

Abstract & Introduction

We present a radio-quiet quasar at $z = 0.237$ discovered "turning on" by the intermediate Palomar Transient Factory (iPTF). The transient, iPTF 16bco, was detected by iPTF in the nucleus of a galaxy with an archival SDSS spectrum with weak narrow-line emission characteristic of a low-ionization emission line region (LINER). Our follow-up spectra show the dramatic appearance of broad Balmer lines and a power-law continuum characteristic of a luminous ($L_{\text{bol}} \approx 10^{45}$ ergs s^{-1}) type 1 quasar 12 years later. Our photometric monitoring with PTF from 2009-2012, and serendipitous X-ray observations from the XMM-Newton Slew Survey in 2011 and 2015, constrain the change of state to have occurred less than 500 days before the iPTF detection. An enhanced broad $\text{H}\alpha$ to $[\text{O III}] \lambda 5007$ line ratio in the type 1 state relative to other changing-look quasars also is suggestive of the most rapid change of state yet observed in a quasar. We argue that the > 10 increase in Eddington ratio inferred from the brightening in UV and X-ray continuum flux is more likely due to an intrinsic change in the accretion rate of a pre-existing accretion disk, than an external mechanism such as variable obscuration, microlensing, or the tidal disruption of a star. However, further monitoring will be helpful in better constraining the mechanism driving this change of state. The rapid "turn on" of the quasar is much shorter than the viscous infall timescale of an accretion disk, and requires a disk instability that can develop around a $\sim 10^8 M_{\odot}$ black hole on timescales less than a year.

Subject headings: galaxies:active – accretion, accretion disks – black hole physics – surveys

- iPTF で $z=0.237$ の quasar に灯が点くところを発見 (iPTF 16bco)
- turn on 前のスペクトル (SDSS) では LINER 的な特徴
- turn on 後のフォローアップで Type-1 quasar として典型的なスペクトルを得た
- iPTF の "detection" より 500 日ほど前から変化の兆候あり
- 変化の原因はおそらく降着率の劇的な変化
- ただし変化が infall timescale より早い場合何かしらのメカニズムが必要

