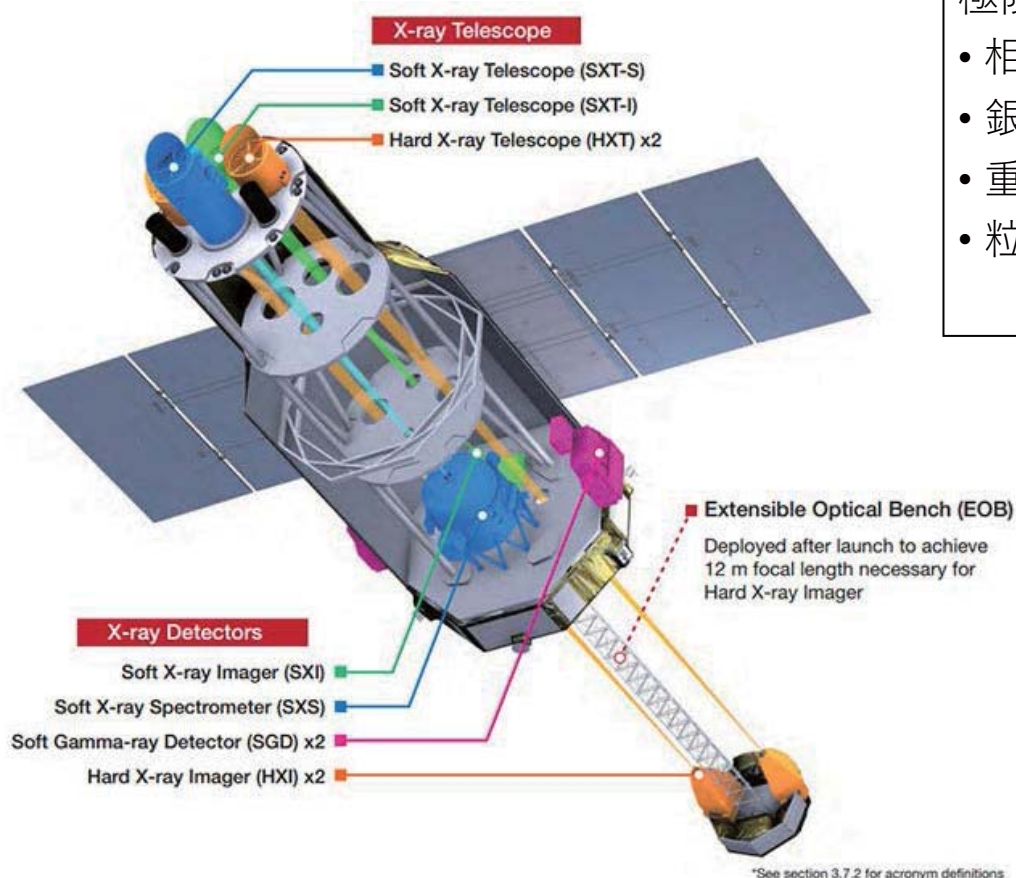


X線天文衛星代替機計画 の現状 「ひとみ」からXARMへ

埼玉大学・JAXA宇宙科学研究所 田代 信
XARM pre-project team

ひとみ衛星



宇宙の構造進化と
極限状態での物理

- 相対論的天体
- 銀河・銀河団
- 重元素生成
- 粒子加速過程

International
collaboration

NASA
micro calorimeter array/
ADR
Soft X-ray Telescope (2)
pipe-line data process

SRON & U of Geneve
Filter Wheel/MXS
CEA/DSM/IRFU
BGO shield/ ASIC test
ESA
contribution to mission
instruments
user support in Europe

CSA
Metrolog system

This document is provided by JAXA.

「異常事象」まですに行われた初期観測

- ペルセウス座銀河団
- 超新星残骸 N132D
- 大質量連星系 IGR J16318-4848
- 超新星残骸 G21.5-0.9
- 孤立中性子星 RXJ 1856.5-3754
- 超新星残骸・中性子星パルサー Crab nebula

観測装置の立ち上げは正常にすすめられていた
(ただしSXSのgate valveは未開放)



ひとみの成果(1) 銀河団ガスの乱流

Hitomi collaboration, 2016, Nature, 535, 117

- SXSは、要求性能以上のエネルギー分解能を達成($\sim 5\text{eV}$)
- 銀河団ガス (intra-cluster medium) の速度を、 $10 - 30\text{ km/s}$ 程度の精度で測定！→AGNからの高速ジェット噴出にもかかわらず、

