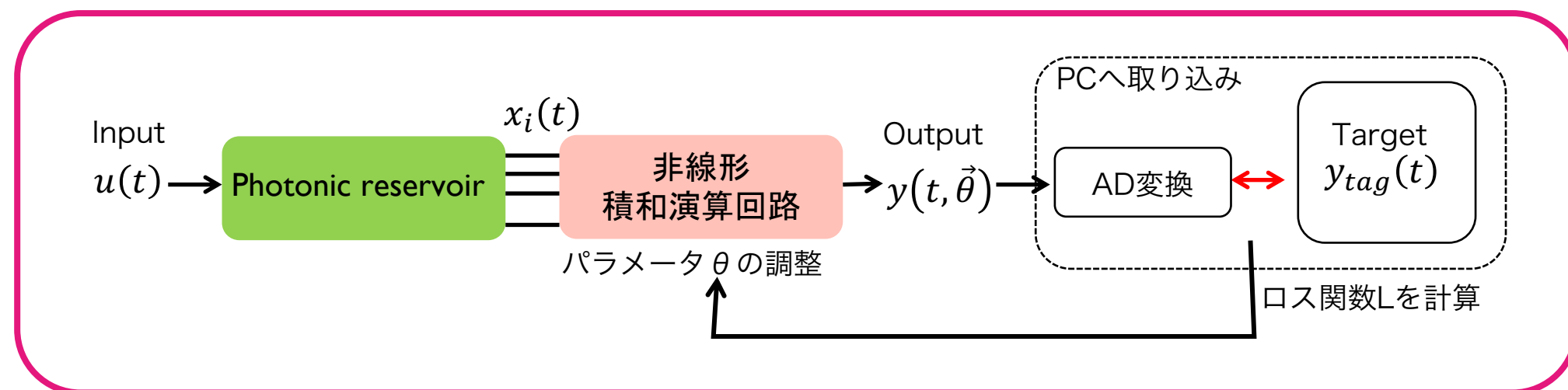


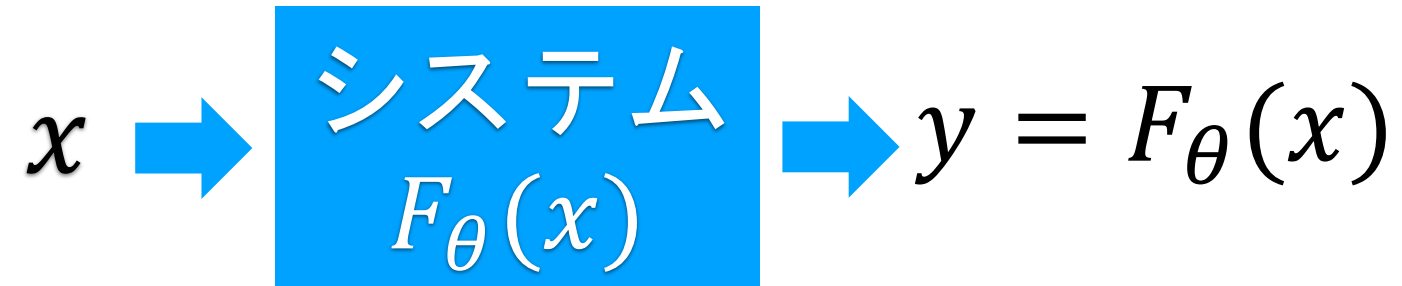
目的：光電リザーバー計算回路の実時間高速処理の実証



報告内容：非線形回路からの出力 $y(\theta)$ をターゲット y_{tag} となるように回路パラメータ θ を求めるための方法を調査

問題設定

まだリザーバー回路チップができていないため、以下の問題を考える。これで学習アルゴリズムの性能を評価



学習データ $(x_k, y_k^{tag})_{k=1}^K$ に対して以下の関数を最小化にする
パラメータ θ を求める

ロス関数（コスト関数）

$$L(\theta) = \sum_k^K |y_k(x_k, \theta) - y_k^{tag}|^2$$

学習方法

1. 勾配ベースアルゴリズム $\theta \rightarrow \theta - \eta \frac{dL}{d\theta}$

勾配 $dL/d\theta$ を測定または観測データから求めることで、パラメータ θ を更新していく。← システムについての数理モデルや精密な測定が必要となる場合がある。

