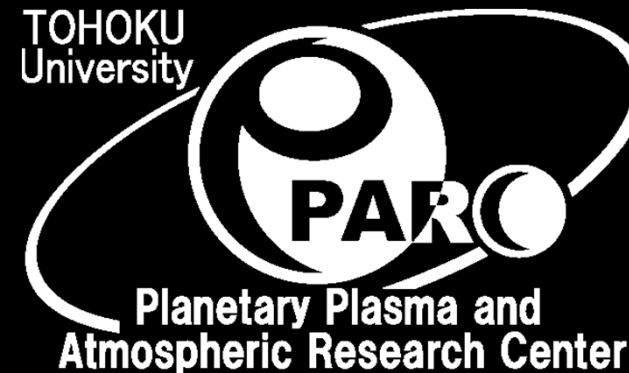
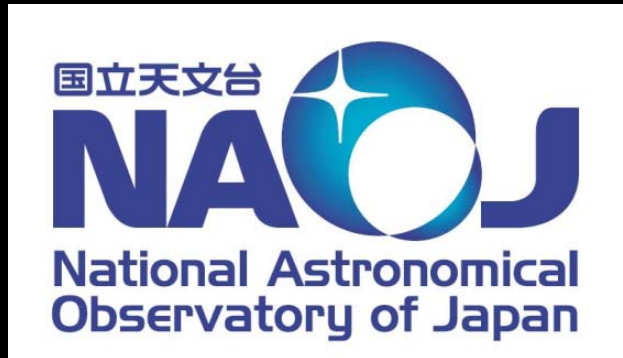


2015/3/3-5 SKA-Japanワークショップ2015

SKAによる太陽観測の可能性と 日本の低周波太陽電波観測

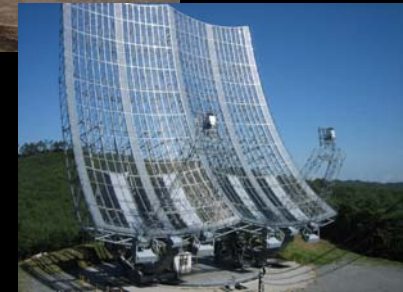
情報提供



国立天文台 野辺山太陽電波観測所
岩井一正

そもそも我々は何者か？

- 太陽の電波観測を主体とするコミュニティー
 - 国立天文台・(野辺山)
1～80GHz
 - 情報通信研究機構・(平磯-山川)
70～9000MHz
 - 東北大学・(飯舘-蔵王)
20～500MHz
 - 加えて上記を利用する大学など



