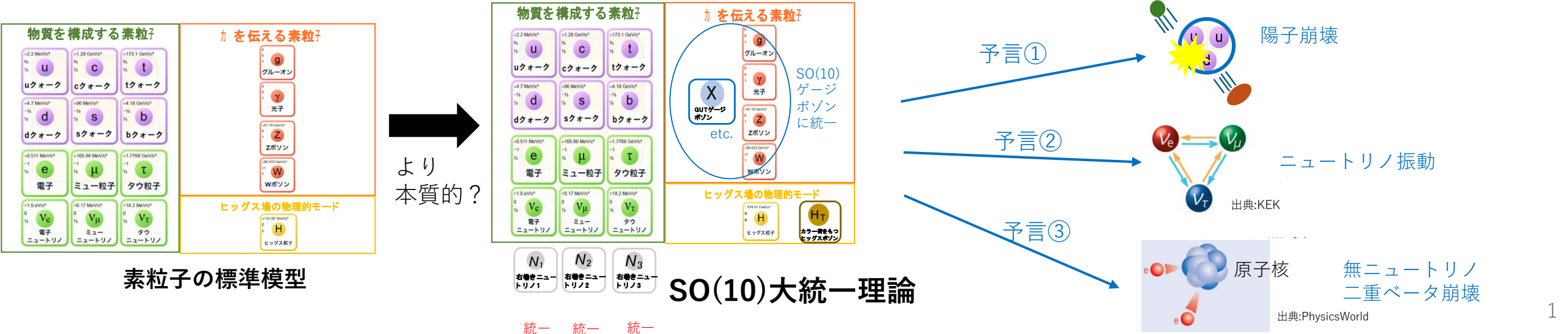


山田敏史（助教）Toshifumi Yamada, Assistant professor
研究トピック Research Topics

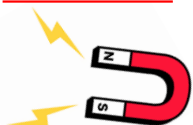
- 素粒子の「標準模型」は、これまでに見つかった全ての素粒子と、重力以外の3つの力を正しく記述する成功した理論である。
だが、「電子と陽子の電荷の絶対値はなぜ等しいのか?」「ニュートリノの質量はなぜ特別小さいのか?」といった謎を説明できない。このことは、標準模型を超える、より本質的な理論の存在を示唆する。
- 標準模型を超える理論の有力候補がSO(10)大統一理論である。この理論は、3つの力を統一し、さらに物質を構成する素粒子を（世代ごとに）統一することで、電子と陽子の電荷の絶対値の一致を説明する。さらに、「右巻きニュートリノ」と呼ばれる新粒子の存在を预言する。この粒子は大きなマヨラナ質量を獲得してシーソー機構を実現することで、ニュートリノの極微質量を自然に説明する。
- SO(10)大統一理論の重要な実験的预言は、安定なはずの陽子が、 10^{34} 年に1回以下という極めて小さな頻度で崩壊することである。
また、この理論は、ニュートリノ極微質量の预言を通じて、3世代のニュートリノが時間経過とともに入れ替わる現象である「ニュートリノ振動」および原子核がニュートリノを出さずに崩壊する「無ニュートリノ二重ベータ崩壊」の頻度も预言する。
- 私は、SO(10)大統一理論に基づく具体的な素粒子モデルを構築し、陽子崩壊の各モードの頻度や、ニュートリノ振動と無ニュートリノ二重ベータ崩壊の頻度、およびそれらの相関について定量的预言を引き出す研究を行っている。こうした预言は、将来のハイパーカミオカンデ実験やT2HK実験、KamLAND2実験などで検証されることが期待される。



山田敏史（助教） Toshifumi Yamada, Assistant professor
研究上の興味・疑問 Research Interests & Questions

- 本研究の根源的な問いは「物質を分解していくと最終的に何に行き着くのか」と「力の本質は何か」である。
- これまでの素粒子実験によると、物質を構成する素粒子はクォークとレプトン（電子の仲間とニュートリノの総称）から成り、力は電磁気力、強い力、弱い力、重力から成ることが分かっている。また、素粒子の質量生成に付随する素粒子であるヒッグス粒子の存在も確認されている。

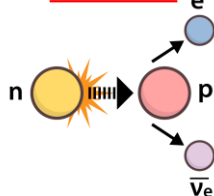
電磁気力



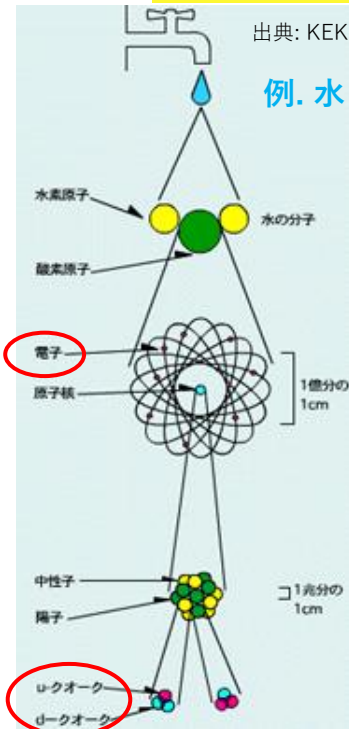
強い力



弱い力



重力



- 素粒子の「標準模型」は、クォークとレプトンと、重力以外の3つの力と、ヒッグス粒子の性質をほぼ正しく記述する。
- だが、標準模型には、前項で挙げた以外にも「なぜ強い力は荷電・空間反転対称性を破らないのか」「宇宙の物質と反物質の残存量の非対称性の起源は何か」「宇宙観測から存在が確かめられているダークマターの正体は何か」「何が初期宇宙の加速膨張（インフレーション）を引き起こしたのか」など、説明できない事象が多数ある。
このことは、標準模型の背後に「より基本的な = よりミクロな = より高エネルギースケールの」物理があることを示唆する。
- 私は**ボトムアップの手法により、この背後の理論を解明**する。すなわち、標準模型の未解決問題を手掛かりとして、複数の未解決問題を同時に解く新しい素粒子モデルを構築する。そして、将来の素粒子実験により検証可能な予言を行う。この予言を実験家にテストしてもらうことで、標準模型よりも基本的な物理理論の姿を明らかにする。