

学位論文審査結果の概要

氏名	泉 洗次
学位論文審査委員氏名	主査 浅田秀樹
	副査 葛西真寿
	副査 仙洞田雄一
	副査 高橋信介
	副査 高橋龍一
論文題目	漸近的平坦な重力レンズの拡張およびその性質 (A generalized gravitational lens model with asymptotic flatness and its properties)
審査結果の概要（2,000字以内）	
<p>提出された論文は予備審査での多くの指摘事項を考慮して大幅に修正されたものであり、本審査および公聴会での発表および質疑応答がなされ、学位論文審査の結果、学位論文としての研究成果等が認められるので、合格と判断した。</p> <p>重力レンズは現代の天文学及び宇宙論において重要な役割を果たしている。系外惑星探査やダークマター及びダークエネルギーの調査等様々な分野に対して重力を用いた望遠鏡として広く応用されている。宇宙には多種多様な天体が無数に存在する。その中には直接観測が難しい天体も多数存在する。重力レンズを使うことによってそのような天体でも間接的に観測が可能である。そのためには、銀河等の既知の天体だけでなく、理論上その存在が予言されているダークマターやダークエネルギー等の未知の物質・エネルギーで構成される時空構造の理解が必要である。しかし、これらの時空構造は未だ直接観測されておらず、性質や状態、密度分布等の理論予想の検証が困難であり、よく理解されているとはいいがたいのが現状である。</p> <p>そこで有効になるのが、重力場中の光の軌道（null測地線）に着目することである。光の軌道は物質やエネルギーのつくる重力場にのみ依存する。よって、物質やエネルギーの性質が不明確であり、また十分な明るさがなくとも、その近辺を通った光を観測することにより、間接的にその存在を発見することが可能であると考えられる。重力場中を伝搬した光はそうでない光と比べて、観測されたときに様々な変化が見られる。その変化は、(光源の)像の分離・変形、明るさの変化、または光の到達時間の変移として現れる。</p> <p>しかし、重力場中の光の軌道を研究する際に、複雑な密度分布を持つ天体や多数の天体を対象とする場合、次数の高い光の軌道の方程式を取り扱うことになり計算が非常に困難である。また、</p>	

未知の時空構造を対象とする場合、密度分布等のパラメタやパラメタへの依存性を決める際、一般性を持たせる必要がある。現在、ある質量分布中を伝搬する光の経路は大規模シミュレーションにより数値的に計算する手法が主流である。しかしこれは、膨大な計算時間や計算コストがかかることや、観測量がモデルのパラメタにどのように依存するかが明らかでない等の問題が存在する。本研究では、それらと違った「解析的模型」を用いた研究に取り組み、重力レンズの観測可能量が時空構造のパラメタにどのように依存しているかを明らかにした。

特に、漸近的に平坦なSchwarzschild時空や worm hole時空（時空間トンネルのような構造）などをより一般化した計量を用いた重力レンズの理論模型およびその天文観測的な性質、特に遠方の像の歪み（シア）を明らかにした点に大きな意義が認められる。

学位論文の基礎となる参考論文：

- (1) K. Nakajima, K. Izumi, H. Asada, Phys. Rev. D90, 084026 (2014).
- (2) T. Kitamura, K. Izumi, K. Nakajima, C. Hagiwara, H. Asada, Phys. Rev. D89, 084020 (2014).
- (3) K. Izumi, C. Hagiwara, K. Nakajima, T. Kitamura, H. Asada, Phys. Rev. D88, 024049 (2013).
- (4) K. Izumi, H. Asada, Prog. Theor. Phys. 127, 355 (2012).