

企画展「極限時空・ブラックホールと重力波」実施報告

石坂 千春^{*1}、木村 優斗^{*2}

概要

2025 年 7 月 19 日から 8 月 31 日にかけて、企画展「極限時空・ブラックホールと重力波」と題して、ブラックホールや重力波に関する企画展を開催した。明石市立天文科学館との同時期開催である。この企画展は、台湾の国立自然科学博物館が制作した展示を、日本の研究者の協力を得て国内向けにアレンジしたもので、パネルや映像を通してブラックホールや重力波について紹介するとともに、重力波検出に関連した資料を展示した。期間中の展示場の入場者数は 92,907 名であった。本稿では、この企画展の実施内容について報告する。

1. はじめに

ブラックホールは、光さえも抜け出すことのできない極限的な時空構造をもつ。2015 年、連星ブラックホールの合体時に放出された重力波が、アメリカのレーザー干渉計重力波観測所 LIGO によって初めて検出された。その後、連星中性子星の合体による重力波が検出されるなど、数多くの重力波が報告されている。重力波観測所は海外だけでなく日本の岐阜県飛騨市神岡にも KAGRA があり、日本も重力波研究に深く関わっている。2017 年には、M87 銀河の中心に位置する超巨大ブラックホールの「影(シャドウ)」が、イベント・ホライズン・テレスコープ(EHT)により史上初めて撮影された。これらは、長い間不可能だと思われていた挑戦を科学が実現し、「見えない天体」の姿を明らかにしたものであった。

本企画展は、台湾の国立自然科学博物館が制作した展示を、日本の研究者の協力を得て国内向けにアレンジし、企画展「極限時空・ブラックホールと重力波」と題して実施した。ブラックホールや重力波の最新研究をパネルや映像により紹介するとともに、ブラックホール周りの空間の歪みをシミュレーションで体験できるものや、KAGRA に関連した資料を展示した。本稿では、この企画展の実施内容について報告する。なお、ブラックホールは BH(Black Hole)と適宜略記している。

2. 実施概要

2-1. 主催、協力

主催：大阪市立科学館、明石市立天文科学館、「ブラックホールと重力波展」実行委員会

協力：国立自然科学博物館(台湾)、国立清華大學(台湾)、中央研究院天文及天文物理研究所(台湾)、康木祥工作室(台湾)、国立天文台、東京大学宇宙線研究所、大阪工業大学

2-2. 開催期間

大阪市立科学館：2025 年 7 月 19 日～8 月 31 日

明石市立天文科学館：2025 年 7 月 19 日～9 月 7 日

3. 構成

3-1. 映像展示

国立天文台制作の「【第 63 回科学技術映像祭 科学技術館館長賞 受賞作品】重力波望遠鏡 KAGRA 一時空のゆがみで宇宙を暴くー」を再生し、映像を通して重力波やその観測のしくみを紹介した。

3-2. パネル展示

国立自然科学博物館が制作したパネル。大きく分けると、BH そのものの解説と重力波の解説の 2 種類で構成されている。解説文は日本語と英語で表記した。表 1 にパネルの一覧をまとめる。

^{*1} 大阪市立科学館
ishizaka@sci-museum.jp

^{*2} 大阪市立科学館
y-kimura@sci-museum.jp

表 1. パネル展示の一覧

名称	概要
重力の理解	Newton と Einstein による重力の捉え方を紹介。
BH の紹介と形成	BH の数学的記述の発見と観測について紹介。
恒星の進化	恒星の進化に沿って、BH の形成過程を紹介。
BH の分類	BH が質量によって分類されることを紹介。
BH の構造	特異点や降着円盤など、BH 内外の構造を紹介。
BH 初撮像	EHT による BH の撮像を紹介。
重力波とその検出	重力波とその検出方法を紹介。
重力波検出器	重力波観測所と重力波信号の分類を紹介。
重力波のスペクトル	重力波のスペクトルと未来の重力波観測を紹介。

3-3. こんなところにブラックホール



図 1. こんなところにブラックホール



図 2. 野村学芸員制作の看板

BH に見立てたカーペット(図1)。上に立って写真を撮ると、錯視効果であたかも BH に吸い込まれているように写ることができる。フォトスポットとして好評であった。看板(図2)も設置した。

3-4. 重力レンズ変形写真撮影

大型モニターにカメラを取り付け、正面に立った来館者を映し出す。画面内を BH が動き回り、BH の周りは重力レンズ効果で歪みが生じる。自身の顔などがどのように歪むのかをシミュレーションにより体験できる(図3)。フォトスポットとして好評であった。



図 3. 重力レンズ変形写真撮影

3-5. 特異点シアター

大型スクリーン内を BH が移動し、重力レンズ効果で、背景の画像がどのように歪むのかを観察できる。背景は、銀河が 3 種類、連星 BH が 1 種類の計 4 種類の画像が切り替わり、開館中繰り返し投映した(図4)。



