

2005.2.17 / No.148

「すざく」衛星のデータプロセッシング

海老沢 研 (PLAIN センター)
尾崎 正伸 (高エネルギー天文学研究系)

「すざく」衛星（打ち上げ前の名称は Astro-E2）は、2005 年 7 月 10 日に USC（Uchinoura Space Center）から打ち上げられ、その後主観測装置 XRS の不具合（ヘリウム冷媒を失い、観測不可能に）というトラブルもあったが、XIS（X 線 CCD カメラ）、HXD（硬 X 線検出器）という残り 2 つの観測装置は 8 月以来順調に観測を続け、貴重な観測データを出し続けている。2006 年 3 月末までは、SWG（Science Working Group）フェーズで、観測装置もプロセッシングシステムもまだテスト運用の状態だが、2006 年 4 月からはいよいよ一般公募に基づいた観測が始まり、「すざく」は世界中のユーザーの利用に供する軌道上の X 線「天文台」として、新たな一步を踏み出すことになる。それに伴い、我々「すざく」プロセッシングチームは、「すざく」の検出装置には詳しくない一般の研究者でも安心して使い、優れた科学的成果を生み出すことのできるような高品質データを提供する、という重要な任務を担うことになる。

「すざく」は、その前任者の「あすか」と同様、日米共同ミッションであり、一部の検出装置と同じく、データプロセッシングとソフトウェアもアメ

リカ（NASA/GSFC）と共同で開発している。（実際、海老沢は 2005 年 7 月までは、アメリカ側で「すざく」プロセッシングシステム開発に従事していた。）打ち上げに失敗した Astro-E1 を含めると、これが 3 機目の日米共同 X 線衛星であり、データプロセッシングに関しても、数々の試行錯誤や反省をもとに、過去 10 年以上に渡って日米で多くの知恵と経験を蓄積してきた。そのお陰で、「すざく」打ち上げ後ただちにプロセッシングのプロトタイプが稼動し始め、2005 年 12 月には、一部の初期データを世界中に無償でテスト公開することができた。データが取れ始めてわずか 4 ヶ月ほどで、高度にプロセスしたデータを公開するということは、他の天文衛星ではなかなかできないことであり、これは日米の「すざく」チームのすぐれた協力体制の賜物といえよう。2006 年 2 月時点で、まだ「すざく」データプロセッシングシステムはテスト中であるが、2 月末頃には「Revision 1」と呼んでいる標準パイプラインプロセッシングが日米で同時に走り出し、衛星が観測を行ってから、ほとんど人手の介入なしで PLAIN センターのデータベース「DARTS」を通じてゲストオブザーバーにデータを配布できるようになるはずである。

