

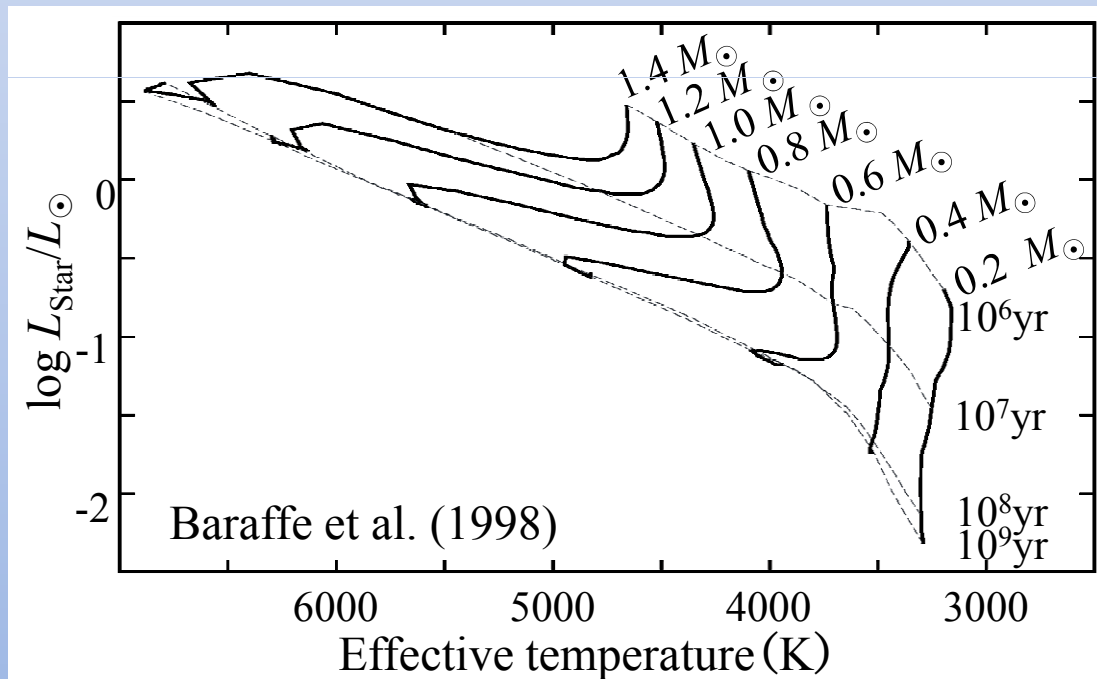
高分散分光観測による 前主系列星の新たな年齢決定方法

高木 悠平、伊藤 洋一 (神戸大学)
大朝 由美子 (埼玉大学)

前主系列星の正確な年齢決定は、以下の点において大きな重要性を持つ。

- 前主系列星及び原始惑星円盤の進化過程の解明
- 分子雲内での星形成の歴史

前主系列星の年齢を正確に決定し議論を行う必要がある。



前主系列星の光度と有効温度を求め、進化トラックと比較して年齢を決定するのが一般的。
(Strom et al. 1989 etc.)

