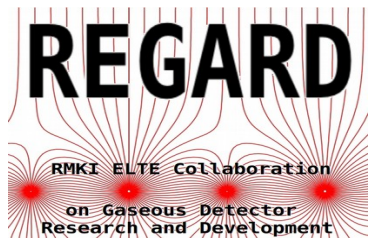


Kozmikus Röntgen-kép vulkánokról és hegyekről

Varga Dezső, MTA Wigner FK RMI NFO
Detektorfizika Kutatócsoport

AtomCsill, 2019. március 21.

Lendület program



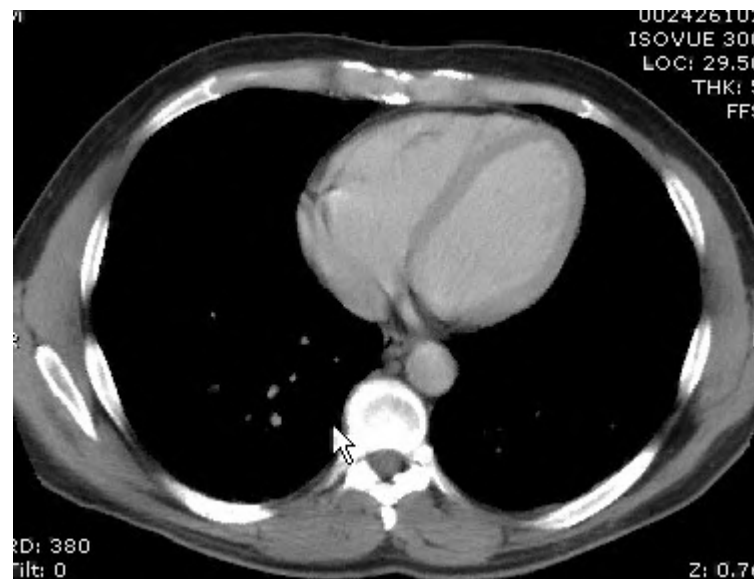
A Röntgen-kép: áttörés a diagnosztikában (1895 -)

- Látjuk a belső szerkezetet!



Persze ez, mondhatni véletlenül, roppant hasznos az orvosoknak...

- CT: számítógépes 3D rekonstrukció (tomográfia)



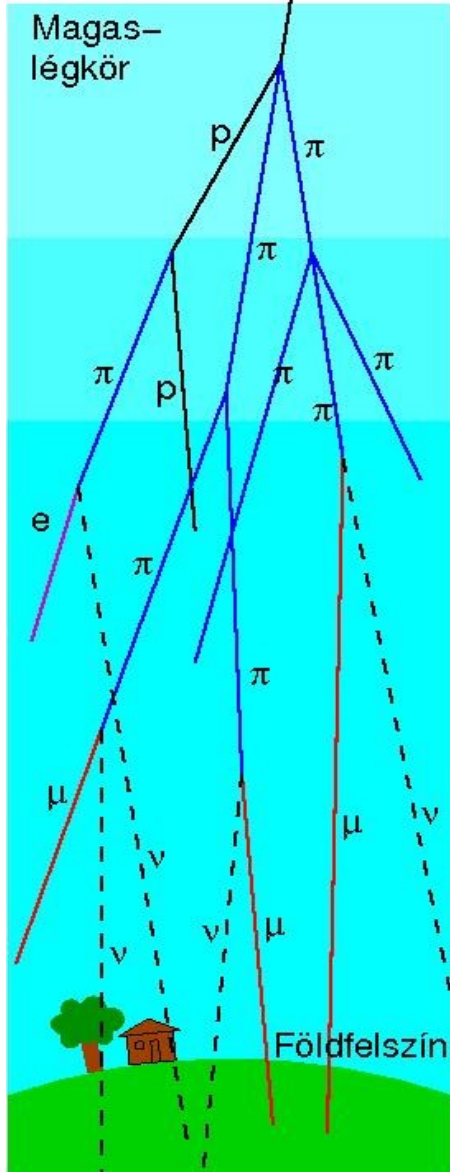
Meddig működik a Röntgen?

- Normál üzemben 20-40cm vízequiválens: motorblokkot, nagyobb gépeket már nem világít át
- Akárhogy is, kiváló felbontású és gyors! Vonat, teherautó áthaladás közben látható



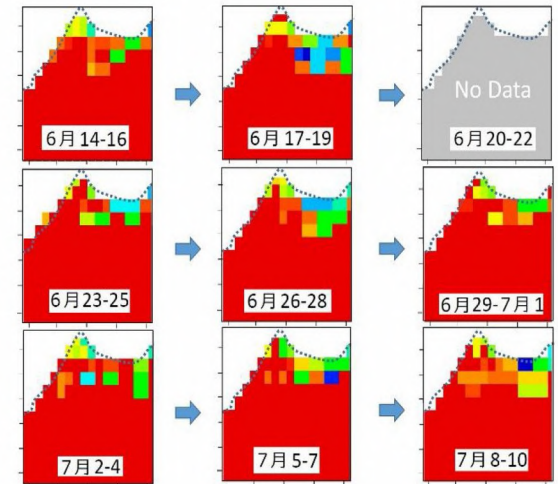
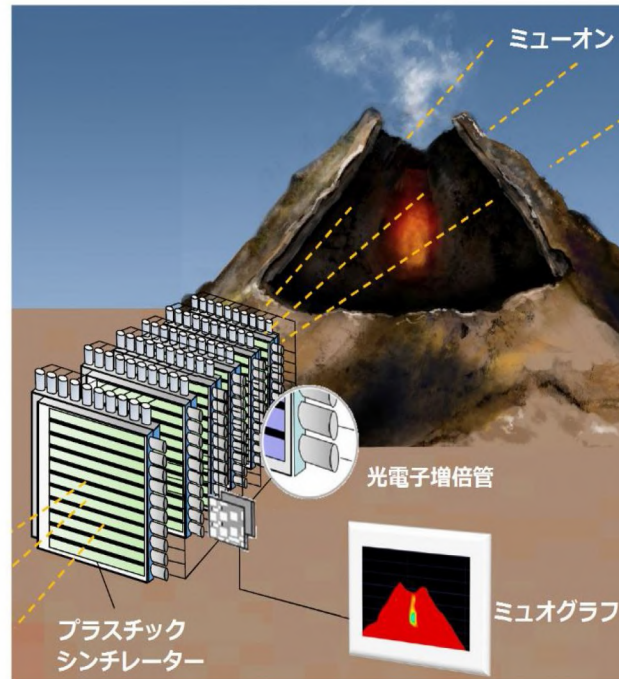
p proton
 π pion
 μ müon
 e elektron
 ν neutrínó

Kozmikus részecske



Képképzés kozmikus részecskékkel: „Müográfia”

Müon: nagyon nagy áthatolóképeségű, 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

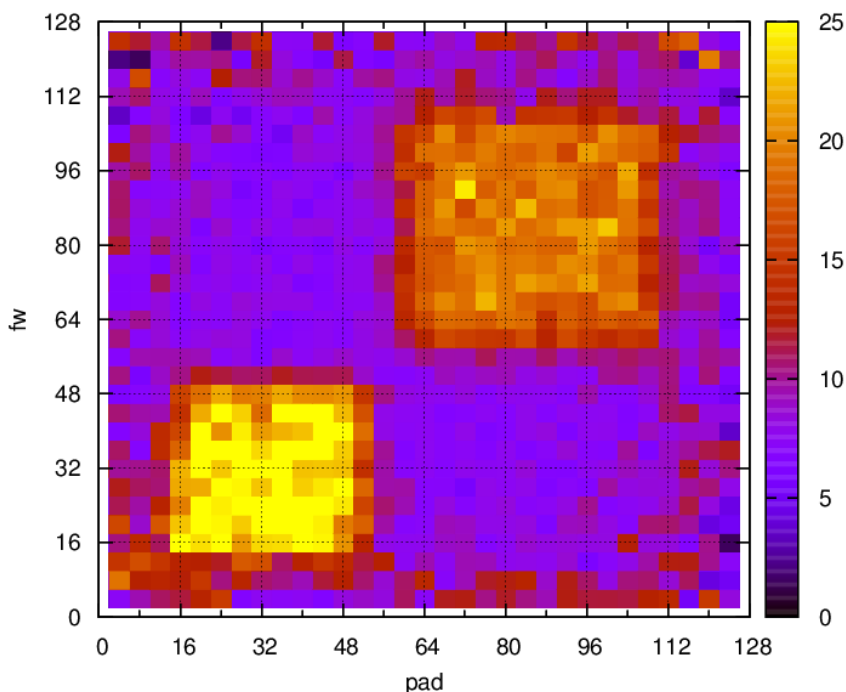
H. Tanaka et al: Nat. Commun. 5:3381 doi:
10.1038/ncomms4381 (2014)

