

Future plans of Japan Radio Astronomy Forum (Udenkon)

宇電懇の将来計画

Yoichi Tamura (Nagoya U/Udenkon)

NAOJ Future Planning Symposium

2 Dec 2025

1. Udenkon overview
2. Current / future projects
 - ALMA2 key upgrades
 - Other major plans
3. International context
4. NAOJ SRM programs
 - Community consensus
 - SWOT analysis
5. Future plan WG activities
 - Members, charges
 - Procedure of RA roadmap
6. Summary

Japan Radio Astronomy Forum (Udenkon) – Summary

宇宙電波懇談会（宇電懇）

Overview 宇電懇とは

- Founded in 1970.
- Community size: ~380 members
- 17th Steering Committee (2024–2026; chair Y. Tamura)

Purpose 宇電懇の役割り

- Promote collaboration in radio astronomy in Japan
- Discuss long/mid-term future plans & technology development
- Act as a community-level advisory body for large-scale projects

Main Activities 近年の主な活動

- Annual Udenkon Symposium
- Community Networking - Mailing list (ryunet), Newsletters
- Policy Input - Recommendations for SCJ MasterPlan/GrandVisions, MEXT Roadmap, and NAOJ SRM. Support for large-scale projects.



Udenkon's brief history & Impact

宇電懇の沿革とインパクト

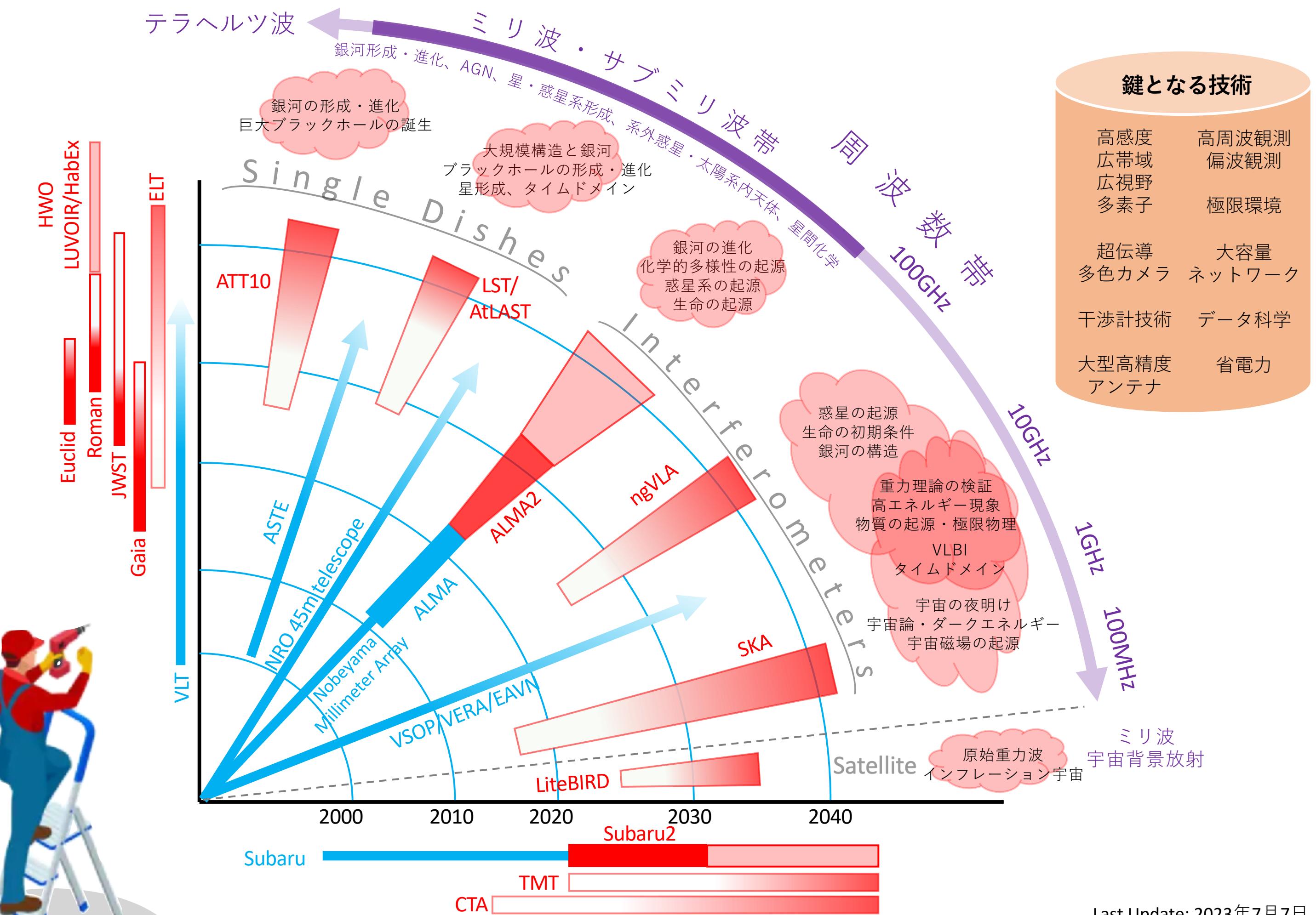
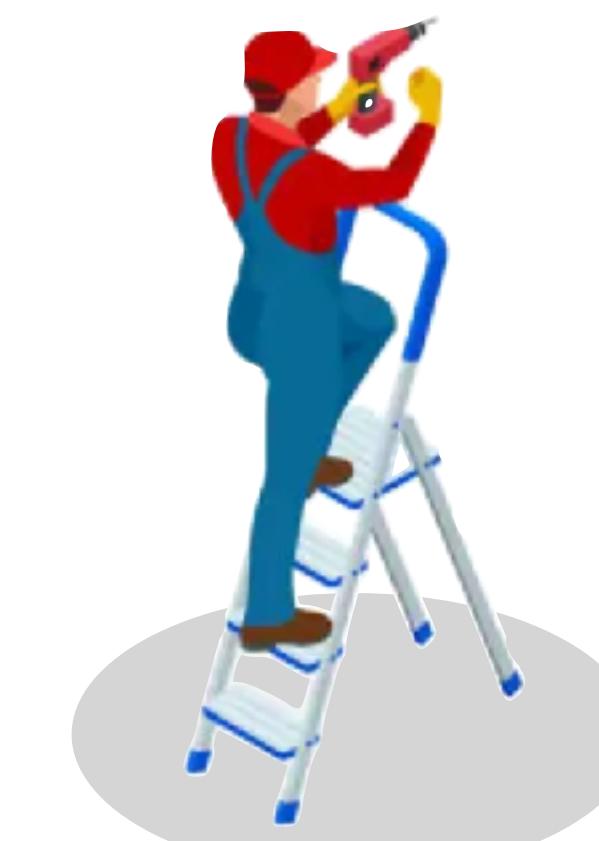
• Key Milestones

- 1982: Nobeyama 45 m & NMA – Japan enters mm-wave astronomy leadership.
- 1990s: VLBI projects – VSOP for space VLBI, VERA for astrometry.
- 2000s: ALMA partnership – From LMSA concept to global ALMA array (operational 2013).
- 2010s: ALMA upgrades & 2030s roadmap planning.
- 2020s: Driving next-gen projects: SKA1, ngVLA, LST/AtLAST, ATT12, LiteBIRD.



Current / future projects

現在と将来の大型計画

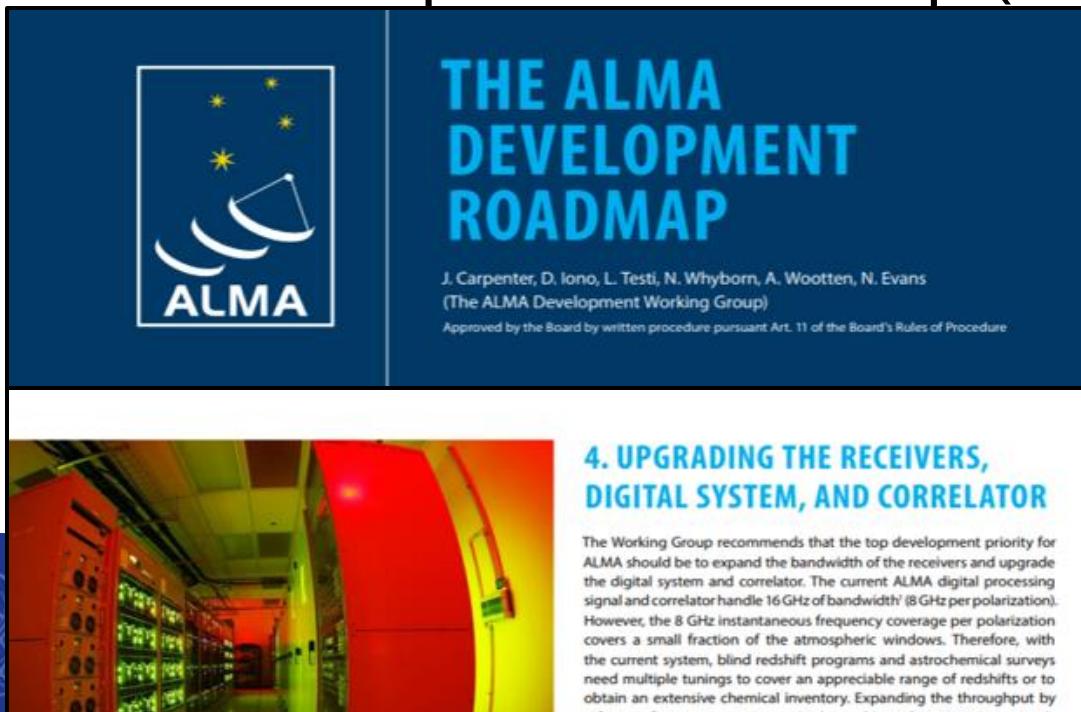




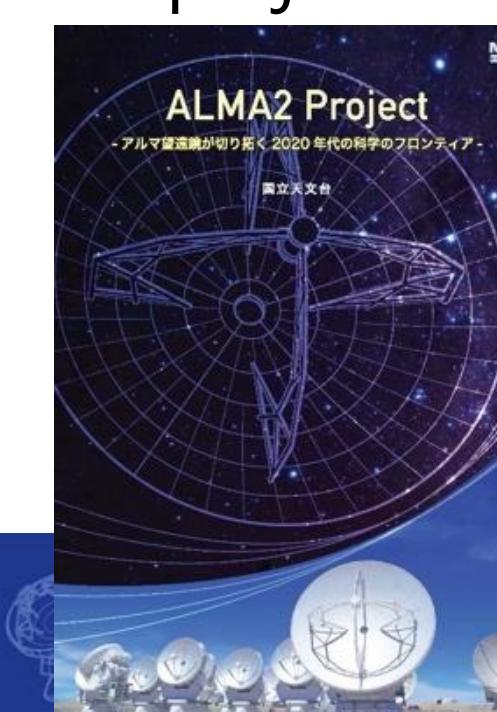
ALMA2計画：概要

- 2023年度からALMA2計画期間がスタート
 - ALMAの本格運用は2013年に開始し、10年が経過
- **科学運用を継続しつつ、観測機能の大幅な強化を行う計画**
- **機能強化**
 - 国内外の研究者コミュニティと協力し、これから挑むべき科学目標と必要な機能強化を議論して、ALMA Development Roadmapとしてまとめた
 - Roadmapで最優先となつた**Wideband Sensitivity Upgrade (WSU)** は、受信機、相関器を含む信号伝送系、データ処理からアーカイブまでを更新するという大規模なアップグレードとなる。同時に観測可能な周波数帯域を拡げつつ、高感度化を図る。

ALMA Development Roadmap (2018)



ALMA2 project book (2019)



