

Féléves kutatási beszámoló, 3. félév

Fizika Doktori Iskola, Csillagászat és Részecskefizika Program

Név: Timár Anikó

Témavezetők: Németh Zoltán, Lichtenberger János

Téma: Napszél eredetű hatások egy üstökös körül – vizsgálatok a Rosetta űrszonda mérései alapján

Bevezetés

A félév során egyrészt azzal foglalkoztam, hogy hogyan lehet a mélyen az üstökös magnetoszférájában tartózkodó Rosetta űreszköz mágneses tér méréseiből következtetni az üstökös körülvevő dinamikus napszél nyomás értékeire. Az eredmény segítséget nyújthat további üstökös-magnetoszféra kutatásokhoz, de egy új, önálló napszél nyomás-adatbázis alapjaként is szolgálhat.

Másrészt arra kerestem bizonyítékot a Rosetta méréseiben, hogy a diamágneses üreget kialakító ion-semleges sűrűlódási kölcsönhatás során nemcsak az áramló semleges részecskék vannak hatással a plazmafolyamra, hanem a plazmafolyam is kimutatható hatással van a semleges részecske áramra. Mint már korábban ismertettem, az üstökös felől áramló semleges részecskék az ion-semleges sűrűlódás hatására kifelé fűjják a plazmát, míg az üstökös indukált magnetoszférájának nyomása kívülről próbálja azt visszatolni az üstökös mag felé, a két erő egyensúlya határozza meg az üreg kiterjedését. A plazmának a semleges áramra kifejtett viselkedése kicsi, nehezen kimutatható jelenség, melynek megismerése azonban segíthet jobban megérteni az üreghatár tulajdonságait.

Elvégzett kutatás

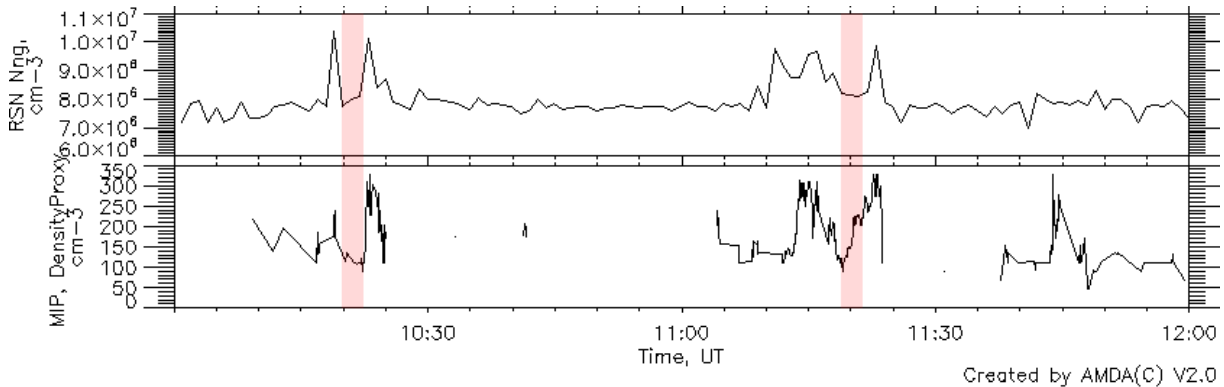
Az előző félévekben már bemutattam, hogy hogyan becsülöm meg a Rosetta mágneses tér méréseiből az üstökös előtti mágneses feltorlódási (vagy „pile-up”) régióban mérhető mágneses erőter térbeli maximumának értékeit (B_0), amely arányos a külső p_{sw} napszél dinamikus nyomásával. A B_0 maximum értékekből viszont meg lehet határozni a külső p_{sw} napszél nyomást a $p_{sw} = \frac{B_0^2}{2\mu_0}$ összefüggés segítségével. A B_0 értékeket abban az időszakban lehet a legpontosabban megbecsülni, amikor az üreg közelében tartózkodott az űrszonda (tehát leginkább akkor, amikor diamágneses üregáthaladásokat észleltünk), ez az időszak 2015 májusától 2016 januárjáig terjed, így csak erre az időszakra lehet pontos napszél nyomást is számolni.

A Rosetta mágneses tér adatokból származtatott napszél nyomást különböző űreszközök, különböző módszerekkel propagált napszél nyomás adataival is összehasonlítottam (pl. ACE, OMNI).

Sajnos a Föld körüli napszélparamétereket mérő szondák és az üstökös nagy távolsága erősen korlátozza a propagált napszél adatok pontosságát az üstökösnél. Ugyanakkor, az üstököshöz közelebb haladó STEREO-A űreszköz nem szolgáltat elég jó minőségű napszél tulajdonság adatokat az adott időszakban, mivel a Földhöz képest a Nap túloldalán jár, ami adatátviteli nehézségeket okoz.

