

# プロジェクト進捗報告 科学部門



## 内容

1. 科学検討 ← 過去3年程度をおさらい
2. 研究会 ← 時間がないのでクイックに

赤堀卓也 ほか科学部門メンバー  
グループサイエンティスト

NAOJ SKA1 STUDY GROUP  
国立天文台SKA1検討グループ

# はじめに 科学部門の目標

## SKA1検討グループの3つのミッションゴールと5つの処理事項より

### ミッションゴール1

- 国立天文台継承職員のSKA本部もしくは現地への派遣計画を作成し実際に幾人か継承職員が期間内に派遣されること

### ミッションゴール2

- 大学の人的貢献が国立天文台の貢献の一部としてSKA本部により合意され、それらの貢献も含めた**参加計画を作成**

### ミッションゴール3

- Band5c受信機は、**科学的動機に強くリンクした**別のバンド、別の装置、またはより多くの物的貢献に変更されるべき

### 処理事項1 (科学検討)

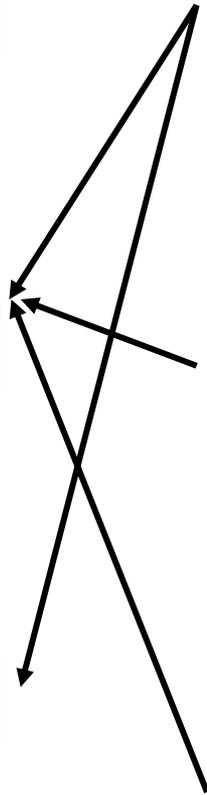
- ngVLAとの違いを示し強調するためSKA-LOWの科学を強化
- 科学目標の優先順位を決める**

### 処理事項4 (実現性検討)

- MWAがどのくらいLOWの技術的リスクを軽減するか解明
- LOWのキャリブレーション方法の開発を監視

### 追加事項 (参加方法検討)

- SKA地域センター(SRC)構想をとりまとめる**



# はじめに 科学部門メンバー

## 数字はエフォート

2019年度 赤堀卓也  
USE(10%) SDP(10%)  
SRC(5%) OUT(5%)

廣田朋也  
USE(5%) SRC(5%)

足立裕樹  
SRC(1%)

2020年度 赤堀卓也  
USE(5%) SDP(5%)  
SRC(5%)

廣田朋也  
SRC(10%) USE(5%)

永山匠  
SDP(10%) USE(10%)  
SRC(10%)

亀谷收  
USE(5%)

高橋慶太郎(客員・熊本)  
USE(5%) SDP(5%)

2021年度 赤堀卓也  
USE(15%) SDP(5%)  
SRC(5%)

廣田朋也  
SRC(10%) USE(5%)

吉浦伸太郎(学振PD)  
USE(-%)

亀谷收  
USE(5%)

高橋慶太郎(客員・熊本)  
USE(5%) SDP(5%)

科学部門には  
科学検討(USE)、  
SDPソフト(SDP)、  
地域センター(SRC)、  
科学振興(OUT)  
の4チームがあります

### SRCタスクフォース

廣田・赤堀・吉川(筑波大)・島袋(雲南大)  
元メンバー:長谷川(名大)、足立(NAOJ)、永山(NAOJ)



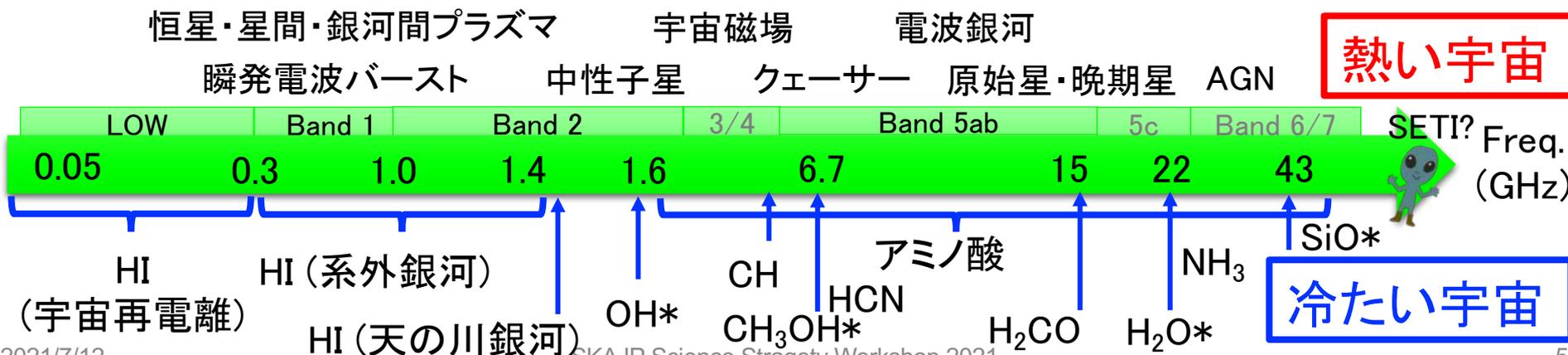
# 科学検討



# 1. 科学検討 SKAの科学目標

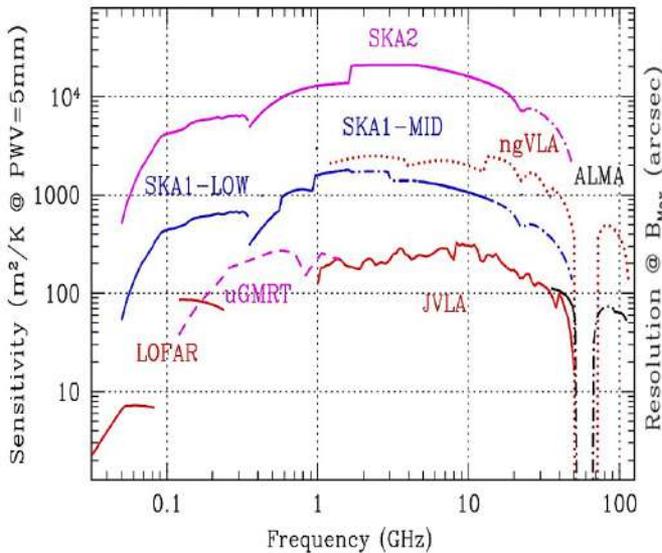
海外には14、SKAJPには10の科学検討部会がある

<h3>宇宙再電離</h3> <p>宇宙最初の星とブラックホールはいつどのように誕生し、そして宇宙の暗黒時代はいつ終焉したのだろうか？ <b>Subaru他</b></p>	<h3>重力理論</h3> <p>私達の知る重力の基本法則は本当に正しいのだろうか？宇宙を満たす重力波の予言は正しいのだろうか？ <b>Athena他</b></p>	<h3>突発天体</h3> <p>未知の現象FRBは宇宙のどこでどのように発生しているのだろうか？強い磁場を帯びた中性子星の起源は何か？ <b>EAVN他</b></p>	<h3>天の川銀河</h3> <p>予見される暗黒ガスはどこにどの程度存在するだろうか？天の川銀河の裏側はどうなっているのだろうか？ <b>JWST他</b></p>
<h3>宇宙論・銀河進化</h3> <p>標準ビッグバン宇宙論では説明がつかない宇宙の性質は存在するのだろうか？銀河のガスはどのように変遷してきたのか？ <b>TMT他</b></p>	<h3>宇宙磁場</h3> <p>宇宙の磁場はいつどのようにして発生したのか？宇宙のガス大規模構造はどのようにになっているのか？ <b>XRISM他</b></p>	<h3>活動銀河核</h3> <p>ブラックホールに物質はどのように落ち込み、吹き出し、そして周囲の物質にどのような影響を与えるのだろうか？ <b>CTA他</b></p>	<h3>星惑星形成</h3> <p>生命の源・アミノ酸は太陽系外にも存在するのだろうか？それはこの宇宙では普遍的なのだろうか？ <b>ALMA他</b></p>

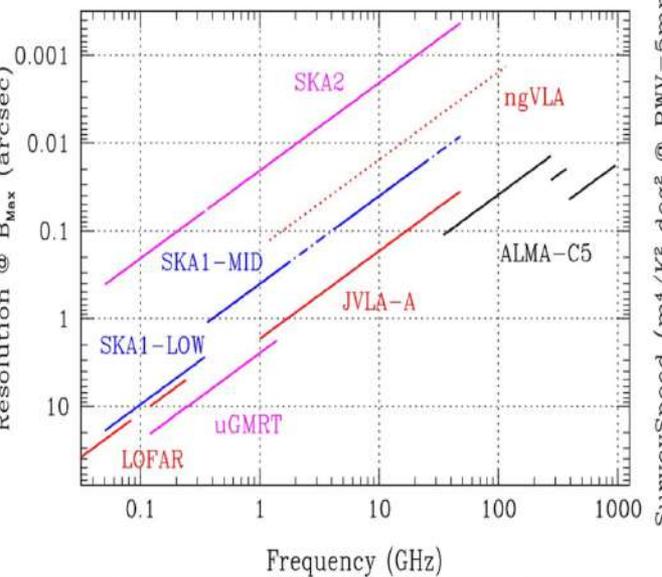


# 1. 科学検討 SKAの性能目標

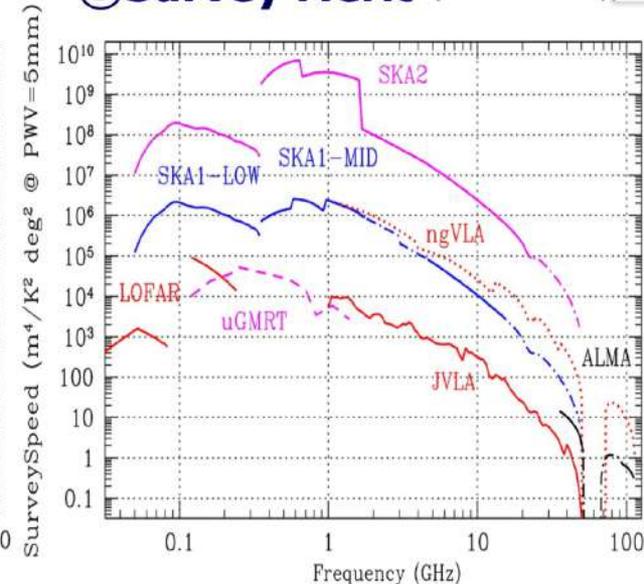
## ① Sensitivity



## ② Resolution



## ③ Survey Merit (FoV x Sensitivity)



## ④ Multi-mode

We can perform multiple observing modes simultaneously

Subarray	Band	Continuum Imag BW (MHz)	# Zoom Windows	# PSS Beams	PST BW (MHz)	# PST Beams	VLBI BW (MHz)	# VLBI Beams
1	2	810.0	3	1500	810.0	16	810.0	2

