

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 16 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008~2011

課題番号：20340038

研究課題名(和文) 宇宙初期から現在にいたる星間塵供給源としての超新星の役割の解明

研究課題名(英文) The investigation of role of supernovae as the source of interstellar dust from the dawn of the universe until the present time

研究代表者

小笹 隆司 (KOZASA TAKASHI)

北海道大学・大学院理学研究院・教授

研究者番号：90263368

研究分野：天体物理学

科研費の分科・細目：天文学

キーワード：超新星、ダスト形成進化、超新星残骸、星間塵、銀河形成進化

1. 研究計画の概要

(1) 種々のタイプの超新星爆発時での元素合成、それに基づくダスト形成とその後の超新星残骸での進化過程の解明

(2) 形成時から超新星残骸段階でのダストの存在量、サイズ分布およびダストからの熱輻射量の時間発展を明らかにする

(3) 観測結果との比較検討により、超新星爆発時に形成され星間空間に放出されるダスト種とそのサイズ分布を明らかにする

(4) 得られた結果に基づいて銀河形成進化過程を考慮したダストの化学進化モデルを構築することにより、宇宙初期から現在に至る星間塵供給源としての役割を解明する。

2. 研究の進捗状況

(1) 超新星爆発時での元素合成

金属量と質量の異なる種々の超新星爆発モデルを構築し元素合成計算を行った。また今まで詳しく調べられていなかった重力崩壊型超新星での弱 r 過程元素の合成を調べ金属欠乏星の観測と比較し爆発条件を明らかにした。

(2) 超新星でのダスト形成とその後の進化

①Ib 型超新星 2006jc でのダスト形成および形成されたダストからの熱輻射量を計算し観測結果と比較して形成されたダスト種とその質量を明らかにした。IIb 型超新星でのダスト形成とその後の超新星残骸での進化および超新星残骸中のダストからの熱輻射のスペクトルの時間発展を明らかにし、IIb 型超新星残骸である Cas-A の観測結果が再現できることを示した。重力崩壊型だけでなく爆燃型 Ia 超新星爆発時でのダスト形成・進化の計算を世界に先駆けて行った。

②種々のタイプの超新星爆発時でのダスト形成とその後の超新星残骸での破壊計算から超新星爆発時の水素外層の量が少ないほど形成されるダストのサイズが小さく、超新星残骸中でほとんど破壊され星間空間に放出されないことが明らかにされた。

③超新星残骸での破壊過程により、爆発時に形成されたダストのサイズ分布は変化するが、星間乱流によるダストの粉碎過程を考慮すると全ダストのサイズ分布関数は形成時のものとほぼ変わらないことが判った。

(3) ダストと銀河形成・進化

超新星残骸および星間衝撃波でのダスト破壊に伴う存在量とサイズ分布の進化、ダスト表面上での水素分子形成を考慮した oen-zone 銀河進化モデルを構築し、超新星周りの星間ガス密度が破壊によるダストのサイズ分布を左右し、結果的に銀河の星形成活動に大きな影響を及ぼすことを明らかにした。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している

(理由)

研究計画として挙げた課題の中にはまだ完成していないものもあるが、計算結果を観測結果と比較検討することにより予想以上の成果を上げることが出来た。具体的には IIb 型超新星爆発モデルに基づいて見積もられた Cassiopeia A 超新星残骸のダスト量が AKARI や Herschel による観測で確認され、我々が見積もっている爆発時でのダスト形成量やサイズ分布の正当性が実証されたと言ってよい。また、超新星で形成されたダストによる星間減光曲線を用いて赤方偏移が

$z \sim 1$ の爆発的星形成銀河のスペクトルをよく再現できること、更には1回の超新星爆発時に形成され星間空間に放出されるダスト量が0.1太陽質量程度であることが判った。この事は、 $z > 4$ の高赤方偏移に限らず星形成が活発な銀河での星間塵供給源としての超新星の役割の重要性を示唆するものである。

4. 今後の研究の推進方策

(1)最近の観測から明らかにされた親星の星周ガスとエジェクタの衝突により形成される高密度ガス中でのダストの形成可能性を明らかにする。

(2)ダスト形成量・放出量の親星の質量および金属量依存性の計算を完成させる。

(3)ダストが銀河形成進化に及ぼす役割の研究を推進するための基盤の構築に努める。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 26 件)

- ① Yamasawa, D., Habe, A., Kozasa, T., Nozawa, T., Hirashita, H., Umeda, H., Nomoto, K., The Role of Dust in the Early Universe I: Pogalaxy Evolution, The Astrophysical Journal, in press (2011) (査読有)
- ② Kawara, K., Hirashita, H., Nozawa, T., Kozasa, T., 他 5 名, Supernova dust for the extinction law in a young infrared galaxy at $z \sim 1$, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 412, 1070-1080 (2011) (査読有)
- ③ Izutani, N., Umeda, H., Nucleosynthesis in High Entropy Hot Bubble of Supernovae and Abundance Pattern of Extremely Metal Poor Stars, The Astrophysical Journal, 720, L1-L4 (2010) (査読有)
- ④ Hirashita, H., Nozawa, T., Huirong, Y., Kozasa, T., Effects of grain shattering by turbulence on extinction curves in starburst galaxies, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 404, 1437-1448 (2010) (査読有)
- ⑤ Nozawa, T., Kozasa, T., Tominaga, N., Maeda, K., Umeda, H., Nomoto, K., Krause, O., Formation and Evolution of Dust in Type IIb Supernovae with Application to the Cassiopeia A Supernova Remnants, The Astrophysical Journal, 713, 356-373 (2010) (査読有)

[学会発表] (計 28 件)

- ① 山澤大輔、ダストのサイズ分布進化を考

慮した初代銀河形成モデルと宇宙再電離過程、日本天文学会 2010 秋季年会、2010 年 9 月 22 日、金沢大学

- ② 吉田敬、大質量星の進化における質量放出とその化学組成、日本天文学会 2010 春季年会、2010 年 3 月 24 日、広島大学
- ③ 野沢貴也、Cassiopeia A 超新星残骸中のダストの一生、日本天文学会 2010 春季年会、2010 年 3 月 24 日、広島大学
- ④ 野沢貴也、爆燃 Ia 型超新星爆発時におけるダスト形成、日本天文学会 2009 年秋季年会、2009 年 9 月 14 日、山口大学
- ⑤ 山澤大輔、ダストのサイズ分布進化とダストにおける水素分子形成を考慮した銀河形成進化モデル、日本天文学会 2009 年秋季年会、2009 年 9 月 15 日、山口大学

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)