

2024年のプラネタリウム一般向け番組制作

弘田澄人*・内藤武*・三浦飛未来*・田中里佳*

Planetarium general public show production in 2024.

Sumito Hirota*, Takeshi Naitou*, Hibiki Miura* and Satoka Tanaka*

はじめに

川崎市青少年科学館（以下「科学館」という）は、1971年に開館して以来、プラネタリウム一般向け投影の番組を自主制作し、職員の生解説により投影している。

一般向け投影は原則として毎月テーマを変え、その都度担当者を中心として関連する資料の収集、調査を経て番組の構成を検討し、演出プログラムの作成、映像の組込み等を行っている。

ここでは2024年1月から12月までに投影した一般向け番組の概要を報告する。

「日本の星をたずねて」

(1) 投影期間

2024年1月

(2) 内容

星には国や場所によって、それぞれ独自に名前が付けられてきた。この番組では日本各地に伝わる星の名前をたどりながら、星の和名の背景と日本の暮らしの関わりについて紹介していく。

(3) 資料収集、調査研究の成果

日本の星名辞典(北尾 2018)によれば、日本の星名・星座にはいくつか特徴や傾向がある。

星を信仰する妙見信仰は、元は中国で北極星を「北辰」と呼び信仰していた文化が日本へと渡り、仏教(真言宗)と結びつき妙見菩薩として神格化されたのが始まりである。

平塚市博物館図録「星になった民具たち」(塚田ほか, 2022)によれば北極星の他、星空の中を動く太陽や月などの星を人々の吉凶を占う星として考えていたことから、それに関連した星の和名が残っている。

川崎市立日本民家園から民具の写真、平塚市博物館から星の和名の絵、他、川崎大師から星まつりの写真、奈良にある法輪寺か

ら妙見菩薩来影の絵図を提供いただき、使用した。

(4) 番組の構成

①星の和名の誕生

現在の日本に住んでいた人々は少なくとも平安時代から星に名前をつけよんでいたことが、過去の文学作品や辞典から明らかになっている。

星の和名は古代中国との交流の影響でつけられたものの他、古代中国とは別に日本の地域それぞれで独自に生まれたものもある。日本各地で生まれた星の和名はそれぞれいつ頃から呼ばれるようになったのか明確に分かっているものは多くない。

②様々な星の和名

日本の星名・星座には冬の星座に星名形成が集中していること、他にない特徴のある配列に星名形成が集中している特徴と傾向が見られる。代表的なものだと、昴は方言なども合わせると200程度の呼び名がある。

また、暮らしになぞらえたものが多い。番組内では、身近な道具の名前や、年中行事になぞらえた星の和名を取り上げながら、星と人の営みとの関わりを強調して紹介した。

③星と信仰

古代中国では北極星を神聖なものとして捉えていた。その文化が伝わった日本の仏教(真言宗)では北極星を妙見菩薩と呼び信仰していく。妙見菩薩の信仰のなかには、星座の星の中を動いていく太陽や月などを含めた7つの星、あるいは9つの星が人々の吉凶を左右するという考えがある。そのため、星を祈祷する星まつりという催事がある。祈祷の対象になる星をまとめて「シチヨウ」や「クヨウ」とよび、北斗七星などの星の並びの名前に反映されたものもある。(参考：日本の星「星の方言集」(野尻 1976))

*川崎市青少年科学館（かわさき宙と緑の科学館）Kawasaki Municipal Science Museum

④他国との比較

現在使われている星座の起源はメソポタミアにあるとされ、のちにギリシャへ伝わり、ギリシャやローマ神話と結びついて定着していった。さらに、船乗りの南半球への進出や天文学の発展と共に新たな星座が誕生し整理された。現代では、星座は星空の領域として定義され、空に隙間なく配置されている。それに対して古代中国では、星空を一つの社会あるいは国に見立てていた。星の巡りの中心である天の北極の方向には社会を支配する天帝がおり、その周りには貴族や王宮に住む人物などが描かれ、離れていくにつれ庶民的なものが描かれている。

星の和名は中国の影響を受けて伝わったものと、地域それぞれで誕生し伝承されてきたものとある。いずれも空全体を組織的にとらえて考えられたものではない。

(5) 演出上の工夫等

星の和名の紹介、および他国では星や星空をどのように考えていたのかを比較するため、「和名星座早見盤」を参考に全天の和名の星を制作し投影した。

画像提供

- 平塚市博物館
- 川崎大師(真言宗智山派・大本山金剛山金乗院平間寺)
- 奈良 法輪寺

「望遠鏡 —宇宙を知る道具—」

(1) 投影期間

2024年2月

(2) 内容

望遠鏡は、遠く天体の情報を手に取るかのように捉える道具であり、現代では天文学の研究に不可欠なものである。望遠鏡がどのように進化し、それに伴い天文学がどのように進歩したのかを、ガリレオからジェームズウェッブ宇宙望遠鏡までたどる。

