

2012 年度光学赤外線天文連絡会シンポジウム
「2020 年に向けてのロードマップ」資料

光学赤外線分野での大型中型計画

地上望遠鏡計画

スペース衛星計画

2012 年 7 月 30 日版 (シンポジウム最終版)

取りまとめ: シンポジウム世話人一同

光学赤外線分野での大型中型計画

地上望遠鏡計画

TMTプロジェクト

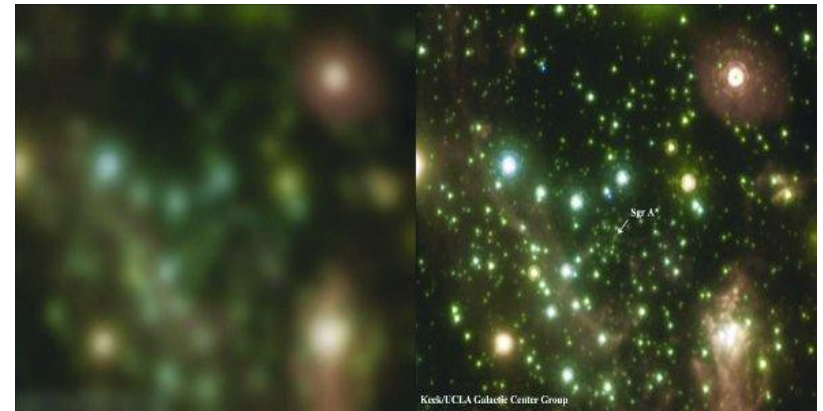
概要と科学的目的:

口径30mのセグメント主鏡を有する望遠鏡をマウナケア山頂域に国際共同事業として建設する。日本は設計製作実績のある望遠鏡本体構造の製作、ゼロ膨張主鏡材の製作と非球面研磨の一部、第一期観測装置の一部の製作により、建設経費全体の約25%に相当する分担を行う。補償光学機能の高度化により、すばる望遠鏡の4倍の解像力、13倍の集光力、150倍の効率を達成する。すばる望遠鏡で日本の研究者の実績のある初期宇宙の銀河形成史の研究、急速な拡がりを見せている太陽系外惑星探査と惑星形成過程の研究、ダークマター/ダークエネルギーの解明につながる研究などを目的の柱とする、次世代の基幹望遠鏡となる。

2012年度は2億円の準備検討費が措置されており、2013年度単年度の準備費と2014年度からの本建設の概算要求を行う。全国共同利用のデータ解析・アーカイブセンターを構築し、大学と共同で第二期観測装置の日本からの提案をめざす。



TMT完成予想図



補償光学による高解像観測

TMTプロジェクト

実行グループ:

国立天文台、カリフォルニア工科大学、カリフォルニア大学、カナダ天文学大学連合、中国国家天文台、インドTMT連携センターの6者が建設参加意向表明書に署名済み。NSFの追加参加を要請する提案書を提出している。

現在想定しているスケジュール:

2013年 基本設計レビュー、合意書締結

2014年 建設開始

2021年 ファーストライト

2022年 共同利用開始

国内の他の計画との関連:

すばる望遠鏡はその特色である主焦点機能等を活かした運用とし、ハワイ観測所としてTMTの運用と連携/一体化を計る。京大3.8m望遠鏡計画とは技術的接点が多い。

海外の類似計画の有無、差別化:

南米チリに欧州南天天文台が口径39mのE-ELTをまた米豪韓の国際協力事業として口径24mのGMT計画がある。北天唯一の超大型望遠鏡(ELT)となる。技術実証と計画検討の進展で3つの計画では実績がある。

関連ホームページ:

<http://tmt.mtk.nao.ac.jp/index-j.html>

国立天文台TMT推進室

<http://www.tmt.org/>

TMT

「京都大学3.8m新技術望遠鏡計画」

概要と科学的目的:

国立天文台岡山天体物理観測所構内に、口径3.8mの新技術光学赤外線望遠鏡を建設する。主鏡は
1) 世界最高精度の研削技術により製作し、2) 国内初の分割鏡方式とし、そして 3) 超軽量の架台を採用するなど、次世代の超大型望遠鏡建設のために必要な基礎技術を実験開発する。この望遠鏡により、

- ガンマ線バーストや恒星フレア、AGNモニター等、時間ドメインでの観測が不可欠な突発天体現象
- 十分に時間をかけた観測による、惑星サーベイや高分解能分光観測
- 共同運用のもと、国立天文台・各大学の独自のサイエンス等、さまざまな研究を行なう。

実行グループ:

京都大学・ナノオプトニクスエナジー・名古屋大学・国立天文台

現在想定しているスケジュール:

- 2012年 外部評価
- 2014年 建設開始
- 2015年 ファーストライト
- 2016年 共同運用開始

国内の他の計画との関連:

大学での教育・人材育成の拠点とする。技術開発面では、光学系の(凸面まで含んだ)自由曲面の加工と計測・微小変位センサー・望遠鏡構造等の要素技術で、各種の計画と密接な連携ができるものと考えている。分割鏡による望遠鏡を理解した人材を育てる点も重要と考える。TMTに向けての技術的接点が多い。また、TAOの6.5m主鏡支持での連携を開始している。南極中口径望遠鏡計画の架台部分等での協力、広島大学東アジア天文台計画とも密接なつながりがある。

サイエンス面では、惑星系形成研究や系外惑星直接観測をはじめとしてさまざまな連携が考えられる。

「京都大学3.8m新技術望遠鏡計画」

海外の類似計画の有無、差別化:

突発天体フォローアップに重点を置いた、世界に例を見ない機動性の高い中口径望遠鏡（経度の点でまず日本に置くことも重要）。そもそも、光学や望遠鏡全般を含めた天文計測技術発・実証を日本で行なうことに意義がある。また、完成後は、国内の光学赤外線観測の研究拠点とする。

さらに、安価に製作可能な中口径望遠鏡として、海外に数多く展開可能な点も強調したい。

関連ホームページ:

<http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/psmt/>

「東京大学アタカマ天文台(TAO)計画」

概要と科学的目的:

6.5m光赤外線望遠鏡をチリ・アタカマの世界最高地点(5640m)に建設、赤外線の広い窓を活用しサーベイ・萌芽的研究を共同研究と共同利用の形で実施、遠方銀河・宇宙論から太陽系まで広い範囲のサイエンスを産み出す。

- サイト チャナントール山 晴天率 clear 63% usable 82% seeing 0.69" median PWV 0.85mm median 大気の窓が広がり中間赤外線帯38 μ m、近赤外線帯Pa α が観測可能なことを実証済。
- 望遠鏡 口径6.5m カセグレン・ナスミス焦点 $\times 2$ F比はすばる望遠鏡カセグレンにあわせる。
- 第一期観測装置
カセグレン: 中間赤外線装置MIMIZUKU
26 μ m-38 μ m \cdot 6 μ m-26 μ m \cdot 2 μ m-6 μ m 3バンド 2天体同時撮像・分光 視野2分角
ナスミスの一つ: 近赤外線観測装置SWIMS
1.4 μ m-2.5 μ m \cdot 0.9 μ m-1.4 μ m 2バンド同時撮像・MOS低分散分光 視野9.6分
- 観測時間利用計画 40%を全国共同利用時間、10%をチリ時間、残り50%がプロジェクト枠(共同研究歓迎)。全国共同利用時間はすばるTACと合同審査を検討。プロジェクト枠も含め全国の大学院生の学位のための観測を優先。
- 科学的目的 好サイトの6.5m望遠鏡によって広範な科学的目的達成可能(銀河進化・超新星・観測的宇宙論・系外惑星・星惑星形成・恒星・星間物質・太陽系内天体)。近赤外線遠方銀河撮像・分光サーベイ、中間赤外線は30 μ m帯の最高空間分解能観測・YSOや晩期型星の高精度モニター観測などがキー観測。詳細はプロジェクトブック参照:

<http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/TAO/pjbook/201203/index.html>

実行グループ:

東大・理・天文学教育研究センター中心。計画代表者 吉井讓センター長。

1mMiniTAO望遠鏡観測では東大天文教室・他大学・国立天文台・宇宙研などと連携。6.5m主鏡支持について京都大・名古屋大と連携を開始。

「東京大学アタカマ天文台(TAO)計画」

現在想定しているスケジュール:

2013年 6.5m望遠鏡建設開始

2017年 ファーストライト

2018年 共同利用開始

国内の他の計画との関連:

すばる・ALMA: 可視光を中心にサーベイ観測が重点化していくすばる望遠鏡に対応し、赤外線波長域の最先端観測において共同利用観測を引きうけると共にサーベイ観測を実施。またALMAや衛星に対応した南天における日本の光赤外線望遠鏡の役割。

TMT・SPICA: 赤外線サーベイからのターゲットの供給、望遠鏡・観測装置を製作していく人材供給、基礎技術開発等において重要な役割。

1~2m級望遠鏡: 追加観測としてより深い観測、分光や赤外線観測を遂行し科学的目的を補完。

海外の類似計画の有無、差別化:

世界の地上望遠鏡に比べ赤外線大気透過率に優れ、これまで地上からでは不可能であった近赤外線では連続的な窓を使った、また中間赤外線では最大観測波長38 μ mの新しい窓での観測が可能。この波長では唯一、計画中の赤外線観測衛星を凌ぐ高空間分解能。JWSTなどに対しては赤外線サーベイやモニター観測などからターゲットを供給。

関連ホームページ:

<http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/TAO/>

準備状況:

10年以上にわたる調査で赤外線観測のサイトとして世界トップレベルであることを確認(晴天率・可降水量・シーイング等)。口径1m MiniTAO望遠鏡によって実際に大気の窓が広がっていることを確認済。中間赤外線新技術(メッシュフィルター・コールドチョッパー等)を観測で実証。第1期観測装置2台を補正予算によって製作開始、現在組み立て調整中。三鷹に大型実験棟を建設、カセグレンシミュレーターを設置。サンペドロアタカマに山麓基地建設中(2013年完成予定)。電源・ネットワークもALMAおよびCCATと連携して整備予定。チリとの関係も大変良好(2012年3月チリ大統領東大訪問、チリ大と学術連携協定、カトリカ大と共通ポスドクなど)。

「南極中口径赤外線望遠鏡計画」

概要と科学的目的:

南極内陸での赤外線波長における低背景雑音、低い大気吸収、安定した大気、極夜の長時間観測の利点を利用して波長 $2.4\mu\text{m}$ より長い波長での銀河の広域探査、トランジット観測による系外惑星の大気成分と温度、高光度赤外線銀河での重力崩壊型超新星探査、 $5\mu\text{m}$ サーベイなどを行う。

実行グループ:

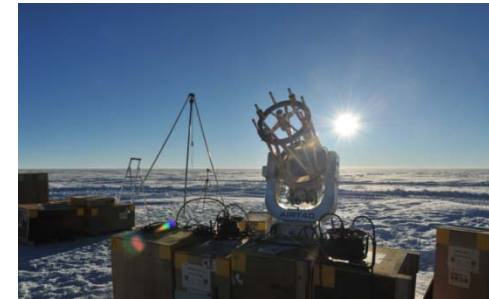
東北大学(天文、地球物理惑星グループ)、国立天文台、筑波大学、国立極地研究所

現在想定しているスケジュール:

2014年 口径 2.5m 望遠鏡と観測装置の概念設計レビュー

2016年 新ドームふじ越冬基地の建設に合わせて、望遠鏡の建設を予定。約3年

2020年 ファーストライト



40cm赤外線望遠鏡パイロット計画

2011年1月ドームふじ基地で赤外線ファーストライト

国内の他の計画との関連:

筑波大学で進めているテラヘルツ望遠鏡計画と密に連携して、中間赤外線、遠赤外線、テラヘルツ波長帯での研究計画を進める。特に南極の利点を生かすことのできる中間赤外線での撮像・分光、干渉計設置への発展を期待している。

海外の類似計画の有無、差別化:

中国はドームAに現在 50cm シュミット望遠鏡を設置して運営している。さらに 2.5m 赤外線望遠鏡の計画を進めている(KDUST計画)。フランスとイタリアは現在ドームCにて 40cm 可視光望遠鏡を運営しているが、赤外線、テラヘルツ計画は中断している。私たちのグループはこれまでの赤外線研究・開発の高い実績を生かして、世界に先駆けて小型の赤外線望遠鏡と近赤外線カメラでの設置と観測を開始した。

関連ホームページ:

<http://www.astr.tohoku.ac.jp/~ichikawa/>

「広島大学・東アジア天文台計画」

概要と科学的目的:

広島大学・宇宙科学センターは、高エネルギー天文衛星と地上光赤外望遠鏡との連携観測によって、多波長観測による高エネルギー突発天体の研究を行ってきた。1.5mかなた望遠鏡は突発天体観測に特化した観測装置と観測体制を有しており、サイエンスを絞り込み、高エネルギー観測と密接な連携を行うことで小口径ながらも着実な成果をあげている(図1、図2)。

本計画では、このように成功を収めてきた多波長突発天体研究をさらに推進するため、海外適地に口径2.5mの望遠鏡を建設する。建設サイトの第一候補は中国・チベットのガー(Gar)サイトである。このサイトは5000mの高地にあり、マウナケア山頂に匹敵する晴天率を持つ(2009年統計)。ここに、突発天体観測に特化した2m級の望遠鏡を設置し、紫外線から近赤外にわたる撮像、分光、偏光観測を行う。高エネルギー天文衛星や重力波望遠鏡との密接な連携観測を行う一方、日本との経度差を利用し、かなた望遠鏡をはじめとする国内中小口径望遠鏡との時間差連携観測、多モード連携観測を推進する。特に偏光観測機能を重視し、多波長偏光観測による中長期モニター観測(例:図1)、突発天体の即時観測(例:図2)などにより、これまであまり探索されてこなかった新たなパラメータスペースで高エネルギー突発天体の観測を推進し、宇宙高エネルギー現象を明らかにしていくことを目指す。

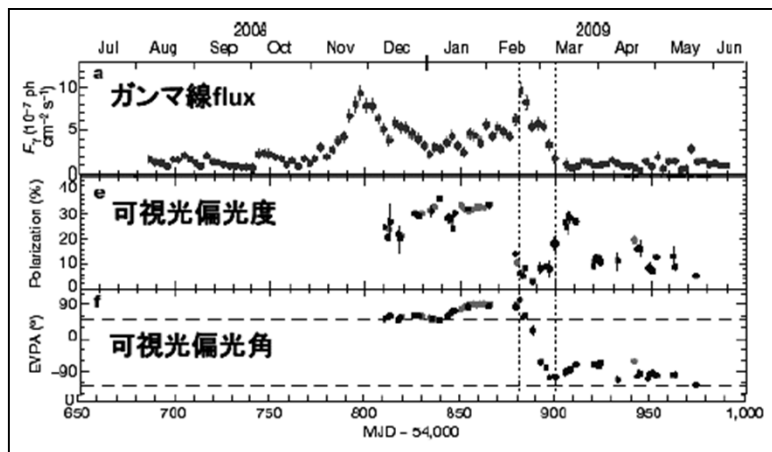


図1 ブレーザー3C279のガンマ線・可視光偏光同時観測結果。可視観測はかなた望遠鏡による。ガンマ線フレア時に可視光偏光角が回転していることを明確に捉えた。

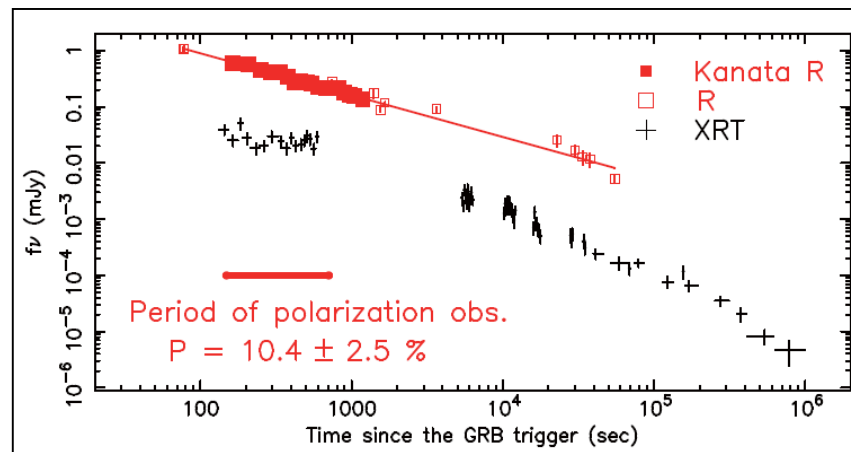


図2 ガンマ線バーストGRB091208の可視偏光観測結果。バースト発生から1000秒以内の可視偏光を検出することに成功し、ジェットに大局的磁場構造が存在することを示した。

「広島大学・東アジア天文台計画」

実行グループ:

広島大学、中国国家天文台

現在想定しているスケジュール:

2013年 概念設計 概算要求提出

2014年 詳細設計

2015年 建設開始

2017年 ファーストライト 運用開始

国内の他の計画との関連:

国内では、大学間連携による中小口径望遠鏡ネットワークが構築されている。本計画はこれをさらに発展させるものであると位置づけることができる。京都大学3.8m望遠鏡計画とは密接な繋がりがあり、経度差を利用し、さらに機能分担(本計画では偏光観測、3.8m望遠鏡は分光観測など)をすることでお互いに相補的に時間変動現象に迫れると考えている。TAO計画とも同様の連携ができるであろう。

時間変動現象に特化した計画であるため、この他の多くの計画と相補的な役割を果たすと考えている。

海外の類似計画の有無、差別化:

突発天体探査という意味では、すでにPalomar Transient Factory (PTF)やCATALINAプロジェクトなど広視野専用望遠鏡を用いた計画が動いている。それぞれに分光フォローアップ体制なども整えている。しかし、偏光観測に重点を置いた計画は未だ存在せず、本計画は多波長偏光モニター観測に特化するという点でユニークなものとなっている。また、5000mの高地に設置された突発天体観測専用望遠鏡という意味でも他に類似の計画はない。

関連ホームページ:

<http://www.hiroshima-u.ac.jp/hasc/>

「Prime Focus Spectrograph (PFS)」

概要と科学的目的:

すばる望遠鏡で現在準備中のHyperSuprimeCamによるイメージングサーベイを分光でフォローアップするための多天体ファイバー分光器を建設、SDSSに匹敵する体積をサーベイする。バリオン振動を標準定規として用い、宇宙の加速膨張と背後にある暗黒エネルギーの状態方程式を正確に定める。 $z \sim 1-2$ 近辺の活発な銀河の進化をギャップなく連続的にサーベイ、銀河進化の歴史を理解する。更に高い赤方変移の銀河を観測し銀河の生成、AGNの成長について知見を得る。また、銀河系やアンドロメダ銀河などの近傍銀河の個々の恒星の運動を測定することによりこれらの銀河形成過程を明らかにする銀河考古学を遂行する。例えば宇宙論、銀河進化に関するのフィジビリティスタディ結果として下図に示すようなデータが得られると期待されている(左図(宇宙論): growth rate。右図(銀河進化): galaxy spectra。詳細はEllis et al., 2012, arXiv:1206.0737参照)。

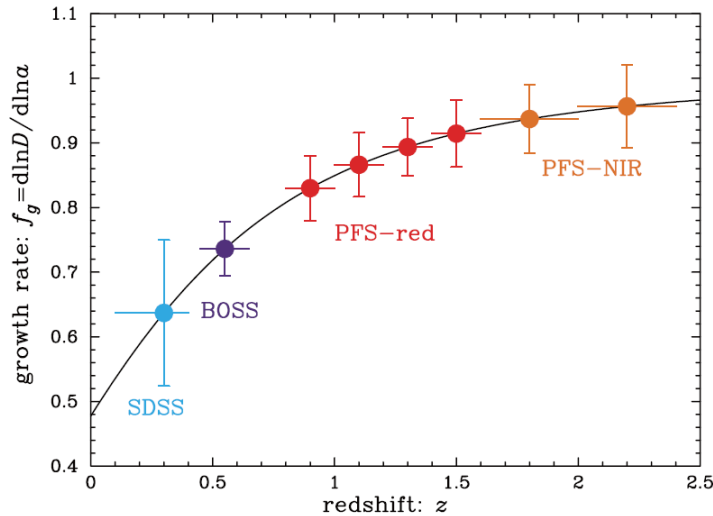


FIG. 9.— Marginalized errors of reconstructing the growth rate, $f_g \equiv d \ln D / \ln a$, in each redshift slice.

