

近大院総合理, 近大理工<sup>A</sup> 坂東 将光, 近藤 康<sup>A</sup>

Robust Composite Quantum gates, Geometric Phases, and Dynamic Phases

*Kinki Univ.*, Masamitsu Bando, Yasushi Kondo

量子制御を行う場合, 複数の単純な制御を組み合わせてより安定な制御を行う場合がある. NMR における複合パルスなどが典型的な例である. 本講演ではこのように組み合わせられた 1 量子ビットに対する制御と Aharonov-Anandan の幾何学的位相および動的位相の関係について議論する.

幾何学的位相のみを用いて構成される量子ゲート (幾何学的位相ゲート, GQG と略す) はノイズに対する安定性への期待から注目されており, 多くの研究がなされている [1-3].

本講演では, 動的位相が消え, Aharonov-Anandan の幾何学的位相のみが表れるような複合量子操作が系統的なエラーに対して安定であることを示す [4]. 1 量子ビットに対する操作には

$$R(\mathbf{m}, \theta) = \exp\left(-i\theta \frac{\mathbf{m} \cdot \boldsymbol{\sigma}}{2}\right)$$

を考え, 制御変数の強さ  $\theta$  の系統的なエラーとして

$$R(\mathbf{m}, \theta(1 + \varepsilon)) = R(\mathbf{m}, \theta) + O(\varepsilon)$$

というモデルを考える. ここで  $\mathbf{m}$  は 3 次元空間における単位ベクトル,  $\varepsilon$  は系統的なエラーを表す定数, そして  $\boldsymbol{\sigma}$  はパウリ行列を用いて  $\boldsymbol{\sigma} = (\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$  と表されるものである. これまでにも, このようなモデルの元で系統的なエラーを打ち消すような複合量子操作を構成する試みが行なわれてきた [5]. 我々はこの系統的なエラーと動的位相の関係を導き, 動的位相が消えるように複合量子操作を構成することが  $\varepsilon$  の 1 次の項を消すことになり, 安定した複合量子制御が構成できることを発見した. また, 複合量子操作が Z 軸方向の磁場のエラーに対しても安定性があるのかどうかも議論したい.

- [1] Y. Ota and Y. Kondo, Phys. Rev. A **80** 024302 (2009).
- [2] J.A. Jones, V. Vedral, A. Ekert, and G. Castagnoli, Nature **403**, 869 (2000).
- [3] S.-L. Zhu and Z. D. Wang, Phys. Rev. A **67**, 022319 (2003).
- [4] Y. Kondo and M. Bando, e-print arXiv:1005.3917.
- [5] H. K. Cummins, G. Llewellyn, and J. A. Jones, Phys. Rev. A **67** 042308 (2003).