

太陽と同じ程度かそれ以下の質量をもつ天体では、星周円盤が消失してから主系列星に至るまでの間に差がある。この段階にある天体は**ポストTタウリ型星(PTTS)**という位置づけがされるが、実際に観測で見つかった数は非常に少ない。本研究では、Itoh(2024)で挙げられた散開星団のメンバーを可視分光観測してPTTSを探査した。リチウムとH α の吸収線をもとに、120個のPTTSを特定した。

ポストTタウリ型星

太陽程度の質量を持つ恒星は以下のように進化する。

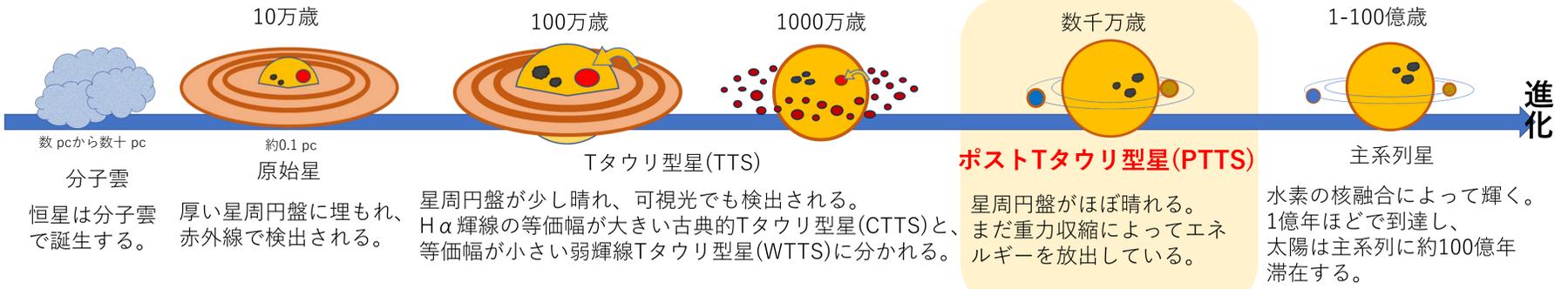


図1 恒星の進化過程

リチウム吸収線とH α 輝線の進化

生まれたばかりの天体は、元の分子雲と同量のリチウムを持つ。対流層が十分に厚い間は天体内部でリチウムの破壊が進む。天体の進化とともにリチウム量が減少するため、リチウムの吸収線は若い天体の目印になる。

恒星の光球部分からの放射では、H α 線は吸収線として現れる。星周円盤からの降着がある場合は、強いH α 輝線が現れる。PTTSでは吸収に埋もれて、彩層に由来する弱い輝線成分が観測される。

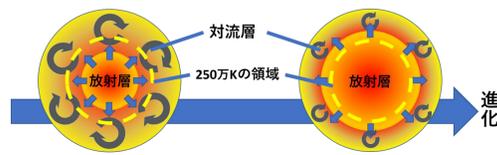


図2 天体の進化とリチウム量

対流層では、物質がかき混ぜられる。恒星が若く対流層が厚い間は、表面のリチウムは内部の高温領域で破壊され、減少が進む。

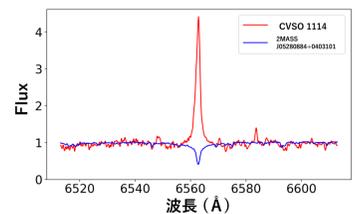


図3 H α 輝線(赤)と吸収線(青)

解析天体

本研究では、Gaia衛星のデータに基づいて選ばれた、OB型星と似た位置・運動を持つ**散開星団の候補天体**に着目した(Itoh 2024)。大質量星は寿命が短く、これと同時期に生まれた天体は同程度に若い。これらの星団メンバーにはPTTSが多数含まれていることが期待される。

本研究ではItoh(2024)の散開星団候補天体から、リチウムの吸収線を示しつつH α 線に弱い輝線成分を持つPTTSを探査する。

結果：LAMOST

LAMOST望遠鏡のアーカイブデータから、オリオン座の4星団のスペクトルを解析した。

図4は、スペクトルが得られた天体をGaiaDR3のデータを使って色等級図に乗せたものである。青はリチウムもH α 線も吸収線の星、赤はリチウムが吸収線H α が輝線の星を表し、点の大きさはH α 線の等価幅に比例する。リチウムが見えなかったものは、黒い点で表す。

