



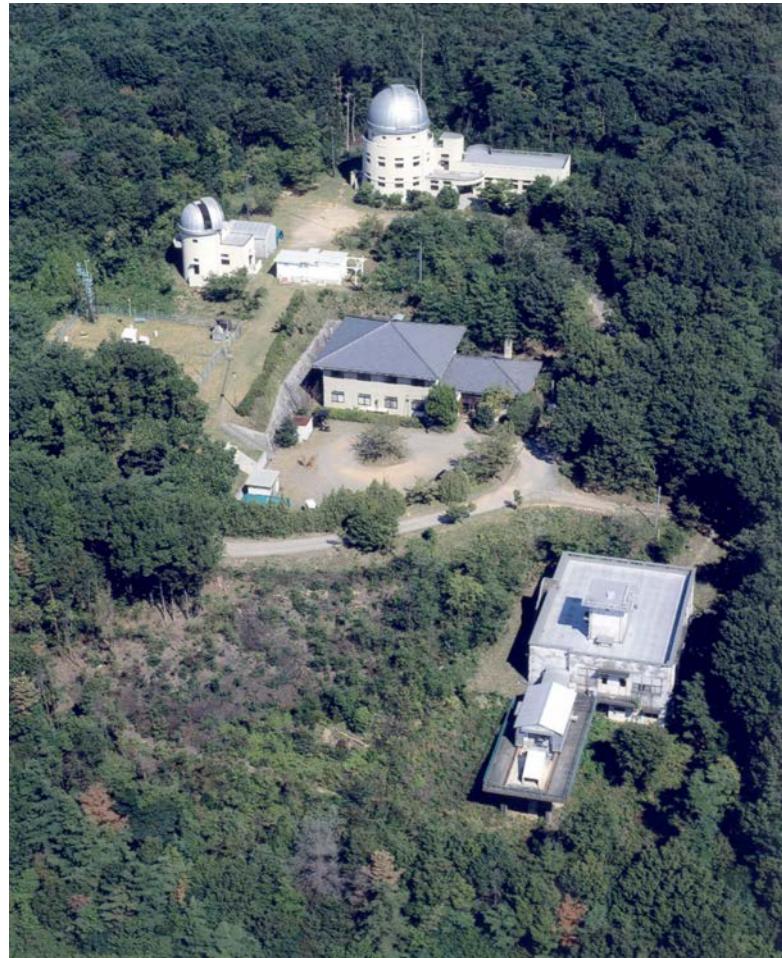
21COE市民講座「宇宙と物質の神祕をさぐる」
2006年11月11日(土)@京大時計台ホール

爆発だらけの宇宙

柴田一成
京大理附属天文台
(花山天文台)

京都大学大学院 理学研究科 附属天文台

花山天文台



京都市山科区 創立:昭和4年(1929年)

飛騨天文台



岐阜県高山市 創立昭和43年(1968年)

..... 大阪府立天文台の塔 MHD 3
Doc 移動 [Y] はじめよう 最新ニュース
マイ
ベ
W
Mec
V
W
d
W
gsv
八の
E

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 移動(G) ブックマーク(B) ツール(T) ヘルプ(H)

◀ ▶ ⌂ ⌃ ⌅ http://www.tentama.jp/trailer.html 移動 [Y]

TRAILER

本予告編 (ショート・バージョン)

天使の卵

NEWS

TRAILER

THEATER

LINK

REPORT

About the Movie 作品紹介

原作 村山由佳 Yuka Murayama

MUSIC SunSet Swish

HOME

TRAILER／本予告編 TRAILER／本予告編(ショート) TEASER TRAILER／特報

花山天文台で初の映画のロケ(昨年11月)

www.tentama.jp からデータを転送しています...

INTERVIEW 公式サイト

スタート

kipsuakwasan.kyoto... 天使の卵 - 映画作... 天使の卵 : TRAILER...

あ般 KANA 219 土曜日 2006/09/16

My
Documents

マイコン



ごみ



ペイント



Windows Media Player



WinS

dvdrw
Windgview
へのショInternet
Explor

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 移動(G) ブックマーク(B) ツール(T) ヘルプ(H)



http://www.tentama.jp/trailer.html

▼ 移動



TRAILER

本予告編



TRAILER／本予告編

TRAILER／本予告編(ショート)

TEASER TRAILER／特報

天使の卵

NEWS

TRAILER

THEATER

LINK

REPORT

About the Movie
作品紹介原作 村山由佳
Yuka MurayamaMUSIC
SunSet Swish

HOME

完了

スタート



kipsuakwasankyoto...

天使の卵 - 映画作...

... 天使の卵 : TRAILER...

CAPS KANA
2:15
土曜日
2006/09/16

講演内容

- ・ はじめに
- ・ 太陽面爆発(フレア)
- ・ 太陽活動と地球
- ・ 宇宙ジェット
 - － 活動銀河核
 - － 近接連星系
 - － 星形成領域
- ・ 宇宙ジェットの起源は何か？

1. はじめに

- 19世紀 永遠不变の静かな宇宙



- 20世紀前半 進化する宇宙

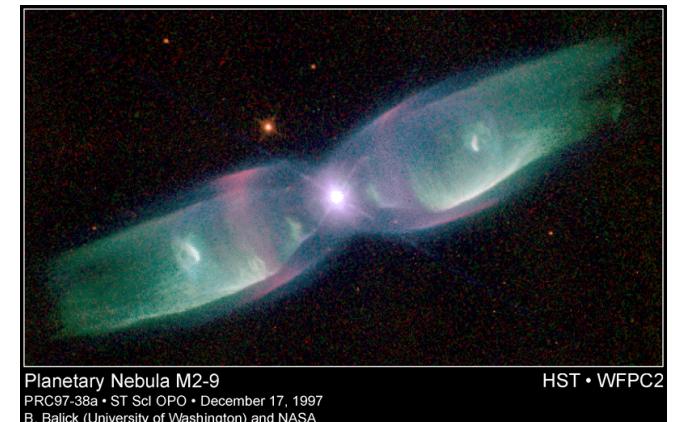
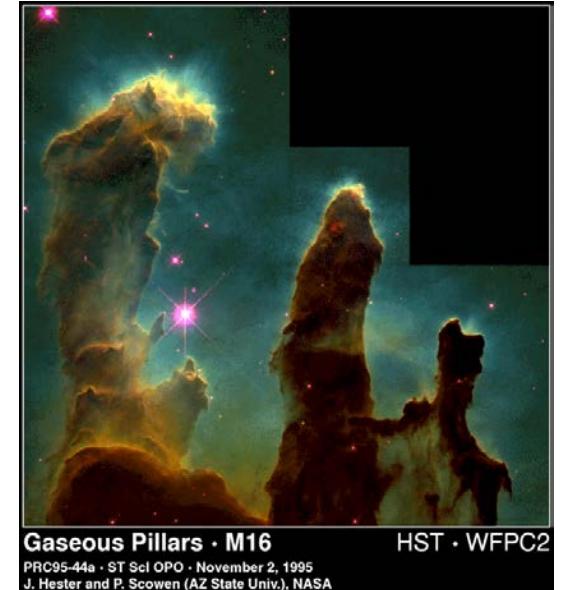
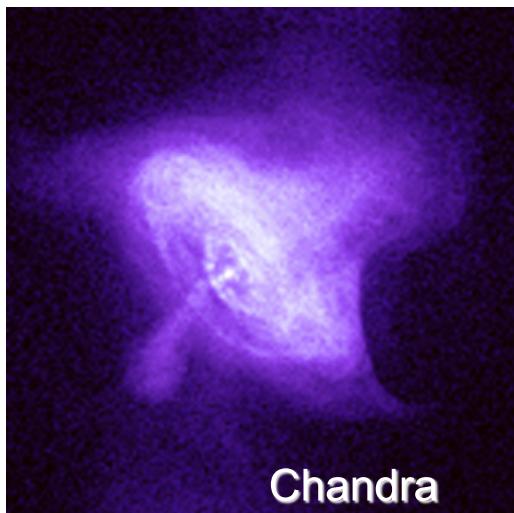
↓ 電波、X線、赤外線

- 20世紀後半 活動する宇宙

宇宙は爆発・ジェットだらけ！

星は進化する

- 形成 星間雲=>主系列星(太陽)
- 進化 主系列星(太陽)=>巨星
- 死 (軽い星:太陽) 惑星状星雲
=>白色矮星
(重い星) 超新星爆発
=>ブラックホール
中性子星



クエーサーの発見 1960's (QSO: 3C273)

星のように見えるが、
実際は銀河の中心核

=> 活動銀河核
距離～25億光年

=> 膨大なエネルギー
解放率 $\sim 10^{46}$ erg/s

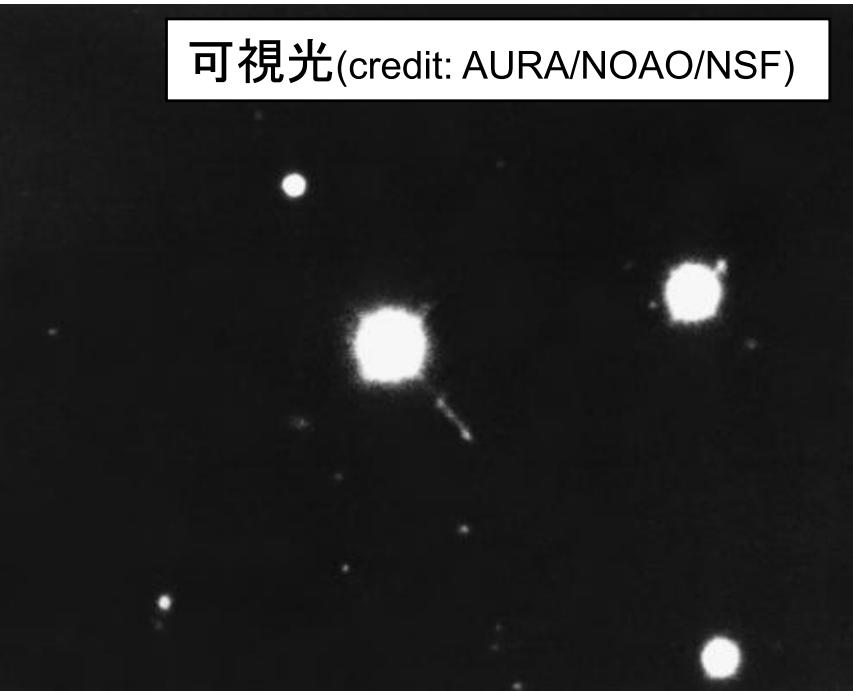
解放された全エネルギー

$\sim 10^{62}$ erg $\sim 10^{55}$ J

～2兆の1000兆倍の1000億倍
個の水爆のエネルギー

<http://www.seds.org/~spider/spider/Misc/Pics/3c273kp.jpg>

可視光(credit: AURA/NOAO/NSF)



宇宙最大の爆発

私の青春の夢

宇宙最大の謎の活動銀河核(とそのジェット)を
生きているうちに解明したい！

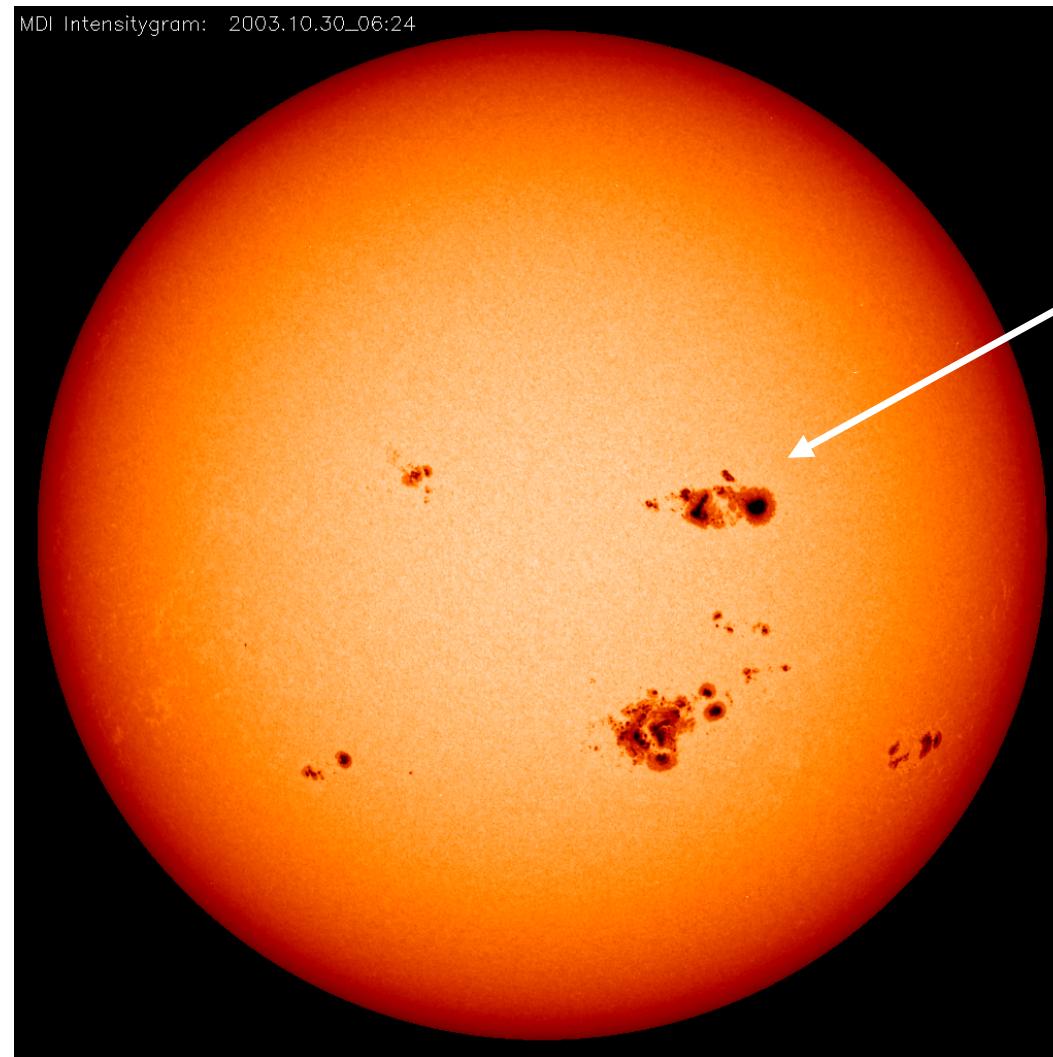
しかし、本体の直接観測は遠い未来。

ならば身近な太陽面爆発(フレア)や他の類似の天体フレア・宇宙ジェットにヒントを探し、電磁流体プラズマ理論でせまる。(私の戦略)

太陽面爆発(フレア)

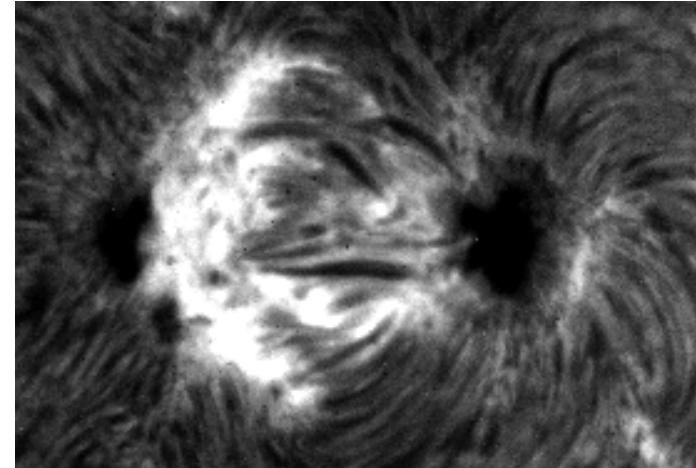
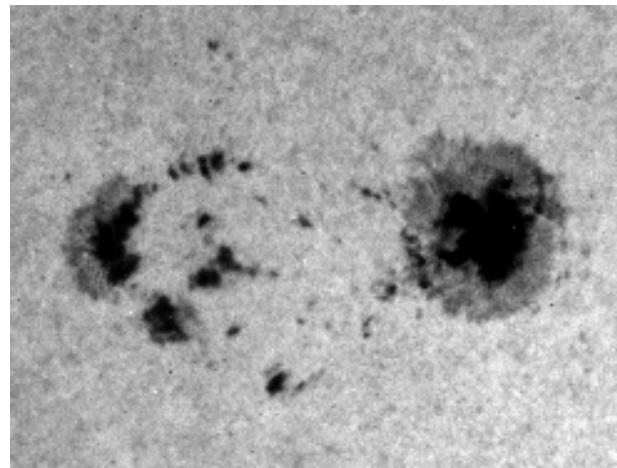
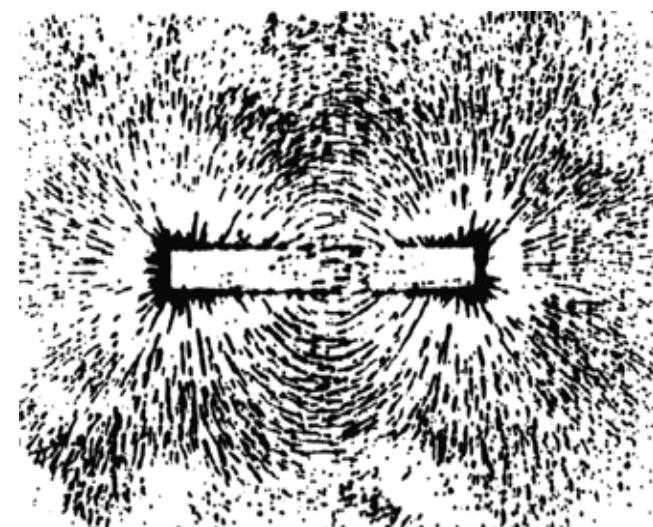
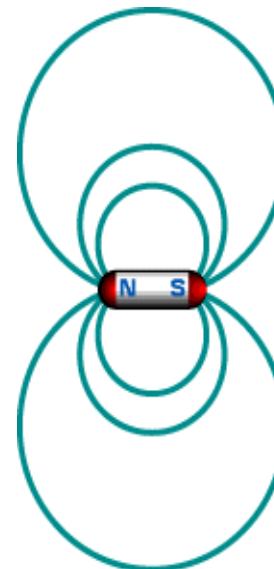
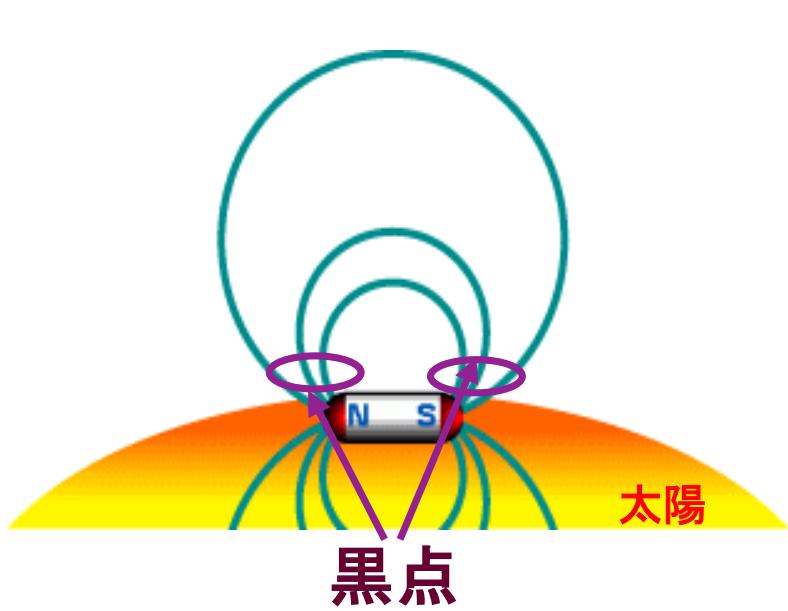
—太陽の驚くべき素顔

可視光で見た太陽 (光球 = 6000度)



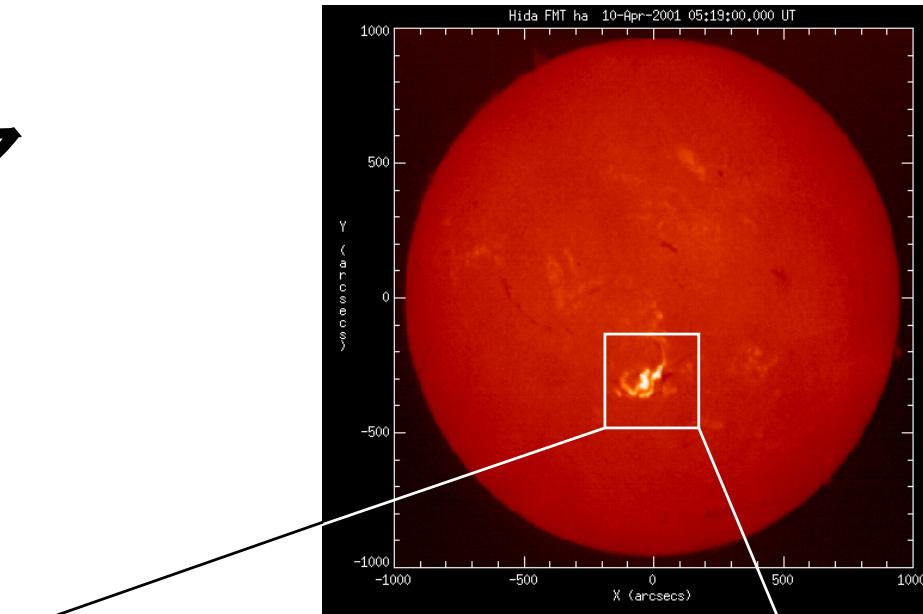
黒点

黒点の正体=巨大な磁石



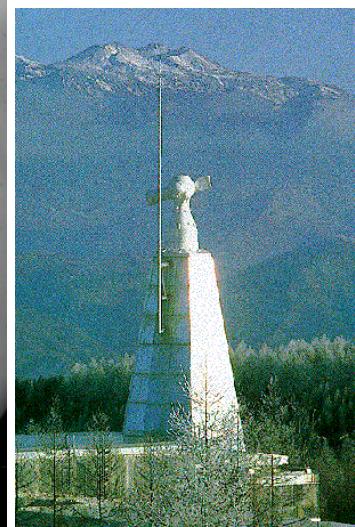
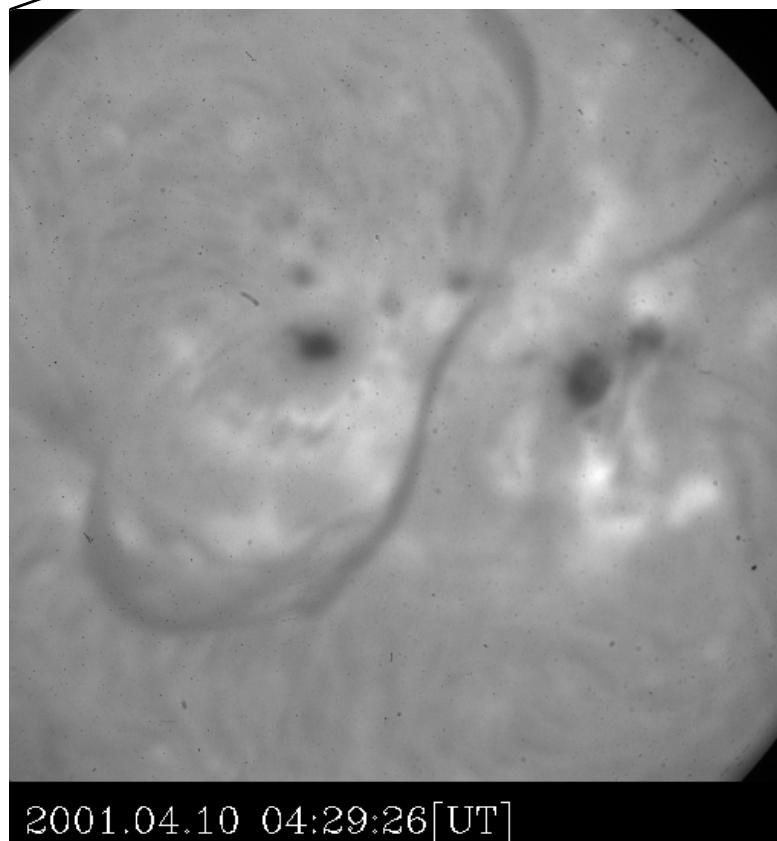
太陽フレア

