

量子ドット光増幅器の偏光依存性を 解消する技術開発に成功

平成18年11月2日

荒川 泰彦

東京大学ナノ量子情報エレクトロニクス研究機構 機構長
東京大学生産技術研究所 ナノエレクトロニクス連携研究センター 教授

菅原 充

富士通株式会社 電子デバイス事業本部デバイス開発統括部 統括部長付

発表内容

1. 産学官連携による量子ドットデバイス開発

- ◆産学官連携で量子ドットデバイス 基盤技術から事業化まで
- ◆連携研究組織: 東大ナノエレクトロニクス連携研究センター
- ◆事例: 量子ドットレーザ

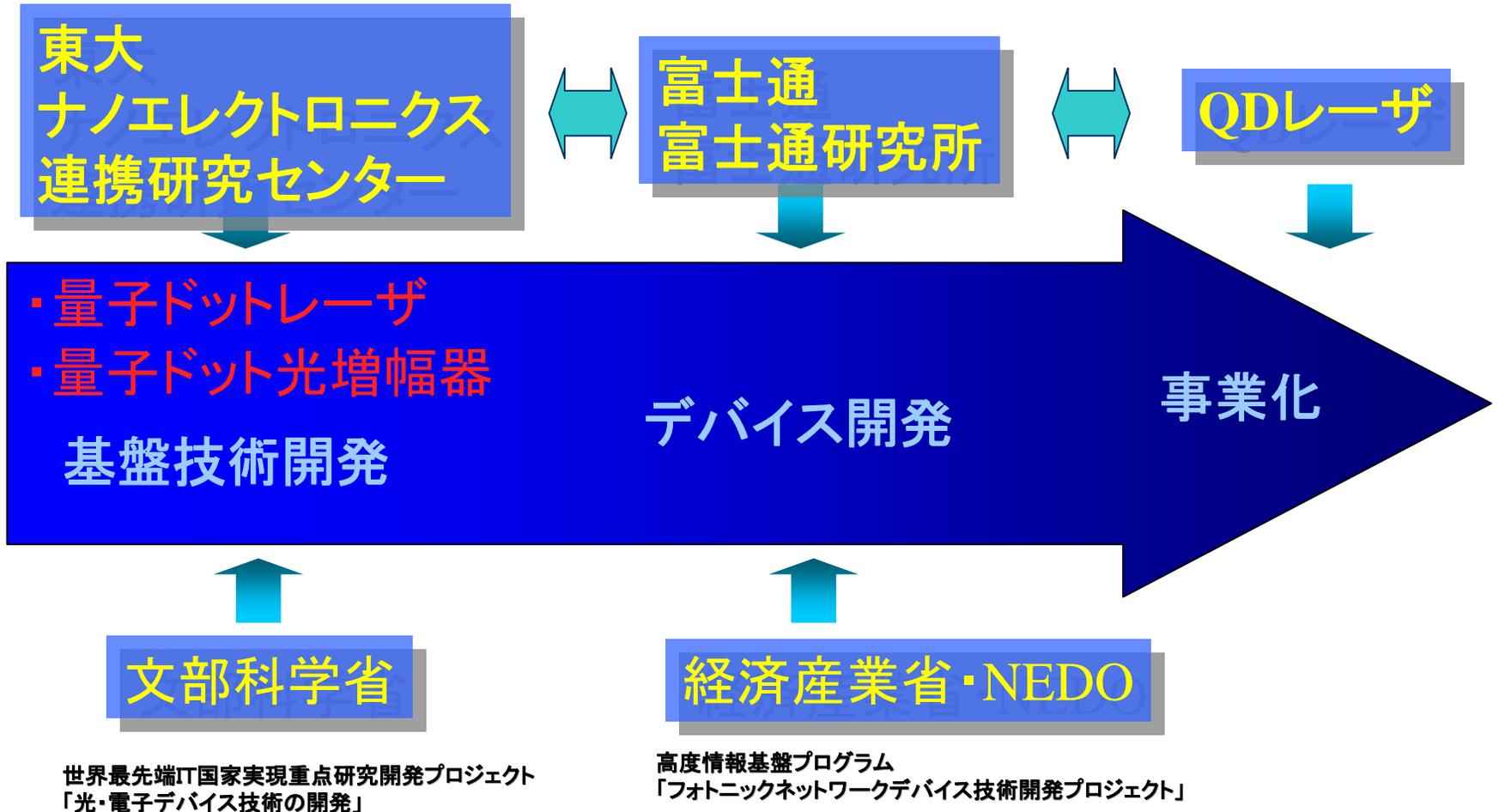
2. 量子ドット光増幅器の偏波無依存化技術

- ◆ 量子ドット光増幅器の特長
- ◆ フォトニックネットワークのキーデバイスとしての光増幅器
- ◆ 実用化に大きな障害であった偏波無依存化技術を確立。
- ◆ 今後 ベンチャー企業（QDレーザ社）での実用化展開。

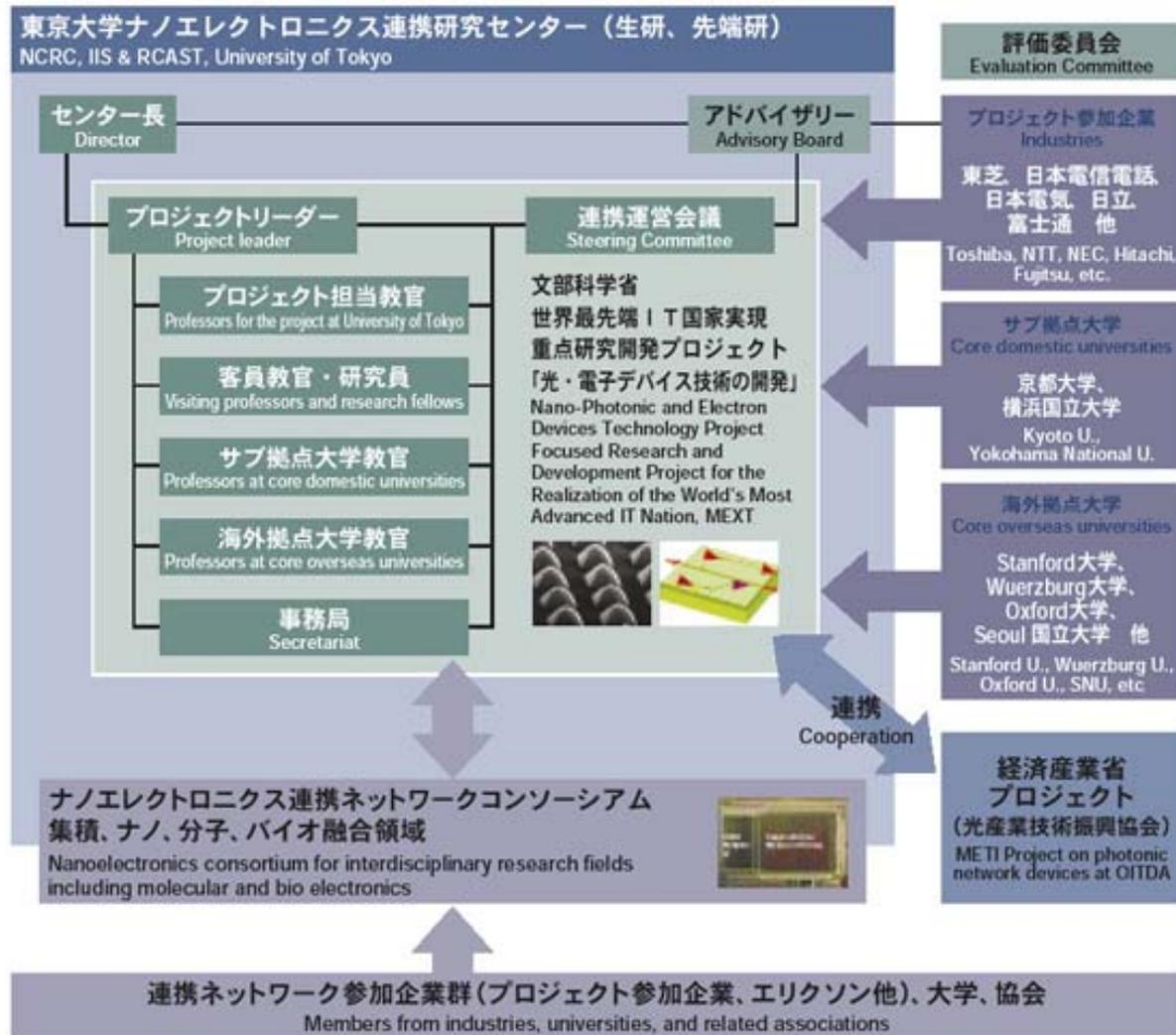
カナダモントリオールで開催中の光通信関連の国際会議LEOS (IEEE Lasers and Electro-Optics Society) のポストデッドライン論文に採択