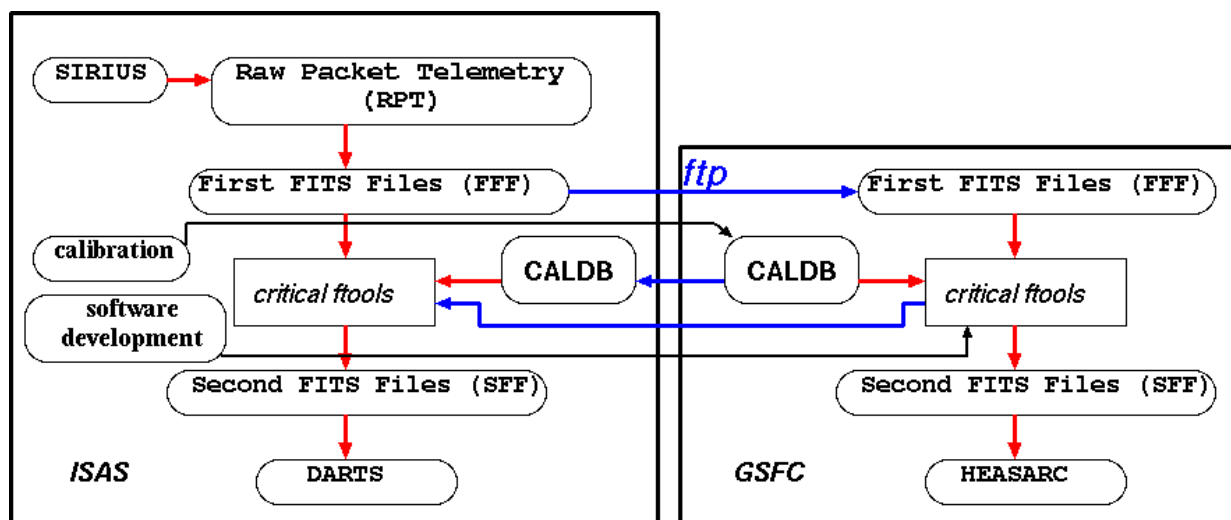


図1 「すざく」衛星データプロセッシングの概要

[裏へ続く]

図1に「すざく」データプロセシングの流れ図を示す。これに沿って、以下、要点に番号をつけて説明する。こういう図にしてしまえば単純に見えるが、そこには「あすか」以来、宇宙研とNASAの研究者が現場で搾り出した知恵が数多く盛り込まれており、これらはきっとX線天文以外の科学衛星データプロセスの参考にもなると考えている。

衛星テレメトリデータはUSCで受信し、クイックルック解析(QL)はそこで行う。データは相模原の宇宙研に伝送後、SIRIUSデータベースに格納される。(1) SIRIUSは直ちにRaw Packet Telemetry (RPT) というFITSラッパをかぶせたポータブルなファイルに変換される。SIRIUSはポータブルでなく、他機関に送ることはできない。一方、RPTはFITSフォーマットなので、どこでも、どのコンピューターでも、テレメトリフォーマットさえ知っていれば、読むことができる。SIRIUSからRPTへの変換時に失われる情報が皆無であることが決定的に重要である。そのため、いったんRPTができればSIRIUSに戻る必要がない。また、(2) 衛星のQL解析のために、USCでテレメトリからもRPTを作ることできる。これによって、RPT以降のプロセスを共通化でき、QL用に独自のシステムを開発する必要がない。

(3) RPTは、高エネルギー天文の標準フォーマットに従ったFirst FITS Files (FFF) に変換される。RPTは「すざく」固有のテレメトリフォーマットを知らないと解釈できないが、FFFの段階になれば、X線イベント情報、共通機器のHK情報などが、わかりやすく書き下された形で出てくる。RPTからFFFへの変換時も、衛星のHKも含めて一切の情報を失っていない。よって、FFF以降のプロセシングでは、「すざく」のテレメトリフォーマットを知る必要がない。

(4) RPTへのアクセスはFFF作成以外の目的では原則として禁止、キャリブレーションも含め、すべての解析はFFFから行う。検出器チームさえもテレメトリフォーマットに戻ることができない、というのは自ら課した非常に大きな「縛り」であるが、このルールのお陰で検出器チーム外、すざくチーム外の人間も、すべての衛星情報に平等にアクセスできることが保障されている。

これは公正なキャリブレーションのために本質的なことである。このように衛星の完全な「情報公開」を行うことにより、開発に携わっていない人間も、データ処理や品質に疑いを持たず信用して衛星データを使う事ができる。あるいはもし疑問があれば自分で問題を調査することができる。

FFFの段階では、各イベントの正確なエネルギーや位置などの多くの情報が未決定であり、これはその後のキャリブレーションで埋められる。しかし、(5) FFFはその後のプロセシングで決めるべき情報を記入する場所をすでに持っている。X線イベントのFFF(イベントファイル)は、巨大な二次元テーブルにヘダーがついたようなもので、一行がひとつのX線イベントに対応、各コラムがイベントの属性である。FFFの時点では多くのコラムは空っぽでヘダーに値も詰まっていないが、後から埋めるべきコラムとヘダーをすでに用意してある、というのがポイントである。キャリブレーションが完了し、そこからただちに科学的解析が可能なファイルをSecond FITS File(SFF)と呼ぶが、(6)FFFとSFFのフォーマットは全く同じである。そのため、同じキャリブレーション用ソフトウェアをFFFにもSFFにも掛けることができる。つまり、(7)SFFから再キャリブレーションが可能で、キャリブレーションの度にFFFに戻る必要はない。ユーザーにはSFFと、軌道、姿勢等の付属ファイルだけが配られるが、データを受け取った後にキャリブレーションが更新されたとしても、自分でSFFから再キャリブレーションが可能である。

