

氏 名 喜久永 智之介

主論文審査の要旨

学位論文の内容は、パルサータイミングアレイとそのためのパルサーの観測的性質についての研究である。パルサータイミングアレイはナノヘルツの重力波を直接検出できる方法であり、近年大きな成果が出て注目を浴びているトピックである。本論文は重力波の検出精度を高めるためのいくつかの研究で構成されており、将来のナノヘルツ重力波天文学に向けて大きな価値があると認められる。

本論文の1章ではパルサータイミングアレイと重力波に関する一般的な説明、2章では楕円軌道を持つ超巨大ブラックホール連星から放射される重力波への観測的制限の研究について、3章ではパルサーPSR J0437-4715 のジッターノイズの研究について、4章ではパルサーPSR J1107-5907 の広帯域電波観測の研究について書かれている。

2章では楕円軌道を持つ超巨大ブラックホール連星から放射される重力波の波形やスペクトルの計算とその観測的制限について書かれている。これまでのパルサータイミングアレイの解析では超巨大ブラックホール連星は円軌道を持っていると仮定されてその質量や軌道長半径などに制限がつけられていたが、本章ではそれを楕円軌道の場合に拡張している。そして NANOGrav のデータに適用して楕円軌道を持つ近傍の超巨大ブラックホール連星に対して制限をつけている。これは今までに得られていない制限であり、超巨大ブラックホール連星の形成やダイナミクスに関する有用な情報となる。

3章ではパルサーPSR J0437-4715 のジッターノイズの研究についてである。電波望遠鏡 uGMRT による PSR J0437-4715 の観測データを統計的に解析し、パルサー周期のランダムな変動 (ジッターノイズ) の存在とその電波周波数依存性を明らかにした。特に 300MHz 帯で電波周波数が高くなるほどジッターノイズが大きくなることはこれまで知られていなかった大きな発見である。ジッターノイズはパルサータイミングアレイの系統誤差となるとともにパルサーの構造や放射メカニズムにも関連すると考えられており、本章の研究は学術的価値が高いと考えられる。

4章では Parkes 電波望遠鏡によるパルサーPSR J1107-5907 の広帯域電波観測のデータ解析を行っている。特に偏波放射に着目してその時間変動や周波数依存性などを明らかにしている。偏波の特性はパルサーの放射メカニズムや磁気圏の物理的状態についての情報をもつものであり、本章の研究はこれらを解き明かす貴重なデータとなる。

以上を総合すると、本論文はパルサータイミングアレイとそのためのパルサーの観測的性質を理論・観測両面で追求したものであり、学術的なインパクトが非常に大きいと評価できる。本論文は研究の学術的背景、研究手法、結果、将来の展望などを詳しく明解に説明しており、研究内容やその背景について十分に理解しているものと判断できた。学位論文の記述はこれまでに出版した1編の学術論文 (査読あり・主著) と現在準備中の2編の論文 (主著) をもとにしたもので、出願者はさらに11編の学術論文 (査読あり・共著) を出版している。したがって、学位論文の内容の質とこれまでの業績ともに物理科学コース

の学位授与基準（主著論文1編を含む2編）を満たしていると判断される。

最終試験の結果の要旨

学位論文発表会では講演、質問、非公開審査にそれぞれ30分が費やされた。講演ではパルサータイミングアレイと重力波に関する研究背景から始まり、パルサーのジッターノイズに関する研究の内容を学位論文に沿ってわかりやすく説明された。講演後には審査員から多数の質問を受けたが、いずれについても適切に答えることができた。講演内容と質問への受け答えを総合的に考慮した結果、学位を与えるに十分な資質と業績があるものと判断された。

この学位論文はその学術的価値の高さから全文をインターネット公表する。また、学位論文は剽窃チェックソフト”iThenticate”によりチェックを行い、問題がないことを確認した。

審査委員 理学専攻 物理科学コース 教授 高橋 慶太郎

審査委員 理学専攻 物理科学コース 教授 小出 眞路

審査委員 理学専攻 物理科学コース 准教授 矢嶋 哲

審査委員 理学専攻 地球環境科学コース 教授 松田 博貴