2. Evolutionary Strategy (進化戦略)

- 勾配を必要としない。
- メタヒューリスティックな非線形最適化手法
- 勾配を求めるかわりに多数回のサンプリングを必要とする
- ～遺伝アルゴリズム

Evolutionary Strategy

<https://blog.otoro.net/2017/10/29/visual-evolution-strategies/>

学習方法

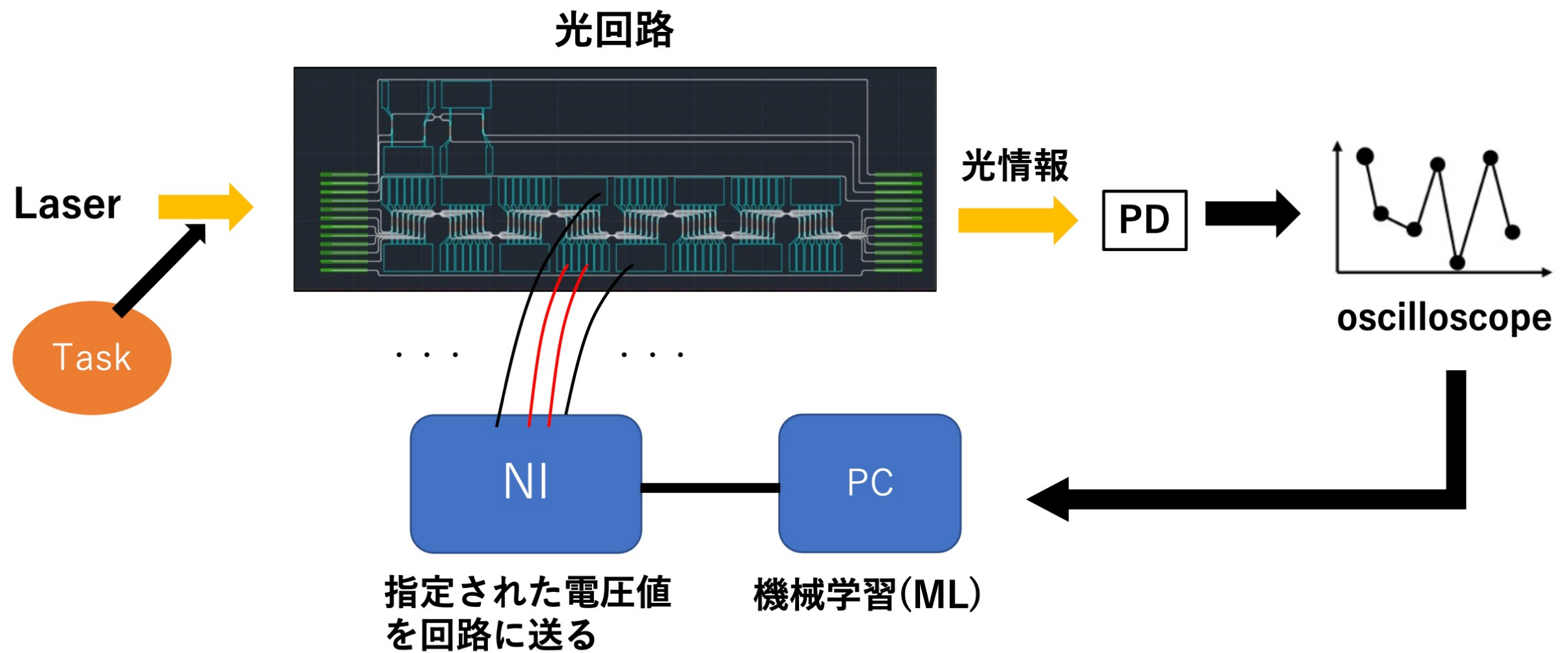
1. 勾配ベースアルゴリズム $\theta \rightarrow \theta - \eta \frac{dL}{d\theta}$

勾配 $dL/d\theta$ を測定または観測データから求めることで、パラメータ θ を更新していく。← システムについての数理モデルや精密な測定が必要となる場合がある。

