

# きまぐれな地球と律儀な太陽

方位磁石が反転する世界をスパコンで再現する

神戸大学

大学院システム情報学研究科

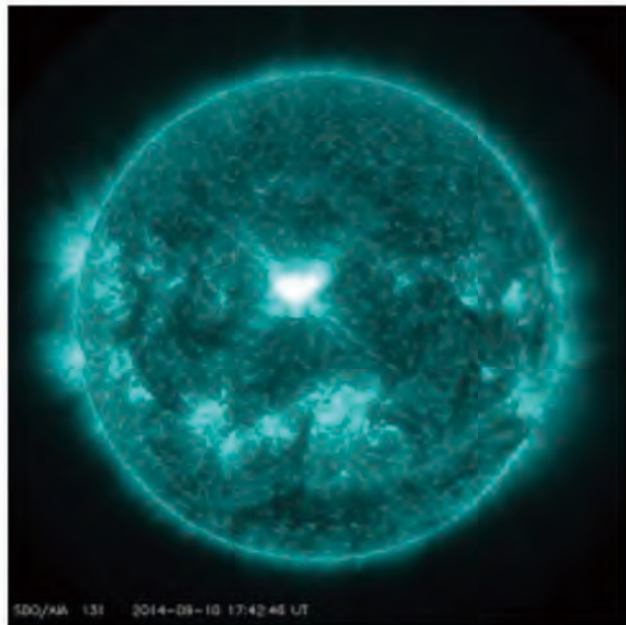
計算科学専攻

陰山 聡

# 毎日新聞 2014年9月13日

## 太陽フレア:通常の100倍 GPS影響も

毎日新聞 2014年09月13日 11時30分 (最終更新 09月13日 14時14分)



太陽フレア (中央の明るい領域) の紫外線画像 = NASA提供

[拡大写真](#)

11日未明、太陽表面の爆発現象「太陽フレア」が通常の100倍以上の規模で発生した。情報通信研究機構や米航空宇宙局（NASA）が発表した。地磁気が乱れ、人工衛星や全地球測位システム（GPS）、漁業・航空無線、送電網などに障害が出る恐れがある。機構は「今後1週間程度は注意が必要」と関係機関に呼びかけている。

太陽フレアは、表面温度が低い黒点（約4000度）で起き、規模はエックス線強度によって5段階に分類されている。今回は最も規模が大きいクラスで、11日午前1時44分（日本時間）に観測された。

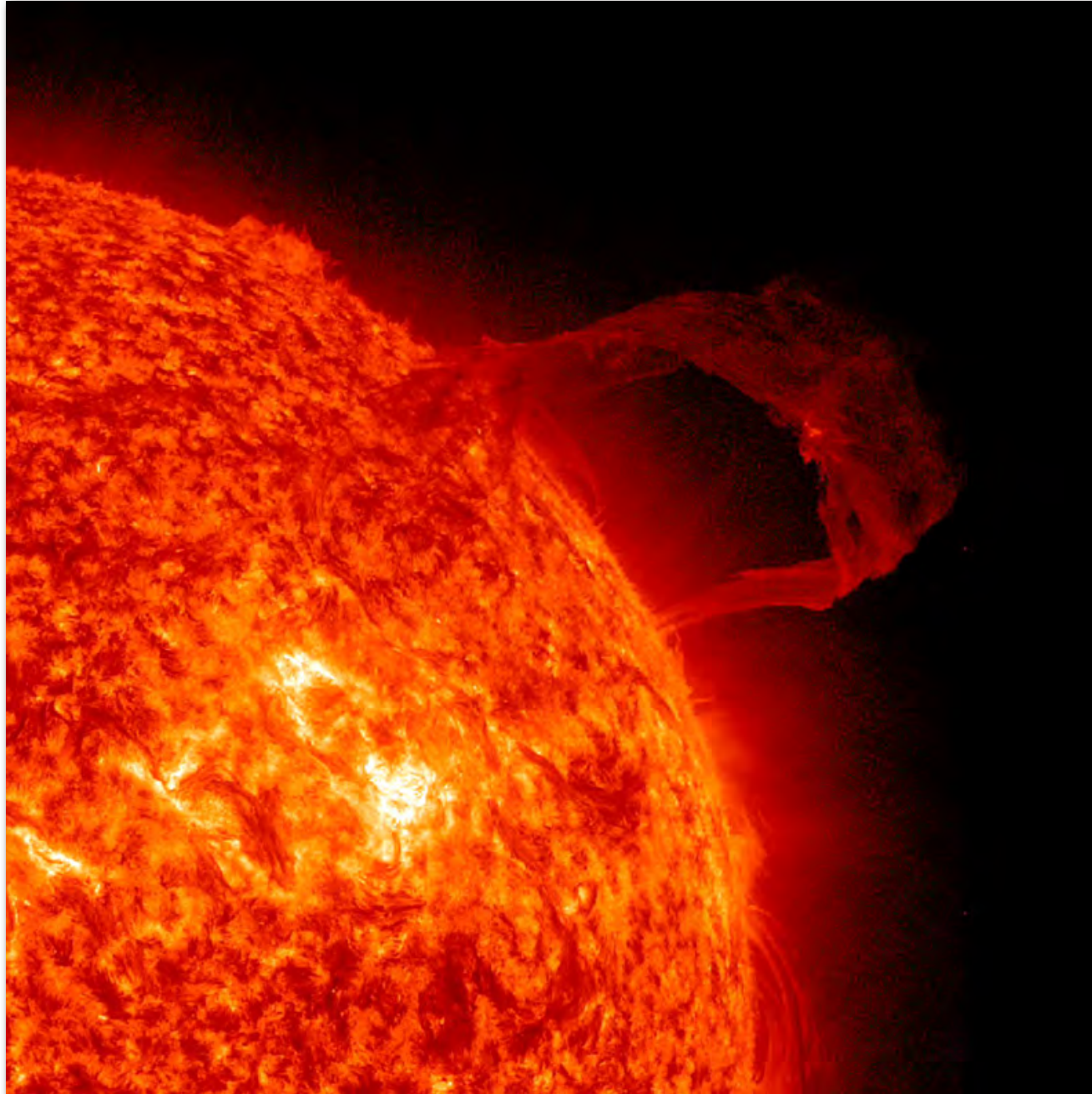
また、太陽フレアで生じた強い紫外線やエックス線などは地球方向に噴出したため、12～13日にかけて地球周辺に到達すると予測。電離圏や地磁気が大きく乱れる可能性があるという。一方で、人体に影響はなく、太陽活動と関係の深いオーロラが北海道で見られると期待する研究者もいる。【鳥井真平】

