

2019年11月29日
連星系・変光星研究会

冷たく安定している
降着円盤をもつと考えられていた
ヘリウム激変星
GP Comae Berenicesの
アウトバースト

小路口 直冬 (京都大学)
共同研究者：磯貝、加藤、今田、大西、野上
(京都大学)

激変星の降着円盤現象

ロッシュローブを満たす
晩期型主系列星(伴星)

新星状変光星：
常に降着円盤が明るい

矮新星：
間欠的に降着円盤が明
るくなる

白色矮星(主星)

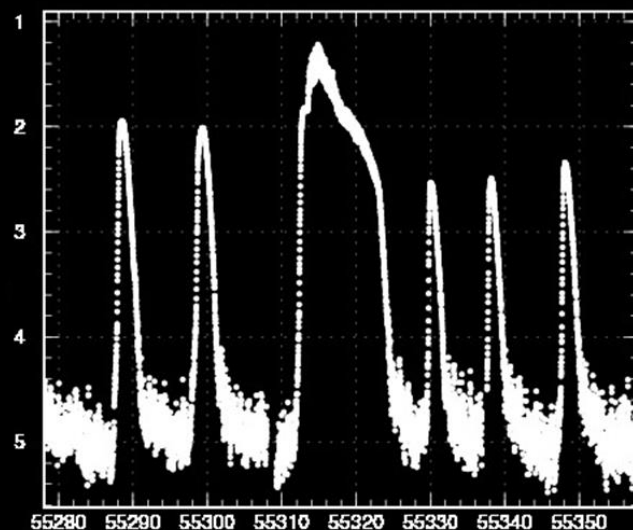
降着円盤

激変星の想像図

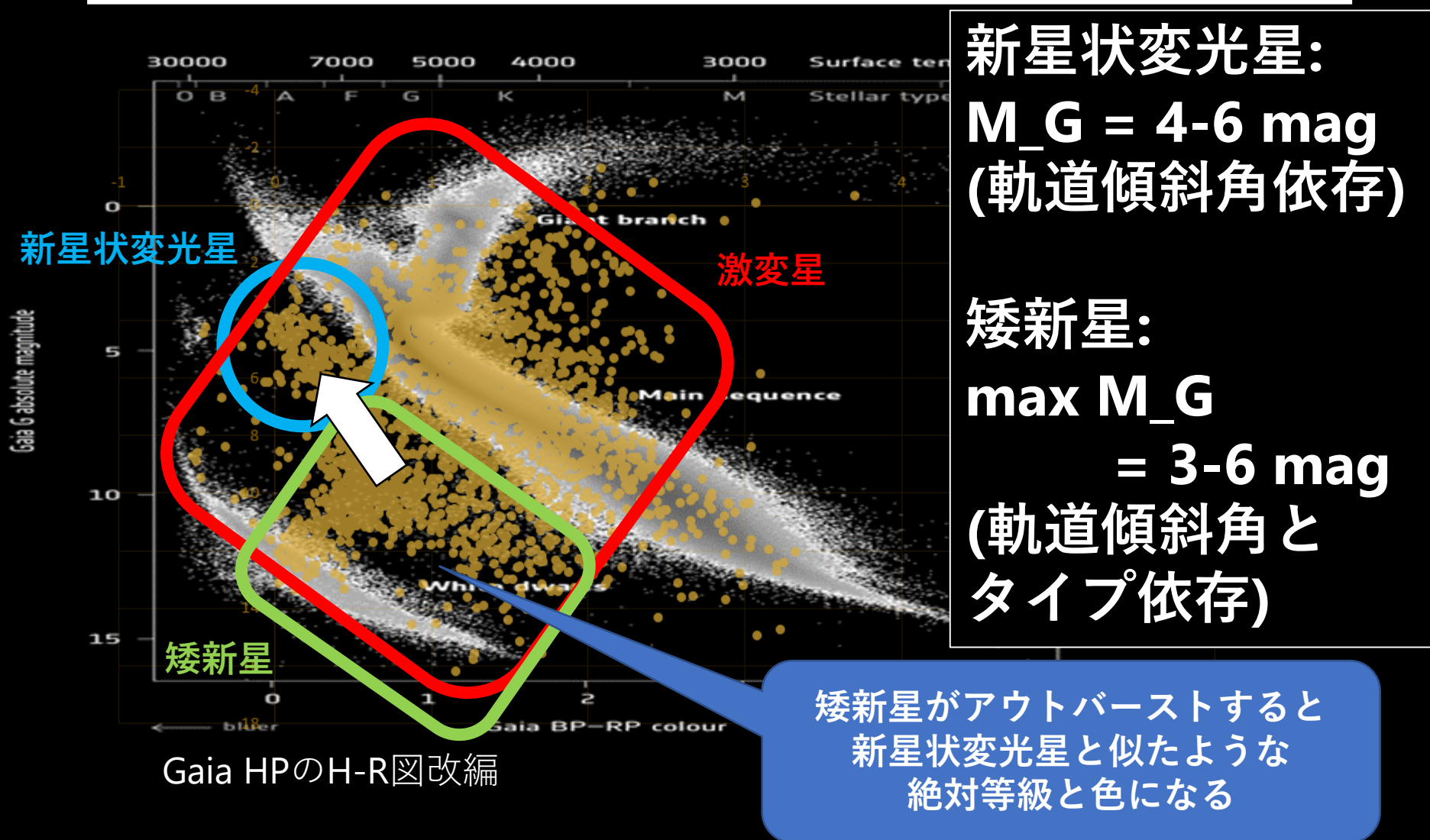
