

自動車などの高温環境下でも安定 に動作する光デバイス

情報通信研究機構

ネットワークシステム研究所

ネットワーク基盤研究室

研究員 松本 敦

2019年7月18日

従来技術とその問題点

主に通信用の半導体レーザに関して・・・

既に実用化されているものは、温度上昇に起因する特性劣化等がある。

- ・ 閾値電流の増加・消費電力の増大
- ・ 温度上昇により、動作波長の変化

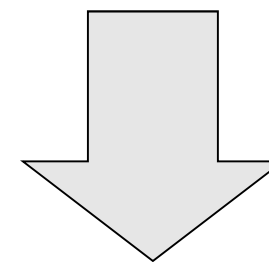
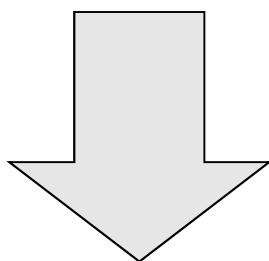
これらの問題のため、ペルチェ素子などを用いた温度制御が一般的である。

⇒ 消費電力の増大、高コスト化

従来技術とその問題点

【半導体レーザーの特性に関して】

動作電流の増大 ← **温度上昇** → 発振波長が長波長側にシフト



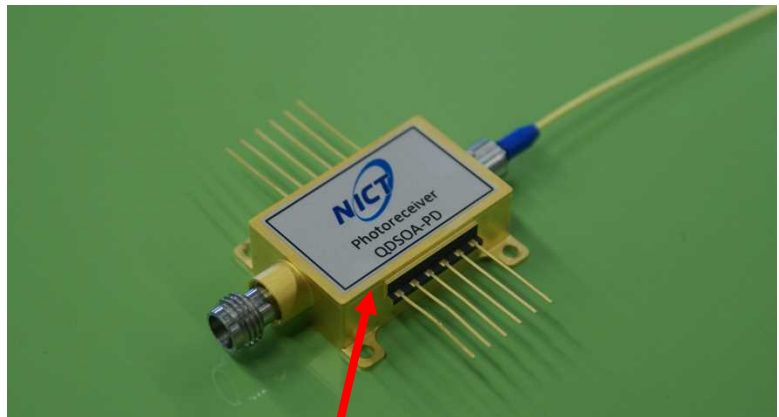
課題

消費電力:大

信号劣化の要因

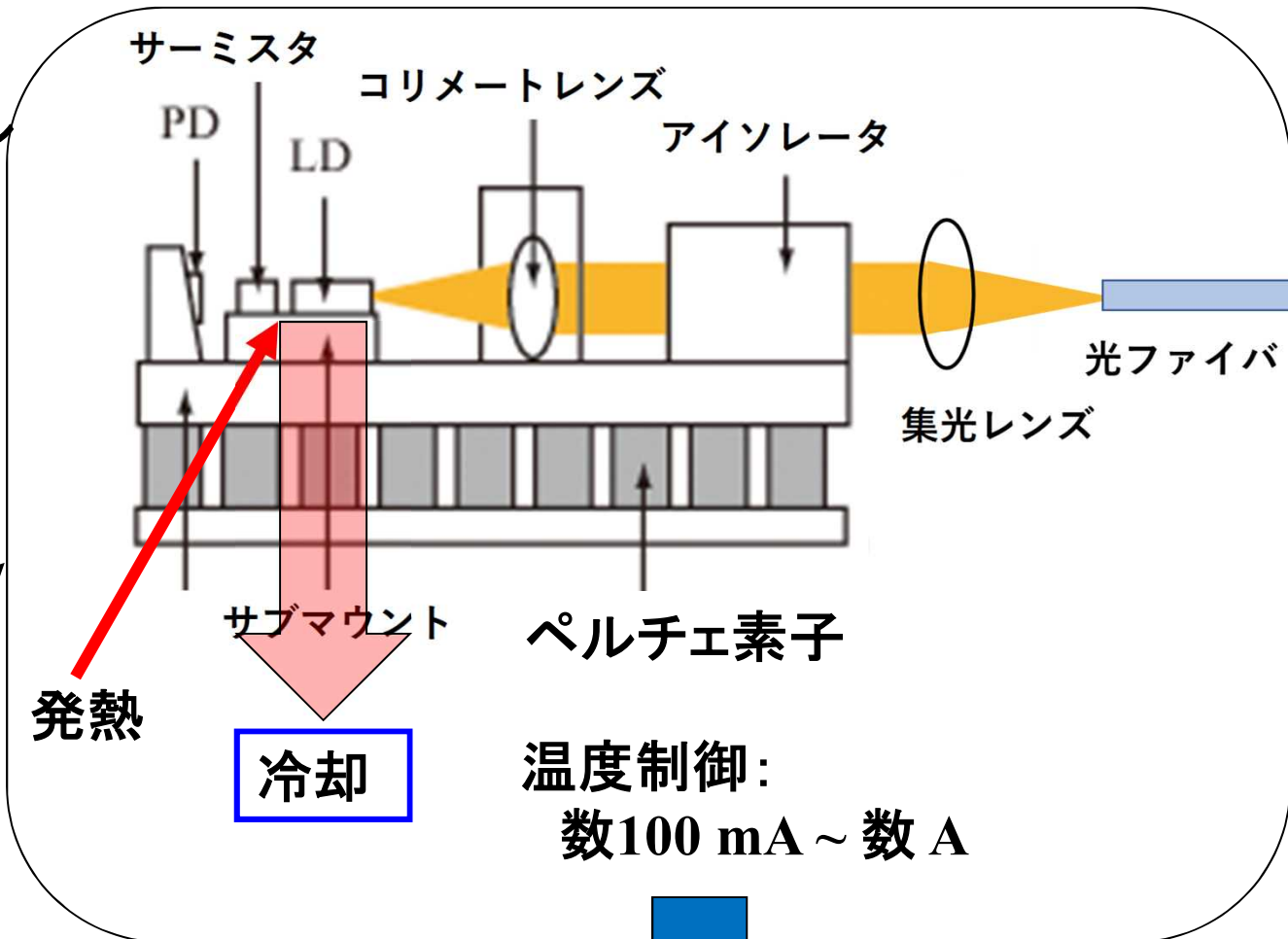
従来技術とその問題点

通信用の半導体レーザーモジュール



バタフライパッケージ

内部の模式図



問題点

消費電力: 非常に大きい

コスト: 大
部品の面積: 大

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、温度上昇による特性劣化を改良することに成功した。

閾値電流（電流密度）:

温度安定性の指標 T_0 : 約7倍（特に高温領域）

T_0 : 特性温度 ...

