

京都精華大学 2015年前期

自然科学論

担当教員：磯部洋明

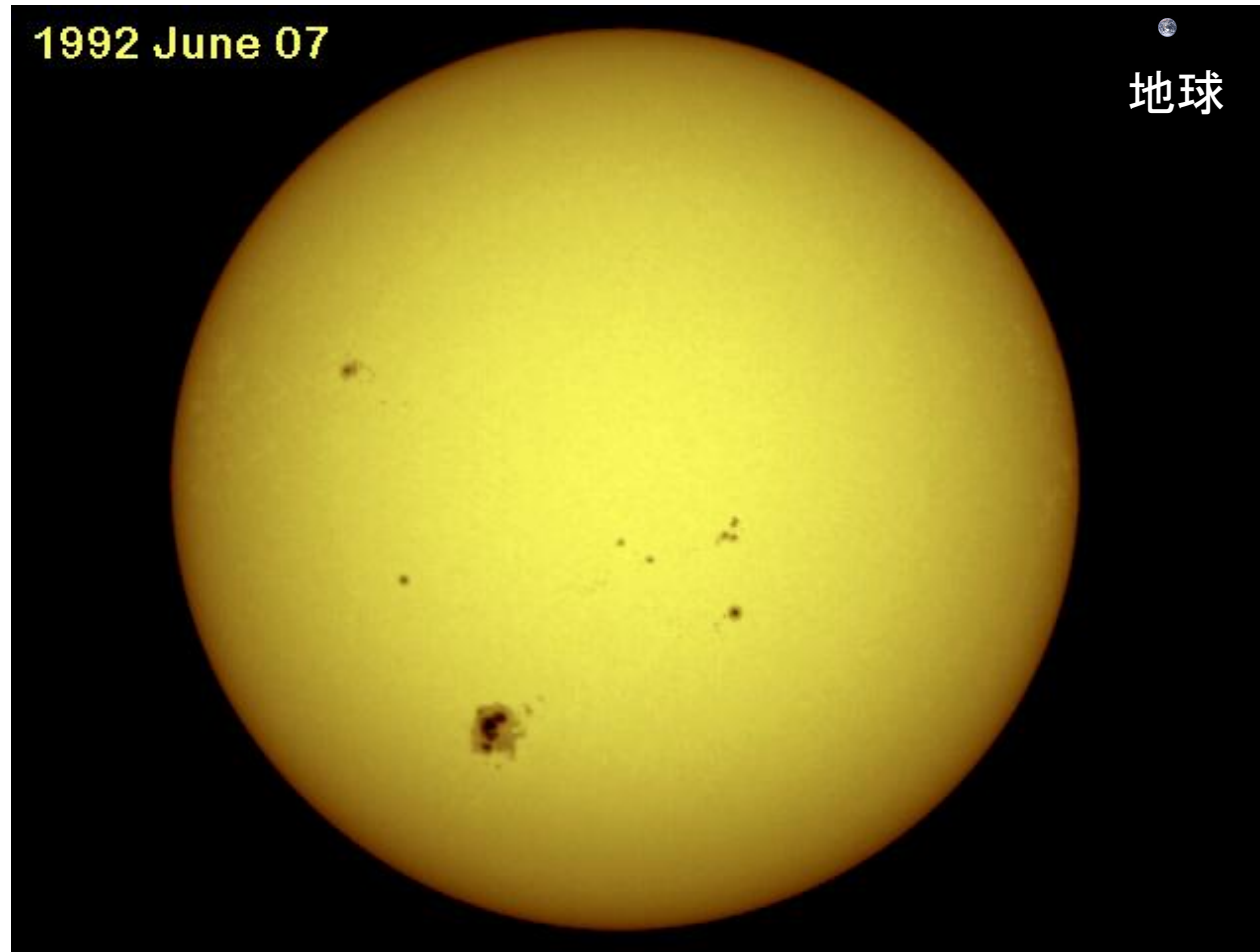
京都大学大学院総合生存学館准教授

京都精華大学・非常勤講師

第4回「太陽と地球の関係」

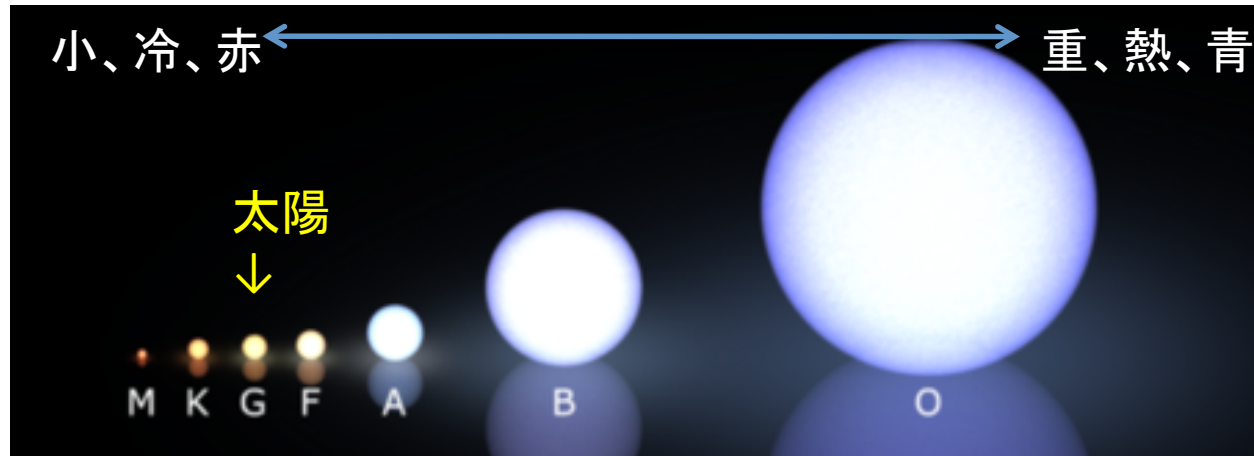
2015年5月10日

太陽



表面の温度 ≈ 6000 度、質量 $\approx 10^{30}$ kg (地球の約20万倍)、
直径 ≈ 140 万km (地球の約100倍)、年齢 $\approx$ 約45億歳

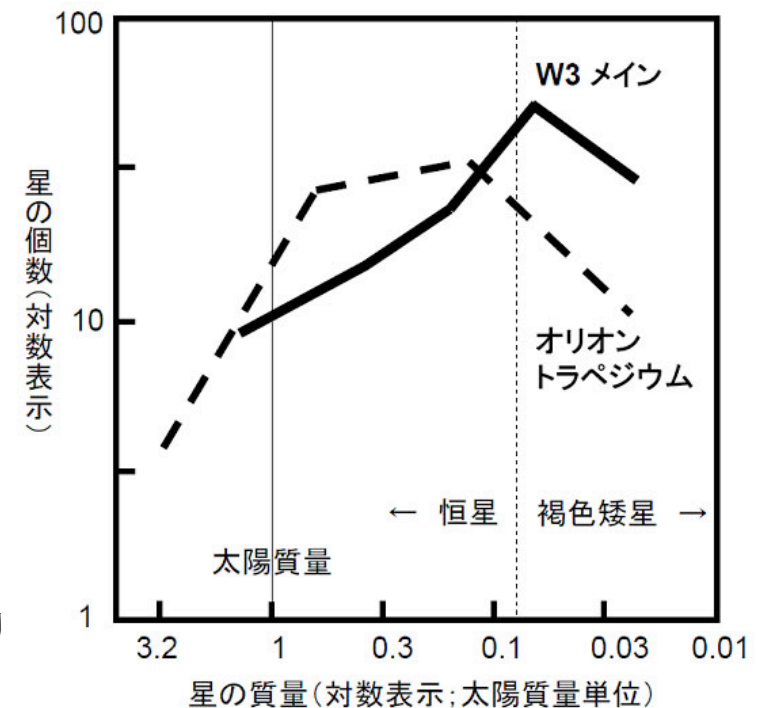
太陽はありふれた恒星の一つ



水素の核融合で光る星(主系列星)

星の明るさ、色は重さで決まる。

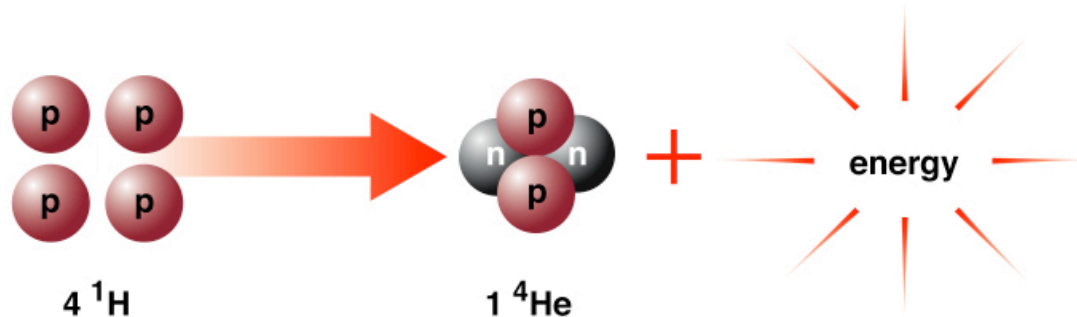
小さな星ほど多い。



国立天文台HPより

太陽のエネルギー源...核融合

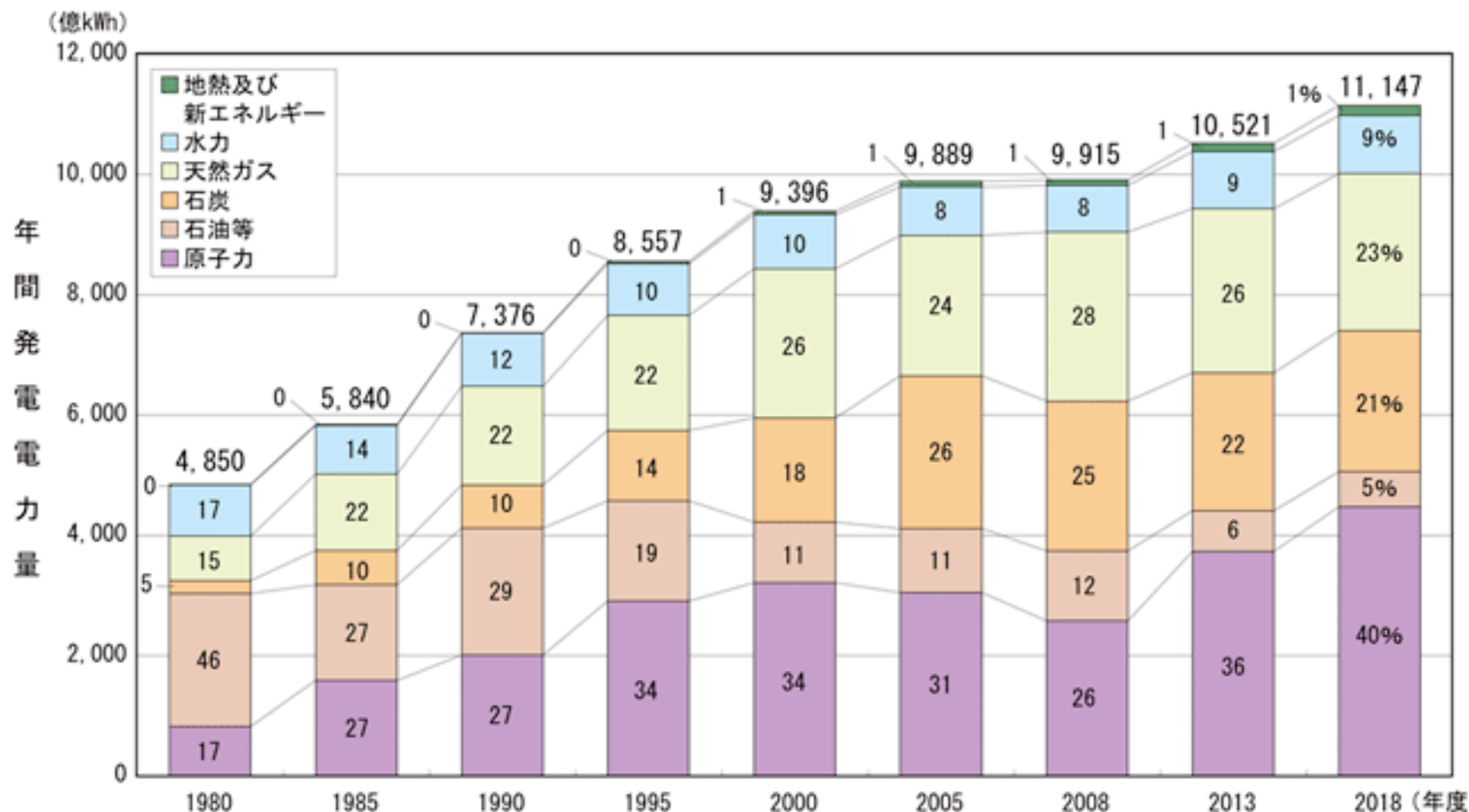
水素の原子核4つがくっついてヘリウム原子核を作る
この時、質量(重さ)が少しだけ(約0.7%)減る。



Copyright © Addison Wesley

質量はエネルギーと等価 $E = mc^2$
減った質量分のエネルギーが光として放出される

電源別発電電力量の実績および見通し



(注) 石油等にはLPG、その他ガスおよび瀝青質混合物を含む
 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある
 発電電力量は10電力会社の合計値(受電を含む)
 グラフ内の数値は構成比(%)

電気事業連合会のHPより

<http://www.fepec.or.jp/present/jigyuu/japan/index.html>

- 日本の使用電力は年間1兆キロワット時
- $E=mc^2$ で計算すると約40kg ...ほぼ人間1人で年間電力を賄える
- ちなみに1兆キロワット時という量は
 - ≈ マグニチュード9の地震のエネルギー
 - ≈ お茶碗3兆杯分のカロリー
 - 国民一人、1日当たりになると、約18000キロカロリー...食べ物で取るカロリーの数倍程度

