

メリーランドだより (2)

NASA/ゴダード宇宙飛行センター, 高エネルギー天文学アーカイバルデータセンター

海老沢 研

<Code 660.2, NASA/GSFC, Greenbelt, MD 20771, USA>

e-mail: ebisawa@gsfc.nasa.gov

「あすか」ゲスト・オブザーバー・ファシリティが所属する NASA/ゴダード宇宙飛行センターは、アメリカのスペース・アストロノミーの拠点の一つである。ゴダード宇宙飛行センターで「あすか」ゲスト・オブザーバー・サポートの職務を果たし、自分自身の研究をおこなっていく間に観察してきたアメリカのスペース・アストロノミーの状況について報告し、それと比較して日本の天文コミュニティを外から眺めた感想についても述べる。

1. NASA/ゴダード宇宙飛行センター, 高エネルギー天体物理学グループ

今回は私が所属する「あすか」ゲスト・オブザーバー・ファシリティ (Guest Observer Facility; GOF) の仕事の話をしたが、今回は主に「あすか」以外の話をしたい。

NASA というのは非常に巨大な組織だが、全米に散らばっている各センターごとにその役割が大体決まっている。「あすか」GOF が所属するゴダード宇宙飛行センター (Goddard Space Flight Center; GSFC) は東海岸, Washington D.C. 郊外にあり、アメリカの宇宙開発のなかで、地球のまわりを回る人工衛星に関する技術的、科学的な仕事をほぼ一手に引き受けている。GSFC には工学、理学系両方のグループがあり、理学系では人工衛星を用いた天体物理学、宇宙科学、地球科学の研究がおこなわれている。天体物理学グループは電波からガンマ線まで、ほとんどすべての波長を網羅しており、「あすか」GOF は高エネルギー天体物理学グループに属している。高エネルギー天体物理学グループだけで博士号を持っている研究者がざっと 100 人、それ以外に大学院生、システム・エ

ンジニア、プログラマー、テクニシャン、秘書などが、約 150 人いる。アメリカの高エネルギー天体物理学コミュニティの中で最大のグループである。なお、高エネルギー天体物理学グループの研究者のうち、終身雇用である国家公務員のポジションについては三割たらずで、あとは期限が限られた短期間の雇用である。アメリカ国内の他の大学、研究機関と同様、NASA でも終身雇用のポストは少なく、非常に厳しい競争を勝ち抜かなくてはその職に就くことはできない。

2. 高エネルギー天文学アーカイバルデータセンター (HEASARC)

さらに、高エネルギー天体物理学グループは、ガンマ線天文学部門、理論部門、X 線天文学部門等に細かくわかれている。X 線天文学グループは、1960 年代の X 線天文学が産声をあげた時代から、実験、観測、理論の各分野で世界の X 線天文学をリードしてきた、伝統あるグループである。

一方、イギリス人で、ヨーロッパ、アメリカのたくさんの X 線天文衛星の仕事を渡り歩いてきた Nick White が 1990 年に GSFC にやってきて、それらのグループと並立する形で新しいグル

ープを設立した。そのグループの下に、現在軌道上で観測をおこなっている、「あすか」、ROSAT、XTE、GROの各衛星について前回説明したような役割を果たす各ゲスト・オブザーバー・ファシリティーと、すでに寿命の尽きた衛星のデータセンターである、高エネルギー天文学アーカイバルデータセンター (High Energy Astrophysics Science Archive Research Center; HEASARC; ヒーサークと発音している) が存在している。HEASARCの目標は、1971年にうちあげられたUHURU衛星に始まり、すべての高エネルギー天文衛星のデータをアーカイブス化することである。将来的にはHEASARCにアクセスすれば(<ftp://legacy.gsfc.nasa.gov>), すべての高エネルギー天文学データが自由に手にはいり、それを使った研究ができるようにしよう、というのがアイデアである。

HEASARCおよびその周辺で進行中のプロジェクトは遠大である。<http://heasarc.gsfc.nasa.gov>の周辺を歩き回っていただければその感じが掴めると思うが、簡単に紹介しよう(図参照)。

まず、高エネルギー天文データのFITS (Flexible Image Transport System) フォーマット化がある。そのために、FITSIOと呼ばれるFITSファイルを簡単に扱うためのFORTRAN/Cライブラリーと、FITSIOを用いて書かれたFTOOLSという便利なプログラム・パッケージを開発・公開している。

さらに、いろいろな衛星データを同じ枠組みのうで解析できるよう、衛星のデータ、機器校正データ・ファイルのフォーマットの統一化の作業も、XANADUと呼ばれるX線天文データ解析ソフトウェアの開発・整備と平行しておこなわれている。この統一化のおかげで、「あすか」やROSATのアーカイバル・データのエネルギー・スペクトル解析や画像解析を、XANADUパッケージを用いてほとんど同じやり方でおこなうことができる。

さらに、オンライン・サービスとして、legacy.

