

The models of XIS OBF contamination

H. Yamaguchi, A. Bamba, S. katsuda, K. Hayashida, and XIS team

April 17, 2006

昼地球データを用いて OBF に付着したコンタミネーションによる吸収量の時間および位置依存性を調べた。on-axis のコンタミ量は Eric さんに提供されたモデルを仮定し、off-axis については XIS1(BI) の窒素と酸素の輝線強度比から相対値を求め、時間と視野中心からの距離の関数として表した。FI についても昼地球および Cygnus Loop などの diffuse source のデータをもとに矛盾がないことを確認した。なお、このモデルが適用できるのはコンタミ量の減少が見られ始める 2006/02 以前の観測に対してのみであることを注意されたい。

1 昼地球データ

データは $ELV < -5\text{deg}$ & $NTE_ELV = 120\text{deg}$ でセレクションし、サチュレーションをカットしたものを用いた。これを 1 ヶ月毎にマージし、Figure 1 のように半径 $2'$ の円とその外 $1'$ 毎の円環領域に分割し、それぞれの領域からスペクトルを取り出した。

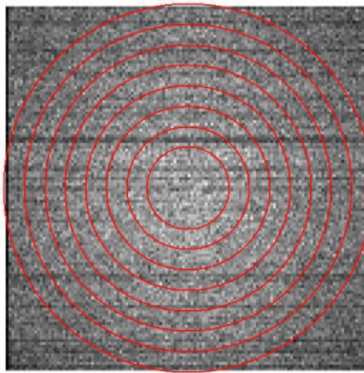


Figure 1: 昼地球データ 0.35-0.6keV のイメージ

Figure 2 は 0.35-0.6keV のスペクトルを示す。左上、右上はそれぞれ、2005/09 の半径 $2'$ の円、半径 $8'-9'$ の円環から取り出したものである。一方左下と右下は、2006/02 の同じ領域から取り出したものである。2005/09 の 2 つはほとんど窒素と酸素の輝線強度比が変わらないのに対し、2006/02 では視野中心のスペクトルは視野の端のものに比べて窒素輝線が弱いことがわかる。これは、後の時期ほどコンタミ量の非一様性が大きく、中心部でより強く吸収を受けていることを意味している。

各月のデータにおいて、入射する X 線のスペクトルは一樣なはずなので、あとは Vignetting の効果とコンタミによる吸収の効果を受けることになる。このバンドの範囲では Vignetting のエネルギー依存性はほとんど無視できるので、窒素と酸素の輝線強度の視野内での相違は全てコンタミの吸収によるものと考えることができる。以上を踏まえて、次のような手順で各領域の C の吸収量を求めた。

1. 視野中心の吸収量については Eric さんに提供された時間依存性の関数 (XOOPS 2006/2/1 の記事) を適用。
2. 1. で求まる吸収量 (varabs の C) を使い、視野中心のスペクトルを $\text{varabs} * (\text{gaussian} + \text{gaussian} + \text{power-law})$ で fit。これにより、スペクトルの形が決まる。
3. 外側の各領域に対して、 $(\text{gaussian} + \text{gaussian} + \text{power-law})$ の normalization と varabsC の 2 つのみを free parameter として fitting を行い、吸収量を決定する。