### 関連記事

徘徊高齢者：GPSで捜索 行橋市が計画、秋にも導入 /福岡



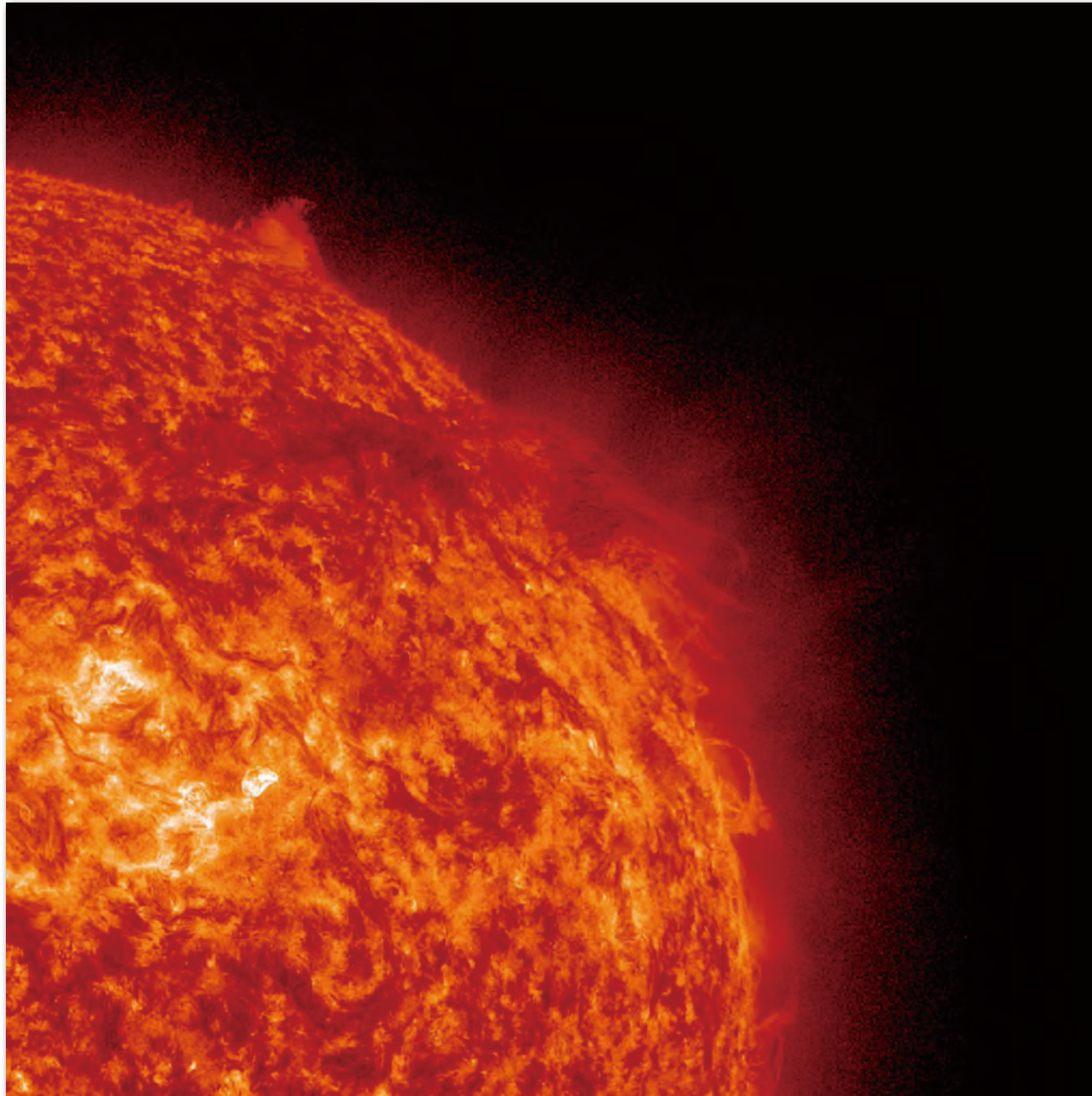
# 太陽の磁場



NASA/SDO

2011.11.21-23  
プロミネンス

# 太陽の磁場



NASA/SDO

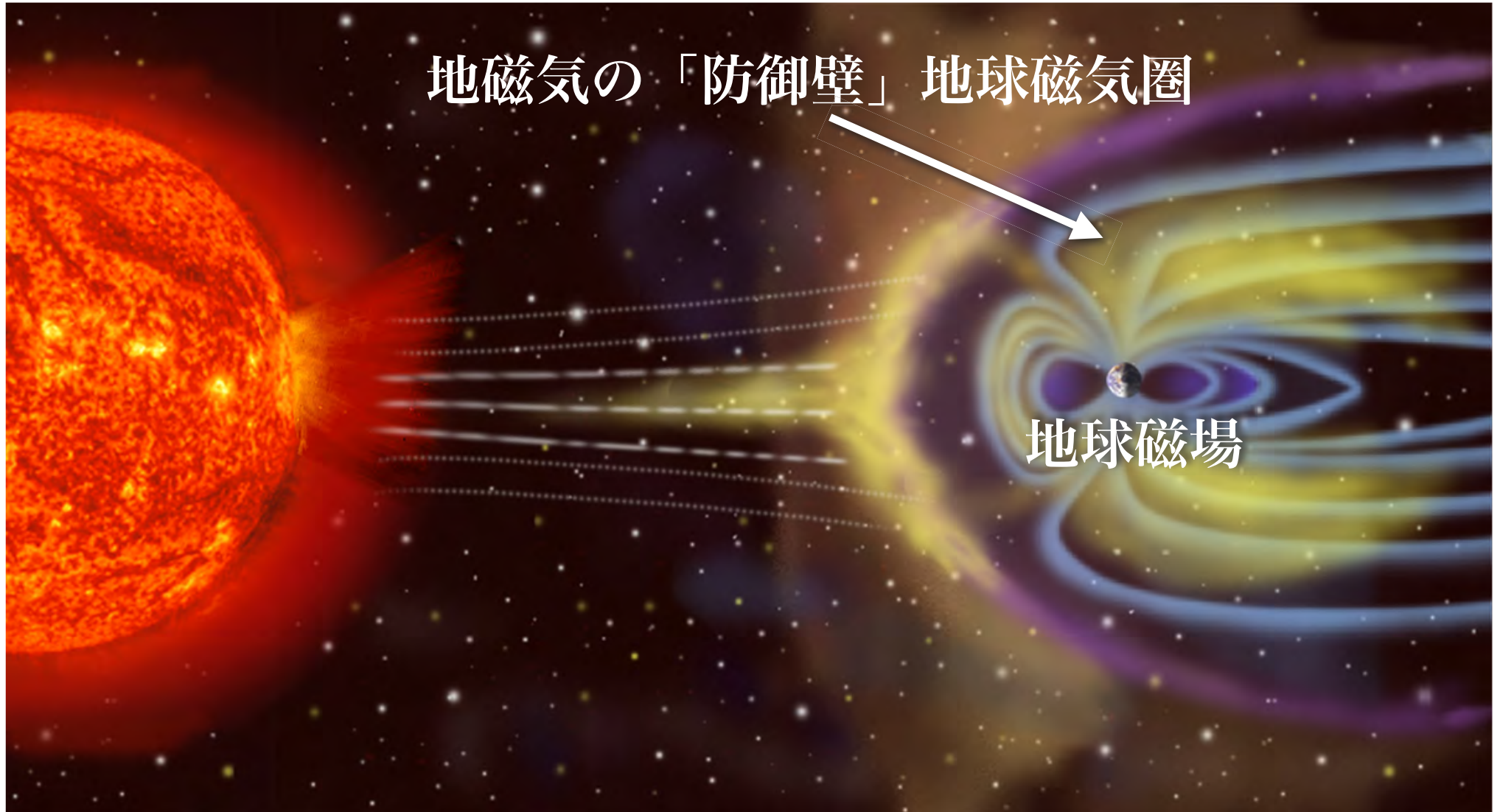
動画