1. 産学官連携による 量子ドットデバイス開発

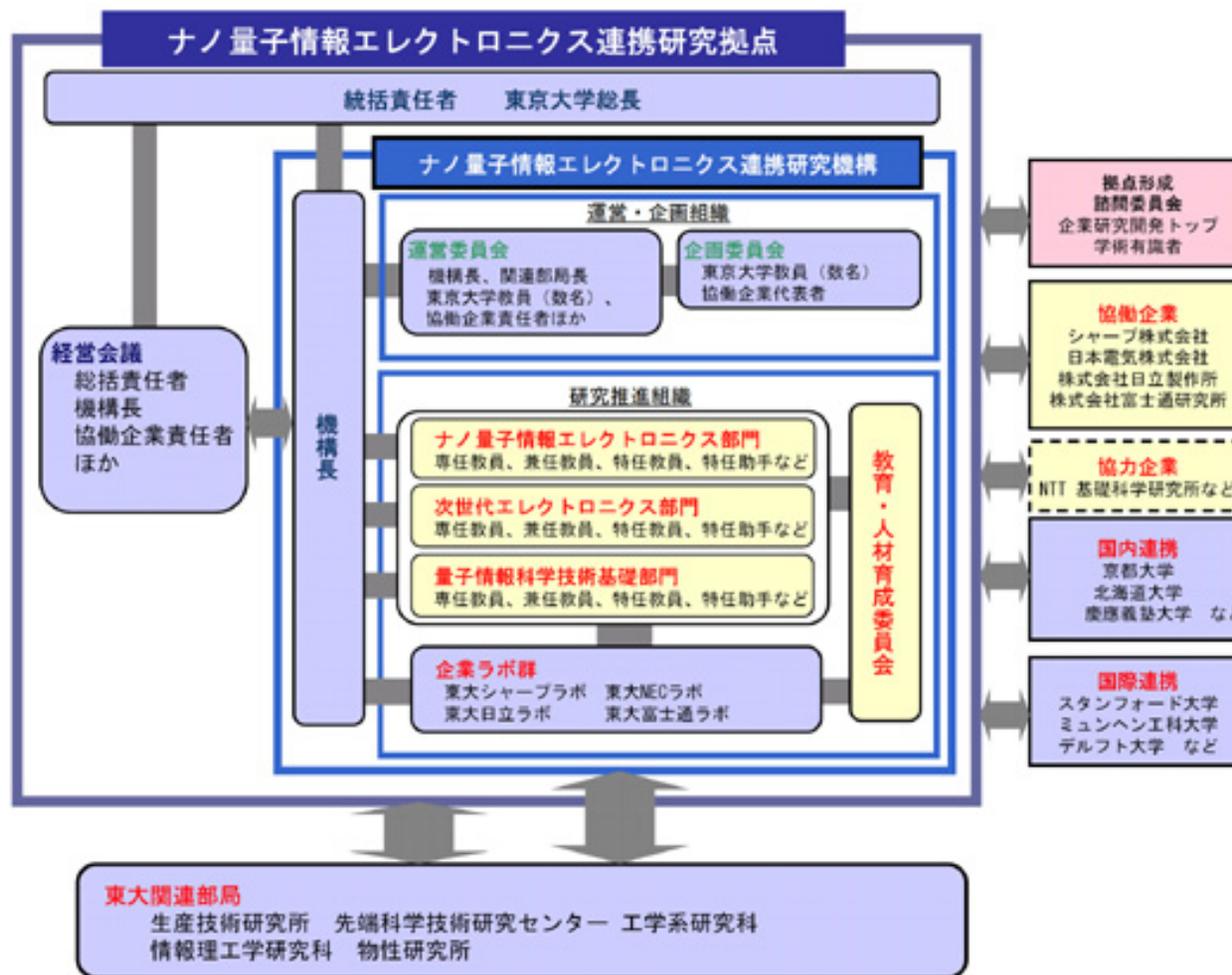
産学官連携で量子ドットデバイス基盤技術 から事業化まで



東大ナノエレクトロニクス連携研究センター



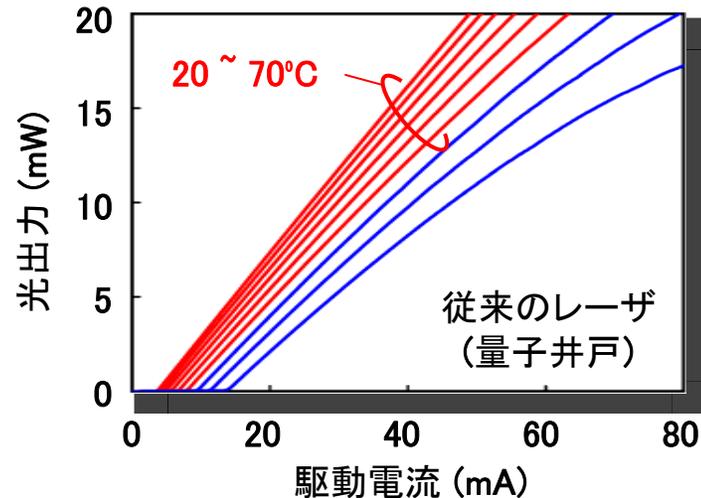
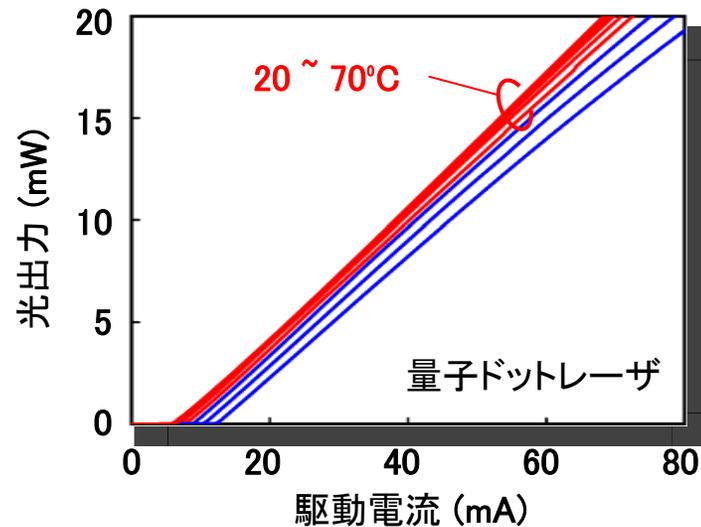
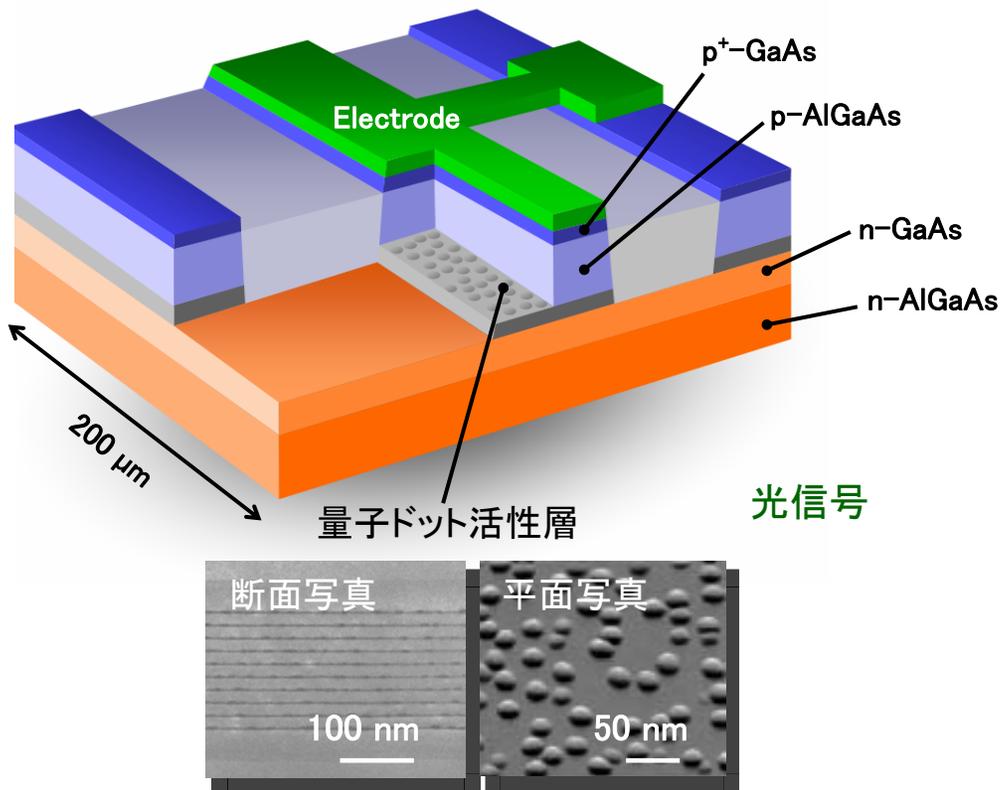
ナノ量子情報エレクトロニクス連携研究拠点(参考)



産学官連携の事例: 量子ドットレーザ技術

量子ドット(ナノサイズ半導体微粒子)を用いて
 温度安定動作・低消費電力・高速・長距離を実現可能

10 Gb/s直接変調レーザの温度依存性の大幅低減に成功*
 光アクセス系・ビル構内光LAN等への適用を狙う



*NEDO「フォトリックネットワークの開発」, 文部科学省「光・電子デバイス技術の開発」

(株) QD レーザ

事業概要

量子ドット技術を利用した光通信用レーザチップ・サブアセンブリの開発・製造・販売

設立趣旨・会社目標

量子ドットデバイスの実用化・商用化を通じて、ユビキタス情報社会の実現に貢献
産学連携の出口となる新しい仕組みを提案・実証し、
日本のエレクトロニクス産業発展に寄与

会社概要

本社 東京都千代田区九段北1-14-17
代表取締役社長 菅原 充 (富士通研究所 兼務)
設立 2006年4月24日
資本金 1.3億円 (2006年10月時点)
従業員数 4名
株主 グローバルイノベーションファンド
MVCグローバルジャパンファンド投資事業組合

菅原社長



荒川 泰彦技術顧問
(就任予定)