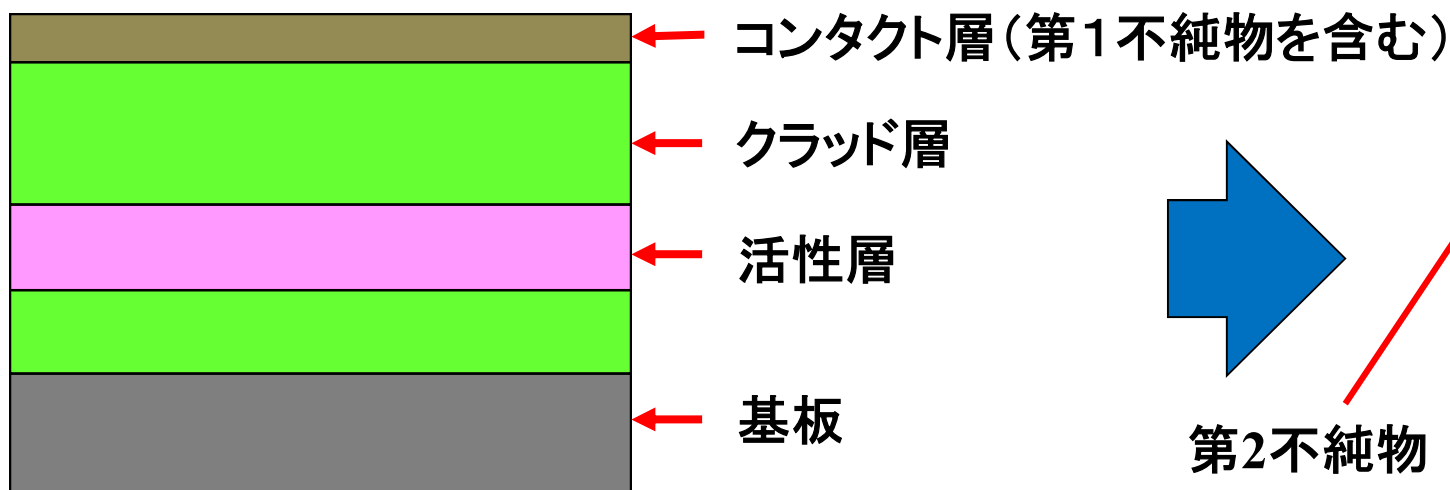
波長変化量: 約1/5

$$T_0 = \frac{T_2 - T_1}{\ln(I_2/I_1)}$$

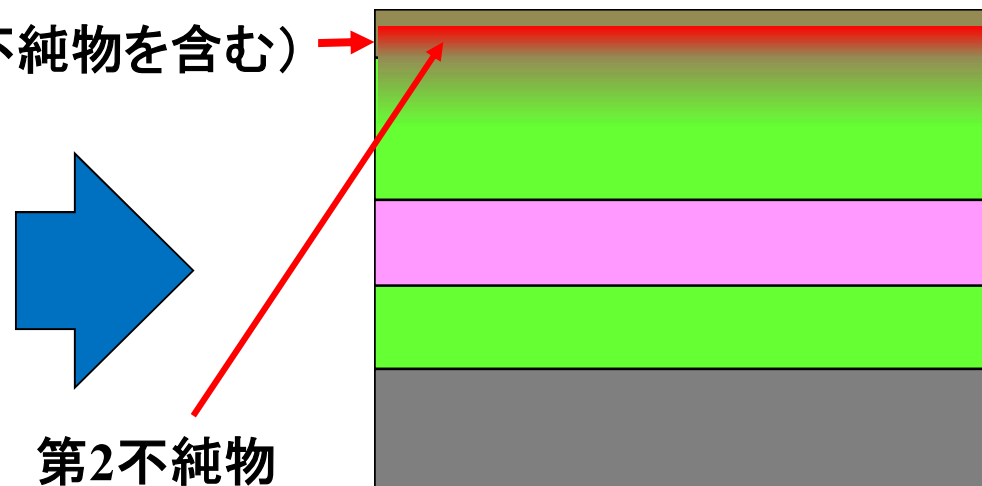
- 今回の技術 ⇒ アメリカ特許取得済み

新技術の特徴：発明の手段（請求項）

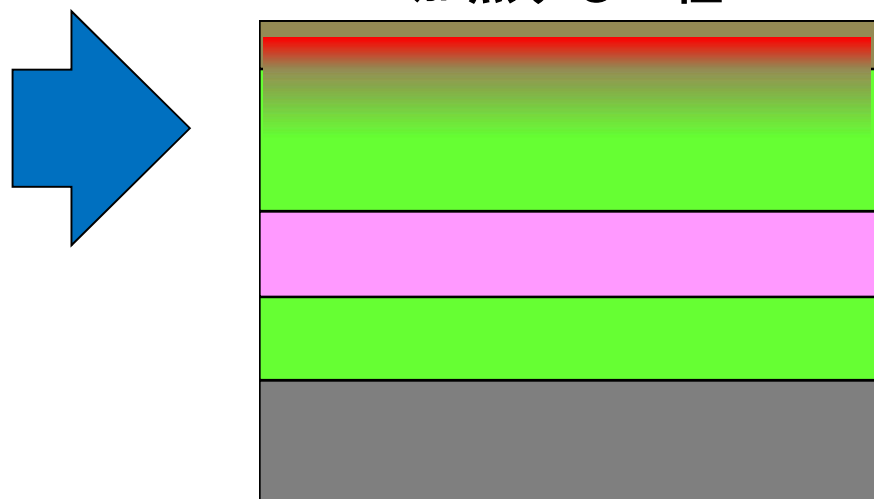
各層を形成する工程



第2不純物を注入する工程



加熱する工程



一般的なレーザ等の光デバイスへの
加工プロセス

- ・このような構造の
半導体光デバイス / 光源 / 光集積回路
- ・このような工程の製造方法

新技術の特徴：発明の手段（請求項）

【各不純物の物質・濃度、加熱工程の温度・時間の条件】

コンタクト層の第1不純物：ベリリウム、亜鉛

コンタクト層の第2不純物：アルゴン、リン、ホウ素

コンタクト層の第2不純物の濃度

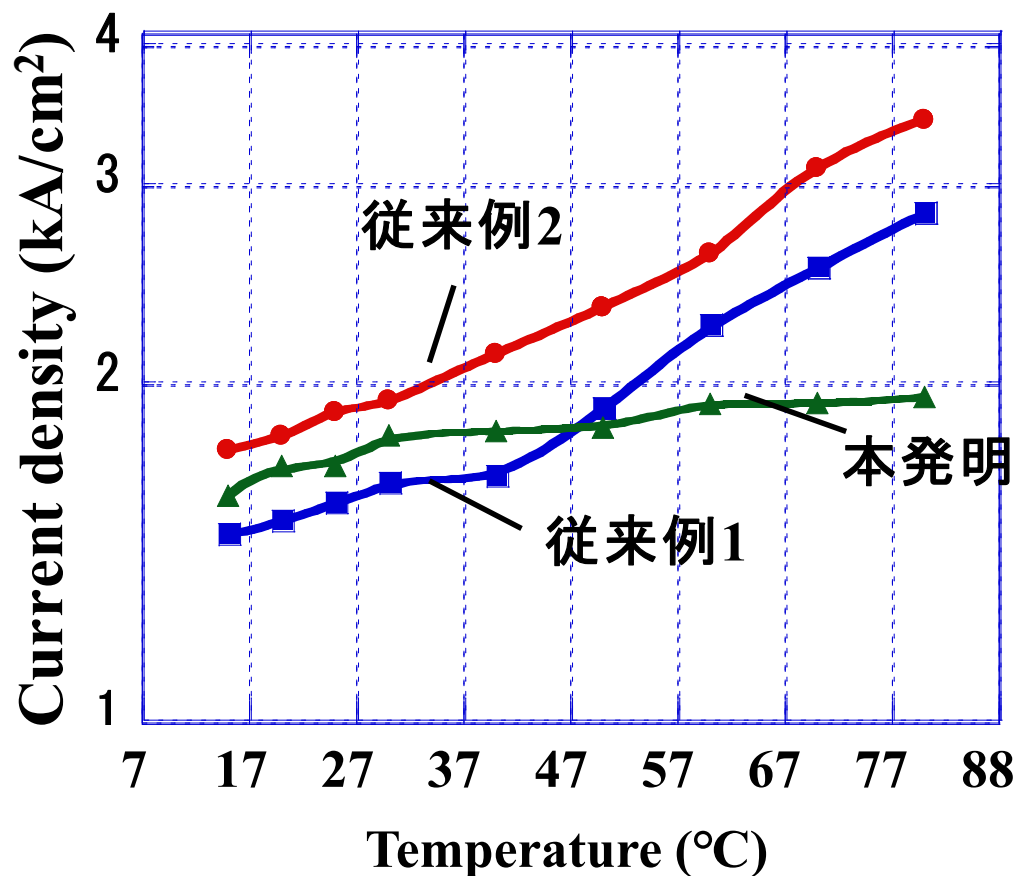
... $1.0 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2} \sim 1.0 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$

加熱する工程の温度・時間

... $600^\circ\text{C} \sim 720^\circ\text{C}$, 30 s ~ 180 s

新技術の特徴：発明の効果

【閾値電流密度の温度依存性】



	常温領域	高温領域
本発明	$T_0 = 134 \text{ K}$ (15 ~ 30 °C)	$T_0 = 575 \text{ K}$ (30 ~ 50 °C)
従来例1	$T_0 = 201 \text{ K}$ (15 ~ 40 °C)	$T_0 = 77 \text{ K}$ (50 ~ 80 °C)
従来例2	$T_0 = 118 \text{ K}$ (15 ~ 50 °C)	$T_0 = 64 \text{ K}$ (50 ~ 80 °C)