乱流のエネルギーは、熱エネルギーの 4% に過ぎないことを発見。

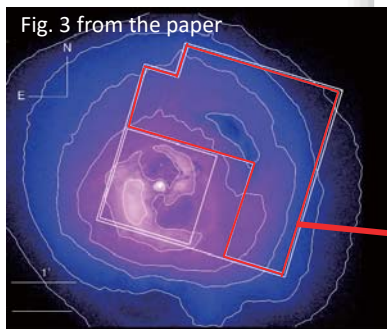
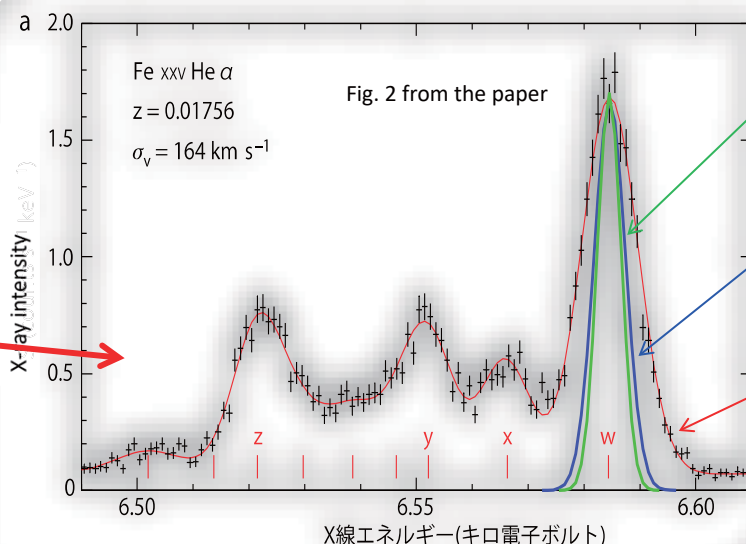


Fig. 3 from the paper
Chandra satellite image and the detector field of view



静止の場合

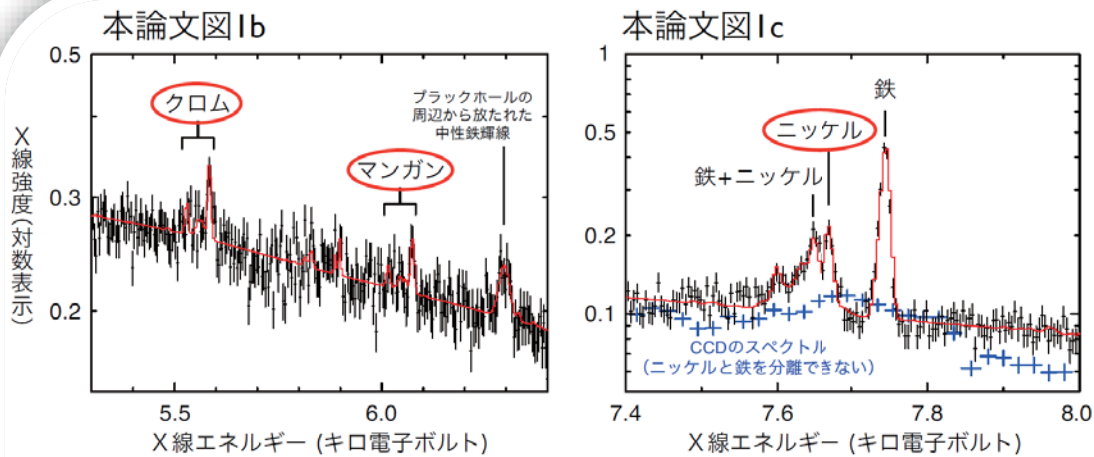
イオンの熱運動
(80 km/s)

熱運動 (80 km/s)
+ 乱流 (164 km/s)

ひとみの成果(2) 化学進化の起源

“Solar Abundance Ratios of the Iron-Peak Elements in the Perseus Cluster”

