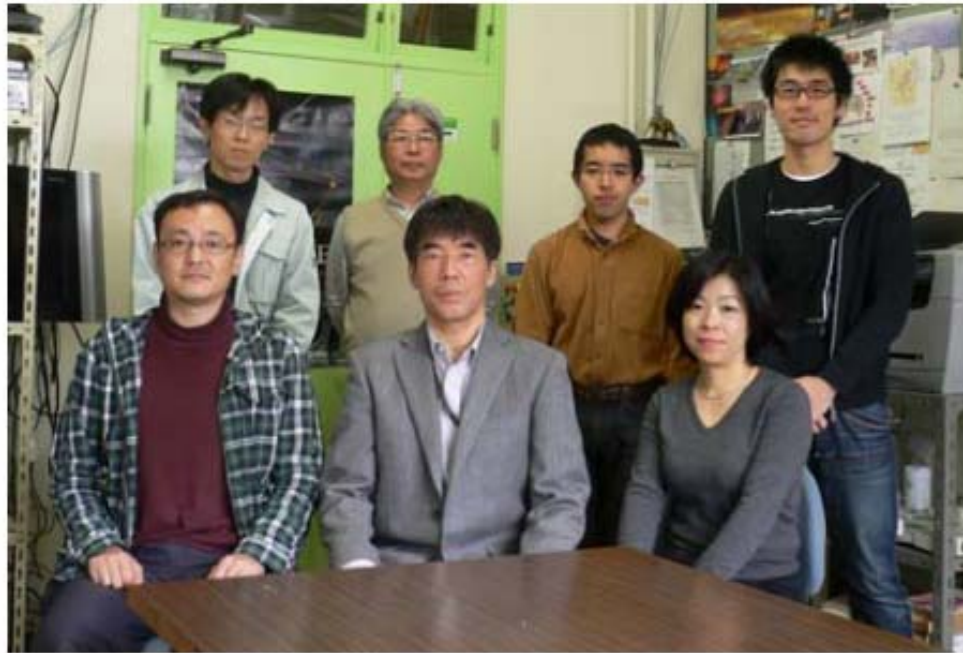


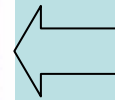
第3部門太陽圈環境部門

伊藤好孝

第3部門 太陽圏環境部門

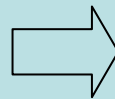


第3部門-1
太陽風グループ



P: 徳丸
A 藤木

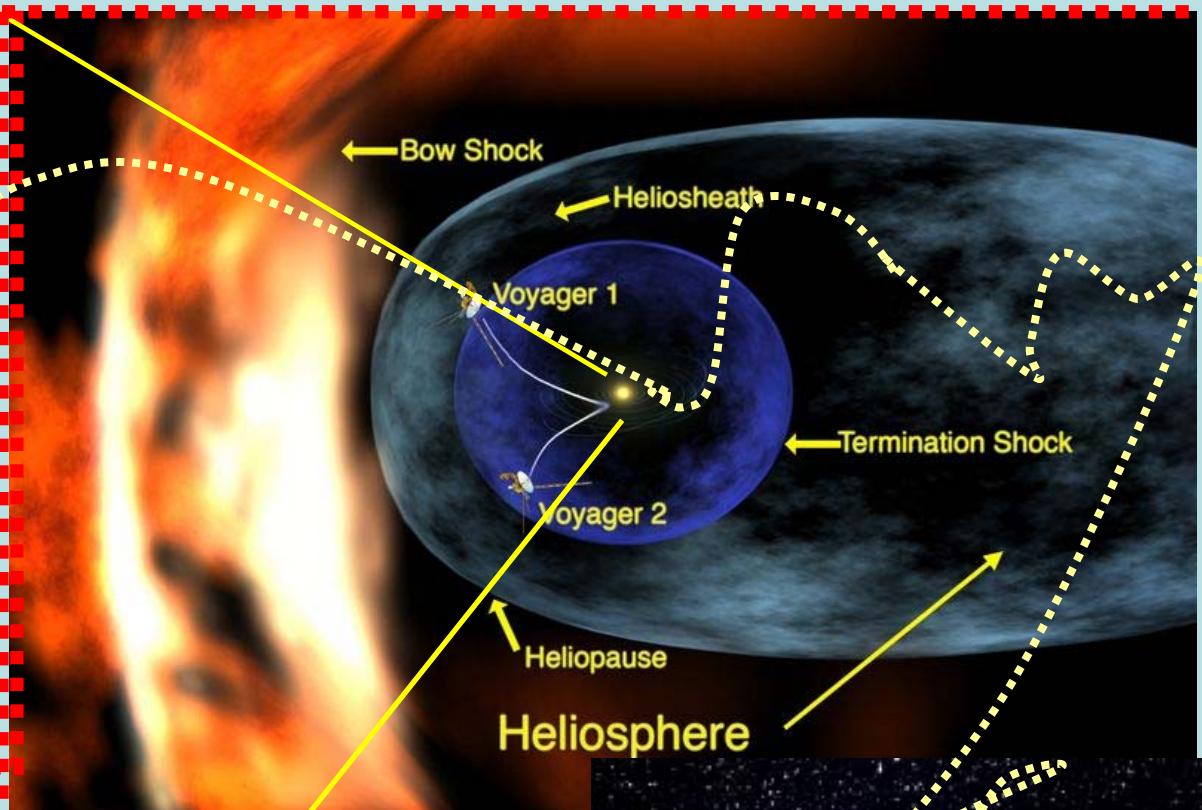
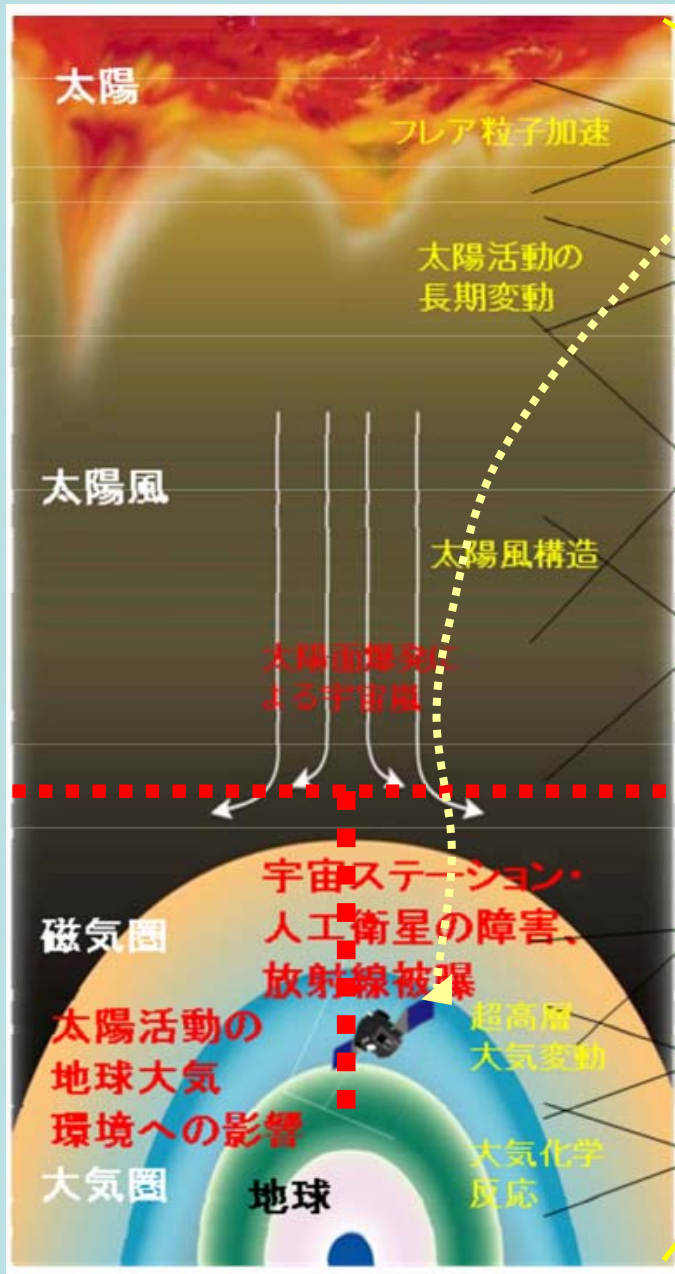
第3部門-2
宇宙線グループ



P: 伊藤、田島
AP 増田公、松原、(阿部)
A さこ、住



太陽風グループ



独自の観測で太陽風の謎に挑む

太陽風グループ (SW) <http://stesun5.stelab.nagoya-u.ac.jp>



The diagram illustrates the solar wind flow. On the left, the Sun is depicted as a bright orange sphere with a textured surface. A large, yellow arrow points from the Sun towards the right, representing the flow of the solar wind. On the right, the Earth is shown as a small blue and white sphere, surrounded by a blue, swirling magnetic field. The background is a dark space filled with stars.

太陽風 (Solar Wind)

- 太陽から超音速で吹き出すプラズマ流
- 地球周辺の宇宙環境(宇宙天気)に大きな影響を与える
- 生成メカニズムや変動特性を正確に理解することが必要

太陽風観測専用の大型アンテナ群

木曽観測施設



世界でもユニークな
観測システム

菅平観測施設



独自の技術で開発

豊川キャンパス



観測周波数327MHz



アンテナ面積
富士・木曽・菅平
~2000m²
豊川 ~3500m²

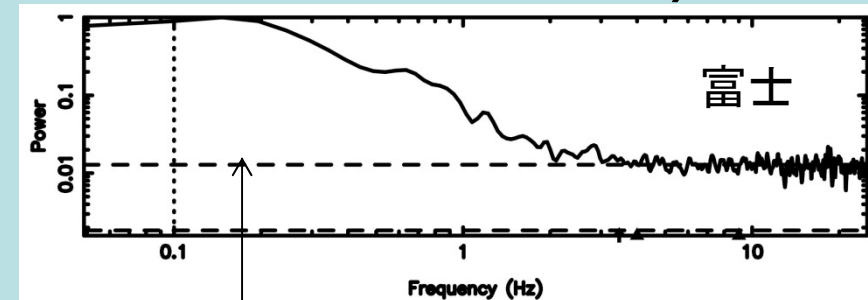
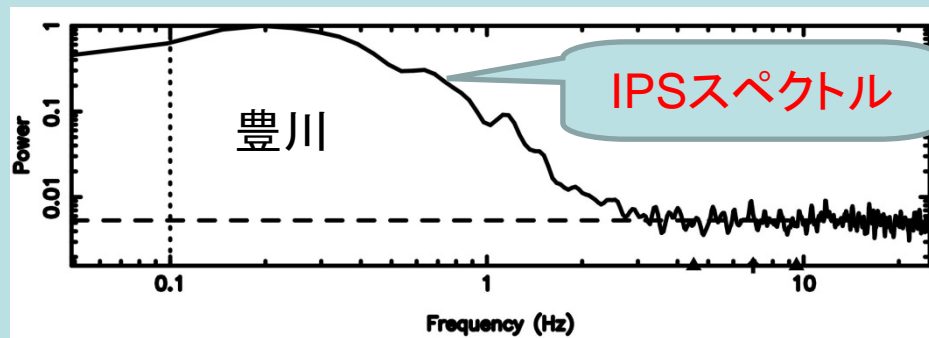
国内で
最大級！

富士観測所

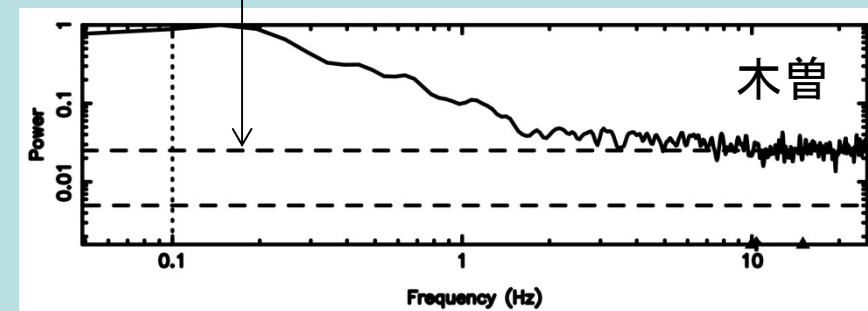


豊川新アンテナと既存のアンテナの比較 (電波源3C273を同時に観測した例)

受信強度のパワースペクトルを示す
低周波側の盛り上がりがIPSに対応



Noise



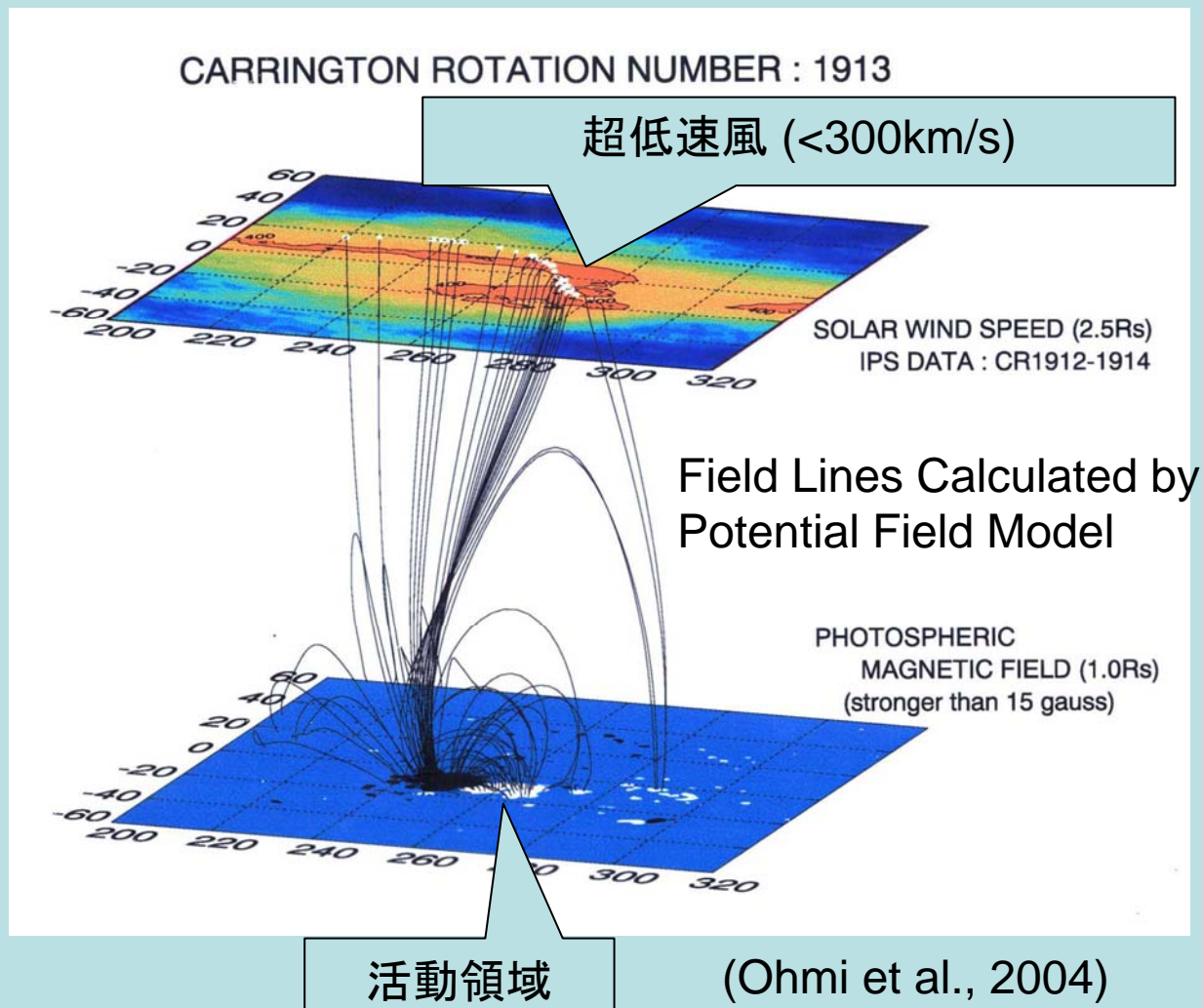
太陽圏イメージング装置
(特別教育研究経費で整備、
2008年夏より観測開始)



