

低金属量大質量星における動径振動不安定性と質量放出

○鈴木 昭宏¹ (1.東京大学)

大質量星は、その明るい放射や恒星風・超新星爆発といった質量放出過程によって星間物質の循環や銀河進化にも影響を与える。特に、大質量星の活動性を宇宙史を通して理解する上では、あらゆる金属量における大質量星の活動性を系統的に調べることが重要である。近年ではJames Webb宇宙望遠鏡を用いた観測研究の進展により、高赤方偏移における低金属量銀河の性質が観測的に制約されつつあり、低金属量の大質量星がどのように進化し、星間物質や銀河にフィードバックを与えるかを理解する重要性が増している。

大質量星からの質量損失は、大質量星が最終進化段階を赤色超巨星として過ごすのか、あるいはウォルフ・レイエ星として過ごすのかを決定する上で極めて重要である。しかしながら、特に突発的外層放出現象は大質量星進化において未解明な点が多く残されている。近年の観測的研究では、赤色超巨星の光度関数が低金属量銀河(数%太陽金属量まで)においても調べられ、その最大光度が金属量に依らない可能性が指摘されている(e.g., Schootemeijer et al. 2026)。また、低金属量環境に存在すると考えられる遷移型ウォルフ・レイエ星の発見も報告されており(Sander et al. 2026)、これらの事実は、従来の定常恒星風とは異なり、金属量に依存しない質量損失過程の存在を示唆しているのかもしれない。

本研究では、この問題に対し水素外層の安定性という観点から研究を行なった。初期質量60太陽質量の大質量星の進化を例に、様々な金属量において水素外層が動径振動に対して安定であるかをMESA(Paxton et al. 2011など)を用いた恒星進化シミュレーションによって調査した。その結果、太陽金属量では主系列から赤色超巨星に至る広い進化段階で外層が不安定化する一方、太陽金属量の数%では安定な領域が増え、赤色超巨星段階においてのみ動径振動が不安定に成長することが分かった。これは、金属量の低下に伴い外層中の鉄存在量が減少し、動径振動を駆動するための不透明度ピークへの寄与が弱まるためである。この結果は、もし外層の不安定化が質量損失過程を駆動しているとするならば、金属量に依存しない質量損失過程に対応する不安定性は赤色超巨星段階における動径不安定性であることを示唆する。講演では、シミュレーションの詳細について報告し、その結果について議論する。