

○八木 恵 (yagi@nhao.jp)、伊藤洋一  
兵庫県立大学 西はりま天文台

従来、Young Stellar Object(YSO)の探査は主にH $\alpha$ 輝線や赤外超過を確認するという方法で行われてきた。しかし、YSOがもつ不規則変光も重要な特徴の1つである。そこで本研究では、カシオペア座とこぎつね座の銀河面の領域に存在する14等級より明るい恒星のうち、2MASSで赤外超過が見られ、KISOGPの観測により不規則な変光が見られる天体をYSO候補とした。西はりま天文台の2mなゆた望遠鏡に搭載された可視光中低分散分光器MALLSで分光観測を行い、31天体のうち10天体からH $\alpha$ 輝線を確認した。このうち4天体は古典的Tタウリ型星(CTTS)、6天体は弱輝線Tタウリ型星(WTTS)だと考えられる。さらに、年齢と質量を求めたところ、CTTSは1.2~1.3 M $_{\odot}$ で100~500万歳、WTTSは1.1~2.0 M $_{\odot}$ 、100~1000万歳であると推定された。最後に、同定したYSOは天体の持つ固有運動から誕生位置を推定した。

## 1. 導入と目的

生まれたばかりの若い星はYoung Stellar Object (YSO)と呼ばれ、主系列星の前段階にあたる。YSOには3つの特徴がある。1つ目は中心星の黒点や円盤から中心星への質量降着に由来する**不規則な変光**が見られること。2つ目は円盤から中心星へ水素ガスが落ち込むことにより**H $\alpha$ 輝線**が出ること。3つ目は円盤中の塵により、赤外の領域でスペクトル強度が強くなること**(赤外超過)**である。

従来、YSOの探査は主にH $\alpha$ 輝線や赤外超過を確認するという方法で行われてきた。しかし、不規則変光もYSOの重要な特徴の1つである。

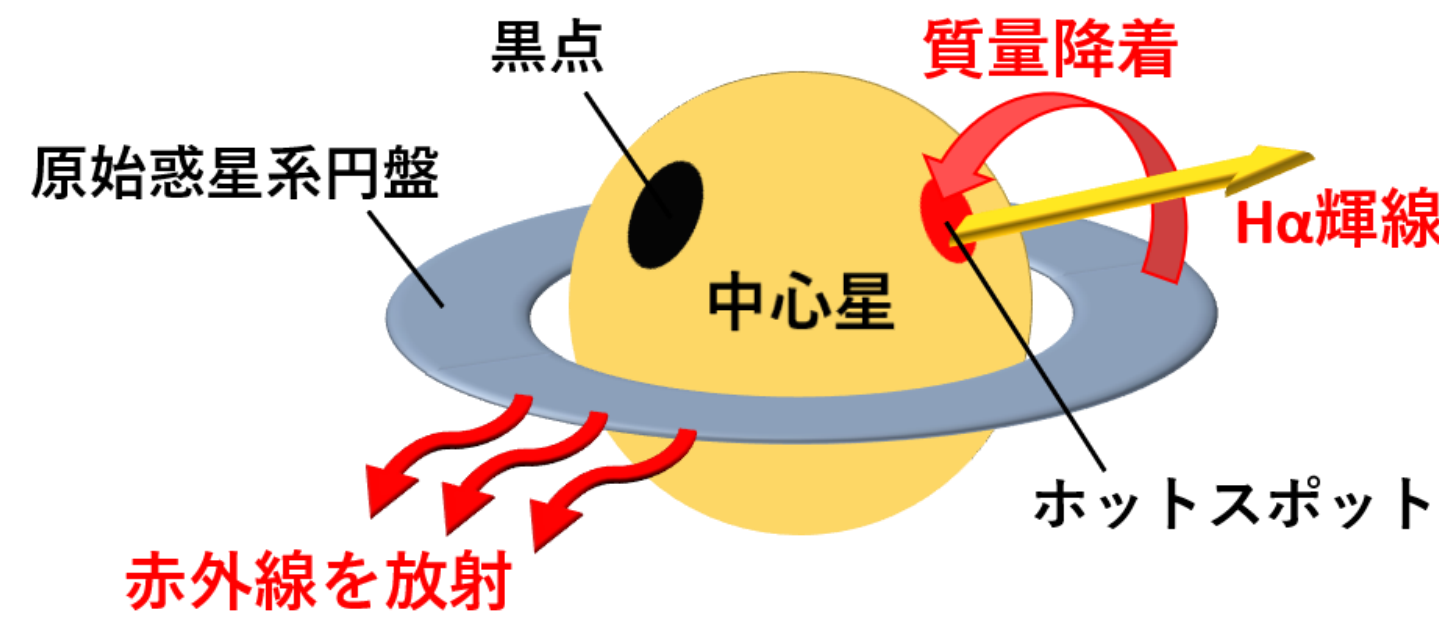


図1: YSOの模式図

本研究では、**不規則変光**という特徴からYSO候補天体を選び、分光観測することで**未知のYSO**を探査する。

## 2. YSO候補天体の選択

カシオペア座及びこぎつね座の銀河面に沿って2 $\times$ 2度の17領域(図3、4)を設定した。その領域内に存在する天体のうち、2MASSで**赤外超過**を起こし、KISOGP (KWFC Intensive Survey of the Galactic Plane)の観測により**不規則な変光**が見られる約1500天体をYSO候補天体とした。そのうち、14等よりも明るく、まだYSOと知られていない**70天体**を本研究の観測天体とした。