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
 $10^{29} - 10^{32}$ erg
(水爆 10 万 – 1 億個)



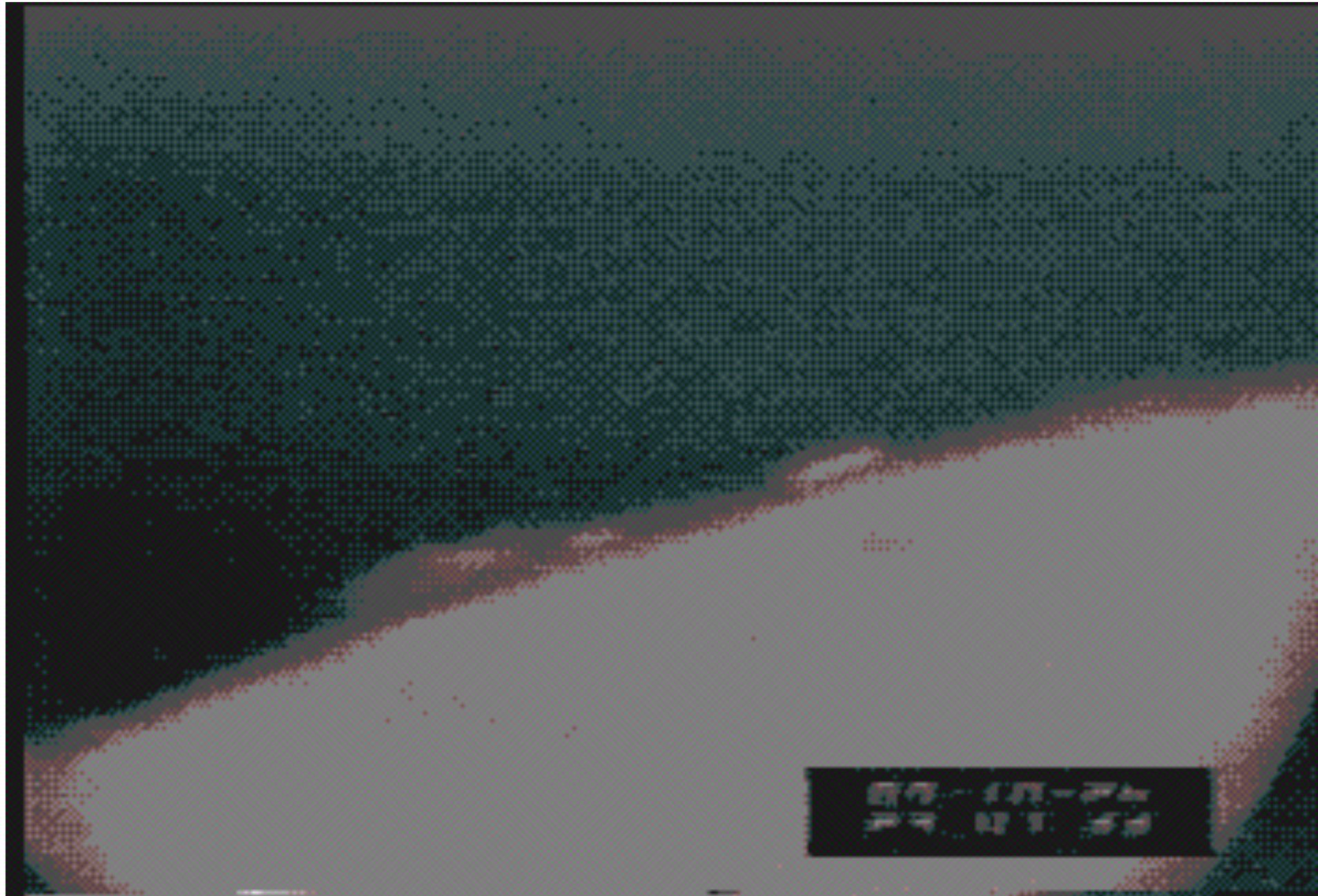
H α

彩層
1万度



京大飛騨天文台

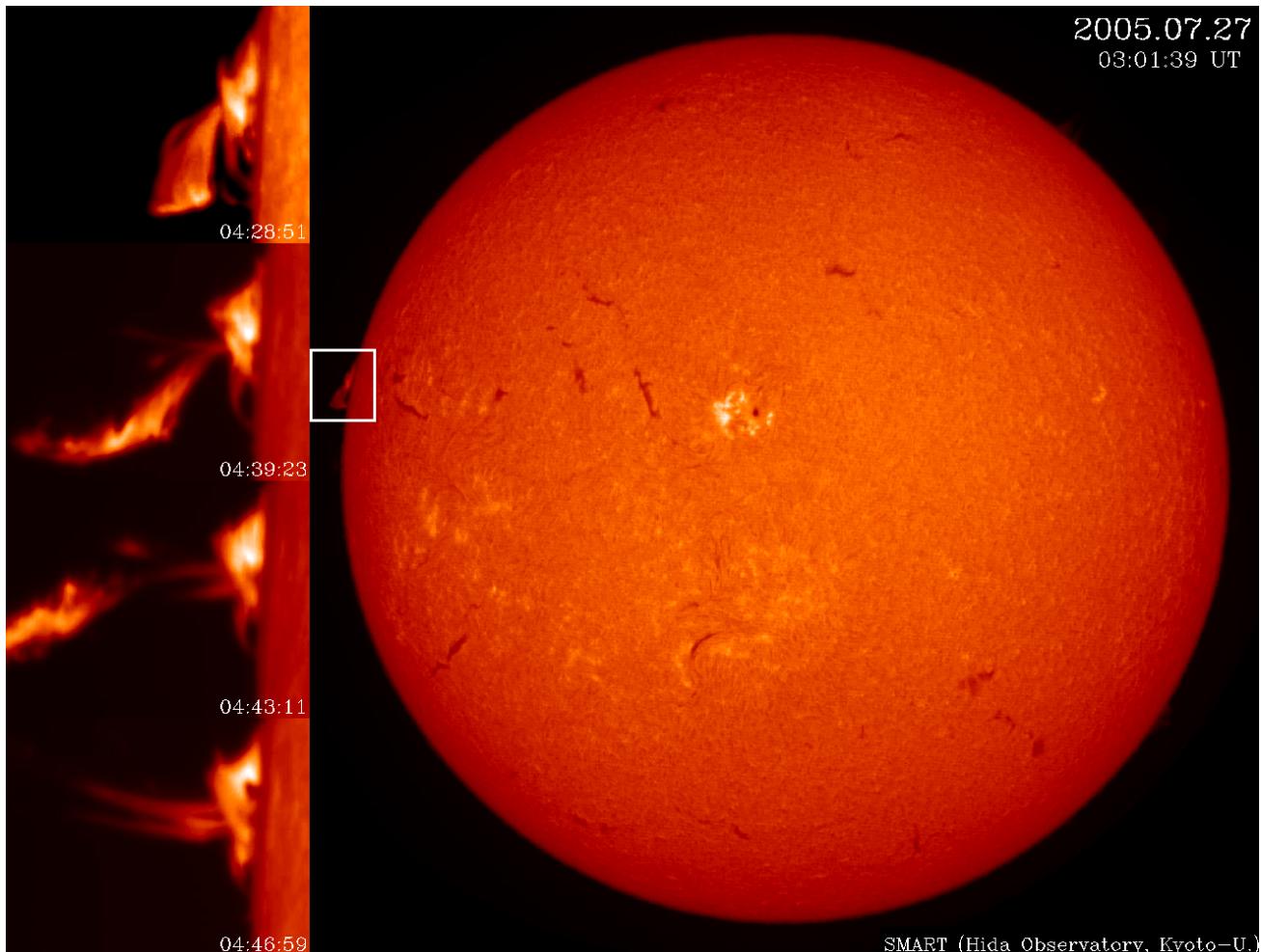
プロミネンス噴出 (飛騨天文台)



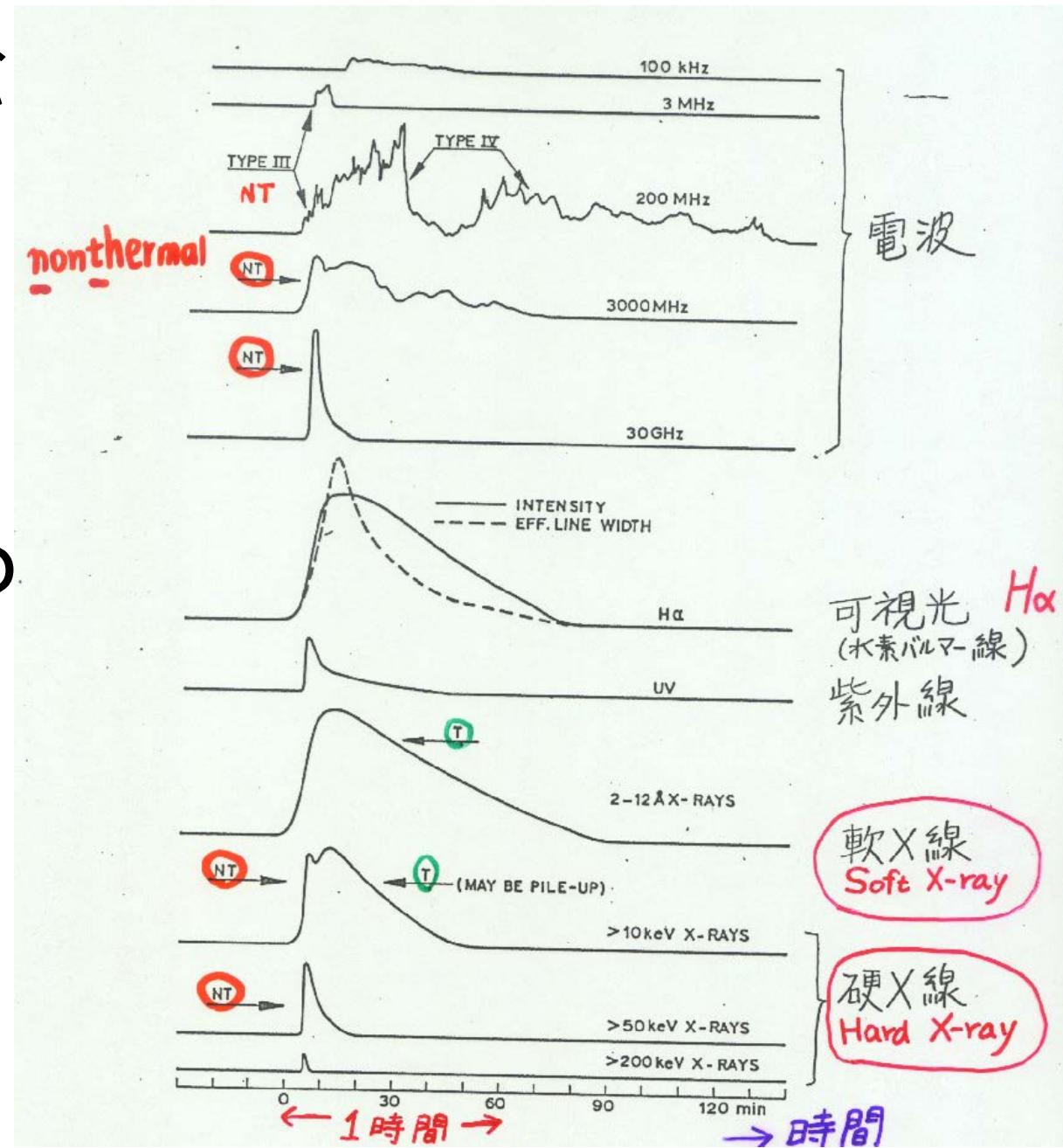
飛騨天文台の新しい太陽望遠鏡 SMART(2005～)により観測された フレアープロミネンス噴出



SMART (solar magnetic
activity research telescope)



太陽フレアが
発生すると
あらゆる
電磁波が
突然増大する



(Svestka “Solar Flares” Reidel より)

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—
数千万度



Movie data :

1992/02/17 02:37:01

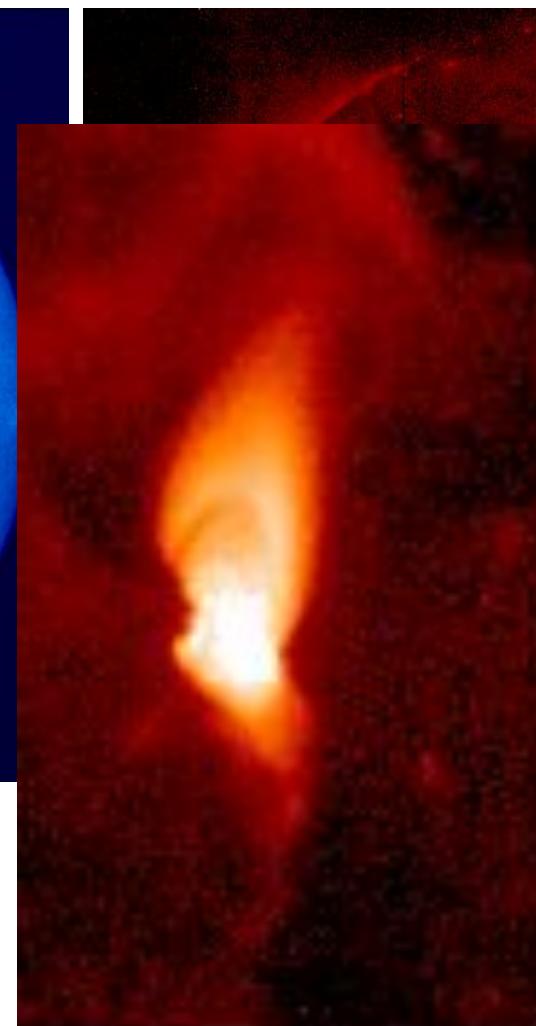
http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/~shibata/shimin2006/sxt_920217_920227_b.mpeg

フレアの正体

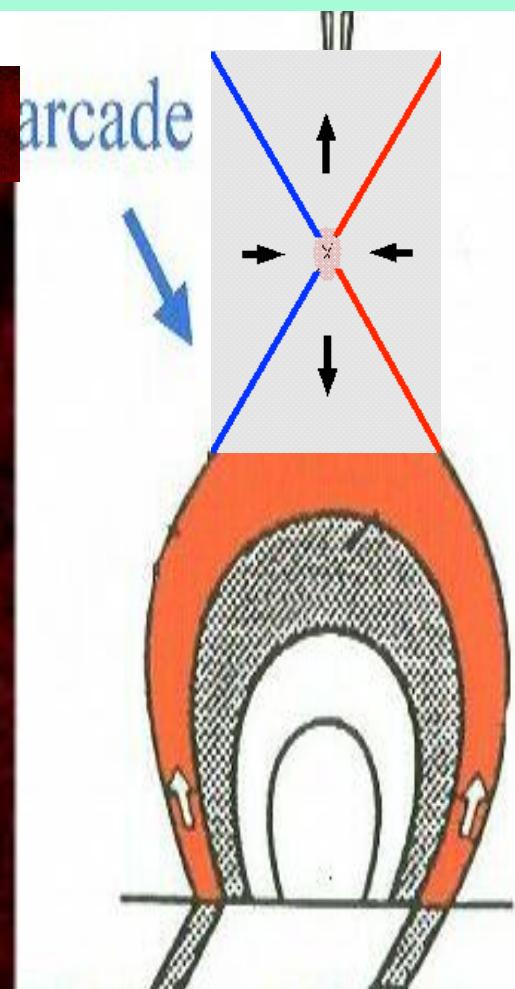
H α



X線



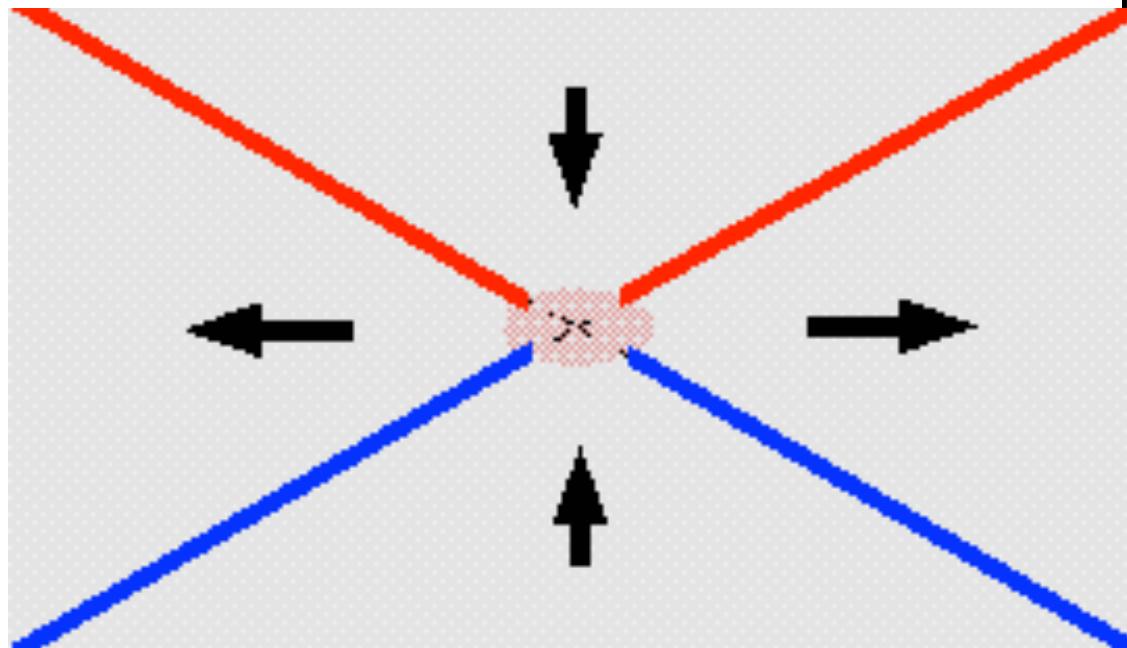
磁気リコネクション
(磁力線つなぎかえ)



H α two ribbon

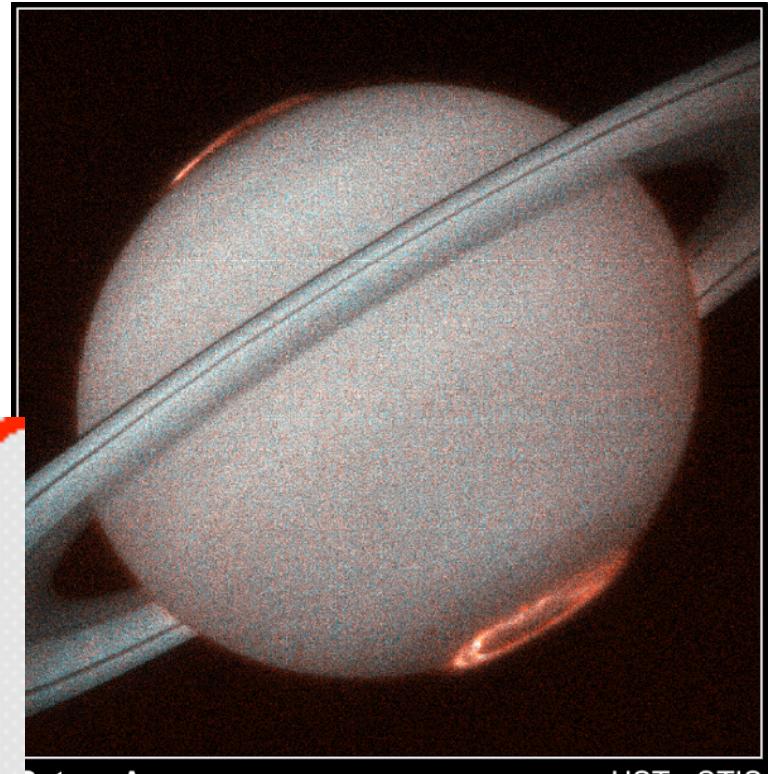
磁気リコネクション とは？

磁力線（「ゴムひも」に似た性質）



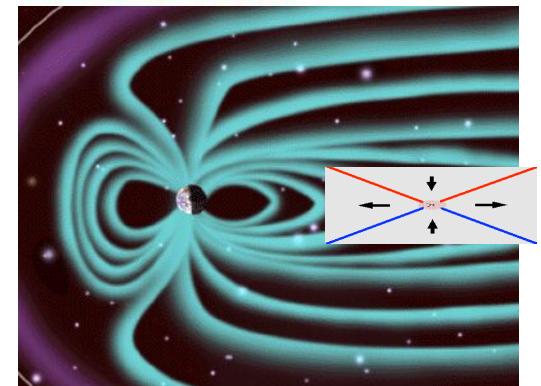
<http://www-solar.mcs.st-andrews.ac.uk/~eric/>

