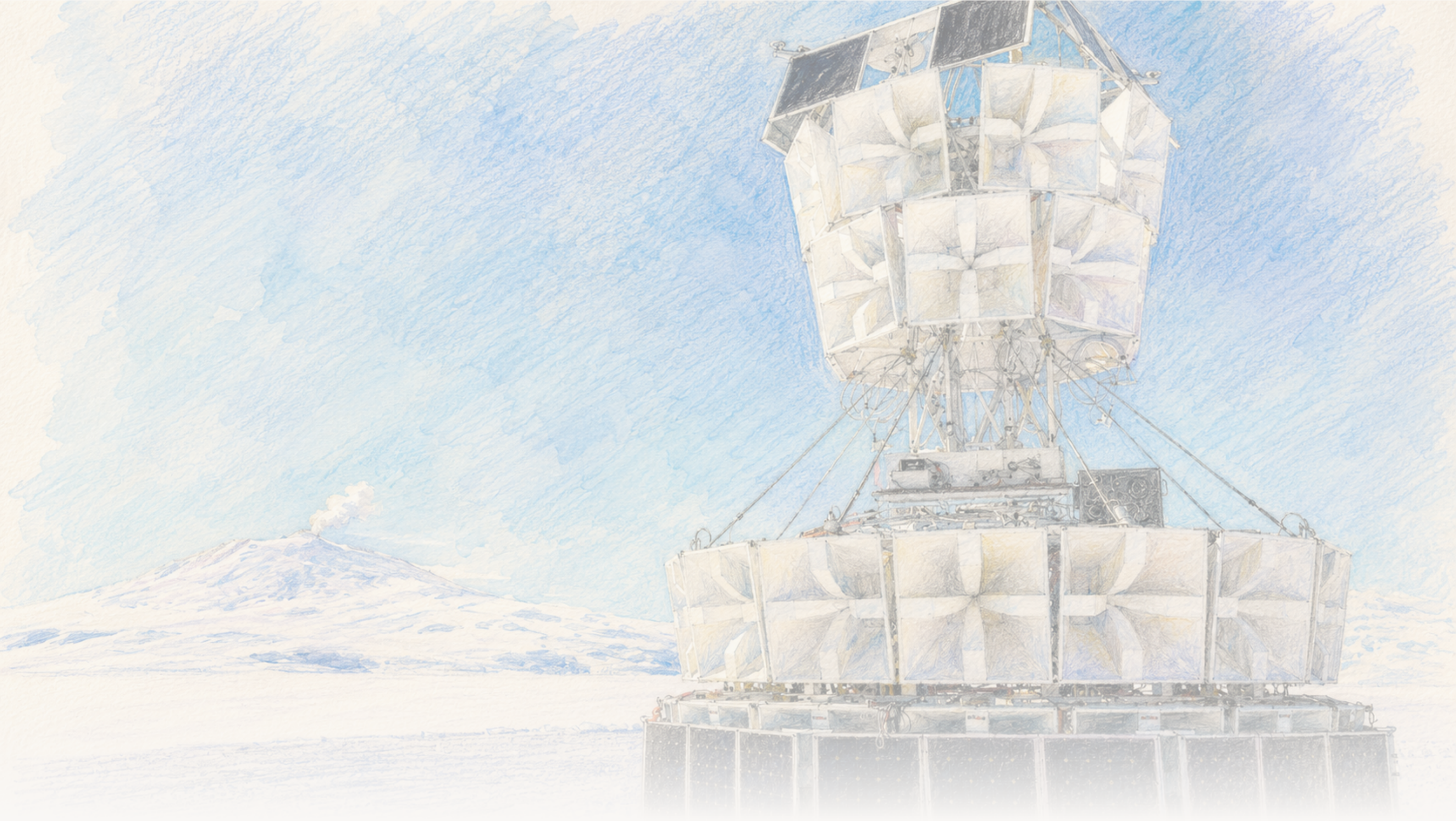


The
CLEAN PAPER

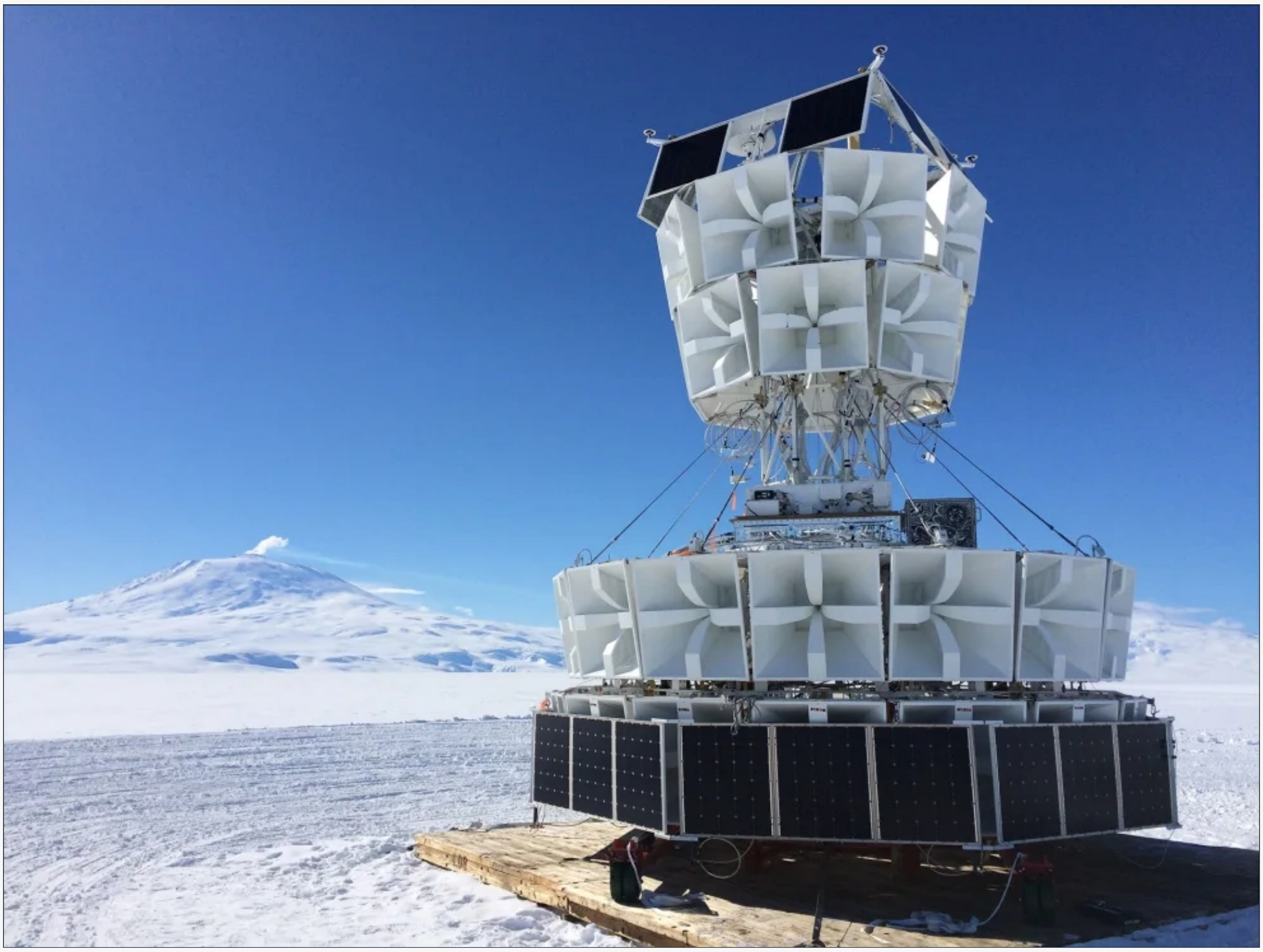
WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Balloon، برف، اور نیچے کی سمت سے آنے والی دو ریڈیو pulses

