

次期宇宙X線衛星ASTRO-H

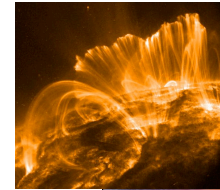
JAXA宇宙科学研究所(ISAS)
高橋忠幸
on behalf of the ASTRO-H team



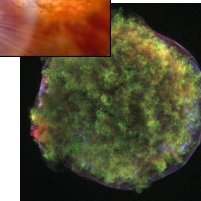
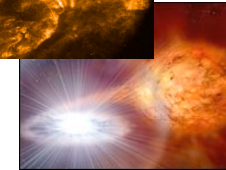
宇宙航空研究開発機構 (JAXA) / NASA / 青山学院大学 / CSA / ESA / Yale U. / Wisconsin U. / STScI / SRON / 愛媛大学 / MIT / MPI-K / 大阪市立大学 / 大阪大学 / 金沢大学 / 京都大学 / Cambridge U. / 黒川天文台 / 工学部 / 神戸大学 / Columbia U. / 埼玉大学 / CEA-DSM-IRFU / CIA/Harvard / 筑波大学 / 京都大学 / KIPAC Stanford U. / Saint Mary's U. / Durham U. / Dublin Institute for Advanced Studies / 中央大学 / 中野大学 / 筑波大学 / 東京工業大学 / 東京大学 / 東京理科大学 / 東邦大学 / 名古屋大学 / 奈良女子大学 / 日本大学 / 日本福祉大学 / 広島大学 / 物質材料機構 / Michigan U. / 宮崎大学 / U. Geneva / U. Maryland

1. X線で探る宇宙

宇宙望遠鏡を用いたX線観測は、人類が予想もしていなかった、宇宙が数千万度、数億度という超高温の現象の宝庫であることをあきらかにした。そして、宇宙が静的なものではなく、動的な、ダイナミックなものであることを明らかにして、人類の宇宙観を変えたといえる。



- ◆ Gas at temperatures of 1 - 100 million degrees.
- ◆ Remnants of exploded stars
- ◆ Matter falling into black holes and neutron stars
- ◆ Stellar coronae
- ◆ Winds from star-forming galaxies
- ◆ Electrons accelerated in strong magnetic fields ($\sim 10^{12} - 10^{14}$ Gauss).
- ◆ Electronic transitions in partially ionized atoms of atomic number greater than or equal to 4 (Be).

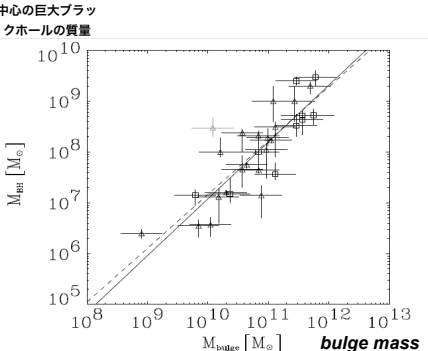


宇宙で我々が観測できる物質の80パーセントはX線でしか観測できない高温状態にあるとされている (Fukugita & Peebles 2004, Read & Trentham 2005)。宇宙の全貌を知る上で、宇宙空間に出てはじめて実現するX線観測は地上からの光学・電波観測などと並び不可欠の手段である。

1. X線で探る宇宙

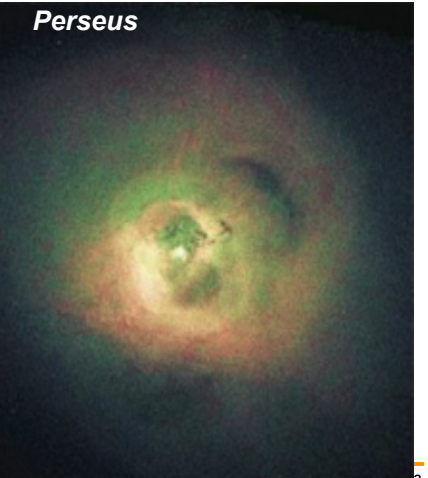
Radiative and mechanical heating and pressure from black holes have a profound influence on the evolution of all galaxies whether or not they are in clusters

中心の巨大ブラックホールの質量



$M_{BH} [M_{\odot}]$ vs $M_{bulge} [M_{\odot}]$ bulge mass

Perseus



How does Cosmic Feedback work and influence galaxy formation?

