

SKA1検討グループ科学部門報告



NAOJ SKA1 STUDY GROUP
国立天文台SKA1検討グループ

赤堀卓也

グループサイエンティスト・マネージャー

■処理事項1を日本の科学コミュニティと協力し解決

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

■処理事項4をSKA先行機などへ人的貢献を行って解決

- 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**

■SKA地域センター構想をとりまとめる

■以上によりゴール2とゴール3を達成

- 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**する
- 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

■今年度：赤堀(エフォート30%)、廣田(10%)

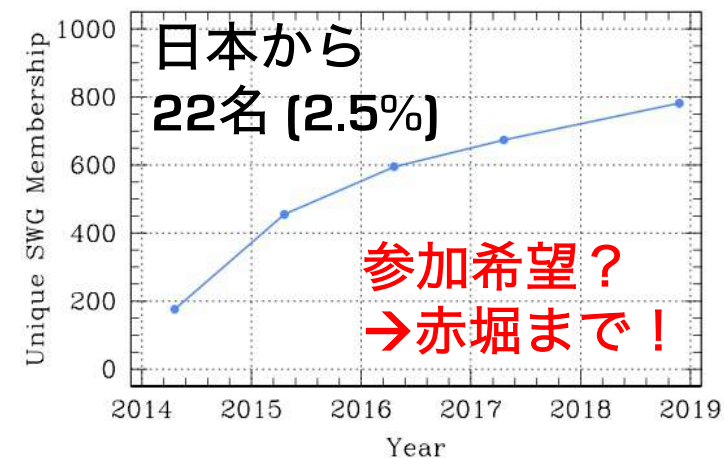
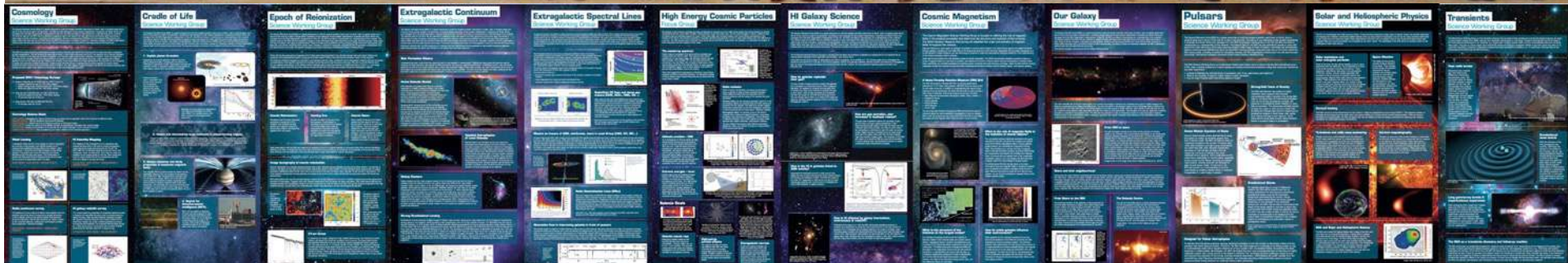
2019年4月 SKA1検討グループの発足

2019年4月	SKAサイエンス会議に参加
5月	東アジアサイエンス会議の企画と参加
6月	SKA-JPアンケート調査の実施
7月	データセンターの検討を開始
8月	バンド6/7の科学事例検討
9月	SKA-JPシンポジウムの企画と参加
10月	SKA-VLBI会議に参加
11月	SKA技術&運用会議に参加
12月	SKAJP科学白書の改訂
1-3月	LOW科学のリスク調査

4月: SKAサイエンス会議



SKA General Science Workshop 2019 @ UK



■ 300名を超える申し込みあった

- 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)

5月: 東アジアサイエンス会議



- 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
 - MWA・EoRとVLBIの活気があった印象
- 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。来年度は日本開催か

