

サイエンス検討班 Quasar/AGN班

和田 桂一 (国立天文台理論)

メンバー

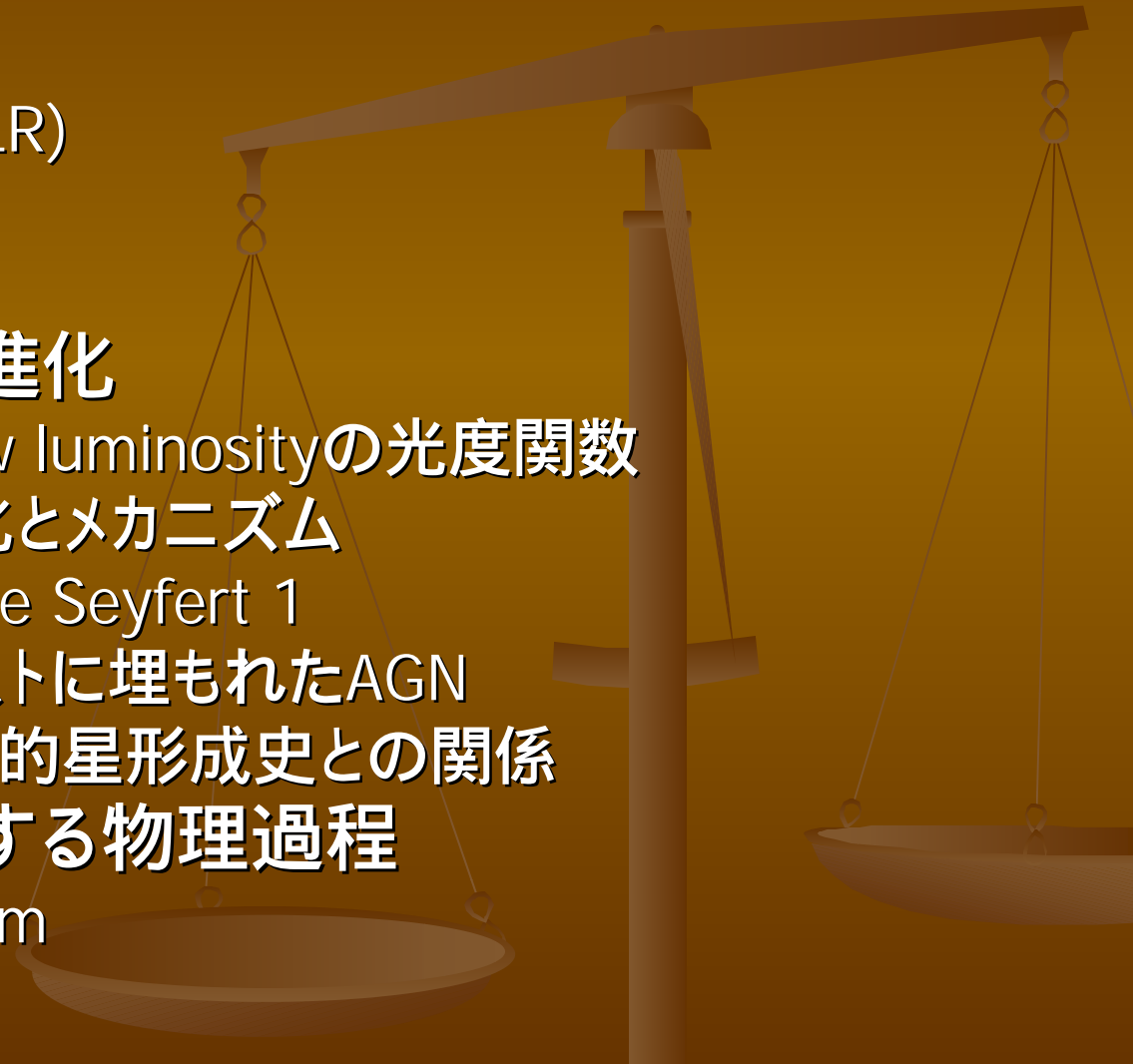
梅村、米原(筑波大)
大須賀(京大)
寺島、中川(宇宙研)
秋山(NAOハワイ)
谷口、村山、長尾(東北大)
今西、和田(NAOJ)