ANITA کی 2006 اور 2014 *Antarctic balloon flights* میں دو ریڈیو *pulses* ایسی *reconstructed below-horizon directions* سے آئیں جنہیں معیاری ماڈل کے معمول کا *upward-going* ذرہ تشریح سے وضاحت کرنا کرنا مشکل تھا۔ *Pierre Auger Observatory* کی *dedicated 2025 search* نے صرف ایک امیدوار پایا، پس منظر کے مطابق، جبکہ اگر ANITA *anomalies steady upward-going shower* فلوکس سے بنتی ہوتیں تو **تقریباً 34–69** واقعات، یا محتاط مفروضے میں کم از کم ~8، متوقع تھے۔ یہ *exotic* "نیا ذرہ" فلوکس تشریح کو *strongly disfavours* کرتا ہے اور ANITA-مخصوص *reflection*، *propagation* یا *instrumental* اثر کی طرف توجہ بڑھاتا ہے — مگر اصل سبب اب بھی *unknown* ہے۔ ***Confirmed* نیا ذرہ نہیں، اور برف کے اندر سے *mysterious* اشارہ بھی نہیں۔**

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



ANITA کی 48 antennas ایک 25-foot بلند gondola پر Antarctic برف کی طرف نیچے رخ کیے ہوتی ہیں۔

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

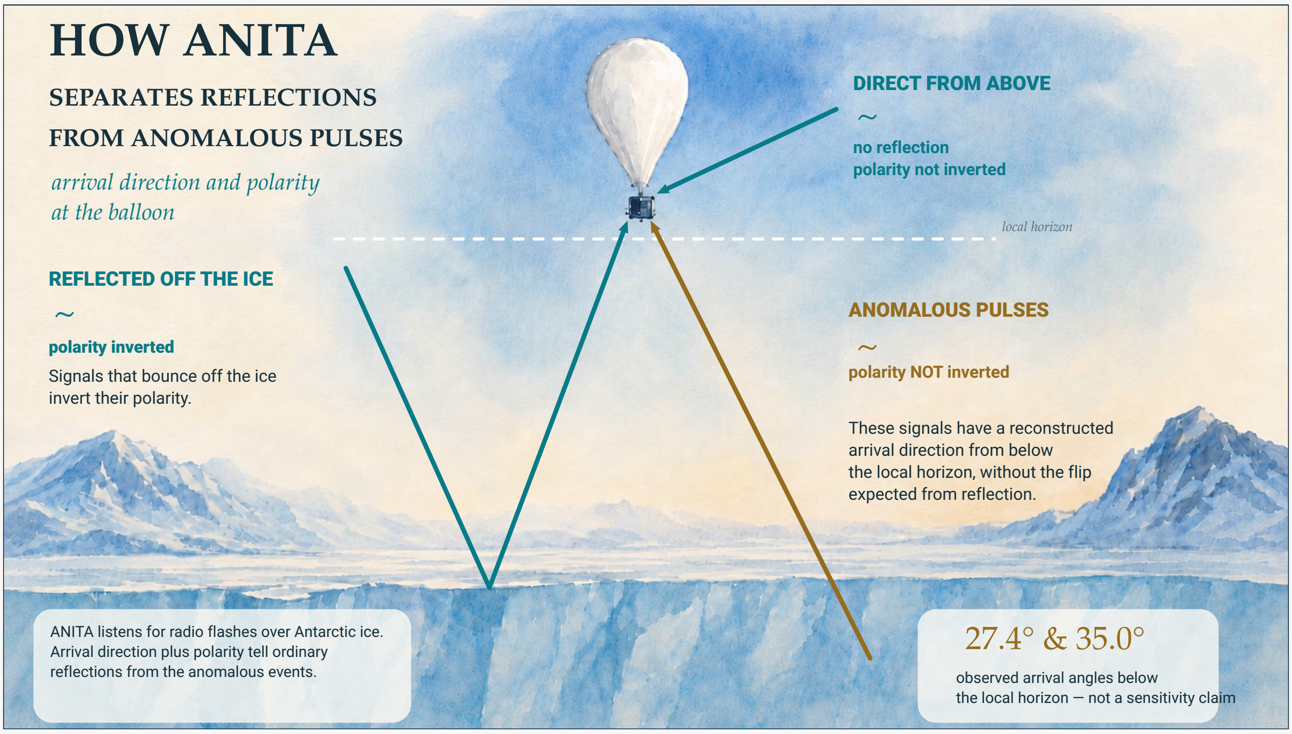
Balloon، برف، اور نیچے کی سمت سے آنے والی دو ریڈیو pulses

