

星形成概論

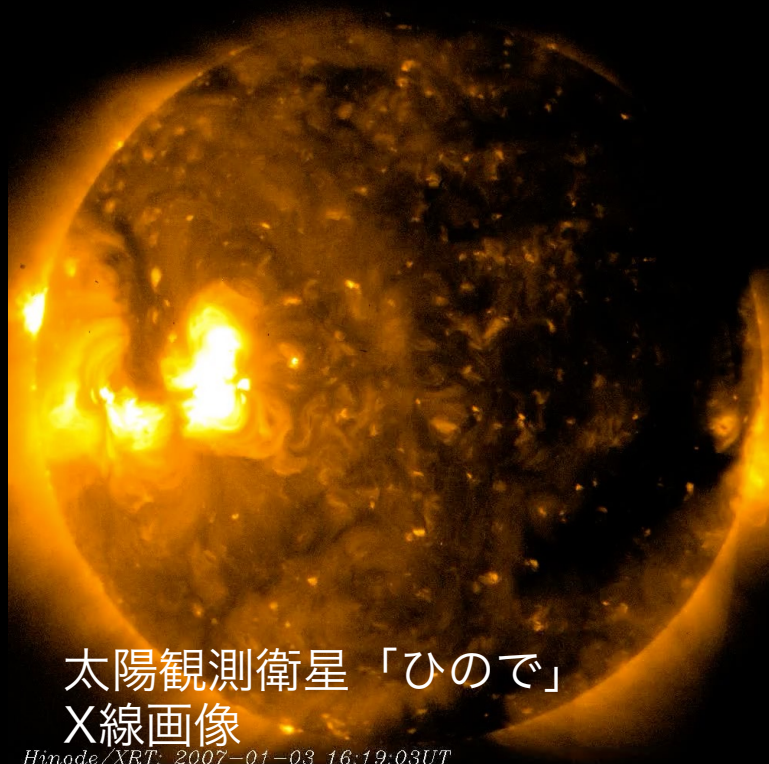
松本倫明（法政大学人間環境学部）

星形成

- 星形成：ガス雲から星を作る。副産物で惑星形成
- 分子雲・暗黒星雲
 - 水素分子(H₂)が主成分、周囲は水素原子(H)ガス
 - 温度: 10K, 黒体輻射: 0.3mm
 - H 70%, He 30%, 星間塵 1% (質量比)、H 90%, He 10% (個数比)
 - 星間塵 (ダスト)
 - ・ 固体微粒子 (1 μm以下)、岩石、氷、
 - ・ シルエット
- 星形成
 - 分子雲コア (電波) → 重力収縮 → 原始星 (赤外線) → Tタウリ型星 (可視光線) → 主系列星
- 惑星形成
 - 原始惑星系円盤で惑星が形成
 - ダストの沈殿・合体成長 → 微惑星 → 岩石惑星
 - ガスの捕獲 → 巨大ガス惑星
 - 細かい話はよくわかってない。

