

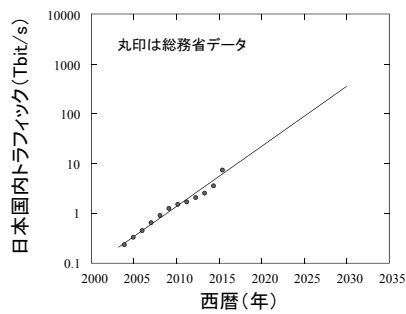
# 高速・自己保持機能を有する 光スイッチング素子

慶應義塾大学 理工学部 電子工学科  
教授 津田 裕之

## 目次

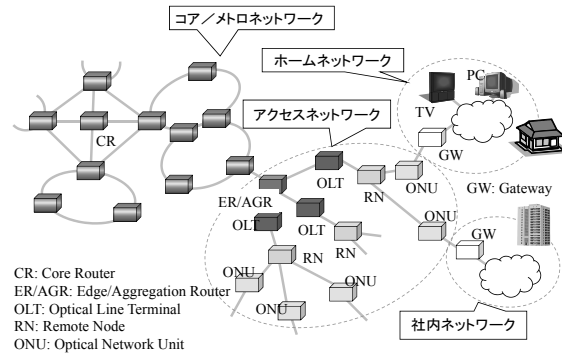
1. 研究開発の背景
2. 光スイッチへの要求条件
3. 新技術の紹介
4. 今後の展開
  - ・企業への期待
  - ・本技術に関する知的財産
  - ・産学連携の経歴
  - ・問い合わせ先

## 研究開発の背景



インターネットトラフィックの増大が続いている。  
→光通信インフラへの要求

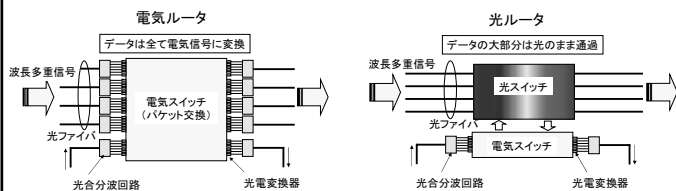
## 光通信ネットワーク



CR: Core Router  
ER/AGR: Edge/Aggregation Router  
OLT: Optical Line Terminal  
RN: Remote Node  
ONU: Optical Network Unit

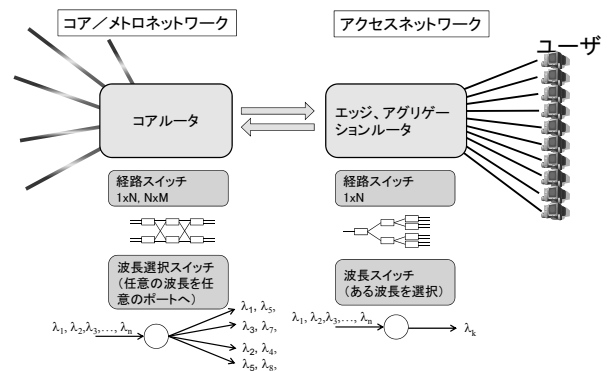
- + データセンタNWの増加
- + 5Gシステムの収容

## 通信の光化

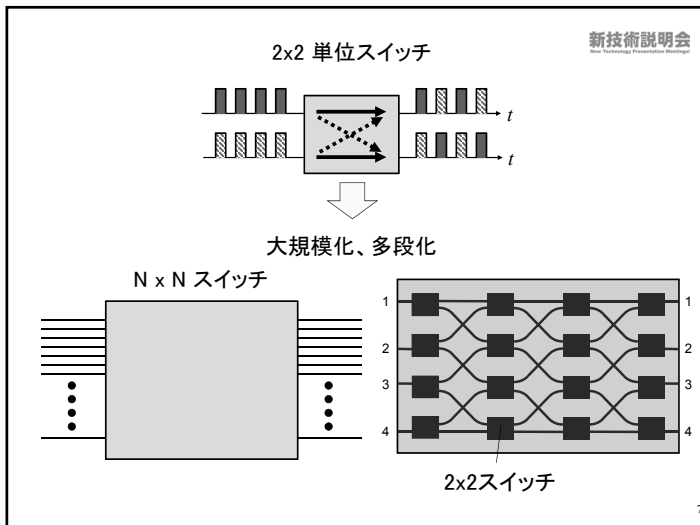


光スイッチをネットワークノードに導入  
→情報通信ネットワークにおけるエネルギー消費量を低減  
→スループットの増大、利用効率の向上  
→障害時のプロテクション

