

最新科学情報ポッドキャスト番組
ヴォイニッチの科学書

2013年1月26日
Chapter-429
ブラックホールが珍しくない場所

配信資料

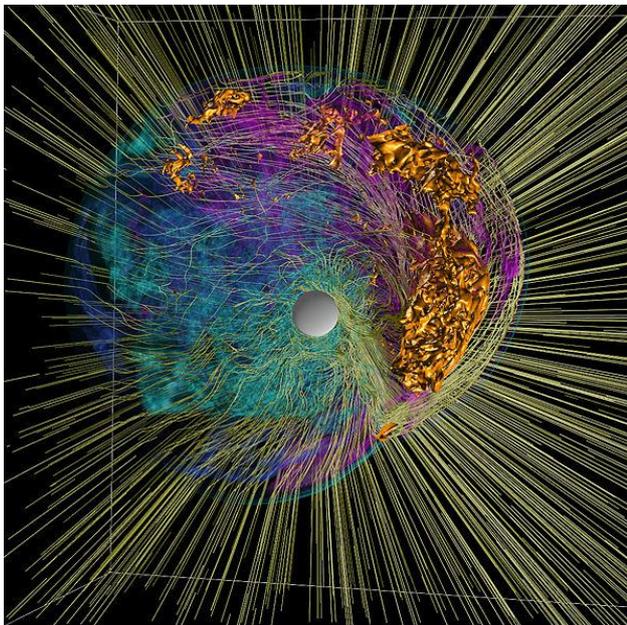


<http://www.febe.jp/>

<http://obio.c-studio.net/science/>

ブラックホールは非常に密度の高い天体で、重力が非常に強力なため、中心からある距離内では光さえも逃れることができません。つまり、光っていませんので、光学望遠鏡での観測は不可能な暗黒の天体です。

宇宙空間にはいろいろな大きさの星があり、星の寿命やどのような最後を迎えるのかは星の大きさと関係があります。太陽くらいの星は100億年ほどの寿命の最後は大きく膨張して超新星爆発を起こし、非常に明るく輝くと考えられています。



一方、太陽の数十倍以上の星は燃料を使い果す

と中心部が冷えてしまい、自分の大きな体を内部からの圧力で支えることができず、重力収縮という現象が起き、星の外側が内部に落ち込みはじめます。

星の質量がそこそこだと非常に重い中性子星¹になりますが、十分大きいと星は中性子星の状態を通り過ぎて無限に重力崩壊していきます。そうして、非常に小さな一点に巨大な質量が凝縮されると、その天体のまわりの時空は非常に強く湾曲し、光さえも出て行くことができず、周囲の星までも飲み込まれてしまいます。光さえも逃げ出すことができない半径を事象の地平線、あるいはこの存在を1916年に導き出した科学者シュワルツシルト²にちなんでシュワルツシルト半径と呼びます。シュワルツシルト半径は1kmから数十km程度であろうと予想されています。

このような望遠鏡で見つけることが難しい性質

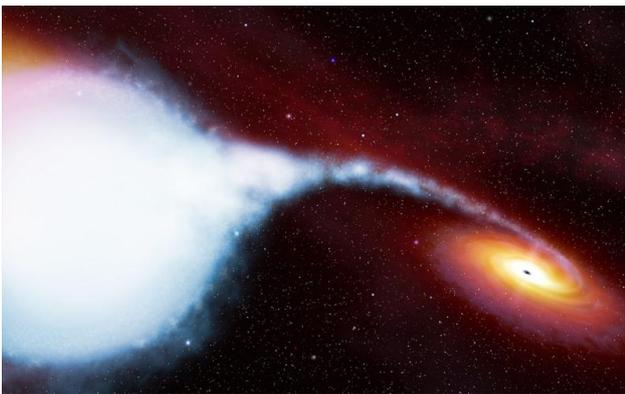
¹主として中性子から成る極めて高密度の恒星。大質量星が進化の最後に自らの重力を支えきれずに崩壊し超新星爆発を起こす際に作られる。半径は約10キロメートル、密度は1立方センチメートルあたり10億トンにもなる。

