

プラネタリウム投影プログラム

「見えない宇宙のミステリー～謎の光・X線をとらえろ～」制作報告

江越 航*

概要

当館では2017年3月から5月にかけて、「見えない宇宙のミステリー～謎の光・X線をとらえろ～」というタイトルでプラネタリウム番組を投影した。この番組は天文学の分野の一つ、X線天文学について取り上げた内容であり、X線を観測することで初めて知ることができる、超高温でダイナミックな宇宙の姿を紹介するものである。本稿では番組制作に当たったコンセプト、制作した番組の内容について報告する。

1. はじめに

X線天文学は、1962年にジャコーニらがロケット観測で、最初に太陽系外からのX線源さそり座 X-1 を発見したことに始まる、比較的新しい天文学である。

この分野では日本も1979年にX線天文衛星「はくちょう」を打ち上げて以来、6機のX線天文衛星を継続的に打ち上げて、世界の天文学をリードしてきた。昨年2016年には残念ながら姿勢制御のトラブルで運用停止となったものの、最新の衛星「ひとみ」も打ち上げられた。科学館でも展示場の4階に、1983年に打ち上げられた「てんま」を展示している。

X線天文学は、宇宙の超高エネルギー現象を教えしてくれる、天文学の重要な一分野であるが、物理的要素が強く、一般の来館者にはなじみ深いとは言えない。そこで、昨年新しいX線天文衛星が打ち上げられた機会に、X線天文学について紹介する番組を制作した。

以下においては、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。

2. 番組コンセプト

当番組では、宇宙からは目では見えないX線という電磁波がやってきていること、および、このX線を調べることで新しい宇宙の姿が見えてくること、という2点を伝えることを目的として制作した。

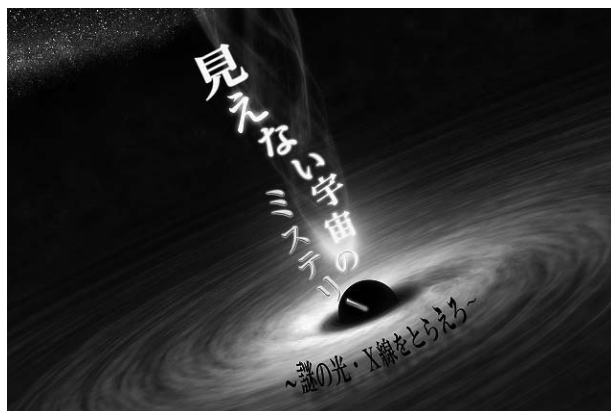


図1 番組ポスター (Credit: NASA/JPL-Caltech)

人類は長い間、可視光線という限られた領域の電磁波で宇宙を観測してきた。これは、X線が大気を通り抜けられないためである。X線で観測するためには、ロケットや人工衛星によって、大気圏外から宇宙を観測する必要があった。そのため最近まで、宇宙からやってくるX線をとらえることはできなかった。

X線は1895年、ドイツのレントゲンによって発見された電磁波である。病院でよく利用されることから、一般の来館者にもレントゲンという言葉は知られているといえる。しかし、体を突き抜けて内部を知ることができる見えない光、という以上のことは、ほとんどなじみのないものと考えられる。

宇宙でX線を出す天体は、非常にエネルギーの高い天体であり、そこでは地上では到底達成できない、強い重力や磁場、超高温現象が生じている。それは、

*大阪市立科学館学芸グループ
e-mail: egoshi@sci-museum.jp

ブラックホールや超新星残骸といった天体によるもので、それまでの天文学では観測されてこなかった、新しい宇宙の姿を教えてくれるものであった。

今回の番組は、こうしたX線という新しい種類の電磁波を観測することで初めて知ることができる、超高温でダイナミックな宇宙の姿を紹介する内容になっている。

3. 番組の構成

番組の構成は、次のように主に 6 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

X線天文衛星ローサット衛星が撮影したオリオン座付近の写真みると、有名なオリオン座も、X線で観測すると全く違った姿に見えることが分かる。このプラネタリウムでは、X線でとらえた宇宙の姿を紹介する。

- ・ X線で観測したオリオン座の写真
- ・ X線と可視光線で観測したオリオン座の写真と比較する
- ・ 星空が、普段の星空からX線で観測した星空へと変化
- ・ タイトル

