

Title	Self-Force Regularization in the Schwarzschild Geometry
Author(s)	中野, 寛之
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43624
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	中野寛之
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 16789 号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科宇宙地球科学専攻
学位論文名	Self-Force Regularization in the Schwarzschild Geometry (シュバルツシルト時空中における自己力の正則化)
論文審査委員	(主査) 教授 佐々木 節 (副査) 教授 高原 文郎 教授 高杉 英一 助教授 横山 順一 大阪市大教授 石原 秀樹

論文内容の要旨

本論文では、シュバルツシルト時空中における自己力の正則化の問題についての私の3年間の研究をまとめる。本研究の目的はカー時空中の質点に対する重力的反作用力を導き、重力波の理論的テンプレートを準備することである。しかしながら、様々な技術的・概念的な問題により、まだ完全には目標に到達していない。しかし我々は、有望な段階へ達している。

最近、重力的反作用力の定式化が成された。しかし、この定式化は抽象的であるため、ブラックホール-質点系にこれを適用するとき、具体的な反作用力を得るために克服されるべき多くの問題がある。これらの問題は、大きく2つに分けることができる。それらは発散する自己力の正則化の問題、すなわち“引き算の問題”と、ゲージ変換における発散の問題、すなわち“ゲージ問題”である。本論文では、これらの問題をシュバルツシルト時空のもとで論議する。

まず初めに、“引き算の問題”を考える。‘べき展開による正則化’を用いて、シュバルツシルトブラックホールのまわりを円運動しているスカラー粒子の自己力を3次のポストニュートン(3PN)近似のもとで、解析的に評価する。自己力の動径成分は、3PNで生じることが分かり、時間、角度成分は放射の反作用によるものだが、それぞれ2PNと1.5PNで生じる。

次に、“引き算の問題”への別のアプローチを論議する。我々は、球面調和関数展開を用いる‘モード分解による正則化’を導入し、自己力の発散部分を導く。これは、考えている場(スカラー・電磁・重力場)に依存しない。発散部分の調和関数展開を行い、一般の測地線軌道における自己力に対する正則化に必要な係数を得る。我々の結果は、Barack&Oriの‘モード和による正則化法’(MSRS)によって得られた結果と完全に一致する。

そして次に、“ゲージ問題”を議論する。大質量ブラックホールのまわりを運動する質点の重力的反作用力を計算するために、我々は新しい方法を定式化する。この定式化の中で、反作用力に対応する遅延グリーン関数の正則部分は、Teukolsky方程式の段階で計算される。これにより、我々はゲージ条件の情報を必要としない。しかし、現在の方法を用いて具体的に反作用力を評価する前に、解決されるべきいくつかの問題がある。

最後に、本論文で解決し得なかった、残された問題を論議することにより本論文をまとめ、重力波の理論的テンプレートを得るための今後の計画を示す。

論文審査の結果の要旨

中野氏は、シュバルツシルト時空上を運動する点粒子に関して、粒子の自己場による力（自己力）の正則化の問題について研究を行った。自己場の正則化を行う際に生じる問題には、大きく分けて2つある。「引き算の問題」と「ゲージ問題」である。まず、「引き算の問題」に対して、2つの解決法を提案し、そして、それぞれの方法を具体的問題に適用し、それらの方法の利点、欠点等を明らかにした。また、「ゲージ問題」に対しては、今までと違った視点から、正則化を考えることによって新しい方法が論ぜられた。

本研究で得られた結果は、単に一般相対論の理論的研究として優れているだけでなく、重力波天文学において、観測に必要な重力波波形の理論テンプレート作成に役立つ有益なものである。以上の点から、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。