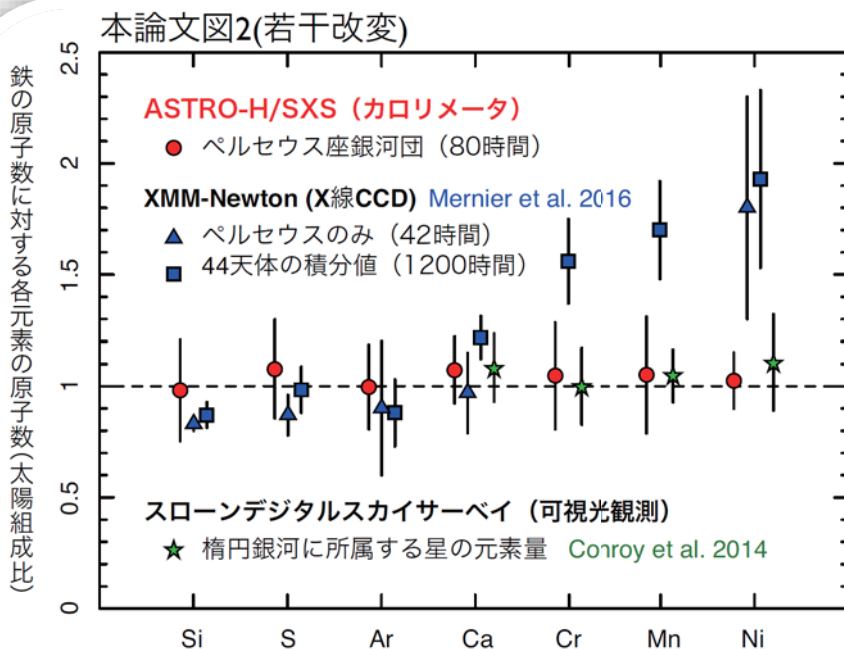
(Hitomi Collaboration 2017), Nature, on line, 2017-11-13



カロリメータの優れた分光能力により、単一天体で初めてこれらの元素量を高精度で測定できるように

ひとみの成果(2) 宇宙の化学進化

Nature, on-line, 2017-11-14

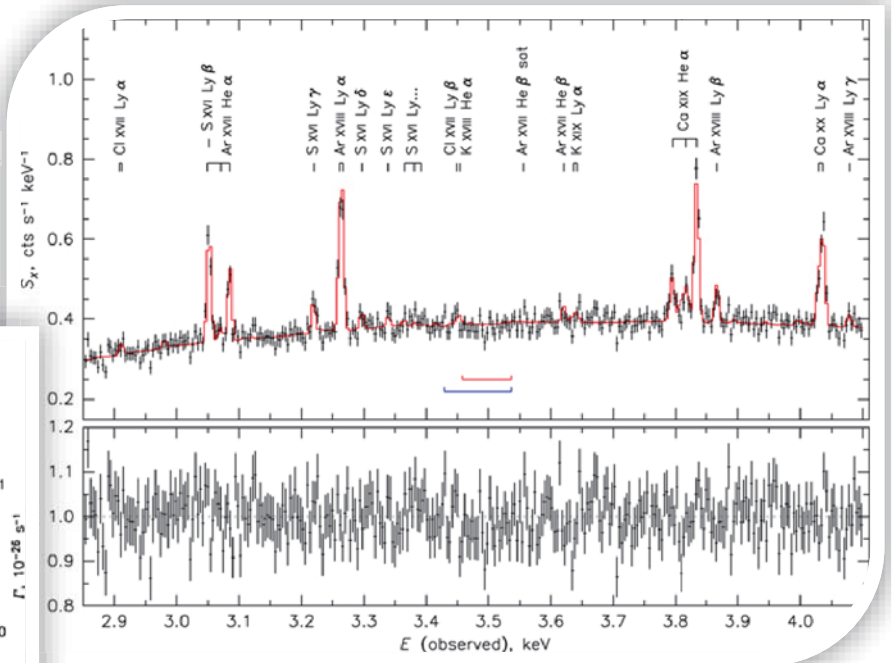
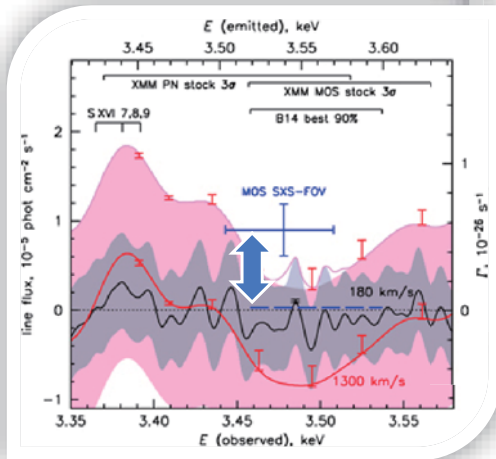


- 太陽組成と一致
- SN 1a の起源天体の質量分布が母銀河の性質によらない?
- 系統観測を!

