

2013年2月2日 第6回宇宙ユニットシンポジウム
「人類はなぜ宇宙へ行くのか」(30分+10分)

人類はスーパーフレアを 生き延びられるのか

柴田一成

京都大学理学研究科附属天文台
京都大学宇宙総合学研究ユニット

Collaborators: H.Maehara, H. Isobe, A. Hillier, A. Choudhuri,
T. Ishii, T. Shibayama, S. Notsu,
Y. Notsu, T. Nagao, S. Kusaba, S. Honda, D. Nogami

ニュース詳細



銀河系の星でスーパーフレア確認

5月17日 4時15分



地球がある銀河系の中で、太陽とほぼ同じ大きさの星が「スーパーフレア」と呼ばれる巨大な爆発現象を起こしていることが分かり、観測を行った京都大学のグループでは、太陽でこの現象が起きる可能性について詳しい研究が必要だとしています。

京都大学の研究グループは、人工衛星を使って銀河系の中にある太陽と温度や大きさがほぼ同じ 8 万個の星について、光の強さの変化を 3 か月間観測しました。

その結果、太陽フレアと呼ばれる太陽表面の爆発現象より

も 100 倍から 1000 倍、規模の大きな「スーパーフレア」という爆発現象が 148 個の星で合わせて 365 回観測されたということです。研究グループでは、もし太陽でスーパーフレアが起きれば、強いエネルギーのさまざまな粒子が地球に降り注ぎ、世界各地で停電や通信障害が起きるおそれがあるほか、飛行機に乗っていると深刻な放射線被ばくの危険もあるとしています。

京都大学附属天文台台長の柴田一成教授は「これまで太陽ではスーパーフレアが起きないと考えられてきたが、今回の観測で起きる可能性があることが分かった。さらに詳しい研究が必要だ」と話しています。

研究成果はイギリスの科学雑誌「ネイチャー」に掲載されます。

主

- +
- +
- +
- +
- +
- +
- +

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

- +
- +
- +

Superflares on solar-type stars

Hiroyuki Maehara¹, Takuya Shibayama¹, Shota Notsu¹, Yuta Notsu¹, Takashi Nagao¹, Satoshi Kusaba¹, Satoshi Honda¹, Daisaku Nogami¹ & Kazunari Shibata¹

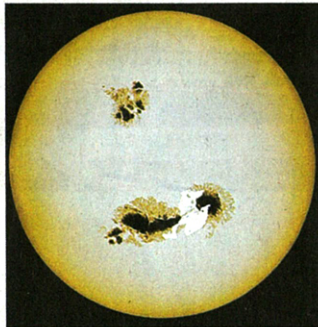
Solar flares are caused by the sudden release of magnetic energy stored near sunspots. They release 10^{29} to 10^{32} ergs of energy on a timescale of hours¹. Similar flares have been observed on many stars, with larger ‘superflares’ seen on a variety of stars^{2,3}, some of which are rapidly rotating^{4,5} and some of which are of ordinary solar type^{3,6}. The small number of superflares observed on solar-type stars has hitherto precluded a detailed study of them. Here we report observations of 365 superflares, including some from slowly rotating solar-type stars, from about 83,000 stars observed over 120 days. Quasi-periodic brightness modulations observed in the solar-type stars suggest that they have much larger starspots than does the Sun. The maximum energy of the flare is not correlated with the stellar rotation period, but the data suggest that superflares occur more frequently on rapidly rotating stars. It has been proposed that hot Jupiters may be important in the generation of superflares on solar-type stars⁷, but none have been discovered around the stars that we have studied, indicating that hot Jupiters associated with superflares are rare.

We searched for stellar flares on solar-type stars (main-sequence stars) using data collected by NASA’s Kepler⁸. The period from April 2009 to December 2009 (a brief flare search method is described in the legend of Fig. 1 and is provided in Supplementary Information). We use effective temperature (T_{eff}) and the surface gravity ($\log(g)$) available in the Kepler Input Catalog⁹ to select solar-type stars. The selection criteria are as follows: $5,100 \text{ K} \leq T_{\text{eff}} < 6,000 \text{ K}$, $\log(g) \geq 4.0$. The number of solar-type stars are 9,751 for quarter 0 of the Kepler mission (length of observation period is about 10 d), 75,728 for quarter 1 (90 d), 83,094 for quarter 2 (90 d) and 3,691 for quarter 3 (90 d).

We found 365 superflares (flares with energy $> 10^{31}$ erg) on 103 solar-type stars (light curves of each flare are shown in Supplementary Fig. 8 and properties of each flare star are listed in Supplementary Table 1). The durations of the detected flares are typically a few hours, and their amplitudes are generally $> 0.1\%$ of the stellar luminosity. The bolometric luminosity and bolometric energy of each flare were estimated from the effective temperature in the Kepler Input Catalog and the

太陽も「スーパー爆発」!?

通信障害など懸念



スーパーフレア(白い部分)の想像図(京都大提供)

太陽では起きないと考えられていた大規模な爆発「スーパーフレア」が起きるかもしれないことが、京都大グループの解析でわかった。発生すれば広範囲での通信障害や停電、上空の航空機内での放射線被曝とい



滚动新闻 资讯排行 RSS订阅

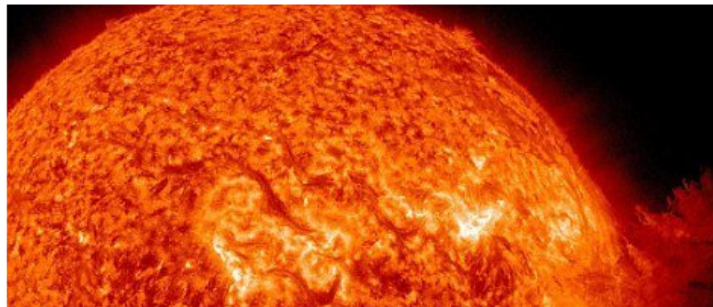
位置: 环球网 > 科技 > 科学探索 > 正文

太阳可能爆发超级耀斑 届时地球将遭灭顶之灾

12-05-18 19:54 新华网 请快来参与

分享到: [Social media icons]

摘要: 日本京都大学附属天文台教授柴田一成率领的研究小组在新一期英国《自然》杂志网络版上报告说, 太阳表面也有可能发生称为“超级耀斑”的巨大爆发。而此前科学家认为太阳不会出现超级耀斑。

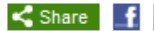


BBC News Sport Weather Travel

NEWS SCIENCE & ENVIRONMENT

Home UK Africa Asia Europe Latin America Mid-East US & Canada Business Health

17 May 2012 Last updated at 13:37 GMT



Kepler telescope studies star superflare



By Jonathan Amos
Science correspondent, BBC News

Nasa's Kepler space telescope has provided fresh insight on the colossal explosions that can afflict some stars.



태양에서 초거대 폭발 가능성

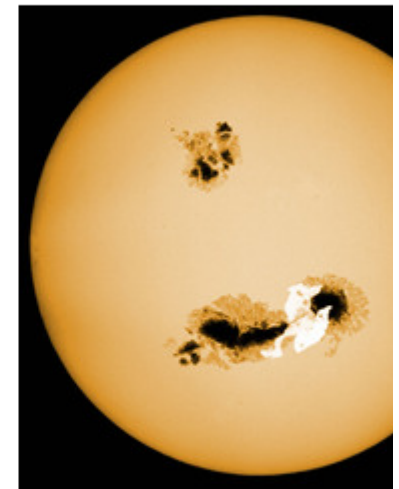
12/05/17 11:09

초거대 폭발현상 '슈퍼플레어(Superflare)'가 태양의 표면에서 일어날지도 모른다는 해석결과를 교토(京都)대부속 천문대 그룹이 16일자 영국 과학저널 <네이처> 전자판에 발표했다.

태양에서는 태양계 최대 폭발현상이라고 여겨지는 플레어가 일어나고 있으며 그 때 발생하는 자기풍으로 통신장애 및 정전 등이 발생하고 있다.

슈퍼플레어는 방출되는 에너지가 태양 플레어 가운데 최대급 플레어의 10배~100만배에 달한다. 태양에서 슈퍼플레어는 일어나지 않는다는 통설에 의의(疑義)를 제기하는 결과로, 그룹은 "(슈퍼플레어가) 발생한다면 지구는 큰 피해를 입을 것으로 예상돼 연구를 더 진전시키고 싶다"고 말했다.

그룹의 시바타 카즈나리(柴田一成) 교수(태양·우주플라즈마물리학) 등은 미항공우주국(NASA)의 행성탐사기 '케플러'가 2009년 4~12월에 관측한 데이터를 이용, 지구에



'태양형 별'에서 슈퍼플레어(중앙의 하얀 부분)가 일어날 경우의 상상도. 교토대부속천문대=京都大付属天文台 제공. 통신] 2012/05/16

contents

- スーパーフレアとは？
- 太陽型星のスーパーフレア
- スーパーフレアが起きると地球はどうなるか

Maehara et al. (2012) Nature 485, 478

Superflares on Solar Type Stars

Shibata et al. (2013) PASJ, vol. 65, in press

Can Superflares Occur on Our Sun ?

スーパーフレアとは？

フレアの強度

X線強度で分類

分類名 ギー	X線強度	X10クラスフレアの X線強度を1とすると	エネルギー (erg)
Cクラス	10^{-6} W/m^2	小フレア	10^{29}
Mクラス	10^{-5} W/m^2	中フレア	10^{30}
Xクラス	10^{-4} W/m^2	大フレア	10^{31}
X10クラス	10^{-3} W/m^2	巨大フレア	10^{32}
X100クラス	10^{-2} W/m^2	超巨大(スーパー) フレア	10^{33}
X1000クラス	10^{-1} W/m^2	スーパーフレア	10^{34}
X10000クラス	1 W/m^2	スーパーフレア	10^{35}
X100000クラス	10 W/m^2	スーパーフレア	10^{36}

巨大フレアの発生頻度

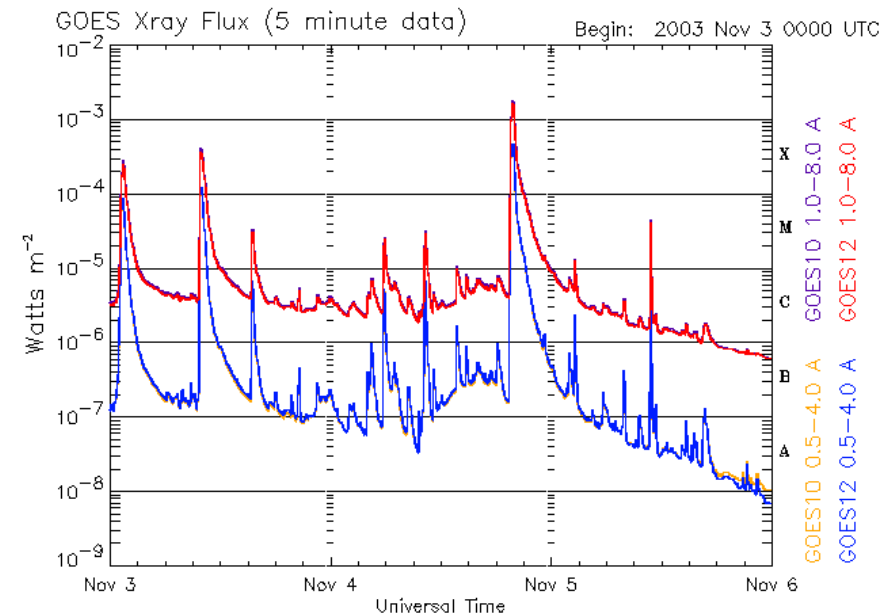
(GOES クラス分類: X線強度で分類)

- 年 X M C
- -----
- 1989 59 620 1929
- 1990 16 273 2262
- 1991 54 590 2653
- 1992 10 202 1922
- 1993 0 74 1142
- 1994 0 25 336
- 1995 0 11 148
- 1996 1 4 81
- 1997 3 21 286
- 1998 14 94 1188
- 1999 4 170 1854
- 2000 17 215 2223
- 2001 21 310 2101

Cクラスフレアは1年に1000回
 Mクラスフレアは1年に100回
 Xクラスフレアは1年に10回
 X10クラスフレアは1年に1回
 X100クラスフレアは10年に1回

X線強度が10倍になると発生頻度が10分の1になる

'''
 X100000クラスフレアは1万年に1回?