星雲（オリオン座大星雲）

恒星（太陽）



ハッブル宇宙望遠鏡
可視光線画像

太陽観測衛星「ひので」
X線画像
Hinode/XRT: 2007-01-03 16:19:03UT

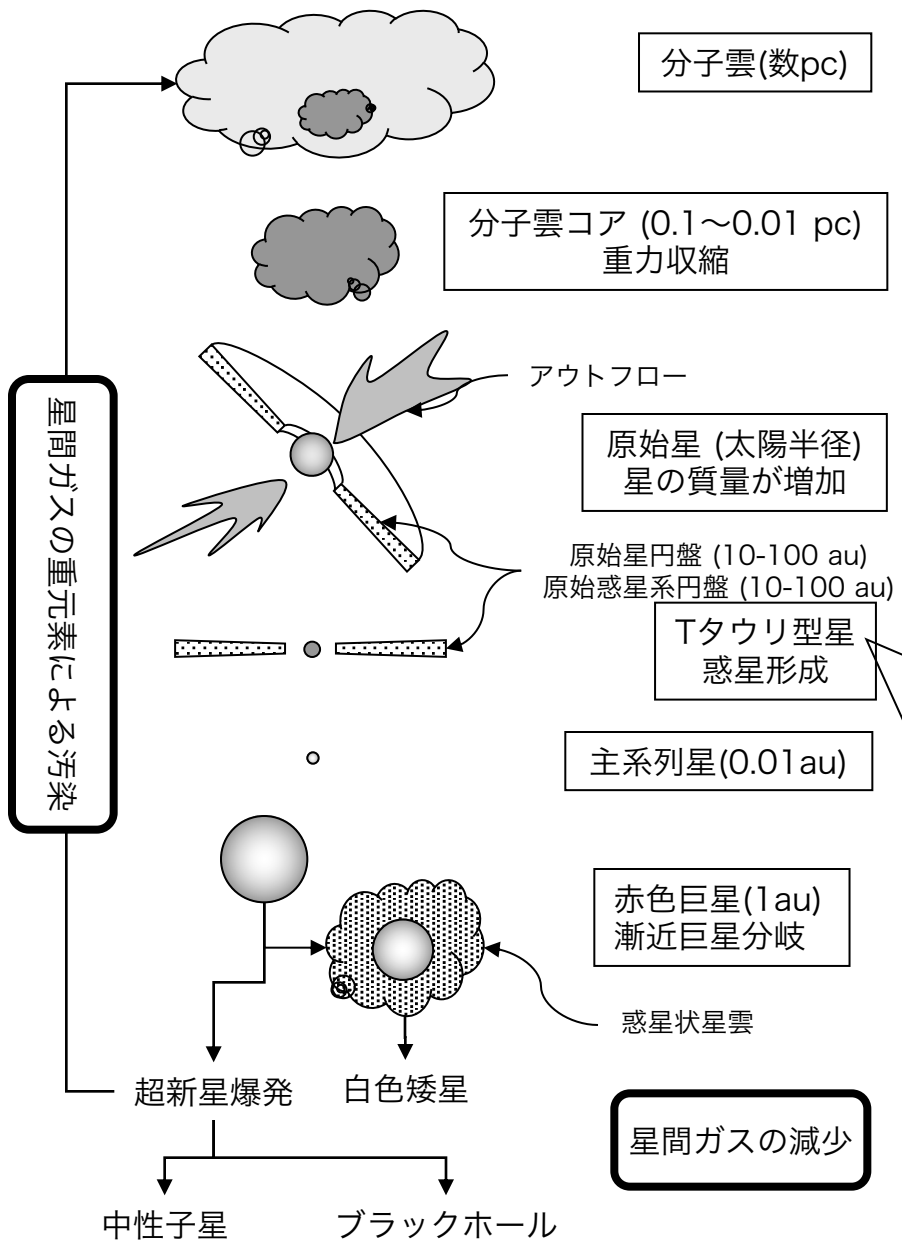
水素



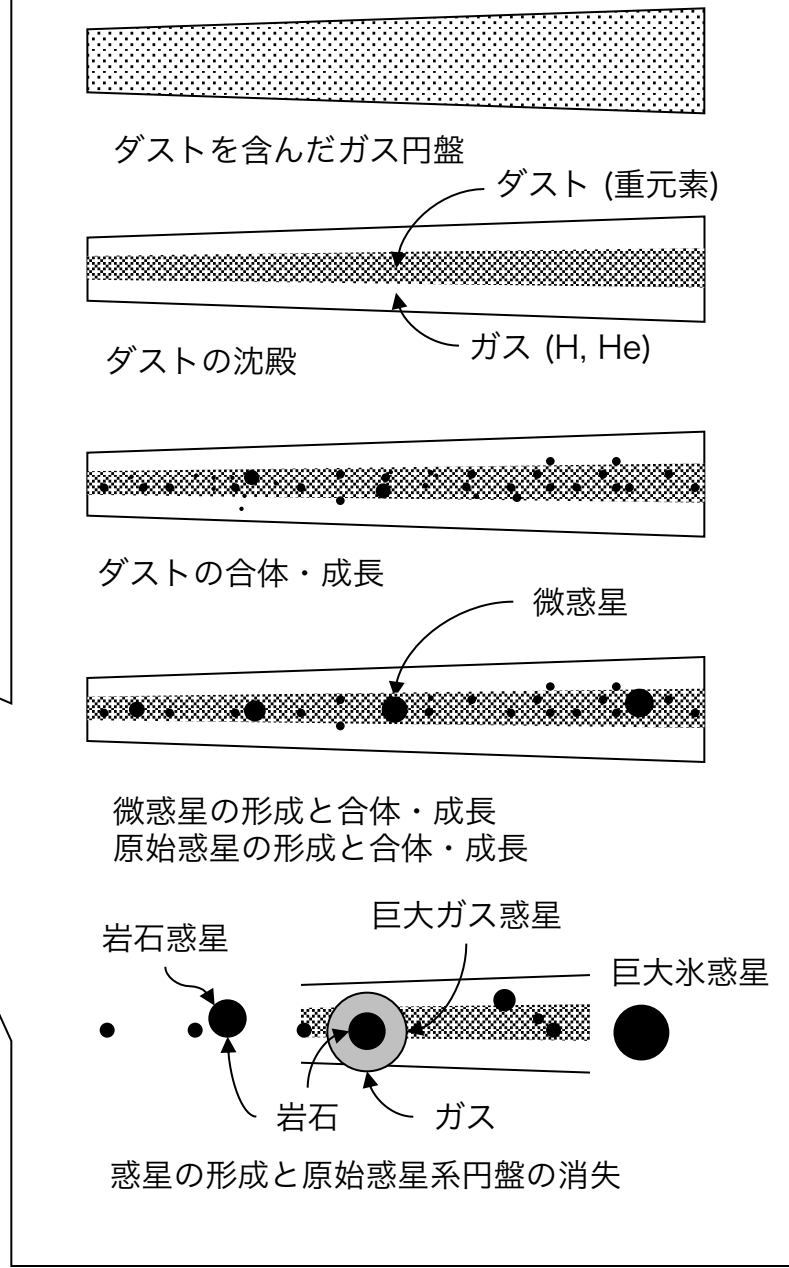
水素

集まる

恒星の形成と進化



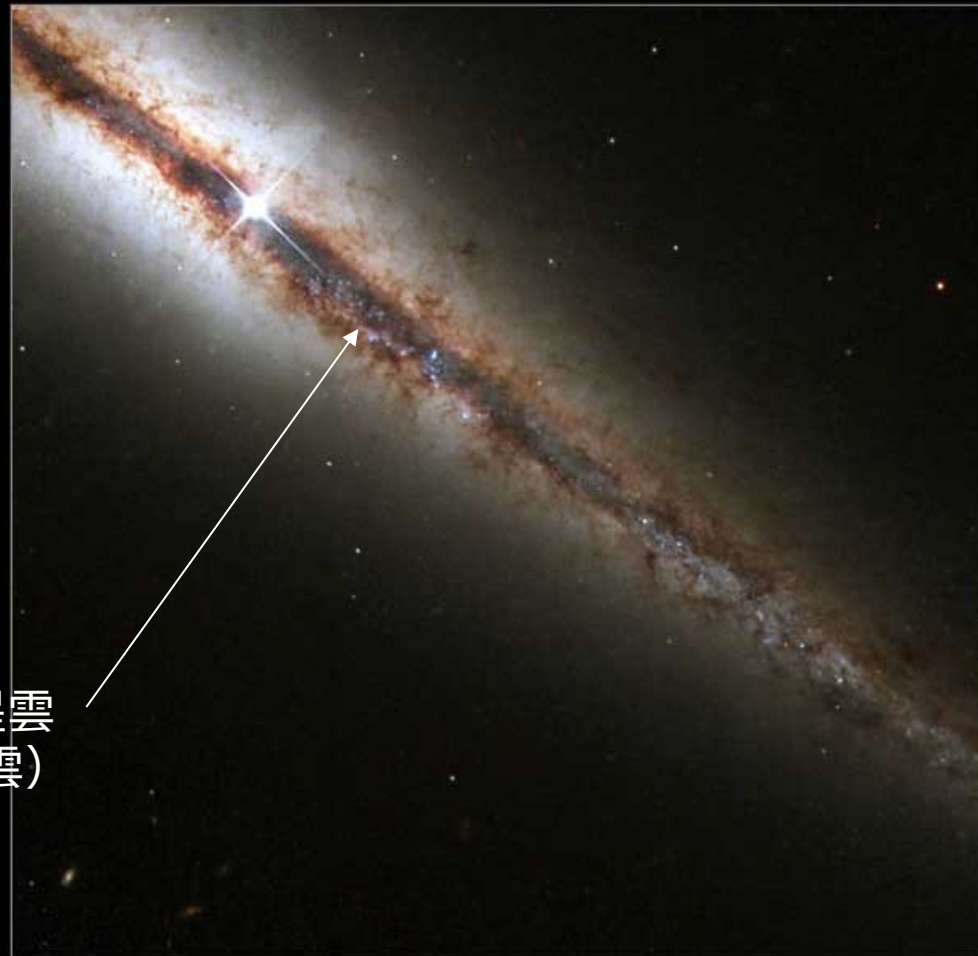
惑星形成



南半球からみた天の川(銀河系の中心方向)

天の川と系外銀河

Edge-On Galaxy NGC 4013



暗黒星雲
(分子雲)

Hubble
Heritage

広角カメラレンズ(タムロン f=24mm, F2.5, 絞りF4), 赤道儀:ピクセン GPガイドバック
フィルム:コダック PORTRA 400 VC (2倍増感), 露出時間:9分
撮影日時:2001年6月18日, 24時07分(UT), 撮影場所:南アフリカ共和国, クルーガー国立公園

撮影: 福島英雄

Hideo Fukushima

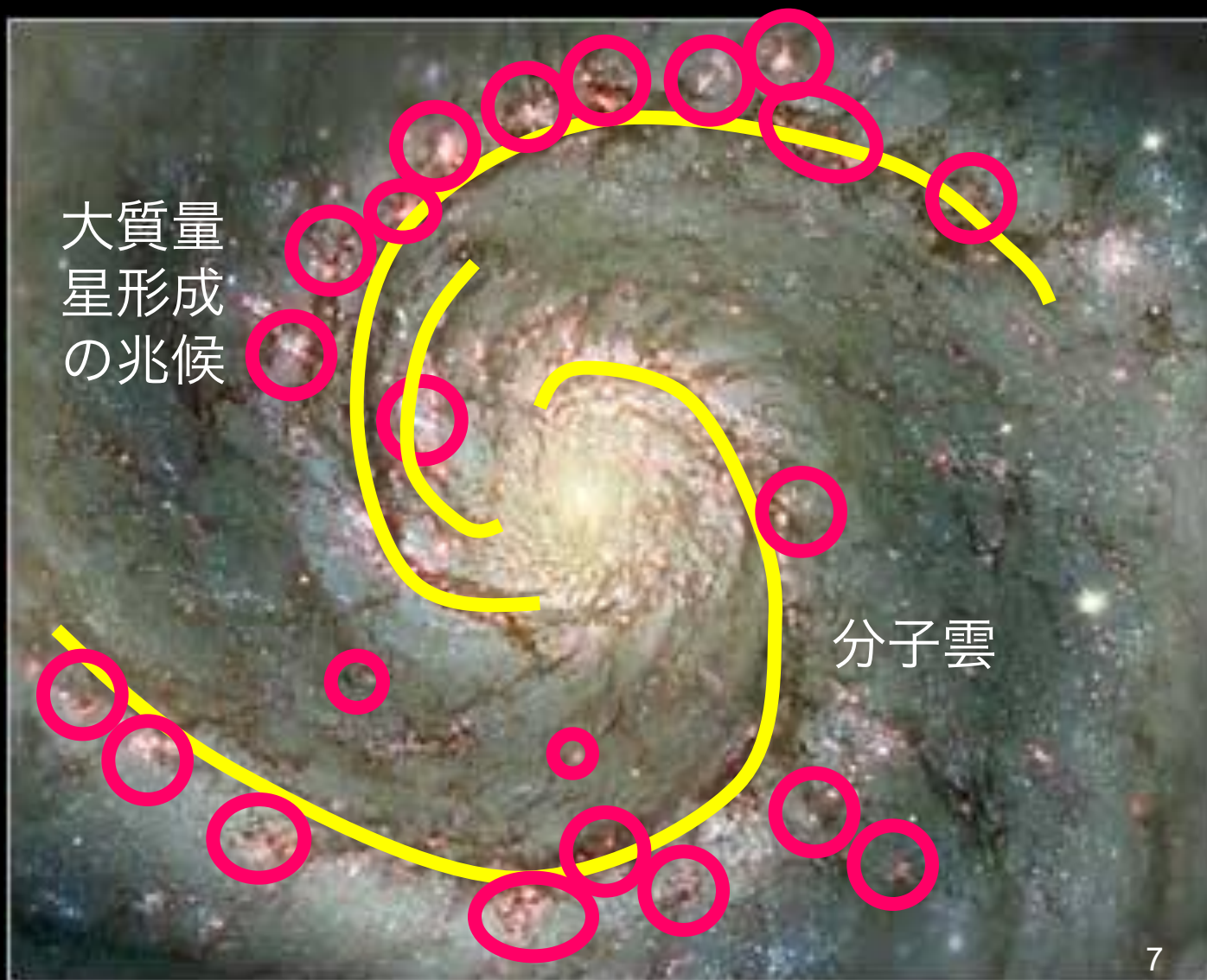
NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)
Hubble Space Telescope WFPC2 • STScI-PRC01-07

