

平成27年度宇宙電波懇談会シンポジウム
2018年3月19 – 20日
於・国立天文台

天文学と技術のかけ橋

河野孝太郎(東京大学)

天文学の進歩と技術の発展は表裏一体

- (例) 干渉計
 - Martine Ryle (1946)
- 角度分解能 (\sim 波長/口径) の飛躍的向上
- ケンブリッジ電波源カタログ → 最初のクェーサー (3C273) の発見へ: Maarten Schmidt (1963)



→ ノーベル物理学賞「電波天体物理学の先駆的研究、特に開口合成技術の開発」(1974)

電波干渉計技術の発展と 宇宙ジェットの研究の進展

- 最初は“この程度”の情報

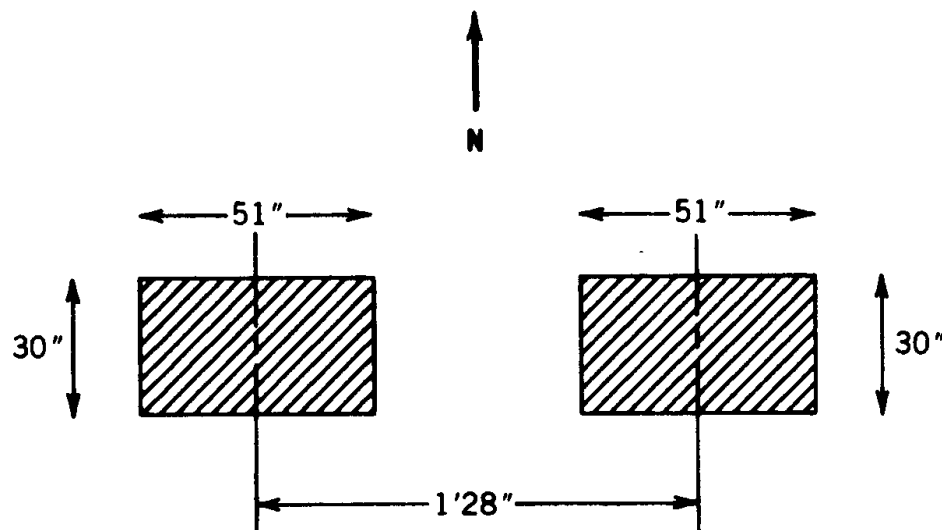


Figure 1.10 Two-component model of Cygnus A derived by Jennison and Das Gupta (1953) using the intensity interferometer. Reprinted by permission from *Nature*, Vol. 172, No. 4387, p. 996; copyright ©1953 Macmillan Journals Limited.