2. Evolutionary Strategy (進化戦略)

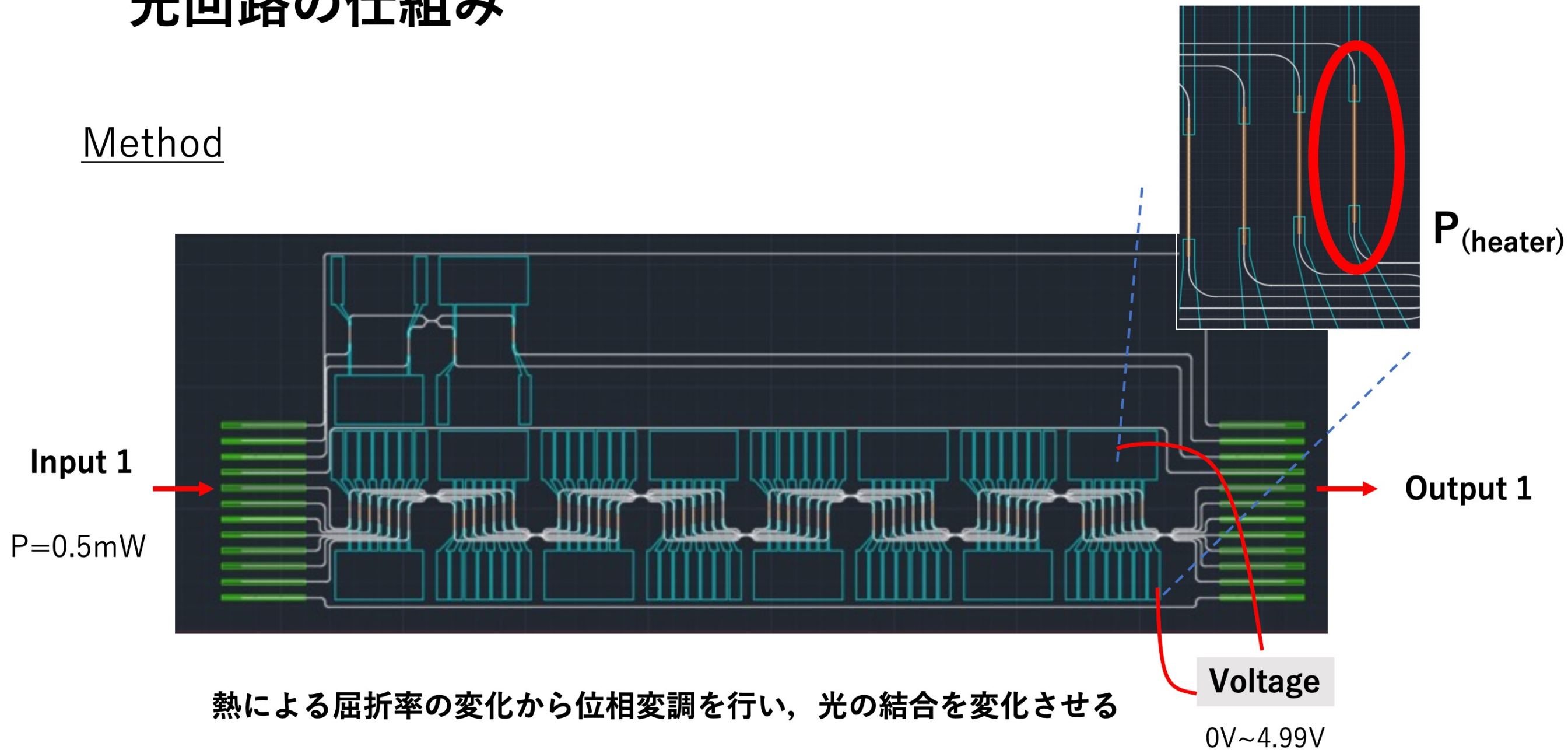
- 勾配を必要としない。
- メタヒューリスティックな非線形最適化手法
- 勾配を求めるかわりに多数回のサンプリングを必要とする
- ～遺伝アルゴリズム

