

Zárójelentés: T-43773
Pre-protostelláris felhőmagok fizikája
Témavezető: Tóth L. Viktor (ELTE)

Tartalom	oldal
I. Összefoglalás (magyar nyelvű)	2.
II. Közvetlen tudományos előzmények (ahonnan elindultunk)	3. – 4.
<ul style="list-style-type: none">• A csillagközi anyag a Naprendszer közelében• Infravörös hurok (loop) katalógus• Trigger – megfigyelés és modellezés• Fiatal csillagok és felhőmagok eloszlása és az infravörös hurkok• IRAS és ISO mérés technikai tapasztalatok	
III. Tudományos program	5. – 8.
<ul style="list-style-type: none">• Rádiócsillagászati mérések és közvetlen eredmények• Infravörös mérések és közvetlen eredmények	
IV. Tudományos eredmények és jelentőségük	9. – 10.
<ul style="list-style-type: none">• Loop katalógus a teljes égbotra kiterjedően, és annak elemzése: a loopok kialakulása• Felhők szerkezete, hatások – egyedi példákon és statisztikus mintán• Felhőmagok tulajdonságainak leírása statisztikus mintán• Indukált-e a Naphoz hasonló csillagok keletkezése, és a csillagkeletkezés mely fázisában jelentősek a külső hatások – statisztikus vizsgálat	
V. Tudományszervezés, utánpótlásképzés, ismeretterjesztés	11.
<ul style="list-style-type: none">• ISE III., nemzetközi konferencia Magyarországon az OTKA pályázat témájában• PhD fokozatok, szakdolgozatok, TDK dolgozatok• TV szereplések, cikkek	
VI. Népszerűsíthető eredmények	12.
VII. Angol nyelvű összefoglaló	13. – 14.
VIII. Tudományos közleményeink és előadásaink listája	15. – 18.
IX. Hivatkozott szakirodalom	19.

I. Összefoglalás

Jelentős szerepe van-e a külső hatásoknak a kistömegű csillagok keletkezésében, már a pre-protostelláris felhőmagok kialakulásától kezdve? – Igen.

Kell-e nagyobb motiváció az indukált csillagkeletkezés vizsgálatához, mint az a széles körben elfogadott elmélet, miszerint a pre-szoláris csillagközi felhőben külső hatásra indult el a Nap és a Naprendszer kialakulása?

A galaktikus csillagközi térben lassú (10-20km/s sebességű) lökéshullám frontok közlekednek, jelen van az általános galaktikus sugárzási tér, valamint jelentős térfogatrészben a nagytömegű csillagok és HII zónák sugárzásának többlet ionizáló hatása. Ezek a legáltalánosabb külső hatások, melyek egy csillagközi felhő szerkezetét és stabilitását befolyásolják. Lokálisan ehhez adódhatnak még igen nagy sebességű (100km/s-1000km/s) frontok, a csillagközi anyagot nagy százalékban ionizáló sugárzás (pl. szupernóva robbanás vagy O csillagok közelében) és ütközések más felhőkkel. A szakirodalomban a csillagkeletkezést befolyásoló, de azt nem fékező, vagy leállító hatásokat „trigger”-ként, az ezen hatások alatt lévő csillagközi anyagot „triggered” kifejezéssel illetik.

Jelentős szerepe van-e a külső hatásoknak a kistömegű csillagok keletkezésében már a pre-protostelláris felhőmagok kialakulásától kezdve? Az IGEN válaszhoz a következő rész-kérdéseken keresztül jutottunk el:

1. Alkalmasak-e a külső hatások csillagkeletkezés beindítására a sűrűség fluktuációk megnövelésén keresztül?
2. Mennyire jelentős a lassú frontok által befolyásolt csillagközi anyag tömeg a Galaxisban? A hideg csillagközi anyag fázis mekkora hányada van lassú frontok és a csillagközi ionizáló sugárzási tér hatása alatt?
3. Kimutatható-e többlet a sűrű felhők számában a triggerelt csillagközi anyagban? Kimutatható-e erősebb felhő-strukturálódás (több sűrű pre-protostelláris felhőmag) a triggerelt CSKA-ban? Kimutatható-e fiatal csillag többlet a triggerelt csillagközi felhők irányában?
4. Nagy galaktikus térségben, statisztikusan jelentős-e a triggerre utaló esetek száma?

A mérési eredményeinken és nagy adatbázisok statisztikus elemzésén alapuló válaszaink:

1. A lassú lökéshullám frontok és a csillagközi ionizáló sugárzási tér alkalmasak a csillagkeletkezés beindítására.
2. A Naprendszer 2kpc sugarú környezetében a csillagközi anyag kb. 40%-a van fenti hatások alatt.
3. A csillagközi felhők relatív száma a nyugalomban lévő és külső hatás alatt lévő térrészben hasonló, de a sűrű felhőmagok gyakoribbak a triggerelt csillagközi anyagban.
4. A trigger esetek száma jelentős, minden harmadik a Naphoz hasonló tömegű fiatal csillag triggerelt csillagközi felhőben születik.

További eredményeink:

Több mint 10 új felhőmagot azonosítottunk. Felfedeztünk 32 új T-asszociációt. A szakirodalomban elsőként felfedeztünk egy keletkező barna törpe jelöltet a Taurusban. Megadtuk a Taurus Molecular Ring szerkezeti és kinematikai leírását.

A kutatás során felhasznált tudományos erőforrások (ABC sorrendben):

- ASTRO-F (AKARI) infravörös űr-obszervatórium
- Effelsberg-100m rádiótávcső
- ELTE, MTA KTM Csillagászati Kutatóintézet, és MPIA Heidelberg könyvtárai és számítógépei
- Hubble Space Telescope űr-obszervatórium
- IRAM-30m mm és szub-mm rádiótávcső
- ISO Data Centre MPIA Heidelberg és ESA Vilspa
- KOSMA-3m mm és szub-mm rádiótávcső
- Nagoya CO Spectroscopy Archive
- Onsala-20m rádiótávcső
- Parkes-64m rádiótávcső
- Spitzer ST infravörös űr-obszervatórium

II. Közvetlen tudományos előzmények (Ahonnan elindultunk)

A csillagközi anyag a Naprendszer közelében

A csillagok között, a csillagok átmérőjéhez képest óriási távolságok vannak. Egy csillagközi utazónak a (millió km-es) csillagátmérő 20 milliószorosát kell megtennie. Ez az óriási tér nem teljesen üres, benne elektronokat, atomokat, molekulákat és a milliméter tízezred részénél kisebb porszemcséket találunk. Ennek a klasszikus értelemben vett csillagközi anyagnak egy helyi sűrűsödését nevezük csillagközi felhőnek. A csillagközi anyag tágabb értelmezésébe a fel nem sorolt részecskéken túl a sugárzási tér, mágneses és gravitációs tér sorolandó. Napunk és vele a Naprendszer galaktikánk, a Tejútrendszer középpontja körül 27 ezer fényévyire köröz 780 ezer km/h keringési sebességgel. Most éppen egy tőle eltérő sebességgel keringő csillagközi felhőfoszlányon száguld keresztül. A mi Lokális Felhőcskénk (Local Interstellar Cloud, vagy Local Fluff) igen ritka, 1 literében csak kb. 250-300 hidrogénatom van. Összehasonlításképpen a szobában beszippantott minden liter földi levegőben kb. $2,5 \times 10^{22}$ db molekulát találunk. A 7000 fok hőmérsékletű, kb. 15 fényév átmérőjű Lokális Felhőcske egy 30-40 fényév átmérőjű, kis felhő csoportban van. A mi felhőcskénknél ezerszer-milliószor sűrűbb csillagközi felhők is vannak, de tőlünk kicsit távolabb. Ilyenek a Taurus az Ophiucus és a Chamaeleon felhői, melyek 3-400 fényév távolságban, szinte falként övezik azt az üreget, aminek forró (több százezer fokos) ritka gázában a lokális felhőcskék is úszkálnak. Ezt a lokális buboréknak is nevezett üreget szupernóva robbanás nyitotta a mi spirálkarunk csillagközi anyagában. Az ehhez hasonló, párszáz fényév méretű csillagközi buborékok nem ritkák.

