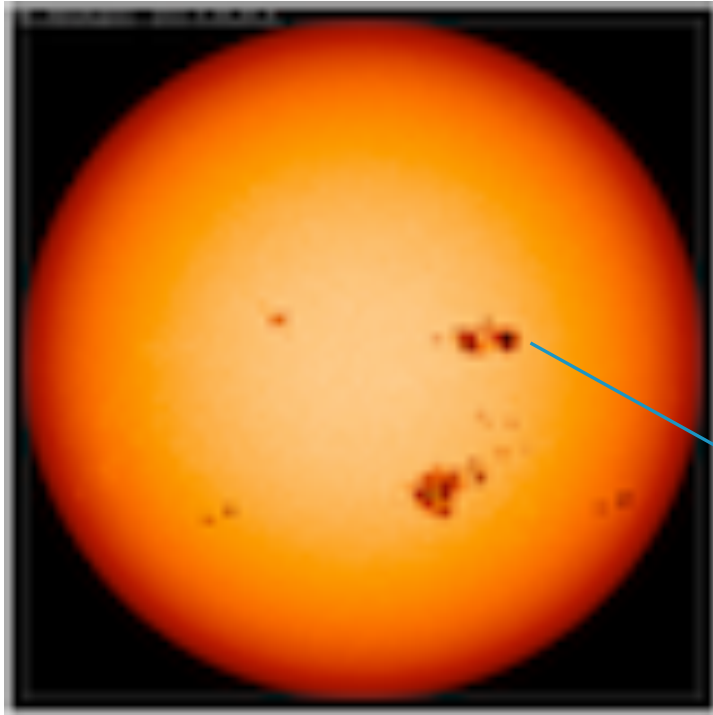


宇宙天気現象の 数値計算による考察

Lugaz et al.2011論文紹介

京都大学宇宙物理学教室
修士一回 高橋卓也

可視光で見た太陽



光球

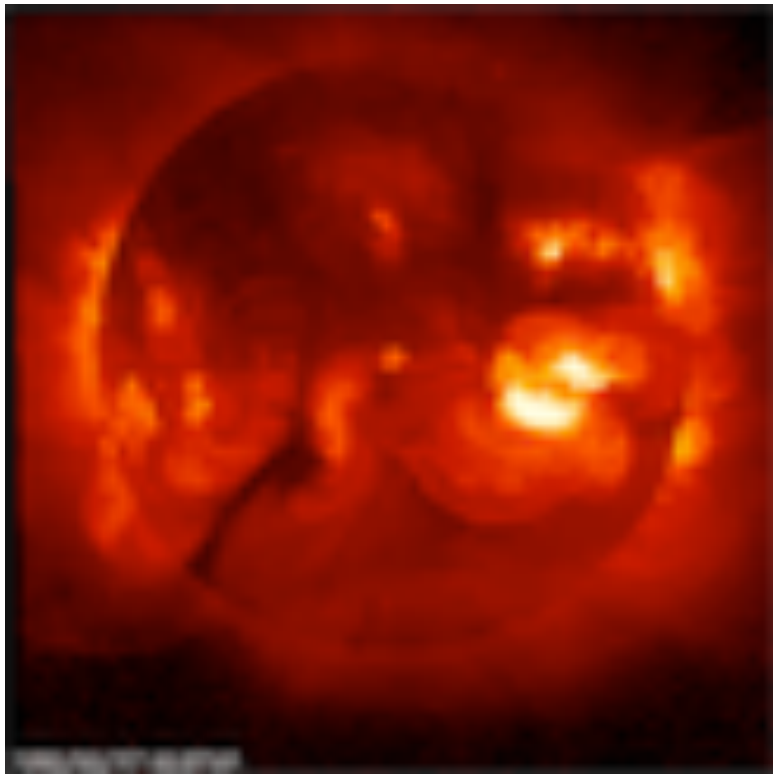
温度~6000 K

黒点

(半径= $6.9 \times 10^8 \text{m}$)