2011.11.21-23

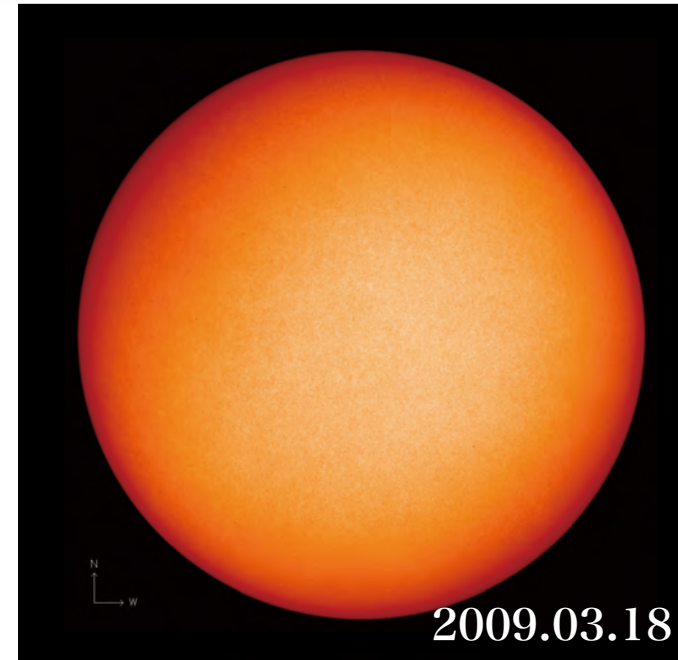
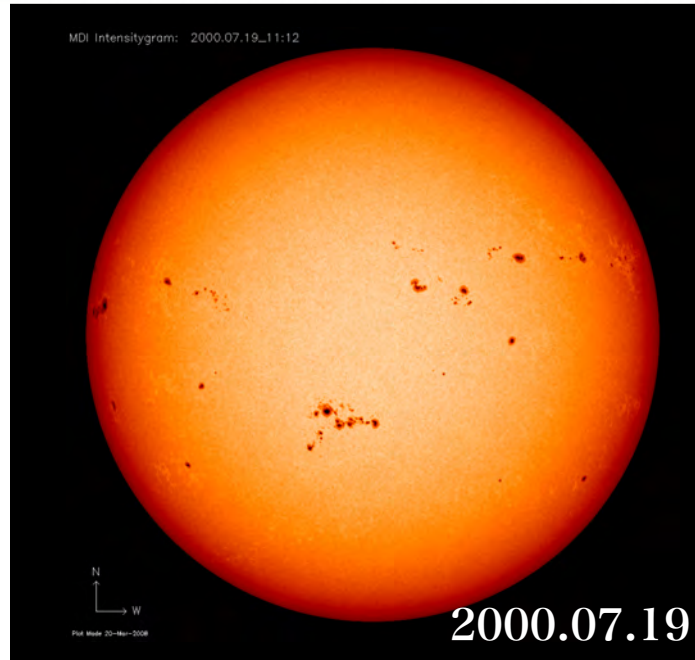
プロミネンス



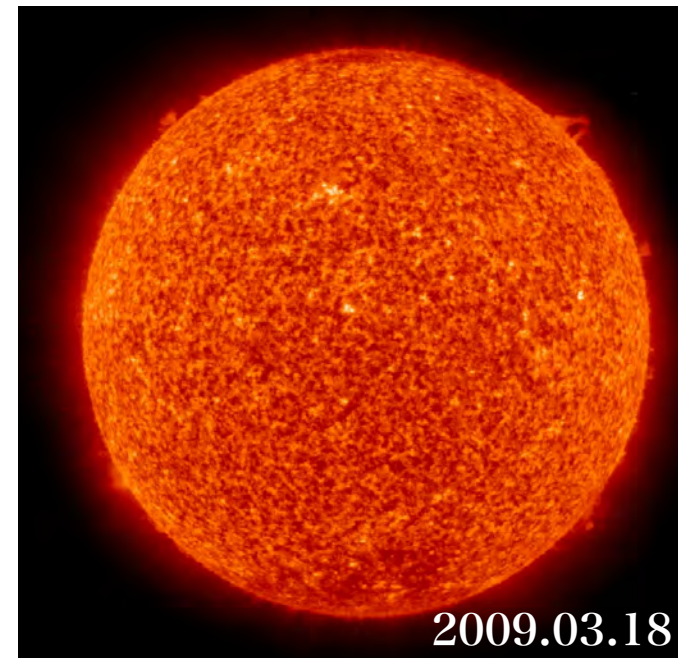
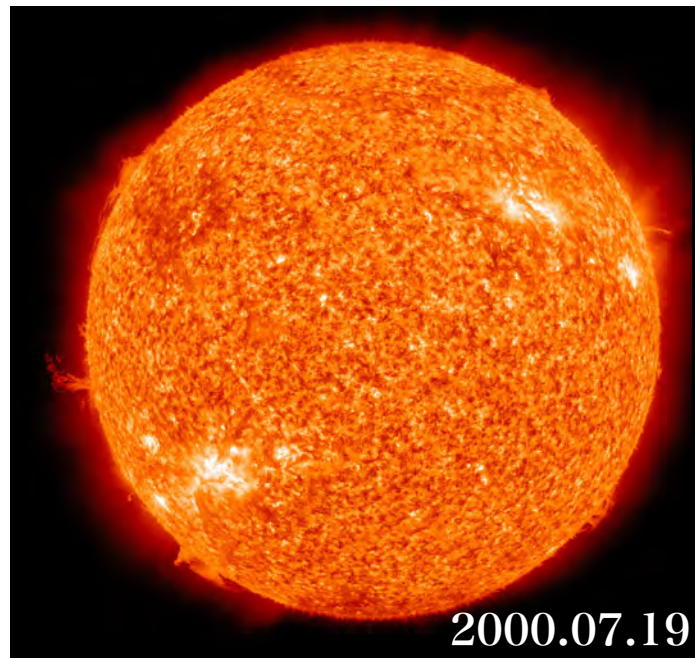
# 地磁気：地球の防壁



