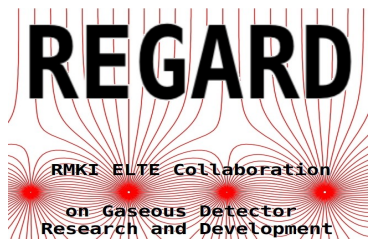


Nyomkövető detektorok a részecskefizikától a vulkanológiáig

Varga Dezső, MTA Wigner FK RMI NFO
Detektorfizika Kutatócsoport

Simonyi Nap, 2017 okt. 16.



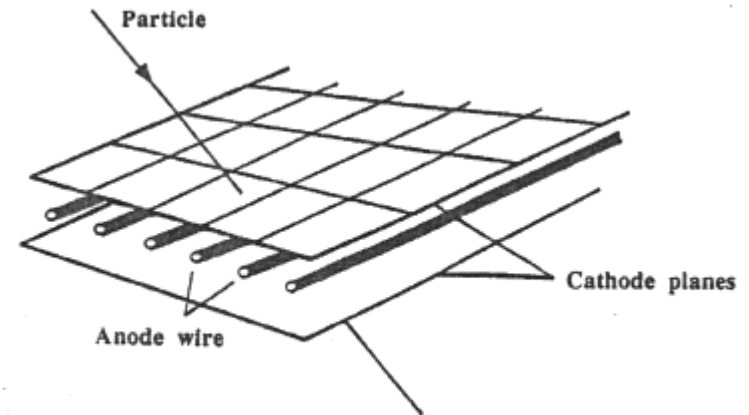
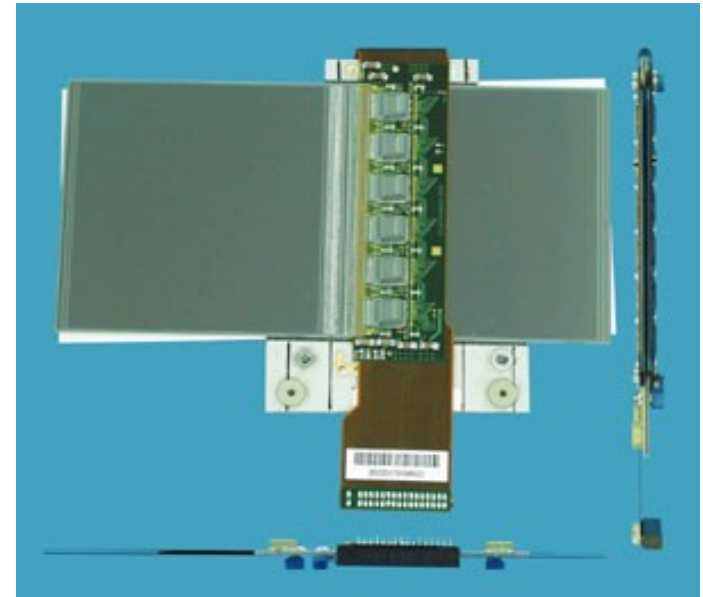
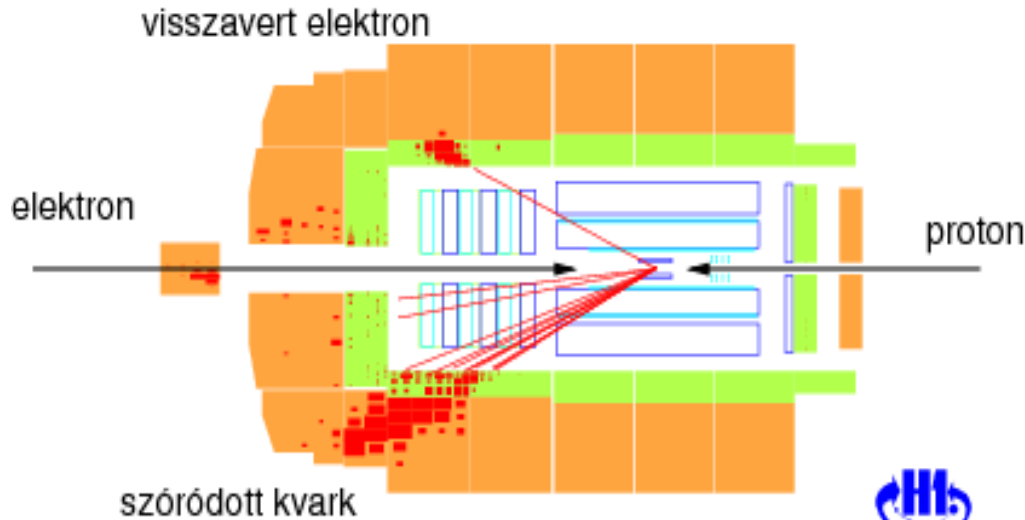
Lendület program



- Nyomkövető detektorok a nagyenergiás fizikában
- Gáztöltésű detektorok alapelvei
- Fejlesztések CERN kísérletekhez: kitolni a technológiák határait
- Földtudományi alkalmazások: megfelelni a gyakorlati kihívásnak
- Pillantás a vulkánok belsejébe, mérések a Sakurajima vulkánnál

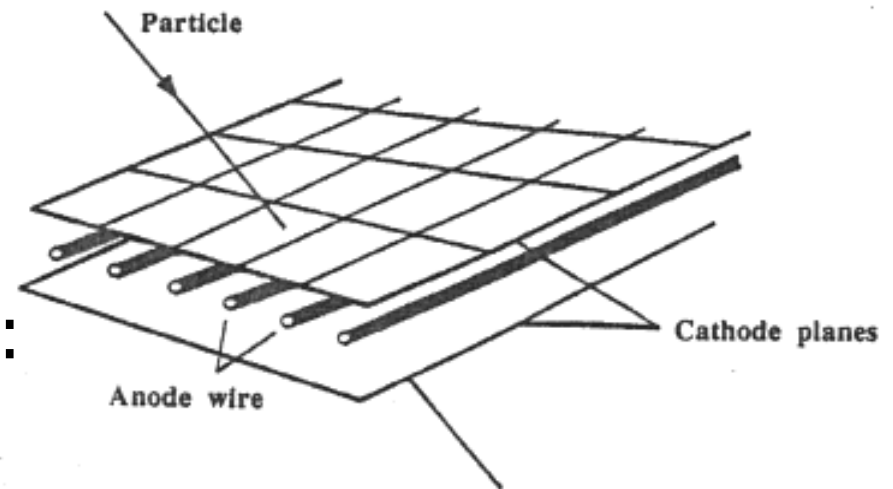
Nyomkövetők a nagyenergiás fizikában

- Egyedi részecskék követése, a kísérletek alapeleme



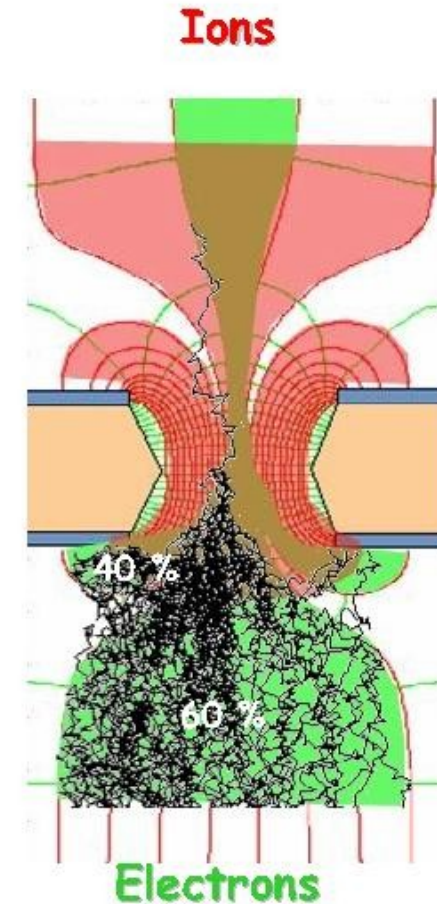
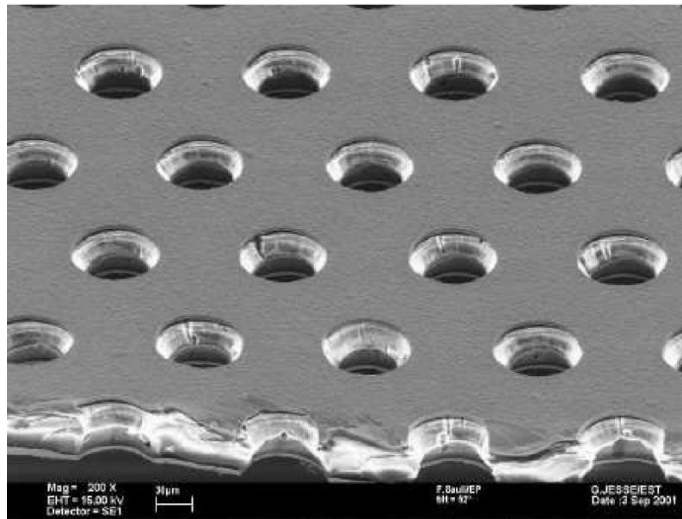
Gáztöltésű detektorok alapelve

- A részecske nagyon kis energialeadással áthalad, a pozíció mérhető
- A jel erősítése gázban: mikroszkopikus lavina (szikra), **szál** vagy **apró** elektróda mellett



GEM: erős elektromos tér apró lyukakban

GEM: az egyik legígéretesebb
mikrostruktúras detektálási módszer,
a technológia csúcsa



Együttműködésekben zajló gáztöltésű detektorfejlesztés



- CERN RD51: gáztöltésű detektorok kutatás-fejlesztése
- CERN NA61: detektor építés
- CERN ALICE: a TPC újjáépítése
- ESS BrightnESS: detektorfejlesztés