太陽の内部

対流層

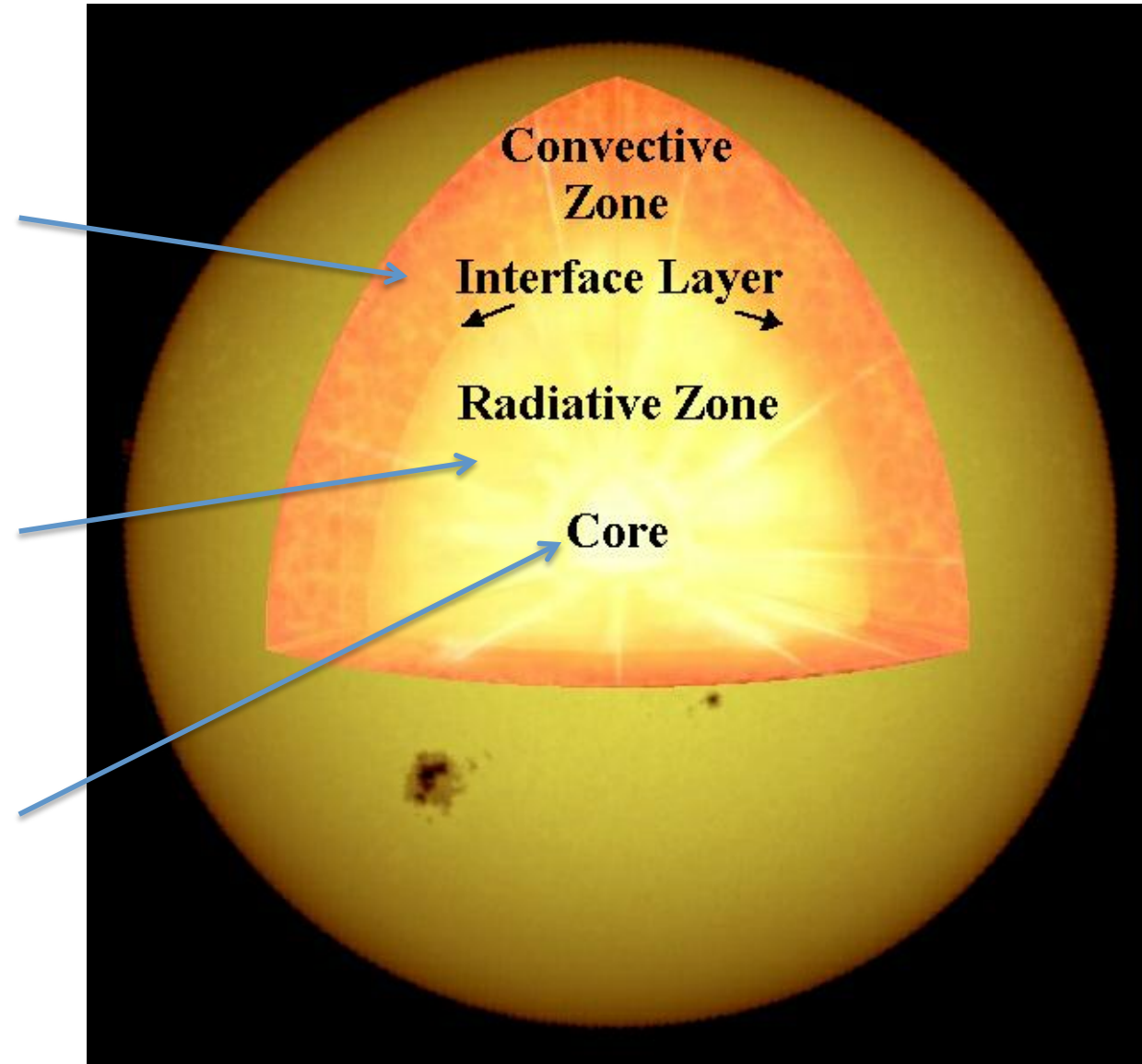
(ガスの流れでエネルギーを外に運ぶ)

放射層

(光でエネルギーを外に運ぶ)

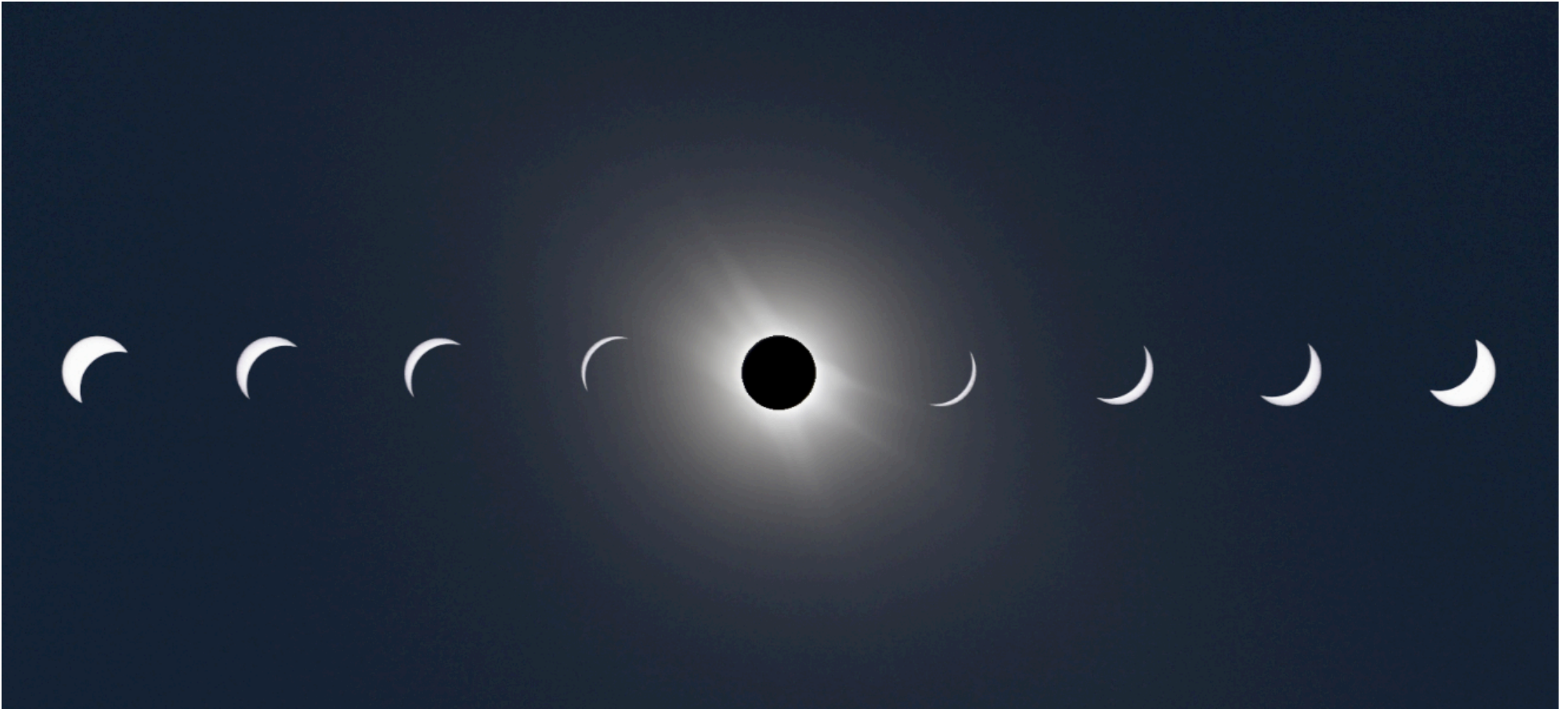
コア

(核融合が起きる場所。温度1500万度)



コロナ: 100万度の超高温大気

2006年の皆既日食(トルコ)

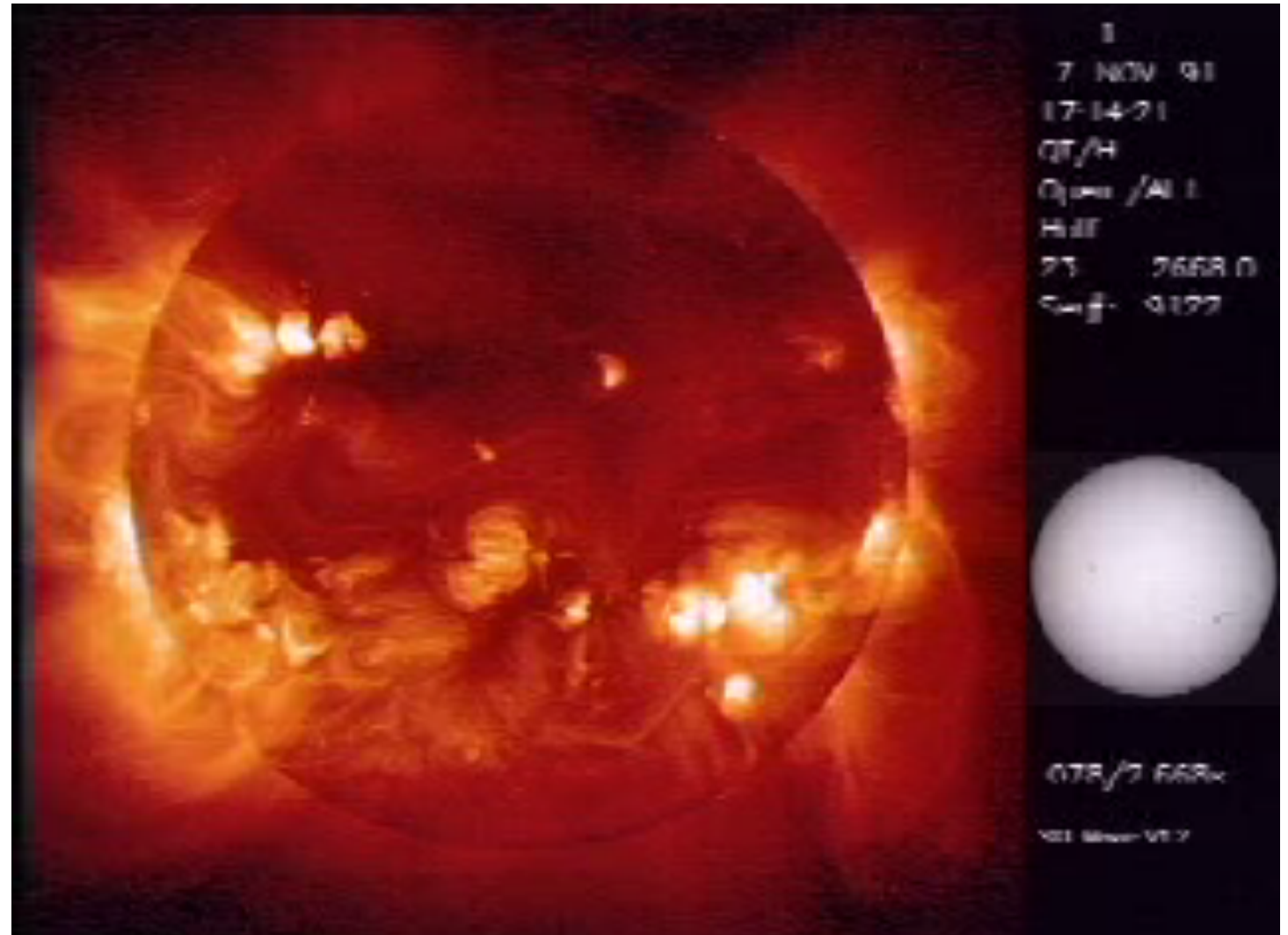


太陽の表面は6000度。その外側になぜ100万度の超高温大気があるのかは今も完全には分かっていない(少し分かり始めている)

