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 2 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 galaxy 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.) と Open Time Program の 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²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 2 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。

表 1: あかり衛星が観測した HCG 銀河

役 1. めかり 倒生が 観点 ひた 1100 銀行			
	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	

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 2 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。

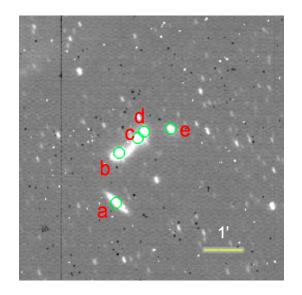


図 1: HCG56 の N3 撮像データ (画像の一部)

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

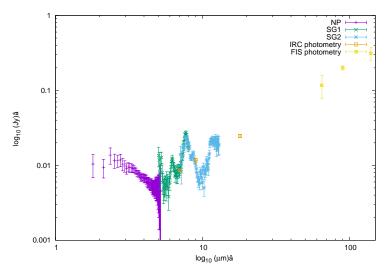


図 2: **あかり衛星** IRC および FIS で取得した HCG56 の銀河 a の近中間赤外線スペクトルエネルギー分布

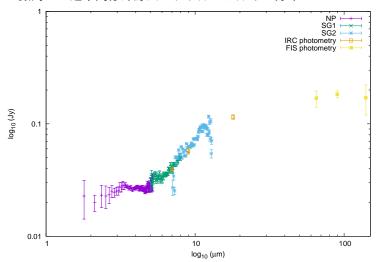


図 3: あかり衛星 IRC および FIS で取得した HCG56 の銀河 b の近中間赤外線スペクトルエネルギー分布

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.401O
Kawada,M.,Baba,H.,Barthel,P.D., et al.,
2007PASJ...59S.389K
Ohyama,Y.,Onaka,T.,Matsuhara, H., et al.,
2007PASJ...59S.411O