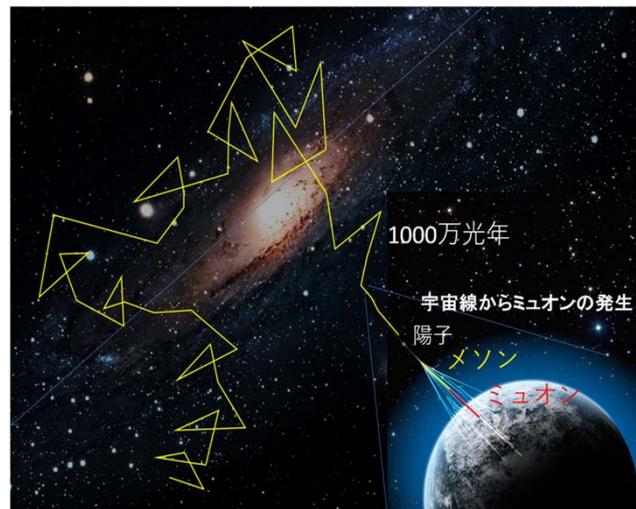
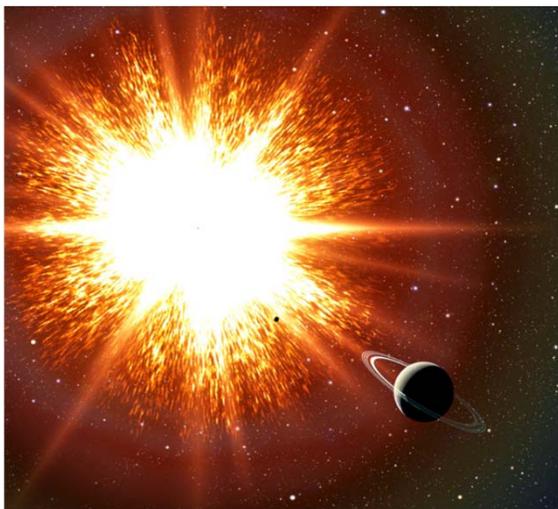


G空間EXPO ビッグサイト南展示場 2025.1.31.

muPSの原理と社会連携・教育



角谷 賢二

すみやけんじ

国際ミュオグラフィ研究所

国際美術研究所

東京大学が開発した相対論的量子ナビゲーション、muPS（ミューピーエス）をテーマにする。この技術によれば、透視型時空間測位データを地下トンネルあるいはビルの中、海底などのGPS信号が届かない場所の位置決めに応用でき、ロボットやドローンなどのナビゲーションが可能となる。muPSは太陽系外の深宇宙から到来する高エネルギー宇宙線ミュオンを活用しており、月をはじめとする地球外の地理時空間情報に組み合わせることも可能である。



東京大学国際ミュオグラフィ研究機構

ミュオグラフィリベラルアーツプロジェクト

関西大学総合情報学部

ミュオグラフィアートプロジェクト

経歴

- 1975 関西学院大学大学院修士修了
- 1975 日立マクセル(株)入社
- 1975－1985 神戸大学工学部で研究(マクセルからの出向)
- 1982 理学博士号取得

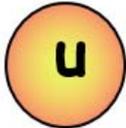
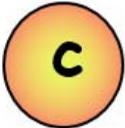
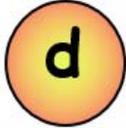
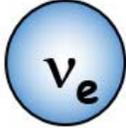
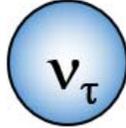
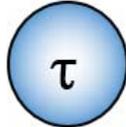
- 1985－2002 磁気テープの開発主任研究員、部長
- 2003 日立マクセル理事
- 2006 日立マクセル執行役CTO
- 2010 日立マクセル取締役
- 2013 関西大学シニアURA(研究企画アドバイザー)／非常勤講師
- 2016 高分子学会フェローの称号を拝命
- 2017 ミュオグラフィの分野に参画
- 2018 国際美術研究所所長
- 2019 関西大学客員教授
- 2021 国際ミュオグラフィ研究所所員
- 現在に至る



