

もしも君が杜の都で天文学者になったら 2020



©Jiyun Kaneko

講演番号 47S

# 相互作用銀河は AGNのつぼみか

ジャラクシークシー

もし天2020 Jalaxyxy班

岡田 賢      小川 真結  
田島 紫乃    森永 千晴

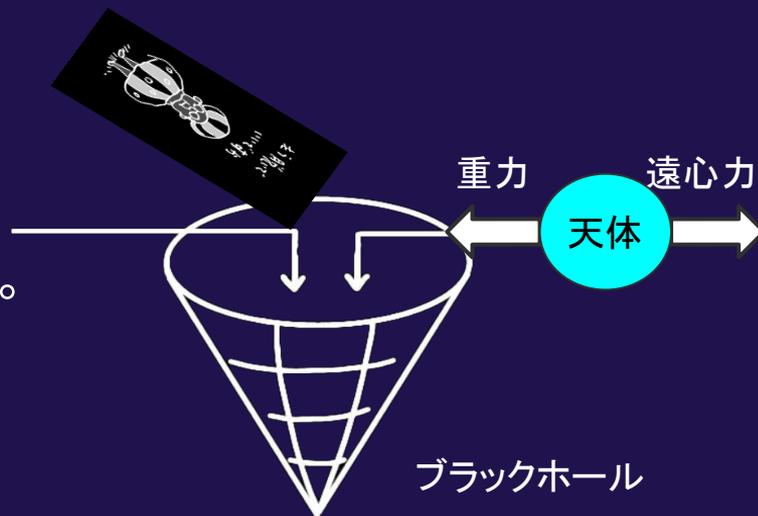
※ 予稿集のチーム名『もし天2020 Jalaxyxy班』は誤りで、正しくは『もし天2020 Jalaxyxy班』です。

# 研究背景

AGNはどうやって生まれるのかを研究したいと思った。そこでAGNが発達する要因と考えられていることの一つに物質(ガスや恒星など)がたくさんブラックホールに入ることがあると知った。今回はそこに着眼した。

物質がたくさん入る状況、つまり物質にはたらくブラックホールの重力とつり合っていた反対方向にひく力が減少するときAGN

がつくられやすいはずだ。銀河同士の相互作用も物質の運動を変えうる。その点で今回、AGNの生成と相互作用銀河の関係について研究した。



# 相互作用銀河とは？

重力による相互作用によって、

銀河同士が近づいたり、合体したりしている銀河



[https://ja.wikipedia.org/wiki/NGC\\_4567%E3%81%A8NGC\\_4568](https://ja.wikipedia.org/wiki/NGC_4567%E3%81%A8NGC_4568)

はーとパイセン♡

# AGN(活動銀河核)とは？

アクティブ ギャラクティック ニュークリアス

Active Galactic Nucleus

- ・銀河全体に匹敵するほど明るく光る銀河の中心部のこと
- 中心のブラックホールに物質が落ちていけばいくほど → 光る！



NASA, ESA and J. Olmsted 2020 (STScI)

# 目的と仮説

銀河同士の近接相互作用はAGNを形成する要因なのか？

AGN生成時の特徴は？

目的

観測した相互作用銀河などをもとに相互作用銀河中のAGNの割合と全銀河中のAGNの割合をみる

目的

観測したデータを使って相互作用の程度などで特徴を捉えたい。

仮説



銀河同士の近接相互作用



遠心力の減少



物質がブラックホールに落ちていく



# 観測に用いた望遠鏡

## ひとみ望遠鏡

- 仙台市天文台
- 1.3m反射望遠鏡
- 波長: 可視光
- 等級: 17等程度まで
  
- 12月21日21時～、12月23日0時～
- ルミナンスフィルター
- 積分時間=180秒



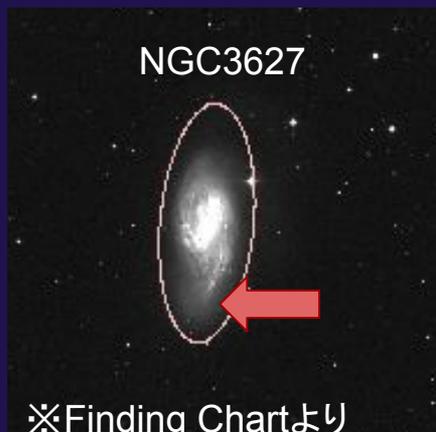
<http://www.sendai-astro.jp/floor-map/hitomi-observatory>

