

FORRÓ BUBORÉKOK AZ ŰRBEN

a hét kutatója

A naptevékenységi ciklus maximuma felé közeledve egyre nagyobb figyelem irányul csillagunk aktivitására. Az utóbbi években a naptevékenység földi hatásait vizsgálva több, eddig ismeretlen jelenséget, szokatlan folyamatot figyeltek meg. Ilyenek azok a néhány perces robbanásszerű események is, amelyek bolygónk magnetoszférájának nappali oldalán jönnek létre. Facskó Gábor, az ELKH Wigner Fizikai Kutatóközpont Űrfizikai és Űrtechnikai Osztályának főmunkatársa tagja az International Space Science Institute (ISSI) által támogatott kutatócsoportnak, amely ezeket a tranziens jelenségeket vizsgálja. Eredményeiről a Space Science Reviews című szaklap is beszámolt. A szakemberrel az „új” jelenségek működéséről, hatásairól és kutatásuk fontosságáról beszélgettünk.



– *Már kisgyerekként is űrkutatással szeretett volna foglalkozni?*

– Felső tagozatosként már fizikus, csillagász vagy programozó szerettem volna lenni. Most űrfizikusként magnetohidrodinamikai modellezéssel foglalkozom, tehát mind a három lettem egyszerre. De manapság ezen a területen az egyik legfontosabb tulajdonság a jó kapcsolatteremtő képesség. Nemzetközi együttműködésben dolgozik ma már szinte mindenki, ezért fontos ez a képesség a szakmai tudás mellett.

Az ELTE-n végeztem, és éppen itt, a Wigner Kutatóközpontban, ahol most beszélgetünk, írtam a doktori-mat, a forró anomális áramlásokról. Csak akkor az intézet és az osztály neve KFKI RMKI Kozmikus Fizikai Főosztály volt. Jártam konferenciákra, amelyek egyébként állásbörzéként is működnek. 2008-ban egy ilyen alkalommal találkoztam valakivel,

aki az Európai Űrügynökség (ESA) Cluster programjába adatfeldolgozásra keresett embert. Így kerültem Franciaországba, Orléansba. Megjegyzem, a Cluster régi adatközpontja itt volt az intézetben, illetve most is itt van a szomszéd szobában, így hozzáfértünk az adataihoz. A franciák nemcsak a Cluster-szondákra, de például a Rosettára is küldtek egy elektrosztatikus hullámműszert. 2010–2013 között a Finn Meteorológiai Intézetben dolgoztam, amin sokan csodálkoztak, hogy mit keresek egy meteorológiai intézetben. De az északi országokban a geofizika, meteorológia és a sarki fény kutatása együtt fejlődött, és az intézet egyik osztálya a földközeli térséggel foglalkozott. Voltam és leszek vendégkutató a NASA-nál és dolgoztam Németországban az ESA-nál, tehát bőven volt, van lehetőségem nemzetközi kollaborációkban részt venni.

– *Hogyan került kapcsolatba a tranziens jelenségekkel?*

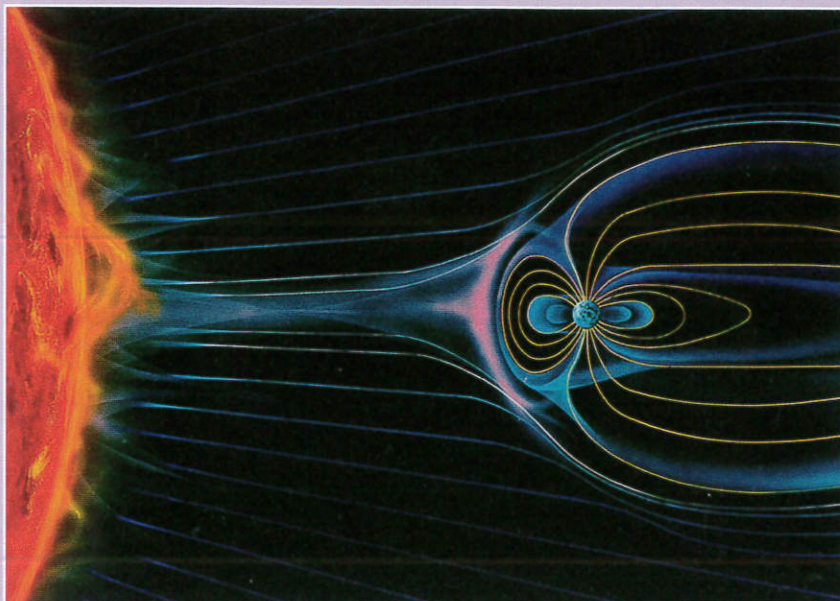
– Ez volt a PhD kutatási témám. Korábban azt gondolták, hogy a Napból jövő plazmaáramlás, a napszél teljesen sima, nincs benne semmi kiugrás, nincs lökeshullám. Aztán nagy meglepetésre kiderült, hogy nem így van. Azt vették észre, hogy az űrszondák hirtelen egy forró buborékba kerülnek, ahol a szokásos pár száz ezer fokos hőmérséklet helyett 25 millió fok található. A sűrűség lecsökken, és mintha a napszél ellenkező irányba áramlana, ezért *forró áramlási anomália* a neve ennek a jelenségnek. Tulajdonképpen annyi történik, hogy egy mágneses szerkezet, egy szakadási felület érkezik a napszéllel a Föld magnetoszférája előtt formálódó lökeshullám közelébe, és azok a folyamatok, amelyek gyorsítják a részecskéket ebben a régióban, felerősödnek.