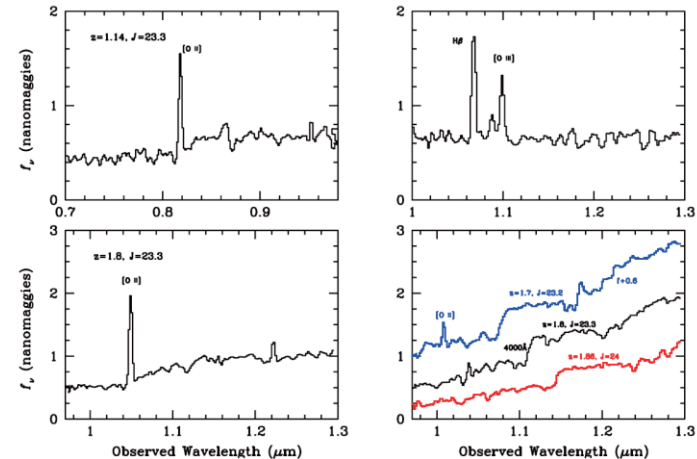


FIG. 20.— Simulated spectra (see text) demonstrating the power of PFS. The spectra are plotted in units of “nanomaggies”, a unit of flux used by the SDSS, defined such that one maggie is the flux from an AB= 0 object, 3631 Janskys. Thus 1 nanomaggie is equivalent to an apparent AB magnitude of 22.5, or $3631 \times 10^{-9} \text{ Jy}$ or $3.631 \times 10^{-29} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$. The spectra have been binned to a resolution of $R = 400, 300, 300$ in the blue, red, and NIR arms respectively. *Top Panel:* This is a typical star-forming galaxy at $z = 1.14$ close to our detection limit, showing that we will have significant detections of [O II], H β , and [O III], which we can use to measure gas-phase metallicity (Fig. 19). We show a three hour integration. These spectra are based on stellar population synthesis models of galaxies in the NEWFIRM Medium Band Survey. *Bottom:* A star-forming (left) and three passive (right) galaxies at $z = 1.8$ and magnitudes as indicated as seen in a three-hour integration with PFS. The spectra were also generated as model fits to the NEWFIRM Medium Band photometric data, which provides some constraint on emission-line EW. We show that at our magnitude limit we will have a significant detection of either [O II] or the 4000 Å break for measuring redshifts.

「Prime Focus Spectrograph (PFS)」

実行グループ:

IPMU, ブラジルのUSP/LNA, アメリカ合衆国のCaltech/JPL, Princeton U & JHU, フランスのLAM, 台湾のASIAA, NAOJ/Subaru。なお、PFSを用いたサーベイのデータは日本のコミュニティーに提供され、また誰でもがサーベイのデザインに参加できる。

現在想定しているスケジュール:

| | |
|--|----------|
| Project PDR (Preliminary Design) | 2013 Jan |
| Project CDR (Critical Design) | 2013 Dec |
| SIR/TRR (System Integration /Test Readiness) | 2016 Feb |
| ORR (Operational Readiness) | 2016 Nov |
| First Light (Engineering) | 2017 Jan |

国内の他の計画との関連:

HyperSuprimeCam (HSC)とWide Field Corrector (WFC)を共有する。科学的戦略においてもHSCとは関連が深く、例えばPFSサーベイを設計する上で必要なHSCデータへのアクセスに関するHSCとのMOU締結作業が進められている。

海外の類似計画の有無、差別化:

暗黒エネルギーの性質をLSST、Euclidなどの巨大計画に迫る精度で、彼ら以前に測定する。 $z \sim 1-2$ の今までにない大規模な銀河データ、超遠方の銀河の分光データ、銀河系内星の6次元位相空間分布を得る。なお、地上望遠鏡による多天体ファイバ分光器はBigBOSSや4MOSTをはじめ口径4メートルクラス望遠鏡で計画されているが、PFSでは8メートルの口径を活かし高品質のより遠方の銀河までを含むデータで対抗する。また、TMT時代にはtarget selectionにHSC+PFSが不可欠となる。

関連ホームページ:

PFSポータルサイト

<http://sumire.ipmu.jp/en/2652>

技術的なより詳細

<http://pfs.ipmu.jp/factsheet/>

「すばる望遠鏡 次世代広視野補償光学システム」

概要と科学的目的:

すばる望遠鏡の可変副鏡を用いた地表層補償光学系(Ground Layer (GL)AO)を搭載し、シーイングの改善を図る。例えば典型的なシーイング条件で従来はK-bandでFWHM 0.4"程度であったのに対しFWHM 0.2"程度が20分角程度の視野全体にわたり達成される。可視光(>0.8 μm)から>3 μm の熱的赤外線まで広い波長でシーイング改善による空間分解と点源感度の向上が可能である。

また、これに対応した近赤外線 広視野撮像・多天体(面)分光装置を開発する。

本計画によりすばる望遠鏡で展開される多くのサイエンスに感度向上のメリットがもたらされるが、特に、

- 遠方銀河($z=1-3$)の空間+波長の3Dデータを大量に蓄積するレガシーサーベイに基づく、**銀河形成進化過程の包括的理解**
- 広視野狭帯域撮像による宇宙再電離期のLy α 輝線銀河探査などを展開したい。

GLAOで期待されるシーイング・感度向上や遠方銀河の観測についてはシミュレーションを行って実現性を詳しく調査した。また、近赤外線装置の光学系検討も進めている。本計画の実現で展開されるサイエンスのコミュニティからのインプットを盛り込んだ**検討報告書**を作成している。

実行グループ:

国立天文台ハワイ観測所を中心に、国内大学との共同で検討を進めている。これらに加え、海外機関との連携も含め実施体制を構築したい。

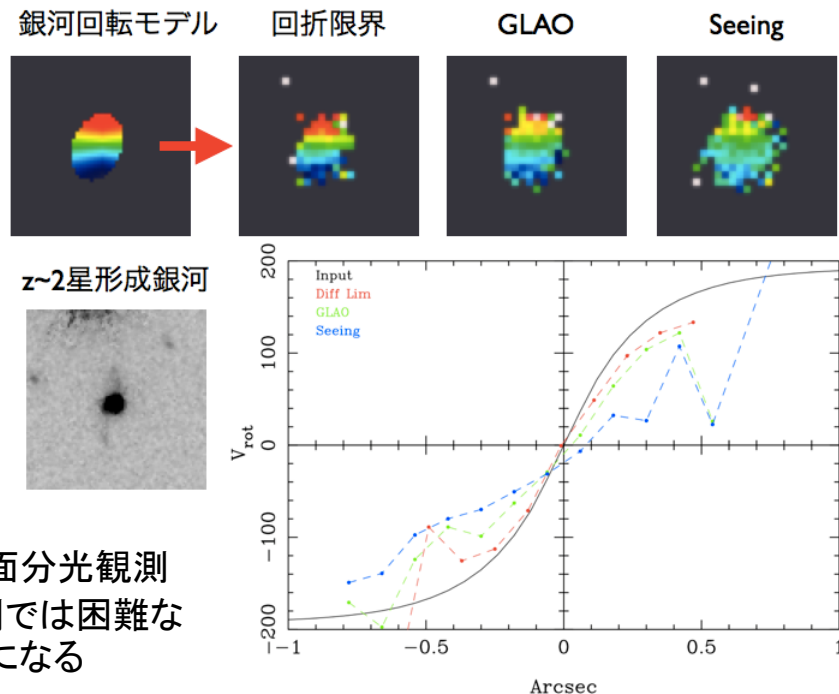


図:実際の $z\sim 2$ 銀河画像を元にした面分光観測のシミュレーション。シーイング観測では困難な回転運動の測定がGLAOでは可能になる

「すばる望遠鏡 次世代広視野補償光学システム」

現在想定しているスケジュール:

- 2012年-2013年 概念設計
- 2013年-2014年 基本設計
- 2014年-2016年 詳細設計
- 2016年 製造開始
- 2017年 組み上げ・試験開始
- 2019年 エンジニアリングファーストライト
- 2020年 共同利用(レガシーサーベイ含む)開始

国内の他の計画との関連:

GLAOを実現する技術(大型可変形鏡、地球大気トモグラフィ、多天体レーザーガイド星など)はTMTをはじめとする今後の地上観測装置用補償光学系の**基盤技術**である。TMT時代のすばる望遠鏡の役割として、**サーベイ能力の向上**は必須の課題であり、本計画は主に近赤外線領域でのすばるの能力を世界トップレベルに維持するために必要である。サイエンス面でも広視野多天体撮像・分光サーベイはTMT等の超大型望遠鏡による詳細観測につながる極めて良い相補性を持つ。

海外の類似計画の有無、差別化:

GLAOはESO VLTやLBT等で実装が進んでおり、これらに遅れをとっているが、マウナケアは地表層のシーイングに与える影響が大きいとされており、GLAOの効果が特に高いと期待される。観測装置の面で、20分角に迫る超広視野近赤外線装置(GLAOと組み合わせた多天体面分光装置を含む)は2020年代にあってもユニークなものとなると考えられる。

関連ホームページ:

すばる望遠鏡将来装置計画web page <http://www.naoj.org/Projects/newdev/>

(次世代広視野補償光学システムの公開ページは準備中)

光学赤外線分野での大型中型計画

スペース衛星計画

次世代赤外線天文衛星



概要と科学的目的:

次世代の赤外線天文衛星ミッションSPICA (Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics) 計画は、6K 以下に冷却した口径3.2m の大型望遠鏡を搭載し、中間・遠赤外領域において、従来よりもはるかに優れた感度(図1)と空間分解能を達成し、これにより「銀河誕生のドラマ」「惑星系のレシピ」「宇宙における物質輪廻」という現代天文学の重要課題の解明に挑む。2022年の打ち上げを目指して活動中である。

科学的目的: ①銀河誕生のドラマ:宇宙137億年の歴史の中で銀河はいつ、どのようにして、生まれたのか? ②惑星系のレシピ:我々を育んだ惑星はどうやって生まれたのか? ③宇宙の物質輪廻の解明:宇宙の歴史の中で我々を作る物質はどこで、どのようにして作られてきたのか? これらの目的達成に重要なスペクトル線や固体バンドフィーチャーの多くが中間・遠赤外波長域に存在する。SPICAは圧倒的な高感度の多色撮像と分光能力でこの波長帯を切れ目なくカバーする。

観測装置の概要: 表1(衛星ミッション仕様)、表2(主要観測装置の仕様)

期待されるデータ: 基本的には宇宙天文台(公募観測時間が全時間の60%)。サイエンスWGによるこれまでのレガシー観測計画案によると、例えば0.5平方度の450時間SAFARI分光サーベイによって赤方偏移2.5までの赤外銀河約5000個からの複数のスペクトル線が検出される(Spinoglio et al. 2012)。

表1. 衛星ミッションの主な仕様。

| Item | Specifications |
|------------------|--|
| Telescope | Physical Diameter : 3.2m (Entrance Pupil Diameter 3.0m) |
| | Temperature: lower than 6K |
| | Wavefront error: better than 350 nm |
| | Field of View: 30' diameter |
| Wavelength range | Core: 5-210 microns |
| Mission Life | 3 years (requirements), 5 yeras (goal) |
| Orbit | Halo Orbit around S-E L2 |
| Launch | 2022 by H-IIA-204 launcher |

