



宇宙空間からの 宇宙物理学・天文学

中川貴雄
宇宙航空研究開発機構
宇宙科学研究本部

A baby's hand is shown in the foreground, reaching out towards the left. The background is a deep space scene with a vibrant blue and purple galaxy and numerous stars. The text is overlaid on this scene.

目指すゴール

宇宙科学長期計画(10年)

宇宙の真の姿は？

宇宙の歴史は？

宇宙科学委員会・計画部会 宇宙科学長期(10年)計画

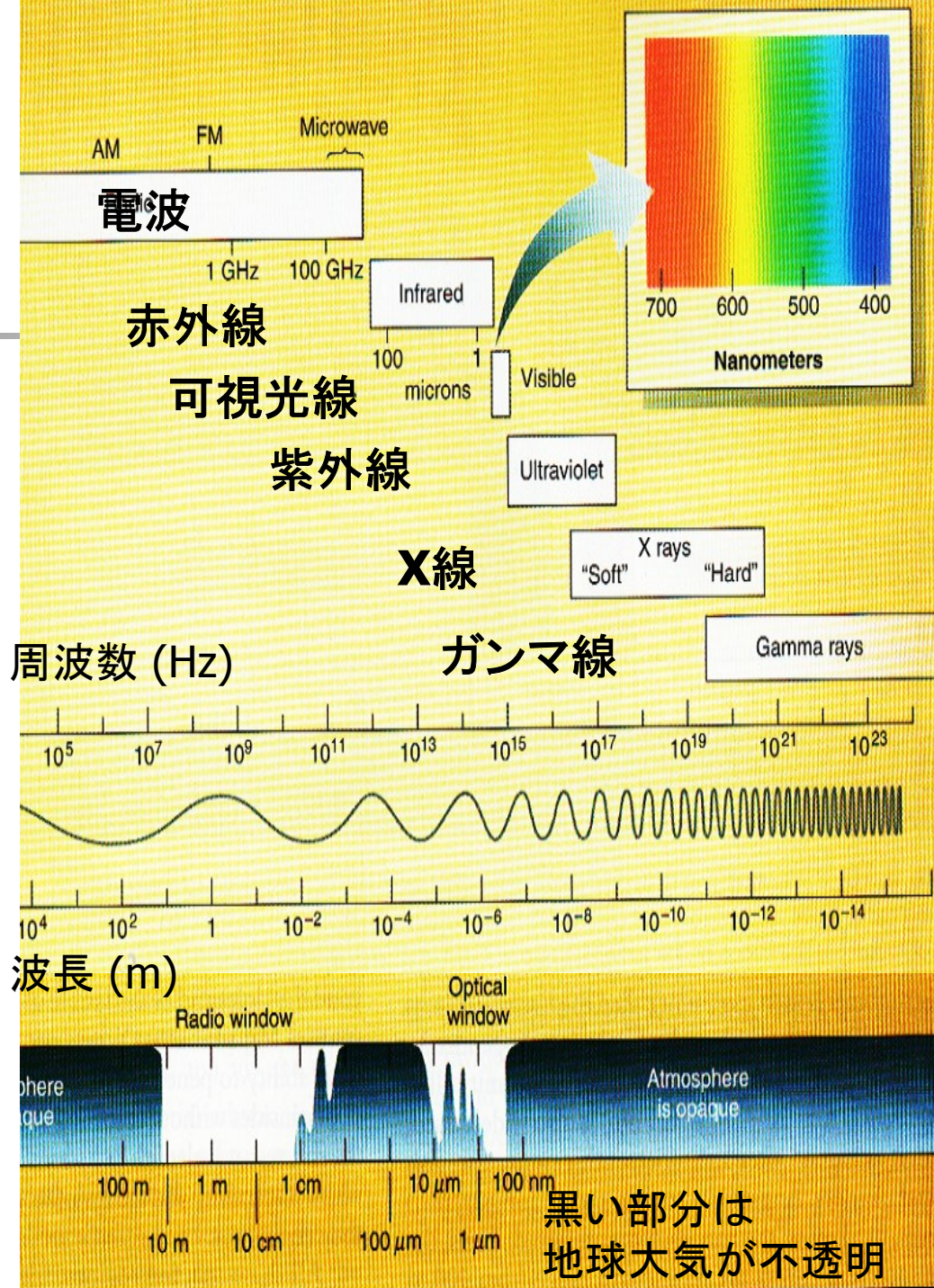
- 宇宙空間からの天体物理学:3つの目標
 - 宇宙の大規模構造とその成り立ちを解明し、暗黒物質・暗黒エネルギーを探る
 - 太陽系外惑星の観測により惑星の形成過程を探る
 - 宇宙の極限状態と非熱的エネルギー宇宙を探る
- コミュニティからの声を重視
 - 光天連声明など