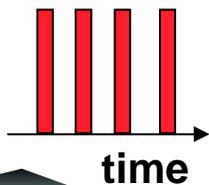


2.量子ドット光増幅器の 偏波無依存化技術

量子ドット光増幅器とは

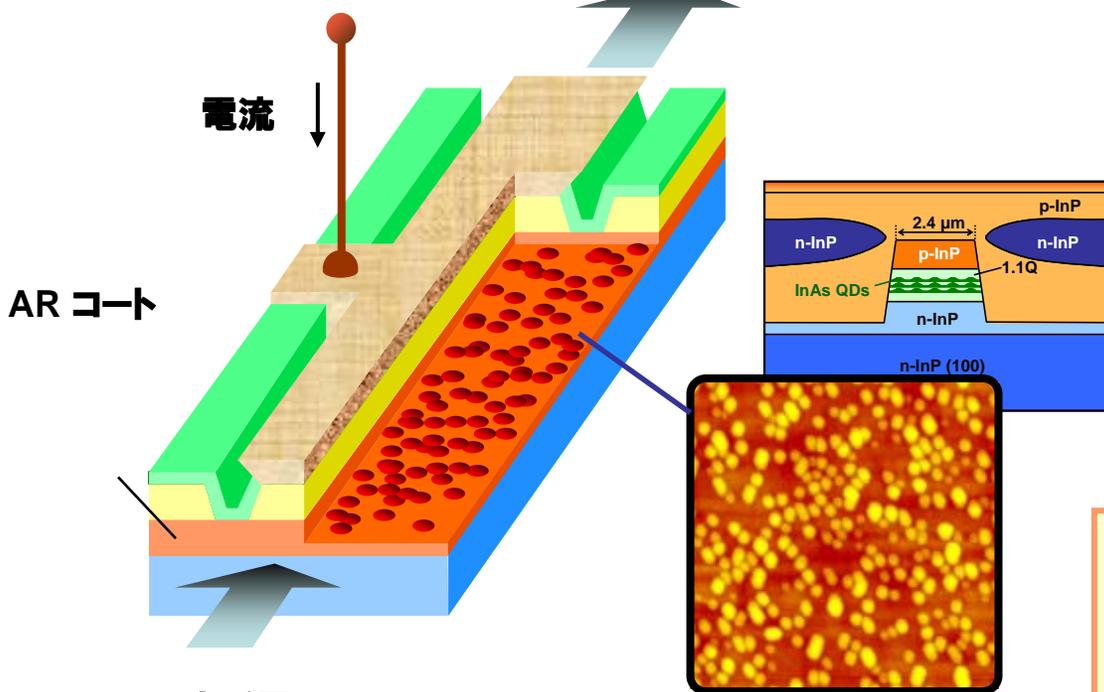
[機能]
光信号を増幅する

出力光信号

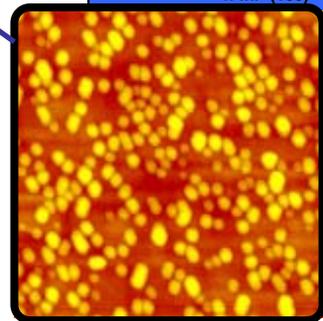


[特長]
量子ドットが生み出す
高性能デバイス特性

- 広帯域 > 100nm
- 高出力 > 20dBm
- 多チャンネル増幅
- 低雑音
- 高温動作/低電力



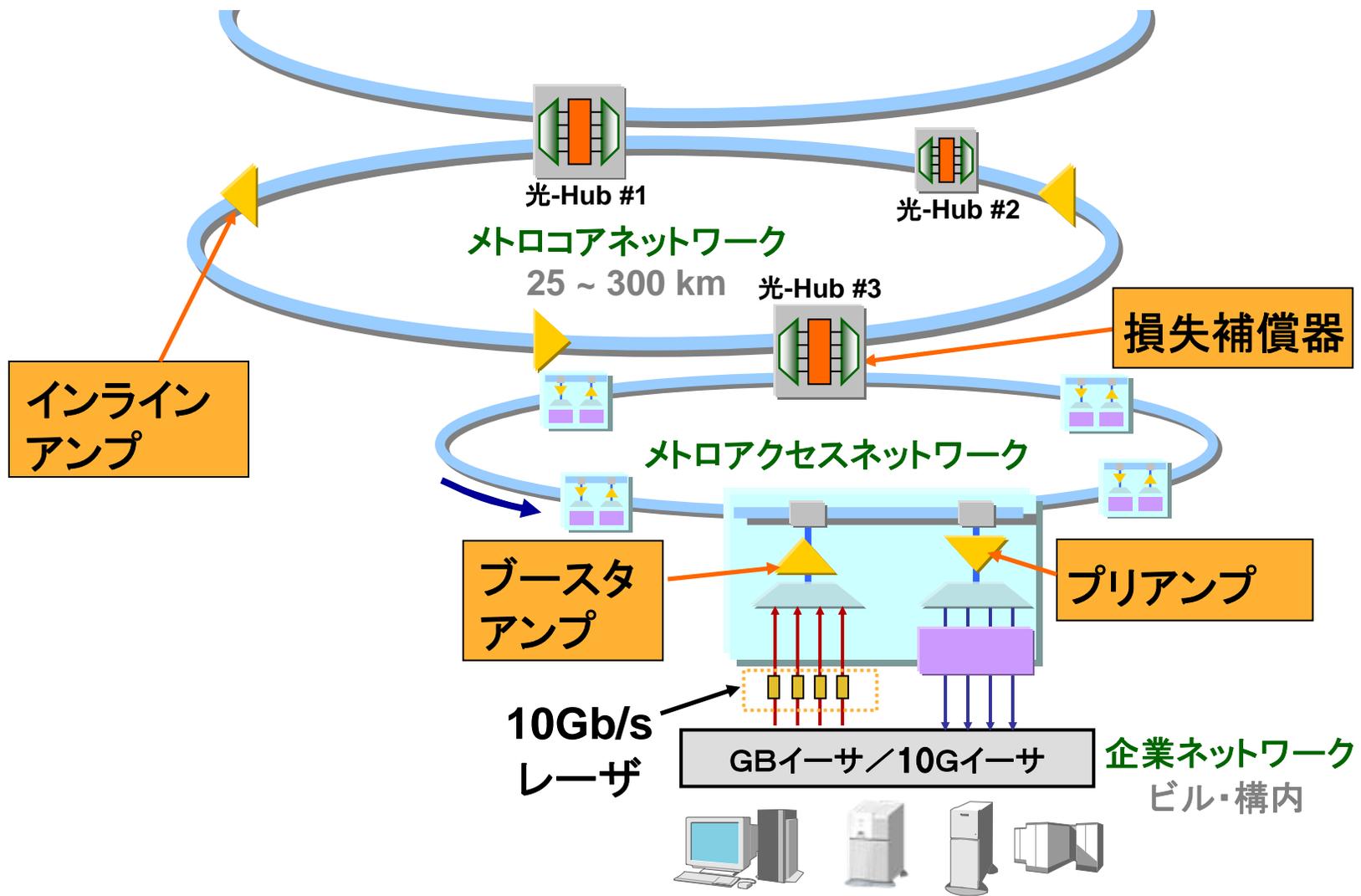
入力光信号



