



## 課題名：超大規模格子QCDによる新物理探索と次世代計算に向けたAI技術開発

### 概要・目標

山崎 剛（筑波大学・准教授）

これまでに「富岳」を用いて実施した大規模格子QCD計算を踏まえ、更なるQCD計算の高度精密化に向けた「富岳」の性能を最大限活用する世界初の超大規模格子QCD精密計算による素粒子標準理論を超える物理の間接・直接探索研究の実施、および、次世代大規模格子QCD計算に向けたAI技術を応用した新計算手法の開発

### 実施体制・関係機関・研究内容

#### 実施体制

#### 超大規模格子QCDによる新物理探索と次世代計算に向けたAI技術開発

##### ①物理点超大規模格子QCDによる標準理論を超えた物理探索

筑波大学(代表機関)

山崎 剛(課題研究責任者,  
サブ課題①責任者)

広島大学

理研

京都大学

計算基礎科学連携拠点

##### ②次世代格子QCDへ向けたAI技術開発

大阪国際工科専門職大学  
(協力機関)

富谷 昭夫(サブ課題②責任者)

筑波大学

原子力機構

学術変革領域研究(A)  
「学習物理学の創成」JA01班

#### 研究内容

##### サブ課題① 最大格子サイズで「富岳」16384ノード利用予定

現実的クォーク質量かつ(10fm)<sup>4</sup>超の巨大体積でのアップ、ダウン、ストレンジ、チャームクォーク動的効果を取り入れた大規模格子QCD精密計算

大規模格子QCD精密計算のためのゲージ配位生成

(格子間隔,格子サイズ)=(0.085fm,128<sup>4</sup>), (0.065fm,160<sup>4</sup>), (0.045fm,256<sup>4</sup>)

標準理論を超える物理の間接・直接探索に関する物理量精密計算

K中間子セミアプトニック崩壊形状因子, 陽子崩壊行列要素

##### サブ課題②

これまでの「富岳」を利用した大規模格子QCD計算の問題に対する、AI技術、特に機械学習を応用した解決方法の開発研究

解決を目指す問題

(1)ゲージ固定計算、(2)クォーク逆行行列計算、(3)膨大なメモリ容量

最も基礎的な問題(1)を重点的解決課題に設定

### 想定される具体的成果

- 有限格子間隔系統誤差の制御のため格子間隔3点でのゲージ配位生成完了
- 間接探索: K中間子セミアプトニック崩壊形状因子を不定性0.3%以下で決定
- 直接探索: 陽子崩壊行列要素を不定性10%未満で決定
- 機械学習を応用したゲージ固定計算の格子サイズスケーリング調査実施
- 格子サイズ64<sup>4</sup>ゲージ配位を用いた「富岳」上での機械学習ゲージ固定計算実施
- 機械学習を用いた格子QCD計算ライブラリ整備(一部プログラム公開)