



MIRANDA

量子コンピュータの福音

以前（2015年12月）の本コーナーで「量子コンピュータの憂鬱」という文章を書いた。その際は、量子コンピュータが高速な素因数分解を可能にしてしまうことで、金融はじめ現在広く利用されている公開鍵暗号方式が安全な暗号方式としては利用できなくなるリスクについて解説した。しかし、量子コンピュータが金融に福音をもたらすかもしれないという論文が先ごろ発表された。

資産運用の世界では、ポートフォリオのリスク計算に膨大なコンピュータリソースを投じている。特に多様で複雑な多くの金融商品の組み合わせを保有資産として持つ大規模な金融機関にとって、自社のリスクを適切かつ効率的に管理することは生命線とも言える。

現在、このリスク管理にはモンテカルロ法が使われている。モンテカルロ法とは、様々なパラメータ（金利や株価、その他の金融商品価格）に、社会的な外的要因などを含めたシナリオによる変動を加え、それをランダムに繰り返すことで将来のリスクを推計する手法である。このモンテカルロ法で、精度の高いリスク推計結果を得るためには、数百万回以上の試行を行うことが必要と言われている。そしてこの莫大な試行回数（とそれに伴う複雑な計算）が膨大なコンピュータリソースを必要としているのである。しかし、量子コンピュータであれば、それ

ぞれの量子ビットが確率分布を持てるので、様々な金融商品と量子ビットをうまく対応させることで、はるかに少ない計算回数でリスク推計が可能になると言われている。

先ごろ、J.P. Morgan Chaseの量子リサーチ部門、IBM研究部門などが共同で発表した論文¹⁾によると、量子コンピュータで、金融商品のオプション価格のシミュレーションが実行できることを証明した。この研究で理論上価格推計が可能となるオプションには、基本的なコール・プットオプションや、経路依存型オプション（アジアン・オプションやノックイン/ノックアウト・オプション）などが含まれている。論文ではそれぞれのオプションの量子コンピュータ上での計算回路を明らかにし、理論上これらのオプション価格が量子コンピュータ上でシミュレーション可能であることを証明した。

実際の量子コンピュータを利用した実証実験では、3量子ビットを利用した大幅に簡略化されたものにとどまっているが、将来的に量子コンピュータが実用化されれば、金融のリスク管理は大幅に簡素化されるようになるかもしれない。ただ、その福音を享受するのは人間ではなくAIかもしれないが。（柏木 亮二）

1) "Option Pricing using Quantum Computers" (2019/7/5)
<https://arxiv.org/pdf/1905.02666.pdf>