

## 重力波天文学の幕開け

### Beginning of Gravitational-wave Astronomy

東大工光量子, 三尾典克

Photon Science Center, Univ. of Tokyo, Norikatsu Mio

E-mail: mio@psc.t.u-tokyo.ac.jp

2016年2月、米国のLIGOプロジェクトが重力波の初検出に成功したと発表した[1]。重力波はアインシュタインの一般相対性理論でその存在が予言されたもので、重力が波動として伝搬する現象である。一般相対性理論が完成したのが1916年で、ちょうどその100年後、重力波が直接検出されたのである。その後、LIGOプロジェクトは、さらに、2回のイベントを検出した[2,3]。これらの重力波はすべて、ブラックホール連星の合体によって発生したものであった。ブラックホールの存在は、すでにいろいろな観測から確認されていたが、それが連星を構成していることが確認されたのは、やはり初めてのことである。また、そのブラックホールの質量であるが、太陽質量の10倍以上ものばかりで、これまでは発見された例はなかった(太陽質量の数倍のものか数百万倍にもなる超巨大ブラックホールしか観測されてなかった)。重力波により、我々がこれまでまったく見ることはできなかった天体現象を観測できた。まさに、重力波天文学が幕を開けた。

LIGOは、Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatoryの略であり、極限的な感度をもつ巨大なレーザー干渉計である。世界では、ヨーロッパにはVIRGO、日本でも建設中のKAGRAなど、いくつかの重力波観測施設が建設・稼働している。これらの装置の原理は、すでに1960年代に提案されており、これまで、装置の開発が進められてきた。そして、50年を超える感度を上げるための地道な努力の成果が、今回の快挙につながった。

重力波検出用の干渉計は、マイケルソン干渉計を基本とした構成であるが、感度を稼ぐために、長さが3-4 kmの光共振器を2台、直交する配置にして置き、重力波によって生じたわずかなひずみ( $10^{-21}$ くらい)を光の位相変化として検出する。共振器を構成する鏡の変位で換算すると、 $10^{-18}$  mくらいで、その変化を検出するために、外乱による鏡の振動を排除する機構、干渉縞の極微小変化( $10^{-10}$  フリンジくらい)を検出するための高精度検出システム、高安定レーザーなど、レーザー・光学技術の最先端を結集して作られている。

日本の検出器KAGRAは、現在、岐阜県神岡鉱山の地下に建設されている。KAGRAの特徴は、地下の静寂な空間を利用していることと熱揺らぎを抑えるために低温技術を導入したことである。平成22年に予算が認められ、平成31年の観測開始を目標に急ピッチで建設が進められている[4]。本講演では、重力波検出の意義とその検出技術、さらに、KAGRAの現状を報告する。

[1] B. P. Abbott et al., Phys. Rev. Lett. **116**, 061102 (2016).

[2] B. P. Abbott et al., Phys. Rev. Lett. **116**, 241103 (2016).

[3] B. P. Abbott et al., Phys. Rev. Lett. **118**, 221101 (2017).

[4] 川村静児、「アインシュタインからの宿題：重力波の検出」、日本物理学会誌、70(2) 125 (2015).