渦巻銀河における星形成 M51



渦巻銀河における星形成 M51


大質量星の形成
紫外線を放射
周囲のガスを電離
赤い星雲



オリオン大星雲（可視光＋近赤外線）

大質量星からの紫外線が周囲のガスを電離
HII領域を形成





「暗黒」星雲は光らない。

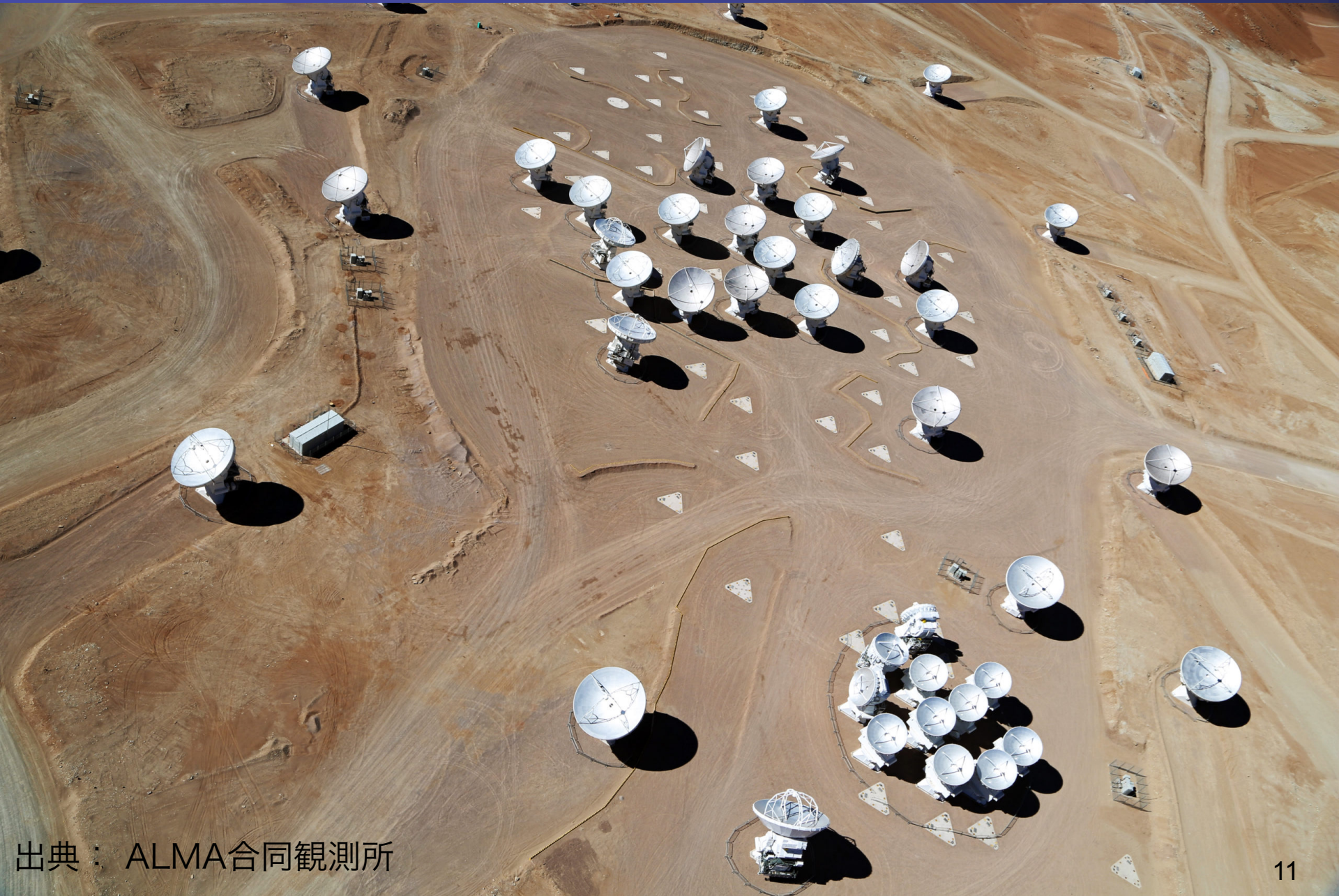
おうし座暗黒星雲の一部 IC2087付近、リング付近
Handbook of Star Forming regions

でも電波を放射する。



国立天文台 野辺山 4.5 m 宇宙電波望遠鏡

ALMA 望遠鏡 (電波干涉計)



Taurus filament B211, B213



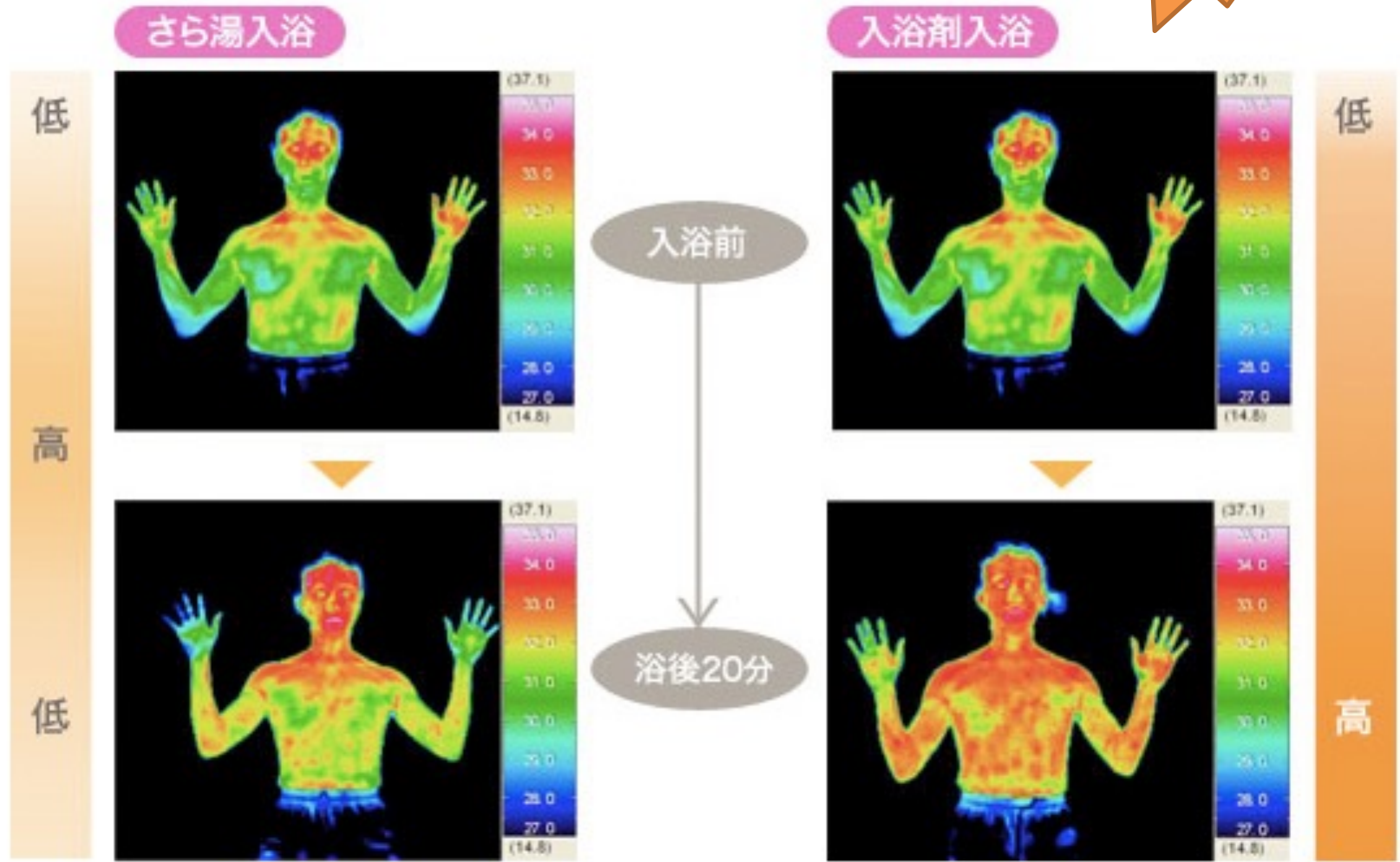
DSS2 (可視光)

APEX (電波ダスト連続波)

