

## 1 散乱確率の計算

十分に光学的に厚い円盤の上空に、X線源がある状況を考える。円盤に入射したX線光子は、円盤に吸収されるか、円盤内で1回だけ散乱して出てくるかのどちらかであるとして、2回以上の散乱は考えないものとする。また、7.112 keV以上の光子が円盤で吸収された場合、その光子は $W_k$ の確率でFe K $\alpha$ もしくはFe K $\beta$ の蛍光輝線になるとする。他の輝線は考えない。

吸収断面積を $\sigma_a$ 、散乱断面積を $\sigma_s$ とすると、吸収確率 $P_a$ と散乱確率 $P_s$ は

$$P_a = \frac{\sigma_a}{\sigma_a + \sigma_s} \quad (1)$$

$$P_s = \frac{\sigma_s}{\sigma_a + \sigma_s} \quad (2)$$

と表される。また、7.112 keV以上の光子がFe-Kの蛍光鉄輝線になる確率 $P_f$ は

$$P_f = W_k P_a \quad (3)$$

と表される。また、Fe K $\alpha$ とFe K $\beta$ の強度比は1:0.11で表される。よって、6.4 keVと7.05 keVの蛍光鉄輝線に含まれる光子数 $N_{K\alpha}$ と $N_{K\beta}$ はそれぞれ

$$\begin{aligned} N_{K\alpha} &= \frac{1}{1 + 0.11} \int_{7.112 \text{ keV}}^{\infty} F(E) P_f dE \\ &= \frac{1}{1 + 0.11} \sum F(E) P_f \Delta E \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} N_{K\beta} &= \frac{0.11}{1 + 0.11} \int_{7.112 \text{ keV}}^{\infty} F(E) P_f dE \\ &= \frac{0.11}{1 + 0.11} \sum F(E) P_f \Delta E \end{aligned} \quad (5)$$

と表される。ただし $F(E)$ は入射スペクトル [Photons cm $^{-2}$  s $^{-1}$  keV $^{-1}$ ]を示す。

吸収断面積は、Morrison & McCammon 1983, ApJ, 270, 119の値を用い、 $E > 10$  keVにおいては $\sigma_a(E) \propto E^{-3}$ とした。散乱断面積はKlein-Nishinaを採用した。また、 $W_k = 0.35$ を採用した(Pious et al. 1992, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys., 225, 1155)。

この状況下において、 $F(E)$  [Photons cm $^{-2}$  s $^{-1}$  keV $^{-1}$ ] =  $E^{-2}$ で表されるpower-lawのスペクトルが円盤に入射した際に得られる反射スペクトルを計算した。その結果と、xspec内のモデルpexmon (Monte-Carloによる計算)との比較を図1に示す。これにより、本計算がそんなに間違っただけではないことが確認できた。

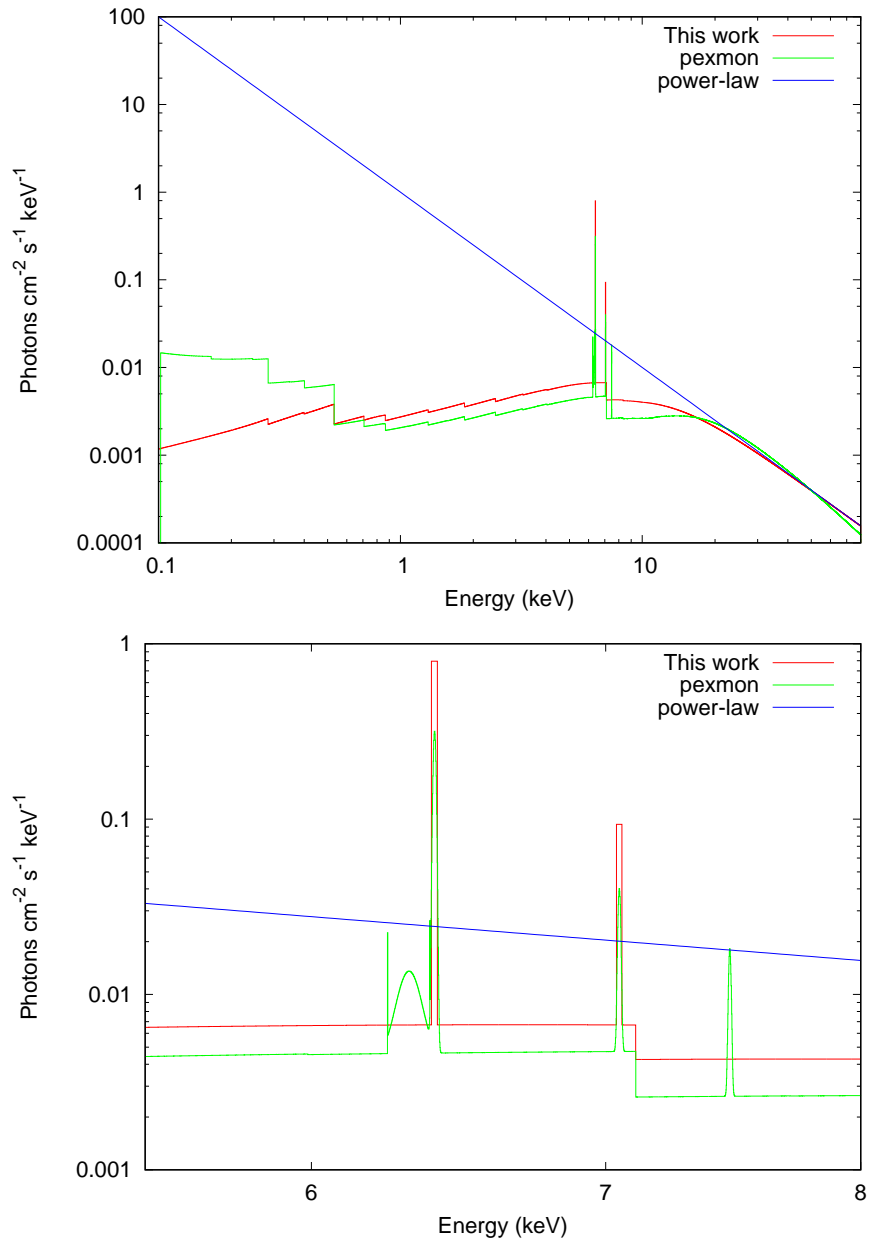


図 1: 本計算と pexmon との比較。本計算において、Fe K $\alpha$  輝線は 6.39-6.41 keV に、Fe K $\beta$  輝線は 7.04-7.06 keV に、それぞれ一様に入ると仮定した。

## 2 コードの説明

散乱確率の計算を行う python コードについて説明する。

```
python calculation.py <E(keV)>
```

と打つことで、 $E$  keV の光子が入射した時の、同じエネルギーに散乱される確率、6.4 keV の蛍光鉄輝線になる確率、そして 7.05 keV の蛍光鉄輝線になる確率が出る。例えば、

```
> python calculation.py 3.5  
> 0.0631208199022  
> 0.0  
> 0.0
```

は、3.5 keV の光子が入射すると、0.063 の確率で散乱が起こり、0 の確率で蛍光鉄輝線になることを表している。また、

```
> python calculation.py 12.45  
> 0.562381472169  
> 0.137987824091  
> 0.01517866065
```

は、12.45 keV の光子が入射すると、0.562 の確率で散乱が起こり、0.138 の確率で Fe  $K\alpha$  輝線に、0.015 の確率で Fe  $K\beta$  輝線になることを表している。Morrison & McCammon (1983) が 0.03 keV 以上で定義されているため、入力する値も 0.03 以上にすること。