



# **Csillagbölcsők kutatása az ALMA rádióteleszkóppal**

**Kóspál Ágnes**

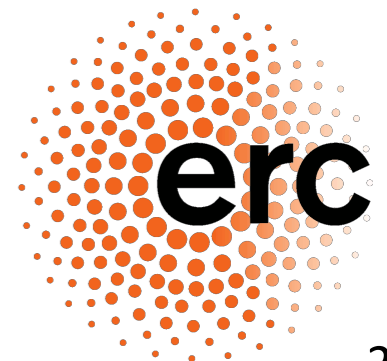
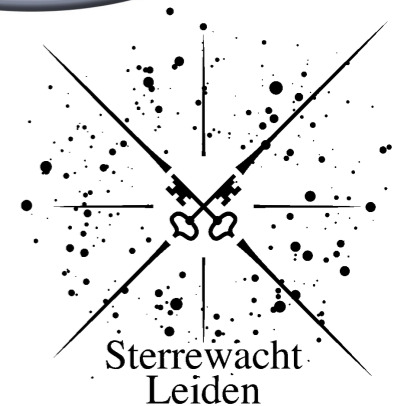
**MTA CSFK Lendület Korong-kutató Csoport**

**MTA CSFK Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Intézet**

Magyar Tudományos Akadémia, X. osztály ülése, 2017. február 15.

# Személyes bemutatkozás

- Doktori a **Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézetben** (Budapest, 2009)
- Fél év a **Spitzer Science Center**-ben (Pasadena, CA, 2006)
- Három év a **Leideni Observatóriumban** (Hollandia, 2008 – 2011)
- Három év az **Európai Űrügynökségnél** (ESA/ESTEC, Hollandia, 2011 – 2014)
- Újra az **MTA CSFK CSI**-ben (2014 – )
- Jelenlegi támogatás az **MTA Lendület-programja keretében**: “Csillagkörüli korongok dinamikája – csillag- és bolygó-keletkezés az ALMA-korszakban” (2014 – 2019)
- Új támogatás az **Európai Kutatási Tanácstól**: “SACCRED – Structured ACCRetion Disks: initial conditions for planet formation in the time domain” (ERC-StG 716155) (2017 – 2022)



# A Lendület Korong-kutató Csoport



- Időtartam: **2014 – 2019**
- Támogatási összeg: **192.8 MHUF (~620 000 EUR)**
- PI: **Kóspál Ágnes**
- Csoporttagok: **Fehér Orsolya** (doktorandusz), **Moór Attila** (postdoc), **Lei Chen** (postdoc)
- Korábbi csoporttagok: **Andrés Carmona** (postdoc), **Csépány Gergely** (doktorandusz)
- Helyi együttműködők: **Ábrahám Péter**, **Kun Mária** (Konkoly Űrcsillagászat, Bolygó- és Csillagkeletkezés Csoport), **Pál András** (Légyszem-kamera Kutatócsoport), **Regály Zsolt** (Numerikus Asztrofizika Csoport)
- Részállású adminisztrátor: **Hernold Eleonóra**

# A Korong-kutató Csoport tevékenysége



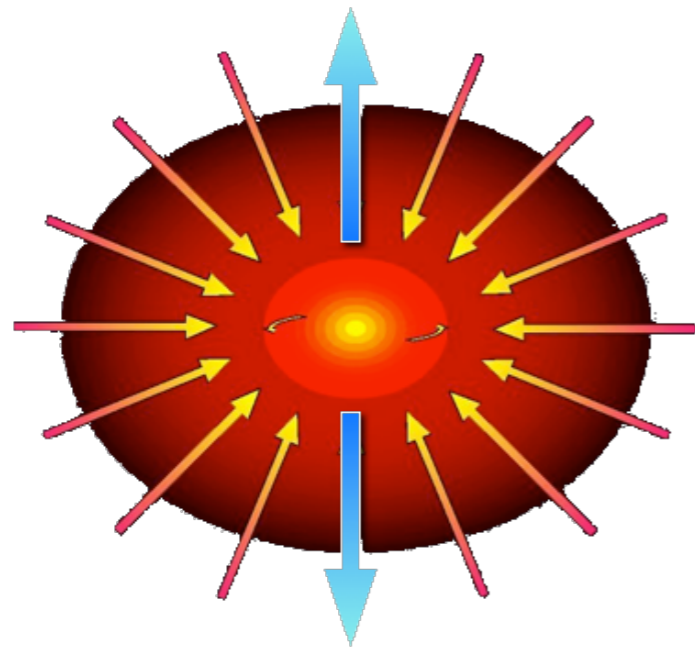
- Csoportunk 2014 októberében indult
- 33 referált cikket publikáltunk (+ 3 benyújtott)
- Kumulatív impakt faktor: 181.4
- Fogadott vendég kutatók: 6 fő
- Három kisebb nemzetközi workshop (9 – 14 fő)
- Egy nagyobb nemzetközi workshop (45 fő)



