

課題番号: EX22702

# ストリングから生成される アクシオン暗黒物質の スペクトルの解析

齋川 賢一 (金沢大学)

共同研究者

Javier Redondo (Zaragoza U./MPP Munich)

Alejandro Vaquero (U. of Utah)

# 研究の背景

- アクシオン
  - 強い相互作用における理論的問題に関連して提案された未発見の素粒子
  - 宇宙を満たす暗黒物質の有力候補
- アクシオン暗黒物質は宇宙初期にストリングやドメインウォールと呼ばれる場の配位から生成される
  - ➡ 数値シミュレーションを用いて計算する必要がある
- 数値シミュレーションの結果得られる暗黒物質残存量の見積りについて、長年深刻な論争が続いている

# 研究の目的・意義

- アクシオン模型におけるストリングの宇宙論的発展のシミュレーションを、これまでで最も大きな規模のもとで実行
- ストリングから放出されるアクシオンのスペクトルが系のスケール比にどのように依存するか調べる
- 数値計算結果の外挿による不定性を定量的に評価する

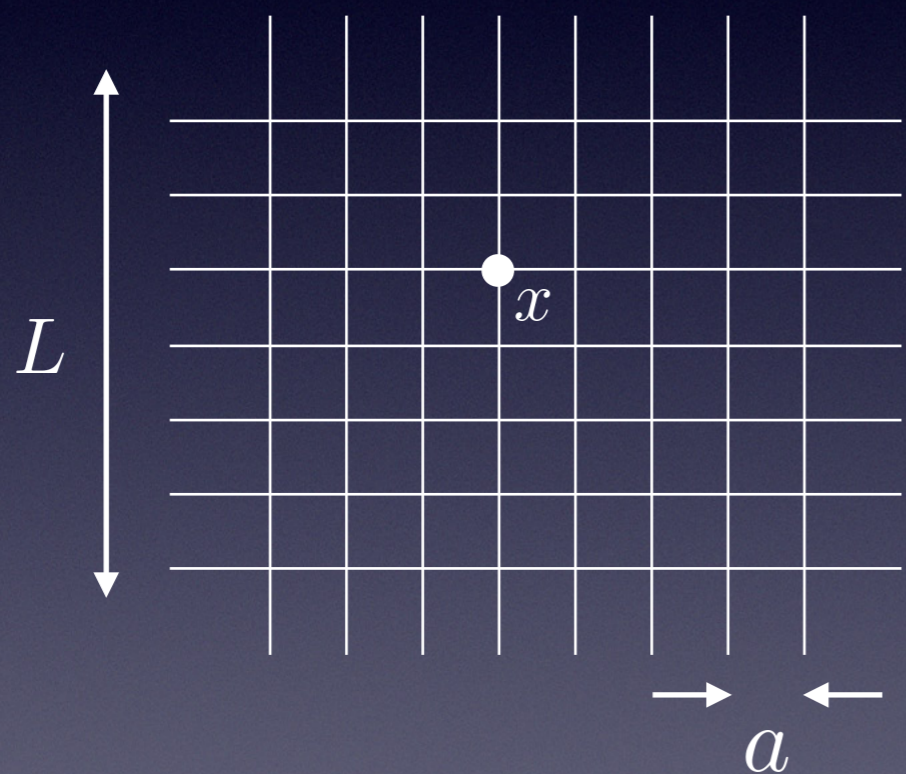


将来の暗黒物質検出実験に向けて、  
暗黒物質の質量のより正確な理論予言を与える

# 手法

- 複素スカラー場 (Peccei-Quinn場) の古典的運動方程式

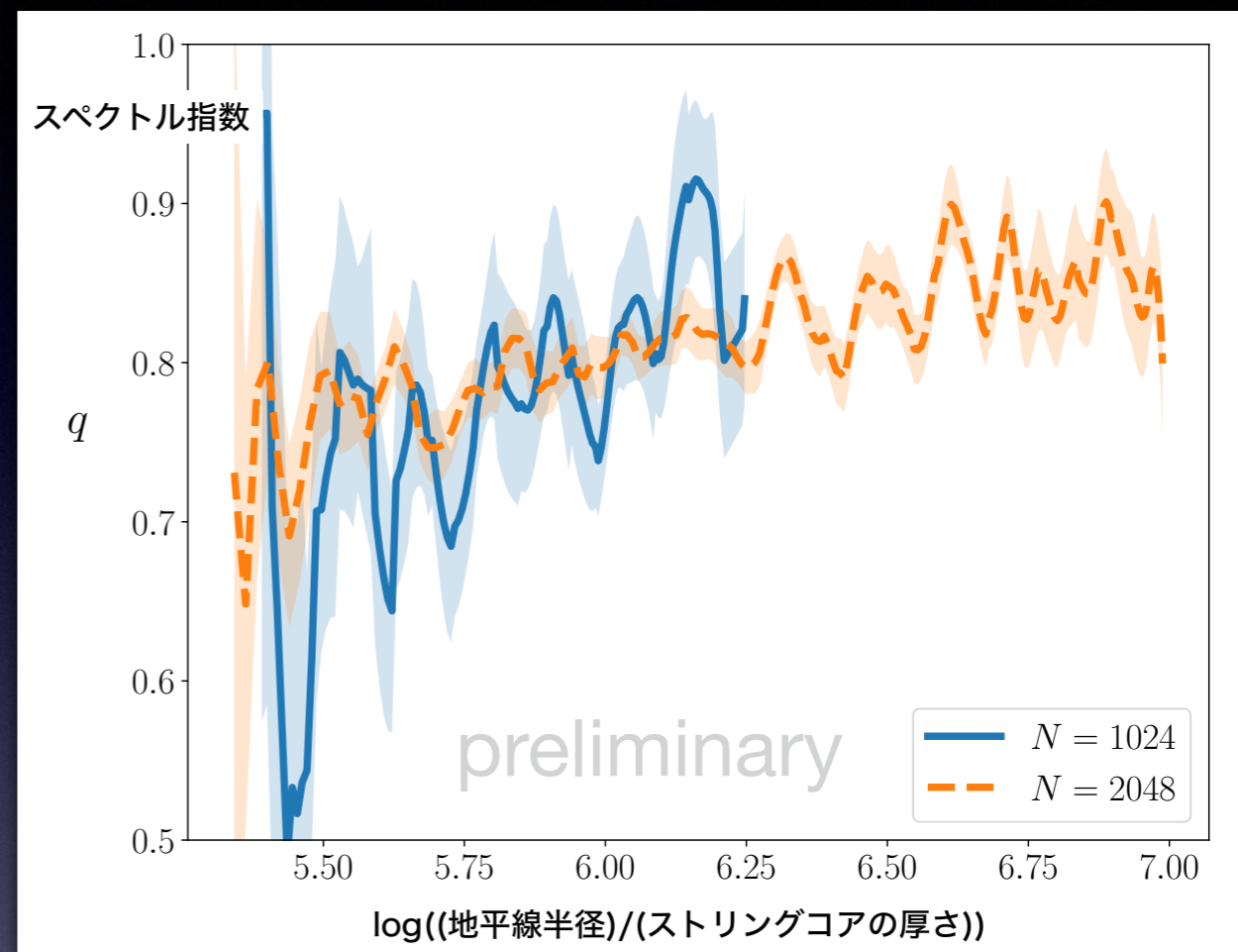
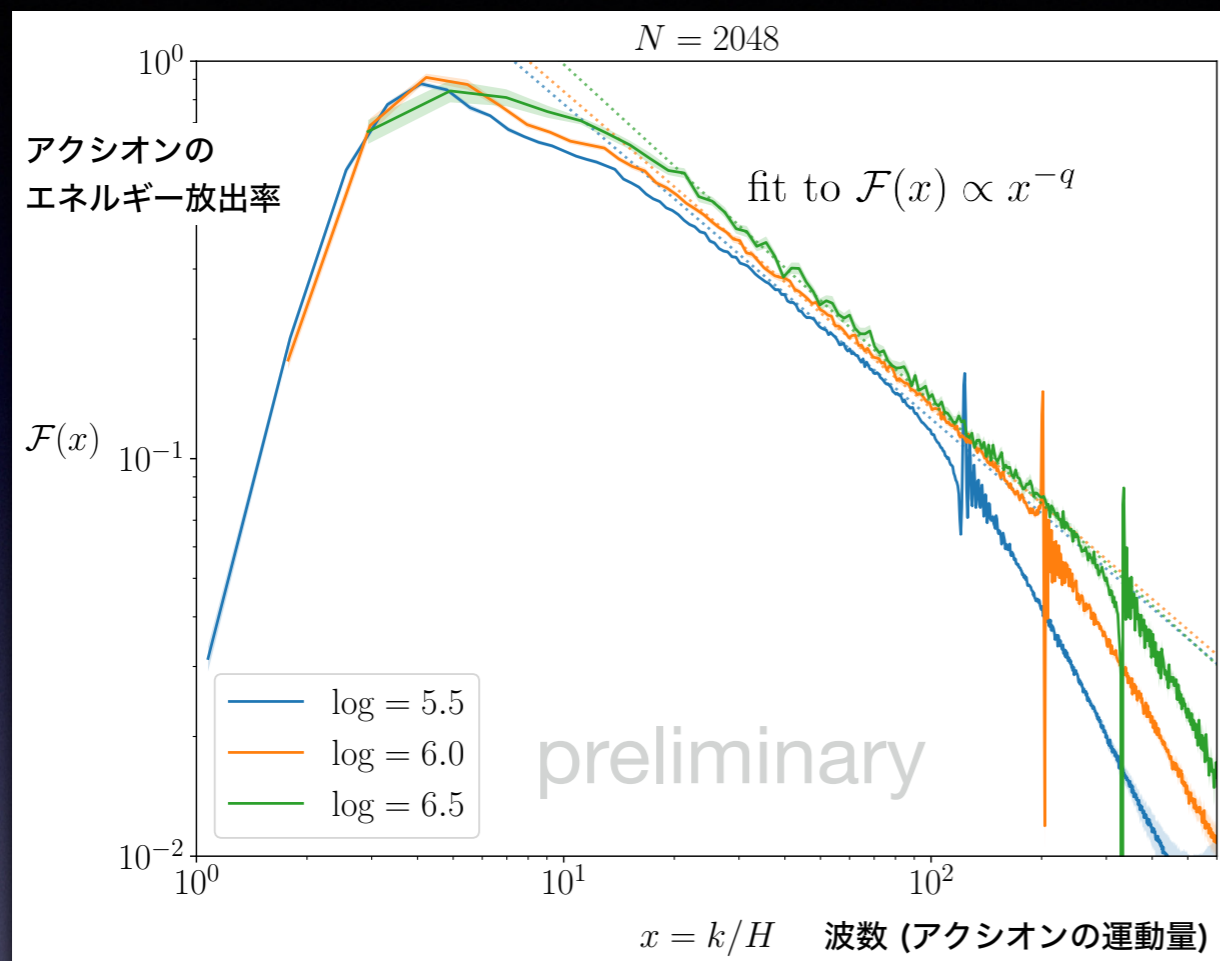
$$\phi_{\tau\tau} - \nabla^2 \phi + \lambda \phi (|\phi|^2 - \tau^2) = 0$$



サイズ  $N^3$  の立方格子,  $a = \frac{L}{N}$

- 3次元空間を有限の間隔を持った格子に分け、古典場の方程式を数値的に解く
- 格子上に場の値を定義
  - 有限格子間隔  $a$
  - 有限ボックスサイズ  $L$
  - 時間ステップ  $d\tau$

# アクシオンのスペクトルの解析



- アクシオンのスペクトルを冪乗則  $x^{-q}$  にフィット
- 系のスケール比を大きくするとスペクトル指数が増加する傾向
- ただし、ボックスサイズが小さいと振動による雑音が多い

# 研究計画

- 格子サイズ  $N^3 = 10000^3$  の大規模シミュレーションを実行
  - ➡ スペクトルのスケール比に対する依存性を調べる
- スペクトル指数の増加傾向などは系の統計的性質と考えられる
  - ➡ 十分な標本数を得るため、シミュレーションを複数回実行  
(20回を予定)
- 計算結果を外挿し、暗黒物質の質量予言値とその不定性を評価