ミュオンとは？

いろいろな素粒子

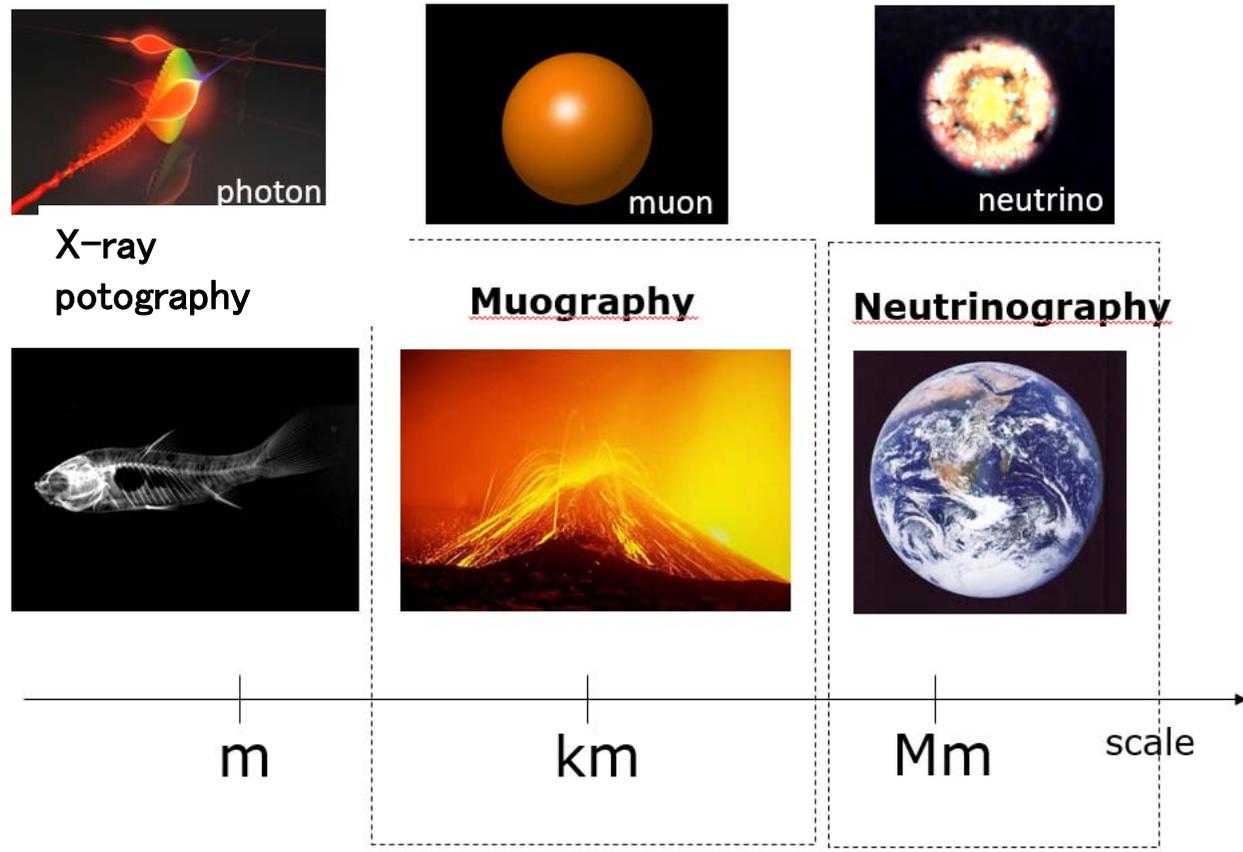
素粒子は、その質量、電荷の大きさなどによって12種類に分類されている。

	$+2/3$				quarks (q) ↑
	$-1/3$				
	0				↓ leptons
	± 1				
mass		1	205	3500	
Decay time		∞	$2.2 \mu\text{s}$	0.3 ps	
					

素粒子「ミュー粒子 (Muon)」:
1936年にアメリカの物理学者
カール・デイヴィッド・アンダーソン
(Carl David Anderson) とその共同
研究者である セス・ネッドーマイ
ヤー (Seth Neddermeyer) によっ
て発見

彼らは宇宙線の研究を行っている際に、霧箱を用いて電子より重い陽子より軽い未知の粒子の存在を確認しました。当初、この粒子は「ミュー中間子」と呼ばれていましたが、その後、ミュー粒子が中間子ではなく基本粒子であることが判明し、現在の「ミュオン (Muon)」という名称が使われるようになりました。

