

Arp 102B のダブルピーク H α 輝線短期変動の分光観測

○中尾光、渡辺誠、徂徠和夫(北海道大学)

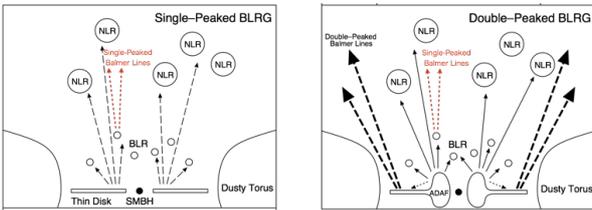
概要

AGN の電波強度の違いを生み出す要因として、電波の強い AGN では質量降着率が低いために降着円盤内側に放射不良降着円盤 (以下 RIAF) が形成されることが予想されており、X 線の観測から RIAF の存在が示唆されている。その中には H α 輝線のブロードな成分がダブルピークとなっている天体があり、そのダブルピークスペクトルの放射源は RIAF によって照らされた降着円盤である可能性が考えられている。X 線では数日スケールの短期変動が観測されており、もし RIAF が降着円盤を照していれば、ダブルピークスペクトルにも X 線と同じタイムスケールの短期変動が見られるはずである。降着円盤自体が数日スケールで変化するとはいえないため、数日スケールの短期変動を捉えることができれば RIAF の存在を示す証拠となり得る。そこで我々は RIAF の存在を示すため、ダブルピーク天体の中で RIAF の存在が示唆されている Arp 102B の分光モニター観測を実施した。観測は 2013 年 5 月、8 月にそれぞれ 1ヶ月間、2014 年 2 月に 4 日間行った。その結果、H α フラックスでは RIAF に起因すると思われる短期変動は見られなかったが、ピーク波長とフラックス比に関しては 5—6 月と 8 月で異なるモデルが示唆する短期変動の特徴が得られた。

質量降着率と降着円盤

質量降着率が非常に小さい ($\dot{m} < 0.01$) 場合、降着円盤内側は希薄になり放射による冷却が効かなくなりガスは 10^{10} K の超高温となる。その結果降着円盤内側は幾何学的に厚く光学的に薄い RIAF となる (Narayan & Yi 1995)。

RIAF は光学的に厚いため、降着円盤の外縁を照らし、そこからの放射はダブルピークとなる (Chen & Halpern 1989)。



RIAF のある場合の中心構造の概略図 (Nagao et al. 2002)

観測

■観測天体 (Arp 102B)

・分類 : LINER (ダブルピーク天体)

■望遠鏡 (北海道大学 1.6m ペリカ望遠鏡)

■観測装置 (可視撮像分光装置 NaCS)

- ・視野 : $8.4' \times 4.7' (0''.248 / \text{pixel})$
- ・撮像 : B, V バンド
- ・分光 : 435 - 800 nm
- ・波長分解能 : 3 nm @ 656.3 nm (3" スリット)

■観測期間

- ・2013/5/17 - 2013/6/10 (25日間)
- ・2013/8/5 - 2013/9/1 (28日間)
- ・2014/2/25 - 2014/2/28 (4日間)



ペリカ望遠鏡

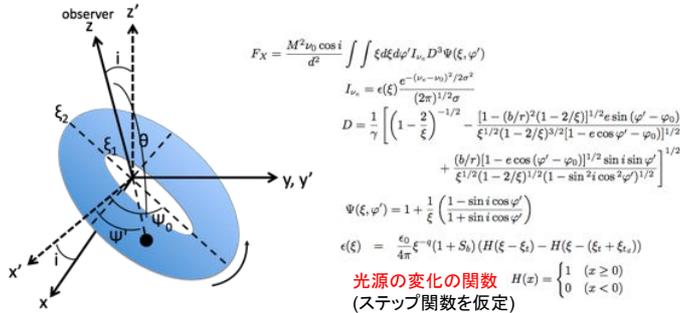
NaCS

ダブルピークスペクトルのモデル計算

・プロファイルの計算

ケプラー楕円円盤モデル (Eracleous et al. 1995) に降着円盤の中心に照射源が位置している場合の光源の変化を追加した。

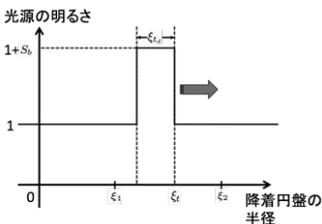
ケプラー楕円円盤とパラメータの関係図とプロファイルの計算式 (下図)