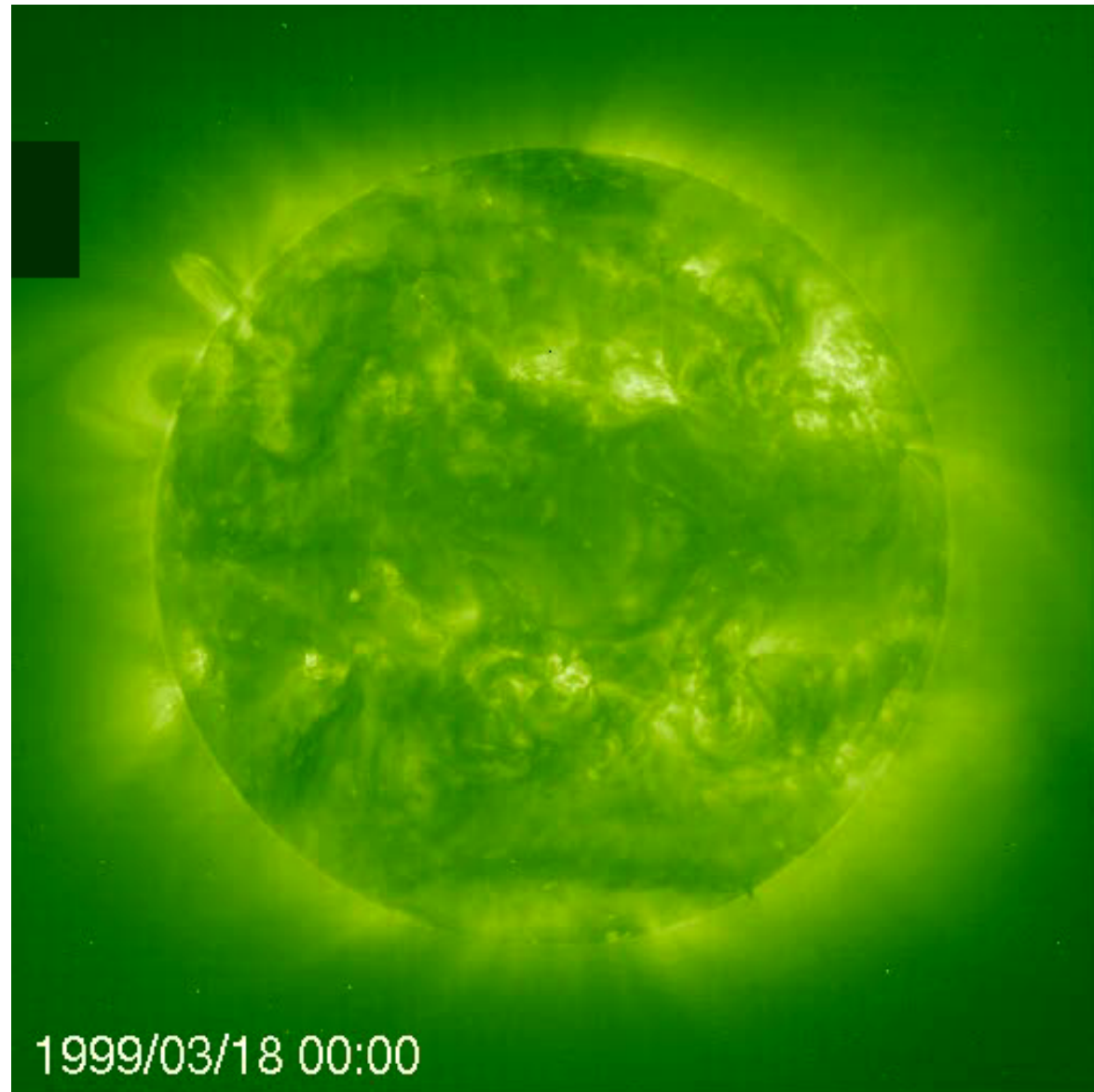
エックス線で見た太陽

温度が100万
度以上の α
 α

ピカッと光る
のは、 α 陽フ
レアと呼ばれる爆発

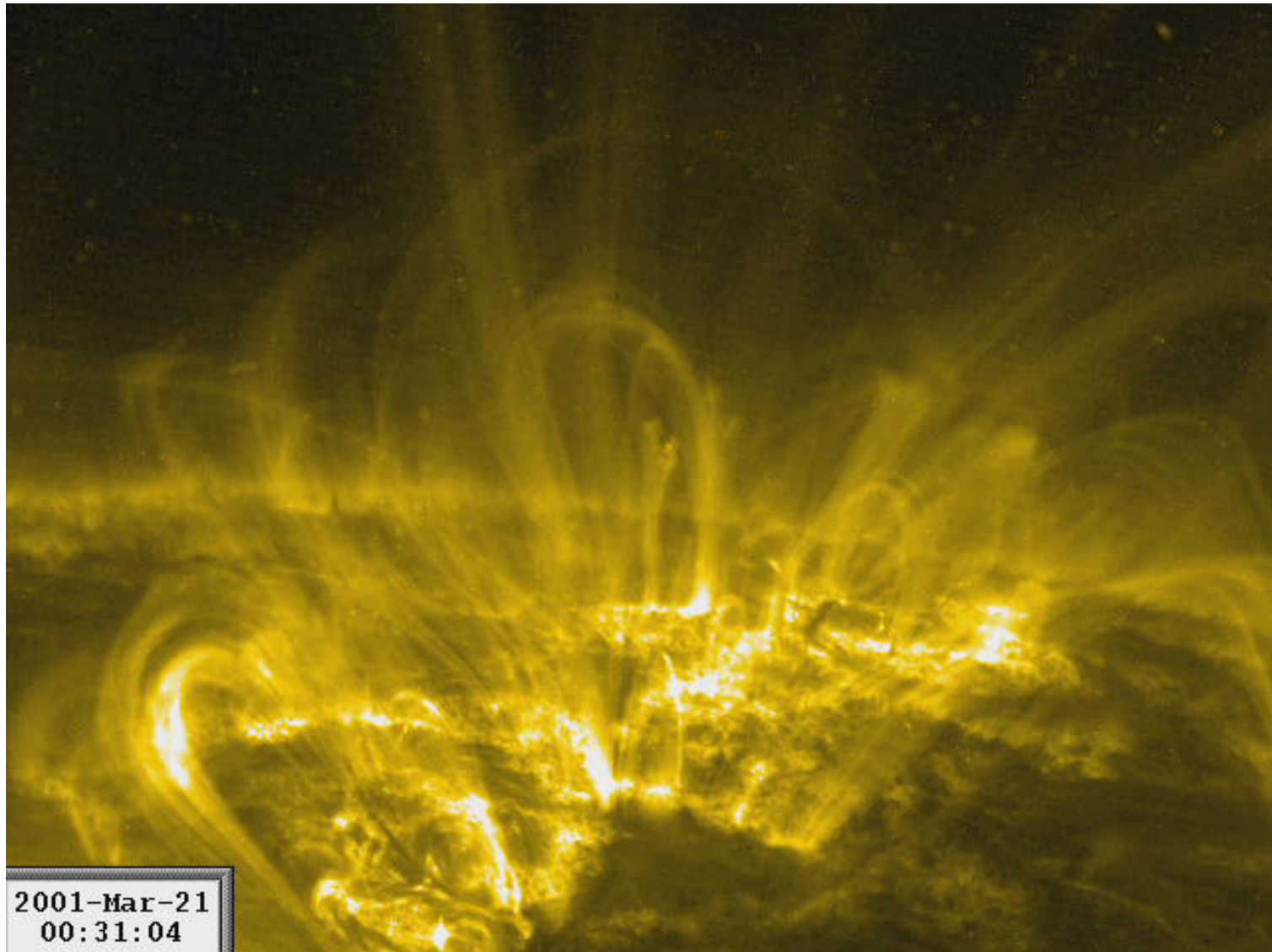


紫外線で見た太陽



SOHO衛星/EIT

紫外線で見たコロナ

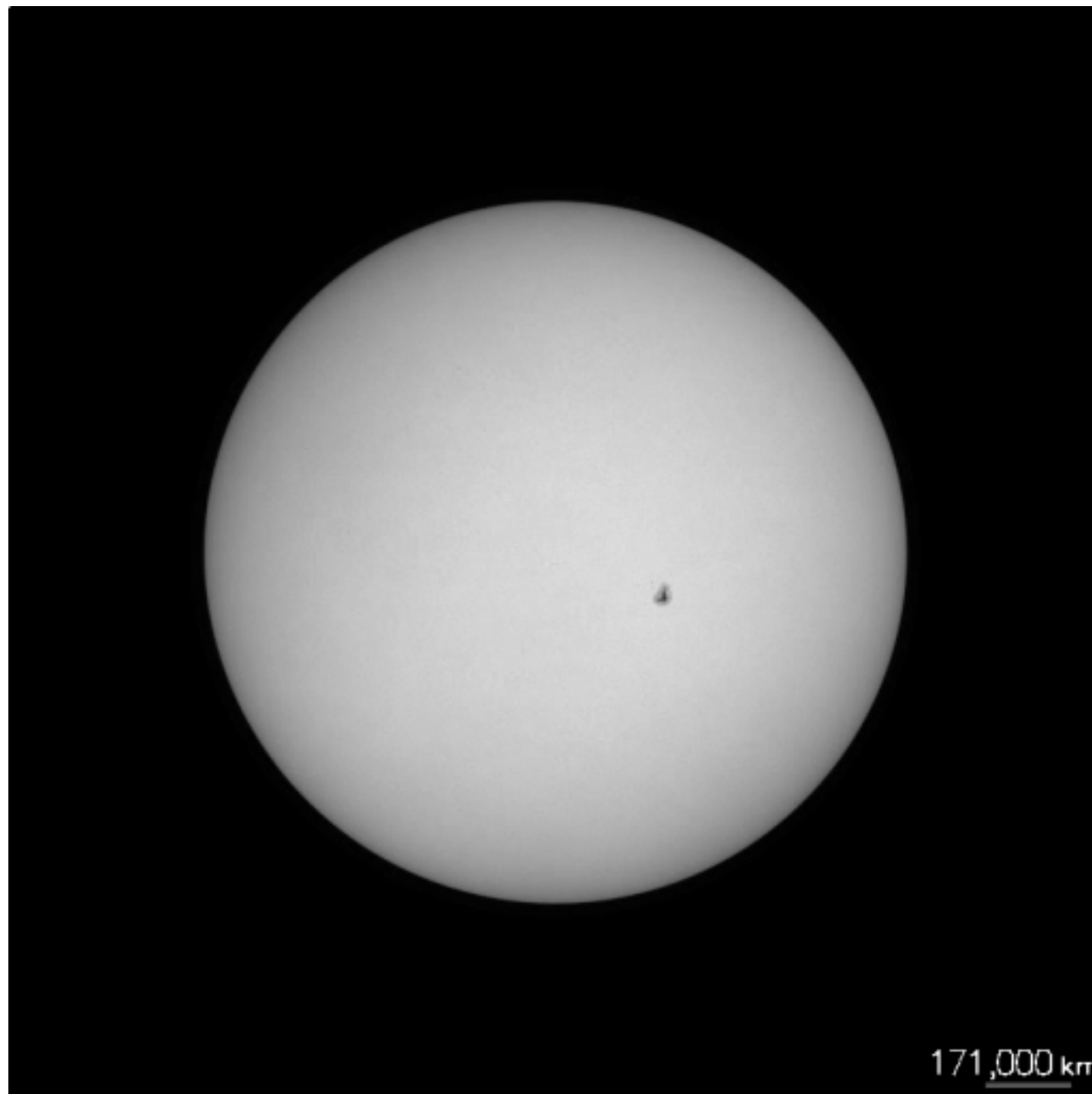


TRACE衛星

2001-Mar-21
00:31:04

黒点

Movie by
T. J. Okamoto

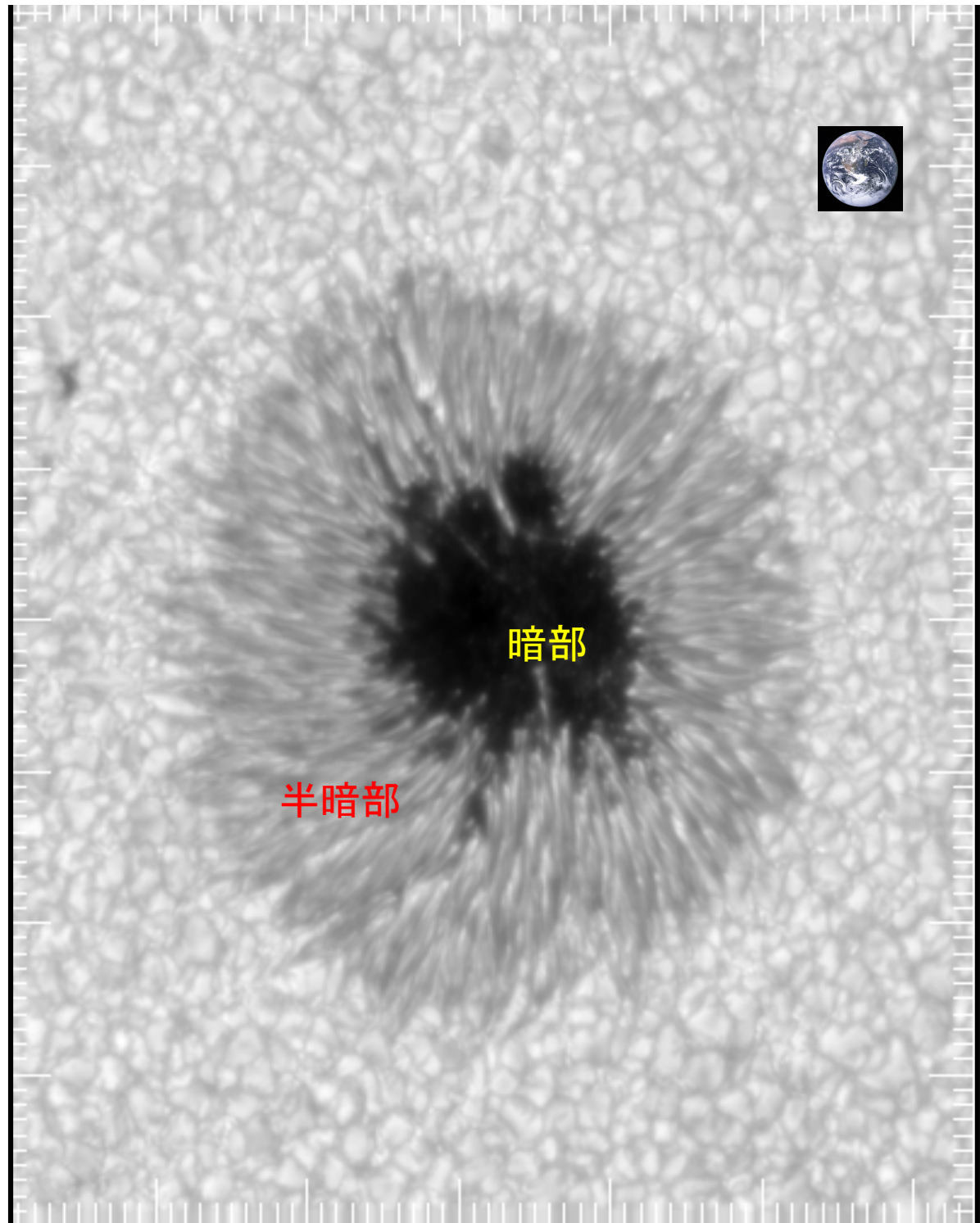


171,000 km

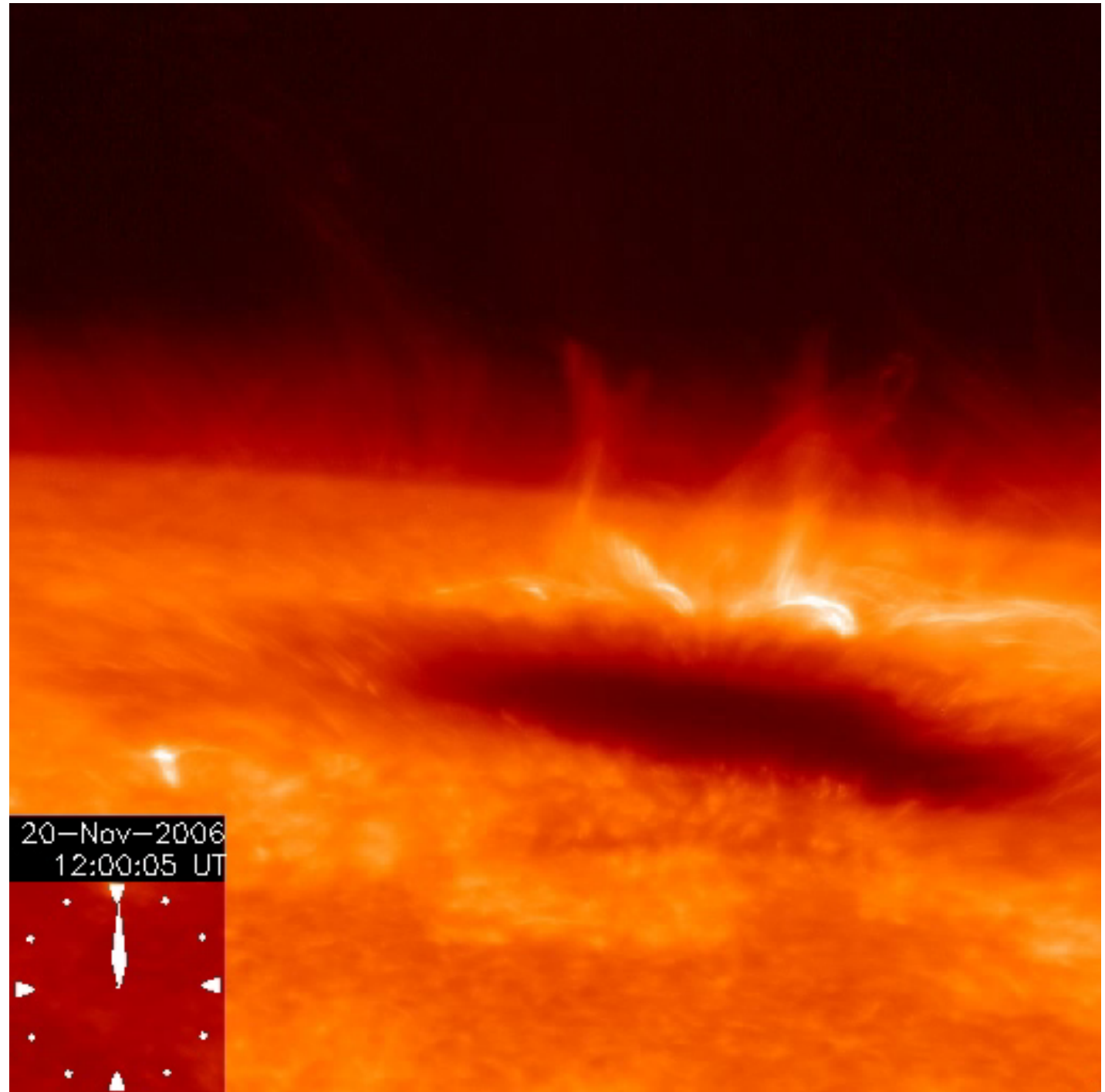
黒点の構造

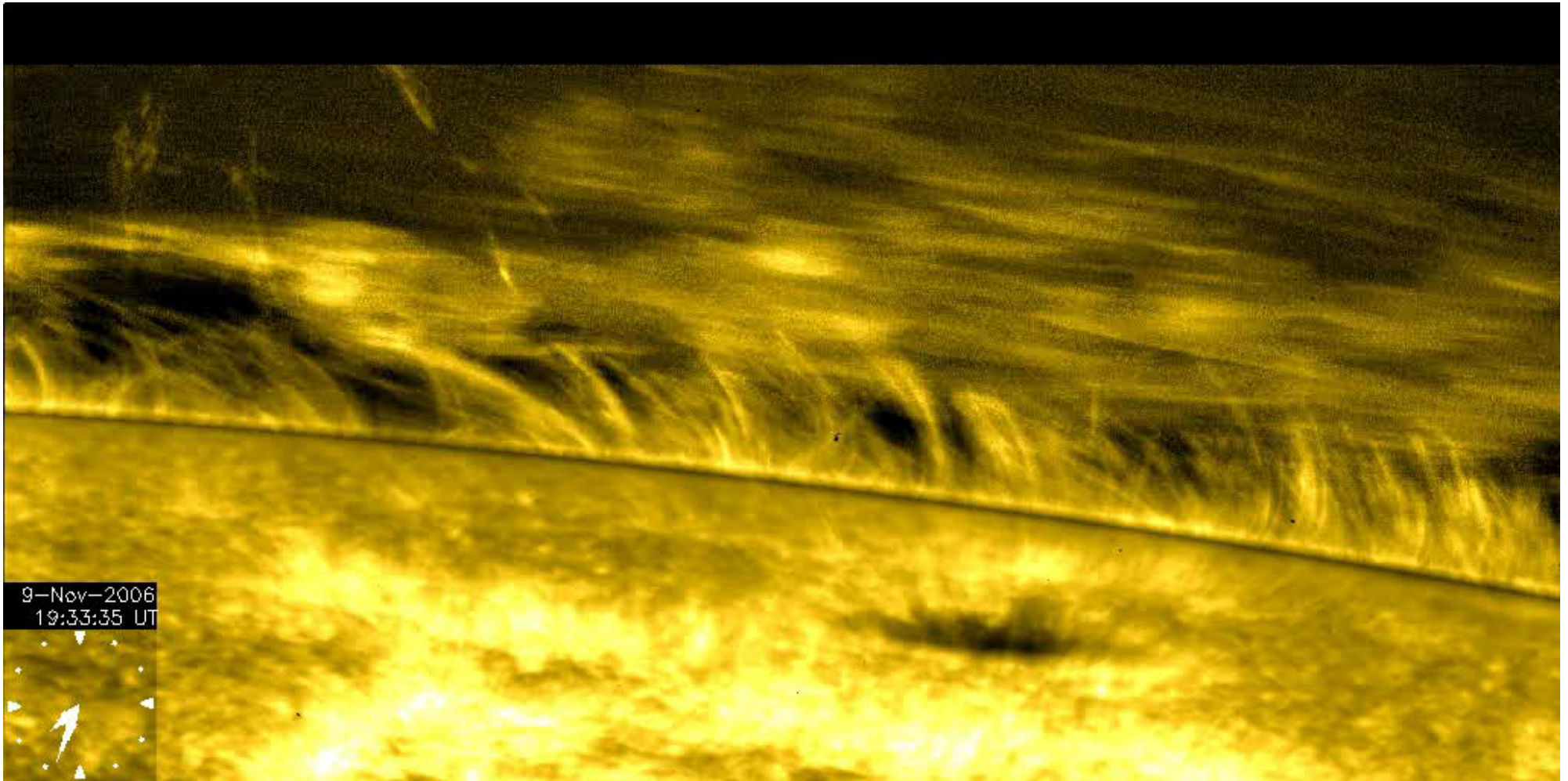
