

δ Sco のバルマー通減率(D₃₄)と He I (5876Å)輝線等価幅変化

藤井 貢 (藤井黒崎観測所 FK0)

1: はじめに

2000年7月にアルゼンチンの S. Othero が眼視観測により δ Sco の増光に気づいて以来、多くの観測者が注目し光度観測を継続している (図 1)。ライトカーブでは約7年間に及ぶ 0.6 等級程度の大きな減光変光と、さらに小刻みな準周期的変光を現在もなお続けている。ここでは 2000年7月以来継続観測している低分散分光器 ($R \approx 500$) で得られた $H\alpha$ と $H\beta$ 輝線等価幅から求めたバルマー通減率(D₃₄)と、He I (5876Å) 輝線等価幅の変化の様子を報告する。また $H\alpha$ 輝線等価幅に対するバルマー通減率(D₃₄)との相関をみると、これまでに 2 回ほど相関がずれた時期があり、興味深い結果が得られた。

2: 観測装置

望遠鏡: 28cm シュミットカセグレン F=10 (Celestron 社)	2009年8月まで
40cm シュミットカセグレン F=10 (Meade 社)	2009年9月以降
分光器: FBSPEC-1 ST-6 (SBIG 社)	2003年4月まで
FBSPEC-2 ST-10XME (SBIG 社)	2008年11月まで
FBSPEC-3 ML6303E (FLI 社)	2008年12月以降
分光器共通事項: スリット幅 0.1mm 反射グレーティング 600 本/mm $R \approx 500$	

3: 観測・整約・測定

オブジェクトは複数枚取得しその平均を用いた。等価幅には影響しないが、分光標準星もオブジェクトに近い高度で合わせて観測し、標準星補正後のスペクトルで等価幅測定した。

図 2 に He I 輝線 (5876Å) が強く観測された 2005年7月6日のスペクトルを示す。また図 3 に最近の 2011年2月21日のスペクトルを示す。最近では He I 輝線は弱い傾向を示している。

整約は PC-IRAF (NOAO) を用い標準的な整約手順に従った。測定は `splot` タスクの "e" コマンドを用いた。

4: バルマー通減率 D₃₄ ($H\alpha/H\beta$) の算出

バルマー通減率 D₃₄ を求めるにあたり、光球吸収線等価幅 W_s はモデル大気より求めた次の 2 次近似式を用いた。

$$W_s (H\alpha) = 0.0198X^2 + 0.5727X + 1.7354$$

$$W_s (H\beta) = 0.0159X^2 + 1.1206X + 2.2518$$

分光サブクラス ($X=0.3$)

δ Sco の分光サブクラスは BSC5 ではスペクトル型が B0.3 IV と記載されているが、GCVS2000 では GCAS タイプに分類されスペクトル型記載はない。ここでは BSC5 に従い分光サブクラスとして 0.3 を採用した。

バルマー通減率変換係数 $G\alpha$ は黒体放射より求めた次の 1 次近似式を用いた。

$$G\alpha = +0.0142X + 0.3324 \quad (X=0.3)$$

http://otobs.org/FB0/qa/Ws_G_Model_2008.ppt 参照

5: 結果

図4にH α 輝線等価幅とバルマー逓減率D₃₄グラフを示す。

H α 輝線等価幅(EW)は2000年7月より2005年7月頃まで徐々に増大し、以降は減少に転じている。減少側は増大側に比べ大きな反復変動を伴っているように見受けられる(●)印。バルマー逓減率D₃₄は2000年7月より2006年10月頃まで徐々に増大し以降は減少に転じるが、H α 輝線等価幅同様、減少側は増大側に比べ大きな反復変動を伴っているようである(X)印。

またバルマー逓減率D₃₄のピークはH α 輝線等価幅ピークより15ヶ月後になっている。

図5にH α 輝線等価幅とバルマー逓減率D₃₄の相関グラフを示す。

便宜上図4で示した観測開始～H α 等価幅ピーク(2006年7月)までを(○)印で表し、H α 等価幅ピーク～D₃₄ピークまでを(□)印、D₃₄ピーク～最後の観測までを振動期と捉え(X)印で表した。

