

大型低温重力波望遠鏡 KAGRA -重力波と真空技術- Large-scale Cryogenic Gravitational wave Telescope KAGRA -Gravitational wave and Vacuum technology-

○内山 隆¹、齊藤芳男¹、KAGRA Collaborations (1. 東大宇宙線研)

○Takashi Uchiyama¹, Yoshio Saito¹、KAGRA Collaborations (1. ICRR, the Univ. of Tokyo)

E-mail: uchiyama@icrr.u-tokyo.ac.jp

重力波は、一般相対性理論を打ち立てた A. Einstein 自身によって 1916 年に理論的に予言された、時空のひずみが光速で伝搬する波動現象である。そして、待ちわびた重力波の初検出は、予言より 100 年を目前に控えた 2015 年 9 月に LIGO グループ (米国) にもたらされた。検出された重力波の源が、14 億光年の彼方で発生した約 30 太陽質量をもつブラックホール同士の合体だと判明したとき、重力波天文学という宇宙に繋がる新たな窓が開いたのである。

図 1 に示す大型低温重力波望遠鏡 KAGRA は、岐阜県飛騨市神岡町にある神岡鉱山の地下 200 m に建設が進む、一辺 3 km の「L 字」の構造を持つレーザー干渉計を用いた重力波検出器である。LIGO 等世界の重力波検出器と国際重力波観測ネットワークを構成し、重力波天文学を推進していくことを目的としている。「L 字」の角にはレーザービームを二分するビームスプリッターが、3 km 先の各頂点にはレーザービームを反射する鏡がそれぞれ振り子のようにつり下げられている。重力波が KAGRA を通過したとき、鏡とビームスプリッターの間に潮汐力が作用し、およそ 10^{-20} m の距離変化がそこに発生する。

レーザー干渉計が 10^{-20} m の距離変化を測定するには、様々なノイズの低減技術と干渉計の高感度化技術を組み合わせる必要がある。その一つが、地面振動の影響を低減するために地下に建設したことであり、鏡の熱振動を低減するために鏡を 20 K に冷却する技術もその内の一つである。そして、空気の密度揺らぎの影響を低減するため、一辺 3 km の L 字構造全てを真空容器と真空ダクトで組み上げられた巨大な真空系の内部に格納した。目標とする真空度は 2×10^{-7} Pa である。

本講演では、KAGRA で発揮された真空技術と共に、KAGRA と重力波天文学の直近の進展を紹介する。



図 1: 大型低温重力波望遠鏡 KAGRA。