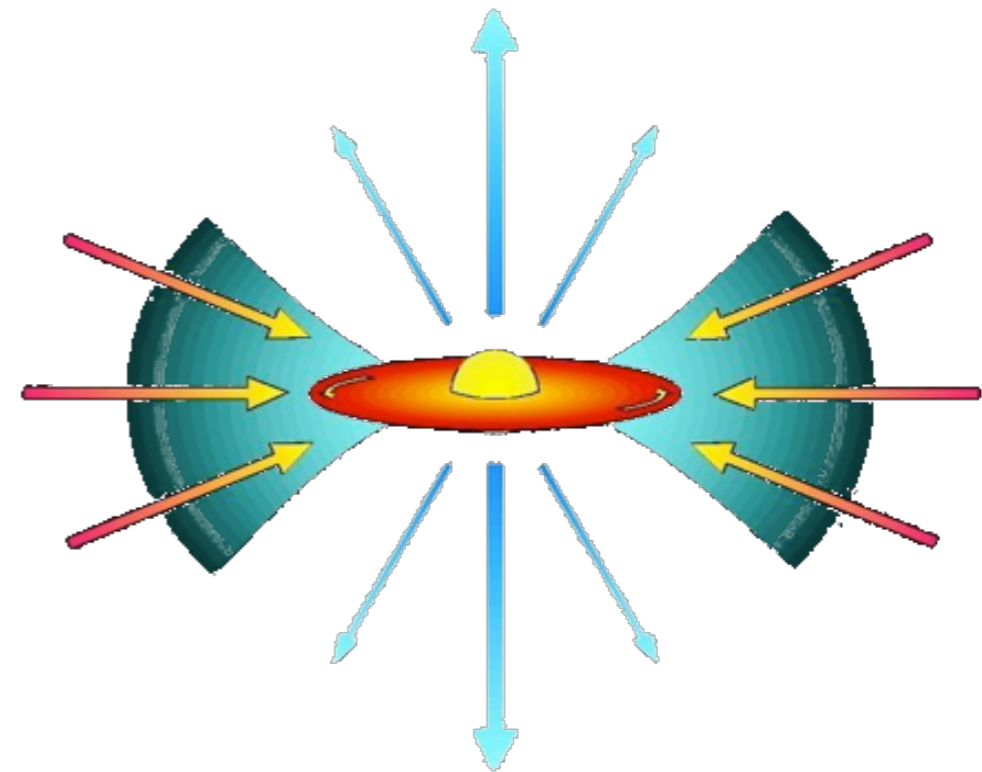
A honlapunk:  
<http://konkoly.hu/DRG>



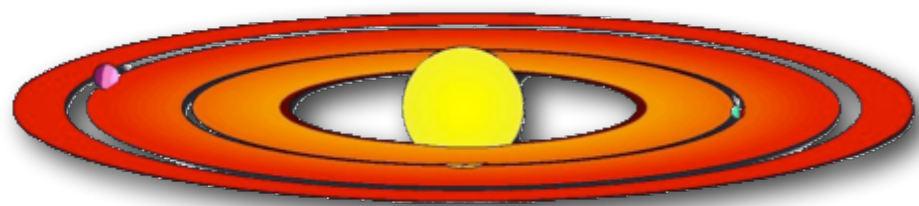
# A Nap-típusú csillagok keletkezése



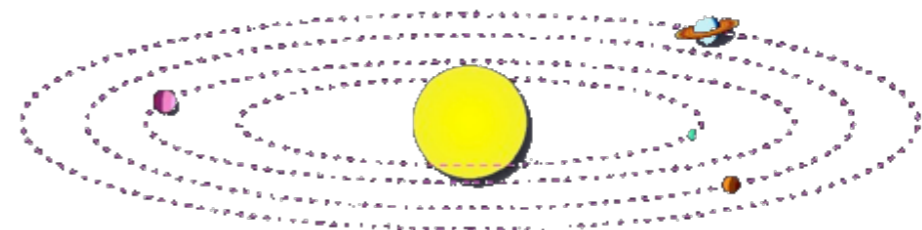
0. osztály, 10 000 év  
10 000 CsE, 10–300 K