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

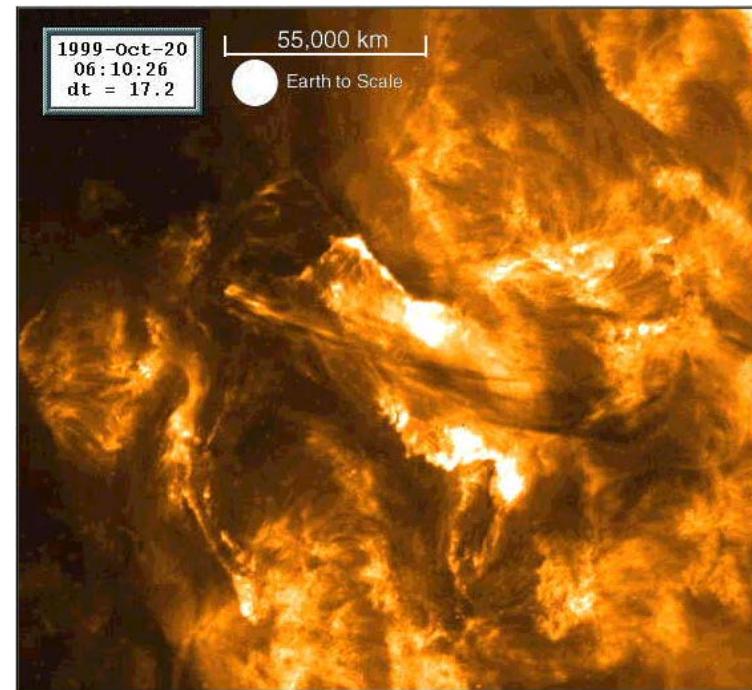
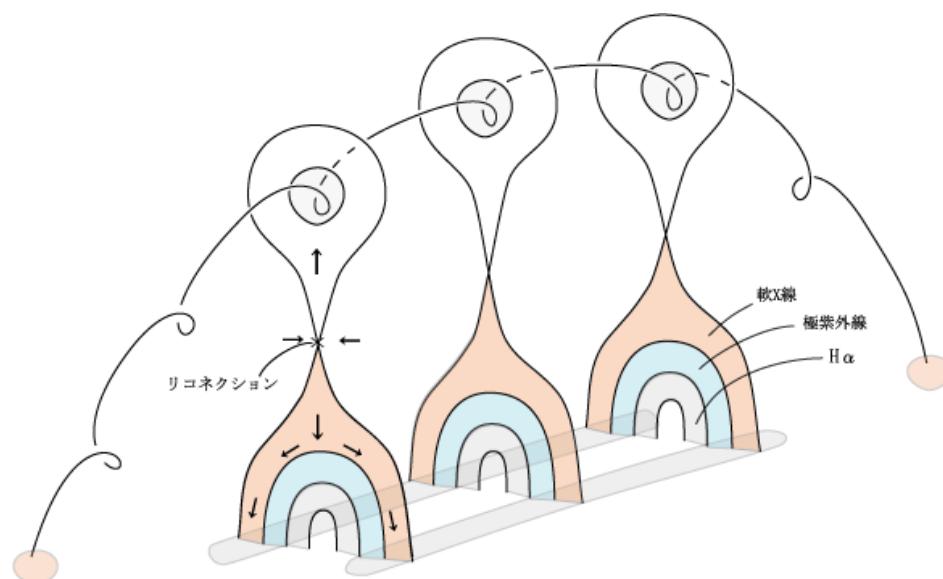


<http://www.rabidpenguin.org/pub/images/space/magfieldG.gif>

地球磁気圏でも発生



フレアとフィラメント噴出の関係

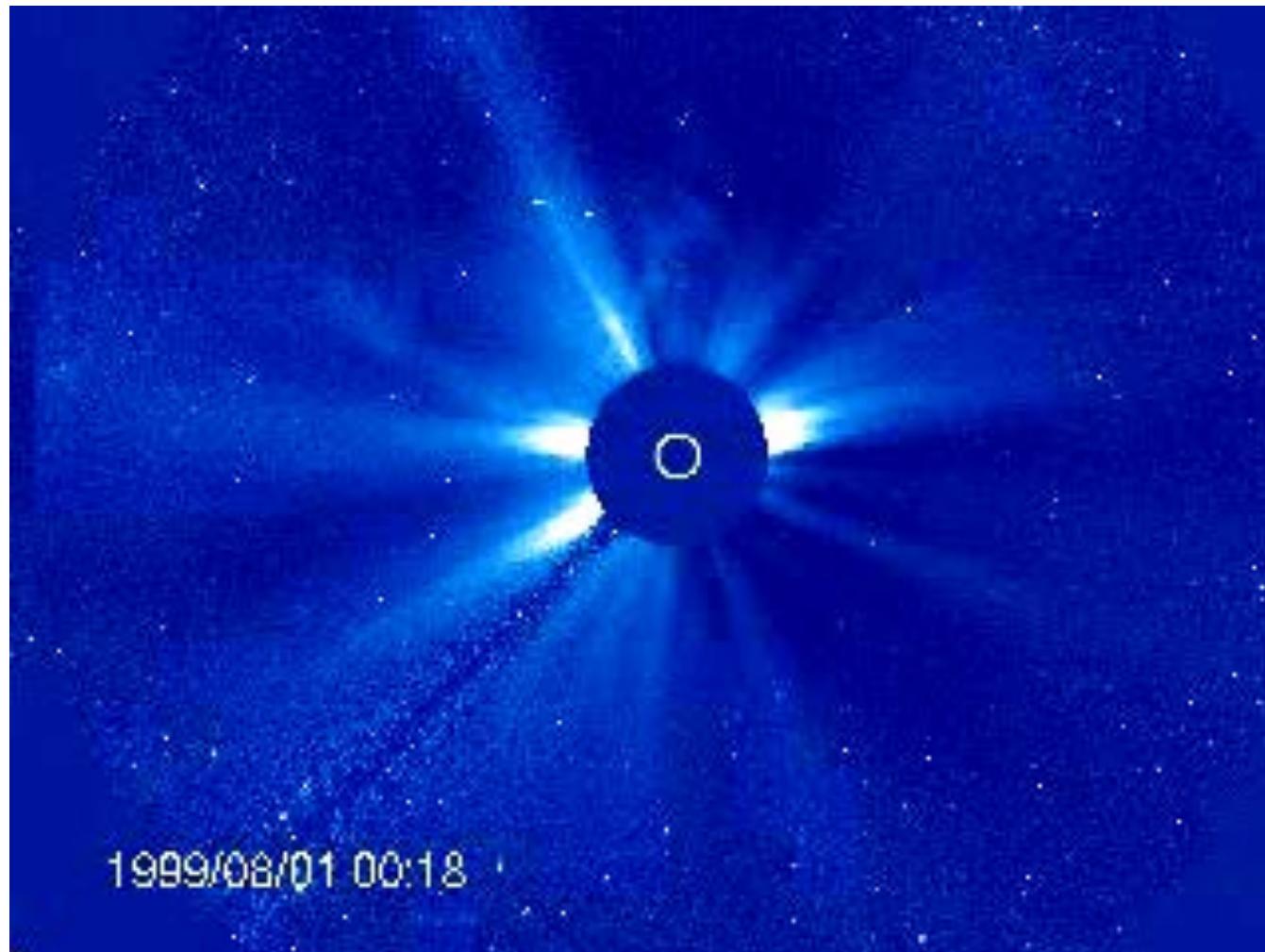


極紫外線で見たフレア
(TRACE衛星: 100万度)

想像図

コロナ質量放出(CME)

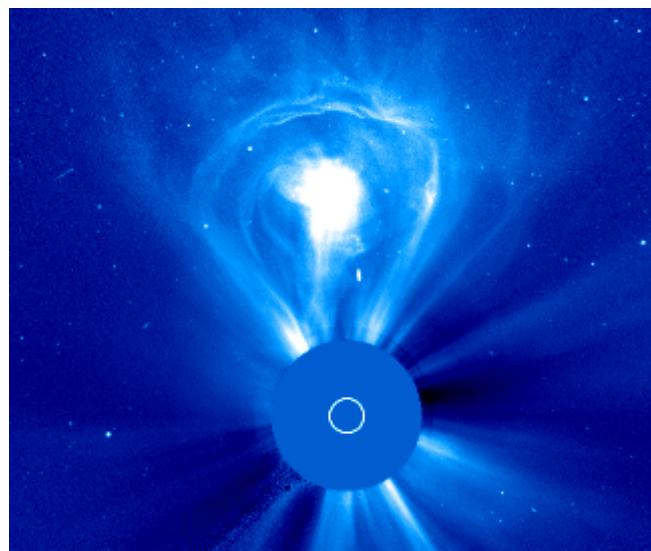
(SOHO/LASCO, 可視光／人工日食)



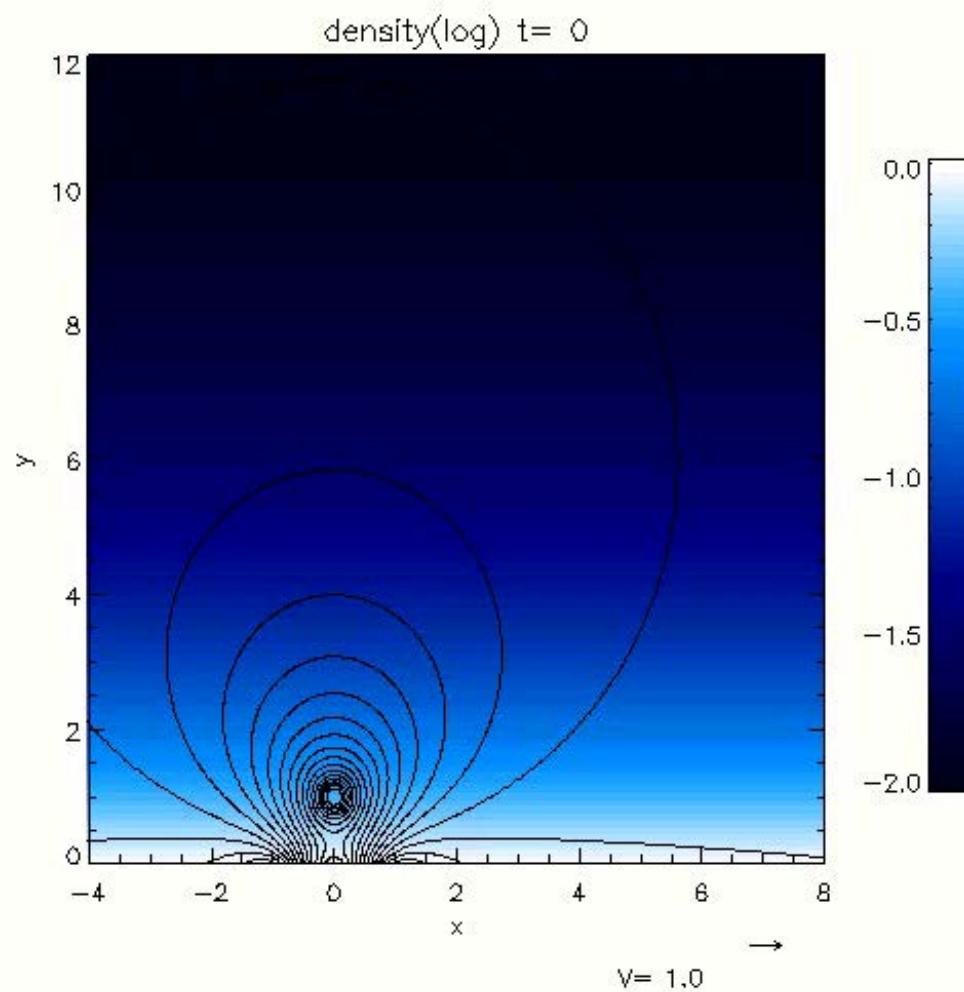
速度: 100~1000km/s、質量: 10億~100億トン

Movie data : http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/~shibata/shimin2006/lasc_aug_99sm.mpg

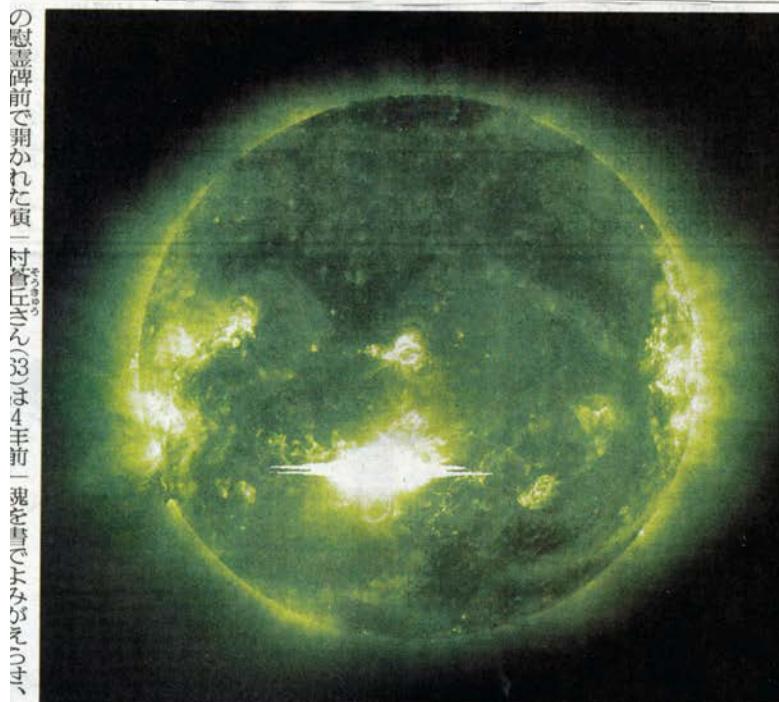
フレア・コロナ質量放出のシミュレーション (塩田ほか 2005)



SOHO/LASCO



太陽活動と地球



見後も事務局だけ日本国民救援会に残し、慰靈の旅や裁判の経過報告を続けてきたが、裁判も大詰めを迎へ、14年間の活動に幕を下ろした。

競馬予想会社が
3億円脱税容疑

衛星、「太陽大爆発」とられた

(NASA)は、太陽観測衛星SOHOが日本にとらえた太陽フレア(大爆発)の画角写真を公開した。写真、ロイター、コロナガバードの大噴出も確認された。観測を始めた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「磁気あらし」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。

オーロラ NY州でも

オーロラ NY州でも
太陽表面での爆発(フレア)により、米ニューヨーク州ボンパイ(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、

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



ある地球に到達した。

では2日夜

サスでオ

才一
口

テキサスでオーロニア
スコット・エリス著
米北音出版社

【ハシントン】村山知博　米海洋大気局(NOAA)は20日、前日に太陽の裏面で起きた巨大な爆発(フレア)のあとで、高速で飛んできた大量の荷電微粒子の「風」が地球を直撃したと発表した。「風」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で起る「磁気嵐」で一部の航空機の無線通信などに障害が出た。

今回のフレアに伴つて、電気を帯びた微粒子時速8000万kmの猛スピードで飛散。約19時間で、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)に、乳白色の光のオーロラが観測された。

出たが、飛行に支障はなかった。NOAAによる感度フィルムの長時間撮影で、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日未だオーロラが観測された。

かたつ。NOAAによる感度フィルムの長時間撮影で、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日未だオーロラが観測された。

後3時すぎ(日本時間同日)の米東部時間29日午前3時すぎ(日本時間同日)、太陽から

象。通常だと荷電電離層は両極付近に集中するが、オーロラは低緯度では見られない。

米航空宇宙局によると、約半数の上空の軌道を回る宇宙ステーションは20分間ほど飛行士がステーション内の作業場所に避難した。これが影響はないといふ。

「14年ぶり
大爆発」

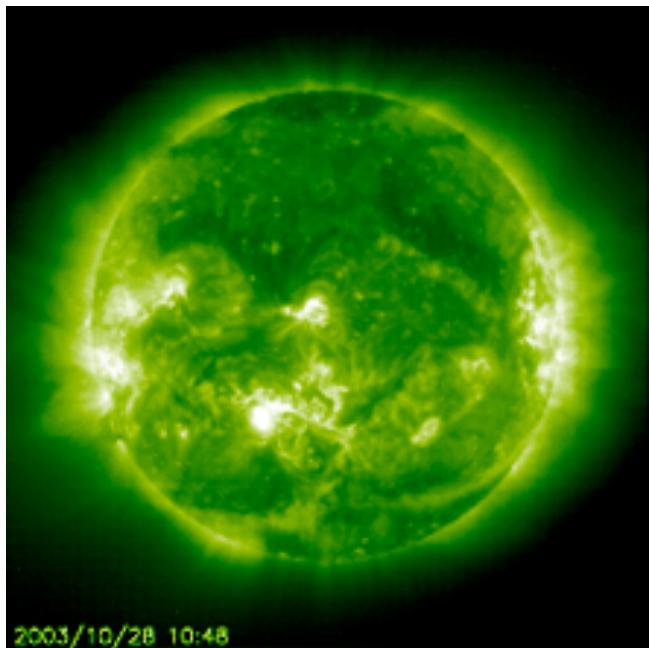
微粒子、磁場乱す

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。今回の極大期のビックは3年前だったが、先週ごろから急に活発化する。また、磁場による宇宙線の爆風が、太陽の活動によって発生する。

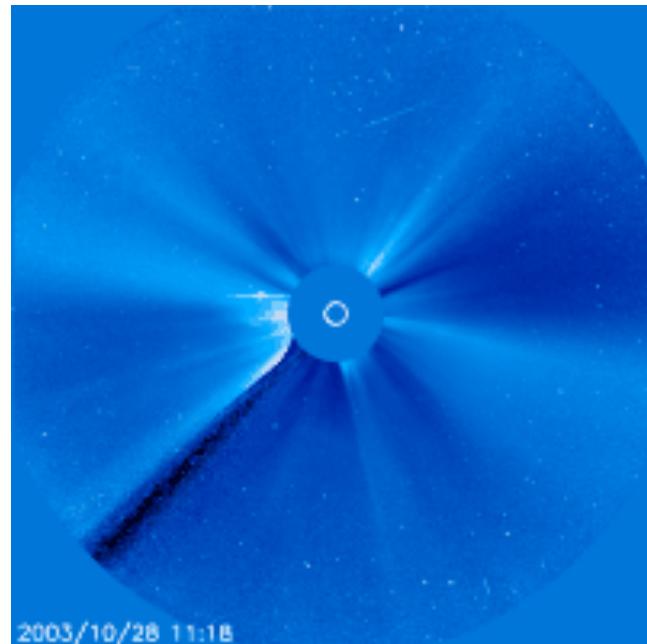
人生醍醐の作を振り続けた小津安二郎誕生100年のNY上映会（文化面）。
「いつまでも若い人の邪魔」とることはない（春秋）
「欲言や切りにやが、またええ方じやよ」（東京物語）

素粒子

2003年10月28日のフレア (史上3番目のX線強度)



(SOHO/EIT)



(SOHO/LASCO)

