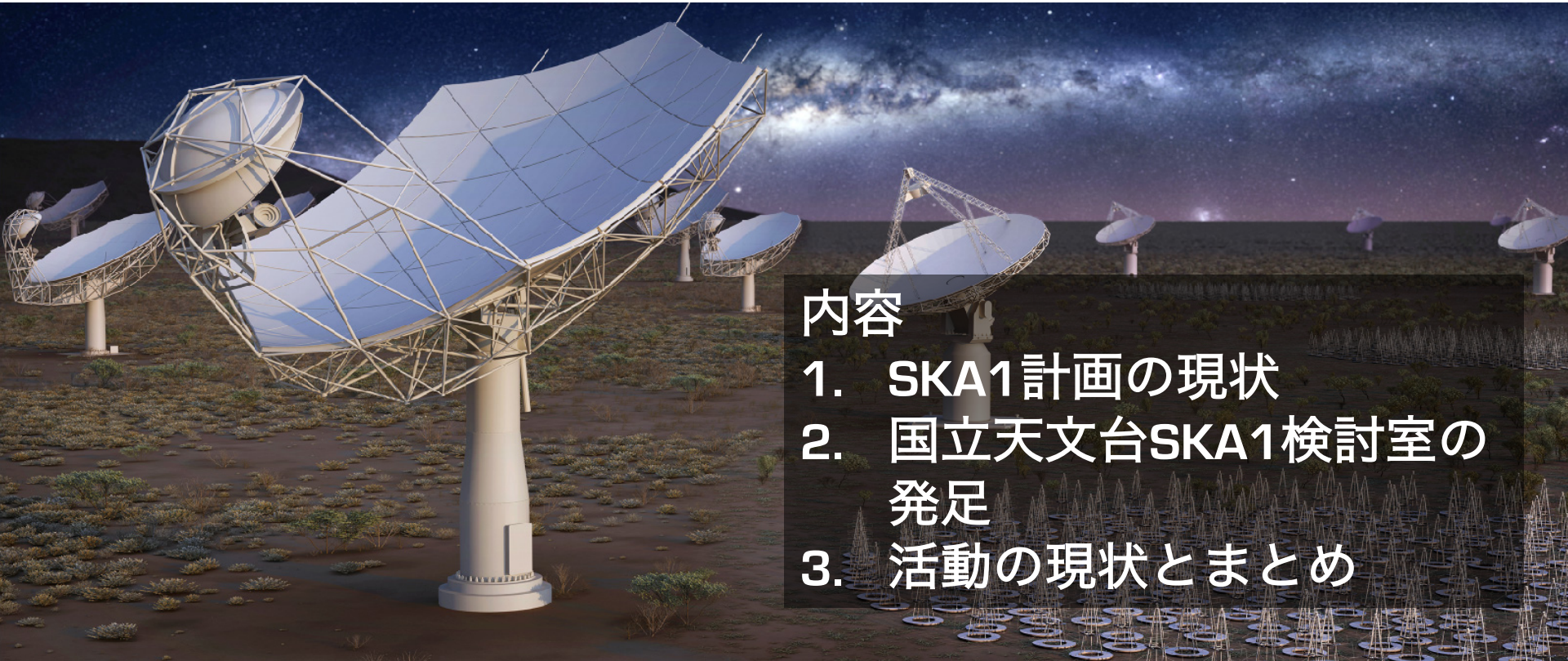


SKAプロジェクトの現状と国立天文台 SKA1推進室の活動



内容

1. SKA1計画の現状
2. 国立天文台SKA1検討室の
発足
3. 活動の現状とまとめ



NAOJ SKA1 STUDY GROUP
国立天文台SKA1検討グループ

小林秀行
グループ長



1. 計画 SKA天文台の全体像

本部 + 2 観測所
300名体制へ

GHQ 英国本部

ジョドレルバンク観測所



LOW 豪州観測所

SKA1 = 512局(13.1万基) 最長65km
SKA2 = 4880局(125万基) 最長300km

サイト
5Tbps
データセンター

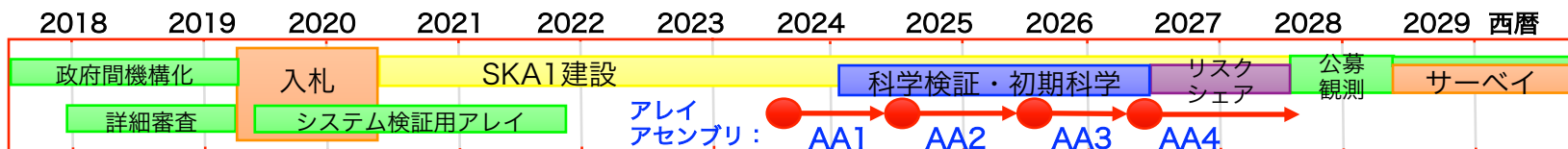
(参考)総務省発表2017年11月の日本国内
総ダウンロードトラフィック~10.8Tbps

