

# 天文学習におけるプラネタリウムの効果について

入山隆雄\*1・滝澤真一\*2

The effect of the planetarium in the astronomical study

Takao IRIYAMA\*1, Shinichi TAKIZAWA\*2

## I はじめに

川崎市青少年科学館のプラネタリウムは、昭和46年8月に完成し、天文普及活動の一環としてプラネタリウム投影を行っている。投影は一般市民を対象にした「一般投影」と幼稚園・小学校・中学校を対象にした「学習投影」となっている。一般投影は、月毎に内容をかえて「星座解説」「星座物語」「天文解説」を基本として番組を製作している。学習投影では、プラネタリウムの特徴を生かし、学習指導要領に基づいて内容を決め、投影をしている。そこで、学習投影について、「天文学習におけるプラネタリウムの効果について」ということでアンケートをもとに一考察をしていきたい。

## II プラネタリウム学習投影について

### 1. 天文学習に関する指導内容

#### <小学校5年>

- ・空に見える太陽の位置を、方位と高さで表すことができるようにする。
- ・太陽や月の動きを調べ、どちらも同じように東の方から出て南の空を通り、西の方に沈むことがとらえられるようにする。
- ・太陽は、表面から高温の熱や光を出しているが、月は太陽の光を反射して光っていることがわかるようにする。
- ・太陽や月は球形をしているが、月は日によって形が変わって見え、月の輝いている側に太陽があることがとらえられるようにする。

#### <小学校6年>

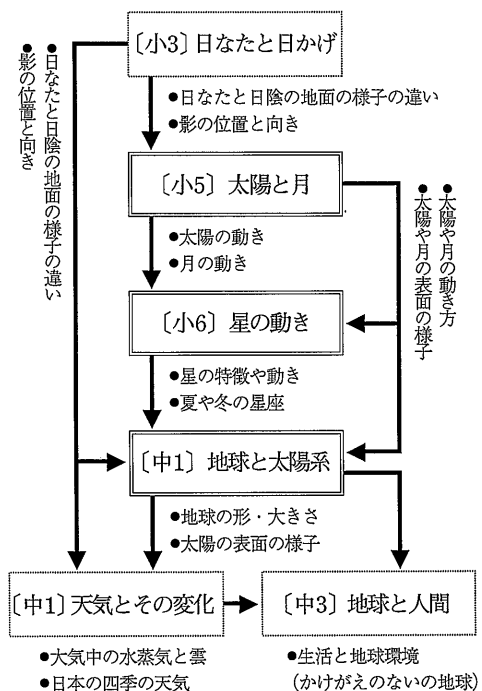
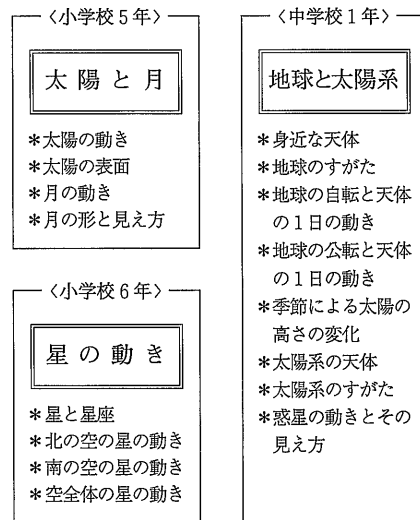
- ・星には明るさや色の違ったものがあることを知り、目立った星や代表的な星座を見つけることができるようにする。
- ・北天では、北極星を中心に時計の針と反対に回っており、南天では、太陽と同じような動き方をしていることをとらえることができるようにする。
- ・空全体では、星は並び方を変えないで、東から西へ回るように動き、1日たつとほぼ元の位置に戻ることに気づくようにする。