SKA帯域の開発・観測研究を専門

太陽(恒星)の電波

- 熱制動放射

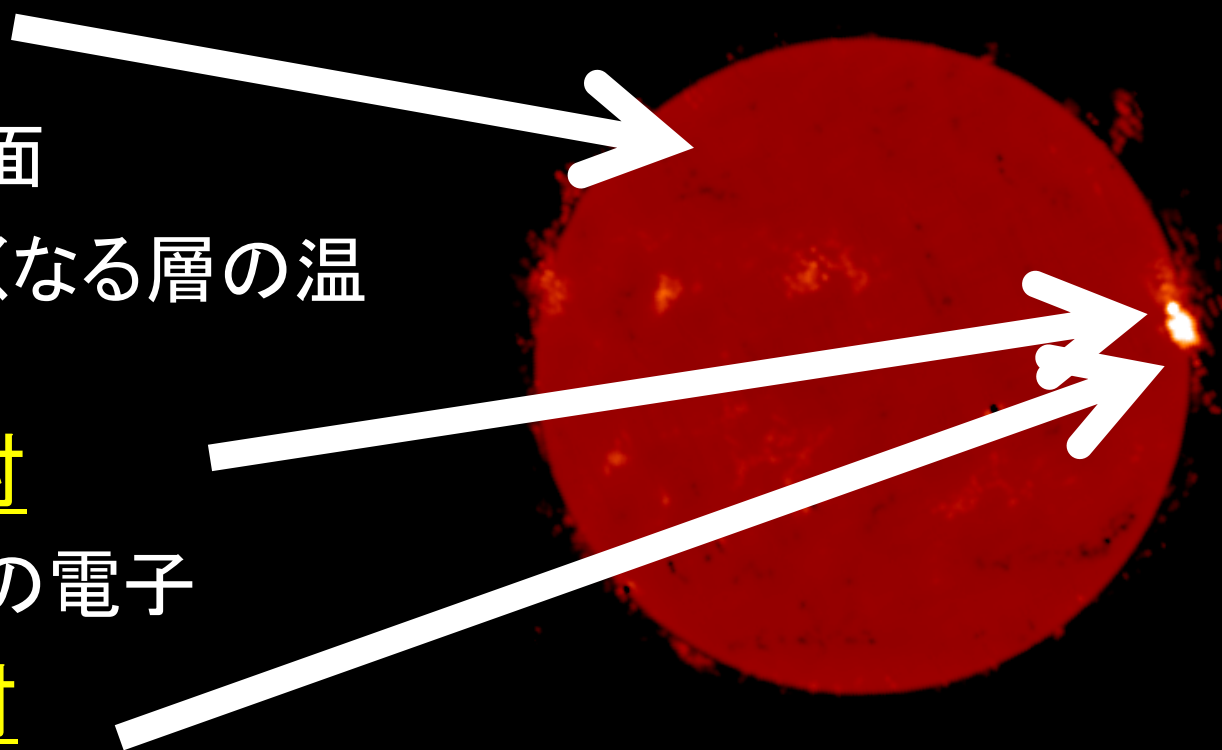
- 通常の太陽面
- 光学的に厚くなる層の温度

- 磁気共鳴放射

- 黒点磁場中の電子

- 非熱的な放射

- フレア(爆発現象)に起因
- 高エネルギー粒子が放射
- シンクロトロン放射
- プラズマ放射



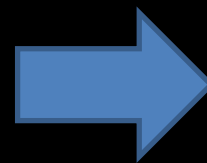
NoRH 17GHz

2012-05-17 02:05:02

野辺山電波ヘリオグラフで
観測された太陽像と太陽の
爆発現象(17GHz)

太陽の非熱的電波

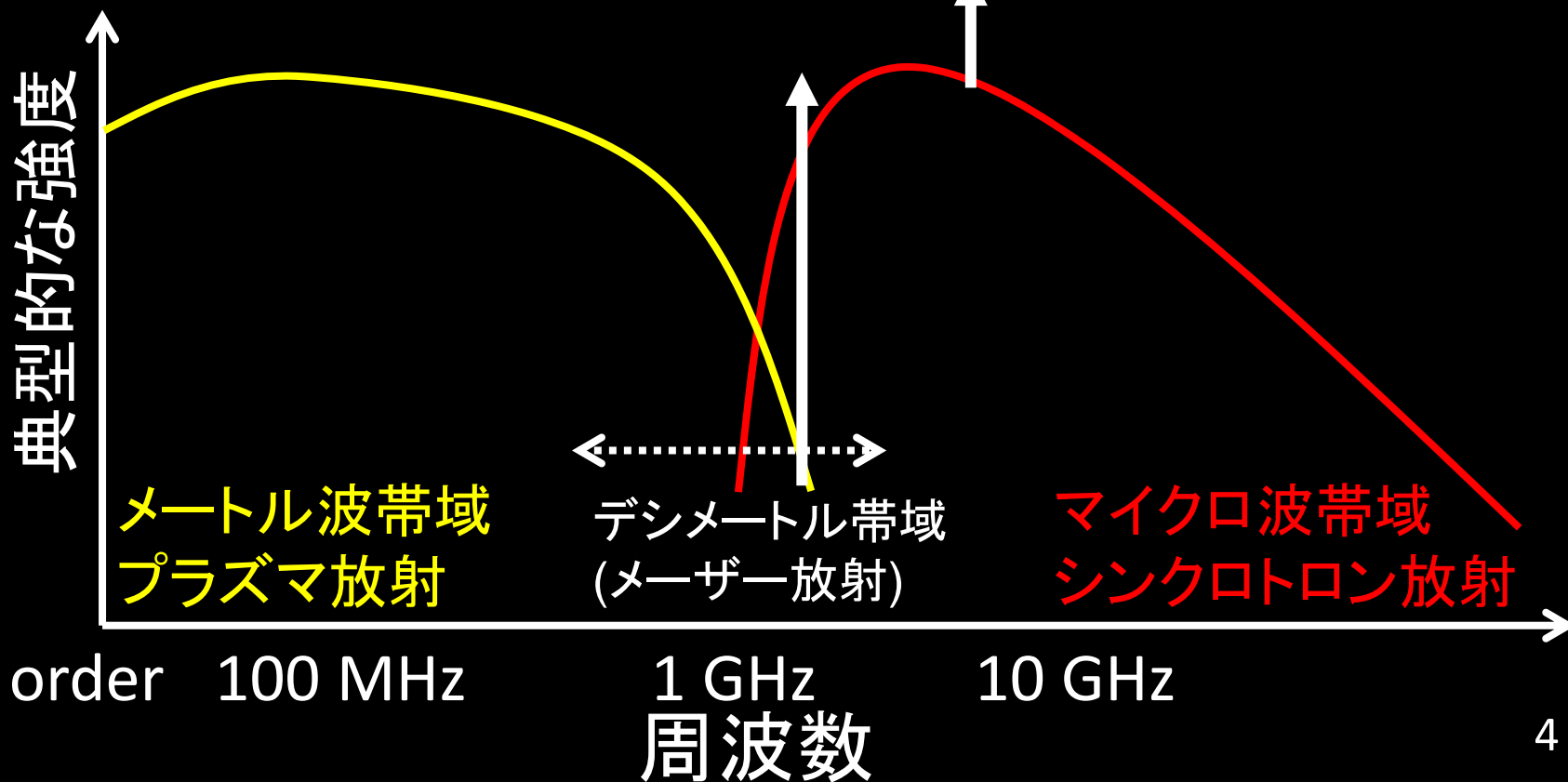
- プラズマ放射 : fp
- シンクロトン放射
- (サイクロトンメーザー放射 : fc)



