



Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj

Szakmai beszámoló

Pál Bernadett

2022. augusztus 11.

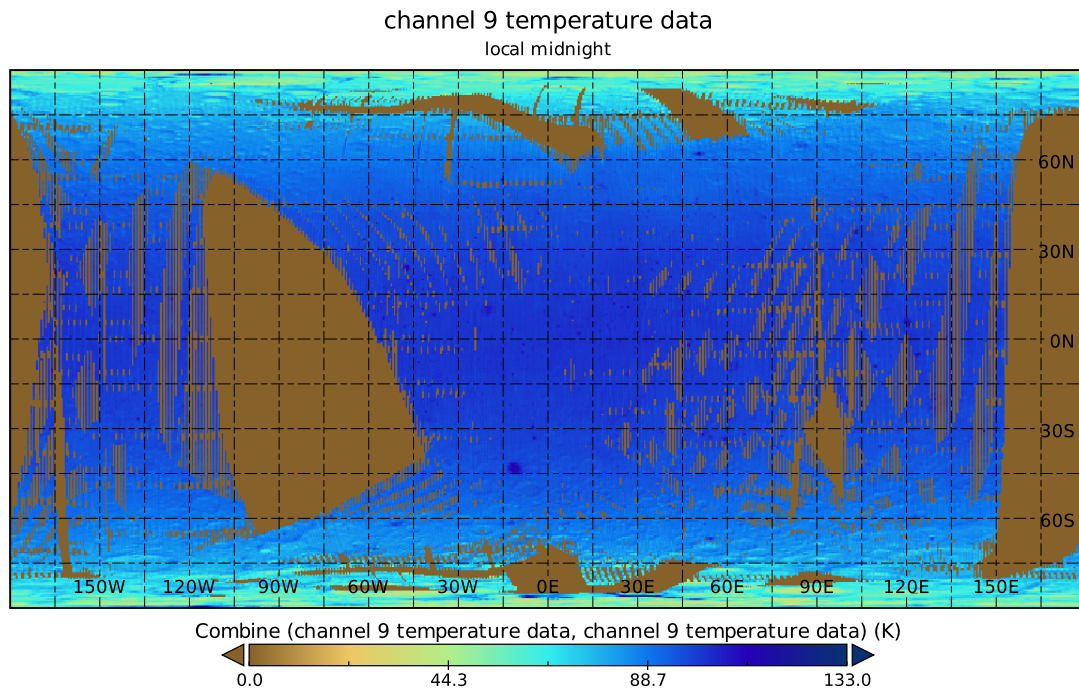
A támogatott pályázati kutatóutam első 9 napját karanténban kellett töltenem, utána viszont már teljes értékűen munkába tudtam állni a Tokiói Egyetem Miyamoto Laboratóriumában. A MÁEÖ beadásakor tervezett marsi ledobható szondák pályázata sajnos nem nyert támogatást egyelőre a japán félnél, viszont kaptak támogatást egy új japán Hold körüli keringőegység fejlesztésére, mely kutatócsoport munkájába beilleszkedhettem. Így a pályázatban megcélzott terv, hogy bekapcsolódhassak egy új japán űrszonda tervezésébe nem csak, hogy megvalósult, de mivel a holdszonda jóval nagyobb horderejű, több erőforrással rendelkező projekt, ezért hosszútávon is kiváló lehetőségeket hordoz magában. Az új küldetés ilyen korai szakaszába bekapcsolódni Magyarországról nem lett volna lehetőségem. A közel három hónap során főként a Tsukimi küldetéssel kapcsolatban dolgoztam együtt a japán kutató kollégákkal és a laboratórium hallgatóival, de részt vettem a Fuji vulkánon végzett terepgyakorlaton is.