豊川の場合、ノイズに対するIPS成分の
パワー比は**4.09**
これは、富士・木曽にくらべ、それぞれ**3.28倍**、**5.14倍**
(富士・木曽のIPS/ノイズ比は、1.25,
0.79)

IPS-CT解析の成果: その1

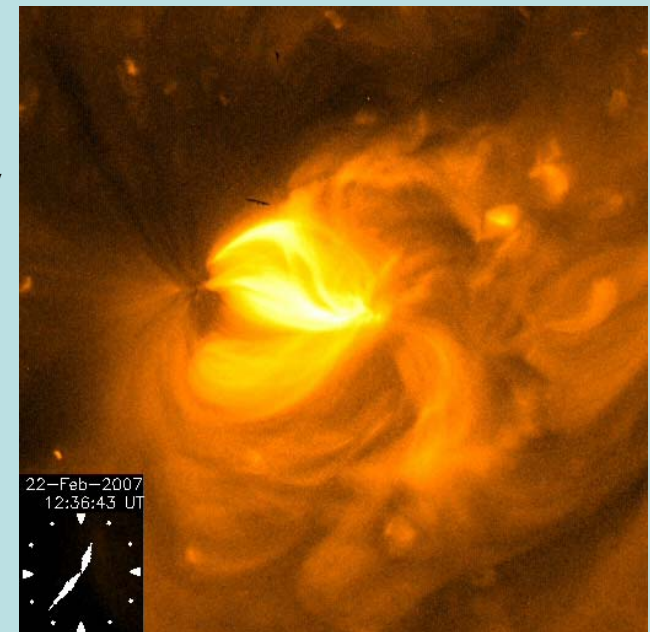
超低速風の起源を同定



(Ohmi et al., 2004)

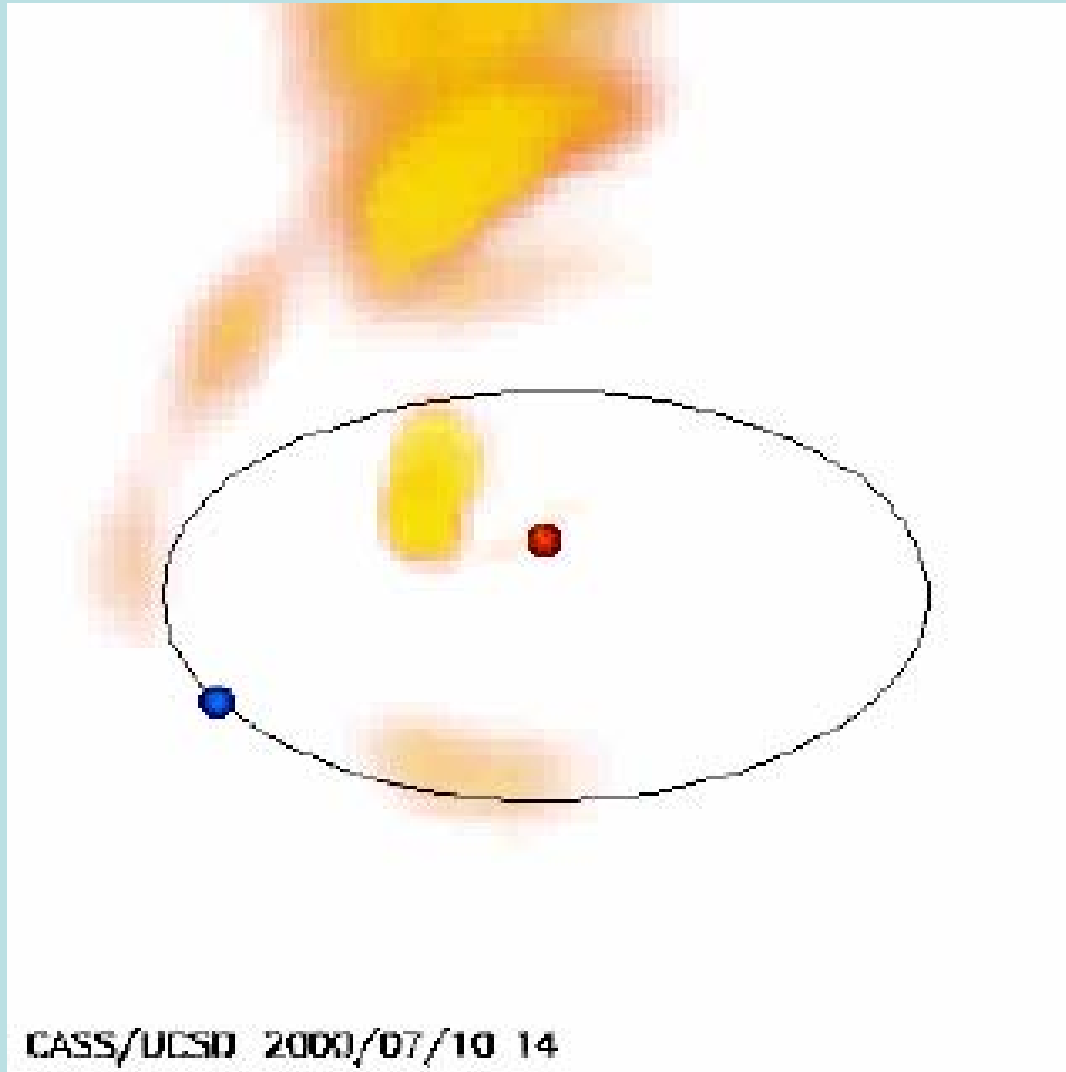
この結果は、最近のひので衛星による観測とも一致する。

Hinode/XRT望遠鏡によって観測された活動域付近の定常的なプラズマ流



(Sakao et al., 2007)

太陽風におけるCoronal Mass Ejectionの伝搬



2000年7月に発生した大規模なCMEイベントに対するSTE研のIPS観測データから作成されたMovie

オレンジ色の領域は、高密度のプラズマを表す。

CMEの伝搬機構の解明に役立つ

Dr. B.V. Jackson
(UCSD/CASS)との共同研究による

THE SOLAR CYCLE IN SOLAR WIND

11年で変化
する太陽風
の構造

1996(太陽極小)

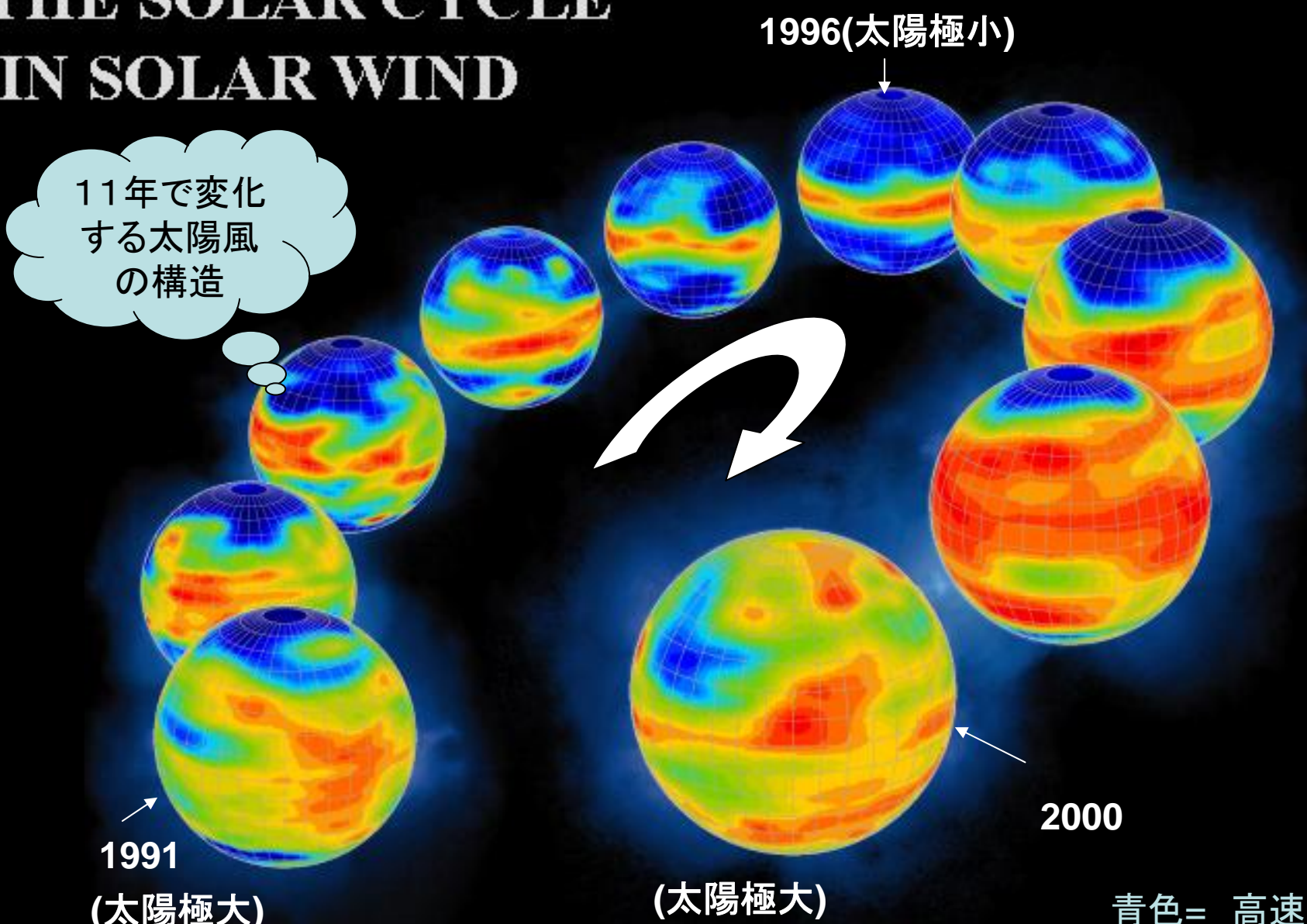
1991
(太陽極大)

(太陽極大)

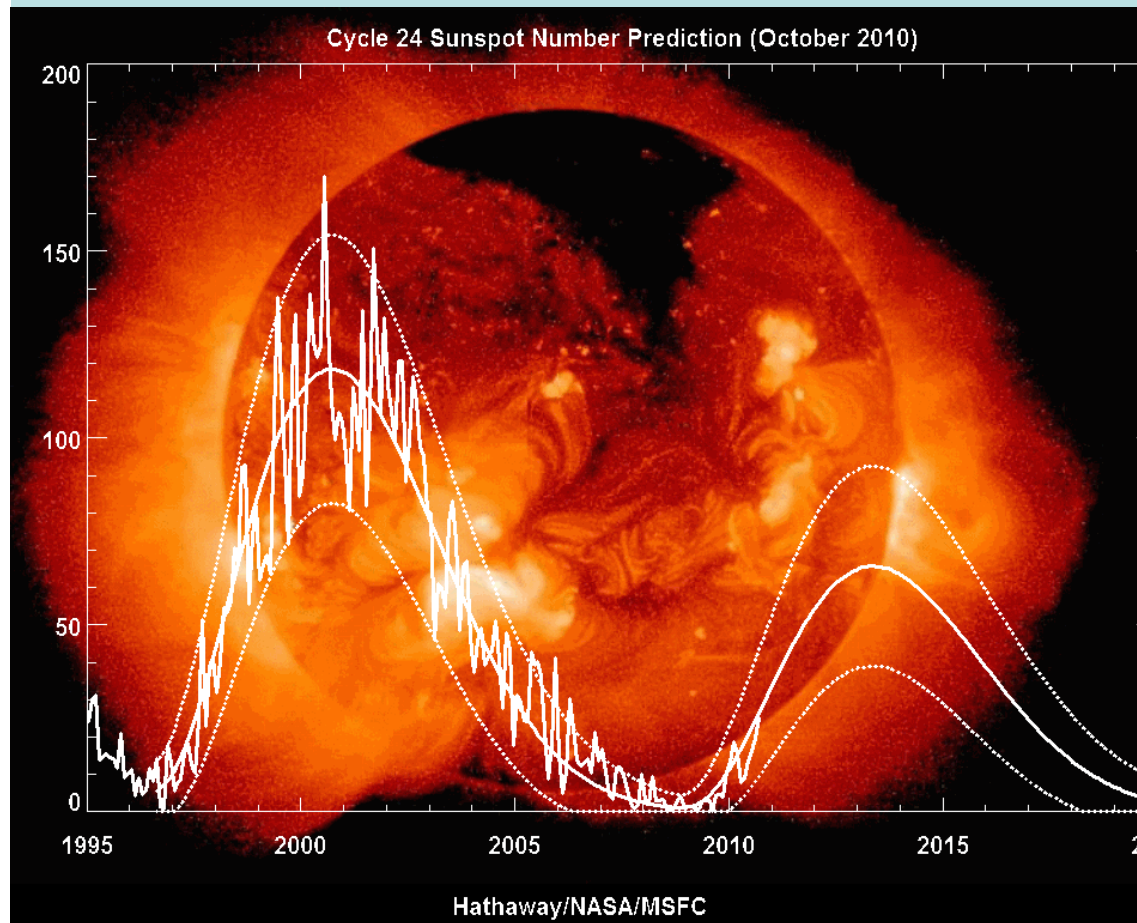
2000

青色 = 高速風
赤色 = 低速風

SOLAR-TERRESTRIAL ENVIRONMENT LABORATORY, NAGOYA UNIV.