# 研究方法

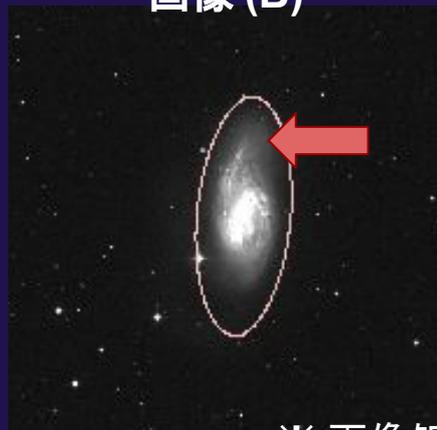
- 1: 出来るだけ多くの相互作用銀河を観測
  - ↳ その中からAGNを持つものの割合を調べる
- 2: 相互作用の程度について
  - 撮像した銀河の画像を $180^\circ$  **回転** → 回転させる前と後の画像を比較
    - 形が歪であるかどうか・銀河が**非対称**かどうか
  - 判断する方法 ・面積比 ・カウント比

# 物理量 ～ 面積比とカウント比 ～

元の画像 (A)



180°回転させた  
画像 (B)



$| (A) - (B) | \div 2$  を  
計算した画像 (C)



※ 画像処理にはmakalii(すばる画像処理ソフト)を使用

## 面積比

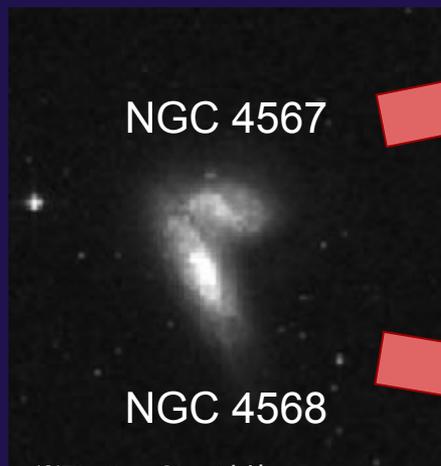
$$\frac{(C) \text{の楕円内で、カウント } 1000 \text{ 以上のピクセル数} \div 2}{(A) \text{の楕円内で、カウント } 7000 \text{ 以上のピクセル数}}$$

## カウント比

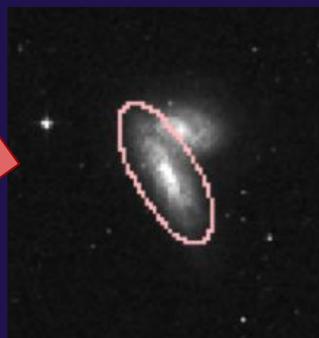
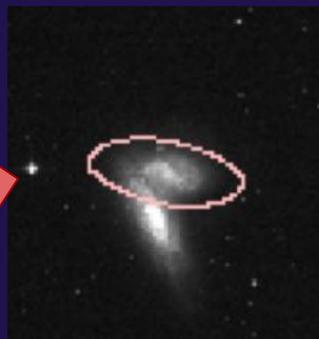
$$\frac{(C) \text{の楕円内でのカウント数の合計} \div 2}{(A) \text{の楕円内でのカウント数の合計}}$$