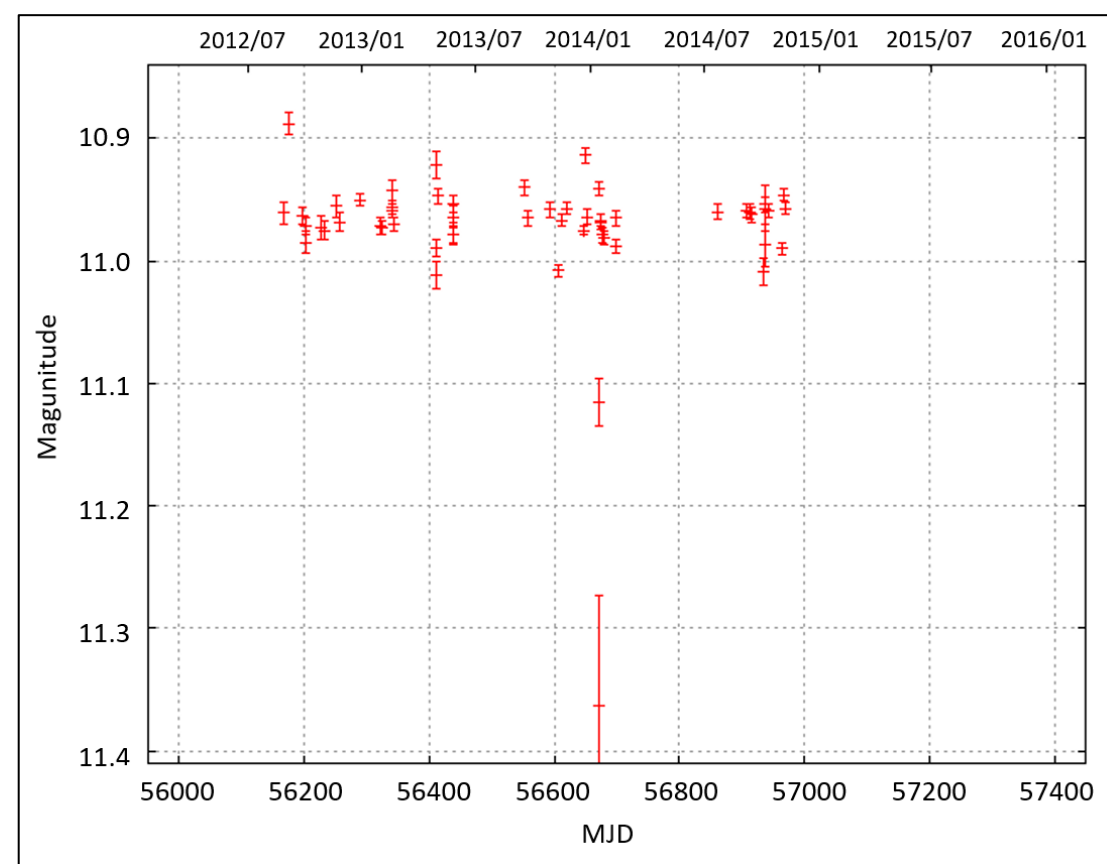


図2: KISOGPのライトカーブ

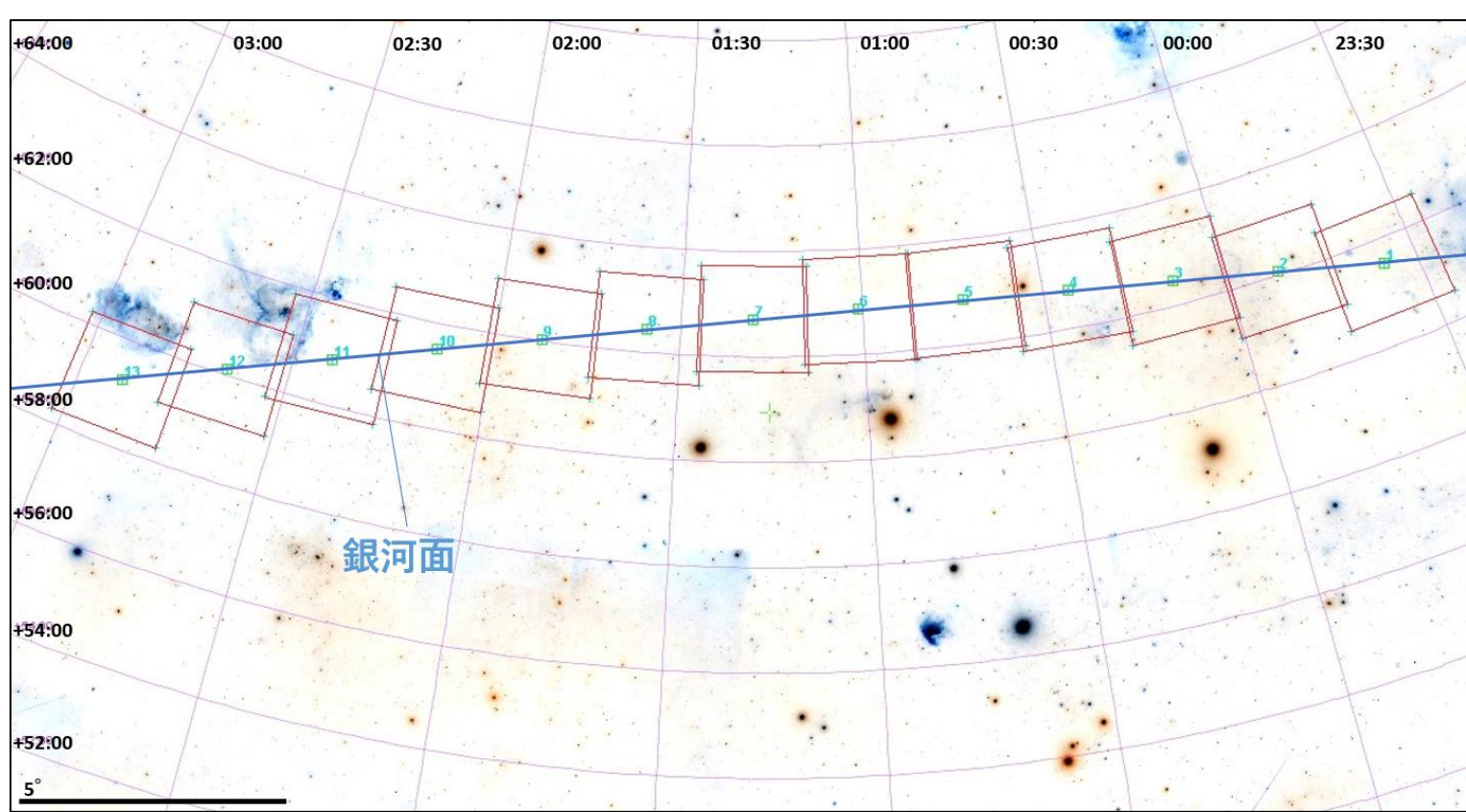


図3: YSO候補天体の抽出を行ったカシオペア座の領域

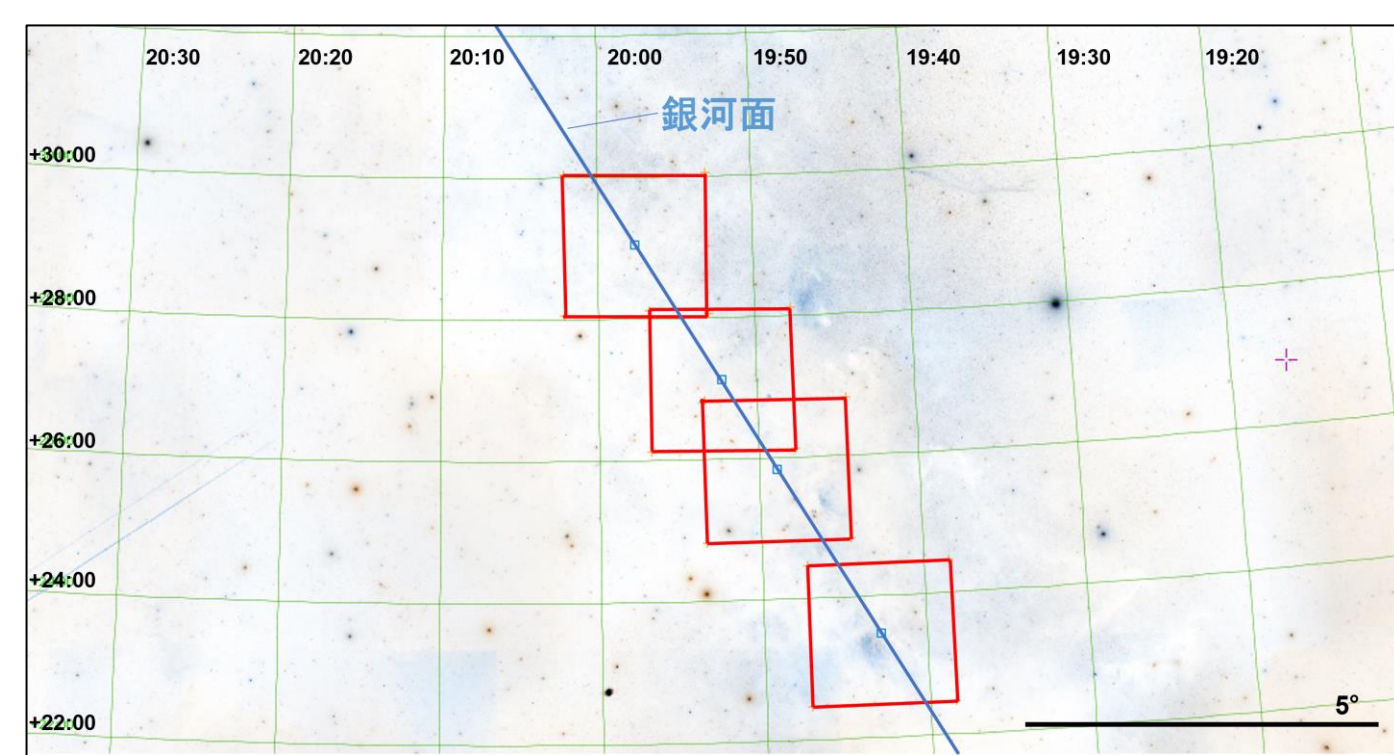


図4: YSO候補天体の抽出を行ったこぎつね座の領域

## 3. 観測と解析

### 3.1 観測

YSO候補天体の分光観測を行い、H $\alpha$ 輝線の有無を調べた。

望遠鏡 : なゆた望遠鏡 (主鏡: 2 m)  
観測装置 : 可視光中低分散分光器 MALLS  
観測波長域: 4750~9500 Å  
波長分解能: R~600  
スリット幅: 1.2 arcsec  
回折格子 : 150 l/mm  
積分時間 : 300 s  
観測日 : 2020年10月~2021年1月の9夜  
2021年7月~8月の3夜



図5: なゆた望遠鏡

### 3.2 解析

画像処理ソフトIRAFを用いた。解析の手順を以下に示す。

- ① オーバースキャン除去
- ② ダーク減算
- ③ トリミング
- ④ フラット補正
- ⑤ コンパリソンフレームの波長較正
- ⑥ ゆがみ補正
- ⑦ 天体フレームの波長較正
- ⑧ スカイの修正
- ⑨ スペクトルの抽出