## 光ネットワークにおけるスイッチ



$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_m$  →  $\lambda_1, \lambda_5, \lambda_3, \lambda_7, \lambda_2, \lambda_4, \lambda_6, \lambda_8$  →  $\lambda_k$



- 新技術説明会
- 光スイッチへの要求条件
1. 低偏波依存性
  2. 低クロストーク(-40 dB以下)
  3. 広帯域動作(Cバンド、C+Lバンド)
  4. 低損失(カプラより十分小さい)
  5. 大規模 > 16x16
- 8

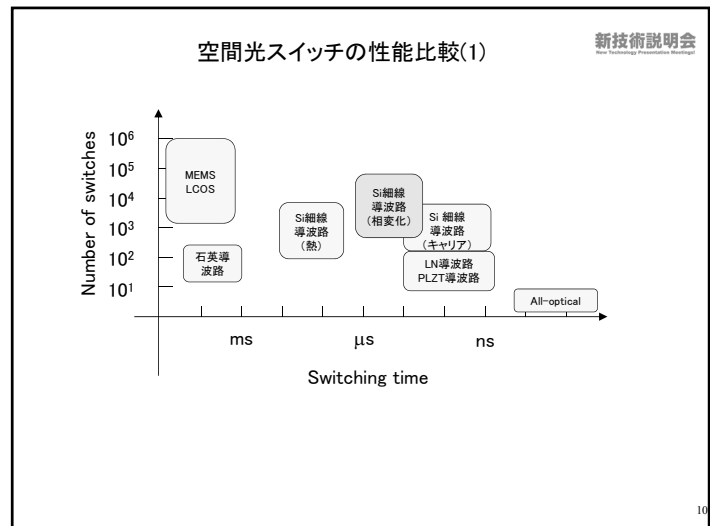
新技術説明会

空間光スイッチの分類(構成)

	デバイス種類・材料	駆動原理
機械式		電磁石によるミラー、プリズムなどの移動
空間型	MEMS	微小ミラー回転
	LCOS	液晶屈折率制御
導波路型	石英	熱光学効果
	Si	熱光学効果
	Si	キャリア注入
	III-V族半導体	キャリア注入
	LN	電気光学効果
	PLZT	電気光学効果
	ポリマー	電気光学効果
	相変化材料	結晶-アモルファス相転移

MEMS: Micro electro mechanical systems  
 LCOS: Liquid crystal on Si  
 LN: Lithium niobate, LiNbO<sub>3</sub>  
 PLZT: Lantern dope lead zirconate titanate

9



新技術説明会

光スイッチの性能比較(2)

材料	動作原理	スイッチング時間	屈折率変化	自己保持機能
LiNbO <sub>3</sub>	電気光学効果	ps	0.1 %	なし
III-V族半導体	プラズマ効果	ns	0.5 %	なし
SiO <sub>2</sub>	熱光学効果	ms	0.1 %	なし
Si	熱光学効果	μs	0.1 %	なし
相変化材料	相変化	ns	> 30 %	あり

アモルファス ↔ 結晶

高速    小型    低消費電力

11

新技術説明会

相変化材料

- Optical rewritable media (DVD-RW, etc.)
- Phase-change random access memory (PRAM)