表2. 主要観測装置の仕様。現在進行中の、観測装置国際審査(科学および技術)により、必須と識別された装置/機能のみ(*: confusion限界を含まない値。一時間積分では>20 μ mではコンヒュージョン限界)。

| Name | Mid-IR Camera and Spectrometer (MCS) | | SPICA Far-IR Instrument (SAFARI) | | |
|----------------------------------|--|--|---|---------|---------|
| Imaging | | | | | |
| Channel | WFC-S | WFC-L | SW | MW | LW |
| Wavelengths (μ m) | 5 – 25 | 20 – 38 | 34–60 | 60–110 | 110–210 |
| Field-of-Views | 5' x 5' | 5' x 5' | 2' x 2' | | |
| Array format | 2k x 2k | 1k x 1k | 43 x 43 | 34 x 34 | 18 x 18 |
| Sensitivity for point source (*) | 0.13-3.5 μ Jy (5 σ , 1hour) | 5-8 μ Jy (5 σ , 1hour) | <20 μ Jy (5 σ , 1hour) | | |
| Spectroscopy | | | | | |
| Channel | MRS-S | MRS-L | Same as Imaging mode (i.e. imaging Fourier Spectrometer) | | |
| Wavelengths (μ m) | 12.2 – 23.0 | 23.0 – 37.5 | | | |
| Field-of-view | 12"x6" | 12"x7".5 | | | |
| Spectral resolution | 1900-3000 | 1100-1500 | 150 (SED mode) , 2000@100 μ m | | |
| Sensitivity for point source | 2x10 ⁻²⁰ Wm ⁻² (in 5 σ , 1 hour) | 8x10 ⁻²⁰ Wm ⁻² (in 5 σ , 1 hour) | a few x 10 ⁻¹⁹ W/m ² (in 5 σ , 1 hour for spectral lines) | | |

次世代赤外線天文衛星



科学的目的(続): 主要観測装置から期待される成果の例を以下にあげる。

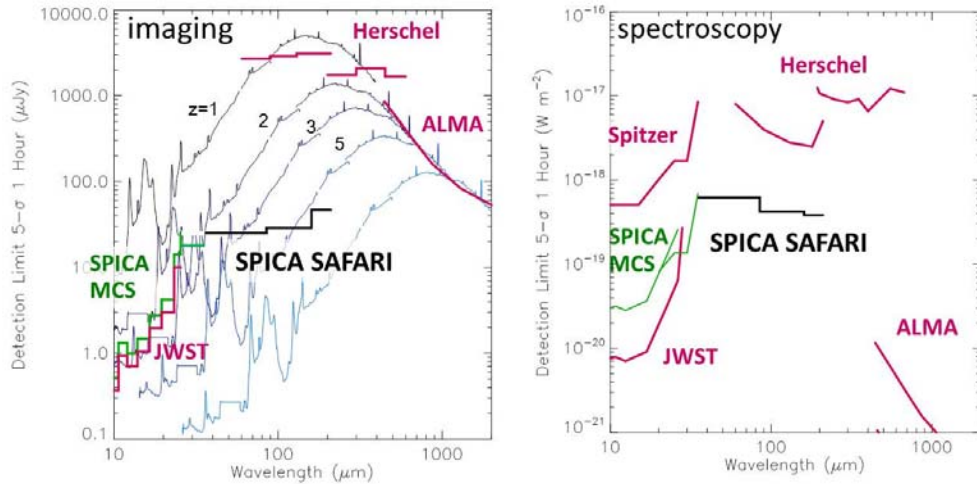


図1. (左)撮像観測の点源感度を、JWSTやHerschel、ALMAと比較したもの(コンヒューション限界は未考慮)。M82のSEDを色々なzに置いた際と比較。(右)分光感度。SAFARIはこの感度で2分角の領域の面分光ができる(1時間、5 σ)。

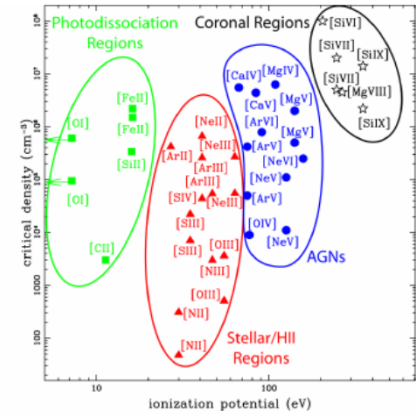
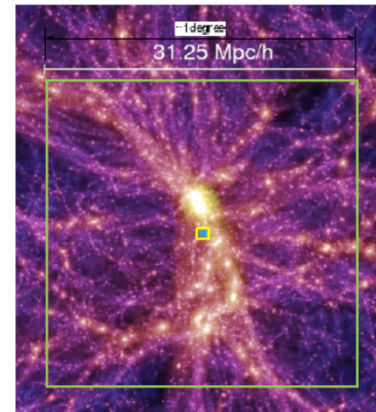


図2. (左)900時間のSAFARIの観測で得られるz~1.4の宇宙の領域の広さをMillennium Simulationの上に図示したもの。この一平方度の領域の34-210 μ mスペクトルが得られる(中央の青い四角は、同程度の時間でHerschel/PACSが観測可能な領域)。(右)SPICAで観測可能な、原子・イオンからの微細構造線の一覧。

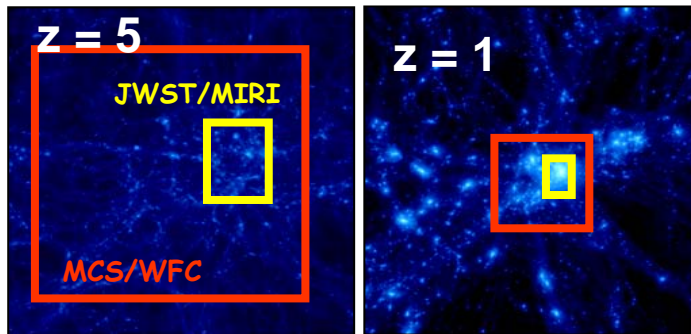


図3. z=5、z=1で、MCS/WFCの視野とJWST/MIRIとの比較(z=5では一辺20Mpcの共動体積(M=6E+14 Msunのダークハロー)に対応する)。SPICAの5-210 μ mの多色撮像サーベイは、深さを変えつつ、4-40平方度をカバーする。

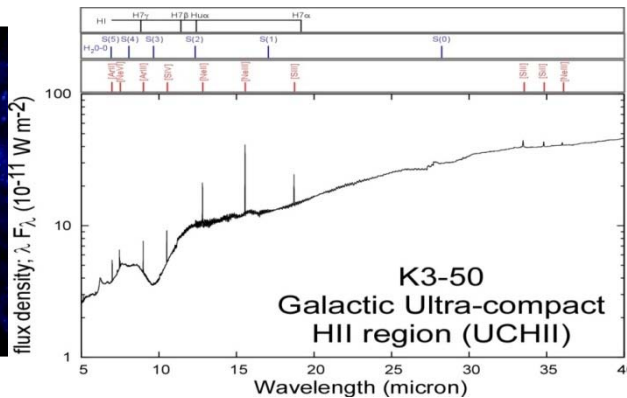


図4. MCS/MRSで検出可能なSpectral features. ionized gas ; [NeII] 12.81 μ m, [Ne III] 15.56 μ m, 36.01 μ m, [NeV] 14.32 μ m,他、S, Ar, Feのイオンや分子線、固体 (GEMS, MgS, FeS, PAHs, crystalline silicates)。

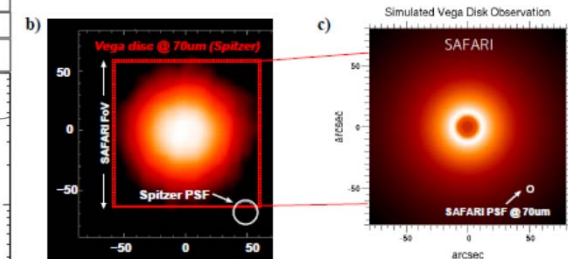


図5. 44 μ mの氷のスペクトルはHerschelもJWSTも観測不可能。(左)70 μ mでSpitzerにより得られたVegaのデブリ円盤。高解像度(44 μ mで約2arcsec)度のSPICAでは右のシミュレーションのように、スノーラインが見えるようになる。

次世代赤外線天文衛星

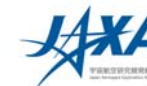
SPICA

Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics



プロジェクト実行グループ:

アジア・欧州・北米の17か国および一つの国際機関が計画に参加している。参加機関は非常に多数にわたるにわたる(ロゴ参照)。コアとなる推進チームは、JAXA、ESA、SRON (オランダ、SAFARIのPI機関)、KASI(韓国)、及びASIAA(台湾)のメンバーで構成されている。



現在想定しているスケジュール:

システム要求審査(2010年8月)後、リスク状況を見直した結果、ミッション達成を左右するような影響度が高い「重要リスク」のリスクレベルを低減し、プロジェクト移行後の計画遂行を確実に進められるようにするために、「リスク低減フェーズ」が新たに導入された(2012-13年)

- 2013年 衛星システム定義審査、プロジェクト移行審査
- 2014年 衛星システムPreliminary Design Review
- 2017年 衛星システムCritical Design Review
- 2022年 打ち上げ

国内の他の計画との関連:

光赤天連シンポジウムや国立天文台光赤外専門委/すばる小委員会において、すばる次世代装置HSC、PFSおよびTMTとの科学的連携について検討が進められてきており、 $z=1-3$ の宇宙激動期の星形成史/超巨大ブラックホール成長史、また太陽系外惑星の発見とその特徴の解明や惑星系の進化の解明の上でも相補的であると認知されている。また、サブミリ・ミリ波のALMAや、次世代30mサブミリ波望遠鏡計画とのシナジーも重要。

海外の類似計画の有無、差別化:

世界的に見て、この波長域の類似計画は他に存在しない(全世界がSPICAに集約)。図1に示すように、JWST(2018年打ち上げ)やALMAと有効な相補性をもつ。

関連ホームページ:

ISASのSPICAページ:

http://www.ir.isas.jaxa.jp/SPICA/SPICA_HP/index.html

光赤天連SPICAタスクフォース:

<http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/gopira/stf/>

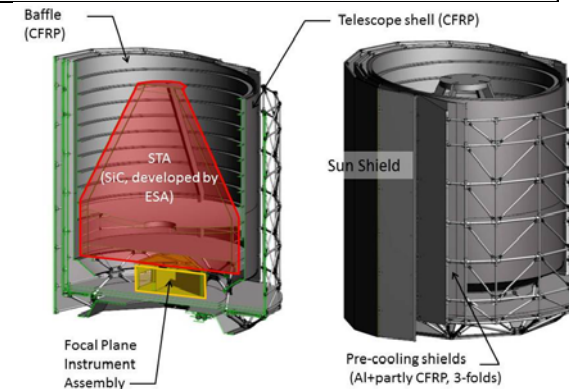


図6. SPICAミッション部の構造概念図。口径3.2mの望遠鏡の焦点部に観測装置を載せる光学ベンチが取り付けられる。これら全体を、多重断熱シールドで入熱を遮断した環境で、機械式冷凍機により6K以下に冷却する。