図 4. 特異点シアター

3-6. マイケルソン干渉計模型

重力波の検出は光の干渉を利用している。この機器は光を干渉させ、生じた干渉縞を観察することができる。館蔵品(図5)。

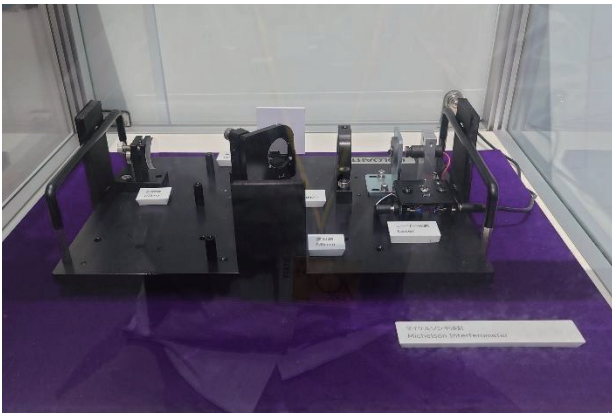


図5. マイクエルソン干渉計模型

3-7. KAGRA パネル

大阪工業大学 真貝寿明氏が制作した、KAGRA の解説パネル。KAGRA がもつ新しい技術やマルチメッセンジャー天文学について紹介した。

3-8. サファイアミラー

東京大学宇宙線研究所 重力波観測研究施設より借用し、展示した。今回展示したサファイアミラーは KAGRA のプロトタイプの機器に搭載されていた(図6)。サファイアを使用しているのは日本のみで、 -253°C (20K)まで冷やし、レーザー光を反射させる鏡として扱う。検出におけるノイズを低減させるため、低温のサファイアが用いられている。

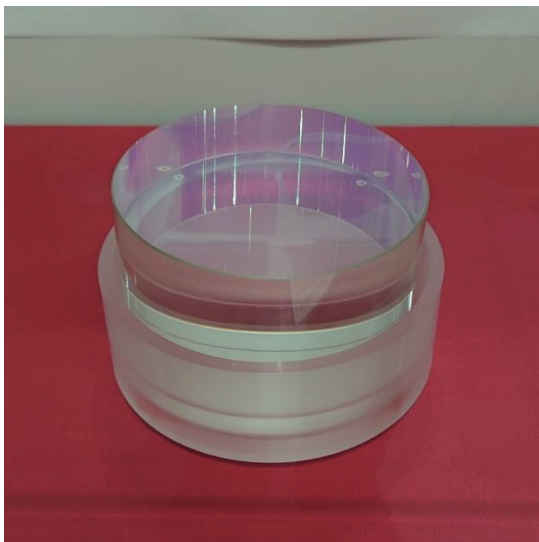


図6. サファイアミラー

3-9. KAGRA に関連した館蔵品 3 点

①保護膜

サファイアミラーの汚れを落とす膜。

②ワイヤーとクランプ

サファイアミラーを吊るすために使用されるもの。

③鏡駆動用コイル

サファイアミラーの位置を制御するコイルが搭載されたアクチュエーター。

3-10. 梶田氏等身大パネル

2015 年ノーベル物理学賞受賞者である梶田隆章氏の写真を、東京大学宇宙線研究所から提供いただいた。梶田氏は KAGRA のプロジェクト代表である。実際の身長とほぼ同じ大きさでパネル化し、展示した(図7)。来館者は隣に立ち、あたかも一緒にいるような写真を撮影していた。フォトスポットとして人気であった。



図7. 梶田氏等身大パネル(野村学芸員制作)

3-11. 重力波カタログ

過去の観測期間中に報告された重力波の一覧。合体前後の天体の質量や種類を見ることができた。

3-12. 最新の研究トピックス

真貝氏から BH や重力波研究の最新情報をいただき、それらをパネル化した。「300 個目の重力波検出を報告」、「『突発性重力波カタログ 4』発表 連星合体は全部で 90 から 176 に」の 2 点を紹介した。

石坂は過去最大の質量をもつ BH 同士の合体による重力波が検出されたことを紹介した(図8)。



図8. 石坂制作のパネル

3-13. リーフレット

本企画展の内容に、最先端の研究成果を含めて制作された解説書。真貝氏らにより執筆された。一般向けの《詳しく解説編》、こども向けの《やさしく解説編》、理系大学生向けの《本気で解説編》の3種類があった。これらは二次元コードから無料でダウンロードができた。会場では印刷した見本を用意した。