・ $\xi_1, \xi_2, i, q, e, \varphi_0, \xi_t, \xi_{td}, S_0$ をパラメータとして観測されたプロファイルを再現する。

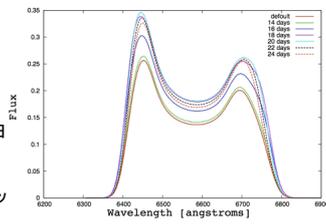
・光源の変動の伝播

各領域に、半径に応じた時間差を持って伝播する (下図)



・光源の変動による H α スペクトルの変化
光源が 5 日間 2 倍に増光した場合のプロファイルの変化 (右図)

パラメータは $\xi_1 = 350, \xi_2 = 1000, i = 32, q = 3.0, e = 0, \xi_{td} = 5, S_0 = 2$ とした。
ブルー側のピーク波長でのフラックスが 16 日後 (400rg) に約 35% 増光を示す。
ダブルピークスペクトルが RIAF の様な光源に起因するならば、十数日スケールでのフラックスの変動が見られる可能性がある。

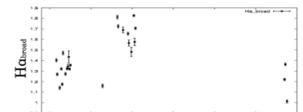


観測結果

・H α フラックスの変動

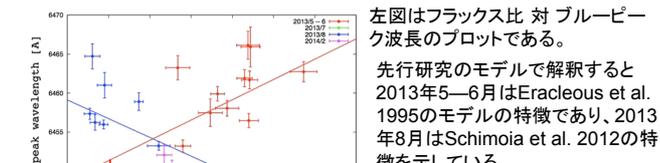
全観測期間中 (数ヶ月スケール) では約 14% の変動を示したが、5—6 月、8 月 (十数日スケール) では約 6%、2.5% の変動しか示さず、中心に位置する照射源による変動の特徴は捉えられなかった。

この原因としては、光源に大きな変動 (2 倍近くの増光) が起きていなかった可能性が高い。



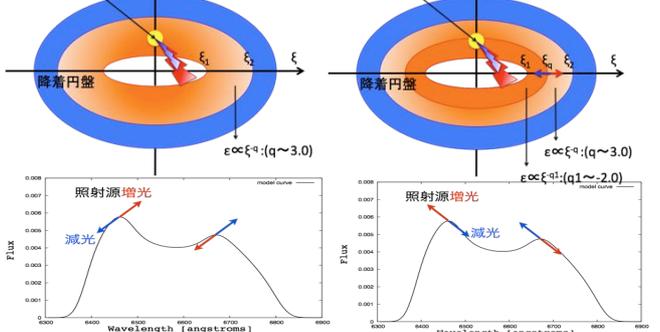
・ピーク波長とフラックス比の変動

降着円盤の照射源が円盤中心付近に位置する場合、照射源の変動の影響は降着円盤のより内側で大きく現れるため、ダブルピークプロファイルのピーク波長とフラックス比 (ブルー側とレッド側のフラックス比) にも変化が生じる。



左図はフラックス比 対 ブルーピーク波長のプロットである。
先行研究のモデルで解釈すると 2013 年 5—6 月は Eracleous et al. 1995 のモデルの特徴であり、2013 年 8 月は Schimoia et al. 2012 の特徴を示している。

現在は我々のモデルでのプロファイルの再現に取組中。



まとめ

- ・H α フラックスは数ヶ月の長期スケールでは約 14% の変動を示したが、十数日の短期スケールでは 5% 前後の変動しか得られず、照射源に起因する短期変動の特徴を捉えることはできていない。
- ・一方でピーク波長は 10 Å 程度の変動が見られ、5—6 月と 8 月で異なるモデルでの短期変動の特徴が見られた。
- ・今後は我々のモデルで観測データのプロファイルの再現を行う予定。