Diverse metallicities of Fermi bubble clouds indicate dual origins in the disk and halo

2022/08/08

Trisha Ashley, Andrew J. Fox, Frances H. Cashman, et al. (arXiv:2207.08838, published in Nature Astronomy)

梨本 真志

[Abst.] 銀河系中心には大きさ~10kpcのプラズマバブルが銀河面を挟んで二つ存在する(Fermi Buble). 本研究ではFB内にある高速度雲(HVC)の金属量を調査し, HVCは太陽金属量の20から320%といった幅広い金属量を持つことを発見した. これはHVCは銀河円盤とハローの両方で形成されFB内に取り込まれたことを示唆する. 銀河核によるアウトフローは円盤のガスを放出すると同時にハローのガスを掃き寄せているのかもしれない.

[Goal] FB HVCの起源解明による銀河核のoutflow機構, 延いては円盤-ハロー間のガス循環の理解の深化　　**[Originality]** 低金属量HVCの発見

[Logic]

背景： γ線による速度測定によって銀河回転から外れた運動をするガス雲をHVCと同定. FB外のHVCに比べて著しいUV吸収を示すことから区別される
電波で検出されたHVCは低緯度にありoutflow説明できる一方, 紫外で検出されるHVCは高緯度にもあり, outflowで破壊されず移動するのは困難

観測： 新たに検出された3つを含めた計12個のHVCの金属量調査
新天体3つと既知の4天体：UVスペクトル（HST/COS）, HI map & スペクトル（GBT）. その他5天体：先行研究から引用

測定： HI輝線とUV吸収から金属量を推定（ $[\mathrm{X/H}] = \log(N_{\mathrm{X}i}/N_{\mathrm{HI}}) - \log(\mathrm{X/H})_{\odot} + \mathrm{IC(X)}$ ）
HI 柱密度：輝度温度より推定.　ion 量：UV吸収より推定.　イオン化補正：星間物質の状態を計算するCLOUDYモデルを使って推定

結果：

・新たに検出された3天体のUV吸収とHI輝線（図2）
>> J1853はHI未検出のため下限値, J1919は迷光, J1938はダスト欠乏の考慮のため上下限値

・金属量の太陽比は4天体は<21%, 5天体は30-59%, 3天体は>85%（表1）
>> 低金属量はX線によるFBの測定と同程度, 銀河中心起源ならsuper/near-solarのはず

図1

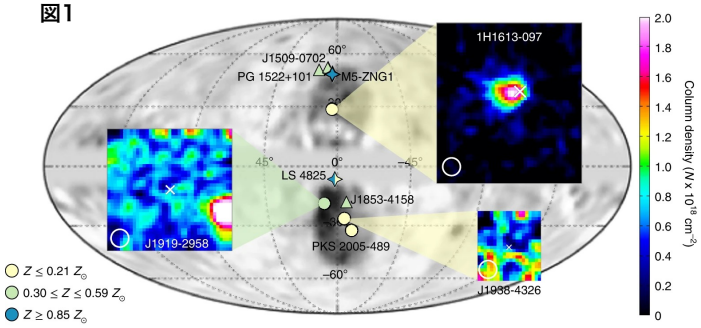


図2

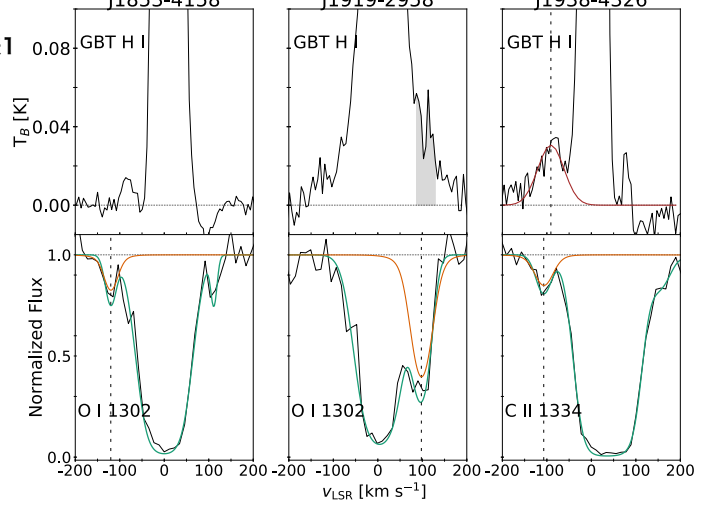


表1

Reference	Sight line	l (°)	b (°)	Spectral type	X^i	v_{0UV} (km s^{-1})	Z ($Z_{\odot}$)
UV and HI detections							
This work	J1919-2958	8.18	−18.77	Quasar	O I	97.8±7.7	[0.30, 0.54]
This work	J1938-4326	355.47	−26.41	Quasar	C II	−107.1±8.2	[0.010, 0.10]
17	1H1613-097	3.53	28.46	Quasar	O I	−163±1	0.19±0.10
18	LS 4825-1	1.67	−6.63	B1 Ib-II	O I	92.1±0.8	≥0.21
18	LS 4825-2	1.67	−6.63	B1 Ib-II	S II	−78±1	$0.85\pm^{0.41}_{0.37}$
34	M5-ZNG1	3.86	46.79	sdO	O I	−124±7	3.2±0.8
33	PKS 2005-489	350.37	−32.60	Quasar	...	168±10	≤0.20
UV detections and HI limits							
This work	J1853-4158	354.36	−18.04	Quasar	O I	−120.2±8.4	≥0.59
17	J1509-0702	7.80	51.61	Quasar	O I	−115.2±7.8	≥0.59
18	LS 4825-3	1.67	−6.63	B1 Ib-II	O I	−205±2	≥0.44
18	LS 4825-4	1.67	−6.63	B1 Ib-II	O I	−155±1	≥2.6
17	PG 1522+101	14.89	50.12	Quasar	O I	−99.8±8.3	≥0.30

[Comments]

ハロー起源説の描像がいまいち理解できず…. 観測による更なる制限は困難か？数値計算に期待.

議論：高緯度の低金属量HVCの起源は？

・円盤で形成された太陽金属量のガス雲がFBの高緯度側へ移動中にmixingで希釈された？
>> 混合相手のFBプラズマを低金属量にするのは困難, 希釈にはFBの年齢以上の時間を要す

・低緯度高金属量HVCは円盤起源, 高緯度低金属量HVCはハロー起源なのでは？
>> 低緯度HVCはFBと同機構で加速・途中で分散, 高緯度HVCはFB膨張に際する衝撃で加速