電波干渉計技術の発展と 宇宙ジェットの研究の進展

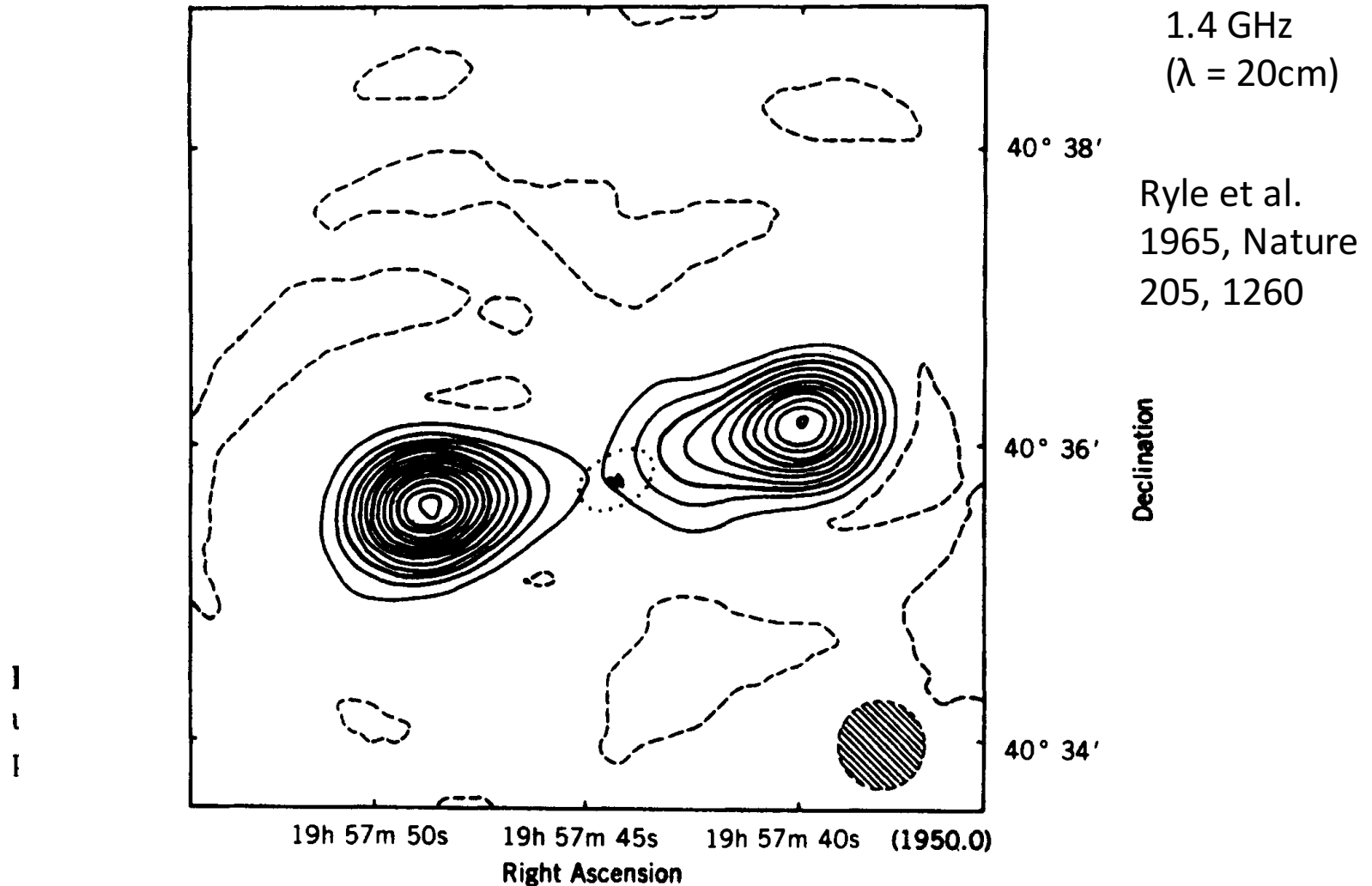


Figure 1.16 Map of the source Cygnus A, which was one of the first results (Ryle, Elsmore,