2030年代の科学的価値の創出

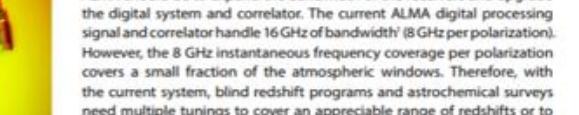
日本として、大規模計画実施機関としての技術的強みの維持と発展、**人材育成**
波長を超えた人材の育成・交流が可能な領域もある

科学データを出し続ける

- 老朽化対策
- 運用の継続
(機能強化の基盤)

観測機能を強化する

- 観測システムの設計と実装
- システムの各コンポーネントの開発



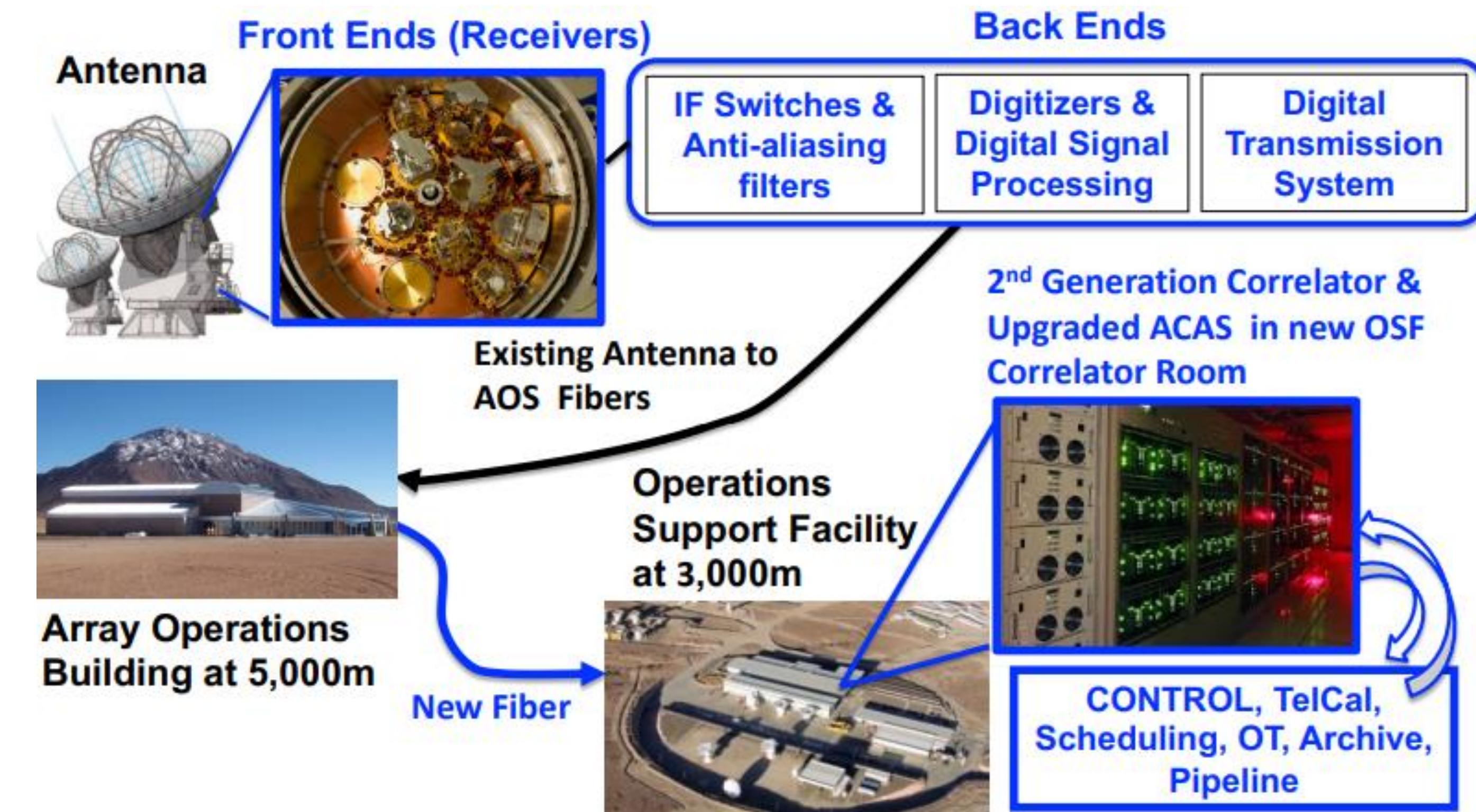


ALMA2計画：機能強化(WSU)の進捗状況

- 新システムの実装および観測機能の向上を段階的に実施する計画である。
- 国際ALMA
 - WSUシステム全体の設計や実装計画立案を進めている。科学運用の方法やソフトウェア更新も含まれる。
 - 2025年7月にシステムの基本設計審査PDR（国際外部審査）を終えた。
- 東アジアが主導する開発プロジェクト
 - 信号を高速で相関器へ送るデータ伝送システムはPDRを通過して詳細設計中。
 - Total Power Array用新型GPU分光計、拡張バンド8受信機(Band 8v2)の開発も、近々の基本設計審査へ向けて進行中。
 - その他、欧米リードの開発への協力も。

WSUでは...

- 同時に観測可能な周波数帯域幅を2倍に(将来的に4倍)
- 高速度分解能での帯域幅を拡張、観測スピードも向上



青字の部分をアップグレードする



Square Kilometre Array Observatory

従来の10倍以上の感度と分解能そして100倍を越える圧倒的掃天能力でアルマが観測できない長波長電波域を唯一網羅し天文学・宇宙物理学の地平線を開拓する



日本のキーサイエンス

★宇宙論および天体物理学による宇宙再電離の解明

天体形成理論や遠方銀河探査という日本の強みを活かしながら、長波長電波天文学の課題を解決し、宇宙論の未解決課題にも挑む

★天体活動と階層的宇宙構造を決定づける磁場の徹底探査

従来のミリ波・センチ波観測から生まれた動機にも結びつきながら、視線断層技術も駆使し、衝撃波や粒子加速の非熱的世界に挑む

★パルサー観測による長波長重力波天文学の開拓

マルチメッセンジャー天文学や時間領域天文学の時代を睨み、国内のVLBI網による観測とも連携し、日本の天文学の新領域に挑む



英國本部GHQ

SKA天文台が運営
意思決定はSKA評議会
16ヶ国が参加/参加準備
日本はオブサーバ国

部分運用2026年~、AA*完成2030/32年
2030年代にAA4を建設。SKA2の構想も。



豪州LOW

(50-350MHz)
AA*: 307局 74km
AA4: 512局 74km



南アMID

(0.35-15GHz)
AA*: 144台 108 km
AA4: 197台 150 km

日本の技術貢献

国内VLBIコミュニティの技術
ヘリテージを活かした貢献

★望遠鏡性能出し

世界が期待する建設の最後の要。日本から3-5FTEを貢献

★高周波受信機

★He圧縮機

★デジタイザ

★VLBI記録系

SKAの価値は
科学にとどまらない
ビックデータ
国連SDGs

ガバナンス

13参加国 + 2手続国

豪, 加, 中, 独, 印, 伊, 蘭, 南ア, 英, スペイン, ポルトガル, スイス, スウェーデン+仏, 韓

トップ体制移行

評議会議長: Catherine Cesarsky → Filippo Zerbi (25.2~)

SKAO台長: Phil Diamond → Jessica Dempsey (26.6~)

科学部長: Robert Braun → Naomi McClure-Griffiths (25.7~)

SEAC長: Naomi M. G. → Kristine Spekkens (25.3~)

G20南ア/大臣会合&視察



建設

LOW AA0.5 4局ファーストライト達成!



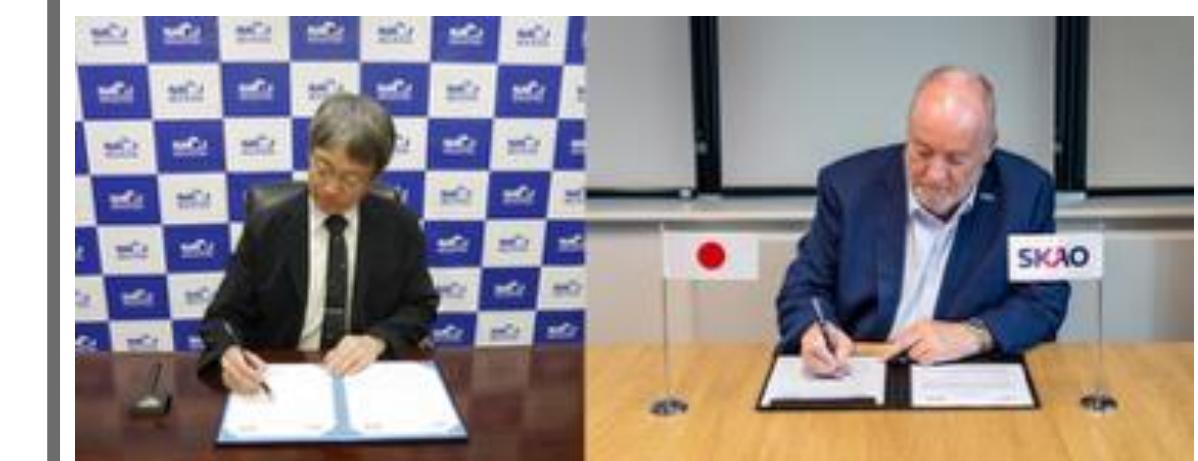
MID AA0.5 4台はサブシステム整い年末にファーストライトか?

日本

AIとSRCに国際貢献中

AIとSRCは3FTE以上を拠出する覚書を調印

SRCはv0.1試験に合格し正式ノードとして活躍



SRCAuto0.1 Node Completion JPSRC

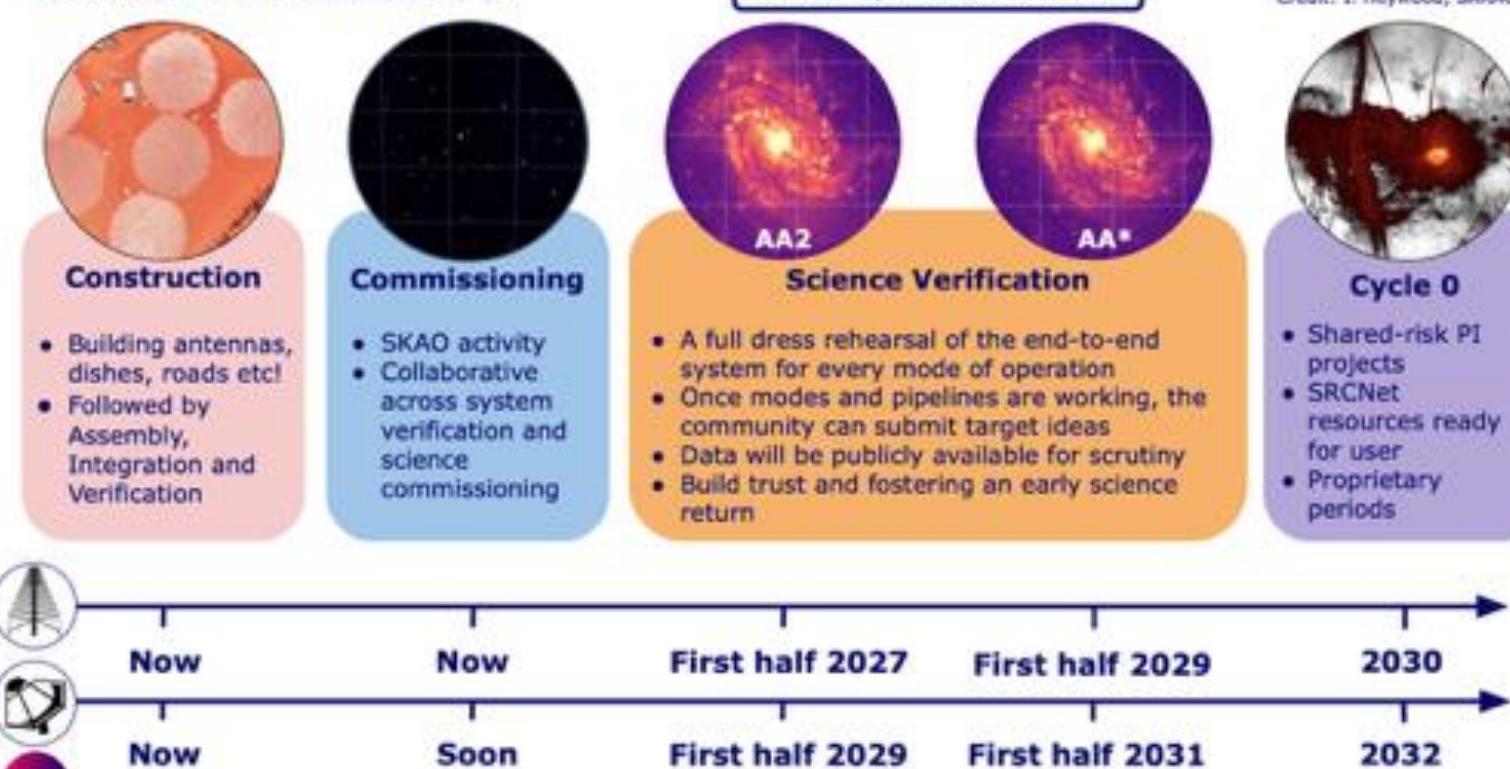
Congratulations to the Japanese team on completing deployment and integration of all the required services needed to become an SRCAuto0.1 node!
Kudos to all involved!



