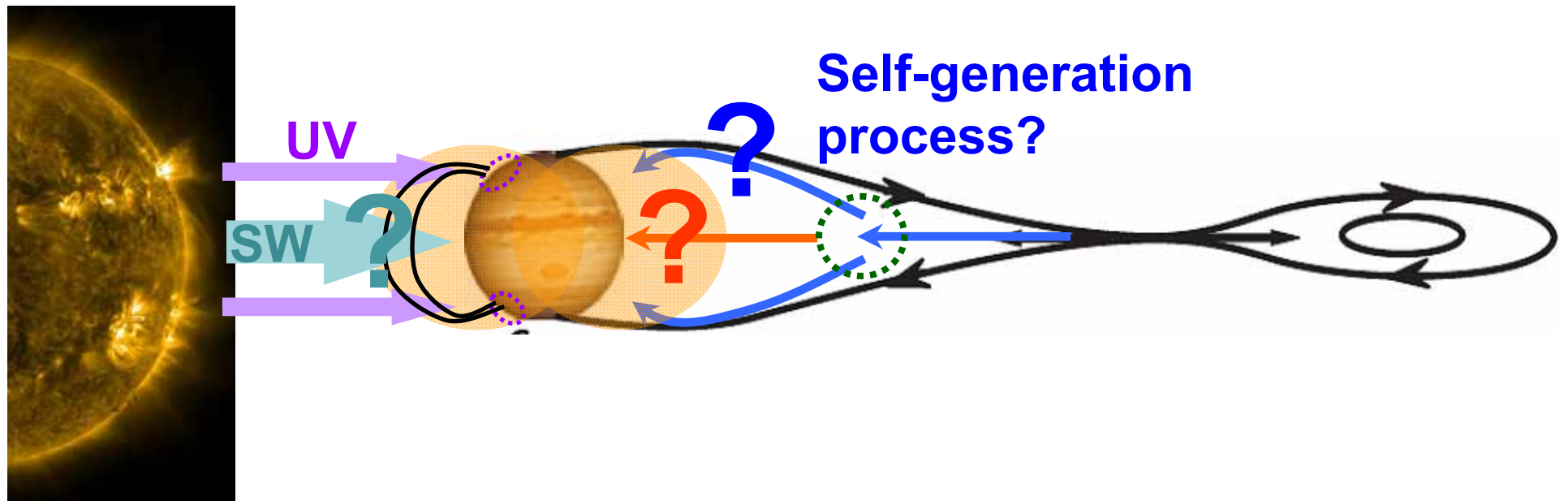


NICT鹿島34mアンテナによる 木星シンクロトロン電波の観測

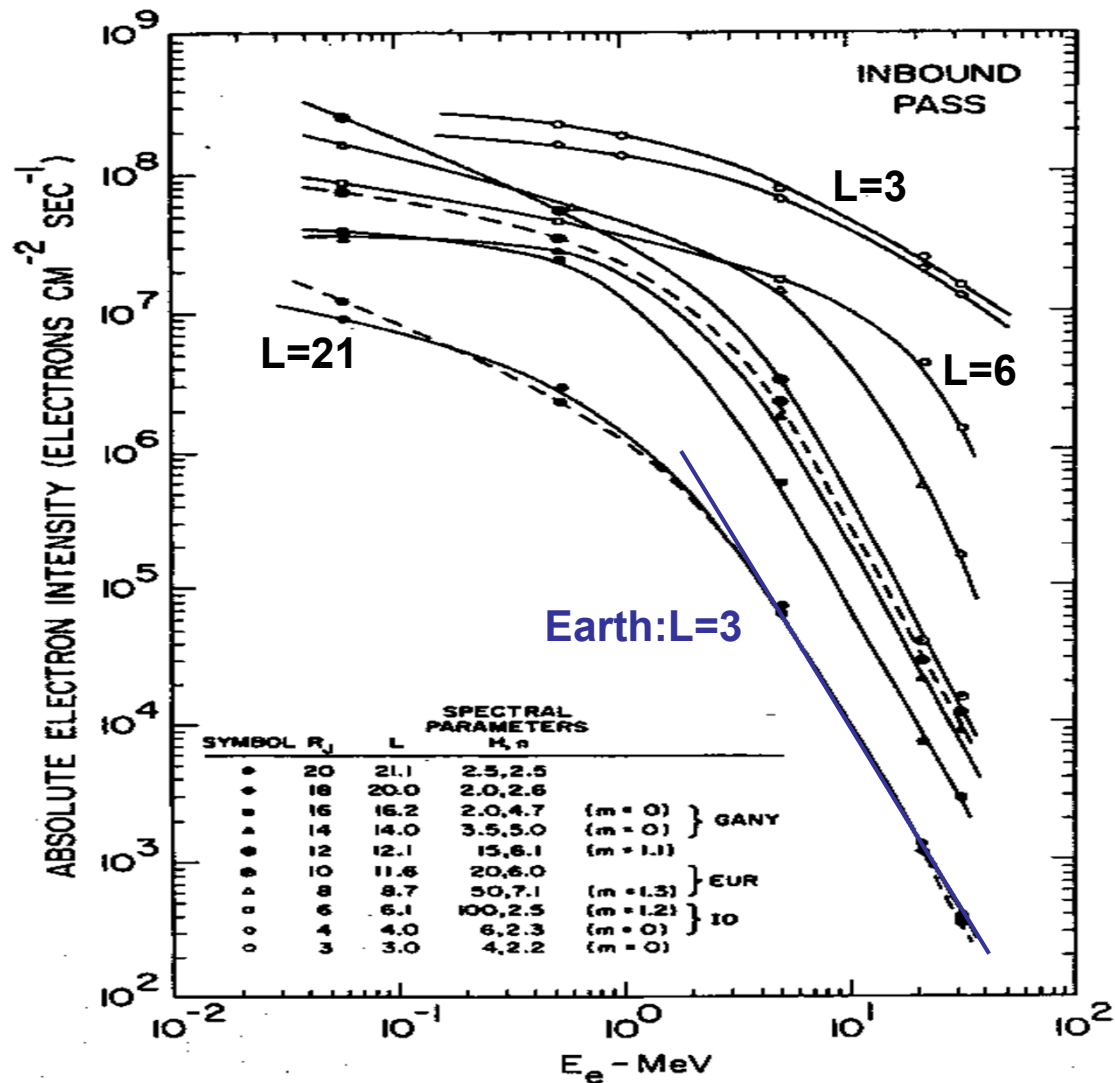
三澤浩昭, 土屋史紀, 北元, 佐藤慎也(東北大・理)
関戸衛, 川合栄治, 近藤哲朗, 岳藤一宏(NICT・鹿島)



Outline

1. 木星シンクトロン放射(JSR)とは？
2. JSR研究のtopics: → 放射線帯の短期(day scale)変動
3. 短期変動の複数のシナリオ: 外的駆動1:太陽UV・・・
外部駆動2:太陽風・・・？
自励駆動：？
4. 34mアンテナでの観測・・・ 観測法・解析法 & 現況紹介
5. まとめ