The Most Powerful Solar Flares Ever Recorded

<http://www.spaceweather.com/solarflares/topflares.html>

- -----
Ranking Day/Month/Year [X-Ray Class](#)

- **1 04/11/03 X28+**
- 2 02/04/01 X20.0
- 2 16/08/89 X20.0
- 3 28/10/03 X17.2 朝日新聞夕刊トップイベント
- **4 07/09/05 X17**
- 5 06/03/89 X15.0
- 5 11/07/78 X15.0
- 6 15/04/01 X14.4
- 7 24/04/84 X13.0
- 7 19/10/89 X13.0
- 8 15/12/82 X12.9

歴史的有名なフレア

- 1859年9月1日 X? 人類が最初に見たフレア
(キャリントン・フレア) 200年間で最大の磁気嵐
- 1989年3月13日 X4.6 カナダケベック州大停電イベント
- 1994年2月20日 M4.0 リレハンメル冬季オリンピック中継中断
- 2000年7月14日 X5.7 (Bastille day flare) あすか衛星故障
- 2001年4月10日 X2.3 (Asai flare)
- 2003年10月28日 X17.2 朝日新聞夕刊イベント
- 2006年12月13日 X3.4 Hinode flare

人類が最初に見たフレア

(キャリントン・フレア)

(1859年9月1日 午前11時18分)

英国の天文学者キャリントンが黒点スケッチ中にフレアを発見。

白色光フレア

- 友人を呼びに行っている間に消滅。継続時間はわずか5分間

- 英国のホジソンも観測

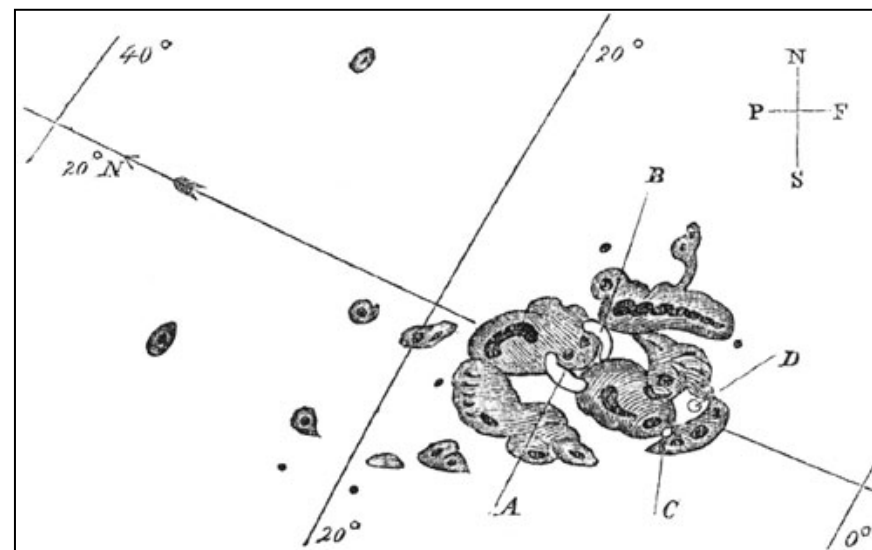
- 翌日、巨大オーロラ発生。

キューバ、バハマ、ジャマイカ、

ハワイでもオーロラ

過去200年間で最大の磁気嵐

($> 1000 \text{ nT} = 0.01 \text{ G}$)



ヨーロッパと北米の電信機システムで
火花放電が起こり、火事が多発
(Loomis 1861)

磁気嵐が原因で発生した1989年3月13日の カナダ・ケベック州の大停電 (600万人が9時間停電の被害を受ける)

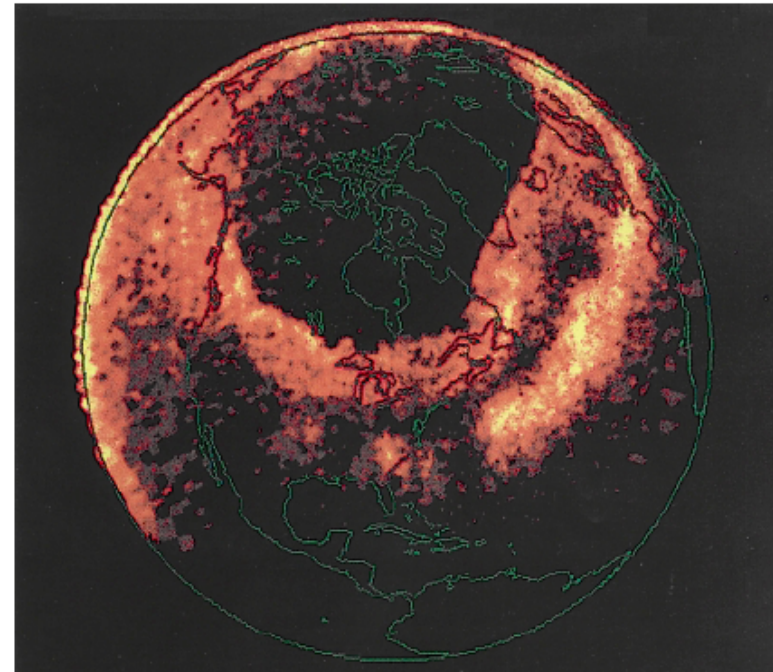
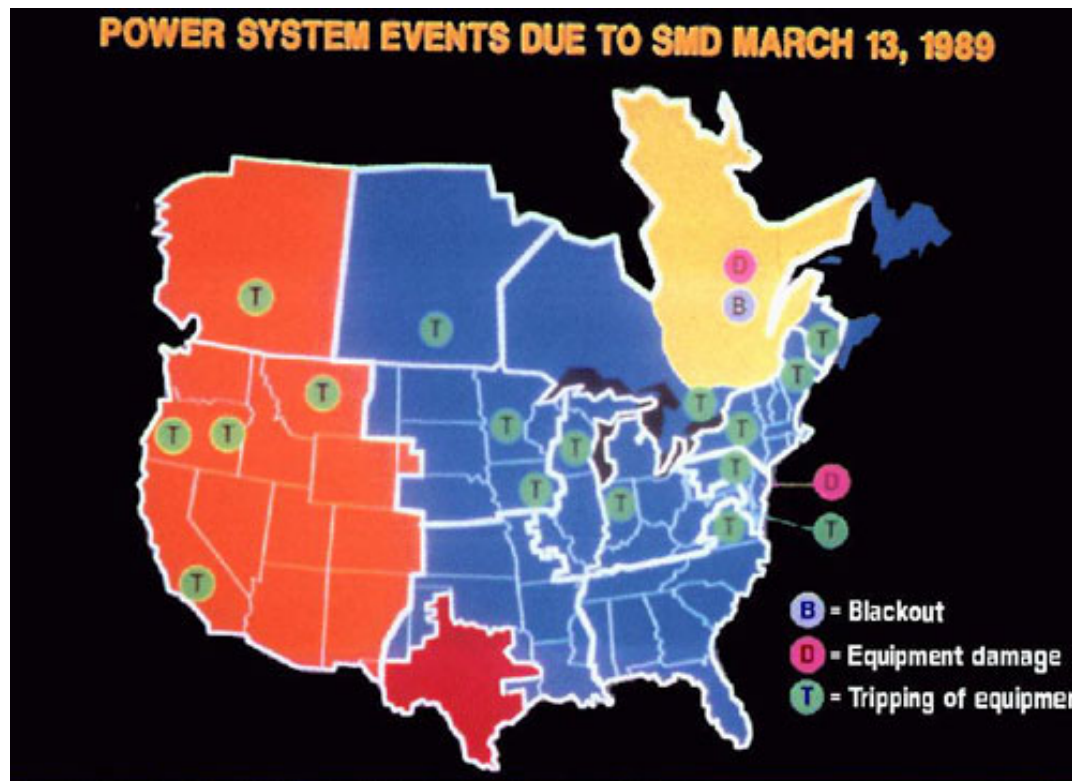


図4 発電所の事故があった日に人工衛星で撮影されたオーロラ。カナダ帯に強いオーロラが現れたのがわかる。(アイオワ大学 L. A. Frank 教授)

このときの太陽フレアは数年に1度の大フレア (X4.6)、
磁気嵐の強さ ~ 540 nT、被害総額は数100億円以上



<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/ste-www1/pub/ste-n> ニュージャージー州の変圧器故障

オリンピック中継の中断 (1994年)

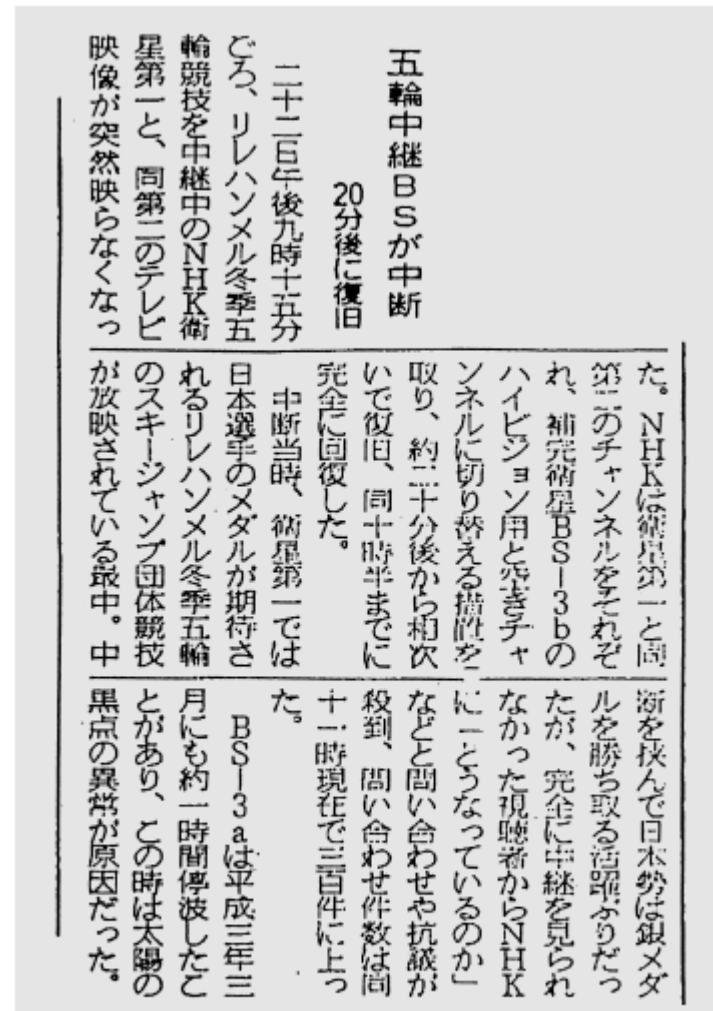
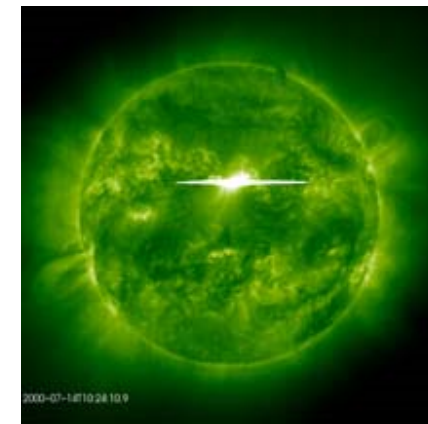


図5 リレハンメル五輪の時のBSの中断を報じる新聞記事。
この通信障害も太陽が原因だった。(北海道新聞 平成6年2月23日)

