

氏 名 関 口 朋 彦

学位（専攻分野） 博士(理学)

学 位 記 番 号 総研大甲第552号

学位授与の日付 平成13年9月28日

学位授与の要件 数物科学研究科 天文科学専攻

学位規則第4条第1項該当

学 位 論 文 題 目 Physical Observations of Icy Minor Bodies in the Outer
Solar System

論 文 審 査 委 員 主 査 教授 福島 登志夫
助教授 田村 元秀
助教授 浮田 信治
助教授 渡部 潤一
教授 山本 哲生 (名古屋大学)

論文内容の要旨

Icy minor bodies in the outer solar system like TNOs (Trans-Neptunian Objects), Centaurs, cometary nuclei and unusual asteroids are thought to be candidates of planetesimal aggregate bodies in the formation theory of the solar system. Therefore, studies of the physical properties of these objects provide clues to the initial conditions for the solar system. However, their physical properties are still poorly known even the most basic parameters like size and albedo because of their extreme faintness. Typical brightness of TNOs in V-band is fainter than 21 magnitude which makes the use of the largest telescopes an indispensable requirement.

Observations were carried out to reveal the characteristics of these faint objects using the largest telescopes. Photometric and low dispersion spectroscopic observations of 16 TNOs and 1 Centaurs in optical and near-IR wavelength were performed for the purpose of colour taxonomical study as the first approach. On the contrary to former studies, absolute magnitude of TNOs and Centaurs shows no significant correlation with the (V-I) colour. Our new measurements of their colours showed no clear bi-modality and continuous diversity from solar to reddened colour of their surface. The surface of TNOs and Centaurs can be modified by resurfacing process of the intrinsic cometary activity. Bi-colour lightcurve observations in high spatial resolution mode, together with deep imaging were performed in order to confirm a cometary activity of TNO 1996 TO66. The inhomogeneous (V - R) colour variation of TNO over one rotation was obtained. It supports the existence of TNO's patchy surface assumption like Pluto's spotted surface. However, cometary coma was not detected down to 29 mag/sq.arcsec. As a next step toward the physical studies of these objects, the determination method of the most basic parameters, size and albedo, and the observing feasibility for the outer minor bodies are discussed. As a trial case, the MUSES-C spacecraft mission target, NEA 1998 SF36 was analyzed from thermal observations in mid-IR (N-band). The derived radius and albedo of were 178 (+13/-14) m and 0.29 (+0.05/-0.04), respectively.

Finally, the capability of adoption to the faint objects such like TNOs and Centaurs are presented with the possible future facilities.

論文の審査結果の要旨

海王星以遠天体 (TNO) やケンタウルス天体など、太陽系の外縁部に位置する小天体は、太陽系が生まれた時点の物質状態を良く保存していると考えられるため、これら小天体の物理的性質を詳しく調べることは、太陽系生成理論の構築に欠くべからざる重要な研究テーマである。しかるに、これらの小天体は、可視光波長域において、等級にして21等以上と非常に暗いため、大口径の望遠鏡をもってしても精度の高い測光・分光観測を実施することは、かなり難しい。

申請者は、この難しい観測対象に対して、欧州南天天文台 (ESO) の超大型望遠鏡 (VLT) などの世界最大級の望遠鏡を駆使して、可視光・赤外波長域において、大量の高精度観測を行うことにより、以下のような重要な結果を得た。

- 1 多数のTNOおよびケンタウルス天体について、多色測光観測データから精密な色-色関係図を求め、従来の定説であった関係図上での2極分布が、少ないデータによる間違った結論であって、多数のサンプル結果によれば、太陽と同色の場合から、太陽よりかなり赤い色相まで、むしろ連続的に変化していることを示した。このことは、宇宙線や紫外線の照射による赤化の促進と、TNO表面物質の蒸発や、TNO同士の相互衝突の際に起きると思われるTNO表面物質の放出による赤化の抑制との競合過程を、より緻密に評価・探求することが、今後、必要であることを示唆している。
- 2 1で扱った多数の天体について、色-等級図を求め、これまで主張されてきた色と等級 (すなわち天体のサイズ) 間の強い相関関係が、またしても少数の観測例から導かれた誤りであり、全体的には無相関であることを明白に示した。このことは、衝突による赤化現象の理論シミュレーション結果と相容れないため、理論の再検討を迫る結果となっている。
- 3 TNOの一つである小天体1996TO₆₆について、精密な二色測光観測を行い、色変化を検出した。これは太陽系外縁部天体としては世界で初めての観測結果である。自転の位相と色変化の関係図から、光度変化自身は当該天体の3軸不等性の結果としての断面積の変化によるものであり、かつ色変化は表面赤化が非一様な模様によるものであることを強く示唆している。これはTNOのように非常に暗い小天体の赤化現象の履歴を推定する有力な手法であり、今後サンプル数を増やすことにより、同種天体の赤化のメカニズムに関する情報が得られることを示唆する重要な結果である。

以上のように、申請者によって得られた観測結果は、従来の定説を大きく覆す興味深い成果であり、単に新しい観測結果というにとどまらず、理論天文家にとってもインパクトの大きい結果となっている。また、暗い小天体に対しては、観測限界などの制約上、えてして少数例の観測結果から結論を導きやすいのであるが、本研究成果はこのような傾向に対する大きな警鐘となっている。これらの点において、申請者の研究成果は学位論文として十分に評価できる。