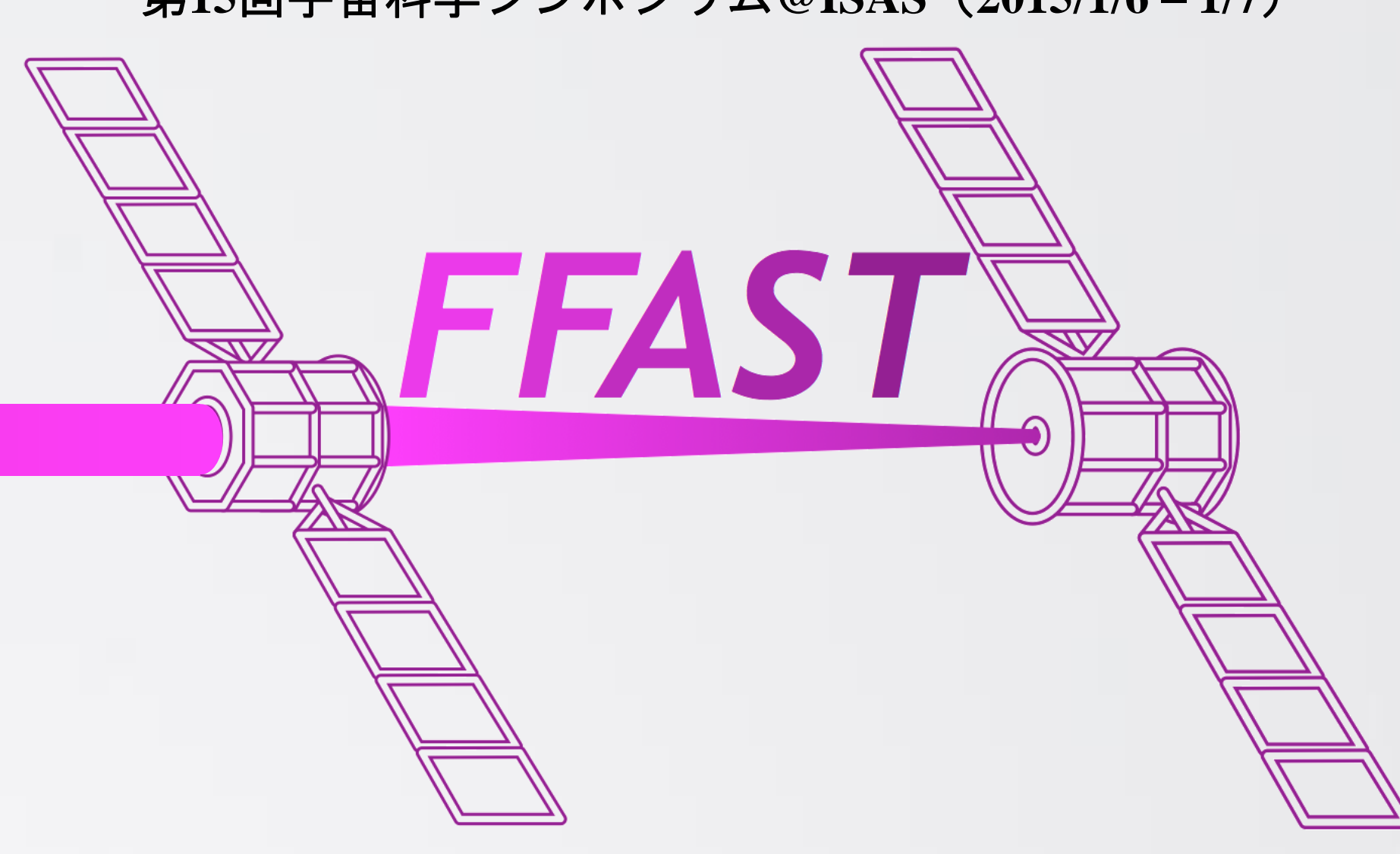


FFAST衛星が切り開く埋もれた活動銀河核観測の新時代



○上田周太郎¹, 上田佳宏², 常深博¹,
穴吹直久¹, 薙野綾¹, 中嶋大¹, 他 FFAST WG
(shutaro@ess.sci.osaka-u.ac.jp, 1: 大阪大学, 2: 京都大学)

銀河のバルジの質量と銀河中心の超巨大質量ブラックホール(SMBH)の質量に相関があることが発見されて以来、「銀河とSMBHの共進化」は天文学が解明すべき最優先課題の1つとして考えられている。ガスの降着により明るく輝く活動銀河核(AGN)は、SMBHの質量成長の現場を直接観測できるため、解明の鍵と考えられている。これまでの10 keV以下の軟X線観測を用いたAGNの精力的な研究により、SMBHのダウンサイジング進化などの常識を覆す新展開を見せつつある。FFAST衛星は硬X線の帯域で100平方度程度の広天を走査し、ガスやダストに深く埋もれたSMBHを持つAGNを探査することを目的としている。走査範囲はNuSTAR衛星より10倍大きく、感度は全天の硬X線走査をしているSwift衛星より1桁高い。埋もれたAGNを多数発見することで、軟X線帯域の観測で構築された新展開に挑戦・検証する。