天体からの メッセージ

- 天体は、多彩なメッセージを送っている。
- しかし、多くのメッセージは地表に届かない



- 大気の海の底から飛び出せ！



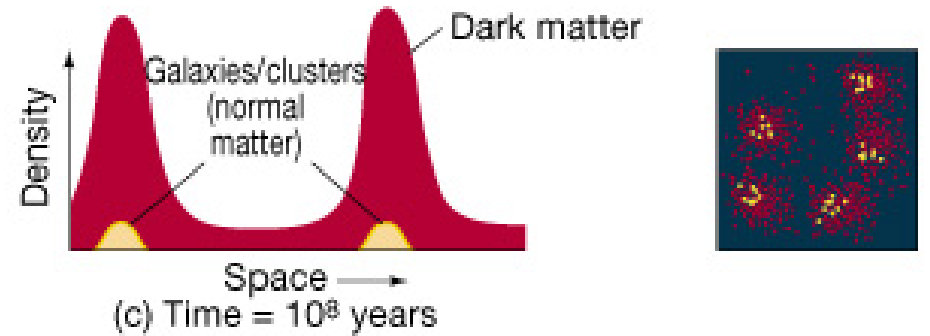
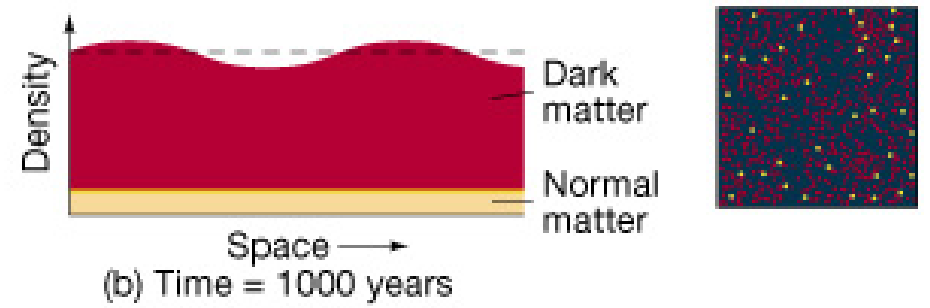
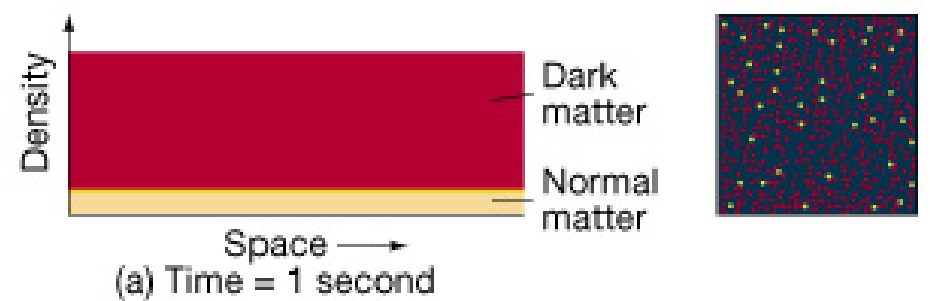
目標1: 宇宙の大規模構造とその成り立ち、暗黒物質・暗黒エネルギーを探る。



■ 長期的目標

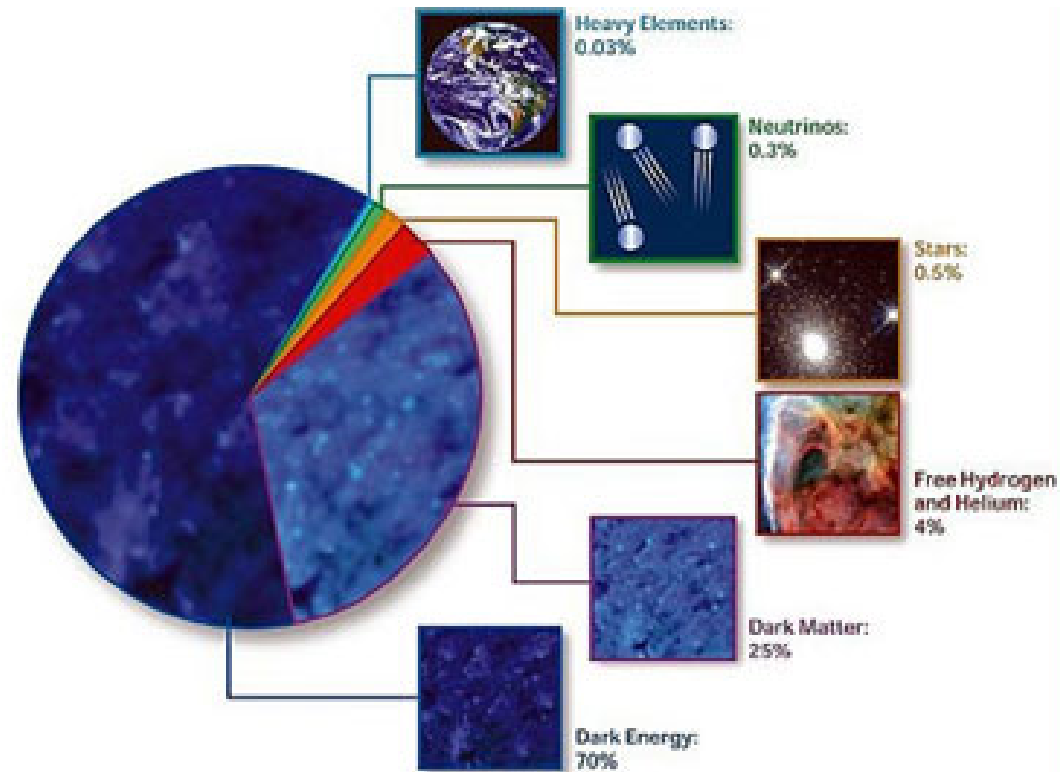
- 赤外線、X線、ガンマ線を用いた宇宙観測により、宇宙の大規模構造の姿を捉え、基本的物質であるバリオンや様々なエネルギーの宇宙における存在形態を探ることにより宇宙の基本構造を解明する。
- 宇宙の初期揺らぎから現在の宇宙の大規模構造に至るまでの過程を解明し、暗黒物質の果たす役割、暗黒エネルギーと宇宙の状態及び進化との関係を探る。