# 物理量 ～ 銀河が近接している場合 ～

近接していない銀河と同様に、別々に解析



※Finding Chartより



銀河も星も何も  
ない場所でも  
A-B の値が5000  
くらいになっていた。

それより十分に  
多いカウント数  
が乗っている部  
分の面積を評価  
するために、  
7000という値を  
設定した。

# 観測天体の選び方

COMINGプロジェクトで観測された銀河

- ・近傍の銀河について調べられている！
- ・相互作用銀河が多く含まれている！

大きく・明るく見えそうなものを優先

比較対象として、相互作用銀河ではない銀河についても同様に判断し、メシエ天体など比較的大きく見える天体から選んだ。

できるだけ多くのタイプの銀河を観測した。

アーカイブにAGNと記載があるものをAGNと判断

## 相互作用銀河

観測から 2個  
+アーカイブ 67個

## 普通の銀河

観測から 11個  
+アーカイブ 27個

※ アーカイブデータとして、The STScI Digitized Sky Survey (いわゆるfinding chart) に登録されている画像を使用

# 結果1

## 観測した相互作用銀河中のAGNの割合と全銀河中のAGNの割合

(アーカイブと観測より)相互作用銀河中の AGN

AGN	有	無
	7	79



9.45%

全銀河中のAGN

論文(Blanton et al., 2003; Ueda et al., 2014)  
より



1%

AGNの割合

近接相互作用はAGNの生成に影響を及ぼす

※観測したAGNの個数で考えないのはAGNを観測するためにアーカイブからAGNを故意に、個数を決めて選び取ったため。

## 結果2

### 観測した天体の数、カウント比と面積比の関係

・観測したデータは

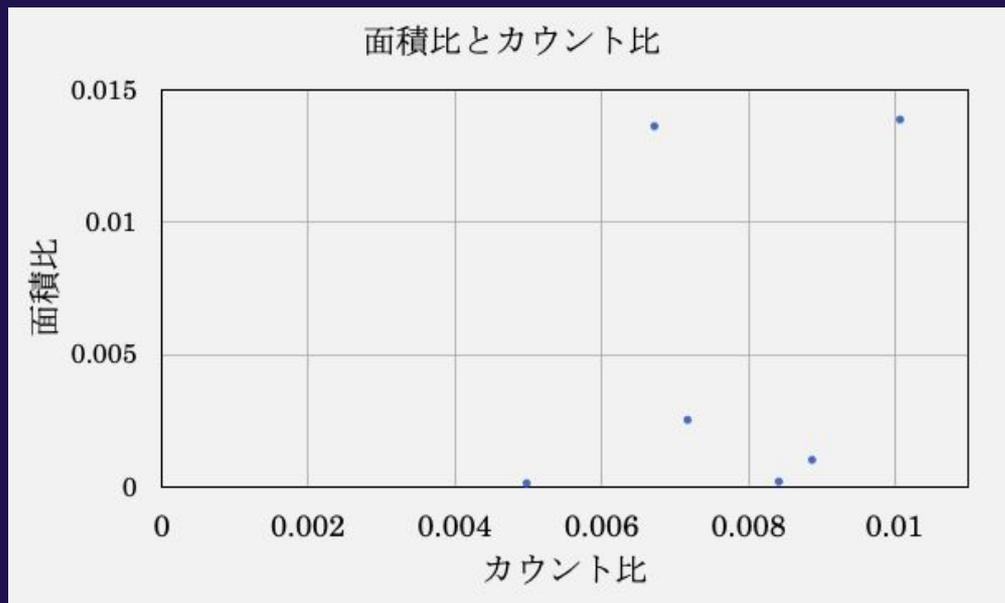
観測天体数が少ないので(13天体)

これでは関係を説明できなさそう



The STScI Digitized Sky Survey  
(いわゆるfinding chart)  
(他の望遠鏡で撮った天体写真)

