

とやまと自然

第33巻冬の号

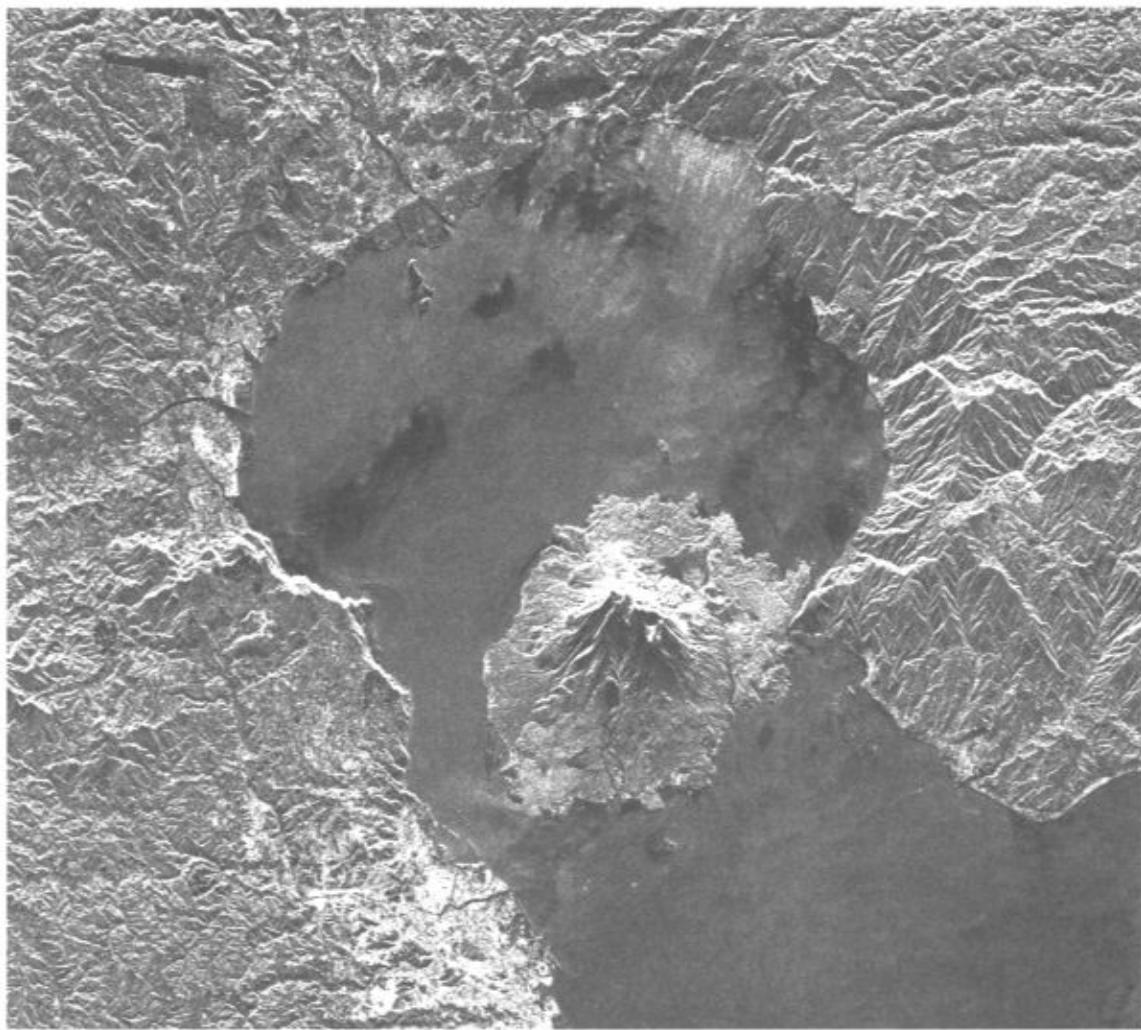
No.132 2010

カルデラ形成噴火の脅威

増渕 佳子

富山市科学博物館の学習投影

林 忠史



■鹿児島湾と桜島

鹿児島湾は、2万5千年前に大噴火を起こした姶良カルデラや、大崎カルデラ、若尊カルデラ、浮津崎カルデラなど複数のカルデラが複合してできた、陥没地形です。中央部にあるのは、現在も活発な活動を続ける桜島です。桜島の北東約10kmにある若尊カルデラ付近の海底では、現在も「たぎり」とよばれる活発な噴気活動がみられます。

