

The mass-losing AGB stars in the low metallicity environments

(低金属量環境下における質量放出 AGB 星の研究)

福士比奈子

本研究の目的は、低金属量環境下での中小質量星からの質量放出現象について、その性質を定量的に見積ることである。そのために低金属量の恒星系として近傍矮小銀河を対象とし、赤外線天文衛星「あかり」を用いて質量放出星の探査を行った。また、輻射輸送計算コード DUSTY を用いて、ダストシェルを持った星からのスペクトルエネルギー分布 (SED) のモデルを作成し、観測から得られた質量放出星の SED とフィットさせることで、個々の天体について質量放出率を決定した。この質量放出率を銀河ごとに比較することで、星が属する銀河環境の金属量と質量放出率についての関係を調べた。

中小質量星 ($1 \sim 8M_{\odot}$) はその進化の末期に漸近巨星枝星 (*Asymptotic Giant Branch stars: AGB stars*) へと進化をする。この AGB 期に星はその大気を脈動させることで、自らの質量を宇宙空間へと還元する。これを質量放出現象と呼んでいる。質量放出によって放出されたガスやダストは、新たな世代の星を形成するための材料となる。このように質量放出現象は宇宙の物質循環、さらには銀河の化学進化に対して重要な役割を担っていると考えられている。さらに、このような質量放出星は赤方偏移 $z = 6.4$ のクエーサーで見つかっている大量のダストの起源とも考えられている。このような宇宙初期における物質還元について知るには、低金属量の環境における星の進化を考えなければならない。この論文の目的は、AGB 星の質量放出が恒星が属する環境によってどのように異なるのかを、定性的、定量的に評価することである。

そのために我々は比較的近い低金属量の環境として、近傍矮小銀河と球状星団をターゲットとし、それらの中での質量放出星のサーベイを行った (AKARI Mission Project: AGBGA)。質量放出星の星周で形成されるダストシェルは、赤外線の領域で最も強い放射を行う。これを検出するために我々は赤外線天文衛星「あかり」に搭載された赤外線カメラ (IRC) を用いて、 $3.4, 4.1, 7.0, 11, 15, 24 \mu\text{m}$ での撮像観測を行った。また文献から可視、近赤外のデータを加え、個々の質量放出星について SED を作成した。さらに輻射輸送コード DUSTY を用いて、星周ダストを持った星からの SED を作成し、フィットすることによって個々の天体について質量放出率を求めた。

本論文では観測された天体の中で私が解析を行った座矮小楕円体銀河 (Fornax dSph, $[\text{Fe}/\text{H}]_{\text{mean}} = -1.7$)、矮小楕円銀河 NGC 147 ($[\text{Fe}/\text{H}]_{\text{mean}} = -1.0$)、NGC 185 ($[\text{Fe}/\text{H}]_{\text{mean}} = -1.2$) についての結果と、共同研究者の田辺俊彦氏が解析を行った矮小不規則銀河 WLM ($[\text{Fe}/\text{H}]_{\text{mean}} = -1.4$) のデータを用いた議論を行う。さらに、低金属量の環境下では炭素星が中小質量星からの質量放出のほとんどを担っているために、主に炭素星に焦点をあてて質量放出率を見積もった。

恒星の進化段階を表す指標として光度 L をとり、それに対して質量放出率 \dot{M} がどのように変化するのかを各銀河に対してプロットした (Figure 1)。この図の中には年齢と金属量の

効果が現れている．各銀河の最も明るい炭素星の光度の違いは，それぞれの銀河の炭素星の年齢の違いを表している．それに対し金属量の効果は，同じ光度で見た場合の質量放出率の違いとなって現れていると考えることができる．

それぞれの銀河における質量放出率の分布の違いを表すために，基準となるライン (Fig 1 における灰色の破線 $\log \dot{M}_f = 3/4 \log L - 8.0$) を設定し，そこからどれだけずれているのかを見ることで，各銀河の質量放出率の分布の違いをはかった (Fig 2)．これにより，金属量が高い銀河の炭素星ほど，質量放出率が大きいという結果が得られた．これは今まで理論から予測されていた，炭素星の質量放出率は金属量によって変化しない，という予想と異なっている．