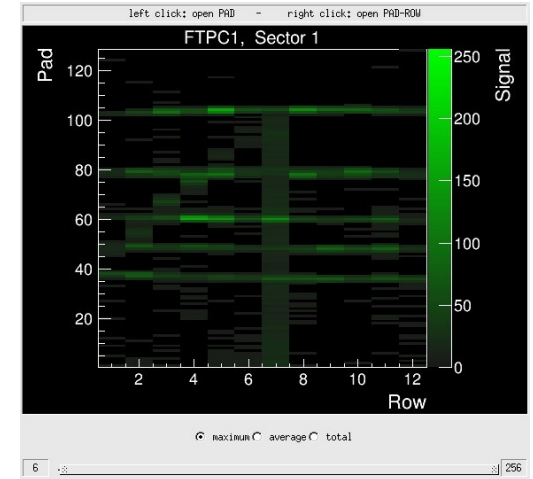
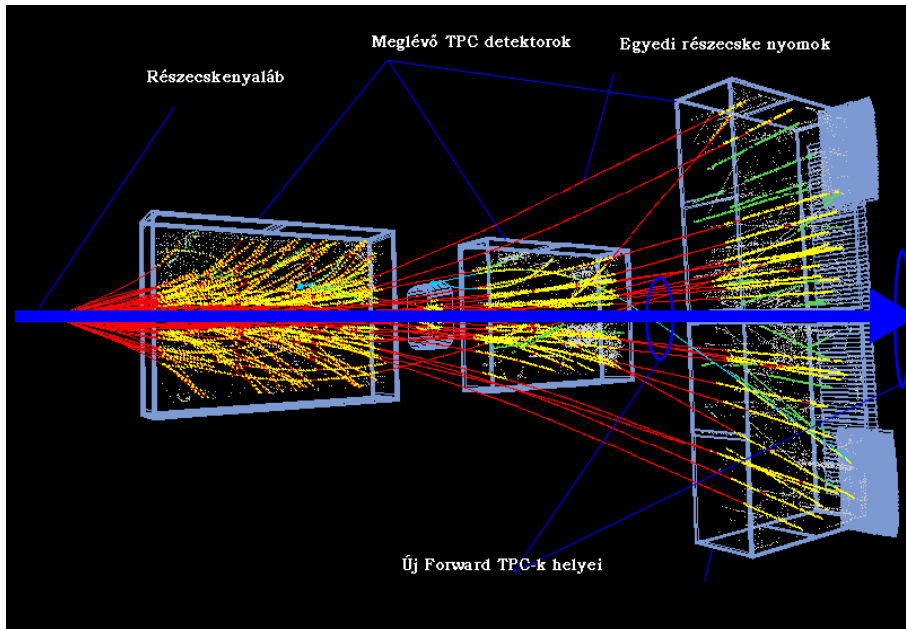


ALICE



EUROPEAN
SPALLATION
SOURCE

CERN NA61 nyalábközeli detektor



- Klasszikus technológia, kihívás a geometriai elrendezésben

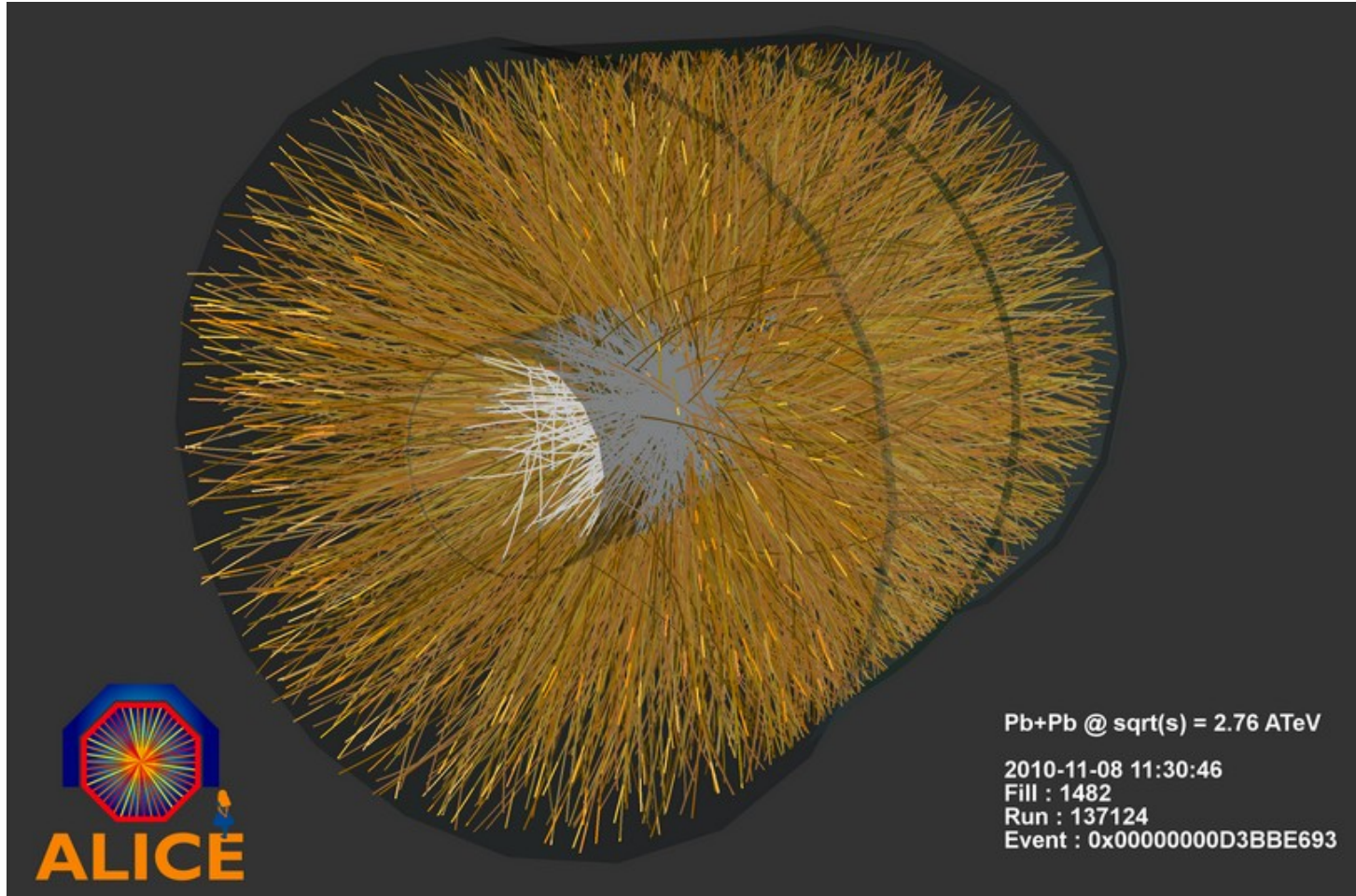
László András et al.