を用いてデータ解析を行った！



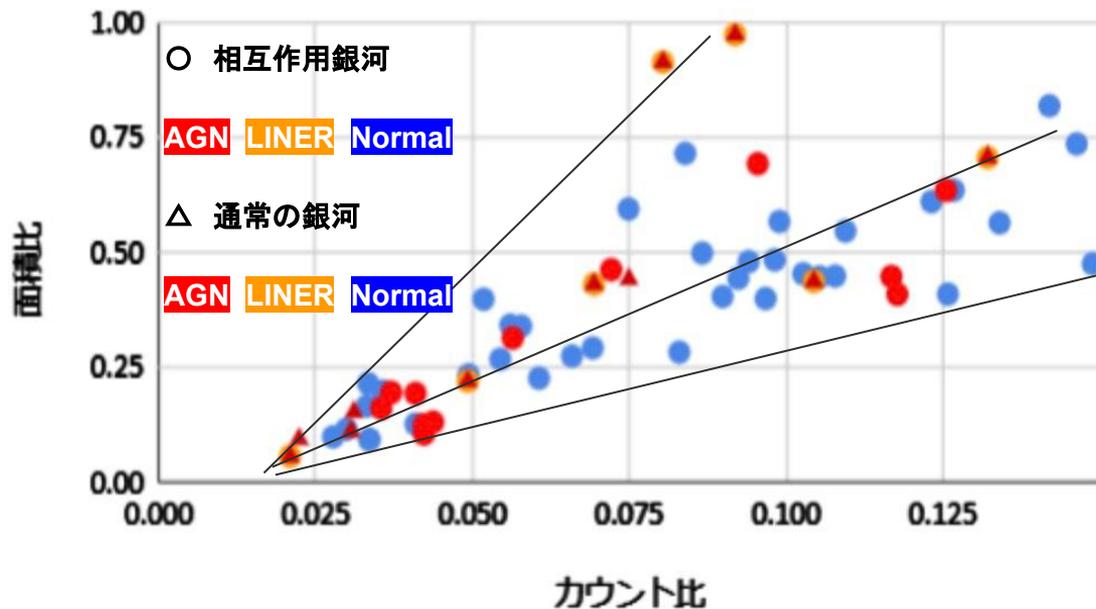
## 結果2 ～面積比 VS カウント比～

観測したものとしていないものを混ぜて76天体で考えました。

比例関係  
がある！

- ・カウント比は少なくとも0.02以上
- ・0.02付近から0.10付近に向けてデータのばらつきが大きくなっている

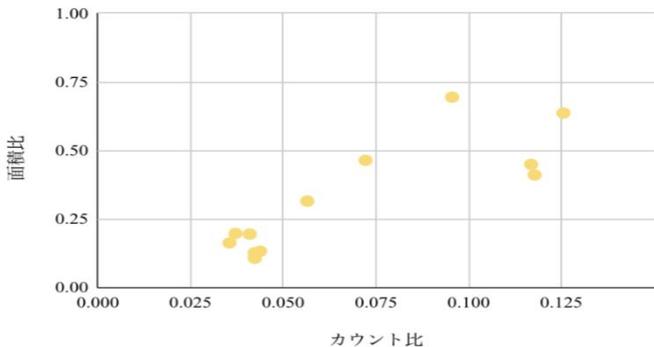
全ての銀河