ひとみの成果(3) 暗黒物質探査

Aharonian et al., 2017, ApJ, 837, L15

- XMM-Newtonが示唆した3.5 keV輝線 (sterile neutron?)
- Suzakuの反論(Tamura et al)に加え、ひとみが強い上限をつけた



ひとみの成果(4) PASJ特集

title	Submitted author	status
Search for Thermal X-ray Features from the Crab nebula with Hitomi SXS	Tsujimoto	受理
In-flight Calibration of Hitomi Soft X-ray Spectrometer (1) Background	Kilbourne	受理
Hitomi X-ray studies of Giant Radio Pulses from the Crab pulsar	Terada	受理
In-orbit performance of the soft X-ray imaging system aboard Hitomi	Nakajima	受理
Measurements of resonant scattering in the Perseus cluster core with Hitomi SXS	Sato	受理
Atmospheric gas dynamics in the Perseus cluster observed with Hitomi	Ichinohe	受理
Hitomi Observation of Radio Galaxy NGC 1275: The First X-ray Microcalorimeter Spectroscopy of Fe-K α Line Emission from an Active Galactic Nucleus	Noda	受理
Glimpse of the highly obscured HMXB IGR J16318-4848 with Hitomi	Nakajima	受理
In-flight Calibration of Hitomi Soft X-ray Spectrometer (5) Point Spread Function	Maeda	受理
Atomic data and spectral modeling constraints from high-resolution X-ray observations of the Perseus cluster with Hitomi	Sawada	受理
In-flight Calibration of Hitomi Soft X-ray Spectrometer (4) Effective Area	Tsujimoto	受理
Hitomi Observations of the LMC SNR N132D: Highly Redshifted X-ray Emission from Iron Ejecta	Miller	受理
Temperature Structure in the Perseus Cluster Core Observed with Hitomi	Nakashima	受理

X線天文衛星代替機

X-Ray Astronomy Recovery Mission

「ひとみ」異常事象を受けて…

- 根本原因にさかのぼる調査
- JAXA 機構改革（科学衛星の開発体制）
- 「ひとみ」が垣間見せた新時代のX線天文学を引き継ぐ

超高分解能X線分光

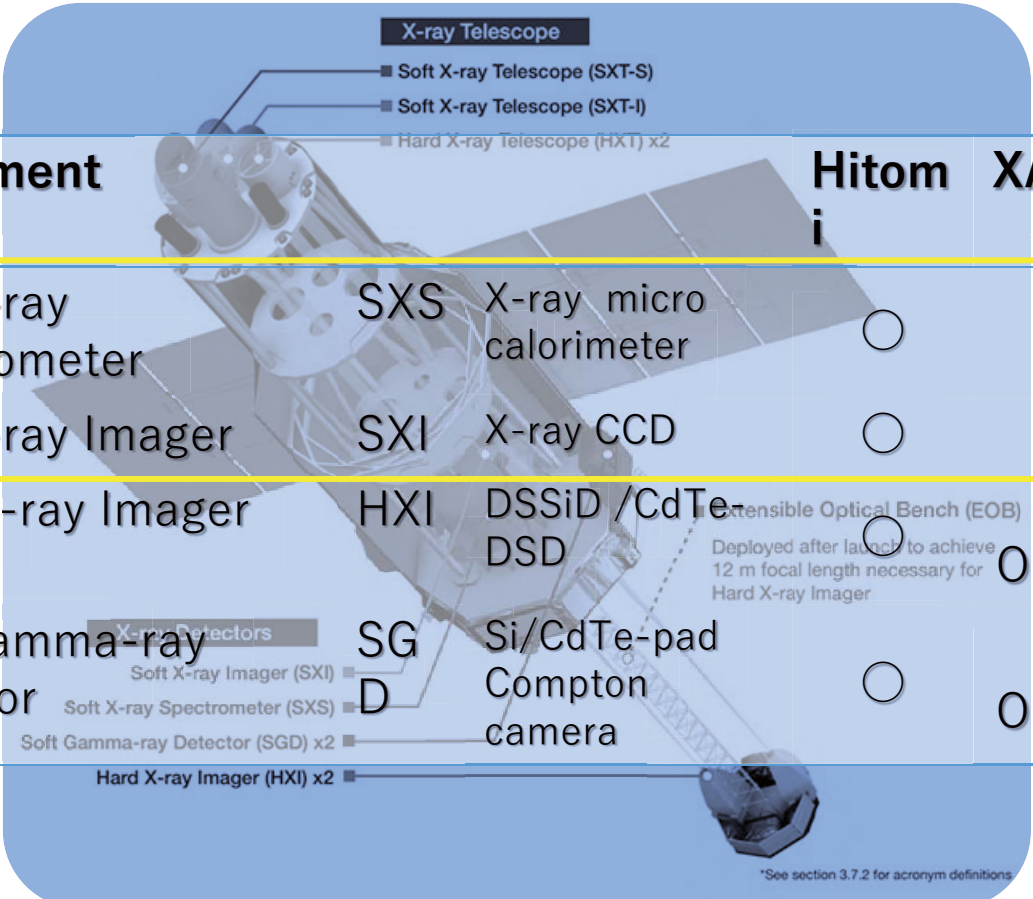
$E/\Delta E \sim 1000$ ($\Delta E < 7 \text{ eV @ } 6\text{keV}$).

