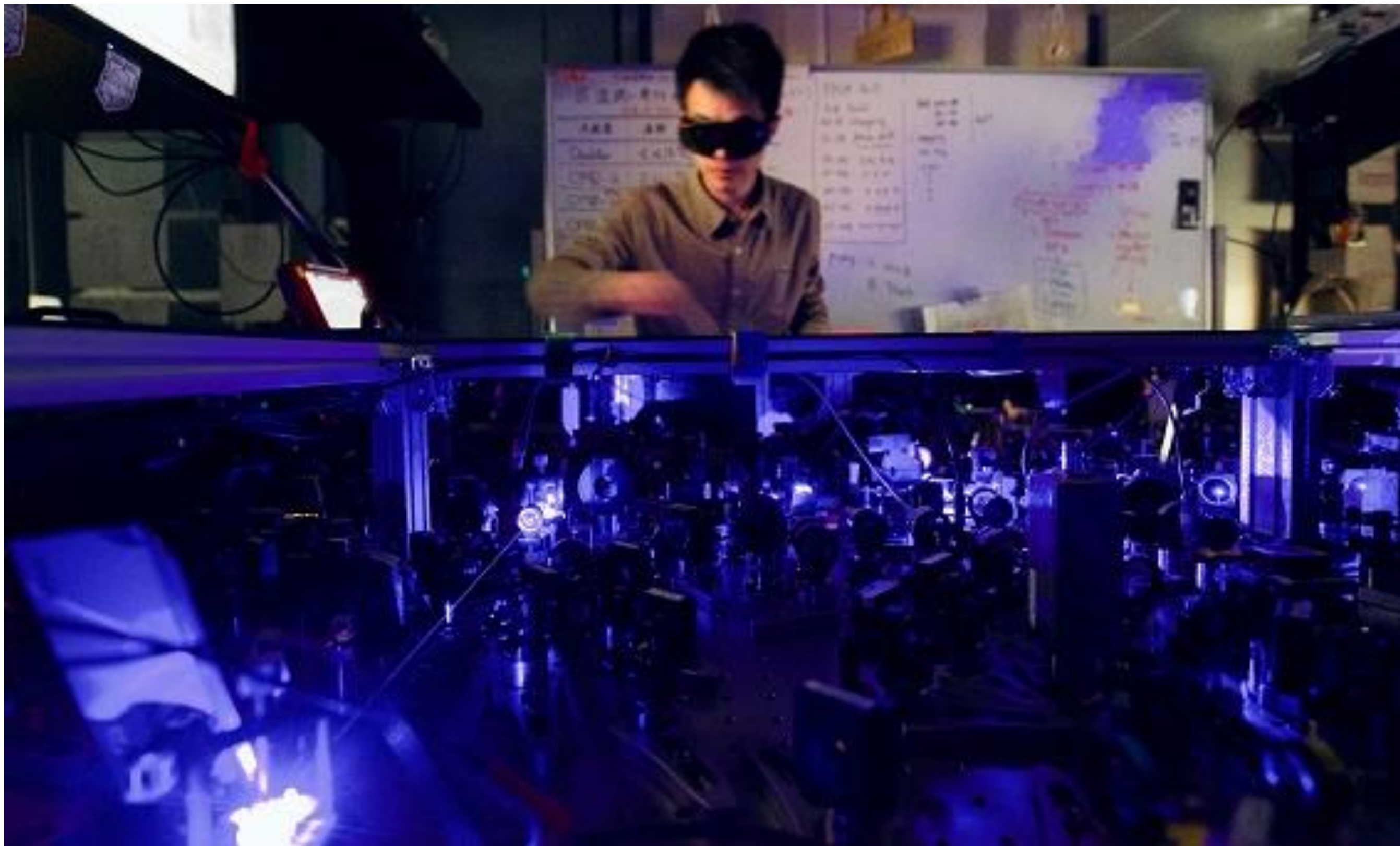


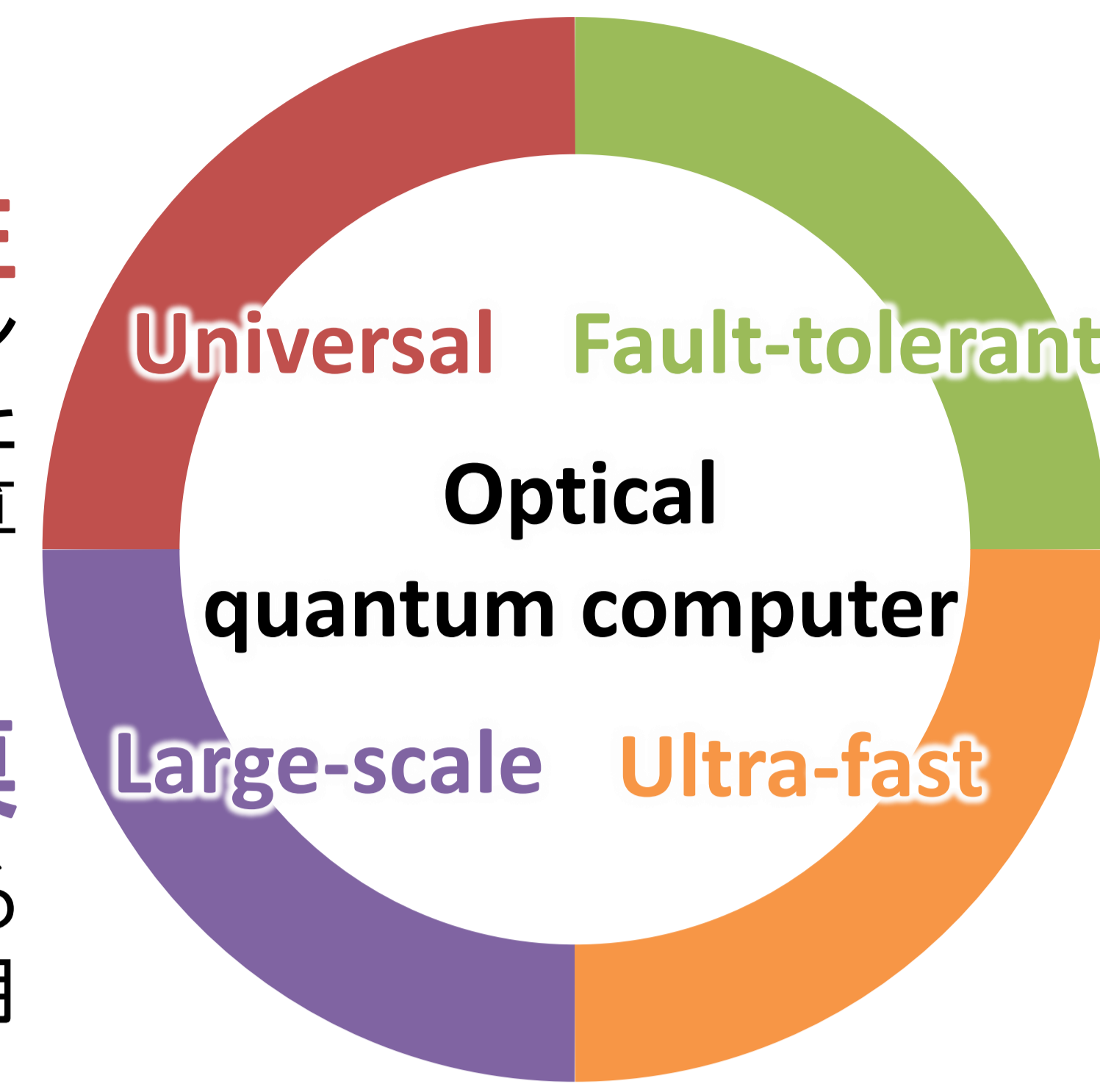
# Optical quantum computing based on quantum teleportation