© NAOJ

*質量輸送率: 伴星から落ち込む時間当たりの質量

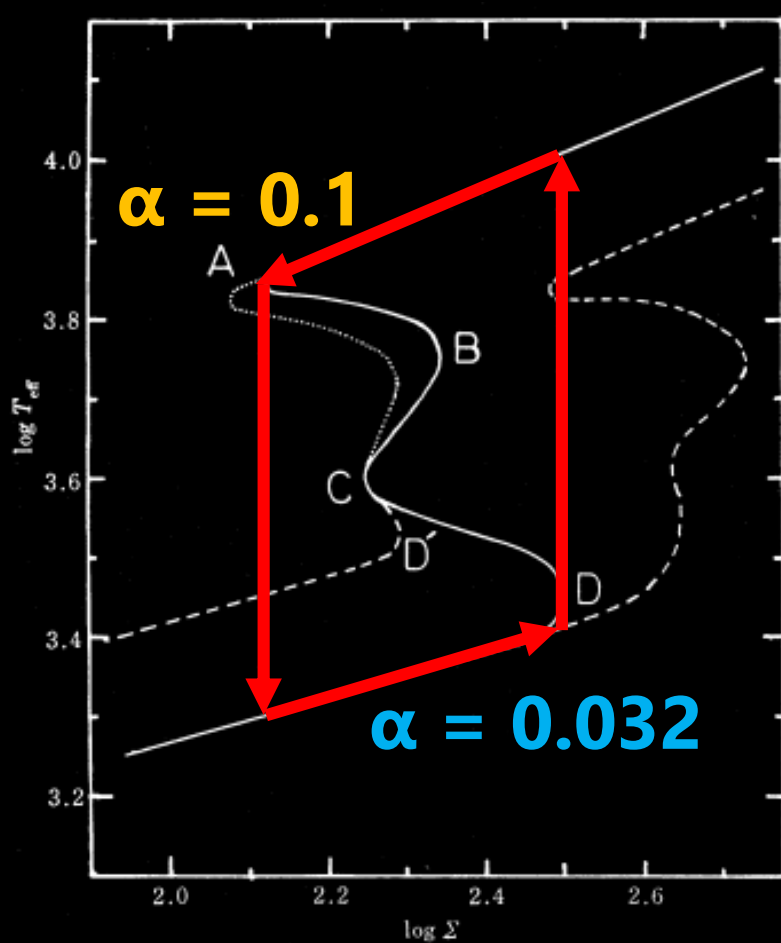
*質量降着率: 主星に落ち込む時間当たりの質量



H-R図における激変星の位置



降着円盤の熱的不安定性



Mineshige & Osaki 1985

電
離
水
素

ある半径における熱平衡曲線
縦軸は温度で表現されているが
出ていく質量と温度は依存関係にある
ため読み替えることができる

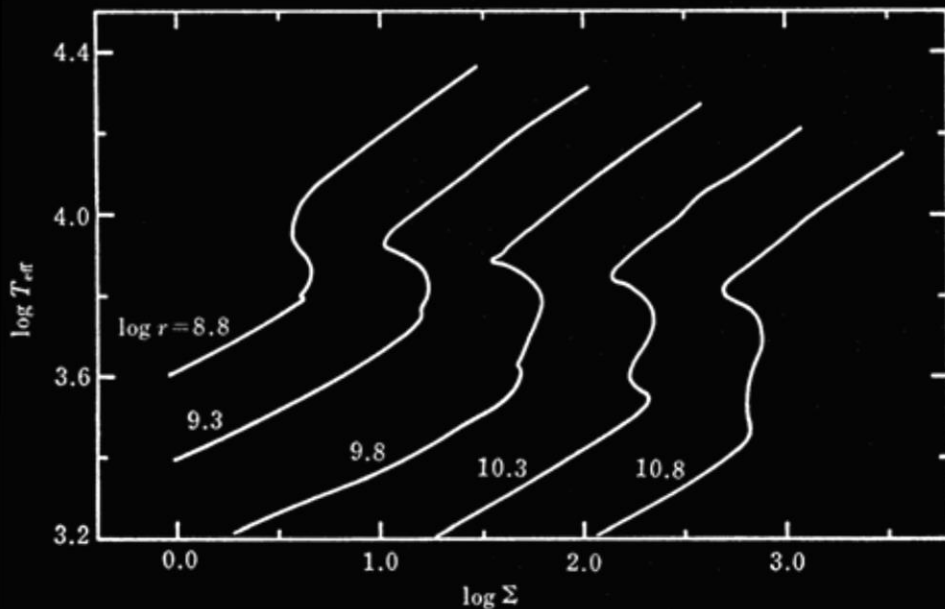
ある半径における入ってくる質量が
電離水素の臨界値より大きい
-> 常に電離している状態

