

# さらに何を知りたいか そのために何が必要か

たかさお しんすけ

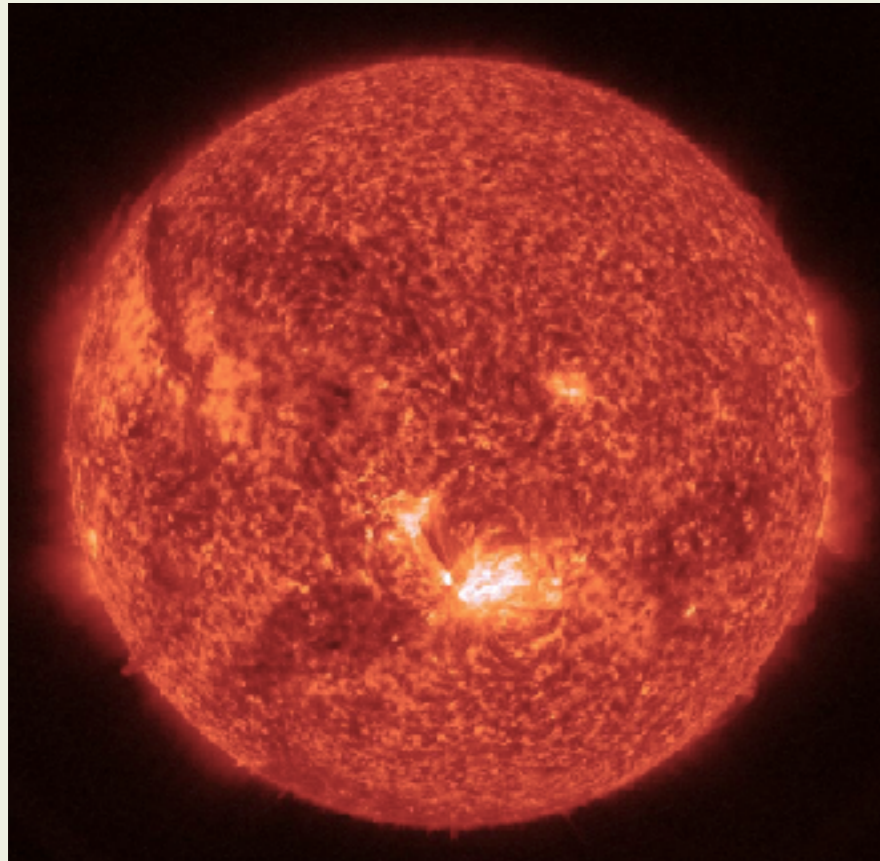
高棹 真介 (名古屋大学 学振 PD)

