

Mars Global Surveyor衛星で観測された火星の残留磁場

東京大学 前澤研 修士課程1年
久保田 康文

はじめに

火星の基礎データ

赤道半径	3397 km	平均密度	3.93 g/cm ³
質量(地球=1)	0.1074	自転周期	1.0260 日
体積(地球=1)	0.151	公転周期	1.8809 年
火星の磁気モーメント	1-2 × 10 ¹⁸ [A·m ²]		
赤道地上で	25-50 nT	[Acuna et.al., 1998]	

地球の固有磁場 30000-60000 nT

これまでも火星の磁場観測はやられてきたが、グローバルな観測はやられてこなかった。

MGSの磁場観測について

1997年の9月から1999年の3月まで
楕円軌道 (aerobraking phase)
高度: 100 km – 10 Rm

1999年の3月から2000年の8月まで
極軌道 (mapping phase)
高度: 370-438 km

観測器: fluxgate magnetometer
32 samples/s

Aerobraking phase で観測された磁場

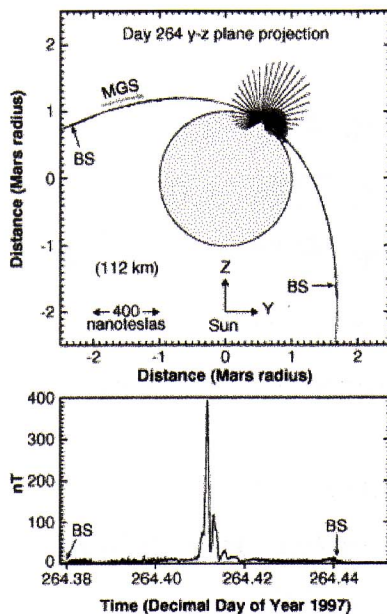


図1 1997年のday264に観測された磁場
上の図が太陽から火星を見た図でMGSの軌道が書かれている。

その時の磁場の変化が下の図でまず初めにバウショックが観測される。

それから火星に最も近づいた時に400 nTの強い磁場が観測される。

その位置は32.9° N 22.4° Wだった。

[Acuna et.al., 1998]

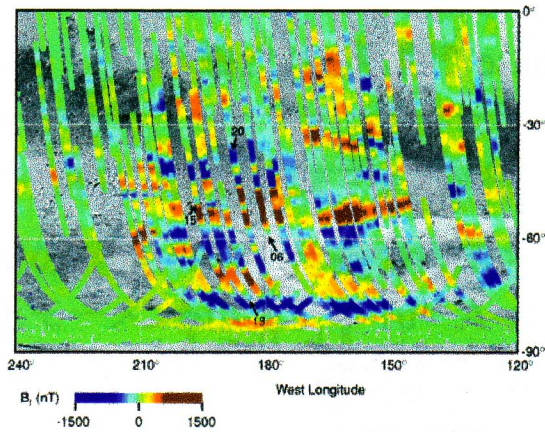


図2 南半球の特に強い磁場が観測された領域

図1のような観測から得られた磁場を火星の上にプロットした。高度の補正を行ってない。高度が103km~200kmで磁場の絶対値が1500 nT。

大きな特徴は磁場の大きな部分が東西方向に2000km以上にも伸びている。その線が正負と交互に並んでいる。

このような形状の磁場は地球上でも見られ、火星の地殻が形成された初期の時代にダイポールの反転がありその時磁化されたと考えられる。[Connerney et al., 1999]

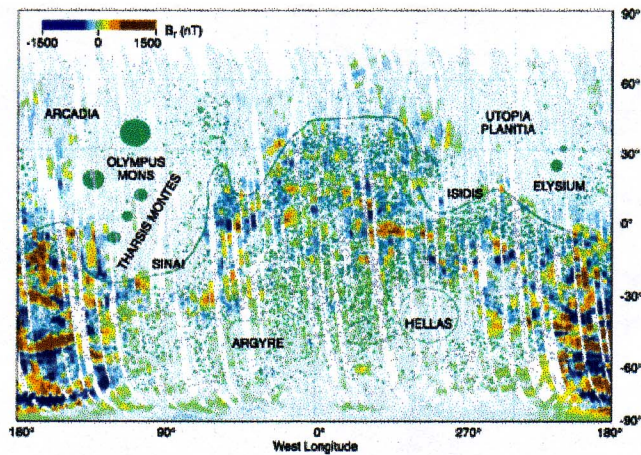


図3 直径15km以上のクレーターの分布に観測で得られた磁場の分布を重ねた図
真ん中を横切る境界線はクレーターの多い古い南側の高地と比較的新しい北側の低地を分けている。