中
性
水
素

ある半径における入ってくる質量が
電離水素の臨界値より小さく
中性水素の臨界値より大きい
-> 間欠的に電離する状態

ある半径における入ってくる質量が
電離水素の臨界値より小さい
-> 常に電離しない状態

半径方向を考慮した熱平衡曲線

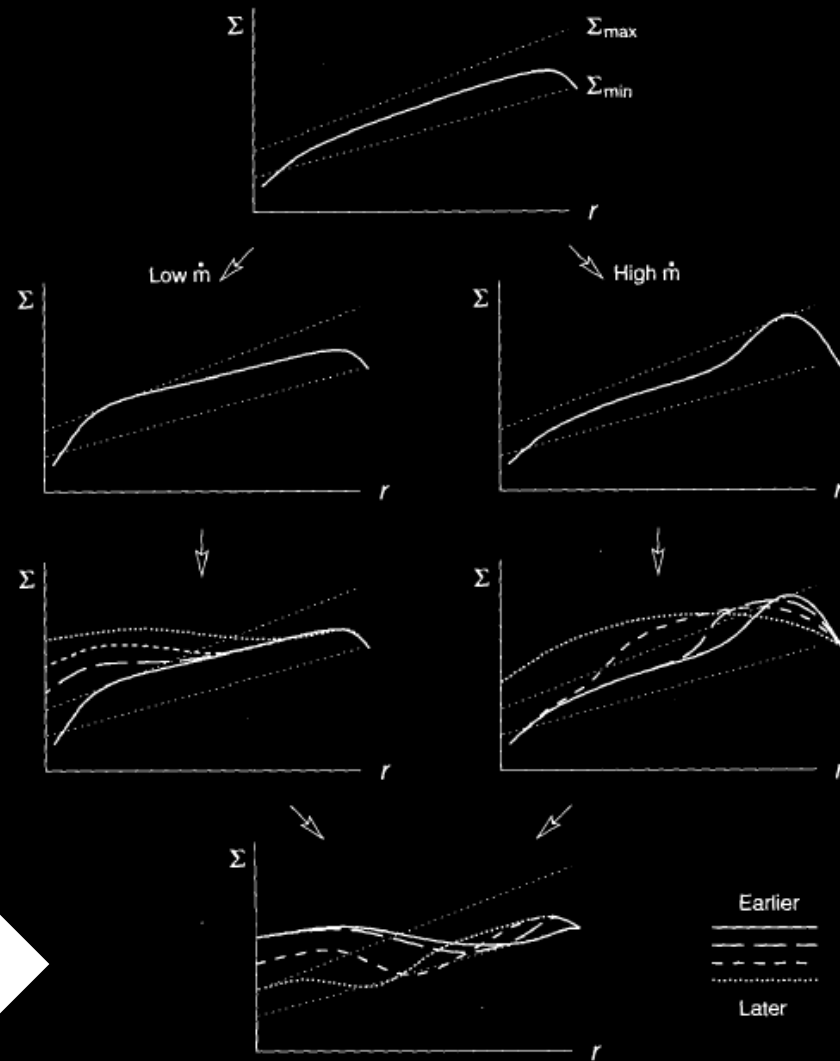


半径方向の熱平衡曲線

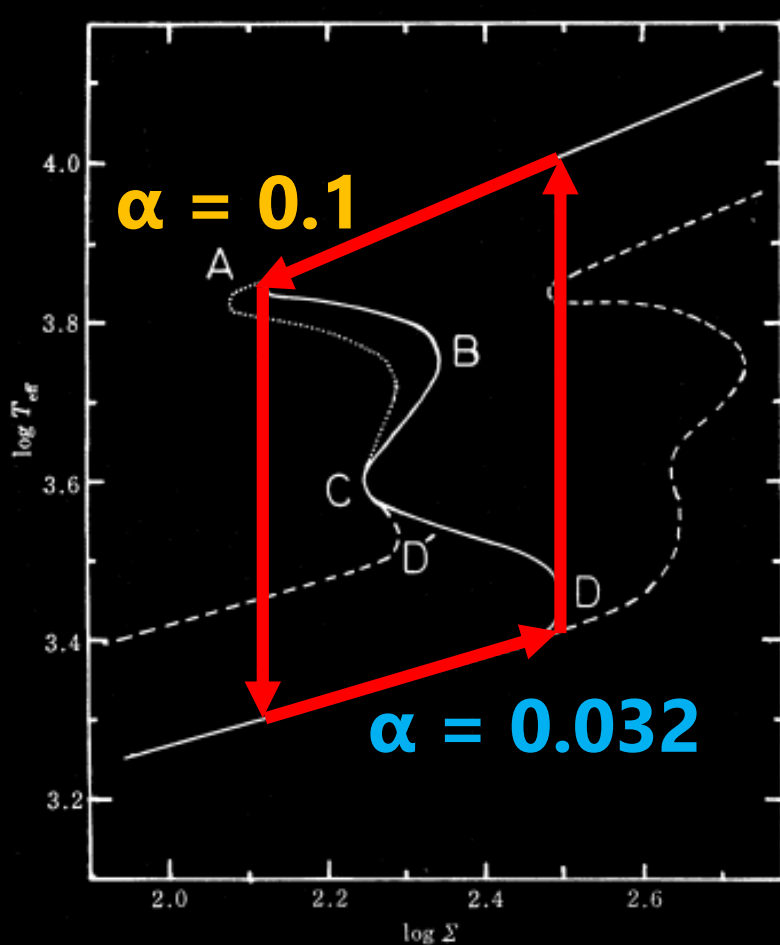
- ・内側のほうが小さい面密度でアウトバーストする

質量輸送率の条件別の時間変化

- ・heating frontは条件によって外側からと内側からがある
- ・cooling frontは条件によらず外側からだけである



降着円盤の3つの状態