# 結果3 カウント比面積比の関係、相関係数 分野別

## AGN持つ相互作用銀河

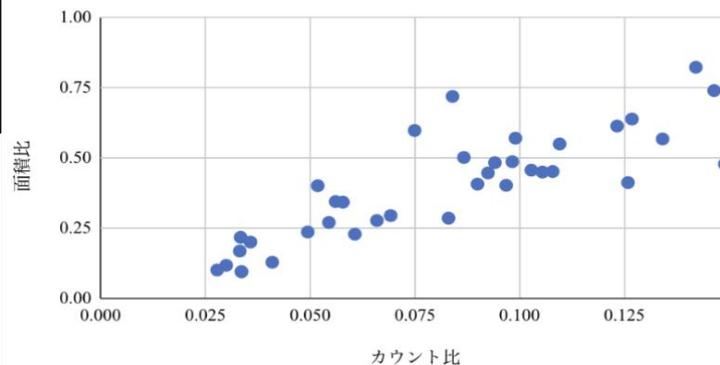
AGNを持つ相互作用銀河



相関係数  
0.84

## AGNを持たない相互作用銀河

AGNを持たない相互作用銀河

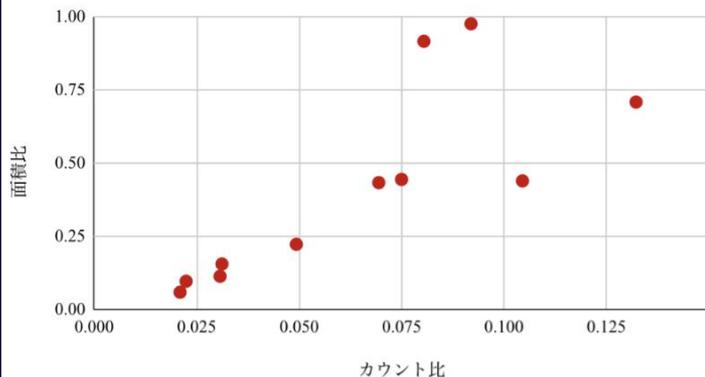


相関係数  
0.83

## AGN(LINER含む)で相互作用銀河でない

相関係数  
0.74

AGNで相互作用銀河でない

