

## 磁気イメージングから見る鉄隕石の磁気特性 - 惑星科学と磁気物理の邂逅 -

# 小嗣 真人 [1]  
[1] SPring-8/JASRI

### Illuminating magnetic domain structure of iron meteorite - A new paradigm connecting material and planetary science -

# Masato Kotsugi[1]  
[1] SPring-8/JASRI

The magnetic properties of iron meteorites greatly differ from those of iron-nickel alloys found on Earth, the reason for which has long been veiled in mystery. The scientists of this research team approached this mystery of the magnetic properties of iron meteorites by accurately evaluating their physical properties from the viewpoint of materials science and, at the same time, considering that such accurate evaluation will be effective for the exploration of other magnetic materials.

They directly observed iron meteorites at the nanometer level using a photoemission electron microscope (PEEM) at SPring-8, and discovered a new magnetic domain structure, which has never been found in conventional iron-nickel alloys. (PEEM is a cutting-edge microscope that came under the spotlight because of its use in the research awarded the 2007 Nobel Prize in Chemistry.) By comparing the magnetic domain structure obtained in the experiments with that obtained by simulation, it was clarified that the magnetic domain structure originates from tetrataenite, an iron-nickel phase unique to iron meteorites.

This tetrataenite phase, originating from the universe, does not contain rare metals and exhibits excellent functionalities; therefore, it is expected to lead to the achievement of high density and power saving as well as resource saving in next-generation magnetic devices. Currently, the artificial creation of tetrataenite and the evaluation of its physical properties are ongoing, aiming towards its application to such devices, which are expected to have a productive ripple effect on future green nanotechnology.

隕石の残留磁気は古代太陽系の知見を知る為の情報源として長らく調査されてきた。鉄隕石はウイドマンステッテン構造と呼ばれる特徴的な微細金属組織を示し、地球上の FeNi 合金とは大きく異なる磁気ヒステリシスや磁気異方性を示すことが知られている。このことから、鉄隕石は惑星科学のみならず、物性科学においても興味深い研究対象である。そこで我々は鉄隕石を金属磁性材料の一種と位置付けて、その磁気特性の起源を金属組織と関連づけて直接調査した。

大型放射光施設 SPring-8 に設置された光電子顕微鏡を用いて磁区構造をナノスケールで直接観測した結果、 / 界面において、互いに正対する「head-on」型の磁区構造が確認された。本構造は静磁エネルギーの損失が極めて大きく、通常の FeNi 合金では期待できないユニークな磁区構造であった。同じ領域の組成と構造を調査したところ、界面では 相と 相 FeNi に明確に分離しており、界面のごく近傍において、隕鉄特有の鉄ニッケル相「テトラテーナイト」の薄膜が偏析していることが確認された。

これを理解するため、理論計算による検証を行った。テトラテーナイトは通常の FeNi 相と比較して保磁力と磁気異方性が飛躍的に高く、永久磁石のように振る舞うことから、周囲の磁化に強い影響を与え、head-on 磁区構造の形成に至ることが示唆された。テトラテーナイトは界面に偏在していることから、テトラテーナイトの層状ネットワークが鉄隕石の磁気特性の担い手であると結論づけられた。テトラテーナイトは磁気メモリとして優れた機能性（磁気異方性・保磁力）を示し、原料となる Fe や Ni は安価で資源が潤沢であることから、レアメタルフリーの次世代磁性材料として、今後磁気デバイスへの応用が期待される。

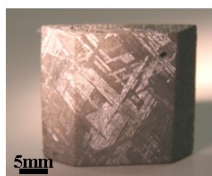


図1:鉄隕石のウイドマンステッテン構造

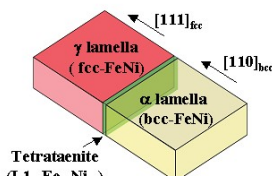


図2:ウイドマンステッテン構造における界面構造の模式図

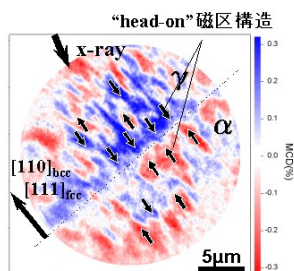


図3:ウイドマンステッテン構造の界面近傍における磁区構造。界面を境界に互いに正対する磁区構造が観測された。静磁エネルギーの損失が高く、通常では期待されないユニークな磁区構造であった。

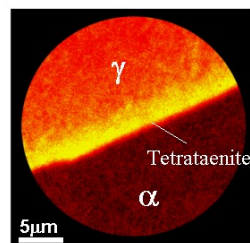


図4:ウイドマンステッテン構造の界面近傍における組成分布。界面に接近するに従いNi組成が急激に上昇し、界面近傍にテトラテーナイトが偏析する。