

4. 関連研究1: 低エネルギー状態の計算

■ 既存の量子アルゴリズムの問題点

Worst-case complexity:

A. M. Childs, et al., PRX 11, 011020 (2021)

全初期状態に対して精度よく計算できるよう計算コストを設定

$$\max_{|\psi\rangle} (\|U|\psi\rangle - e^{-iHt}|\psi\rangle\|) \leq \varepsilon$$

→ 実際に計算したいターゲットに対しては計算コストを過大評価

■ Our work: 低エネルギー初期状態に対する Trotter 分解の高速化

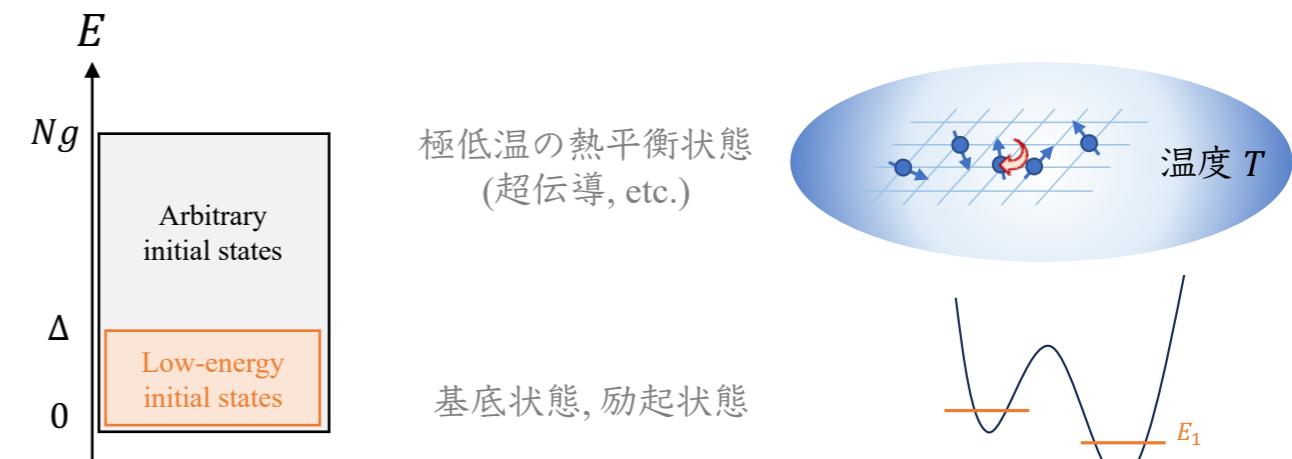
低エネルギー初期状態:

$$|\psi_{\leq \Delta}\rangle = \sum_{n; E_n \leq \Delta} c_n |E_n\rangle$$

(初期状態エネルギー $\Delta \ll$ (全系のエネルギー Ng)

$g : 1 \text{ site の energy scale}$

K. Mizuta, T. Kuwahara, Phys. Rev. Lett. 135, 130602 (2025)



Trotter分解の計算複雑性の改善:

全初期状態

A. M. Childs, et al.,
PRX 11, 011020 (2021)

$$gt \left(\frac{Ng t}{\varepsilon} \right)^{\frac{1}{p}}$$

全エネルギー

全状態に対しては
理論上ベスト

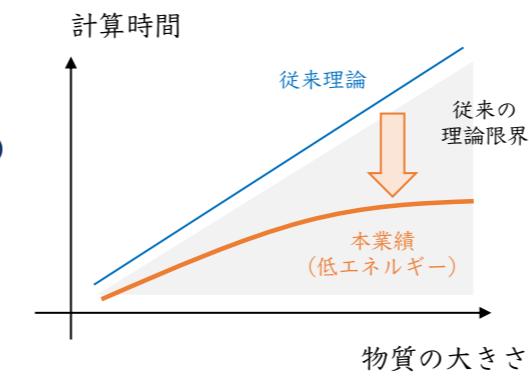
Q. Zhao, et al.,
Nat. Phys. 21, 1338 (2025)

低エネルギー状態 (Our work)

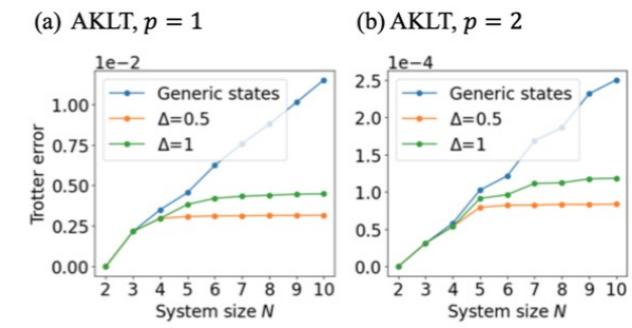
$$gt \left(\frac{[\Delta + g \log(N/\varepsilon)]t}{\varepsilon} \right)^{\frac{1}{p}}$$

初期状態エネルギー

低エネルギー状態
に対して
理論上ベスト



AKLT模型における数値計算結果



初期状態の性質(低エネルギー性)を反映すると計算リソースの改善が期待できる