■ SKAは既存望遠鏡より**桁高い感度・分解能**を目指す

■ 広視野・高感度・複数観測モード同時実行 = **極限サーベイ性能**

■ ngVLAとの比較は後ほど

# 1. 科学検討 サイエンスブック2020出版

## ■日本SKAコンソーシアムによるボトムアップの科学白書

## ■2015年第一版からの大改訂

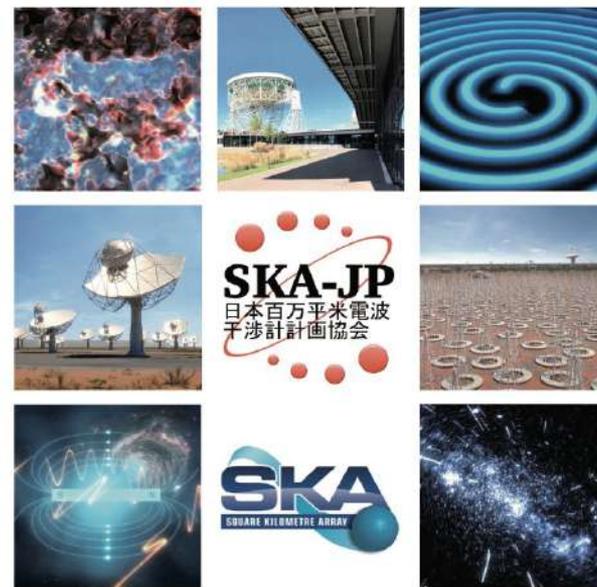
- 「**星惑星形成**」と「**惑星**」の章が新たに加わる

## ■2015 → 2020の変化

- 326ページ → **463ページ**
- のべ 74著者 → **135著者**
- 重複なし58著者 → **106名著者**

## ■印刷版をご希望の方は赤堀まで

日本版  
Square Kilometre Array  
サイエンスブック



日本SKA コンソーシアム  
科学検討班

2020

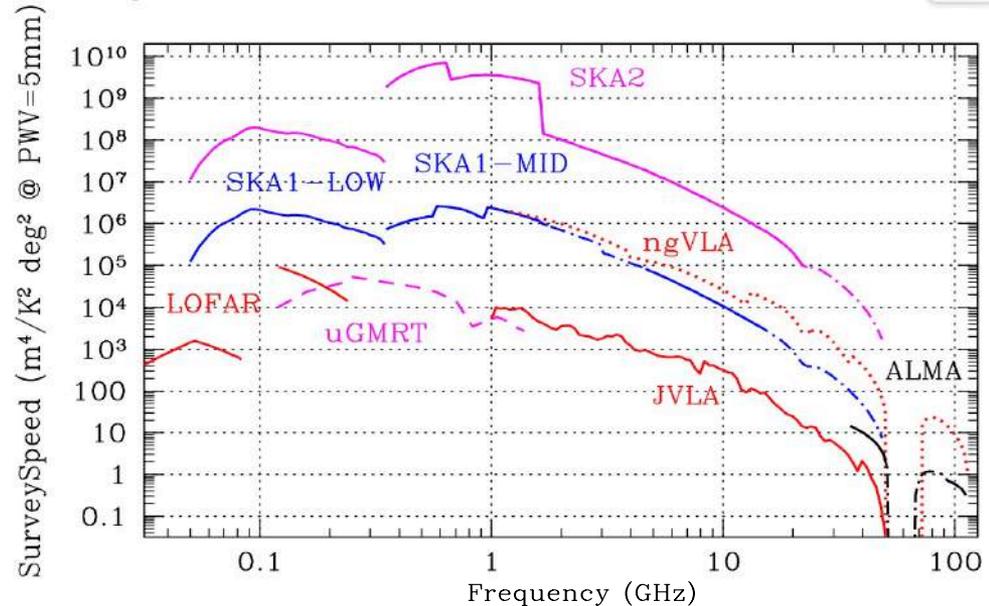
# 1. 科学検討 ngVLAとの比較: スペック

## ■1GHz以下はSKAのみ

- 赤方偏移したHI
- FRB(の多くの場合)
- 淡く広がったシンクロトロン

## ■サーベイ(感度x視野)優位

- SKA1 > ngVLA (@1GHz)
- カタログ(統計を使う)研究
- 突発天体(の待ち受け)研究
- 銀河面サーベイ



## ■信号処理が作り込まれる

- 多観測モードの同時実行

Subarray	Band	Continuum Imag BW (MHz)	# Zoom Windows	# PSS Beams	PST BW (MHz)	# PST Beams	VLBI BW (MHz)	# VLBI Beams
1	2	810.0	3	1500	810.0	16	810.0	2

広帯域両偏波  
結像用データ

高分散(64k)分光  
結像用データ

パルサーFRB捜索用  
マルチビーム  
視野内1500箇所

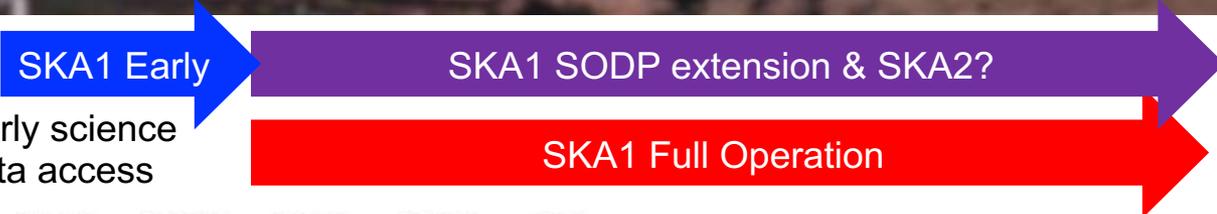
広帯域高時間分解  
パルス計測  
(背景重力波計測用)