Leképezés müonokkal: Szóródás és elnyelődés

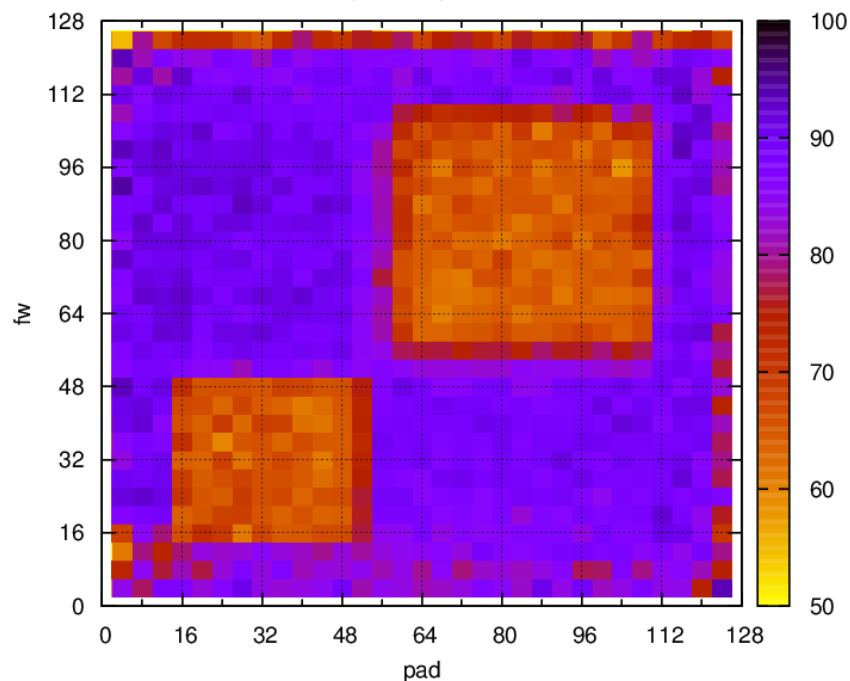


Ólom (bal alul) vs. vas (jobb felül)

CHI2 CUT 0.1: ratio (%)



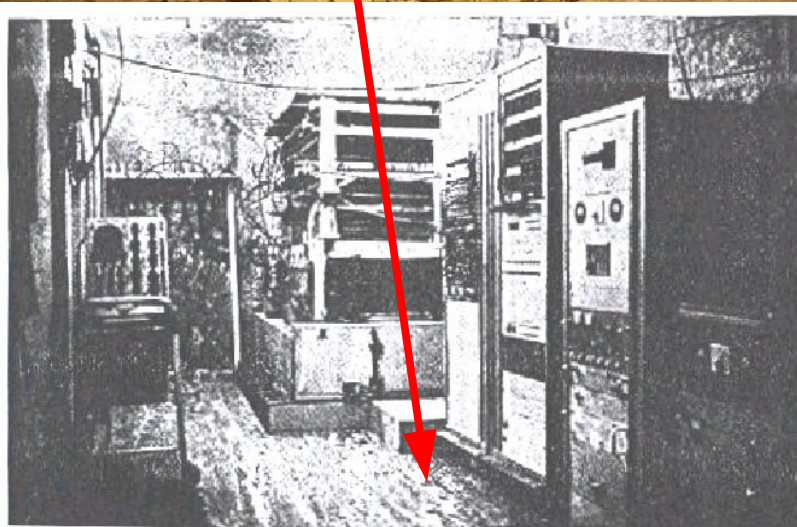
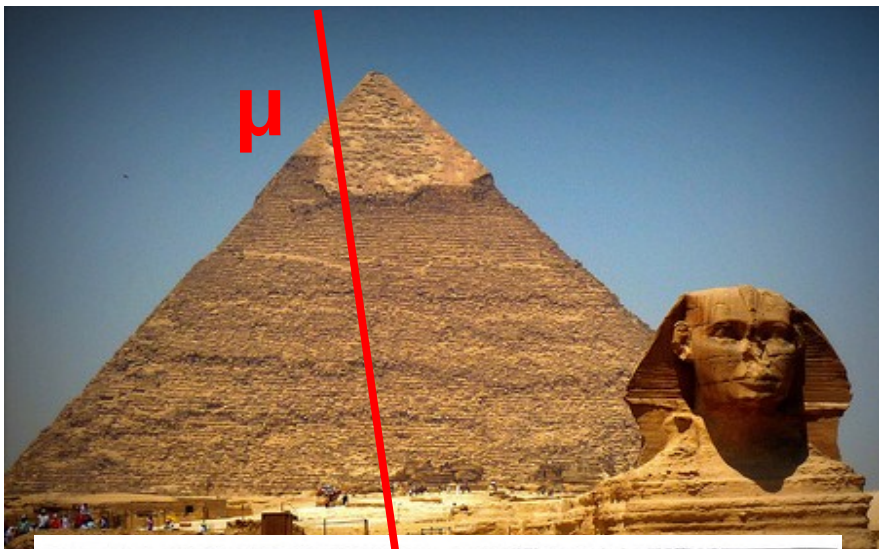
Absorption map: ratio (%)



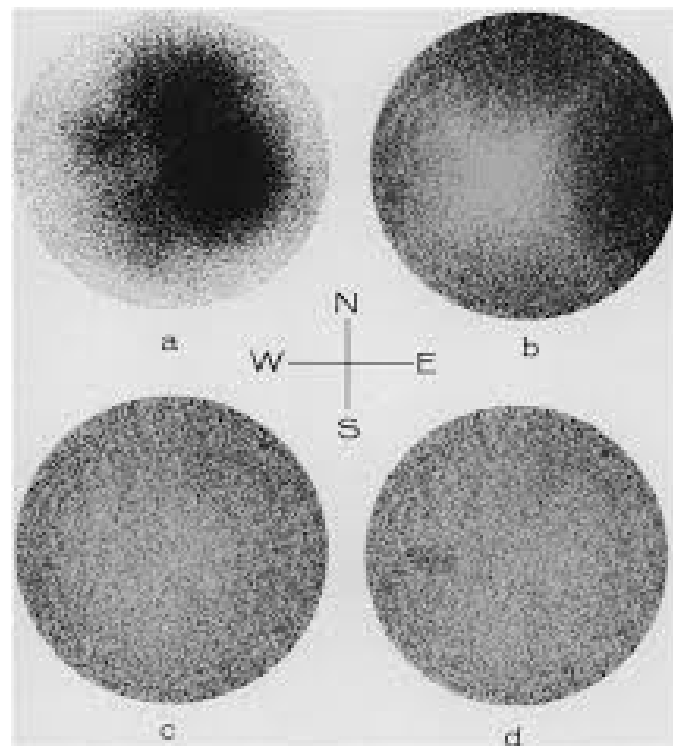
Anyag fajtájára érzékeny! Elnyelés == sűrűség



A gyökerek: Alvarez, 1970 (!)