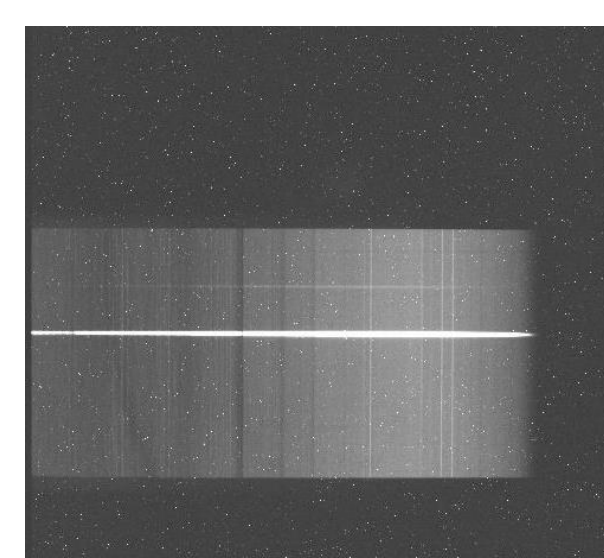


図6: 生画像

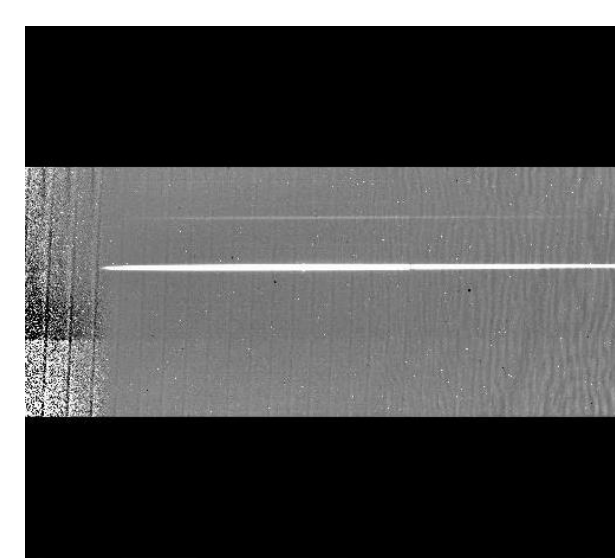


図7: スカイ修正後

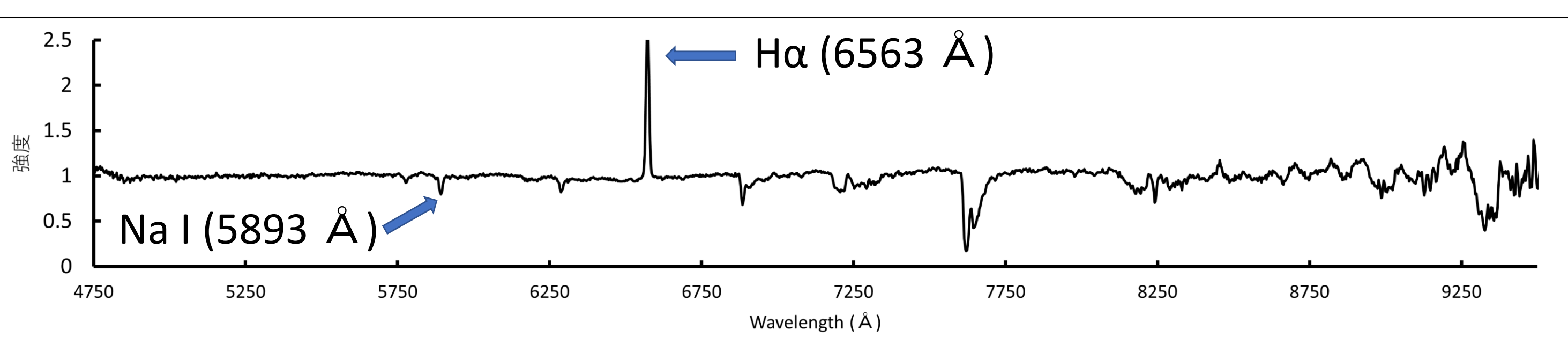


図8: H $\alpha$ 輝線が見られた天体のスペクトル

## 4. 結果と考察

### 4.1 分光観測によるYSOの同定

分光観測を行った31天体のうち10天体からH $\alpha$ 輝線を確認した。このうち4天体はH $\alpha$ 輝線の等価幅が10 Å以上で、古典的Tタウリ型星(CTTS)だと考えられる。残り6天体はH $\alpha$ 輝線の等価幅が10 Å未満で、弱輝線Tタウリ型星(WTTS)だと考えられる。

表1: 観測天体の内訳

| 領域     | 観測天体数 (天体) | CTTSの天体数 (天体) | WTTSの天体数 (天体) |
|--------|------------|---------------|---------------|
| カシオペア座 | 21         | 3             | 5             |
| こぎつね座  | 10         | 1             | 1             |

