

論文審査の結果の要旨

氏名 百瀬 莉恵子

銀河には、単位面積当たりのガス質量と星形成率の間に、ケニカット-シュミット則（以下 KS 則）というべき乗の相関関係が見られる。KS 則は銀河における星形成の物理過程を探る有力な道具であるため、盛んに研究が行なわれているが、1kpc 以下という高い空間分解能で KS 則を調べた研究はまだ乏しい。本論文は、独自の優れた CO(1→0)輝線データに基づいて、近傍の 10 個の銀河について 500pc スケールで空間分解した KS 則を求め、銀河の構造間や銀河間で星形成活動がどう異なるのかを考察したものである。

本論文は 6 章と付録からなる。第一章では研究の背景と目的が記されている。空間分解した KS 則の観測がまだ乏しいことや、ガス質量や星形成率の測定に問題が残っていることを指摘した上で、本研究でそれらの問題を克服するためにどのような工夫をほどこしたのかが述べられている。KS 則の理論的背景についてもまとめられ、星形成の物理過程によって KS 則のべき指数 N が異なることが述べられている。

第二章ではまず、ガス質量を求めるために行なった CO(1→0)輝線の観測が詳述されている。野辺山 45m 電波望遠鏡と米国の CARMA 電波干渉計の観測を融合して得た 10 個の近傍銀河の CO(1→0)輝線強度マップは、高い空間分解能と正確なフラックス測定を両立させた、本研究独自の優れたデータである。続いて、星形成率の測定や銀河の内部構造の定義に使用した他波長のアーカイブデータが紹介されている。

第三章ではまず、星形成率とガス質量の導出方法が述べられている。星形成率は、水素の $H\alpha$ 線から求まる値(ダストに隠されていない成分)と 24 ミクロン放射から求まる値(ダストに隠された成分)を合算することで推定している。その際、星形成起源ではない希薄な電離ガスの放射の影響を注意深く取り除いており、本研究の特筆すべき点の一つになっている。章の残りの部分では、各銀河について、中心核、棒構造、渦巻腕、その他の領域という 4 つの構造を定義している。

第四章の前半では、各銀河について、500pc の分解能の KS 則のデータが示されている。構造別に全銀河を合算した結果も示されている。そしてこれらのデータにべき関数をフィットし、KS 則のべき指数と比例定数を求めている。これらの値はフィットの手法によっ

て変わり得るため、3つの手法が比較検討されている。章の後半では、大局的な環境への依存性を調べるために、動径方向に平均したガス密度、星形成率、星形成効率、およびKS則を求めている。

第五章では前章までの結果を考察している。まず、星形成効率の新しい定義式を提案している。通常用いられる星形成効率は星形成率を単にガス質量で割ったものであるが、新しく提案された定義は、KS則のベキ指数 N が星形成の物理機構を反映していることを考慮して、ガス質量の N 乗で割ったものである。次に、全銀河を合算したKS則のベキ指数 N が 1.75 程度になることを示し、ガスの重力不安定もしくは分子雲ガス同士の衝突による星形成が支持される、と結論している。代表的な先行研究である Bigiel ら (2008) は本研究より小さい $N=1$ を得ているが、その理由は、彼らの使用した $\text{CO}(2\rightarrow 1)$ 輝線がガスの総量を完全には反映していないためであると推定している。KS則の分散の原因についても考察している。続いて構造別の比較が行なわれている。星形成率や通常用いられる星形成効率は構造ごとに大きく異なる一方で、本論文で導入した星形成効率はばらつきが小さいことなどを見だし、この結果から、構造間で星形成の機構がほとんど同じである可能性を指摘している。最後に、銀河間での比較を行ない、星形成率、星形成効率、およびベキ指数が銀河間でかなり異なることを見だしている。

第六章では論文全体のまとめと将来の展望が述べられている。ベキ指数や星形成効率と銀河の物理量（重元素量や質量など）との相関の有無も調べている。

銀河の星形成は巨大分子ガス雲との関連が指摘されているため、1kpcより細かく空間分解したKS則の観測が求められているが、そうした観測はまだ乏しく、しかもガス質量や星形成率の測定の信頼性に問題が残っていた。本研究は、単一鏡と干渉計を組み合わせた広視野・高分解能の $\text{CO}(1\rightarrow 0)$ 輝線データと、星形成率の注意深い測定に基づいて、近傍の10個の銀河のKS則を500pcのスケールで求め、銀河における星形成をさまざまな側面から考察している。とりわけ、銀河の構造ごとのKS則の研究は独創的であり、今後の進展が期待される。本論文は奥村幸子、幸田仁、澤田剛、江草英実、Robert Kennicutt Jr.、Daniela Calzetti、Guilin Liu、Jennifer Donovan Meyer氏との共同研究であるが、観測、データ解析、考察、論文執筆のすべてにおいて論文提出者が主体的に行なっており、その寄与は十分高いと判断できる。よって博士（理学）の学位を授与できるものと認める。