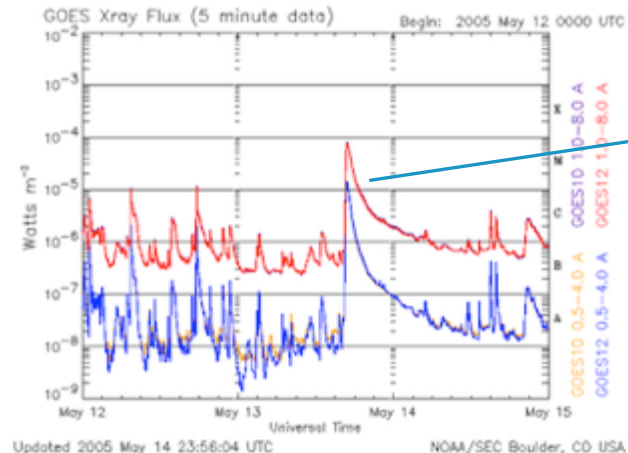
可視連続光、SOHO衛星による

実は太陽は爆発だらけ



太陽フレア

= 多波長観測で突発的増光
→ 太陽系最大の爆発現象

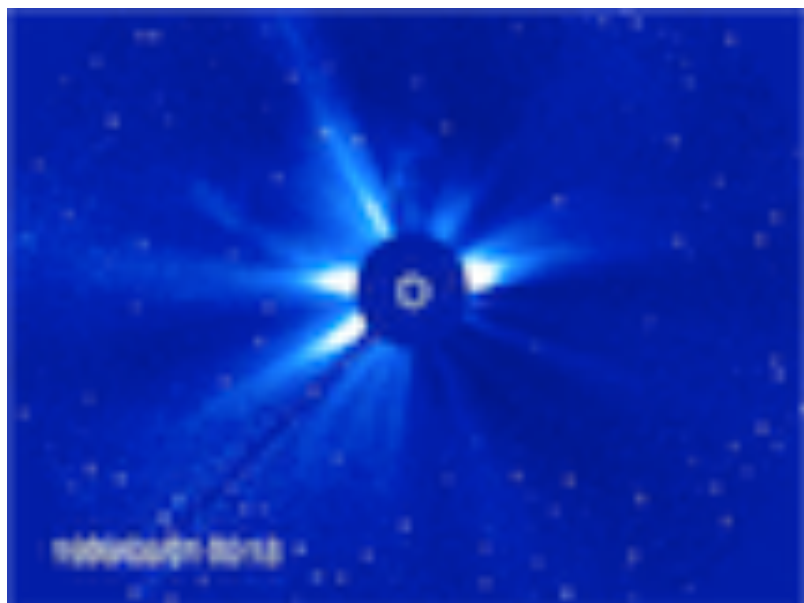


フレア
(10²⁹~
10³²erg)

軟X線観測、ようこう衛星による

GOES X-ray light curve

太陽から惑星間空間に向けて プラズマの噴出



LASCO/C3 可視光散乱を観測
(中央の白丸：太陽表面)

太陽風

太陽コロナから流出する
定常なプラズマの流れ

Cf. 恒星風

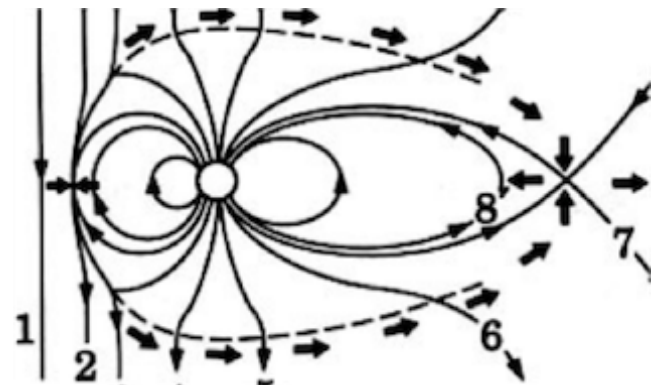
コロナ質量放出(CME)

