

勾配ブースティングによるロバストな H0 型ナノレーザの構造探索 Searching for robust H0 slotted nanolaser structures using gradient boosting algorithm

横国大院工 °高橋航平, 阿部遼太郎, 馬場俊彦

Yokohama Nat'l Univ., °K. Takahashi, R. Abe, T. Baba

Email: takahashi-kohei-vb@ynu.jp

我々はバイオセンシング応用のため, GaInAsP 半導体のナノスロット付き H0 型共振器ナノレーザ(Fig. 1)を研究してきた^{1,2)}. ナノレーザの共振器 Q 値を高めることでレーザの動作が安定しセンシングに有利となる. そこで, 最近試みられるようになったニューラルネットワークによる構造探索³⁾を H0 型共振器に適用し, この共振器では難しかった高 Q 値構造を見出した⁴⁾. しかし, 製作時に数 nm の揺らぎが発生すると期待した Q 値が得られないと思われた. そのため本研究では, 製作誤差に対してロバストな構造を機械学習により探索した.

構造探索には, 上記の研究においてニューラルネットワークよりも探索が容易で, 高い精度が得られた勾配ブースティング決定木を採用した. まず, 構造揺らぎによる Q の揺らぎを dQ とし, 目指す構造において最大化したい性能指標として Q/dQ を設定した. まずはランダムに円孔配置を調整した 4101 個の構造を FDTD 計算し, Python 上で Fig. 2 (a) のように Q 値を予測する機械学習モデル (決定係数 $R^2 = 0.77$) を作成した. 次に, 円孔配置にランダムに微小な x, y 方向シフトを与えた 9162 個の構造の Q 値をこのモデルに予測させ, さらに全ての構造の Q/dQ も計算した. この結果をもとに Q/dQ を予測する別の機械学習モデルを作成し, Fig. 2 (b) のような予測精度が得られた. $R^2 = 0.46$ と精度は十分ではないものの, おおまかな傾向は予測できている. 最終的に, このモデル精度を向上させつつ Q/dQ を最大化する構造をベイズ最適化で求めており, 結果は当日報告する.

本研究は科研費基盤(S)の支援を受けている.

参考文献

- 1) K. Nozaki et al., *Opt. Express*, **15** (2007) 7506.
- 2) S. Kita et al., *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.*, **17** (2011) 1632.
- 3) T. Asano et al., *Nanophotonics*, **8** (2019) 12.
- 4) R. Abe et al., *Opt. Lett.*, **45** (2020) 2, 319.

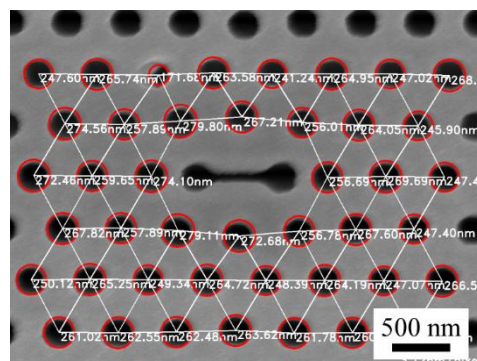


Fig. 1 Hole detection by using fabricated nanolaser structure micrograph image.

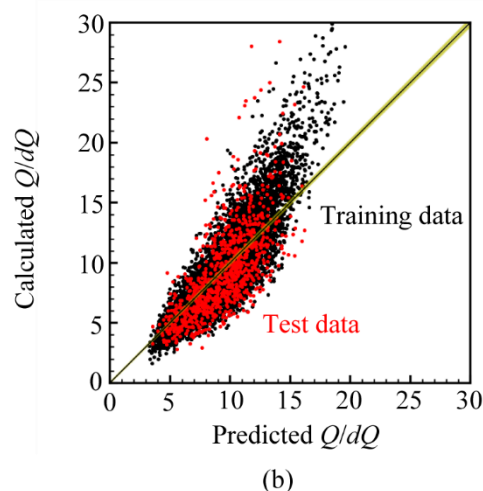
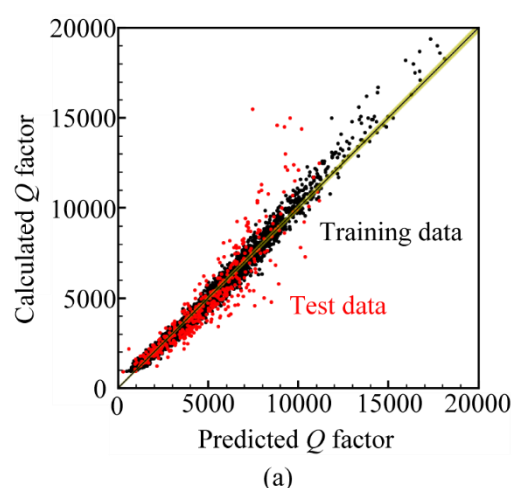


Fig. 2 Prediction accuracy of (a) Q factor, (b) Q/dQ when gradient boosting algorithm is used.