

SQUARE KILOMETRE ARRAY

百万平米電波望遠鏡 日本語版

SKA計画とは 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・メートル波帯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 第一期と第二期

第一期

建設費：650M€ / 運用費：年間75M€
建設：2018-2023 / 初期運用：2020-

■SKA1 MID

南アフリカに約200基のパラボラアンテナを設置します。観測周波数は350MHz-14GHz、アンテナ範囲は150kmです。

■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50MHz-350MHz、アンテナ範囲は70kmです。

第二期

建設費：試算中 / 運用費：試算中
概念設計：2016- / 詳細設計：2018-
建設：2023- / 運用2028-

■SKA2 MID

アンテナ数を約2,500基、観測可能な周波数の上限を約25GHz、そしてアンテナ範囲を3500km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。

■SKA2 LOW

アンテナ数を約50万基、アンテナ範囲を約300kmにまで拡大します。

■SKA2 MFAA

フェイズドアレイ技術を用いた超高視野の中間周波数帯アンテナも計画されています。

SKA メンバー国と本部

SKA天文台本部の予想図。英国ジョドリルバンク観測所(JBO)内に設置する予定です。



● Full members
● SKA Headquarters host country
● SKA Phase 1 and Phase 2 host countries

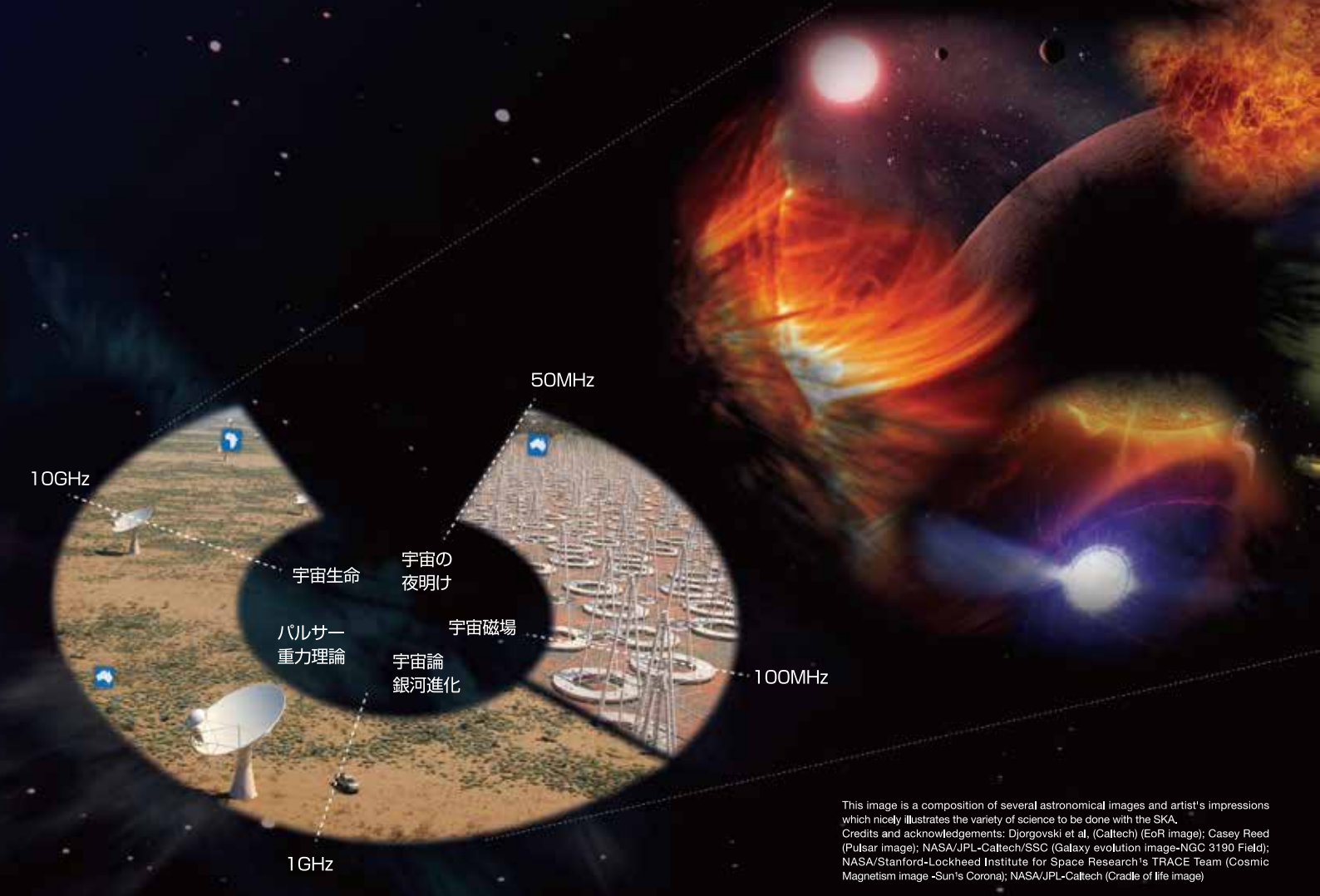


● African partner countries (non-member SKA Phase 2 host countries)

