

Si集積光デバイスの研究 ーバルクシリコン上窒化シリコン光導波路の作製と評価ー

豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系

石川 靖彦 小山田 亮太

E-mail: ishikawa@ee.tut.ac.jp

1. 背景

- 光通信の短距離適用
 - 低消費電力
 - 高速化、大容量化
- Si基板上光集積回路
 - Si CMOS技術の応用→低コスト
 - 光導波路(optical waveguide)→素子間光結合/パッシブデバイス形成
- バルクシリコン上窒化シリコン光導波路



- 従来技術に対する利点
 - 低コスト化(バルクSi利用), 加工精度緩和(コア寸法拡大)
 - 熱光学係数が小→温度変動下で共振・干渉素子の動作が堅牢化

課題① SiN_x の成膜方法

化学気相成長法 (CVD)

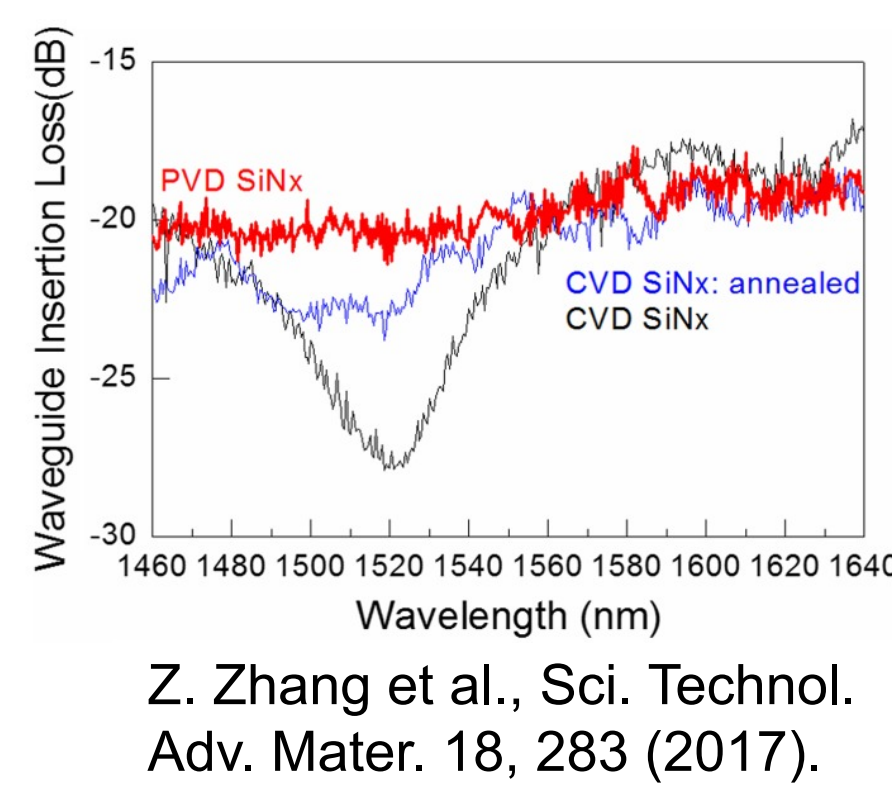
問題: 1520 nm にN-H吸収→光通信波長に影響
対策: 高温アニール→プロセスに制限
SiD4で成膜 → 入手性, 価格面

物理気相成長法 (PVD)

