

「SKA協会のVLBI サイエンス検討」 経過報告

赤堀卓也

国立天文台水沢VLBI観測所

- 今年度のSKAJP-SWGのお題の一つとして「EAVNを使ったサイエンスの検討」を開始
- **2018年4月4日：EAVN勉強会の実施**
 - 秦さん（国立天文台）に招待講演を頂いた
 - スペックシートを作成して頂いた
- **2018年8月末：検討の経過報告**
 - **イマイチ反応が悪い（理由は後述）**

グループ	状況(有力?/検討総数)	グループ	状況(有力?/検討総数)
宇宙再電離	未検討	突発天体	未検討
宇宙論	検討中(0/1件)	星間現象	未検討
銀河進化	未検討(関連が1件)	位置天文	検討中(2/?件)
パルサー	未検討	星惑星形成	未検討
宇宙磁場	検討中(2/4件)		

• Baseline Design V2 頁16より

		SKA1-low	SKA-mid	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
$A_{\text{eff}}/T_{\text{sys}}$	m^2/K	559	1560	-	-	-	-
FoV	deg^2	20.77	0.49	0.17	0.17	0.02	0.0045
Receptor Size	m	35	15	25-110	25-500	20-110	11-110
Fiducial frequency	GHz	0.11	1.67	1.7	1.7	6.7	22
Survey Speed FoM	$\text{deg}^2 \text{m}^4 \text{K}^{-2}$	6.49×10^6	1.19×10^6	TBD	TBD	TBD	TBD
Resolution	arcsec	7	0.25	8.3×10^{-3}	8.3×10^{-3}	2.4×10^{-3}	0.6×10^{-3}
Baseline or Size	km	80	150	4480	4480	3870	5500
Frequency Range	GHz	0.050 – 0.350	0.35-14	L band	L band	C band	K band
Bandwidth	MHz	300	770	512	512	512	512
Cont. Sensitivity	$\mu\text{Jy}\cdot\text{hr}^{-1/2}$	3.36	0.75	8.5	1.8	8.2	16
Sensitivity, 100 kHz	$\mu\text{Jy}\cdot\text{hr}^{-1/2}$	184	66	607	130	584	1150
SEFD	Jy	4.9	1.8	-	-	-	-

Case1: L-band: Kashima, Usuda, Sheshan, Tianma, Urumqi, QTT, Thai

Case2: L-band: Kashima, Usuda, Sheshan, Tianma, Urumqi, QTT, Thai, FAST

Case3: C-band: VERA, Ulsan, Hitachi, Takahagi, Kashima, Yamaguchi, Usuda, Tianma, Kunming, Urumqi, QTT

Case4: K-band: VERA, KVN, Nobeyama, Hitachi, Takahagi, Kashima, Gifu, Sejong, Tianma, Urumqi, QTT, Thai

• SKA-VLBI性能諸元

- 感度や分解能の計算方法
- VLBI懇談会のHPにあります
- <http://www2.nict.go.jp/sts/stmg/vcon/Event/2018/SKA-VLBI/SKA-VLBI-Specification-2018.pdf>



• SKA1 Use Case

- ユースケースのまとめ方
- SKA機構のHPにあります
- https://astronomers.skatelescope.org/wp-content/uploads/2014/02/SKA-TEL-SKO-0000015_Rev_03_SKA1_Science_Use_Cases_Combined-part-1-signed.pdf



SKA-VLBI 性能諸元

2018年7月9日

今井 裕 (鹿児島大学)、赤堀卓也 (国立天文台)、青木貴弘 (山口大学)

概要 この文書では SKA 計画の外観を主とした上で、SKA-VLBI の感度、角度分解能、視野などの性能諸元を示す。末尾には、本検討に用いた情報をまとめる。

1. はじめに

SKA 計画 SKA (Square Kilometre Array) は世界唯一で世界最高性能のセンチ波・メートル波干渉計を建設する計画である。第 1 期 (SKA1) と第 2 期 (SKA2) に分けて建設される。SKA1 は 2020 年頃から建設、2024 年に部分運用、2027 年に本格運用する予定である。SKA2 は 2027 年頃から建設し、2030 年台中盤に運用する計画である。350 MHz 以下を網羅する豪州のアレイ LOW と、350 MHz 以上を網羅する南アのアレイ MID から成る。

SKA1 と SKA2 SKA1-LOW (図 1 左) は最大基線長 69km の 512 の局から成り、1 局は直径 38m・256 基のログペリから成る。ログペリの総数は 13.1 万基に達する。SKA1-MID (図 1 右) は直径 15m の SKA 鏡 133 台と直径 13.5m の MeerKAT 鏡 64 台から成り、最大基線長 150km に分布する。SKA2 はアンテナ 1 km から数 1000 km に拡張する。詳しい諸元は以下