MID 南ア観測所

SKA1 = 15m鏡133台 + 13.5m鏡64台 最長150km
SKA2 = 15m鏡2000台 最長3000km (アフリカ大陸全域)

サイト
3Tbps
データセンター

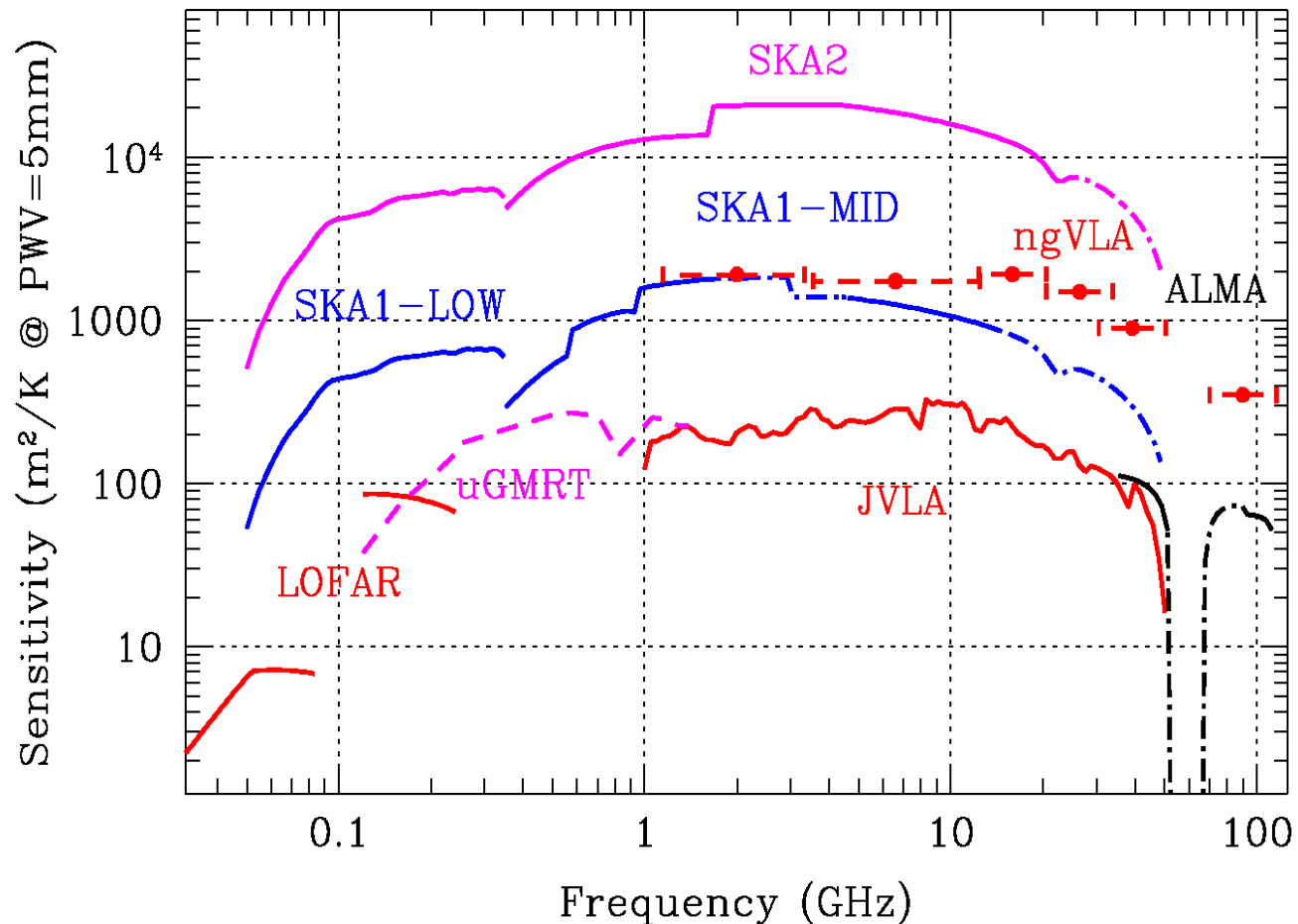
SKA
工程表



2019年中に建設体制や調達方法を決定

18	64	256	512	LOW
8+0	64+0	120+8	133+64	MID(SKA+MKT)

