

## 水星の起源・進化モデルから推定される水星表面・内部の特徴

### Characteristics of surface and interior of Mercury derived from its origin and evolution models

# 岡田 達明[1]

# Tatsuaki Okada[1]

[1] 宇宙研・惑星

[1] ISAS

<http://planetb.ci.isas.ac.jp/~okada/>

本報告では、水星の起源・進化モデルをレビューし、それらのモデルから想定される現在の水星表面の元素組成や地形の特徴、及び水星の内部構造の特徴について推定を行う。その結果はメッセンジャーやベピ・コロomboなど、将来の水星探査における科学観測の目標を設定する上で重要である。また、それらの探査から得られる情報から、起源や進化についてどこまで制約を与えることができるかについて考察する。

水星は原始太陽系星雲の太陽近縁部で形成され、そこでの温度圧力条件や化学組成、あるいは微惑星から惑星へと合体・成長してゆく形成過程で生じる物質分離を反映した物質を材料とすると考えられる。水星は、自己重力による圧縮の効果を除去した1G下での平均密度が極端に重い、それは水星のバルク組成にFeが異常に富むことを示唆する。水星の固有磁場の存在が、マリナー10号のフライバイ観測から分かった。固有磁場の成因として金属コア内での流体運動に伴うダイナモ作用などが考えられる。しかし、水星サイズの惑星では冷却が早く、現在までにコアまで固結していても不思議ではない。水星表面の大部分はクレータ年代的に古い地形で占められ、水星の冷却に伴う熱収縮に伴って生じた可能性のある線状の断崖地形が多く分布している。

本研究では、水星の高い平均密度を説明するために提案された選択集積、蒸発、巨大衝突の3つのモデルを基に、解釈を適宜追加して議論する。選択集積モデルは、水星軌道域では金属質が岩石質よりも合体しやすい性質があるため、金属質が選択的に合体・成長してゆく不均質集積が起き、それらが集積して水星となった。岩石質は水星軌道域から何らかの作用により除去される必要がある。このモデルでは、Feは主に金属相であり、ケイ酸塩中のFe濃度は低い(Mg#が大きい)ことを前提とする。地殻・マンツルのバルク組成はエンスタタイト・コンドライトのケイ酸塩的と考えられる。蒸発モデルでは、内部分化の進んだ原始惑星が太陽活動によって炙られ、地殻・上部マンツルが蒸発してしまい、下部マンツルとコアが残った。従って、揮発性が大きい元素ほど減少率が高くなる。巨大衝突モデルでは、進化した原始水星に、1個または複数の原始惑星が衝突することによって、表層の地殻やマンツルの大部分が吹き飛ばされ、中心のコアや下部マンツルが残された。表面はマンツル物質が露出、またはマンツル由来の岩石で構成されており、地殻に濃集しやすい元素が著しく欠乏することが予想される。

さらに、水星固有磁場の存在を説明するために提案されたモデルを基に、適宜解釈を追加したコアモデルを熱史とともに考察する。平均密度と慣性モーメント比を現在の観測値と矛盾しない値に設定すると、相対的に(1)軽元素の不純物を多量に含む大きなコアとMg#の大きなマンツル(または厚い地殻)、(2)不純物のない小さい金属コアとMg#の小さいマンツル(または薄い地殻)、(3)その中間、コアが想定される。コアの組成は水星の起源に依存する。適当な熱史をシミュレーションで求めると、コアの不純物量によって現在存在する液体コアの厚さが変動する。観測される水星の磁場構造は従って、内部構造と大きく関係するはずである。

地殻またはマンツル密度を算出するには表面の主要元素組成が必要であり、マンツルやコアの密度を知るには慣性モーメント比の精度向上や、地震波直接探査が必要である。メッセンジャーやベピ・コロomboでは、上記の観測に加えて、磁場構造の探査、水星の際差運動、詳細な地形観測、熱流量など、これらに必要な観測が実施される予定である。水星の起源と進化について解明する手がかりが得られると期待できる。