

超小型衛星に魅せられて —HaloSatを用いた 銀河面／円盤領域の 軟X線背景放射の 謎に迫る—



三石



安福



作田

三石 郁之¹・安福 千貴²・作田 皓基³

〈名古屋大学 〒464-8602 愛知県名古屋市千種区不老町〉

e-mail: ¹ mitsuisi@u.phys.nagoya-u.ac.jp, ² ampuku_k@u.phys.nagoya-u.ac.jp, ³ sakuta_k@u.phys.nagoya-u.ac.jp

超小型衛星が魅力的な飛翔機会の選択肢の一つとなり世界中で台頭している中、その波は理学ミッションにも押し寄せてきている。HaloSatは6U規格の超小型衛星であり、地球・太陽以外を観測対象としたNASA深宇宙探査理学ミッションの先駆けとして2018年に打ち上げられた。非撮像、かつ商用検出器の利用ながら、その大きな視野を活かすことで軟X線帯域にて全天サーベイ観測の偉業を成し遂げた。すでに多くの成果が報告されている中、我々は天の川銀河の銀河面／円盤領域中の未知の軟X線背景放射に着目した。HaloSatによる広範囲の分光特性調査の結果、高銀緯領域にてよく知られる軟X線背景放射成分に加え、800–1100万度程度の高温プラズマが広く分布している可能性を示した。さらにその起源として点源、ひいては恒星の寄与が大きいことも示した。

超小型衛星 HaloSat との出会い

筆者（三石）と超小型衛星との出会いを語るには、2016年夏にまで遡る必要がある。当時の私は、とある人工衛星プロジェクトのため、NASAゴダード宇宙飛行センター（NASA/GSFC）を訪れていた。この滞在中の現地メンバーとの議論において…ではなく、ホテルロビーでの日本人メンバーとの雑談の中にその出会いはあった。「何やら天の川銀河系内の軟X線背景放射を全天探査する超小型衛星がある」と聞き、帰国後も心の隅に残り続け、情報収集に勤しんだ。これこそが超小型衛星HaloSatである。その出会いから二週間後、HaloSat研究代表者である当時アイオワ大学の教

授であった Philip Kaaret 博士に電子メールを送った。ありがたいことに、すぐにポジティブな返信を受け取り、ミッションへの貢献方法の模索と交渉が始まった。まずは開発面における貢献を目指してHaloSat機械設計技術者らとの議論を重ね、光線追跡シミュレーションや搭載品模擬サンプルを用いての実験を行い設計の検討を進めた。2016年11月のアイオワ大学への初訪問では我々の検討結果を報告し、我々が提案した大きな設計変更を採用してくれるほどの信頼関係が構築できていた。当時の担当学生さんをはじめ、学内技師らのサポートによる賜物であり、感謝の言葉しかない。このような開発への貢献を皮切りに、2017年にはいよいよ科学検討にも本格参加し、最終的には観

測したい領域の選定と観測時間の最適化を行い、2017年5月にKaaret博士に報告した。そして打ち上げを経て、この科学検討を進めてきた領域の観測データを実際に解析し、とても興味深い結果を本稿にて報告できることは、まさに研究者冥利に尽きる。

HaloSat[1] は6U規格(100×200×300 mm)の超小型衛星(図1参照)であり、2018年7月に国際宇宙ステーションから放出され、2021年1月に大気圏へ再突入しその役目を終えた。主たる科学目的は、全天軟X線観測を実施することで、天の川銀河のハロー(円盤を球状に取り囲んでいる外側領域)内に存在すると考えられている100万度を超える高温ガスの全質量およびその分布を明らかにし、銀河系内のミッシングバリオン問題^{*1}の解明を目指したものである。光学系を搭載していないため、検出器前方にあるX線入射用開口部により視野が制限されており、その視野はおよそ100平方度と非常に大きく、広がった天体に対する感度の指標となるGrasp(視野と有効面積の積)は米大型X線天文衛星*Chandra*をも上回る。また検出器は商用のシリコンドリフト検出器3台を搭載し、エネルギー分解能は80-90 eV@676 eVとなり、高階電離した水素様およびヘリウム様酸素輝線の分離が可能となるため100万度程度の高温プラズマに対する感度が高い。このように非常に限られたリソースの中でも工夫を重ね、尖った装置特性と科学目標を組み合わせるアイデア、そして開発体制を整え多くの技術者と科学者を巻き込んでいく目標実現力にはただただ敬服するばかりである。本稿では、偶然の出会いから8年の時を経て、天の川銀河の円盤に沿った銀河面上の未知の軟X線背景放射特性にフォーカスを当て、その結果を報告する。