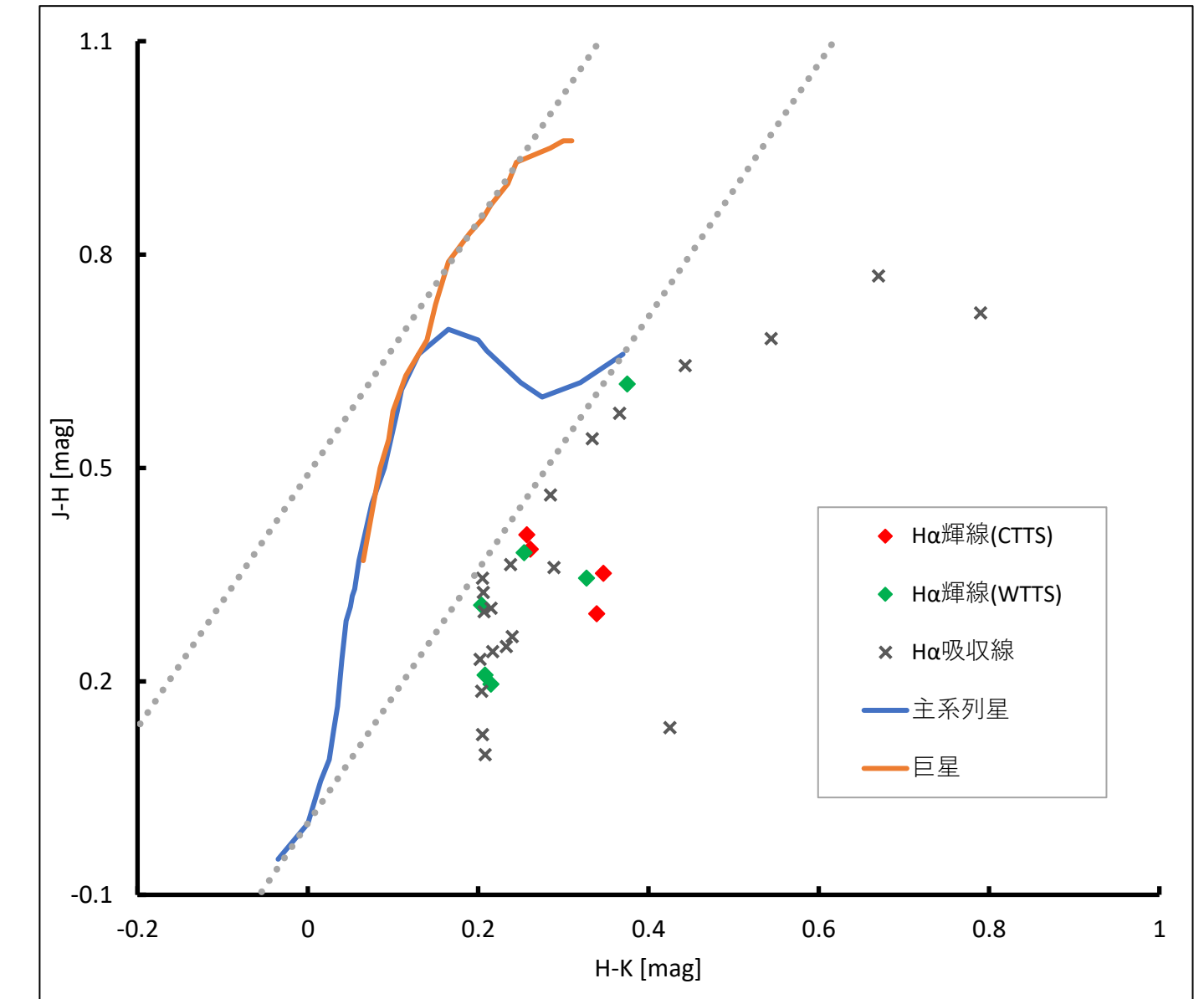


図9: 観測した天体の二色図

### 4.2 天体の表面温度の推定

標準星のNa I吸収線(5893 Å)の等価幅と温度の関係を用いて、カシオペア座の領域のYSOの表面温度を見積もった。

表2: 同定したYSOの等価幅と表面温度

|      | 名称               | H $\alpha$ EW(Å) | Na I EW(Å) | 温度(K) |
|------|------------------|------------------|------------|-------|
| CTTS | TYC 4280-1265-1  | -34.1            | 3.7        | 5000  |
|      | TYC 4280-14-1    | -16.2            | 4.0        | 4900  |
|      | IRAS 23295+6016  | -23.5            | 4.3        | 4800  |