Magyar részvétel a CERN ALICE TPC újjáépítésében

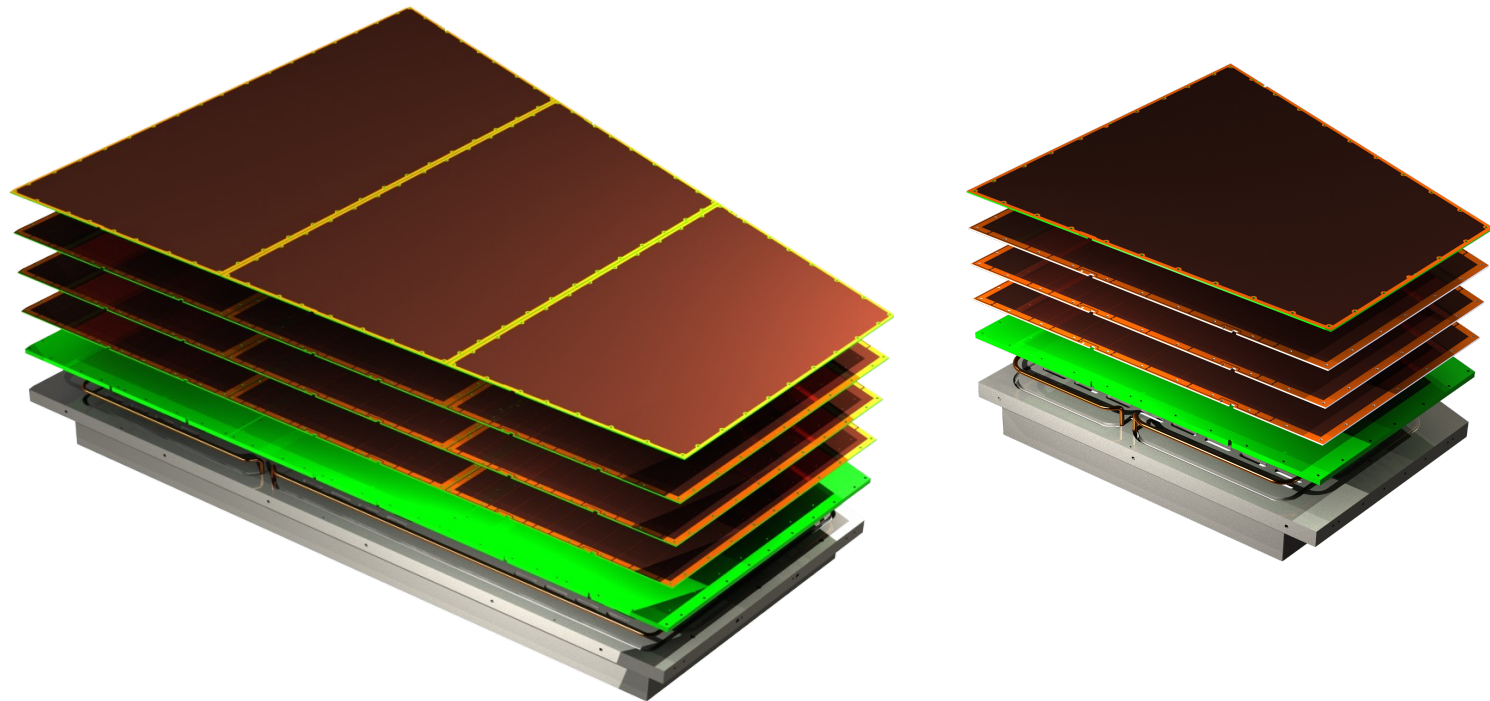


80 m³
800
megapixel
jelenleg
500
mérés/sec
↓
50,000/sec



ALICE TPC újjáépítés: Jelerősítő és jelkiolvasó modulok

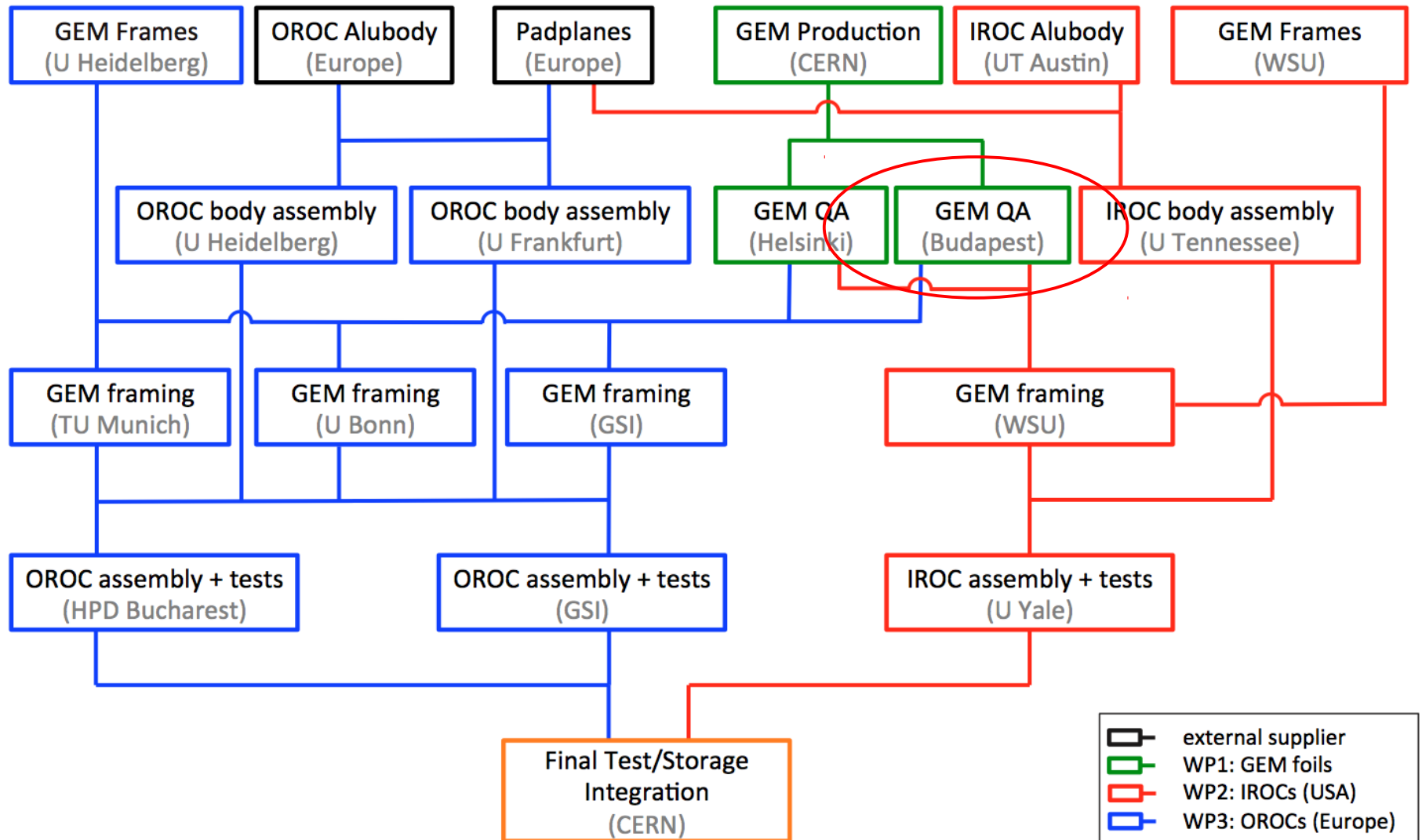
- Nagy méretű GEM fóliák a CERN-ből
- OROC: 3 x 4 fólia IROC: 4 fólia



- Minőségellenőrzés és kalibráció az egyik kritikus építési lépés

ALICE TPC újjáépítési munkafolyamat:

A fóliák fele a Wigner-ben lesz bemérve

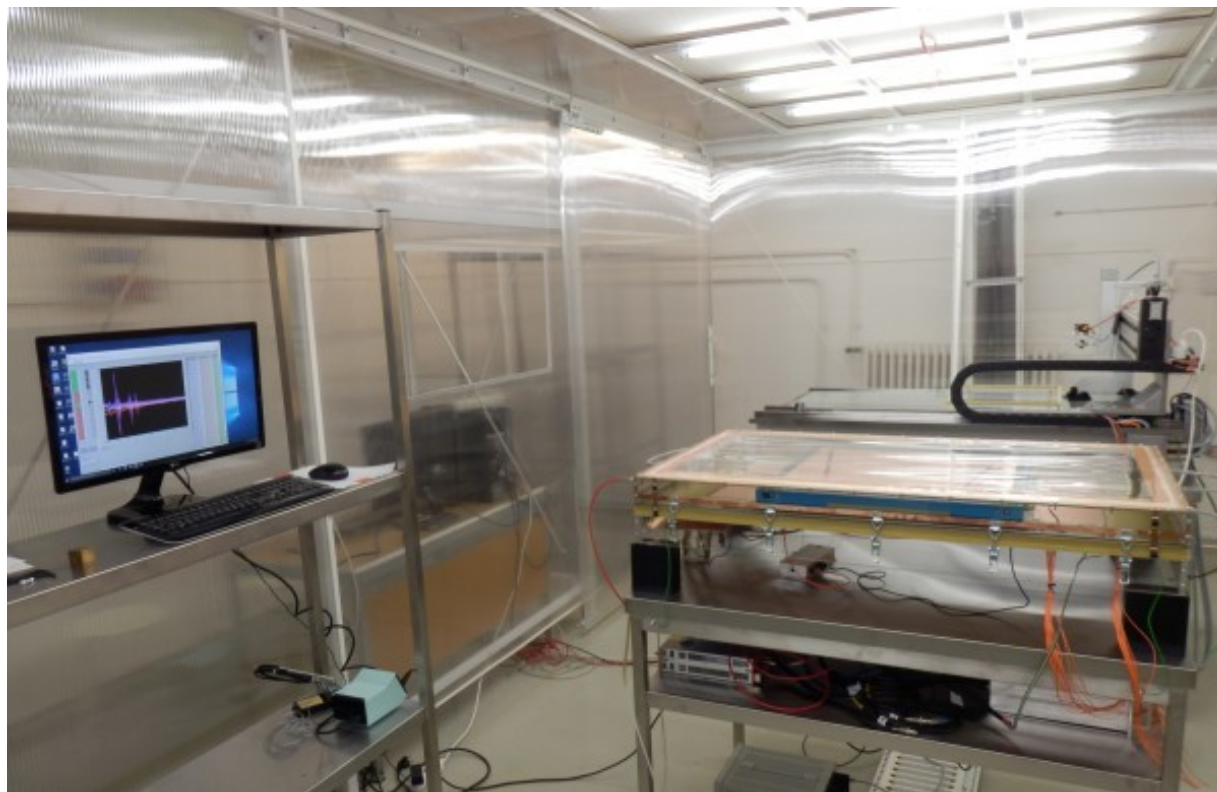


GEM fejlesztés: speciális infrastruktúra igény

“Nagy” tiszta tér,

Pormentes
környezet,
kontrollált tárolás,
szervezett logisztika

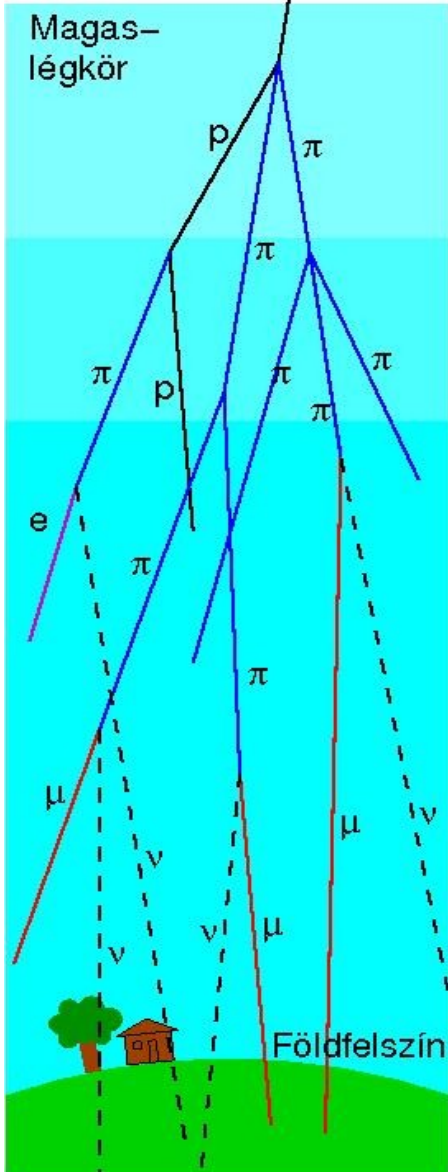
kb. 150 feldolgozott
fólia 1 év alatt



(Boldizsár László, Gera Ádám, Barnaföldi Gergely et al.)

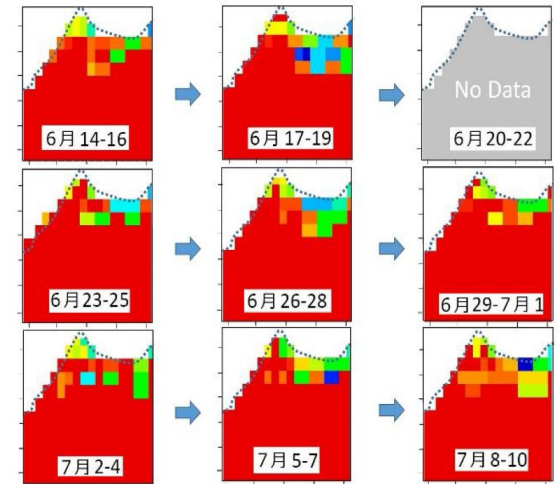
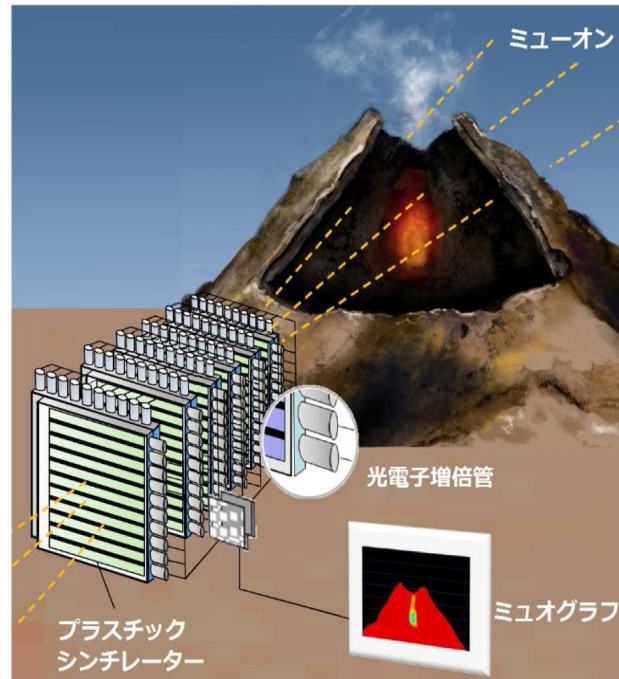
ρ proton
 π pion
 μ müon
 e elektron
 ν neutrínó

Kozmikus részecske



Képképzés kozmikus részecskékkel: „Müográfia”