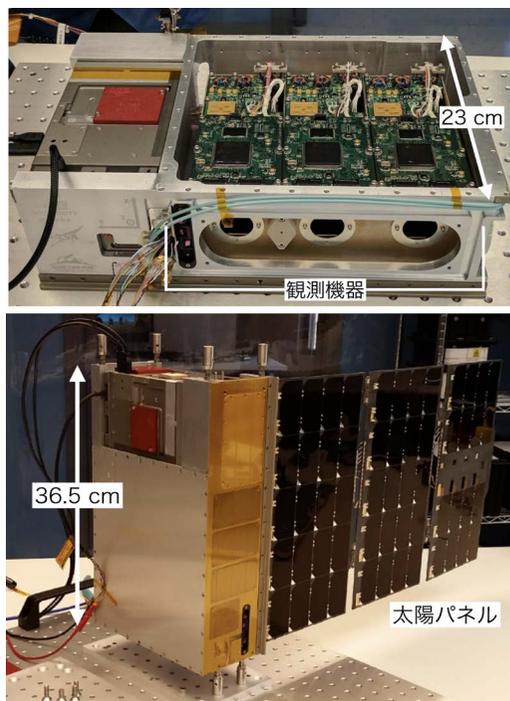


図1 超小型衛星 *HaloSat* の観測機器(上段)および全体(下段)の外観写真 [1, 2].

軟X線背景放射

背景放射は全天の広範囲にわたって観測される放射であり、その放射源は宇宙マイクロ波背景放射のように宇宙初期の空間を満たしているものや、広い赤方偏移範囲にわたり存在している特定の種族の天体、さらには観測者から非常に近いところで生じる(た)物理現象や天体構造まで実に様々である。またこれらの理解は宇宙論パラメータへの制約や天体の赤方偏移進化、さらには観測データ解析時にはその混入が避けられないノイズとしての見積もりにも欠かせず、宇宙物理学分野の重要なテーマとして長年精力的に研究が進められてきた。

^{*1} 我々の身の回りにある陽子や中性子からなるいわゆる普通の物質はバリオンと呼ばれている。天の川銀河内にもこのバリオンは星や星間ガス等として存在しており、予想される総量に対し未だ検出されていないバリオンのことをミッシングバリオンと言う。天の川銀河では50%程度以上がミッシングバリオンと考えられており、その一部はハロー領域に100万度以上の高温ガスとして存在していると予想されている [1].

まず、X線帯域で最も有名な背景放射は宇宙X線背景放射 (CXB: Cosmic X-ray Background) であろう。言い方を変えた方がよいかもしいない。1962年、X線天文学は初の太陽系外X線源さそり座X-1とCXBの発見 [3] から始まった。現在CXBの起源は、宇宙マイクロ波背景放射とは異なり、広い赤方偏移に存在する活動銀河核などの銀河系外の微弱な多数の点源の重ね合わせ [4] であり、経験則として2-10 keV帯域では冪関数で非常によく表すことができ、強度のばらつきも10%程度と小さい [5, 6] ことがわかっている。その一方で、2 keV程度以下の軟X線帯域の背景放射には系外天体の重ね合わせでは説明できない放射成分が存在する。これこそが本稿で着目する軟X線背景放射であり、以降、先行研究 [7-9] を踏襲しSXDB (Soft X-ray Diffuse Background) と定義する。我々観測者から最も近いものから順に、太陽風電荷交換反応 (SWCX: Solar Wind Charge eXchange) および局所高温バブル (LHB: Local Hot Bubble) が挙げられる。これらは各々太陽風プラズマ中の重イオンと地球大気や惑星間空間物質中の中性原子との電荷交換反応による輝線放射群、および太陽系近傍を取り囲む100万度程度の低密度高温ガスからのプラズマ放射として知られる。また両者は温度や強度等が時間かつ／または場所依存性を示す [10-12] ことが知られており、エネルギースペクトル中の放射帯域も重なっていることも併せ、現在の観測感度ではその切り分けが難しい。次に、天の川銀河ハローに付随する高温ガス (MWH: Milky Way Halo) が挙げられる。MWH成分は概ねその温度が天の川銀河のピリアル温度程度 (~200万度) であり、強度の銀緯依存性等も含めその分布と起源が議論 [1, 8, 13, 14] されている。このようなSXDBの起源追求やその詳細理解は、地球超高層大気の状態 [15] や他の太陽系内惑星環境、天の川銀河と銀河間空間を結ぶ銀河周辺物質として天の川銀河形成史におけるプローブ [1, 13, 14] にもつながる。