| WTTS | 23300864+6037336 | -1.8             | 4.3        | 4800  |
|      | BD+62 89         | -3.7             | 1.9        | 5300  |
|      | LS I +62 99      | -7.5             | 2.2        | 5200  |
|      | V* V1315 Cas     | -7.5             | 2.8        | 5100  |
|      | 00475721+6231517 | -6.4             | 1.9        | 5300  |

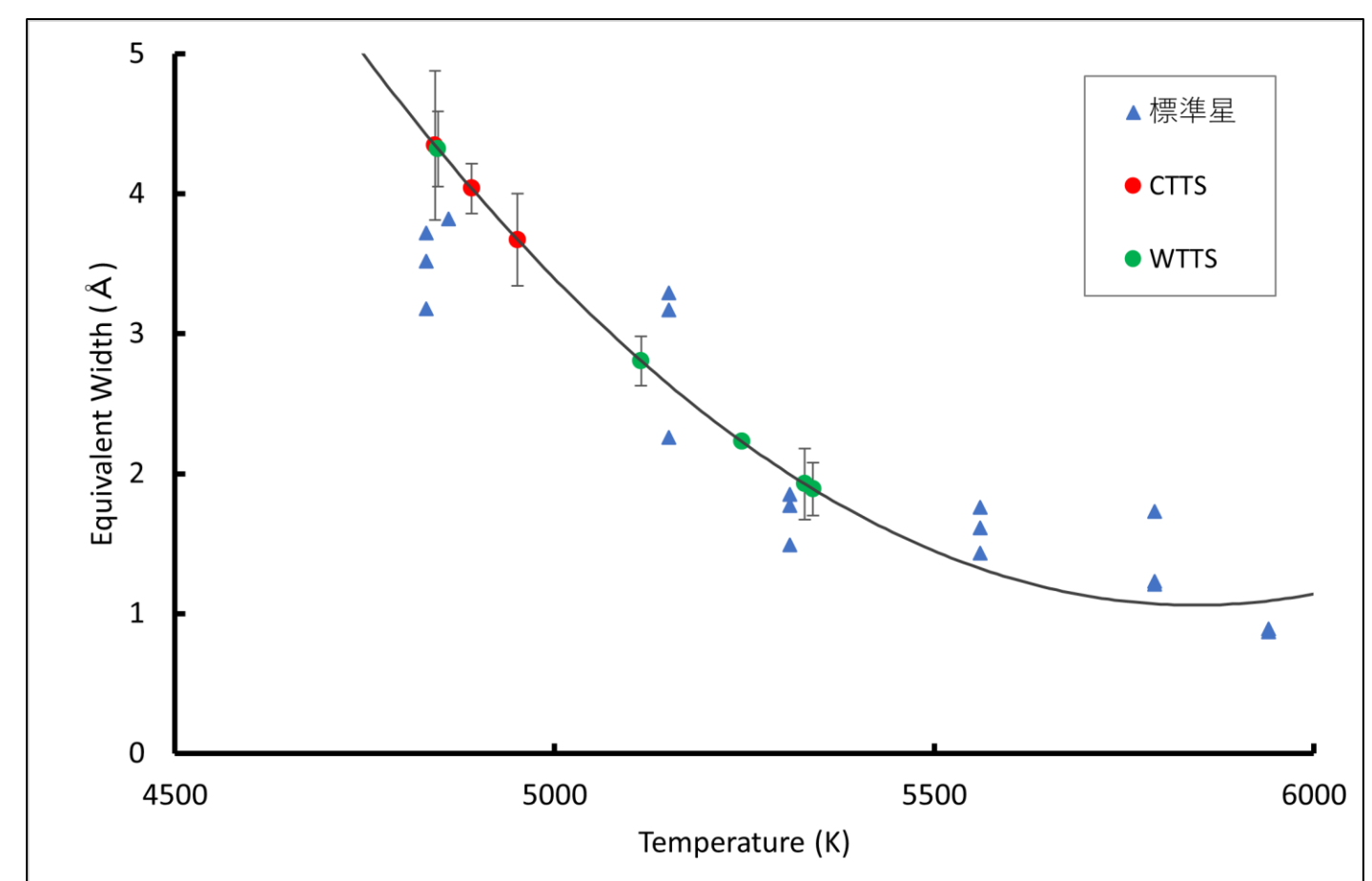


図10: Na I吸収線の等価幅の温度依存性と本研究のYSO天体

### 4.3 天体の質量と年齢の推定

同定したYSOの年周視差をGaiaより取得し、天体までの距離、絶対等級を求め、YSOの光度を計算した。求めた光度と温度を用いて、天体をHR図に載せ、進化トラックと比較し、同定したYSOの質量と年齢を決定した。