古澤・遠藤研究室



**汎用性**  
量子テレポーテーションを利用した任意の量子演算

**大規模**  
時間領域多重による大量の量子ビットの利用



**誤り耐性**  
連続量量子計算の利点

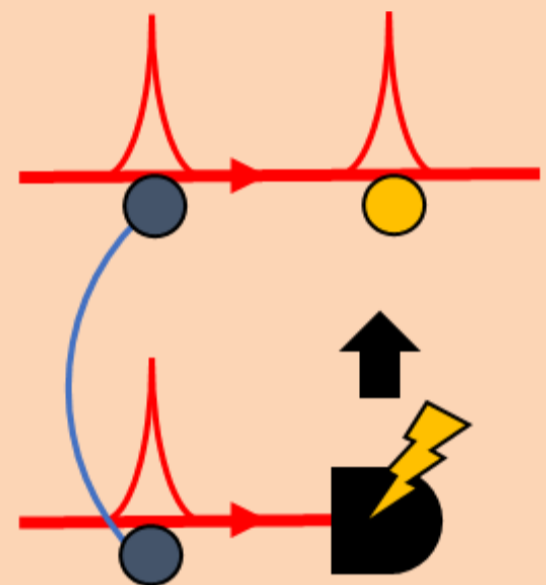
**超高速**  
5G技術を通信から計算へ

## 研究室概要

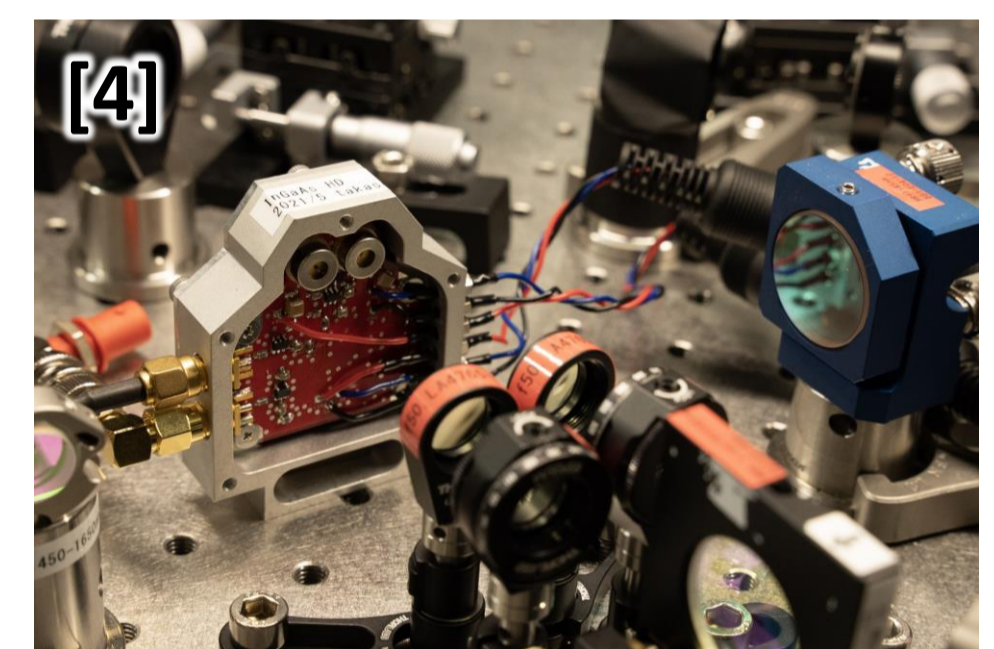
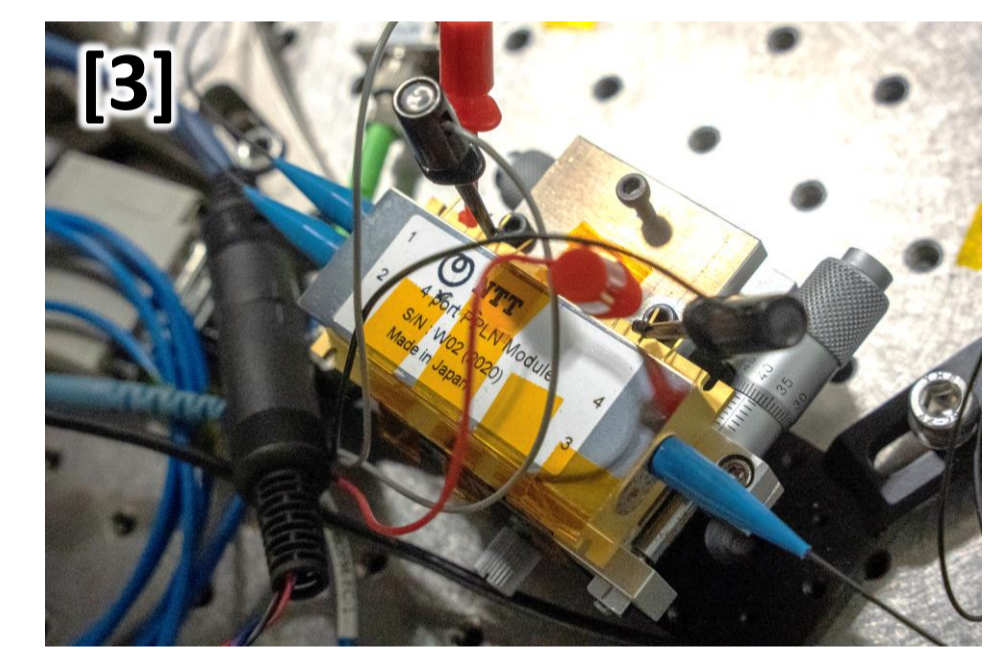
