

【特別推進研究】

理工系（数物系科学）



研究課題名 極低温干渉計で挑む重力波の初観測

東京大学・宇宙線研究所・教授

かじた たかあき
梶田 隆章

研究課題番号：26000005 研究者番号：40185773

研究分野：数物系科学

キーワード：相対論・重力（実験）

【研究の背景・目的】

アインシュタインの一般相対論によると、重力は時空の歪みとしてあらわされる。巨大な質量の星が激しく運動すると、時空の歪みも時間的に変化し、その影響は重力波となって光速で全方向に広がっていく。宇宙には、膨大なエネルギーを放出する中性子星連星やブラックホール連星の合体、また超新星爆発など、時空の歪みを引き起こして重力波を発生させる現象が存在するが、いまだに重力波は直接観測されていない。

本研究では岐阜県飛騨市神岡町の地下に整備が進む3 kmのレーザー干渉計の基盤設備(KAGRA)をベースに、地下設置と極低温鏡という特徴を最大限に生かして世界に類の無い超高感度の干渉計を実現する。そして本研究期間内に1年以上に亘り観測を行い重力波の初検出を成し遂げ、重力波天文学の創成を目指す。

【研究の方法】

本研究では、基盤的な設備として現在建設が進む重力波測定器 KAGRA を用いる。KAGRA は片腕3 kmのL字型のレーザー干渉計であり、地面振動の影響を抑えるため地下深くに設置されている(図1参照)。

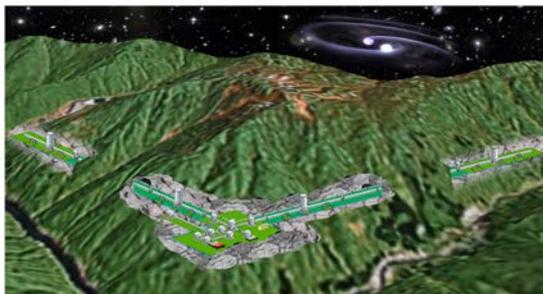


図1 KAGRA 検出器

本研究では、極低温鏡という KAGRA のみが持つ特徴を最大限に生かして重力波の世界初観測を達成するために開発研究を行う。現実には単に鏡を冷やせば高感度が達成できるわけではないので、低温鏡の特徴を最大限に発揮させるために、低温鏡の懸架方法の開発を行う。また冷却時間短縮して一刻も早く観測を開始することをめざして鏡以外の低温部分に放射率の高い特殊なコーティングの技術開発を行う。更に干渉計精密制御技術を開発・導入して干渉計の高感度化を達成する。これらの開発研究の後に干渉計の運転を行い、本研究期間終了までに一年以

上に亘って観測運転を行う。

【期待される成果と意義】

本研究期間内の観測研究によって、以下の天体現象からの重力波の観測が期待される。

- 1) 連星中性子星の合体時の重力波(図2参照)。年間数例以上の観測が予想されるので、この重力波が初観測の第一候補となる。

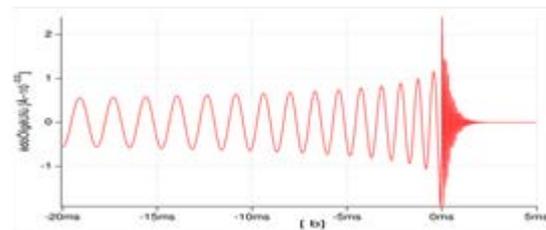


図2 連星中性子星合体時に期待される重力波(横軸時間、縦軸重力波の振幅)

- 2) ブラックホール連星の合体時の重力波。(ただし頻度の予想の不定性は非常に大きい)
- 3) 超新星爆発に伴う重力波。(ただし頻度10年に1度程度である)

これら観測から重力波が観測できれば重力波天文学の創成につながる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・"Reduction of thermal fluctuations in a cryogenic laser interferometric gravitational wave detector" Takashi Uchiyama, Shinji Miyoki *et al.*, Phys. Rev. Lett. 108 (2012) 141101.
- ・「重力波をとらえる -存在の解明から検出へ」中村卓史、三尾典克、大橋正健編著、京都大学出版会(1998年)

【研究期間と研究経費】

平成26年度-30年度 446,800千円

【ホームページ等】

<http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/gr/SPR/index.html>