Introduction

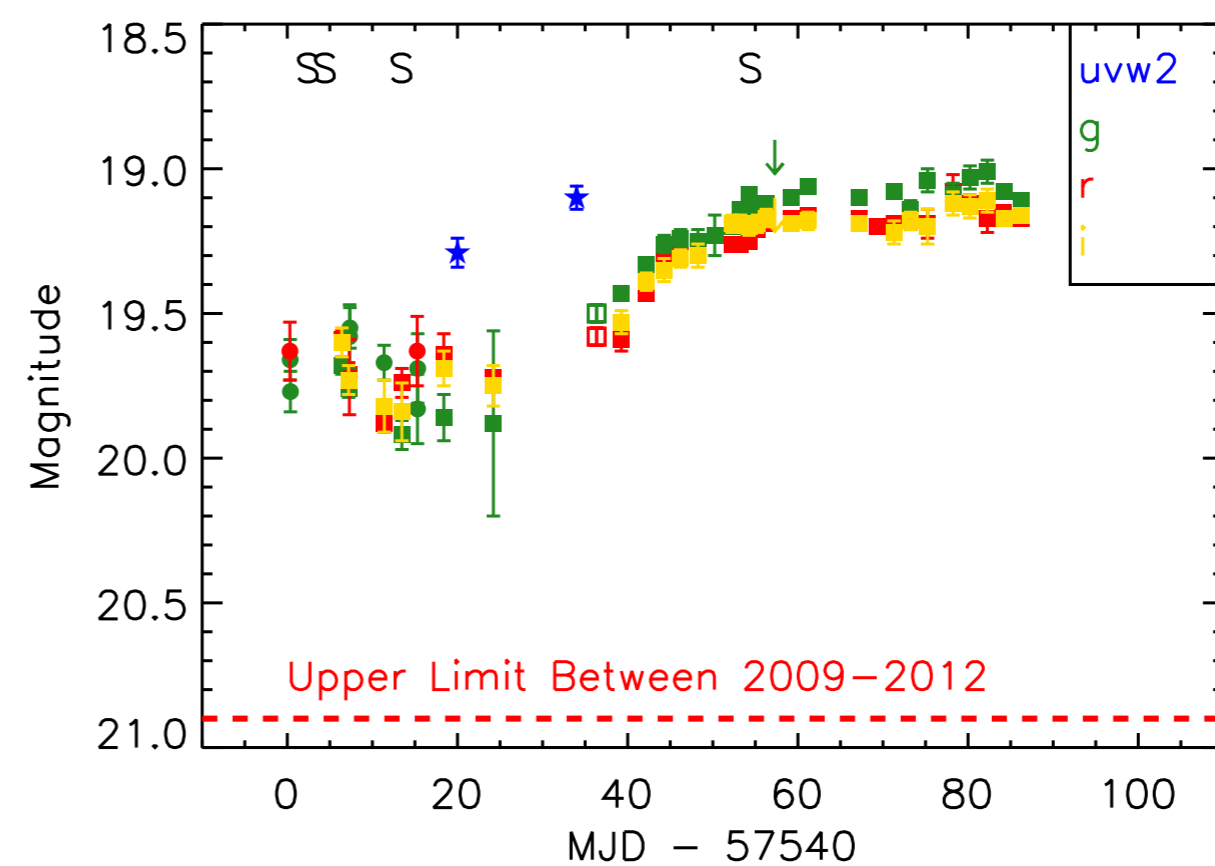
- 変動現象は quasar では一般的に見られる現象 (hours–years)
- 主に降着円盤から black hole に供給される質量の変動
- より大規模な変動ほど長いタイムスケールの現象になる
 - 降着の on-off レベルの変化には Myr 程度の時間 (Novak+ 2011)
 - 観測による間接的証拠: 100–10,000 年で AGN 活動の shut off
- AGN の統一モデル: viewing angle による Type-1, -2 の説明
- changing-look AGNs を説明できない
- 典型的に changing-look AGNs は 10 年程度のタイムスケールで遷移
- 本論文で発見した現象は遥かに短いタイムスケールで起こった。

Observations

主に iPTF の photometry と Keck/DEIMOS のスペクトル, Swift の UV photometry の結果による。

1. SDSS archival photometry (2003-04-29)
2. SDSS archival spectrum (2004-06-16)
3. GALEX archival image (2004-05-15)
4. iPTF detection in the g+r-band (2016-06-01)
5. iPTF low-resolution follow-up spectrum (2016-06-02)
6. Keck/DEIMOS follow-up spectrum (2016-06-04)
7. DCT/DeVeny follow-up spectrum (2016-06-13, 2016-06-09)
8. iPTF monitoring in the (g,r,i)-bands (2016-06-01...)
9. PTF archival light curve (no variability, 2009–2012)
10. Swift observations (2016-06-21, 2016-07-05)
11. Archival X-ray observations (non-detection)
 - ROSAT (1990–1991)
 - XMM-Newton (2011-02-27, 2015-02-08)
12. Radio (non-detection)

Figure 2: 増光後の光度曲線 (MJD 57540 = 2016-06-01)



"turn on" 前は LINER 的なスペクトルを示す。
(ダイアグラムによっては fake AGN にも見える)

"turn on" 後は以下の変化を示した:

- UV の波長域ではおよそ 10 倍程度の増光
- X 線では < 1.1 yr で 3 倍以上の増光
- broad recombination lines が出現
- 増光したスペクトル成分は Type-1 AGN と類似
- $[\text{O III}] \lambda 5007\text{\AA}$ は増光していない ← NLRs まで到達していない?
- BH 質量は $2 \times 10^8 M_{\odot}$ 程度だと推定
- Eddington 比は $L_{\text{bol}}/L_{\text{Edd}} \sim 0.05$ と推定