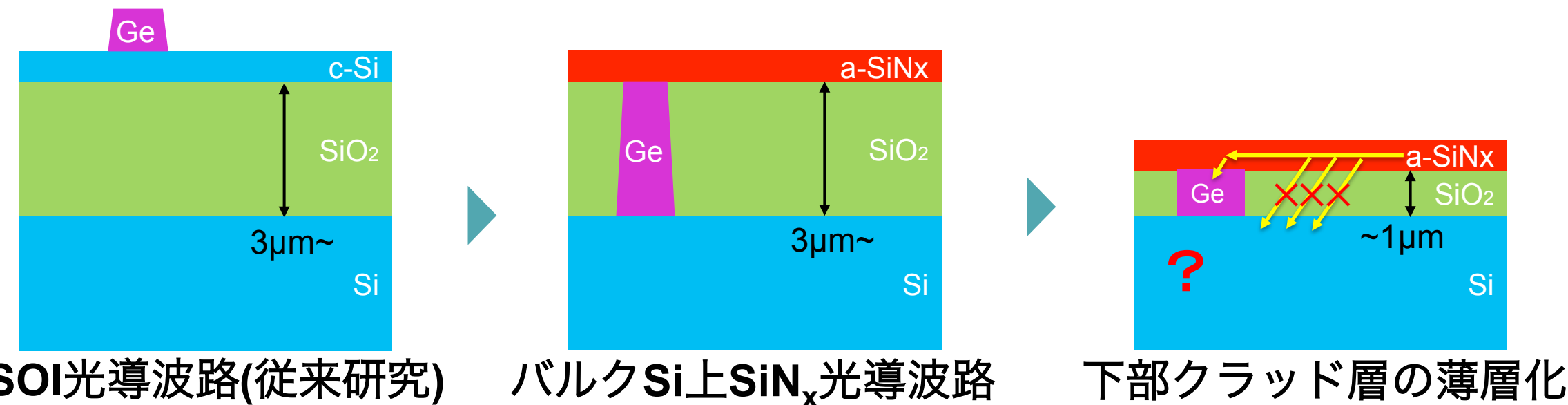
e.g. 反応性スパッタリング法

N-H吸収は原理的に生成されない

現状: アニールCVD膜より損失が大



課題② Ge光デバイスとの集積



2. 目的

①反応性スパッタ膜によるN-Hフリー SiN_x 光導波路

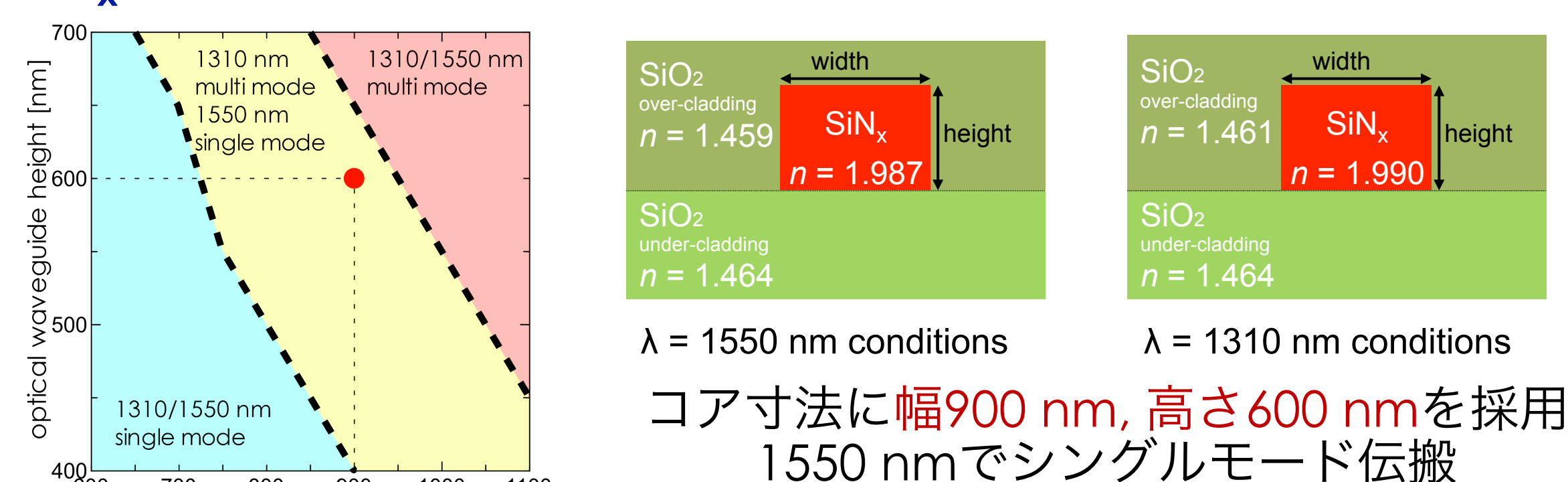
目標: 伝搬損失1 dB/cm以下 (アニールCVD膜と同程度)