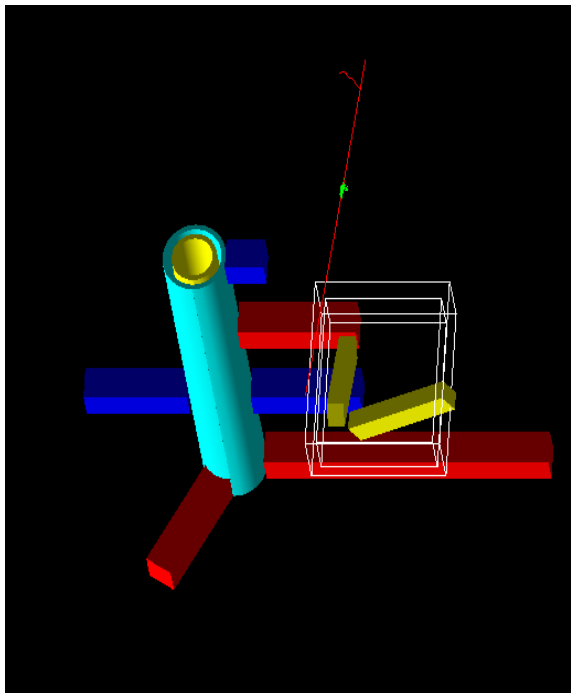


- Nagy, de hatékony rendszer, 50 éve



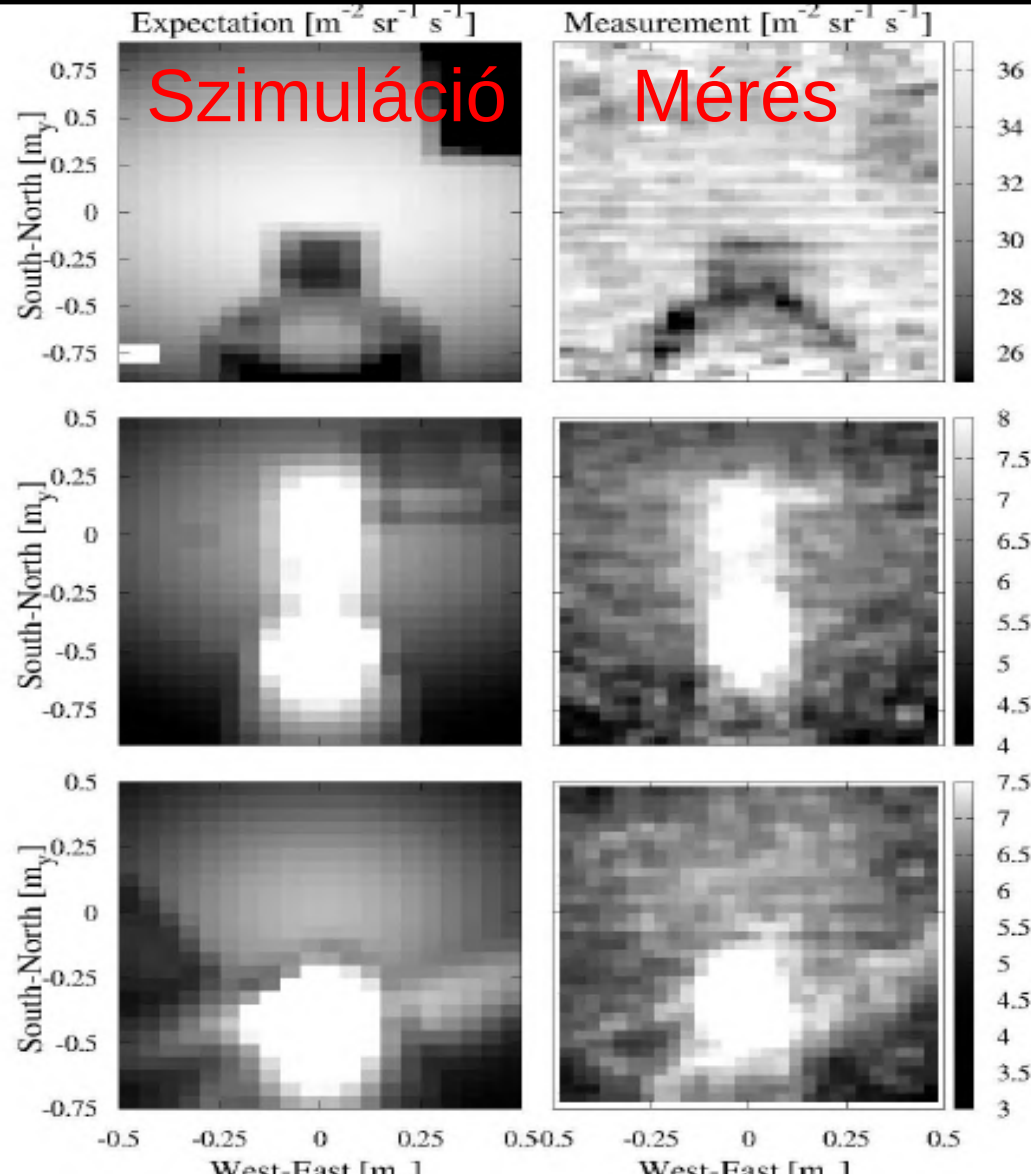
...alulról kell tudni ránézni a dologra...

- Jánossi-akna (KFKI)
10-20-30 méterről



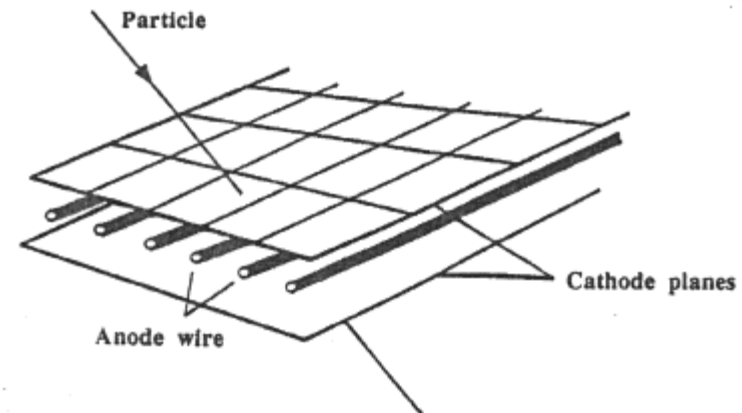
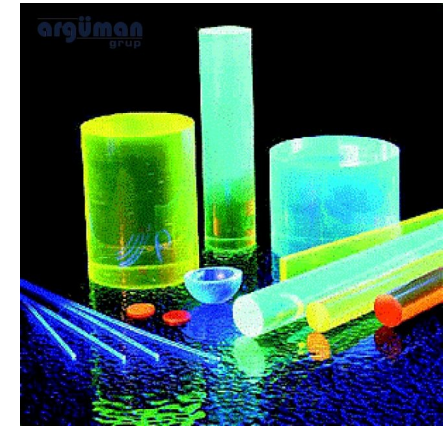
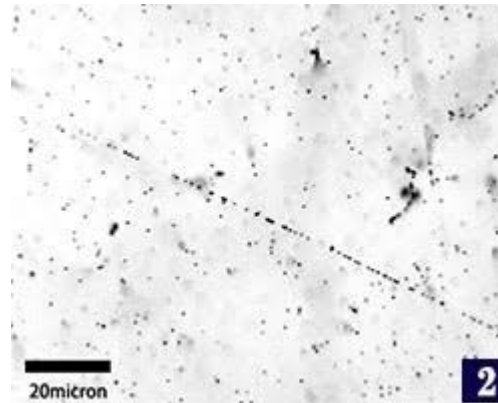
Adv. in HEP 2013 560192 (2013)
Journ. Phys. Conf. Ser. 665 (2016) 012032
PoS (NIC XIII) 129 (2015) 6p

3/21/19



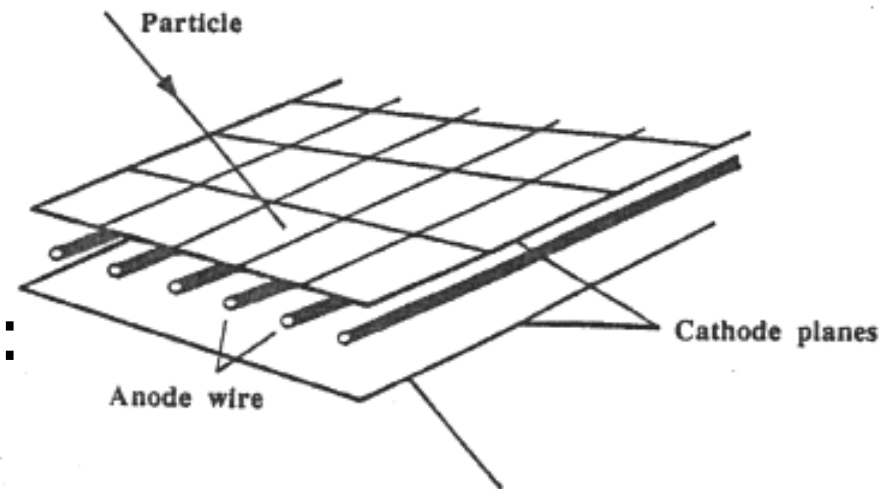
Hogy mérhetjük? A három realizztikus technológia:

- Szcintillátorok (fénykeltés rudakban)
- Emulzió (3D fotózás)
- Gáztöltésű nyomkövetők (sokféle)



Gáztöltésű detektorok alapelve

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



Szóródás: nagy rendszámú anyagok megtalálása



Részecskepálya egyenestől való eltérülése mérhető

Z²-tel arányos (hasadó anyagok, vagy sugárzó anyag árnyékolása)

Egyelőre csak szép ábrák...