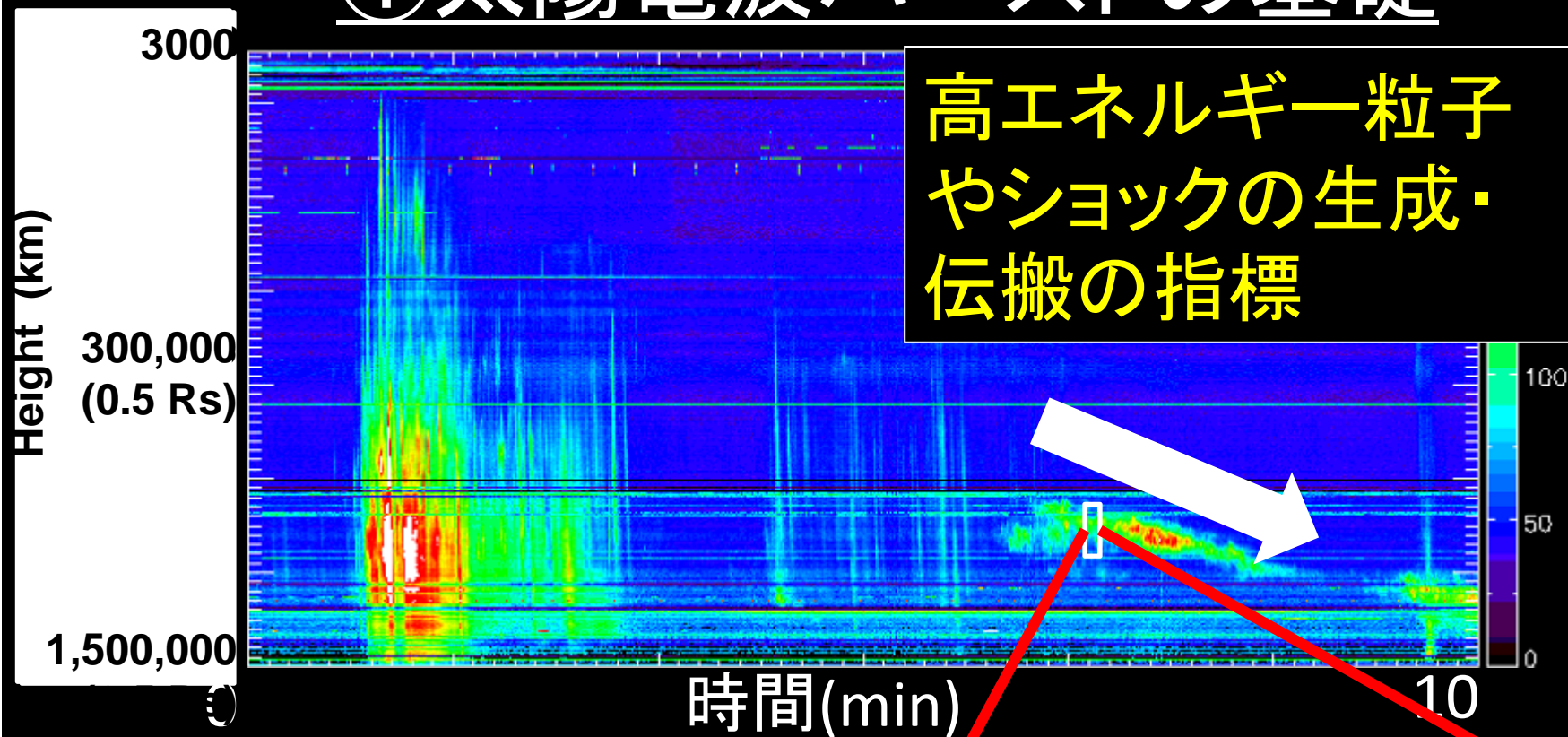
連続スペクトル

太陽表面
< 4GHz

光学的厚さ~1
~ 10 GHz



① 太陽電波バーストの基礎



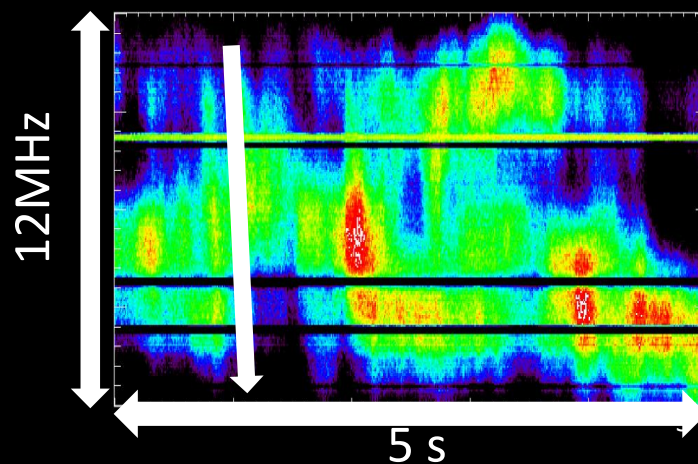
周波数



密度

$$9\sqrt{\text{density}} \text{ (kHz)}$$

スペクトルの傾き
= 移動速度



② 太陽電波とプラズマ素過程

メートル波電波バースト：
スペクトル微細構造