6月: 業績調査

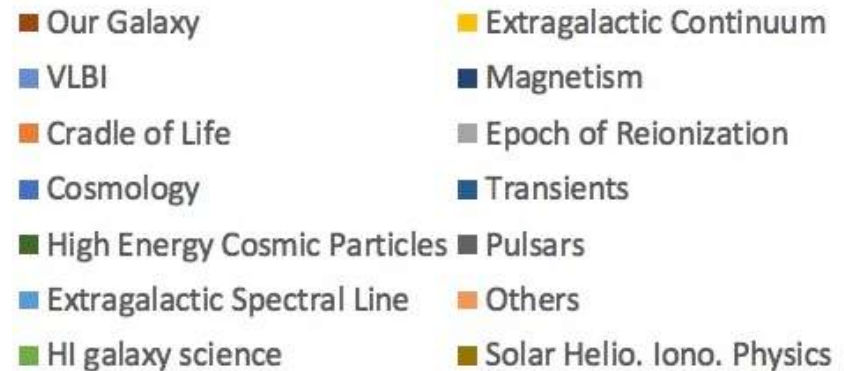
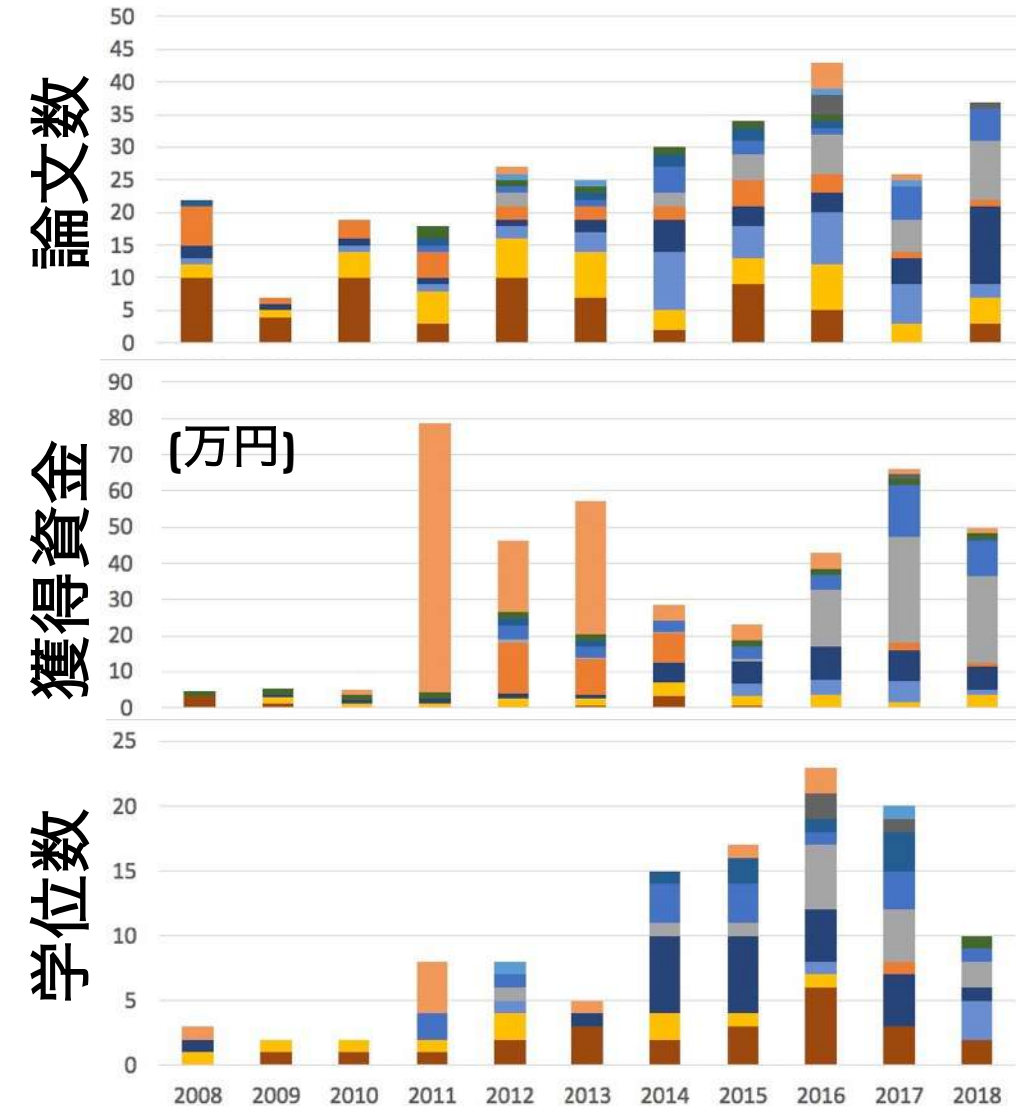
すべての関連度を対象とした場合

