



Title	Gravitational Lenses : Mass Distributions and Time Delays
Author(s)	Van, Drom Eddy Louis
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/41587">https://hdl.handle.net/11094/41587</a>
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	バン ドロム エディ ルイ	Van Drom Eddy Louis
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)	
学 位 記 番 号	第 1 4 3 8 9 号	
学 位 授 与 年 月 日	平成 11 年 3 月 25 日	
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻	
学 位 論 文 名	Gravitational Lenses: Mass Distributions and Time Delays (重力レンズ: 質量分布と時間遅れ)	
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 高原 文郎	
	(副査) 教 授 佐々木 節 教 授 東島 清 助教授 林田 清	名古屋大学教授 池内 了

## 論 文 内 容 の 要 旨

Liège の天物理学研究所の ESO キープログラム (1987-1993) の一環として新しい重力レンズを探すために高輝度のクエーサー ( $M_v < -29$ ) の観測を行った。まず R フィルターでクエーサーの CCD スナップを撮り、そのクエーサーの近くに他の天体が見える場合には別のフィルターで観測し、相対輝度がほとんど同じであった場合にはスペクトラルを撮った。重力レンズであれば、このようなパターンを示すと仮定したのである。こうして得られたクエーサーと明るい天体の距離と個数分布の統計から、重力レンズ効果を受けているという結論を得ることできた (Chapter 2)。また、クエーサーの周りにある銀河の密度と一般のフィールドでの銀河密度と比較することにより、赤方偏移の小さい銀河と赤方偏移の大きいクエーサーの空間的な相関が大きくなることがわかった。クエーサーの輝度が銀河の重力場のために増幅され、flux-limited サンプルに入ってきたのである。そのレンズ銀河の観測的な密度分布は、重力レンズ理論と一致することも示した。上のクエーサーサーベイ観測の過程で、新たな重力レンズ・クエーサーをも発見することができた。その複数イメージの測光モニタリングを行って光線到着の時間の遅れを検出すれば、Hubble 定数を決定することができる。また、マイクロレンズ事象の確率も高いので 4 個のレンズ天体のモニタリング観測を行った。このうち 3 個の重力レンズの 5 年間の光度変化を chapter 3 にまとめている。UM673 は明らかな輝度変化は検出できず、Hubble 定数は決定できなかった。

一方、UM425 の B イメージの輝度は 2 年間で増加したが A の光度変化は検出できず、時間の遅れの下限から Hubble 定数の上限値を計算すると  $:360 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$  (質点レンズ)  $-180 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$  (特異等温分布レンズ) となる。また、B の輝度変化をマイクロレンズ効果と仮定すると、UM425 の連続光放射領域のサイズを推定することができ、それは  $:2 \times 10^{-3} \text{ pc}$  となって、通常の降着円盤の代表的な大きさとよく一致する結論が得られた。H1413+117 の 4 つのイメージも輝度の変化を見せたが、マイクロレンズ効果を受けたと考えられる D 以外は、A, B, C ともサンプリングの精度が悪かったため時間の遅れの上限値しか得られず、結果は 150 日であった。この天体は重力レンズ天体の中で、Broad Absorption Line を示す唯一のクエーサーで、マイクロレンズ効果の際の輝線と吸収線のプロファイル変化を詳しく観測すれば、クエーサー周辺の吸収体の分布形状を識別できることを理論的に明らかにしたのが chapter 5 である。

UM673 を 2 つの重力源によるレンズ効果として理論的に調べた結果を chapter 4 にまとめている。これまでの単一レンズモデルでは 2 つのイメージの光度比を再現できていず、それを自然に再現するモデルとしてダブルレンズを提

案し、観測的にそれを検証する方法を明らかにした。ダブルレンズとすることにより、A、Bの2つのイメージはそれぞれ2つに分かれるので、計4個のイメージが作られる。しかし、各々のサブイメージの分離角度は現在の観測分解能より小さく、見かけ上は2つのイメージとして観測されることになる。この場合、新たなサブイメージが加わることにより、2つのイメージの光度比は観測を再現可能となる。将来、観測分解能が上がってAとBイメージを詳細に観測できれば、ダブルレンズであるかどうかを決定できるだろう。さらに、ダブルレンズであるとすれば、観測結果の解釈に2つの重要な問題が提起される。一つはサブイメージの混合のため、その各々の輝度変化が重なり合う結果、AとBの輝度変化の時間遅れが歪められることである。そのため、ハッブル定数の計算に10%の誤差を生む可能性があり、またソースの変光であるにもかかわらず、マイクロレンズ効果と誤認する可能性もある問題点を明らかにした。もう1つは、レンズ効果を受けた光線の通路間隔を利用して、重力レンズイメージに共通して存在するLyman  $\alpha$  の吸収体のサイズが計算されているが、ダブルレンズの場合、光線の通路は単純でなくなり、実際には小さな雲でも共通の吸収線が生じることを示した。これらの結果は今後詳細な観測によって確かめられる可能性が高く、将来的に有望な重力レンズ理論となると予想される。

#### 論文審査の結果の要旨

本論文はクエーサーの重力レンズ現象について、新しい観測結果を提示し、具体的な理論モデルを提案したものである。まず、明るいクエーサーと銀河との位置相関を統計的に調べ、次にいくつかの多重像クエーサーのモニターにより、興味ある変動現象の発見を報告している。

UM673の2つの像の光度比を2個のレンズで説明する具体的モデルを構築し、多重レンズがハッブル定数の決定やライマン雲の大きさの推定に及ぼす影響を論じている。また、重力レンズを使って、クエーサーの幅広い吸収線のモデルを識別する方法を提案している。

本論文は観測・理論の双方に新たな知見を与えたものであり、博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。