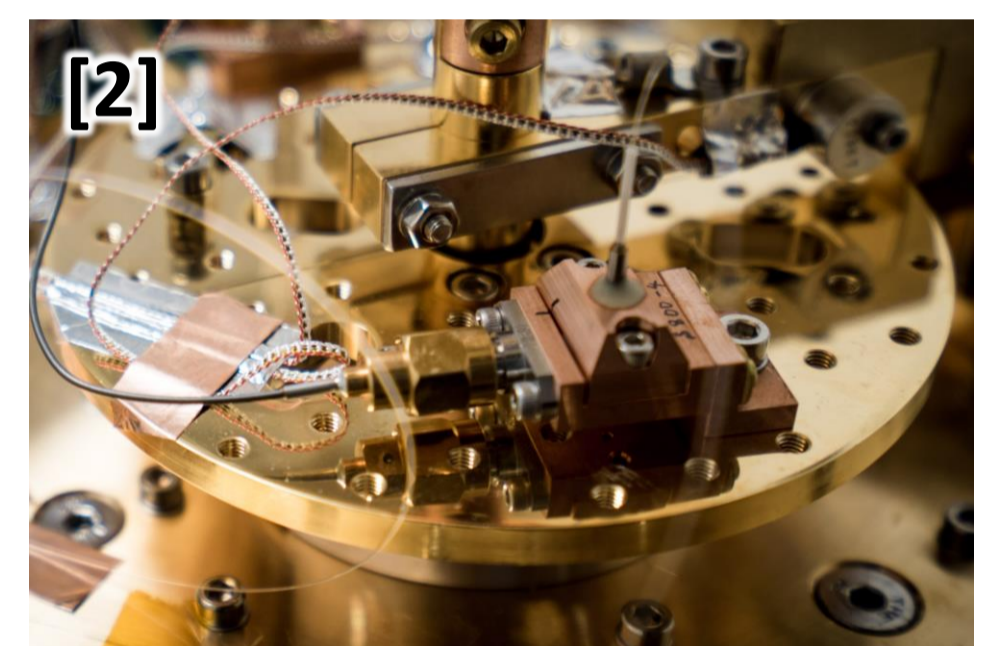
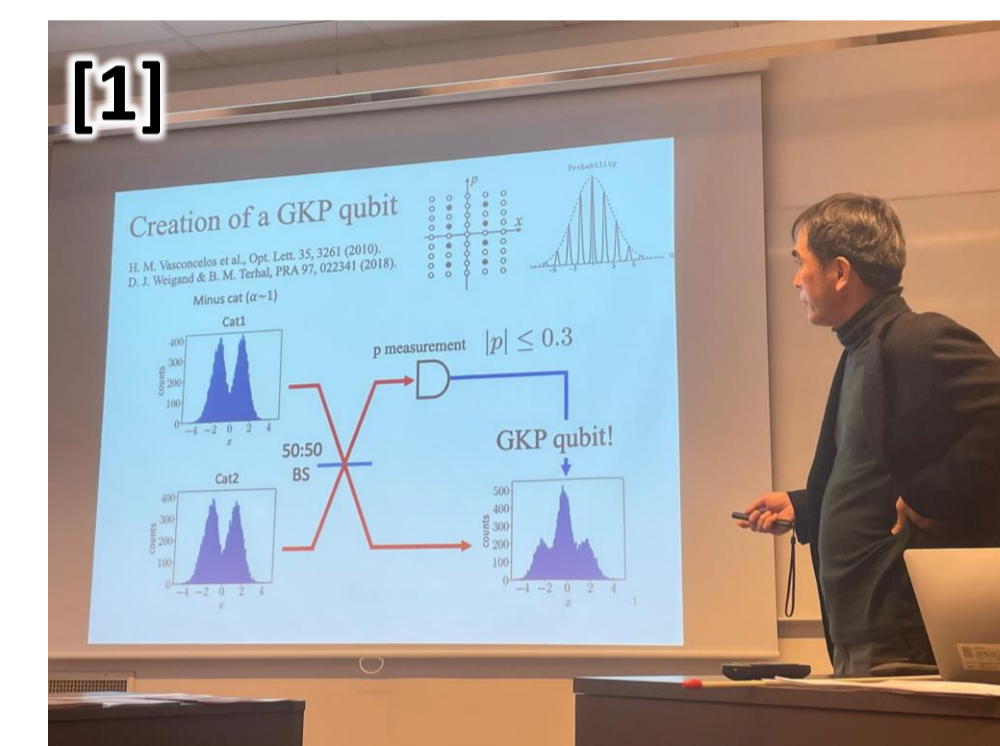
本研究室では誤り耐性汎用量子コンピュータの実現を目指し、量子テレポーテーションを応用した光量子コンピュータの研究を行っています。光量子コンピュータは量子ビット生成器および演算装置(プロセッサ)から構成されます。私たちは光量子コンピュータの実機開発を行うとともに、関連する理論研究にも積極的に取り組んでいます。

