

上野研究室

光エレクトロニクス講座 (西2号館3階)

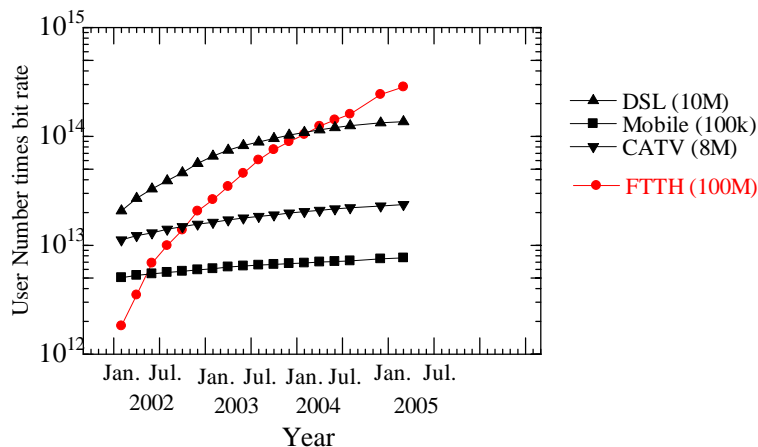
『超高速な光信号で光信号を直接制御する』
超高速で省エネルギーな、未来の情報通信技術



平成19年度 卒研配属説明会
2006年11月15日

現在最先端の光通信の、信号処理速度

(1) 光インターネット接続の速度(100メガビット以上) × 契約者数は、すでに2004年に、ADSLを大きく超えている。

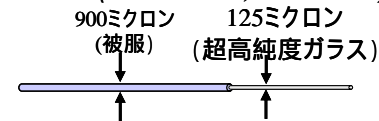


(2) 光ファイバーケーブル

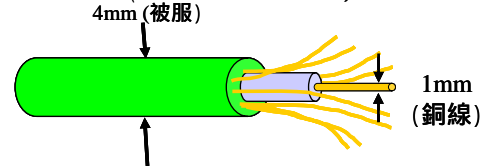
非常に細く、安定で、安価。

10テラビット(= 10,000ギガビット)を伝送可能。

光ケーブル (10G ~ 20,000Gb/s)



電気ケーブル (10G ~ 40Gb/s)



(3) しかし、今後の光インターネット情報を支えられない！

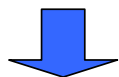
大きな技術課題：

世界最高の電子トランジスタの限界： 40ギガビット= 光 × 400回線以下

急増する消費エネルギーと、高周波回路の電磁放射

研究分野 = さらに高速な、光信号処理へ

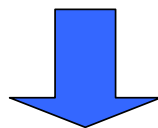
『光』は電磁波であり、その周波数は20万ギガヘルツと巨大！



(光 電気変換無し)

『超高速な光信号で、光信号を、直接制御する方法』を研究しています。

光TDM通信技術、または、光信号処理



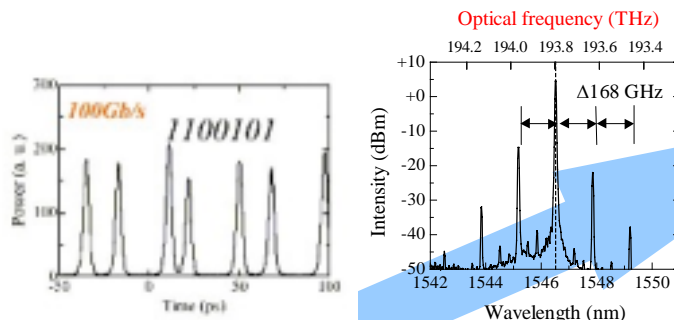
160ギガビット秒 ~ 640ギガビット秒と超高速で、省エネルギーな、未来の情報通信技術



実際の研究 (西2号館3階)

