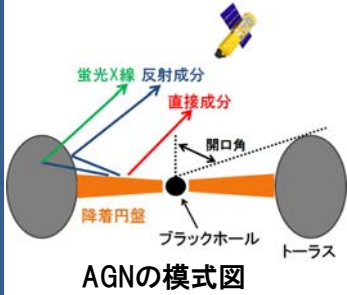


AGNの反射成分を用いたトーラス構造の推定

○林数馬、深沢泰司（広島大学）、小高裕和（ISAS/JAXA）

AGNのX線反射成分

AGNのX線スペクトル = 直接成分 + 反射成分



- ・直接成分...中心付近からの放射 power-lawで表現
- ・反射成分...中心部からの放射が周辺物質で散乱された成分

反射成分は吸収・散乱・といった過程が含まれ複雑なため解析的に解けない

X線スペクトル解析での反射成分

- ・今までの反射成分のモデル(XSPECのpexmonなど)
 - 散乱と一部の蛍光X線のみで吸収・多重散乱はなし
 - トーラスの形状を考慮していない
 - 散乱も自由電子の散乱のみで、束縛電子による散乱はない

シミュレーションの概要

今回のシミュレーションでは二つのトーラス形状を用いた。

- 一様トーラス 目的①に対して適用
- プロップトーラス 目的②に対して適用

以下に示す条件は二つの条件で同じである。

使用したソフトウェア

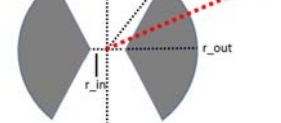
・Geant4 ver9.2 patch04

仮定した条件

- ・物質組成は太陽組成比を仮定 Anders&Grevasse(1989)
- ・入射光子は中心から等方的
- ・ E^{-2} に比例する 1.0~100 keVの光子
- ・ $r_{in}/r_{out} = 0.01$ を仮定

一様トーラス

- ・物理プロセス Geant4の低エネルギー電磁相互作用
- ・ジオメトリ Ikeda et al.2009に基づく

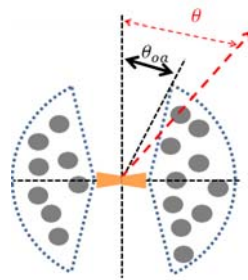


用いたトーラスモデルの概略図

このシミュレーションデータから反射スペクトルモデルを構築した

プロップトーラス

- ・プロップ数、Volume Filling Factor → Kawaguchi & Mori.(2011)を引用
- ・プロップ数 10^5 個
- ・プロップ半径 $0.006 r_{out}$
- ・Volume filling Factor 0.03



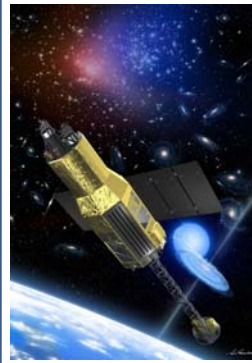
シミュレーションのフレームワーク

- Geant4 + MONACO(Odaka et al. 2011)
- ・正確な素過程(宇宙の原子・分子状態に対応)
- ・ドップラー効果

まとめ

本研究では、X線反射成分の正確なモデル化を行った。モデル化においては、一様トーラスとプロップトーラスを用いた。結果として、X線反射成分を用いることでトーラス構造の推定が可能であり、ASTRO-Hの観測が有効な手段となることがわかった。

X線天文衛星ASTRO-H



ASTRO-H

- ・2015年打ち上げ
- ・世界最高感度での観測
- 軟X線分光器検出器(SXS)
- ・X線マイクロカロリメーター
- ・分解能 6 eV @ 6.4 keV
- 過去最高の分解能
- AGNにおいては...
- ・コンプトンショルダー
- ・電離輝線・吸収線
- などの発見が期待される

形状・物理プロセスを考えた反射成分のスペクトルモデルが必要

本研究では

トーラス形状、物理プロセスの正確な反射モデルの構築を行った。これを用いて、

- ① スペクトル解析によるトーラス形状の制限
- ② ASTRO-HにおけるAGNのサイエンス

について議論した

結果と考察

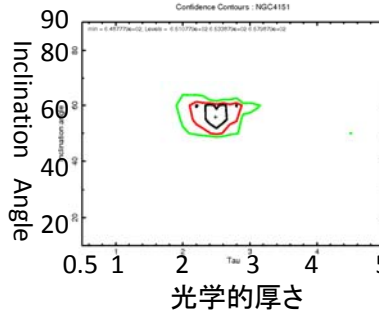
①トーラス形状の制限

3~10 keVのスペクトルを次のモデルで再現

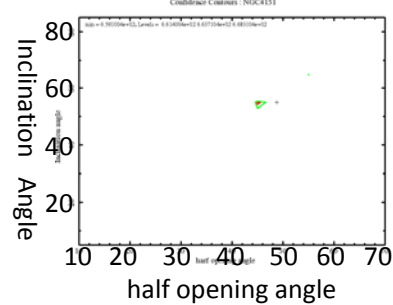
スペクトルモデル : Power-law * zwabs + 反射モデル

反射成分からNGC4151について下図のような制限ができた

光学的厚さとInclination angle



開口角とInclination angle



この結果からNGC4151のトーラスについて

- ・光学的厚さが2~3
- ・開口角(θ_{oa})が40~50°
- ・inclination angle が 50~60°

という撮像が得られた。

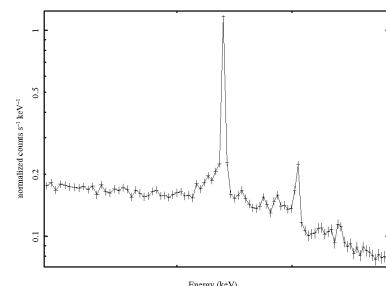
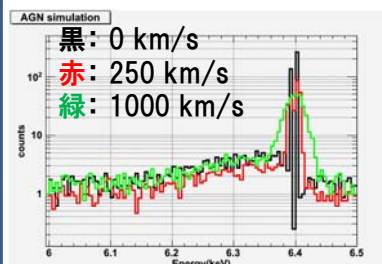
その他の天体に関してもゆるい制限がつけられた。

②ASTRO-Hでのサイエンス

コンプトンショルダーとドップラー

プロップトーラスにおいて速度分散を変化させた場合の鉄輝線付近のスペクトル

NGC4151のベストフィットモデルをSXSで観測した時のシミュレート



・乱流速度の変化は輝線幅に現れる

→ トーラスのプロップ速度を推定

・コンプトンショルダーの存在が確認可能

→ N_{H} 、開口角の制限

SXSの観測によりAGNのサイエンスとなりうる!