

自己評価報告書

平成23年 4月10日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2011

課題番号：20740105

研究課題名(和文) 化学進化を整合的に取り入れた銀河のSEDモデル構築

研究課題名(英文) Construction of a galaxy SED model consistent with chemical evolution

研究代表者：竹内 努 (TAKEUCHI TSUTOMU)

高等研究院・特任講師

研究者番号：90436072

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：天文学

キーワード：理論天文学, 光赤外線天文学, 銀河形成進化, 星形成, 輻射輸送, ダスト形成, 化学進化

1. 研究計画の概要

宇宙の星形成史および重元素合成史を明らかにするため、銀河の重元素量の進化、いわゆる銀河の化学進化を整合的に取り入れ、ダスト(星間塵)の質量及び組成の進化、および空間的非一様性まで含めた輻射モデルを構築する。計算結果を紫外線から赤外線にわたる多波長観測データと比較することでモデルを検証し、理論として完成させる。具体的には、銀河の輻射過程を正しく扱うため、ダストによる散乱を取り入れる。ダスト分布の空間的非一様性はメガグレイン近似を拡張し、モデルに実装する。また、化学進化を解いて重元素量の進化を追うとともに、ダスト粒子の破壊過程を正しく考慮し、粒子の構成とサイズ分布進化まで含めたダストの進化を整合的に扱う。計算結果は GALEX や Spitzer, AKARI など最新の観測装置によるデータと比較して検証する。個別の銀河の進化の枠組みを完成した暁には、宇宙論的シミュレーションに組み込んで統計的な議論が可能な形にする。

2. 研究の進捗状況

(1)観測サイドからの検証

GALEX 衛星(紫外線観測), Spitzer 宇宙望遠鏡, および AKARI 衛星(赤外線観測)の観測データを用い、銀河における星の紫外線の吸収と赤外線再放射を精密に測定し、それが銀河のどのような性質と結びついているかを徹底検証した。その結果、赤外線は低温のダスト(遠赤外線を放射)だけではなく、**高温のダスト(中間赤外線を放射)からの寄与も大きく、特に芳香族巨大分子からなる微小ダスト(PAH と呼ばれる)の放射が重要であることを確認**

した。これはモデル化に極めて重要である。さらに AKARI Deep Field South (ADF-S)のデータを用い、これまでダストがほとんどないとされていた **S0 銀河の大部分がダストによる遠赤外線放射をしていることを発見した**。そして AKARI 衛星の全天探査で検出された銀河に可視光銀河探査 SDSS, 紫外線衛星 GALEX の観測を組み合わせ、星形成、ダスト減光の性質を検証した。特に**赤外線+紫外線によって正確な星形成率が得られるので、これにより星形成率が 20 太陽質量/年を超える銀河ではその 90%がダストに隠され、紫外線では評価できないことを明らかにした**。同じく全天探査データによって、遠赤外線探査フラックスのみから銀河を選出する方法を開発した。また中間赤外線深探査 North Ecliptic Pole (NEP)のデータを用い、進化の進んだ星と新しく生まれる星の質量費(特性星形成率: SSFR)や光度関数の検証をおこなった。さらにサブミリ波宇宙望遠鏡 Herschel の観測が開始されたことを受け、隠れた星形成の研究をサブミリ波でも行えるよう拡張した。そして、わが国とヨーロッパ宇宙機構 ESA の共同で開発中の次世代赤外線望遠鏡 SPICA の観測計画構築の議論をリードし、有意義な計画となるよう定量的な議論を開始した。

(2)理論モデルの構築

また現象の現状で不定性の多い、超新星爆発に起因する衝撃波によるダストの破壊を世界で初めて取り入れたダスト減光曲線モデルを構築した。これらの結果はすでに一部論文として出版した。また、宇宙論的な構造形成と結びつけた統計的理論モデルを構築するための研究会を行った。そして、**特に超新星の衝撃波によるダスト粒子の破壊、星間物質中での破砕によるサイズ進化を取り入**

れた若い銀河のダスト輻射モデルを新たに完成した。また、ダスト粒子の AGB 星による生成過程、星間分子雲による成長過程まで取り入れることで、銀河年齢全体に適用できるダスト進化理論を構築することに成功した。これらの成果は AKARI 等による観測的知見と合わせ、準解析的銀河モデルである Mitaka Model に実装した。

