

## PLAINセンターニュース

Center for PLAnning and INformation Systems

## X線天文衛星 XMM-Newton

## 1. はじめに

ヨーロッパのX線天文衛星 XMM-Newton (図1; 以下では Newton と呼びます) を紹介します。今回はプロジェクトと観測データの流れを、次回はデータアーカイブを紹介します。表1に、Newton のライバル衛星との比較をまとめました。

さて、図2はこの衛星で測定した銀河団プラズマのX線スペクトルです。O、Ne、MgのK輝線やFeのL輝線が見えます。このようなX線スペクトルによってプラズマの温度(この場合は約  $3 \times 10^7$  K) や元素の組成比を調べることができます。このような高温のプラズマは、銀河団以外にも、星のコロナ、連星の周りの降着円盤、超新星の残骸などとして広く存在します。これらの天体をX線分光によって理解しようというのが、Newton の目標です。

この衛星は、1999年の12月にヨーロッパ宇宙機関(ESA)によってフランス領ギアナから打ち上げられ、今も観測を続けています。衛星の重量は4t、全長は10mと、ESAが打ち上げた最大の科学衛星だそうです。プロジェクトの費用は、約700Mユーロだそうです。ESAのX線天文衛星としては、EXOSAT(1983-1986)以来です。その間には、ドイツのROSAT(1990-1999)とイタリア・オランダのBeppo-SAX(1996-2002)がありました。

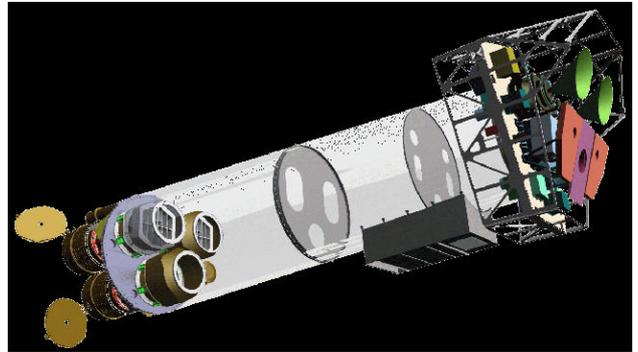


図1 Newtonの透視図。

左側より3台のX線望遠鏡、そのうち2台の後ろにはRGSの分散器、右側に検出器のプラットフォームが見える。緑、紫、赤色の部分は各検出器のラジエーター。  
XMM User Hand Bookより転載(© ESA)。

Newtonのweb-siteによると、このプロジェクトには、ヨーロッパ14ヶ国とアメリカ、および46の企業が参加したそうです。実は私も、2000年の2月よりオランダのSRONでこのプロジェクト(特にRGS)に機器校正・データ解析者として参加しました。ヨーロッパの人々は、各国ごとに個性がありますが、それぞれ得意な分野で貢献し、ヨーロッパとしてまとまってやっていこうという雰囲気、そして国際協力の長い歴史が良く感じられました。特にオランダでは、国際協力なしでは大国に無視されてしまうという気概を感じました。

表1 Newtonとライバル衛星、Chandra, Astro-E2の性能比較。

	Newton (ヨーロッパ)	Chandra (アメリカ)	Astro-E2 (日本 - アメリカ)
打ち上げ (年)	1999	1999	2005
衛星の重量 (t)	4	4.8	1.7
全長 (m)	10	14	6
軌道 近地点 (km)	7,000	16,000	約 7,000
遠地点 (km)	114,000	133,000	(円軌道)
軌道周期	48時間	64時間	約100分
望遠鏡の有効面積 *1	1500 × 3台	800 × 1台	450 × 5台
空間分解能	6"	0".5	<90"
エネルギー分解能 *2	3 (RGS)	60 (ACIS)	6 (XRS)
エネルギー分解能 *3	150 (EPIC)	150 (ACIS)	6 (XRS)
エネルギー帯域 (keV)	RGS 0.35-2.5 EPIC 0.2-12	ACIS 0.4-10 LETG 0.1-6 HETG 0.6-10	XRS 0.4-10 XIS 0.4-10 HXD 10-600

\*1 (cm<sup>2</sup>), @ 1keV

\*2 (eV), @ 1keV

\*3 (eV), @ 7keV

[ 裏へ続く ]

