

衛星のコア熱史とダイナモ磁場発生の可能性

Thermal history of satellites' core and possibility of dynamo action

木村 淳[1]; 栗田 敬[1]

Jun Kimura[1]; Kei Kurita[1]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. of Tokyo

<http://www-sys.eps.s.u-tokyo.ac.jp/~junkim>

昨秋まで木星系を調査したガリレオ探査機によって、衛星ガニメデは大規模な固有磁場を持つことが明らかとなった。これは固有磁場が地球などの惑星だけのものではないことを示す、注目すべき発見だった。ガニメデの磁場は、赤道表面で 750nT の強度を持ち自転軸から約 10 度傾いた双極子磁場であり、金属コアでのダイナモ運動がその起源と考えられている。一方、同じ木星の衛星であるエウロパは、表面にはガニメデ以上に活動的な地質学的特徴が見られるが、内部起源の大きな固有磁場は確認されていない。ガニメデは衛星としては大きなサイズを持ってはいるが、地球のような大きな放射性壊変熱によって高熱状態を維持できるとは考えにくい上、地球の月や火星が熱的に非常に不活発で現在は固有磁場を持っていない点と比較すると、現在のガニメデは特に高温で活発な状態にあると言える。しかし衛星間になぜこのような活動度の差異が生じるのか、その系統的な説明は未だなされていない。ガニメデのコアが特に高温状態にある原因としては、幾つかの候補が考えられる。ガニメデは金属コアを覆う岩石マントルの外側をさら大量の氷の層が覆っているため、これが熱の緩衝材となって内部の冷却を妨げている可能性がある。またエウロパの場合は氷の層の一部が液体となって岩石マントルと直に接している可能性が高い。この場合は熱輸送効率が飛躍的に増加して内部の熱を急速に奪うため、現在のエウロパの中心付近はガニメデほど高温状態にはならないというシナリオが考えられる。

本研究では、氷衛星内部に H₂O 層（液体層 + 氷地殻）・岩石マントル・金属コアの層構造を仮定し、その体積分率は衛星の慣性能率に調和する範囲でパラメタとして与える。熱輸送を記述する方程式は、固体層では混合距離理論を高粘性流体に適用したモデル、液体層ではパラメタ化対流理論を用い、全ての層を連結させる。H₂O 層は熱的状态に従って固液間の相変化を伴い、それによる熱輸送率の変化こそがコアの熱的進化を支配する最も重要なファクターとなるため、固液境界面の移動問題を複合して考えた空間発展系で数値シミュレーションを行う。金属コアの熱的状态は、岩石マントルとの境界面における熱流量を見積もることでコア内部温度と対流発生の有無を評価する。