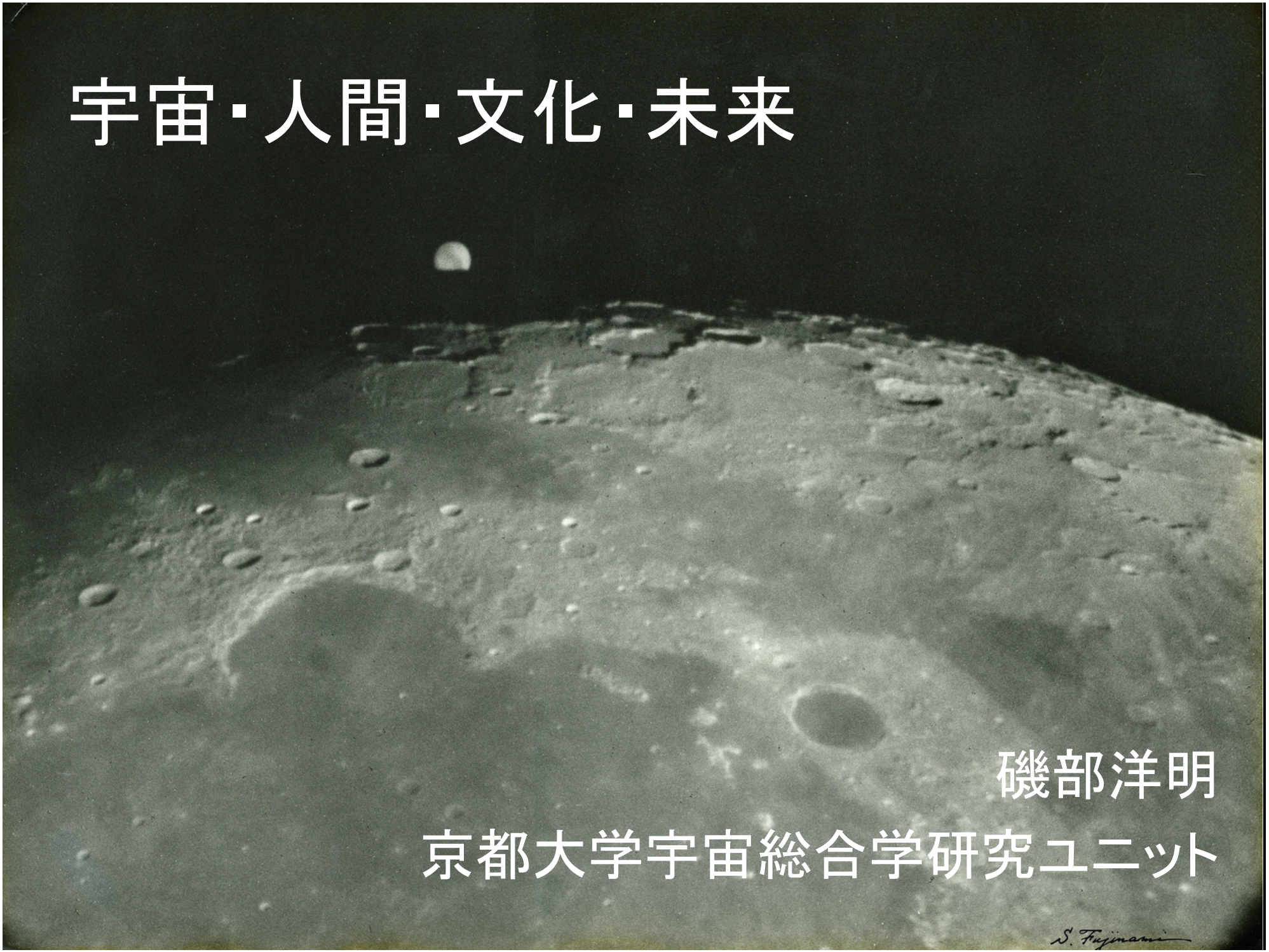
宇宙・人間・文化・未来



磯部洋明
京都大学宇宙総合学研究ユニット

今日のお話

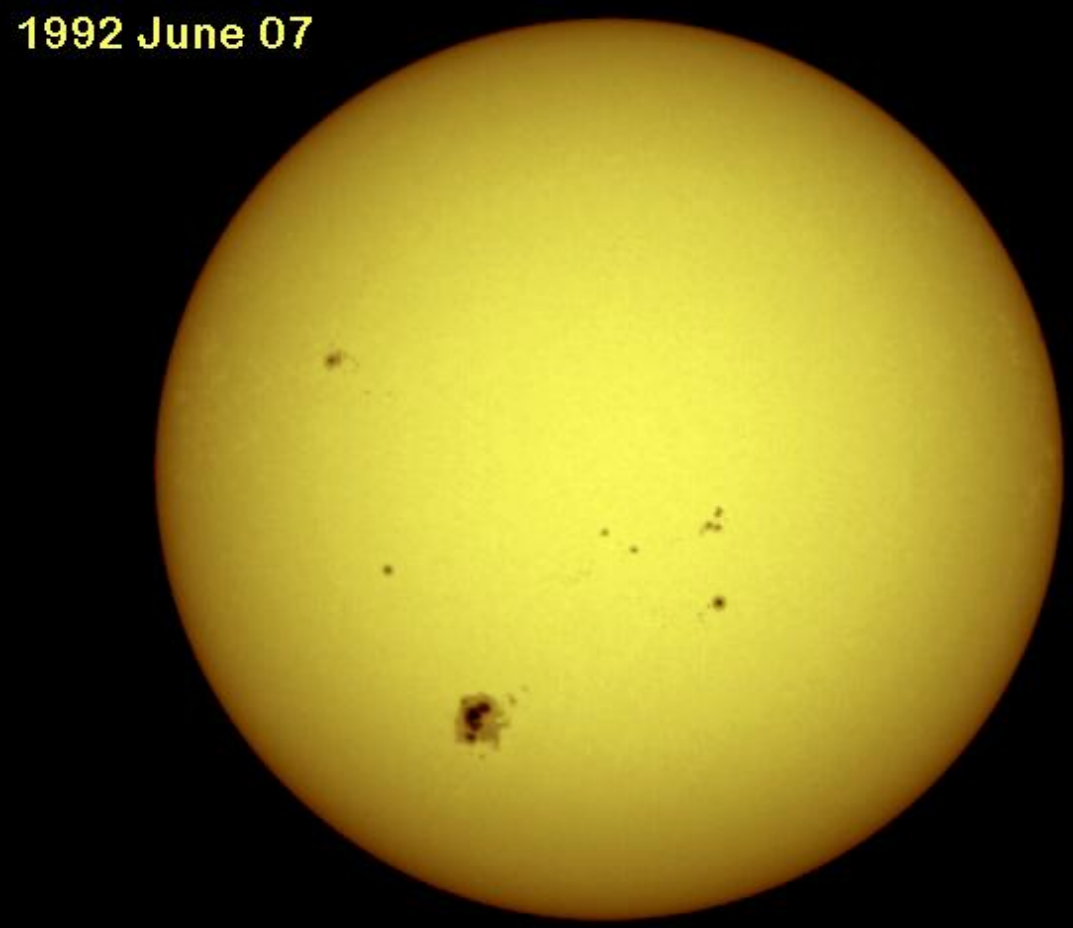
- 宇宙に行くことは、人間の現在と未来に何の意味があるのだろう
- 人間は宇宙進出を続けるか？続けるべきか？

みなさんに質問

- 人類にいつか終わりは来ると思いますか？
  来るとしたらいつどうやって？
- 日本という国は、いつまで続くと思いますか？
  来るとしたらいつどうやって？
- 人類はいつか宇宙や他の星に住むようになると思いますか？

