### 太陽、地球、宇宙人

柴田一成

京大理学研究科附属天文台 教授・台長京大宇宙総合学研究ユニット 副ユニット長

### 京都大学大学院 理学研究科 附属天文台

### 花山天文台

### 飛騨天文台





太陽系、太陽観測で世界 的成果

日本のアマチュア天文学 発祥の地

(山本一清 初代台長)



京都市山科区 創立:1929年

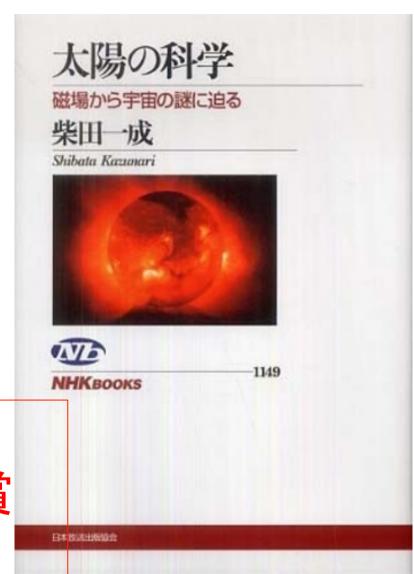


岐阜県高山市 創立:1968年

2010年 1月30日発行

税込で 1018円

2010年度 講談社科学出版賞 受賞!



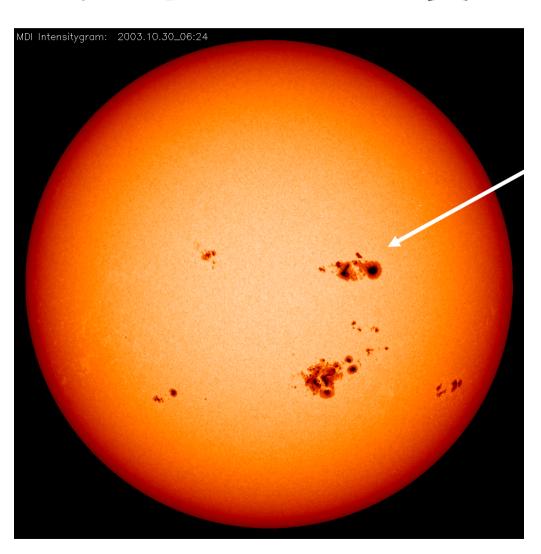
### 話題

- 太陽とは?
  - 一太陽の驚くべき素顔が見えてきた
- ・ 太陽活動と地球
  - 一地球は激しい太陽活動に大きく影響されていることが判明した
- ・ 宇宙と人間
  - 一宇宙人はいるのか?
    - 人類は宇宙に進出して宇宙人になれるのか?
- ・おわりに

## 太陽とは

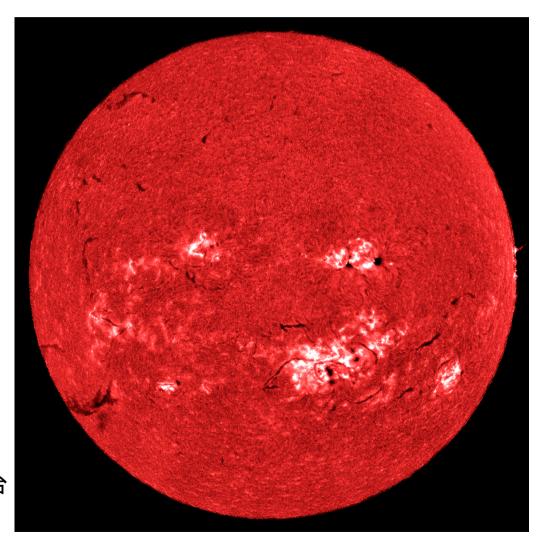
一太陽の驚くべき素顔

# 可視光で見た太陽 (光球=6000度)



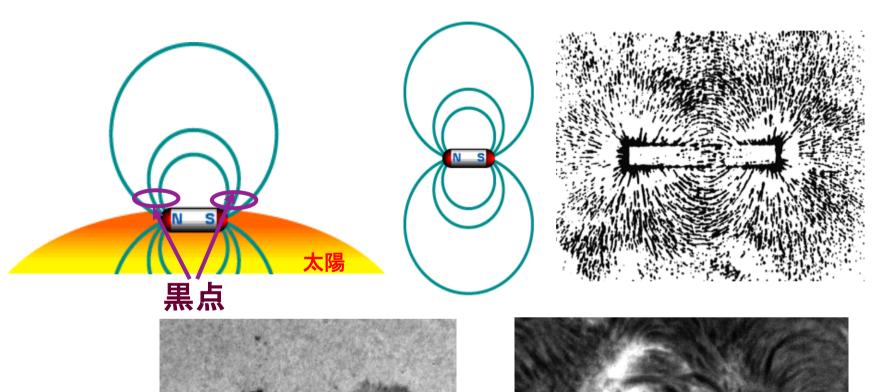
黒点

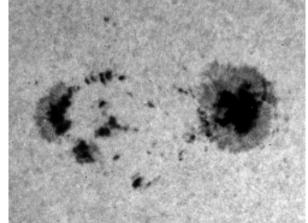
### Hα線(水素原子のスペクトル線)で見た太陽 (彩層=1万度: 光球の上層大気)

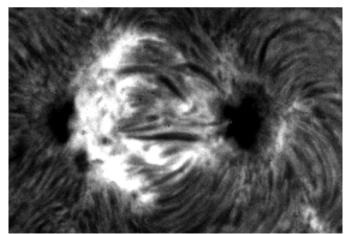


2003年10月 京大飛騨天文台

# 黒点の正体=巨大な磁石







### 太陽フレア

19世紀中頃発見 黒点近傍で発生=> 磁気エネルギーが源 サイズ~(1-10)万km 全エネルギー 10<sup>29</sup> - 10<sup>32</sup>erg (水爆10万-1億個) Hida FHT ha 10-Apr-2001 05:19:00,000 UT