宇宙科学シンポジウム 2011年1月6日

1. X線で探る宇宙

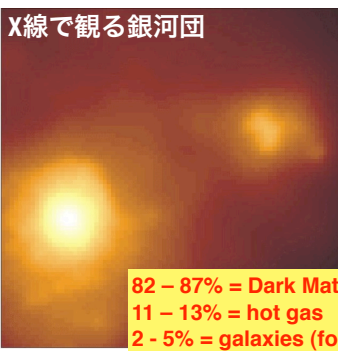
The dominant baryonic matter component in galaxy clusters is hot intergalactic gas.

X-ray is indispensable energy band to explore galaxy clusters.

光で観る銀河団



X線で観る銀河団



82 - 87% = Dark Matter
11 - 13% = hot gas
2 - 5% = galaxies (for $H_0 = 70$)

Galaxy Clusters, the largest well defined objects in the Universe. They form a well understood integral part of the cosmic large-scale structure. Therefore they are ideal probes to study cosmic evolution and to test cosmological models.

宇宙科学シンポジウム 2011年1月6日

5

科学技术、学术咨询会 学术分科会 研究环境基金部



3. ASTRO-H 衛星 - 特徴 -

ASTRO-Hは、高い分光能力を持つマイクロカロリメータと広帯域に感度を持つX線・ガンマ線検出器を備え、高温ガスの運動を初めて捉え、超広帯域の観測とも合わせることで、ダイナミックな宇宙の進化の真の姿を得ることをめざす。

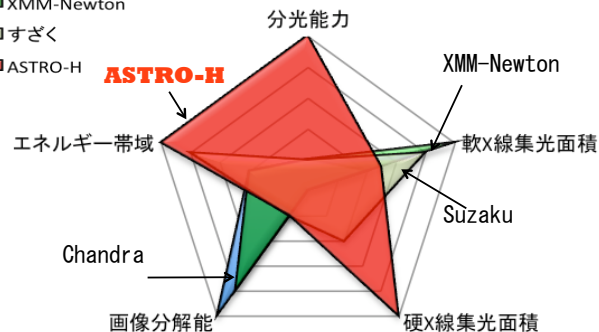
分光性能という観点で、分解能、感度、ダイナミックレンジの全てに圧倒的な特徴を持つ。

■ Chandra

■ XMM-Newton

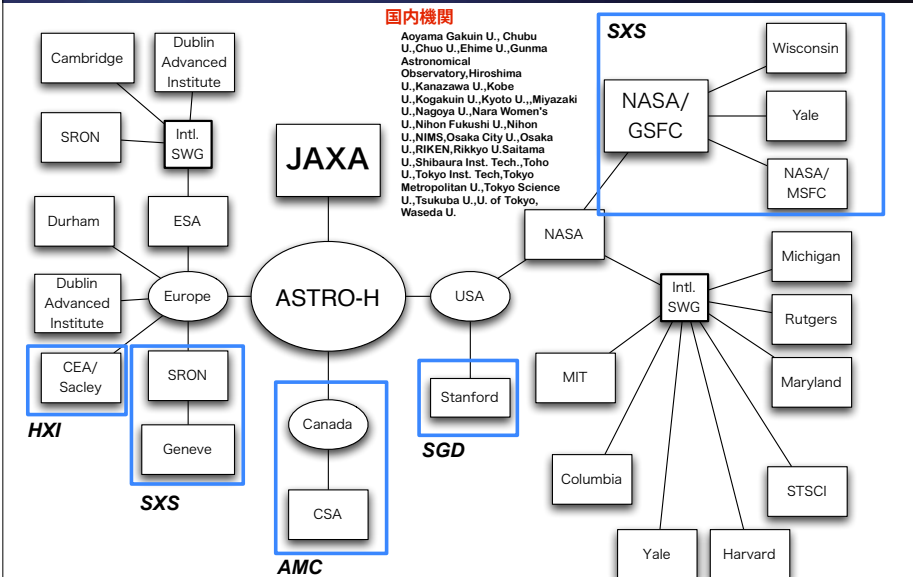
■ すざく

■ ASTRO-H



世界に公開される観測装置として、機能面で諸外国が計画する小規模衛星計画(NuSTAR, eROSITA, GEMSなど)を大きく上回り、2020年以降の国際大型計画に向けた重要なブリーカーサーミッションとして世界をリードする内容をもつ。

