

投稿

小さい子供が楽しめる宇宙の話

臼田・佐藤 功美子（国立天文台ハワイ観測所）

1. はじめに

子供と科学者は似ている。自然に興味や疑問を持つし、何事も自分で観察、実験したがるからだ。「理科」という教科を認識する前から子供の興味を自然と宇宙に向け、「科学する心」を育てることが大切である。子供たちが好きな絵本や幼児番組からヒントを得た、保育園・小学校低学年層に親しみやすい授業例を四つ紹介する。ハワイ島における授業のため一部英語のまま、しかもアメリカの学年で記述してあるが、ご容赦いただきたい。

2. Brown Soil, Brown Soil, What Do You See? ー地面から宇宙へー

【プレスクール向け：3～5歳用】

“Very Hungry Caterpillar”（日本では『はらぺこあおむし』という訳本で知られている）など幼児本で有名なエリック・カールの本のなかに、“Brown Bear, Brown Bear, What Do You See?” [1]という詩がある。

Brown Bear, Brown Bear,
What do you See?

I see a red bird looking at me.
Red Bird, Red Bird, What do you see?
I see a （と続く）

リズムが良く、覚えやすい詩なので、プレスクールに通っている子供たちの中には暗記している子もいる。私は Brown Bear を Brown Soil（茶色い土）に変えて身近な地面からスタートし、どんどん高いところに視点を移し、さらには宇宙に出るという手法で詩を作成した。ハワイ島で授業をする手前、ハワイらしい内容にした。

Brown soil, brown soil, what do you see?
I see a green tree looking at me.
Green tree, green tree, what do you see?

I see a red volcano looking at me.
Red volcano, Red volcano, what do you see?
I see a blue helicopter looking at me.
Blue Helicopter, Blue Helicopter,
what do you see?

I see white Mauna Kea looking at me.
Mauna Kea, Mauna Kea, what do you see?

I see an aloha jet looking at me.
Aloha jet, Aloha jet, what do you see?

I see a silver satellite looking at me.
Silver satellite, silver satellite,
what do you see?

I see the grey Moon looking at me.
Grey Moon, grey Moon, what do you see?

I see yellow Sun looking at me.
Yellow Sun, yellow Sun what do you see?

I see a bright star looking at me.
Bright star, bright star, what do you see?

I see an astronomer looking at me.
Astronomer, astronomer, what do you use?

I use a telescope with a big
shiny mirror.

Astronomer, astronomer, what do you see?

I see the Moon face, beautiful planets,
and a looooooot of stars.

That's what I see with a telescope
at Mauna Kea.

まず該当する対象（土、木など）のスライド（写真）を見せながら詩を読み、その後一つ一つの対象について解説する。例えば土の場合、「土に種を植えるとどうなるかな?」「出てきた芽が大きく育つには、何が必要かな?」と問いかけ、次の木の話につなげる。マウナケア山の場合は、雪化粧の写真を見せて「この白いものは何?」「雪はいつ降るのかな?」と問いかけたり、山頂にある望遠鏡

の数を数えてもらったりする。宇宙に出てからは簡単な天体の解説と、ボールを使って地球と月の距離の話をする。最後に、もう一度スライドを見せながら詩を繰り返すと、一緒に復唱して下さる先生もいる。

3. 月はどのくらい遠い？

【プレスクール年長からキンダーガーデン
(小学校0年生) 向け：4～6歳用】

同じくエリック・カールの本のなかに“Papa, please get the moon for me” [2] という本がある（日本では『パパお月さまとって！』という訳本で知られている）。ある夜、女の子が寝る前に外を見ると、月がとても近く見えた。でも、どんなに背伸びをしても月に手が届かず、パパにお願いして月をとってきてもらおう話である。

私はこの話の導入部——「お月さまとってきて」と頼まれたパパが長いはしごを高い山の上に運ぶところ——を使い、後続の内容を現実に即した話に作りかえた。また、子供に親しみやすさを与えるため、71cm×56cmの手作りの紙芝居を作成した。大まかな内容は以下の通りである。

- ・子供とのつながりを作るため、女の子の名前は実在の子供の名前にする。最初に「今月〇歳になる子はだあれ？」と聞き、手を挙げた女の子に「(紙芝居中の女の子を指さして) この子を〇〇ちゃんとよんでもいいかな？」と許可をもらってから始める。
- ・パパが山に上がるところは、はしごとパパを動かせるようにしている。
- ・話にでてくる高い山はマウナケア山という設定にしている。パパが山頂に着いたところで、望遠鏡の数を子供と一緒に数える。
- ・パパがはしごを上る途中、何度も汗をかきながらため息をつき、どんどん疲れていく様子を示す(図 1)。パパがはしごを上りきったところで(月には届かず)足をすべらせて