SKA1 Anticipated Sensitivity



■ Improved performance predictions now available at all frequencies

■ Opportunity for seamless interface of SKA to ALMA

2. 科学 SKAの科学と推進母体

宇宙再電離

第一世代星の質量は？
宇宙再電離はどのように進んだ？

重力理論

背景重力波は存在する？
アインシュタイン重力理論は正しい？

突発天体

FRBの起源は何？
重力波はどこから来た？
宇宙人はいる？

天の川銀河

ダークガス問題は解決？
銀河中心より向こう側はどうなっている？

銀河進化・宇宙論

銀河の水素量はどのくらい？
原始に宇宙の非ガウス性はあった？

宇宙磁場

磁場と乱流の宇宙進化は？
ミッシングバリオンは見つかる？

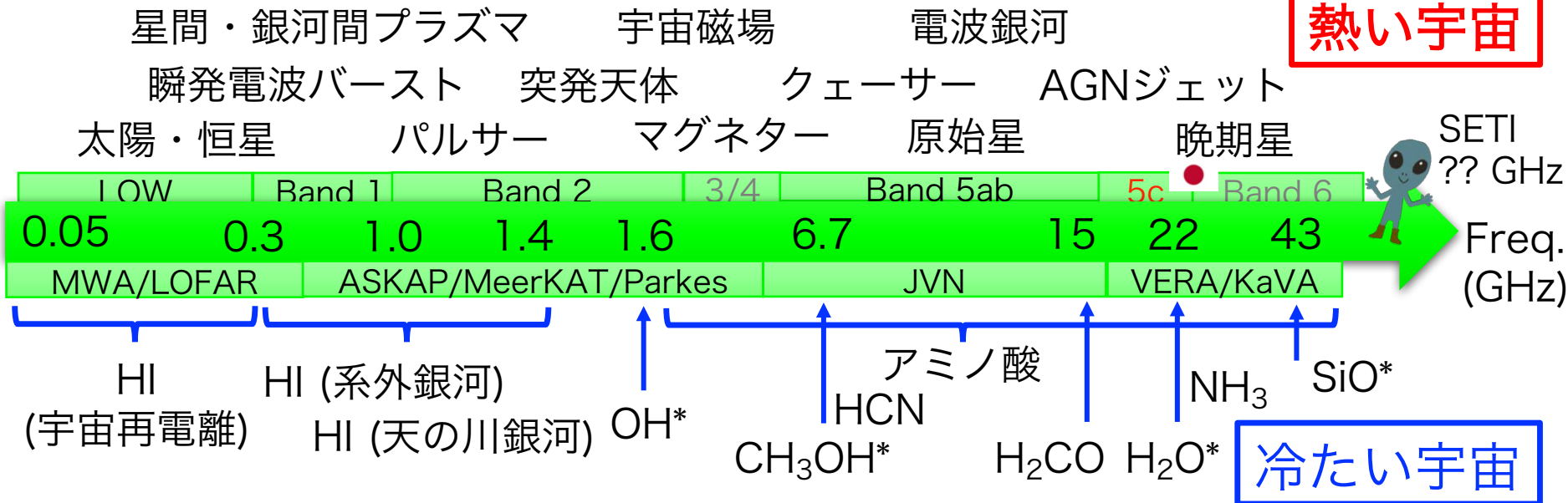
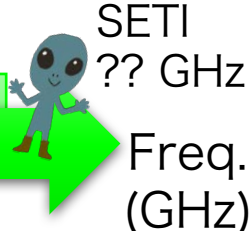
AGN

ジェット構造は？
ブラックホールの成長とフィードバックの歴史は？

星惑星形成

原始惑星系円盤の氷雪帯内の構造は？
系外にアミノ酸は存在？

熱い宇宙



SKA1 Design Baseline Cost

Design Baseline	July 2019 snapshot	Provided through annual contributions			Funding Period
		Construction Support Budget (€M)	Observatory Operations & Business-Enabling Functions (€M)	Observatory Development Programme (€M)	
Total Value (€M) (Dec 2017 euros)	Capital cost of construction (€M)	Construction Support Budget (€M)	Observatory Operations & Business-Enabling Functions (€M)	Observatory Development Programme (€M)	Funding Period
	(746 + 172) = 918	(131 + 25) = 156			
1665	1074		591	(TBD)	2021-2030