私たちはどんなところに住んでいるのか

太陽

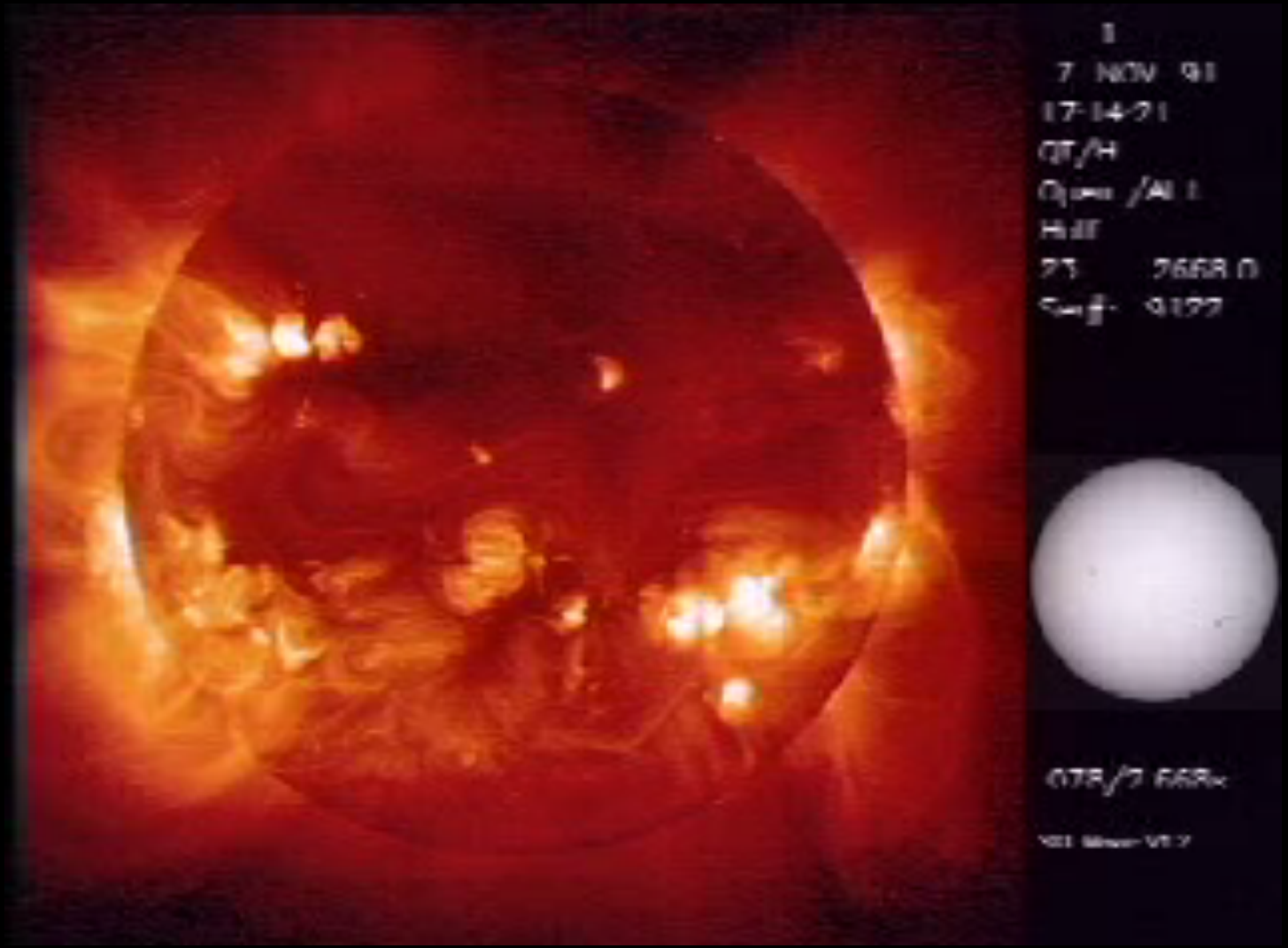


表面の温度 ≈ 6000度
黒く見えるのは黒点。温度は4000度くらい。

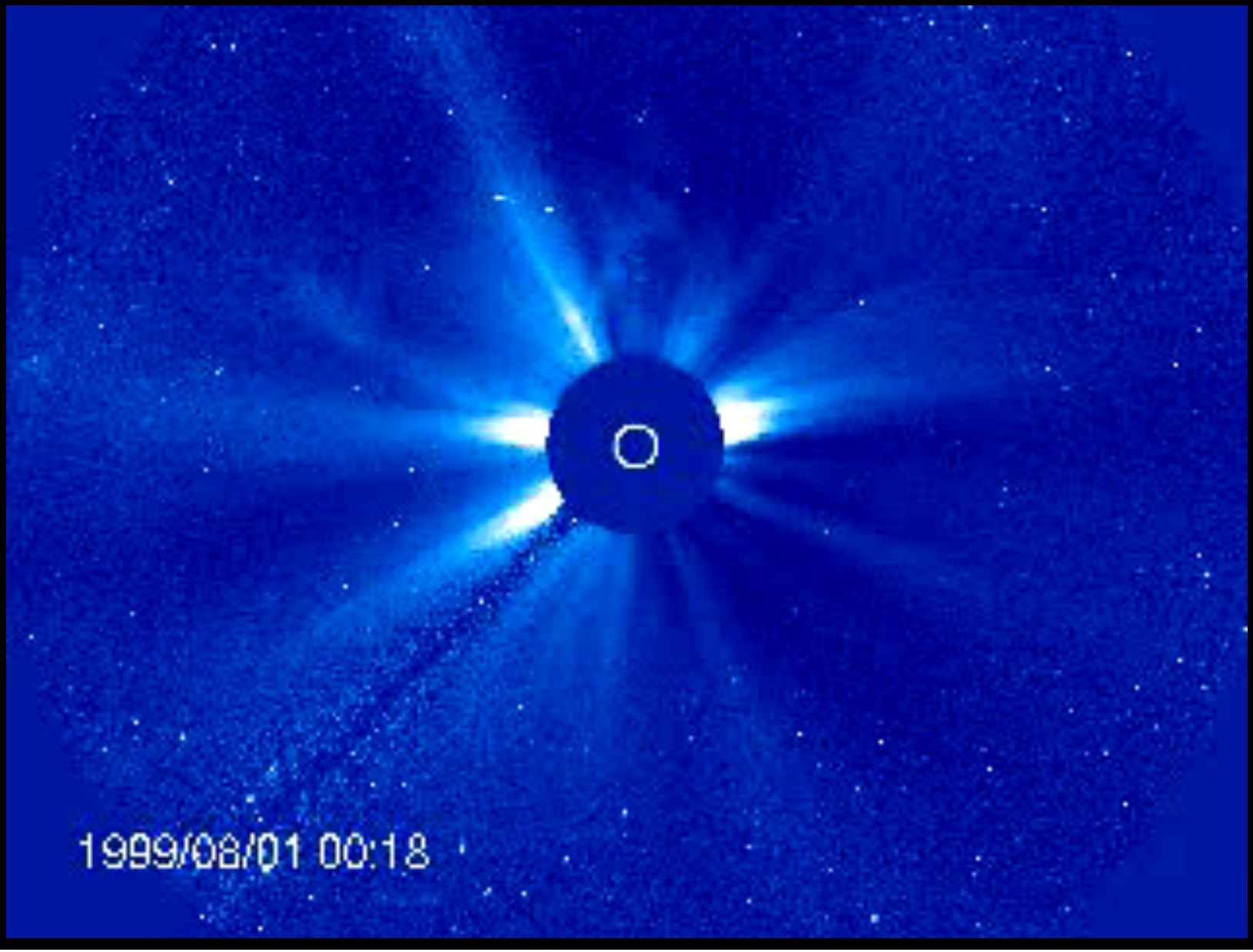
エックス線で見た太陽

温度が100万-1000度のコロナをみている

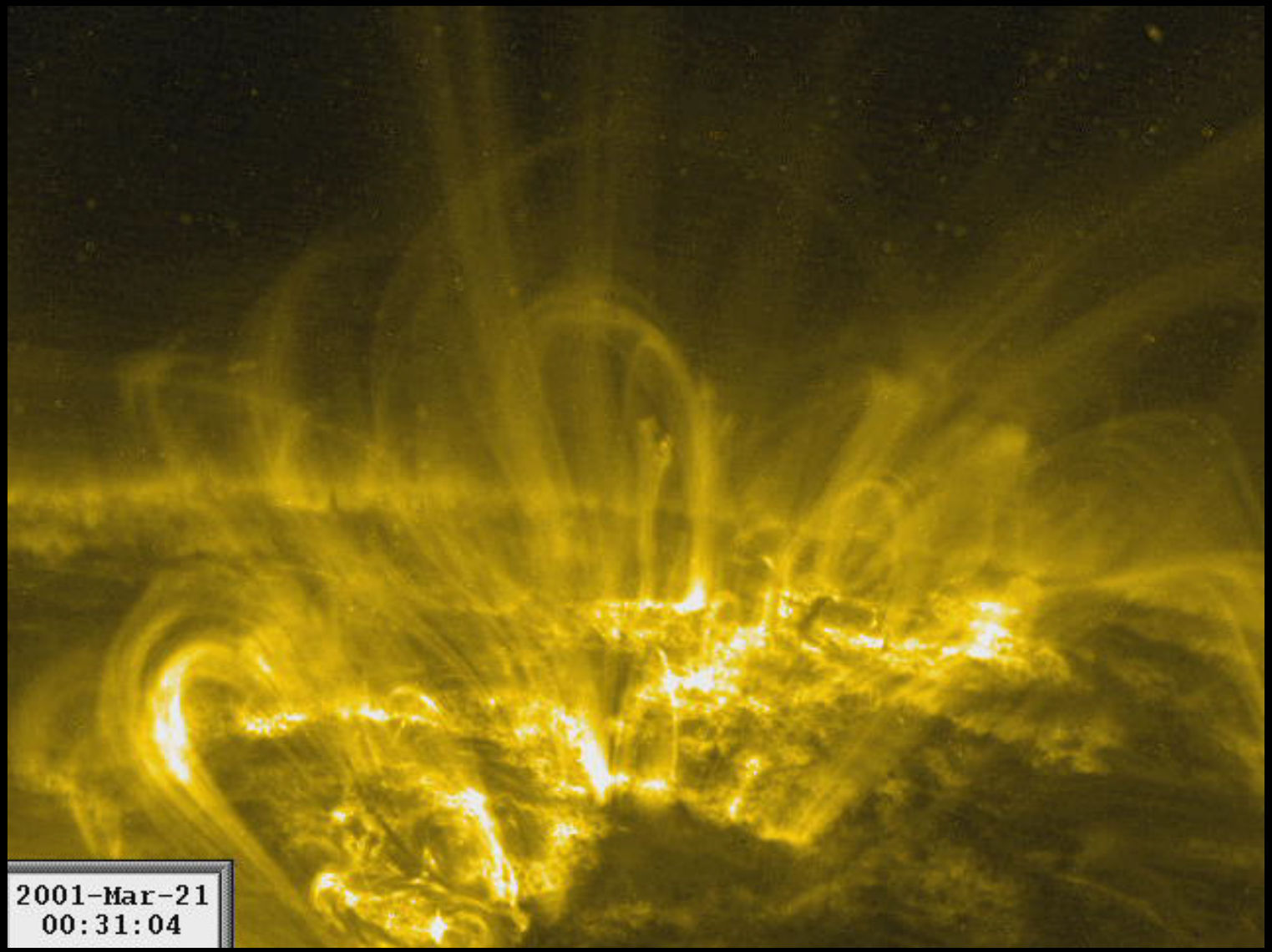
ピカッと光るのは、フレアという大爆発



太陽風

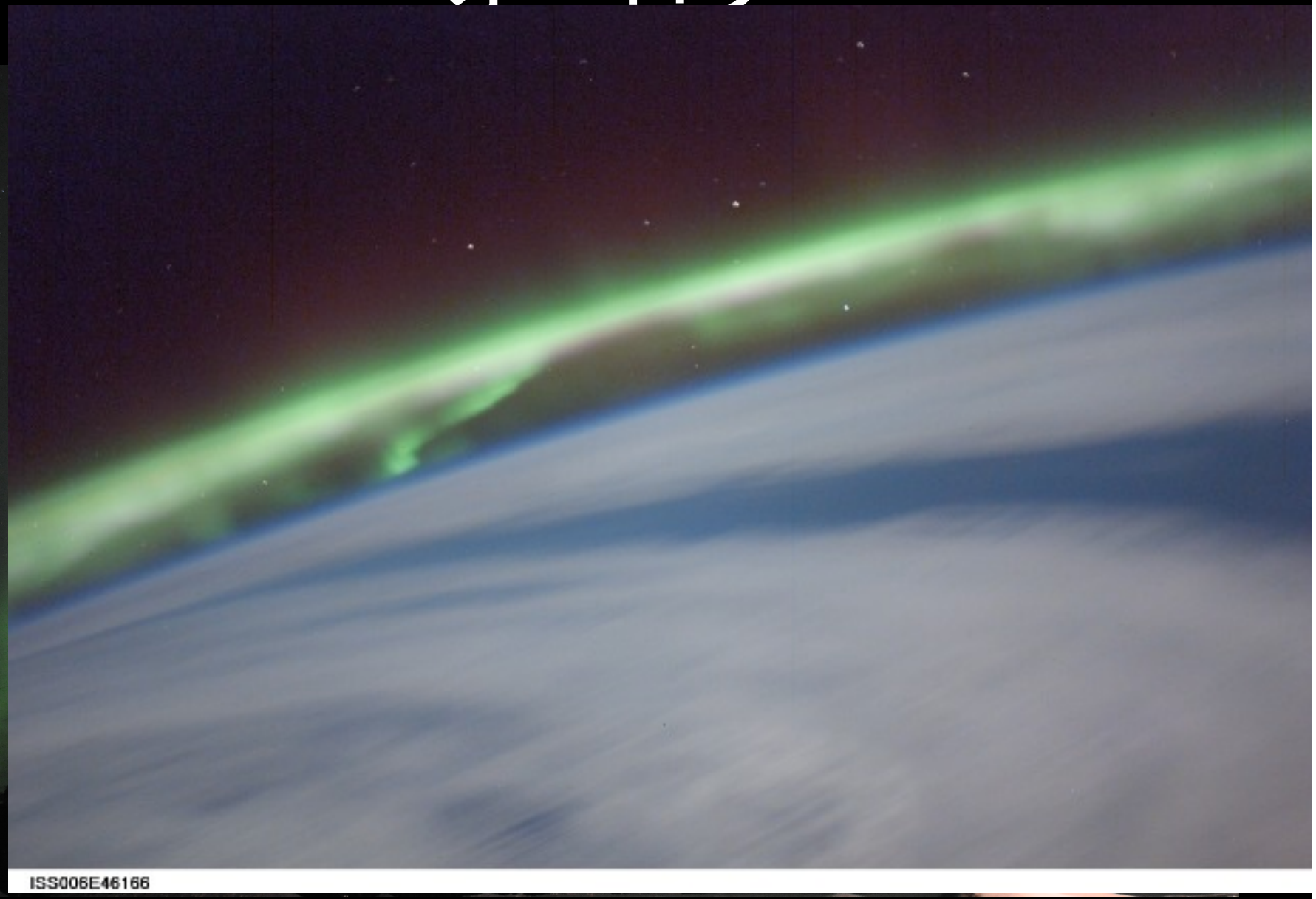


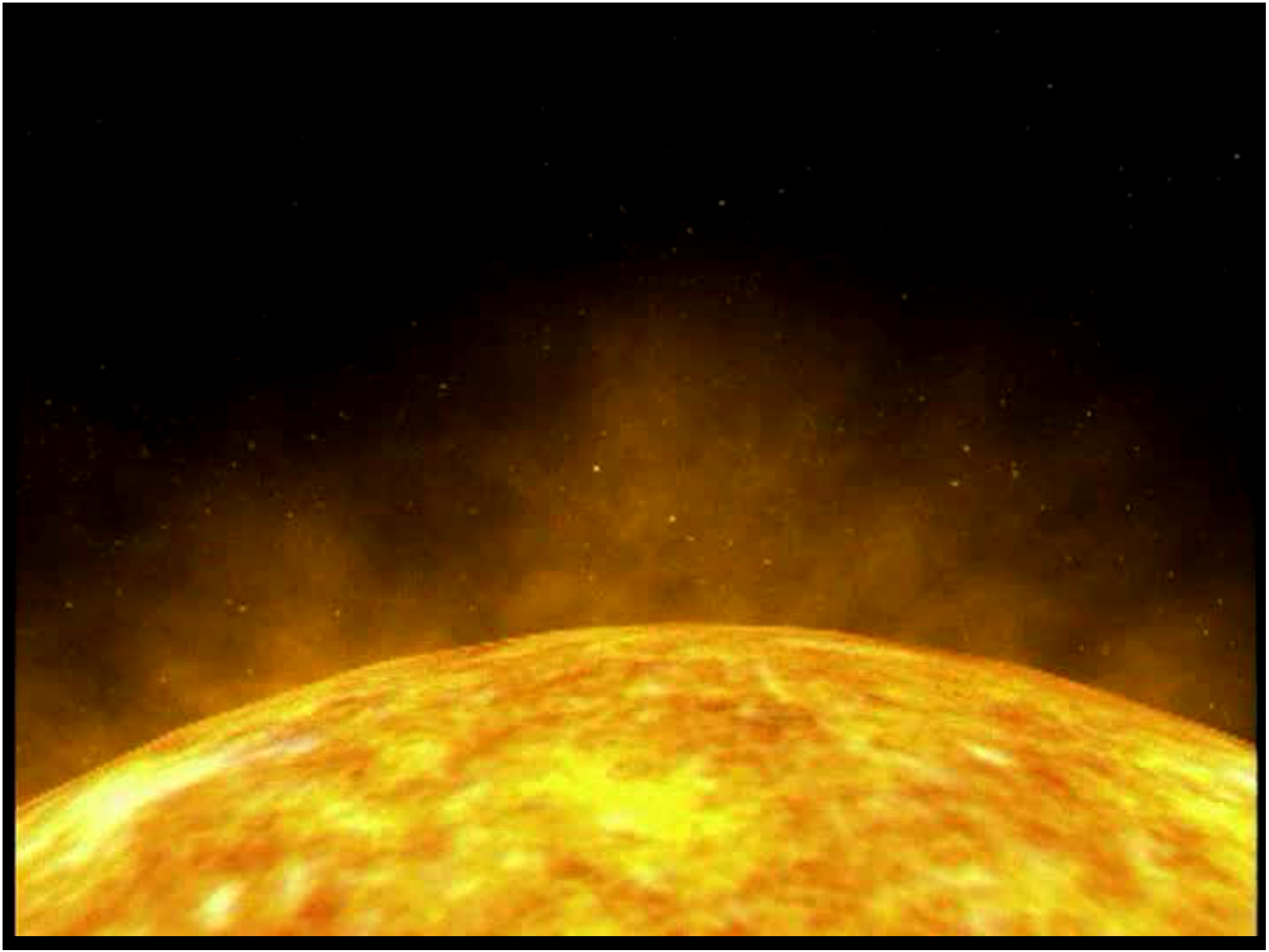
紫外線で見た太陽のコロナ



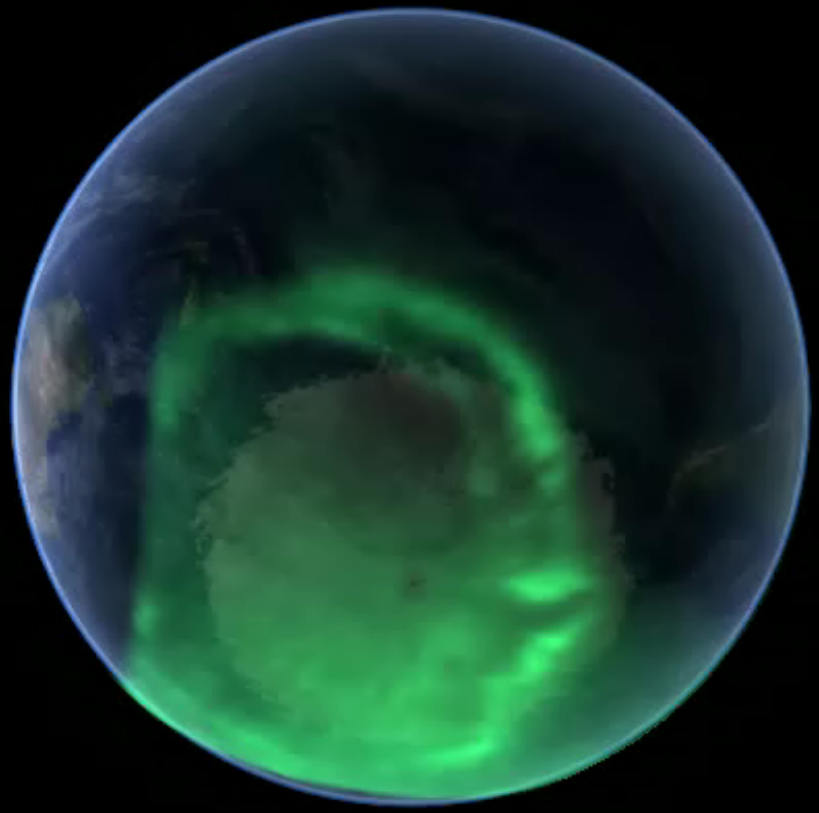
TRACE衛星

オーロラ





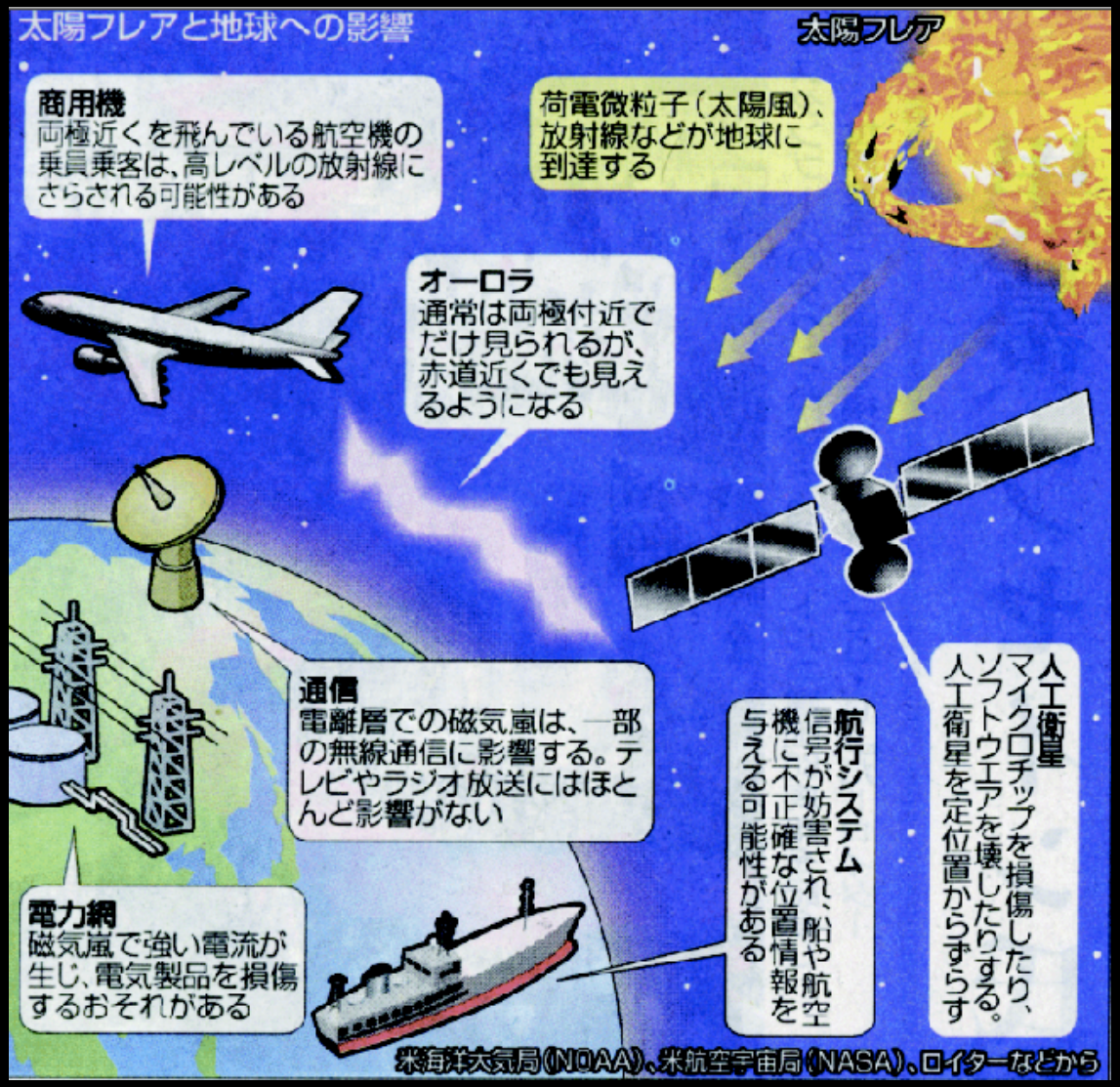
宇宙から見たオーロラ



人工衛星IMAGEが撮影

国際宇宙ステーションから見たオーロラ

いいことばかりじゃない…
これからは「宇宙の天気予報」が必要



2003年10月30日　朝日新聞

聞（夕刊）　2003年（平成15年）10月30日　木曜日　42

太陽の「嵐」、地球直撃

14年ぶり「大爆発」 微粒子、磁場乱す

テキサスでオーロラ■飛行士避難

【ワシントン＝村山知博】米海洋大気局（NOAA）は29日、前日に太陽の表面で起きた巨大な爆発（フレア）のあおりで、高速で飛んできた大量の荷電微粒子の「嵐」が地球を直撃したと発表した。「嵐」は14年ぶりとなる最大級規模。低緯度地域でもオーロラが観測されたほか、地球の磁場が乱されて起こる「磁気嵐」で一部の航空機の無線通信などに障害が出た。