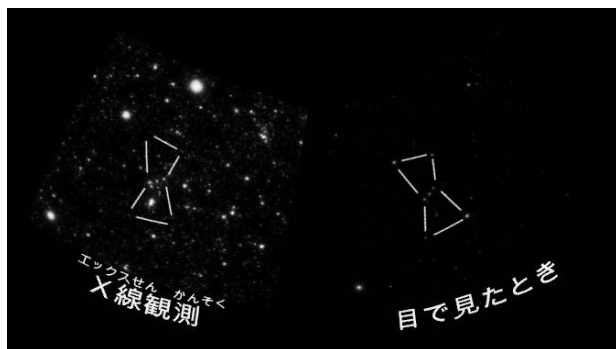


図2 X線と可視光線で観測したオリオン座の比較

○X線とは

X線とは病院でおなじみのレントゲンのことである。レントゲンでは後ろにX線発生装置があり、そこから出るX線を体に当てて、通り抜けたX線を撮影している。

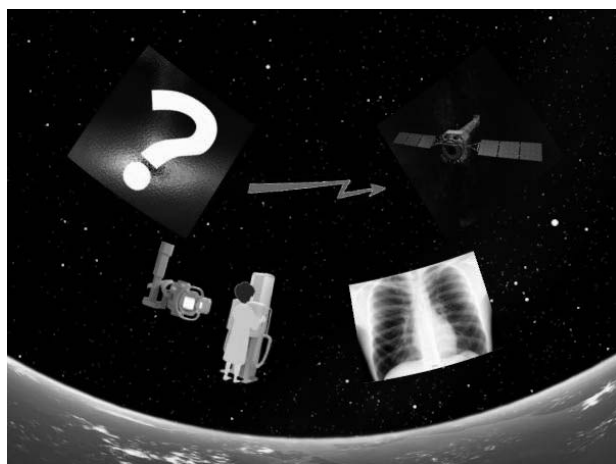


図3 X線をとらえる方法の説明

X線天文衛星も同様に、宇宙にX線を出す天体が存在して、そこからやってくるX線をとらえている。

- ・ 胸部レントゲン写真と、その撮影の原理を説明
- ・ X線を出す天体と人工衛星の関係を、レントゲン写真を撮影する場合と比較
- ・ X線天文衛星が天体からやってくるX線をとらえる様子を動画にて紹介

○星からのX線

X線と可視光線で観測したオリオン座の写真と比較すると、全く違う姿をしているが、よく見ると三ツ星のところはどちらも輝いている。

X線を出すのは、とても高温の星である。太陽からもX線が出ているが、それほど強くない。オリオン座の三ツ星は、O型星という高温の特別な星なため、X線でも輝いている。

- ・ X線と可視光線で見たオリオン座を比較して、三ツ星の部分が同じであることを確認
- ・ 星からのX線の例として、太陽を可視光線とX線で観測した動画を紹介
- ・ 激しく活動する星の全天周動画を出して、三ツ星は特別な星であることを説明する

○超新星残骸

ローサットが撮影したオリオン座付近のX線写真には、非常に明るい天体が写っている。このX線を出している場所の一つが、超新星残骸と呼ばれるものである。

星の中にはその最後に大爆発を起こして、粉々になってしまうものがある。爆発した星のガスは、秒速 1 万キロという猛烈な速度で膨張を続け、星間に漂っているガスと衝突し、超高温のガス雲が生じる。その結果、X線で明るく輝くようになる。

- ・ X線で観測したオリオン座付近の星空には、非常に明るく輝いている部分がある。これは、かに星雲と呼ばれている。拡大してみると、何かもやもやしたガスが広がったような姿をしている
- ・ 同様にX線で観測したはくちょう座付近にも、丸く広がって明るく輝く部分があり、はくちょう座ループと呼