A csillagközi anyag nagyléptékű szerkezete – hurkok, buborékok

A galaktikus csillagközi anyag nagyléptékű alakzatainak felfedezésében már az 1970-es években közreműködtek magyar csillagászok. Dr. Fejes István (Kozmikus Geodéziai Observatórium, Pénc) fedezte fel az un. „Loop III” óriási hurokszerű struktúrát annak rádiósugárzása alapján. A legelső infravörös hurkokat egy időben, de egymástól függetlenül fedezte fel és írta le egy amerikai és egy magyar kutatócsoport 1987-ben. Az eredményeket P.R. Schwartz és munkatársai az amerikai *Astrophysical Journal*-ben, Kun Mária, Balázs Lajos és Tóth Imre az európai *Astrophysics and Space Science* folyóiratban publikálták.

Ezen magyar sikerek hatására az ELTE Csillagászati Tanszékén témavezető 1995-ben hallgatóival, tudományos diákköri munka keretében elkezdte az égbolt szisztematikus felmérését és egy infravörös hurok (Infrared Loop) katalógus készítését. A kutatás folyamatos támogatást kapott az OTKA-tól. A csoport egykori tagjai közül Kiss Csaba és Moór Attila (MTA Konkoly Intézet) már megszerezte PhD fokozatát, Könyves Vera és Kiss Zoltán pedig 2007-ben fogja megvédeni azt. A katalógus legelső bejegyzését jelentő Cepheus-Cassiopea buboréknak (GIRL 115+10.0) az ELTE-n folyó vizsgálatában Dr. Tóth további doktori hallgatói is közreműködtek: ifj. Dr. Horváth András, aki ma tanszékvezető a győri Széchenyi Egyetemen és Dr. Nikolić, Silvana, aki ma a Santiagói Egyetem (University of Chile) munkatársa.

Trigger jelenség megfigyelése

Az egyik legkézenfekvőbb példánk az indukált csillagkeletkezésre a Cepheus-Cassiopeia szupernóva buborékba részben bele merülő L1251 jelű csillagközi felhő. Az egykor e felhőben keletkezett és ma benne, körülötte megfigyelt fiatal csillagok korát és eloszlását, a felhő szerkezetét és dinamikáját több, részben magyar cikk vizsgálta (lásd pl. Kun, Prusti 1993, Tóth Walmsley 1996). Ezek azt valószínűsítették, hogy a felhőn kb. 1 millió éve áthaladt lökéshullám front nyomán alakult ki annak üstökös alakja és növekedett meg a csillagkeletkezés határfoka. A Hubble Űrtávcső egyik legnépszerűbb mozaik fotóján az un. Sas-köd felhőit, mint cseppkő oszlopokat látjuk. A „Pillars of creation” hangzatos elnevezést kapott struktúrát, az előbb említett L1251 felhőhöz hasonlóan a felhőközi tér lökéshullámai és ionizáló sugárzása formálja. Az

„oszlopok” csúcsain beágyazott fiatal csillagok („Eggs in the eagle’s nest”) jelzik az indukált csillagkeletkezést, amit számos szakcikk taglalt. A Lyman Spitzer asztrofizikusról elnevezett amerikai űrtávcső infravörös felvételei alapján a szupernóva és a Sas-köd felhőoszlopai közti kölcsönhatásról Nicolas Flagey (Institut d'Astrophysique Spatiale) francia doktori hallgató tanulmányából értesülhettünk. A 2006. végén publikált mérési eredmények alapján nem lehetett kizárni, hogy akár a teljes látványos felhőcsoportot már el is söpörte egy közeli szupernóva robbanás lökéshulláma, csak 1000 fényév távolából mi még az az előtti állapotot látjuk.

Trigger jelenség modellezése

Amikor a forró, nagy tömegű csillag belsejében a hidrogén nagyobb része már héliummá alakult, egy pillanatszerű folyamatban szupernóvaként robban bele az általa korábban létrehozott üregbe. A robbanás közelében a csillagközi anyag teljes ionizációja és a felhők szétfoszlatása a jellemző. A lökéshullám, amit kelt, száz fényévekre tova szalad, és gyúrja, formálja a csillagközi anyagot, ami az útjába kerül.

Hasonló esetet modelleztünk numerikusan a Zeus hidrokóddal a felhőparamétereket és front sebességet széles skálán változtatva (ifj. Horváth, Tóth 1995 és ifj. Horváth, Ziegler 1999). Eredményeink szerint, ha a szupernóva lökéshulláma egy elég nagy méretű, és távolabbi csillagközi felhőt ér, akkor ugyan jelentősen átalakítja a felhő szerkezetét, de nem fújja szét annak anyagát. A front-felhő ütközés gyorsíthatja a felhőben folyó felhőmag keletkezést, ami a csillagkeletkezés legelső fázisa. A modell szerint a L1251, vagy a hasonló méretű Sas-köd szétoszlásához, a front sebességétől függően 10^5 - 10^6 év kell elteljen, ez pedig elegendő jelentős felhőtömeg pre-protostelláris felhőmagokba gyúrásához.

Fiatal csillagok eloszlása és loopok

A Cepheus-Cassiopeia buborék falában, de különösen a Cepheus Flare óriás-molekulafelhőnek a buborék felőli oldalán fiatal, kistömegű csillagok csoportjait mutattuk ki. Meglepő tapasztalatunk szerint az említett IRAS pontforrás csoportok a kb. 200 ezer naptömegnyi Cepheus Flare óriás-molekulafelhő belsejében nem mutatkoznak (Pásztor, Tóth, Balázs 1993).

Felhőmagok eloszlása és loopok

A leghidegebb csillagközi felhőrészek az úgynevezett nagyon hideg felhőmagok (very cold cores, elnevezés és definíció: Tóth et al. 1998) eloszlását statisztikusan vizsgáltuk. Mivel a felhőmagokat az ISOPHOT Serendipity Survey (Tóth et al. 2000) és az IRAS adatbázis felhasználásával azonosítottuk, a minta nem fedi a teljes égboltot és az ismert csillagkeletkezési területek némelyikének túl-mintavételezése miatt elfogult. A jelzés értékű első eredmények szerint a 2. galaktikus negyedben a leghidegebb felhőmagok egy nem teljesen kiválasztási hiba mentes mintáját (ISOSS, VCC-k), többlet mutatható ki az infravörös hurkokon, illetve a nyugalomban lévő csillagközi anyag ezekhez közel eső régióiban (Tóth et al., 2003).