今回のフレアに伴って、電気を帯びた微粒子が時速800万キロの猛スピードで飛散。約19時間後の米東部時間28日午前1時すぎ（日本時間同日午後3時すぎ）、太陽から1億5千万キロの距離にある地球に到達した。

カナダでは北緯57度以上の高緯度域を飛ぶ航空機と通信の一部に障害が出たが、飛行に支障はなかった。NOAAによると、北緯32度のテキサス州エルパソでもオーロラが観測された。北海道千勝支庁陸別町の銀河の森天文台（北緯43・5度）では28日夜、うっすらとしたオーロラが見え、高感度フィルムの長時間露光で薄い赤色が撮影された。オーストラリアの南緯32度付近でも30日未明に「乳白色の光」のオーロラが観測された。

オーロラは荷電微粒子が大気と衝突して光る現象。通常だと荷電微粒子は両極付近に集まるため、オーロラは低緯度地域では見られない。

米航空宇宙局（NASA）によると、約400キロ上空の軌道を回る国際宇宙ステーションでは、20分間ほど飛行士2人が「こだま」は28日午前0時30分ごろから、一時的に機能を停止している。

一方、米北東部やカナダの変電施設の一部で、電圧の異常が見られた。NOAAは、今回の磁気嵐の影響は、さらに12～24時間続くと見ている。

データ中継衛星「こだま」が停止

太陽フレアの影響で、人工衛星と地上の基地局との通信を仲立ちしている宇宙航空研究開発機構のデータ中継技術衛星「こだま」は28日午前0時30分ごろから、一時的に機能を停止している。こだまは、現在電源系の異常で通信不能になっている環境観測技術衛星「みどり2号」の追跡作業にも使用されており、みどり2号の復旧作業にも影響を与えている。

国内でも観測

航空影響なし

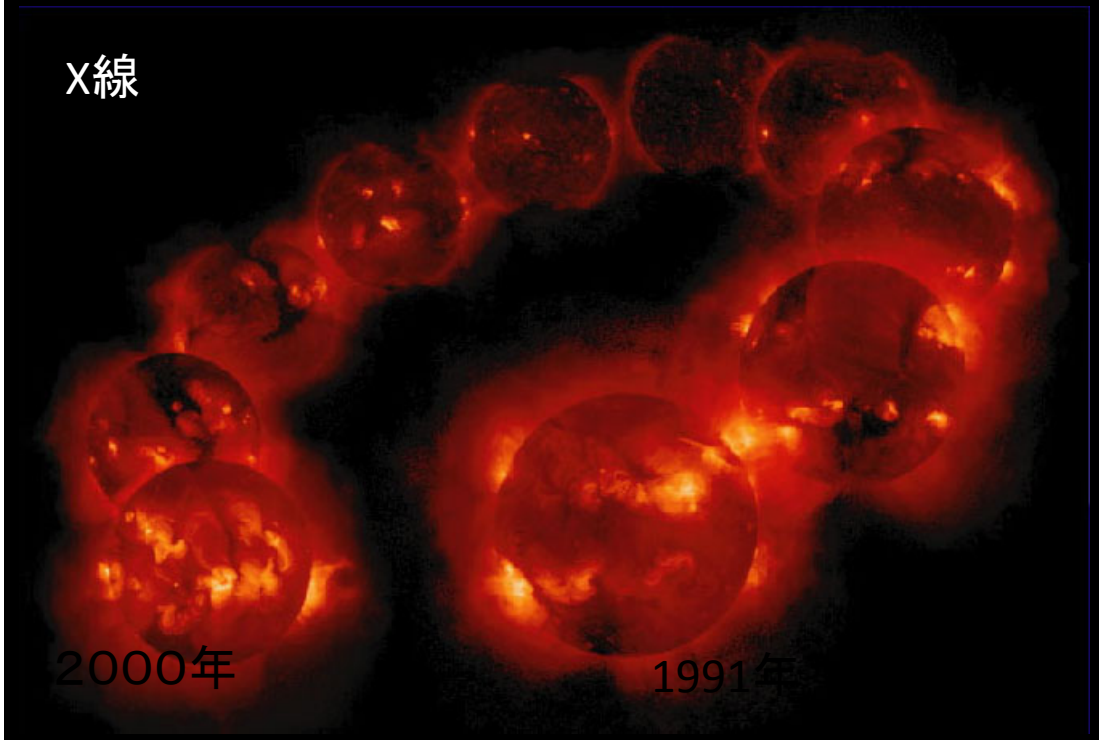
気象庁地磁気観測所（茨城県八郷町）によると、国内でも28日午後3時11分から30日午前9時までに、地上では、ふだんの約4倍から8倍も大きな磁気の乱れを観測した。