本ポスターで最新の埋もれたAGNの観測結果を紹介するとともに、FFAST衛星により期待されるサイエンスを紹介する。

Introduction

全ての銀河の中心には $10^6 M_{\odot}$ 以上のSMBHが存在していると考えられている。SMBHとその母銀河の質量に相関があることが発見されて以来(e.g., [1, 2], 図1)、「共進化」の解明は天文学の最もホットな課題の一つである。

SMBHの質量成長の大部分はガス降着が担っており、特に銀河同士の衝突後に激しい降着が起きると考えられている。明るいSMBHの周囲に大量のガス・ダストが存在する「埋もれたAGN」になる。これらは図2に示すように、10 keV以下の観測での検出は難しい。

FFASTは埋もれたAGN観測に最適な0.7 - 80 keVの帯域で広天を走査・検出を目指す。

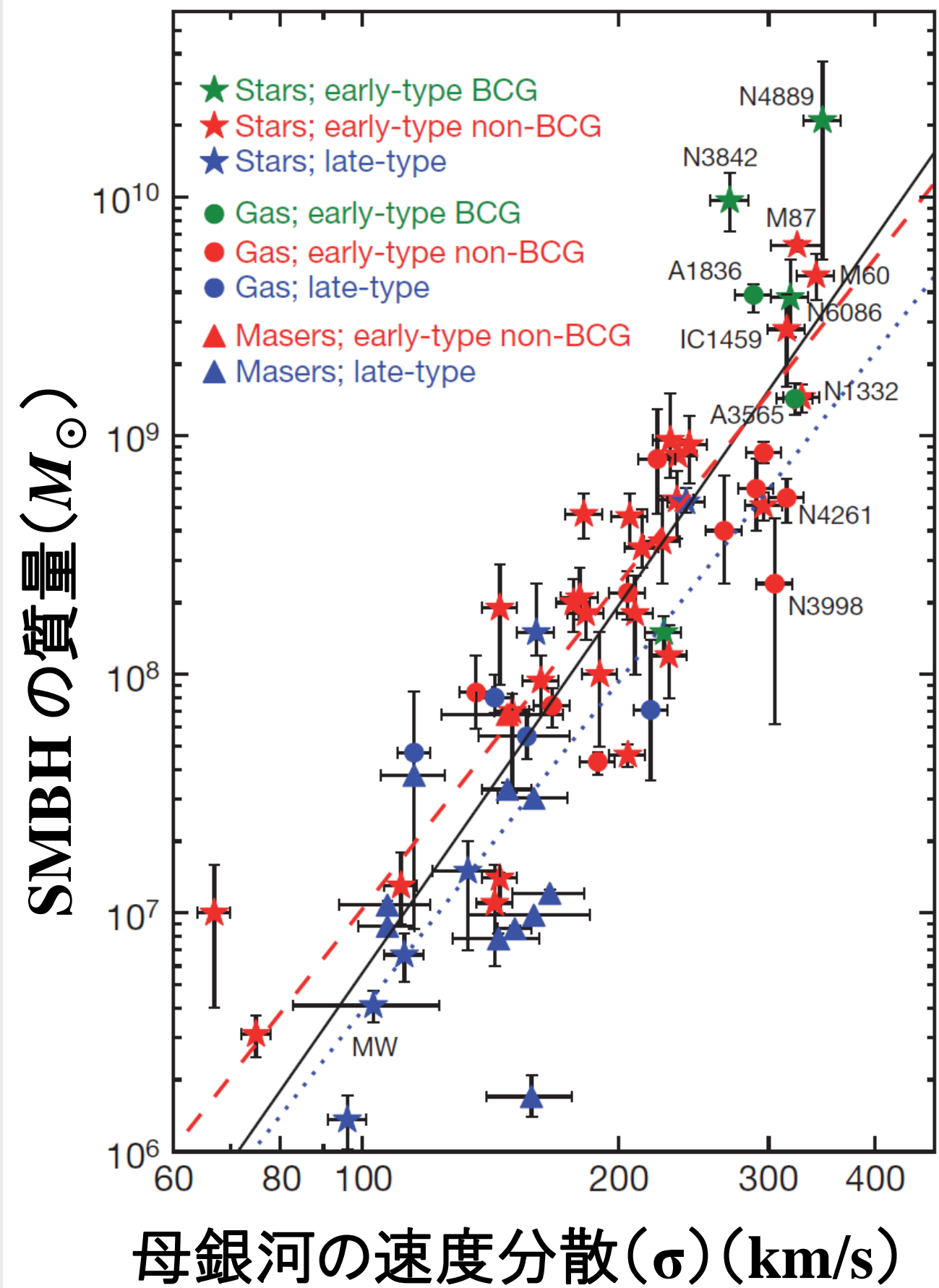


図1. 母銀河の速度分散とSMBHの質量の相関([2])