落ちてしまい、しりもちをつく。「いたたたー！！」と大声をあげ、ジャンプする。ここが毎回子供に一番うけるところである。



図 1 パパが苦労してはしごをのぼるシーン。
カウマナ・バプティスト教会保育園、ロニー・ヒガ先生のお手伝いつき。

・パパがはしごから落ちたところ、望遠鏡から天文学者のおねえさんが出てきて、パパに話しかける（望遠鏡はもちろん、すばる望遠鏡）。「残念ながら、そんなはしごでは月まで届かないわよ。」「じゃあ、月はどのくらい遠いのですか？」そして、地球と月の距離の話に入る。

・もしも、地球と月を結ぶとてつもなく長い（パパのよりずっと長い）はしごがあったとして、まったく休みなしで登り続けると約14年かかる(図 2)。「あなたは今何歳？14年後には何歳になっている？ その頃には、あなたは小学校も中学校も高校も卒業して、大学で勉強しているか、パパやママみたいにお仕事しているでしょうね。」と言い、年月の長さ、つまり月の遠さを実感させる。その後、もっと速い移動方法があり、飛行機やスペースシャトルで行くとどのくらい時間がかかるかを、カレンダーで日数を数えながら説明する（ここでは光速については言及しない。光について認識できるようになるのはもっと大きくなってから、少なくとも小学校 2、3

年生以上だと考えている)。子供は数を数えるのが好きなので、数える作業を加えることで興味を持続させられる。また、地球と月のボールを見せて、相対的な大きさと距離を実感させる。

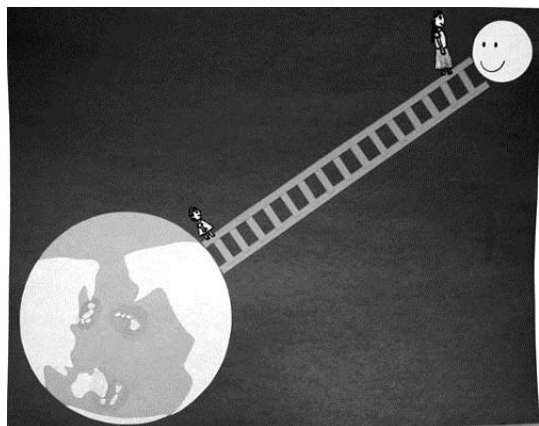


図 2 紙芝居 5 枚目。地球と月をつなぐ長いはしがあったら……。

・太陽の距離についても説明を行い、スペースシャトルで月と太陽に行く場合で所要時間が異なることを示す(例えば、2 月に授業を行う場合、「今すぐ太陽に向かって出発したら、太陽に着いた頃にはハロウィンになっていて、“Trick or Treat!!” って言っているよ」という話をする)。

・パパは最後に下山する。帰宅したパパは「ごめんね、〇〇(子供の名前)。月は思っていたよりずっと遠いし、人間よりもずっと大きくて、取ってくることができないんだ。月は取れないけど、その代わりに望遠鏡を買ってあげよう。望遠鏡を使うと、お月さまの顔がよく見えるし、お月さまが近く感じられるよ。パパと一緒に望遠鏡でお月さまを見ようね」と話を結ぶ(図 3)。

・紙芝居が終わった後、実際の月やアポロ 11 号が降り立った写真を紹介し、月は地球とまったく異なる場所(空気も水もない)であることを説明する。さらに月に行くと何が起こるか、つまり月では体重が軽くなるとい



図 3 紙芝居 9 枚目。山から下りてきたパパが望遠鏡の話をする。

う話をする。クラスで一番大きい男の子と一番小さい女の子、中間ぐらいの体重の子にお願いし、体重を測らせてもらう。子供たちの体重が月ではどのくらい(何ポンド、日本だと何 kg)になるかを黒板に明記する。子供でも数字の大きさから、月での体重が極端に軽くなることは想像できる。「〇〇君は地球では〇ポンドだけど、月に行くとこの牛乳パック〇本分の重さになってしまうんだよ。〇〇君と、月での〇〇君(牛乳パック)、どっちが持ち上げやすいか試してみよう。」と言い、何人かに試させる(図 4)。



図 4 地球で 70 ポンド(32kg)もあるアンソニー君は、月に行くとたったハーフガロン(約 2 リットル)の牛乳パック 2 個分になってしまうんだ。地球でのアンソニー君と月でのアンソニー君、どっちが楽に持ち上げられるかな?

