

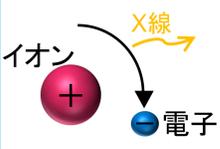


松下研究室 ~X線で探る高エネルギー宇宙~

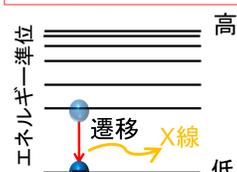
X線について

X線放射の仕組み

熱制動放射



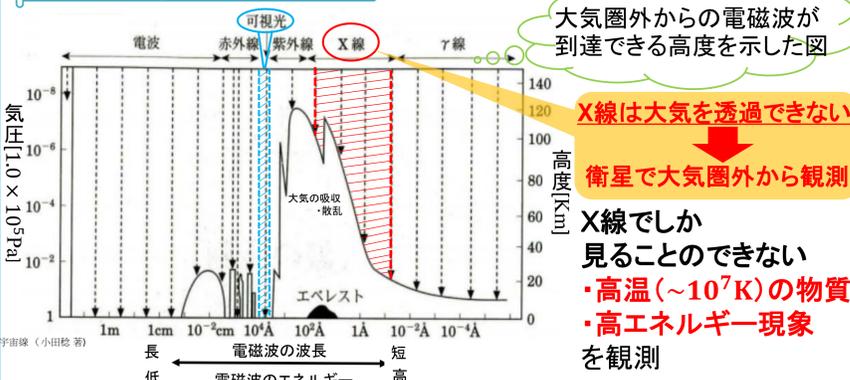
特性X線(輝線)



黒体放射



X線観測



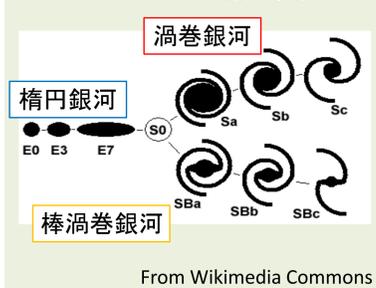
銀河

銀河とは

恒星が百万~一兆個集まった天体

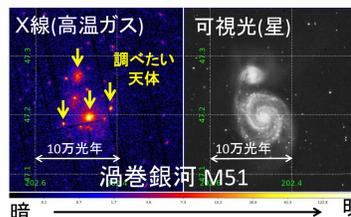
銀河の形で分類

ハッブルの音叉図



今年の研究内容

渦巻銀河の中にあるX線で光る天体を明らかにする



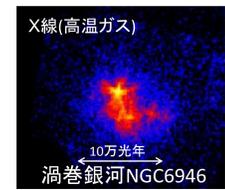
- ①目的とする領域を選び、スペクトルを抽出する。
②得られたスペクトルに最適なモデルを探す
=> X線で光る天体の正体がわかる

中性子星やブラックホール

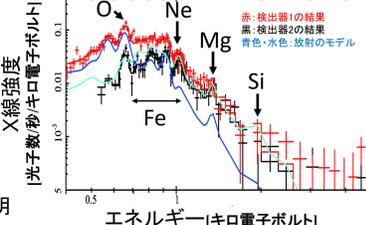
渦巻銀河に付随する高温ガスの起源の解明

スペクトルの解析=>高温ガスの質量、温度、含まれる元素

どの元素がどれくらい含まれているのか?



例: 渦巻銀河M82に見られる高温ガス



松下卒業生の小波さんが日本天文学会研究報告に投稿した論文より

X線天文衛星



地球 ~10^7m

太陽系 ~10^15m

太陽 ~10^9m

恒星の一生

太陽など自分で輝ける星核融合が行われている

核融合が終わると

軽い星 太陽質量の8倍以下

重い星 8倍以上

白色矮星

重力崩壊によって

白色矮星の超新星爆発

大質量星の超新星爆発

中性子星

恒星質量ブラックホール

銀河~恒星の ~10^21m

ブラックホール(BH)

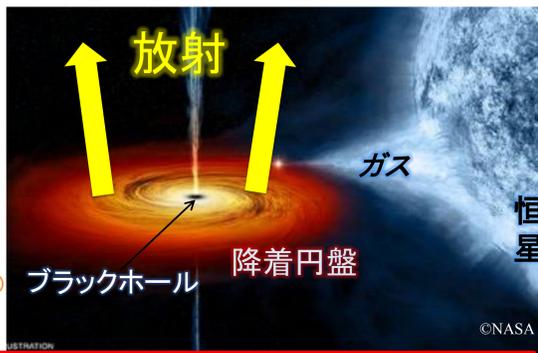
ブラックホールとは

光さえも抜け出せないような強い重力を持つ天体 『事象の地平面』より内側では物理法則が通用しない

観測できるの?

