

平成21年 4月30日現在

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2006～2009

課題番号：18253002

研究課題名(和文) MOA II 1.8m望遠鏡によるマイクロレンズ事象の探索

研究課題名(英文) Microlensing survey with MOA II 1.8-m telescope

研究代表者

阿部 文雄 (Fumio Abe)

名古屋大学・太陽地球環境研究所・准教授

研究者番号：80184224

研究分野： 数物系科学 B

科研費の分科・細目：物理学・素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：宇宙物理、天文、惑星起源・進化、惑星探査

## 1. 研究計画の概要

ニュージーランドに設置した MOA II 1.8m 望遠鏡によるマイクロレンズ探索を継続し、多数のマイクロレンズ事象を発見する。また、世界各国の観測網と協力して、太陽系外惑星を発見し、惑星形成理論の検証を行う。また、マゼラン雲のマイクロレンズ観測から、ダークマターに占める MACHO の割合を求める。

## 2. 研究の進捗状況

観測は順調に実施され、168個(2006年)、488個(2007年)、477個(2008年)のマイクロレンズ事象をリアルタイムに発見し、アラートを世界中に配信した。さらに、広視野の利点を生かした高頻度観測により、リアルタイムで変位(アノーマリ)を検出するなど、マイクロレンズ観測で世界をリードし続けている。また、2006年にカシオペア座に発見された増光現象(多胡事象)を解析し、極めて稀な近傍の星のマイクロレンズ事象であることを確認した。全く想定外の新展開である。

また、高頻度観測はそれ自身多数の事象の追尾観測となっており、これまでに OGLE 2006-BLG-109 での太陽系のミニチュア版発見、MOA 2007-BLG-192 での極めて小さな惑星系の発見、OGLE 2005-BLG-071 での赤色矮星に付随する巨大惑星の発見、複数の浮遊惑星候補の発見など、多くの成果をあげている。

従来のデータからは系外惑星系は太陽系に似ていないとされ、またコア集積モデルによれば赤色矮星に巨大惑星はできにくい、などとされていた。それに対し、これらの発見は惑星形成モデルに重要な制限を与えると考えられる。また、星形成領域や若い星団以

外で浮遊惑星が発見されるのは、これが最初である。また、マゼラン雲の観測を実施し、リアルタイム解析を開始した。間もなく、最初のアラートが配信される予定である。

## 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している  
(理由)

マイクロレンズ事象の発見は、ほぼ予定通り進行中であり、着実に成果をあげている。惑星発見では、特に MOA 2007-BLG-192 での極めて低質量の主星・惑星発見、OGLE-2007-BLG-368 などにおけるリアルタイムでの惑星候補検出、浮遊惑星候補の発見などは、広視野カメラを利用した高頻度観測の威力を証明している。

我々の発見は、系外惑星系は太陽系に似ていなく、赤色矮星の周りには巨大惑星が生成しにくいとされていた従来の説に疑問を呈するものである。これまでのデータだけでこうした説が直ちに覆るわけではないが、今後の展開によっては、こうした「標準理論」が修正されるきっかけになる可能性がある。また、MOA 2007-BLG-192 の主星は、褐色矮星の可能性もあり、どのくらいの低質量星まで惑星を持ちうるものか、下限を決める上で重要な発見である。

これまで浮遊惑星の候補は、星形成領域や若い星団でのみ発見されていた。しかし、こうした天体が自由空間で検出可能となった意義は大きい。これまで、星の質量関数を水素燃焼質量(0.08 太陽質量)程度以下の領域で決定する有効な手段が無く、こうした星の分布は謎だった。さらに、近傍の星でのマイクロレンズ事象は確率的に極めて低く、ほ

とんど起こりえないとされてきた。多胡事象が起きた原因は、いまだに謎である。

この様に、浮遊惑星候補の発見、近傍星におけるマイクロレンズ事象などの新たな展開もあり、これらについては当初の計画を上回る成果をあげている。また、多胡事象の様な新しい現象の相談が我々に持ち込まれたのも、この分野をリードしていることが内外に広く知られていることを表している。