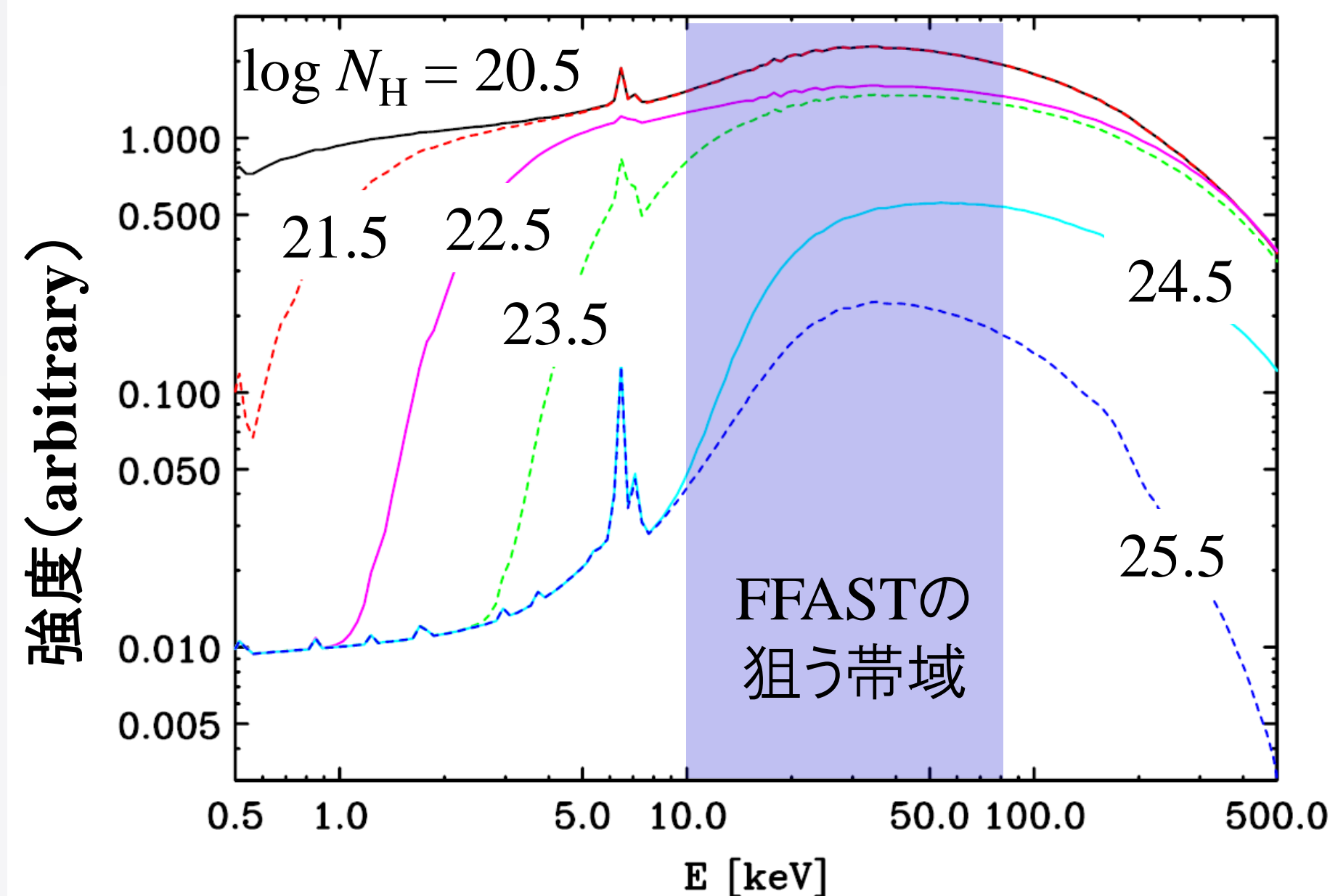


図2. 様々な N_H での観測されるSMBHの放射強度([3]). 10 keV以下の帯域の観測だけでは、強い吸収($\log N_H > 24$)を持つSMBHの検出は非常に難しい。