ブラックホールの近くに恒星があるとき周辺に形成される『降着円盤』を観測する!

恒星質量ブラックホールの概念図

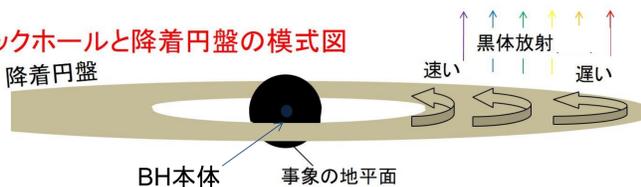


降着円盤とは

ブラックホールの重力によって引き剥がされた恒星のガスが円盤状になったもの

ブラックホールと降着円盤の模式図

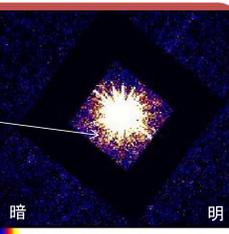
角運動量保存則より円盤内で速度差が生じる



ガス同士の摩擦により重力エネルギーが減少した分だけ熱エネルギーが発生

X線を放射

降着円盤をX線で見るととても明るい!! (中心のBHは見えない)



ブラックホールの種類

恒星質量ブラックホール

- 質量は太陽の数十倍
銀河内に無数に点在
恒星進化の最終段階で超新星爆発が起きた後に残る

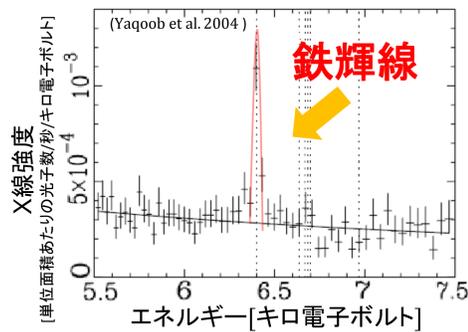
大質量ブラックホール

- 太陽の百万~十億倍もの質量
銀河中心にのみ存在
銀河全体を凌駕するエネルギーを放射するものもある
形成過程は未だ不明

今年の研究内容

『大質量BHからの鉄輝線の解析』

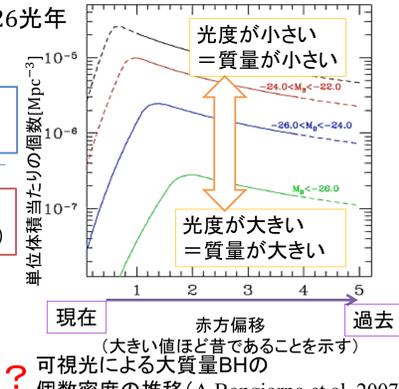
- 鉄輝線からわかること...
鉄の電離状態 -> 降着円盤の温度はどのくらい?
鉄の分布 -> 降着円盤の内側or外側に分布?



『大質量BHの形成史を探る』

- 一般的な天体の進化: 小さな構造 -> 大きな構造
階層的進化(ボトムアップ)
大質量BHの進化: 大きな構造 -> 小さな構造
反階層的進化(ダウンサイジング)

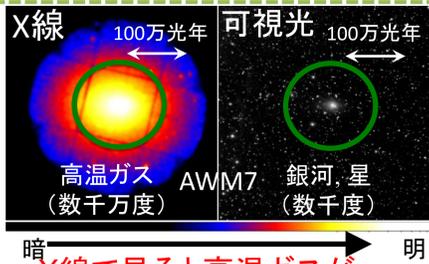
大質量BHの中でも質量が大きいものほど、宇宙年齢の早期に多く形成されていることを示す=>他の天体とは別の進化?