(3) 資料収集、調査研究の成果

ガリレオが使用した望遠鏡の復元レプリカの外観写真と、使用時の対象物の見え方を再現した写真を明石市立天文科学館井上氏から提供いただいた。望遠鏡誕生の歴史

については、天文学辞典に準拠している。

(4) 番組の構成

①望遠鏡の始まり

1608年オランダで望遠鏡が誕生した。これを知ったイタリアのガリレオ・ガリレイが独自に望遠鏡を製作し、初めて空に向けたとされる。ガリレオの作った望遠鏡は、視野が狭く分解能も悪かったが、多くの重要な観測が行われた。月の表面が凹凸であること、木星の周囲を衛星が公転すること、金星が満ち欠けするといった観測事実が、惑星が太陽を回る地動説の根拠とされた。

②望遠鏡の進歩

望遠鏡はその後、進歩を続け天文学史上重要な発見をもたらす。遠くの星の光をより明るくはっきりと見るためには、長く、口径の大きな望遠鏡が必要となる。1785年、ウィリアム・ハーシェルは口径1.25m 焦点距離12mの反射望遠鏡「40フィート望遠鏡」を完成させた。ハーシェルは望遠鏡を使い、星の数を数えることで宇宙の形を把握しようとした。また、1847年にロス卿はリヴァイアサン望遠鏡で渦巻星雲(M51)の正体が星の集団であることを発見した。20世紀に入ると、1923年、ハッブルがアメリカのウィルソン山天文台のフッカー望遠鏡でアンドロメダ星雲(M31)にセフィドを発見し、私たちの銀河系の外にも天体が存在することがわかり、さらに後に赤方偏移の観測から宇宙の膨張まで明らかになった。

③宇宙へ向かう望遠鏡

20世紀末になると、望遠鏡は宇宙へ進出する。1990年に打ち上げられた「ハッブル宇宙望遠鏡(HST)」は地球上空600kmを周回し、大気の影響を受けず、遠方の宇宙の精細な画像を得ることができる。シューメーカー・レヴィ第9彗星の木星衝突の観測、系外惑星発見など天文学の発展に大きく貢献した。そして、2021年12月新たな宇宙望遠鏡「ジェームズウェッブ宇宙望遠鏡(JWST)」が打ち上げられた。軌道は月よりも遠くにあるラグランジュ点L2で、地球から見て太陽と反対方向に約150万kmの位置を飛行する。JWSTは赤外線を用いて観測し、HSTよりも高分解能でより遠くの宇宙を観測することができる。

(5) 演出上の工夫

場面①において、ガリレオ衛星の動きを表現するため、木星のみ拡大表示して時間を進めた。場面②では望遠鏡と天文学の歴史をたどる際、M51、M31 が同時に見える恒星時とし、各天体に言及する際は拡大表示をした。また、場面③では HST、JWST の画像を張り付ける角度などを工夫して、宇宙空間に存在しているように表現した。

「宇宙の広がり」

(1) 投影期間

2024年3月

(2) 内容

宇宙が無限の大きさだとすると、宇宙は昼間のように明るいはずだとするオルバースのパラドックスを取り上げ、夜空がなぜ暗いのかを手掛かりに、宇宙の構造について解説する。

(3) 資料収集、調査研究の成果

オルバース(1758-1840)はドイツの医者で天文学者。1802年に小惑星パラス、1807年に小惑星ベスタを発見した他、生涯に5個の彗星を発見した。

宇宙が無限の大きさなら夜空は明るいはずだが実際はそうではないということはケプラー(1571-1630)やハレー(1656-1742)らも指摘しているが、1952年にヘルマン・ボンディが1823年のオルバースの著作を引用して紹介したことから、「オルバースのパラドックス」の呼び方が定着した。

