Evidence of ram-pressure stripping of WLM, a dwarf galaxy far away from any large host galaxy

Yanbin Yang et al. arXiv:2204.03662v1

GAゼミ@2022/4/25 佐藤 元太

【アブスト】

矮小銀河が大規模銀河の近くを通過すると、その大銀河が抱えるガスの圧力により矮小銀河のガスが剥ぎ取られて撒き散らされる。これが「**ラム圧剥離**」であり、その矮小銀河が衛星銀河か否かの判断材料であった。しかし、Wolf-Lundmark-Melotte(**WLM**)という矮小銀河は、局所銀河群の隅っこに位置するにも関わらず、ラム圧剥離の痕跡が見られた。このことから、WLMの付近にはIGMが溜まっている場所がある、逆に言うとIGMも溜まると潮汐効果を及ぼす可能性がある、と言える。それならば、判断材料という前提が崩れることになり、矮小銀河に関する研究も見直す必要があるだろう。

【ゴール】矮小銀河が受ける重力的効果を解明する。【オリジナリティ】WLMにラム圧剥離の痕跡を発見した。

【ロジック】

オブジェクト: **WLM**は局所銀河群の端に位置し、MWからもM31からも遠く離れている(930kpc, 830kpc)。DMの質量=バリオン質量の90倍、という矮小銀河。

観測手法 :the MeerKAT radio telescopeを用いて、WLM近辺のHIガスの分布を観測した。マゼランストリームが近くに(1°以内)存在するため、そのコンタミは排除した。

結果 :WLM本体から**北西方向に、4つのHI雲が発見された**(図1左パネル)。WLM近傍に大規模な銀河が存在しない=銀河間相互作用の効果は受けないことから、雲形成のメカニズムは①完了済の銀河合体か、②銀河間ガス(IGM)からのラム圧剥離か、のどちらかと予想される。

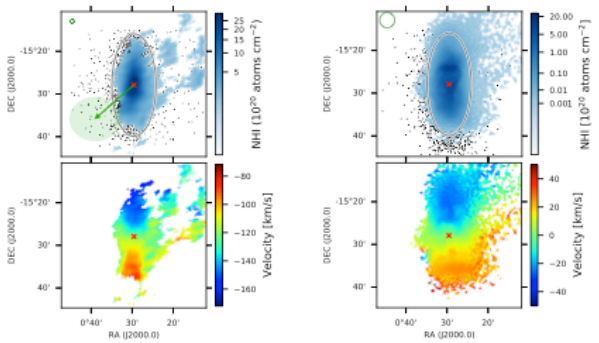
検証① :Subaru Suprime-Camの画像を基に、空の効果を差し引き、前景のMWハロー恒星を削除してWLM恒星を特定しても、HI雲内部に恒星は存在しない(図B)。
→銀河合体が剥離雲の原因とは考えられない。

検証② :Gaia EDR3のデータを基に、WLMの固有運動を決定した(図1の緑矢印)。すると、ガス雲は固有運動の方向とは逆向きに伸びていることが分かった。
→IGM内を運動している間にガスが剥離された、という仮説に一致する。

シミュレーション :N体流体力学シミュレーションのGizmoソフトで、WLMはラム圧剥離を受けているという仮定の下で数値計算を実行した。その結果が図1右であり、HIマップが左パネルとよく一致していることが分かる。

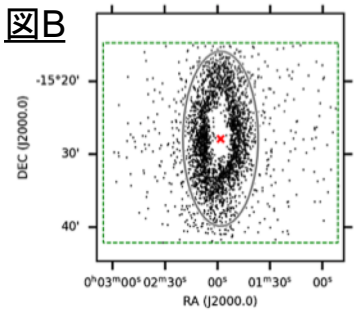
議論 :IGMによってラム圧剥離が発生する条件は式(1)で表される。また、ラム圧剥離を受けている矮小銀河は他にも、Peg-DIGやHolmberg IIがあり、それらに式(1)を適用すると、IGMの密度は10^{-6}~10^{-5} cm^{-3}および4×10^{-6} cm^{-3}以上、と計算される。WLMにも式(1)を当て嵌めると、5.2×10^{-5} cm^{-3}以上という結果になる。局所銀河群の隅っこなのに、IGMが溜まっている箇所が存在する、ということが示唆される。

図1



WLMの観測(左)と、シミュレーションでの再現(右)
固有運動(緑矢印)とは逆方向に、ガス雲が発生しており、それがシミュレーションでも再現されている。

図B



WLMの観測から、コンタミを排除し、恒星のみを抽出した。
雲はガスのみで、恒星は含まれないことが分かる。

$$\rho_{\rm IGM} v^2 \geq 2\pi G \Sigma_{\rm tot} \Sigma_{\rm g} \qquad (1)$$

v: IGM内を運動する矮小銀河の速度
$\Sigma_{\rm tot}$: 矮小銀河の表面密度　　$\Sigma_{\rm g}$: IGMガスの表面密度
左辺が圧力の効果、右辺がそれに拮抗する復元力。
左辺の方が大きい場合に、剥離が発生する。

【コメント】

・IGMが溜まり場を成している、という仮説の妥当性はどれだけあるのか？
例えばIGMの質量関数などで、ガス塊の存在確率を計算できたり、しない？