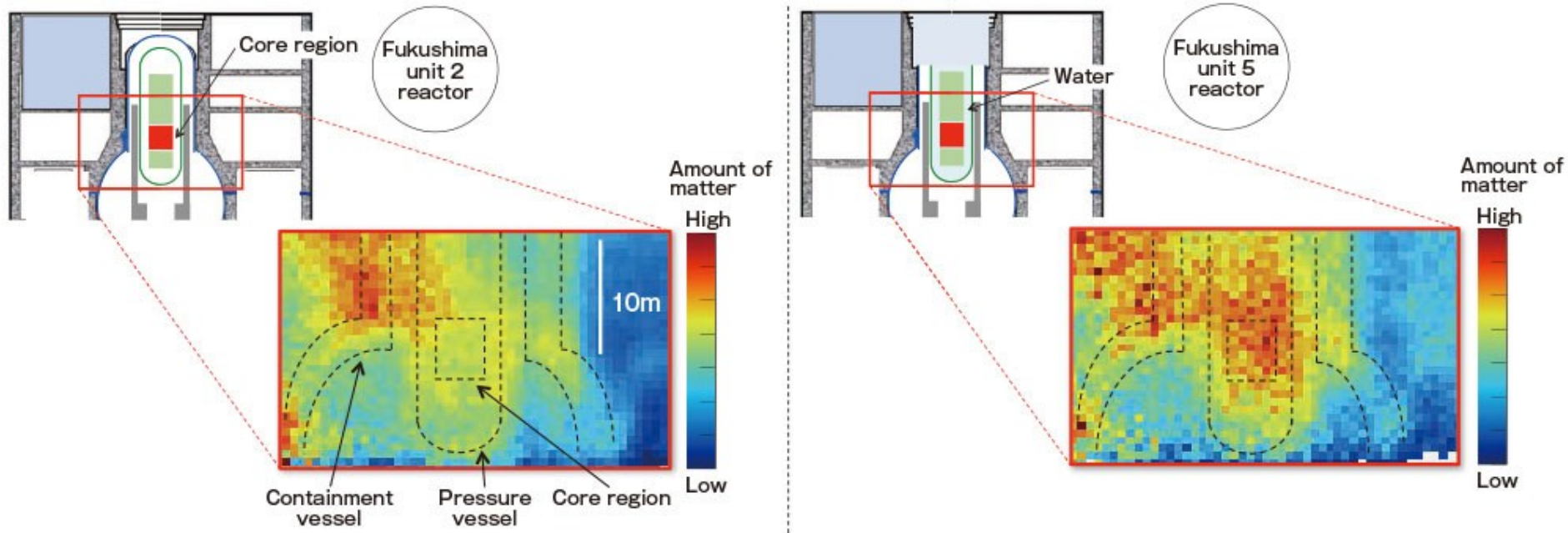


Los Alamos (USA), INFN (Olaszország), ...



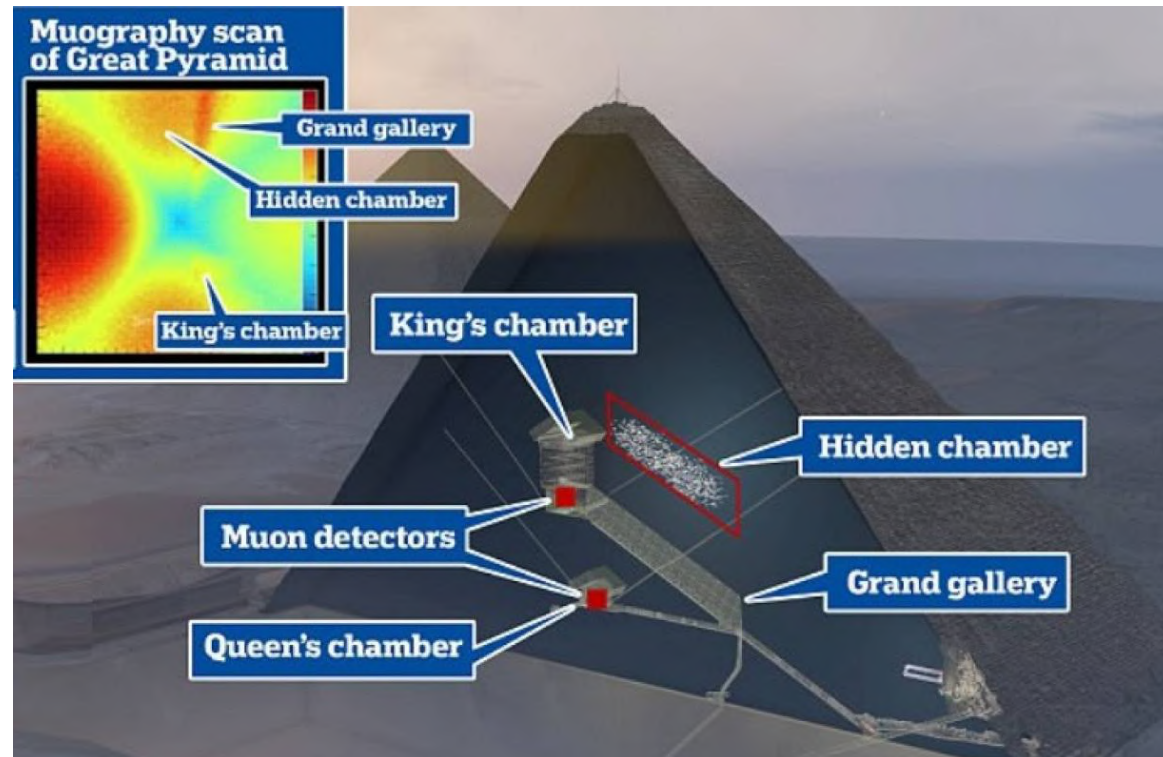
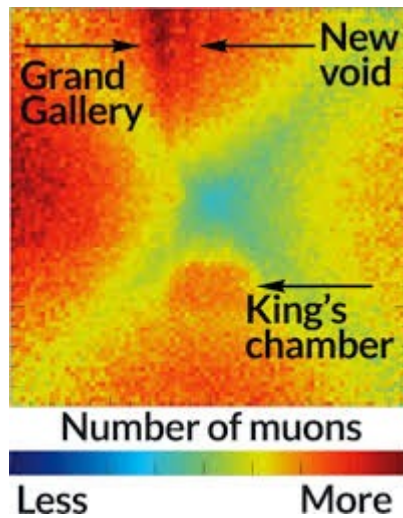
Fukushima-Daiichi reaktor, vszínű leolvadva

(Emulziós technika, elnyelődés)



Rejtett kamra a piramisban

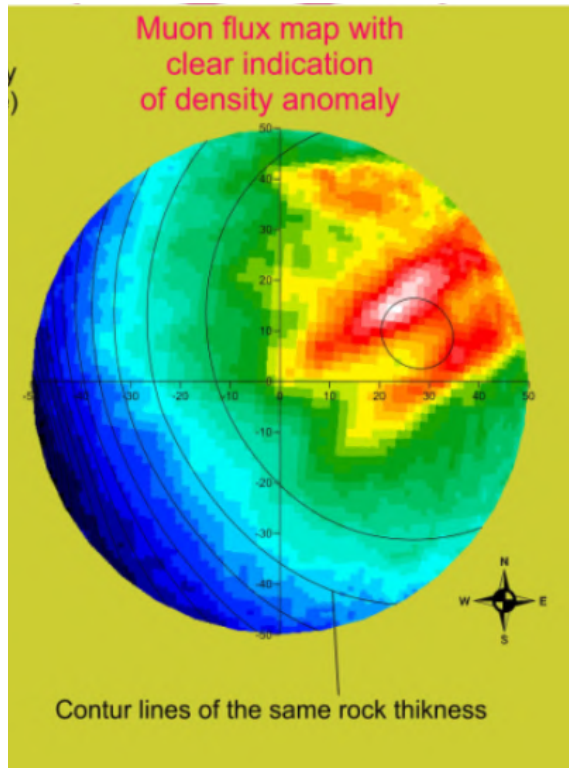
- Egyértelmű sűrűség-csökkenés a galéria alatt (emulzió)



