

Ilgalaikė aktyvių galaktikų tėkmių evoliucija

The long-term evolution of AGN-driven outflows

Kastytis Zubovas

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius

kastytis.zubovas@ftmc.lt

Aktyvūs galaktikų branduoliai (AGN) yra reikšmingi galaktikų evoliucijos komponentai. Jų kuriamos tėkmės gali išstumti dujas iš galaktikų, taip sulėtindamos ar sustabdydamos žvaigždėdarą; šis procesas sukuria stebimas koreliacijas tarp centrinės supermasyvios juodosios skylės masės ir galaktikos savybių. Stebimų didelio masto tėkmių energija bei judesio kiekis [1] gerai atitinka teorines prognozes, pagal kurias tėkmę sukuria nuo AGN disko kylantis vėjas [2]. Vėjo kinetinė energija perduodama tarpžvaigždinei galaktikos terpei, taip suformuojant energingą tėkmę.

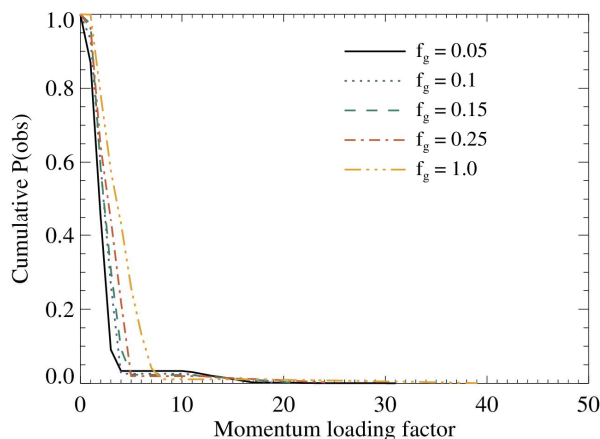
Visgi tokių sąryšių egzistavimas yra gana netikėtas. Galaktinio masto tėkmių savybės gali kisti tik milijonų metų laiko skalėmis, tuo tarpu AGN šviesis reikšmingai kinta gerokai greičiau. Apskritai vienas AGN epizodas neturėtų trukti ilgiau nei $\sim 10^5$ metų, taigi beveik visas stebimas AGN tėkmės sukūrė ne dabartinis, o kažkuris ankstesnis AGN epizodas toje galaktikoje. Žinodami realių galaktinių tėkmių energijos bei judesio kiekio verčių intervalus, galime įvertinti ir tikėtinas AGN šviesio kitimo istorijas: pavyzdžiui, AGN negali išblėsti labai sparčiai (eksponentiškai), nes tokiu atveju matytume daug energingų tėkmių galaktikose su blausiais AGN, o to nematome [3].

Pastaruoju metu, aptinkant daugiau tėkmių ir AGN disko vėjų, pastebima, jog jų energija ir judesio kiekis dažnai yra gerokai mažesni, nei prognozuoja paprasčiausias teorinis modelis [4]. Kai kurie tyrėjai kelia klausimą, jog galbūt AGN vėjo kuriamų tėkmių modelis yra neteisingas ar nepilnas.

Naujausiuose savo darbuose [3, 5] tiriu, kaip kinta stebimos galaktinių tėkmių savybės, jeigu jas periodiškai apšviečia reikšmingai kintančio šviesio AGN. Keli svarbiausi, kol kas pasiekti rezultatai, yra:

1. Tėkmės medžiagos pernašos sparta, o kartu ir judesio kiekis bei energija, gali labai reikšmingai sumažėti per laikotarpį, kol galaktika nėra aktyvi. Iš naujo įsižiebęs AGN apšviečia šią susilpnėjusią tėkmę, todėl ją stebint gaunami maži judesio kiekio santykiai su AGN vėjo judesio kiekiu. Per ilgą laiko tarpą, arba nagrinėjant didelę galaktikų populiaciją, ši būseną yra daug labiau tikėtina, nei didelės energijos tėkmės būseną (žr. 1 pav.).

2. Tėkmės greitis, priešingai, kinta daug lėčiau, todėl gali būti panaudotas atskiriant skirtingus tėkmių kūrimo būdus: žvaigždėdaros grįžtamojo ryšio, perduodant AGN vėjo judesio kiekį arba perduodant vėjo energiją.



1 pav. Kumuliatyvi tikimybė aptikti konkretų arba didesnę galaktinės tėkmės ir AGN vėjo judesio kiekio santykį, įvertinant galimybę apskritai aptikti AGN, kurio šviesis nuolatos kinta. Skirtingos linijos rodo modelius su skirtingu dujų tankiu galaktikoje. Paprasčiausias teorinis modelis prognozuoja judesio kiekio santykį, lygų 15-20.

Gaunami rezultatai artimiausiu metu leis daug kompleksčiau tirti AGN kuriamų tėkmių evoliuciją. Geriau suprasdami, kaip tėkmių savybės priklauso nuo kintančio AGN šviesio, galėsime tyrinėti ir galaktikos aktyvumo istoriją per pastaruosius keletą milijonų metų, kurios kitokiais metodais nustatyti neįmanoma.

Reikšminiai žodžiai: aktyvios galaktikos, galaktikų evoliucija, juodosios skylės.

Literatūra

- [1] F. Fiore, C. Feruglio, F. Shankar, *Astron. & Astrophys.* **601**, A143 (2017).
- [2] K. Zubovas, A. King, *Astrophys. J. Lett.* **745**, L34 (2012).
- [3] K. Zubovas, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **473**, 3525 (2018).
- [4] M. Bischetti, E. Piconcelli, C. Feruglio et al., *Astron. & Astrophys.* **628**, A118 (2019).
- [5] E. Nardini, K. Zubovas, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **478**, 2274 (2018).