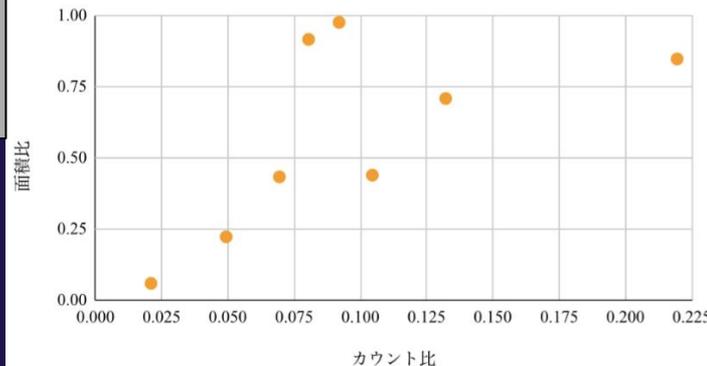


## LINER(AGN)で相互作用銀河

相関係数  
0.63

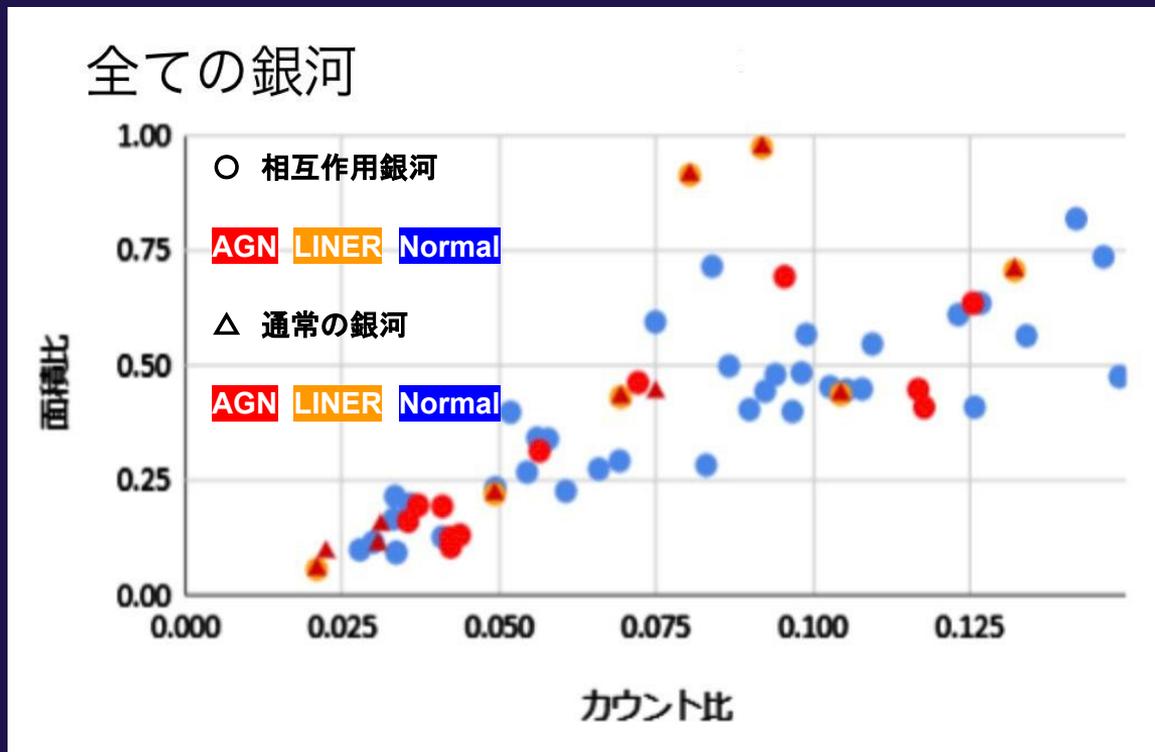
LINERとは、AGNに分類されないことが多い、AGNほど明るくない中心部

liner(AGN)で相互作用銀河



# 考察 カウント比面積比の関係(結果2・3)

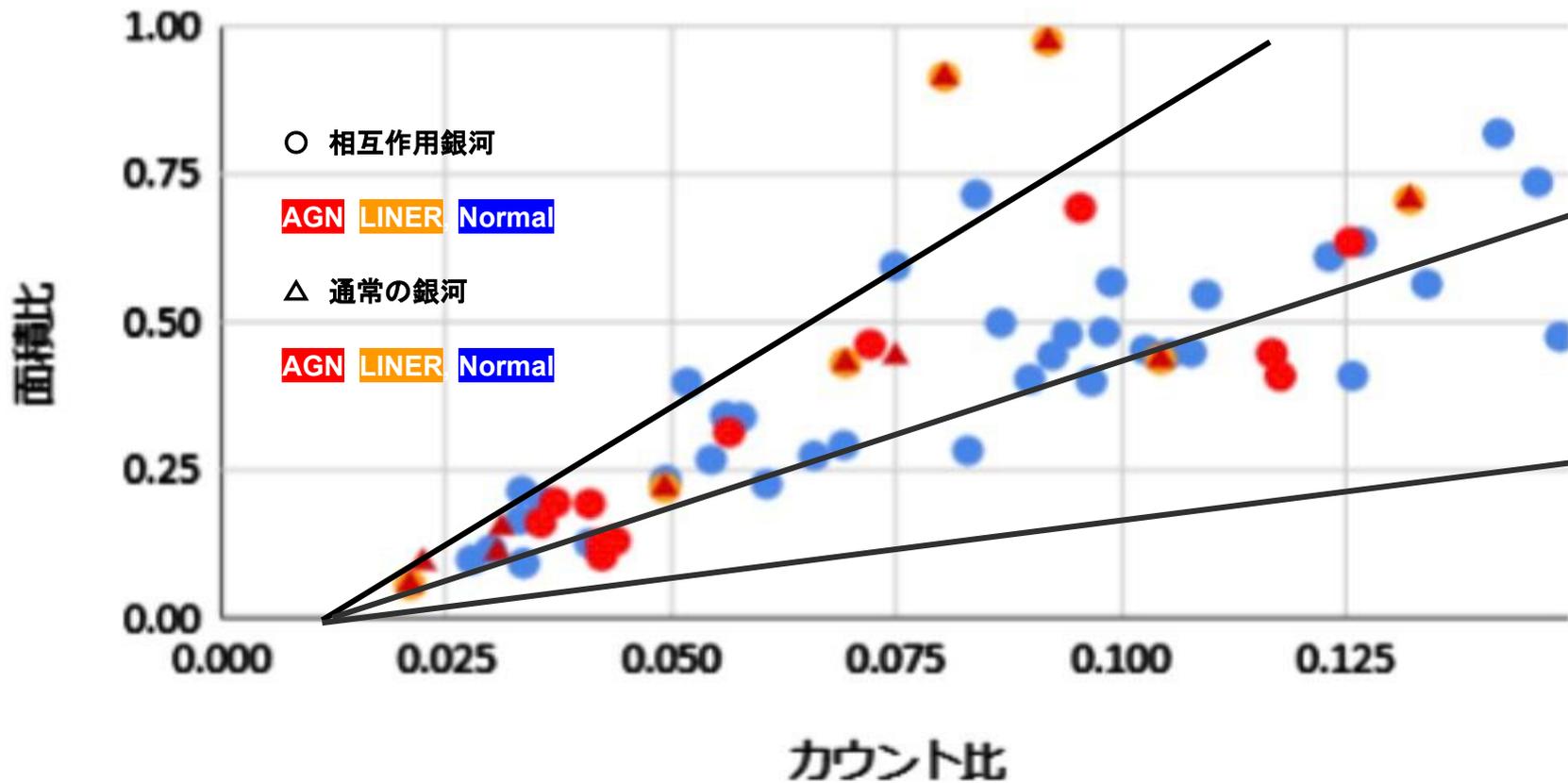
(ここから2ページ)