FFASTは埋もれたAGNの観測に最適な硬X線帯域(< 80 keV)を狙う

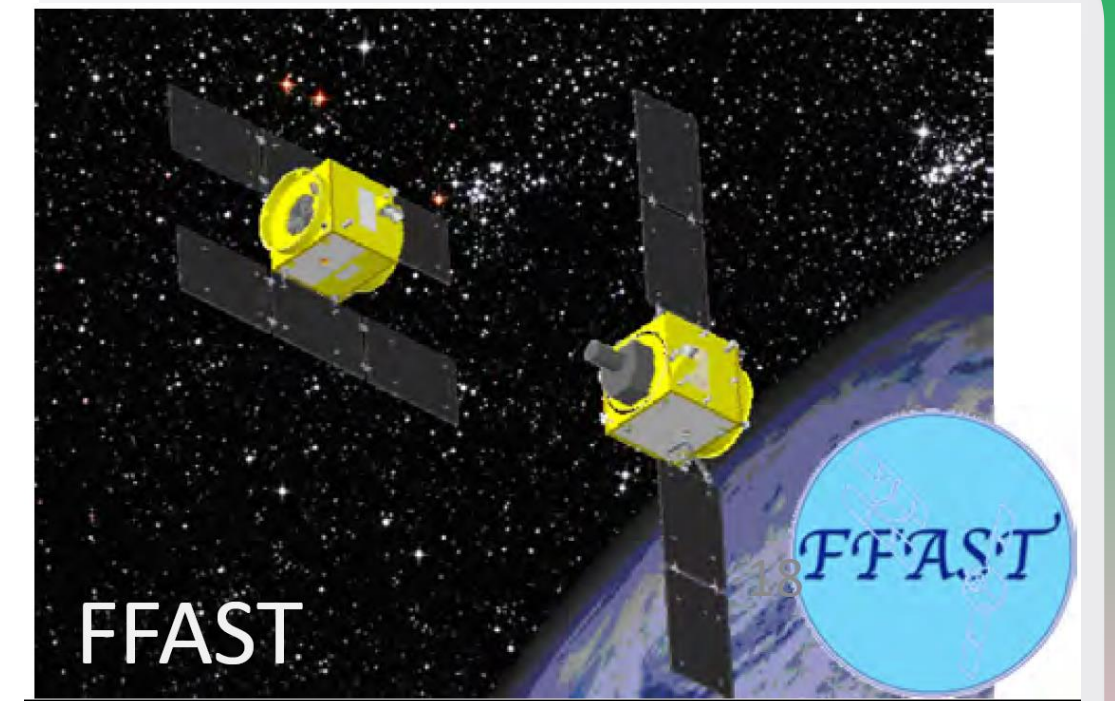


図3. FFASTの概略図。

FFAST衛星の詳細は
P-029 常深 et al. または [4]
P-031 河野 et al.
P-032 松本 et al.
P-033 中嶋 et al.
P-034 薙野 et al.
P-035 穴吹 et al.
も参考のこと。

FFASTの狙うサイエンスと最新の埋もれたAGNの観測

軟X線観測で高光度AGN (\cong 重いSMBH)ほど数密度のピークが宇宙初期に寄っていることが判った(図4左, [3])。重たいものほど初期に誕生したとするとSMBH進化の直感に反する。FFASTは個数密度がとても小さい高光度AGNをターゲットとしている(図4右)。これらの一部は超高光度赤外線銀河(ULIRG/HyLIRG)が含まれていると考えられている。その進化は高光度AGNより急という報告もある。埋もれた高光度AGNの割合によってはダウンサイジングも覆る可能性もある。

一方で、硬X線観測により N_H が正確に求まり、1桁X線光度が明るくなったMrk34の例がある[6]。従来AGNの硬X線観測も検証に不可欠であることを示唆している。