② SiO_2 アンダークラッドの薄層化

目標: アンダークラッド層1 μm 程度かつ低損失な光導波路

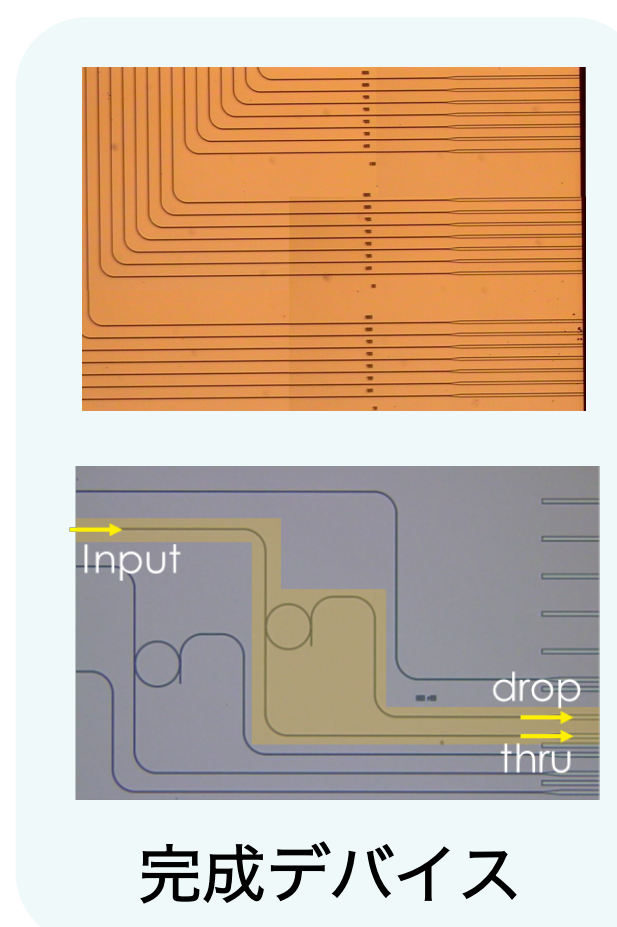
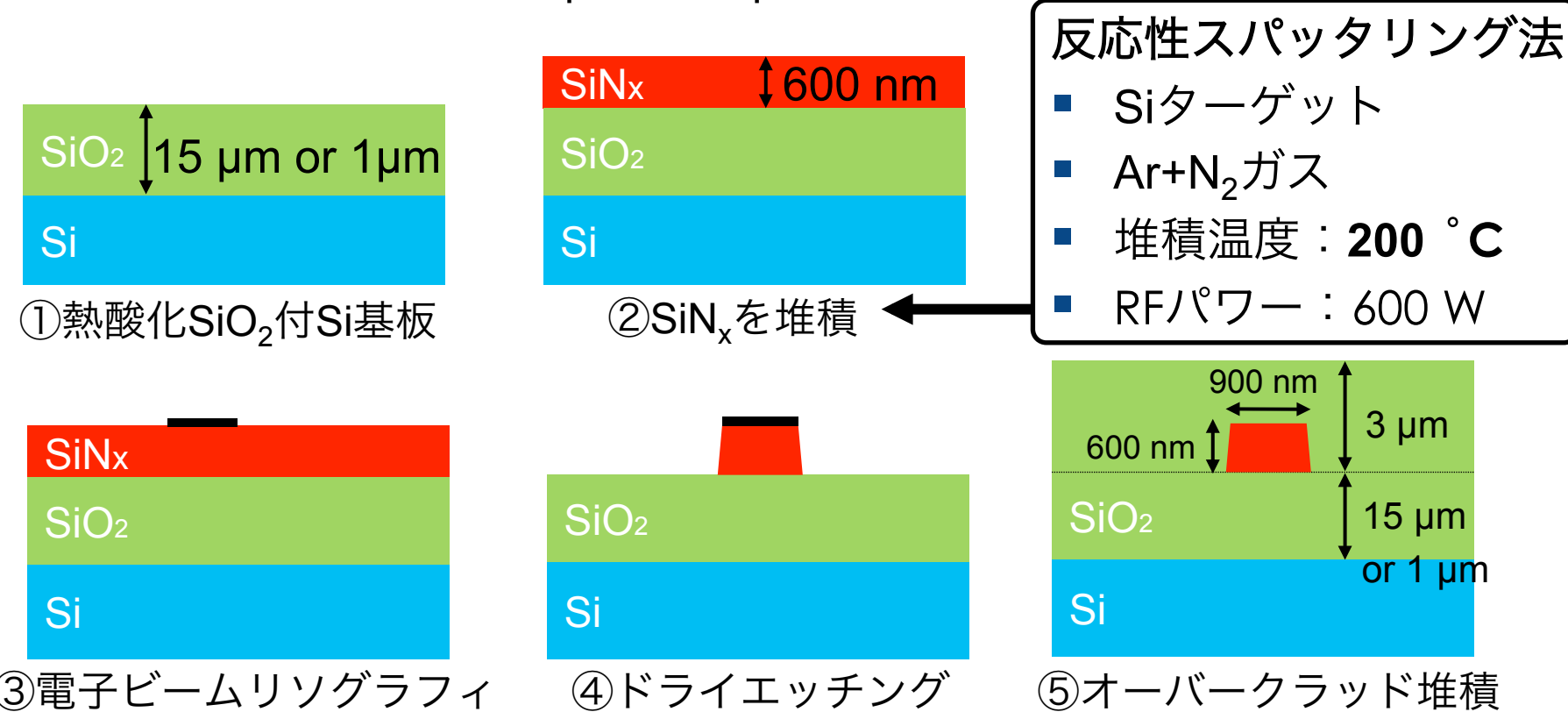
3. 光導波路の設計・製作