加えて2019年に打ち上げられた高感度全天軟X線観測を実現したSRG搭載eROSITA望遠鏡が明らかにしたeROSITAバブル [16] など新たな展開によるさらなる盛り上がりを見せており、まだまだ目が離せないトピックとなっている。さらにはその詳細な観測の特徴を把握しておくことで、微弱なX線信号の検出が可能になる。これにより例えばkeV帯域における暗黒物質からの信号探索 [17]、周辺物質の降着による構造形成の現場でもある銀河団外縁部 [18] や宇宙大規模構造に付随する銀河間中高温物質からの放射 [19] など、特に淡く広がった放射に対し高感度観測が可能になることも強調しておきたい。

天の川銀河の銀河面／円盤に未知の軟X線背景放射の存在？

さて、次に銀河面／円盤領域に目をやってみよう。銀河面近傍領域には星間ガスが密集しているため、SXDBの一部、特に銀河面近傍領域を通り観測者に届くMWHおよびCXB成分はその星間物質の密度に応じて減光される。これにより銀河面近傍領域方向のSXDB強度の減少が予想される。しかしながら、全天軟X線観測衛星ROSATをはじめとする観測結果はこの単純な予想を見事に裏切ってくれたのだから、やはり研究は面白い。銀河面近傍領域の広範囲強度分布が明らかになり、中心の複雑な構造を除いた外縁部においても、銀河面から大きく離れた高銀緯領域と同程度の放射強度が0.4-1 keV程度帯域にて観測されたのだ。この観測結果を受け、MWHおよびCXB成分の減少分を補う未知の軟X線背景放射成分が、広範囲にわたり銀河面近傍に存在することが示唆された [20, 21]。この未知の軟X線背景放射成分は1970年代に観測的に明らかになって以降、星の重ね合わせや超新星残骸、さらには複数の超新星爆発や恒星風からなるスーパーバブルなど議論 [22, 23] は尽きず、いまだに謎のままである。

この議論に一石を投じたのが、「すざく」衛星を

用いた銀河面領域の詳細分光解析である。SXDBの各成分を切り分け、その内訳を調べるにはこれまでの強度分布のみでは難しく、分光解析が重要となる。しかしながら淡く広がる軟X線放射の分光観測は難しく、軟X線帯域にて低くかつ安定した検出器バックグラウンドとSXDBの切り分けに適切なエネルギー分解能を併せ持つ「すぎく」衛星の登場は、まさに待ち望んだものであった。この天の川銀河の中心部からは大きく離れた構造の少ない局所銀河面領域中（銀経：235°，銀緯：0°，視野18分角程度）のエネルギースペクトルから、高銀緯領域におけるSXDBとは異なる超過成分が報告された。この超過成分はLHBやMWH成分と比較し非常に温度の高い900万度程度の吸収されていないプラズマ放射モデルでよく表され、温度と強度から「すぎく」衛星では空間分解できない星からの放射の重ね合わせであると推測された[24]。この超過成分こそ、銀河面近傍に特有の未知の軟X線背景放射の候補となり得るが、背景放射と呼ぶには観測領域が非常に限られており、決定打とは言えない。

HaloSatによる広範囲銀河面／円盤領域の分光特性調査

そこで我々が着目したのがHaloSatであり、我々はHaloSatを用いてこの超過成分が銀河面／円盤領域に広く分布しているかを調査し、長年の謎の解明を目指した。本稿では、この超過成分をUHTPGD (unresolved high-temperature plasma in the Galactic disk) と定義する。HaloSatの視野は大きく、その観測領域は銀河面と円盤両者を含むため、このような表現を採用している。