(例) ヒトは赤外線を放射する。



41°Cのお湯に5分間入浴後、皮膚表面温度を測定しました。



おうし座暗黒星雲 地上・可視光



おうし座暗黒星雲（可視光）

小質量星形成領域

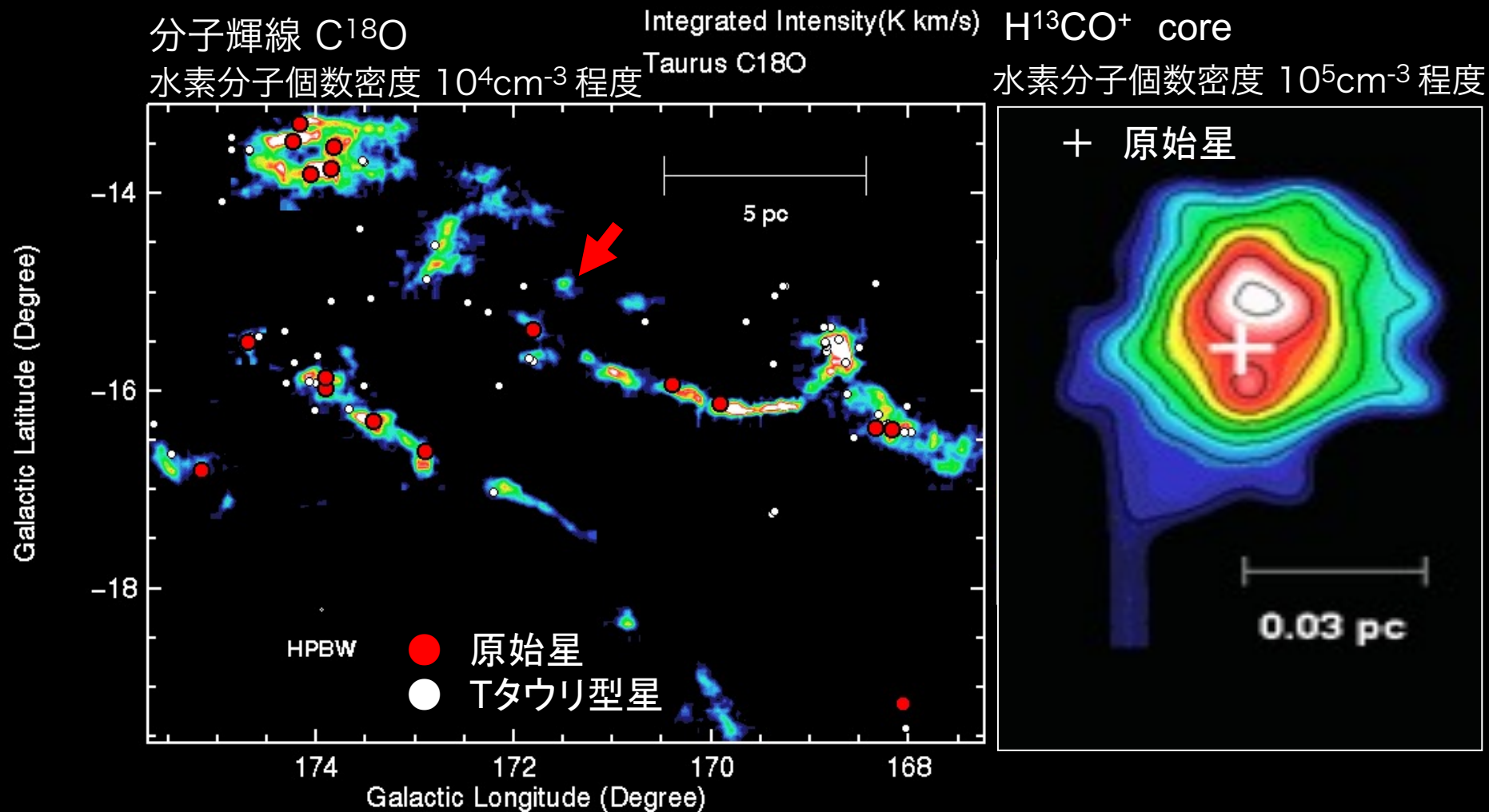
Barnard 7

B209

B211

おうし座分子雲と分子雲コア

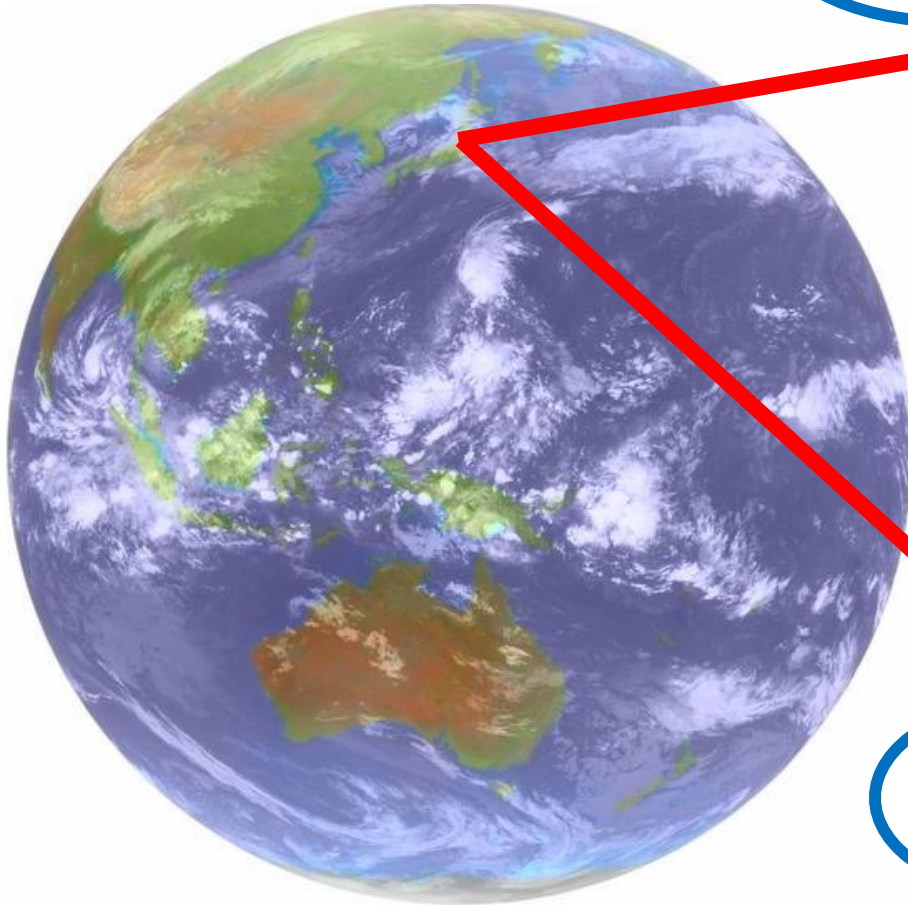
名古屋大学 NANTEN



分子雲コア

-5

ファーストコア



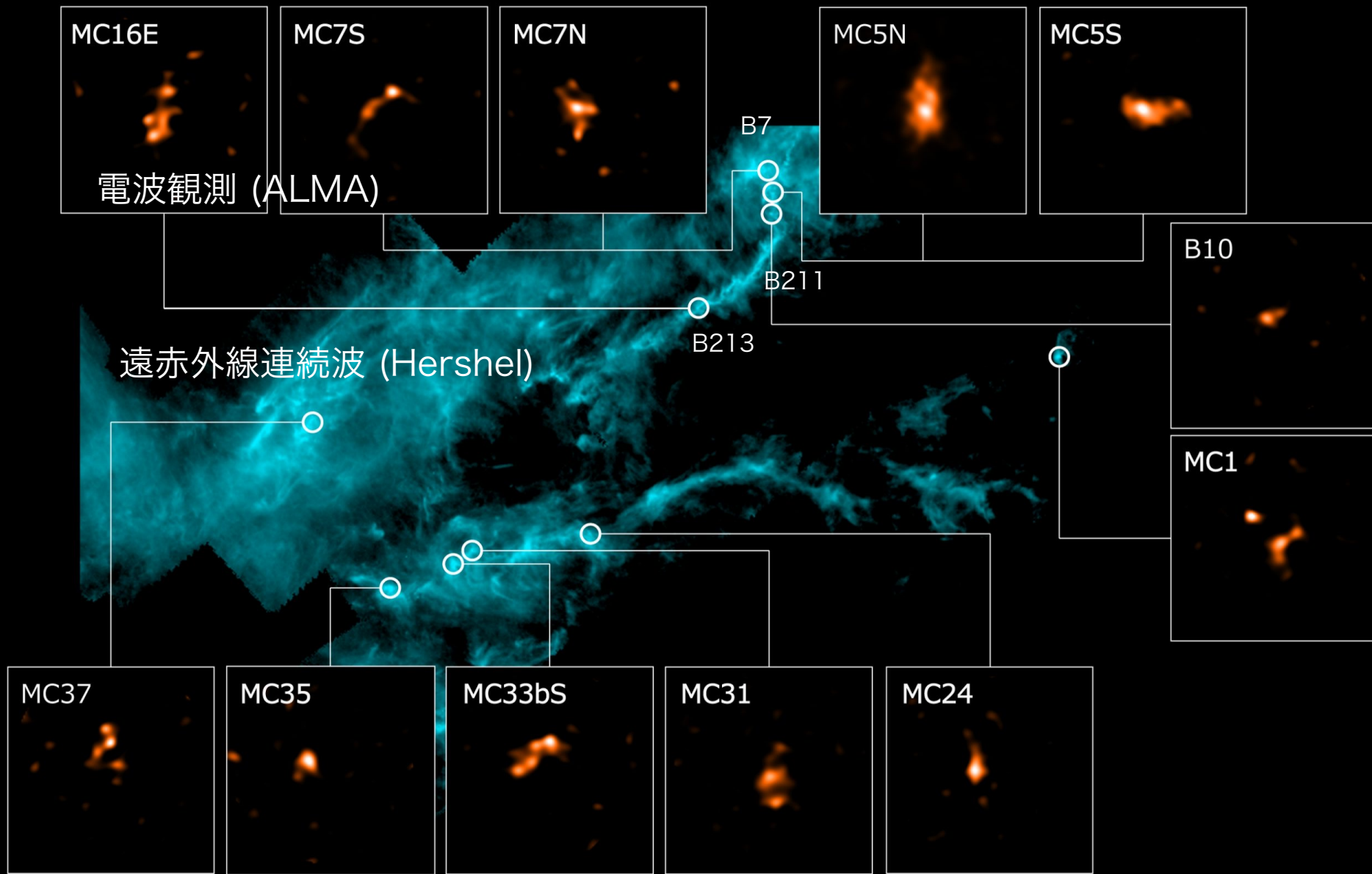
-2



分子雲コアから原始星の形成
スケールの比較

セカンドコア (原始星)

