

今月は七夕にちなんで、宇宙の話題を取り上げます。とはいっても、光り輝く星々や惑星などの話ではなく、目には見えない「暗黒物質（ダークマター）」とよばれる物体についての記事です。

直接には観測できないために謎の多い暗黒物質ですが、今年

1月には、国際研究チームが世界で初めて3次元の空間分布の測定に成功しています。今回は、その後5月に、ハッブル宇宙望遠鏡が暗黒物質の巨大なリング構造を捕らえたときの記事を読んでみましょう。

NEWS news@nature.com

語数：593 words 分野：宇宙

Published online: 15 May 2007 | doi:10.1038/news070514-6

Dark matter has a ring of truth

A distant cluster of galaxies contains a hoop of the elusive dark stuff.

<http://www.nature.com/news/2007/070514/full/070514-6.html>

Philip Ball



銀河団 C1 0024 + 17

1. A **ghostly ripple** spotted within a cluster of galaxies 5 billion light years away supplies further evidence that the mysterious substance known as dark matter really exists.
2. An international team of astronomers says that the **galactic cluster** C1 0024+17 contains a ring of dark matter 2.6 million light years across¹. They were initially so **perplexed** by the ring that they thought it was just an error in their data.
3. Dark matter is thought to make up about 22% of the mass of the Universe. Although it can't be seen directly, astronomers have long thought it must **pervade** galaxies because of the gravitational influence it **exerts** on visible matter. No one knows what it consists of, although it must be different stuff from all known **subatomic particles**.
4. Usually dark matter follows much the same distribution as visible matter, rather like the way the human population, invisible in satellite images of the night-time Earth, mirrors the visible distribution of artificial light. This means it's hard to tell whether the dark matter exists at all, or whether its apparent effects are caused by a change in the way gravity acts **at galactic scales**.
5. Those doubts were **salved** when, last year, astronomers found that a cluster of galaxies named 1E 0657-56 seems to have a **lopsided** distribution of visible and total mass. This **lopsidedness** could best be explained by assuming it is balanced by invisible dark matter, which was separated from the visible hot gas by the **collision** of two clusters that formed 1E 0657-56 long ago.
6. In C1 0024+17, again the dark matter seems to have a physical distribution different from the visible stars and gas — whereas the visible matter is **in a blob**, some of the dark matter is in a distinct ring.
7. It's this unusual separation of visible and dark matter that provides the **clinching evidence** for the latter, says Myungkook Jee, one of the observing team and an astronomer at Johns Hopkins University in Baltimore, Maryland. "The more different the distributions, the harder it is to explain them any other way."
8. Jee says that when their analysis of images taken by the **Hubble Space Telescope** seemed to reveal the ring, he couldn't believe the result.
9. "It took more than a year to convince myself that it was real," he says. "I've looked at a number of clusters and I haven't seen anything like this."
10. The researchers **figure** that the ring is a ripple caused by a collision between two clusters 1 to 2 billion years ago, which formed C1 0024+17.

11. **Much the same** process caused the separation of dark and some visible matter in 1E 0657-56. But that collision can only be seen **side-on** from Earth, whereas C1 0024+17 is **face-on**, making the ring shape visible.
12. The researchers could infer the presence of the dark-matter ring by looking at how the starlight coming from galaxies behind it is bent. "It's like looking at the pebbles on the bottom of a pond with ripples on the surface," says Jee. "The pebbles' shapes appear to change as the ripples pass over them."
13. The researchers say the structure of the ring suggests that dark matter doesn't interact strongly with itself except by gravity. This challenges recent suggestions that particles of dark matter might feel each other via another, unknown force. This **putative** force could be very small at best, Jee and colleagues say, because otherwise interactions between the particles of dark matter would have **scattered** them. "Any exchange of energy between the dark matter particles by collisions will easily destroy the ring," says Jee.