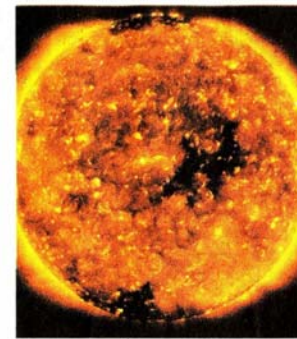
過去100年間で最低レベルの 太陽活動周期の到来？



09年(平成21年)6月1日 月曜日

4版 6

弱る太陽 200年ぶりの水準



太陽の活動が200年ぶりの低水準にまで落ち込んでいる。再来年には活動の極大期を迎えるはずなのに、活発さの指標となる黒点がほとんど現れない。研究者も「このままだと地球はミニ氷河期に入る可能性がある」と慌て始めた。

太陽の活動は約11年周期で活発になったり、静穏になったりしている。指標が表面にシミのように見える黒点。周辺では爆発現象が多く起こり、黒点が多いほど、太陽の活動が活発だ。ところが、デนมマークの

黒点減少、ミニ氷河期前兆？

太陽黒点数データセンターによると、黒点の多さを表す「相対数」は08年が2・9で、過去100年で1913年の1・4に次ぐ2番目の少なさだった。今年はさらに減り、4月までの暫定値が1・2と、1810年の0・0以来の低水準になった。

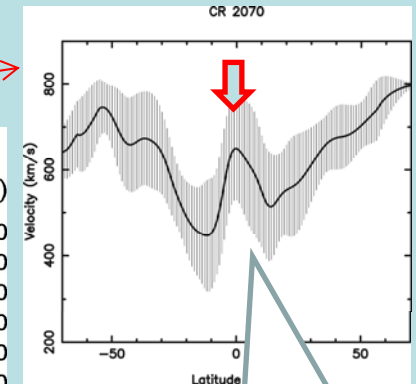
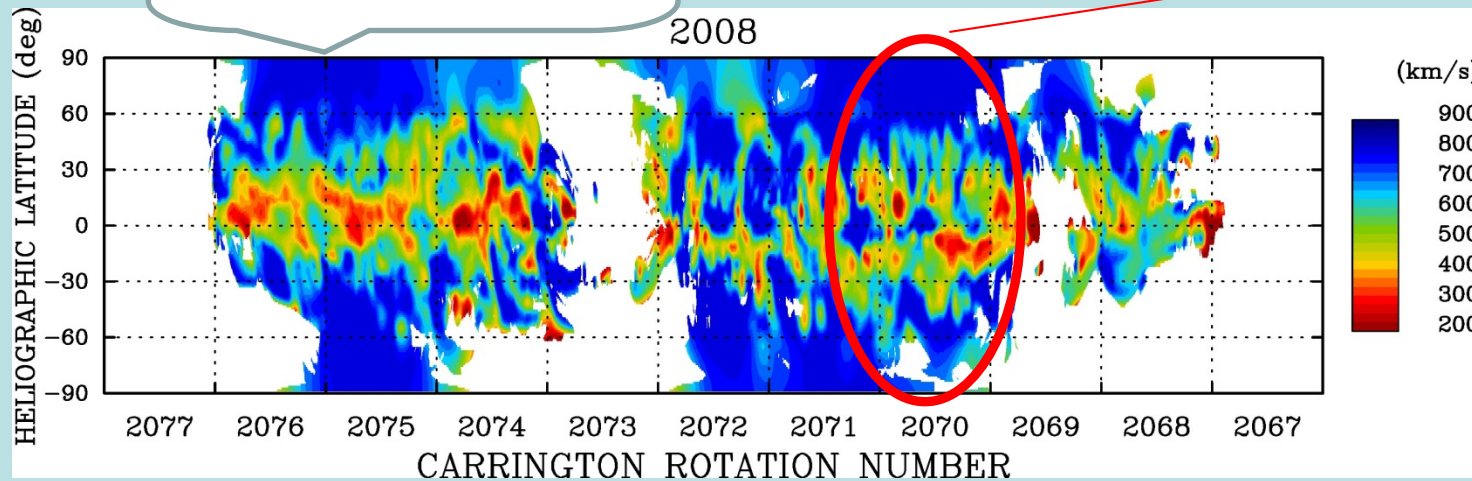
太陽から放出される陽子などの流れ(太陽風)も07、08年は過去数十年とまったく違う。静穏期の太陽風は遅い風が赤道に、速い風が北極と南極に集まるが、名古屋大太陽地球環境研究所の観測では、07、08年は赤道付近にも速い風が多く現れた。

徳丸宗利教授は「太陽の磁場が弱まっている影響だろう」という。この磁場の弱まりも、黒点の減少と関係があるとみられる。(東山正宣)

太陽観測衛星「ひので」がX線でとらえた今年3月の太陽。活動が低く、暗い部分が多い。国立天文台提供

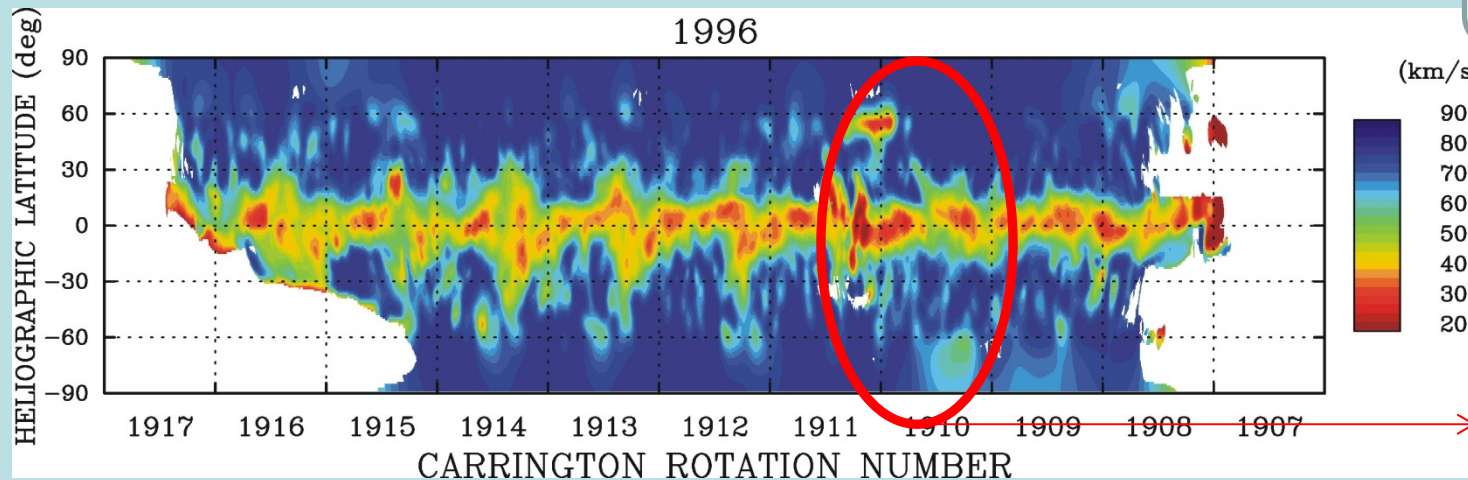
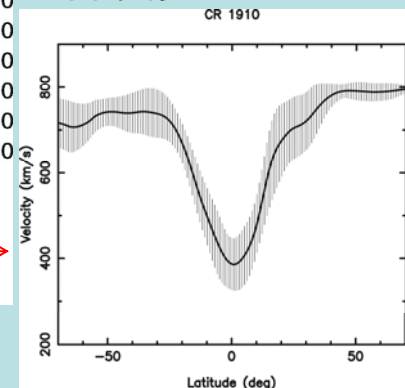
2008年(上)と1996年(下)の太陽風速度マップ

2008年の太陽風速度分布は変動が激しい



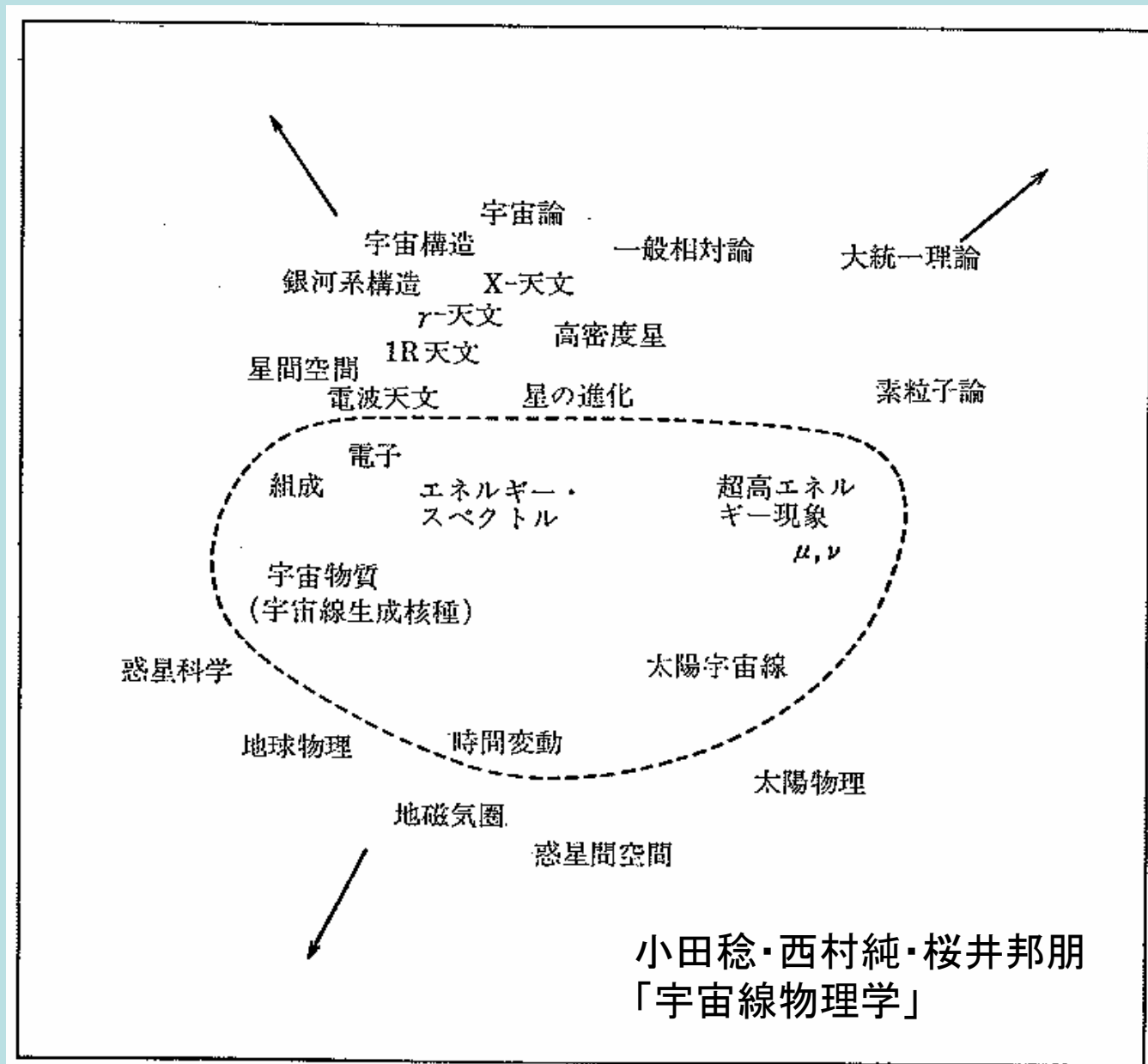
2008年は、赤道付近で高速風が発達

太陽風速度の緯度変化



前サイクル、前々サイクルの極小期では、赤道には低速風が存在し、分布は安定していた

宇宙線グループ



私家版「研究分野地図」

宇宙線物理：3つの観点

- 素粒子物理
 - 宇宙線の相互作用、未知の新粒子探索
- 宇宙プラズマ物理
 - 宇宙線の起源、粒子加速機構の解明
- 太陽地球系のプローブ、エネルギー輸送
 - 異方性、モジュレーション、宇宙線生成核

- ・年輪中炭素14測定
- ・宇宙線による雲生成

(M2名D1名)

- 宇宙線と物質との反応
- ・LHCでの宇宙線反応研究

(PD2名
D2名
M3名)

宇宙線加速機構の解明

- ・太陽中性子観測
- ・ガンマ線天文学

Yohkoh SXT, AIMγ (M2名)
Mar. 18, 1999 16:40 UT

第3部門 宇宙線G

重力マイクロレンズ観測MOA

- ・天体的暗黒物質
- ・系外惑星

(D4名
M4名)

- 地下宇宙線実験
- ・ニュートリノ観測
 - ・暗黒物質探索

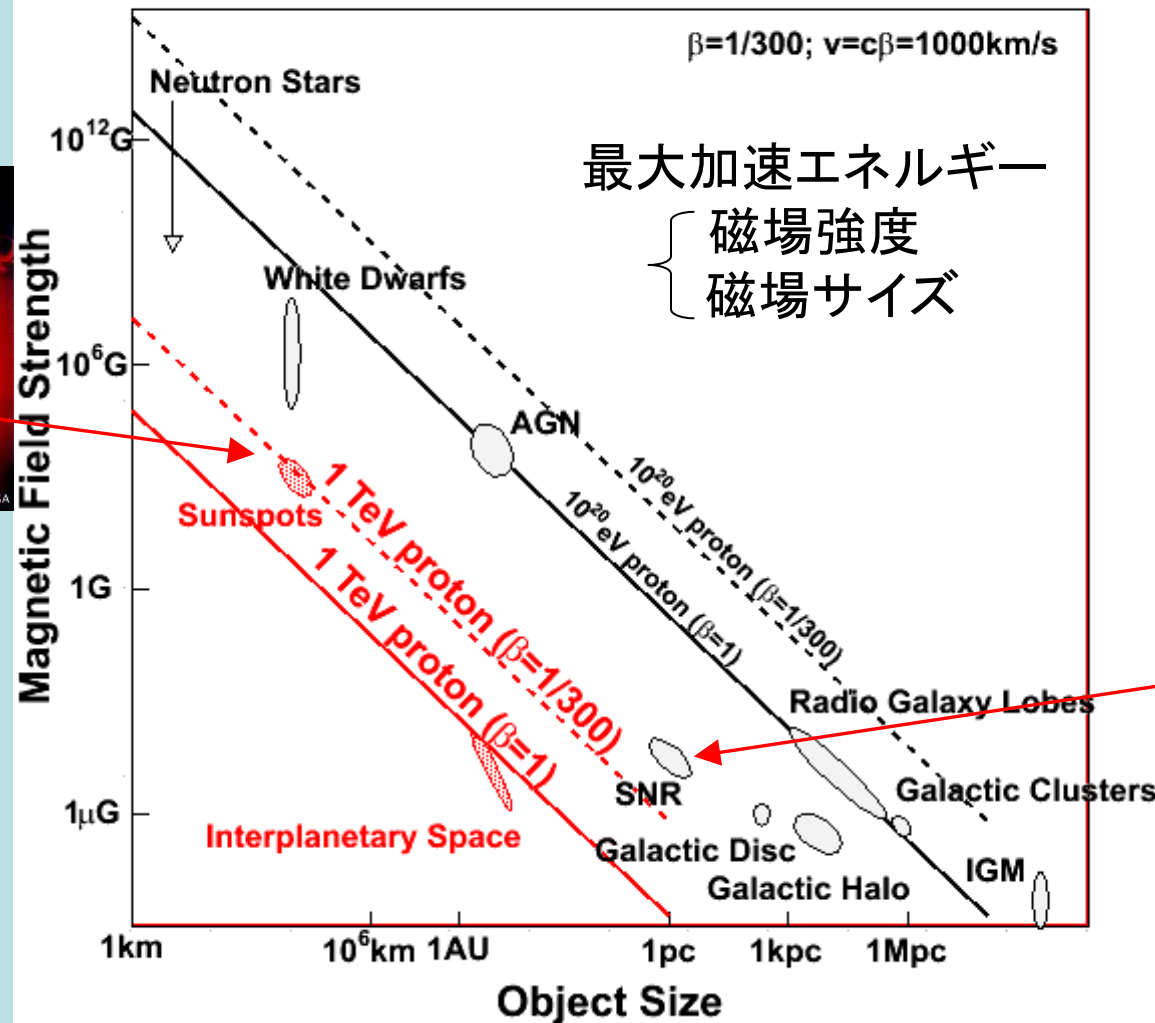
(M2名D2名)

