

# SKA1-MID Band-5c (to full Band 5) 受信システム開発の道のり



今井 裕

鹿児島大学学術研究院理工学域理学系

天の川銀河研究理工学センター

VERA Users Meeting, 水沢

2017 年 11月4日

## ❖ SKA-MIDにおける最短波長バンド

- 高精度宇宙時空計測 (e.g. VERA)
  - OH, CH<sub>3</sub>OH, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> メーカー
  - Radio recombination lines (RRLs)
- 分子輝線を用いた星間ガス診断
  - 星形成領域進化段階
  - 脈動変光星星周外縁部
- 地球物理学的応用
  - 測地
  - 地球大気(電離層、水蒸気)
- 周波数域の定義があるが決定ではない (Band 5c)

SKA1 -MID Band	Frequency range (MHz)
1	350—1050
2	950—1760
3	1650—3050
4	2800—5180
5	4600—13800
5a	4600—8500
5b	8300—15300
5c	15000—20000?

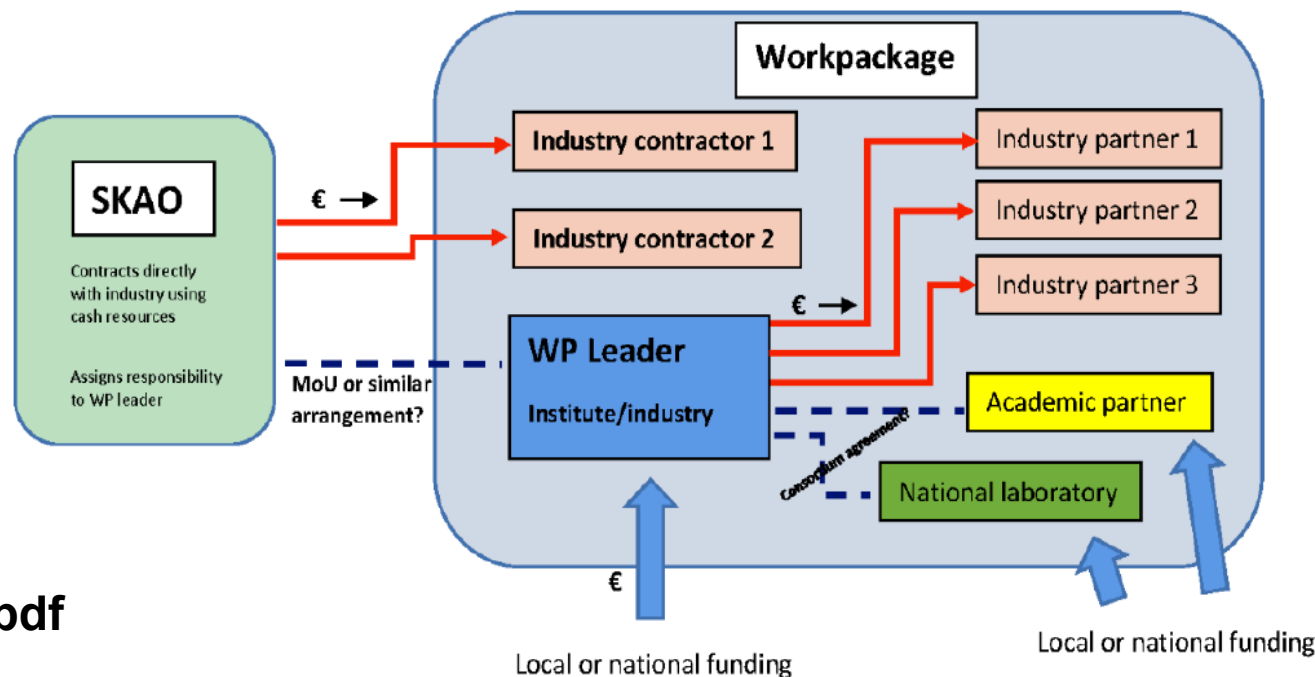
# Why SKA1-MID Band 5c?