運用

AA2 SVは2027年で決定! AA*は2030/32年

SKAO milestones



科学

ドイツ国際会議の開催、科学白書の大改訂



低周波VLBIの開発

GMRTと東北大・飯館局とでフリンジ試験成功
広帯域記録系の開発

科学白書へ寄稿

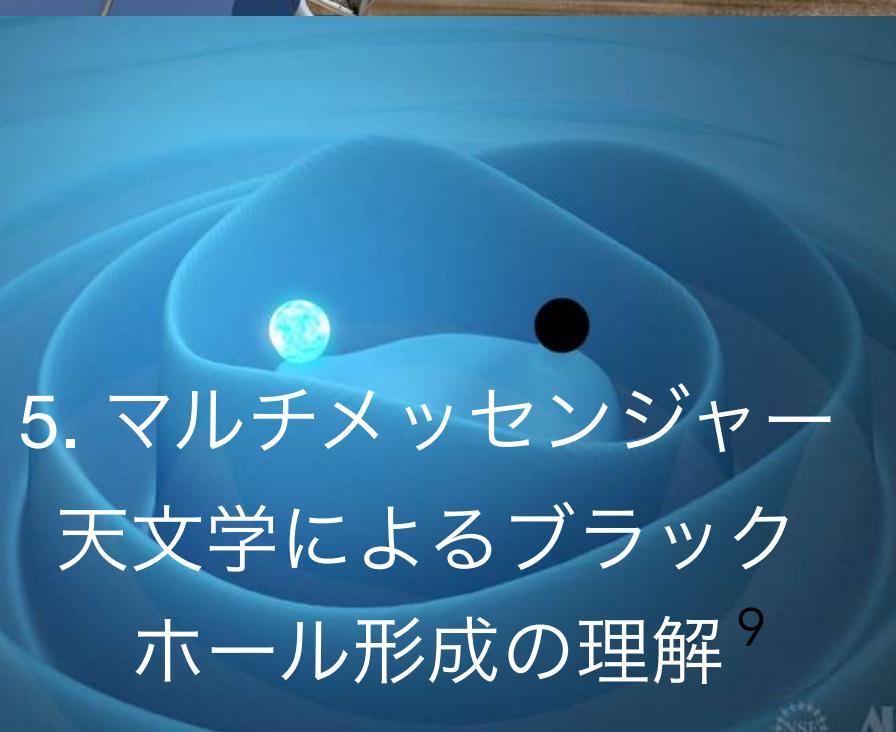
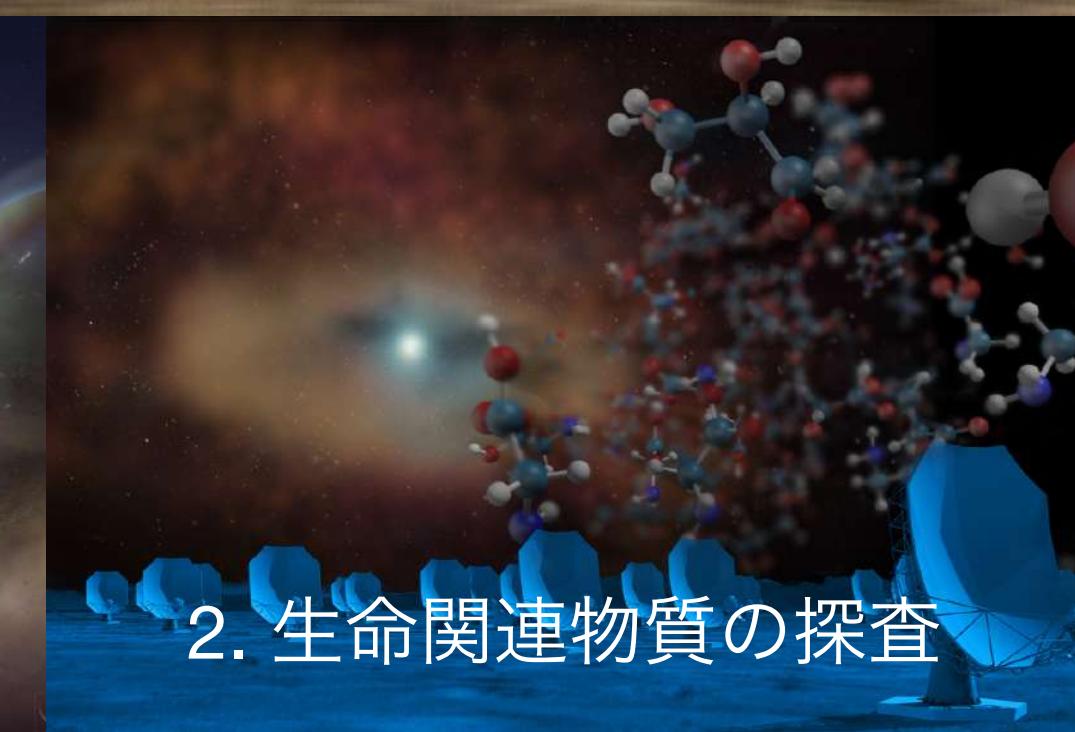
宇宙再電離、宇宙磁場、天の川銀河、突発天体、VLBIなど15件以上

名古屋大主導の計画を構想

名古屋大: 予算獲得+SRCの運用
天文台: 涉外+AIV等の技術貢献
各大学: 特色生かした貢献

next-generation Very Large Array (ngVLA) 概要

- 観測周波数：1.2 - 116 GHz (SKAとALMAをつなぐ6つの受信機バンド)
- 合計263台の高精度アンテナ： $244 \times 18\text{-m}$ ($\sim 160\mu\text{m RMS}$) + $19 \times 6\text{-m}$
- 最高分解能：~1 mas (LBAモードでは0.1 mas; 基線長 ~9000 km)
- VLA/ALMAの10倍（以上）高い解像度と感度を実現するopen facility。
- US Decadal Survey (Astro2020)でUS-ELTsに次ぐ第2位の評価。
- NRAO主導のもと、ALMAで培った科学研究との関連や技術的成熟度を考慮して日本の貢献を検討中。→ 10-20%貢献が当面の目標。「未来の学術振興構想」にも記載済。
- 原始惑星系円盤や星間化学から初期宇宙の天体形成を含む5大科学目標を中心に、多様な研究に革新をもたらす“汎用望遠鏡”。



1. 太陽系類似天体の研究

2. 生命関連物質の探査

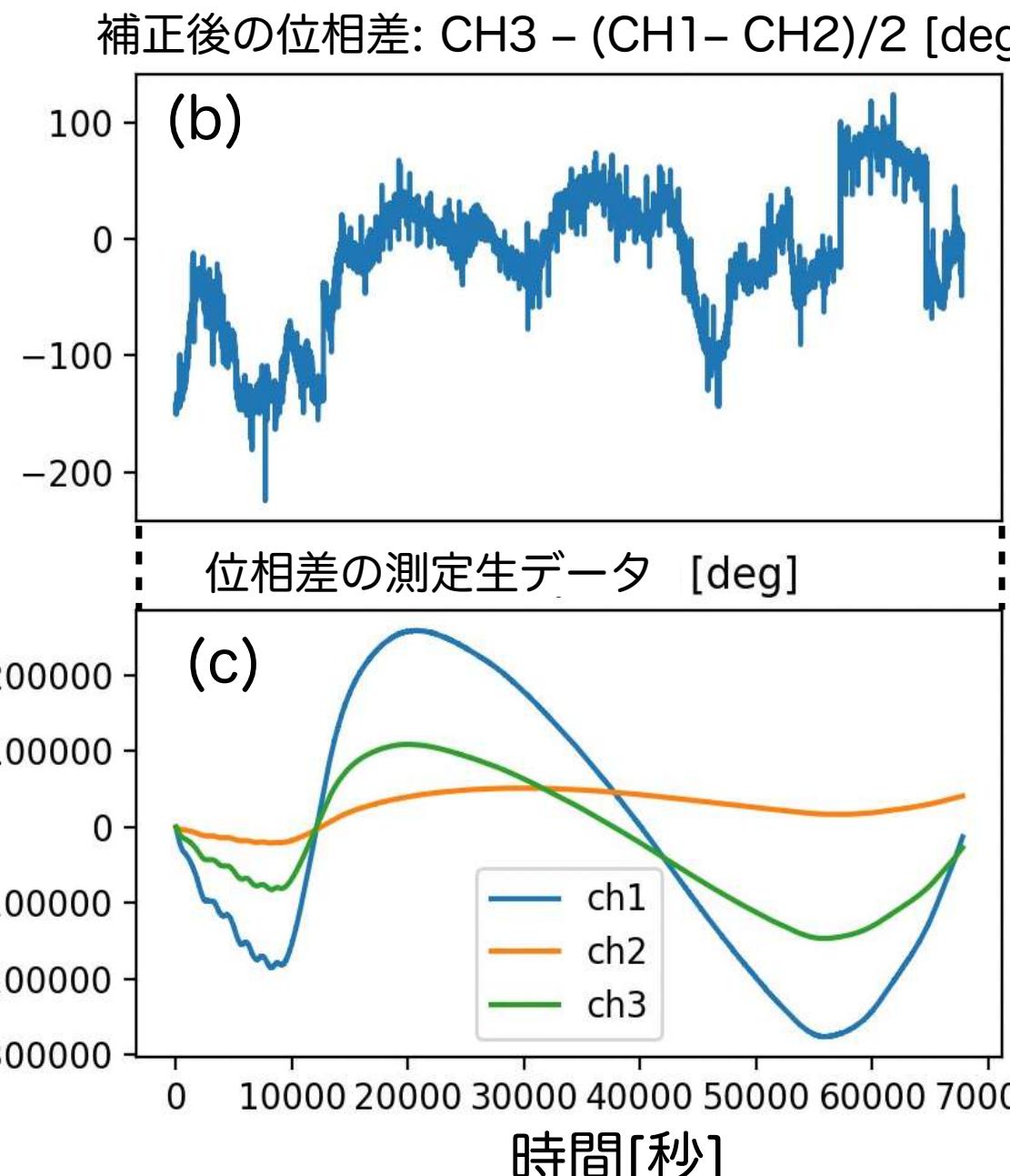
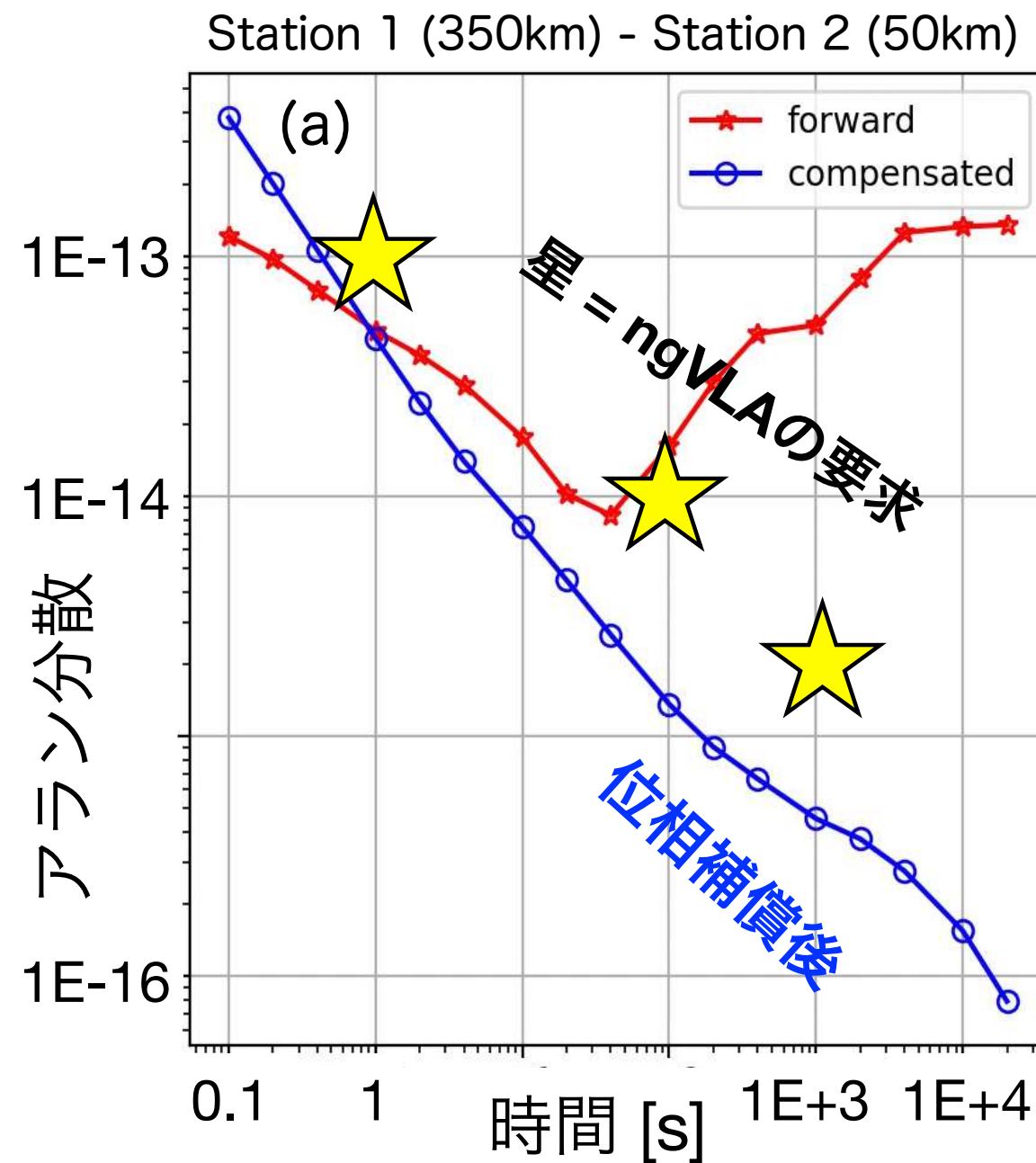
3. 宇宙史における銀河や
大規模構造の形成