- 「ひとみ」の国際協力を引き継ぐ

NASA, ESA, and international collaboration

9

Hitomi and XARM

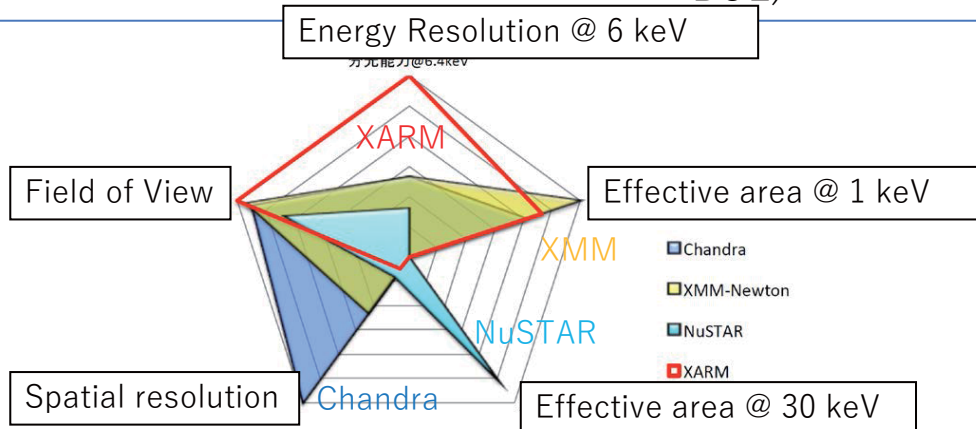


Instrument			Hitomi	XARM
Soft X-ray Spectrometer	SXS	X-ray micro calorimeter	○	○
Soft X-ray Imager	SXI	X-ray CCD	○	○
Hard X-ray Imager	HXI	DSSiD / CdTe-DSD	○	Not Onboard
Soft Gamma-ray Detector	SGD	Si/CdTe-pad Compton camera	○	Not Onboard

*See section 3.7.2 for acronym definitions.

10

Instrument	FOV/pix	ΔE (FWHM @6 keV)	Energy band
Resolve (XMA + X-ray microcalorimeter)	2.9' \square / 6 x 6 pix	7 eV (goal 5 eV)	0.3 – 12 keV
Xtend (XMA + X-ray CCD)	38' \square / 1280 x 1280 pix	< 250 eV at EOL (< 200 eV at BOL)	0.4 – 13 keV