## ❖ SKA1参加なくしてSKA2 (full SKA)はない

- SKA2建設の確約はない
- SKA1なくしてSKAに関わるノウハウ(技術・科学研究)の蓄積なし

## ❖ SKA1参加の機会はまだ残されている

- 和流貢献 (in-kind contributions = 物納) の可能性はIGOの検討課題

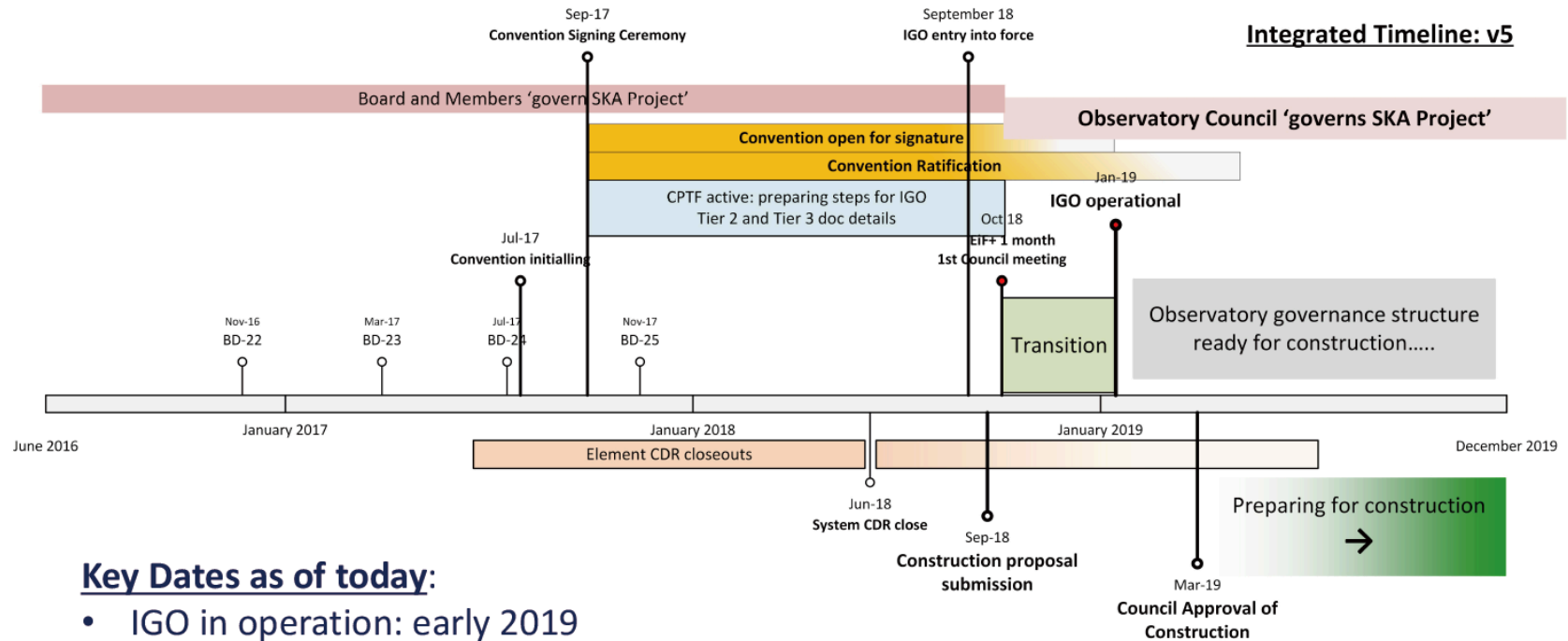


IES\_V5-4.pdf

# Why SKA1-MID Band 5c?

## ❖ SKA1建設途中からの参入 (2020年以降?)

- Re-baseline に含まれていないもの
- **Cost Control Program** により納入が遅延するもの



## ❖ 当初の cost cap (€674M) 以内に経費を抑える為の納品延期案

5.5.2	Reduce MID Band 5 feeds: A, from 130 to 67	MID	Placement to be determined based on full community consultation.	2
-------	--	-----	--	---

- SKA1-MID Band 3 & 4:  
Re-baseline の段階で消滅(全DISH)
- SKA1-MID Band 5 (+3+4) feeds:  
CCPで133台から67台へ
  - どのDISH feedsを残すか不明

Notice: “Feeds”の意味  
 “Feeds” = [feed hones + LNAs (for 67 DISHs)]  
 +  
 [(Band 3+4+5) cryostats +  
 feed hones + LNAs (for 66 DISHs)]

SKA1-MID Band	Frequency range (MHz)
1	350—1050
2	950—1760
3	1650—3050
4	2800—5180
5	4600—13800
5a	4600—8500
5b	8300—15300
5c	15000—20000?

## ❖ PDRの継続 → ΔPDRへ

- MID Band 2 に比べて優先度が格段と下がっている
- PDR(per-CDRではない)の報告(7/11, by Taylor Bourke)
- Band 3, 4, 5用冷却器: 十分に冷却できないのでは?

