

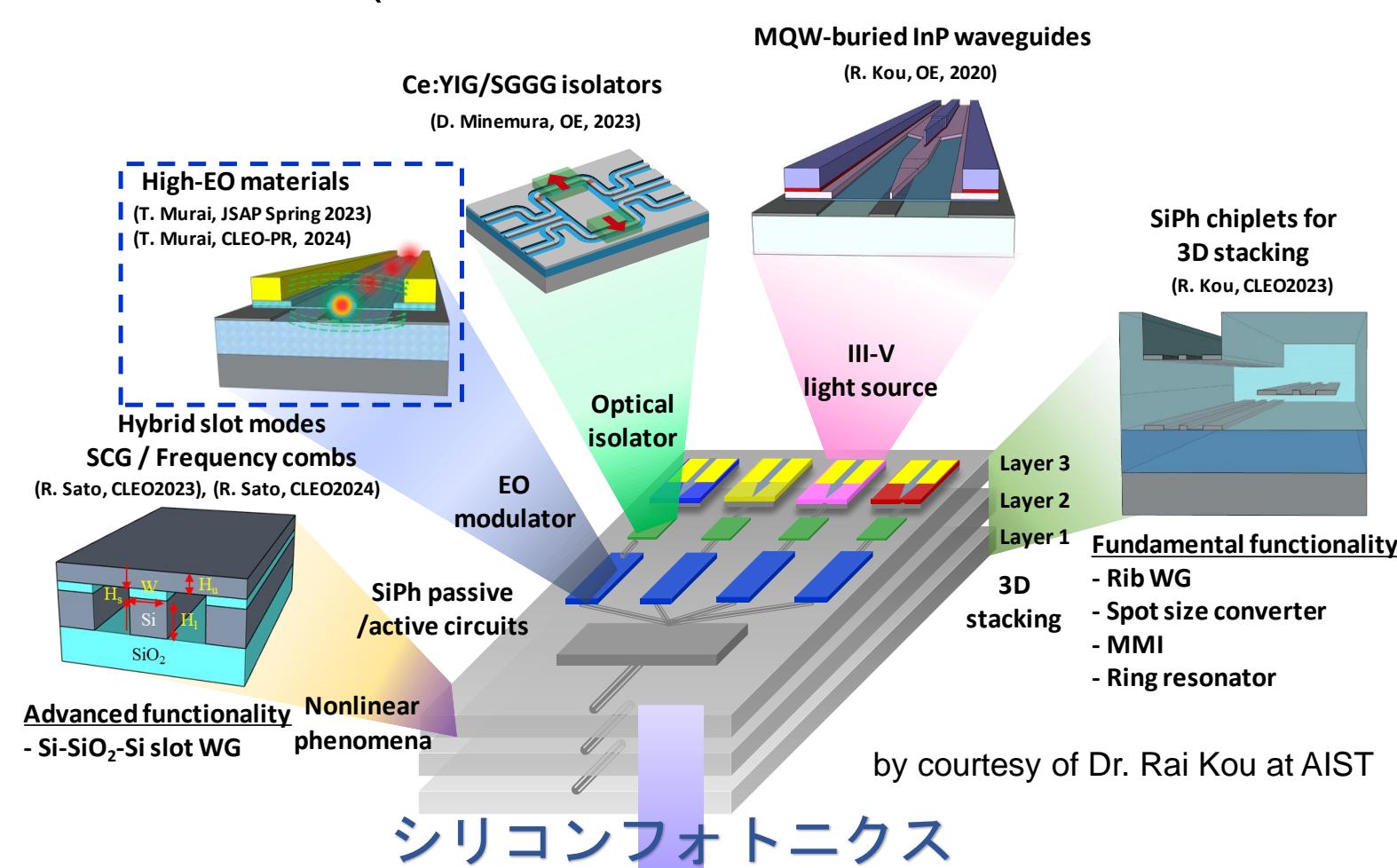
# 強誘電体薄膜の剥離・転写技術を用いた光メモリスタの開発

学術研究院環境生命自然科学学域 応用化学専攻

近藤 真矢 (E-mail: s-kondo@okayama-u.ac.jp, 086-251-8069)