■11年合計

- 論文数288編
- 競争的資金2億5920万円
- 修士96名・博士17名

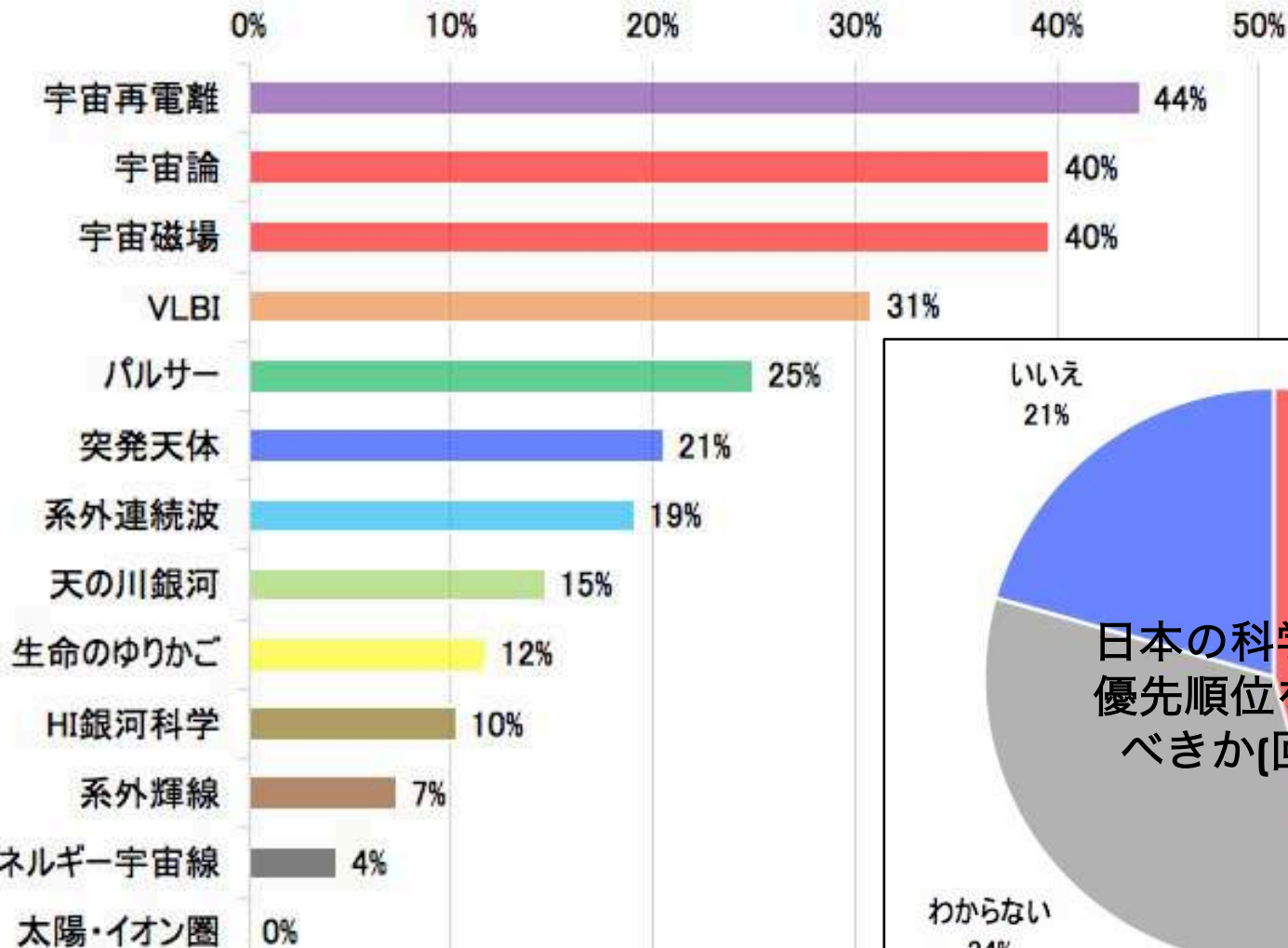
■年間平均

- 論文数26.2編
- 競争的資金2356万円
- 修士8.7名・博士1.5名

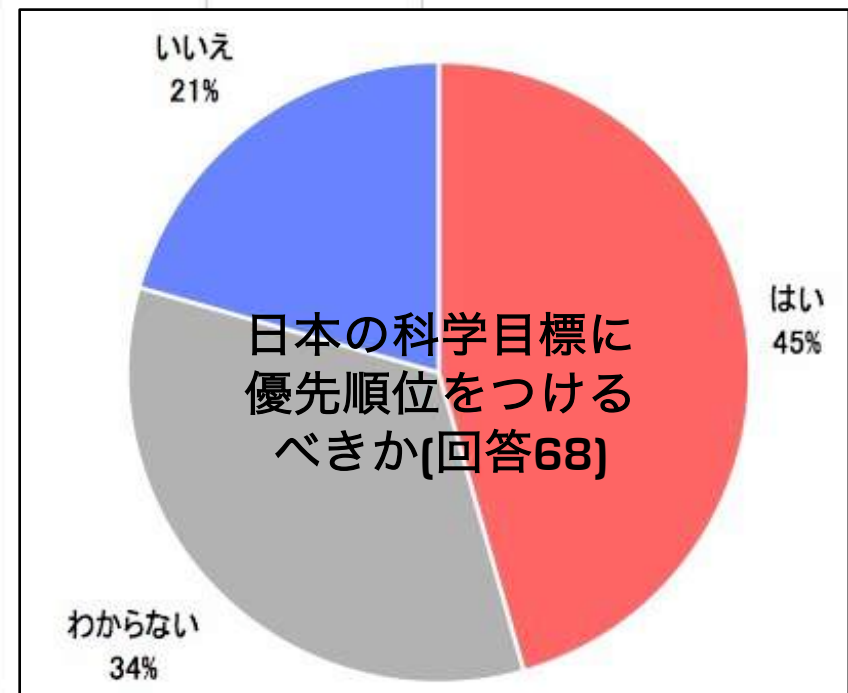


6月: アンケート調査

日本が注力すべき研究トピックの支持率(回答68)



**三大
宇宙研究
+ VLBI
+ 時間領域**



7月: データセンターの検討開始

[SKA Regional Center, SRC]

目的

- サービスを列挙する
- SRCアライアンスへの参加プランを検討する
 - ・ 特に中国SRCとの協力
 - ・ MWA&ASKAPへアクセス
- コストを見積もる

