FASTXRT による 2 keV 以下の PSF の改善の試み

池辺 靖 (理研)

1995 年 12 月 15 日

概要

CygX-1 からくる X 線は、低エネルギーにおいて点光源とはみなせず広がっている。そのため FASTXRT で作られる 2keV 以下の PSF は実際よりも広がったものになってしまっている (図 1,2)。今回、 2keV 以下においてより実際の PSF を再現する工夫を考え、**cygx1-psf-v3g-combine.hbk** を作成した。

1 2-3keV のイメージをガウシアンで広げて、 2keV 以下に用いる

現在リリースされている FASTXRT 用の PSF data file(cygx1-psf-v3g.hbk) は、 0.5-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-8, 8-12 の 8 つのエネルギーバンドに分けられていて、 X 線の入射エネルギーに対して、隣接する 2 つのエネルギーバンドの PSF を補間して用いている。 2keV 以下の PSF を改善するために、 0.5-1keV および 1-2keV バンドの CygX-1 のイメージを別のものに置き換えることにした。

まず 2-3keV バンドのイメージをガウシアンで適当に広げて使用することを考える。どれだけ広げればよいのかを知るため、 3C273 のイメージを 0.5-1keV, 1-2keV, 2-3keV バンドでつくり、 2-3keV のイメージをさまざまな σ のガウシアンで広げ、他の 2 つのイメージと半径分布で比較した。その結果、中心部の profile をよく再現する smoothing sigma は、 0.5-1keV バンドにおいては 2.5ch = 0.625mm、 1-2keV バンドにおいては 1.5ch = 0.375mm であった。

そこで、 2-3keV バンドのイメージを $\sigma = 2.5$ch の Gaussian で smoothing したものを、 0.5-1keV バンドのイメージに、 $\sigma = 1.5$ch の Gaussian で smoothing したものを 1-2keV バンドのイメージに使用して、 3C273 を simulate した。図 3 に結果を示す。 0.5-1keV バンドではデータに合うようになったが、 1-2keV バンドでは DATA/Simulation がそとに向かって下がっていっており、 Simulation の方が広がった profile になっていることがわかる。 Gaussian で広げすぎたのだろうか？

2 2-3keV のイメージをそのまま 2keV 以下に適用

何がわるかったのか調べるために、 2-3keV のイメージをそのまま 2keV 以下に適応したらどうなるかを調べてみた。結果を図 4 に示す。 0.5-1keV バンドにおいては中心部に大きな不一致が見られる。 1-2keV バンドにおいては、やはり Simulation の方が広がってしまっている。

以上みてきたことは、 PSF をコアと裾とに分けて考えると理解できるようである。 2-3keV イメージを広げて 2keV 以下に適用させようとしたのは、 GIS の位置分解能が低エネルギー X 線ほど悪いことを考慮してのことであるが、裾は逆のトレンドを示しているようである。つまり 2-3keV バンドのイメージは 1-2keV バンドよりもフラットな裾を持っているために、図 4 のような profile になると

考えられる。図 3,4 の 0.5-1keV バンドではっきりみられるように、コアの部分は低エネルギーほど広がっている。図 4 の 1-2keV バンドにおいてコアの部分はそれほど違いはない、 2-3keV バンドのイメージも (図 1 にもかすかにみられるように) もともとすこし広がっているのかもしれない。

3 新しい PSF FILE

そこで 0.5-1keV バンドの PSF には、 2-3keV バンドのイメージを $\sigma = 2.5$ch Gaussian で smoothing したものを用い、 1-2keV バンドの PSF としては、中心から半径 6 分以遠は 1-2keV バンドそのままのイメージを使い、中心から半径 6 分以内の領域には 2-3keV バンドのイメージを $\sigma = 0.5$ch Gaussian で smoothing したものをはめ込んだものとした。その際半径 6 分のつなぎ目でスムーズにつながるようにスケール調節をした。

データ (3C273) と simulation 結果との比較を図 5 に示す。 1-2keV バンドにおいて改善されている。もうすこし工夫すればもっとよい PSF がつくれそうだが、もはやこれ以上時間を費やすつもりはない。ここで作成した新しい PSF FILE を cygx1-psf-v3g-combine.hbk と名付けた。