VLBI用  
データ

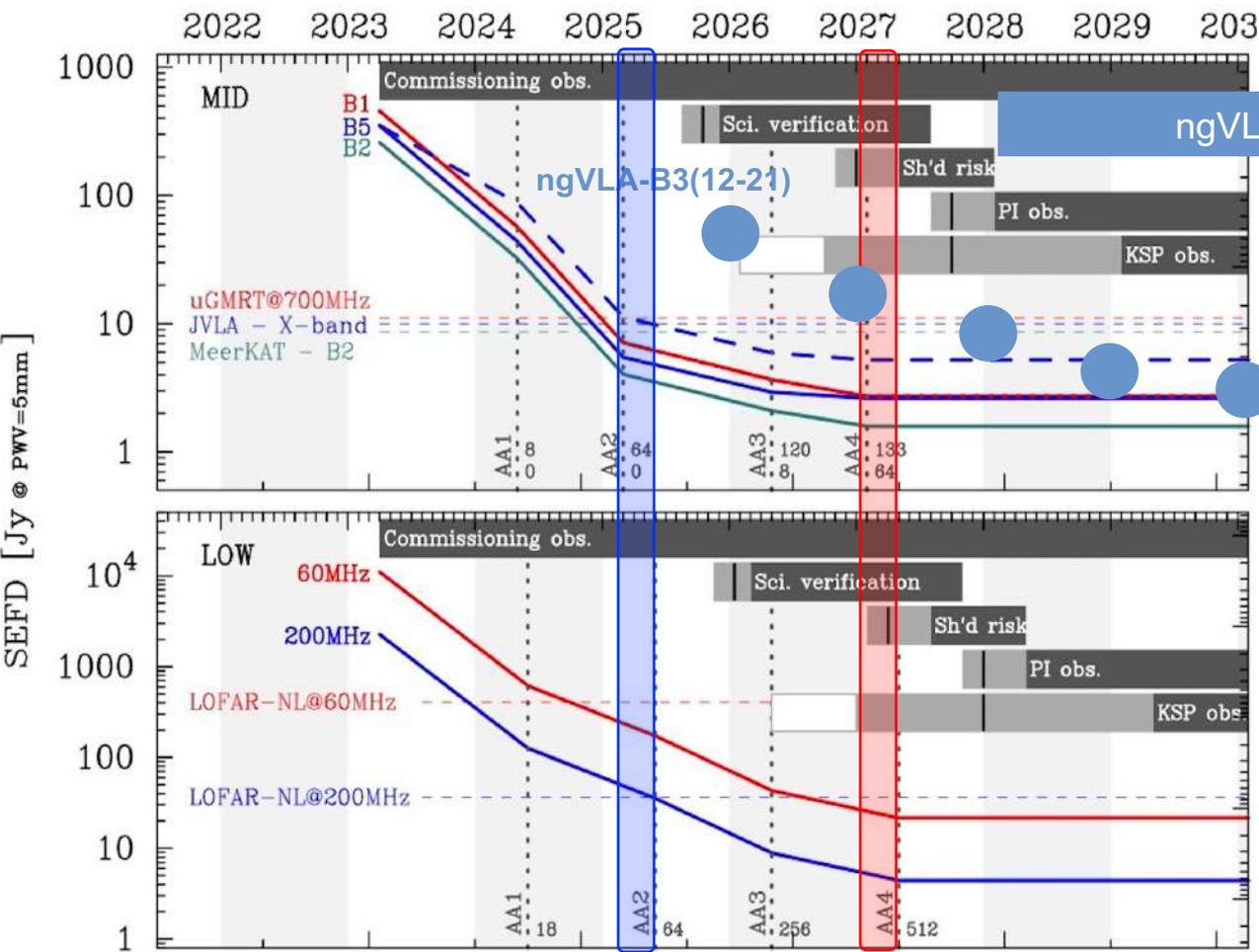
# 1. 科学検討

# ngVLAとの比較: プロジェクトフェイズ

**※SKAとngVLAは相互にパイロット・フィードバック**



Early science data access



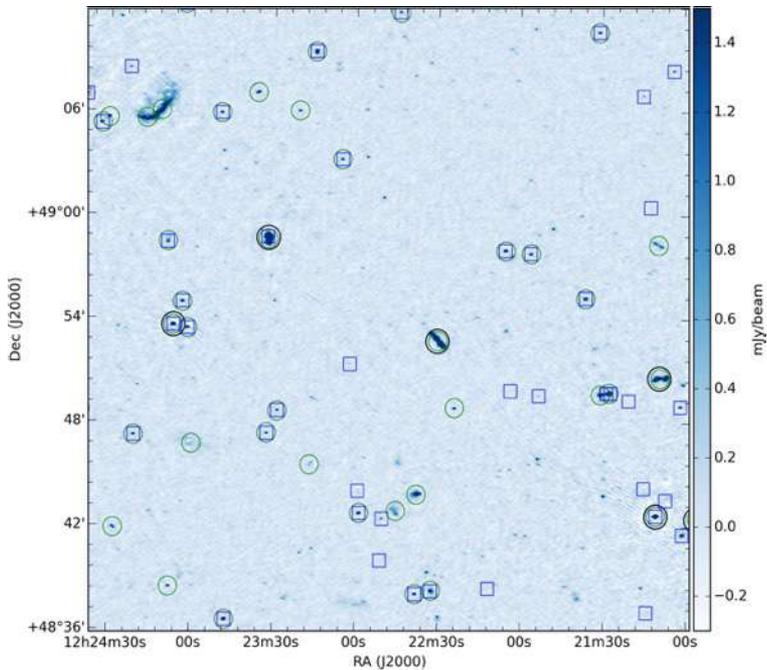
**Eric Murphy (ngVLA) at SKA Conf. 2021**



## SODP (SKA Observatory Development Program)

- $B_{max} = 300 \text{ km?}$
- Band 3/4 (2-5 GHz)?
- Band 6/7 (15-50 GHz)?
- Band 1 → PAF?

# 実質的に到達可能な感度



Shimwell+17, A&A, 598, A104

Telescope	Application	$\sigma_F$	$\epsilon_S$	P	$\epsilon'_P$	$\epsilon_Q$	$\epsilon_B$	$\epsilon_M$
VLA B-Cfg	Self-cal Sol	-	-	-	-	-	-	0.1
	Spectral	-	0.004	8	0.03	0.01	0.006	0.01
	Continuum	-	0.001	0.6	0.002	0.0007	0.003	0.002
SKA1-Mid	Self-cal Sol	-	-	-	-	-	-	-
	Spectral	-	0.002	8	0.1	0.003	0.003	0.003
	Continuum	-	0.0006	1	0.01	0.0003	0.001	0.001
LOFAR-NL	Self-cal Sol	-	-	-	-	-	-	0.1
	Spectral	0.3	0.001	-	0.03	0.003	0.002	0.002
	Continuum	0.3	0.001	-	0.006	0.0005	0.02	0.002
SKA1-Low	Self-cal Sol	0.15	-	-	-	-	-	0.1
	Spectral	0.05	0.0005	-	0.02	0.003	0.002	0.001
	Continuum	0.08	0.0006	-	0.004	0.0004	0.01	0.001

緑:装置の仕様レベル

All 10hr x 100 epochs

黄:装置の仕様レベルより因子分の較正必要

赤:装置の仕様レベルより一桁の較正必要

F: 遠方サイドローブ誤差, S: 近傍サイドローブ誤差,  
 P: 系統的(遅い)指向誤差, P': 偶然的(早い)指向誤差,  
 Q: 主ビーム形状誤差, B: 主ビーム周波数依存誤差,  
 M: ソースモデル誤差

## Q. 大気ゆらぎの影響は大丈夫か

- 視野内の明るいコンパクト天体を使った自己較正技術が進展
- LOFARでDR=100万:1を達成
- LOFARでRM=0.01 rad/m<sup>2</sup>を検出
- 高速で知的なパイプライン必要

## Q. 1000時間に迫る積分をしても熱雑音限界を得られるのか

- エラー解析ある(SKA-TEL-SKO-0000641)
- 利得誤差は大きいので自己較正は必須
- 較正精度要求: MID輝線は0.1%並、MID連続波・LOW輝線・LOW連続波は0.01%並
- 主ビーム形状と指向安定度が課題



## 1. 科学検討

## SKA-LOW-VLBI検討

## ■ 300MHz帯VLBIの重要性が国際的に認識される(2019 SKA-VLBI国際会議)

- 日本から飯館・豊川の参加の可能性

## ■ SKAJPでの検討状況(9件) →

### SKA-VLBI 性能諸元

2020年9月15日

今井 裕(鹿児島大学)、青木貴弘(山口大学)  
赤堀卓也(国立天文台)、小林秀行(国立天文台)

概要 この文書ではSKA計画の外観をまとめた上で、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。

#### 付録 B2. SKA1-LOW 局とパートナー局の基線感度(300sec, 16 MHz)

アンテナ名	周波数 [GHz]	.150 .235 .325			感度 [ $\mu$ Jy]			
		国名						
MWA	Australia	383	107	75.7				
GMRT 45m	India	985	587	415				
GMRT (all)	India	180	107	75.7				
hidate	Japan	953	678	526				
FAST	China	96.8	69.2	54.0				
LOFAR Station	Europe	1021	1548	2282				

#### 付録 C2. SKA1-LOW 局とパートナー局の基線長と角度分解能

アンテナ名	周波数 [GHz]	.150 .235 .325			分解能 [mas]			
		基線長 [km]						
MWA		0	0	0				
GMRT 45m	6867	60	39	28				
GMRT (all)	6867	60	39	28				
hidate	7597	54	35	25				
FAST	5923	70	45	32				
LOFAR Station	13666†	30	20	14				

†コモンスカイがほとんどないため1日の間に観測できる時間がわずかに限られる

## ■ z~4の衝突銀河のOHメーザー探査

## ■ ガンマ線連星 HESS J0632+057の300 MHz帯VLBI観測を軸とした多波長同時観測で探るガンマ線の起源

## ■ 系外超新星(残骸)における若い中性子星の探査およびCSMとの相互作用をプローブとした親星の質量推定

## ■ 太陽系外惑星の電波放射(アストロメトリを用いた主星電波との切り分け)

## ■ 300MHz帯VLBI観測によるかに星雲 wisps 構造の時間変化 (Magnetism)

## ■ X線連星ジェットの多周波数偏波観測

## ■ 300MHz 帯VLBI観測による系外銀河核周円盤の磁場探査

## ■ マゼラン雲内部のパルサー探索

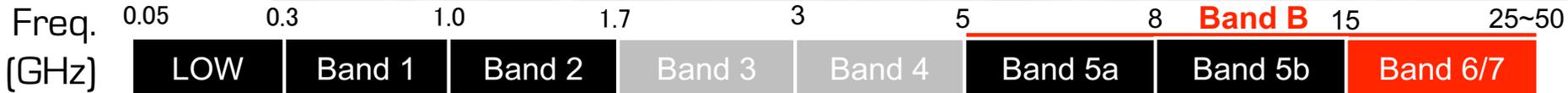
## ■ アンドロメダ銀河等でのパルサー探索

# SKA-ALMAシナジー検討

- **ALMAとは網羅周波数で相補的で、共に南半球の望遠鏡の関係**
- **SKAJPでの検討状況(10件) →**
- **ジェットと星間物質の相互作用と分子雲形成に関する分子輝線観測**
- **系内ジェットと周辺ガンマ線源となりうる星間ガスの観測**
- **マイクロクェーサージェットとISMの相互作用**
- **系内X線連星ジェットローブの短期間でのRM構造変動調査**
- **ほうおう座銀河団中心の不都合なAGNの徹底解明**
- **ダークガスの運動から探る分子雲形成・進化**
- **CH/COによる若い分子ガス探査および原子雲圧縮機構の解明**
- **高分解能HI/CI/CO観測による強乱流場中の分子雲形成機構の解明**
- **CNMの小スケール構造**
- **マグネターの電波放射機構の解明**

# 1. 科学検討

# 15GHz以上の科学事例検討



## ■ 高周波観測の実現性

\* 280ミクロン

- 主鏡鏡面RMS誤差要求\*はVLAと同等
- 15-50 GHzのシーイングもVLAと同等
- MIDもMeerKATも空きスロット一つあり
- 15-25GHzは技術的な達成見込み高い

## ■ 高周波観測の科学事例と要求

1. Introduction
2. Solar System
3. Astrochemistry and the formation of stars and planets
4. Galactic Structure
5. Nearby Galaxies
6. Cosmology and the History of the Universe
7. Transient Phenomena

日本人も著者で多数参加  
筆頭5名・共著12名

Tomoya Hirota (3.9PI, 3.10Co, 7.3Co)

Kazuhiro Hada (5.4PI)

Takuya Akahori (7.3PI, 5.4Co)

Kohji Yoshikawa (6.6PI)

Haruka Sakemi\* (7.5PI)

Yoshi Hirata\* (3.7Co)

Takeru Murase\* (3.7Co)