5.5.2

Reduce MID Band 5 feeds: A, from 130 to 67

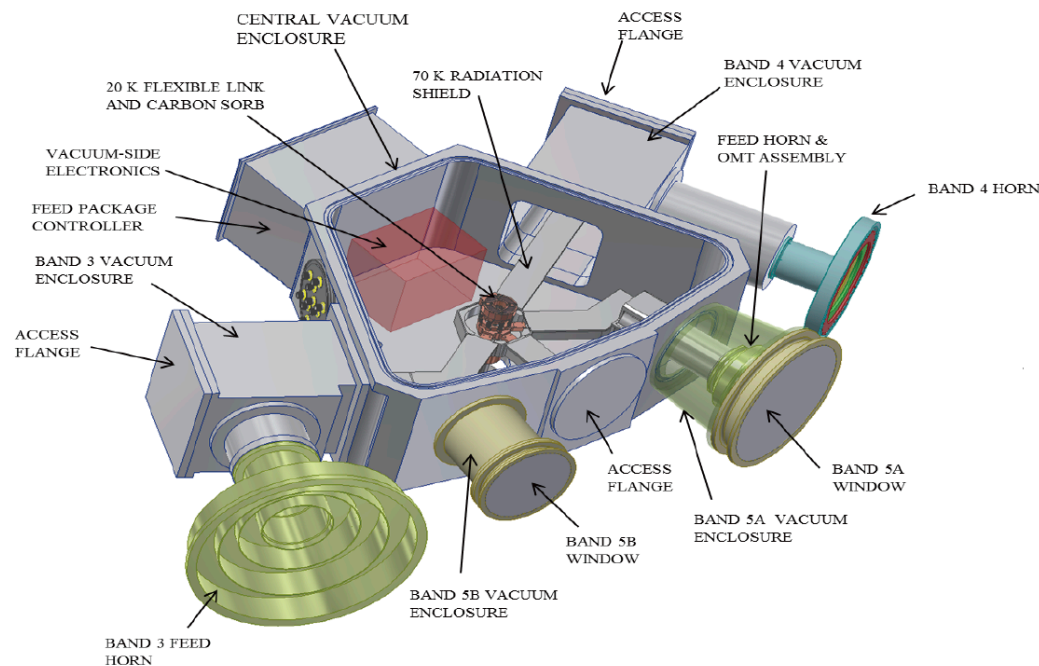
MID

Placement to be determined based on full community consultation.

2

## ❖ Band 5 開発参加状況

- 共同開発の相手  
Oxford (UK)、スペイン
- 搭載試験に使用するDISH prototype  
中国(今年10月)  
ドイツ@MeerKAT(来年3月)
- 役割分担交渉が必要  
Band 5 全体について  
考慮する必要がある



Courtesy of Prof Angela Taylor

## ❖ 根拠

- DISHのみ(drive systemなし)~0.8M€, full DISH ~1.2M€
- All DISHs: 116.7M€(cost cap)  
→ 173.2M€(estimation in 2017 May)

⇒1.3M€/DISH

- SaDT (signal and data transfer)は含まず

## ❖ 日本貢献分の試算

- All front-end + drive system:  
133 DISHs x 0.5M€ = 66.5M€
- Band 3+4+5: ~22M€ (上記の1/3)
- 日本貢献分: ~15M€
  - 133 Band 5c feed hones + LNAs
  - 66 cryostats for Band 3+4+5

⇒ SKA1建設費の2%強

## ❖ 動機付け

- 国内アンテナのアップデート = SKA1-MID 仕様化 (SKA testbed)
- EAVNの新モードの開拓
- 国際的な技術開発競争と同じ土俵へ

## ❖ 科研費基盤A申請(代表:半田利弘氏)

- 鹿島34m鏡のVGOS対応化 (新feed, 冷却LNA) → 氏原秀樹氏
- 日豪広帯域VLBI測地実験 (with AuScope) → 関戸衛氏
- L帯宇宙測量 (with VLBA) → Gabor Orosz氏 (指導教員は今井)
  
