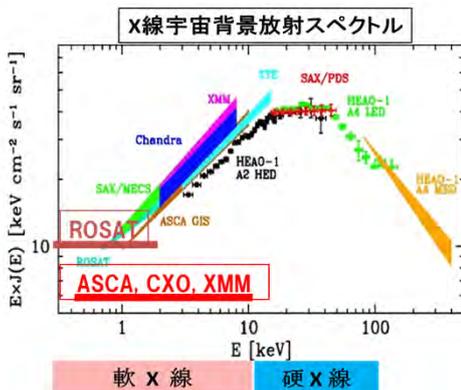




広天域X線監視観測実験： FFAST 計画の現状

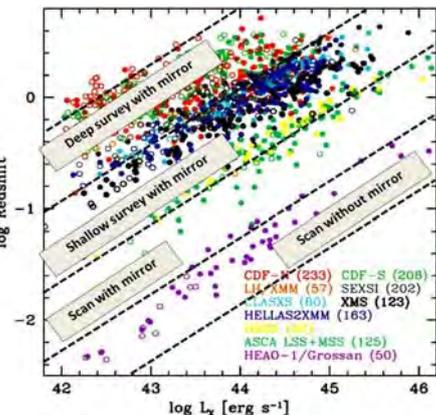
常深 博、林田 清、中嶋 大、穴吹直久、薙野 綾(阪大理)、國枝秀世、松本浩典、古澤彰浩(名大)、河野 功、山元 透、巳谷 真司、池永敏憲(JAXA)、上田佳宏(京大)、伊藤真之(神戸大)、森 浩二(宮崎大)、尾崎正伸、池田博一、海老沢 研(ISAS)、幸村孝由(工学院)、平賀純子(東大)、岡島 崇(GSFC)、馬場 彩(青学大)ほかFFASTチーム



1. 目的および背景

ビッグバンの名残は、3K放射として広く知られているが、X線でも天空に一樣に広がる成分があり、宇宙X線背景放射(CXB)と呼ばれている。左図には、いろいろな観測に基づいて測定されたCXBのエネルギースペクトルを示す¹⁾。そのピークは30keV付近にあり、それ以上でもそれ以下でも強度は次第に下がる。従来までのX線望遠鏡は軟X線領域を観測するのでCXBのピークをカバーできていない。これに対して、FFASTはCXBのピークをカバーする硬X線領域で、数百平方度にわたる天空を走査観測し、AGNをはじめとする天体を観測する。

いろいろな強度のAGNを検出し、Lx-Z面においてその分布を調べ²⁾、宇宙の構造進化を解明したい。そのためには、右図に示すように、Deep Survey with Mirror、Shallow Survey with Mirror、Scan with Mirror、Scan without Mirrorと名付けた4領域に分け、それぞれ観測する必要がある³⁾。硬X線ではASTRO-H/Nu-Star、FFAST、Swift/BATにより全域をカバーできる。



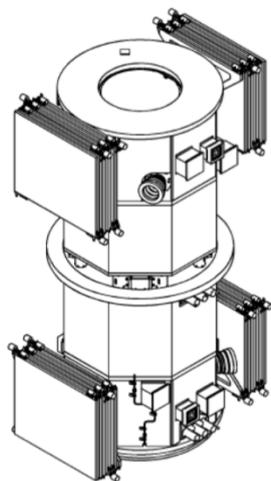
軟X線領域におけるAGNのLx-Z面上での分布。これを硬X線領域で実現したい。

2. FFAST衛星の構成

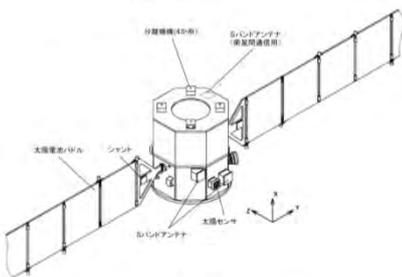
FFAST衛星は二機の衛星からなり、それぞれスーパーミラーを搭載したM-satとSDCCD(検出器)を搭載したD-satである。スーパーミラーはASTRO-Hに搭載予定のスーパーミラー⁴⁾とほぼ同じものであり、SDCCDはASTRO-Hに搭載予定のCCD⁵⁾とほぼ同じものである。つまり、ASTRO-Hの準備はまさにFFASTの準備とも言える。こうして、FFASTのスーパーミラーや検出器の準備はASTRO-Hの準備ができたあと1年程度で完了できる。