[株式会社岩波書店 広辞苑第六版]

²ドイツの天文学者・数理論理学者。一般相対性理論に基づいてブラック・ホールの限界をきめるシュワルツシルト半径を導くなど、業績は多方面にわたる。第一次大戦に志願従軍し戦病死。(1873～1916)

[株式会社岩波書店 広辞苑第六版]

のブラックホールですので、長年、それが本当に存在するのかどうかは疑心暗鬼な状態でした。ところが、1970年代にはくちょう座 X-1（下に想像図）という天体がブラックホールではないかと考えられるようになりました。というのも、はくちょう座 X-1 のようにブラックホールが普通の恒星と連星系を構成している場合は、ブラックホールがパートナーの星から物質を奪い取ってしまい、ブラックホールに落ちてゆく物質はシュワルツシルト半径に近づくと強く熱せられて X 線や γ 線を発します。はくちょう座 X-1 ではこのときの X 線が発見されたのです。



ブラックホールの姿を撮影することにはまだ成功していないので、どこにどれほどのブラックホールがあるのか、正確に答えるのは難しいのですが、地球の周辺にはブラックホールは無いと考えられていて、最も近いブラックホールであっても光の速度で数千年旅しなければ到着しないほど珍しいものです。ところが、広い宇宙にはブラックホールが全く珍しくない場所があることがわかりました。それが球状星団の中です。

球状星団とはその名前の通り、大量の恒星が丸く高密度で集まっている恒星系です。天の川銀河にはたくさんの球状星団がまわりつくように存在していますが、その中の一つ M22 に着目してみ

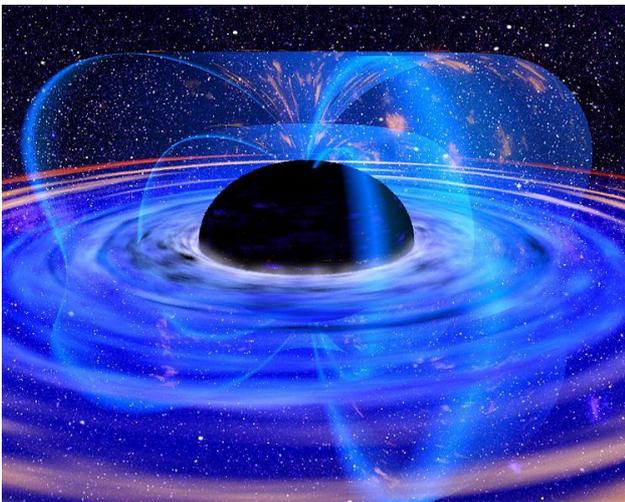
ます。M22（下図）は地球から 1 万光年も離れていますが、大きさは直径 110 光年もあり、膨大な星が集まって全体として明るく輝いているため肉眼でも見ることができ、数百年前にすでに発見されていた天体です。



ミシガン州立大学の天文学者がニューメキシコ州にある電波望遠鏡で M22 を観測したところ、新たに 2 つの電波源が発見され、これらは太陽の 10 倍～20 倍の重さのブラックホールではないかと考えられています。球状星団の内部でブラックホールが発見されたのは初めてのことです。

今回は電波でブラックホールを観測したという点がポイントです。はくちょう座 X-1 はエックス線による観測で発見され、ブラックホールの探索にはエックス線が使われることが一般的です。M22 はチャンドラエックス線望遠鏡でも観測された天体ですが、チャンドラはこのブラックホールを見つけることができていませんでした。というのも、太陽の 10 倍～20 倍という M22 のブラックホールは恒星質量ブラックホールと呼ばれる比較的軽いブラックホールなのです。このようなブラックホールでの X 線の放出と電波の放出の相関を調べた研究があって、そこでは X 線放出の少ないブラックホールは電波の放出が強くなるという相関があることがわかっています。

