



The CLEAN PAPER

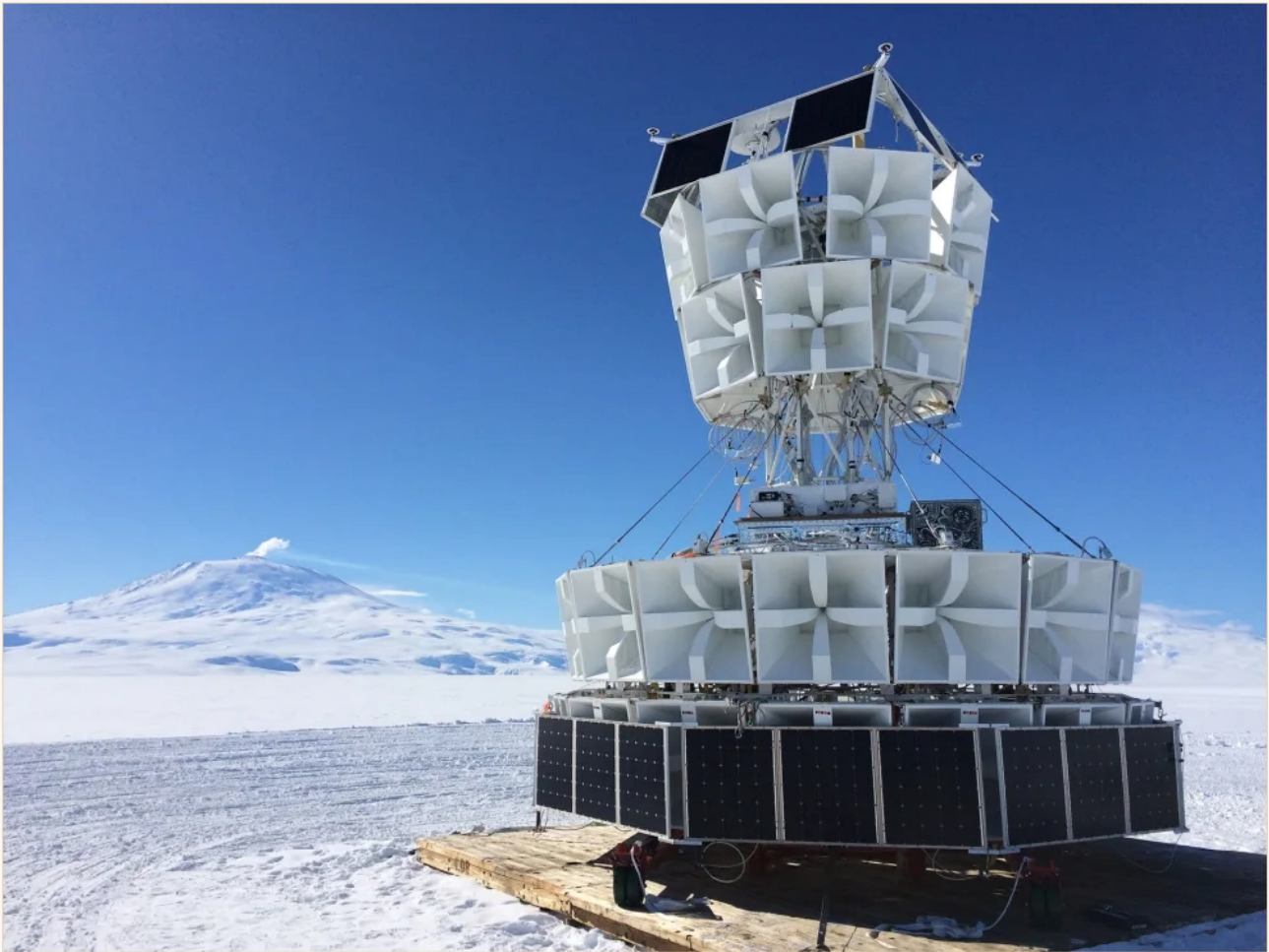
WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Kaksi Etelämantereen yllä havaittua poikkeavaa radiopulssia on yhä vailla selitystä — ja ”uuden hiukkasen” tulkinta menettää kannatustaan