時定数：1 ~ 1000ms
帯域幅：~MHz

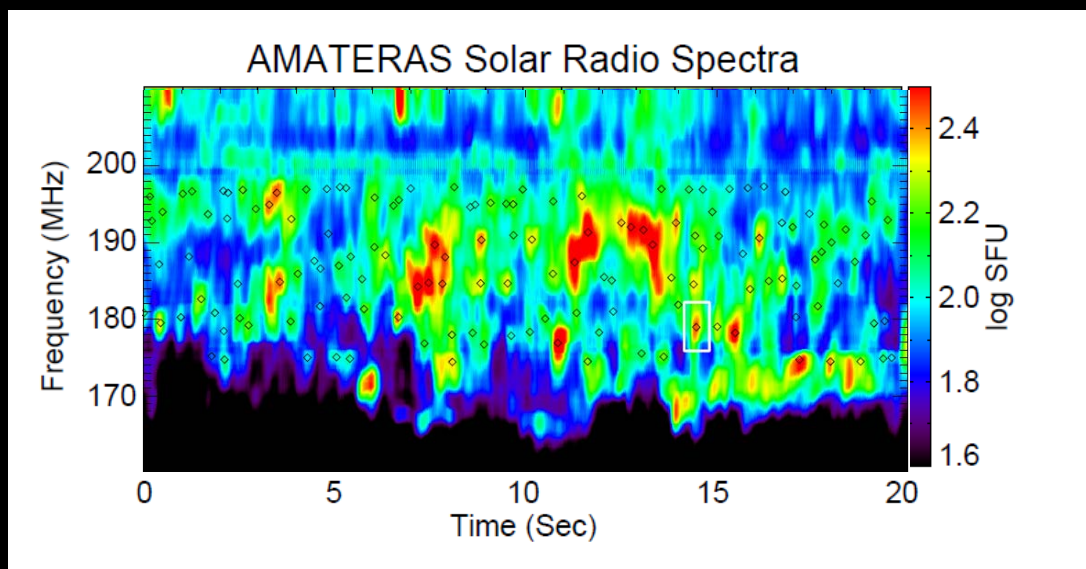


Fig. AMATERASで観測された太陽電波微細バースト
Iwai+ 2013 ApJL, 2014 ApL

エネルギー解放

変調？



非熱的電子

変調？



静電波動

変調？



電磁波

変調？



電波バースト

恒星を舞台とした
プラズマ物理の現場

太陽電波が持つ2つの目的

マクロスケール
フレア機構(宇宙天気)