検討会status

- * 第1回 2月20日 (三鷹)
- * 中間報告 ver.0.1 3月
- * 第2回 3月27日 (仙台)
- * 中間報告 ver.0.3 8月

未解決問題山積(パラダイムが正しいとしても)

- 1) AGNの構造
 - 巨大BHの質量
 - 降着円盤
 - 電離ガス (BLR, NLR)
 - 吸収体
 - (jet)
- 2) AGNの形成・進化
 - high- z ($z > 3$), low luminosityの光度関数
 - 個々のAGNの進化とメカニズム
 - high- z Narrow-line Seyfert 1
 - Type 2 QSO、ダストに埋もれたAGN
 - 銀河形成、宇宙論的星形成史との関係
- 3) 1), 2)に関連する物理過程
 - Fueling mechanism



AGNの構造： 巨大BHの質量

- 銀河中心のSMBH ($10^6 \sim 10^9 M_{\text{sun}}$) は普遍的か？
- スケーリング則 ($M_{\text{BH}} - M_{\text{bulge}}$) はどれくらい確からしいか
- M_{BH} の redshift 依存性 (進化)

AGNの構造： 巨大BHの質量

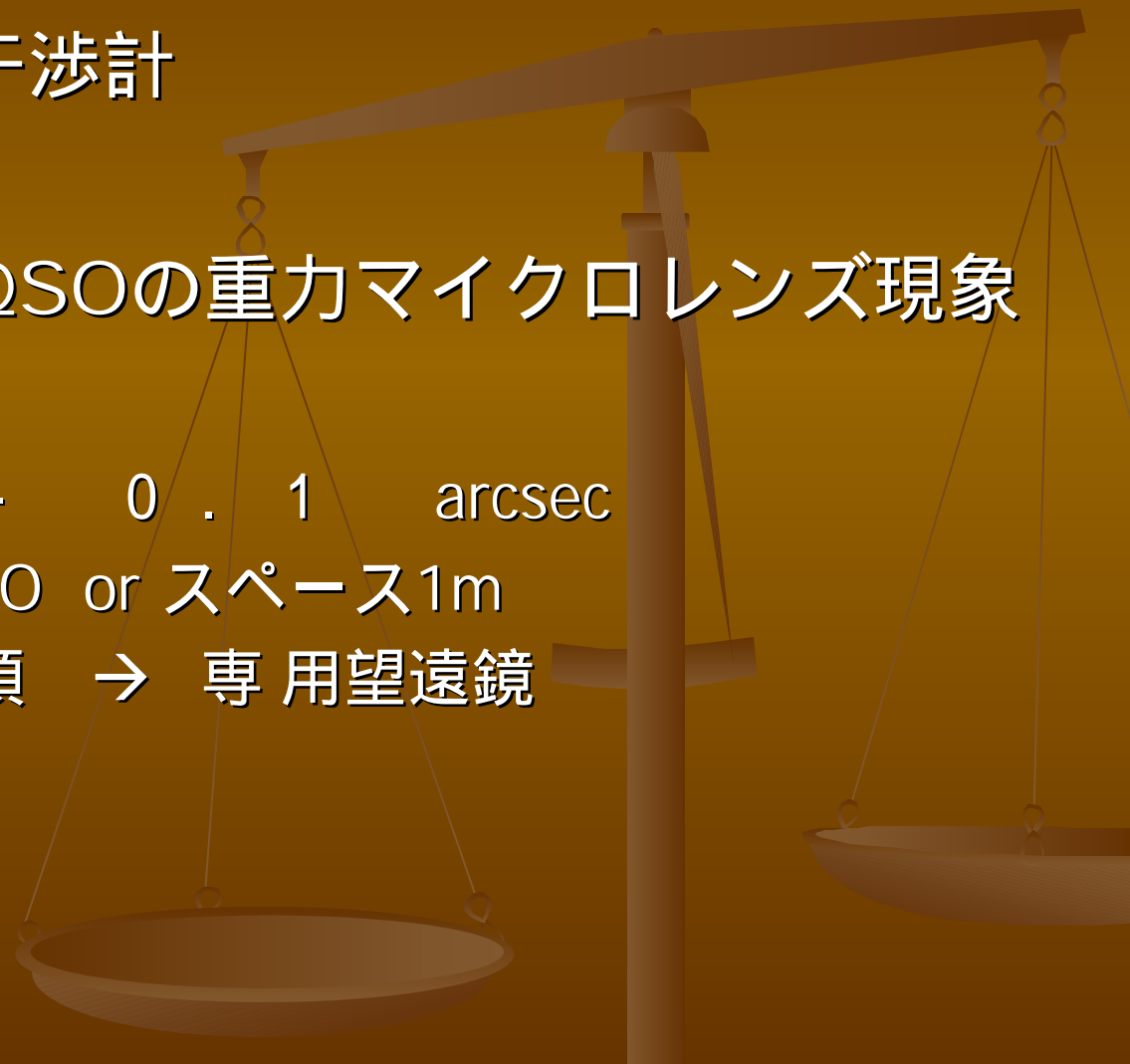
- 観測ツール（近傍銀河）
 - 輝線ガスPosition-Velocity $\rightarrow M_{BH}$
- 現状： 数 pc 以内の質量 @ $D=20 \text{ Mpc}$ w / HST
- HSTの10倍の距離まで達成するには
 - 20 mクラス+A0 or スペース
 - 高空間分解能 5 mas
 - 中分散分光 $R=3000 - 10^4$

