

## 研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名：全シリコン量子コンピュータの実現

2. 研究代表者名：伊藤 公平（慶応義塾大学理工学部 助教授）

### 3. 研究概要

本研究チームは、シリコンを用いた実用的な量子コンピュータの構成法を検討し、量子情報分野におけるその位置づけを計算機科学および基礎スピン物性の立場から明らかにするとともに、その実現にむけた要素技術の開発を進めている。要素技術は、素子作製、初期化、演算、読み出しに分別されるが、これまでに素子作製技術、演算に関しては順調な進展が見られ、初期化と読み出しに関しては、それが今後の研究ポイントになることを明らかにし、その基礎検討が始められている。

### 4. 中間評価結果

#### 4 - 1. 研究の進捗状況と今後の見込み

全シリコン量子コンピュータの性能予測、デバイス作製、初期化、量子操作、読み出しという 5 種類の課題において、性能予測・デバイス作製・量子操作が当初の予定より高い達成度を得ている。一方、初期化と読み出しにおいては、未だ技術の実現性が見えない状況である。

また、上記課題に加え、量子情報分野におけるシリコン量子コンピュータの位置づけを明らかにするなど、計算機科学的側面への展開をも見せている。

研究体制は毎年見直しており、必要な専門家を獲得して協同体制を組み、問題はない。

予算の使い方に関しては、外注と内部作業とのバランスを考え、無駄を省いた研究遂行が行なわれている。

#### 4 - 2. 研究成果の現状と今後の見込み

研究成果はかなり活発に発表が行われており、論文数も比較的多い。欧文原著論文30編、解説論文10編を発表し、国際会議基調・招待講演10件、国内会議招待講演15件、海外大学研究機関招待講演9件、国際会議一般講演31件、国内会議一般講演45件などである。

研究成果の内容としては、量子情報保持時間など世界トップの数値実現を達成している。デバイス作製に加え、計算機科学的な側面まで網羅しているグループは世界的でも希少である。

全固体量子コンピュータを実現するために必要となる技術の多くを固めつつあるが、残りの技術としては、量子情報を量子ビット間で自由に交換する技術の必要性が明らかになった。

#### 4 - 3. 今後の研究に向けて

今後、開発した技術を確認たるものにしてゆく作業が残されている。緩和時間が世界でトップである

ことを示したが、逆に、実効クロック周波数が低いということが明らかになり、この技術の用途を検討する必要性が出てきた。また、今後の研究で重要な部分は、量子情報を量子ビット間で自由に交換する技術である。この実現は余り直裁ではなく、基礎的な検討に立ち戻る必要性があるかもしれない。しかし、それ自身は、この分野の発展に不可欠な技術であって、新たな研究領域を開く可能性がある。

#### 4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

全固体で量子コンピュータを実現するという、世界でも例の無い目標を持った研究であり、その分野では世界でトップである。また、この方式を他の量子コンピュータ方式と比較した場合の優位性や位置づけを明らかにした。それは、量子状態を保つ時間が飛びぬけて長いことであるが、クロックが低いという弱点もあり、量子コンピュータ全体の中で、この特徴を生かした記憶装置として用いることを考え、演算には他方式を用いるなど、他方式との間の機能分担という利用法を指向することもあり得よう。

#### 4 - 5 . 総合的評価

途中様々な困難があり、試行錯誤段階をも経験しているが、結果としては様々な技術の開発や物理を明らかにし、元のアイデアを実証することになっている。何処までが出来て、何が難しいかが明らかになってきた。全固体量子コンピュータの分野では世界でトップレベルにあり、技術の蓄積もある。ただし、演算クロックが低いとか、初期化と読出し技術を実現する上での新たな必要技術も明らかになっており、すべてが順調という訳ではないが、これは新たな研究領域を開くものでもあり、基礎研究としては大変優れた成果である。