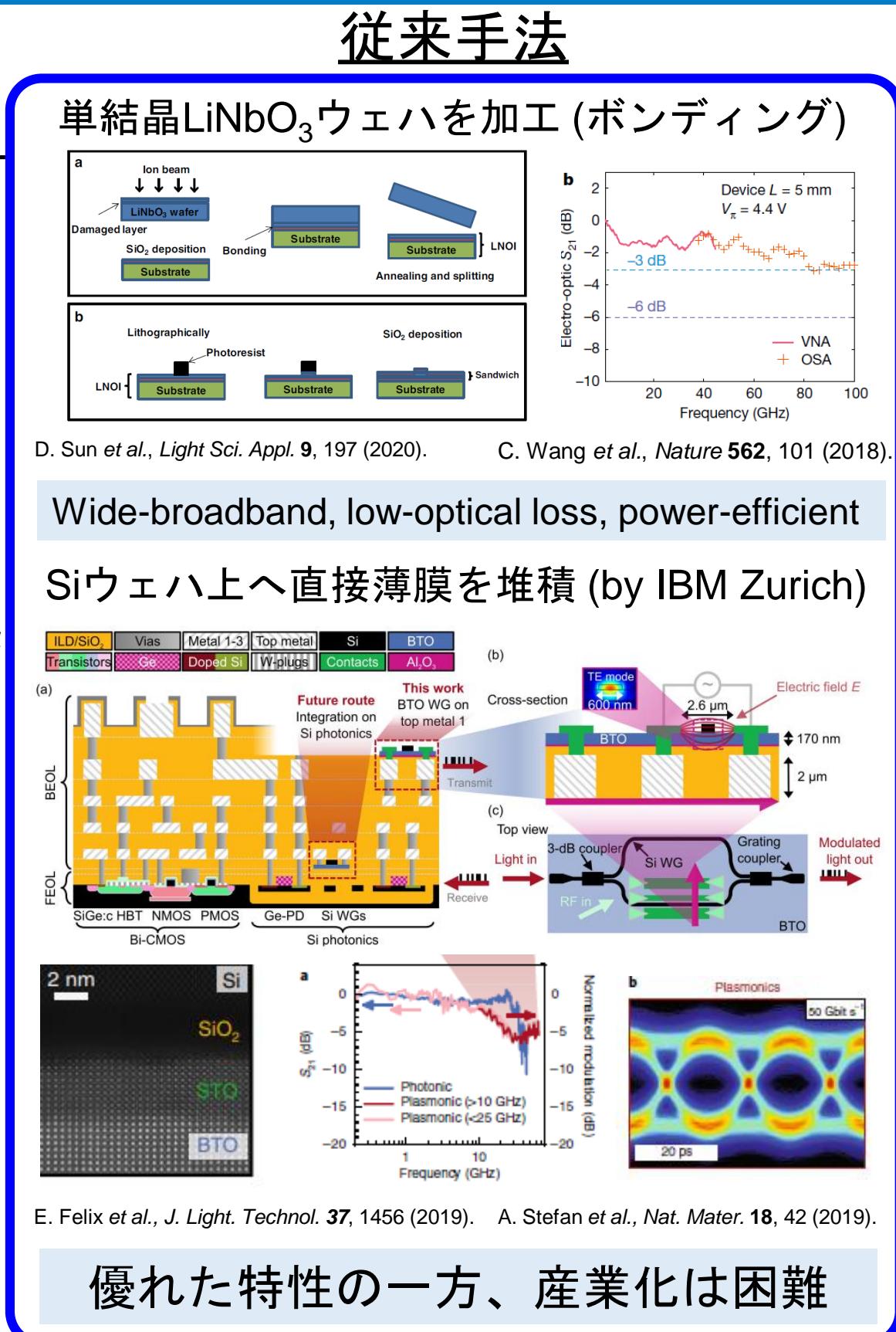
## Background

### 光集積回路 (異種材料集積による光チップレット化)



### 強誘電体薄膜を用いた光変調器 (電気光学 (Electro-Optic: EO) デバイス) の開発が期待

1. 高速通信向け高速光変調器
2. ニューロモルフィック・コンピューティングに必要な光メモリスタ (記憶する抵抗器)

