

プラネタリウム投影プログラム「探れ！天の川の姿」制作報告

江越航*

概要

当館では2024年8月1日から12月1日まで、「探れ！天の川の姿」というタイトルでプラネタリウム番組を投影した。この番組は、私たちの住む天の川の姿がどのようにして理解されてきたのか、天文学の歴史を追体験し、科学の進歩の歴史を知ってもらうことを目的に制作したものである。また、夏番組ということで、見頃となる天の川の見え方や方向などを伝えるとともに、新しいプラネタリウムの機能を利用して、3次元的に星空の中を移動し、非日常の気分を楽しんでもらうことも目的とした。本稿では番組制作に当たったコンセプト、製作した番組の内容について報告する。

1. はじめに

夏の夜空を彩る天の川は、街灯りのない暗く澄んだ場所で、淡い光の帯が空を横切っているように見える。大変淡い姿をしているため、大阪市内では街明かりが邪魔をして見るができない。

しかし七夕伝説に登場する空にかかる川として有名で、多くの方がよく知っている天体である。

天の川の正体は、約2,000億個もの星の大集団「天の川銀河」を横から見た姿であり、私たちもこの天の川銀河の中に住んでいる。

しかし、この天の川の姿は最初から明らかであったわけではない。多くの天文学者たちの観測の積み重ねで、現在の私たちが知っている天の川の姿にたどり着いている。

そこで2024年の夏番組では天の川を取り上げ、天の川の姿がどのようにして理解されてきたのか、天文学の歴史を追体験し、科学の進歩の歴史を知ってもらうことを目的に番組を制作した。

また天の川という言葉はよく知られているものの、実際それが空にどのように見えるのかを知っている方は多くない。今回は夏休み中の番組ということもあり、見頃となる天の川に注目してもらい、見え方や方向など、実際に観測する際の助けになるようにしている。

また、2021年度に更新したプラネタリウムの機能を活用し、3次元的に星空の中を移動することで、宇宙

は3次元的に広がりを持った空間であることを意識しながら、宇宙旅行の気分を楽しんでもらえるようにした。

以下において、この番組制作に当たったコンセプト、および制作した番組の内容について報告する。



図1 番組ポスター

2. 番組コンセプト

この番組は、私たちの住む天の川の姿がどのようにして理解されてきたのか、天文学の歴史を追体験し、天文学者たちの奮闘を知ってもらうことを目的に制作したものである。さらに、その歴史的経緯を通して科学の手法を伝えるとともに、科学の進歩は科学者たちの絶え間ない努力があつてのことであることを知ってもらうことを目指している。

そこで、何人かの天文学者を登場させ、それぞれの

*大阪市立科学館 学芸員
e-mail:egoshi@sci-museum.jp

天文学者の考え方と、その時代に天の川がどのように捉えられていたのかを紹介した。

最初にハーシェルを取り上げ、星の数を数え上げることで天の川の形を明らかにしようとした手法を紹介し、天文学は地道な観測の積み重ねであることを示した。

また、1920年のシャプレーとカーティスの大論争を取り上げ、多くの天文学者たちの議論を経て、天文学が進歩してきたことを紹介した。

また、セファイド型変光星という星があり、これが宇宙における距離の測る際に重要な役目を果たすことを示した。さらにこの星を用いてアンドロメダ銀河までの距離を測定したハッブルを取り上げ、宇宙の中での天の川銀河の位置付けが明らかになってきた様子を紹介した。

このように各時代の天文学者たちが、少しずつ天の川の姿を明らかにすることで、現在の私たちが知っている天の川銀河の構造が分かってきたことを示し、これらの歴史を通して、科学の手法を知ってもらうことを目指した。

3. 番組の構成

番組の構成は、次のように主に7つのパートに分けて作成した。以下に、各パートの内容を示す。

○イントロ

夏の夜、暗く澄んだ夜空には、天の川が見えている。その正体は、たくさんの星の集まりであり、また天の川に沿うように、星雲や星団と呼ばれる天体たちが分布している。天の川はどのような姿をしているのか、多くの天文学者たちが挑んできた。先人たちの観測を辿りながら、天の川の姿に迫る。