4. 銀河系中心部のパルサーを
使った重力理論の検証

5. マルチメッセンジャー
天文学によるブラック
ホール形成の理解⁹

最近の動向 in 2025

- 独mtex社製のプロトタイプアンテナが、現VLAサイト（米ニューメキシコ州）に建設された。日本側も独自のアンテナデザインを検討中。
- NAOJ/ATC発の時刻・周波数基準信号分配システムがNRAOの技術審査に合格。米プロトタイプアンテナや野辺山の施設を利用した実地での技術立証試験を計画中。
- 3Dプリンターを用いた部品製造を含む受信機開発も検討中。
- 2026年後半には大規模な国際研究会の日本開催（東北大）も決定！



3-D printing

Development of 3D printing of receiver components for effective mass-production



35-50 GHz AlSi10Mg corrugated horn successfully fabricated and tested at cryogenic temperature

Gonzalez et al, IJIM, Oct 2021

67-116 GHz AlSi10Mg corrugated horn + transition + OMT, fabricated in a single piece for improved performance



Gonzalez et al, SPIE 2020

NAOJ Advanced Technology Center is leading the field in several advanced technologies which can be readily applied to ngVLA: time and frequency distribution systems, waveguide components in receivers fabricated by 3D printing...

Receiver development

Design of custom waveguide components for ngVLA receivers based on heritage from ALMA



Measured transmission phase stability of 100GHz signal through a 250 km fiber spool using a novel technique

Kiuchi, Shillue, SPIE 2020

Gonzalez, IEEE AP-S/URSI 2020

Frequency / Min Frequency

Integration Time (sec)

After 100hrs 100km

Photonic technologies

NAOJ proposals included in the conceptual design of ngVLA: time and frequency distribution systems

Measured transmission phase stability of 100GHz signal through a 250 km fiber spool using a novel technique

Kiuchi, IEEE Photonic Tech. Letters 2022

Novel high-accuracy time distribution successfully demonstrated over 250km

Diagram illustrating the optical intensity modulator and microwave carrier recovery system.

Optical carrier → Optical intensity modulator → Phase shifter → Filter F1 → Polarization detector → PSK Demodulator → Frequency lock loop → Optical carrier

Microwave carrier → Mixer → Frequency lock loop → Optical intensity modulator → Phase shifter → Filter F2 → Polarization detector → PSK Demodulator → Frequency lock loop → Microwave carrier recovery drift → Optical carrier

IFPS → Timing signal → Delay controller → Rounding delay → PSK Demodulator → Frequency lock loop → Microwave carrier recovery drift → Optical carrier

10



大型サブミリ波望遠鏡 LST/AtLAST

Large Submillimeter Telescope / Atacama Large-Aperture Submillimeter Telescope

(サブ)ミリ波で広い視野・広い波長域を一挙に観測する 50 m 級の大口径望遠鏡を南米チリに建設し、アルマとは相補的なディスカバリー・スペースを開拓。

科学目標

- (1) 宇宙再電離期に至る宇宙史のなかでの銀河・銀河団とブラックホールの形成・進化過程の解明
- (2) 星形成初期段階とそれに伴う惑星系形成の多様性および普遍性の解明
- (3) ミリ波サブミリ波帯における時間領域天文学の本格的な開拓

学術的意義

- 大口径・広視野・広帯域のコンセプトのもと、多様な階層における天体形成・進化の研究を格段に進展させるとともに、サブミリ波帯時間領域天文学を本格的に開拓する。光赤外線分野や低周波電波帯などにおける広域探査計画とも高い相乗効果。
- アルマと組み合わせ、アルマの感度向上に資する(観測時間が約1/2に)。VLBI局としても。

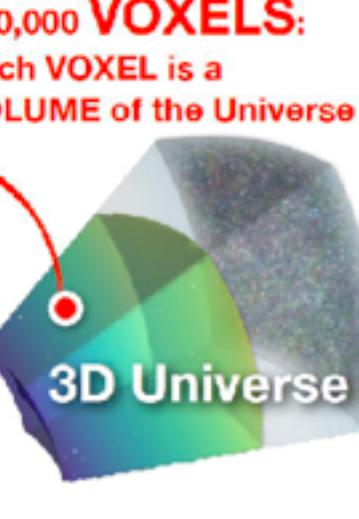
独自性・創造性

- 野辺山・なんてん・VST・富士山望遠鏡・ASTEそしてアルマへ発展した我が国の(サブ)ミリ波天文学に根ざした日本発の計画。
- 集積超伝導分光器やミリ波補償光学など、日本の若手研究者が提唱した創造性の高い独自技術を投入し、アルマを数桁上回る分光撮像探査能力(マッピング・スピード)を実現。アルマ2の超伝導受信機開発や、データ科学と連携した新しいサブミリ波分光観測・解析法など日本独自の成果に基づく計画。

コミュニティーでの合意形成と国内外での連携

- 宇宙電波懇談会で第2位の推薦。高い科学的評価の一方で、計画としては若いフェイズにあるとの評価。
- 欧州主導 AtLAST計画(欧洲連合EU Horizon 2020/25獲得, €7M)との統合を合意。初の再生可能エネルギーによる天文台。
- 日本で90名以上の研究者によるLST白書を出版。日本天文学会企画セッション、月例LSTセミナーなどコミュニティとの連携を強化。競争的資金(特推、国際先導、基盤S、ERC等)による若手研究者を巻き込んだ鍵技術の開発と科学推進を実施中。

波長域
視野
ケイデンス



VOLUMIC
Astronomy across the COSMIC WEB

- Star-Forming Galaxies
- Diffuse Matter
- Galaxy Clusters



ASTEにおける集積超伝導分光器の科学実証(2023~)