表3: 同定したYSOの質量と年齢

|      | 名称               | 距離 (kpc) | 質量 (M $_{\odot}$ ) | 年齢(year)                   |
|------|------------------|----------|--------------------|----------------------------|
| CTTS | TYC 4280-1265-1  | 2.4      | 1.3                | 5 $\times$ 10 <sup>6</sup> |
|      | TYC 4280-14-1    | 3.4      | 1.2                | 1 $\times$ 10 <sup>6</sup> |
|      | IRAS 23295+6016  | 2.7      | 1.2                | 5 $\times$ 10 <sup>6</sup> |
| WTTS | 23300864+6037336 | 3.1      | 1.1                | 1 $\times$ 10 <sup>7</sup> |
|      | BD+62 89         | 2.9      | 2.0                | 1 $\times$ 10 <sup>6</sup> |
|      | LS I +62 99      | 5.0      | 2.0                | 1 $\times$ 10 <sup>6</sup> |
|      | V* V1315 Cas     | 1.4      | 1.4                | 5 $\times$ 10 <sup>6</sup> |
|      | 00475721+6231517 | 2.2      |                    | 判定不能                       |

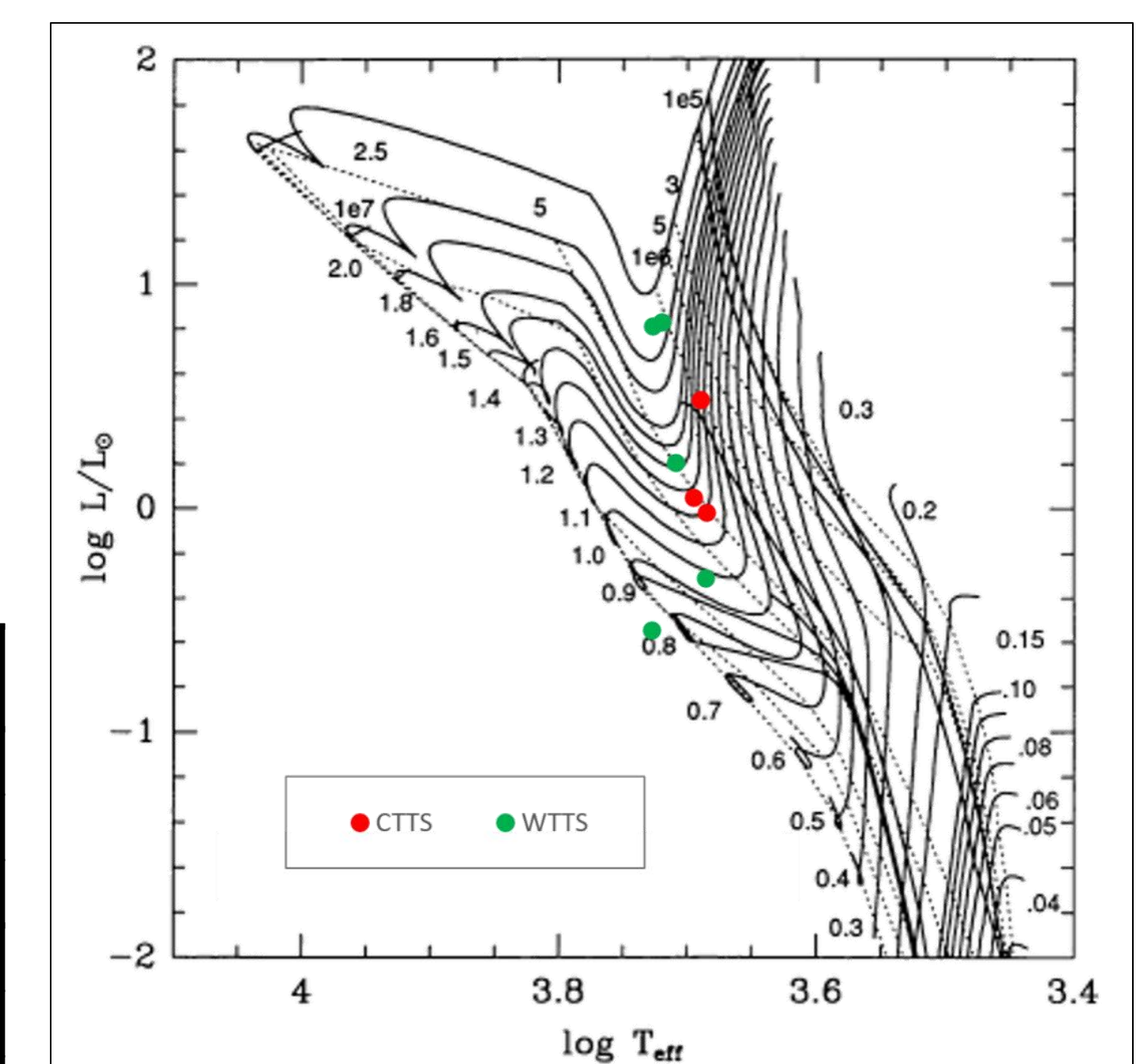


図11: 進化トラック (D'Antona & Mazzitelli 1994) に重ねた本研究のYSO天体

### 4.4 天体が誕生した位置の推定

年齢を決定した1天体について、天体の固有運動から誕生した位置を推定した(図12)。Gaiaが求めた固有運動による天体の移動(青破線)と銀河回転による移動(緑破線)のベクトルの差(赤線)を求めた。図中の赤丸は4.3で求めた年数分遡った時の誕生推定位置、青丸は3倍の年数分遡った時の誕生推定位置を示す。