Müon: nagyon nagy áthatólképességű, természetes sugárzás



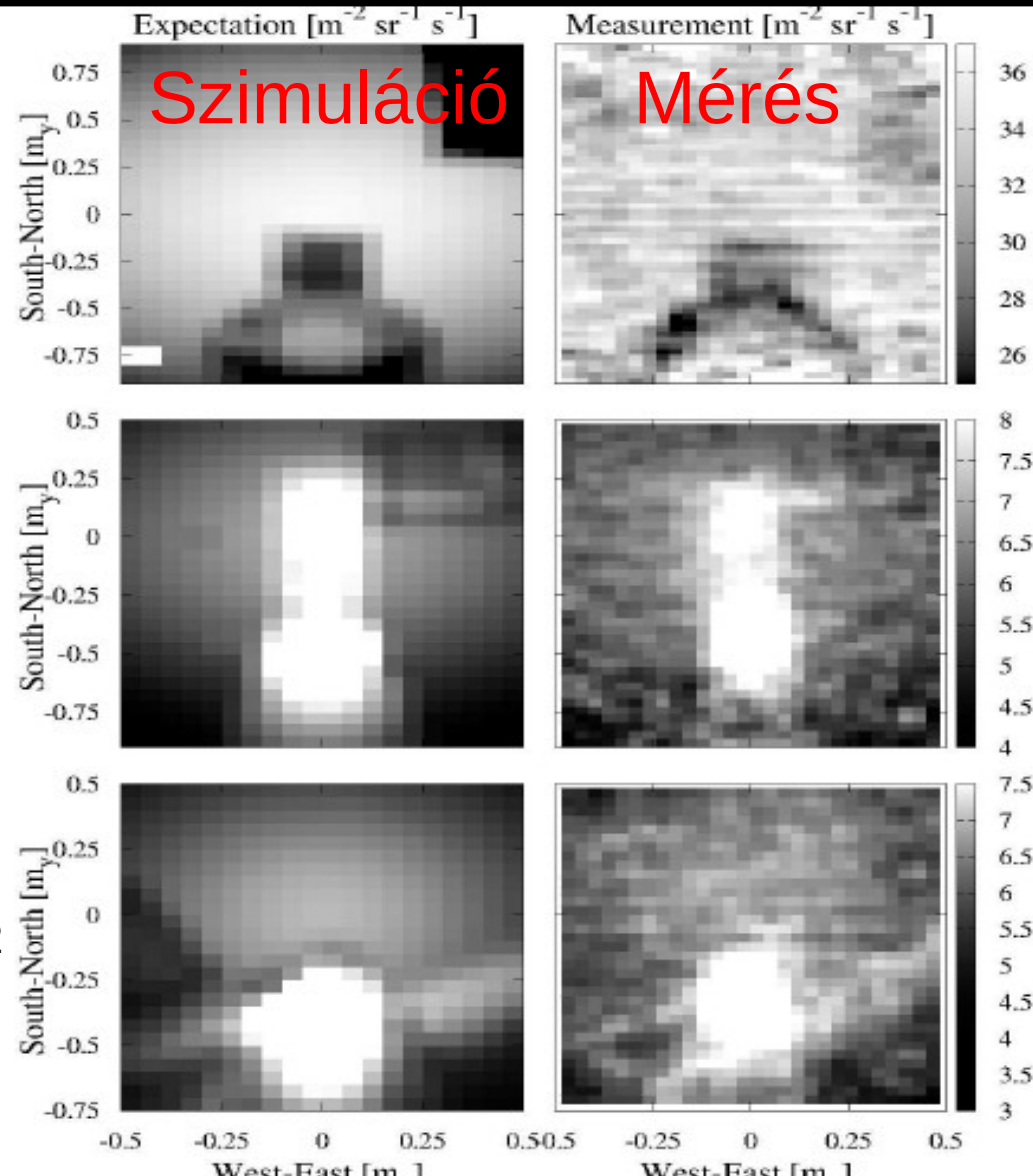
2013年 薩摩硫黄島の噴火の推移	
6月	4 6 7 16 17 30
噴煙の高さ	- 300 600 400 100 200
火映	- - - X - X

H. Tanaka et al: Nat. Commun. 5:3381 doi: 10.1038/ncomms4381 (2014)

Müográfia: nagyskálás átvilágításra

- Tényleges barlangi mérések ellenőrzésére
- Itt: épület, alagút 10-20-30 méteres mélységből

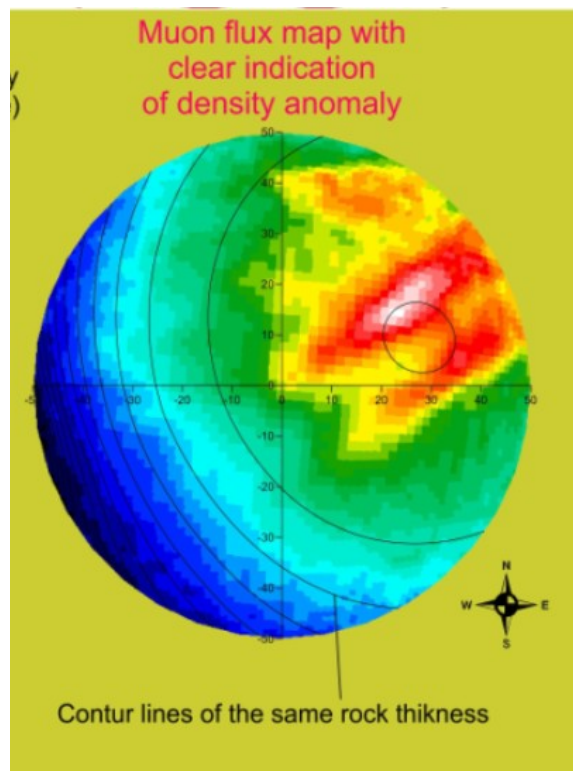
Adv. in HEP 2013 560192 (2013)
Journ. Phys. Conf. Ser. 665 (2016) 012032
PoS (NIC XIII) 129 (2015) 6p



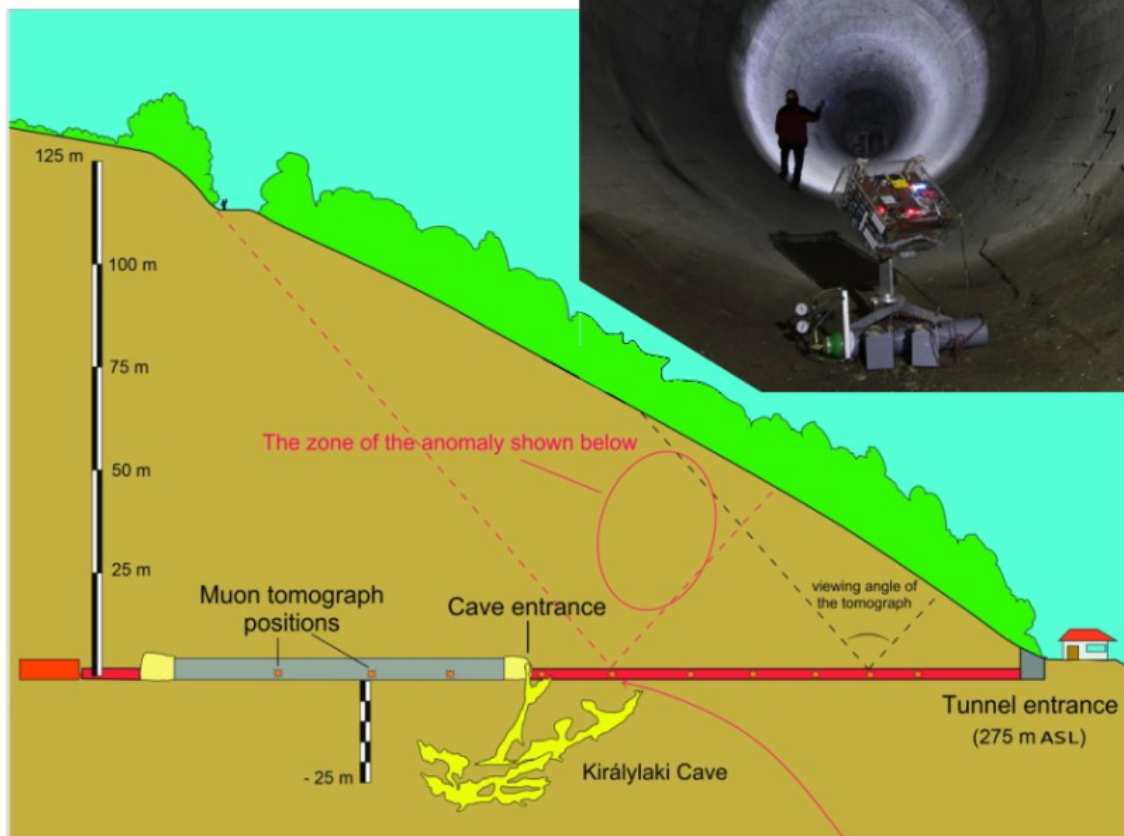
Föld alatti alkalmazás: barlangüreg, telér, alagút



- Több részecske:
jó eséllyel üreg



Muon tomograph in its full setup →



G. Surányi, L. Oláh G. Barnaföldi et al

Nucl. Instrum. Meth. A 689 (2012) 60

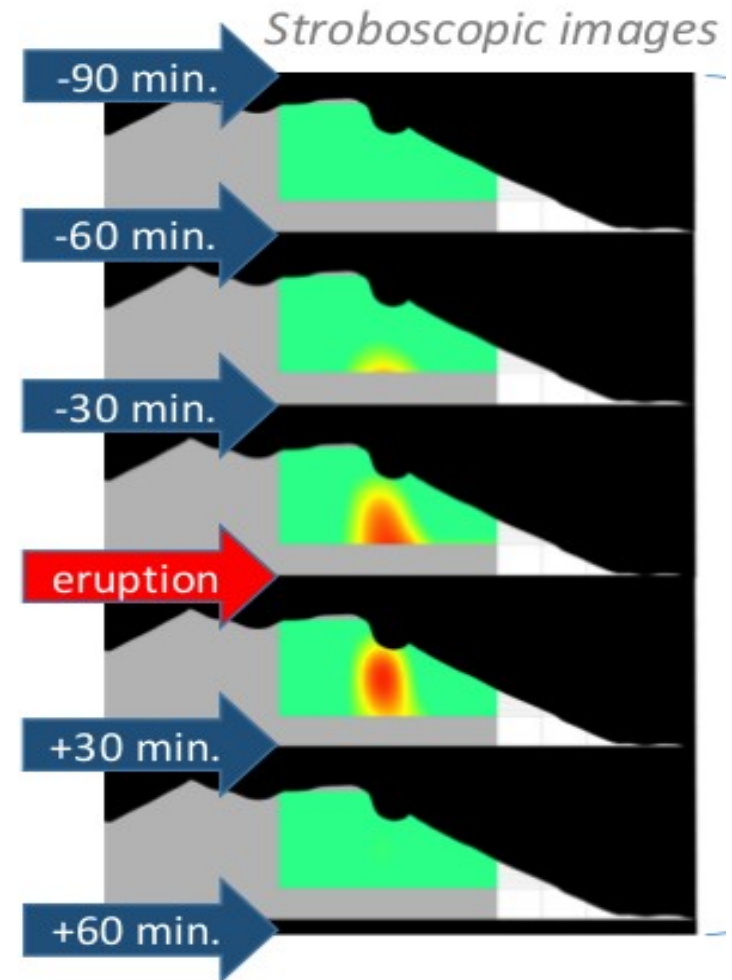
Geosci. Instrum. Method., 1, (2012) 229

Advances in High Energy Physics,

560192 (2013) 1

Vulkánok kitörései: igen összetett folyamatok

- Nem csak a kitörés jóslása, de maga a megértés is nagyon hasznos
- Fontos kérdések: meddig tart? Milyen típusú? Ismétlődik-e?
- Japánban 100 aktív tűzhányó, komoly biztonsági kérdés