<https://astronomers.skatelescope.org>



(図 1) SKA1-LOW (左) と MID (右) の想像図。SKA 機構 HP のより

2. SKA-VLBI とは

SKA-VLBI 「SKA-VLBI」とは「SKA 局」と「パートナー」で成る。本書では「SKA 局」が何を指すのか、「パートナー」して「SKA-VLBI」がどのような性能諸元を有するかを討は以下の SKA Science Book (2015) の 143 (Parag <https://pos.sissa.it/cgi-bin/reader>



SKA1 SCIENTIFIC USE CASES

Document number SKA-TEL-SKO-0000015
 Revision 03
 Author SKA Science Working Groups (SKAO Contact: Jeff Wagg)
 Date 2016-01-29
 Document Classification FOR PROJECT USE ONLY
 Status Released

Name	Designation	Affiliation	Signature
Authored by:			
J. Wagg et al.	SKA Science Working Groups	SKAO	 Date: Feb 9, 2016
Owned by:			
R. Braun	Science Director	SKAO	 Date: Feb 11, 2016
Approved by:			
A. McPherson	Head of Projects	SKAO	 Date: Feb 11, 2016
Released by:			
P. Dewdney	SKA Architect	SKAO	 Date: Mar 11, 2016

• 宇宙論グループ

- 位置天文による極低周波重力波の性質の解明

• 宇宙磁場グループ

- AGNの根本の観測から探るAGNジェットタイプの形成
- マグネター位置天文で迫るマグネター誕生の秘密
- 超新星残骸 – 全く感度不足
- ジェット端&星雲 – 全く感度不足

• アstrometriグループ

- OHメーザー源の物理と位置天文
- 星間吸収線天体の研究

• 銀河進化グループ

- 銀河個数カウントの推定

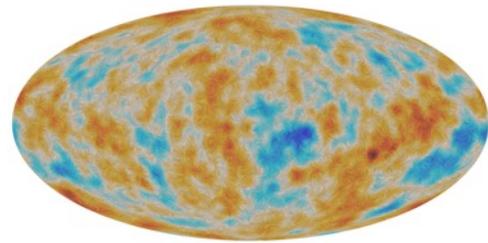
位置天文による 極低周波重力波の性質の解明

10^{-17}Hz

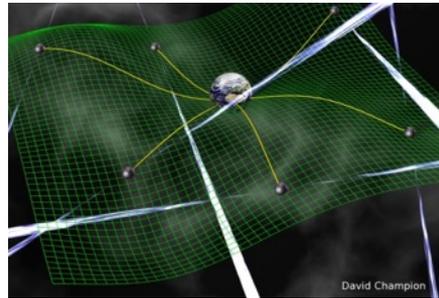
$\sim 1\text{nHz}$

$1\text{mHz}-0.1\text{Hz}$

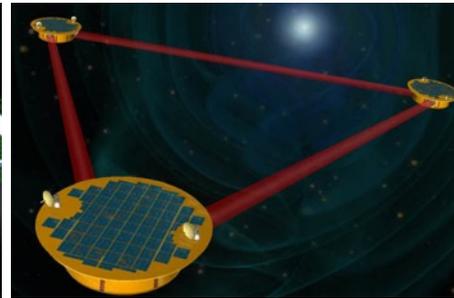
100Hz



CMB



PTA



宇宙干渉計



地上干渉計

• $10^{-17}\text{Hz} < f < 10^{-9}\text{Hz}$ 域の(背景)重力波

- CMBとPTAの最適域の狭間にある
- この域の(背景)重力波をVLBIを用いて制限する

• EAVNの場合

- 10^4 個(!)の天体の位置測定誤差を評価できればGaiaに匹敵する制限を与えることができることがわかった
- 振幅だけでなく重力波の分散関係に制限を与えることで重力理論の検証をも行うことができる