DVD-RW

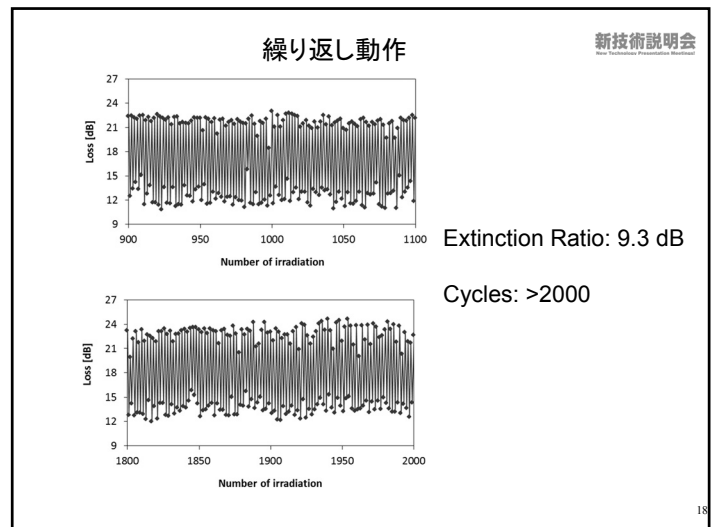
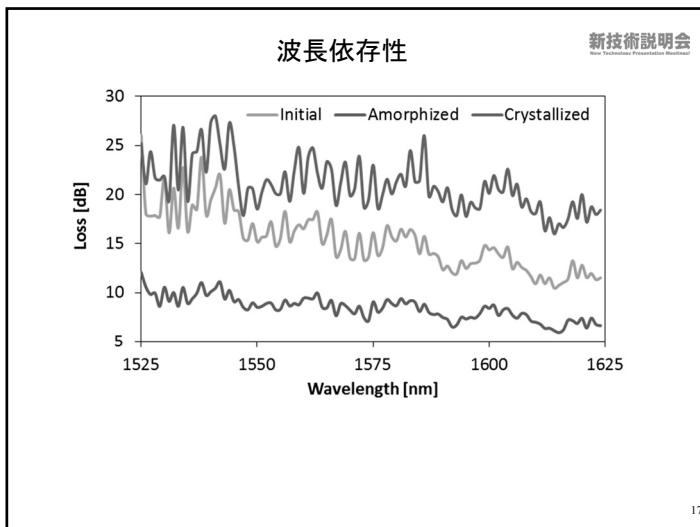
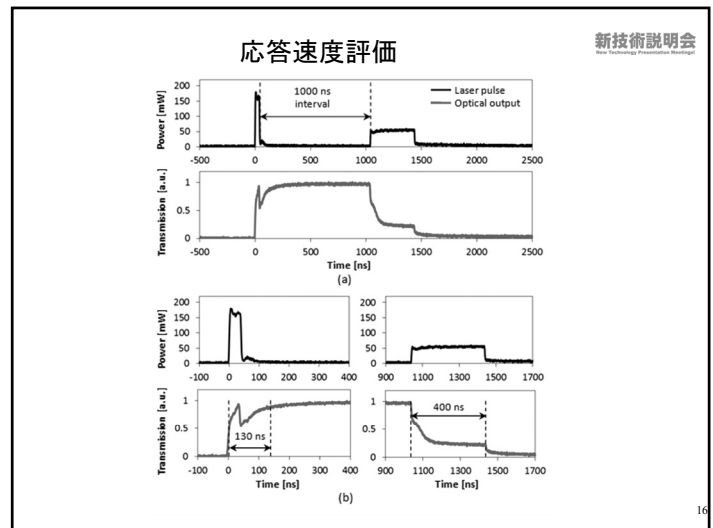
