銀河系外縁部
OB型候補星の分光追観測

鈴木豊[1]、中西裕之[1]、岩田生[2]、三戸洋之[3]、
KOGSプロジェクトチーム

１：鹿児島大学、２：岡山天体物理観測所、３：木曽観測所

銀河系外縁部の星分布

- Robin et al.(1992)

  →銀河中心距離R_{GC}〜14kpc程でカットオフがある

- Smart et al. (1996),Kobayashi et al. (2000,2008)

  →R_{GC}〜20kpcの領域でのYSOsや星形成の発見

銀河系外縁部の星分布

- Robin et al.(1992)

  →銀河中心距離R_{GC}〜14kpc程でカットオフがある

- Smart et al. (1996),Kobayashi et al. (2000,2008)

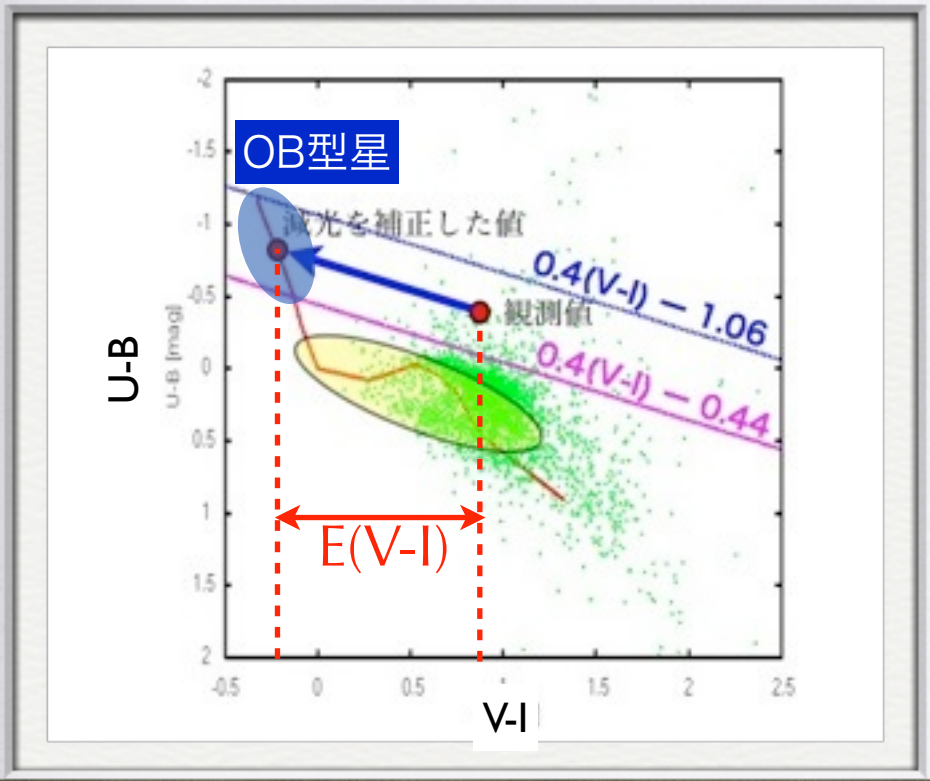
  →R_{GC}〜20kpcの領域でのYSOsや星形成の発見

↓

銀河系星ディスクの構造を詳細に知るためには、
広範囲の観測を行ない、星分布を調べる必要がある

Kiso Outer Galaxy Survey

- 木曽観測所シュミット望遠鏡＋2kCCDを用いて銀河系外縁部(161°≤l≤213°,b=0°)をUBVIバンドサーベイ
- 2色図からOB型候補星を選定
- 星間減光を補正し(Rieke & Lebofsky. 1985)、絶対等級の推定、光学的距離を算出