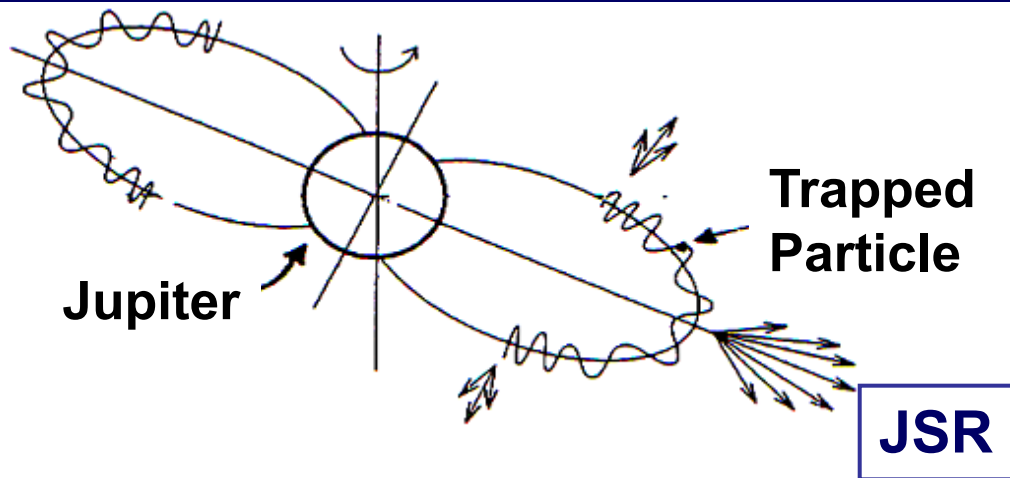
木星放射線帯



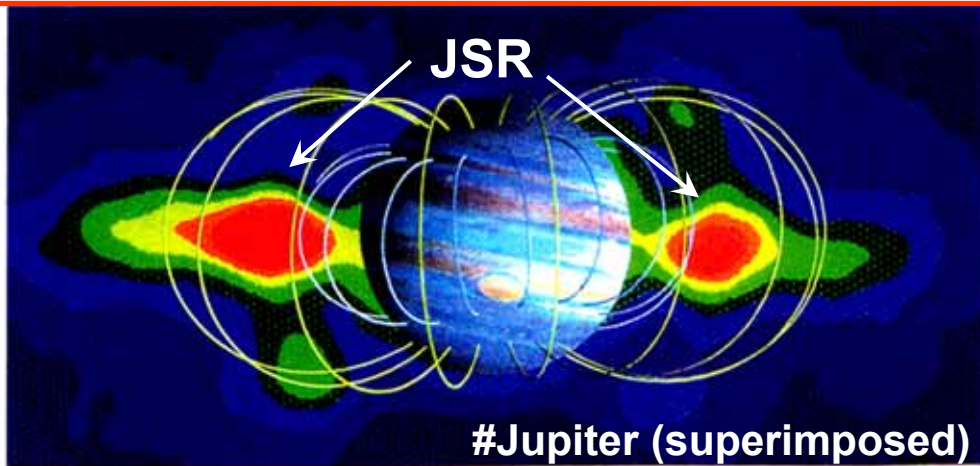
(Pioneer 10 data: Baker and Van Allen, 1976)

木星放射線帯の粒子フラックスは、同L値で比較した場合、地球放射線帯より2~3桁大きい

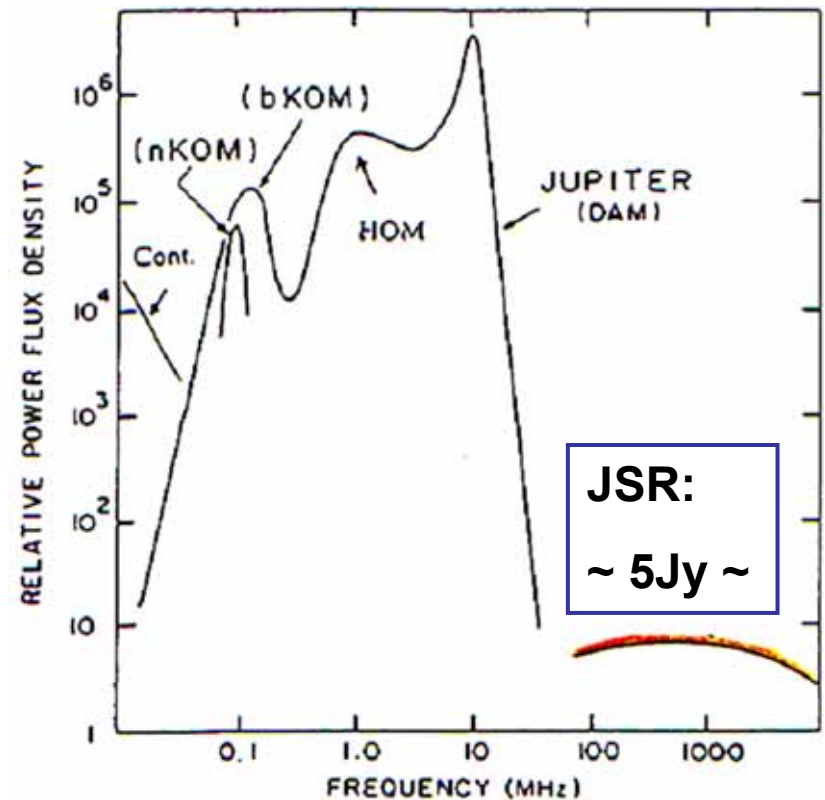
木星シンクロトロン放射 Jupiter's Synchrotron Radiation (JSR)



$$f_{peak} = 4.8 \times BE^2 \sin^2 \alpha \quad [\text{MHz}]$$



VLA radio image at 1.5GHz (Bolton et al., 1997)



(Kaiser, 1993)

近年の話題： 短期(～日～)変動 & メカニズム？

“短期変動”

(time scale: ～ days ～)

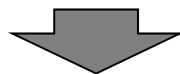
Jupiter's Radiation belt

has long been thought as a **stable region** protected by the strong magnetic field...

Recent Observations of JSR

reveal evidences of **short term variations**

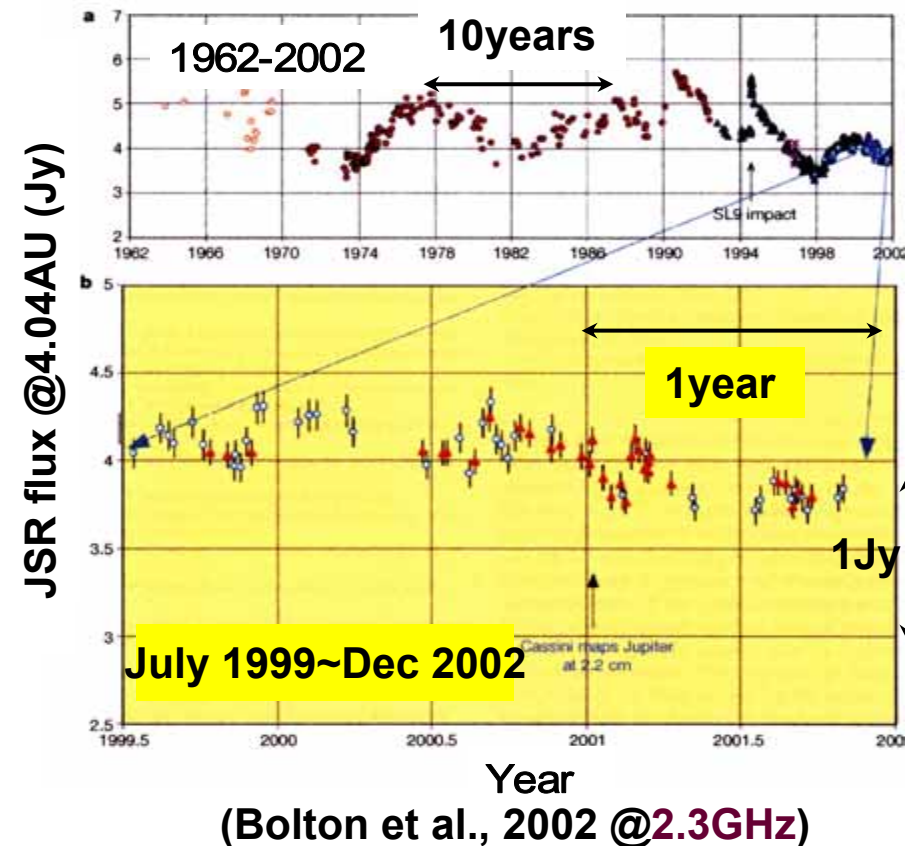
Miyoshi et al., 1999
Bolton et al., 2002 etc.