ミクロスケール
プラズマプロセス

フレアやショックの指標

ミクロな素過程の指標

表裏一体

広帯域(広高度)・連続観測

高分解・高感度観測

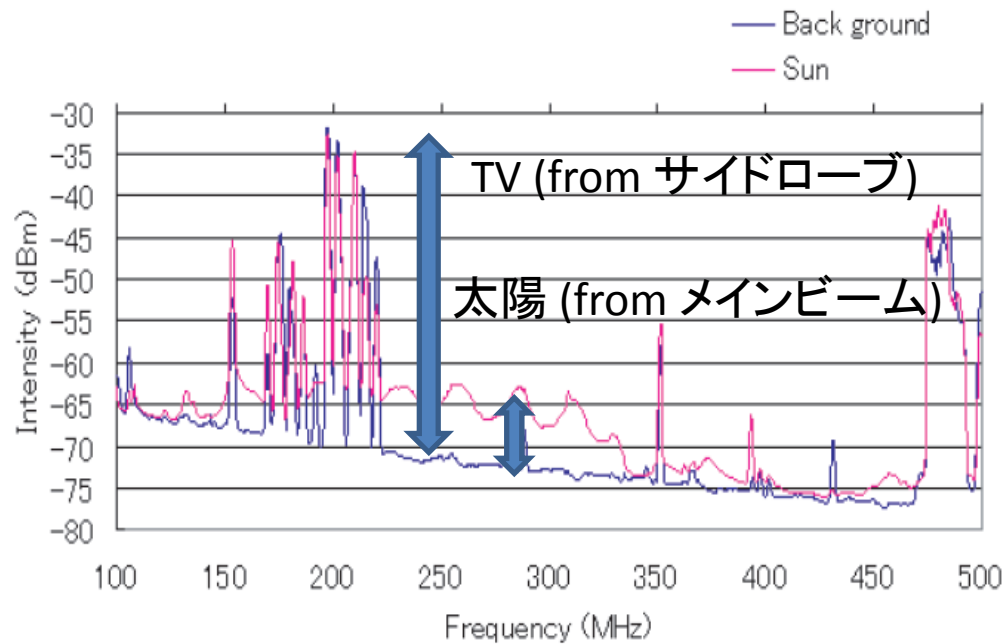
技術的相反

近年、ITやデジタルデバイスの急速な発展

太陽電波科学の可能性が増大

SKA

SKAによる太陽観測の可能性



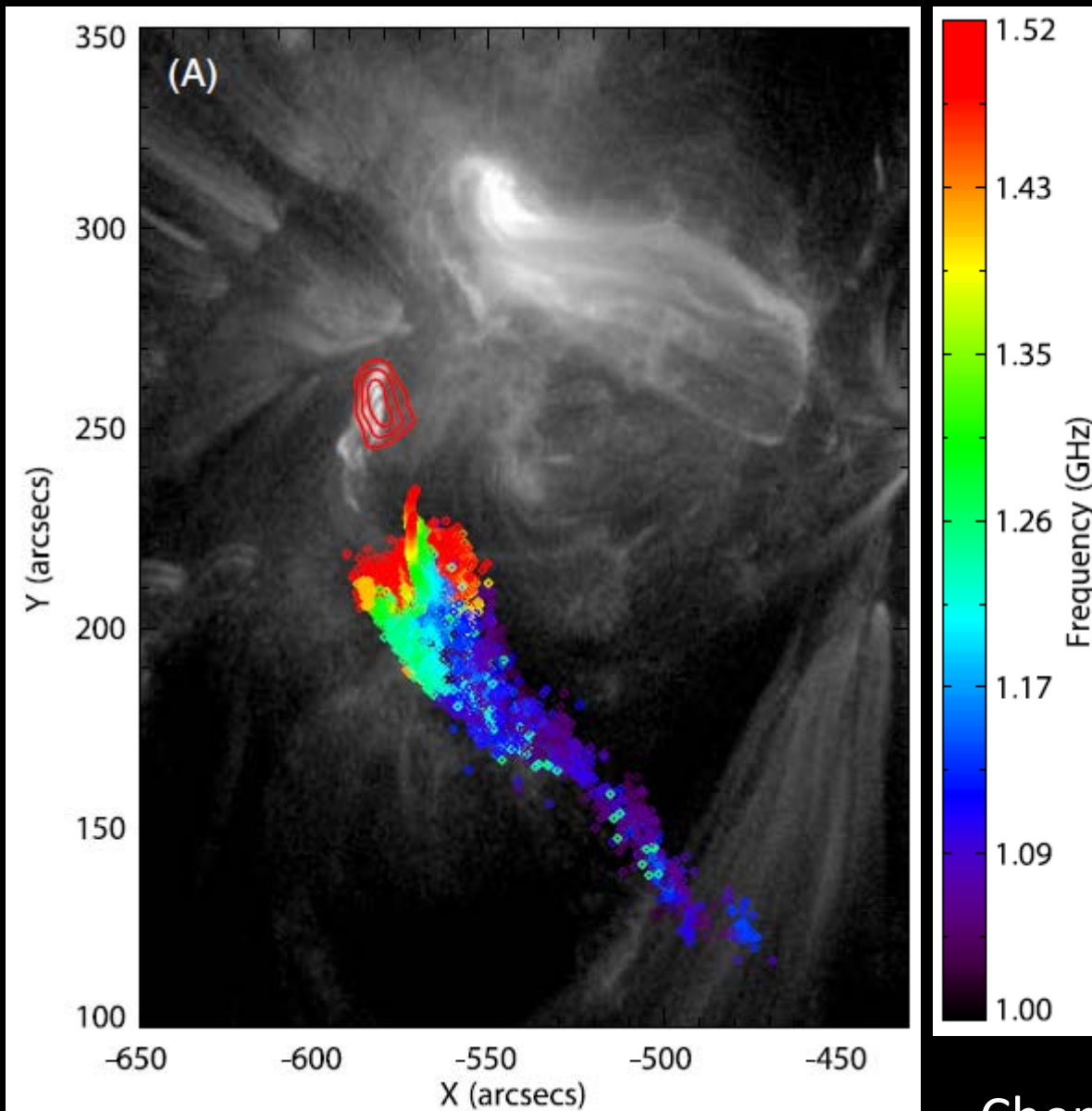
- SKA観測帯域の電波環境 = 多くのRFIが存在
- 分光観測では不可避
- 太陽強度 = RFIに対して桁で小さい