1. osztály, 100 000 – 1 millió év  
1000 CsE, 100–3000 K



2. osztály, 1–10 millió év  
100 CsE, 100–5000 K



3. osztály, 10 millió – 1 milliárd év  
100 CsE, 100–5000 K

# Célunk



- **A naphoz hasonló csillagok és bolygórendszereik keletkezésének megértése a csillagkörüli korongok fizikájának tanulmányozása révén**
- **Kutatási témák:**
  1. **Epizodikus akkréció:** Milyen gyorsan épül fel egy Naphoz hasonló csillag? Meg tudja-e ezt magyarázni az epizodikus anyagbefogás?
  2. **Korong-dinamika:** Hogyan befolyásolják a bolygókeletkezést a korong kis- és nagyskálás inhomogenitásai?
  3. **A korongok feloszlása:** Mennyi ideig van a korongban por és gáz, hogy gázóriások keletkezessenek?



# Miért az ALMA?

- Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array
- A világ egyik legnagyobb csillagászati vállalkozása
- 2011 óta működőképes, de még mindig építik
- **Az ALMA lehetővé teszi, hogy:**
  - detektáljuk a korongokat és burkokat (**érzékenység**)
  - megvizsgáljuk a szerkezetüket (**térbeli felbontás**)
  - kinematikai vizsgálatokat végezzünk (**spektrális felbontás**)

[almaobservatory.org](http://almaobservatory.org)