黒点暗部の温度は約4000度。周囲(6000度)より冷たいので暗く見える。

ただし、黒点だけ取り出して夜空に置けば満月より明るい。



黒点の 周りの活 動現象

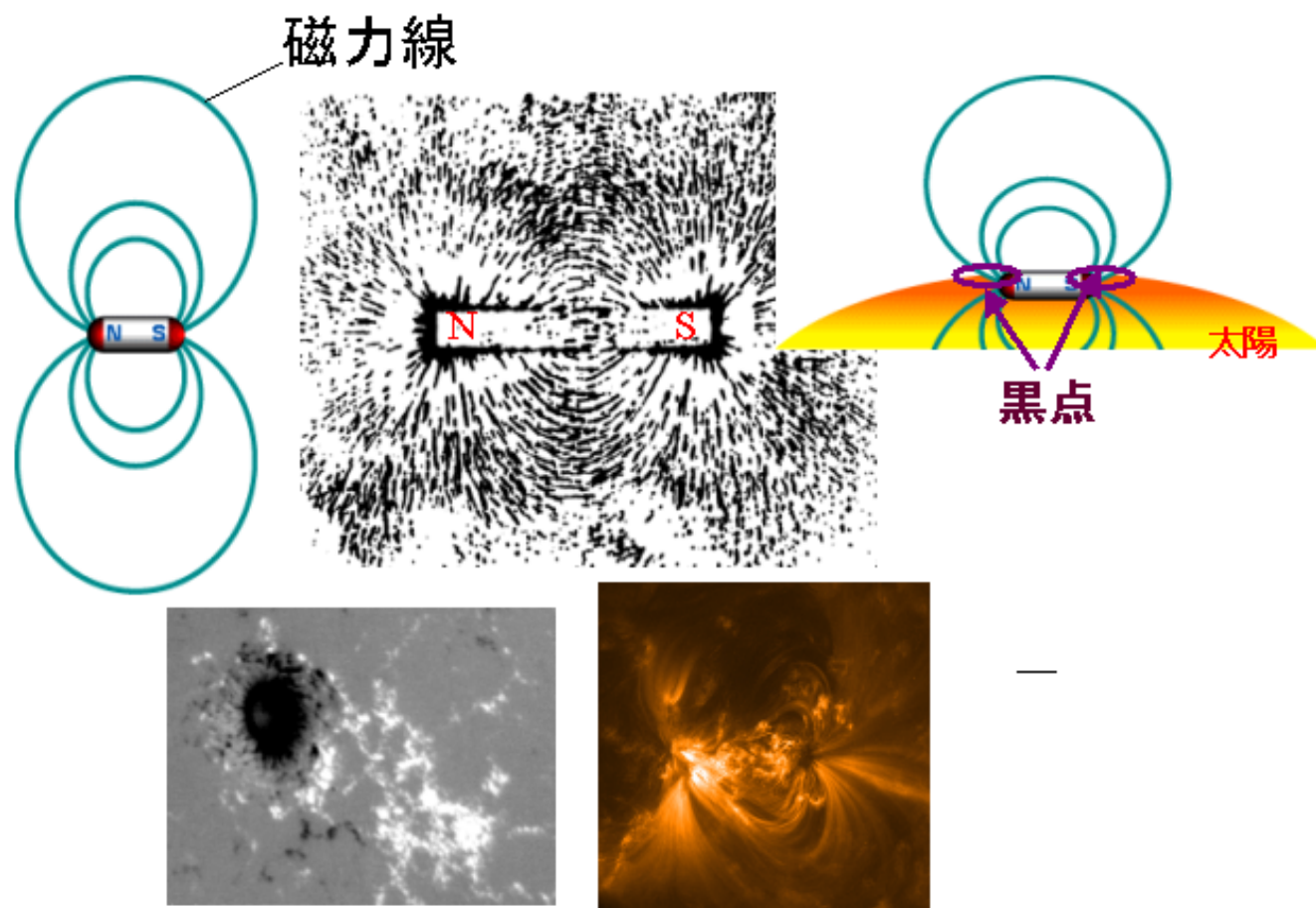




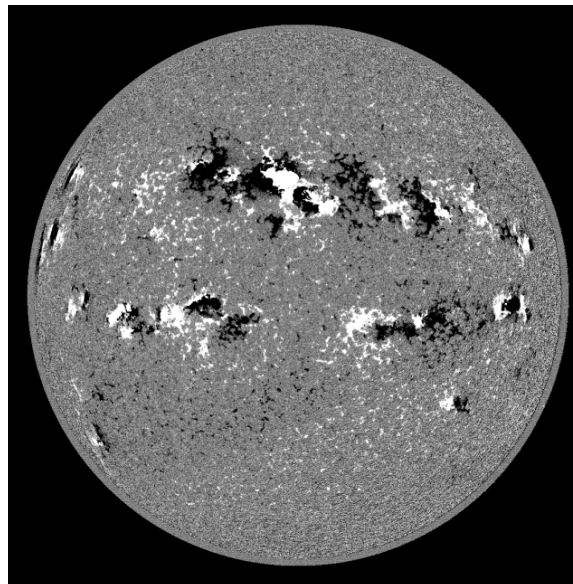
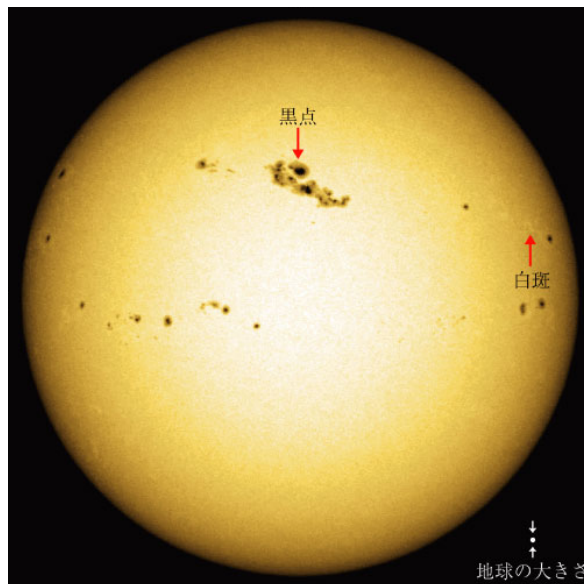
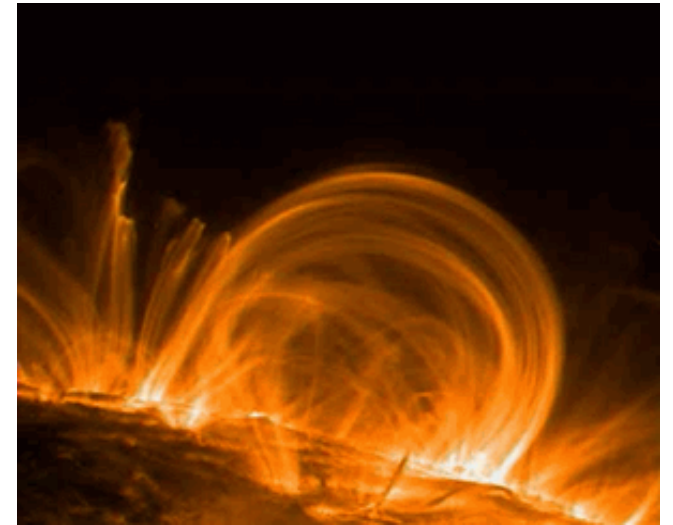
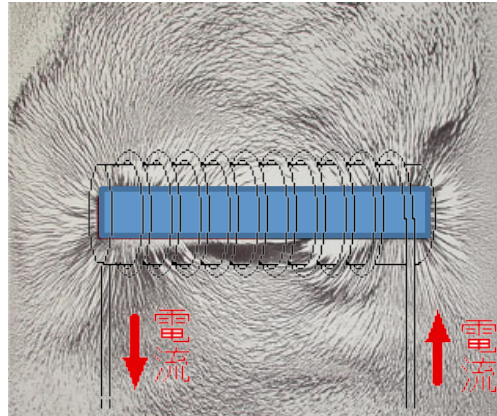
プロミネンス(紅炎) ... 100万度のコロナにうかぶ1万度のガス
スピキュール ... 太陽の表面から吹き出すジェット

黒点の正体は大きな磁石

太陽磁場



太陽の表面は磁場に覆われている



コロナの加熱～電磁調理器

関西電力のHPから



電磁調理器 (IH: Induction Heating)

