

## LIGO-Virgo-KAGRA 第4期観測から第1部のデータを公開

LIGO-Virgo-KAGRA（ライゴ・ヴィルゴ・かぐら）共同研究グループは、2023年5月24日から2024年1月16日にかけて行われた第4期重力波観測運転の第1部（O4a）で得られた新たな観測データセットを公開しました。今回公開されたデータは LIGO の2台から得られたストレーンデータです。O4a の期間、Virgo は観測しておらず、KAGRA の観測感度は低かったため、公開データには含まれていません。

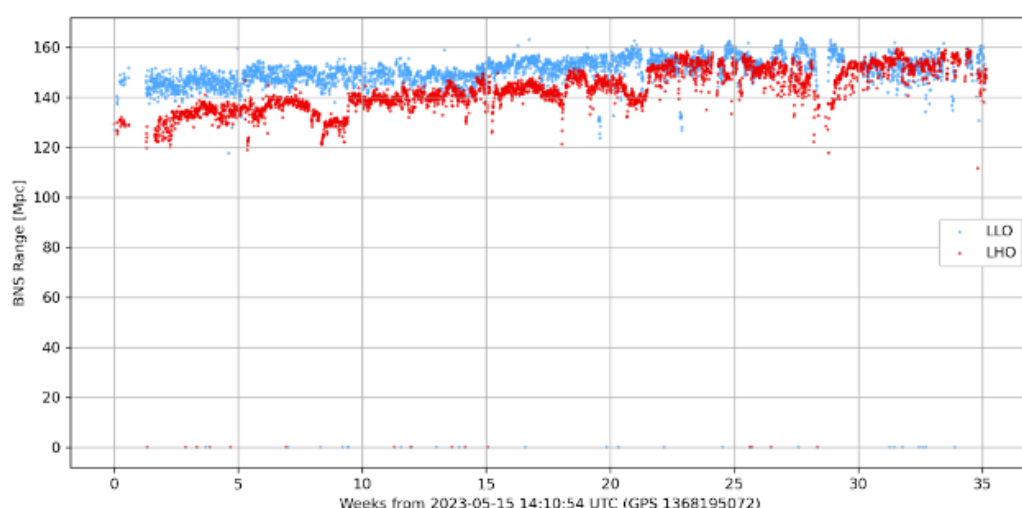


図1： LIGO の感度。縦軸に連星中性子星の観測可能距離、横軸に O4a が開始してからの時間を示しています。検出器は地球からおよそ 150Mpc（5 億光年）離れたところで発生した連星中性子星の合体を検出する能力を持っていました。今回公開されたデータには 2023 年 5 月 15 日から始まった部分も追加されており、これは[超新星爆発 2023ixf](#)からの重力波を探索するために用いられました。

### 重力波の公開データ作成

観測データを公開することはより多くの人々が科学的活動に参入する手助けとなります。重力波干渉計から得られた過去のデータはすでに [900 以上の科学論文](#)に引用されています。また、研究・教育活動に携わる目的で、多くの教員、学生、市民科学者らによっても利用されています。

今回の公開データは現時点での最高感度を達成した記録が含まれています。図1は O4a で LIGO 検出器がどれだけ遠くの連星中性子星合体を検出できるかを示しています。この値は、重力波干渉計の感度を表すときの標準的な指標です。検出器が到達した感度は、地球から最大 150 メガパーセ

