

The SCUBA Half-Degree Extragalactic Survey – I. Survey motivation, design and data processing, A. M. J. Mortier et al. (2005)

08/12/02

井上裕文

■ 概要.

- SHADESの
 - モチベーション.
 - 戦略.
 - データ解析.
 - 成果.

■ イントロダクション.

II 銀河進化の理解は順調に進んできたように見えた.

- 銀河形成と進化に関する理論モデル.
 - モデルへの観測による制限.
 - far-infrared backgroundからの制限.
 - high-redshift銀河サーベイ(可視).
 - Canada-France Redshift Survey.
 - Hubble Deep Field North(HDF-N).
- 階層的な銀河進化モデルは観測結果をうまく説明してきた.

II サブミリ銀河の発見は銀河進化モデルに大きな問題を投げかけた.

- モデルと観測の食い違い.
 - モデル.
 - HDF-Nの銀河のopt/UVのSEDモデルは850 umのフラックス密度は数submJy/uJy程度であると予測.
 - 観測.
 - HDF-Nのサブミリの点源は数mJy@850 umのフラックス密度を持つ.
- いえること.
 - opt/UV観測から推測されるよりもずっと大きな赤外光度を持つ、ダストで覆い隠された星形成銀河がある.
 - 仮定.
 - これらの銀河はhigh-redshiftにある.
 - これらの放射が星形成によるもの.
 - IMFは標準的な太陽近傍のもの.
 - 帰結.
 - 星形成率 $\sim 1000M_{\odot} \text{yr}^{-1}$.
 - $z=2$ における体積平均した星形成密度に対して数10%の寄与を持つ.

II 一体このサブミリ銀河って何だろう?

- 解釈.
 - 現在の巨大楕円銀河の祖先.
- 証拠.
 1. サブミリフラックスから推測される星形成率は最も巨大な楕円銀河を ~ 1 Gyrで十分作るができる.
 2. サブミリ銀河のK-bandの形態が電波銀河の形態に似ている. これら電波銀河は巨大楕円銀河の代表.
 3. $z=2\text{--}3$ の明るいサブミリ銀河のnumber density=現在の明るい($> 2\text{--}3L_{\star}$)楕円銀河のnumber density.
 4. clusteringの検出はサブミリ銀河はhigh-redshiftにおける、めったにない高密度な衝突をトレースしているといえる.
- その他分かること.
 - CO観測からダイナミカルマスが大きいことは分かっている. これは重いシステムを意味する.
 - CO光度から推測されるガス質量は星形成が活発であることを示している.
 - 静止系のopt/UV出見積もられるダイナミカルマスと星質量は質量が大きくかつガスリッチであることを示す. すでにかなりの星があることを意味している.

II 上記の解釈と理論の矛盾.

- 理論(CDMシミュレーション).
 - 現在の巨大楕円銀河はhigh-redshiftにおける小さな要素が階層的に集まってできた.
 - $z=2\text{--}3$ で衝突しているような希少な天体は現在の巨大銀河の中に発見されるだろう.
 - 楕円銀河の星の全質量は $z=1$ の約2倍.
 - 現在の楕円銀河のほとんどは $z=2\text{--}3$ では集合の初期の段階にある.
- 問題点.
 1. 現在の楕円銀河の何割が少なくとも1つのSCUBA銀河がマージしてできたのか.
 2. SCUBA銀河の何割が現在の楕円銀河になったのか.
 3. 2つめの答えが100%に近ければ、SCUBA銀河はマージプロセスのどのあたりのものなのだろうか.
- 不確かさ.
 - あるSCUBA銀河が楕円銀河への成長の終わりの段階にあるのか、核が集まっている初期の段階にあるのか.
 - 真の星形成率、スターバーストの寿命の不確かさがこの不確かさに寄与.

- これらは種族を全体として統計的に調べることで分かるはず.

II 理論を修正するなら...

- 問題点.
 - 普通の理論ではSCUBA銀河の多くが $\sim 1000 M_{\odot} \text{yr}^{-1}$ であることを説明できない.
- 修正案.
 - 観測されたサブミリ銀河のnumber countと赤方偏移分布はCDMでも解決できる.
 - IMFがtop-heavy IMFならば.
 - 同じサブミリフラックスをSalpeter IMFよりも5倍少なくても作り出せる.
 - 他のモデル1.
 - IMFではなくガス冷却とフィードバックの扱いを修正することによって.
 - 他のモデル2.
 - ビリアル化とサブハローの寿命を扱うことで、さらに高い星形成率が可能になる.
- SHADESはこれらを切り分ける手段を提供する.