おうし座分子雲で観測されたファーストコア候補天体（原始星直前の天体）

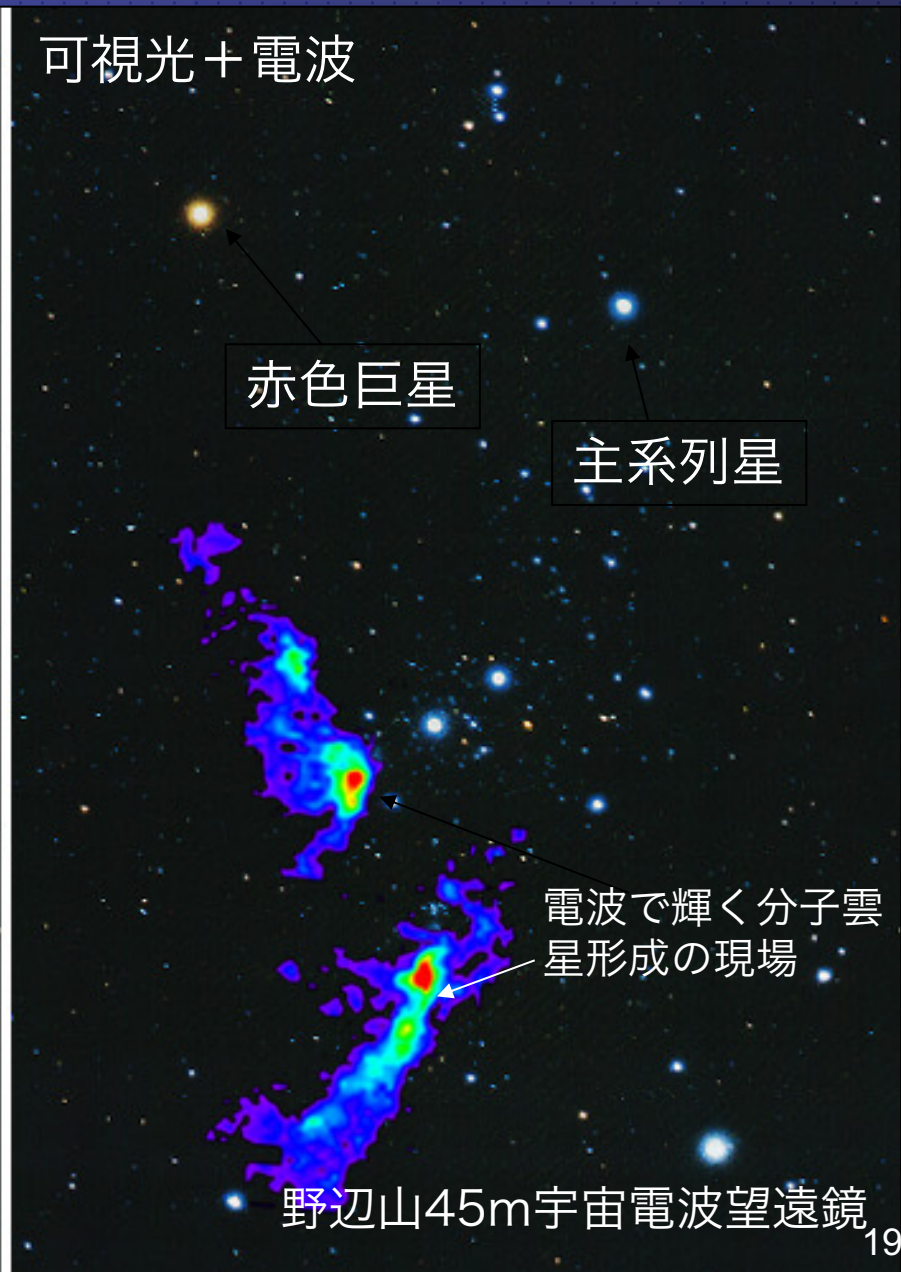


星形成 オリオン座領域

可視光



可視光 + 電波



星形成領域オリオン大星雲へズーム



Proplyds



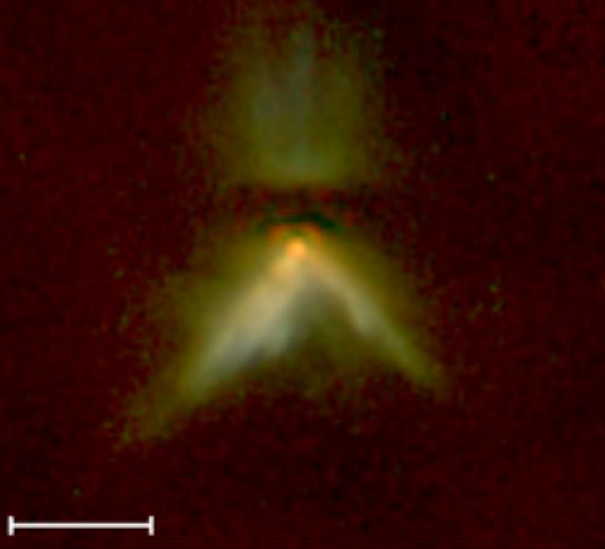
HST

Tタウリ型星・原始星 (HST, 近赤外)