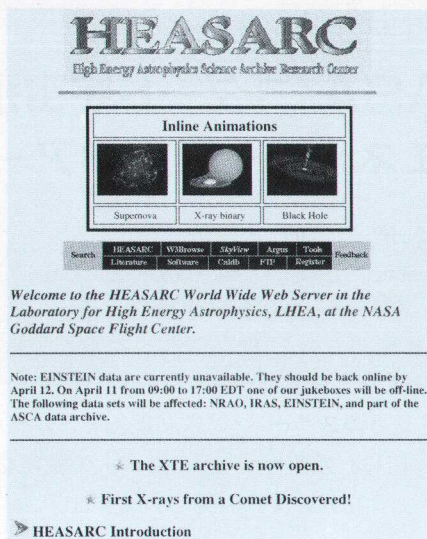


図1 HEASARCのホームページ (<http://heasarc.gsfc.nasa.gov>) さまざまな高エネルギー天文衛星のデータや研究のための天文データベースにアクセスできるとともに、アニメーション、ビデオ、きれいな天体写真とその説明など、アマチュア向けのページも用意されている。

[gsfc.nasa.gov](http://heasarc.gsfc.nasa.gov) というマシン上でxrayというゲスト・アカウントを設けており、これを使ってXANADUを用いたアーカイバル・データの解析や、BROWSEと呼ばれる天文データ・ベースの検索をおこなうことができる。

最近では、アーカイバル・データの取得やBROWSEデータ・ベースなど、HEASARCの種々のユーザー・インターフェースがワールド・ワイド・ウェブに移行してきている。さらに、ワールド・ワイド・ウェブを用いることによって、いままでは不可能だった多彩なユーザー・サービスが可能になってきた。そのひとつがSkyviewである (<http://skyview.gsfc.nasa.gov/skyview.html>)。これは、ユーザーが指定した天球上の任意の領域について、HEASARCのアーカイバル・データを用いてその画像を作成し、表示するプログラムである。高エネルギー天文だけでなく、電波、可視光やIRASのデータも入っており、非常に便利である。

また、最近ではインターネットの一般的な普及に

に伴い、専門の研究者以外の天文愛好家なども HEASARC に頻繁にアクセスするようになってきた。そういう一般の人々に対しても、HEASARC は積極的に啓蒙、社会教育活動を行っており、ビデオやアニメーションも含め、アマチュア向けのページも充実している。その中でも、日替わりで様々な天体の美しい写真とわかりやすい説明が楽しめる Astronomical Picture of the Day (今日の天体写真) は、インターネット・コミュニティにおいて高い評価を得ている (<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html>)。

HEASARC を設立した Nick White は、いままでに数多くの X 線天文衛星のマネジメントに関わりながら、それらの衛星のデータをつかって X 線連星系、晩期型星などの分野で学問的業績を挙げてきた。実際、彼自身が HEASARC のアクティブなユーザーであり、そのデータをつかってたくさん論文を書いている。「あすか」GOF や HEASARC のメンバーなど、Nick White の傘下の研究者は、ゲスト・オブザーバー・サポートやプログラミングの仕事以外にも自分自身の研究時間を持つことが保証され、また研究会に出席したり論文を出版することが強く推奨されている。おそらく Nick White は、自分自身の経験から、衛星、データ・アーカイブスのサポートをおこなっている人間こそがその衛星、データを使って科学的な成果をあげて論文を書かないと、一般のユーザーの関心をひきつけられない、ということを知っているのだろう。これは、日本でも HEASARC のような天文データセンターを運営しようとする際には、ぜひ考えておいて欲しいことだ。データ・アーカイブスができましたよ、というだけでは多くの天文学者の興味を引くことはできない。そのデータ・ベースを使ってこんなに面白い結果を出すことができました、論文も書けました、ということになってはじめてユーザーが増えていくのではないだろうか。