II 他に疑うべき点.

- 疑うべき点.
 - 階層的な連続性.
 - SCUBAソースがダスティなスターバーストであるという解釈.
- 可能性.
 - サブミリ天体が系内にあるという可能性.
 - スターバーストモデルはまだ問題にされていない.
 - 銀河の伸びたシーラスが星間放射場に熱せられて放射していることでも説明できる.
 - この説明はFIR温度を制限するデータが無いために可能.
 - 観測的にも証拠がある.

II SHADESの目的.

- 赤方偏移の分布とサブミリ銀河のクラスタリングを調べるのが最善の策.
 - 明るいサブミリ銀河を持つ密度ゆらぎ(?, overdensities)の性質に制限を加える.
- SHADESは300の明るいサブミリ銀河(850 μm)の完全なサンプルを取得する予定.

サーベイのモチベーション.

■ 背景: cross-identificationの問題.

II サブミリ銀河の他波長での特定は難しい.

- 理由.
 - optical/near-infraredでは暗い.
 - サブミリ・ミリ波のビーム幅の広さ(10-15 arcsec).

II 電波による特定.

- 干渉計.
- 場所が正確にわかる.
 - 分光観測.
 - 赤方偏移が分かる.

II Spitzerによる特定.

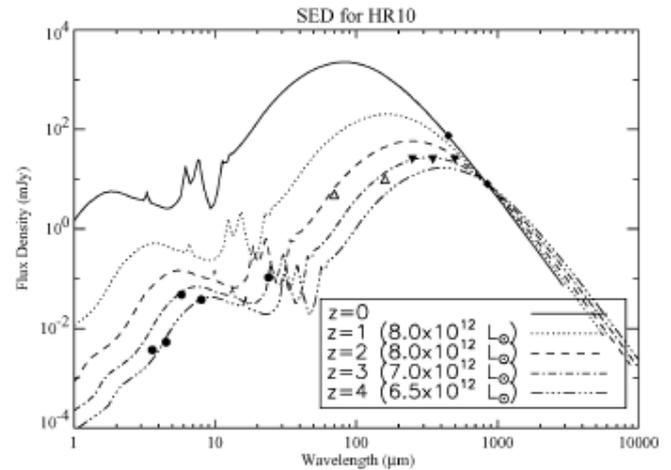
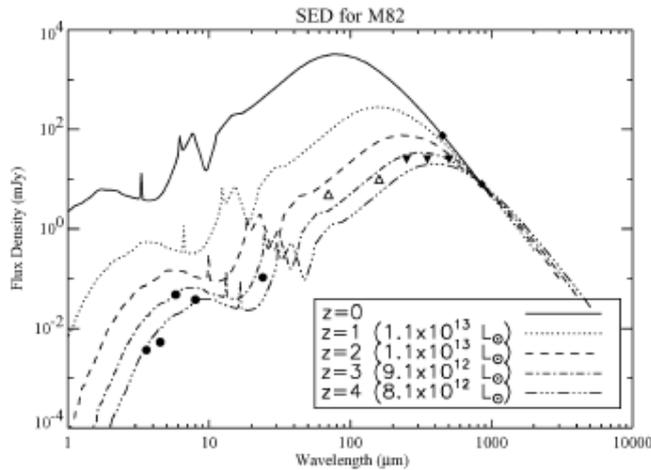
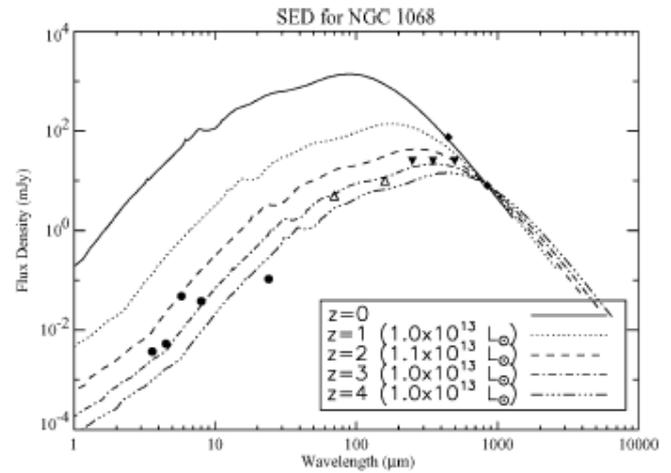
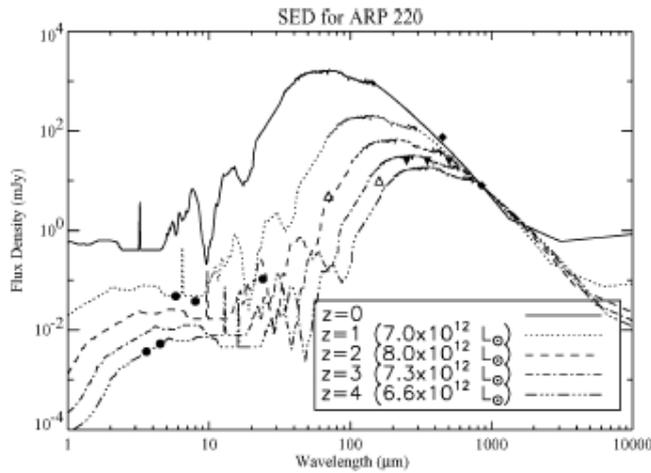
- わずか10分の積分時間でカウンターパートを次々と特定した.