4. ASTRO-H 衛星 - 国際協力 -



4. ASTRO-H 衛星 - 国際協力 -

The ASTRO-H Mission

Tadayuki Takahashi^a, Kazuhisa Mitsuda^a, Richard Kelley^a, Felix Aharonian^a, Fumie Akimoto^a, Steve Allen^a, Naohisa Anabuki^a, Lorella Angelini^a, Keith Arnaud^a, Hisamitsu Awaki^a, Aya Bamba^a, Nobutaka Bando^a, Mark Bautz^a, Roger Blandford^a, Kevin Boyce^a, Greg Brown^a, Maria Chernyakova^a, Paolo Coppi^a, Elisa Costantini^a, Jean Cottani^a, John Crow^a, Jelle de Plaa^a, Cor de Vries^a, Jan-Willem den Herder^a, Michael DiPirro^a, Chris Done^a, Tadayasu Dotani^a, Ken Ebisawa^a, Teruaki Enoto^a, Yuichiro Ezoe^a, Andrew Fabian^a, Ryutichi Fujimoto^a, Yasushi Fukazawa^a, Stefan Funk^a, Akihiro Furuzawa^a, Massimiliano Galeazzi^a, Poshak Gandhi^a, Keith Gendreau^a, Kirk Gilmore^a, Yoshito Haba^a, Kenji Hamaguchi^a, Isamu Hattori^a, Kiyoshi Hayashida^a, Junko Hiraga^a, Kazuyuki Hirose^a, Ann Hornschemeier^a, John Hughes^a, Una Hwang^a, Ryo Iizuka^a, Kazunori Ishibashi^a, Manabu Ishida^a, Kosei Ishimura^a, Yoshitaka Ishisaki^a, Naoki Isobe^a, Masayuki Ito^a, Naoko Iwata^a, Jelle Kaastra^a, Timothy Kallman^a, Tameyoshi Kamae^a, Hideoaki Katagiri^a, Jun Kataoka^a, Satoru Katsuda^a, Madoka Kawaharada^a, Nobuyuki Kawai^a, Shigeo Kawasaka^a, Dmitry Khachatryan^a, Caroline Kilbourne^a, Kenzo Kimigasa^a, Shinji Kitamoto^a, Tetsu Kitayama^a, Takayoshi Kohmura^a, Motohide Kokubun^a, Tatsuro Kosaka^a, Taro Kotani^a, Katsuji Koyama^a, Aya Kubota^a, Hideyo Kumieda^a, Philippe Laurent^a, François Lebrun^a, Olivier Limousin^a, Michael Loewenstein^a, Knox Long^a, Grzegorz Madejski^a, Yoshitomo Maeda^a, Kazuo Makishima^a, Maxim Markevitch^a, Hironori Matsumoto^a, Kyoko Matsushita^a, Dan McCammon^a, Jon Miller^a, Shin Mineshige^a, Kenji Minesugi^a, Takuya Miyazawa^a, Tamefumi Mizuno^a, Koji Mori^a, Hideyuki Mori^a, Koji Muka^a, Hiroshi Muraikami^a, Toshio Muraikami^a, Richard Mushotzky^a, Yuji Nakagawa^a, Takao Nakagawa^a, Hiroshi Nakajima^a, Takashi Nakamori^a, Kazuhiro Nakazawa^a, Yoshiharu Namba^a, Masaharu Nomachi^a, Steve O'Dell^a, Hiroyuki Ogawa^a, Mina Ogawa^a, Keiji Ogi^a, Takaya Ohashi^a, Masanori Ohno^a, Masayuki Ohta^a, Takashi Okajima^a, Naomi Ota^a, Masanobu Ozaki^a, Fritz Paerels^a, Stéphane Paltani^a, Arvind Parmar^a, Robert Petráš, Martin Pott, Scott Porter^a, Brian Ramsey^a, Christopher Reynolds^a, Shin-ichi Sakai^a, Rita Sambruna^a, Goro Sato^a, Yoichi Sato^a, Peter Serlemitsos^a, Maki Shida^a, Takanobu Shimada^a, Keisuke Shinozaki^a, Peter Shiron^a, Randall Smith^a, Gary Sniderman^a, Yang Soong^a, Lukasz Stawarz^a, Hiroyuki Sugita^a, Andrew Szymkowiak^a, Hiroyasu Tajima^a, Hiromitsu Takahashi^a, Yoh Taki^a, Toru Tamagawa^a, Takayuki Tamura^a, Keisuke Tamura^a, Takaaki Tanaka^a, Yasuo Tanaka^a, Yasuyuki Tanaka^a, Makoto Tashiro^a, Yuzuru Tawara^a, Yukikatsu Terada^a, Yuichi Terashima^a, Francesco Tonneschi^a, Hiroshi Tonida^a, Miyako Tonda^a, Yoko Tsubota^a, Masahiro Tsuchimoto^a, Hiroshi Tsunemi^a, Takashi Tsuru^a, Hiroyuki Uchida^a, Yasunobu Uchiyama^a, Hidetoshi Uchiyama^a, Yoshihiro Ueda^a, Shinichiro Uno^a, Meg Urry^a, Shin Watanabe^a, Nicholas White^a, Takahiro Yamada^a, Hiroya Yamaguchi^a, Kazutaka Yamaoka^a, Noriko Yamasaki^a, Makoto Yamauchi^a, Shigeo Yamauchi^a, Yoichi Yatsu^a, Daisuke Yonetoku^a, Atsumasa Yoshida^a