Fig. 9 飯舘観測所における、33メートル鏡(開口効率0.6)を用いた観測帯域のノイズ環境。
青: 背景電波。赤: 太陽入感

RFIで飽和しない受信機なら特別な付加装備 (例: ALMAの太陽フィルタ)は不要。

MWAやLOFARで太陽観測の実績あり

分光撮像観測の威力

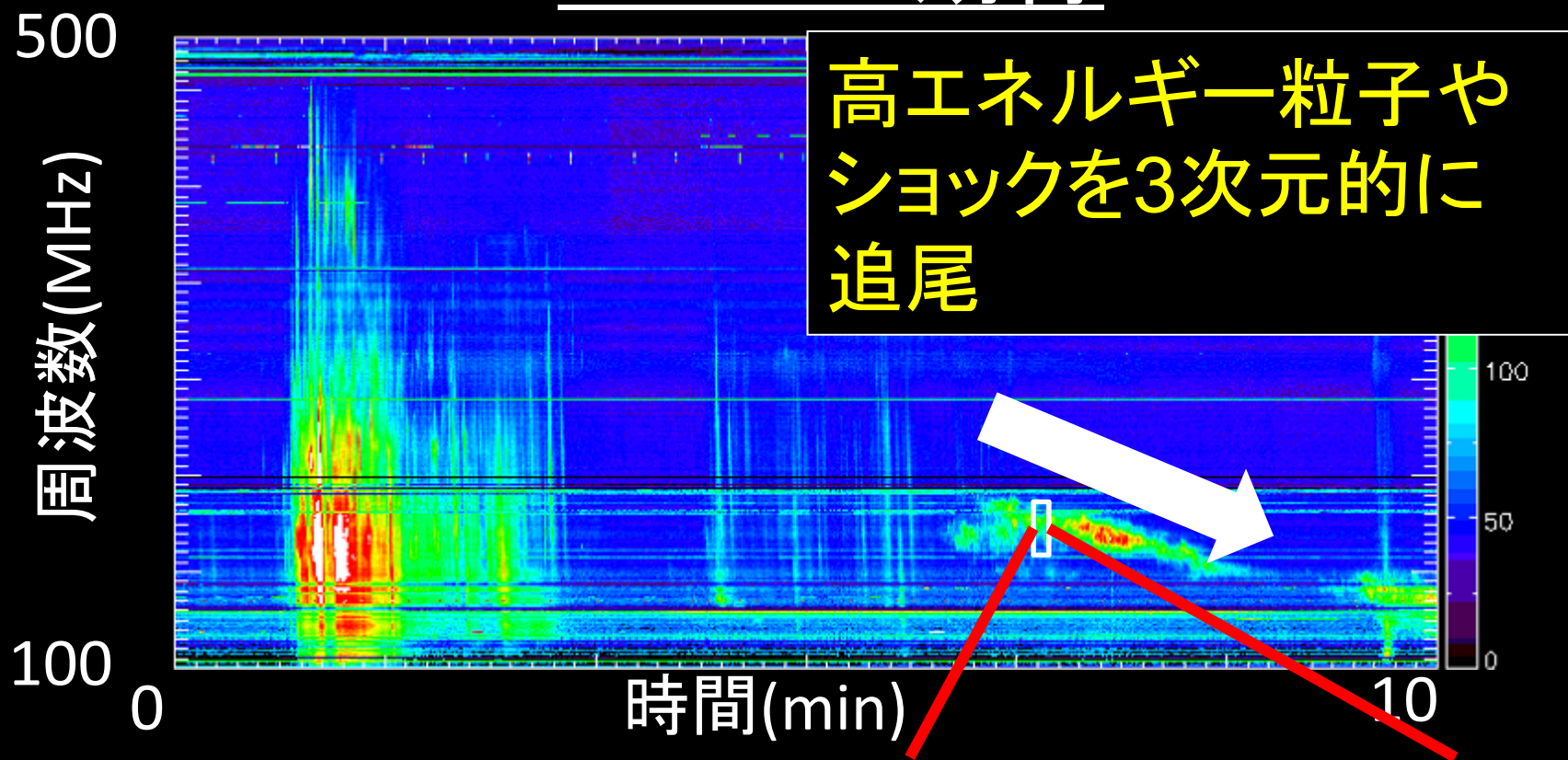


JVLAの分光撮像
の例

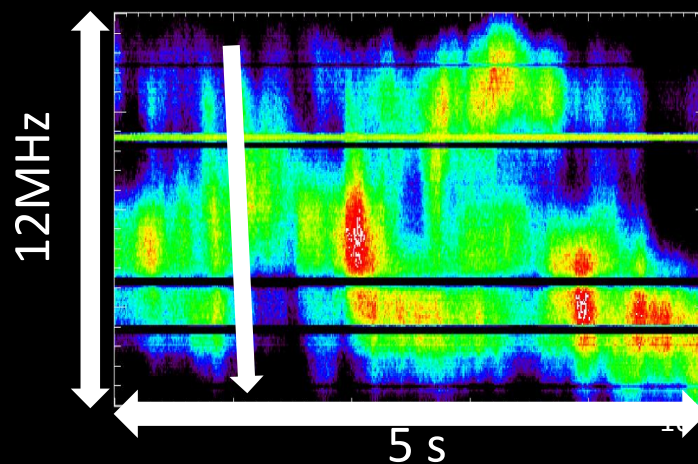
色: 周波数
= 高さ方向

電子の3次元の
な時間発展を
示(奥行方向も
情報が得られる)

SKAへの期待



粒子加速領域を3次元的に可視化

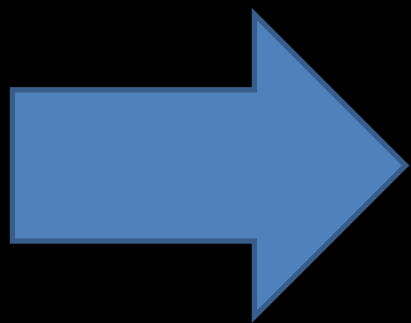


SKAは万能な太陽望遠鏡か？

 NO

