

## 別紙 4

報告番 -	※ 甲 第 号
----------	---------

## 主 論 文 の 要 旨

論文題目 Study on quantum signature of cosmic microwave background fluctuations  
(宇宙背景放射のゆらぎに見られる量子性の研究)  
氏 名 松村 央

## 論 文 内 容 の 要 旨

我々の宇宙の歴史は3つの時期に大別される。それぞれ、インフレーション期、輻射優勢期、物質優勢期とよばれ、膨張則の違いにより区別されている。インフレーション期を記述するインフレーション理論は、我々の宇宙の様々な構造物の起源である原始密度ゆらぎや、初期宇宙で生成される時空のゆらぎである原始重力波を予言する。これらの原始ゆらぎは量子的な不確定性に由来しており、その量子性が観測されれば、インフレーション理論を支持する証拠になる。特に、原始重力波の量子性の検証は、万物の理論である量子重力理論を知るための重要な課題である。

本研究では、原始重力波の量子性が宇宙論的な観測量にどのように現れるかを検討した。観測対象として宇宙背景放射を考え、その温度ゆらぎの角度パワースペクトルの振舞いに原始重力波の量子性が与える影響に着目した。量子性の定義には、測定による系の状態変化に基づいて定義される量子ディスコードを用いる。この量は系の量子相関の大きさを表し、インフレーション期に生成される量子的な原始重力波は量子ディスコードを保有することが知られている。そこで、量子ディスコードを持たない原始重力波の状態（古典モデル）を想定し、量子的な原始重力波（量子モデル）との識別可能性を検討した。その結果、量子モデルは角度パワースペクトルに振動を生じさせるが、古典モデルは振動を生じさせないことを見出した。この振動現象はすでに S.Bose 他(2002)で指摘されていたが、本研究によって量子ディスコードの現れであることが明らかとなった。

本研究ではさらに、量子的な干渉効果の喪失現象である量子デコヒーレンス効果に伴う量子相関の消失の可能性を検討した。ここでは量子相関として量子もつれ(系全体の量子的な重ね合わせに伴う量子相関)と量子ディスコードを考慮し、C.Kiefer 他(2007)で導入されたデコヒーレンス条件と相関条件に注目した。デコヒーレンス条件とは原始重力波のもつ量子的な干渉を抑制する条件であり、相関条件とは原始重力波の正準変数間の相関を与える条件に対

応する。解析の結果、デコヒーレンス条件が原始重力波の持ちうる量子もつれや量子ディスコードを消失させるには不十分であることを明らかにした。さらに相関条件が量子ディスコードを残留させる条件と等価であることを見出した。

以上のように本研究では、原始重力波の量子性と観測量である宇宙背景放射ゆらぎの角度パワースペクトルに現れる振動的挙動との関係を見出し、また量子デコヒーレンスの影響を明らかにした。

学位関係