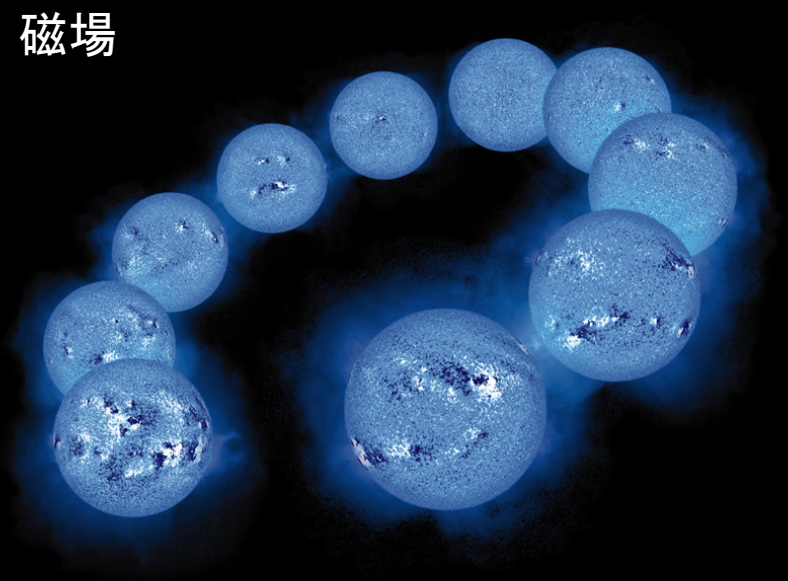
日本航空や全日本空輸など国内の航空会社の担当者は「報道で知り、警戒はしているが、今のところ安全上の問題はない」。海上保安庁によると、航行中の船舶にも影響はない。

地球を取り巻く磁場が大きく乱れる（磁気嵐）。89年にはカナダで数十万世帯が停電するなどの被害が出た。地上にいる人体への影響はほとんどないとされている。

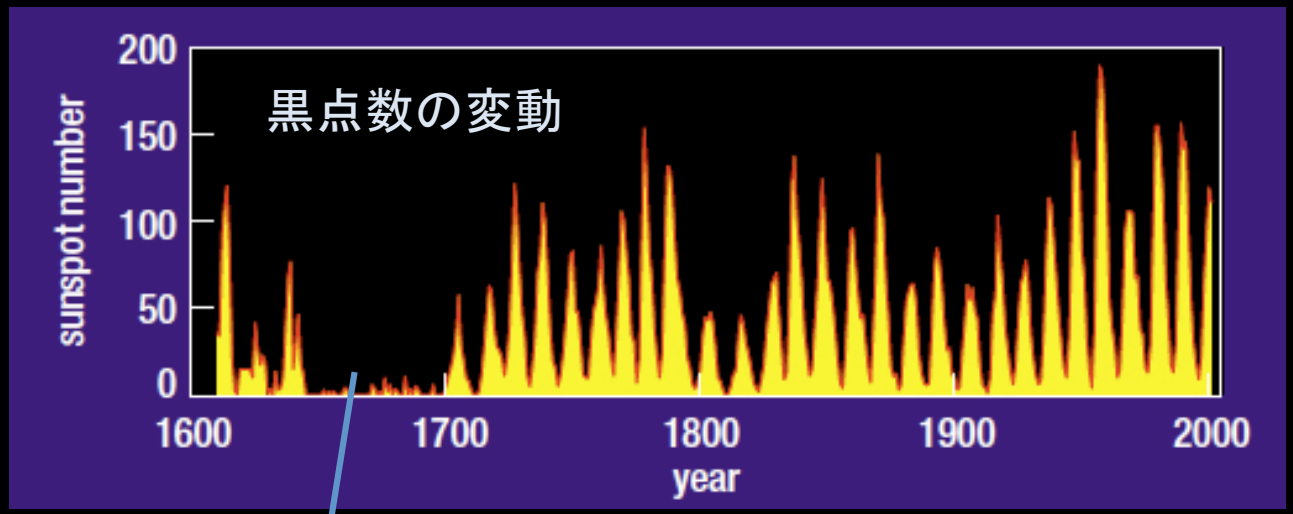
キーワード
太陽の活動　太陽はほぼ11年周期で激しく活動する極大期を繰り返している。今回の極大期のピークは3年前だったが、先週ごろから急に活発化した。極大期に現れる黒点の磁場が爆発的に消費されるのがフレアで、エックス線や荷電微粒子などを宇宙空間に高速で放出する。荷電微粒子により、

黒点の数は11年ごとに変わる





黒点が少ないと寒い？

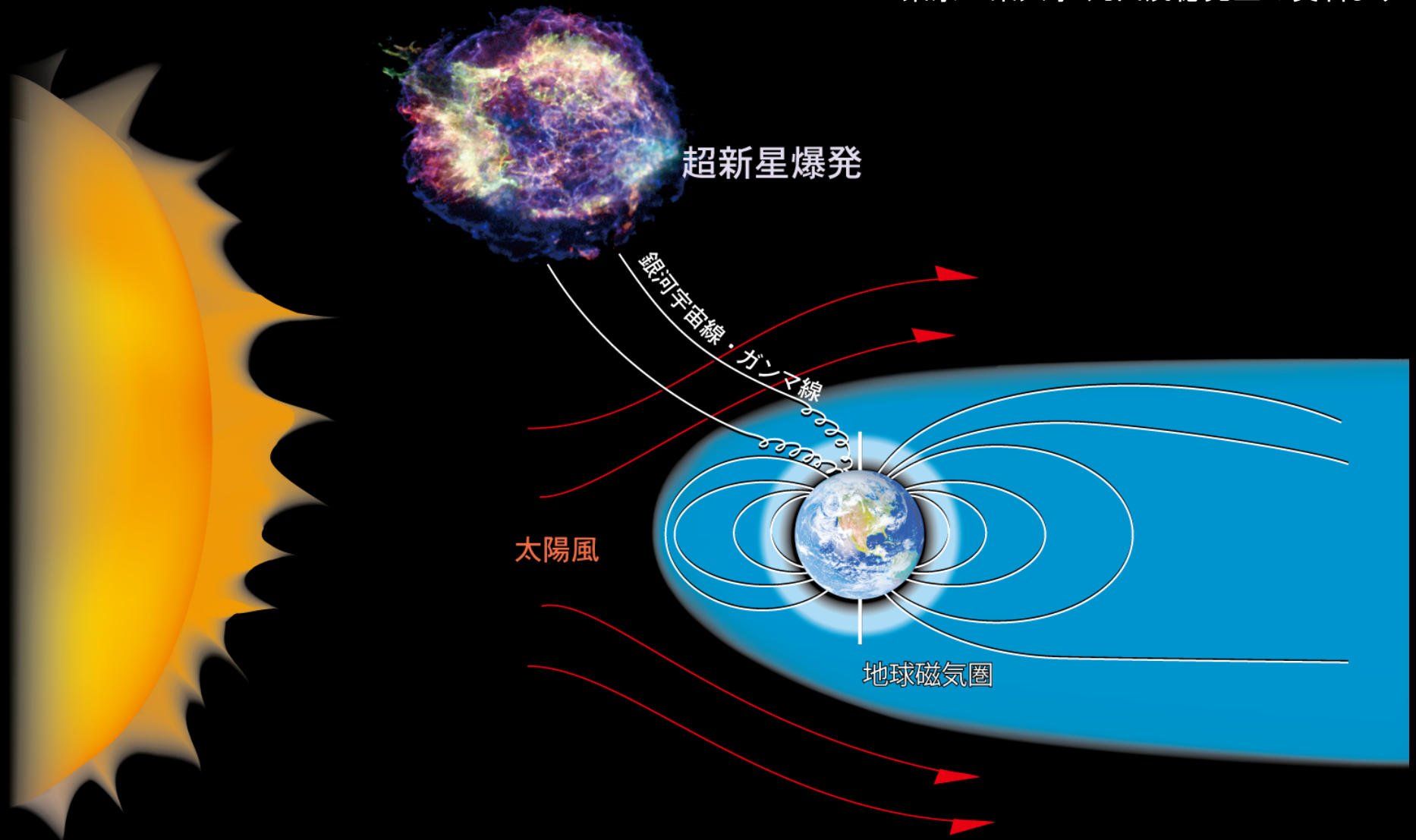


マウンダーミニマム

そのころのイギリスのテムズ川をかいた絵

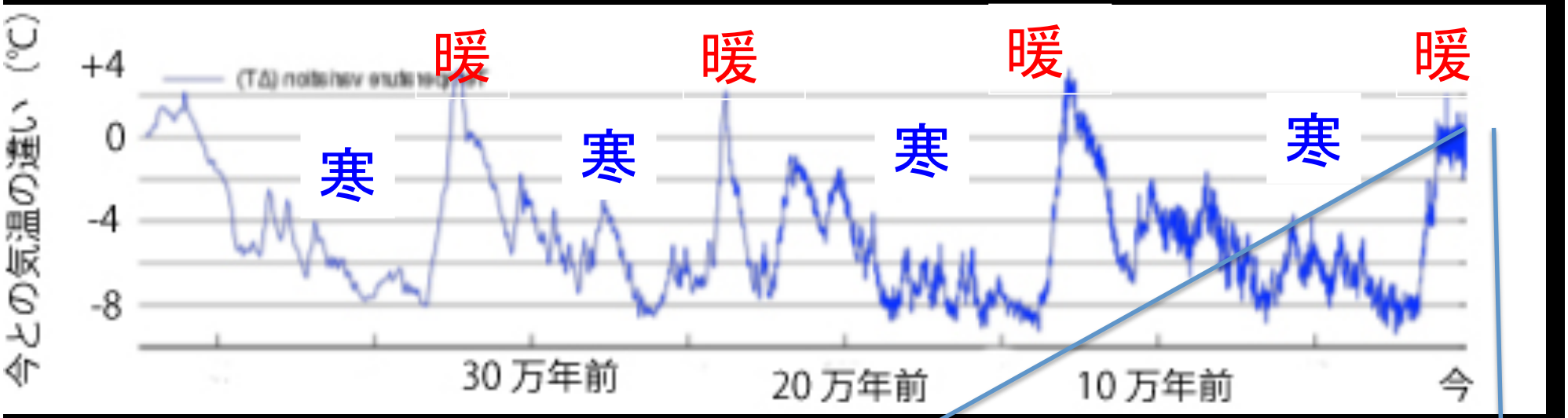
- 今から300年ちょっと前、黒点がほとんどない時があった
- そのころ地球はミニ氷河期(だった

