

水星表層のテクトニック地形の観測による初期史推定

Observation of herman tectonic surface features and its implication to Mercury's early history

本田 理恵[1], 飯島 祐一[2], 水谷 仁[2]

Rie Honda[1], Yu-ichi Iijima[2], Hitoshi Mizutani[2]

[1] 高知大・理・数理情報, [2] 宇宙研

[1] Information Sci., Kochi Univ., [2] ISAS

本講演では水星表面のテクトニック地形に関する研究をレビューし、今後の理論的研究の方針を示し、BepiColomboMMO 搭載カメラによる水星表面のテクトニック地形、および光学特性などその他の目標の観測計画について述べる。

水星表層には高さ km オーダの断崖や線構造などの微小なテクトニック地形が全面に広がっている。こうした地形の代表として lobate scarp と呼ばれる断崖構造がある。この地形はマリナ - 10 号によって太陽高度の低い条件で観測されており、最大級のものとして長さ 500km にわたる Discovery scarp(高さ約 2km)がある。Schubert et al. (1988) は内核の冷却に伴う固化の効果を考慮した熱対流の理論計算から、内核形成によって、水星半径が数 km 程度増大する可能性があることを示した。また約 2km という lobate scarp の高さと同半径方向の膨張量を関連付け、核内の熔融温度を低下させる硫黄の量を推定した。このような研究例から、初期の惑星の体積変化を伴う現象、特に核の進化に関わる事件を反映する地形として、そのグローバルな分布や方向性、形状の解析が重要と考えられる。

線構造は、地上からの撮像および地上からのレーダ観測 (e.g., Clark et al. 1988) で観測されているが、その方位性の分布から、自転速度の低下による形状変化からおこった地殻の破断現象を反映している可能性が指摘されている (Melosh and Mckinnon 1988)。

また、水星には直径 1300km の巨大なカロリス盆地が存在するが、カロリスのちょうど反対側にあたる領域に antipodal plain という異常な起伏を示す領域が存在することが報告されている。この領域は巨大衝突時に発生した地震波が対極点で収束することによって大きく揺り動かされて形成されたと考えられており (Schultz and Gault 1975) 特に関心する地震波の収束の様式が内部構造 (核の半径など) によって大きく左右される可能性がある (Watts et al. 1991) ことから興味深い。

こうした核形成とその後の冷却、自転速度変化、大規模衝突による地殻の変動といった惑星形成初期のイベントの痕跡は、他の地球型惑星や月では resurfacing の影響で残っていない事が多い。しかし、初期史の研究からは普遍的に起こった可能性が高いと示唆されており、水星のこうした地形の研究は、水星初期史の研究のみならず固体惑星の初期史を比較惑星学的立場から検証するためにも極めて重要といえる。

2000 年代後半に計画されている NASA および ESA・ISAS の探査機による水星表層観測は、このような問題に対する詳細な証拠を与えるものと期待される。NASA の Messenger、及び ESA-ISAS 国際共同ミッションで ESA が主として担当する BepiColomboMPO は、グローバルリモートセンシングをメインミッションとし、表層の地形観測・マルチバンド観測・分光観測を行う。ただし、水星では自転・公転の同期のために 1 衛星 (すなわち 1 軌道面) について経度毎に観測できる条件が数種類に限られてしまい、このような微小テクトニック地形の解析に適切な画像は限られた領域でしか撮像できない。

他方、ISAS が主に担当する BepiColomboMMO には水星希薄大気と地形をターゲットとした共通カメラシステムが提案されている。この MMO の地形カメラは、衛星スピンを利用して視線方向を変化させることにより、より多くの領域を微小地形の解析に適切な条件で撮像することができる。

空間解像度はこうした数 km オーダの微小テクトニック地形を捉えるために赤道域で 100m を想定している。また別の軌道からスピン位相をずらして同一地点を撮像することにより、Digital Elevation Model を作成し、地形構造の解析に役立てることができる。そして MMO、Messenger、MPO のデータをインテグレートすることによりテクトニック地形を通じて水星初期史にアプローチすることができると思われる。

理論的アプローチや他の観測目標については講演時に述べる。

Clark et al., in Mercury, Arizona press, 77-100, 1988.

Melosh and Mckinnon, in Mercury, Arizona press, 374-428, 1988.

Schubert et al. in Mercury, Arizona press, 429-460, 1988.

Schultz and Gault, The Moon, 159-177, 1975.