

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19340058

研究課題名（和文）マイクロ重力レンズ効果を利用した暗天体と太陽系外小型惑星の探索

研究課題名（英文）Search for Extrasolar Planet and Dark Stars by Gravitational Microlensing

研究代表者

村木 綏 (Muraki Yasushi)

甲南大学・理工学部・教授

研究者番号：70013430

研究代表者の専門分野：宇宙物理学、宇宙線物理学、宇宙空間物理学

科研費の分科・細目：物理学・宇宙物理学、天文学

キーワード：系外惑星、重力レンズ効果、一般相対性理論、CCD カメラ、二重レンズ効果

### 1. 研究計画の概要

一般的に天文学は、望遠鏡を使って光や電波を放出する星や天体を観測する。自ら光を放出しない星や天体は見えない。褐色矮星や太陽系外惑星やブラックホールなどは、暗天体又はブラックスターと言われ、自ら光を放出しないのでそれらの観測は極めて困難である。そこで我々は見えない星を見るために重力レンズ効果を使い暗天体を探索することにした。暗天体は、光を放出しない。しかし質量を有しているので、周囲の空間は一般相対性論の効果で歪んでいる。この歪みを宇宙でレンズとして利用する。すなわち地球から重力レンズを通して後方の星を見ると、後方の星の光が重力レンズで集光され明るく増光する。これが重力レンズ効果である。

重力レンズ効果の出現する確率は極めて少ない。そこで我々は銀河中心部の5000万個の星を毎晩観測し、重力レンズで増光した星を見つけることにより、隠れている暗天体を探している。特に惑星を伴った星は主星と惑星のレンズが重なる二重レンズ効果を示すのでそれを検出し惑星を探し出す。観測装置は日本の科研費特別推進費でニュージーランド南島マウントジョン天文台に設置した口径1.8mの大型望遠鏡と2.2平方度の広領域が観測できる大面積CCDカメラである。今回の科研費の期間内に6例の太陽系外惑星が発見された。

### 2. 研究の進捗状況

(1) 2007年度は、重力レンズ効果で増光した590個の星を銀河中心方向に見つけ、そのうち4例に惑星が発見された。解析の結果、2例が土星程度、残りの2例が地球の2倍程度と天王星の2倍程度の質量であった。

(2) 2008年度は、銀河中心方向に重力レンズ効果で増光した600個の星を見つけた。観測装置は一晩に何度も銀河中心方向の観測が可能である。その結果、増光時間が1.2日という超短時間の重力レンズ効果を発見した。これは重力レンズ効果で褐色矮星を見つけた最初の例である。

(3) 2009年度は、重力レンズ効果で増光した660個の星を見つけた。二重レンズ効果で増光した星は14例であった。そのうち褐色矮星を伴った星が2例、惑星を伴った星が2例見つかった。MOA-2009-BLG-266Lb惑星の質量は海王星にほぼ等しく、主星から3.5AU離れた位置に存在していることがわかった。重力レンズ効果を使った観測で、snow line(氷結境界線)を越え海王星と等しい軽い惑星が数個見つかり、今までに無い太陽系型惑星の存在を裏付ける大きな発見である。

### 3. 現在までの達成度

#### ①

太陽系に酷似した太陽系外惑星系の発見は、期待以上であった。この内容は *Science* の論文として公表され(論文 3)、日本の新聞にも広く報道された。

### 4. 今後の研究の推進方策

2010年度は、重力レンズ効果を使った観測で、我々がすんでいる太陽系が銀河の中で一般的な存在か、特殊な存在か、その謎に迫る。さらに生命存在の可能性のある惑星を探す。また集積された大マゼラン星雲のデータから銀河系外最初の惑星を発見する。

5. 代表的な研究成果  
〔雑誌論文〕 (13 件)

