(文部科学省, 2008b)。また、同じく配慮事項の解説に、天体の動きについての規則性を見いだしたりするために、継続的な観察を行わせるが、その際年間の指導計画に位置づけることが大切だと述べられている。これは改訂前の学習指導要領解説(文部省, 1999)には述べられていなかったことである。現行の学習指導要領下における年間指導計画立案にあたり、改訂された学習指導要領解説の趣旨を反映する必要があるのではないかと思われる。

他方、金星は見え方が毎年変わるので、天文年鑑等をもとに年度当初に観察計画を立案する必要があるが、天文に詳しい教員が金星観察の立案に際しリーダーシップを取ることなどが考えられるが、惑星現象のために毎年のように年間指導計画を修正するのは学校行事等の関係で現実的ではない可能性がある。

## 2) モデル実験について

教員が挙げる主な指導上の困難点は、「空間認識能力の欠如」である。

田口ほか(2012)の報告では、秋田県下の小学校の月の学習指導において、月と太陽の位置関係についてモデルを使った授業は9割強の教員が実施している。また、「月と太陽」の学習項目指導中に困難があった(「しばしばあった」および「少しあった」の合計)割合は9割弱で、その場面は月と太陽の位置関係がわかるような観察・記録を行わせる指導においてが最も多い。一方、月の位相の変化についてのモデル実験で困難を感じた教員の割合は約25%で、高いとは言えなかった。これらのことから、空に見える天体の位置関係と実際のモデル実験とを関係づけて宇宙の構造を認識することができていない場合が多いと思われる。小学生児童が宇宙の構造について認識を深めていない場合、中学生になって学ぶモデル実験学習でも成果が現れない可能性が大きい。

天文領域のモデル実験で取り上げる視点移動の研究史に関しては、森田・尾上(2003)が簡潔にまとめている。これによると、視点移動を伴う相対運動の理解が容易でないことについて、すでに多くの指摘がある(松森・関, 1981a; 川守, 1995; 荒井, 2000)。空間概念発達の研究(例えば、森, 1992)や視点移動能力の発達の研究(木村・伊藤, 1986など)から、中学校1年生以降で相対運動を含んだ学習が可能となるが、それでも天文領域を学習する中学校3年生で視点移動に関する正答率は64%で

ある(松森, 1981b)。また、視点移動能力の発達には個人差がある(川守, 1995)。このように視点移動能力の伸長は、発達段階と関係することが明らかにされてきた。天文領域における指導方法の改善として、中高下ほか(2002)、森田・尾上(2003)、松本・松本(2008, 2011, 2012)、庭野・古川(2009)、吉野ほか(2010)など多くの試みがある。今後の課題は、こういった研究成果を基に視点移動能力向上の有効な教育実践の方法を確立し、広く普及させることである。

## 6. まとめ

秋田県の中学校理科教員を対象に、天文領域のうち、天体の動きと地球の自転・公転、および太陽系と恒星の両学習項目の指導状況についてアンケート調査を行ったところ、以下のことが明らかになった。

①日周運動、年周運動の学習のために行う星座観察の宿題実施率は、それぞれ約39%、約30%である。金星の動きや満ち欠けの学習のために行う観察の実施率は約16%である。太陽観察の実施率は約31%であるが、地学専攻教員の方が実施率が高い可能性がある。

②室内におけるモデル実験の実施率は、季節ごとの太陽の光の当たり方を調べる生徒実験は約48%、演示実験は約72%である。金星の動きや満ち欠けの学習のために行う生徒実験は約75%である。モデル実験の実施率は概ね半分を超えており、いずれの実験も観察より実施率が高い。

③教員の多くは天文領域の指導に困難を感じており、その主なものは、生徒の空間認識能力の欠如、長期間の観察機会の設定、夜間観察機会の設定である。

④1985年に秋田県内で実施されたアンケート調査結果と比べ、星座観察の宿題実施率は向上した可能性があるが、金星や太陽観察の実施率が著しく向上した事実は見いだせない。