Presence of some dynamic fast processes within the radiation belt...

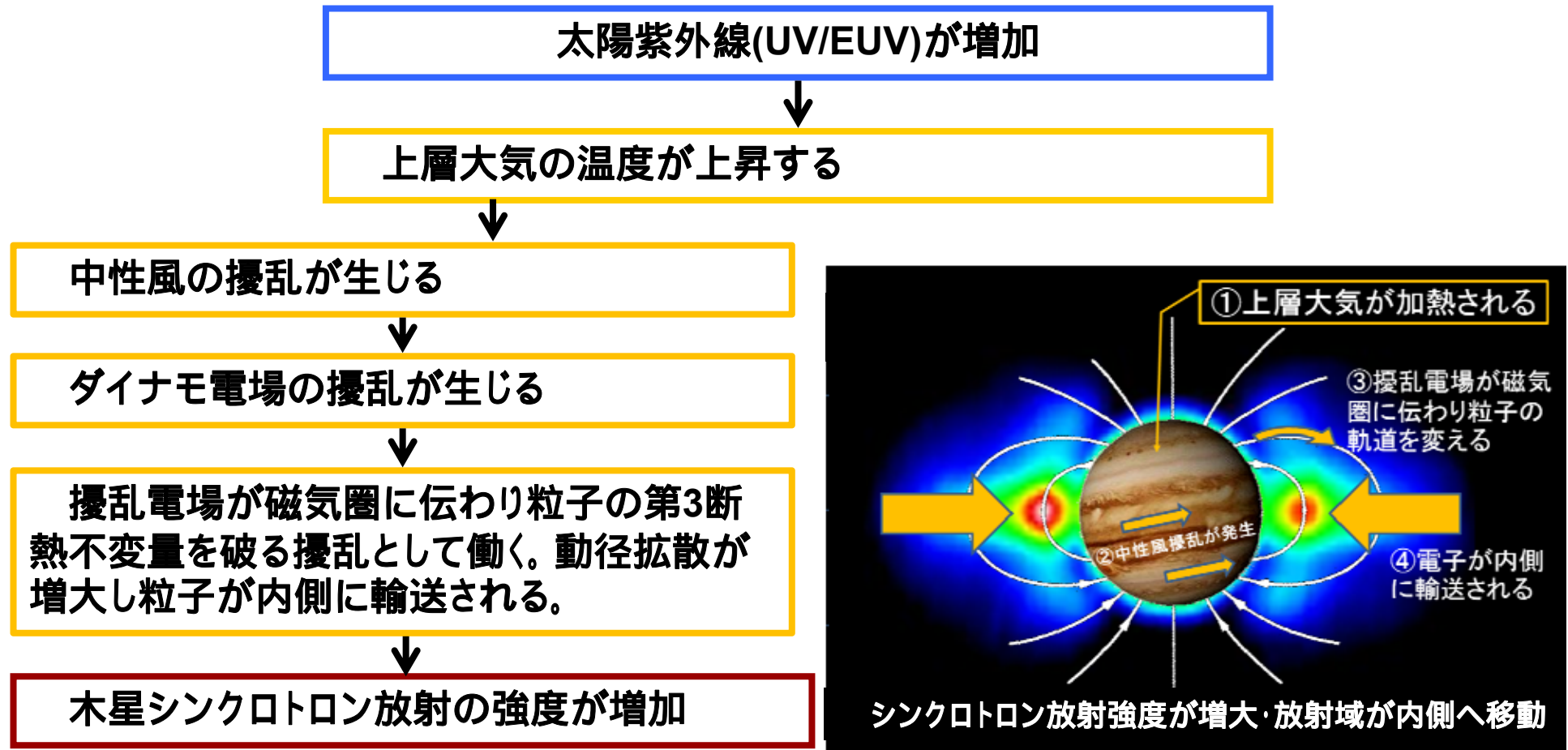


本研究の目的：放射線帯の短期変動は 何が原因 で
どのように 起こるのか？ (～その「太陽風変動との関連？」)



短期変動の原因：外部駆動1 太陽UV起源？

短期変動現象のメカニズム(Brice & McDonough [1973], B-M scenario)



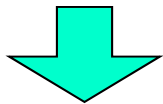
太陽変動起源： 超高層大気加熱変動に伴う（赤道域での）強制的な粒子移流・拡散によるJSR強度変化

シナリオ1 検証: 太陽UV変動によるJSR強度変動?

電波-赤外線 共同観測:
by GMRT - IRTF in Jan. 2014

- 太陽紫外線(SOHO/SEM)
 - 緩やかな増減が出現
- シンクトロン放射強度
 - 約20%の強度変動
 - 太陽紫外線変化と約3日遅れで同期(土屋他(2011)の結果と同じ)

