

標準理論では説明できないこと

⑤ 真空の構造の理解 (ヒッグス粒子の正体)

- ヒッグス粒子がなぜ現在真空を満たして存在しているのか、背後にあるダイナミクスは何か
- ヒッグス粒子は素粒子か、未知の素粒子が結合してできた複合粒子か

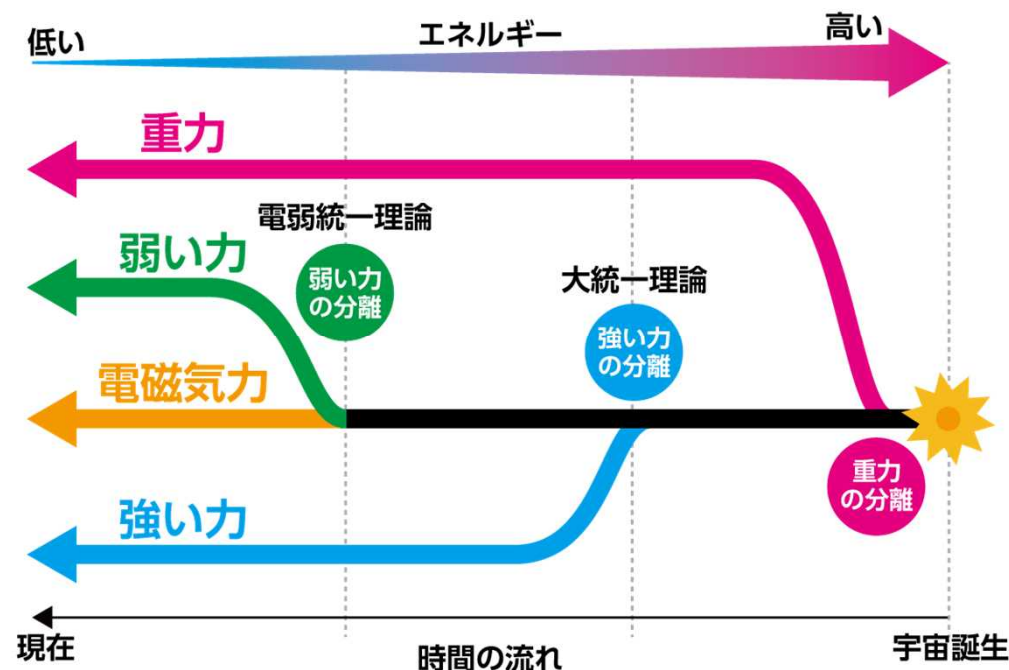
⑥ 重力に逆い宇宙はなぜ加速的に膨張しているか

- 宇宙は急激な加速的膨張 (インフレーション) によって誕生したと考えられ、また現在も膨張の速度が加速していることが観測により判明しており、それがダークエネルギーによるものと理解されているが、その理解は限定的なものとなっている

標準理論を超える「大統一理論」

大統一理論とは

標準理論で扱う3つの力（電磁気力、強い力、弱い力）が非常に高いエネルギーでは（非常にミクロなスケールで）もともと一つの力であったとする理論



大統一理論の確認のため必要な実験

①加速器実験

- 大統一理論を矛盾なく説明することができる超対称性理論の、有力な証拠となる超対称性粒子を加速器実験によって直接探索する
 - ・ 大統一が本当に起こるのかを検証