1. MOA-cam3 : a wide-field mosaic CCD camera for a gravitational Microlensing survey in New Zealand T. Sako...Y. Muraki,...T. Sumi..et al. (13 人中 9 番目), *Experimental astronomy*, 22 (2008) 51-66. 査読付
2. Detection of high-energy solar neutrons and protons by ground level detectors on April 15, 2001 Y. Muraki...T. Sako...et al. (18 人中 1 番目), *Astroparticle Physics*, 29 (2009) 229-242. 査読付
3. Discovery of a Jupiter/Saturn Analog with Gravitational Microlensing, B.S. Gaudi.... Y. Muraki, ...T. Sako, T. Sumi...et al. (69 人中 40 番目), *Science*, 319, (2008) 927- 930. 査読付
4. A Low-Mass Planet with a Possible Sub-Stellar-Mass Host in Microlensing Event MOA-2007-BLG-192, D. P. Bennett.... Y. Muraki,...T. Sako, T. Sumi...et al. (47 人中 19 番目), *Astrophysical Journal*, 684, (2008) 663-683. 査読付
5. OGLE-2005-BLG-071Lb, THE MOST MASSIVE M DWARF PLANETARY COMPANION? Subo Dong.... Y. Muraki....T. Sako, T. Sumi....et al. (86 人中 38 番目), *Astrophysical Journal*, 695, (2009) 970-987. 査読付
6. MICROLENSING EVENT MOA 2007-BLG-400: EXHUMING THE BURIED SIGNATURE OF A COOL, JOVIAN-MASS PLANET Subo Dong... Y. Muraki....T. Sako, T. Sumi Y. Muraki et al. (58 人中 21 番目), *Astrophysical Journal*, 698, (2009) 1826-1837. 査読付
7. THE EXTREME MICROLENSING EVENT OGLE-2007-BLG-224: TERRESTRIAL PARALLAX OBSERVATION OF A THICK-DISK BROWN DWARF A. Gould... Y. Muraki....T. Sako, T. Sumi...et al. (74 人中 52 番目), *Astrophysical Journal*, 698, (2009) L147-L151. 査読付
8. EXTREME MAGNIFICATION MICROLENSING EVENT OGLE-2008-BLG 279: STRONG LIMITS ON PLANETARY COMPANIONS TO THE LENS STAR J. C. Yee.... Y. Muraki,...T. Sako, T. Sumi...et al. (84 人 55 番目), *Astrophysical Journal*, 703, (2009) 2082-2090. 査読付
9. INTERPRETATION OF STRONG SHORT-TERM CENTRAL PERTURBATIONS IN THE LIGHT CURVES OF MODERATE-MAGNIFICATION MICROLENSING EVENTS C. Han... Y. Muraki....T. Sako, T. Sumi...et al. (92 人中 29 番目), *Astrophysical Journal*, 705, (2009) 1116-1121. 査読付
10. Mass measurement of a single unseen star and planetary detection efficiency for OGLE 2007-BLG-050 V. Batista .... Y. Muraki....T. Sako, T. Sumi...et al. (94 人中 83 番目), *Astronomy and Astrophysics*, 5081, (2009) 467-478. 査読付
11. A COLD NEPTUNE-MASS PLANET OGLE-2007-BLG-368Lb: COLD NEPTUNES ARE COMMON T. Sumi.... Y. Muraki... et al. (103 人中 29 番目), *Astrophysical Journal*, 710, (2010) 1641-1653. 査読付
12. SUB-SATURN PLANET MOA-2008-BLG-310Lb: LIKELY TO BE IN THE GALACTIC BULGE Julia Janczak..Y. Muraki,...T. Sumi.. et al. (65 人中 26 番目), *Astrophysical Journal*, 711, (2010 ) 731-743. 査読付
13. MASSES AND ORBITAL CONSTRAINTS FOR THE OGLE-2006-BLG-109Lb,c JUPITER/SATURN ANALOG PLANETARY SYSTEM D. P. Bennet.... Y. Muraki,... T. Sumi... et al. (71 人中 44 番目), *Astrophysical Journal*, 713, (2010) 837-855. 査読付

〔学会発表〕 (計 4 件)

1. T. Sumi, MOA II Microlensing survey, The 12<sup>th</sup> International Conference and ANGLES Microlensing workshop, 2008 年 1 月 23 日, Jodrel Bank, Center for Astrophysics, University of Manchester, UK
2. T. Sumi, Planetary Microlensing event OGLE-2007-BLG-368, The 13<sup>th</sup> International Microlensing workshop, 2009 年 1 月 19 日, Institut d' Astrophysique, Paris, France
3. K. Kamiya, Search for low mass objects in short time scale events, The 13<sup>th</sup> International Microlensing workshop, 2009 年 1 月 21 日, Institut d' Astrophysique, Paris, France
4. T. Sumi, MOA observation in 2009, The 14<sup>th</sup> International Microlensing workshop, 2010 年 1 月 18 日, Massey University, Auckland, New Zealand

〔その他〕

ホームページ

<http://www.phys.canterbury.ac.nz/moa/>