

論文審査の結果の要旨

氏名 宮川 治

本論文は6章からなり、第1、2章で重力波検出について一般的な解説をした後で、第3章において様々な方式のレーザー干渉計型重力波検出器について比較を行っている。対象となっているのは、直接干渉方式ファブリーペロー干渉計、パワーリサイクリング方式、シグナルリサイクリング方式、そして本論文の主題となる RSE (Resonant Sideband Extraction) 方式である。パワーリサイクリングはレーザー光パワーを等価的に高める技術、シグナルリサイクリングは信号サイドバンドを増幅する技術、RSE は非常に高いフィネスの腕共振器を用いるにもかかわらず高周波域でも低いショットノイズを実現する技術である。このうち共存できないのは最後の2つである。具体的には、マイケルソン干渉計の出力ポートに置かれるミラーの位置がレーザー光の位相差にして $\pi/2$ だけ異なる。結論として、干渉計の構成が複雑にはなるが、発熱の問題を回避できる RSE 方式が将来的に最も有望であることを示している。これに続いて第4章では、3倍波復調による RSE 方式レーザー干渉計の制御について述べられている。これまで単一変調による RSE 方式の制御は困難であるとされてきたが、変調周波数の3倍波を使った復調により信号比を改善し、十分な制御信号を得ることができることを解析している。

第5章では、単一変調 RSE 方式レーザー干渉計を実証するためのプロトタイプについて述べられている。基線長 4m のレーザー干渉計プロトタイプを国立天文台に設置し、3倍波復調を利用することによって、フリーマス（鏡が振り子でつられている）RSE 方式レーザー干渉計の制御に世界で初めて成功した。また、制御の位相を反転させることでシグナルリサイクリング方式も実現させた。このプロトタイプで、RSE 方式レーザー干渉計の感度を伝達関数の実測により評価し、高周波域で感度が向上していることを示した。同時に、観測周波数帯域が可変であることも実証している。第6章で、この実験についての解析と考察をし、さらに将来の大型レーザー干渉計への展望を述べることで本論文は締めくくられている。

なお、本論文は、宗宮健太郎・Gerhard Heinzl・川村静司との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験及び検証を行なったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。