3. アメリカのスペース・アストロノミーの現場から

私も「あすか」ゲスト・オブザーバー・サポートの任務と平行して、自分自身の研究を行っている。X 線連星系、パルサー、銀河系内の拡散 X 線輻射に興味を持ち、「ぎんが」、「あすか」、GRO、ROSAT、XTE の各衛星にゲスト・オブザーバーとしてプロポーザルを提出し、観測時間・データをj得ている。前回述べたようにデータ・アーカイブスを用いた研究も重要だが、新しい、独創的な観測、研究を行いたいと思ったら、アイデアをふりしぼって新たな観測プロポーザルを書く必要がある。また、いろいろな衛星・検出器を用い、それぞれの特徴をいかした観測をおこなうことも重要であり、そうしようと思うと、結局、年中ならかの衛星のプロポーザルの締切に追われることになる。

観測プロポーザルを書くことが重要であるもうひとつの理由は、それによって、得られたデータに基づいた研究を遂行するための研究費が得られることである。プロポーザルによって給料を得て生活の糧としている研究者さえ、たくさんいる。そういう研究者にとっては自分や家族の生活がプロポーザルの及落にかかっているのjので、ある意味では論文を書くことよりもプロポーザルを通すことのほうが重要とも言えよう(論文を書いてもお金はもらえない!)。また、プロポーザルの審査においては各プロポーザルに厳密な点数、順位がつけられるので、その競争はシビアで、生々しい(投稿論文に点数や順位がつくことはない!)。

テクニカル・アドバイザー、あるいは審査員として、「あすか」やそれ以外の天文衛星の観測プロポーザルの審査に出席する機会が何度かあったのでその様子を簡単に紹介しよう。プロポーザルの審査は審査員全員がホテルに数日間鐘詰になって厳密におこなわれる。観測対象によってプロポーザルはいくつかのグループに分類され、各グルー

プ、約10人の審査員と一人のテクニカル・アドバイザーが50から60のプロポーザルを担当する。各プロポーザルに主審査員、副審査員が割り当てられ、その二人は前もって担当のプロポーザルを熟読しておかなくてはならない。審査会場ではひとつひとつのプロポーザルについて、主にその二人の審査員が説明し、その後全員で議論を尽くし、投票する。プロポーザルは点数によって各グループ内で順位をつけられ、その後、グループ間で調整される。いずれデータはデータ・アーカイブスに入って自分でも見られるようになるので、審査員は決して他人事としてプロポーザルを審査するのではなく、質の高いプロポーザルを選び、限られた観測時間でできるだけ良いデータが取れるように必死になる。また自分が競合するプロポーザルを書いていた、プロポーザルの研究代表者と親密である場合など、公平な判断がなされなかったのではないかと後に疑われる恐れがあるときには、審査員は室外に退出してはならない。最終的に、各プロポーザルには主・副審査員によって科学的、技術的な長所、短所などの入念な講評が与えられ、採択、非採択の理由、点数とともに提案者に返還される。多数の審査員が決して短くはない時間と多大な労苦を払って、純粹にボランティアとして真剣に審査に励み、できるだけ公平で、かつ最大の科学的成果をもたらすような審査をおこなおうと努力している様子は感動的である。プロポーザル制を基盤としているアメリカのスペース・アストロノミーは、このような厳密で公平なプロポーザルの審査によって支えられているのである。

ではこのようなプロポーザル制による弊害はないだろうか。「ある」と断言したい。まず、基本的にプロポーザルは多数決で採択されるので、観測する前からそこその成果が期待されるような「小さな」テーマが選ばれやすく、奇抜なアイデアを持った、大発見の可能性をはらんでいるがやってみないとわからないような「大きな」テーマが

採択されにくい、という問題があろう。プロポーザルを書くほうとしても、ほとんどの研究者は終身雇用ではなく、短期間で論文を書いてそれを業績として次のポストを探さねばならないので、簡単に論文になりやすいテーマ、短期間で論文が書けるような「無難な」テーマを選びがちになる。また、観測後一年たらずでデータがアーカイブス化されて観測提案者はデータの権利を失うので、解析が不十分でも研究を仕上げ、論文にせざるを得ない。結局、このようなシステムによって、衛星の観測時間が細かく切り刻まれ、たくさんの研究者によってたくさんの内容の薄い論文が出版されることにはなっているのではないだろうか、という危惧を持つ。いったい、現在ApJに出版されている大量の論文のうち、どのくらいが100年後まで読み継がれているだろうか？

