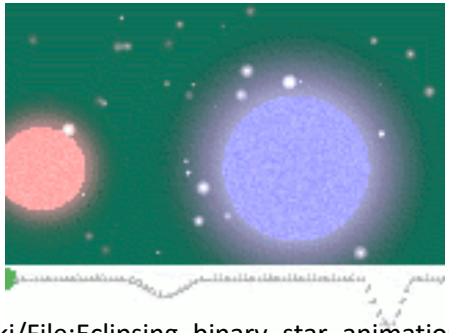
おおぐま座W型食変光星のサブクラス判定

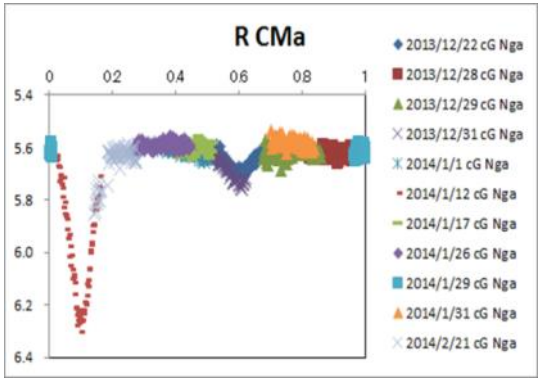
Light curveだけではsub class判定は難しい
変光星観測者会議 on zoom
2021/10/23
永井和男

食変光星（食連星）の種類

- 食変光星の分類には2通りあります
  - 光度曲線の形状による分類
  - コパールの分類

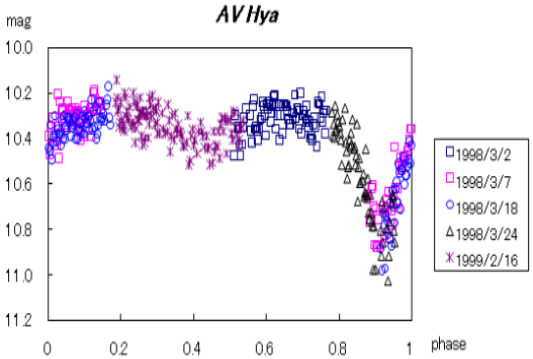


https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eclipsing_binary_star_animation_2.gif



