

実践報告 (Report)

意欲的に追究する子どもを育てる小学校の理科指導：一人一人のイメージを大切にした天体学習

The Method of Teaching Science in a Primary School to Grow Children's Abilities in Order to Enhance Their Development : Astronomical Study for the Importance of Each Child's Image

中野 光孝*
NAKANO, Mitsutaka*

要 旨

天体の学習では、一人一人の子どもが意欲的に観察しながら「全天の星は規則性をもって動いているんだ。」と感動をもってとらえさせたい。そのためには、期待感をもって観察に臨ませることや、多くの観察事実を総合的に見つめさせ、天体の動きのきまりを発見させることが大切である。これまでの指導を振り返ってみると、子どもたちの知識や考えを十分生かした意欲的に取り組む授業展開ではなく、きまりの発見までの過程に無理があった。一人一人の考えを生かし、天体の動きを推論する楽しさを味わわせていくためには、一人一人に星の動きについて自由なイメージをもたせることを出発点として、そのイメージを観察事実や友達からの情報を基に、より事実に近い客観的なものへと更新し変容させていく。そうした学習過程を通して、天体の動きのきまりを見つけさせていく。その際、特に一人一人のイメージを基に天体の動きを自由に推論させる過程を重視し、推論する楽しさを味わわせていく。こうした学習展開を天体指導の中で構成することが、意欲的に追究する子どもを育てることにつながると考えた。森本(2011)は、「イメージは思考の可視化である。イメージを基に話し合うと、考えが具体化し思考活動が盛んになる。」と述べている。つまり、イメージを具体的に表出させることは、思考を活発にし、推論が次々に行われていく上で有効な手だてとなるのである。ここに、筆者が一人一人のイメージを大切にすることの大きな理由がある。そこで本実践では、次の3つの学習の場、すなわち、「①一人一人に天体の動きについて、自由にイメージをもたせる。②イメージを具体的に表出させ、イメージを明確にさせる。③観察事実や友達の意見や考えを基に修正し、より客観的なイメージへと変容させる。」を設定してイメージを大切に学習を展開すれば、星の動きの規則性を意欲的に追究させることができると考えた。

キーワード：小学校、理科教育、意欲的な追究、イメージ、天体学習

Key words : Primary School, Science Education, Active Learning, Image, Astronomical Study

1. はじめに

筆者は、名古屋市立猪子石小学校5年3組42名の児童を対象に、第5学年理科「星とその動き」の学習過程で、写真1に示した通り、教室を夜空に見立て、各自の観察記録を掲示して星空を再現する試みを行った。そして、子ども一人一人に、星がどのように動くのか、イメージ図を自由に描かせた(図1)。これまで、「自分で考えようとしないう」「イメージが乏しい。」など、子どもたちの発想力に広がりがないと決めつけてしまう