電波干渉計技術の発展と 宇宙ジェットの研究の進展

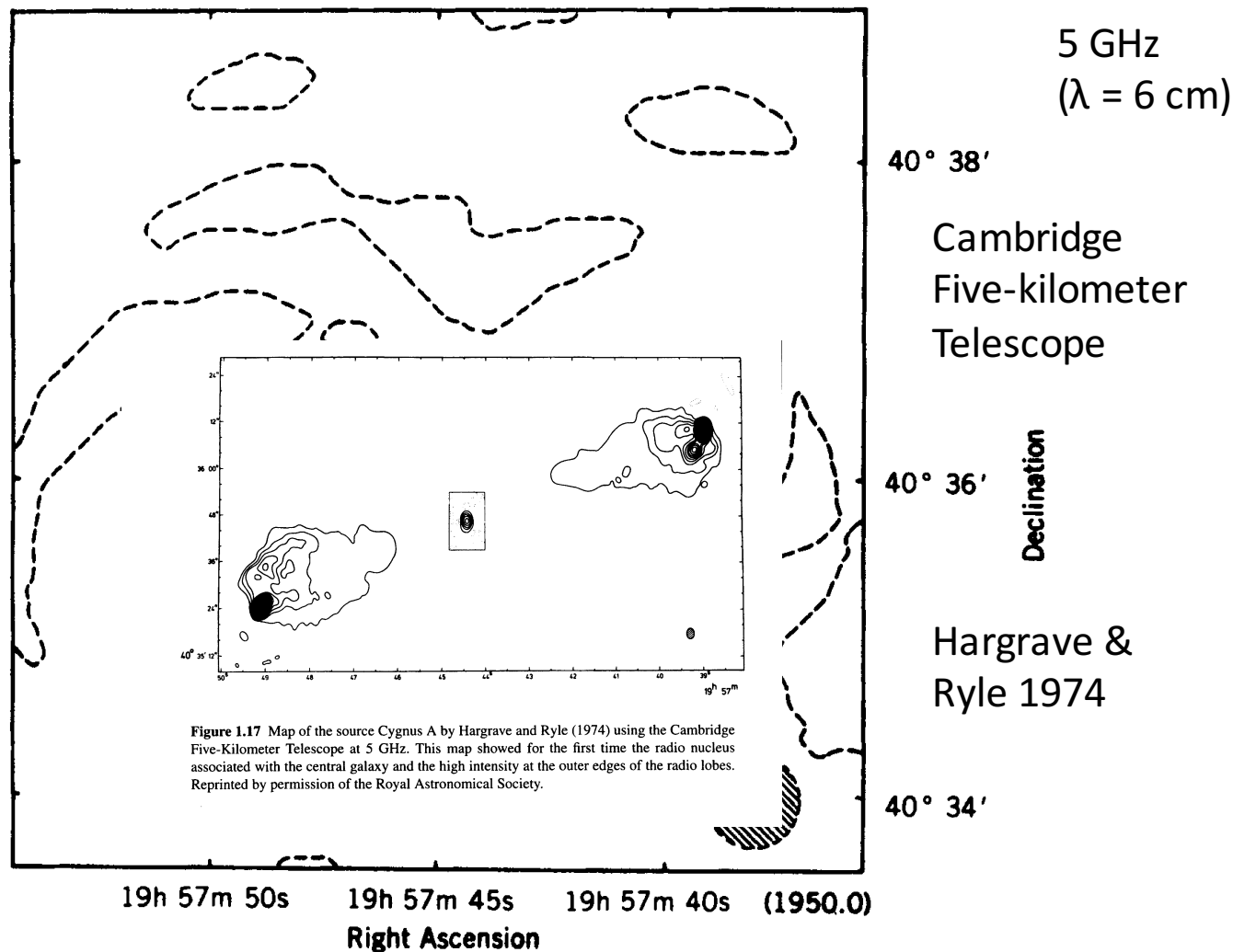
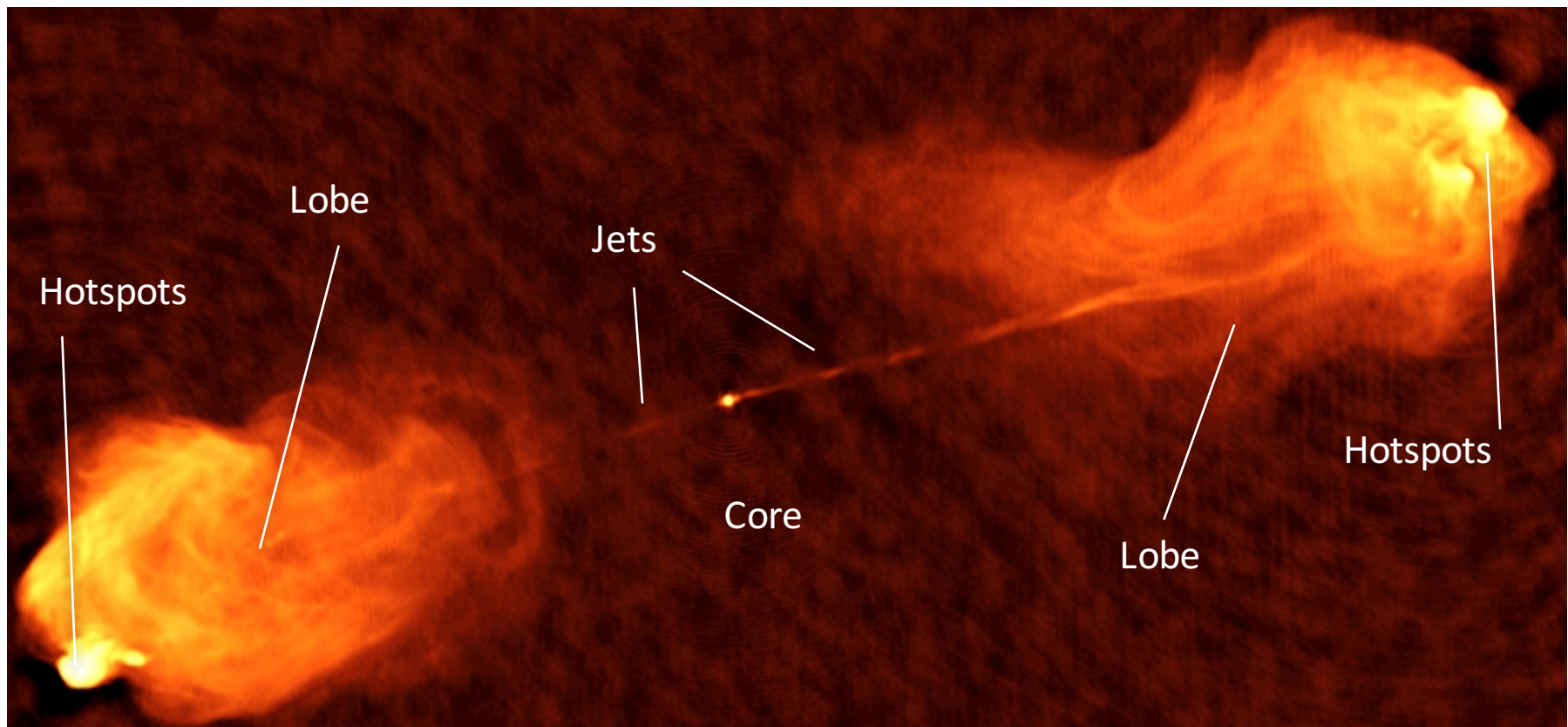


Figure 1.16 Map of the source Cygnus A, which was one of the first results (Ryle, Elsmore,