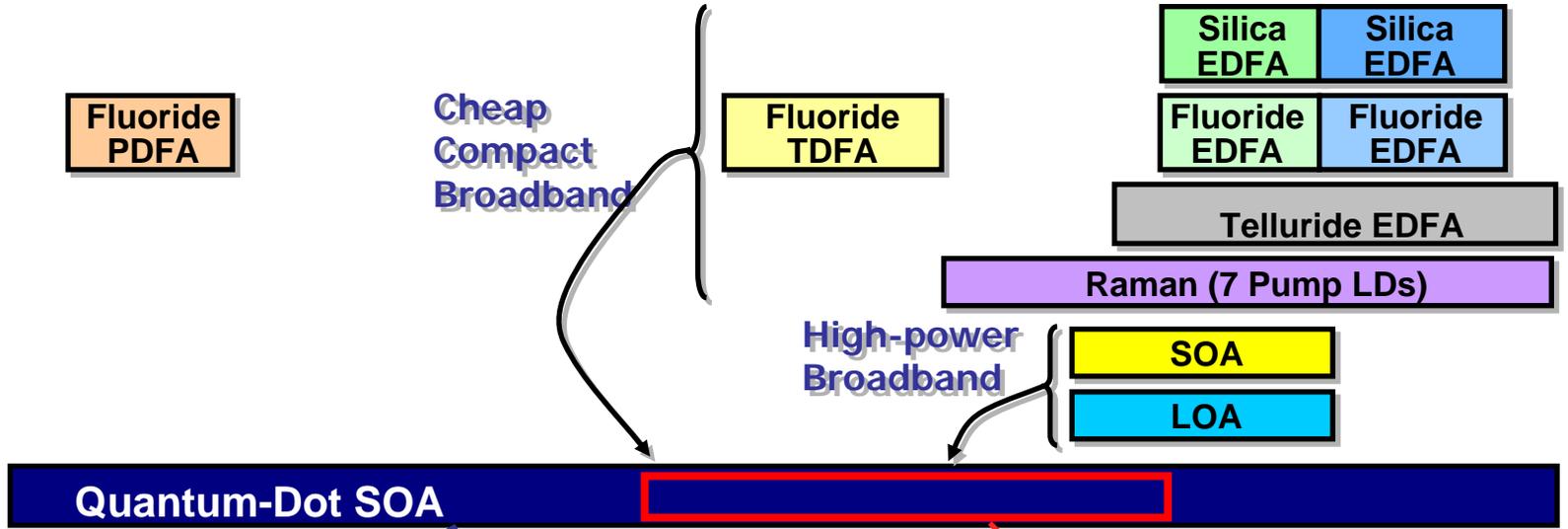
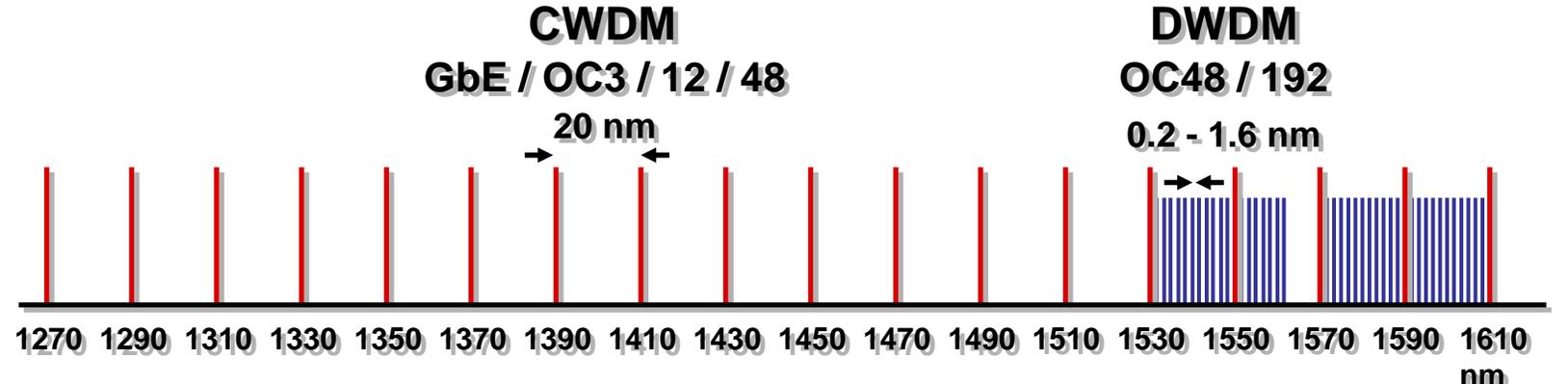
InAs QD

「波長1.5ミクロン帯超広帯域・高出力
量子ドット光増幅器の開発に成功」
2004年3月24日連名プレスリリース
(東大、富士通)

量子ドット光増幅器の活用例： メトロコア・アクセスネットワークへの導入



広帯域光ファイバの帯域と各種増幅器の帯域



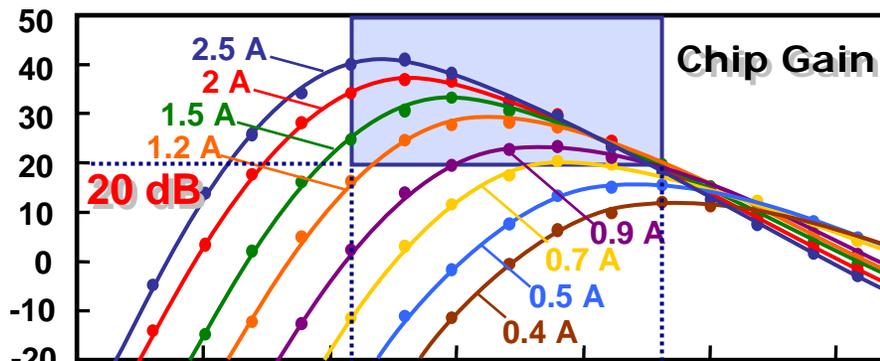
理論帯域

広帯域 (120nm)、高出力 (23dBm)

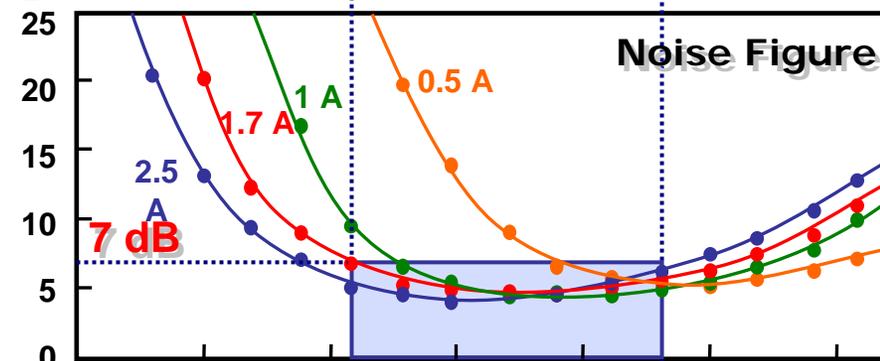
量子ドット光増幅器の特長(1)