(画像提供 NASA)

ふんか カルデラ形成噴火の脅威

増渕 佳子（富山市科学博物館岩石担当学芸員）

はじめに

立山の弥陀ヶ原地域を歩いていると、時おり登山道沿いに土壤の断面を見ることができます。よく観察してみると、黒色の土壤の中に、厚さ2cmほどの赤い地層が挟まれていることに気がつくでしょう（図1）。

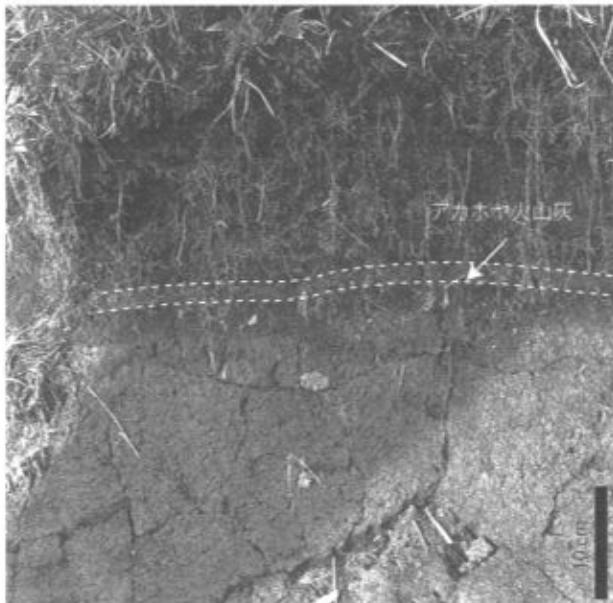


図1 泥炭の中に挟まっているアカホヤ火山灰

これは、鬼界アカホヤ火山灰といって、富山県よりはるか南、鹿児島県佐多岬から40km南西にある鬼界カルデラから飛んできた火山灰です。この鬼界アカホヤ火山灰は、南は九州や四国全域、北は東北地方南部までの広い範囲で見ることができます。このように、広い範囲に分布する火山灰を、広域テフラといいます。

なぜこんなに広い範囲に、同じ火山灰が分布しているのでしょうか。そして、このような火山灰をもたらした噴火は、どのような噴火だったのでしょうか。ここでは、富山県に分布する2つの広域テフラ、「鬼界アカホヤ火山灰」と「始良Tn火山灰」につ



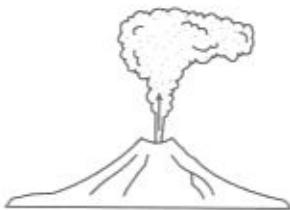
図2 鬼界カルデラと始良カルデラの位置

いて紹介しましょう。

7300年前の鬼界カルデラの大噴火

富山県に分布する鬼界アカホヤ火山灰は、7300年前に鬼界カルデラ（図2）で起こった大規模な噴火（アカホヤ噴火）で発生した火山灰です。アカホヤ噴火では、地下に溜まっていたマグマが発泡前の体積で54km³噴出し、大きな空洞ができたため、そこが陥没し、鬼界カルデラが形成されました。噴火は軽石（よくお風呂で足のかかとを洗うのに使う、白くて穴のたくさんあいた軽い石のこと）や火山灰が上空に吹き上げられる噴火様式（プリニー式噴火；図3A）で始まり、その後火碎流（高温の軽石や火山灰が高速で地表を流下する現象；図3B）が発生しました。全国的に分布しているアカホヤ火山灰は、この火碎流（幸屋火