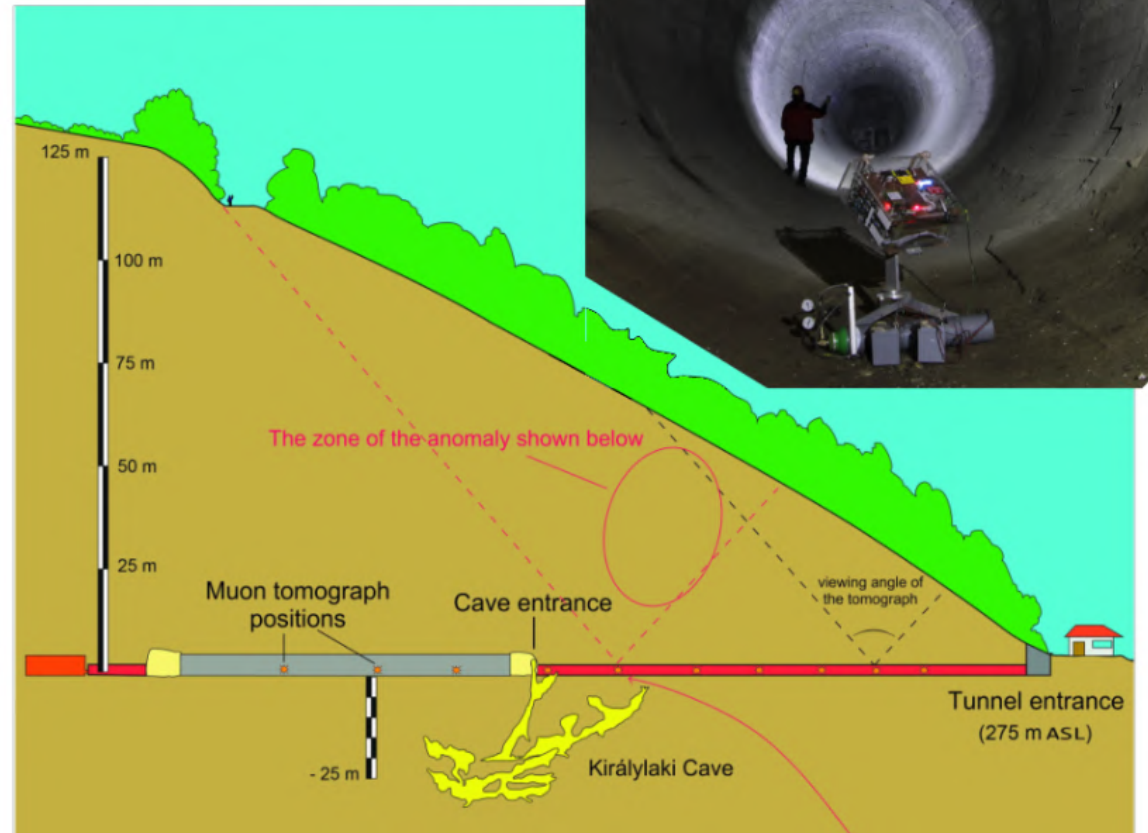
Föld alatti alkalmazás: barlangüreg, telér, alagút



- Több részecske:
jó eséllyel üreg



Muon tomograph in its full setup →

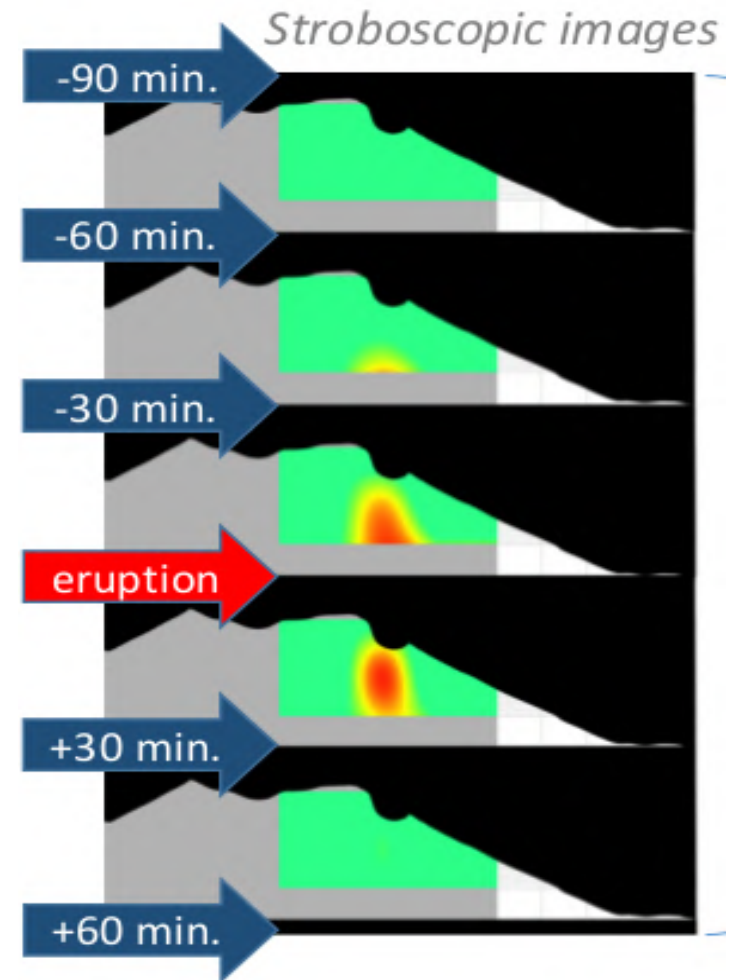


G. Surányi, L. Oláh G. Barnaföldi et al

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

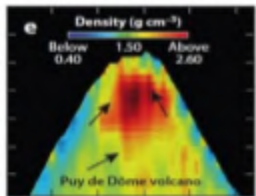


Tanaka et al, Sakurajima vulkán, 50 kitörés átlaga

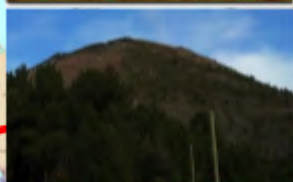
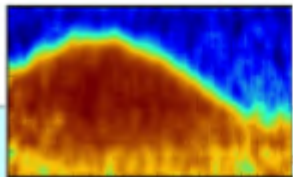
Muographic Images of the World Volcanoes

H. K. M. Tanaka -tól

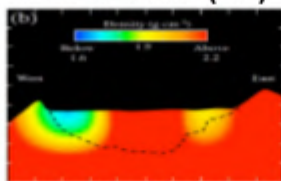
Puy de Dome (FR)



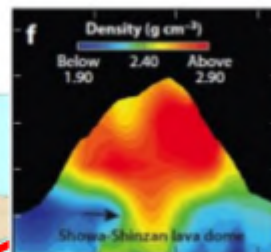
Vesuvio (IT)



Kirishima (JP)

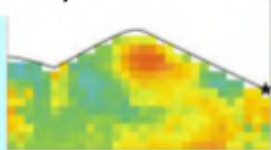


Showa-Shinzan (JP)

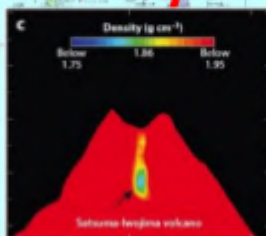


Soufrier Hills (UK) underway

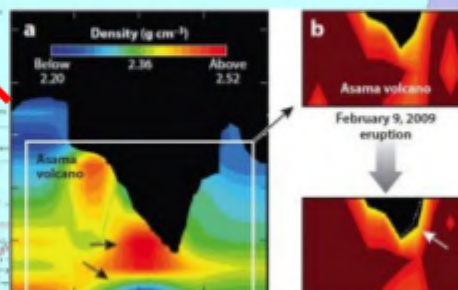
Canary Islands (ES) underway



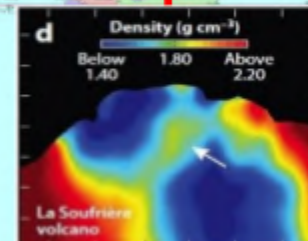
Stromboli (IT)



Satsuma-Iwojima (JP)