اپنی زیادہ تر operational زندگی میں Antenna Transient Impulsive Antarctic — **ANITA** — NASA کے balloon کے نیچے، تقریباً تیس کلومیٹر کی بلندی پر، ہفتوں Antarctica کے اوپر تبدیلی کرتی ہے اور سنتی رہتی ہے۔

وہ خلا سے آنے والے ریڈیو اشارے تلاش کرتی ہے۔ جب بہت بلند-توانائی ذرہ — کائناتی ray یا neutrino — فضا یا برف میں ٹکراتا ہے تو چھوٹے ذرات کی **air shower** بناتا ہے، اور یہ shower مختصر ریڈیو flash خارج کرتی ہے۔ Antarctica اس کام کے لیے تقریباً ideal ہے: کلومیٹر موٹی صاف، سرد برف جس میں ریڈیو waves نسبتاً آسانی سے travel کرتی ہیں، اور سینکڑوں کلومیٹر تک اشارہ clutter بہت کم۔ ANITA کا کام ان flashes کو پکڑنا اور شکل/وقت بندی سے سمجھنا ہے کہ انہیں کیا بنایا۔

زیادہ تر اشارے معمول کے پیٹرن پر پورے اترتے ہیں۔ کچھ flashes اوپر سے سیدھی آتی ہیں۔ بہت سی برف سے reflect ہو کر antenna تک واپس آتی ہیں — اور reflection ایک واضح signature چھوڑتی ہے: wave کی **قطبیت invert** ہو جاتی ہے۔ طبیعیات دان اسی inversion سے براہِ راست اشارہ اور reflection میں فرق کر سکتے ہیں۔

دو بار کچھ ایسا آیا جو پیٹرن میں مطابقت نہیں ہوا۔



Balloon پر اوپر سے سیدھی آنے والی pulse کی قطبیت flip نہیں ہوتی، جبکہ برف سے reflected pulse flip ہو جاتی ہے — bounce کی عام نشانی۔ دو anomalous pulses کی reconstructed arrival سمت مقامی افق سے بہت نیچے تھی، مگر ان میں وہ قطبیت flip نہیں تھی جو reflection میں متوقع تھی۔ “نیچے سے” arrival سمت کو بیان کرتا ہے — یہ کسی ذرہ کے زمین کے اندر سے چڑھ کر نکلنے کی براہِ راست مشاہدہ نہیں۔

Original hybrid diagram — The Clean Paper CC BY 0.4

2006 کی ایک flight اور 2014 کی دوسری flight میں ANITA نے افق سے **27.4° اور 35.0° نیچے** کی reconstructed سمتیں سے pulses ریکارڈ کیں، جیسے اشارہ continent کے اندر سے اوپر آیا ہو، مگر **قطبیت inversion کے بغیر**۔ اگر تشریح درست ہو تو یہ معمولی reflection نہیں تھا۔