ビッグバンから現在の宇宙へ



暗黒物質、暗黒エネルギー が支配する宇宙

- バリオン
 - 赤外線サーベイ、X線観測
- 暗黒物質
 - 赤外線、X線観測
→重力場
- 暗黒エネルギー
 - 赤外線、X線による遠方天体観測
- 宇宙最初の天体
 - 赤外線



宇宙の大規模構造とその成り立ち、 暗黒物質・暗黒エネルギーを探る。

- 今後5年間の目標
 - 赤外線天文衛星「**あかり**」による全天サーベイにより宇宙地図を作成し、銀河進化の解明に資する。
 - X線天文衛星「**すざく**」による銀河団等の観測研究を発展させる
 - **大気球**や**小型衛星**等による萌芽的なミッションの開拓を行う。
- 20年先を視野に入れた今後10年の目標
 - 軟X線精密撮像分光観測による熱的な宇宙の詳細観測を実現する(**NeXT**)。
 - 銀河の誕生過程及び銀河団の進化を解明するために、高解像度赤外線観測衛星及び大型X線望遠鏡衛星等の大型国際ミッションを推進する(**SPICA, Xeus**)。
 - 銀河構造を解明することを目的とした高精度位置天文観測衛星の実現に必要な技術開発を行う (**Jasmine**)。

目標2: 太陽系外惑星の直接観測により惑星の形成過程を探る

- 長期的目標
 - 太陽系外惑星の直接観測により、惑星の形成過程を解明するとともに、生命が存在する可能性のある惑星を探る。

太陽系から系外惑星へ

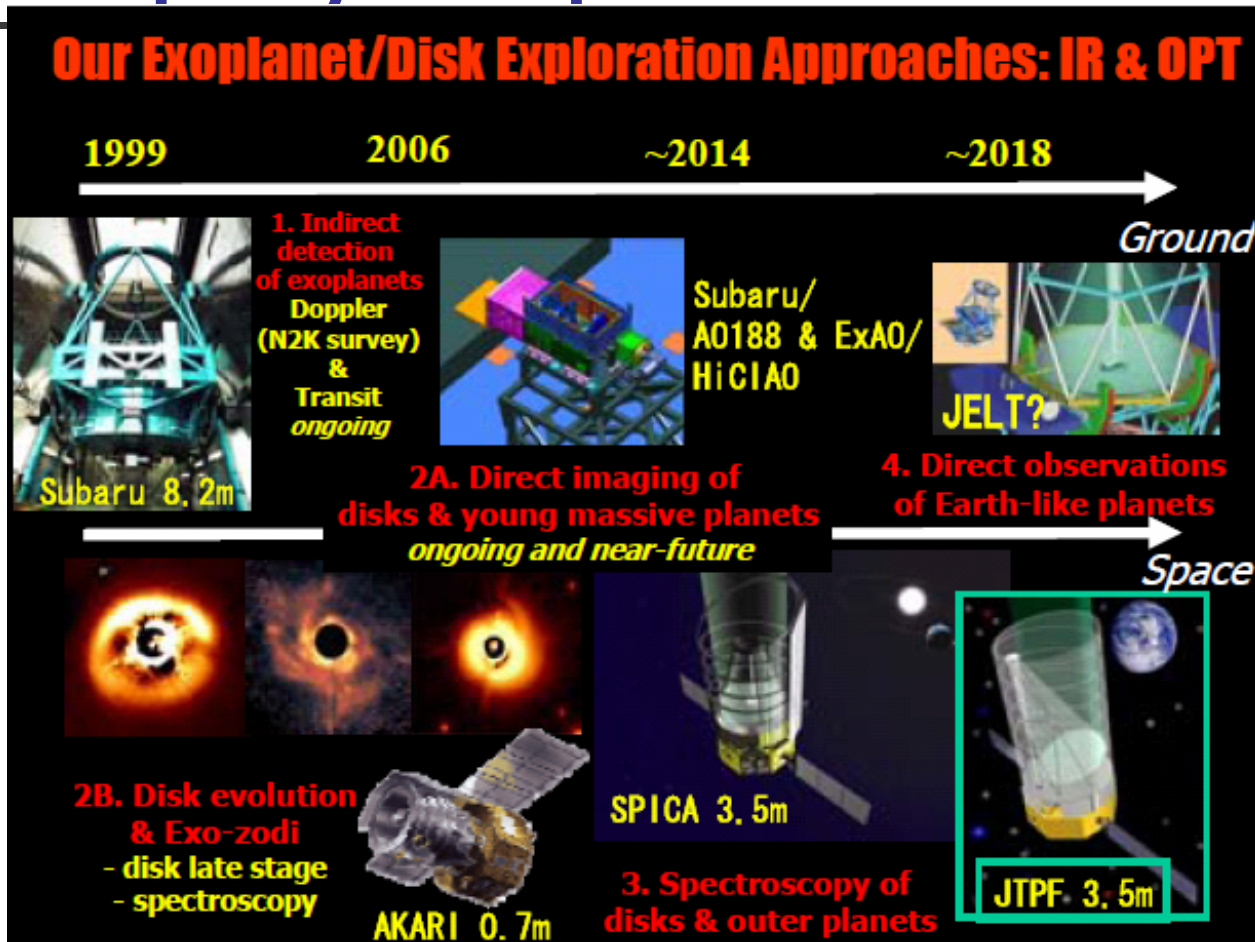


我々の太陽系は典型的？
生命は？

M_{JUP} = mass of Jupiter

ORBITAL SEMI-MAJOR AXIS (ASTRONOMICAL UNITS)

