

SKA1検討室の活動報告



内容

1. SKAプロジェクトの状況
2. 国立天文台検討Gの状況
3. 日本の参加案の検討状況
4. SRCの検討状況
5. まとめ



NAOJ SKA1 STUDY GROUP
国立天文台SKA1検討グループ

小林秀行

SKA1検討グループ長

○SKAO IGO(国際機関)の設立

- 条約調印(2019年2月)以降、オーストラリア、中国、インド、イタリア、オランダ、ポルトガル、南ア、スウェーデン、イギリスでの批准手続きが進んでいる。8月6日にオランダが最初に批准した。
- 2020年半ばに正式にIGOが発足できる見込み、そのため移行作業を急いでいる。**そのなかで将来参加の可能性ある国(現在ボードオブザーバ、日本含む)に具体的な参加計画を質問し、計画の分担案の作成中**

Ratification Schedule - June 2019

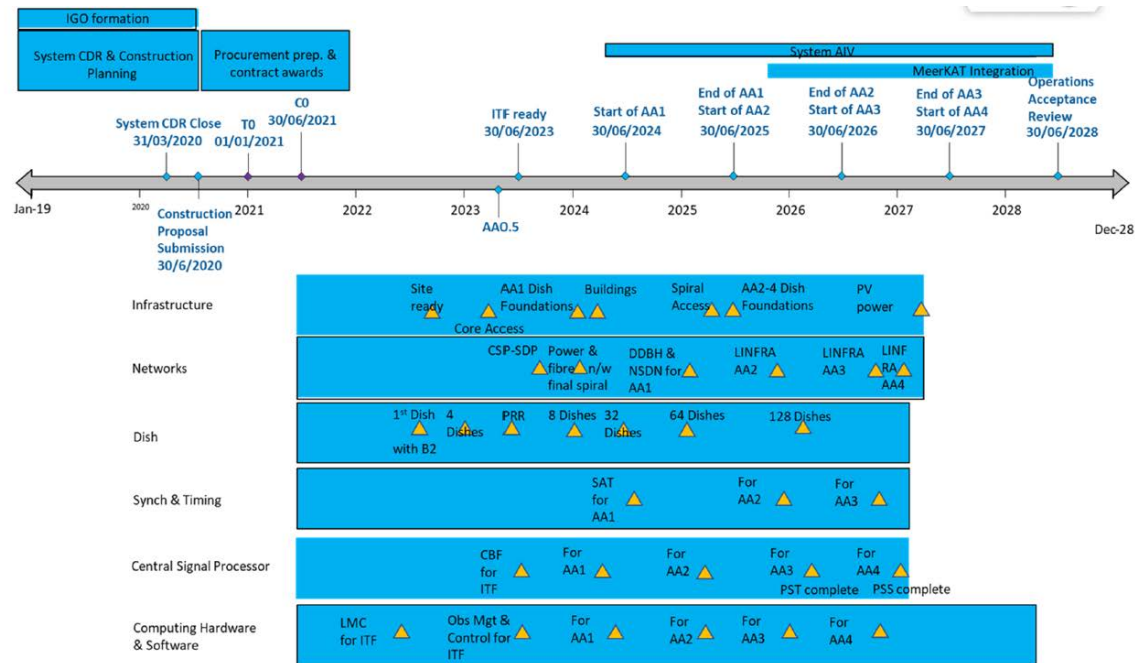


IGO EiF Council 1

Member	Q4 2019	Q1 2020	Q2 2020	Q3 2020
Australia	●			
China		●		
India		●		
Italy			●	
Netherlands	●			
Portugal		●		
South Africa	●			
Sweden		●		
United Kingdom		●		

