

## Development of hybrid quantum-classical computation codes for quantum mechanical few-body problems

青山茂義

高エネルギー加速器研究機構

### 1. 研究目的

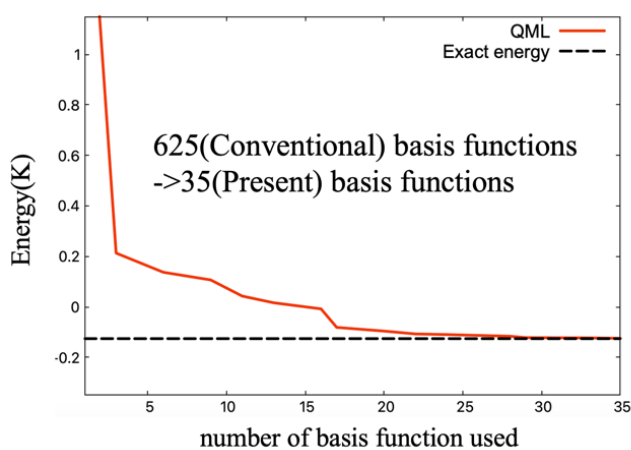
本研究の目的は、原子分子・原子核分野における量子少数多体系の第一原理シミュレーションを、10 体系規模まで拡張する計算手法の確立である。現状、スーパーコンピュータによる精密計算は 5 体程度が限界だが、本課題では量子アニーリング機と Miyabi-C を連携させた量子・古典ハイブリッド計算を 3 体問題を例に実施することである。

### 2. 研究成果の内容

Miyabi-C から、カナダの量子アニーリングマシンとの連携コードを作成し、D-wave+Miyabi の量子・スパコンのハイブリッド計算の実施可能性の検証を行う。

### 3. 学際共同利用プログラムが果たした役割と意義

学際共同利用プログラムにより、少数多体計算で量子・スパコンのハイブリッド計算の実施に成功した。下記の図は、4He 原子の 3 体系の基底関数の採用に D-wave・miyabi 連携で量子機械学習を適用した時のエネルギーをプロット（赤線）している。従来よりも、99.7%のメモリ削減に成功した。



### 4. 今後の展望

MCRP2026 で、粒子数を増やして、4 体系や 5 体系への適用を行う。

5. 成果発表

(1) 学術論文 (謝辞あり)

[1]"Stochastic variational method as a machine learning approach to large-scale few-body system calculations, Shigeyoshi Aoyama, Takayuki Myo, Daisuke Yoshida, Lecture Notes in Computer Science, volume 15890, (ICCSA 2025), pp.42-53, 2025 年 6 月

[2]"Development and validation of the computational code GEM for simulating quantum few-body systems through optimization on the Fugaku computer", Shigeyoshi Aoyama et al. Lecture Notes in Computer Science, to be published in June 2026.

(2) 学会発表

「機械学習的変分法による少数多体計算」、青山、第 80 回日本物理学会年次大会 (広島大、2025 年 9 月)

(3) その他

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース※		
		当初配分	移行*	一般利用による追加
Pegasus				
Miyabi-G				
Miyabi-C	○	5660		
※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。 *バジェット移行を行った場合、「+2000」「-1000」のように記入				