Toshihiro Handa (3.7Co)

Hiroshi Imai (3.8Co)

Koichiro Sugiyama (3.8Co)

Sujin Eie\* (7.3Co)

Takeru Enoto (7.3Co)

Takahiro Aoki (7.3Co)

Tomoaki Oyama (7.3Co)

Mami Machida (7.5Co)

\*当時大学院生

# 1. 科学検討 SRC検討

## ■ SRC Steering Committee (SRCSC)

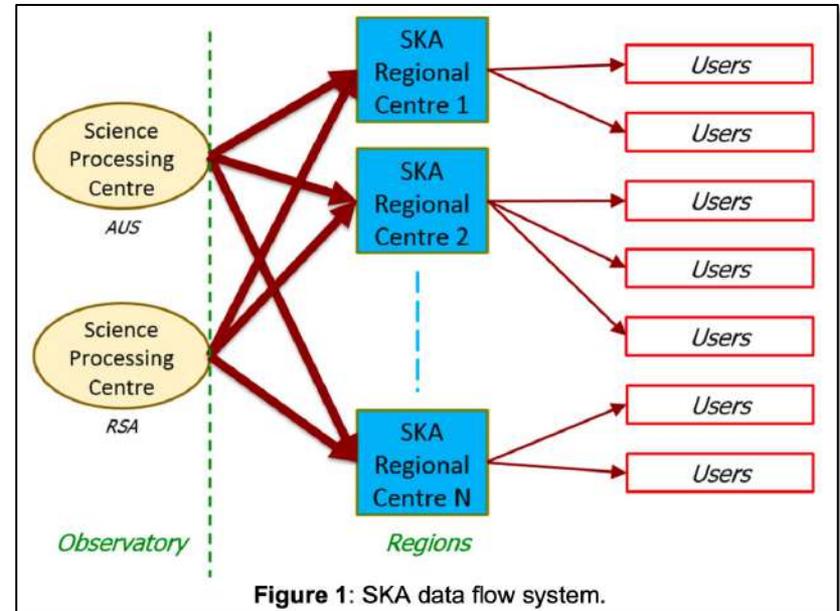
- アクセスポリシーの検討がはじまった
- 日本もオブサーバ参加中

## ■ SRCSC内WG0~6結成

- ネットワーク、解析ソフト、記録系、HPC、SWG連携、運用、管理など
- 日本からは7名参加中

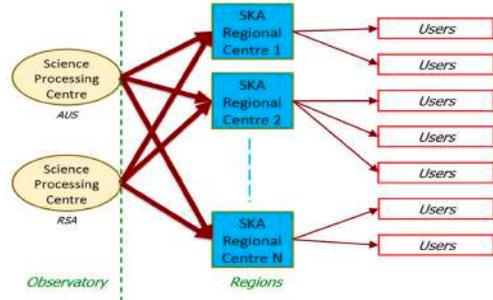
## ■ 日本SRCタスクフォース

- SRCアンケートをSKAJPに対して実施
- アンケート結果を踏まえて参加計画を立案



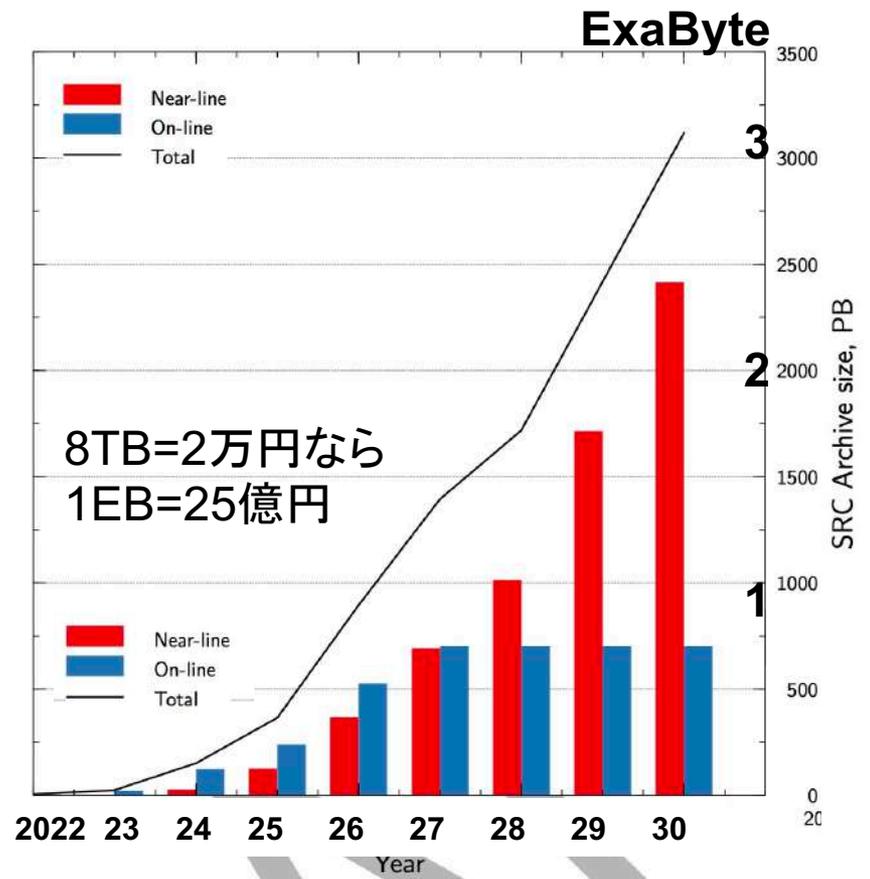
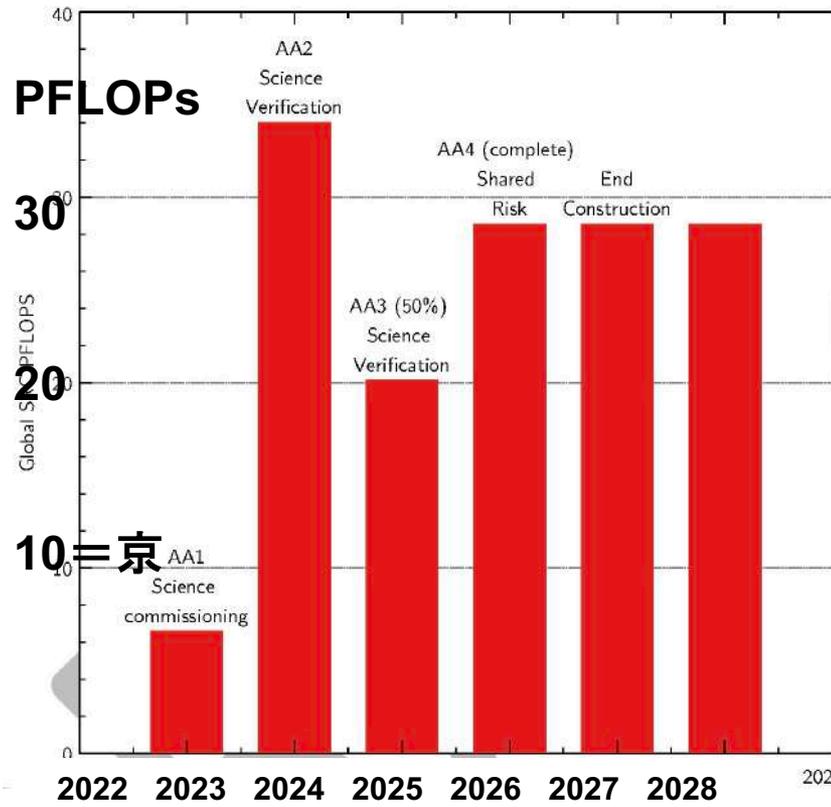
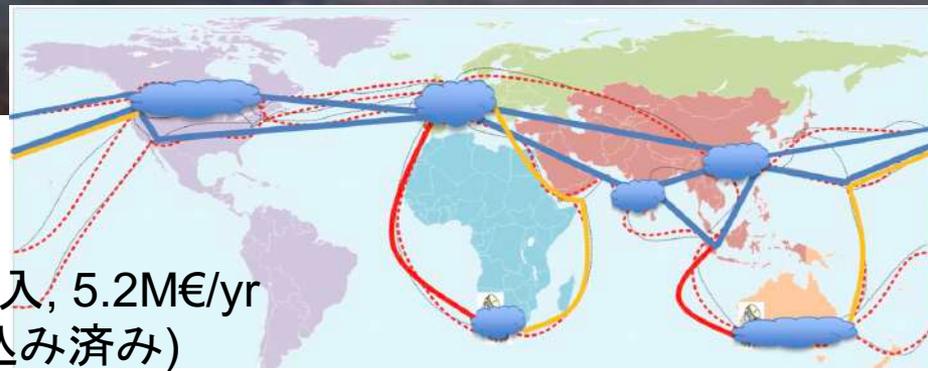


# 1. 科学検討 SRCの展望



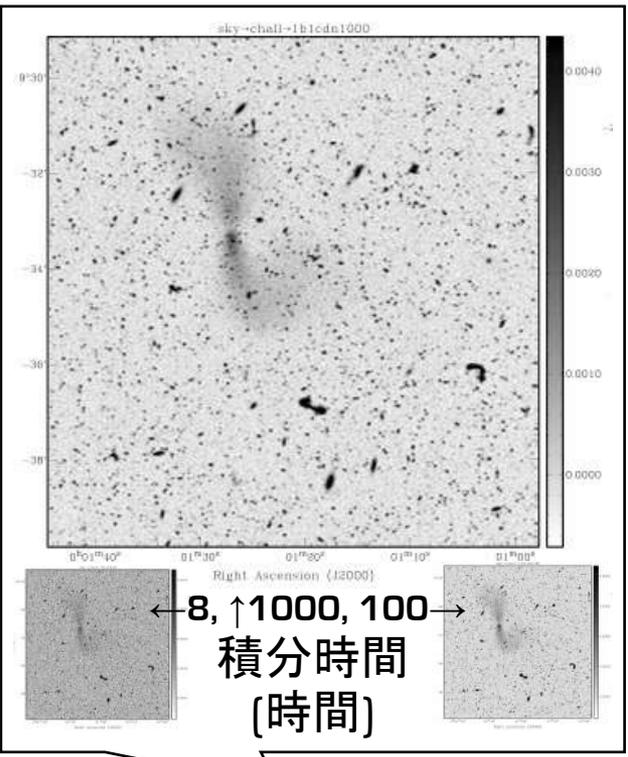
## 世界で分担

100Gbps回線を購入, 5.2M€/yr  
(運用コストに織り込み済み)