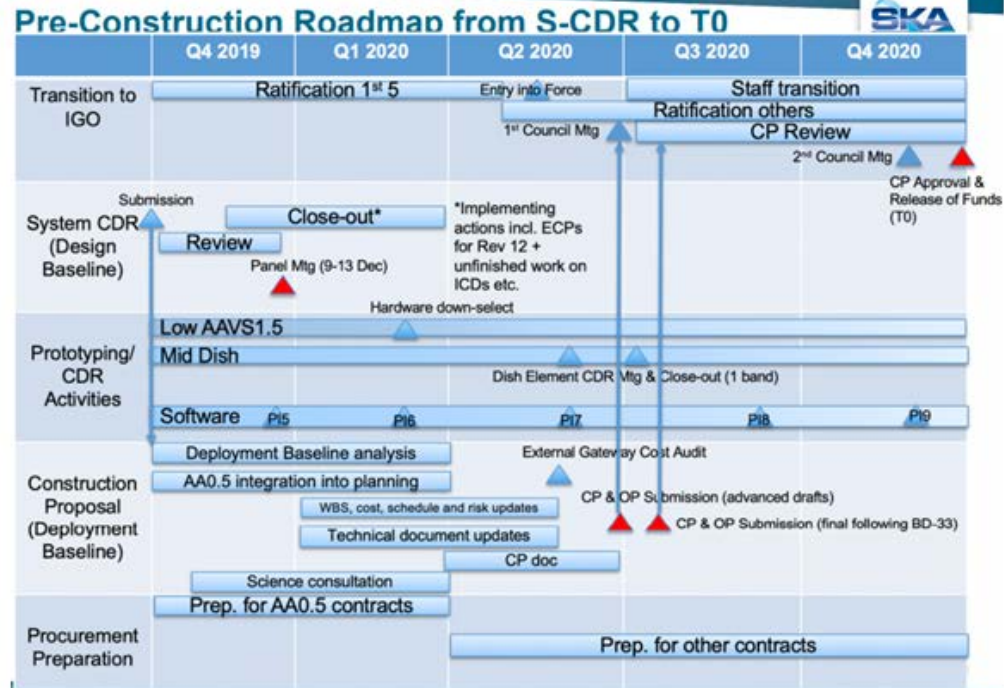
○スケジュール

- 2019年12月 System CDRの開催
- 2020年3月までに System CDR closed
- 2020年役割・経費分担の調整し、2020年Mに CP (Construction Proposal)
- 2021年建設開始
- 2024年から System AIV, Science Commissioning



Schedule – key milestones

Key milestone	project Designation (scale)	LOW Telescope	MID Telescope
Start of construction	T0	1 st January 2021	1 st January 2021
Earliest start of major contracts	C0	1 st July 2021	1 st July 2021
Array Assembly science commissioning complete	1AA1 (18 stations / 8 dishes)	October 2024	January 2025
Array Assembly science commissioning complete	2AA2 (64 stations / 64 dishes)	November 2025	February 2026
Array Assembly science commissioning complete	3AA3 (256 stations / 128 dishes)	October 2026	November 2026
Array Assembly science commissioning complete	4AA4 (512 stations / 197 dishes)	August 2027	August 2027
Operations Readiness Review complete	ORR	September 2027	September 2027
End of Construction		September 2028	September 2028



○予算状況

2030までの運用経費込みで1,402M€(オーバーヘッド経費、試験観測経費などを外だしにして増額)で合意

Deployment Baseline	Provided through annual contributions					
Total Value (€M)	Capital cost of construction (€M)	Construction Support Budget (€M)	Observatory Operations (€M)	Business Enabling Functions (€M)	Observatory Development Programme (€M)	Funding Period
	691	165				
1402	856		339	207	(TBD)	2021-2030

OSKA1 建設予算分担案

- 予算総額 876M€でメンバー国＋アソシエイトメンバー国（フランス、ドイツ、スペイン）の予算貢献案（2019年7月Board会議）
- ニュージーランドが脱退したがほとんどインパクトなし
- 35M€が不足しているが、その他の国（日本、韓国、スイスなど）に期待されている。残っている予算項目は、SW開発、AIV関係など
- Contingencyは、各項目ごとに査定、全体の20%程度

■何がGive and Takeか？

- 貢献 Cash, In-kind, Manpower
 - ✓ Cash: SKAO management経費
 - ✓ In-kind: Subsystemの建設
 - ✓ Manpower: 設計・製作・試験
 - ✓ 70%のreturn (拠出金の70%以上をその国で支出)
- 獲得 観測時間、Presence
 - ✓ 観測時間
 - Key ScienceのPI, sub-PI, Memberとしての参加
 - Open 時間への参加 (メンバ時間)
 - ※ 本来の意味のopen sky は全体の5%
 - 観測時間の配分は、**貢献割合に比例する**
 - ✓ Presence
 - Science collaboration
 - Engineering collaboration