写真1. 教室での星空の再現

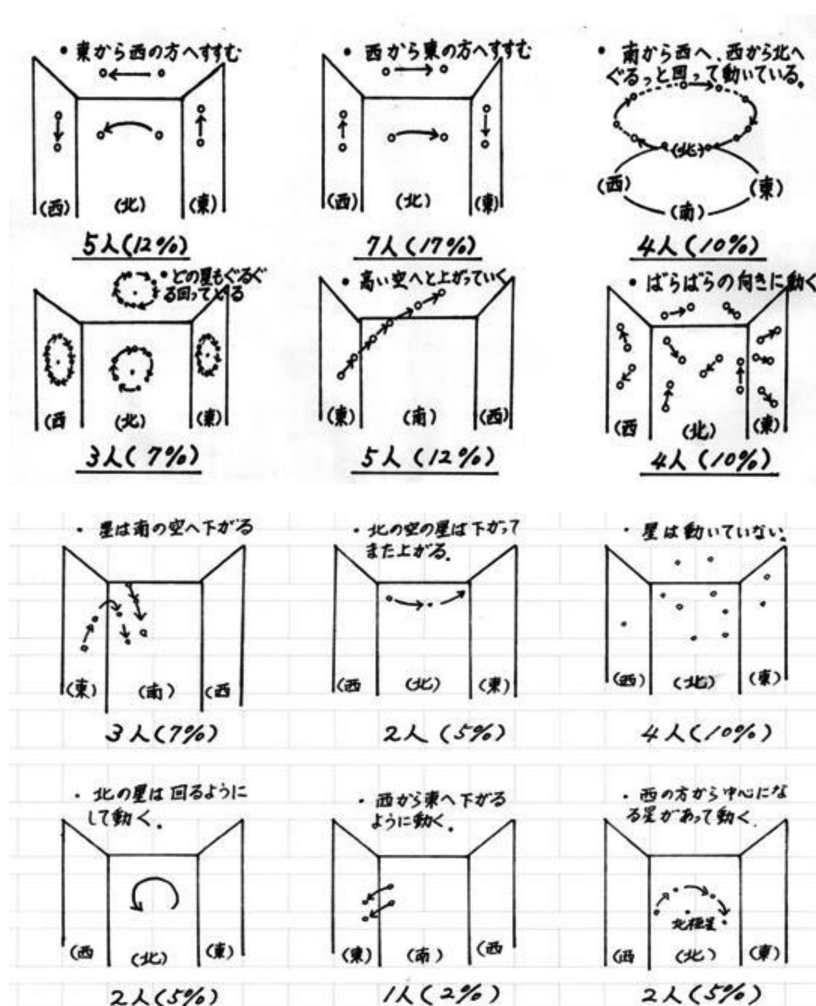


図1. 子どもたちによる星の動きのイメージ図

ことがあったが、図1から、多様な考え方をしている実態に驚かされた。このように豊かなイメージをもつ子どもたちであるのに、なぜ一人一人のイメージを生かした学習をさせられなかったのか、振り返ってみると、次の点に問題があった。

- ・学習を進めていく過程で、「予想を立てなさい。」「その考えの根拠を言ってごらんなさい。」など、理屈っぽい授業展開になっていた。
- ・一人一人が内にもつイメージを予想や考察の段階で自由に表出させ、さらに具体物に表現させ可視化する手だてが不足していた。
- ・一人一人のイメージを授業の中で生かし、それを自然の真理、規則性にまでつなげていくための手だての工夫が不足していた。

筆者の授業を振り返ってみると、本来一人一人の子どもがもっているイメージを表出させ、生かしていく授業展開ではなく、イメージを無視し、無理やり学習のねらいを達成しようとしていた気がする。元文部省調査官・奥井智久氏は、「子どもたちがイメージを表出すると、それが確かであってほしいという期待感が生まれ、学習へのエネルギーをもつようになる。」と述べている。一人一人のイメージを生かした指導展開を重視してこそ、意欲的な子どもたちの取り組みが期待できると考える。そこで、一人一人がもつ自由な見方や考え方、即ちイメージを大切にしながら、意欲的に追究する子どもの育成を目指そうとした。