A: プリニー式噴火



B: 火碎流噴火



図3 プリニー式噴火と火碎流噴火

碎流)と一緒に発生した細粒の火山灰です。幸屋火碎流は、なんと海を渡って九州南部にまで達したということが、噴火による堆積物の調査からわかっています。

アカホヤ噴火による被害

鬼界カルデラから約120 km北北東に位置する鹿児島県霧島市国分(図2)には、日本最古の縄文定住集落遺跡である上野原遺跡があります。上野原遺跡は、約9500年前から人々が定住したと考えられています。上野原遺跡から出土した土器を調べてみると、アカホヤ噴火の前後で土器の形式が異なることが分かりました。アカホヤ火山灰より下の地層から発見された土器、すなわち噴火前の土器は、貝殻文系土器などの南九州独自の土器様式でしたが、噴火後の土器は、本州で栄えていた貝殻条痕文系土器文化や、朝鮮半島の曾畠式土器文化に変わりました。これは、アカホヤ噴火によって九州の縄文式土器文化が壊滅的な打撃を受けたことを示しています。すなわち、この土地に住んでいた人々は一度減び、その後、別の土地から異なる文化をもった人たちが入植した、ということです。

南九州のアカホヤ噴火後の土壤を調べてみると、噴火後約900年は植物の生えていた痕跡がありません。人だけでなく、植物も生きられない、死の土地と化したのです。

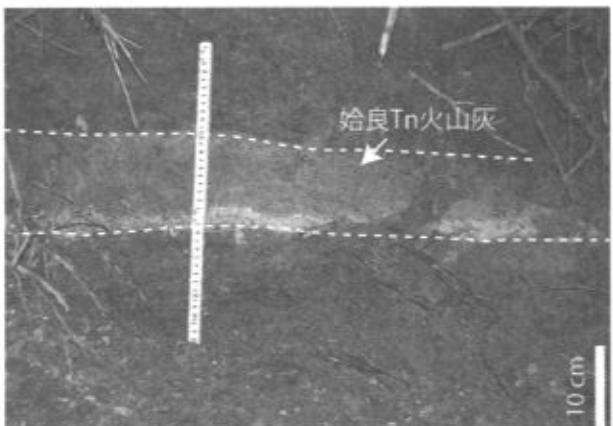


図4 始良Tn火山灰(立山町千垣:画像提供 田中 豊氏)

2万5千年前の始良火碎噴火

富山県中新川郡立山町の千垣では、厚さ10 cmほどの肌色～白色の火山灰層をみることができます(図4)。この火山灰層は、始良カルデラで2万5千年前に発生した噴火(始良火碎噴火)による火山灰です。始良火碎噴火は、プリニー式噴火(大隅降下軽石が堆積)で始まり、その後火碎流(妻屋火碎流)が発生。そして、最後に南九州のシラス台地を形成した大規模な入戸火碎流が発生しました。入戸火碎流の堆積物は、厚いところでは厚さ100 mを超えていて、それだけの量の火山灰や軽石などが、時速100 km近い速度で流れてくるのですから(しかも温度は100度以上)、想像を超えた恐ろしさです。この入戸火碎流は、南九州を中心に分布しています(図5)。

降下火山灰による被害

私たちの住む富山県までは入戸火碎流は達しませんでしたが、入戸火碎流と同時に発生した降下火山灰が偏西風にのって運ばれてきました。この空から降ってくる火山灰も、様々な被害をもたらします。

例えば、始良Tn火山灰は、富山県では10 cmほど堆積していますが(図4)、もし今、



図5 大隅降下軽石と入戸火碎流堆積物の露頭
(鹿児島県志布志市:画像提供 石田暁生氏)

火山灰が10 cm以上積もると、木造家屋はその重さで倒壊します。電線なども切れるので、おそらく電気は通じなくなるでしょう。また、火山灰には、有毒な塩酸や硫酸などが付着していますので、飲料水を汚染します。農作物は全滅します。もちろん、微細な火山灰を吸い込んでしまえば、私たちの人体にも悪影響を及ぼします。火山灰の届かないところに避難しようと思っても、おそらく交通機関は麻痺してしまうため、徒歩でしか移動することができません。