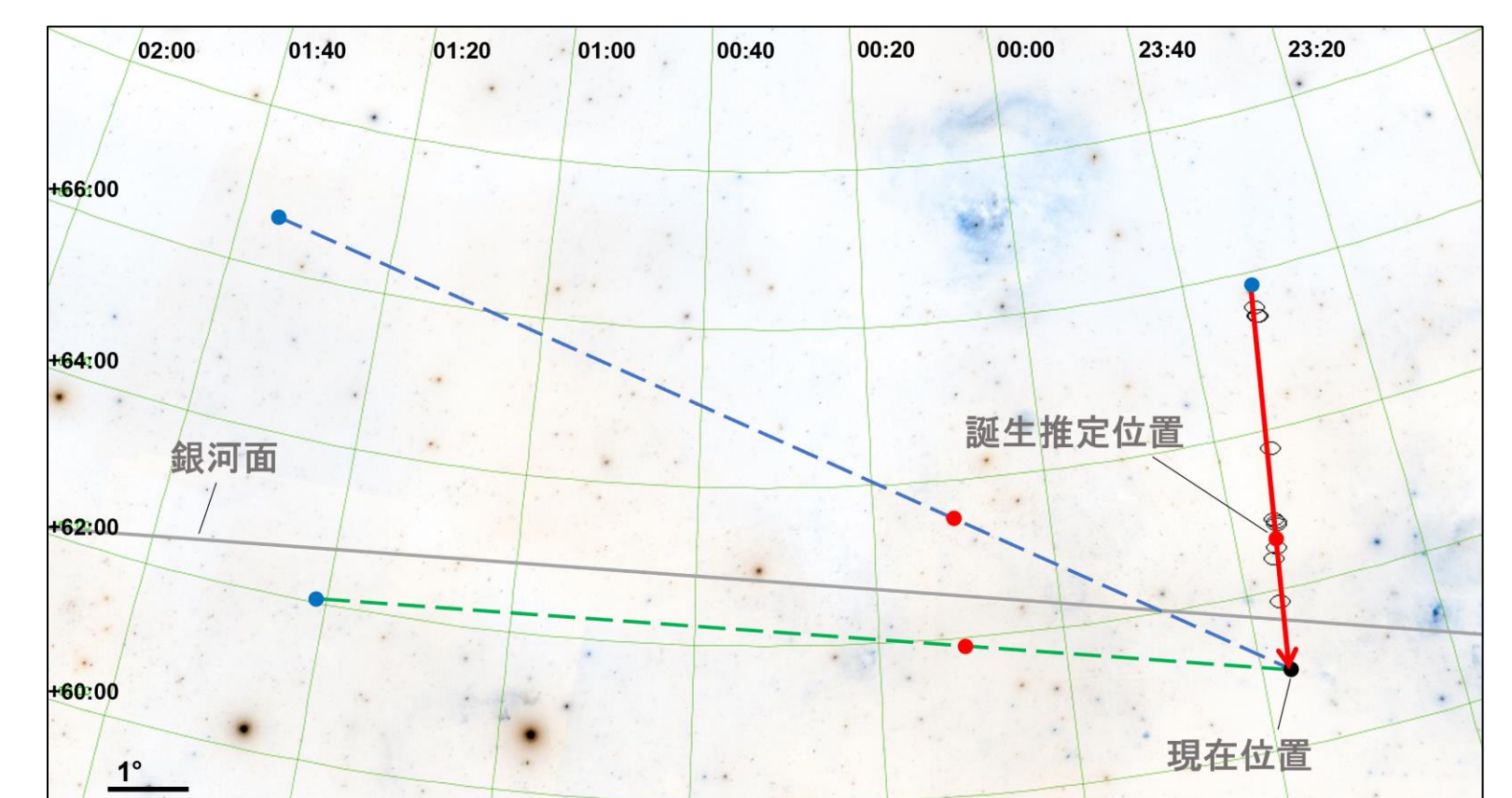


図12: 天体の固有運動と誕生位置

天体が移動したと推定される直線から5分以内の位置には、分子雲が10天体存在する(図中の黒楕円)。今後はそれらの分子雲の距離を調べ、本研究で同定したYSOが誕生したと推定される分子雲を検討する。また、残りの天体でも同様の推定を行う。

## 5. まとめ

- 赤外超過と不規則変光を起こしている天体の分光観測を行い、未知のYSOを10天体発見した
- 天体の固有運動から天体の誕生位置を推定した