References

1. Jee M. J., et al. *Astrophys. J.*, (in the press).

Topics dark matterとは？

暗黒物質（ダークマター）。質量はあるけれども、光も電磁波も出さないために直接には観測できない正体不明の物質。宇宙空間にある質量のうち約22パーセントを占める。重力レンズ効果（暗黒物質の重力によって光が曲げられ、背後にある銀河などの形がゆがんで見える現象）を利用して、暗黒物質の3次元的空間分布を測定することに日米欧の国際研究チームが世界で初めて成功している（*Nature*誌2007年1月18日号 pp.286-290、本誌2007年4月号 pp.24-25参照）。

Science key words

- リード. **cluster of galaxies** : 銀河団、銀河群
複数の銀河が、互いの重力でまとまっている集団のこと。
2. の **galactic cluster** もここでは同義語として用いられているが、厳密には galactic cluster は散開星団（銀河星団）を指す。散開星団は銀河の渦巻腕の中で形成される星の集団である。
3. **subatomic particles** : 亜原子粒子
陽子や電子、中性子など原子を構成する粒子を指す。
8. **Hubble Space Telescope** : ハッブル宇宙望遠鏡(HST)
1990年4月にNASAのスペースシャトル（ディスカバリー号）によって打ち上げられた宇宙望遠鏡。長さ13.2メートル、重さ約11トン、直径（最大）4.2メートルの筒型で、主鏡口径2.4メートル。地上約600キロメートルの軌道上を一周97分かけてまわっている。地上の望遠鏡とは違って、大気や天候による影響を受けないため、高い精度での観測ができる。この17年間に数多くの画期的な成果を上げてきたが、2013年には後継機ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の打ち上げが予定されている。

Words and phrases

タイトル **ring of truth** : 「どこか真実味を帯びている」「真実の響き」
このringは「[文章・言葉・声などの] 響き、感じ」のことだが、暗黒物質がリング (ring) 状であることにかかっている。

リード. **a hoop of** : 「～の輪」
hoopはもともと「たが」「金輪」の意味で、バスケットボールのゴール（リング）やフラフープ (Hula-hoop) などに用いられる。

リード. **elusive** : 「解明されていない」「正体不明の」
研究論文や科学記事で多用される。典型的な用例としては、remain(s) elusive (いまだ解明されていない)。

- ghostly** : 「ぼんやりとした」
- ripple** : 「波紋」
- perplexed** : 「当惑する」
- pervade** : 「一面に広がる」「行きわたる」「充滿する」
- exerts** : 「力を及ぼす」
ここでは、gravitational influence (重力的影響) つまり引力を及ぼすことを指している。
- at galactic scales** : 「銀河規模での」
- salved** : 「説明された」「(矛盾・問題が) 解決された」

salveには天文学的用法があり、もともと「天体の動きに関する観測結果をすべて説明できる仮説を立てる」ことだった。それが一般的に「説明する」という意味になった。

- lopsided** : 「不均衡な」「アンバランスな」
「1つの側 (side) に垂れ下がっている (lop)」という意味。lopsidednessは名詞形。
- collision** : 「衝突」
- in a blob** : 「球状の小さな塊の状態」
- clinching evidence** : 「決定的な証拠」
clinchは「確実なものにする」「確定させる」という意味。
- figure** : 「考える」「推測する」
figureは名詞も動詞もいろいろな意味があるので要注意。
- Much the same** : 「ほぼ同じ」
- side-on** : 「横から」「側面から」
- face-on** : 「正面から」
- putative** : 「推定～」
仮説などに基づき、その存在が想定されているものを意味する場合に用いられる。putative gene, putative functionは、その一例。
- scattered** : 「散乱させた」「拡散させた」