太陽コロナから惑星間空間へ
磁化プラズマの塊が突発的に
高速で噴出する現象

(フレアに伴い発生)

CMEの地球への飛来と磁気嵐

北向きの地球の双極磁場と、
CMEに伴う南向き磁場が
衝突して磁気嵐が発生
(極域で電流→磁気嵐！)



磁力線構造の変化

地球磁場に衝突するCME
(NASA homepage より)

CMEの地球への衝突と大規模災害



CMEの到来により
大規模磁気嵐が発生



極域では美しいオーロラ



焼き切れた
変電所のコイル

CMEの軌道予報が重要

CMEの到来を予報し大災害を防ぐ



CMEの軌道予測が重要

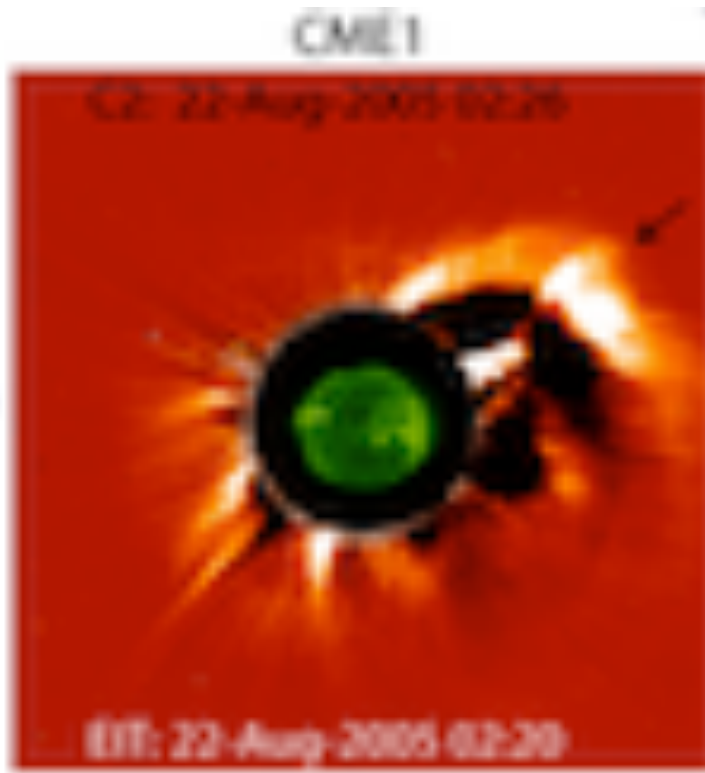


CMEの噴出とそれに続く伝搬の、
観測データに基づく数値モデル化が必要

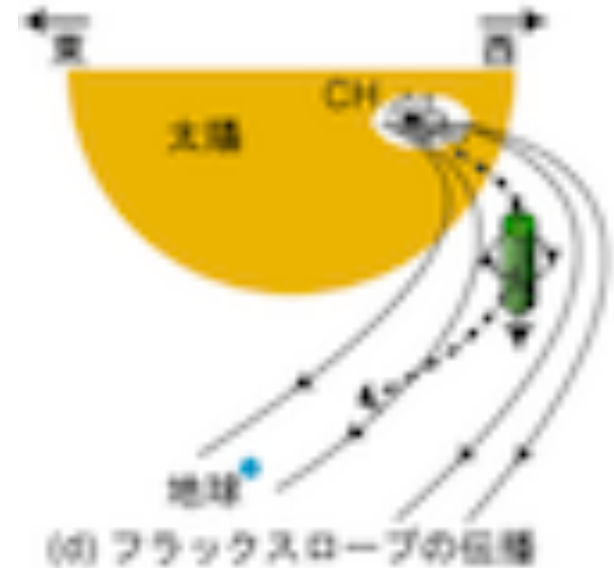
NUMERICAL INVESTIGATION OF A CORONAL MASS EJECTION FROM AN ANEMONE ACTIVE REGION: RECONNECTION AND DEFLECTION OF THE 2005 AUGUST 22 ERUPTION