東京工業大学 丸山茂徳先生の資料より



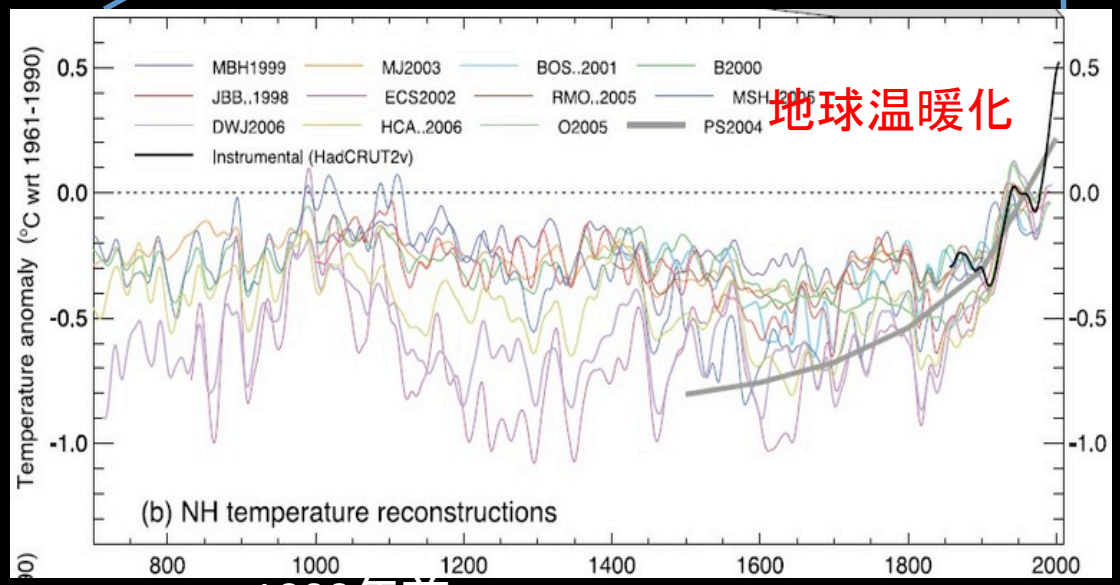
超新星爆発でできた高エネルギー粒子（銀河宇宙線）が地球に降り注ぐ
太陽黒点の磁場は、銀河宇宙線に対するバリアとして働く
＝＞黒点が少ないと、宇宙線がたくさん降ってくる

大昔の地球の気温



今の地球は「氷河期」
…の中ではわりと暖かい
「間氷期」

恐竜がいたころは、今より
もずっと暖かった



1000年前

今

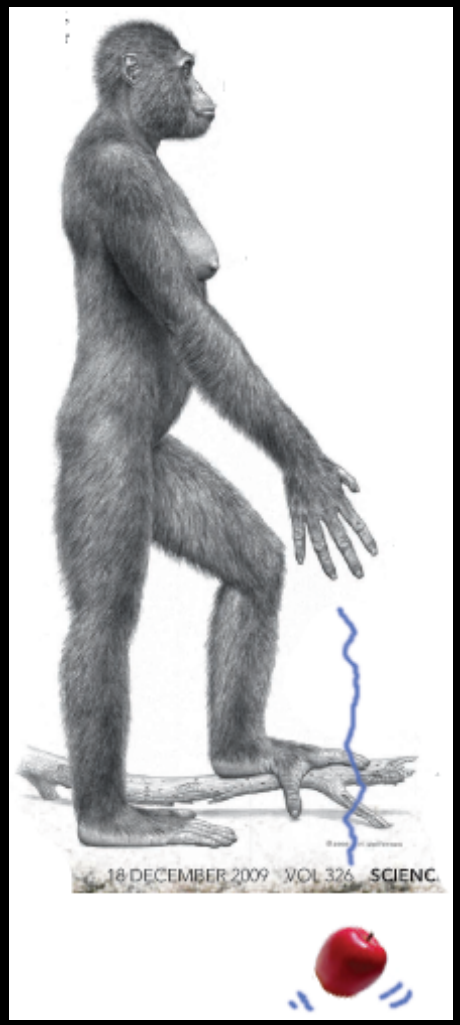
地球の環境は変化する

- 過去数10年、恐らく人間が出した二酸化炭素の影響により、地球は平均1℃くらい温暖化した
  - これはこれで大変なこと。できる限り防がないといけない
- 長い目で見ると、地球の気温は10℃以上変化する。

地形も変化する

2億年前、地球の大陸は「パンゲア」というひとつの巨大大陸だった。
これからも数億年ごとに、地球の大陸はくっついたりはなれたりする。

生き物も変化する



ヒトが他のサルから別れたのは
200万年前、
今の人類が誕生したのは
たった20万年前

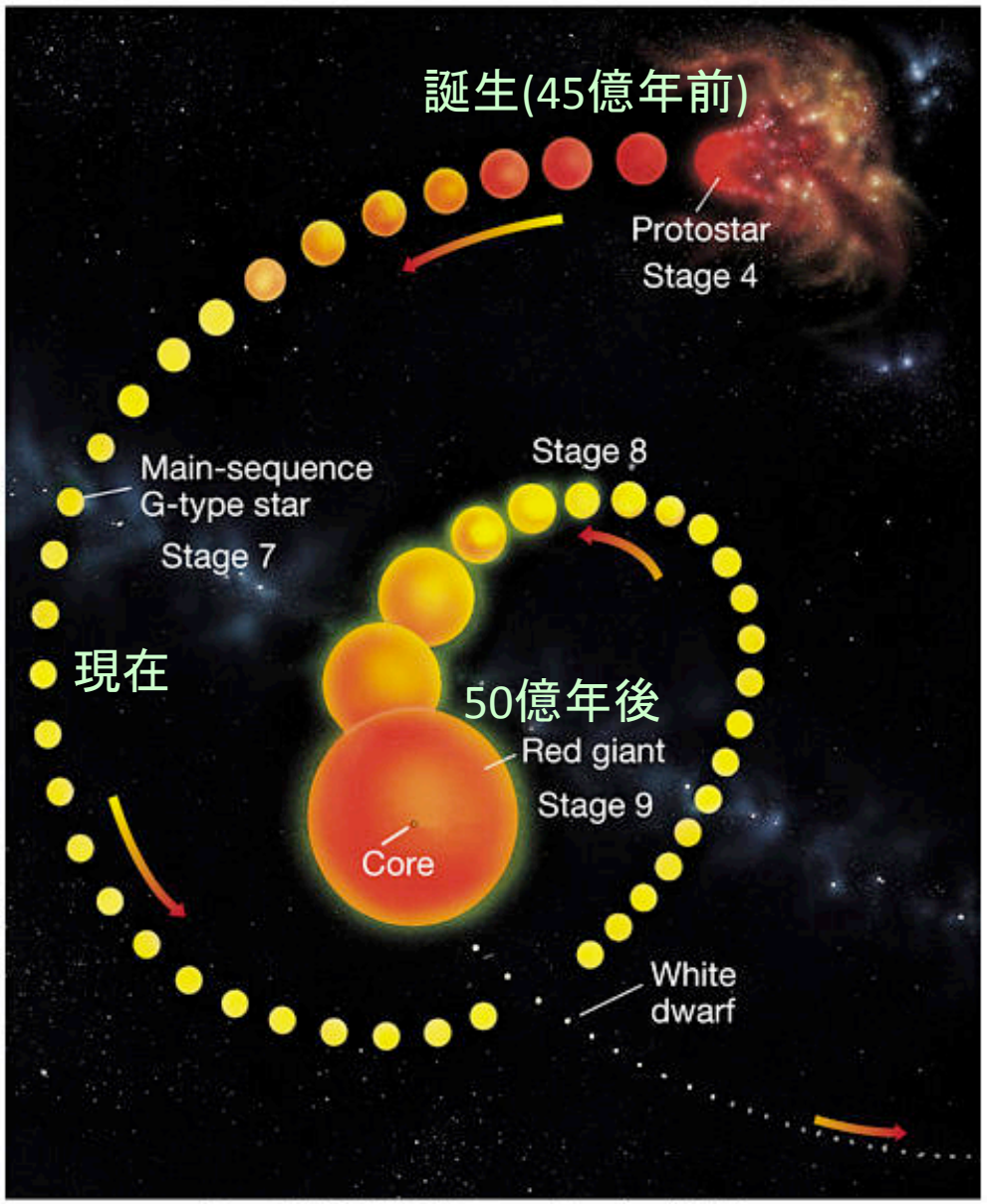
太陽も変化する

太陽と地球は約45億年前に生まれた時、今の70%くらいの明るさだった。

太陽は今もだんだん明るくなている。50億年後には今の2倍明るくなる

そのあと、急に赤く膨れ上がる（赤色巨星）

（恐らく）このとき地球は飲み込まれる

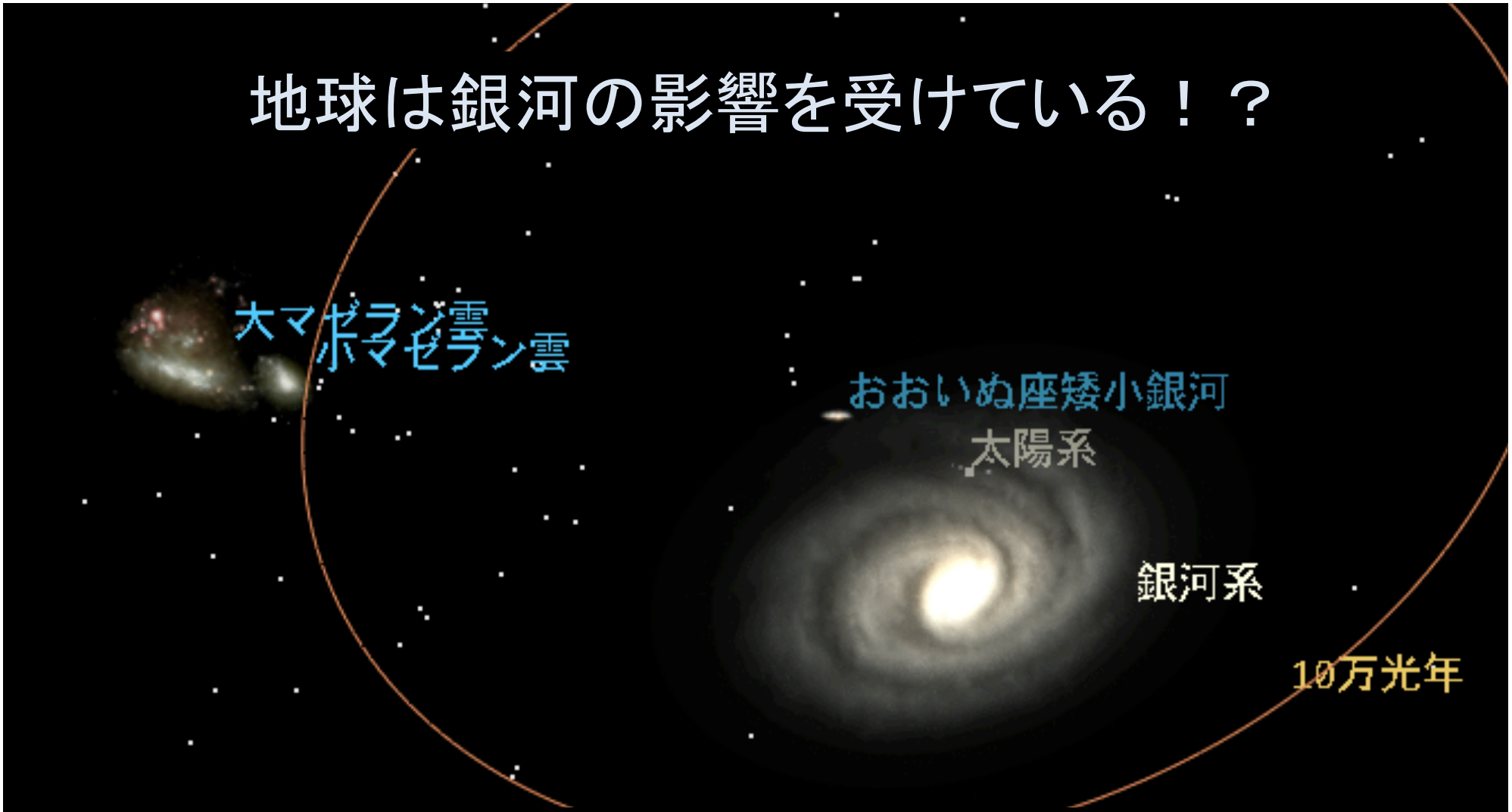


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

太陽系の最期はたぶんこんな感じ

- 太陽が死ぬ時はこんな風になるはず

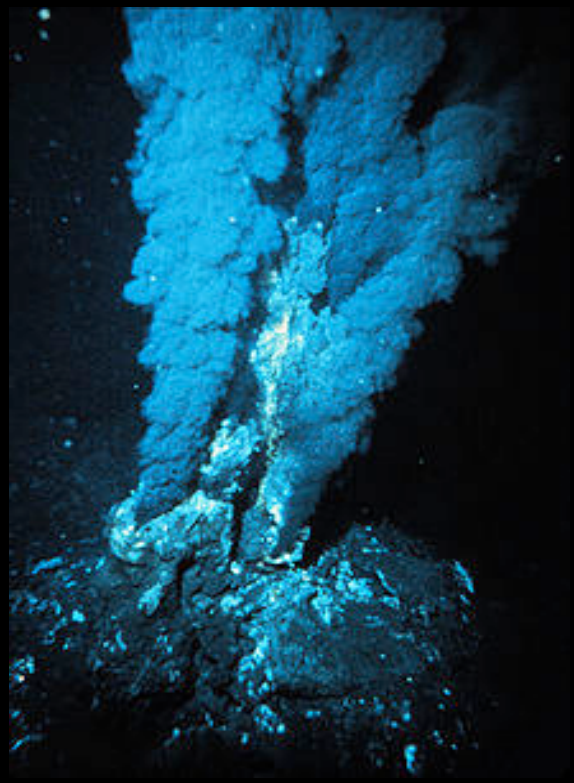
地球は銀河の影響を受けている！？



- 銀河系の隣にある大マゼラン雲と小マゼラン雲は、20億年に一回銀河系に近づく。
- そのとき、銀河系では星がたくさん生まれたり、地球に隕石の雨が降ったりする

地球で最初の生きものはどんなだった？

海のそこの温泉にすむバクテリアみたいなもの



この生きものたちは酸素が大嫌い

しばらくすると緑色のヘンなやつらがでてきて、猛毒の酸素をはきだす
＝＞大迷惑！

やがてさんそをうまくつかう生きものがでてきた
..人間はその子孫

未来にむけて、みなさんの責任

- 今のすばらしい地球環境をできるだけ守ること

- たとえ環境が変わっても、みんながしあわせに生きられる社会を作ること
  - 地球と宇宙のことをもっとよく知る科学
  - 自然エネルギーや省エネなどの新しい技術
  - 食べものや石油などの資源が少なくなっても、争いをせずに助けあって生きることができる社会の仕組み