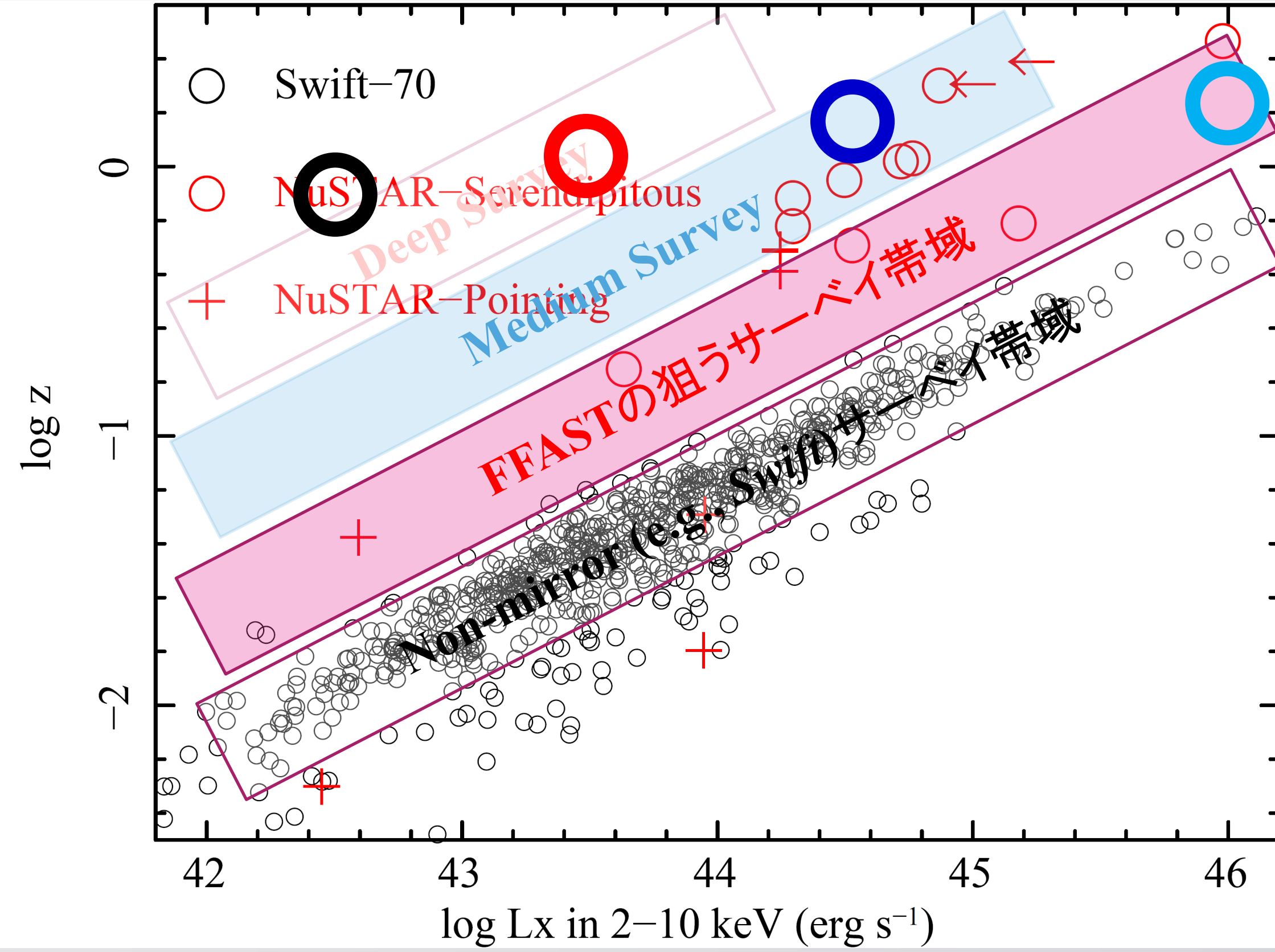
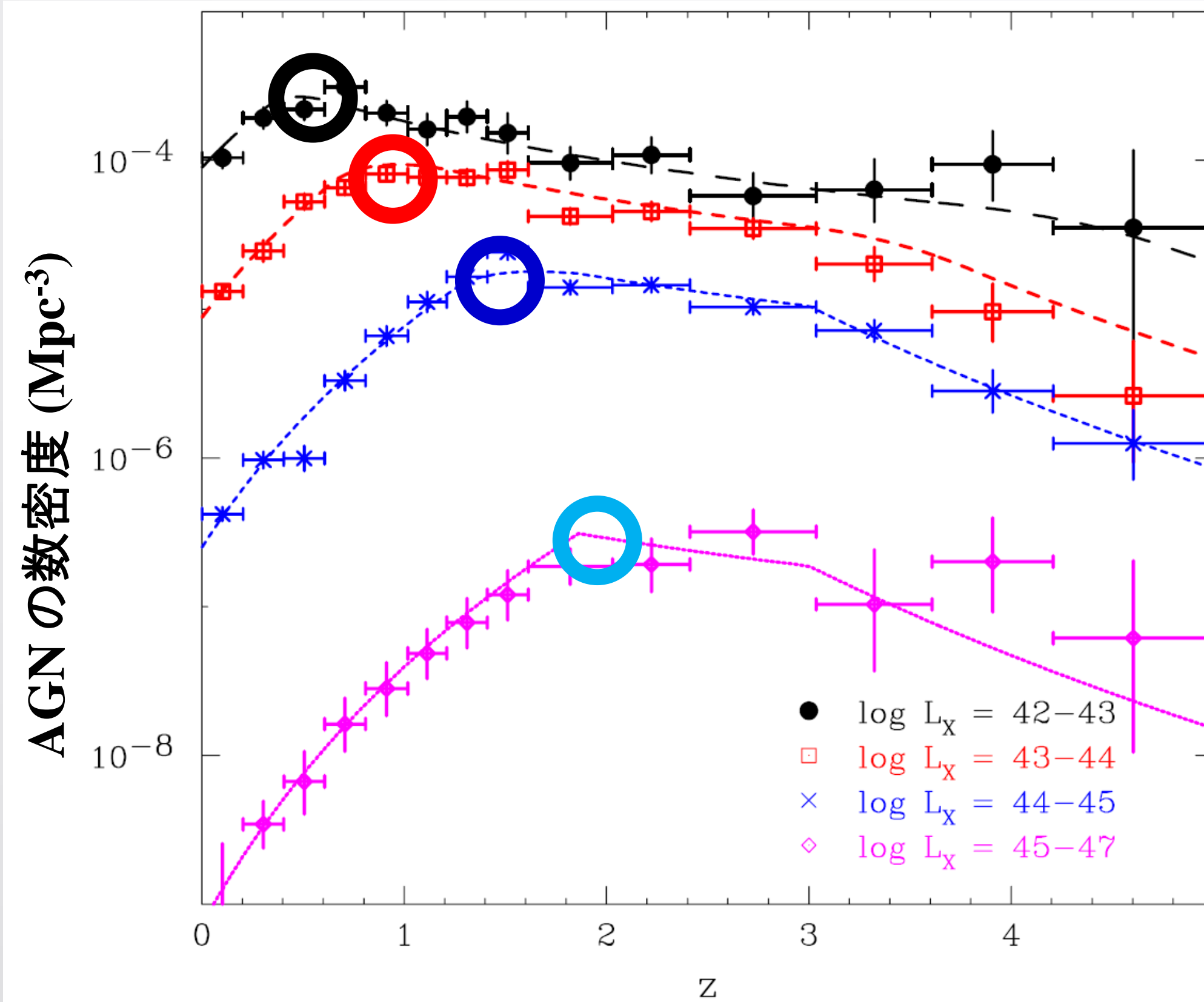