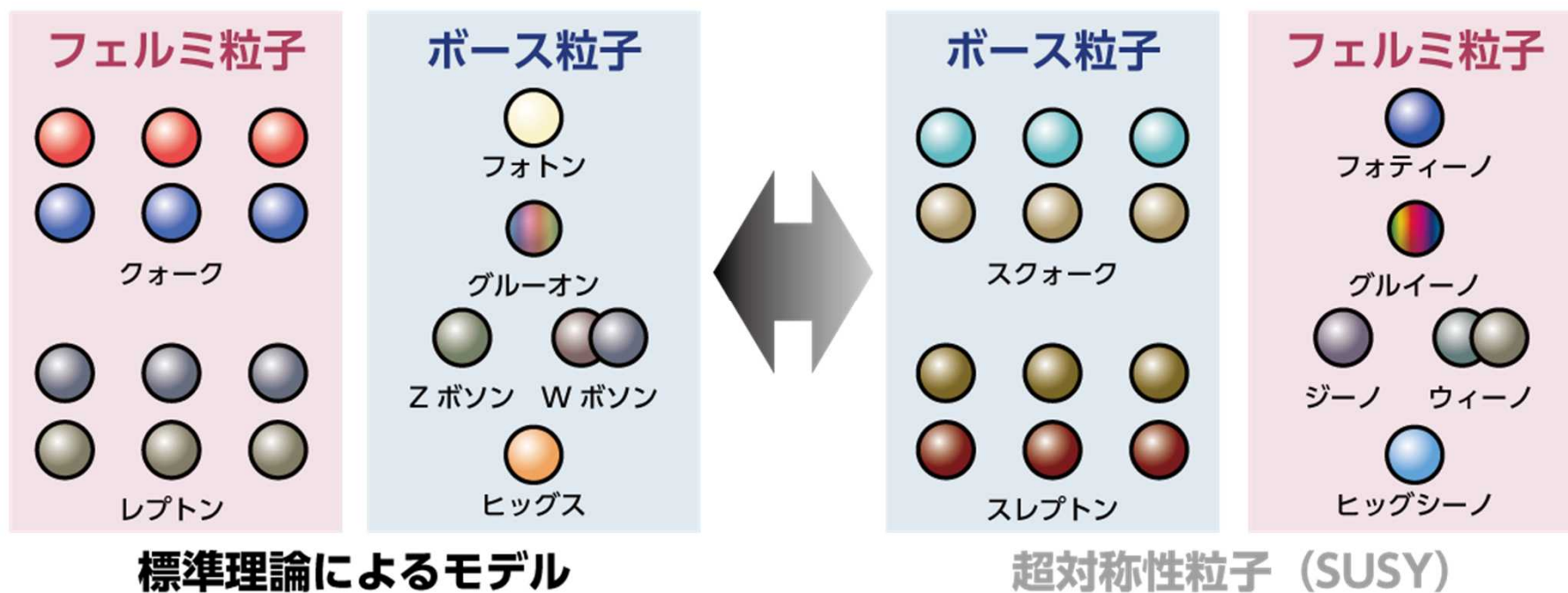
②観測実験

- 大統一理論の直接的な検証につながる陽子崩壊を探索
 - ・ 強い力と弱い力・電磁気力がもともと同じだったことの直接的検証

超対称性理論とは何か

超対称性理論 (Supersymmetry 又は SUSY)