Lugaz et al. 2011,
CMEのコロナ中の時間発展の数値計算による再現

2005年8月24日の磁気嵐を 引き起こしたCME軌道の歪曲

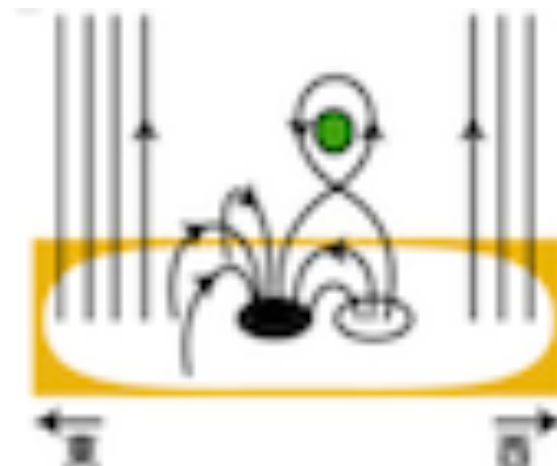
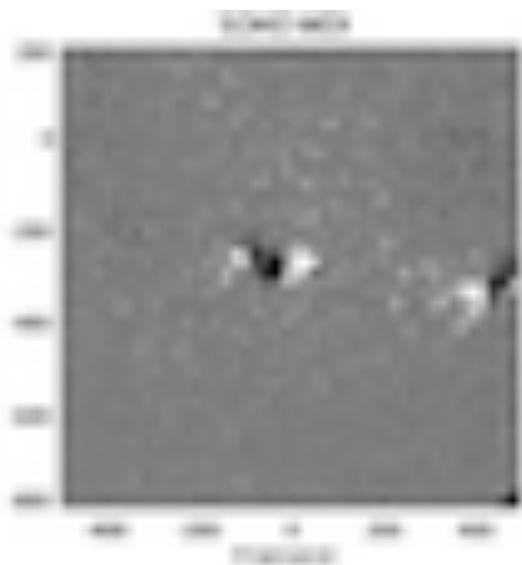
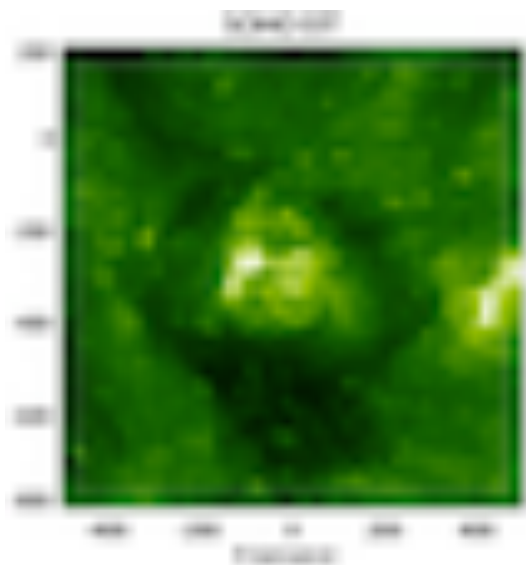


西向きに噴出するCME
(LASCO/C2差分画像)



地球の前面での磁場の観測から
予想されるCME軌道の歪曲！

CMEを引き起こした活動領域



(b) アネモネ構造の形成

SOHO

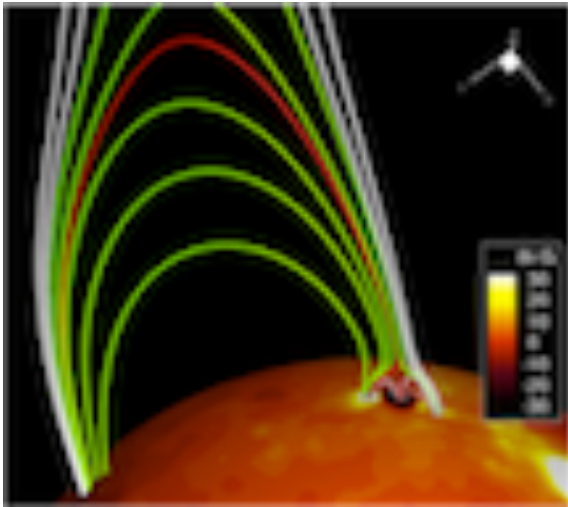
EIT(極端紫外線)