Ezen felgyorsult, majd a napszéllel kölcsönható részecskék hozzák létre a forró buborékot.

Az ESA Cluster programjában három dimenzióban folyamatosan monitorozzák a Föld magnetoszféráját egy tetraéder csúcaiban tartott négy műhold összehangolt méréseivel. Először három hónap adatait néztem végig és találtam mindjárt 124 tranziens eseményt, amiből már statisztikai feldolgozást lehetett készíteni. Kiderült, hogy amikor a Napból nem érkezik koronakidobódás, bolygóközi lökeshullám, illetve nem történik mágneses átcsatolódás a nappali, illetve az éjszakai magnetoszférában, akkor is egy borzasztóan dinamikus rendszer működik a földi magnetoszféra nappali oldalán. Később felfedezték, hogy nem kell feltétlenül mágneses mintázatnak is lennie, létrejöhet anomális áramlás spontán módon is. Ezeket a jelenségeket kimutatták a Szaturnusznál, a Jupiternél és a Merkúrnál is, amiben semmi különös nincs, hiszen ezek mágneses térrel rendelkező bolygók. Viszont jelen van a Marsnál és a Vénuszánál is, ahol nincs mágneses tér, „csak” indukált magnetoszférák vannak. A napszél ugyanúgy a légkörrel hat kölcsön. Valószínűleg ez történik az üstökösöknél is, de még nem vettek ilyet észre.

– Hogyan lehet elemezni ezeket a folyamatokat?

– Az egyik fontos eszköz vagy inkább módszer a magnetohidrodinamikai modellezés, amellyel itthon nem foglalkozik senki más. A napszél nagyon nagy sebességgel érkezik, és ha találkozik egy akadállyal, formálódik egy lökeshullám, ami első ránézésre nagyon hasonlít azokhoz, amik egy hajó vagy csónak előtt láthatók. Viszont a Napból plazma érkezik, és attól függően, hogy a lökeshullám felületéhez képest a mágneses tér milyen szöget zár be, egészen másképp viselkedik. Vannak rajta gyorsítási folyamatok, mert nemcsak az anyag, a sűrűség, a sebesség és a hőmérséklet változik a lökeshullámon való áthaladásnál, hanem a mágneses tér nagysága is ugrik. A lökeshullám két oldalán különböző a mágneses tér iránya a lökeshullámhoz képest. Ahol a mágneses tér iránya a lökeshullámmal



A napszél szubatomi részecskéiből álló plazma dinamikusan hat kölcsön a Föld mágneses terével

nagyjából párhuzamos, ott a tér ugrása alkalmas részecskegyorsításra, és így a napszél részecskéi nagy energiára tesznek szert. A másik oldalon, ahol a mágneses tér inkább merőleges a lökeshullámra, a lökeshullám elmosódottá válik, és a részecskék ki tudnak jutni ebből a részből a napszéllel szemben, egy átmeneti, nagyon dinamikus változó régiót létrehozva a lökeshullám előtt.

– Mit jelent ebben az esetben a robbanás?

– Formálódik az a bizonyos 20–25 millió Kelvin hőmérsékletű buborék, de ez a plazma hőmérséklete, amiben egy-két részecske található köbcentiméterenként. Tehát, ha kिरaknánk oda egy úrhajóst, megfagyna. De a műszerek azt jelzik, hogy itt valami nagyon extrém dolog történik, ami létrehoz egy minden oldalán lökeshullámmal határolt térrészt, ami olyan, mintha egy petárda, vagy mintha egy atombomba robbant volna. A Clusternek van egy amerikai továbbfejlesztett párja, a Magnetospheric Multiscale Mission (MMS). A Cluster hőmérséklet és sűrűség adatai négy másodperces felbontásúak, az MMS-nek viszont negyed másodpercesek! Ott lehet igazán látni a buborék lökeshullámának különböző tulajdonságait.

– Lehet-e előre jelezni ezeket a jelenségeket?

– Lehetne, de nem százszázalékos valószínűséggel. A Lagrange-1 pontban dolgoznak a napszél-monitorozó szondák, melyek folyamatosan szolgáltatják a mágneses térre vonatkozó adatokat. Ha érzékelik a szakadási felületeket, meg tudják állapítani, hogy milyen irányúak, és van 20–40 percünk, mire ideérnek. Ezekben a jelenségekben az igazán érdekes az, hogy mennyire dinamikus rendszerben élünk. Ami kezd különösen izgalmas lenni, hogy egy tranziens jelenség behat a másik családba tartozó jelenségbe, és kiváltja az adott folyamatot (például mágneses átcsatolódást).

– Jelentenek valamilyen veszélyt a Földre az említett jelenségek?

– Ez volt az egyik kutatási területünk az ISSI csoportban. A jelenségek megrázzák a magnetoszférát, és mágneses háborgásokat váltanak ki, de a hatásuk nem olyan erős, mint a mágneses viharoké. Ettől persze még a nagy energiájú részecskezápörök ugyanúgy veszélyeztetik az űreszközöket a földkörüli térségben, illetve zavarokat okoznak a kommunikációban. Ebben az a meglepő, hogy mindezt nem lehet előre jelezni, mert nem látni, hogy volt egy fler a Napon, amiből tudnánk, hogy érkezni fog valami, például anyagkilökődés.

TRUPKA ZOLTÁN