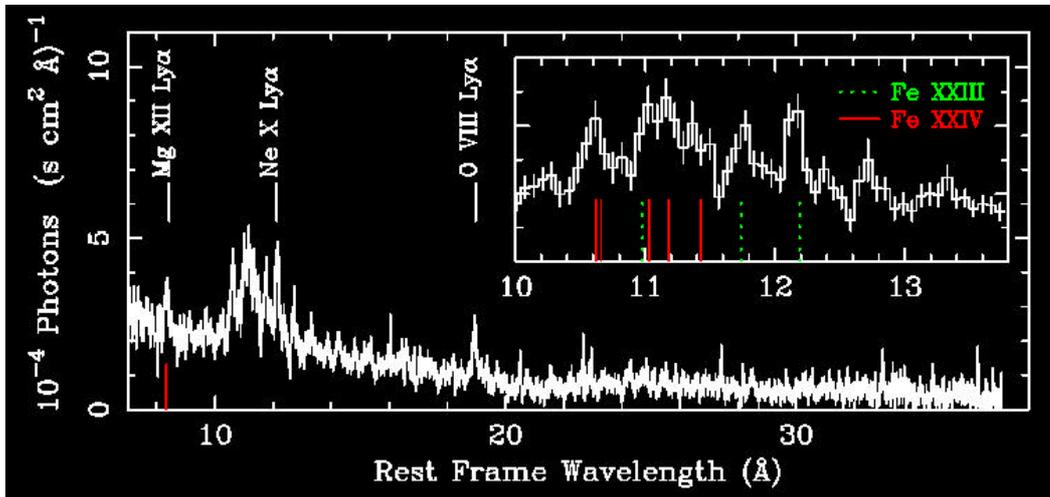


図2 Newton-RGSで測定された銀河団プラズマ(Abell 496)のX線スペクトル。0.3 keVから1.6 keVのエネルギー領域に対応している。O、Ne、およびMgのK輝線に加え、FeのL輝線(右上の拡大部)が検出されている。Tamura et al. 2001, A&A, 379, 107より転載。

## 2. 観測装置

なんといっても Newton の特徴は、3 台の巨大な X 線望遠鏡です(表 1)。そもそも、XMM とは X-ray Multi-mirror Mission の略です。望遠鏡は、Wolter-I 型と呼ばれるもので、図 3 に示したように光の望遠鏡とは全く異なるデザインをしています。これらの望遠鏡によって、明るいものから暗いものまで、各種の X 線源の精密な X 線分光が可能になりました。この望遠鏡は、主に ESA と Media Lario (イタリア)によって製作されました。

この望遠鏡の焦点面には、CCD (EPIC; Euro-

pean Imaging Camera) が3台のっています。1台は、PN とよばれる背面照射の CCDで、比較的に高い検出効率と速い読みだし速度を持ちます。残りの2台は、MOS と呼ばれる前面照射の CCD です。

MOS と望遠鏡の光路の間には、透過型の分散器 (Grating Stack ; 図3 と図4) が置かれており、そこで反射した X 線は別の CCD によってその分散角(波長に対応)が測られます。まさにニュートンがプリズムを使っておこなった分光を X 線でおこなうものです。分散関係は、