広帯域・高出力 増幅特性

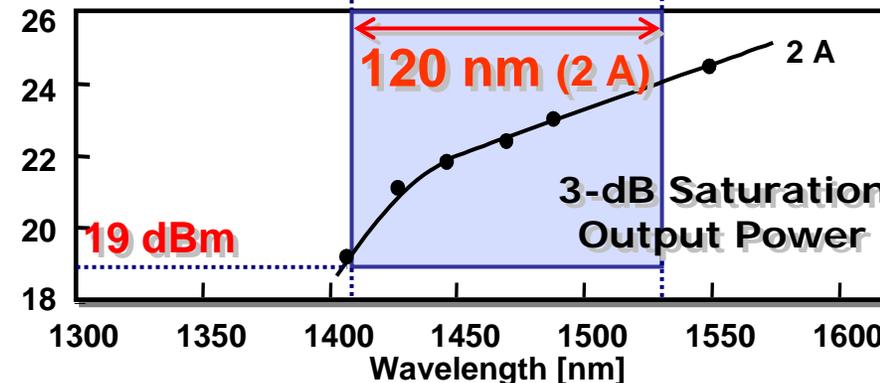
増幅利得



雑音指数

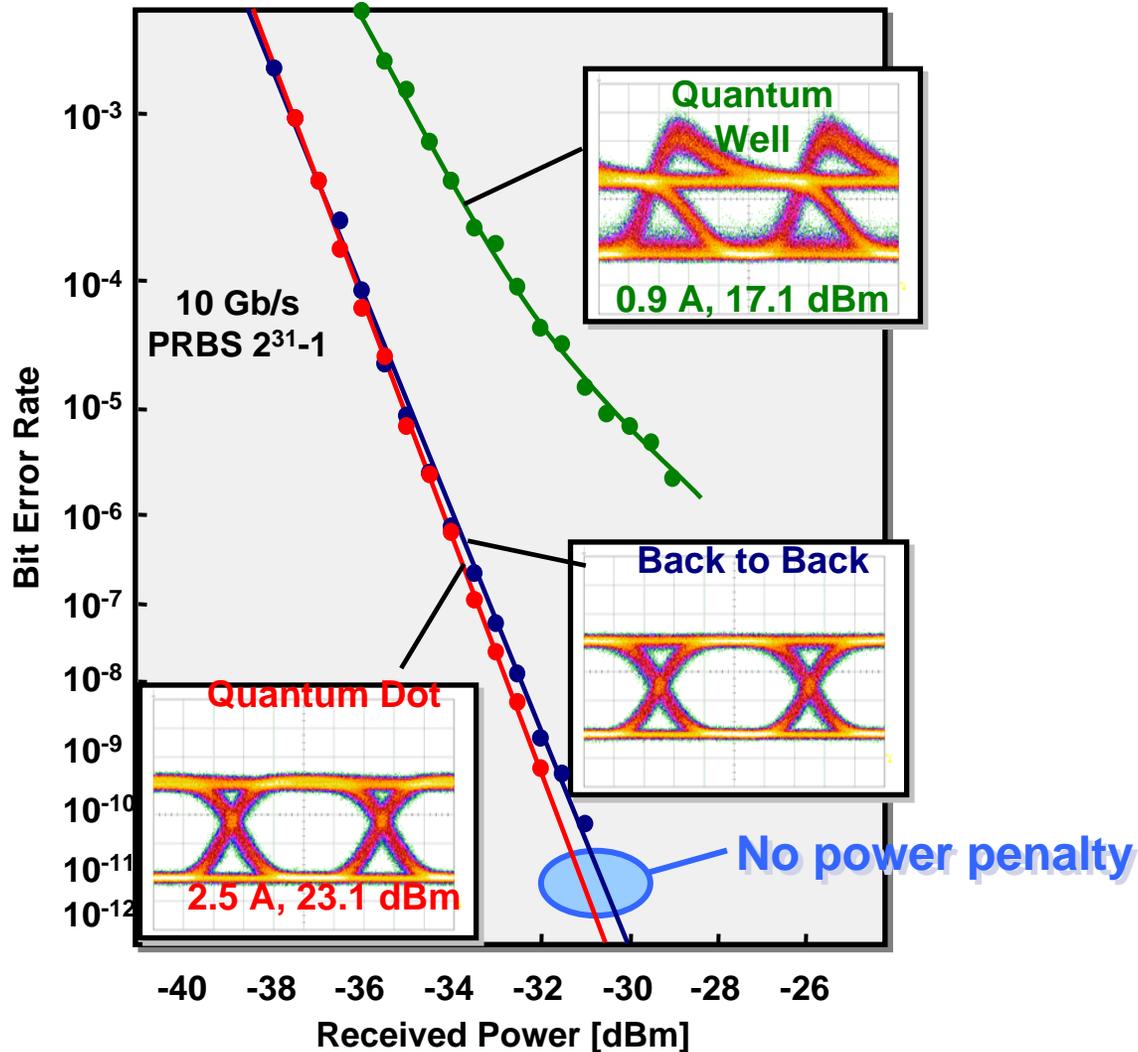


飽和出力



量子ドット光増幅器の特長(2)

高出力・高速動作



量子ドット光増幅器の課題

【課題】

偏光依存性

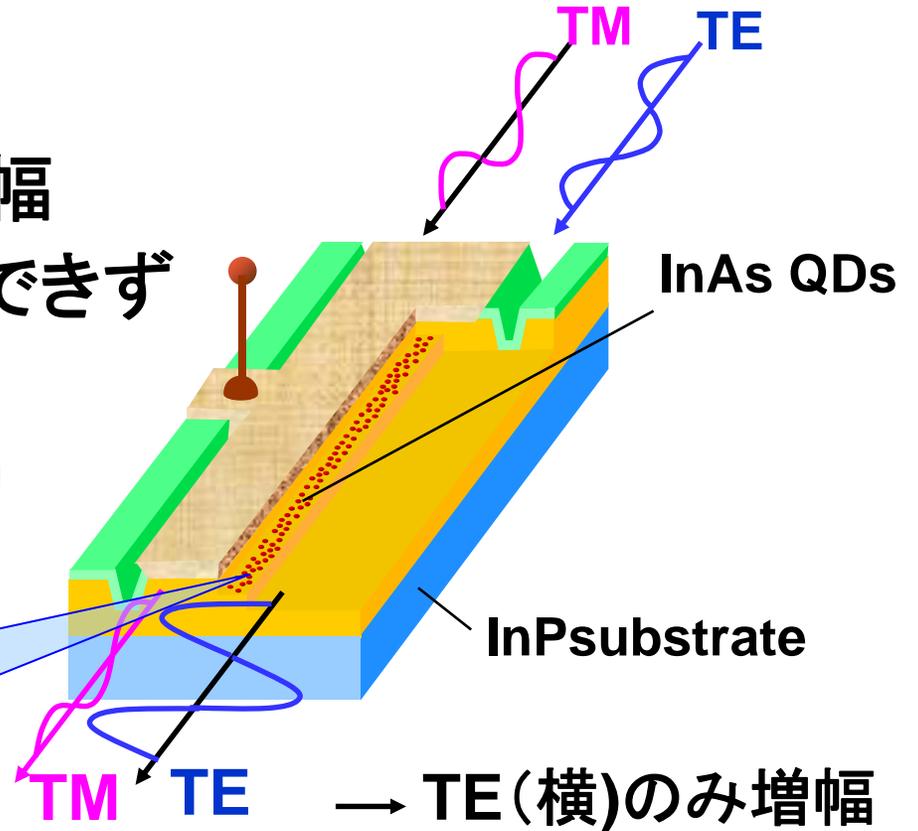
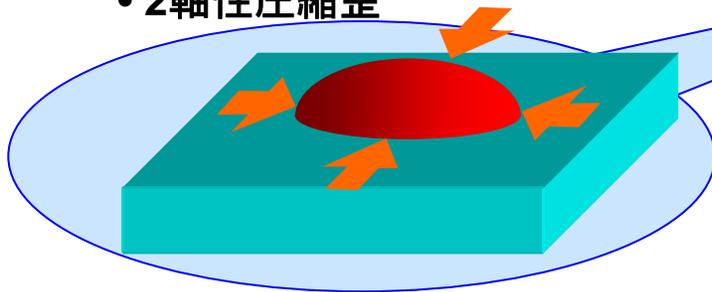
TE (横)偏光のみ増幅