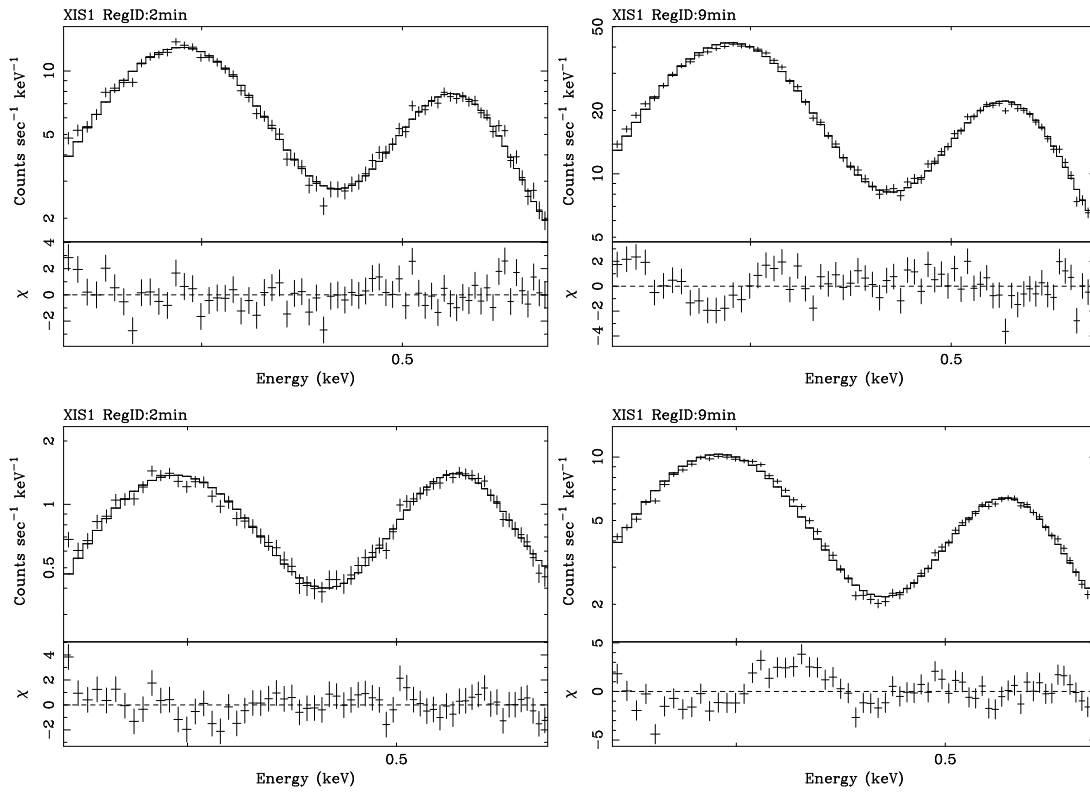


Figure 2: 昼地球 0.35-0.6keV のスペクトル。左上：2005/09 視野中心、右上：2005/09 視野の端、左下：2006/02 視野中心、右下：2006/02 視野の端。特に右下図に見られるようなゲインおよびエネルギー分解能のずれは主に CTI 補正の不完全性に起因するものであり、ここでは解消できなかった。

このようにして求まった吸収量の位置（中心からの距離）依存性を Figure 3 に示す。外側ほど吸収量が少なくなる様子がわかる。

この依存性を、

$$\text{VarabsC}(t, r) = \frac{E(t)}{1 + \left(\frac{r}{A(t)}\right)^{B(t)}}$$

という関数で fit した。但し、 $E(t)$ は Eric さんに提供された時間依存関数 $E(t) = 0.0073t - 0.026$ である。また、 t は Eric さんに倣い 2005/08/13 から数えた日数で表し、 r は視野中心からの距離 (arcmin) を意味する。

最初、各月に対して $A(t), B(t)$ を free にして fit したが、Figure 4 (左) のように、 $B(t)$ は月毎にほとんど差がなかったので、平均 ($B = 2.89$) を取って固定、再度 $A(t)$ のみを free にして求めた。その結果が Figure 4 (右) である。図中に示した直線のように時間に対する 1 次関数でおおよそ fit することができるので、これを on-axis の吸収量 $E(t)$ を用いて表現させたところ、

$$A(t) = 2.54E(t) + 6.39$$

となった。以上をまとめると、吸収量の時間・位置依存性は

$$\text{VarabsC}(t, r) = \frac{E(t)}{1 + \left(\frac{r}{2.54E(t)+6.39}\right)^{2.89}}$$

と表せる。この関数を各月に適用したものを Figure 3 の実線で示した。

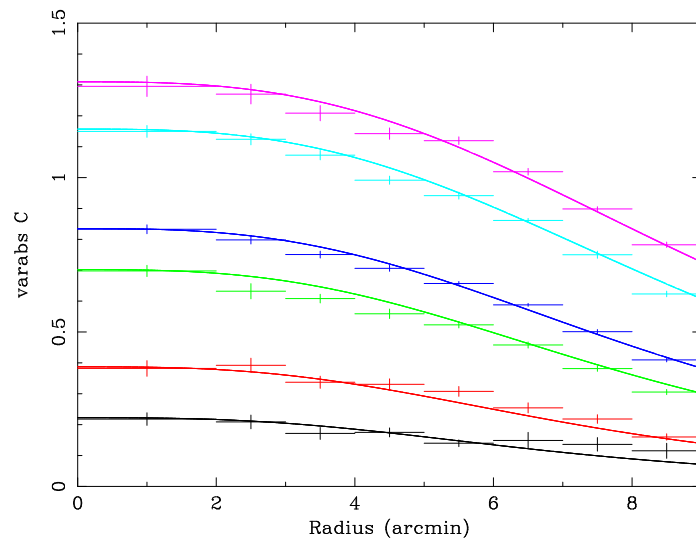


Figure 3: コンタミ量の時間・位置依存性。黒、赤、緑、青、水色、紫の順に、2005/09–2006/02 の各月のものを示す。実線は最終的に決定したモデルを各月に適用したものを表す。

