

# OAO乾板アーカイブデータを利用した研究

## —EW LacのV/R変動期(1976–1985)におけるBe星ガス円盤の構造について—

小暮智一(京都大OB)、門正博(大阪樟蔭女子大)、鈴木雅一(金沢工大OB)、森谷友由希(京都大学)

EW Lacは、高速自転(約300km/s)する早期B型輝線星である。20世紀初めに輝線が知られるようになり、20世紀中頃からガス殻吸収線が認められている。しかし、V/R変動は報告されていなかった。1976年から顕著なV/R変動を示すようになり、1986年頃までの変動について、いくつかの報告がある(Hubert et. al., 1987, A&AS, 70, 443, Kogure & Suzuki, 1984, PASJ, 36, 191)。我々は岡山天体物理観測所の写真乾板アーカイブを利用し、このV/R変動期の輝線およびガス殻吸収線の強度、視線速度について再測定を行った。そして、これらの起源である外層円盤について物理量を求め、可能なモデルを検討した。

### EW Lac、V/R変動期

- B2-3 IIIe shell
- $V\sin i = 320 \text{ km/s}$
- V/R変動期(図1影付部分)
  - 1976年～1984年
  - H $\delta$ 線、H $\gamma$ 線が先行して変動(1972年頃から)
  - V/R比のpeakは同時期に起きている(MJD～44000)