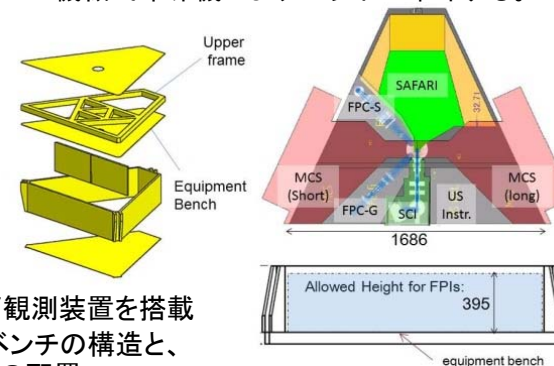


図7. 焦点面観測装置を搭載する、光学ベンチの構造と、各観測装置の配置。

次世代赤外線天文衛星



科学的目的(続): オプション観測装置一仕様と期待される成果の例

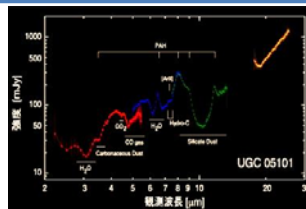
SPICAに搭載する観測装置を決定する国際審査は2011年5月に開始され、2012年5月には中間審査結果がリリースされた。ここに紹介する観測装置は、衛星システムリソースの制限や技術的成熟度等からオプションと識別されているものである(2013年初頭に予定される最終審査において決定)。

MCS-LRS及び HRS

(1) LRS (低分散分光チャンネル)

- 装置仕様: ロングスリット分光器(スリット長2.5'), 波長=5-48(5-38) μm , 分解能=50-100, 感度(5 σ , 1h) 10-100 μJy
- 狙うサイエンス: PAH/Silicate bandを使った遠方銀河の赤方偏移、星生成、銀河核活動の測定
- 期待される成果: 赤方偏移 $z=0-4$ の銀河進化の解明

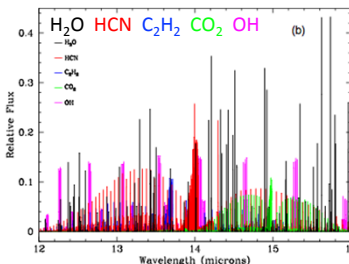
図8. 豊富な固体微粒子や分子バンド (Ohyama et al 2007)



(2) HRS (高分散分光チャンネル)

- 装置仕様: 観測波長=12-18 μm , 波長分解能=20,000-30,000, 感度(5 σ , 1h)~8mJy
- 狙うサイエンス: 原始惑星系円盤のラインサーベイ、分子雲星間分子吸収線サーベイ 様々な分子線による化学
- 期待される成果: 惑星形成の初期状態や進化過程の情報、バイオマーカーとなりうる分子の検出、未発見の彗星有機分子の検出

図9. Spitzerの観測をもとにした $R=30,000$ での原始惑星系円盤のスペクトル予想図(Carr & Najita 2011)



| Channel | LRS | HRS |
|--------------------------------|----------------------------|---------------|
| Wavelengths (μm) | 5-20/20-48 (5-20/20-38) | 12-18 |
| Field-of-view | 2.5'x1.4"/2.7" | 6"x1.2" |
| Spec. Resolution | 50-100 | 20,000-30,000 |
| Sensitivity (1hr, 5 σ) | 10-100 μJy | ~8mJy |

SCI 中間赤外コロナグラフ観測装置

装置仕様

- コロナグラフ撮像・分光 @ 3.5-27 μm
- コントラスト: 10^{-4} @PSF, 差分法の併用で $\sim 10^{-6}$

狙うサイエンス・期待される成果

- 主星から離れた系外惑星の系統的探査
 - 存在確率、質量、年齢分布、大気組成
 → トランジット法など間接法と相補的な情報が得られる
- スノウラインおよび星周円盤の直接撮像、分光。
- AGN 観測への応用

SCI ならこれが見える!

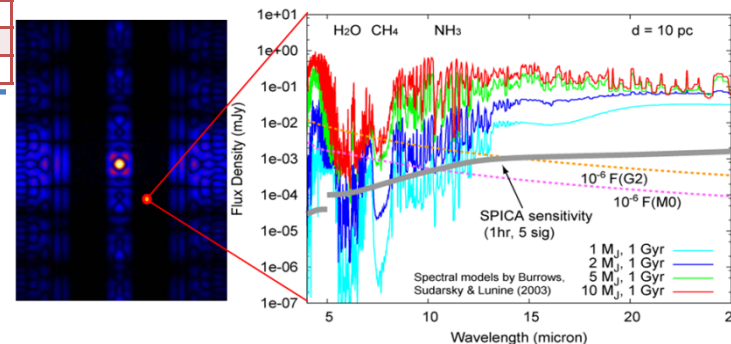


図11. 左: コロナグラフ像のイメージ
右: 理論モデルによる木星型惑星のスペクトル
Emission bump@4-5 μm H₂O CH₄ O₃等ユニークなスペクトルフィーチャが豊富。

注) 提案の詳細は改訂中

FPC-S 広視野近赤外カメラ

装置仕様

視野5分角、ピクセルスケール0.3秒角。
J-Mバンド撮像(限界等級26.3(AB), 100秒積分、3 σ)
LVF($R=20, 1-5\mu\text{m}$)による表面分光

狙うサイエンス

近赤外宇宙背景放射(CIRB)のスペクトルと揺らぎの観測
パラレル観測によるHigh-z銀河, LB銀河, LAE銀河等の探査

期待される成果

宇宙第1世代星の生成と進化、構造形成の解明
高赤方偏移での銀河進化を探る

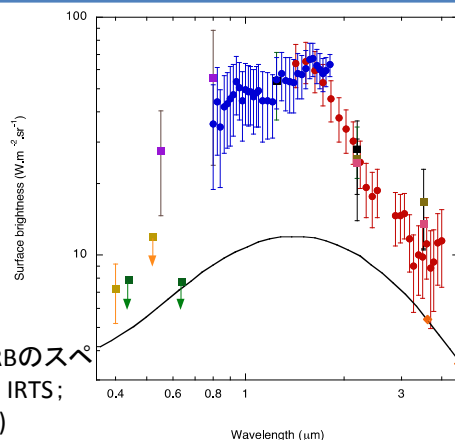


図10. CIRBのスペクトル(赤: IRTS; 青: CIBER)

小型JASMINE

I. 概要と科学的目的

小型科学衛星を用いた赤外線位置天文観測衛星

1. 概要:

銀河系中心近くのバルジの星、および興味ある特定天体に対して10マイクロ秒角クラスの世界最高精度の位置天文情報(年周視差、固有運動、天球上の位置)を世界で初めて得る。

○小型JASMINEの仕様

主鏡口径: 30cm、焦点距離: 3.9m
 視野面積: 0.6度×0.6度
 アstrometri用検出器: HgCdTe (4k×4k) 1個
 Astrometri用観測波長: Hw-band (1.1~1.7ミクロン)
 衛星重量: ~400kg

観測精度: 位置、年周視差 10~70 μ as
 固有運動 10~70 μ as/yr

(Hwバンドで11.5等級より明るい星に対して達成)

特定領域サーベイ: 銀河系中心付近の3度×3度の領域方向
 + 特定天体方向(候補天体例: Cyg X-1)

観測期間: 1年間~3年間程度

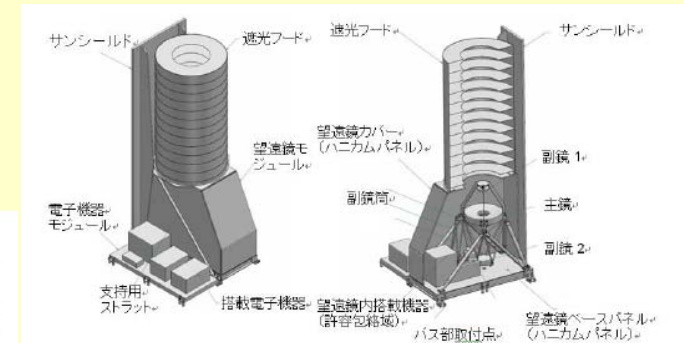
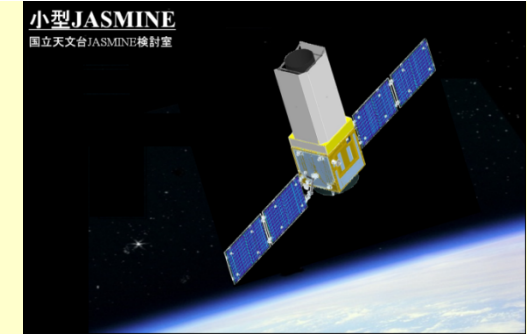
○小型科学衛星シリーズ(3号機)@ISASのミッション募集へ応募予定 (2012年度後半)

特定領域での高精度な位置天文観測は、小型科学衛星が最適。

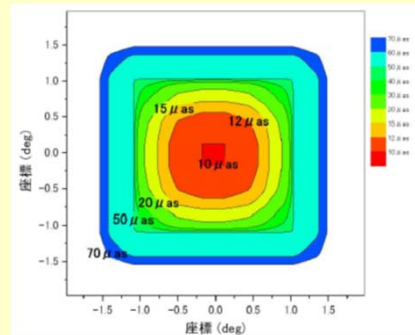
打ち上げ目標(3号機の場合): 2017年~2018年頃

予算: 小型科学衛星の予算枠内であることが条件

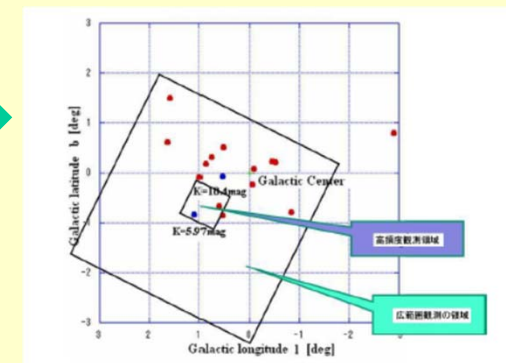
(ミッション部: 10億円、バス部(共通の標準バスを使用): 約30億円、打ち上げ(イプシロンロケットを使用): 約30億円)