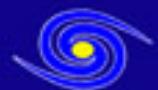
- 10月28日 世界時11時 フレア発生

北海道で観測されたオーロラ

低緯度オーロラ



2003年10月29日 23:34 (JST) 17mm F2.8 ISO800 露出時間：3分 キヤノンEOS1V



りくべつ宇宙地球科学館（銀河の森天文台）

2003年10月29日 世界時14時

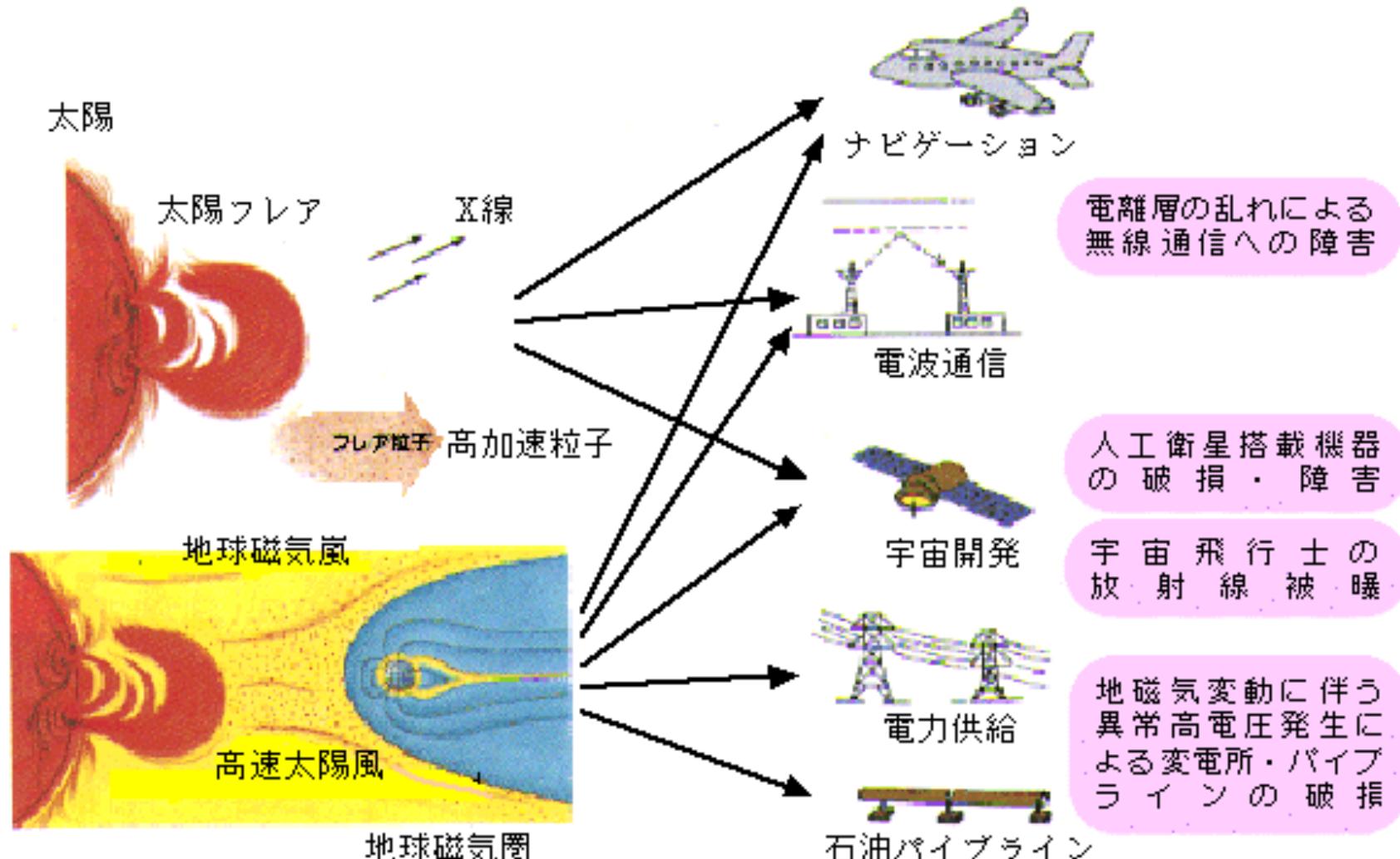
コロナ質量放出—オーロラ アニメーション



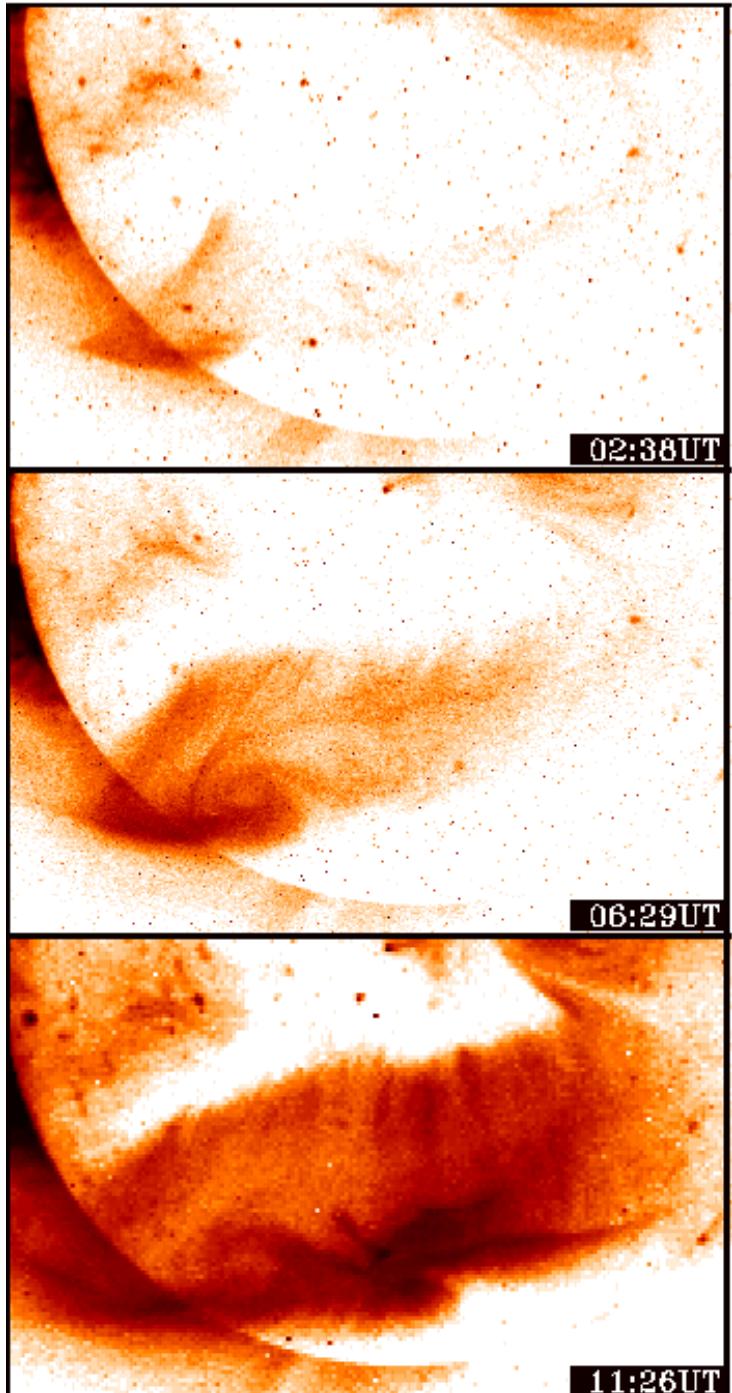
http://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a010000/a010000/a010059/what_is_a_cme_NASA_WebV_1.mpg

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



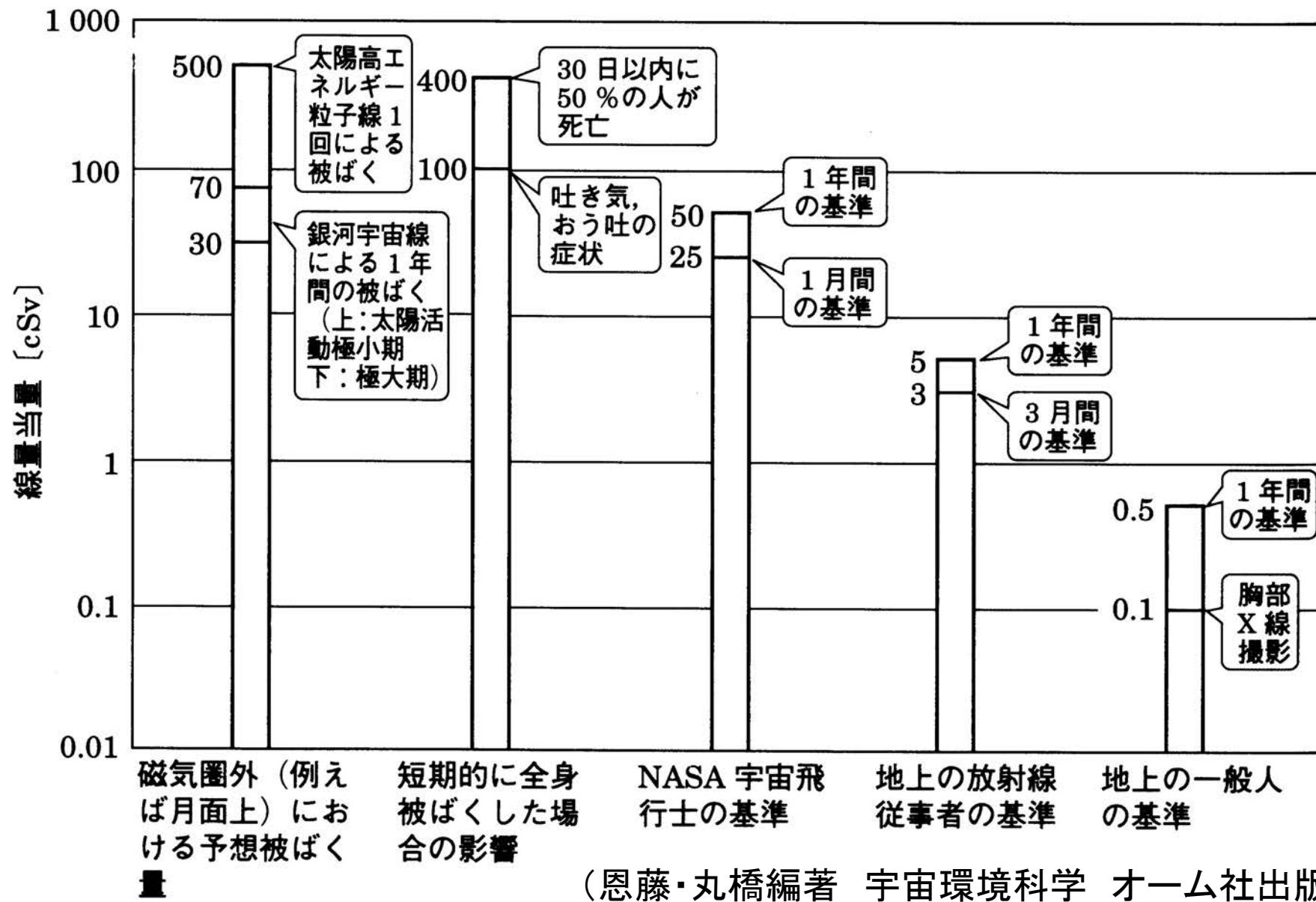
宇宙天気予報の例： 巨大アーケード現象 のX線観測

- 1994年4月14日
- 大量のプラズマ噴出が
起きているはずと世界
に電子メール通報
- それにともなって起こる
地球の巨大磁気嵐を
予言

シカゴの電力会社の
変圧器(数億円)を救う！

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)

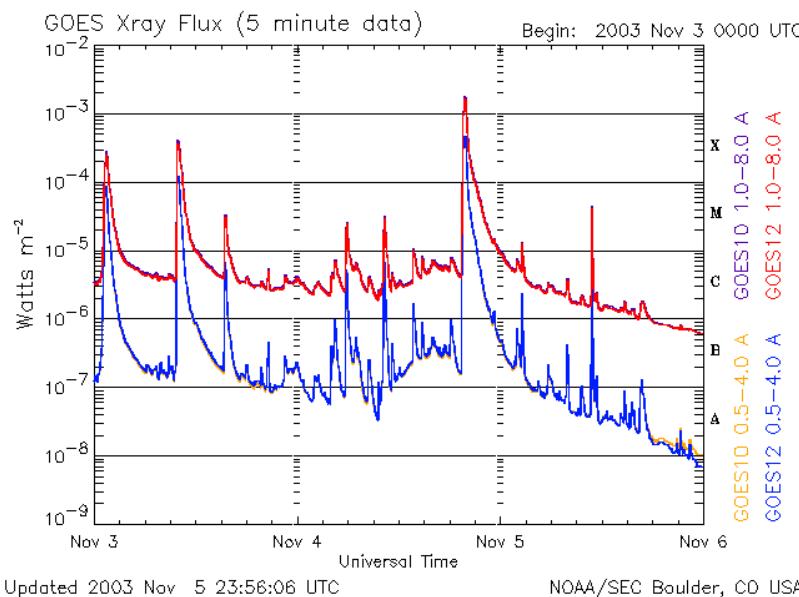
	年	X	M	C
•	1989	59	620	1929
•	1990	16	273	2262
•	1991	54	590	2653
•	1992	10	202	1922
•	1993	0	74	1142
•	1994	0	25	336
•	1995	0	11	148
•	1996	1	4	81
•	1997	3	21	286
•	1998	14	94	1188
•	1999	4	170	1854
•	2000	17	215	2223
•	2001	21	310	2101

- 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

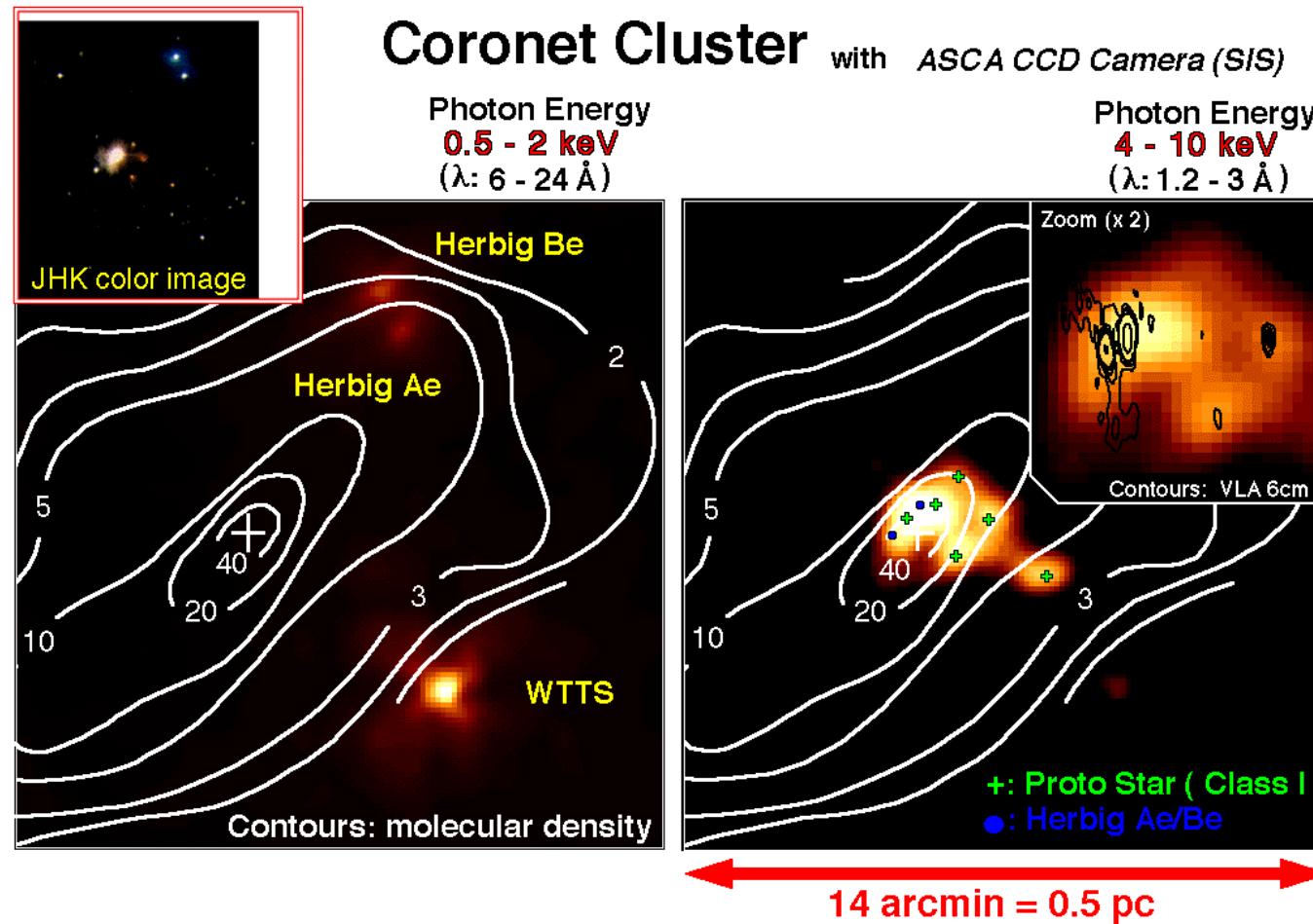
MクラスはCクラス
の10倍のX線強度
XはMの10倍
X10はXの10倍

X100000クラスフレアは 1万年に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

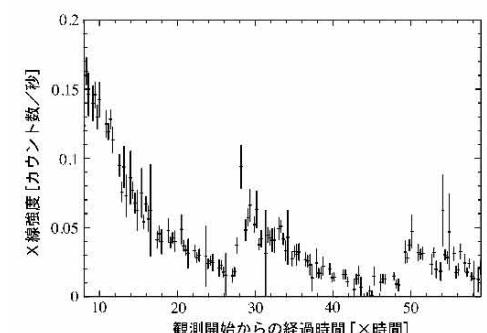


原始星フレア (X線／あすか衛星：小山ら1995)



温度～
1億度

太陽フレアの
エネルギーの1
万倍以上



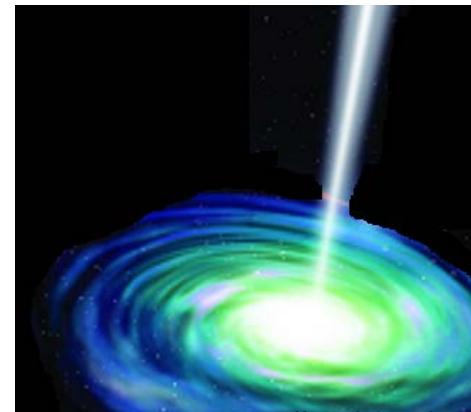
太陽と生命、人間

- 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？

宇宙ジェット

- 活動銀河核ジェット
- 近接連星系ジェット
- 星形成領域ジェット(原始星ジェット)

=> 降着円盤から噴出するジェット



落合隆郎氏提供

活動銀河核ジェット
=銀河中心核から噴出するジェット

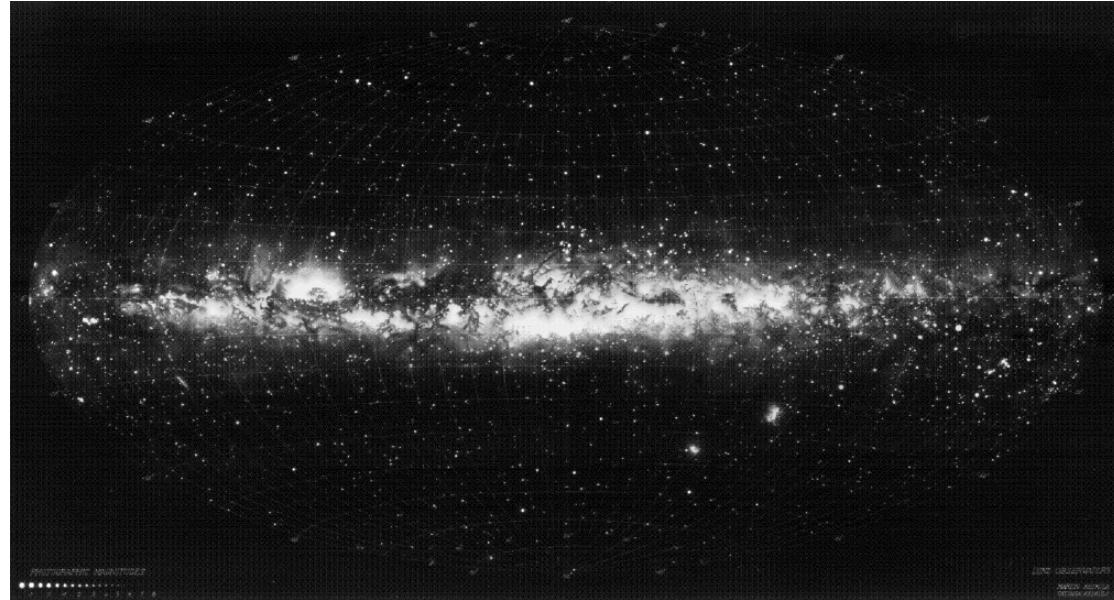
天の川



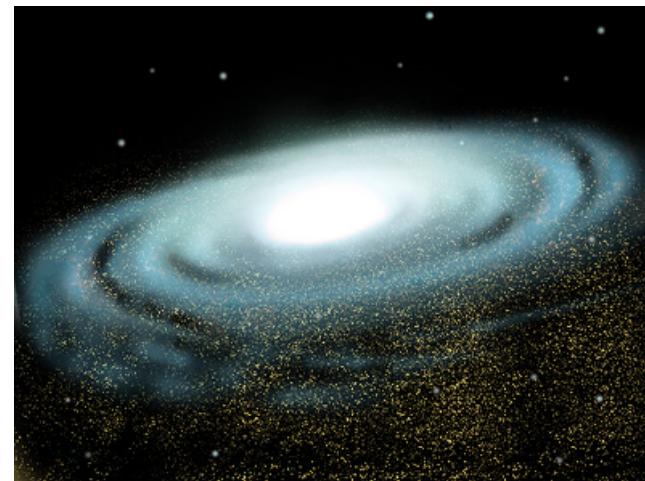
(栗田直幸 http://www.ne.jp/asahi/stellar/scenes/milky_p.html)

天の川(銀河系)

天の川は1千億もの
星を含む銀河
＝銀河系



<http://www.astro.lu.se/Resources/Vintergatan/milkyway.gif>



想像図

http://spaceboy.nasda.go.jp/note/ginga/g/gin101_01.jpg

M31 (アンドロメダ銀河)



(M31:東大木曾観測所撮影)

M51

Whirlpool Galaxy • M51



Hubble
Heritage

NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)
Hubble Space Telescope WFPC2 • STScI-PRC01-07

最初に発見された宇宙ジェット (Curtis, 1917) 橢円銀河 M87



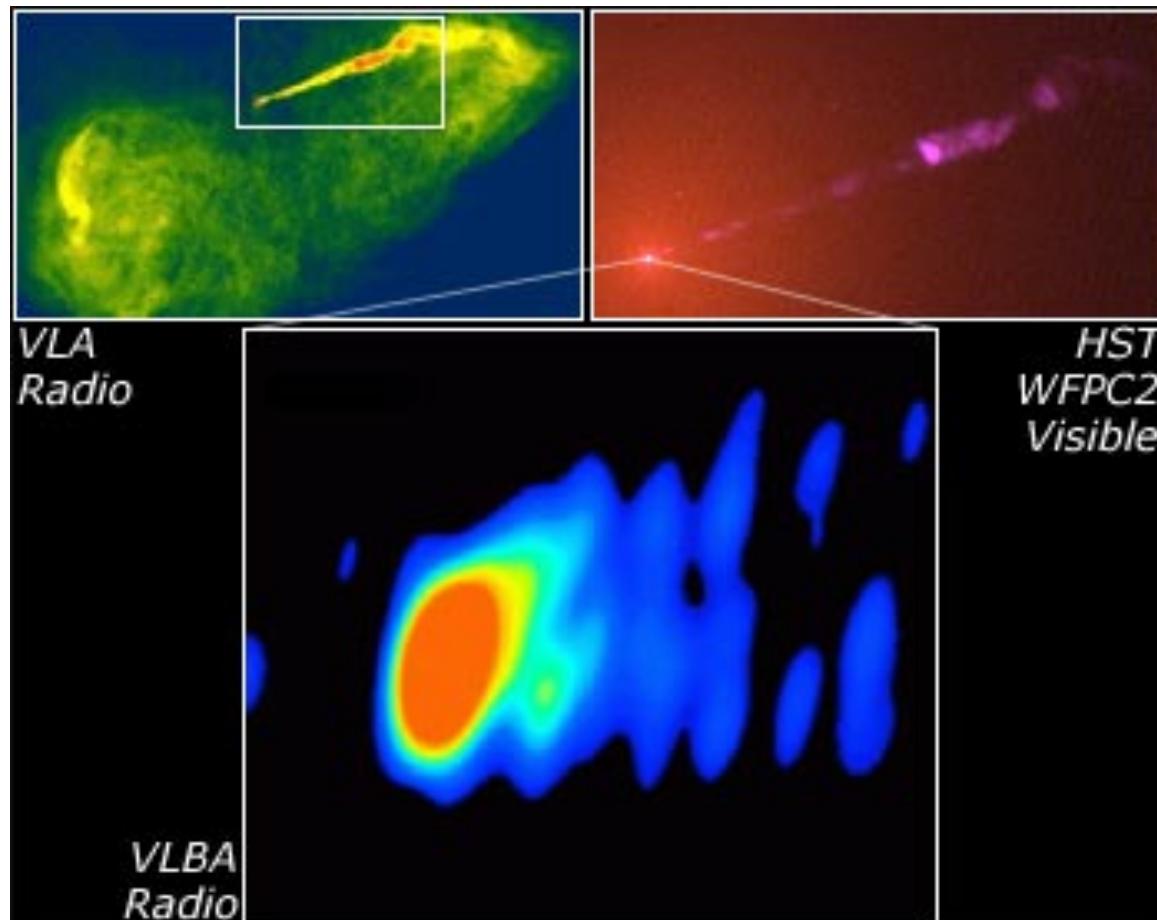
M 87 (NGC 4486)