【デバイス条件】

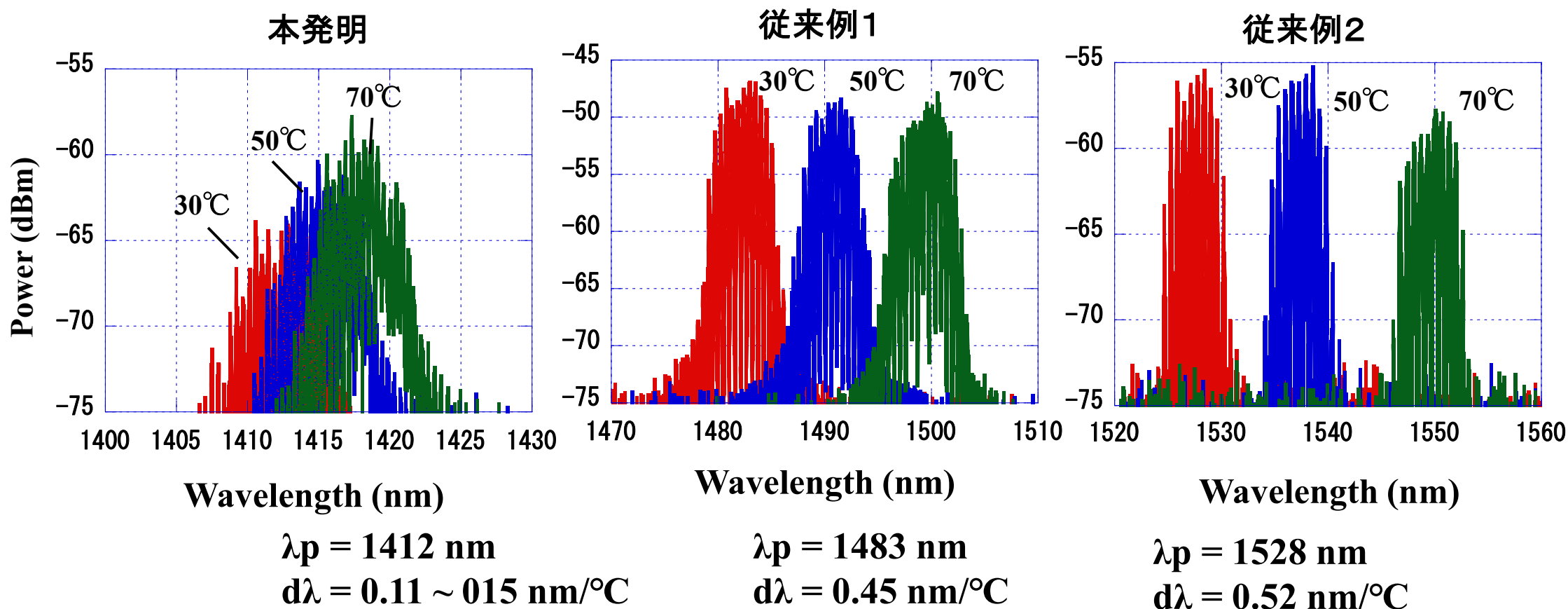
ブロードエリア・電極ストライプ構造
 $W = 50 \text{ um}$
 $L = 600 \text{ um}$
 パルス測定 (Duty: 1 %)