• AGNジェットのタイプ

- FR-I: 開口角が広く暗め FR-II: ホットスポット、明るめ

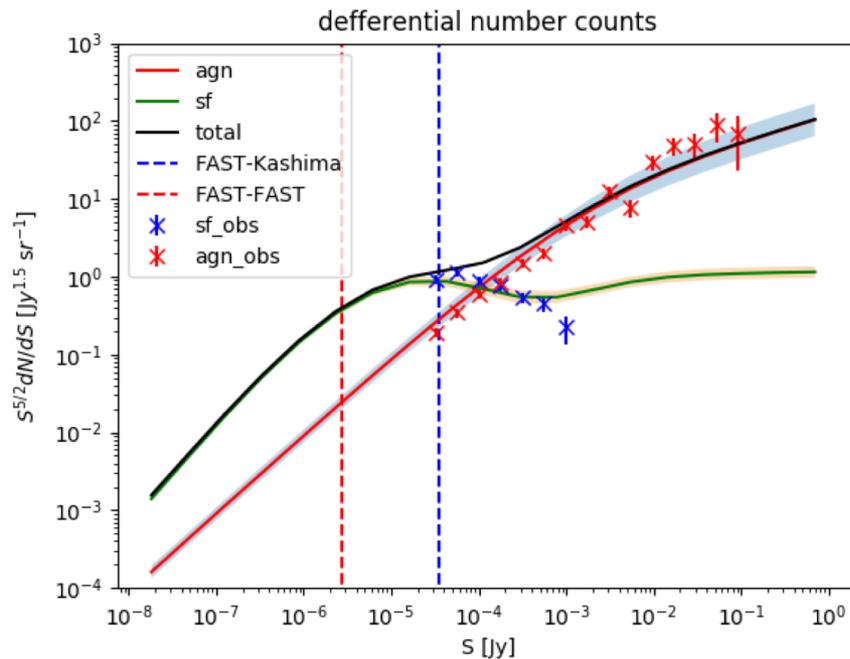
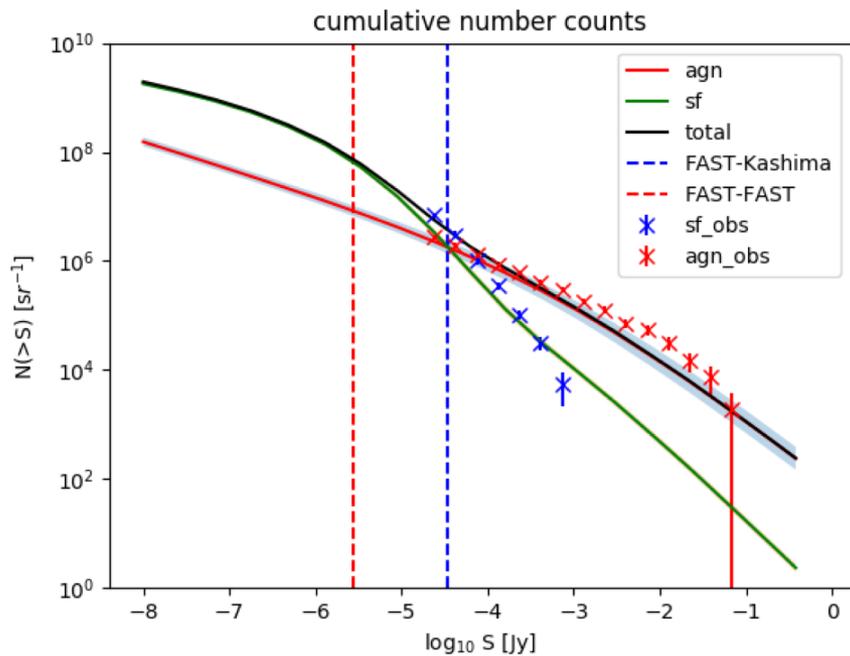
• FRIとFRIIは別の機構？

- タイプの違いは母天体の特異性が原因？ → No?
 - 両タイプのジェットが同時に観測される3C84の発見

• 天体選別作業中 (Case 2, S/N=10)

- HydraA (FRI) : 10^6 hr となり非現実的
- 3C273-HS (FRII) : 0.3 sec となり可能
- Cygnus A 根本 (FRII) : 5.3 sec となり可能
- Cygnus A HS (FRII) : 10^7 hrとなり非現実的
- 広がりが大きいと全く感度が足りない

電波銀河・AGN計数の経験的モデル



- 今年度のSKAJP-SWGのお題の一つとして「EAVNを使ったサイエンスの検討」をしている
- **2018年8月末：検討の経過報告**
 - イマイチ反応が悪いのは感度が非常にネックだから
 - かなりとんがったサイエンス・対象を考える必要あり
- **「位置天文班」の活躍に期待したい**
 - 20-30代の牽引役が現れないのが非常に心配

グループ	状況(有力/検討総数)	グループ	状況(有力/検討総数)
宇宙再電離	未検討	突発天体	未検討
宇宙論	検討中(1/1件)	星間現象	未検討
銀河進化	未検討(関連が1件)	位置天文	検討中(2/?件)
パルサー	未検討	星惑星形成	未検討
宇宙磁場	検討中(2/4件)		