

論文審査の結果の要旨

氏名 ブディデルマワン

本論文は5章からなる。

第1章はイントロダクションでまず、通常観測されるメインベルト小惑星(MBA)のサイズは1 km以上で、その回転周期は2.2時間を上限とするのに対し、地球接近小惑星(NEA)では周期サイズ分布に空隙が存在し、かつ周期分布が2.2時間以下の高速回転領域まで延びていることが示される。論文提出者はサイズが1 km以下になると高速回転MBAが存在するのではないかと考え、すばる望遠鏡によるMBAの変光観測を計画した。

第2章はすばる望遠鏡による観測と、データ整約について述べている。観測は衝の位置で行われた。すばる望遠鏡のSuprime-Cam広視野撮像装置を用いて、34分角×27分角の同一領域が、典型的な時間間隔4分で8.3時間に渡り、Rバンドで計42ショットが繰り返し撮像された。予想される小惑星の移動速度は一日に14°である。画像データの処理にはIRAFが使用された。

第3章ではデータ解析が論じられている。複数(4~8)の画像を足し引きして合成画像を作成すると、小惑星は交互に黒白の点線となって現われる。この手法で、R等級24.5等までの小惑星127天体を眼視検出した。このうち既知の天体は5個で残りは全て新発見の小惑星である。120秒の露出時間内での小惑星像の伸長量は小さいため、光度の測定には通常のアパーチャ測光が採用された。画像内の非変光星を用いたテストを繰り返し、論文提出者は観測画像に最適な測光半径を4ピクセルとした。また、小惑星像の検出シミュレーションから検出率が90%となる等級を画像毎の検出限界としたが、その値は $R = 24.3$ から 24.8 の間であった。

第4章では観測データを用いた議論が展開されている。まず、観測された小惑星が円運動していると仮定して、天体の見かけの移動速度を基に各天体までの距離が決定された。次に、反射率をメインベルト内側天体(軌道半径 < 2.8 天文単位)では0.21、外側天体(軌道半径 > 2.8 天文単位)では0.06と仮定して、天体の大きさを求めた。求められた天体の直径は2.2 kmから0.1 kmに渡っている。

検出された小惑星127天体中、83天体に関しては変光カーブが得られた。一般に回転楕円体の反射光は一周の間に2回の極大と極小を持つ。このため、観測点の間隔が最短で4分間、観測期間が8.3時間である今回の観測データから決定可能な小惑星回転周期は16分から18時間の間である。変光周期の決定には、ロムのペリオドグラフ法とロバーツらのウィンドウクリーン法が併用され、73天体に対し周期が求められた。実際には周期が10.5時間から17時間の間の小惑星はなかった。周期が定まらなかった10天体は17時間以上の周期を持つと考えられる。一方、周期が決まった73天体中、34天体の周期は0.51時間から2.22時間の高速回転領域に見出された。この結果、これまで地球接

近型小惑星にのみ知られていた高速回転が、MBAの間にも存在することが判った。今回発見された高速回転小惑星のサイズ分布は低速回転小惑星に比べると勾配が急である。したがってサイズが小さくなるほど高速回転小惑星の占める割合は高くなる。一方、変光の振幅は形状比を表現していると解釈すると、地球接近型の高速回転小惑星は形が細長いものが多いのに対し、今回発見された高速回転 MBA は球形に近いものが多い。これらの特徴は微小小惑星の成因を考える上で重要な手がかりとなる。

第5章はそれまでの内容を整理し、改めてこの論文の結論として、以下の4点を上げている。

(1) 127個の微小MBAを発見し、122個の新小惑星を発見した。また、その中から34個の高速回転小惑星を初めて検出した。

(2) 低速回転小惑星の幾つかは多重周期を示した。また、キロメートルサイズの高速回転小惑星が複数個発見されるなど、微小小惑星の更に詳細な性質を調べる必要があることが判った。

(3) 高速回転 MBA は、地球接近型高速回転小惑星にくらべ、より球形に近いものが多い。一方、メインベルト、地球接近型の双方に共通する性質として、回転周期が短いものほど細長い形の割合が高くなる。

(4) 今回発見された小惑星は、これまでに得られていた周期サイズ分布の空隙を満たし、小惑星の内部構造の分類に重要な情報をもたらした。

(5) 微小小惑星のサイズ分布は高速回転小惑星と低速回転小惑星とでわずかに異なり、サイズが小さくなると高速回転小惑星の割合が増す。

以上のように本論文は、これまで観測の及ばなかったサブキロメートルサイズのMBAを世界で初めて研究したもので、その学術的価値は極めて高い。特に、これまでMBAでは2.2時間が回転周期の上限とされていたが、今回これを下回る高速回転小惑星が多数発見されたことにより、小惑星の内部構造と遠心力による破碎の関係、衝突によるサイズおよび回転速度分布の進化などの研究分野に非常に興味深いデータが提供されることとなった。また、今回観測された小惑星の大きさは、地球接近型小惑星の典型的な大きさでもあるので、両者を直接比較して研究できるようになった意義も大きい。本論文が小惑星研究において新しい領域を切り開いたことは明白であり、博士論文に十分値する内容である。

なお、本論文第2章の観測、第3・4・5章は中村士、吉田二美と共同で行ったものであるが、データ解析および結果の分析は論文提出者が主体となって行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。