シリコン光回路のパラメータ調整



光回路の仕組み

Method



熱による屈折率の変化から位相変調を行い、光の結合を変化させる

$$x=(0,1,0,0,0,0,0)$$

$$y^{tag} = (0,1,0,1,0,1,0)$$

初期状態

実験2 交互な値のターゲットでの学習結果

1550nm

25世代

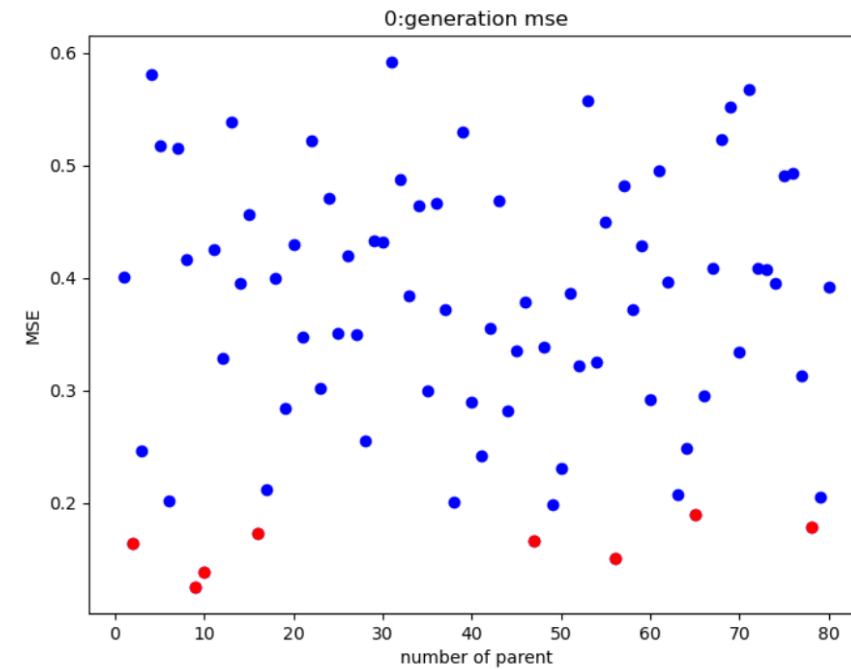
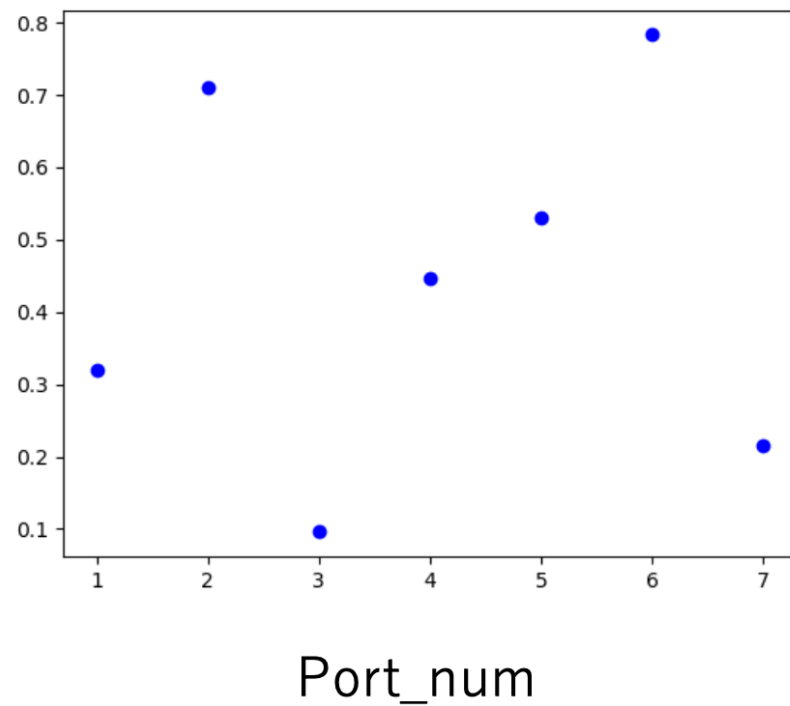
1mw

14ch (B)

Target = [0,1,0,1,0,1,0]