Etelämantereen yllä ilmapallokokeessa vuosia sitten tallennetuille kahdelle poikkeavalle radiopulssille ei edelleenkään ole yleisesti hyväksyttyä selitystä; Pierre Augerin kohdennetussa etsinnässä ei löytynyt jälkeäkään suihkuista, joita niiden pitäisi synnyttää, mikä tekee eksoottisesta ”uuden hiukkasen” tulkinnasta paljon epätodennäköisemmän, vaikka itse poikkeama jää ratkaisematta.

Written by Lucio Vaglio · Cross-checked by Laura Nesso · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Search for the Anomalous Events Detected by ANITA Using the Pierre Auger Observatory*, Pierre Auger Collaboration, Physical Review Letters 134, 121003 (2025) · DOI: 10.1103/PhysRevLett.134.121003



ANITAn 48 antennia on suunnattu alaspäin kohti Etelämantereen jäätä 25 jalan korkuisessa gondolissa.

Christian Miki / University of Hawai'i at Mānoa fair-use assertion

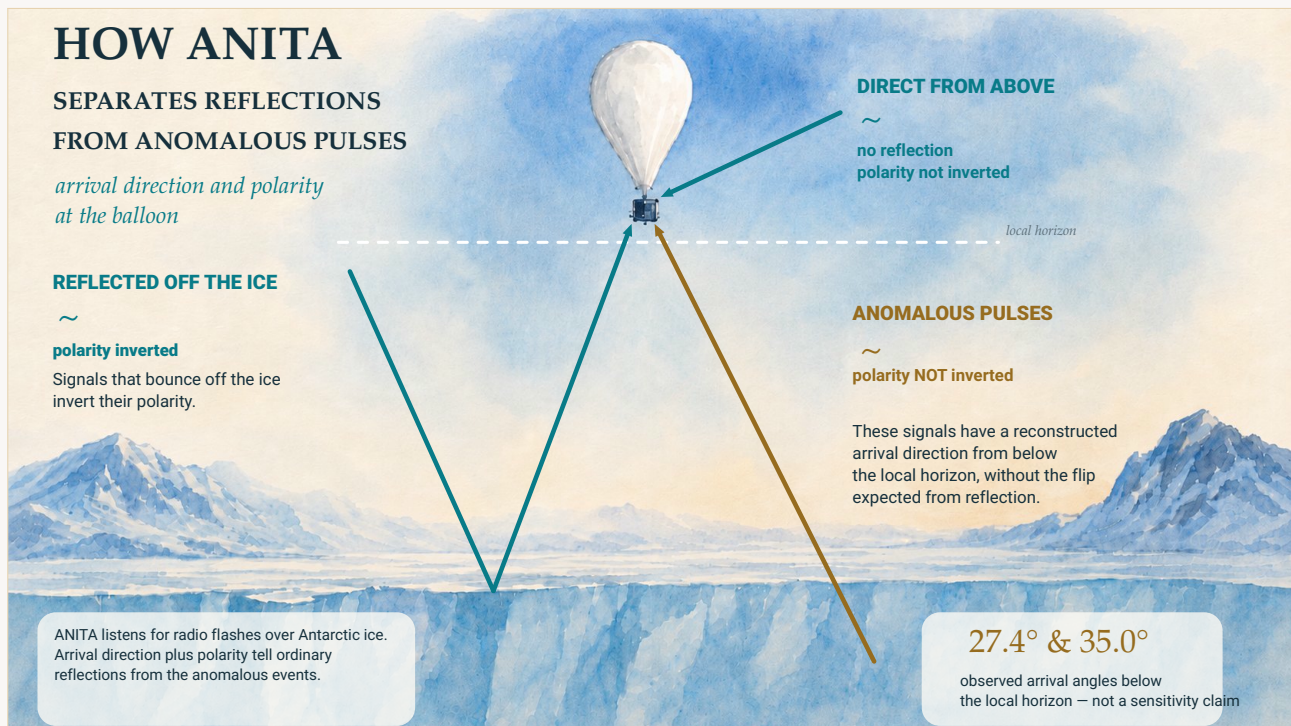
Ilmapallo, jää ja kaksi alhaalta tullutta pulssia