標準理論におけるボース粒子とフェルミ粒子に対して、それぞれに対応するフェルミ粒子とボース粒子 (**超対称性粒子**) が存在するとする理論



超対称性理論の魅力

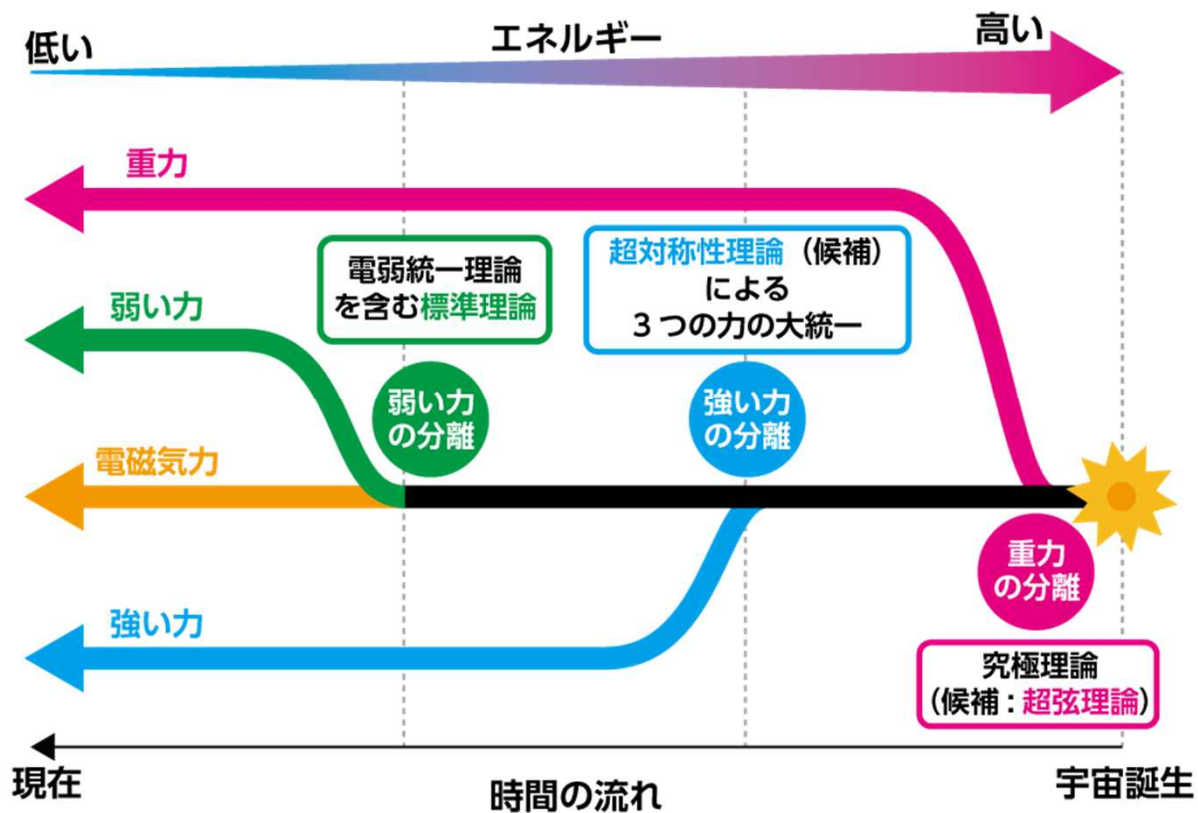
超対称性理論は多くの問題を一挙に解決

- 標準理論の3種のカ(電磁カ・弱いカ・強いカ)の大統一を矛盾なく説明できる
- 超対称性粒子の最も軽い粒子は、ダークマター有力候補
- **重力も含めた究極の理論**の候補である**超弦理論**の重要な構成要素
- LHCで発見された100GeV程度の質量のヒッグス粒子の存在を予言していた
- ヒッグス粒子が真空に満ちる原因を説明できる

