

SCIENCE OBSERVER

活動銀河中心核の正体にせまる

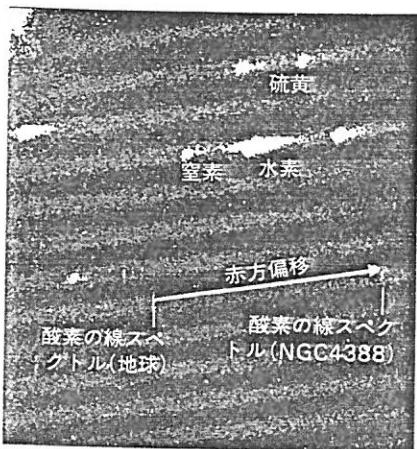
クエーサーやセイファート銀河など、活動銀河中心核の構造とそのすさまじいエネルギーの発生メカニズムの解明が進んでいる。

家 正則

活動銀河の主役クエーサー

準星または準恒星状天体とよばれるクエーサーは、写真上では星と見分けがつかない。だがそのスペクトルはどんな星とも似ていない。水素原子などの輝線スペクトルが強くて太く、しかも大きく赤方偏移している。現在までに約3000個のクエーサーが発見されており、そのほとんどが光速の30%以上の速さで、われわれから遠ざかっている。

膨張宇宙モデルによれば、大部分のクエーサーは50億光年より遠い宇宙のかなたにあることになる。例外的に明るい3C273を除くと、クエーサーは見かけ上15等星よりも暗い。しかしその距離を考えると、実際の速度は太陽1000億個ないし100兆個ほどであることがわかる。これはわれわれの銀河系全体の明るさと同じか、その1000倍くらいというものすごい光量である。



セイファート銀河NGC 4388の狭線スペクトル。地球大気の酸素のスペクトルもみえる。

さらにおどろくべきことに、クエーサーは1年以下の期間内に、明るくなったり暗くなったり変光するのである。これはクエーサー本体の大きさが1光年以下であることを示している。銀河系の10万分の1以下の小さな空間から、銀河系全体の明るさより大きなエネルギーを出して光っているクエーサーとは、いったい何なのだろうか。

セイファート銀河のなぞをとく。

クエーサーに似た強くて太い輝線スペクトルを放射し、点状の中心核をもつ銀河をセイファート銀河とよぶ。全銀河の約1%がセイファート銀河であり、そのほとんどが渦状銀河である。セイファート銀河中心核は、輝線スペクトルだけでなく、変光のようすやX線、電波放射の性質までクエーサーとそっくりである。セイファート銀河中心核のエネルギー放射はクエーサーよりひとまわり小規模である。しかしクエーサーよりずっと近い距離にあるので、中心核やそのまわりのようすを調べるには好つごうである。

活動銀河には、このほかにとかけ座BL型天体や電波銀河など、さまざまな個性をもつ天体がある。それら活動銀河中心核の一般的な構造について、最近の研究の進展をふまえて解説しよう。

中心核はブラックホールか。

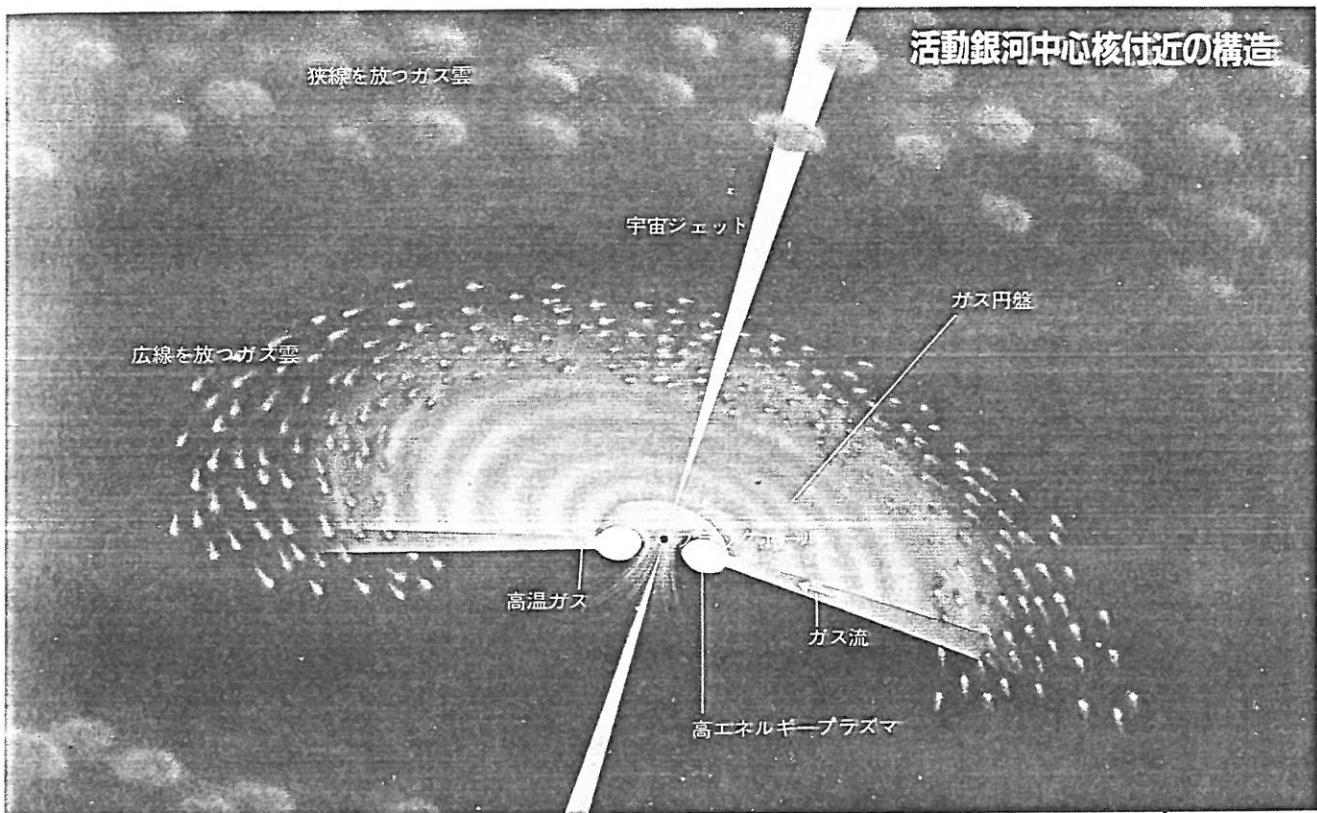
活動銀河中心核の構造は、X線、紫外線、可視光の強い連続スペクトルを放射している本体と、そのまわりで輝線スペクトルを放射している領域に分けられる。