1. TSUKIMI KÜLDETÉS

A Tsukimi holdszonda terahertz tartományon fogja vizsgálni a Hold poláris területeit, főként vízkészletek feltérképezésére, illetve a Hold felszínéről visszaverődő polarizált fényt fogja speciális kamerájával analizálni. A küldetés tervezett indítási dátuma 2024 költségvetési éve, azaz valamikor 2024 áprilisa és 2025 márciusa között. A Tsukimi a JAXA (Japán Űrügynökség) és a *Ministry of Internal Affairs and Communications, Japan* minisztérium együttműködésével készül, a tudományos csoportok és a pontos részletek kidolgozása viszont még folyamatban van, így az eszköz mélyebb részleteiről sem szabad még beszámolnom (egyelőre csak belső dokumentációk léteznek, amik titkosítottak).

1.1. NETCDF

A munkám első egy hetében a NASA Lunar Reconnaissance Orbiter keringőegység Diviner mérőműszer adatainak jártam utána. A projekt, amiben részt vettem főként arra koncentrált, hogy a Tsukimi milyen várható mérési eredményeket fog tudni szerezni a Hold felszínéről, ezért fordultunk egy korábbi küldetéshez. Első körben utánajártam annak, hogy milyen adatok elérhetőek publikusan, majd ezeket egy a PhD kutatásom alatt sokszor használt formátumba, NetCDF fájllokká konvertáltam; ehhez megfelelő C++ kódokat fejlesztettem. A Diviner adatai 10° -os szélességi sávokra osztva érhetőek el, ezért a globális térképek létrehozásához össze kellett fűznöm az egyes adatfájlokat. Az elkészült adatbázisok segítségével például fényességi hőmérséklet ábrákat lehet készíteni a Hold felszínéről, erre egy példa látható a 1.1. ábrán. Ezeknek a térképeknek a segítségével a projekt későbbi fázisában szimulált Tsukimi fényességi hőmérséklet ábrákat tervezünk készíteni.