500

7

-500

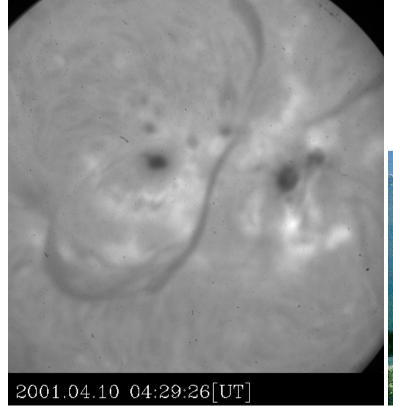
-1000

-500

X (arcsecs)

 $H\alpha$ 

彩層 1万度

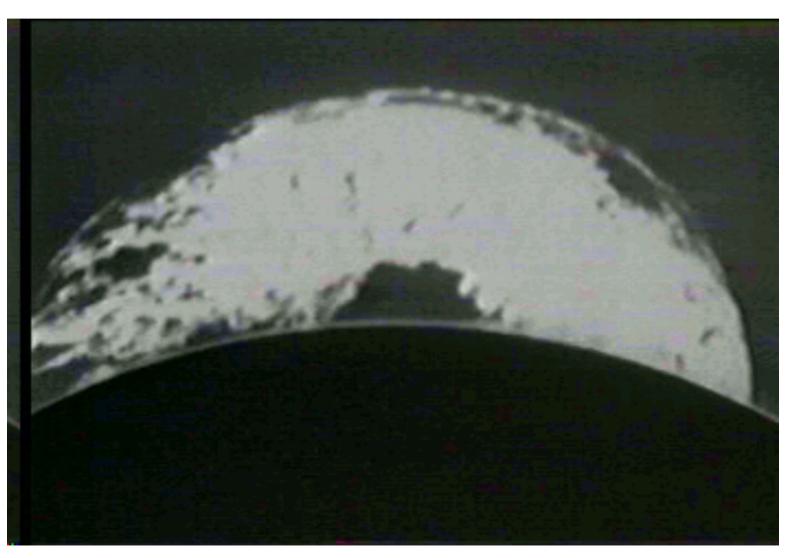




京大飛騨天文台

# 太陽プロミネンス噴出

(史上最大:1946年6月4日)



X線で見た コロナ (「ようこう」衛星 による)

> 軟X線 (1 keV) 200万度一 数千万度

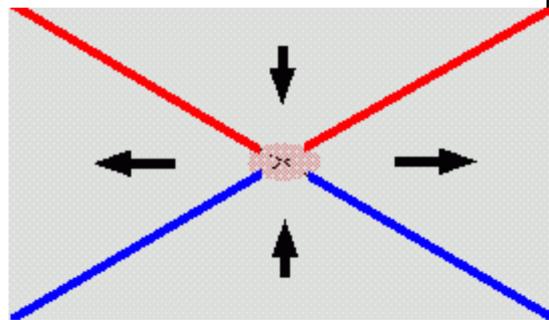


### フレアの正体

磁気リコネクション (磁力線つなぎかえ) Ηα X線 arcade Hα two ribbon

### 磁気リコネクション とは?

磁力線(「ゴムひも」に似た性質)



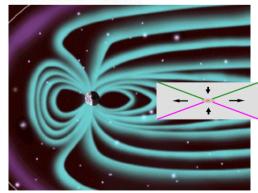
http://www-solar.mcs.st-andrews.ac.uk/~eric/

