

生まれて間もない銀河が暗黒物質の塊の中にあることが確認された

銀河がどのように形成されたのかについては、実はよくわかっていない。現在最も有力と考えられているのが、「冷たい暗黒物質」による銀河形成理論である。この理論の予言通り、誕生まもない銀河が暗黒物質の塊の中で育ちつつあることが、国立天文台のすばる望遠鏡を用いた観測によってこのほど確認された。冷たい暗黒物質による銀河形成理論を強力に裏付ける、はじめての観測的証拠である。

協力

大内正己 アメリカ宇宙望遠鏡科学研究所研究員 柏川伸成 国立天文台光赤外研究部主任研究員

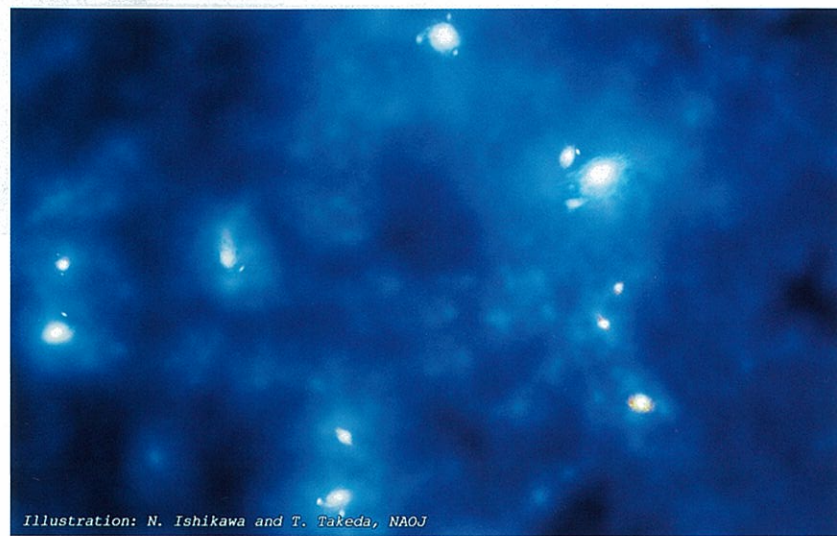


Illustration: N. Ishikawa and T. Takeda, NAOJ

120億光年の彼方で、暗黒物質の塊（青い部分）の中で育まれる銀河の想像図。

暗黒物質（ダークマター）とは、望遠鏡で直接観測することができないためにそのように名づけられた正体不明の物質である。しかし目に見える星やガスが、何者かが生みだす強い重力で引っ張られているようすが観測できることから、その存在は確実視されている。

近年の研究によれば、宇宙全体にある暗黒物質の総質量は、星やガスなど目に見える物質の6倍にもなるという。つまり輝く星々は脇役でしかなく、宇宙の質量の大部分は正体不明の暗黒物質が占めているのだ。

それほどの質量があるのならば、暗黒物質は、銀河の誕生や成長といった宇宙の歴史の中でも当然、これまで中心的な役割を果たしてきたはずである。これについて現在最も有力な説が「冷たい暗黒物質」による銀河形成理論だ。

銀河は冷たい暗黒物質の塊の中で育まれる？

この理論によると、銀河形成のシナリオは次のようになる。

銀河誕生前、銀河の材料となるガスと暗黒物質は混ざりあっている。しかしその分布にはムラがあり、密

度の高い場所にガスと暗黒物質が集まって塊をつくる。その後ガスだけは塊の中心へと集まっていくのだが、一方、たがいに相互作用しにくい暗黒物質は、それ以上中心に集まらない（暗黒物質の塊は小さくならない）。中心に集まったガスは星へと成長し、やがて銀河が誕生する。暗黒物質の塊の中で、銀河はさらに成長をつづける。

冷たい暗黒物質による銀河形成理論とは、このようなものなのだ。なお、ここで言う「冷たい」とは、運動の速度が遅いという意味である。暗黒物質の候補としていくつかの素粒子が考えられており、そのうち運動速度が遅い「ニュートラリーノ」や「アクシオン」とよばれる素粒子を、比喩的に「冷たい」と表現しているのだ。一方「熱い」暗黒物質もあり、高速で運動する「ニュートリノ」などがその候補である。

なぜ「熱い」か「冷たい」かが問題になるのだろうか？ その理由は、仮に宇宙の暗黒物質のほとんどが「熱い」としたら、理論上、銀河が誕生するまでに100億年以上の歳月がかかってしまうからだ。これでは、年齢が百数十億年とされる現在の宇

宙に100億歳以上の銀河が多数存在する、という観測事実と矛盾することになる。このため現在最も有力なのが冷たい暗黒物質による銀河形成理論なのだ。

ただしこの理論は観測的な裏づけにとぼしかった。いや、そもそも冷たい暗黒物質の候補であるニュートラリーノもアクシオンも、検出されたことさえない未発見の素粒子なのである。さらに近年、この理論は正しくないかもしれないという研究成果も出されるようになり、その検証が重要視されていた。

若い銀河の分布がモデルと一致した

すばる望遠鏡を使った観測で、このほど二つの研究チームがそれぞれ独立に、冷たい暗黒物質による銀河形成理論を支持する研究成果をあげた。目に見える銀河の分布を調べることで、目に見えない暗黒物質の理論を検証したのである。