スケジュール



タスクフォースメンバー・協力者

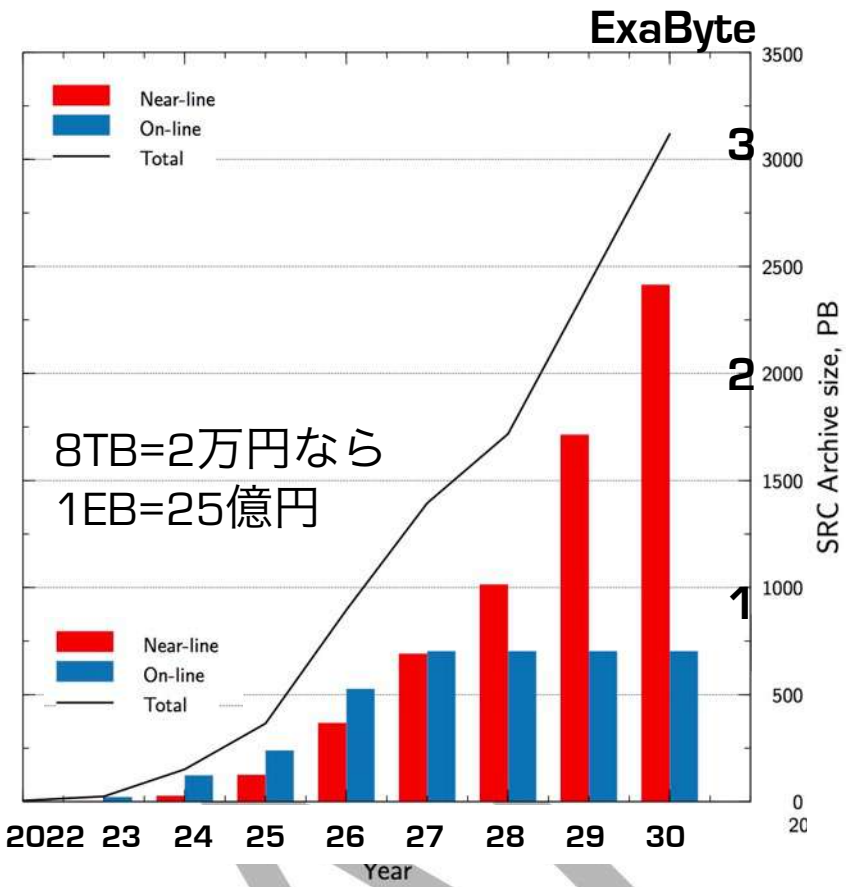
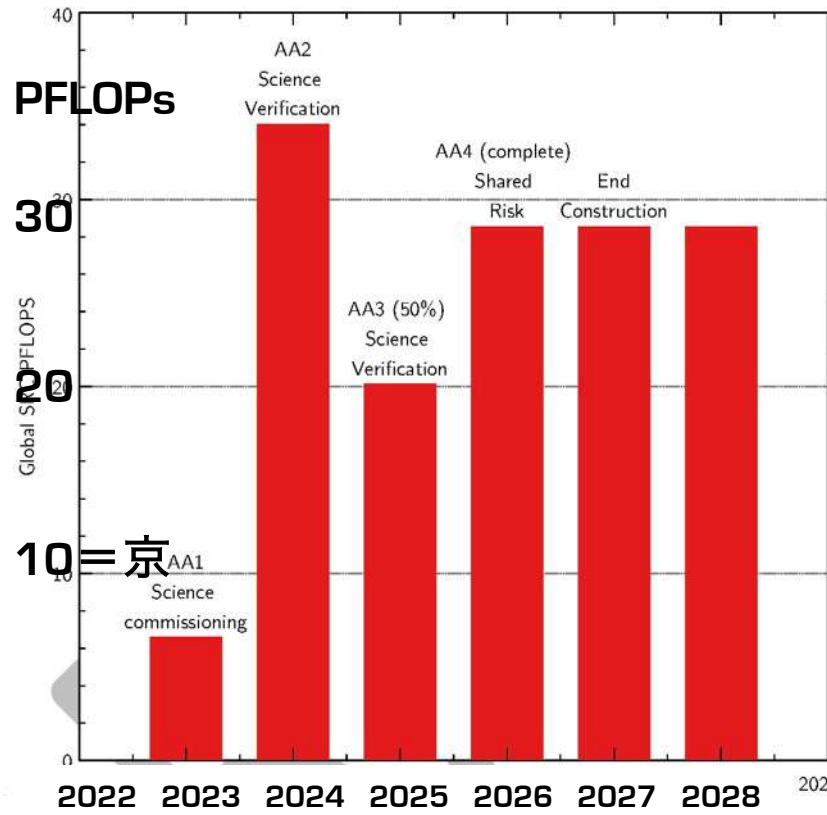
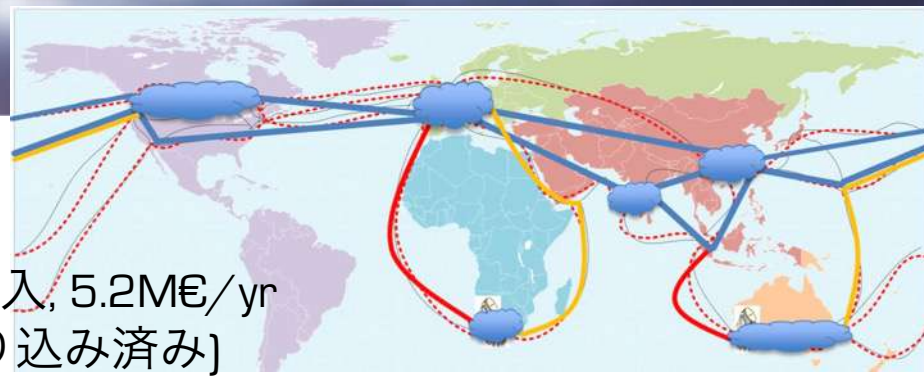
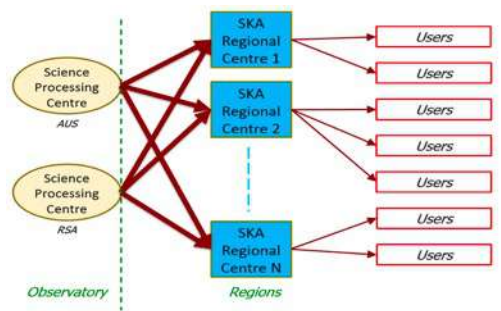
名前	所属	役割
廣田朋也	SKAJ	チーフ, 観測全般
赤堀卓也	SKAJ	SKAO, 宇宙磁場
足立裕樹	MVO	VERAデータ
深川美里	EA ARC	ALMAデータ
吉川耕司	筑波大	HPC, 宇宙論
長谷川賢二	名古屋大	HPC, 宇宙再電離