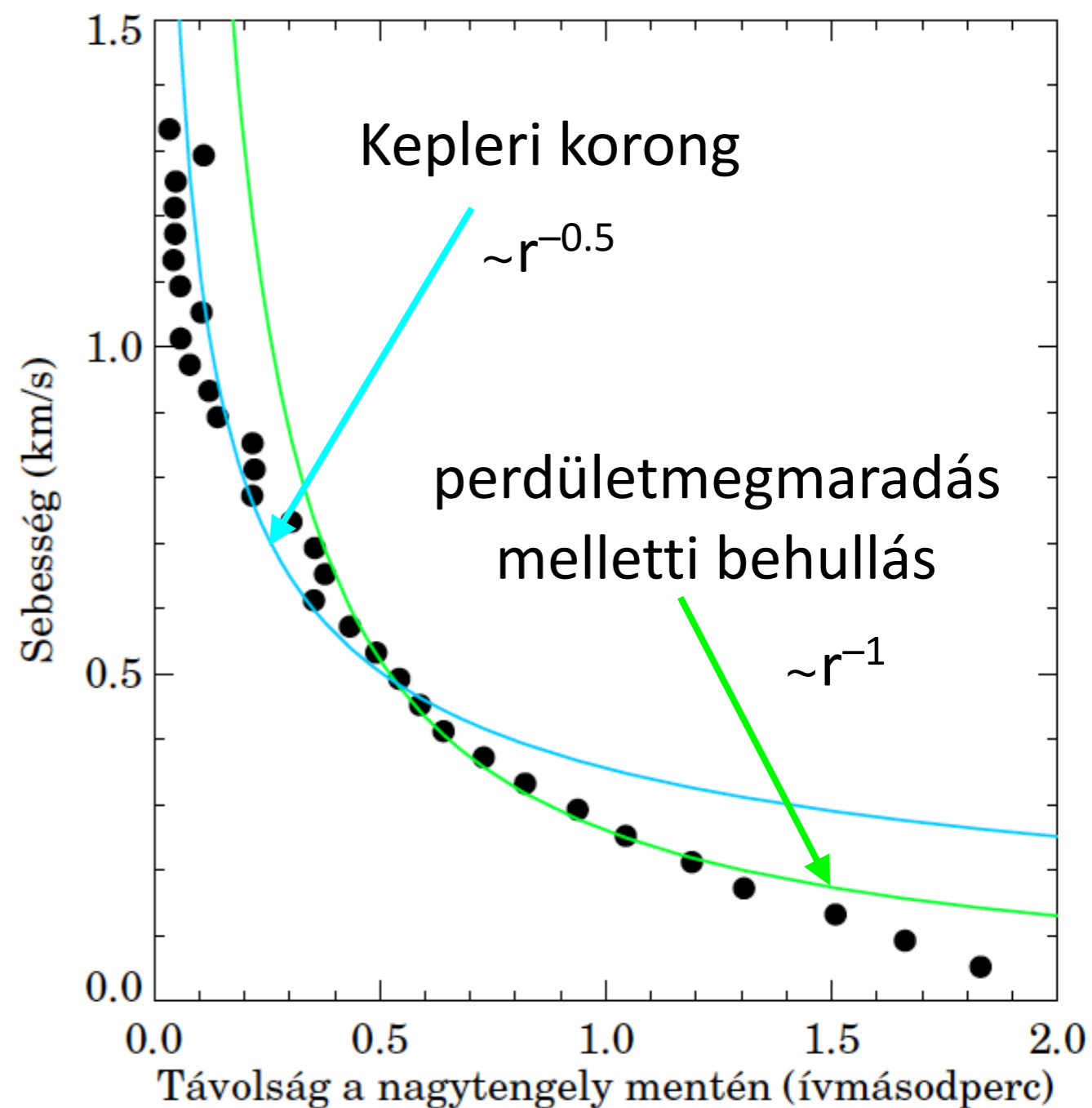
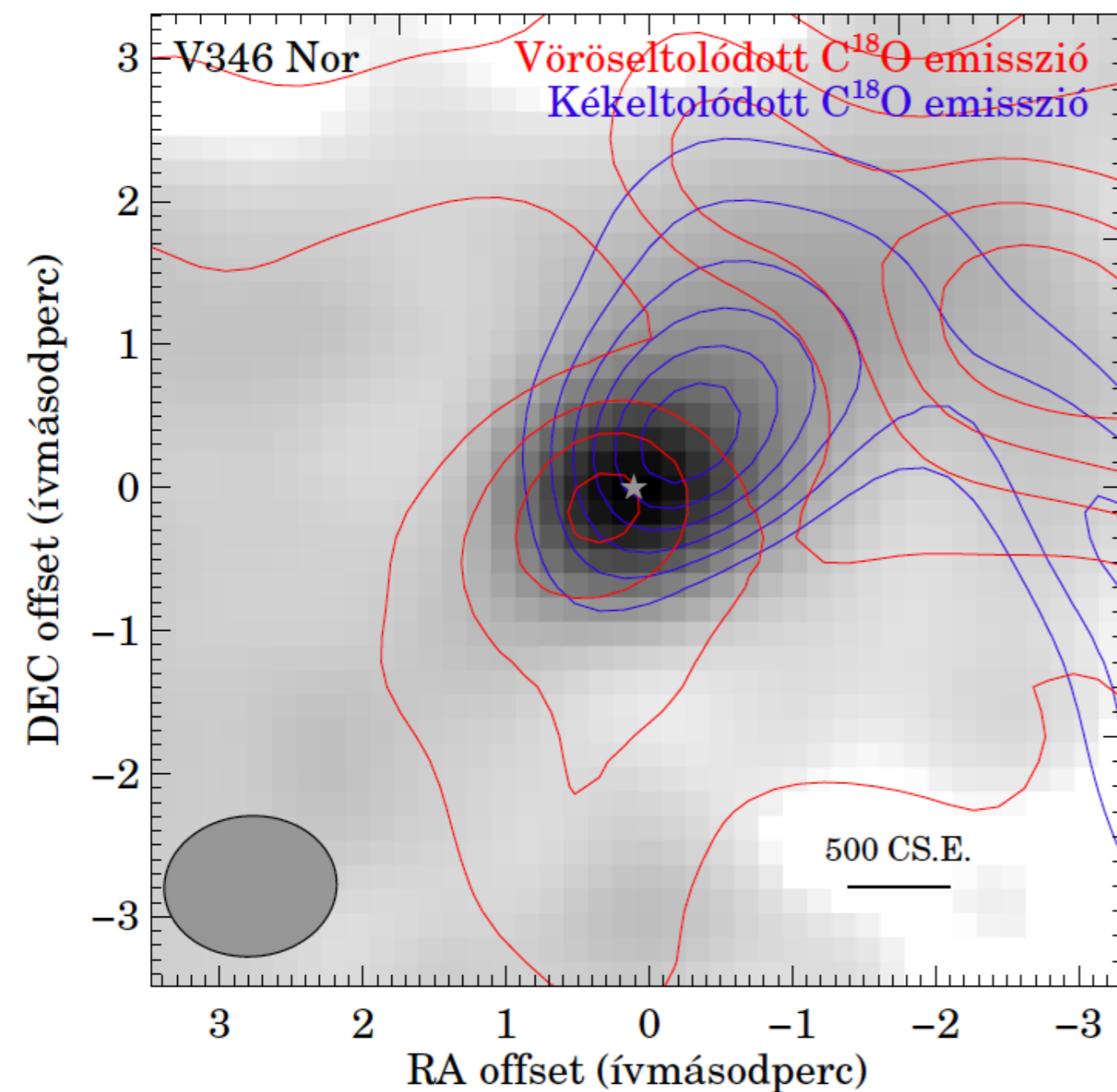
# 1. Epizodikus anyagbefogás (akkréció)