- 超高層大気温度
 - 太陽紫外線と相関のある増減



太陽紫外線に対応した増減

Positive

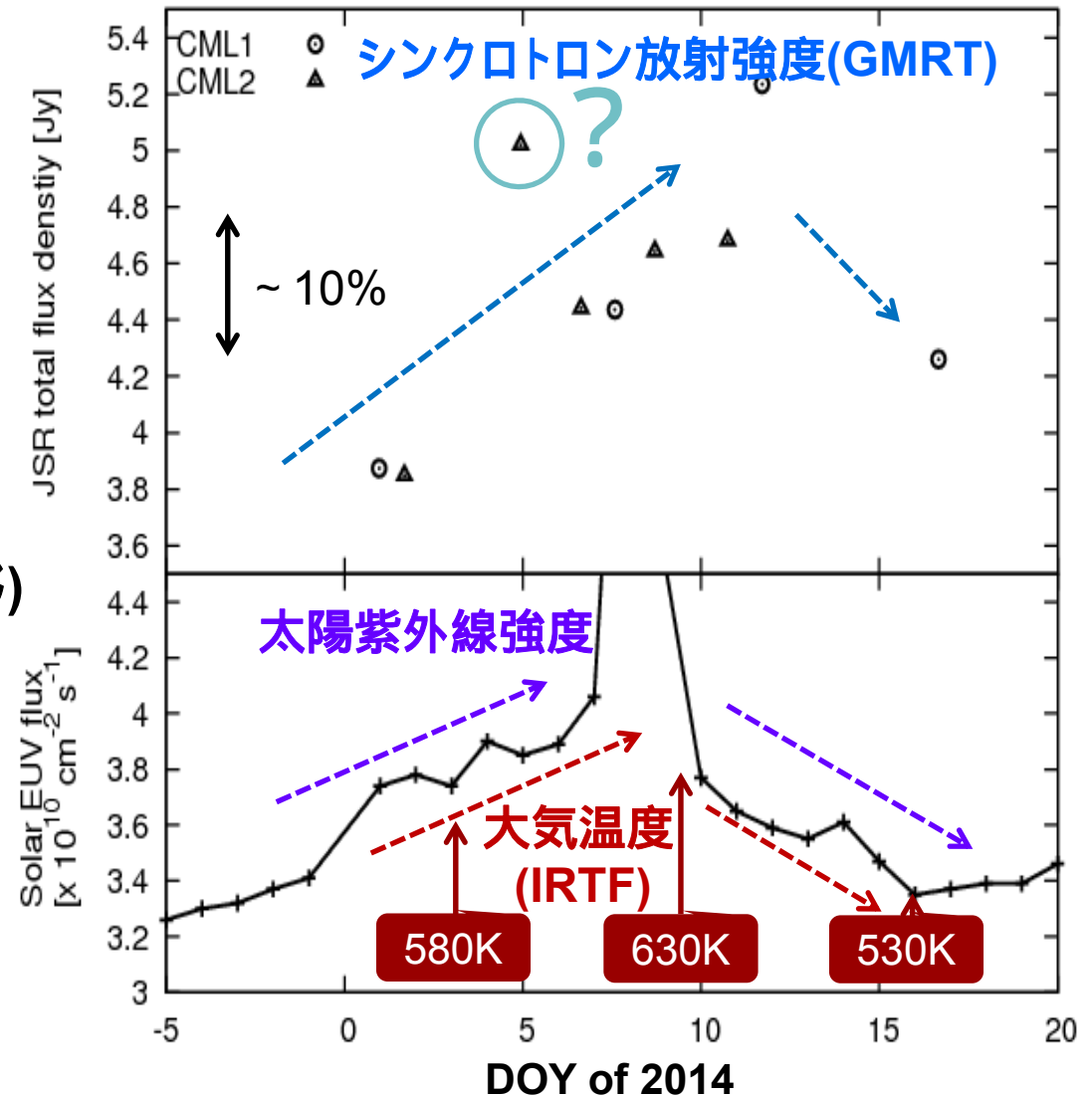
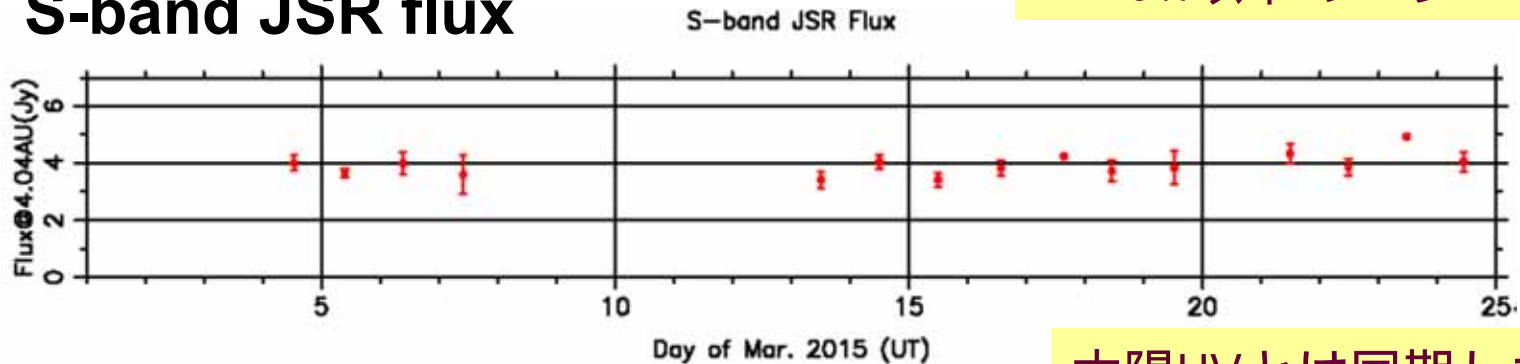


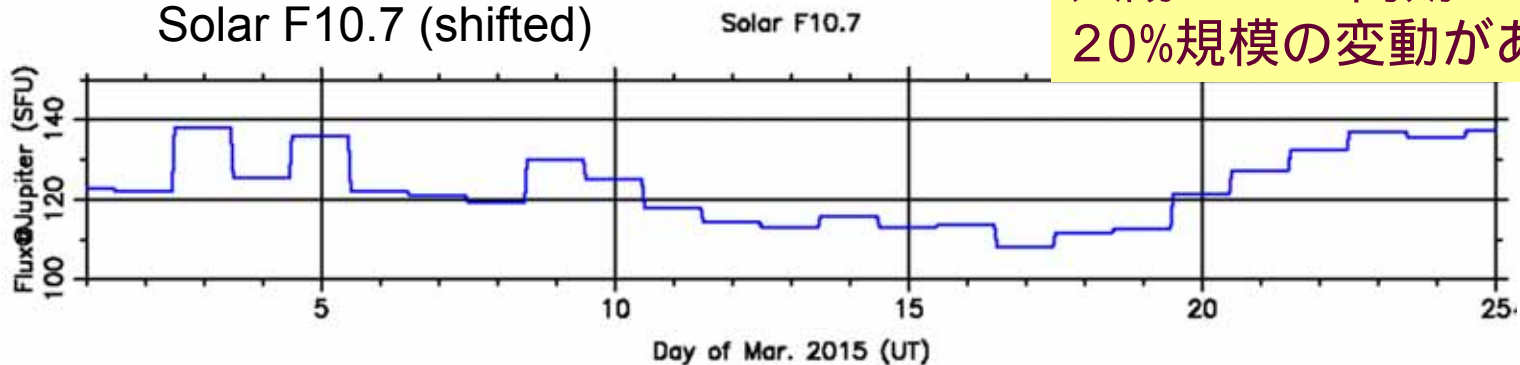
Fig. Variations of total flux density of JSR obtained from the GMRT observation in 2013-2014 (Kita et al., 2015)

過去の木星電波観測結果：S-band @ 2015年3月

S-band JSR flux



Solar F10.7 (shifted)



Expected Solar Wind pv^2 (shifted)