○地球一周

空を横切る天の川は、地面の下まで続いているようである。いったいどこまで続いているのか。南半球に行くと、南十字星や大小マゼラン雲など、日本からは見えない天体が見えてくる。



図2 地球を一周

さらに南極を超えて、地球を一周しながら確かめて

みると、天の川はぐるりと空を一回りしている。天の川は地球を取り囲むように広がっているのである。

○ハーシェル

天の川の姿の解明に本格的に取り組んだ天文学者にハーシェルがいる。天王星を発見したことで知られるハーシェルは、その後大きな望遠鏡を用いて、天の川銀河の構造の解明に挑んだ。その方法は、望遠鏡で天の川を観測し、地道に星の数を数えるというものである。星の多い領域ほど遠くまで広がっているとして、その形を決めた。こうしてハーシェルが考えた銀河系モデルが作られた。



図3 ハーシェルの観測



図4 ハーシェルの観測方法

○星雲・星団

ハーシェルは、望遠鏡を使って星団を観測することで、それらが星の集まりでできていることを知った。ハーシェルは、望遠鏡を使えば、すべての星雲は星に分解できると考え、大きな望遠鏡を作って観測を続けた。しかし、惑星状星雲と呼ばれる天体は、望遠鏡を使っても、雲のようには見えなかった。中には中心に星がある星雲もあった。さらには、渦巻星雲という、似たような姿の天体もあった。これはやはり星の集まりなのか、もしかしたら、太陽系のような天体ができる姿なのかもしれないという考えも生まれた。



図5 渦巻銀河と惑星状星雲の比較

○大論争

渦巻星雲はどのような天体なのか、1920年、2人の天文学者によって、大論争が行われた。シャプレーは、私たちの天の川が宇宙のすべてであり、渦巻星雲はその近くに存在する天体だと考えた。一方、カーティスは、渦巻星雲は多くの星の集まりであり、私たちの天の川銀河も、その1つに過ぎないと唱えた。

この論争は決着がつかなかったが、それは、渦状星雲までの距離が分からなかったからである。近くの星までの距離は、年周視差により知ることができるが、渦状星雲は遠すぎて、この方法は使えない。

しかし、別の方法が見つかった。それは、変光星という明るさが変わる星を利用する方法である。ハッブルは、アンドロメダ銀河の中に、この変光星を見つけ、距離を求めた。その結果、アンドロメダ銀河は、私たちの天の川銀河のはるか外にある、別の銀河であることが明らかになった。



図6 シャプレーとカーティスの大論争

○銀河

天の川銀河も、多くの銀河の一つであることが分かった。私たちは天の川銀河の中に住んでいるため、その形を直接見ることはできないが、20世紀に入り電波や赤外線観測から、他の銀河と同じように、渦を巻いた姿であることが明らかになってきた。

さらに地球を飛び出し、天の川銀河全体の姿を眺

めてみることにする。先ほど紹介した星雲や星団は、天の川銀河の中にある天体である。さらに遠く離れると、渦を巻いた、天の川全体の姿が見えてくる。そして大小マゼラン雲は、天の川銀河の近くにある別の銀河である。天の川銀河から離れたところに、アンドロメダ銀河が見えている。しかしこれも天の川銀河の近くにある天体である。宇宙にはこうした銀河が、無数に広がっている。



図7 天の川銀河を俯瞰

○エンディング

私たちは、天の川銀河という巨大の星の大集団の中に住んでいる。この天の川銀河の円盤に沿って、多くの星やガスが密集しており、空に見える天の川の姿を形作っている。夏の夜空を見上げながら、私たちが住んでいるという天の川銀河の姿に思いを巡らせてみて欲しい。

4. 内容の検討

今回の番組は、以下のようなスケジュールで制作を行った。

- ・ 4/12 番組構成案提出
- ・ 4～6月 随時サンプルプログラム作成、プラネタリウム担当で意見交換
- ・ 5月ポスター制作
- ・ 7月初旬プラネタリウム担当者内試写
- ・ 7月中旬プログラム修正
- ・ 8/1 投影開始