- **Nyitott kérdés:** megmagyarázza-e az epizodikus akkréció a Naphoz hasonló csillagok keletkezését?
- **Módszer:** fiatal eruptív csillagok térbeli és sebességstruktúrájának vizsgálata, anyagbefogási és tömegbehullási ráták meghatározása
- **Eredmény:** Az ALMA segítségével először detektáltunk egy **Kepleri korongot és pseudo-korongot egy fiatal eruptív csillag körül**



# 1. Epizodikus anyagbefogás (akkréció)

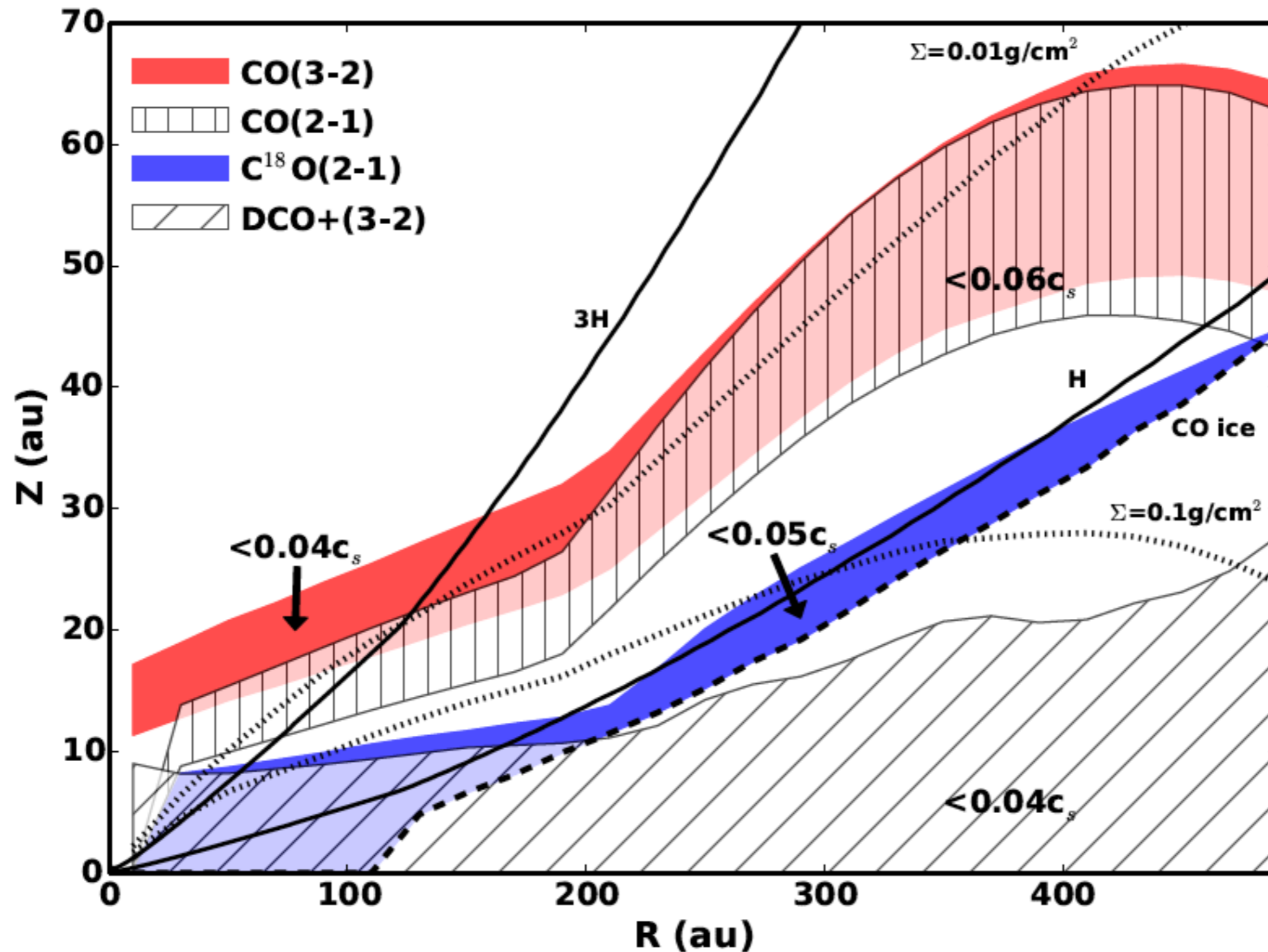




## 2. Korong-dinamika

- **Nyitott kérdés:** Hogyan befolyásolják a bolygókeletkezést a korong kis- és nagyskálás inhomogenitásai?
- **Módszer:** a turbulencia szerepének megértése és a bolygó-korong kölcsönhatások vizsgálata nagy térbeli és spektrális felbontású mérések és numerikus modellek segítségével
- **Eredmény:** az ALMÁ-val **minden eddiginél jobb felső határt adtunk a turbulencia erősségére** a HD 163296 korongjában

