## あかり衛星を用いたヒクソン・コンパクト銀河群の赤外線撮像/分光観測

池内綾人, 左近樹, 臼井文彦, 尾中敬 (東京大学大学院理学系研究科)

#### Abstract

ヒクソン・コンパクト銀河群 (HCGs) は、構成銀河の相互作用が、銀河進化に与える影響を調べる上で格好 の対象である。我々は、あかり衛星近・中間赤外線カメラ (IRC)のスリットレス分光観測および遠赤外サー ベイヤー (FIS)を用いて、HCG56の観測を行った。HCG56を構成する各銀河に対して、IRC および FIS による 2-160マイクロメートルのマルチバンド撮像データから、各銀河に対して、測光赤外スペクトルエネ ルギー分布 (SED)を構築した。また、IRCのスリットレス分光観測から、10×10分角<sup>2</sup>の視野内に含ま れる構成銀河の 2-14マイクロメートルの分光データを一度に効率よく取得した。構成銀河 aの近・中間赤 外スペクトル中には、顕著な未同定赤外バンドが見られ、星形成活動が示唆される事が分かった。一方、銀 河 c との強い相互作用が確認されている銀河 b には、未同定赤外バンドが見られず、代わりに冪乗則に従う 単調な赤外 SEDを示す事から AGN の存在が示唆された。

### 1 Introduction

ヒクソン・コンパクト銀河群 (Hickson Compact Groups; 以降 HCGs) はパロマー天文台で行われた 撮像乾板による掃天観測に基づき、Hickson (1982) が銀河数, 独立性, コンパクトさの 3 つのパラメー タに基づき 100 個のコンパクト銀河群に割り当てた カタログである。spiral galaxy が field galaxy で観 測される量の半分程度の約 43% であり、elliptical ga laxy が 31%と多い特徴を持っている。また HCGs の内 43%の銀河は bridge,tail といった、相互作用や merging していることを示唆する形状を有している。 (Mendes de Oliveria & Hickson 1994) よって近傍宇 宙で相互作用が銀河進化に与える影響を調べるには 適当な target であると考えられる。

一方、HCGs は IRAC color diagnostic (Lacy+ 2004)
上で、gas-rich と gas-poor に分離して分布する事が 知られている。このことから、HCGs において gasrich から gas- poor への進化が、銀河間の相互作用 により加速され短期間で起こっている事が示唆され る (Bitsakis+ 2010)。従って、より詳細な赤外線観 測に基づく星間物質の性質および星間環境の調査に 因って、銀河進化が field galaxy より速まっている 兆候を調査する必要がある。

銀河の遠赤外域の熱放射は、エネルギー平衡に達し て数十 K に暖められた古典ダストによって担われ る。一方、特に星形成を伴う銀河の近赤外ー中間赤 外波長域には、主に3.3,6.2,7.7,8.6,11.2マイクロ メートルにピークを示す未同定赤外(UIR)バンドが 観測される。未同定赤外バンドの担い手は、多環式 芳香族炭化水素(PAH)を含む炭素質物質であると 考えられていて、主として星形成領域から供給され る紫外線を吸収し、C-CやC-Hなどの振動モードに 対応する多数の赤外光子として、そのエネルギーを 開放する。(Allamandola+1989)このため、銀河の 赤外線分光観測および遠赤外域を含む広帯域のスペ クトルエネルギー分布(SED)の分析から、銀河の星 間物質の素性や銀河を駆動する熱源の情報を探る事 ができる。

# 2 Observations and Data Reduction

#### 2.1 Observations

本研究では「あかり」衛星の近・中間赤外カメラ (InfRared Camera;IRC,Onaka+ 2007) 及び遠赤外 サーベイヤー (Far-Infrared Surveyor;FIS,Kawada+ 2007) によって取得された観測データを用いた。あか り衛星が観測した HCGs のデータセットは表 1 のよう になり、これらは Mission Program の ISMGN (P.I., Kaneda, H.)  $\succeq$  Open Time Program  $\mathcal{O}$  SHARP (P.I., Sakon, I.) により行われた。このうち、本研 究では全波長域のデータ取得が行われた HCG56 を 扱う。HCG56 は、主要な構成銀河である銀河 a-e が 約4分×角4分角<sup>2</sup>の範囲に分布する銀河群であり、 interacting の兆候が見られると分類されている。あ かり衛星 IRC の撮像観測では 10 × 10 分角<sup>2</sup>の視 野内で、一度に構成銀河 a-e を捉えることができ、 N3, N4, S7, S11, L15, L24 バンド (中心波長がそれ ぞれ 3.2, 4.1, 7, 11, 15, 24 マイクロメートル) 及 び S9W,L18W バンド (9,18 マイクロメートル) の画像 データを取得した。次に、IRC の分光観測では、ス リットレス分光観測によって、視野内の構成銀河の 近赤外 (NP; 1.8-5.5 マイクロメートル) および中間 赤外 (SG1 および SG2; 5-13 マイクロメートル)の スペクトルを一度に効率よく取得した (see Ohyama et al. 2007)。また、FIS の slow scan 撮像モードの N60,WIDE-S,WIDE-L, N160 バンド (65,90,140,160 マイクロメートル)を使用した。

	IRC_IMG	IRC_SPC	FIS_IMG
HCG56	1402230-001	3220004-001	1402232-001
	1402231-001		
HCG62	1402152-001	1402151-001	1400571-001
			1402153-001
HCG15	3221005-001	3221004-001	
HCG31		3220001-001	
HCG79		3220002-001	
HCG92	1402236-001	3220003-001	1402238-001
		3221001-001	