電波干渉計技術の発展と 電波銀河・宇宙ジェットの見

78 arcsec



Hotspots

Lobe

Jets

Core

Lobe

Hotspots

5 GHz ($\lambda = 6$ cm), 0.5" resolution

138 arcsec ~ 140 kpc

<http://images.nrao.edu/110>

ただし「かけ橋」は落ちることがある

維持発展には**双方向の努力**が不可欠

技術開発の
専門性も
高まる一方



技術開発はScience drivenであるべきという議論は100%正しい

けれど、**双方向から**世界を眺めておくことはやはり重要であろう



文化四年八月富岡八幡宮祭礼永代橋崩壊の図(江戸東京博物館所蔵)

(宇電懇、あるいは
電波天文学をとりまく)
昨今の状況

2020年問題？ @米国

US Decadal Survey 2020



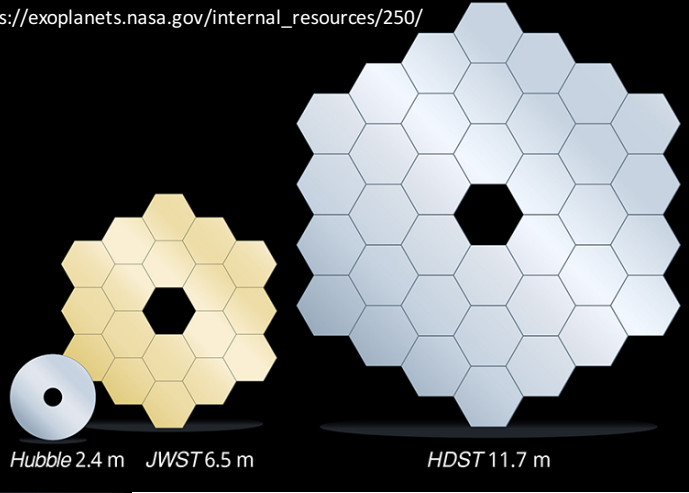
LUVOIR

Large Ultraviolet / Optical / Infrared Surveyor

LUVOIR is a concept for a highly capable, multi-wavelength observatory with ambitious science goals. This mission would enable great leaps forward in a broad range of astrophysics, from the epoch of reionization, through galaxy formation and evolution, to star and planet formation. Powerful remote sensing observations of Solar System bodies will also be possible. LUVOIR will study a wide range of exoplanets in depth, including those that might be habitable – or even inhabited.

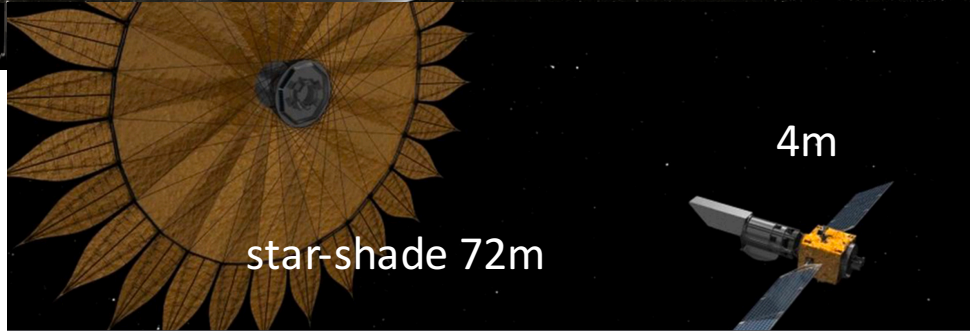
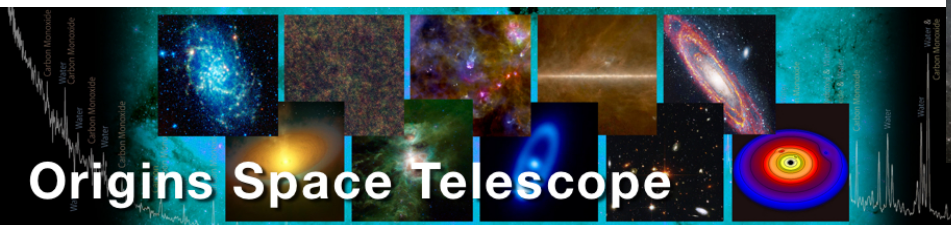


https://exoplanets.nasa.gov/internal_resources/250/



スケールアップしてい
けば当然こうなる？
JWSTは総額いくら
だっけ..？

SSCみたいなことには。。



“The next US decadal survey” (Burrows, A., 2017, Nature Astronomy, Vol. 1, id. 0177)での技術への言及