## 2. Korong-dinamika





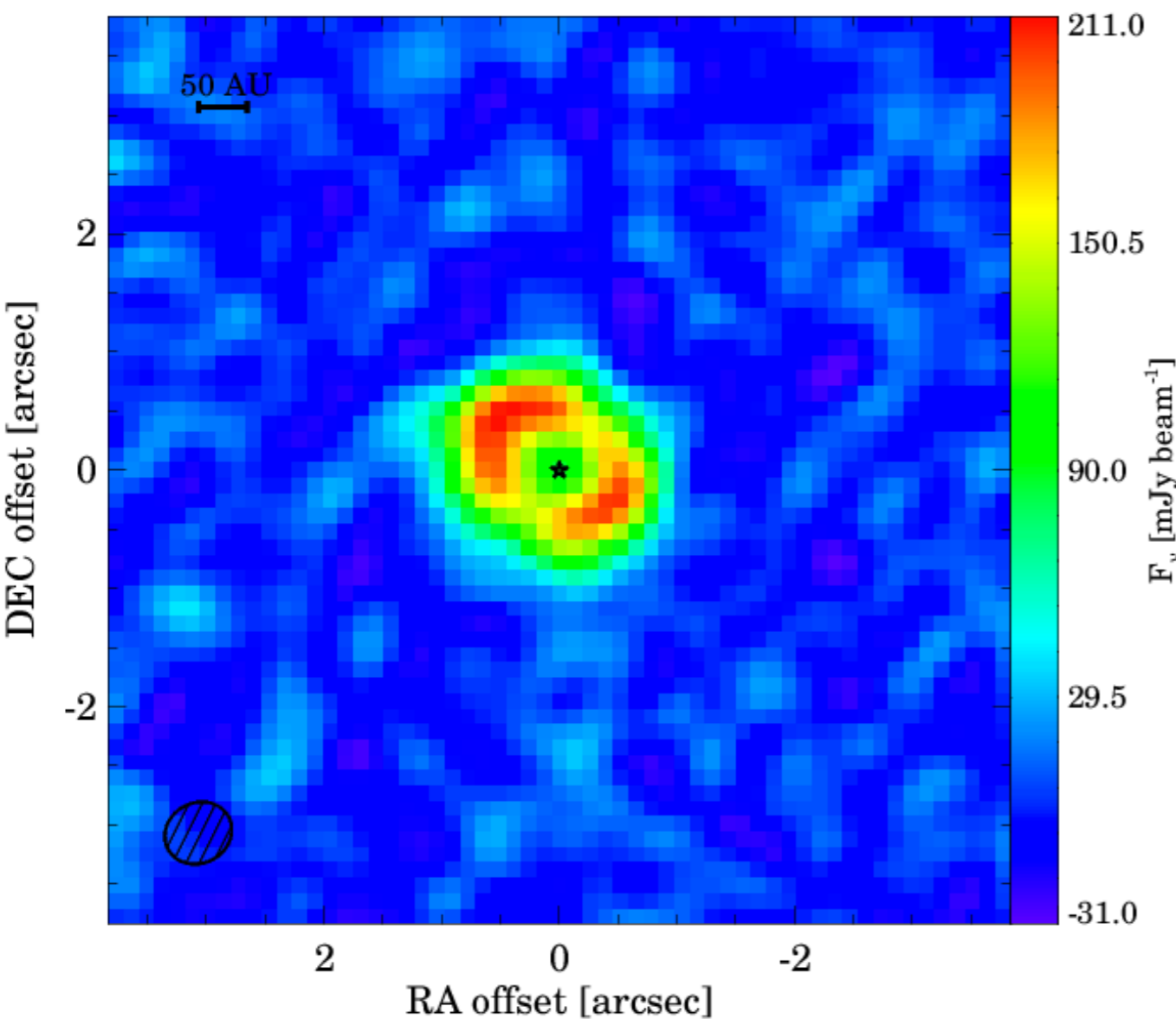
### 3. A korongok feloszlása

- **Nyitott kérdés:** Mennyi ideig van a korongban por és gáz, hogy gázóriások keletkezhesenek?
- **Módszer:** a molekuláris gáz fejlődésének vizsgálata törmelékkorongokban érzékeny ALMA mérésekkel
- **Eredmény:** az ALMÁ-val felfedeztük az **első hibrid korongot** (primordiális gáz + másodlagos por), továbbá a csoportunk nevéhez fűződik **a ma ismert gáztartalmú törmelékkorongok mintegy felének felfedezése**