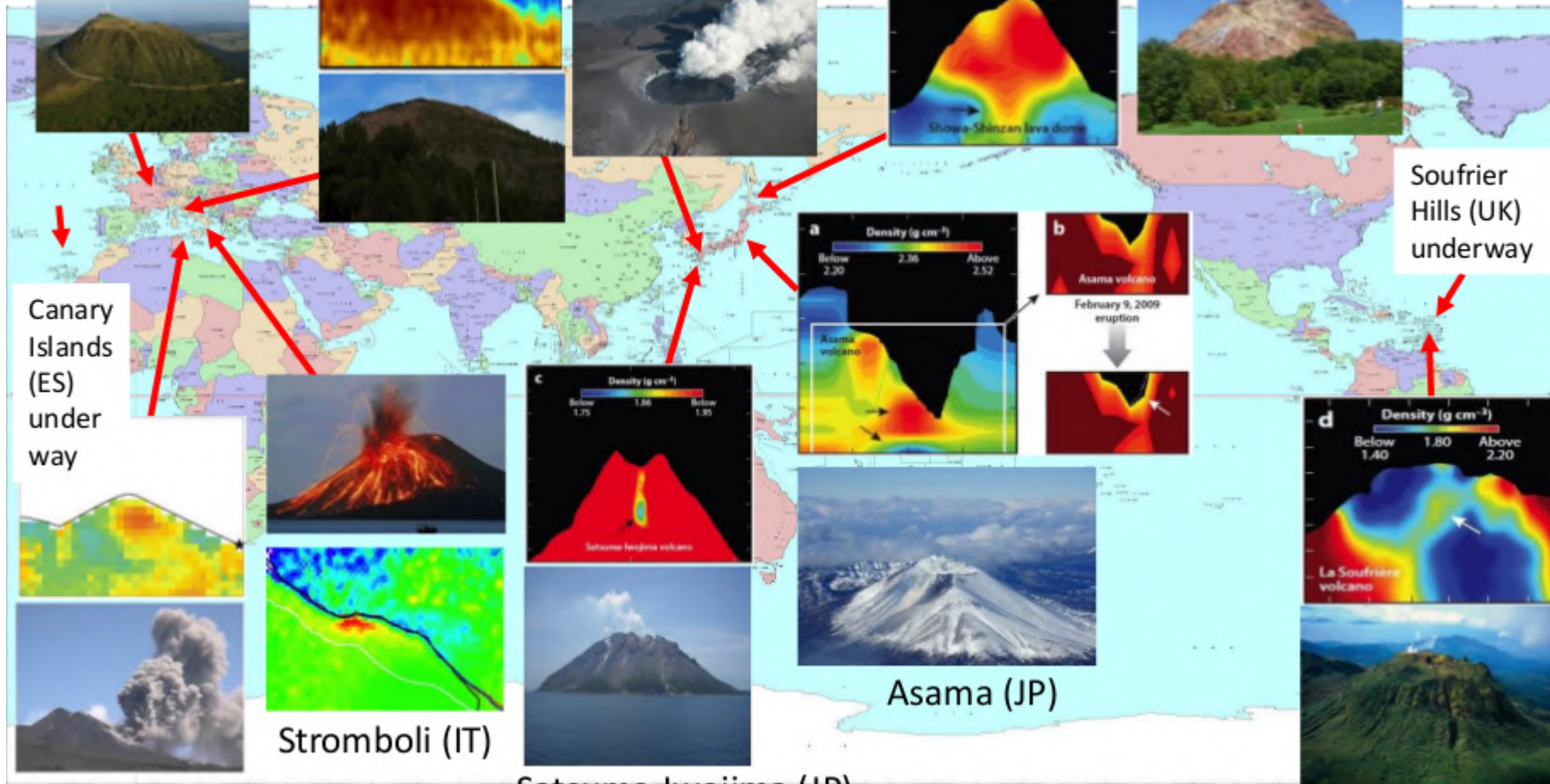


Asama (JP)



La Soufriere (FR)

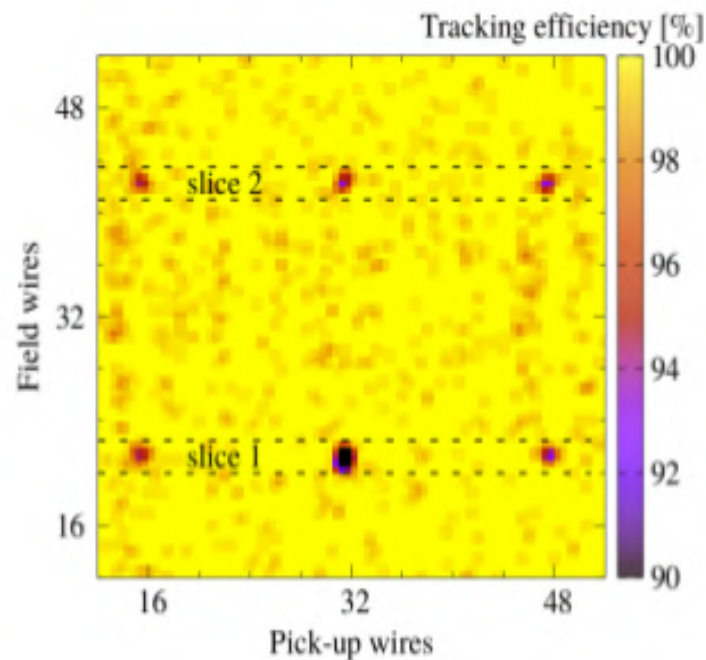
Etna (IT)



Nagy méretű kozmikus részecske detektor vulkanológiai alkalmazásra



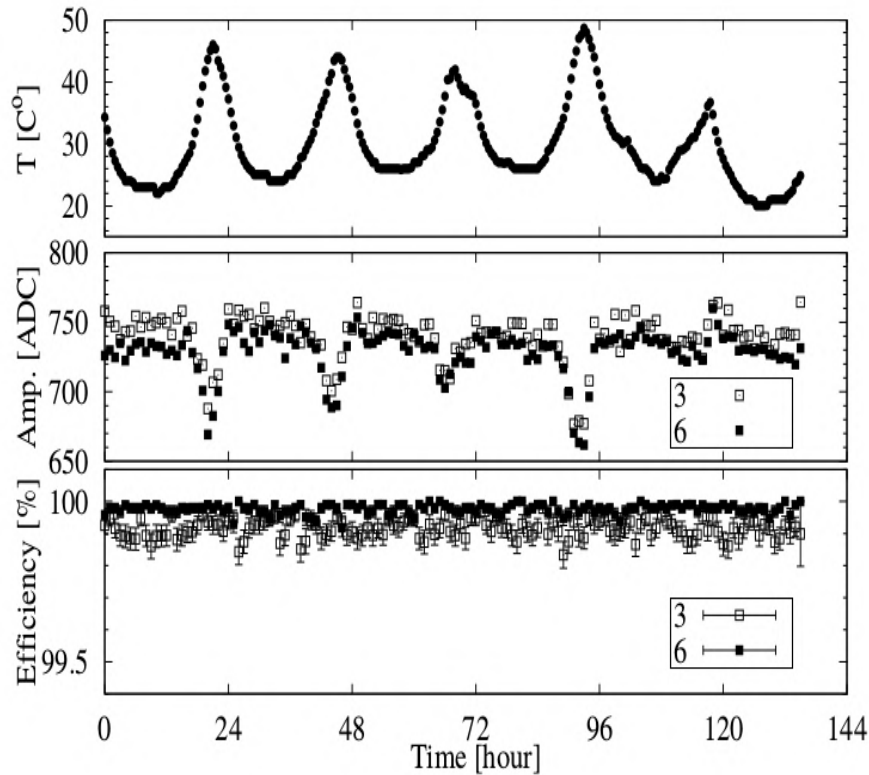
- Nagy mechanikai stabilitás, nagy határfok



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

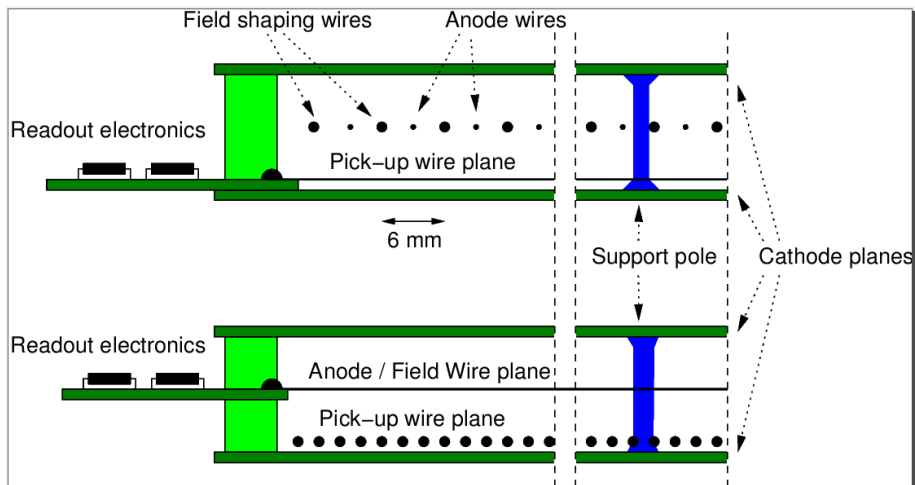
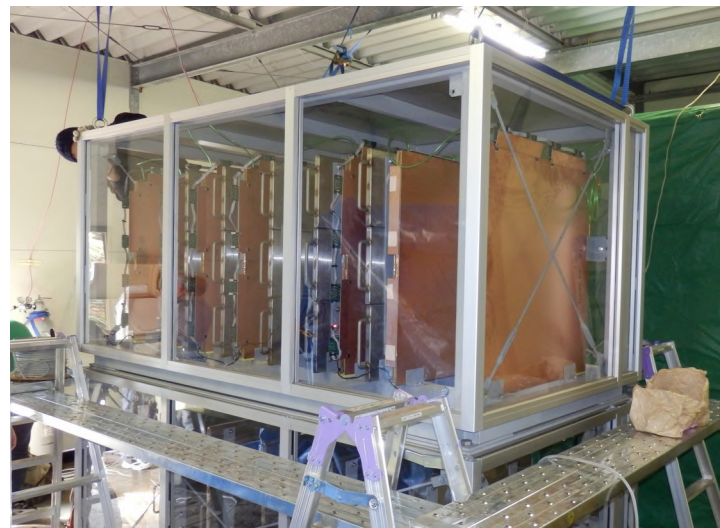