素粒子宇宙起源研究機構

理学部附属南半球宇宙観測センター

粒子加速:異なるスケール 共通の原理

Hillas Diagram



宇宙線陽子加速機構を「in-situ」で知るために
太陽表面での加速を理解する

太陽表面での陽子加速を 中性子、ガンマ線、ニュートリノで見る

Accelerated Charged Particle
(ex proton)

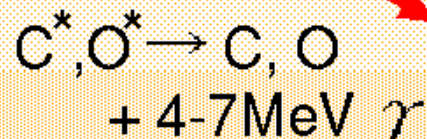
加速タイミング？
エネルギー分布？
加速効率？

中性子望遠鏡

neutron

proton

Neutron



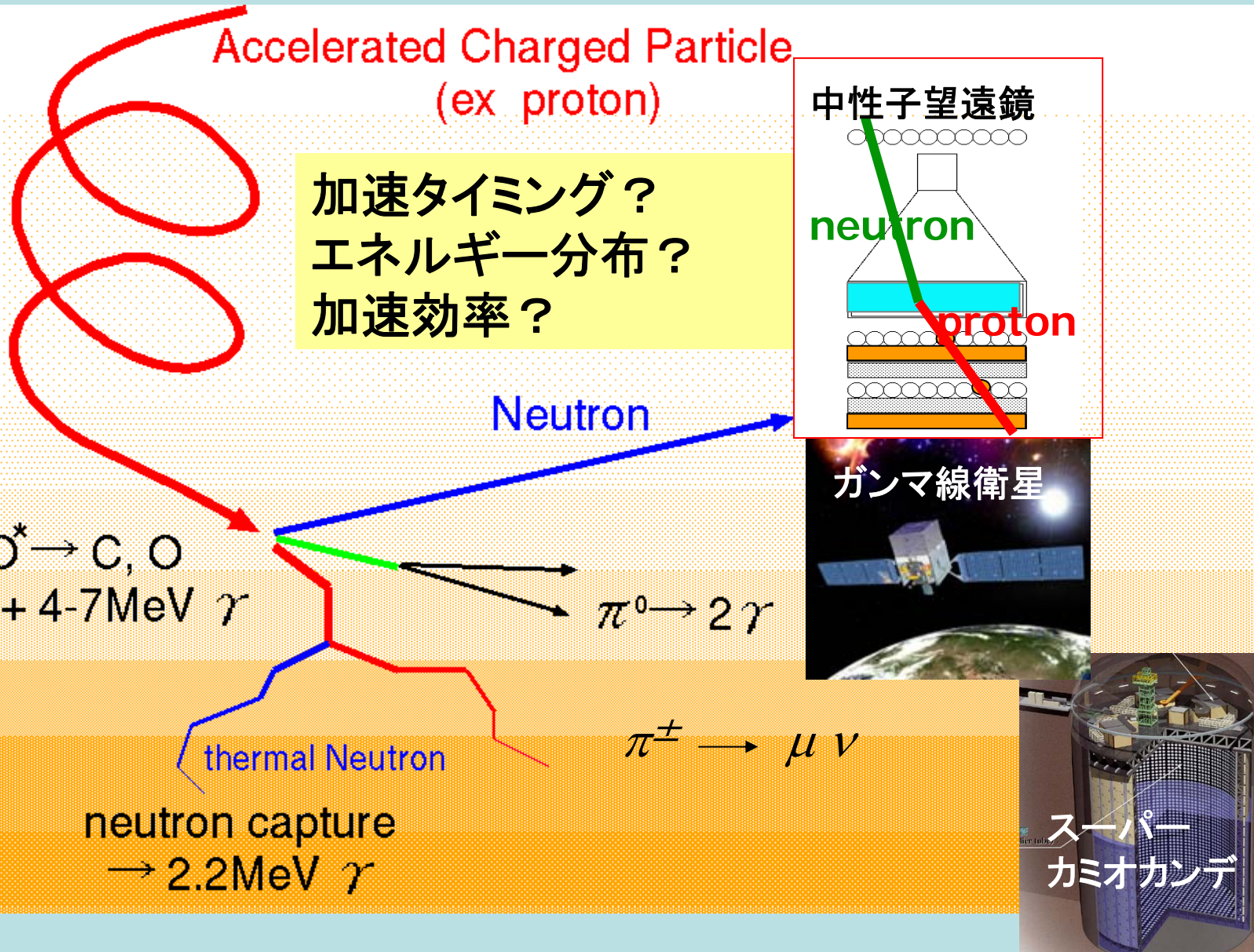
thermal Neutron



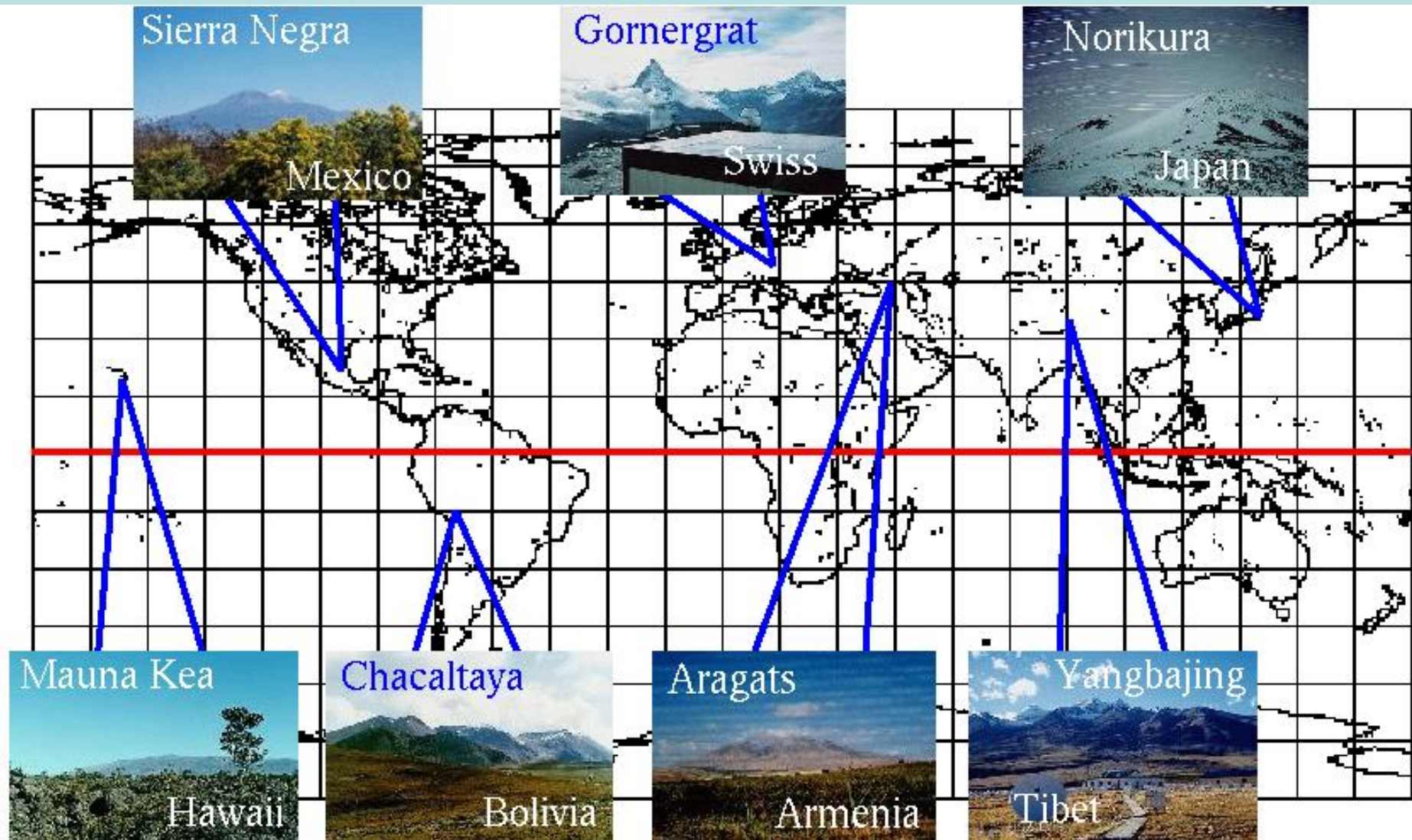
neutron capture
 $\rightarrow 2.2\text{MeV } \gamma$

ガンマ線衛星

スーパー
カミオカンデ



太陽中性子観測ネットワーク

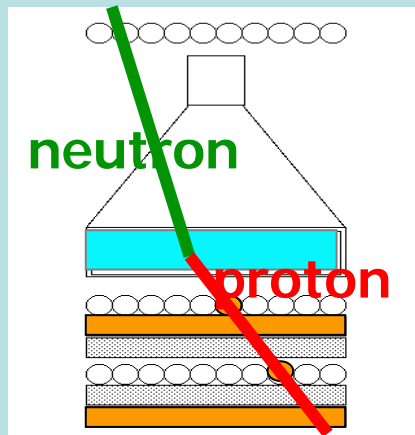


中性子到来時間分布は加速持続時間を示唆

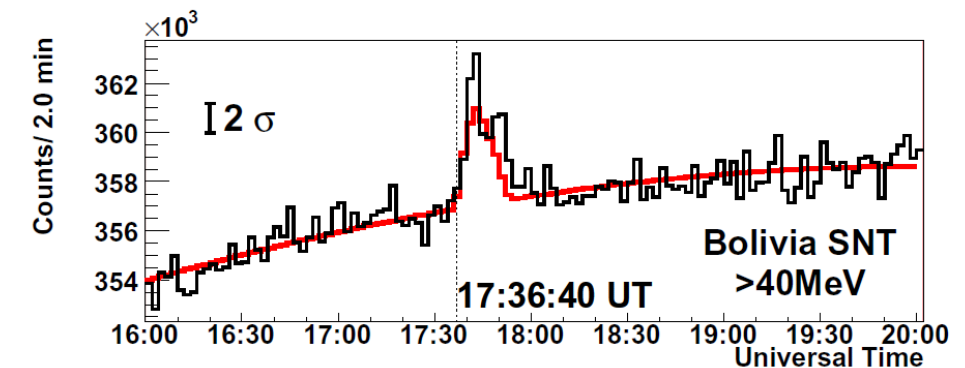
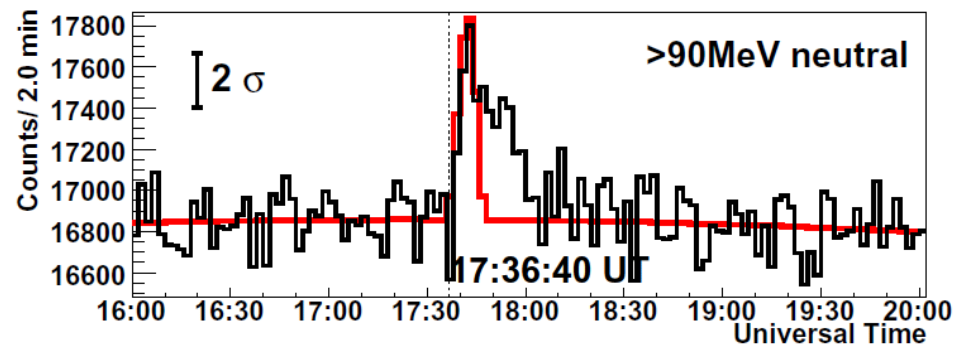
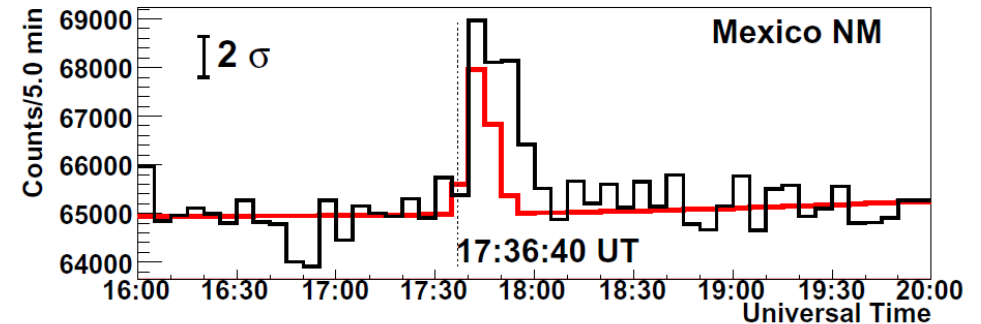
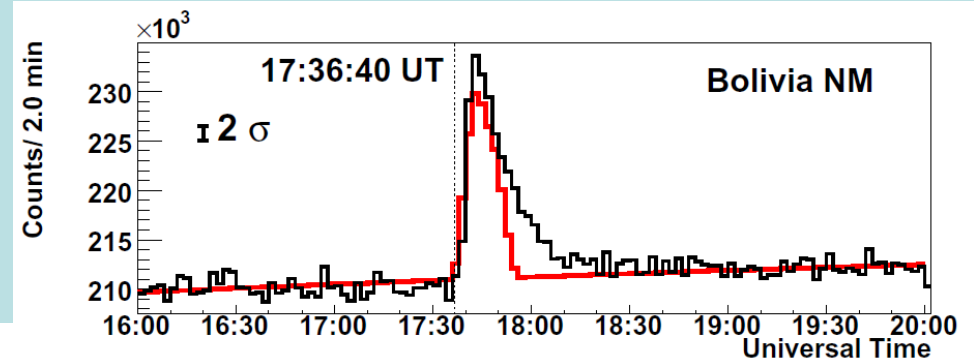
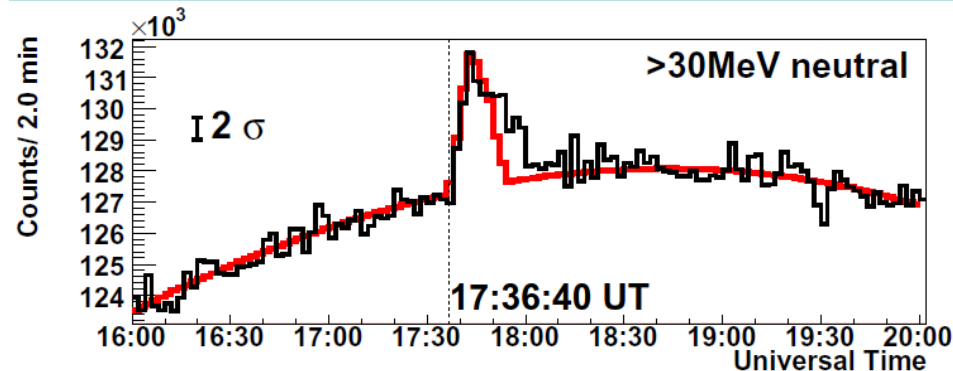
SNT2台(ボリビア、メキシコ)

