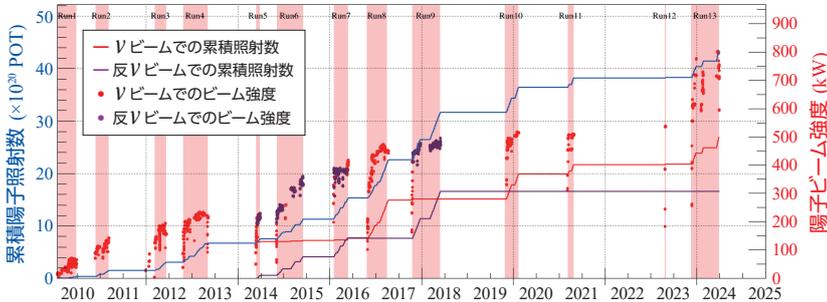


# T2K実験の最近の結果 (2024年6月)

## T2K実験のビーム運転

T2K実験は2010年1月より本格的なビーム運転を開始し、2013年の  $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$  振動現象発見を経て、2014年からは反ニュートリノビーム運転も開始しました。2024年6月までにニュートリノビーム、反ニュートリノビーム合わせて  $4.35 \times 10^{21}$  POTのデータを蓄積しています。ビーム強度は800 kWまで増強されました。

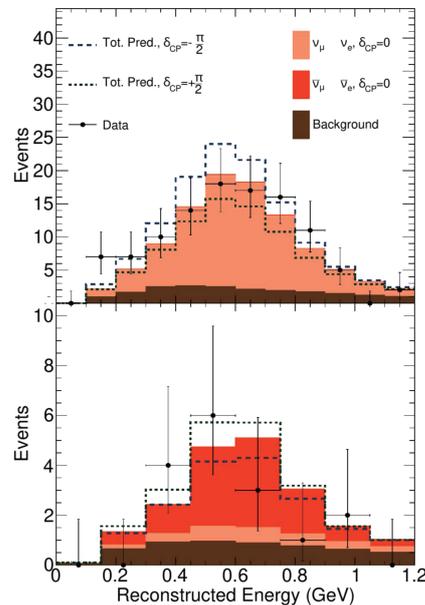
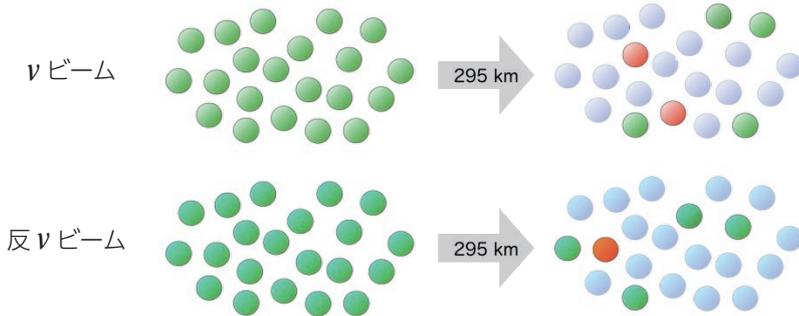


POTはProton On Targetで、陽子1個をターゲットに衝突させると1 POTになります。いままでのビーム総量を表す単位です。

陽子ビーム強度 (kW) は、1秒あたりの「ターゲットへ照射する陽子の全エネルギー」です。

## CP対称性の破れの解析

ニュートリノにおいてCP対称性の破れが起きている場合、ニュートリノの振動確率と反ニュートリノの振動確率に違いが生じることが予想されます。ミュー型から電子型への変化確率に、ニュートリノと反ニュートリノで違いが現れることになります。2022年6月の時点で、2021年のRUN11のデータまで解析を終えました。  $\nu$  ビーム  $2.14 \times 10^{21}$  POT、反  $\nu$  ビーム  $1.63 \times 10^{21}$  POTに相当します。



## CP対称性の破れの解析結果

観測された電子型ニュートリノの数は、ニュートリノビームではCP対称性が破れていない場合の予測数より多く、逆に反ニュートリノビームでは予測数よりやや少ないという結果が得られました。ニュートリノのCP対称性の破れを示唆する結果 (90%以上の信頼度) が世界に先駆けて得られています。

	観測数	予想数 (CP対称性の破れない場合)
$\nu$ ビーム	117	104.3
反 $\nu$ ビーム	16	20.0

(\*) この表での予測数は、 $\delta_{CP} = 0$ ,  $\sin^2 \theta_{23} = 0.561$ ,  $\Delta m_{32}^2 = 2.494 \times 10^{-3} \text{ eV}^2$ ,  $\sin^2 \theta_{13} = 0.0220$ , 順階層で予測される  $\nu_e$  出現事象数に基づく

## CP位相角への制限

CPの破れの大きさを決める量はCP位相角と呼ばれ、 $-180^\circ$ から $180^\circ$ の値を取り得ます。CP位相角が $0^\circ$ と $180^\circ$ ( $-180^\circ$ )はCP対称性が破れていない状態に対応します。CP位相角がプラス( $0^\circ \sim 180^\circ$ )でCP対称性が破れている場合は、CPが保存していた場合に比べてニュートリノの振動確率が小さくなり、反ニュートリノの振動確率は大きくなります。その結果、CPが破れていない場合の予想と比べて、ニュートリノ事象の観測数は小さくなり、反ニュートリノ事象の観測数は大きくなります。CP位相角がマイナス( $-180^\circ \sim 0^\circ$ )でCP対称性が破れている場合はその逆です。

T2K実験の結果を統計的に解釈すると、CP位相角がプラスの領域のほとんどが高い統計確率で否定されています。また、最もデータと合致するCP位相角が $-90^\circ$ 付近であり、CP対称性が大きく破れている可能性があります。もしCP対称性が大きく破れていれば、宇宙初期には同数できたはずの物質と反物質のうち、なぜ物質だけが残って私たちが存在しているのかを説明するヒントになります。

