

量子コンピュータの協調と適応

Thales Gottardello Marrafon (NII/SOKENDAI), Akihito Soeda (NII)

どんな研究？

システムから得られる情報に応じて動作を変えながら、ネットワーク上の量子コンピュータ同士を協調させる方法を研究しています

何がわかる？

適応的な処理を行うときに、ネットワーク上で協力する複数の量子コンピュータが資源を効率よく使うための動作の仕方がわかると期待されます

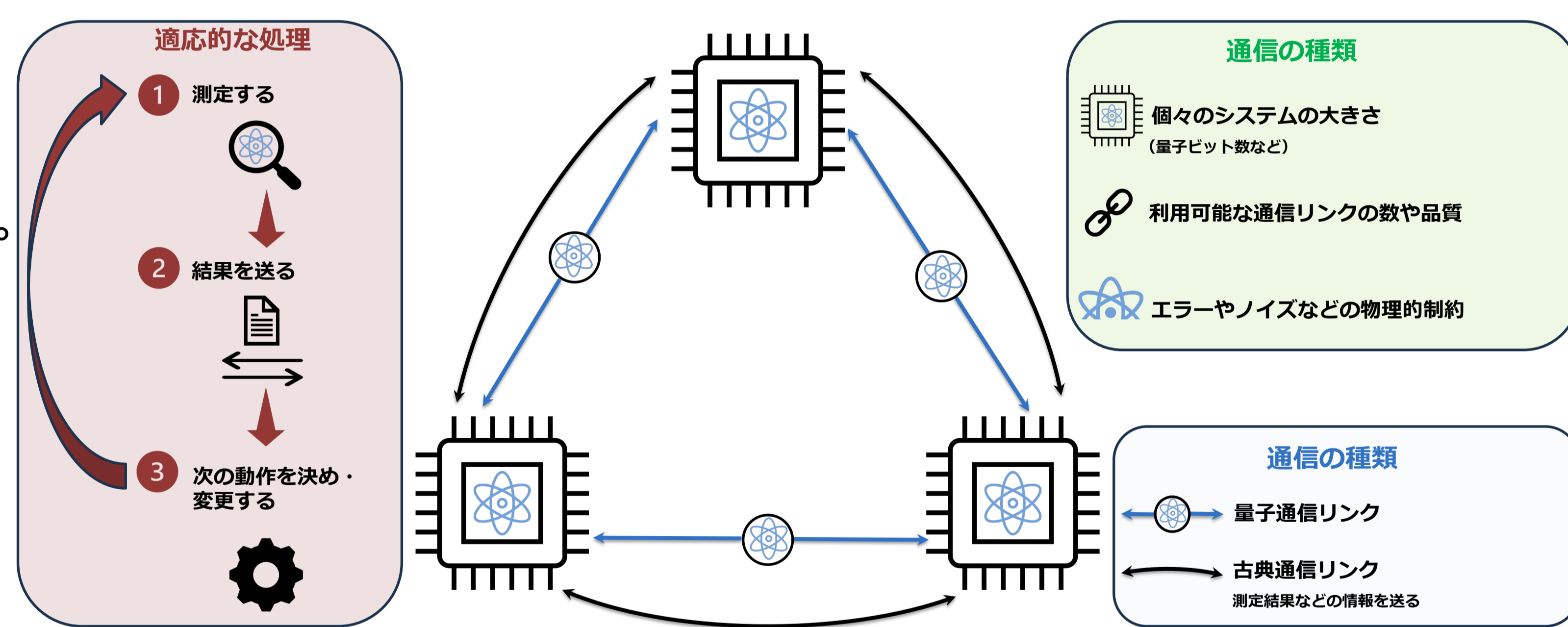
背景・目的

背景：量子コンピュータと量子ネットワーク

- 量子コンピュータは、量子物理学で記述される物理系を用いて動作します。
- 量子系を準備し、操作し、測定することで情報を処理します。
- 測定結果に応じて次の動作を決めたり変更したりできる場合、その処理は適応的であると言えます。
- 一般に、より大きなシステムを用いると、同じ適応的な処理を行うために必要な測定の回数を減らすことができます。
- 量子コンピュータ同士が通信できれば、ネットワーク上で協力して動作でき、単独で動く場合よりも高い能力を発揮できる可能性があります。
- 有用な通信を行うためには、インターネットで使われるような古典通信リンクと、量子系を共有できる量子通信リンクの両方を共有する必要があります。