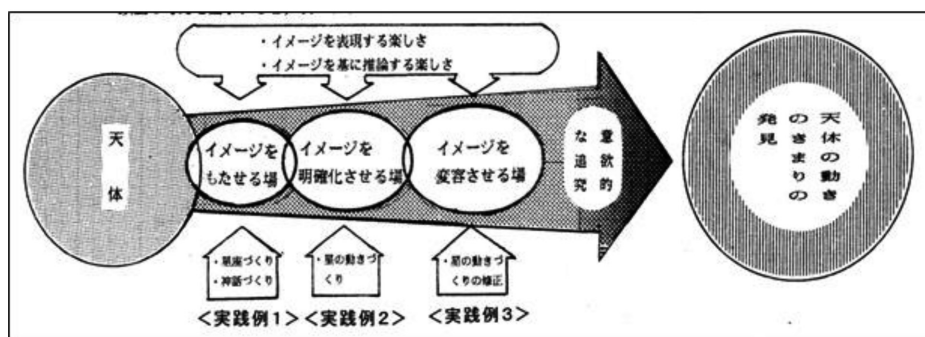


図2. 本実践の構成

2. 実践の方法

子ども一人一人のイメージを大切に、意欲的に真理を追究させていくために、次に示す①～③に沿った段階的な手だてを考えた（図2）。

①一人一人に天体の動きについて、自由にイメージをもたせる段階

イメージを表出させるには、子どもに強い問題意識をもたせることが大切である。そこで、自分なりのイメージを表出せざるをえないような場を設定する。⇒【問題意識をもたせる場】

②イメージを具体的に表現させ、イメージを明確にさせる段階

頭の中に浮かんだイメージを自由に表現させるには、どんなイメージであっても、それを互いに認め合える学級の雰囲気づくりが大切である。また、イメージを言葉だけでなく、他の子どもが的確に理解できるよう様々な材料を用いたモデルづくりによって、より明確に表現させることが大切である。⇒【モデルづくりによってイメージを明確にさせる場】

③イメージを更新することを繰り返し、より客観的なイメージへと変容させる段階

イメージをより客観的なものへと更新し真理へと近づけさせるには、一人一人が納得したやり方で、イメージの修正を図らせることが大切である。その方法として、次の2つの場が考えられる。

- 1) 観察事実を基に、イメージを繰り返し修正させる。⇒【モデルづくりによってイメージを表出させる場】
- 2) 話し合い活動や個別指導により、イメージを修正させる。⇒【話し合いを基に修正させる場】

3. 実践の内容

3-1. 天体の動きについて、自由にイメージをもたせる段階：実践例1

(1)ねらい

「星座づくり」の学習活動によって「星の動きはどうなっているのだろう。」という強い問題意識をもたせ、自分なりの星の動きについてのイメージを表出できるようにする。

(2)実践の様子1：星と星をつないで、自分の好きな星座をつくってみよう

子どもたちに、「北の空から好きな星を選んでモールでつなぎ、自分の星座やその星座の神話をつくろう。」と投げかけた。翌日行った「私の星座発表会」の様子は、写真2および3に示した。



写真2. 私の星座発表会の様子



写真3. 「私の星座」のいろいろ

全員が自分の好みの星座をつくり、それぞれ自由に考えた神話を発表し合った。いつも学習に消極的な A 児は、その中で次のように生き生きと発表した。「私のドラキュラ座は、東よりの北の空にありました。青っぽい星と白い星が5つ集まってできています。英語の M 字型をしていて、まるでとがったドラキュラの歯のようです。この星座のいわれは…」発表の中で、「ぼくのがまがた座と A さんのドラキュラ座は、多分一緒の星だと思う。」「ぼくは、午後8時ごろ星を見たけれど、もっと北の高い空にあったと思う。」、子どもたちは、思い思いに作ってきた星座を見比べ、観察した時刻や見えた位置を比較し合う中で、「星座の並び方は、時間が経っても変わらない。」「でも星や星座は、時刻によって見える位置が変わっている。どのように動いているのだろう。」など、星の動きについて問題をもつようになった。そこで、午後6時と8時に自分の星座がどこに見えるか、家庭学習で調べてくることとなった。

(3)実践の様子2：星や星座は動いているかどうか調べてみよう

翌日、午後6時と8時の星座の位置を尋ねると、42名41名の子どもが「星は動いている。」と発表した。そして、星はどのように動いていたか、図示して話し合った(写真4)。



写真4. 観察後に表出した全員の星や星座の動き方のイメージ図

子どもたちは、この図を見て口々に「星によって東側に動いたり西側に動いたりしたら、星どうしがぶつかってしまう。」「星座の形は変わらない。こんなめっちゃくちゃに動いているのだったら、星座の形も変わってしまう。」などと発言した。しばらく

経って、「分かった。こう動いているんだ。」とB紙の図を基に、星の動きのイメージを発表する子どもが出てきた。子どもたちは星の動きについての思い思いのイメージを話した。

