

LIGO, Virgo および KAGRA による第4回観測運転第2期 (O4b) までのデータ公開

LIGO, Virgo, and KAGRA の共同研究グループは、2024年4月10日から2025年1月28日までの重力波観測を網羅する、第4回観測運転第2期 (O4b) の新しいデータセットを公開しました。O4の最初の期間では、LIGOのみがデータを収集していましたが、O4bでは、Virgoが2つのLIGO観測所 (Hanford と Livingston) に加わり、このデータ公開には3つの観測所すべてからの歪みデータが含まれるようになりました。KAGRAのデータは、解析に使用できるほど感度が高くありません。

重力波データの公開

データの公開は、科学への幅広い参加を可能にします。過去に公開した重力波データは、金などの重元素の起源を調べる原子核物理学から、宇宙の膨張、アインシュタインの一般相対性理論の検証に至るまで、多様な研究テーマにわたる1100件以上の科学論文で引用されています。教師、学生、市民科学者も、これらのリソースを幅広い調査や教育活動に活用しています。

今回のデータ公開には、これまでにない高精度で記録された重力波測定データが含まれています。図1は、連星中性子星 (BNS) の観測範囲 (干渉計の感度の標準的な尺度) を日毎に表したもので、O4b期間中、LIGO観測所は感度をわずかに向上させていたことがわかります。ピーク時には、LIGOは地球から約165メガパーセク (Mpc) (または5億4000万光年) までの距離で連星中性子星の合体を検出することができました。Virgoは感度約50 Mpcで観測運転しました。¹

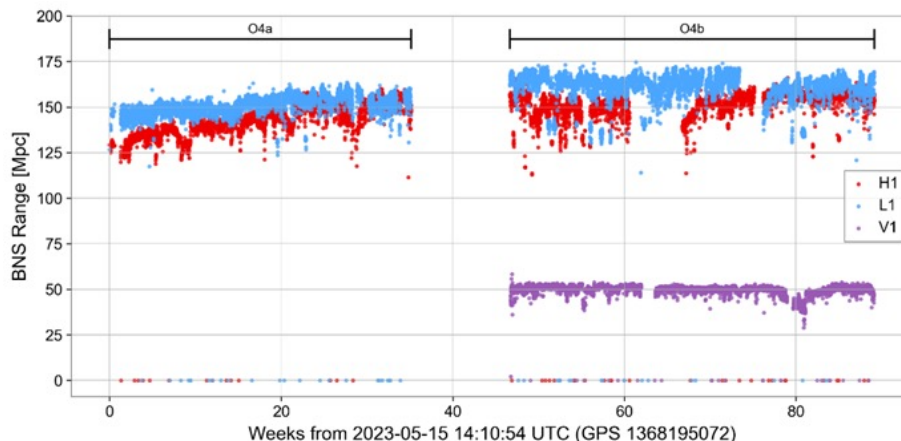


図1: O4a および O4b 観測運転期間中の連星中性子星の観測可能範囲 (縦軸) を時間 (横軸) の関数として表した図。最大で、地球から165 Mpc (5億4000万光年) もの距離にある連星中性子星の合体を検出することができた。O4a および O4b リリースには、超新星からの重力波探索に関連する追加のデータセグメントが含まれている。O4a では超新星 2023ixf のデータを対象とした2023年5月15日以降のもの、O4b では超新星 2024ggi のデータを対象とした2024年4月6日以降のものである。

¹連星ブラックホールの合体の検出範囲に換算すると、はるかに大きく、数千 Mpc に達することになります。これは、ブラックホールが中性子星よりもはるかに質量が大きく、合体すると、強力な重力波が発生させるため、遠方の宇宙からでも「聞こえやすい」波になるからです。

データは、[重力波オープンサイエンスセンター \(GWOSC\)](https://gwosc.org/) のウェブサイトを通じて入手可能です。GWOSC は過去のデータも公開しており、論文で説明されているその他の流通チャンネルでも入手できます。図 2 は GWOSC ウェブサイトのホームページです。

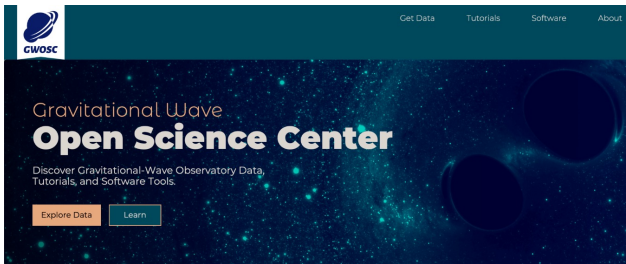


図 2: GWOSC ウェブサイトのホームページ (<https://gwosc.org/>) です。GWOSC では、重力波データ、ソフトウェア、説明書を含むさまざまな文書を一般公開しています。

重力波データ公開に含まれるもの

主要な公開データには、次の 2 種類のデータファイルが含まれます。

- ひずみ振幅の時系列データは、観測所の主要なデータで、検出器のアーム長の微細な歪みを記録したものです。これには、通過する重力波による微細な長さの変化と、検出器周辺で発生したノイズが混在しています。
- セグメントリストは、[GWOSC Timeline アプリ](#) から入手可能で、検出器の稼働状態の記録、データの質に関する情報、およびシミュレーションされた重力波テスト信号（検出パイプラインのテストのために検出器データに意図的に追加された人工的に生成された重力波信号）のフラグを記録しているものです。

今回のリリースには、説明書と、複数のダウンロード方法も含まれています。後者には、Web インターフェース、[アプリケーションプログラミング・インターフェース \(API\)](#)、厳選された [Zenodo](#) リポジトリなど、複数のダウンロード方法が含まれています。

また、O4b およびそれ以前の観測運転における信頼性の高い重力波検出をリストした突発性重力波カタログの第 5 版 (GWTC

5.0) も含まれています。ユーザーは、[GWOSC イベントポータル](#) または API を介したプログラムを用いてもカタログを閲覧できます。

このリリースには、[超新星 2024ggi](#) 周辺の歪みデータや、偽ノイズによってデータが汚染されている可能性のある期間を特定するために使用される補助チャンネルセットなど、追加のデータセットも提供されています。さらに、GWOSC は最近、LIGO-Virgo-KAGRA コラボレーション以外の研究者によって公開データから発見された重力波源の情報（コミュニティカタログ）の提供を始めました。

GW データの活用

今回のリリースでは、重力波データへの幅広いアクセスを促進し、参加研究機関による分析結果の再現性を確保することを目的としています。まずは、オープンデータ・ワークショップへの参加をお勧めします。ワークショップは <http://learn.gwosc.org> で開催されています。これらのデータをご利用の際は、[謝辞の記載](#) を忘れずをお願いいたします。

さらに興味のある方へ

- 私たちのウェブサイトでニュースを更新しています。
<https://www.ligo.org/news.php>
<https://www.virgo-gw.eu/>
<https://gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp/>



- Gravitational-Wave Open Science Centre: gwosc.org
The O4b Data Release: gwosc.org/O4/O4b/
Open Data Workshop: learn.gwosc.org

本発表の論文

<https://dcc.ligo.org/LIGO-P2600085/public/>
あるいは <https://arxiv.org/abs/2605.27090>

(日本語訳：真貝寿明, 吉澤有音)