2017 Design Baseline / Deployment Baseline

	Design Baseline	Deployment Baseline	Re-instatement '+' means add to system
SKA1-Mid			
No. dishes	133	130	+3 dishes at 150 km
Max. Baseline	150 km	120 km	+ infra to 150 km
Band 1 Feeds	133	130	+3 Band 1 Feeds for 3 dishes
Band 2 Feeds	133	130	+3 Band 2 Feeds for 3 dishes
Band 5 Feeds	133	67	+66 Band 5 feeds
Pulsar Search (PSS)	500 nodes	375 nodes	+125 nodes
SKA1-Low			
No. stations	512	476	+36 stations (18 stns at 49 & 65 km)
Max. Baseline	65 km	40 km	+infra to 65km
Pulsar Search	167 nodes	125 nodes	+42 nodes
Common			
Compute Power	260 PFLOPs	50 PFLOPs	+210 PFLOPs

- 2017にコスト上限 670M€が設定され、仕様を下げた。
- これをコスト削減によってどこまで回復できるか、検討中

SKA: A global Research Infrastructure



-  June 2018
-   July 2018
-  March 2019
-  April 2019

Potential Future Members



+.....



 **Members of the SKA Organisation**
Host Countries: Australia, South Africa, United Kingdom



 **African Partner Countries**

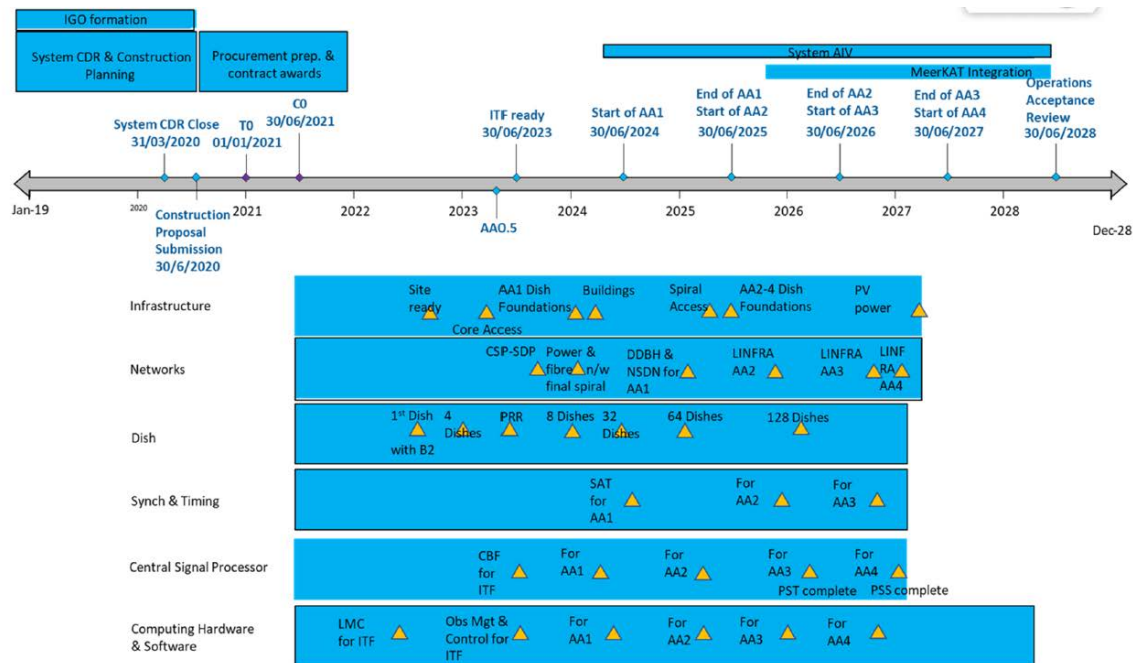
SKA Observatory will be established as an Intergovernmental Organisation in 2020, taking over from the SKA Organisation. It will undertake the construction and operation of the telescope.