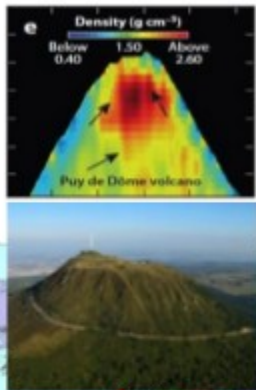


Tanaka et al, Sakurajima vulkán, 50 kitörés átlaga

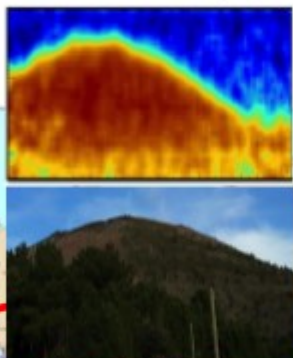
Muographic Images of the World Volcanoes

H. K. M. Tanaka -tól

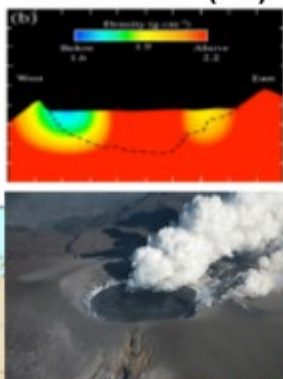
Puy de Dome (FR)



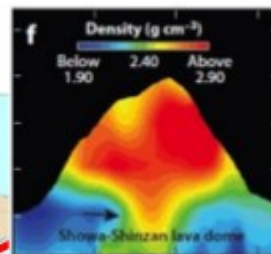
Vesuvio (IT)



Kirishima (JP)

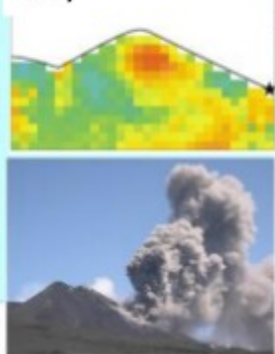


Showa-Shinzan (JP)

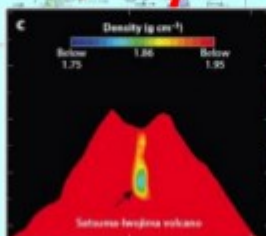


Soufrier Hills (UK) underway

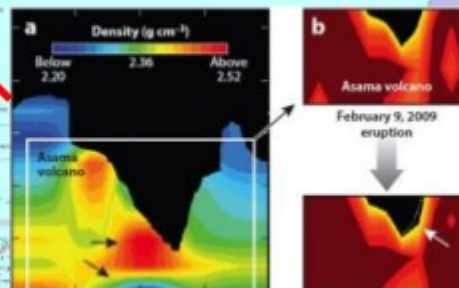
Canary Islands (ES) underway



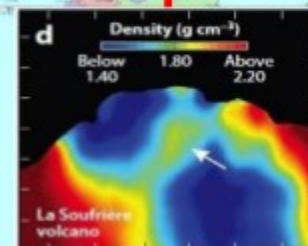
Stromboli (IT)



Satsuma-Iwojima (JP)

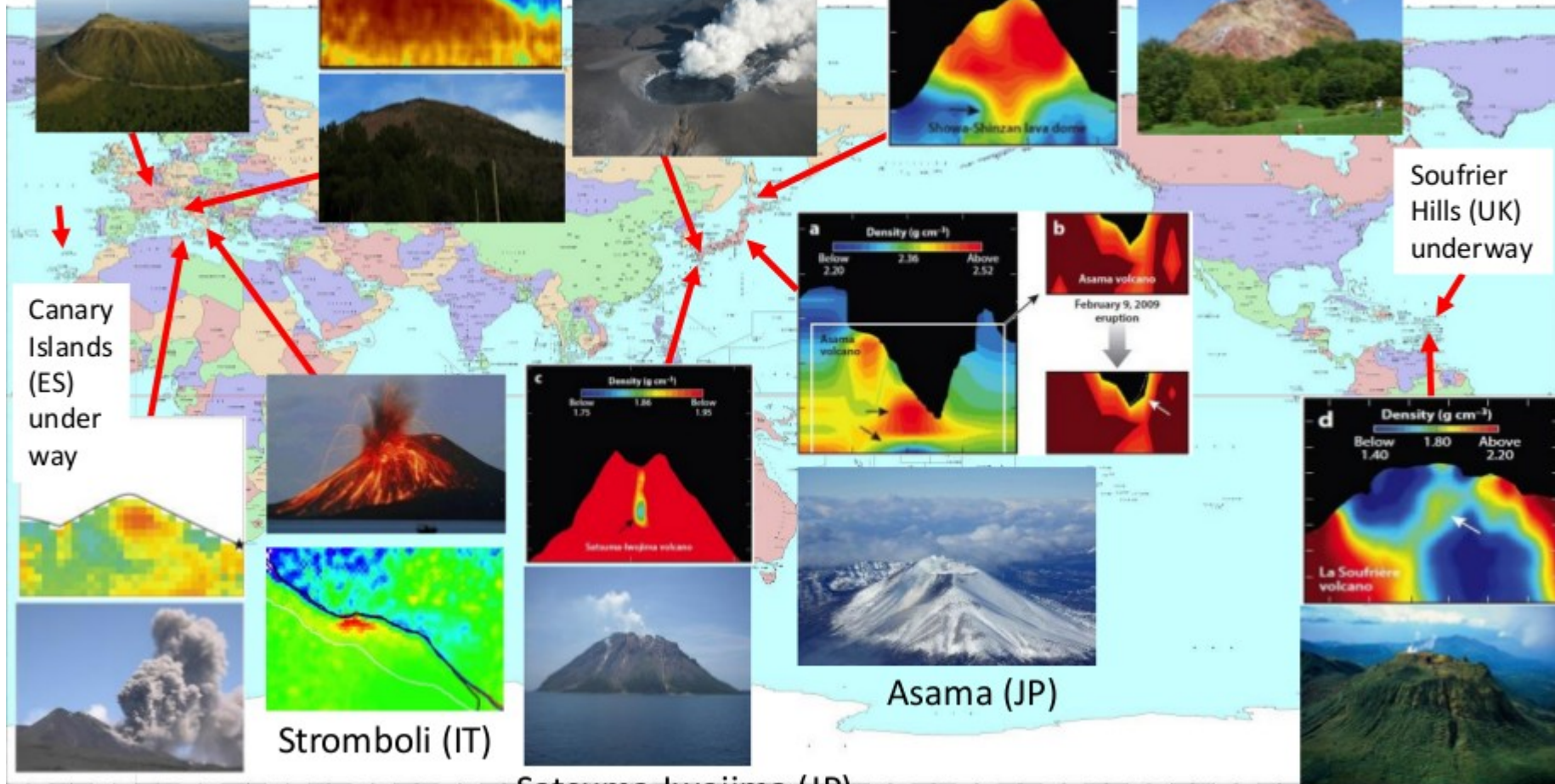


Asama (JP)



La Soufriere (FR)

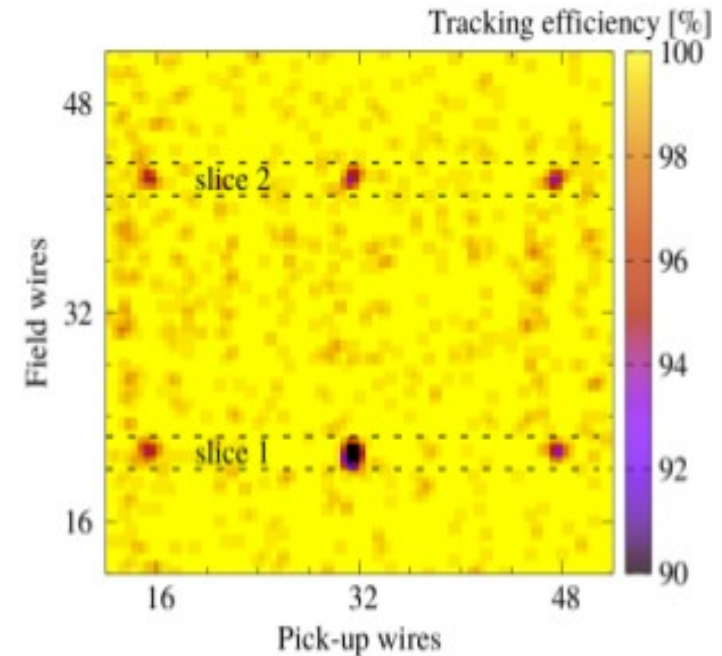
Etna (IT)