素粒子のエネルギーの大きさによって測定対象物が異なる。X線は小動物や人体の透視に適しており、ミュオンは火山や古墳などの巨大物体の透視に適している。



ミュオンの応用とは？

測位技術  ナビゲーション

時刻同期技術

通信技術

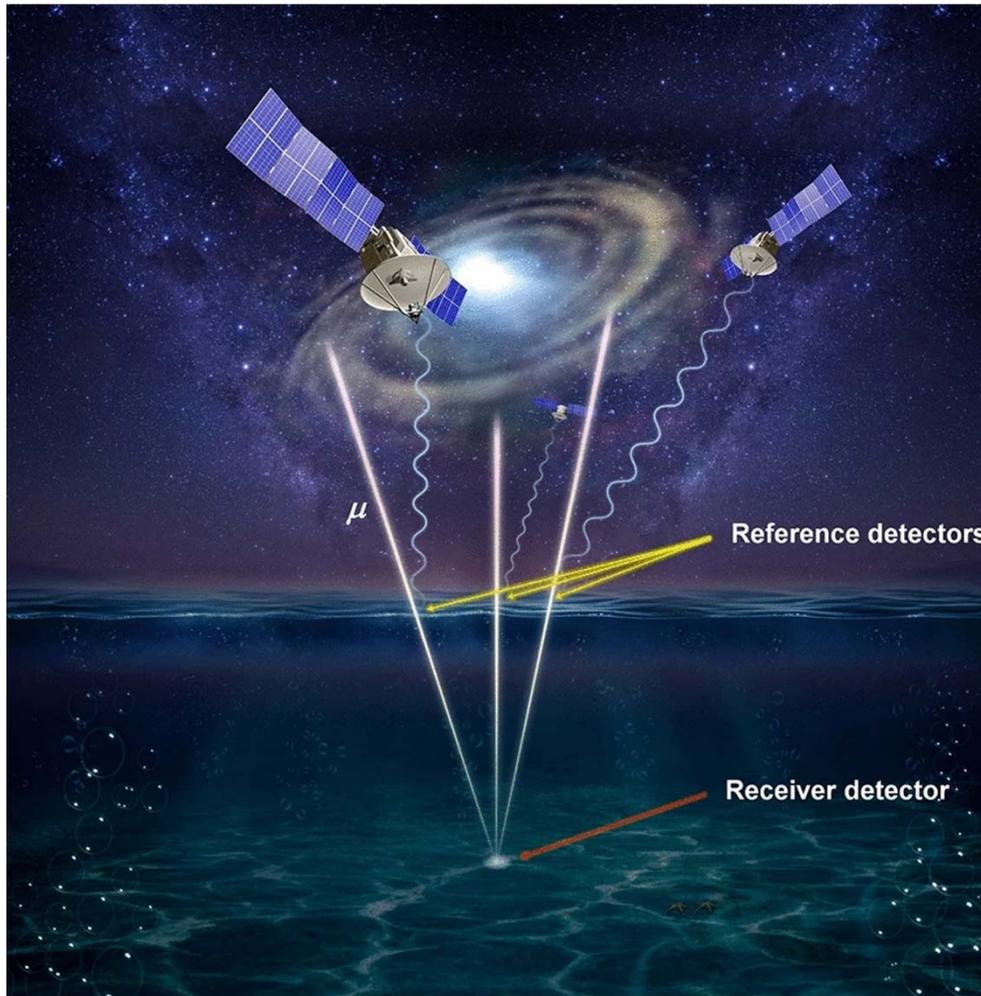
透視技術（イメージング）

海底で位置を知る最新技術

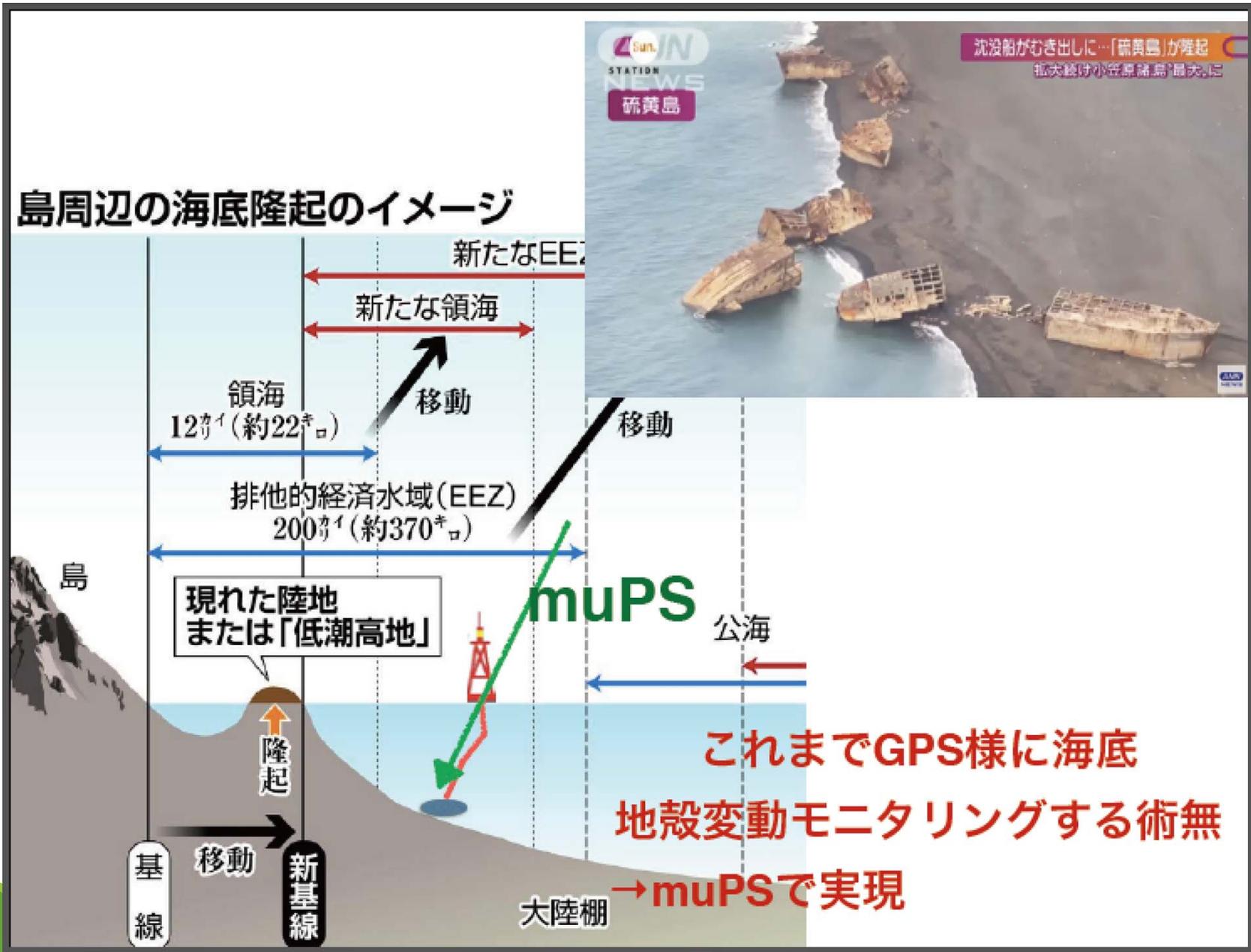
[Muometric positioning system \(\$\mu\$ PS\) with cosmic muons as a new underwater and underground positioning technique](#)
[Hiroyuki K.M. Tanaka](#)
[Scientific Reports volume 10, Article number:18896\(2020\)](#)

GPS + μ PS

田中宏幸教授 論文2020.11.3公表



Conceptual view of the muometric positioning system (μ PS). The symbol μ indicates a muon. The copyright of this image is owned by HKMT.



解説人形劇
ミックシ
(YouTube)



Vector muPS: A novel system for wireless indoor navigation with centimeter-level accuracy