TM(縦)偏光は増幅できず

【原因】

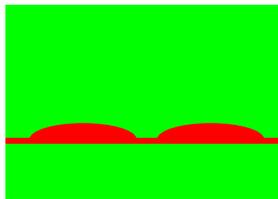
ドットの構造が非等方的

- 扁平型
- 2軸性圧縮歪

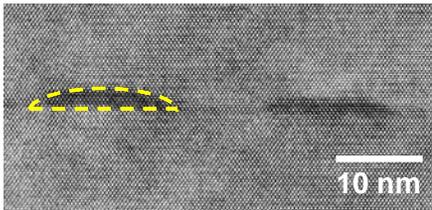


新技術: ドット偏波無依存化技術

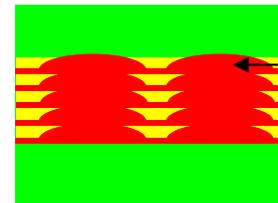
従来のドット構造



- 扁平型
- 2軸性圧縮歪

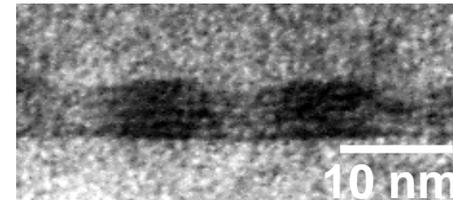


開発した新構造のドット



- ### 新規開発技術
- 高アスペクト比
 - 歪制御バリア層

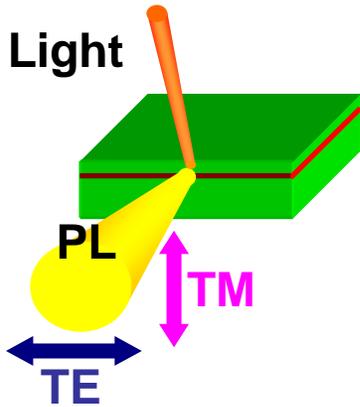
H. Ebe et al., Jpn. J. Appl. Phys. 44 (2005) 6312.



K. Kawaguchi et al., to be publish in Phys. State. Sol. (c)

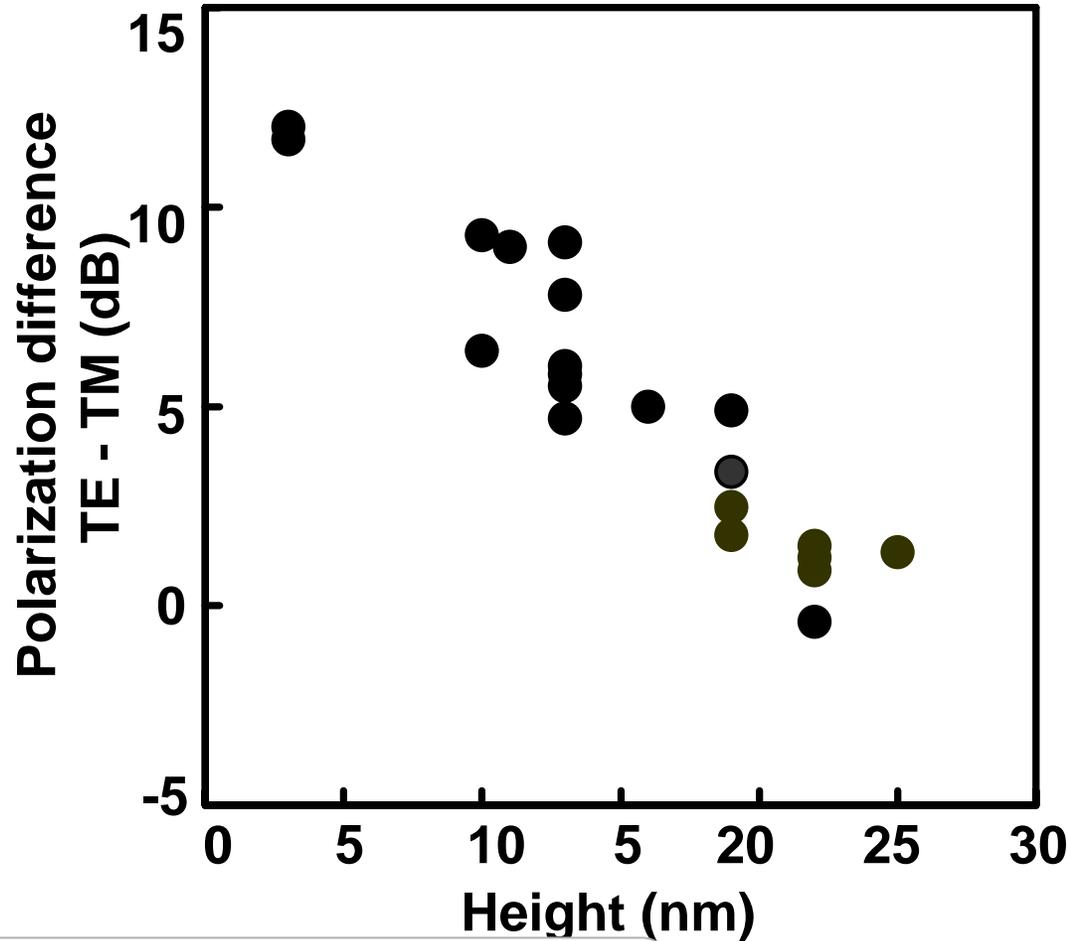
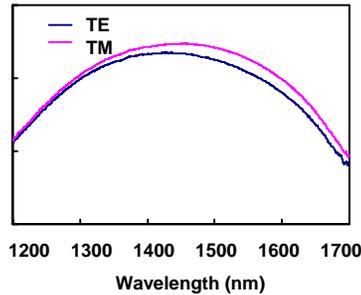
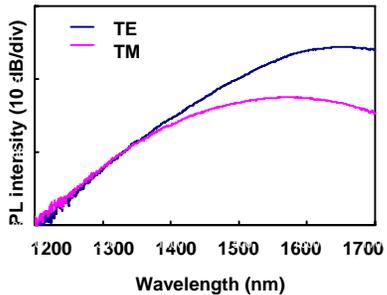
新ドット構造の設計・成長法の開発
→ 偏波無依存化を達成

偏光特性のドットの高さ依存性(PL)



