



# 次世代赤外線天文衛星SPICA: システム技術検討

中川貴雄(JAXA), 芝井広(大阪大), 小川博之, 松原英雄, 川田光伸,  
片坐宏一, 山村一誠, 塩谷圭吾, 和田武彦, 村田泰宏, 磯部直樹,  
浅野健太郎, 船木一幸, 後藤健, 竹内伸介, 上野宗孝, 杉田寛之, 篠崎  
慶亮, 佐藤洋一, 山脇敏彦, 水谷忠均, 巳谷真司(JAXA), 尾中敬, 河野  
孝太郎, 土井靖生, 左近樹(東大), 金田英宏, 大藪進喜, 石原大助(名古  
屋大), 津村耕司(東北大), 松浦周二(関学), SPICA COSMIC VISION M5  
対応チーム



## ● 背景

- 国際協力分担・ミッション要求の見直し(V252a 芝井等)に対応して、システム全体を再検討

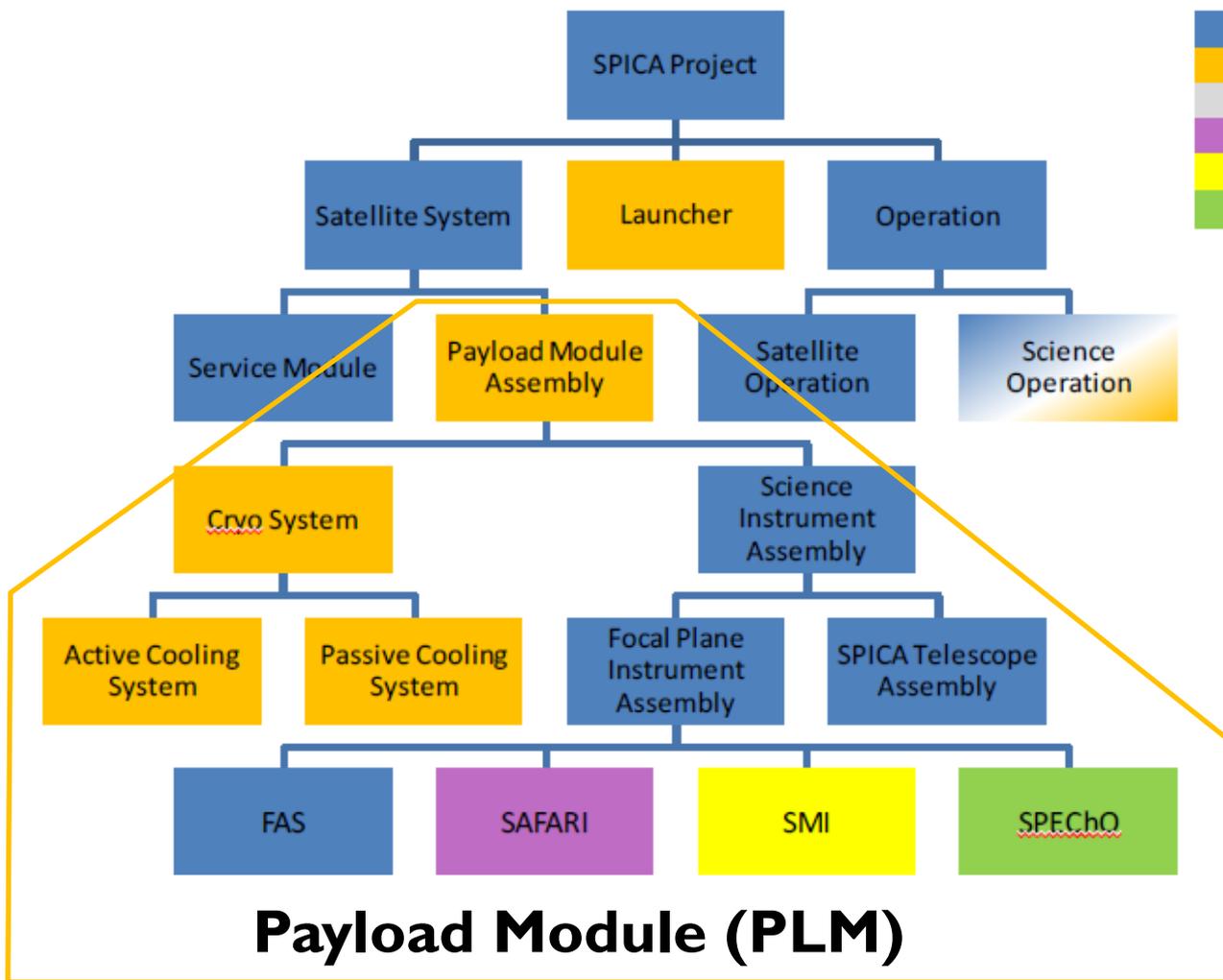
## ● 検討経緯

- 2014/12-2015/3: 次世代冷却赤外線望遠鏡 (NG-CryoIRTel、口径2.0m)の技術検討をESA-JAXA 共同で実施(ESA/CDF-I52(A))