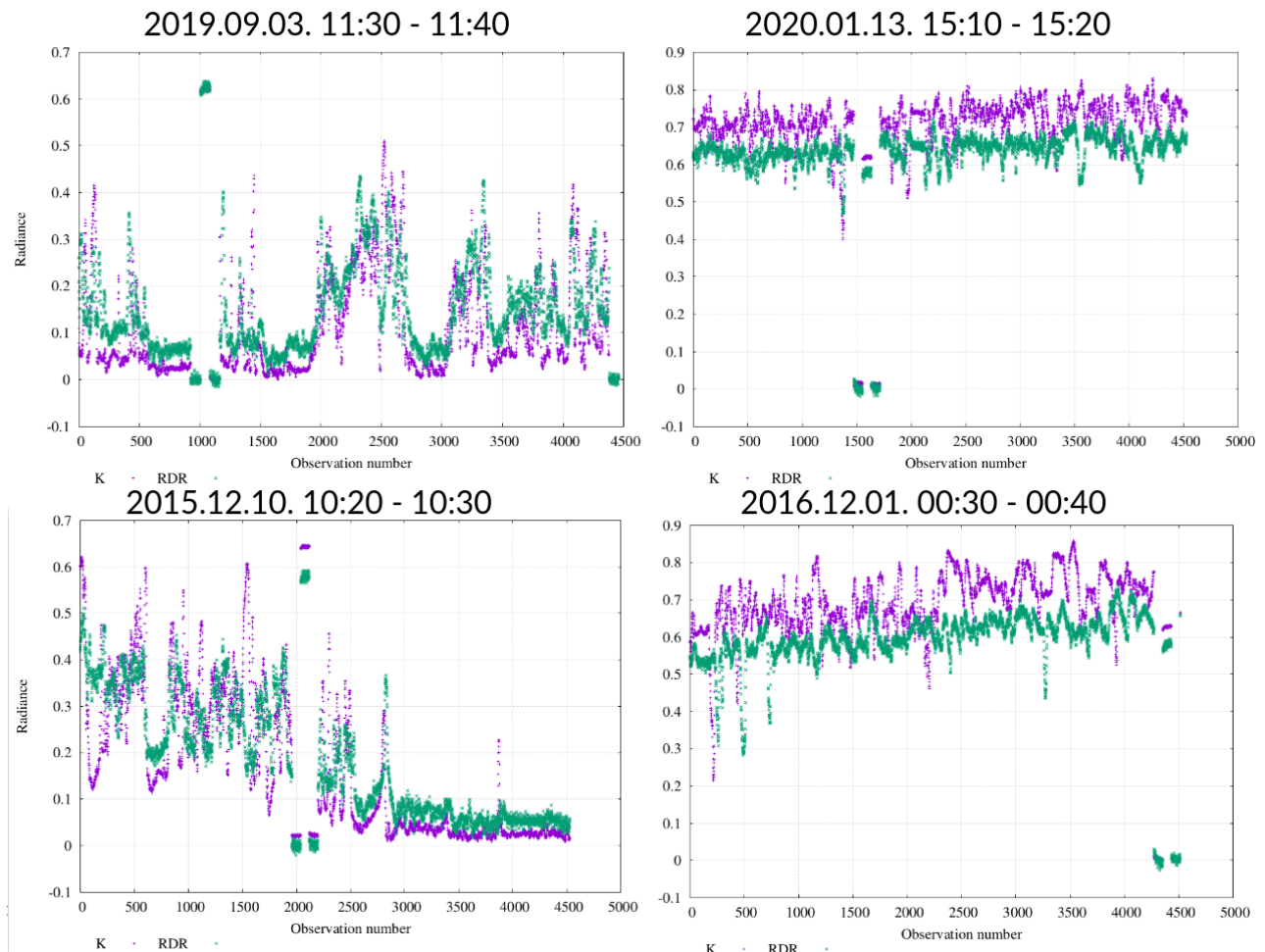


1.1. ábra. A Diviner GCP fényességi hőmérséklet adataiból készített térkép

1.2. DIVINER DEKOMPOZÍCIÓ

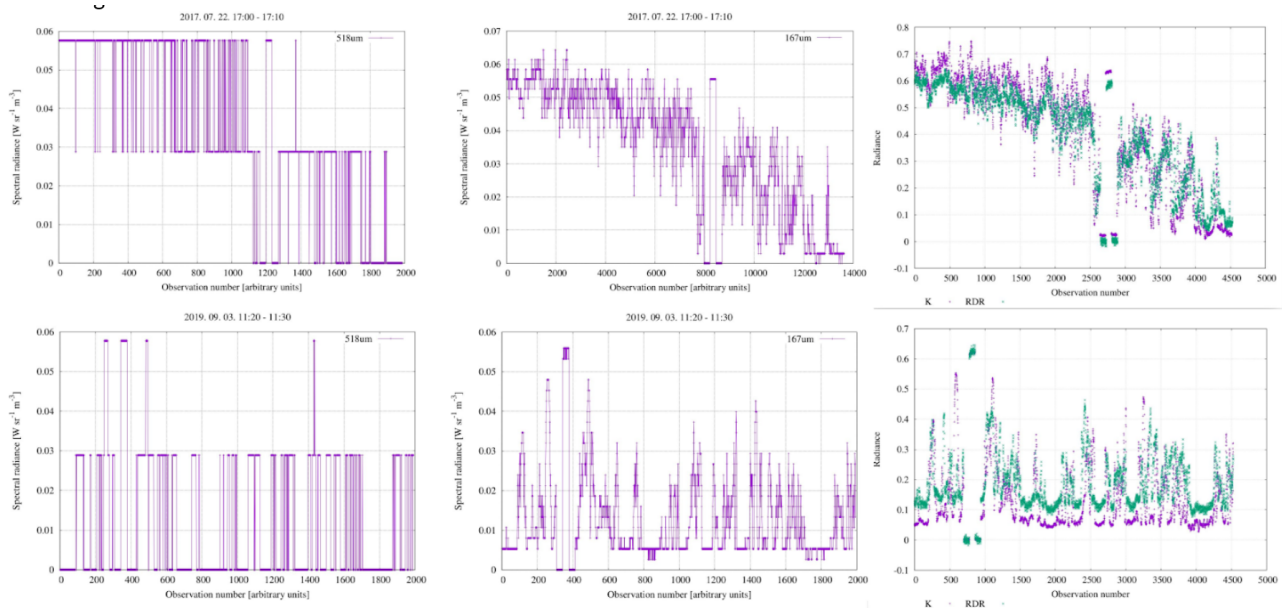
A NASA LRO Diviner műszere 9 különböző csatornán végzett méréseket, melyből a 9-es csatorna érzékenységi tartománya helyezkedik el legközelebb a Tsukimi majdani műszereihez. A várható adatok megszerzésére kidolgozott módszer szerint a 9-es csatorna nyers adatainak (beütések) dekompozíciójával extrapolálhatunk a hipotetikus 10-es csatornára, hosszabb hullámhosszakra, ahol a Tsukimi méréseket fog végezni. A Diviner egyes csatornáiban 21 - 21 darab detektor mér, melyek nyers mérési adatai detektoronként rendelkezésre állnak, azonban a teljes érzékenységi tartományra integráltak. Az extrapolációhoz viszont az egyes hullámhosszak szerint szükséges szétválogatni a beütéseket, melyhez a Diviner csapat által nyilvánosságra hozott átviteli adatokat használtuk fel. A projekt során szorosan együttműködtem a laboratórium több tagjával is, kiemelten Ryodo Hemmi posztdoktor kutatóval és Yoshioka Koki végzős BSc hallgatóval.