番組の制作は、投影開始の1ヶ月前である7月初めには、ほぼ骨組みを作った。通常はこの後、学芸課内、さらに科学館職員の間にて試写会を行い、内容の修正を行っている。しかし今回はちょうど展示改装の作業が終盤となり職員の余裕がなかったこと、プラネタリウム新規採用スタッフの投影練習、および案内を担当する業者も代わったために、プラネタリウムでの研修のためホールが使用できなかったことから、主にプラネタリウム担当者内でのみ検討した。

5. 不具合の処置

5-1. プログラムのハングアップ

投影開始後、「大論争」のパート終了後、「銀河」のパートから BGM が流れなくなるエラーが時折生じた。これは、Media Globe Σ SE の Studio がハングアップしたことが原因であった。また同じく、「銀河」のパートで、Media Globe Σ SE の IG がハングアップし、ドームの映像の 1/4 が欠けてしまうという症状が生じた。

なぜハングアップするのか、理由ははっきりしないが、「大論争」パートの最後、アンドロメダ銀河動画をズームアップさせながら移動させていたため、負荷がかかっている可能性を考え、以下のような修正を行った。

- 動画の解像度を荒いものに変更（容量は約 40MB → 約 10MB に）
- 動画に音声トラックが含まれていたのを削除
- アンドロメダ銀河の方向から、移動しながら動画をズームアップする演出を、単に正面で動画を流す演出に変更
- プログラム中、明示的に動画の STOP コマンドを追加

この変更により、以後不具合は生じなくなった。

5-2. 意図しない動きの修正

「銀河」のパートで天の川銀河を俯瞰する際、時々逆方向に銀河が回転する現象が生じた。このパートでは、次のような順で視点を移動している。

①最初に

カメラ位置 継続時間:10 天体:太陽 座標:銀河 L:179.999988796399 B:50 R: 500000000 AU カメラ方向 継続時間:10 天体:太陽 座標:赤道 H:-1.3987021057803E-08 P:50 R:-3.18055468146352E-15
--

で太陽を中心になるよう、カメラの位置・方向を設定して、太陽から離れていく。

②次に

カメラ位置 継続時間:10 天体:太陽 座標:銀河 L:180 B:50 R:2000000000 AU

でさらに、カメラ方向はそのまま、銀河全体が見える位置までカメラ位置を離す。

③その後

カメラ位置

継続時間:15 天体:天の川
 座標:銀河 L:270 B:-30 R:20 kPC

カメラ方向

継続時間:15 天体:天の川
 座標:銀河 H:90 P:30 R:0 D:0

でカメラ位置と方向を変化させながら、天の川を中心に回転している。

②でLの座標の端数を繰り上げ、180にしている。これが何かのはずみで180.1など、180を超えた値になると、③のスキプトの実行の際に逆回転することが分かった。そこで、②で設定するLの座標を、少し余裕を見て179に修正したスキプトに入れ替えたところ、逆回転することはなくなった。

5-3. バックアップマクロの作成

投影中、ドーム映像が欠けるなどの不具合が生じると、投影を中断する必要が生じる可能性がある。そこで、ハングアップした際も投影が継続できるよう、バックアップマクロを作成した。

これは、Media Globe Σ SEの書き出し機能を利用し、あらかじめスキプトを実行した結果をドームマスターの連番ファイルに書き出し、動画ファイルに変換、アマテラスサーバーに保存し、これを再生するようにしたものである。幸い、実際に使用する機会はなかったが、バックアップ手法を検討する上で、サンプルとして作った。

6. おわりに

今回のプログラムは、夏休み中の番組ということもあり、まずは夏の夜空を彩る天の川をプラネタリウムで楽しんでもらうことを目指した。大阪では天の川を見ることはできないが、夏休み中の旅先などで、実際に観測する際の助けになることも考慮している。

さらに、プラネタリウムの機能を利用して、天の川の中を3次元的に移動することで、天の川の広がりを感じつつ、宇宙旅行の気分を楽しんでもらった。

そして、こうした天の川の姿は、多くの天文学者たちの観測の積み重ねで分かってきたものであることを示し、これらの歴史を通して、科学の手法を知ってもらうことを目指した。

単に映像により非日常の感覚を楽しんでもらうだけでなく、いかに天文学・科学の普及を行うか、番組内での両者のバランスのあり方の検討、演出手法の向上が、今後も必要と考えている。