H α 線は、高温の星で吸収線、低温の星で輝線として現れる傾向がみられた。

10-100Myrの等時曲線の間にも多くの星が存在する。

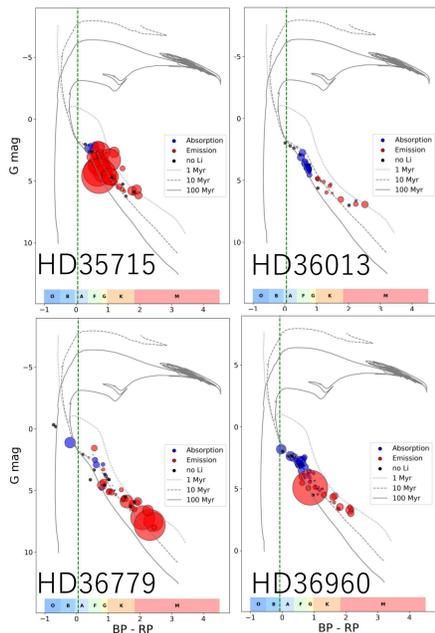


図4 各星団の色等級図とH α 線の等価幅

結果：MALLS

十分に近傍で観測可能な8星団の星は、西はりま天文台のなゆた望遠鏡と分光器MALLSで分光観測を実施した。

図6は、MALLSで観測した天体を色等級図に示したものである。観測でリチウムの吸収線が検出された天体は全て、H α 線がトータルで吸収線として検出された。

オリオン座の天体よりも、やや年老いた天体が多いことが分かった。



図5 なゆた望遠鏡とMALLS

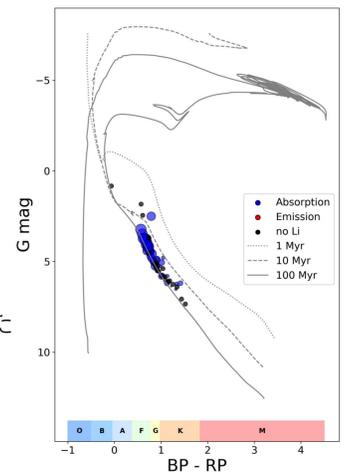


図6 なゆたで観測した天体の色等級図

結果：H α 線等価幅

H α 線が吸収として検出されたものは、標準星と等価幅を比較した。標準星は八木修論(2018)で使用されていたものを採用し、MILES (Medium resolution Isaac Newton Library of Empirical Spectra)のスペクトルを使ってH α 線の等価幅を測定した。

図7の実線は、標準星の等価幅を3次の多項式でフィッティングしたもの。標準偏差の2倍の範囲がグレーの領域で示されている。

図中で標準星よりも下側に外れた天体は、吸収の等価幅が小さい。これは、彩層輝線の成分が光球由来の吸収を埋めているためだと考えられる。

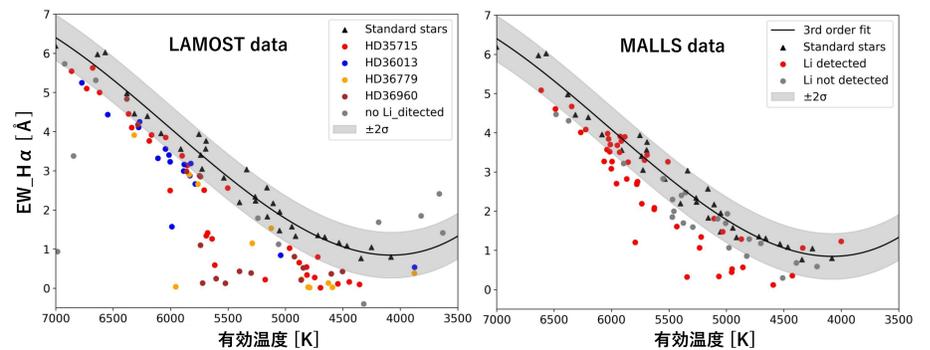


図7 観測天体のH α 吸収線等価幅 それぞれ、LAMOST(左図)とMALLS(右図)の観測データ。

まとめ

分光データを使って、Itoh(2024)の散開星団候補天体からPTTSを探査した。候補天体を色等級図に乗せ、多くの天体が10-100 Myrの間に位置することが分かった。

色等級図上でZAMSよりも若いところに位置し、リチウムとH α 線が吸収線を示すPTTSの候補天体を107個特定した。

表1 天体数のまとめ

H α 線	Li		PTTS	ZAMS
	なし	あり		
吸収線		35 天体	107 天体	18 天体
浅い吸収線	54 天体 (主系列星)	90 天体		
輝線		103 天体 (CTTS・WTTS)		