4. 明石市立天文科学館との連携

4-1. 明石市立天文科学館の公式 Youtube 動画

明石市立天文科学館を紹介するために、明石市立天文科学館の公式 Youtube チャンネルの動画を開館中リポート再生させた。タブレットで再生させ、その上には重力レンズ模型を設置し、動画が歪んで見えるようにアレンジした(図9)。

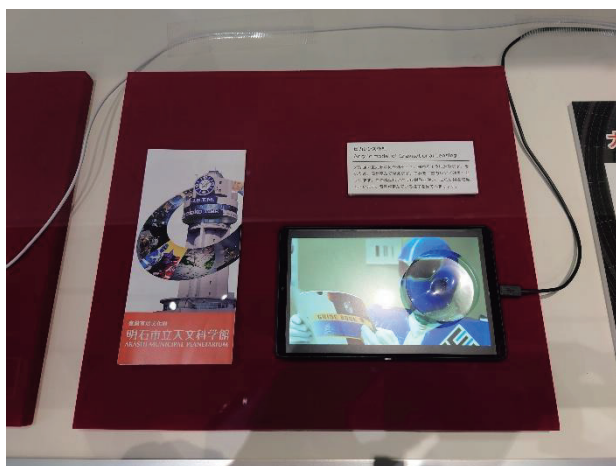


図9. 明石市立天文科学館の公式 Youtube 動画

4-2. 明石と大阪の同時中継カメラ

明石市立天文科学館とカメラを繋ぎ、明石の様子をリアルタイムで中継した(図10)。反対に明石では大阪の様子を中継し、特異点シアターを映していた。

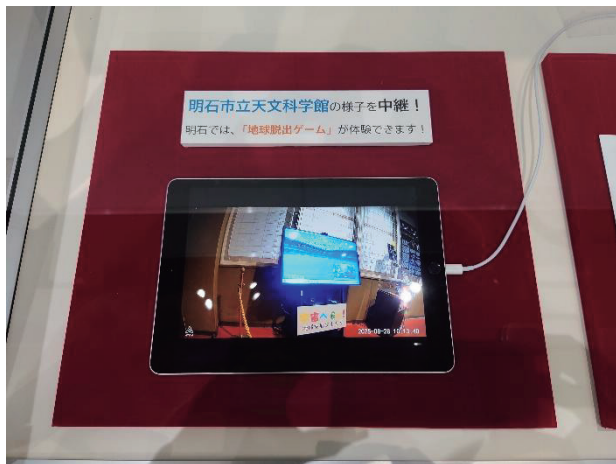


図10. 明石の様子を中継するタブレット

4-3. 大阪・明石デジタルスタンプラリー

設置した二次元コードを読み取ることで、大阪市立科学館オリジナルスタンプが取得できた。同様に明石の会場内では、明石市立天文科学館オリジナルスタンプが得られた。これら2種類のスタンプを取得すると、大阪・明石のコラボ画像を入手することができた。

5. おわりに

ブラックホールや重力波は難しい印象を与えてしまうテーマのように思う。しかし「こんなところにブラックホール」や「重力レンズ変形写真撮影」、「梶田氏等身大パネル」では、多くの来館者が写真撮影をしていたり、顔が歪んで楽しそうにしていたりする様子を見ることができた。難しいながらも親しみを持っていただけたのではないだろうか。また、サファイアミラーを通して、日本が国際的かつ最前線の宇宙の探究に寄与していることも知っていただけたのではないかと考える。期間中の展示場の入館者数は92,907名であった。多くの方にブラックホールや重力波にふれていただく機会を提供し、興味を喚起することができたように思う。

また、本企画展は国内外の大学や研究機関、他の科学館との幅広い連携により実現された。特に、木村はサファイアミラーを借用する際、KAGRAの施設見学をする機会を得た。訪問時、まさに観測期間中であり、重力波観測のリアルタイムな状況を拝見できた。学芸員としての調査研究活動を果たせたとともに、研究機関や大学との連携の重要性を改めて感じるものであった。連携を通じた事業の活発化を今後も図りたい。

謝辞

We would like to once again express our deep gratitude to everyone at the National Museum of Natural Science and National Tsing Hua University for making this special exhibition possible through our international collaboration.

本企画展の実施にあたり、大阪工業大学の真貝寿明様には、台湾の連携機関との橋渡しをしていただき、大変お世話になりました。鈴木康史様をはじめ明石市立天文科学館の皆様には、中継カメラの調整やスタンプラリーのシステム構築をしていただきました。改めて深く感謝申し上げます。東京大学宇宙線研究所 重力波観測研究施設の坂本絵里様をはじめ KAGRAの皆様には、サファイアミラーの借用だけでなく KAGRAの施設見学までさせていただきました。訪問時まさに観測中の重要なタイミングで拝見できたのは、とても貴重な機会となりました。改めて深く感謝申し上げます。