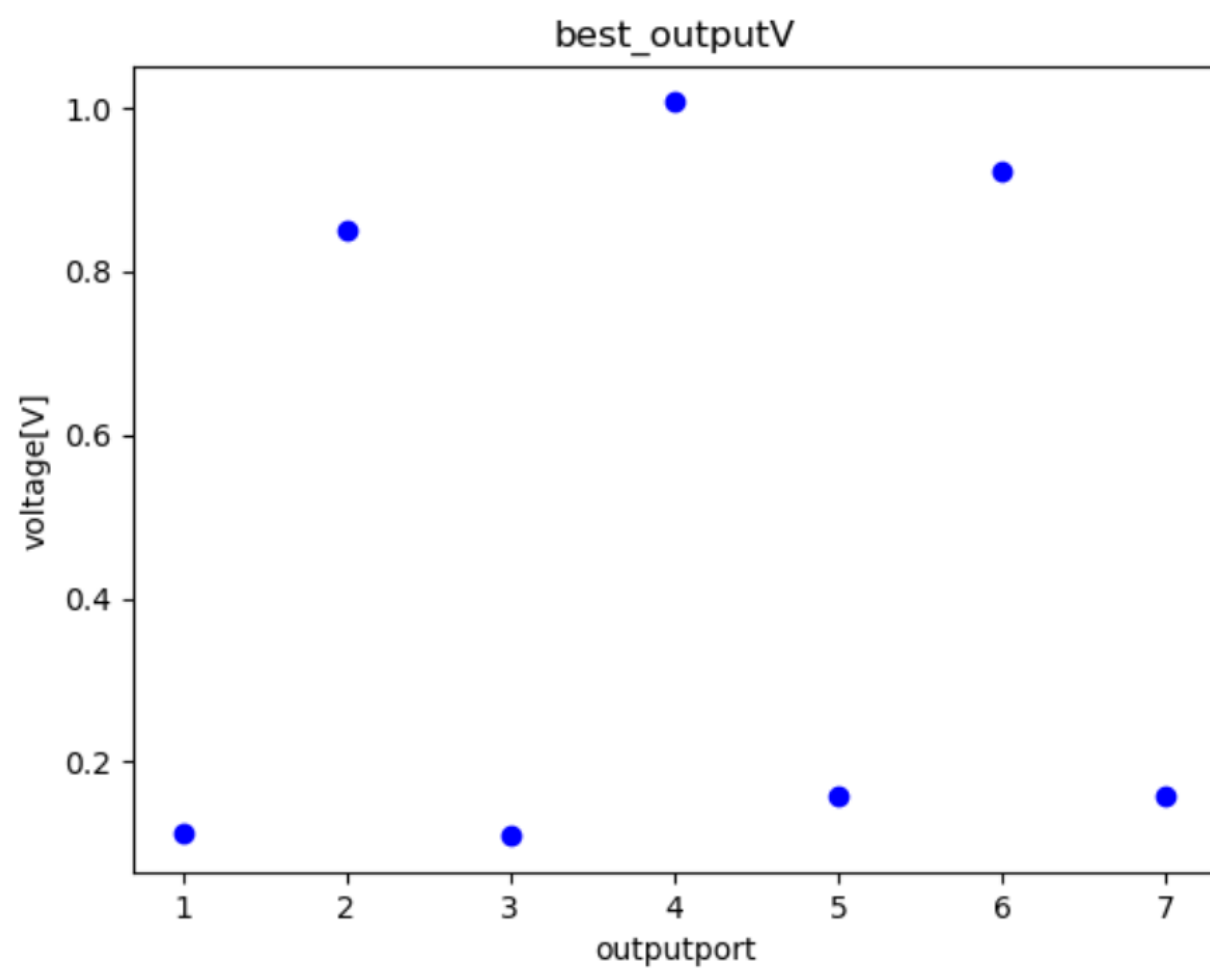
```
if step_size < 0.1:  
    step_size -= 0.007 #世代更新に合わせてstep_sizeを下げていく  
    step_size = round(step_size, 4)  
  
else:  
    step_size -= 0.03  
    step_size = round(step_size, 4)  
print(step_size)
```