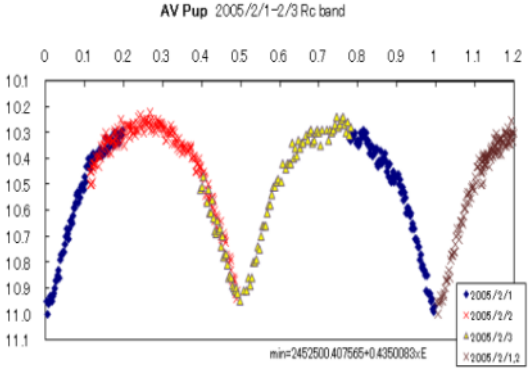
アルゴル型

EA



こと座ベータ型

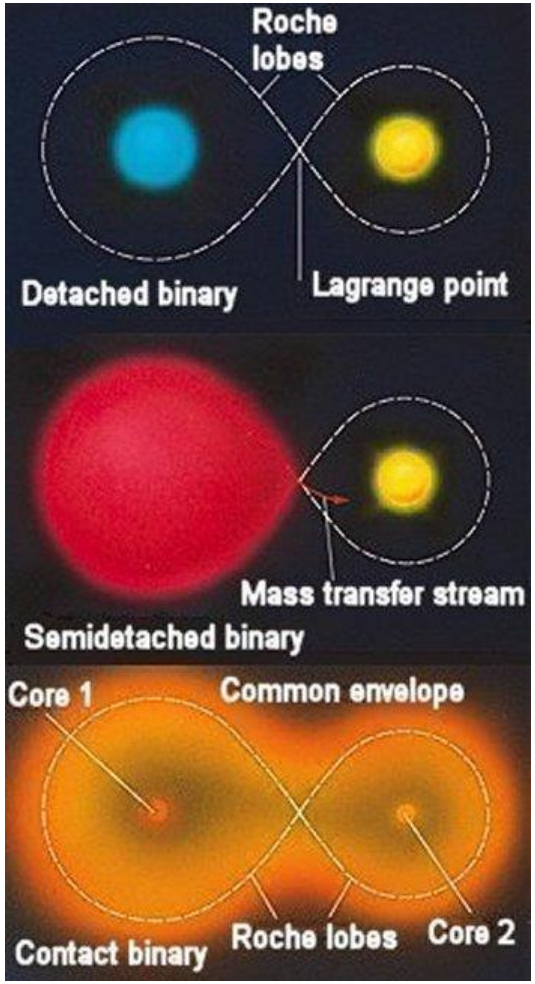
EB



おおぐま座W型

EW

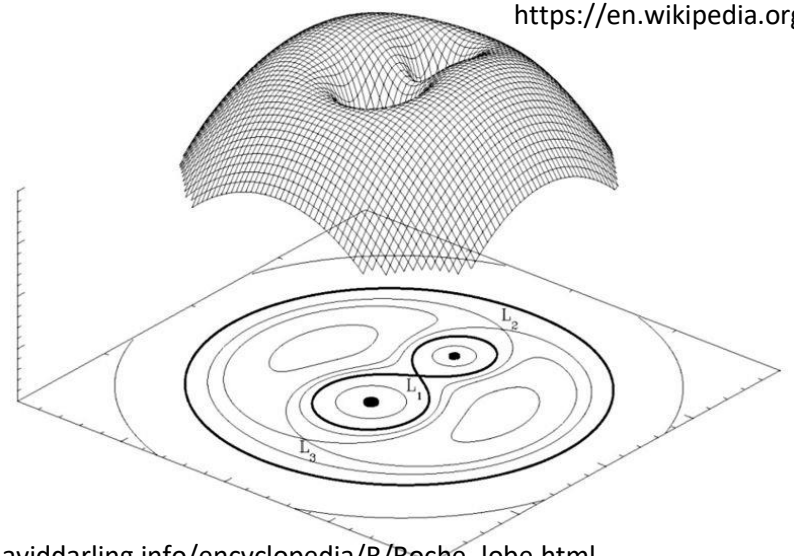
コパールの分類　ロッシュモデルで考える



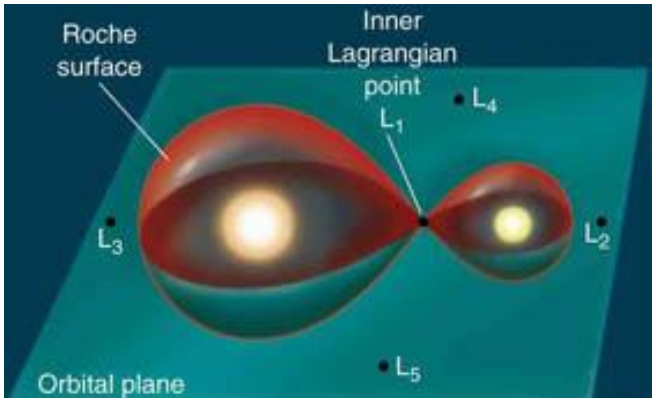
http://physics.uoregon.edu/jimbrau/BrauImNew/Chap20/FG20_22.jpg