Mineshige & Osaki 1985

電離水素

降着円盤には質量輸送率によって

- ・常に電離している状態
- ・間欠的に電離する状態
- ・常に電離しない状態

の三つの状態が存在すると思われる

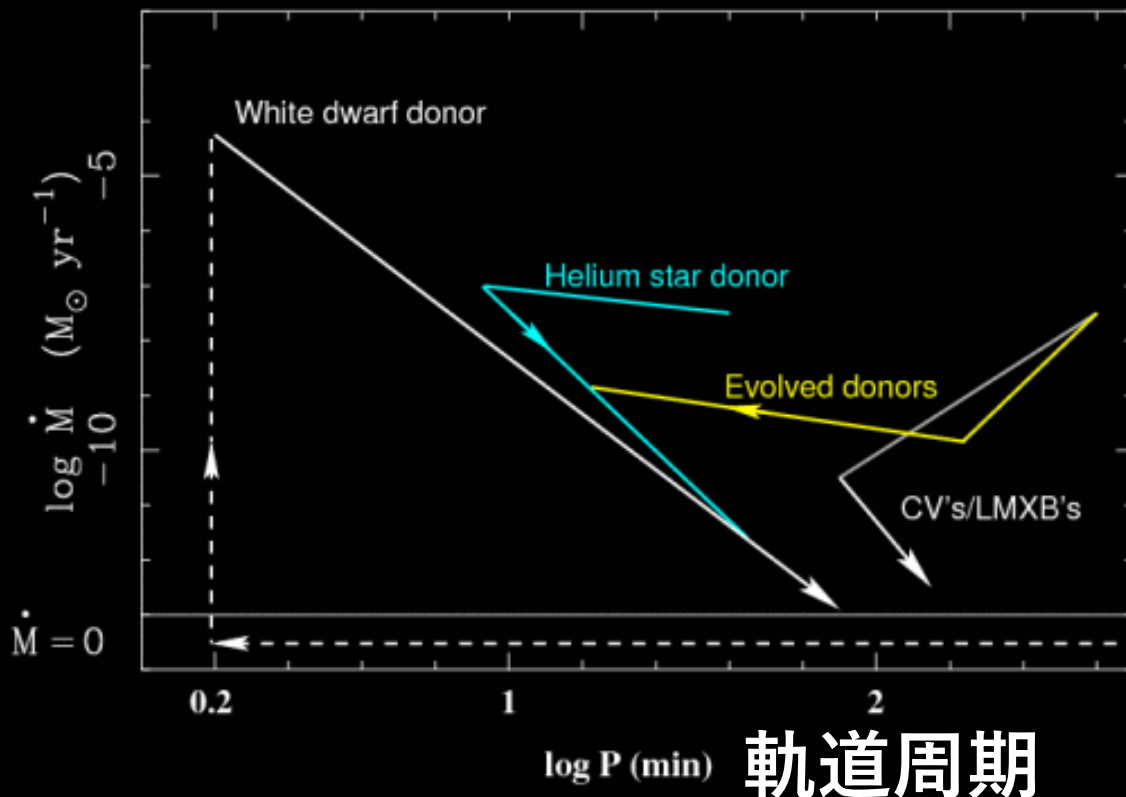
中性水素

が、常に電離しない状態になるためには質量輸送率がかなり小さい必要があるため、水素降着円盤では難しい

ヘリウム激変星：AM CVn型星

伴星がヘリウム白色矮星またはヘリウム星

質量
輸
送
率



hot state:

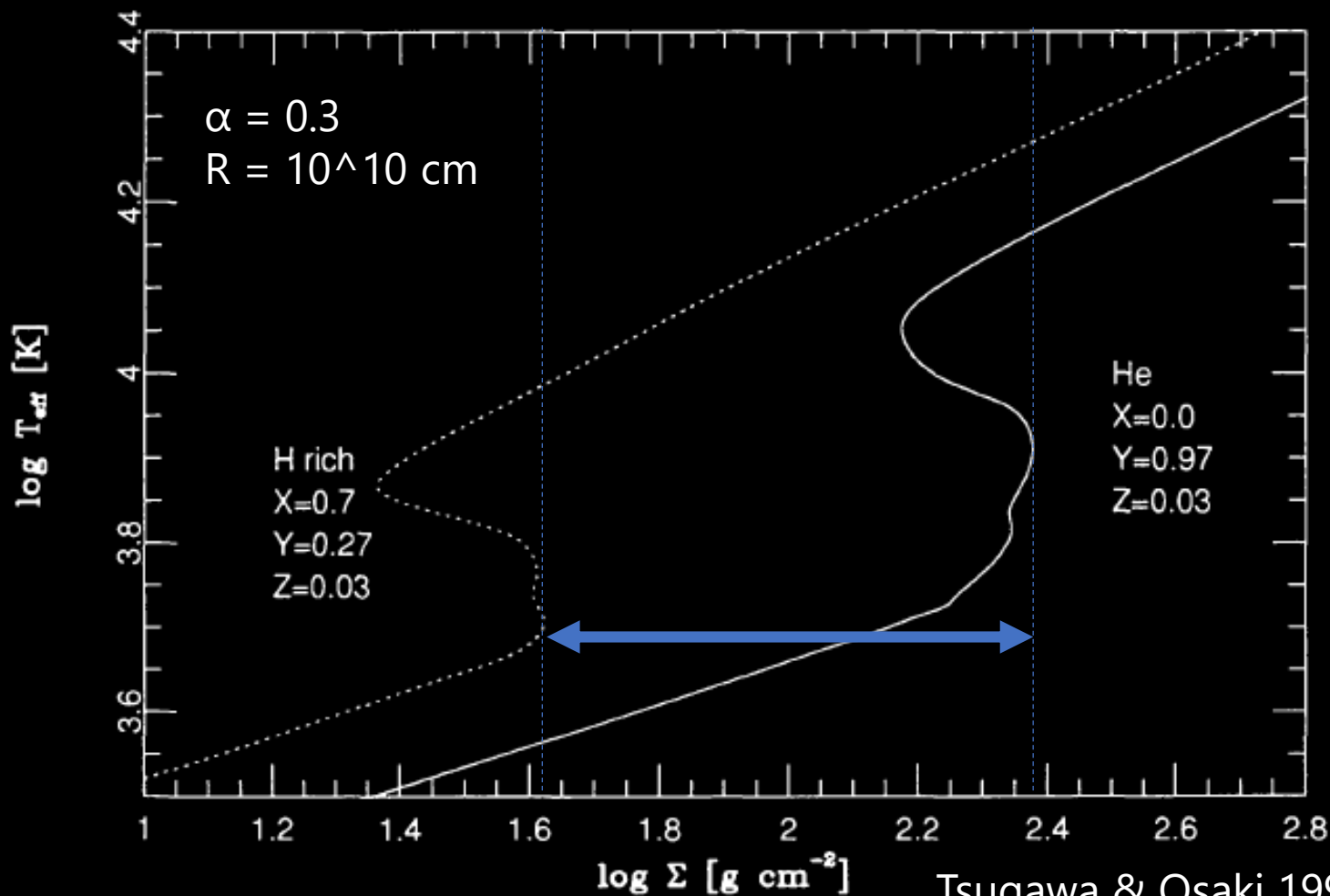
$M_G = 6-8 \text{ mag}$
(軌道傾斜角依存?)