II 電波・Spitzerでも特定できない場合.

- 原因候補.
 1. スプリアス.
 2. かなりフラックスブーストされている.
 3. 電波/IR放射がVLAのビームより広がっている.
 4. 特性ダスト温度が低い.
 5. ソースが非常に高い赤方偏移にある.
- VLA, BLAST, SWIREによりこれら5つを区別できるはず.

II fig. 1.

- テンプレート銀河のSEDモデル.



- ●: SWIRE, △: Spitzer(70, 160 μm), ◆: SHADES(850, 450 μm), ▼: BLAST.
- 左上(ARP220, ダストに覆われた近傍のスターバースト銀河).
 - BLAST: z=2~3.
 - 3.6, 4.5 μmは検出可@z=2~3.
 - 5.8, 8, 24 μmは検出不可@z=2~3.
- 右上(NGC1068, Seyfert銀河).
 - 2.2.3で詳しく.
- 左下(M82, 不規則, ダスティな星形成銀河).
 - BLAST: z=3.
 - Spitzer SWIRE: z=4.
- 右下(HR10, high-redshift, 極端に赤い銀河, ULIRG).
 - BLAST: z=2~3.
 - 短波長: z=3~4.

■ SHADESのサイエンスのゴール.

|| ダストで覆い隠された星形成活動の宇宙論的歴史.

- redshiftの決定.
 - 重要性.
 - FIR光度密度に制限を加えるために必要.
 - 問題点.
 - 特定は難しい.
 - opt/near-infraredでのフォローアップ観測は大変時間がかかる.
 - 解決法: photometric redshift.
 - 利点.
 - opt/near-infraredでのカウンターパート特定がなくても, 長波長フォトメトリに基づいて行うことができる.
 - 手順.
 - 850 μmと1.4 GHzの比を用いる.
 - 特徴.
 - low-z, high-zの星形成銀河を無視することになる.
 - 精度: $\delta z=0.4 \sim 1.5$.
 - 発展.
 - 多色を用いると $\delta z=0.5$ よりよくなる.
 - そのほかの解決法: Spitzerと対応するground-based near-infrared観測.
 - 手順.
 - IRACの3~8 μmバンドを使って, near-infraredの星の連続波の1.6 μmの赤方偏移したピークを調べる.
 - 分かること.
 - z>1.5にどのような天体があるのか.
 - z<1.5に対しては $\delta z \sim 0.5$ の精度.
 - BLASTやVLAとは独立.
- zの分解能を上げる.

- 要求.
 - サンプルを z のビンに分解する.
 - しかし各ビンに統計的に有効な数が入るようにする.
- 予想される分解能.
 - 他波長データを使うことにより, 300の銀河に対して $\delta z=0.5$ 以上の分解能で決定できる.
 - 分光学的に較正したフォトメトリック赤方偏移を用いることで.

