

SQUARE KILOMETRE ARRAY / 百万平米電波望遠鏡



赤堀卓也 (国立天文台水沢VLBI観測所) 他日本SKAコンソーシアム
お問い合わせ: inquiry@ska-jp.org ウェブサイト: http://ska-jp.org



2017秋版

計画

SKAとは人類史上最大の大陸望遠鏡

SKA計画は南アフリカとオーストラリアに建設するセンチ波・メートル波で世界唯一の大型科学事業です。2020年代に運用を予定しています。

SKA第一期

建設費: 670 M€ / 運用費: 100 M€
建設: 2018- / 初期運用: 2021-

SKA第二期

建設費: 試算中 / 運用費: 試算中
建設: 2023- / 運用: 2028-

SKA1 LOW:

オーストラリアに約13万基のログペリオディックアンテナを設置します。観測周波数は50 MHzから350 MHz、アンテナ範囲は70 kmです。

SKA2 LOW:

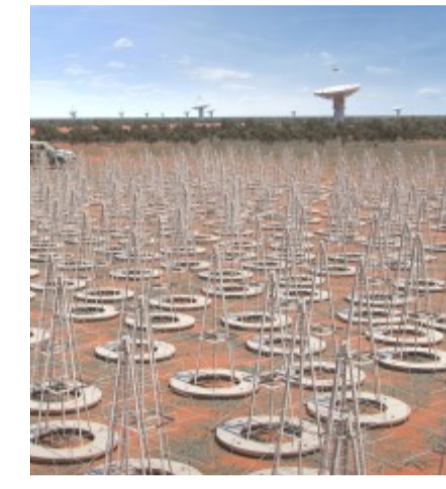
アンテナ数を約50万基、アンテナ範囲を約300 kmにまで拡大します。

SKA1 MID:

南アフリカに約200台のパラボラアンテナを設置します。観測周波数は350 MHzから17 GHz、アンテナ範囲は150 kmです。

SKA2 MID:

アンテナ数を約2500台、観測周波数上限を25 GHz、そしてアンテナ範囲は3000 kmまで、それぞれ拡大します。受信機も広視野または広帯域フィードに更新します。



世界10カ国がSKAのメンバー国です。主要国は、ジョドレル・バンク観測所内にSKA本部を置く英国と、望遠鏡を設置する南アフリカとオーストラリアです。日本はまだメンバー国ではなく、オブザーバー国として研究者レベルで貢献しています。約200名の科学者・技術者が集まる日本SKAコンソーシアム(SKJ-CP)が、国立天文台と協力しながら、日本の正式参加に向けた検討を進めています。

科学

SKA望遠鏡と切り開く人類未踏の宇宙

SKA計画では、この波長帯でしか解明できない、あるいはこの波長帯の観測が極めて重要となる、さまざまな宇宙の謎に取り組みます。
SKAの科学白書: <http://pos.sissa.it/cgi-bin/reader/conf.cgi?confid=215>

極限宇宙への挑戦

宇宙の夜明け:

他の波長では観測することのできない、宇宙で最初の星やブラックホールが誕生する世界がどうなっているのかを解明します。

銀河進化・AGN:

銀河の中で星が生まれる割合やガスの組成を、歴史をさかのぼり明らかにします。巨大ブラックホールや活動的銀河の系譜を明らかにします。

宇宙論:

暗黒エネルギーや重力理論に迫ります。原始非ガウス性と呼ばれる宇宙の物質分布のパターンを、他波長での研究を凌駕する精度で明らかにします。

宇宙物理学への挑戦

パルサー:

パルサーを長期に渡り監視し、重力波を検出します。膨大な数のパルサーを精査して、宇宙検閲官仮説や脱毛定理と呼ばれる重力理論を検証します。

宇宙磁場:

宇宙の様々な天体に普遍的に存在する巨大な磁場が、いつ生まれどのように進化してきたか探ります。ミッシング・バリオンを調査します。

星間物質・星雲形成:

私たちの銀河の中で多相な状態にある水素のうち、水素原子の分布を詳細に解明します。星が生まれて進化する環境を調べます。

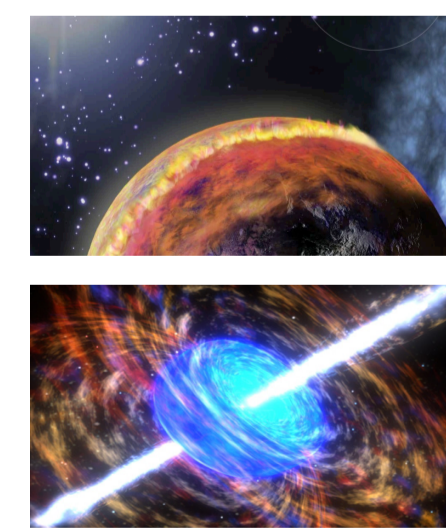
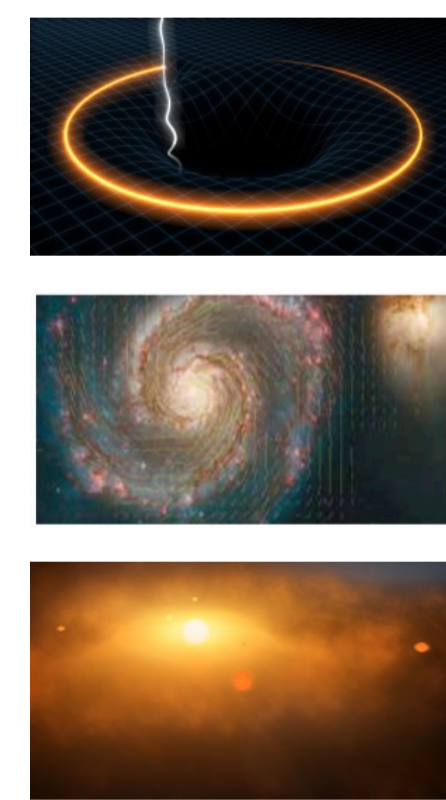
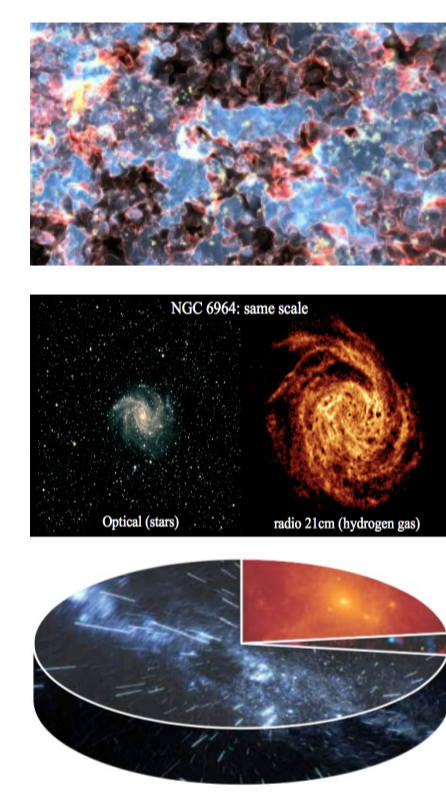
未知への挑戦

宇宙生命:

惑星の源となる領域で、生命の誕生につながるアミノ酸などの有機分子を探索します。地球外知的文明からの信号がないか探索します。

突発現象:

新発見の高速電波バースト(FRB)を始めとする突発的な現象を探ります。誰も予想しないような将来の新現象の発見に備えます。



技術

SKA望遠鏡を実現させる技術

SKAは相関処理とビームフォーミングによって宇宙を観測します。それに必要な信号処理装置や、砂漠の中を長距離信号伝送するシステム、スーパーコンピュータセンター、そしてもちろん多数のアンテナが、かつてないスケールで建設される予定です。

SKA第一期からの日本の開発貢献項目は?