相互作用銀河でありAGNでない銀河(○)はカウント比と面積比が比例に近い分布をしている。

分野別に見ても強い正の相関があることがわかった。

# 全ての銀河



# 考察 カウント比面積比の関係

・<カウント比面積比> **上の図**の通り、お互い比例関係にあり、カウント比と面積比について考察は同じことがいえた。ただし、

面積比→銀河での恒星の広がり、 $180^\circ$ 回転させたときの非対称度

カウント比→銀河での散らばった恒星の明るさの $180^\circ$ 回転させた時の非対称度で、同じものを表していない。

・<乱れ具合とAGNの関係>「AGNかつ相互作用銀河」も「AGNを持たない相互作用銀河」も乱れ方(相互作用度合い)が小さいものと大きいものがあり、相関係数も、0.84と0.83と、相互作用によってどのくらい形が乱されたらAGNになりやすいかという基準は見受けられない。

# 結果4 ~カウント比&面積比 vs AGNの割合~

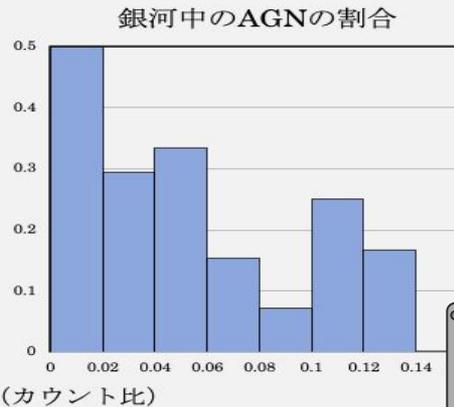
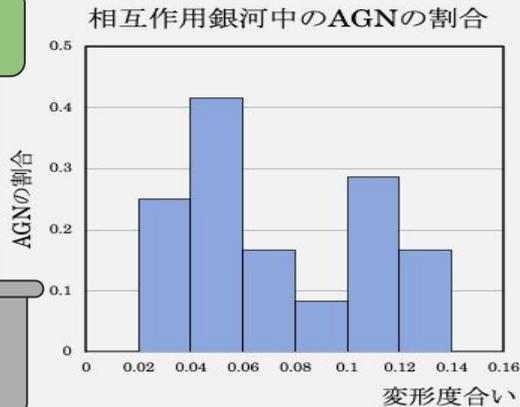
カウント比

カウント比

- ・変形度合い0.12以上はすべて相互作用銀河
- ・U字型？(サンプル不足かも)

