

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 浅野 良輔

論 文 題 目 History of the Formation and Evolution of Cosmic
Dust through the Evolution of Galaxies
(銀河進化における宇宙塵の形成・進化史)

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	博士(理学)	犬塚修一郎
委員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	博士(理学)	久野純治
委員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	鈴木 建
委員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	立原研悟

論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

銀河とは、星と星間物質と暗黒物質の巨大な集合体である。初期宇宙の物質分布はほとんど一様等方であったのに対し、現在の宇宙には惑星や星から銀河、銀河団まで様々なスケールの天体が存在する。即ち、宇宙進化の中で銀河と星の形成は極めて本質的な、宇宙物理学最大の問題の一つである。銀河は星間物質中で起こる星形成・進化により、低金属量、低ダスト量な状態から高金属量、高ダスト量な状態へと進化するので、銀河進化の理解にはダスト進化の解明が必要不可欠である。しかし、様々な物理現象が絡み合い複雑なため、ダスト進化の研究は端緒に就いたばかりである。最近では多波長での大規模な銀河深探査が多数進められている。特に **Herschel** 宇宙望遠鏡や電波干渉計 **ALMA** によって、若い銀河のダストに関して観測的知見が得られるようになり、精密なダスト進化モデルの構築は急務となっている。申請者はダスト粒子に影響を与える様々な過程を一貫して扱うモデルを構築し、銀河のダスト進化、特に総ダスト質量、ダスト粒子のサイズ分布、そして紫外線—近赤外線のダスト粒子による吸収散乱(減光)の波長依存性(これを減光曲線と呼ぶ)の進化について検証した。

まず銀河の総ダスト量進化について検証した。ダスト質量は星形成やダストによる減光量に強く影響を与える。申請者は、若い銀河に存在するダストは星からの供給が大部分を占めているが、銀河の金属量がある臨界値(臨界金属量)になると、星間空間中でのダスト成長が重要になることを発見した。臨界金属量の導入により、低金属量銀河やダスト豊富なクェーサー、及び銀河系や近傍の年老いた銀河のダスト量を同時に説明することが可能になった。これは、金属量が主要なダスト供給源を判定するよい指標になっていることを初めて示した重要な結果である。

次にこれを発展させ、ダストサイズ分布の進化を扱うモデルを構築した。進化初期の銀河では超新星や漸近巨星列星から供給される大きなダスト($> 0.1\mu\text{m}$)が支配的だが、時間とともに星間空間中での過程がサイズ分布を決定するようになる。この支配過程の変化によって、小さいダストがダスト粒子の衝突による破砕により増加し、ダスト成長によってダストサイズ分布上にエクセス(ダスト半径 $\sim 0.01\mu\text{m}$)が形成される。小さいダスト量が増加することでダスト衝突による合体が効果的に起こるようになると、エクセスは $0.03\text{--}0.05\mu\text{m}$ にシフトする。この結果は、従来の近傍銀河を基にした遠方銀河の星形成率やスペクトルエネルギー密度の推定が実際と大きく異なっている可能性を示しており、宇宙初期の星形成率の見積もりを大きく改善する成果となっている。

更にこのモデルを用いて減光曲線進化について調べた結果、進化初期の銀河の減光曲線は平坦であるが、星間空間中での過程が支配的になると、波長 2175\AA に強い減光を示す領域(2175\AA バンプと呼ぶ)や紫外線領域で急な傾きを持つように進化することが分かった。その後、ダスト粒子の合体過程によりバンプと紫外線領域のカーブが緩やかに変化することも見出された。

これらの結果は、多波長銀河探査時代に銀河の進化を全宇宙年齢にわたり首尾一貫して評価できる極めて有用な方法論を提供するものである。実際に、**Herschel** 宇宙望遠鏡による最新の観測的発見を説明する論文でも用いられ、この分野の標準モデルとしての地位を獲得しつつある。また、より遠方の銀河のダストを観測できる **ALMA** のデータとの比較検討も始まっており、世界的にも注目されている。以上の理由より、申請者は博士(理学)の学位を授与される資格があるものと認められる。