Ultra-high-sensitivity HDTV I.I. color camera (NHK)
Exp. 40 sec. (10 frames coadded) January 16, 1999

Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan

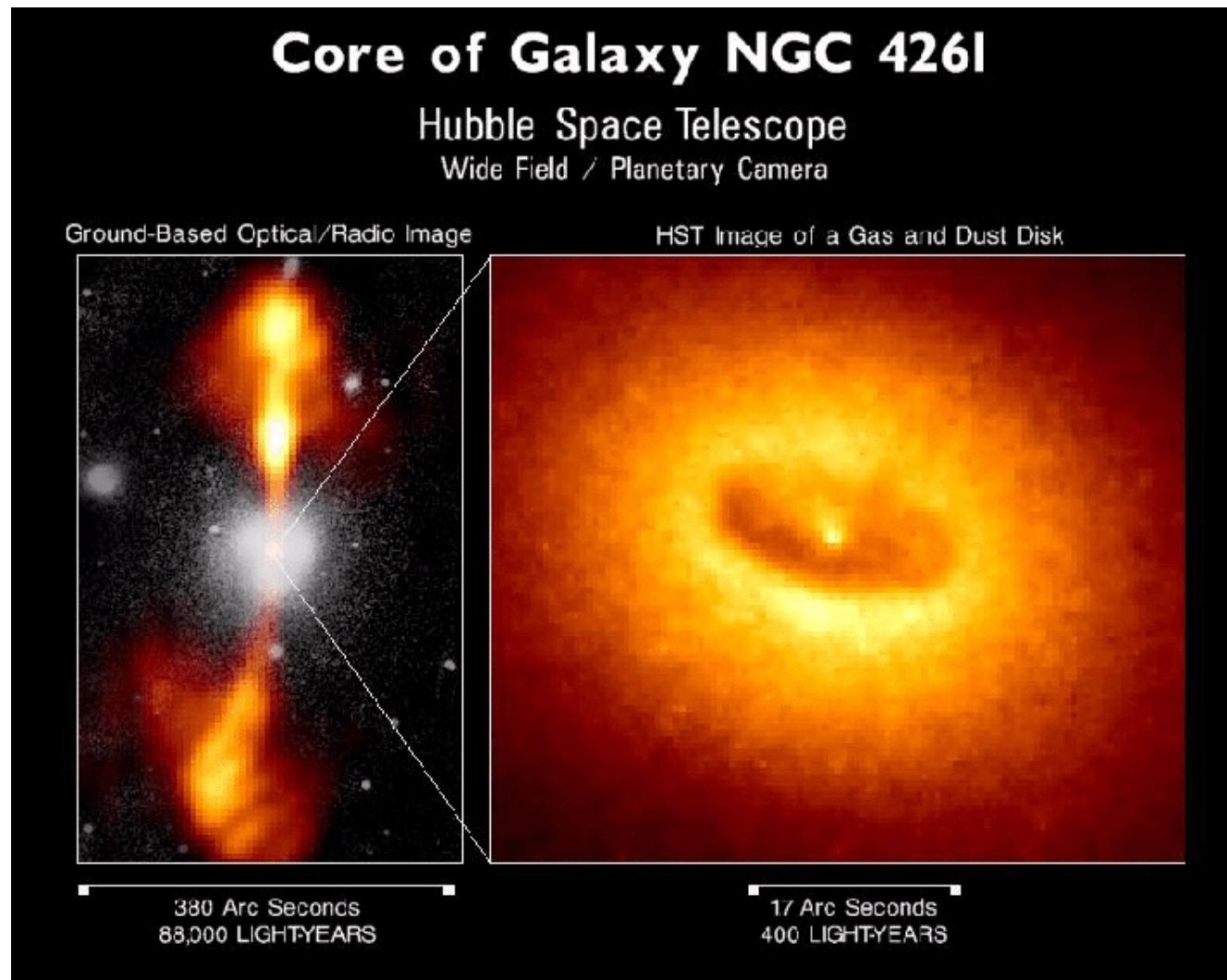
Copyright © 1999, National Astronomical Observatory of Japan, all rights reserved

M87 = 電波銀河 = 活動銀河核



- ・二つ目玉電波源のエネルギー源はジェット
- ・ジェットの方向は3光年から30万光年まで一定

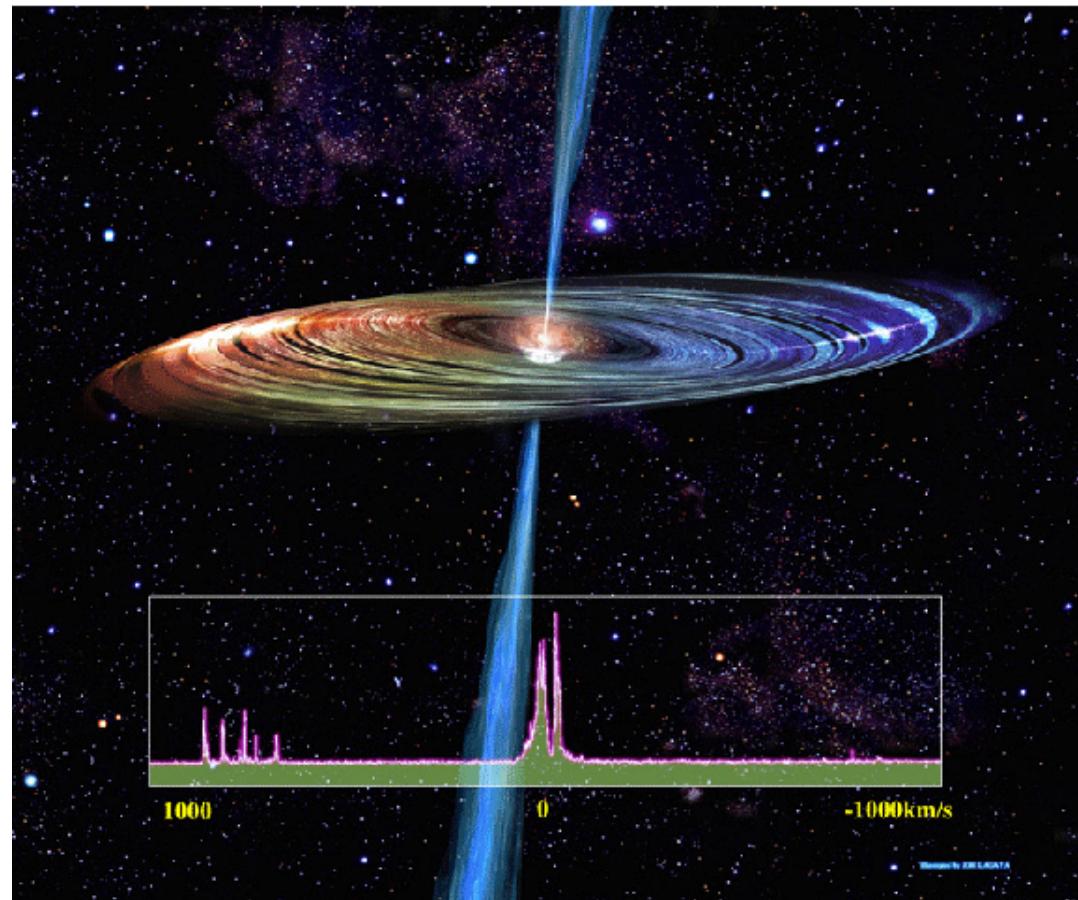
活動銀河核ジェットの根元に 降着円盤！



活動銀河核に 超巨大ブラックホールの証拠

野辺山宇宙電波
観測所の電波
天文学者
(中井、井上、
三好)が発見
(1995)

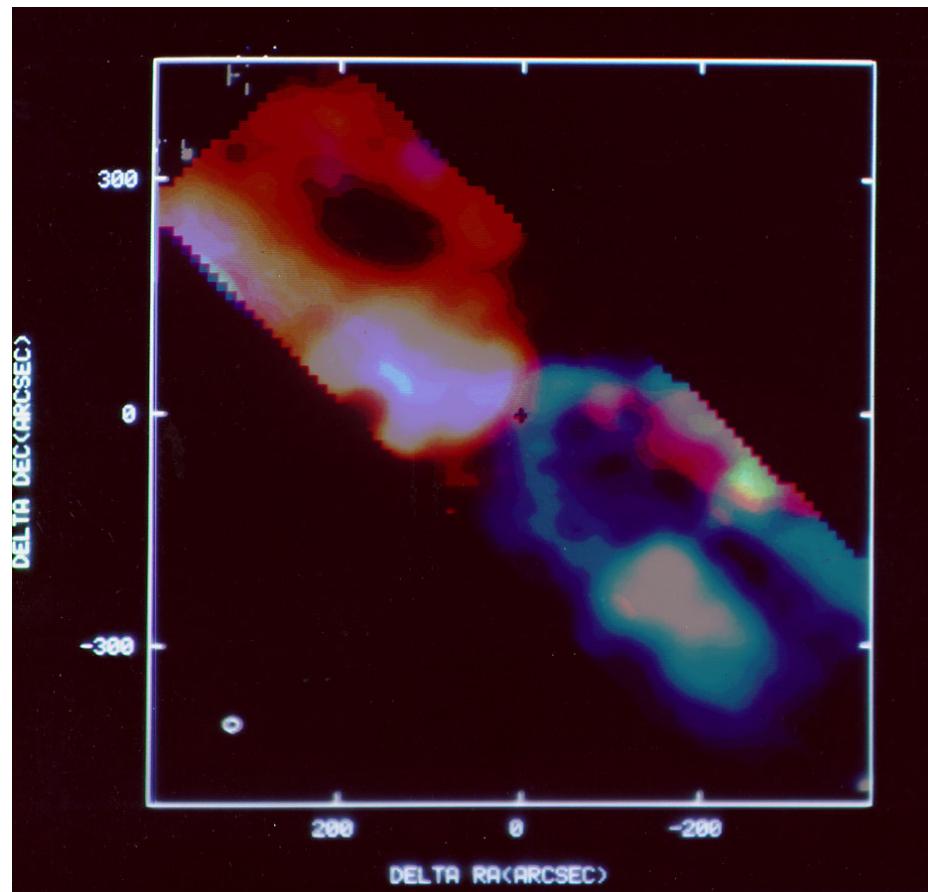
銀河の中に
1000万太陽質量
のブラックホール



http://www.nro.nao.ac.jp/%7Enro45mrt/NEW45M/IMG/IMGEN/image/BH1_small.jpeg

星形成領域ジェット (原始星ジェット)

生まれたばかりの星(原始星)から 謎の高速分子ガス流噴出

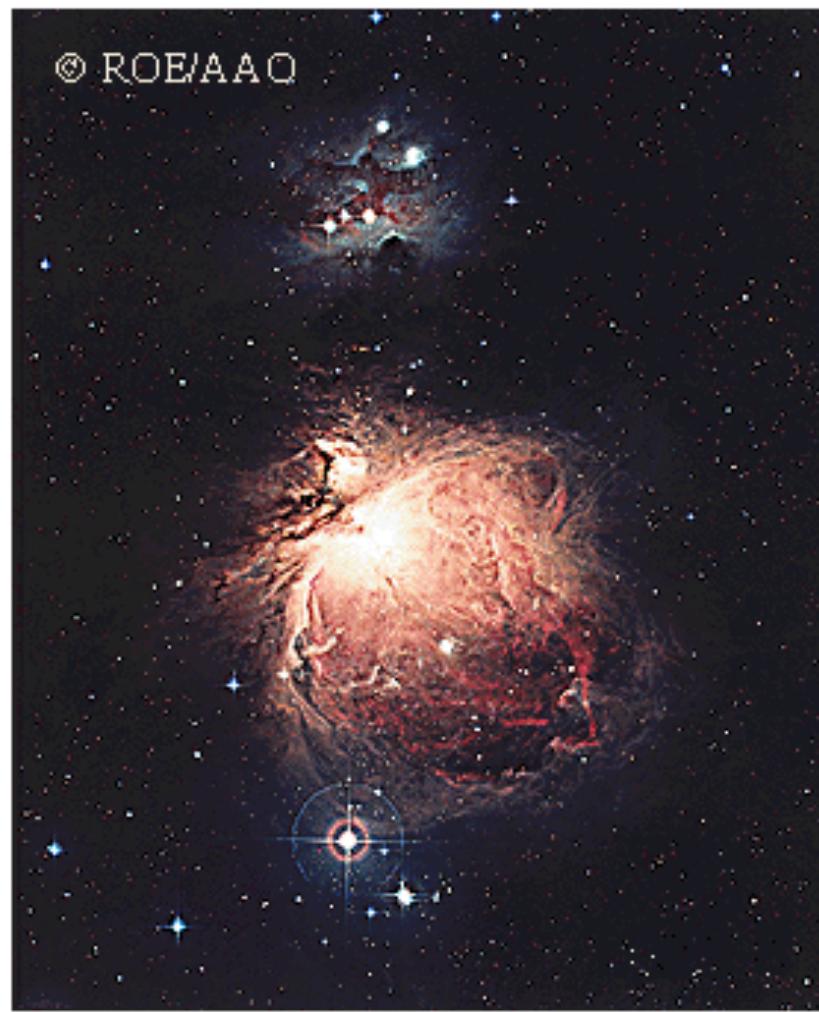
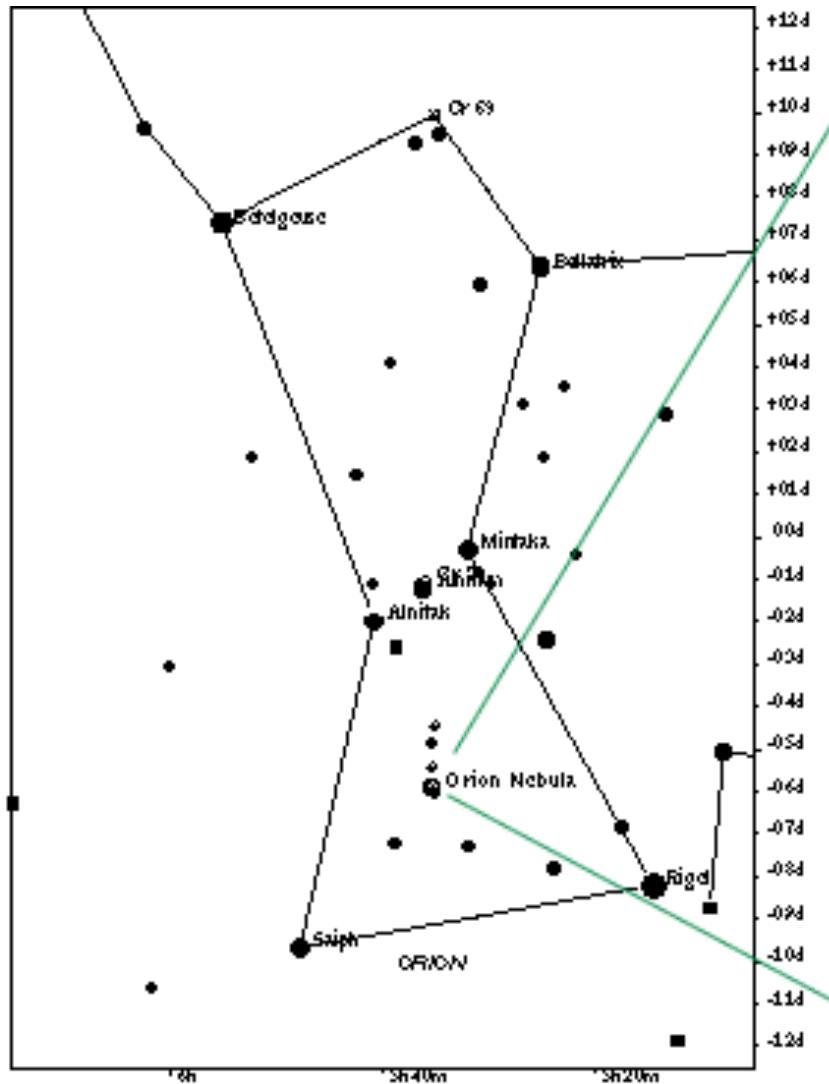


原始星から噴出
する双極分子流
(約10km/s)

(野辺山45m電波望遠鏡による)