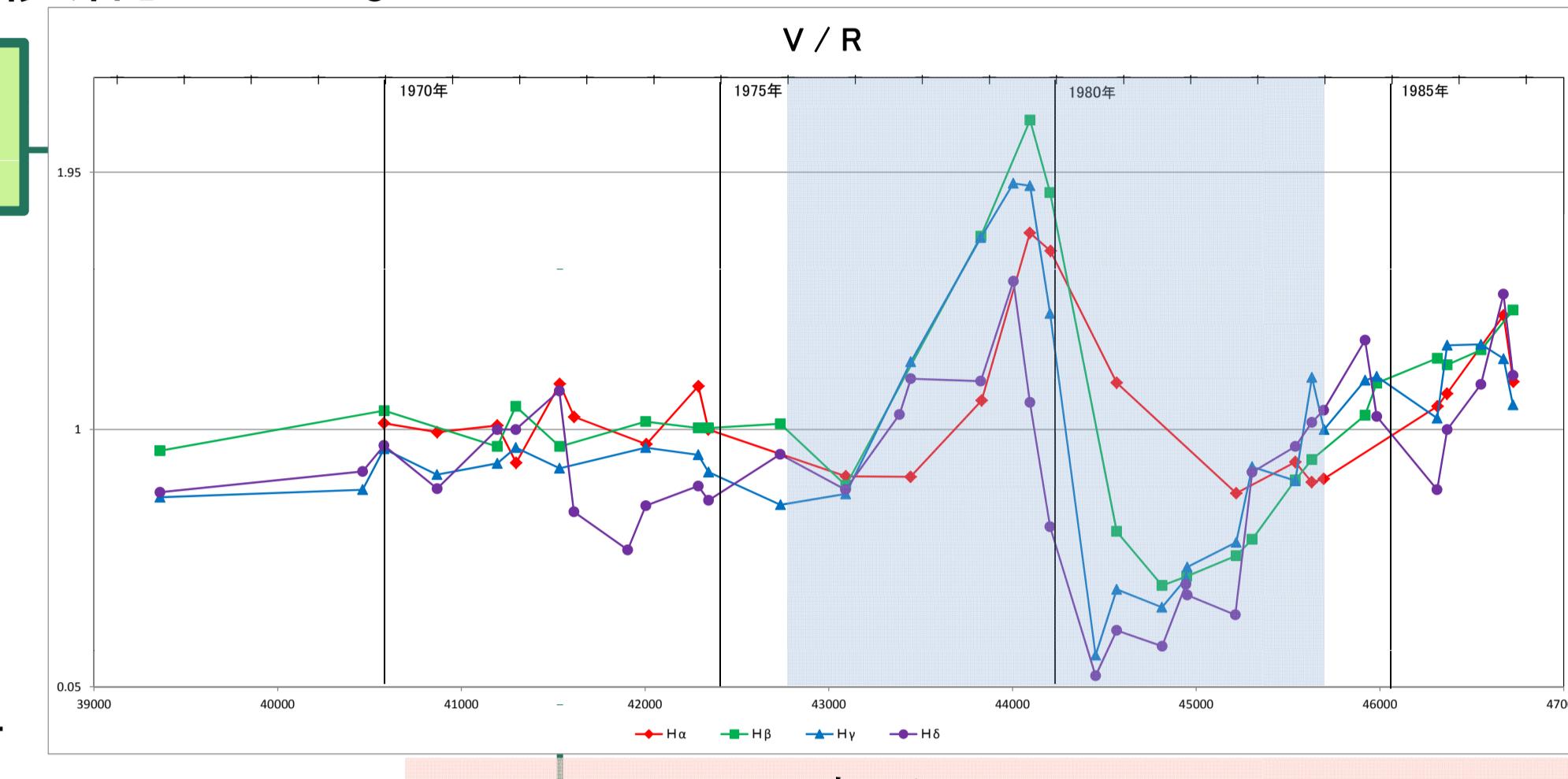


図1:V/R比の時系列  
赤:H $\alpha$ 線、緑:H $\beta$ 線、青:H $\gamma$ 線、紫:H $\delta$ 線。  
影付部分はV/R変動期(1976～1984年)

### Be星ガス円盤の大きさ

- 高準位Balmer線(H10～H35以上)の解析からBe星ガス円盤が光球を覆っている面積( $\beta$ 、図3)と光学的厚み( $\tau$ )を求める
  - $d_n = \beta(1 - \exp[-\tau(Hn)])$   
 $= \beta(1 - \exp[-\omega_n \tau(H\alpha)])$ ,  
ここで、 $\omega_n = v_{2n} B_{2n} / v_{23} B_{23} = \tau(Hn) / \tau(H\alpha)$ ,  
 $d_n$ :Hnのshell absorption intensity
  - $d_n$ -log $\omega$ 図から $\beta$ 、 $\tau$ を求める(図4)
- $\beta$ 、 $\tau(H\alpha)$ の移り変わり(図5)
  - V/R変動期では $\beta \sim 1$ :  
光球は光学的に厚い円盤でほぼ隠されている  
→EW Lacがequator-onであれば、星周円盤の高さは非常に高い
  - 隠されたようになったのはV/R期よりも前(1974年)
  - V/R比 peakの直前に $\tau(H\alpha)$ が急増(~2000 ⇒ ~6000)  
→円盤にガスが供給(光球から?)
  - その後は $\tau(H\alpha)$ は徐々に減少  
→供給されたガスが分散