1

67天体



2

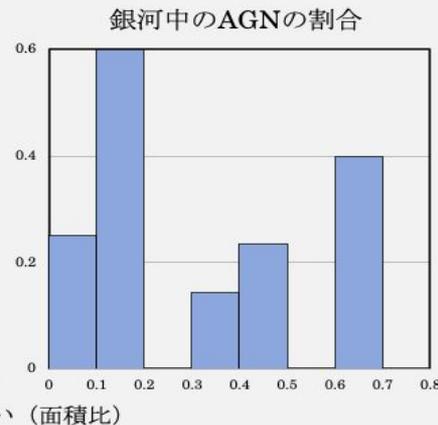
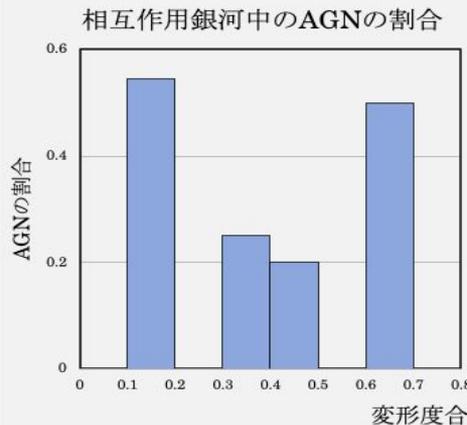
相互作用銀河含む

94天体

面積比

面積比

- ・0.6を超えている銀河はすべて相互作用銀河
- ・U字型？(サンプル不足かも)

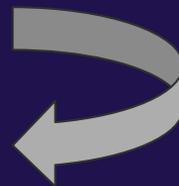


# 考察(結果④) カウント比

全銀河のグラフ;カウント比が0.2以下のものについて

②で0.2以下のものはすべて楕円銀河だった

昔衝突 → AGN & その後に変形が収まったけど、AGNは存在しつづけたものと考えられる。



## 面積比

- ・普通の銀河でもAGNを作る機構が存在 → Bar構造？
- ・相互作用銀河でなくてもAGNがある(これはカウント比も同じ) → 必ずしも相互作用銀河はAGNにはならない

カウント比面積比が大きくなるにつれて AGNの割合が大きくなってゆくという予想だったが、**値が小さいところでもAGNの割合は高くなっていた**。これは **対称的なBar構造**でもAGNを発現できる可能性があることや **衝突後に変形が収まってもAGNであり続ける**可能性があることによると考えられる

研究の結果①より(結果1の下、その後の研究をした)相互作用銀河はAGNのつぼみと言える。しかし、相互作用度合いが小さいところでもAGNの割合は高くなっていた。

<予想通りにならなかったわけ>

仮説ではカウント比面積比が大きくなるにつれてAGNの割合も大きくなるはずだった

→→→仮説のどこが間違いと思われる？

① 対称的なBar構造でもAGNを発現できる可能性があることや衝突後に変形が収まってもAGNであり続ける可能性があることによると考えられる。

② 仮説をたてたとき、私達は相互作用が大きい＝形の乱れが大きい、として**相互作用の度合いとAGNの生成が完全に比例関係にある**と思っていたが、それが違っていたのではと考える。事実、銀河同士の相互作用は銀河中心部のAGNと比べて非常に大きなスケールの話である。

これをふまえた、「相互作用銀河はAGNのつぼみか!？」の研究として、銀河の中心間距離などを基準にして傾向を見てみたいと考える。銀河同士の相互作用がどのくらいAGNに関係するのか、興味深い。

## まとめ

相互作用銀河はAGNのつぼみか？



**つぼみだ!!!**

# 考えられる誤差

- ・人為的なミス
- ・コンピュータのバグ
- ・サンプル数の不足
- ・写真の中の銀河の傾きを

考えられていなかった

- ・楕円フィッティング
- ・銀河を撮影している機器や撮影

された年が写真によって違う

- ・可視光で明るい銀河を選んでその中からAGNの割合を調べた。選んだ銀河に偏りがるかも知れない。
- ・近傍の銀河しか調べていない。(比較的若い銀河しか調べられていない)
- ・Tidal tail を考えられていない

## これからの課題

- ・カウント比面積比だけでなくある波長(AGNと分類されるときのX線)での分類をして考察したい。
- ・相互作用銀河の中心間距離とAGNの発生の関係を調べてみる。