# 太陽活動 活発な時期と穏やかな時期



可視光

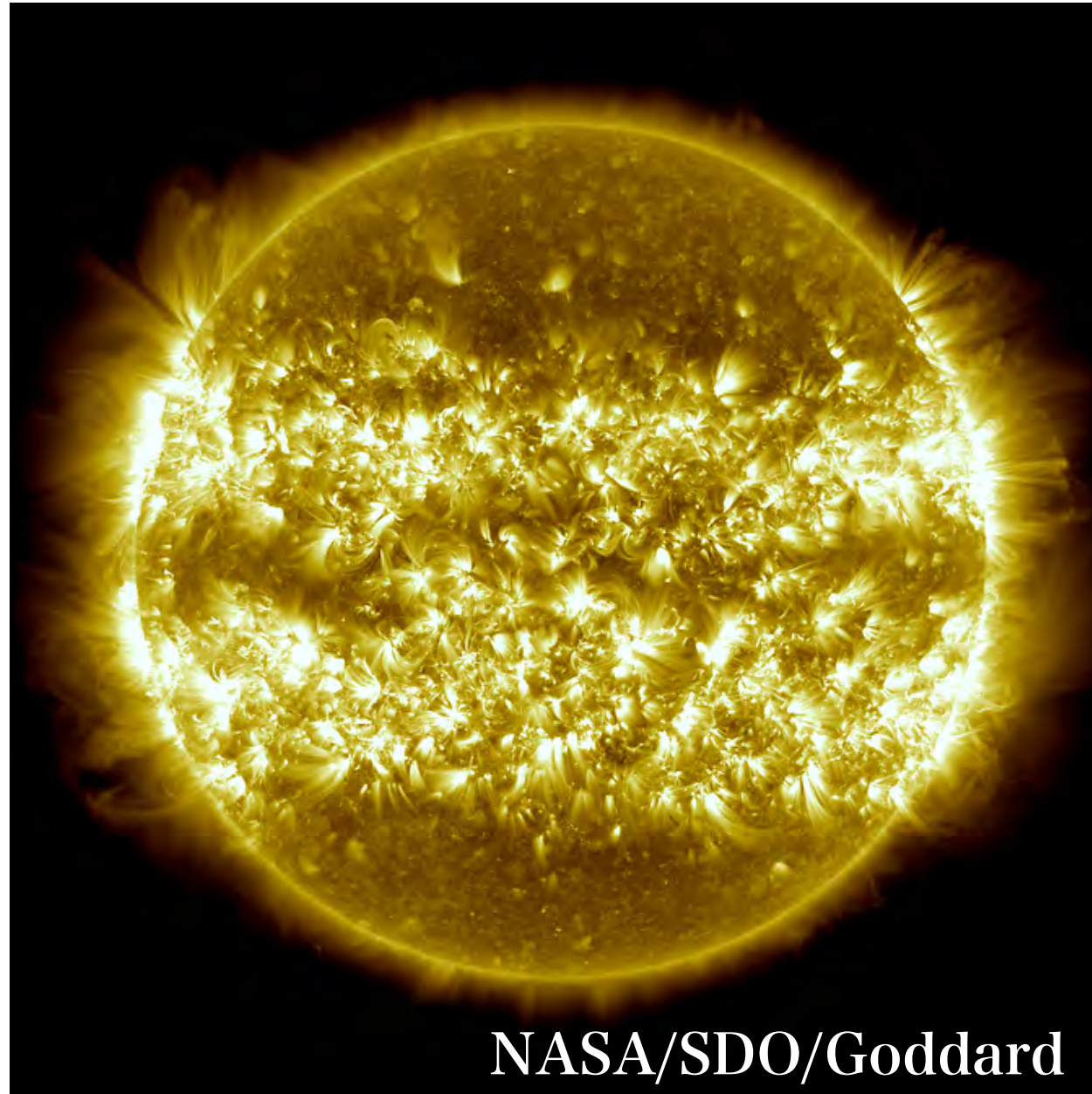


紫外線

NASA  
SOHO  
ETI Consortium  
MDI Team



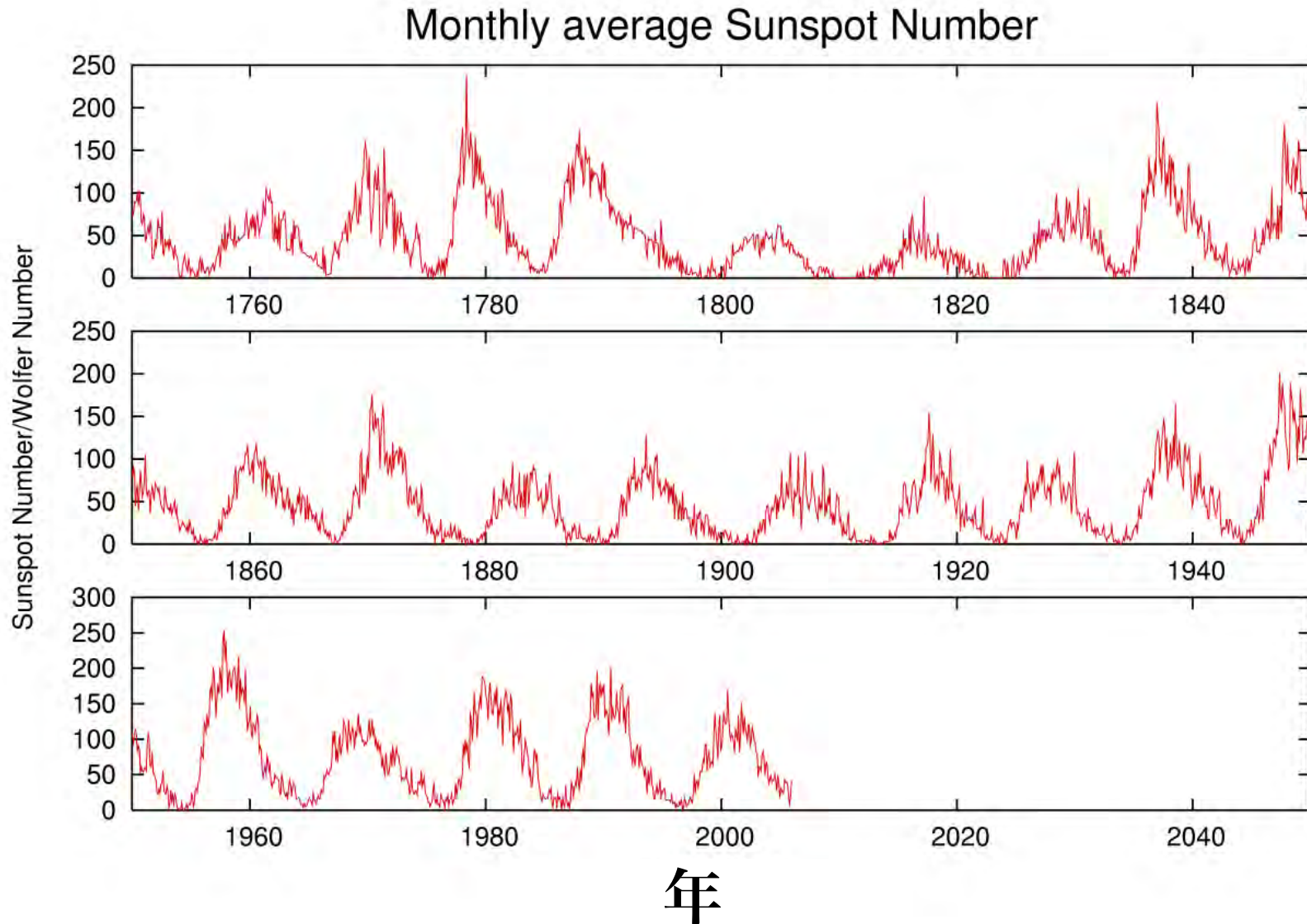
# 太陽から「漏れ出る」磁場



2012年4月から1年間

NASA/SDO/Goddard

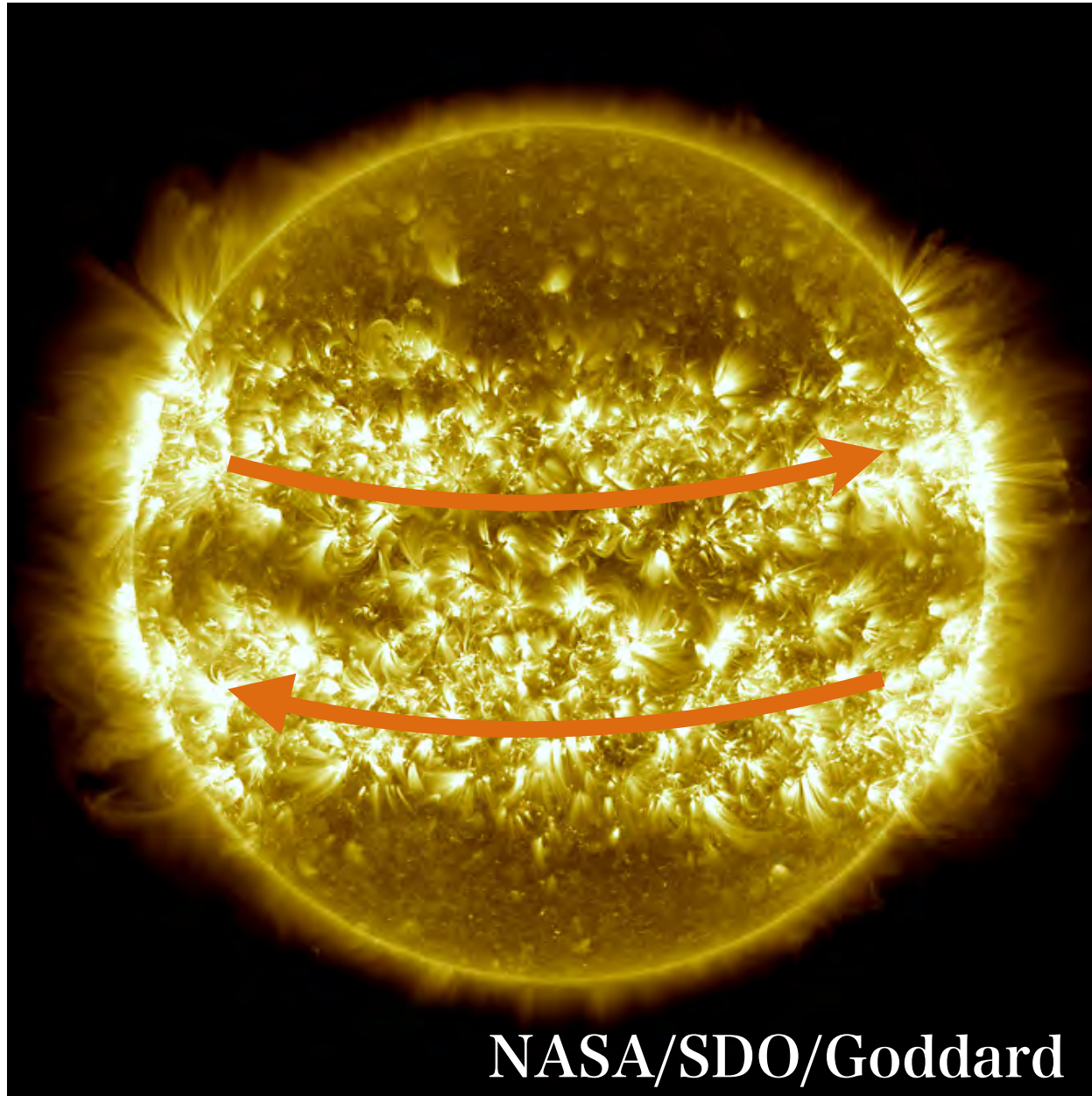
# 太陽黑点数 (規則的)