SKA-Low, survey: 豪州
SKA-Mid: アフリカ

太陽研究では致命的



広帯域観測によるサポート
が効果的

その他: 連続的に像合成できる時間間隔や波長間隔
も今後検討する必要あり

AMATERAS (東北大学) Iwai+, 2012 Sol. Phys.

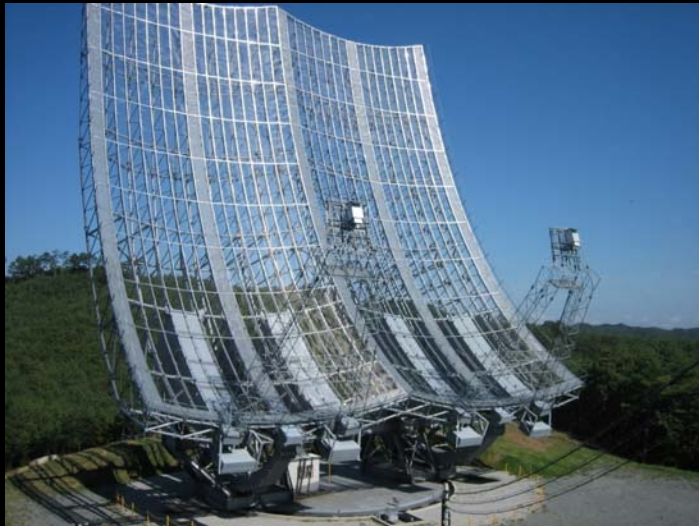


Table 1. AMATERASの観測分解能

時間分解能 (ms)	10
周波数分解能 (MHz)	0.06
観測帯域 (MHz)	150-500 10 -150(開発中)

山川太陽電波望遠鏡(NICT@鹿児島)



時間分解能 (ms)	8 (0.1)
周波数分解能 (MHz)	0.03
観測帯域 (MHz)	70-9000

高時間分解なスペクトル観測
(視野: 太陽より大きい)