Scientists : 150 (Postdocs 10)

Japan 90
US 46
Europe 14

ASTRO-H Team as of July, 2010

設計会議(2010/Nov/04)



システム : NEC

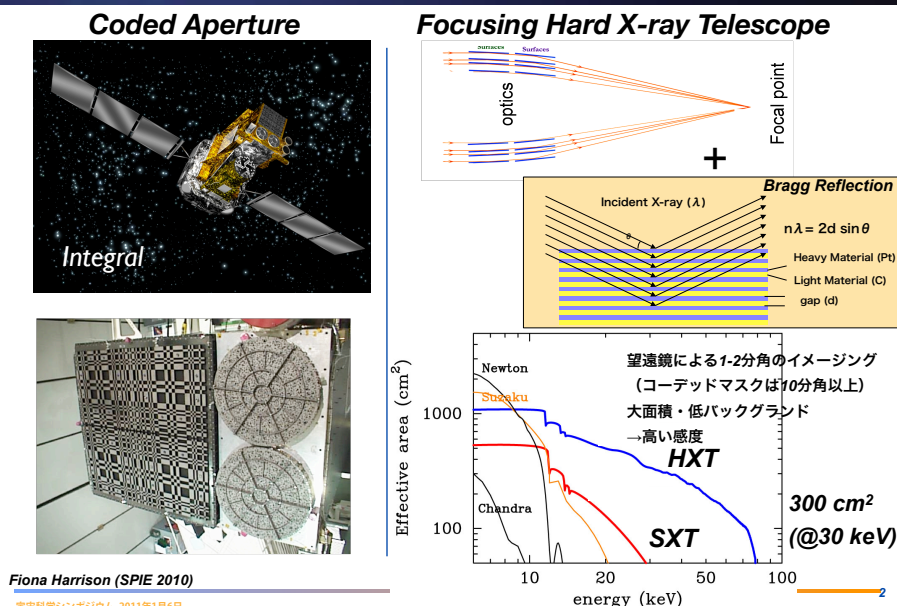
ミッション系 : MHI

冷却システム : SHI

光学ベンチ : 日本飛行機

他

5. ASTRO-H 衛星の特徴 - 硬X線イメージング -



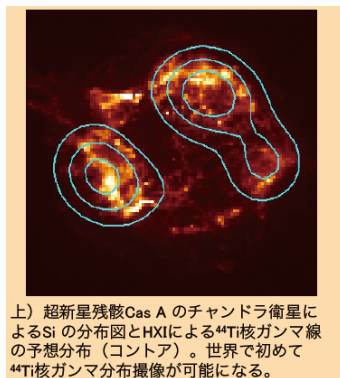
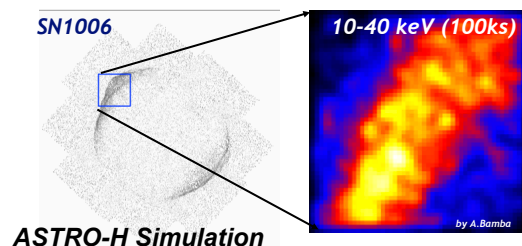
5. ASTRO-H 衛星の特徴 - 硬X線イメージング -



超新星残骸

1) 核ガンマ線 (Ti)