Step by step: 円盤から惑星へ



- 太陽系探査科学と天文学の融合

太陽系外惑星の直接観測により惑星の形成過程を探る

- 今後5年程度の目標
 - 赤外線天文衛星「**あかり**」により、惑星誕生環境を探る。
 - 太陽系外惑星の直接観測を目的とした次世代高解像度赤外線観測衛星の実現に必要な技術開発を行う。
- 20年先を視野に入れた今後10年の目標
 - 次世代高解像度赤外線観測衛星により木星型系外惑星の直接観測を実現する(**SPICA**)。
 - 地球型系外惑星の観測に必要な研究開発を行う(**JTPF**)。

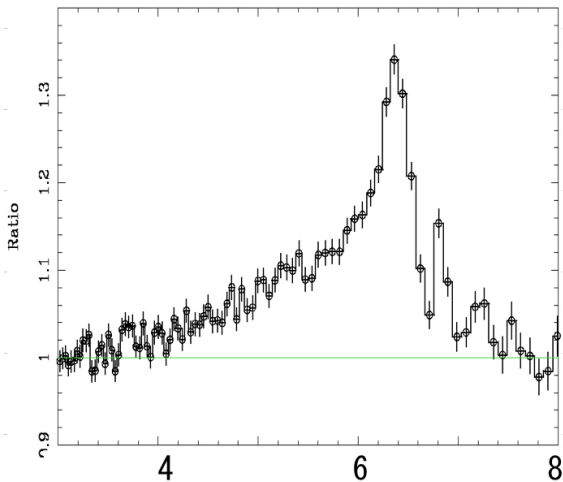
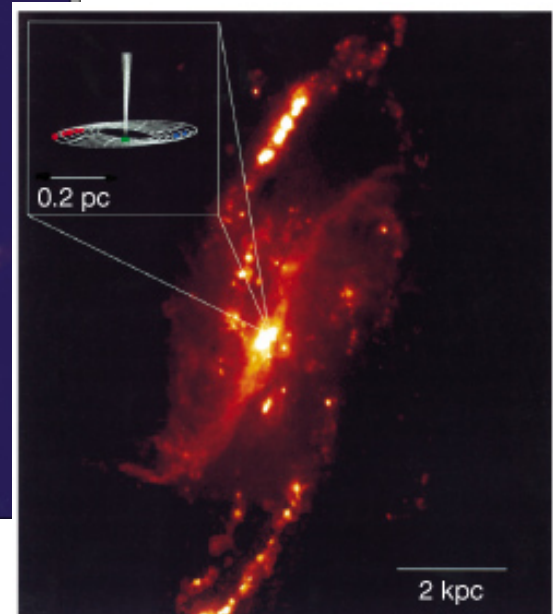
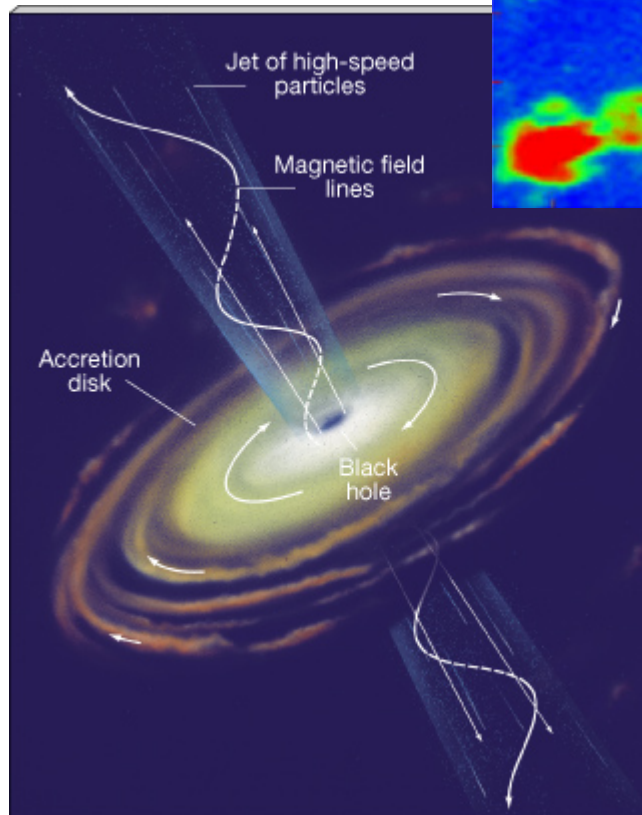
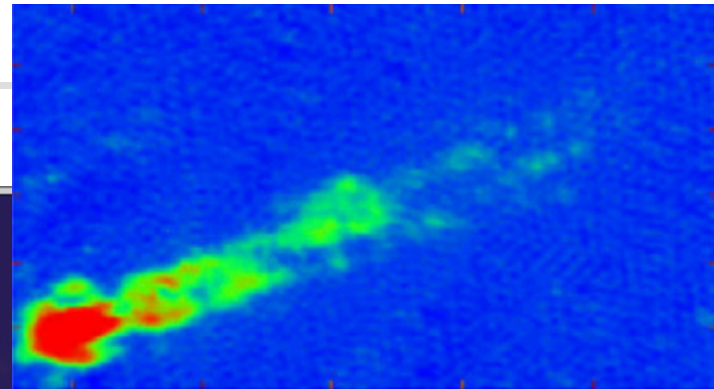
目標3：宇宙の極限状態と非熱的エネルギー宇宙を探る。