まず我々は、HaloSatアーカイブデータから以下のような条件を課し、最も良質な観測データを選定した。

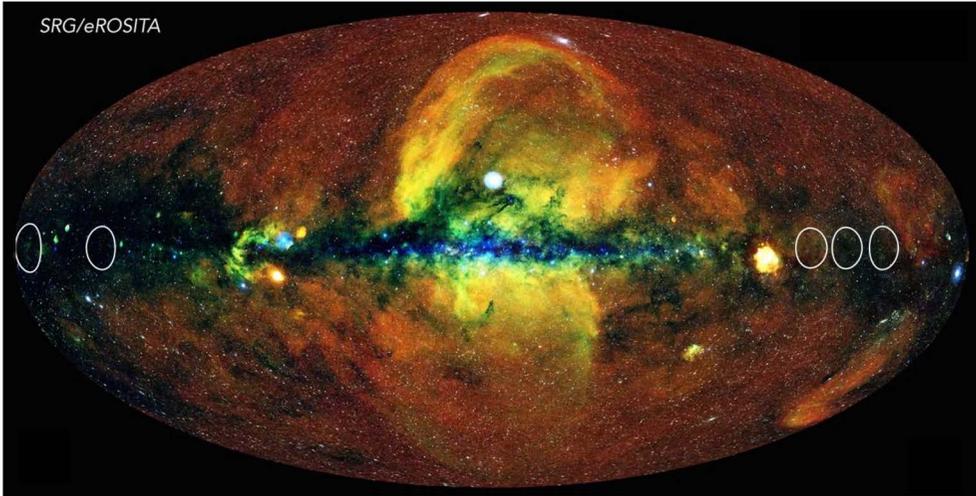
1. 観測視野中心が銀緯 $|b| < 2^\circ$ かつ銀経 $|l| > 50^\circ$ を満たす、
2. 観測時間が $t > 20$ ks を満たす、

3. 全天軟X線観測衛星ROSAT [25] や全天X線監視装置MAXI/SSC [26] で検出されている明るい軟X線天体を視野内に含まない、
4. ほ座超新星残骸やはくちょう座スーパーバブル等の大きく広がった軟X線天体を視野内に含まない。

条件1は、天の川銀河の真ん中に位置するバルジ領域を含めた中心部の複雑な構造から大きく離れた領域に着目することで、議論をシンプルにするためである。加えて、分光解析時の物理量の決定精度を高めるために条件2を、SXDB以外の既知の明るいX線源からの混入を避けるために条件3および4を課した。結果、5領域が選定された(図2参照)。

さて、分光解析を実施する際、以下の手順で進めた。本解析では、LHBとMWHの温度・重元素量やCXBの冪・強度は先行研究 [1, 5, 11] の範囲内の値に制限し、銀河系内の吸収成分や銀河面超過成分の温度や強度をフリーパラメータとした。また、本解析においてLHBとSWCXの切り分けが難しいため、両者を合わせて1つのモデルで表している。これについては、先行研究 [27, 28] にならい観測データ中のSWCXの寄与を見積もり、系統誤差として評価し、今後の論理展開を変えるものではなく、かつ着目している物理量は誤差の範囲で一致していることを確認している。加えて、LHB (+SWCX) に対する重元素量の絶対値や相対値における不定性 [29] についても系統誤差として考慮し、上記同様の結論に至った。なお、これらの成分の切り分けや系統誤差は、XRISM/Resolveのような非分散型精密X線分光器により劇的に改善されるため、近い将来の観測に期待したい。

1. Model0: LHB(+SWCX)+CXB
2. Model1: LHB(+SWCX)+CXB+銀河面／円盤領域超過成分 (UHTPGD)
3. Model2: LHB(+SWCX)+CXB+MWH+



©Jeremy Sanders, Hermann Brunner und das eSASS-Team (MPE); Eugene Churazov, Marat Gilfanov (im Namen von IKI)

図2 SRG搭載eROSITA望遠鏡による0.3-2.3 keV帯域の軟X線全天イメージ。白丸が最終的に選定されたHaloSat分光解析領域であり、大きさはHaloSat視野に相当する。