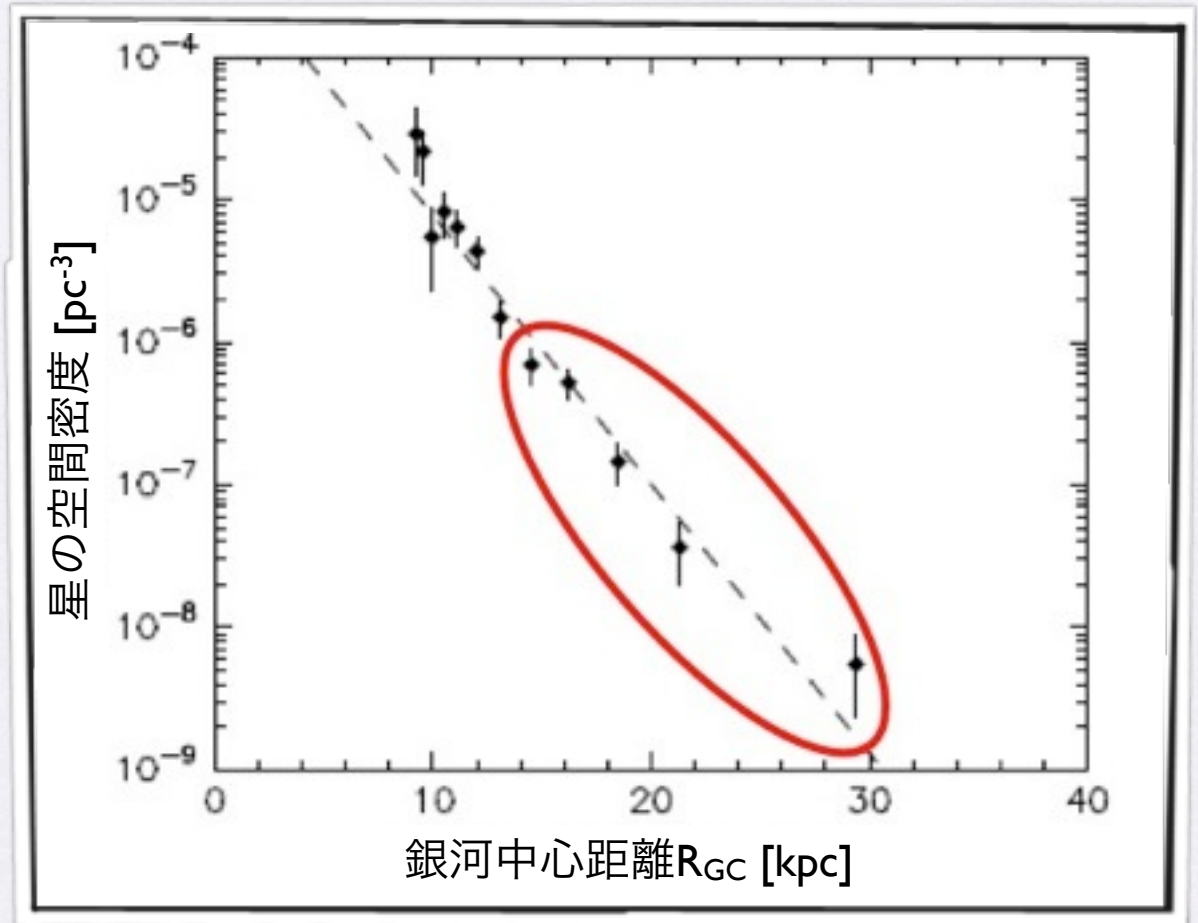
$$\frac{E(U-B)}{E(V-I)} = 0.4$$

$$A_V = 1.93E(V-I)$$

$$m_V - A_V - M_V = 5logd - 5$$

Kiso Outer Galaxy Survey

- 星の分布にカットオフは見られない
- 半径30kpc近くまで指数ディスクが広がっている可能性



分光追観測の必要性

- 測光観測のみでのスペクトル型の決定は不十分
  →分光追観測を行ない、スペクトル型を検証する！

  可視低分散分光器KOOLS
  →銀河系最外縁部のOB型候補星を観測
  4度プリズム(木曽観測所)
  2dF(AAO)

分光追観測

- 観測装置：

  岡山天体物理観測所188cm望遠鏡＋可視低分散分光器KOOLS

- Grism：No.5 (R~600)

- 観測日：2007/12/6-9, 2008/1/9-13,

  2010/1/14-21

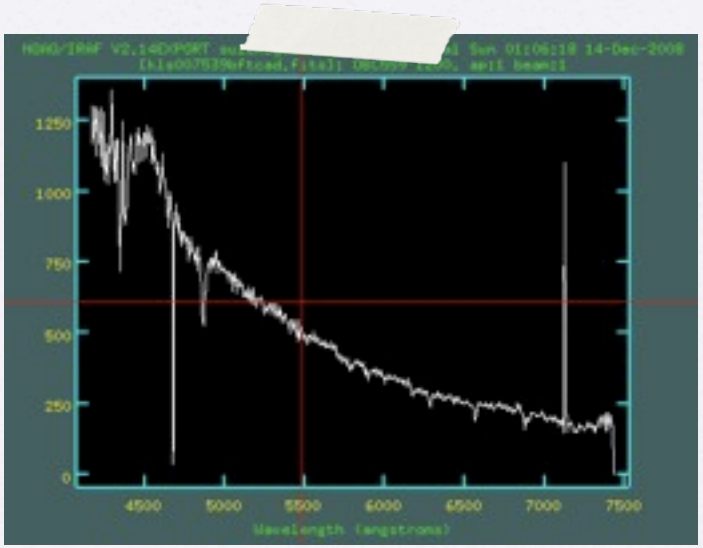
- 観測天体：OB型候補星26天体

  (R_{GC}≥20kpcの星を選定,

  mv=14-17mag)

データ解析

- 解析手順：
  - バイアス引き
  - フラットフィールディング
  - バッドピクセルの除去
  - スペクトルの1次元化
  - コンパリソン(FeNeAr)による波長較正
  - オブジェクトスペクトルの重ねあわせ