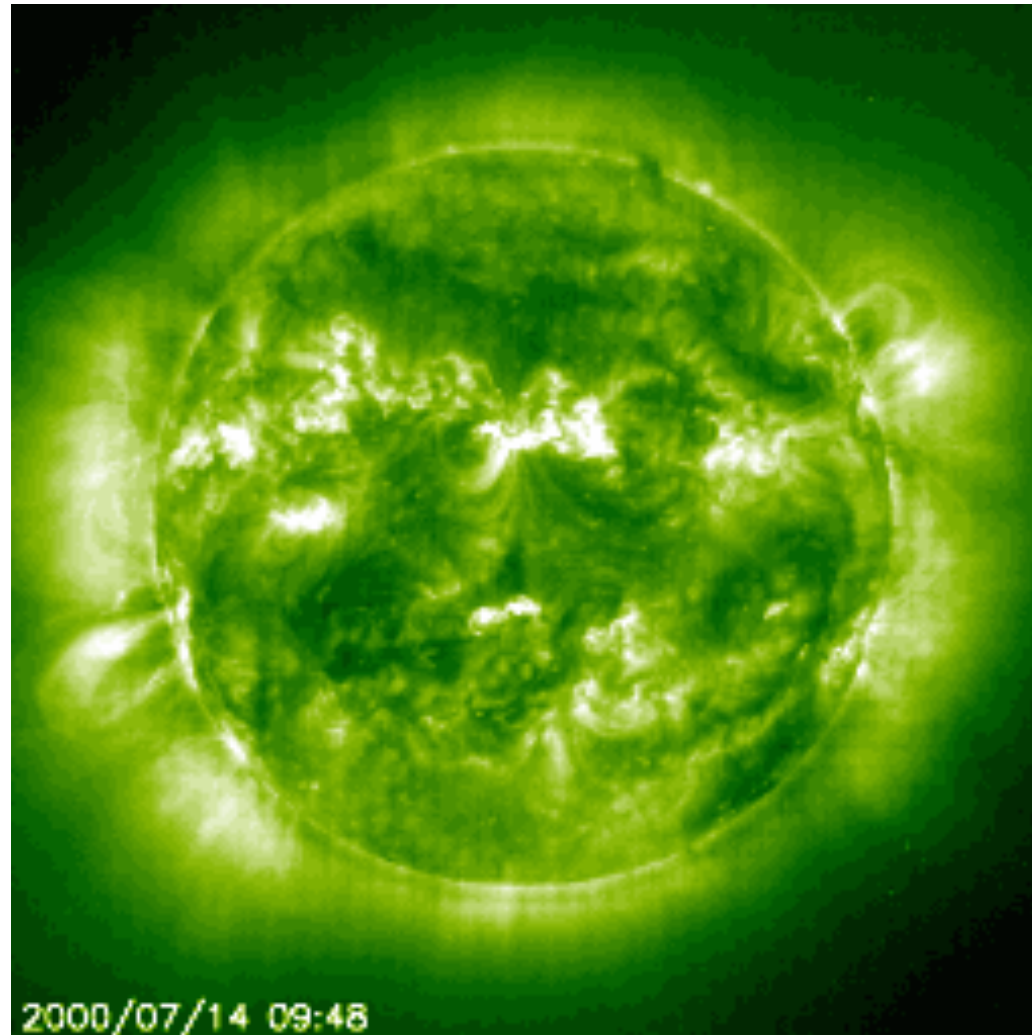
X線天文衛星「あすか」の故障と落下



- 2000年7月14日のフレア(バスターミネーユ・デイ・フレア)にともなって発生した巨大磁気嵐により、極域の超高層大気が異常に加熱された。この結果、大気は急激に膨張し、高度400 kmを飛行する「あすか」衛星にはたらく大気抵抗は4倍に増加した。そのため、衛星全体にトルクがかかって、回転。太陽電池が太陽方向から傾いて、電源供給ができなくなった。数か月後、「あすか」は大気圏に突入。

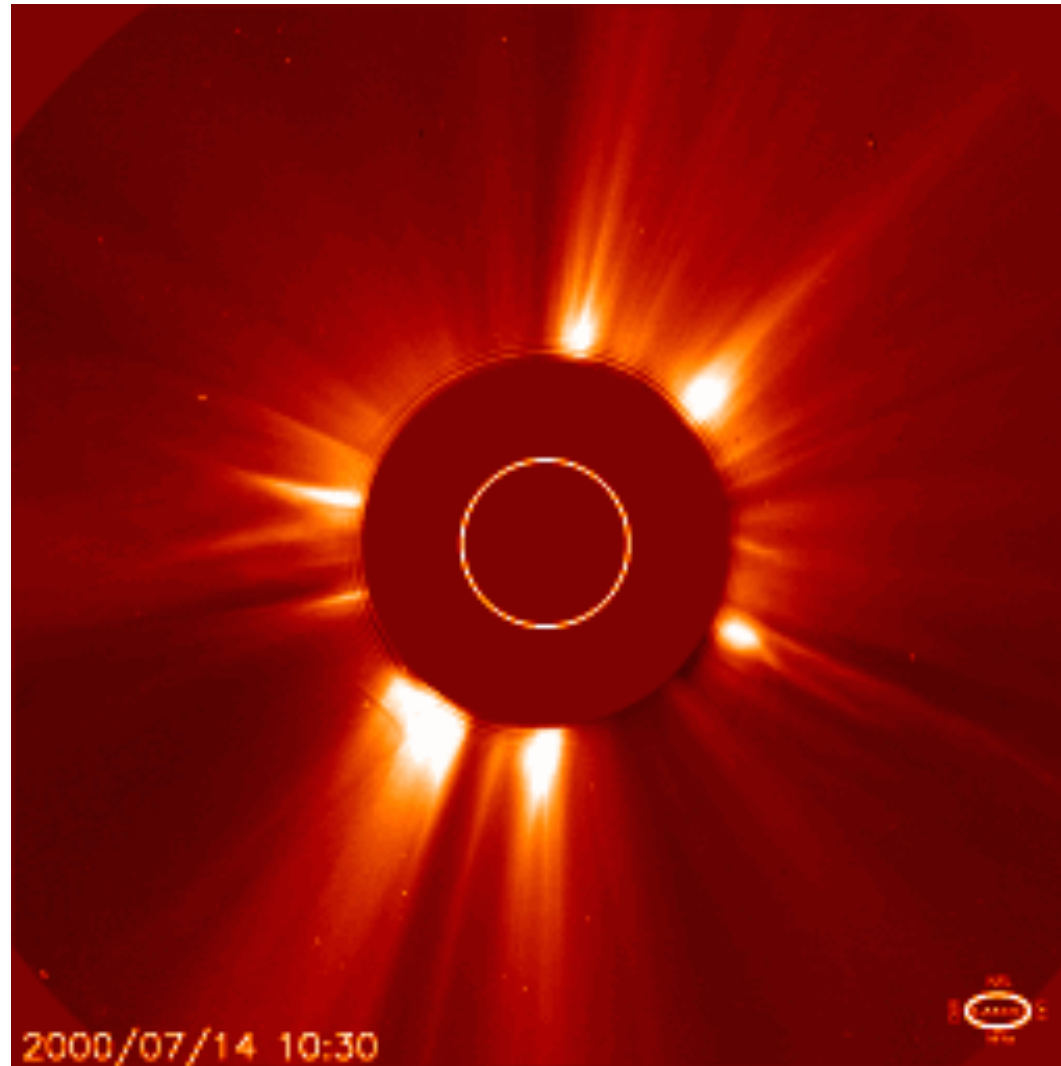


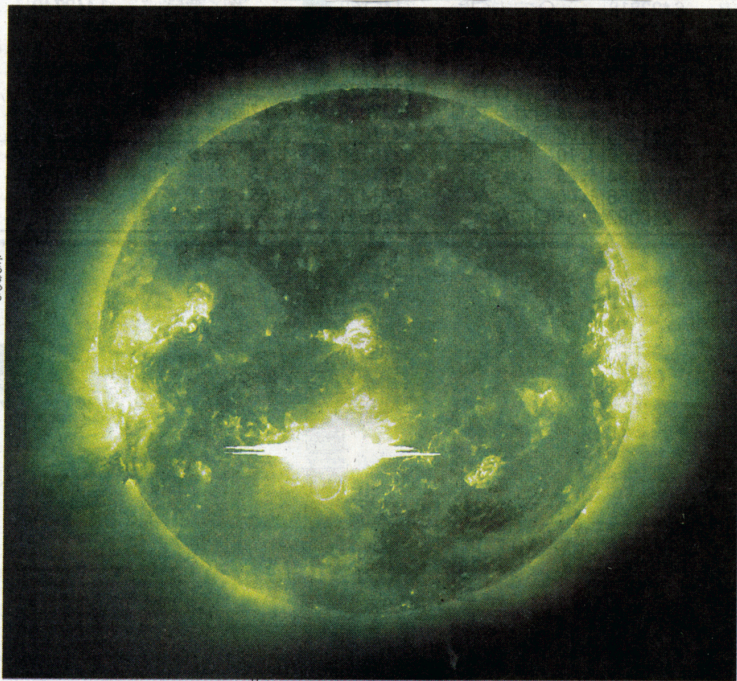
バスターミュー・デイ・フレア (2000年7月14日)



バスティーユ・デイ・フレア

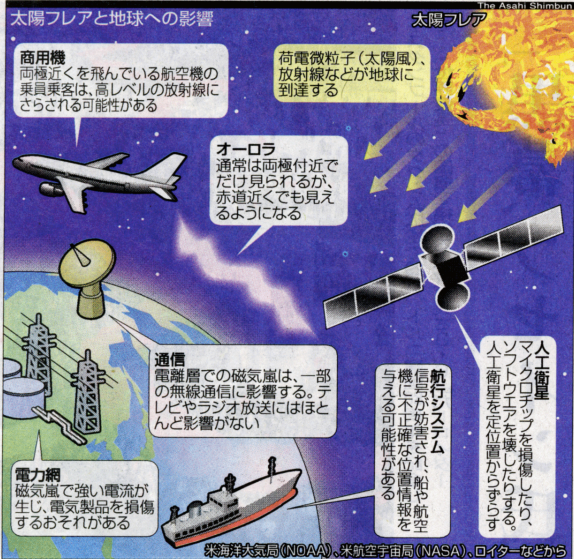
(2000年7月14日)





の慰霊碑前で開かれた眞村晋三(まのしんぞう)の4年前一魂を雪のふりかえり(4)

2003年10月28日の太陽面爆発(太陽フレア)とそれによる磁気嵐



太陽の「嵐」、地球直撃

朝日新聞

夕刊

©朝日新聞社 2003年

〒104-8011 東京都中央区築地5丁目3番2号

朝日新聞東京本社

電話 03-3545-0131

人生凝視の作を撮り続けた小津安二郎生誕100年のNY上映会に静かな人気と文化面

「いつまでも若いもの邪魔」との(こぼれ) (「麦秋」)

「欲言や切りやにやが、まアえ方じやよ」 (「東京物語」)

越の寒中梅

新潟銘醸株式会社 新潟工場 新潟県新潟市東区1-9-539

http://www.sake-no-choja.com

14年ぶり「大爆発」 微粒子、磁場乱

【ワシントン＝村山知博】米海洋気象局(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年ぶりとされる最大規模。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る「磁気嵐」で一部の航空機の無線通信等に障害が出た。

今回のフレアに伴って、電気を帯びた微粒子が時速800万kmの猛スピードで飛散。約19時間後の米東部時間29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km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。北海道十勝支庁陸別町の銀河の森天文台(北緯43.5度)では29日夜、うすらとオーロラは荷電微粒子が上空の軌道宇宙ステーション、20分間ほど垂直に降下した。一方、米北

テキサスでオーロラ

衛星、「太陽大爆発」とらえた

【ワシントン＝村山知博】米航空宇宙局(NASA)は、太陽観測衛星SOHOが28日にとらえた太陽フレア(大爆発)の画像を公開した。写真、ロイター。コロナガスの大噴出も確認された。観測を始めたこの25年間で最大級という。

米海洋大気局は、この影響で地球の磁場が乱れる「磁気嵐」が起きる可能性がある、と警告した。放送や航空機の通信などの障害や停電のほか、人工衛星が故障する恐れがあるという。通信総合研究所は日本でも30日未明から日中にかけて影響が出る可能性がある、と注意を呼びかけている。

AP。通信総合研究所によると、日本では29日夜以降、茨城県原里美村、山梨県長坂町、長野県原村など、ほぼ北緯36度以北の地域で観測。日本で広範囲に肉眼で見えたのは89年以来14年ぶり。