MDI(視線方向磁場)

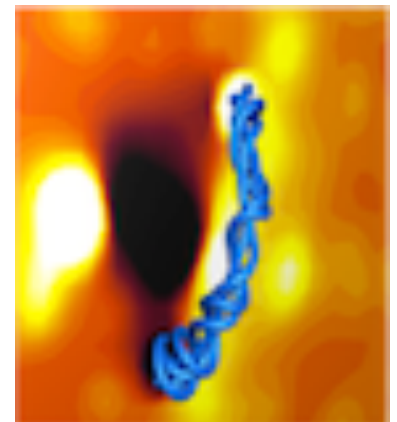
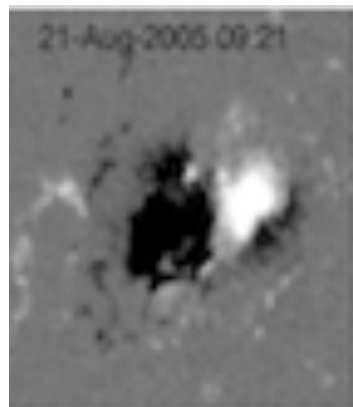
数値計算のセッティング

初期条件の設定

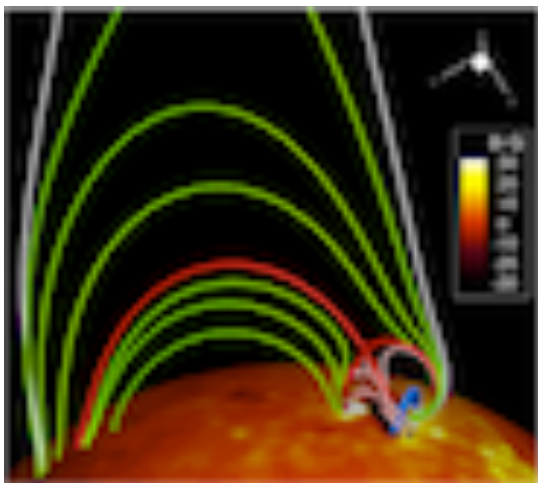
○噴出前のコロナ磁場の構成
全球ポテンシャル磁場と一様太陽風から、低層コロナモデル(LCモデル)を用いて定常状態を計算



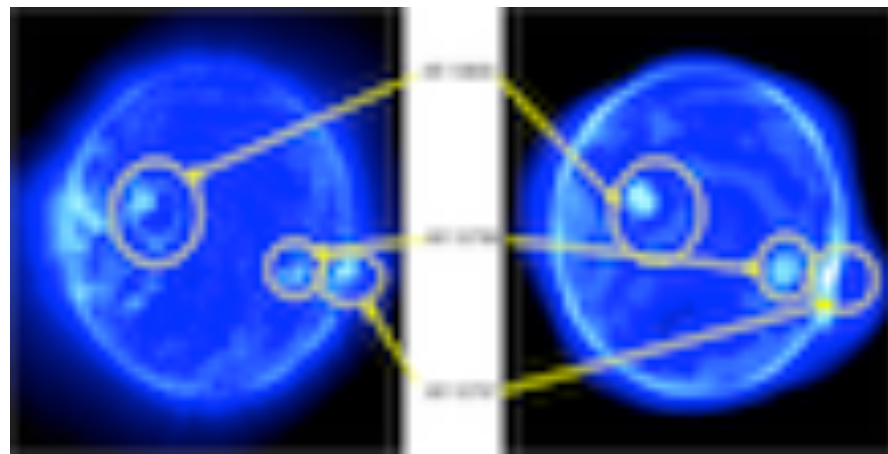
○フィラメントの配置
H α (中央)、
視線磁場観測(左)
に合うように捻れた
磁場(FR,右)を配置。