AtLAST会議(2024.5)での計画統合の合議

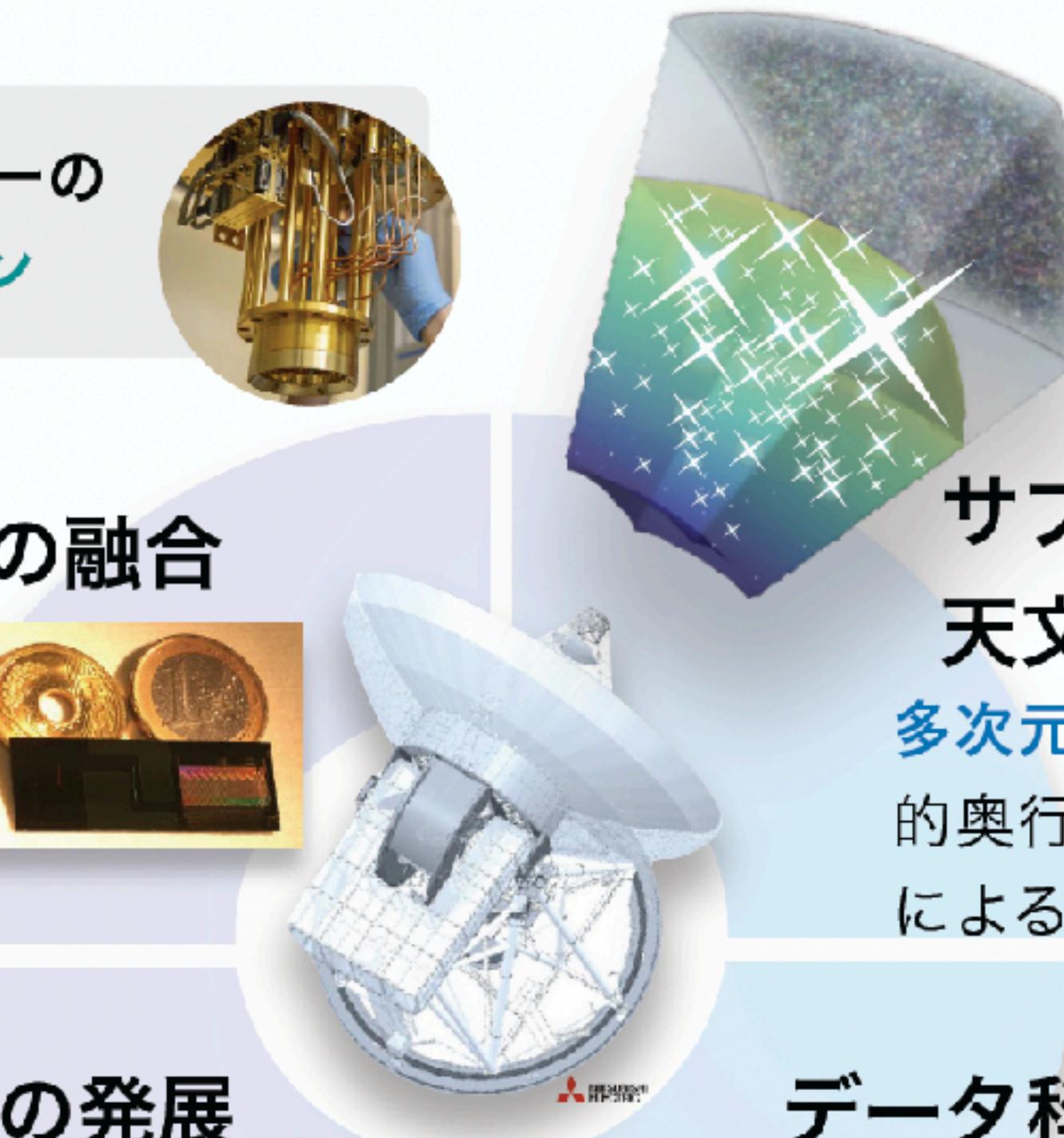
Slide by K. Kohno

- 誤り耐性型汎用量子コンピューターの実現などの量子技術イノベーション

波及

超伝導ナノテクノロジーとの融合

超伝導工学・超伝導フォトニクスを駆使した超伝導共振器技術や超低消費電力増幅器の創出と検出器への応用



超大型THz帯アンテナ技術の発展

建築構造学や統計科学との融合による高精度アンテナの製作技術・補償光学技術・検出技術の創出

波及

- 惑星探査機や月面探査を支える深宇宙探査地上局アンテナの大容量化
- 便利かつ安心安全の社会をめざす“Beyond 5G/6G”-衛星連携の大容量化



- 大型天文学計画との連携

相乗

サブミリ波望遠鏡がもたらす天文学研究の深化

多次元宇宙掃天観測（空間・宇宙論的奥行き・周波数・時間軸・偏光）による天体形成・構造形成論の開拓

データ科学との融合

工学・数理科学分野との融合による膨大な多次元観測データの信号処理技術の開拓

波及

- ノイズ画像処理や医療分野の精密画像診断等の統計科学分野の新たな開拓
- ビッグデータ画像解析技術による、老朽化した社会インフラの非破壊診断・予測への貢献

サブミリ
広視野



光赤外
広視野

サブミリ
高解像度

光赤外
高解像度

他の波及効果

- 極限環境下での自立かつ安定した発電技術・蓄電技術・電力マネジメントの実証
- 再生可能エネルギー関連の産業界とSDGs政策への波及効果

南極12mテラヘルツ望遠鏡計画(ATT12)

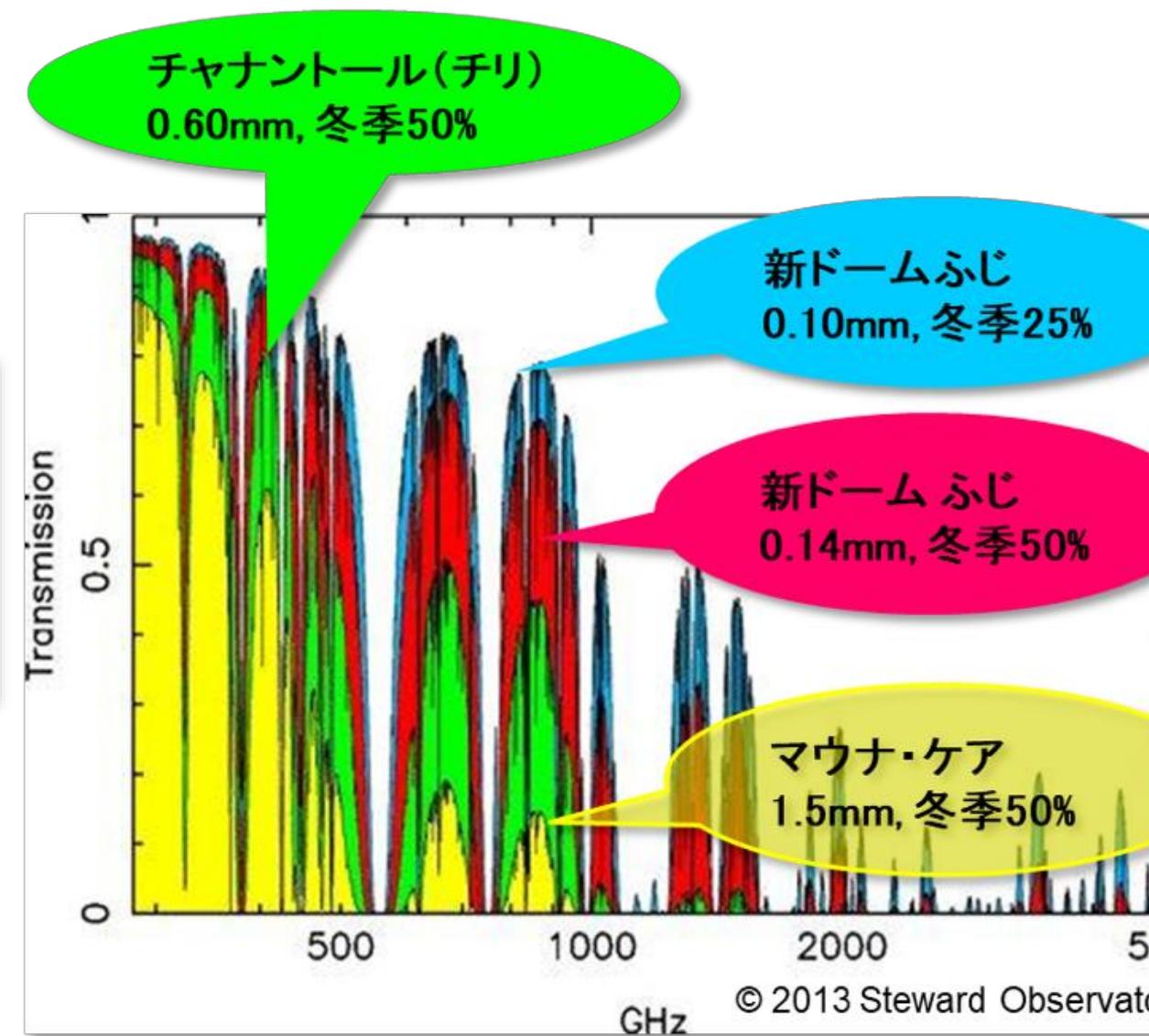
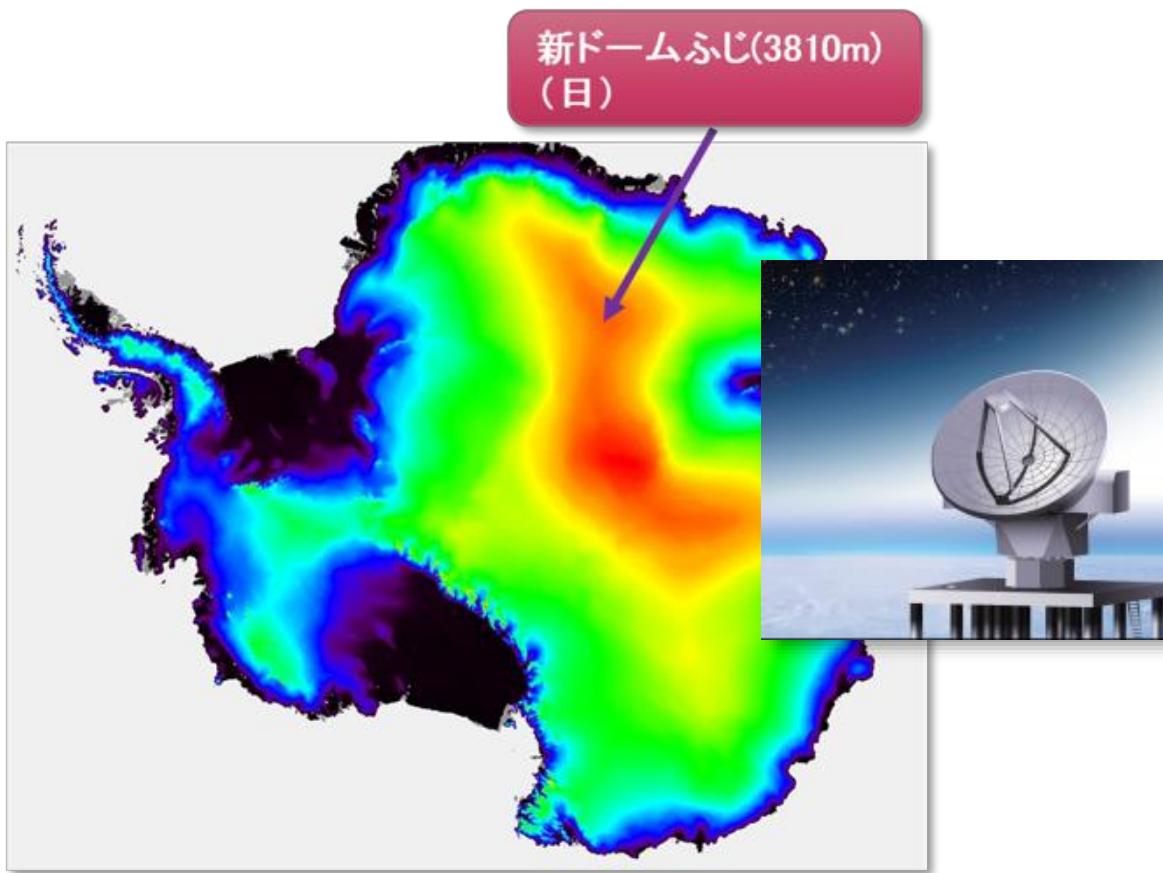
Slide by N. Kuno

南極内陸部:地上最高の観測サイト(新ドームふじ)

- 高い大気透過率 ⇒ 地上で唯一、テラヘルツ帯での観測が可能
- 極めて安定な大気 ⇒ 大規模サーベイを可能に
- 国際的な天文観測拠点となりうる

▶ 12mテラヘルツ望遠鏡:

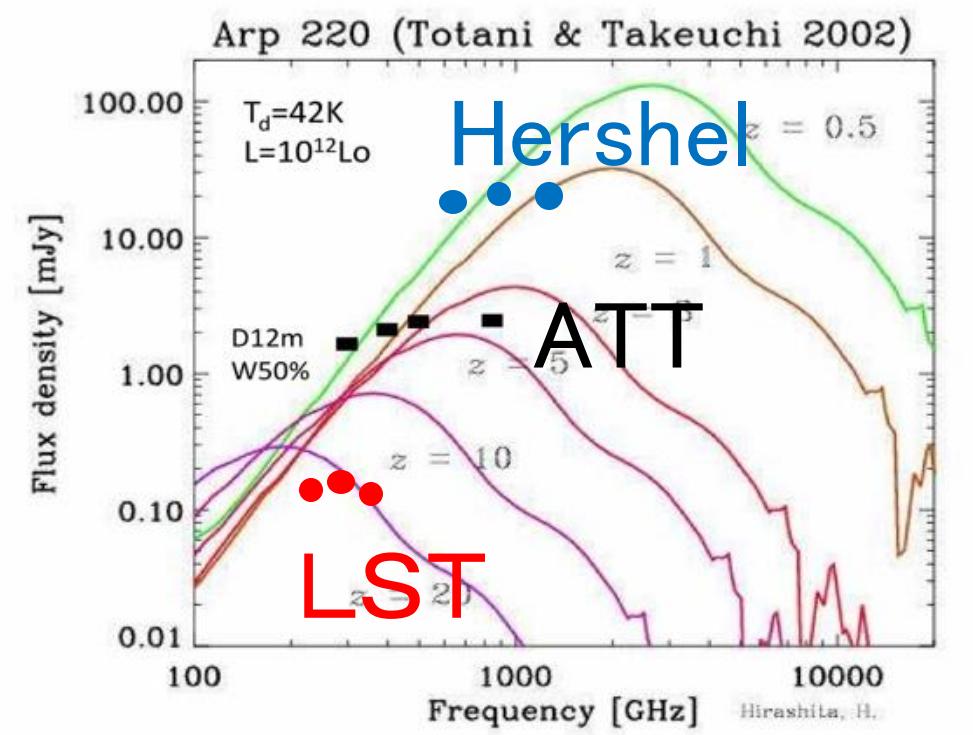
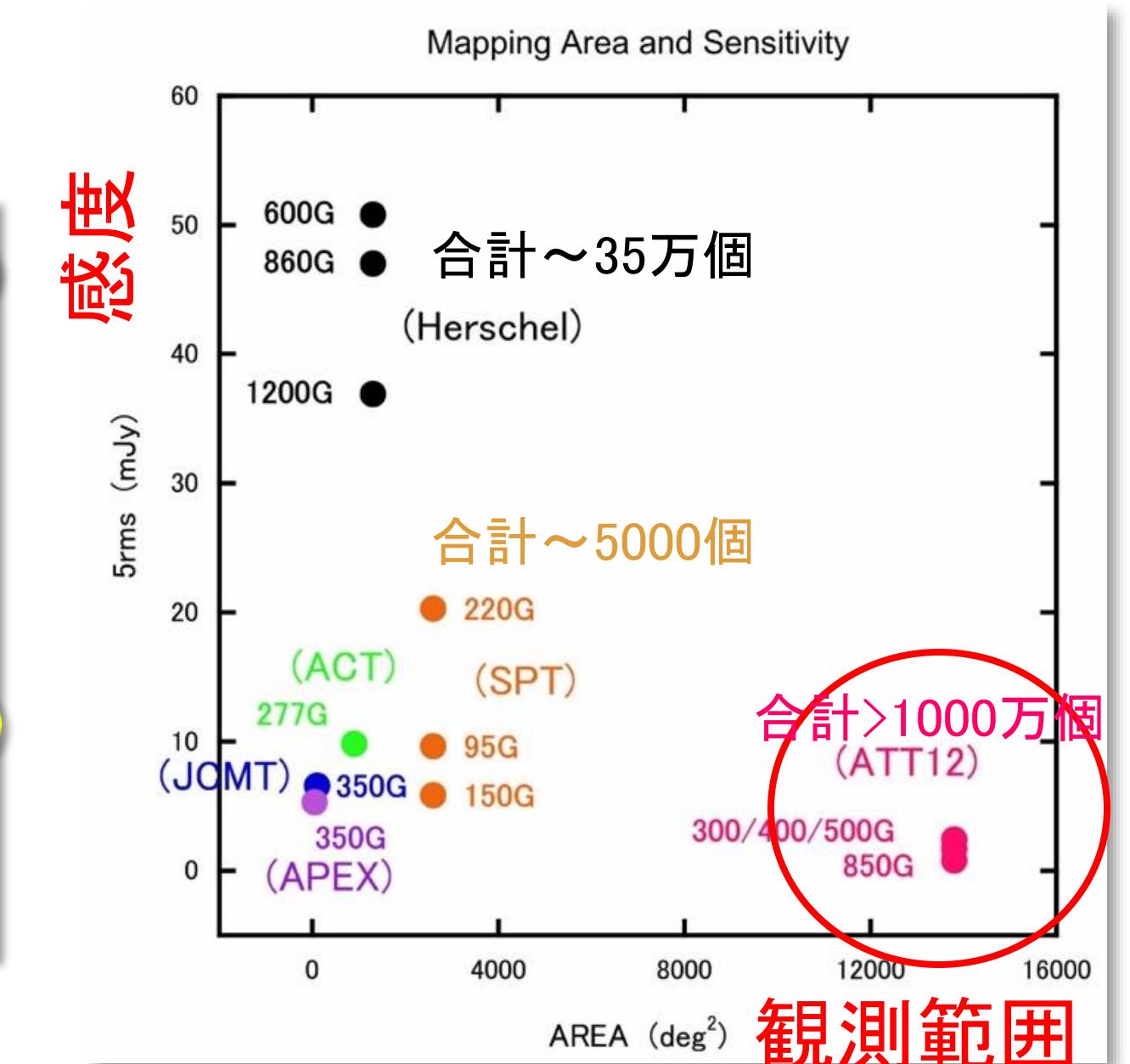
- 観測周波数: 200 GHz – 2 THz
- 広視野($\geq 1^\circ$)
- 広視野MKIDカメラ(850 GHz, 300/400/500/650 GHz)
- ヘテロダイン受信機(450GHz, 650GHz, 800GHz, 1THz, 1.3THz, 1.5THz, 1.9THz)



▶ ATT12による銀河進化の研究

(連続波)超広視野電波カメラによるConfusion limitでの
南天全域掃天観測

- ⇒ ダスト熱放射で1000万個以上の銀河を検出
他波長と合わせて銀河のSED決定
 - ⇒ 銀河の星形成史・AGNの進化
 - ⇒ 多数の重力レンズ天体 → ハッブル定数の測定
- (スペクトル線)遠方天体からの遠赤外線の微細構造線
([CII]158, [OI]145, [OIII]52/88, [NII]122/205...)
- ⇒ 銀河の星間媒質の時間進化
(電子密度、金属量、電離状態)



- ▶ ngEHT(Event Horizon Telescope)の重要局として期待
- ▶ 極域からの地球大気観測
- ▶ テラヘルツ技術の産学連携
- ▶ 将来:30m級テラヘルツ望遠鏡¹²

LiteBIRD (ライトバード) — 熱いビッグバン以前の宇宙 を探索するマイクロ波背景放射偏光観測宇宙望遠鏡



Slide by T. Matsumura

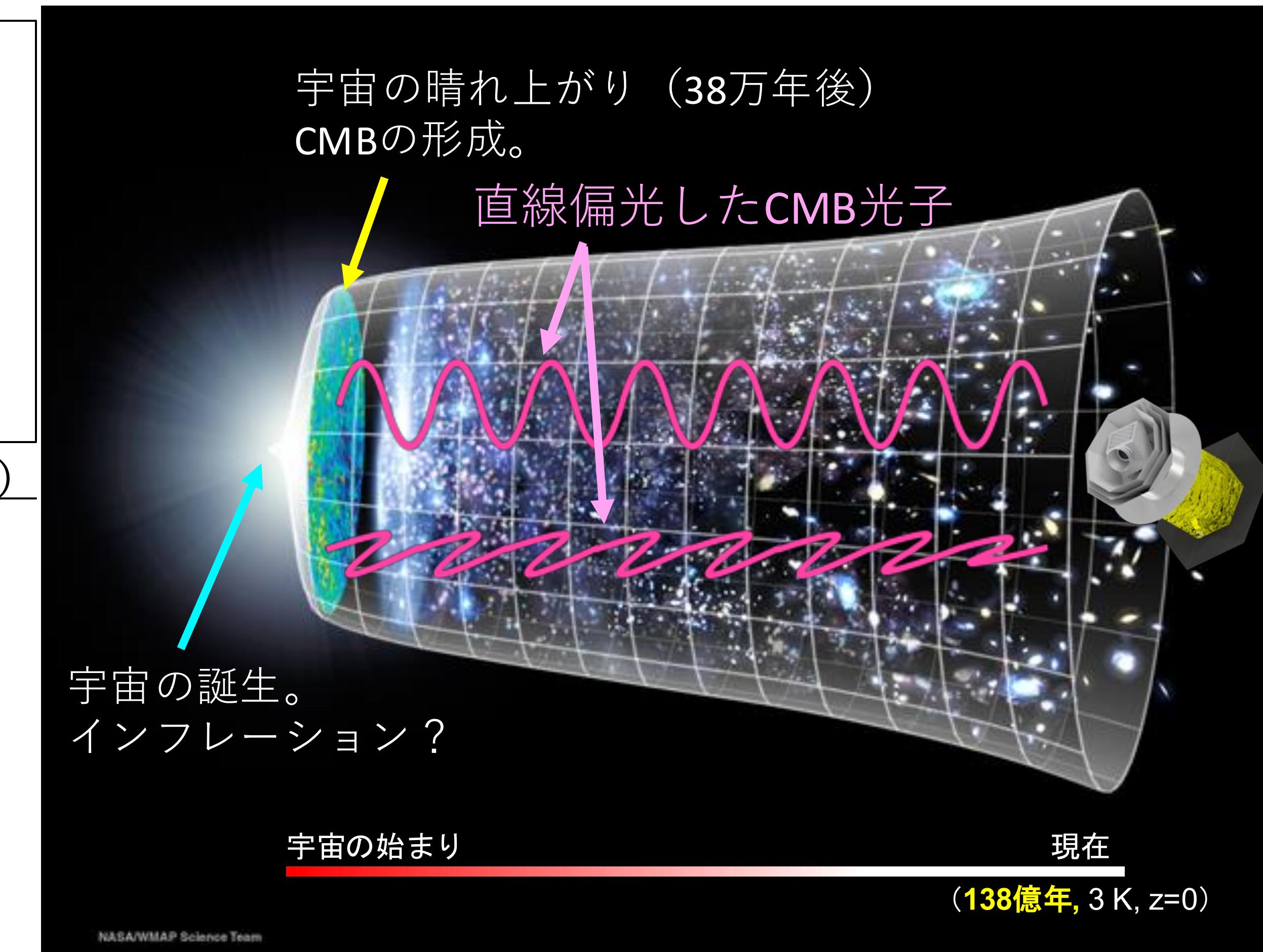
宇宙マイクロ波背景放射 (CMB : Cosmic Microwave Background)

ビッグバンの残光。宇宙の晴れ上がり（宇宙誕生から38万年後）で形成される。CMBは、38万年以前の初期宇宙、そして38万年以降の宇宙進化の歴史を我々に伝えてくれる貴重な**メッセンジャー**。

LiteBIRDの科学目的は、全天の多周波数帯マイクロ波偏光マップを作成し、原始重力波の観測を通じて代表的なインフレーション模型を検証するとともに、宇宙論・素粒子物理学・宇宙物理学においてこれまでにない新しい知見をもたらすことである。

宇宙論・宇宙物理における科学成果（例）

- 偏光天体力カタログ
- 銀河系内のミリ波放射
- 銀河団等熱いガスのマップ
- 弱重力レンズ効果 Bモード
- 宇宙再電離（光学的厚み）
- 宇宙論的複屈折
- CMBスペクトル歪みの異方性
- 宇宙論的原始磁場
- 統計的偏光アノマリーの探求
- インフレーション仮説の検証など