IRAS és ISO mérés technikai tapasztalatok

Pályázatunk résztvevői közvetlen tapasztalatot szereztek az IRAS adatelemzésben, az ISO műszereivel pedig ezen túl a méréstervezésben, kalibrációban, hibakeresésben is (lásd <http://konkoly.hu/KISAG>). Ezek után kézenfekvő volt, hogy az ISO-t követő két infravörös csillagászati üreszköz, a Spitzer Space Telescope és az ASTRO-F (Akari) műholdak felhasználóiként hasznosítsuk szakértelmünket a pályázat témájában. A korábbiaknál legalább 1 nagyságrenddel pontosabb mérésekkel a csillagkeletkezésről (felhőmagok, beágyazott források száma, tulajdonságai) pontosabb képet nyerve kívántuk a csillagkeletkezés indukált, vagy más szóval triggerelt voltát megmutatni.

III. Tudományos program (az elvégzett vizsgálatok és eredmények)

A feldolgozott mérések egy részét magunk végeztük el a jelen OTKA pályázatunkat megelőző felkészülési fázisban, illetve a pályázat futamideje alatt. Az adatok egy további részét nyilvános archívumokból, illetve nemzetközi munkakapcsolataink révén nem nyilvános adattárakból nyertük. Eredményeink tehát saját méréseken, „virtuális mérések”-en és ezek elemzésén alapulnak.

Rádiócsillagászati mérések:

Cél volt a sűrű csillagközi anyag eloszlásának leírása, a csillagképződés első fázisának tekinthető hideg, gravitációsan kötött felhőmagok kimutatása, azok tulajdonságainak meghatározása, valamint külső hatásokra utaló jelek (pl. sebesség gradiens) kimutatása.

KOSMA-3m:

A Taurus, Cygnus és a Cepheus területeken mintegy 30 csillagközi felhő CO felmérését végeztük el. A ^{12}CO , ^{13}CO és C^{18}O izotopomerek ($J=2-1$) és ($J=5-4$) forgási átmeneteihez tartozó 1,3mm-es és 0,5mm-es spektrumvonalait mértük. Egy korábban az ISO Serendipity Survey által felfedezett hideg felhőmag tömegét (10^3 naptömeg) és hőmérsékletét (20K) meghatározva az, mint nagy tömegű csillagkeletkezési hely kikerült felhőmag mintánkból. A Cygnus és a Cepheus területen elnyúlt alakjuk alapján 10 triggerelt felhő jelöltben mutattunk ki sebesség gradienst, összesen 28-nak mértük meg radiális sebességét, amit távolságuk becslésére használhattunk. A sebesség gradiensek jelezhetnek lökeshullám-front áthaladást, a becsült kinetikus távolság pedig a nagyléptékű 3D szerkezet megrajzolását segítette a Cepheus Flare óriás-molekulafelhő leírásakor. (Krause, ... Tóth 2004, Kiss, Tóth, Miller, Yonekura 2004 és Tóth, Krause et al. 2004)

Nagoya Rádióspektroszkópiai Archívum:

A teljes Taurus felhőcsoport sűrű csillagközi gáz eloszlását a C^{18}O ($J=1-0$) forgási átmenet 2,6mm-es vonalát mérve térképezték a nagoyai japán kollégák (Mizuno et al.). Ezt az adatmezőt a kinematikai leírásra is lehet használni, mint azt megtettük (Tóth et al. 2004, Tóth, Vavrek, Lemke 2004) felfedve a HCL-2 (a Taurus legnagyobb tömegű felhőcsoportja) gyűrű voltát, és a Taurus felhőoszlopokon végigfutó hullámot (Tóth et al. 2005). A nagoyai ^{13}CO spektrumokat használtuk a Cepheus és Cygnus terület felhőinek kinematikai távolságának meghatározásakor, és ugyanitt néhány elnyúlt felhőben sebesség gradienst tudtunk kimutatni (Tóth, Krause et al. 2004 és Kiss, Tóth, Miller, Yonekura, 2004).

IRAM-30m:

Az L1188 felhőben a mm-es kontinuum sugárzás térképezésével a por eloszlását, és a beágyazott forrásokat fedtük fel. Az 5 rádió kontinuum pontforrás közül 4-et infravörös pontforrásként is, egyet pedig sűrű felhőmagként azonosítottunk (Könyves et al. 2004 és Könyves et al. 2007).

Onsala-20m:

Az L1188 felhőt a sűrű ($n(\text{H}_2) > 10^5 \text{ cm}^{-3}$) csillagközi anyag nyomjelzőjeként ismert CS ($J=2-1$) forgási átmenethez tartozó 3mm-es vonalán térképeztük, mely szerint a felhőben mind a kinetikus hőmérséklet ($5\text{K} < T_{\text{kin}} < 25\text{K}$), mind a sűrűség ($10^3 \text{ cm}^{-3} < n(\text{H}_2) < 10^8 \text{ cm}^{-3}$) tág határok között mozog. A felhő belső szerkezete nem mutatja külső hatás nyomát (Könyves et al. 2004), de a relatív magas felhőmag keletkezési ráta igen.

Effelsberg-100m:

Az L1188-as az L1251-es az L1082, az L1155, és a HCL-2 csillagkeletkezést mutató felhőkben az ammónia 24GHz-es un. forgási-inverziós vonalait (1,1) és (2,2) mértük. A hiper-finom szerkezetükben felbontott spektrumok alapján sűrűség és hőmérséklet értékeket, valamint turbulens sebesség diszperziót számítottuk, melyekből a korábban ismert, illetve a méréseinkkel felfedezett felhőmagok hidrosztatikai stabilitására és esetleges beágyazott forrás(ok) általi fűtésre lehet következtetni. Az említett felhőkben összesen 10 új felhőmagot találtunk, melyek gravitációsan kötöttek, ezek fele beágyazott forrást is mutat, a többi pre-protostelláris. (Könyves et al. 2004, Tóth, Haas et al. 2004, Zsom, Tóth, Harju 2007).

Parkes-64m:

A Chamaeleon csillagképben a Taurus felhőrendszeréhez hasonlóan kistömegű csillagok keletkezési helyeként ismert felhőkben az ISOPHOT Serendipity Survey által felfedett hideg és melegebb felhőmagokat vizsgáltuk. Az ammónia 24GHz-es un. forgási-inverziós vonalait (1,1) és (2,2) mértük. A Cha I felhőben 4 felhőmagot mutattunk ki. Ezek közül az MMS1 jelű melegebb forrás, melynek leírását külön adtuk meg (Tennekes, Harju, Juvela, Tóth 2007), a hidegebb felhőmagok leírását az Akari infravörös méréseinkkel együtt 2007. folyamán fogjuk publikálni. Elmondható, hogy a Cha I nem mutat jelentősebb tömegű, sűrű csillagközi anyagot, amiből további csillagkeletkezés lenne várható, azaz ilyen szempontból ez egy idősebb molekulafelhő. (Tóth, Zsom, et al. 2007)

Nagoya Rádióspektroszkópiai Archívum:

A teljes Taurus felhőcsoport sűrű csillagközi gáz eloszlását a $C^{18}O$ ($J=1-0$) forgási átmenet 2,6mm-es vonalát mérve térképezték a nagoyai japán kollégák (Mizuno et al.). Ezt az adatmezőt a kinematikai leírásra is lehet használni, mint azt megtettük (Tóth et al. 2004, Tóth, Vavrek, Lemke, 2004) felfedve a HCL-2 gyűrű voltát, és a Taurus felhőoszlopokon végigfutó hullámot (Tóth 2005).