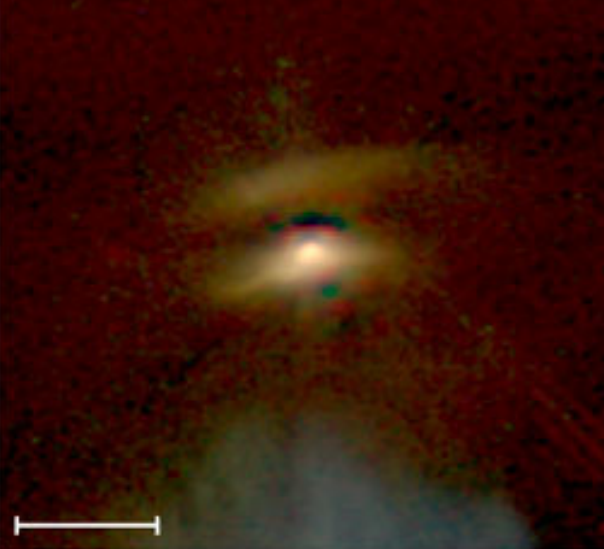
CoKu Tau1



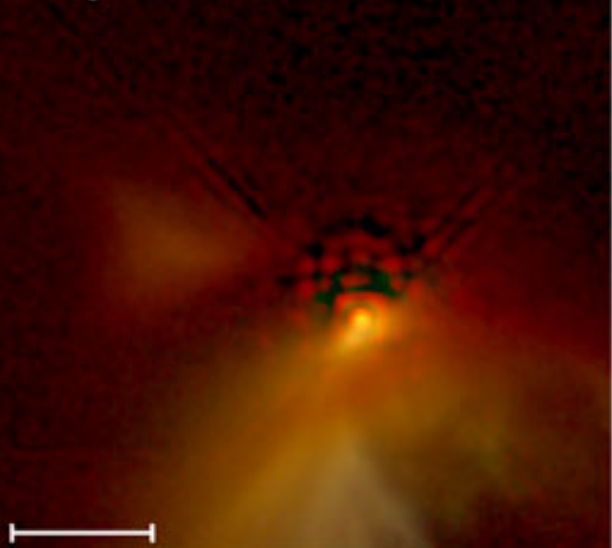
DG Tau B



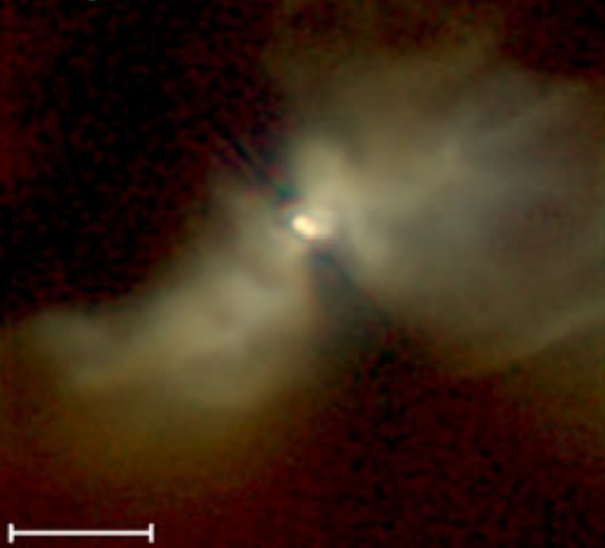
Haro 6-5B



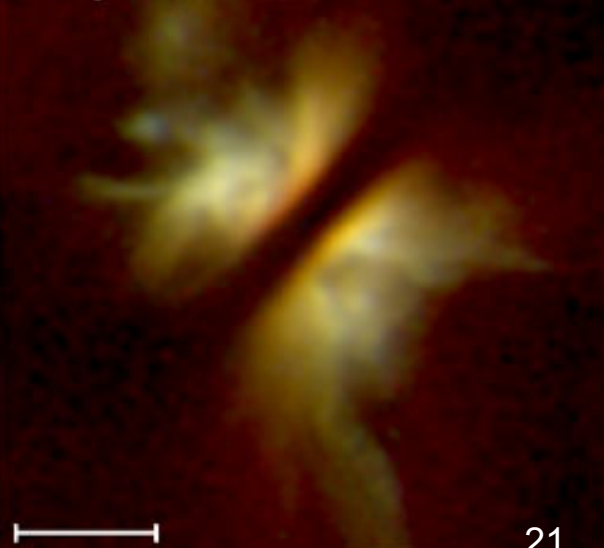
IRAS 04016+2610

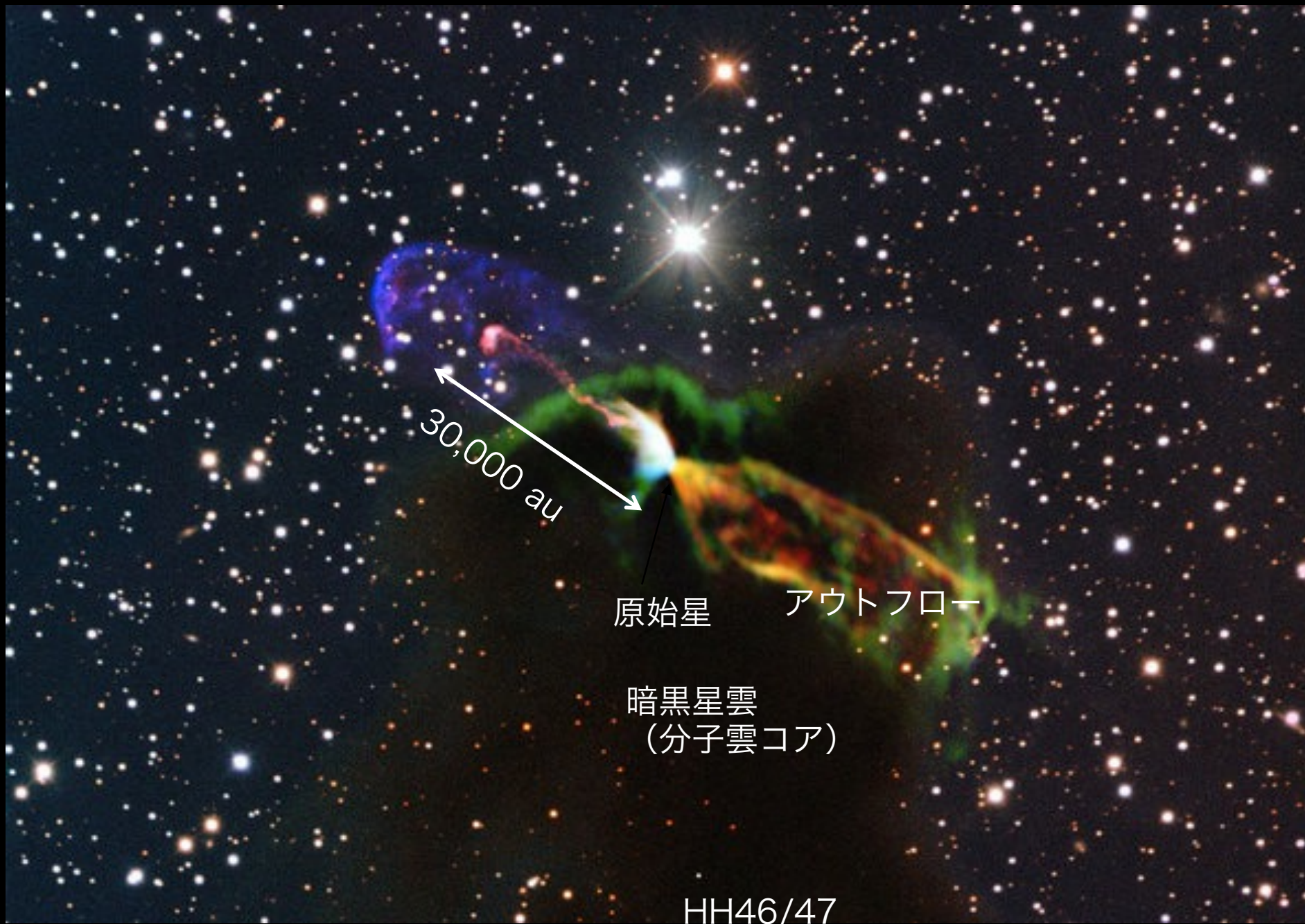


IRAS 04248+2612



IRAS 04302+2247





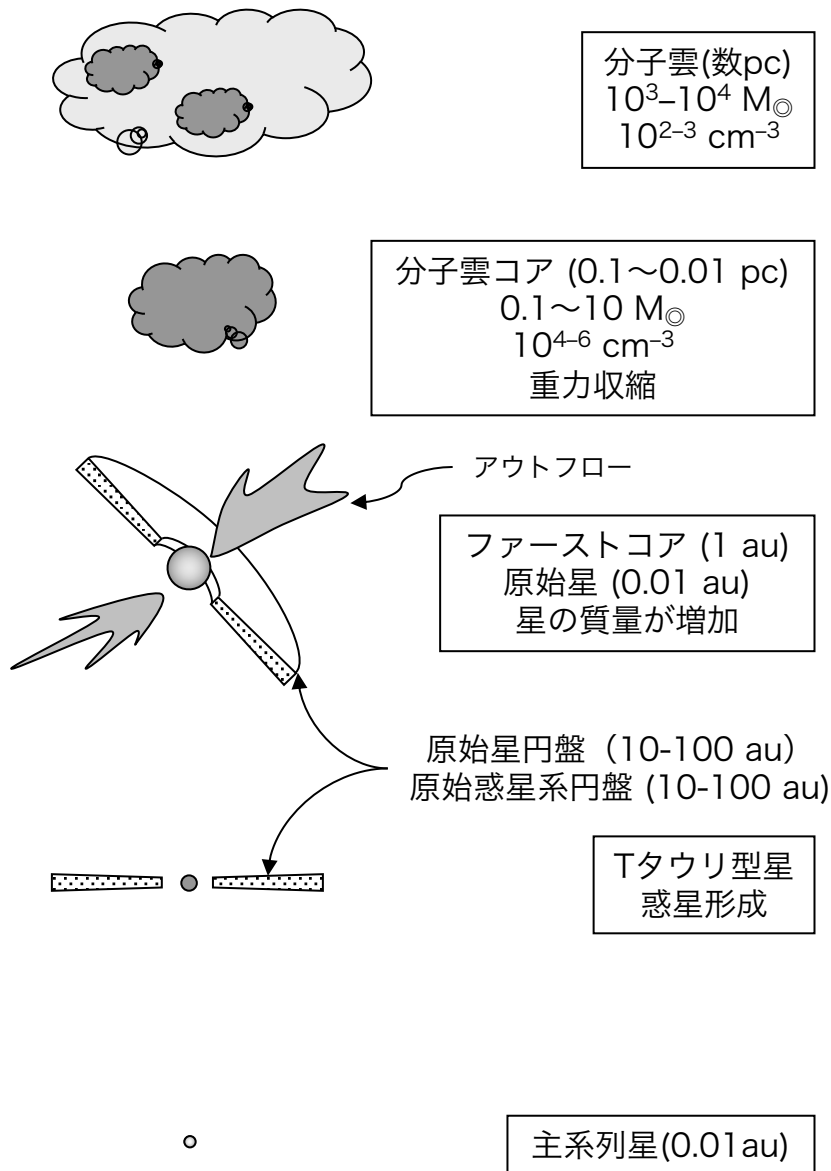
30,000 au

原始星 アウトフロー

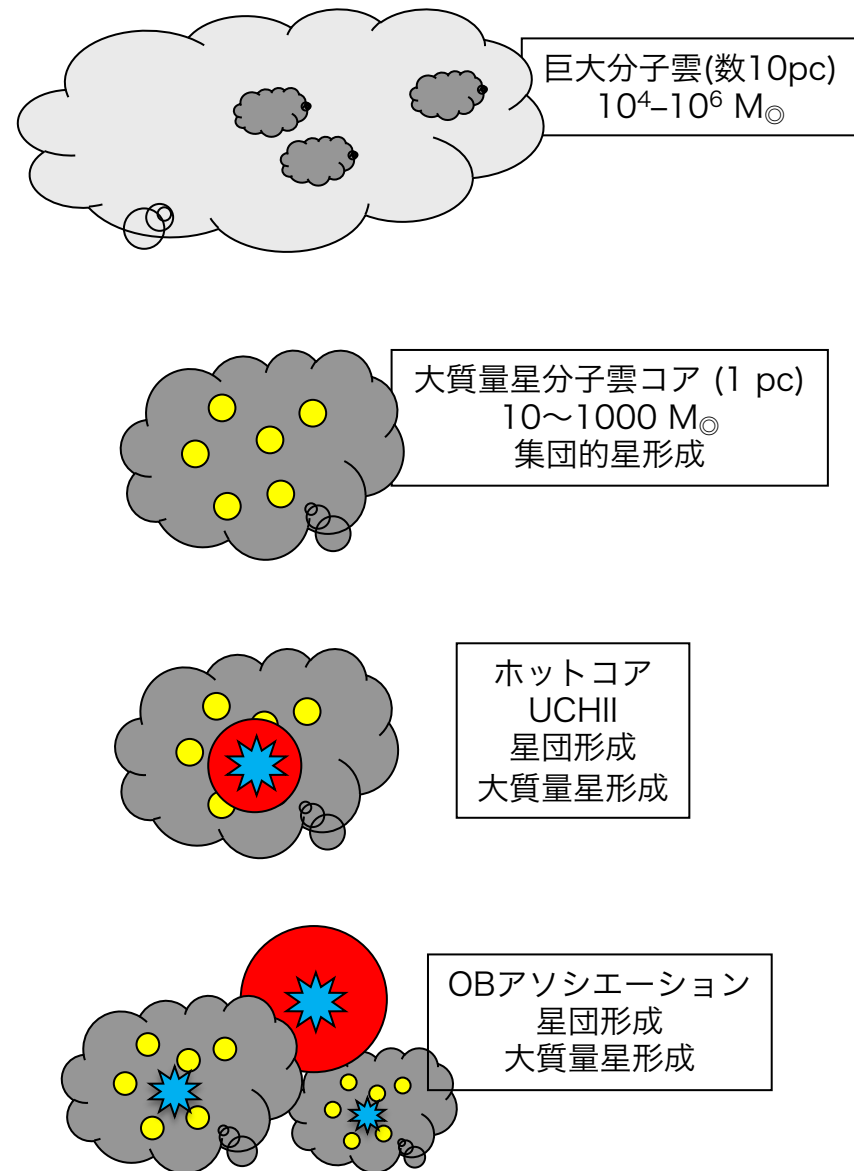
暗黒星雲
(分子雲コア)