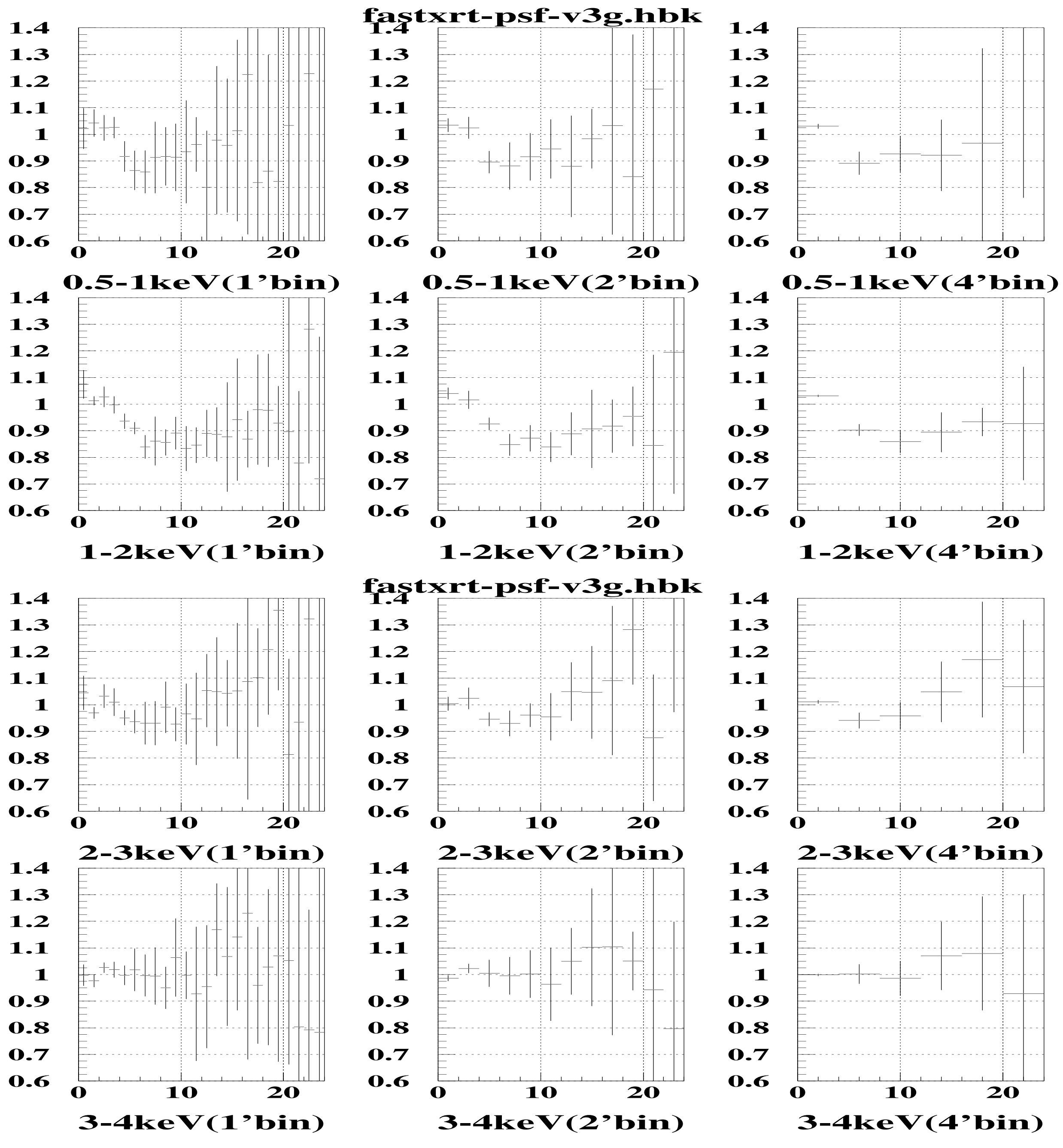

図 1: 点光源の実データとシミュレーションとの半径分布の比較 (その 1)。実データの方は 93 年 12 月に行なわれた 3C273 を用いている。観測は 4 つの CCD のそれぞれ中心で観測され、そのとき同時に得られた GIS2 と GIS3 のデータをあわせて、XRTXY 座標において 8 つのことなる位置でのサンプルとなっている。上の図では、DATA/Simulation をその 8 つのデータセットについて平均したものをプロットしている。エラーバーはその 8 つのサンプルの分散を表している。