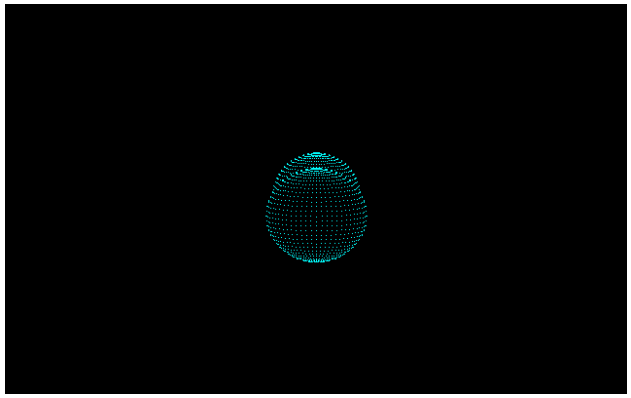
ロッシュポテンシャルとロッシュローブ

https://en.wikipedia.org/wiki/Roche_lobe



https://www.daviddarling.info/encyclopedia/R/Roche_lobe.html



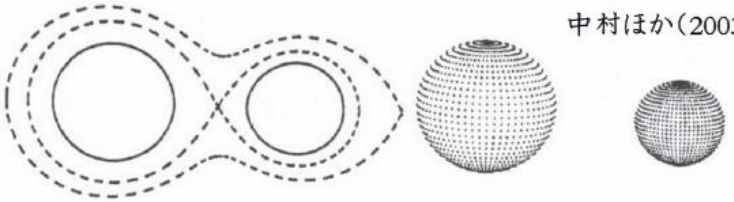


接触型連星とは？

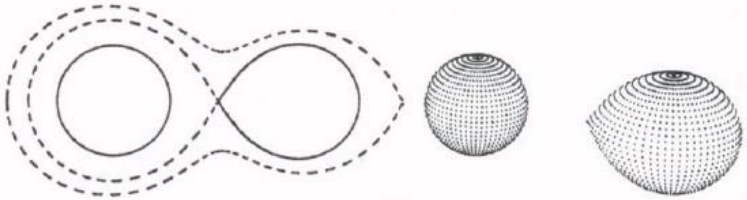
S.Kouzuma, 2019,PASJ,71,21より

コパールの分類（Kopal 1955）

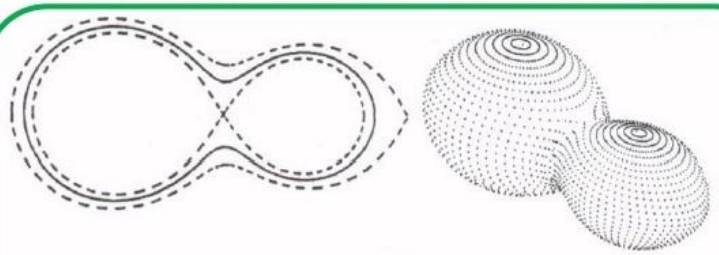
中村ほか（2003）



分離型（両星がロッシュ面内）



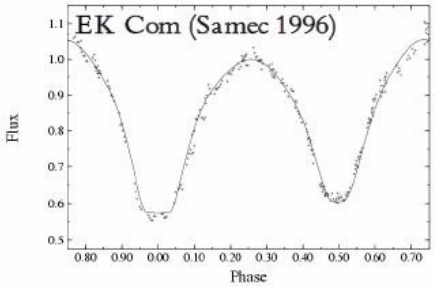
半分離型（片方がロッシュ面内）



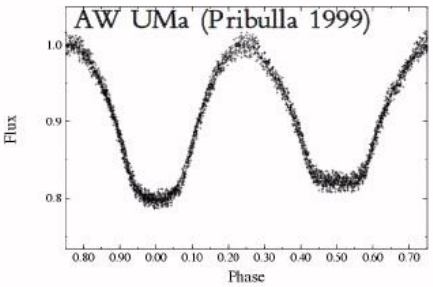
接触型（両星がロッシュ面超過）

接触型連星の細分類

W型



A型



明るい方が小さい　　明るい方が大きい

	W型	A型
公転周期	P < 0.5 d	P > 0.3 d
スペクトル型	G-K	A-F

S. Kouzuma, “Starspots in contact and semi detached binary systems”, 2019, PASJ, 71, 21

Sub class type-A と type-W はことなる性質の恒星

まとめ

S.Kouzuma, 2019,PASJ,71,21より

接触型連星における恒星黒点の統計的な性質を調査

W型

✓いずれの相関関係も、太陽黒点の性質と類似

➡ ダイナモで発生する磁場で説明可能

✓W型は多くがG-K型星のため、対流層（磁場）が発達しやすい

⬇

太陽と同様な磁場により黒点が発生している可能性大

A型

✓W型のような相関関係は見られず

✓A型は多くがA-F型星のため、対流層（磁場）は発達しにくい

⬇

W型とは異なるメカニズムで黒点が発生している？

S. Kouzuma, "Starspots in contact and semi-detached binary systems", 2019, PASJ, 71, 21

W UMa の sub class

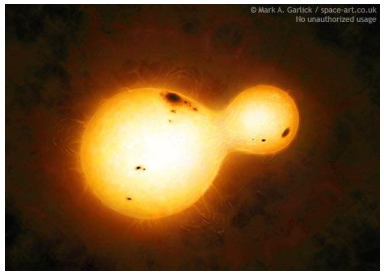
Binnendijk (1970) はEW型食連星をA typeとW typeに分けました

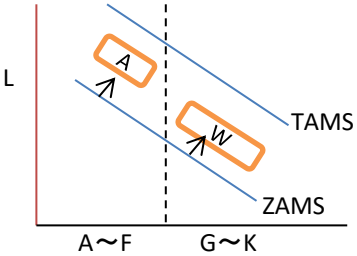
高温接触連星：大きい方の成分星が高温：タイプA（A晩期 か F早期）周期 0.4-0.8　主星が50～100K高い