Nagy méretű kozmikus részecske detektor vulkanológiai alkalmazásra



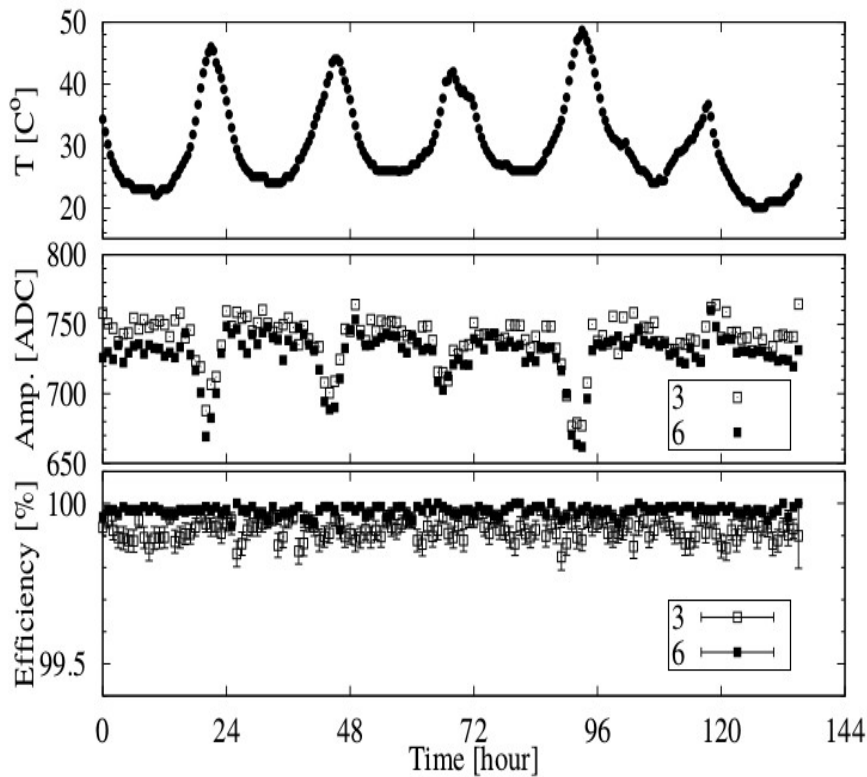
- Nagy mechanikai stabilitás, nagy hatásfok



D. Varga et al, Eur. J. Phys. **36** 065006 (2015)

D. Varga et al, arXiv:1607.08494, AHEP-ben megjelent

Kültéri mérések: kicsit más mint a laboratórium...



AHEP 2016 (2016) 1962317

0,5 m² felület, 5W fogyasztás, 4 hónap egy gázpalackkal

Szabadalmi mintaoltalom japánban: rendszer vulkanológiai alkalmazásra

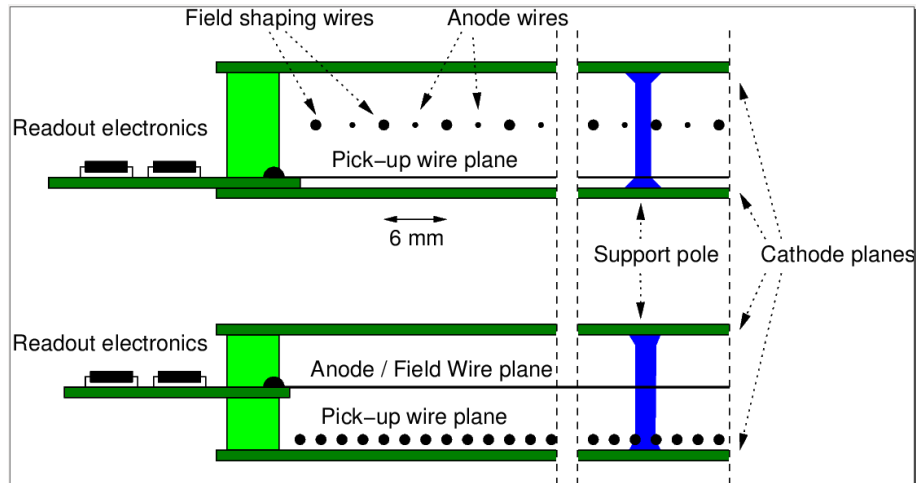
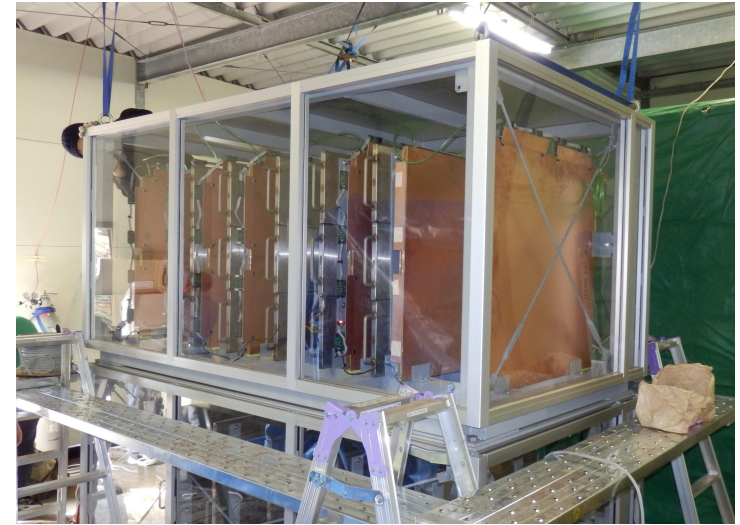


Muographic Observation Instrument

2015: Együttműködés

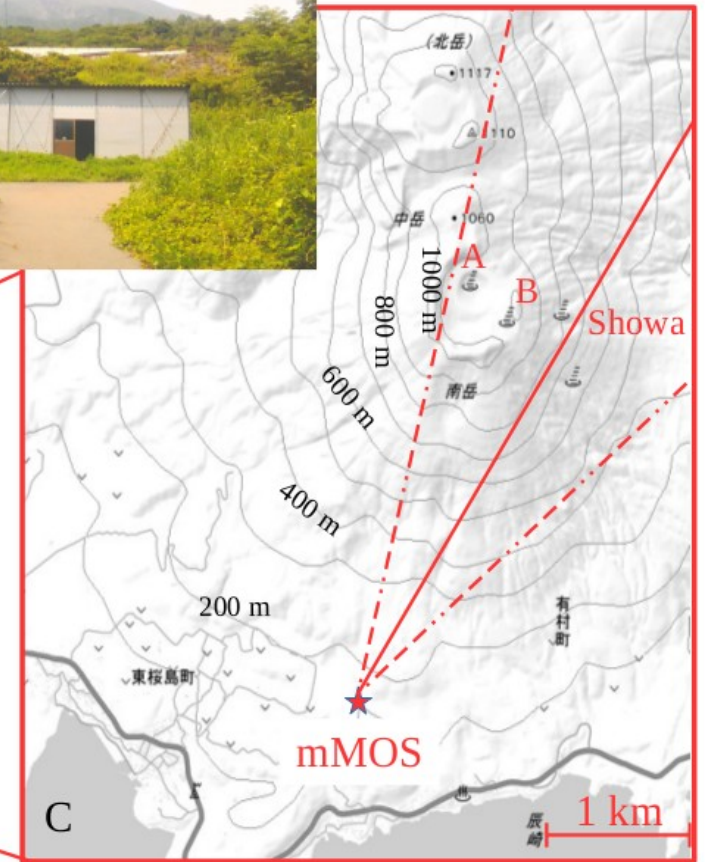
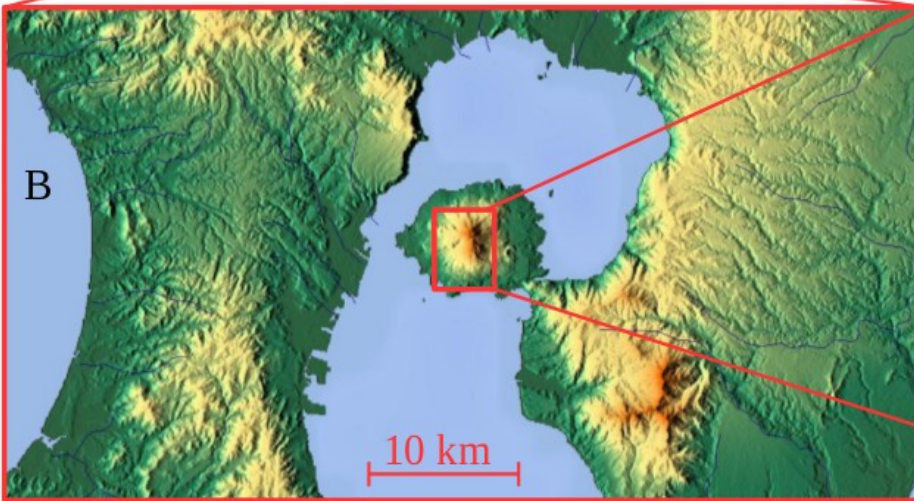
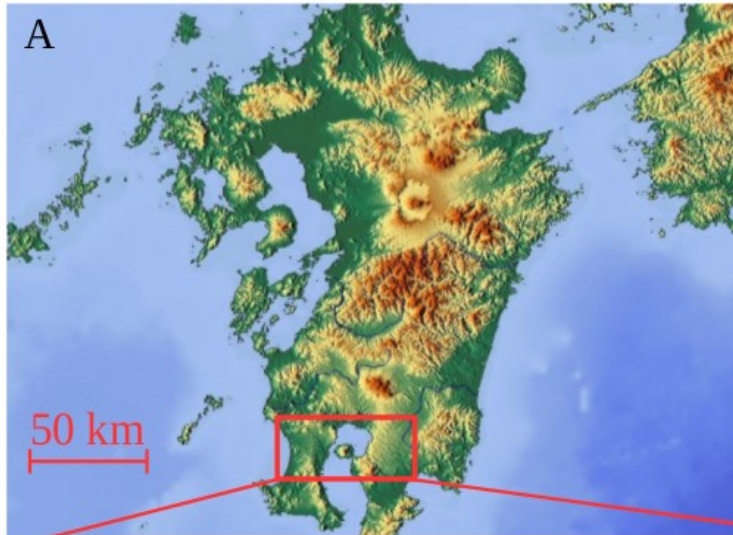
2016: IP oltalom

2017: NEC licenszelés



H. Tanaka, K. Tarou, D. Varga, G. Hamar, L. Oláh: Muographic Observation Instrument
Japán szabadalmi referenciaszám: 2016-087436, elsőbbségi dátum 2016. április 25.