2010年の4月に、アイスランドのエイヤフィヤトラヨークトル火山の噴火によって、ヨーロッパの航空便が飛ばなくなってきたことを、覚えていますか？火山灰は主にガラスと鉱物の結晶からなりますが、空に吹き上げられた火山灰は、偏西風などによって運ばれます（図6）。このような火山灰は、時には地球を1周することもあります。上空に舞い上がった火山ガラスが飛行機のエンジンに入り込むと、エンジン内部の熱で溶けてタービンなどの部品に付着し、エンジンは停止してしまいます。

このように、火山灰は私たちに必要な電気や水、食料などのライフラインを、ほとんど停止させてしまいます。

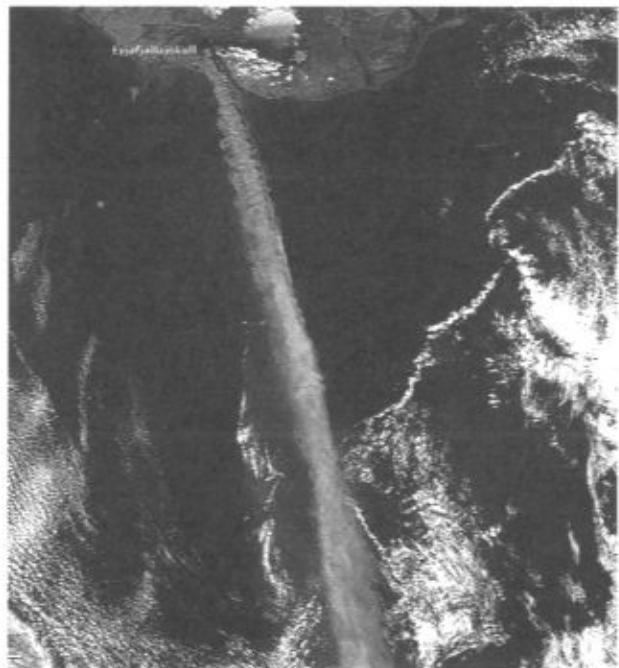


図6 人工衛星から撮影した2010年5月11日のエイヤフィヤトラヨークトルからの噴煙柱
(画像提供 NASA)

おわりに

カルデラ形成噴火は、日本では数千年～数万年に一度しか発生しません。次に発生するカルデラ形成噴火は、私たちの住んでいる場所から、とても離れた場所で発生するかもしれません。しかし大規模な噴火は、近隣地域だけではなく国や地球全体に被害をもたらすことがあります。民族や、国家が滅ぶかもしれません。たまにしか起きないからといって、何も対策をしなくていいのでしょうか。そして、たまにしか発生しないため、その噴火のメカニズム、たとえば地下に大量にたまつたマグマがなぜ突然噴火を開始するのかなど、まだまだ分かっていないことがたくさんあります。まずは、カルデラ形成噴火の脅威を知ること、そして、一人でもその研究や対策に興味をもってもらえれば嬉しいです。■

参考文献

高橋正樹 (2008)『破局噴火』祥伝社 244頁

富山市科学博物館の学習投影

林 忠史（富山市科学博物館天文担当学芸員）

はじめに

富山市科学博物館のプラネタリウムでは、毎年10月はじめ頃からの約1ヶ月間、「学習投影」プログラムを行っています。小学校4年生を対象に、この学年で学ぶ月や星の学習についてプラネタリウムを使って行い、児童の理解を高めるというものです。一般の方にとっては、この時期に通常の番組を見られない時間があると広報されているわけですが、内容は知らない方も多いと思います。プラネタリウムは昨年4月にデジタルのタイプへとリニューアルし、学習投影も新しい機能を用いたものになりました。今回はこのプログラムについて紹介します。