・授業が終わったら手作りの塗り絵を配る(図 5)。子供たちは内容を思い出しながら塗り絵を楽しめる。

by K.S. Usuda © Subaru Telescope, NAOJ

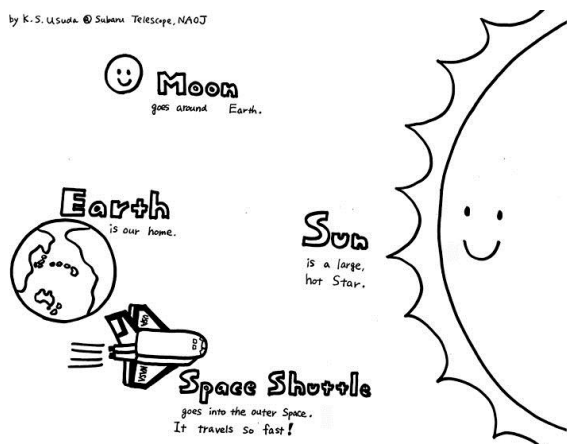


図 5 授業後に配布する塗り絵。

4. 太陽系の歌

【小学校 2、3 年生向け】

太陽系の惑星の順番を覚えるために、日本では「水金地火木土天海冥」、アメリカでは“My Very Excellent Mother Just Served Us Nine Pizzas.”などの言い回しがある(冥王星が惑星だった頃のバージョン)。それに加えて、アメリカで人気の子供番組、Blue's Clues[3]の“The Planet Song”を覚えると、順番だけでなく特徴も覚えられる。

The Planet Song

(©The Viacom International Inc.)

Well the Sun's a hot star,
Mercury's hot, too.
Venus is the brightest planet,
Earth's home to me and you.
Mars is the red one,
And Jupiter's most wide.
Saturn's got those icy rings,
And Uranus spins on its side.
Neptune's really windy,
And Pluto is really small.

授業では、The Planet Song の歌詞を子供たちに手渡した上で、ビデオを見せる。その

後何度か歌った後、一つ一つ歌詞の意味を説明する。一例を以下に紹介する。

・太陽と水星：太陽はなぜ熱いのか？ (太陽と水星の写真を並べて) 水星も熱いけど、太陽と同じか？ 何が違うか？ 恒星と惑星の違いは何か？ などの質問に答えてもらいながら説明する。

・木星：もっとも大きい惑星だが、どのくらい大きいのか？ 木星の直径は地球何個分に相当するか？ 木星は大きいけど太陽はもっと大きい。太陽はどのくらい大きいのか？ (直径が地球何個分、木星何個分に相当するか？)

・土星：輪は何からできている？ 他に輪のある惑星は？ すばる望遠鏡+AO (アダプティブ・オプティックス：補償光学) で撮影した木星+輪の写真を紹介。

・海王星：なぜ windy なのか？ 大暗斑は何か？ 他の惑星でストーム (台風、嵐) が見られるものは？ (木星の大赤斑はもちろん、NASA のサイトからダウンロードできる土星のストームや、ケック望遠鏡+AO で撮影した天王星のストームの画像などを紹介。)

・冥王星：惑星の大きさ比べ。なぜ冥王星が惑星でなくなったかの説明 (惑星の定義に関する説明は 3 年生以上に行い、2 年生には「冥王星は惑星と呼ぶには小さすぎるから」とだけ言及している)。

5. 星の一生

【小学校中学年以上向け】

星も生まれて死ぬ。だったら私たち生物と同じではないかと思い、星の一生を動物と比べながら話すことを考案した。以下に話の一部を紹介する。

・イントロダクション (クイズ)

星は生まれるの？ はい／いいえ

星は死ぬの？ はい／いいえ

生まれて死ぬのだったら、星は生き物？

はい／いいえ

→星と生き物の違いは?? 星って一体何者?

・星はどのくらい長く生きる?

動物(人間、ゾウ、犬や猫、ハムスター)の寿命を示した後で説明。

・重い星、軽い星、どっちが長生き?

太陽の寿命(約 100 億年)を示した後で、太陽の 10 倍の重さの星は? 100 倍は? 太陽の 1/10 の重さの星は? 1/100 は?

(1/100 太陽質量の天体は恒星ではなく、褐色矮星だという話も学年によってはできる)

・星はどこで生まれるの?

動物の場合、人間や犬はお母さんから生まれ、鳥や魚は卵から生まれることを説明した後、星は星のお母さんから生まれるか、卵から生まれるかを問う。「星は卵から生まれる」という答えを示したとき、「えー」という声があがる。そこで、「星の卵」(分子雲コア)がどういうもので、どこにあるかを説明する。

・「赤ちゃん」の比較

学年によっては、分子雲は電波で、原始星は近赤外線、星は可視光線で観測できる、と説明できる。その後、赤ちゃん星と人間の赤ちゃんの比較を行う。人間の赤ちゃんは、お母さんのおなかの中にいるとき、目では見えないけど超音波を使うと見える。誕生後は目で見える。星もガスと塵に深く埋もれた原始星の段階では可視光線で見えないので、赤外線という目で見えない電磁波で見る。まわりにガスや塵がなくなると、可視光線で見えるようになる。この点が人間と星の赤ちゃんで似ている、という話をする(ただし子供たちは妊娠、出産と言ってもピンとこないのも、こういう話をして喜んでくれるのは同伴した大人のように感じる)。

・星は双子? 三つ子?