調理器に電流を流す

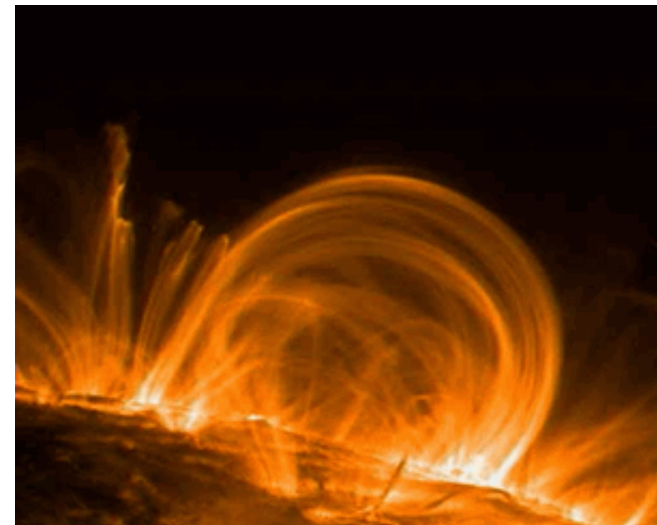
⇒ 磁場ができる (電磁石の原理)

⇒ 鍋に電流が流れる (電磁誘導の原理)

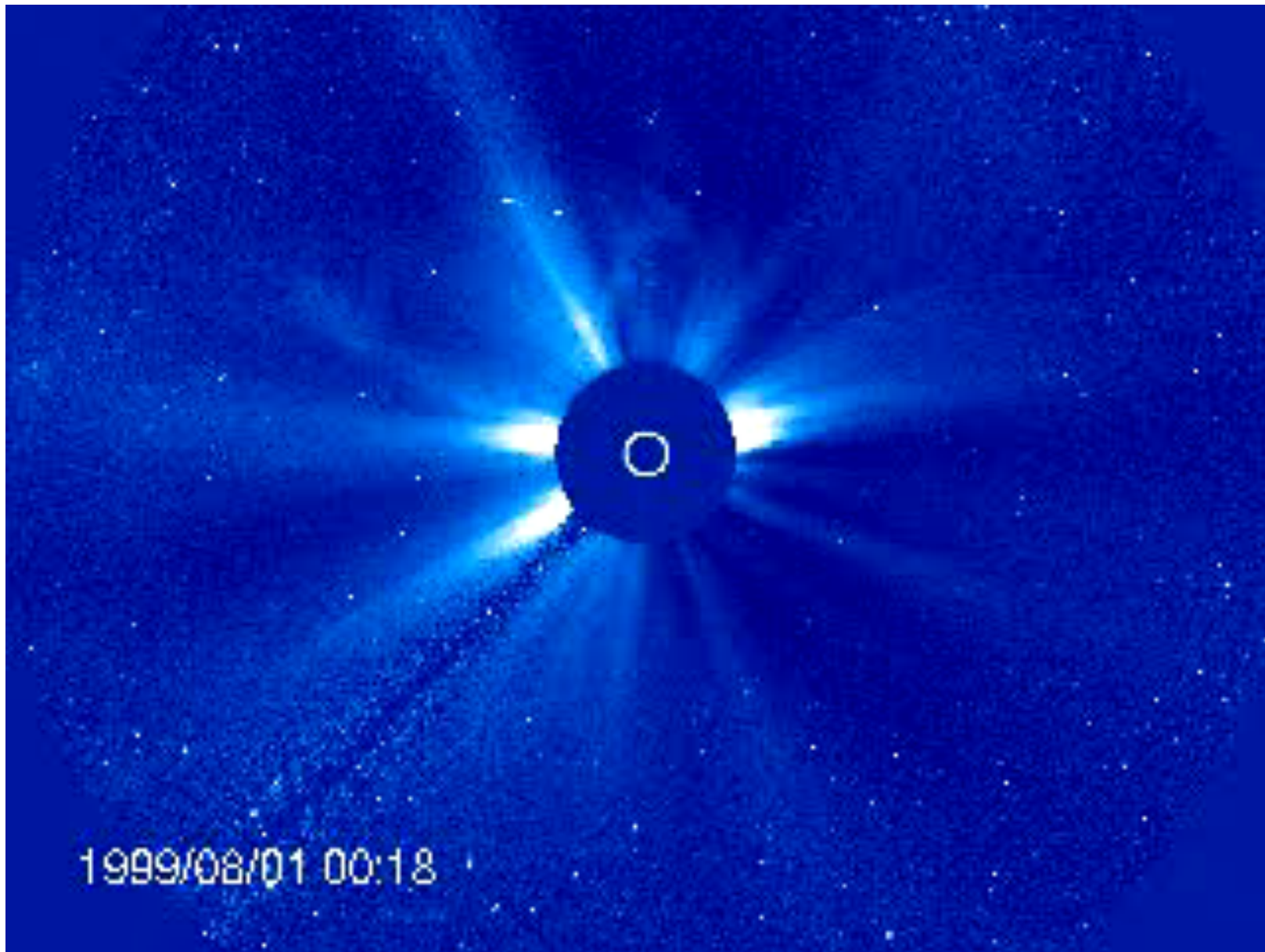
⇒ 電流が電気抵抗により熱化 (電気ストーブ)

太陽では:

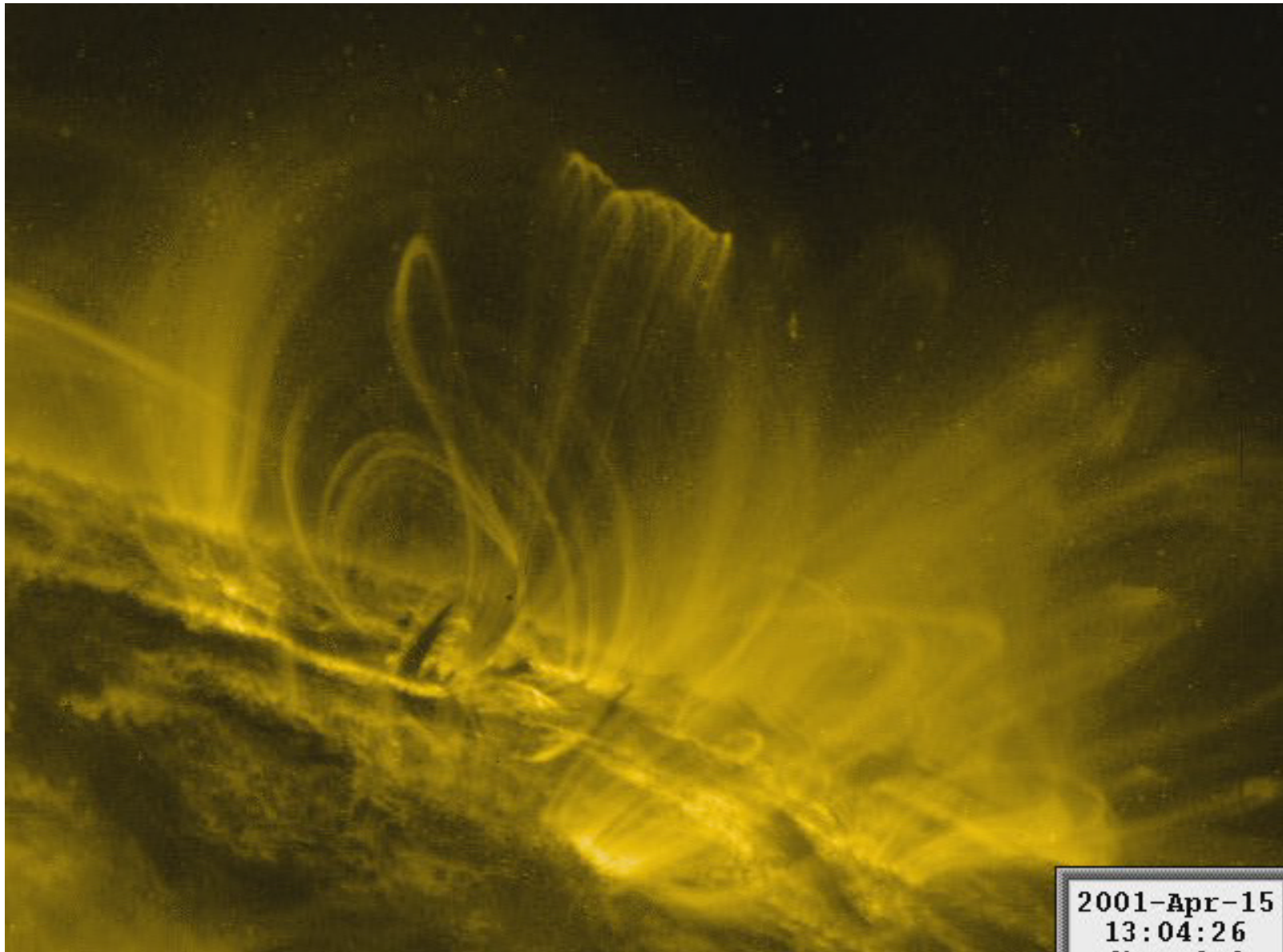
太陽表面のガスの運動 (電流)
が磁場を介してコロナに電流を流し、
その電流のエネルギーが熱に変わる