高温領域で世界最高水準

レーザ発振の閾値電流密度が高温でも変化しない

新技術の特徴：発明の効果2

【レーザ発振スペクトルの例】



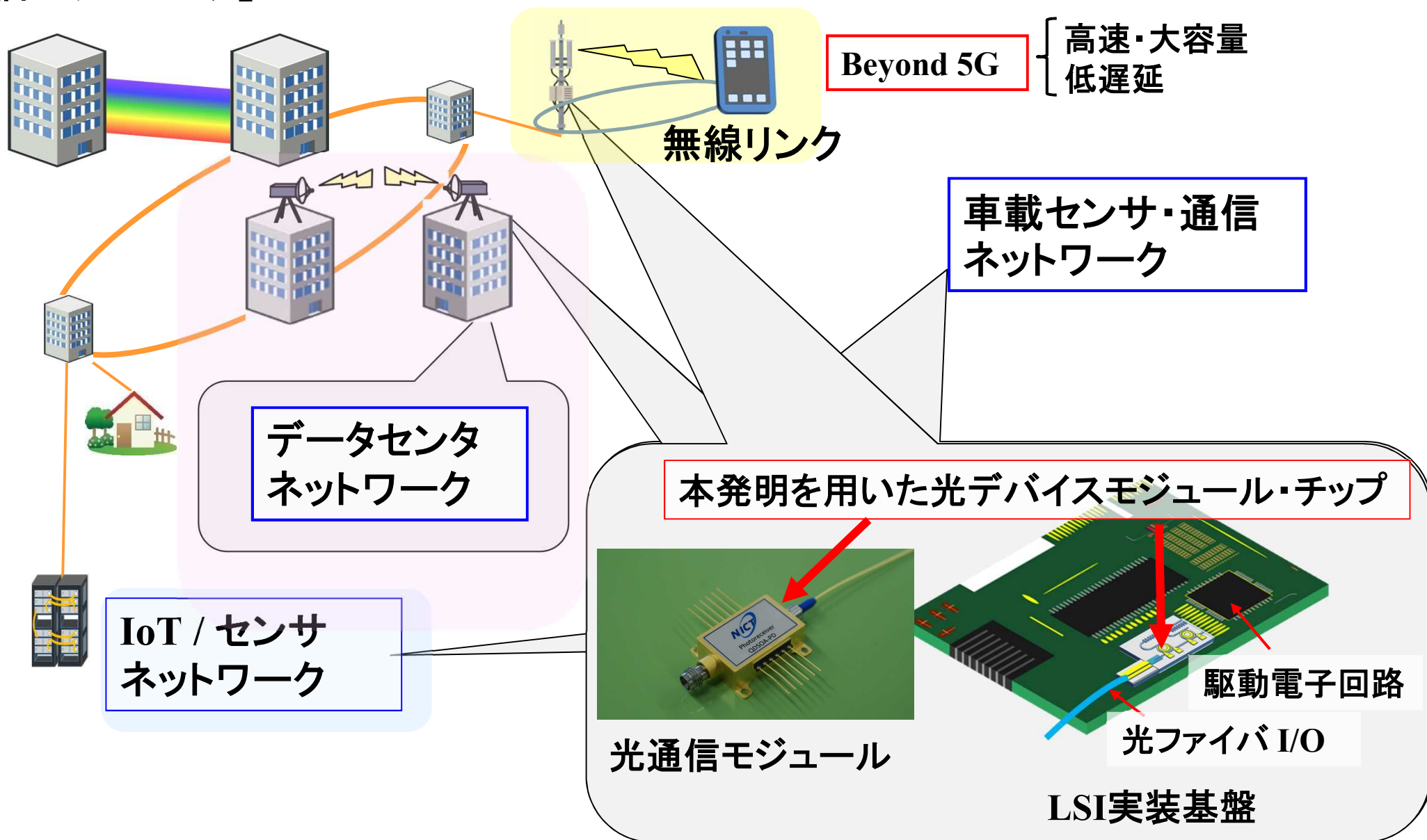
従来に比べ、ピークシフト量が小さい

想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、光通信用機器に適用することで、メリットが大きいと考えられる。
- さらに、車載通信・センサといった応用で、温度に関する要求仕様の厳しいものなど。
- LSI等の電子回路と光デバイスを集積する製品にも。

想定される用途

【通信ネットワーク】



想定される用途

車載ネットワーク

将来的にネットワークは電気から光へ
(2025年頃) 通信速度: ~ 10 Gb/s

コネクテッドカーの開発進展

LIDAR等のセンサの搭載

車内・・・ 厳しい温度環境

(市場規模: 非常に大)



データセンタを含むアクセスネットワーク

LSIと光デバイスの融合が進展

➡ 厳しい温度条件に (市場規模: 大)