○経緯

- 2017年12月 水沢VLBI観測所サブプロジェクトとして申請
- 2018年10月 Aプロジェクトとして申請
 - 国立天文台のプロジェクト定義の修正
 - ✓ Aプロジェクトは小規模プロジェクト
 - ✓ プリプロジェクトは異なるカテゴリ
 - ボード会議への出席は継続して認める
- 2019年5月 SKA1検討グループ(水沢VLBI観測所)として認められる(予算は、約1千万円)
 - 同様のカテゴリはngVLA(ALMAプロジェクト)
 - 台長からのチャージ

SKA 1 検討グループへのチャージ

- 期間: 約3年(2022年3月末まで)
- 検討リーダー: 小林 秀行
- チャージ - 重要課題
 1. 期間内に、審査報告書[RD01]で指摘された要旨3点を解決し、条件付処理事項5点をクローズする。(補足)
 - ① The Project should make a personnel transfer plan to foreign organizations in which a significant fraction of permanent staff are transferred to and indeed a few permanent staff should have been transferred by the end of the period.
 - ② The Project should make a staffing plan which describes contributions to SKA1 by in-kind staffing contribution from Japanese universities through NAOJ, which should be approved by SKA headquarter.
 - ③ The Project should consider the change of the contribution with radio receivers if the proposers wish to continue this project after the end of the period. The Panel recommends that Band 5c receivers which the proposers wish to plan should be changed to those with other receiver band(s) or other instrument(s) or more in-kind contributions which strongly link to scientific motivations of Japanese science community.
 1. 国立天文台承継職員のSKA本部もしくは現地への派遣計画を作成し、実際に幾人か承継職員が期間内に派遣される。
 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計画を作成する。
 3. 台長が追加で定める特別なチャージを実行する。

○SKA1 SGの活動

- SKA HQ(Manchester)に長期滞在(10月、小林):システムマネージメント、立ち上げ計画に参加
- オーストラリアに長期滞在(10月、河野):AIV計画立案に参加
- AIV検討のためにMeerKatを訪問して検討
- LOW calibration をMWAデータを用いた検討(赤堀)
- 打ち合わせ(広帯域受信機, SKA engineering WS, VLBI など)
- 研究会(SKA-VLBI、国内SKA-JP、SKA regional centerなど)
- 国内Science Reginal Centerの検討Gの立ち上げ(赤堀)
- MWAなどの先行機を用いた大学などの研究のサポート(赤堀)

■主にTelescope AIVへの参加

- 全体をアッセンブルした機能・性能の評価
- SWとのインテグレーション

■Science Validationへの参加

- 観測性能、キャリブレーション性能の達成、実証試験

■Low Midともに参画したい

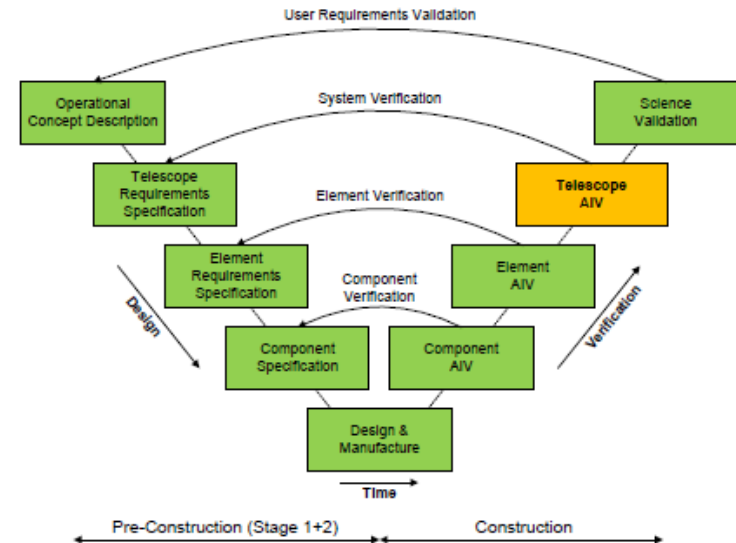


Figure 1: V-Diagram showing top-down design and bottom-up verification.