AGNの構造： 巨大BHの質量

- 観測ツール (high-z 銀河)
 - reverberation mapping → BLR領域のサイズ
 - 輝線幅 → 速度
- 必要な装置：
 - $z > 5$ → 8 m クラス + 近赤外分光 ($R > 1000$)
 - 明るいQSOでは、
長期 (> 数年) にわたるモニターが必要
→ 専用望遠鏡

AGNの構造： 降着円盤

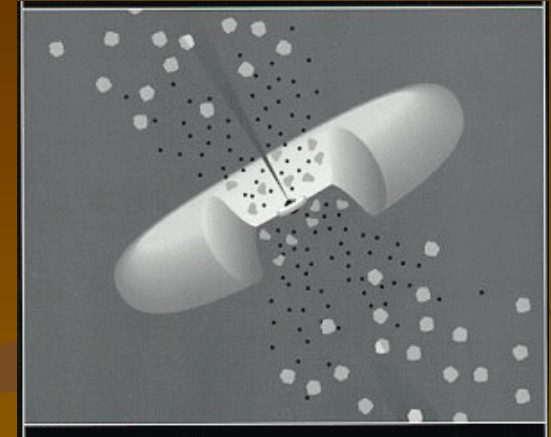
- 数 R_{Schw} を直接分解 $\rightarrow 1 \text{ mas}$
 - スペースに可視干渉計
- 間接分解
 - ツール：多重像QSOの重力マイクロレンズ現象
 - 必要な装置：
 - 空間分解能 $1 - 0.1 \text{ arcsec}$
 - 地上 $2 - 4 \text{ m} + \text{AO}$ or スペース 1 m
 - 長期モニター必須 \rightarrow 専用望遠鏡