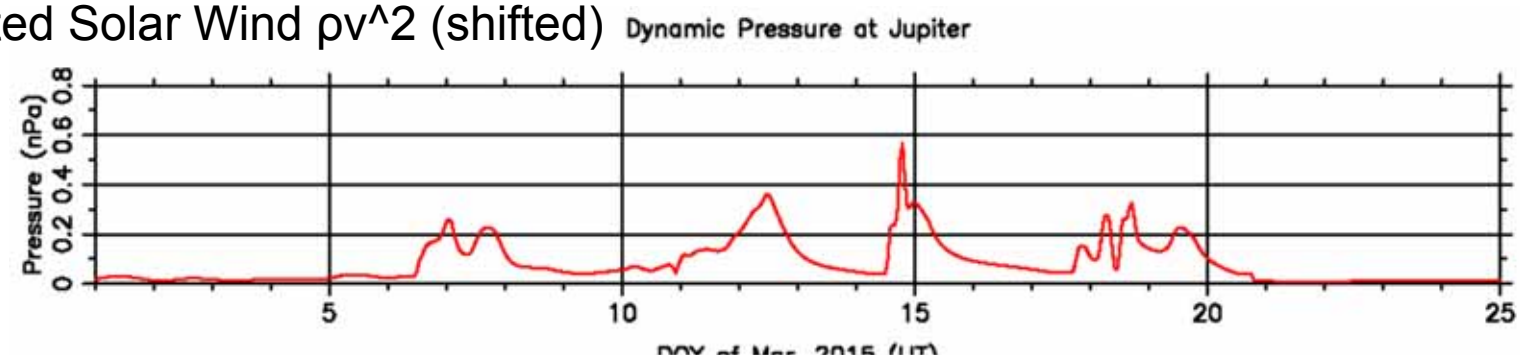
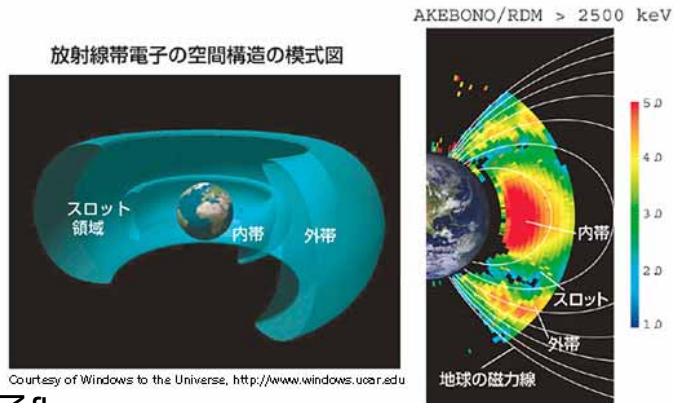


Fig. S-band radio flux, Shifted Solar F10.7 & solar wind dynamic pressure (courtesy of C. Tao)