UHTPGD

まずSXDBのうち、銀河面の濃い星間物質にMWHが全て吸収され、かつ銀河面超過成分であるUHTPGDがないと仮定した最もシンプルなモデル (Model 0) で観測スペクトルのフィッティングを実施した。結果、1 keV以下の軟X線帯域をLHB(+SWCX)のみで補うことができず、CXBに対する吸収量を非常に小さくすることで観測データの再現を強引に試みることとなった (図3上段参照)。この無茶により、吸収量が先行研究や多波長観測から予想される期待値と比較し著しく小さい値を示す結果となった。なおこの傾向は5領域すべてに対してみられ、かつ、ほとんどの領域ではそれでもなお顕著なデータとモデルの乖離が確認されたのである。これにより、1 keV帯域程度以下にのみ選択的に入るような、例えば先行研究のような銀河面超過成分の存在が示唆された。そこで次に、UHTPGDを想定した吸収のないプラズマ成分を導入 (Model 1) した。結果、800万度を超える高温プラズマがすべての領域に入ることで上述の吸収量の問題を見事に解決した。加えて、Model 0にてみられたモデルと

データの乖離も大幅に改善していることも確認された (図3中段参照)。最後に、Model 1においてもなお、0.7 keV付近にモデルとデータの乖離が見られるものがあったため、該当する3領域についてはさらにプラズマモデルを加えた (Model 2)。これは水素様酸素輝線に対応しているため、MWH成分と考えられる。これによりフィッティングにおけるモデルとデータの乖離はさらに改善された (図3下段参照)。以上をまとめると、選定した5領域すべてから800-1100万度程度的高温プラズマが検出され、その温度のばらつきは20%程度と小さく、局所銀河面領域における先行研究の結果と概ね一致していた。これにより、UHTPGDが銀河面の局所的な領域のみならず、銀河円盤を含め広範囲にわたり存在している可能性を示唆した初めての結果が得られた。この結果は、UHTPGDが天の川銀河内のミッシングバリオン候補ともなりうることを示している。

起源の追求：点源の寄与

前章では、HaloSatのアドバンテージを活かし、UHTPGDが銀河面/円盤領域に広く分布してい

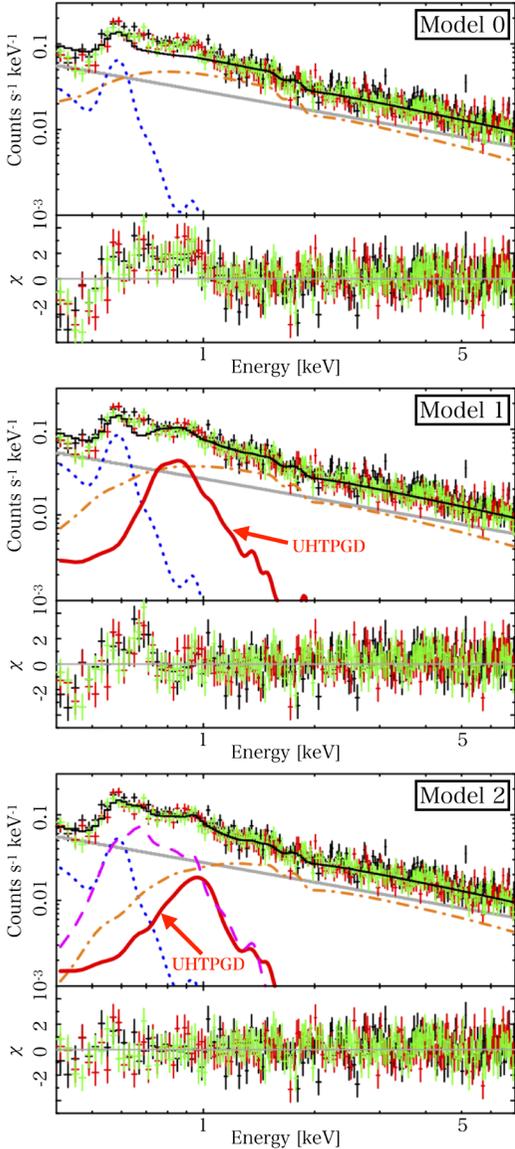


図3 *HaloSat*観測データに対するエネルギースペクトルフィット結果(上段)およびモデルとデータの残差プロット(下段)例(上図: Model 0, 中央図: Model 1, 下図: Model 2)。3台の検出器による3つの観測データ(十字印)に対し、見やすさのためベストフィットモデルは1台分のみの結果を示している。点線, 破線, 一点鎖線は各々 LHB(+SWCX), MWH, CXB成分に対応しており, 実線は検出器バックグラウンド(灰細線), モデル(黒細線)および UHTPGD(太線)を表している。