NM2台(ボリビア、メキシコ)

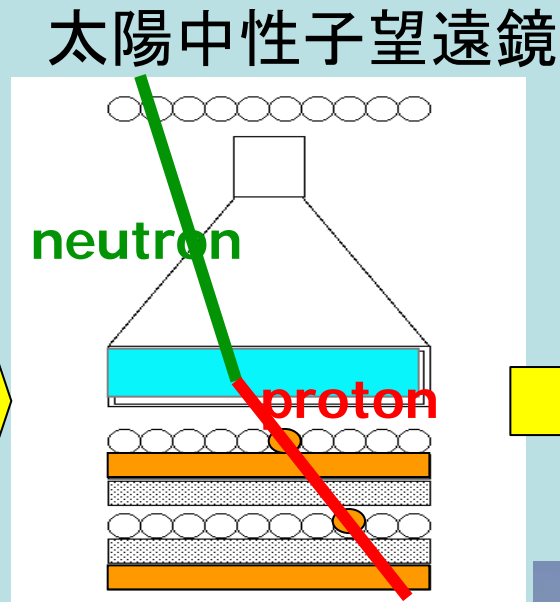
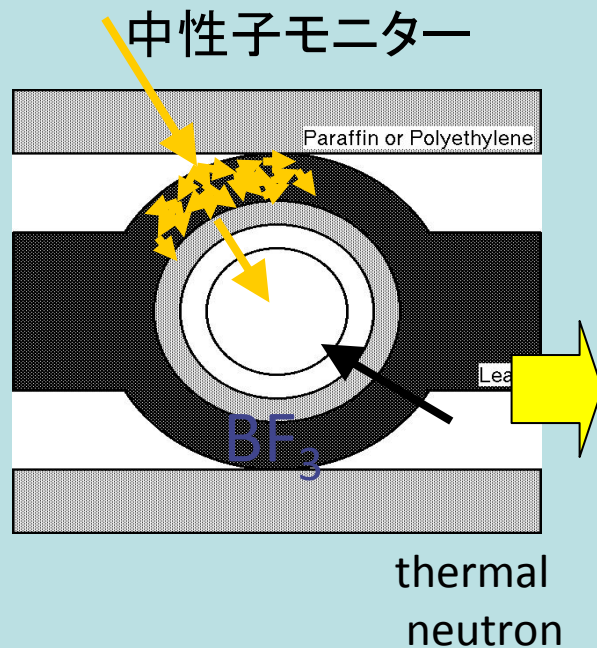
で独立に中性子を検出



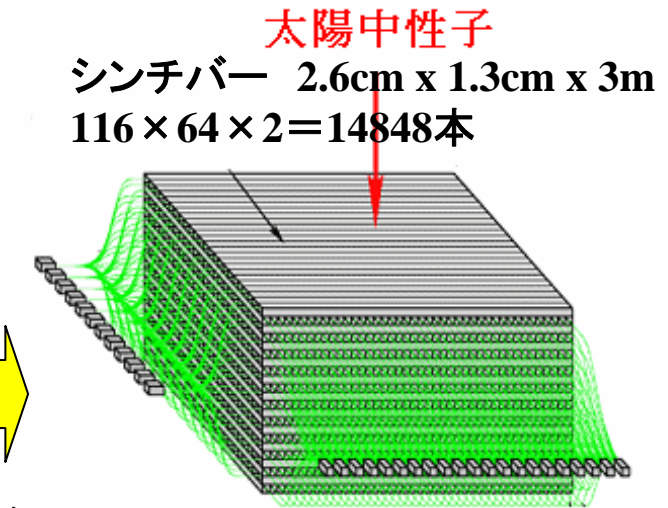
the 2005 September 7 Solar Flare



中性子モニターから中性子望遠鏡、 SciCR検出器へ



SciCR



ニュートリノ実験で用いられていた SciBar 検出器を
メキシコ高山で宇宙線検出器へ転用。
→粒子弁別が可能。エネルギー分解能・方向決定
精度がよい。
最上下層は独立読み出しでミュオン望遠鏡に



惑星間空間シンチレーションによる太陽風装置



太陽風

極大期における観測から
➢ 太陽圏の大規模構造
➢ 太陽風生成機構
➢ 宇宙天気擾乱の伝搬
➢ 高エネルギー粒子加速
の謎に迫る

長期にわたる無黒点状態で
幕をあげた第24活動周期。
その太陽圏の変遷と活動現象
の物理を解明。

衝撃波

SEP

粒子加速

太陽中性子

磁気ロープ

CME

惑星間空間磁場

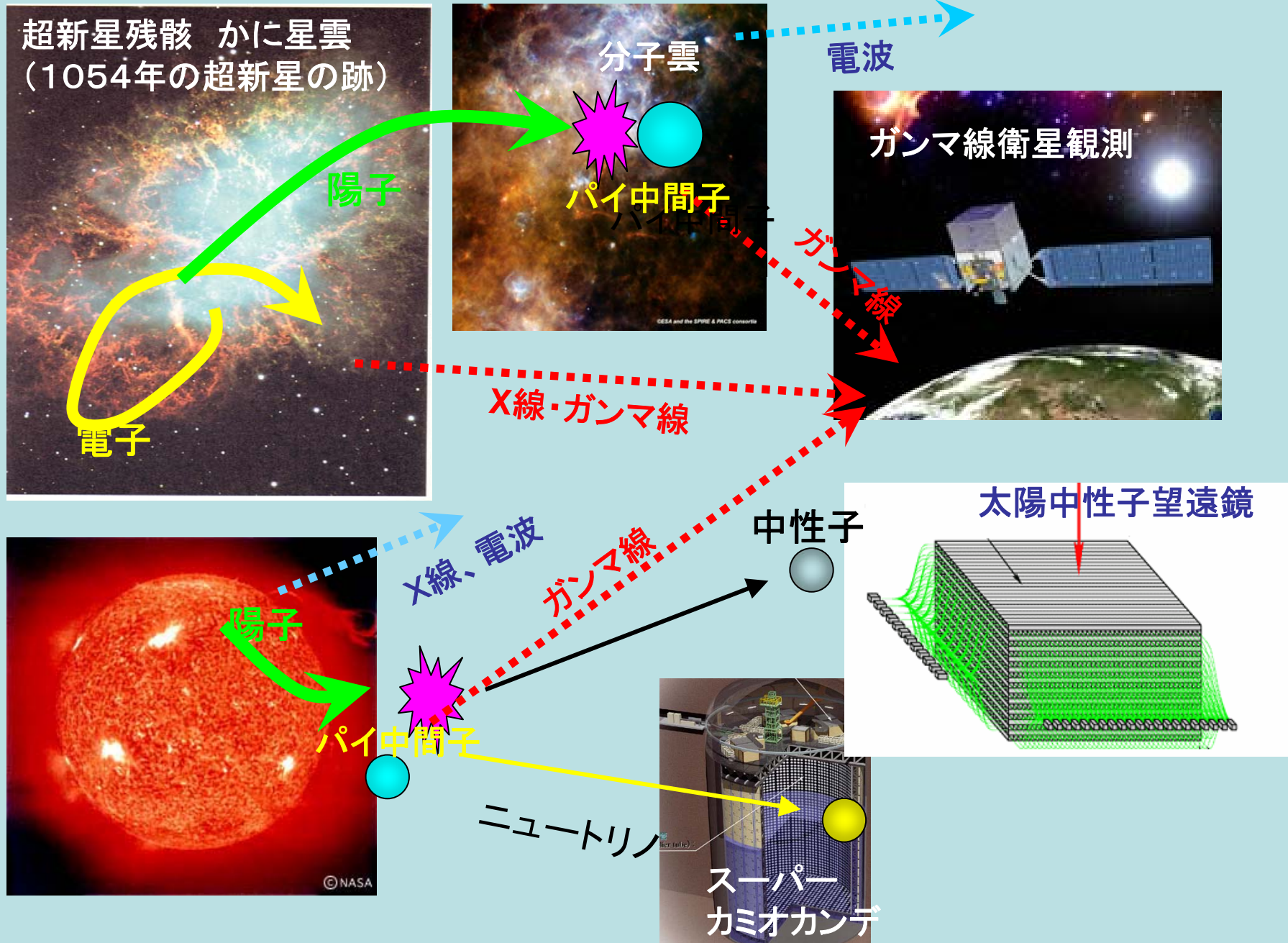
銀河宇宙線



高エネルギー
粒子の国際
観測網

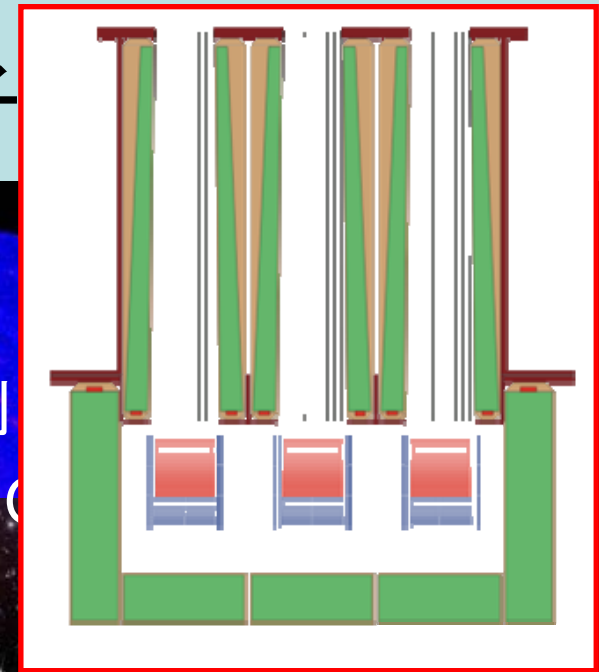
プロジェクト1:
特異な太陽活動周期における太陽圏3次元構造の変遷
と粒子加速の研究

太陽からSNRまで粒子加速機構の包括的理解

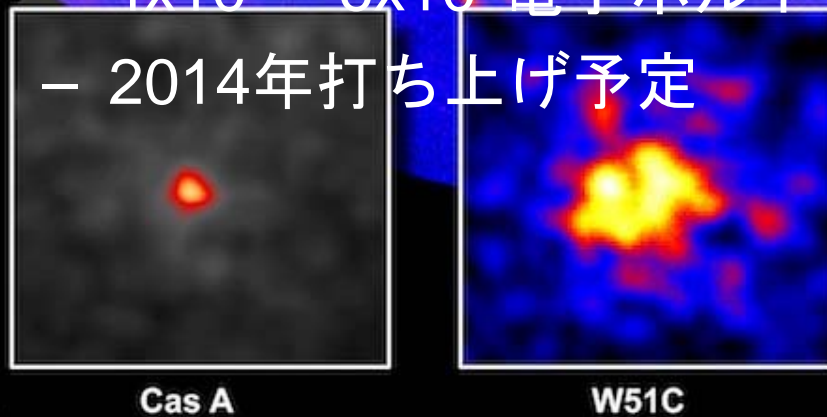


衛星ガンマ線観測による粒子

- 超新星残骸における粒子加速
- 銀河系外宇宙線源の探索
- NASA・フェルミ衛星によるガンマ線観測
 - $2 \times 10^7 \sim 3 \times 10^{11}$ 電子ボルト (0.02 ~ 300 GeV)
 - 2008年6月に打ち上げ

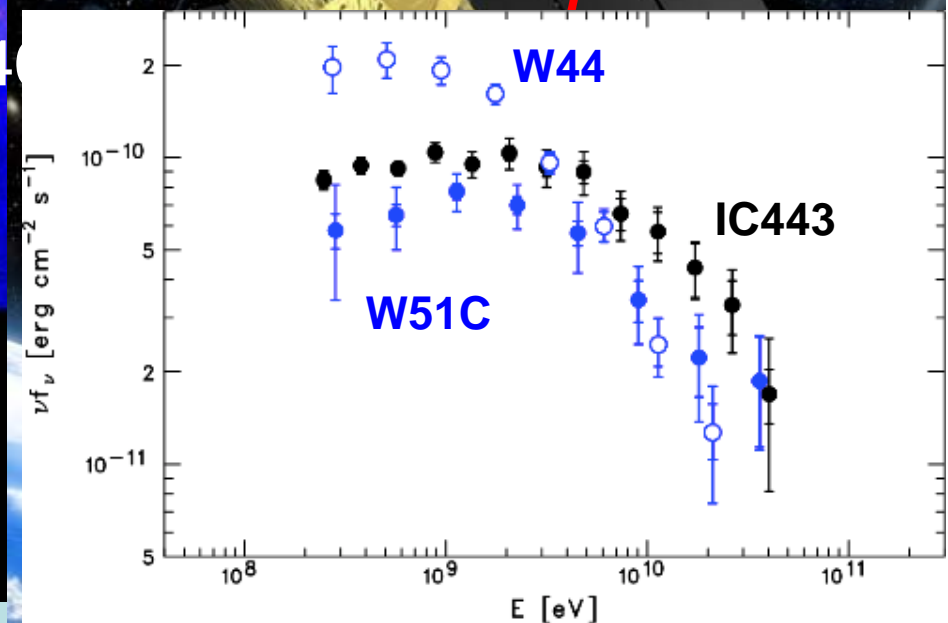


- JAXA・ASTRO-H衛星搭載軟ガンマ線検出器の開発
 - $4 \times 10^4 \sim 6 \times 10^5$ 電子ボルト (40 keV ~ 600 keV)
 - 2014年打ち上げ予定