#### <中学校1年>

- ・太陽や星の見かけの動きを地球の運動をもとに考え、

地球が太陽系の一員であることをとらえることができるようにする。  
・太陽系の広がりについて認識させ、時間と空間の概念を習得できるようにする。

### 2. 天文学習に関する指導内容の系統



### 3. プラネタリアムの概要

プラネタリアム *planetarium* とは、天体の位置や運動などをできるだけ実際に即して説明できる精密な構造をもつ装置とすることができる。このプラネタリアムの特徴を生かしてどのような天文学習ができるのかを考えてみた。

#### 1) プラネタリアムの特徴

① 天気に左右されず、いつでも星空が見られる。

星や太陽・月などを見たくても、曇っていたり雨の日などは無理である。学校での天文に関する授業がやりにくいというのは、天気に影響されてしまうので、計画的に授業が進まないということがある。プラネタリアムの利用により、天気に左右されることなく、計画的に授業を進めることができる。

② 街明かりに影響されず、暗い空で美しい星空を見ることが出来る。

星が見えにくい主な原因は「街明かり」である。特に川崎など都市部での天体観測は、街明かりの影響で大変困難である。プラネタリアムは、街明かりに影響されない暗い空で満天の星を見ることが出来る。

③ 昼間の星や星座を見ることが出来る。

プラネタリアムは自由な時間帯の星を映し出すことができるので、昼間の星を見ることが出来る。太陽と星の動きを比べたり、黄道について調べたりするとき大変役立つ。

④ 天体の運行速度を変えることができる。

ダイナミックな天体の動きを実際の星空で時間をかけて観測データを取り、データに基づいて調べるということは大変大切であり天文の基本といえるが、実際に天体の動きを目で確かめられたらと思うこともある。このようなときにプラネタリアムは、天体の運行速度を変えることができるので、目で動きを確かめることができる。

⑤ 任意の時間帯の星空を見ることが出来る。

星を見たいと思ってもいろいろな事情が重なり、観測しようとする時刻に見られないことがある。プラネタリアムは、任意の時間帯の星を見ることが出来るので、星の位置を調べたり、星座探しなどに有効である。

⑥ 星座をつくる星の並びを線で結んだり、星座絵を映したり出来る。

満天の星を見ても星座を探すことはなかなか困難である。児童・生徒にとって星座をつくっている星の並びがわからない場合が多いようだ。実際の星空には、星座をつくっている星と星を線で結ぶことはできないが、プラネタリアムでは、線で結んだり、星座絵を映したりできるので、わかりやすい星座解説ができる。

⑦ スライド投影機やビデオプロジェクター・流星投影機など各種の機器を使って幅広い投影ができる。

天体について理解を広めたり深めたりするに当たっては、補助投影機が有効な役割を果たす。各種の機器を使用して幅広い投影をし、児童・生徒の興味・関心を深めたいと考えている。

<主な補助投影機>

\*スライド投影機 \*ズームスライド投影機 \*コメット投影機 \*いなずま投影機 \*虹投影機 \*宇宙船投影機 \*全天回転投影機 \*夕焼け雲投影機 \*閃光投影機 \*実体投影機 \*惑星パノラマ投影機 \*群流星投影機 \*散在流星投影機 \*スライドスピン投影機 \*ランダム投影機 \*雲投影機 \*光輪投影機 \*光渦投影機 \*光波投影機 \*黄道投影機 \*赤道投影機 \*水平照明 \*子午線投影機 \*星座絵投影機 \*スカイライン投影機 \*星雲・星団投影機など

⑧ プラネタリアムは、天体の万能投影機ではない。

プラネタリアムは天体の万能投影機ではなく、限界がある。いくら便利なプラネタリアムでも過信してはならず、限界を把握していなければならない。天文学習の基本は、あくまでも実際の天体から学ぶことであるので、プラネタリアムは補助的な役割として考えていたほうがよい。では、プラネタリアムの弱点というか限界はどういうことなのかいくつか例をあげてみる。

★限られた空間での投影となるので、天体の位置がずれて見えることがある。

- ・天頂の位置がずれて見える。
- ・二分二至の線が歪んで見える。

★実際の空の星座より、プラネタリアムの星座の方が小さく見えてしまう。

・プラネタリアムで星や星座が探しても、実際の星空で見つけられるとは限らない。

(実際の星空とプラネタリアムではスケールが違う)