As of March 2019, confirmed SKA Observatory members are

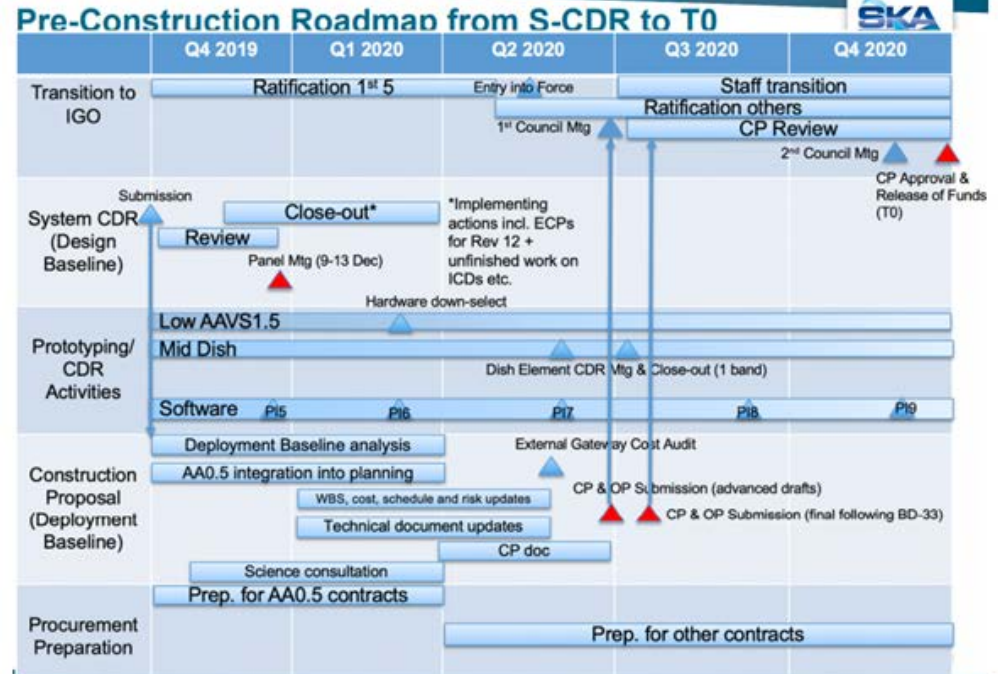


○スケジュール

- 2019年12月 System CDRの開催
- 2020年役割・経費分担の調整
- 2021年建設開始
- 2024年からSystem AIV, Science Commissioning



- 2019年12月にSystem CDR
- 2020年3月にConstruction Proposal
- 2020年6月にCP approve
- 2020年12月までに各国分担の確定
- 2021年から建設の開始



各国の分担検討状況

日本は Mid,LowのAIV, SC

Provisional SKA1 workshare allocations from inputs received - for discussion and agreement V1.6

SKAO-CPTF-08-09 Attachment 1

version 0.2

MID

Tier 1	LEAD COUNTRY	AUS as participant	Canada as participant	China as participant	France as participant	Germany as participant	India as participant	Italy as participant	Japan as participant	Korea as Participant	Netherlands as participant	Portugal as participant	South Africa as participant	Spain as participant	Sweden as participant	Switzerland as participant	UK as participant
MID internal																	
MID host country																	
MID AIV PSC & internal	<u>South Africa</u>				YES				YES			YES					
MID infra PSC																	
MID infra	<u>South Africa</u>					YES						YES					
MID CSP	<u>Canada</u>												YES			YES	
MID clocks	<u>UK</u>					YES										YES	
MID timing	<u>UK</u>	YES											YES	<u>YES</u>			
MID digitisation					<u>YES</u>								YES	<u>YES</u>	YES		
MID CPF						YES											
MID SPC					<u>YES</u>												
MID networks						YES						YES					
Mid software support																	
MID dish PSC	<u>South Africa</u>																
MID Dish Structure	<u>China</u>				YES	<u>YES</u>		YES							YES		
Mid band 1	<u>Sweden</u>														YES	YES	YES
Mid band 2															YES	YES	YES
Mid band 5	<u>Spain or UK</u>				<u>YES</u>							YES	YES		YES	YES	YES
MID SPF services	<u>Spain</u>				YES							YES	YES				
MID cryo	<u>UK</u>				YES	YES											
SKAO-SARAO Partnership	<u>South Africa</u>																