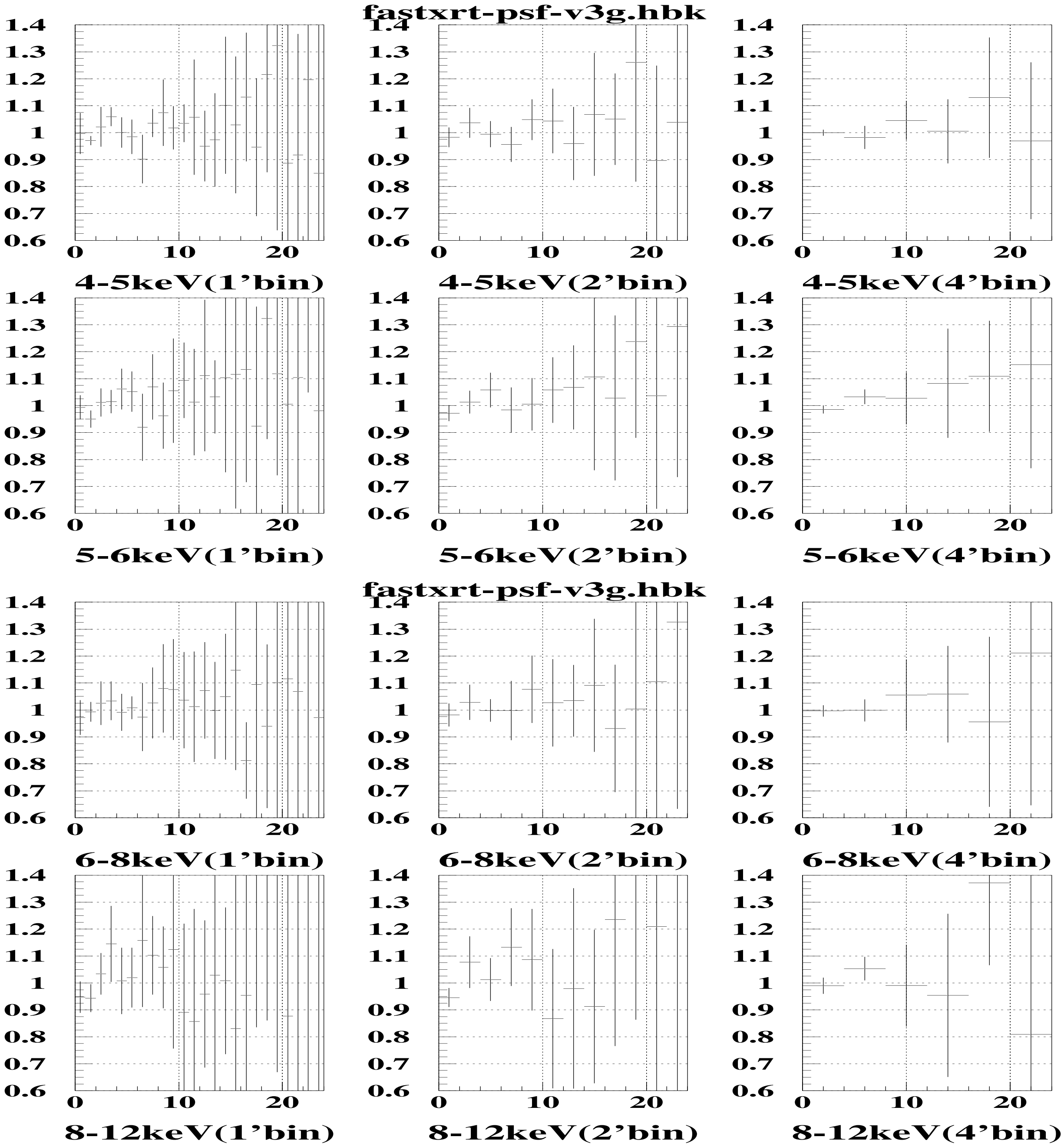

図 2: 点光源の実データとシミュレーションとの半径分布の比較 (その 2)。

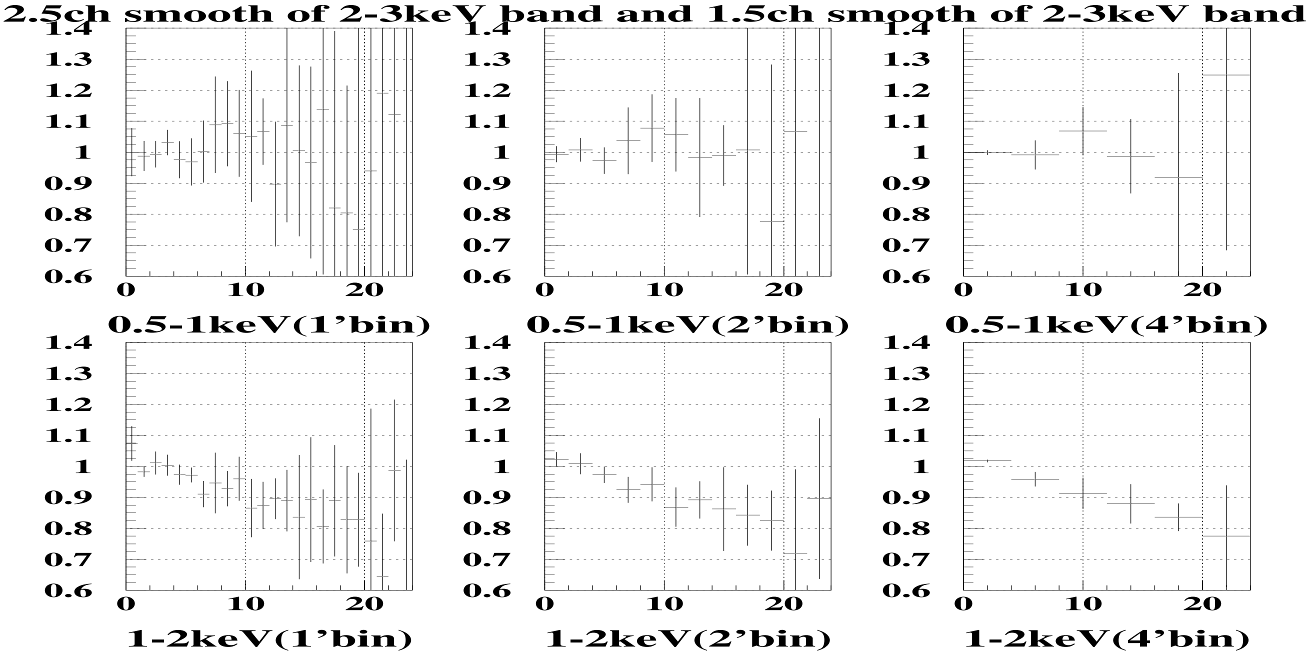

図 3: 2-3keV バンドのイメージを σ=2.5ch および σ=1.5ch の Gaussian で広げたものを、それぞれ 0.5-1keV, 1-2keV の PSF として使用した場合。