解散式があった。遺体発見後も事務局だけ日本国民救援会に残し、慰霊の旅や裁判の経過報告を続けてきたが、裁判も大詰めを迎え、14年間の活動に幕を下ろした。

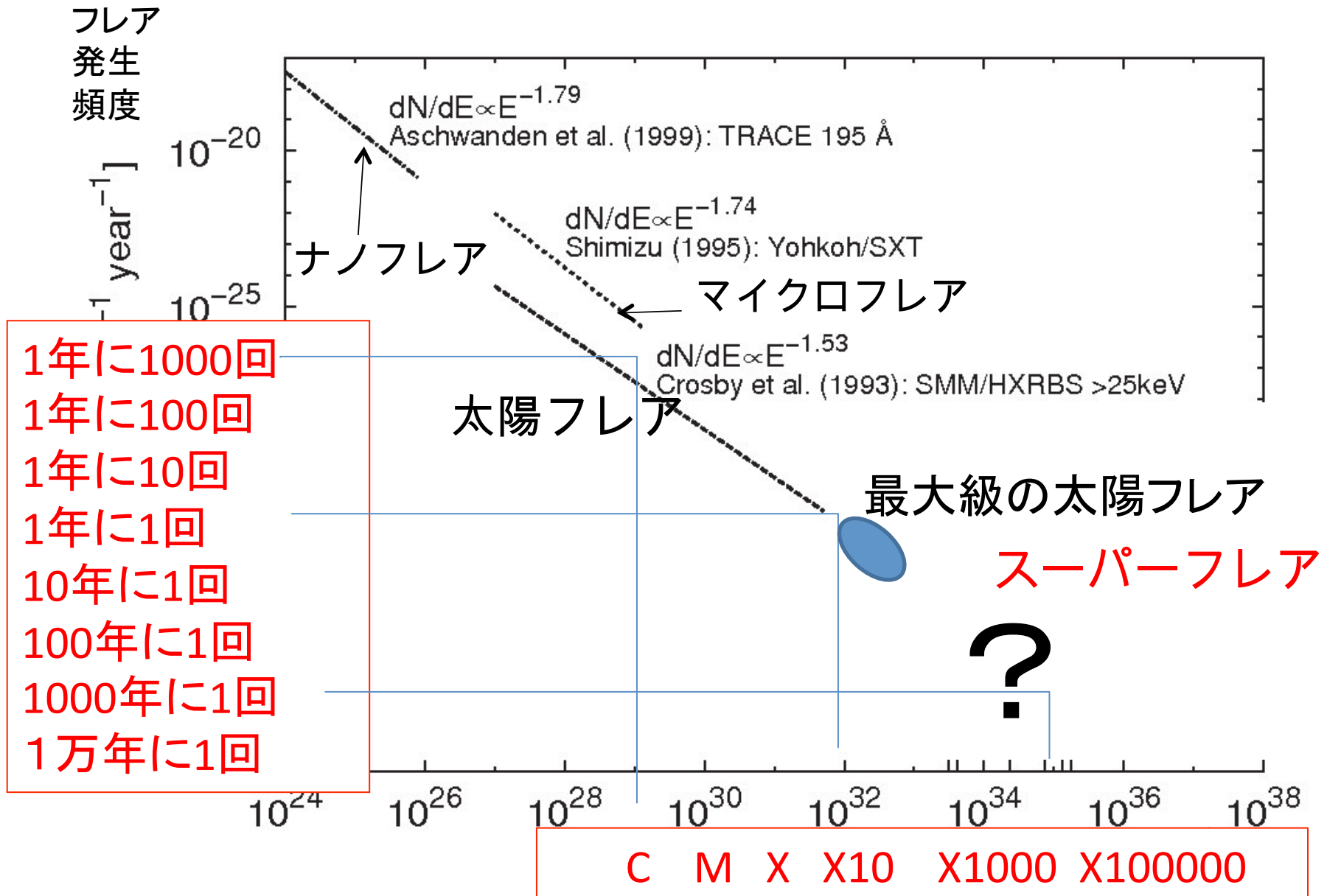
堤さんが弁護士団に加わった事件のうち、残っていた最後の労働裁判が9月、解決した。

競馬予想会社、3億円脱税容疑

オーロラ NY州でも

太陽表面での爆発(フレア)により、米ニューヨーク州ポンペイ(北緯43度)で30日夜(日本時間31日午前)、観測されたオーロラ写真、

太陽フレアの発生頻度分布



太陽型星のスーパーフレア

太陽でスーパーフレアは 起きるのか？

- 若い星や自転速度の速い星では、スーパーフレアが頻発している
- しかし太陽はすでに若くなく、自転速度も遅いので、現在は、それほど大きなフレアは起きないと予想される。
- と、最近まで思っていたが、、、

驚くべき発見があった

通常の太陽型恒星におけるスーパーフレアの発見

Schaefer, B. E., King, J. R., Deliyannis, C. P.

ApJ, 529, 1026 (2000)

- 普通の太陽型恒星でスーパーフレア (最大の太陽フレアのエネルギーの**10倍～100万倍**) を**9例**発見
- スペクトル型 F8-G8 の主系列星
- 自転速度は遅い(太陽程度)、若い星ではない

9例のスーパーフレア

TABLE 1 Schaefer et al. (2000) ApJ 529, 1026
SUPERFLARES

Star	Detector	V_{normal}	Amplitude	Duration	Energy (ergs)
Gmb 1830	Photography	6.45	$\Delta B = 0.62 \text{ mag}$	18 minutes	$E_B \sim 1 \times 10^{35}$
κ Cet	Spectroscopy	4.83	$\text{EW}(\text{He}) = 0.13 \text{ \AA}$	$\sim 40 \text{ minutes}$	$E \sim 2 \times 10^{34}$
MT Tau	Photography	16.8	$\Delta U = 0.7 \text{ mag}$	$\sim 10 \text{ minutes}$	$E_U \sim 1 \times 10^{35}$
π^1 UMa	X-ray	5.64	$L_X = 10^{29} \text{ ergs s}^{-1}$	$> \sim 35 \text{ minutes}$	$E_X = 2 \times 10^{33}$
S For	Visual	8.64	$\Delta V \sim 3 \text{ mag}$	17–367 minutes	$E_V \sim 2 \times 10^{38}$
BD + 10°2783	X-ray	10.0	$L_X = 2 \times 10^{31} \text{ ergs s}^{-1}$	$\sim 49 \text{ minutes}$	$E_X \gg 3 \times 10^{34}$
ι Aql	Photometry	5.11	$\Delta V = 0.09 \text{ mag}$	$\sim 5\text{--}15 \text{ days}$	$E_{BV} \approx 9 \times 10^{37}$
5 Ser	Photometry	5.06	$\Delta V = 0.09 \text{ mag}$	$\sim 3\text{--}25 \text{ days}$	$E_{BV} \approx 7 \times 10^{37}$
UU CrB	Photometry	8.63	$\Delta I = 0.30 \text{ mag}$	$> \sim 57 \text{ minutes}$	$E_{\text{opt}} = 7 \times 10^{35}$

ただし、たった9例なので、どこまで一般性があるか？
どこまで信用して良いか？

もし、同じ統計が成り立つならば

- 最大級の太陽フレアの1000倍のスーパーフレアは、1万年に1回程度の頻度で起きる可能性がある。
- 太陽の望遠鏡観測は始まってまだ400年。
- 太陽を1万年「観測」するにはどうすれば良いか？

- 太陽型星を1万個、1年間観測すれば、太陽を1万年観測したのと同等のデータが得られる！

ケプラー衛星の観測データを使えば良い(関口さん)

スーパーフレア探査開始！

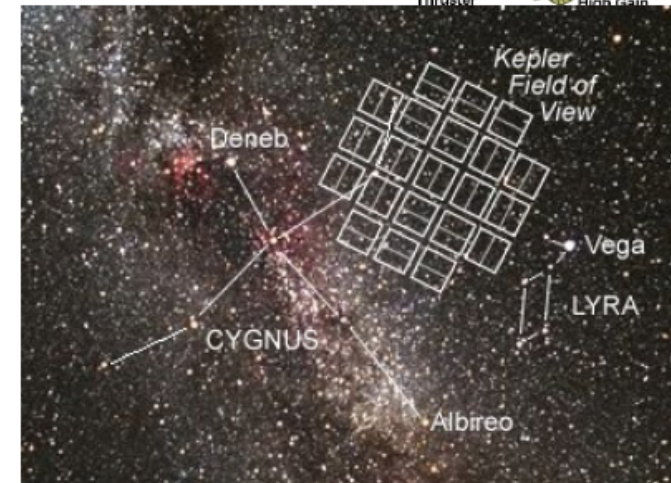
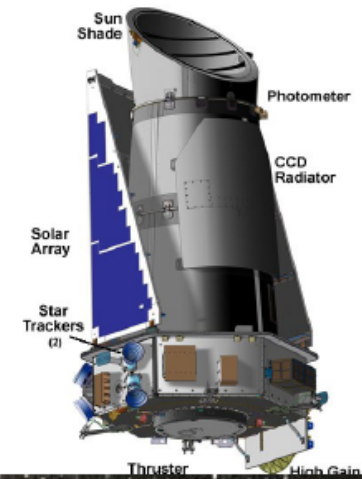
- 系外惑星探査衛星「ケプラー」は、8万個の太陽型星を常時モニター観測している！ しかし、8万個の星の観測データを解析するのは大変。人手が必要
- そうだ！ ひまを持て余している、京大の1回生を動員しよう
- 物理の授業で呼びかけた「誰か一緒にスーパーフレアを探しませんか？ どうせ君らは、ひまでしょ、、、」
- そしたら、5人の若者が集まった（柴山、野津、野津、長尾、草場）
- それで観測された太陽型恒星のデータ中に、スーパーフレアの証拠を探してみた。
- そしたら、**365例のスーパーフレアを発見！**

太陽型星における スーパーフレアの発見 I

○柴山拓也、柴田一成、前原裕之、本田敏志、野上大作、野津湧太、野津翔太、長尾崇史、草場哲(京都大学)、新井彰(京都産業大学)

ケプラー 衛星

- 太陽系外惑星探査衛星
- 惑星が中心星の前を通過するとき、星の明るさが少し減少する。それを検出することにより、惑星を検出。
- 95 cm 口径の反射望遠鏡
- はくちょう座と琴座の15万星を常時モニター観測
- 30分間隔の観測データを公開



Superflares on solar-type stars

Hiroyuki Maehara¹, Takuya Shibayama¹, Shota Notsu¹, Yuta Notsu¹, Takashi Nagao¹, Satoshi Kusaba¹, Satoshi Honda¹, Daisaku Nogami¹ & Kazunari Shibata¹

Solar flares are caused by the sudden release of magnetic energy stored near sunspots. They release 10^{29} to 10^{32} ergs of energy on a timescale of hours¹. Similar flares have been observed on many stars, with larger ‘superflares’ seen on a variety of stars^{2,3}, some of which are rapidly rotating^{4,5} and some of which are of ordinary solar type^{3,6}. The small number of superflares observed on solar-type stars has hitherto precluded a detailed study of them. Here we report observations of 365 superflares, including some from slowly rotating solar-type stars, from about 83,000 stars observed over 120 days. Quasi-periodic brightness modulations observed in the solar-type stars suggest that they have much larger starspots than does the Sun. The maximum energy of the flare is not correlated with the stellar rotation period, but the data suggest that superflares occur more frequently on rapidly rotating stars. It has been proposed that hot Jupiters may be important in the generation of superflares on solar-type stars⁷, but none have been discovered around the stars that we have studied, indicating that hot Jupiters associated with superflares are rare.

We searched for stellar flares on solar-type stars (main-sequence stars) using data collected by NASA’s Kepler⁸. The period from April 2009 to December 2009 (a brief flare search method is described in the legend of Fig. 1 and is provided in Supplementary Information). We use effective temperature (T_{eff}) and the surface gravity ($\log(g)$) available in the Kepler Input Catalog⁹ to select solar-type stars. The selection criteria are as follows: $5,100 \text{ K} \leq T_{\text{eff}} < 6,000 \text{ K}$, $\log(g) \geq 4.0$. The number of solar-type stars are 9,751 for quarter 0 of the Kepler mission (length of observation period is about 10 d), 75,728 for quarter 1 (90 d), 83,094 for quarter 2 (90 d) and 3,691 for quarter 3 (90 d).