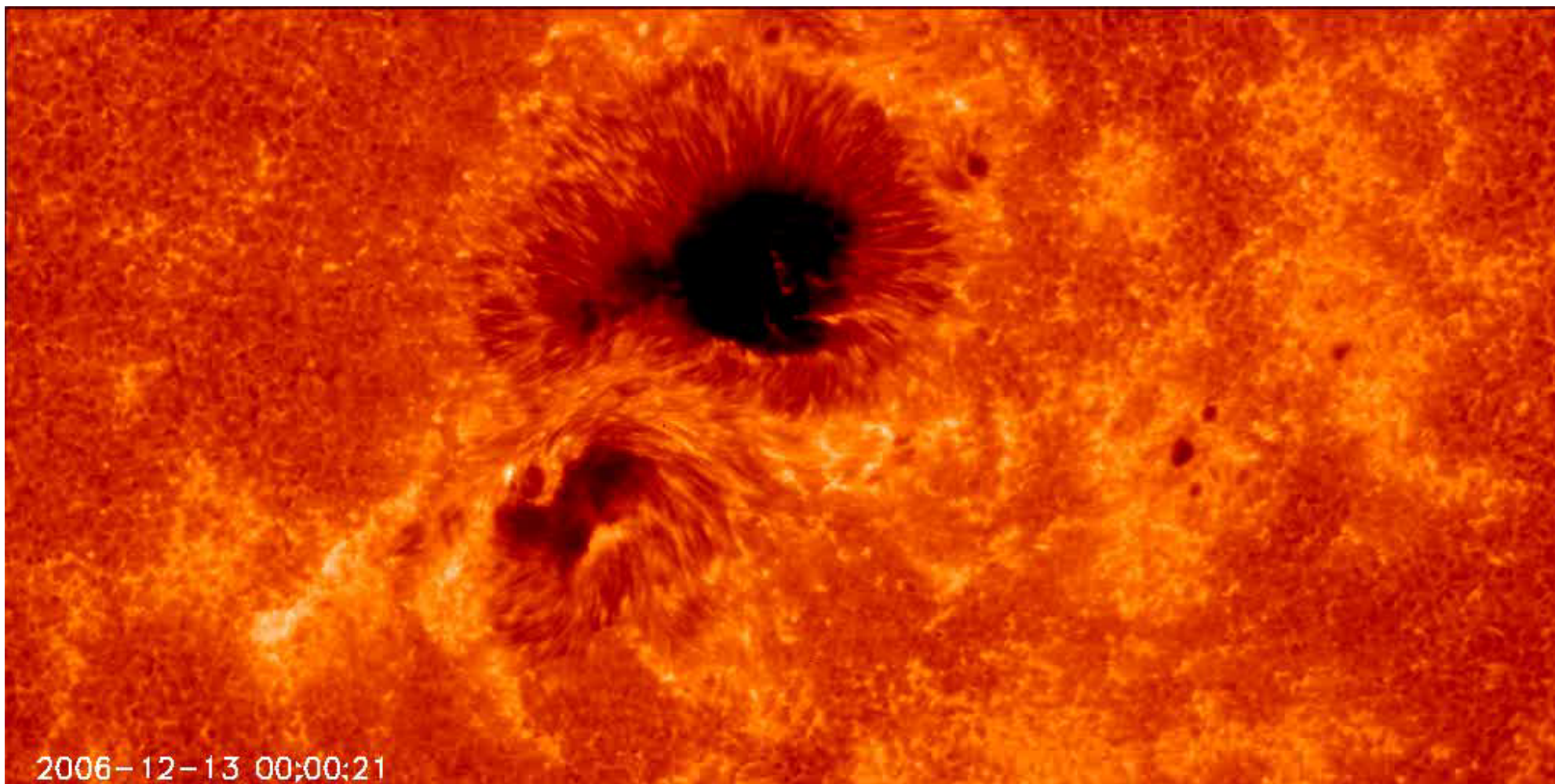


太陽からふく風

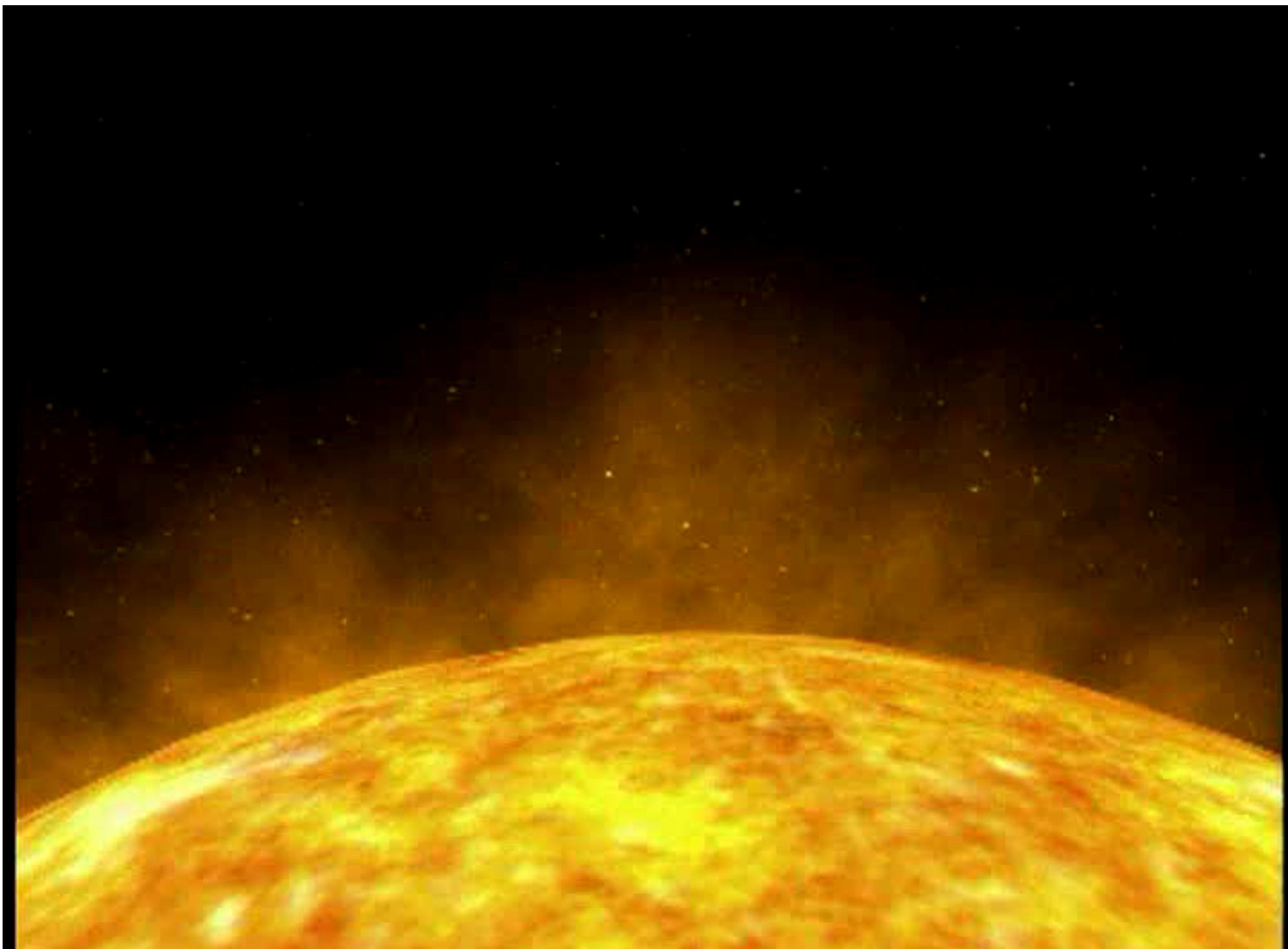


太陽フレア

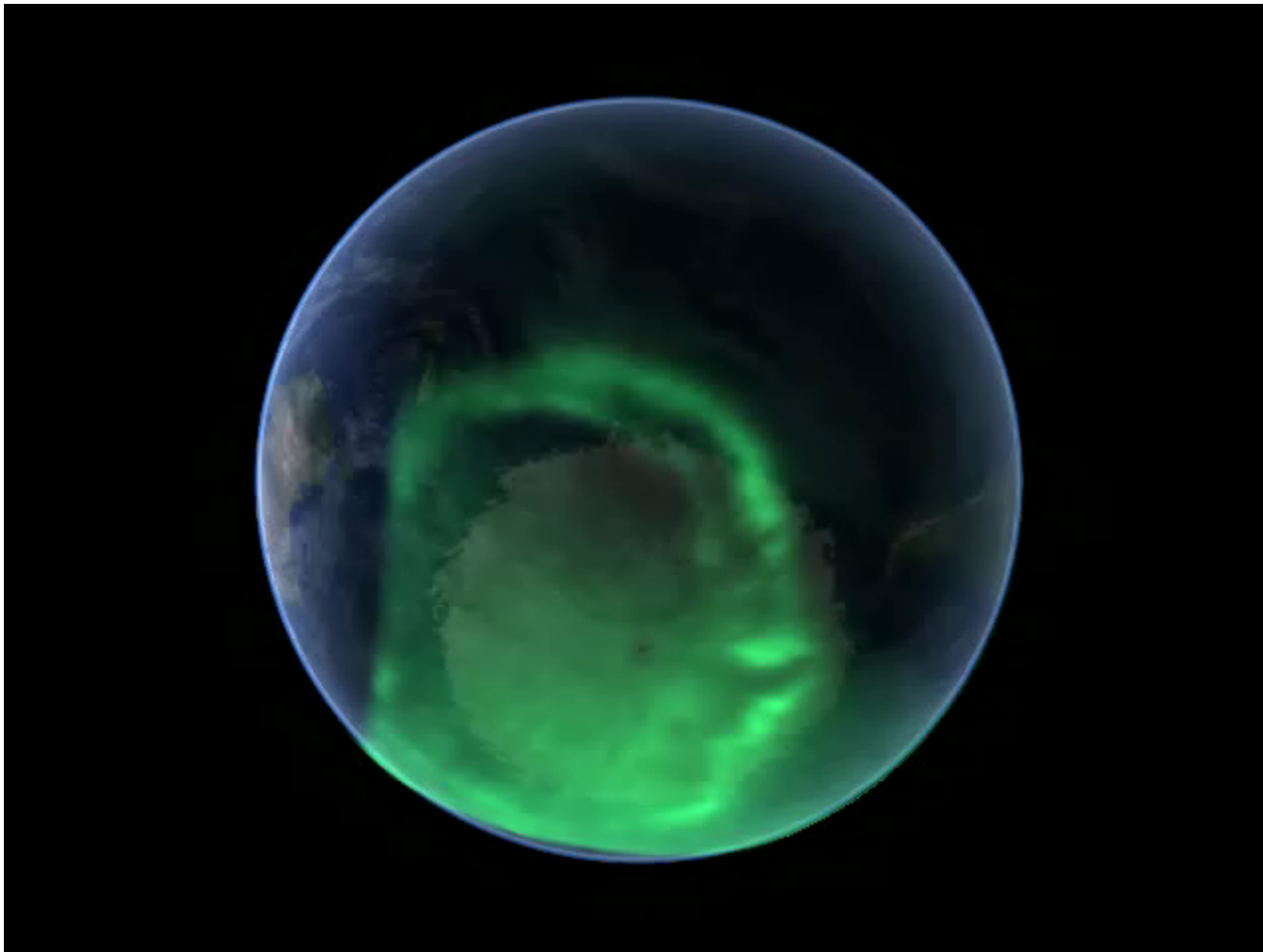




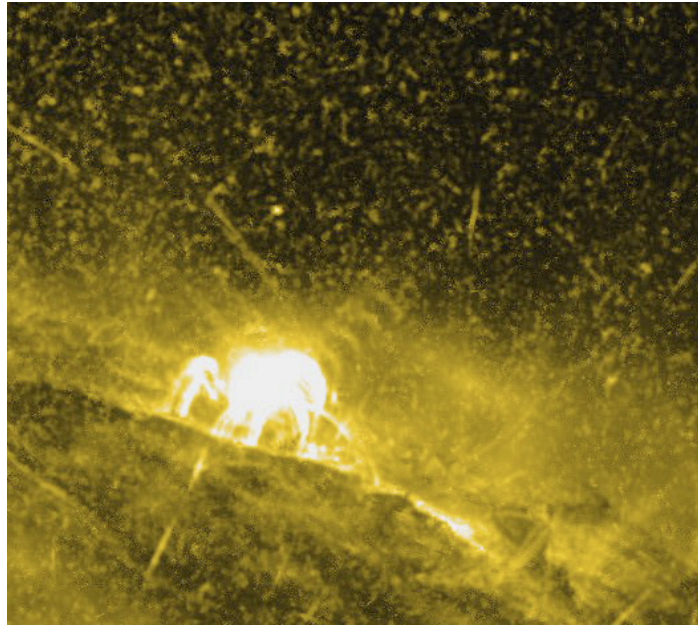
2006年12月13日の大フレア



宇宙から見たオーロラ

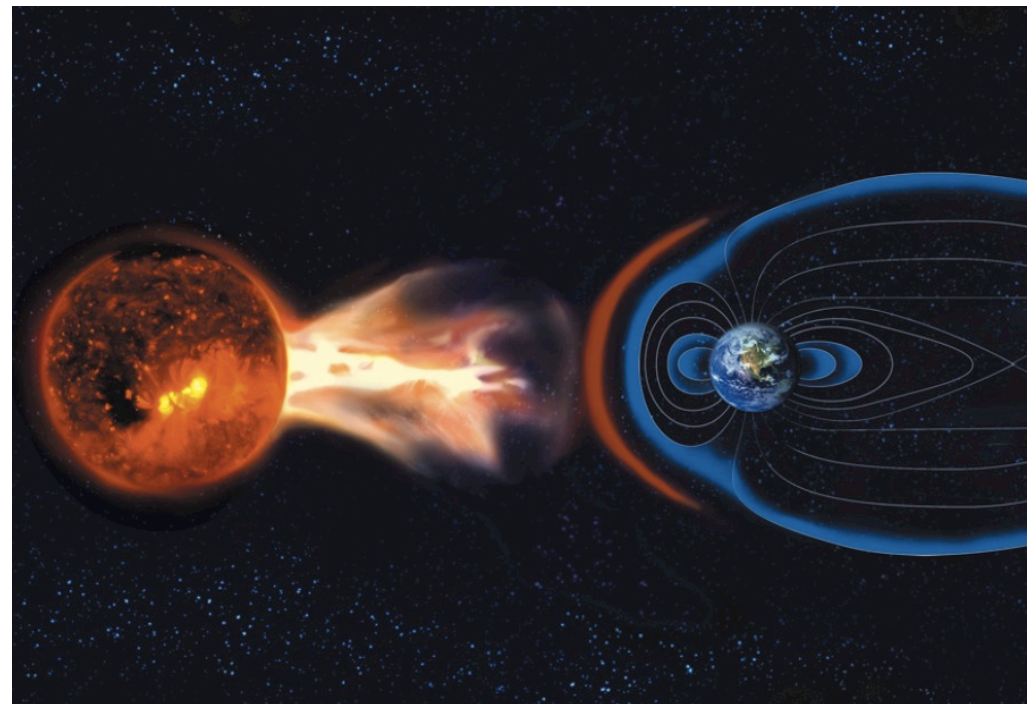


フレアやコロナ質量放出が起きると



太陽フレアに伴う高エネルギー放射線
=>宇宙飛行士の被爆
人工衛星の故障

フレアに伴い噴出する磁気プラズマ
(コロナ質量放出)
=>磁気嵐、オーロラ
通信障害
送電線網、パイプラインの障害



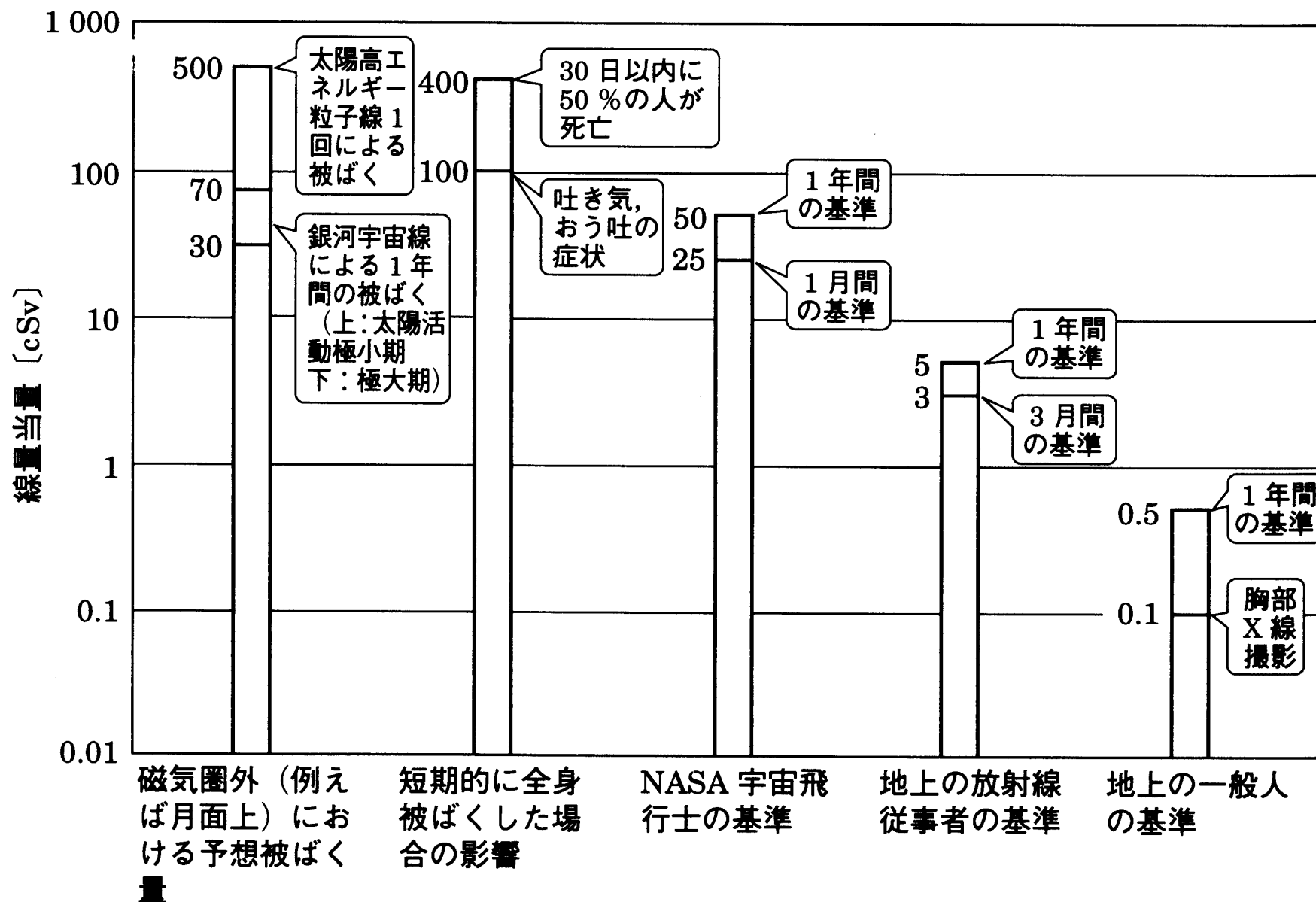
フレアがおきると大変。
これからは「宇宙の天気予報」