■ Low AIV/SC

- 1 FTE of 3 lead engineer from 2023 to 2027
- 1 FTE of 2 observation engineer from 2025 to 2027
- 3 FTE of 7 commissioning scientists from 2024 to 2027

■ Mid AIV/SC

- 2.5 FTE of 7 commissioning scientists from 2024 to 2027
- 3.6 M € in total

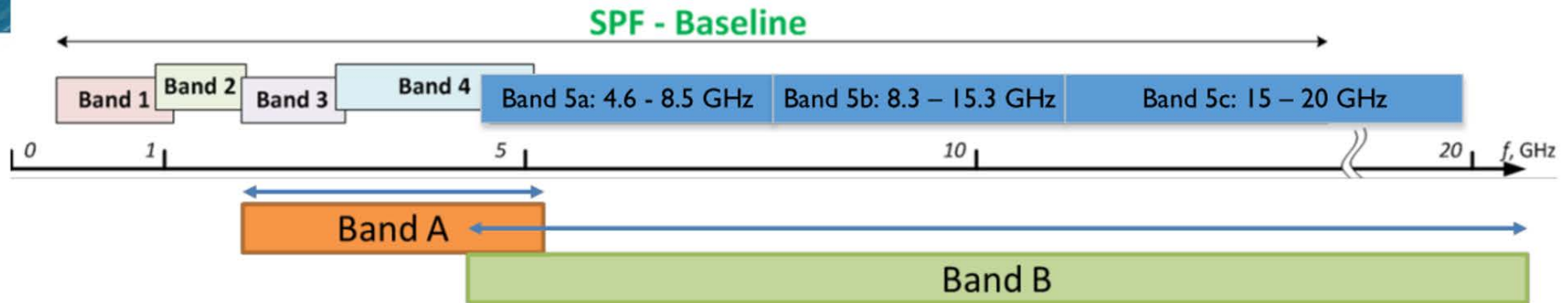
■ MID operation scientist

- 1 FTE from 2023 to 2027
- 3 FTE from 2028 to 2030

■ LOW operation scientist

- 1 FTE from 2023 to 2027
 - 4 FTE from 2028 to 2030
- 3.6 M € in total

日本の参加 (受信機)



➤ Sensitivity requirement (Goal)

- Band A (1.6 – 5.2 GHz) : $6.5 \text{ m}^2/\text{K}$ ($\eta \approx 78\%$)
- Band B (4.6 – 24 GHz):
 - $6.1 \text{ m}^2/\text{K}$ from 4.6 – 13.8 GHz ($\eta \approx 70\%$)
 - $4.7 \text{ TBC m}^2/\text{K}$ from 13.8 – 20 GHz ($\eta \approx 65\%$)
 - $3.5 \text{ TBC m}^2/\text{K}$ from 20.0 – 24 GHz ($\eta \approx 60\%$)
- Polarization (IXR) better than 15 dB over HPBW

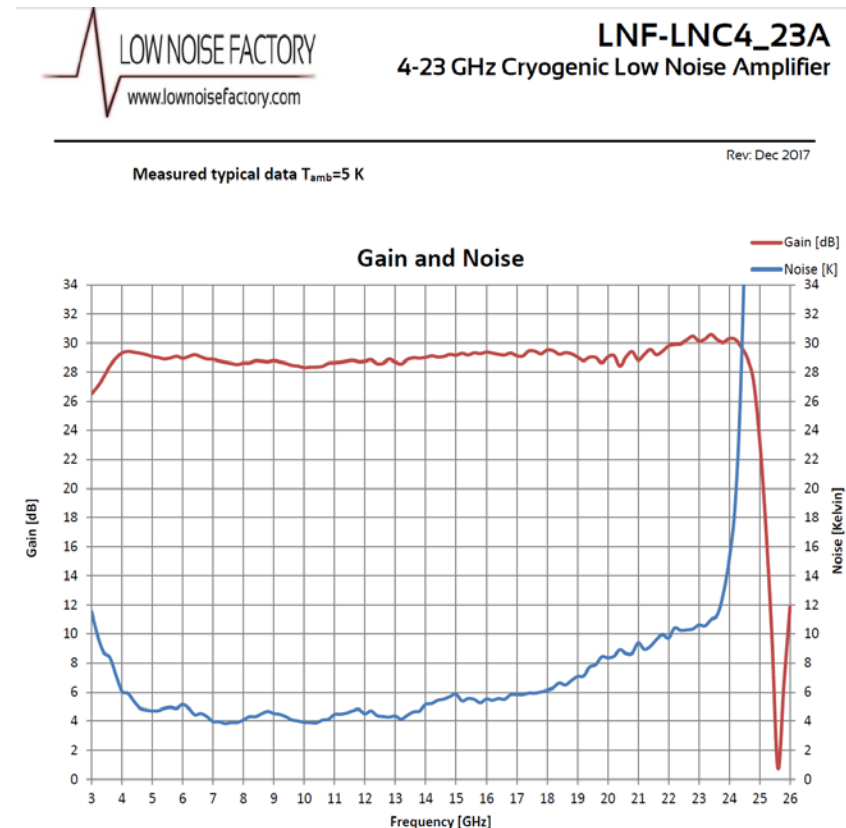
➤ Sampled Bandwidth

- Band A: 1 x 3.6 GHz @ 12 GSPS for each pol., 6 bit
- Band B: 2 x 2.5 GHz @ 50 GSPS for each pol., 3 bit