Author: Leland McInnes, Licensed under GFDL



# 推測される内部の磁場



NASA/SDO/Goddard

現在の磁場の状態

11年毎に反転する



なぜ？



誰も分からない！

# 太陽の構造

コア (中心核)

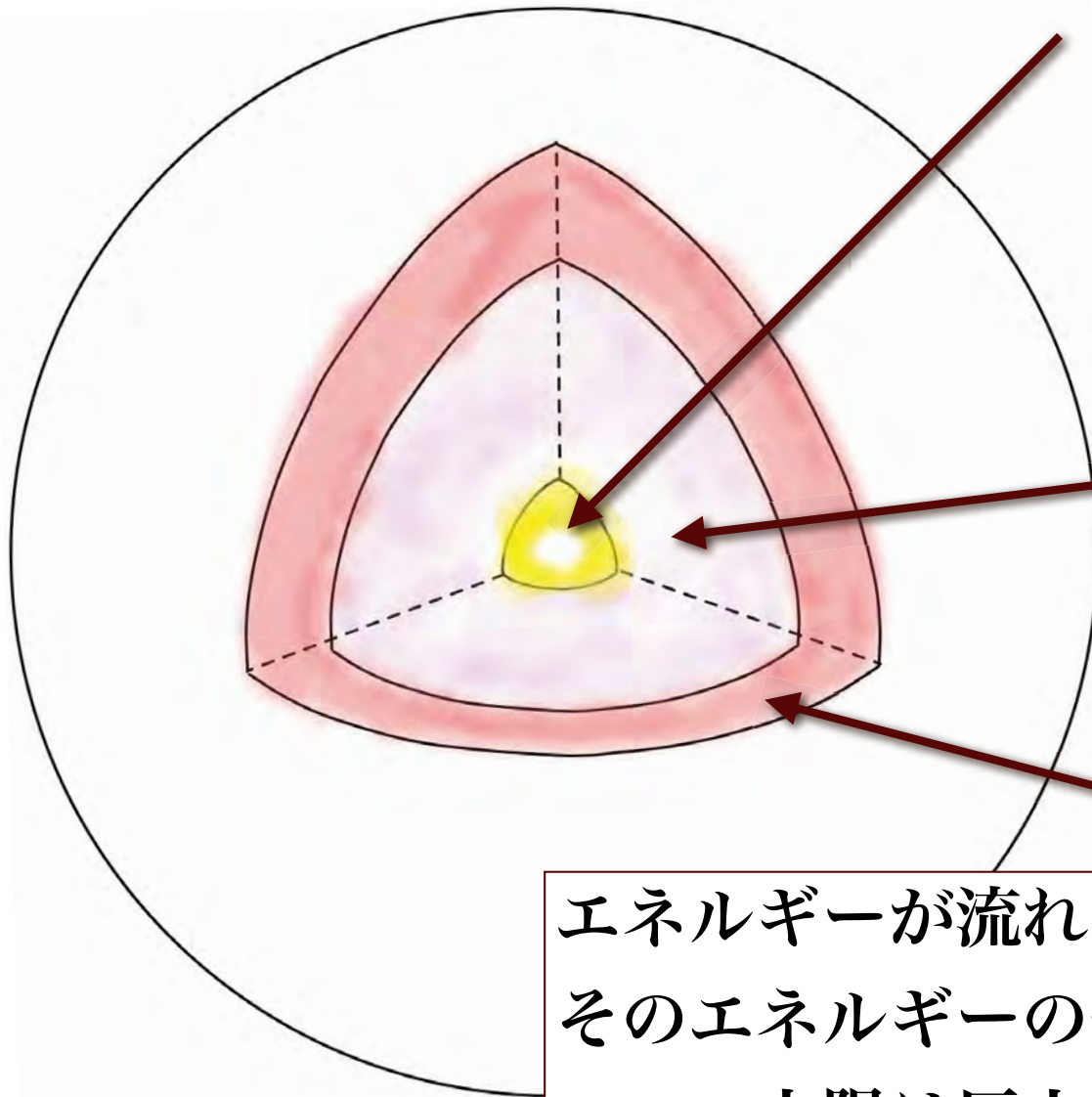
核融合反応が起きる  
エネルギーが作られる

放射層

エネルギーが光で運ばれる

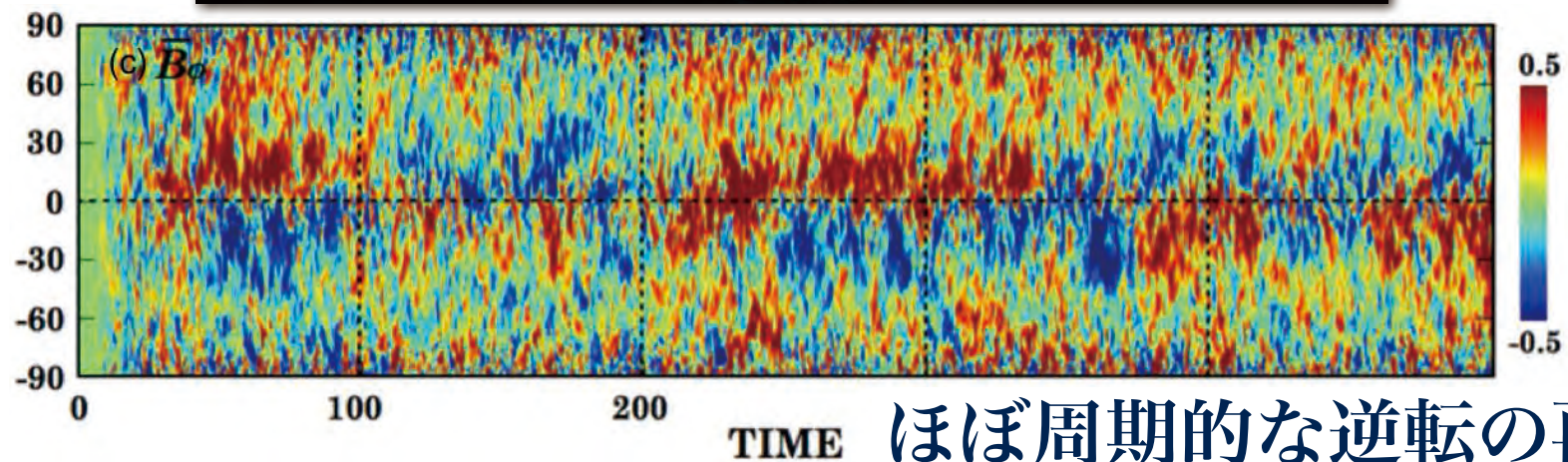
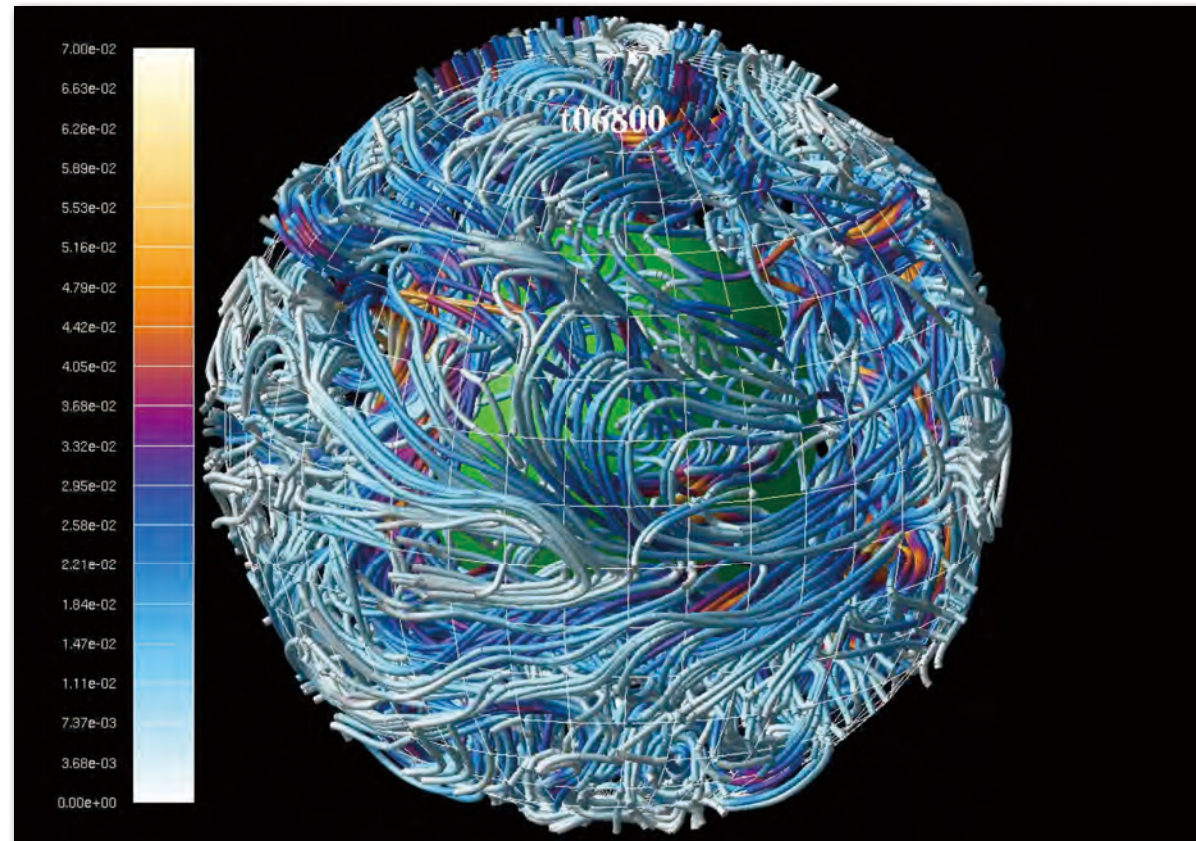
対流層

