

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 西田 和樹

論 文 題 目

Galaxy Spectral Energy Distribution Model with the Evolution of Dust
Consistent with the Chemical Evolution

(ダスト化学進化を取り入れた銀河スペクトルエネルギー分布モデル)

論文審査担当者

主 査	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	竹内 努
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	理学博士	杉山 直
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	博士(理学)	犬塚修一郎
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	田村 陽一
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	松尾 太郎

論文審査の結果の要旨

銀河は宇宙誕生後 1 億年前後の時期に形成され、その後の宇宙の姿を形作る主役として進化してきた。よって銀河の進化を解明することは宇宙の歴史の主要な部分を知ることにつながる。銀河は様々な物理過程によって光を放射する。銀河からの放射を波長ごとに分光したときの概形をスペクトルエネルギー分布(SED)と呼ぶ。SED を観測することにより、銀河内で起きている物理過程の手掛かりを得ることができる。

銀河の主な放射源としては星、ガス、星間塵(ダスト)がある。ダストは星が放射した紫外線・可視光線を散乱・吸収し、そのエネルギーを中間から遠赤外線で再放射する。またダスト表面は星の誕生において重要な星間分子形成の触媒として機能し、星形成を著しく促進する。近年、超遠方の銀河でも多量のダストが観測されている。現在用いられている銀河 SED モデルの多くは、近傍の銀河の観測をもとに作られた経験的なダストモデルを用いている。しかし、ダストの化学進化を理論的に考慮した先行研究によると、銀河形成の初期に金属量の増加にともない急激かつ非線型にダスト量が増加することが示された。したがって、近傍銀河の経験則に基づく現行のモデルによってダスト量を推定すると過大評価してしまう。そのため、ダストの第一原理的理論に基づく進化を取り入れた SED モデルの構築が求められている。

申請者はダストの化学進化モデルに基づいた理論によってダストのサイズ分布および組成を求め、それを適用した SED モデルを構築した。ダストによる星からの光の減衰(減光)を求めるには、通常 3 次元空間で輻射輸送を解く必要があるが、ダストの濃い領域を一つの大きなメガグレインと呼ばれる粒子で近似し、一次元平行平板構造を持つ円盤銀河として輻射輸送を解くことによって低い計算コストでダスト減光を求める方法を構築した。申請者のモデルは銀河の化学進化に準拠しており、すべての年齢の銀河に適用することができる。得られた計算結果を天の川銀河について先行研究と比較し、減光の波長依存特性(減光曲線)を再現することができた。年齢が 100 億年の場合の減光曲線は、銀河系で観測される 2170 Å バンプを再現した。また銀河進化に伴ってダストのサイズ分布・組成が変わるために、このバンプは銀河形成直後には存在せず、銀河年齢とともに顕著になり、ダスト粒子の成長とともに消滅していくことが示された。そして非常に若い銀河では中間赤外線の放射源である多環式芳香族炭化水素(PAH)に対応するサイズの粒子がまだ形成されていないため、中間赤外線では顕著な PAH のバンド輝線スペクトルが存在しないことを予言した。この結果は遠方銀河の観測の予言、そして観測立案に対して重要な変更をもたらす。

申請者はダストの化学進化理論を取り入れた銀河 SED モデルを構築し、あらゆる年齢の銀河の紫外線から赤外線の波長にわたる SED を予言可能にした。これにより、経験則に基づく従来のモデルに代わる強力な物理的解釈のためのツールを提供したことは評価できる。また参考論文は本 SED モデルを遠方銀河への応用であり、価値のあるものである。以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。