Figure 4: 増光前の診断図

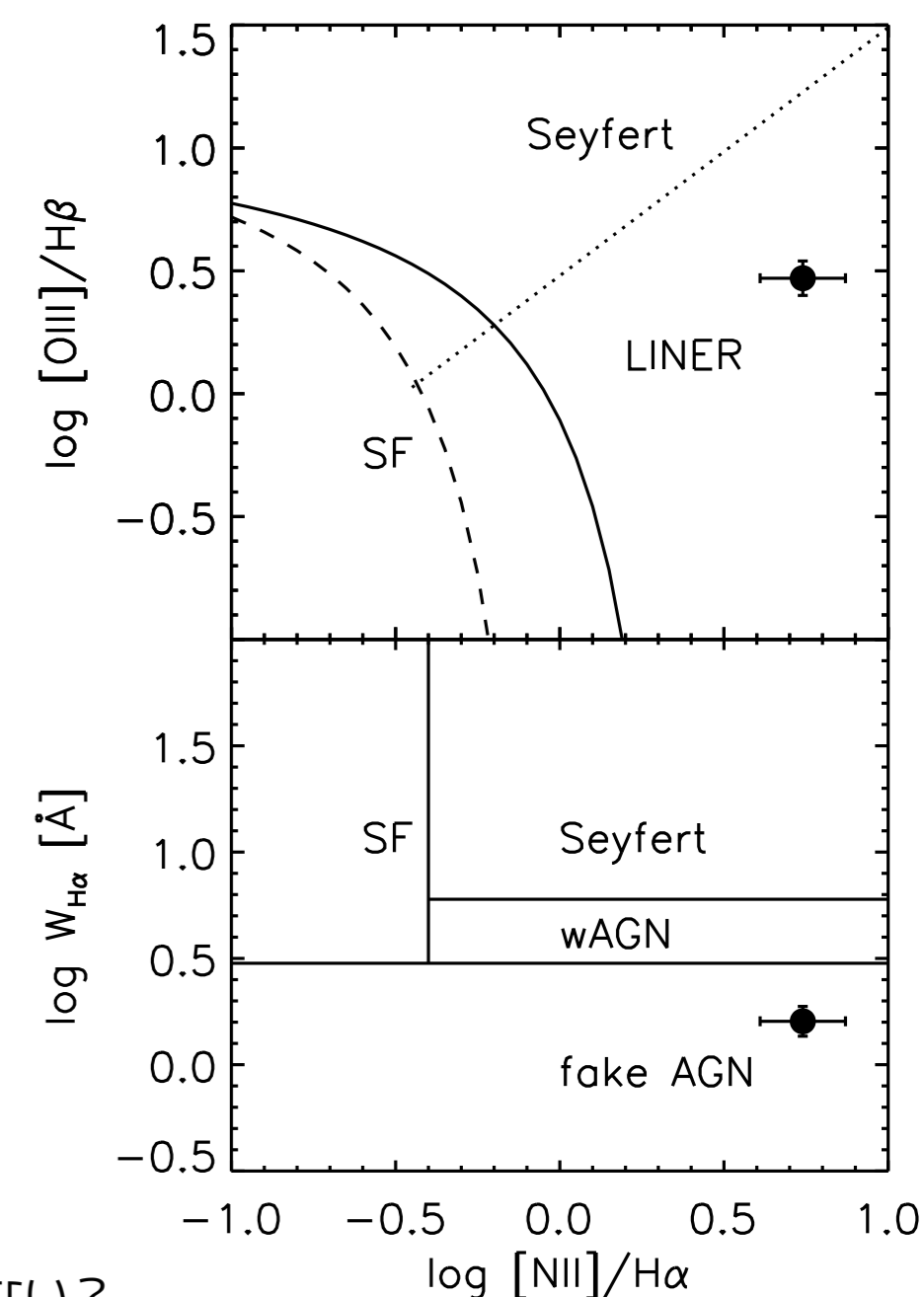
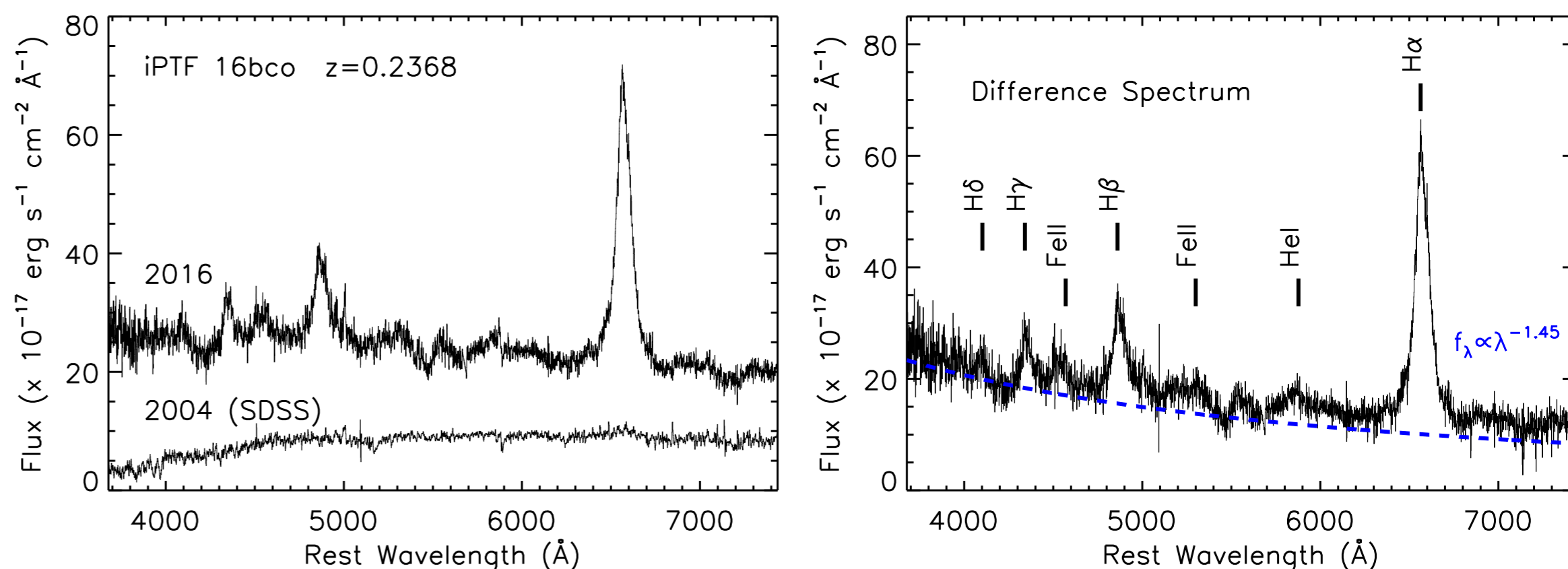


Figure 5: 増光前後のスペクトルの変化



Discussion

掩蔽 or マイクロレンズ現象:

Eddington 比が説明できない timescale (~ 1 yr) が説明できない

Tidal Disruption Event:

timescale (~ 1 yr) 的には問題ない
今回の質量の BH では disruption が Schwarzschild 半径の内側 X-ray continuum の傾きが理論と一致しない
TDE では exponential decay 的な light curve が期待される recombination lines の強度がこれまでの TDEs と異なる
今後 exponential decay に帰結する可能性は残っている

Disk Instabilities:

間接的証拠から BH への質量降着率の変化が最有力候補
Eddington ratio や X-ray spectrum の傾きを説明可能 timescale (~ 1 yr) が説明できない

viscous disk の infall timescale は 1,300 年程度
thermal-viscous instabilities (e.g., CVs) をスケールすると $\sim 10^3$ yr
磁気回転不安定性や厚いディスクなら説明できる可能性はある
binary SMBH なら timescale は合うが light curve が説明できない

継続観測で経過を調べることが重要

extreme case として AGN accretion disk の構造制限に有力