

投稿

算数を取り入れた小学校での授業例 “Why Pluto is no longer a planet”

臼田-佐藤 功美子（国立天文台ハワイ観測所）

1. はじめに

現在アメリカではブッシュ政権の “No Child Left Behind” 政策のもと、学校で Reading、Writing、Math に大きな重点が置かれ（まさに寺子屋時代の「読み書きそろばん」である）、理科、社会、その他の教科の時間が極端に減っている。理科を教えたくても、算数しか教えられないと不満をもらす先生もいる。その一方で理科と算数・数学は密接な関係を持っており、理科（自然科学）を深く理解し体験するためには、ものを計測する、グラフ化し視覚化するなどの算数・数学の基本的な操作が不可欠である。

2006年8月のIAU総会で惑星の定義が発表され、冥王星が準惑星になったのを題材に、惑星、その他の太陽系内天体の大きさをグラフ化するという作業を「算数の授業」で行ったので紹介する。ハワイ島ヒロ市内のW小学校、C先生の算数選抜クラス（3、4、5年生）で実施した授業の流れを以下に示す。

2. まず最初に、太陽系クイズ

「太陽系で一番大きなものは何か、その直径は地球何個分か」「一番大きな惑星は何か、その直径は地球何個分か」「太陽に近くて小さい惑星は何か（4つ）」「太陽から遠くて大きい惑星は何か（4つ）」といった、天体の大きさに関するクイズを出題した。クイズを通して子ども達は、太陽（恒星）は地球（惑星）よりずっと大きいことや、外惑星が内惑星に比べて大きいことを確認した。次に小天体に関するクイズを出題した。「火星と木星の間に何かがあるか」「小惑星帯と似たような、小天体

の帯がもう1つあるが、どの惑星の外か」。小惑星帯のところでは、小惑星の写真や地球の月との相対的な大きさを見せた。子ども達に、小惑星は月より小さいこと、大きめの小惑星は丸く、小さいものは丸くないということを認識させた。カイパーベルトの紹介では、セドナやエリスの軌道、カイパーベルト天体・海王星以遠天体の大きさを示した（アメリカでの授業のため、「カイパーベルト」と呼んだ。エッジワーズさん、ごめんなさい）。

3. 太陽系内の惑星の定義を解説

クイズによって太陽系の基本的理解を確認したところで、何が惑星かを説明した。太陽系の惑星の定義は、(a)「太陽の周りを回り」、(b)「十分大きな質量を持つために自己重力が固体としての力よりも勝る結果、重力平衡形状（ほぼ球状）を持ち」、(c)「その軌道近くから他の天体を排除した」天体である（国立天文台ホームページより）[1]。このままだと小学生には難しいので、(b)は「丸い形をしており」、(c)は「その軌道のまわりで唯一の大きな天体」という表現におきかえた。そして、水星、地球、月、セレス、木星、海王星、冥王星、エリスそれぞれにて(a)(b)(c)3つの条件を検証する練習問題を行った。いろいろなところで引用されている、IAUサイト[2]の8つの惑星+3つの準惑星の図を見せて結論を示した。

冥王星が準惑星になったことは日本でも大きな話題となったが、アメリカでも、唯一アメリカ人（クライド・トンボー氏）が発見した惑星であった冥王星が「降格」されたこと

は大きな衝撃だった。IAU 総会后、実際にアメリカ国内であった出来事を簡単に紹介した。例えば、惑星などの太陽系天体のデータを集めているサイト “The Nine Planets” [3] では、“Nine” に赤線を引き、“8” と修正している。また、冥王星が惑星だと主張している人々のサイト “The Plutonian News Network” (URL が “pluto is a planet dot com”) [4] では、クライド・トンボー氏の友人たちが集まり、「冥王星の扱いに抗議する」「サイズは関係ない」と書かれたプラカードを持ったデモの様子などが載っている。ここで子ども達に「冥王星が惑星でなくなってどう思うか？」と問うたところ「どうでもよい」が「うれしい」「悲しい」を大幅に上回った。冥王星の扱いで大騒ぎをしているのは大人だけのようにある。

惑星でなくなっても、冥王星が興味深い天体であることには変わらない。ニューホライズンズ探査機の話や、新しく発見された衛星ニクスとヒドラの話をつけ加えた。

4. 天体の大きさの理解を深める演習

惑星の定義や、どの天体が準惑星かわかったところで、2人組で以下の演習（ハンズオン）を行った。まず、太陽、地球、月、火星、ガスプラ（小惑星）、木星、海王星、冥王星、エリスの9天体の写真を、(1) 恒星、(2) 惑星、(3) 準惑星、(4) 太陽系小天体 (small solar system bodies) の4種類に分類してもらった(図1)。9天体の中で一番大きなものはどれか、一番小さいものはどれか(ヒント：形に注目)というクイズに答えてもらった後、天体の相対的な大きさを図解した。太陽と惑星、惑星同士、地球と月と準惑星、月と丸くない天体、最後は丸くない天体とハワイ島(約100km 四方、四国の半分の大きさ)と、大きい天体から小さい天体へと流れで説明した。相対的な大きさがわかったところで、9天体