ク (Mpc) 離れたところにある連星中性子星合体が放った重力波を検出できるほどでした。

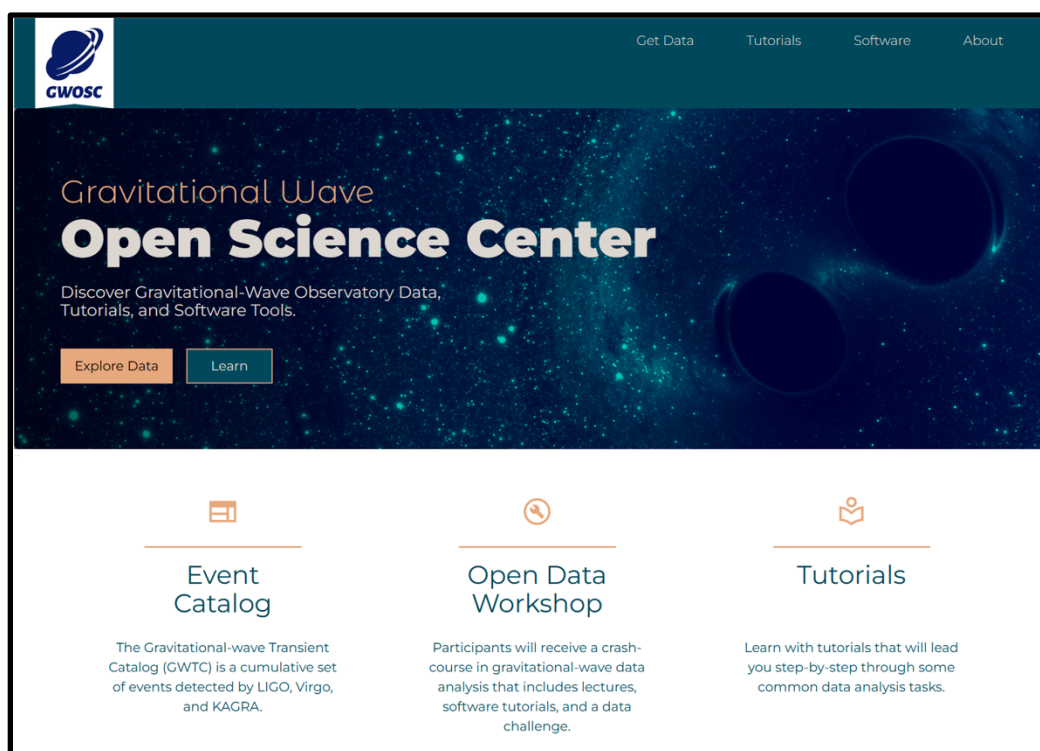


図 2 : GWOSC ウェブサイトのホームページ (<https://gwosc.org/>)。ここに公開データを利用するためのソフトウェアやチュートリアル、ドキュメントも掲載されています。

データは[重力波オープンデータサイエンスセンター \(GWOSC\)](https://gwosc.org/) で公開されています。GWOSC には過去の公開データや論文で用いられた種々のチャンネルデータが保管されています。図 2 は GWOSC ウェブサイトのスクリーンショットです。

### 新たな公開データの内容

LIGO の主なデータ生成物として二種類のデータファイルがあります。

- ・ **ストレインデータ**: この時系列データは検出器の腕の長さが微妙に変化したことを記録しているデータです。これは重力波干渉計のもっとも基本的なデータ生成物です。ストレインデータには重力波が干渉計を通過することによって生じた距離の変化と検出器自体や周辺環境によって生じた雑音との両方が混在しています。

- ・ **セグメントリスト**: 干渉計が運転していた時刻、データの品質に関する情報、そして模擬的に注入された重力波信号（信号検出パイプラインをテストするために人為的に注入したテスト信号）のフラグ情報が記録されています。セグメントリストは [GWOSC Timeline app](#) から利用することができます。

詳細を示したドキュメント、複数のダウンロード方法（例：ウェブサイト、[アプリケーションプログラミングインターフェース \(API\)](#)、[Zenodo](#) リポジトリ）も一緒に公開されています。

さらに、O4a とそれ以前の 3 回の共同観測で発見された重力波イベントを網羅した突発的重力波カタログの第 4 版 (GWTC-4.0) も公開しています。利用者は、[GWOSC イベントポータル](#)から、

あるいは API を通じてカタログの情報を利用することができます。

[超新星爆発 SN2023ixf](#) が発生した前後の時間帯だけを切り出したストレインデータ、ノイズによる影響が強いと思われる時刻を特定するために用いた種々のチャンネルデータも公開しています。最近、GWOSC は [コミュニティ・カタログ](#) を作り、LIGO-Virgo-KAGRA コラボレーションに所属していない研究者が公開データをつかって発見した重力波信号も探索・検出できるようにしています。

## 重力波データを眺める

今回のデータ公開によって、私たちは重力波データへのアクセスを可能にし、共同研究グループによる解析の再現性を確保することを目指しています。データ解析の最初の一步としては、[learn.gwosc.org](https://learn.gwosc.org) で公開されているオープンデータ・ワークショップに参加するのが良いでしょう。そしてもしこれらのデータを利用したときには[謝辞](#)の記載を忘れないようにしてください。

---

### より深く知りたい方へ

各検出器のウェブサイト

- ・ <https://www.ligo.org/>
- ・ <https://www.virgo-gw.eu/>
- ・ <https://gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp/en/>



GWOSC (Gravitational-Wave Open Science Center) : <https://gwosc.org/>

O4a 公開データ : <https://gwosc.org/O4/O4a/>

オープンデータワークショップ : <https://learn.gwosc.org>

論文のプレプリント (無料) は [こちら](#)。arXiv から閲覧できます。

---

## 用語集

**重力波 (Gravitational wave)** : 時空の「さざなみ」。中性子星やブラックホールの合体など、宇宙で最も激しい現象によって放出される。

**干渉計 (Interferometer)** : 科学や工学の広い分野で利用される装置の一つ。2つ以上の光を重ね合わせて干渉パターンを作ることによって、物体や現象の情報を知ることができる。

**ライゴ/ヴィルゴ/かぐら (LIGO/Virgo/KAGRA)** : それぞれアメリカ、イタリア、日本に設置された重力波を検出するための装置。数キロメートルの二本の腕から構成されており、その腕の先端に鏡が配置され、レーザー光が往復する。重力波が地球を通過するときに生じる腕の長さの変化をこのレーザーによって測定する。それぞれの腕の長さは常に測定されていて、重力波信号を探索するためのデータを構成する。

**ノイズ (Noise)** : 様々な機器や環境がもたらす効果によって生じる重力波観測信号のゆらぎ。重力波検出器の感度はノイズによって制限される。

**ストレイン (Strain)** : 2つの基準点が重力波の通過によって生じた距離の相対的な変化。地球に到達した最も強い重力波でも、ストレインの大きさは非常に小さく、およそ10のマイナス21乗である。