★恒星と惑星の輝き方の違いは、光がまたたいているかいないかの違いなのだが、どちらも同じ輝き方になっている。

★プラネタリアムは人工の星空であって、疑似体験にすぎない。

・実際の星空を見て、児童・生徒に感動を与えたい。

## 2) プラネタリアムのしくみ

川崎市青少年科学館のプラネタリアムは、「五藤プラネタリアムGMⅡ-16-T」である。プラネタリアムは基本的に3つの軸（日周軸・才差軸・緯度軸）から構成されており、どの機種についても原理的には同様な構造となっている。

### ①日周軸

プラネタリアムの中心を通り、底面に垂直に立てた軸を「日周軸」と呼んでいる。日周軸の延長方向は、「天の北極」「天の南極」になっている。この軸は、実は地球の地軸（北極点と南極点を結んだ軸）を表していることになる。日周軸を中心として回転する運動を「日周運動」と呼んでいる。この日周運動は、地球の自転が元になっている動きである。星・太陽・月などの天体は、天の北極を中心に回転し、東から昇って西に沈んでいくように見える。この運動を演出するのが、日周運動である。

### ②才差軸

太陽は、星空の中を西から東に移動しているように見える。この見掛け上の太陽の通り道を「黄道」と呼んでいる。見方を変えると地球の軌道を表していることになる。この地球面の軌道である黄道面に垂直に立てた軸をプラネタリアムでは「才差軸」と呼んでいる。ところで、地球の地軸は才差軸に対してある一定方向に $23^{\circ}5'$ だけ傾いているので、見掛け上天の北極は黄極点（才差軸を延長した点）を中心に25,800年かけて回っていることになる。これを「才差運動」と呼んでいる。

ところで、地球は太陽の周囲を約365日の周期で公転しているが、他にも水星・金星・火星・木星・土星などがそれぞれの周期で公転している。地球からこれらの惑星や月を眺めるとそれぞれ固有の動き方をしている。これらの動きを見るのには何ヶ月も何年もかかってしまうが、プラネタリアムでは、1年間を数分という速さでこれらの動きを非常に明確に見せてくれる。惑星の固有の動きを表す機構を「惑星棚」と呼んでいる。そして、この運動のことを「年周運動」と呼んでいる。プラネタリアムの生命は、この年周機構であって、この機構を備えていないものは正確にはプラネタリアムとは呼べないのである。

### ③緯度軸

三軸中心（日周軸・才差軸・緯度軸の3つの軸の交差点）を通り、東西にのびた軸を「緯度軸」と呼んでいる。この緯度軸を中心にした運動を「緯度変化」と呼んでいる。地球上の緯度の違いによって、見える星座や高度なども違って来る。プラネタリアムGⅡでは地球上の任意のあらゆる場所の星空を映し出すことができる。