A nagoyai ^{13}CO spektrumokat használtuk a Cepheus és Cygnus terület felhőinek kinematikai távolságának meghatározásakor, és ugyanitt néhány elnyúlt felhőben sebesség gradienst tudtunk kimutatni (Kiss et al. 2004, Kiss Tóth, Krause et al. 2007)

Infravörös mérések

A pályázat 2002-es beadásakor az ASTRO-F (Akari) japán infravörös műhold pályára állítását a hivatalos japán ütemezés alapján 2004-re vártuk. A V-5-ös japán hordozórakéta, majd az ASTRO-F távcsöve főtükrének sajnálatos műszaki problémája miatt viszont az Akari, csak 2006 elején kezdte meg működését, és akkor sem a korábban tervezett módon. A japán kollégákkal közösen tervezett méréseinket ezért csak 2006. végén (jelen OTKA pályázatunk utolsó hónapjaiban) kezdte meg a műhold. Az első eredményeinket egy budapesti AKARI workshopon ismertettük 2007. tavaszán. Néhány mérést elvégeztünk a Spitzer Űrtávcsővel, az infravörös adatok zömét azonban az IRAS, 2MASS, HST és ISO archívumok korábbiaknál szofisztikáltabb felhasználásával nyertük. A mérések egyfelől a por eloszlását és hőmérsékletét, másfelől a beágyazott és kapcsolódó fiatal csillagokat voltak hivatottak kimutatni.

IRAS Sky Survey Atlas:

A majdnem a teljes égboltot (95%) lefedő 12, 25, 60, és 100mikronos égboltfelvételeket képfeldolgozási eljárásokkal (mozaik, háttér levonás) önmagukban és más adatokkal összevetve a csillagközi por sűrűség és hőmérséklet eloszlásának felfedésére használtuk. Ezen adatokra

támaszkodik az infravörös hurok katalógusunk (Kiss, Moór Tóth 2004, Könyves, Kiss, Moór, Kiss, Tóth 2007). Az IRAS méréseket felhasználtuk a klasszikus TTauri jelöltek galaktikus vizsgálatában a csillagokkal asszociált csillagközi anyag oszlopsűrűségének becslésére, és a Cepheus terület porhőmérséklet-eloszlásának leírására is (Kiss, Tóth et al. 2004, Kiss, Tóth, Krause 2006). Ezen túl az egyes felhők részletesebb vizsgálatában Akari mérések híján szintén részben az IRAS adatokra támaszkodtunk.

2MASS (Two Micron Allsky Survey) archívum:

A Cepheus terület extinkciójának felmérését a USNO (US Naval Observatory) fotometriai katalógusa 2MASS (Two Micron Allsky Survey) infravörös katalógus elemzésével végeztük el. A Cepheus területen több mint 200 csillagközi felhőt azonosítottunk, az extinkció eloszlása alapján a felhők szerkezetét is meghatároztuk, jellemzésükre és automatikus osztályozásukra paramétereket vezettünk be (Kiss, Tóth et al. 2006).

A 2MASS pontforrás katalógus elemzését később kiterjesztettük az égbolt mintegy felére, lefedve a galaktikus fősíkot és +/-30 fokos környezetét. A teljes mintából kiválogattuk a fiatal, csillagkörüli koronggal rendelkező un. klasszikus TTauri típusú csillag jelölteket. Ezek eloszlását statisztikai módszerekkel vizsgálva 64 lehetséges T-asszociációt azonosítottunk. Eredményünk szerint a kistömegű csillagok keletkezése alapvetően csoportokban történik, a csoportok elemszáma tág határok közt (4-138 csillag) változik (Kiss, Tóth et al. 2007).

Hubble Űrtávcső (HST) Archívuma:

A TMC-1 híres sűrű molekulafelhőt is magába foglaló HCL-2 (Heiles Cloud 2) felhőcsoport, a teljes Taurus molekulafelhő együttes legnagyobb tömegű egysége. A beszámoló más részében bemutatott dinamikai vizsgálataink a HCL-2 tömegének kb. felét kitevő Taurus Molekuláris Gyűrű (TMR) tágulását, vagy összehúzódását valószínűsítik. A tágulás egyik lehetséges dinamikai oka lehet egy beágyazott csillag jelentős impulzusmomentumot a közegbe juttató nagysebességű kifújása (outflow-ja). A TMR-ben jelöltünk a több cikkben csak „TMC-1” névvel illetett infravörös pontforrás volt. Ennek fejlődési állapotát, és a környezettel való kölcsönhatását HST közeli infravörös felvételei felhasználásával határoztuk meg. A nagy felbontású 2 mikronos felvételeken kollimált kiáramlást un. jet-et mutattunk ki, az ezt hajtó központi forrás közelében pedig egy barna törpe jelöltet. A barna törpe kísérő vélhetőleg egykorú a főcsillaggal ami még jelentős tömegbefogást mutat, azaz felfedezésünk az első még kialakuló barna törpe jelöltet mutatja (Apai, Tóth et al. 2005).

ISO Archívum (ISOPHOT és ISOCAM adatok) és Spitzer SST mérések:

A Konkoly Intézet KISAG csoportjának kalibrációs és adatelemzési munkája lehetővé tette, hogy a Dr. Kun Máriával közösen megtervezett, és 1997-ben az L1251 felhőben az ISO műhold ISOPHOT kameráival mért infravörös égboltfelvételeket felhasználjuk. Az L1251 ISOPHOT felületi fényesség felmérése egyike a legnagyobb kiterjedésű felhő felmérésnek. Ennek jelentőségét növeli, hogy a Spitzer Űrteleszkóp (SST) távoli infravörös tartományban az ISOPHOT-nál kevésbé eredményes, és az Akari felvételeire még várnunk kell. A felhőmagok termodinamikai leírásához infravörös színhőmérsékleteket számítottunk (Zsom, Tóth, Harju 2007). Hasonló, de kisebb adatmező az L1188 felhő ISO adatai, ahol 2 beágyazott forrást un. Class I és egyet pedig Class 0 osztályúnak határoztunk meg az ISO és Spitzer mérések alapján. (Könyves et al. 2007)

ISOPHOT Serendipity Survey (ISOSS):

Az ISOSS adatmező az ISO adatbázis egy nem nyilvános részét képezi, melyet a heidelbergi MPIA-val élő együttműködésünk révén használhattunk fel. Elkészítettük, és (az IRAS adatmezővel együtt) a Cepheus felhők leírásában és hideg magok felfedezésében használtuk a

mindezidáig legnagyobb, kb. 400 négyzetfok méretű, egybefüggő ISOSS 170 mikronos térképet (Kiss, Tóth, Krause, 2007). A Cepheus területen volt a legnagyobb égbolt lefedettség, amit a Serendipity Survey elért (75%-95%).

A kistömegű csillagok keletkezési helyeinek, az ISOSS adatbázis kiválasztása során számos nagytömegű felhőmagot is azonosítottunk (Krause, ...Tóth 2004). Ezek további analízisét az MPIA munkatársai folytatják.

A felhőmagok feltérképezése mellett a Serendipity Survey-jel hideg izolált csillagközi felhőket is felfedeztünk. Ezek, egyszerűbb szerkezetük miatt, fontos teszt példányok lehetnek modellalkotáskor. (Tóth, Krause et al. 2004, Tóth 2007)

IV. Tudományos eredményeink és jelentőségük

Loopkatalógus a teljes égbotra kiterjedően, és annak elemzése a loopok kialakulására

Az európai csillagászat vezető folyóirata, az *Astronomy and Astrophysics*, 2004-ben címlapján hozta kutatócsoportunk (Kiss Cs., Moór A., Tóth L.V.) eredményét. A 2004-es cikkünk szerint a Naprendszer környezetében a csillagközi anyagot a címlap-képen látható és ahhoz hasonló óriási buborékok héjába söpörte egy asztrofizikai folyamat. Az üregek belsejében szinte nincs csillagközi por, azok fala viszont porban gazdag csillagközi anyagból áll. Az üregek poros falában számos nagytömegű csillag, HII zóna található, melyek jelzik a loop-katalógus fontos „melléktermékét” a hurkokkal asszociált objektumok katalógusát.