# 1. 科学検討 SKAデータチャレンジ(SDC) #1

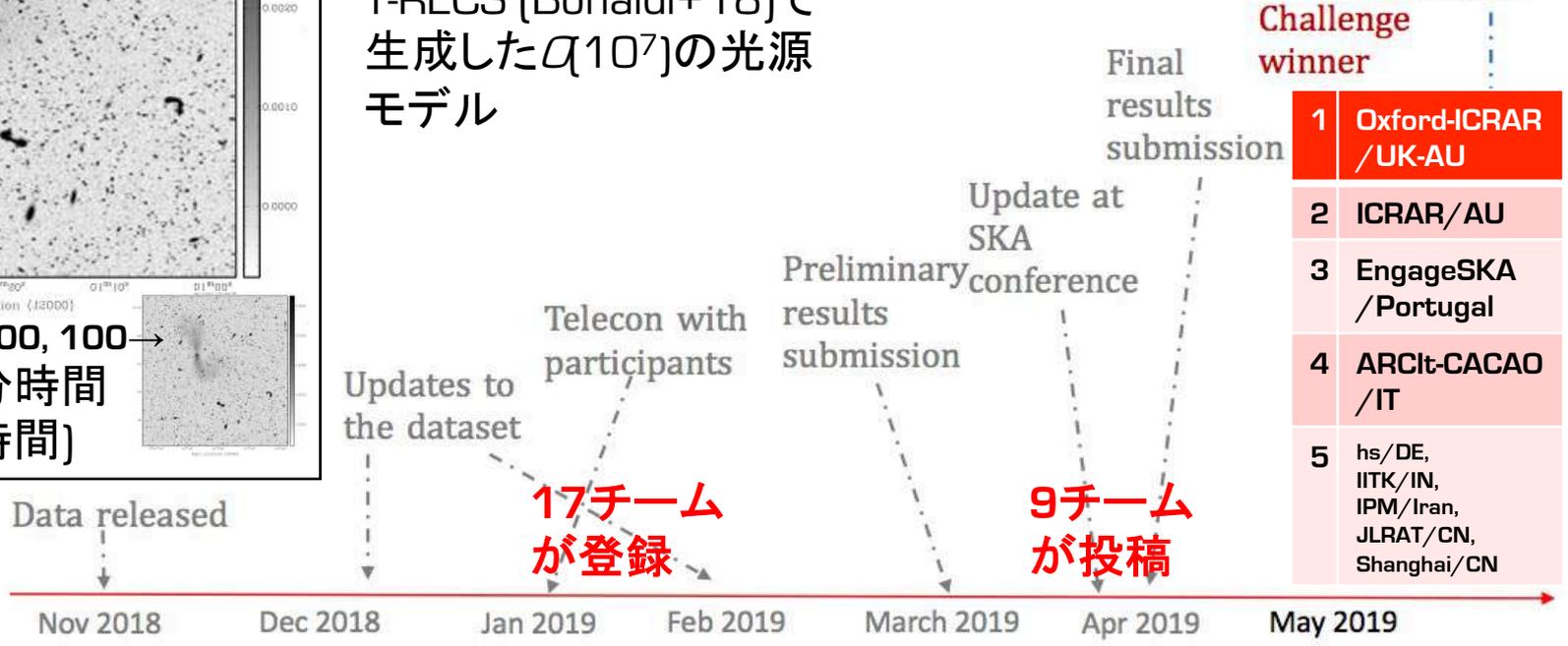
- 目的1: コミュニティがSKAのデータに慣れるため
- 目的2: ソース検出・分類の効果的な方法を開発するため



$$S = [N^m W^m - N^f]_{560\text{MHz}} / A_{560\text{MHz}} + [N^m W^m - N^f]_{1400\text{MHz}} / A_{1400\text{MHz}} + [N^m W^m - N^f]_{9200\text{MHz}} / A_{9200\text{MHz}}$$

<https://astronomers.skatelescope.org/ska-science-data-challenge-1-results/>

T-RECS (Bonaldi+18)で生成した  $Q(10^7)$  の光源モデル



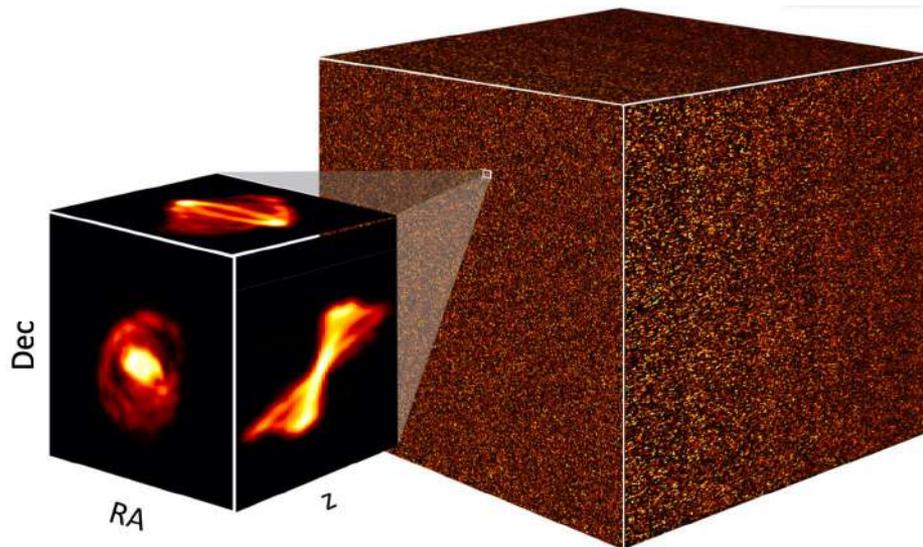
# 1. 科学検討 SKAデータチャレンジ(SDC) #2

## ■SDC1「Continuum」論文はMNRASに出版

- ArXiv:2009.13346

## ■SDC2は「HI銀河」がテーマ

- $z=0.24-0.5$ , 30 kHz, 20 deg<sup>2</sup>, 7", 2000 hr
- **1 TB**のデータ出力 → HPC!



**40チーム276名、80機関、23カ国が参加！HPC参戦**

### Computational resource partners



# 1. 科学検討

# SODPに対する科学要求

## ■建設期: 計40M€、運用期: 20M€/年

- 科学的動機なくして技術開発なし
- 今後Science Road Mapを策定する

## ■周波数の網羅性

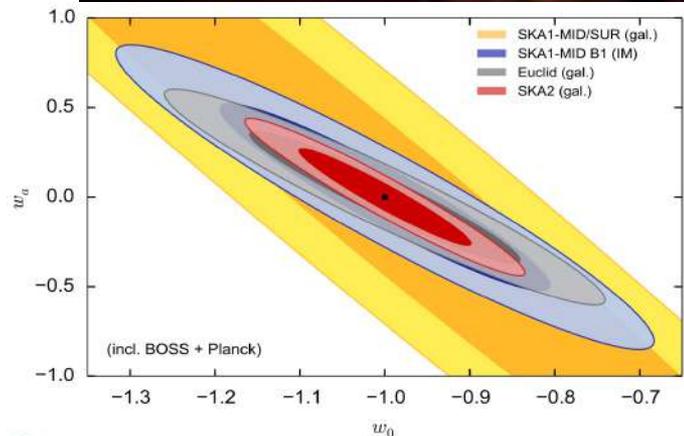
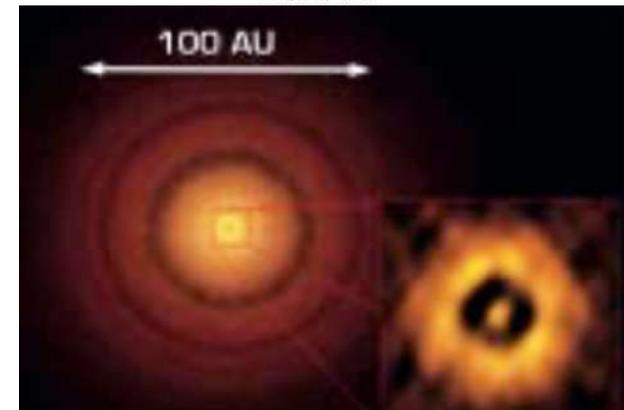
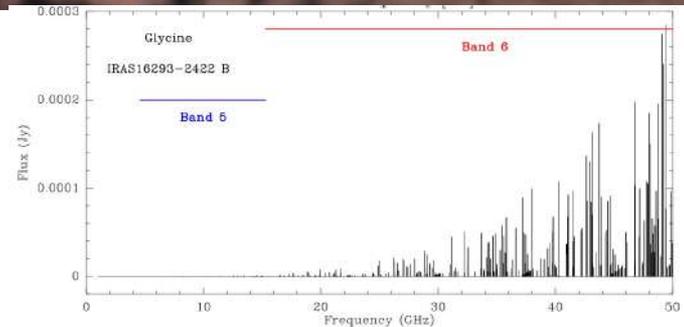
- VLOW: 20-50 MHz (系外惑星・宇宙再電離)
- B3B4: 2-5 GHz (精密パルサータイミング)
- B6B7: 15-25/50 GHz (宇宙化学, CO, 突発)