・ SiN_x コアの寸法を有限要素法シミュレーション

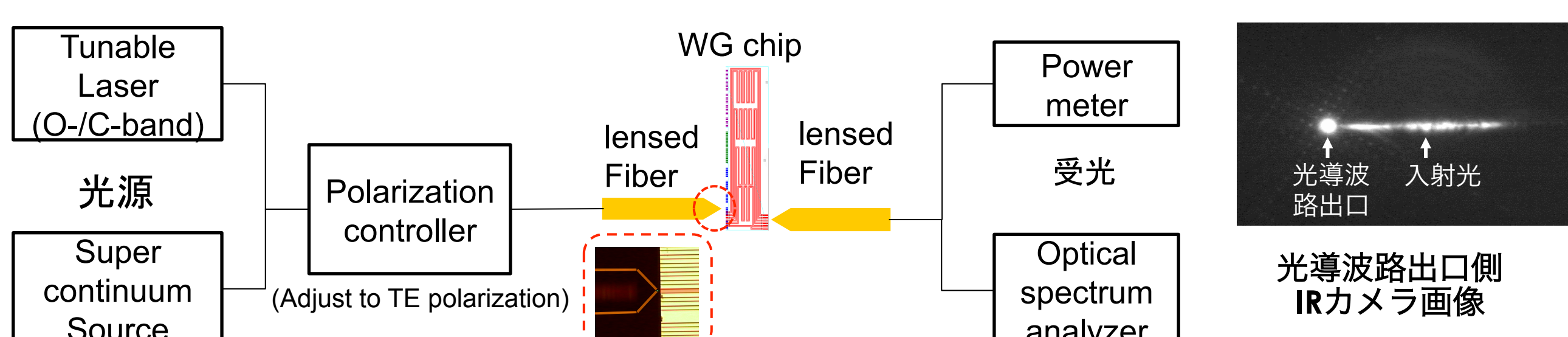


・光導波路作製

下部クラッド層厚 15 μm ・1 μm の2パターン

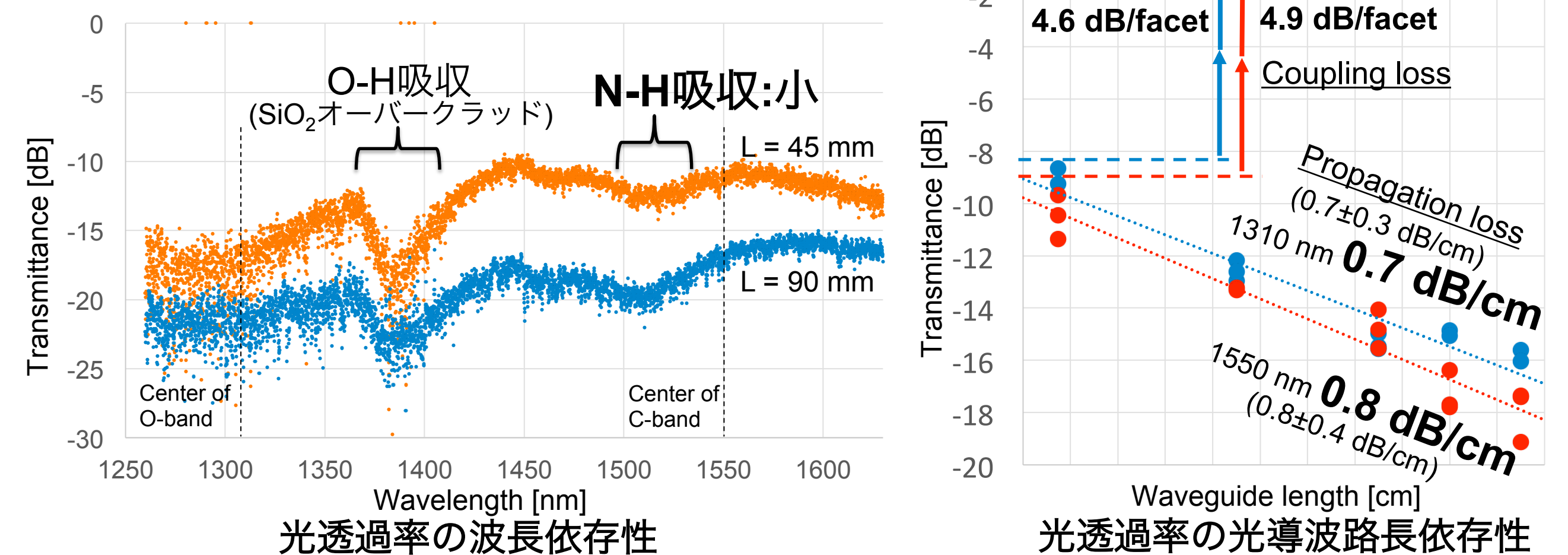


5. 光透過測定系

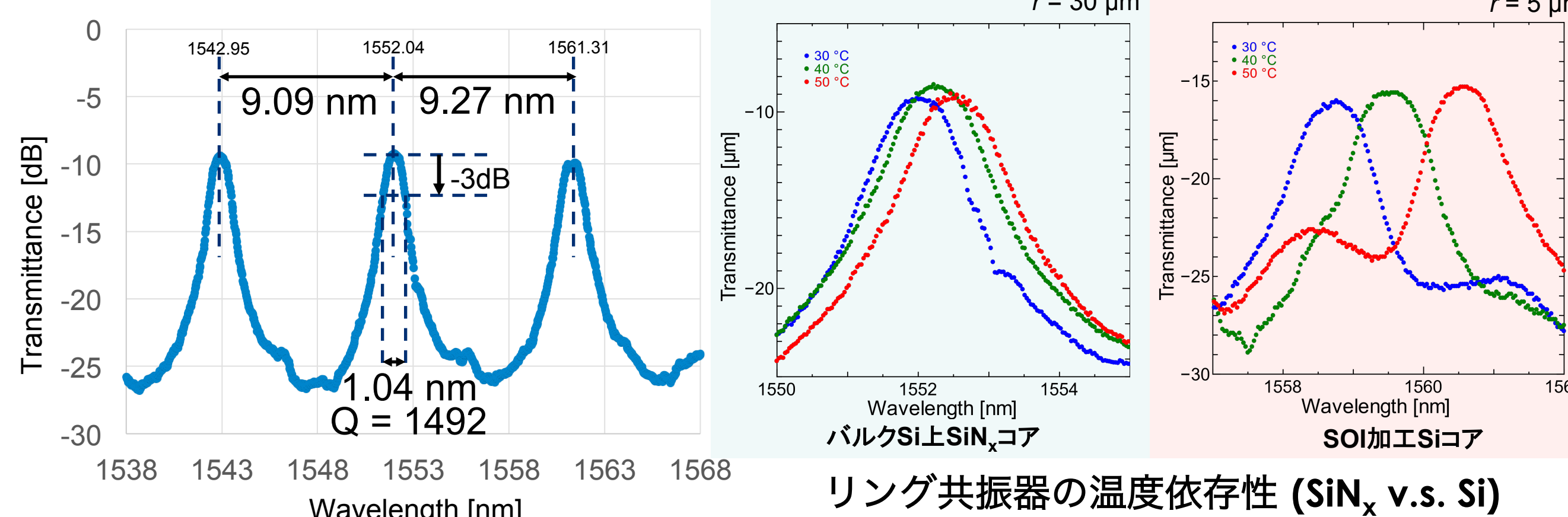


