

Title	Gravitational Collapse in the Lovelock Theory(Abstract_要旨)
Author(s)	Ohashi, Seiju
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	2013-03-25
URL	http://hdl.handle.net/2433/175111
Right	
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	none

(続紙 1)

京都大学	博士 (理 学)	氏名	大橋勢樹
論文題目	Gravitational Collapse in the Lovelock Theory (Lovelock 理論における重力崩壊)		

(論文内容の要旨)

一般相対性理論では、重力崩壊の過程で時空の曲率が発散する特異点が発生する。特異点では重力理論が破綻するため、それより未来の現象に対しては完全に予言性を失う。理論の予言性を保つためには、我々が観測できる領域に特異点（裸の特異点）があることはならない。これを受けて「重力崩壊の過程で、裸の特異点は生じない」という宇宙検閲官仮説が提唱された。この仮説の検証は、理論の正当性を保証する上で非常に重要なものである。本論文では Einstein 理論を高次元に自然に拡張した Lovelock 重力理論のもとで、宇宙検閲官仮説の検証を行った。その結果、Lovelock 重力理論の下では任意の次元で裸の特異点が生じることを世界で初めて示した。

特異点近傍では非常に重力場は非常に強力となり、そのため量子重力の効果が重要となると考えられている。量子重力理論は未完成であるものの、最も有力な理論として超ひも理論があげられる。その超ひも理論は高次元時空で定式化されおり、Einstein 理論に対し高次曲率の補正を予言する。そのため、そのような理論の下での宇宙検閲官仮説の検証は重要であると考えられる。

本論文は超ひも理論から予想される Lovelock 重力理論の下で様々な物質場の重力崩壊を考え、特異点の生成可能性に関する研究、発生した特異点の性質に関する研究をまとめたものである。第 2 章では 4 次元時空での Einstein 重力理論の下での重力崩壊現象の概観を紹介している。特に、圧力を持たない塵状物質の崩壊現象に焦点を絞り、その場合に裸の特異点が生じるための条件と崩壊の初期条件の関係性について議論している。第 3 章では、2 章と同様の解析を高次元時空で行い、裸の特異点が生じる条件の次元依存性についての結果をまとめている。そこでは塵状物質の場合、次元が 6 次元以上の時空では裸の特異点が生じないことを示している。これは本論文の主題である Lovelock 理論での結果と比較する際に重要となるものである。第 4 章では、本論文で主に取り扱う Lovelock 重力理論と、後の章で用いる Lovelock 理論での球対称ブラックホール解の紹介を行っている。続く第 5 章から第 8 章までがオリジナル部分である。まず第 5 章では、Lovelock 重力理論で球対称な塵状物質の重力崩壊現象について議論している。この場合、Einstein 重力理論の場合と異なり任意の次元で裸の特異点が生じることを明らかにしている。また、特異点の性質や重力崩壊のダイナミクスに関しては時空次元の偶奇で大きく性質が異なることも明らかにしている。第 6 章では帶電した球対称塵状物質の重力崩壊現象を扱い、電荷の崩壊のダイナミクスに与える影響を議論している。電荷を持つ場合には特異点近傍でのダイナミクスが大きく異なり、電荷の反発力に起因する電荷を持たない場合とは異なる特異点が生じることを明らかにしている。第 7 章では物質の回転の効果が与える影響について議論している。そこでは主に Einstein cluster と呼ばれる物質場を扱い、角運動量が大きければ裸の特異点は生じず、また逆に小さければ生じることを明らかにした。さらに、第 8 章では第 5 章で扱った塵状物質の崩壊で生じる特異点の性質に関する議論を行っている。そこでは特異点の重要な性質である特異点の強さについて議論しており、奇数次元に比べ偶数次元の特異点はより強い重力場を伴うことを明らかにしている。

本論文の主たる成果は、Lovelock 重力理論での宇宙検閲官仮説の検証を系統的に行つたことである。

(論文審査の結果の要旨)

宇宙検閲官仮説の検証は理論の妥当性を保証する上で非常に重要なものである。この仮説の検証は4次元のEinstein重力理論では盛んに行われており、これまでに多数の反例が報告されている。しかし、特異点近傍は非常に強力な重力場を伴うことから量子重力の効果が重要になると考えられており、その効果によっては裸の特異点に関する問題は解消されると期待されている。量子重力理論の最も有力な候補は高次元時空で定式化された超ひも理論であり、高次元 Einstein 理論に対して Lovelock 重力理論と呼ばれる高次曲率の効果を予言する。そのため Lovelock 重力理論での宇宙検閲官仮説の検証は重要である。

本論文では高次曲率の効果を取り入れた、Lovelock 重力理論の下での重力崩壊現象を考察し、宇宙検閲官仮説に対して系統的な研究を行った。結果として、高次曲率の効果を取り入れても、裸の特異点が生じることを指摘した。

まず初めに圧力のない塵状物質の重力崩壊を考察し、任意の次元で裸の特異点が形成されることを明らかにした。また特異点近傍での曲率の振る舞いをみるとことによって、特異点の性質が次元の偶奇で大きく異なることを明らかにした。次に重力崩壊に対する電荷の与える影響を考察した。そこで、電荷の生み出す反発力によって崩壊のダイナミクスが大きく異なることを示した。さらに、中性塵状物質の崩壊時に形成される特異点とは異なる性質を持つ特異点が一般的に形成されることを示すことに成功している。次に重力崩壊の際に重要な物質場の回転の効果が崩壊に与える影響を考察した。そこで、物質場の持つ角運動量が大きければ裸の特異点は形成されず、逆に小さければ形成されることを明らかにした。最後に、Lovelock 重力理論で形成される特異点の性質について考察を行っている。特異点の性質は、特異点近傍のヤコビ場の振る舞いによって強い特異点と弱い特異点とに二分できるが、中性塵状物質の崩壊で形成される特異点は時空次元が偶数の場合は強い特異点が形成され、奇数次元の場合は弱い特異点となることを明らかにした。弱い特異点は時空の拡張によって取り除けることが示唆されているため、偶数次元で形成される特異点は奇数次元での特異点に比べ深刻なものであることを示唆している。

以上のように本論文は、Lovelock 重力理論の下での重力崩壊で裸の特異点の生成条件やその性質を明らかにし、宇宙検閲官仮説に対して重要な指摘をした。

よって本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また平成25年1月17日、論文内容とそれに関連した事項について口頭試問を行った結果、合格と認めた。