## ■ $B_{max}$ の拡張

- 200-300 km。特にLOW-EoRのニーズ
- まずVLBIモードで。安価に作りたい

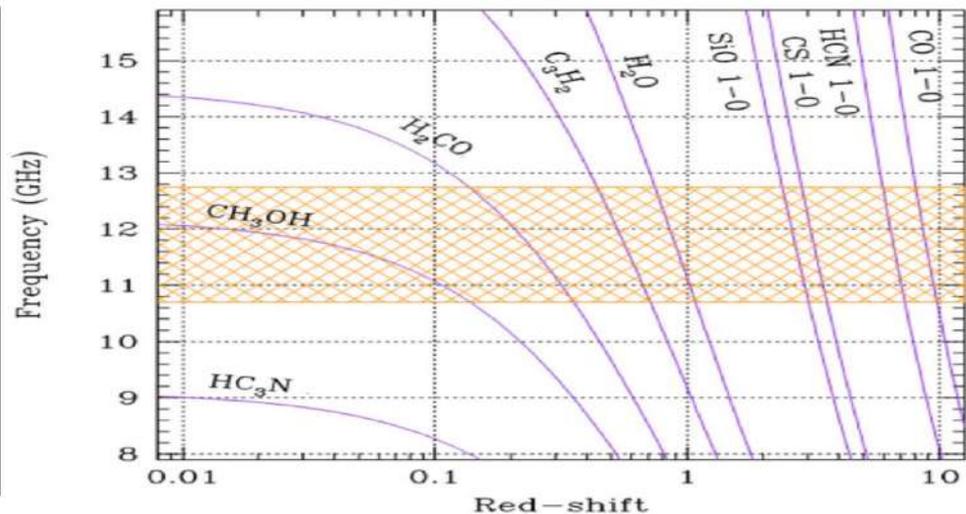
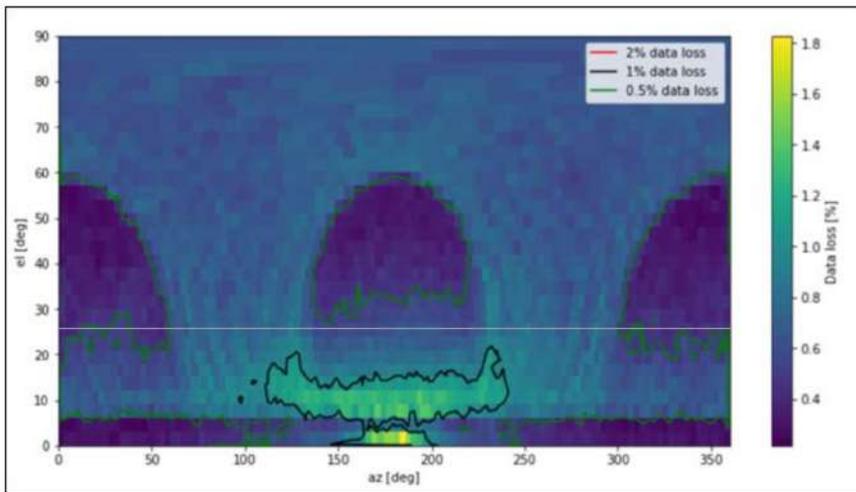
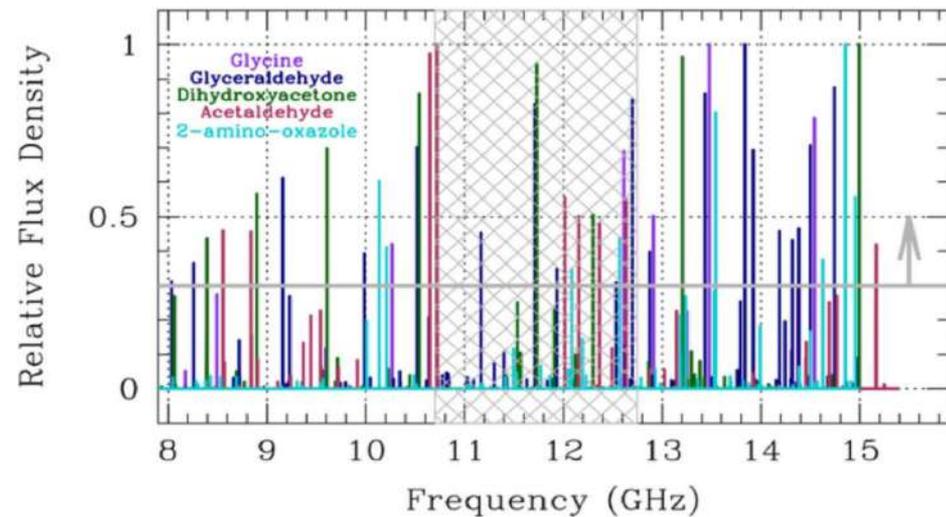
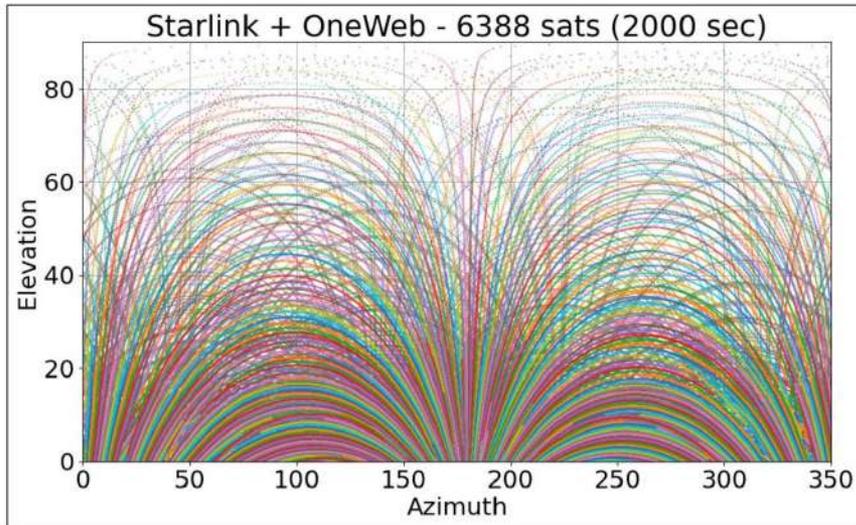
## ■広視野

- サーベイ速度向上
- すべてのサーベイサイエンスにメリット
- LOWのビーム数増、MIDはPAFかMFAA



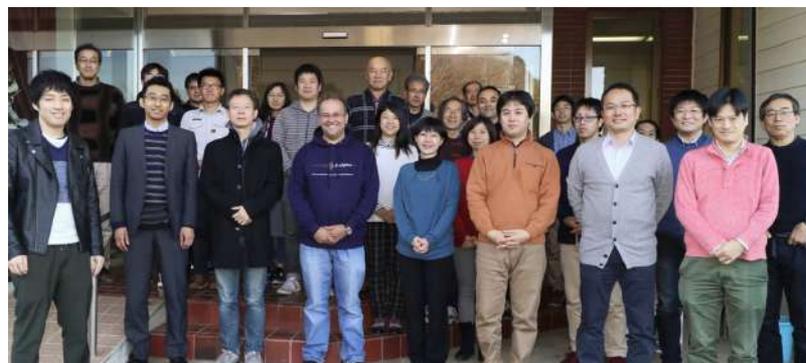
# Mega-Constellationの影響

■ 受信機への直接的ダメージはない。Band 5Bでごく稀に飽和ロスが起こる



# 研究会

主に2018年度以降を  
ピックアップ



日本SKAパルサー・突発天体研究会  
2018.1.5-7 @ 鹿島  
George Hobbs氏、Di Li氏を招いて

## 2. 研究会

# The Power of Faraday Tomography

### ■ 2018年5月28日-6月2日 @宮崎

- 口頭40件、ポスター9件
- 17カ国61名(海外41名)
- 偏波解析講習会(10名)
- トモグラフィ講習会(23名)
- 論文書き方講座(12名)
- すべて好評であった

### ■ 研究会集録(査読有)を出版

- Galaxies special issue
- Ed. Mami Machida, M. Haverkorn, T. Akahori, J. Farnes
- [https://www.mdpi.com/journal/galaxies/special\\_issues/FaradayTomography](https://www.mdpi.com/journal/galaxies/special_issues/FaradayTomography)
- 24本が出版

### ■ ASKAP POSSUMのプロジェクト会議も開催

- POSSUMについて理解深めた



## 2. 研究会

# Science at Low Frequency V



### ■ 2018年12月3日-6日@名古屋

- 口頭50件、ポスター10件
- 10カ国96名(海外62名)
- Phil Diamond SKA機構長も参加
- HERA、MWA、LOFAR、uGMRT、CHIME、など低周波観測装置のことを聞く良い機会に
- 銀河系・再電離・銀河・太陽系・突発天体・宇宙磁場と多彩な内容
- 低周波電波天文学の可能性示した

### ■ MWAのプロジェクト会議も開催

- 日豪協力の具体的検討進んだ



### ■ 2019年7月22日-23日 @ 三鷹

- 口頭13件、ポスター8件、参加39名
- 恒星、惑星、SETI、星形成、銀河系構造、AGN、パルサー、突発天体と多彩な内容でVLBIの可能性示した

### ■ 主な獲得成果

- パルサー一位置天文が重力波検出に重要
- 圧倒的な感度による量的な転換
- 時間領域VLBIなどの質的な転換
- 分解能でSKA1-VLBIはSKA2の試金石
- 自前の望遠鏡はアジアVLBI網の中心的な役割と全地球VLBIの一翼を担う

		SKA1-low	SKA-mid	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
$A_{\text{eff}}/T_{\text{sys}}$	$\text{m}^2/\text{K}$	559	1560	-	-	-	-
FoV	$\text{deg}^2$	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	$\text{deg}^2 \text{m}^2 \text{K}^2$	$6.49 \times 10^6$	$1.19 \times 10^6$	TBD	TBD	TBD	TBD
Resolution	arcsec	7	0.25	$8.3 \times 10^{-3}$	$8.3 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$0.6 \times 10^{-3}$
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