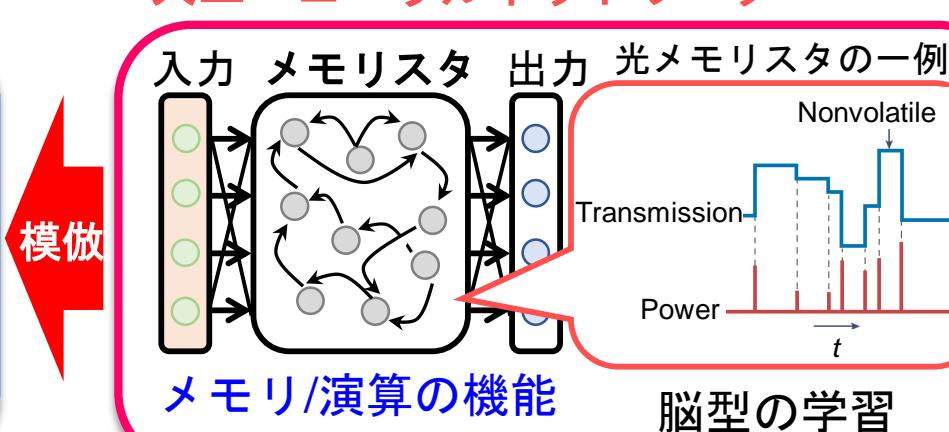


### 生体ニューラルネットワーク

#### 生体の脳・神経機能



### 人工ニューラルネットワーク



### 高記憶密度の光メモリスタの開発 → “ノイマン型”コンピュータを超える“脳型”コンピュータの実現

各種材料の光メモリスタの性能比較\* \*デバイス構造に依存するので改善可能

材料	動作速度	消費電力	サイズ ( $\mu\text{m}^2$ )	挿入損失	耐久性
MEMS	4 kHz	10 $\mu\text{J}$	400	1 dB	> 30回
伝導キャリア	1 Hz	30 pJ	315	2 dB	> 30回
磁性体	1 MHz	100 nJ	8000	2.5 dB	> 7回
相変化材料	1-10 MHz	4 nJ-10 $\mu\text{J}$	1-500	> 0.4 dB	$5 \times 10^5$ 回
強誘電体	> 1 MHz	30 pJ	> 20000*	> 0.07 dB	> 300回*