■ 長期的な目標

- X線・ガンマ線を用いた宇宙観測により、ブラックホール等における宇宙の極限状態及び非熱的エネルギー宇宙を探る。
- スペースVLBI技術を用いた宇宙電波観測により、宇宙の極限領域における現象を解明する。
- 宇宙空間から到達する宇宙線及び重力波等の新たな観測手段を開拓する。

多波長観測で ブラックホールに迫る

- 日本の得意分野
 - 電波高解像度観測
 - X線分光観測
 - 硬X線撮像観測



X線エネルギー (キロ電子ボルト)

宇宙の極限状態と非熱的エネルギー宇宙を探る

- 今後5年間の目標
 - 既定プログラム
 - X線天文衛星「**すざく**」によるブラックホール等の観測研究
 - スペースVLBI衛星 (**ASTRO-G**) の開発及び運用
 - 国際宇宙ステーション「きぼう」に搭載する全天X線監視装置 (**MAXI**) によりブラックホールの長期連続観測
 - 新規プログラム
 - 次期X線国際天文衛星の研究開発、
 - 大気球や小型衛星を用いた新世代宇宙観測技術の研究
 - 国際ガンマ線ミッション等の国際協力に積極的に貢献
 - 国際宇宙ステーション「きぼう」に搭載する宇宙線分野を含む第2期計画を推進する。
- 20年後を視野に入れた10年間の目標
 - **ASTRO-G**によりブラックホール等の宇宙の極限状態の解明
 - 次期X線国際天文衛星等による硬X線・ガンマ線の高精度撮像観測・偏光観測を実現する(**NeXT**)。