プロポーザル制とも関連しているのだが、私から見たアメリカのスペース・サイエンスのもうひとつの大きな問題点は、観測装置を作るグループとデータを解析して天文学の研究をおこなうグループとがかなり分離しまっている、ということである。観測装置の性能を極限まで引き出すには、それを製作したグループが天文学的な興味を持ってデータ解析、装置の較正を行うことが望ましいことは言うまでもないが、アメリカで衛星搭載ハードウェアを担当しているグループは、天文学の研究にはあまり熱心でないことが多い。一方、観測装置のことを知らずに、与えられたソフトウェア、機器較正を信じてデータ解析をおこなうゲスト・オブザーバーは、どうしてもデータの見方が甘くなりがちであり、間違った結果を知らずに出版してしまうこともある。

アメリカの場合とは対照的に、日本のX線グループは、衛星、観測装置を作り、その運用、機器較正をおこない、さらに解析ソフトウェアも自分たちで書いた上で天文学の研究をして論文を出版する、という姿勢を貫いてきている。当然、装置の開発だけをおこなう、あるいはデータ解析をし

て論文を書いているだけのグループに比べて苦労は大きいですが、検出器、解析ソフトウェアを知らないことによる間違いを起こすことはほぼ皆無であり、また検出器の性能の極限まで生かした解析、研究をおこなうことができる。

残念ながら、アメリカではこういうやり方で研究をすすめていくことは難しい。ハードウェアの開発をおこなうにしてもデータ解析をするにしても、競争率の高いプロポーザルを通し、他のグループとの厳しい競争に打ち勝っていかねば研究費を得ることができない。すると、どっちつかずになるより、装置の開発かデータ解析のどちらかだけに専念したほうが有利だ、ということになる。

特に最近では、ハードウェアチームのデータに対する権利が縮小される方向にあるようだ。たとえば、昨年暮れに打ち上げられた XTE 衛星では、ハードウェアチームによる試験観測期間はわずか一ヶ月であり、そのデータもただちにアーカイブ化され、ゲスト・オブザーバーによる観測が始まった。何年も装置の開発をおこなってきたハードウェアチームのメンバーでも、データを得るためには、天文学の研究だけおこなっているゲスト・オブザーバーと全く同じ条件でプロポーザルを提出し、採択されなければいけないのである。

こういうことでは、地味ではあるが重要な装置開発や校正に携わる研究者・大学院生のやる気を削ぐことにならないか、と人事ながら心配になってくる。XTE と良く似た性能を持つ「ぎんが」衛星では、X 線グループの大学院生が数年間かけて非 X 線バックグラウンドの性質を調べ、それによって銀河系外 X 線バックグラウンドのわずかな空間的ゆらぎや、暗い活動的銀河中心核の微小な時間変動を検出することが可能になった。XTE 衛星でも、その性能を最大限生かすためにはおなじような機器校正が絶対に必要になってくるはずだが、天文学にあまり興味を持たないハードウェアチームと、とにかく早く論文を出版したがっているゲスト・オブザーバーの狭間で、このように

地味で根気のいる仕事に手を汚そうとする若手研究者がアメリカにもいるであろうか。

4. 地球の反対側から日本の天文コミュニティを眺めて思うこと

さて、前回書いたように「あすか」の観測時間は日米の研究者に開放されており、「あすか」GOF の仕事はアメリカのゲスト・オブザーバーをサポートすることである。では、日本の「あすか」ゲスト・オブザーバーのサポートはどうなっているのだろうか。日本には「あすか」GOF に対応する機関は存在しない。なにしろ日本では X 線グループ以外の「あすか」ゲスト・オブザーバーが極端に少ない。上に述べたように、アメリカと比較してハードウェア主導主義であったことが日本の X 線グループの強みであることに疑いはないが、その反面、データを解析して論文を書くユーザー層が圧倒的に薄い点が弱点であるとも言えよう。X 線グループの外に、装置の開発や衛星の運用に携わらない、X 線天文衛星ユーザーがもっと増えてしかるべきだと思う。