課題

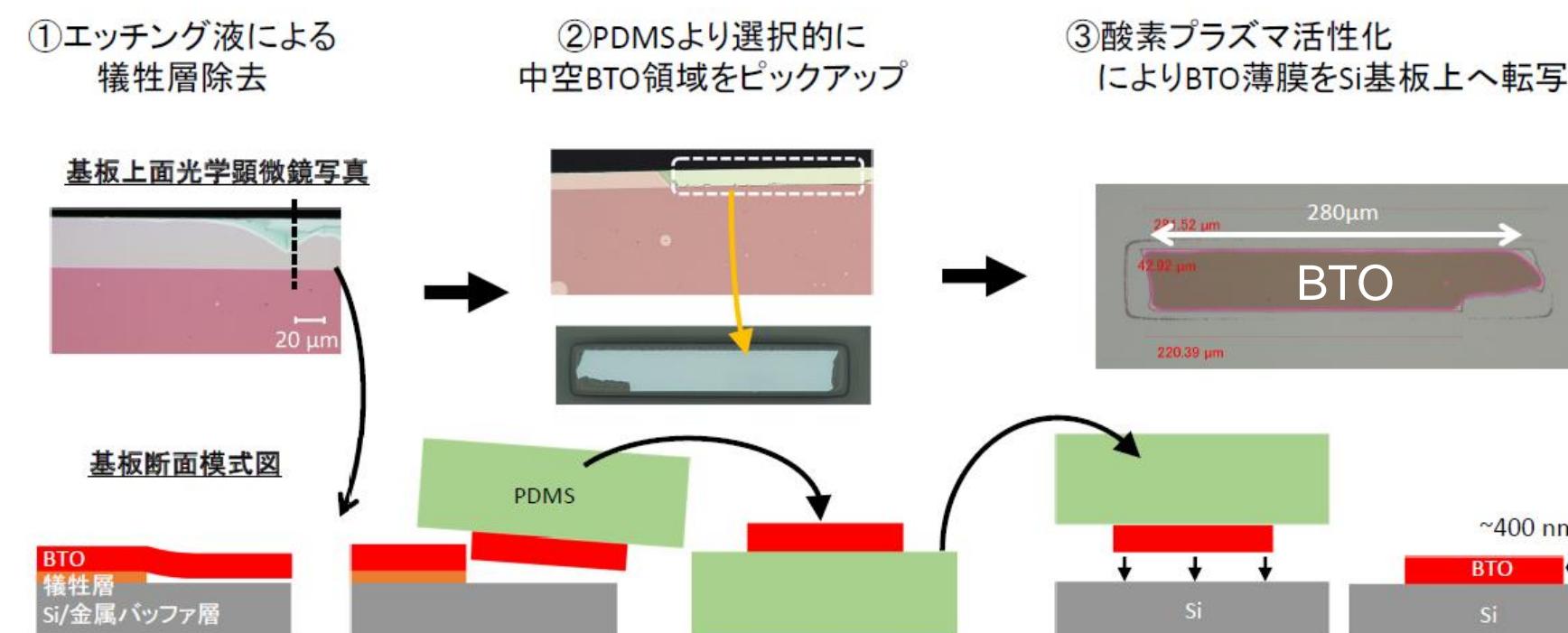
- ✓ 簡便な手法で高度な機能の付与
- ✓ 薄膜特有の構造を生かせる手法



OKAYAMA UNIVERSITY

# 本研究で提案する新たな手法

産総研グループが開発している $\mu$ -トランスマスクプリント技術

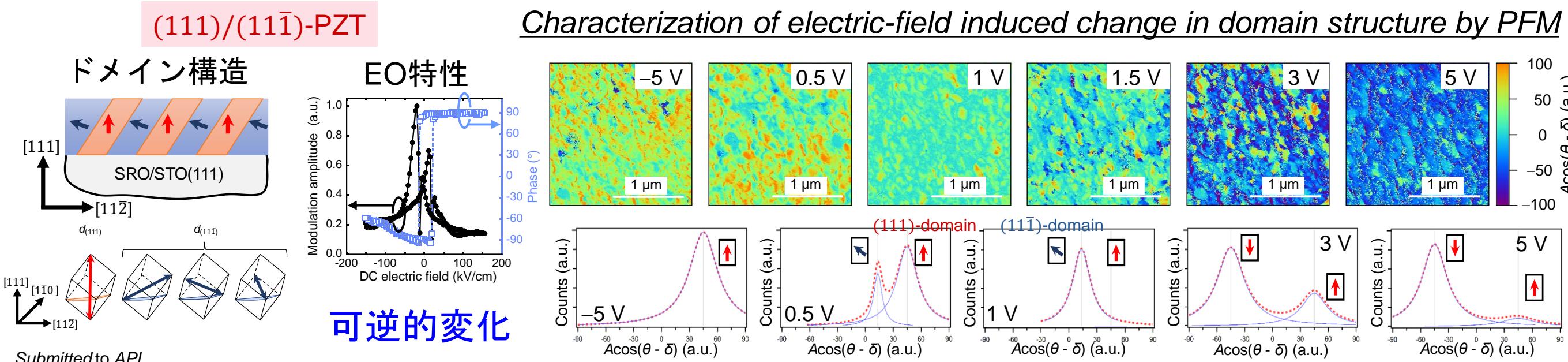


## ●本手法の優位性

- ✓ 単結晶上の高配向・高結晶性のエピタキシャル薄膜を利用できる
- ✓ 単結晶上で発現する高機能をデバイスに用いることができる
- ✓ 小面積をピックアップして使うので、量産が可能

\*ポリジメチルシロキサン (PDMS)