- 2015/04-09: 上記を参照しつつ、新ミッション要求 (口径2.5m) に対応し、日本担当部分 (ペイロード部)を再検討

## ● システム要求と検討内容

ID	システム要求	検討内容
SR_3-1	望遠鏡口径： 2.5m以上 (従来: 3.2m)	・口径2.5m On-Axis (変更)をベースにした光学・構造モデルを作成 (CDF検討は2.0m) ・Planck衛星に類似した望遠鏡横置き構成(変更)
SR_3-2	望遠鏡温度： 8K 以下 (従来: 6K以下)	・冷凍機(日本)＋放射冷却(変更なし) ・V-Grooveを前提とした放射冷却構造(変更) ・低熱伝導CFRPトラス構造を採用(変更なし) ・日本で開発した軌道上トラス分離構造を採用(変更なし)

# 新国際協力分担(案)

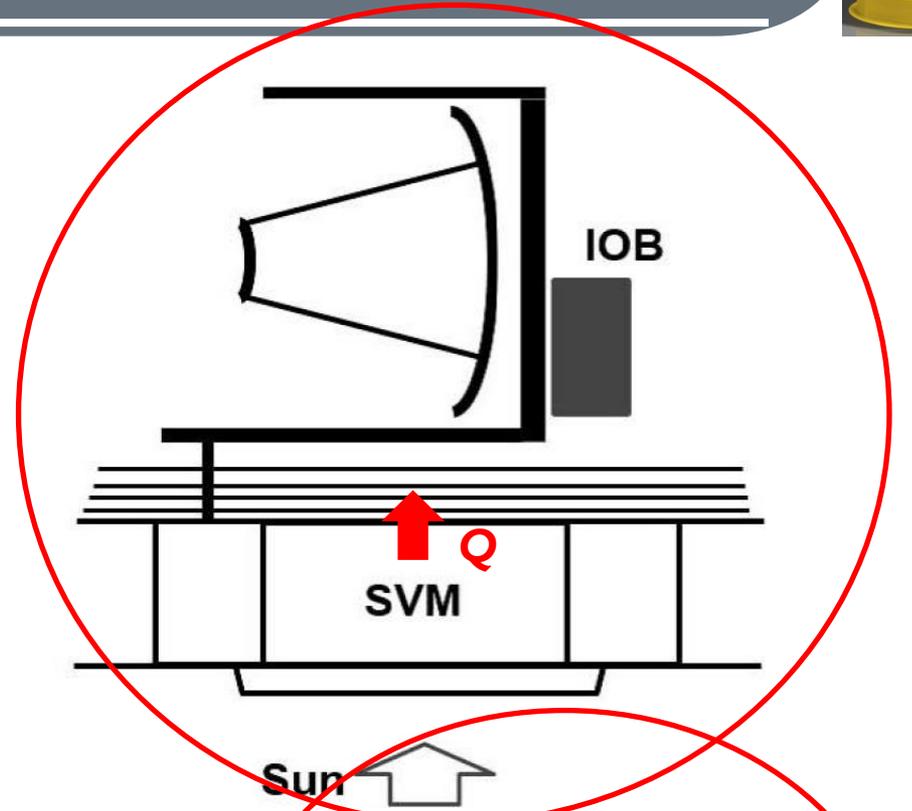
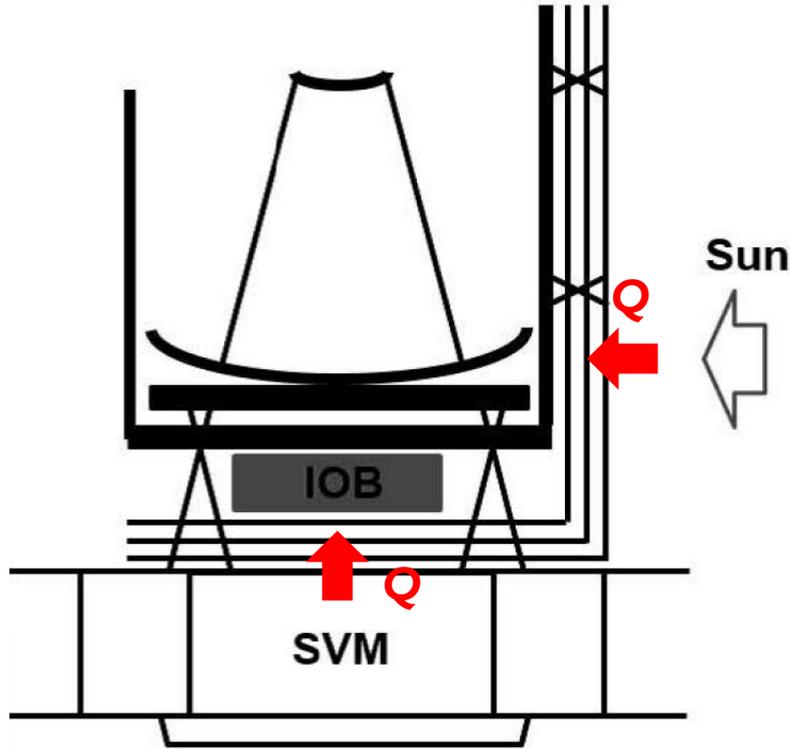


