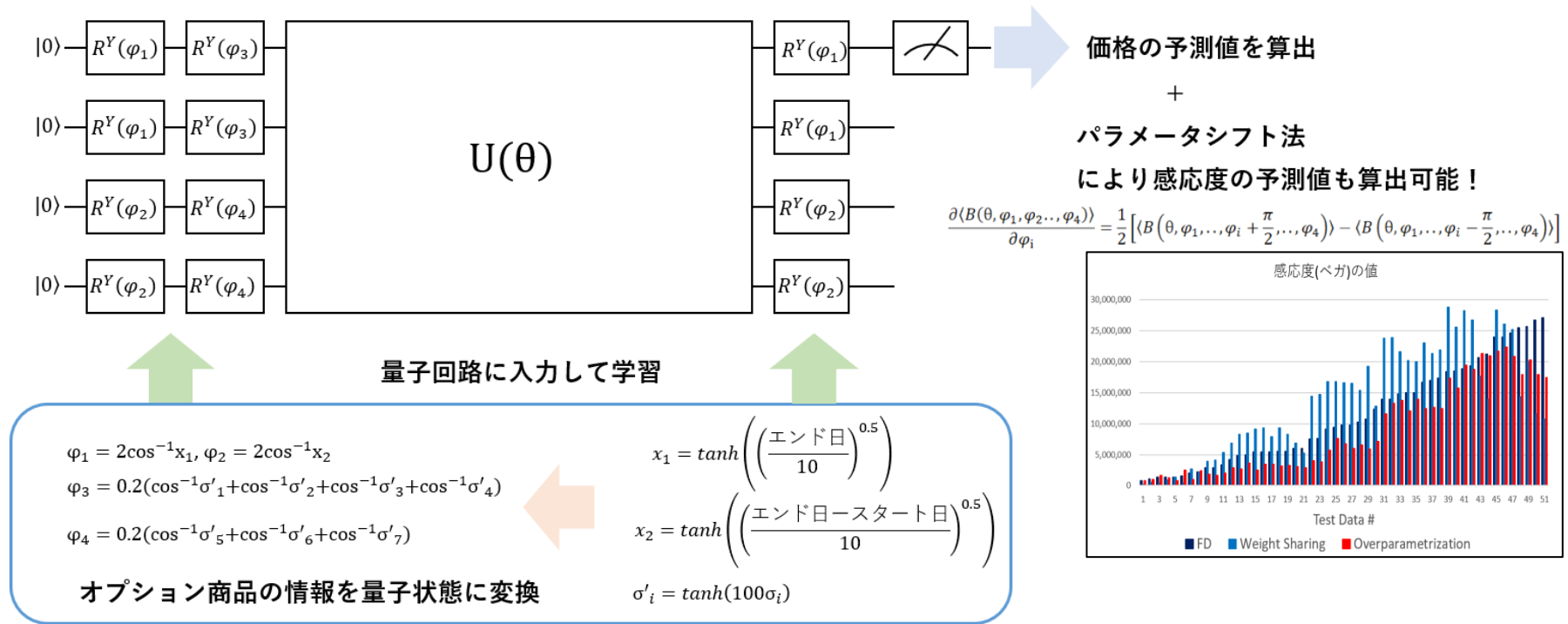


バミューダン・オプションの価格および感応度評価に用いる 量子深層学習ツールの開発

— パラメータシフト法による感応度の高速計算 —

佐久間貴之(創価大学)



- 量子回路学習によるバミューダン・オプションの価格および感応度の効率的な計算手法を実現
- パラメータシフト法を用いて解析的に感応度を計算することに初めて成功
→ 計算時間の大幅な短縮によって金融機関において効率的なリスク管理が可能

Quantum circuit learning to compute option prices and their sensitivities

A tutorial on using QCL to compute option prices and delta values.

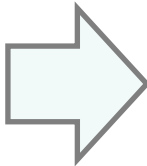
```
In [1]: import pennylane as qml
        from pennylane import numpy as np
        import scipy.stats as si
        from matplotlib import pyplot as plt
        import pandas as pd
        import csv

        random_seed = 0
        np.random.seed(random_seed)
```

Suppose we have 7 training pairs (S_i, V_i) for $i = 1, 2, \dots, 7$. S_i are stock prices and V_i are European call option prices.

```
In [2]: num_of_data = 7
        Spot = np.zeros(num_of_data)

        Spot[0] = 93
        Spot[1] = 95
        Spot[2] = 97
        Spot[3] = 100
        Spot[4] = 103
        Spot[5] = 105
        Spot[6] = 107
```



```
learned price
0.6400488021468097
1.0731720594494631
1.6876924546962935
2.9899659800202567
4.764308465590926
6.192682218815452
7.781837954997643
```

```
learned delta
0.17568385330145408
0.259856484085488
0.35632006168815406
0.5131162936933921
0.6676809362832505
0.7580248133448244
0.8263631174756644
```

- 提案した手法を解説と共に実装したjupyter notebook
- Spotに原資産価格を入力 → 量子回路学習によるバニラ型オプションの価格およびデルタを出力

https://github.com/ta641/option_QCL/blob/master/qclop_tutorial.ipynb