Kutatócsoportunk (Könyves, Kiss, Moór, Kiss Z.T., Tóth) legfrissebb, 2007 márciusában megjelent elemzése már több mint 462 ilyen infravörös hurkot ír le. Ezek szerint Galaktikánk, ameddig az IRAS ellátott (kb. 8000-10000 fényévnnyi távolságig) habfürdőre, vagy ementáli sajtra hasonlít, hol jobban, hol kevésbé dominál az üregek térfogata.

Az infravörös hurkokról írt legfrissebb cikkünk rámutat arra is, hogy a Galaktika szimmetriasíkja közelében a nagytömegű csillagok szupernóva robbanásai, attól távolabb pedig a csillagközi anyag turbulens mozgása alakítja ki a csillagközi anyag nagyléptékű szerkezetét. Napunk is egy ilyen csillagközi buborék belsejében van, melyet Lokális Buborékként is említ a szakirodalom.

A Galaktikus Infravörös Hurkok Katalógusa a maga nemében egyedülálló. A korábbi hasonló összegzések kinematikai alapon próbáltak üregeket, rétegeket felfedni a csillagközi anyagban. Egy ilyen munka a prágai Ehlerova, Palous szerzőpár HI üreg katalógusa, mintegy 800 táguló üreggel. A sebességviszonyokat nem kiválasztási feltételül szabó munkánk kiegészíti a prágai katalógust, hiszen mi „láthattuk” a nem, vagy csak kis sebességgel (<8km/s) táguló héjakat is. Mi a Galaktika fősíkjától távolabb, míg a sebesség információ birtokában a cseh munka a fősík vidékén találta meg jobban a héjakat.

A fősíktól távoli nagy léptékű csillagközi anyag szerkezet turbulenciákkal való magyarázata jelentős új eredmény, mely egy általános sejtést igazol mérési úton.

Felhők szerkezete, hatások – egyedi példákön és statisztikus mintán

A felhőmagok és környezetük, valamint a kapcsolódó csillagkeletkezés leírását a lehetséges erőforrások maximális kihasználásával végeztük, ráadásul nagy elemszámú mintán. A felhőkben a sűrűség, hőmérséklet eloszlását és a sebességteret rádió-spektroszkópiái, mm-es kontínuum és infravörös fotometriai méréseink alapján számítottuk. Az asszociált forrásokat látható és infravörös tartományban készített archív katalógusok és képek felhasználásával kerestük meg.

A Cepheus Flare és vidékén nyert legfontosabb tapasztalatunk, hogy a sűrű-ritka csillagközi anyag határ régióban nagyobb tömegű strukturáltabb felhők vannak. Ezekben zajlik a csillagkeletkezés zöme (Kiss, Tóth, Krause 2006, Tóth, Kiss 2007).

A Cepheus, a Taurus és a Chamaeleon területeken egyaránt azt tapasztaltuk, hogy a felhőkbeli hőmérséklet eloszlás elsősorban a beágyazott fiatal forrásokkal volt magyarázható.

A Cepheus Flare óriás molekulafelhő déli részén viszont a sűrű-ritka határvidéken megemelkedett porhőmérsékletet mutattunk ki, hasonlóan az előzmények közt említett Sas-köd példájához (Kiss, Tóth, Krause 2006).

A Taurus Molekuláris Gyűrű gyűrű voltát is megkérdőjelező publikációkkal ellentétben kimutattuk a sebességtérben is a gyűrű létét. A keletkezési elméletekhez egy újabbal járultunk hozzá, amikor nyíró áramlásokkal magyaráztuk létét. Ez alapvetően külső hatást feltételez, és nem egy egyszerű lapult, forgó felhő kollapszusát. A külső hatás létre az infravörös pontforrások eloszlásából következettünk (Tóth, Vavrek 2004, Tóth, Burkert, Onishi 2005, Tóth, Burkert et al. 2007).

A TMC-1 infravörös pontforrás által hajtott jet-outflow iránya és energiája alapján kevésbé valószínű, hogy az magyarázhatná a TMR kinematikáját. Továbbra is a nyíró áramlások (az egyik gyakori trigger jelenség) hatásán keletkező instabilitás tűnik kézenfekvőnek a TMR/HCL-2 szerkezetének, valamint a Taurus elnyúlt felhősávjainak dinamikai magyarázatára (Apai, Tóth et al. 2005, Tóth, Burkert et al. 2007)

A Cepheus területen a felhők alakja (elnyúltsága) is trigger hatás jelenlétét valószínűsíti. A tömegeloszlás belső aszimmetriája és a sebesség gradiensek alapján azonban nem mindig sikerült a zavar forrását azonosítani (Kiss, Tóth et al. 2004 és Kiss Tóth, Krause 2006).

Felhőmagok tulajdonságainak leírása statisztikus mintán

Miközben tehát felhőmagokat a ritka-sűrű határregióktól messze, felhőcsoportok belsejében is nagy számban találunk, méréseinket úgy értelmezzük, hogy jelentős az indukált, avagy triggerelt felhőmag keletkezés aránya (Tóth, Kiss 2007). Ez az állítás nem meglepő, ha azt az egyszerű tényt tekintjük, hogy a 237-es IAU szimpóziumon is tucatszám mutattak be a résztvevők trigger alapeseteket, mégis ellentmondani látszik az uralkodó elképzelésnek, miszerint a trigger folyamatok a nagytömegű csillagok keletkezésében meghatározóak. Ezért lényeges hangsúlyoznunk, hogy a Cepheus felmérésnél több mint 10^5 naptömegnyi csillagközi anyagban, kiválasztási hatásoktól mentesen, 200 felhőt vizsgálva jutottunk eredményre.

A csillagközi anyag hőmérséklete egy kritikus paraméter a csillagkeletkezés azon kezdeti szakaszában, amikor a felhőmag összeroskad. A felhőmagok galaktikus szélesség függő hőmérséklete, amit a szintén mi fedeztünk fel a Cepheus területen, egy olyan rejtvény, amit nem tudtunk megoldani. Ehhez hasonló, egy teljes óriás molekulafelhőn át jelenlévő hőmérséklet-gradiens eddig nem volt ismert. A felhőmag hőmérsékletek más égi területeken függetlenek a galaktikus szélességtől (Zsom 2007), ezért a Cepheus sajátosságának, valamely lokális hatásnak tulajdonítjuk a jelenséget.

Indukált-e a Naphoz hasonló csillagok keletkezése, és a csillagkeletkezés mely fázisában jelentősek a külső hatások? – statisztikus vizsgálat

A 2MASS pontforrás katalógusból nyert klasszikus több mint 3000 TTauri jelöltünk eloszlását a hasonló galaktikus szélesség függéssel generált Monte-Carlo szimulációkkal összevetve megállapíthattuk, hogy az, azok erősen eltérnek. Ilyen nagy homogén mintán eddig még nem vizsgálták az ilyen típusú csillagok eloszlását. Felbontásunk megengedte, hogy az eloszlás inhomogenitását magyarázzuk. Az eredmények szerint a 2. és 3. Galaktikus negyedben a galaktikus fősík 3 fokos környezetét kizárva (ahol a konfúzió túl nagy) a klasszikus TTauri jelöltek szignifikánsan gyakrabban találhatók infravörös hurkok irányában. A korábbi vélekedéstől eltérően tehát nagy skálákon sem igaz, hogy egyszerűen a csillagközi anyag mennyisége szabná meg a keletkező kis tömegű csillagok számát (Kiss, Tóth Elmegreen et al. 2007).