図3:Be星の模式図  
光球の周りに低速度質量放出による星周円盤を持つ。  
 $\beta$ は光球が星周円盤に隠されている領域の比

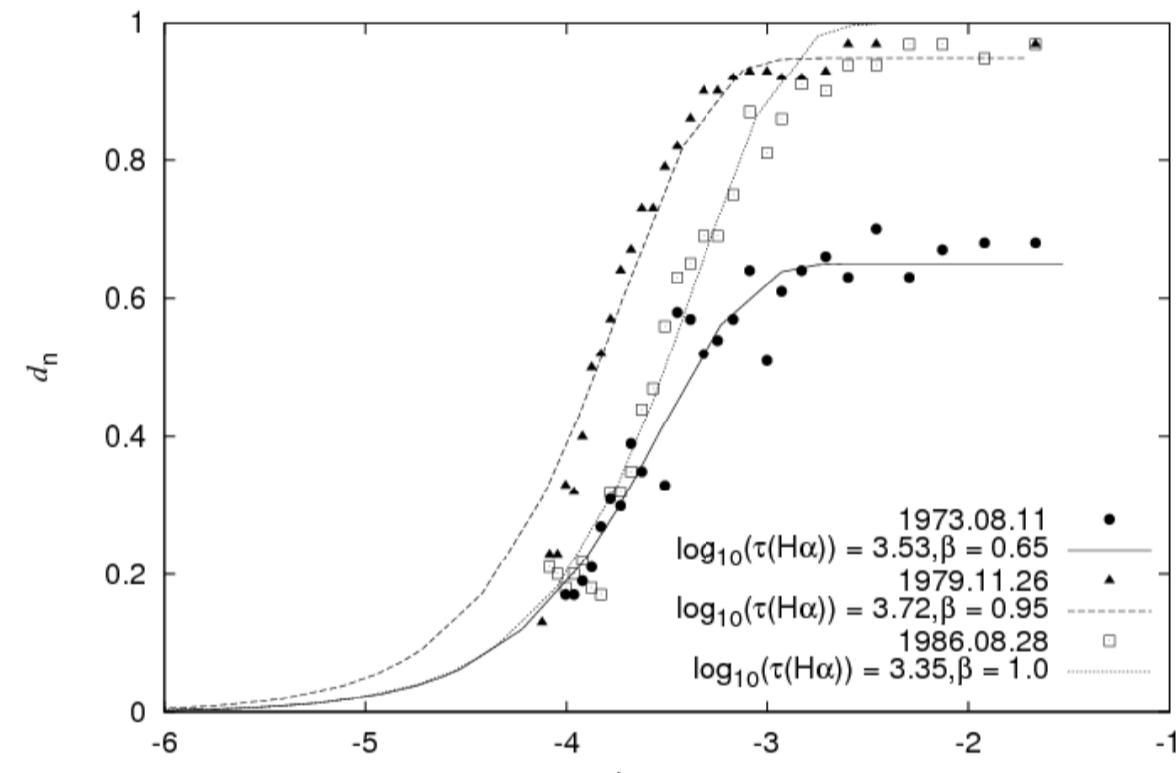


図4:  $d_n$ -log $\omega$ 図、fitting 例

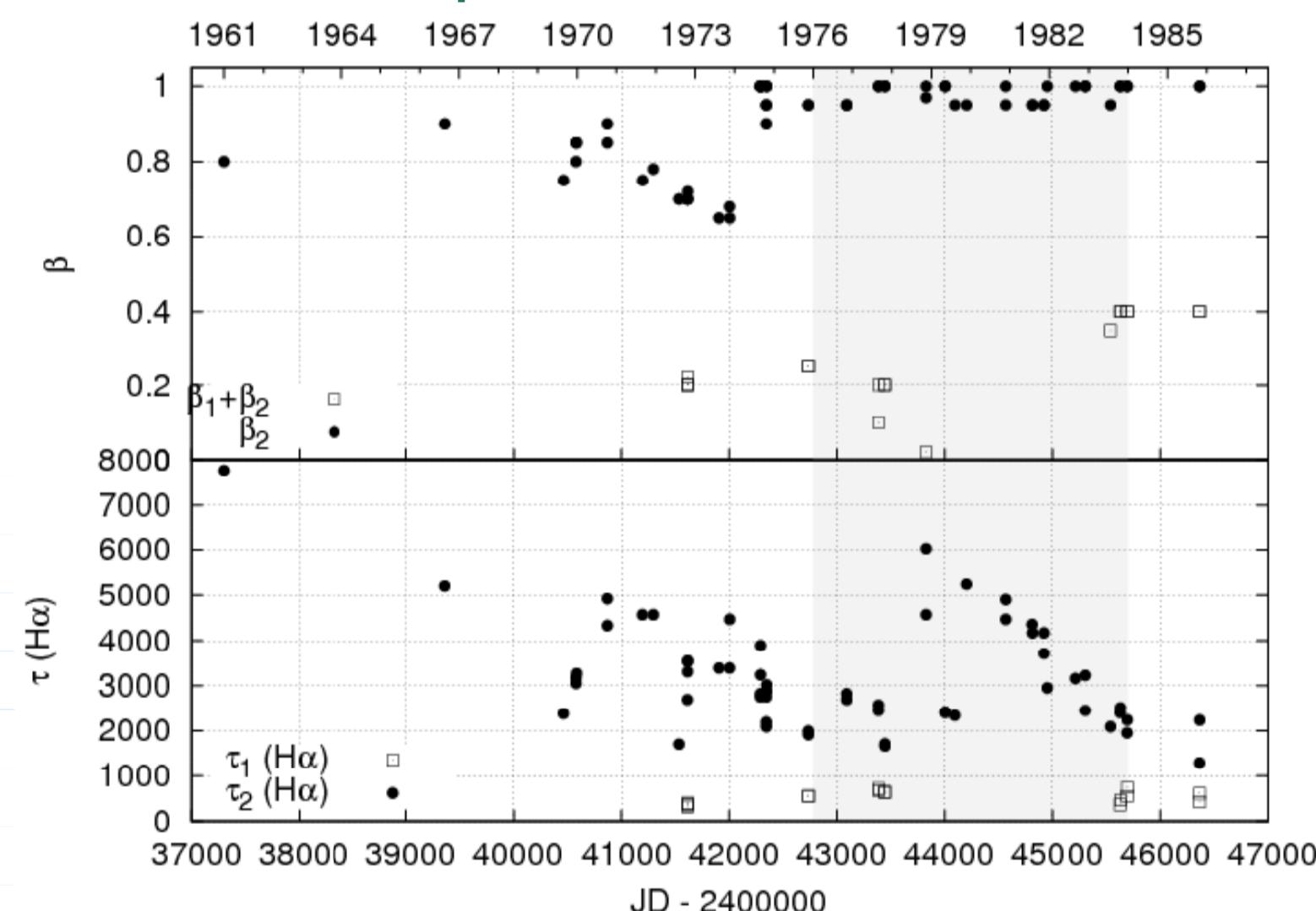


図5:  $\beta$ (上)、 $\tau(H\alpha)$ (下)の時系列  
□印は $d_n$ -log $\omega$ 図によるfittingで2成分求まった場合のもの

- H $\alpha$ 線～H $\delta$ 線のemission peak separation(図2のA - B)の移り変わり(図6)
  - V/R変動との関係は殆ど見られない
  - ケプラー円盤を仮定したときの外半径は [ $V\sin i = 280$  (320) km/s]

Line	$V\sin i$ [km/s]	外半径 [ $R_\star$ ]
H $\alpha$	204	7.5 (9.8)
H $\beta$	224	6.3 (8.2)
H $\gamma$	228	6.0 (7.9)
H $\delta$	230	5.9 (7.8)

- H $\alpha$ 線～H $\delta$ 線の等価幅の移り変わり(図7)
  - V/R変動との関係は殆ど見られない
  - 71年頃に小さな減少
  - 80年から83年にかけて、小さな増加

- 星周円盤の内縁(光球表面)での電子密度(左、[cm<sup>-3</sup>])と光球の前面にあるガスの総質量[M<sub>sun</sub>]は(右) [ $V\sin i = 280$  km/s]

$a/\tau$	2000	4000	6000
2	6.91e+11	9.78e+11	1.20e+12
3	1.17e+12	1.65e+12	2.03e+12
4	1.56e+12	2.20e+12	2.70e+12

$a/\tau$	2000	4000	6000
2	6.65e-11	9.41e-11	1.15e-10
3	6.40e-11	9.05e-11	1.11e-10
4	5.77e-11	8.16e-11	9.99e-11

### 観測データ、測定方法

- 1966年8月～1986年10月
- 岡山天体物理観測所188cmクーテ
- 乾板 195枚
- Photospheric profile: ウィング部の再現性から
  - $T_{\text{eff}} = 16000\text{K}$
  - $\log g = 3.0$
  - $V\sin i = 280 \text{ km/s}$
- この Photospheric Profile を基準に輝線の視線速度、強度を測定(図2):
  - A: red emission peak
  - AA': red emission peak intensity
  - B: violet emission peak
  - BB': violet emission peak intensity
  - C: 中心部の吸収成分(便宜上shell成分と呼ぶ)のピーク(shell absorption peak)
  - CC': shell absorption intensity
  - BB'/AA': V/R 比
  - 等価幅もPhotospheric profileが基準