磁気エネルギーを短時間の内にプラズマの 運動エネルギーや熱エネルギーに変換



RC98-05 • ST ScI OPO • January 7, 1998 • J. Trauger (JPL) and NASA

Hα two ribbon



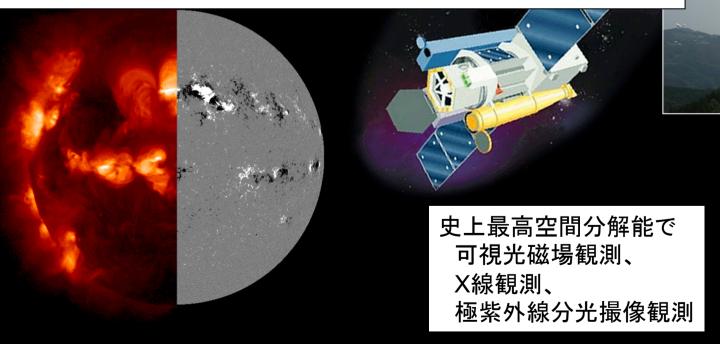
地球磁気圏でも発生

# 最新太陽観測 ひので衛星が見た太陽

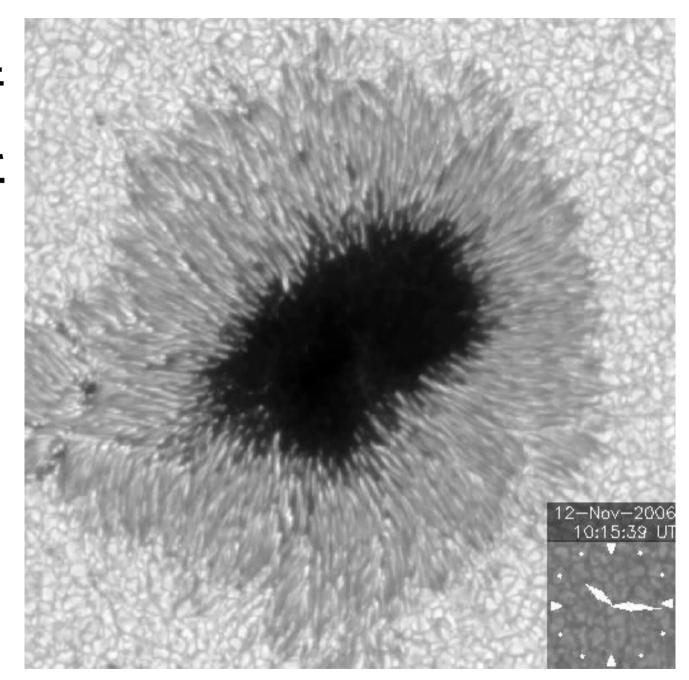
### 日本の新しい太陽観測衛星 ひので(Solar B) 衛星

http://solar-b.nao.ac.jp/

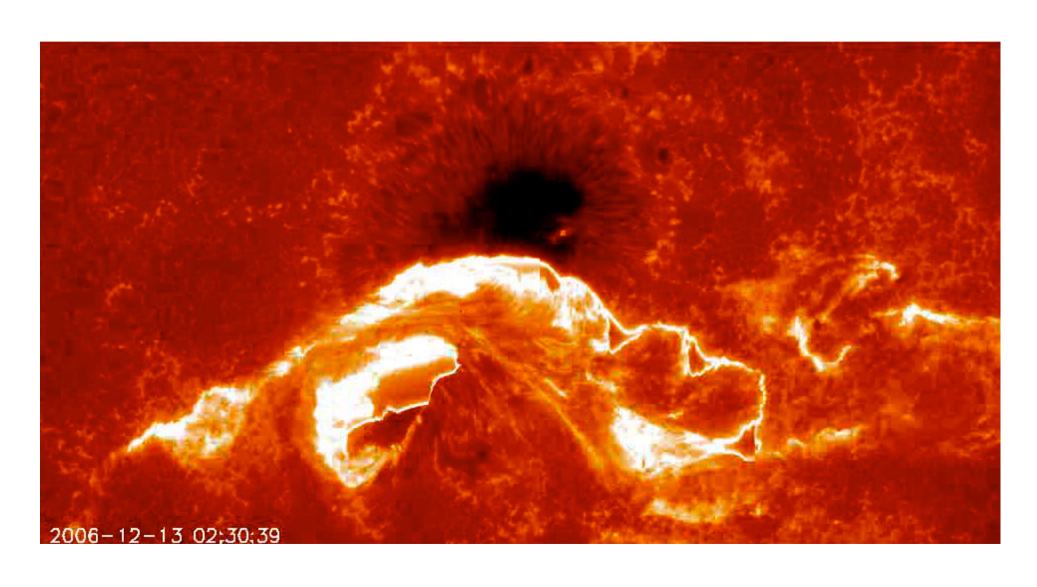
コロナ加熱機構やフレア発生機構の 解明を目的として 2006年9月23日内之浦より打ち上げ成功



# ひので衛 星が見た 黒点

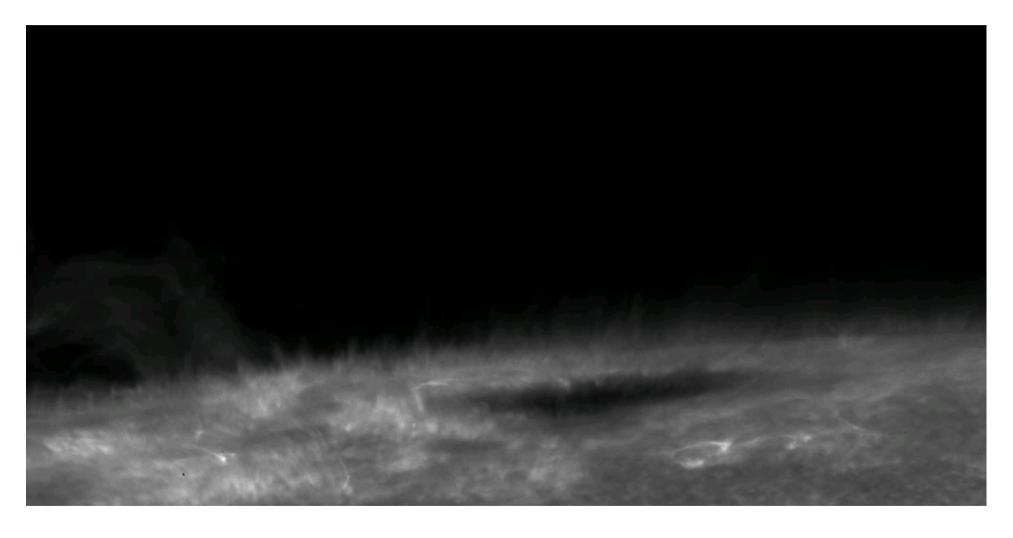


# ひので衛星が見た太陽フレア (可視光望遠鏡)



### 太陽彩層はジェット、小フレアに満ち満ちている

(Shibata et al. 2007 Science)