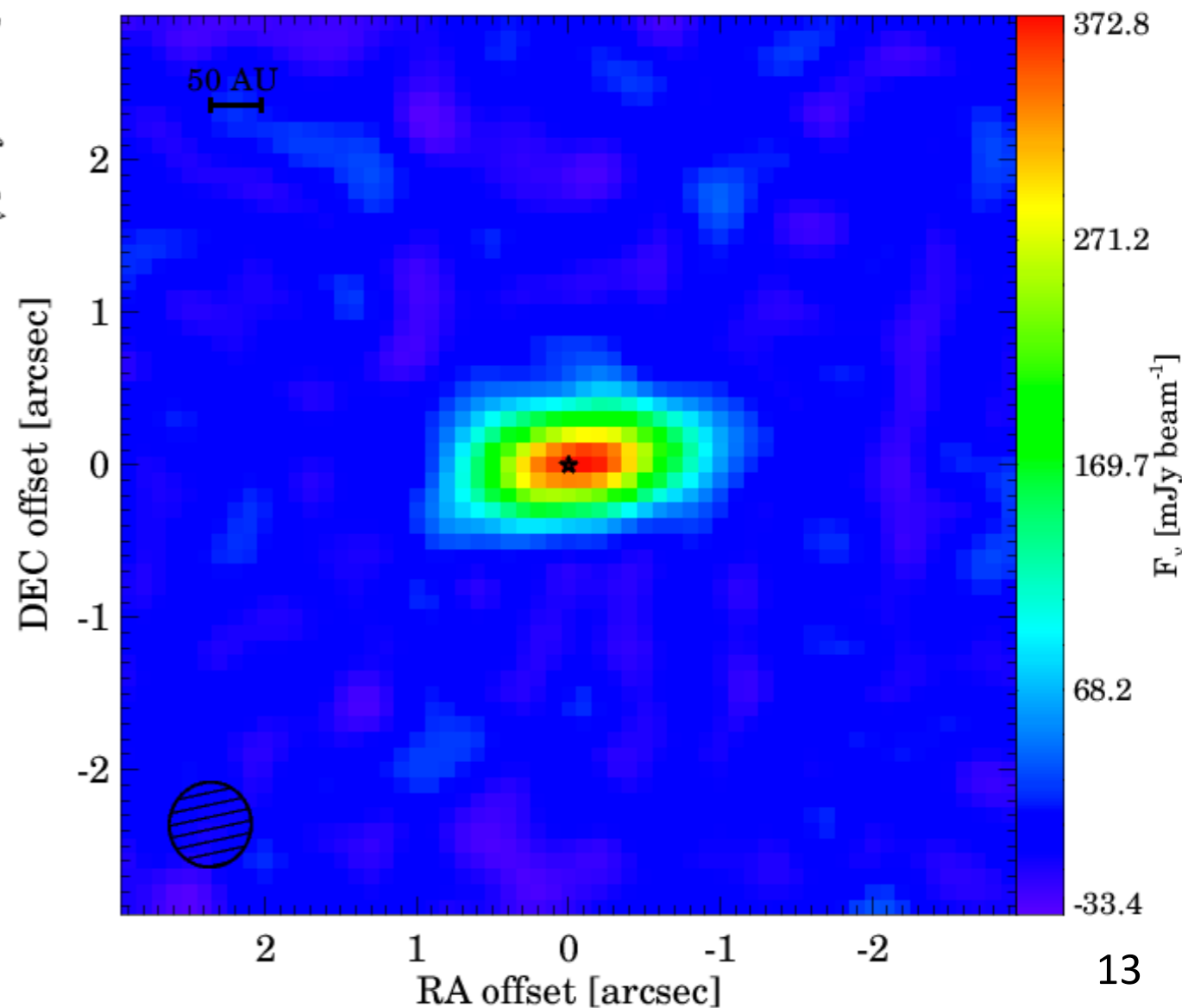
# 3. A korongok felhasználása



ALMA képek 30-40 millió éves törmelékkorongok gáztartalmáról



(Moór et al in prep.)