HH46/47
ESO 新技術望遠鏡、ALMA望遠鏡

小質量星シナリオ

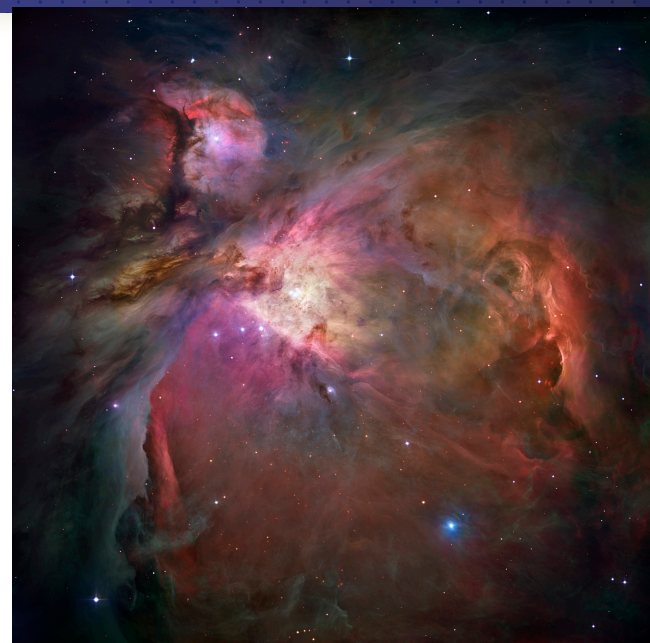


大質量星シナリオ



星形成領域

- 大質量星形成領域
 - 集団的星形成
 - 大質量～小質量の星が形成
 - OB型星のフィードバック（UVなど）
 - 例：オリオン分子雲
- 小質量星形成領域
 - 孤立的星形成
 - 「静かな」星形成
 - 例：おうし座分子雲



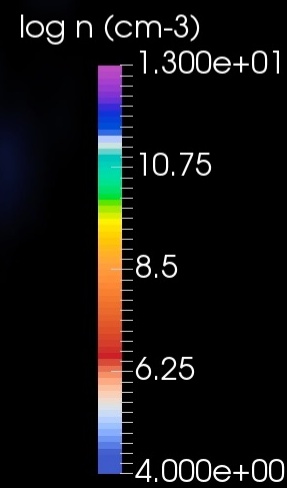
原始星・原始惑星系円盤・アウトフロー/ジェットの想像図



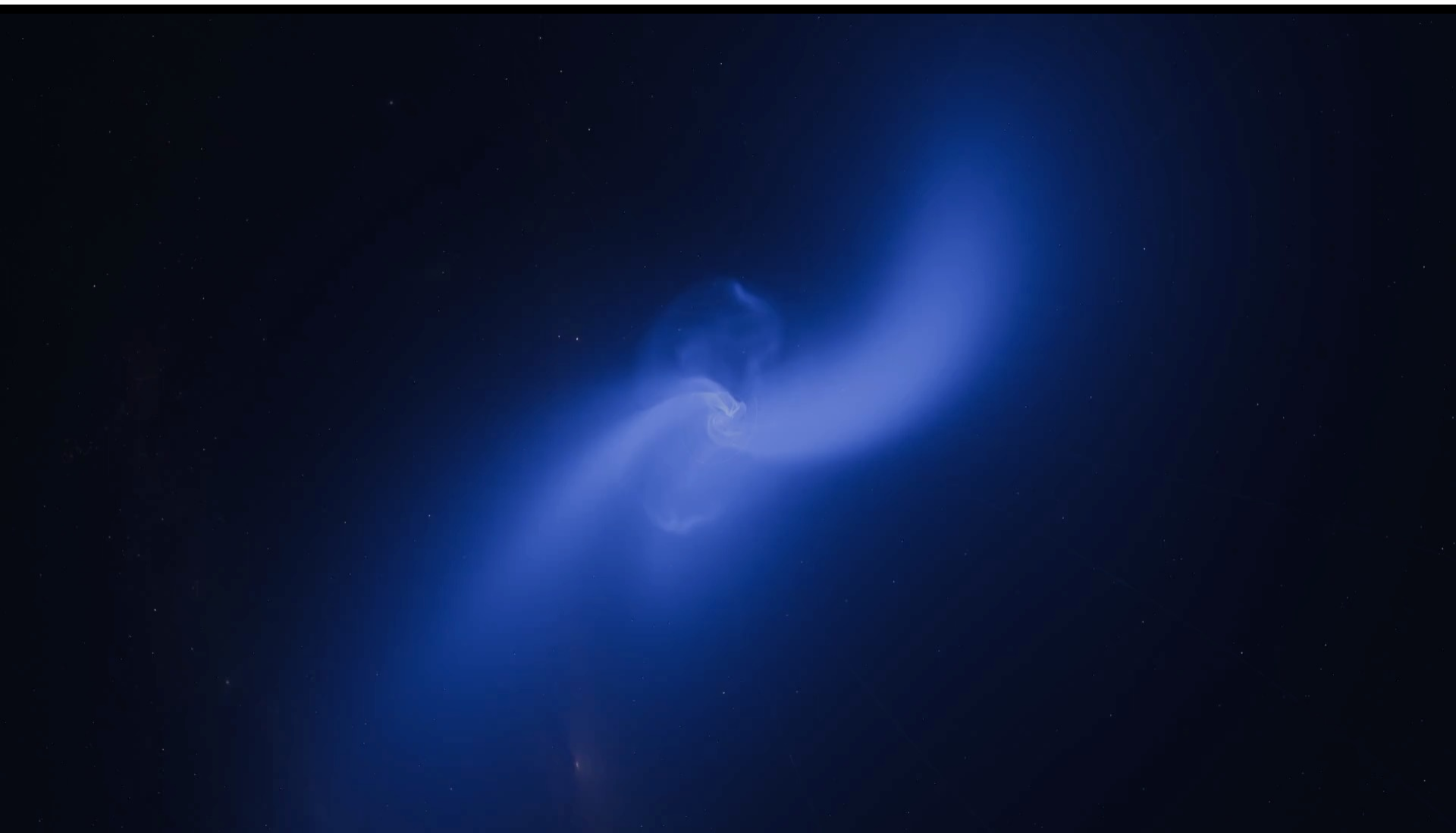
ESO/L. Calada

シミュレーション： 分子雲コア→原始星・原始惑星系円盤

Model M1B01
 $t = 1.53452e+05$ yr



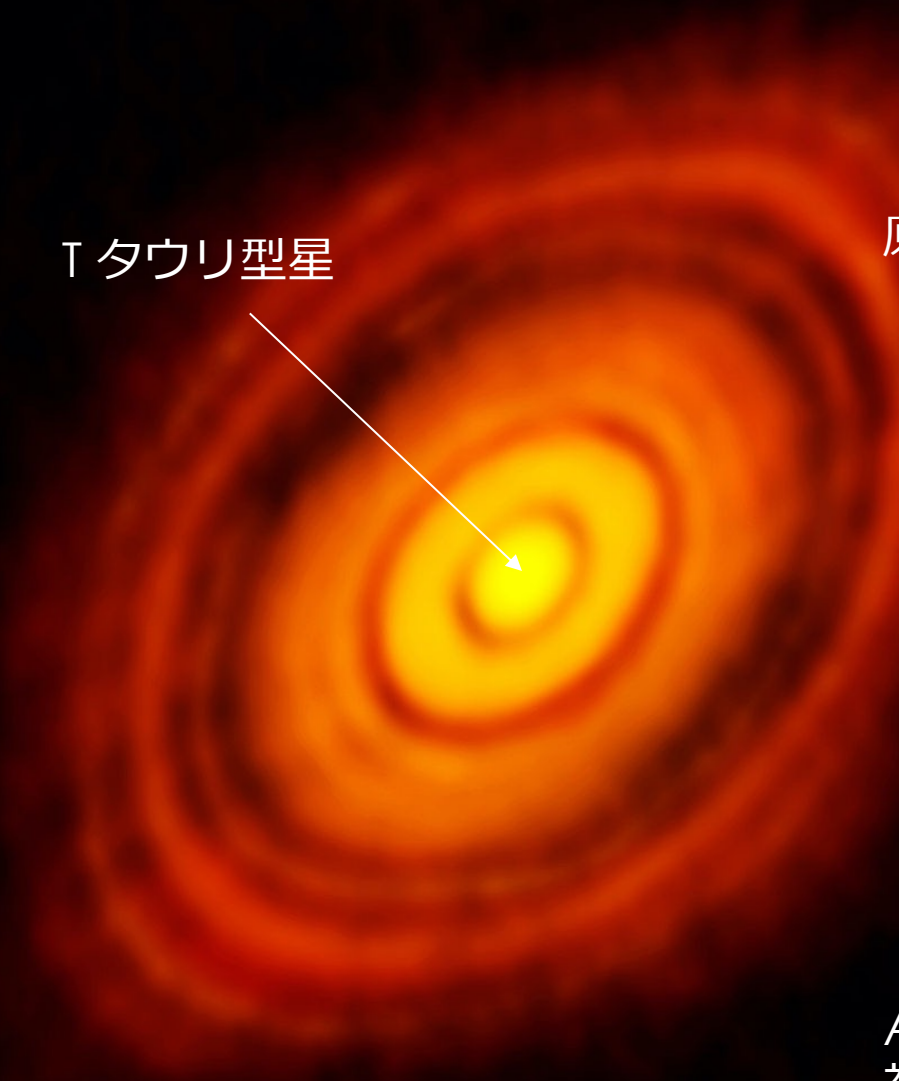
シミュレーション： 分子雲コアの収縮 → 原始星・原始惑星系円盤の形成 → 惑星形成