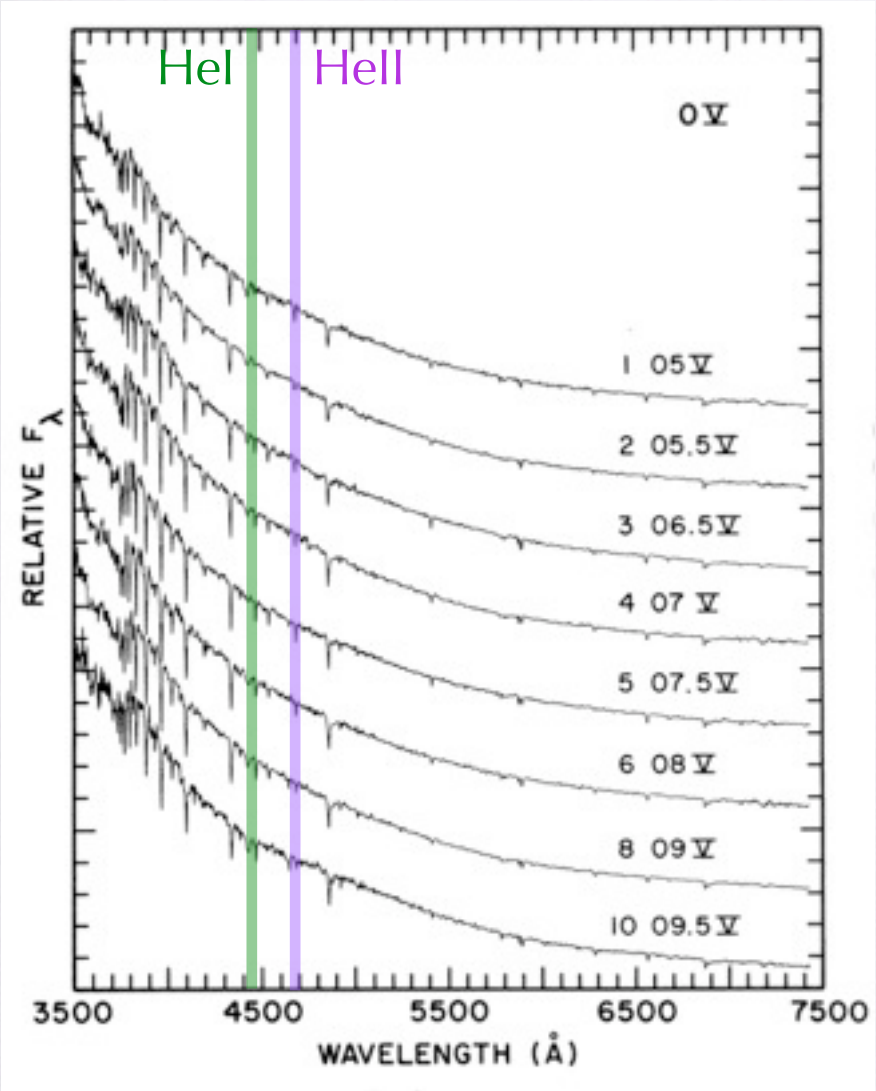


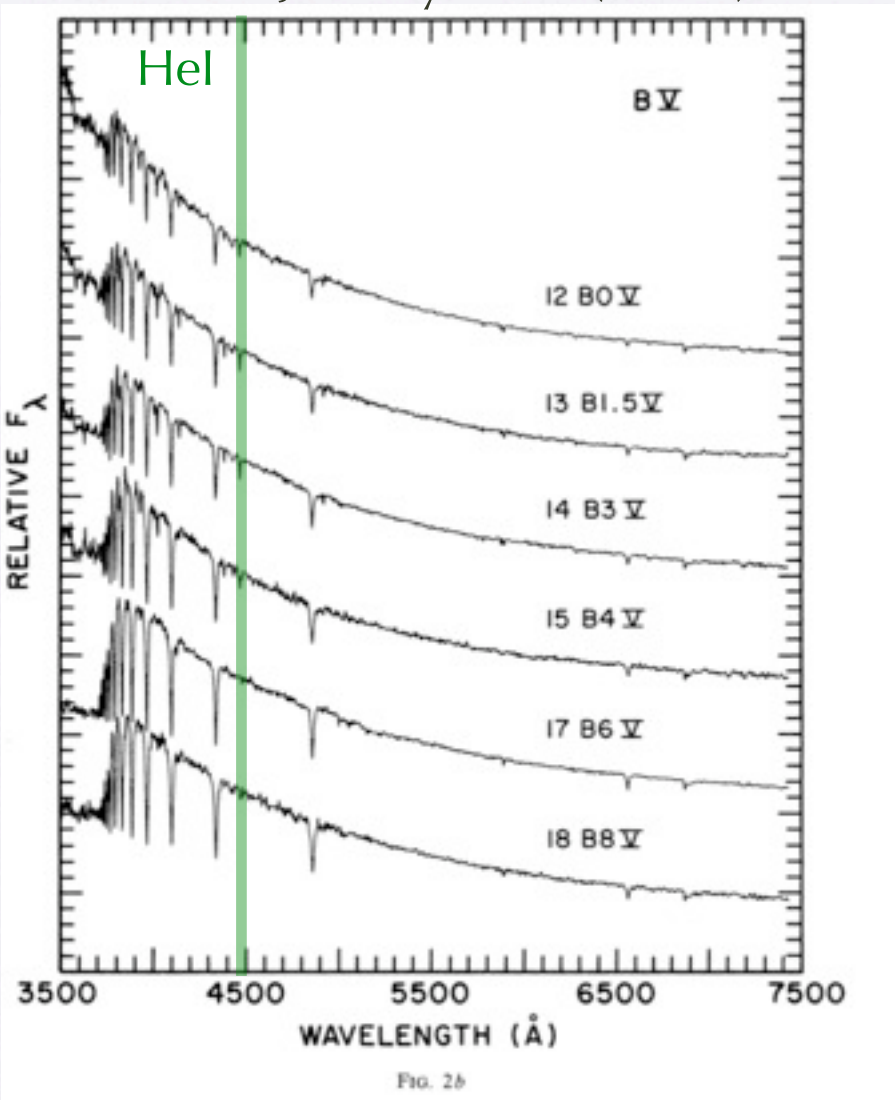
スペクトル型の判定１

HeI

- OB型星の判定材料：HeI,HeIIの吸収線

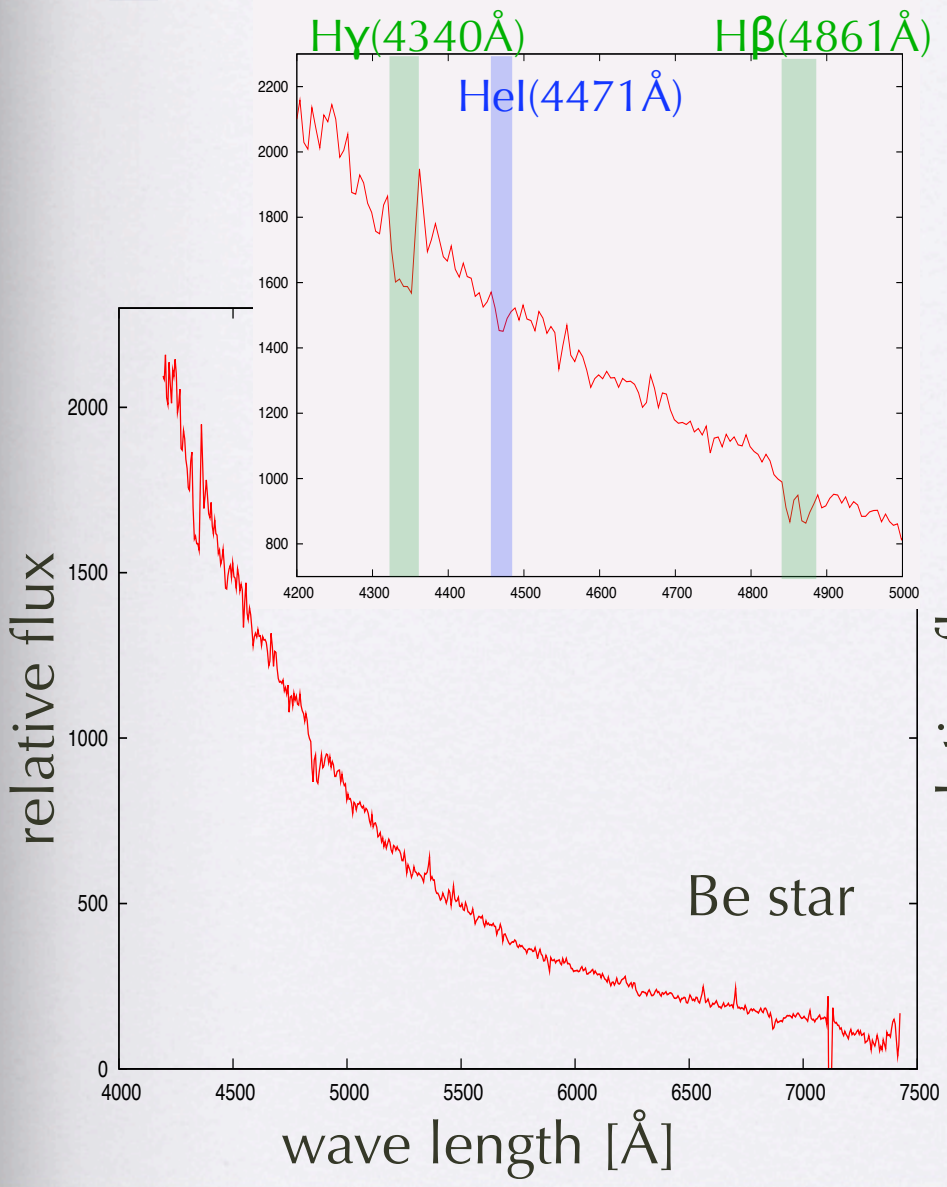
Jacoby et al.(1984)より

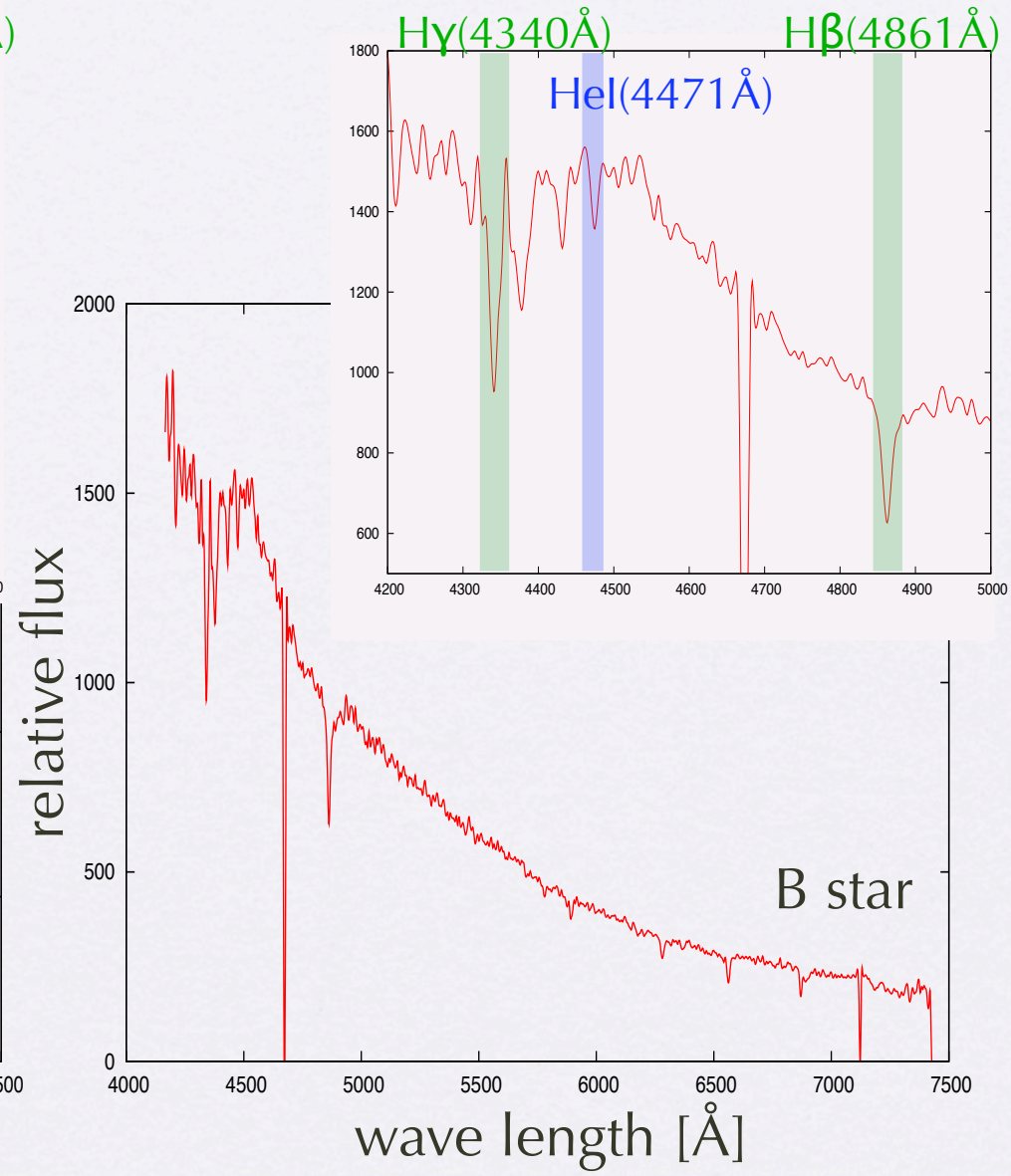




スペクトル型の判定 1

- 26天体中、2天体でHeI(4471Å)を検出