図4. 軟X線観測によるAGNのダウンサイジング(左, [3])とFFASTの狙う $L_x - z$ のサーベイ帯域(右)。(左): 明るいAGNほど数密度のピークの赤方偏移が大きい(各色の円の位置)。(右): Swift(黒)とNuSTAR(赤)によるサーベイで発見されたAGNの $L_x - z$ 関係とFFASTの狙う領域。各色の円は左図と対応。

見えてきた!? 銀河団と埋もれたAGNの関係

近年、重たい銀河団の中心に、埋もれたクエーサー(Type 2 QSO)を持つ巨大楕円銀河(BCG)が発見され始めた。これまで3天体見つかった[7, 8, 9]。「すざく」衛星によりそれらは他よりダストの量が多いことが示唆されている[8]。個数比の違いなどの解明に系統的な探査が必要である。

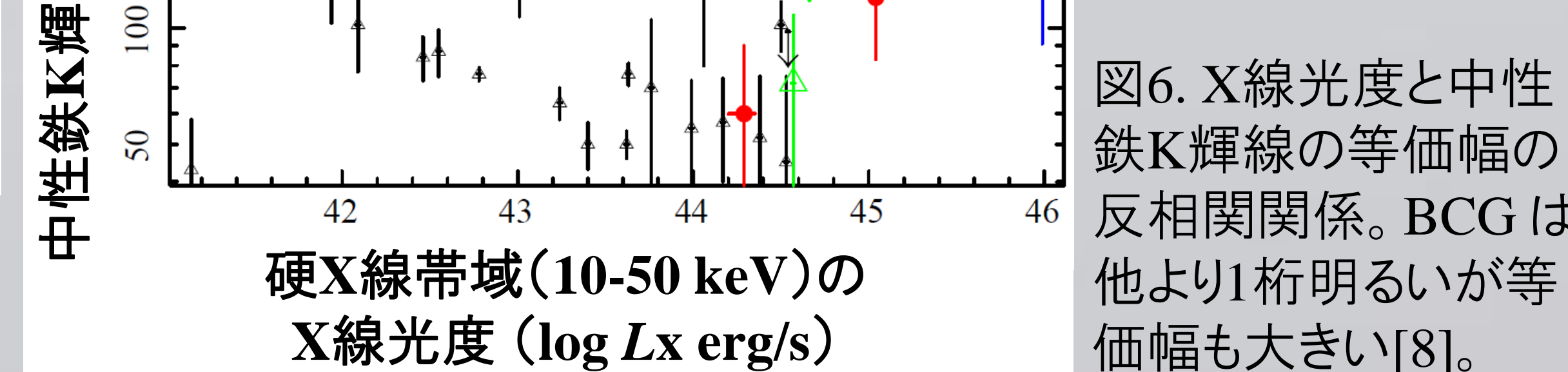


図6. X線光度と中性鉄K輝線の等価幅の反相関関係。BCGは他より1桁明るい等価幅も大きい[8]。

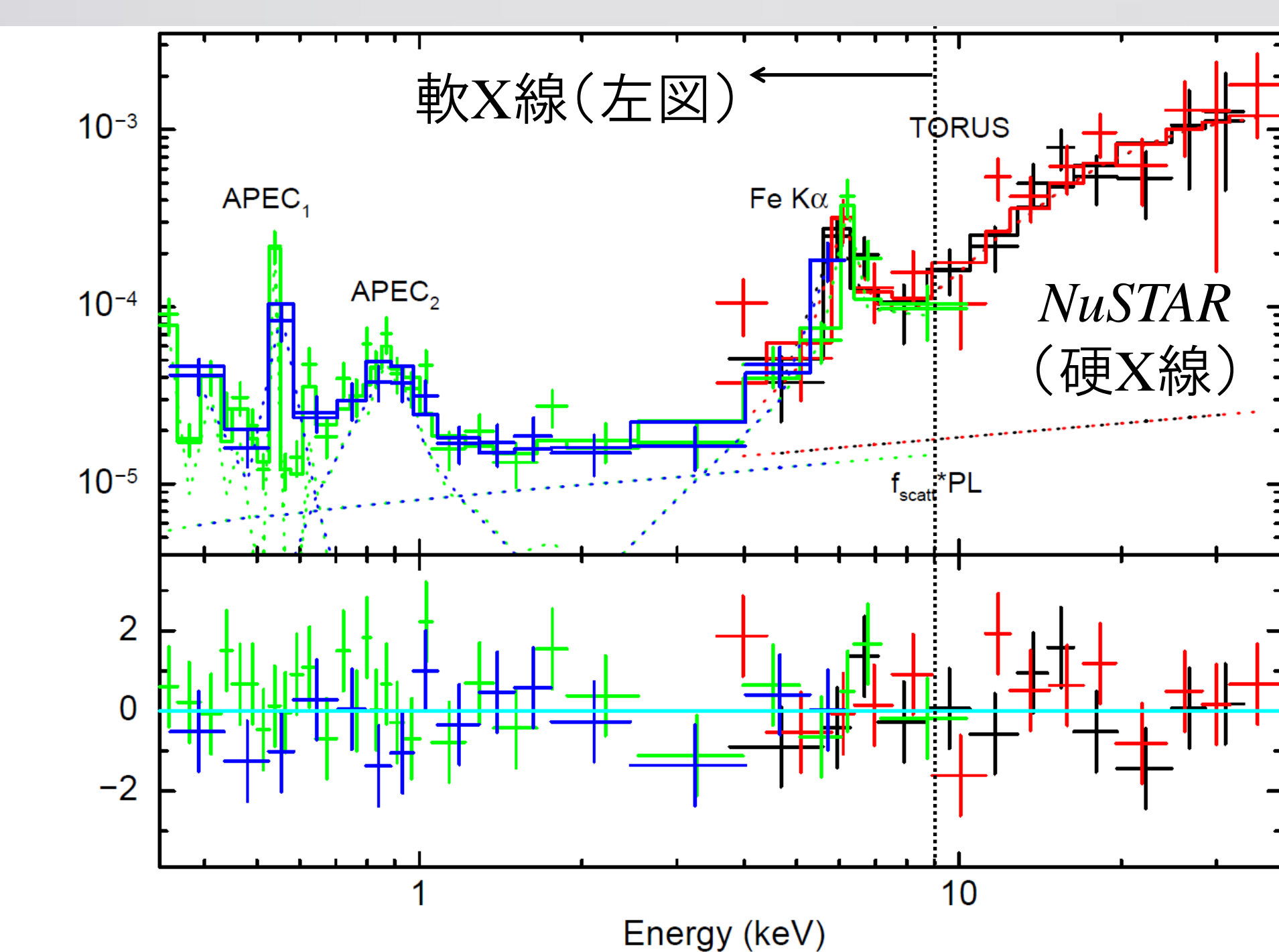
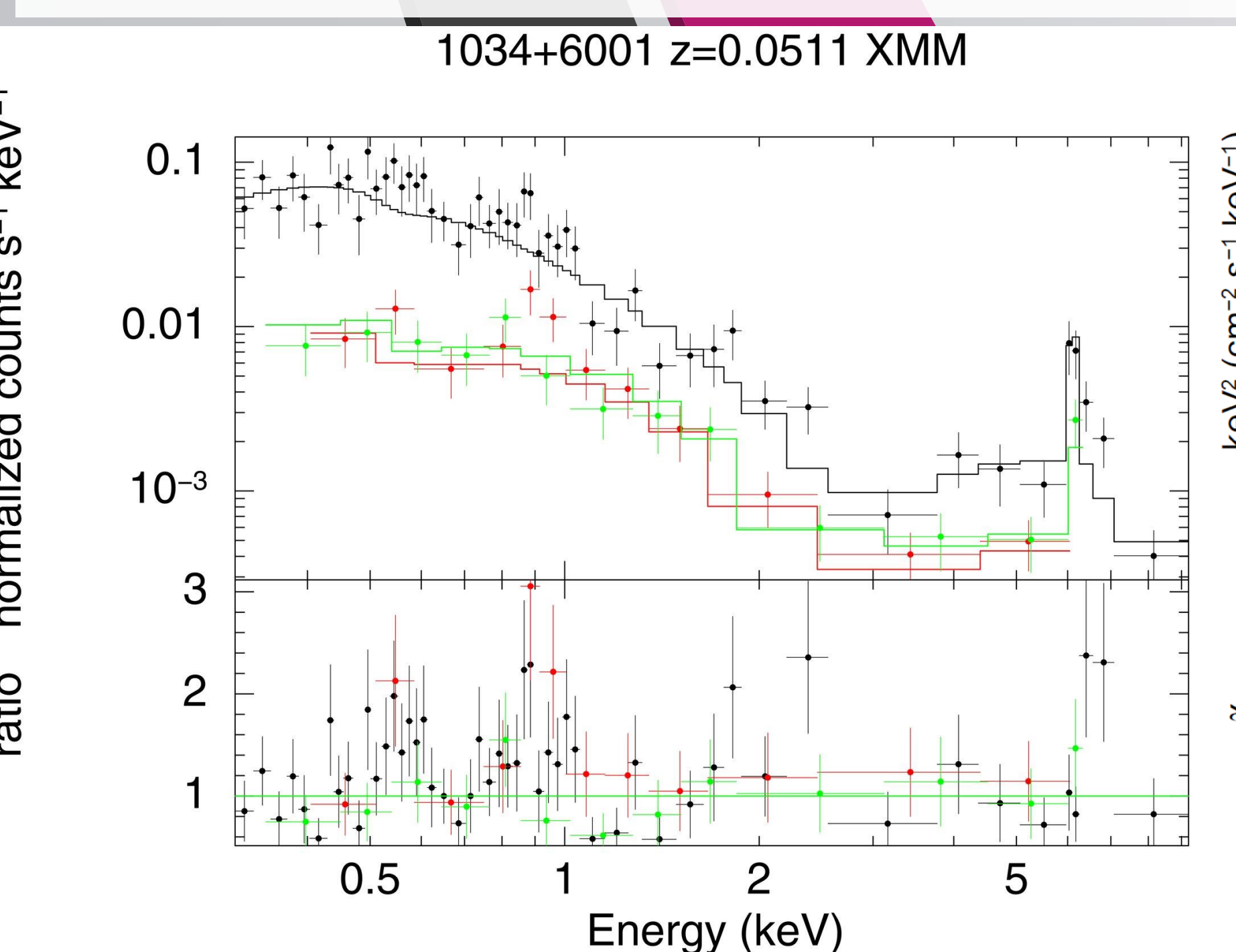