さらに理論計算をしてみます。今回、電波が検出されたことから、このブラックホールは恒星と連星系を作っていることとなります。ところが、理論計算では 100 億年間この球状星団が存在したとしても、恒星が最後にブラックホールになり、それが近くの恒星と連星系を作る確率は 2~40% にしかならないことがわかったのです。つまり、ブラックホールができたとしてもそれらはほとんどの場合、静かに単独で存在していることとなります。ここから逆算すると M22 にはブラックホールが 100 個も存在している可能性があるのです。



球状星団にブラックホールがある可能性はこれまで否定されていたものではありませんでしたが、重力相互作用のために狭い球状星団内に多数は同時に存在することは無く、1 個、あるいはブラックホール同士で連星系を作って 2 個程度に集約されるだろうと思われていましたので、今回、2 個のブラックホールが別々に存在していたことの発見は、ブラックホールが球状星団の中でブラックホールの集団を形成している可能性を示唆しており、宇宙空間でのブラックホールのありかたが、これまで科学者が予測していた範囲にとどまらないことを意味しています。

今回の予測通りに大量のブラックホールが集団で存在しているならば、ブラックホール同士の融合も起きているはずで、今後開発される高性能な重力は望遠鏡でブラックホールが融合するときに出される重力波を検出することで、ブラックホールの理解がさらに深まるものと思われます。

【参考】

今この季節、M22 は天空上で見た目的に太陽の近くに位置していますので、夜間は地平線の下にあります。早朝は南東の方角アンタレスとアルタイルの中間あたりに位置しています。図は 1 月 27 日 6 時



ちょきりこきりヴォイニッチ
今日使える科学の小ネタ

▼織姫星ベガは若い頃の太陽系に酷似

七夕で有名な織り姫星のこと座ベガは、約 25 光年かなたにあり、質量は太陽の 2 倍、誕生から数億年という比較的若い星です。米アリゾナ大学スチュワード天文台の天文学者らが赤外線天文衛星「スピッツァー」と「ハーシェル」で観測したところ、ベガの周囲にリング状の小天体ベルトが 2 つあることがわかりました。内側のベルトは太陽系でいえば火星と木星の軌道に挟まれた「小惑星帯」、外側のリングは太陽系外縁の「エッジワース-カイパーベルト」に相当します。



▼記憶を思い出す源となる神経回路を解明

東京大学がサルを使った実験により、記憶を思い出す時の信号の生成と伝播を担う神経回路を発見しました。脳の側頭葉は物事を覚え込んだり、思い出したりする時に活動する神経細胞が多く存在する部位です。

1 つの図形（例えば鉛筆）を手がかりにして、事前に対として記憶している別の図形（消しゴム）

を連想する作業をサルに行わせ、この時のサルの側頭葉の複数の神経細胞群の活動を同時に記録しました。その結果、手がかり図形（鉛筆）に応答しその情報を保持するニューロン（手がかり図形保持ニューロン）から、別の図形（消しゴム）を思い出す時に活動するニューロン（対図形想起ニューロン）へと特異的に神経信号が伝達し、それがさらに他の対図形想起ニューロンへと伝播していくことによって、記憶想起信号が生成され、増幅されることがわかりました。これにより、私たち霊長類が物体についての記憶を思い出す際に用いられる側頭葉の神経回路とその動作が初めて明らかになりました。

▼微生物が互いに電子をやり取りする未知の「電気共生」を発見

微生物が導電性金属粒子を通して、仲間の微生物に電気を流す電気共生という状態になることが発見されました。微生物は燃料電池の材料として使用されることもありますが、微生物がなぜ人工的な電極に電子を流す能力を持っているかについては不明でした。

本研究では、環境中にも電極や電線が存在し、微生物が電子のやり取りをしているのではないかと考え、2 種の土壤微生物（ゲオバクターとチオバチルス）が共生しているところに、環境中に普遍的に存在する導電性酸化鉄（マグネタイト）粒子を添加したところ、代謝速度が 10 倍以上に上昇することを発見しました。どうやら、2 種の微生物の間に電気が流れることによって代謝が促進されているようです。