■問題点

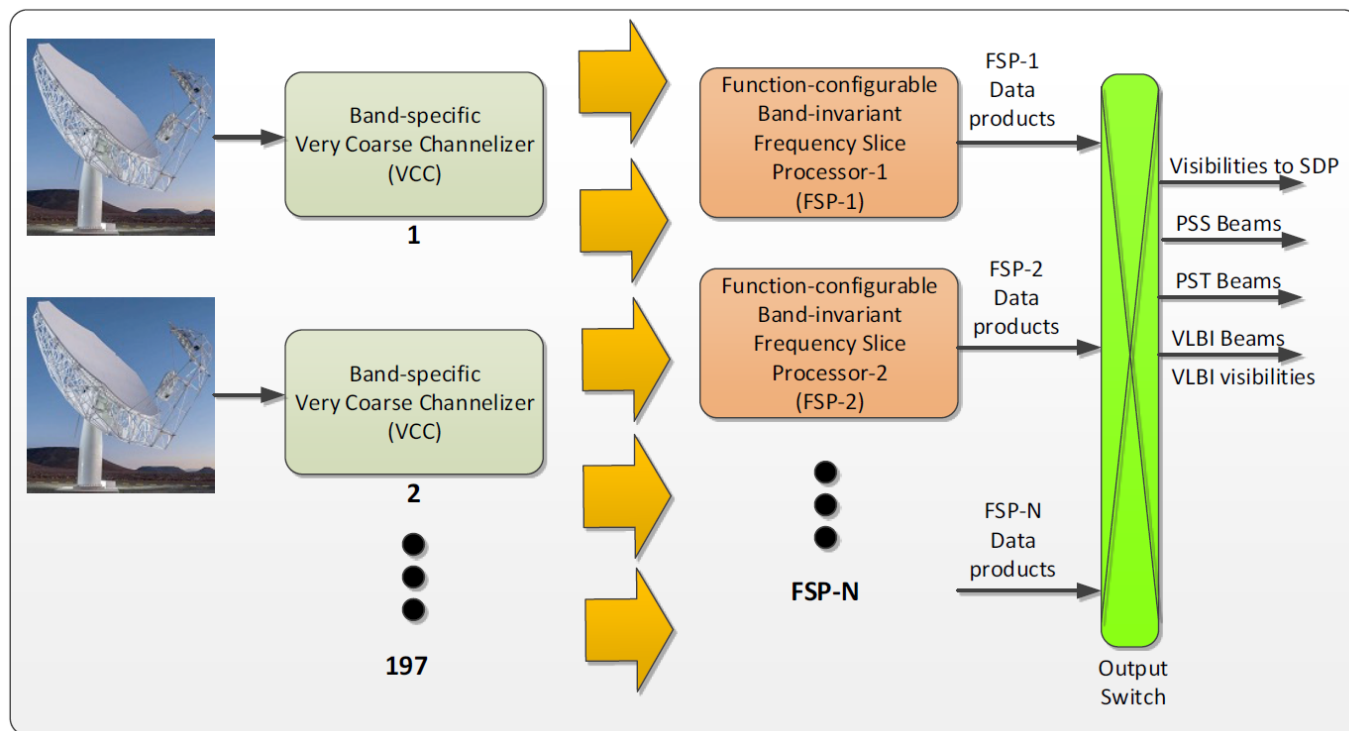
- Band 5c (14–24 GHz)か、Band6 (4.6–50GHz)か
- 要求要件
 - ✓ $T_{\text{sys}} < 15\text{K}$
 - ✓ $T_{\text{spill}} = 3\text{K}$ $T_{\text{feed}} = 2\text{K}$
 - $T_{\text{rx}} < 10\text{K}$