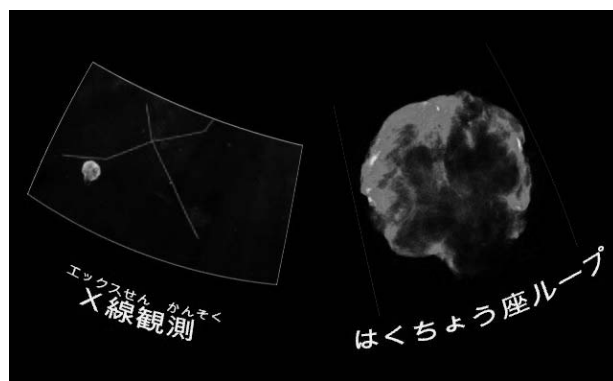


図4 X線観測による超新星残骸

ばれている

- X線の全天マップを示し、明るく広がって輝いているいくつかの超新星残骸を紹介する
- 星の最後の姿として、超新星爆発を起こす様子を全天動画で紹介

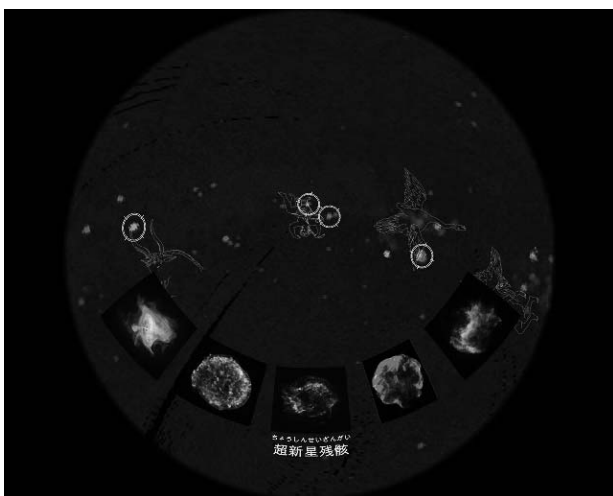


図5 様々な超新星残骸

○ブラックホール

X線で観測したはくちょう座付近を見ると、非常に狭い範囲から、とても強いX線を出している場所がある。ここは、普通の星をはるかに上回る数千万度という高温になっており、ブラックホールではないか考えられている。ブラックホールは、かつては想像上の産物であったが、X線で観測することで、確かに存在することが確かめられたのである。

- ブラックホールとはどのようなものか、イメージとして宇宙にぽっかり空いた穴の映像を表示
- X線で観測したはくちょう座付近、中心部のはくちょう座 X-1 という天体から、強いX線が出ていることが分かる
- 通常の星空ではブラックホールがあることは分からないが、X線の全天マップを表示し、この中の明るい

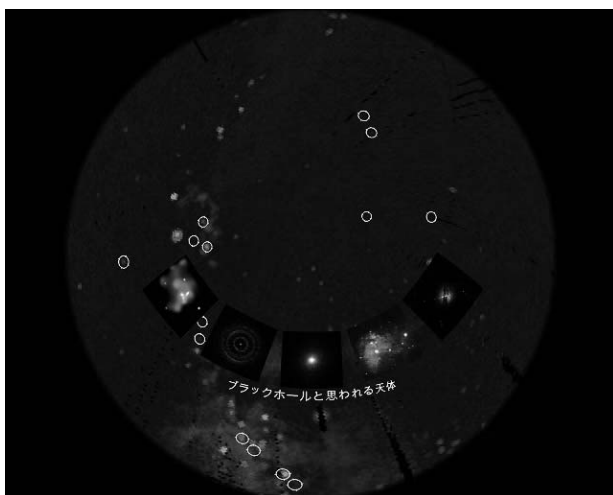


図6 様々なブラックホール候補天体

場所のいくつかは、ブラックホールであることを示す

- ブラックホールに周りからガスが落ちていく全天動画を表示。そこに落ち込むガスは強い重力で高速に加速されて、摩擦により数千万度という高温になる。そのため、ブラックホールに落ちる直前のガスから、強いX線が出て、そのためにブラックホールがあることが分かることを説明する

○エンディング

日本は多くのX線天文衛星を打ち上げて、世界の天文学をリードしてきた。昨年 2 月には最新のX線天文衛星「ひとみ」が打ち上げられたが、残念ながら姿勢制御のトラブルで、運用が中止されてしまった。

しかし宇宙の謎の解明のためにはX線の観測が欠かせないため、後継機が打ち上げられる計画になっている。

X線で宇宙を観測することで、今まで思いもよらなかった、全く新しい宇宙の姿が明らかになる。

- X線で見たオリオン座とはくちょう座を表示し、今回紹介したX線源を改めて確認
- さらに、この写真の中には、白色矮星や中性子星など、今回紹介しなかったX線天体も多数写っていることを紹介
- 日本のX線天文衛星として、科学館 4 階に展示している「てんま」、および昨年打ち上げられた「ひとみ」