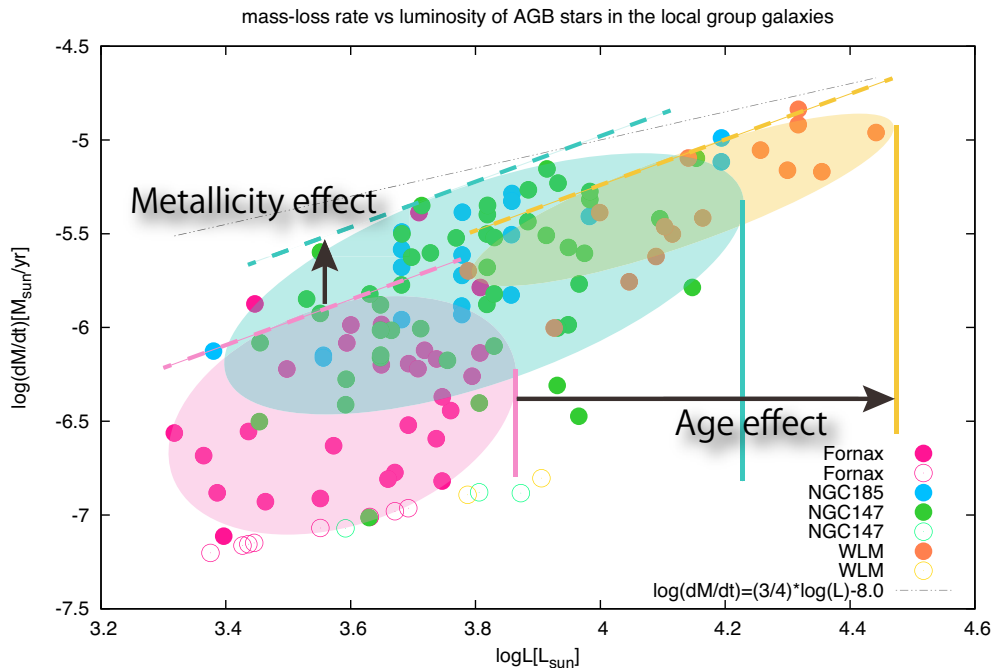


Figure 1: 各矮小銀河における炭素星の質量放出率と光度の関係 (赤: Fornax, 青: NGC 185, 緑: NGC 147, 黄: WLM)．白抜き丸は，質量放出率の上限値のみが求められた天体を表している．赤，青，黄の破線はそれぞれ，Fornax dSph，NGC 185 と NGC 147，WLM の質量放出率の最大ラインを表している．さらに，灰色の先は基準ライン ($\log \dot{M} = 3/4 \log L - 8.0$) を表している．(本文 Chapter 7 より，Figure 7.2)

さらに，大小マゼラン雲の炭素星の質量放出率にも本研究と同様の傾向が存在しており，金属量が高い大マゼラン雲の方が小マゼラン雲よりも質量放出率が高い傾向にあることが確認出来ている (本文 Chapter 7, Fig 7.3 参照)．

以上のように，本研究で私は矮小銀河の炭素星の質量放出率の傾向に金属量の効果が存在することを示し，金属量が高いほど質量放出率が高くなることがわかった．この関係をさらに定量的に調べるためには，より様々な金属量の恒星系を観測的に調べる必要がある．これには銀河系やマゼラン雲の球状星団の質量放出星の解析が大変適しており，現在解析が進められている．

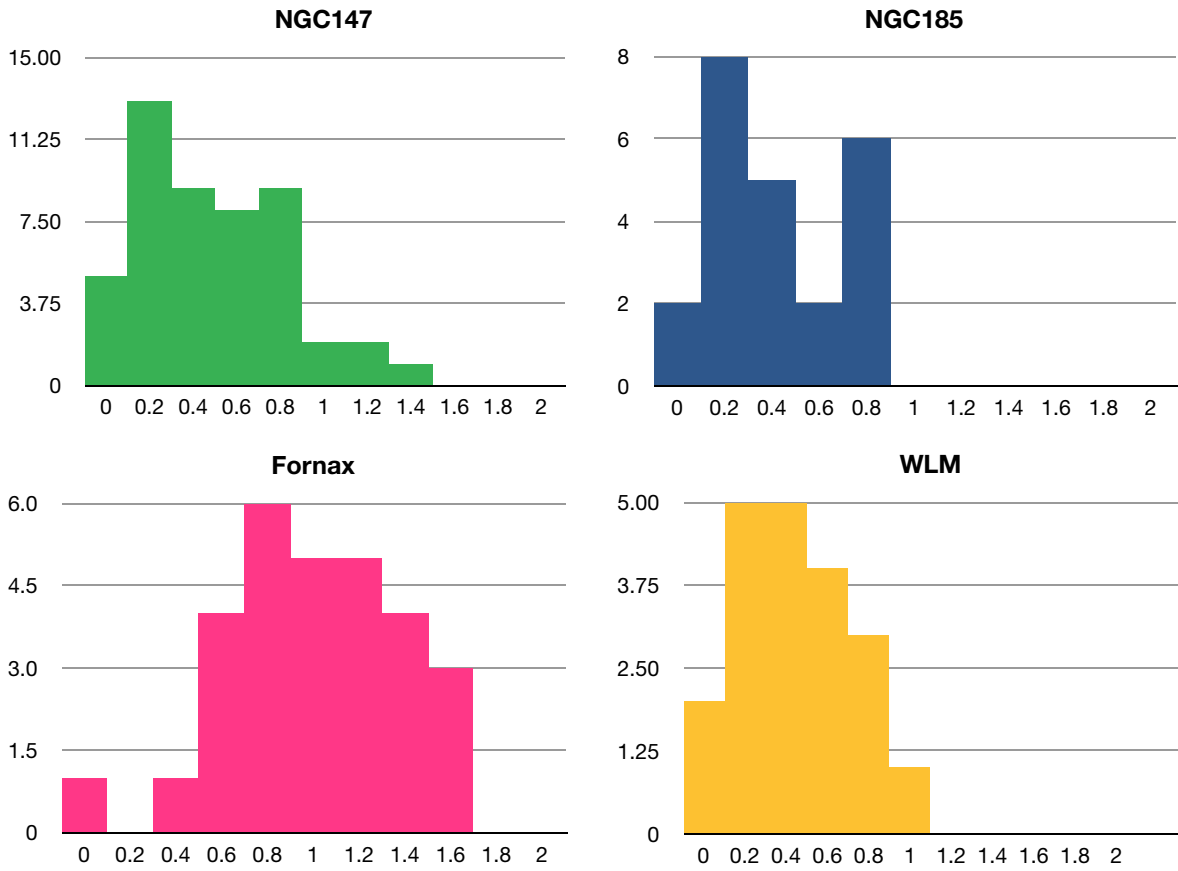


Figure 2: Fig 1 において，基準ライン（灰色破線： $\log \dot{M} = 3/4 \log L - 8.0$ ）からの縦軸方向のずれをヒストグラムにしたもの．