

氏 名 (本 籍)	井 上 和 彦 (千葉県)
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	博 甲 第 95 号
学 位 授 与 年 月 日	昭和56年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 5 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	物理学研究科 物理学専攻
学 位 論 文 題 目	A Constrained Hamiltonian Formulation of Supergravity (超重力理論の被拘束正準形式)
主 査	筑波大学教授 理学博士 亀 淵 迪
副 査	筑波大学教授 理学博士 宮 本 米 二
副 査	筑波大学教授 理学博士 原 康 夫
副 査	筑波大学助教授 理学博士 岩 崎 洋 一

論 文 の 要 旨

Einsteinの重力理論(一般相対論)は、物質場と重力場よりなる系の場の理論を、一般座標変換の下での共変性を要請することによって定式化したものである。しかしながら、最近の研究によると、特殊な物質場の場合には、理論はさらに高度な対称性、即ち「超対称性」をもつ事が分っており、この種の理論を超重力理論と呼んでいる。一般に、超対称的な理論は、その形式的な美しさのみならず、くりこみ理論の立場よりも、幾多の好ましい性質をもっており、これが超重力理論の重要視される所似である。本論文は、当該理論に附随した形式的諸問題に種々の技術的な解決を与えたものである。

一般に、高いスピン・質量0をもつ場は、余分な成分を含んでおり、正準形式で取扱う際には、特別な配慮を必要とする。この場合に有効なDiracの被拘束正準形式の検討、及びそのFermi場への適用に際して必要となる変更、即ちCasalbuoniの方法が第2章で検討・整備される。

上記の準備の下に、第3章では、可能なモデルとして、スピン $3/2$ 、質量0のFermi場と重力場の合成系を詳細に検討する。そして、Lorentz共変性、並進不変性、及び超対称性をもった、系の不変作用積分を導く。この際に重力場に対しては、変数として四脚場 $e\beta$ とゲージ場 $\omega_{\nu cd}$ を採用する。次に、この系のもつすべての拘束条件及びハミルトニアンを求める。前者の中、第二種拘束条件に関連して、Dirac括弧式を定義する。更にこれら拘束条件のもつ物理的意味が検討される。拘束条件の中、 $\chi_{(3)}$ 、 $\chi_{(5)}$ 、 $\chi_{(4)}$ は、それぞれ、局所Lorentz変換、一般座標並進変換、超対称性変換の母関数と

なっていることが示される。

以上の議論は古典論の枠内でのものであるが、量子論への移行は、Dirac括弧式を(反)交換関係で置換する事によって実施される。第4章では、この際に生ずる諸問題、とくに、反交換関係の正定値性の問題を、いわゆるゲージ固定との関連で詳細に論じている。非正定値状態の一部は、著者の選んだゲージ条件のために現れなくなっている。更にスピン $3/2$ の場に対しては、いわゆる Johnson-Sudarshan の困難の問題がある。従来定説では、超重力理論ではこの種の困難はないとされていたが、著者の結果は、この結論の根拠が薄弱であり信憑性に欠ける事を示している。第5章は総括と討論にあてられ、とくに演算子の順序付けの問題や、他のゲージ条件の可能性等を考察している。

審 査 の 要 旨

重力理論は、最終的には、量子論的に取扱われねばならない。このためには、理論を正準形式にて定式化するのが最も有効である。この目的のために著者は、Diracの被拘束正準形式をCasalbuoniの方法で変更したものを適用し、古典論の枠内での完全な定式化を与える事に成功した。これは超重力理論の理論的基礎を確立したものであり、当該分野の研究に重要な貢献をなしたと認められる。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。