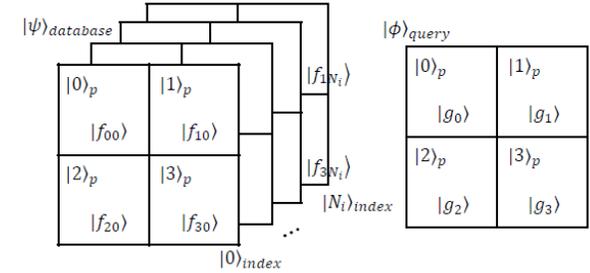


# 量子データベース検索の実用的実装と画像検索への応用

“Grover search revisited: Application to image pattern matching” Physical Review A **105**, 032440 (2022).

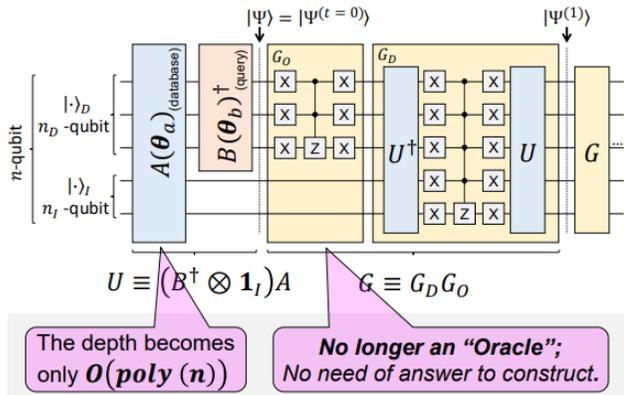
目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>浅い回路で実装可能かつ効率的なパターンマッチアルゴリズムの構築</li> <li>実問題に適用できるようなGrover's searchアルゴリズムの改良</li> </ul>
既存手法の課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>データの現実的な生成方法が非自明 (e.g., QRAMが必要)</li> <li>正答(求めたいindex)を知らないとOracleを構成できないという根本的な矛盾があり、適用対象が限定的だった</li> </ul>
アプローチ	<ul style="list-style-type: none"> <li>機械学習を用いて効率的なデータ生成回路を実装することで浅層化を実現</li> <li>部分空間でデータ比較を行うことでOracleを明示的に実装</li> </ul>
実験内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>提案手法にて、量子画像のデータベース検索を実施 (一部、実デバイスを使用)</li> <li>手書き数字のデータを使用し、エンコード時のノイズの影響を確認</li> </ul>
応用先	<ul style="list-style-type: none"> <li>複雑/大規模なデータベース検索の高速化 (e.g., 画像, DNAシーケンス)</li> <li>量子データの検索 (i.e., 量子センサからの情報)</li> </ul>

## 問題設定



例として、4(=2x2) pixelの画像 8枚で構成されたデータベース $|\psi\rangle$ に対して、クエリ $|\phi\rangle$ の類似度を算出する。

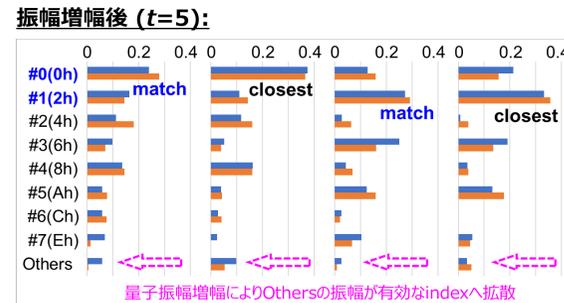
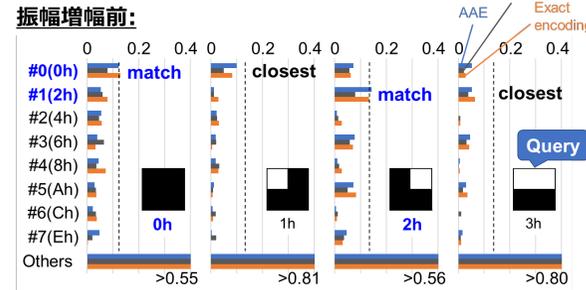
## 提案アルゴリズム



## 要素技術:

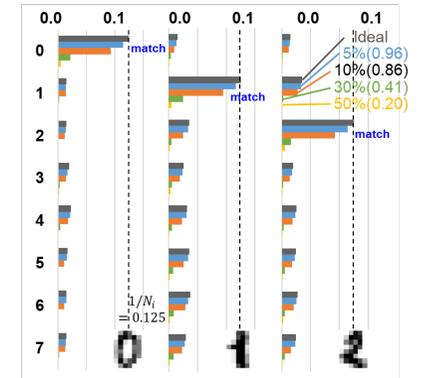
- 概振幅符号化によるデータベース回路、クエリ回路の実装
- inversion-testを応用した浅いパターンマッチング回路の実装
- Oracleからデータ照合機能を分離することで明示的な実装を実現

## 実験結果(抜粋)



## 符号化誤差の影響:

### 基底符号化(NEQR):



\* 各棒グラフ: 観測確率 (色は誤差の大きさと対応する忠実度)

- 想定通りの傾向を観測 (類似度に対応した確率分布)
- 実機では符号化誤差に加え、ノイズの影響あり
- ⇒ 目的に即した符号化と実機の低ノイズ化が必要