LOW

LOW internal																	
LOW host country																	
LOW AIV PSC & internal	<u>Australia</u>				YES				YES								
LOW infra PSC	<u>Australia</u>																
LOW infra	<u>Australia</u>					YES											
LOW CSP	<u>Australia or Netherlands</u>																
LOW clocks	<u>UK</u>															YES	YES
LOW timing	<u>UK</u>			YES		YES								<u>YES</u>			
LOW digitisation	<u>Italy</u>					YES	<u>YES</u>										YES
LOW CPF						YES											
LOW SPC					YES												
LOW networks																	
LOW software support																	
Low field node	<u>Italy</u>	<u>YES</u>		YES			YES				<u>YES</u>					YES	YES

COMMON

Common internal																	
OBS Mgt and Control	<u>India</u>				YES							YES	YES	YES	YES	YES	YES
SDP	<u>UK</u>	<u>YES</u>			YES		YES				<u>YES</u>	<u>YES</u>	<u>YES</u>	<u>YES</u>	<u>YES</u>	<u>YES</u>	<u>YES</u>

Key: red underlining indicates strategic priority



1. 日本のSKA参加 学術会議マスタープラン

■2018年7月

- LOI提出→「SKA1」の推進で提案

■2018年9月13日

- 天文天体物理分科会第1回シンポジウム
- 詳しい情報が必要なものについてプレヒアリング
- SKA1は対象

■2018年11月

- 宇宙電波懇談会より推薦内定 **「強く推薦する」** (ngVLA, LSTも)
- アンケート：SKA1を1位とする意見が22人/137回答者いた

■2019年1月17-18日

- 天文天体物理分科会第2回シンポジウム
- 全提案について発表。SKA1も対象

■2019年9月15日

- 学術会議マスタープラン2020重点大型研究計画のヒアリング（新規はSKA1, FIRST)

■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

- 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(小林):システムマネジメント、立ち上げ計画に参加
- オーストラリアに長期滞在(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

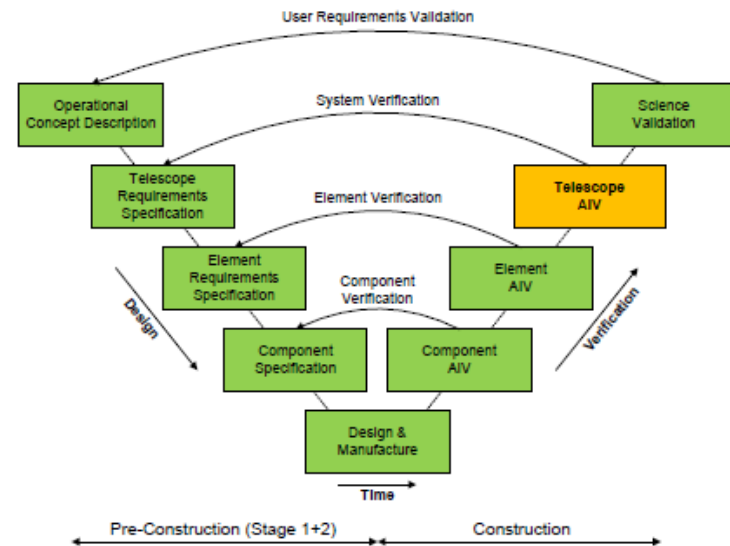
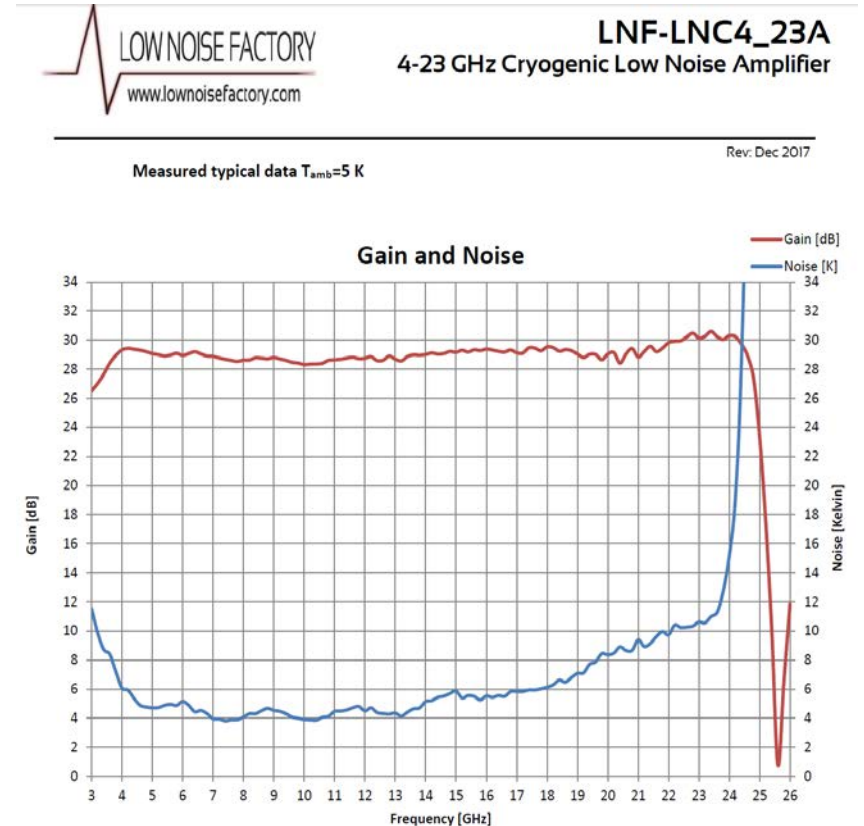