ちょっと現実に戻りまして、

日本政府が宇宙開発にかけているお金

平成22年度予算（政府原案）（宇宙関係予算）【各府省の主な施策】

全府省庁合計　3,390億円　（対前年度　▲90億円（▲2.6%））

約三千数百億円

（科学研究費補助金、国立天文台や大学等の天文学研究に関する経費を除く）

【内閣官房】	63,638	(▲689)
○ 情報収集衛星関係経費	63,536	(▲688)
○ 宇宙開発戦略本部にかかる経費	102	(▲1)

【内閣府】	801	(+562)
○ 総合防災情報システム（人工衛星等を活用した被害早期把握システムを統合）	697	(+562)

【警察庁】

○ 高解像度衛星画

【総務省】

○ 準天頂衛星システム
○ 超高速インター
○ 地域衛星通信ネ

【文部科学省】

○ 地球環境変動観
○ 宇宙利用促進調査委託費　492　(+192)
○ 陸域観測技術衛星2号（ALOS-2）　1,986　(+986)
○ 準天頂衛星システム　8,114　(▲1,186)
○ 金星探査機（PLANET-C）　9,709　(+3,646)
○ 日本実験棟「きぼう」の運用・科学研究等　15,310　(▲61)
○ 宇宙太陽光発電に係る研究開発　350　(+79)
○ 宇宙ステーション補給機（HTV）　25,127　(+298)
○ LNG推進系　2,950　(▲7,750)
○ 小型固体ロケット　2,000　(+1,787)
○ 超小型衛星研究開発事業　300　(新規)

【外務省】	190	(+3)
○ 衛星画像における情報収集および分析にかかる経費	184	(+2)

※ その他、独立行政法人の運営費交付金の内数として、人工衛星を活用した技術協力を実施。

【農林水産省】	1,110	(+380)
○ 農林水産施策におけるリモートセンシング技術の活用	762	(+99)
	48	(+281)

	0	(▲307)
	46	(+608)
	08	(+58)

	54	(▲693)
	37	(▲186)
	38	(▲300)
	35	(±0)

【環境省】	1,682	(+174)
○ 「いぶき」観測データ解析・処理	696	(+65)
○ 気候変動影響モニタリング・評価ネットワーク	336	(+99)
○ 自然環境保全基礎調査	270	(+21)

【防衛省】	60,933	(+2,914)
○ 衛星通信、商用画像衛星の利用等	19,738	(+796)
○ 宇宙を利用したC4ISRの機能強化のための調査・研究	1,260	(+1,182)
○ 弾道ミサイル防衛（BMD）（宇宙関連）	39,932	(+934)

* *平成21年度第2次補正予算案に5,076百万円を別途計上。*

※ 各府省庁予算の単位は百万円。四捨五入の関係で合計は必ずしも一致しない。

日本の国家予算は？

- 平成22年度収入:~92兆円
  - 公債（借金）:~44兆円
  - 税収:~37兆円
  - その他収入:~11兆円
- 平成22年度支出:~92兆円
  - 社会保障関係:~27兆円
  - 国債費（借金返済）:~21兆円
  - 地方交付税:~17兆円

…宇宙などやっている場合か？

宇宙は人間に
何をもたらしてきたか

天文学は最古の学問（の一つ）

- ヒトはいつの時代も、「宇宙（世界）はどうなっているのか？」に興味を頂いてきた

古代インドの宇宙観
http://rikanet2.jst.go.jpより拝借

それでも地球は回っている…

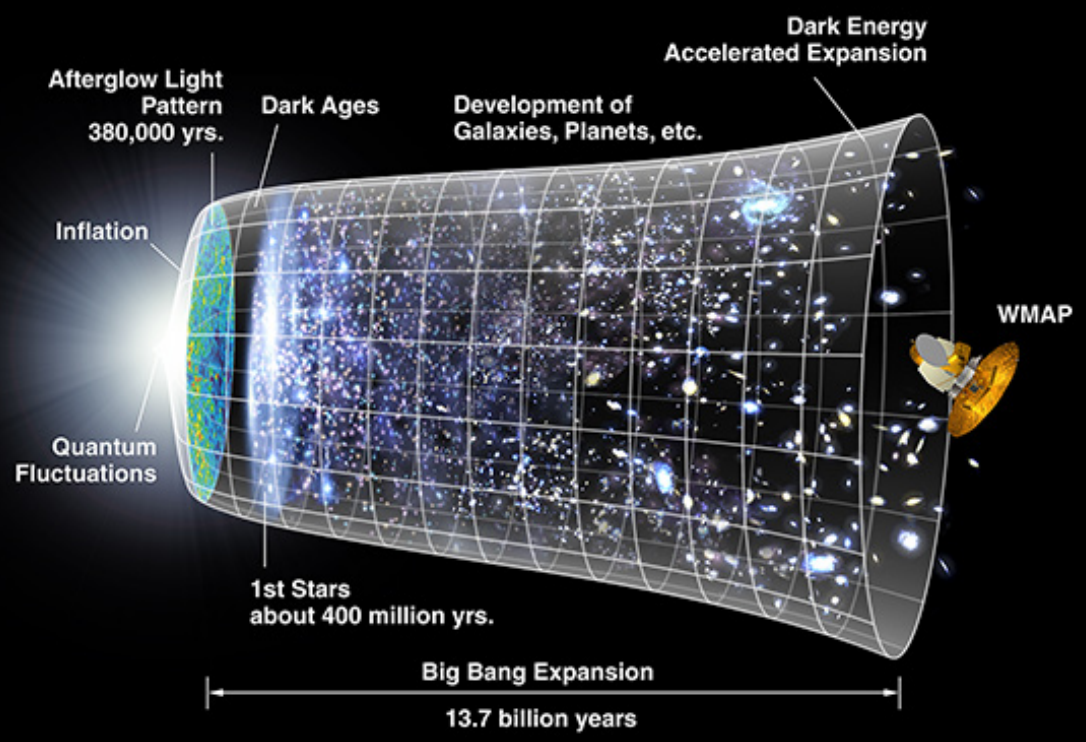
天動説

地動説

世界は人間の理性で理解できるものである

夜空の星の動きの精密な観察と、それを**論理的・数学的に説明**しようという努力から、地動説が見いだされた

宇宙は永遠に同じではない



- 宇宙がビッグバンで始まり、今も膨張を続けていることは、今では誰もが知っている。
- が、アインシュタインでさえも初めは受け入れられなかった

20世紀の宇宙開発の最大の成果

- 「地球は青かった」ガガーリン
- 「宇 行士
が
- 「光 は
宇
- 「宇宙船地球号」

それで、いいのか？

- 冷戦が終わった後も、地域の紛争はむしろ激化しているところがある
- 地球の環境は変化する。生命はいつか進化する…いい環境？地球を守るって？
- 「地球市民」は究極のグローバル化。「国境などない」「みんなが同じ文化」で本当にいいのか？？

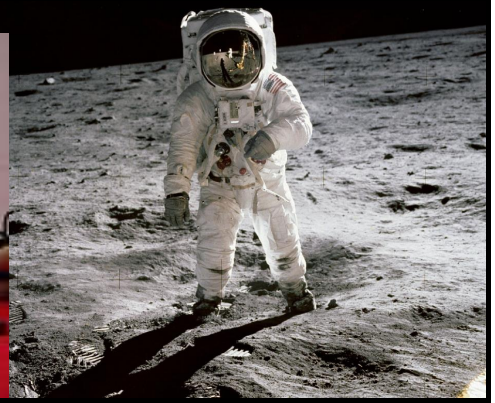
人間は文化を変えて環境に適応してきた

様々な自然環境＝＞多様な種の生命




様々な自然･社会的環境＝＞多様な文化



文化の多様性

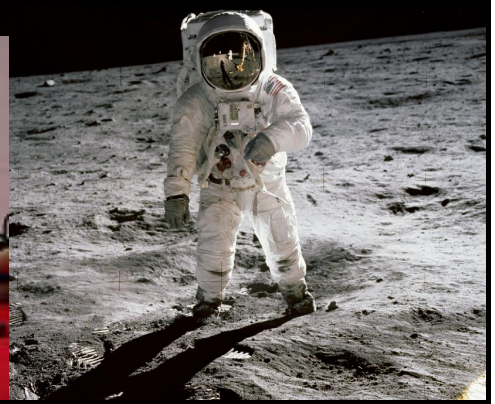
- 環境も、社会も、これからどんどん変化する
  - それに適応するには、多様な文化を保持しておかないと？

- 宇宙進出がもたらした「地球は一つ」の思いが、「文化」まで一つにしてしまわないだろうか？

宇宙が多様な文化をもたらすかもしれない？

- 『人類学は、人文社会科学における天文学のようなもの。天文学が、物理的世界がいかに多様であるかを教えてくれたように、人類学は、人間のあり方がいかに多様であり得るかを教えてくれる』…レヴィ=ストロース
- 地球と全く違う環境の宇宙に出れば、新しい文化が生まれるかも？