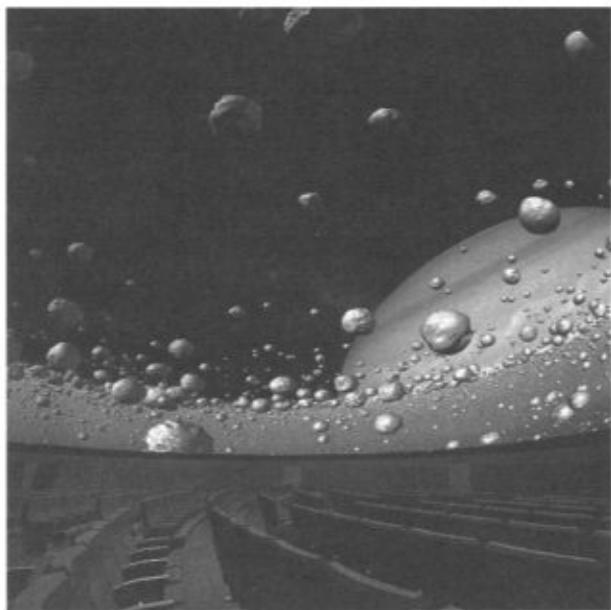


図1 昨年度リニューアルしたプラネタリウム

学習投影の利点

多くの施設でプラネタリウムは、教育を目的の一つとして設置しており、「学習投影」を事業として行っています。当館と同様に、小学校4年生を対象としているところが多い

いようです。富山市では、市内の全ての小学校4年生がバスや徒歩で来館し、学習を行うことになっています。

これまで何人かの先生から、天体の学習はとても教えづらい内容であると聞きました。天体の観察は夜に行う必要がありますが、授業は昼間であり、実際にそこにはないものを教えなければなりません。宿題として家で観察してくるように伝えて、その場に指導者がいないことから家庭でできることは限界があります。また寝てしまえば観察はできません。さらに月や星の動きを学ぼうにも、その動きが非常にゆっくりであるため、なかなか実感を持つのは難しいという問題もあります。

そのため学校では、ビデオ教材やパソコンソフトをうまく活用されている先生もおられます。それでも、東の空から昇り西の空に沈むという天体の動きを理解するとき、モニターの画面では方角が再現されないという問題があります。プラネタリウムは、実際の星空を正確に再現することを目的として作られており、実際の方角や上下の感覚と同じように星空を疑似観察することができます。また、星の動きも正確に再現でき、しかも時間のみを進めることで、天体が動いている様子やその動き方も感覚として理解することができます。昼間に来館することで、授業として学習ができるため、児童の安全性にも問題がありません。

このプログラムでは、学校の授業と同じように、当館の職員がマイクを使ってほぼ全てを解説する形をとっています。

学習の内容

学習指導要領では、小学校4年生で以下の内容を学習することになっています。

表1 富山市科学博物館の学習投影の流れ

富山市科学博物館
平成22年度 小学校4年生用学習投影

| 投影内容 | 学習活動 |
|---------------------|--|
| 太陽の動き | 南の空における太陽の動きを確認する。 西の空における太陽の動きを確認する。 |
| 月の紹介 | 月に対する興味を高める |
| クレーターや月の海など | |
| 月の形 | 月は日によって形が変わって見える。 |
| 月のいろいろな形 | 月は同じ時刻でも形によって見える方角が違う。 |
| 夕方の三日月 | |
| 夕方の半月 | |
| 夕方の満月 | |
| 月の動き | 月の動きは太陽の動きと同じで、東から西へ動いている。 |
| 東の空での満月の動き | |
| 南の空での満月の動き | |
| 星と星座 | 星には明るさの違うものがある。 |
| 夏の大三角 | 星探しのコツ |
| ペガ（こと座）、アルタイル（わし座） | 明るい星を見つけること |
| デネブ（はくちょう座） | 星の並びの特徴をとらえること |
| 秋の星座 | 夏の大三角の見つけ方 |
| ペガスス座、アンドロメダ座 | 秋の星座の見つけ方 |
| カシオペヤ座 | |
| 星の動き | 星には色が違うものがある。 |
| 東の空でのオリオン座ベテルギウスの動き | 星は時間が経つと位置が変わるが並び方は変わらない。 |
| 南の空でのオリオン座ベテルギウスの動き | |
| 西の空でのオリオン座ベテルギウスの動き | |
| 北極星と、北の空の星の動き | 北極星はいつも北にある。 |
| カシオペヤ座から北極星を見つける | 北の空の星は北極星を中心にして動く。 |
| 北の空での星の動き | |
| 太陽系旅行 | 宇宙に対する興味を高める。 |
| 太陽系の各天体の特徴 | |