本発明を用いた製品展開

高性能な製品
既存製品の低コスト化
新規市場開拓

IoT・センサネットワーク

様々なIoT機器の拡大

アプリケーションの増加

➡ 厳しい温度環境下でのセンサ需要: 拡大

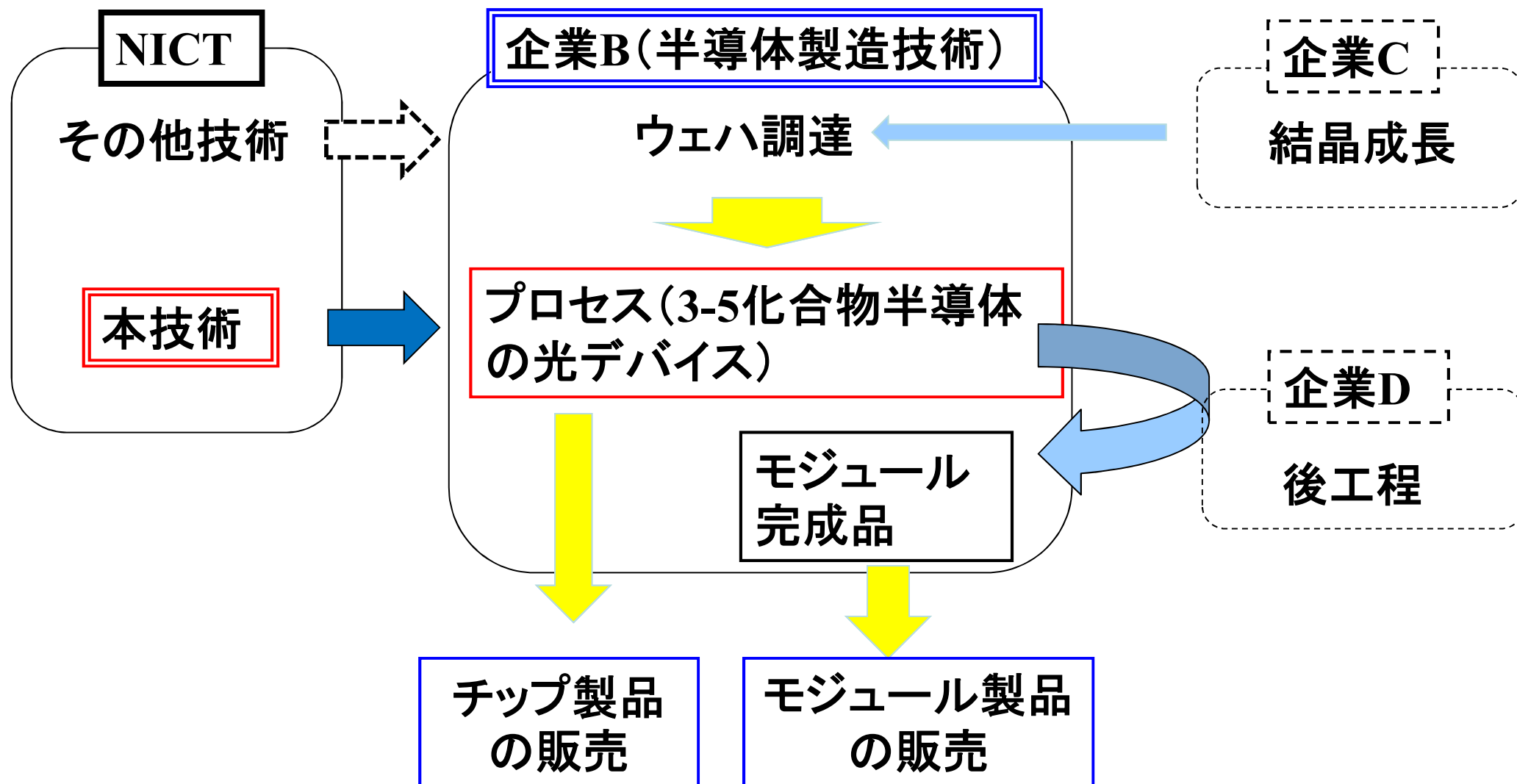


企業への期待

- 半導体光デバイスの製造技術を持つ企業や販売する企業への技術移転やライセンス、必要に応じて共同研究開発などを希望。
- NICTのその他の研究開発テーマについても連携可能。