RPTからテレメトリフォーマットを解釈してFFFを作るソフトウェア、およびFFFからSFFを作るソフトウェアは、日本の検出器チームが開発した。基本的に、(8) 機器の地上試験と衛星データプロセシングに同じコードを使っている。詳細は省くが、検出器チームが地上試験におけるリアルタイムプロセシングやキャリブレーションのために開発したコードを、インターフェースを変えるだけで衛星データプロセスに使えるようなシステムを開発した。これが成功したお陰で、ソフトの二重開発、二重管理の手間を省くことができた(「あすか」ではその問題が日米間で発生し、

非常に苦しんだ)。FFF以降のプロセッシングは、NASA/GSFCから配布されるFTOOLSパッケージで行う。そのうち、特にFFFからSFFを作るために日本の検出器チームが書いたFTOOLSをCritical FTOOLSと呼んでいるが、Critical FTOOLSは宇宙研からNASA/GSFCに送られ、そこで厳密なテストの後にFTOOLSの一部としてパッケージ化され、そのパッケージが宇宙研にインストールされる。このように日米間でソフトウェアをキャッチボールすることにより、双方のプロセッシングシステムが同一であることが保障される。同様に、日本で開発されたキャリブレーションファイルもGSFCに一旦集められ、そのデータベース(CALDB)を宇宙研にインストールしている。

また、(9)データプロセッシングをフリーの配布ソフトで行っていることが大事で、「すざく」のデータ解析も再プロセッシングも、誰でもお金をかけずに行うことができる。(10)FTOOLSはマルチプラットフォーム、マルチミッション対応で、Linux, Mac OS X, Solarisなど、研究分野で使われているほぼすべての主要アーキテクチャの上で走り、全く同じ結果が出ることが確認されている。SFFの段階までできたら、衛星依存性、機器依存性はすでに補正済みなので、「すざく」を良く知らない研究者でも、他の衛星と同じような解析をして、画像、ライトカーブ、エネルギースペクトルなどを抽出することができる。

以上述べたようなシステムが、宇宙研とNASA/GSFC双方で滞りなく走るようにするために、ソフトウェアとキャリブレーションファイルの厳密な管理が決定的に重要である。特に初期の開発段階では、頻繁にソフトウェアとキャリブレーションを更新するわけだが、(11)ソフトウェアとファイルの公開の手順が厳密に決まっている。たとえば、ソフトウェアとキャリブレーションファイルについて、宇宙研側、GSFC側に担当

者が決まっていて、検出器チームが開発したソフトウェアとファイルは、必ず決まった宇宙研担当者を通してGSFC担当者に流れるようになっている。そうやって一元的に、ソフトウェアとキャリブレーションのバージョン管理を行っているお蔭で、プロセッシングの成果物であるSFFを見たときに、その素性をテレメトリーのレベルからすべて辿れるようになっている。このような「品質管理」をきちんと行わないと、いちど出版された結果をもう一度アーカイバルデータに戻って再現しようとしても不可能、ということが起こりうる。そういう問題が「すざく」では起きないよう、細心の注意が払われている。

さて、技術的な側面に絞って「すざく」のプロセッシングを説明してきたが、こういう巨大な国際プロジェクトでもっとも大事なものは、人間同士の信頼関係である。各チームあるいは個人が自分のソフトウェアやキャリブレーション結果を出し渋ったり、他のチームと歩調を合わせずに独自のソフトウェアを押し通そうとすると、全体として決して良いものにはならない。その点、日米の「すざく」チームは、「あすか」以来の古い付き合いで、非常に風通しがよく、個々の開発者が常に全体の利益を考えているので、プロジェクトがとてもスムーズに進んでいる。また、「すざく」チームのほとんどのメンバーはChandraやXMM-Newtonのゲストユーザーとして恩恵を受けており、衛星データを使いやすくして公開することが、その衛星の評判を高めるということを知っている。XRSを失って100点満点は取れなくなってしまったが、XISとHXDの性能を最大限生かし、高品質で使いやすいデータシステムを開発することで、日本、アメリカ、さらにそれ以外の国の数多くの研究者が、「すざく」を使ってすぐれた科学成果を出すことを期待している。