〔三軸〕 日周軸・才差軸・緯度軸

〔四運動〕 日周運動・年周運動・緯度変化・才差運動

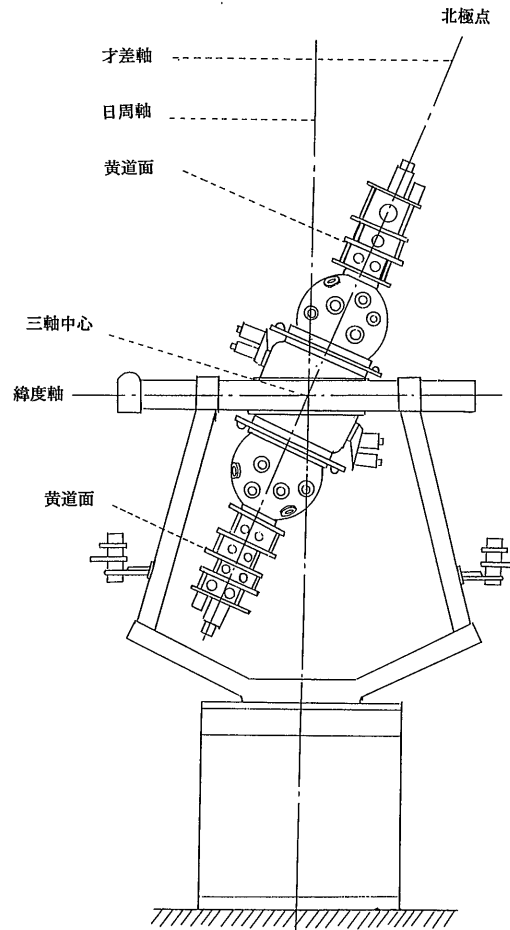
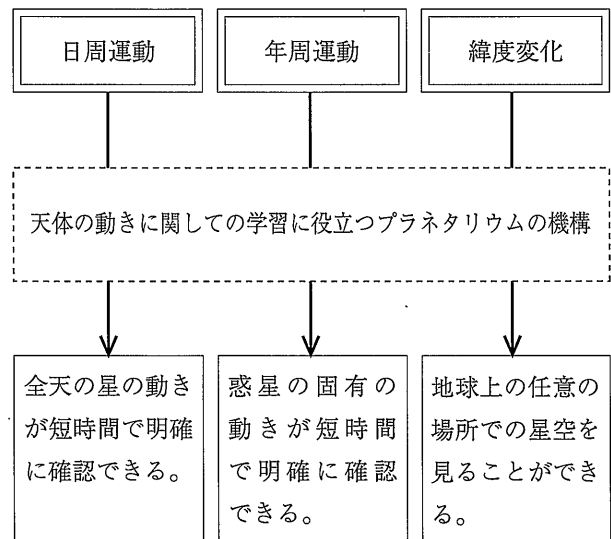


図1 プラネタリアムの機構



プラネタリアムは、一般的には星を映し出す機械ということになっているが、実際の空では実感できない天体の動きを明確に示してくれる。プラネタリアムを学習に生かす最大のメリットは、天体の動きが実感できるということで運動系にあると思う。例えば、日周運動の機構を利用すれば、小学校6年で学習している「星の動き」に大いに活躍するということになる。また、惑星の動き（順行・逆行・留等）を手取るように確認できる。

4. 学習投影展開例

表1 学習投影内容

| 対 象  | 投 影 内 容             |
|------|---------------------|
| 幼 児  | たなばたさま (6月～7月)      |
| 幼 児  | うさぎとロバの月旅行 (9月～12月) |
| 幼 児  | 星になったクマさん (1月～5月)   |
| 低学年A | 星空と月の世界             |
| 低学年B | 星座と神話               |
| 中学年A | 太陽と方角               |
| 中学年B | 季節の星座 (製作中)         |
| 5 学年 | 太陽・月の動き             |
| 6 学年 | 星の動き                |
| 中学校A | 星座の移り変りと地球の運動       |
| 中学校B | 太陽系の構造と惑星旅行         |

青少年科学館では、左表のように幼児から中学校までの学習投影を行っている。幼児番組(保育園・幼稚園)は、時期によって3つの内容に分けて投影をしている。プラネタリウムの機能を駆使して、星や月に関する夢の話をし、宇宙への興味をもたせたいと思っている。

小学校番組では、低学年・中学年・5学年・6学年とに分けて投影を行っている。小学校での天文に関する学習は、5年と6年ということになっているが、低学年及び中学年では、身近な天体に興味・関心をもたせるとともに、今後の天文学習に役立つように内容を考慮し、投影を行っている。

中学校番組では、天体の見掛け上の動きを地球の自転や公転などの運動に結びつけて理解させる内容としている。太陽系や宇宙全体に対する興味・関心をより深めたいと考えている。