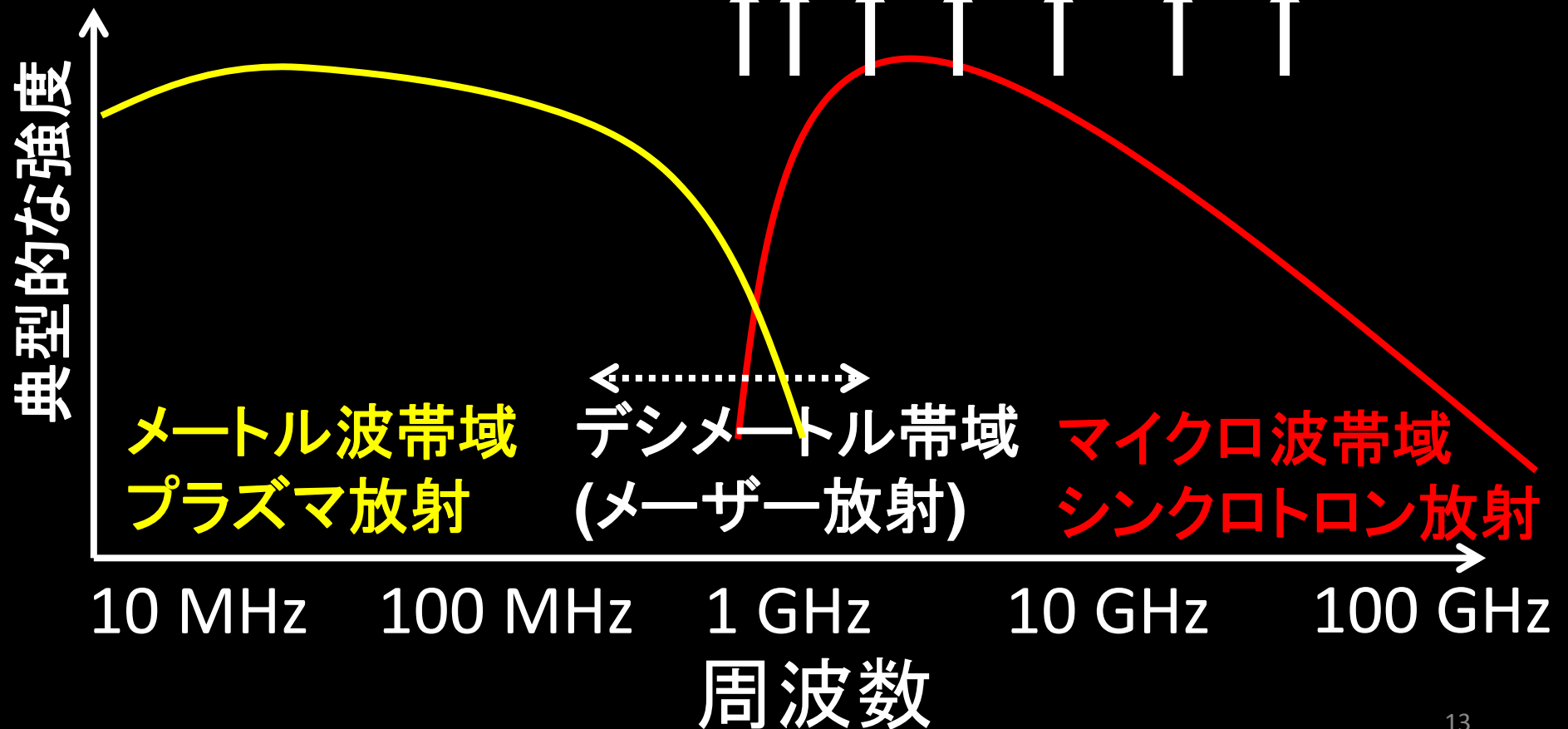
国内の太陽電波望遠鏡

NICT太陽望遠鏡
スペクトル計

NAOJ 野辺山電波ヘリオグラフ
干渉計(17, 34 GHz)

AMATERAS
スペクトル計

NAOJ 野辺山強度偏波計
固定周波検波(1, 2, 4, 9, 17, 35, 80 GHz)



SKAに対する利点①共同観測



- 同じ経度
- 相補的な観測
- 太陽電波バーストは突発性の広帯域放射



日本独自の観測提案が可能
(太陽研究は日本と組むことで可能となるサイエンスがある)

SKAに対する利点②干涉計



- 同じ帯域
- ある程度の開口効率
- 一応、VLBI(50km)の実績もある



将来的にはSKAと干涉計を組む
ことも理論上可能
対象は太陽だけに限らない
観測実績：木星、パルサー等

まとめ

1. 太陽物理ではSKA帯域の電波天文が有利
 2. SKAは太陽物理学に対して革命的な装置
(3次元的な観測が可能)
 3. 日本ではNICT・東北大・野辺山を中心に長い
歴史とノウハウを蓄積
- 日本の利点: SKAの全観測帯域で同時刻に、高分解分光観測ができる (共同観測、基礎サイエンスの蓄積)