Cas A

W51C



宇宙線と地球環境

太陽活動の変動
(11年周期など)

太陽磁場活動変動
(惑星間空間磁場)

高エネルギー
荷電粒子

銀河宇宙線
モジュレーション
(磁場が強いと
宇宙線が減る)

太陽光変動

放射

宇宙線生成核種

^{14}C ^{10}Be

(大気)

空気シャワー

CO_2

気候変動

UV

可視・赤外

$^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{CO}_2$

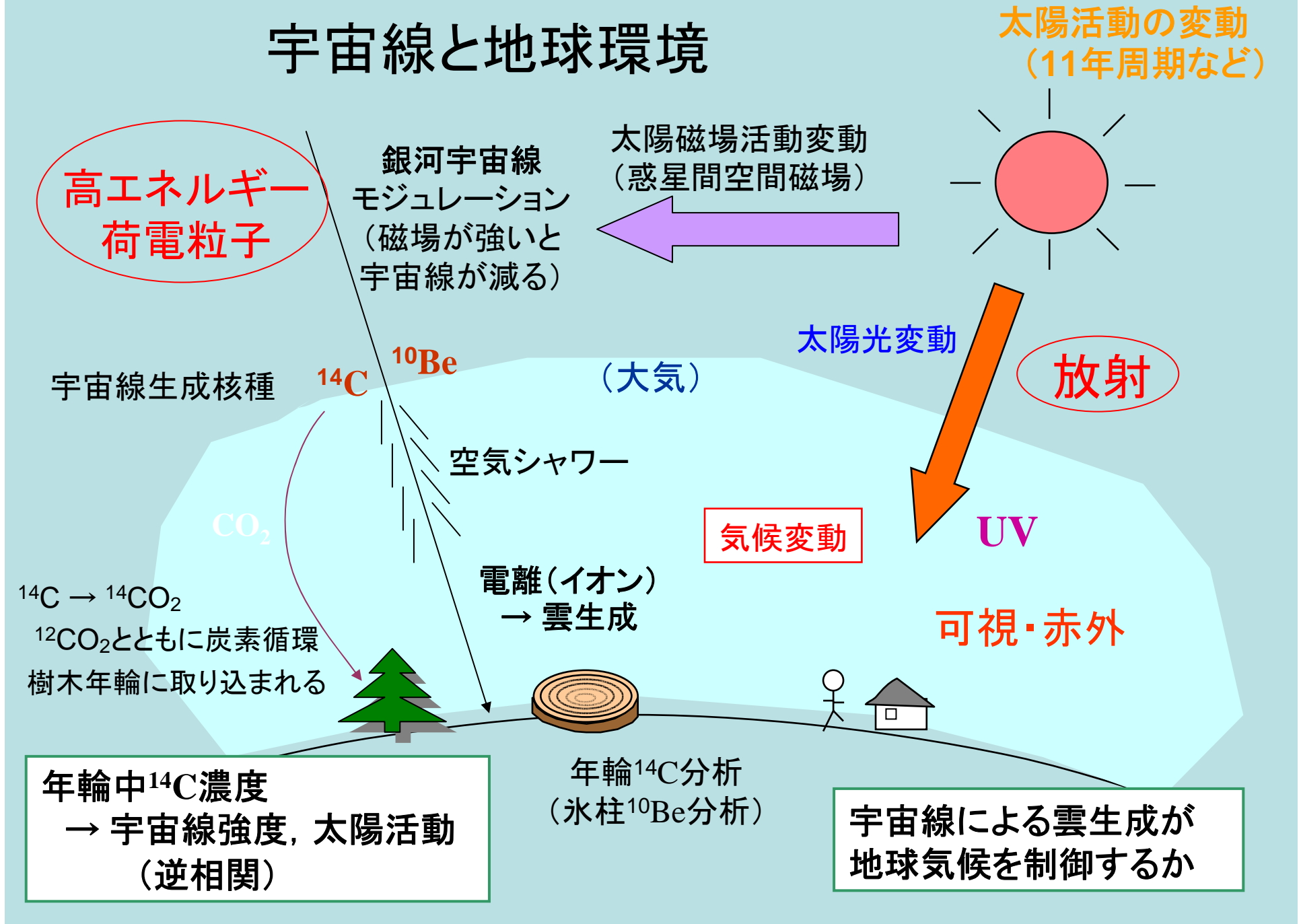
$^{12}\text{CO}_2$ とともに炭素循環
樹木年輪に取り込まれる

電離(イオン)
→ 雲生成

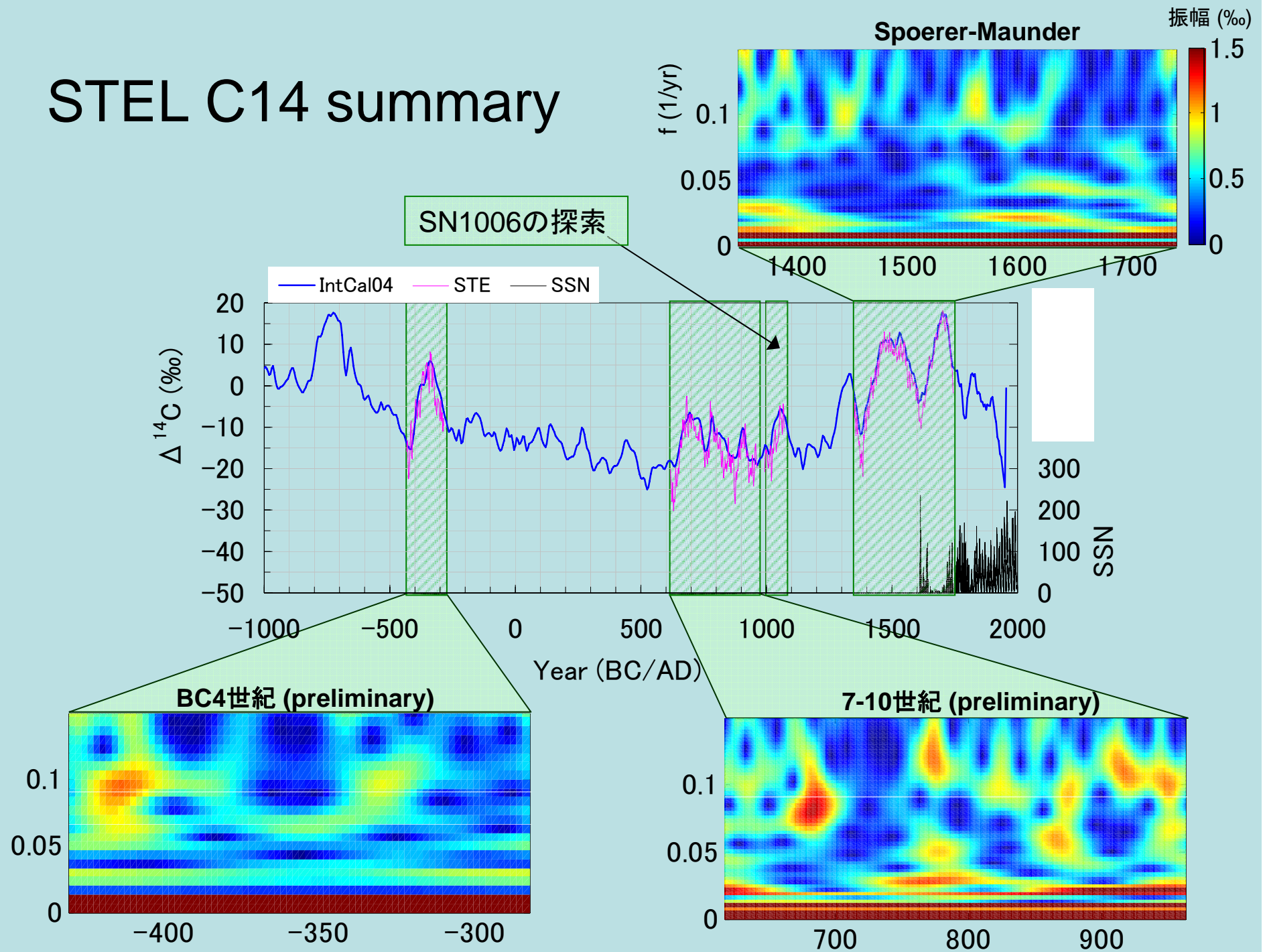
年輪中 ^{14}C 濃度
→ 宇宙線強度, 太陽活動
(逆相関)

年輪 ^{14}C 分析
(氷柱 ^{10}Be 分析)

宇宙線による雲生成が
地球気候を制御するか



STEL C14 summary

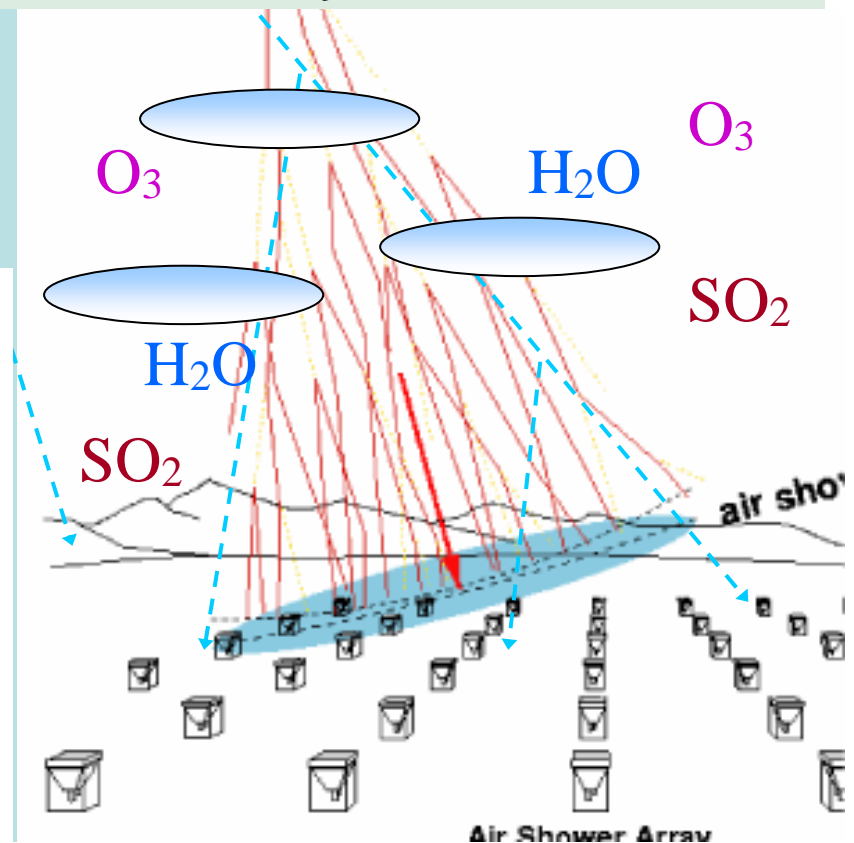
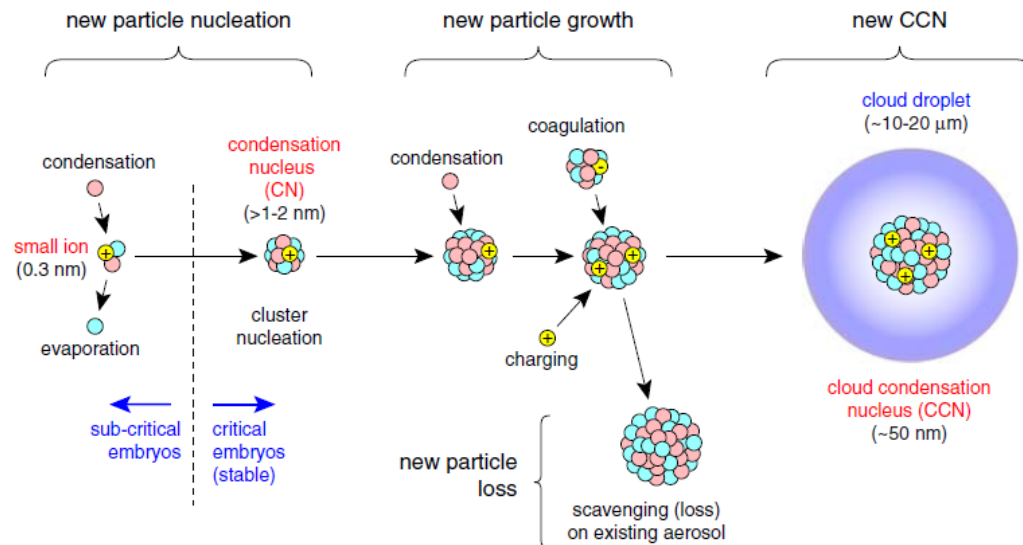
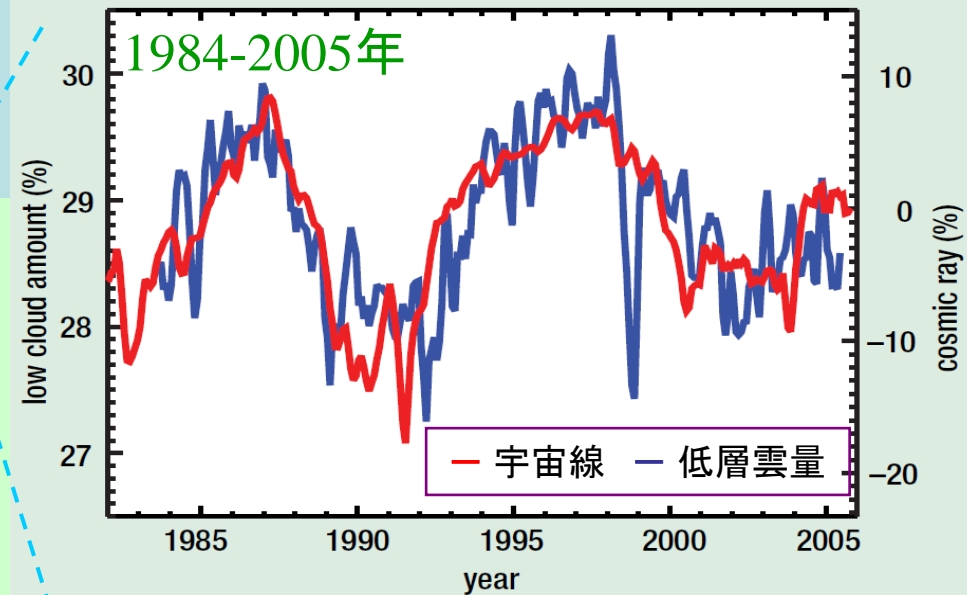


宇宙線による雲生成 過程の検証

宇宙線が地球の気候を決めている!!