前主系列星の「光度」を正確に求めるのは非常に困難。

1. 距離の不定性

- ・最も近い星形成領域でも100pc以上の遠方にある。
- ・手法により導出される距離に隔たりがある。

2. 減光

- ・手法によって減光量が大きく異なり、正確な量を求めるのが困難。

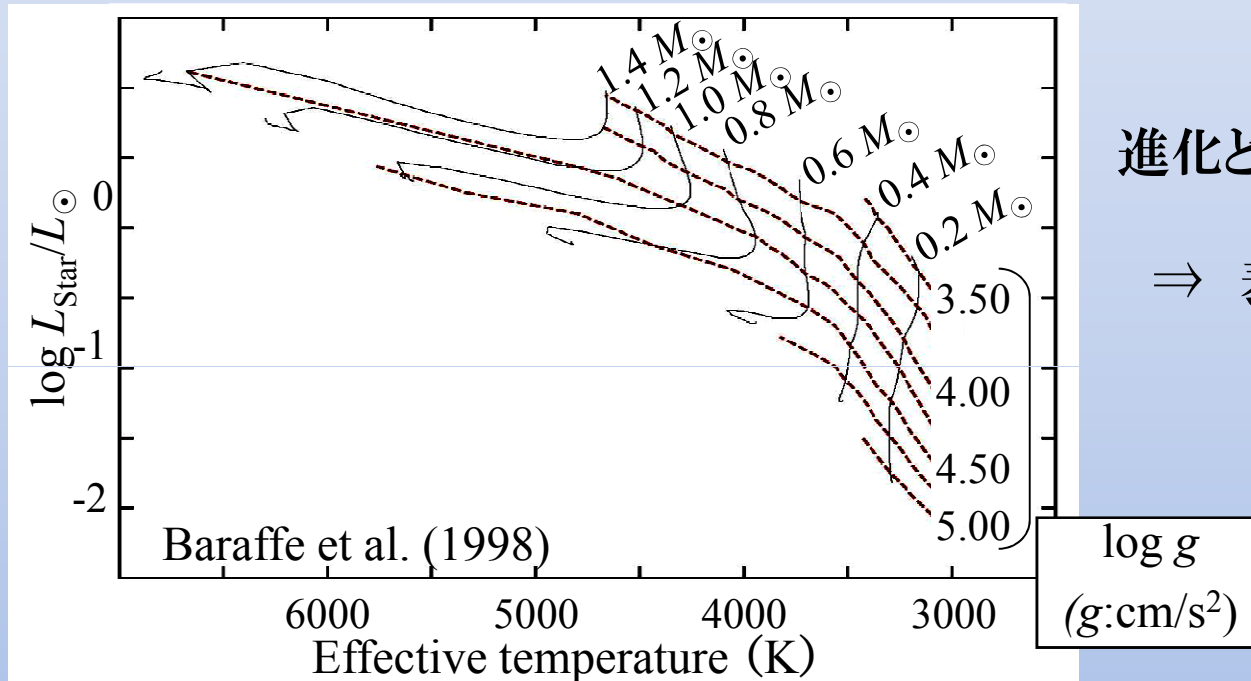
3. ベーリング

- ・円盤からの質量降着に起因する、主に紫外線領域での増光
- ・中心星によって円盤が温められることによる、主に赤外線での再放射

光度には大きな不定性が残るため、年齢にも不定性がある。

⇒ 不定性に依存しない年齢決定方法が必要

光度の代わりに表面重力を導出することで年齢を決定する。



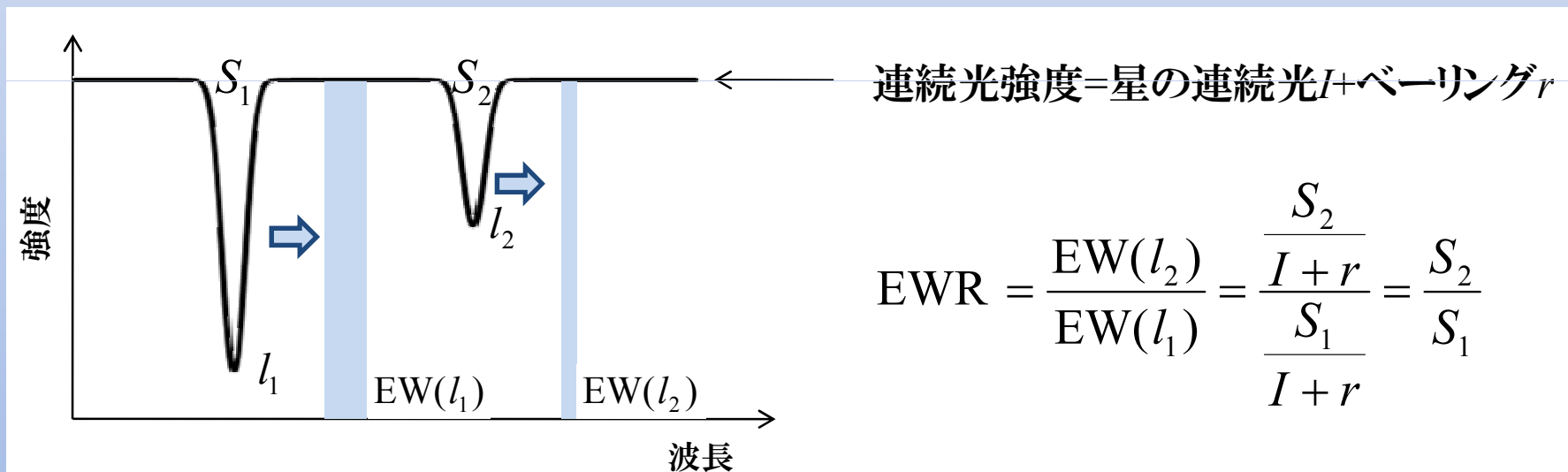
進化とともに光球は収縮

⇒ 表面重力が増大する

表面重力の測定には高分散分光観測を用いる。

- 吸収線の等価幅は恒星大気の金属量、有効温度、表面重力で決まる。
 - ・等価幅を用いることで距離・減光によらない量が得られる。

- 「近接する吸収線の等価幅比」を用いる。