- ESA
- JAXA
- TBD
- SAFARI consortium (Europe)
- SMI consortium (Japan)
- SPECChO consortium (Europe)

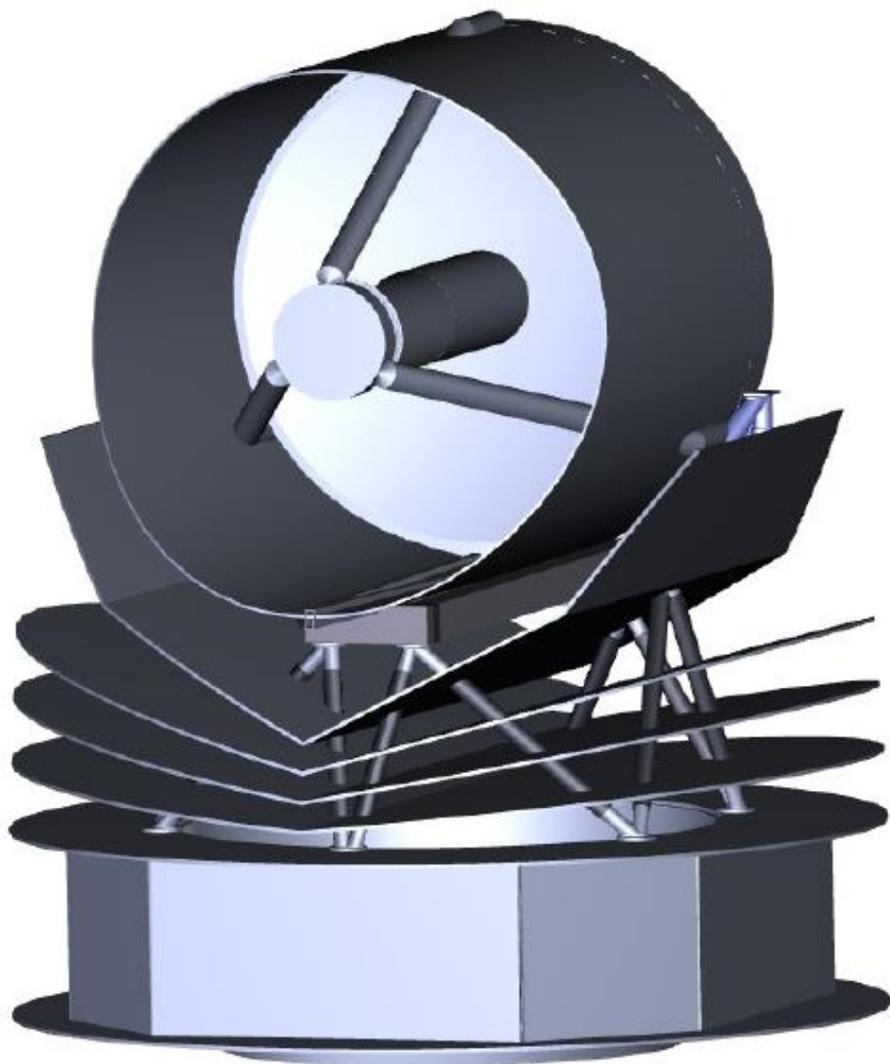
日本担当部分である Payload Module (PLM)を中心に検討



# 構成:トレードオフ



	縦型 (従来SPICA)	横型 (新SPICA)
大口径望遠鏡の搭載性	○	△
熱 I/F 設計の容易性	△	○
組立ての容易性	△	○
技術Heritage		Planck