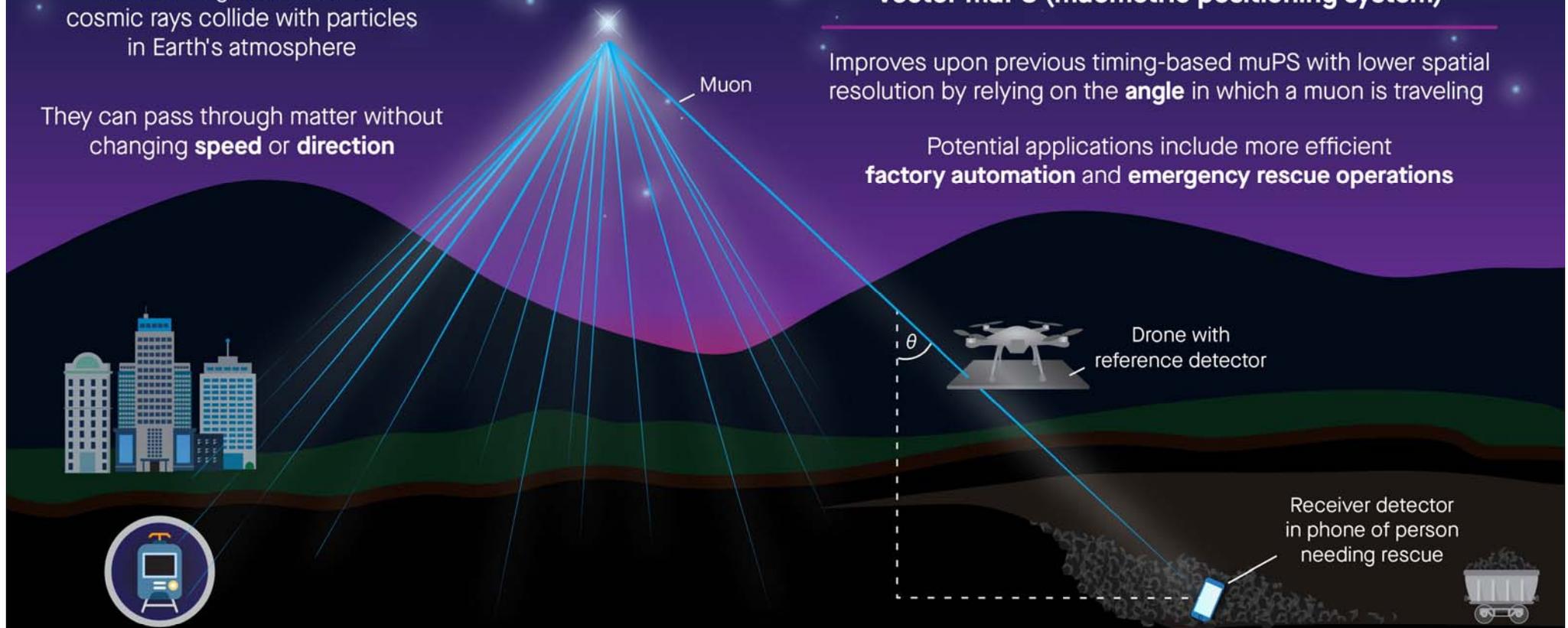
Muons are generated when cosmic rays collide with particles in Earth's atmosphere

They can pass through matter without changing **speed** or **direction**

Vector muPS (muometric positioning system)

Improves upon previous timing-based muPS with lower spatial resolution by relying on the **angle** in which a muon is traveling

Potential applications include more efficient **factory automation** and **emergency rescue operations**



This method could improve **navigation precision** in indoor and underground spaces where GPS and other traditional signals are unavailable or unreliable