エネルギーが流れによって運ばれる  
そのエネルギーの一部を使って電流が作られる  
・・・太陽は巨大な発電所 & 電磁石である





# 太陽磁場シミュレーション



ほぼ周期的な逆転の再現



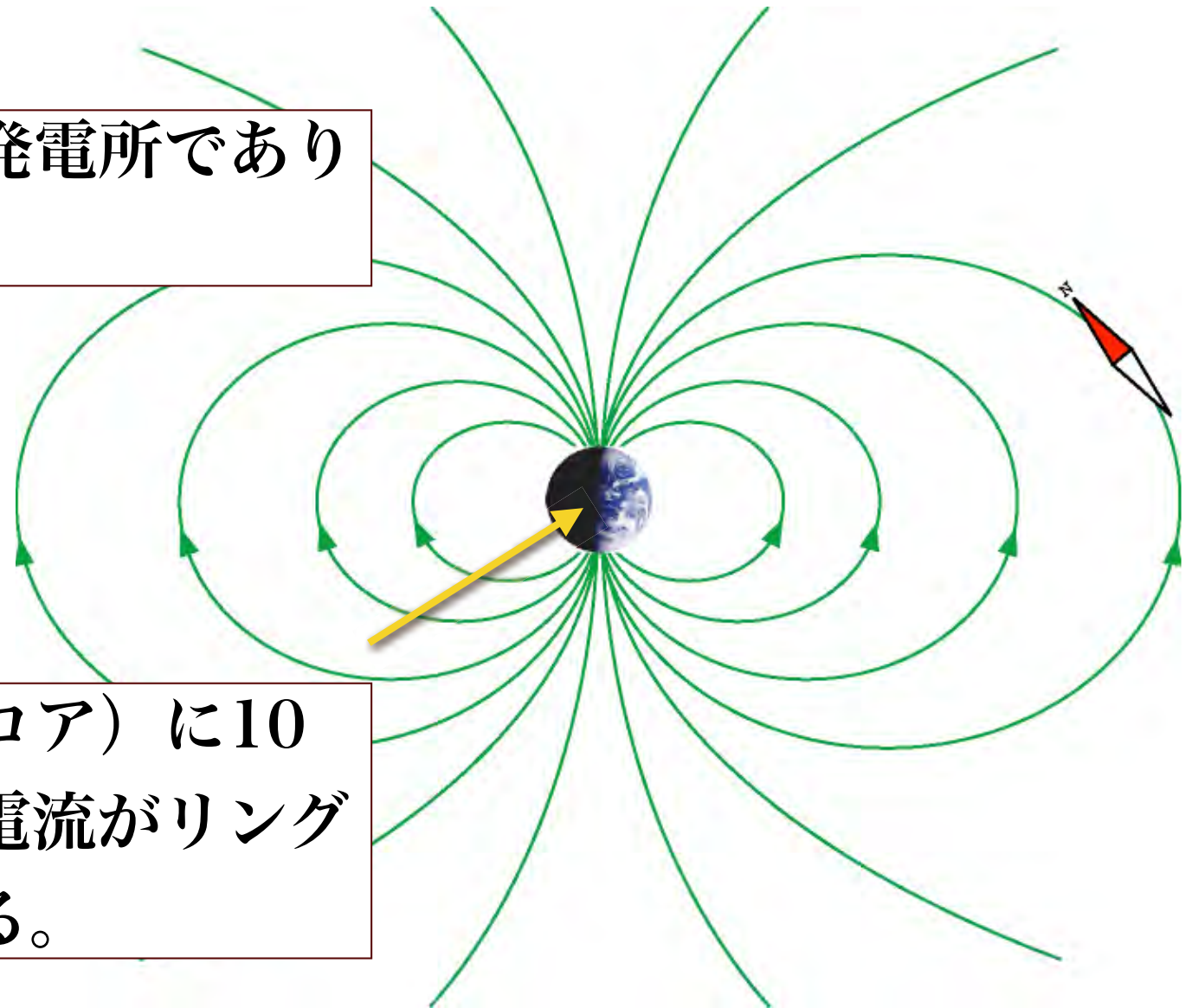
# 地球の磁場





# 地球の磁場

地球も巨大な発電所であり  
電磁石である。



地球の内部（コア）に10  
億アンペアの電流がリング  
状に流れている。

# 松山 基範 1884-1958



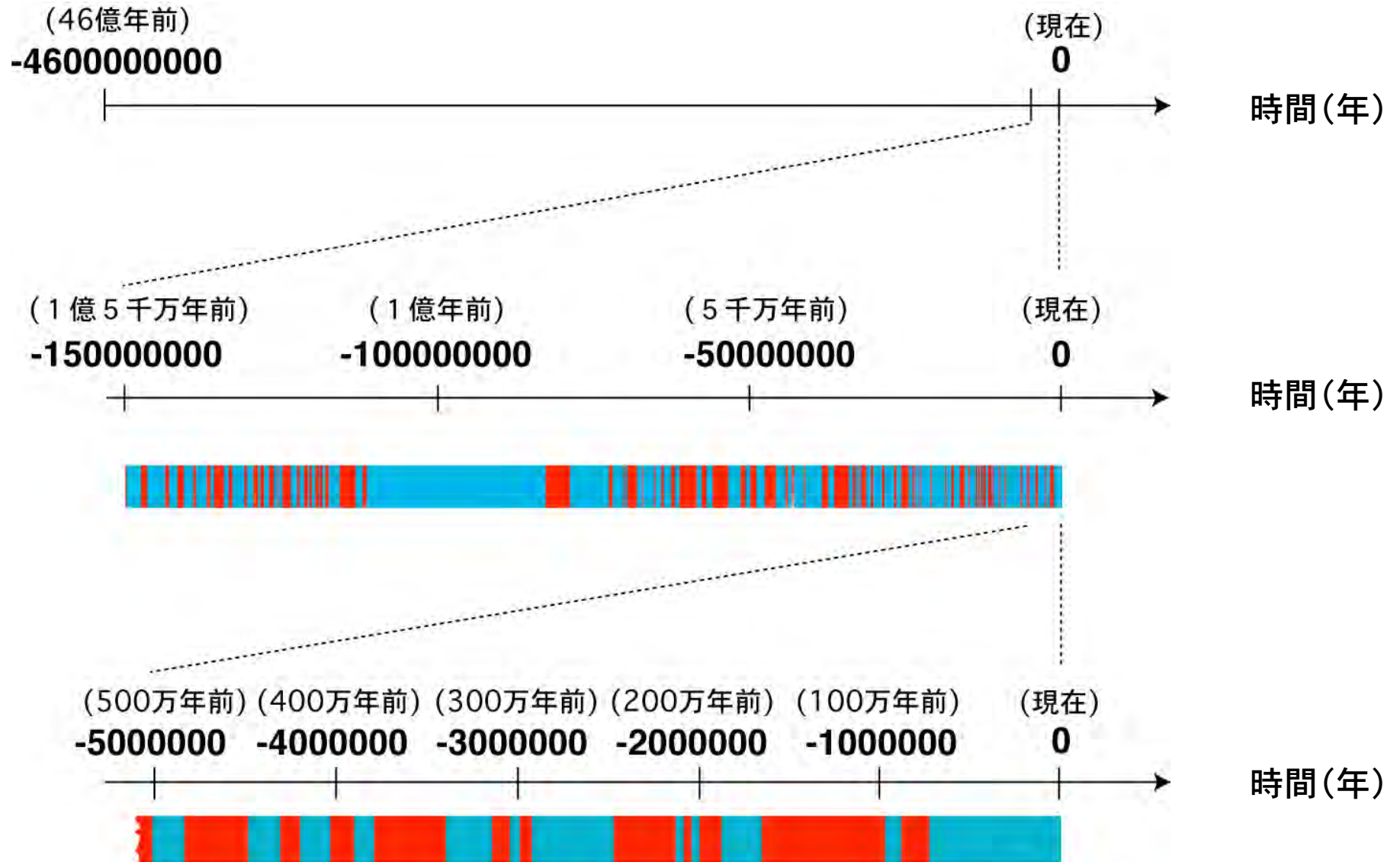
の北極は南に向って居る。此外にも之に近い方向のものがある。

寺の内地は申すに及ばず、朝鮮及滿洲結果として意外な事実を発見したので後久野の玄武岩の磁性の方向は、其北へは第三紀か又は其以後に噴出したもた玄武岩があって、之等は大抵皆東十なる但馬の玄武洞の岩石を検査して見に偏った方向を指して居る。此玄武洞州方面で採集した岩石の内で、第三紀に就て実験して見ると、やはり其磁石





# 地磁気の逆転



# 牛や犬は地磁気を感じるらしい



Published online 25 August 2008 | Nature | doi:10.1038/news.2008.1059

News

## 'Magnetic cows' are visible from space

**B-field bovines apparently sense Earth's magnetic field.**

[Daniel Cressey](#)

Despite thousands of years of coexistence, exploitation and cheese, humanity seems to have missed an intriguing fact about cows: they like to point north. Or possibly south.