$$m \lambda = d [\cos(b) - \cos(a)] \text{ で、}$$

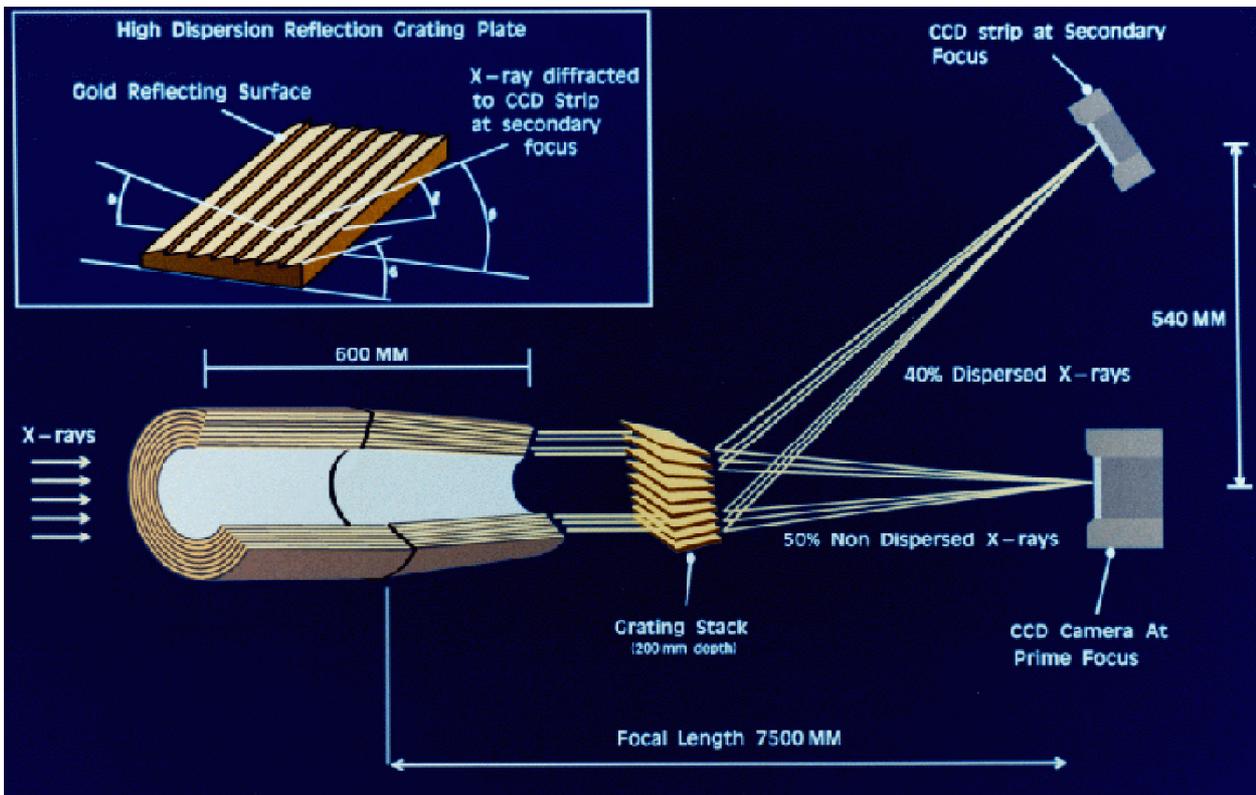


図3 NewtonでのX線の行路。

ただし、もう1台の望遠鏡とPNは含まれていない。左より望遠鏡、分散器、検出器(右上はRGS用、右下はMOS-CCD)。左上は、分散器のデザイン。XMM User Hand Bookより転載(© ESA)。

m、 $d$ 、 $b$ 、 $a$ は、次数(-1,-2...)、波長、グロブ幅(約1.5マイクロメートル)、分散角、入射角です。このシステムは、RGS (Reflection Grating Spectrometer)と呼ばれ、これまでにない高波長分解能の X線分光を可能にしました。例えば、点源に対する波長分解能は、約 70/m ミリ で、1 keV 以下の低いエネルギーでは、Astro-E 2 のカロリメーターを凌駕します。ただし、エネルギー帯域は、2.5 keV 以下に限られています。RGS は、主に SRON (オランダ)、コロンビア大学(アメリカ)、MSSL (イギリス)、PSI (スイス) によって製作されました。

以上の X線観測装置に加え、可視光・紫外線のモニターシステム (Optical Monitor; OM)を備えています。口径 30cmの望遠鏡、MPC-CCD 検出器、各種フィルター、およびグリズム分散器を搭載しています。OM は絶えず、X線望遠鏡と同じ視野を観測し、まさにモニターの役目を果たします。ある種の X線天体は、可視光・紫外線でも時間変動を示します。したがって、可視光・紫外線と X線を同時に観測することでその放射機構を解明することができます。OM は、主に MSSL によって製作されました。

### 3. 観測データの流れ

#### (a) Newton グランド局 MOC

衛星からの観測データは、リアルタイムでグランド局 (パース、フランス領ギアナ・クールー、およびサンチャゴ)で受信されます。このデータはそのまま、地上電波通信によって MOC (Mission Operation Center; ドイツ、ダルムサット) に送られます。ここで衛星機器の状態をリアルタイムで監視し、コマンド送信を行ないます。さらに、衛星の軌

道情報を観測データに追加します。

#### (b) MOC SOC

観測データは、SOC (Science Operation Center; スペイン、ビジャフランカ) に送られ、そこで QL 解析がおこなわれます。さらに、観測データを ODF (Observation Data Files) とよばれる標準形式 (FITS) に変換します。SOC は、軌道較正情報を含む CCF (Current Calibration files) を作る責任も持っています。

#### (c) SOC SSC

ODF は、さらに SSC (Survey Science Centre; 英国レスター大学) に送られ、ここで Newton の標準解析システムである SAS (Science Analysis System) によって、パイプライン処理され、イベントファイル、イメージ、スペクトルが作られます。詳しい解析システムについては、別に紹介します。

#### (d) SSC SOC 観測者

これらのパイプライン・プロダクトは、もう一度 SOC に送られます。SOC はこれを ODF や CCF と合わせて、観測者にオンラインのアーカイブ (XSA; XMM Science Archive) および CD-ROM を使って配ります。

このように Newton のデータは、ヨーロッパを駆けめぐり各種プロセスを経て、観測者の手に渡ります。打ち上げ直後は、データが届くのに時間がかかったようですが、現在では、2-3週間で届くようです。