- Furthermore, recent decades have seen the introduction of [very-large-format CCDs](#), [powerful infrared and optical multi-object spectrographs](#), and [X-ray gratings](#) and [bolometers](#); the maturation of [adaptive optics](#) to cancel the blurring effects of the atmosphere; and [the integration into radio telescopes of sophisticated correlators](#) and Moore’s-Law-enabled [digital signal processing](#).
- In addition to these technical advances are the advent of gravitational wave astronomy, attested to by [the stunning detection by the Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory \(LIGO\)](#) of the merger of two massive black holes and the demonstration of a corresponding capability in space by the Laser Interferometer Space Antenna (LISA) pathfinder.
- [The Atacama Large Millimeter/ submillimeter Array \(ALMA\) has recently come online and represents a quantum leap in our ability to image and dissect star-forming regions and proto-planetary disks.](#)
- Moreover, the maturation of [time-domain astronomy](#), anticipated by the last astronomy decadal survey 1 (NWNH 2010 – “New Worlds, New Horizons”), has revealed an exotic transient universe, enabled the near-continuous gazing at large swathes of the sky in the optical, and presages the Large Synoptic Survey Telescope’s (LSST’s) both [deep and wide monitoring of a respectable chunk of the Universe](#) using a [3.2-gigapixel camera](#) mated to [an 8-meter-class primary mirror](#).

2020年問題？ @日本

- @日本

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/toushin/1388523.htm

- 文部科学省ロードマップ

- 「マスタープラン重点大型研究計画」から選定

- MP2014では66件ヒアリング→27件を選定
- MP2017では65件ヒアリング→28件を選定

<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t241-1-0.pdf>

- 日本学術会議マスタープラン

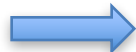
- 次は「マスタープラン2020」の策定（6年毎の大改訂）

- それに対応する各コミュニティでの検討
- どういうタイムスケールで何がどう動くか？

ロードマップ2017策定までの流れ

※2016年3月
宇電懇シンポ

コミュニティからの
提案



2015年12月
日本学術会議
天文・宇宙物理分科会
各コミュニティ代表
からのヒアリング



2015年
各コミュニティでの
議論・検討

※2015年1月
宇電懇シンポ

2016年2月 【報告】第23期学術の大型施設計画・大規模研究計画に関するマスタープラン策定の方針公表



2016年2月～3月 公募
区分Ⅰ：166件、区分Ⅱ：16件



区分Ⅰ：新規応募計画及びマスタープラン2014区分Ⅰ掲載の計画
区分Ⅱ：マスタープラン2014に掲載され、かつ現在実施中・進行中の計画

2016年4月～6月 提案の審査・評価
(各分野の大型研究計画評価小分科会)



2016年6月 ①学術大型研究計画分科会案決定
区分Ⅰ：163件、区分Ⅱ：16件



2016年9月 ①のうち区分Ⅰ：65件
ヒアリング
(重点大型研究計画審査小委員会)



2016年10月 ②重点大型研究計画分科会案決定
28件



2017年2月 【提言】第23期学術の大型研究計画に関するマスタープラン(マスタープラン2017)公表

※ここに掲載されたからといって、すぐ予算措置がなされるわけではない

物理学分野では
・ハドロン加速器
・ハイパー神岡
・SPICA
・LiteBIRD

2017年7月28日
ロードマップ2017策定

2017年6月
文科省でのヒアリング



第23期学術の大型研究計画に関するマスタープラン（マスタープラン2017）

◇本文

◇付録

○重点大型研

・ [概要資料](#)

・ [説明資料](#)

・ [計画書](#)

・ [計画書](#)

・ [計画書](#)

・ [計画書](#)

・ [計画書](#)

○学術大型研

・ [概要資料](#)

・ [説明資料](#)

(区分1)

・ [計画書](#)

・ [計画書](#)

・ [計画書](#)

・ [計画書](#)

要 旨

1 本提言の背景

学術の大型施設計画・大規模研究計画（以下「大型研究計画」という。）に関するマスタープランは、科学者コミュニティの代表としての日本学術会議が、学術全般を展望し、かつ体系化しつつ、各学術分野が必要とする大型研究計画を網羅するとともに、我が国の大型研究計画のあり方について、一定の指針を与えることを目的として策定するものである。

2 策定の方針と経緯

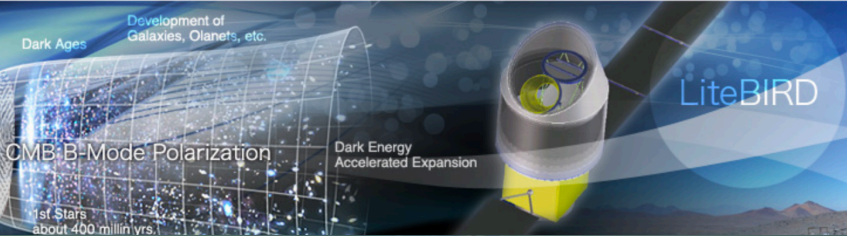
学術大型研究計画は、長期（5～10年あるいはそれ以上）の実施期間と総額数十億円を超える予算規模を有し、「日本の展望—学術からの提言 2010」等を踏まえた学術のビジョンや体系に立脚した、各学術分野が必要とする大型施設計画若しくは大規模研究計画である。大型施設計画は、最先端の研究を切り開くことを目的とし、科学者コミュニティの合意の下に、大学共同利用機関等が主体となって大型施設及びそれに付随する装置や設備を建設・整備し運用する計画であり、その施設は、コミュニティの研究者によって共用される。大規模研究計画は、分野の研究者が一致して認める重要課題について、長期間にわたって多くの研究者を組織し観測や研究を推進する、あるいは大規模なデータ収集組織やデータ