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)





■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は何か？

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4名・共著11名

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)

Sujin Eie* (7.3Co)

Tomoya Hirota (3.10Co, 7.3Co)

Takeru Enoto (7.3Co)

Takahiro Aoki (7.3Co)

Tomoaki Oyama (7.3Co)

Mami Machida (7.5Co)

*大学院生



■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のサイエンス会議で貢献割合以上に日本人が登壇
[だいたい50講演なので4%=2講演以上]



■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

- [transient] AGN, GW/EM, Supernova, FRB, Pulsar, YSO/ultra-cool dwarfs/evolved stars by SiO/H₂O/OH maser, cosmology by lensing
- JUMPING JIVEを核にEVN勢が強い。EVNの文脈だと日本が無視される [中国韓国は含まれる]

Band	Frequency (GHz)	RF BW (MHz)	Sampling Rate (Gbps)	Nyquist Zone	ADC Sampling Bit Depth	Transport Sampling Rate (Gbps)	Transport Bit Depth	Transport Data Rate (Gbps)
1	0.35 – 1.050	700	3.96	1	8	3.96*	12	95.04
2	0.95 – 1.760	808	3.96	1	8	3.96*	12	95.04
3	1.65 – 3.050	1403	3.168	2	6	3.168*	12	76.032
4	2.80 – 5.180	2380	15.84	1	4	5.94*	8	95.04
5a	4.60 – 8.500	3900	8.91	2	3	2 x 5.94*	4	95.04
5b	8.30 – 15.40	7000	15.84	2	3	2 x 5.94*	4	95.04

■1マイクロ秒角の世界に至るには？

- 偶然誤差(感度)制約の問題ではなく **系統誤差支配=校正を極めよ**
- **Multiview** 位相参照法では1目標+3校正天体で熱雑音に到達
- **LEAP** (Rioja et al. 2018, MNRAS, 478, 2337) – 25 calibrators!?

■ビームの数と帯域はどのくらいがベストなのか？

- 26 Frequency Slice Processors (FSP)
 - ✓ 全部使うとBand 5で5.2GHz帯域幅でビーム2本(おのこの両偏波)
- **ビーム増やす?** → データ跳ね上がる → 有線で送れなくなる
 - ✓ SKA-VLBIの仕様は**最大4ビーム**(1目標+3校正天体)
 - ✓ しかし**サブアレイを使えばビームの数は増やせる**
 - ✓ 100Gbpsなら光ファイバに乗る → 多ビーム狭帯域? 感度は十分?
 - ✓ 船で送るのを待ってられない? 航空便はコストが高い?

■フォーマットはVDIFでOK?