星形成領域とは？

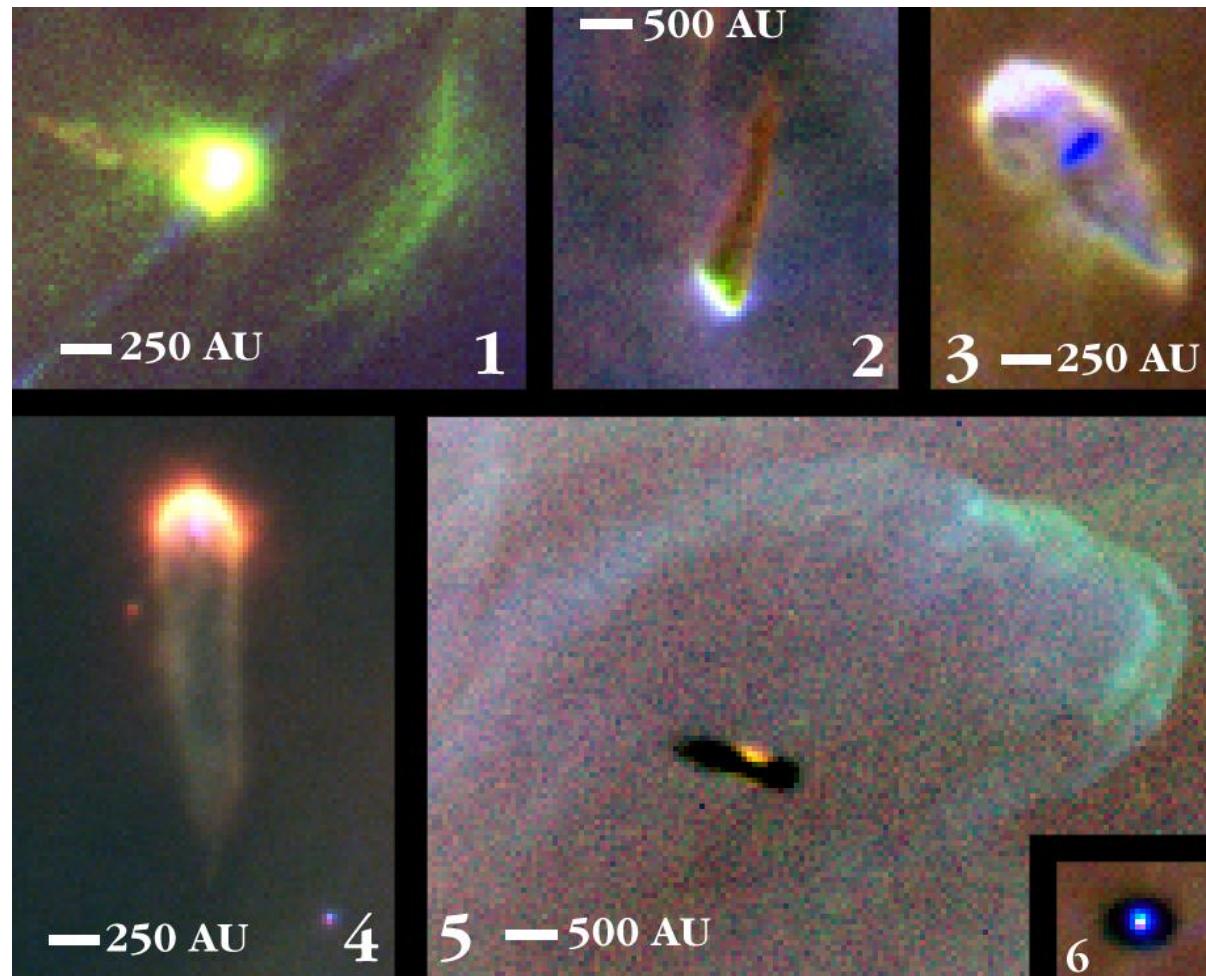
— (例) オリオン星雲



オリオン星雲

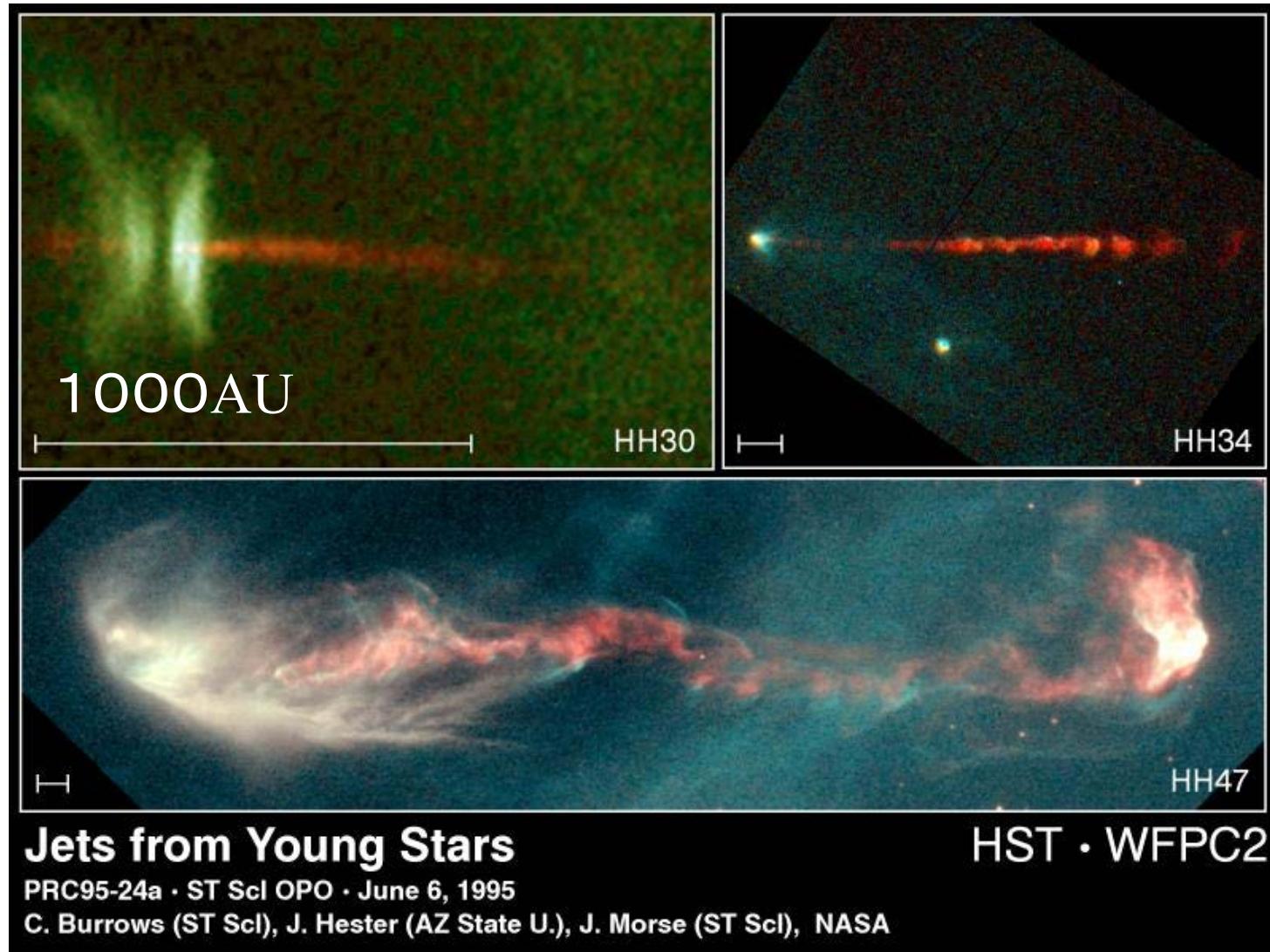


オリオン星雲の 太陽系の赤ちゃんたち



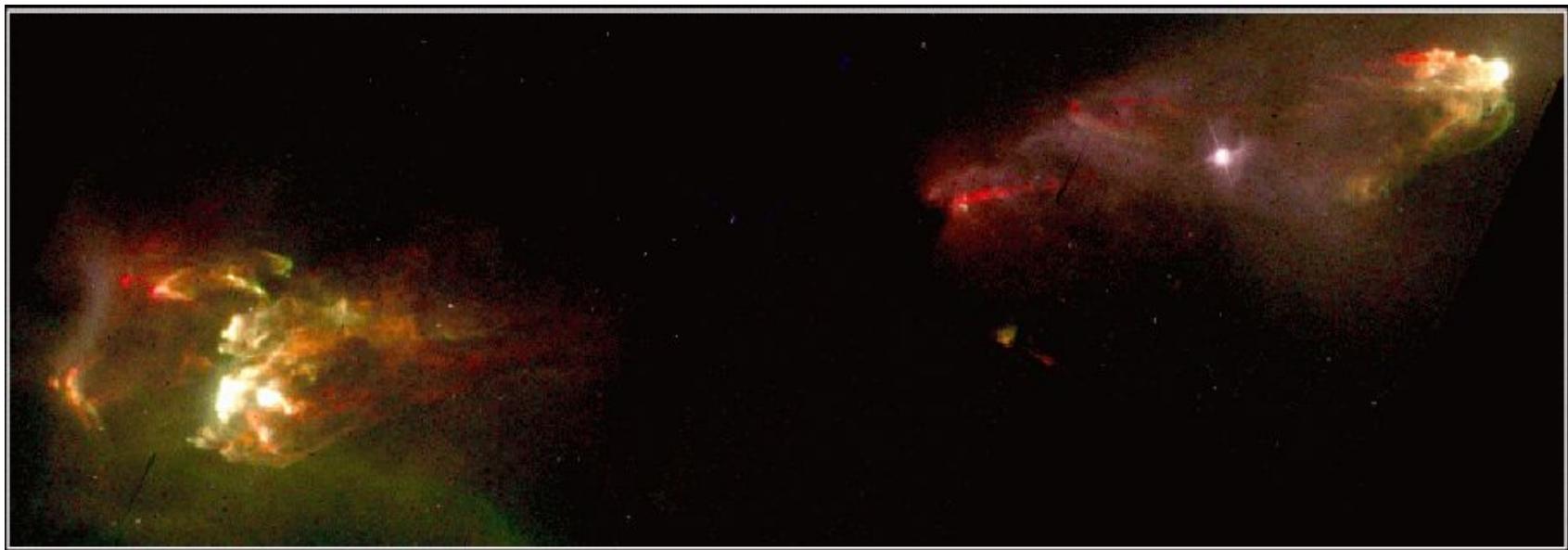
HST

原始星ジェットと 足元の降着円盤(原始惑星系円盤)



原始星ジェット

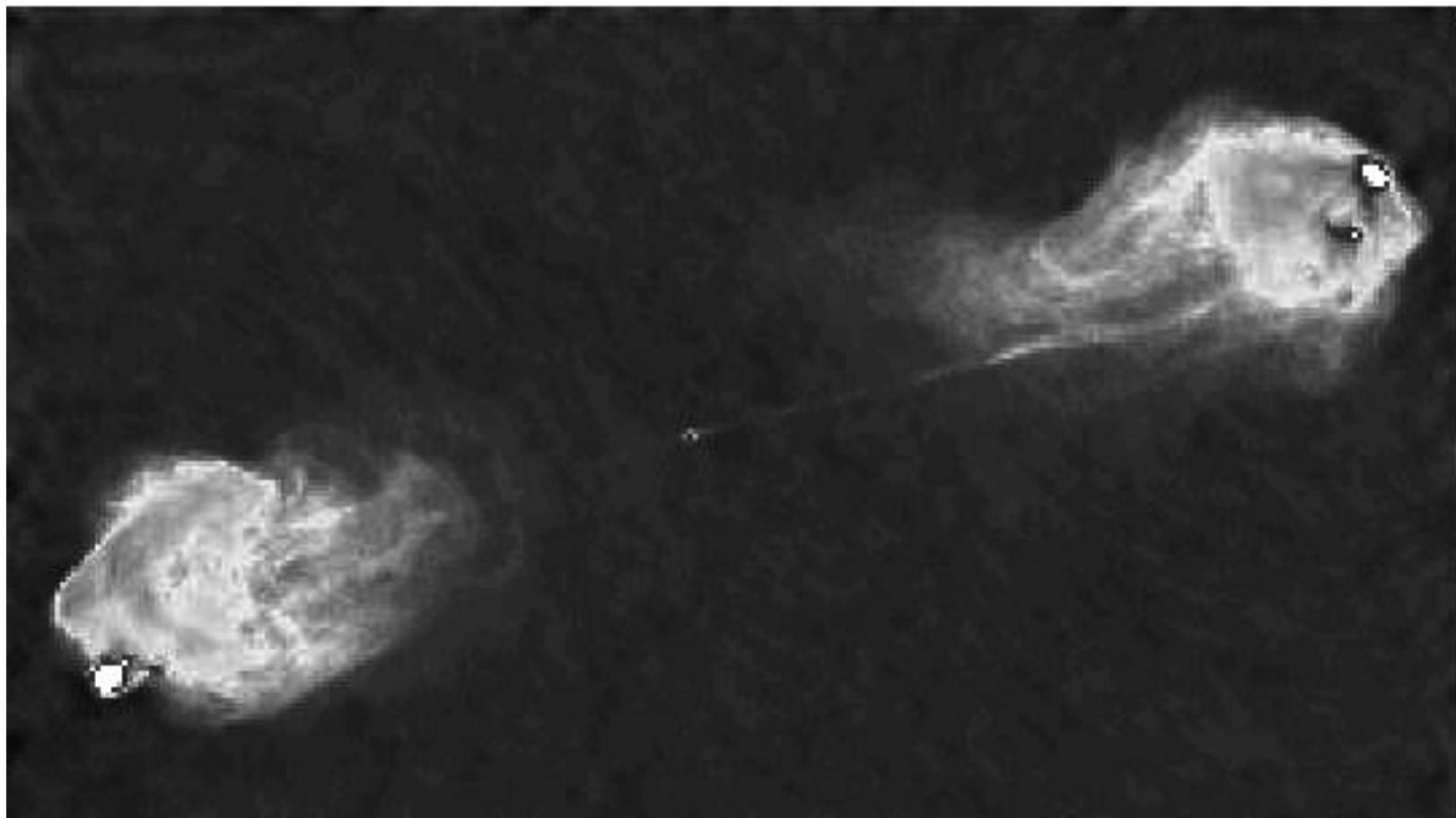
(HH1-2 : 長さ約1光年
速度 数100km/s)



(ハッブル宇宙望遠鏡: 可視光観測)

電波銀河(白鳥座A)

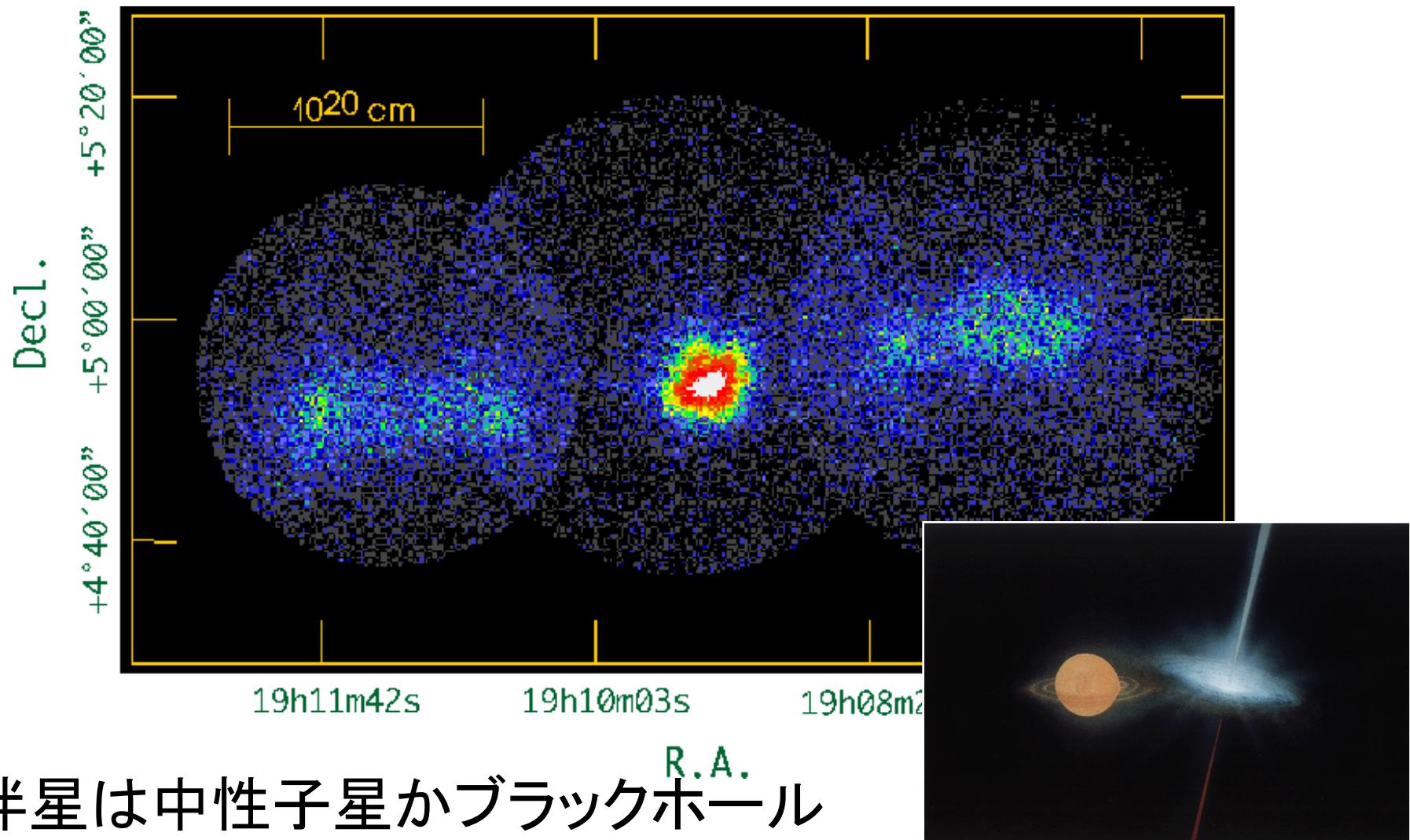
(距離=5億光年、長さ=30万光年)



(VLA)

近接連星系ジェット (SS433: X線/ASCA)

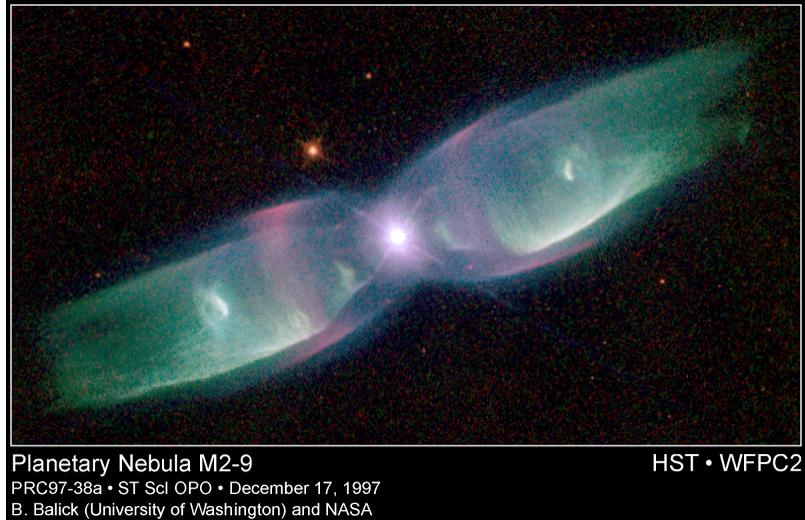
速度~0.26c



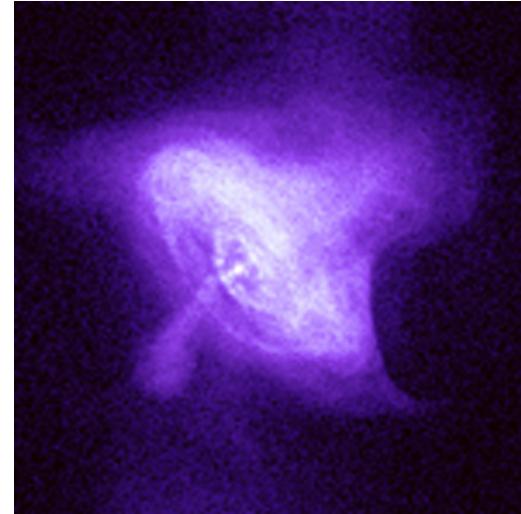
宇宙ジェットの特徴(まとめ)

	活動銀河核	近接連星系	星形成領域
中心天体	超巨大ブラックホール	ブラックホールまたは中性子星	原始星
ジェットの長さ	100万光年	10光年	1光年
ジェットの速度	光速	0.3 – 1光速	100km/s
脱出速度	光速	0.3 – 1光速	100km/s

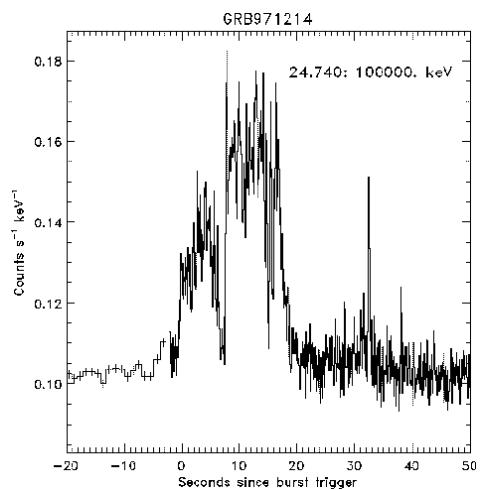
宇宙はジェットだらけ！



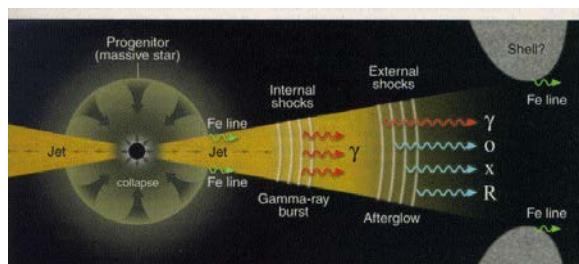
惑星状星雲



パルサー(超新星の残骸)

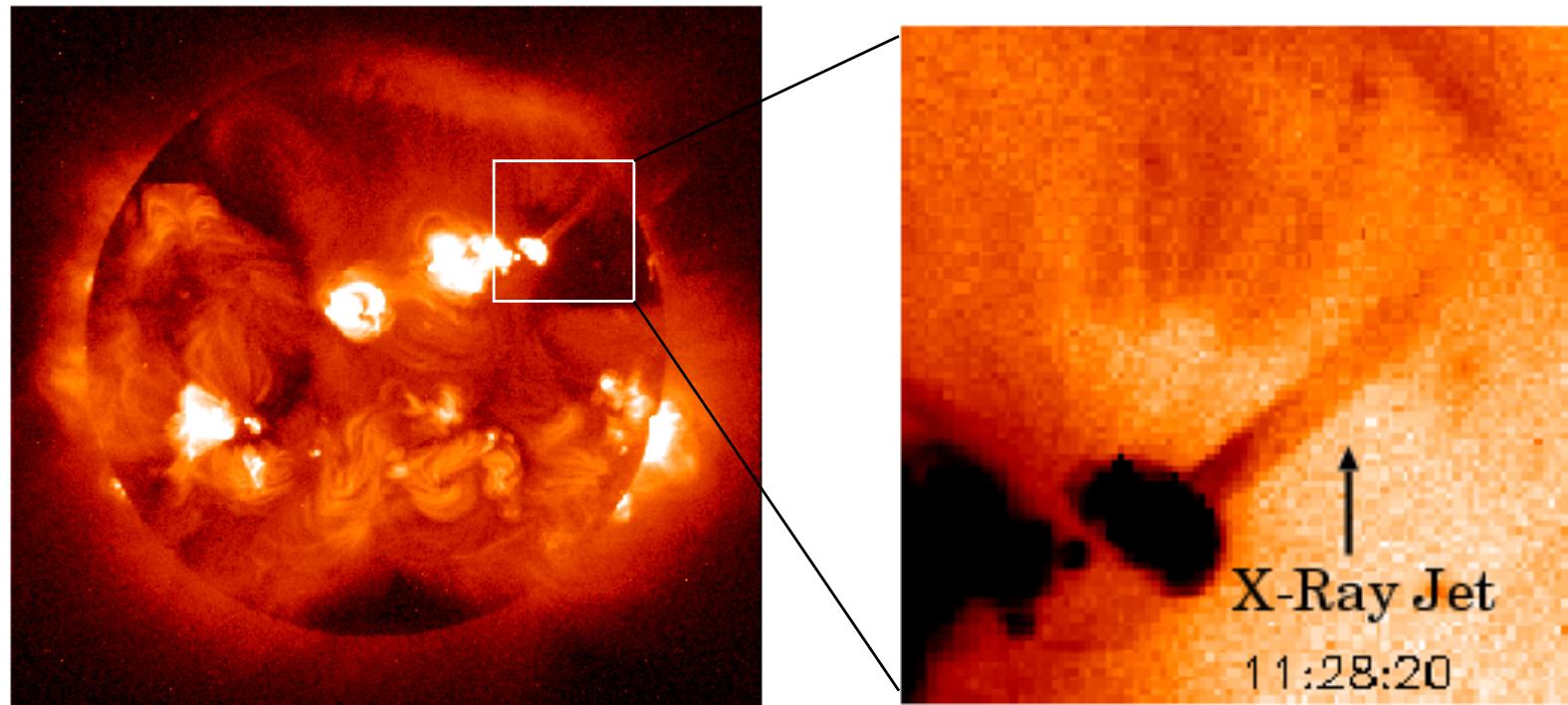


ガンマ線バースト



太陽ジェット

太陽コロナのX線ジェット 1991年に発見される



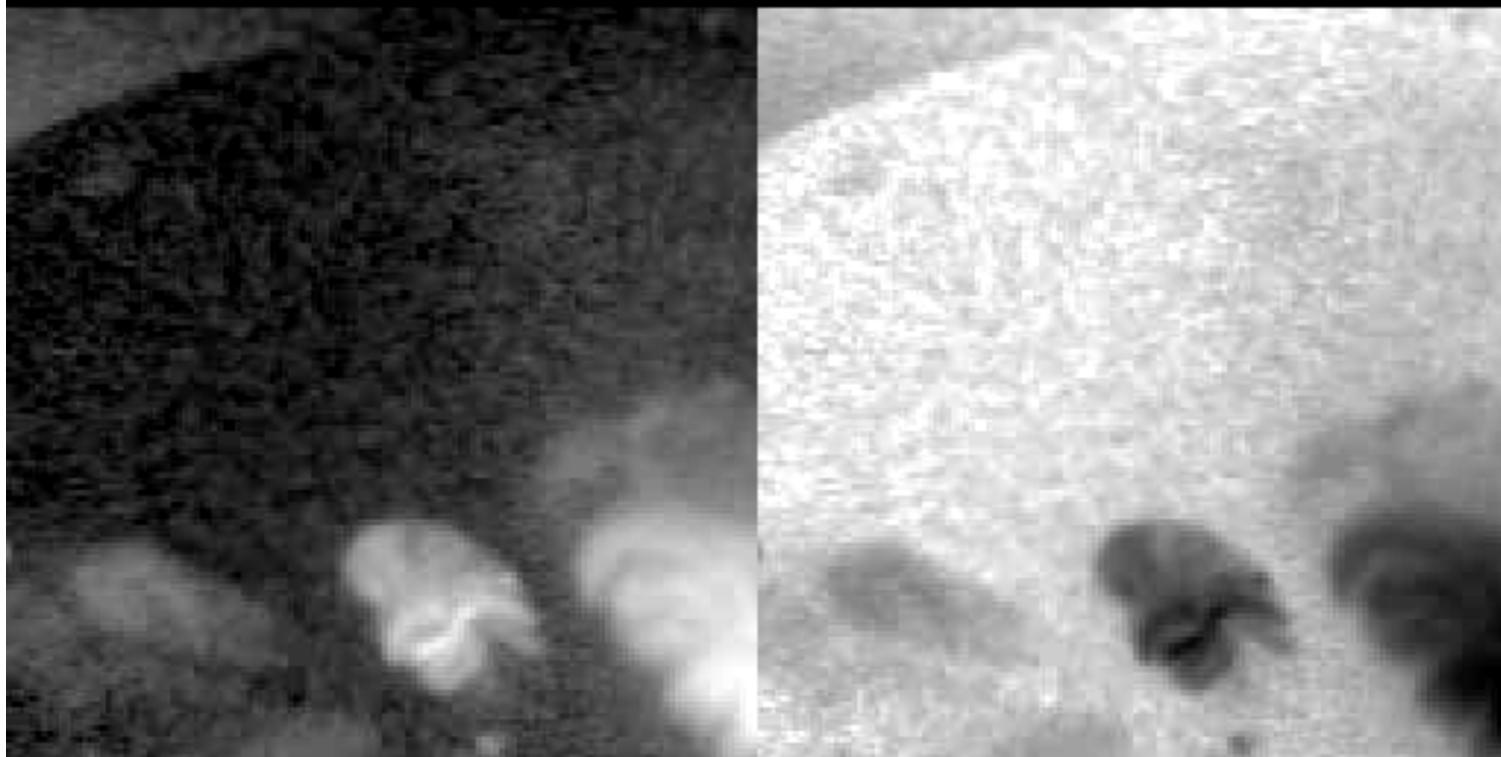
1991 November 12 11:30:28 UT

(Shibata et al., 1992)