小学校6年「星の動き」の学習投影について投影後アンケートをとりまとめた。

3) 展開例 6年 星の動き

① ねらい

- (1)星には明るさや色が違うものがあることを理解させる。
- (2)星の集まりは、時間がたつと位置や向きは変わるが、並び方は変わらないことを理解させる。
- (3)北天の星は、北極星を中心にして回っているように見える。また、南天の星の動きは太陽と似ていることを観察させる。
- (4)全天の星は同じ方向に動き、1日たつとほぼ同じ位置に見えることをとらえさせる。

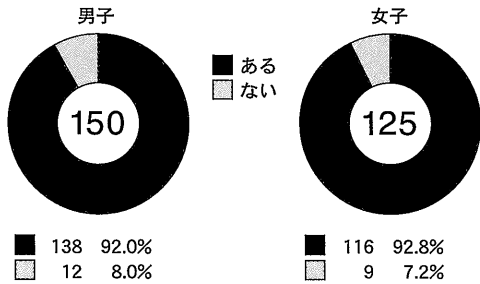
② 展 開

| 指 導 順 序 と 解 説 内 容                                 | 備 考                         |  |  |
|---|-----------------------------|--|--|
| 1.プラネタリウムの説明と方位の確認                                |                             | 位置を変えないで見えることを確かめる。<br>北極星をほぼ中心にして反時計回りに動いていることを確かめる。  | ・北天の日周圏(周極円)   |
| ①はじめのあいさつ   |                             | ②南天の星の動き<br>南天に見えている目立つ星や星座を1時間おきに数回観察し、星の並びはお互いの位置を変えないで、東から西へ動いていることを確かめる。                                 | ・スライド:南天の日周運動<br>・二分二至の線                                       |
| ②観覧上の注意   |                             | ③全天の星の動き<br>日周圏を出し、日周運動をかけた星空を見て、全天の星の動きは、北極星をほぼ中心にして一様に東から西へ動いていることを確かめる。<br>1日たつと星(星座)は、また同じ位置に見えることを確かめる。 |  |
| ③方角と天頂の確認と方角と高さによる天体の位置                           | ・スカイライン(学校風景)またはシルエットを使用する。 | 4.太陽の動き<br>日の出から太陽を観察し、太陽も南天の星と同じように動くことを確かめる。   | ・太陽と星を同時に見せ、その動きを観察させる。  |
| 2.その日の宵の星空  |                             | 5.赤道・北極における星の動き<br>場所が変わっても北極星をほぼ中心にして円を描くように星が動いていることを確かめる。   | ・緯度変化をかけて、赤道上及び北極での星の動きを見せる。<br>・赤道の空にしたとき、北極星が地平線に見えるようにしておく。 |
| ①日の入りのようすから、西の空の太陽の動きを確かめる。                       |                             | 6.星座神話   | ～ (略) ～  |
| ②その日の午後8時の川崎の星空を見る。                               | ・青光を入れて空を明るくし、実際の空に近づける。    |  |  |
| ③街明かりが消え、空気がきれいに澄み切ったときに見られる美しい星空を見る。             |                             |  |  |
| ④星には明るさや色が違うものがあることを確かめる。                         | ・スライド:星野写真(星の色)             |  |  |
| ⑤主な星座や星の並び方、北極星の見つけ方などを知る。                        | ・惑星があるときは、紹介する。             |  |  |
| 3.星の日周運動  |                             |  |  |
| ①北天の星の動き<br>北極星カシオペア座を一定時間(1時間)おいて数回観察し、星の並びはお互いの | ・スライド:北天の日周運動               |  |  |

### Ⅲ 学習投影意識調査

プラネタリウムによる学習投影は、児童・生徒にどのような効果があるかを知るため、川崎市内の小学校（3校：6年生275名）に協力を得て、アンケートによる児童の意識調査を行った。アンケート集計の結果よりわかったことの中から学習投影に関わるものについて次に紹介する。