A sűrű-ritka csillagközi anyag határokat jól jelző infravörös hurkokban azonban nem csak a fiatal csillagok számában, hanem a felhők strukturáltságban is kimutattunk többletet. Eszerint a csillag többletet a olyan hatás okozza, ami csillagkeletkezés legkorábbi fázisa, a felhőmagok kialakulásától kezdve jelentős. A felhők ugyanakkor hasonló valószínűséggel keletkeznek minden tartományban, ahol a csillagközi anyag rendelkezésre áll. Jelen értelmezésünk szerint a felhőkben egy gravitációsan kötött felhőmag kialakulásának karakterisztikus ideje millió év nagyságrendű, ami az ambipoláris diffúzió elméletéből is következne. Ettől lesz a csillagkeletkezés lassú folyamat. A sűrű-ritka határrétegekben ez az idő rövidül le akár 1 nagyságrenddel. A galaktikus sűrű korongban a csillagközi anyag tömegének legalább harmada van a határrétegekben ezért jelentős a triggerelt felhőmag és csillagkeletkezés (Tóth, Kiss 2006).

V. Eredmények a tudományszervezésben, oktatásban, ismeretterjesztésben

A kutatások és az eredmények publikálása is nemzetközi együttműködésben zajlottak. Kiemeljük ebből, hogy az ASTRO-F (AKARI) japán infravörös műhold pályára állítását követő teszt periódusban és az első mérések idején számos személyes konzultációt folytattunk az űrprojekt de különös tekintettel a Star Formation Mission Program vezetőjével és munkatársaival, európai társ kutatókkal az Egyesült Királyságban, Japánban és Magyarországon. Témavezetőt meghívták az ASTRO-F társ kutatójának a Star-Formation Mission Program-be. Előadásokat tartottunk több mint 10 nemzetközi konferencián, valamint az MTA Konkoly Intézetében, az ELTE-n, a Helsinki University, a University of Manchester, Nagoya University, National Astronomical Observatory Japan, a JAXA (japán űrközpont) és a Max-Planck Institut für Astronomy meghívásainak eleget téve.

ISE III., nemzetközi konferencia Magyarországon az OTKA pályázat témájában

Nemzetközi konferenciát bonyolítottunk le OTKA pályázatunk témájában a 2005-ös előkészítés után 2006. augusztusában „*The Interaction of Stars with their Environment III. Confronting theory with ground based view and recent space missions*” címmel. Az ISE III. volt a legjelentősebb nemzetközi csillagászati konferencia 2006-ban Magyarországon. Az angol nyelvű konferencián 11 országból 45 vendégünk volt. OTKA pályázatunk minden résztvevője szerepelt poszterrel, vagy előadással (3 előadás, 2 poszter). Témavezető a SOC társelnöke és a LOC vezetőjeként, OTKA pályázatunk további résztvevői a LOC tagjaiként tettek a konferencia sikeréért.

Tudományos eredményeink legszebb elismeréseként témavezető meghívást kapott az IAU General Assembly keretében 2006. augusztusában lebonyolított IAU 237-es szimpóziumra melyet „Triggered Star Formation in a Turbulent ISM” címmel rendeztek. Ugyanide egy posztert is vittünk, és itt választották be témavezetőt az IAU szervező bizottságába.

Utánpótlás nevelés: PhD fokozatok, szakdolgozatok, TDK dolgozatok

A pályázat résztvevői közül Moór Attila 2007-ben már megvédte, Könyves Vera 2007. első, Kiss Zoltán 2007. második felében fogja megvédeni doktori dolgozatát. Utóbbi két dolgozat szorosan véve az OTKA pályázat témáját fedi. A témában készült Ács Barbara szakdolgozata és készül el 2007. májusára Zsom András szakdolgozata, aki TDK dolgozatával 2006-ban kari első helyezett lett az ELTE TTK-n, és a visegrádi ISE III konferencián angolul is ismertetett eredményei alapján már meghívást kapott Heidelbergbe a Max-Planck Institut für Astronomy egyik doktori ösztöndíjára. Az ASTRO-F mérések elemzésébe 3 további TDK-zó hallgató kapcsolódott be 2006-ban.

TV szereplések, cikkek nemzetközi szakfolyóiratokon kívül

Elkészítettük és gondozzuk az Akari (ASTRO-F) magyarországi honlapját:

<http://astro.elte.hu/~akari> .

2006-ban témavezető pályázatunk eredményeit a köztévé Delta tudományos magazinműsorában, Könyves Vera a Fix-TV-ben személyesen ismertette. Eredményeinkről említés történt 2007-ben az index.hu tudományos rovatában, egy interjú formájában. Beküldtünk továbbá egy összefoglaló cikket a Fizikai szemle folyóiratba, és egy sajtóközleményt az MTA-n keresztül jelentetünk majd április elején a galaktikus hurkok teljes égboltra kiterjedő katalógusáról.

A témában magyar nyelvű tudományos előadásokat tartottunk az Országos Csillagászati Szemináriumon: Kiss Z.T és Tóth L.V., valamint a Konkoly Intézet szemináriumán: Tóth L.V..

VI. Népszerűsíthető eredmények

- Az ementáli sajt, vagy habfürdő szerű galaktikus csillagközi anyag szerkezet felfedése.
- Mérési evidencia arra, hogy a kistömegű csillagok jelentős hányada (30%) sűrű-ritka csillagközi anyag határ régiókban keletkezik.
- Az első, még növekedésben lévő barna törpe jelölt felfedezése.
- Annak kimutatása, hogy a csillagközi anyag buborékos szerkezete közepes és magas galaktikus szélességeken turbulenciák eredménye.
- Az izotermálisnak hitt kollapszáló felhőmagok szignifikáns hőmérséklet különbségeinek kimutatása.
- A Cepheus területen a felhőmag hőmérsékletet a galaktika fősíkjától mért távolsággal változik.
- Mérési evidencia a felhőmag keletkezés indukált voltára a Cepheus területen.
- A Napunkhoz hasonló csillagok legalább 30%-ának keletkezését külső hatás indította el, hasonlóan a Naprendszer keletkezéséről feltételezettekhez.

VII. English summary (Angol nyelvű összefoglaló)

Do we need more motivation for a study of triggered low mass star formation than a better understanding of the formation of our Solar System? We may assume that the formation of the Solar System was triggered by massive stars - based on abundance anomalies of short-lived radio isotopes in meteorites.

Do trigger mechanisms play an important role in the low mass star formation already in the formation of pre-protostellar cores? We arrived to a YES answer in 4 steps. Questions:

1. Do the interstellar medium (ISM) density fluctuations lead to star formation when those are enhanced by trigger?
2. What fraction of the galactic cold ISM is effected by slow interstellar shock fronts, and an enhanced ionizing interstellar radiation field?
3. Do we see an excess in the number of dense clouds in triggered ISM? Are there more pre-protostellar cloud cores in the triggered ISM? Is there a significant excess of young stellar objects seen towards triggered interstellar clouds?
4. Is the triggered fraction of low mass star formation statistically significant in large Galactic regions?