(4) 番組の構成

①導入

夜空はなぜ暗いのか。もし、宇宙が無限の大きさで星(恒星)が均等に分布するなら、夜空は星で埋め尽くされて昼間のように明るいはず。

これを「オルバースのパラドックス」と呼んでいるが、ハレーなど同じように考えた同時代の天文学者は他にもいた。

②オルバースとその時代

地球が球形であることはかなり古くから認識されており、およそその大きさも紀元前2世紀頃には把握していた。

太陽が中心か地球が中心かは別として、

月や惑星が軌道を描いて空間を運動していることも知られていた。しかし、恒星は天球に貼りついたものという概念は根強かった。

望遠鏡の発明により天文学が発達するとともに、宇宙の構造が少しずつ解明されていった。

③宇宙の構造解明

1705年ハレーが恒星の固有運動を発見し、恒星が天球上ではなく空間的な広がりを持つことのひとつの証拠となった。

ハーシェルは観測結果を基にした宇宙の形を1785年に発表した。

後にオルバースの弟子の1人ベッセルらが恒星の年周視差の測定に成功し、恒星の距離を知ることができるようになった。

リーヴィットがセファイドの周期-光度関係を発見。これを使ってハッブルがM31までの距離を測定し、銀河系の外にあることが分かった。

銀河系が有限の大きさを持つので、星は無限に分布しているわけではない。

しかし、銀河系の外にはほかにも多くの銀河があり、宇宙が無限なら銀河が空を埋め尽くすのではないか。

ところが、銀河は均一に分布しているわけではない。

宇宙は138億年前に誕生し今も膨張を続けていることから、宇宙の大きさも有限と考えることができる。

また、138億光年よりも遠くの光は見えないので、星や銀河の光が届く範囲は有限となる。

④まとめ

宇宙には夜空を明るくするほどの星や銀河はなく、また、観測できる宇宙には限界がある。

「夜空が暗い」という素朴な疑問を手掛かりに、宇宙の構造や仕組みを考察することができる。

(5) 演出上の工夫等

夜空が星で埋め尽くされて明るくなる様子を、表示する恒星の等級を拡大することで表現した。

古代の宇宙観として天球の概念を解説するため、星空が天球にクロスフェードしてそのまま天球の外に視点を移動する演出を

行った。

恒星の固有運動を分かりやすく表現するため、距離が実際よりも太陽系に近いものとして再現した。

いずれもデジタルプラネタリウム（ステラドーム）を使用して演出した。

「ほうき星がやってくる」

(1) 投影期間

2024年4月2日～4月26日

(2) 内容

2024年はポン・ブルックス彗星(12P)と紫金山アトラス彗星(C/2023 A3)が近日点通過し、日本からも観測が期待される。各彗星の軌道や特徴を紹介し、見ごろとなる時期や観察方法などを解説する。

(3) 資料収集、調査研究の成果

浅田(2023)、沼澤(2023)をもとに、科学館のプラネタリウムで使用しているソフト「ステラドーム Pro」を用いて、ドームに投影することで各彗星の見え方を検証した。紫金山アトラス彗星は、9月28日の近日点通過後の10月12日から20日頃、日没後西の空での観測条件が良い。また、13日ごろは日没時の高度が低いアンチテイルが見える可能性がある。

(4) 番組の構成

① 彗星の正体

毎年決まった時期に同じ時間帯に見える恒星と異なり、彗星はその時々だけ現れる。彗星は、イオンテイルとダストテイルの2本の尾をもつ特徴的な見た目、ほうきのような形から「ほうき星」と呼ばれる。その正体は氷と砂の混じった天体である。

② 彗星のふるさとへ

宇宙へ向かい、太陽系を俯瞰して、彗星のふるさとを探る。彗星は太陽系内の天体で、公転軌道は細長い楕円や放物線、双曲線を描く。比較的短い周期で巡る彗星は海王星以遠のカイパーベルトからやってくる。周期が数千年、数万年を超える彗星は、さらに遠くオールトの雲からやってくると思われる。

彗星は、太陽から離れた場所では氷の塊のままであるが、太陽に接近すると熱で氷

が解けて尾が伸びる。時間経過に伴う彗星の動きや活動の変化を、ハレー彗星を例に紹介する。

③ 接近する2彗星

2024年は、2つの彗星が接近する。ポン・ブルックス彗星と紫金山アトラス彗星の軌道を表示し、2024年4月1日から11月1日までの地球、太陽との位置関係の変化を宇宙から観察する。ポン・ブルックス彗星は4月21日に、紫金山アトラス彗星は9月28日に近日点通過し、その前後で尾が長く伸びる様子がわかる。尾は太陽の反対側に伸び、進行方向とは一致しない。

④ 彗星を観察しよう

各彗星の日本(川崎)からの見え方を予想する。ポン・ブルックス彗星は、4月1日から5月1日までの1日ごとの見え方を再現。日没後西の低空で観察好機であるが、最大で4等級と街中での観察は厳しい。紫金山アトラス彗星は、近日点通過前9月20日から9月28日まで日の出前と、近日点通過後の10月11日から11月1日まで日没後の様子をそれぞれ再現する。日の出前の空では観察が難しいが、10月11日以降は日を追うごとに太陽からの角度が大きくなり、条件が良ければ長い尾を伸ばす姿を観察できそうだ。彗星は、近日点を挟み見える時間帯や方角が変わる。また、明るさの予報は外れることも多く、最新情報のこまめなチェックが重要である。

(5) 演出上の工夫

各彗星の等級は、投影期間の時点で予想に幅があったため、明るさを可変にし、解説の際に、手動で変えられるようにした。これにより、最も楽観できな予想、見えづらい場合の予想など、最新情報に合わせた解説が可能となった。

「コンピュータの中の宇宙」

(1) 投影期間

2024年4月27日～5月31日

(2) 内容

プラネタリウムが誕生して100年を記念する企画のひとつとして、光学式プラネタリウムとデジタル式プラネタリウムの違い

や、デジタル式だからこそできることを紹介しながら宇宙旅行に出かける。

(3) 資料収集、調査研究の成果

当館で使用しているデジタルプラネタリアムのひとつユニビューはアメリカ自然史博物館等がNASAの協力のもとに構築した3次元宇宙データ **Digitar Universe** を搭載している。**Digitar Universe** はヒッパルコス衛星による10万を超える恒星データの他、系外惑星、星雲星団銀河等の膨大なデータを含んでいる。