(1) たくさんの星が見える、きれいな星空を見たことがありますか。



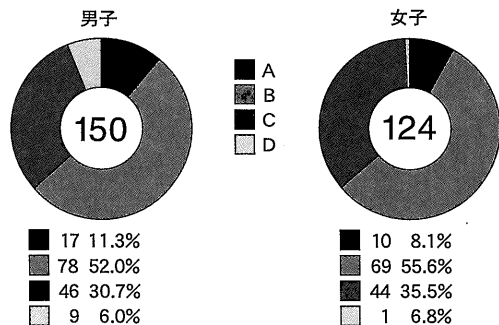
「たくさんの星が見える、きれいな星空」は自分の住んでいる川崎で見たものではなく、ほとんどが旅行など外出したときに見たものである。

- \* 八ヶ岳（自然教室）で見た。
- \* キャンプや旅行に行ったとき山の中で見た。
- \* 旅行に行ったとき車の中から見た。
- \* 親戚の家に行ったときに見た。
- \* 富士山に行ったときに見た。
- \* 外国に行ったときに見た。

川崎市の小学校は、5年生の時に「自然教室」という行事で八ヶ岳に行くことになっているので、その時に、「たくさんの星が見える、きれいな星空」を多くの児童が見ているようである。

(2) だれかに「宇宙に興味がありますか」と聞かれたとき、あなたはどのように答えますか。

- A：すごく興味がある      B：少し興味がある  
C：あまり興味がない      D：その他



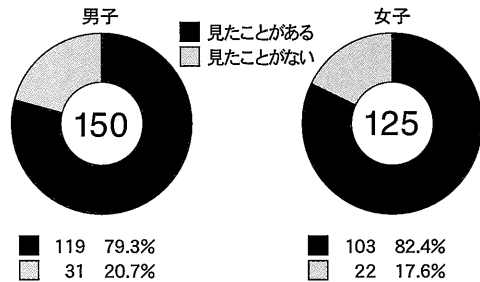
漠然とした設問だが、児童は、宇宙に関してどの程度興味・関心を抱いているかを把握し、今後、心に響くような知的興味を与えていきたいと考えている。

#### <児童の宇宙に対する興味>

- ・ ブラックホールについて詳しく知りたい。
- ・ 宇宙はどうなっているのか知りたい。
- ・ 地球の他に生物はいるのか。
- ・ 宇宙人はいるのか。UFOについても知りたい。
- ・ どのような星座があるのか、また、その星座にはどのような物語があるのか知りたい。
- ・ 宇宙のはてはあるのか。
- ・ 星はおよそどのくらいあるのか知りたい。
- ・ これからの地球や宇宙はどうなっていくのか。
- ・ 土星について詳しく知りたい。
- ・ 土星の輪はどうしてできたのか、地球には土星のような輪ができないのか。
- ・ 流れ星について知りたい。
- ・ 宇宙ステーションに住んでみたい。
- ・ 地球はどのようにしてできたのか。