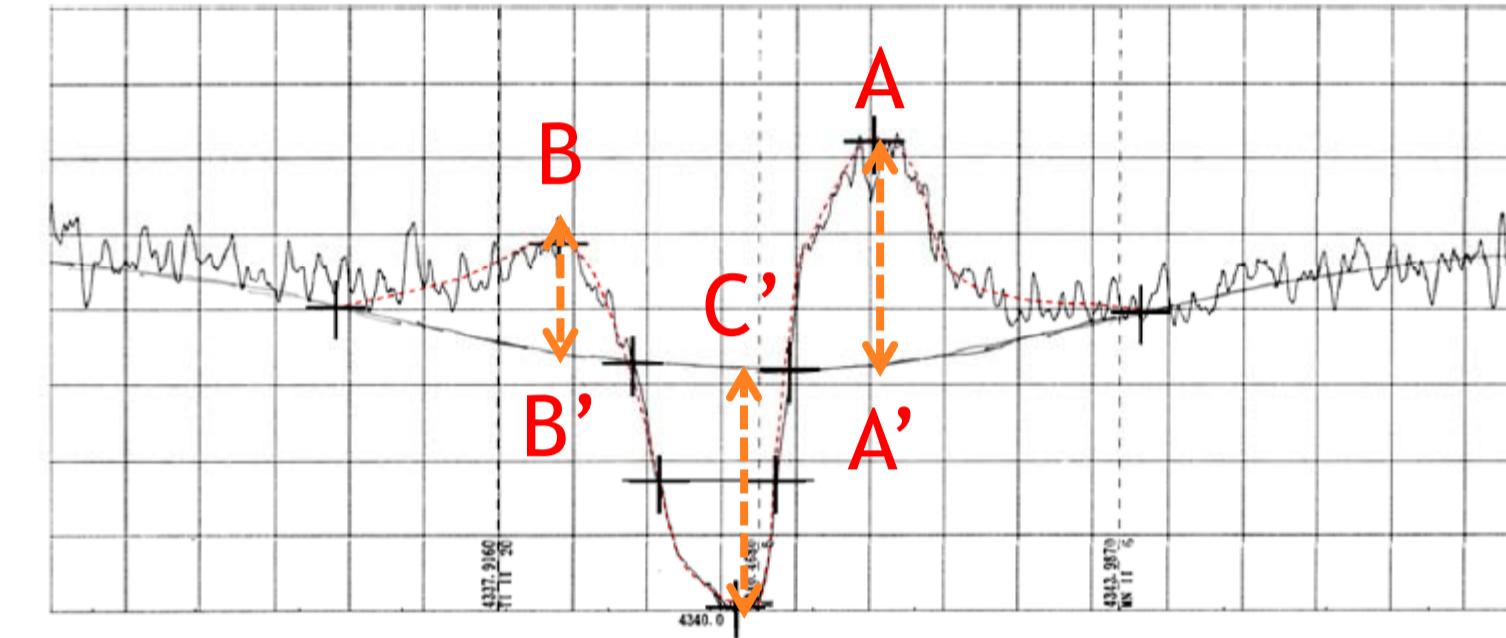


図2: 観測された輝線の例

### V/R変動期の特徴

- 星周円盤の光学的厚みが大きい
- 高準位shell absorption lineの視線速度(図8)とよい相関
- 従来のモデルでは説明が困難
  - A:回転脈動モデル...×
  - B:橋円状リング/円盤モデル...△(大きな制約)
  - C:一本腕モデル...△(大きな制約)
- 可能なモデルについては現在検討中