Newton も他の X線天文衛星と同じく公開天文台であり、一定の期間 (試験観測や緊急観測) を除いては、利用者の公募提案の観測によって使われます。公募は世界中の研究者から受け入れられ、数倍の競争を勝ち抜かないと自分の観測ができません。

ただし、データが観測者に渡ってから一定の保証期間 (Newton の場合は 1年) がすぎると、データアーカイブから一般公開されます。

今回は、データアーカイブの紹介をおこないます。

以下は、Newton に関する情報源です。

- Astronomy & Astrophysics, vol 365, No1, 2001, "First Results from XMM-Newton"
- <http://xmm.vilspa.esa.es/>



図4 RGSの分散器。コロンビア大学の製作。(© SRON)

# 大型計算機・平成 15 年度共同研究採択課題一覧

平成 15 年度の大型計算機共同利用は公募の結果、以下の課題が採択されました。

1. 「デトネーション波遷移過程に関する数値解析」小原哲郎（埼玉大・工）
2. 「並列粒子コードを用いたグローバル宇宙気象数値実験とそれを用いたスペースクラフト深内部分極帯電フリー設計支援ツールの開発」蔡東生、顔小洋（筑波大・工）
3. 「太陽風を利用した宇宙推進の数値シミュレーション」船木一幸（筑波大・工）、朝日龍介（筑波大・理工）
4. 「高速流の境界層数値シミュレーション」寺本進（東大・工）
5. 「翼列キャビテーションの非定常解析」松本洋一郎、高木周、崎山幸紀、沖田浩平（東大・工）
6. 「地面効果を受ける垂直着陸型宇宙往還機の底面空力特性に関する研究」藤松信義（宇宙研）
7. 「パルスデトネーションエンジン設計・開発に向けた数値解析」林光一、佐藤博之（青山学院大・理工）
8. 「月の起源：惑星の周りを公転する小天体集団の力学進化と合体成長」榎森啓元（東工大・理工）、大槻圭史（コロラド大）
9. 「大気吸い込み型イオンエンジン(ABIE)インテークの数値シミュレーション」藤田和央、西山和孝（宇宙研）
10. 「平面凝縮相からの高速蒸発流の分子論的研究」土井俊行（鳥取大・工）

11. 「斜めデトネーションの発生条件と非定常特性」松尾亜紀子、大門優（慶大・理工）
12. 「太陽コロナに突入する探査機まわりの熱気体力学的環境に関する数値解析」鈴木宏二郎（東大）
13. 「分子気体効果を用いた新型真空ポンプの開発」杉元宏（京大・工）
14. 「ボルツマン方程式の差分解析コードによる希薄な混合気体の流れの研究」高田滋（京大）
15. 「ボルツマン方程式の差分解析による蒸発・凝縮を伴う混合気体流の研究」小菅真吾（京大）
16. 「スペースシャトルや宇宙ステーションなどの熱制御技術の開発」大西元（金沢大・工）
17. 「クーロン強結合プラズマの粒子シミュレーションによる研究」田中基彦（核融合研）
18. 「高速飛翔体の蒸気冷却膜形成による熱防護」大西善元（鳥取大・工）
19. 「惑星流体の運動構造を調べるための基礎的研究」小高正嗣、林祥介（北大・理）
20. 「衛星軌道環境観測データの解析」趙孟祐、細田聡史、林寛、志方吉夫（九州工大）
21. 「ロケット空力シミュレーションの高精度化・高効率化に関する研究」宮路幸二（横国大・工）

（篠原 育）

## 大型計算機に関するお知らせ

### 1. 大型計算機の5月・6月の保守作業予定

ホスト名	5月19日(月) 8:00~13:00	6月16日(月) 8:00~13:00
GS8300/10N	M	
VPP800/12		M

M：システムメンテナンス

### 2. 大型計算機のリプレースについて

今年夏の計算機リプレースに、以下の計算機・端末等が含まれています。

これらの装置上で使われているプログラム等は、リプレースまでに他のプラットフォームへの移植作業等が必要となります。センター側 MSP 計算機 (GS8300): 撤去となります。後継機は予定されていません。

高機能端末(FMV): 上記 MSP 計算機の撤去に伴い、高機能端末も全て撤去となります。

買い取りは出来ません。(本体、ディスプレイ等に「fmv99」で始まるラベルが貼られた装置が該当します)Alpha サーバ: 後継機は他のプラットフォームに変更予定です。

### 3. 大型計算機関係の相談窓口について

大型計算機利用上の質問・トラブルなどは高橋氏・林氏（内線8391） ネットワーク関係の質問・トラブルなどは PLAIN センター本田秀之（RN1261・内線8073）までお願いします。

（三浦 昭）