Suurimman osan toiminta-ajastaan Antarctic Impulsive Transient Antenna eli ANITA roikkuu NASA:n ilmapallon alla, kolmisenkymmenen kilometrin korkeudessa, ja ajelehtii viikkojen ajan maapallon autioimman paikan yllä kuunnellen.

Se kuuntelee avaruudesta tulevia radiosignaaleja. Kun hyvin suurienerginen hiukkanen — kosminen säde tai neutriino — osuu ilmakehään tai jäähän, se hajoaa pienempien hiukkasten suihkuksi, ja tämä suihku synnyttää lyhyen radioleimahduksen. Etelämannen on niiden havaitsemiseen lähes ihanteellinen: kilometreittäin puhdasta, kylmää jäätä, jonka radioaallot läpäisevät melkein kuin lasin, eikä satojen kilometrien säteellä ole mitään signaalia häiritsemässä. ANITAn tehtävä on napata nämä leimahdukset ja päätellä niiden muodosta ja ajoituksesta, mikä ne synnytti.

Suurin osa sen havaitsemista signaaleista on sääntillisiä. Jotkin leimahdukset saapuvat suoraan ylhäältä. Monet muut hipaisevat jäätä ja kimpoavat takaisin ylös antennille — ja niissä on selvä tuntomerkki: kimpoaminen kääntää aallon ylösalaisin (signaalin *polariteetin* kääntäminen), minkä

fyysikot tunnistavat silmänräpäyksessä. Näin he erottavat heijastuksen todellisesta tapahtumasta. Kahdesti jokin saapui ja rikkoi tämän kaavan.



Ilmapallolla suoraan ylhäältä tuleva pulssi saapuu kääntymättömänä, kun taas heijastunut pulssi saapuu polariteetiltaan kääntyneenä — tavallisena merkinä jäätä kimpoamisesta. Kaksi poikkeavaa pulssia saapuivat sen sijaan *rekonstruoidusta* suunnasta, jyrkästi paikallisen horisontin alapuolelta — mutta ilman tällaista kääntymistä, vaikka heijastuksen olisi pitänyt kääntää ne. "Alhaalta" kuvaa saapumissuuntaa — ei hiukkasta, joka olisi nousemassa Maan sisältä.

Original hybrid diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Yhdellä lennolla vuonna 2006 ja toisella vuonna 2014 ANITA havaitsi pulssin jyrkästi horisontin *alapuolelta* — vastaavasti 27.4° ja 35.0° sen alapuolelta — ikään kuin se olisi noussut mantereesta, mutta ilman *minkäänlaista* kääntymistä. Kyse ei siis ollut heijastuksesta. Jokin oli todella kulkenut ylöspäin, ulos jäädä, kohti ilmapalloa.

Tässä syy siihen, miksi tilanne on lähes skandaalimainen. Jotta pulssi olisi saapunut antennille näin jyrkässä ylöspäin suuntautuvassa kulmassa, sen synnyttäneen hiukkasen olisi täytynyt kulkea planeetan läpi — kuusi tai seitsemän tuhatta kilometriä kiinteää kiveä. Lähes mikään ei siihen pysty. Ainoa tunnettu hiukkanen, joka kulkee tavallisen aineen läpi ikään kuin sitä tuskin olisi olemassa, on neutriino, joka livahtaa koko Maan läpi huomaamatta — siksi luonteva ajatus on, että neutriino kulki kiven läpi, osui juuri jään alla olevaan atomiin ja synnytti ylöspäin kiitävien hiukkasten suihkun, jonka radioleimahduksen ANITA havaitsi. Ongelma on käänne: tämän signaalin synnyttämiseen riittävän energinen neutriino on tosiasiaa liian helppo pysäyttää. Näin suuren kivimäärän läpi kulkiessaan sen pitäisi absorboitua monta kertaa kokonaan. Ja niin voimakkaan neutriinovirran, että kaksi niistä silti pääsi läpi, olisi pitänyt näkyä valtavissa ilmaisimissa, jotka on rakennettu juuri niiden havaitsemiseen. Mikään yksinkertainen selitys ei täysin sulkenut kaikkia aukkoja.