- VERA局における観測天体方向の水蒸気量直接計測 → 川口則幸氏
- 超広帯域記録システムの開発 → 小山友明氏
- 高温超伝導フィルタの導入

## ❖ その後の課題: SKA試作機への搭載 @中国 or 南アフリカ

- Offset Gregorian focus



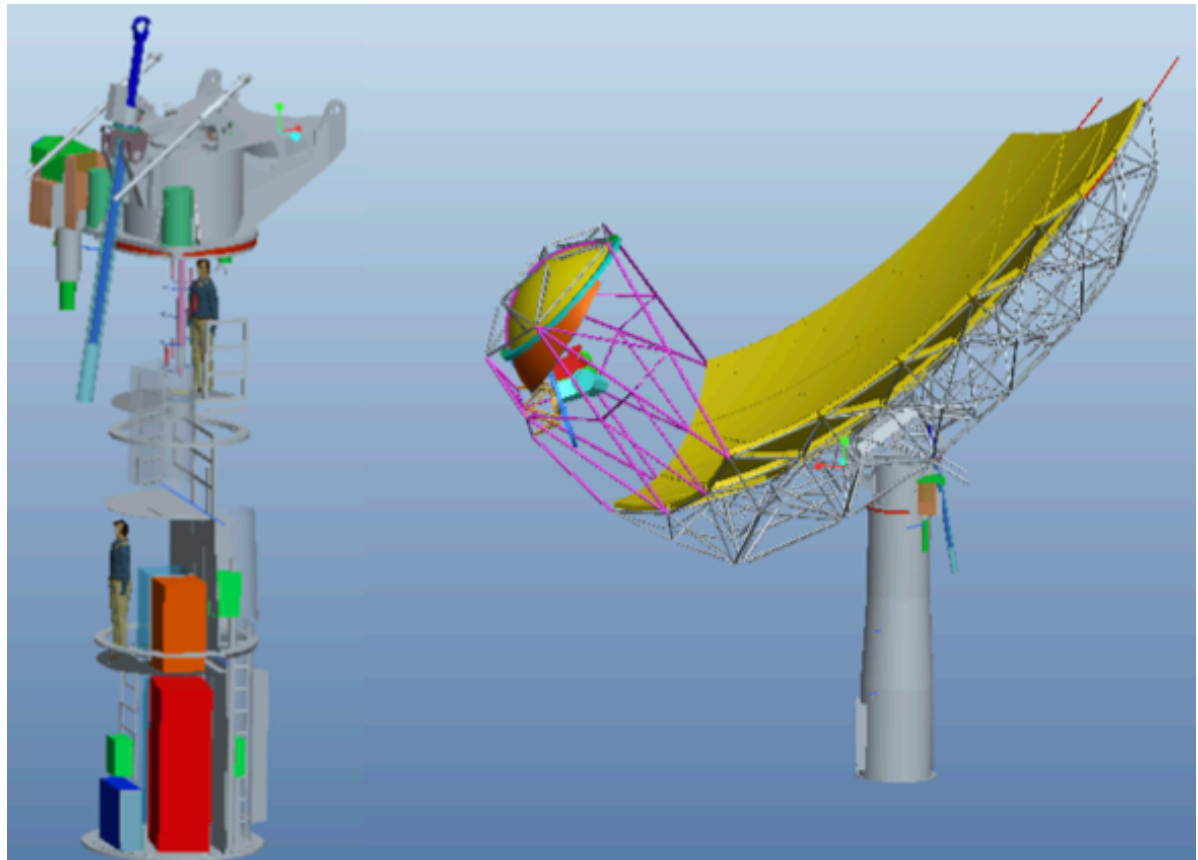


# SKA1-MID DISH

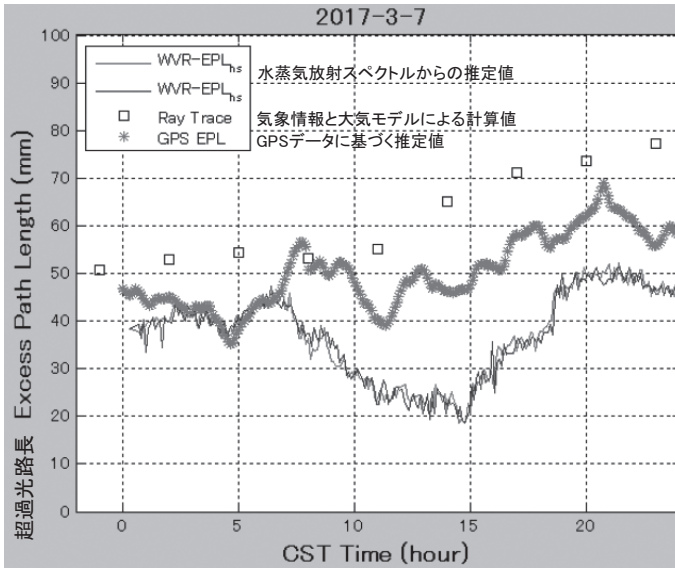
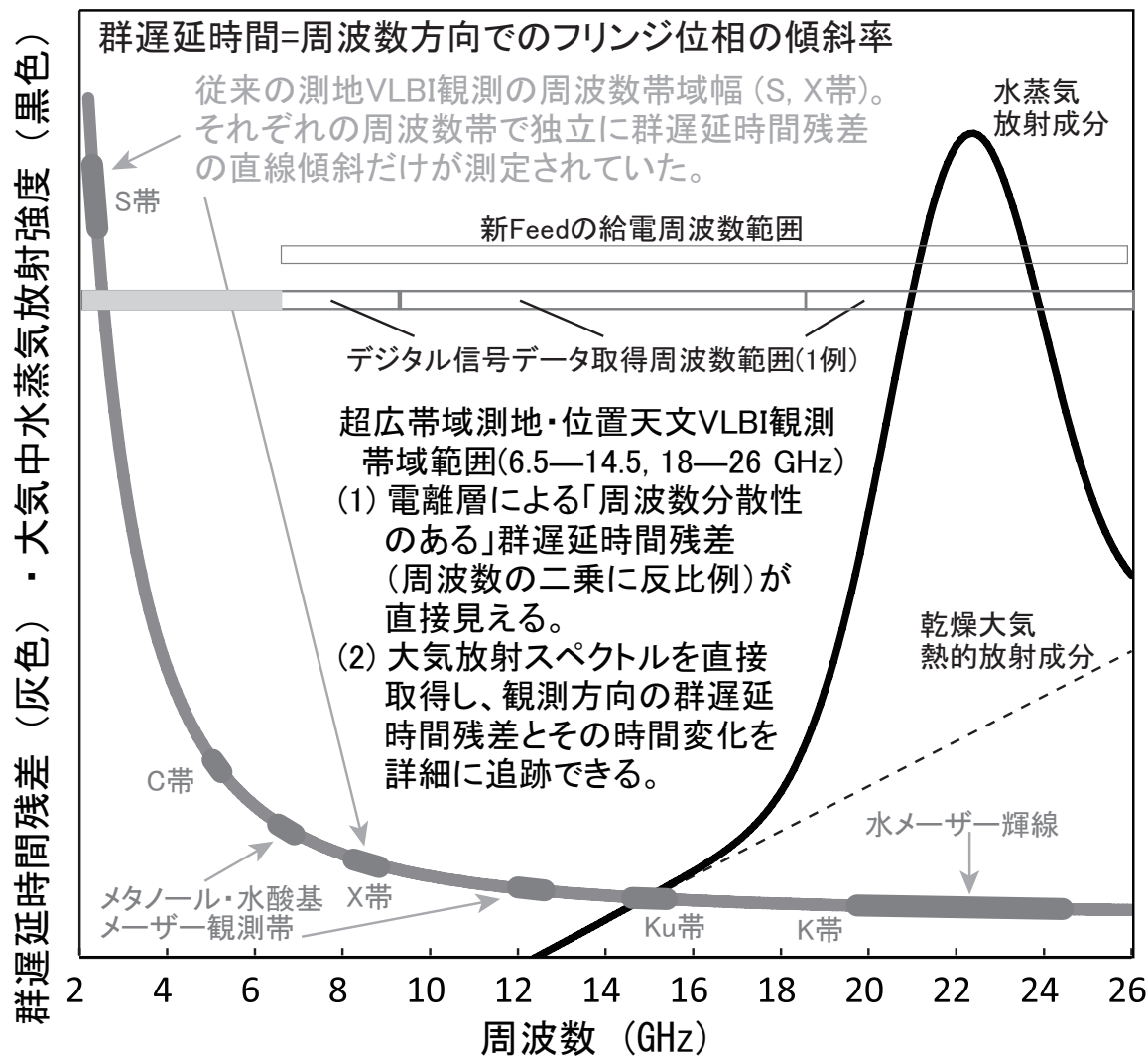
SKA Error budget Summary

		Precision Operating Conditions (5m/s)	
		95% error circle	rms
Blind Pointing Error Circle (arcsec)	Requirement	36,0	9,0
	Budget	14,9	5,6
Relative Pointing Error Circle (arcsec)	Requirement	6,5	1,3
	Budget	5,1	1,3
Tracking Stability (arcsec)	Requirement	9,0	2,3
	Budget	6,8	1,5