学習前の出力y

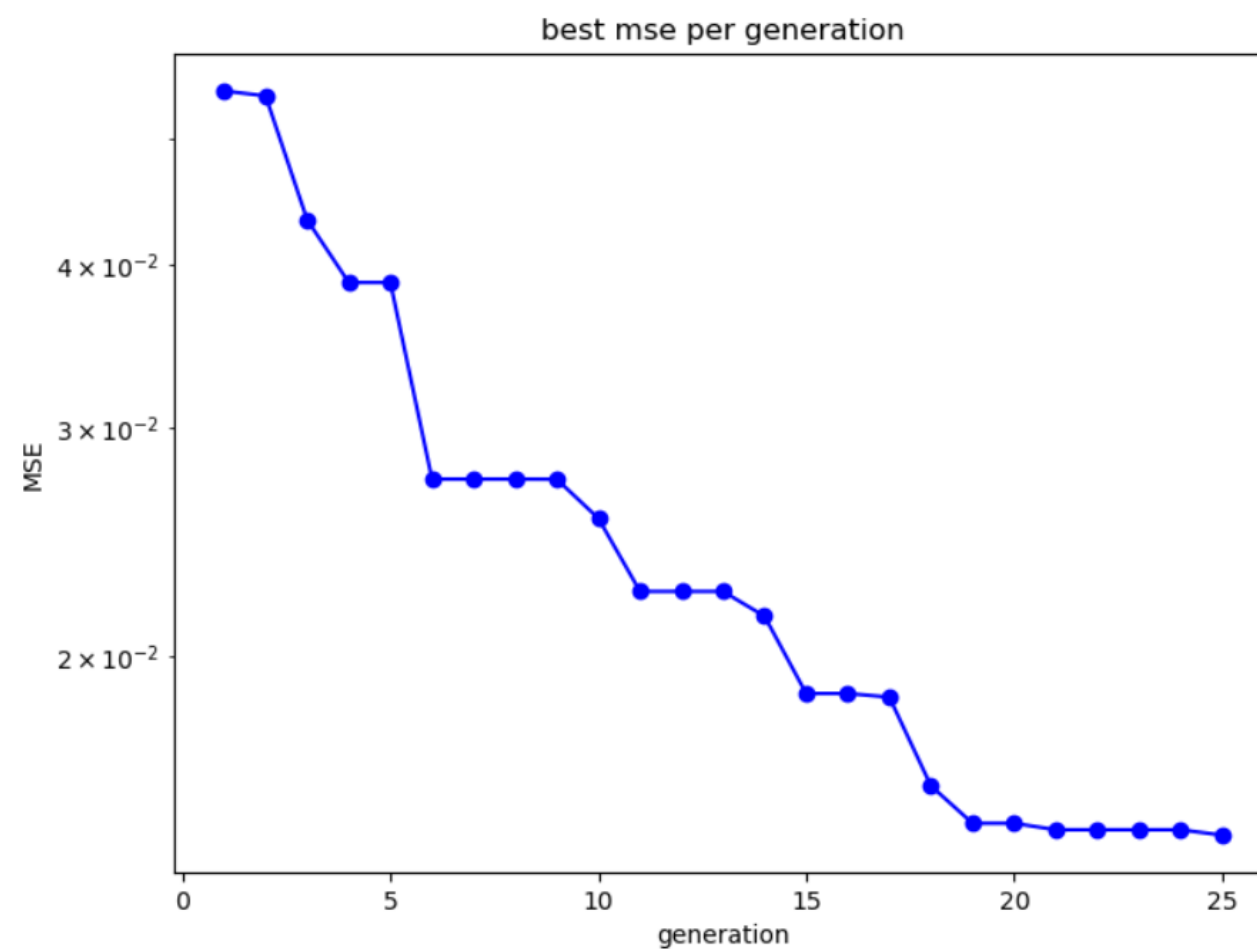


学習結果

$$y^{tag} = (0, 1, 0, 1, 0, 1, 0)$$



ロス関数(MSE)の推移



今後の予定

- 光リザバー計算回路の納品（11/20）後に性能評価
- 学習アルゴリズムの改良（CMA-ES or PEPG or SPSA or ...）