Niinpä kaksi pulssia jäi paikalleen kieltäytyen käyttäytymästä odotetusti. Ei löytö — kaksi tapahtumaa ei koskaan ole löytö — mutta ei tyhjämpäiväinen havaintokaan. Aito poikkeama: sellainen, joka on kiinnostava juuri siksi, ettei kukaan vielä voinut sanoa, oliko kyse fysiikan standardimallin säröstä vai vain jään, antennin tai laskennan oikusta.

Tässä kohtaa tietynlainen uutisointi tarttuu sanaan *mystinen*, himmentää valot ja kysyy, mitä Etelämantereeseen alla mahtaa elää. Älä lähde siihen mukaan. Todellinen kysymys ei koskaan ollut *mikä hirviö jäässä on*. Se oli kärsivällinen ja epäkiinnostavalta kuulostava kysymys, joka oikeasti vie tiedettä eteenpäin: **miten saisit sen selville?**

Mitä tutkijat tekivät

Jännittävät selitykset voidaan testata suoraviivaisesti. Jos ANITAn pulssit ovat peräisin todellisesta, toistuvasta ylöspäin kulkevien hiukkassuihkujen vuosta — olivatpa hiukkaset tavallisia tau-neutriinoja tai jotakin ehdotettua uutta hiukkasta — riittävän suuren ilmaisimen, joka tarkkailee juuri tällaisia tapahtumia, pitäisi havaita osa niistä.

Argentiinassa sijaitseva Pierre Auger -observatorio — suurin koskaan rakennettu kosmisten säteiden ilmaisimien — soveltuu hyvin etsintään. Yhteistyö käytti fluoresenssi-ilmaisintaan etsiessään ylöspäin kulkevia ilmasuihkuja (alhaalta saapuvia, zeniittikulmiltaan yli 110° ja energialtaan yli 0.1 EeV) aineistosta, joka kattoi vuodet 2004:stä 2018:aan. Ratkaisevan tärkeää oli, että koko valinta määritettiin *ennen* täydellisen aineiston tarkastelua — kyseessä oli ”sokea” analyysi, joten vastausta ei voitu muokata toivotun tuloksen suuntaan.

Mitä löytyi

Kun analyysi avattiin, jäljelle jäi **yksi** ehdokastapahtuma — täysin sopusoinnussa sen kanssa, että tavallisista kosmisista säteistä syntyy toisinaan ylöspäin kulkeviksi rekonstruoitavia tapahtumia, joita odotettiin 0.27 ± 0.12 . Aitoa ylöspäin kulkevaa signaalia ei siis löytynyt; havaittiin vain odotettavissa oleva taustatapahtuma.

Tuloksen merkitys näkyy vertailussa. Jos ANITAn pulssit olisivat peräisin jatkuvasta ylöspäin kulkevien suihkujen vuosta, Augerin olisi pitänyt rekisteröidä **monia** — yhden uskottavan energiaspektrin tapauksessa noin 34:stä 69:ään tällaista tapahtumaa ja jopa tarkoituksellisen varovaisilla oletuksilla vähintään noin 8. Se löysi yhden, joka sopi taustaan. Kirjoittajat kuvaavat tätä ”vahvaksi ristiriidaksi” ylöspäin kulkevan suihkun tulokinnan kanssa.