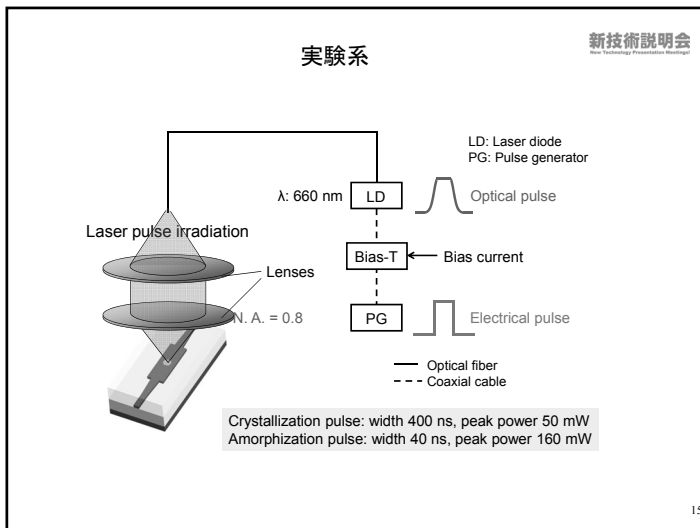
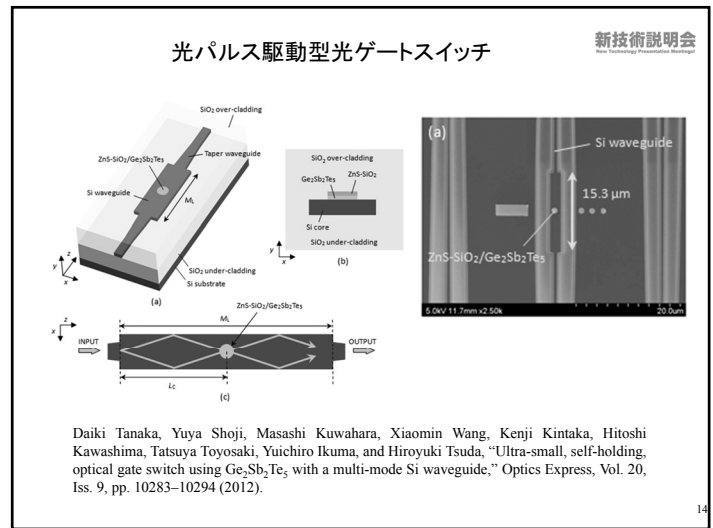
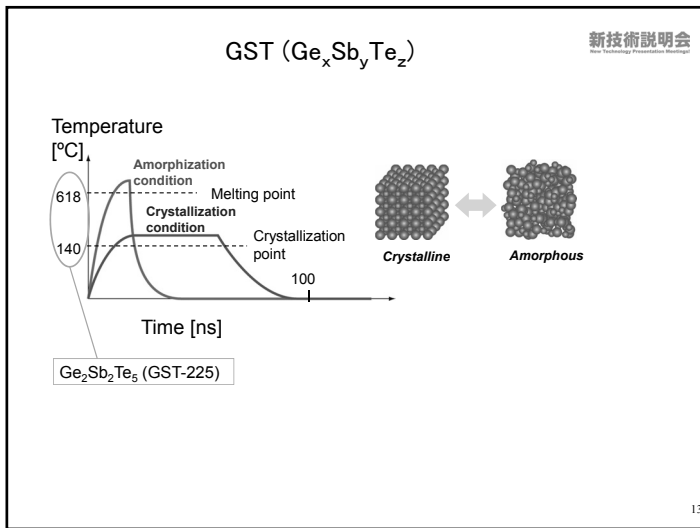
Optical recording