マゼラン雲に関しては観測とリアルタイム解析システム構築を実施し、リアルタイムアラートを出す直前の状態まで追い込んできた。しかし、銀河中心の観測と解析などに忙殺されてオフライン解析が間に合わず、まだMACHOの割合などの結論を出すには至っていない。

#### 4. 今後の研究の推進方策

MOA II 望遠鏡の2.2平方度の視野は、この目的用としては現時点で最も広く、これを利用した高頻度観測とリアルタイム解析によるタイムリーなアラートは世界で最も進んでおり、世界中の観測網からの期待も大きい。観測を継続するとともに、リアルタイム解析を強化して、より効率的な惑星候補発見を目指す。また、浮遊惑星等低質量天体の探索を実施し、水素燃焼質量以下での星の質量分布を求める。

一方、発見された惑星やその分布から惑星形成モデルを検証するには、惑星形成モデルの専門家や星間物質の専門家との協力も重要となって来る。惑星形成理論の専門家を交えて、研究会・スクールなどを実施し、比較・検証を進める。マゼラン雲については、リアルタイムアラートを実施し、世界的な観測網に対して追尾観測を要請し、バイナリレンズ等を利用してレンズ天体までの距離の決定を試みる。そして、銀河ハローにおけるMACHOの割合を決定する。

これらと平行して、CCDカメラ等の更新をして10平方度程度まで視野を広げ、より一層リアルタイム性を向上して、地球程度の低質量惑星発見につなげ、さらに浮遊惑星などの分布決定を目指す。最近 OGLE グループは、1.3m 望遠鏡の CCD カメラを更新して1.3平方度程度を実現し、韓国も口径1.5m 視野4平方度の新望遠鏡をチリに設置しようとしており、広視野カメラによる高頻度観測は、新潮流となっている。こうした他グループと、競争または協力しながらいっそう大きな成果を生み出して行くことを目指す。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4/6 件)

Dong, S.他, Abe, F. (84人中24番目、分担者3人、協力者13人), OGLE-2005-BLG-071Lb, the Most Massive M Dwarf Planetary Companion?, ApJ 695, 970-987, 2009, 査読有

Bennett, D. P.他, Abe, F. (47人中5番目、分担者3人、協力者12人), A Low-Mass Planet with a possible Sub-Stellar-Mass Host in Microlensing Event MOA-2007-BLG-192, ApJ 684, 663-683, 2008, 査読有

Gaudi, B. S.他, Abe, F. (69人中27番目、分担者3人、協力者10人), Discovery of a Jupiter-Saturn Analog with Gravitational Microlensing, Science 319, 927-930, 2008, 査読有

Fukui, A.他, Abe, F. (20人中2番目、分担者1人、協力者4人), Observation of the First Gravitational Microlensing Event in a Sparse Steller Field: The Tago Event, ApJ 670, 423-427, 2007, 査読有

[学会発表] (計 2/45 件)

Sumi, T., Planetary Microlensing event OGLE-2007-BLG-368, 13<sup>th</sup> Microlensing Workshop, Paris, 2009

Kamiya, K., Search for low mass objects in short time scale events, 13<sup>th</sup> Microlensing Workshop, Paris, 2009

[その他]

○新聞等

2008年2月15日 名古屋テレビ、朝日新聞、中日新聞、毎日新聞、日本経済新聞、読売新聞

2008年6月3日 中日新聞、読売新聞、日刊工業新聞

2008年6月6日 東海ラジオ

○アウトリーチ活動

2007年9月8-17日 国立科学博物館「宇宙137億年の旅」

2008年8月23-25日 名古屋市科学館・名古屋大学「公開セミナー」

現地ニュージーランドでは、地元観光会社による見学ツアーが毎日行われ、年間1000人程度が望遠鏡を見学している

○ホームページ情報

<http://www.phys.canterbury.ac.nz/moa/>(英文)には、最新の研究成果やリアルタイムで発見された事象などが公開されている。