■Advanced Single Pixel Feed Receiver (ASPFR) の検討Gに参加

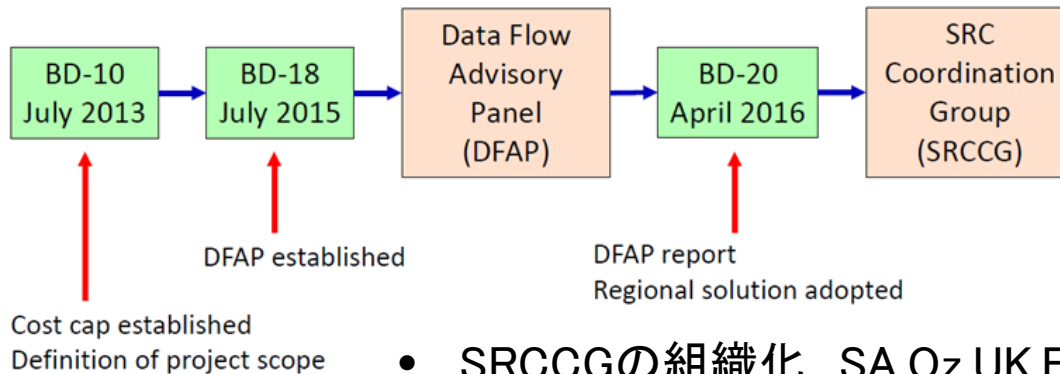


日本の貢献 (VLBI BE)

- CSP(相関器、分光器、パルサーゲーティング)からVDIFで出力
- 2.4GHz BW x 2pol X 4beams X 2bit =80 Gbps
- 運用システム(TANGO)での運用系の開発



■SRC(Science Regional Center)



- SRCCGの組織化 SA,Oz,UK,EU,Ind,Ca,Ch
- 中国は上海天文台が興味を持ち、日本に共同研究の依頼 →
 2018年4月に打ち合わせ(小林、赤堀、Wu, Tao)
 2019年5月 East Asia SKA Science meeting

2016年 SHAO-NAOJ MOU

Article 5


The Parties shall promote collaborations for the SKA project. China is joining the SKA. And SHAO is proposing to build an Asia SKA Science Center in Shanghai. NAOJ will support SHAO by sharing the experience from ALMA and by exploring ways to contribute to the Science Center.

○中国(上海天文台)との2国間協力

- SRC(SKA regional center)に関する協力
- 5月に東アジアSKAサイエンスWSの開催(学振:2国間セミナー)
- MWAを用いた研究での協力
- 9月にSRC検討会に上海のAn Tao氏参加

○国内・国際SRC 検討グループの組織と検討

- データ解析エキスパート、ALMA ARC, ソフトウェアエンジニアで国内検討Gの発足
- 国際WGが2020年4月から発足し、参加



Global SRC Effort

SRC	FTE	M Euro	Timeline
Aus	7	2.5	2019-22
Canada	9	7.3	2019-24
China	10	6	2019-22
France	awaiting CP		
Germany	5		2020
India		5.5	2019-23
Italy	10	4	2020-22
Netherlands	10		2020
Portugal	3		2020
South Africa	2		2019-23
Spain	5		2019-22
Sweden	3	4	2020-26
UK	3		2019-21
SKAO	2		2019-22
	53 (69)	25.5 (29.5)	

■共同開発、共同研究

- 人的な貢献の期待（AIV, SC, SRC）
- 競争的資金の共同での獲得
- 参加した研究者へのリターンの検討
 - ✓ 従来の共同利用の方法をそのまま適用できない
 - ✓ 共同研究拠点としての国立天文台の役割？

■サイエンス戦略の議論

- キーサイエンスにどのように参画するか？
- キーサイエンスにチームで参加か、個別に参加か？
- チームビルドをどのように進めるか？

■ 検討グループの設立、チャージを受けた活動計画

■ SKA-1への日本の貢献案

- **AIV/SV**
 - SODP(SKA Observatory Development Program)への準備
 - ✓ Band 5c or Band 6 RX・VLBI system・その他(On the fly intereferometerなど)
- 10~40M€(2023~2030) 1.2~5M€/y

■ SRCへの貢献

- 内容、リターンが不定であるが、期待値は高い
- 上海天文台の共同研究

■ 観測時間は貢献に比例

- 1~3%の貢献割合に応じた観測時間
- 各国(中国など)との共同研究の創出

■ 課題

- プロジェクトの確立、予算の獲得
- 役割の具体化
- 技術的なFeasibilityと予算精度の向上
- Science promotionの方針・戦略