変光時間から求めた本体の大きさは、X線を放っている部分では1光日以下である。これは太陽系の直径くらいの大きさでしかない。中心核本体のモデルがいろいろ提案されている。最も有力なのは巨大ブラックホールモデルである。活動銀河中心核の本体は1億個ほどの星がつぶれてできたブラックホールであり、その底なしの穴へひしめきながら落ちこむガスがすさまじく光っているというのである。ブラックホールの大きさは地球の公転軌道をのみこむくらいである。周囲から引き寄せられ集まったガスは、ブラックホールのまわりを渦巻きながら落ちていく。太陽系の100倍ほどのところで落ちこむと、ガス円盤は高温になり強い紫外線を放つ。さらに内側では温度が10億度にもなりX線が強くなる。

ところがX線から可視光、電波の連続スペクトルをくわしく調べてみると、高温ガスの熱輻射成分だけではないことがわかる。連続スペクトルのエネルギー分布や偏光のようすから、磁場の中を超高速運動する電子が放つシンクロトロン輻射成分がかなり強いことがわかっている。

活動銀河中心核の本体からは、ガス円盤と垂直な方向に高エネルギー粒子のジェットが噴きだしている。ジェットを噴きだすメカニズムはなぞに包まれているけれども、この高エネルギー粒子が磁場の中で強いシンクロトロン輻射を放つのであろう。活動銀河の一種である電波銀河では、ジェットが中心核から100万光年の距離にまで達しているものがある。

活動銀河中心核のエネルギー放出量をまかぬには、クエーサーでは毎年太陽10個分、セイファート銀河では太陽0.1個分ほどのガスが、ブラックホールに落ちこめば十分である。活動銀河中心核の変光現象は、落ちこむガスの量が一定でないためと考えられる。



中心核を取り巻くガス雲

ブラックホールに落ちこむガスはどこからくるのだろうか。銀河中心核のまわりには多くの濃いガス雲があり、秒速約1万キロメートルで運動している。ガス雲は中心核のまわりの回転運動に加えて、落下運動または膨張運動をしている。このガス雲は1光年以内の領域(広線領域)にあり、水素原子などの再結合線として強くて太い輝線スペクトル(広線)を放っている。京都大学の大谷浩博士らはセイファート銀河NGC4151を観測しているときに、この濃いガス雲の一つが中心核の前を通過したためと思われる減光現象を昨年発見した。

広線領域の外側には希薄なガスの満ちた領域(狭線領域)が中心核から1000光年の距離まで広がっている。写真はアン

デス山脈中にあるヨーロッパ南天文台で昨年完成したエシェル分光器を用いて、筆者によりはじめて観測されたセイファート銀河NGC4388の高分解能スペクトルである。狭線領域中の酸素、窒素、硫黄原子などから放射される強くて細い線スペクトル(狭線)を、従来の装置の10倍の分解能で調べて得たものである。

線スペクトルを調べると、光源の密度、温度、化学組成、運動状態などがわかる。今まで観測された中心核では、狭線領域のガスは毎秒500キロメートル以下の速さで膨張運動をするものが多く、落下運動をするものはみつからなかった。そのため狭線領域は広線領域とは運動のようすがちがうと考えられてきた。ところが今回の観測で、NGC4388の狭線領域のガスが、広線を放っているガス雲と同じように雲状に分布していることが確かめら

れ、しかもその狭線を放っているガス雲は、中心核への落下運動をしていることが明らかとなったのである。

活動銀河中心核の統一理論

クエーサーやセイファート銀河など、さまざまな活動銀河中心核を統一的に理解しようという気運がもり上がっている。ブラックホールモデルを考える場合、本体の活動の規模はブラックホールの質量と落ちこむガスの量で決まる。中心核を取り巻くガス雲についても、最近は広線領域と狭線領域とを統一的にとらえようという傾向がある。

その意味では、狭線領域も広線領域と同じく雲状の構造をもち、広線雲と同じように狭線雲にも落下運動をする例があるという今回の発見は、統一理論への新しい手がかりとなるかもしれない。