

超ひも理論で解き明かす 我々の世界と素粒子の謎

内田 遥季

北海道大学 大学院 理学院

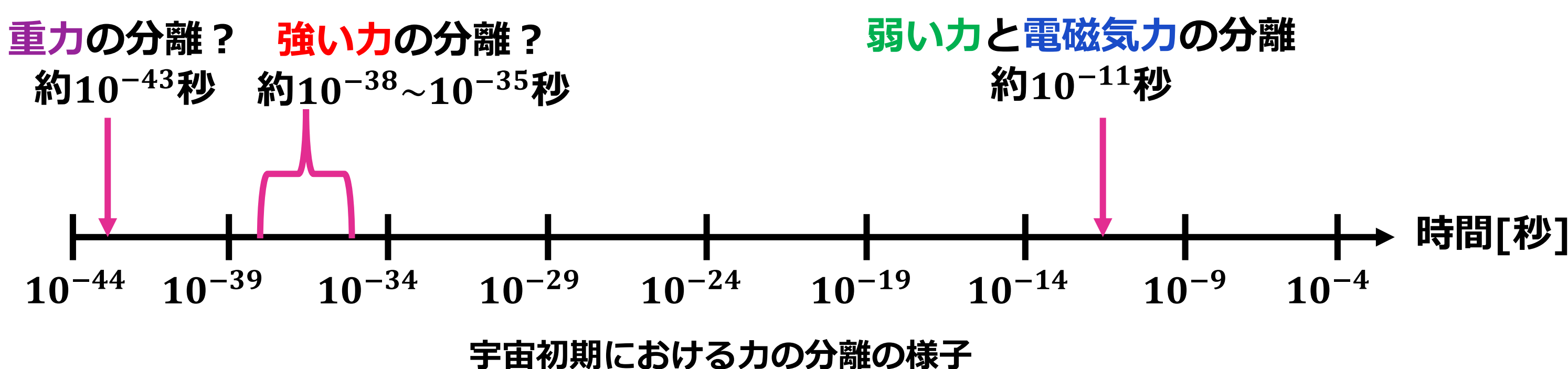
素粒子・宇宙論研究室



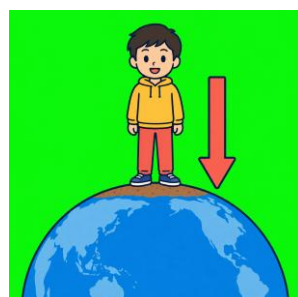
未来社会のあるべきかたち

- ◆ 科学への興味と理解が広がり、多様な人々が科学的な視点で未来を考えられる社会
- ◆ 世界の根本法則を理解し、人類共通の知的財産が増える社会

自然界に存在する4つの力の統一は可能か？

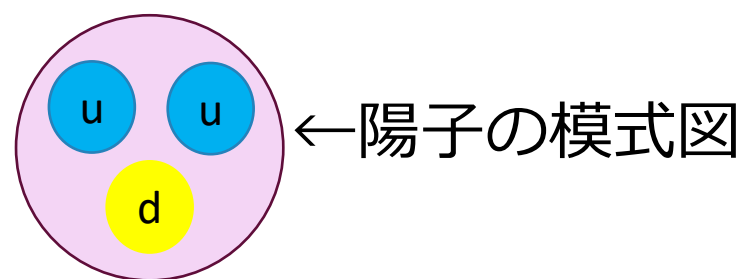


重力: 質量やエネルギーをもつすべてのものに働く力。
(例) 地球による重力で人は地面に立つことができる。
地球が太陽の周りを回る。



電磁気力: 電気を帯びた粒子の間に働く力。電気、磁石、光、化学反応などは、すべて電磁気力に関係している。
(例) 壁を押したときに壁から受ける力。原子同士が結びついて分子になる。

強い力: クォーク同士を結びつけて陽子や中性子をつくる力。



弱い力: 素粒子の種類を変える働きがある力。
(例) 放射性物質のベータ崩壊では、中性子が陽子へ変化する。

現在の素粒子理論である「標準模型」は、**電磁気力・弱い力・強い力**を量子論によって説明することができるよ。
しかし、**重力**だけは同じ理論にうまく組み込めないんだ。

現在の**重力**の理論はアインシュタインで有名な一般相対論だよ。

超ひも理論では、素粒子を非常に小さな「ひも」と考えることで、**重力**を伝える粒子が自然に現れる。
そのため、自然界の4つの力を統一する有力な候補とされているよ。

私たちの身体も、「ひも」でできているかもしれないのね!? なんだか不思議～

標準模型は、空間3次元と時間1次元からなる4次元時空で記述される。
一方、超ひも理論では矛盾のない量子論にするために、空間9次元と時間1次元からなる10次元時空で記述されるんだ。

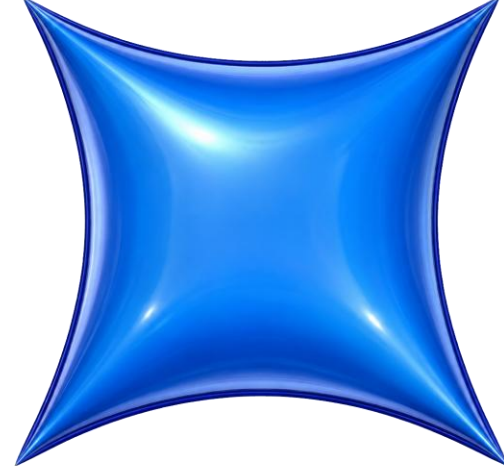
見えない6次元空間は非常に小さく折りたたまれていると考えるのよね。
その折りたたまれ方によって、4次元に現れる素粒子の種類や世代、質量、相互作用が決まる可能性があるんだよね。

6次元空間がどんな形をしているのか、候補はたくさんあるよ。
特に、6次元空間を2次元ずつに分け、トーラス T^2 やオービフォールド T^2/Z_2 を組み合わせた模型がよく研究されているんだ。



トーラス T^2 (ドーナツの表面部分)

注：これらは6次元の内、2次元部分を取り出したものです。



オービフォールド T^2/Z_2 (座布団型)

私たちは、トーラスやオービフォールド上に磁場やDブレーンと呼ばれる物体を置いたりして、標準模型では説明できない謎である素粒子の質量階層性などの解明に取り組んでいるよ！ 興味がある人は「arXiv:2505.07262 [hep-ph]」で検索！