11

XARMの科学目的

宇宙の高温プラズマにみる物質・エネルギーの生成および輸送過程と天体の進化の解明

• 宇宙の大規模構造の形成メカニズムとは？

- 何が重量に対抗して、銀河団の構造をつくり維持しているのか？
- 圧力, 乱流(動圧), とそれらの空間分布

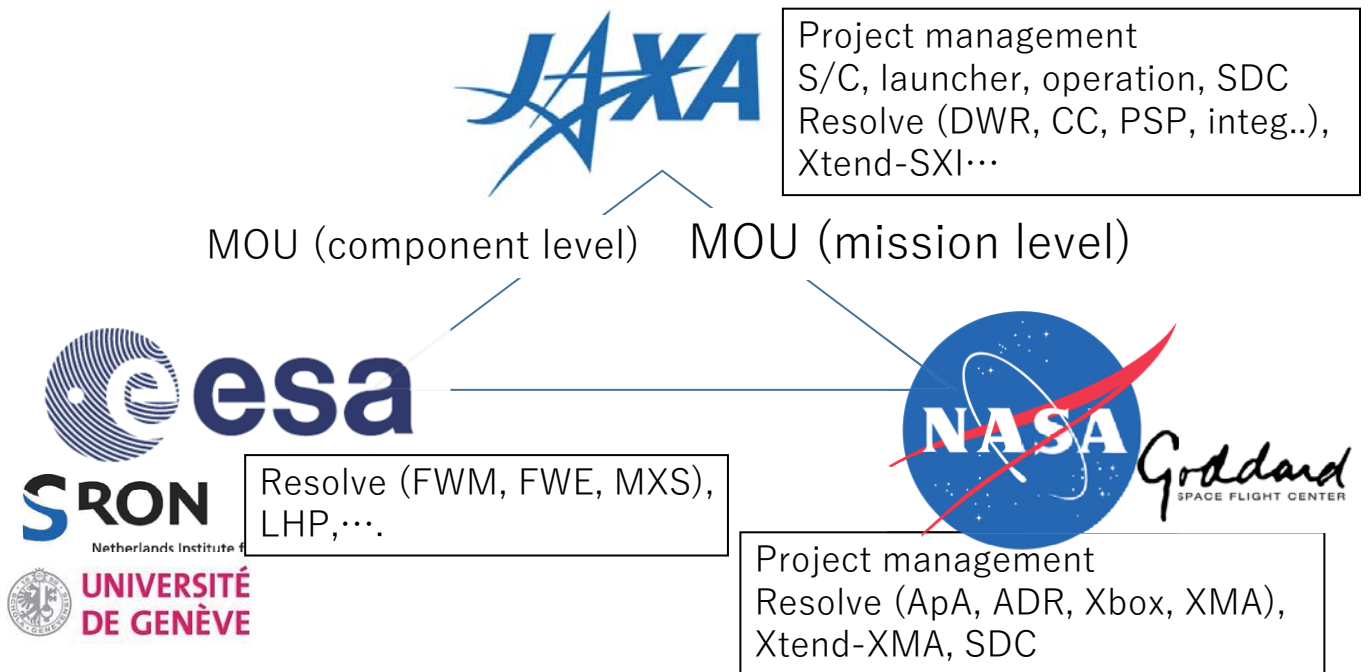
• 元素とエネルギーの生成・輸送

- 元素合成 (超新星、超新星残骸)
- 物質とエネルギーの散逸過程
 - 組成と散逸の速度 (超新星残骸、銀河風、活動銀河核)