(4) 番組の構成

①デジタルプラネタリアムとは

星空は光学式プラネタリアムで投影しているが、光学式とデジタル式が同期しており、星座の絵(線)、方位や座標はデジタルプラネタリアムを使って投影している。

プラネタリアムは元々惑星の位置(視運動)を正確に再現するために開発された。100年前に発明された機械式プラネタリアムは歯車仕掛けで惑星の動きを再現した。

デジタル式は惑星の軌道運動をシミュレーションにより再現している。

②光学式とデジタル式の違い

地上での惑星の動きを見た後デジタル式で惑星軌道を表示し、各惑星の軌道データからシミュレーションし、地上と宇宙での見え方を再現していることを解説する。

その後、宇宙空間へ移動し、太陽系を俯瞰する。惑星だけではなく小惑星、彗星などの軌道もシミュレーションできる。

いくつかの惑星に接近して、その姿や衛星などを見る。

③宇宙の果てまで

太陽系を離れて恒星間の宇宙を飛行する。さらに銀河系の外まで飛行して大規模構造の見えるところまで遠ざかる。

大規模構造が扇形に見えるのは観測できない部分があるため、実際に観測されたデータに基づいてデジタルプラネタリアムは作られている。

④まとめ

デジタルプラネタリアムには観測によって現在分かっている宇宙のすべてが収めら

れている。コンピュータの中に再現された宇宙を自由に移動することで宇宙のあらゆる場所を旅することができる。

宇宙の理解の進歩とともにプラネタリアムも進化してきた。観測と理論の進歩とともにコンピュータの中の宇宙も進歩してくだろう。

(5) 演出上の工夫等

当館ではステラドームプロとユニビューという2種類のデジタルプラネタリアムが搭載されているが、今回はユニビューを使用した。

「X線で見える宇宙」

(1) 投影期間

2024年6月

(2) 内容

天文学では光の情報から研究が進められる。今回は光の一つ、X線を使って見えてきた宇宙の姿を紹介した。

(3) 資料収集、調査研究の成果

X線は大気に吸収され地上から観測する事ができないため、天文学の分野においてあまり注目されていなかった。しかし、強いX線を放つ天体が観測されるようになり、X線を放つような高エネルギーの天体の研究が進む。近年ではX線観測衛星の活躍により、ブラックホール周辺の環境や銀河団内の暗黒物質の分布観測などが進められ、天体や宇宙の構造を明らかにしようとしている。

(4) 番組の構成

①X線天文学のはじまり

1950年代には太陽からX線が出ていることは知られていた。しかし、X線は地球の大気に吸収されてしまうため、太陽より遠くにある星からのX線は地上まで届かない。また、地球から観測できるほど強いX線を出すような天体や現象はないと考えられていた。ところがアメリカで行われたロケット観測の際にさそり座の方向から強いX線が観測されたことをきっかけに、X線による観測研究が進められていくようになった。

②日本のX線天文学の歩み

さそり座の方向から観測された X 線源は、当時の検出器の精度ではやってくる方向を正確に求められなかった。そこで、小田稔が精度の良い検出器「すだれコリメーター」を開発した。また、同時期頃から衛星による観測もされるようになり、日本で初めて運用された X 線天文衛星「はくちょう」によって、初めてブラックホールの候補天体が発見された。

③X 線で見える宇宙の姿

X 線はエネルギーが高い熱くて活動的な現場を観測するのに適している。重力が強いところは高温高压になることから、ブラックホールや中性子星といった重い天体の存在が X 線の観測をきっかけに裏付けられた。また、銀河団内を満たすプラズマガスは想定よりもまとまっていることや、銀河の分布と必ずしも一致しないものもあることがわかってきた。これは、銀河団内のダークマターの分布が影響していると考えられている。

(5) 演出上の工夫等

さそり座 X-1 が初めて観測されたとき、観測方向と月の位置の違いを表現するため、観測された日に遡る演出を加えた。X 線全天観測データを衛星が実際に運用する高さまで上昇して表示することで臨場感を演出した。BGM を工夫しテレビのドキュメンタリー番組の雰囲気を出した。

「かわさきの星空 100 年」

(1) 投影期間

2024 年 7 月

(2) 内容

2024 年川崎市制 100 周年を記念し、これまでの 100 年間で川崎市の発展と星空での出来事を振り返る。

(3) 資料収集・調査研究の成果

川崎市市民ミュージアムから、市制施行した 1924 年当時の様子を物語る資料として、「川崎市鳥観図」、1960 年～70 年代初頭に撮影された工業化した臨海部の写真 2 点を提供いただいた。また、川崎天文同好会小川誠治氏から、1997 年に川崎市役所前で撮影されたヘールボップ彗星の写真を提供い

ただいた。現在の川崎の風景として、2023 年に完成した川崎市役所本庁舎の 25 階展望デッキからの景色、生田緑地中央広場の景色を撮影し、スカイラインとして加工した。

市制施行した 1924 年 7 月 1 日をプラネタリウムで再現したところ、木星土星が宵の南の空で明るく輝き、深夜になると、火星が存在感を示す。同年 8 月 22 日には、火星が 20 世紀最大の接近となり、地球からの距離は 5578 万 km であった。

(4) 番組の構成

①100 年前の空へ

2024 年、川崎市は市制 100 周年を迎えた。市制施行以来の 100 年間の川崎の街の歩みと星空での出来事を振り返るため、100 年前へとさかのぼる。宇宙へ飛び出し、太陽系を俯瞰する視点から時間をさかのぼり、惑星の動きを観察し、1924 年 7 月 1 日の川崎に着陸する。誕生当時の川崎市は人口が約 4 万 8 千人。街明かりは現在よりも少なく、星がよく見えたと考えられる。