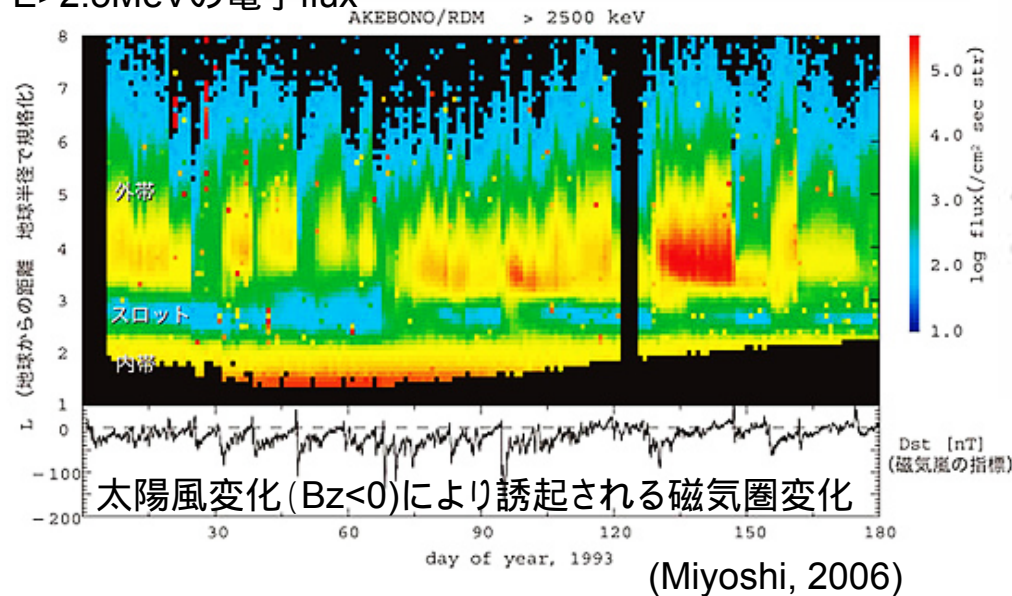
短期変動の原因：外部駆動型 2 太陽風変動？

地球

放射線帯変動

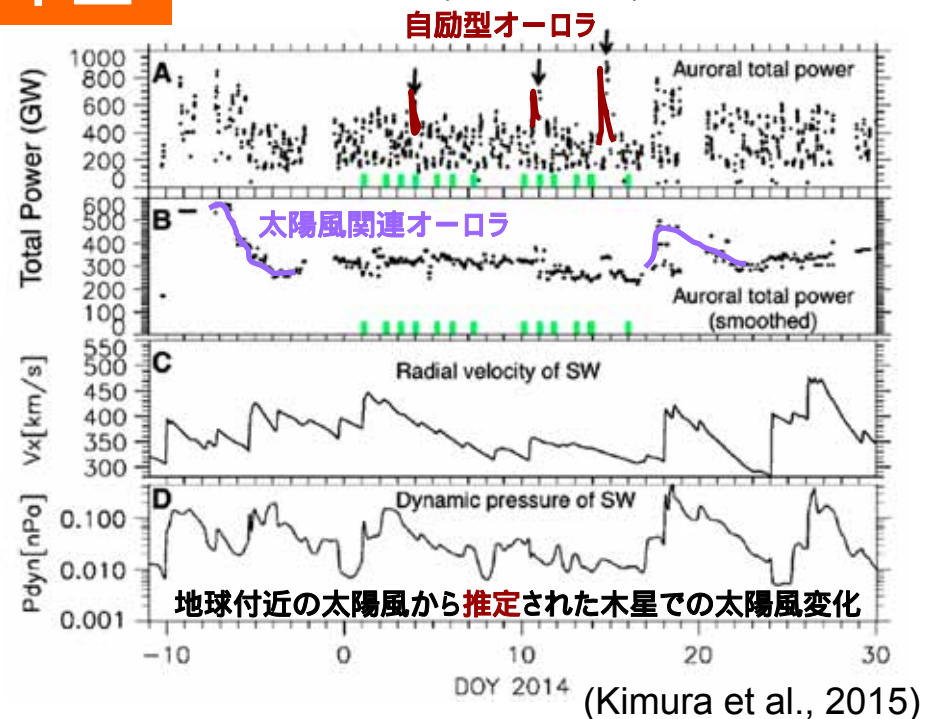


E>2.5MeVの電子flux



木星

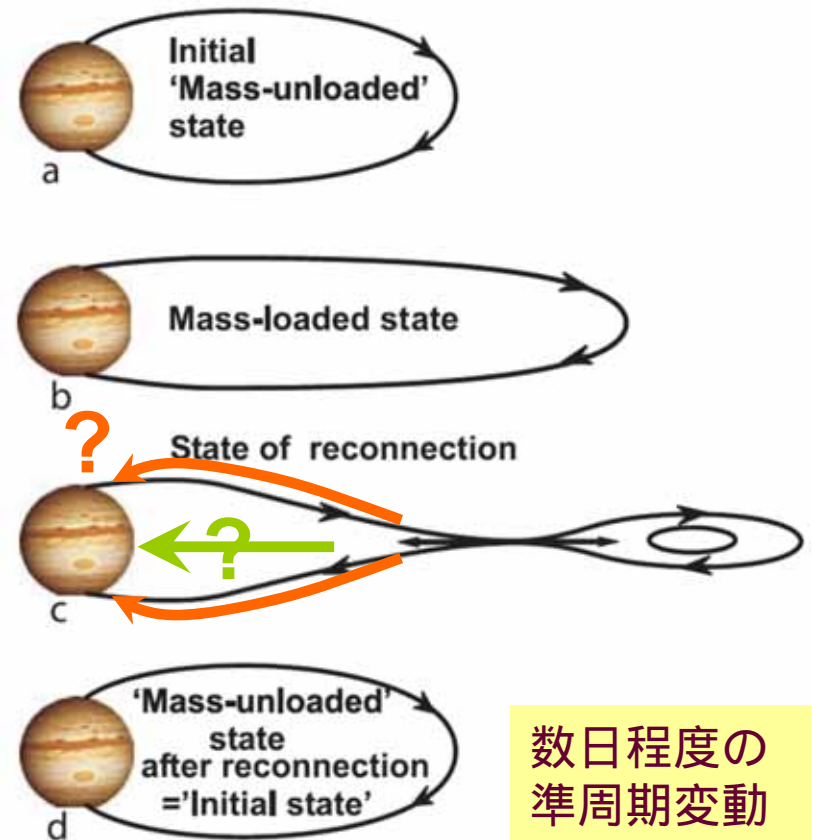
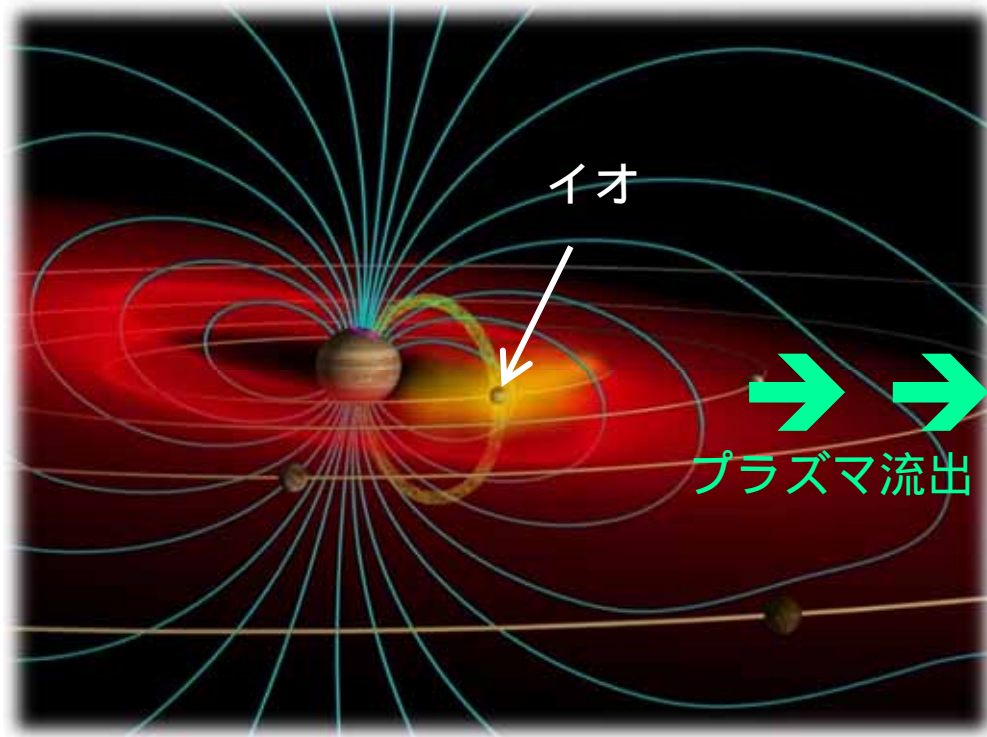
磁気圏活動(オーロラ)変動



木星：太陽風駆動によるグローバルな磁気圏変動は存在。(太陽風に依らない極短期変動もある～自励的変動)

- 太陽風による影響は(地球のように)放射線帯に及んでいるのか？
- ・・・不明・・・

短期変動の原因：自励駆動？



Substorm like event

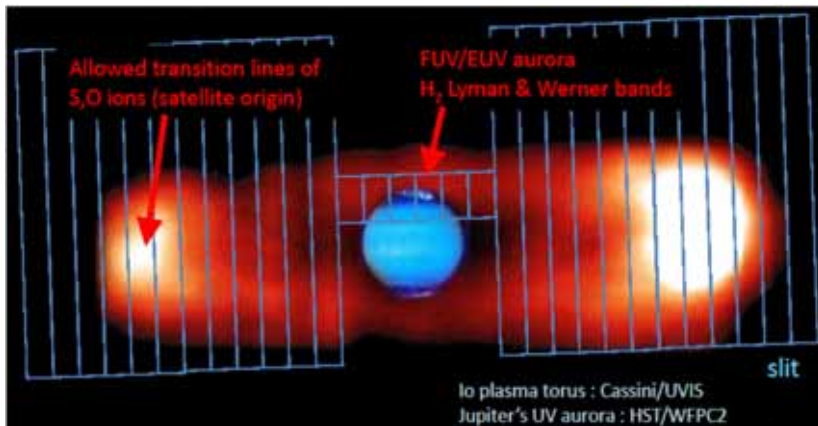
(Kronberg et al., 2007)

磁気圏変動起源： 自励的な変動に伴う強制的な粒子流入 or 粒子加速？（JSR強度変化）

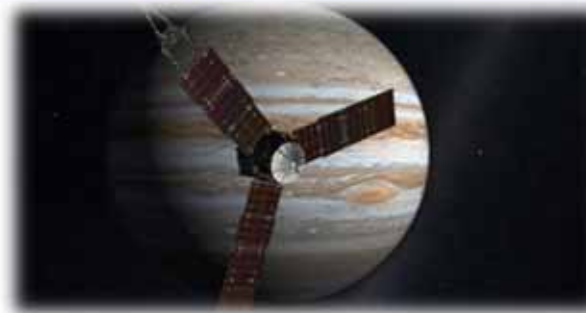
検証の好機到来: HISAKI木星観測 & JUNO木星接近



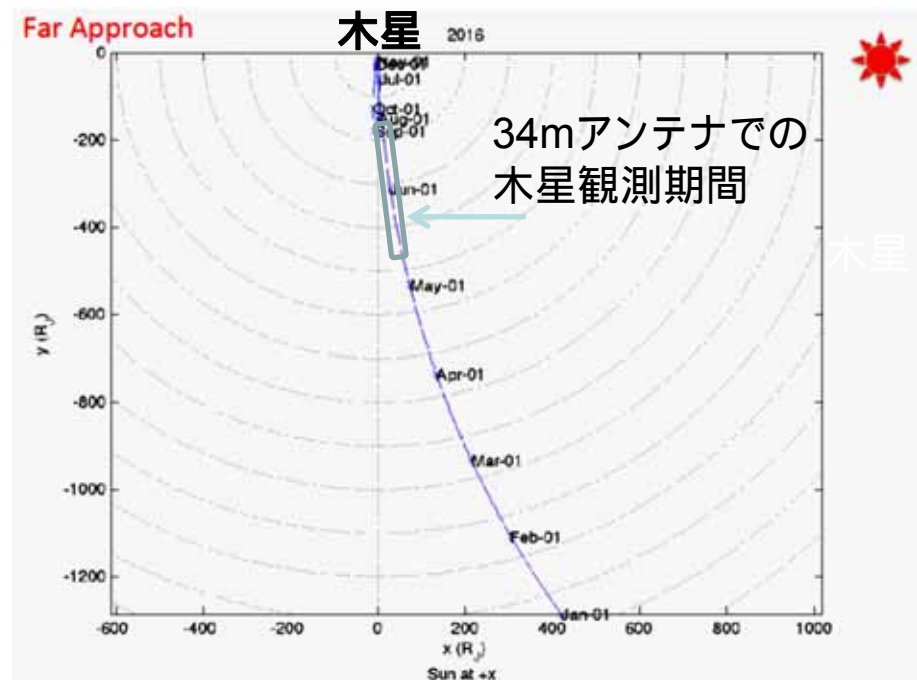
紫外線分光撮像衛星 HISAKI(JPN)
(2013.9 ~)