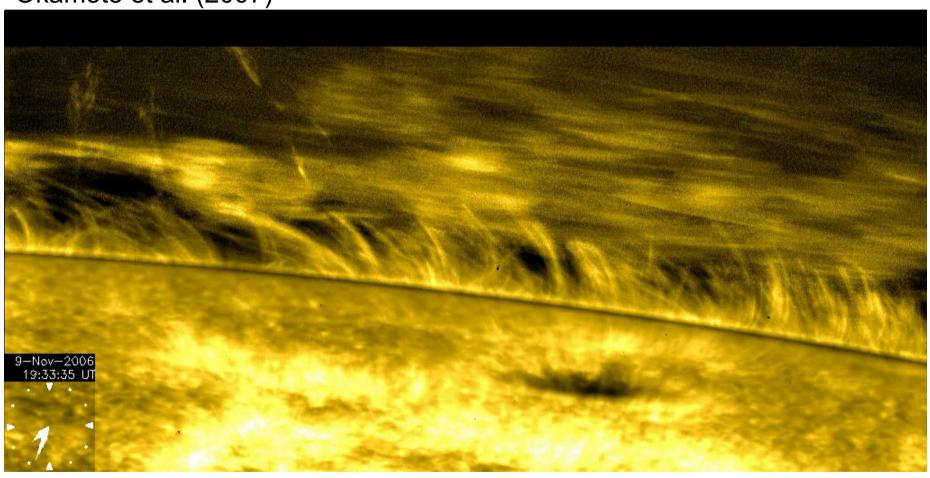


2006 Dec 17 20:00-21:00 UT ひので衛星可視光望遠鏡で見た彩層(Call H filter)

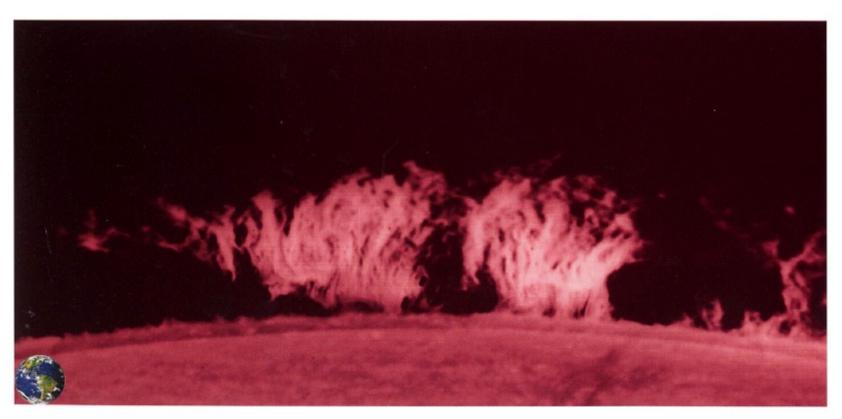
### ひので衛星が見たプロミネンスと彩層

Okamoto et al. (2007)

Hinode/SOT Ca II H



## プロミネンスはなぜ浮かんでいる のか?



京大飛騨天文台撮影



# 京都新聞

### 2011年4月14日に Nature 論文出版 記者発表、京都新聞、NHK京都などで報道

#### 太陽「紅炎」内に対流 京大教授ら解明 フレア仕組み解明へ

👜 印刷用画面を開く

京都新聞社 〒1817年5日 〒成23年4月15日 3時50分 更新

太陽のプロミネンス(紅炎)内で対流現象が起こっていることを、京都大理学研究科付属天文台の柴田一成教授、大学院生のアンドリュー・ヒリアさんたちのグループが突き止めた。通信障害などを引き起こす太陽フレア(太陽表面爆発)の発生の仕組みの解明(こつながる成果という。英科学誌「ネイチャー」で14日発表する。

プロミネンスは、太陽の大気が赤い炎のように見える現象。外周のコロナの100万度と比べてずっと低い数千~

Fig.2

Prominence bubble

プロミネンス内を浮き上がっていく「泡」のようなガス (白線内の下側の矢印部分、柴田 一成教授提供)

数万度の重いガスが、強い磁場に支えられて浮かんでいると考えられていた。ところが2006年、日本の太陽観測衛星「ひので」によって、プロミネンス内に「泡」のようなガスが浮かび上がっていく様子が観測され、「泡」の正体の解明が待たれていた。

教育·大学

観光·社寺

国際

TOP

滋賀TOP

政治·社会

スポーツ

経済

環境·科学

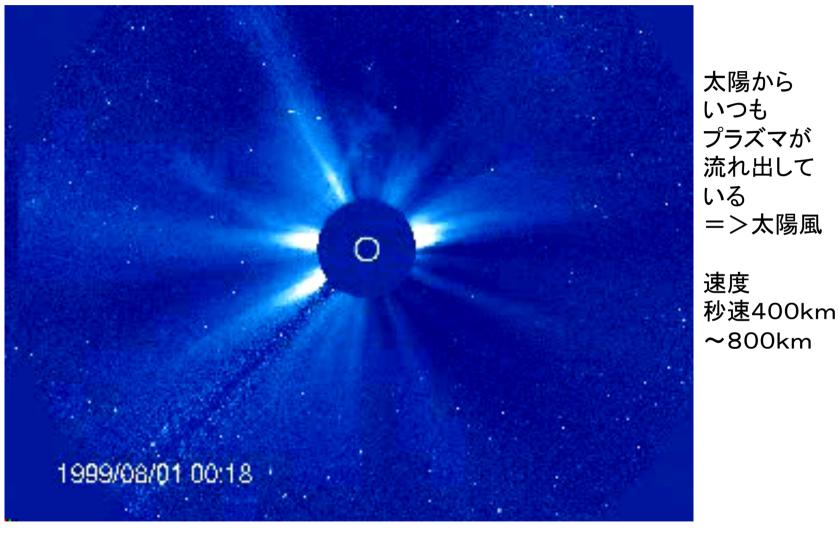
地域,総合

柴田教授たちは「ひので」と米国の太陽観測衛星「SDO」の観測、コンビューター・シミュレーションによって、「泡」は高温の軽いガスであるために、プロミネンス内で対流が発生することを解明した。 泡は、磁力線を伴って浮上することも分かった。