Our answers are based on large data bases and their statistical analyses:

1. We studied the structure of low and intermediate mass clouds in the obvious presence and assumed absence of external effects, and found an evidence for trigger enhanced formation of dense cloud cores on a large unbiased sample of (over 200) interstellar clouds.
2. As much as 40% of the nearby (within 2kpc) ISM mass is affected by the above triggers.
3. Clouds form with the same frequency in the relaxed and in the triggered ISM, but there are far more dense cloud cores in triggered clouds.
4. We studied the distribution of low mass YSOs, and successfully related their distribution to that of the ISM. The observed galactic distribution of a sample of over 3000 classical T Tau type candidate NIR point sources was compared to Monte Carlo simulated samples, and a statistically significant inhomogeneity was found, with excess towards the infrared loops. At least 30% of the solar type low mass stars form in triggered clouds.

Further results:

We identified more than a dozen of new cloud cores, and 32 new T-associations. A candidate brown dwarf was discovered in Taurus, still in the phase of formation. The Taurus Molecular Ring ISM structure and kinematics was uncovered.

Few more words about our findings:

A census of cloud-intercloud surfaces on intermediate galactic scales was made mapping the projected distribution of dusty ISM, which is seen in FIR images or in the K-band NIR reddening. The ISSA IRAS all-sky 60 μ m and 100 μ m surface brightness data were examined and 462 loops were located by Kiss et al. (2004) and Könyves et al. (2007). The loops appear as typical structure of galactic cirrus in the few pc to 100pc scale. The FIR colour of the loops is the same as of the cirrus, with a local hydrogen column density excess of 10% in average over their surroundings. Large chains and super-loops are seen. Most of our FIR defined loops can be identified on NIR reddening maps as well.

How do the distribution of low mass YSOs compares to the pattern drawn by the projected image of interfaces of the dense cloudy ISM and the low density intercloud medium? As a tracer of nearby ISM, the 2MASS based K-band reddening or FIR optical depth can be used. A remarkable correlation is seen between the CTT number density and reddening in the Orion, i.e. how well the former follows the loop structure of the latter. A careful statistical comparison of the CTT distribution and FIR loops showed that the on-loop CTT number density N_{CTT} is highly non-random, where N_{CTT} is the number of CTTs seen projected on the loop shell divided by loop shell

area. In order to account for the ISM column density variations we divided N_{CTT} with the average NIR based A_V extinction of the loop shell. The observed average N_{CTT}/A_V value is far from being random as tested with Monte Carlo simulations, it shows a significant excess towards FIR loop shells (details are given in Kiss, Tóth and Elmegreen 2007).

Deep HST/NICMOS observations peering through the outflow cavity of the protostellar candidate IRAS 04381+2540 in the Taurus Molecular Cloud-1 revealed a young stellar low mass object as central source, a jet and a very faint and close (0.6'') companion with an estimated brown dwarf mass are identified. Because of its geometry, young age and its rare low-mass companion, this system is likely to provide a unique insight into the formation of brown dwarfs.

VIII. Tudományos közlemények és előadások listája

Az OTKA pályázat témájában és számának feltüntetésével megjelent, referált publikációink:

Könyves, V.; Kiss, Cs.; Moór, A.; Kiss, Z. T.; Tóth, L. V.

Catalogue of far-infrared loops in the Galaxy

[2007 A&A...463.1227](#)

Kiss, Z. T.; Tóth, L. V.; Krause, O.; Kun, M.; Stickel, M.

Star formation in the Cepheus Flare region: implications from morphology and infrared properties of optically selected clouds

[2006A&A...453..923K](#)

Apai, D.; Tóth, L. V.; Henning, T.; Vavrek, R.; Kovács, Z.; Lemke, D.

HST/NICMOS observations of a proto-brown dwarf candidate

[2005A&A...433L..33A](#)

Tóth, L. V.; Haas, M.; Lemke, D.; Mattila, K.; Onishi, T.

Very cold cores in the Taurus Molecular Ring as seen by ISO

[2004A&A...420..533T](#)

Kiss, Cs.; Moór, A.; Tóth, L. V.

Far-infrared loops in the 2nd Galactic Quadrant

[2004A&A...418..131K](#)

Tóth, L. V.; Vavrek, R.; Lemke, D.

Star Formation in the Taurus Molecular Ring

[2004BaltA..13..443T](#)

Tóth, L. V.; Krause, O.; Kim, C.-H.; Park, Y.-S.; Hotzel, S.; del Burgo, C.; Lemke, D.

A Faint ISO Globule ISOSS J 20380+6352

[2004BaltA..13..439T](#)

Kiss, Z. T.; Tóth, L. V.; Miller, M.; Yonekura, Y.

CO Measurements of Optically Dark Clouds in Cepheus

[2004BaltA..13..430K](#)

Könyves, V.; Moór, A.; Kiss, Cs.; Ábrahám, P.

Young Stellar Objects in L 1188

[2004BaltA..13..470K](#)

Megjelent egyéb publikációink, melyeket referált cikként még nem közöltük:

Kiss, Z. T.; Tóth, L. V.; Balázs, L. G.; Könyves, V.

The distribution of photometrically selected T Tauri candidates in the outer Galaxy

[2006PADEU..17..173K](#)

Tóth, L. V., Kiss, Z.T.,

Footprints Of Trigger In Large Area Surveys Of The Nearby ISM And YSOs

[2006IAUS..237E..22T](#)

Tóth, L. V., Burkert, A., Onishi T.

Star formation in Taurus

2005 "Science and Art in Europe" Conference Berlin, Abstract Book, Max-Planck-Gesellschaft

Kiss, Z. T.; Kiss, Cs.; Ábrahám, P.; Tóth, L. V.

Determination of dust temperature and emissivity from IRAS and ISO observations

[2004PADEU..14..113K](#)

Katalógusaink, melyeket a VIZIER szolgáltató:

Könyves, V.; Kiss, Cs.; Moór, A.; Kiss, Z. T.; Tóth, L. V.

Catalogue of far-infrared loops in the Galaxy (Konyves+, 2007)

VizieR On-line Data Catalog: J/A+A/463/1227

[2006yCat..34631227K](#)

Kiss, Z. T.; Tóth, L. V.; Krause, O.; Kun, M.; Stickel, M.

Morphologies in the Cepheus Flare region (Kiss+, 2006)

[2006yCat..34530923K](#)

Kiss, C.; Moor, A.; Tóth, L. V.

Far-infrared loops in the 2nd Galactic Quadrant (Kiss+, 2004)

[2004yCat.1000....0K](#)

Kiss, C.; Moor, A.; Tóth, L. V.

Far-infrared loops in the 2nd Galactic Quadrant (Kiss+, 2004)

[2004yCat..34180131K](#)

Szakdolgozatok, TDK dolgozatok:

Zsom András 2006

„A por és gáz hőmérsékletének összehasonlítása”

Tudományos Diákköri Dolgozat

Ács, Barbara 2004

„Fiatal csillagok a Taurusban”

MSc dolgozat

Ács, Barbara, Klagyvik, Péter 2004

„Hol keletkeznek a Naphoz hasonló tömegű csillagok?”

Tudományos Diákköri Dolgozat

Honlap:

<http://astro.elte.hu/~astrof>

Publikációink az OTKA pályázat számának feltüntetése nélkül:

További 3 referált publikációban, bár kapcsolódtak az OTKA pályázatunk projektjéhez, és kutatóink részt vettek ezekben, nem tüntettük fel az OTKA pályázat számát. Ezek a következők:

Ammónia mérések a Parkes-64m rádiótávcsővel:

[Tennekes, P. P.](#); [Harju, J.](#); [Juvela, M.](#); [Tóth, L. V.](#)

HCN and HNC mapping of the protostellar core Chamaeleon-MMS1

2006 A&A...456.1037

Az L1251 üstökös alakú felhő „fej” része nem spontán keletkezett, hanem indukált kollapszust szenvedett el:

Balázs, L. G.; Ábrahám, P.; Kun, M.; Kelemen, J.; Tóth, L. V.