HISAKI : イオ起源プラズマ(自励駆動要素)の連続モニター実施



木星探査機JUNO/NASA
(木星周回軌道着 : 2016.7.5)



JUNO : 木星に吹きつける太陽風(外部駆動要素)の連続モニター実施

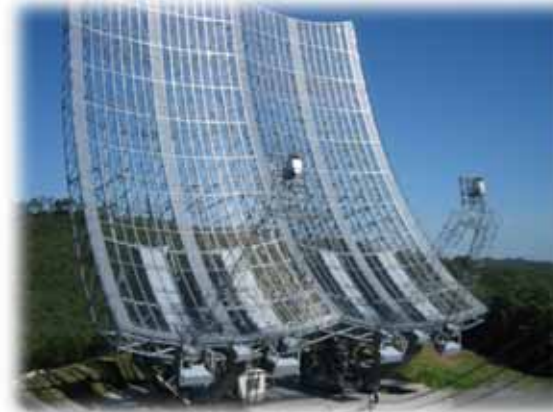
木星放射線帯電波の観測 (2016/5 ~)

2.3GHz (~15MeV elec.~)
NICT(Kashima), Japan



- 34m parabola
- $T_{\text{sys}} \sim 50\text{K}$
- $\Delta S \sim 0.2\text{Jy}$ (BW=180MHz, $\tau = 0.01\text{s}$)
- Obs. : May. 13 – Jun. 17, 2016

325MHz (~6MeV~ elec.)
Tohoku Univ. (Iitate), Japan



→ Tsuchiya+
This symp.

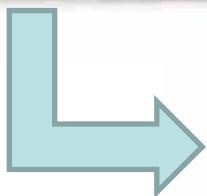
- 1023m² rectangular parabola
- Obs. : May ~ , 2016

1.4GHz (~12MeV~ elec.)
GMRT, India (PI: Kita)



- 45m parabola × 30 antennas
- Obs. : May ~ Aug, 2016 (10 times)

観測方法: データ取得



Spectrum analyzer (for S band IF, RBW=1MHz) + PC

To reduce contamination of RFI

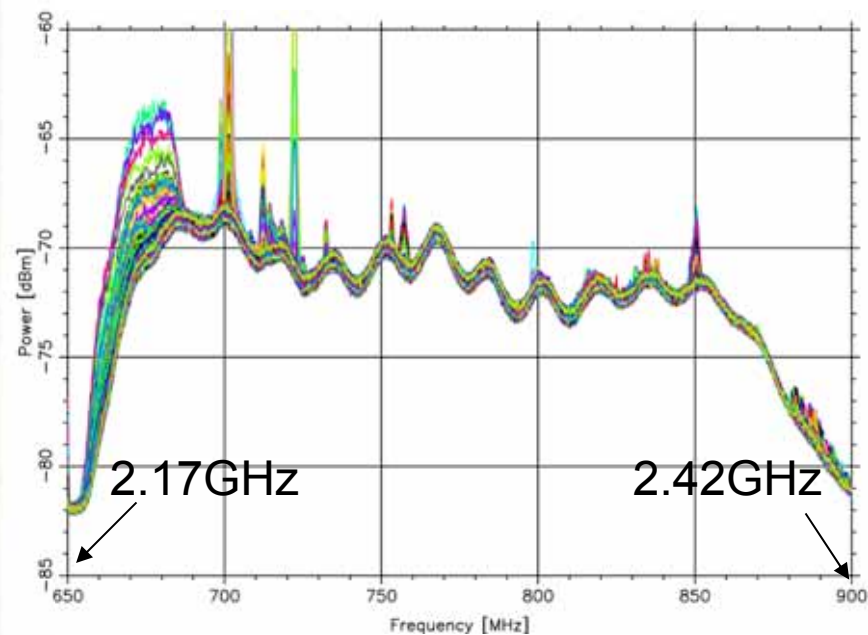
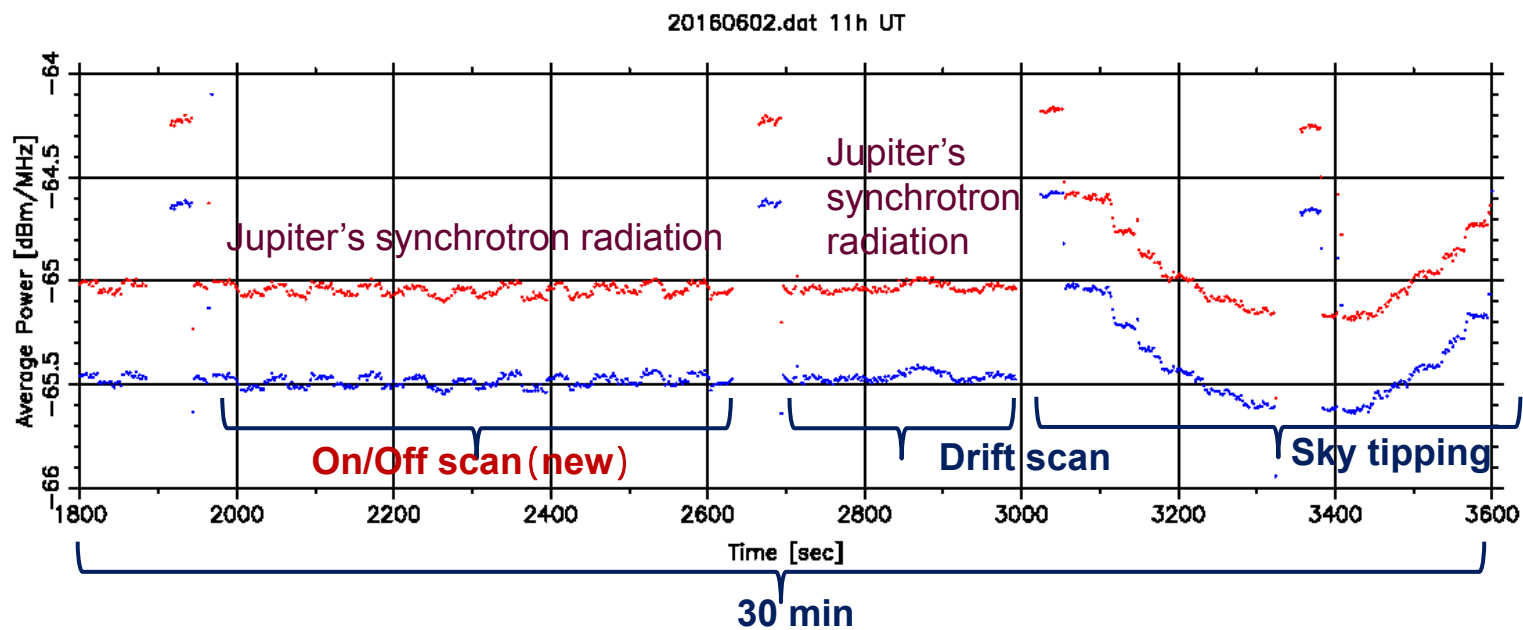
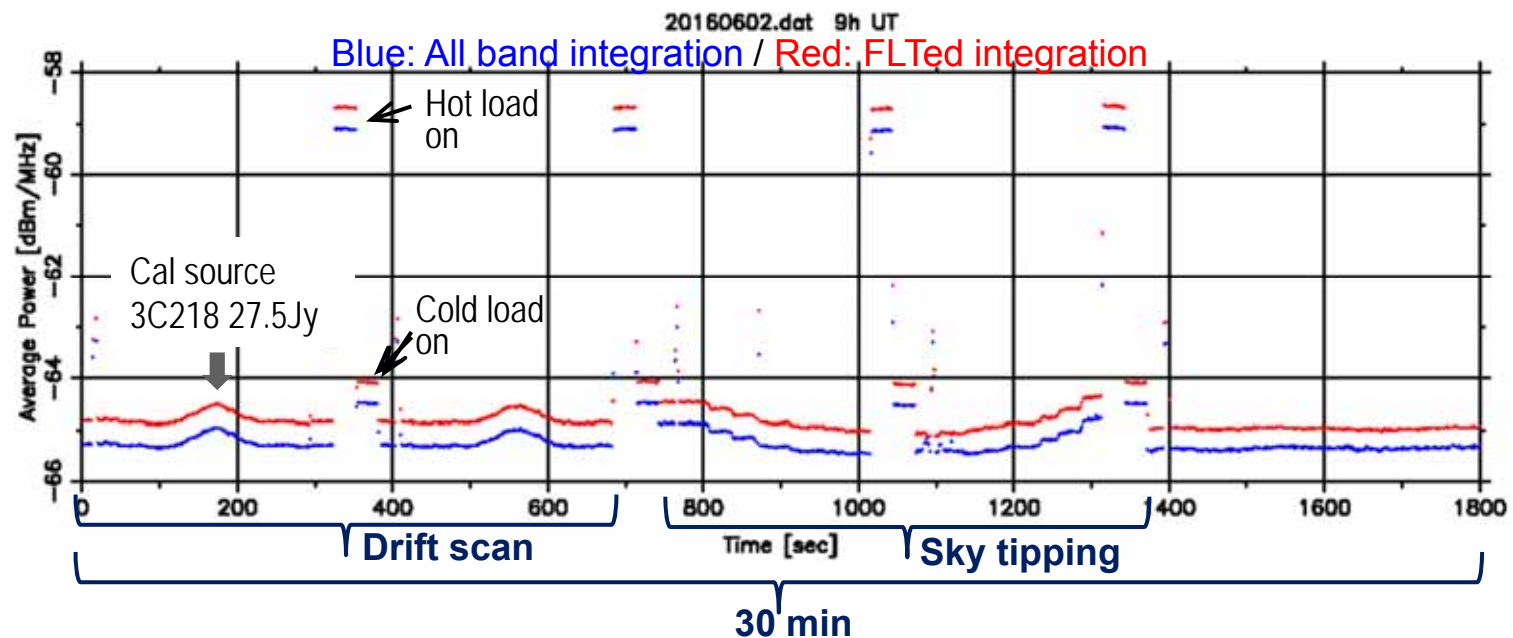