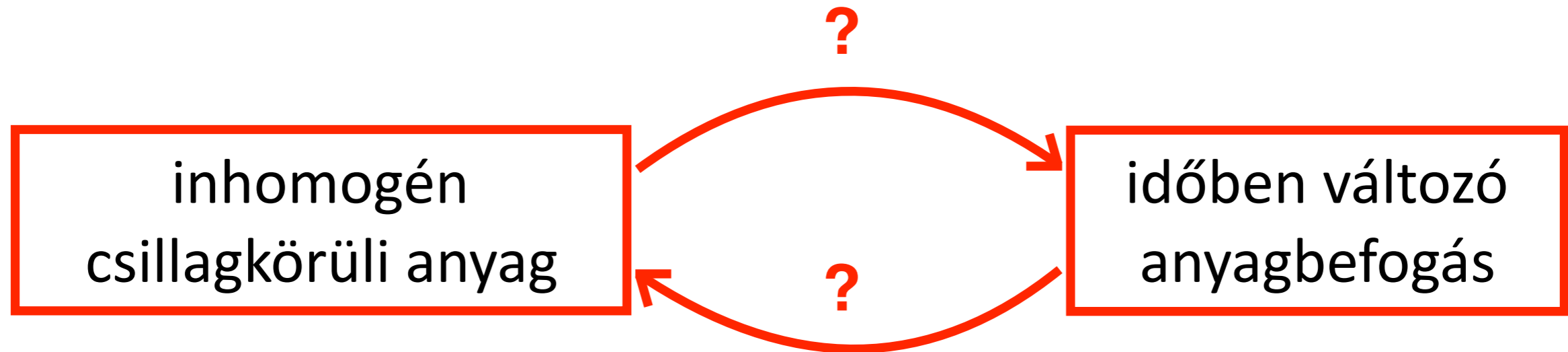
# A közeljövő: a SACCREd projekt

- **Structured ACCRetion Disks: initial conditions for planet formation in the time domain**
- Strukturált anyagbefogási korongok, mint a bolygókeletkezés időfüggő kezdőfeltételei
- ERC-StG #716155
- **Az első sikeres ERC pályázat az MTA CSFK-ban**
- Időtartam: **2017 – 2022**
- Támogatási összeg: **1 302 000 EUR**
- PI: **Á. Kóspál**
- Csoporttagok : 3 postdoc, 2 doktorandusz, 2 technikus



# A SACCREED projekt motivációja

- **Ötlet: kétirányú kölcsönhatás vizsgálata:**



- **Módszer:** kombináljunk

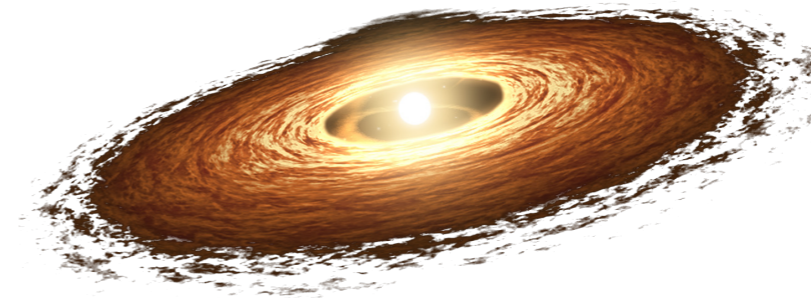
több időpontban, több hullámhosszon, többféle mérés technikával készült észleléseket

több térbeli skálán is működő időfüggő szimulációkkal

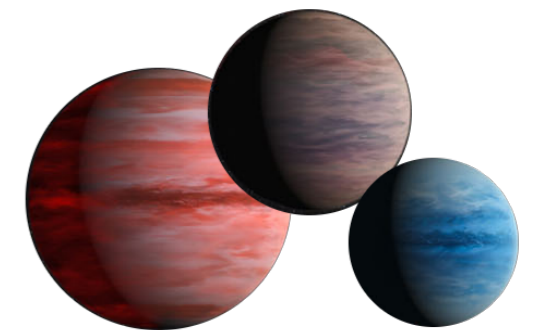
# A SACCREd projekt



## Várható eredmények:



- Bizonyítjuk, hogy az akkréciós változékonyság és kitörések **mindenütt előfordulnak**
- Meghatározzuk, hogy ezeknek miféle **alapvető hatása** van a korongra
- Igazoljuk, hogy az eruptív jelenséget **figyelembe kell venni** a bolygókeletkezést leíró modellekben



## Lehetséges hatás:

- Realisztikus kezdőfeltételek bolygókeletkezési modellek számára az **idő függvényében**
- Alap ahhoz, hogy elkezdhessük keresni a korongok és bolygók közti **hiányzó láncszemeket**



