

氏 名	たけうち つとむ 竹 内 努
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 2178 号
学位授与の日付	平 成 12 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	Statistical Studies on The Evolution of Galaxies (銀河進化に関する統計的研究)

論文調査委員 (主 査) 教 授 齋 藤 衛 助教授 太田 耕 司 助教授 石 沢 俊 亮

論 文 内 容 の 要 旨

現在の宇宙での基本構造は銀河であり、銀河の発生と進化は、宇宙研究の主要課題の1つである。

申請論文では、銀河の性質、特に赤外線放射の性質、を用いた統計的研究により、銀河進化の歴史を知ることが目的としている。銀河の赤外線放射は、生まれたばかりの大質量星が周囲のダストを温めることにより主につくられるので、赤外線での銀河計数は、銀河の進化度のプローブとなる。本論文では、銀河進化は銀河での星形成の歴史に対応していると考えられる。

申請論文では、まず IRAS と ISO とよばれる赤外線天文衛星による銀河の赤外線観測の結果に基づいて、赤外線域での銀河のエネルギー放射スペクトルと光度分布関数を求め、経験的な赤外線銀河計数モデルを構築した。赤外線放射スペクトルでは、若い大質量星からの成分のほかにシラスとよばれる銀河全体に広がった成分も考慮している。銀河進化の性質として、光度分布関数が変わらない場合、銀河の光度が時間的に減少する場合、銀河の数密度が減少する場合の3つを考えている。この銀河計数モデルを用いて、2003年に打ち上げが予定されている高感度の検出器をもつ赤外線天文撮像探査衛星 (Infrared Imaging Surveyor: IRIS) による銀河の検出数を概算した：その結果、全天探査では数100万の銀河が検出されることになる。この数は、IRASが検出した銀河数の100倍に相当する。また、赤外線放射スペクトルから、50–70 μm の波長域での観測は、赤方偏位 z が1から2.5の銀河の検出に適し、120–150 μm での観測はより遠方 ($z > 2.5$) と近傍銀河 ($z < 1$) の検出に適していることを示した。IRISによる探査では、近傍宇宙での銀河進化の程度を見積もることはできるが、銀河計数だけでは進化のどの性質が主要であるかを特定することはむずかしいことも示した。一方、宇宙赤外線背景放射の強度スペクトルは、非常に遠方での銀河進化の形に強い制約を課すことも示した。本研究の結果として、50, 70, 150 μm およびサブミリメートルでの強度からつくった銀河のカラーは、赤方偏位を推定できることや、遠方銀河を検出できることなど、今後の銀河観測において実用上も有用である。

申請論文のもう1つのテーマは、銀河の光度分布関数の構築についてである。銀河の光度分布関数は、上記のように銀河の統計的性質を示す最も基本的なデータである。しかし、観測データ (銀河のみかけの明るさと推定距離) から光度関数をつくることは、観測値の誤差や、分布の統計的性質のため、それほど簡単ではない。本論文では、情報理論統計学の観点から、赤池の条件を用いて、これまで提案されている代表的な光度関数を吟味し、より適切な光度分布関数のつくり方を示唆している。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

銀河は宇宙での物質進化の舞台であり、星がその担い手である。銀河進化の主要な側面はその星形成史である。

生まれたばかりの星は、エネルギーの大部分をその母体である分子雲中のダストを通して赤外線として放射しているので、銀河の赤外線放射の強度は星の生成率と結びついている。赤外線による全天の探査観測はこれまで天文衛星 IRAS による観測によって大きな成果をもたらした。今後はさらに高感度の観測により、画期的な発展が期待されている分野である。申

申請論文は、この点に着目し、これまでに得られている赤外線観測データを用いて、銀河の赤外線スペクトルと銀河の光度分布関数をつくり、これに進化のモデルを加えて、今後の高感度赤外線天体観測が、銀河形成から現在に至る銀河の星形成史を明らかにすることができるかどうかを検討している。本研究は、2003年に日本が打ち上げを計画している赤外線天文衛星 IRIS による到達点を予測する目的も持っている。

本論文では、天文衛星 IRAS と ISO によって得られている赤外線観測データから、銀河の赤外線放射スペクトルと赤外線での銀河の光度分布関数をつくった。銀河進化のモデルとして、光度分布関数が時間的に変化しない場合、銀河の光度が時間的に減少する場合、銀河の数密度が減少する場合の3つを考えている。これに基づいて、観測の検出感度が上がった例として IRIS による全天探査を考え、銀河がどのように検出されるか、その予測数、赤方偏位と遠赤外線カラーの関係などを求めている。IRIS の探査に基づく銀河の計数だけでは、このいずれが主要な進化であるかを判別できないことを示している。申請論文の結果は、赤外線とサブミリ波から求めた銀河のカラーが銀河の赤方偏位の推定や遠方銀河の発見など、実用的にも役立つものである。発表論文では、諸外国が計画している赤外線・サブミリ波望遠鏡による（このモデルによる）銀河計数も予測している。

本論文ではさらに、最適な光度分布関数の作成についても検討している。銀河の光度はさまざまであるが、この光度は銀河のみかけの明るさと推定距離から求められている。これらの測定データには誤差を含み、さらに統計的誤差もある。これらのデータを用いて、これまでいくつかの光度分布関数が提案されてきた。論文では、情報理論統計学の観点から赤池の条件をこれらの関数に適用して、その優劣を吟味し、より最もらしい関数の作成を考えている。

以上のように、申請者は本論文において、銀河の星形成史について、赤外線での現在までの観測からの限界と、今後の高感度観測から明らかにできることを予測し、この研究分野に新しい知見をもたらした。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。なお、主論文に報告されている研究業績を中心に関連する分野について口頭試問した結果、合格と認めた。