平成17年度スーパーコンピュータ利用報告書提出のお願い

平成16年度より宇宙科学研究本部のスーパーコンピュータの利用者には本部内外を問わず利用報告書の提出をお願いしています。各申請グルー

篠原 育 (PLAIN センター)
プ単位にて 以下の項目についてグループ内の全ユーザの活動がわかるような報告書を作成お願いします。
[裏へ続く]

提出期限：2006年3月17日（金）（必着）

なお、利用報告書の提出がない場合は、次年度以降の利用が認められない場合もありますので、ご注意ください。

提出先：電子ファイルにて isas-hpc@plain.isas.jaxa.jp 宛に提出して下さい。

報告書内容：

研究課題（英文・和文両記）

研究代表者 所属・職・氏名・電子メールアドレス

利用期間

今年度の研究成果

研究成果の公表状況（論文発表・口頭発表、英文・和文の別も明記のこと）

*フォーマットは <http://www.isas.jaxa.jp/home/plain/cpis/kyoudou.html> にある WORD ファイルの様式にできるだけあわせて下さい。WORD が利用できない場合は、こちらで様式を編集できる形でお送り下さい。枚数は問いません。できれば研究内容がわかるような図表も添付して下さい。

*論文発表がある場合は別刷を1部ご送付いただけると幸いです。

別刷送付先：

〒229-8510 神奈川県相模原市由野台 3-1-1

宇宙科学研究本部宇宙科学情報解析センター 宛

平成18年度スーパーコンピュータ共同利用研究公募のお知らせ

篠原 育（PLAIN センター）

宇宙科学情報解析センターでは、全国共同利用研究の一貫として、JAXA・宇宙科学研究本部が行っている飛翔体（科学衛星・ロケット・大気球、等）プロジェクトと密接に関連する宇宙科学の研究課題について、本センターで運営するスーパーコンピュータ・システムを利用する共同研究の公募を行います。利用できる計算機はベクトル並列型計算機 NEC SX-6 128M16 です。

平成18年度の応募〆切は、2006年3月17日

（金）（必着）です。

応募課題は、本センター運営委員会下に設置される審査委員会の審査を経て、4月より利用開始の予定です。詳細な応募要項・応募書類は <http://www.isas.jaxa.jp/home/plain/cpis/kyoudou.html> 上で公開中です。不明な点につきましては電子メールにて isas-hpc@plain.isas.jaxa.jp までお問い合わせ下さい。

大型計算機に関するお知らせ

申請・相談窓口等について

●計算機室関連

申請受付：計算機室 山本 (RN.2103, 内線 8388)

詳細 (ISAS LAN 内限定)：

<http://www.pub.isas.jaxa.jp/net/>

<http://www.pub.isas.jaxa.jp/cc/>

下記の各申請を受け付けています。

- ・ISAS ドメインメールサービス
- ・解析サーバ
- ・ISAS LAN ネットワーク接続

計算機等利用上の質問・トラブルなどはシステム・プログラム相談室 (RN 2113・内線 8391) 迄、ネットワーク関係の質問・トラブルなどは PLAIN セ

三浦 昭（PLAIN センター）

ンター本田秀之 (RN 1261・内線 8073), 長木明成 (RN 2101・内線 8386) 迄お願いします。

●スーパーコンピュータ

詳細：

<http://www.isas.jaxa.jp/home/plain/cpis/>

下記の申請を受け付けています。

・JAXA 内の利用申請

お問い合わせは isas-cc@plain.isas.jaxa.jp 迄お願いします。

●その他の情報システム関連

詳細 (ISAS LAN 内限定)：

<http://www.pub.isas.jaxa.jp/>

編集発行：宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 宇宙科学情報解析センター（無断転載不可）
〒229-8510 相模原市由野台 3-1-1 Tel.042-759-8351 住所変更等 e-mail : news@plain.isas.jaxa.jp
本ニュースはインターネットでもご覧になれます。 <http://www.isas.jaxa.jp/docs/PLAINnews>

●編集後記 今月号から編集長が変わりました。（橋本先生、長い間ご苦勞様でした。）
読者の皆様は少しだけデザインが変わったことに気づかれたでしょうか？（K.E.）