(3) プラネタリウムは今までに見たことがありますか。

児童によっては、投影内容よりもプラネタリウムの機械そのものに興味をもってしまうことがある。プラネタリウムを見たことがあるのか把握してみた。

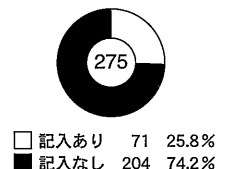


(4) プラネタリウムを見た後の皆さんの気持ちに近いものを次の中から選んでください。

プラネタリウム投影の効果の一端を把握するため、次のような設問を考えてみた。（複数回答）

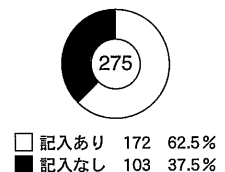
① プラネタリウムはどうしてあんなにいっぱい星が映るのか不思議に思う。

| 男子  | 女子  | 計   |
|-----|-----|-----|
| 47名 | 24名 | 71名 |



② 実際の空でいっぱい星を見たくなった。

| 男子  | 女子  | 計    |
|-----|-----|------|
| 82名 | 90名 | 172名 |



③実際の夜空で星や星座探しをしてみようと思った。



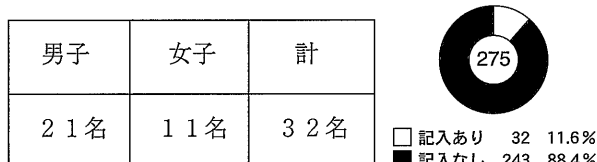
④以前より星や星座について興味が出てきたように思う。



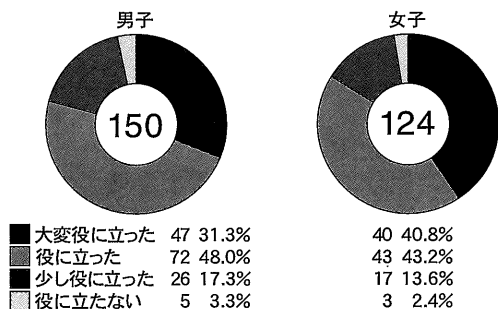
⑤星や星座などについて調べようという気持ちになった。



⑥プラネタリウムを見た後も、それほど気持ちに変化があったとは思えない。



(5) プラネタリウムを使った学習は皆さんにとって役に立ちましたか。



すぐに成果が見られるもの、後になって成果が見られるものがあるので、役に立ったかどうかは一概にいえませんが、児童の意識として把握しておく必要がある。

<成果と思われる主なもの>

- ・勉強していることが具体的にわかった。
- ・疑問に思っていたことがわかった。
- ・星や星座について詳しくわかった。
- ・星を詳しく調べてみたくなった。
- ・星座神話についてもっといっぱい知りたくなった。
- ・星の色の違いはどうして起こるのか調べてみようと思う。
- ・銀河とはどうなっているのか、調べてみたいと思う。
- ・天体望遠鏡で月や星をのぞいてみたい。

- ・プラネタリウムの機械はどうなっているのか興味をもった。
- ・プラネタリウムを操作できるようになってみたい。
- ・家の人にプラネタリウムのように星がいっぱい見えるところにつれていってもらいたい。

#### IV 考察

プラネタリウムの特徴を生かした天文学習について、アンケートをもとにまとめてみた。

ほとんど星が見えないような大都市に暮している者にとって、満天に輝いている星は心に感動を与える。そこで、どの程度満天に輝いている星を見たことがあるかを調べた結果、次のようなことがわかった。

「たくさんの星が見える、きれいな星を見たことありますか」の設問に対して、多くの児童は「見たことがある」と答えている。あまり見たことがないのではないかと思われたのだが、90%以上の児童が「ある」と答えている。前述したように、川崎市の小学校では、5学年で自然教室という行事で八ヶ岳に行ったとき見たということである。プラネタリウムと実際の空のスケールの違いはわかっていったようだ。

「だれかに“宇宙に興味がありますか”と聞かれたときあなたはどうか答えますか」の設問に対しては、日本人も宇宙に飛び立っていくような時代なので「すごく興味がある」という児童が多いのではないかと思われたが、期待しているほどではなかった。現代の児童は、自分自身に直接関わりのないことに対してはなかなか興味・関心を示してもらえないものと思われる。でも、自分の望遠鏡で毎日星や月を観測しているという児童もいるので“ほっ”としているところである。「プラネタリウムを見た後の感想」では、日の入りからだんだん辺りが暗くなり、星が少しずつ現われてくる様子が児童にとっては印象に深いようである。満天に輝いている星を見たことがある児童でも、時間をかけて星が出てくるまでを観察している児童は少ないようである。天体の観測は時間との関わりを大切にしていかなければならないということがわかる。学習内容をより具体的に理解させることが目的の「学習投影」だが、児童の興味・関心をより深め、自ら天体に働きかけるようになっていけるような児童を育てていきたいと考えている。

#### V おわりに

「天文学習におけるプラネタリウムの効果について」アンケートを通して考察してきたが、より多くの児童・生徒に天体に関して興味・関心を深めてもらい、意欲的に追求する態度が育ってほしいと願っている。

なお、アンケート調査にご協力いただいた、川崎市立新町小学校・久地小学校・南生田小学校の先生方や児童のみなさんには厚くお礼を申し上げたい。