3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。

銀河のデータからの観測的知見、特に赤外線衛星 AKARI からの最新の成果をモデル化し、輻射の理論モデルに反映する作業は極めて順調に進んでいる。加えて Herschel によるさらに遠方の銀河の観測データが大量に得られたこと、銀河の化学進化の理論化が計画以上に精密化できたことで、理論モデルの改良が予想外に大きく進展したといえる。最終年度(2011 年度)は紫外線散乱の部分を完成させる予定であったが、科学研究費補助金最終年度応募によって次の研究課題(基盤研究(B): 課題番号 23340046)へと拡張した形で受け継ぐことができたので、以降 5 年間の研究計画に取り入れている。

4. 今後の研究の推進方策

上記のように、本研究課題はより発展した形で基盤研究(B)へとつなぐことができた。次の研究計画では、これまで扱ってきた星形成と輻射に関する理論モデルを全バリエーション(星とガス)とダークマターの力学まで統合的に扱い、宇宙暗黒時代から現在までの銀河形成進化を統一的にモデル化することを目指す。このため、新たに Planck および Square Kilometer Array といった次世代観測装置プロジェクトにも参入し、活発な議論を進めている。

5. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計 34 件) 主要 5 編のみ記載 (全て査読有)

1. Constructing a bivariate distribution function with given marginals and correlation: application to the galaxy luminosity function, Takeuchi, T. T. 2010, MNRAS, 406, 1830-1840
2. Star formation and dust extinction properties of local galaxies from AKARI-GALEX all-sky surveys: First results from most secure multiband sample from the far-ultraviolet to far-infrared, Takeuchi, T. T., Buat, V., Heinis, S., Giovannoli, E., Yuan, F. -T., Iglesias-Páramo, J., Murata, K. L., Burgarella, D, 2010, A&A, 514, A4 (13pages)

3. Star forming galaxies in the AKARI Deep Field South: identifications and SEDs, Małek, K., Pollo, A., Takeuchi, T. T., Bienias, P., Shirahata, M., Matsuura, S., Kawada, M., Astronomy & Astrophysics (以下 A&A), 514, A11 (21pages)
4. The infrared emission of ultraviolet-selected galaxies from $z = 0$ to $z = 1$ Buat, V., Takeuchi, T. T., Burgarella, D., Giovannoli, E., Murata, K. L. 2009, A&A, 507, 693
5. Star formation history of galaxies from $z = 0$ to $z = 0.7$: backward approach to the evolution of star-forming galaxies *Buat, V., Boissier, S., Burgarella, D., Takeuchi, T. T., Le Floc'h, E., Marcillac, D., Huang, J., Nagashima, M., & Enoki, M. 2008, A&A, 483, 107-119

[学会発表] (計 30 件) 主要 5 件のみ記載

1. First Results on the Star Formation and Extinction in Local Galaxies from AKARI All-Sky Surveys, 竹内 努, 赤外線から切り込む銀河形成理論の新展開 ~ あかりから ALMA へ, 招待講演, 2011年3月24日 (伊王島: 長崎)
2. First Results on the Star Formation and Extinction in Local Galaxies from AKARI All-Sky Surveys, Takeuchi, T. T., Cosmic Microwave Background Radiation and Its Foreground, Interstellar Components, 招待講演, 2011年2月17日 (西葛西: 東京)
3. Physics of the Formation and Evolution of Galaxies, Takeuchi, T. T., Japan SKA Workshop 2010, 招待講演, 2010年11月4日 (三鷹: 東京)
4. The Star Formation Rate functions at $z = 0-1$: the latter half of the history of visible and hidden star formation in the Universe, Takeuchi, T. T., et al., Hunting for the Dark: The Hidden Side of Galaxy Formation, 2009年10月20日 (Malta: Malta)
5. Prospect from SPICA: Theoretical point of view, Takeuchi, T. T., 第22回理論懇シンポジウム「2010年代の理論天文学」, 招待基調講演, 2009年12月21日 (名古屋: 愛知)

[その他]

ホームページ(公開データ発信等に使用)
<http://garm.iar.nagoya-u.ac.jp/~takeuchi>

プレスリリース
名古屋大学高等研究院からのリンク
<http://www.iar.nagoya-u.ac.jp/SRPR/takeuchiNews.html>