二衛星の内部構造の模式図を左図(上がM-sat、下がD-sat)に示す。M-satは、標準バスをベースに、中央にスーパーミラーを収納するように変更し、その周辺に各種装置を搭載する。M-satはRWとSTTIにより方向制御を行い、望遠鏡の光軸をD-satのSDCCDに1'の精度で向け、D-satは、上部にSDCCDを搭載し、検出器の視野内にM-satを捉える。さらに、衛星間距離を20m±5cmに保持するための測距システム(FINE)及び制御スラスタシステム⁶⁾を持つ。こうして、編隊飛行の初期姿勢の確立、編隊飛行の長時間保持、異常時における安全退避そこから回復などを行う。通常は、二衛星ともにケプラー軌道でレコード盤軌道を形成する。このとき、視野内の星は検出器上を移動するので、SDCCDはTDIモードで動作させる。さらに、短時日であるが、スラスタによりポインティングモードも可能にする。

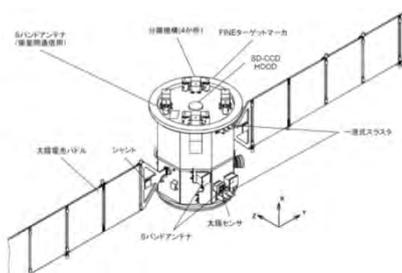
M-sat、D-satはタンデム状態で、イプシロンロケットのフェアリング内に格納できるようにデザインしている。格納状況を右図に示す。SAPIは格納できるようにデザインしている。



FFASTのイプシロンロケットフェアリング搭載概念図



M-sat 構造模式図



D-sat 構造模式図

3. FFASTの開発の現状

FFASTの観測系は、スーパーミラーでありCCDカメラを応用したSDCCDである。これらはASTRO-Hで使用されるものを基本としている。編隊飛行を実現するシステムは測距系とスラスタとからなり、ETS-VIIIの技術を発展させたものである。

これまでレコード盤軌道を基礎に、NEC殿にバス部分の検討を依頼してきた。必要な運用方法とパワーに基づき、太陽電池やバッテリーのサイズを決めた。通信系については、初期運用はもとより異常時の安全退避、それからの回復手法などの検討に基づき決めた。衛星内部の熱設計についても詳細検討を進めた。とくにスーパーミラーの温度要件に基づき、発熱体の分散に留意し、要請される温度範囲の実現もめどがたつた。また、ロケットで要請される機械環境についても、十分マージンを持って対応できるように構造検討も進めた。小型科学衛星プロジェクトでは、バス部の上部に搭載するミッションを合わせて400kgと制限されているが、FFASTの場合には、二衛星をタンデムで打ち上げることを前提にするので、総重量はかなり重くなる。左表には二衛星の重量配分案を示す。FFASTの軌道は、イプシロンロケットにより、550kmの円軌道、軌道傾斜各31°を狙っている。総重量として700kgに抑えることが必要である。そのためには、SDCCDをSXIそのものではなく、軽量化をするなど見直しを進め、概ね700kgを割るようにできる見通しも得ている。これらを踏まえて、小型科学衛星3号機の募集に際しては、いくつか現実的な案をまとめる予定である。

	検出器衛星	望遠鏡衛星
姿勢軌道制御・データ処理系	38.58kg	39.66kg
電源系	61.45kg	50.02kg
通信系	6.76kg	6.76kg
構造系	71.85kg	63.69kg
推進系	41.52kg	---
計装系	10.30kg	10.30kg
熱制御系	2.40kg	3.40kg
ミッション	61.12kg	79.89kg
衛星合計	293.62kg	253.70kg

1) Frontera, F., et al., *Astrophysical Journal* 666, 86-95 (2007)
 2) Hasinger, G., *Astronomy and Astrophysics*, 490, 905-922 (2008)
 3) Tsunemi, H., et al., *Trans. JSASS Aerospace Tech. Japan*, 8, 1st27, To 7-To 12 (2010)
 4) Hayashida, K., et al., *Proceedings of the SPIE*, 8443, 844323-8 (2012)
 5) Awaki, H., *Proceedings of the SPIE*, Volume 8443, id. 844324-8 (2012)
 6) Mitani, S., et al., *Trans. JSASS Aerospace Tech. Japan*, 8, 1st27, To 7-To 15 (2011)