日本が長年培ってきた広帯域技術や干渉計技術は、SKA第一期において直ちに役立つものです。少なくとも以下の3項目について直ちに貢献していく準備をしています。

- SKA MID 高周波広帯域受信機の開発 (Band 5c → 5a+5b+5c → 3+4+5)
- SKA MID VLBI用バックエンドシステムの開発
- SKA LOW/MID 組み立て・統合・実証 (AIV)

SKA第二期では?

SKA第二期では、その規模を第一期の10倍に拡大することを目指しています。そのような巨大な装置を砂漠の遠隔地に設置することから、建設コストだけでなく運用コストも重要な要素です。

高信頼性・低消費電力・低コスト

の技術革新が求められています。たとえば...

- UHF全帯域受信システム
- 超伝導フィルタと小型冷凍機
- 光子電子融合回路

地球 2 周分の光ファイバー

世界のインターネットトラフィックの 10 倍のデータ量

産業

SKAが期待する産業界からの貢献

SKAが求める技術要求を達成するだけでなく、それを現実的に安定して生産・供給するために、産業界の積極的な計画への参加が不可欠です。

SKA計画は、最先端デバイス、超高速コンピューティング、ビッグデータを活用するICTやIoTなど、高品質で挑戦的な技術を、製品だけでなく開発段階のものまで活用します。ハイテクな発電送電システム、リモートアクセス、遠隔制御など、天文学と関係性の低い産業分野でのソリューションも求めています。

SKA計画はSKA第一期の最終設計段階にあります。その設計と開発のために、国際的な組織ワークパッケージコンソーシア(WPC)が結成されています。約500名のエンジニアや研究者が所属する約100の企業が、巨大なジグソーパズルの全ての駒の設計と開発を進めています。SKA計画への企業の参画は、開発企業と大量生産企業と協力するような多様な組み合わせの組織を形成することを意味します。

SKAで期待される業種(例)

- 観測局設置現場調査、光熱水などの基盤施設技術とその整備
- 電力設計や電力工学
- 広帯域・能動素子構成の開口面及び焦点面位相合成アンテナ
- パラボラアンテナ用の比帯域10の広帯域給電部を持つ開口面アンテナ
- 低価格・大量生産型の小/中口径パラボラアンテナ
- 常温及び冷却環境で動作可能な低雑音・高集積化受信機
- コヒーレントと非コヒーレント技術を用いた人工電波の干渉軽減対策
- 低価格な高速(Gs/s)アナログ・デジタル・コンバータ
- 中長距離(100m-3000km)の超低消費電力・超高速(Tbps)デジタル光データリンク
- 超高速デジタル信号処理エンジン(Pbps)と超高速スーパーコンピュータ(ExaFlops)
- 位相合成制御や観測データ処理を行う高性能ソフトウェア技術
- ダイナミックレンジが70dB以上の高品質画像合成技術
- プロジェクトの工程管理、運用、維持管理のモデル化
- システム・エンジニアリング

SKA1クイックリファレンス

帯域	周波数 (MHz)
LOW	50 - 350
1	350 - 1050
2	950 - 1760
3	1650 - 3050
4	2800 - 5180
5a	4000 - 9250
5b	9000 - 16700
5c	14000 - 24000
A	1600 - 5200
B	4600 - 24000