## 太陽活動と地球

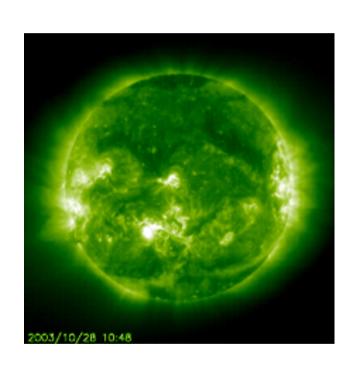
### 太陽風とコロナ質量放出(CME)

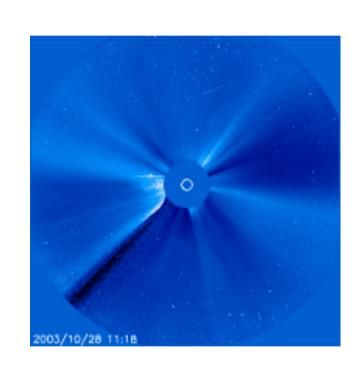
(SOHO/LASCO, 可視光/人工日食)



コロナ質量放出の速度:100~1000km/s、質量:10億~100億トン

### 2003年10月28日のフレア (史上3番目のX線強度)





• 10月28日 世界時11時 フレア発生

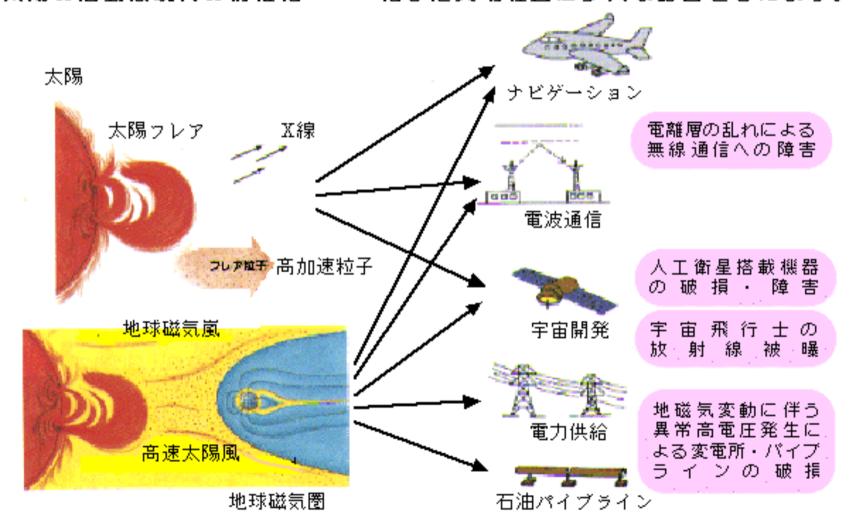
### 北海道で観測されたオーロラ



2003年10月29日 世界時14時

### 太陽活動の脅威

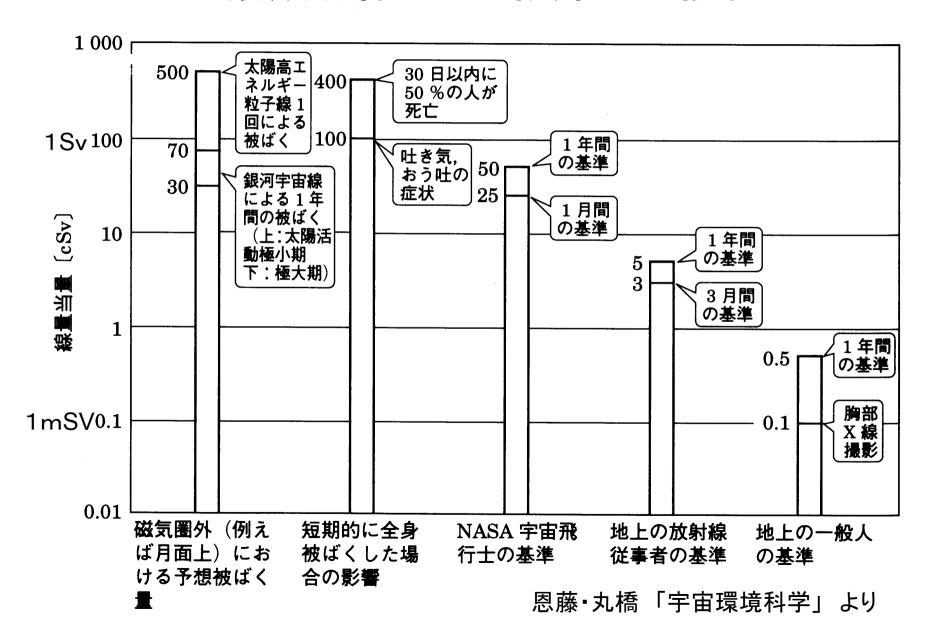
太陽の活動は現代の情報化・IT化した文明社会に多大な影響を与えます。



### 「宇宙天気予報」が緊急の課題

## ちょっと こわい話

### 太陽放射線による被爆の危険性



### 巨大フレアの発生頻度

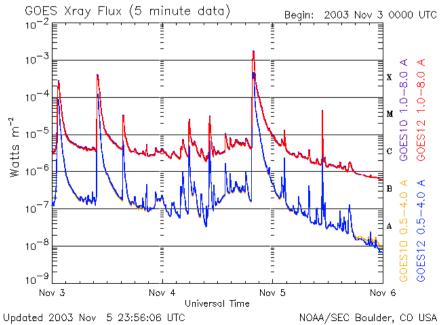
(GOES クラス分類:X線強度で分類)

- 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
- 1996 1
- 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?



