

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 廣地 京介

論 文 題 目 高階微分項含む重力理論に関する研究

論文審査担当者

主 査	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	理学博士	野 尻 伸 一
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	博士(理学)	清 水 裕 彦
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	理学博士	南 部 保 貞
委 員	名古屋大学基礎理論研究センター	准教授	博士(理学)	前 川 展 祐
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	小 西 哲 郎

論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

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様々な物理現象、例えば、重力赤方偏移、近日点移動、光の彎曲、光の遅延等を説明できる。これらのことから、一般相対性理論は重力場の古典論としては現在確立されたものとなっている。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、一般相対性理論の枠内では、時空が無限に歪むという現象が生じる。これは、特異点問題と呼ばれている。時空が無限に歪むと、古典的な描像はもはや成立せず、一般相対性理論は破綻し、重力の量子的な描像、つまり量子重力理論が必要となると考えられている。

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手法に従うと、「繰り込み」の処方では取り除くことの出来ない無限大の量が出現するために理論は予言能力を失う。この様に一般相対性理論は場の量子論としては繰り込み不可能な理論であり、このことが、重力の量子化を行う際の最大の困難とされている。そのため、一般相対性理論は量子論としては不適切であり、重力理論の修正または拡張が必要となると考えられている。そこで、一般相対性理論の拡張としてアインシュタイン重力理論の作用に曲率の高次の項を導入した模型が古くから調べられている。この理論は繰り込み可能性の条件を満たし得るが、その代償として、一般的には理論の正定値性が失われ、量子論として状態を表す波動関数の確率解釈ができなくなる。このように曲率高次項を導入した模型の中に繰り込み可能性と正定値性を両立させる模型が存在するかが問題となる。

申請者は、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ている模型として 3 次元時空で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模型や曲率 2 次の項を導入した模型においてこれらの 2 つの条件が成立するためには、宇宙項の存在が必要になる。この宇宙項の存在のため、時空は必然的にミンコフスキー時空ではなく(反)ドジッター時空となる。

4 次元以上の高次元時空での重力理論でも 2 つの条件の両立のためには、この宇宙項の存在がやはり必要であり、4 次元以上のミンコフスキー時空ではこれらの条件の両立は不可能であると考えられていた。ところが、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することに成功した。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 2 つの条件の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。

以上の研究は、重力の量子論を構築する上で大きな手掛かりを与えるものであり、高く評価される。よって申請者は、博士(理学)を授与されるのに相応しいと認められる。