秦さん

#### SKA-VLBI 性能諸元

SKA-VLBI 性能諸元 (SKA1-Low, SKA1-Mid, SKA2) の比較表。SKA-VLBI の性能は、SKA1-Low の性能と同等である。SKA1-Mid の性能は、SKA1-Low の性能の約 10 倍である。SKA2 の性能は、SKA1-Low の性能の約 100 倍である。

#### 1. 比較表

アンテナ名	国名	経度 [deg]	緯度 [deg]	0.33	0.61	1.0	1.4	1.6	2.3*	5.0	6.0	8.3	23*	43*
Arecibo 305m	Puerto Rico	104	0	28	31	29	30	43	44	53	0	0	0	0
ATCA	Australia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambridge 32m	UK	0	0	248	246	0	223	400	0	1004	0	0	0	0
Eiffelberg 100m	Germany	735	477	132	75	74	297	85	99	96	313	1122	0	0
Hartebeesthoek 37m	South Africa	0	0	0	0	350	348	487	522	541	1587	0	0	0
JB Lovell 76m	UK	345	178	0	100	136	0	171	0	0	0	0	0	0
JB Mark II 25m	UK	0	0	313	302	0	342	342	0	1129	0	0	0	0
Medicina 32m	Italy	0	0	370	447	344	249	572	386	990	0	0	0	0
Metasthov 14m	Finland	0	0	0	0	1152	0	0	1220	1911	5324	0	0	0
Nanhan Urumqi 25m	China	0	0	290	292	406	302	0	403	1691	0	0	0	0
Noto 32m	Italy	0	0	479	473	477	308	655	598	1658	2381	0	0	0
Onsala 20m	Sweden	0	0	0	0	572	0	0	604	1296	2873	0	0	0
Onsala 25m	Sweden	0	0	493	313	316	0	419	376	0	0	0	0	0
Parkes	Australia	0	0	140	92	92	88	154	173	154	541	0	0	0
Sardinia 64m	Italy	0	0	137	138	0	0	140	0	440	0	0	0	0
Sheshan 25m	China	0	0	0	637	486	513	765	610	0	0	0	0	0
Tianma 65m	China	0	0	104	105	116	97	101	149	313	869	0	0	0
Torun 32m	Poland	0	0	735	265	292	0	283	503	0	837	0	0	0
Westerbork 25m	Netherlands	1375	0	673	343	399	496	783	790	884	0	0	0	0
Wettzell 20m	Germany	0	0	0	0	607	0	0	591	0	0	0	0	0
Yebeo 40m	Spain	0	0	0	0	643	242	256	305	529	1739	0	0	0
VERA Minusawa 20m	Japan	0	0	0	0	0	0	921	0	1718	5260	0	0	0
VERA Iriki 20m	Japan	0	0	0	0	0	0	921	0	1718	5260	0	0	0
VERA Ogasawara 20m	Japan	0	0	0	0	0	0	921	0	1718	5260	0	0	0
VERA Ishigaki 20m	Japan	0	0	0	0	0	0	921	0	1718	5260	0	0	0
KVN Yonsei 21m	South Korea	0	0	0	0	0	0	0	0	1364	3543	0	0	0
KVN Ulsan 21m	South Korea	0	0	0	0	0	0	0	0	1364	3543	0	0	0
KVN Tanna 21m	South Korea	0	0	0	0	0	0	0	0	1364	3543	0	0	0
Kashima 34m	Japan	0	0	237	239	330	565	522	373	1177	0	0	0	0
Usuda 64m	Japan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nobeyama 45m	Japan	0	0	0	0	0	0	0	0	632	2031	0	0	0
Hitachi 32m	Japan	0	0	0	0	0	0	0	0	306	334	1658	0	0
Takahagi 32m	Japan	0	0	0	0	0	0	0	0	306	334	1658	0	0
Yamaguchi 32m	Japan	0	0	0	0	0	0	0	0	306	334	1658	0	0
Yamaguchi 34m	Japan	0	0	0	0	0	0	0	0	306	334	1658	0	0

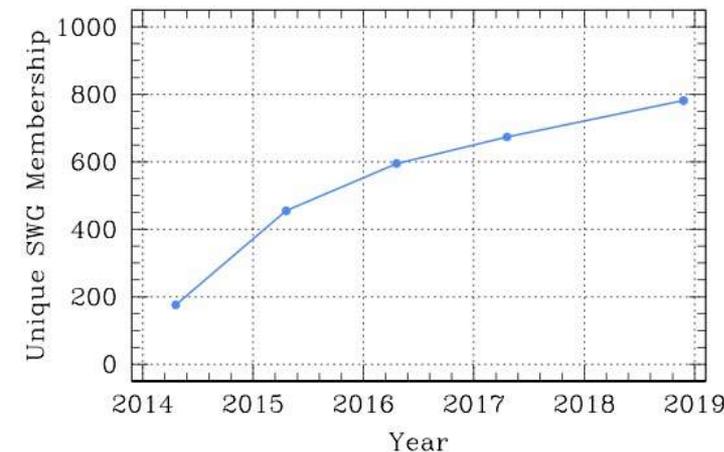
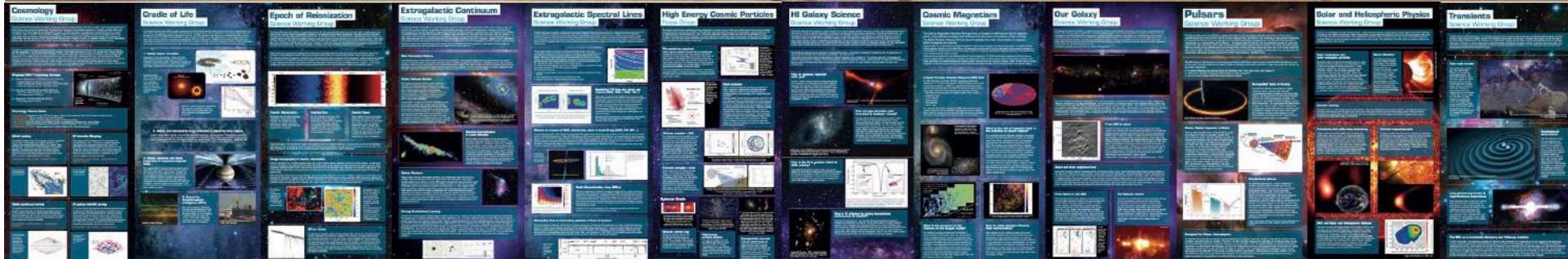
今井さん  
青木さん

※公開されています

\*現在の SKA1 計画では実装されない\*



SKA General Science Workshop 2019 @ UK



## ■ 2019年4月8日-12日 @ UK

- 300名を超える申し込み
- 国際科学部会の会員数は5年間で4倍増加
- 14番目の科学検討部会「重力波」が発足
- SKA先行機を使った最新の成果の報告

## ■ KSPサーベイ立案に向けたサイエンスの理解 & 最善戦略の検討(分野間の調整も)



## 2. 研究会

# 東アジアSKAサイエンス会議2019



### ■2019年5月29日-31日@上海

- 96名: 中国62名, 日本21名, 韓国9名, 豪州3名
- 各国の計画進捗の方向と、科学研究の講演

### ■最終日にはテーマごとに分かれてグループ討論

- 議論は継続することで合意。次回は日本開催

## 2. 研究会 SKAJPシンポジウム



### ■ 2019年9月2日-6日@三鷹

- 登録76名、飛び込み入れて90名強
- SWG基調講演、若手から多くの寄与講演、最終日は講習会

### ■ さまざまな議論

【若手育成】先行機に関わる学生の呼び込み・学生派遣や講習プログラム

【組織拡大】国際的著名人の獲得 vs. 若手で目立つ人が先頭に立つのが王道

【支持母体】宇電懇メンバーの取り込み、他プロジェクトとのシナジー検討

【予算獲得】クラウドFや小さいお金の積み上げ、2国間共同研究経費

【科学戦略】SKA国際会議で貢献割合以上に日本人が登壇(50講演の2%=1講演以上)



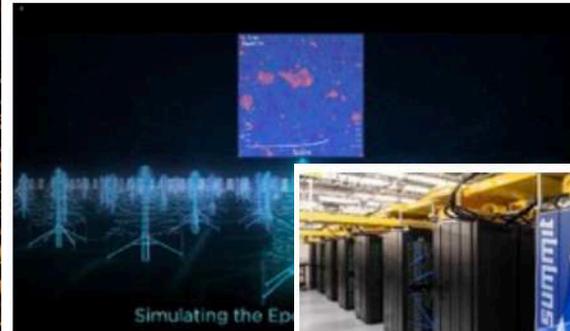
### ■2019年10月14日-17日@SKA本部

- 登録65名, 実質40名強? 中堅・シニア層が多い印象
- **活動銀河核**15名、**突発現象**15名、**星・星間現象**15名の感じ

### ■SKAOからの計画説明とVLBI検討、コミュニティからの科学事例の紹介、テーマごとに分かれてグループ討論

- 1マイクロ秒角の世界に至るにはどうすれば良いか?
- ビームの数と帯域は何がベストなのか?
- グローバルVLBI、低周波VLBI、発展途上国VLBI

## 2. 研究会 SKA技術&運用会議



### ■2019年11月25日-28日 @上海

- 登録232名、System CDRを前にシステムの紹介がなされ、先行機の運用も俯瞰しながらSKAの運用のあるべき姿について議論

### ■MeerKAT拡張計画(独中南ア)

- 20台のSKA1アンテナを先行投入しMeerKATに結合(2023~)
- $B_{\max} = 18$  km, SKA B2 (0.95-1.67 GHz?) & Band S (1.75-3.50 GHz)

