

# クエーサー可視域スペクトル中の偏光成分と変光成分の関係

小久保 充

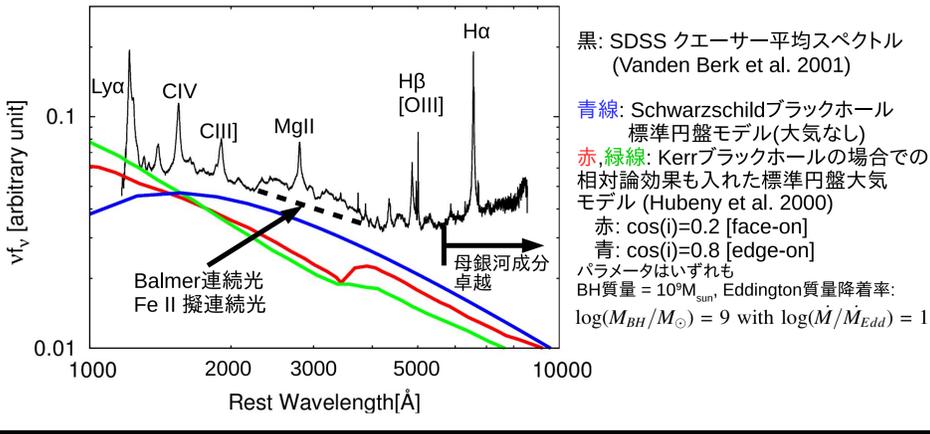
[共同利用報告: 課題番号 P0023]

東京大学理学系研究科天文学専攻 博士課程2年, 天文学教育研究センター, mkokubo@ioa.s.u-tokyo.ac.jp

## 1. クエーサー可視域スペクトルと降着円盤モデル

活動銀河中心核で観測される紫外-可視域の莫大な放射の源は、銀河中心核に存在する超巨大ブラックホール周辺の降着円盤で生じる熱輻射であると考えられている。特にクエーサーのような質量降着率の大きな降着円盤は、標準円盤モデルと呼ばれる最も単純な円盤構造(光学的に厚く幾何学的に薄い)を持つことが理論的には期待される。

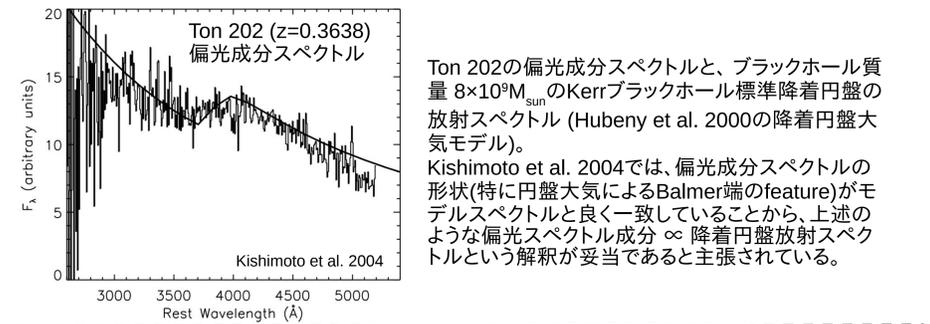
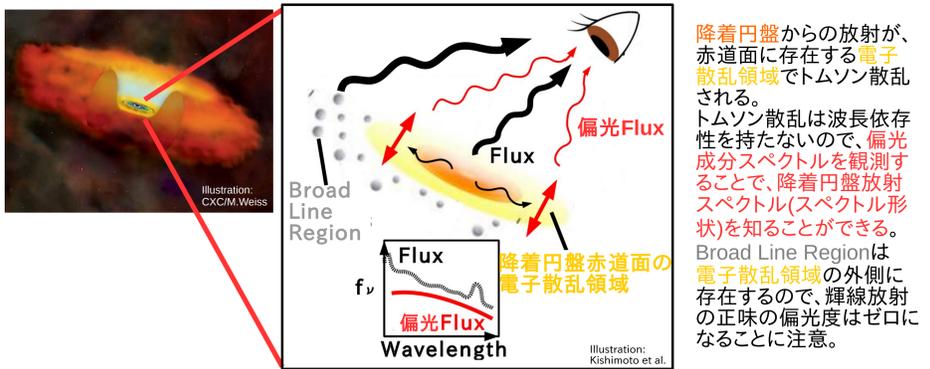
しかし実際にクエーサーで観測されるスペクトルは、母銀河からの放射成分や降着円盤周辺の電離領域(Broad Line Region)からの放射成分の混入を受けるため、観測スペクトルと降着円盤モデルスペクトルを直接比較することはできない。このような観測的困難さもあり、クエーサーにおける標準円盤モデルの妥当性は、理論の提唱から既に40年以上経過しているにもかかわらず、**いまだ十分に検証されていない**と言える。