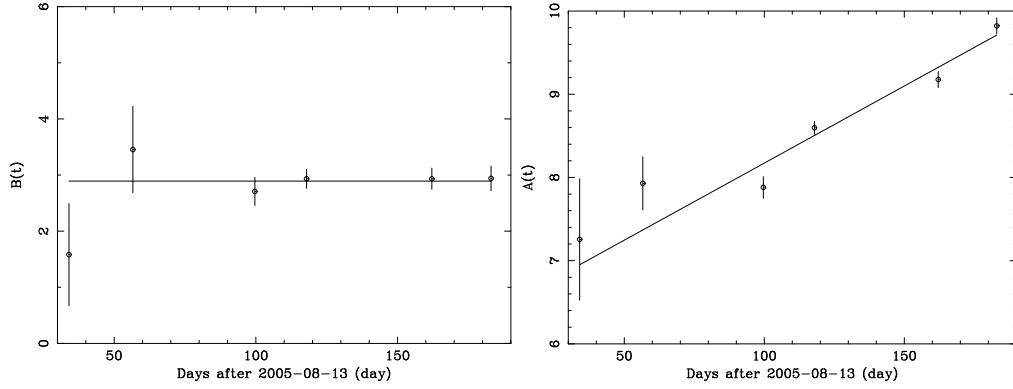


Figure 4: $B(t)$ (左) および $A(t)$ (右) の時間依存性。

コンタミ量が単調に増加している期間 (~2006/02) に限れば「位置依存性は視野中心のコンタミ量だけの関数として表せる」と仮定すれば、他の FI 3 センサーについても $E(t)$ を Eric さんが各センサーについて与えた関数に置き換えることで上式を適用することができる。

以下、Eric さんの記事から引用。

Table 1: on-axis の吸収量の時間依存性のパラメータ				
	XIS0	XIS1	XIS2	XIS3
slope (varabsC/day)	0.0043	0.0073	0.0085	0.0114
intercept (varabsC)	0.012	-0.026	-0.009	0.148

FI については Event threshold の関係で窒素の輝線が完全に検出されないため、同様の方法で吸収量を算出することができない。よって酸素の輝線のみによって上式で求まる吸収量に矛盾がないことを確かめた（詳しい説明は省略する）。

2 Cygnus Loop による確認

さらに Cygnus Loop のデータを用いて、構築したモデルに問題がないかのチェックを行った。この観測は 2005/11 下旬なので、それなりにコンタミ量が増加している時期である。Figure 5 は Cygnus Loop の C-edge 周辺 (0.2–0.4keV) のスペクトルを示す。varabs*wabs*mekal で fit し、varabsC は上で構築した関数から求まる値に固定、kT と normalization のみを free にした。結果は Figure 5 の残差で示してある。少なくとも FI についてはほぼ合っており、BI は特に視野の外側で残差が目立つが、varabsC の値を free にしてもほとんど残差に変化はなかったので、これも CTI 補正の不完全性などに起因するエネルギー分解能の悪化によるものと考えられる。他の領域についても同様のチェックを行ったが、構築したモデルに大きな矛盾がないことが確認できた。

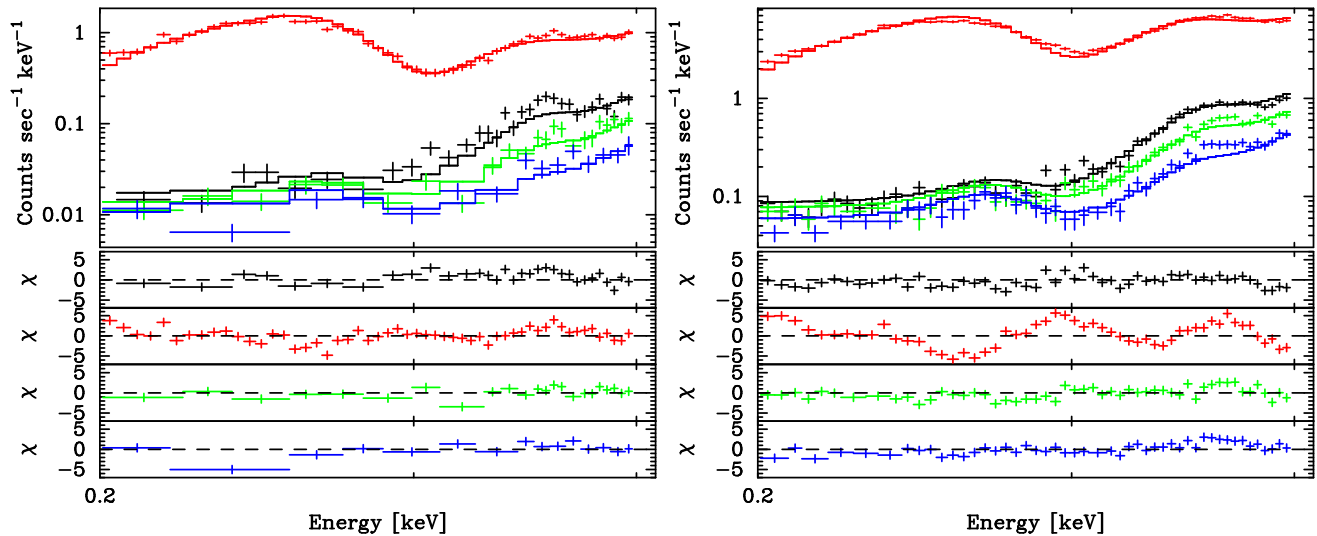


Figure 5: Cygnus Loop 0.2–0.4 keV のスペクトル。左は視野中心から半径 1.4' 円内、右は半径 7'–8.4' の円環内から抽出。黒、赤、緑、青はそれぞれ XIS0, 1, 2, 3 のもの。