図7 写真中のX線源の紹介



図8 X線天文衛星の紹介

を紹介

- ・ X線の全天マップと、様々なX線源を表示し、宇宙にはX線で見えない天体が多数あることを説明
- ・ クレジット

4. 内容の検討

4-1. 館内試写

番組の内容に関しては、1月26日プラネタリウム担当、2月15日学芸課内、2月22日館内での試写を行い、内容の修正を行った。

4-2. 修正事項

- ・ 電磁波の波長

電磁波は波長が長いほうから、電波、赤外線、可視光線、紫外線、X線と変化し、波長が短くなるにつれて、それを放出する天体の温度も高くなる。

当初は、さまざまな電磁波があることと、それぞれの波長を出す天体の温度が異なり、違うものが観測できることを説明する予定でいたが、一般にこの内容を知らない人に短時間で説明することは困難であることから、単に見えない光、X線を観測すると述べるにとどめた。

- ・ X線による観測

X線という言葉自体はレントゲンでなじみがあると考えられるが、レントゲン写真は体を透過したX線を見ているのに対し、X線天文学は天体自体が出すX線を観測している。この概念の違いが紛らわしく、人間が天体に向かってX線を放射していると捕らえられかねないことから、X線で観測するとはどういうことか、レントゲン撮影と比較して説明する場面を設けた。

- ・ 大気圏外で観測する理由

X線はレントゲン写真にも使用されることから、透過力が強いという印象があるが、X線の透過力はX線源と観測者の間にどれだけの数の原子があるかによって決まる。人体を通過するよりも大気を通過する方が多くの原子と相互作用することになるため、大気はX線を吸収してしまう。

そのため、天体からのX線を観測するためには人工衛星を使う必要があるわけであるが、大気がX線を吸収してしまうという概念は高度であることから、単に人工衛星を使って宇宙から観測すると述べるにとどめることとした。

- ・ 観測対象

番組の中でX線を出す天体として、主にブラックホールと超新星残骸を取り上げた。ブラックホール、超新星という言葉は、ある程度は知られていると期待される

ことと、映像としてもインパクトのあるものが存在するためである。

当初はこれに加え、太陽のX線観測結果についても紹介した。これは、映像としてはある程度インパクトがあると思われるが、太陽からのX線を強調すると、逆にブラックホールや超新星という、高エネルギー天体との関係が分かりにくくなってしまふこととなった。

そこでオリオン座の三ツ星を取り上げ、この説明の中で、星からのX線の例として、太陽の映像を利用した。三ツ星を取り上げたのは、ローサットが撮影したX線によるオリオン座の写真の中に、比較的目立つ形で写っており、お客さんも気になるだろうと考えたためである。

- ・ ローサット衛星が撮影したオリオン座

当初は、ローサット衛星が撮影したオリオン座の写真は、不思議な写真として、イントロでX線観測の例として取り上げるだけで、写真の具体的な中身には踏み込まなかった。

しかし、写真に写っているものが何であるかを説明しないと、お客さんに疑問が残ったままになるということで、むしろこの写真を中心に、写っているものを一つ一つ謎解きするというスタイルで、番組を組み立てた。ただし、この写真の中にはブラックホールは移っていなかったことから、はくちょう座付近のX線写真も合わせて使用した。そしてエンディングで、写真には他にも、中性子星や白色矮星など、たくさんの天体が写っていることを簡単に紹介した。

なお、ローサット衛星が撮影したオリオン座のX線写真と同時に提供されている、同じ範囲の可視光線で撮影した写真は、月が明るく写っているものであった。そのため、可視光線の写真は、別途用意した。

5. おわりに

現在の天文学は、新しい観測手段の導入により、さまざまな波長の電磁波、あるいはニュートリノ、重力波という目では見えない信号を観測することで、今まで思いもよらなかった、全く新しい宇宙の姿を明らかにしている。

X線天文学も、こうした新しい観測手段を用いる現代天文学の重要な一分野になっている。私たちの目で見える宇宙、それだけが宇宙の姿ではなく、むしろ目では見えない光こそ、宇宙の本当の姿を教えてくれるということを、来館者に伝えることができればと考えている。