スペクトル型の判定２

- 26天体中、2天体でHeI(4471Å)を検出

  →他の24天体のスペクトル型は？

Jacoby et al.(1984)より

スペクトル型の判定２

- 26天体中、2天体でHeI(4471Å)を検出

→他の24天体のスペクトル型は？

↓ He以外の吸収線を用いて
スペクトルの切り分けを行う

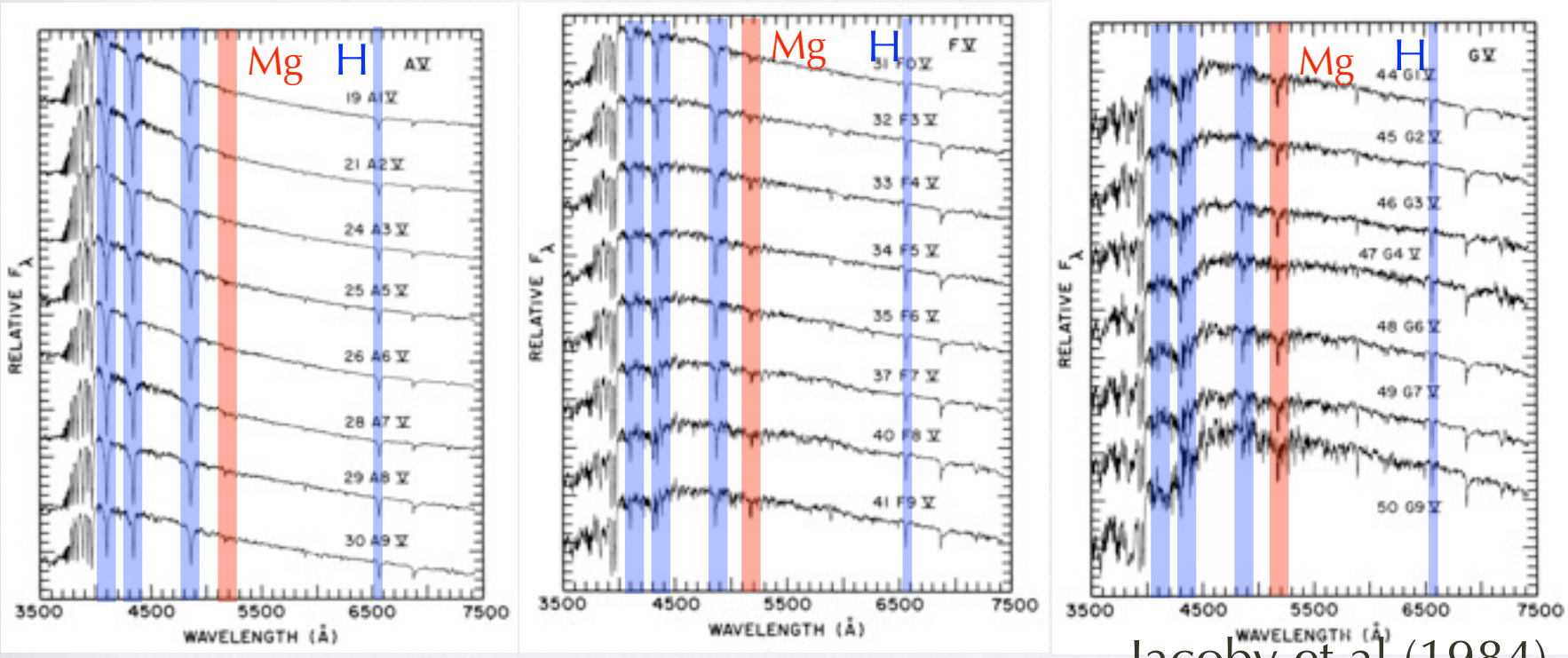
Jacoby et al.(1984)より

スペクトル型の判定２

- 26天体中、2天体でHeI(4471Å)を検出