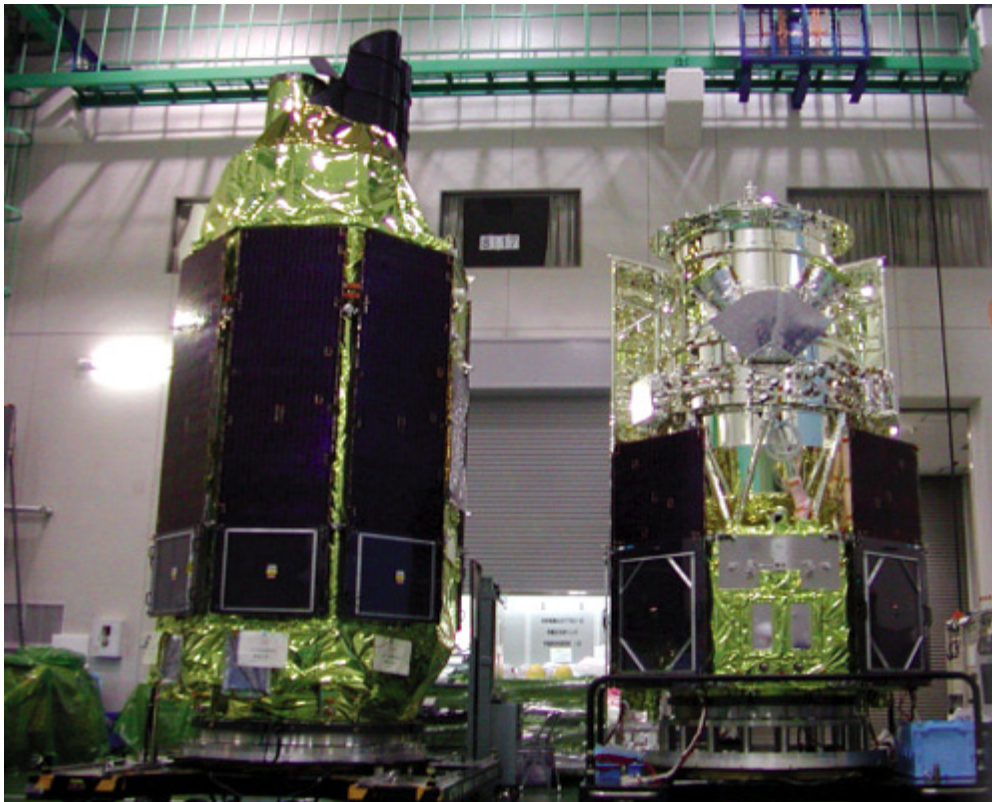


日本の進むべき道は？

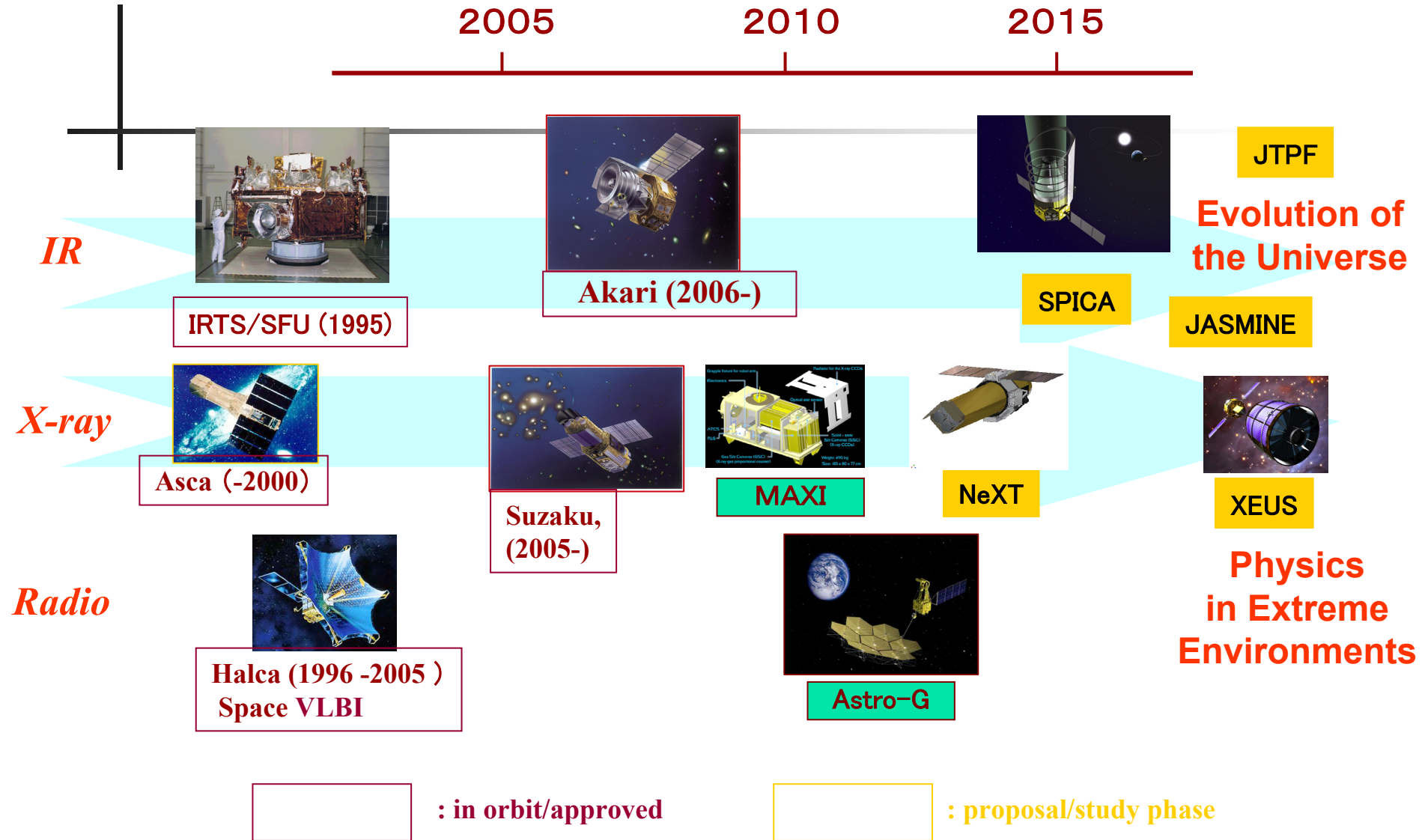
長期計画(10年)から
具体的な中期計画(5年)へ

日本の戦略

- 国際社会のなかで、日本の役割は？

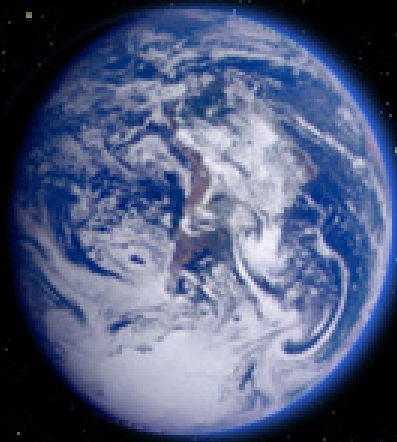


Roadmap for Space Astronomy



ASTRO-G – VLBI Space Observatory Programme – 2

with Astro-G satellite (Launch in 2012)



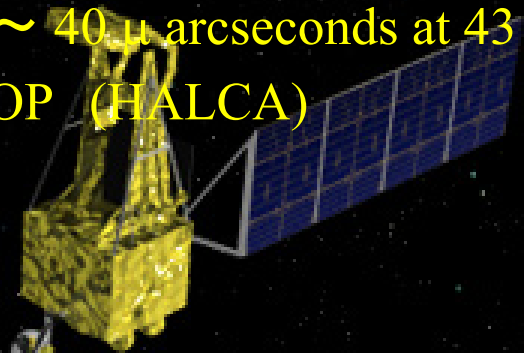
10 times higher sensitivity.