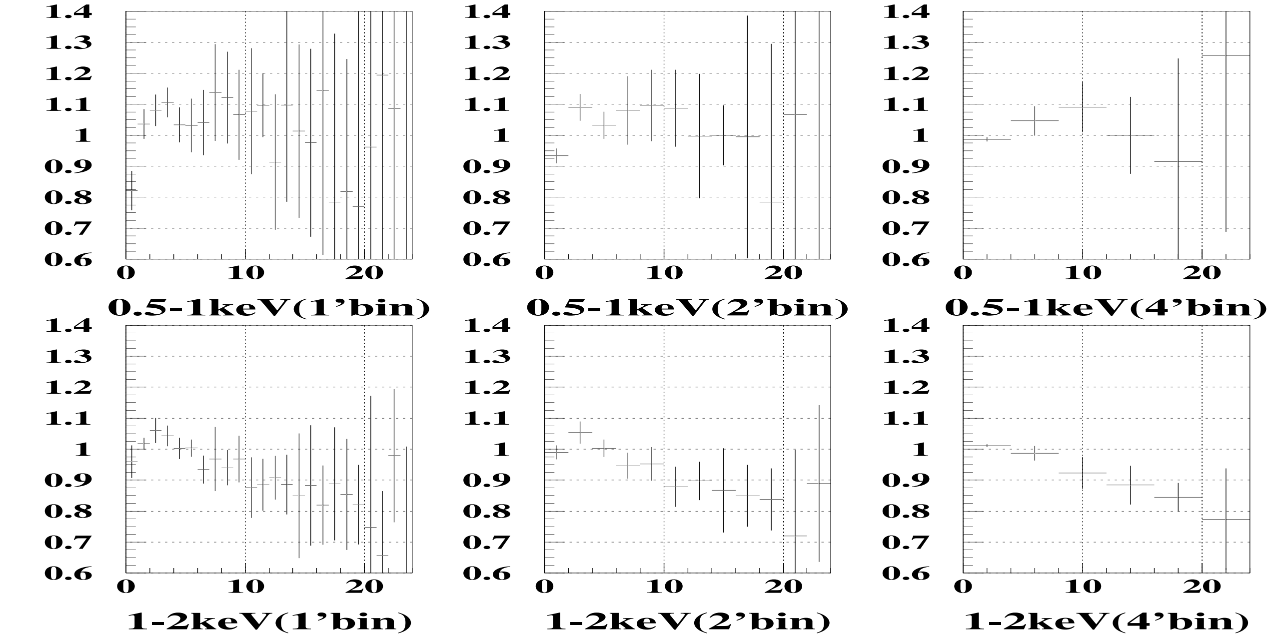

図 4: 2-3keV バンドのイメージをそのまま 2keV 以下の PSF として使用した場合。

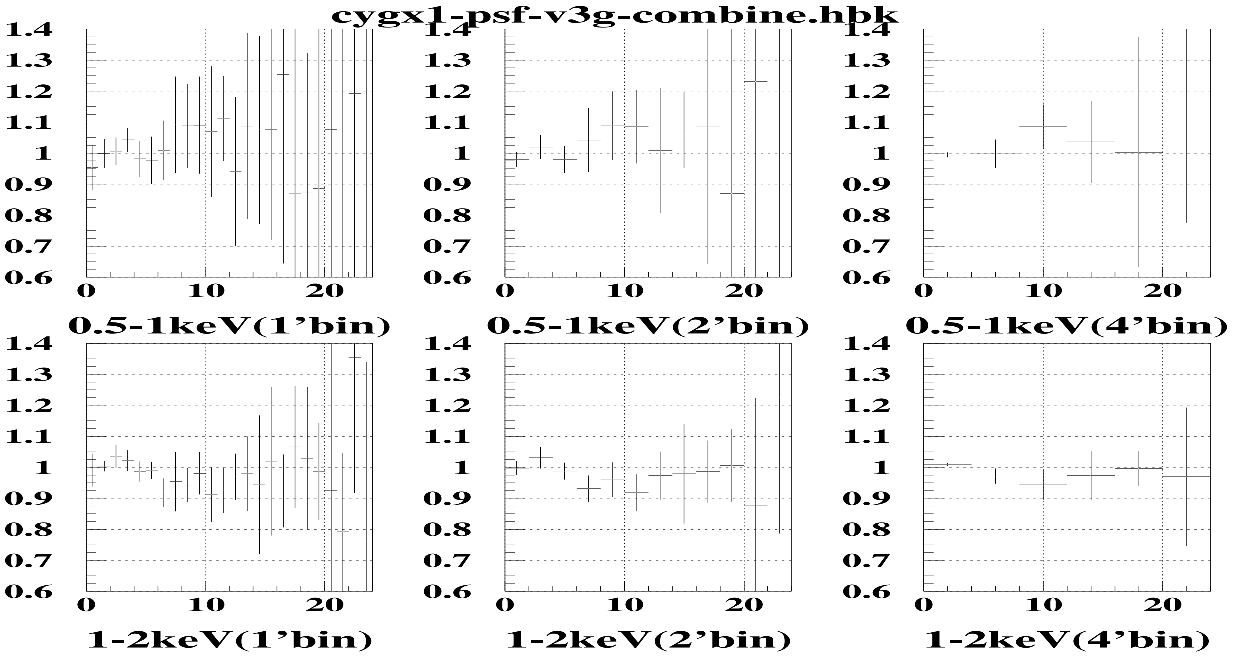

図 5: 2-3keV バンドのイメージを σ=2.5ch の Gaussian で広げたものを 0.5-1keV バンドでの PSF とし、 1-2keV の PSF は、半径 6 分以遠は 1-2keV のものをそのまま用い、半径 6 分以内には 2-3keV バンドのイメージを $\sigma = 2.5$ch の Gaussian で広げたものをはめ込んだ場合。