LOWとLOFAR

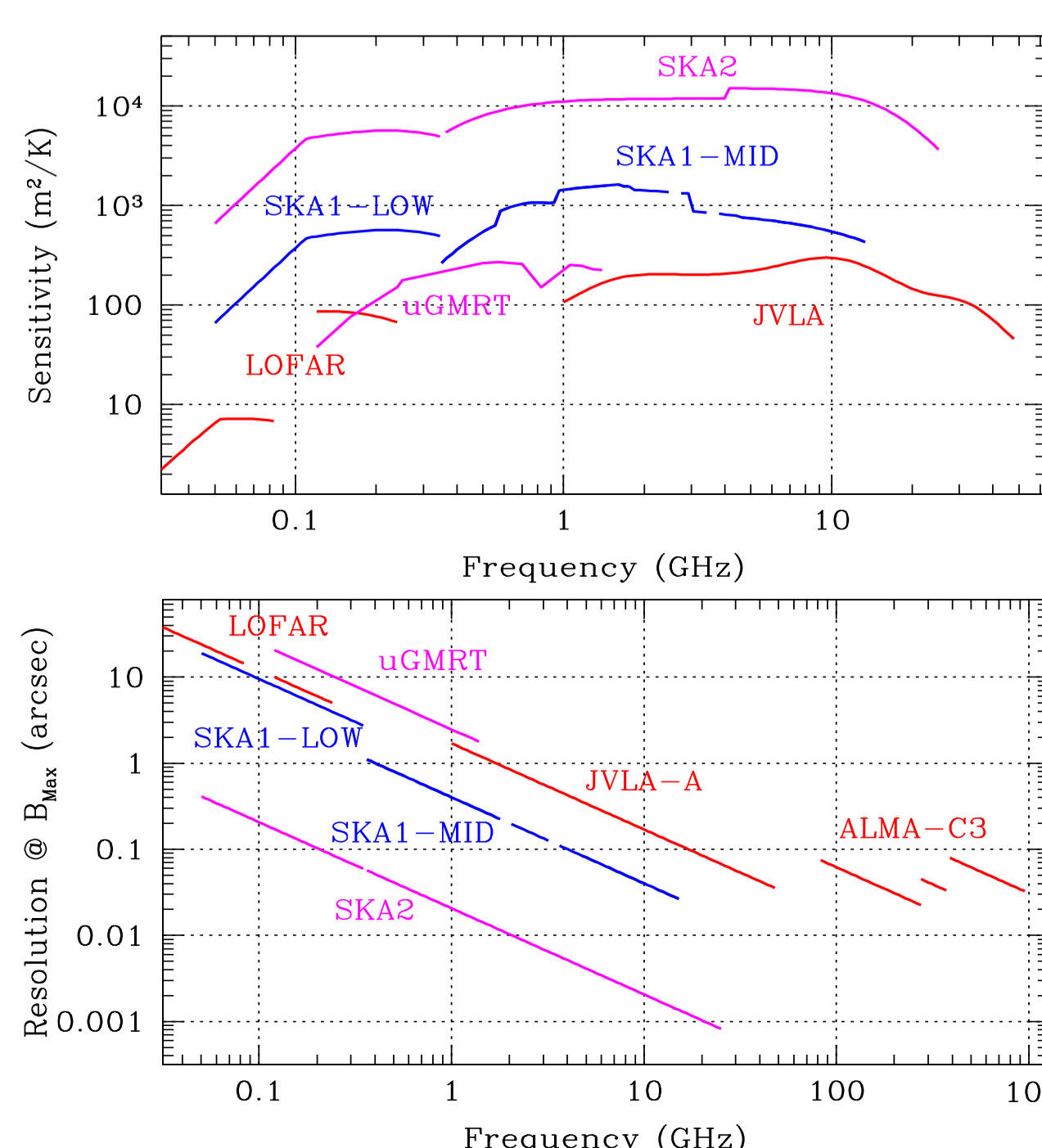
- 角度分解能: 同等かそれ以上
- 感度: 10倍近く向上
- サーベイ速度: 100倍以上

MIDとJVLA

- 角度分解能: 10倍近く向上
- 感度: 点源で数倍から10倍 (~20μJy/beam/hr^{1/2}/MHz^{1/2}@1.4GHz) イメージではさらに4倍
- サーベイ速度: 10から100倍

比類なき性能

- パルサー・突発天体の搜索力: 数100倍(マルチビーム)



こちらをご覧ください

- (1) SKA日本版サイエンスブック
http://ska-jp.org/ws2015/SKA-JP/talks/SKAJP_Science_Book_2015.pdf
- (2) SKAエンジニアリングレポート
http://milkyway.sci.kagoshima-u.ac.jp/skajp-ewg2016/contents/SKAJP_Engineering_Report_2016.pdf
- (3) SKA計画紹介パンフレット
http://milkyway.sci.kagoshima-u.ac.jp/skajp-ewg2016/contents/SKAJP_Booklet_2016.pdf