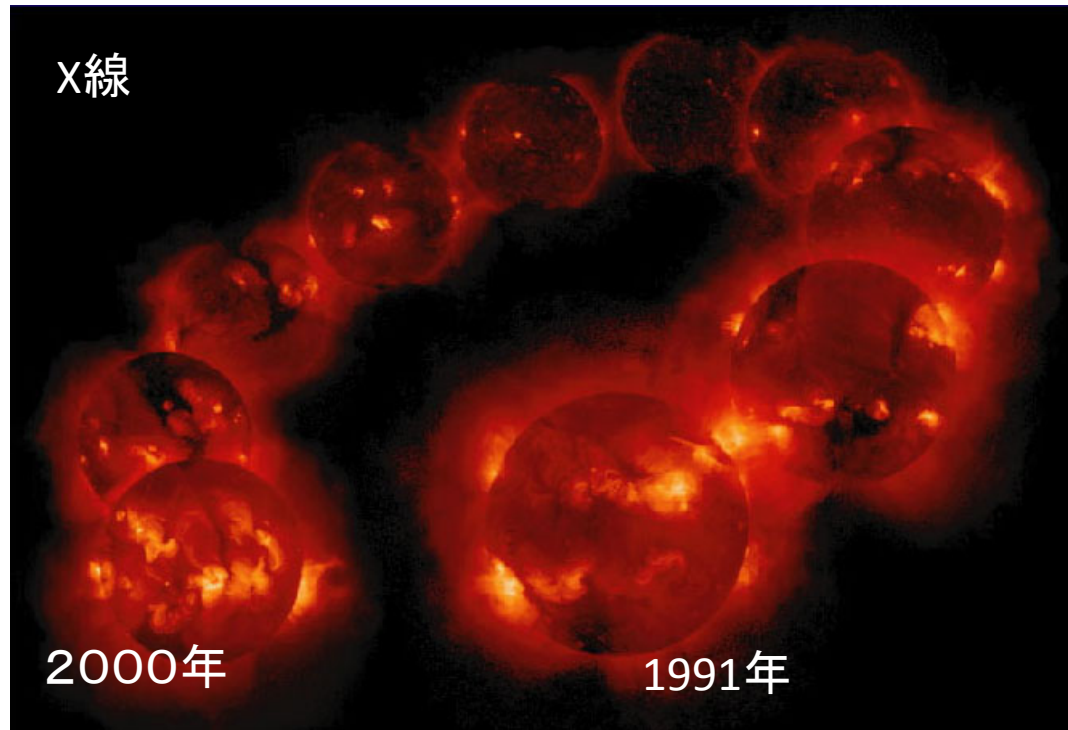
2003年10月30日 朝日新聞



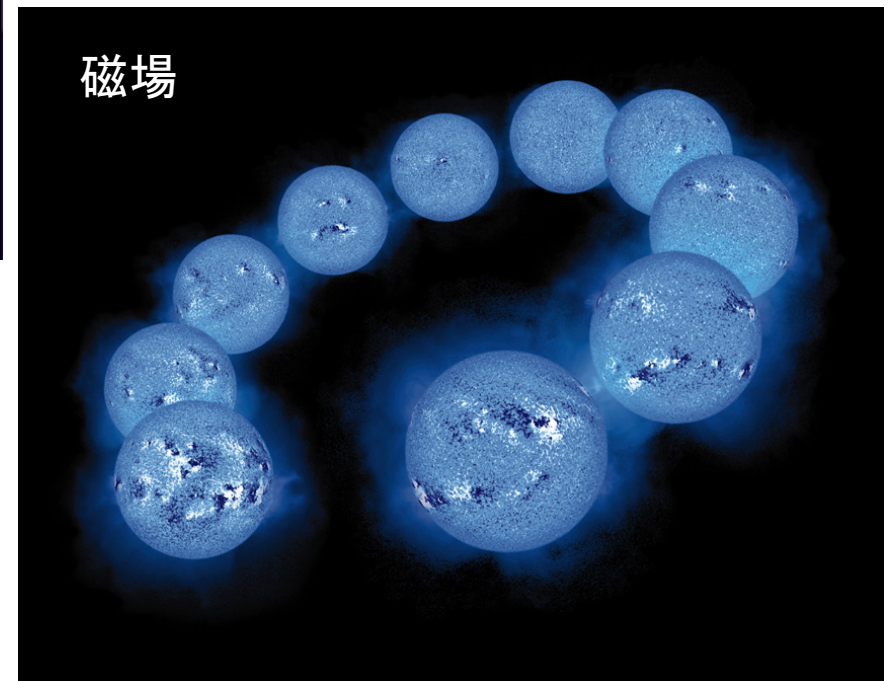
太陽放射線による被爆の危険性



太陽は11年ごとに変化する

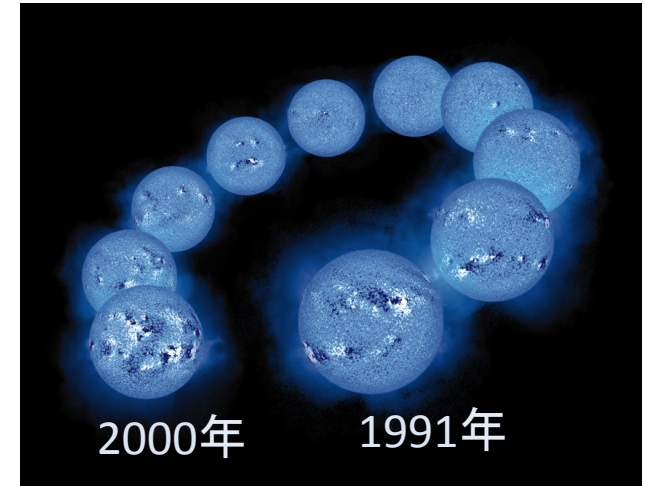
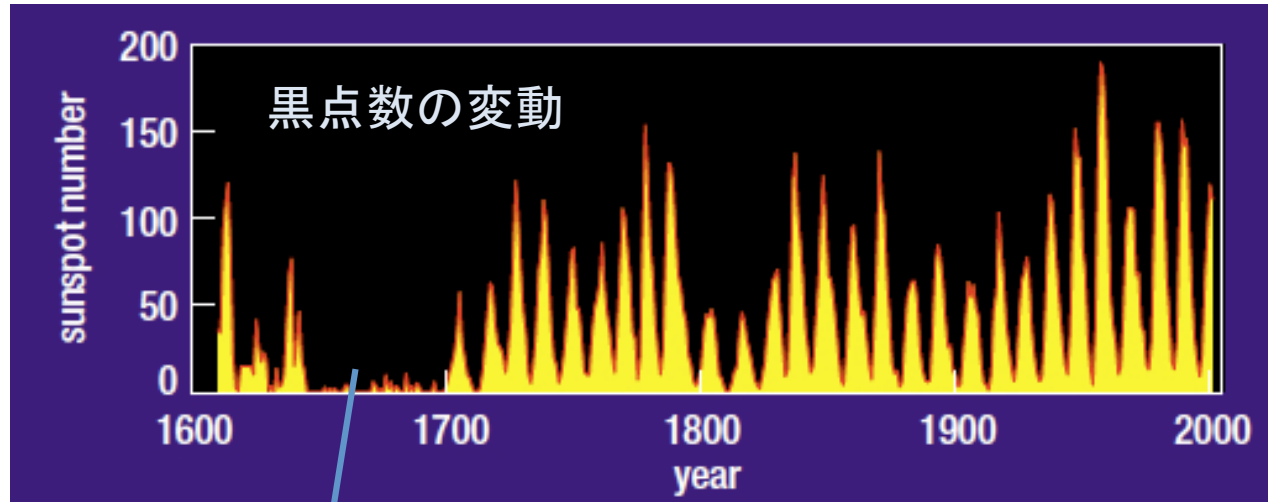


黒点の数が約11年で
ふえたりへったりする



黒点の数と地球の気温

太陽黒点の変化



マウンダーミニмум



- 今から300年ちょっと前、黒点がほとんどない時があった

- そのころ地球はミニ氷河期(ひょうがき)だった

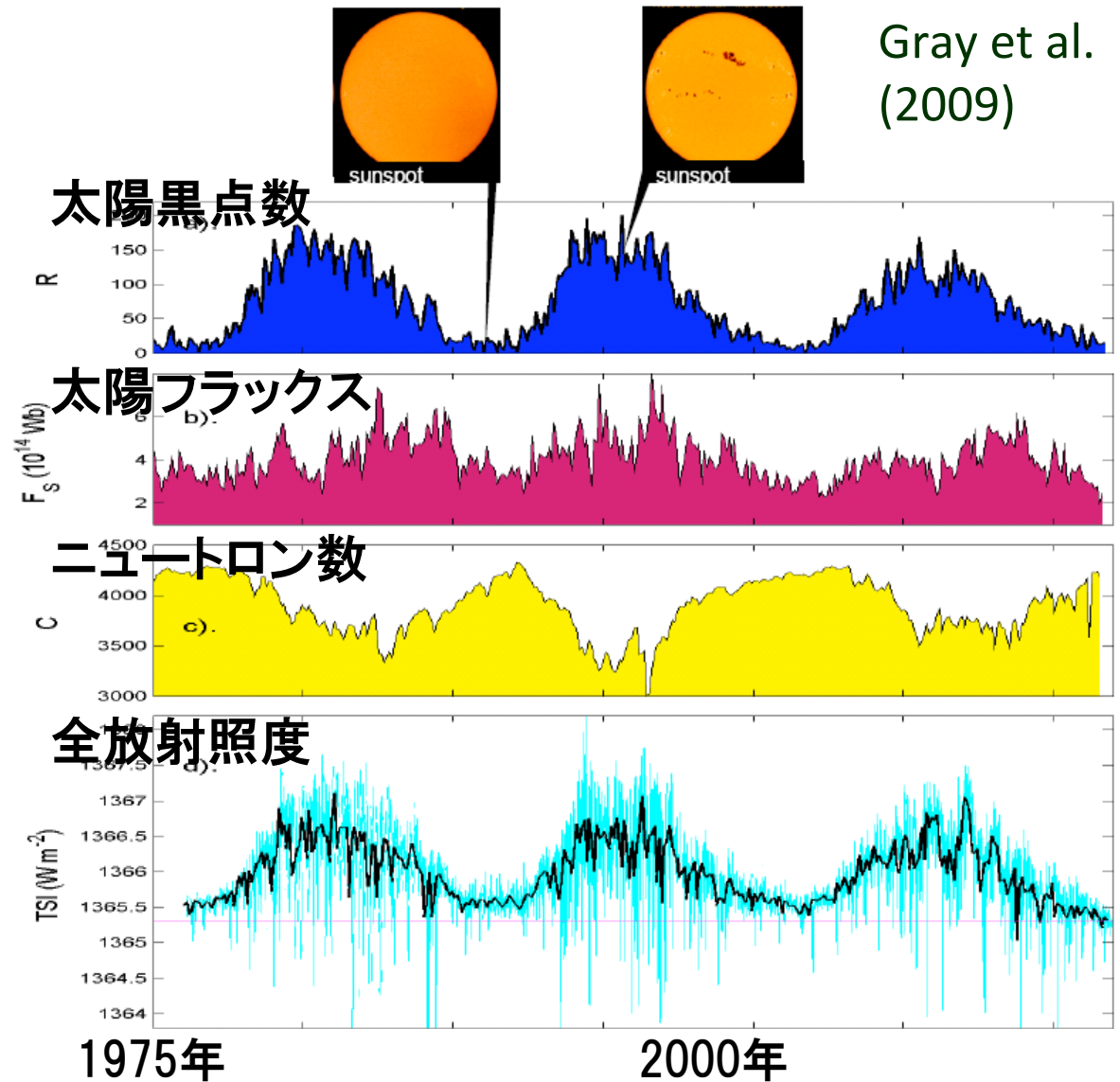
そのころのイギリスのテムズ川をかいた絵

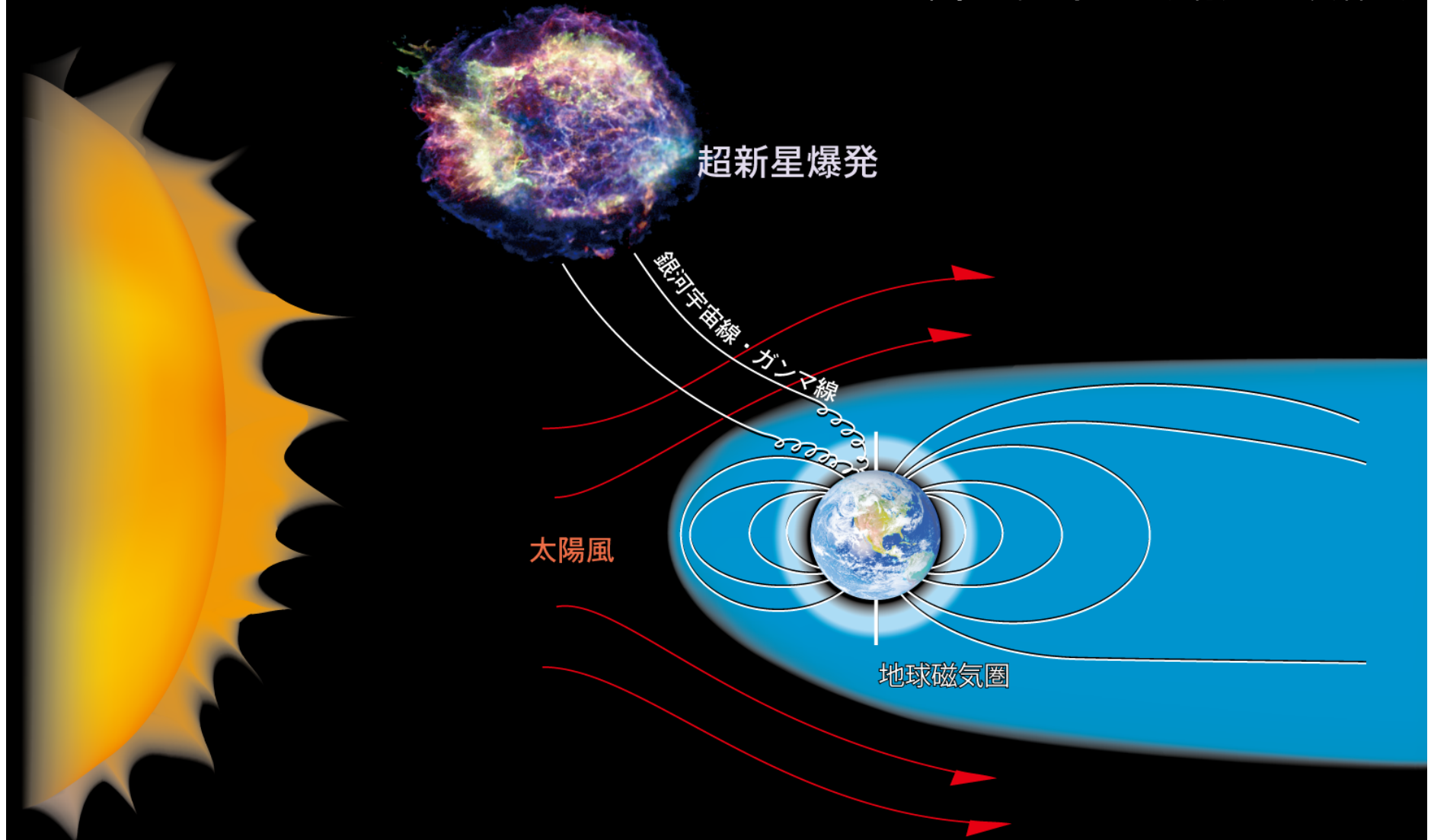
太陽活動が地球の気候に
影響を与える可能性

1. 全放射強度(明るさ)