یہی بات مسئلہ بناتی ہے۔ اتنے steep upward angle سے antenna تک پہنچنے والا ذرہ بظاہر زمین کے ہزاروں کلومیٹر چٹان کے اندر سے آیا ہوگا۔ تقریباً ہر ذرہ اتنے مادّہ میں جذب کرنا ہو جاتا ہے۔ Neutrino عام طور پر مادّہ سے بہت آسانی سے گزر سکتا ہے، اس لیے قدرتی مفروضہ یہ تھی کہ neutrino زمین کے اندر سے گزرا، برف کے قریب تفاعل کیا، upward-going ذرہ shower بنی، اور ANITA نے ریڈیو flash دیکھی۔ مگر یہاں twist ہے: **اتنی بلند توانائی کا neutrino خود کافی interact strongly کرتا ہے۔** 6–7 thousand کلومیٹر چٹان سے گزرتے ہوئے اسے بار بار جذب کرنا ہو جانا چاہیے۔ اور اگر neutrino فلوکس اتنا مضبوط ہو کہ دو واقعات پھر بھی ANITA تک پہنچیں، تو بڑے آلاتِ شناخت جنہیں ایسے واقعات پکڑنے کے لیے بنایا گیا ہے، انہیں بہت سے اشارے دیکھنے چاہیے تھے۔ نہیں دیکھے گئے۔ صاف explanations بند نہیں ہو رہیں تھیں۔

اس لیے دو pulses anomaly بن کر رہ گئیں۔ دریافت نہیں — دو واقعات دریافت نہیں بنتے — مگر trivial بھی نہیں۔ حقیقی anomaly، جس میں سوال یہ تھا کہ معیاری ماڈل میں کوئی crack ہے یا برف، antenna، ازسرِنو تعمیر یا تجزیہ کی کوئی خاص quirk۔

یہ وہ جگہ ہے جہاں sensational coverage “mystery” کہہ کر dim lights کرتی ہے اور Antarctica کے نیچے کسی عجیب چیز کی کہانی شروع کر دیتی ہے۔ اصل سائنسی سوال کہیں زیادہ boring اور زیادہ اہم تھا: **اس تشریح کو ٹیسٹ کیسے کریں؟**

مصنفین نے کیا کیا

Exciting مفروضہ کو ٹیسٹ کرنے کا صاف طریقہ موجود ہے۔ اگر ANITA pulses کسی حقیقی، recurring **فلوکس of upward-going showers** سے آتی ہیں — معمول کا tau-neutrinos سے یا proposed نیا ذرہ سے — تو بہت بڑا آلہِ شناخت جو اسی ہندسہ کو برسوں دیکھتا رہے، ان میں سے کچھ واقعات ضرور پکڑے گا۔

Argentina کا Pierre Auger Observatory — دنیا کا سب سے بڑا کائناتی-ray آلہِ شناخت — اس ٹیسٹ کے لیے مناسب ہے۔ اس کے Fluorescence آلہِ شناخت کے ڈیٹا میں collaboration نے 2004–2018 کے دوران upward-going air showers تلاش کیں: reconstructed arrival سمتیں zenith angles >110° اور توانائیاں >1.0 EeV۔ اہم بات یہ کہ مکمل انتخاب criteria **مکمل ڈیٹا سیٹ دیکھنے سے پہلے** درست کرنا کیے گئے تھے — یعنی **بلائنڈ تجزیہ** — تاکہ انتخاب کو hoped-for جواب کی طرف adjust نہ کیا جا سکے۔

کیا ملا

تجزیہ unblind کرنے کے بعد **صرف ایک** امیدوار بچا۔ یہ معمول کا کائناتی rays کے غلط ازسرِنو تعمیر سے متوقع 0.27 ± 0.12 **واقعات** کے ساتھ پوری طرح compatible تھا۔ یعنی genuine upward-going اشارہ نہیں؛ صرف اتنا پس منظر جتنا متوقع تھا۔

نتیجہ کی طاقت موازنہ میں ہے۔ اگر ANITA pulses steady upward-going shower فلوکس سے آتی ہوتیں تو Auger کو **بہت سے واقعات** دیکھنے چاہیے تھے — ایک قرینِ قیاس توانائی طیف کے لیے تقریباً **34–69 واقعات**، اور جان بوجھ کر محتاط مفروضے میں بھی کم از کم تقریباً **8**۔ اس نے ایک واقعہ دیکھا، اور وہ پس منظر کے مطابق تھا۔ مصنفین اسے upward-going-shower تشریح کے ساتھ "مضبوط **disagreement**" کہتے ہیں۔