We found 365 superflares (flares with energy $> 10^{31}$ erg) on 103 solar-type stars (light curves of each flare are shown in Supplementary Fig. 8 and properties of each flare are listed in Supplementary Table 1). The durations of the detected flares are typically a few hours, and their amplitudes are generally $< 0.1\%$ of the stellar luminosity. The bolometric luminosity and bolometric energy of each flare were estimated from the flare effective temperature in the Kepler Input Catalog and the flare energy was estimated from the flare energy

京都新聞

5月17日

スーパーフレア論文



柴田一成教授(中央)の指導を受け、スーパーフレアの研究に参加した京都大理学部の子生たち。京都市左京区・京大、撮影：熊谷修

膨大なデータ解析

生命に危機を及ぼすスーパーフレアが太陽でも起こる可能性を示した注目論文は、京都大理学部3年の学生5人がデータ解析を担った。世界最高峰の学術誌の一つであるネイチャーで、掲載論文の著者に日本人の学部学生が名前を連ねるのは珍しく、「大きな成果が出せてうれい」と今後の勉強と研究に意気込みを見せている。

柴山拓也さん(21)、双子の野津潮太さん(20)と翔太さん、長尾崇史さん(21)、草場哲さん(20)。1年のときに物理の授業で柴田一成教授に「研究の手伝いをしない予

「地球でも今後の研

京大生の力輝く成果

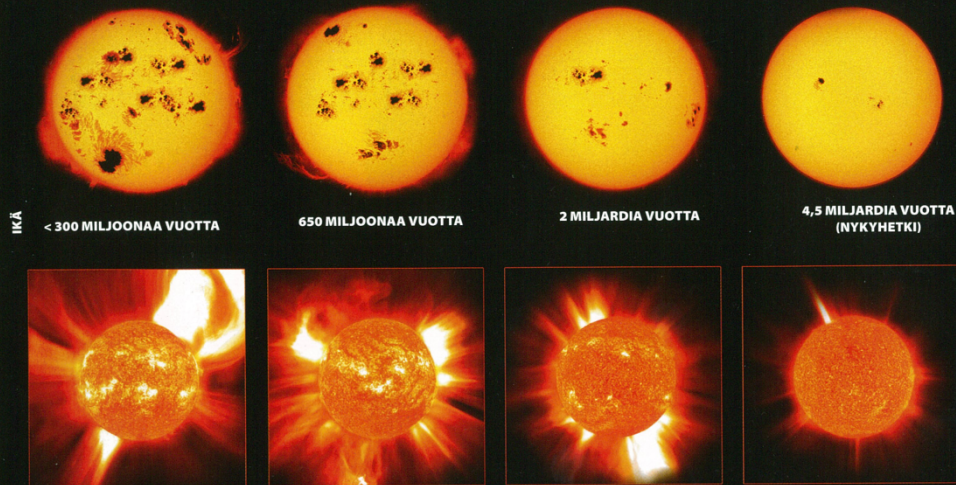
恒星表面の巨大爆発

スー

Superroihiu kirkastaa tähden

フィンランドの雑誌 (2012年7月)

Nuori Aurinko oli täynnä pilkkuja



Aurinko pyöri nuorena jopa kymmenen kertaa nopeammin kuin nykyään. Sillä oli todennäköisesti paljon nykyistä voimakkaampi magneettikenttä ja vastaavasti enemmän ja suurempia auringonpilkkuja. Tähten lähettämän röntgen- ja UV-säteilyn tasot olivat satoja kertoja nykyistä voimakkaampia. Taitelijan näkemys.

tavat roihupurkauksen syntymistä. Pienimassaiset ja hyvin nuoret tähdet tapaavat olla läpeensä konvektiivisia, joten niiden magneettinen aktiivisuus on vastaavasti rajua.

Tähdenpilkkujen koko kuvaa magneettikentän voimakkuutta. Rajusti purkautuvilla tähdillä on havaittu valtavia tähdenpilkkuja, jotka peittävät jopa kymmeniä prosentteja tähden pinnasta.

Nopea pyöriminen pitää tähden magneettikentän dynamisena ja alttiina muutoksille. Nuorina tähdet pyörivät vinosti, mutta vanhemmiten ne menettävät pyörimismääräänsä. Esimerkiksi Auringon ekvaattori pyörii nykyisin ympäri kerran 28 vuorokaudessa, mutta neljä miljardia vuotta sitten pyörähdykseen saattoi kuluu vain kymmenesosa tästä.

Auringon fysiikkaa tutkiva Manfred Cuntz Teksasin yliopistosta uskoo, että voimakkaat purkaukset, joita auringonkaltaisilla tähdillä kutsutaan myös superpurkauksiksi, olivat tuolloin arkipäivää myös aurinkokunnassa. "Niitä todennäköisesti tapahtui usein Auringon nuoruudessa", Cuntz arvelee.

Alle kolmessa vuorokaudessa ympäri pyörähtävän Auringon magneettikenttä oli luultavasti hurja. Valtavat auringonpilkkut täplittivät kotitähemme pintaa. Maata pommittava röntgen- ja ultraviolettisäteily saattoi olla satoja kertoja nykyistä voimakkaampaa myös roihupurkauksen välillä.

Elämän kehittyminen kolmannelle kivelle Auringosta ei näyttänyt tuolloin kovinkaan todennäköiseltä. "Kos-

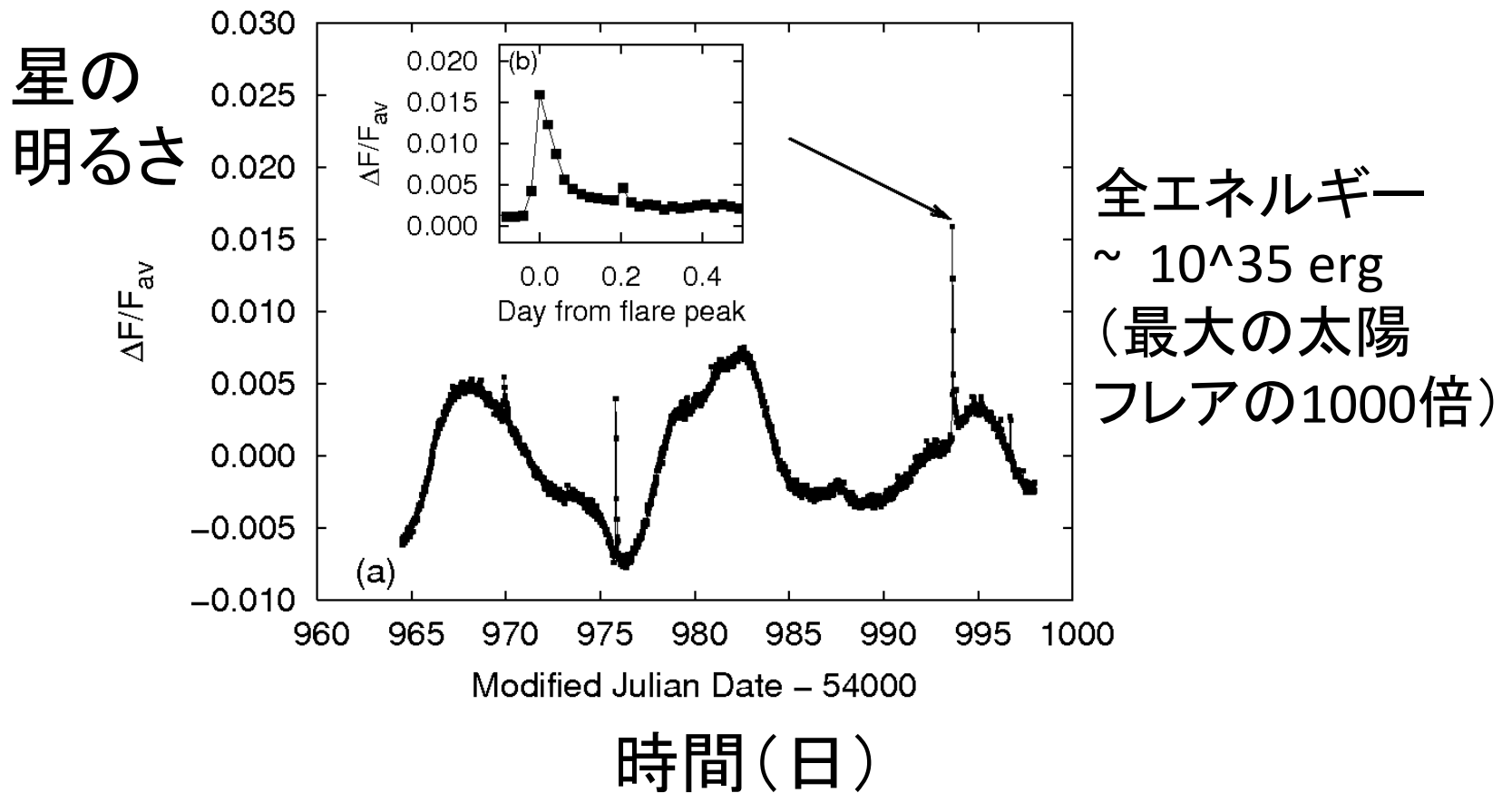
mista ja ultraviolettisäteilyä tulviva ympäristö saattoi hyvinkin "valikoida", minkälaisista elämästä sen ympärille saattoi kehittyä", Cuntz pohtii.

Kun elämä alkoi kehittyä maapallolle noin 3,5 miljardia vuotta sitten, suojaavaa otsonikerrosta ei vielä ollut. Se kehittyi vasta, kun yhteyttävät eliöt olivat ilmaantuneet. Kaikkien eliöiden perimässä onkin jonkinlai-



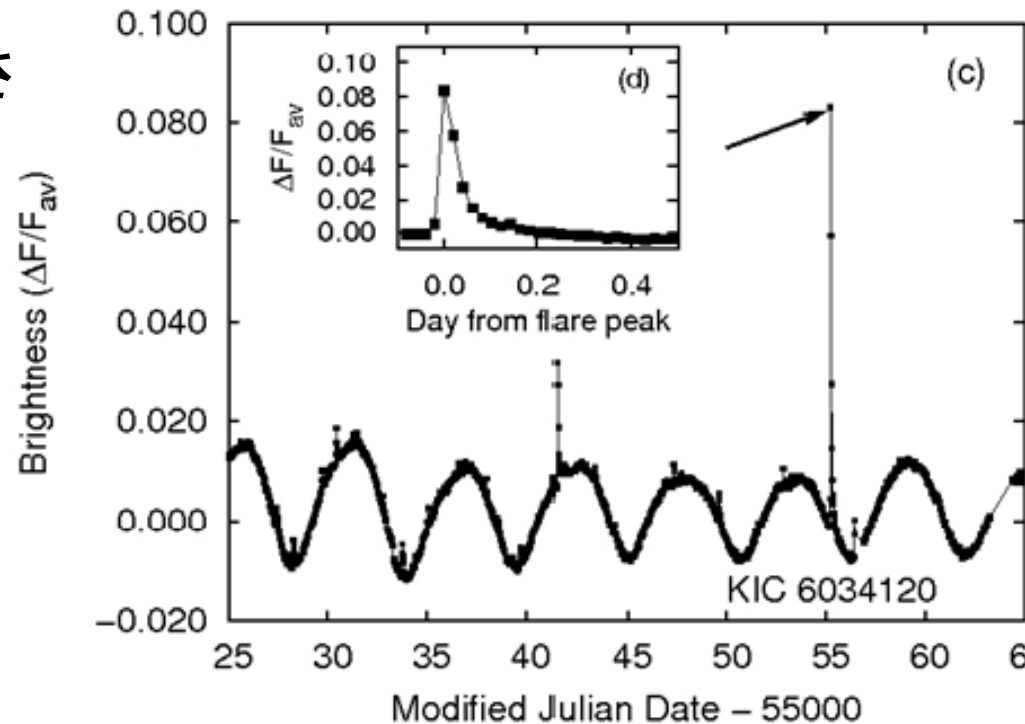
"Tarvitaan yksityiskohtaisia havaintoja voimakkaasti purkautuvista tähdistä, jotta tiedämme, ovatko nämä tähdet todella samanlaisia kuin oma Aurinkomme", Hiroyuki Maehara sanoo.