### 量子ビット生成器

量子もつれと光子数測定を利用して誤り耐性の高い量子ビットの生成を目指します。

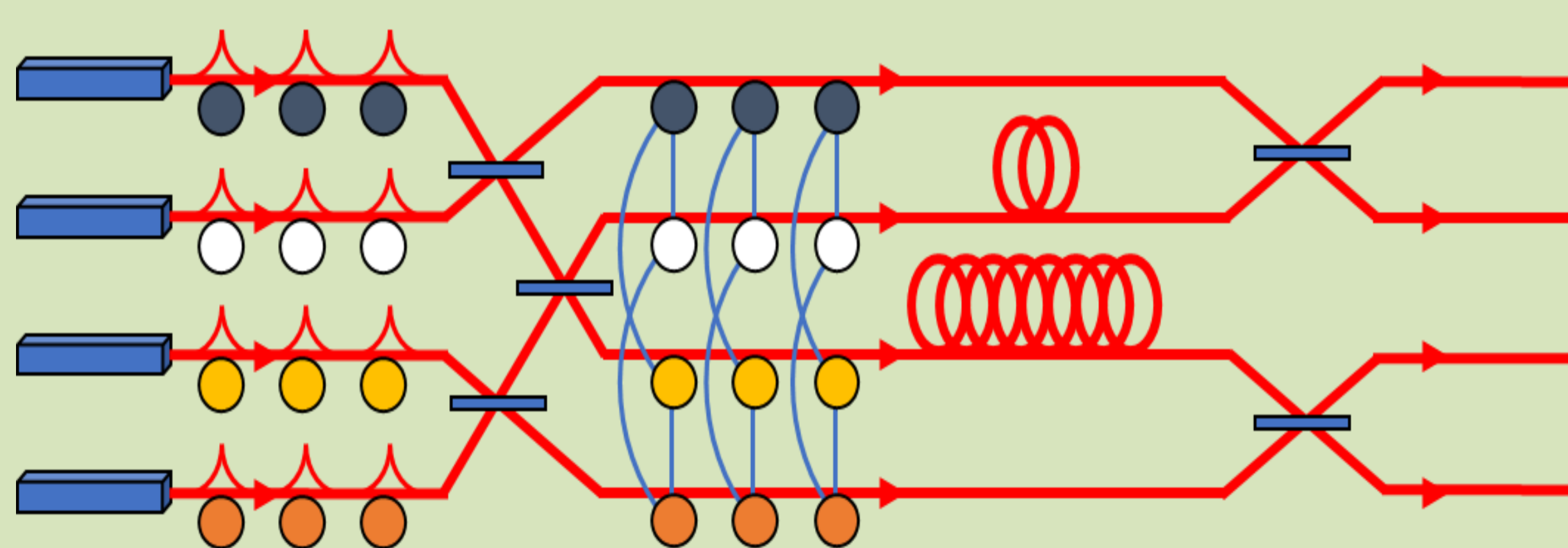


- ・GKP qubit [1]  
誤り耐性型計算機に最適と考えられているqubit
- ・光子数識別器 [2]  
光子数の違いを識別できる高いエネルギー分解能をもつ測定器