専門：太陽物理・若い星の進化

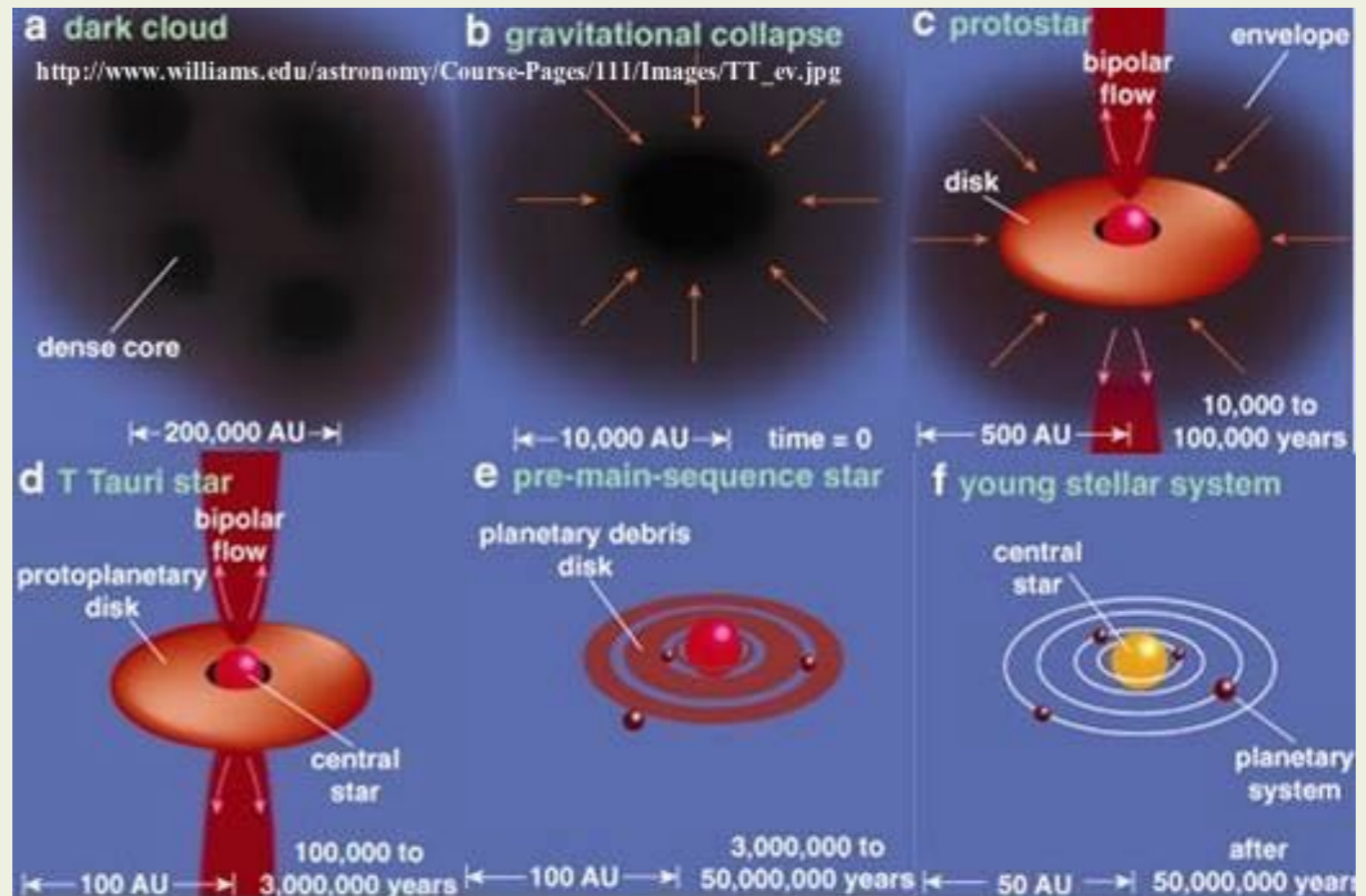
# 自己紹介

磁気流体シミュレーションを用いた

- ・ 太陽フレアや太陽風根元の爆発現象
- ・ 円盤と相互作用している星の成長の研究



credit : NASA/SDO



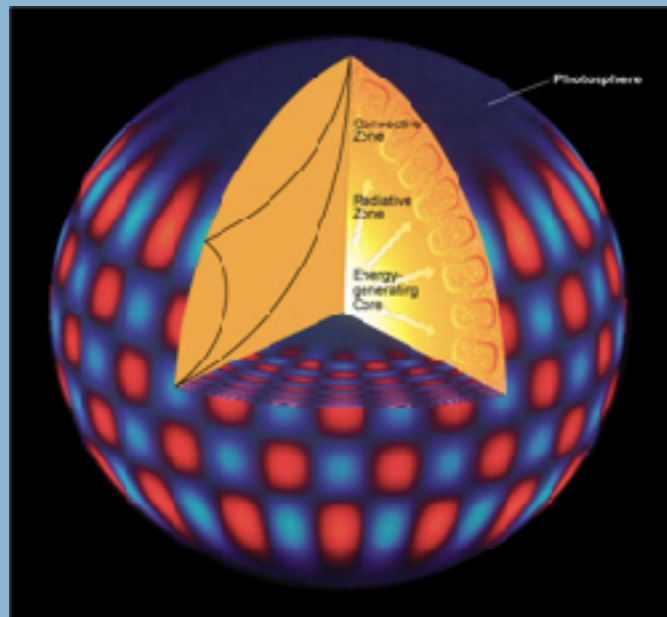
<https://astrobites.org/2012/07/20/first-gasps-of-star-formation-in-taurus>