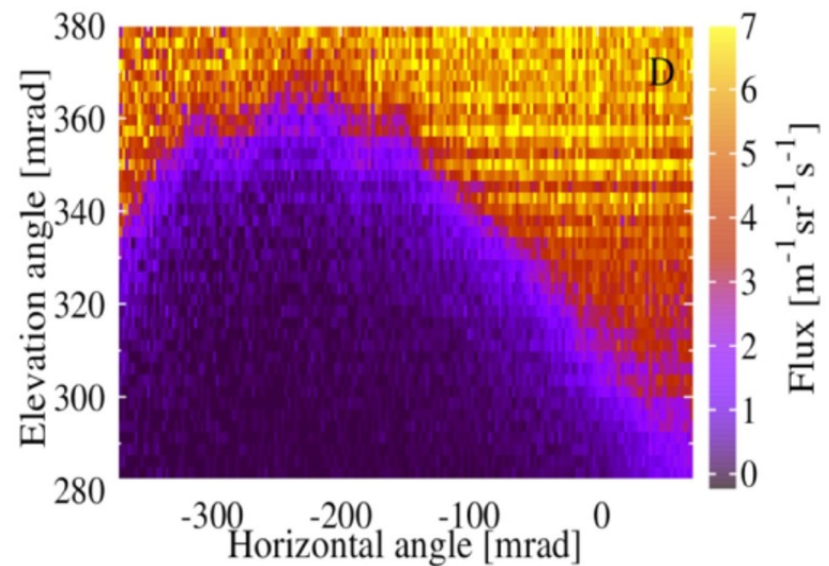
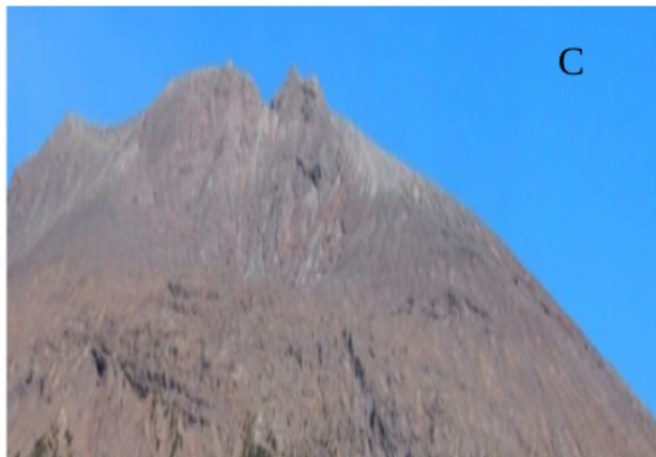
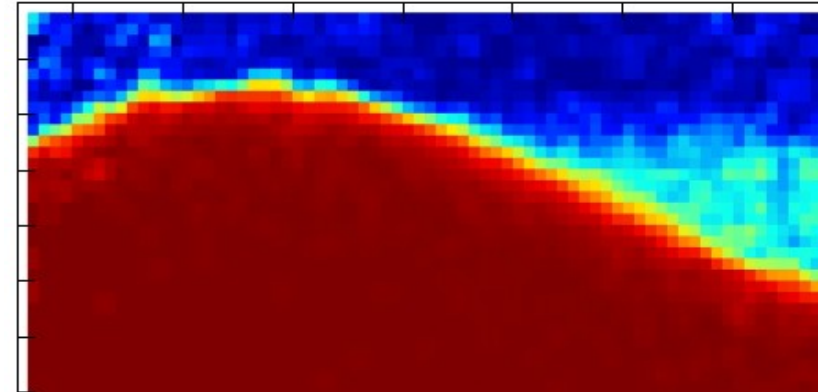
Futó mérések a Sakurajima-nál



Tapasztalat- és élménydús beüzemelési feladat



Precíziós képalkotás: 10m-es részletek 3km-ről

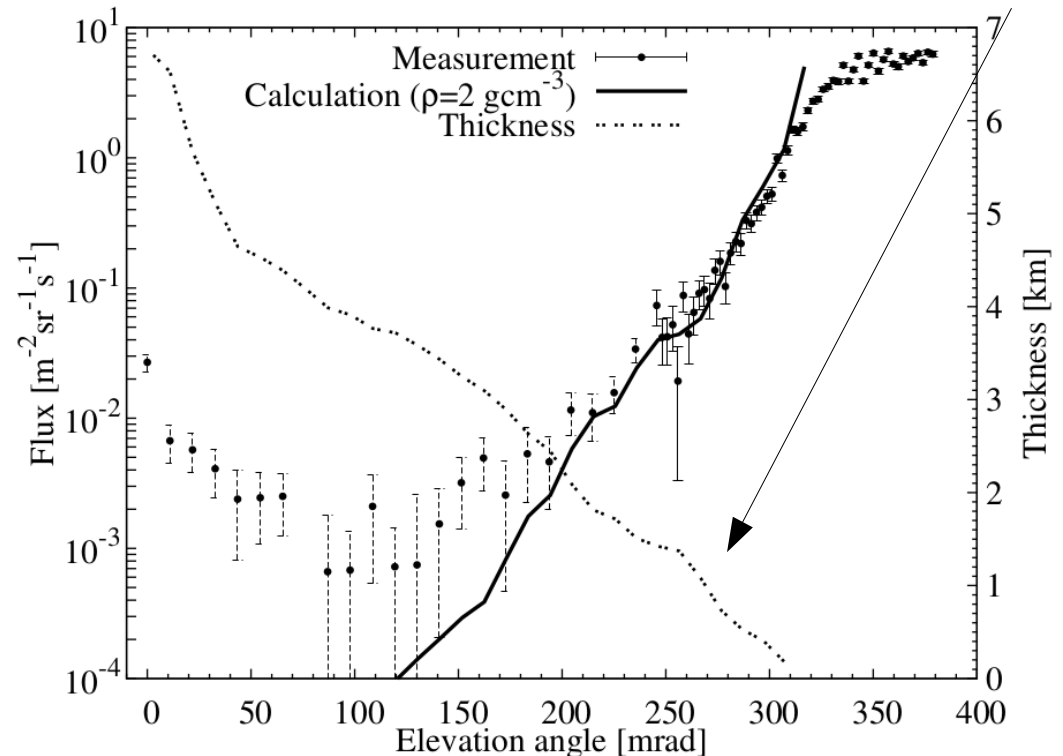


A képképzés kihívása: alacsony részecskeszám

- A „jel” a normál müonszám százada-ezrede
- A háttér elnyomása a jó nyomkövetésen és jól elhelyezett ólomrétegeken múlik

Részecskeszám

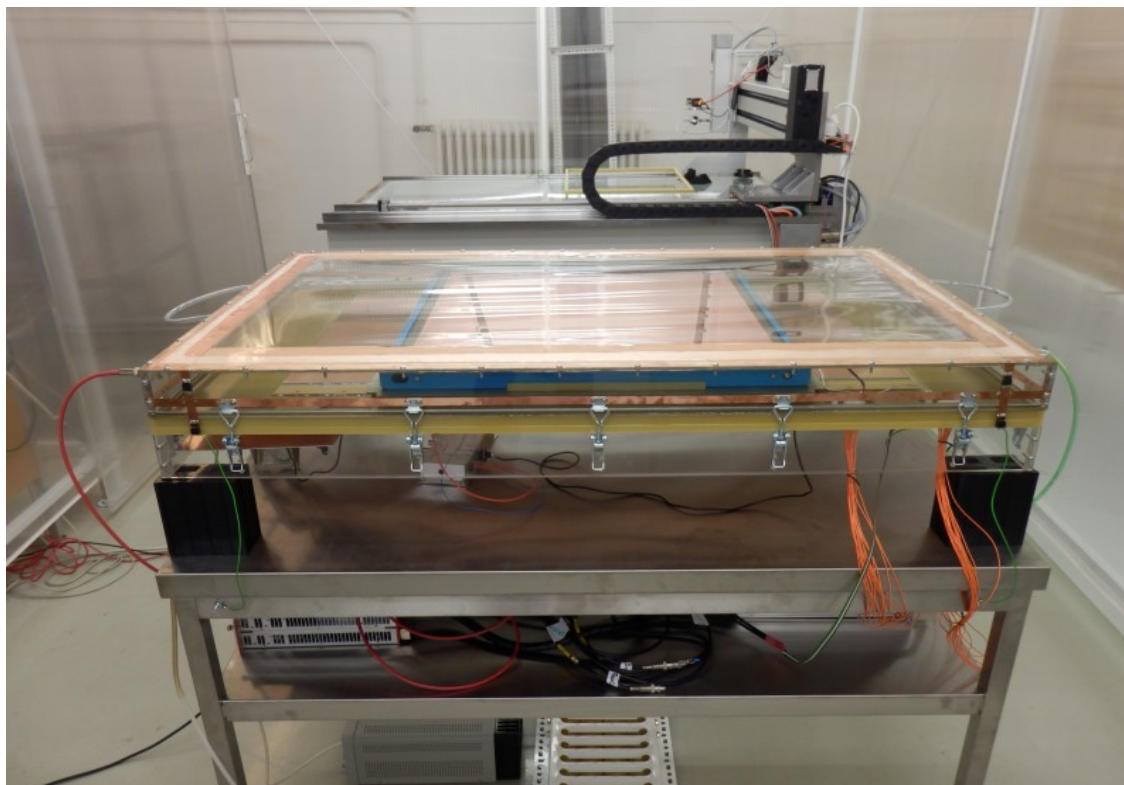
Kőzetvastagság



Magassági szög

- Nyomkövetők a nagyenergiás detektorok leglényegesebb elemei
- Gáztöltésű nyomkövetők fejlődnek, akár csak a félvezetők, így megfelelnek a gyors nagydetektorok kihívásainak is
- Müoográfia: a kilométeres áthatolóképességű müonok nyomkövetésével nagy skálás leképezés
- A vulkanológia, bármilyen egzotikus is, egy jól megfogalmazott, jelentős társadalmi értékű cél

