



## 研究背景・目的

- 水星には地球と比べて1/100程度の微弱な磁場があり、磁場の勢力範囲である磁気圏が形成されている可能性が高い。
- しかしながら、水星は太陽に近く観測が困難であり、これまで探査機による直接観測はMariner10とMessengerにしか行われておらず、水星磁気圏の物理は明らかになっていない。
- このような中、2018年10月にJAXAが水星磁気圏探査衛星Mioを打ち上げ、今後水星磁気圏の研究が活発になることが予想されている。

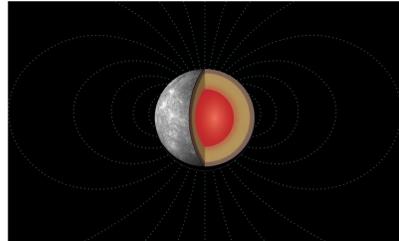


図1 水星にも地球同様双極子磁場がある (From <http://mio.isas.jaxa.jp/>)

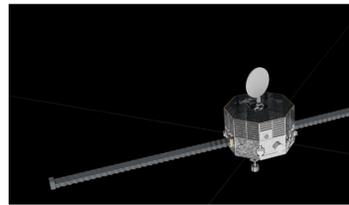


図2 水星磁気圏探査機Mio (From <http://mio.isas.jaxa.jp/>)

本研究では、このように今後観測が始まる水星を対象に磁気圏数値シミュレーションを行う。

また、その結果を木星磁気圏シミュレーションと比べることで、それぞれの惑星磁気圏の物理の理解だけでなく、惑星の性質の違いから磁気圏構造がどのように変化し、どのような現象が起きるのかを明らかにする。

## 研究体制

- 研究メンバー
  - 深沢圭一郎 (京都大学)
    - ・ コード最適化、シミュレーションデータ解析
  - Xianzhe Jia (Michigan Univ.)
    - ・ シミュレーション実行、シミュレーションデータ解析
  - 村上 豪 (ISAS/JAXA)
    - ・ 観測データ・シミュレーションデータ解析
  - 岩下 武史 (北海道大学)
    - ・ コード最適化
- 利用計算機システム
  - 北海道大学 Grand Chariot (サブシステムA) 32ノード
    - ・ CPU: Skylake Xeon Gold 6148 (1.536TFlops) × 2/node
    - ・ メモリ: DDR4-2666 384GB (=255.9GB/s)/ノード
    - ・ B/F: 0.167 (=255.9/1536)
    - ・ インターコネク: OmniPath (12.5GB/s) × 2



図3 Grand Chariot@北海道大学 (From <https://www.hucc.hokudai.ac.jp/overview/huhipi/>)

## 研究計画

惑星磁気圏は惑星の特徴(自転速度、磁場強度、プラズマ密度、プラズマ温度)と、太陽から吹いてくるプラズマである太陽風によって、形が決まる。太陽風は太陽活動や太陽からの距離によって大きく時間変化する。そこで、太陽風磁場の変化に対する磁気圏の反応を見るために、下記の4種類のシミュレーションを行うことを計画している。

1. 太陽風磁場がゼロ: 惑星磁気圏自体の基本構造が理解できる。
2. 太陽風磁場のz成分が正: 太陽風磁場と磁気圏の繋がりが非効率であり、変動の少ない磁気圏となる。
3. 太陽風磁場のz成分が負: 太陽風磁場と磁気圏が効率良く繋がり、エネルギー流入・変換が起き、様々な現象が起こる。
4. 太陽風磁場がy成分のみを持つ: 上記の2, 3と大きく異なり、効率はあまり良くないが太陽風磁場が磁気圏に接続し、エネルギー流入が起こる。

## 水星磁気圏シミュレーションモデル

- BATSRUS (Block Adaptive Tree Solar-wind Roe Upwind Scheme) MHD model
- Simulation domain:  $-64 < X < 24 R_m$ ,  $-32 < Y, Z < 32 R_m$  ( $R_m=2440\text{km}$ , Mercury's radius)
- Total number of computational cells: 8 million
- Typical run time per simulation: 48 hours

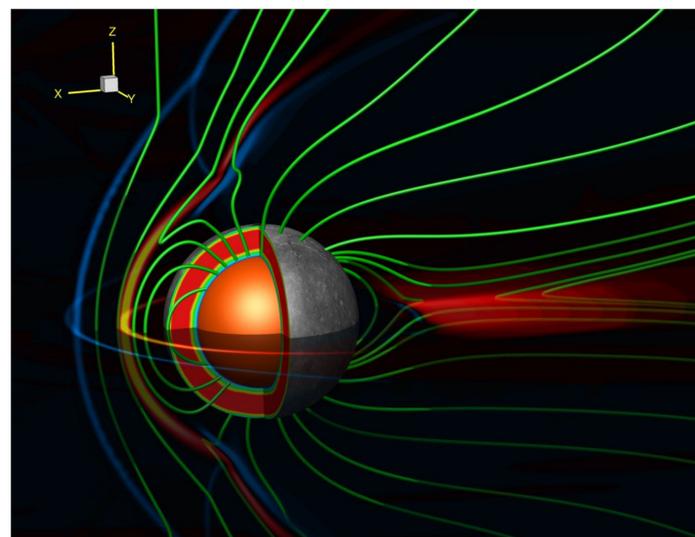


図4 水星磁気圏MHDシミュレーション例 (Jia et al., 2015)

## 期待される成果

- これまでにこれら二つの惑星磁気圏を比較した研究は無く、また、衛星ミッションのPIが本研究に参加することで、観測の立場からの解析も期待される。
- 最終的には、Mioが観測を開始する前に磁気圏構造を数値シミュレーションから提案し、その結果を観測計画に還元し、より高度な観測結果を得ることにある。