

報告**ぐんま天文台子ども天文学校****「少年少女研究員」2007****アナレンマ ～1日ってなあに？～**

濱根寿彦，倉林 勉，高橋英則（県立ぐんま天文台）

群馬県立ぐんま天文台において、2007年10月から2008年2月まで、「アナレンマ」※をテーマに「少年少女研究員」の活動を実施した。太陽の位置を透明半球に記録してアナレンマの一部を描き出し、現象の原因を考察することにより地球の公転と自転を実感することをねらった。

※ 同時刻に太陽の位置を測定したとき、その軌跡が8の字を描く現象。また、その軌跡。

少年少女研究員とは [1][2][3][4]

「少年少女研究員」とは、子どもたちに馴染みのある天体や子どもたちが興味を持ちそうな天文現象に注目し、子どもたち自身が取得した記録から“何が”“どうなっている”を見つけ出し、協同で“なぜ”や“どうなる”を探究して“わかったこと”を一人ひとりの生きた知識とするぐんま天文台独自の教育事業である。ここで「生きた知識」とは、知識そのものが体系立っているだけでなく、他の状況で、ものの見方や考え方の応用が利く知識という意味である。

本来、天文学習には、目の前に現れる自然現象に疑問をもち、その現象について推論と予想をし、継続的な観察・観測を行って推論や予想の可否を確かめるというリアルな体験が伴うことが望ましい。ぐんま天文台ではこのリアルな体験（本物の体験）を実践する活動として「少年少女研究員」を位置づけている。

2007年度のテーマとねらい

2007年度は「アナレンマ」に着目し、

- ①違う日の同じ時刻に太陽の位置を記録すると、同じ所に来ないし直線上にも並ばないことに気づき、
- ②その原因を考察することにより地球の公転と自転を実感し、
- ③1日の長さはどのように決まるかを考える

ことを目指した。

公転や自転、1日の長さを表面的な知識(情報)として“知っている”だけではアナレンマを説明することができない。種々の情報を結びつけて矛盾なく現象を説明しようとする作業(考察)を通して初めて、現象を“理解する”ことができる。情報を思考という見えない糸で結びつけ体系化して初めて“生きた知識”(統一感のある認識)が得られるのである。

子どもたちにこのような体験機会を提供することにより、単に“知っている”ことと相互に関連づけて“わかっている(理解している)”こととの違いを子どもたちが知らず知ら

ず体得することをねらった。

2007 年度の活動

2007 年度は、群馬県在住の小学生 12 名、中学生 3 名が参加した。うち 5 名は過去の少年少女研究員の経験者である。下記の全日程に参加できることを参加条件とした。

活動は 2006 年 10 月から 2007 年 2 月まで、月 1 回のペースで 5 回行った。実施日は、10 月 14 日、11 月 11 日、12 月 16 日、1 月 20 日、2 月 17 日で、ほぼ 1 ヶ月おき、いずれも日曜日である。最終日を除き、太陽の位置観測を毎回実施した。

各実施日の具体的な活動については他の報告 ([3][4]) に詳しいので本稿では簡単に触れるのみとし、アナレンマという“難題”に挑む子どもたちの試行（思考？）錯誤の様子に注目したい。

観測

観測手法は前年度と同じである。透明半球を使って太陽の位置を記録した。できるだけ各正時に記録するようにしたが、天候によっては時刻や間隔がずれることもあった。



記録の検討

違う日の同じ時刻の太陽の位置を記録したかったのだが、上記のように必ずしもそうな

らなかった。そこで、同じ時刻での太陽の位置を比較できるようにするためにはどのように記録を補完すればよいかを 4 日目に考え、実行した。

こうして比較可能な記録を得たところで、各正時の太陽の位置を比べてみた。子どもたちの注意を引いたのは正午の太陽の位置だった。彼ら彼女らの“常識”では、正午の太陽は真南にあり、季節によって南北にずれることはあっても東西にずれることはないはずであった。しかし、観測事実は違う。“常識に反する一大事”である。3 日目まではデジタル一眼レフカメラや望遠鏡の使い方を習いつつ、言われるままに透明半球に記録を取ってきた子どもたちに、急に課題が見えてきた瞬間であった。



考察

4 日目の終わりに「アナレンマ」という現象があることを紹介し、この現象が起こる理由を説明することを課題として子どもたちに示した。

一人で、グループで、そして全体での考察は最終日（5 日目）に行った。アナレンマについて調べてこようとした者がいたものの、手に入る有用な資料が少なく、現象が起こる理由の説明はできていなかった。