→他の24天体のスペクトル型は？

He以外の吸収線を用いて
スペクトルの切り分けを行う



Jacoby et al.(1984)より

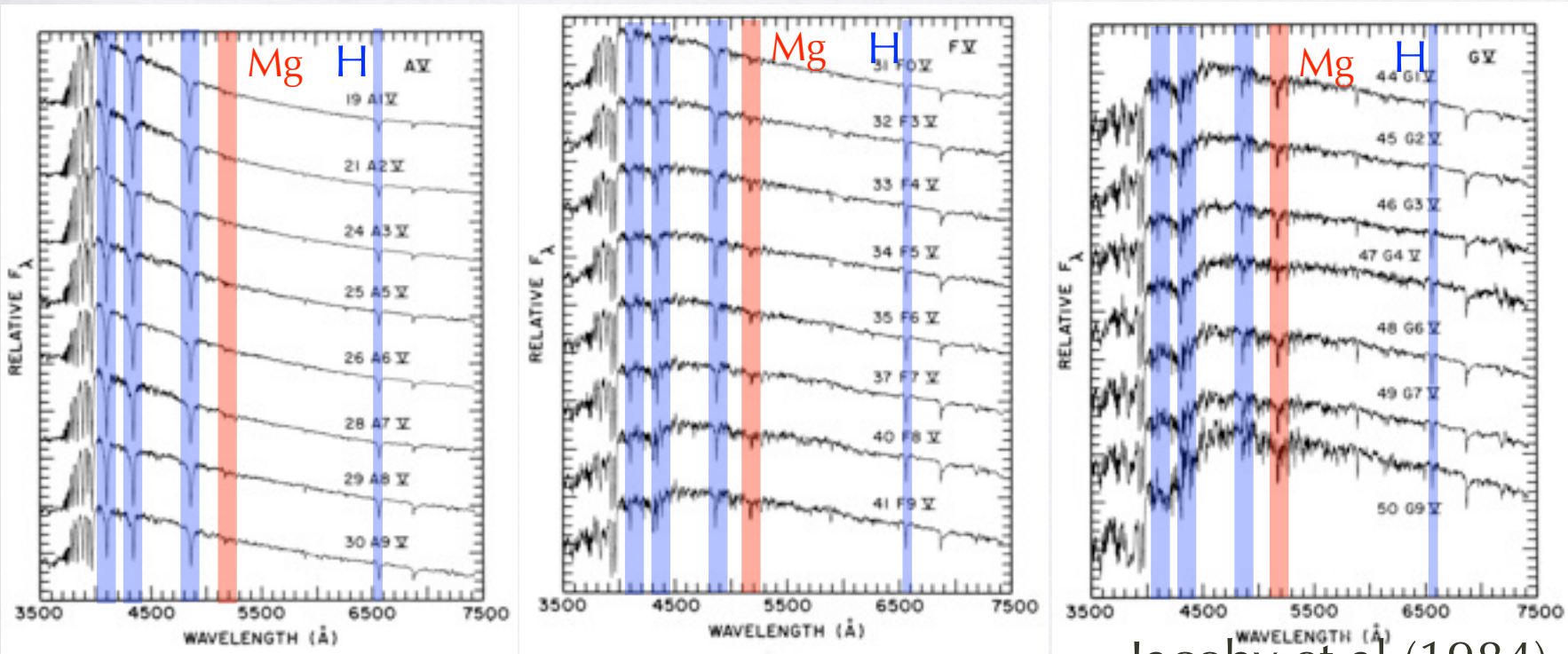
スペクトル型の判定２

- 26天体中、2天体でHeI(4471Å)を検出

→他の24天体のスペクトル型は？

He以外の吸収線を用いて
スペクトルの切り分けを行う

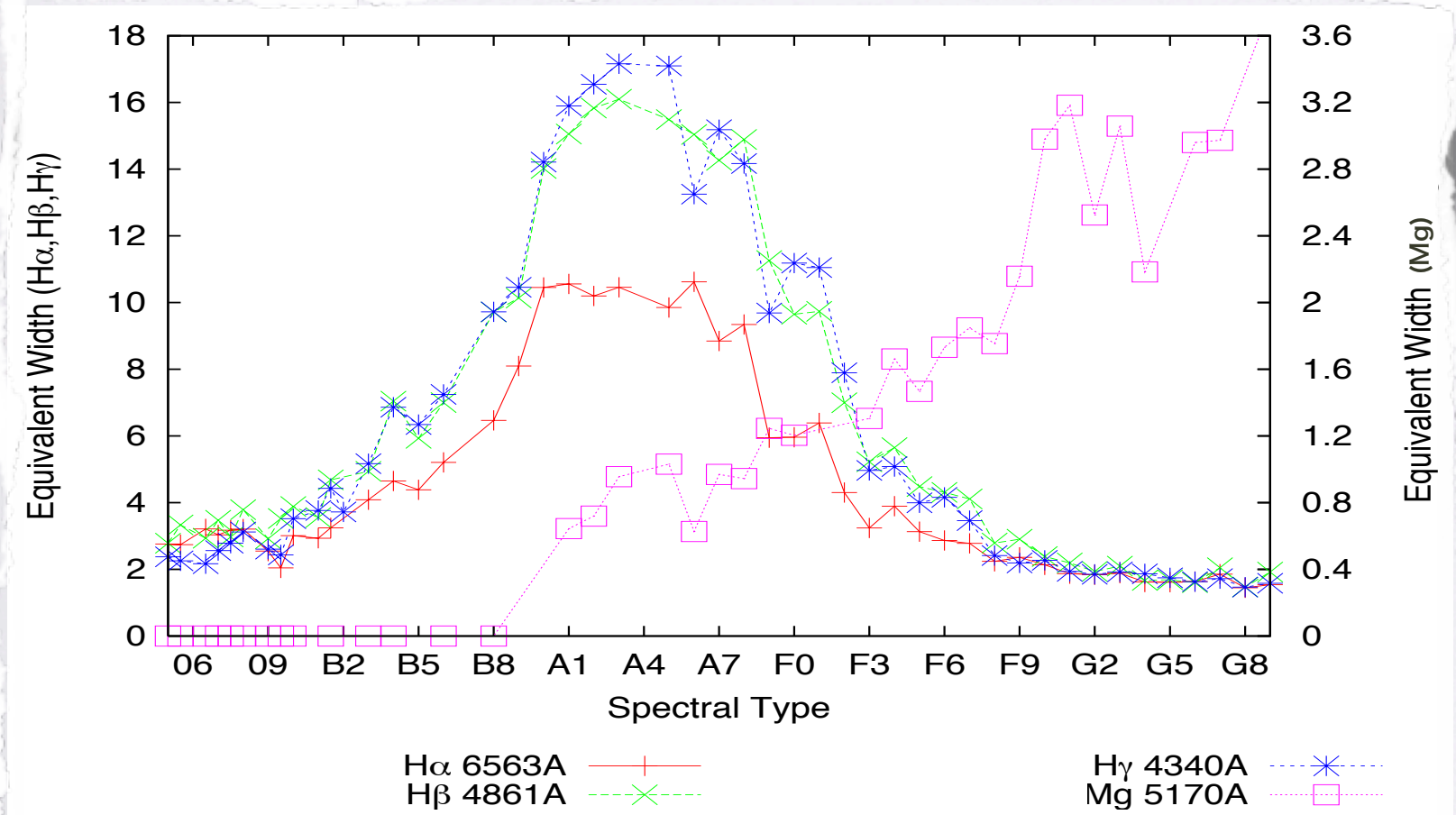
水素のバルマー線(Hα,Hβ,Hγ),フラウンホーファーのb線(Mg)が使えそう。