ヘリウム矮新星:
 $\text{max } M_G$
 $= 4-6 \text{ mag}$
(軌道傾斜角依存)

Nelemans et al. 2010

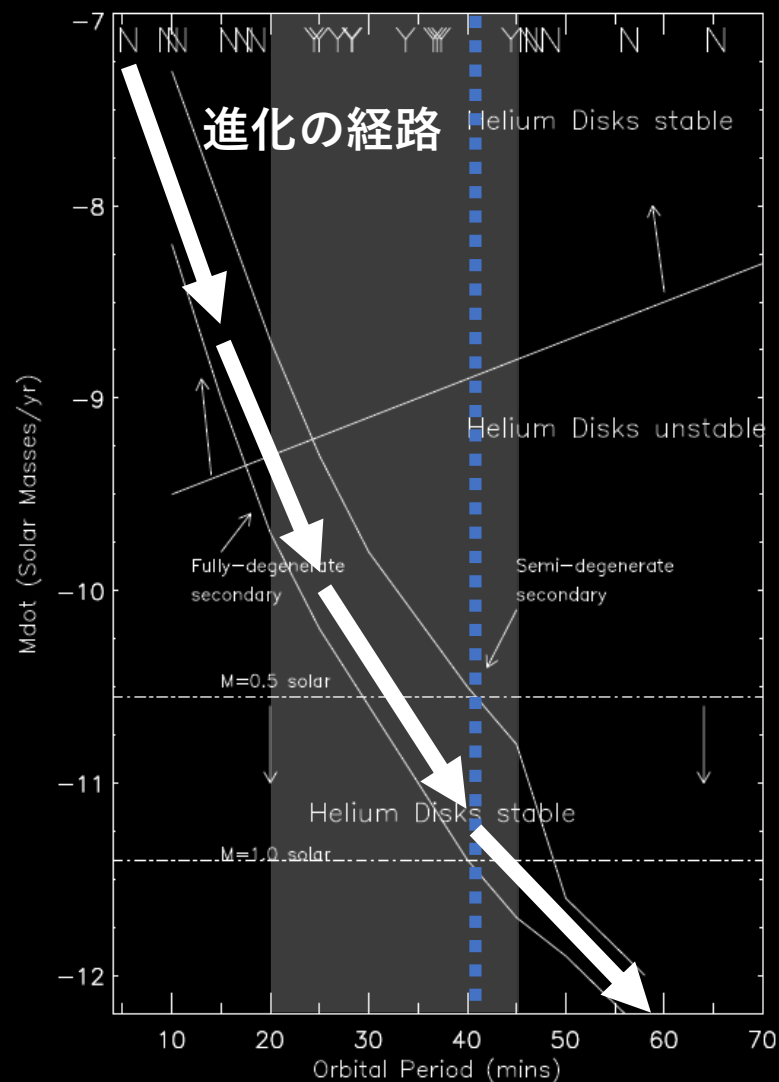
*hot state = 直接降着 + 新星状変光星

ヘリウム降着円盤の熱的不安定性



Tsugawa & Osaki 1997 改編

冷たく安定した降着円盤: 理論 VS 観測



理論：

Tsugawa & Osaki (1997)

観測：

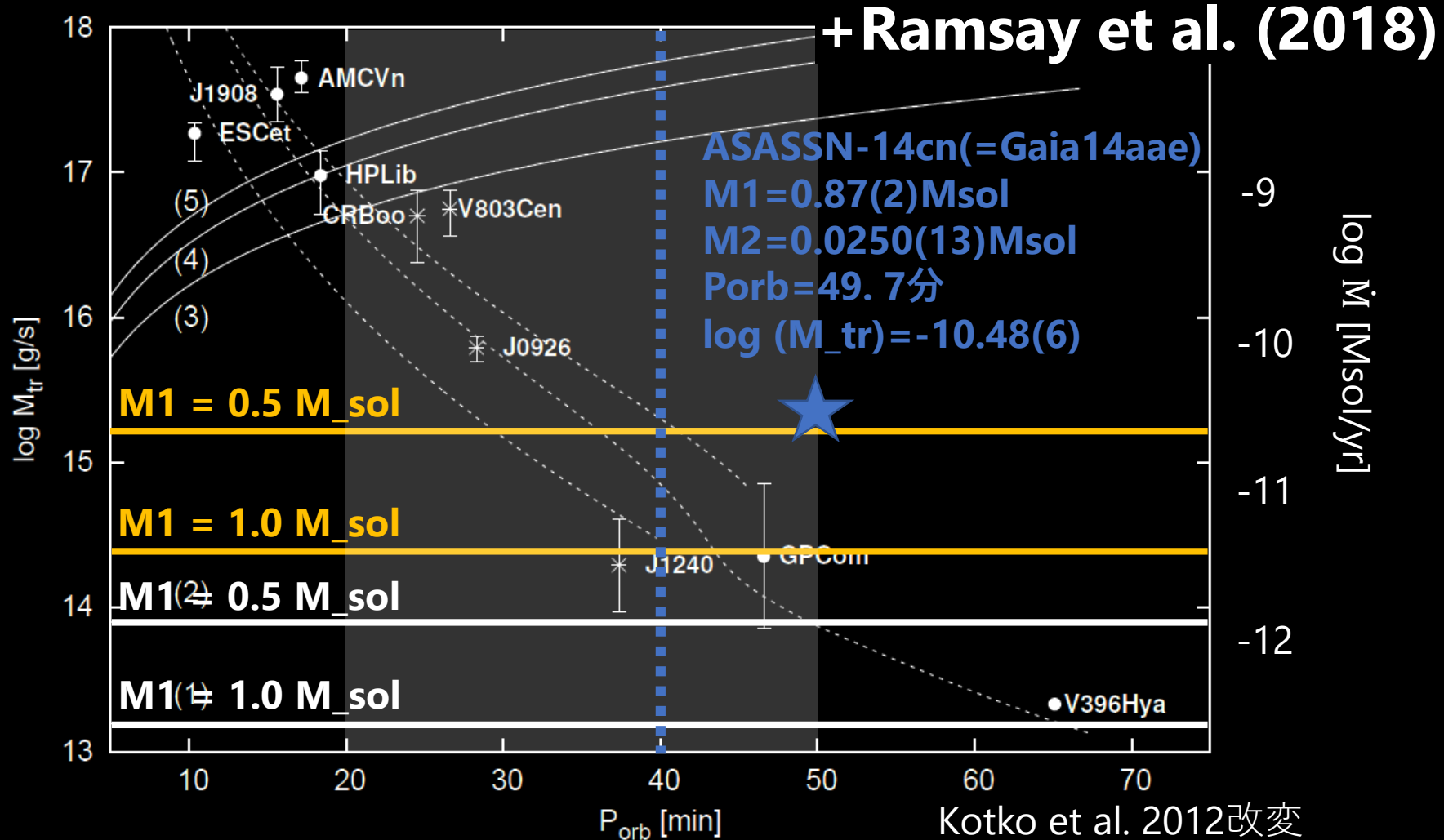
Ramsay et al. (2012)