星ごとの元素存在比が一定であると仮定すれば、
等価幅比は前主系列星の表面重力及び有効温度を表す。

○前主系列星の観測に適している長波長域の吸収線を用いる。

○限界深度に達している強い吸収線とそれに近接する吸収線を組み合わせる

- ・限界深度に達している吸収線

表面重力が大きい星では、衝突減衰によって等価幅が大きくなる

- ・限界深度に達していない吸収線

表面重力の増大によりcontinuum opacityが増大し、等価幅が小さくなる

⇒ *I* バンドのFe(8186.7、8204.9 Å)とNa(8183.8、8194.8 Å)の吸収線を用いる

この等価幅比を用いて表面重力を決定するために、まず等価幅比と表面重力の相関を導く必要がある。

⇒ 表面重力が既知かつ等温の巨星・準巨星・主系列星を観測する。

観測詳細

観測

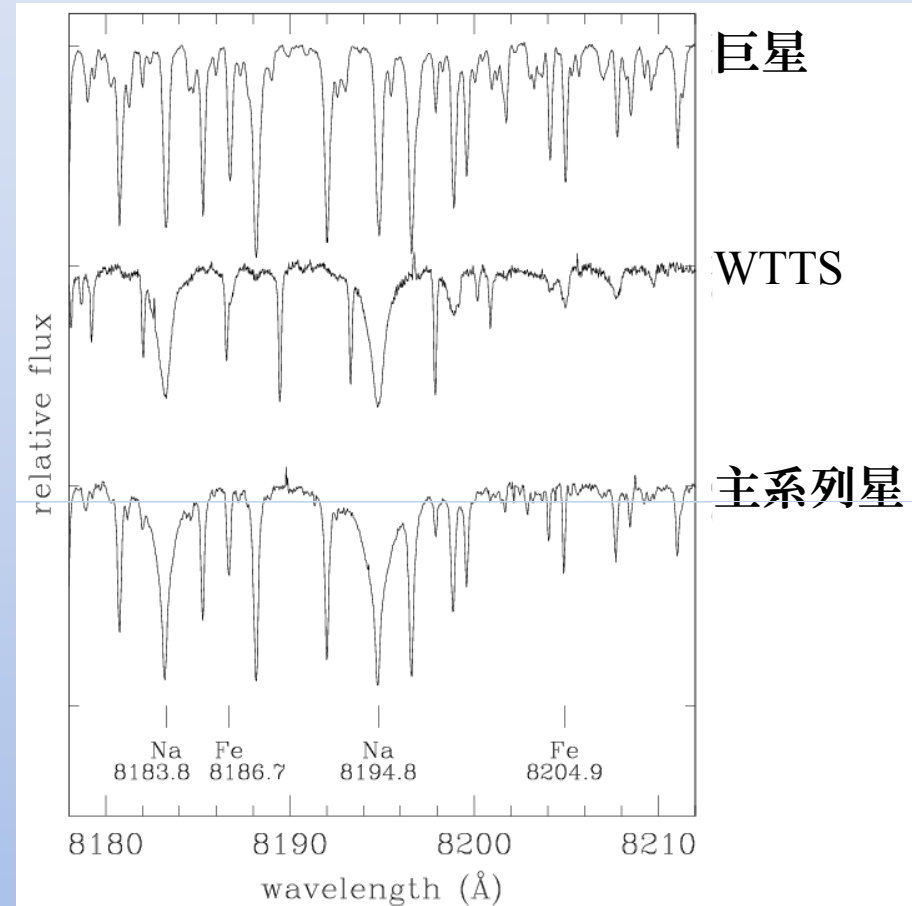
岡山天体物理観測所188cm望遠鏡 HIDES

観測日 2007年1月17～24日
2008年3月24～27日
観測天体 約4200Kの巨星25天体、
主系列星4天体
波長分解能 ～60000
S/N 80～270