ミッション装置



年周視差の精度マップ

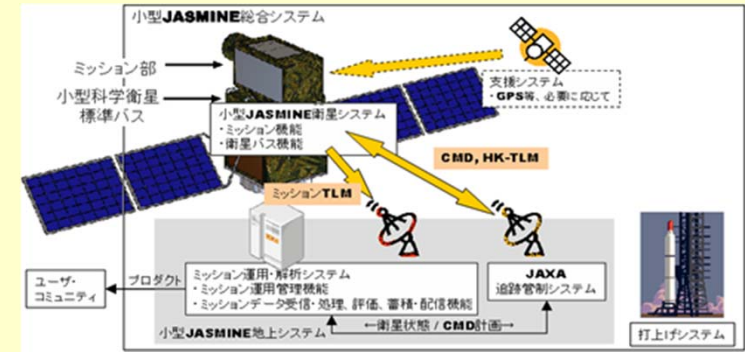


観測領域候補(銀河系中心付近)

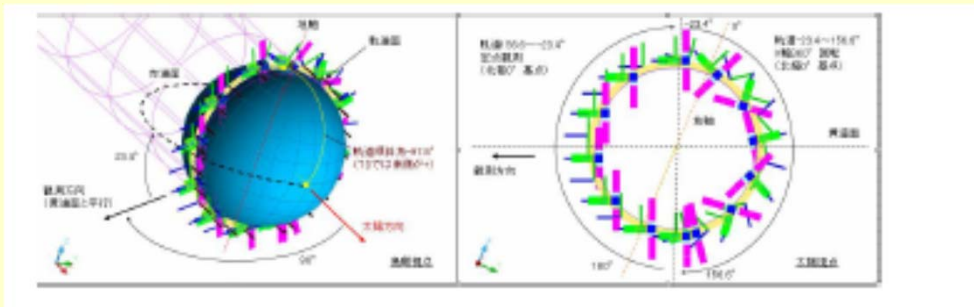
○フィージビリティ:

- * ミッション装置 (望遠鏡、焦点面、電子モジュール)
- * ミッション部総合システム
(軌道、姿勢、熱、通信、電力、コストなど)
- * バス部とのインターフェース

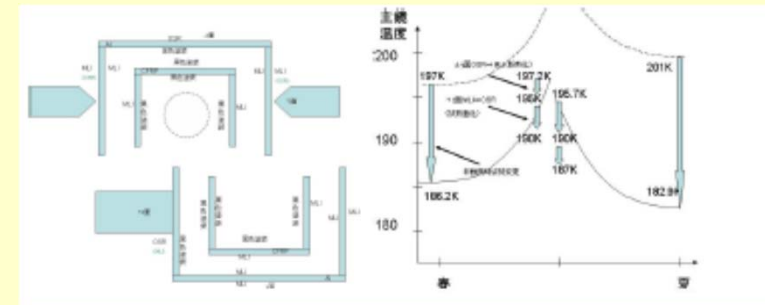
いずれも、ほぼ成立性の見込みがたってきた。
実証が必要なものは、TRL4以上を達成の見込み



小型JASMINE衛星のシステム



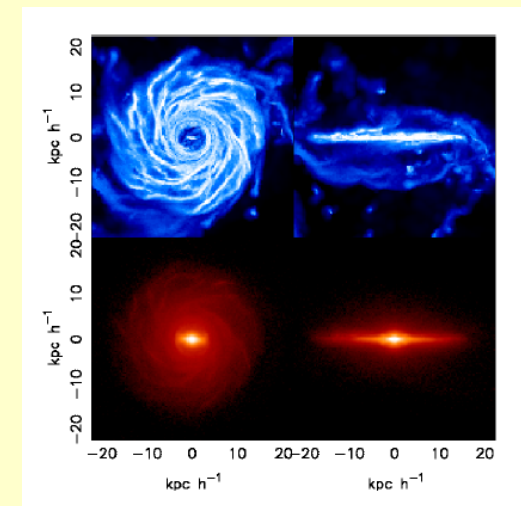
衛星の軌道と姿勢



衛星の熱環境設計

2. 科学的目的の概要:

- 世界に先駆けて、星の3次元的位置や運動情報を用いた銀河系中心付近でのバルジ構造、星形成史、巨大BHの形成進化、星間吸収物質の3次元分布、変光星等の研究進展。
- X線連星(例:CygX-1)の軌道要素決定、系外惑星探査などの特定天体をターゲットにし、高精度な距離と運動情報を活かした科学的成果。



★小型JASMINEで期待される科学的成果例

JASMINEチーム以外の研究者有志(28名)からなるサイエンスWG(代表・梅村雅之(筑波大))が別途形成され、具体的な科学的成果の検討が進んでいる。

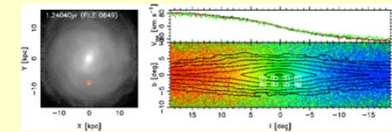


1. バルジの正体の解明: 銀河系バルジのタイプは? その構造形成史は?

* バルジ星の3次元分布と運動情報 → バルジの力学構造 →

classical bulge vs pseudo bulge → 形成原因の違い → 銀河形成論、進化論にも影響

* バルジ星の色一等級図 → 星形成史



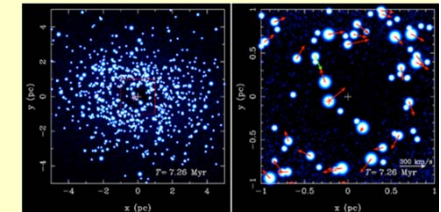
2. 銀河系中心付近の物理

* 巨大ブラックホール形成の痕跡 → 中心付近の星の速度分布に影響

* 星団の運動 → 星団の起源、中心付近の重力場情報

* 内部バーの存在 → 中心付近での星形成への影響

* SgrA*の赤外線モニター → QPOの存在 → 巨大BHのスピンの情報



3. コンパクト天体

* X線連星の軌道要素決定 → 研究史上の「事件」

→ 降着円盤やジェットの基礎的な物理に迫る。

有力候補天体: Cyg X-1: ($l=71^\circ$, $b=+3^\circ$)、周期5.6日(Gaiaでは観測不可能)、

伴星: $m_v \sim 9$ mag (小型JASMINEで検出可能)、位置変化は、 $40 \sim 50 \mu$ 秒角 → 小型JASMINEで測定可能

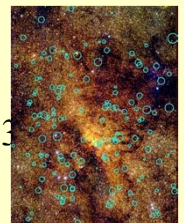
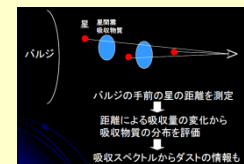
4. 系外惑星 * アstrometri法による惑星の検出

* 既知のトランジット惑星のsecondary eclipse(2次食)を観測し、惑星の表面温度および軌道要素の測定

5. 重力レンズ

6. 恒星、星形成 * 星間減光物質の3次元分布と性質

* バルジにあるミラ型変光星(赤いのでGaiaより有利)の年周視差、固有運動



II. 実行グループ

主要推進組織: 国立天文台JASMINE検討室、JAXA/宇宙研、研究開発本部、
京都大学理学部

* JAXA/宇宙研の**小型科学衛星専門委員会のもとにJASMINE-WG**が2009年1月から設置されている。

その他の協力組織:

○国内サイエンスWG: JASMINEチーム以外の研究者有志(28名)からなる**サイエンスWG**
(代表・梅村雅之(筑波大))が別途形成され、具体的な科学的成果の検討が進んでいる。

バルジ班: 長島(長崎大、チーフ)、巨大ブラックホール・銀河中心班: 梅村(筑波大、チーフ)、
コンパクト天体班: 植村(広大、チーフ)、星班: 西(新潟大、チーフ)、系外惑星班: 浅田(弘前大、チーフ)

○国内企業グループ: ミッションシステム全体: A社、光学系: B社、構造: C社、熱: D社、電気: E社
(バス部: NEC社)

○海外協力グループ: * 上海天文台など: 科学データの中国での受信協力

* JMAPSグループ@米国海軍天文台: 指向安定性、迷光などの共同検討

* Gaiaデータ解析グループ: 小型JASMINEのデータ解析への協力

* APOGEEチーム(PI: S.Majewski) とのAPOGEE-S計画

(南半球での高分散近赤外線分光観測)への共同プロポーザル提出

III. 現在想定しているスケジュール

2012年度後半 小型科学衛星シリーズ3号機へのミッション提案

* 以下は、3号機に採択された場合の想定スケジュール

2013年度～2017年度: 衛星開発、製作、試験など。

2017年度から2018年度: 打ち上げ

2018年度頃～2020年度頃: 衛星の運用、データ解析

2021年度頃: カタログ(version1)の公開

2022年度頃: 最終カタログの公開

IV. 国内の他の計画との関連

○スペース計画との関連、連携

- * 月面天測望遠鏡(ILOM)計画@RISE月惑星探査検討室との協力:
共同実験(星像中心決定実験)や情報交換(迷光対策など)
- * WISH計画との協力、連携: 情報交換、共通の技術課題対策(検出器など)
- * Solar-C計画、SPICA計画との協力: 情報交換(迷光対策、アウトガス対策、指向安定性など)
- * Nano-JASMINE計画: 小型JASMINEに先駆けての日本初の位置天文観測衛星計画



組み立てが完成した
Nano-JASMINE衛星の
打ち上げ実機(FM)

(観測波長: 0.6~1.0ミクロン(zwバンド)、精度は3mas程度)
バス部は東大工学部中須賀研究室、信州大学が開発
2013年11月~2014年3月の間で打ち上げ予定
(ウクライナ製のcyclone-4ロケットを用いてブラジルから打上)
衛星のFMは完成。運用、データ解析(Gaiaチームとの
共同開発)の準備が進行中。

- * ヒッパルコスカタログと組み合わせると固有運動の
精度がヒッパルコスより1桁向上(~ 0.2 mas/yr)。
- * ヒッパルコスでは検出できなかった長周期(10年~40年)
の連星軌道の導出。

* Gaiaでは測定できない明るい星(6等星以下)の測定!

