

氏名	臼井 正 ^{ただし}
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第2033号
学位授与の日付	平成11年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科物理学・宇宙物理学専攻
学位論文題目	測光観測による早期型渦巻銀河の星形成活動の研究

(主査)

論文調査委員 教授 齋藤 衛 教授 大谷 浩 助教授 太田 耕 司

論文内容の要旨

銀河の形態と現在の星形成活動の間には密接なつながりがある。銀河の形態は、楕円銀河、渦巻銀河、不規則銀河に大別されるが、現在の星形成活動はこの順序で活発になる傾向にある。銀河の現在の星形成活動の指標として $H\alpha$ 輝線を用いた観測により、渦巻銀河の中でも早期型渦巻銀河は、晩期型渦巻銀河に比べて現在の星形成活動が格段に低いと考えられてきた。一方、遠赤外線(FIR)光度も現在の星形成活動の指標となると考えられている。早期型渦巻銀河のうちで遠赤外線を強く放射するものが多く存在することは知られていたが、早期型渦巻銀河の場合は遠赤外線光度と星形成活動との関連には疑問が持たれてきた。

申請者は、これまでに $H\alpha$ 輝線の測られている早期型渦巻銀河は数が少なく、遠赤外線光度の弱い銀河に偏っている、と考えた。本研究では、まず遠赤外線(FIR)と可視光B-バンドの光度比、 $L(\text{FIR})/L(\text{B})$ が平均より大きな早期型渦巻銀河で視線速度が1000–3000 km/sにある15個の完全サンプルを作り、それらについて広帯域R-バンドと $H\alpha$ バンドでCCD撮像観測をした。観測は宇宙物理学教室大宇陀観測所の0.6m光学望遠鏡を用いて行った。その結果と今までの他の観測者のデータを合わせると、 $H\alpha$ 輝線の等価幅 $EW(H\alpha)$ は $L(\text{FIR})/L(\text{B})$ と共に増加し、早期型渦巻銀河でも星形成活動が活発な場合には、 $L(\text{FIR})/L(\text{B})$ が星形成活動の指標として有効であることを証明した。星形成活動の指標としての $L(\text{FIR})/L(\text{B})$ と $EW(H\alpha)$ の間に差異も認められる。サンプル銀河では、両者の比は星形成活動が活発であるほど大きくなる傾向がある。このことは星形成過程初期に遠赤外線光度と $H\alpha$ に対する減光が共に極大になることに由来するものとして説明できる。

多くの早期型渦巻銀河の統計から得られている $L(\text{FIR})/L(\text{B})$ の分布に本研究の結果を合わせると、3割程度の早期型渦巻銀河で晩期型渦巻銀河に匹敵する星形成活動を行っていることになり、早期型渦巻銀河の星形成活動はこれまで考えられてきたより活発であることになる。

観測した全ての銀河で、中心付近で広がった $H\text{II}$ 領域が見られるという特徴があり、いくつかの銀河ではそれに加えてバーヤリング上でも星形成をしていた。 $H\alpha$ 輝線はR-バンドの光よりもより中心に集中し、その集中度は星形成活動と共に大きくなる事も分かった。更に、サンプル銀河と他の明るい近傍銀河について星形成活動と銀河の相互作用の相関についても調べたが、両者の間に相関は見られなかった。このことは早期型渦巻銀河にとって相互作用は星形成活動のトリガーとして必ずしも必要ではないことを示唆している。

論文審査の結果の要旨

申請者は渦巻銀河での星形成の活動度について観測的研究を行い、星形成活動の指標と早期型渦巻銀河での現在の活動性について重要な結果を得た。

宇宙での星形成活動は、現在では主に渦巻銀河と不規則銀河において行われている。渦巻銀河では、銀河の形態(Sa,

Sb, Scなど)によって, 星形成活動の程度に差があると考えられている。すなわち, 晩期型 (Scなど) では現在も過去における活動と同程度の活発さが維持されているのに対し, 早期型 (Saなど) では過去の星生成率に比べて現在の星形成活動は非常に低いとされている。この考えの基礎となる観測事実はKennicuttら (1994) による水素原子線 $H\alpha$ のデータから得られている。 $H\alpha$ 輝線は誕生直後の大質量星によって放射されているので, 現在の星形成活動の指標として有効である。一方, 銀河の遠赤外線光度は形成時の大質量星の放射を星周ダストからの熱放射として見ているので, これも星形成活動の指標となることが提案されていた。しかし, 銀河規模では, 特に早期型渦巻銀河においては, 遠赤外線の別の発生源として冷たい星間ダストによる成分 (シラス) もあるため, 遠赤外線の光度が銀河の星形成活動の指標としての有効であるかどうかについて論争が続いている。一方, 遠赤外線のデータは赤外線天文衛星IRASによって全天にわたる均質データが取得されているため, データの質・量において $H\alpha$ 観測によるものに比べて格段に優れている。Tomitaら (1996) は, IRASのデータを用いて, 銀河の遠赤外線光度 L_{FIR} とB (青) バンドでの光度 L_B の比が星形成活動の指標として有効であることを示すと共に, 早期型渦巻銀河でも星形成活動が活発である銀河が従来考えられているよりも高い割合で存在することを示した。

本研究では, KennicuttらとTomitaらの結果の矛盾を解決するために, 早期型渦巻銀河の中で星形成活動が活発であると想定される15個の銀河について $H\alpha$ 輝線の撮像観測を行い, 輝線強度を測定し, 遠赤外線強度と $H\alpha$ 輝線強度の関連を調べた。この結果, L_{FIR}/L_B と $H\alpha$ 輝線の等価幅 $EW(H\alpha)$ の間に正の相関を見いだし, 早期型渦巻銀河でも L_{FIR}/L_B が星形成活動の指標となることを示した。 $EW(H\alpha)$ と L_{FIR}/L_B の対応の非線形性や比較的大きな分散についても考察をおこない, その原因が星形成活動の位相と減光から生じる必然的なものであることを示唆している。さらに, 活発な星形成活動領域が銀河中心部に集中していることを明らかにすると共に, 活動が活発であるほど星形成領域はより中心に集まる傾向にあることも示した。星形成活動のトリガーとして, 銀河どうしの相互作用が考えられてきたが, 本研究では, サンプル銀河と他の多くの早期型渦巻銀河のデータから, 相互作用がこのような活発な星形成活動が起こる必要条件ではないことを示した。本研究の結果とTomitaらの結果とから, 早期型渦巻銀河の30%程度は, 現在, 晩期型渦巻銀河の平均値かそれ以上に活発な星形成活動を行っていることが明らかになった。

本研究は早期型渦巻銀河の星形成活動が従来考えられていたよりも活発であることをより確実に示すと共に, その星形成領域が中心領域にあることを明らかにした。これらの結果は, 渦巻銀河全般の形態の維持や進化の研究にも影響を与える重要なものである。

以上のことから, この申請論文は当該分野の研究に寄与し, 博士 (理学) の学位論文として価値あるものと認めた。平成11年1月22日に申請論文に報告されている研究業績を中心として, これに関連する研究分野について試問を行い, 合格と認めた。