- ・何だか、星全体が東から西へ動いているみたい。
- ・違うよ。西から東の方へ動いているんだ。
- ・いや、星の動きは、星座の形は変わらないけれど、星座の向きが変わっているみたいだ。
- ・星は東の方から西の方へ動いていると思う。しかも直線ではなく、少し丸くなっているみたいだ。

(4)結果と考察

全員の子どもたちが、北の星の動きについてイメージをもつことができた。これは、一人一人が調べた星の動きを基に、北の空全体の星の動き方を自由に表現させたことが、「星の動き方は、どうなっているのだろう。」という強い問題意識をもたせることにつながったためであると考え。

3-2. モデルづくりによって、イメージを明確にさせる段階：実践例 2

(1)ねらい

図にかいたイメージでは星の動き方が曖昧であり、自分の考えを他に説明しにくい。いろいろな材料を使って、北天の星の動きのモデルをつくり説明できるようにする。

(2)実践の様子1：北の空の星の動き方を、より正確に観察してみよう

前時に、北の空の星や星座の動き方についてイメージを自由に発表させたが、見えた星の位置を再現させるとき、「北の高い空」とか「東よりの北の低い空」とかと言うように、観察結果についての表現が曖昧なままであった。そうした中、子どもから「もっと正確に星の動きを調べる方法はないだろうか。」との意

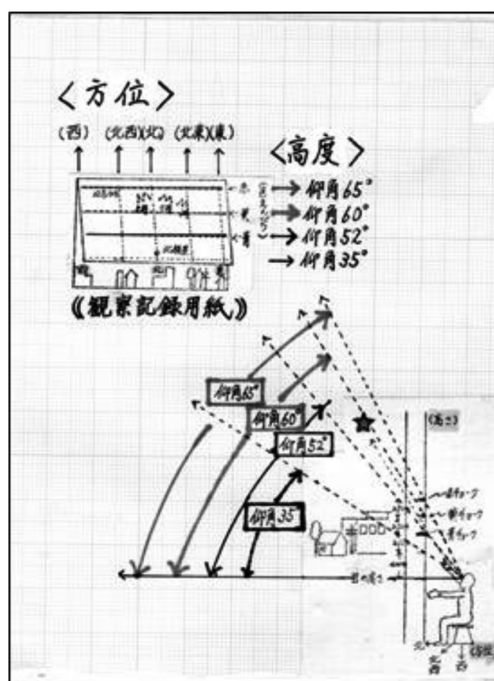


図3. 開発した電柱基準法

見が出てきた。そこで正確な結果が得られる観察方法として、電柱基準法（図4）を与えた。

電柱基準法による観察方法は、星や星座の位置を方位と高さでとらえるものである。さらに、とらえた星の位置を、授業の中で再現しやすいように工夫したものである。まっすぐに伸ばした腕を上げた感覚、広げた感覚を体得することにより、星の位置を再現しやすくする。

(3)実践の様子2：観察した星の動きを、モデルに表して説明しよう

いよいよ子どもたちが調べた結果を基に、星の動きのイメージを表現する学習場面である。ここで、子どもたちの中から「プリントや黒板では、本物のよう



写真5. 竹ひごや紙を丸めて表現した星の動き

に丸みがあるような動き方が表せない。」とか「カシオペア座は、頭の上に被さってくるみたいに動いていた。だから、黒板で表すのは難しい。」などの声が出てきた。一方、「お椀のように丸みを帯びた物を使うと立体的な星の動きを表しやすい。」との声も聞かれた。そこで、星の動きについての自分のイメージを、いろいろな材料を使って立体的に表すこととした。「面倒くさい。」という声が出てくるのではと思われたが、子どもたちは夢中になってモデルをつくり始めた。写真5は、学習中発言することに消極的なB児やC児がつくったモデルの例である。