低温接触連星：小さい方の成分星が高温：タイプW（F～Kの晩期）周期 0.22-0.4　伴星が200～300K高い

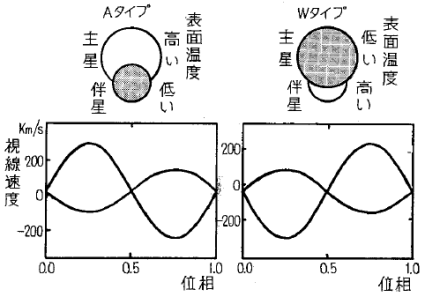
	Property	A	W
1	Spectral Type	Earlier (A–F)	Later (G–K)
2	Luminosity (L1)	Higher	Lower
3	Activity (Changes of Light Curve, Asymmetries of Maxima)	Moderate or Absent (Symetric)	Strong or Very Strong (almost Very System)
4	Mass– Ratio	Small 0.08–0.54	Larger 0.33–0.88
5	Degree of Contact (Fill Out Factor)	Envelope Slightly Thicker Than in W–Subtype	Shallow Envelopes
6	Temperature Compare	T1> T2	T1< T2
7	Mass Compare	m1> m2	m1< m2
8	Light Curve Shape	• Transit at Primary Minima. • Deeper Contact. • Langer Period. • Evolved	• Occultation at Primary Minima. • Shallow Contact. • Short Period. • Less Certain Unstable.

Fill out 小



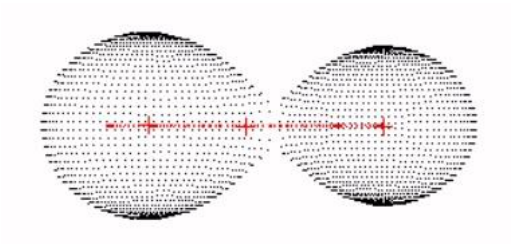


https://www.sciencephoto.com/keyword/roche-lobe

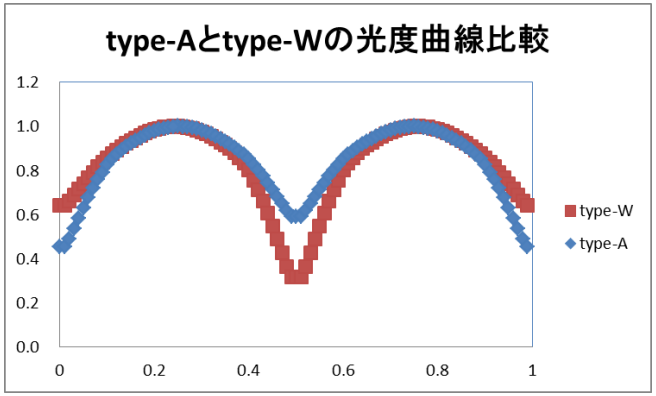


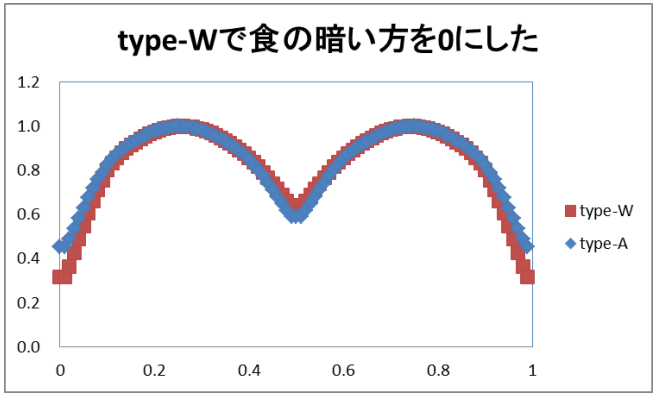
PHOTOMETRIC DATA ANALYSIS OF THE ECLIPSING BINARY SYSTEM AH TAURI
M.A.El-Sadek, N.S.Awadalla, Ahmed-Essam and M.A.Rassem
NRIAG Journal of Astronomy and Astrophysics, Special Issue, PP. 57 –67 , (2008)