Published online: 15 May 2007 | doi:10.1038/news070514-6

暗黒物質の真実の波紋

はるか彼方の銀河団には正体不明の暗黒物質がリング状に分布している。

<http://www.nature.com/news/2007/070514/full/070514-6.html>

フィリップ・ポール



ハッブル宇宙望遠鏡

- 50億光年の彼方にある銀河団の中にぼんやりとした波紋が見つかり、暗黒物質（ダークマター）という謎の物質が本当に存在していることを示す新たな証拠として提出された。
 - このほど、各国の天文学者からなる研究チームが、銀河団C1 0024+17には直径260万光年のリング状の暗黒物質があると発表した¹。チームは当初、このリングに当惑し、単なるデータエラーではないかとさえ考えたという。
 - 暗黒物質は、宇宙の質量の約22パーセントを占めていると考えられている。暗黒物質を直接観測することはできないが、可視物質に重力作用を及ぼすことから、天文学者は以前から暗黒物質が銀河に広く行きわたっていると考えてきた。暗黒物質が何からできているかは不明であるが、既知の素粒子のいずれとも異なっていると推測されている。
 - 通常、暗黒物質は可視物質とほぼ同じように分布している。これは、夜間の地球の衛星画像では見ることができない人口分布が、そこに見えている人工光の分布と一致しているのによく似ている。このため、そもそも暗黒物質が実在するかどうか、別の言い方をすれば、暗黒物質の影響のように見えるものが銀河規模での重力作用の変化によるものであるかどうかを確認するのはむずかしい。
 - 暗黒物質の実在をめぐるこうした疑いは、昨年、銀河団1E 0657-56の可視物質と総質量の分布に不均衡があるのを天文学者が発見したことで晴らされた。この不均衡を説明するには、大昔に2つの銀河団が衝突して1E 0657-56が誕生したときに、可視物質の高温ガスから見えない暗黒物質が分離したとして帳尻を合わせる考え方が最もうまくいくからである。
 - C1 0024+17の場合も、暗黒物質は目に見える星やガスとは異なる物理的分布をしているようである。可視物質が丸くまとまっているのに対して、暗黒物質の一部は、それとは別にリング状に分布しているのである。
 - 観測チームに参加したジョンズホプキンス大学（米国メリーランド州ボルティモア）の天文学者Myungkook Jeeによれば、このように可視物質と暗黒物質が分離していることは非常に珍しく、暗黒物質の存在を示す決定的な証拠となるという。「分布の違いが大きくなればなるほど、これ以外の考え方で説明することがむずかしくなっていくのです」。
- 現実と思えなかったリング**
- ハッブル宇宙望遠鏡で撮影した画像を解析してこのリングが見えてきたときには、その結果を信じるのができなかったとJeeは語る。
 - 「これが現実であると確信するまでに1年以上もかかりました。私はかなりの数の銀河団を見てきましたが、このようなものはほかにありませんでした」と彼は話す。
 - Jeeたちはこのリングを、今から10億～20億年前に2つの銀河団が衝突してC1 0024+17が誕生したときに生じた波紋ではないかと考えている。
 - 1E 0657-56でも、これとほぼ同じ過程によって暗黒物質と一部の可視物質が分離した。けれども地球では、この衝突を横からしか観測できない。これに対してC1 0024+17は正面から観測できるため、リング状に見えるのである。
 - Jeeたちは、暗黒物質の背後にある銀河からの星の光が屈折する過程を調べることで、暗黒物質のリングの存在を推測できた。「これは、池の表面に波紋が広がっているときに、池の底にある小石を観察するのに似ています。小石の上を波紋が通り過ぎるとき、小石が変形するように見えるのです」とJeeは説明する。
 - Jeeたちはまた、リングの構造から、暗黒物質の粒子どうしが重力以外の力による強い相互作用をしていないことが示唆されるという。これは、暗黒物質の粒子が重力以外の未知の力によってお互いの存在を感じ取っている可能性を指摘した最近の研究報告に異議を唱えるものである。重力以外の力があっても、それは非常に小さいだろうとJeeたちはいう。もし大きければ、暗黒物質の粒子どうしの相互作用によって粒子は散乱するはずだからである。「暗黒物質の粒子どうしの衝突によりエネルギーの交換があれば、リングは簡単に壊れてしまいます」とJeeは話した。