PRAM

512-Megabit chip (Samsung, 2009)

Electrical recording

12

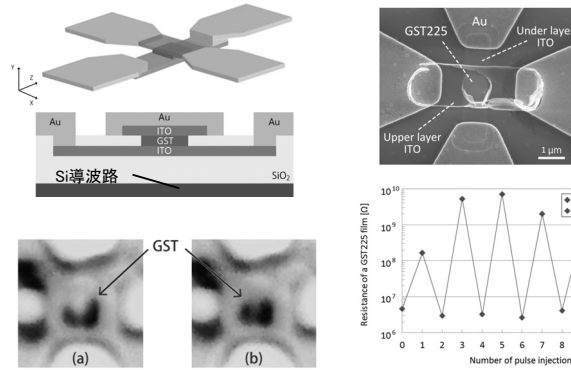


光パルス駆動型：多数のスイッチを駆動できない。  
集光光学系など大型の装置が必要である。  
原理動作確認、材料評価には適している。

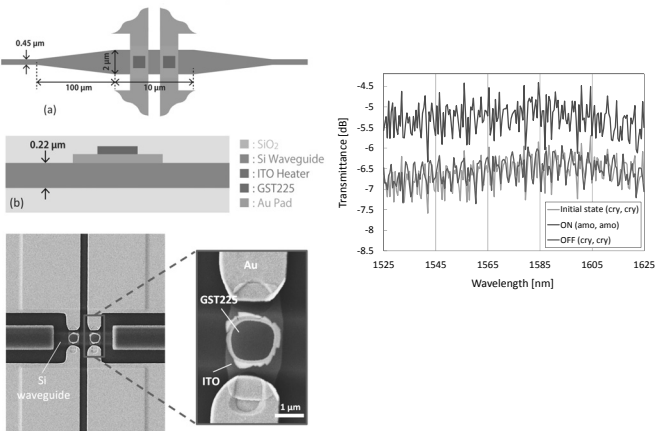


電流駆動型：多数のスイッチを集積可能である。  
駆動系の構成が容易である。

新技術の紹介 電流駆動型相変化光スイッチ



電流駆動型相変化光スイッチ



実用化に向けた課題

- 透過損失の低減
  - 材料開発
- 低クロストーク光スイッチ回路の利用
- 素子寿命(スイッチング回数上限)の延伸(増加)
- 多様なシリコン光回路との集積

今後の展開

企業への期待

- 相変化材料技術を持つ企業との共同研究
- 薄膜製造技術を持つ企業との共同研究
- 光スイッチ技術に興味を持つ企業との共同研究
- 相変化材料素子の他分野への適用に興味を持つ企業との共同研究

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 光スイッチ
- 出願番号 : 特願2017-053507
- 出願人 : (1) 学校法人慶應義塾  
: (2) 国立研究開発法人産業技術総合研究所  
: (3) 国立研究開発法人物質・材料研究機構
- 発明者 : (1) 加藤健太郎、津田裕之  
: (2) 桑原正史、河島整  
: (3) 鶴岡 徹

## 産学連携の経歴

新技術説明会  
New Technology Presentation Meeting

- ・ 2005年-2006年 NEDO 大学発事業創出実用化研究開発
- ・ 2007年-2009年 NEDO 大学発事業創出実用化研究開発事業
- ・ 2011年-2012年 NEDO 省エネルギー革新技術開発事業
- ・ 2013年- NICT委託研究「Tバンド、Oバンドによる大波長空間利用技術の開発」
- ・ 2015年- NEDO次世代人工知能・ロボット中核技術開発 先進研究「広角・多波長レーザーレーダーによる超高感度コグニティブ視覚システム」

25

## お問い合わせ先

新技術説明会  
New Technology Presentation Meeting

慶應義塾大学 研究連携推進本部  
産学官連携コーディネーター 長井 究一郎

TEL 045-566-1470  
e-mail kyuichiro.nagai@adst.keio.ac.jp

26

## ナノテクノロジープラットフォーム 利用機関・装置

新技術説明会  
New Technology Presentation Meeting  
nanotechJapan



実施機関: 国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
つくばイノベーションアリーナ推進センター  
担当者: 山崎 将嗣



利用装置: ArF液浸露光装置、i線ステッパ装置、スパッタリング装置、蒸着装置

### 利用成果

ArF液浸露光装置を利用して試作したシリコン光回路の上にスパッタリングによる成膜、i線露光装置を用いたパターニングを施し、エッチング・リフトオフを行うことで相変化光スイッチを作製した。相変化材料には、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ を利用した。相変化光スイッチにパルス電圧を印加し、波長1525nm~1625nmに渡って繰り返し光スイッチング動作を確認することが出来た。

27