5. 実験結果：反応性スパッタ膜 SiN_x 光導波路

・透過率測定



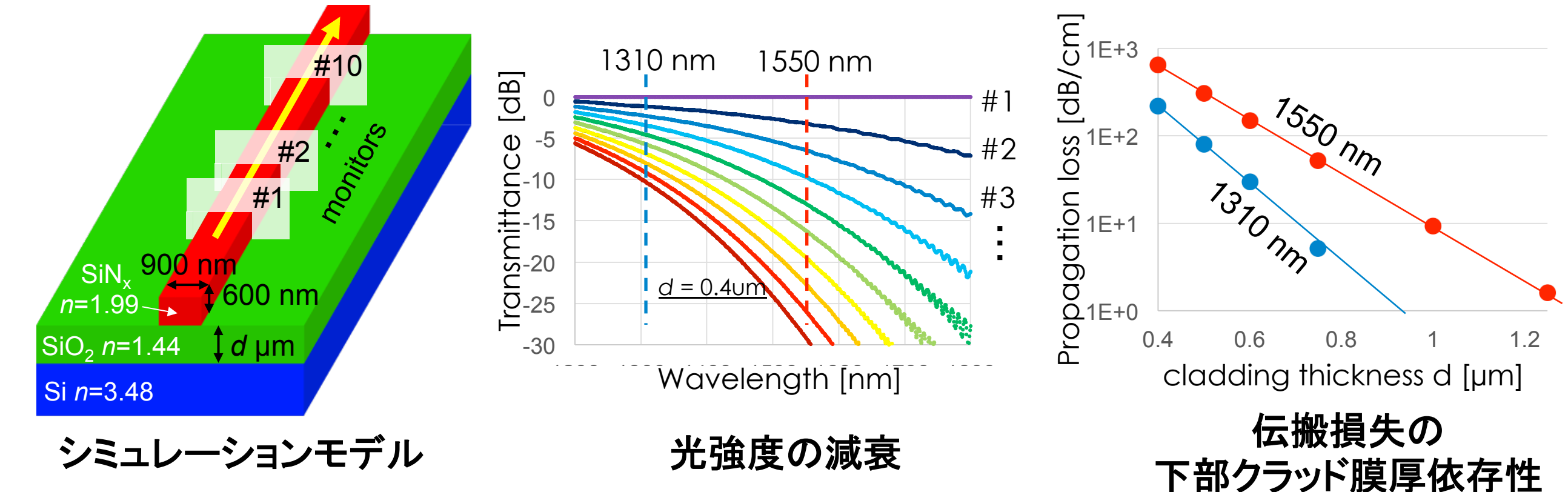
・光リング共振器



6. 実験結果： SiO_2 アンダークラッドの薄層化

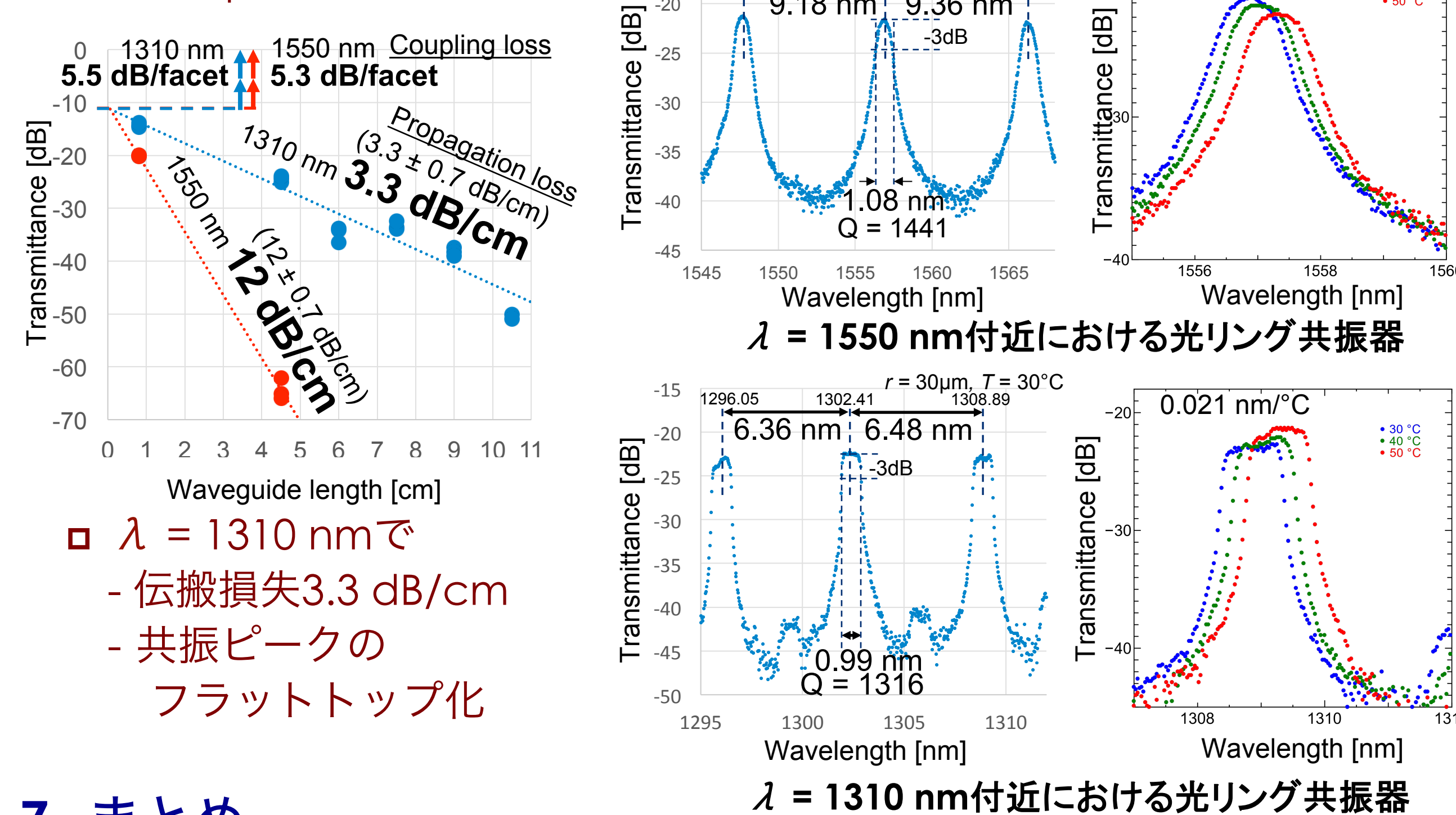
・FDTD法によるシミュレーション

- 下部クラッド層薄膜化が伝搬損失に与える影響を検討
- 短波長側で低損失→ $\lambda = 1310 \text{ nm}$ がより有利??



・光透過測定

- $d = 1 \mu\text{m}$ の光導波路



7. まとめ

- バルクシリコン上 SiN_x 光導波路を検討
- SiN_x スパッタ膜が光導波路として機能することを確認
 - スパッタ膜のため、N-H吸収がない
 - 伝搬損失 0.7 ~ 0.8 dB/cm
 - リング共振器: Si導波路よりも熱変動下での動作が堅牢
- SiO_2 下部クラッド層の薄層化(1 μm)検討
 - Ge受光器との光集積
 - 伝搬損失 12 dB/cm(1550 nm), 3.3 dB/cm(1310 nm) → O-band(1310 nm)で光集積が期待できる

謝辞

- SUMCO ウエハの提供、 SiN_x の構造評価
- NTTアドバンステクノロジー 光導波路の作製