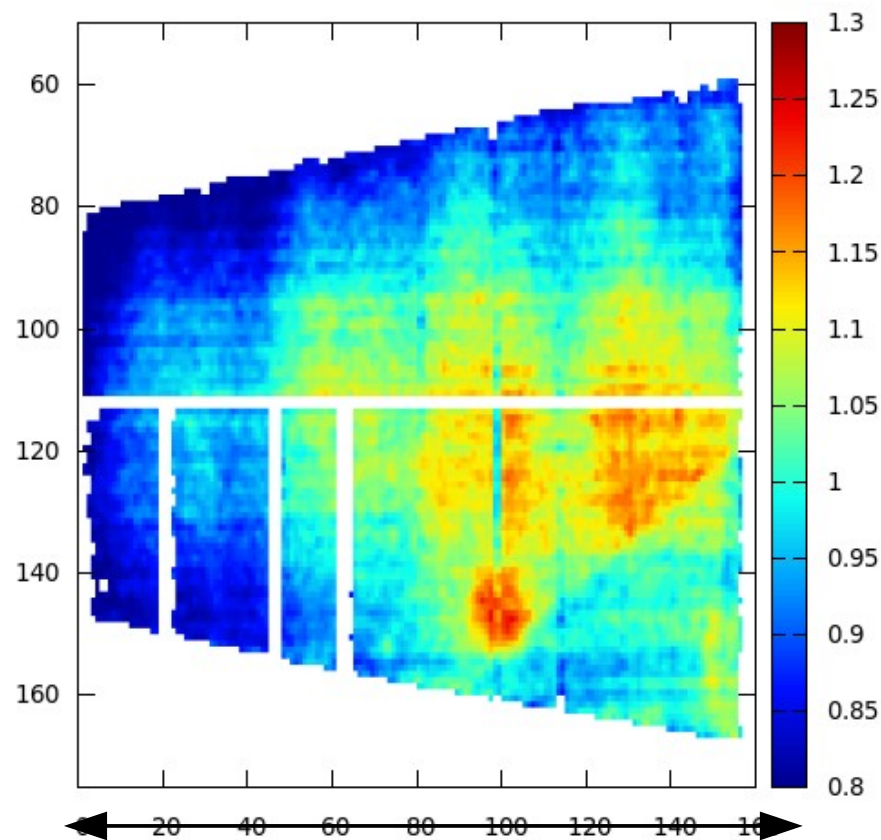
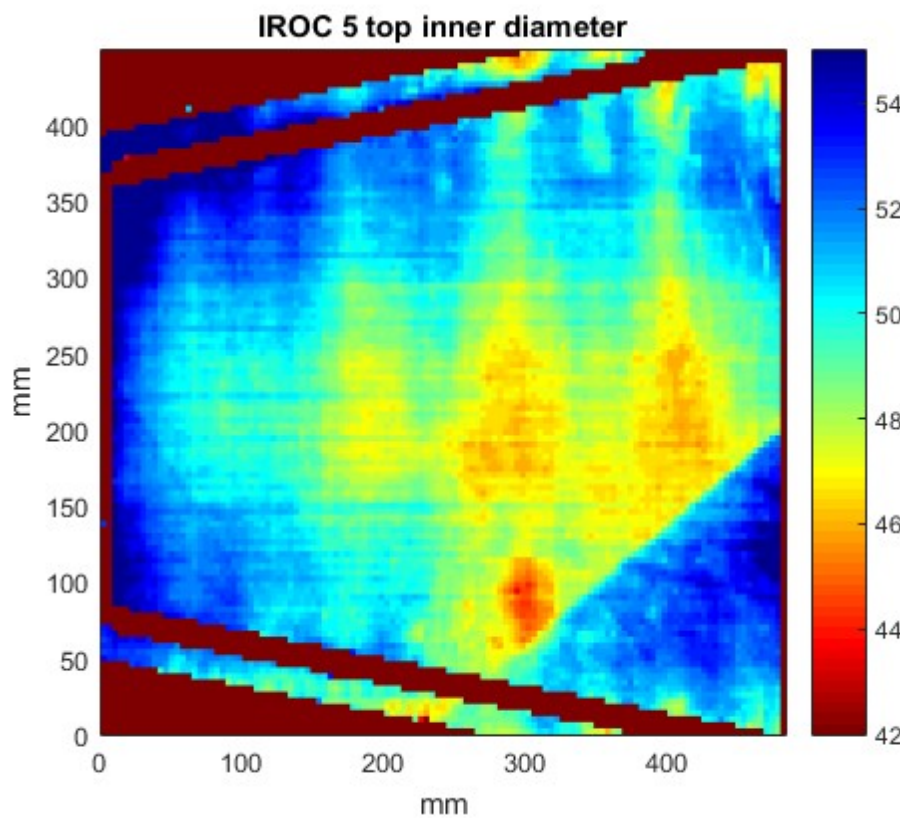
- Saját fejlesztésű, az erősítést közvetlenül mérő detektor (Háttérben finn fejlesztésű optikai szkennerek)



Lyukak geometriája (átmérője) és az erősítés korrelációja

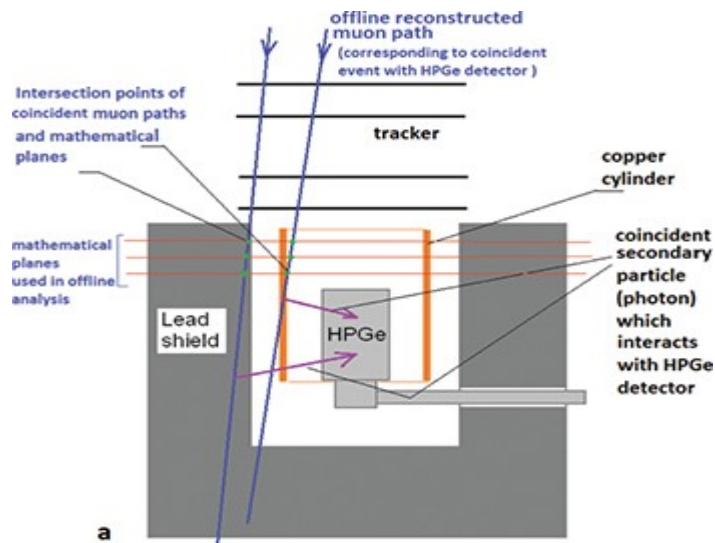
- Lyukátmérő (belső)

Erősítés

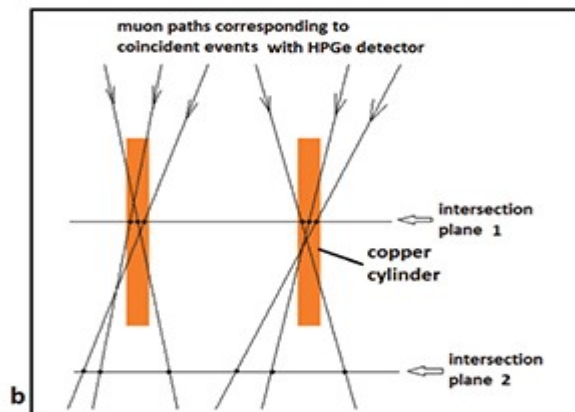


50 cm

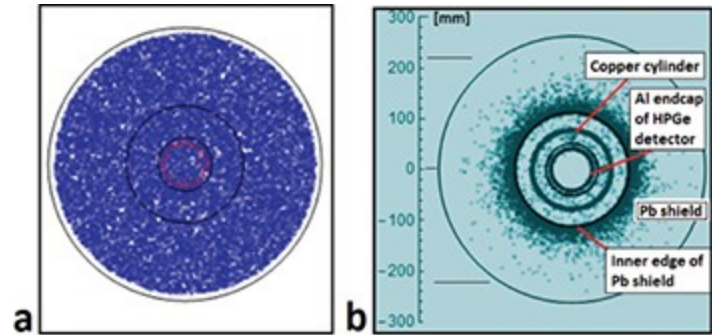
Kis rendszámú anyagok képalkotása: koincidenciában gamma emisszióval



a

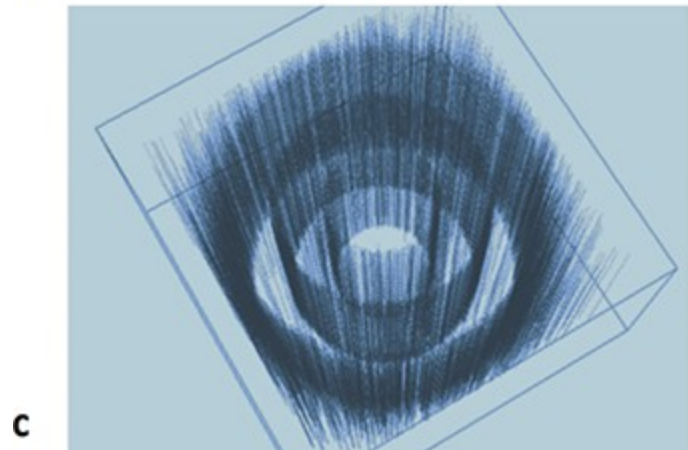


b



a

b

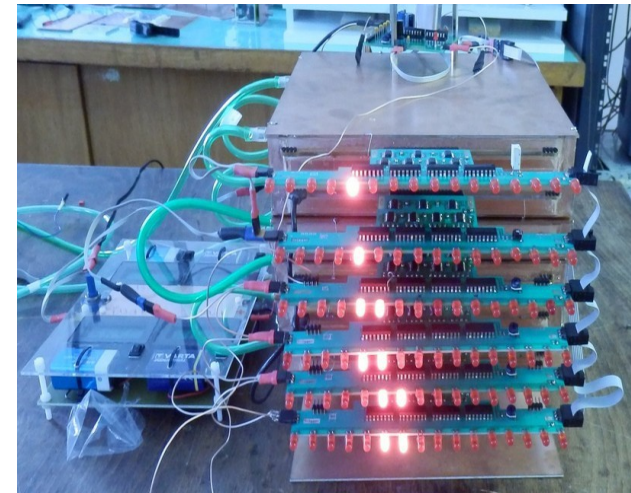
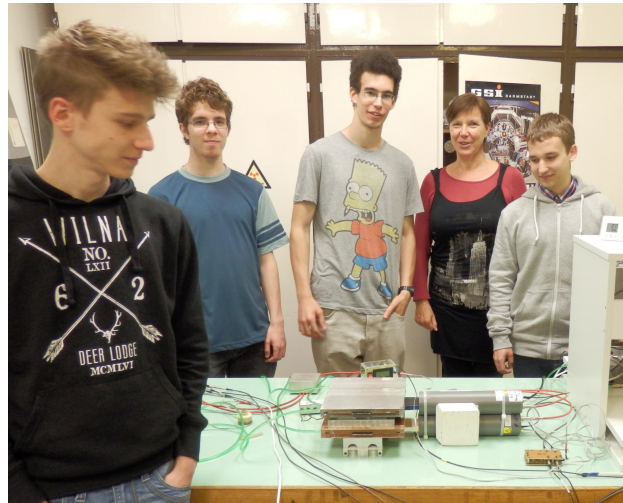
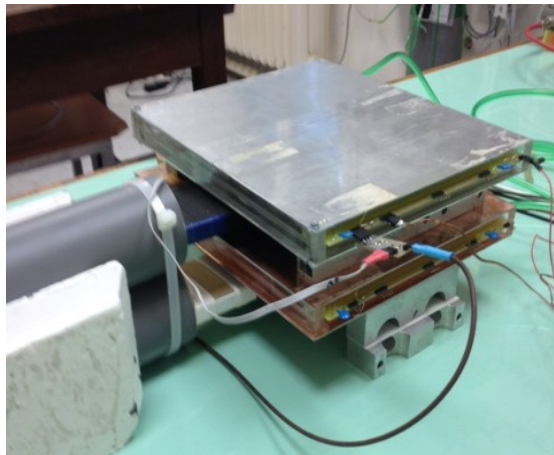


c

I. Bikit et al, Europhys.Lett. 113 (2016) no.5, 58001, "Editors choice", CERN Courier, EPS Newsletter...

- Egyetemi szinten:

4 PhD hallg., 1 MSc, 5 BSc, 4 TDK/OTDK...



- Középiskolás szinten:

kb. 20 diák, „Útravaló” támogatás 2014, 2015