- * (中型)JASMINE計画: 小型JASMINEの次の計画として、主鏡口径を80cmクラスに拡大して、@ユジノエ社
バルジのほぼ全領域方向を 10μ 秒角の精度で測定する。



全面的な国際協力(Post-Gaiaとも協力)、または
国内の他の計画とのマージ(候補: WISH計画)

小型JASMINE(&Nano-JASMINE)での経験、技術的蓄積をもとに、国内での他の光赤外スペース計画
への協力、連携に貢献したいとも考えている。

○地上の位置天文観測との連携: VERAとの科学的成果の連携

○地上の計画との連携: TMTとの位置天文観測に関するサイエンス連携

IRISによる高精度(30μ 秒角)狭領域(17 秒角 $\times 17$ 秒角)での相対位置天文

→非常に暗い星まで測定可能



Cyclone-4 ロケット

@ユジノエ社

V. 海外の類似計画の有無、差別化

* 小型JASMINEは**世界で唯一の近赤外線位置天文衛星計画**(IAUのCommission8から推薦)

銀河系中心方向付近のバルジで高精度で測定できる星の数は可視光観測のGaiaが数個レベルに対して、3桁程度多い。

* 小型JASMINEは、同一天体をGaiaよりかなりの高頻度(90分毎に1回)で測定→時間分解が高い

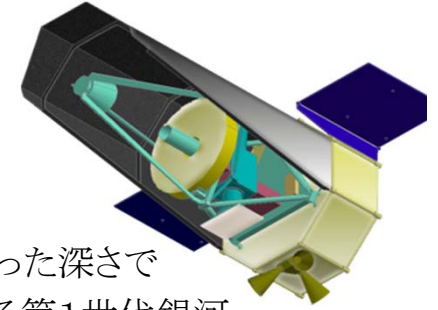


VI. 関連ホームページ

JASMINE計画のHP: <http://www.jasmine-galaxy.org/index-j.html>

ScholarpediaでのJASMINEの記事: <http://www.scholarpedia.org/article/JASMINE>

「超広視野初期宇宙探査衛星 WISH 計画」



WISH 計画の概要と主要な科学的目的

WISH計画は、口径1.5m鏡と視野約850平方分角の近赤外線超広視野カメラを搭載した宇宙望遠鏡衛星を2010年台末までに打ち上げ、従来の地上からの観測で達成不可能であった深さで波長1-5 μm の近赤外線帯域で、非常に広い天域のサーベイ観測を行い、初期宇宙における第1世代銀河の探索を中心に、斬新なデータによる幅広い天文学研究の推進を目指す。

- 初期宇宙における第1世代銀河の観測と宇宙再電離の解明
- 宇宙の膨張史の解明と暗黒エネルギーの研究
- WISH のユニークな広視野赤外線大規模観測による様々な天文学研究の推進

このため、Ultra Deep Survey (5バンド、100平方度、AB 28等) を中心に、多段式のサーベイを行う。軌道は、太陽-地球L2 Halo 軌道を想定、冷凍機を用いない放射冷却により望遠鏡本体は 90-100Kに冷却。

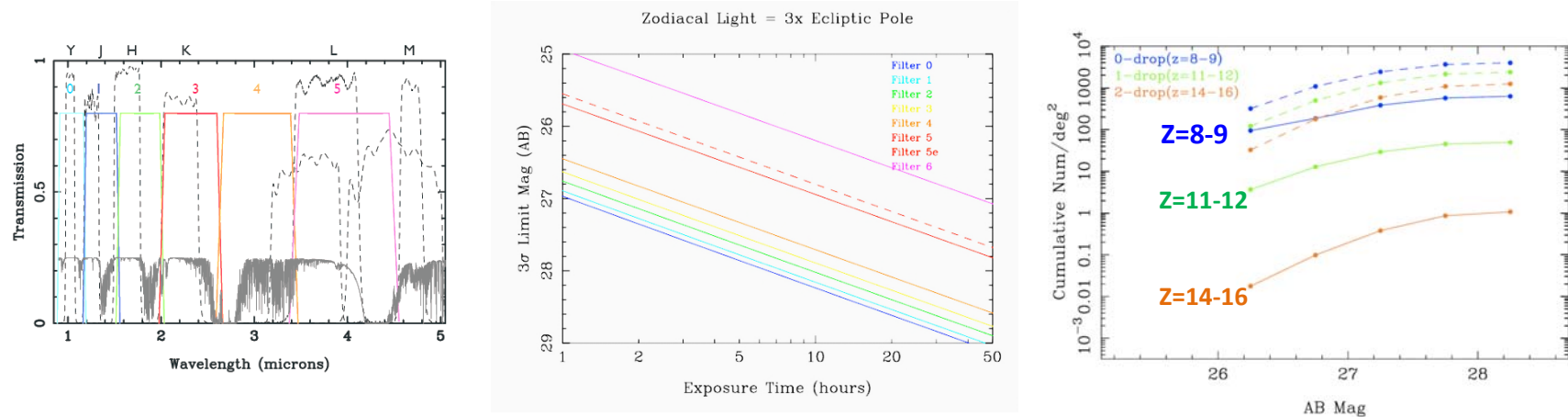


図: 左から、WISH 広帯域フィルタ基本案、WISH 各波長感度、高赤方偏移銀河検出期待数(1平方度)

WISH Working Group:

宇宙科学研究所理学委員会 WISH Working Group (2008-) を中心に計画検討を進めている。WISH WG には、東北大学、国立天文台、宇宙科学研究所、東京大学、京都大学、名古屋大学、東京工業大学、大阪産業大学、金沢大学、ハワイ大学などの研究者が参加している

「超広視野初期宇宙探査衛星 WISH 計画」

現在想定しているスケジュール: (WISH WG 提案)

- 2012-13年 ミッション提案。ミッション要求審査およびミッション定義審査
- 2014-15年 Phase A -- システム要求審査、システム定義審査
- 2016-18年 Phase B -- PDR / CDR
- 2018年 ミッション最終審査 -- Phase C
- 2019年 打ち上げ目標

国内の他の計画との関連:

すばる望遠鏡: WISH は Suprime Cam の広視野観測を波長 $1\mu\text{m}$ 以上に拡大する計画とも言える。

すばるが進めてきた遠方銀河観測研究をさらに高赤方偏移へ進めるためには、WISH が必須である。

TMT 望遠鏡: WISH は TMT など ELT と非常に強い親和性、相補性を持っている。WISH の撮像感度と TMT による近赤外線分光感度がマッチしている。一方、TMT では、近赤外広視野観測はできない。

SPICA: SPICA コア波長 $5\text{-}200\mu\text{m}$ に対して、WISH 波長範囲 $1\text{-}5\mu\text{m}$ は相補的である。SPICA FPC-G とは視野で30-40倍であること、専用望遠鏡であることで相補的。科学的には、WISH が最遠方初期宇宙研究を主目的とするのに対して、SPICA はガス・ダスト観測による中間赤方偏移の銀河形成過程の解明に重点が置かれている点で相補的。一方、WISH で検出される吸収を受けた赤い銀河は SPICA ターゲットとして重要なものとなり得る。

ALMA: 非常に強い吸収を受けた天体の可視・近赤外対応天体観測として WISH は重要。

あかり: WISHでは、大口径、高い解像度、専用サーベイ戦略により、あかり衛星が達成した近赤外宇宙観測を、質的・量的に大きく拡大する研究を行うことができる。

海外の類似計画の有無、差別化:

波長 $1\text{-}5\mu\text{m}$ での広視野深宇宙探査計画という意味では WISH はユニークである。

比較的 WISH に近い広視野宇宙観測を行う計画としては、次のものがある。

Euclid (ESA): 口径1.2m。可視光中心に 15000 平方度の分光・撮像観測。撮像検出限界 AB 24 等。赤外は波長 $1\text{-}2\mu\text{m}$ 。測光器という位置づけで、 0.3 秒角/ピクセル。精密宇宙論。2019 打ち上げ予定。

NEP/SEP 近傍で Deep AB 26等(数十平方度)の観測を行うが、これより深くは行かない点で WISH と相補的。

WFIRST (米国): Astro2010 スペース最優先計画。口径1.3m。波長 $0.6\text{-}2\mu\text{m}$ 。精密宇宙論。撮像および分光。2018 年に計画がスタートする最速の場合でも 2025 以降の打ち上げ。

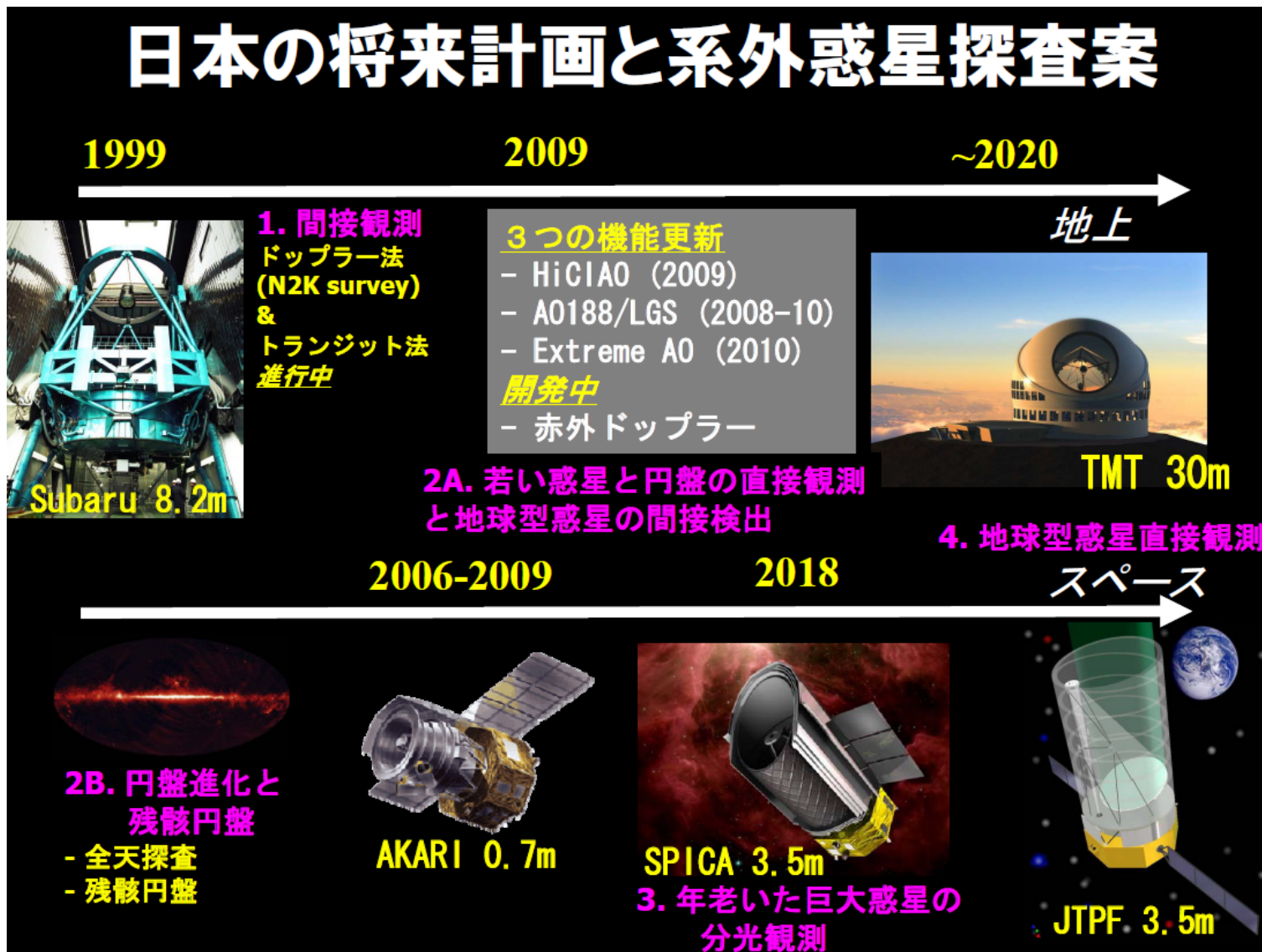
WISH WG ホームページ:

<http://www.wishmission.org/jp/index.html>

「JTPF(地球型惑星探査プロジェクト)」

概要と科学的目的:

JTPFは太陽系外惑星、特に地球型惑星の発見のために、多方面にわたる活動をするために宇宙研に設置されたワーキンググループである。光赤外ロードマップとコヒーレントな計画。



「JTPF (地球型惑星探査プロジェクト)」

スペースコロナグラフ望遠鏡ミッション (JTPF-C):

- 3.5m Opt-NIRスペース望遠鏡ミッション

他のスペースミッション計画、基礎開発:

もう一つのJTPF固有スペースミッション計画として

- スペース赤外線干渉計ミッション

がある一方、以下の欧米のミッションへの参加も視野に入れて、共同提案者として推進してきた。

- DARWIN (ESA)
- Echo (系外惑星キャラクタリゼーション、ESA)
- SPICES (スーパーアース直接観測、ESA)
- TPF-I (NASA, GSFC), TPF-C (NASA, JPL)
- FKSI (中間赤外線宇宙干渉計、NASA, GSFC)
- ASTRo, ELEKTRA (赤外トランジットミッション、NASA, JPL)
- PECO (1mクラススペース望遠鏡によるコロナグラフミッション、NASA)
- WFIRST (広視野赤外線宇宙望遠鏡)

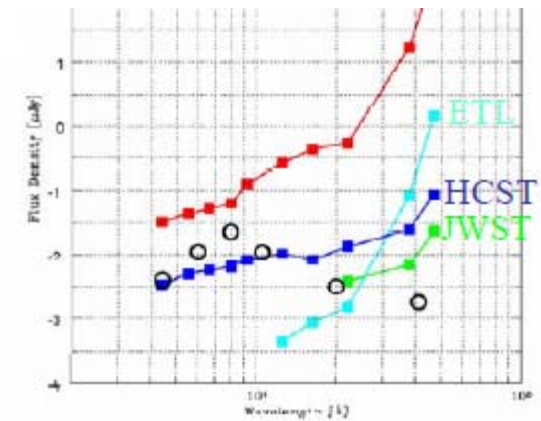
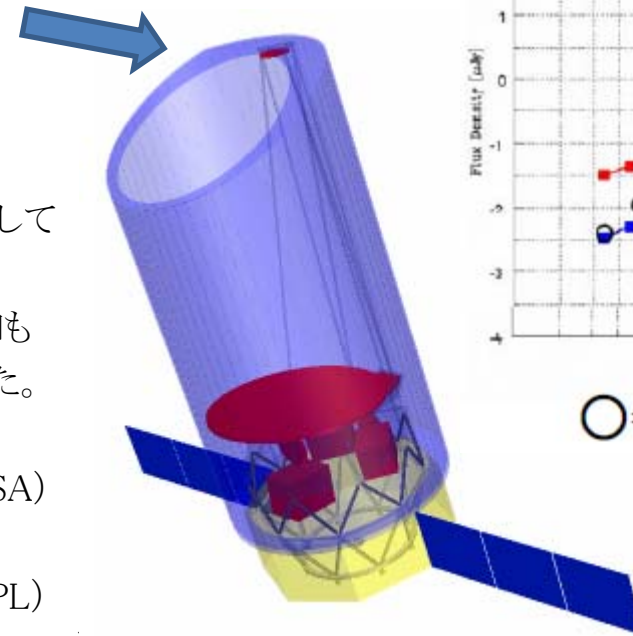
また、気球搭載望遠鏡 (PlanetScope、BETTI、ともにNASA) にも参加、協力している。

さらに、将来のスペースミッションを目指した基礎技術開発 (高コントラストコロナグラフ、遠赤外線干渉計など) においても着実に成果を上げてきた。

もう少し広い視野に立って、すばる (CIAO, HiCIAO)、あかり、SPICA/TMT、JTPFという明確なロードマップに基づいて系外惑星科学を追及してきた (木星型から「地球型」系外惑星へ)。

実行グループ:

宇宙研、国立天文台、阪大、北大、、、



○=Earth at 8pc

「Euclid、WFIRSTの現状と日本の参画について」

概要と科学的目的：

- ESAのM-classミッションEuclidは、口径1.2m、波長0.55-2.0 μm 、視野0.54deg²の光赤外線撮像分光宇宙望遠鏡で、Weak lensing (WL)、Galaxy Clustering (GC)、Redshift-Space Distortion (RSD)の観測により、宇宙の加速膨張と構造進化、その背後にある暗黒エネルギーの性質を解明し、また重力理論の検証を行う。Euclidの北天領域をSubaru/HSC, PFSで観測し、正確な赤方偏移を得る事でEuclidの観測を補完し、ミッションを完成させる。例えば図1に示すような銀河のpower spectrumが期待される。
- NASAのWFIRST(Wide-Field Infrared Survey Telescope)は口径1.1m, 1.3m又は2.4m (現在検討中)、波長0.7-2.4 μm 、視野0.37-0.6deg²の赤外線撮像分光宇宙望遠鏡である。上述のWL、GC、RSDに超新星(SN)探査も加えて、より観測バイアスを減らし暗黒エネルギーを解明する。さらに、重力マイクロレンズを用いた系外惑星探査、銀河面サーベイ、公募観測を行う汎用宇宙天文台である。日本には、WFIRSTへの参加とSubaru/HSD, PFSでの赤方偏移観測が期待されている。

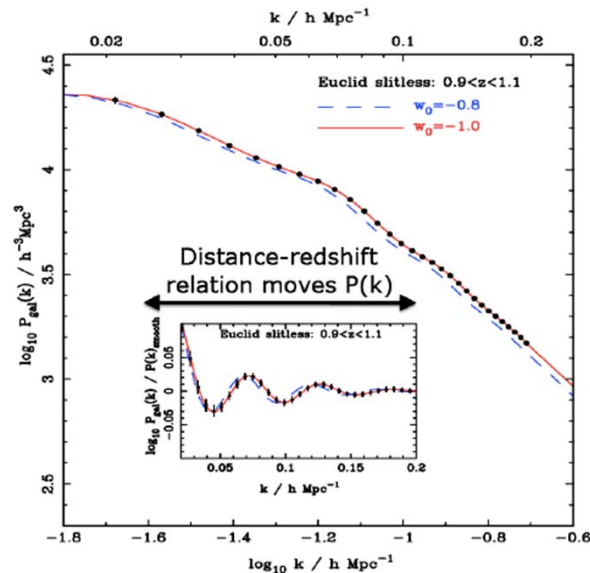


図1: Euclid で期待される 銀河のpower spectrum。

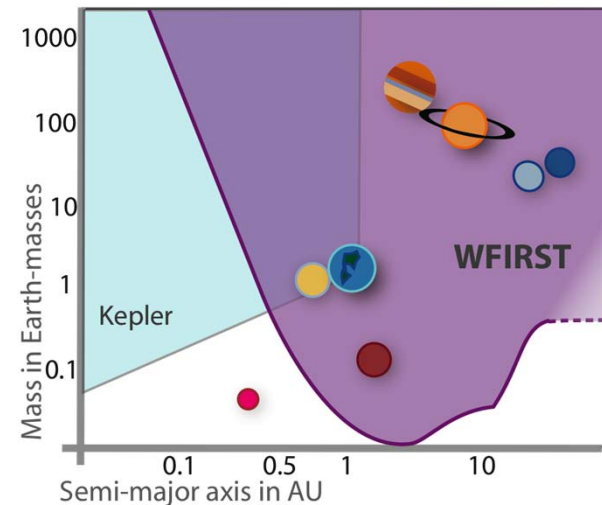


図2: WFIRSTの系外惑星検出感度。太陽系惑星では、水星に対応する惑星以外は全て検出できる。Keplerと組み合わせると惑星のほぼ全てのパラメーター領域をカバーできる。

「Euclid、WFIRSTの現状と日本の参画について」

実行グループ：

大阪大学、国立天文台、IPMU、名古屋大学、NASA、JPL、ESA。WFIRSTは公募観測を実施するので、一般の研究者も参加可能。

現在想定しているスケジュール：

| | |
|----------|--|
| 2012年 | HSC first light |
| 2013年 | HSC SSP Survey starts (planned)/WFIRST phase A start |
| 2017年 | PFS first light |
| 2018年 | PFS SSP Survey starts (planned) |
| 2019年 | Euclid launch |
| 2020-21年 | WFIRST launch |

国内の他の計画との関連：

WFIRSTのコスト削減、性能向上には次世代4kx4kpixel赤外線アレイH4RGの開発が非常に重要である。このH4RGは実験室でのテスト結果は良好で、あとは実際に長期間使用し経年変化をテストする必要がある。現在SAAOで名古屋大学が運営するIRSF1.4m望遠鏡にWFIRSTチームが所有するH4RG 4枚を使用したカメラを取り付けて2年間使用する計画がある。これはH4RGのテストに加えて、可視光では観測できない銀河中心により近い領域を世界で初めて赤外線によりマイクロレンズ探査を行う事で、WFIRSTの観測領域選定に必要な不可欠なデータを得る。

海外の類似計画の有無、差別化：

WL, GC, RSD, SNによる暗黒エネルギー研究、マイクロレンズによる系外惑星探査は、多くの地上観測が進行中または計画されているが、Euclid/WFIRSTはスペースから圧倒的な高精度観測が可能である。地上からの赤方偏移観測は、南天領域はDES (Dark Energy Survey), KIDS (Kilo-Degree Survey), LSST (Large Synoptic Survey Telescope) がカバーする。北天は、PanSTARRS2, WHT (William Herschel Telescope) なども候補になっているが、Subaru/HST, PFS が最も適した装置で、Euclid/WFIRST チームから参加を強く要請されている。

関連ホームページ：

WFIRST : <http://wfirst.gsfc.nasa.gov/>

Euclid : <http://www.euclid-ec.org/>