②1950 年代の出来事～流星観測～

1955 年 8 月、東京天文台と川崎市立西生田小学校の 2 地点で流星の 2 点観測が実施された。この観測は当時の東京天文台講師富田弘一郎氏が実施したもので、当館にも縁のある箕輪敏行氏のほか、市民や学生が参加した。観測野帳には、当館でもプラネタリウム解説を行っていた河原郁夫氏の名前も記載されている。(弘田・國司,2017)

③1960 年～70 年代の出来事～工業化と科学館開館

市内南部では市街化が進み、工場の煙などにより星はほとんど見えなくなった。「川崎の子供たちに星空を見せたい」という市民の願いを受けて、1971 年 8 月川崎市青少年科学館が開館し、プラネタリウムで満天の星を見られるようになった。1972 年に川崎市は政令指定都市へ移行、翌 1973 年には人口が 100 万人を突破した。

④1980 年代～90 年代 彗星の接近

1982 年には、宮前区、麻生区が分区し、7 区体制となった。1986 年ハレー彗星が接近する。接近当時科学館職員が写真撮影に

成功したが、北半球からは高度が低く、観測条件は厳しかった。次の接近は 2061 年である。

1997 年には、ヘールボップ彗星が接近した。核が約 50km と巨大な彗星で、最大光度が -1 等級の肉眼彗星となり、川崎の市街地からも見る事ができた。

⑤2000 年代以降

21 世紀最初の年はしし座流星群大出現が見られ、2012 年には川崎では 173 年ぶりとなる金環日食が市内全域で観測された。金環日食では早朝から生田緑地に約 1000 人が集まり、金環となる 7 時 30 分過ぎには大歓声があふれた。

⑥そして現代へ

100 年間に川崎市は大きく発展し、星空でも様々な出来事が起こった。2024 年の川崎の街並みを見ながら明日の夜明けを迎える。

(5) 演出上の工夫

本番組は、川崎市制 100 周年記念事業の一環として実施した。場面①離陸時は、臨場感を出すため、スカイライン画像を回転しながら下降する演出を加えた。場面⑥夜明けから日の出のシーンでは、川崎市歌を BGM として使用した。

「天の川はどこにある？」

(1) 投影期間

2024 年 8 月

(2) 内容

川崎ではなぜ天の川が見えないのか、その理由として都市部の光害が挙げられる。光害の影響のない暗い夜空が保たれた星空保護区では、人々が古代から見上げてきたのと同じように、天の川の輝く星空を見ることが出来る。地球から離れ宇宙へ視点を広げると、太陽は銀河の無数の星の一つに過ぎず、円盤状に広がった星の集団は、横から見ると光の帯のように見える。これを地上から見たものが天の川であり、私たちの住む天の川銀河そのものの姿である。

(3) 資料収集、調査研究の成果

天の川の海外での呼称を調べ、文化や地域と結びついた名前と呼ばれていることを

投影の内容として盛り込んだ。ニュージーランドをはじめとしたポリネシア地域では、Harris, P. et al. (2013) などによると、半神半人の神マウイが天空にサメを浮かべて天の川としたと言われている。また、天の川は天空の海だと考えられており、神々がこの海を航海する際のカヌーの名前が、long shark を意味する「マングロア (Mangoroa)」で呼ばれている。

地球上で天の川が見えない場所がどれくらいあるかについて、日本経済新聞の記事と、引用元であるサイエンスアドバンス誌の論文 (Falchi, F et al., 2016) を参考にして内容に取り入れた。

(4) 番組の構成

①街中で天の川が見えないのはなぜか？

川崎市内では天の川は見る事ができず、空のどこにあるのかもわからない。神奈川県内で天の川が見える場所の一つである、三浦半島の城ヶ島へ。市街地から離れた場所では、夜空を照らす照明が少ないため、暗い夜空で天の川を見ることが出来る。市街地での照明には、道路や公園の街路灯、飲食店の看板、道路標識などがあり、照明の形によっても夜空への影響は変わってくる。傘がなく、四方八方へ光を出す街路灯からは、上方へともれ出る光が多く、夜空を照らす光となり星は見えにくくなってしまふ。傘によって上方光束が抑えられ、足元など必要な場所のみが照らされる街路灯を使うことで、夜空はもっと暗くなる。

②天の川を下って南天の星空へ

日本では“天の川”と川になぞらえて呼ばれてきたが、他にどんなものが連想できるだろうか。いて座の星の並びをティーポットになぞらえて、ポットから立ち上る湯気のように見立てることも出来る。世界各地では、ギリシャ神話を元にした“ミルクの道”、土地を流れる大河になぞらえた“天のナイル”“天のガンジス”といった呼び名がある。

天の川はどこまで続いているのか、川を南へと下り、ニュージーランドのテカポの星空へ。天の川はいて座の方向でひと際濃くなり、さらに南へと途切れることなく続いている。ニュージーランドをはじめとしたポリネシア地域では、天の川は“マングロ

ア（マウイ語でサメの意味）”という、神が天の海を航海する際に乗る船の名前で呼ばれている。星をたよりに海を渡ったポリネシアの人々にとって、船と星空は密接に結びついている。