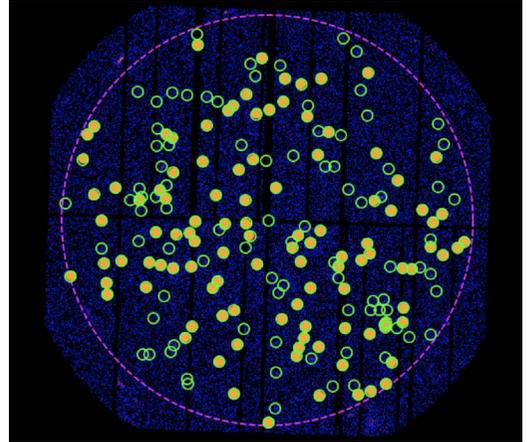


図4 0.4-5 keV帯域のXMM-Newtonイメージ。外側の円(点線)は半径12.5分角の解析領域を示し, その内側にあるX線点源(円), およびその中で赤外線対応点源(円: 塗りつぶし)に分類し示している。

る可能性を示すことに成功した。ここではもう一歩踏み込み, その起源について触れることにする。

まず我々は, 高い空間分解能力と大きな視野・有効面積を同時に有し, 暗いものを含む多くの点源の検出を可能にするX線天文衛星XMM-Newtonに着目した。これにより, UHTPGDが点源からの放射の重ね合わせで表せるかどうかを調べた。そこでXMM-Newtonの全アーカイブデータの中から, *HaloSat*の視野内かつ観測時間が長く, 銀河団や超新星残骸等の広がった天体がない1領域(図4参照)を選定した。次にその観測領域全体のエネルギースペクトルを取得し, 上記同様のモデルを用いてフィッティング作業を行った。Model 0, 1においては, *HaloSat*観測データ解析結果と同様, 1 keV程度以下のエネルギー帯域においてデータとモデルの大きな乖離がみられた。一方Model 2はデータをよく再現し, やや温度は高いが, 1000万度程度のUHTPGD成分が期待通り検出された(図5上段参照)。これに対し, XMM-Newtonのカatalog [30]に記載されている視野内の197個のX線点源に着目し, それらの全X線点