Figure 1: V-Diagram showing top-down design and bottom-up verification.

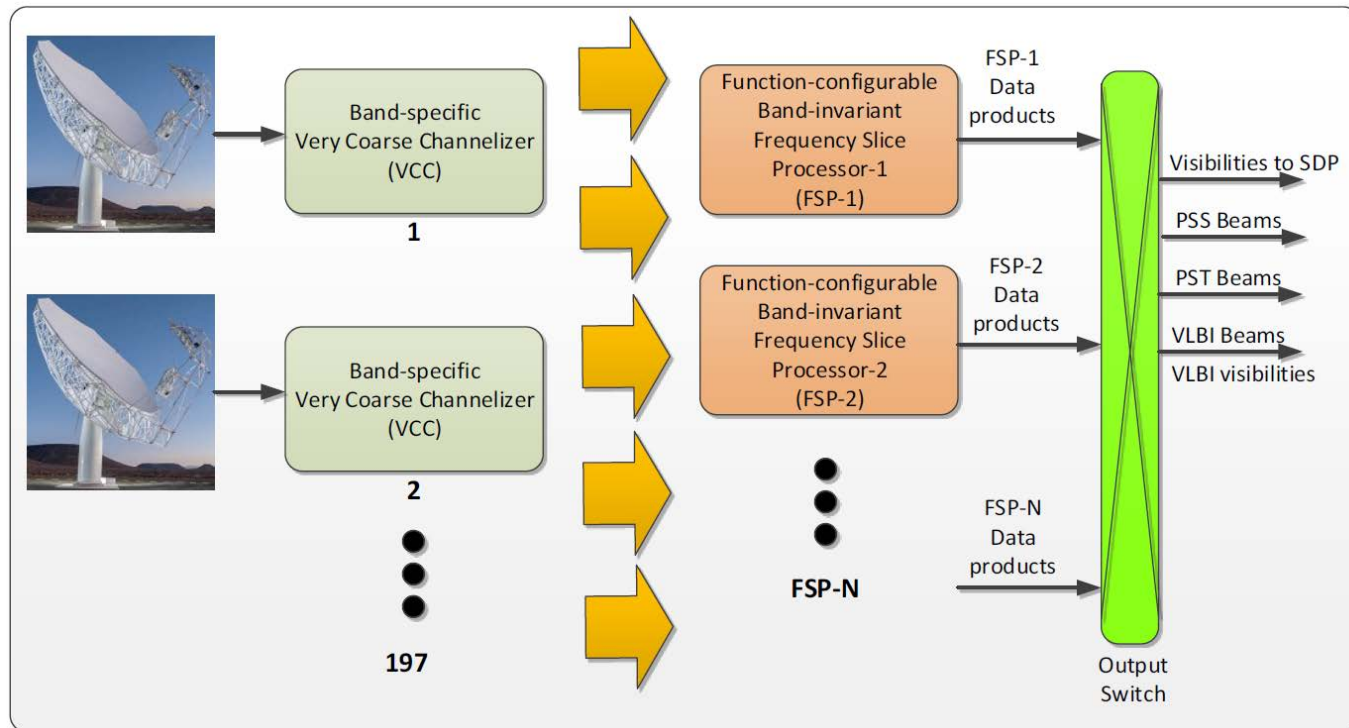
■問題点

- 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



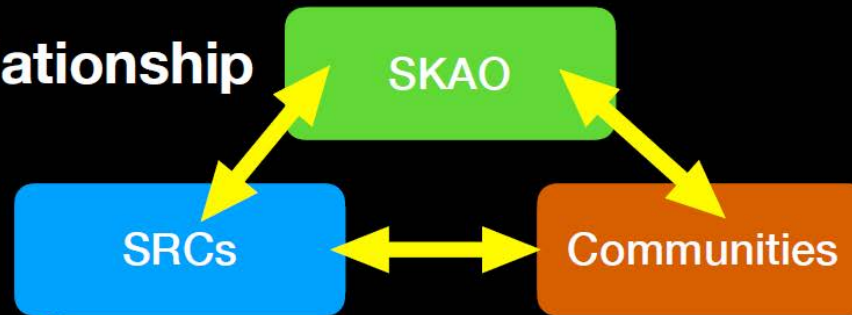
- CSP(相関器、分光器、パルサーゲーティング)から**VDIF**で出力
- 2.4GHz BW x 2pol X 4beams X 2bit =80 Gbps
- 運用システム (TANGO)での運用系の開発



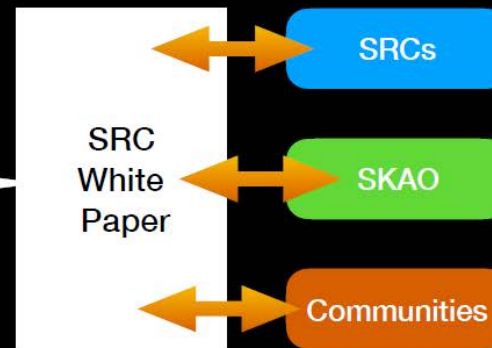
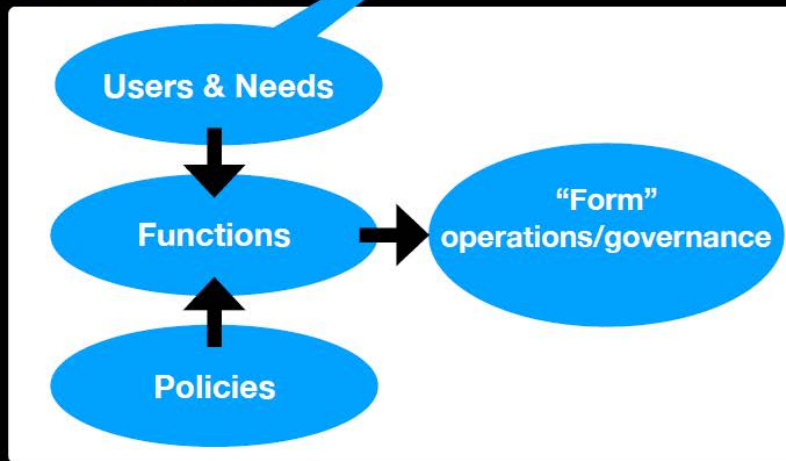


Finding a common language

Three way relationship