宇電懇で議論されている将来計画

インフレーション宇宙を検証するCMB偏光観測小型科学衛星

LiteBIRD

Lite (Light) satellite for the studies of B-mode polarization and Inflation from cosmic background Radiation Detection

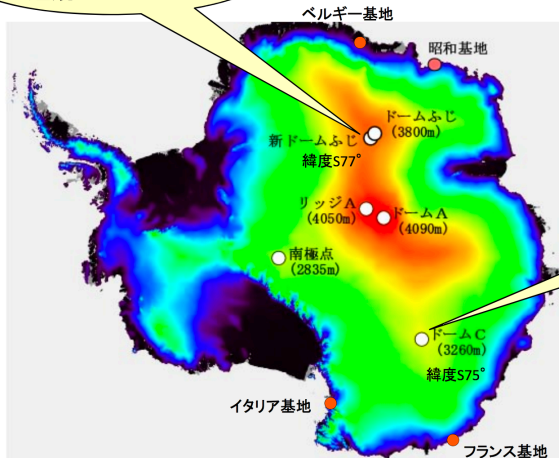


ALMAとその拡張

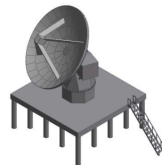


Japan SKA Consortium

南極30m級テラヘルツ望遠鏡



南極10mテラヘルツ望遠鏡



宇電懇は
不見識か？

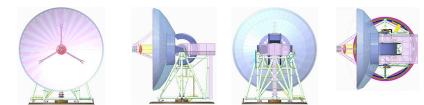
LST
Large Submillimeter Telescope

Charting the invisible sky

The LST enables you to see the cold universe with unprecedented coverage in space and time.