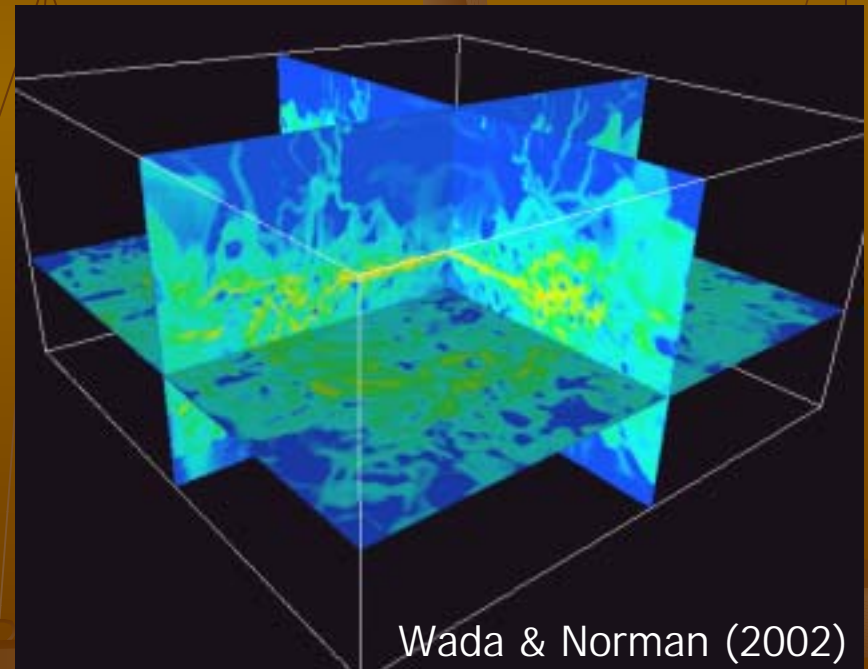
AGNの構造：電離ガス

- NLR, BLRのsub-pcスケール構造
- 重元素組成比 → 星形成史
 - QSO @ $2 < z < 4$ → super solar metallicity
- 高電離禁制線（可視～近赤外）→ 降着円盤からの電離光子のSED
- Polarized Broad/Narrow line → torusの構造
- 現状： Subaru/FOCASでも可能（近傍）
- ターゲットと装置：
 - 近傍BLR (0.01 pc)の直接分解（数mas）
 - 必要な装置： 干渉計（8mクラス×n台）
 - BLR/NLRの偏光分光、近赤外分光
 - 必要な装置： 20mクラス＋中分散分光($R > 1000$)

AGNの構造：吸収体

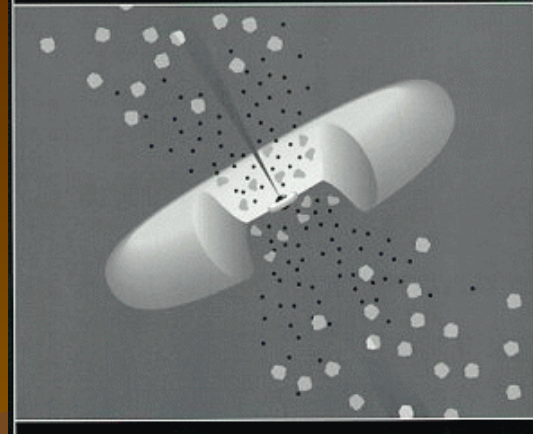


- AGN統一モデルの要
- 構造（サイズ、geometry、filling factor）、維持の物理機構 → 不明
- 明るいIAGNから暗いIAGNまで、low-zからhigh-zまで、すべて同じ構造を持つのか？ → おそらく違う
 - type2 QSO問題
 - NLSy1問題（小質量BH）
 - starburst -AGN connection



Wada & Norman (2002)

AGNの構造：吸収体



■ 低温分子原子ガス、ダスト構造の分解

- ミリ波、サブミリ波干渉計 → ALMA
- ハードX線
- 近赤外分光 → 地上8mクラス干渉計 (cf. VLTI)
- 中間赤外、遠赤外0.1arcsec撮像、分光 → SPICA的衛星

■ 「埋もれたAGN」(ULIRG、NSy1など)