II SCUBA銀河は現在の巨大楕円銀河の先祖か.

- 未解決な点.
 - サブミリ銀河の高い星形成率はそれらが巨大楕円銀河の先祖だったというはっきりとした証拠にはならない.
- 理由.
 - スターバーストの継続時間が分からないから.
 - 導かれる星形成率が仮定する温度とIMFに敏感だから.
- 解決法.
 - ~ 10 Mpcものスケールの明るいSCUBAソースのクラスタリングはサブミリ銀河の種族の性質に強い制限を与える.
- 以前のSCUBAによるサーベイ.
 - 領域.
 - HDF.
 - Hawaii deep-field region.
 - Lockman Hole East.
 - Elais N2 region in the 8-mJy survey.
 - Spitzer northern continuous viewing zone.
 - Canada-France Redshift Survey.
 - 結果.
 - 本来の光度領域で広いレンジ.
 - これらのソースの見た目のクラスタリングの強さからははっきりとした制限は無理.
- 解決法.
 - 2つの広い領域で最も明るいサブミリソースの完全な同じサンプルを提供することで初めてサブミリ銀河種族のクラスタリングの性質に制限を与える.

II 覆い隠されたAGNを持つSCUBAソースの割合は.

- Spitzerのデータは赤外で非常に明るい銀河におけるAGNの寄与を決定する上で重要.
 - GTOはAGNのダストトラスに敏感.
- X線で見えるAGNとサブミリソース.
 - 浅いX線観測ではほとんど一致しない.
 - しかし同じ構造をトレースしているようだ.
 - これらはhigh- z の巨大な天体の形成期における異なる比較的短い寿命の段階をあらわしている.
 - サブミリ銀河の多くは巨大な活動的なブラックホールを持っている. それらは深くダストに覆われているためX線サーベイでは検出できない.
 - X線天体の中にはサブミリソースを持つものもある.
 - X線のカウンターパートを持たないサブミリ銀河でも低光度のAGNを持ちうる.
 - これらの銀河のサブミリ放射はAGNではなく, 星形成がdominateしているので, 見積もられた星形成率は影響を受けない.
- AGNダストトラスが以上に明るい場合(NGC 1068).
 - AGNがサブミリフラックスでも主.
 - Spitzer 24-160 μm , BLAST 250~500 μm でも $z=2$ まで検出可能.
- Spitzer 24 μm フォトメトリ.
 - AGNの寄与が星形成と比べて小さい場合にAGNの存在を証明する効果的な方法.
 - 特にIRACバンドのフォトメトリと組み合わせると効果的.

観測.

■ サーベイ領域.

II 領域概要.

- 2つの領域から成る.
 - Lockman Hole East.
 - Subaru/XMM-Newton Deep Field(SXDF).
- 選ばれた理由.
 - 銀河のシーラスが低い.
 - 他波長データが豊富.
 - 色々な望遠鏡から観測可.
 - JCMT, BLAST, Spitzer, VLA, UKIRT, Subaru, Keck, Gemini.
 - ALMAでもいけることを考慮.
- Lockman Hole Eastについて.
 - SCUBA 8-mJyサーベイの一部として拡大中.
- SXDFについて.
 - XMM-Newton, VLA, Subaruがあるため.

