

論文内容の要旨

論文題目 Investigation of radiation effects on far-infrared photoconductors and its application to AKARI observations of nearby galaxies
(遠赤外線光伝導型検出器における放射線影響の研究と「あかり」による近傍銀河観測への応用)

氏名 鈴木 仁研

銀河毎に対する gas surface density と star formation rate (SFR) surface density との間には、ベキ乗則の相関を示すことが分かっている (K-S law)。そのベキ N は、銀河サンプルによって $1 \leq N \leq 2$ を示し、銀河スケールでの星形成の物理過程の違いを示唆しているのではないかと考えられている。しかし、こうした違いが銀河内においても見られるのか否かは、よく分かっていない。NGC 5457 (M101) は、face-on 銀河、大きなサイズ、発達した渦巻腕、そして4つの giant HII 領域という特徴をもつため、銀河内の K-S law を調べる研究において最適なターゲットである。また、渦巻銀河において、warm dust 成分の far-infrared (far-IR) luminosity は、SFR の見積りに適している。それ故、cold・warm dust 成分の far-IR luminosity の寄与をそれぞれ分離し、各成分の空間分布を調べる必要がある。そのためには、赤外線天文衛星「あかり」による遠赤外線観測が必要不可欠である。本論文では、cold・warm dust 成分の空間分布に基づいて、銀河内における K-S law を調べ、NGC 5457 での星形成過程の物理的解釈を行う。

信頼性のある cold・warm dust 成分の空間分布を得るためには、検出器に対する軌道上での放射線影響に対する補正処理が必要不可欠である。そこで、地上でのプロトン照射試験に加え、軌道上での「あかり」の放射線環境による遠赤外線 Ge:Ga 検出器 (FIS-SW, LW) への放射線影響を調べた。検出器出力信号には、多数のスパイク (glitches) が確認され、tail を伴うプロフィール (glitch after-effect) も存在した。FIS-SW, LW 検出器への放射線 hitting による glitches は、観測データに2つの深刻な影響を引き起こす。一つは、exponential tail を有する glitch after-effect、もう一つは、South Atlantic Anomaly (SAA) 域内の高い radiation influx による検出器感度の変化である。得られた放射線影響の基礎データに基づいて、補正方法を構築し、Performance Verification (PV) phase で取得した5つの近傍銀河観測データに適用した。得られた全ての測光バンドの遠赤外線画像は、独立した観測間で再現性のある結果を得ており、放射線影響に対する補正が効果的に行われていることを確認した。

「あかり」による4つの測光バンドで得た NGC 5457 の遠赤外線画像は、渦巻腕や HII 領域、銀河中心の bar 構造を示した。また、銀河全体の spectral energy distribution (SED) から、warm dust (55 K) 成分に加えて、cold dust (18 K) 成分の存在があることが分かった。Cold dust の空間分布は、比較的、銀河中心に集中し、銀河全体に広く分布する (図 1)。一方、warm dust の空間分布は、銀河外縁部の4つの bright spots や銀河中心付近の CO 分布に似た bar-like feature に存在した (図 2)。4つ bright spots は、giant HII 領域に空間的に一致し、そこでの

star formation efficiency は、銀河中心などの他の領域に比べて有意に高く、天の川銀河にある最も活発な giant HII 領域の一つである W49A よりも高いことが分かった。こうした場所では活発な星形成が行われており、特に、IRAS 衛星や ISO 衛星での観測でははっきりと見られなかった bar-like feature では、分子雲で満たされた bar 全体で星形成が行われているという様子を示唆している。天の川銀河とは異なり、NGC 5457 は、銀河外縁部に非常に活発な星形成領域を有する peculiar normal spiral galaxy である。

こうした NGC 5457 の特異な星形成活動の物理的背景を調べるために、giant HII 領域、それらが存在する outer arms と、inner arms の 3 つの領域で gas surface density と stellar surface density との関係性を調べた。その結果、両関係はベキ乗則の相関を示し、 N は、inner arms ($N=2$) と giant HII 領域・outer arms ($N=1$) 間で有意な差があることを明らかにした。この違いは、星形成の物理過程の違いを反映していると思われる。Inner arms 領域では、NGC 5457 が発達した渦巻腕を持つことを考えると、 $N=2$ は、spiral density wave による cloud-cloud collision によって星形成が起きていると解釈できる。一方、giant HII 領域・outer arms では、 $N=1$ は重力不安定と関係付けられる。特に、giant HII 領域では、high velocity gas infall による Parker 不安定によって星形成が行われていると思われる。今日まで、活発な星形成を起こしている giant HII 領域の形成をトリガーとする可能性として high velocity gas infall 説が有力視されてきた。本観測結果は、初めてこの説を観測的に支持するものである。また、K-S Law の研究において、銀河内の K-S Law のベキが必ずしも同じではないという発見は、星形成の物理過程だけでなく、K-S Law のベキを一定として扱ってきた銀河の化学・光度進化モデルにも新たな知見を与えるものである。

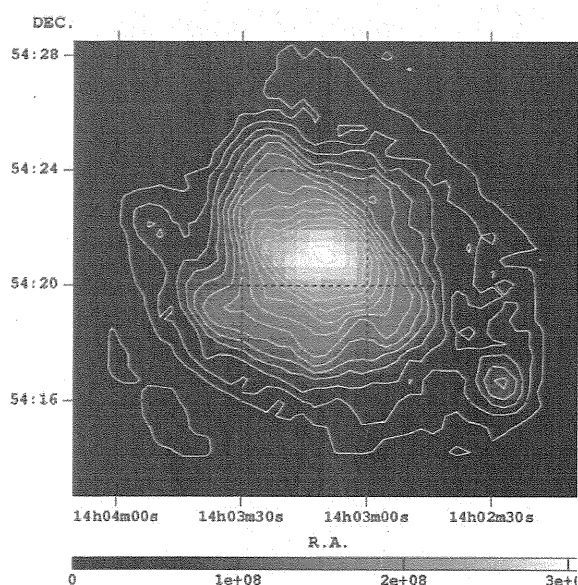


図 1. NGC 5457 の cold dust 空間分布。
銀河中心に多く集中し、銀河全体に分布している。

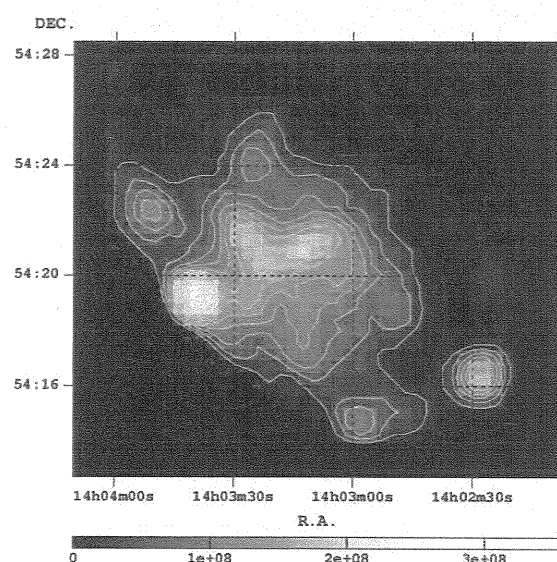


図 2. NGC 5457 の warm dust 空間分布。
銀河中心付近の bar 構造と disk の周囲にある
4 つの bright spots (giant HII regions) に集中
している。