Muographic Observation Instrument

2015: Együttműködés

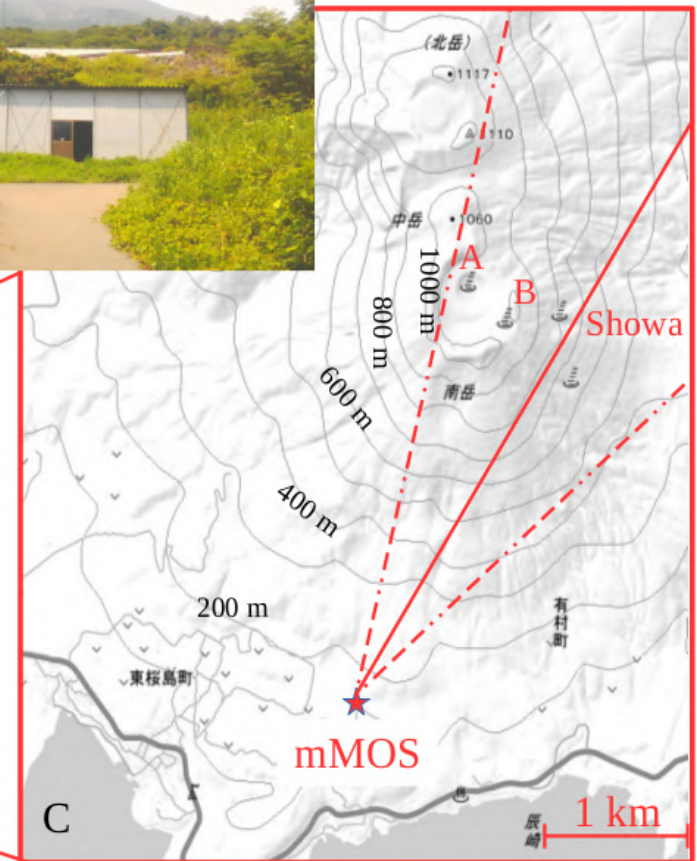
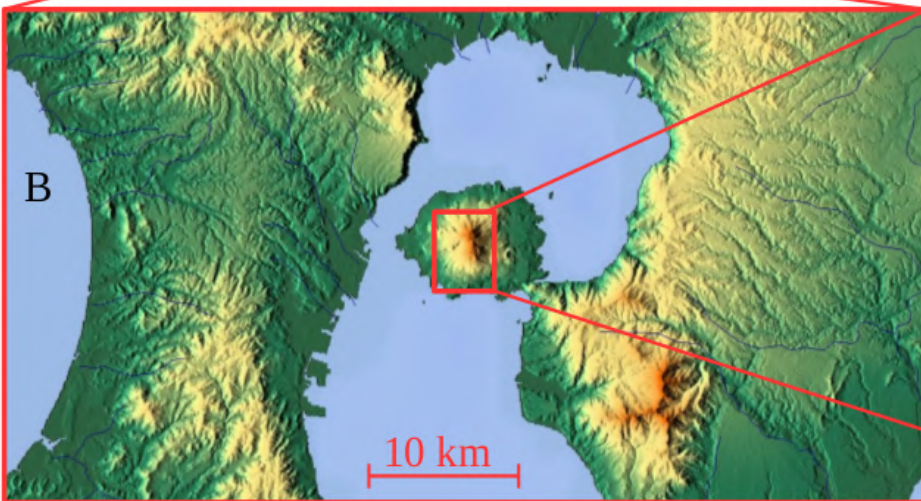
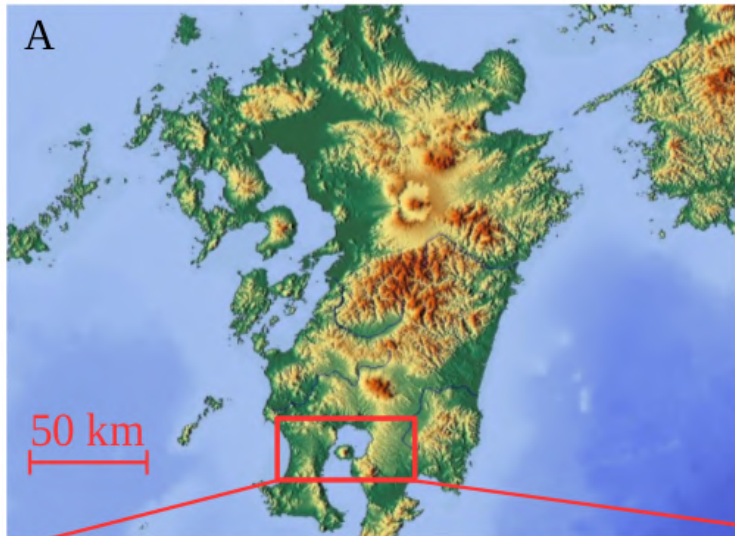
2016: IP oltalom

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.

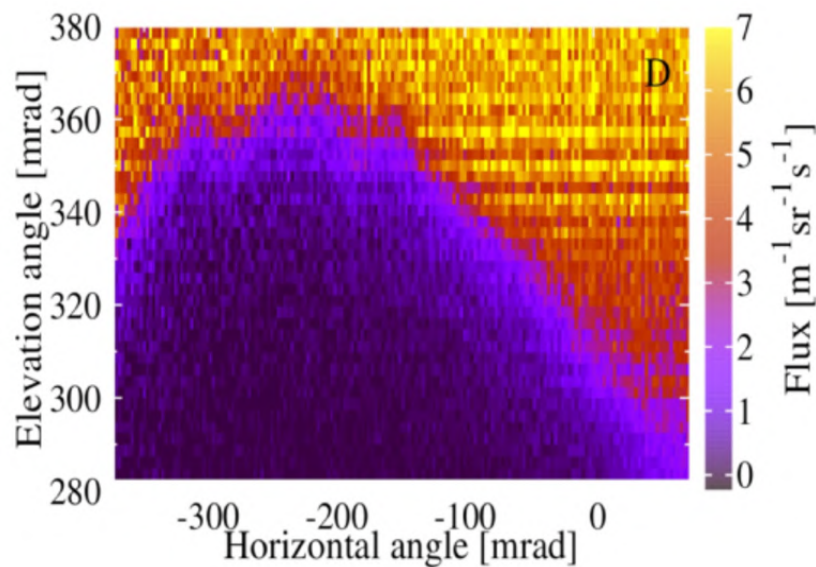
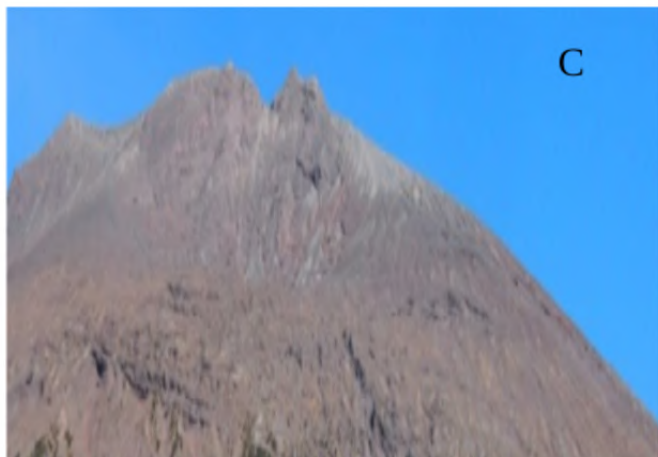
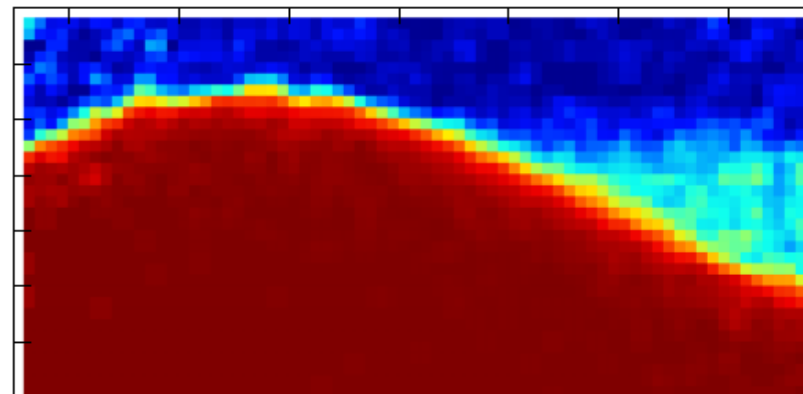
Futó mérések a Sakurajima-nál