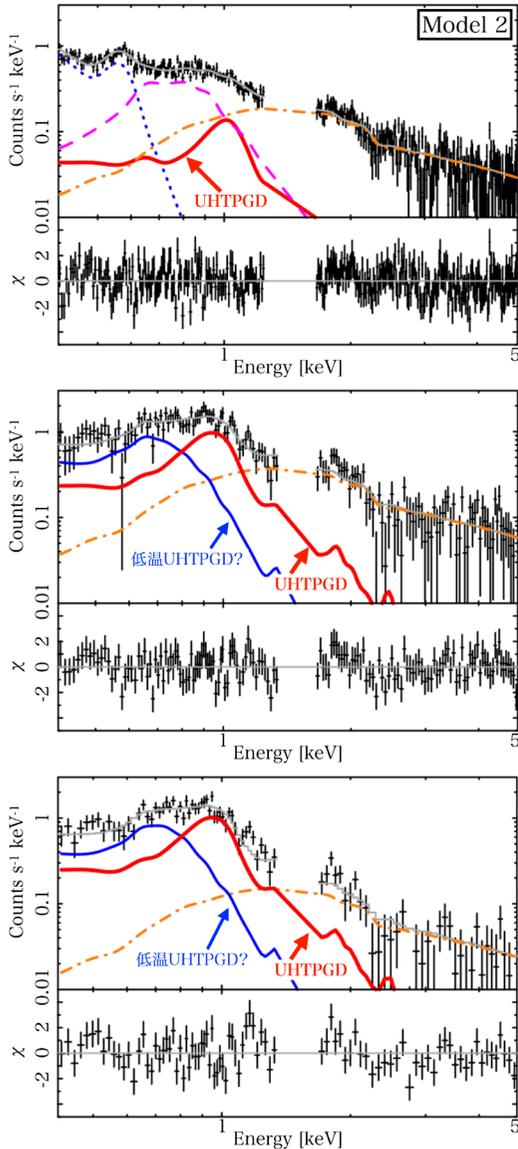


図5 XMM-Newton観測データに対するエネルギースペクトルフィット結果(上段)およびモデルとデータの残差プロット(下段). 3つのエネルギースペクトルは, 図4中の解析領域全体(上図), 解析領域中の全X線点源の足し合わせ(中央図), 解析領域中の全近赤外線対応点源の足し合わせ(下図)により得られた. 点線, 破線, 一点鎖線は各々LHB(+SWCX), MWH, CXB成分に対応しており, 実線はモデル(灰色)およびUHTPGD(細/太線)を表している. 検出器バックグラウンドが卓越しているエネルギー帯域はデータ解析に用いていないため, データを表示していない.

源を足し合わせたエネルギースペクトルに対してフィッティング作業を実施した. なおここではX線点源のみの寄与に着目したいため, 各X線点源周辺からバックグラウンド成分を見積もり個々に差し引くことで, LHB(+SWCX), MWH成分からの寄与は無視している. ただしX線点源の中にはCXBを構成するAGNも含まれているため, CXB成分は考慮している. 結果, 900万度程度の高温プラズマが検出され, その強度は全領域で検出されたUHTPGD成分の50%程度であった. これにより, UHTPGD成分の起源として点源の寄与が確実となった. 興味深いことに, 200万度程度のプラズマも同時に検出された. この成分はMWH成分と区別ができなためこれまで埋もれており, 低温UHTPGD成分として, UHTPGD成分の多温度特性を示唆している可能性があるが, 本稿ではこれ以上の追及はやめておく.

さらに議論を進めよう. 我々はこのX線点源の正体を探るべく, 近赤外線データベース2MASS (Two Micron All Sky Survey) [31]の点源カタログを活用した. 2MASS点源カタログに記載されている天体の多くは恒星と考えられるため, XMM-Newtonで検出されたX線点源とのマッチングを行ったところ, おおよそ60%程度に近赤外線対応点源が確認された. このすべての近赤外線対応点源からの放射を足し合わせ, 得られたエネルギースペクトルに対し同様のモデルでフィッティングを実施したところ, 驚くべきことに, 900万度と200万度という温度のみならず, その強度も誤差の範囲で一致していたのだ. なお, 数個の特定の明るい点源のみの寄与ではないことを確認していることも付け加えておきたい. これにより, 局所的な1領域について, UHTPGDに対する点源, ひいては恒星の寄与が確実となった. もし同様の結論がより多くの領域で言えるのであれば, 銀河面/円盤部での恒星による新たなSXDBが追加されることになるであろう. ただし, 恒星密度やその種族分布にも空間依存性が存在するため,

温度や強度には多かれ少なかればらつきが存在することが予想される。そして、検出された点源だけではUHTPGD成分をすべて説明することができなかつたため、さらに暗い点源か、真に広がった成分からの寄与が存在するのか、その謎への観測的な答えは楽しみに待っていてほしい。またこれらの議論を、多くの謎に包まれている天の川銀河中心領域 [32-34] を含めたより広い範囲へ拡張することによる天の川銀河の包括的な理解、さらには天の川銀河と同じ渦巻き銀河内のミッシングバリオン問題にもつなげていきたいとも考えている。

最後になるが、本研究テーマを通し、(あくまでも理学の立場からになるが) 超小型衛星の開発から成果創出まで立ち会うことができ、より一層その魅力に惹きつけられた。もう少し規模の大きな飛翔体が主であった筆者(三石)にとって、文字通り手に持って見える範囲のもので科学成果を想像(創造)し、思いを馳せることができるのは何とも不思議な気分であった。と同時に、その魅力に取り憑かれ、すでに筆者らが開発を進めているX線望遠鏡の超小型衛星仕様化に向け議論を進めているのだから自身でも驚きである。きっと本稿掲載時にはより具体的な検討が展開されていることであろう。またいつかその続きを報告できることを楽しみにしながら、結びの言葉としたい。

