

## 60年を経て つながる研究の光

この2月に新しい論文を出版しました (Wada et al. 2026)。これは銀河中心の超巨大ブラックホールに降着するガスが明るく光る天体「活動銀河中心核 (Active Galactic Nucleus=AGN)」の近赤外線スペクトルに関する理論研究です。超巨大ブラックホールは重力がものすごく強いので、そのまわりのガスは「毎秒」数 1000 km という超高速で運動しています (ジェット機のスピードは「毎時」1000km くらいです)。そのため、ドップラーシフト (運動する天体からの光の波長が長くなったり短くなったりする現象) によってスペクトル (本来は細い線) の幅が広がります。これを「広輝線領域」(Broad Line Region=BLR) といい、AGN の研究で非常に重要な現象です。今回の論文では、われわれはこの BLR からの光をそのまま観測しているのではなく、BLR のまわりの電子の「雲」を通ってきた「散乱光」を見ているのではないか、ということを中心としたものです。そのため、スペクトル線の形が滑らかに広がっているのです。例えて言うなら、霧を通して遠くの明かりを見ると光源よりも広がってぼんやり見えているようなものです。あまりに霧が濃いと光が全く見えませんが、適度に光を通すくらいの薄い霧が BLR のまわりにある、ということを流体シミュレーションで探り、光の伝搬を解き、実際の活動銀河中心核の観測結果ともよく合うことを示しました。

この結果はわれわれとしては今後の BLR の研究に一石を投じたと思っているのですが、実は「電子の雲による散乱」というアイデア自体は 1968 年の兼古さん、大谷さんの論文 (Kaneko & Ohtani 1968, *Astronomical Journal*, 73, 899) まで遡ることができます。なんと私が 3 歳のときの論文です。当時、「クェーサー」という謎の明るい天体が天文業界の話題となっていました。銀河全体に匹敵するほど明るいのに、銀河と違って広がった像を作らず、星のように点像であることから「準恒星状天

体」と呼ばれていたのですが、正体は不明でした。兼古さんは当時北海道大学の修士課程の学生、大谷さんは助手 (いまでいう助教) でした。彼らはアメリカ天文学会の *Astronomical Journal* で発表しました。私が今回の論文を書いたときにその論文 (Kaneko & Ohtani 1968) の存在に気づいて引用しています。しかし、天文業界ではごく限られた人しか知らない「忘れられた仕事」でした。

この3月に京都産業大学で開催された日本天文学会春季年会で、私はこの「BLR の霧モデル」を発表したのですが、すでに京都大学をだいぶ前に退職された大谷さんがわざわざ聞きに来られました。大谷さんは天文学会の予稿集で私達の発表に気づいて、60 年近く前の自分達の仕事を思い出されたそうです。講演のあとに直接大谷さんとお話しました。実際に会うのは 20 年ぶりくらいでしょうか。すでに 80 歳は超えていると思われるのにお元気でした。当時のことをよく覚えていらっしゃって、いろいろ貴重な話を教えていただきました。兼古さん達は、クェーサーのスペクトルを見て、彼らがよく研究をしていた「セイファート銀河」という銀河のスペクトルとよく似ていることに気づいたそうです。今ではクェーサーもセイファート銀河も「活動銀河中心核」を持った「銀河」であることがわかっていますが、当時はクェーサーが銀河であることや幅広い輝線の起源が超巨大ブラックホールであることはまだわかっていませんでした。兼古さんと大谷さんは、クェーサーの BLR はセイファートと同じく銀河中心核に起源があり、輝線幅が広がる原因を高温の電子雲による散乱である、と考えてスペクトルの計算をしたそうです。この *Astronomical Journal* の論文は実はセイファート銀河に関する国際会議の集録の一つとして発表されています。面白いのは、兼古さんも大谷さんもアメリカのアリゾナ州ツーソンで行われたこの会議には出席していなかったということでした。いまと違って 60 年代にはそう気軽にアメリカの会議に出かけるわけにはいかなかったのでしょうか (1 ドルは 360 円の固定相場でした)。それで、会議の主催者に手紙 (もちろんメールなんかありません) を書いて、これこれこういう仕事を

しているということを伝えたら、論文を送れ、と言われてたそうです。兼古さんは急いで「タイガー手回し計算機」(写真)を回して計算して、なんとか間に合わせたそうです。論文を送るのにも郵送で何週間もかかった時代です。

タイガー計算器は私ですら使ったことはありませんが、実物は見たことがあります(大学の博物館などにはよく飾ってあります)。これは足し算や掛け算を機械的に行うもので、当時としては画期的だったようです。しかし、1つの演算を行うのに基本的にはハンドルを数回回すわけですから、1秒で1回程度しか演算ができません(いまどきのPCに入っているCPUは1秒で1兆回も計算できます)。それでもこのような重要な計算ができたということは驚きです。

実は兼古さんは北海道大学の先輩です。私が修士から博士課程の学生だった1989-1993年にも教員として同じ物理学科にいらっしゃいました。しかし、兼古さんは観測天文学者で私は理論系の研究室だったために、ほとんど交流する機会がありませんでした。博士論文審査のときに質問されたのを覚えているくらいです。当時は私はセイファート銀河やAGNの研究はしていなかったの、研究上の接点も全くありませんでした。それが、35

年以上も経ってから研究でつながりができた、というのは非常に感慨深いものがあります。

科学の研究ではこのように何十年も昔の、業界的には忘れられた先行研究とつながることが稀にあります。そのときには評価されなくても、後の全然違う研究分野の基礎となることもあります。研究成果を誰もがアクセスできる形で残しておく、というのは研究者の責務でしょう。

さて、本号には修士論文(15件)、博士論文(3件)のダイジェストが掲載されています。修士課程や博士課程を修了後、たとえ研究の世界に残らなかったとしても、これらの論文は「科学の地平線」を少し広げ、将来の研究の礎となったわけですから。何十年後かに誰かが思わぬ形で引用してくれるかもしれません。

Wada et al. 2026

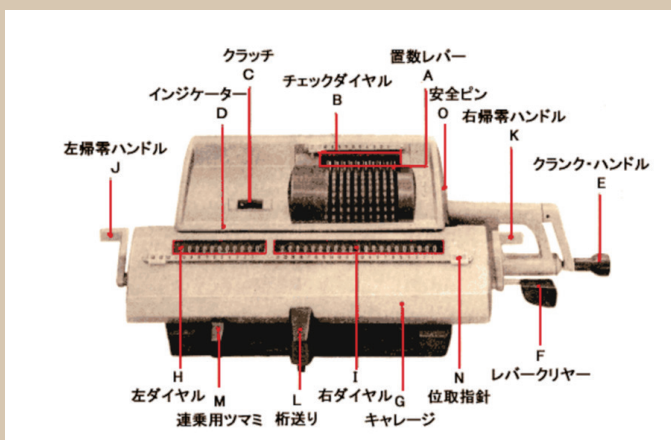
The Astrophysical Journal, Volume 998, 60

<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ae36a7>

Kaneko & Ohtani 1968

The Astronomical Journal, Volume 73, 899

<https://articles.adsabs.harvard.edu/full/1968AJ.....73..899K>



タイガー手廻計算器

<https://www.tiger-inc.co.jp/temawashi/torisetu.html>

センター長 和田 桂一