## 本研究で用いる薄膜の構造: 強弾性ドメインを有する $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ (PZT) 薄膜



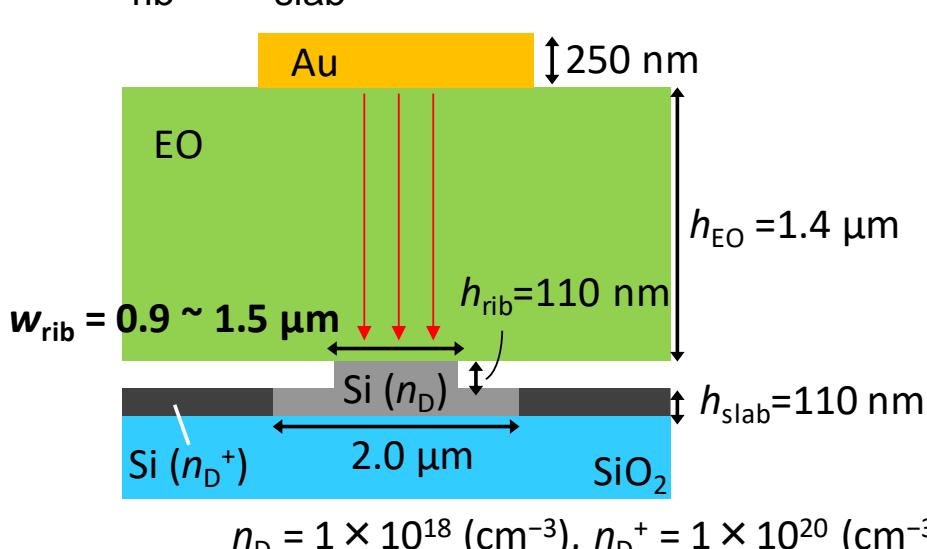
電界に対して多様なドメイン構造の変化 → 光メモリスタに適した多値動作が期待

## 共同研究による取り組み

### 導波路断面構造の設計

#### 導波路設計

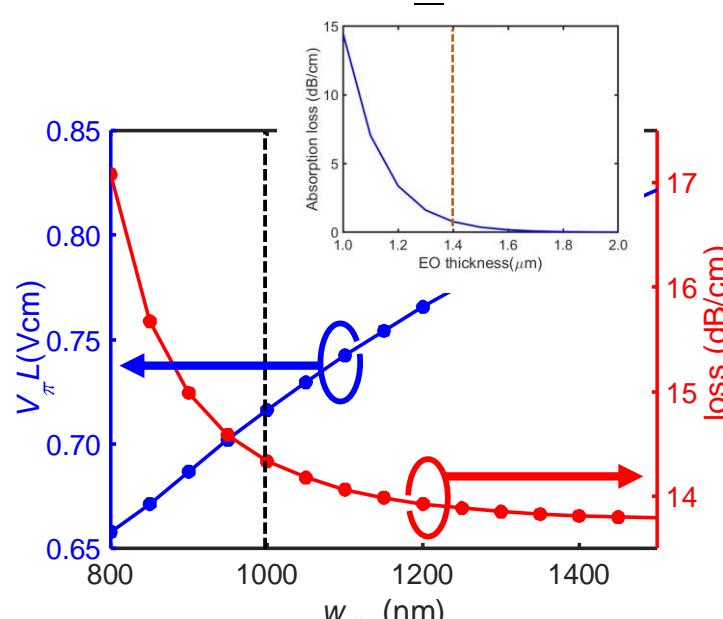
•  $h_{\text{rib}} = h_{\text{slab}} = 110 \text{ nm}$



$n_D = 1 \times 10^{18} (\text{cm}^{-3}), n_D^+ = 1 \times 10^{20} (\text{cm}^{-3})$

- 導波路幅は  $w_{\text{rib}} = 1000 \text{ nm}$  に決定
- $V_{\text{TL}} L = 0.72 \text{ Vcm}, \text{loss} = 14 \text{ dB/cm}$  (@  $w_{\text{rib}} = 1000 \text{ nm}$ )
- 金属吸収~1 dB/cm + 導波路損失13 dB/cm

### DC特性 ( $V_{\text{TL}}$ , loss)

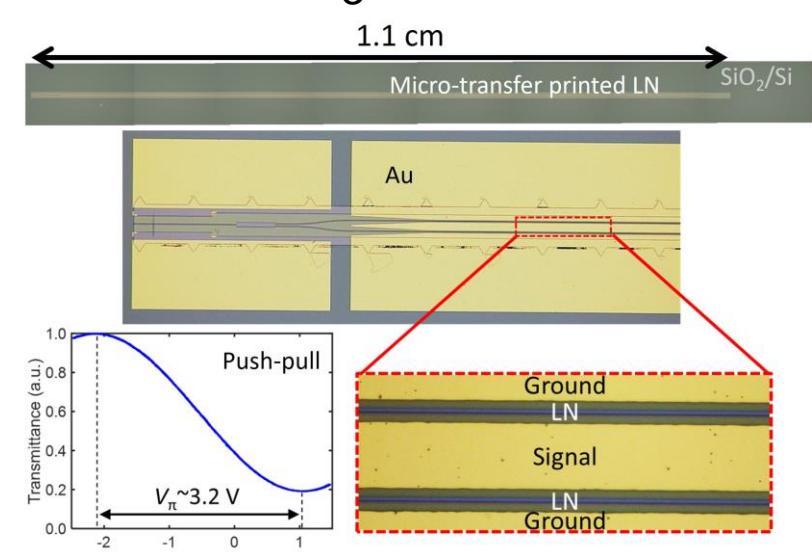


### 材料パラメータ

$n_{\text{EO}} = 2.3, r_{\text{EO}} = 31 \text{ pm/V}, \epsilon_{\text{EO}} = 27$

## 剥離・転写テスト

### LiNbO<sub>3</sub>薄膜の転写



薄膜の剥離・転写条件を最適化し、実際に導波路構造に集積しデバイスの動作試験を行う

## 今後の予定