人々が古代から見上げてきた天の川の見える星空は、現代では失われつつある。ダークスカイ・インターナショナルにより、空を照らす人工の光を減らし、星空を守る活動が国際的な取り組みで行われている。光害の影響のない暗い夜空を保つ活動が行われているニュージーランドのテカポをはじめとした地域が星空保護区に認定されており、日本でも4か所が認定を受けている。

③宇宙から見た地球

光害は地上から宇宙へともれ出る光によって起こる。宇宙から見た夜の地球は、都市部を中心に、夜空を照らす人工の光で明るく輝いている。日本の約70%、欧州の約60%、北米の約80%の人々は天の川が見えない都市部に住んでいる。一方、アフリカでは約80%の人が人工の光のない場所で生活している。全地球では36%、およそ3人に1人は天の川を見ることのできない光害のもとで暮らしている。

④天の川とは何か

地球、そして太陽系を離れ、恒星間空間を進み、私たちの住む星の大集団である銀河が見えてくる。約2千億個の星からなる天の川銀河は、約10万光年の直径を持つ棒渦巻銀河であり、太陽系は中心から約2万6千光年離れた場所にある。銀河の円盤の厚さは約2千光年しかなく、横から見るとまるで光の帯のように見える。この光の帯こそが天の川であり、地球からみた天の川銀河そのものの姿である。もしも将来川崎が星空保護区になれば、私たちの住む銀河の姿をいつでも見て感じるができるだろう。

(5) 演出上の工夫等

街明かりによる光害の影響をドーム内で再現した。ドーム内に満天の星が映し出されている状態で、青光を一時的に強くして光害を疑似的に作り出し、光害によって実際に星が見えにくくなる様子を体験できるようにした。

地上で見る天の川そのものが天の川銀河であることを伝えるため、宇宙空間で天の川銀河全体を俯瞰したあと、円盤を横から見る視点へと移動し、光の帯のように広がる様子を見たそのまま、クロスフェードするように地上からの天の川に切り替わる演出をおこなった。具体的には、投影期間中の午前0時の天の川的位置（南西から北東への向き）に合うように、天の川銀河を横から見る視点を決め、デジタルから光学式への切り替えをおこなった。

「月を見上げて」

(1) 投影期間

2024年9月

(2) 内容

中秋の名月にちなみ、月の形や模様などを紹介する。

(3) 資料収集、調査研究の成果

川崎市立日本民家園から提供の資料を基に多摩地域でのお月見飾り、風習についてを番組内で取り上げた。

(4) 番組の構成

①導入

2024年9月17日は中秋（十五夜）にあたり、各地でススキや団子を備える風習がある。日本民家園のお月見飾りを紹介し、多摩地域独自のお月見の風習について解説した。また、10月15日は十三夜の後の月で、月の形になぞらえ栗名月などとも呼ばれる。

②満ち欠けする月

月は約1か月の周期で満ち欠けを繰り返す。満月にみられる模様はウサギの餅つきなどに例えられる。

また、満ち欠けしても模様の見え方が変わらないことから、月は常に同じ面（表側）を地球に向けていることが分かる。

③月の表面

月の表面を詳しく見る。月表面の明るい部分は高地と呼ばれ、多くのクレーターが見られる。暗い部分は海と呼ばれ、巨大な深いクレーターにマグマがたまってできたと考えられている。

④月面へ

月に近づき、月面上空を飛行して表面を眺め、月の地平線から地球が昇る様子を見る。

月面に着陸して夜空を見ると、月の自転に伴い星々は動いていくが地球は常に空の同じ場所に見えている。また、約1か月の間に地球が満ち欠けする様子が見られる。

⑤まとめ

月は地球から最も近く身近な天体であり、暦を作る基になるなど人々の生活とも縁が深い。現在、月への有人探査が計画されているが、誰もが月から地球を眺める日がやってくるかもしれない。

(5) 演出上の工夫等

多摩地域のお月見の例として民家園に展示された十五夜飾りの画像を紹介した。

地上の星空で月を投影したまま月を回転、拡大させることで表面の地形や裏側との違いを解説した。

月面から見た「地球の出」を演出するため、ステラドームで月面上空を飛行するシーンを作成した。

「渦巻星雲の正体」

(1) 投影期間

2024年10月

(2) 内容

秋の星座アンドロメダ座にある渦巻星雲M31は天の川の中にある天体なのか、それとももっと遠くにあるのか、100年前に導き出された答えは、宇宙への理解を大きく変えることになった。遠くの天体までの距離の測り方と宇宙の広がりについて解説する。

(3) 資料収集、調査研究の成果

「星雲」が星の集まりであるという考えは古くからあり、1755年カントの島宇宙説と星雲起源説などが知られる。

(4) 番組の構成

①導入

アンドロメダ座のM31は渦巻き型の星雲。夜空には他にも同じような天体が数多くある。

それらが星の集まりではないかと考えた

天文学者もいたが、天の川銀河の中にあるのか外側にある別の星の集団なのか分からなかった。

20世紀はじめ、宇宙の大きさについて世界の天文学者を2分する大論争があった(1920年4月26日シャプレーの大銀河説とカーティスの島宇宙説の大論争)。

②セファイドの観測

決着の決め手となったのはリーヴィットが発見したケフェウス座 δ 型変光星(セファイド)の周期光度関係で、変光周期が同じなら絶対光度が同じという性質を利用して距離を測ることができる。