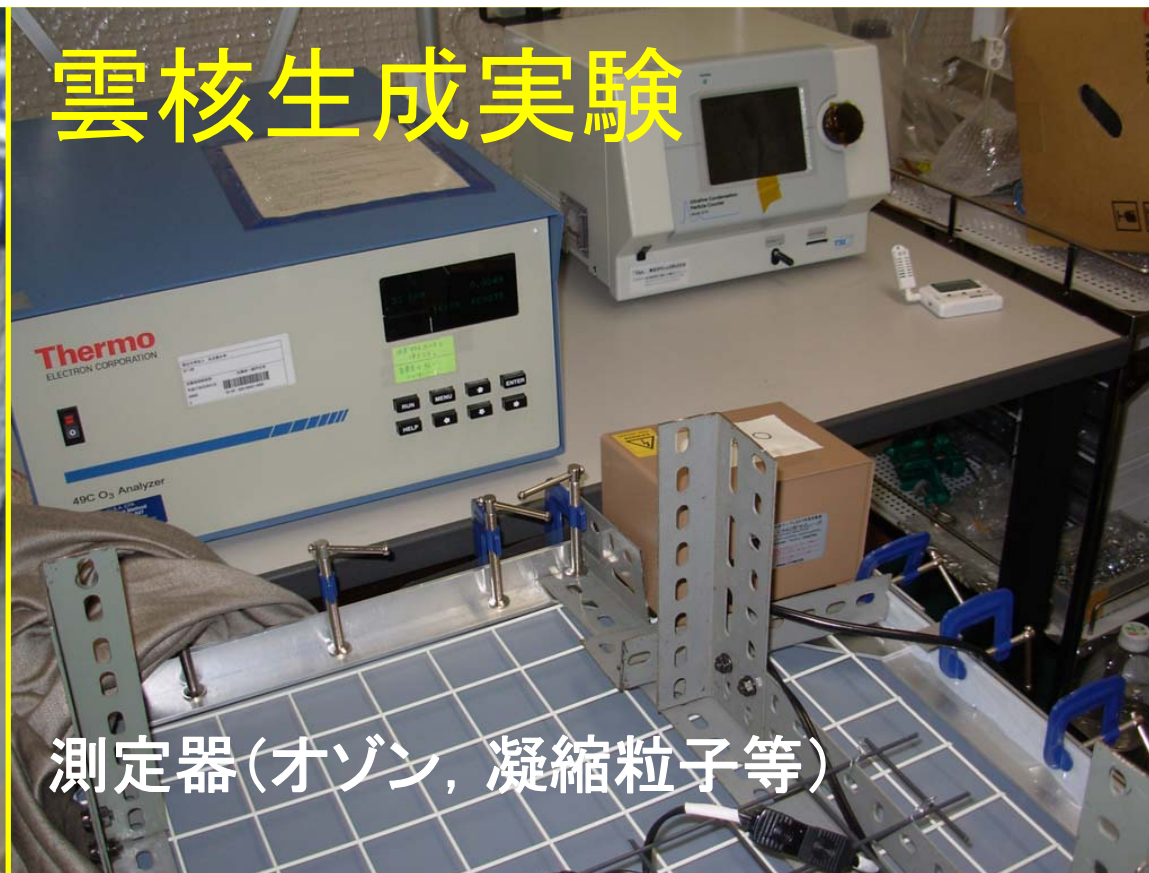
「宇宙線が大気につくるイオンが、雲核のもとになるエアロゾル粒子の成長を促進するので、宇宙線強度が強いときは低層雲量が多くなり、地球の気候が寒冷化する」という仮説を検証する。

そのために、人工的に合成した微量気体(O_3 , SO_2 , H_2O 等)を含む大気と、宇宙線に見立てた放射線を用いて、エアロゾルや雲ができるかどうかを調べる。





PET製反応容器



雲核生成実験

測定器(オゾン, 凝縮粒子等)

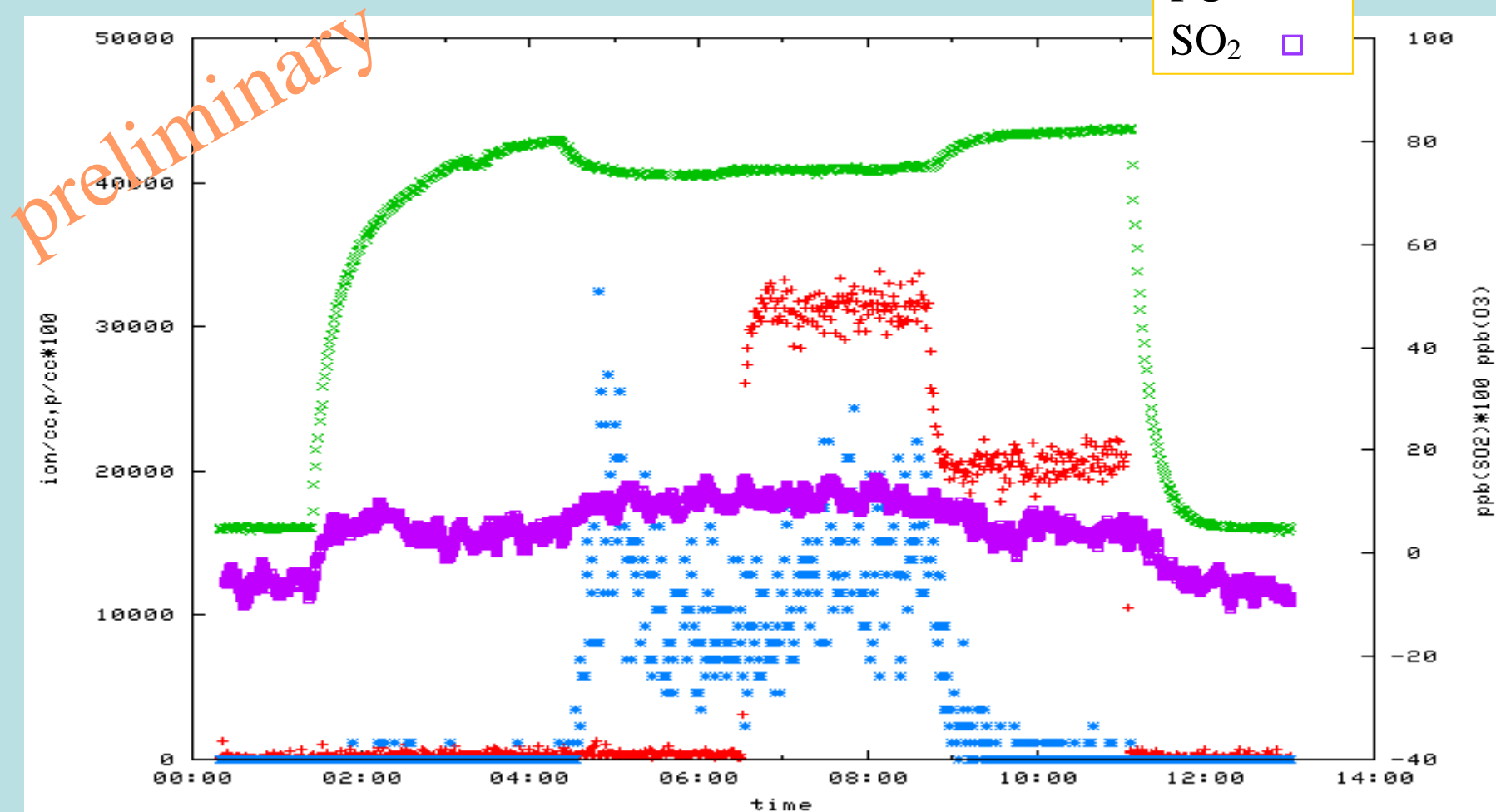


クリーンブース内での作業



イオン検出器

湿度(35%RH) + オゾン + SO₂



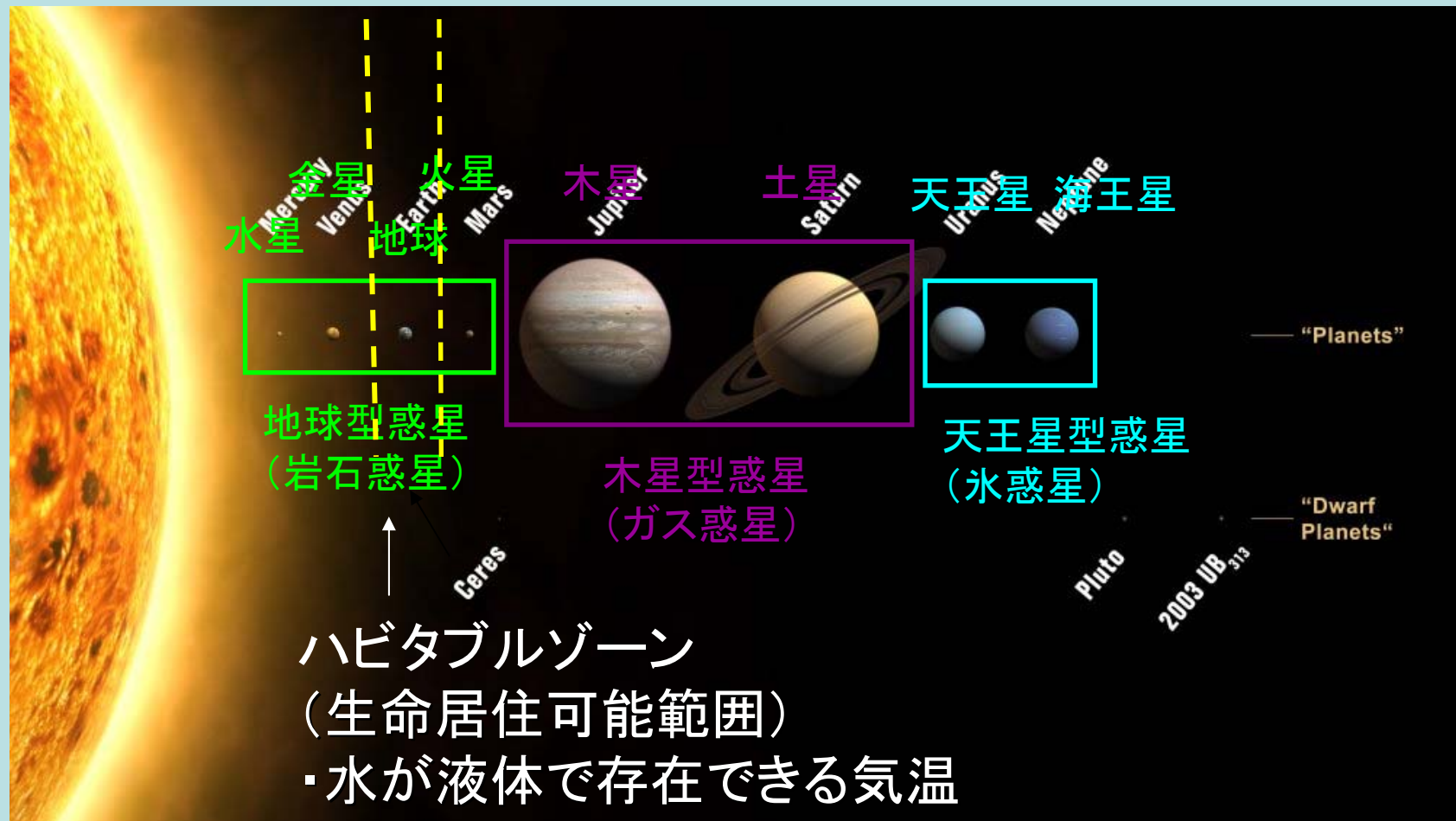
UV分解ランプ



β線源



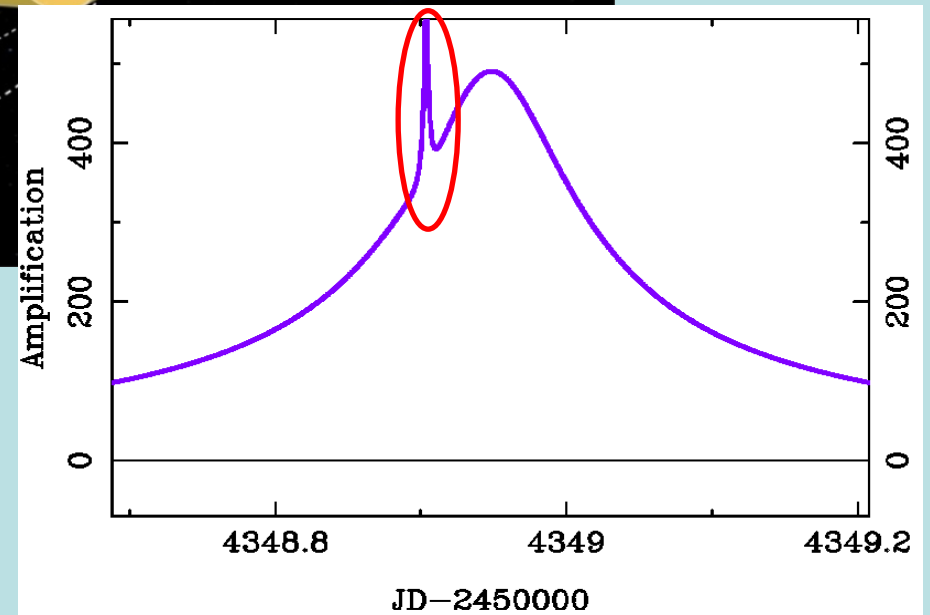
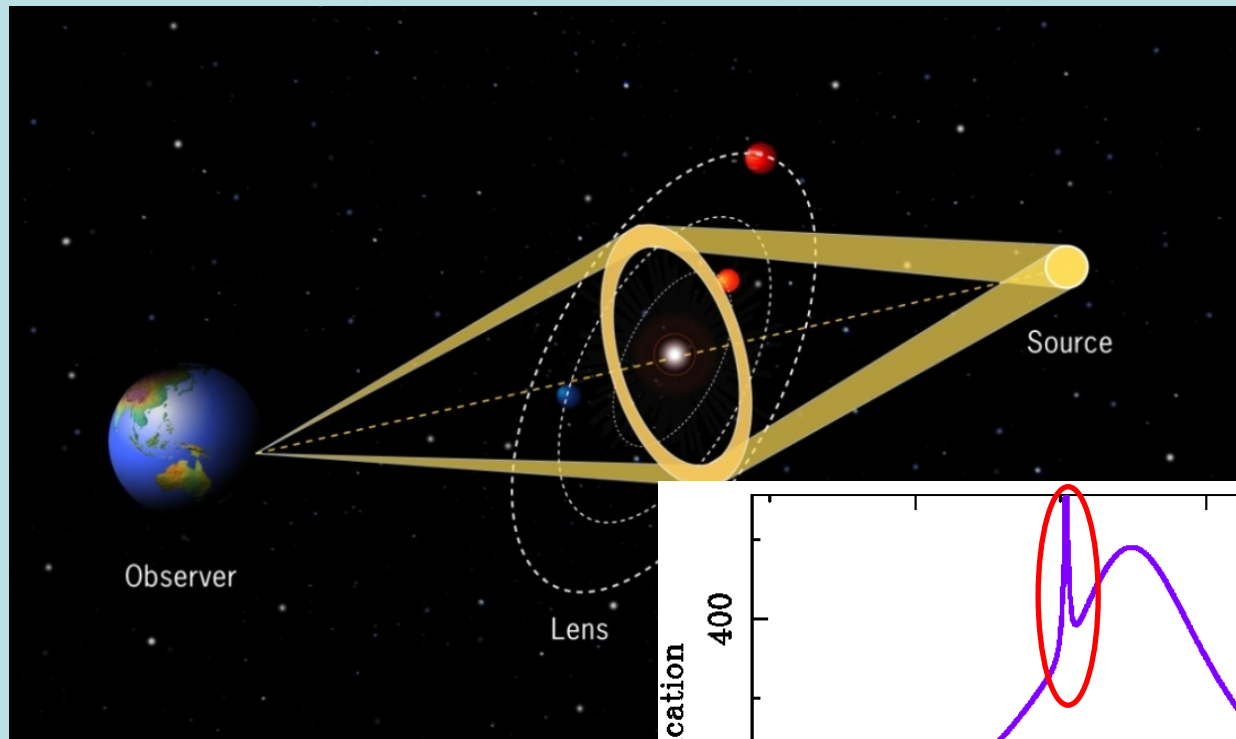
太陽系の惑星