10 times higher frequency observation

10 times higher resolution

with $\sim 40 \mu$ arcseconds at 43 GHz

increase from VSOP (HALCA)



VSOP-2 is the extremely high resolution telescope, which will:

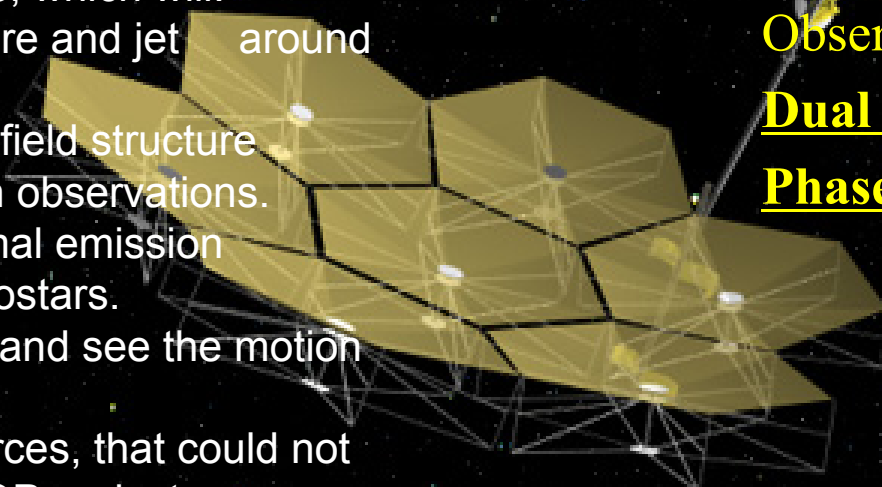
Probe the AGN core and jet around the black hole.

Observe magnetic field structure through polarization observations.

Observe non-thermal emission structure from protostars.

Map the structure and see the motion of H₂O masers.

Detect fainter sources, that could not be seen by the VSOP project.



Observing band 8, 22, 43 GHz

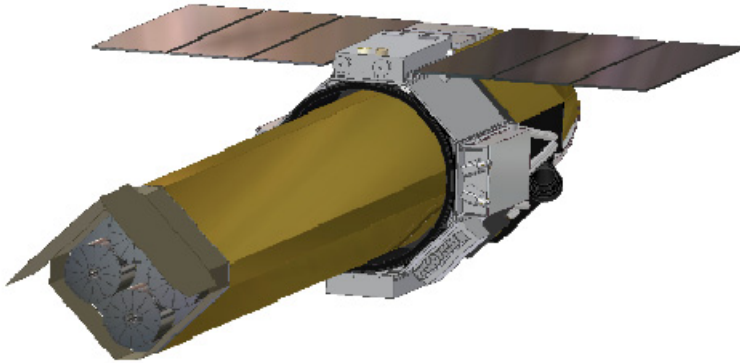
Dual polarization

Phase-referencing capability

9 m Antenna for
Radio Astronomy

Mass 910 kg (Nominal)
1 Gbps Data Downlink

NeXT Mission

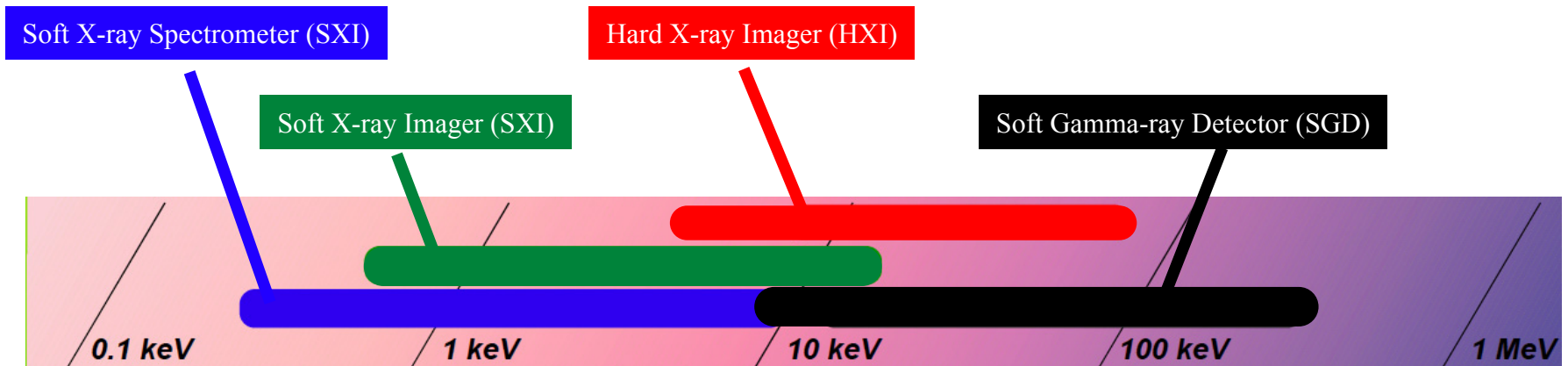


■ Scientific Objectives

- Revealing high-energy non-thermal Universe
- Detailed Study of thermal Universe (Suzaku/XRS)

■ Overview

- First Imaging Observations in Hard X-ray (10-80 keV)
- Wide-band Observations (0.3-300 keV)
- High resolution spectroscopy ($\Delta E \sim 6$ eV)
- Launch: 2012-2013



SPICA

*Space Infrared Telescope for
Cosmology & Astrophysics*



•Cosmic History

- Formation of POPIII stars through H₂ line emission
- Co-evolution of BHs and Starbursts
- Direct Detection of Jovian Exoplanets

•Mission Overview

- Cryogenically cooled, large telescope
 - 3.5m, 4.5K
- International Mission
 - ESI (Europe)
 - Incl. Canada
 - BLISS (USA)