- SF（宇宙）は人間が存在できない「シビアな環境」を提供する。それはヒトに「生きること」を再考させる。…竹宮惠子（マンガ家、京都精華大学マンガ学部長）

- エデン2185（竹宮惠子, 1984 ）

思考実験1

- どこか違う星に移住することになった。もう地球には帰れない。選ばれた1000人が、新しい星で子孫を増やしてゆく。

- …この時、遺伝子診断で、潜在的に病気や障害を持ちやすい人を除くのは、正しいこと？

思考実験2

- どこか違う星に移住することになった。この先300年間、宇宙船の中で世代をつなぎながら生きのびなければならない。その間、健康でいる以外に特に仕事はない。

- この難しいミッションに要求される「能力」とは？クリエイティブでみんなをひっぱる能力のある人？それともずっと部屋にこもってゲームをしているだけで満足できる人？

JTBのウェブサイト http://www.jtb.co.jp/space/

宇宙に行くのは少数の団体？

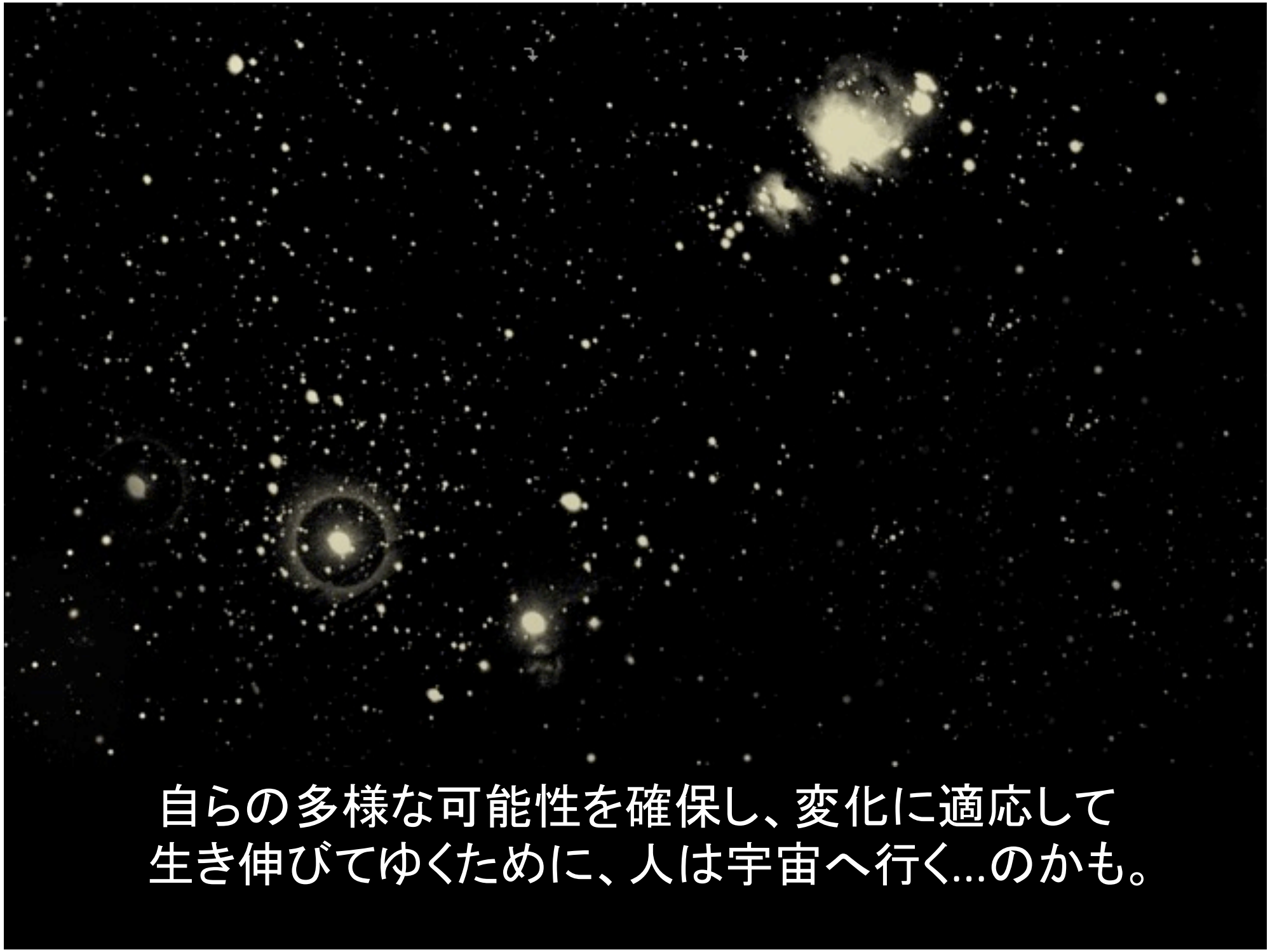
	メイフラワー号	モルモン教徒	巨大宇宙コロニー	小惑星への移住
年	1620	1847	2???	2???
人数	103	1,891	10,000	23
積荷（トン）	180	3,500	3.6 million	50
費用(1975の米ドルで)	600万ドル	1500万ドル	1000億ドル	100万ドル
積荷1ポンドあたりの費用	$15	$2	$13	$10
1家族当たりの費用を年収で割った値	7.5	2.5	1,500	6

人間はどこまでいくのか？

東の地を征服するための遠征を考えた王

- *王：まずギリシャを征服するぞ*
- *賢者：その次は？*
- *王： アフリカを征服する*
- *賢者：アフリカの次は？*
- *王：アジアに行こう、まず小アジア、次にアラビアだ*
- *賢者：ではアラビアの次は？*
- *王：インドまで行こう*
- *賢者：インドの次は？*
- *王：ああ、休息いたそう*
- *賢者：なぜ今休息しないのですか？*

ボーヴォワール「人間について」より

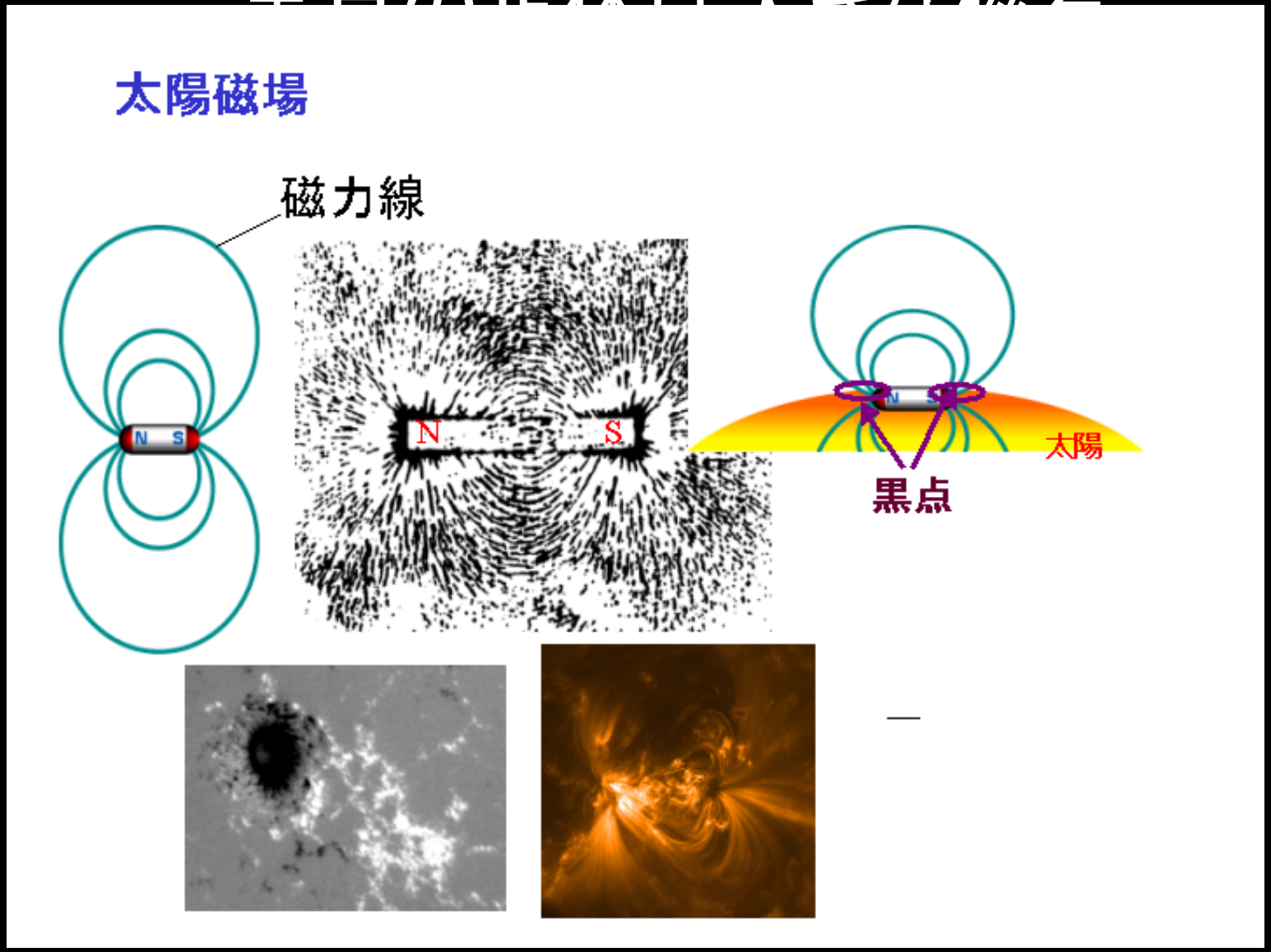

自らの多様な可能性を確保し、変化に適応して
生き伸びてゆくために、人は宇宙へ行く…のかも。

日本の人工衛星
「ひので」が見た
太陽

Movie by
T. J. Okamoto

171,000 km

黒点の正体は大きな磁石



フレアのエネルギーは磁石のエネルギー

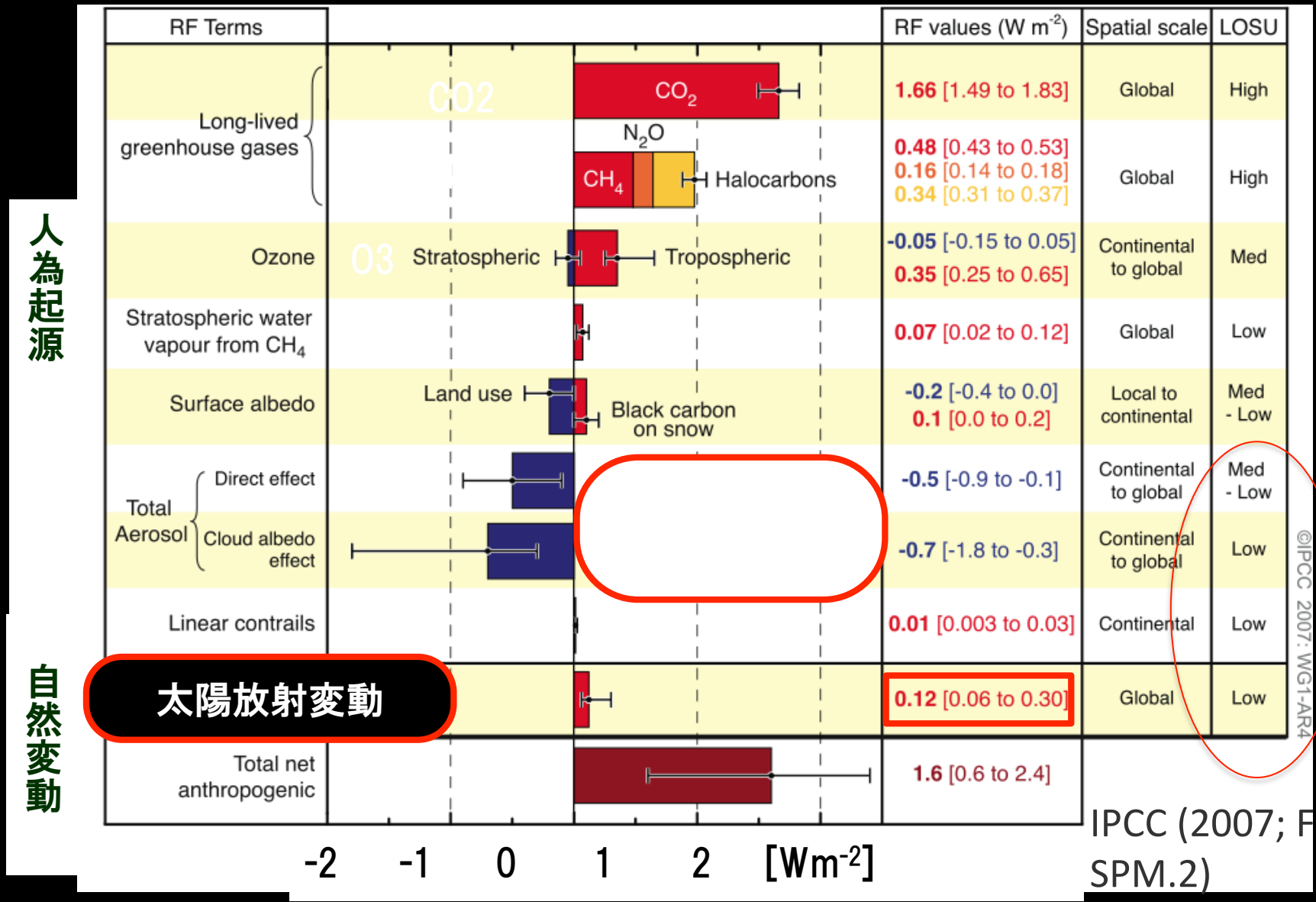
地球温暖化

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、世界の多くの気候学者の結論として、

人間が出した二酸化炭素(CO2)によって地球があたたかくなっている可能性が高いと結論づけた

全国地球温暖化防止活動推進センター http://www.jccca.org/より

気候変動の要因(IPCC報告書より)



IPCC (2007; Fig. SPM.2)

一番右の列、LOSU(Level Of Scientific Understanding、科学的理解の度合い)
には、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