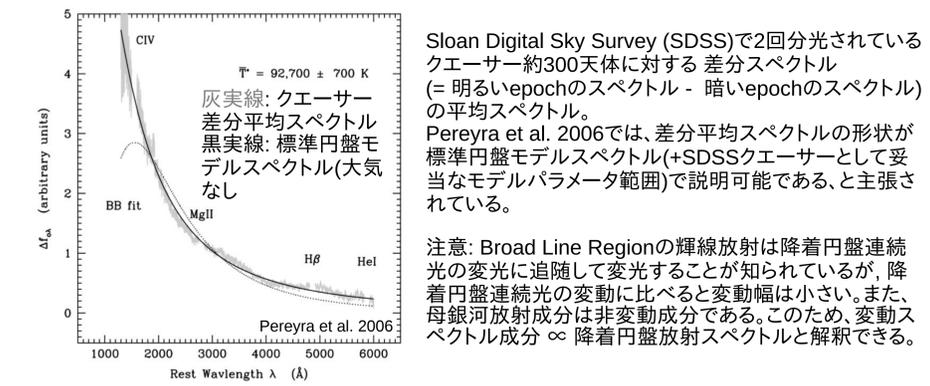
## 2. クエーサー可視域スペクトルの偏光と変光

本研究では、上述のような観測的困難さを回避し、クエーサー降着円盤放射に直接迫ることができると考えられる次の2つの特徴的な観測的性質に着目する。

● **直線偏光:** クエーサーの可視光放射は約1%(以下)程度の直線偏光度を持っていることが知られている。電波Jetを持つ(但し可視域におけるシンクロトロン放射混入は無視できる)クエーサーにおける可視偏光観測から、偏光方向(Position Angle)は降着円盤回転軸に対して並行であることがわかっている。このような偏光成分は、降着円盤赤道面の電子散乱領域から視線方向にトムソン散乱されてきた降着円盤の放射スペクトルに対応していると考えられている(e.g., Smith et al. 2004)。トムソン散乱は波長依存性を持たないため、上記の解釈が正しいならば、クエーサーの偏光成分スペクトルは、降着円盤放射スペクトルの形状をそのまま反映していることになる(e.g., Kishimoto et al. 2004)。



● **光度変動:** クエーサー紫外-可視域放射は、数ヶ月-数年のタイムスケールで0.1-0.2等程度の光度変動を示すことが知られている。このような光度変動は降着円盤における何らかの不安定性(例えば質量降着率の変化)を反映する観測量であると考えられている(つまり光度変動成分=降着円盤成分)。よって、クエーサースペクトル中の光度変動成分のスペクトル形状は、降着円盤放射スペクトル形状を反映していると考えられる(e.g., Pereyra et al. 2006; Kokubo et al. 2014)。



## 3. 本観測の目的: 偏光成分と変光成分の関係

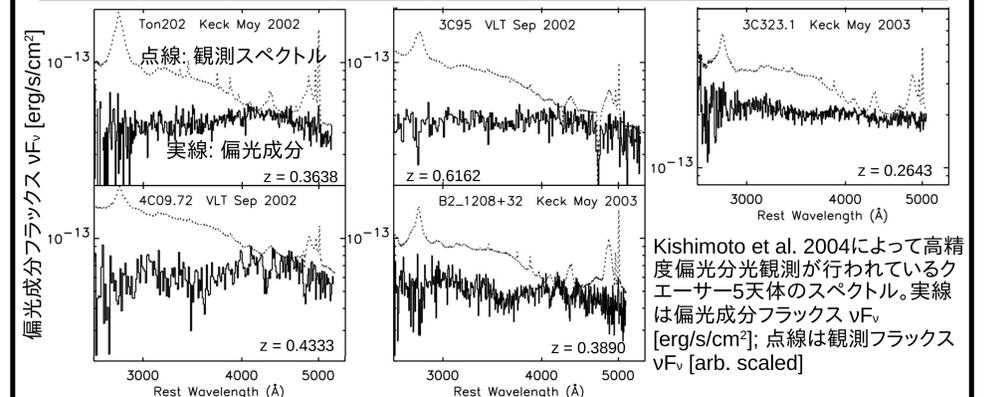
偏光成分、変光成分についての上述の解釈が正しいとすると、**これら2つの観測量はいずれもクエーサー降着円盤そのものの放射スペクトルを反映するものである**。しかし、偏光成分と変光成分の関係性について論じられたことはこれまでなかった。これは主に、クエーサーに対して偏光観測を行った例が非常に少ないことによる; せいぜい1%程度の偏光度しか持たないクエーサーに対して、高精度の偏光分光観測、あるいは多バンド偏光分光観測を行うことは非常に難しい(高精度偏光分光装置+大口径望遠鏡で数時間の観測が必要になる)。一方、光度変動については小口径望遠鏡でモニタリング観測を行うことによって、比較的容易に観測することができる。

そこで本観測提案では、先行研究(Kishimoto et al. 2004)において可視域での高精度偏光分光スペクトルが得られているクエーサー5天体に対して多バンド測光モニタリング観測を行うことで、可視スペクトル中の光度変動成分のスペクトル形状を抽出することを目指す。**変動スペクトル成分と偏光スペクトル成分のスペクトル形状を比較することによって、偏光成分、変光成分についての上述のような解釈が正しいか否かを判定することが可能となる**。本研究で得られる結果は、クエーサー降着円盤モデルに対する観測的制限を得るための重要なステップとなる。

