

ブラック ホールと 宇宙の謎

監修 本間希樹 構成・文 荒船良孝

はじめに ... 4

1章 ついにとらえた、
ブラックホールの姿

- 史上初！ ブラックホールの撮影に成功!! ... 6
- 世界の電波望遠鏡で
ブラックホールを撮影 ... 8
- ブラックホールってなに？ ... 10



2章 ブラックホールとは

- そもそも宇宙ってどんなところ？ ... 12
- 銀河を形づくる様々な天体 ... 14
- ブラックホールは3種類ある?! ... 16
- ブラックホールが
信じられるようになるまで ... 18
- ブラックホール発見!! ... 22
- ブラックホールのつくり方 ... 24
- ブラックホールの新しい探し方 ... 26
- 波長によって見え方が変わる宇宙 ... 28



3章 超巨大ブラックホール

- 超巨大ブラックホール ... 30
- 天の川銀河の中心にも存在する
超巨大ブラックホール ... 32
- ブラックホールの研究が
ノーベル賞に ... 34
- ブラックホールは
どうやって大きくなる？ ... 36
- 超巨大ブラックホールの謎 ... 38
- 第3のブラックホール ... 40
- いろいろな銀河とブラックホール ... 42
- ブラックホールびっくり話 ... 44



4章 ブラックホールと
宇宙の謎

- ブラックホールの
内側はどうなっている？ ... 46
- 宇宙のはじまりとブラックホール ... 48
- 初期の宇宙に
ブラックホールがあった？ ... 50
- ブラックホールは蒸発する？ ... 52
- 天の川銀河と
アンドロメダ銀河が合体？ ... 54
- ホワイトホールとワームホール ... 56
- ブラックホールとタイムマシン ... 58
- ブラックホールと人類 ... 60
- さくいん ... 62



ブラックホールが信じられるようになるまで

ブラックホールは周囲に光を出さない真っ黒な天体です。
 そのような見えない天体が、なぜ、あるとわかったのでしょうか。

質量をもつ物体は、周りのものを引き寄せる重力を発生させます。重力は地球上に暮らす私たちにとって、とても身近なものです。なぜなら、地球の重力があるからこそ私たちは地上に留まっています。人類が重力を科学的に扱えるようになったのは、イギリスの物理学者であり天文学者のニュートンによって、万有引力の法則が提案されてからのことです。



りんごは地面に落ちるのに、月が落ちてこないのはなぜだろう？

アイザック・ニュートン
 (1642~1727)

万有引力の法則の発見をはじめ、現代の物理学や数学の基礎を築いた科学者の1人。

ニュートンは万有引力の法則によって、質量をもった2つの物体が引きあうことを示しました。この万有引力こそ、重力のことです。私達が宇宙に飛び出さずに地球上にいられるのも、月が地球の周りを回っているのも、地球の重力のおかげです。でも、万有引力の法則は、なぜ、重力が発生するかまでは明らかにしませんでした。

重力の正体を解き明かしたのは、20世紀の物理学を築き上げた物理学者の1人であるドイツのアインシュタインです。アインシュタインは一般相対性理論により、質量をもった物体があると、そのまわりの時間と空間をゆがめ、それが重力の正体であることを示しました。

アルベルト・アインシュタイン
 (1879~1955)

相対性理論によって宇宙に対する見方を大きく変えただけでなく、量子力学の発展にも大きな影響を与えた。

重い鉄球をゴムの膜の上に置くと、鉄球の重みでゴムの膜がゆがむ。実際の空間でもこれと同じようなことが起きて、質量の大きな天体の周りの空間がゆがむ。

重力は質量が空間をゆがめたことで発生する

一般相対性理論が正しいかどうか調べるため、日食が起きたときに太陽の周りに現れる星の位置が観測された。同じ星の位置を太陽が近くないときと比べたところ、太陽が近くにある日食のときは、星から届く光の道筋が変化することがわかった。これが太陽の重力で時間と空間がゆがむことで起きた現象だ。

スマートフォンにも使われる アインシュタインの理論



アインシュタインは一般相対性理論と特殊相対性理論の2つの相対性理論をつくりあげました。相対性理論は物理学を大きく発展させただけでなく、私たちの生活も支えています。例えば、どこかに出かけるときに経路を調べるスマートフォンのGPSアプリやカーナビゲーションシステム。システムでは人工衛星からの電波をとらえて、自分のいる位置を割り出します。相対性理論を使って計算しないと人工衛星の正しい位置がわからず、自分のいる位置も正しくわからないのです。

