

## 金属コア形成に関連した火星の熱史とテクトニクス

### Martian thermal history and tectonics

# 高宮 勲 [1], 千秋 博紀 [1], 松井 孝典 [2]

# Isao Takamiya [1], Hiroki Senshu [2], Takafumi Matsui [3]

[1] 東大・理・地惑, [2] 東大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Physics, Univ of Tokyo, [2] Earth and Planetary Physics, Univ. of Tokyo, [3] Dept. of Earth and Planetary Phys., Univ. of Tokyo

最新の火星集積理論の結果を元により現実的な火星の一次元の熱史モデルを構築し、火星熱史について考察を行った結果、金属コアの形成が火星熱史に及ぼす影響は大きく、それを考慮することによってこれまでに得られている観測事実を矛盾なく統一的に説明できることが示され、より現実的な火星熱史モデルを構築できる可能性が示唆された。

近年、火星は非常に注目されている惑星である Mars Global Surveyor をはじめとするたくさんの火星探査機が、今後数年間火星に関する新しいデータを大量に送ってくることが予想されるからである。これらのデータを正しく解釈するためには、理論的な火星熱史の研究が不可欠である。

また、一方で、最近の惑星集積理論の発展により火星の初期熱史も、これまで考えられてきた描像とは大きく違ってきていることが明らかになってきた。

つまり、火星の熱史に関しては、観測的にも理論的にも条件が変わって来ており、現在火星熱史をもう一度見直す必要があると考えられる。したがって、本研究では、今後新しいデータが入手できるということを見据えた上で、最新の火星集積理論の結果を元により現実的な火星の一次元の熱史モデルを構築し、火星熱史について考察を行った。その結果、金属コアの形成が火星熱史に及ぼす影響は大きく、それを考慮することによってこれまでに得られている観測事実を矛盾なく統一的に説明できることが示され、より現実的な火星熱史モデルを構築できる可能性が示唆された。

これまでの火星熱史モデルでは、初期状態としては、金属と珪酸塩が千秋 (1998) による火星初期熱史モデルの計算によると、火星では集積完了直後には表層付近のみ金属と珪酸塩が分化している 3 層構造(未分化コア、熔融金属層、珪酸塩マントルの 3 層)をとっていることが示唆された。したがって、本研究においてもこの状態を初期状態とし、この後の金属層の沈降を考慮することにした。

金属層の沈降に関しては、一次元モデルなので、金属層と未分化コアの境界が中心に向かって移動していくということを考える。その際、未分化コア内の珪酸塩成分は珪酸塩マントルに、金属成分は熔融金属層に分配され、解放された重力エネルギーは熔融金属層に付与されるものとした。どのくらいの継続時間で解放されるかが重要であると考えているので、金属層の沈降はタイムスケールに注目することにして、実際の物理的なプロセスは追わないことにした。そこで、Honda et al. (1993) によって示された、「金属層が波数 1 のモードで未分化コアに侵入していき金属コアを形成するタイムスケールは、金属層の体積に比例した球が未分化コア内にストークス速度で沈降していく時のタイムスケールで近似できる」という結果を利用した。

計算は、金属層の沈降速度を求める際に必要な粘性率の見積もり方に関して 2 つのケースを考え、それぞれについて初期未分化コアの質量をパラメータとして振って行った。その結果初期に 3 層構造を仮定しても 4 5 億年の間に金属コアが形成され、現在でも金属コアが熔融していることが示された。この傾向は、粘性率の見積もり方や初期未分化コアの質量によらない。また、本研究では、火星表層のテクトニクスや固有磁場についても簡単な考察を行うために、火星半径の時間変化と金属層から珪酸塩マントルに流れる熱流量についても同時に計算した。その結果、惑星表層での応力場の現れ方は、金属層の沈降の時期や継続時間の違いによって異なることが示された。また、粘性率の見積もり方や初期未分化コアの質量によっては磁場が形成され得ることも示された。

火星の熱史においては、金属コアの形成がテクトニクスや磁場形成に火星の地形や古地磁気について、より詳細なデータが得られることによって逆に金属コア形成の時期や継続時間に制約を与えることができる可能性もあると考えられる。