- 透過X線検出 → 50-100keV硬X線衛星 (NeXT)
- PAH放射 → ALMA, SPICA的衛星による近中間赤外域分光
- ダスト放射 → SPICA的衛星による遠赤外域分光

■ 2型 QSO → 統計サンプルの構築

- 現状：Subaru-XMM Deep Survey + 可視近赤分光フォローアップ (FMOS, MOIRCS)
- 将来：ハード(> 60keV) X線衛星 (NeXT) によるサーベイ
→ 地上20mクラスで分光、ALMAによる分子ガス探査

サイエンス (その2) A G Nの形成、進化

A G N, S M B Hの形成と進化 (いつ、どのように形成され、活動を停止するのか)

- 巨大 B Hの形成メカニズム, 形成時期
- high-z A G Nはlow-z A G Nと同じ構造か (A G Nの多様性の起源)
- 銀河形成 ($M_{BH} - M_{bulge}$), スターバーストとの関連
- ガス供給問題 (角運動量輸送問題)

AGNの進化：ターゲットと装置

- 超high-z ($z > 7$)のAGN 探査 → AGNの起源、IGMの進化
 - 近赤外deep& wide撮像、分光サーベイ → 広視野近赤外カメラ +30 m ($FOV > 2 \text{ deg}^2$, $K \sim 22 \text{ mag}$)
 - さらにhigh-zのAGN探索 ($z > 10$) 中間赤外分光 → SPICA的スペース望遠鏡
- SEDのredshift進化 → 高空間分解能 → スペース可視近赤外望遠鏡 (8 m クラス)
- 光度関数、 $M_{BH} - M_{Bulge}$ の進化, high-z NLSy1 の探索
 - 近赤外広視野分光サーベイ
 - 次世代hard-X衛星によるサーベイとの連携

AGNの進化

すばるですぐにでもできること

- $z > 3$ 、暗いAGNの良い統計を得る（地上8 m 級による可視～近赤外広視野撮像&分光サーベイ）
 - 光度関数のhigh-redshift ($z > 3$)進化
 - high- z NLSy1 (M_{BH} 小、 \dot{M} 大) = 形成途中のAGN?の探索
 - SDSS-EDR \rightarrow 150個 ($z < 0.8$)
- 既存のサーベイ計画 (VIRMOS-VLT, NOAO-DWFS, UKIDSS, VISTA)を広さ、深さで越えた計画
 - (1) hyper SXDS (Xサーベイ \rightarrow SCAM撮像+FMOS分光)
 - (2) $>1000 \text{ deg}^2$ を5色撮像 w/ SCAM
SDSSより2mag深く、80視野/night x 250 nights
 - 分光フォローアップ w/ FMOS, MOIRCS
 $\rightarrow \sim 10^4$ AGNs ($z > 3$) 今は約300
 - (3) AGN班企画 for Intensive枠 (~ 10 晩) 検討中

AGN班まとめ

われわれは何が欲しいか

- 地 20m級 + 8m級 × N台
 - 干渉計モードで高分解能、単独モードで分光フォローアップ
 - 8mのうち一台：Deep&Wideサーベイ準専用
 - 超広視野可視・近赤外カメラ + 多天体分光器で、近傍からhigh-zまでのAGN、銀河サンプルを得る、超high-z AGNを探索する。
 - $M_{\text{BH}} - M_{\text{bulge}}$ のz依存性、metallicity進化 → 銀河形成
- 天 4-8mクラス、UV ~ 遠赤外衛星
 - 高分解能撮像 & 中分散分光サーベイ
 - AGN-GUTの検証、形成途中のAGN(ULIRG)の構造解明 Hard-X衛星も不可欠
 - high-z でのSEDの進化、BHの質量、形成史

議論

- 2-30mクラスの「汎用望遠鏡 = 第2すばる」1台、を米欧に遅れて持ったとして、ユニークな成果をあげられるのか？
- われわれは「すばる」をまだ使い倒していない。「すばるでできること」「どうすればユニークな成果をあげられるか」の分析とすばやい実行が必要。