### 分光モデルへのアプローチ

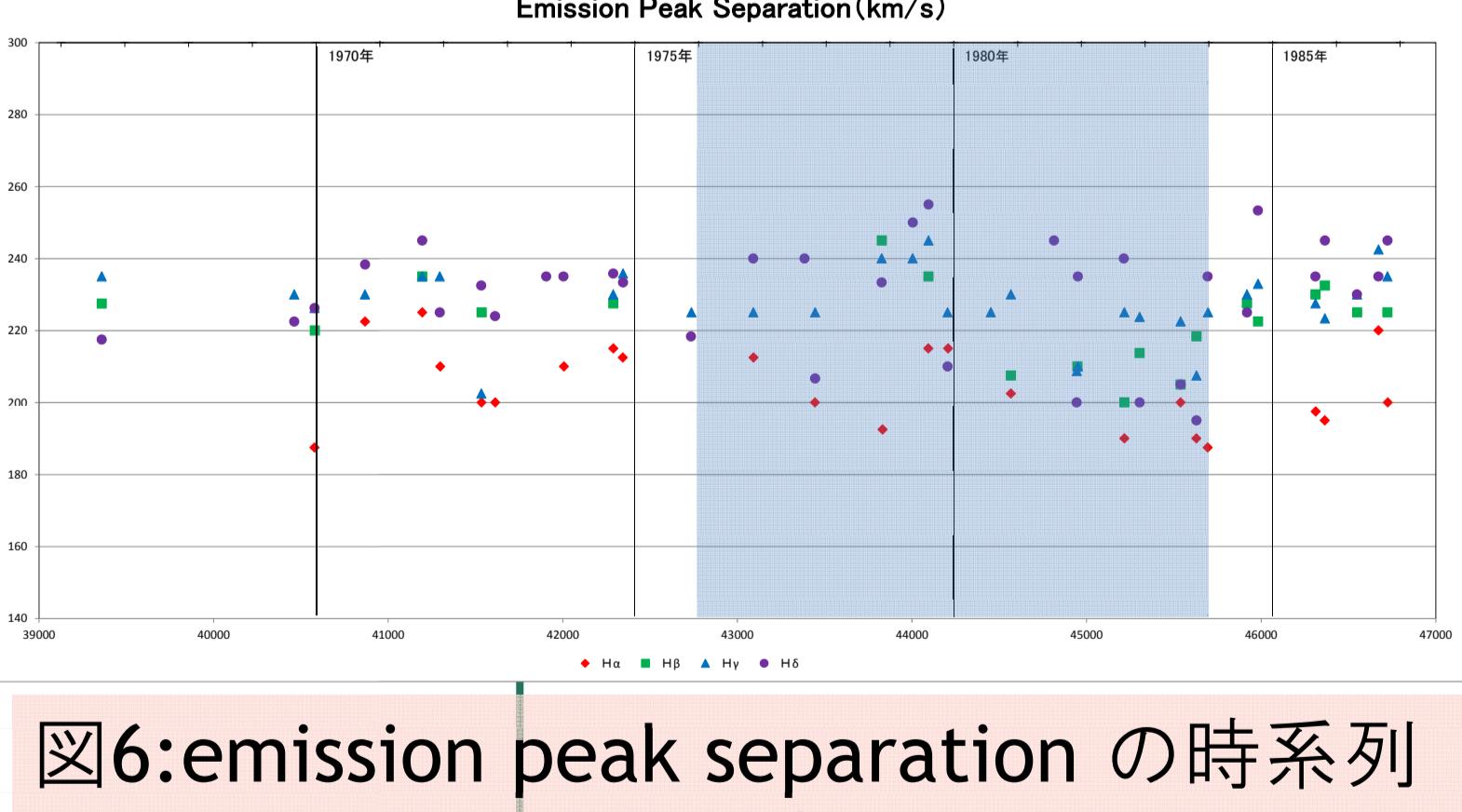


図6: emission peak separation の時系列  
赤:H $\alpha$ 線、緑:H $\beta$ 線、青:H $\gamma$ 線、紫:H $\delta$ 線。  
影付部分はV/R変動期(1976～1984年)