■グローバルVLBI

- [SKAのデータを含め]相関処理をどこですか？
- ビームは何本？周波数は？アクセスポリシーは？

■低周波VLBI

- SKA-LOW + GMRT + FASTの大望遠鏡アレイ
- ポテンシャルは高い

■発展途上国VLBI

- 衛星通信用アンテナの天文学転用など

日本の
“組織的”
戦略は？



VERAは
SKA-VLBIの
先行機！



■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が交わされた

■SKA1デザイン→小林さん・河野さん講演

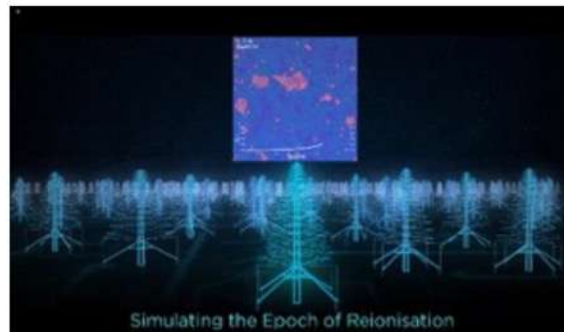
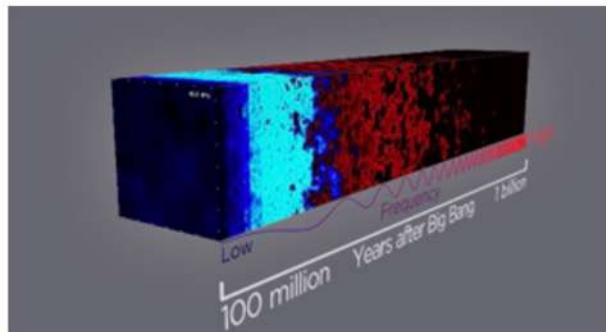
■MWA-II, LOFAR, ASKAP, MeerKAT: 高Dレンジ撮像, FRB

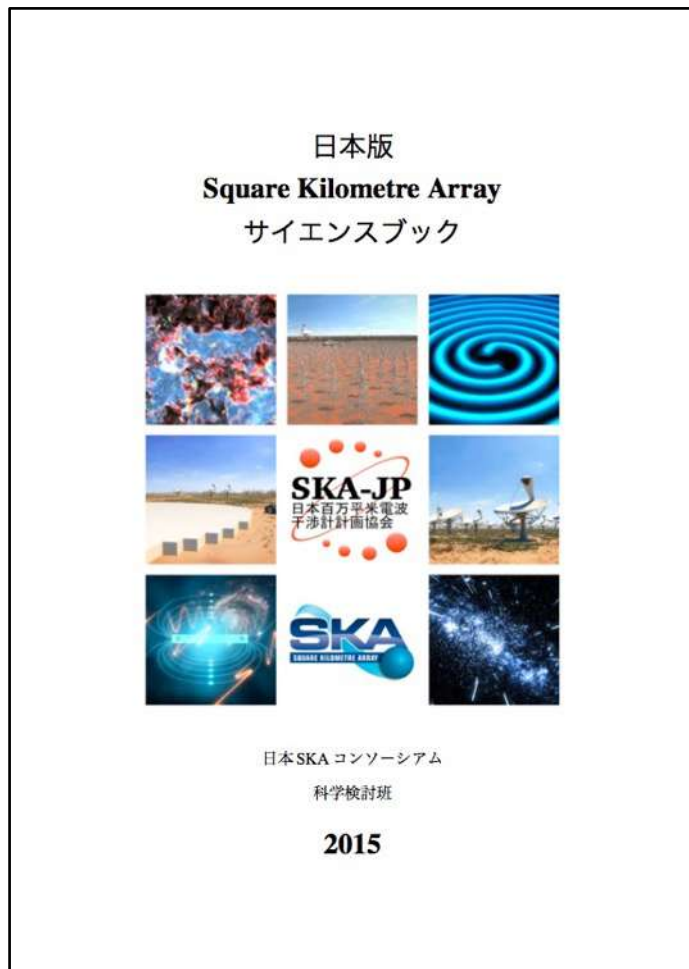
■MeerKAT拡張計画(独中南ア)