اس کا غالب مطلب کیا ہے

اس پیمانہ کی **غیر-شناخت informative** ہے۔ اگر ANITA واقعات واقعی انہی سمتیں سے آنے والی ذرات کی آبادی سے بنتی تھیں — معمول کا tau-neutrinos یا hypothetical نیا ذرات — تو Auger کی long سامنا کو sizeable عدد دیکھنا چاہیے تھا۔ نہیں دیکھا۔ اس سے "dffiuse فلوکس of upward-going showers" وضاحت بہت strongly disfavoured ہو جاتی ہے؛ اکثر معیاری-ماڈل-beyond-the proposals اسی زمرہ میں آتی تھیں، جب تک کوئی بہت contrived خاص حالت نہ فرض کی جائے۔

جو possibilities بچتی ہیں وہ ذرہ-showering فلوکس نہیں: سب سے زیادہ discussed، برف اور قریب-افق ہندسہ سے متعلق کوئی reflection/propagation اثر، یا ANITA-مخصوص تجزیہ/instrumental artefact۔ کوئی بھی تصدیق کرنا نہیں۔ دیانت دار خلاصہ: سب سے **exciting تشریح کو بڑا دھچکا لگا ہے، اور اصل سبب اب بھی نامعلوم ہے۔**

یہ کیا ثابت نہیں کرتا

- یہ دو **pulses کی identity** نہیں بتاتا۔ "نیا طبیعیات strongly disfavoured" کا مطلب "مسئلہ solved" نہیں۔
- یہ **mundane سبب تصدیق کرنا نہیں کرتا**۔ قریب-سطح یا subsurface reflection ایک leading مفروضہ ہے، نتیجہ نہیں۔

- یہ لفظی معنی میں برف کے اندر سے کوئی چیز "شناخت کرنا" نہیں کرتا۔ ANITA balloon **برف کے اوپر** ہے؛ "سے سے نیچے" ریڈیو pulse کی reconstructed arrival سمت ہے — کوئی صحیح، voice یا چیز برف کے اندر سے نکلتی ہوئی نہیں۔
- یہ **تصدیق شدہ نیا ذرہ** کو تائید نہیں کرتا۔ وائرل ورژن شواہد کی سمت کے تقریباً الٹ ہے۔

شواہد کتنے مضبوط ہیں؟

محدود — اور اسی طرح بیان کرنا چاہیے۔

- معیاری-ماڈل-Beyond دلچسپی بنیادی طور پر دو ANITA واقعات پر کھڑا ہے۔
- یہ مقالہ **null نتیجہ** ہے: possibilities خارج کرنے کے لیے طاقتور، مگر واقعات کیا ہیں نہیں بتا سکتا۔
- Exclusion quantitative اور مضبوط ہے — dozens متوقع، ایک پس منظر-like امیدوار مشاہدہ شدہ — مگر ہدف مخصوص "upward-going shower فلوکس" تشریح ہے، ہر imaginable سبب نہیں۔
- Leading mundane وضاحت، قریب-سطح reflection، قرینِ قیاس مگر unproven ہے؛ کچھ متبادل جیسے certain منتقلی-تابکاری ماڈلز دوسرے کام سے disfavoured ہوئے ہیں۔
- اصل anomaly کو کسی تجربہ نے independently بڑھانا نہیں کیا۔

یہ ایک چھوٹے مگر stubborn معما پر **sharp قید** ہے — دریافت نہیں۔

یہ کیوں اہم ہے

Proposed explanations exotic نیا ذرات تک جاتی تھیں۔ شعبہ نے سب سے exciting وضاحت chase کرنے کے بجائے unglamorous کام کیا: اسے آزاد اور بہت بڑے آلۂ شناخت کے خلاف ٹیسٹ کیا — اور ڈیٹا نے کہا نہیں۔ ایک بڑا successor آلہ PUEO دوبارہ دیکھنے کے لیے بنایا جا رہا ہے۔