READ MORE

LST: Large Submillimeter Telescope



Our Latest M

LST Home p
July 1, 20

ngVLA

The Next Generation Very Large Array

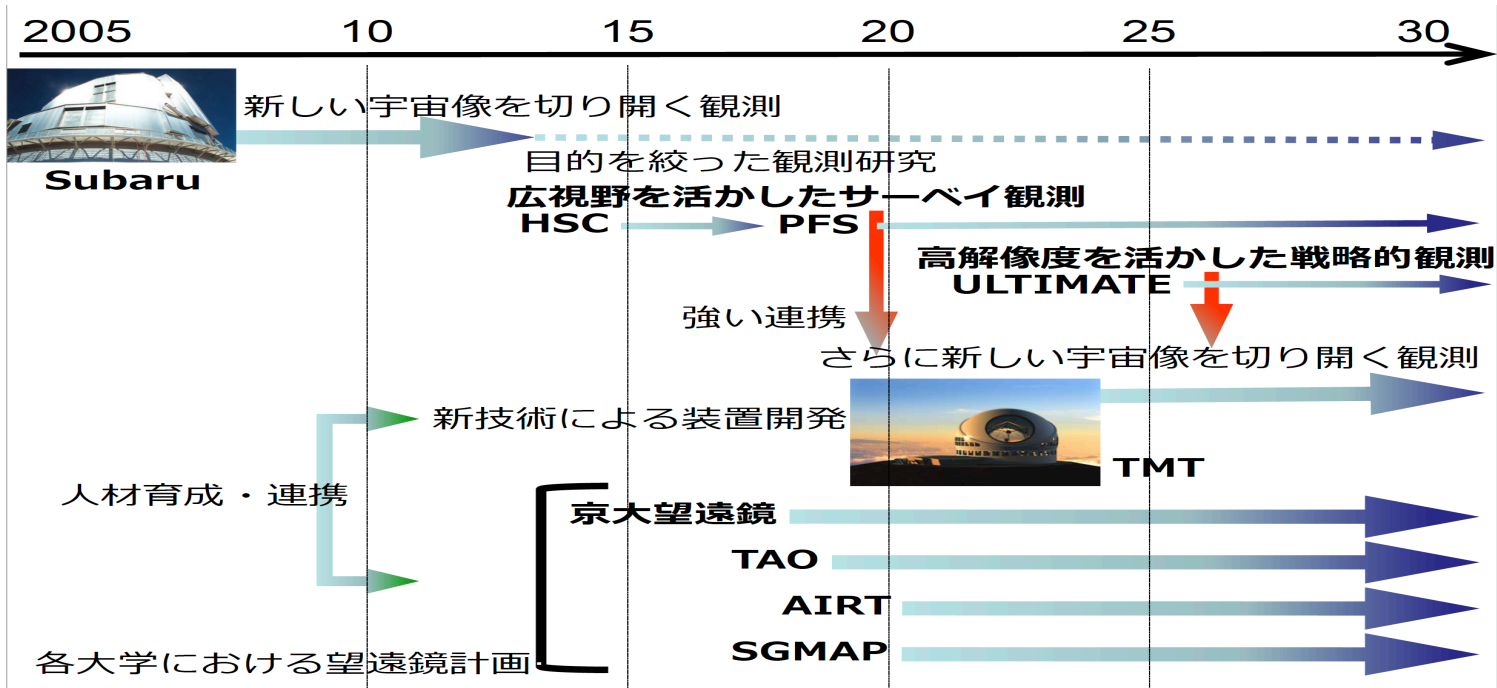
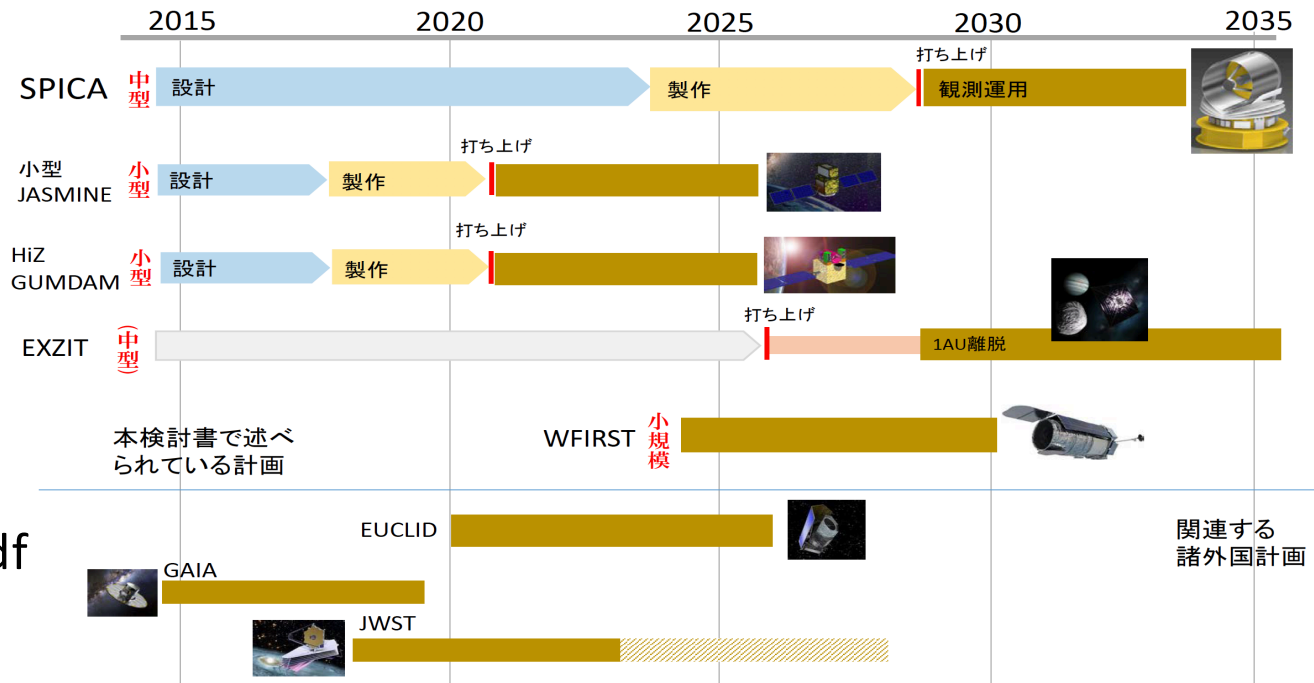


光赤外天文学は、宇宙の加速膨張・バリオン宇宙の多様性とその進化・惑星系形成と進化を解明する



2017年光赤外線 研究連絡会 シンポジウム資料

<http://gopira.jp/sym2017/102wada.pdf>



宇電懇(あるいは天文学研究者?)は 不見識ということ?

- でも、研究者とはそういうもの?
 - by definitionで、他人と違うことをやりたがる人種
 - いろいろな意味で困難が多く、他人から「そんなのやめとけ」と言われるほど燃える人々も少なくない
- いつまでも複数の将来計画が併存 → 宇電懇は「決められない団体」との批判もある?
- ただ、今が本当に大きな決断をすべきタイミングかどうかは…?
 - (異なるご意見の方もいらっしゃると思います。議論しましょう)

宇電懇の存在意義？

- (言うまでもなく)研究グループ間/研究分野間の潰し合い・叩き合いではないだろう
- 研究の多様性をお互いに尊重しつつ、健全な・建設的な相互批判を
- 共通項として必ず獲得すべきものは獲得のためコミュニティーとして力をあわせる
- 多様性を尊重し育てることを促す一方で、リソースのconflictはいつか起こる → そこでどういう調整ができるか？
 - シビアな斬り合いも、もちろん、すべき時はしなければならぬ。それはいつか？