LiteBIRD衛星概要

LiteBIRD（ライトバード）衛星は、JAXA主導の国際協力プロジェクトにより開発される。

衛星

全高：5.7m、直径：4.3m

重量：3 t（推薦込）、電力：2850W

軌道

太陽-地球系のラグランジュ点(L2)
周りのリサジュー軌道。

望遠鏡

口径50cmの反射光学系。

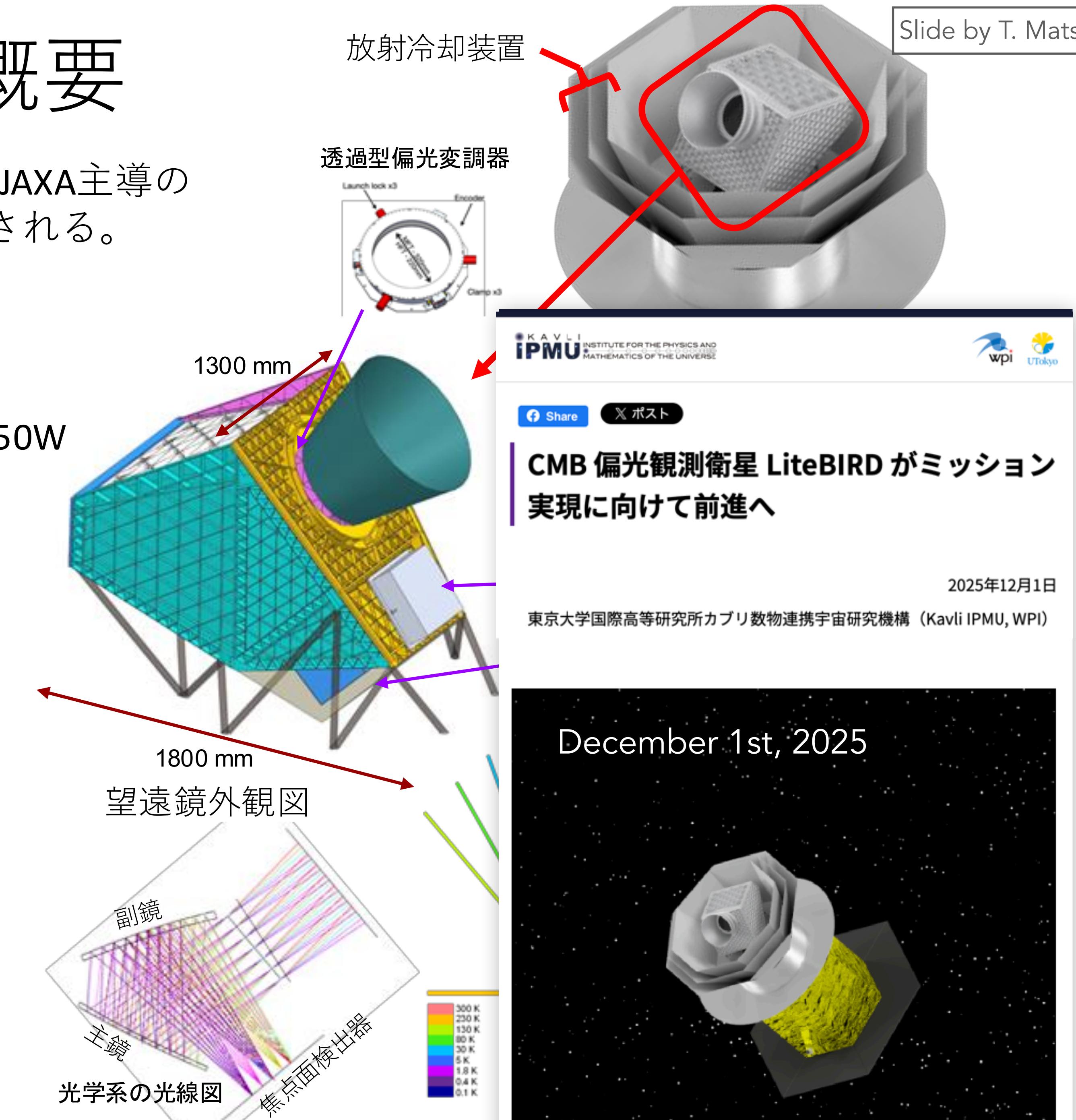
観測周波数帯：34-448 GHz。

偏光変調器を搭載。

望遠鏡全体を5Kに冷却。

冷却系

放射冷却と機械式冷凍機を組み合わせた無寒剤冷却系。



International context

国際的な潮流

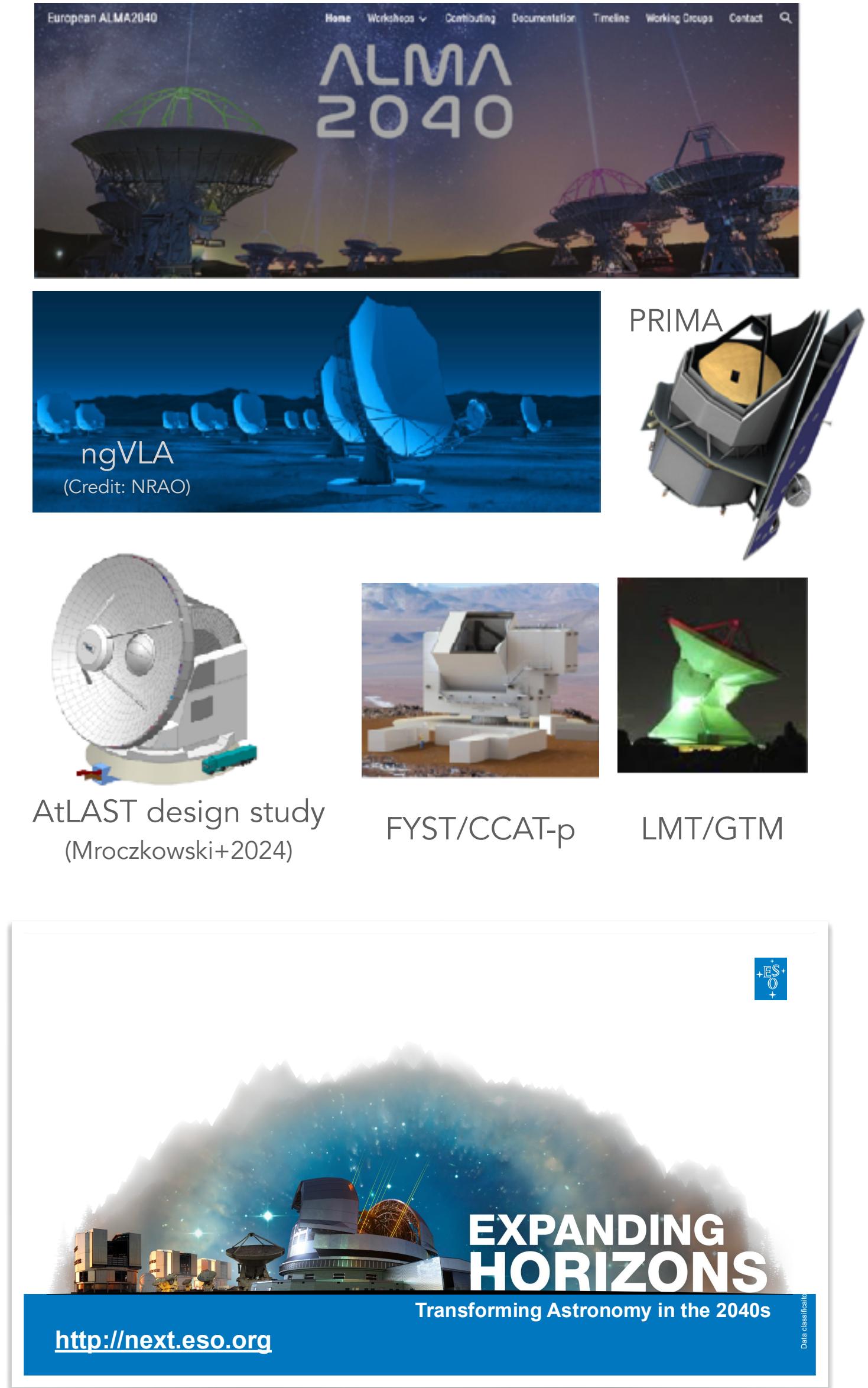
Global Coordination Recommendations (Kavli–IAU Workshop 2024)

- Emphasized the importance of far-IR to mm science & technology for 2030+. (Note: SKA1 is not the scope)
 - **ALMA**: WSU identified as the highest priority. Future concept “ALMA 2040” under discussion, including expanded baselines and improved spectral sensitivity.
 - **ngVLA**: 10× sensitivity and 20–200× resolution compared to current cm/mm arrays.
 - **Large single-dish telescopes (AtLAST/LST)**: Wide-field surveys and synergy with ALMA and global sub/mm VLBI.
 - **Far-infrared missions**: Need to bridge the gap between JWST (<30 μm) and ALMA (>350 μm).

ESO “Expanding Horizons” Initiative

- Strategic planning for 2040s large-scale facilities after ELT completion.
- Calls for proposals (2026) and white papers (2025 Dec) for future projects, including ALMA 2040 and AtLAST.

Kavli-IAU Workshop Report
[www.arxiv.org/abs/2409.07570](https://arxiv.org/abs/2409.07570)



NAOJ Science Roadmap programs

国立天文台サイエンスロードマップの計画

NAOJ SRM - Proposed programs in radio astronomy

国立天文台サイエンスロードマップの電波天文学関連計画

1	Square Kilometre Array Phase 1	SKA1
2	Advanced R&D hub for future GW detectors with TAMA300	
3	光赤外線天文学研究教育ネットワーク事業	
4	大学VLBI連携	Universities VLBI
5	重力波望遠鏡KAGRAによる重力波天文学の推進	
6	第3世代重力波望遠鏡 (3G)	
7	Ultra-Doppler - 地球の双子惑星を探査する超高精度ドップラー装置	
8	PRIMAによる遠赤外線天文学の推進	
9	次世代大型電波干渉計 ngVLA	ngVLA
10	ダークユニバース宇宙論研究拠点	
11	国際滞在型天文学宇宙物理学研究会・スクール の拠点形成	
12	惑星科学、生命圏科学、および天文学に向けた紫外線宇宙望遠鏡 (LAPYUTA) 計画	
13	30m光学赤外線望遠鏡計画TMT	
14	恒星系の深・広視野探査で拓く銀河系・局所銀河群の化学動力学進化	
15	銀河形成研究拠点: プロジェクト・分野横断研究に基づく新しい銀河形成研究の展開	
16	超精密フォーメーションフライト実証機SILVIA	
17	NASA Habitable Worlds Observatoryへの参加	
18	系外惑星研究拠点形成	
19	電波・赤外線観測と理論に基づく星惑星形成領域から惑星系への進化の解明	
20	サブミリ波望遠鏡 ASTE での広域/広帯域観測に基づく天体形成・構造形成の研究	ASTE

- Large-scale projects (incl. ALMA2. No LiteBIRD proposal)
- Existing facilities
- Related future programs

21	宇宙と生命の起源を探究する大型ミリ波サブミリ波望遠鏡アルマ2計画	ALMA2
22	すばる望遠鏡の安定運用と機能向上：「すばる2」から「すばる3」へ	
23	マルチメッセンジャー天文学連携拠点	
24	次世代シミュレーションで探る天体の構造と起源	FIR/THz Interferom.
25	遠赤外線テラヘルツ干渉計による天体の形成と進化の解明	
26	赤外線位置天文観測衛星JASMINE	
27	ADCによる大規模多波長観測データ科学にむけた世界標準のデータ科学拠点の構築	
28	宇宙望遠鏡と地上望遠鏡の協調観測による系外惑星のキャラクタリゼーション	
29	超精密分光観測による天文学	LST/AtLAST
30	LST/AtLAST計画推進とサブミリ波多次元掃天観測による天体・構造形成の研究	
31	Exoplanet Imaging and Characterization with Subaru SCExAO and TMT-PSI	
32	岡山光赤外望遠鏡群を中心とした時間軸天文学・人材育成・国際連携の拠点構築	
33	野辺山45m鏡を用いた次世代技術開発とミリ波大口径アンテナによる天文学	Nobeyama 45m
34	赤外線宇宙望遠鏡GREX-PLUS	
35	月面天文台TSUKUYOMI	TSUKUYOMI
36	南極30mテラヘルツ望遠鏡計画	ATT 30
37	太陽フレアX線集光撮像分光観測計画	
38	高感度太陽紫外線分光観測衛星SOLAR-C	
39	大型宇宙光学赤外線望遠鏡	
40	太陽活動の継続的観測: ひので衛星、三鷹地上観測	Mizusawa/EAVN/EHT
41	東アジアおよびグローバルVLBIの推進とその最高分解能を生かした観測研究	
42	太陽系内小天体探査計画における惑星測地学の推進：MMXとはやぶさ2拡張ミッション	
43	すばるHSC-MB+PFSサーベイ: 高赤方偏移における大規模構造の探査	

Findings from Latest Community Symposium

宇宙電波懇談会シンポジウムでの議論 - わかったこと、次のステップ

Key Findings

- Current and future projects must be linked in one continuous plan. Resource conflicts and fragmented planning pose major risks. Technology continuity and human resource development remain essential.
- **ALMA:** Strong consensus to implement ALMA2 upgrades without delay. Need to kick off ALMA 2040 discussions.
- **Low-frequency interferometers:** Need to treat Mizusawa and ngVLA+SKA1 together. Need for concrete planning of funding and staffing for SKA1 and ngVLA.
- **Single-dish facilities:** Clear pathway identified from current Nobeyama & ASTE toward LST/AtLAST or ATT. A risk: few/no domestic mm-wave SD telescopes since ~2035.