目的：効率的な協調

- 複数の量子コンピュータが協力して適応的な処理を行うとき、どのように動作すべきかを明らかにすることを目指します。
- 個々のシステムの大きさや利用可能な通信リンクなど、実際のシステムを反映した制約を考慮します。



研究内容（方法・結果・結論）

方法：測定結果の確率を考える

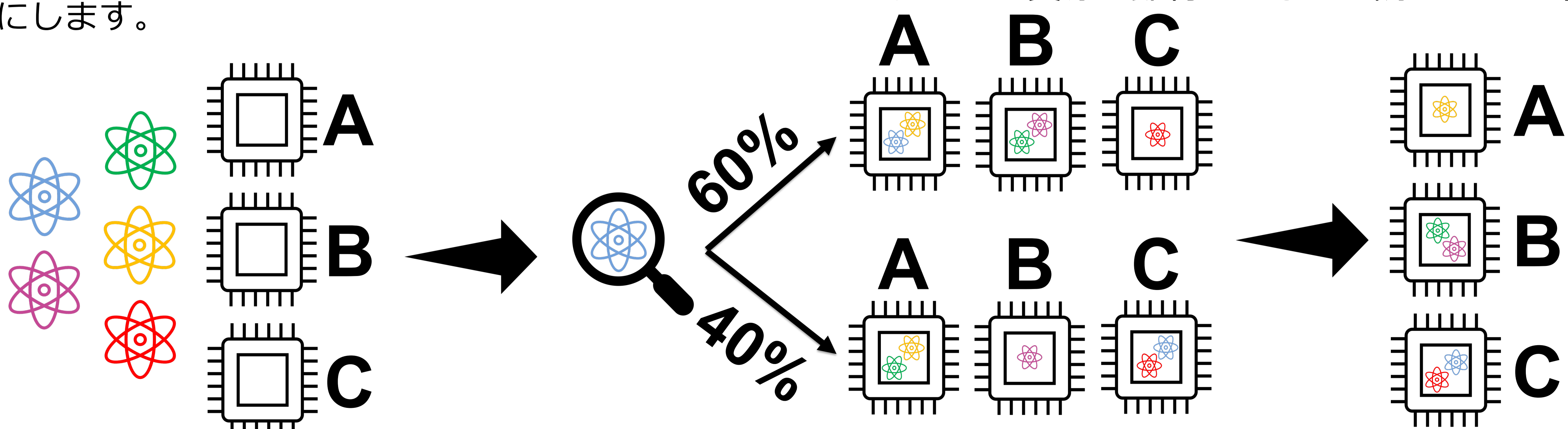
- 量子系を測定すると、その結果は一般に確率的に決まります。
- 適応的な計算では、将来それぞれの量子コンピュータが何を行う必要があるかを、あらかじめ完全には知ることができません。
- ネットワーク上では、測定結果によって、最も資源を効率よく使える方法が変わることがあります。
- 本研究では、将来の測定結果が起こる確率を用いて、各量子コンピュータがシステムのどの部分を保持するかをバランスよく決めます。
- いくつかの測定結果が得られた後には、この割り当てを調整できるようにします。

結果：平均的に良い性能

- 本研究の方法を、この問題でよく用いられる他の方法と比較しました。
- その結果、本研究の方法では、量子リンクに関する資源の使用量を平均で最大約50%削減できました。

結論と今後の課題

- 量子コンピュータがネットワーク上で協力して適応的なプロトコルを行うとき、将来起こりうる動作を考慮して判断することで、重要な資源を節約できることを確認しました。
- 今後は、より大きなシステムを用いて測定回数を減らすことで、さらに資源を節約できるかを調べたいと考えています。



本研究は、JSTムーンショット型研究開発制度助成金（課題番号：JPMJMS256K）の支援を受けて実施されました

連絡先：国立情報学研究所 Thales Gottardello Marrafon

Email : marrafontg@nii.ac.jp