子どもたちの思考は次のように展開した。

(1) 1日の長さが違う？

まず、ぐんま天文台の巨大日時計（サムラートヤントラ）の時刻の読み方の説明板を見て、そこに出てくる「均時差」の意味を考えるように促した。当然のごとく、それだけでは難しくわからなかったので、「1日とは何だろう？」と子どもたちに問うてみた。「地球が1回転（自転）するのが1日」「太陽が真南に来たときから次に真南に来るまでが1日」などと答えが返ってくる。前者は地球の自転という知識が基になっており、後者は時刻の決め方の知識が基になっている。観測結果として得られた「正午に太陽が真南に来ないときがある」ということはどういうことかと考えを進め、太陽の動きを基準にすると、時計の針の刻みで表わされる「1日の長さ」が違うことに思い至った。

では、「1日の長さが違うのはなぜだろう？」

(2) 地球の1回転が1日？

そこで、「1日とは何だろう？」をもっと深く探究することにした。

少年少女研究員では、思考の補助と他人への説明のために、考えたことを図にするように指導している。地球の1回転が1日だと言う一方で、太陽が南中してから再び南中するまでが1日だとも言い、手を止めたまま頭だけで思い悩む子どもが多かったので、まずは手を動かして思っていることを図に描いてみるように勧めた。

前述のように、子どもたちの頭には地球が自転しているという知識が入っている。また、学校で習っていなくても地球が太陽の周りを公転しているという知識も持っている。図に描くときには、公転も一緒に描くように勧めた。

ところが、これが思いの外難物であった。

太陽を中心とする円周上にいくつか地球を

描くまでは簡単。太陽に向いている側が昼間であることを言うのも容易。ところが、太陽をはさんで反対側にある1つの地球の画を比べて、「太陽が真南を過ぎて次に真南へ戻るまでの時間と地球が1回転する時間が同じではない」ことに気づく子どもがいない。ある時に昼間であった地点は、整数回自転した半年後には夜間になることがわからないのである。職員が時間をかけて図や言葉、身ぶり手ぶりを尽くして説明したところ、ようやく理解できたようである。

ここまで考察して、日常生活に支障のない1日の決め方が太陽の動きを基準にするものであるという共通理解ができた。

(3) アナレンマはなぜ生じる？

ここでようやく、規則正しく刻む時計で計って正午に太陽が南中しないことがあるのはなぜか、という問題に切り込むことになった。



一人ひとりが図を描いて考え、グループの仲間同士で考えたことを披露し合い、みんなで考えを深めていく。

まず、地球の自転は規則正しく、一定の速さで回っているとして良いだろうと考えた。次に、一定の速さで公転しているとすれば、太陽が南中して次に南中するまでに地球はいつも同じだけ余分に回転するはずだから、観測したような東西のずれは生じないだろうと推測した（注：自転軸が傾いていなければ正

しい)。だとすれば、地球の公転の速さが“変わらなければならない”と考え始めた子どもが数人現れた。太陽を中心とする円軌道上で地球が速さを変えながら進む絵を描く子どももいれば、図鑑を参考に楕円軌道を描き始める子もいる。

惜しいことにこのあたりでタイムアウトとなってしまった。この後は、アナレンマという現象がなぜ起こるかを、これまでの子どもたちの考察を振り返り、引用しながら、職員が解説することとなった。

活動を振り返って

「アナレンマ」現象が生じる原因を説明するのは大学生でも容易ではないだろう。自分自身で得たデータを基に、地球の自転と公転という知識を結びつけながら実感を持って理解しようとするのは子どもにとっては相当難しいに違いない。このことは実地に強く感じたことである。

しかし、理解が難しくても、このような現象があり、よくよく考えれば普段何気なく“知っている”と思っていた事柄でうまく説明できるのだということは実感したはずである。もともと 100%の理解は求めていない。この実感を得られれば、今回の観測・考察には十分な意義があったと思っている。

透明半球を使った太陽観測の意義

透明半球を使った太陽観測はあまりに“初歩的”のように見え、中学校以外では見向きもされないかもしれない。確かに、地味な観測データではある。しかしその奥行きは深い。小学生から高校生、大学生まで様々なレベルの考察が可能な教材として使えるであろう。

見栄えのする発表には向かないが、地道に記録を積み重ねる過程で“予測すること”“考えること”の“楽しみ”や“感動”を得られ、他者に説明しようとするところから知らず知ら

ず思考力や表現力をつけられるこの透明半球を使った観測を、日々の教室で活用してみてはいかがだろうか？

参考文献

[1]濱根寿彦・田口 光・倉林勉 (2007)「ぐんま天文台子ども天文学学校「少年少女研究員」2006」, 天文教育, 88 号, p.51.

[2]濱根寿彦・倉林勉 (2008)「ぐんま天文台子ども天文学学校「少年少女研究員」2004 太陽の観察 ～手作業で身につける科学の手法～」, 天文教育, 91 号, p.45.

[3]高橋英則(2008)「少年少女研究員 2007」, Stellar Light No.28, p.6.

(<http://www.astron.pref.gunma.jp/education/stella28.pdf>)

[4]「少年少女研究員」, 県立ぐんま天文台年次報告 2007 p.73.

(<http://www.astron.pref.gunma.jp/etc/nenji2007.pdf>)

濱根寿彦