### ■各国のSRC検討状況

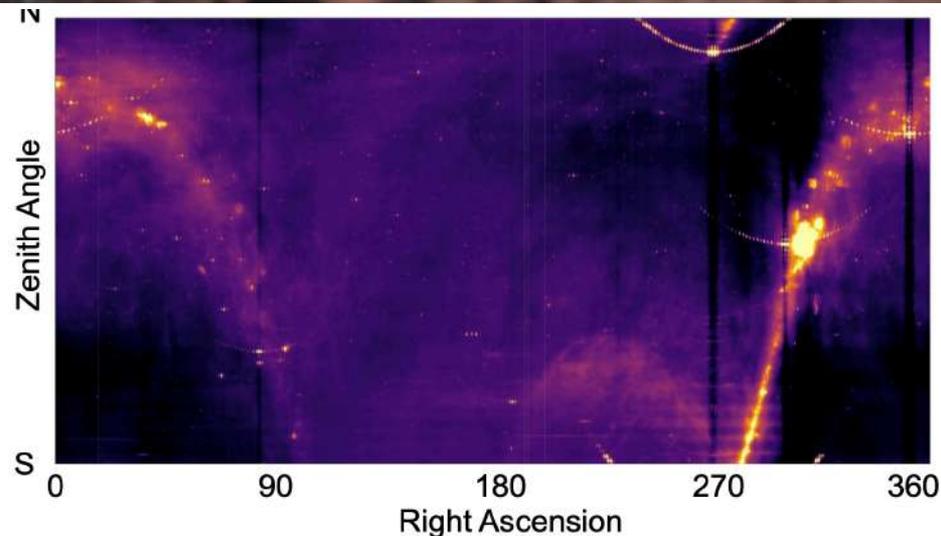
- 豪欧中加印、各国とも数千万から数億円規模の資金獲得
- EoRシミュレーション@SUMMIT by ICRAR/SHAO



# 2. 研究会 UHF会議2020



<https://www.chime-frb.ca/home>

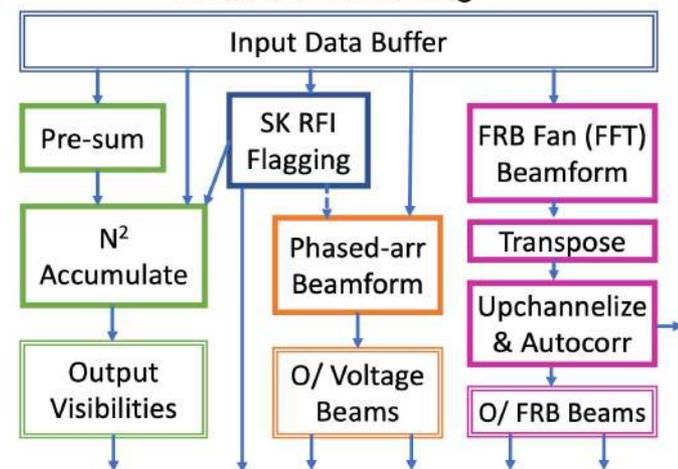


## ■2020年8月26日-27日@リモート

- 次世代の宇宙地球環境研究にむけた電波観測技術検討会 (by 名大ISEE)
- 参加者64名、海外3ヶ国9名、招待講演15件、一般講演5件
- EVN BRAND, Parkes UWL, ASKAP PAF, CHIME GPU, ...
- 国内低周波望遠鏡の活用、太陽・惑星・惑星間空間科学とSKAが一緒にやれると日本の強みになる？

### Talk by Keith Vanderlinde

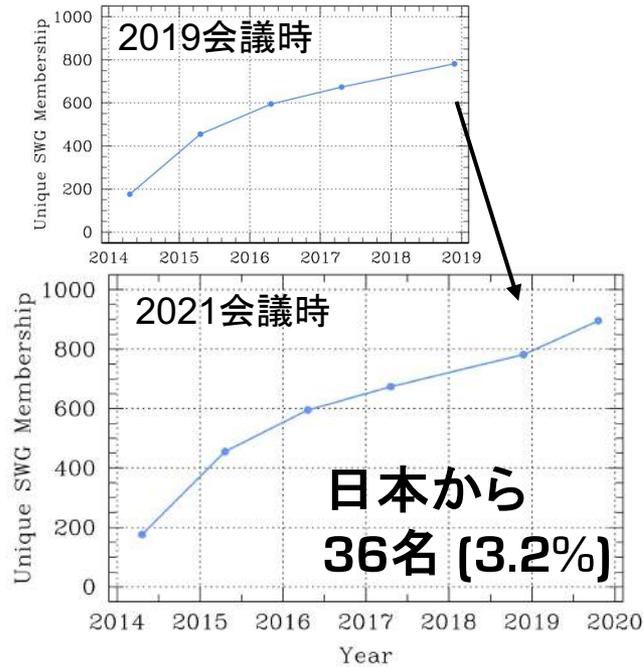
#### In-GPU Processing





## 2. 研究会 SKAサイエンス会議2021

### 国際SWGメンバー数



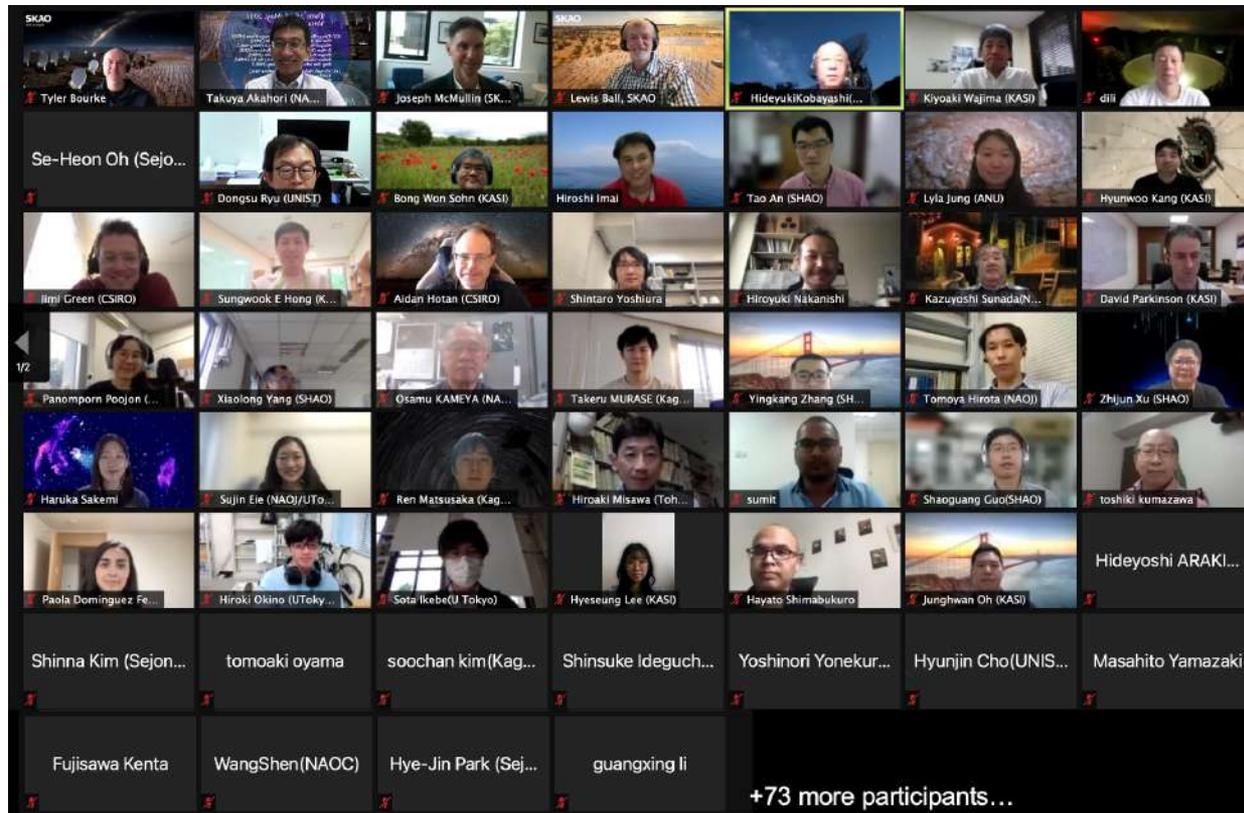
### ■2021年3月15日-19日 @ リモート

- ~300(2019) → **968名**(今回)
- 事前録画 & 2タイムゾーンのレポートセッションという新しい試み
- SKA先行機を使った最新の成果の報告

### ■KSPサーベイ立案に向けたサイエンスの理解 & 最善戦略の検討

## 2. 研究会

# East Asia SKA Workshop 2021



### ■ 2021年5月26日-28日@リモート(ホストは鹿児島大学)

- 登録126名、11カ国(Australia, China, Germany, Ireland, Italy, Japan, Korea, the Netherlands, South Africa, Spain, UK)、講演44件
- SKA本部・SKA先行機・東アジアからのプロジェクト紹介+科学・技術の講演

### ■ 人的交流の促進、豪印アジアへの展開、SRC-China活用からSRC-Asiaへ

- SKAの科学は、国内も国際もメンバーを増やししながら、活動の勢いを増している。特に、観測時間の多くを占めるKSPに向けて、議論を重ねてきている。
- SKAのメリットやリスクについて、国内外を問わず、議論がなされている。巨大なデータをどのように科学者に届けるかについても、具体的な検討が進んでいる。
- 数多くの国際会議を通じて、各国は自国のプレゼンスを高め、国際的な人脈の形成を行ってきている。日本もその活動を積極的に行っている。
- 近年の科学国際会議ではSKA先行機の優れた成果の報告が相次いでおり、今、日本も含め世界はSKA先行機で果実を得て、SKAにむけた準備を進めている。