This map is provided for reference only and is not meant to represent exact borders.

Exploring the Universe
with the world's largest radio telescope

2016年1月時点で10ヶ国がSKAメンバー国です。
日本はオブザーバ国です。約200名の科学者・技術者が集まる日本SKAコンソーシアム(SKA-JP)が日本の正式参加に向けた検討を進めています。



This image is a composition of several astronomical images and artist's impressions which nicely illustrates the variety of science to be done with the SKA. Credits and acknowledgements: Djorgovski et al. (Caltech) (EoR image); Casey Reed (Pulsar image); NASA/JPL-Caltech/SSC (Galaxy evolution image-NGC 3190 Field); NASA/Stanford-Lockheed Institute for Space Research's TRACE Team (Cosmic Magnetism image -Sun's Corona); NASA/JPL-Caltech (Cradle of life image)

革新的なサイエンス SKAが切り拓く先端宇宙

極限宇宙への挑戦:

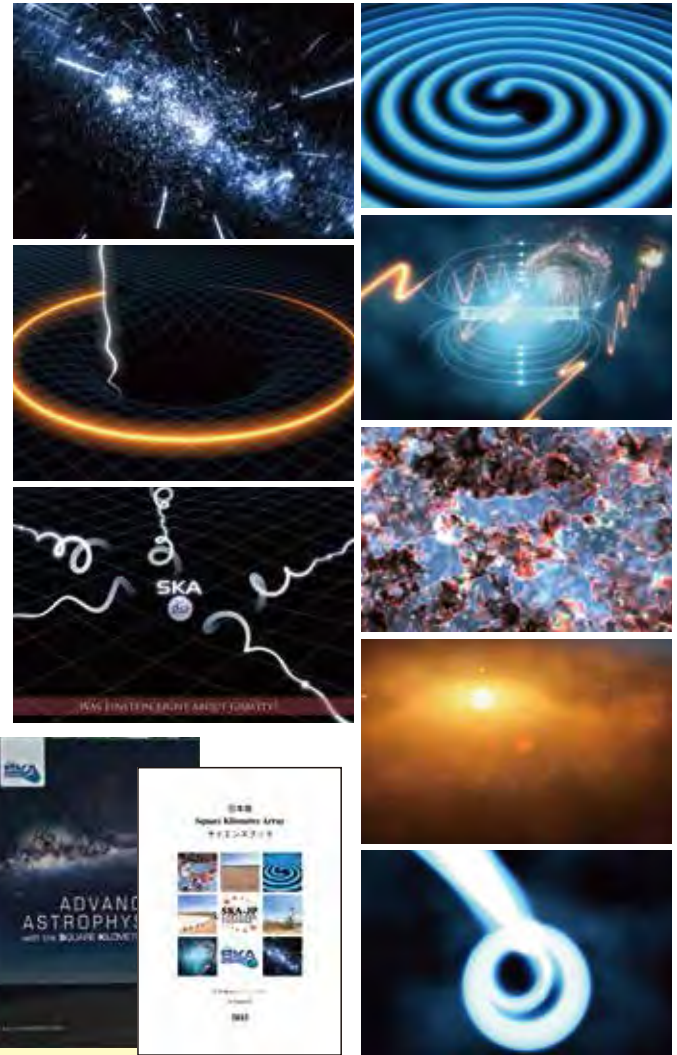
- 宇宙の夜明け・宇宙で最初の星とブラックホールがどのように誕生したかを明らかにします。
- 銀河進化と宇宙論・宇宙に存在する水素原子の分布を明らかにし、星形成のミッシングリンクであったガスを通じて銀河の進化を探ります。また水素原子の分布から宇宙の膨張史を明らかにします。

宇宙物理学への挑戦:

- 重力理論の検証・パルサーを自然界の精密時計として用い、重力波を検出します。ブラックホール周りのパルサーの運動を精密に決定し、重力理論を検証します。
- 宇宙磁場の検証・宇宙の巨大な磁場はいつ生まれ、どう進化してきたかを3次元の磁場地図作成することで解明します。

未知への挑戦:

- 宇宙生命の探査・地球外惑星に存在する、生命誕生に不可欠な有機分子を検出します。そして地球外生命からの信号を探査します。
- 未知の探求・巨大な探査は稀な現象をとらえることができます。突発的・未発見の新現象の発見に備えます。



SKA計画の科学白書が出版されました。

国際版


<http://pos.sissa.it/cgi-bin/reader/conf.cgi?confid=215>

日本語版

http://ska-jp.org/ws2015/SKA-JP/talks/SKAJP_Science_Book_2015.pdf

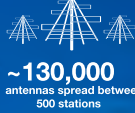


SKA1 LOW



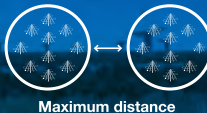
Location: Australia

Frequency range:
50MHz to 350MHz

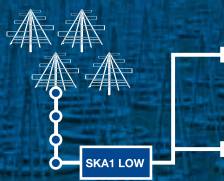


~130,000 antennas spread between 500 stations


Total collecting area:
0.4km²



Maximum distance between stations:
>65km



Total raw data output:
157 terabytes per second
4.9 zettabytes per year



Enough to fill up
35,000 DVDs every second

5x the estimated global internet traffic in 2015 (source: Cisco)

Compared to LOFAR Netherlands, the current best similar instrument in the world

25% better resolution

8x more sensitive

135x the survey speed


www.skatelescope.org

Facebook Square Kilometre Array

Twitter @SKA_telescope


YouTube The Square Kilometre Array

SKA1 MID




Location: South Africa

Frequency range:
350MHz to 14GHz

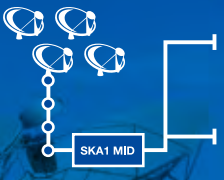


~200 dishes (including 64 MeerKAT dishes)

Total collecting area:
33,000m²
or 126 tennis courts



Maximum distance between dishes:
150km



Total raw data output:
2 terabytes per second
62 exabytes per year

x340,000

Enough to fill
340,000 average laptops with content every day

Compared to the JVLA, the current best similar instrument in the world:

4x the resolution

5x more sensitive

60x the survey speed

www.skatelescope.org

Facebook Square Kilometre Array

Twitter @SKA_telescope

YouTube The Square Kilometre Array

世界最大の電波望遠鏡 SKAに必要な技術

観測機器

SKAは、波長が数メートルから数センチメートルの宇宙電波を観測できる、**世界最大の電波望遠鏡**になります。観測波長によってアンテナの形状は異なり、低周波アンテナを SKA LOW と呼びオーストラリアに、高周波アンテナを SKA MID と呼び南アフリカに建設します。また、計画の第1期をSKA1、第2期をSKA2と呼んでいます。SKA2ではLOW, MID の他に、さらにMFAAと呼ぶ広視野のアレイアンテナを増設する計画があり、究極の電波望遠鏡となるでしょう。

SKAは相互相関処理および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などが、人類史上最大規模で建設される予定です。

技術的課題

SKA1 は主に既製品を用いて建設される予定です。しかし SKA2では、その規模をSKA1の10倍に拡張することが求められているため、それに向けた技術開発が必要です。たとえば、膨大なデータを伝送する光通信機器や処理装置には、膨大な電力が必要です。また、アンテナの数が多いため、そのメンテナンスは過酷です。したがって、機器の省電力化や高耐久化は、重要な技術と言えます。また、AIPプログラム(フェイズドアレイや広帯域フィードの技術開発)では、SKA2へと飛躍するための全く新しいイノベーションを生み出す必要があります。その他、SKAに必要な技術についての詳細を次ページで紹介します。