軌道周期 > 40 min :
cool stable diskが出現

Tsugawa & Osaki (1997)

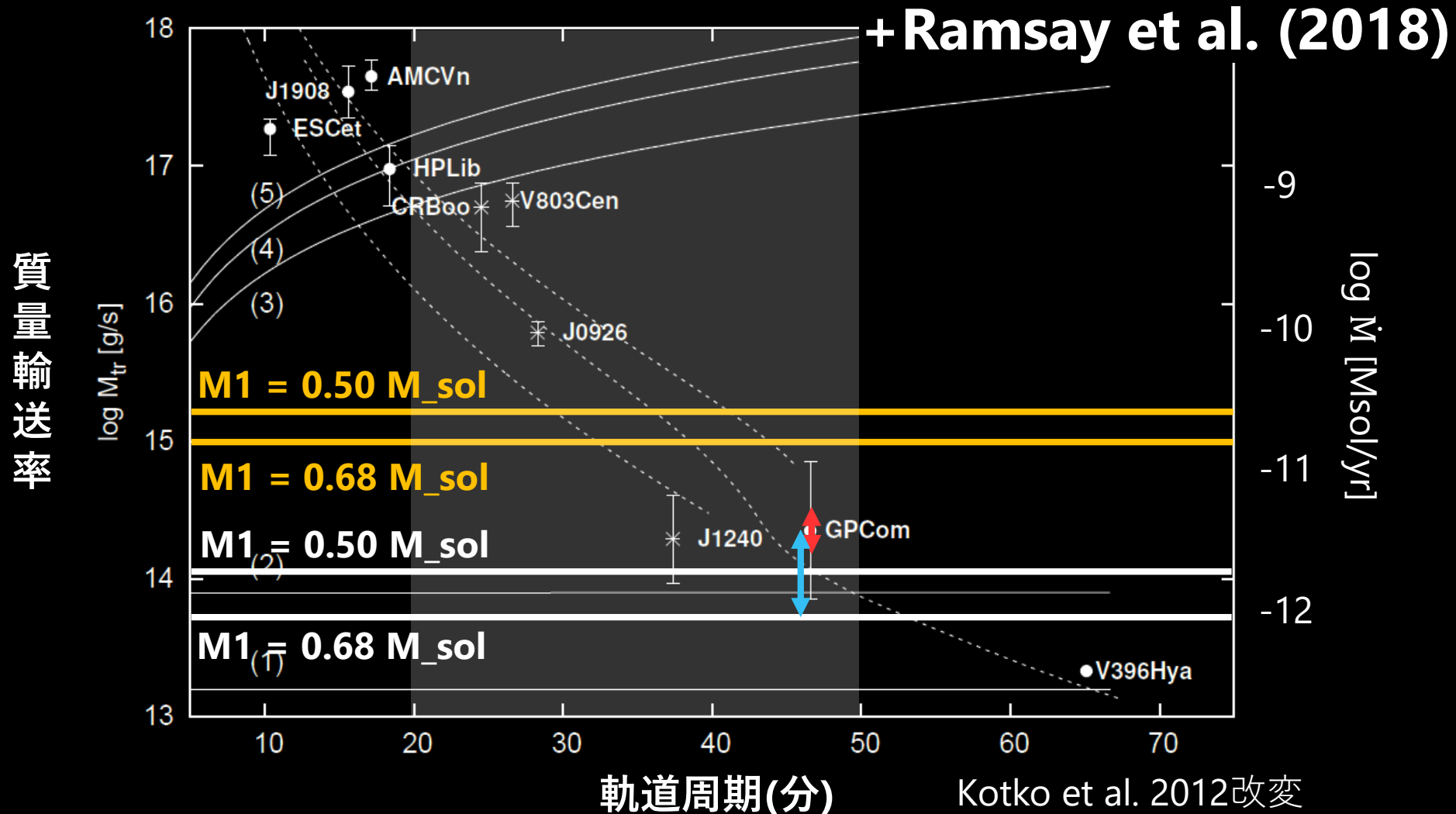
VS Kotko et al. (2012)

