

2. félévi beszámoló

Matécsa Barbara (matecsa.barbara@csfk.org)

Csillagászat és Űrfizika PhD program

Témavezető: Csabai István (ELTE), Kovács András (CSFK)

A dolgozat címe: A kozmikus háló feltérképezése: a szimulációktól
a legmélyebb galaxis felmérésekig

Bevezetés

A kutatási téma leírása: A modern kozmológia egyik átfogó célja a kozmikus háttérsugárzás (CMB) anizotrópiákban látható apró sűrűségi fluktuációk rekonstruálása, és hogyan nőnek a bonyolult kozmikus hálózattá. A Λ CDM (Lambda Cold Dark Matter) kozmológiai modell kiváló magyarázó erejét mutatta be a különböző kozmikus skálákon és korszakokban, és egy biztonságos történetet mesél el egy olyan univerzumból, amely jelenleg túlnyomórészt sötét anyaggal és sötét energiával van tele. Mégis, ez a magyarázat nem teljesen kielégítő, mert a sötét összetevők valódi természete továbbra is rejtély.

Ebben a doktori projektben azon dolgozom, hogy kifejlesszek új eszközöket a rejtélyes sötét energiakomponens megértéséhez a legmodernebb galaxis- és kvazár-adatkészletek felhasználásával. Megvizsgálom a szerkezet növekedési rátáját extrém környezetekben, ahol a QSO-k által nyomkövetett sűrűségi csúcsok találhatóak, valamint a sötét és üres voidok területén. Különösen részletesen tanulmányozzuk, hogyan nyújtja ki a sötét energia a legnagyobb kozmikus szuperhalmazokat és a hatalmas kozmikus voidokat, mintegy 300 millió fényév terjedelemben, amely bizonyítékokat szolgáltat másodlagos forró és hideg foltok formájában a CMB hőmérséklet/lencse anizotrópia térképein.

Megfontolunk egy felmerülő új hipotézist is, miszerint a közelmúltban bejelentett kozmológiai anomáliák, amelyek a tágulás és a szerkezetnövekedés finom egyensúlyáról szólnak, magyarázhatók lennének, ha a Univerzum tágulása inhomogén lenne, szemben a koncordancia modell alapvető feltevésével.

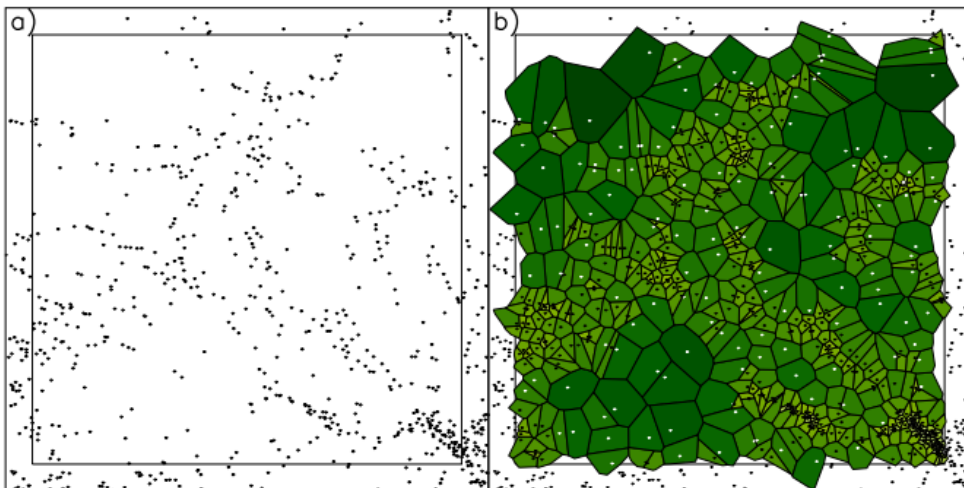
A tervezett 4 éves program fő célja, döntő kereszt-korrelációs mérések végzése a szuperstruktúrák és a CMB között még nem feltárt, kulcsfontosságú vöröseltolódási tartományokban, ahol a sötét energia standard és alternatív modellei a legjelentősebben különböznek ($z > 1$). Az SDSS/BOSS, Pan-STARRS és DES felmérésekből származó előzetes eredmények az ELTE és a CSFK-val együttműködő kozmológiai kutatócsoportunkat erős pozícióba helyezik a tervezett új LSST-DESC, Euclid, J-PAS és WEAVE-QSO elemzések vezetéséhez. Ezekkel az új eszközökkel a kozmikus hálózatban megállapítjuk, hogy valamilyen eddig ismeretlen fizikai hatások vagy szisztematikus torzulások bonyolítják-e a képet. Akárhogyis lesz mindenképpen új ismereteket szerezünk az Univerzumból a legnagyobb skálákon.

A fő kutatási cél: Az MTA-CSFK Lendület Nagyskálás Szerkezet projekt keretében a következő három fő kozmológiai előtérhatás szimulált és megfigyelési jellemzésére fogok összpontosítani a CMB-ben, magas vöröseltolódású galaxis- és QSO-adatkészletek felhasználásával történő keresztkorrelációval. A legnagyobb kozmikus struktúrák felhasználásával ezek a kozmológiai hatások egyedülálló lehetőséget kínálnak mindhárom fő hatás tanulmányozására a kozmikus energia hatásában, különös tekintettel a legextrémebb kozmikus környezetekre:

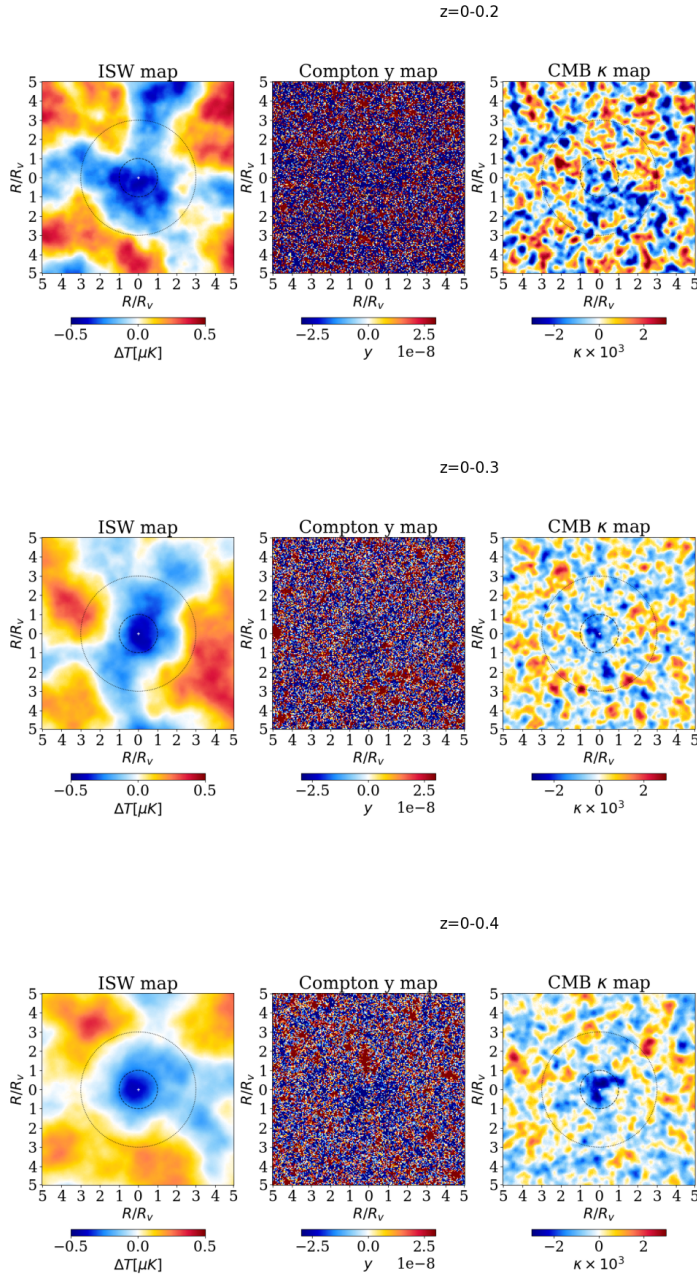
1. Gravitációs lencse hatás: többnyire a sötét anyag természetét vizsgálja nem Gaussi CMB térkép torzítások segítségével.
2. Integrált Sachs-Wolfe effektus (ISW): a sötét energia tulajdonságait vizsgálja a legnagyobb megfigyelhető skálákon a CMB-ben.
3. Termális Sunyaev-Zeldovich effektus (tSZ): a barionos gáz nyomását vizsgálja voidokban és halmazokban, asztrofizikai hatásokat tesztelve.

Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése

Ebben a félévben a Revolver (REal-space VOId Locations from surVEy Reconstruction) program csomagot kezdtem el tanulmányozni, ez egy void és szuperhalmaz kereső kód, Python kód, ami két különböző módszert használ. A ZOBOV módszert, ami Voronoi tessellation-t alkalmaz és a voxel módszer. Ezután az ebből a kódból kapott void katalógust használtam a stacking mérésekhez. Ehhez a témavezetőm által régebben írt Python kódot használtam. Ezt különböző vöröseltolódás tartományokra és ezen belül különböző tömeg határookra végeztem el. Jelenleg egy teszt sorozaton dolgozom, amivel különböző tömeg tartományokban végzem el a void keresést.



1. ábra. A Voronoi tessellation módszer ábrázolása galaxisokkal (Neyrinck, 2008)



2. ábra. A Revolver kódból kapott void katalógus a stacking kóddal futtatva különböző vöröseltolódás tartományokra

Ebben a félévben jelentkeztem az ING Support and Research Studentship Programme-ba. Ez egy egy éves ösztöndíj, amivel kint La Palmán tudnék dolgozni a William Herschel teleszkóppal, amin a WEAVE spektrográf található. Ez egy egyedül álló lehetőség lenne a PhD kuantatásomhoz, mivel a WEAVE-QSO tagja vagyok és szükségem lesz majd Lyman-alpha adatokra is. Jelenleg első vagyok a várólistán és várom a visszajelzésüket.

Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben

A félév során az alábbi kurzusokon vettem részt:

- FIZ/5/010 Rádiócsillagászat II.
- FIZ/5/048 Naprendszer peremén 2.
- FIZ/5/025 Kompakt csillagok szerkezete

Konferenciák az aktuális félévben

- Rendszeresen részt vettem a WEAVE-QSO online tele konferenciáin.
- A CosmoVerse online szemináriumain is részt vettem.
- Rendszeresen részt vettem a CSFK Csillagászati Intézetének szemináriumaim személyesen vagy online.
- Az egyetemen rendezett Ortvay-kollokvium előadásain is részt vettem.

Szakmai közéleti tevékenység

Előadtam a Konkoly Csillagászati Intézet Extragalaktikus Workshopján 2024. március 19. Előadásom címe: Large-scale structure analyses with the Lyman-alpha forest.

Oktatási tevékenység az aktuális félévben

ELTE cseszlgyk3g17ga Csillagászati észlelési gyakorlatok 3., heti 2 óra gyakorlat