ナビゲーション

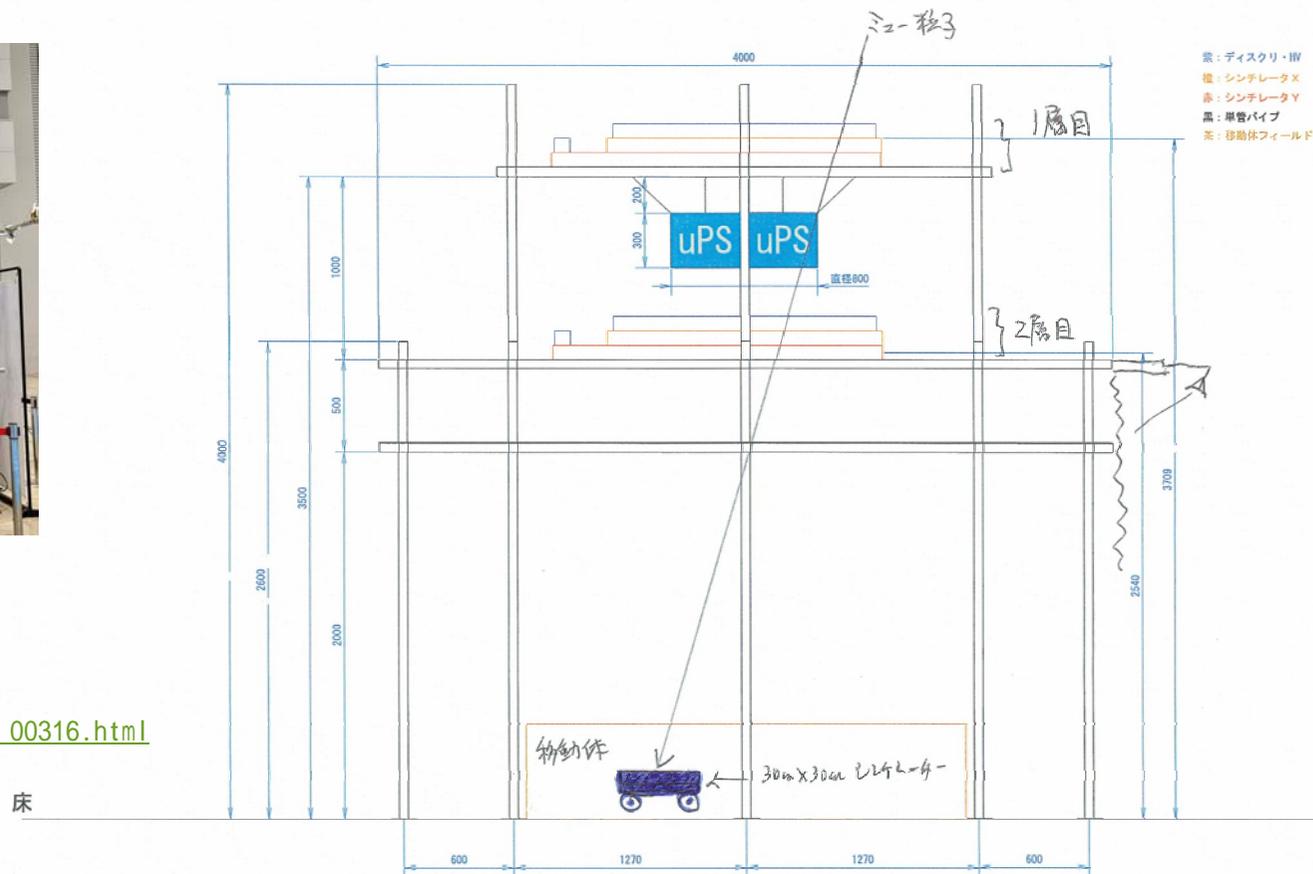


この発明は、TIME's 2023 Best Inventionに選ばれた！

https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/en/press/z0508_00316.html

G空間EXPOでのデモ機

トラッカー横から見た図



Cosmic time synchronizer (CTS): Enabling wireless and precise time synchronization using extended air showers

Cosmic ray-generated **extended air showers** are composed of subatomic particles that hit the Earth's surface at predictable times

This information lays the foundation of a novel wireless time synchronization technique known as **CTS**

CTS can achieve **high-precision time synchronization** where GPS signals are unavailable or unreliable

First interaction (~ 15 km above sea level)