Jacoby et al.(1984)より

スペクトル型の判定２

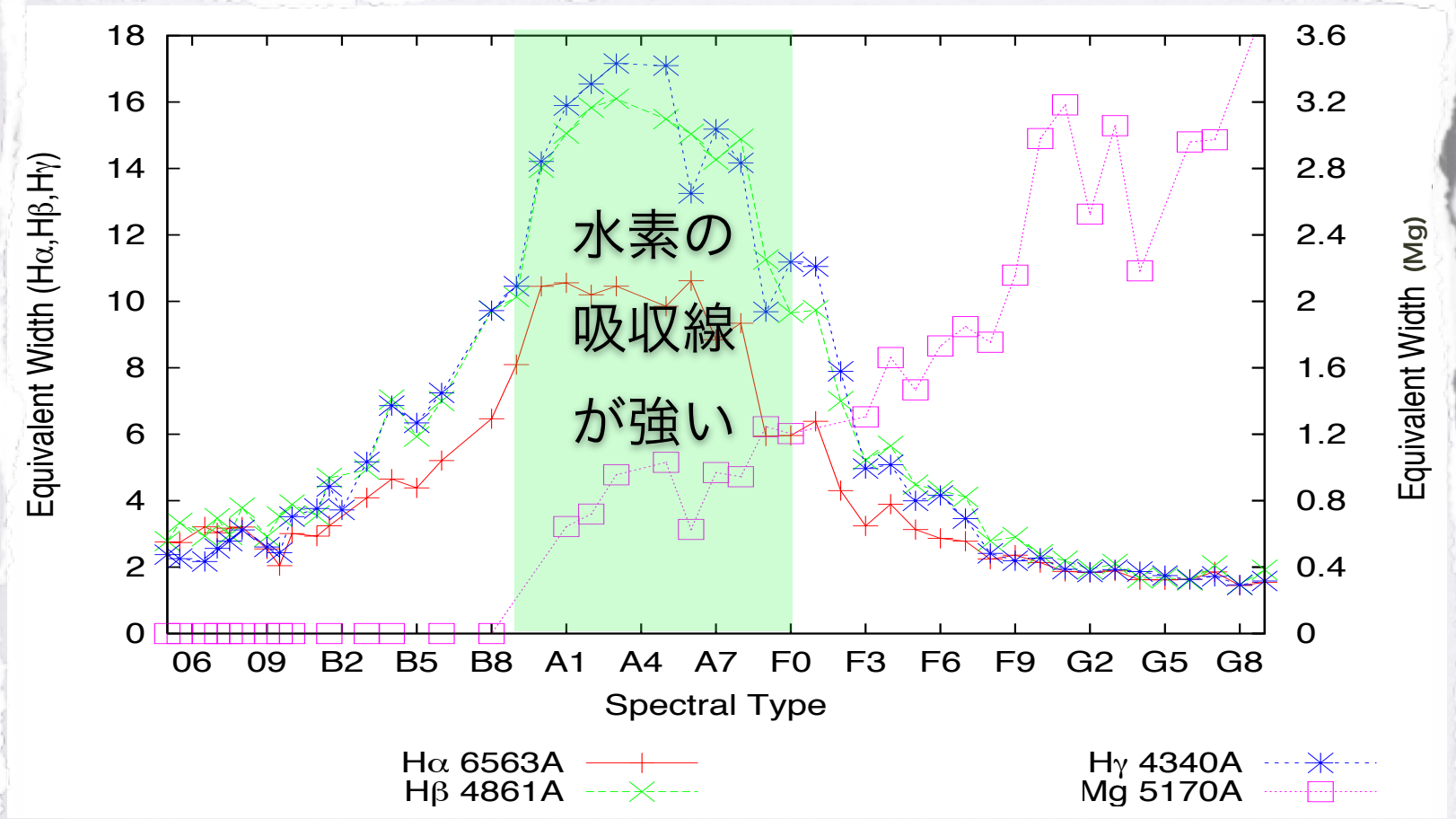
- 水素のバルマー線(Hα,Hβ,Hγ)とフランホーファーのb線(Mg)の吸収線の等価幅を比較