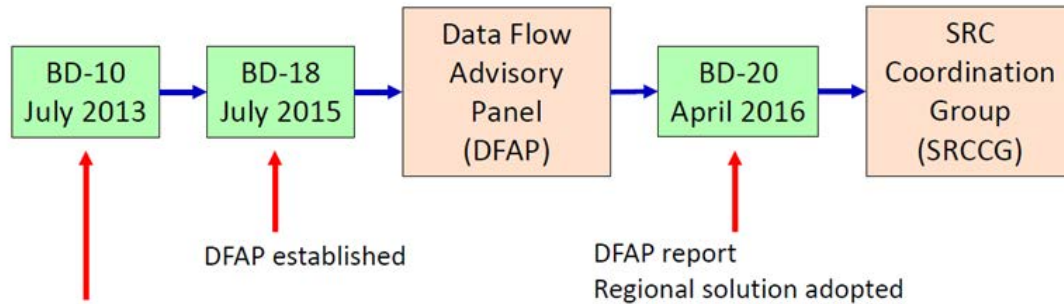


Definitions



Building Consensus

■SRC(Science Regional Center)



Cost cap established
Definition of project scope

DFAP established

DFAP report
Regional solution adopted

SRCCGの組織化

SA,Oz,UK,EU,Ind,Ca,Ch

中国は上海が興味を持ち、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

○国内での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などで構成

- SKA1は、2020年に建設最終案の策定
- 2021年から建設の開始
- 2019年から国立天文台SKA1検討室の発足
 - ・ 2021年度末までに日本の参加計画の策定
- SRCについて、上海天文台との協力も含めて、検討の開始