

論文審査の結果の要旨

氏名 小 谷 隆 行

複数台の望遠鏡を結合して観測を行う干渉計は、光赤外波長域で高空間分解能観測を実現するための極めて有効な観測手法と言える。本論文は光赤外線干渉計にシングルモードファイバーを用いることにより、高感度・高精度・高ダイナミックレンジの光赤外線干渉計観測が実現できることを、二種類のアプローチの仕方により示したものである。論文は三章から構成され、第一章では光赤外線干渉計に関連する基礎的な事柄が簡潔にまとめられている。ここにはシングルモードファイバーを干渉計に用いることについての原理や利点、歴史的事実、また干渉計を用いた恒星観測についての手法などが記述されている。第二章では、CHARA (Center for High Angular Resolution Astronomy) array を用いて行われた干渉計観測についてまとめられている。観測は、きわめて暗い伴星をもつ連星を対象にし、高ダイナミックレンジの測定を目指したものである。第三章では、300 mのシングルモードファイバーを用いて大望遠鏡を結合して行なわれた干渉計実験についてまとめられている。これは、マウナケア山頂において、シングルモードファイバーを用いて行われた初めての干渉計実験である。

高い空間分解能を有する光赤外線干渉計は、系外惑星の直接検出の有効な手段と考えられる。惑星系の検出のためには大きなダイナミックレンジが必要であり、そのためには高精度の観測が必須である。実際には大気の乱れの影響で観測精度が劣化するために、従来の光赤外線干渉計観測によって達成された、最も高いコントラストは28にすぎない。ところが系外惑星系としてもっとも観測容易と思われる hot jupiter 型の系外惑星を検出するためにさえ、およそ10000のコントラストが必要とされる。シングルモードファイバーは大気の乱れを取り除く空間フィルターとして機能することが知られているので、これを用いることにより観測精度を向上させることが可能である。そこでファイバーによるビームコンバイナーを備えた干渉計 CHARA array を用いて、連星系 θ Dra の観測を試みた。 θ Dra は分光観測によりもともと暗い伴星を持つことが示されていたものである。観測は2ミクロン帯において、251 mと152 mの2つの基線を用いて行われた。8晩にわたって行われた観測によって得られた visibility から理論モデルを作成し、連星系の軌道、物理要素を導出すること

に成功した。およそ2ミリ秒角離れた連星系 θ Dra の観測から導かれた主星と伴星のコントラストは61であり、これは光赤外干渉計で実現された最も高いコントラストの観測である。

高感度高空間分解能を達成することを目的に、マウナケア山頂の7台の大望遠鏡群を干渉計として結合する計画が OHANA (Optical Hawaiian Array for Nanoradian Astronomy) プロジェクトである。最長基線800mのこの干渉計はパリ天文台を中心に日本も含めた多数の国を含む国際協力のもと2000年から進められており、完成の暁には活動銀河核や星生成領域などの高空間分解能の観測が可能になると期待されている。既設の光路が確保されていないこれらの望遠鏡群を結合するためには、長距離を繋ぐファイバーの利用が必須である。本論文では、OHANA で用いることを想定し、使用するファイバーの光路長、分散特性、偏光状態などの温度特性を調査評価した。実際の観測においてはファイバーの温度変化により著しく観測性能が劣化することが示され、これに対する新たな対応方法を提案した。2005年6月にはこのファイバーを用いて OHANA としては最初の干渉計実験を成功させた。Keck の2つの望遠鏡を結合し、恒星 107 Her の干渉縞を観測することに成功したものである。

このように本研究は、シングルモードファイバーを用いることにより、高精度・高感度の光赤外線干渉計が実現できることを、実際の観測によって実証したものであり、将来の光赤外線干渉計の発展に大きく貢献するものと認められる。なお、CHARA array による観測は申請者が主導して行った観測実験である。また OHANA については共同研究として行われた実験であるが、本論文に含まれる内容については申請者の貢献度が充分であることが認められた。したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。