1923年10月6日ハッブルがM31にセファイドを発見。12個のセファイドを観測し1924年の論文でM31までの距離を約90光年と発表した。

その後1952年にバーデが変光星の周期光度関係に修正を加え、M31がハッブルの見積もりよりもおよそ2倍遠いことが分かった。現在ではM31の距離は約250万光年とされている。

③銀河の宇宙

M31の距離が明らかになったことはシャプレーとカーティスの論争に決着を与えた。M31は銀河系の外にある銀河であり、天の川銀河の約2倍の質量をもつ銀河である。

さらに、宇宙は多数の銀河でできている。現在ではハッブル宇宙望遠鏡により40Mpc(約1.3億光年)までセファイドを観測できる。より遠くの銀河の観測はIa型超新星などのより明るい標準光源が使われる。

④まとめ

遠くの銀河の観測により宇宙の膨張率(ハッブル定数)を正確に求めることが究極の目的。これによって宇宙の大きさや年齢といった宇宙の基本的なプロフィールが明らかになる。

(5) 演出上の工夫等

光学式の星空にユニビューの銀河、星雲を拡大表示し、宇宙には多数の星雲があることを表現した。

ケフェウス δ とM31のセファイドの変光を表現するため惑星投影機をそれぞれの位置に割り当てて変光させて解説した。

「食」の秋

(1) 投影期間

2024年11月

(2) 内容

皆既日食や土星食をはじめとした様々な“食”の現象を取り上げ、珍しい食への興味を深めると共に、なぜ食が起こるのかについて解説する。

(3) 資料収集、調査研究の成果

2024年4月8日の北米皆既日食をアーカーソン州ラッセルビルで観測し、撮影した日食画像を番組素材として活用した。また、同観測地で撮影された全天動画を、撮影者（齋藤美和氏）の許可を得て番組内で使用した。部分食や皆既中は音声なしで約5倍速、皆既食の始まりと終わりの部分は音声ありで実速度とし、全体を2分20秒の動画に編集した。皆既前後の空の明るさの変化や、地平線上に広がる夕焼けの赤い光、さらに現地での生の歓声や鳥の鳴き声、風の音などを通して、実際の現地での雰囲気を実感的に体験することができた。

2023年12月12日のベテルギウス食は、トルコで実際に観測を試みたが、残念ながららくもりで観測成果は得られなかった。観測準備で得た知識や、観測に成功した他チームによる観測データを活かして番組に取り入れた。

(4) 番組の構成

①皆既日食を全天実写映像で体験

天文現象としての“食”についてふれ、珍しい食の現象のひとつとして真っ先に挙げられる皆既日食を、2024年4月8日の実際の映像で体験する。日食は月によって太陽が隠される現象であり、かつては「日蝕」という字が使われていた。文字通り、太陽が虫食いのように食べられる様子を示している。

②月や小惑星によっておこる“食”

日食以外にも、月によってさまざまな天体が食べられる現象がある。惑星食の例として12月8日の土星食、恒星食の例として12月14日のすばるの食を再現し、土星の環や星団の星のひとつずつが月によって隠されていく様子を見る。どちらも、惑星や恒星

の前を、月が西から東へ横切っていく。

また、小惑星によって恒星が隠される食（掩蔽）として、2023年12月12日に起こったベテルギウス食を再現。ベテルギウスは約12秒かけて、0.5等から約4等まで減光した元の明るさに戻った。ベテルギウスのような1等星の掩蔽は大変珍しく、千年に一度あるかどうかといわれる現象である。

③“食”はなぜ起こるか

宇宙空間における地球、月、木星や土星、すばるの位置関係を地球側の視点から見る。月と惑星の公転軌道は傾きがそれぞれ異なるため、重なる場所に同時に天体がやってくる時にのみ食が起こる。また、恒星は太陽系の外側にあり、月や小惑星らの太陽系天体が通り道に近いところにある恒星を隠すことで食が起こる。

④2035年は日本で皆既日食を見よう

これから日本で起こる食の中でも、とっておきは2035年9月2日の皆既日食である。川崎では部分日食しか見られないが、皆既帯の通る能登半島～群馬～栃木のあたり、例えば宇都宮まで行くと見ることができる。珍しい食の現象をぜひ楽しみにしてほしい。

(5) 演出上の工夫等

土星食、すばるの食において、月がそれぞれの天体の前を横切ることで起こる様子を再現するため、光学式とデジタルの映像を切り替えて演出をおこなった。土星食では、望遠鏡での視野のような丸い窓を表示させ、その内側のみにデジタル映像が出るようにし、望遠鏡で土星と月を拡大して実際に観察しているような演出をおこなった。すばるの食では、光学式の夜空から、すばると月が空全体に広がるデジタル映像へと切り替えて、月によってすばるの星一つ一つが順に隠されていく様子を観察できるようにした。