### プロセッサ

量子テレポーテーションを応用した汎用的な演算装置。時間領域多重方式により大量の量子ビットを扱えます。

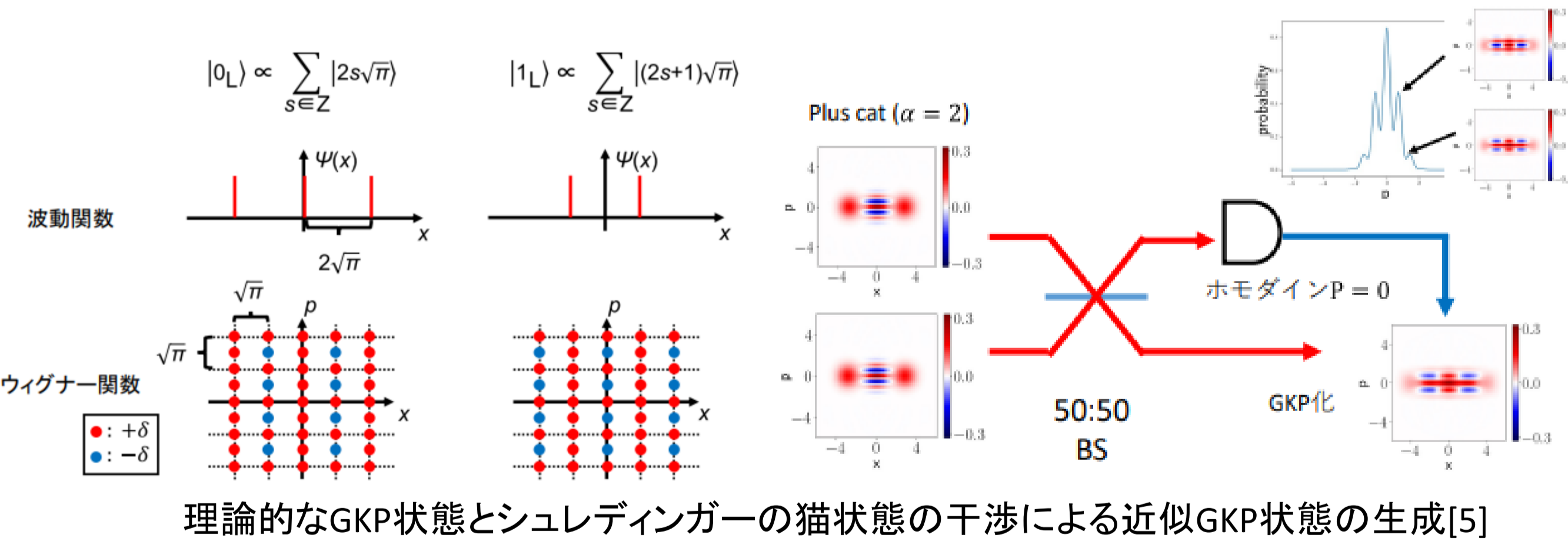


- ・導波路量子光源 [3]  
従来光源より10万倍広帯域化し10GHz × 100コアの計算が可能に
- ・ホモダイン測定器 [4]  
一般化されたBell測定により量子演算を実行します