Height : 11 nm

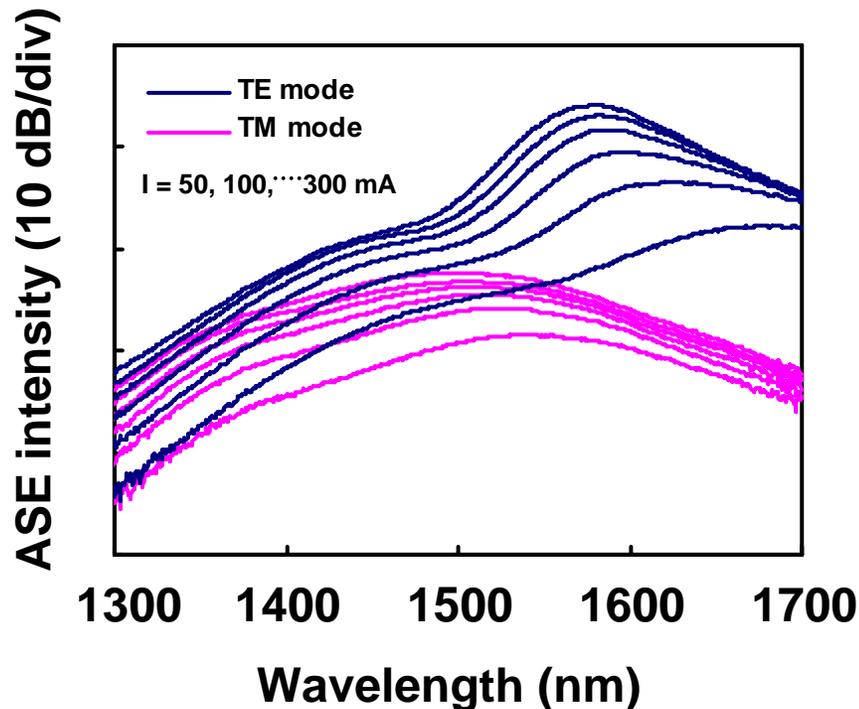
Height : 22 nm



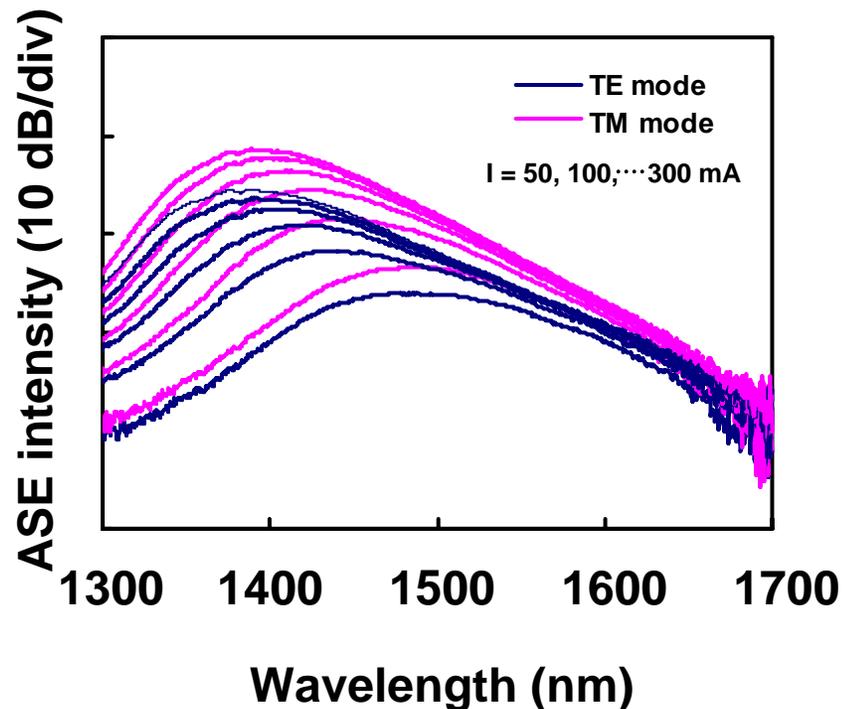
ドット高さを大きくすると TM (縦)偏光特性増大

デバイスの偏光特性 (ASE)

ドット高さ : 11 nm



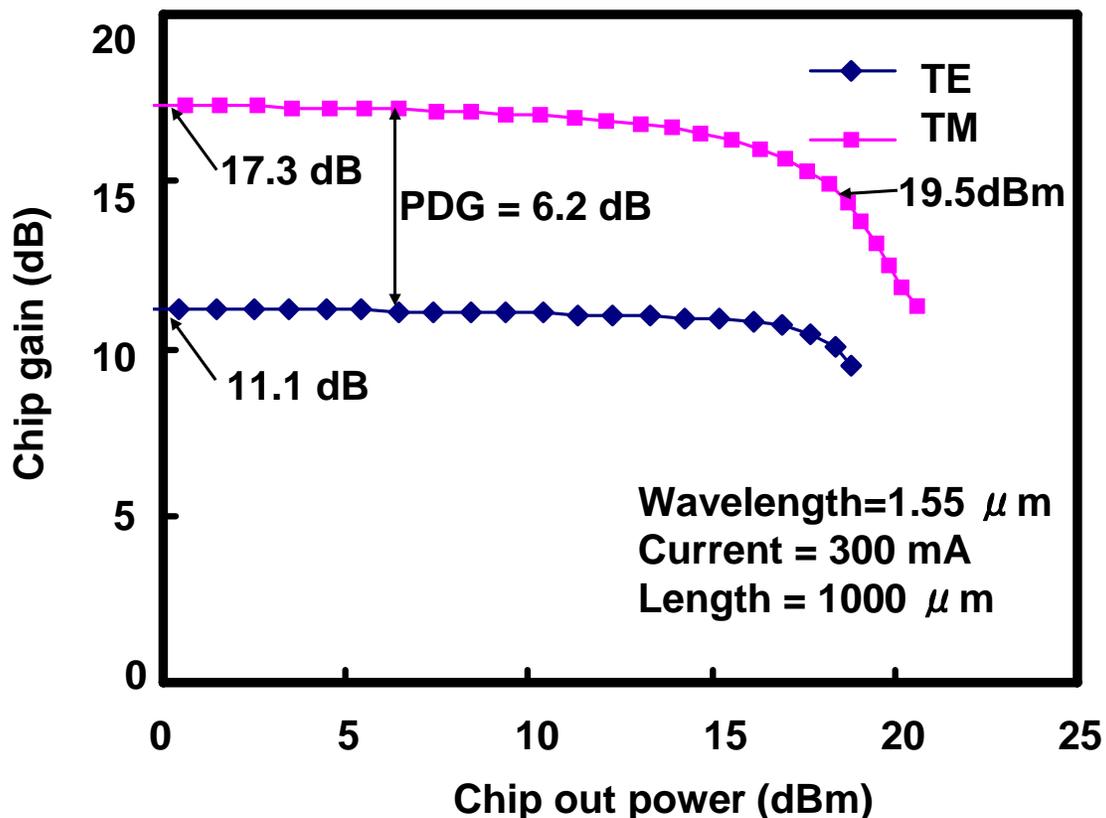
ドット高さ : 22 nm



ドットを高くすると、TM(縦)偏光に対する利得が向上する。高さ22nmでは、TM(縦)偏光がTE(横)偏光よりも大きくなる。

偏波無依存化技術を確立

デバイス出力特性



TM(縦)偏光に対して充分増幅しかつ高出力であることを確認

ターゲット市場

世界市場

183M\$@2006 (EDFA, Raman, SOA, EDWA)

アプリケーション

既存 : メトロ ~ 超長距離 \$183M

2009 ~ : アクセス系(10G PON, CWDM, WDM PON)

今後の展開

東大の協力を仰ぎながら、
富士通とQDレーザ社が連携して、
量子ドットレーザに続くQDレーザ社の
主力製品として、量子ドット光増幅器の
実用化を目指す。

発表まとめ

- **産学官連携による量子ドットデバイス開発**
 - ◆ 国家プロジェクトの支援のもと、東大 / 富士通 / QDレーザ社の連携で量子ドットデバイスの基盤技術開発から事業展開までを一貫して行う。
- **量子ドット光増幅器**
 - ◆ 量子ドット光増幅器:
 - 実用化に大きな障害であった偏波無依存化技術を確立。
 - ◆ 今後 ベンチャー企業（QDレーザ社）での実用化展開。