すばる望遠鏡 HDS

観測日 2007年9月18日
観測天体 おうし座分子雲中の
約4100KのWTTS2天体
波長分解能 ～60000
S/N ～70

Fe/Naの有効温度依存性を知るために、
4600K前後の巨星5天体、主系列星2天体、
WTTS2天体も観測。



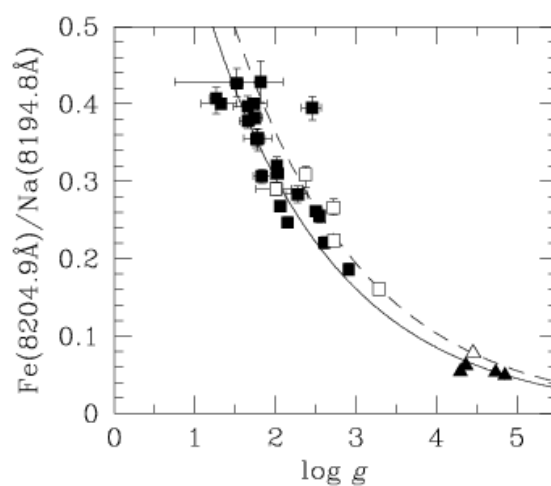
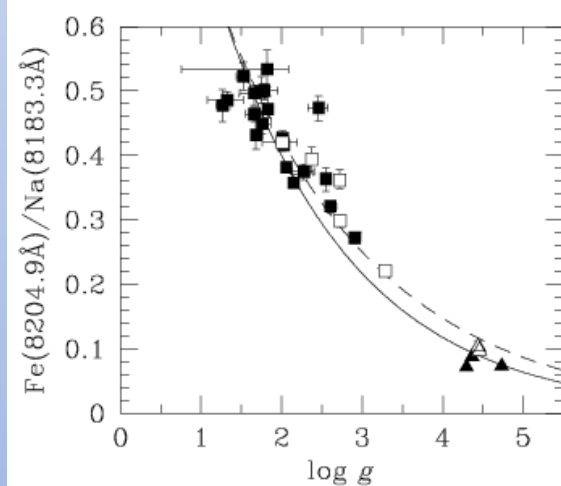
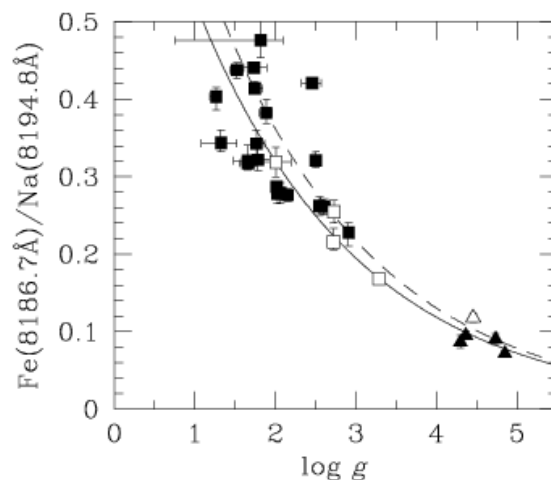
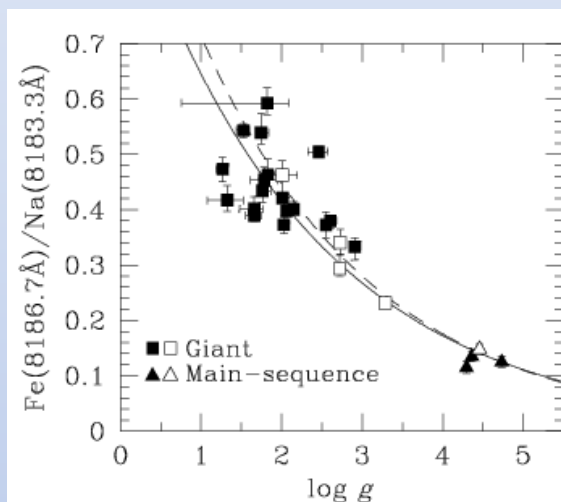
* 他の吸収線はほとんどが地球大気

* 表面重力は以下の式から算出

$$\log \frac{g}{g_{Sun}} = \log \frac{M}{M_{Sun}} + 4 \log \frac{T}{T_{Sun}} - \log \frac{L}{L_{Sun}}$$