コロナのX線ジェット

NOAA7001 Anemone Jet

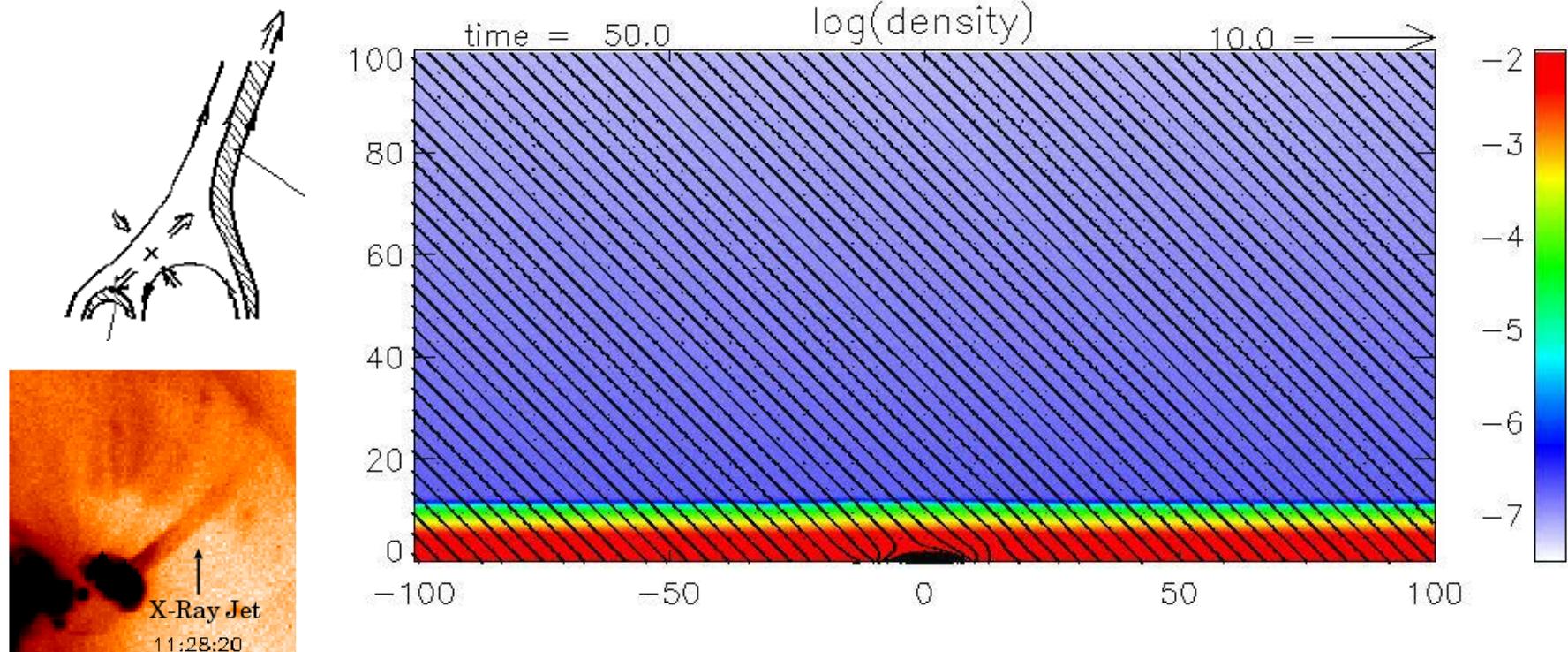
100"



FFI/Half/AlMg

11-JAN-92 05:37:22UT

太陽コロナジェットの 磁気リコネクションモデル



太陽コロナジェットの
X線観測
(Yohkoh/SXT: Shibata et al. 1992,
Shimojo et al. 1996)

清水ほか 2006

宇宙ジェットの起源は何か？

宇宙ジェットの謎

- 1光年以下から、100万光年の大きなスケールまでジェットが同じ方向に保たれているのはなぜか？
(=>回転)
- ジェットは、いかにして**加速**されるか？
- ジェットを、**細長く絞っている力**は何か？

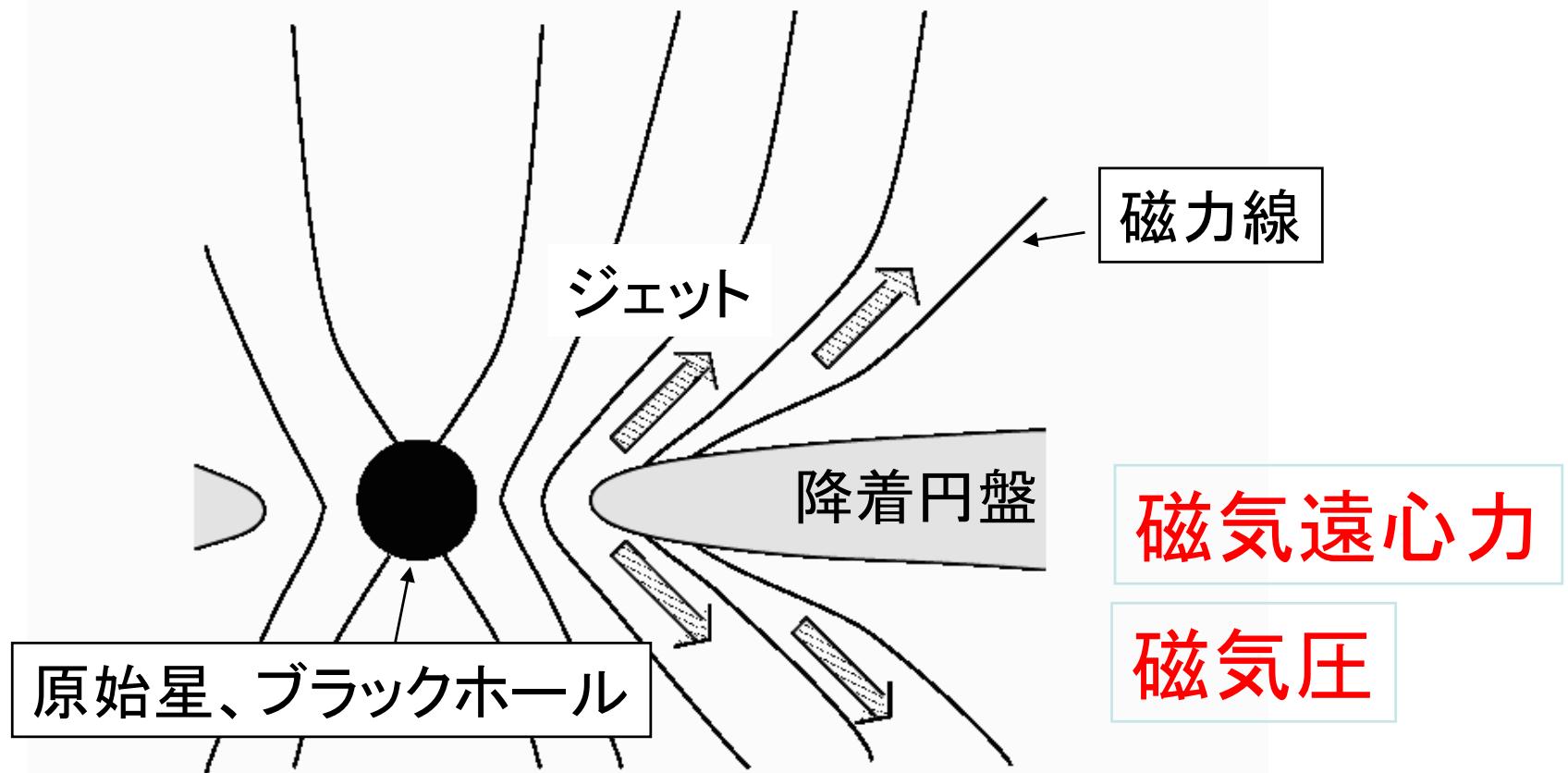
宇宙ジェットは いかにして発生したのか？

- 中心に星またはブラックホール
- そこにガスが降着=>**降着円盤**
- エネルギー源は**重力エネルギー**
- 重力エネルギーをいかにしてジェットの運動エネルギーに変換するか？