図5. 埋もれたAGNであったことが判明したMrk34のX線スペクトル。(左): XMM-Newtonによる軟X線スペクトル[5]。(右): NuSTARにより判明した全体像[6]。新しい埋もれたAGNの探査と共に、従来AGNの硬X線観測も重要であることを示唆する。

ここで提案しているサイエンスは、次世代硬X線観測衛星(NGHXT)に広域探査の機能をもたせることで同様に実現できる。現在、FFASTとNGHXTは発展的統合を目指しています。

この研究は、特別推進研究「高感度X線CCDとスーパーミラーによる観測と宇宙進化の研究(23000004)」の助成を受けて行われました。

References

1. Marconi, A., et al., 2003, ApJ, 589, L21
2. McConnell, N. J., et al., 2011, Nature, 480, 215
3. Ueda, Y., et al., 2014, ApJ, 786, 104
4. Tsunemi, H., et al., 2014, SPIE, 9144, 2
5. Jia, J., et al., 2013, ApJ, 777, 27
6. Gandhi, P., et al., 2014, ApJ, 792, 117
7. O'Sullivan, E., et al., 2012, MNRAS, 424, 2971
8. Ueda, S., et al., 2013, ApJ, 778, 33
9. Kirk, B., et al., 2014, arXiv:1410.7887