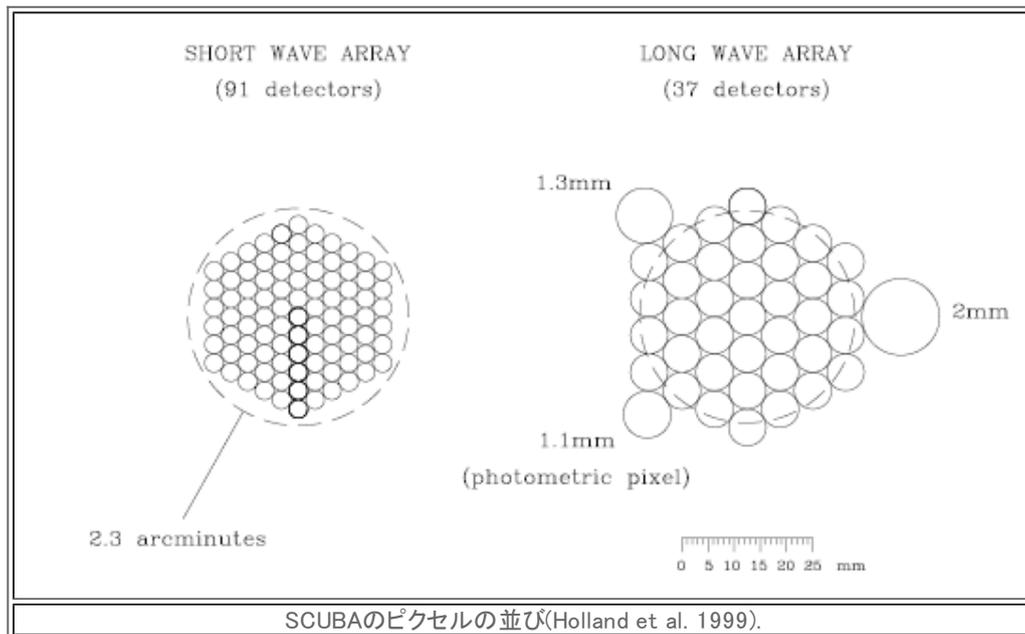
II 他波長.

- near-infrared (J, H, K).
 - UKIRT WFCAM.
 - UKIDSS.
- BLAST.
 - 500, 350, 250 μm .
- Spitzer.

- SWIRE.
- GTO.

SCUBAについて.

SCUBA.

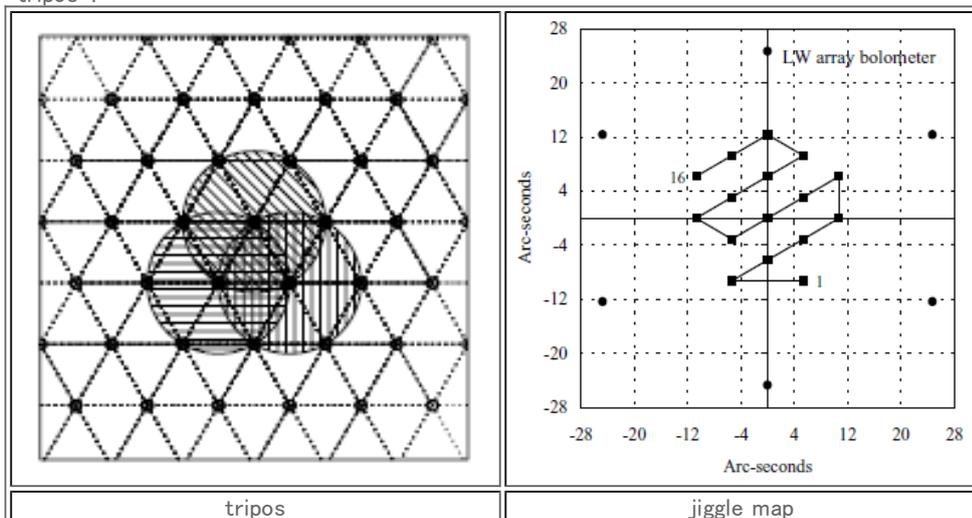


- 長波長.
 - 850 μm .
 - 37素子.
- 短波長.
 - 450 μm .
 - 91素子.
- 六角形状に並ぶ.
- 雑音.
 - 空と周囲からの熱雑音がdominant.
 - 大気と望遠鏡から熱放射が強いバックグラウンド.
 - 大気部分は速く変動.
 - 副鏡をチョッピング, 望遠鏡を傾けることでこの成分を消せる.
- 観測モード.
 - jiggle-mappingモード.

観測方法.

Tripo system.

- "tripo".



- 直径2.6 arcmin.
- 小さい円がビームの中心.

chop-throw & chop PA.

- 6つのchop throw点.
 - Emerson-II chop throw法.

- chop throw: 30, 44, 68 arcsec.
- PA: 0, 90 deg.
- ビームより大きく、最大のchop throwよりは小さいフーリエモードは失われないことを保証.
- 1組のchop throw/chop PAを異なるairmassで観測することにより、平らなカバレッジが得られる.

[top](#) > [seminar](#) > [mm submm Kohno labo](#) > Mortier 2005