2) 超新星残骸における最高エネルギー宇宙線加速の現場の観測



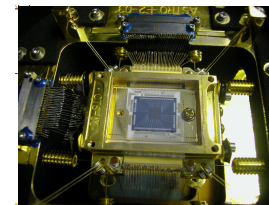
P2-014 参照

5. ASTRO-H 衛星の特徴 - 超高分解能分光 -



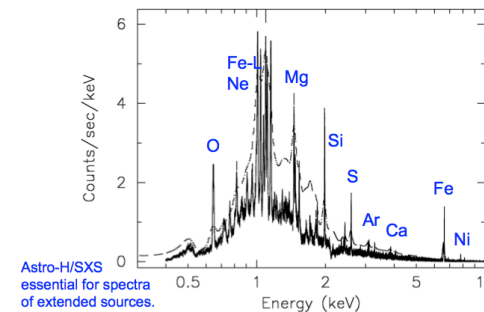
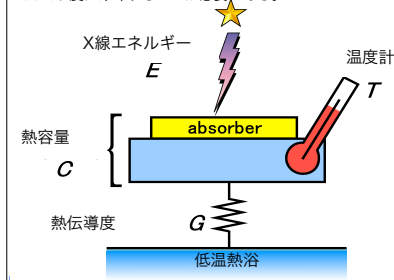
X. 軟X線分光検出器(SXS/XCS) : X線マイクロカロリメーター

X線観測が従来いわば「64色カラー画像」だったのに対し、ASTRO-Hは日米協力によるマイクロカロリメーターという極低温技術を用い「2048色総天然色画像」を実現するもので、これにより高温ガスの運動が初めて測定可能となる。



	Requirements (Goal)
Energy resolution	7 eV (FWHM) (4 eV(FWHM) Goal)
Energy range	0.3 - 12 keV
Field of view	2.9 x 2.9 arcmin
Detector array	6 x 6
Absorber size	800 μm
Effective area	160 / 210 cm ² (at 1 / 6 keV)

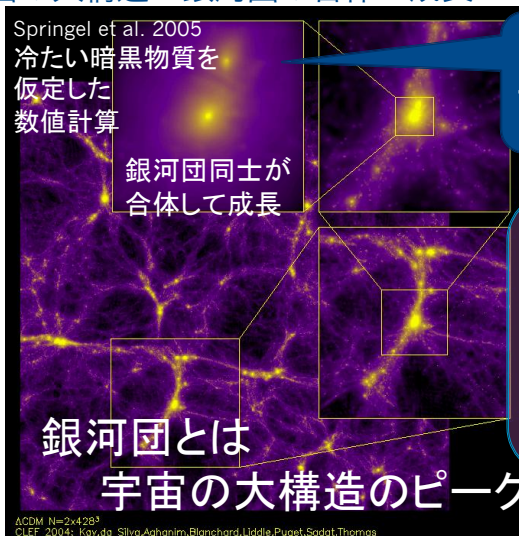
マイクロカロリメーターは、エネルギーを熱に変えて温度上昇を精密に測定する(下図)。そのために、センサー部を50ミリ度に冷却することが必要である。



5. ASTRO-H 衛星の特徴 - 超高分解能分光 -



宇宙の大構造と銀河団の合体と成長



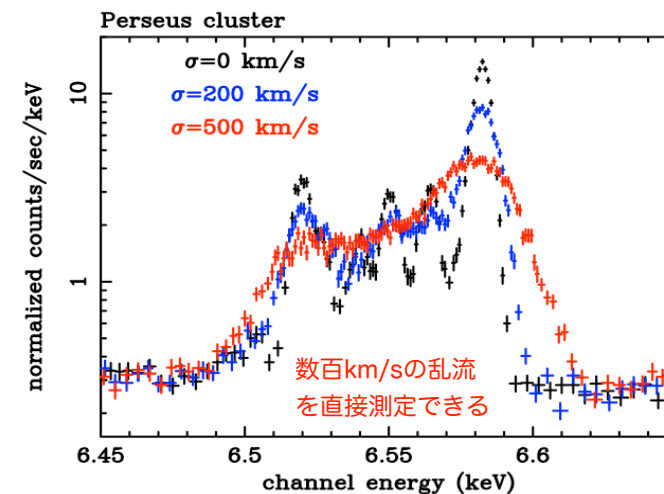
宇宙で最大のエネルギーの現象
 10^{57} J

宇宙最大の加熱源
(超高温成分)
ガスの運動
(速度分布)
宇宙最大の加速器
(硬X線放射)