研究者だから頭を使おう

- 単純なスケールアップではない何か？新機軸？
 - (といっても簡単ではないが…)
- 3年ごとに追い立てられるような議論をするのは…
- 少し落ち着いて将来を考えたい
- 今回の宇電懇シンポはそんな一つの契機に？
- 幸い、時間はある(??)
 - マスタープラン2020には、何があってもALMAだけは掲載されなければならない。(OK?)
 - → ということは、その次に向けて、それぞれ検討を進め、議論をする時間は、まだあるだろう。
 - (どこもお金はなさそうだけど。。)

AtLAST Workshop

talk by Xavier Barcons

- ESO is **not** in a position to consider any new programme within the N next years ($N > 5$)
 - No funding wedge available
 - ESO is concentrated on building the ELT and keeping LSP and ALMA efficient and updated

- New astronomy “project ideas” take a long time to become a Project
 - Science drive is essential
 - The community must understand and formulate the science requirements before the idea can become a Project

- Enjoy your discussions at ESO, and keep sharpening up the science case of AtLAST.

45m・ASTEのプロポーザル倍率？

- 他所の望遠鏡と比較し倍率が低いように見える。
- なぜ？
- 望遠鏡の性能のせい？
 - それもあるかもしれないが、45mは齋藤前所長のリーダーシップにより主ビーム能率等顕著に回復。ASTEも350GHz帯では依然として良好な主ビーム能率のはず？
- 搭載・運用されている観測装置は魅力的か？
- 十分にcompetitiveであるか？
 - 安定で、downtimeが少ないこと
 - 解析しやすい安定したデータを出すこと
 - そして、何より、魅力的なspecであること

IRAM EMIR
LMT/RSR
SMAも

ALMA workshop@Caltechでの議論

- 日本や欧州はNobeyama45mがありIRAM30mがあるのに、米国はどんどん望遠鏡を失っている！どうするのか！という危機感

今回の宇電懇シンポでは

- こういう装置開発展望があるべき、あったらいいのに、というような議論もあっていい
- (scienceからの要請はもちろんだが) 技術的にはこんな進展・展望がある、という議論を

ビッグデータ・機械学習等の展望

- ALMAのarchiveの急激な拡大
 - いろいろな観点から宝の山(例: Ando et al. 2016)
PASJ, 68, id. 6
 - データマイニングの手法が鍵?

畳み込みニューラルネットワークを用いた動物画像の分類



猫



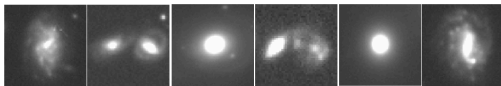
犬



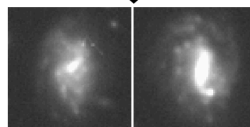
馬

銀河の形態分類に応用

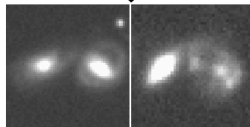
畳み込みニューラルネットワークを用いた銀河画像の分類



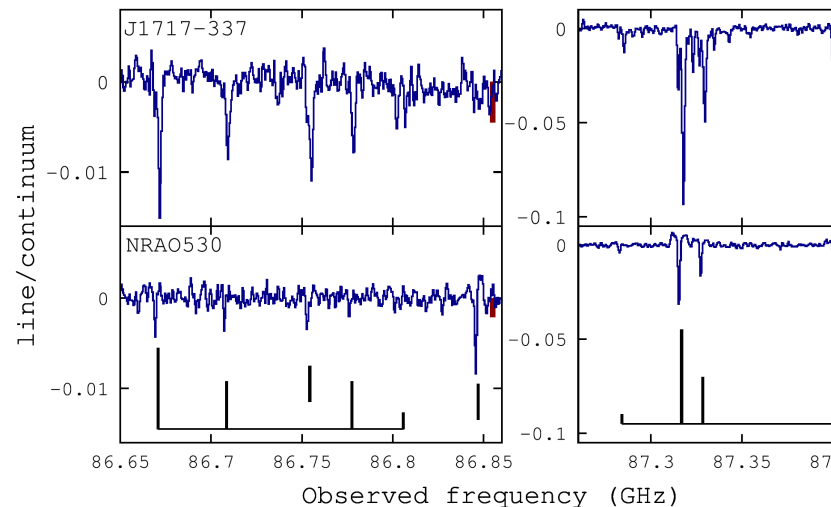
楕円銀河



渦巻き銀河



合体銀河



スパースモデリング(不良設定問題)
FMLO(重み付き主成分解析ほか)
など、いろいろな手法の応用

(c) 但木謙一(国立天文台)