### 太陽と生命、人間

- 過去に超巨大フレアが起きて生命に影響を与えた かもしれない
  - 恐竜の絶滅原因は超巨大フレアか?
- 生まれたばかりの星は超巨大フレア(太陽フレアの 100万倍の強度)を起こしていることが判明
- 地球上の生命は太陽活動の嵐をいかに生き延びてきたのか?
- 今後、人類は太陽放射線の荒れ狂う宇宙空間に進出することができるのか? 人類は宇宙人となれるのか? 宇宙人はいるのか?

宇宙人はいるか?

### 質問1: UFOは本当か?

UFO=Unidentified Flying Object

(未確認飛行物体)

答:はい、未確認のものは、

本当にある。

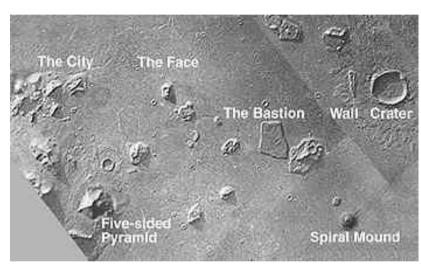
ただし、にせものも多い。

質問2: UFOは宇宙人の 乗り物か?

答:いいえ、今のところ、

その証拠はない。

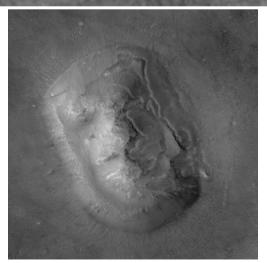
# 質問3:火星の人面岩は自然現象か宇宙人のしわざか?





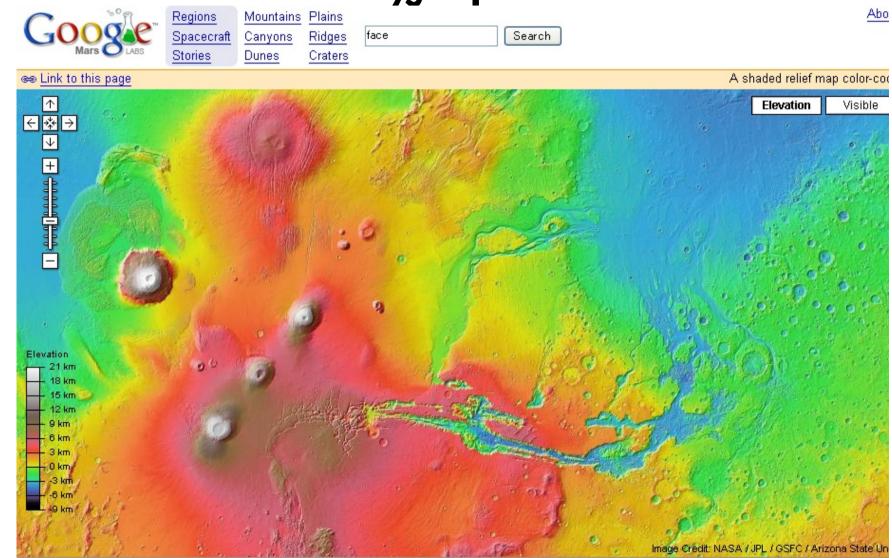
1976年 (バイキング 1号)

答: 自然現象らしい

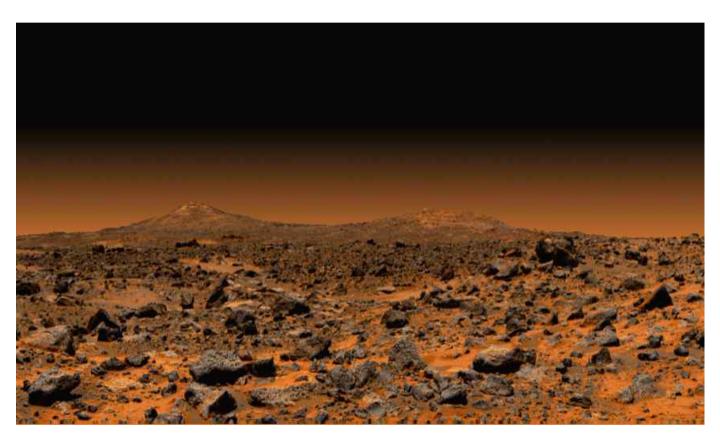


2003年 (マーズ グローバル サーベイヤー)

# 質問4: 火星には運河はあるか?



# 質問5: 火星には生物はいるのか?



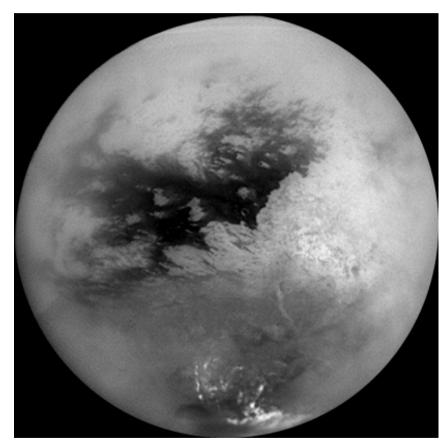
答: まだ

不明

火星の表面(マーズパスファインダー)