Anomaly آخرکار mundane نکل سکتی ہے۔ یہ ناکامی نہیں ہوگا۔ Unexplained پیمائش پر possibilities کم کرتے جانا، یہاں تک کہ وہ dissolve ہو یا حقیقی دریافت مجبور کرے، **سائنس کا کام یہی ہے**۔ اور ابھی دیانت دار جواب "ہم نہیں جانتے" ہے۔

صاف خلاصہ

ANITA کی 2006 اور 2014 Antarctic balloon flights میں دو ریڈیو pulses ایسی reconstructed سے نیچے-افق سمتیں سے آئیں جنہیں معیاری ماڈل کے معمول کا upward-going ذرہ تشریح سے وضاحت کرنا مشکل تھا۔ Pierre Auger Observatory کی 2025 dedicated تلاش نے صرف ایک امیدوار پایا، پس منظر کے مطابق، جبکہ اگر ANITA anomalies steady upward-going shower فلوکس سے بنتی ہوتیں تو **تقریباً 34–69** واقعات، یا محتاط مفروضے میں کم از کم ~8، متوقع تھے۔ یہ "نیا ذرہ" فلوکس تشریح کو strongly disfavours کرتا ہے اور مخصوص-ANITA reflection، propagation یا instrumental اثر کی طرف توجہ بڑھاتا ہے — مگر اصل سبب اب بھی نامعلوم ہے۔ **تصدیق شدہ نیا ذرہ نہیں، اور برف کے اندر سے mysterious اشارہ بھی نہیں۔**

بلا مبالغہ جانچ

مقالے کیا دکھاتا ہے: بلائنڈ Auger Pierre تلاش (2004–2018) نے showers air upward-going کے لیے ایک امیدوار پایا، متوقع 27.0-واقعہ کائناتی-ray پس منظر کے مطابق۔ اگر ANITA anomalies ایسی shower فلوکس سے آتی ہوتیں تو Auger کو تقریباً 34–69، یا محتاط مفروضے میں کم از کم ~8 واقعات دیکھنے چاہییے تھے۔ یہ upward-going-shower تشریح، many including نیا-ذرہ منظرنامے، کو disfavours strongly کرتا ہے۔

کیا قرینِ قیاس ہے مگر ثابت نہیں: برف/افق کے قریب reflection یا ریڈیو-propagation اثر، یا مخصوص-ANITA تجزیہ/instrumental artefact۔

یہ کیا نہیں دکھاتا: واقعات نیا ذرہ سے ہیں؛ برف کے اندر سے اشارے ہیں؛ کوئی paranormal، مصنوعی یا audible phenomenon شامل ہے؛ سبب اب معلوم ہو گیا ہے۔

اہم حدود: طبیعیات-Exotic دلچسپی تقریباً دو واقعات پر قائم؛ یہ null نتیجہ شناخت کرنا نہیں کر سکتا، صرف constrain کرتا ہے؛ exclusion مخصوص فلوکس-shower تشریح کو ہدف کرتا ہے؛ anomaly independently بڑھانا نہیں ہوئی۔

عام قاری کو کتنا اعتماد ہونا چاہیے؟ بہت زیادہ کہ یہ تصدیق شدہ نیا ذرہ نہیں، لفظی "اشارہ سے اندر the برف" نہیں، اور -exotic فلوکس تشریح اب disfavoured strongly ہے۔ اصل سبب پر اعتماد کم ہے۔ مناسب مؤقف: ایک unsolved anomaly میں دلچسپی، جس کے mundane ہونے کا امکان زیادہ ہے۔

ماخذ

(2025) 121003 ,134 Lett. Rev. Phys.
https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.121003

(2016 al. et (Gorham event ANITA-I Original
https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.117.071101

(2018 al. et (Gorham event ANITA-III Original
https://arxiv.org/abs/1803.05088

(2020 al. et (Shoemaker explanation Subsurface-reflection
https://arxiv.org/abs/1905.02846

(2021) paper white — instrument successor PUEO
https://arxiv.org/abs/2010.02892