❖ Surface accuracy:  
350 μm (total)



# New development of 6.5—26 GHz receiving system



# SKA AIP (Advanced Instrumental Program) status

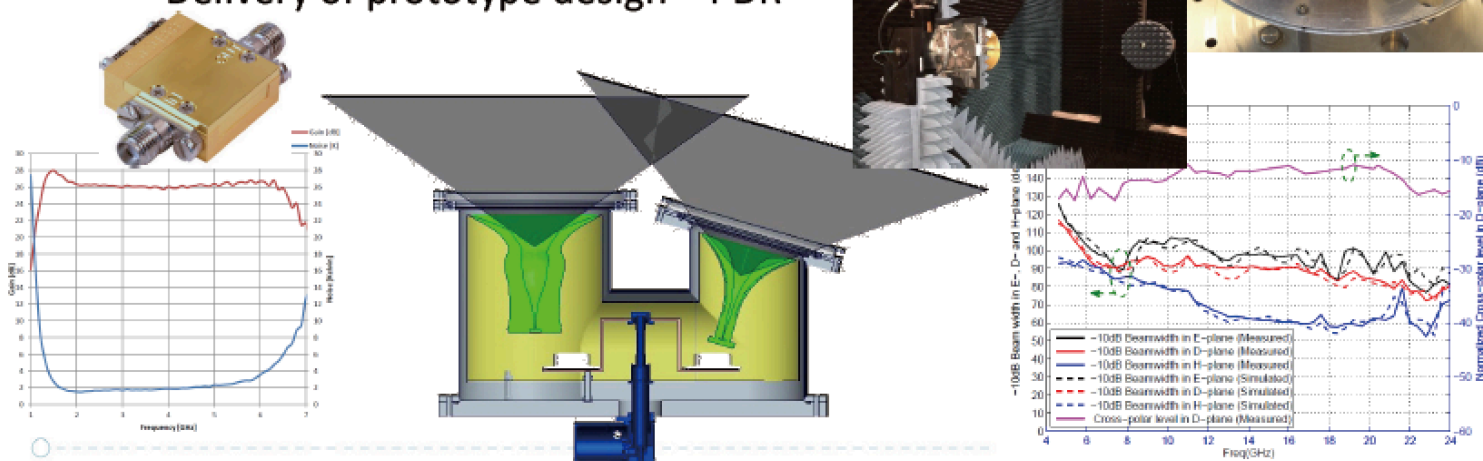
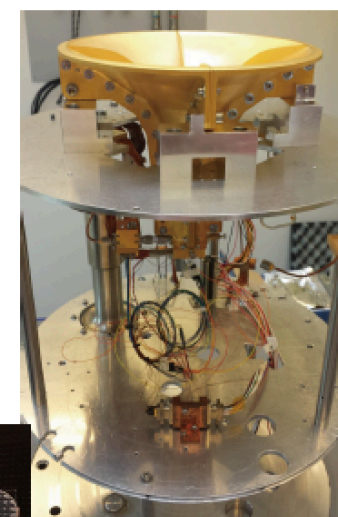
Mark Bowen (SKA Engineering Meeting 2017) 11



## Advanced Instrumentation Program

### Wide Band Single Pixel Feed (WBSPF)

- SKA pre-construction AIP
- Possible alternative technology for SKA1
  - Band A (1.6 - 5.2GHz) – SKA-Mid Bands 3 & 4
  - Band B (4.6 – 24GHz) – SKA-Mid Bands 5a & 5b
- Band A LNA developed – feed being optimised
- Prototype Band B feed and LNA demonstrated
- Delivery of prototype design – PDR



Exploring the Universe with the world's largest radio telescope

SKA Engineering Meeting 2017

## ❖ 2020年代のVERA/JVNとSKAとの関わりは？

- 既存の装置仕様で → 少数貴重天体の徹底連続VLBI  
EAVN/KaVA ESTEMA (EAVN Synthesis of Stellar Maser Animations)
- 次世代の天文学 → SKA仕様の観測システムの構築
  - 1桁以上のサンプル数を目指すアストロメトリ
  - 突発天体の瞬時位置同定
  - 学際的なアプローチ：天体物理&地球物理&生命科学
- サイエンスと技術開発の両輪で
  - ビッグデータ対応のソフトウェア開発も忘れずに