質量輸送率



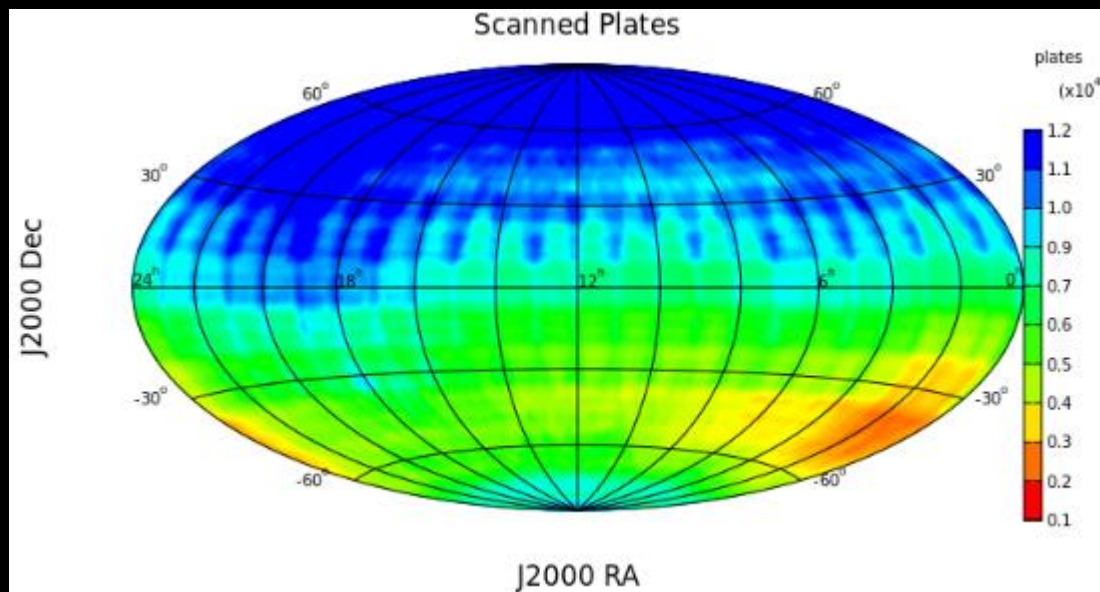
Tsugawa & Osaki (1997)

VS Kotko et al. (2012)



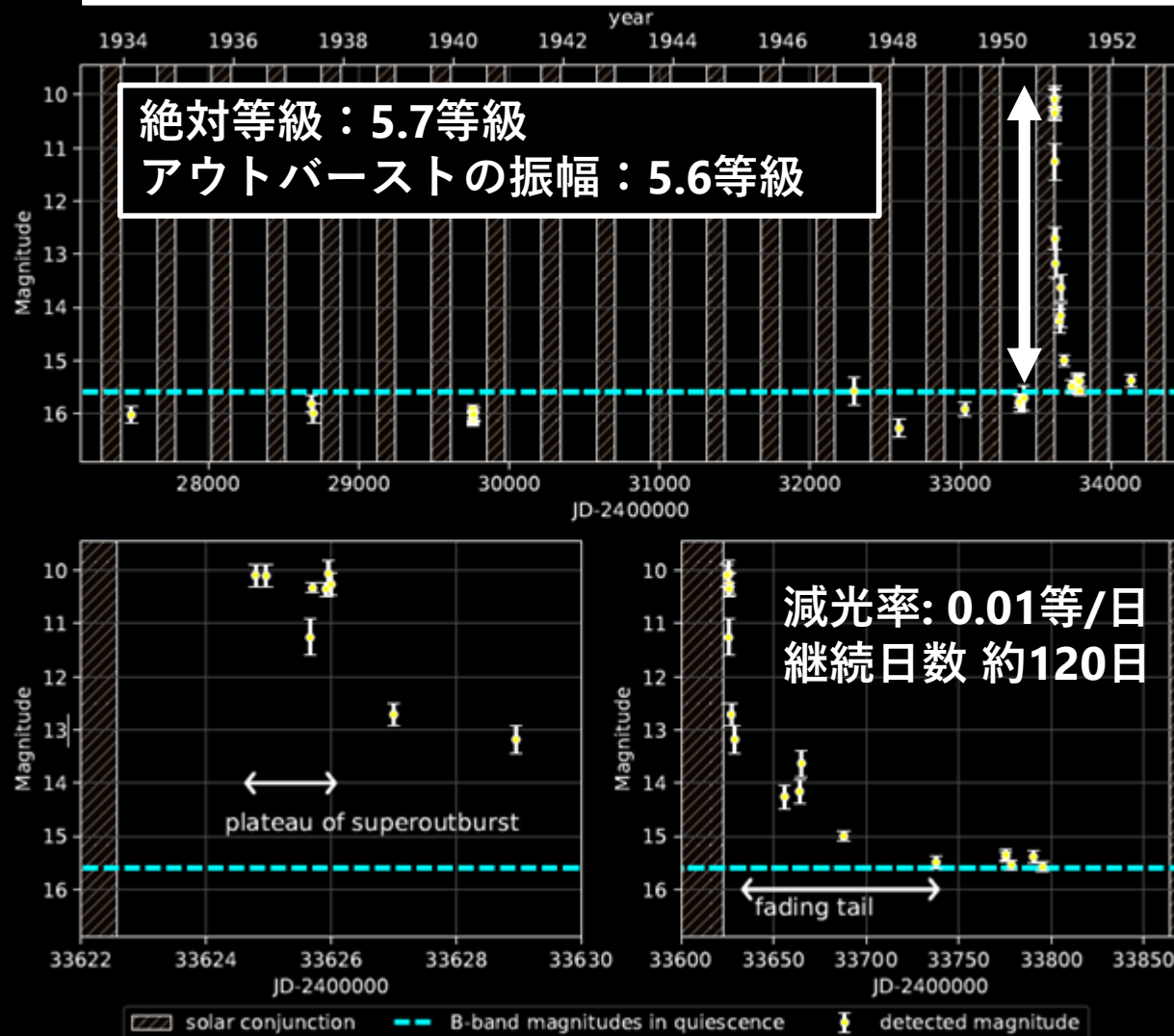
Digital Access to a Sky Century @ Harvard

