On the Metallicity and Origin of the Smith High-Velocity Cloud: Fox et al. ApJL, 816, L11, 2016

GAゼミ 2016.07.12 小宮山裕

[Abstract]

high-velocity cloud(HVC)の1つであるSmith Cloud(SC)のMetallicityを、背景にあるAGNのスペクトルに刻まれたSCの吸収線から求めた。3つのAGNの観測から、SCの平均metallicityは[S/H]=-0.28+/-0.14 (or 0.53 solar metallicity)。SCがmetal-richであること、さらにSCの軌道を鑑みると、SCはrecycled Galactic materialで構成されており、その起源はOuterDiskにある(Fountain)ことが示唆される。

[Goal]

HVCの起源については諸仮説(MWから噴出されたgas、銀河系外から降着してくるgas、dwarf galaxyのremnant(e.g. Sagittarius dwarf)、etc)が提唱されているが、未だ謎である。これら仮説を検証するための鍵の1つがMetallicityである。比較的よく調べられているSC(例えばHI mass>~10^6Ms (+similar HII mass), 3D velocity=296km/sなど情報がそろっている)のMetallicityを測定することによってHVCの起源に迫る。

[Originality]

HVCに付随する星成分は(ほとんど)見つかっていないため、Metallicityの測定は困難とされてきた。背景AGNの吸収線を測定することによってSCのMetallicityを求めた。

[Logic]

Data: UV spectra→COS on board HST, SII 1250, 1253, 1259A を使う (OI 1302A は使えなかった)
HI 21cm spectra→Green Bank Telescope (9'.1resolutio: systematic error 0.1dex)
観測量[S II/HI]から[S/H]への変換：Galactic ionizing radiation fieldの3Dモデルで計算
結果(Table.2):

1. 3か所の平均Metallicity: [S/H]=-0.28+/-0.14 (0.53 solar)
   →Galactic originを支持(Metal-rich, 始原ガス起源やDwarf起源には合わない)
   Lockman et al. 2008 でSCの軌道を導出しているが、half-solar metallicity辺りの場所(銀河中心から13kpc)から来ている。Outer disk originにconsistent
2. Abundance gradient? [S/H] -0.14 → -0.09 → -0.58 (from head to tail)
   周囲のガスとのMetal mixing?
3. Nitrogen も同様にgradientがある(Hill+ 2009, 2013; Putman+ 2003)

[Discussion]

1. SCがGalactic Originでないとすると?
   Gasを持ち続けてきたDark matterだとしたらDisk通過しても生き残れる
   → 星生成なしでhalf-solar metallicityにするのが難しい
   Dark matterがDisk通過時にガスを引き連れてきた? → これも難しい
2. Mass of SC: 2x10^6Ms は非常に重い。Disk のSFでSCのような重いものをdiskから飛ばせるか? e,g. Cap of Oph superblble: 3x10^4Ms
   recent simulation: coronal material を accrete してHVCは3倍に重くなる

[Comment]

多様なHVCに対応するために次世代観測施設とさらなる観測手法が必要

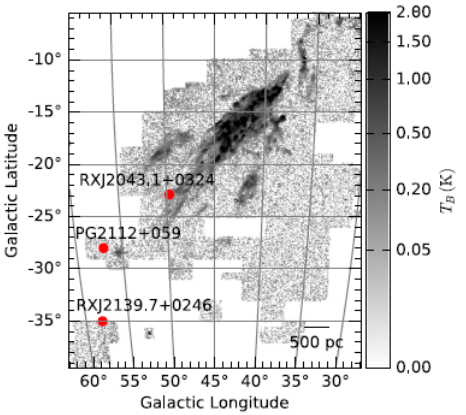


Figure 1. Map of the SC and its surroundings based on Hill et al. (2013). The grayscale shows the brightness temperature of 21 cm H I emission from the Green Bank Telescope at a fixed velocity $v_{GSR} = +247$ km s^{-1} in the Galactocentric standard of rest frame. The three COS targets are shown with red circles. All three probe the major axis of the SC, which is moving toward the upper right in this image, and all three show detections of 21 cm emission from the cloud or its wake.

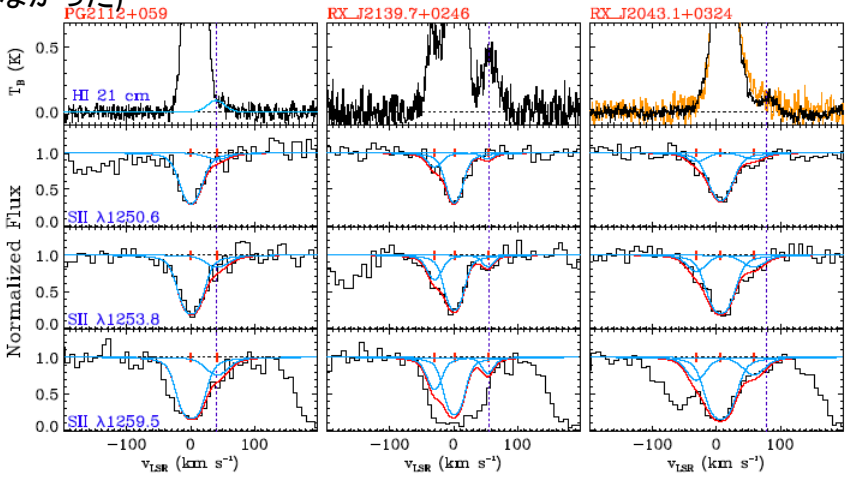


Figure 2. *HST*/COS S II λλ1250,1253,1259 absorption-line profiles of the three AGNs in our sample, together with GBT 21 cm H I emission profiles (top panels). In the case of RX J2043.1+0324, the LAB 21 cm data are shown in yellow. The red solid line shows Voigt-profile fits to the COS data, which are binned by three pixels for display. The fits are composed of two or three individual components, plotted as blue solid lines, with centroids denoted by tick marks. The positive-velocity component is due to the Smith Cloud; it covers the range ≈40–100 km s^{-1}. The dashed vertical line in each panel shows the central velocity of the SC in the GBT data. Good alignment between the S II absorption and GBT H I emission is seen in the first two sightlines, but there is a ≈20 km s^{-1} offset in the third sightline. This is likely related to small-scale structure in the GBT beam, which is already suggested by the difference between the LAB and GBT profiles.

Table 2
Smith Cloud Metallicity Measurements

Target	log N(H I)	log N(S II)[a]	[S II/H I][b]	log $\frac{N(\mathrm{Si\,III})}{N(\mathrm{Si\,II})}$[c]	log U[d]	IC(S)[e]	[S/H][f]
PG 2112+059	18.72 ± 0.06	14.40 ± 0.33	+0.56 ± 0.33	...[g]	≈−3.0	−0.65 ± 0.10	−0.09 ± 0.33 ± 0.15
RX J2043.1+0324[h]	18.84 ± 0.05	14.38 ± 0.13	+0.42 ± 0.13	≳−0.89	−3.2 ± 0.1	−0.56 ± 0.10	−0.14 ± 0.13 ± 0.15
RX J2139.7+0246	19.41 ± 0.02	14.17 ± 0.20	−0.36 ± 0.20	≳−0.99	−3.0 ± 0.1	−0.22 ± 0.10	−0.58 ± 0.20 ± 0.15