ブラックホールのつくられ方

ブラックホールのつくられ方は、恒星がどのように最期を迎えるかという話と関係があります。ブラックホールの研究が進むことで、恒星の進化の過程もわかるようになりました。

宇宙の中で、ブラックホールは、とても重い恒星が燃え尽きて自重で潰れることでつくられていきます。この図が示すように、質量が太陽の8倍以上の恒星は死を迎えるときに、超新星爆発を起こします。このとき、質量が太陽の8~25倍程度の星は中性子星になり、25倍以上の場合はブラックホールができるのです。このように、ブラックホールができるかどうかは、恒星の重さによって決まるのです。



天の川銀河と アンドロメダ銀河が合体？

これから宇宙はどうなっていくのでしょうか。
未来の宇宙について語っていきます。

アンドロメダ銀河が
だんだん近づいて
きているんだね



37億5000万年後：アンドロメダ銀河が夜空に大きく広がる。



39億年後：夜空で見える星の位置が大きく変化する。



現在の天の川とアンドロメダ銀河：中央やや左上がアンドロメダ銀河。

天の川銀河のこれから

ビッグバン以降、宇宙はどんどん膨張してきました。これまでは一定速度で膨張が続くと考えられてきました。また、場合によっては収縮に転じてしまうという予想もあったほどです。しかし、最近の観測から、宇宙の膨張速度が加速していることがわかってきました。今後、宇宙がどうなるのかは、はっきりと見通せないところもありますが、ゆるやかに膨張していくか、膨張速度が加速し続けるかのどちらか

だと見られています。

さて、話を銀河の未来に移しましょう。多くの銀河は、衝突、合体を繰り返して大きくなると考えられています。それは天の川銀河も例外ではありません。最近の研究によれば、天の川銀河はこれまでに、1億個以上の星からなる銀河と少なくとも5回以上衝突した痕跡が見つかっており、より小さな銀河とはさらに多数の衝突・合体をしてきたと見られています。

今後、天の川銀河はどのようなのでしょうか。実は45億年後に、地球から250万光年離れたアンドロメダ銀河と衝突、合体すると予想されています。現在、2つの銀河は少しずつ接近しているのです。天の川銀河とアンドロメダ銀河が衝突すると、どうなるのでしょうか。2つの銀河が衝突しても、地球への影響は少ないようです。銀河にはたくさんの星が集まっていますが、星と星の間には十分な空間があります。そのため、星同士が衝突する可能性は低いと考えられています。むしろ、アンドロメダ銀河が近づき、天の川銀河の影響で形を変えていく様子をつぶさに観測できるチャンスになるかもしれません。ただ、2つの銀河が衝突する時期は、太陽が死を迎える時期と重なります。太陽が燃え尽きてしまうと、地球生命も生きていけません。地球で銀河衝突の様子を見ることができるといえるのかはわからないのです。



宇宙はいずれ、ブラックホールだらけになり、ゆっくり年を迎えると考えられている

宇宙の死のシナリオ

この宇宙にあるすべての星には寿命があります。恒星の寿命は重さによって決まります。実は、重い恒星よりも軽い恒星の方が寿命は長いのです。太陽の寿命は約100億年といわれています。現在、太陽は約46億歳なので、残りの寿命は50億年ほどとなります。太陽の10倍の重さの恒星は寿命が約1000万年しかありませんが、太陽の半分くらいの重さの恒星の寿命は800億年ほどとなります。より軽い恒星はより長く輝き続けますが、それでも100兆年ほど経過すれば銀河の中に輝く星はなくなります。ブラックホール、中性子星、白色矮星、惑星などだけになり、真っ暗な状態になるでしょう。さらに、時間が進むと宇宙はブラックホールだらけになり、やがてそれらのブラックホールが蒸発し、最終的には蒸発して、なくなってしまいます。すべてのブラックホールが蒸発し終えると、宇宙では素粒子や光だけが飛び交い、永遠に膨張しながら冷え続けるようになるといわれています。これが、今考えられている宇宙の死のシナリオです。