アメリカ宇宙望遠鏡科学研究所の大内正己研究員らのチームは、くじら座の方向、約120億光年の彼方で、銀河を約1万7000個発見した。また、国立天文台の柏川伸成主任研究員らのチームは、かみのけ座の方向に同じく120億光年の場所で銀河を約5000個、125億光年の場所で銀河を約800個発見した。これらの銀河はいずれも誕生後まもない、成長中のものであった。

それぞれのチームがこれらの銀河の分布について分析したところ、次の二つの事実が判明した。

一つめは、80万光年程度の範囲にかたまった銀河の集団が予想外に多くみられたことである。冷たい暗黒物質による銀河形成理論では、銀河を育む暗黒物質の塊の大きさも、やはり80万光年程度であると予測

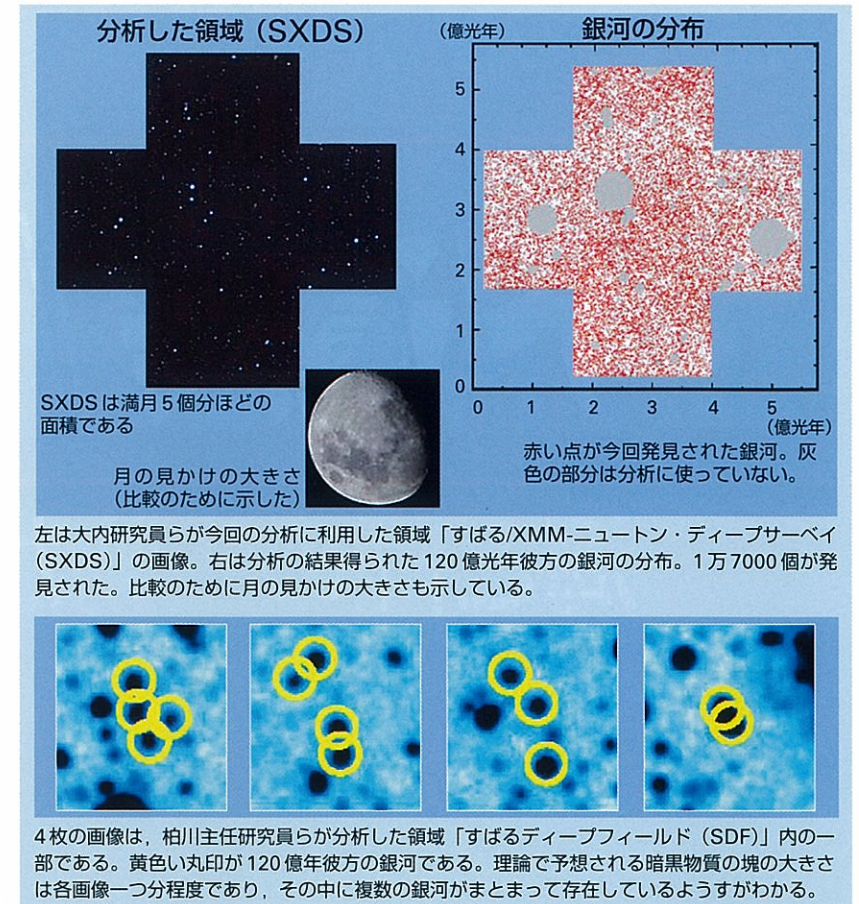
されている。このことからこの観測結果は、一つの暗黒物質の塊の中で複数の銀河が寄りそって成長しつつある、と解釈するのが自然だという。二つめは、銀河どうしの距離が80万光年よりも十分はなれている（それぞれの銀河がことなる暗黒物質の塊の中に存在する）場合でも、銀河はランダムに分布するのではなく、ある程度の群れになっているということである。冷たい暗黒物質による銀河形成理論では、暗黒物質の塊は群れになると予測されており、今回観測された銀河の群れ具合と、理論で予測されている暗黒物質の塊の群れ具合が見事に一致した。これら二つの事実は、暗黒物質の塊の「大きさ」と「群れ具合」の両面で、冷たい暗黒物質による銀河形成理論が正しいことを示している。

また、一つの暗黒物質の塊の中に複数の初期銀河が存在する場合もあることを世界で初めて示した意義も大きい。誕生後の銀河の進化について現在考えられているシナリオは、銀河がたがいに衝突しながら、より大きな銀河へと成長していくというものだ。複数の初期銀河が寄りそって存在するのなら、このシナリオは十分「あり得る」ということになる。

暗黒物質研究の今後に期待

冷たい暗黒物質による銀河形成理論を支持する観測結果は得られたが、暗黒物質の正体はいまだ不明のままだ。天文学の巨視的スケールと素粒子物理学の微視的スケールが交わるころが、宇宙の不思議さ、面白さでもある。今後の研究から、ますます目がはなせそうにない。🍎

(担当：編集部 赤谷拓和)



左は大内研究員らが今回の分析に利用した領域「すばる/XMM-ニュートン・ディープサーベイ(SXDS)」の画像。右は分析の結果得られた120億光年彼方の銀河の分布。1万7000個が発見された。比較のために月の見かけの大きさも示している。

4枚の画像は、柏川主任研究員らが分析した領域「すばるディープフィールド(SDF)」内の一部である。黄色い丸印が120億光年彼方の銀河である。理論で予想される暗黒物質の塊の大きさは各画像一つ分程度であり、その中に複数の銀河がまとまって存在しているようすがわかる。