企業への期待

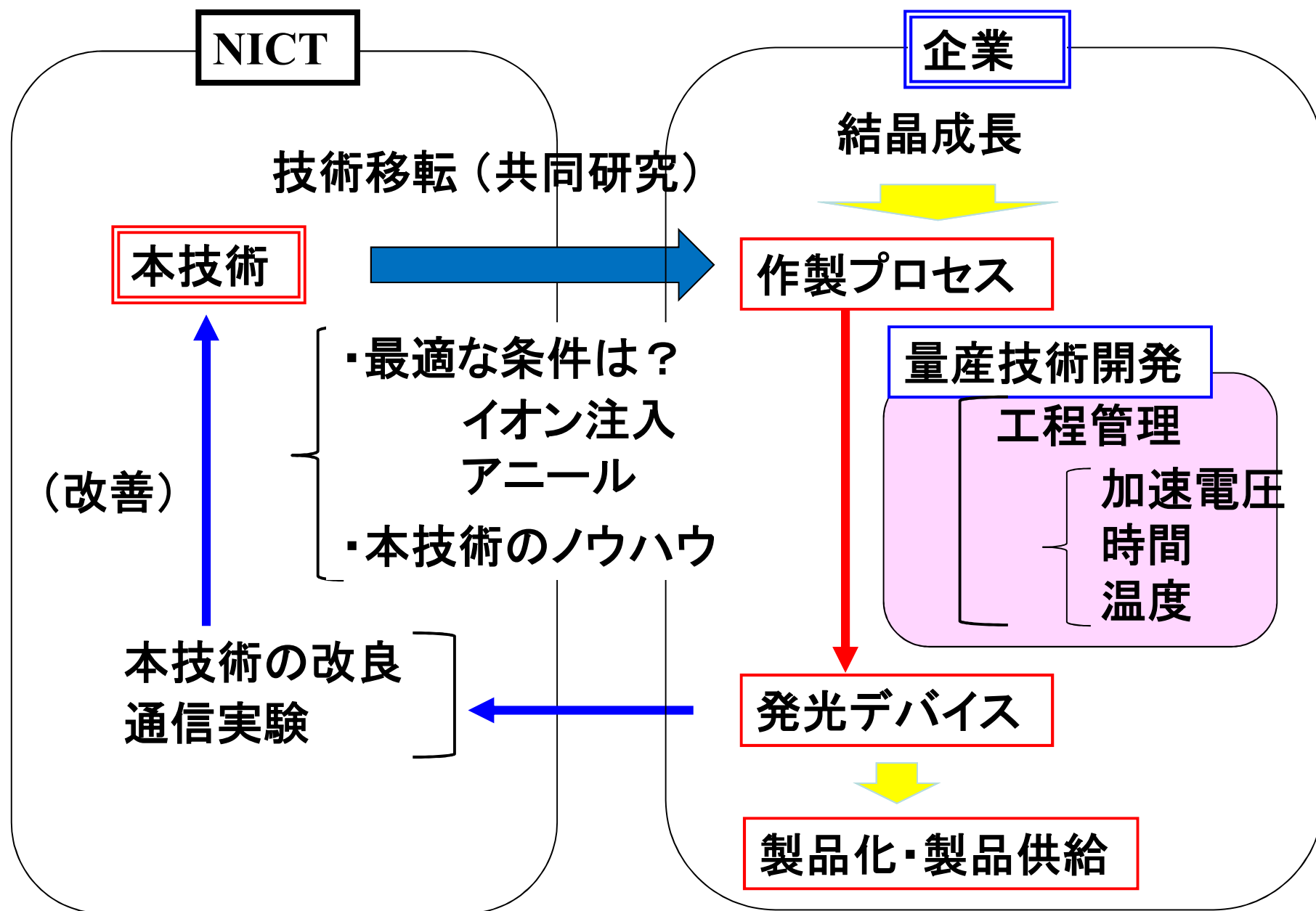
【共同研究・技術移転の枠組みの例】



実用化に向けた課題

- 現在、基本的な特性の検証が可能なところまで開発済み。
 - ・・・静特性（光出力特性、スペクトル、温度特性）
- 今後、量産化技術の開発、データ取得が必要。
特性のばらつき / 歩留まり / 信頼性 など

実用化に向けた課題



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：
半導体光デバイス、半導体光源、光集積回路、及び
半導体光デバイスの製造方法
- 出願番号 : 特願2017-121137
- 出願人 : 情報通信研究機構
- 発明者 : 松本敦、赤羽浩一、山本直克

お問い合わせ先

国立研究開発法人情報通信研究機構

イノベーション推進部門

技術移転コーディネータ 三和祐一

TEL 042-327-6950

FAX 042-327-6659

e-mail ippo@ml.nict.go.jp