

研究テーマ 有機光量子コンピューティングの研究

所属 工学部工学科電気電子コース

教授 岡田 裕之

<https://researchmap.jp/read0076961>

研究分野	液晶デバイス、有機・量子ドットEL、有機センサ・太陽電池、光量子コンピューティング
キーワード	LCDs, OLED, QLED, Organic sensor, Perovskite solar cell

研究室URL : <http://enghp.eng.u-toyama.ac.jp/labs/ee09/>

研究の背景および目的

有機光量子コンピューティング向けのデバイスと集積化技術の研究を行っています。液晶に代表される光位相デバイスと集積化した光量子コンピューティング技術として、光学干渉実験、量子もつれの検証と線形量子計算機等の技術を研究しています。

■ おもな研究内容

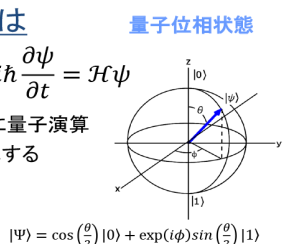
量子コンピューティングとは

シュレーディンガー方程式 $i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \mathcal{H}\psi$

量子計算 入力量子ビット $|\psi\rangle$ に量子演算を行い、出力量子ビット $|\psi\rangle$ を計算する

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

ここで、 $|0\rangle = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$, $|1\rangle = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

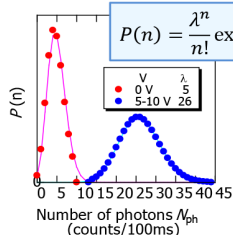
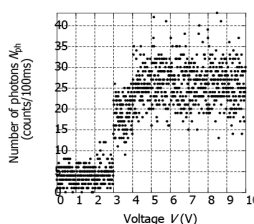
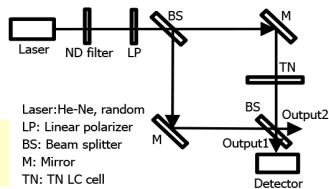


$$|\psi\rangle = \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)|0\rangle + \exp(i\phi)\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)|1\rangle$$

光位相制御液晶素子

Mach-Zehnder干渉系と液晶の組合せで、量子光回路の論理演算を行います。

$$E_1 = e^{i\frac{\theta}{2}} \left(\cos\frac{\theta}{2}|0\rangle + i\sin\frac{\theta}{2}|1\rangle \right)$$

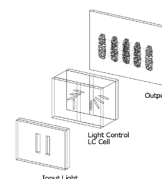


ボソンサンプリング光源の例

液晶素子によるYoungの2スリット干渉実験 2スリット位相制御液晶素子

2スリット間の光位相差 \Rightarrow Sinc関数の強度が反転

Sinc関数 $f(\xi) = \frac{\sin^2 \xi}{\xi^2}$

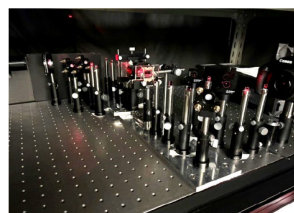
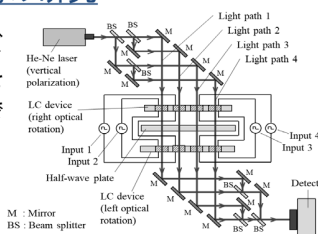


光NOT演算動作の確認

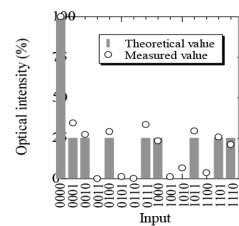
線形光学素子量子計算機の研究

Deutsch-Jozsaのアルゴリズムに基づき、線形光学計算を行い、「均でない」か「等分でない」かの判定を行います。

$$P = \frac{1}{16} \left| \sum_{i=0}^3 (-1)^{f(i)} \right|^2$$



光学実験系



線形光学計算結果

期待される効果・応用分野

将来的には、光量子状態の利用による計算量の短縮化が可能となります。量子テレポーテーション、素数導出による暗号化通信、セールスマン巡回問題、量子アニーリングなどの技術進展で、基礎量子科学、情報、通信から、新機能材料、分子設計化学、創薬、物流、AI、金融、サービス業など、様々な分野への波及が考えられます。

■ 共同研究・開発実績，特許など

ディスプレイ、デバイスプロセス、量子コンピューティングの共同研究・開発に対応します。

富山大学研究者プロフィールURL : <http://www.toyama-u.ac.jp/>