JWSTで見つかった赤方偏移>10の窒素過剰な銀河の起源について
銀河IGM workshop（ https://sites.google.com/view/galaxy-igmws24）での議論のまとめ

【アブスト】 赤方偏移10を超える遠方で、GN-z11（Bunker+23）をはじめとする窒素過剰な銀河がいくつか見つかっている。窒素が過剰な点は、銀河系の球状星団の星に見られる特徴の１つであり、高赤方偏移で球状星団の祖先を見ている可能性が指摘されている。窒素過剰になる原因と、窒素の輝線が球状星団由来なのかについて、議論が分かれており、まだ決着はついていない。high-z銀河の輝線の空間分解や、銀河系球状星団でのmultiple populationの起源の解明がますます重要になってくる。

【ロジック】

I. 背景: JWST/NIRSpecによる観測から、z=10.6の星形成銀河GN-z11で窒素の高階電離輝線が観測され、[N/O]~0.5と見積もられた（Bunker+23, Cameron+23, Senchyna+23, Watanabe+23: 図１）。高いN/Oは、銀河系の球状星団の１部の星に見られる傾向で、高赤方偏移でできた球状星団の祖先によるものではないか、ということで注目されている。

II. 観測:

・この銀河の輝線比の解析からは、高密度でかつ高いN/O比のガスの存在が示唆されている。このような高い密度のガスはlow-z銀河では見つかっていない。

・似たような特徴を持つ銀河としてMrk 996 (local blue compact dwarf)、Sunburst Arc (z=2.4)

II. 議論:

[1] 元素汚染源：N/Oが高くなる元素合成は、CNOサイクルによる水素燃焼がある。 恒星進化の途上でCNOサイクルによってN/Oが高くなる水素燃焼殻の核融合生成物が、恒星風などを通して銀河間ガスを汚染することによって、GN-z11の組成を説明できるかもしれない。以下のシナリオが考えられている

①中質量星のAGB進化段階で起こす星風。ただ中質量星がAGBに至るまで40-100Myrの時間がかかるのに、GN-z11の年齢の見積もりは<20Myrしかない。

②大質量星の恒星風（WR星）。しかし大質量星の存在を示すUV輝線や、P-Cygniプロファイルの兆候などは見つかっていない。また、大質量星が超新星爆発を起こすとOが放出され、急激にN/Oを減少させてしまうため、恒星風の親星が爆発する前の短い期間しか、N/Oが高いフェーズが持続しない。

③大質量星同士の合体・相互作用。恒星風に比べて放出されるN-richガスが局所的に留まりやすい。

④Tidal disruption event：Black hole の近傍で星の外層が剥がれる。GN-z11にはAGNの存在を示す証拠がある

⑤Super massive star: ~10^4 Msun のような星が高密度領域でできる。

[2] 球状星団との関連：高赤方偏移銀河で、星団の誕生現場と見られるようなクランプ構造を持つ銀河が見つかってきている（福島さんのスライド）。こうした構造の起源として、円盤不安定や銀河合体などが考えられている。

図1

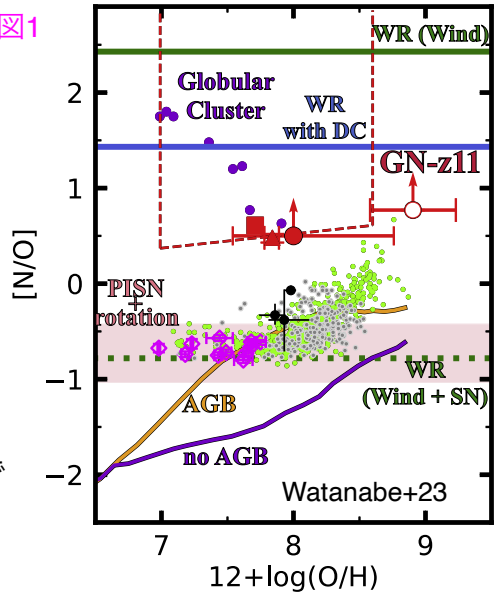


図2

Senchyna+23

