Elemental abundance ratios for the bulge of M31 (F. La Barbera et al. 2025)

アブストラクト：

M31バルジにおける化学元素の金属量（[Fe/H]）と存在比（[X/Fe]）の半径方向の傾向を調べた(Rproj ~16kpc)。O、N、Naはバルジ全域でFeに比べて著しく増加しており、典型的な存在比は≈0.3 dexである。NとNaは中心部で急激な増加を示し、約0.5 dexに達する。C、Mg、Siは[X/Fe]が約0.2 dexの中程度の増加を示し、CとMgは中心部に向かって約0.1 dexまで減少する。一方、CaとTiはFeに近く、[X/Fe]が0.1 dex未満となった。最も質量の大きい銀河の金属比率とよく似ていることが分かった。

方法：

M31バルジの光学分光

分光データはGran Telescopio Canarias(GTC) OSIRISを用いて取得

✓ R2500グリズム(U、V、R、Iバンド)

✓ **ETGスタックスペクトル**

SDSSから入手可能なスペクトルを持つSPIDERサンプル(La Barbera et al. 2010)から抽出

存在比の推定方法

- フルスペクトルフィッティング（FSF）

観測スペクトルOλとその不確実性σλを与えられた上で、$\chi^2 = \sum_{\lambda} \frac{(O_\lambda - M_\lambda)^2}{\sigma_\lambda^2}$. を最小化することで最も適合する恒星種族モデルMλを決定

主要な吸収特性を含む特定のスペクトル領域に限定したフィッティング

- フルインデックスフィッティング（FIF）

リック方吸収特性の線を選択。中央の通過帯域とその両側に青と赤の擬似連続光領域が配置されている。

モデルスペクトルと観測スペクトルは対応する擬似連続光帯域を通る直線で正規化。

直線はこれらの帯域の平均フラックス値を用いて正規化。

- インデックスフィッティング（IF）

FIF法と同じ吸収特性を採用 $\chi^2 = \sum \frac{(EW_O - EW_M)^2}{\sigma_{EW}^2}$, を最小化することで存在比を求める

EWOとσEWは観測された線強度とそれに関連する不確実性、EWMはモデル予測値。

コメント：

どちらのSSPでフィッティングするかはよく検討する必要があると思う。

目的：

SDSSのETGの模擬スペクトルとスタックスペクトルの両方を用いて、元素存在比を導出するための様々な手法を検証し比較すること

オリジナリティ：

異なる複数のスペクトルフィッティング手法により[X/Fe]の組成比を求め、最終的に統合した推定値を出すこと➡使用する恒星種族モデルに起因する様々な不確実性の影響を抑えて組成比を推定すること

結果：

Fig.1：M31バルジにおける銀河中心からの距離Rの関数としての金属量➡
E-MILES BaSTI（青）とPadova00（赤）、Cvd18モデル（緑）
太線：1SSPモデル　細線：2SSPモデル
実線：FSF、破線：FIF、点線：IF

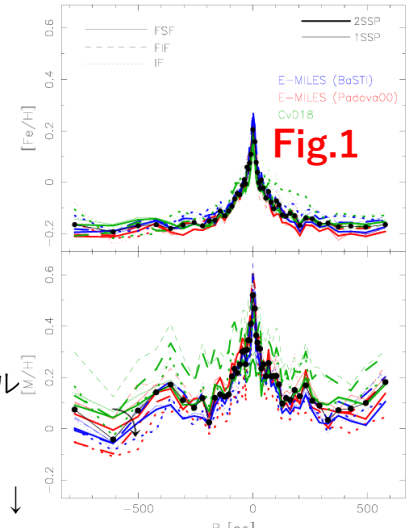


Fig.2：ETGのスタックスペクトルの金属量プロファイルを速度分散σの関数としてプロット

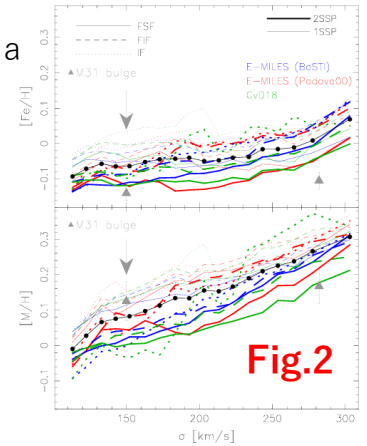
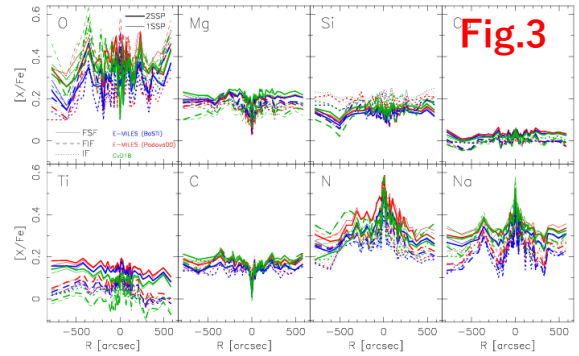


