



ダストに隠された宇宙星生成史の探求

研究者所属・職名：大学院理学系研究科・教授

ふりがな こうの こうたろう

氏名：河野 孝太郎

主な採択課題：

- [基盤研究\(S\)「ミリ波サブミリ波帯輝線銀河の無バイアス探査に基づく隠された宇宙星形成史の研究」\(2017-2021\)](#)
- [基盤研究\(A\)「超伝導共振器を使ったオンチップ型低分散超広帯域サブミリ波分光計の実証」\(2013-2016\)](#)

分野：電波天文学、銀河天文学

キーワード：銀河の形成・進化、ダスト、ミリ波サブミリ波、アルマ、超伝導検出器

課題

●なぜこの研究を行なったのか？（研究の背景・目的）

宇宙における星生成活動が138億年の歴史の中で、いかに変化してきたか、また、その変遷を司る物理課程は何か、を解明することは、元素や物質の起源と暗黒物質の性質を理解する上で重要である。これまでに、宇宙誕生から約40億年後（赤方偏移およそ2）の時代に、宇宙はその星生成活動のピークを迎えていたこと、その時代の星生成活動の大半はダストと呼ばれる固体微粒子の存在により「覆い隠されて」いたこと、が明らかになってきた。しかし、それよりさらに初期の時代（赤方偏移が3から8）における、ダストに隠された星生成活動の役割は、まだよくわかっていない（図1）。

●研究するにあたっての苦労や工夫（研究の手法）

ダストに隠された星生成を行う遠方銀河を探索し、その距離を測定（分光）することが必要であるが、可視光や近赤外線では暗く、分光観測は不可能である。より波長の長いミリ波サブミリ波帯において、低い波長分解能ながら超広帯域の分光を実現する点が鍵となる。

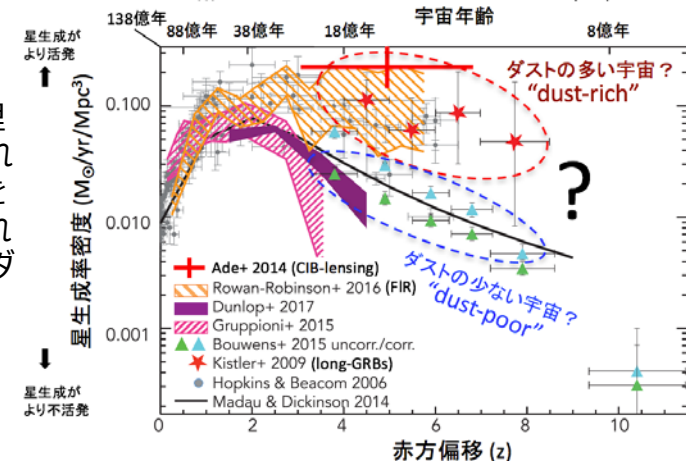


図1 宇宙星生成活動の観測現状まとめ

ダストに隠された星生成活動の探求

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

我々は最先端の超伝導フォトニクスと微細加工技術を組み合わせ、超伝導共振器をチップ上に並べた低分散・超広帯域分光器「DESHIMA」の開発を行った。これはオランダ（デルフト工科大学・オランダ宇宙研究所 SRON）および日本（東大、名古屋大、埼玉大、北海道大、電気通信大、国立天文台ほか）の共同研究である。これをチリとも協力しつつ、南米アタカマのアルマ望遠鏡設置サイトに設置されている口径10mのサブミリ波望遠鏡ASTEに搭載し、試験観測を行った結果、オンチップ超伝導分光器という新しい概念を天体信号の検出により世界に先駆け実証することに成功した。この成果を踏まえ、分光チャンネル数を拡大し、さらに赤方偏移の測定範囲を拡大した「DESHIMA2.0」の開発にも成功した（図2）。これは220 GHzから440 GHzという1オクターブの周波数範囲を一挙に分光できる能力を持つ。

こうした開発成果に加え、我々はアルマ望遠鏡を駆使することで、多量のダストに覆われ、ハッブル宇宙望遠鏡の可視光や近赤外線観測では見逃されていた、赤方偏移が3から6の時代の大質量銀河が、理論的な予測よりも多数存在していることを明らかにした（図3）。

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

開発したオンチップ超伝導分光器を多画素化し、分光撮像能力を持たせ、ASTEや口径50mの大型ミリ波望遠鏡に搭載した観測を行うことにより、ダストに覆われた星生成銀河を多数新たに発見し、宇宙星生成史の全貌により迫ることが期待される。

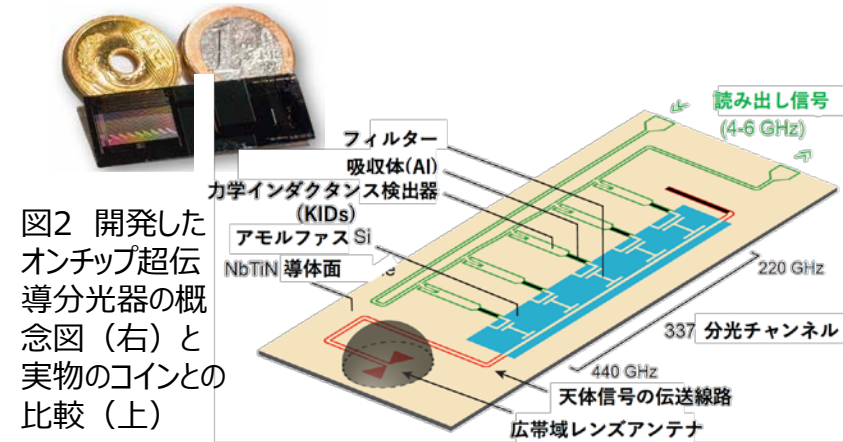


図2 開発したオンチップ超伝導分光器の概念図（右）と実物のコインとの比較（上）

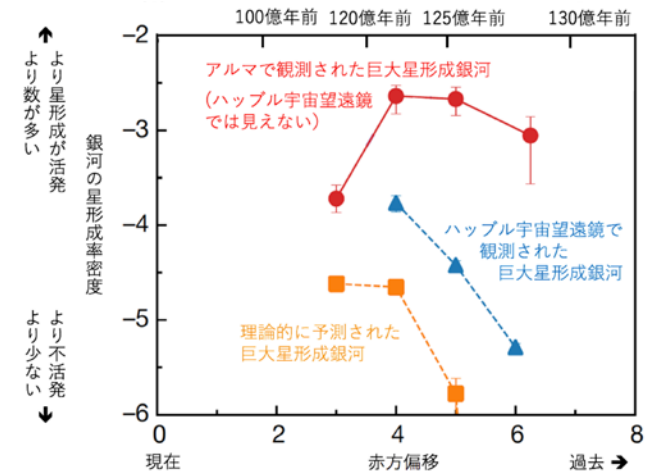


図3 アルマにより検出した、ダストに覆われハッブル宇宙望遠鏡では見えない銀河の性質