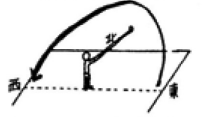
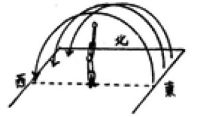
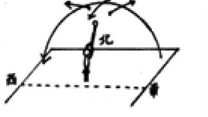


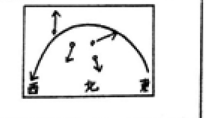

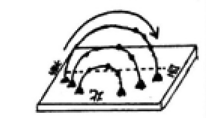
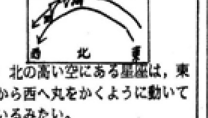
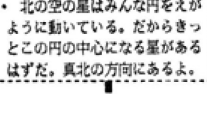
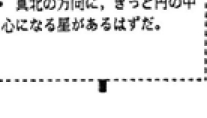

(4)結果と考察

42名全員の子どもが、北天の星の動きを、いろいろな材料を用いてモデル化することができた。モデル化の過程で自分の考えの曖昧さに気づき、「本当はどんな動きをしているのだろう。」と、再度星の動き方を観察し、モデルを修正する子どももいた。これは、各自のイメージをモデル化したことにより観察事実や友達とのずれに気づき、強い問題意識をもって学習に取り組んだためであると考えられる。

3-3. 観察事実や話し合い活動を基に、イメージを変容させる段階：実践例3

(1)ねらい

観察事実や話し合い活動によって、自分のイメージを修正してより客観的なものにし、北天の星の動きのきまりをとらえさせる。

教師のはたらきかけ	抽出児のイメージの変容の様子		
<p>○ 北の空の星座の動き方を動作で表してみよう</p>	<p>Y児（上位）の表現</p>  <p>・「せんすをひろげて少し斜めに立てたようなかっこうで、東から西へ動いているよ。」</p>	<p>O児（中位）の表現</p>  <p>・「アーチをいくつも立てたように東から西へ動いているよ。」</p>	<p>K児（下位）の表現</p>  <p>・「南の星座のように東から西へ動いているものもあるし、ばらばらに動いているものもあるよ。」</p>
<p>○ いろいろな材料を使って、北の空の星座の動き方を友達にもわかるように、工夫して表してみよう</p> <p>＜提示した材料＞</p> <ul style="list-style-type: none"> 画用紙 ・ モール 針金 ・ 竹ひご 工作用角材 ・ 粘土 透明半球 発泡スチロールの玉 透明な塩ビ板 <p>○ 友達の意見や、実際の星を観察することによって、自分の北の空の星についてのモデルをつくりかえていこう。</p>	<p>具体化されたY児のイメージ</p>  <p>◎透明な塩ビ板を曲げて、傾けて持ち、「南の空の星座と同じように東から西へ斜めに傾いて動いているよ。」</p>	<p>具体化されたO児のイメージ</p>  <p>◎竹ひご、粘土、針金を使って「北の空の星はアーチをいくつも立ててるように東から西へ動いているよ。」</p>	<p>具体化されたK児のイメージ</p>  <p>◎画用紙を使って、「東から北の空、西へ動くものもあるし、ばらばらに動く星もあるよ。」</p>
<p>○ 観察結果を発表しよう。</p>	<p>友達の意見</p> <p>・ 東から西へ動かない星もあるよ。北東や北西の低い空をみてごらん。真上や真下方向へ上ったり、下がったりする星があるよ。</p>	<p>友達の意見</p> <p>・ 南の空の星座の通り道は、せんすを斜めにたおしたようになっていたから、北の空の星座の通り道も同じように斜めに傾いて動いているんじゃないかな。</p>	<p>友達の意見</p> <p>・ 星座はいつ見ても同じ形をしているよ。だから、ばらばらに動く星はないと思うよ。</p>
<p>○ 観察結果を発表しよう。</p>	<p>観察</p> <p>・ Y児は、北東の低い空にある星の動きを観察して、その星が上へ上るようになって動くことをとらえた。</p>	<p>観察</p> <p>・ O児は真北付近に見える星座の動きを観察して、東から西へ斜めに傾いて動いている事実をとらえた。</p>	<p>観察</p> <p>・ K児は、北の星座の形は、いつも同じことや、その星座の動き方についても東から西へ動いていることをとらえた。</p>
<p>○ 観察事実を基にモデルをつくり直そう。</p>	<p>イメージの修正</p>  <p>・ 北の星座は、丸をかくように動いているみたいだ。南の星座とはちょっとちがうよ。</p>	<p>イメージの修正</p>  <p>・ 東から北へよほど小さな丸をかくように動いている。</p>	<p>イメージの修正</p>  <p>・ 北の高い空にある星座は、東から西へ丸をかくように動いているみたい。</p>
<p>○ 観察結果を発表しよう。</p>	<p>修正したイメージを基に推論</p> <p>・ 北西の低い空にある星は、きつと丸をかくように下に下がるように動いているはずだ。</p>	<p>友達の意見</p> <p>・ そんな円の半分みたいな動きではなくて、もっと円周の部分がたくさん見えているよ。</p>	<p>友達の意見</p> <p>・ 「よくわからないなあ。」とK児がつぶやく。</p>
<p>○ 観察事実を基にモデルをつくり直そう。</p>	<p>観察</p> <p>・ やっぱ、北西の低い空の星は、下がるように動いていた。円をかくように動くよ。</p>	<p>観察</p> <p>・ 北東や北西の低い空の星を見たら、ほんとうに円をえがくみたいに動いていた。</p>	<p>教師の助言</p> <p>・ 前は、北の真上にある星座を観察して、東から西へ動くことがわかったから、今度は北東や北西にある星の動きを観察してみよう。</p>
<p>○ 観察結果を発表しよう。</p>	<p>イメージの修正</p>  <p>・ 北の空の星座は、円をえがくように左回りに回っているよ。だから、1日たつと同じ位置に星座が見えるんだよ。</p>	<p>イメージの修正</p>  <p>・ 北の空の星座は円をいくつも斜めにたおしたような形で動いているよ。</p>	<p>観察</p> <p>・ 北東や北西の星が円をえがくように動いていた。</p>
<p>○ 観察結果を発表しよう。</p>	<p>イメージを基に推論</p> <p>・ 北の空の星はみんな円をえがくように動いている。だからきつとこの円の中心になる星があるはずだ。真北の方向にあるよ。</p>	<p>イメージを基に推論</p> <p>・ 真北の方向に、きつと円の中心になる星があるはずだ。</p>	<p>イメージの修正</p>  <p>・ ほんとだった。円をえがいているみたいだ。</p>

