

**偏光制御・位相制御の自動化による
長時間安定なファイバーベース 1 次元クラスター状態生成系の構築**
Construction of a fiber-based one-dimensional cluster state generation system with long-time stability by automating polarization and phase control

東大工院¹, 理研², NTT 先デ研³,

中村 智裕¹, 遠藤 護¹, 阪口 淳史², 何 若凡¹, 柏崎貴大³,
梅木毅伺³, アサバナント ワリット¹, 吉川 純一¹, 古澤 明^{1,2}

The Univ. of Tokyo¹, RIKEN², NTT Device Technology Labs.³,

Tomohiro Nakamura¹, Mamoru Endo¹, Atsushi Sakaguchi², He Ruofan¹,

Takahiro Kashiwazaki³, Takeshi Umeki³, Warit Asavanant¹, Jun-ichi Yoshikawa¹,

Akira Furusawa^{1,2}

E-mail: nakamura@alice.t.u-tokyo.ac.jp

光量子情報処理の研究を原理検証段階に留めず、光量子コンピュータの実機開発まで視野に入れたとき、手動によるアライメントが要求される自由空間ベースの実験系[1]ではなく、ファイバー系に移行しアライメントフリーにすることが得策である。一部ファイバー系で実装した例では[2]があるが、ファイバー系では位相ゆらぎ、偏光ゆらぎ、ファイバービームスプリッタの分岐比の変動といった新たな不安定要素が作用し、長時間安定を保つことは容易でない。本研究では位相ゆらぎに対してはファイバーストレッチャー(FST)を製作し、その FST が有する共振ピークをフィードバックループ内の FPGA(Field Programmable Gate Array)で除去することで制御帯域を広帯域化し、自由空間ベース実験で実証されていた技術[3]をファイバー系でも適用可能にした(図 1(a))。偏光ゆらぎに対しては新たな低光損失の偏光制御手法を発明し実装し、また、高速で最適偏光状態へ収束させる方法を考案した(図 1(b))。さらに、ファイバービームスプリッタの分岐比の変化に対しては温度による安定化を行った。以上の制御を自動化することで数時間程度安定な 1 次元クラスター状態生成系のファイバーベース化を実現した。

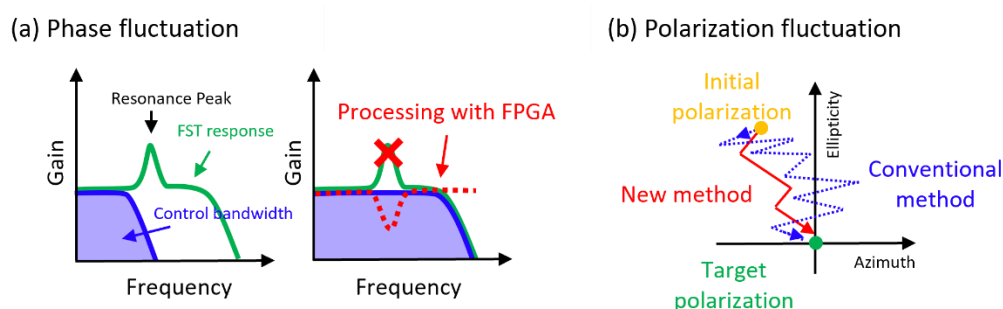


Fig 1 (a) Broadband control with FST and FPGA. (b) Invention of a new method for polarization fast control (on the Poincaré sphere).

References

- [1] S. Yokoyama *et al.*, "Ultra-large-scale continuous-variable cluster states multiplexed in the time domain", *Nature Photon* **7**, 982–986 (2013).
- [2] M. V. Larsen *et al.*, "Deterministic generation of a two-dimensional cluster state". *Science* **366**, 369–372 (2019).
- [3] M. Okada *et al.*, "Extending the piezoelectric transducer bandwidth of an optical interferometer by suppressing resonance using a high dimensional IIR filter implemented on an FPGA". *Rev. sci. instrum* **91**, 055102 (2020).