を大きさ順に並べかえてもらった。今回は小学生対象の授業だったため控えたが、高校生対象の場合、「何故大きいもの(大質量のもの)は必ず丸い形になるか」という説明もできるだろう。



図1 9天体を4グループに分類する子ども達(別の学校、K小学校で惑星の定義を解説した時に撮影したもの)

5. いよいよ算数演習

8 惑星、3 準惑星、月、ガスプラ、セドナの直径を書いたワークシートを1人1枚ずつ配った(図2)。アメリカでの授業のため、単位はマイルを使用した。割り算を簡単にするため、2桁にまるめた直径を併記した。割る数を1桁にしたいため、地球の直径を8000マイルとした。各天体の分類(惑星、準惑星など)を書き込んでもらった後、(c)欄をもとに棒グラフをかいてもらった(図3)。

三学年で演習させてみて、この手の割り算ができるのは5年生以上であることがわかった。4年生でも割り算はできるが、「〇あまり△」という答え方をし、商が1より小さくなるものについては「割れない」と言った。計算機を使うと答えは出るが、4年生ではまだ答えの意味が理解できないようだ。また、3年生(4年生も?)では小数点を正しく理解できない子どももいるため、小数点を避け、地球の直径を「10」または「100」とした相対的な大きさを表に書き込んでおき、その値

を見ながら棒グラフをかいてもらった。グラフ化すると、外惑星が内惑星に比べてどのくらい大きいか、準惑星や太陽系小天体がどのくらい小さいかが一目でわかる。だから数値をグラフ化することは大切なのだとしめくくった。

| | (a) group ¹⁾ | (b) rounded size (1000 miles) | (c) relative size when Earth=100 |
|----------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Mercury | | 3 | 40 |
| Venus | | 7.5 | 90 |
| Earth | | 8 | 100 |
| Mars | | 4.2 | 50 |
| Jupiter | | 89 | 1110 |
| Saturn | | 75 | 940 |
| Uranus | | 32 | 400 |
| Neptune | | 31 | 390 |
| Ceres | | 0.6 | 10 |
| Pluto | | 1.4 | 20 |
| Eris | | 1.5 | 20 |
| The Moon | | 1.9 | 20 |
| Gaspra | | 0.01 | 0.1 |
| Sedna | | 0.9 | 10 |

(c) = (b) / 8 x 100

1) P : planet
 DP : dwarf planet
 SSSB : small Solar System body

図2 3、4年生用ワークシート。5年生用のものは、(c)を空欄にしてあり、地球の直径を「1.0」とした場合の相対的な大きさを自分で計算するようになっている。

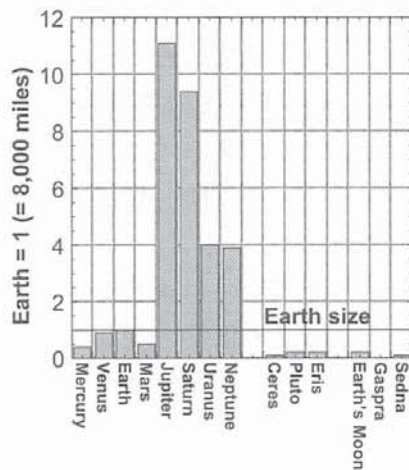


図3 5年生に書いてもらった、相対的な大きさの棒グラフ（の正解）

授業の最後に、興味のある子どもが自宅で復習できるように、「惑星の定義の全文とIAUサイトのURL」「天体の相対的な大き

さの資料」「授業内容に関連したクイズ」を配布した。クイズは簡単にできるように三択にし、裏側に答えを載せ、自己採点できるようにした。

6. おわりに

天文学の話をお話だけで終わらせないためにも、研究者が実際に使う「ツール」を垣間見させる意味でも、算数・数学を取り入れた授業を行うことが有意義だと考える（言うまでもなく、「お話」をして子ども達に興味を持たせること自体、大変重要である）。難しい数式を持ち出さなくても、(定規・温度計などの) 道具を使って計測させる、データをグラフ化するなど、ごく基本的な作業を行うだけでも子ども達には大きな意味があるし、先生にも喜ばれる。ただ、しかるべき対象と学年を選ばないと、算数・数学の作業だけで時間が費やされ、他の大切なことが伝えられずに時間切れになってしまう恐れもある。限られた出前授業の時間の中で、先生にも協力してもらいながら効率よく作業を行う難しさを感じている。

関連サイト

- [1] 国立天文台「惑星」の定義について
<http://www.nao.ac.jp/info/20060824/index.html>
- [2] IAU 2006 General Assembly: Result of the IAU Resolution votes
<http://www.iau.org/iau0603.414.0.html>
- [3] The Nine Planets
<http://www.nineplanets.org>
- [4] The Plutonian News Network
<http://plutoisaplanet.com/>