An analysis of more than 8,000 cows claims they have a statistically significant preference to align themselves in a north-south direction. The team behind this study has also found a similar preference in deer, and believes the animals must be sensing the Earth's magnetic field.



Looking polewards, apparently

While 'magnetoreception' has been documented in insects, birds and some mammals, the idea that such a prominent example of it could have gone unrecognised for years comes as a surprise. What evolutionary advantage, if any, the cattle might accrue is unclear.

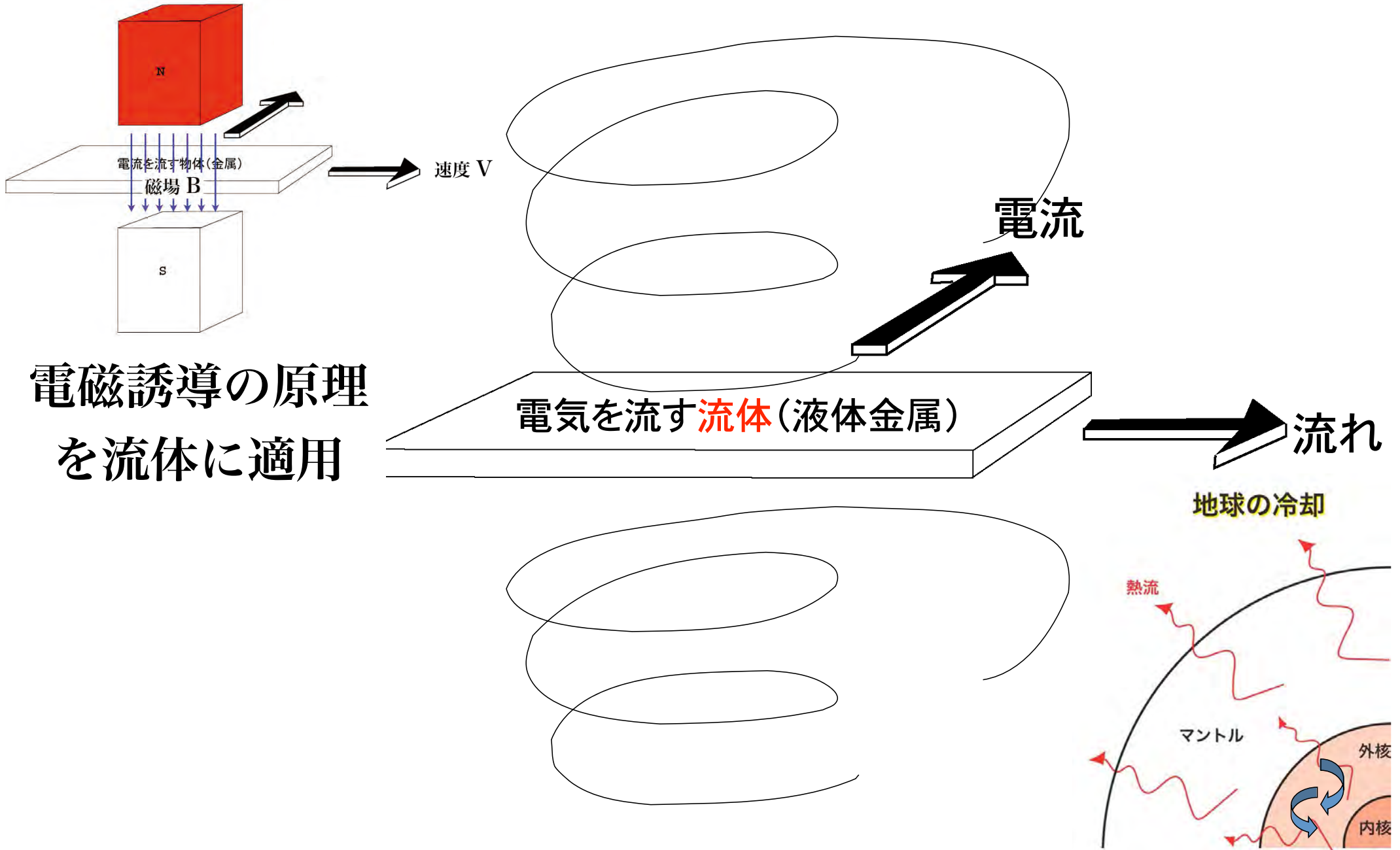
Hart *et al.* *Frontiers in Zoology* 2013, **10**:80  
<http://www.frontiersinzoology.com/content/10/1/80>



Figure 5 Body orientation in dogs during defecation or urination was measured as a compass direction of the thoracic spine (between scapulae) towards the head. (We included the photo just to illustrate the measurement. Owing to the photographer's effort to shoot the photo with the sun from behind and to demonstrate the way of measurement, the dog on the photo looks away from the sun.) Photo Credits go to Jenny Ricken.