Fig. One hour spectra (every 2sec) of the IF-band.

観測方法: アンテナ・受信機制御



解析方法：絶対強度導出手順

Estimation of star's radio flux using Gaussian fitting for each drift scan



Gain compensation (gain by Y-factor method)



Compensation of atmospheric extinction (by Sky tipping)



Flux derivation by comparison of cal-source



Jupiter distance standardization to 4.04AU

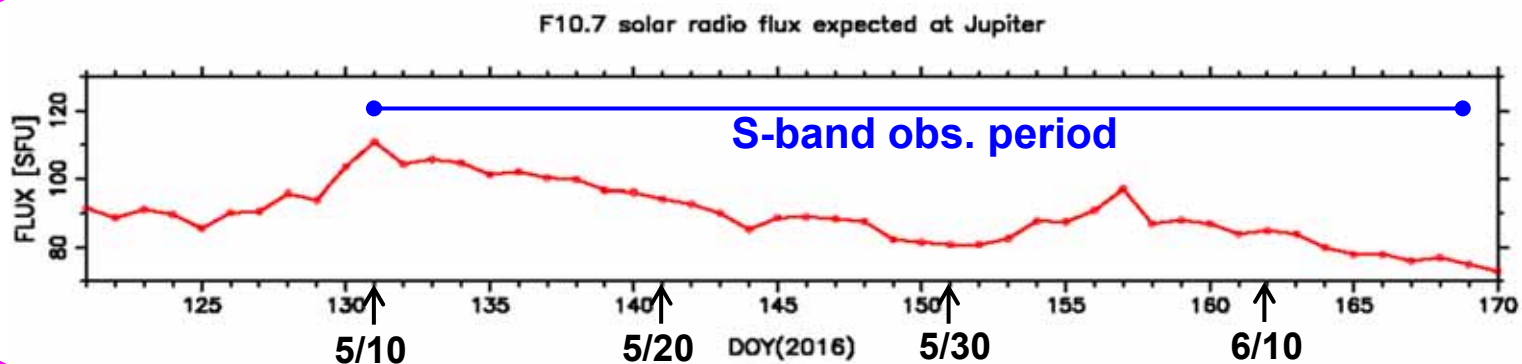


Synchrotron radio flux by reducing thermal flux (2.0Jy at S-band)

解析：2015年3月のS-band観測・・・ 進行中

S-band JSR flux: under data reduction

34mアンテナでのJSR観測期間の紫外線強度は概ね緩やかな減少傾向を示しており、外因性の太陽風変動による変動や自励型変動が（存在していたなら）見えやすい状況下にあったと予想され、今後のJSR解析の進行、太陽風パラメータの公開が期待される。



Solar Wind parameters provided by JUNO
(open after Dec., 2016)

まとめ

目的:

木星放射線帯の短期変動要因の究明: 外因性(太陽風)変動 / 自励変動動との関係査定

方法:

- ・Sバンド木星放射線帯電波(~ 15MeV電子)強度計測 for 5/10 ~ 6/17, 2016
- ・ ON/OFF scanの実施(new)、スペクトル計測によるRFI除去過程付加
- # 325MHzの木星電波強度観測@飯館、Lバンドでの電波干渉計観測@インドGMRTも
同時期に計測実施

解析:

- ・強度導出: 進行中

S-band JSR観測期間の紫外線強度は概ね緩やかな減少傾向を示しており、紫外線変化以外で誘起される変動分が(あれば)見えやすい状況下にあったと予想される。
JUNO木星探査機の計測データは取得後半年で公開予定。

近未来の観測展望:

- ・追加観測予定: JUNO木星周回探査時(2016秋以降)の地上支援電波観測 2016冬季 ~