

宇宙型重力波検出器 DECIGO のための 周波数・強度安定化光源の開発

Developments of highly frequency- and intensity-stabilized lasers
for space gravitational wave detector: DECIGO

電通大レーザー研 ○末正有、下奥あゆ美、中川賢一、武者満

Aru Suemasa, Ayumi Shimo-oku, ken`ichi Nakagawa, Mitsuru Musha

Institute for Laser Science, Univ. Electro-comm.

E-mail: a_suemasa@ils.uec.ac.jp

現在日本では地上型重力波検出器 KAGRA に加え宇宙型の重力波検出器である DECIGO 計画を推進している。DECIGO は宇宙空間に衛星を一辺 1000km の正三角形で編隊飛行させてレーザー干渉計を構成する重力波検出器であり、地面振動の影響を受けないため地上型の検出器に比べて低周波数域で重力波の観測が可能である。DECIGO の目標変位感度は検出帯域 0.1-10 Hz で $\delta L/L = 10^{-23}$ であるがこの値を実現するために観測帯域では光源に周波数安定度 $\delta f/f = 10^{-15}$ 、強度安定度 $\delta I/I = 10^{-8} / \sqrt{\text{Hz}}$ が求められる。

まずは光源の衛星搭載用 Breadboard model(BBM)を作成し周波数安定化を行った。光源は YDFA で出力増強した波長 1030 nm の fiberDFB レーザーを用い、515nm のヨウ素の飽和吸収線を周波数基準として周波数安定化を行った。これは従来用いられてきた 532nm の吸収線よりも線幅が細く、1 Hz 近辺の短期安定度の向上が見込まれるからである。この BBM を 2 台作成し、それぞれで周波数安定度の誤差信号評価を行い 1 Hz で $\delta f = 1 \text{ Hz} / \sqrt{\text{Hz}}$ 以下の周波数雑音を達成した。これは絶対評価ではないが DECIGO の要求値を満たしている。現在は二台の光源を用いて周波数安定度の絶対評価を行っている。周波数弁別曲線の SNR は周波数の短期安定度に寄与するためその SNR を向上させる必要がある。そのため飽和吸収信号取得のための変調帯域である 200 kHz において音響光学素子を用いて強度安定化を行ない 200 kHz で $\delta I/I = 2 \times 10^{-7} / \sqrt{\text{Hz}}$ まで強度雑音を抑圧した。その結果、復調後の周波数弁別曲線の雑音も低減された。

また、干渉計の感度向上のために観測帯域における強度安定化を行った。外乱に敏感なファイバー光学系を用いたが、振動等の影響を極力抑えるためにエポキシでファイバーを固定するなどの対策を行い、強度安定度 $\delta I/I = 5 \times 10^{-8} / \sqrt{\text{Hz}}$ (@1 Hz)を得た。

本発表ではこの開発中の周波数・強度安定化レーザーの詳細について発表を行う。