表 1: あかり衛星が観測した HCG 銀河

#### 2.2 Data Reduction

IRC で取得した撮像データのうち、 S7 バンドの データは、IRC Imaging pipeline version 150331 を 用いて解析処理を行った。S9W,L18W については分 光観測中に参照フレームとして取得された画像であ る為、個別に暗電流の差し引き、cosmic ray の除去、 画像の足し合わせを実施した。また、FIS で取得した N60, WIDE-S, WIDE-L, N160 バンドのデータは、 FIS Slow-Scan Toolkit version 20070914 を用いて解 析処理を行った。

IRC のスリットレス分光観測では、ビームスプリッ ターによって分けられた近赤外チャンネル (NIR) と 中間赤外線 Short チャンネル (MIR-S) 間で同視野の 観測が実施され、1指向観測で、10×10分角<sup>2</sup>の視 野内にある天体の、近ー中間赤外スペクトルが一度 に効率よく取得できる。一方、天体が込み入った場 所では分散方向上に位置する天体とスペクトルが重 なったり、また天体自身が広がった構造を持ったり する場合など、孤立した点源を想定して開発された 分光パイプラインは利用できない。このため、分散 方向上に位置する天体との重なりや天体の広がり構 造、背景光の作る分光画像パターンを慎重に評価し た上で、HCG56 を構成する銀河の NP, SG1, SG2 のスペクトルを得た。スペクトルの切り出しおよび 背景光の差し引きのプロセス以外の、データ処理の 工程(暗電流の差し引き、cosmic ray の除去、足し 合わせ、波長較正等)は IRC Spectroscopy Toolkit Version 20150331 と基本的に同等である。

### **3** Results and Discussion

図1は、あかり衛星 IRC の NIR の N3 バンド (3.2 マイクロメートル) で取得した HCG56 の構成銀河 aeの画像である。このうち、銀河 a は比較的他の銀河 より離れた場所に存在する一方、銀河 b は銀河 c と強 く相互作用の痕跡が見られ、銀河間に橋渡し構造が確 認される。図 2.3 に今回の解析で得られた HCG56a 及び HCG56b の近・中間赤外線スペクトルおよび近-遠赤外線測光結果に基づく SED を示す。HCG56aの 中間赤外線スペクトルには、6.2, 7.7, 8.6, 11.3 マイク ロメートルに顕著な UIR バンドが見られ、活発な星 形成が示唆される。一方、HCG56bには、これらの UIR バンドが見られず、冪乗則に 従う単調な SED を示す事から AGN が存在すると考えられる。銀河 b は銀河 c との強い相互作用の痕跡があることを考慮 すると、銀河 c から大規模にガスが流入し銀河の進 化早まった可能性が示唆される。

#### 2015 年度 第 45 回 天文·天体物理若手夏の学校



図 1: HCG56 の N3 撮像データ (画像の一部)

## 4 Summary and Future Prospective

我々は、あかり衛星近・中間赤外線カメラ (IRC) のスリットレス分光観測および遠赤外サーベイヤー (FIS)を用いて、HCG56の観測を行った。HCG56は 銀河 a-eの5つの銀河で構成され、銀河間での相互作 用の痕跡が見られる銀河群である。IRC および FIS による 2-160 マイクロメートルのマルチバンド撮像 観測とIRCによる 2-14 マイクロメートルのスリット レス分光観測によって、構成する各銀河に対して近 赤外ー遠赤外スペクトルエネルギー分布を得た。そ の結果、構成銀河 a の近・中間赤外スペクトル中に は、顕著な未同定赤外バンドが見られ、星形成活動 が示唆される一方、銀河 c との強い相互作用が確認 されている銀河 b には、未同定赤外バンドが見られ ず、代わりに冪乗則に従う単調な赤外 SED を示す事 から AGN が存在することが示唆された。

今後は同様に、他のメンバー銀河や他の HCGs の構 成銀河に対するあかり衛星の赤外撮像/分光観測デー タの解析を実施し、星形成率や銀河の活動度、赤外 分光情報を元に 星間物質の性質を調べることによっ て、個々の銀河がどのような状態にあるのか理解す る。

その結果を基に、銀河衝突及び銀河相互作用が、銀



図 2: あかり衛星 IRC および FIS で取得した HCG56 の銀河 a の近中間赤外線スペクトルエネルギー分布



図 3: あかり衛星 IRC および FIS で取得した HCG56 の銀河 b の近中間赤外線スペクトルエネルギー分布

河の進化にどのような影響を及ぼすか観測的な描像 を得る事を目指す。

### Acknowledgement

基礎物理学研究所(研究会番号:YITP-W-15-04) 及び国立天文台からのご支援に感謝いたします。 本研究は、ESAの参加のもとJAXAのプロジェクト として実施された赤外線天文衛星「あかり」を用い た観測に基づく物です。

## Reference

Hickson,P., 1982ApJ...255..382H Mendes de Oliveira, C.&Hickson, P., 1994ApJ...427..684M Lacy, M., Storrie-Lombardi,L.J.,Sajina,A., et al., 2004ApJS..154..166L Bitsakis,T.,Charmandaris,V.,LeFloc's,E., et al., 2010A&A...517A..75B Allamandola,L.J.,Tielens,A.G.G.M.,Barker,J.R. 1989ApJS...71..733A Onaka,T.,Matsuhara,H.,Wada,T., et al., 2007PASJ...59S.4010 Kawada,M.,Baba,H.,Barthel,P.D., et al., 2007PASJ...59S.389K Ohyama,Y.,Onaka,T.,Matsuhara, H., et al., 2007PASJ...59S.4110