## 4. 観測内容

Kishimoto et al. 2004によってVLT, Keckを用いた偏光分光観測が行われているクエーサー5天体の多バンド測光モニタリング観測を行う。ターゲットはいずれもV=16-17等の点源である。クエーサーの変動は規則性を持たないため、十分な変動が起こるまでモニタリングし続ける必要がある。

Object	R.A.	Dec.	Redshift	r-band減光 A <sub>r</sub> [mag]	V等級 [SIMBAD]	偏光度P[%] (4000-4731Å)	木曾visibility
3C95	03:51:28.5	-14:29:09	0.6162	0.18	-16.2	1.17±0.02	9月-2月
B2 1208+32	12:10:37.6	+31:57:06	0.3890	0.05	-16.7	1.41±0.01	12月-7月
Ton202	14:27:35.6	+26:32:15	0.3638	0.05	-16.0	2.11±0.01	1月-8月
3C323.1	15:47:43.5	+20:52:17	0.2643	0.12	-16.7	1.37±0.01	1月-8月
4C09.72	23:11:17.7	+10:08:15	0.4333	0.12	-16.0	1.33±0.01	7月-1月

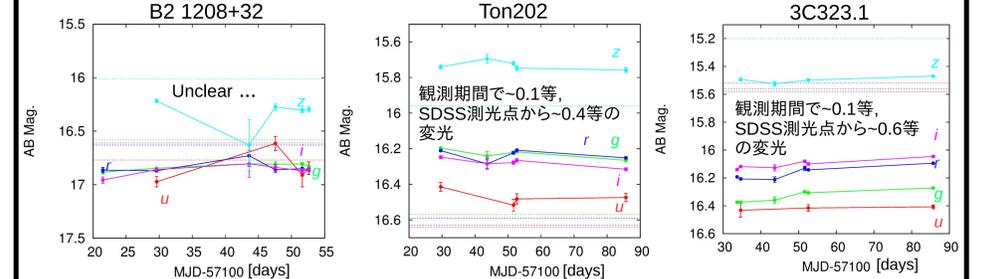


### 2015年4月-6月期の観測

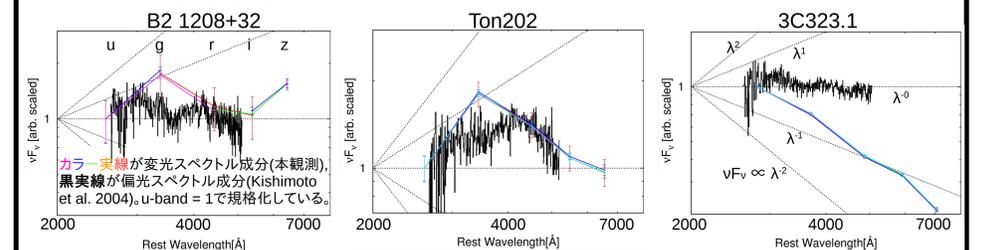
- B2 1208+32, Ton202, 3C323.1,
- SDSS 5バンド:  $u, g, r, i, z$
- 読み出しモード = 24 (2x2 binning, 4chip読み出し)。ただしCHIP#3(MIT-4)のみを用いる
- 30秒積分 × 4 dithering × 5 バンド = 30分/1天体
- 1週間に1度程度の頻度で3天体をモニタリング観測
- SDSS Catalog Server に登録されているField Starsでmagnitudeゼロ点を決定。ただしSDSS → 木曾測光システム間の色補正はしていない

## 5. これまでに得られた結果

2015年4-6月期の観測で得られた光度曲線は以下ようになった:



実線が本観測で得られた光度曲線、点線がSDSS (~2004年)の測光値を示している。少なくとも2天体(Ton202, 3C323.1)では顕著な変光が検出された。SDSS測光 → 木曾測光間での変光スペクトル成分を抽出し、Kishimoto et al. 2004による偏光分光スペクトルの形状と比較すると以下ようになる:



Preliminaryな結果ではあるが、**偏光スペクトル成分と変光スペクトル成分がまったく異なるスペクトル形を持っている可能性が高い(特に3C323.1)**ことがわかった。7月期以降のモニタリング観測の継続によってこれらの結果をさらに確かなものにしていきたい。また、新たに3C95, 4C09.72の観測を開始する予定である。大口径望遠鏡(SubaruやVLT)での偏光分光追観測も計画している。

Vanden Berk et al. 2001, ApJ, 122, 549  
 Hubeny et al. 2000, ApJ, 533, 710  
 Smith et al., 2004, MNRAS, 350, 140  
 Kishimoto et al., 2004, MNRAS, 354, 1065  
 Pereyra et al. 2006, ApJ, 642, 87  
 Kokubo et al. 2014, ApJ, 783, 46