Jacoby et al.(1984)とPrugniel et al.(2007)のデータより作成

スペクトル型の判定２

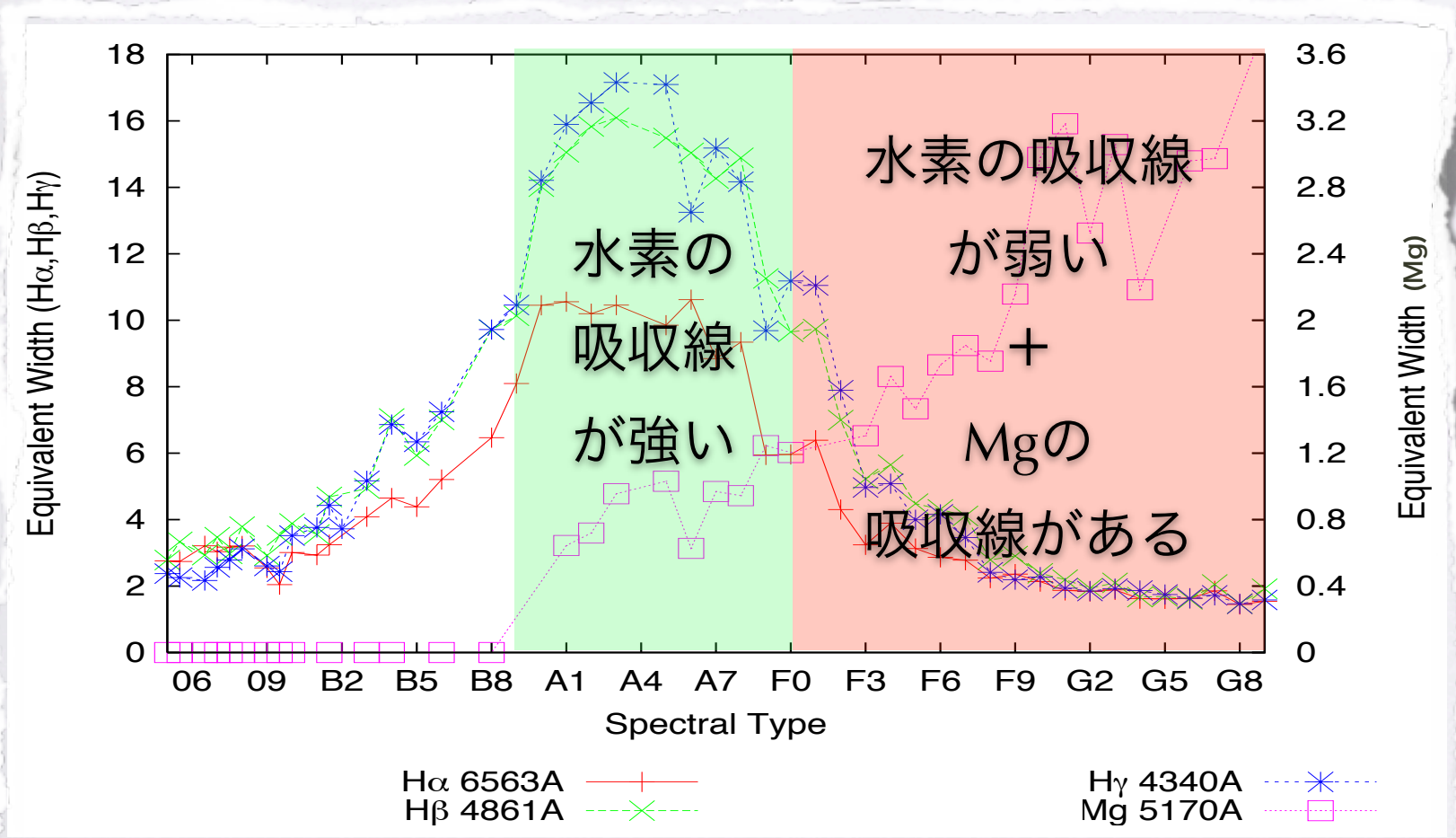
- 水素のバルマー線(Hα,Hβ,Hγ)とフランホーファーのb線(Mg)の吸収線の等価幅を比較



Jacoby et al.(1984)とPrugniel et al.(2007)のデータより作成

スペクトル型の判定２

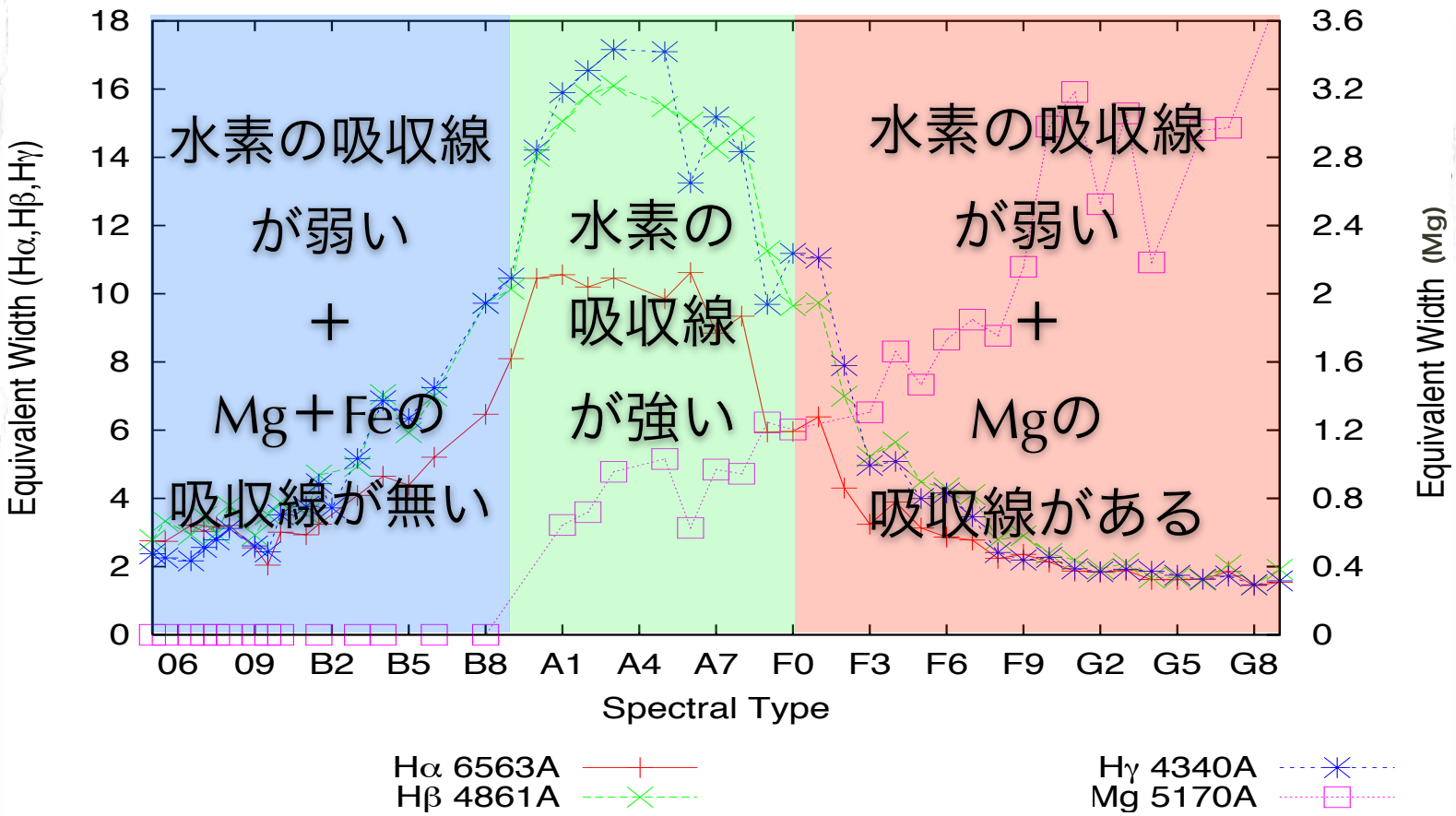
- 水素のバルマー線(Hα,Hβ,Hγ)とフランホーファーのb線(Mg)の吸収線の等価幅を比較