5. ASTRO-H 衛星の特徴 - 超高分解能分光 -

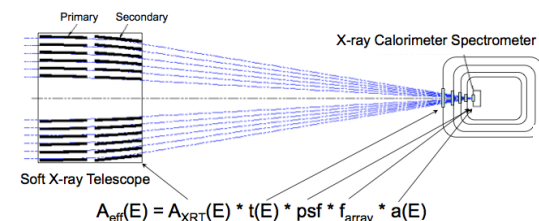


ASTRO-H衛星によるペルセウス座銀河団中心のHe-like Feの予測

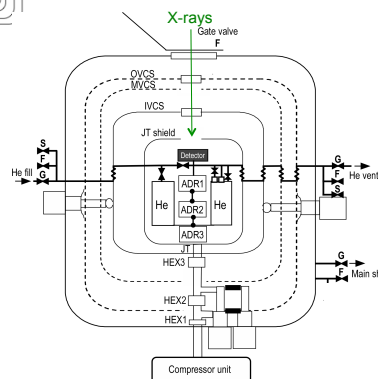


6. ASTRO-H 衛星設計進捗状況

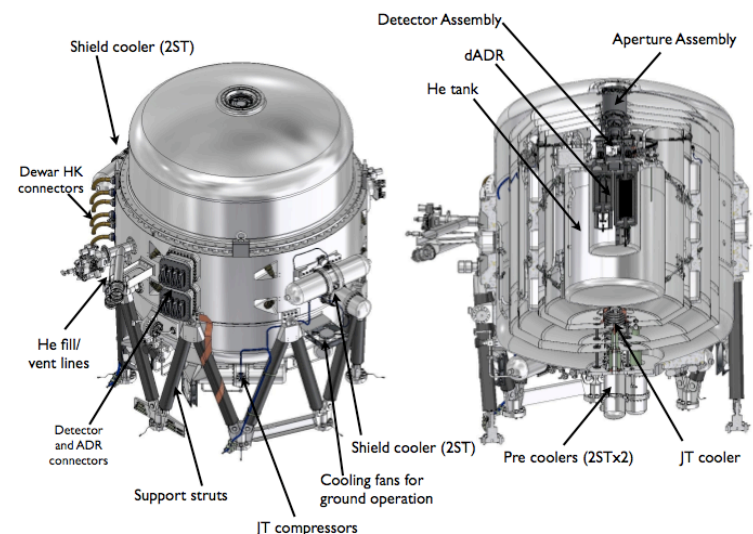
X. 軟X線分光検出器(SXS/XCS)：極低温デュワー



- 打ち上げの機械環境に耐えつつ、30リットルの液体ヘリウムを3年以上持たせる（＝ヘリウムタンクへの侵入熱を数10マイクロW以下に抑える）ということが要求される



6. ASTRO-H 衛星設計進捗状況



6. ASTRO-H 衛星設計進捗状況

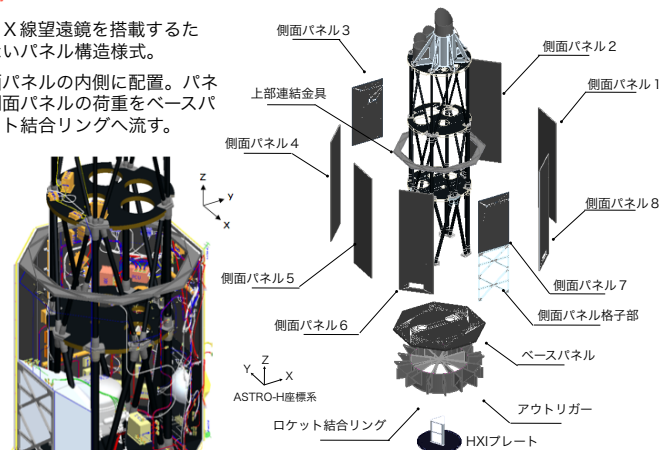
X. 全体アーキテクチャ

衛星の中央部にトラス構造のX線望遠鏡を搭載するため、中央に一次構造部材のないパネル構造様式。

回路等の機器を8枚の側面パネルの内側に配置。パネルを相互に結合一体化し、側面パネルの荷重をベースパネル、アウトリガー、ロケット結合リングへ流す。

衛星バスシステム

- 構造
 - 衛星構体
 - 光学ベンチ
- 電源
- 熱制御
- 通信
- データ処理
- 姿勢制御
 - 推進
- アライメント計測
- 展開モニタ



6. ASTRO-H 衛星設計進捗状況