観測開始～H α 等価幅ピーク(○)印までは相関が見受けられ、H α 等価幅ピーク～D₃₄ピーク(□)印、及びD₃₄ピーク～最後(X)印の観測までは相関が弱いように見受けられる。

図6にHe I輝線(5876Å)等価幅グラフを示す(△)印。また合わせてH α 等価幅(●)印もプロットした。このH α 等価幅(●)印は図4と同じものである。

He I輝線(5876Å)等価幅は2005年5月頃ピークをむかえるが、増大側は急激である。反面減少側は1Å程度の反復変動が激しく、合わせてプロットしたH α 等価幅と相関気味にも見受けられる。しかしこの低分散分光器ではHe I輝線強度はわずかな量で、かつ測定しづらい箇所でもあり(δ Scoのような高度の低い天体では、ちょうどこの波長域前後の連続光がコブのように盛り上がる)、減少側の反復振動部は誤差が大きいと考えられ信頼性は低いと思う。

6: まとめ

図5に示したH α 輝線等価幅とバルマー逓減率D₃₄の相関グラフであるが、この解釈について、ポスターセッション時に小暮先生から以下の大変有用なコメントを頂いた。

「観測開始～H α 等価幅ピーク(○)印までの時期は、円盤が順調に成長して半径が増大していることを示している。」

「一方H α 等価幅ピーク～D₃₄ピークまで(□)印や、D₃₄ピーク～最後の観測まで(X)印の時期でD₃₄のピークが出ているのは、円盤が分裂してリングになっている(光学的厚みが増加してD₃₄が増加する)ことを示している。」

これらスペクトルの輝線変化と、図1で示したV等級の光度変化との相関も調査してみたいが、光度値のデジタルデータを得ていないため先送りしている。

δ Scoは今年2011年夏頃近星点を通過すると予想されているようで、

(Miroshnichenko, Anatoly S. et al. 2011AAS...21733924M)、この現象が各輝線やバルマー逓減率にどのような影響を与えるか大変興味深い。

参考文献: 小暮智一 著「輝線星概論」 宇宙物理学講座第4巻(ごとう書房)

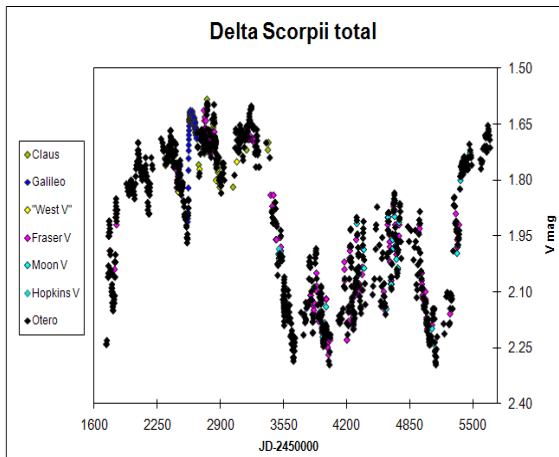


図1 http://varsao.com.ar/delta_Sco.htmより
11年間の光度変化 (Vmag)
約7年間に及ぶ0.6等の大きな減光と、
小刻みな準周期的変光が見受けられる

