

A bolygókeletkezés kezdeti körülményeinek tanulmányozása infravörös interferometria segítségével

Juhász Tímea
(I. féléves beszámoló)

Részecskefizika és csillagászat doktori program

Témavezető: Dr. Ábrahám Péter

1 Tudományos háttér

A bolygórendszerek a fiatal csillagok körüli korongokban születnek, melyek élettartama hozzávetőleg 10 millió év. Ezalatt a viszonylag rövid idő alatt a porszemcsék növekednek és összetapadnak, egyesekből bolygók születnek, a korong egy részét pedig a központi csillag akkretálja. Végül a protoplanetáris korong szétszóródik. A korong és a bolygók fejlődésének pontos mechanizmusát azonban még mindig nem ismerjük.

A bolygókeletkezési régiók a központi csillagtól néhány CsE távolságra figyelhetők meg. Vizsgálatukhoz nagy felbontású megfigyelésekre van szükség (jellemzően néhány 0,01 ívmásodperc), melyek hosszú bázisvonalú, közép-infravörös interferometriával történnek. Ekkor kettő vagy több távcső fénynyalábjának kombinálásával kapjuk meg a térbeli információkat hordozó interferencia képet a forrásról, a felbontás pedig a távcsövek közötti távolsággal növelhető. Jelenlegi kutatásaim során a VLTI MIDI műszerének méréseit használom, de helyét átveszi majd egy újabb eszköz, a MATISSE, amely még nagyobb felbontású képalkotást tesz lehetővé 3 és 13 μm között.

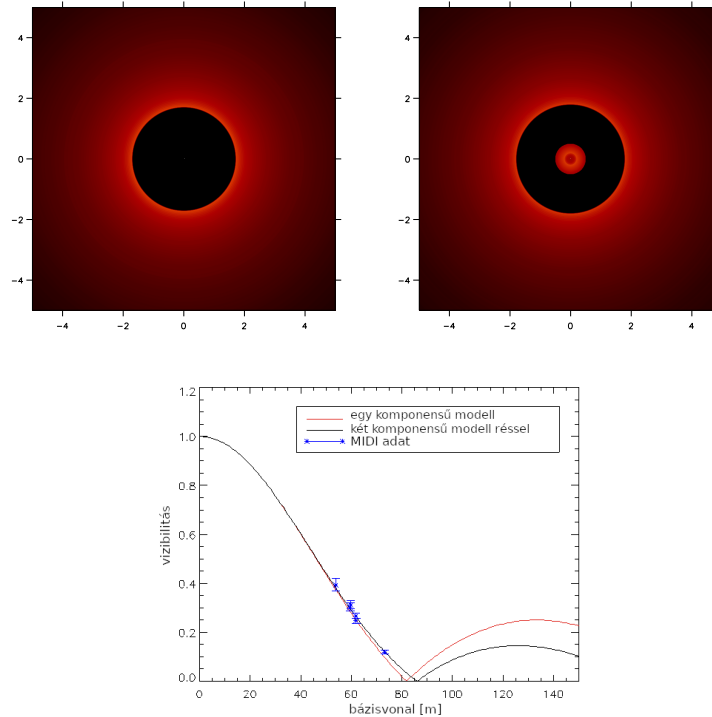
Munkám során a bolygókeletkezés korai stádiumának folyamatát szeretném mélyebben megismerni. Ez részben a protoplanetáris korongok térbeli struktúrájának feltérképezésével történik, mely magába foglalja annak a kérdésnek a megválaszolását is, hogy hogyan oszlanak el a korongban a porszemcsék kristályosságuk és szemcseméretük szempontjából. Kutatásom másik szerves része a protoplanetáris korongok időbeli változékonyságának vizsgálata, valamint annak felderítése, hogy ahol megfigyelhető jelentős fényességváltozás közép-infravörös tartományon, ott milyen fizikai folyamat állhat a változékonyság hátterében.

2 Eredmények

A félév során a Kaméleon csillagképben található DI Cha A fiatal, T Tauri típusú csillag protoplanetáris korongjával foglalkoztam. Az ilyen típusú objektumok rendszerint kis tömegűek ($M < 2M_{\odot}$), és már elérték a csillagkeletkezésnek azt a fázisát, amikor optikai tartományban is megfigyelhetők, de még jelentős sugárzási többletet ad a körülöttük lévő protoplanetáris korong infravörös-, illetve rádiótartományban. Gyakran mutatnak időbeli változékonyságot is a sugárzásukban.

Kutatásom során elvégeztem a DI Cha A radiatív transzfer modellezését a RADMC 3D nevű programcsomagot felhasználva. A modellezés eredményeképp megkaptam az objektum képét és spektrumát.