この図を見ると、磁場は古い南側の高地に分布している。さらにHELLASやARGYREの付近には磁場がみられないことから、HELLASやARGYREのできる前に磁化されたと考えられる。HELLASやARGYREは40億年前にできたので、火星の固有磁場はその前に活動を停止したことになる。[Acuna et al., 1999]

Mapping phaseで観測された磁場

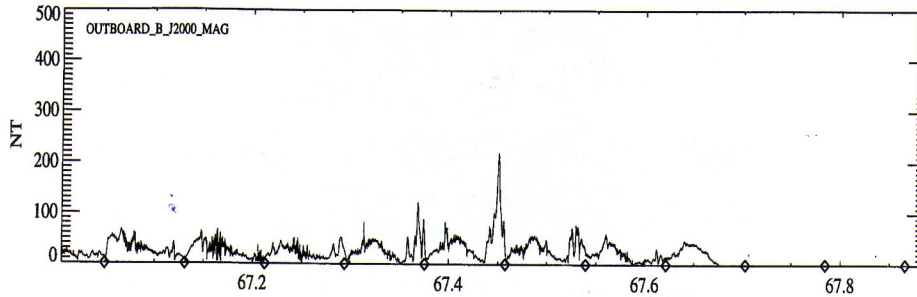


図4 1999年のday67に観測された磁場。

約2時間で火星を1周している。Aerobraking phaseと比べて一定の高度で火星の周りをまわっているためデータが多く火星のグローバルな磁場の分布を作れる。

高度約400 kmで観測される磁場は

1. 火星の大気と太陽風の相互作用による磁場
数 nT- ~100 nT
2. 火星の表皮起源の磁場(残留磁場)
最大220 nT

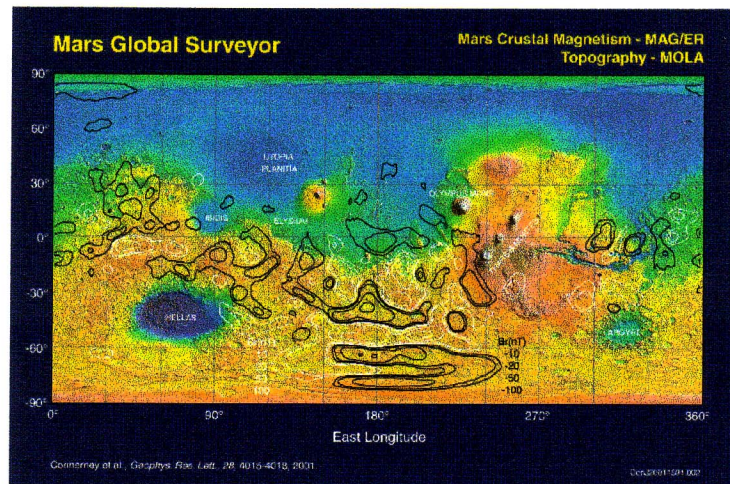


図5 図4のような観測から得られた火星磁場の分布

太陽風の影響が出ないように夜側のパスだけを使用している。この図から南半球の経度180°付近で観測された磁場の磁気モーメントを計算すると $1.3 \times 10^{17} \text{ A}\cdot\text{m}^2$ となる。

この磁気モーメントは電離圏のトータルプレッシャーを増加させる。この領域は非対称なバウショック作り、太陽風磁場とリコネクションを起こすと考えられる。[Connerney et al., 2001]

まとめ

火星の残留磁場の全球マップが得られた。

南半球の経度 180° 付近で観測された磁場の磁気モーメントは $1.3 \times 10^{17} \text{ A}\cdot\text{m}^2$ だった。

南半球で観測された磁場の半径方向が正負と交互に平行に並んでいることから、昔火星に固有磁場があったことが示唆される。

磁場の分布とクレーター分布には相関があり、そのことから固有磁場が存在したのは、40億年以上前だと推定される。

References

M. H. Acuna, et al., Global distribution of crustal magnetization discovered by the Mars Global Surveyor MAG/ER experiment, *Science*, 284, 790-793, 1999.

M. H. Acuna, et al., Magnetic field and plasma observation at Mars: Initial results of the Mars Global Surveyor Mission, *Science*, 279, 1676-1680, 1998.

J. E. P. Connerney, et al., The Global Magnetic Field of Mars and implication for crustal evolution, *Geophys.Res.Lett.*, 28, 4015-4018, 2001

J. E. P. Connerney, et al., Magnetic lineations in the ancient crust of Mars, *Science*, 284, 794, 1999