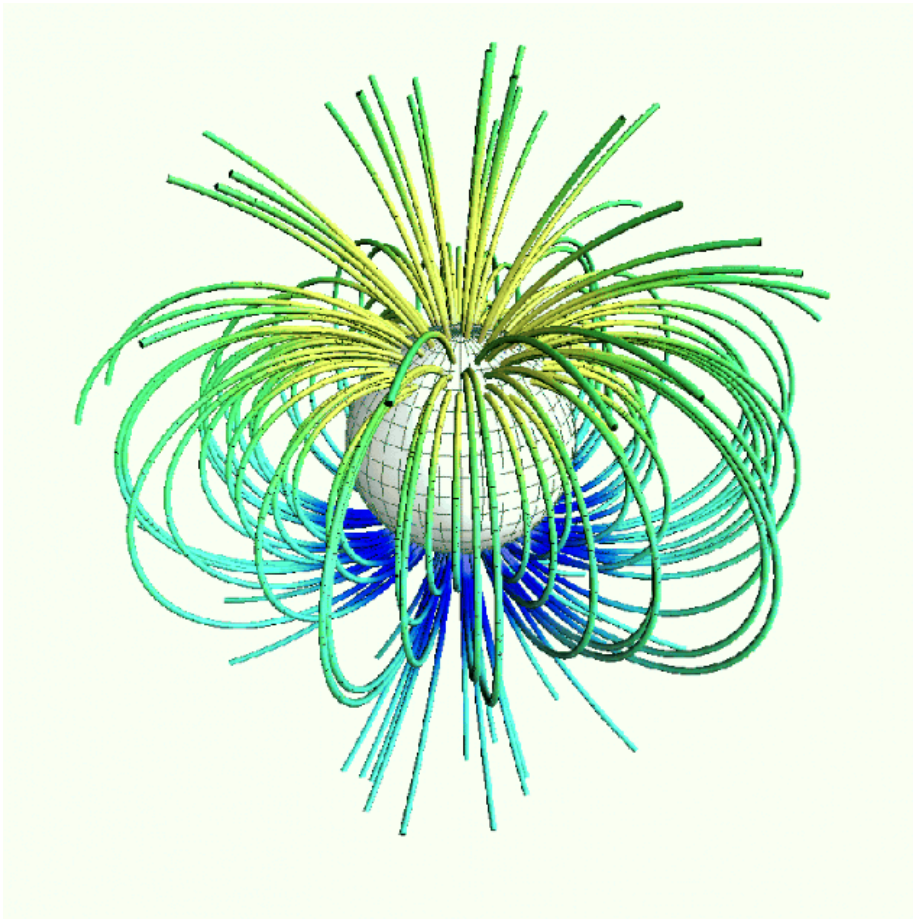


# 地球磁場シミュレーション

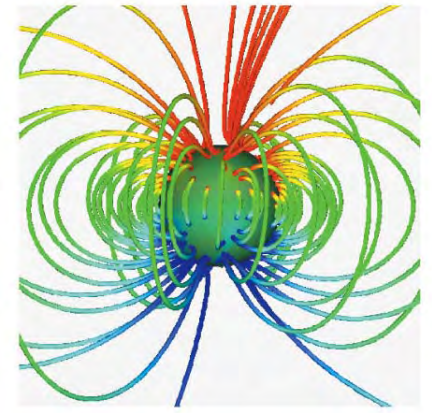
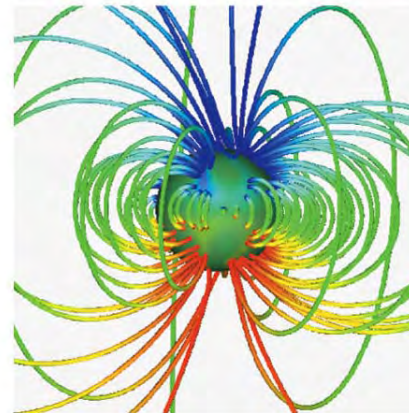
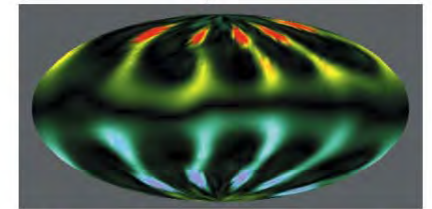
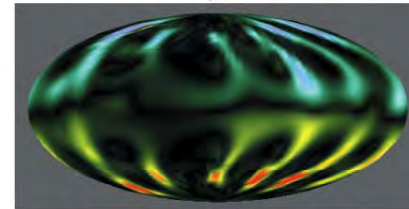
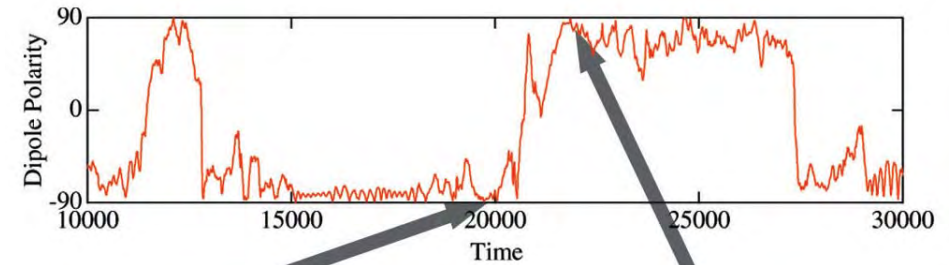


# 地球磁場シミュレーション

## 地球型磁場の再現



## 非周期的な逆転の再現





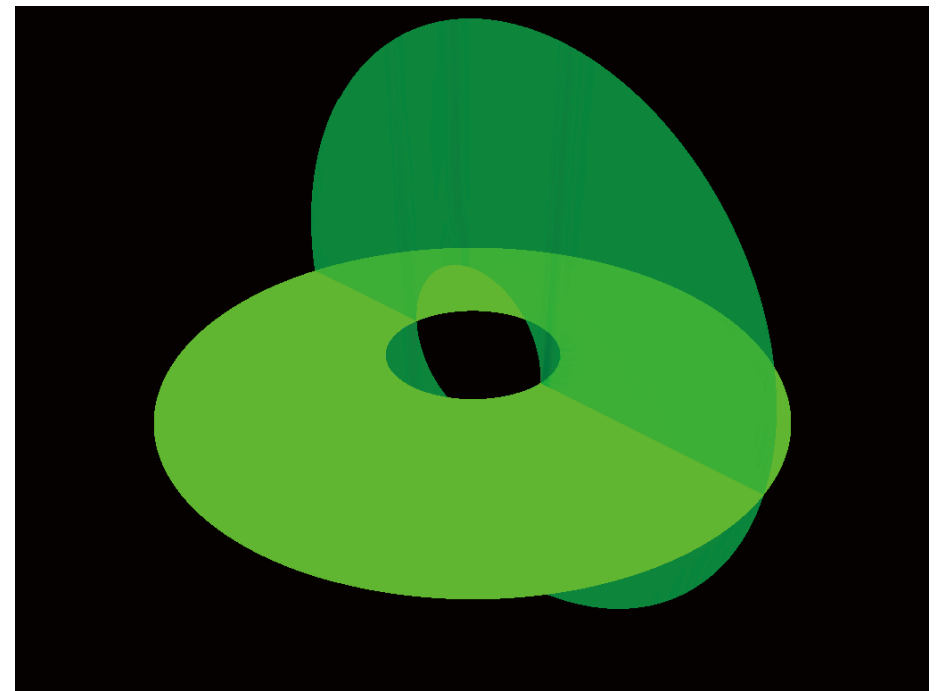
# 地球磁場シミュレーション

動画

Sheet-plume convection



Equatorial cross section  
[vorticity]



$Ek = O(10^{-7})$

# まとめ

- ◆ 太陽磁場は規則的に11年で反転
- ◆ 地球磁場は気まぐれに反転
- ◆ 太陽も地球も同じメカニズムで磁場を作り出している（どちらも巨大な電磁石）
- ◆ そのメカニズムの解明にはスーパーコンピュータが不可欠
- ◆ まだ謎が多い → ポスト「京」への期待