よく理解されている  
太陽を土台に星・惑星系  
の誕生を理解したい

# 揺らぐ基盤

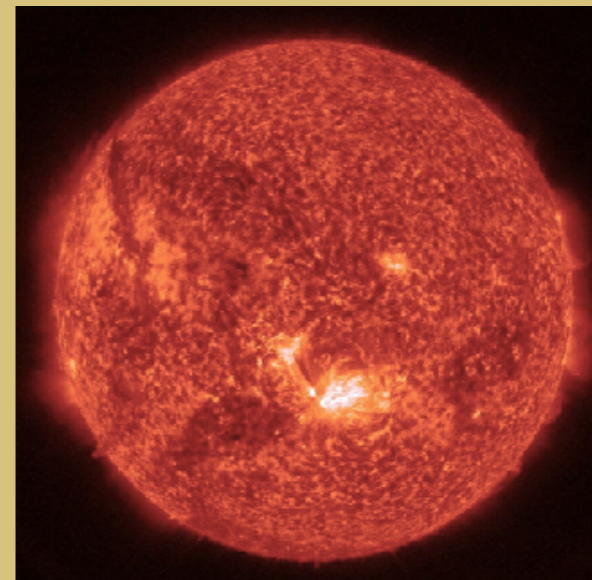
恒星モデルの基盤：標準太陽モデル (see review by e.g. Serenelli)

## 日振学による 星構造推定



credit : John W. Harvey, NOAO

## 分光観測による組成決定、 それをもとに星構造を構築



credit : NASA/SDO

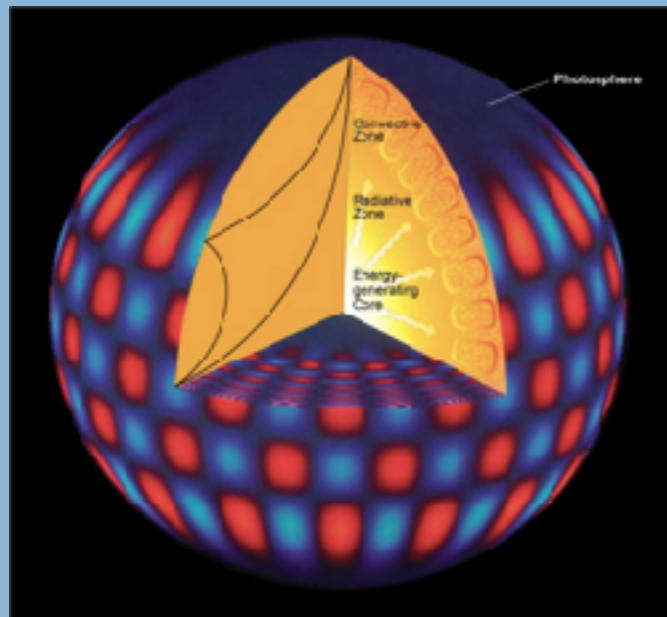


<http://kingofwallpapers.com/prism.html>

# 揺らぐ基盤

恒星モデルの基盤：標準太陽モデル (see review by e.g. Serenelli)