### タイタン 土星の衛星 大気を持つ不思議な衛星

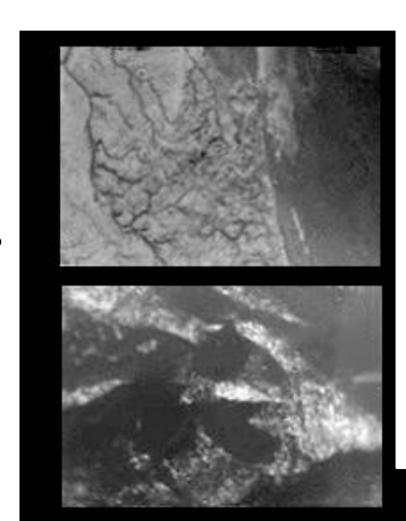




カッシニ衛星による

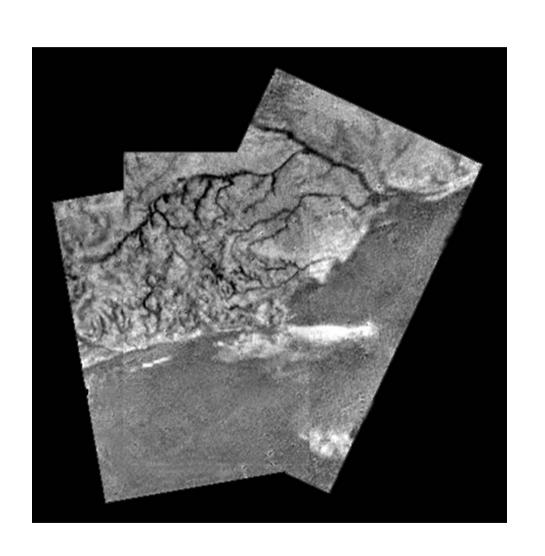
## 土星の衛星タイタンの表面写真 (カッシニーホイヘンス探査機)

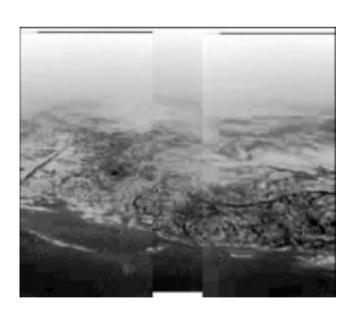
液体メタン の川と海?



Jan. 14, 2005

## タイタンの風景





### 質問6: 宇宙人はどれくらいいるか?

ドレーク方程式

• 答:

$$N = Rf_p n_e f_l f_i f_e f_d L$$

R = 1年間に銀河系の中で誕生する恒星の数~10

 $f_p$  = 誕生した恒星が惑星をもつ確率

 $n_e =$  恒星あたり生命生存に適する惑星の数

 $f_l$  = そのような惑星上に生命の生まれる確率

 $f_i$  = 生まれた生命が知的に成熟するまで進化する確率

 $f_e$  = 通信手段をもつ文化が現れる確率

 $f_d$  = 通信を行おうと望む確率

L = 文明の寿命

### 質問7の答えの続き

• 悲観論者

$$N = Rf_p n_e f_l f_i f_e f_d L$$

- 係数のすべてO. 1
- 文明の寿命 L=1000年
- 銀河系の中の文明数=0.01
- 楽観論者
  - 係数のすべて=1
  - 文明の寿命 L=10万年
  - 銀河系の中の文明数=100万

R=10 1年間に誕生 する星の数

## 銀河系に知的文明が100万あれば、隣の文明までの距離は?

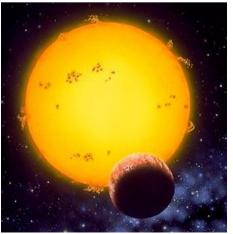
- 銀河系の大きさ:
   20万光年x20万光年x300光年
   = 4x10<sup>13</sup>光年<sup>3</sup>
- 文明間距離 (4x10<sup>13</sup>光年<sup>3</sup>/10<sup>6</sup>)<sup>1/3</sup>
   = 300光年

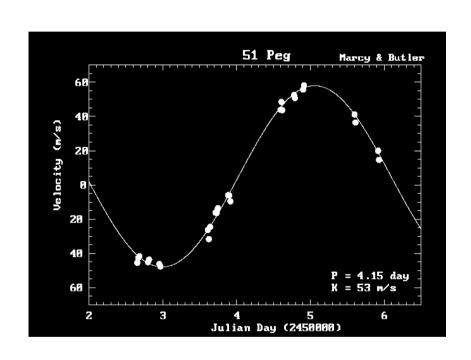
### 質問7: 宇宙人はどこにいるか?

- 悲観論者(銀河の中に1文明)
   隣の銀河、例えば、アンドロメダ銀河 光で100万年以上かかる
- ・楽観論者(銀河の中に100万の文明) 300光年隣の恒星にいる。

## 質問8 太陽系外惑星は見つかったか?

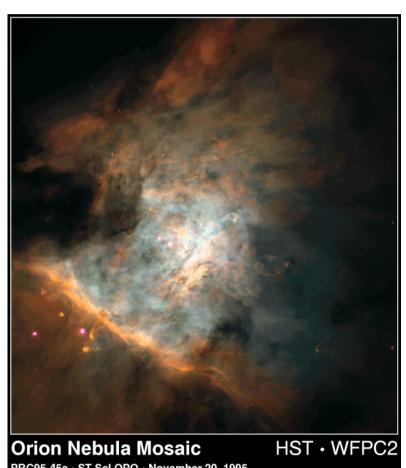
- 答: はい。最近、恒星のわずかな運動を測ることによって、木星質量の太陽系外惑星が続々と見つかり出した。
- (2011年4月15日現在、 543個)



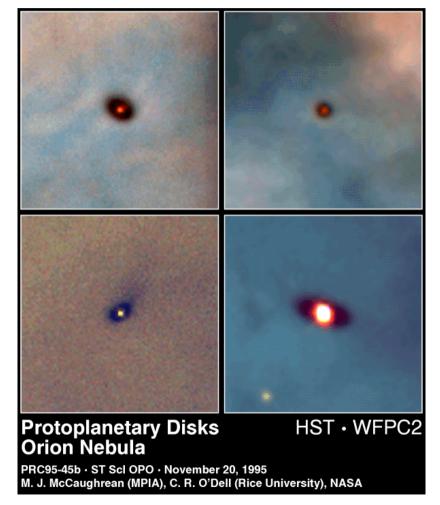


ペガスス座51番星(地球から約50光年の距離)の惑星による主星のふらつき(マイヤーとクエロッツ1995)