Light curve合成でAとWを考える



q=0.7, fill out=0.2の連星で
T1,T2 を 6000,5500K と 5500,6000K に変えて光度曲線を作ってみる

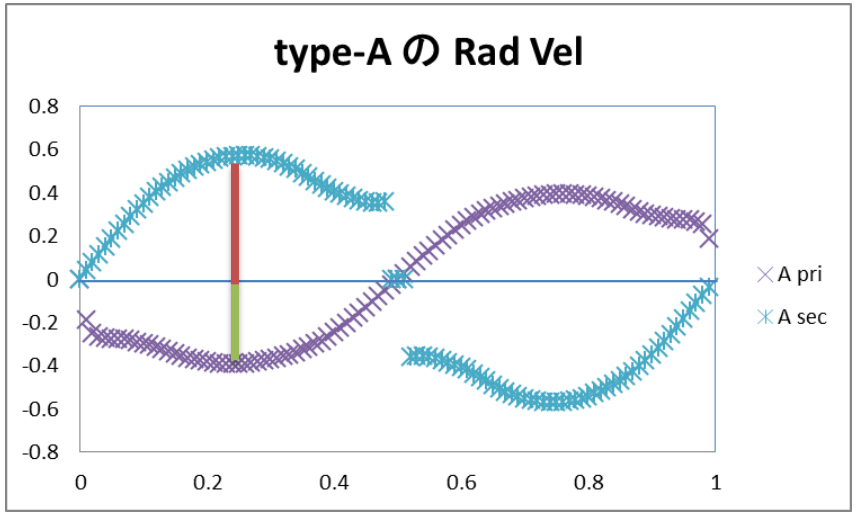


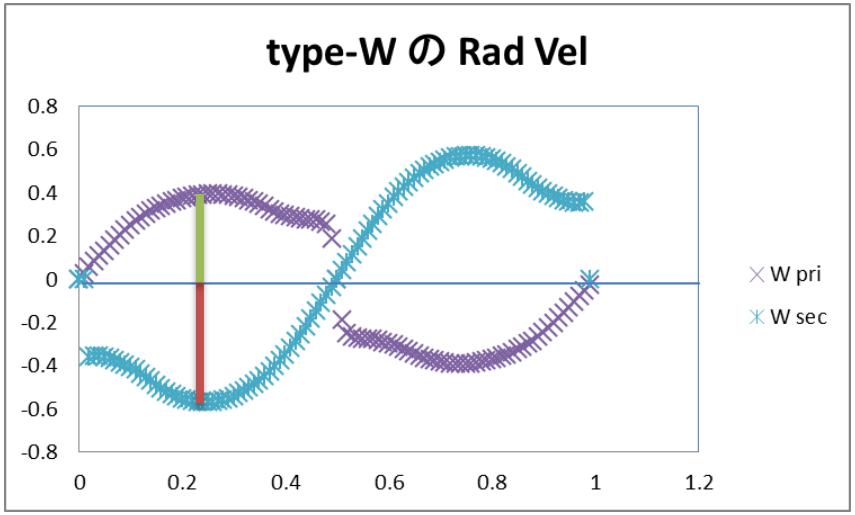


Type-Aは主極小が深く、副極小が浅い
Type-Wは主極小が浅く、副極小が深い
しかし、光度曲線は深い方を主極小とて描く

暗い方を主極小にした光度曲線
これではsub classを判定できない

視線速度





- このRV曲線は主極小を暗い方にした時のものです
- これならば明確にsub class判定できます
- LCとRVの両方が取得出来ればよいですが測光ほど簡単では無い
- ようするにRVの取得は出来ないと思ってsub class判定するようになる、、

RV無しで判定する

	Property	A	W
1	Spectral Type	Earlier (A-F)	Later (G-K)
2	Luminosity (L1)	Higher	Lower
3	Activity (Changes of Light Curve, Asymmetries of Maxima)	Moderate or Absent (Symetric)	Strong or Very Strong (almost Very System)
4	Mass- Ratio	Small 0.08-0.54	Larger 0.33-0.88
5	Degree of Contact (Fill Out Factor)	Envelope Slightly Thicker Than in W-Subtype	Shallow Envelopes
6	Temperature Compare	T1> T2	T1< T2
7	Mass Compare	m1> m2	m1>m2
8	Light Curve Shape	• Transit at Primary Minima. • Deeper Contact. • Langer Period. • Evolved	• Occultation at Primary Minima. • Shallow Contact. • Short Period. • Less Certain Unstable.

- 解：この表で検討する
  - なんとも曖昧さが
- Flatなら明確
  - type-A type-W
  - 主極小　金環　皆既
  - 副極小　皆既　金環
- 周期は
  - type-A　type-W
  - P>0.3day　P<0.5day

これも曖昧さが

- Binnendijk (1970) はEW型食連星をA typeとW typeに分けました
  - 高温接触連星：大きい方の成分星が高温：タイプA（A晩期 か F早期）周期 0.4-0.8　主星が50～100K高い
  - 低温接触連星：小さい方の成分星が高温：タイプW（F～Kの晩期）周期 0.22-0.4　伴星が200～300K高い

まとめ

- Light curveだけではsub class判定は難しい
  - 明確
    - RV curveが取得出来れば明確
    - 極小がFlatなら形状で判定できる
    - 早期か晩期か
    - 極端にqが大きい/小さい
  - 今一つハッキリしない
    - スペクトル判定がハッキリすればよい（境はFの早期/晩期なのでFは不確実）
    - 周期だけでは今一つハッキリしない
    - 質量比だけでもハッキリしない
  - RVが取得出来ない場合が大半なので総合的に判定するようになる