デジタルビームによる宇宙観測



ビーム形成を行う信号処理装置*



データ解析を行うスーパーコンピュータ



地球2周分の光ファイバ



低電力な信号伝送システム*
*クレジット:CSIRO



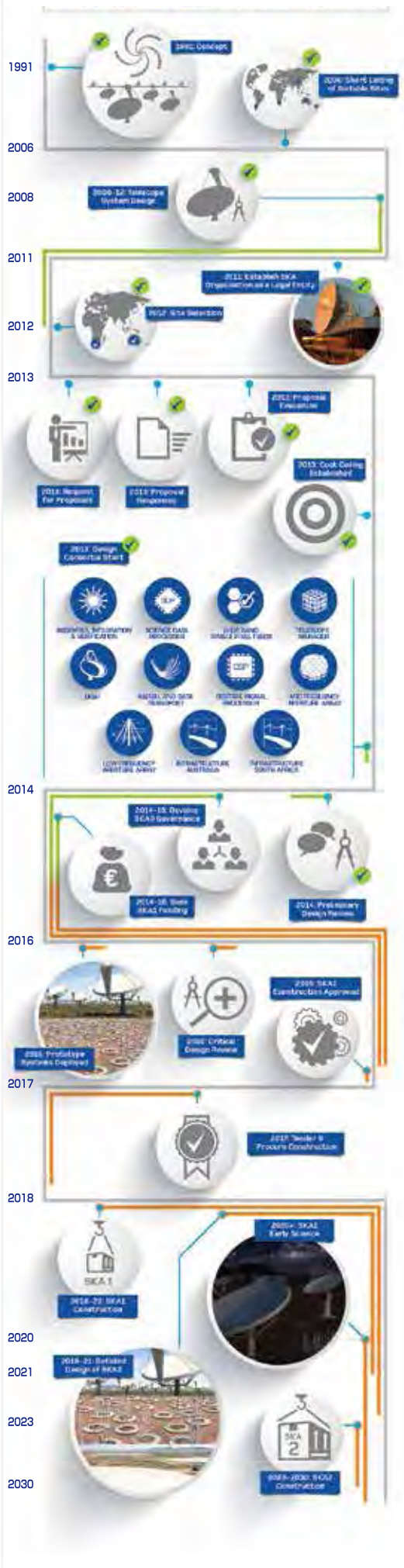
広帯域なアンテナフィード



世界のインターネットトラフィックの10倍のデータ量

らせん状に配置されるアンテナ (直径およそ100km)

High-level SKA Schedule



科学界と産業界のタッグ 産業界から科学界への貢献

- 高信頼性
- 低消費電力
- 低コスト

- 高性能新素材 …… カーボンナノチューブ・炭素繊維・低損失光ファイバ
- 送電・蓄電 …… スマートグリッド・低損失送電システム(HVDC送電)・蓄電
- 高信頼性民生品 …… 調達・保守コストを削減
- 省エネパソコン …… グリーン500などに代表される省電力計算機
- 運用ノウハウ …… 大規模システムを高精度に
- 高性能産業用ロボット …… 遠隔地、極地

天文学との関係性

天文学観測で必要とする技術要素は多分野の最先端技術開発と技術革新から成り立ち、SKAの天文学者からのたゆまない研究課題の提案により産業界の積極的なプロジェクト参加が不可欠です。

SKAプロジェクトでは、最先端デバイス、ICT、超高速コンピューティング、そして、ソフトウェア開発を利用して、高品質で挑戦的な製品や技術まで必要とし、開発段階のものも活用します。加えて、SKAプロジェクトでは、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ます。

SKAの開発や建設は長期間にわたる反復プロセスであり、現在はワークパッケージコンソーシア(WPC)が組織され、第一期SKAの最終設計中です。ここでは、約500名のエンジニアや研究者が所属する約100の企業がゴールに向けて活動しています。

世界的な連合は、世界で最も重要な電波望遠鏡を現実とするために、巨大なジグソーパズルのすべての駒の設計と開発を進めています。SKAプロジェクトへの企業の参画は、開発企業と大量生産企業と協業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で期待される産業業種

- 広帯域・能動素子構成の開口面および焦点面位相合成アンテナ
- パラボラアンテナ用上下限周波数比が十倍の広帯域給電部を持つ開口面アンテナ
- ダイナミックレンジが70dB以上の高品質画像合成
- 中長距離(100m~3,000km)の超低消費電力・超高速(Tb/s)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(Pb/s)と超高速スーパーコンピュータ(ExaFlops)
- 低価格な高速(Gs/s)A/Dコンバータ
- 低価格で大量生産型の小V/中口径パラボラアンテナ
- 常温および冷却環境で動作可能な低雑音・高集積化受信機
- 普及活動と公教育
- 電力設計と電力工学
- プロジェクト管理
- 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
- 観測局設置現場調査と光熱水などの基盤施設整備技術
- SKAプロジェクトの工程、運用、維持管理のモデル化
- 位相合成制御と観測データ処理を行う高性能ソフトウェア技術
- システムエンジニアリング