等価幅比と表面重力の相関

結果・議論



黒点:低温(約4200K)天体

白点:高温(約4600K)天体

■:巨星 ▲:主系列星

表面重力の増大とともに、
各等価幅比は減少

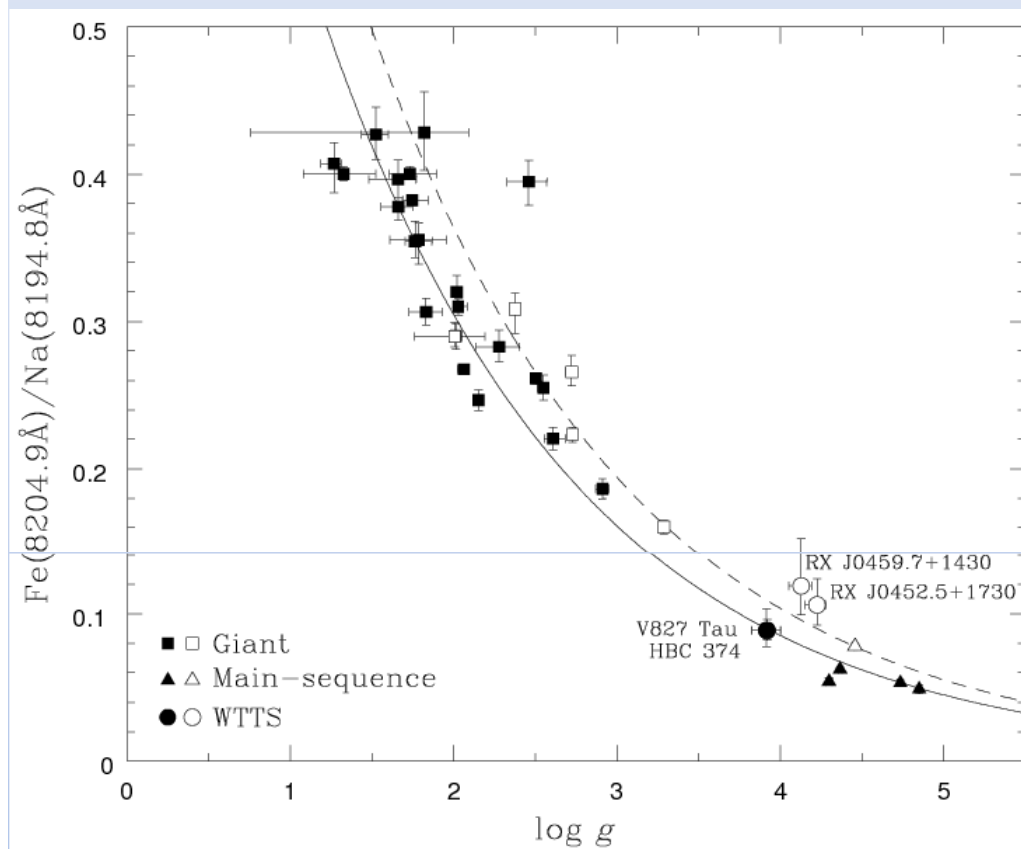
○等価幅比の温度依存性

高温天体の等価幅比の
ほうが、低温天体のもの
より大きい。

- ⇒
- 等価幅比には温度依存性がある
 - 有効温度ごとに等価幅比と表面重力の相関を導くことが重要

本手法の年齢決定精度

結果・議論



求めた相関上にWTTSをプロット。

仮定

- A_v は小さい
- 距離は140pc
- ベーリングはない

• 本手法の $\log g$ の決定精度

近似曲線の傾きとEWRのエラーから ± 0.15 。

• 年齢決定精度

Baraffe et al. (1998)の進化モデルと比較

$\Rightarrow$ ファクター1.5(Takagi et al. 2010)

* A_v の値によって年齢が大きく異なっていたが、本手法によって新たに年齢を決定できた。

天体	本手法 Age (Myr)	Kenyon & Hartmann 1995 A_v	Age (Myr)	Furlan et al. 2006 A_v	Age (Myr)
HBC 374	2.8	0.76	2.5	2.4	< 1.0
V827 Tau	2.8	0.28	2.5	1.0	< 1.0

まとめ

- 前主系列星やその円盤の進化過程をより詳しく明らかにするために、高精度かつ正確な年齢決定方法を考案した。
- 可視IバンドFe/Naを用いた、4200K (K型晩期) の前主系列星の年齢をファクター1.5で決定する手法を確立した。
- あらゆる有効温度で本手法を用いることができるようにするため、他の有効温度での等価幅比と表面重力の相関を今後明らかにしていき、普遍的な年齢決定方法を確立する。