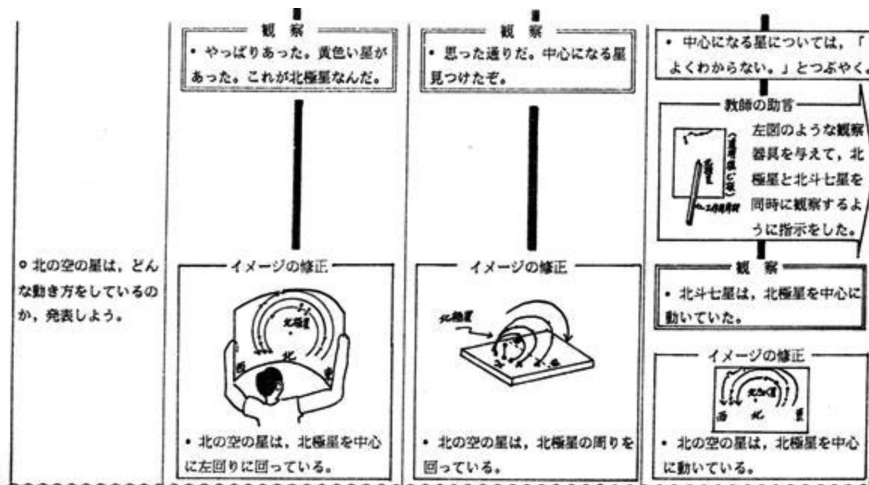


図4. 3人の児童のモデルが観察や話し合い活動によって変容していく過程

(2)実践の様子

子どもたちは、北天の星の動きについての様々なモデルをつくったが、初期の段階では適切な動きを示しているのは、わずか3人（全体の7%）であった。これらのモデルは、自分で作り上げたその子なりのイメージである。このイメージをより適切なものへ更新させるために、2～3名の小グループをつくり、モデルを基に話し合わせた。図4は、3人の児童のモデルが観察や話し合い活動によって、どう変容したかを示したものである。