- 略称：DASCH
- ハーバード大学に保管されている写真乾板を fits ファイルにするプロジェクト
- 現在、1885 – 1995年の間に観測された写真乾板の約36%がfitsファイルに変換済み



写真乾板の枚数
(赤経赤緯表示)
(DASCH HPより)

Outburst of GP Com in 1950



プラトーの絶対等級：
5.7等級

アウトバースト振幅：
5.6等級

fading tail：
継続日数 約120日
減光率 0.01 mag/d

**矮新星アウトバースト
(WZ Sge型)**と考えられる

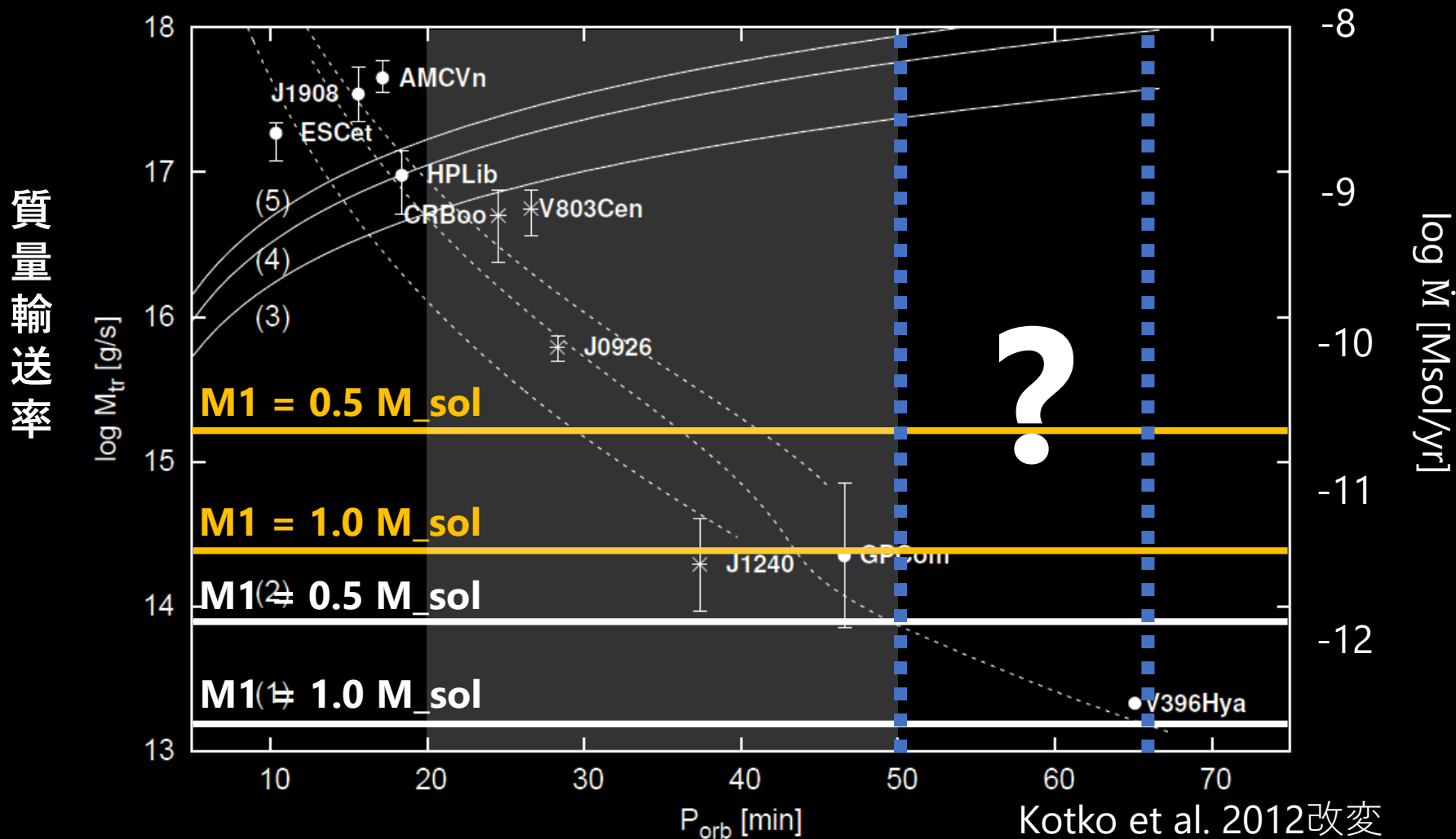
他のアウトバーストはないのか？

1912年, 1919年, 1978年に候補となる点が
各1点ずつ受かっている
画像を見る限りはリアルっぽいが本当かどうかは不明

もし準周期的なアウトバーストサイクルであるならば
約30年と仮定すると直近のアウトバーストは
2008年付近(ASAS-SNが稼働する前)

そもそも太陽の合で見えなかった可能性もある

冷たく安定した降着円盤はどこから現れる？



まとめ

- アウトバーストしないと考えられていた
GP Comが1950年にアウトバーストしていた
- まだアウトバーストしていない暗いヘリウム激変星も
アウトバーストする可能性がある
- アウトバーストしないcool stable diskが
存在するのであればKotko et al. 2012で示された
質量輸送率以下であると考えられる
- ただし、冷たい降着円盤内を滞りなくガスが
流れることを仮定しているが(標準降着円盤)
粘性パラメータ α_{cold} の起源は不明であるため、
標準降着円盤で考えて問題ないのかは不明