- 外寸：
  - $\phi 4500\text{mm} \times 5285\text{mm}$
- 重量：
  - 2614 kg (dry, nominal),
  - 3450 kg (wet, with margin)

# SPICA Telescope Assembly (STA)



- 光学設計・仕様 (V257c, 片坐等)

- リッチー・クレチアン
- 有効口径：2.5 m (従来 3.2m)
- 視野直径：30 arcmin
- 回折限界：20  $\mu\text{m}$  (従来 5 $\mu\text{m}$ )

- 望遠鏡 材質・重量・温度

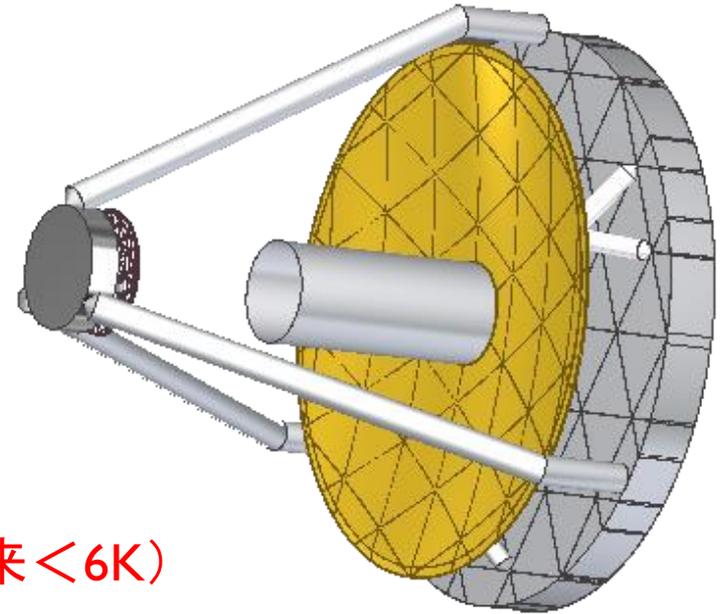
- 材質: SiC
- 総重量: 585 kg
- 温度: 常温(打上)、< 8 K (運用) (従来<6K)

- 技術(欧州)