1. 月は日によって形が変わって見え、1日のうちでも時刻によって位置が変わること。
2. 空には、明るさや色の違う星があること。
3. 星の集まりは、1日のうちでも時刻によ

って、並び方は変わらないが、位置が変わること。

当館では、学習指導要領や教科書を参考に、内容を組んでいます。これらをプラネタリウムでの1時間以下の時間ではじめから学習することはできないため、基本的に

は学校での学習を前提とし、学習投影はその復習や確認による定着率のアップの場と位置づけています。そのため、解説者は習った内容を確認するような話し方をします。

また、学習内容の発展として、月のクリーダーや月の海など、月の表面の紹介や、太陽系天体の紹介なども行います。

表1が、学習投影の全体の流れです。一つ前の学年である小学校3年生で太陽の動きを学習しますが、月や星の動きは太陽の動きと同じように東から昇り西へ沈むことから、まず太陽の動きの確認をしっかりと行い、そのつながりとして月や星の動きの学習を行う形となっています。

また、太陽や月がどのように動くかをクイズで示し、手を挙げて答えさせることや、見つけた星を指ささせることなどを通して参加性をもたせ、児童が楽しく学べるプログラムを目指しています。

学習の流れ

月の紹介・月の形

月はいろいろな形に見えることを、三日月や半月などの写真を示して確認し、それが一ヶ月で元の形に戻ることを紹介します。また、同じ夕方の時間でも、三日月は西の空、右側が見える半月（上弦の月）は南の空、満月は東の空に見えることを解説します。

月の動き

満月の夜を再現し、東の空にある月が時間とともにどう動くかの問い合わせと、プラネタリウムを用いた動きの観察、そして南と西の空での月の動きの観察を行い、まとめとして月の動きが太陽の動きと同じであることを確認します。

星と星座

学校では夏の大三角やカシオペヤ座などを習っていますが、プラネタリウムの星空でそれらを見つける練習をします。星座を探すコツとして、まず明るい星を見つけ、それが何という星なのかを調べることであると紹介し、その後、実際に一番明るく見える星を探してもらっています。また、星は一つ一つ明るさに違いがあることを確認します。なお、プラネタリウムには限界があり、星の明るさの違いが完全には再現できること、座っている席によって一番明るく見える星が異なることなどの問題があり、その点をフォローしながらの解説になります。

今年の秋の星空では、最も明るく見えるのは木星です。今年はうお座にあり、他の星に比べて圧倒的な明るさで光っています。残念ながら木星などの惑星は星座の間を動いていくので、星座探しの目印としては、毎年変わることになります。木星は望遠鏡で見ると表面の模様が見えますし、衛星が双眼鏡でも見えるので、実際の星空を見て欲しいことを伝えるにはとてもよい対象となっています。

ここでは、夏の大三角の紹介に続き、秋の星座である、ペガスス座、アンドロメダ座、カシオペヤ座を紹介します。特にペガスス座は「秋の四辺形」と呼ばれる4つの星があり、秋の目印の星座です。そして冬の星座の代表であるオリオン座を紹介し、オリオンの肩のところにあるペテルギウスの色を観察してもらいます。ペテルギウスは望遠鏡を使わなくても、濃いオレンジ色をしている様子が分かる、とても美しい色の星です。