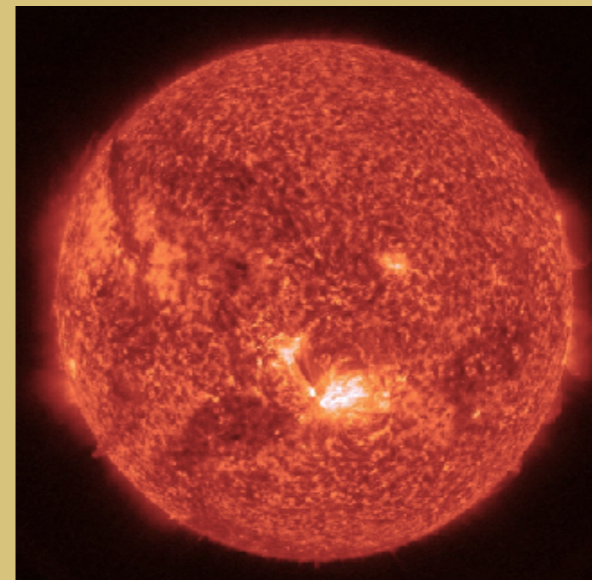
日振学による  
星構造推定



credit : John W. Harvey, NOAO

←→  
不一致

分光観測による組成決定、  
それをもとに星構造を構築



credit : NASA/SDO



<http://kingofwallpapers.com/prism.html>

我々は最も身近な恒星である太陽ですら  
十分に理解していない

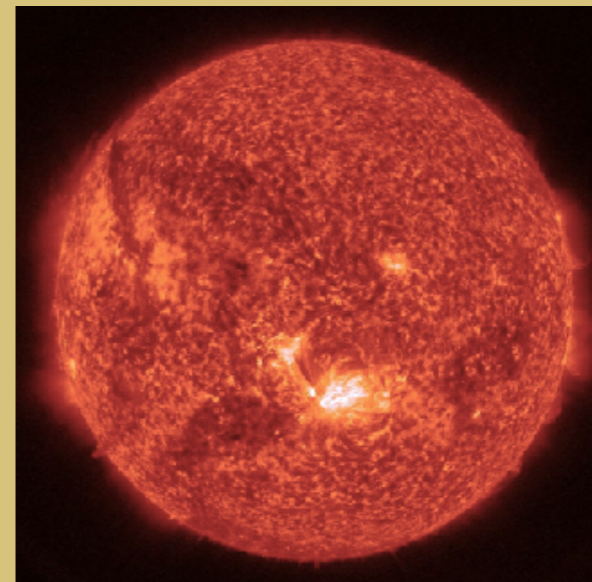
# 揺らぐ基盤

恒星モデルの基盤：標準太陽モデル (see review by e.g. Serenelli)

20年経ってもまだ収束しない

El.	CN93	CS98	AGSS09	C11	AGSS15
C	8.55	8.52	8.43	8.50	—
N	7.97	7.92	7.83	7.86	—
O	8.87	8.83	8.69	8.76	—
Ne	8.08	8.08	7.93	8.05	7.93
Mg	7.58	7.58	7.60	7.54	7.59
Si	7.55	7.55	7.51	7.52	7.51
S	7.33	7.33	7.13	7.16	7.13
Fe	7.50	7.50	7.50	7.52	7.47
$(Z/X)_{\odot}$	0.0245	0.0230	0.0180	0.0209	—

分光観測による組成決定、  
それをもとに星構造を構築



credit : NASA/SDO



<http://kingofwallpapers.com/prism.html>

スペクトル解釈の部分に問題？ (天文学的問題)

最深部における不透明度 (opacity) の理論に問題？ (基礎物理学的問題)

恒星進化モデル、銀河の化学進化、惑星形成過程の理解に多大な影響

# 標準太陽モデルの完成へ

組成の精密な決定：

これは究極の天文学的精密化の方向性の一つ

夢物語かもしれないが、最も直接的なのは直接測りに行くこと

現在恒星物理が世界で興隆

(GAIA mission など)