Jacoby et al.(1984)とPrugniel et al.(2007)のデータより作成

スペクトル型の判定２

- 水素のバルマー線(Hα,Hβ,Hγ)とフランホーファーのb線(Mg)の吸収線の等価幅を比較



Jacoby et al.(1984)とPrugniel et al.(2007)のデータより作成

スペクトル型の判定２

OB型候補星の吸収線の等価幅

ID	Hα	Hβ	Mg	sp type	ID	Hα	Hβ	Mg	sp type
606	3.0	4.3	<0.4	B?	415	2.1	-	<0.7	F or B
559	4.1	7.0	<0.2	B2-B4	409	2.7	2.2	<0.6	F or B
306	3.8	5.0	1.7	F	2	3.4	3.2	1.6	F
329	3.0	4.4	<0.4	B?	307	3.9	4.7	1.8	F
398	3.2	4.5	<0.5	B?	720	-1.9	-	<0.3	B4-B7
433	1.5	3.3	3.3	G	27	7.9	13.1	<0.3	B?
418	5.2	6.1	<0.3	B3-B6	458	1.8	2.3	3.0	FG
517	3.3	7.6	<1.4	F or B	689	4.9	5.5	0.8	F
519	5.6	5.7	<0.3	B5-B7	324	-	2.9	2.3	FG
552	9.4	17.4	<0.4	A1-A5	501	2.7	3.4	1.9	FG
401	9.7	14.6	<0.7	A3-A5	688	5.8	7.0	<0.2	B5-B7

B型星　B型星の可能性大　B型星の可能性中　B型星の可能性小

スペクトル型の判定２

OB型候補星の吸収線の等価幅

ID	Hα	Hβ	Mg	sp type	ID	Hα	Hβ	Mg	sp type
606	3.0	4.3	<0.4	B?	415	2.1	-	<0.7	F or B
559	4.1	7.0	<0.2	B2-B4	409	2.7	2.2	<0.6	F or B
306	3.8	5.0	1.7	F	[illegible]	3.4	[illegible]	1.6	F
329	3.0	4.4	<0.4	B?	307	3.9	4.7	1.8	F
398	3.2	4.5	<0.5	B?	720	-1.9	-	<0.3	B4-B7
433	1.5	3.3	3.3	G	27	7.9	13.1	<0.3	B?
418	5.2	6.1	<0.3	B3-B6	458	1.8	2.3	3.0	FG
517	3.3	7.6	<1.4	F or B	689	4.9	5.5	0.8	F
519	5.6	5.7	<0.3	B5-B7	324	-	2.9	2.3	FG
552	9.4	17.4	<0.4	A1-A5	501	2.7	3.4	1.9	FG
401	9.7	14.6	<0.7	A3-A5	688	5.8	7.0	<0.2	B5-B7

26天体中2天体はHeIを検出！

B型星　B型星の可能性大　B型星の可能性中　B型星の可能性小

スペクトル型の判定２

OB型候補星の吸収線の等価幅

ID	Hα	Hβ	Mg	sp type	ID	Hα	Hβ	Mg	sp type
606	3.0	4.3	<0.4	B?	415	2.1	-	<0.7	F or B
559	4.1	7.0	<0.2	B2-B4	409	2.7	2.2	<0.6	F or B
306	3.8	5.0	1.7	F	[illegible]	3.4	[illegible]	1.6	F
329	3.0	4.4	<0.4	B?	307	3.9	4.7	1.8	F
398	3.2	4.5	<0.5	B?	720	-1.9	-	<0.3	B4-B7
433	1.5	3.3	3.3	G	27	7.9	13.1	<0.3	B?
4[illegible]	5.2	6.1	<0.3	B3-B6	458	1.8	[illegible]	[illegible]	FG
5[illegible]	3.3	7.6	<1.4	F or B	689	4.9	5.5	0.8	F
519	5.6	5.7	<0.3	B5-B7	324	-	2.9	2.3	FG
552	9.4	17.4	<0.4	A1-A5	501	2.7	3.4	1.9	FG
401	9.7	14.6	<0.7	A3-A5	688	5.8	7.0	<0.2	B5-B7

26天体中2天体はHeIを検出！

他3天体でもB型星の可能性が高い

B型星　B型星の可能性大　B型星の可能性中　B型星の可能性小

銀河系外縁部のOB型星

- スペクトル型から絶対等級を推定し、距離を再算出
  → ５天体中4天体は20kpc以遠にあることを確認

ID	銀経 l [°]	銀緯 b [°]	mv [mag]	sp type	R_{Hel} [kpc]	R_{GC} [kpc]
559	198	-0.19	16.22	B2-B4	$18.5^{+3.1}_{-6.4}$	$25.7^{+3.1}_{-6.4}$
720	204	0.21	16.29	B4-B7	$14.9^{+1.2}_{-1.2}$	$21.9^{+1.2}_{-1.2}$
418	166	0.15	16.96	B5-B7	$16.2^{+1.6}_{-1.9}$	$23.5^{+1.6}_{-1.9}$
519	175	0.03	16.95	B5-B7	$10.5^{+0.9}_{-1.3}$	$18.0^{+0.9}_{-1.3}$
688	198	0.24	16.43	B5-B7	$13.4^{+1.3}_{-1.5}$	$20.7^{+1.3}_{-1.5}$

他のスペクトル型の混入

- 26天体中、少なくとも12天体はB型星ではなく、A-G型の星が混入していた。

  ・U,Iバンドでの等級較正の誤差

  →木曽観測所にてU,Iバンドのサーベイ観測

  等級較正源のカタログを作成

  (詳しくは秋季年会にて！)

  ・赤外の2色図も用いてOB型候補星の選定を行う。

まとめ

- 可視低分散分光器KOOLSを用いて銀河系最外縁部にて発見されたOB型候補星の分光追観測を行った
- 26天体中2天体については実際にB型星であることが確認でき、その他の3天体についてもB型星の可能性が高いことがわかった
- これらの天体のほとんどは銀河中心距離が20kpcを超える星であることが分光観測からも確認できた
- 本結果はカットオフが存在せず半径20kpcを超えて指数的に広がっている星ディスクの存在を指示するものである