Space Odyssey in mid 2010s

多彩な衛星を！

小型衛星シリーズ：安く早く

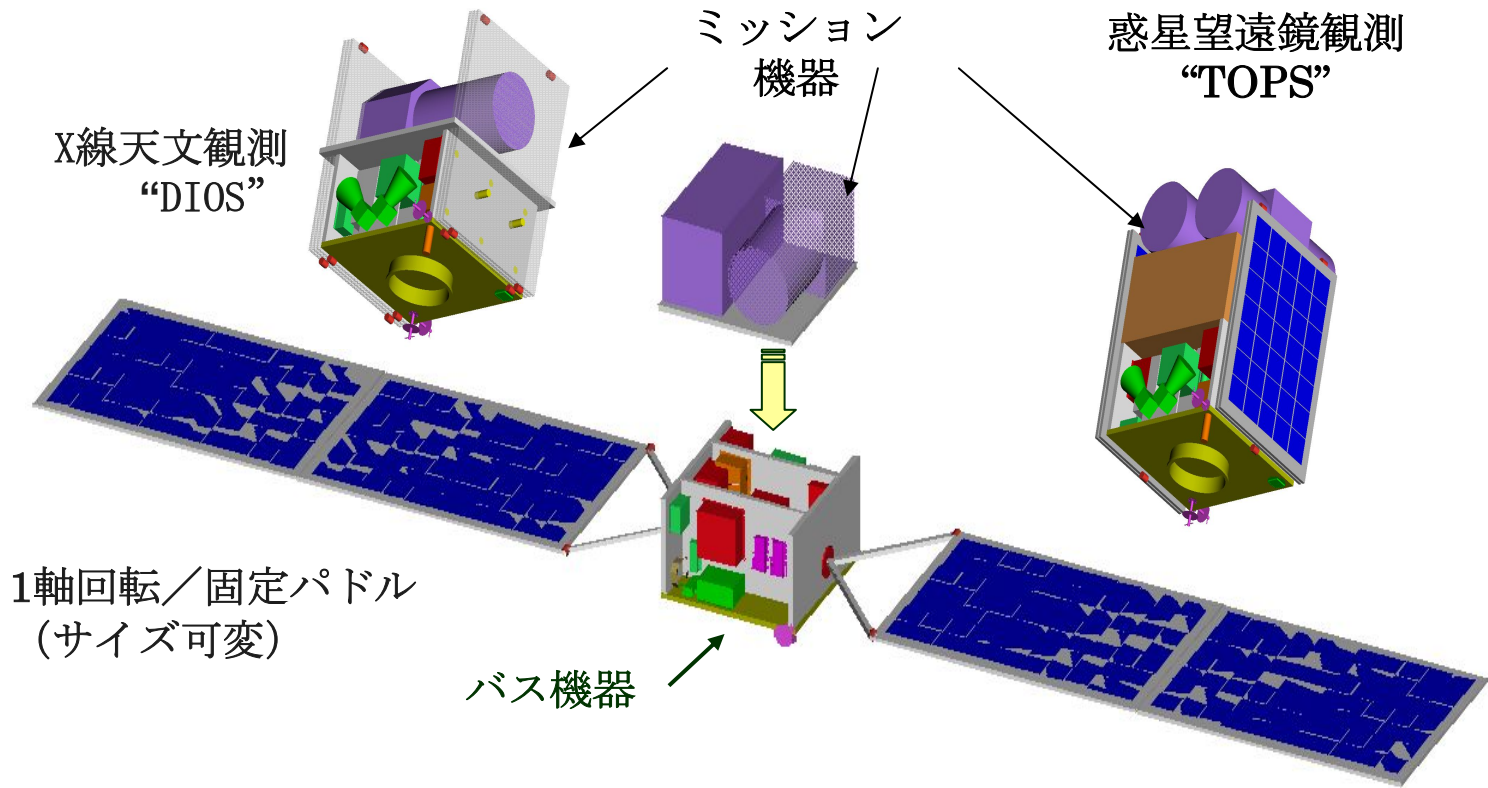
	AKARI (2006)	SMALL JAXA SAT (2009—)
MASS (kg)	950 kg	200 – 400 kg
COST (M\$)	120	20 – 25
Attitude Cntrl	1 arcsec	1 arcmin
Power (W)	1000 W	300 – 500 W
INTELLIGENCEY	COSMO-16	SH – 4 (100MHz)

開発期間

6年

3年

小型3軸衛星標準バスの形態



科学以外の要素

- 月惑星探査
 - 月惑星探査センターの設立 (2007年4月より)
 - 戦略的な探査プログラムの実行
 - 科学 vs 戦略プログラム？
- 全日本的な衛星開発
 - 衛星バス部の共通的な効率的開発
 - コアとなるミッション技術を戦略的に開発
 - 例: 大型ミラー、冷凍機

日本の歩むべき道

- 目標を明確にした特色あるミッションを
 - 目標、特色を明確化
 - 大型、中型、小型の有効的展開
 - 超大型の呪縛から離れる
- 日本の役割を明確に(日本の存在意義)
 - 例: SPICA (冷却・大型赤外線望遠鏡)
 - 日本が主導
 - Europe が Major Partner として参加
 - ESI (European SPICA Instrument) Consortium
 - P.I. B Swinyard (RAL, UK)
 - Do not close the door to US
 - E.g. BLISS (P.I. M. Bradford, JPL)
- 地上、上空を包括したロードマップを
 - 戦略的な科学研究、戦略的な技術開発