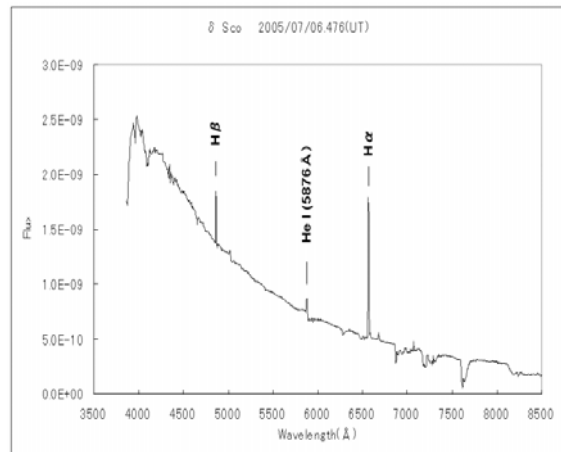


図2 2005/07/06 (UT) FBSPEC-2
バルマー輝線その他 He I 輝線が強い

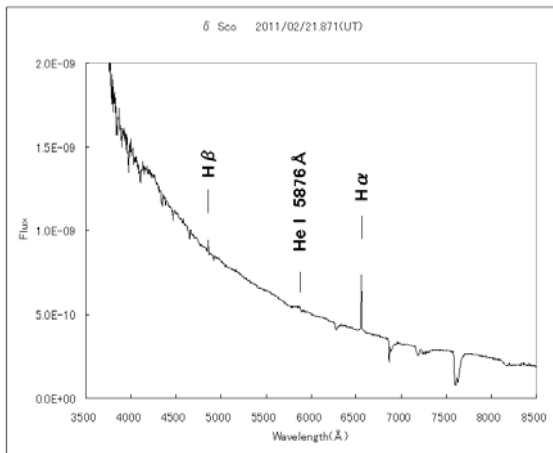


図3 2011/02/21 (UT) FBSPEC-3
He I 輝線は弱い

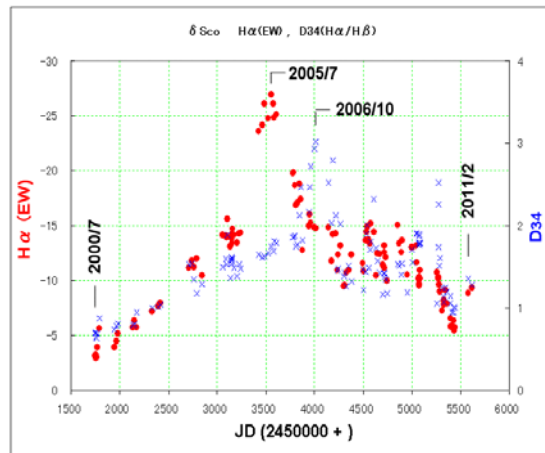


図4 H α 輝線等価幅(●)とバルマー通減率D₃₄(×)
H α とD₃₄それぞれにピークが見受けられ、
H α ピークに遅れること15ヶ月後にD₃₄
ピークが出現する。

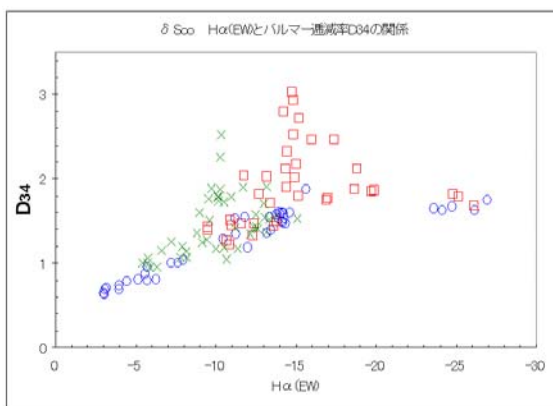


図5 H α 輝線等価幅とバルマー通減率D₃₄の相関
観測開始 ~ H α 等価幅ピークまで (○)
H α 等価幅ピーク ~ D₃₄ピークまで (□)
D₃₄ピーク ~ 最後の観測まで (×) = 振動期

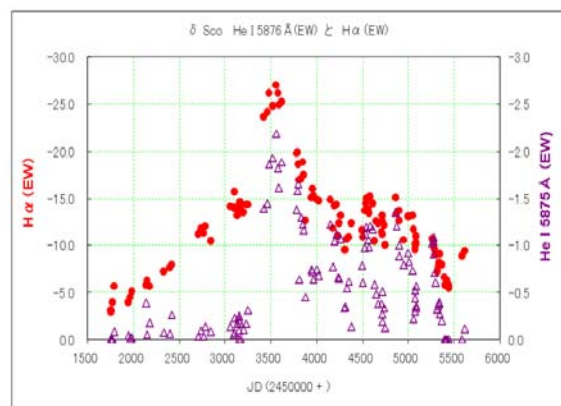


図6 He I 輝線(5876 Å)等価幅の(△)
合わせて H α (EW)もプロットする(●)
この H α (EW)は図4と同じものである