大きく3種類に分けられる
地球型(岩石)、木星型(ガス)、天王星型(氷)

木星の質量は、地球の300倍
太陽は、そのさらに1000倍

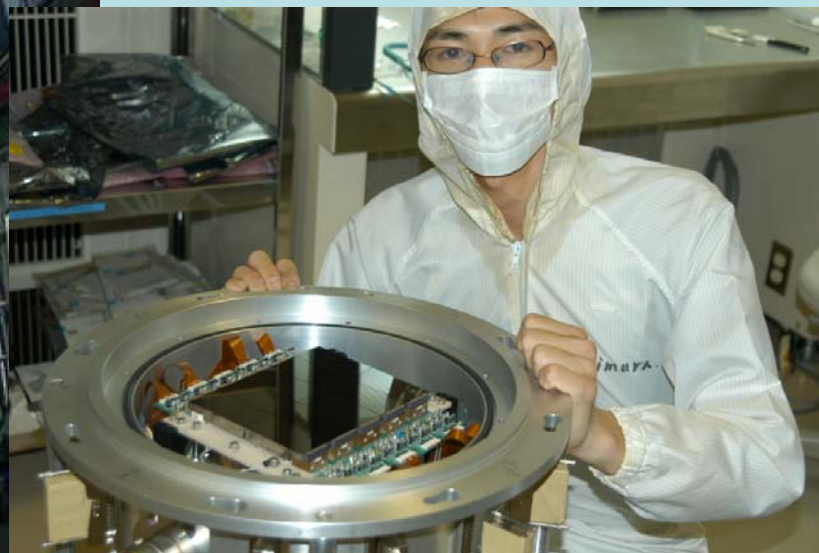
重力マイクロレンズ効果による 太陽系外惑星探索

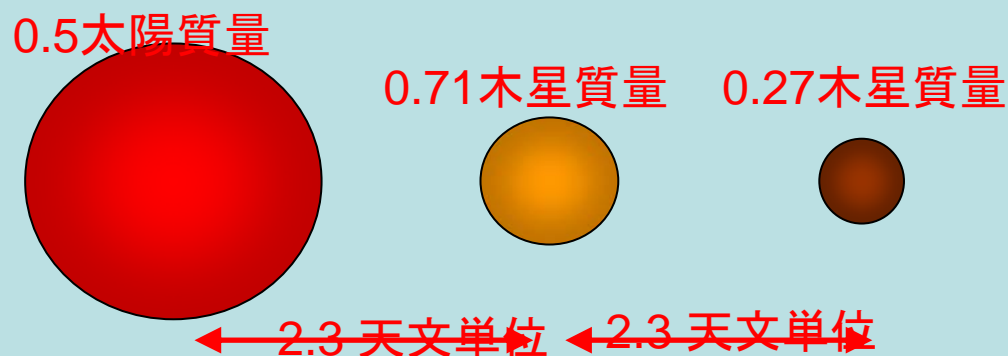
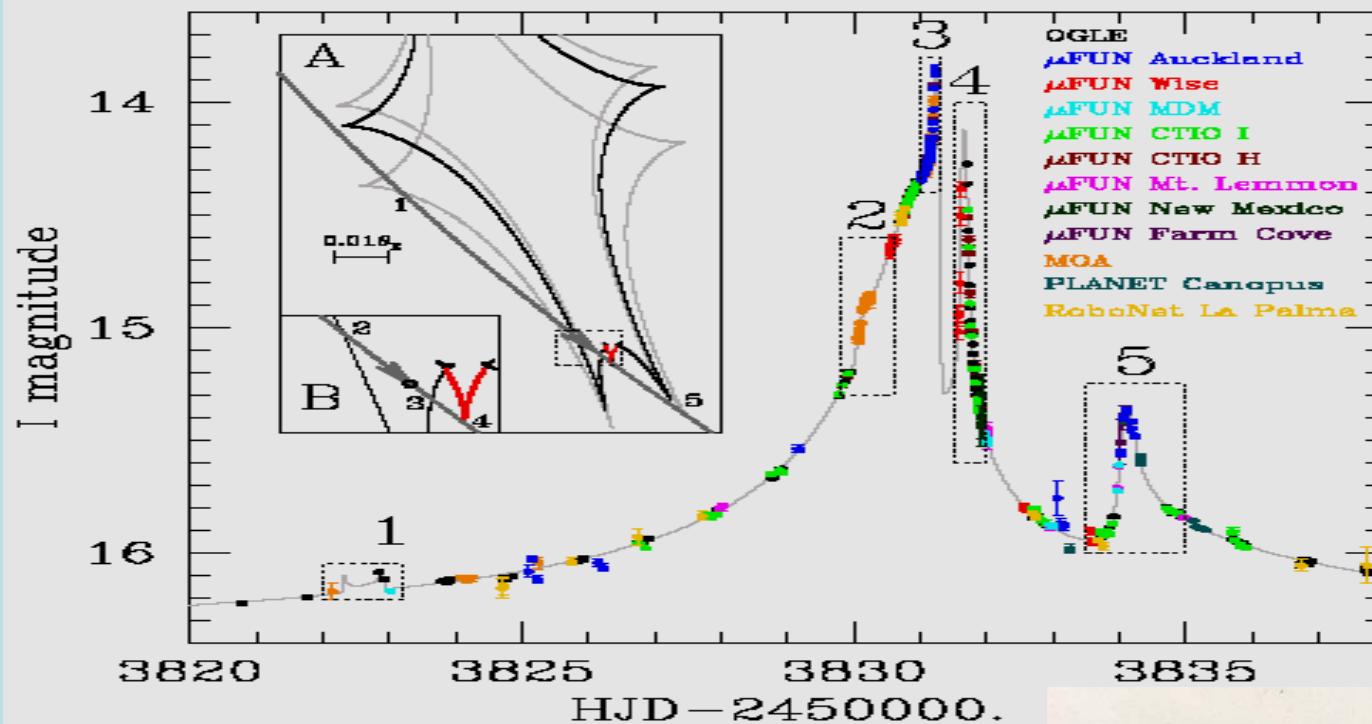


名大MOA-Ⅱ口径1.8m 望遠鏡



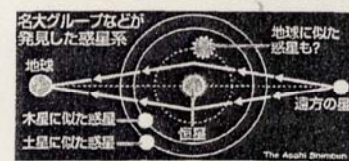
口径1.8m
f2.9 主焦点
10k × 8k CCD10枚
2.2 deg²





「小さな太陽系」発見

恒星と惑星2つ 距離感・明るさそっくり



地球からある遠方の星を観測している時に、偶然、別の星その前を横切ると、その星の重力によって観測中の星の光が増幅される「重力レンズ」という現象が起きる。

「第2の地球」探し期待

同チームは08年3月から4月にかけて、地球から2万6千光年離れた星の観測中に、重力レンズ現象を捉えた。このデータは、太陽系から5千光年の距離にある恒星1つと、少なくとも惑星2つを含む惑星系であることが突き止めた。

恒星の重さは太陽の約半分、その周りを回る惑星は内側から順に、木星の0.71倍、土星の0.27倍だった。恒星と2つの惑星の距離の比もそれぞれ、太陽と木星、太陽と土星の距離の比とほぼ同じで、同研究所の伊藤好孝教授は「地球がいて居得る」と話す。

ある太陽系をそのままだに半分は縮小した構成。温度や明るさや色々々面、我々の太陽系に非常に近い」と話す。

惑星の形成過程を研究する東京工業大の井坂教授は「発見された恒星の近くに地球のような惑星があるが、安定して存続しているかどうかを予測するには、惑星形成理論は定量的に不確か。名大グループの重力レンズを用いた観測は効率的かつ正確で、もつと太陽に似た惑星、その近く、地球のような生命の惑星を発見する可能性も大いに期待できると話す。

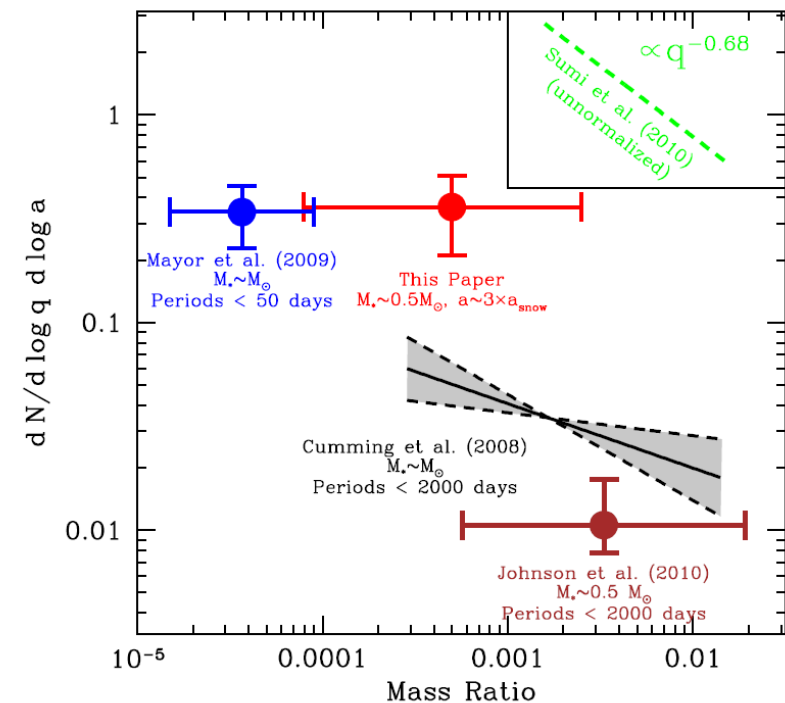
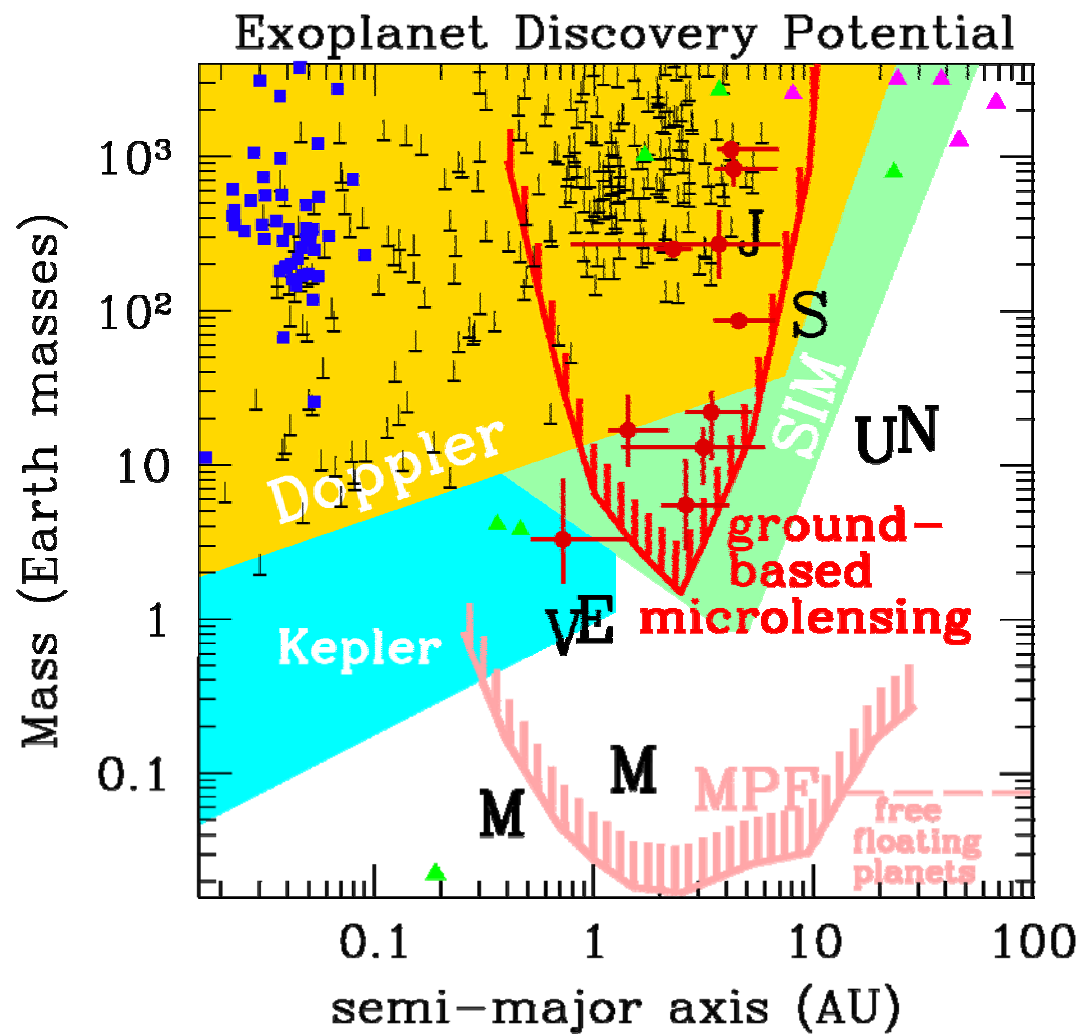
名古屋大学太陽地球環境研究所が参加する国際観測チームは、太陽系外に、恒星と惑星2つを含む惑星系を発見した。それぞれの重さ、明るさや天体間の距離が太陽系の太陽、木星、土星の構成とよく似ているため、それは地球に似た惑星が存在する可能性もあるという。15日付の米科学誌サイエンスで論文を発表する。

名大グループ

これまで見つかった太陽系外惑星

4 Neptune,
1 sub-Saturn,
5 Jupiter

海王星型が木星型より7倍多い



An earth in space



宇宙空間の中にある地球

End