

# 大型重力波検出器 KAGRA

牛場 崇文 (東京大学大学院 理学系研究科)

## Abstract

現在、日本では第二世代型重力波検出器 KAGRA の建設が進んでいる。KAGRA は地下サイトの利用や鏡の低温化などの海外の検出器にはない特徴を持つほか、防振やレーザー、鏡の製作などに世界最高水準の技術が多数使用されている。また、KAGRA では SQL と呼ばれる量子論的な測定限界に感度が制限されることが予想されており、それに関する研究も行われている。さらには、重力波検出器に使用するレーザーはハイパワーかつ安定な光源である必要があり、それらの開発も行われている。

本講演では重力波検出器 KAGRA の紹介をしたうえで、レーザー光源の開発について説明を行う。

## 1 Introduction

現在、日本では第二世代型重力波検出器 KAGRA の建設が進んでいる。KAGRA は地下サイトの利用や鏡の低温化などの海外の検出器にはない特徴を持つほか、防振やレーザー、鏡の製作などに世界最高水準の技術が多数使用されている。また、KAGRA では SQL と呼ばれる量子論的な測定限界に感度が制限されることが予想されており、それに関する研究も行われている。さらには、重力波検出器に使用するレーザーはハイパワーかつ安定な光源である必要があり、それらの開発も行われている。

## 2 Methods/Instruments and Observations

レーザーの周波数安定化は Fabri-Perot 共振器 (FP 共振器) と呼ばれる共振器の長さを基準に周波数を安定化するのが主流であり、Pound-Drever-Hall 法と呼ばれる手法を用いてレーザーの周波数にフィードバックをかける。レーザーの周波数を  $\nu$ 、周波数揺らぎを  $\delta\nu$ 、FP 共振器の長さを  $l$ 、FP 共振器の長さ変動を  $\delta l$  とすればこれらの間には

$$\frac{\delta\nu}{\nu} = -\frac{\delta l}{l}$$

の関係があり、FP 共振器の長さ変動を小さくすることによってレーザーの周波数を安定化することができる。

## 3 Results

現在、実験装置の設計・製作が終了しているが、製作した共振器のコーティングによるロスが非常に大きく、本研究で当初予定していたレベルの性能を持つ光共振器の製作ができていない。

## 4 Discussion

製作した共振器のロスが大きな原因は鏡のコーティングに含まれる OH 基による光の吸収が問題である可能性が高い。したがって、鏡のコーティングをシリカ・タンタラの誘電体多層膜コーティングからガリウムアルセナイド・アルミニウムガリウムアルセナイドのコーティングに変更することによってロスを減らすことができ、当初の使用を満たす共振器を製作することが可能であると考えられる。

## 5 Conclusion

今後は FP 共振器の防振や FP 共振器の冷却などによってさらに共振器帳が安定な FP 共振器を作ることにより、現在の世界最高レベルを超える周波数安定度を持ったレーザーの開発を行う。

2013 年度 第 43 回 天文・天体物理若手夏の学校

## Reference

[低温シリコン光共振器を用いた高安定化光源の開発] 牛場崇文. 2012. 東京大学理学系研究科坪野研究室 修士論文