

別紙 4

報告番号

※

第

号

## 主 論 文 の 要 旨

論 文 題 目 高階微分項含む重力理論に関する研究

氏 名 廣地 京介

## 論 文 内 容 の 要 旨

アインシュタインが提唱した一般相対性理論は、ニュートンの理論では説明できなかったさまざまな物理現象(重力赤方偏移・近日点移動・光の彎曲・光の遅延)を説明できる。このことより、一般相対性理論は重力場の古典論としては確立している。ところが重力が非常に強い場合、例えばブラックホールの内部では時空が無限に歪むという特異点問題と呼ばれる問題が生じる。時空が無限に歪むときは、もはや古典的な描像が成立しなくなるため、相対性理論は破綻していると考えられ、重力の量子的な描像、つまり量子重力理論が必要となる。

重力の量子化として、素朴に一般相対性理論をゲージ場の量子化における手法に従って量子化しようとする、取り除くことの出来ない無限大の量が出現するため理論は予言能力を失う。このことは理論が繰り込み不可能であることを意味しており、重力の量子化における最大の困難とされている。このことから、一般相対性理論は量子論としては不適切であり、重力理論の拡張が必要となることが分かる。

申請者はまず一般相対性理論が繰り込み不可能であることを、あらわに計算を実行して確認した。それに引き続き重力理論の拡張としてアインシュタイン重力理論に曲率高次項を導入したモデルを考察した。この時理論は繰り込み可能性の条件を満たし得るのだが、一般的にはその代償として理論の正定値性(確率保存則)が失われる。このように曲率高次項を導入したモデルの中に繰り込み可能性と正定値性を両立させるモデルが存在するかが問題となる。

次に繰り込み可能性と正定値性という 2 つの条件の両立が可能とされるモデルとして 3 次元時空の重力理論の拡張を考察した。位相不変量であるチャーン・サイモン項を導入したモデルや曲率 2 次の項を導入したモデルにおいて 2 つの条件が成立するとき、宇宙項の存在が必要になる。この宇宙項の必要性は、より高次の次元の重力理論でも同様に成立していて、ミンコフスキー時空では両立が不可能とみなされていた。

申請者は更なる拡張としてミンコフスキー時空においても繰り込み可能性と正定値性を両立出来る重力理論の模型を構築した。この模型は4次元時空において、単一スカラー場を導入した形の模型であり、(反)ドジッター時空に加えて、ミンコフスキー時空においても両立が可能であることを明らかにした。この時、ミンコフスキー時空においてはスカラー場と曲率が直接相互作用していることが2つの条件の両立のための条件となっている。