Star count analysis of the interstellar matter in the region of L1251

[2004A&A...425..133B](#)

Az ISOPHOT Serendipity Survey hideg felhőmagjai közül az ammónia mérésekkel lehet a kistömegű csillagokat formáló felhőmagokat elkülöníteni. A közepes és nagytömegű csillagok melegebb pre-protostelláris felhőmagjaiban a magasabban gerjesztett forgási állapotok populációja kimutatható és nagyobb tömeg számítható az ammónia spektrális mérésekből:

Krause, O.; Vavrek, R.; Birkmann, S.; Klaas, U.; Stickel, M.; Tóth, L. V.; Lemke, D.

Early Stages of Massive Star Formation Revealed by ISO

[2004BaltA..13..407K](#)

Beküldött, illetve megjelenés alatt lévő publikációink:

Kiss, Z.T., Tóth, L.V., Elmegreen, B.G., et al., „The distribution of TTauri stars in the outer galaxy: small scale clustering and triggered star formation in dust shells” 2007, ApJ, submitted

Tóth, L.V. (ed.) 2007, Proceedings of the conference: 'The interaction of stars with their environment III.' held in Visegrád 2006,

CoKon.105.

Tóth, L.V. 2007, „Very low mass interstellar clouds”,

CoKon.105.

Zsom, A., Tóth, L.V., Harju, J., Hotzel, S., Kiss, Z.T., 2007, „Heating and Cooling of Interstellar Clouds - A Comparison of Dust and Gas Temperatures in Cygnus-Cepheus”

CoKon.105.

Beküldésre váró, illetve kidolgozás alatt lévő publikációink:

Kiss, Z.T. 2007, „Spontán folyamat-e a csillagkeletkezés” PhD tézisek, ELTE

Könyves, V. et al. 2007, „Dense cores and star formation in the dark cloud complex LDN1188”

Könyves, V. 2007, „Az indukált csillagkeletkezés kapcsolata a csillaközi anyag kis- és nagyskalájú szerkezetével” PhD tézisek ELTE

Tóth, L.V., Zsom A., et al. 2007, „Dense ISM in Chamaeleon I”

Tóth, L.V., Burkert, A., Onishi, T., Juvela, M., 2007, „Dynamics of the Taurus Molecular Ring”

Zsom, A. 2007, MSc szakdolgozat, ELTE

A pályázat témájában a következő külföldi intézetekben illetve nemzetközi konferenciákon tartottunk tudományos előadásokat:

Ábrahám P.

- "Infrared Space Missions in the Far-infrared and their Legacy to the Virtual Observatory: 20 years of infrared astronomy at Konkoly Observatory" workshop, 2006, Budapest
- "Astronomical Data Analysis IV" Conference, 2006, Marseilles, Franciaország

Könyves V.,

- „Interaction of Stars with their Environment II.” Conference, 2003, Budapest
- „Young European Radio Astronomer's Conference”, 2004, Cork, Írország
- Colloquium, Graduate School of Science of Nagoya University 2004, Japán
- „4th Workshop of Young Researchers in Astronomy & Astrophysics”, 2006, Budapest
- „Interaction of Stars with their Environment III.” Conference, 2006, Visegrád

Kiss Z.T.,

- „Interaction of Stars with their Environment II.” Conference, 2003, Budapest
- „3rd Workshop of Young Researchers in Astronomy & Astrophysics”, 2004, Budapest
- „4th Workshop of Young Researchers in Astronomy & Astrophysics”, 2006, Budapest
- „Interaction of Stars with their Environment III. Conference”, 2006, Visegrád

Tóth L.V.,

- „Interaction of Stars with their Environment II. Conference”, 2003, Budapest
- Colloquium, National Astronomical Observatory of Japan, 2004, Tokyo Mitaka Japán
- „ASTRO-F Star Formation Mission Programme Workshop”, JAXA, 2004, Japán
- „Science and Art in Europe” Conference 2004, Berlin, Németország
- „Star and Planet Formation Workshop”, 2004, MPIA, Buchenbach, Németország
- „ASTRO-F Star Formation Mission Programme Workshop”, 2005, NAOJ Tokyo Mitaka Japán
- Seminar of the University of Manchester, School of Physics and Astronomy, 2005, Anglia
- "Infrared Space Missions in the Far-infrared and their Legacy to the Virtual Observatory: 20 years of infrared astronomy at Konkoly Observatory", 2006, Budapest
- Colloquium, JAXA, 2006, Japán
- Colloquium, National Astronomical Observatory of Japan, 2006, Tokyo Mitaka, Japán
- Colloquium, Graduate School of Science of Nagoya University 2006, Japán
- Observatory Colloquium, Helsinki University, 2006, Finnország
- „Interaction of Stars with their Environment III.” Conference, 2006, Visegrád
- „IAU Symposium No. 237”, 2006, Prága, Csehország

Zsom A.,

- „International Conference of Students of Physics”, 2006, Bukarest, Románia
 - MPIA, Heidelberg, 2007
2007. tavaszán az AKARI eredményeinket egy budapesti workshop-on ismertetjük.

Irodalomjegyzék (a zárójelentésben hivatkozott, de fentebb fel nem sorolt cikkek):

Abraham, P.; Dobashi, K.; Mizuno, A.; Fukui, Y., (1995)

„Molecular material and young stellar objects in the L 1188 dark cloud complex.”
A&A, 300, 525.

Horváth, A., **Tóth, L.V.**, (1995)

”Low Velocity Shock- Cloud Encounters I. Two Dimensional Hydrodynamical Model”
Astrophysics and Space Sci., 233, 171

Horváth, A.; Ziegler, U., (1999)

„The influence of hydrogen molecules on shock-cloud collisions”
A&A, 349, 595

Kiss, Cs.; **Tóth, L. V.;** **Moór, A.;** Sato, F.; Nikolić, S.; Wouterloot, J. G. A (2000).

Low mass clouds in the Cepheus-Cassiopeia void. I. Khavtassi 15
A&A 363. 755

Nikolic, S.; Kiss, Cs.; Johansson, L.E.B.; Wouterloot, J.G.A.; **Tóth, L. V.**; (2001)

„L1274; A multiwavelength study of a dark cloud in the Cep-Cas void”
A&A, 367, 694

Tóth, L.V.; Hotzel, S.; Krause, O.; Lemke, D.; Kiss, Cs; **Moór, A.** (2003)

Indications of star formation trigger on cold clouds
CoKon.103...45

Tóth, L.V., Horváth, A., Haikala, L.A., (1995)

”Low Velocity Shock-Cloud Encounters II. Observations and Interpretation”
Astrophysics and Space Sci. 233, 175

Tóth, L. V.; Hotzel, S.; Krause, O.; Lehtinen, K.; Lemke, D.; Mattila, K.; Stickel, M.;
Laureijs, R. J.(2000)

”ISOPHOT Serendipity Survey observations of interstellar clouds I. Detection of the Coldest
Cores in Chamaeleon”
A&A. 364. 769.

Tóth, L. V.; Walmsley, C. M. (1996)

Star formation in L 1251. II. "The next generation" - NH₃ cores.
A&A 311. 981.

Pásztor, L., **Tóth, L.V.**, Balázs, L.G., (1993)

”Searching for embedded clusters in the Cepheus-Cassiopeia Region”
A&A, 268, 108-115.