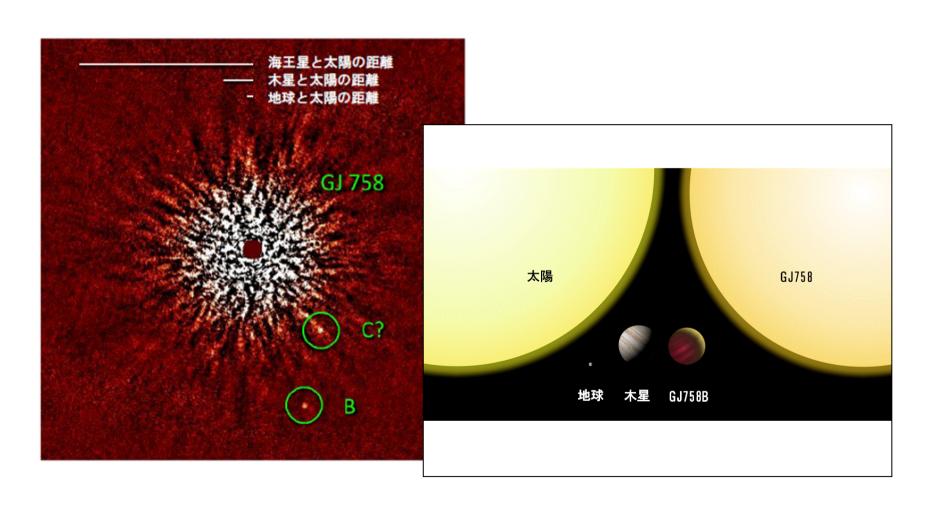
## 恒星、惑星は、今も銀河系の中で、 続々と生まれつつある



PRC95-45a · ST Scl OPO · November 20, 1995 C. R. O'Dell and S. K. Wong (Rice University), NASA



### すばる望遠鏡、太陽型星をめぐる惑星候補 を直接撮像で発見 (2009年12月)



## 質問9 宇宙の歴史と 人類の将来?

- 宇宙誕生 137億年前
- ・ 太陽および地球誕生 45-46億年前
- 原始生命誕生 40億年前?
- ・ 陸上脊椎動物(魚=>は虫類) 5億年前
- 恐竜絶滅 6000万年前
- チンパンジー 1000万年前
- 人類 100万年前
- 現世人類(新人) 20万年前
- 歴史時代 5000年

## 質問10 われわれは宇宙人を認識できるか?

- 宇宙人はわれわれより5億年進化が進んでいるかもしれない。
- だとすれば、われわれは宇宙人から見れば 魚のようなもの。
- 果たして魚はわれわれを認識しているだろうか?

## 今日の話のまとめ一太陽、宇宙と生命、人間

- 宇宙は爆発だらけであることが、近年の天文観測から判明
- 太陽よりはるかに巨大な爆発が至るところで発生している
- 生まれたばかりの星は超巨大フレア(太陽フレアの100万倍 の強度)を起こしていることが判明
- 地球上の生命は原始太陽の活動の嵐をいかに生き延びてきたのか?
- 地球以外の生命は?
- 今後、人類は生き延びて、宇宙人となれるのか?
- われわれは宇宙に進出できるのか?

=>答えは太陽・宇宙の観測にある

## おわりに



### NPO花山星空ネットワークの 目指すもの

天文台の施設と知的財産を活用して、宇宙や自然科学 の面白さを多くの人々と共に楽しみ、探求します。 青少年の理科教育と市民の生涯学習を支援します。







: 日本のアマチュア天文の父 山本一清(初代花山天文台長)

京都大学花山天文台は、創立当初からアマチュア天文家にも施設を 公開して、その育成に貢献すると共に、広く市民にも親しまれてきま した。この伝統と精神を継承し、科学を愛する市民が宇宙と自然につ いて学び、研究し、普及活動を行うことの出来る事業を展開します。

- ☆ 多くの市民に宇宙と自然の美を楽しむ機会を提供します。
- ☆ 小中高生の天文観測実習・体験を指導・支援し、理科好き な青少年を育成します。
- ☆ 天文・地学・物理を中心とした理科教員及びその候補生の 研修を支援します。
- ☆ 天文・宇宙科学の楽しさを市民に伝える科学解説者・ 学芸員及びその候補者の研修を支援します。

27日に開催する初の観望会を皮 切りに、市民向け観望会や施設 見学会を続ける。

### 京大花山天文台



# NPO法人への支援を呼びかける柴田教授 を山里空ネットワーク

くれる市民や企業を募っている。 念できるよう、天体観望会などの運営を肩代わりするため設置。賛助会員 苦しいスタートを余儀なくされている。同ネットは、天文台のスタッフが 星空ネットワーク」(理事長、黒河宏企・京大名誉教授)が、運営資金不 今年6月に京都大学花山天文台(京都市山科区)に設立されたNPO法人

は台長1 が、断らざるを得ないの 施設の見学の要望も多い 員6人は非常勤。年間予 が現状だった。 算は約1000万円で、 人で、残りの職

天文台の常勤スタッフ

員の仕事を肩代わりしよや施設公開にかかわる職このため、天体観望会 認められたものの、 今年6月にNPO法人に 同ネットを設立。

るにも計1 や施設の見学会を開催 万円が必要だが、 メン

の会費を合わせても

ぜひ会員になってください

ぜひ会報や絵葉書を買ってください

余力のある方は、ぜひ寄付をしてください

ご清聴ありがとうございました