

## 共同研究報告書

## L. 「NMR 量子コンピュータ」

天野 力、小澤 宏、坂口 潮、福見俊夫、杉谷嘉則、西本右子、峯岸安津子、横山 宙、  
渡部徳子

神奈川大学理学部、同総合理学研究所、東京大学情報基盤センター、熊本学園大学、大阪工業  
技術研究所、東京水産大学

## 量子コンピュータ

量子コンピュータは量子的対象を素子とし、その動作の記述に量子論が必要とされる新型のコンピュータであると想像されている。それは量子的素子を用いるために小型であり、情報の伝達距離が小さいために高速であり、量子論の重ね合わせ状態を用いることができるために超並列計算が可能であると予想されている。最初の目標はある問題を量子コンピュータで解いた場合の計算量が通常のコンピュータで解いた場合のそれよりも遙かに小さいことを示すことであろう。NPCあるいはNP問題が解けることであるといっても良い。

## NMR 量子コンピュータと有効（擬）純粋状態

スピン系の集団的振る舞いは正しく計算された密度行列による記述が望ましい。スピンの集団は純粋状態ではないので、有効純粋状態による記述はフィクションである。しかし、粗く見ると液体の NMR の巨視的磁化は観測結果を適当に解釈すれば、1 個のスピンの振る舞いと少ししか変わらないことが昔から知られていた。例えばハイゼンベルグの方程式と緩和項を除いたブロッホ方程式の類似など。1 個あるいは少数個のスピンの量子論が液体の NMR の多くの実験結果を説明してきた。有効（擬）純粋状態の方法はこのような NMR の量子的特徴をはっきりと取り出して利用したものである。

## 1. 研究会

日時：平成 12 年 10 月 2 日（月）

場所：東京大学情報基盤センター小会議室

講演：

## (1) 天野 力氏（神奈川大学理学部）

「NMR 量子コンピュータと動的核分極(Dynamic Nuclear Polarization)」

概要：NMR 量子コンピュータはビット数が増えると信号強度が弱くなり、誤差が増える可能性がある。そこで NMR における信号強度の増大を測る種々の方法についてレビューした。

## (2) 小澤 宏氏（東京大学情報基盤センター）

「データベースサーチ量子アルゴリズム」

概要：最近提案された効率の良い情報検索のための量子アルゴリズムについて解説した。

## (3) 福見俊夫（大阪工業技術研究所）

「データベースサーチ量子アルゴリズムによる蛋白質の配列解析」

概要：データベースサーチ量子アルゴリズムを応用したタンパク質の立体構造解析のための量子アルゴリズムを提案した。

## 2. 報文

Hiroshi Ozawa, *Physical Review A*, .63, (2001) (to appear).

**"Phase-creation algorithm to solve an extended Deutsch's problem by a quantum computer"**  
**Abstract:** Deutsch-Jozsa algorithm to implement an  $f$ -controlled-NOT transformation on a quantum computer was generalized to create arbitrary phases by shifting the states of an auxiliary register which is the Fourier transform of  $|00\dots 1\rangle$ . This phase-creation algorithm was applied to solve an extended Deutsch's problem for a function that maps  $\{0,1\}^n$  to  $\{0,1\}^m$ , rather than to  $\{0,1\}$ . Implementation of the algorithm on an NMR quantum computer is discussed.