- Herschel 望遠鏡の heritage を用い、ESAが 製作予定。

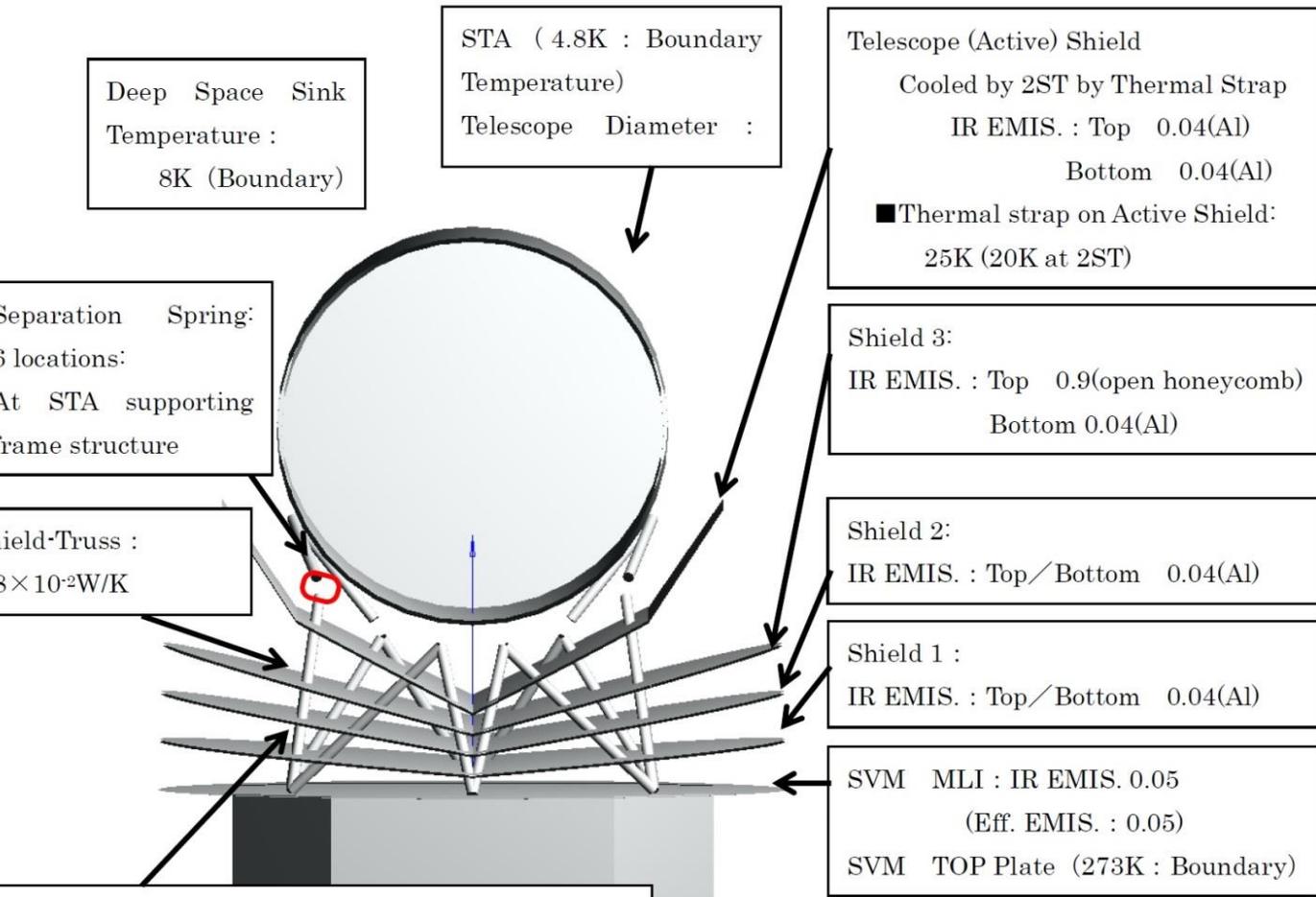
- 焦点面観測装置

- SPICA Mid-Infrared Instrument (SMI) (V254a 金田等)
- SPICA Far-Infrared Instrument (SAFARI) (V255a 土井等、V256a 鈴木等)
- EChO Instrument on SPICA (SPEChO, optional)





# PLM熱設計：概要



- 放射冷却+冷凍機による冷却システム
- 冷媒(液体He)を用いないことにより、軽量化、長寿命化

**V-grooves  
(放射冷却  
&断熱)**

Truss : CFRP  $\phi 100\text{mm} \cdot 4t \times 12$   
Conductivity :  $0.023@4\text{K} \sim 2.01@273\text{KW/m/K}$  (T700S)  
IR EMIS. : [DeSoto Black 0.4@20K~0.85@80K](#)  
Active Shield - STA : AL 0.04