ほ乳類(人間や犬など)は一度に何匹程度の赤ちゃんが生まれるかを示した後、「では

星は?」と問いかける。体重についても、ほ乳類の赤ちゃんは体重のばらつきは小さいが、星の場合は大きく異なり、どのくらいの体重(質量)の星がどのくらいの割合で生まれるかを説明する。

・星の晩年と終焉

人間の一生を説明した後で、星の一生をそれにあてはめる。

赤ちゃん(原始星)→子供・大人(主系列星)→老人(赤色巨星・赤色超巨星)→死(惑星状星雲+白色矮星、または超新星爆発+中性子星・ブラックホール)

星の一生の話をする際に留意する点は、原始星、赤色巨星、白色矮星など難しい用語がたくさん出てくる点である。用語を覚えてもらうことが目的ではないので、難しい言葉が出てくるたびに、どういう天体かを説明する必要がある。年齢によっては、用語を一切使わず「赤ちゃん星」「赤くて大きい老人星」などの表現を使う方が良いかもしれない。しかし、少々言葉が難しくても、時系列に沿ってわかりやすく説明する努力を怠らなければ、小学校高学年にも星の一生のシナリオは理解していただけるようだ。

話の最後に、「星は生まれた時の体重で、どういう運命をたどり、どのくらい長く生きられるかが決まってしまう。でも、人間は星と違って、生まれたときの体重で運命が決まったりはしません。私たちは意志と努力で、自分の進む道を選ぶことができるので、星より恵まれていると思いませんか? 皆さん幸せな人生を選択できるよう、がんばりましょう」とまとめると、子供たちに強い印象を与えるようだ。

6. 番外編: 望遠鏡の「視力」

【小学校5年生以上向け】

すばる望遠鏡の紹介をするとき、「視力」

の話をよく行う。望遠鏡の口径と「視力」の関係話す場合、どのくらい細かいものが見えるか（空間分解能）は望遠鏡の口径に（反）比例し、どのくらい暗いものが見えるか（集光力）は面積で効いてくるので半径の二乗に比例する、という説明を行う。演習問題として、半径 1 の主鏡 A と、半径 2 の主鏡 B の空間分解能と集光力を比べる。さらに、大きい鏡（またはレンズ）は大きい目だと説明した上で、Disney/Pixar 映画“MONSTERS, INC”（モンスターズ・インク）に出てくるサリー（James, P. Sullivan：青色の二つ目のモンスター）とマイク（Mike Wazowski：緑色の一つ目のモンスター）の絵を見せる。「では、サリーとマイク、どちらがどのくらい良く見えるでしょう？」と問いかけ、空間分解能、集光力の復習を行う。このとき、「簡単のため、一つ目同士で比べましょう。ということで、サリーは片眼を怪我したことにして……」と言ってサリーの片眼に絆創膏を貼ると、必ず教室から笑いがおこる。

7. おわりに

詳しくは臼田-佐藤 功美子のホームページを参照していただければ幸いである。

- ・天文学教育・普及活動のトップページ

http://www.naoj.org/staff/kumiko/Outreach/pr_j.html

- ・授業内容のアブストラクトのページ

<http://www.naoj.org/staff/kumiko/Outreach/Abstract/abs.html>

- ・（同上）月の紙芝居について

<http://www.naoj.org/staff/kumiko/Outreach/Abstract/abs.html#Moon>

- ・（同上）The Planet Song などについて

<http://www.naoj.org/staff/kumiko/Outreach/Abstract/abs.html#Twinkle>

- ・AstroDay という地元のイベント時に作成

した、星の誕生と最期のポスター

<http://www.naoj.org/staff/kumiko/images/Local/AstroDay05/starformation.jpg>

<http://www.naoj.org/staff/kumiko/images/Local/AstroDay05/stardeath.jpg>

参考文献と参考サイト

[1]Bill Martin Jr. / Eric Carle, 1992, “Brown Bear, Brown Bear, What Do You See?”, Henry Holt and Company, New York.

[2]Eric Carle, 1991, “Papa, please get the moon for me”, Simon & Schuster Books for Young Readers.

[3]Blue's Clues を放映している Nick Jr. チャンネルのページ
<http://www.nickjr.com/>

臼田-佐藤 功美子