Tapasztalat- és élménydús beüzemelési feladat



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



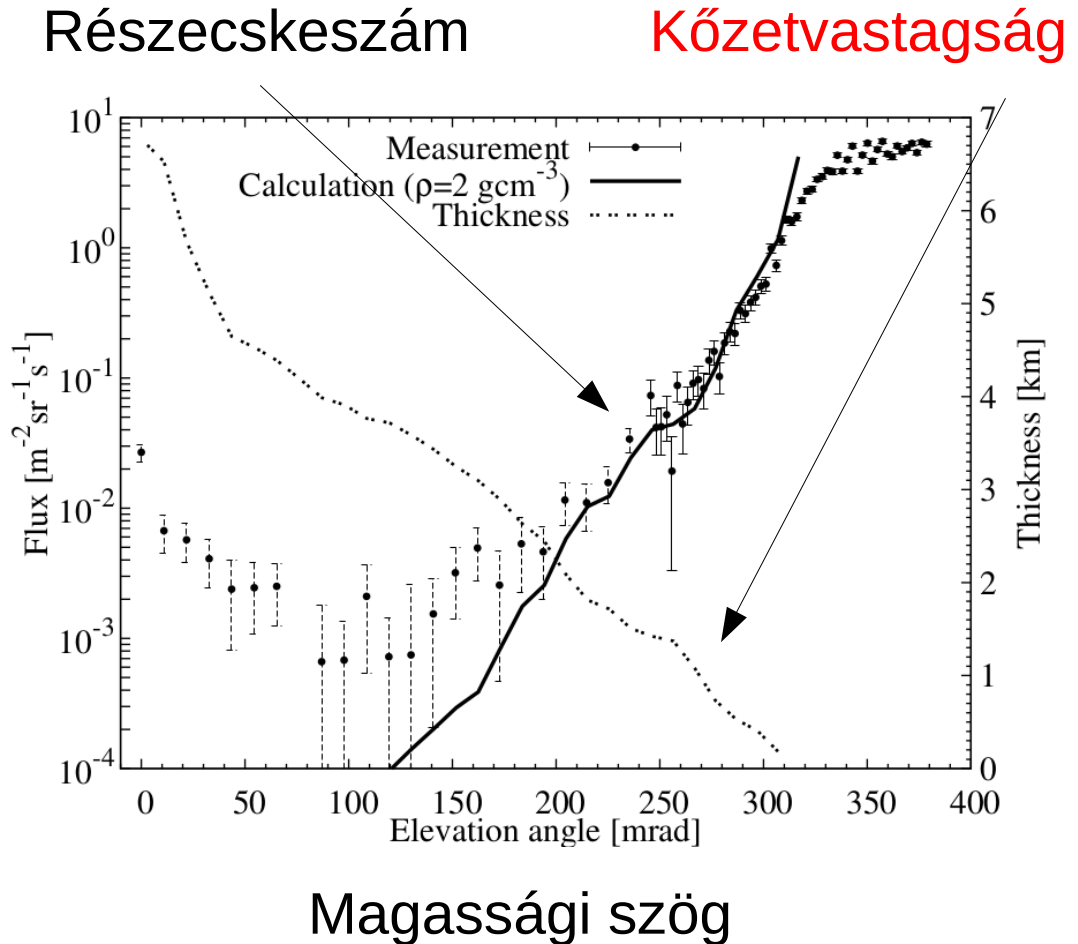
Sakurajima Müögráfiai Obszervatórium

- Jelenleg a világ legnagyobb vulkanológiai rendszere, 5,5 m²



A képkalkotás kihívása: alacsony részecskeszám

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



- Kozmikus müonok: nagy áthatoló képesség, de limitált leképezés a kis intenzitás miatt
- Mérhető az elnyelődés és a szóródás, különböző információt szolgáltat
- 50 évvel az alapelvek lefektetése után még fejlődnek a technológiák... az alkalmazás beárazza a lehetőségeket
- Vulkanológia: az egyik reális alkalmazás, mert a vulkánok meglepően rosszul ismert objektumok...
- ... és sok egyéb alkalmazás, amik inkább ígéretesek mint megvalósulók – viszont mindenképp érdekesek

Együttműködésekben zajló gáztöltésű detektorfejlesztés



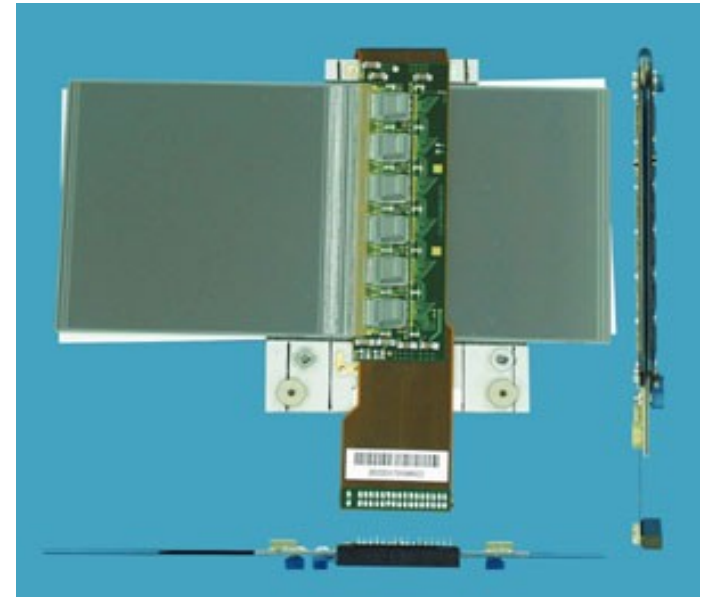
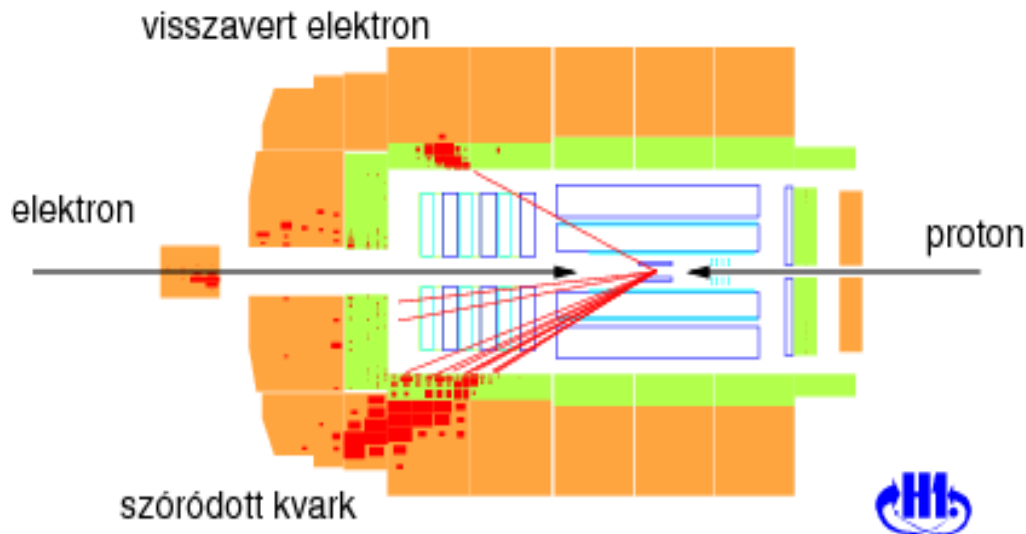
- CERN RD51: gáztöltésű detektorok kutatás-fejlesztése
- CERN NA61: detektor építés
- CERN ALICE: a TPC újjáépítése
- ESS BrightnESS: detektorfejlesztés



EUROPEAN
SPALLATION
SOURCE

Nyomkövetők a nagyenergiás fizikában

- Egyedi részecskék követése, a kísérletek alapeleme



Magyar részvétel a CERN ALICE TPC újjáépítésében



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