Ahhoz, hogy megfelelően elvégezhessük a dekompozíciót, előbb meg kellett győződnünk róla, hogy a Diviner nyers adataiból vissza tudjuk kapni a Diviner csapata által feldolgozott és publikált fényességi hőmérséklet adatokat. Ehhez alaposan áttanulmányoztuk a rendelkezésre álló dokumentációkat, nyilvánosságra hozott kódokat is, majd egy olyan kódot fejlesztettem, amivel sikerült elég jól visszaadnunk a Diviner csapatának eredményeit. Az eltérések fakadhatnak abból, hogy más módon végeztük a fekete test hőmérsékletének interpolációját, nem vettük figyelembe a fényes testtel végzett kalibrációt (ez a mi projektünkhöz nem releváns, ezért hagytuk ki), illetve más, esetleg a Diviner dokumentációkban nem részletezett lépések is. Az eredmények viszont öt különböző tesztpontonra kiválasztva is elég jók (1.2. ábra, lilával a mi számításaink, zölddel a Diviner feldolgozott radiancia adatai), ezért tovább haladtunk a dekompozícióval.



1.2. ábra. A diviner nyers adatok feldolgozásának validálása, összehasonlítás a Diviner kutatócsoportja által kiadott feldolgozott adatokkal.

A dekompozíció során először a detektor mérte adatot az átviteli adatok alapján osztottuk szét különböző hullámhosszakra, $10\mu\text{m}$ és $580\mu\text{m}$ között. Az átviteli adatok azt mondják meg, hogy egy adott hullámhosszon mekkora hatékonysággal detektálja a detektor a beeső részecskéket. Ideálisan ennek 100%-nak kellene lennie, azaz minden egyeső részecskét ki kéne mérnie, az átviteli adatok pedig az ideálistól való eltérést adják meg. A dekompozíció matematikai módszereinek kidolgozása után a programozást én végeztem, C++ kódokat, illetve Shell scripteket írtam a feladatok elvégzésére, melyeket Github-on keresztül osztottam meg a társkutatóimmal.



1.3. ábra. A Diviner nyers adatainak dekompozíciója, 9-es csatorna, 1-es detektor méréseiből.

A dekompozíció után különböző hullámhosszakon ábrázoltam az egyes várható mérési eredményeket. A 1.3. ábrán mutatok be ezek közül néhányat: jobb szélén látható az eredeti radiancia validálás, középen a várható eredmények egy olyan hullámhosszon, aminek jó az átvitele, bal szélén pedig egy olyan hullámhosszon, ahol rossz az átvitel (vagyis a beeső részecskék csak kis százalékát rögzíti a detektor). A három ábrát összevetve megfigyelhető, hogy bár a fő trendek látszanak a rossz átérésztésű hullámhossztartományon is, az információ nagy része (a várakozásnak megfelelően) elvész.