2. 紫外線の変動

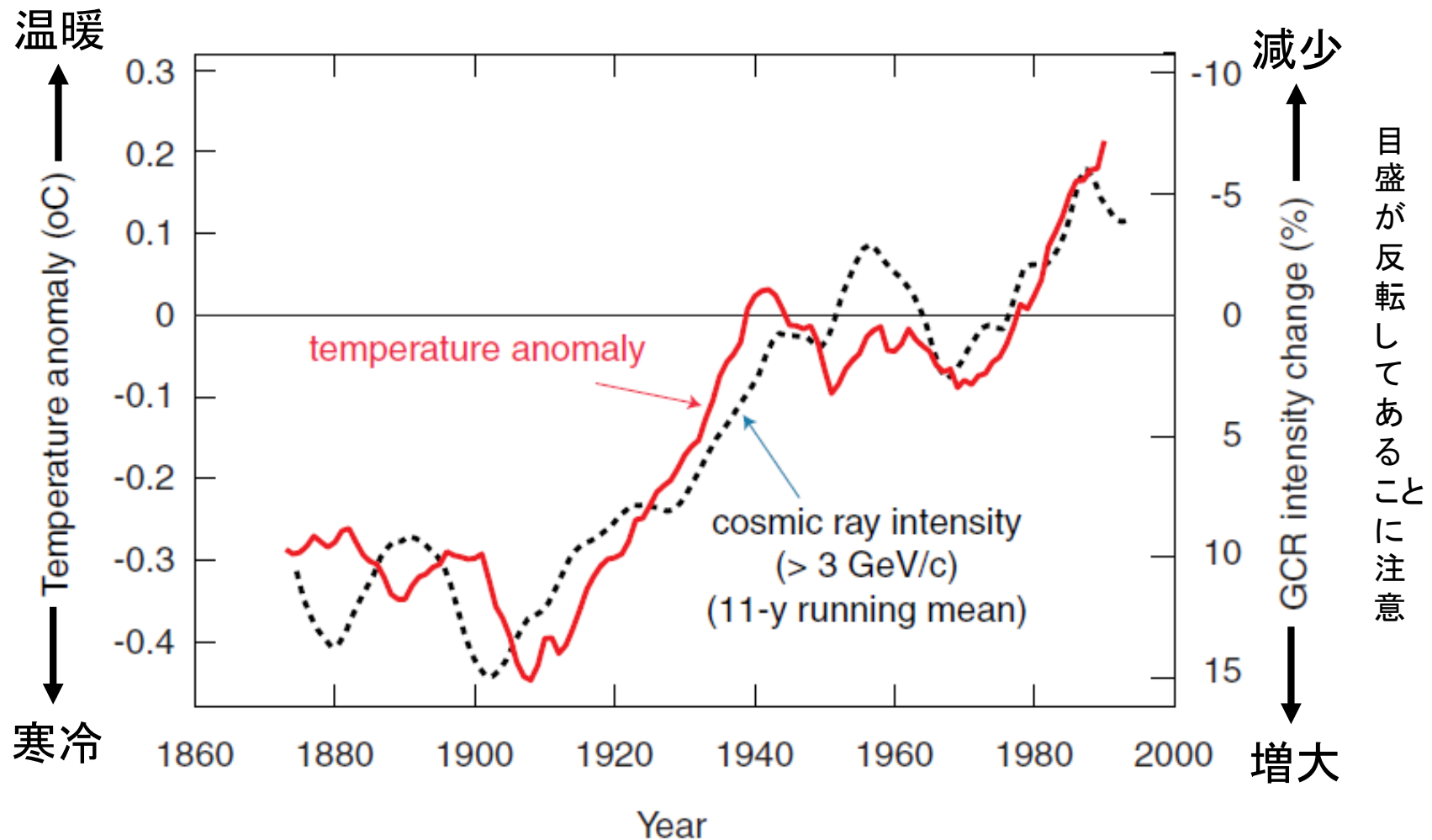
3. 銀河宇宙線の変動





超新星爆発でできた高エネルギー粒子(銀河宇宙線)が地球に降り注ぐ
太陽黒点の磁場は、銀河宇宙線に対するバリアとして働く
=>黒点が少ないと、宇宙線がたくさん降ってくる

Lockwood et al., *Nature* 399, 437- (1999)



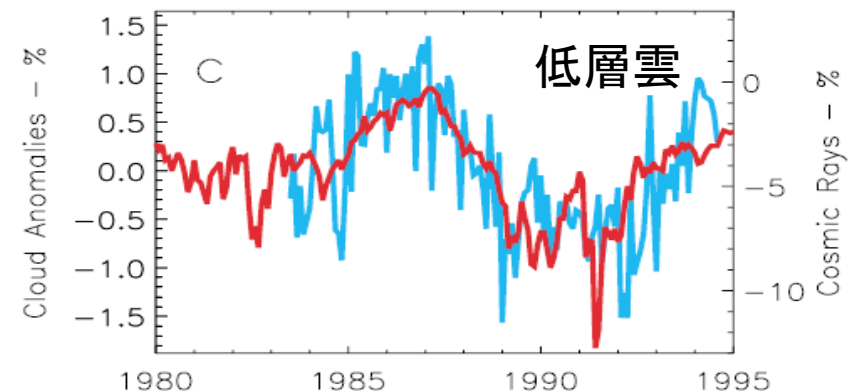
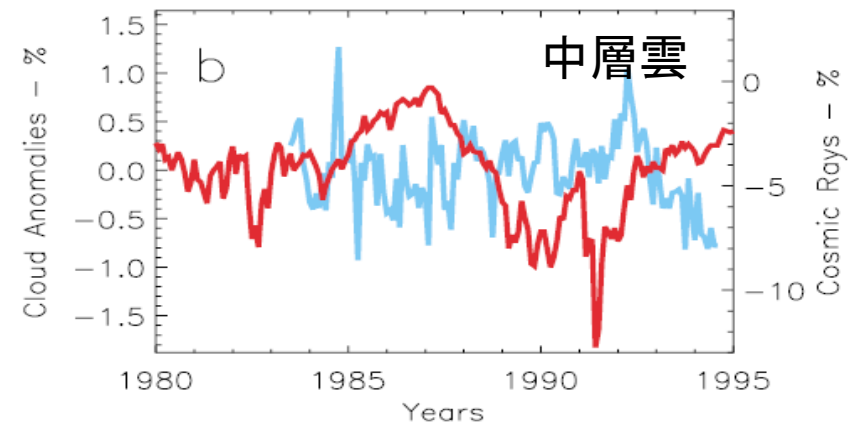
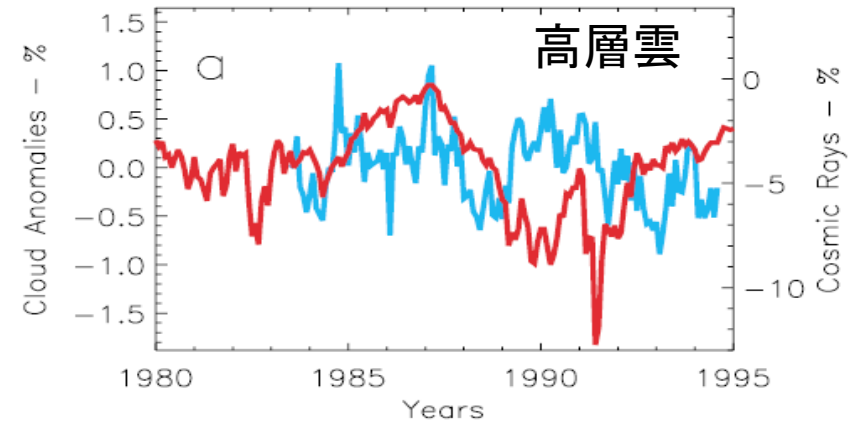
過去150年間、太陽活動は増大を続け、宇宙線は減少を続けていた。
その傾向と温暖化の傾向は一致。

宇宙線と低層雲量にはよい相関がある
(Svensmarkほか、2000)
高層雲、中層雲では相関は見られない

銀河宇宙線は、大気と衝突して雲が
できる時に核となるエアロゾルを作
る

銀河宇宙線が増えると低層雲が増
える=>太陽光を反射して気温が
下がる

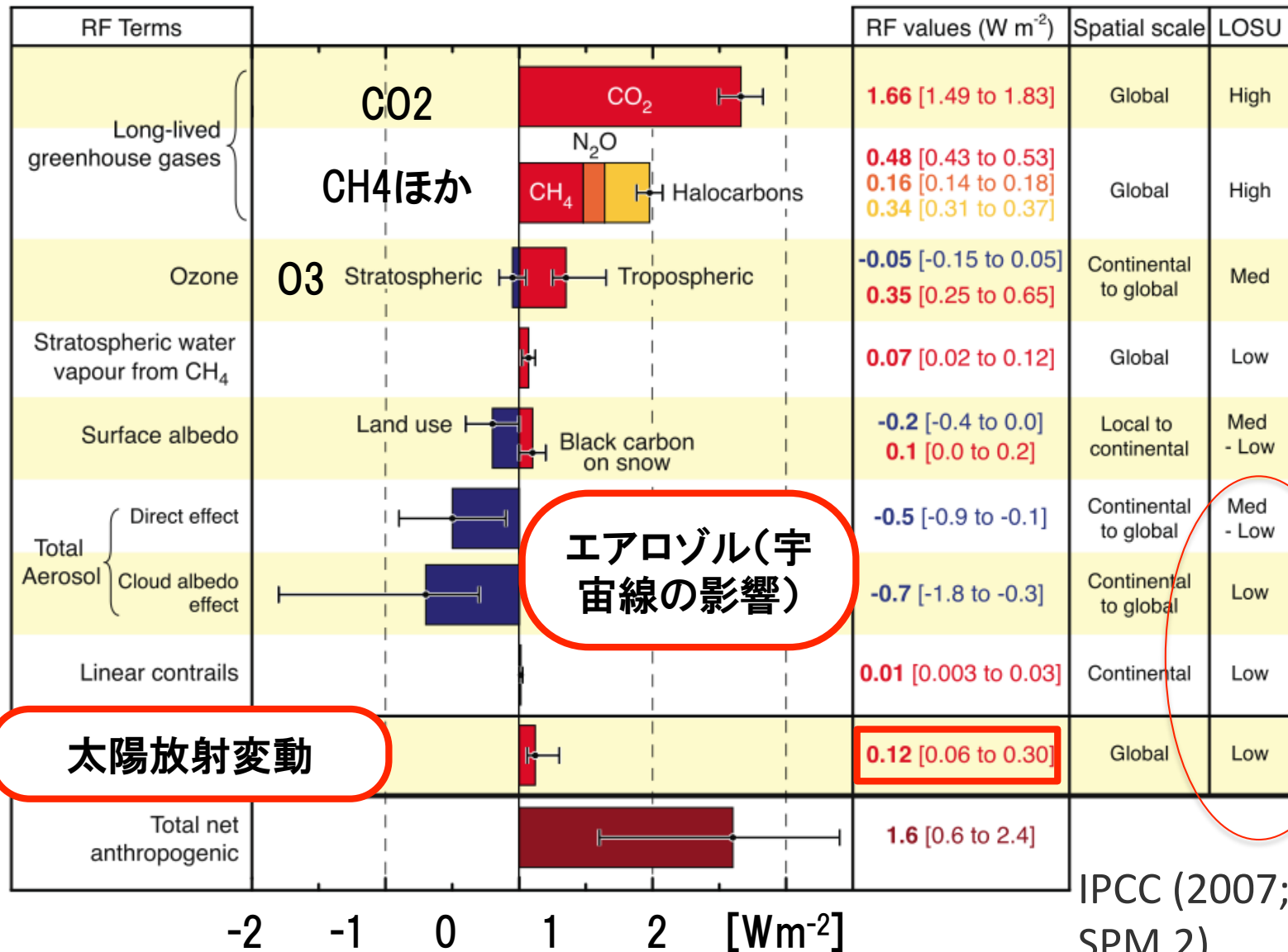
...以上のようなメカニズムが提唱さ
れているが、この効果が実際にどれ
ほど効いているかは、まだよく分
かっていない。



気候変動の要因(IPCC報告書より)

人為起源

自然変動



一番右のコラム、LOSU(Level Of Scientific Understanding)が低い要素が多くある
 =気候変動にはまだよくわかっていない効果があるということ

地球温暖化問題にどう向き合うか

(以下は磯部の個人的な意見。よく考えて自分の意見を持って下さい。)

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change; 気候変動に関する政府間パネル)は、人間が出したCO2により地球が温暖化している**可能性が高い**という結論をだした。
- 「証明した」わけではない。太陽活動の影響など、科学的にまだ分かっていないことも多い。一方、多くの科学者が集まって、CO2温暖化の可能性が大であるという結論を出したという事実は重い。
- 自然も社会も複雑。科学でも100%確実なことが言えることは少ない。しかし私たちの生活、あるいは政治では、「不確実なことがある」段階で、何らかの決断と行動起こす必要が時にある。温暖化はそのような問題の一つ。

- たとえCO₂による温暖化が危惧されているほどでないにしても、化石燃料にいつまでも依存できないのは明らかなので、脱炭素社会を目指すという方向は正しいと思う。
- CO₂の温暖化の有無に関らず、太陽と地球の環境は長期的視点で見れば必ず変動する。特に世界全体の食料生産を下げるという観点から、寒冷化は温暖化より深刻な自体を引き起こす可能性が高い。
- これからの世界に必要なのは、(人為的温暖化や生態系の破壊など)急激な環境変動をできるだけ抑えるという努力に加え、例え環境が変動してもそれに対応できるような社会を作ること。