Extended air shower evolves

Some particles hit the ground

Some particles reach underground/underwater

Underwater environments



Muon detector

Underground tunnels

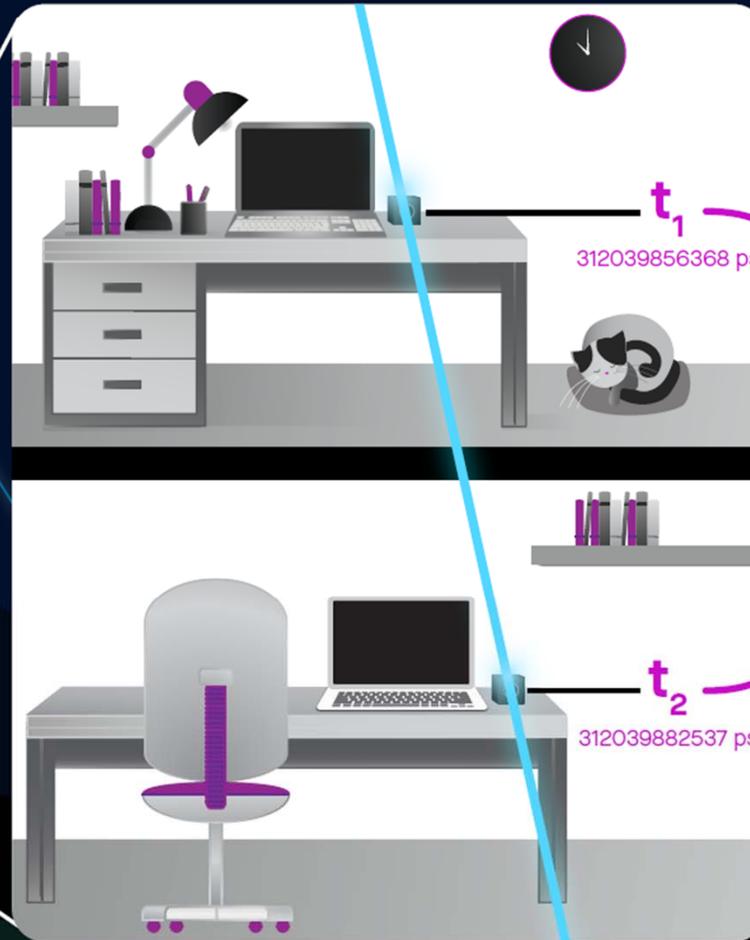


Underground mining operations



COSMOCATS (cosmic coding and transfer storage)

Cosmically generated
muons strike the
Earth's surface at
random times

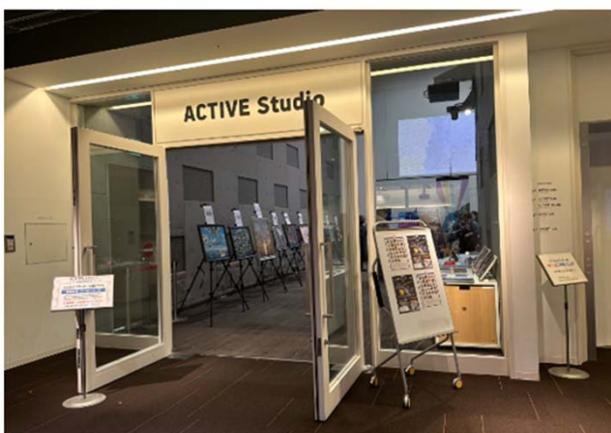


The split-second timestamps of muon strikes (t_1, t_2) and the travel time between two detectors ($t_2 - t_1$) serve as randomly generated "**cosmic keys**" that can be shared between two nearby parties

Fast and network-less, **COSMOCATS** could form the basis of impenetrable data storage systems

市民活動

ミュオグラフィアートの展示会



グランフロント大阪アクティブスタジオにて展示会 毎年開催



ハンガリー大使館のリスト・ハンガリー文化センター 2021

その他の展示会の例:

- 関西大学博物館
- 多摩美術大学美術館
- 今城塚古代歴史館
- 岡山国際美術研究所
- サイエンスアゴラ
- これまで24回の展示会開催

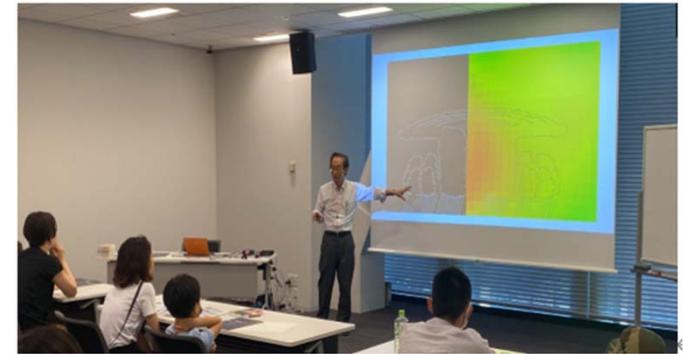
小中学生・高校生へのミュオグラフィ リベラルアーツ



岡山の国際こどもフォーラムでの高校生への講義



地域創生連携—ミュオグラフィ講演会



造山古墳設置の装置の見学



高校生によるSAOSプロジェクト—宇宙線フラックス変動解析—



小・中学生へのアートを活用したミュオグラフィ教育

宇宙線ミュオン測位技術の映像紹介 映写会 グランフロント大阪 2023.5.27.

宇宙線編人形劇ミークシ



『サンダーバード』制作チームのリー夫妻と東大とのコラボレーションで制作された映画の解説と映像紹介。ミュオグラフィで海底火山噴火を未然に防ぐ内容。



東京大学国際ミュオグラフィ研究機構

ミュオグラフィリベラルアーツプロジェクト

関西大学総合情報学部

ミュオグラフィアートプロジェクト

ご視聴ありがとうございました。
ございました。



ミュオグラフィHP
東大田中教授



ミュオグラフィアートHP
角谷