Mitä tämä todennäköisesti tarkoittaa

Tämän kokoinen nollahavainto on informatiivinen. Jos ANITAn tapahtumat olisivat peräisin todellisesta hiukkaspopulaatiosta, joka saapuu näistä suunnista — tavallisista tau-neutriinoista tai niiden selittämiseksi ehdotetuista hypoteettisista uusista hiukkasista — Augerin pitkä altistus olisi saanut kiinni huomattavan määrän niitä. Näin ei käynyt. Tämä käytännössä sulkee pois ”ylöspäin kulkevien suihkujen diffuusin vuon” selityksen — kategorian, johon useimmat standardimallin ulkopuoliset ideat kuuluvat — ellei oleteta keinotekoisesti rakennettuja erityisolosuhteita.

Jäljelle jäävät selitykset, joissa ei ole suihkuja synnyttävien hiukkasten vuota: ennen kaikkea jäähän ja lähellä horisonttia olevaan geometriaan liittyvä heijastus- tai etenemisilmiö tai instrumentti- tai analyysivirhe. Mikään näistä ei ole varmistettu. Rehellinen yhteenveto siis on: jännittävin tulkinta sai juuri vakavan iskun, mutta syy on edelleen tuntematon.

Mitä tämä ei todista

- Se **ei** tunnista, mitä kaksi pulssia ovat. ”Uutta fysiikkaa ei pidetä todennäköisenä” ei tarkoita, että asia olisi ”ratkaistu”.
- Se **ei** vahvista arkista syytä. Johtava ehdokas — Etelämantereen pinnan alta tulevat heijastukset — on edelleen hypoteesi, ei tulos.
- Se **ei** havaitse mitään kirjaimellisesti ”jään alta”. ANITAn antennit riippuvat ilmapallosta *Etelämantereen yläpuolella*; ”alhaalta” kuvaa radiopulssin rekonstruoitua saapumissuuntaa — ei ääntä, ääntä tuottavaa olentoa tai mitään jään sisältä lähtöisin olevaa.
- Se **ei** tue väitteitä varmistetusta uudesta hiukkasesta. Tämän tarinan laajimmin jaettu versio osoittaa evidenssiin nähden päinvastaiseen suuntaan.

Kuinka vahvaa näyttö on?

Vaatimatonta — ja sellaisena se myös esitetään.

- Standardimallin ulkopuolinen kiinnostus perustuu käytännössä **kahteen** tapahtumaan, jotka havaittiin kahdella ANITAn lennolla.
- Tämä artikkeli on **nollatulos**: se on tehokas mahdollisuuksien poissulkemisessa, mutta ei voi kertoa, mitä tapahtumat ovat.
- Poissulkeminen on määrällinen ja vahva (odotettuja tapahtumia kymmeniä, havaittu yksi taustankaltainen tapahtuma) — mutta se kohdistuu ”ylöspäin kulkevan suihkuvuon” tulkintaan, ei kaikkiiin kuviteltavissa oleviin syihin.
- Johtava arkinen selitys (lähellä pintaa tapahtuva heijastus) on uskottava mutta todistamatta; muu työ on heikentänyt joidenkin vaihtoehtojen (tiettyjen siirtymäsäteilymallien) asemaa.
- Mikään koe ei ole riippumattomasti toistanut alkuperäistä poikkeamaa.

Tämä on terävä rajoite, joka asetetaan pienen mutta itsepintaisen arvoituksen päälle — ei löytö.

Miksi sillä on väliä

Ehdotetut selitykset ulottuivat aina eksoottisiin uusiin hiukkasiin asti. Sen sijaan että ala olisi jahdannut jännittävintä vaihtoehtoa, se teki epäkiinnostavalta kuulostavan asian: testasi ideaa riippumattomalla ja paljon suuremmalla ilmaisimella — ja aineisto vastasi kieltävästi. Suurempaa ja herkempeä seuraajainstrumenttia PUEOa rakennetaan parhaillaan uutta etsintää varten.