## 研究テーマと最新の成果

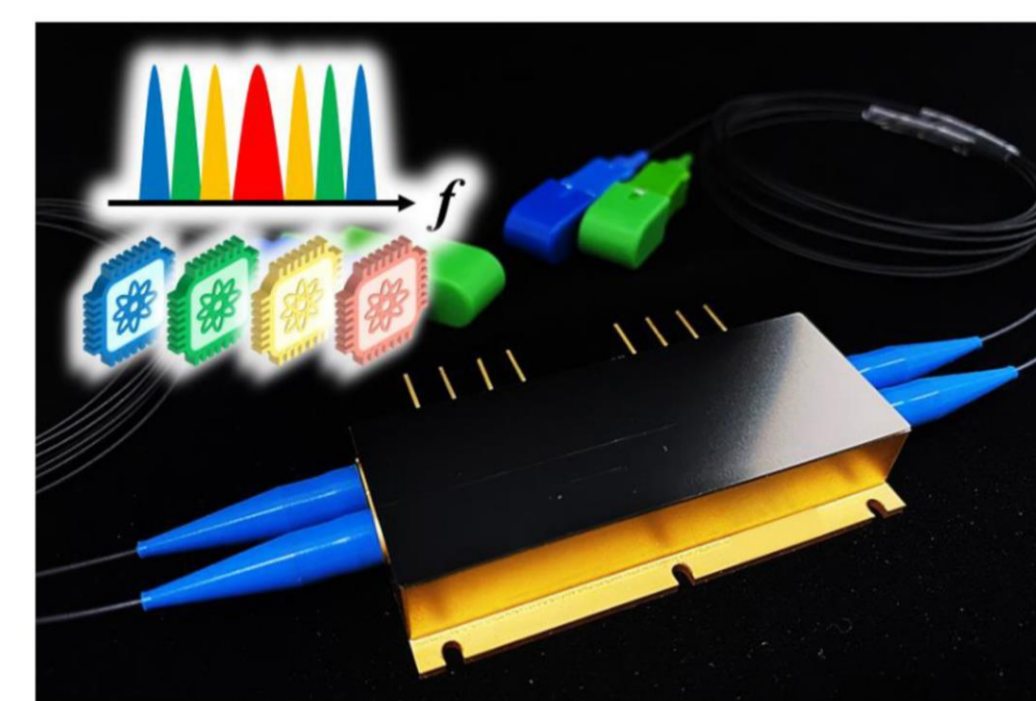
### GKP qubit の生成実験

GKP qubit の光進行波における生成に世界で初めて成功しました

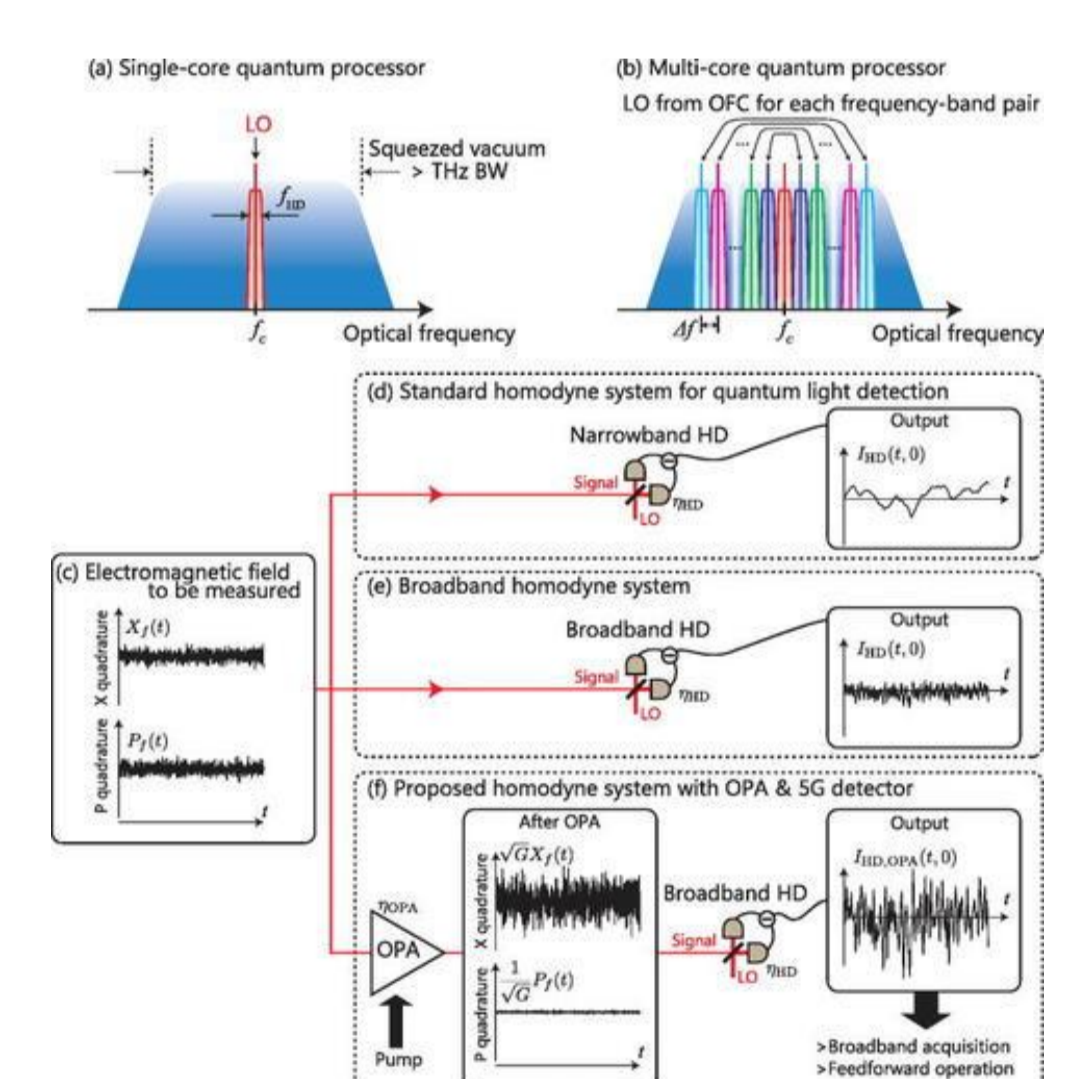


### 高速ホモダイン測定器の開発

5G技術との融合により超高帯域なホモダイン測定器を実現しました



OPAとマルチコア量子計算の概念および5G技術と融合した新しいホモダイン測定[6]