• X線マイクロカロリメータによる新しい(宇宙)物理

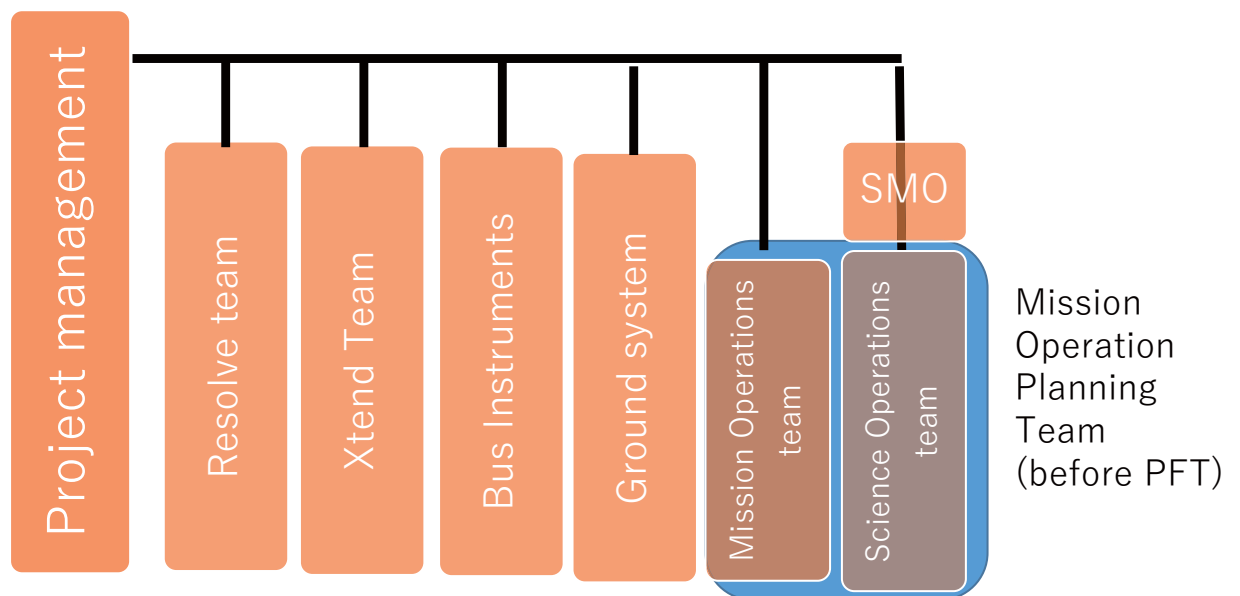
12

International collaboration



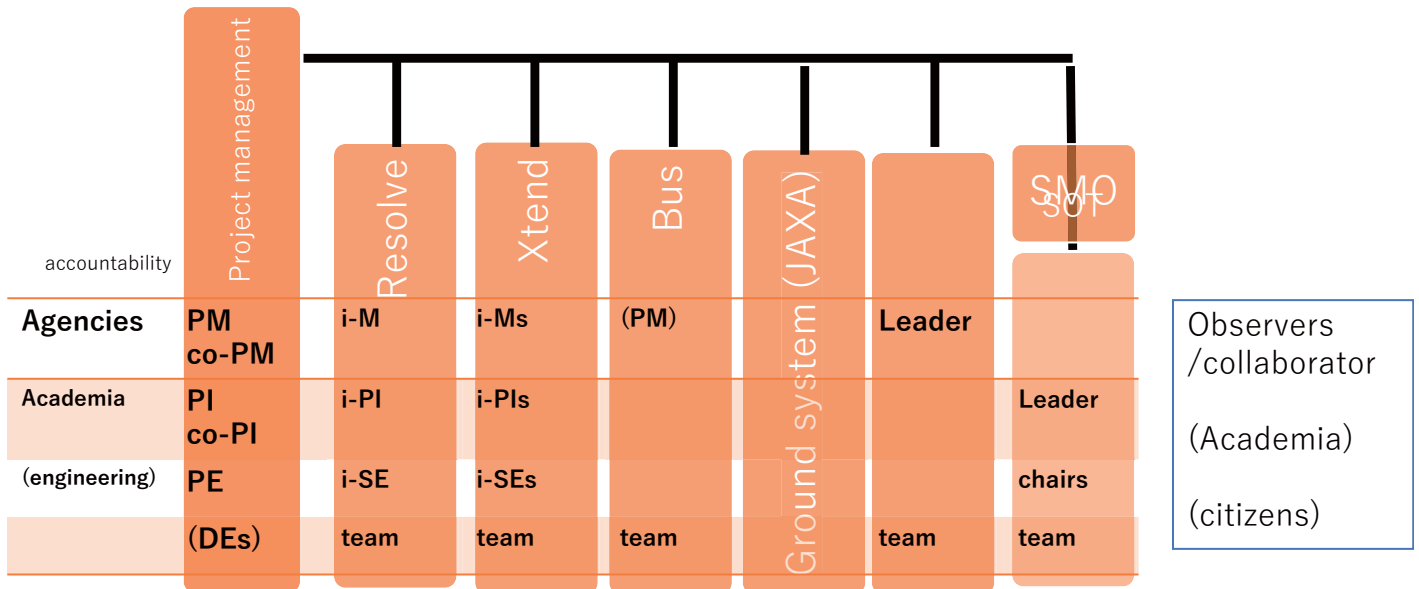
13

XARM team : sub teams structure



15

XARM team : responsibility and stakeholders



16

XARM計画の現状

- ✓ JAXA, NASA, ESAとの基本合意(月例会議継続)
- ✓ ミッション定義、システム要求 (2017-04)
- ✓ プロジェクト準備審査 (2017-09)
- ✓ プリプロジェクト発足 (2017-11)
- ✓ 衛星システム提案要請
- ✓ 国内チームキックオフ会議 (2017-12)
- (現在)
- 衛星システムメーカー選定 (2018初頭)
- プロジェクト発足(2018春)→詳細設計・製造・試験
- 2020年代初頭の打ち上げ予定
- →立ち上げ運用(3-months), 試験観測(6-months)
- →観測提案に基づく運用

17