- 20台のSKA1アンテナを先行投入しMeerKATに結合
- $B_{\max} = 18 \text{ km}$, SKA B2 (0.95-1.67 GHz?) & Band S (1.75-3.50 GHz)
- 入札2020年前半、建設2021-22年、運用2023年からを目指す

■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





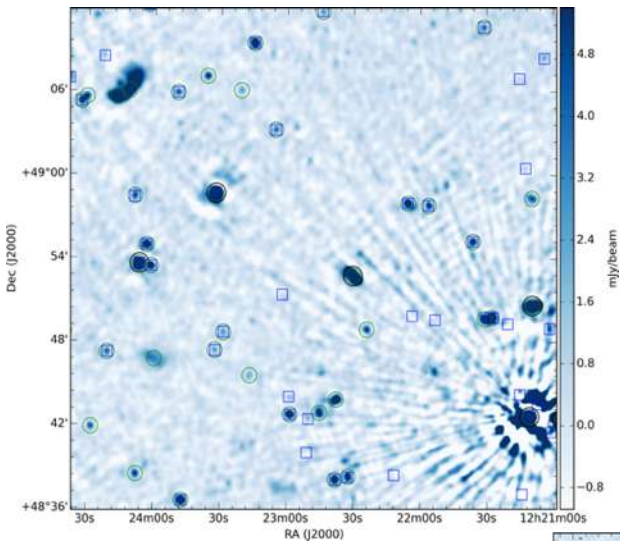
特に2015-2020に出版した論文をできるだけ多く盛り込む

■日本版SKA科学白書の改訂

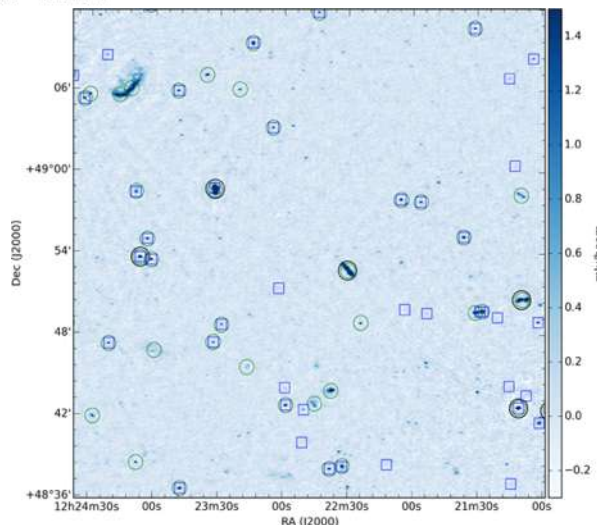
- 導入
 - 宇宙再電離
 - 宇宙論
 - 銀河進化
 - パルサー
 - 宇宙磁場
 - 位置天文
 - 星間物質
 - 突発天体
 - 星惑星形成
 - 惑星
- } 大改訂
 } 小改訂
 } 大改訂
 } 新規描き下ろし

執筆にご協力ください

Q. 大気ゆらぎの影響は大丈夫か?



Shimwell+17,
A&A, 598, A104



■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= $10^6:1$ 達成
- RM= 0.01 rad/m^2 を検出

■高速で知的なパイプラインが必要

- 1月にメルボルン大学に渡航し調査を実施予定
- EoRの吉浦さんサポート

■2020年3月25日午後 三鷹で検討会議を開く

SKAJ科学部門は日本のSKA参加計画立案に資するため

1. 優先科学の策定に向けた**科学事例を調査し検討を支援**した
2. 特に中国との連携を軸に**SKA地域センターの検討**を開始した
3. 主にMWAを舞台に**LOWのリスクを調査**[する]

2019年4月	SKAサイエンス会議に参加
5月	東アジアサイエンス会議の企画と参加
6月	SKA-JPアンケート調査の実施
7月	データセンターの検討を開始
8月	バンド6/7の科学事例検討
9月	SKA-JPシンポジウムの企画と参加
10月	SKA-VLBI会議に参加
11月	SKA技術&運用会議に参加
12月	SKAJP科学白書の改訂
1-3月	LOW科学のリスク調査