最終的には42人全員が、北の空の星は北極星を中心にして、規則性をもって回っていることをとらえることができた。

図5は、全体の学習終了後、自分のイメージをどのように修正し更新していったかを、Y子自身がその過程を振り返りまとめたのである。星に対するイ

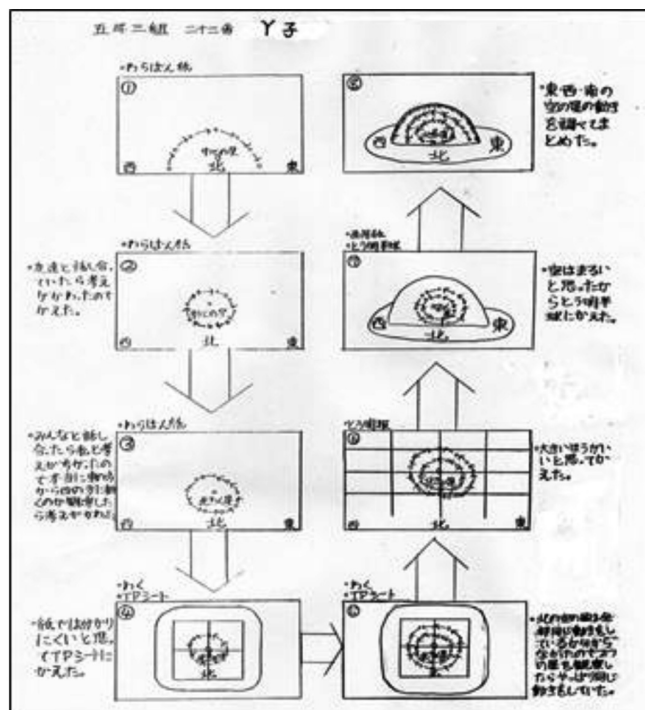


図5. Y子が自分のイメージを更新し、北の空の星の動きの規則性をとらえるまでの推移

メージの表出、友達との話し合い、観察事実との比較などの学習活動を通して、Y 子は自分のイメージを更新し、北の空の星の動きの規則性をとらえることができた。

Y子と同様、I男は友達と話し合う中で、観点を絞り込みながら観察を繰り返し、北の空の星の動きの規則性をとらえていった。図6は、その過程をI男自身がまとめたものである。