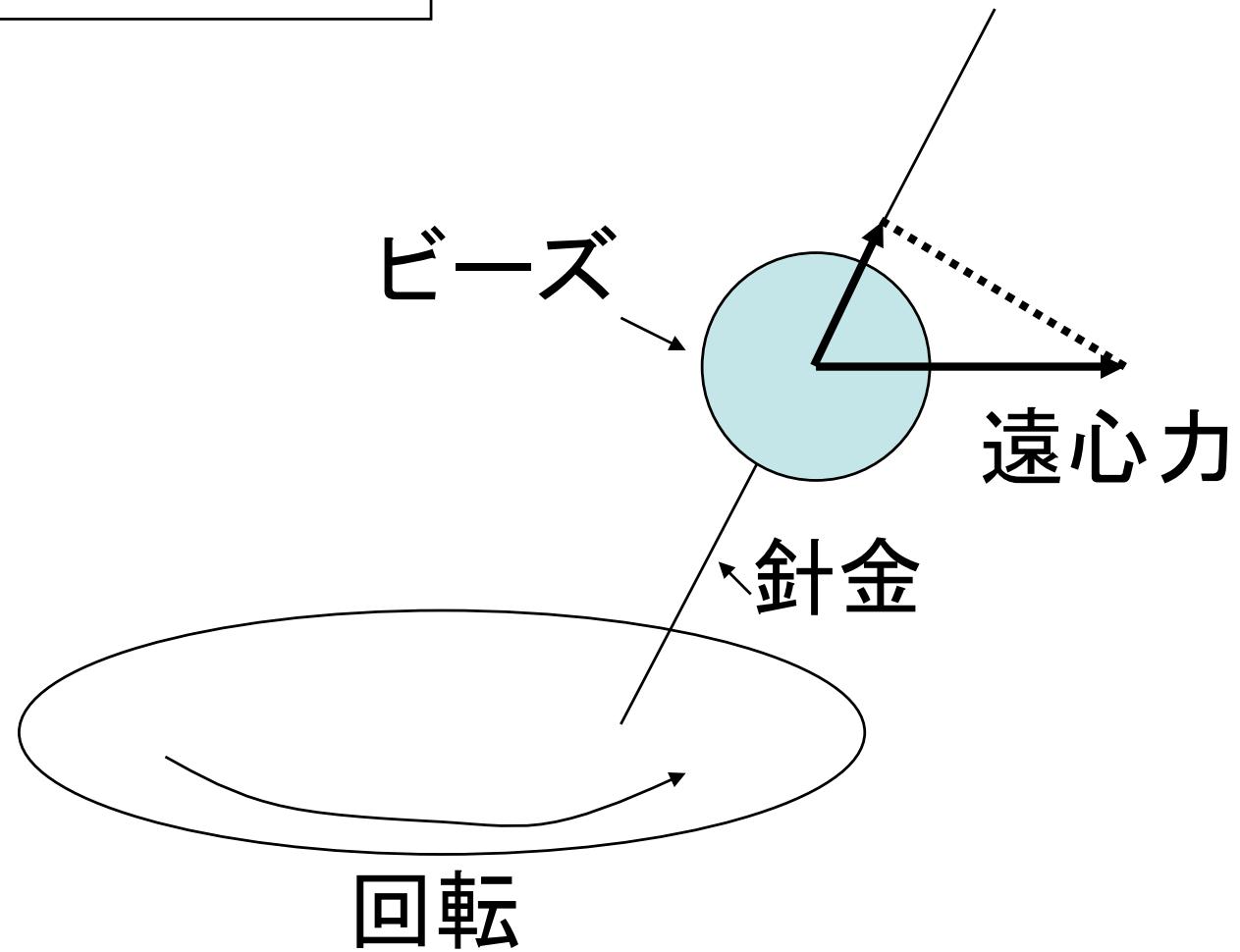
太陽ジェットからのヒント => **磁場**

宇宙ジェットの磁気流体モデル

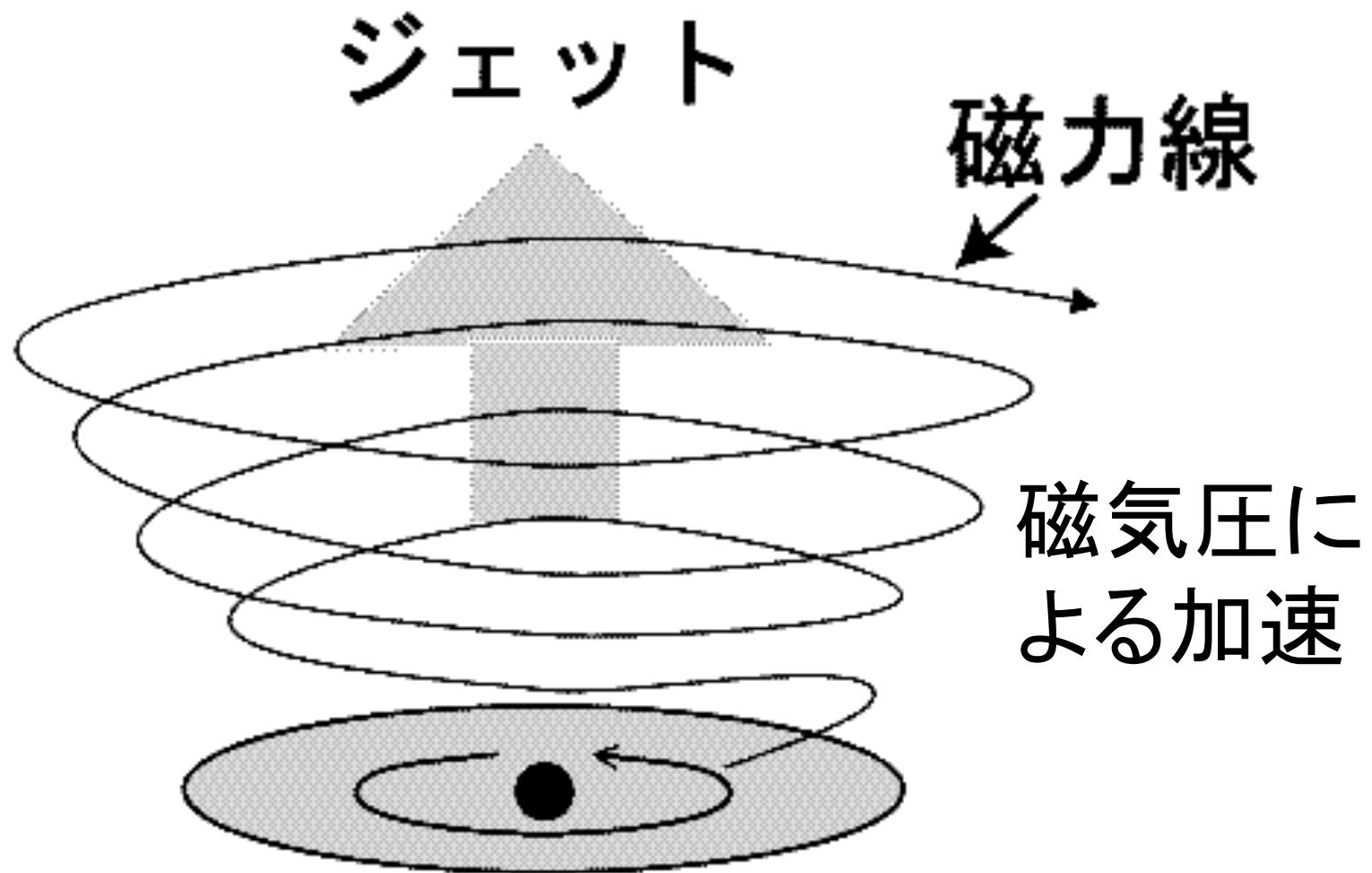
磁場と回転によってジェットを加速するモデル



磁気遠心力の概念図

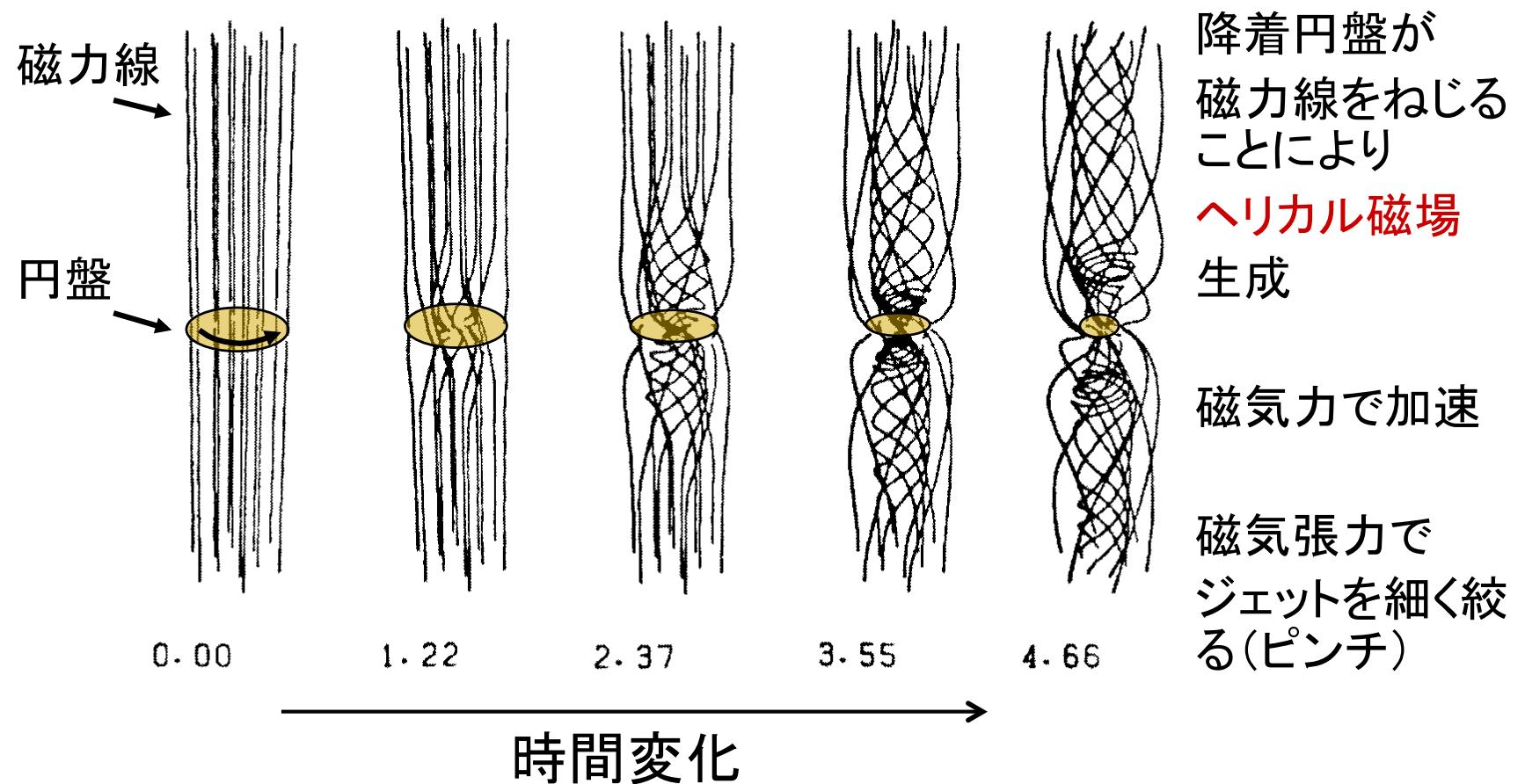


回転によってねじられた磁場(トロイダル磁場)
による磁気ピンチ力によってコリメーションする。



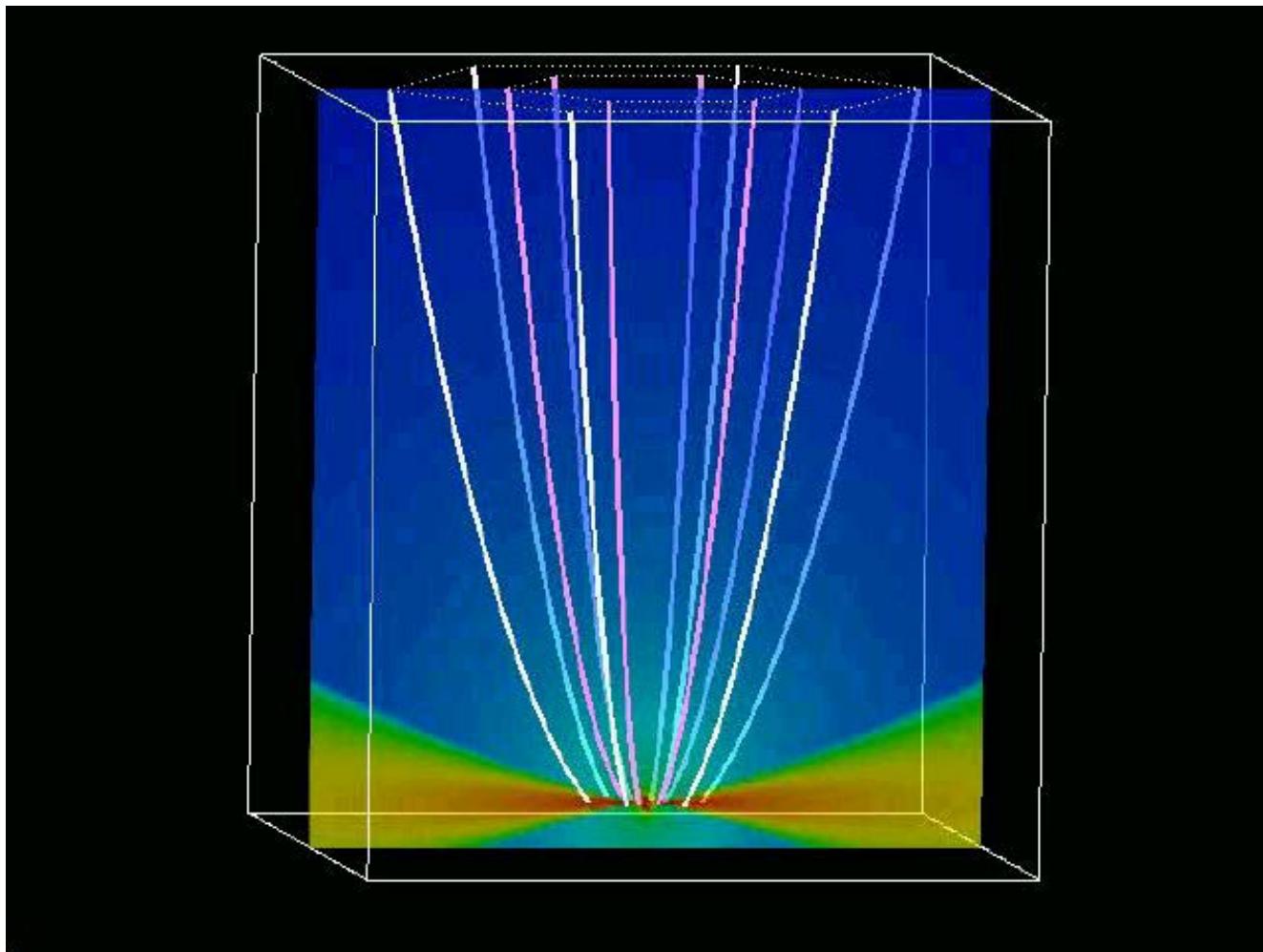
宇宙ジェットの電磁流体シミュレーション

(内田・柴田1985、柴田・内田1986) **世界初**

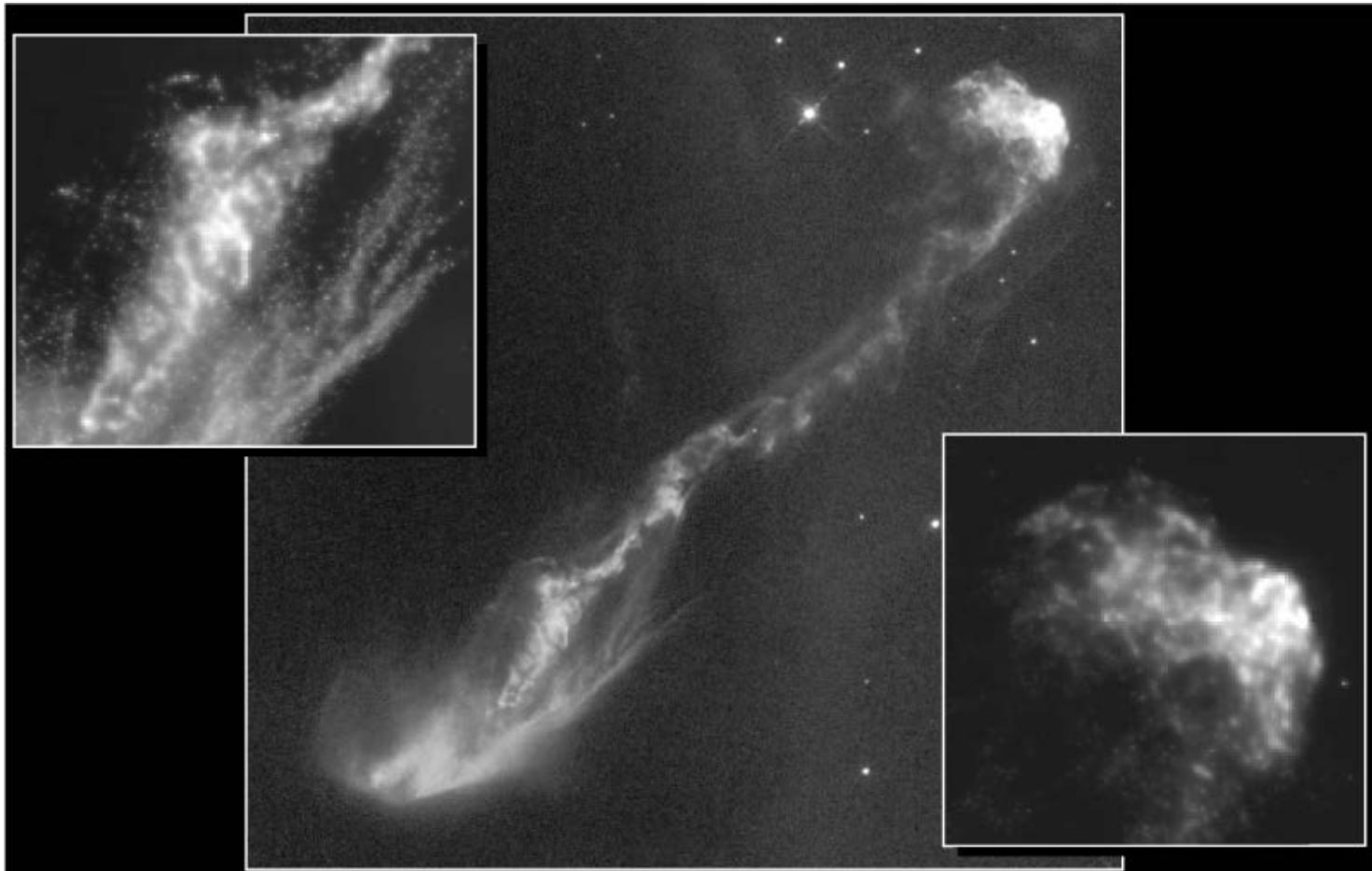


ジェットの速度～円盤の回転速度程度
～中心天体の脱出速度程度

宇宙ジェットの電磁流体 シミュレーション(工藤・松元・柴田 2005)



ヘリカル原始星ジェット



Jets from Young Stars • HH47

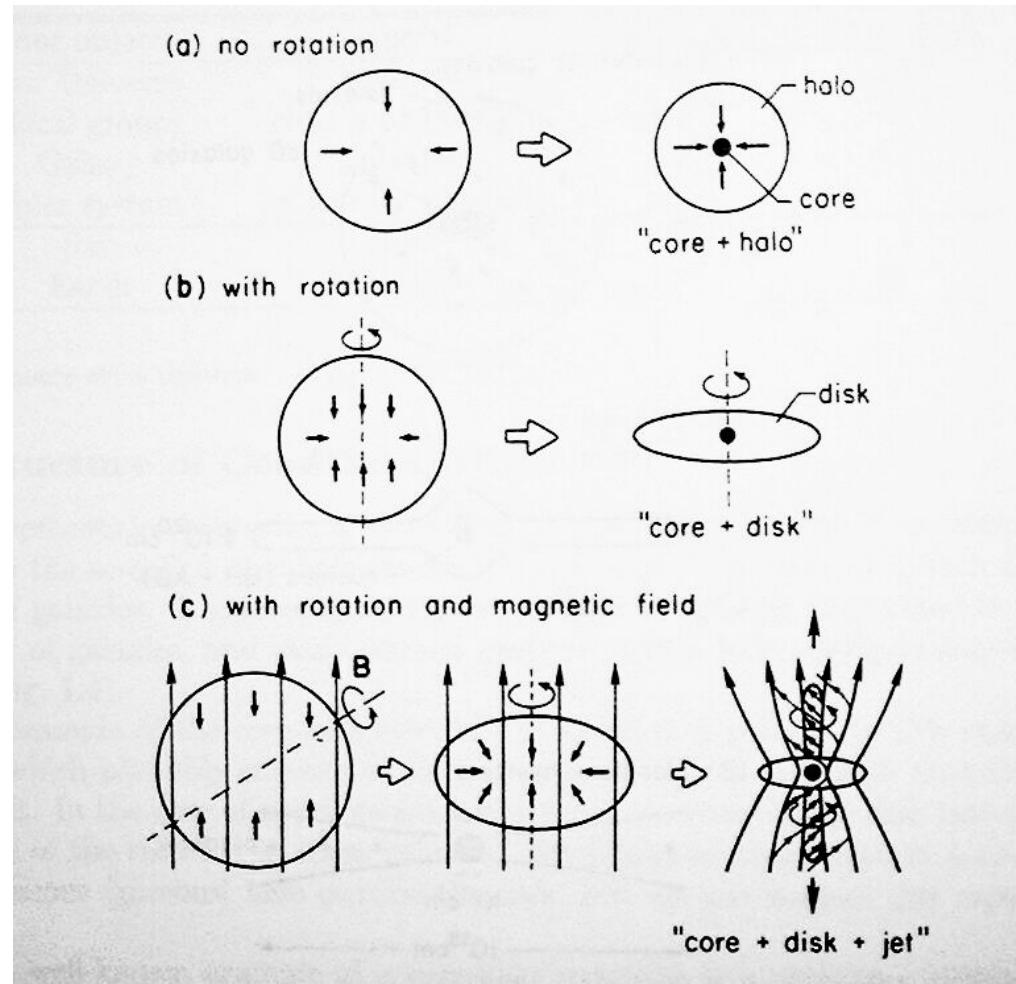
PRC95-24d · ST Scl OPO · June 6, 1995 · J. Morse (ST Scl), NASA

HST · WFPC2

天体の形成と進化における ジェットの役割は何か？

- ジェットは降着円盤から効率良く**角運動量**を引き抜く。その結果、短時間で星やブラックホールが形成される。
- ジェットは衝撃波を形成する。そこで**宇宙線**が加速されているかもしれない。
- ジェットは周囲に擾乱を与える。そこで、新たな**星形成**や**惑星形成**が引き起こされる可能性がある。

天体の形成(星と銀河)



基礎物理過程は
星形成も銀河形成も
共通

万有引力(重力)に
よる収縮が基本

回転は収縮の妨げに
なるが、磁気ジェット
が収縮を助ける

(Tajima and Shibata “Plasma Astrophysics” Addison-Wesley 1997)

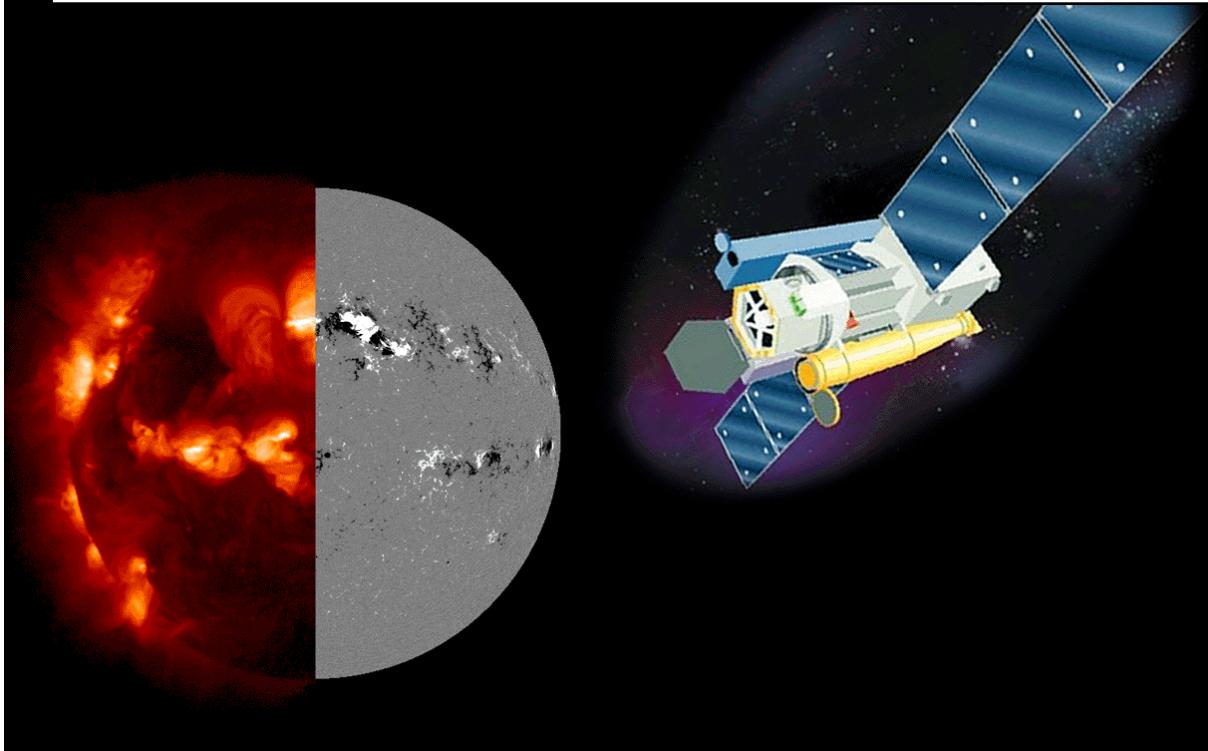
まとめ

- 近年の天体観測は、宇宙がジェットだらけであることを見た。観測精度が良くなるにつれ、続々とジェットが発見されている。これらのジェットは天体（銀河、星、惑星）の形成や生命の進化にとって重要な役割を果たしている可能性がある。
- 太陽観測は、太陽大気がフレアやジェットだらけであることを明らかにした。太陽観測はフレアやジェットが**磁気リコネクション機構**により形成されていることを確立した。
- 宇宙ジェットの起源はまだ謎につつまれているが、宇宙ジェットが太陽ジェットと同様な**磁気的メカニズム**によって形成されている可能性がある。

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/>

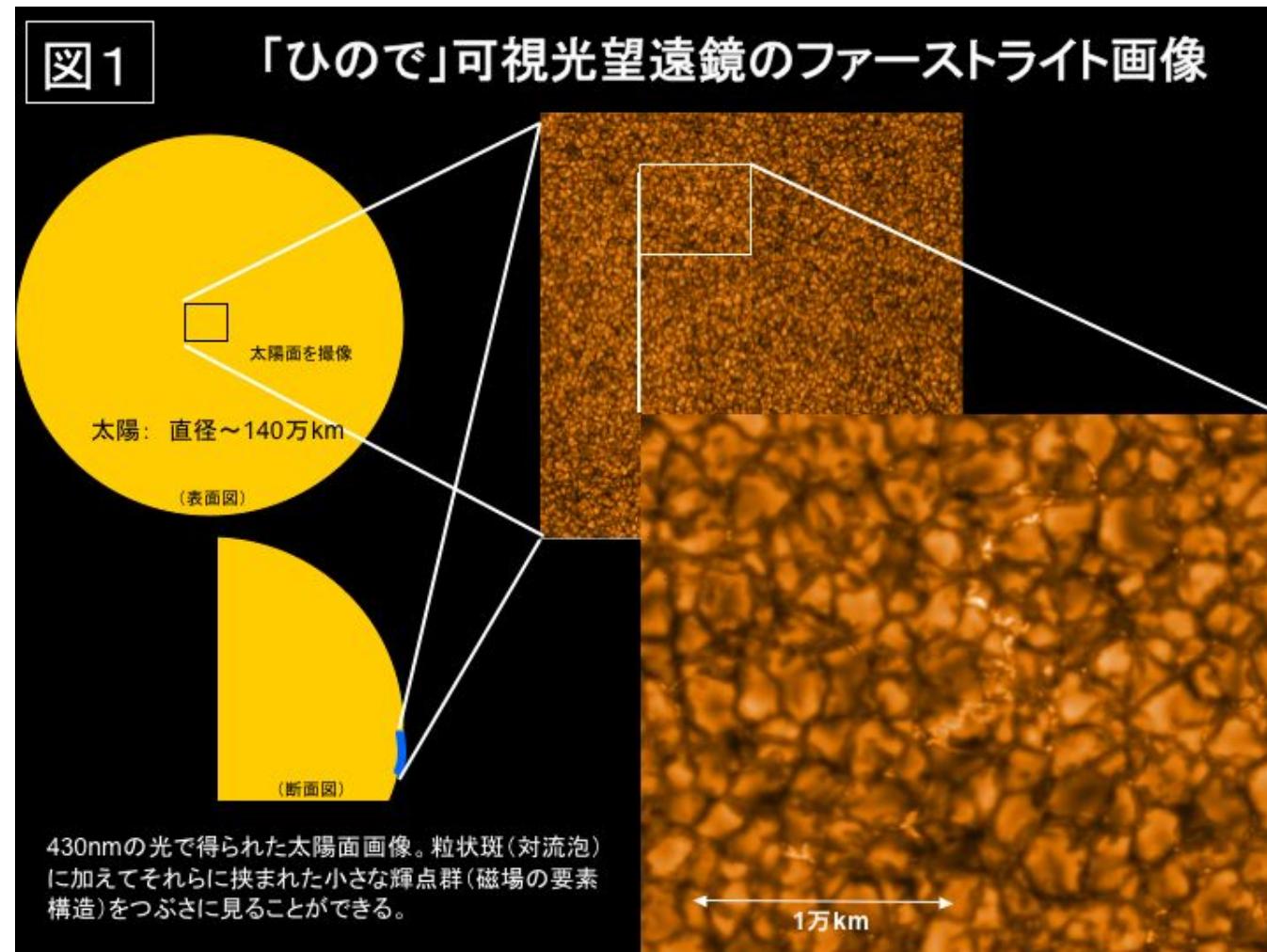
コロナ加熱機構の解明を目的として
本年9月23日内之浦より打ち上げ成功



<http://www.isas.jaxa.jp/j/snews/2006/0923.shtml>

史上最高空間分解能で
可視光磁場観測、
X線観測、
極紫外線分光撮像観測

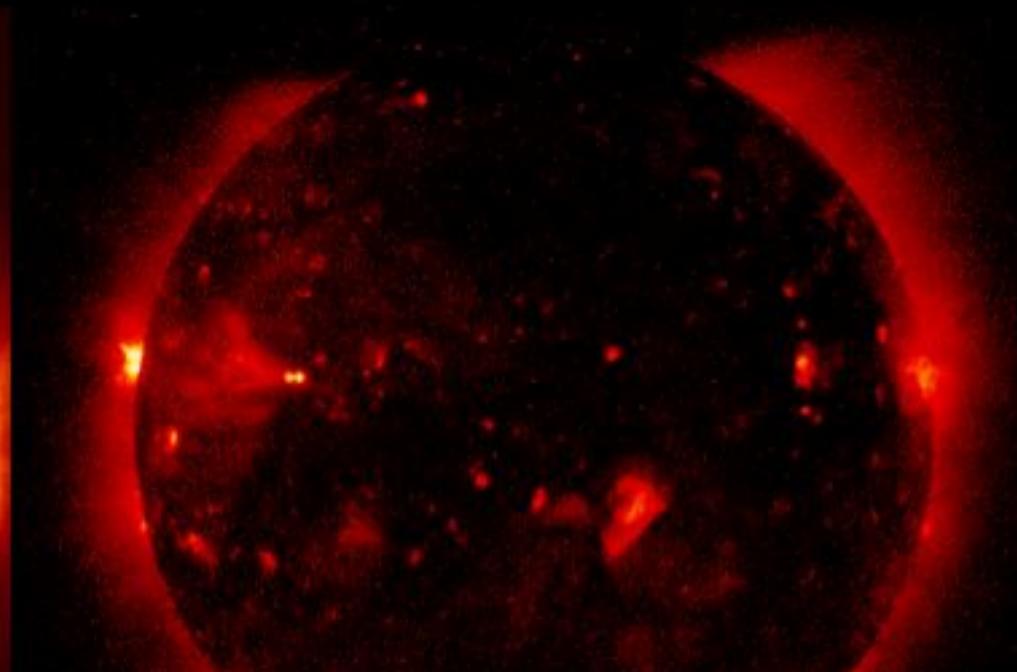
ファーストライト(10月31日記者発表)



<http://solar-b.nao.ac.jp/news/061031FirstLight/>

図2参考3

太陽活動周期の同時期でみた
「ひので」XRT画像と「ようこう」SXT画像の比較



今後どんな発見がなされるか、乞うご期待！

「ひので」XRT
2006年10月28日

「ようこう」SXT
1995年11月28日

京大新望遠鏡計画

(毎日新聞 10月15日)



望遠鏡作りを支援する
| Tベンチャー社長

藤原 洋さん

鏡を組み合わせる分割鏡
が欠かせないからだ。

た。浮世離れしていると侮ることはできない」「

ビジネスを作っていく時代。21世紀型の企業家『学

藤原 洋さん

鏡を組み合わせる分割鏡
が欠かせないからだ。

た。浮世離れしている
悔ることはできない」
他大学が計画する望遠
鏡への支援も頭の中につ
る。「学術に貢献しつつ

ビジネスを作っていく時代。21世紀型の企業家「学商」をめざしたい」

りに力を貸してほしい」。京大時代の同級生の依頼で、私財を投じて応えることにした。建設費10億円の半分を負担する。そのための会社も設立した。

藤原 洋さん

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

た。浮世離れしている
悔ることはできない」
他大学が計画する望遠
鏡への支援も頭の中にあ
る。「学術に貢献しつ

代。21世紀型の企業家『学
商』をめざしたい

民間の企業家も
基礎科学

基礎科学に資金を

同建設する望遠鏡は直徑
3・8呎。世界的には少
ないが「ここで開発す
る分割鏡製作の技術がお
もしろい」。世界最大級
のすばる望遠鏡（口径
8・2呎）は一枚鏡。次に
来る口径30呎時代には、
人類の思考法も変化させ
今夏、カーネギーなど
実業家が建設を支えてき
た米国の天文台を視察し
て回った。そこで天文学
への認識も新たにした。
「地動説を発見するなど

A close-up portrait of a man with dark hair and glasses, looking slightly to the right. He is wearing a light-colored shirt. The background is blurred, showing some text and possibly a building.

福岡県生まれ。日本一
ネット総合研究所を設
る望遠鏡は11年に利用開



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。

超巨大30m望遠鏡の基礎技術開発
ブラックホール天体爆発現象や
星惑星形成を解明
民間資金(10億円)、大学連携に
より、5年後、完成予定

市民の皆さんも、ぜひご支援を！！