ベテルギウス食を再現するため、ベテルギウスの明るさを段階的に細かく制御して調光することで、スムーズな明るさの変化となるよう工夫した。

2035年9月2日の皆既日食では、川崎での部分食を再現したあと、緯度を北へ変化させて宇都宮付近（北緯36.3度）まで行き、皆既食となる様子を再現した。投影機で再

現できる皆既食に加えて、地平線上が 360 度夕焼けとなる演出を経験を元に追加した。

「太陽の素顔」

(1) 投影期間

2024 年 12 月

(2) 内容

太陽活動が極大期に差し掛かり、科学館の太陽望遠鏡でも多くの黒点が観測されている。2024 年は大規模なフレアが頻繁に発生し、日本国内で低緯度オーロラの観測報告が相次いだ。

太陽活動と太陽風、オーロラについて解説する。

(3) 資料収集、調査研究の成果

名寄市立天文台から低緯度オーロラの画像を提供いただいた。

科学館の太陽望遠鏡で観測した画像を用い、極大期と極小期の太陽表面の様子を紹介した。

(4) 番組の構成

①導入

最近太陽活動が活発になっており、フレアの発生はニュースでも取り上げられている。無線通信に障害があるなど社会生活にも影響が大きい。また、北海道や日本海側では低緯度オーロラが観測された。

②オーロラ

川崎を離れ北へ向かう。北海道あたりで北の地平線に低緯度オーロラが見えてくる。

地球上空から見るとオーロラは極域を取り囲むリング状に現れることが分かる（オーロラオーバル）。太陽活動が活発になり、大規模なオーロラが発生するとオーロラオーバルの発生する範囲が広がり、日本などではオーロラの上部が地平線に見える。

③太陽の姿

太陽の表面には黒点と呼ばれる模様が見られる。黒点は常に形状や数が増え、太陽活動が活発になると黒点が増え、約 11 年の周期で増減を繰り返している。

H α 光で観測するとプロミネンスが観測できる。これらはいずれも科学館の太陽望遠鏡で観測できる。

④質量放出とオーロラ

太陽からはプラズマの粒子が放出され、太陽風と呼ばれている。地球に到達した太陽風は地球の磁場に捕らえられ極域に流れ込む。太陽風のプラズマと地球大気分子が衝突して発光する現象がオーロラ。

⑤まとめ

変わらずに輝き続けるように見える太陽は実は常に変化している。太陽は地球にとってのエネルギー源であるだけでなくオーロラなどの自然現象を見せてくれたり、地球や私たちにも影響を与えるかけがえのない存在である。

(5) 演出上の工夫等

オーロラオーバルを地球上空から可視化するためオーロラ状のオブジェクトを地球の極域に貼り付ける演出を行った。

太陽フレアからの質量放出とオーロラ発生メカニズムは全天動画を使用した。

総括

科学館のデジタルプラネタリウムソフトにはステラドームプロとユニビュアの 2 つがあり、地上から見た天文現象を中心に解説する場合はステラドーム、宇宙空間の演出を中心に構成する場合はユニビュアと、番組の内容や演出によって使い分けている。

今後も、各デジタルプラネタリウムの特徴を活かした演出や、投影機の機能を活用した演出を研究し、見る人に分かり易く、楽しい番組を制作していきたい。

引用文献

浅田英夫, 2023. 星のゆく年くる年. 星ナビ, (279):48-57.

弘田澄人・國司眞, 2017, 富田弘一郎資料の保存と整理について, 川崎市青少年科学館紀要, (27):49-50

井上一・小山勝二・高橋忠幸・水本好彦, 2017. シリーズ現代の天文学 [第 2 版] 第 17 巻 宇宙の観測 III 高エネルギー天文学. 1-28pp., 日本評論社, 東京.

北尾浩一, 2018. 日本の星名辞典. 12-13pp., 株式会社原書房, 東京.

野尻抱影, 1976(初版). 日本の星「星の方言集」. 26-29pp., 中央公論新社, 東京.

沼澤茂美, 2023. 今年やってくる注目の彗星.

- 星空年鑑 2024, :13-19.
- 塚田健・福田麻友子, 2022. 2022 年度秋期特別展「星になった民具たち」. 115-119pp., 平塚市博物館, 神奈川県.
- 和名星座早見盤. (株)渡辺教具製作所., 監修 国立天文台 渡部潤一 (accessed on 2025-Jan.-11).
- JAXA ミッション | X 線分撮像衛星, XRISM JAXA <https://www.xrism.jaxa.jp/> (accessed on 2024-May.-12)
- NASA James Webb Space Telescope, <https://science.nasa.gov/mission/webb/> (accessed on 2024-Dec.-28)
- 日本天文学会天文学辞典, <https://astro-dic.jp/>
- 日本人の 7 割、天の川見えず 人工光が影響, 日本経済新聞. 2016 年 6 月 14 日, https://www.nikkei.com/article/DGXLASDG14H5S_U6A610C1CR8000/ (accessed on 2025-Jan.-11).
- The new world atlas of artificial night sky brightness, <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1600377> (accessed on 2025-Jan.-11).
- Online Available from Internet.
- Falchi, F. et al. 2016. The new world atlas of artificial night sky brightness. *Science Advances*, 2(6), e1600377. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1600377> (accessed on 2025-Jan.-11).
- Harris, P. et al., 2013. A review of Māori astronomy in Aotearoa-New Zealand. *Journal of Astronomical History and Heritage*, 16(3), 325-336. <https://www.sciengine.com/JAHH/doi/10.3724/SP.J.1440-2807.2013.03.08>