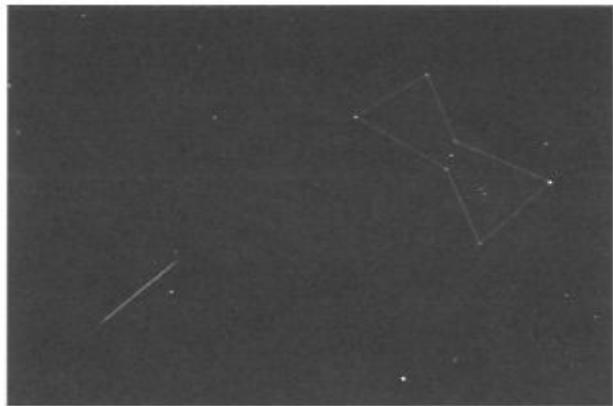


図2 東の空での星の動きの解説

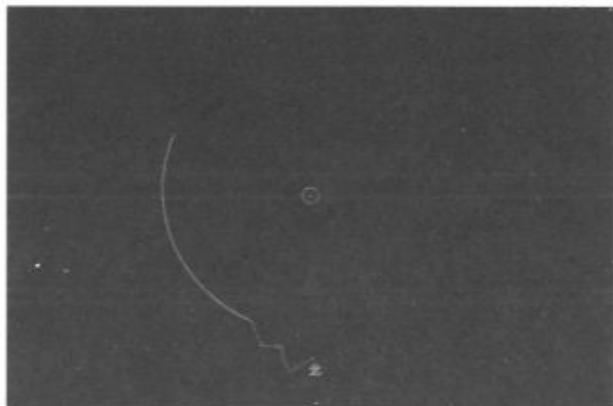


図3 北の空での星の動きの解説

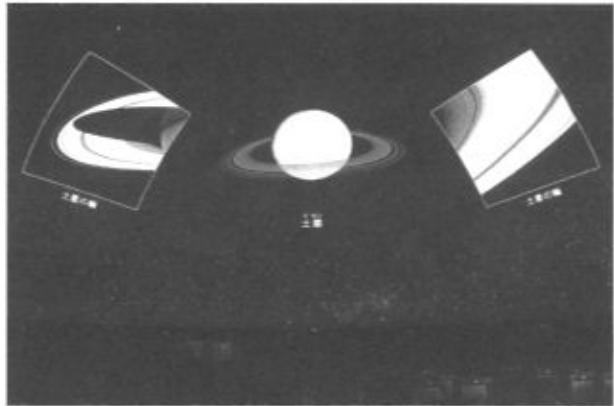


図4 「太陽系旅行」演出の一場面

太陽系旅行

地球を出発して、太陽系内の惑星や太陽、小天体などを紹介していく演出です（図4）。特に太陽に接近するシーンはとても迫力があり、子どもたちは大喜びです。天体やプラネタリウムに対する良い余韻を残して、約50分間の番組を終了します。

さいごに

今年の学習投影プログラムは終了しましたが、たくさんの子どもたちが楽しかったという顔をして帰って行くのが印象的でした。気になったのは、ペテルギウスという星が何色に見えるかを問い合わせたとき、「赤」と答える子どもが多くなったことでした。残念ながらプラネタリウムではどう見ても赤に見えないので、参考書などには「赤っぽい」と書いてあるものが多いいためでしょうか。実際の空でも、濃いオレンジ色に見えます。このプログラムを機会に、実際の空を自分で見て体感してもらえばと思います。

星の動き・北極星と北の空の星の動き

ペテルギウスが東・南・西の空でそれどのように動くかを観察します。このとき、デジタルプラネタリウムならではの演出として、星の動いた軌跡を残します。するとどのように動いたかを分かりやすくなります。また、オリオン座の形を線で出しながら動かし、星がバラバラに動くわけではないことを紹介します（図2・3）。

北の空での星の動きは、カシオペヤ座と北斗七星の星座線を出し、時間を早めて星の動きを観察してもらい、北極星の周りを時計と反対方向に回る様子を観察します。また北極星の探し方も学習します。