日本の天文コミュニティでは、X 線に限った話ではないが、複数の波長にまたがって観測したり、理論と観測の両面で研究をおこなっているという研究者がどうも少ないようである。

アメリカの天文学者は、「あすか」をはじめアメリカが貢献した衛星は基本的に公共なもので、当然自分たちは十分なユーザー・サポートを受けて、そのデータを使う権利を持っていると考えている。だから、なんだかんだと注文をつけてきてうるさいのであるが、そういううるさいユーザーが存在することによって研究が進歩するのも紛れもない事実である。

一方、日本の天文コミュニティには、観測装置や運用に貢献せずに口だけを出すことがはばかれるような雰囲気がある、という印象を受ける。これは、日本では各観測装置について GOF に対応する、一般ユーザーのサポートに責任を持つ機

関が存在しないことがひとつの原因であろう。

しかし、残念ながら現在の日本の X 線グループには、ゲスト・オブザーバー・サポートやデータ・アーカイブスの整備を行うような余裕はない。ユーザー・サポート以前に、X 線グループのメンバーにとっても、「あすか」のアーカイバル・データは GSFC から anonymous ftp で取ってくるほうが楽なのである。また、「ぎんが」落下から約 1 年後の 1992 年、宇宙研で「ぎんが」のデータ解析をしようとしたのだが、大型計算機のシステムが変わった直後だったためか、できなかった。その隣で GSFC の研究者が、HEASARC のデータベースにリモート・アクセスして 1980 年代初期のインシュタイン衛星による銀河団の画像をいとも簡単に解析していて、感心するとともに情けないような気持ちになったことを覚えている。

近い将来、X 線でもそれ以外の分野でも、宇宙研や天文台が中心となって、いろいろな観測装置について GOF に対応する組織ができ、十分な予算と人手がついてゲスト・オブザーバー・サポートやデータ・アーカイブスの整備ができるようになったら良いと思う。そして、現在は「あすか」、近い将来は Astro-E、「すばる」、VSOP などの優れた観測装置があるのだから、こういう装置、データを使って成果を挙げるユーザーがどんどん増えてくることを期待したい。さらに、当然、海外のユーザーも視野にいれていかななくてはならないだろう。日本ではすでに世界最高クラスの観測装置を作る力はあるのだから、あと一歩努力して、世界中のユーザーが日本の装置やデータを使って科学的成果が挙げられるようなサポート体制が整備されれば素晴らしいと思うのだが。

基礎科学の他の分野でもそうかもしれないが、天文データやカタログをアーカイブ化し全世界にオープンすること、インターネットを通じていろいろな科学的情報を惜しげもなく公開することは、いまのところ日本や諸外国に比べて圧倒的にアメリカが進んでいる。これは何故かとあらため

て考えて見ると、アメリカ人の「パブリック」なものに対する考え方に深く起因しているような気がしてならない。「パブリック」という言葉が包含する意味は、「公共的」という日本語では置き換えられないような気がする。大変な税金と労力を費やしてアーカイブス化された人工衛星データ・アーカイブスが「パブリック」なものとして世界中に公開されていることと、人類の知識、美術の宝庫とも言えるワシントン DC のスミソニアン博物館やナショナル・ギャラリーが「パブリック」であり、その入場料が無料であることはお互いに通じていると思うのである。税金や寄付を集め、お金と手間をたっぷりかけてできるだけ最高のものを作る、あるいは最高のものを集めてくる、そしてそれを自分たちのパブリックな財産として誇りに思う。さらに、それを世界中の人々に無料で公開し、それによって優れた科学的成果が生み出され、あるいは人々の心に感動を与えたりすることを誇りに思う。そういう、おそらくそのルーツを建国に由来する、すぐれたものこそがパブリックなものとして民衆に開かれていなくてはならないという精神が、この国には脈々と流れつづけていると感ずるのである。

From Maryland (2): NASA/GSFC, High Energy Astrophysics Science Archive Research Center

Ken EBISAWA

*Code 660.2, NASA/GSFC, Greenbelt, MD 20771, USA
ebisawa@gsfc.nasa.gov*

NASA/Goddard Space Flight Center is one of the major centers conducting space astronomy in the United States. Having been working at GSFC on ASCA guest observer supports and my own research, I came to realize significant difference of the atmospheres between Japanese and US space astronomical community. I will present my subjective view of the US space astronomical community in comparison with that in Japan.