A kutatási projekt következő lépéseként a hibahatárokat fogjuk meghatározni, majd ennek segítségével fogunk extrapolálni a Tsukimi küldetés szempontjából releváns, hosszabb hullámhosszakra. Ehhez először az adott csatorna összes detektorára elvégeztem a dekompozíciót, majd a 8-as csatorna összes detektorára is. Az eredményeket összevettem, de egyelőre még nem kaptunk belőle az extrapolációhoz használható hibahatárokat. Emiatt most azon dolgozunk, hogy ugyanazon a helyen, különböző időkből végzett Diviner mérések alapján határozzunk meg várható bizonytalanságot, illetve a Diviner kalibrációs adatait is vizsgáljuk, hogy azt hogyan tudnánk felhasználni.

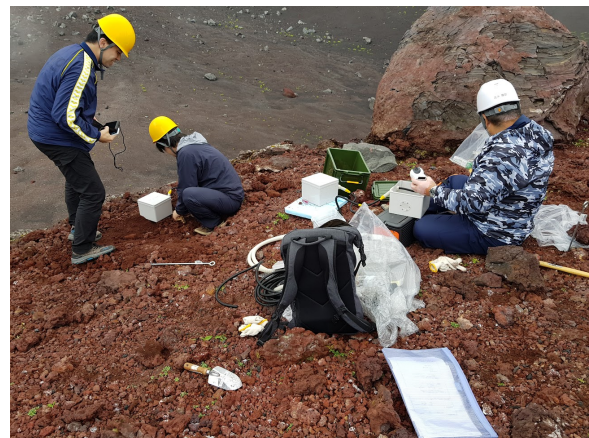
Magyarországra való visszatérésem óta is minden héten részt veszek a laboratórium heti meetingjein, ahol beszámolok az elmúlt héten végzett munkáról, illetve rendszeresen beszélünk Zoomon a kutatótársaimmal. A munka során hasznosíthattam az elmúlt években megszerzett modellezési tudásomat és tapasztalataimat, továbbá sokat tanultam a detektorok működéséről és általánosságban a kinti kutató kollégák eltérő problémamegközelítési módszereiből is. A Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj támogatásának köszönhetően olyan szakmai és baráti kapcsolatokra tettem szert a Miyamoto laboratóriumban, amikre bátran építhetem a PhD megszerzése utáni éveimet is, ezért igazán hálás vagyok a lehetőségért.

2. FUJI TEREPGYAKORLAT

A Miyamoto Laboratóriumban párhuzamosan sok különféle projekt zajlik, melyek egyike a kis égitestek felszínén megfigyelhető kőomlások modellezése. A laboratórium egyik hallgatójának projektje során a Fuji vulkán Hoei-kráterébe telepítettünk kamerákat, az ottani kőomlások rögzítésének céljából. A Fuji vulkán ezen részén tapasztalható kőomlások hasonlóak az aszteroidákon zajló folyamatokhoz, a Hoei-kráter mérete pedig nagyjából megegyezik az Itokawa aszteroida méretével is. Július 8-9-én én is részt vettem a kamerák telepítésében a Hoei-kráterben.



(a) A Hoei-kráter közelében sárga munkavédelmi sisakban



(b) Kamerák telepítésének első napja

2.1. ábra

Először összesen 5 darab különféle kamerát helyeztünk el, ebből párat dobozokban, más típusú kamerákat pedig kisebb sziklákhöz erősítve. A helyszínen hordozható wifit helyeztünk el, hogy távolról is tartani tudjuk a kamerákkal a kapcsolatot. A második napon drónfelvételeket is készítettünk, azóta pedig a japán kollégák még többször is visszatértek a helyszínre kisebb javításokat végezni. Eddig két kőomlást sikerült megfigyelni, így az már kiderült a kísérletből, hogy jóval gyakrabban történik kőomlás a kráterben, mint arra számítottak.



(a) Drónos mérések a második napon



(b) Végző kameraelosztás a második napon

2.2. ábra