まさに今標準太陽モデルが必要

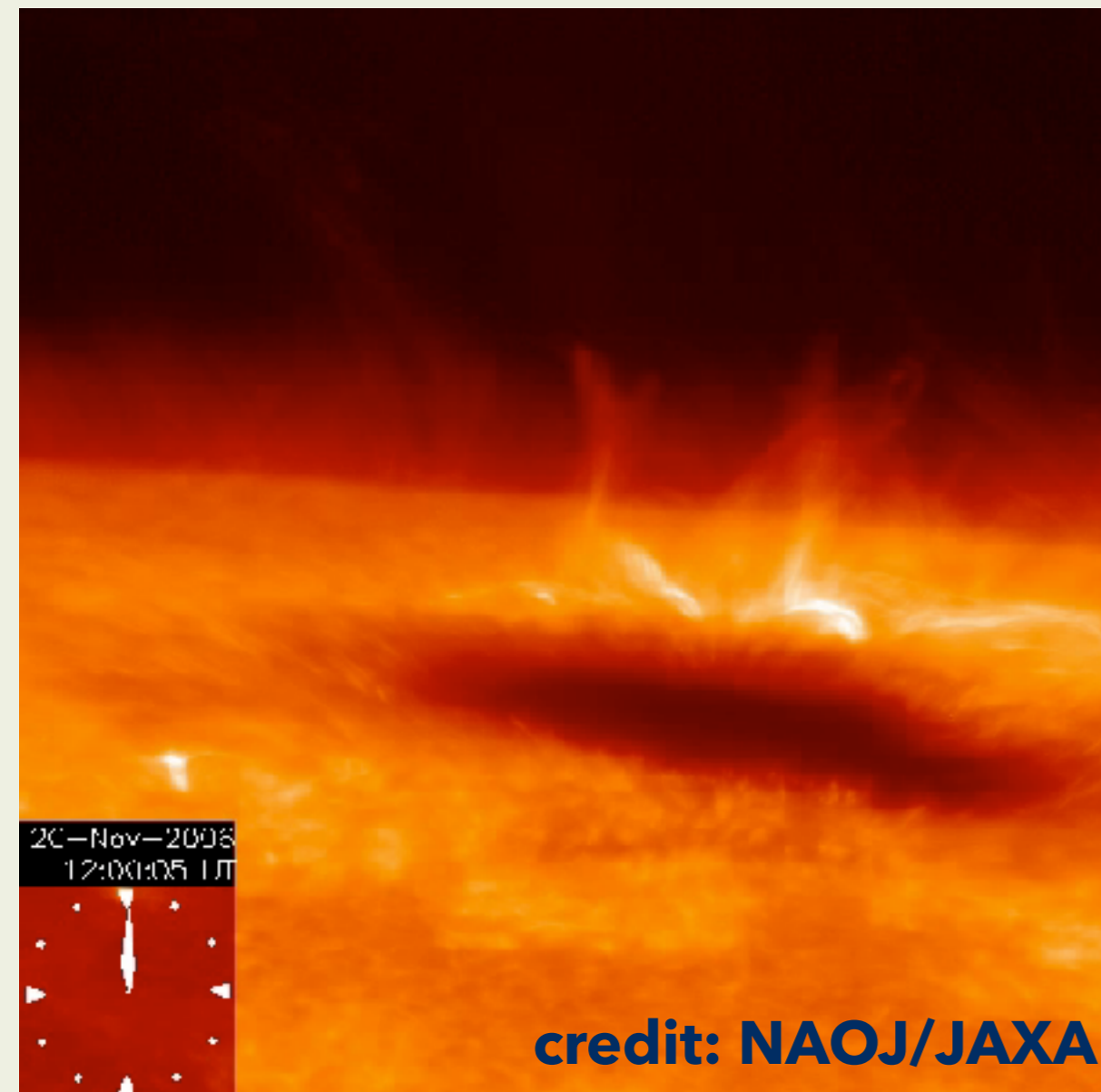
(10-20 年以内に完成を期待)