⑤教材・教具の整備状況について問題があり、財政的支援がないと解決しない。冬の晴天日の少なさのため実現困難な天体観察指導の機会は、学習指導計画を見直すことによって確保ができる可能性がある。生徒の空間認識能力が欠如していることは依然として課題である。

謝辞 本研究のアンケート調査にあたり、校務ご多忙の中ご協力いただいた秋田県下の各中学校の校長、理科教員の皆様にご礼申し上げます。その他に、秋田市立山王中学校教諭の保坂学氏からは秋田県における中学校での理科教育の現状についてご教示いただいた。感謝の意を表す。

## 引用文献

- 荒井 豊 (2000)：理科教育における視点移動能力の習得に関する一考察—「地球の自転」の指導において。理科教育学研究, 41(1), 25-36.
- 伊藤 胖・大谷直樹・鎌田武美 (1986)：秋田県の小・中・高校に於ける「天文・宇宙教育」の実態調査。秋田大学教育学部教育工学研究報告, 8, 15-45.
- 木村允彦・伊藤恭子 (1986)：空間の概念。ピアジェの認識心理学 (波多野完治編), 40-57, 国土社, 東京.
- 松森靖夫・関利一郎 (1981a)：児童・生徒の空間認識に関する考察～回転・対象概念を中心として～。日本理科教育学会研究紀要, 21(3), 19-26.
- 松森靖夫・関利一郎 (1981b)：児童・生徒の空間認識に関する考察 (Ⅱ) ～方向概念を中心として～。日本理科教育学会研究紀要, 22 (2), 61-71.
- 松本榮次・松本伸示 (2008)：複数の星座カメラを活用した視点移動に関する研究。日本総合学習学会誌, 11, 24-31.
- 松本榮次・松本伸示 (2011)：星の動きの認識に関する研究—半具体的視点移動としての星座カメラの可能性。理科教育学研究, 52 (1), 57-64.
- 松本榮次・松本伸示 (2012)：具体的視点移動を用いた小学校理科天体分野の「観測型」学習の可能性。教育実践学論集, 13, 213-219.
- 三浦 登ほか (2005a)：新編新しい理科4上。東京書籍, 東京, 56p.
- 三浦 登ほか (2005b)：新編新しい理科4下。東京書籍, 東京, 70p.
- 三浦 登ほか (2006)：新編新しい科学2分野下。東京書籍, 東京, 130p.
- 文部科学省 (2008a)：小学校学習指導要領解説 理科編。大日本図書, 東京, 105p.
- 文部科学省 (2008b)：中学校学習指導要領解説 理科編。大日本図書, 東京, 149p.
- 文部省 (1978)：中学校指導書 理科編。大日本図書, 東京, 184p.
- 文部省 (1999)：中学校学習指導要領 (平成10年12月) 解説—理科編—。大日本図書, 東京, 162p.
- 森 一夫 (1992)：基本的科学概念についての理解の実態。理科教育講座第2巻発達と科学概念形成 (日本理科教育学会編), 32-34, 東洋館出版社, 東京.
- 森田裕介・尾上亜衣子 (2003)：視点移動能力の育成を支援するWBLコンテンツの開発：地球と月の相対運動。長崎大学教育学部紀要 教科教育学, 41, 29-35.
- 中高下亨・前原俊信・永田邦夫・荒森圭子 (2002)：学校天体学習に関する一考察～自作モデル教材の導入と生徒の方位認識～。理科教育学研究, 43 (2), 35-42.
- 庭野義英・古川順子 (2009)：学校理科「宇宙」における空間概念形成についての研究—視点移動能力・方位認識能力・相対認識能力育成のための方法。上越教育大学研究紀要, 28, 227-233.
- 田口瑞穂・川村教一・上田晴彦 (2012)：小学校理科における天体観察学習指導の問題点—秋田県内の教員向けアンケート調査より—。秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 34, 45-56.
- 吉野見生・岡崎 彰・益田裕充・丹羽孝良 (2010)：モデル実験による視点移動能力育成支援の試み—金星の見え方に関する授業を事例として。群馬大学教育実践研究, 27, 47-53.

## 引用 Web サイト

秋田地方気象台

<http://www.jma-net.go.jp/akita/4season/4season.htm>