Fig.3：M31バルジにおける銀河中心からの距離Rの関数としての個々の存在比
左から右、上から下に、O、Mg、Si、Ca、Ti、C、N、Na



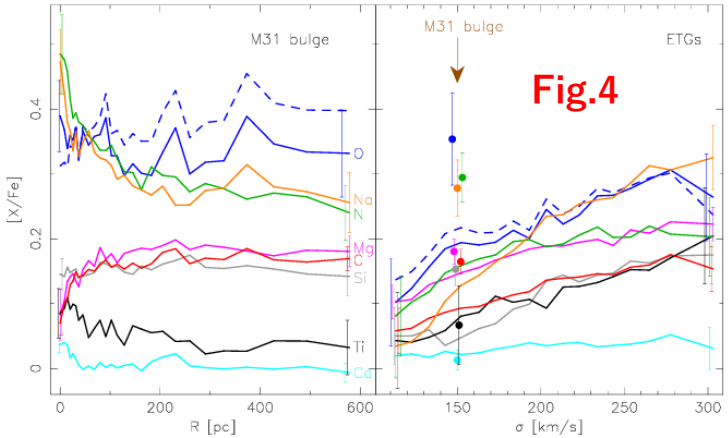


Fig.4：異なるモデルと手法から得られた存在比の中央値
左パネル：M31バルジ銀河中心からの距離Rの関数
右パネル：ETGのスタックスペクトルの銀河速度分散の関数

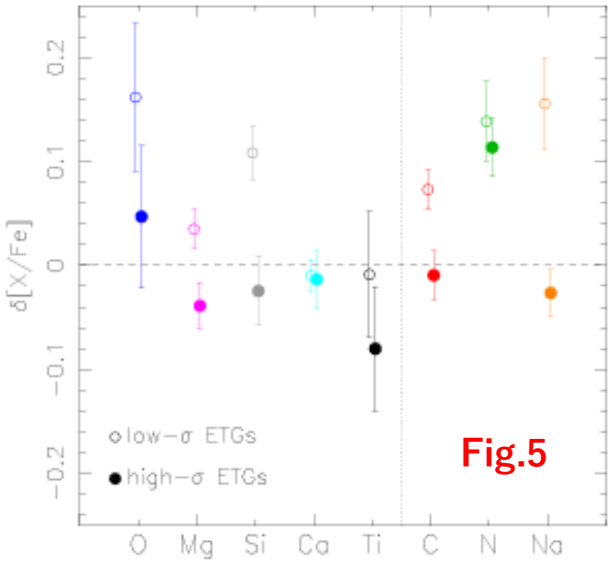


Fig.5：M31バルジと異なる元素のETGスタックスペクトル間の存在比の差の中央値
白抜きのシンボル：速度分散が低いETG（$\sigma = 150$ kms^{-1}）
黒塗りのシンボル：速度分散が高いETG（$\sigma > 260$ kms）

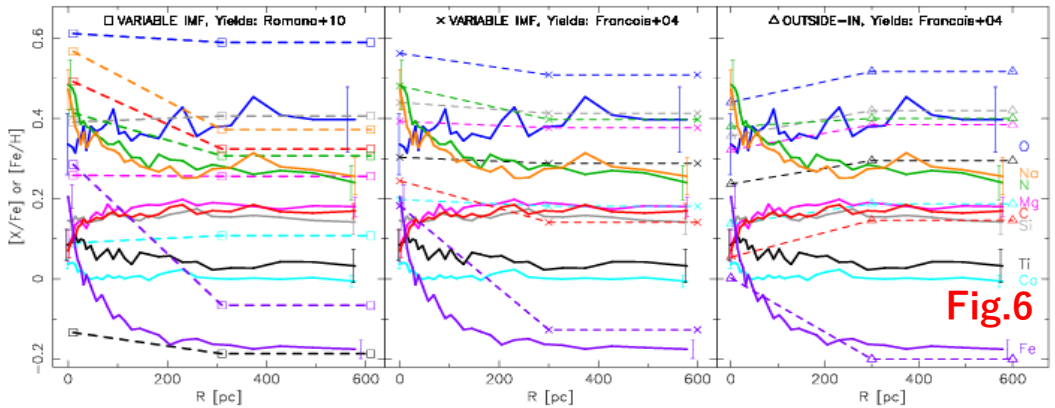


Fig.6： M31バルジにおける銀河中心からの元素組成比[X/Fe]と金属量[Fe/H]の比較（実線）と化学進化モデルによる予測値（破線）
異なるIMFシナリオのモデルも示す。

Table1

Models	0 pc τ [Gyr]	0 pc ν [Gyr^{-1}]	0 pc SFR=0	0 pc IMF	300 pc τ [Gyr]	300 pc ν [Gyr^{-1}]	300 pc SFR=0	300 pc IMF	600 pc τ [Gyr]	600 pc ν [Gyr^{-1}]	600 pc SFR=0	600 pc IMF
VARIABLE IMF	0.1	25.0	/	x=1.1	0.1	25.0	/	x=1.35	0.1	25.0	/	x=1.35
OUTSIDE-IN	0.1	5.0	/	x=1.35	0.1	25.0	$t > 0.6$ Gyr	x=1.35	0.1	25.0	$t > 0.6$ Gyr	x=1.35

表1：M31 バルジの化学進化モデルの主なパラメータの概要。