Recommendations

- Create a *unified* roadmap that connects current and future facilities.
- Restart the Future Working Group to coordinate and reflect these in NAOJ SRM/IP.

Udenkon Symposium FY2024
(Mitaka, January 2025)
~160 attendees



≡ 宇電懇シンポ 2025

宇宙電波懇談会シンポジウム 2025

将来計画とリンクする国立天文台の現観測所

●

国立天文台 三鷹キャンパス - 2025年1月8~10日

将来計画とリンクする国立天文台の現観測所

将来計画を推進するうえで、現在進行中のプロジェクト（既存の観測所）のありかたに関する議論は避けられません。リソースに制約がある状況のもと、電波天文コミュニティの大多数は、既存観測所を維持させたい立場と将来計画を推進したい立場のあいだの葛藤に揺れ動いていると言えます。近年の宇電懇シンポジウムに主に将来にスポットを当て、極限性能(2020年度)、将来のサイエンス(2021年度)、ALMA2(2022年度)、電波天文のコーナー(2023年度)を討論してきたところです。



White paper from the VLBI community

VLBI 将来計画ワーキンググループ 検討報告書

Japan VLBI Consortium (V-con, 1990–)

- VLBI branch of radio astronomy + Geodetic VLBI (non-astronomers).
- Community size: ~135 members.
- Coordinates domestic research activities related to VLBI.

White paper (2021)

- Covers global+domestic VLBI networks (EAVN/VERA/NRO/JVN, EHT/BHEX).
- Provides inter/national roadmaps, promotes synergy with SKA1/ngVLA.

VLBI White Paper 2021

www2.nict.go.jp/sts/stmg/vcon/

Recommendations:

1. センチ波帯を網羅した観測システムの開発およびアレイの拡張により、高空間分解能観測によるコンパクト天体の研究分野の開拓と大学を中心に実績を積み重ねているメタノールメーザーモニターを基軸とした大質量星形成過程の観測的研究を発展させる
2. 従来のミリ波帯を中心とした老齢星における質量放出過程の観測的研究、天の川銀河中心領域の位置天文観測、超巨大ブラックホールおよび活動銀河核ジェットの観測的研究の継続および、86GHzなど、より高い周波数のアレイへ拡張し研究を発展させる
3. アレイの超広帯域化による地球内部の流体核自由章動/内核自由章動の高精度計測により、内部組成・構造・運動の理解を目指す

1. Centimeter-Wave: Expand arrays for high-resolution compact object studies; advance massive star formation via methanol maser monitoring.) SKA1-MID
2. Millimeter-Wave: Continue AGN jets and Galactic center studies; extend to higher frequencies (e.g., 86 GHz).) EAVN, ngVLA
3. Ultra-Wideband: Improve Earth's core dynamics understanding through precise free oscillation measurements.) Geodetic VLBI

Community-level SWOT analysis

Hey Chappy, can you make a SWOT analysis based on Udenkon docs?



Internal origin

External origin

Helpful

	Strengths	Weaknesses
Internal origin	<ul style="list-style-type: none"> Proven international delivery track record (ALMA operations & upgrades) and trusted partnerships. Unique technical capabilities: superconducting receivers, wideband correlation/transport, time/frequency distribution, large antennas. Science breadth across bands: CMB polarization (LiteBIRD), THz single-dish surveys (ATT12), submm discovery space (LST/AtLAST), cm/mm interferometry (ngVLA), meter-wave cosmology & pulsars (SKA). Talent pipeline: strong cross-disciplinary training in astronomy × engineering × data science. 	<ul style="list-style-type: none"> Resource dilution and overlap across multiple large projects; limited capacity to lead more than one "frontier" simultaneously. Missing unified roadmap that stitches together mm/submm/low-frequency/VLBI with existing observatories (NRO 45m, ASTE, Mizusawa, university VLBI). Internal conflicts (e.g., ngVLA vs. SKA; ALMA vs. ngVLA vs. LST/AtLAST) and unclear prioritization logic. Continuity risk for end-to-end instrument design culture (from concept to publication).
External origin	<ul style="list-style-type: none"> Global alignment: near-term priority on ALMA WSU; momentum for AtLAST/LST single-dish; far-IR probe concepts; strengthening international consortia. Technology leverage: AI & semiconductors for signal processing & survey science, quantum technologies, green observatories. Industry collaboration (THz/cryogenics, photonics, advanced manufacturing) and broader data science initiatives. High-impact science in the 2030s: reionization-era galaxy ecosystems, SMBH growth, planet formation diversity, primordial B-modes. 	<ul style="list-style-type: none"> Budget headwinds and competition internationally; timelines slipping or down-scaling of facilities. Human resource constraints in specialized engineering and data operations. Double-failure scenario if competing domestic pushes split effort and neither major project matures. Site, logistics, and energy risks, especially for Antarctic THz operations and high-altitude large dishes. No domestic mm-wave telescope(s) since ~2035 if current facilities are closed to enhance the future programs abroad.

Community-level SWOT analysis - Helpful

Internal origin

Strengths

- Proven **international delivery track record** (ALMA operations & upgrades) and **trusted partnerships**.
- **Unique technical capabilities**: superconducting receivers, wideband correlation/transport, time/frequency distribution, large antennas.
- **Science breadth across bands**: CMB polarization (LiteBIRD), THz single-dish surveys (ATT12), submm discovery space (LST/AtLAST), cm/mm interferometry (ngVLA), meter-wave cosmology & pulsars (SKA).
- **Talent pipeline**: strong cross-disciplinary training in astronomy × engineering × data science.

External origin

Opportunities

- **Global alignment**: near-term priority on ALMA WSU; momentum for AtLAST/LST single-dish; far-IR probe concepts; strengthening international consortia.
- **Technology leverage**: AI and semiconductors for signal processing & survey science, quantum technologies, low-power/green observatories.
- **Industry collaboration** (THz/cryogenics, photonics, advanced manufacturing) and broader data science initiatives.
- **High-impact science in the 2030s**: reionization-era galaxy ecosystems, SMBH growth, planet formation diversity, primordial B-modes.

Community-level SWOT analysis - Harmful

Internal origin

Weaknesses

- **Resource dilution and overlap across multiple large projects;** limited capacity to lead more than one “frontier” simultaneously.
- **Missing unified roadmap** that stitches together mm/submm/low-frequency/VLBI with existing observatories (NRO 45m, ASTE, Mizusawa, university VLBI).
- **Internal conflicts** (e.g., ngVLA vs. SKA; ALMA vs. ngVLA vs. LST/AtLAST) and **unclear prioritization logic**.
- **Continuity risk for end-to-end instrument design culture** (from concept to publication).

External origin

Threats

- **Budget headwinds and competition internationally;** timelines slipping or down-scaling of facilities.
- **Human resource constraints in specialized engineering and data operations.**
- **Double-failure scenario** if competing domestic pushes split effort and neither major project matures.
- **Site, logistics, and energy risks,** especially for Antarctic THz operations and high-altitude large dishes.
- No domestic mm-wave telescope(s) since ~2035 if current facilities are closed to enhance the future programs abroad.

The 2nd Radio Astronomy Future Planning Working Group (since 2025)

第2期電波天文将来計画検討ワーキンググループの発足 (2025~)

Udenkon future planning working group (WG)

ワーキンググループの委員構成と諮問事項

Members

- 12 members + 6 external members + 7 observers
- Chair: K. Kohno (UTokyo)
- Vice-chairs: M. Fukagawa (Tohoku), K. Niinuma (Yamaguchi)

Advisory items and charges: Japan's Radio Astronomy Roadmap

- Input to NAOJ Science Roadmap (SRM) and implementation plan.
 - Cover 11 proposed NAOJ-SRM programs + LiteBIRD through ~2035.
 - Define priorities, feasibility (time, budget, personnel), and address conflicts if multiple projects compete.
- Milestones: NAOJ SRM (FY2025 Q4) & Implem. Plan (FY2026 Q2).
- SCJ GrandVisions (日本学術会議 未来の学術振興構想)
- Plan the Udenkon Symposia

Uden members	
Takuma Izumi	NAOJ
Fumi Egusa	UTokyo
Akira Endo	TU Delft
Kotaro Kohno *	UTokyo
Toshiki Saito	Shizuoka
Keitaro Takahashi	Kumamoto
Kotaro Niinuma **	Yamaguchi
Atsushi Nishimura	NAOJ
Takuya Hashimoto	Tsukuba
Misato Fukagawa **	Tohoku
Mareki Honma	NAOJ
Munetake Momose	Ibaraki
External members	
Yuri Aikawa	UTokyo
Hanae Inami	Hiroshima
Masaomi Tanaka	Tohoku
Kengo Tomida	Tohoku
Tohru Nagao	Ehime
Toru Yamada	JAXA
Observers	
Toshikazu Ohnishi	OMU
Masao Saito	NAOJ
Masumi Shimojo	NAOJ
Kenta Fujisawa	Yamaguchi
Kentaro Motohara	UTokyo
Takuya Akahori	NAOJ
Yoichi Tamura	Nagoya

* Chair, ** Vice-chair

Process for Radio Astronomy Roadmap development

Timeline

1. Collect Resource Profiles from Each Project (Kohno→Projects→WG) [2025 Nov]

- Request data on required resources: Budget, Human resources, Technical readiness, Facility and equipment needs
- Include both ongoing and future plans (11 NAOJ-SRM programs + LiteBIRD)

2025
November

2a. Science Goal Integration (Niinuma, Egusa, Inami, Tanaka, Tomida)

- Summarize major science objectives for each project.
- Map science goals to project timelines / milestones.
- Consider scientific impact, technical sustainability, and international alignment.
- Visualize interdependencies / synergies.

December

2b. Aggregate and Analyze Feasibility (Momose, Honma, Niinuma, Nishimura, Izumi, Endo)

- Compile resource profiles by implementing institution (e.g., Nagoya U for SKA1).
- Evaluate feasibility under realistic constraints: Timeframe (~2035), Budget / Personnel availability.
- Identify potential conflicts between projects and propose mitigation strategies.

2026
January

3. Deliverable: Roadmap Document (Kohno, Takahashi, Fukagawa, Nagao, Aikawa, Yamada)

- Combine resource analysis and science goals into a coherent roadmap.
- Include implementation scenarios (year-by-year priorities), inter-project relationships, and risk assessment.
- Public review and feedback before finalization. [2026 Feb] → **Finalize Roadmap Document** [2026 Jun]

February

:
June

Summary

まとめ

- **Top Priority:** ALMA2 upgrade; other major plans include ATT12, LiteBIRD, LST/AtLAST, ngVLA, and SKA1. ALMA2 完遂が最優先
- **Key Discussion:** Strong interest in low-frequency interferometers and sub/mm-wave facilities, but resource conflicts have emerged. 低周波干渉計と(サブ)ミリ波装置への強いデマンド
- **Roadmap Development:** Future Plan WG has launched efforts to create a comprehensive Radio Astronomy Roadmap. 将来WGによる「電波天文ロードマップ」の策定を開始
- **Global Alignment:** International trends highlight the need for cross-wavelength strategies and coordinated planning.
- **Next Steps:** Community discussions will continue at the Udenkon Symposium (Dec 23–25, Hongo, UTokyo). 国際的潮流とも整合した計画策定が進行中

今年度の宇電懇シンポジウム(東大本郷, 12月23-25日)で議論を継続