# 機械式冷凍機



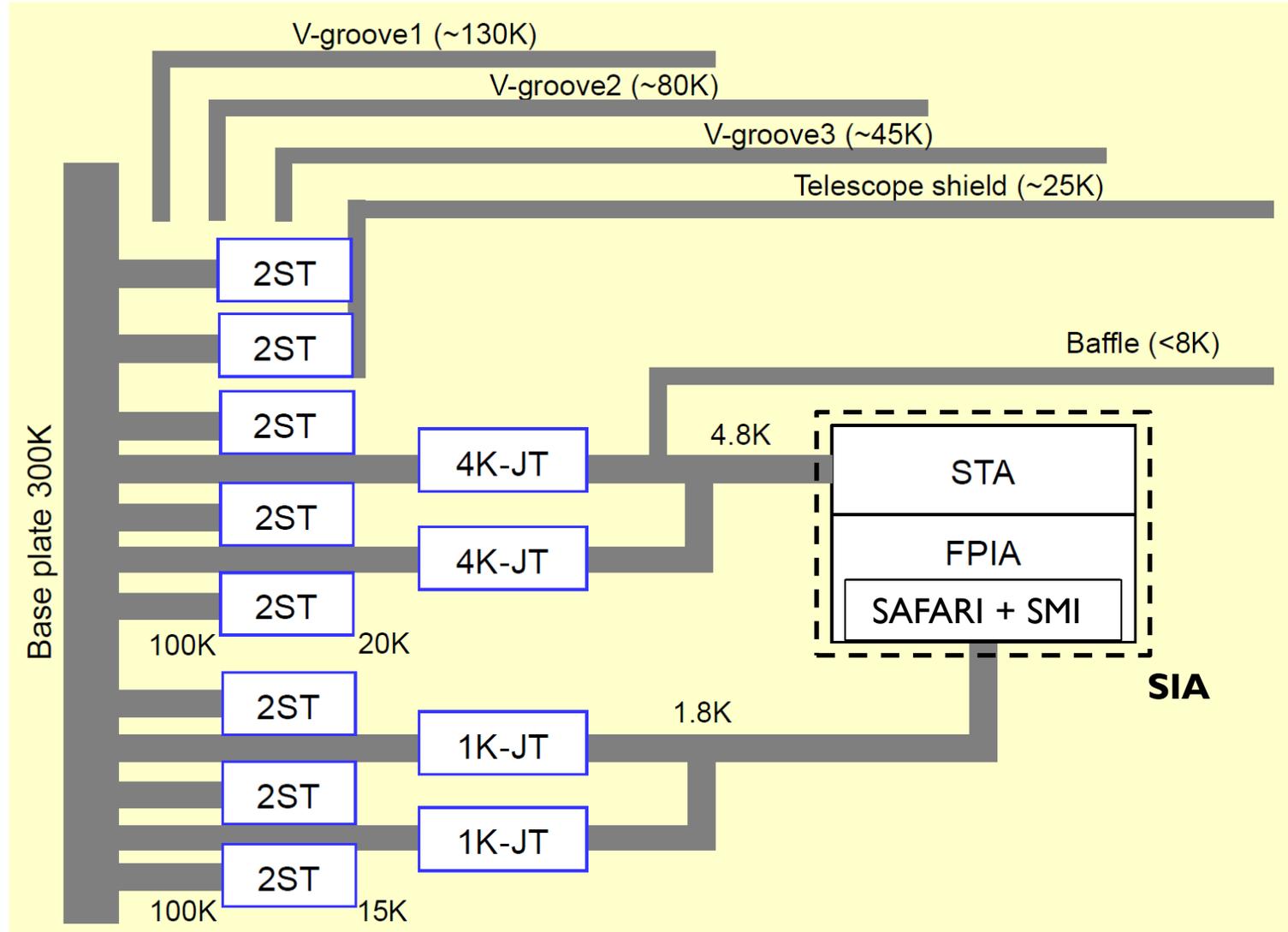
	20K-class two stage Stirling cooler (2ST)	4K-class Joule-Thomson cooler (4K-JT)	1K-class Joule-Thomson cooler (1K-JT)
Working gas	4He	4He	3He
Cooling objectives	JT precooling	STA + FPIA	FPIA (SAFARI+SMI)
Cooling power	200mW@20K, 1000mW@100K	40mW@4.5K	10mW@1.7K
Input power	< 90W	< 90W	< 75W
Life time	> 3 years (5 years as a goal)	> 3 years (5 years as a goal)	> 5 years (10 years as a goal)
Mechanical environment	Based on ASTRO-H	Based on ASTRO-H	Based on ASTRO-H
Quantity for SPICA PLM	3 for 4K-JT systems 3 for 1K-JT systems	2	2
Heritage	AKARI(2006), JEM/SMILES(2009) ASTRO-H(2015)	JEM/SMILES(2009) ASTRO-H(2015)	ASTRO-H(2015)
R&D status	EM verification test PM and FM verification test (for ASTRO-H)	EM verification test PM and FM verification test (for ASTRO-H)	EM verification test

- 日本において戦略的に開発してきた一連の機械式冷凍機を活用
- フライト実績を持つものも多い



# 冷凍機構成

- 冷凍機システムによりSIAおよびTelescope shieldを強制冷却する。
- 一台故障に対応した冗長系を構成



# PLM熱設計結果



- SIA熱負荷 (4K): 27.4 mW **OK**
  - ノミナル冷却能力40mW。目標熱負荷30mW (+25% margin)。
- Telescope shield 熱負荷 (25K): 186 mW **OK**
  - ノミナル冷却能力270mW。目標熱負荷200mW (+25% margin)。



- 国際協力分担・ミッション要求の見直しに対応して、システム全体を再検討した。
- 特に、新ミッション要求 (口径2.5m) に対応し、日本担当部分 (ペイロード部)を中心に検討を進めた。
- 新しい要求に対応して、衛星の構成全体を最適化するように、見直した(望遠鏡横置き)
- 日本が戦略的に開発してきた機械式冷凍機システムを活用する方針は従来案から変えない。
- 新しい構成で、技術的(熱的)に成立する解を得た。