I男は、観察に電柱と電線を組み入れたり、分度器を使った自作高度計を用いたりして、星や星座の位置をより正確にとらえようとした。

その結果、I男はサッカーボールを使って友達にも分かりやすく、星の動きを説明できるようになった。

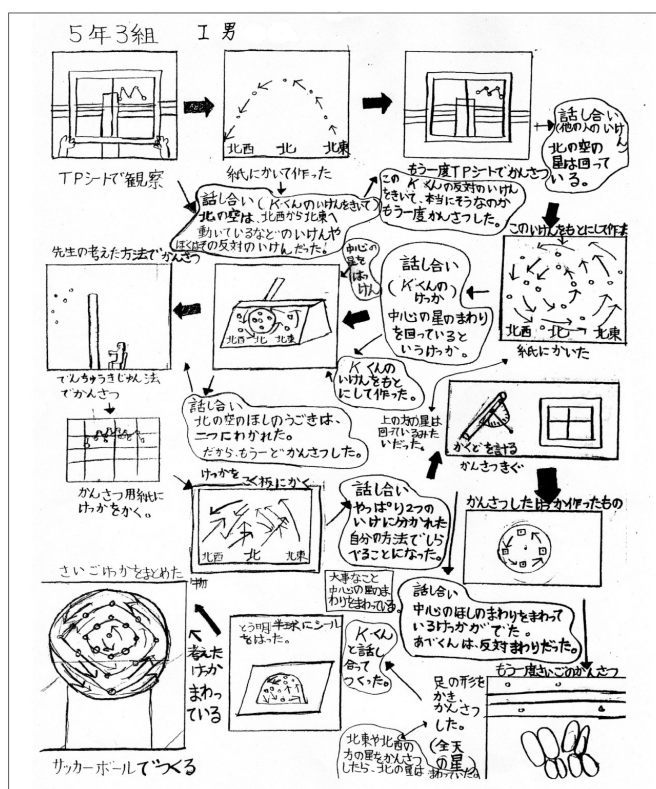


図6. 自分で観察方法を工夫しながら、星の動きのイメージを更新し規則性をとらえていったI男の例

(3) 結果と考察

図7は何回目かの観察，あるいは話し合いで北天の星の動ききまりを見つけたかを調べたものである。少ない子どもで3~4回，多い子では6~7回の観察の中で，正しい星の動き方を認識することができた。このように，全員の子どもが星の動きのきまりをとらえることができたのは，いろいろな材料

を使ってイメージを表現し、観察や話し合い活動を通して、じっくりと考えを修正してより客観性のあるものへと更新していったからであると考える。

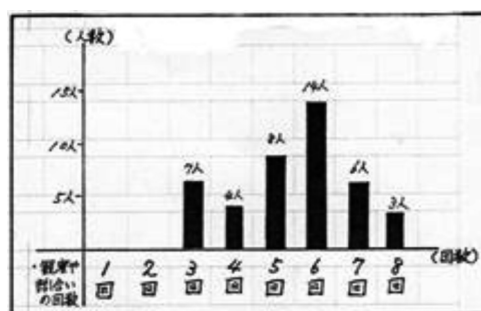


図7. 北天の星を観察した回数

4. ま と め

子どもはもともと豊かなイメージをもっており、何とかそれを生かして学習を進めたいとの願いから取り組んだ実践であった。時として真理の発見にまでたどり着けるか不安になったこともあった。しかし、次に掲げる D 児の作文のように、その子なりの考えを修正しながら、真理の発見にまでたどり着くことができた。

ぼくは、いつも意見がみんなと反対でした。でも、ぼくはこだわって言い合いました。とくに、M 君とは言い合った。でも、自分でやっぱりおかしいと思ったときは、すなおに考えを変えました。話し合ったり、実際に星を観察したりするうちに、星の動きはぜったいこうだと思えるようになりました。考えた通り北極星を中心に星が動いていることが分かったとき、心の中で「やったあ。」と思いました。自分で考え、勉強していく大切さがわかりました。

理科学習に置けるイメージの大切さは、従来から述べられている。問題解決学習におけるイメージの位置づけについては未知の部分が多いが、子どもを意欲的にさせるためには、なくてはならないもののような気がする。とりわけ、予想を立てる段階や観察事実をまとめ考察する段階でのイメージに基づく話し合いは、学習の活性化につながるように思う。今後も一人一人の考えを大切にしながら、自由度の高い問題解決学習の実践に取り組んでいきたい。

■引用文献

- 奥井智久（1988）理科教育におけるイメージの活用．初等教育資料 4 月号
 文部省（1989）小学校指導書理科編．
 大日本図書（1989）たのしい理科 5 年生．
 吉田 淳（1987）学習とイメージ．初教出版．
 文部科学省（2008）小学校学習指導要領解説理科編．
 森本信也（2011）子どもたちの意見交流を活性化し、実感を伴った理解を支えるイメージ化の有効性．初等理科教育 5 月号
 村山哲也（2011）理科におけるイメージ化の有効性．初等理科教育 5 月号．