

HE-nu vs. X-ray archival data association (Last update: 2025.07.23)

このページへの[リンク](#)

(概要)

HE-nuイベントに対する、個々の明示的なフォローアップ観測(既にやられている)に加えて

- たまたま時間的・空間的に同期していた観測から物理を引き出す
- フォローアップ観測を集めて物理を引き出す

ことを目的に、archival dataの空間的・時間的associationをサーベイした。

- なおデータ自体は(ほとんど)見ないようにしている。(コントロールサンプルを用いて同期判定のcriteriaを確立した上でデータ解析を行うべきため)

(XMM)

XMMとの同期は6つ([リンク](#))。 +/- 1week, <=90arcmin, within RA_err, DEC_errという条件

XMMstackに入っていない(当該座標の観測が1回しかない)物も多い。

- 全天サーベイ(または類する大規模サーベイ)で定常的なX線天体とそのfluxを調べ、比較する必要がある。

(Swift)

- 1) Swiftとの同期はEvans+15([リンク](#))に、2014.08までのまとめがあるが、IceCatに入っておらず「20回(x数pointing)の観測は全て空振り」。現在では使われてないトリガ条件だったため
- 2) 2016以降のフォローアップは岩切さんがまとめている([リンク](#))。2020.06までは7以上のタイリングでHE-nu誤差円をカバー。GCNの報告では「目立ったtransientなし」。

IceCatではオリジナルのアラートから位置がずれることがあるので、辻本スクリプトを使って同期を調べてみた([リンク](#))。条件は+(0~1day), <=90arcmin, within RA_err, DEC_err

- 以下はダイジェスト
- coverageはSwiftのpointing数 * 視野(tilingの重なりを適当に考慮)とHE-nuの誤差領域の比

Name	Type	Area (deg2)	Swift pointings	coverage	eROSITA DE?
IC111218A	gfu-bronze	76.5	3	0.004	N
IC160731A	hese-bronze	1.23	9	0.767	Y
IC161103A	hese-bronze	2.78	19	0.716	N
IC170321A	ehe-gold	4.84	8	0.173	Y
IC170922A	gfu-gold	1.97	16	0.850	Y
IC171106A	gfu-gold	0.68	16	2.43	N
IC190221A	hese-gold	5.00	29	0.608	N
IC190503A	ehe-gold	1.87	19	1.06	Y
IC190504A	hese-bronze	3.80	20	0.552	Y
IC190730A	gfu-gold	7.02	1	0.014	N
IC190922B	gfu-gold	4.13	20	0.508	N
IC200109A	gfu-gold	19.3	28	0.152	Y
IC200530A	ehe-gold	24.9	16	0.067	N
IC200615A	gfu-gold	5.52	8	0.152	Y

- 2019年まではかなり優秀である。オーバーサンプリングをcoverage=1と見なしてもSum(coverage)は6を超え、purityをかけても2程度以上あるはず。

(eROSITA vs. ROSAT)

XMMであれSwiftであれ同じ座標は基本的に1回しか見てないので、transientの判定はROSAT(全天サーベイ)およびeROSITA(半球だが高感度)を頼ることになる。感度比較のため、Evans+15(「空振り」のフォローアップ)で両者を比べてみた([リンク](#))。

- 以下はダイジェスト。20回のnuアラートに対するフォローアップのうち、#9と#14で5つずつX線源が報告されている。Swift, ROSAT, eROSITAカタログで対応天体をあたってみた。
- swift_fluxは0.3-10keV, rosat_fluxは0.1-2.4keV, erosita_fluxは0.2-2.3keV。offsetは分角
 - なおeROSITAカタログは2keV以上もカラムがあるが誤差がかなり大きい。5keV以上は別カタログがあるが数が圧倒的に少ない(1/100以下)。エネルギーバンドの違いには目をつぶって2keV以下で比べる方がよい
 - swift_fluxをrosat, erositaのfluxにしたければ0.44倍すればよい
 - swift_expで"NA"となっているのは「Evans+15でX線源として報告されていたが、Swiftカタログでは未検出になっている天体」

src	Swift_exp (s)	swift_flux (cgs)	rosat_offset	Rosat_flux (cgs)	erosita_offset	Erosita_flux (cgs)
9-1	1758	4.38E-13	0.133	1.98E-13	0.104	1.71E-13
9-2	NA		0.372	4.10E-13	0.04	5.08E-14
9-3	1658	2.47E-13	NA		0.147	1.80E-13
9-4	1485	6.09E-13	0.189	4.98E-13	0.045	3.75E-13
9-5	1564	1.96E-13	NA		NA	
14-1	1515	7.10E-13	0.116	3.96E-13	0.041	4.40E-13
14-2	1543	2.48E-13	0.507	2.26E-13	0.112	1.22E-13
14-3	NA		NA		NA	
14-4	1410	5.91E-13	NA		0.084	1.91E-13
14-5	1574	2.33E-13	NA		NA	

- グレーの網掛けは「Swiftソースの対応天体がない・距離が離れすぎて違う」もの。これで分かるようにROSATの方が明らかに感度が悪い。両方で検出できている天体も、eROSITAの1/3程度のカウントのためfluxの誤差も大きい(2倍弱)。全天でなくてもeROSITAを参照した方がよい
- 緑の網掛けで分かるように、Swift_fluxが3E-13以下だとeROSITAで検出が難しくなる(transientと誤判定する確率が高くなる)

(まとめ)

以上を踏まえると以下の切り分けがよさそう

- EPで $10^{-11.5}$ erg/s/cm²くらいの同期transientをサーチする(世の中でされている気がする)
- Swift-XRTで $10^{-12.5}$ erg/s/cm²くらいの同期transientをサーチする(<+1day)
 - 目立ったtransientの報告はない(聞いたことがない)ので上限になる可能性が高いがまずはここから攻めるべき。eROSITAカタログと比較した報告はほとんどないはず。coverageが高く、follow-upの質も揃っているの、上限でも物理の議論に落とし込めるはず。
 - 同期観測(フォローアップ)と同様にコントロールサンプルを解析する。(後者を先に解析)。幸い(?)「Evans+15で扱っている空振り」がよいコントロールサンプルになる。
 - ~~Swiftに強い方に教えていただきたいこと~~
 - ~~最新カタログはこれでよいか?~~
<https://heasarc.gsfc.nasa.gov/W3Browse/swift/swift2xps.html>
 - ~~データ解析(カタログの中身の理解)で気を付けることはあるか?~~(XMMだと「proton-BGが多くて有効な観測がとびとび」「CGDのgapが大きい」など)
- XMMで $10^{-13.5}$ erg/s/cm²くらいの同期transientをサーチする(+/-1month)
 - XMMの観測内(or観測間)で変動を判定する必用がある。条件がかなりばらつき、XMMの特質も踏まえると「尖った」解析が必用になりそう。Swiftの解析の後で取り組むのがよい

2025.09.19追記

感度の比較に使用したカタログ(論文へのリンクもあり)

- 2SXPS: <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/W3Browse/swift/swift2sxps.html>
- 2RXS: <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/W3Browse/rosat/rass2rxs.html>
- 1eRASS: <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/W3Browse/all/erass1main.html>

X線ミッションの有効面積(検出器の効率込み)の比較

- eROSITAが2.3keV以下に強いミッションなことが分かる。また視野はSwiftが23' x 23', XMMが直径30', eROSITAが直径1degである。(2.3keV以下で $A_{\text{eff}} \times \text{FOV}$ を最大にしてサーベイをするためのミッション)