構成した噴出前のコロナ磁場構造と その再現性の検証

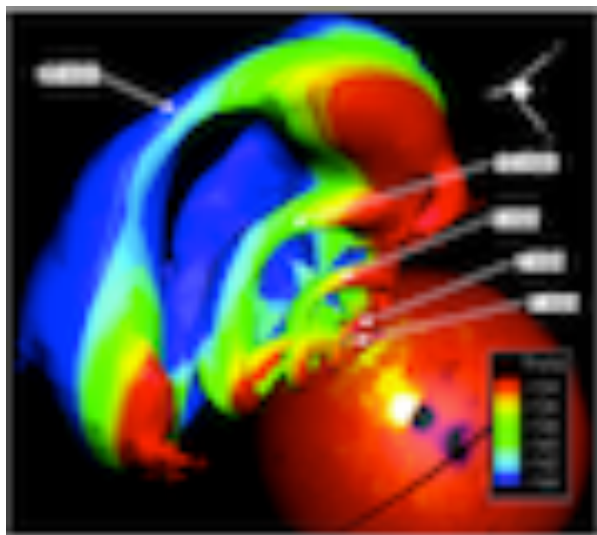


求めた磁場形状(シミュレーションの初期条件)

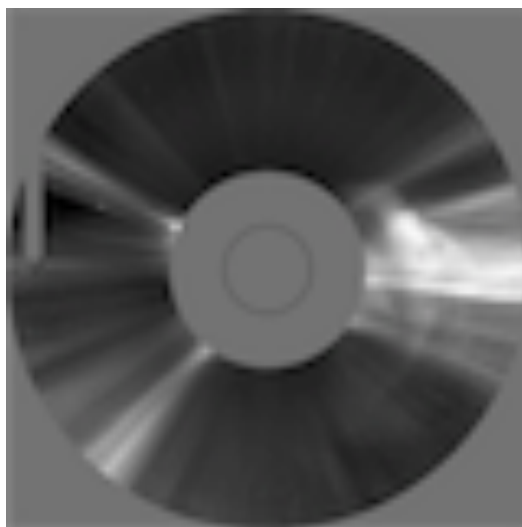


求めた磁場から再現した極端紫外線(195Å)画像と、実際の観測との比較

再現したCMEの軌道の歪曲



噴出するCMEの
軌道の歪曲



コロナグラフ(可視散乱光)の観測と、
計算結果から再現した画像を比較

計算した軌道の歪曲と 観測の比較

	領域	軌道の歪曲	考えられる違いの原因
シミュレーション	24Rsun	10°~15°	○噴出初期のダイナミクス。
観測	1AU	40°~50°	○一様太陽風の仮定。

本研究のまとめ

- ・観測データを使い、現実的な低層コロナモデルを用いて、CMEを表面からのフィラメント噴出から解いた
- ・CMEの軌道の歪曲の、ローレンツ力による寄与を定量的に見積もった
- ・観測されたほど大きな軌道の歪曲は見られなかった。これは、噴出初期のダイナミクス、高速太陽風による影響を再現出来ていないためと考えられる。

より現実的なモデルを作るために

改善点

- ①一様太陽風ではなく、高速太陽風を含めたモデル
- ②フィラメントの磁場構造を現実的に再現
- ③コロナ磁場の三次元構造を現実的なものにする

今後の課題

現実のコロナ磁場を再現するため、
観測データに基づくコロナ磁場のモデリング。
フォースフリー磁場近似や、光球運動を反映した
コロナ磁場の再現に取り組みたい。