図8: 高準位Balmer 線についてshell absorption の視線速度の時系列

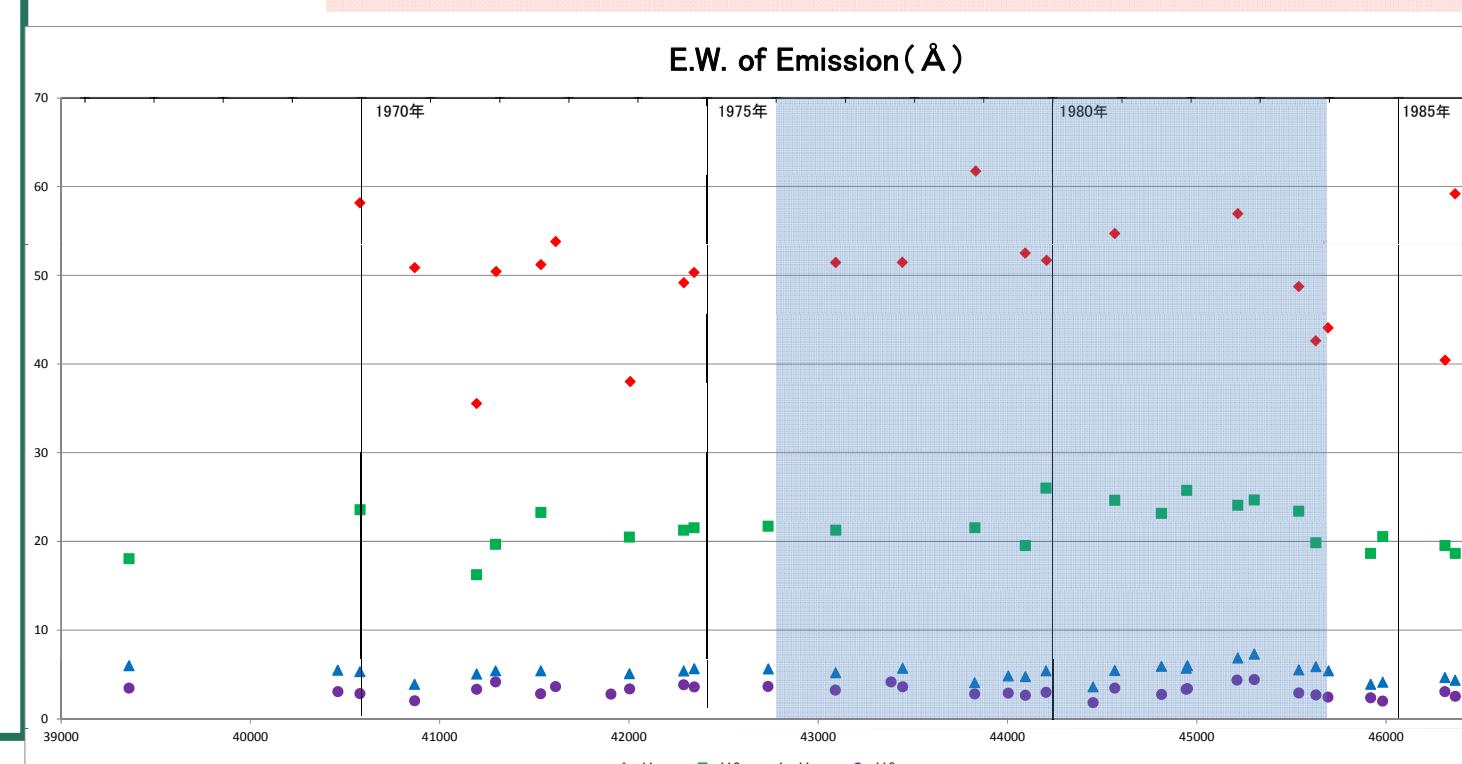


図7:等価幅の時系列  
左軸...赤:H $\alpha$ 線、右軸...緑:H $\beta$ 線、青:H $\gamma$ 線、紫:H $\delta$ 線。  
影付部分V/R変動期(1976～1984年)