

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 SOLARZ Aleksandra Alicja

論 文 題 目

Classification and Clustering Analysis of Mid-Infrared Galaxies in the  
AKARI North Ecliptic Pole Deep Field

(あかり北黄極深探査領域銀河の分類とクラスタリング解析)

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) | 立原 研悟 |
| 委 員 | 名古屋大学大学院理学研究科 | 准教授 | 博士(理学) | 松原 隆彦 |

## 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。初め一様であった物質は重力で集まり、137 億年をかけて現在のような豊かな銀河宇宙の姿が形作られた。即ち宇宙進化を理解する上で、銀河進化を解明することは本質的である。銀河の形成進化の基本原則として、宇宙項のある冷たい暗黒物質モデルが大きな成功をおさめているが、我々が実際に観測するのは暗黒物質ではなく通常の物質からなる銀河であり、そのギャップを埋める理論の構築が急務である。本研究では、暗黒物質環境の下で銀河がどのように進化してきたかを探るため、星形成の盛んな銀河の集まり具合(クラスターリング)の解析を行った。星形成の盛んな銀河はダストを大量に持ち、主として赤外線で観測される「赤外銀河」になる。本研究では、AKARI 衛星の北黄極深探査(NEP)の中間赤外線データを用い、ダストに隠された星形成銀河の種族のクラスターリングを検証した。このため、クラスターリングを定量的に表す統計的指標である 2 点相関関数を用いた。

AKARI NEP は測光探査であり、天体の距離情報はデータ取得の時点では得られていない。このため、まず波長  $24\ \mu\text{m}$  で検出されている天体のうちから銀河のみを抽出する必要がある。距離情報を得るための追観測には一般に時間と手間がかかるため、AKARI で得られている測光画像のみから銀河を選び出せれば理想的である。このため、中間赤外線で見られたいくつかの波長の画像から、機械学習アルゴリズムのひとつであるサポートベクターマシン(SVM)を用い、銀河と星を分類する方法を構築し、ソフトウェアを開発した。識別率は銀河で 90%、星で 98%である。これは赤外線画像のみで星-銀河分類を可能にする世界初のアルゴリズムである。これは他のデータへも応用され、参考論文に挙げた研究として実を結んでいる。

次に、この方法によって抽出した銀河サンプルの 2 点角相関関数を推定した。角相関とは天球上の位置の相関を意味し、銀河までの距離の情報は視線方向に射影されて失われている。よって、銀河の距離を得るため、観測された銀河の多波長測光情報によるスペクトルエネルギー分布(SED)を用いて SED フィッティングを行い、測光的赤方偏移を推定した。赤方偏移( $z$ で表し、大きいほど遠い)は宇宙膨張による波長の伸びを表す量で、宇宙論を介して距離に換算できる。AKARI NEP 領域の  $24\ \mu\text{m}$  で検出された銀河の赤方偏移分布から、これらは単一の銀河種族ではなく、宇宙年齢の異なる時代に出現した 3 つの異なった種族であることがわかった。また空間相関関数の相関長(典型的なスケール)を求め、赤方偏移別に相関関数を評価した結果、 $z < 0.5$  の銀河は星形成の活発な高光度赤外銀河、 $0.5 < z < 0.9$  の銀河はその直接の祖先、 $0.9 < z < 1.3$  の銀河は強い空間相関を持つ別の星形成銀河の種族であることを示せた。

このことは、赤外銀河の進化が極めて早く、暗黒物質のクラスターリングよりも急激な進化を示していることを示唆する。これは暗黒物質ハロー中での星形成銀河進化のモデル構築に明確な指針を与える結果である。また、この解析のために開発した星-銀河分類法は SPICA など次世代の赤外線望遠鏡計画においても応用できる、極めて有効な方法を提供する。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。