HL Tau

Tタウ型星

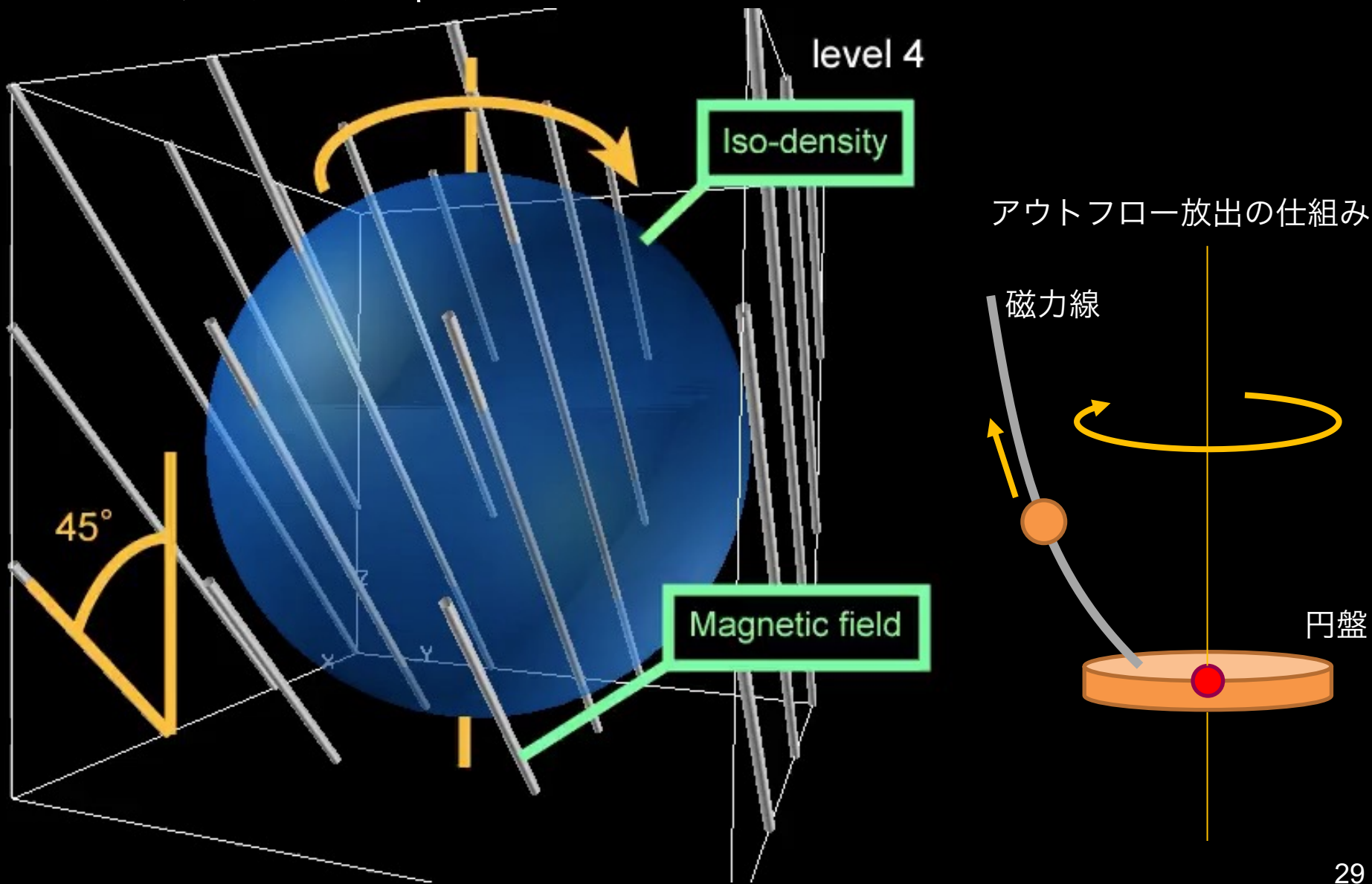
原始惑星系円盤
(惑星が形成されている)



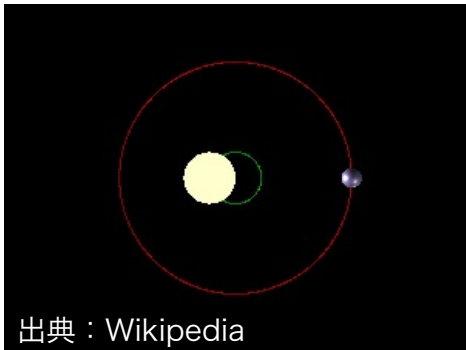
ALMA合同観測所 2014
視力2000相当
東京から大阪のゴルフボールが見える視力に相当

動画 <https://www.youtube.com/watch?v=IU1g3HpWcEs>

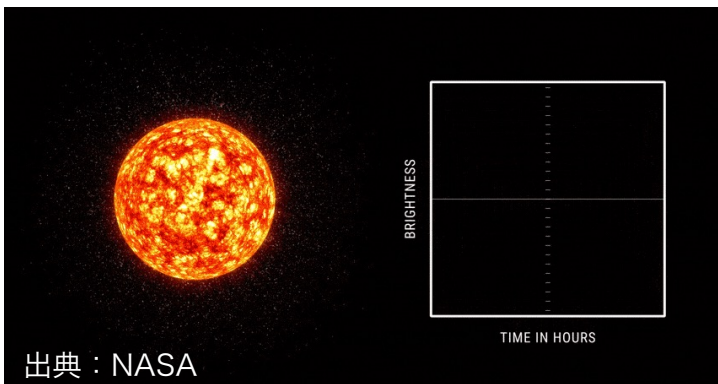
分子雲コアの収縮と原始星の形成とアウトフローの放出のシミュレーション



ドップラー法

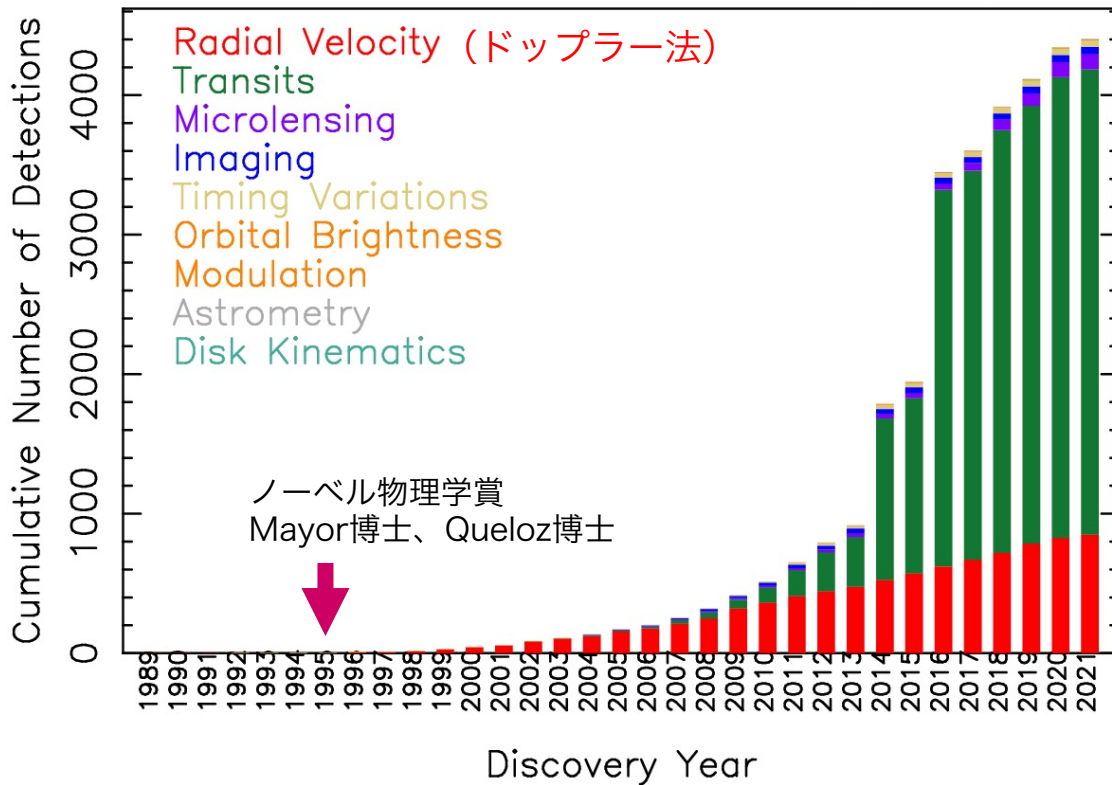


トランジット法



Cumulative Detections Per Year

03 Jun 2021
exoplanetarchive.ipac.caltech.edu



ケプラー宇宙望遠鏡

2009 - 2018



トランジット系外惑星探索衛星 (TESS)

2018 -

