

講演1:時空のさざ波 ~ 重力波で探る宇宙

東京大学(国立天文台 併任) 安東正樹先生

青字が先生からの回答です

Q1: KAGURA はもう試験的には運転を始めているのでしょうか?今の精度はどの程度でしょうか?

2016年から試験動作運転は行っています。ただし、比較的簡便な構成で全体動作を確認するためのものであり、重力波を捕らえるだけの感度はありません。2019年末から2020年にかけて最終的な干渉計構成での動作と観測運転を開始する予定です。

Q2: ブラックホールの合体により、質量が欠損し重力波が放射されますが、そのエネルギーは最終的にどのようなようになるのでしょうか。宇宙全体ではエネルギーは保存されているのでしょうか?

観測された連星ブラックホール合体では、太陽質量エネルギーの3倍程度のエネルギーが放射されたと推定されています。エネルギー保存則は物理学の基本法則であり、それが敗れている実験・観測例はありません。宇宙でもエネルギー保存則は成り立っています。

Q3: 重力波の観測により、宇宙の初期状態がわかるというのは何故でしょうか?重力波が背景輻射として残っているということでしょうか?

電磁波と重力波のどちらでも、より遠方を観測することでより初期の宇宙を観測することができます。重力波は非常に透過力が強く、より遠方からの情報を届けてくれます。宇宙が始まった直後に生まれた重力波は、背景重力波として観測されます。

Q4: 銀河同士が衝突した場合に発生する重力波は、ブラックホール同士が衝突した場合に発生する重力波と比べて、どのような違いがあると考えられますか?

銀河は、恒星やブラックホールといった天体などの集合であり、単一の固まりというわけではありません。つまり、銀河が合体する際にはそこに含まれる天体同士が合体することになります。特に、銀河中心にある超巨大ブラックホール同士が合体する際には、非常に大振幅の重力波が放射されます。ただし、その重力波は、非常に低い周波数(周期数か月程度)と考えられています。

Q5: マイケルソン干渉計はのびている腕の方向で、感度の方向性がでてくると思いますが、世界各地にある重力波観測装置の計画で、その方向を最適化するような事前検討はされているのでしょうか？

世界の全ての重力波望遠鏡が同じ方向に指向性を持てば、その方向への感度は大きくなります。一方、その場合、「死角」が生まれて全天をカバーできなくなったり、重力波信号の到来方向の決定精度が低下する、といことが起きます。指向性を揃えるのが良いのか、揃えない方が良いのかは、一長一短があります。ただ、現実的な問題として、重力波観測装置は非常に大型であり、設置場所を自由に選ぶことはできません。そのため、実際には、土地や地盤などの制約で決められている部分が多いです。

Q6: 宇宙のはじまりを観察できるようになるのは、いつごろでしょうか？
予想は難しいですが、順調にいけば、2050年頃かなと思います。

Q7: 電磁波の受信は分かりますが、重力波はどのように受信するのか知りたいです。
宇宙重力波望遠鏡について理解するものは何かありますか？（インターネット、YouTube、著書・・・）

本講演も含めて様々なところで紹介されています。一応、拙書「重力波とはなにか」（講談社ブルーバックス）を紹介しておきます。