

X線天文学の展開と Giacconi 博士

田中靖郎

〈Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, D-85748 Garching, Germany〉

昨年、X線天文学は誕生以来40年の節目を迎えた。この間にX線天文学は目覚ましい発展を遂げ、今では宇宙の研究に欠くことのできない重要な分野となっている。この年にRiccardo Giacconiの功績が顕彰され、ノーベル賞が授与されたことは誠に喜ばしいことである。

初のX線天文衛星UHURUまでのことは松岡さんの項に述べられている。UHURUを皮切りにAriel-V, SAS-3, HEAO-1等が次々に打ち上げられ、X線天文学は衛星時代に入った。ロケット時代にもいくつかの重要な発見があったとはいえ、“時間の壁”を破った衛星観測の威力は絶大であった。

UHURUは全天を走査して339個のX線源を見つけている(UHURUカタログ)。その数よりも重要なことは、UHURUの結果がその後のX線天文学研究の発展方向を示唆したことであろう。そのいくつかを列挙してみると、銀河内の強いX線源が連星系であること、X線放射のエネルギー源が重力崩壊天体(中性子星、ブラックホール)への物質降着による重力エネルギーの解放にあること、更にはブラックホールが実在すること(X線と電波の同時変化からCygnus(はくちょう座)X-1の光学天体が同定され、その質量関数から)、超新星残骸のX線放射、更に我が銀河系外にも多くのX線源が一様に分布し、それらが活動銀河や、銀河団であること等である。(活動銀河核のX線が超大質量ブラックホールの物質降着によること、銀河団に大量の超高温プラズマが存在することが考えられ始めた)。その全てがUHURUの成果とというのは過言だが、例数が増し系統的にわかったことは重要である。これらの結果は理論研究をも大いに刺激し、発展させた。

X線天文学を始めたGiacconiの先見性には本当に驚かされる。X線の検出効率を上げるため、集光鏡の開発をSco(さそり座)X-1の発見前の1960年に始めているのである。X線望遠鏡など誰も考えもしなかった頃、すでに彼はドイツのWolterがX線顕微鏡用に考案した光学系が使えることに気づき、開発を進めた。まず小型のX線望遠鏡の性能がSkylabの太陽X線撮像で実証され、次いで本格的なX線望遠鏡がEinstein Observatory(HEAO-2)に用いられた。Giacconiの主導のもとに1978年に打ち上げられたEinstein Observatoryは、角分解能2"の高性能X線望遠鏡を搭載し、検出感度はUHURUの千倍に飛躍した。その結果、通常の星から、遙か遠方のクエーサーに亘る全ての種類の天体がX線を放射していることがわかり、X線観測が天文学研究にとって不可欠な手段であることが確立したのである。

更に彼は、未だEinstein Observatory準備中の1976年、早くも次の、更に大口径、高角分解能(0.5")X線望遠鏡のAXAF計画をNASAに申請している。これはNASA(米国防航空宇宙局)の承認を得ながらも、チャレンジャー事故の影響等で大幅に遅れ、計画も縮小されたが、Giacconiの愛弟子Tananbaumの主導で完成し、1999年打ち上げられた。Chandraと名付けられたこのX線天文台の高感度、高解像度を活かした活躍は周知のところである。

Giacconiはあくまで“もっと光(フォトン)を”、“もっとシャープな像を”追究し続けた。光学望遠鏡が大口径、高解像度を競って来たことを考えれば一つの正攻法ではある。実際Chandraの検出限界(到達距離)は大型光学望遠鏡に劣らない。彼はあくまでその信念を貫き、妥協を許さぬ強い意

志の人である。彼は1981年以降、宇宙望遠鏡科学研究所(STScI)所長、ESO(ヨーロッパ南天天文台)所長を歴任し、リーダーシップを遺憾なく発揮して広く天文学の発展に貢献してきた。彼が今熱意を燃やしているのはALMAの建設であり、日本の参加を強く支持している。

彼は今ではX線天文学界から離れてはいるが、歴史的な最初のロケット実験の時に、Sco X-1発見と同時に見つかった宇宙X線背景放射の解明には執念を燃やし続け、Chandraによる観測、解析には自ら取り組んでいる。今では、宇宙X線背景放射の殆どが個々の天体に分解できているが、これらの天体の分析は続いており、宇宙論との関連でこれから面白くなりそうである(井上さんの項参照)。

以上、Giacconiの貢献を書いたが、ここでわが国のX線天文学の発展についても少し述べておきたい。松岡さんの項にも記されているように日本の研究着手は早かった。筆者も1964年からオランダで気球を使った硬X線の観測を始めた。1966年、小田 稔先生が宇宙航空研に戻られて以来、名大早川グループとの2グループ時代が続く。UHURUの活躍を眺めて歯痒い思いをし、我々も早く衛星をと切望したものである。CORSA-1の失敗は手痛かったが、1979年に日本最初のX線天文衛星「はくちょう」の打ち上げに成功した。Einstein Observatoryの一年後ではあったが、“すだれ”コリメーターの威力で多数のX線バースト源を捉え、中性子星の研究で成果をあげることが出来た。それ以降は「てんま」「ぎんが」「あすか」と順調に進展したし、小型ながら、その時点での重要課題に焦点を合わせた衛星で着実に成果を挙げることができた。例えば「てんま」では当時最高のエネルギー分解能の装置でX線連星系のスペクトルを測り、降着円盤の物理の基礎固めをした他、鉄等の輝線の発見でX線分光の端緒を開いた。「ぎんが」では大受光面積の装置で、ブラックホール連星系の性質や、活動銀河の広帯域スペクトル、時間変

動等々の成果で世界をリードした。更に「あすか」は初のX線撮像分光観測衛星として期待以上の成果をあげた。しばしば天文月報にも紹介されてきたので読者の御存知の通り、原始星から活動銀河、銀河団に及ぶあらゆる階層の天体で新たな発見が相次いだ。

特筆すべきことにEinstein Observatory以降、米国の打ち上げの途絶えた1980年代からChandra打ち上げまでの長期にわたって、日本のX線衛星は世界のX線天文学研究を支えてきたのである。殊に90年代、「あすか」はドイツのROSATと共にX線天文学史上の一時期を画したといっても過言ではあるまい。一方、国内では新しいグループが阪大、東大、京大、理研をはじめいくつも増え、多くの若い研究者が育っているのは大変嬉しいことである。Astro-Eを失って今は苦しい時期だが、Astro-E2での再挑戦はもうすぐである。ChandraやXMM-Newtonと並んで世界の舞台での活躍を期待する。

終りにGiacconiとのエピソードを一つ。彼は歯に衣着せぬ論者として知られている。彼は小田先生と大変親しい間柄だったので、日本に来る度に宇宙研を訪れた。丁度「あすか」の計画中だったと思うが、筆者が計画を話すと、“ピンぼけ望遠鏡ではお前の考えているようなことは出来ない。それは全部AXAFがやる”と酷評し、筆者は“これからはX線分光が大事だ。それには負けられない”と反論した。激論以来彼とは一層親しくなったが、実際「あすか」で日米協力し、X線分光に先鞭をつけたのは成功であったと思っている。X線スペクトルの多様さ、情報の豊富さがあらためて認識された。天体の物理を探る上で、X線分光の重要性が今後一層増すことは疑いない。ESAのXMM-NewtonもX線分光に重点を置いているし、Astro-E2を初め、将来の大型X線天文計画NASAのConstellation-X、ヨーロッパのXEUS、いずれも更に精密なX線分光を目指すものである。間近かに迫ったAstro-E2の成功を切に祈ってこの項を終る。