ケプラー衛星によって観測された スーパーフレア(例1)

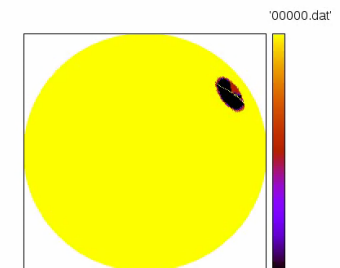


星の明るさの変動の原因は何か？

星の明るさ

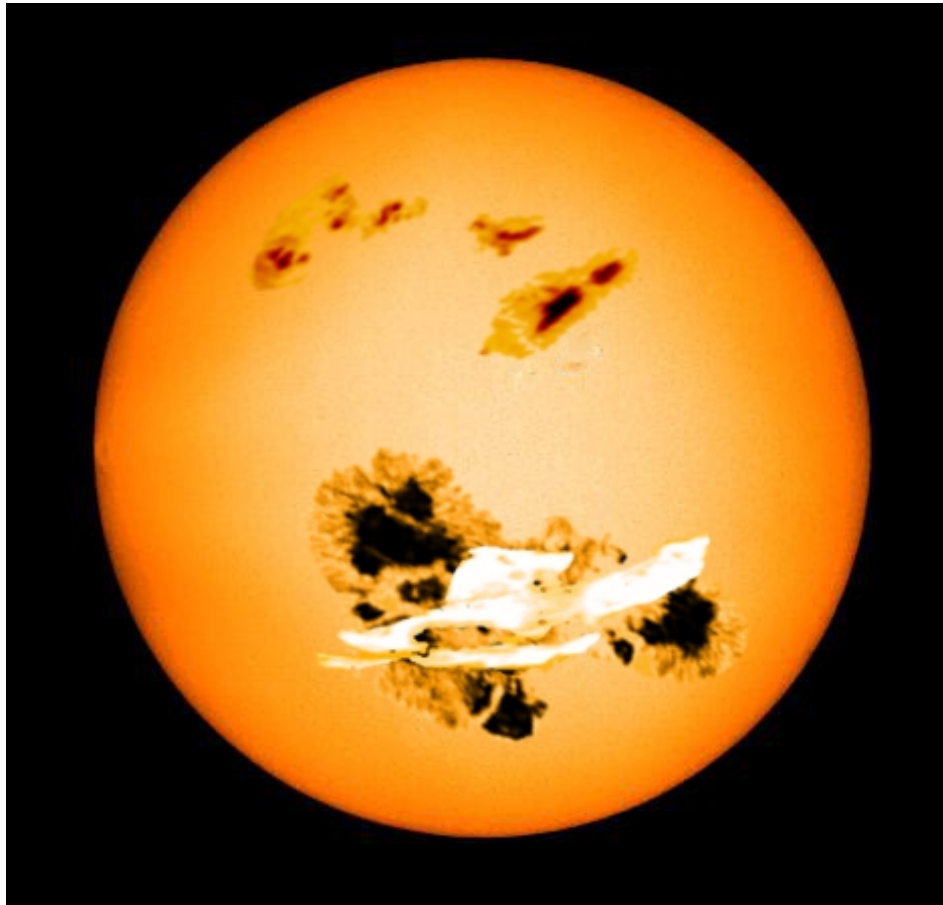


全エネルギー
最大の太陽
フレアの1万倍

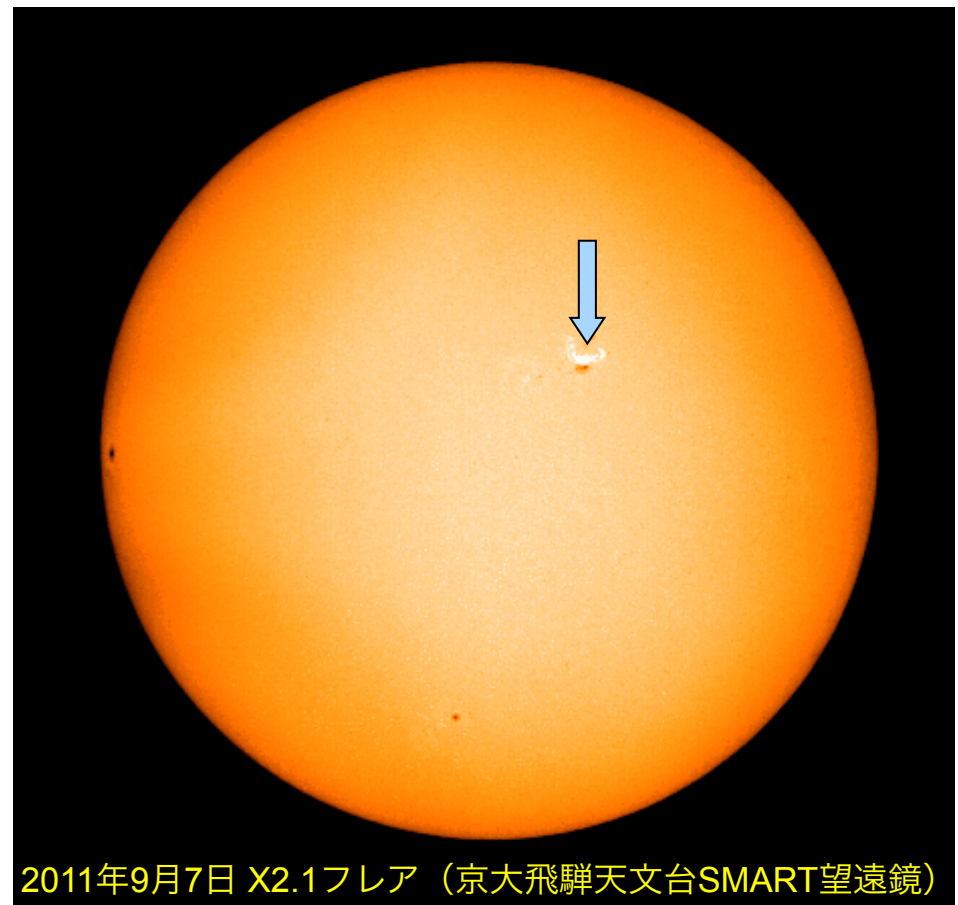


巨大黒点のある星の自転が原因？

スーパーフレアの想像図



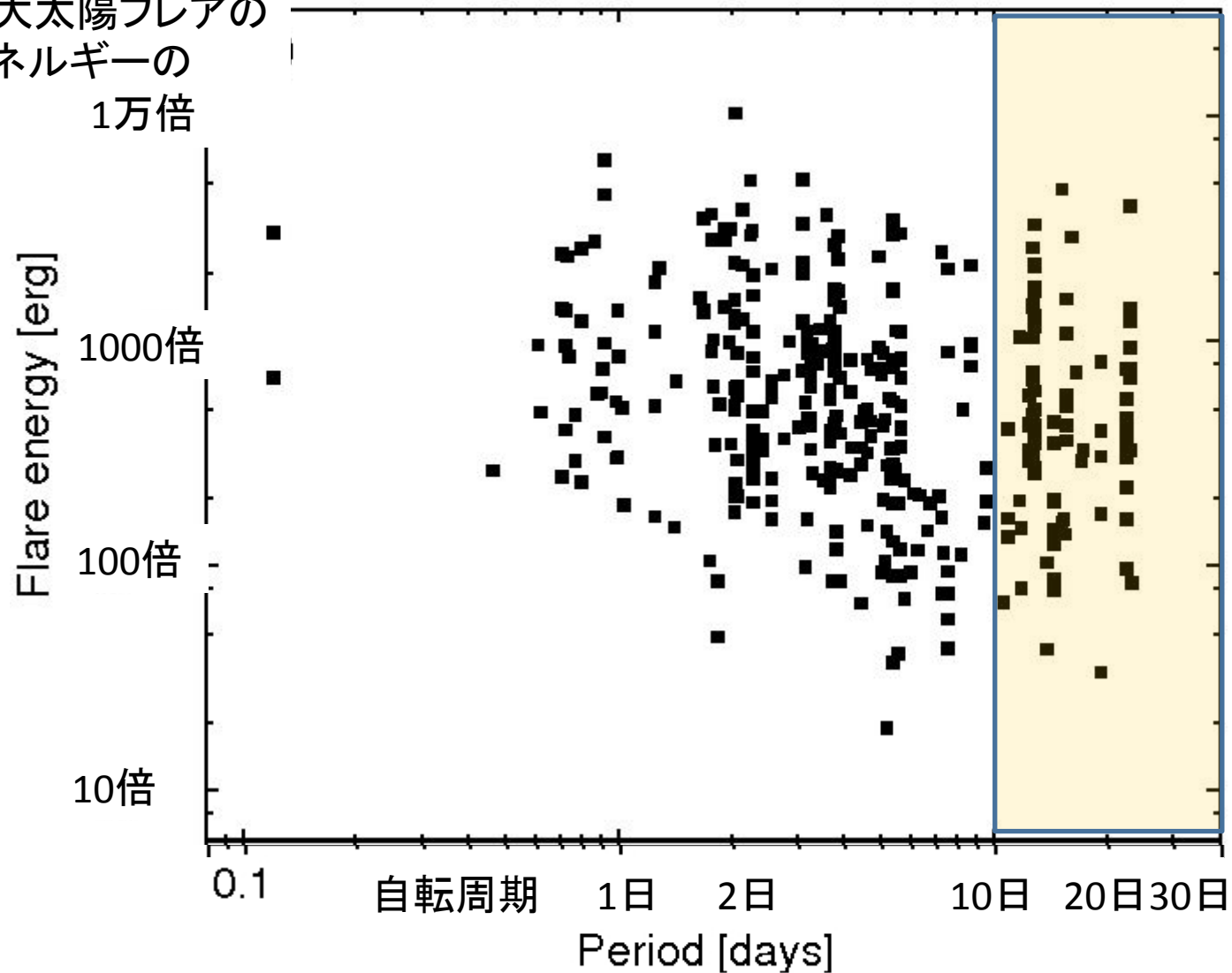
太陽フレア (実際の観測)



2011年9月7日 X2.1フレア (京大飛騨天文台SMART望遠鏡)

フレア・エネルギー vs 自転周期

最大太陽フレアの
エネルギーの
1万倍



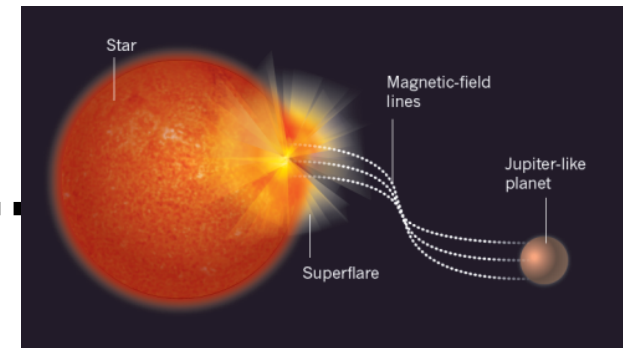
自転周期が
10日以上の星

太陽自転周期
は約25日

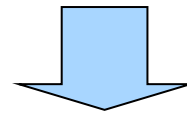
太陽でスーパーフレアは起こるか？

これまでの説

- 太陽型星でのスーパーフレアの必要条件の1つとして、ホットジュピター（星のすぐ近くを公転する木星のような巨大惑星）の存在が考えられていた
- **太陽ではスーパーフレアは起こらない**