Poikkeama voi vielä osoittautua arkiseksi. Se ei tekisi tutkimuksesta epäonnistunutta. Selittämättömän mittauksen rajaaminen, kunnes se joko haihtuu tai pakottaa todelliseen löytöön, on tutkimustyötä — ja tätä on syytä seurata juuri siksi, että rehellinen vastaus on toistaiseksi edelleen: ”emme tiedä”.

Tiivistelmä

ANITAn Etelämantereen ilmapallolentoilla vuosina 2006 ja 2014 havaitut kaksi radiopulssia näyttävät saapuvan jyrkistä horisontin alapuolisista kulumista, joita standardimallin on vaikea selittää. Pierre Auger -observatoriossa tehty kohdennettu vuoden 2025 etsintä löysi vain yhden ehdokastapahtuman, joka sopi taustaan, vaikka ylöspäin kulkevien suihkujen vuon tapauksessa odotettiin kymmeniä. Tämä heikentää voimakkaasti eksoottista ”uuden hiukkasen” tulkintaa ja viittaa ANITAlle ominaiseen heijastus-, etenemis- tai instrumentti-ilmiöön — mutta syy on aidosti yhä tuntematon. Kyse ei ole varmistetusta uudesta hiukkasesta eikä salaperäisestä jään sisältä tulevasta signaalista.

BS-vapaa tarkistus

Mitä artikkeli osoittaa: Pierre Augerissa tehty sokea etsintä (2004–2018) ylöspäin kulkevien ilma-suihkujen löytämiseksi löysi yhden ehdokkaan, joka sopi odotettuun 0.27 tapahtuman kosmisten säteiden taustaan. Jos ANITAn poikkeamat olisivat peräisin tällaisten suihkujen vuosta, Augerin olisi pitänyt havaita noin 34–69 tapahtumaa (tai konservatiivisilla oletuksilla vähintään ~8). Tämä heikentää voimakkaasti ylöspäin kulkevan suihkun tulkintaa, mukaan lukien standardimallin ulkopuoliset ”uuden hiukkasen” skenaariot.

Mikä on uskottavaa mutta todistamatta: lähellä jäätä ja horisonttia tapahtuva heijastus- tai radion etenemisilmiö tai ANITAlle ominainen instrumentti- tai analyysivirhe.

Mitä se ei osoita: että tapahtumat johtuvat uudesta hiukkasesta; että ne ovat jään alta tulevia signaaleja; että niihin liittyy jotakin paranormaalia, keinotekoista tai kuultavaa; tai että syy tunnettaisiin nyt.

Tärkeimmät rajoitukset: standardimallin ulkopuolinen kiinnostus perustuu ~kahteen tapahtumaan; kyseessä on rajoittava mutta tunnistamiseen kykenemätön nollatulos; poissulkeminen kohdistuu nimenomaan ”suihkuvuon” tulkintaan; alkuperäistä poikkeamaa ei ole riippumattomasti toistettu.

Kuinka paljon yleislukijan pitäisi luottaa tulokseen? Luottamus on suurta siihen, että kyseessä *ei* ole varmistettu uusi hiukkanen eikä jään sisältä tuleva signaali ja että eksoottisen vuon tulkinta on nyt vahvasti epätodennäköinen. Luottamus todelliseen syyhyn on vähäistä, sillä se on edelleen avoin kysymys. Sopiva suhtautumistapa on olla utelias ratkaisemattomasta poikkeamasta, joka on todennäköisimmin arkinen.

Lähteet

Phys. Rev. Lett. 134, 121003 (2025)

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.121003>

Original ANITA-I event (Gorham et al. 2016)

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.117.071101>

Original ANITA-III event (Gorham et al. 2018)

<https://arxiv.org/abs/1803.05088>

Subsurface-reflection explanation (Shoemaker et al. 2020)

<https://arxiv.org/abs/1905.02846>

PUEO successor instrument — white paper (2021)

<https://arxiv.org/abs/2010.02892>