

A bolygókeletkezés kezdeti körülményeinek tanulmányozása infravörös interferometria segítségével

Juhász Tímea
(III. 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.

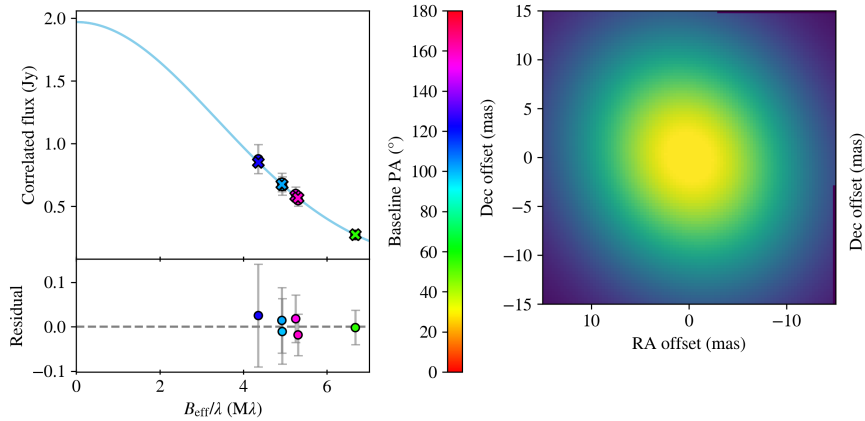
Munkám során a bolygókeletkezés korai stádiumának folyamatát szeretném mélyebben megismerni. Ez részben a protoplanetáris korongok térbeli struktúrájának feltérképezésével történik, mely magába foglalja annak a kérdésnek a megválaszolását is, hogy hogyan oszlanak el a korongban a porszemcsék kristályosságuk 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 folytattam munkámat a Kaméleon csillagképben található DI Cha A fiatal, T Tauri típusú csillag protoplanetáris korongjának vizsgálatával. 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.

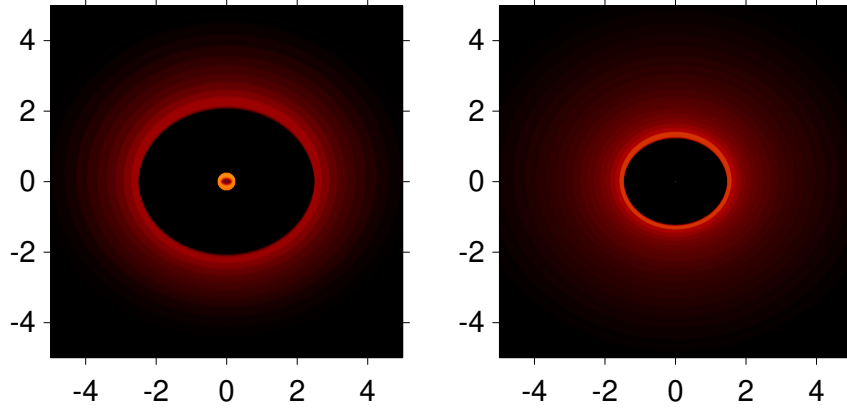
Kutatásom során - a radiatív transzfer modellezés kiegészítéseként - elkészítettem a DI Cha A egyszerű, gaussi fényességeloszlású interferometrikus modelljét a VLTI MIDI adataira illesztve. Ennek fő célja a korong pontos helyzetének meghatározása volt. Az eredmény az 1. ábrán látható.

Az illesztés eredményeként a korong inklinációjára $29.54^{\circ+4.36}_{-6.47}$ értéket kaptam, míg a pozíciószöge $30.7^{\circ+6.7}_{-5.8}$ értékű lett. Az általam kapott értékek hozzávetőleg egybeestek a korábbi, ALMA mérések modellezéséből kapott paraméterekkel, azonban a bizonytalanságuk jóval kisebb lett.



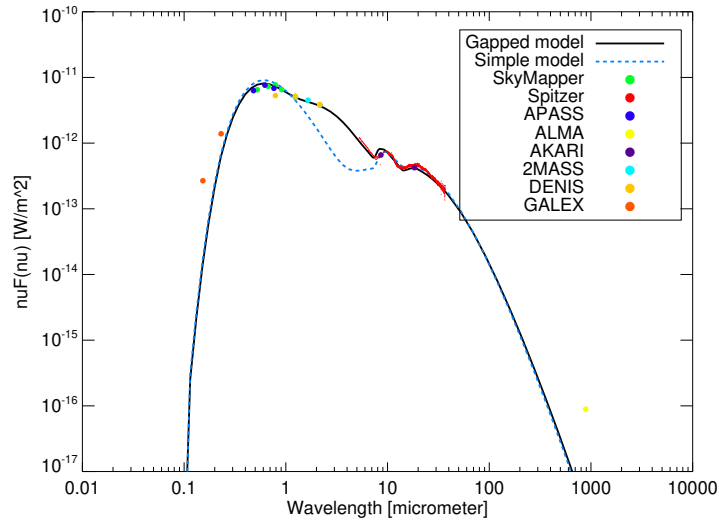
1. ábra: a VLTI MIDI korrelált fluxus adataira készült Gaussi modellillesztés eredménye. Bal: a korrelált fluxusok effektív bázisvonal/hullámhossz függése. Kék görbével a pontokra illesztett modell. Jobb: a forrás modellezett képe.

Így, a korábbi radiatív transzfer modelljeimet átranszformáltam az új inklináció és pozíciószög paraméterekkel. Ahogyan azt már a múlt félévi munkában is taglaltam, a MIDI vizibilitás értékei alapján kétféle koronggeometria bizonyult potenciálisan helyesnek: egy egyszerű, folytonos felépítésű modell, és egy szublimációs sugártól kezdődő, azonban réssel rendelkező változat. A forrás képe - mindkét lehetséges modell esetében - a 2. ábrán látható.



2. ábra: A DI Cha képe a két lehetséges koronggeometriájú radiatív transzfer modellezés eredményeként. A tengelyfeliratok CsE-ben értendők. Bal: a kétkomponensű, réses korongmodell. Jobb: az egyszerű felépítésű modell.

Elvégeztem a múlt félévi terveim között szereplő spektrális energiaeloszlás finomítást is a modellezésben. Ez legfőképp az ásványi összetétel különböző komponensarányainak változtatásával és a komponensek szemcseméret eloszlásának pontosításával történt. A művelethez elő kellett állítanom az egyes ásványfázisok hullámhossz-opacitás adatsorát, majd ezeket integráltam a modellembe. Az eredményül kapott spektrális energiaeloszlás a 3. ábrán látható.



3. ábra: A DI Cha spektrális energiaeloszlása. A közeli infravörös tartományon megfigyelt energiatöbbletet csak a kétkomponensű modell volt képes reprodukálni.

3 Tanulmányi tevékenység a félévben

- Napfizika
- Fejezetek a többes csillag-és bolygórendszerek elméleti és megfigyelési kérdéseiből II. tárgyak jeles eredménnyel való teljesítése.

4 Pályázatok és konferenciák

- VLTi Matisse Period 107 Proposal beküldése, 2021. március 25.
- VLTi Image reconstruction coordination workshop részvétel, 2021. április 26.