この研究で分かったこと

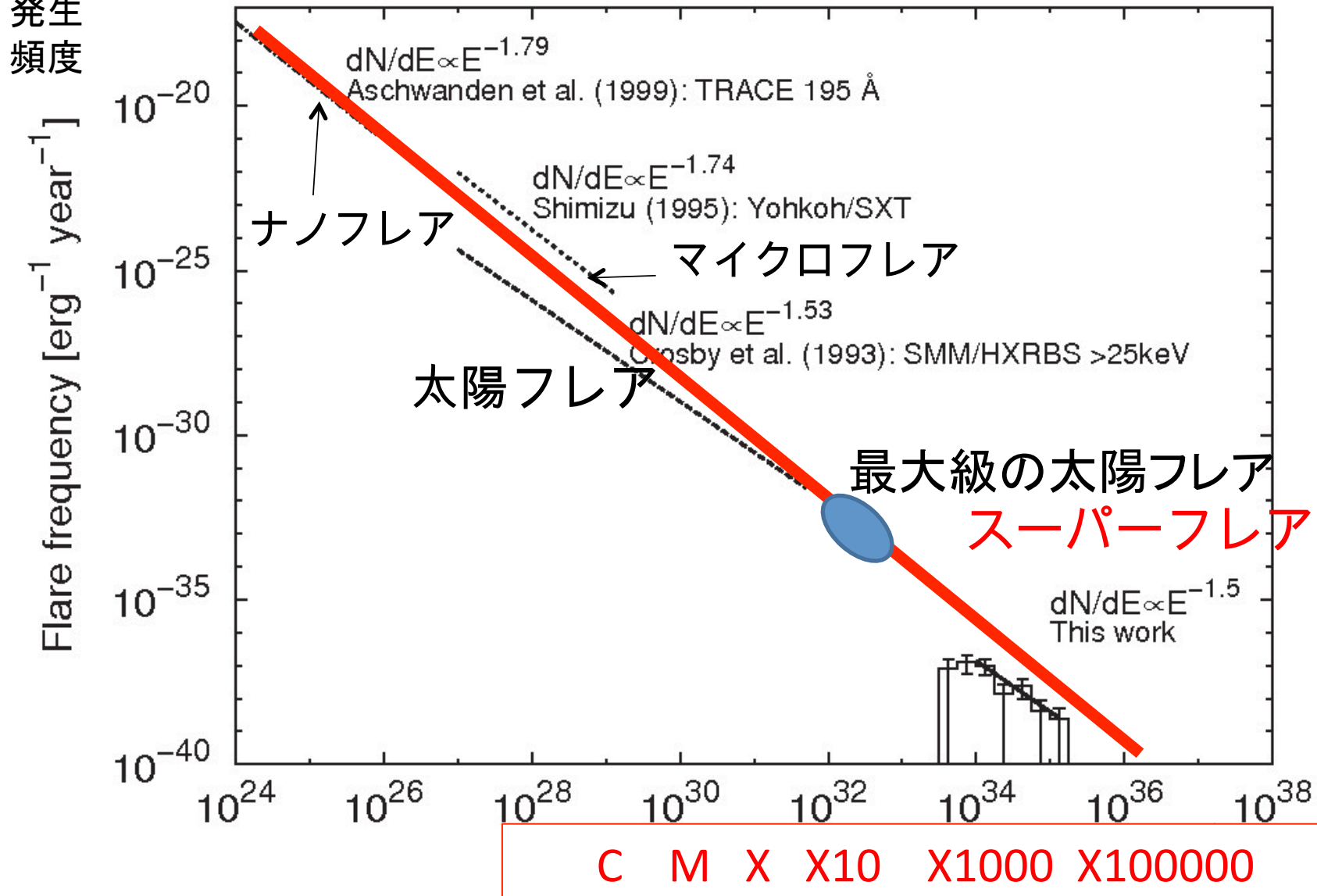


- スーパーフレアを起こす 148星の中に惑星が発見された星は1つもない
- 全てのスーパーフレアがホットジュピターによって引き起こされているとするならば、10個程度は惑星を持つ星が見つかる予想される。
- **巨大フレアと関係のあるホットジュピターは稀**

太陽フレアとスーパーフレアの発生頻度分布

Maehara ら (2012)
Nature

フレア
発生
頻度



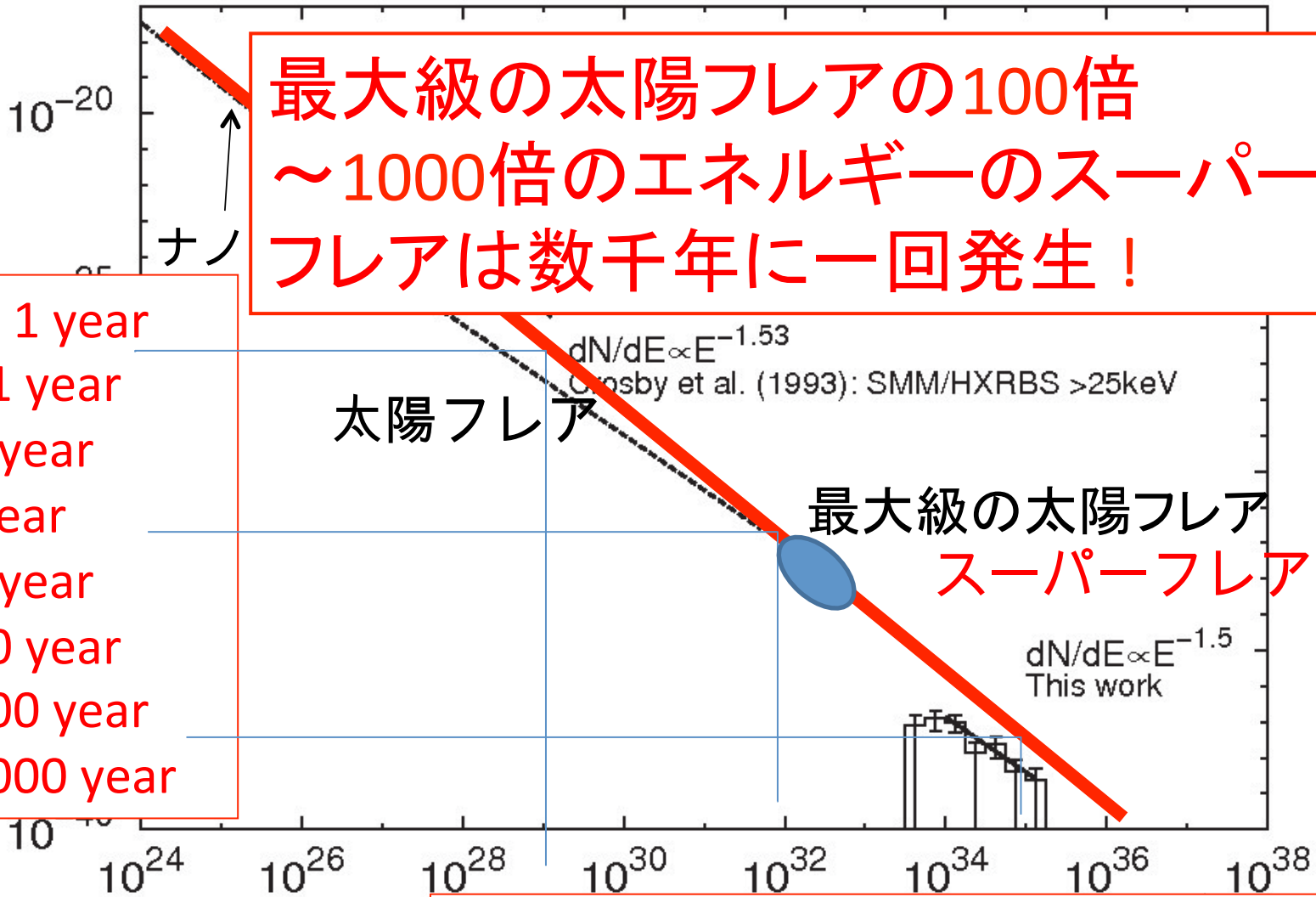
太陽フレアとスーパーフレアの発生頻度分布

Maehara ら (2012)
Nature

フレア
発生
頻度
[year^{-1}]

最大級の太陽フレアの100倍
~1000倍のエネルギーのスーパー
フレアは数千年に一回発生!

- 1000 in 1 year
- 100 in 1 year
- 10 in 1 year
- 1 in 1 year
- 1 in 10 year
- 1 in 100 year
- 1 in 1000 year
- 1 in 10000 year



C M X X10 X1000 X100000

もし、最大級の太陽フレアの 100倍～1000倍のスーパーフレアが 起きたら？

- 全人工衛星故障？
- 宇宙飛行士・航空機乗員被曝？
- 全地球規模で大停電！？

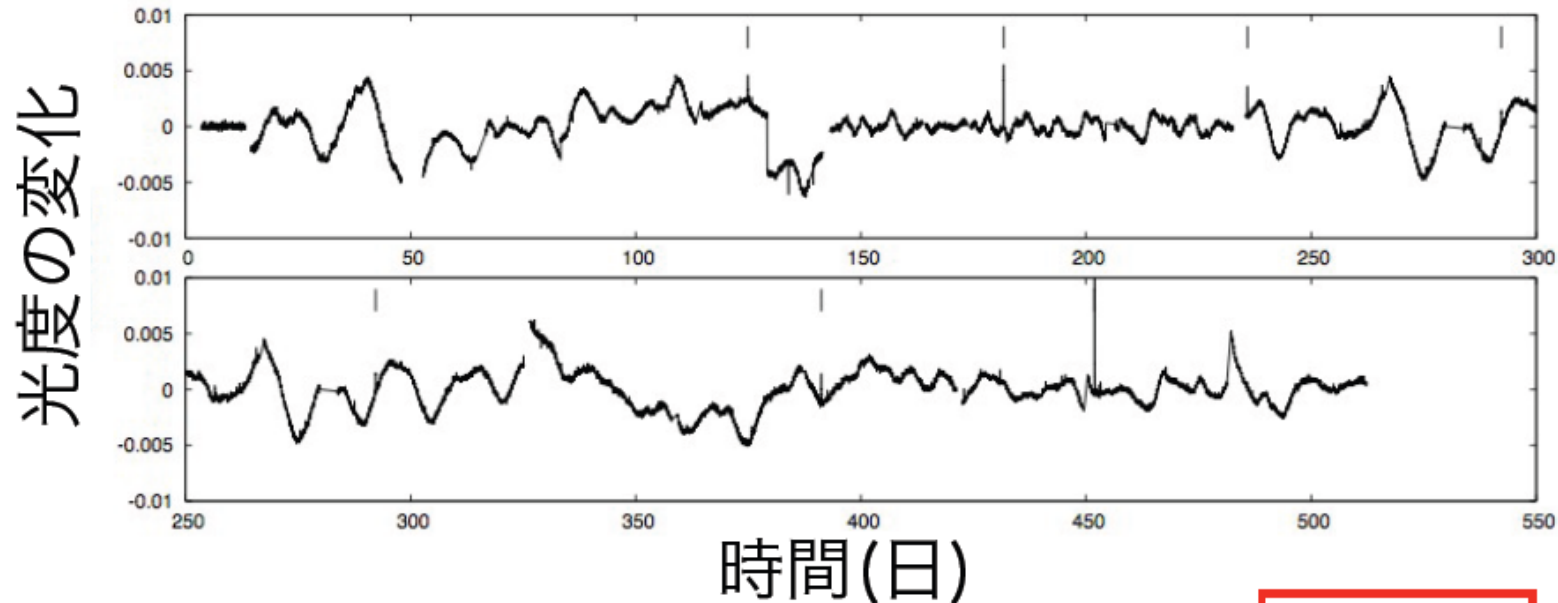
もし、最大級の太陽フレアの 100倍～1000倍のスーパーフレアが 起きたら？

- 全人工衛星故障？
- 宇宙飛行士・航空機乗員被曝？
- 全地球規模で大停電！？
- 福島原発事故クラスの事故が地球上の
全原発で発生？
- 全地球規模で通信障害発生？

スーパーフレアが起きたら 地球はどうなるか？

	巨大フレア (1989年3月13日)	キャリントン・ フレア (1859年)	スーパー・ フレア (巨大フレアの 100~1000倍)
放射線 (航空機内の推定値)	4mSv	20mSv	400~4000mSv ?
地磁気嵐	540nT (全米でオーロラ)	1760nT (赤道帯でオーロラ)	5000~ 15000nT ?
社会への影響	ケベック州大停電 電波通信障害 気象衛星故障 衛星放送停止 (被害総額数100億円 以上)	電信局の火事 >今起きたら 中高磁気緯度の <big>大停電</big> 多くの衛星の故障 地球規模の通信障害 GPS故障 (被害総額1兆~2兆ドル)	地球規模の大停電 オゾン層破壊 全衛星の故障 地球規模の通信障害 全航空機飛行停止 船舶運航停止 GPS停止 ITインフラの破壊