激しく時間変動する大気からの

スペクトルの理解

高解像度観測のみならず

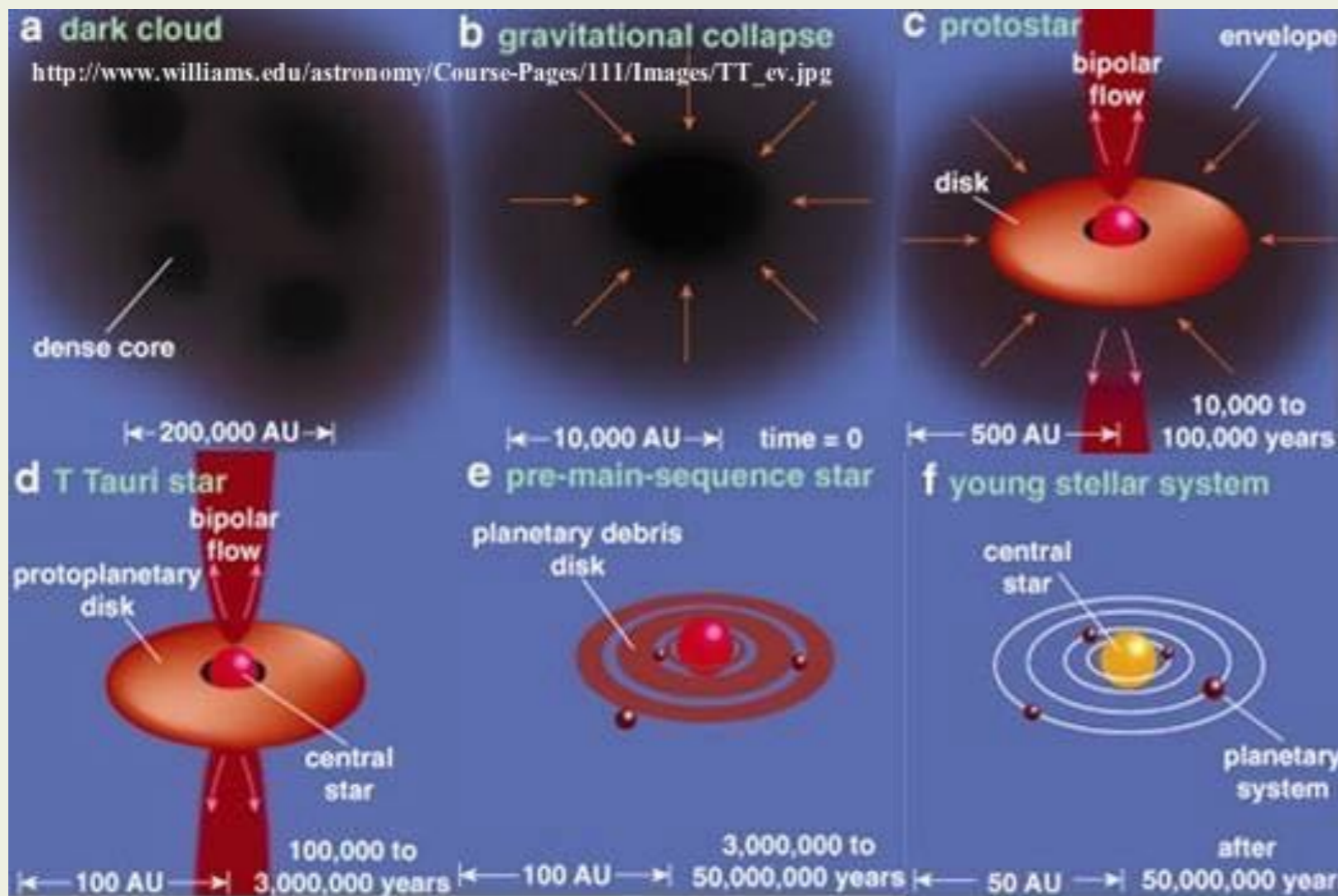
高解像度シミュレーションが必要



credit: NAOJ/JAXA

# 標準太陽モデルのその先：星の進化

## 何が太陽・他の星を今の姿に至らしめるのか



<https://astrobites.org/2012/07/20/first-gasps-of-star-formation-in-taurus/>

標準太陽モデルを  
ベンチマークに

- 材料の成分推定  
どこでできたのか

- 星の正確な年齢推定

いつできたのか、今後どうなるか

- 円盤進化・惑星形成

星の組成は円盤ガス・ダスト状態  
に応じた汚染を受けて進化

調べたいこと知りたいことはたくさんある

若い星と周囲の円盤の組成を比較、隕石に残る過去の太陽系誕生期の痕跡探査・進化モデルとの比較

しかしシミュレーション研究が追いついていない現状

# シミュレーション研究の大規模化

もはやシミュレーションは計算機中での観測

シミュレーション屋が行うこと

- 新しいコード・スキームの構築
- 重要かつ新しい（未開拓の）物理を増やしていく
- 同じコードでも、誰よりも高解像度にする（スパコン）
- データ解析を誰よりも深く行い、新しい物理を見つける
- 全く新しい問題設定を考える（アイデア勝負）

既に個々人で全てカバーするのは困難な時代

観測機器同様、コードの複雑化・大規模化

世界に無数のコード開発チームがある中で

若者がチャレンジングなコード開発に2-3年で成功して  
最先端の科学成果も出して、というのを期待する現状は厳しい



# シミュレーション研究の拠点構築を

より効率よく新たな世界を見るために

## 日本にシミュレーション拠点の構築を望む

- 世界をリードするコード開発・普及・発展を加速
- 継続的な人材育成・技術の継承
- 共通した技術を要する分野横断の加速
- 多様なアイデアを出せる余裕をもった環境づくり  
(20-30年後の「具体的な各論」の開拓に向けた地盤を)

世界最先端のコード開発は

今や観測装置開発と同レベルの負担と重要性

- コード開発者の真っ当な評価
- 予算確保、専門職の設置、教育