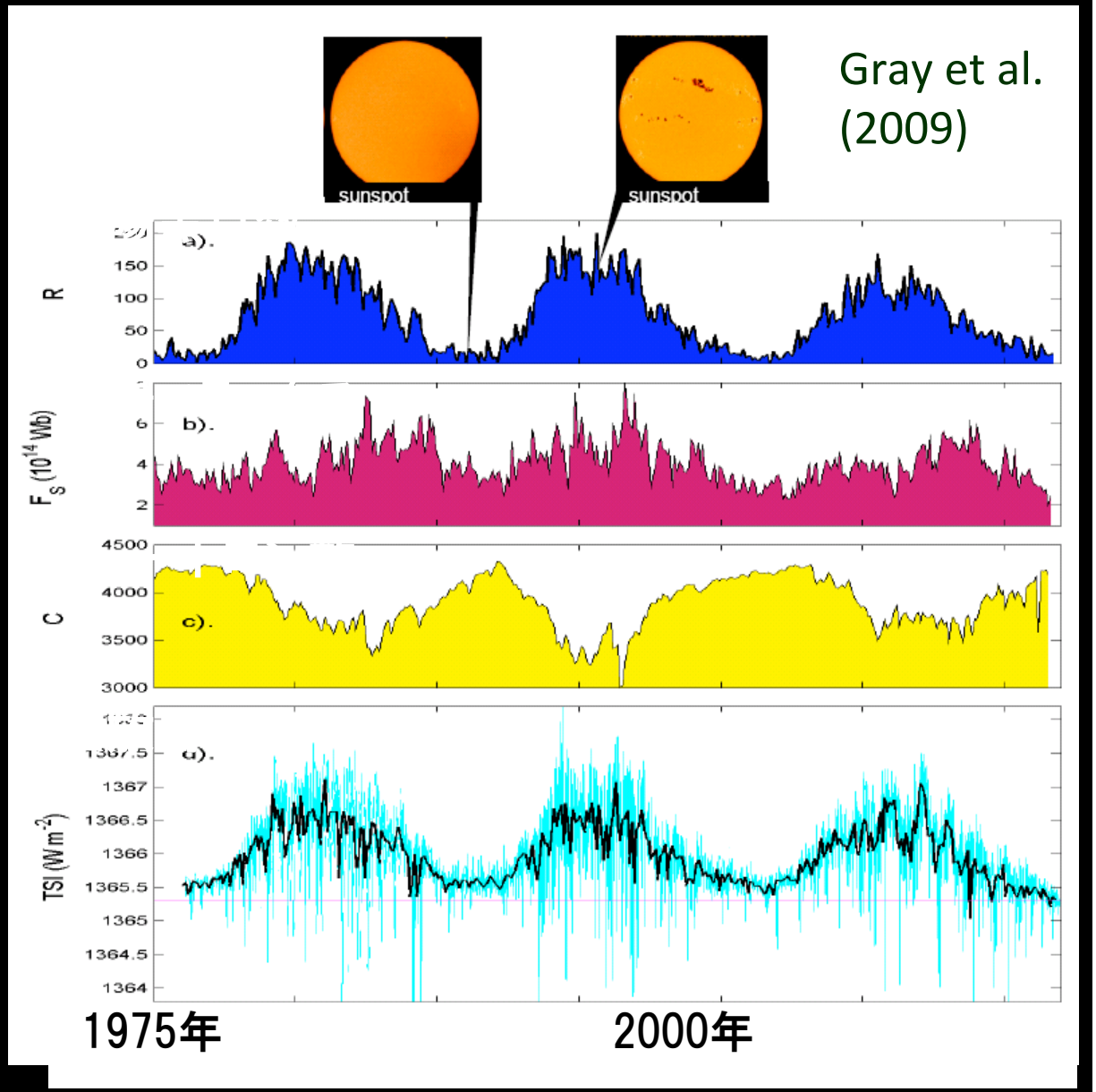
太陽黒点の数が地球気候に影響？？

考えられるメカニズム

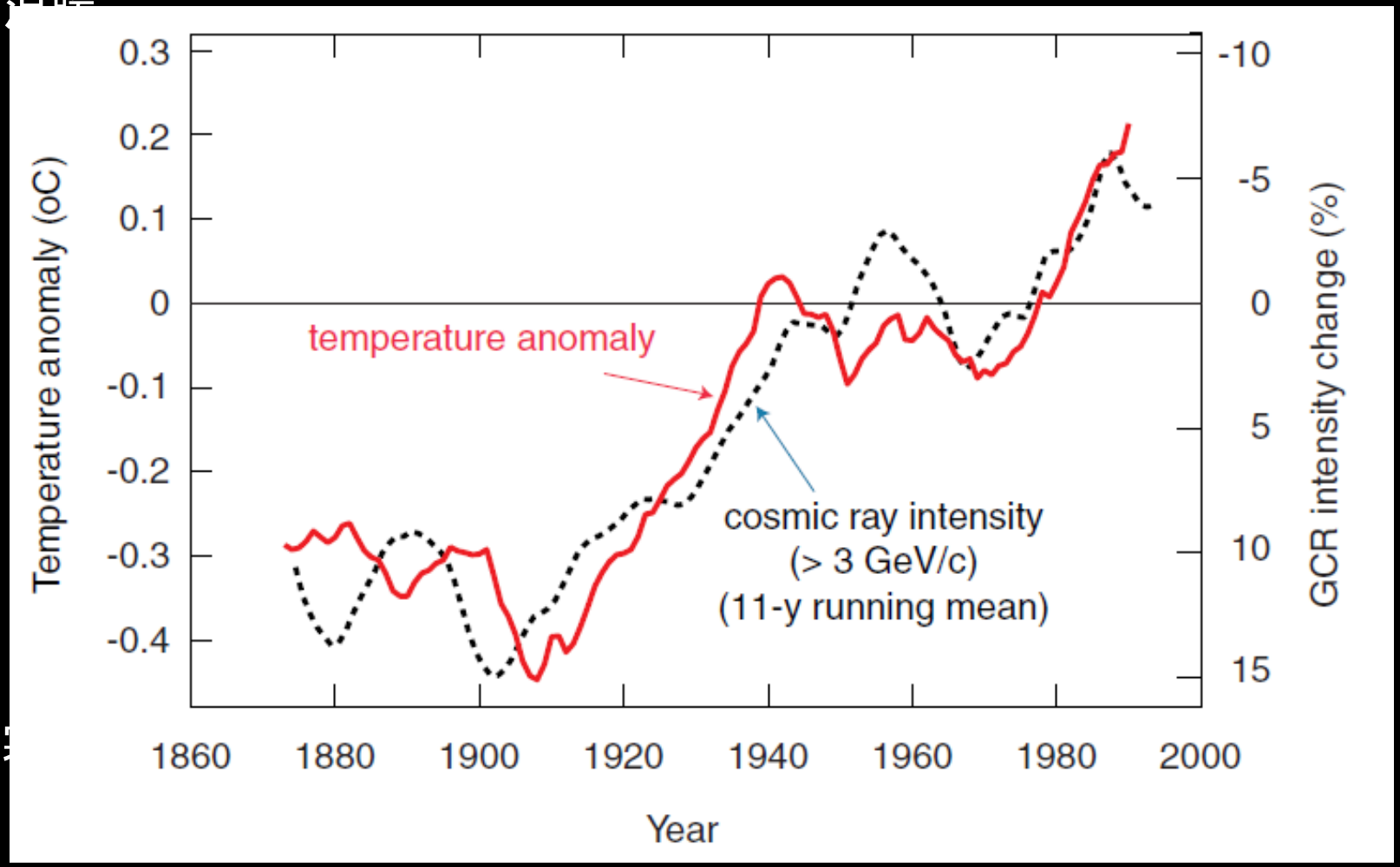
1. 全放射強度（明るさ）

2. 紫外線の変動

3. 銀河宇宙線の変動



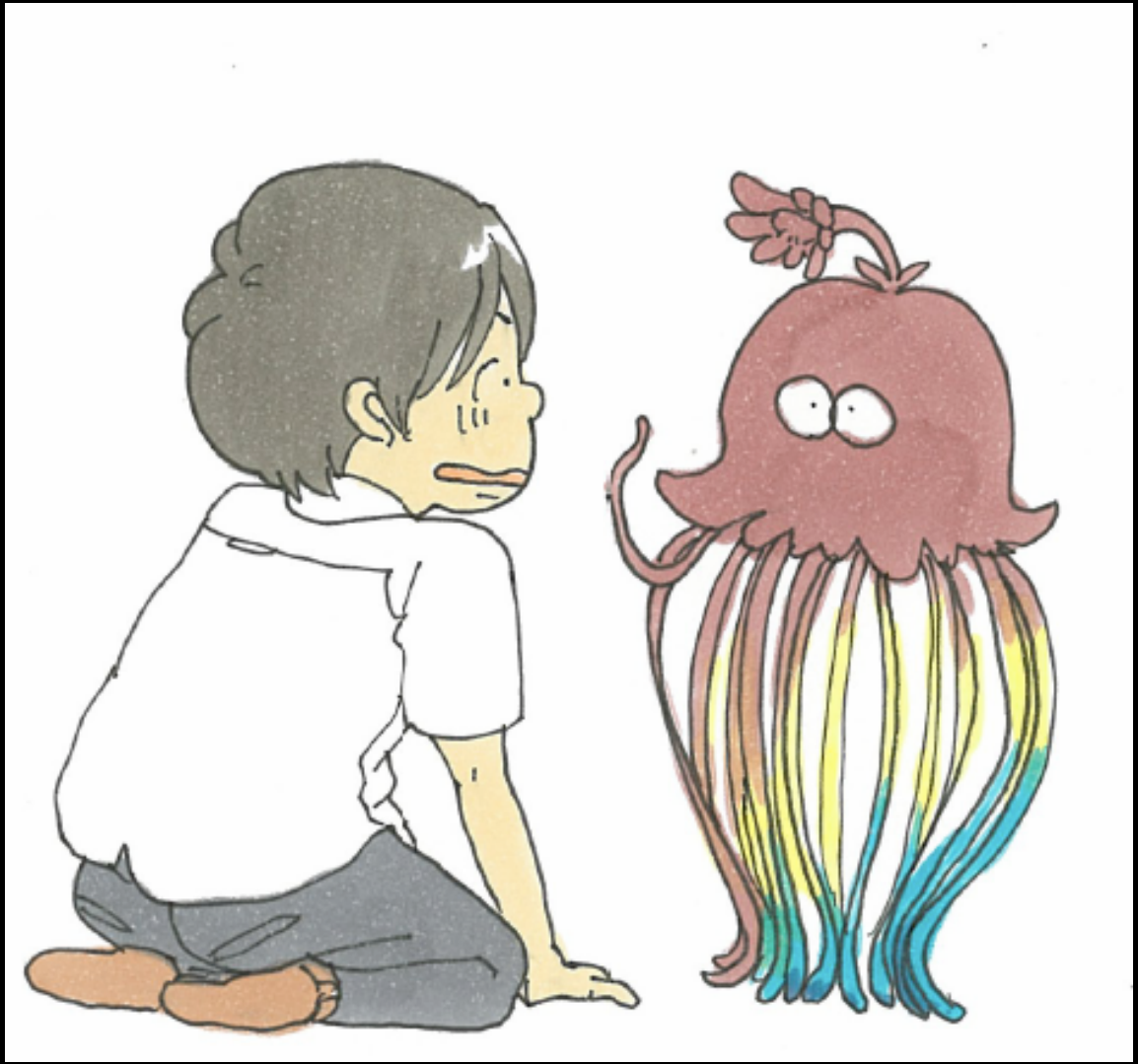
Lockwood et al., *Nature* **399**, 437- (1999)



目盛が反転してあることに注意

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。

宇宙人ってほんとにいる？



(c)京都精華大学 谷里紗

ただし、

- 相関がある（Aが増えるとBも増える）

と

- 因果関係がある（Aが増えたからBが増える）

は違う。

気候のような複雑な現象で、因果関係を証明するのはとても難しい。

では、

- 可能性が何%以上だったら行動を起こす？
- 何%以上だったら、温暖化を防ぐために電気代が上がってもいい？
  - 電気代が上がれば、経済的に弱い人から困る
  - 高い電気代を嫌う企業が海外へ出てゆき、日本に仕事がなくなるかもしれない…
- 「温暖化」と「原子力発電所」と「高い電気代」どれかを選ばないといけないとしたら？

政治家と、政治家を選ぶ有権者が、科学的に知り得る範囲の事実に基づいて、決めなくてはいけない

星もうごいている

今の北斗七星

5万年たつと…

京都情報大学院大学・作花一志
http://www.kcg.ac.jp/acm/a1014.html

大むかしのよぞらはこんなだった？

From Scientific American