### 光子数識別器の開発

非線形性の大きい量子状態生成のためのデバイス開発  
超伝導体を用いた測定器を開発しています

### 導波路量子光源の開発

超高速なコンピュータに向けたデバイスの開発  
パラメトリック変換過程により量子光を生成します

### 誤り訂正理論の研究

より頑強なエラー耐性符号化にむけた理論研究  
生成の困難な量子ビットへの要求性能を軽減します

### クラスター状態の生成実験

大規模なエンタングルメント状態の生成  
生成したエンタングルメントを用いて量子演算を行います

### スイッチテレポーテーションの実証実験

テレポーテーションベースの光スイッチの開発  
高効率、高速に量子ビットをプロセッサへ入力できます

### 全光学式オペレーションの実証実験

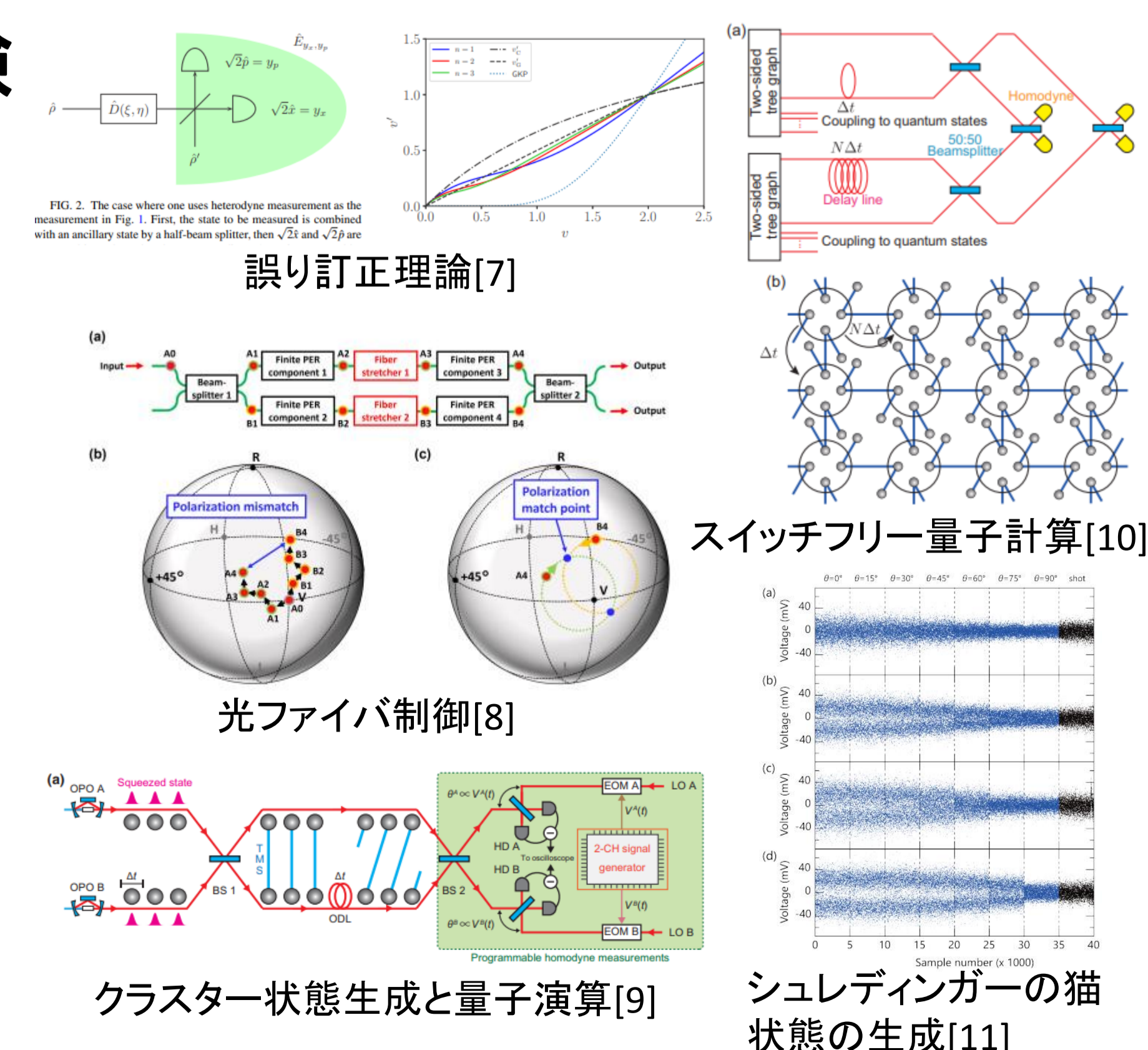
電気系を用いない光学系だけの量子演算を実証  
高クロックな量子コンピュータを実現できます

### 光ファイバ制御の研究

光ファイバを用いた制御性のよいプロセッサの開発  
量子コンピュータをより実用的に扱えることを目指します

### 量子回路最適化の研究

量子演算の等価変換による最適化  
光量子コンピュータの社会実装にむけた理論研究です



引用

[5] S. Konno (2023) [PhD thesis] [6] A. Inoue *et al.*, Appl. Phys. Lett. **122**, 104001 (2023) [7] F. Hanamura *et al.*, Phys. Rev. A **104**, 062601 (2021) [8] T. Nakamura *et al.*, arXiv:2302.14454 [9] W. Asavanant *et al.*, Phys. Rev. Applied **16**, 034005 (2021) [10] W. Asavanant *et al.*, Phys. Rev. A **107**, 032412 (2023) [11] M. Endo *et al.*, arXiv:2301.09871