超対称性がない場合は、標準理論を超える枠組みとして**ヒッグス粒子を複合粒子とするモデル(テクニカラー理論等)**が有力な候補となる

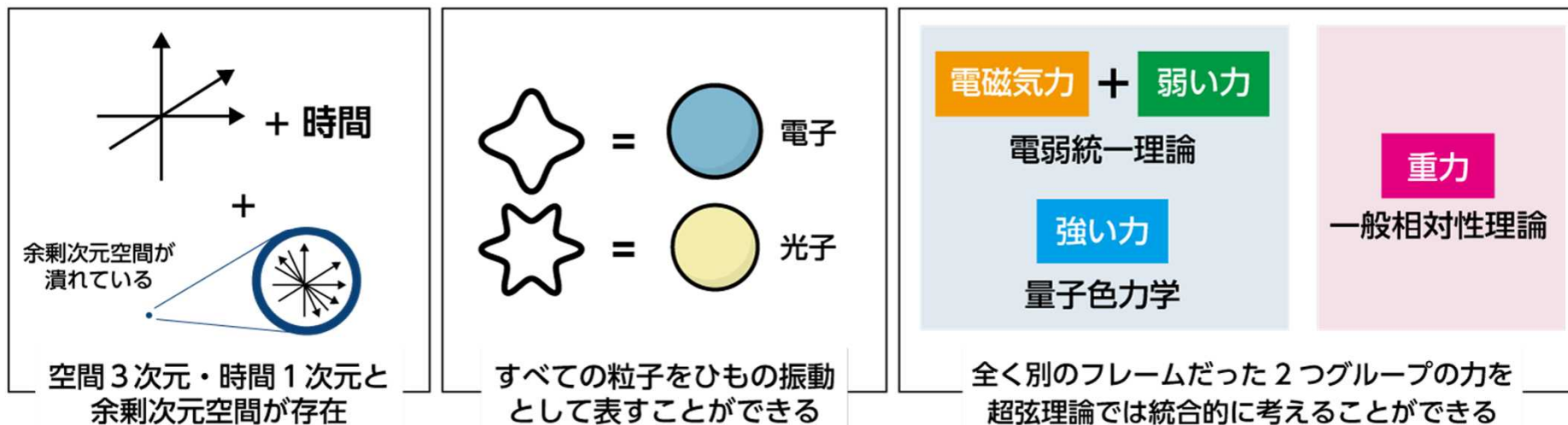
4つの力を説明する 究極の理論を目指して

標準理論の3つの力に重力を加えた、
4つの力を内包する万物の理論を目指す



4つの力を統一的に説明する有望な候補: 超弦理論

超弦理論とは



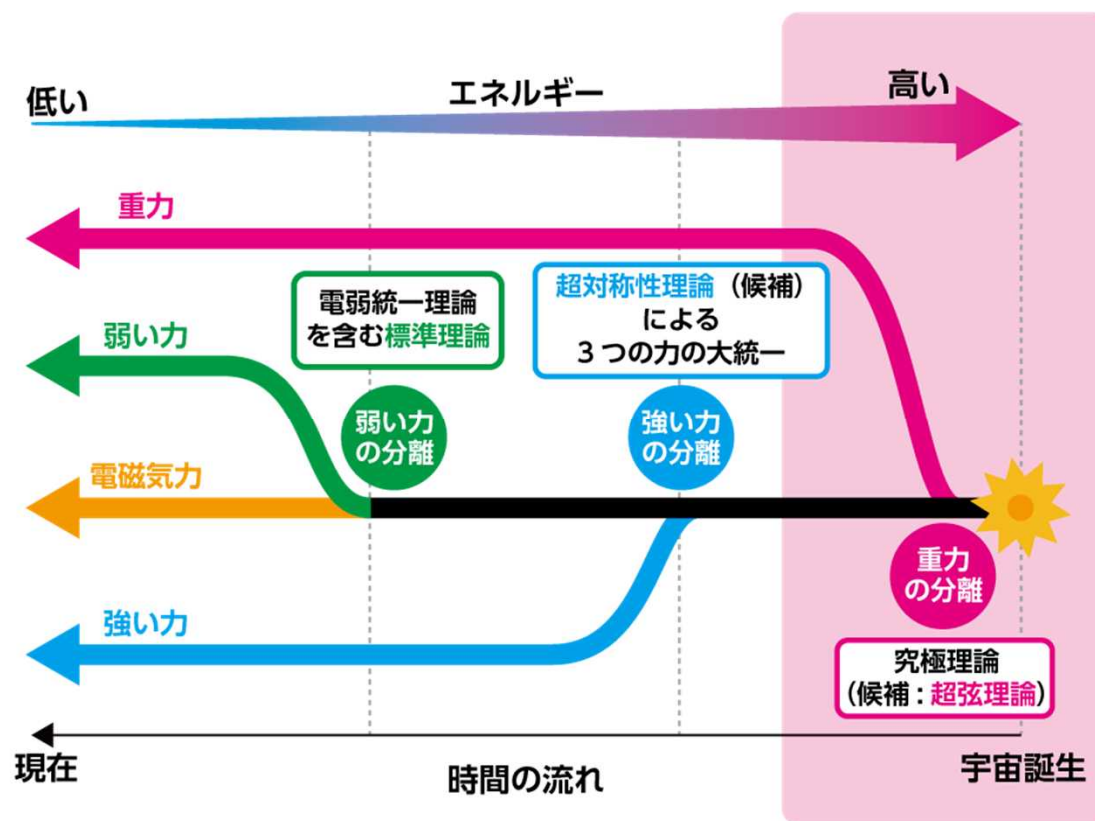
超弦理論は必ず超対称性を含んでいる

加速器実験による超対称性粒子の発見は、重力の統一を含む超弦理論への発展につながる

しかし、LHCでは超対称性粒子は今のところ未発見

究極の理論と天体物理学・宇宙論

4つの力の統一的理解のためには、加速器実験だけでなく、**初期宇宙の理解など、天体物理学・宇宙論のさらなる発展が必要**



両者の発展と融合で、
宇宙誕生から現在に
至るまで、宇宙の成り
立ちを統一的に理解
する

素粒子物理学と宇宙観測の協調