銀河団

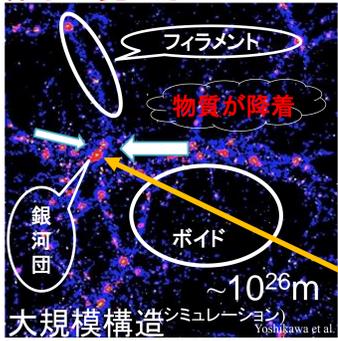
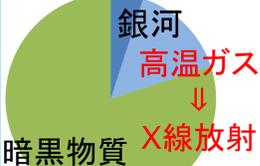
銀河団とは

数十～数千個の銀河の集まり
重力的に束縛された宇宙最大の天体



X線で見ると高温ガスが広がっている様子が見える！

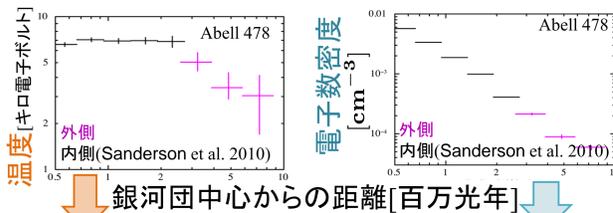
重力ポテンシャルにより加熱、高温に
銀河団質量比



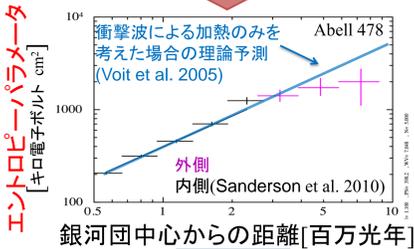
研究内容

エントロピーから銀河団の成長を探る

エントロピー→銀河団が受けた加熱の指標



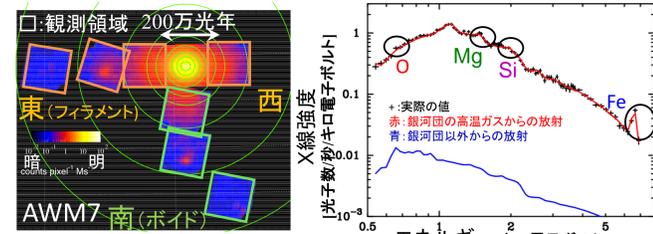
$$\text{エントロピーパラメータ} = \frac{(\text{ガスの温度})}{(\text{ガスの密度})^{2/3}}$$



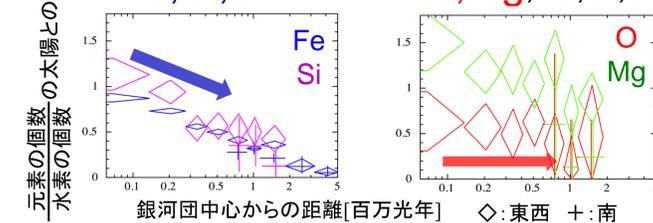
理論が観測結果と一致しない要因は？
衝撃波の影響が加熱だけではない？

元素分布から星生成史を探る

星で生まれた元素が大量に高温ガスに含まれる



白色矮星の超新星爆発 Fe, Si, S...
大質量星の超新星爆発 O, Mg, Fe, Si, S...



・どんな星がどれくらいあった？
・方向による違いは？

集まり～

銀河団～銀河の集まり～ ～10²³m(～10⁸光年)

その他の天体のX線観測

恒星

生まれたばかりの星の爆発現象を調べる

太陽の爆発と比べて、規模はどれくらいか？



木星

太陽風のイオンと衛星の火山からのイオンの衝突により輝くオーロラ



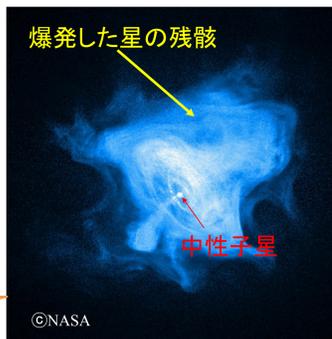
中性子星

・恒星が超新星爆発した後に残る天体
・中性子の縮退圧で自身を支えている

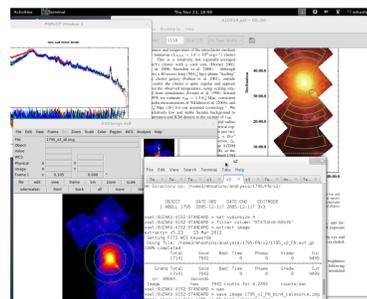
中性子星と恒星の連星系では、中性子星の周りに降着円盤が形成される

ガス同士の摩擦で加熱

X線を放射!



解析の様子・卒研テーマ例



- ・木星周囲のX線源の正体を探る
- ・中性子星連星系における準周期的振動のエネルギー依存性
- ・ブラックホールの自転を探る
- ・銀河団外縁部の高温ガスの重元素分布と星形成史
- ・楕円銀河における暗黒物質
- ・宇宙の大規模構造の形成進化シミュレーション etc...

松下研・1年間の流れ(2013年度の場合)