最もスーパーフレア発生頻度の高い太陽類似星

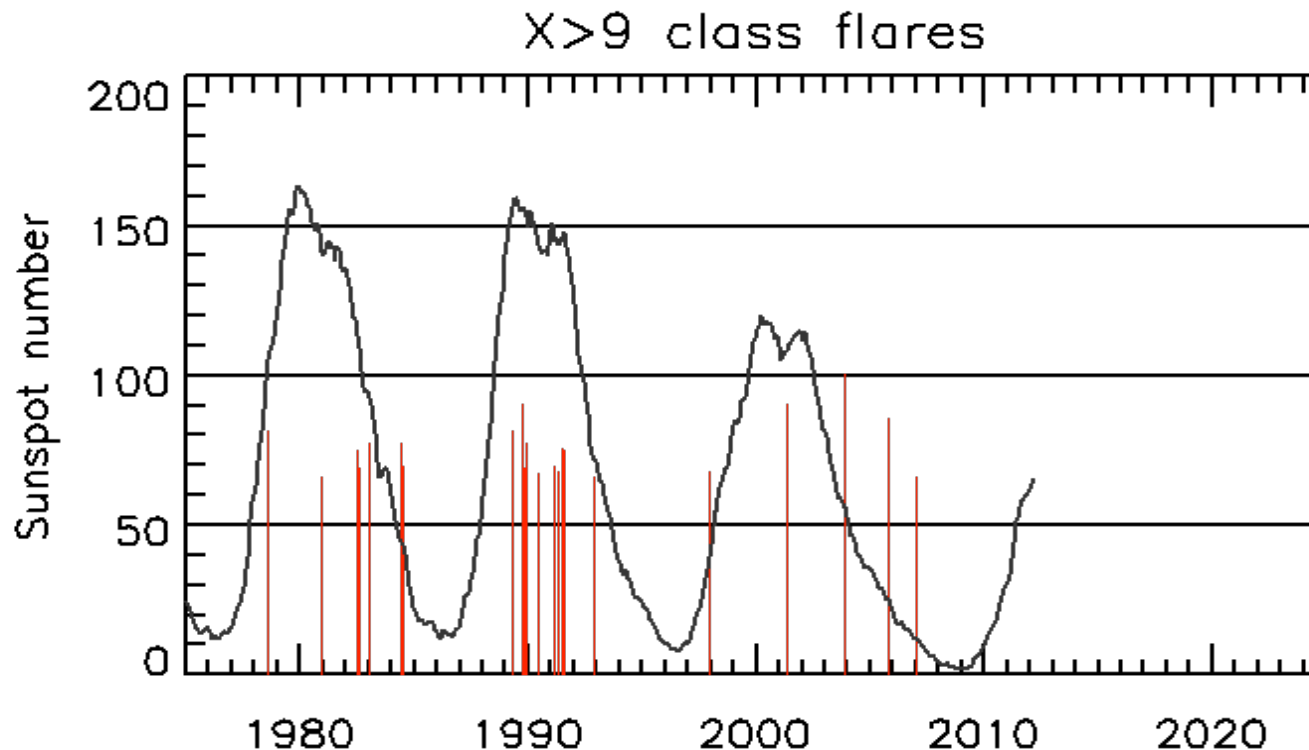


KPID = 10471412 $T_{\text{eff}} = 5771(K)$ $\log g = 4.1$ KPmag = 13.5 $P_{\text{rot}} = 17.1(d)$

- 約500日間に7回のスーパーフレアを起こす
(100日に1回以上)
- 最大のフレアは 5×10^{35} erg
(最大級の太陽フレアの5000倍)

黒点数が少なくなれば巨大フレアは 起こらなくなるか？

- No !
- 巨大フレアは黒点数が減少しつつある減衰期に起こることが多い



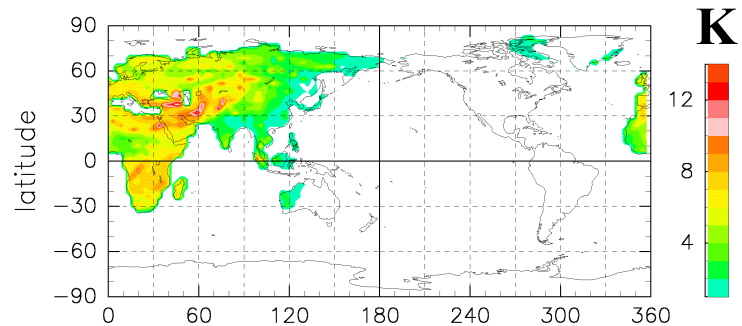
もし、1万倍～3万倍のスーパーフレア が起きたら？

- 三好博士(九州大)、品川博士(NICT)と共同研究
- 最大級の太陽フレアの1万倍のエネルギーのスーパーフレアが起きると、太陽の明るさが2倍程度増加する可能性がある。
- そのときの地球の地表温度の変化を地球大気の大循環モデルを用いて計算した。
- 太陽が突然2倍明るくなり、2時間継続すると、砂漠(＋草原)地帯の温度は、5～10度上昇。
- 3倍明るくなり、5時間継続すると、温度は～40度上昇。

温められた地表から激しい上昇気流(対流)が発生するだろう
それによって激しい横風が発生し、都市を破壊？

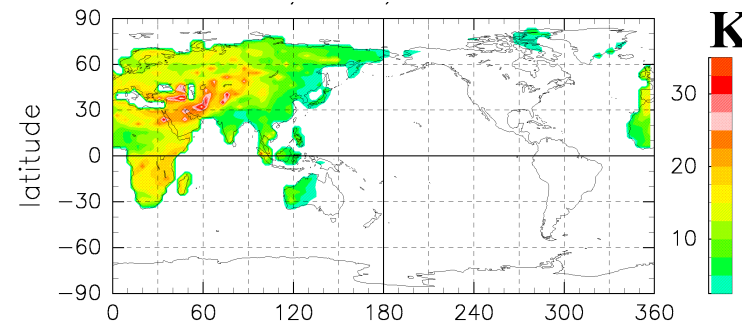
地面温度変化の経度—緯度分布(コントロールランとの差)

太陽フラックス2倍・継続時間2時間

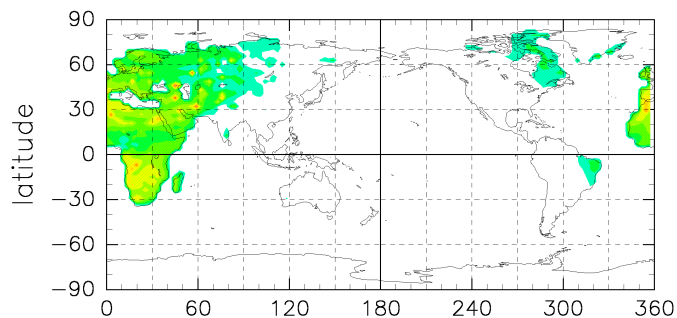


2時間後
(08UT)

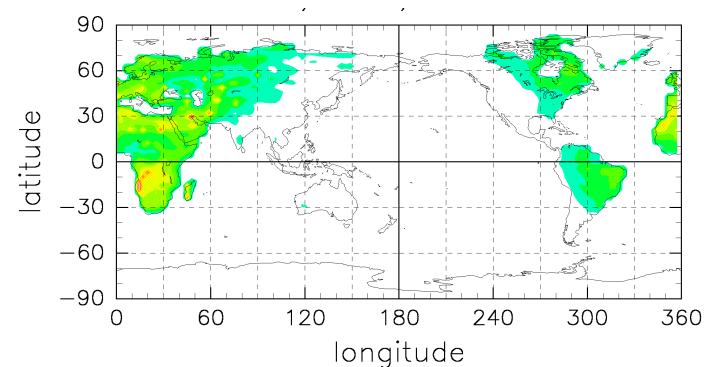
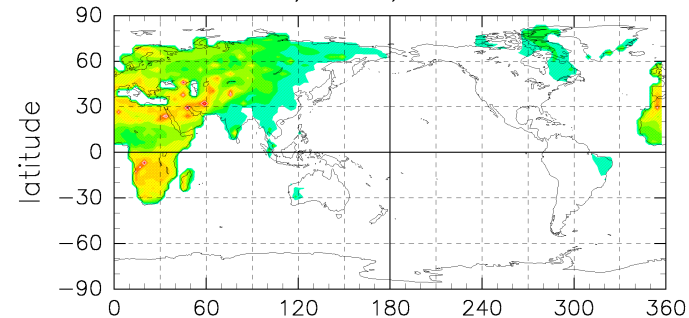
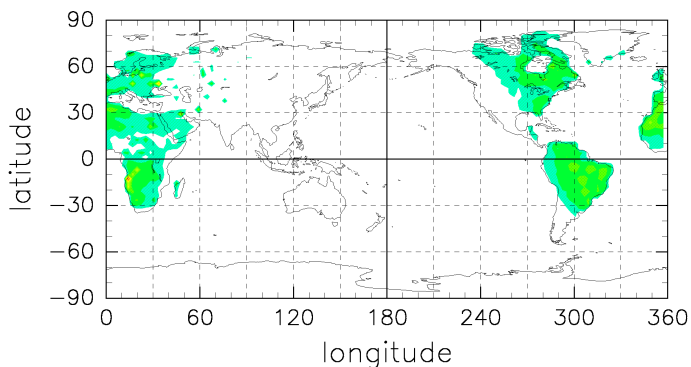
太陽フラックス3倍・継続時間5時間



4時間後
(10UT)



6時間後
(12UT)



映画 ノウイング (2009年、米国)

少年ケイレブは小学校の50年前のタイムカプセルの中から不思議な数字の羅列を持ち帰った。

そこには(未来の)災害が記されており、1959年から始まり2009年で終わっていた、、、

2009年には何が起こるのか？

それは2009年に
太陽の**スーパーフレア**
で人類が絶滅するという
恐るべき予言だった、、、



京大岡山3.8m望遠鏡計画

2006年(平成18年)8月2日 水曜日

口径3.8メートル アジア最大の望遠鏡

岡山に11年完成



京大などが建設するアジア地域で最大の天体望遠鏡のイメージ図(京都大提供)

宇宙の謎解明期待

京都大、国立天文台などは、岡山県にアジア地域で最大の口径3.8メートルの天体望遠鏡を建設すると発表した。日本初の分割鏡式の望遠鏡で、大規模な天体望遠鏡を建設するに当たり、2011年に完成予定。岡山から千億円規模の資金援助を受ける。岡山県は、建設費の約半額を補助する。岡山県は、建設費の約半額を補助する。岡山県は、建設費の約半額を補助する。



望遠鏡作りを支援するITベンチャー社長

民間の企業家も 基礎科学に資金を

「国内最大の望遠鏡作りに力を貸してほしい。京大時代の同級生の依頼に私財を投じて心えることにした。建設費10億円の大半を負担する。そのための会社も設立した。」「期待されていると思う」と使命感が生まれた。天文少年で宇宙物理学を専攻したが、京大は理論が強く観測はもうひとつ。来る口径30メートル時代には、同建設する望遠鏡は直径3.8メートル。世界的には小ぶりだが、「ここで開発する分割鏡製作の技術が面白い」。世界最大級のすばる望遠鏡(口径8.2メートル)は一枚鏡。次に



福岡県生まれ。日本IBMなどを経て、96年にインターネット総合研究所を設立。工学博士。岡山県に建設する望遠鏡は11年に利用開始予定。52歳。

藤原 洋さん
「これでは世界と勝負できない」と直観し、コンピューターの世界へ進んだ。企業家として活躍する傍ら「基礎科学が官に支配されるのはおかしい」と考えてきた。岡山県に京大などと共同で製作時間を大幅短縮で製作時間を大幅短縮できる。次世代望遠鏡に必要な高精度の鏡を素早く作る技術を別の産業に鏡を組み合わせる分割鏡が欠かせないからだ。鏡は超精密技術を誇る岐阜県の会社が開発中の研削機で削る。「従来は手作業で磨いたが、これで製作時間を大幅短縮できる」。次世代望遠鏡に必要な高精度の鏡を素早く作る技術を別の産業に

超巨大30m望遠鏡の基礎技術開発
ガンマ線バーストなどの突発天体や系外惑星、
太陽型星のスーパーフレアを探索、解明

京大同窓生の藤原洋さんの資金援助(6億円)
による産学連携により開始。3年後完成予定。
ただし予算が足りない

ぜひ、ご支援を！

まとめ

- 自転速度が太陽と同じくらいの太陽型星で、スーパーフレア (10^{34} - 10^{36} erg) が100例以上発見された。その統計的解析の結果、**我々の太陽で、最大級のフレアの1000倍 (10^{35} erg) のスーパーフレアは、およそ数1000年に一度の頻度で起こる可能性があることが判明した。**
 - ⇒ 本当に起きれば、地球は大災害！
 - ⇒ ただし、これでは人類は絶滅しない
- 今後は、スーパーフレア星の分光偏光観測が重要 ⇒ 3.8m望遠鏡

ご清聴ありがとうございました