A forrásról kapott kép egy általam készített IDL kód segítségével Fourier-transzformáción esett át, így megkaptam az objektum ún. vizibilitásfüggvényét. A vizibilitásfüggvény megadja, hogy az objektum mennyire vált felbontottá az egyes bázisvonalakon. Ez a függvény már összevethető volt interferometrikus mérési eredményekkel, egész pontosan a VLTI MIDI által korábban mért vizibilitásértékekkel. Az eredmény az 1. ábrán látható.

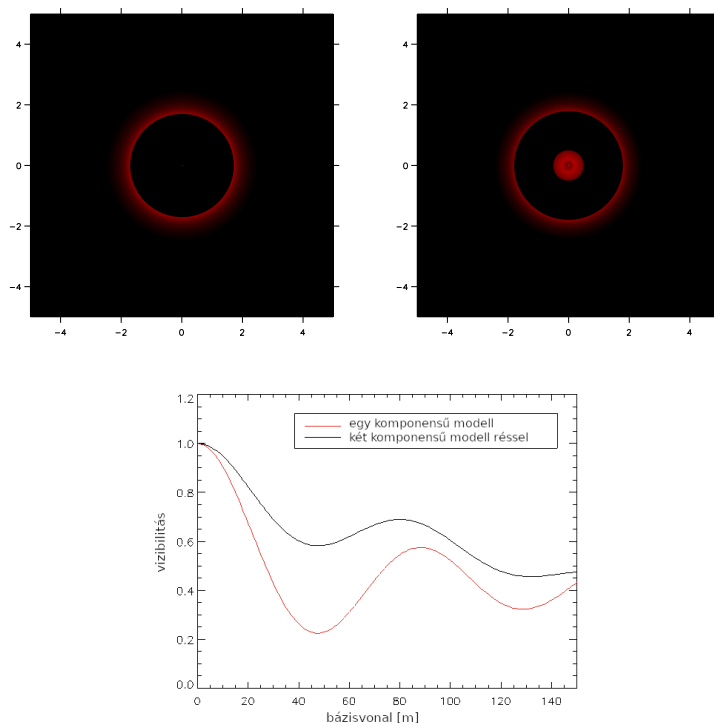


1. ábra: a DI Cha modellezett képei $10,7 \mu\text{m}$ -en, valamint a modellekből számított vizibilitásfüggvények a VLTI MIDI adataival összevetve.

Bal oldalon egy olyan korongmodell képét láthatjuk $10,7 \mu\text{m}$ -en, mely a csillagtól $1,7 \text{ CsE}$ -re kezdődik. Jobb oldalon szintén egy korongmodell képét láthatjuk $10,7 \mu\text{m}$ -en, de ebben az esetben egy kétkomponensű korongról van szó: egy belső komponens található $0,2$ és $0,5 \text{ CsE}$ között, majd egy rés után egy külső korong $1,8 \text{ CsE}$ -től. Alul a kétféle modell vizibilitásfüggvénye látható, valamint a MIDI mért vizibilitásai.

Látható, hogy a kétféle korongmodell vizibilitásfüggvényei $10,7 \mu\text{m}$ -en nem térnek el jelentősen egymástól, így a felhasznált MIDI adatok sem tudtak segíteni annak eldöntésében, hogy megfigyelhető-e rés a DI Cha A protoplanetáris korongjában, pedig ez a jelenség a bolygókeletkezés jó nyomjelzőjének tekinthető.

Megvizsgáltam a forrás képét és vizibilitásfüggvényét egy másik hullámhosszon, $3,5 \mu\text{m}$ -en is. Az eredmény a 2. ábrán látható. Ebben az esetben már jelentős eltérést tapasztalhatunk az egyszerű, egykomponensű korongmodell, illetve a kétkomponensű, réses modell között, ám mérési adatok egyelőre nem állnak rendelkezésünkre. Ezért távcsőidő pályázatot nyújtottunk be 2020 áprilisában a MATISSE-ra, amely mind $3,5 \mu\text{m}$ -en, mind $10,7 \mu\text{m}$ -en nagy felbontású interferometrikus méréseket készítene a DI Chamaeleontisról.



2. ábra: a DI Cha modellezett képei $3,5 \mu\text{m}$ -en, valamint a modellekből számított vizibilitásfüggvények, melyeket majd a jövőben mért Matisse adatokkal tervezem összevetni.

Jelenleg a modellezés eredményeként kapott spektrumokon dolgozom, melyek számos fotometriai méréssel vethetők össze. Lehetséges, hogy a mérések körülményeinek vizsgálatával, datálásával kimutatható lesz a forrás időbeli fényességváltozása is.

3 Tanulmányi tevékenység a félévben

- Csillagaktivitás - aktív csillagok I-II. EA,
- Rádiócsillagászat II.,
- Az interstelláris anyag fizikája I. tárgyak jeles eredménnyel való teljesítése.

4 Pályázatok és konferenciák

- Ground-based thermal infrared astronomy – past, present and future, ESO Garching, 2020 márciusára tervezett konferenciárészvétel (a járványhelyzet miatt halasztásra került)
- Matisse Period 106 Proposal beküldése, 2020. április