謝 辞

本稿の内容は筆者らの投稿論文 [35] に基づいている。本稿を書くにあたり、超小型衛星 *Halo-Sat* との出会いのきっかけを提供してくれた岩切渉氏、SXDBという研究テーマと引き合わせてくれた満田和久先生、山崎典子先生、竹井洋氏に深く感謝したい。また、この科学成果創出に至るまでの開発面での貢献を支えてくれた田原譲先生、田村啓輔氏、学生の皆様はこの場をお借りして改めて感謝したい。最後に、多大なるご支援をいただきました天文月報編集委員の勝田哲氏にも感謝

申し上げます。

参考文献

- [1] Kaaret, P., et al., 2019, ApJ, 884, 162
- [2] Zajczyk, A., et al., 2018, AIAA/USU Conference on Small Satellites, Upcoming Missions, SSC18-WKIX-01
- [3] Giacconi, R., et al., 1962, Phys. Rev. Lett., 9, 439
- [4] Brandt, W. N., & Hasinger, G., 2005, ARA&A, 43, 827
- [5] Kushino, A., et al., 2002, PASJ, 54, 327
- [6] De Luca, A., & Molendi, S., 2004, A&A, 419, 837
- [7] Garmire, G. P., et al., 1992, ApJ, 399, 694
- [8] Yoshino, T., et al., 2009, PASJ, 61, 805
- [9] 吉野友崇, 2009, 天文月報, 102, 370
- [10] Yoshitake, H., et al., 2013, PASJ, 65, 32
- [11] Liu, W., et al., 2017, ApJ, 834, 33
- [12] Kuntz, K. D., 2019, A&A Rev., 27, 1
- [13] Nakashima, S., et al., 2018, ApJ, 862, 34
- [14] Ueda, M., et al., 2022, PASJ, 74, 1396
- [15] Ishi, D., et al., 2023, PASJ, 75, 128
- [16] Predehl, P., et al., 2020, Nature, 588, 227
- [17] Sekiya, N., et al., 2016, PASJ, 68, S31
- [18] Simionescu, A., et al., 2011, Science, 331, 1576
- [19] Mitsuishi, I., et al., 2012, PASJ, 64, 18
- [20] Nousek, J. A., et al., 1982, ApJ, 258, 83
- [21] McCammon, D., & Sanders, W. T., 1990, ARA&A, 28, 657
- [22] Rosner, R., et al., 1981, ApJ, 249, L5
- [23] Cox, D. P., 2005, ARA&A, 43, 337
- [24] Masui, K., et al., 2009, PASJ, 61, S115
- [25] Boller, T., et al., 2016, A&A, 588, A103
- [26] Tomida, H., et al., 2016, PASJ, 68, S32
- [27] Ringuette, R., et al., 2021, ApJ, 918, 41
- [28] Huang, S., et al., 2023, ApJ, 947, 49
- [29] McCammon, D., et al., 2002, ApJ, 576, 188
- [30] Webb, N. A., et al., 2020, A&A, 641, A136
- [31] Skrutskie, M. F., et al., 2006, AJ, 131, 1163
- [32] Uchiyama, H., et al., 2011, PASJ, 63, S903
- [33] Yamauchi, S., et al., 2018, PASJ, 70, 82
- [34] Morihana, K., et al., 2022, PASJ, 74, 283
- [35] Ampuku, K., et al., 2024, ApJ, 962, 153

Exploring the Mystery on Soft Diffuse X-ray Background in the Wide-Field Galactic Disk Area with a CubeSat, *HaloSat*

Ikuyuki MITSUISHI, Kazuki AMPUKU and Koki SAKUTA

Nagoya University, Graduate School of Science, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi 464-8602, Japan

Abstract: *HaloSat* is a 6U CubeSat astronomical science mission of NASA launched in 2018 using commercial detectors without optics and finally achieved an all-sky survey in the soft X-ray band. A variety of great achievements have already been reported and, in this paper, we focus on soft diffuse X-ray background (SXDB) in the wide-field Galactic disk area observed with *HaloSat*. *HaloSat* soft X-ray energy spectra show a possibility of the presence of unresolved high-temperature plasma in the Galactic disk (UHTPGD) with a temperature of 8–11 MK in addition to the SXDB components mainly studied at higher galactic latitudes. Moreover, our results suggest that the UHTPGD partly originates from point-like sources such as stars.