Az összehasonlítás alapján elmondható, hogy összességében a Rosetta mágneses tér méréseiből számított napszél nyomás korrelál a különböző modellek propagált adataival a fenti időszakban, azonban több esetben is már jelentős változás állt be a napszélparaméterekben a két mérés között. Például egy, a Föld és az üstökös között keletkezett koronakidobódás, amely a Föld közeléből propagált napszél nyomás adatokon nem látszik, a Rosetta mágneses tér méréseiből számított napszél nyomás adatokon kitűnően megjelenik.

Emellett folytattam az diamágneses üreg tulajdonságainak vizsgálatát is. Az üstökös felől érkező, diamágneses üregben haladó ionizált részecskék az üreghatáron a mágneses térbe érkezve csapdázódnak a tér mentén, lelassulnak, így sűrűségük is megemelkedik. Ez jól látszik a Rosetta által mért elektronsűrűség adatokon; általában az üregen belüli értékekhez képest 2-3-szoros megráslátszik az elektronsűrűségben az üreghatáron. A félévben ezzel a sűrűségugrással korreláló növekedést találtam a mért semleges sűrűség adatsorban is (1. ábra). Ebben az esetben a semleges sűrűség az üregen belüli értékekhez képest 10-20%-kal növekedett az üreghatáron.



1. ábra – Diamágneses üregáthaladások (pirossal jelölve), körülötte a semleges sűrűség (fent) és az elektronsűrűség (lent) korrelál egymással.

A korrelációt eddig mindössze féltucat üregáthaladásnál sikerült megfigyelni. A keresést nehezíti, hogy egy pozitív találatához az üreghatár-áthaladásokon mért elektron- és semleges-sűrűség adatokat kell összehasonlítani, amelyek sajnos eléggé rendszertelenül érhetők el a vizsgálni kívánt időtartományban.

A magyarázatunk szerint az üreghatáron felsűrűsödött plazma visszahat a mágneses térben különben akadálytalanul átjutó semleges részecskékre, az ionok és a semleges atomok ütköznek egymással, miáltal a semleges részecskék momentumot veszíthetnek, s feltorlódhatnak. Tehát az ion-semleges sűrűsítésben a plazma visszahat a semleges összetevőre, a hatás pedig ott lesz a legjelentősebb, ahol az ionizált és a semleges részecskék közti sebességkülönbség a legnagyobb; az üreghatáron.

Mivel a semleges áramlás impulzusa nagyságrendekkel nagyobb, mint a plazmáé, a visszahatás kimutathatósága meglepetés. Számításaink szerint az üreghatáron mért 10-20%-os növekedés a semleges sűrűségben csak akkor lehetséges, ha az áramlás sebessége a határba érkezés előtt közelít a helyi hangsebesség értékéhez, ami lökeshullám jelenlére utal. A számítás sebességadatokkal lehetne igazolni, amelyek azonban jelenleg nem állnak rendelkezésre.

Publikációk

Z. Nemeth, J. Burch, C. Goetz, R. Goldstein, P. Henri, C. Koenders, H. Madanian, K. Mandt, P. Mokashi, I. Richter, A. Timar, and K. Szego 2016, *Charged particle signatures of the diamagnetic cavity of comet 67P/Churyumov–Gerasimenko*, MNRAS, Vol. 462 S415-S421 doi:10.1093/mnras/stw3028

Aniko Timar, Z. Nemeth, K. Szego, M. Dosa, A. Opitz, H. Madanian, C. Goetz, I. Richter 2017, *Modelling the size of the very dynamic diamagnetic cavity of comet 67P/Churyumov–Gerasimenko*, MNRAS, Volume 469, Issue Suppl_2, Pages S723–S730, <https://doi.org/10.1093/mnras/stx2628>

Timar et al., Estimating the solar wind pressure at comet 67P from Rosetta magnetic field measurements, Journal of Space Weather and Space Climate, in prep (tervek szerint 2018 április 15. előtt elküldve referálásra)

Konferenciák, rendezvények

- European Planetary Science Congress, Szeptember 17-22, Riga
 - Poszter bemutatása *“Estimating the solar wind pressure at comet 67P from Rosetta magnetic field measurements”* címen
- Planetary Space Weather Workshop, IRAP, Október 9-11, Toulouse
 - Előadás *“Diamagnetic cavities at Comet 67P and a proxy for the solar wind dynamic pressure”* címen
- 14th European Space Weather Week, November 27-December 1, Oostende
 - Poszter bemutatása *“Planetary and cometary space weather predictions from observations near and far”* címen

Felvett kurzusok

- Csillag- és galaxispopulációk
- Naprendszerbeli plazmák fizikája
- Rádiócsillagászat I