研究室HP <http://www.ultrafast.ee.uec.ac.jp/>

各種の『超高速な光ゲート回路』を組み立てて、実験・解析する。



40 ~ 200ギガビット秒の高速光信号を発生する



10ギガビット秒の電気信号



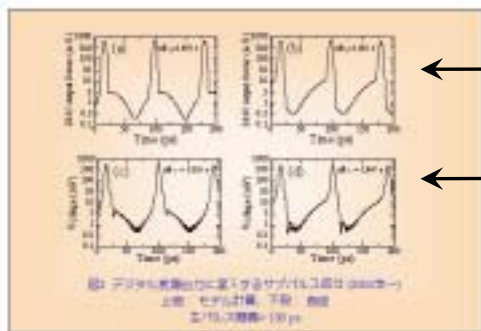
光通信用レーザなど各種光学部品
どうやって? 全て光ファイバー配線



現在進行中の研究テーマ

研究室HP <http://www.ultrafast.ee.uec.ac.jp/>

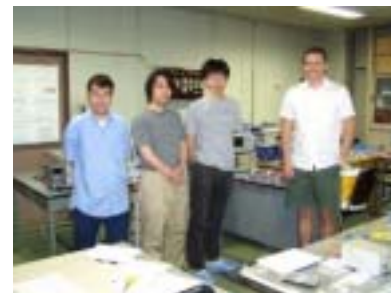
[1] 超高速・小型なDISC型ゲート回路のサブパルス特性、など (25ギガ ~ 100ギガ相当)



← モデル計算結果

← 実験・測定結果

世界で初めて検証、
見事に一致！
(光回路の基礎設計)

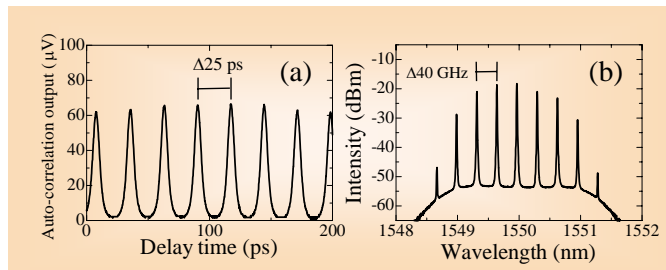
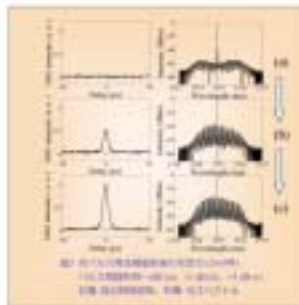


デンマーク工科大学との共同研究

[2] 高速・高精度なDISC-Loop型光パルス発生回路の研究 (40ギガ 160ギガ信号相当)

[3] 省エネルギーな光3R再生 (40ギガ) 40GHzの高精度光パルス生成に成功

[4] 160ギガビット秒への研究基盤
50 200ギガへの光多重
超高速な光増幅器、など

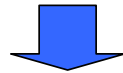


研究室メンバー

研究室HP <http://www.ultrafast.ee.uec.ac.jp/>

研究室発足： 2002年3月、卒業生= 11名

2006年現在： 助教授 1、COE研究員 1、D生 1、M生 2、卒研究生 4



2007年度： 助教授 1、COE研究員 1、D生 1、M生5、卒研究生 4～5名

<合計 13名くらい>

研究室公開 (オープンキャンパス)



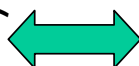
研究室メンバー(昨年夏)



共同研究実績 2002 ~ 2006 研究室HP <http://www.ultrafast.ee.uec.ac.jp/>

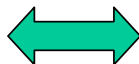
研究テーマ

・ 光通信用 超高速光ロジックゲート
40 ~ 160ギガビット秒以上



文科省、基盤研究(単独)
産学連携共同研究(KDDI研究所)
国際共同研究(デンマーク工科大学)
総務省、NICT研究(NEC、沖電気)

・ 超高速光クロックパルス発生
40 ~ 160ギガヘルツ

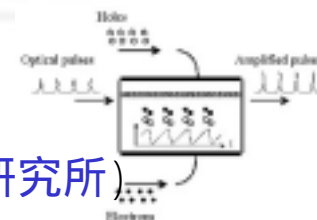


電通大COEプログラム(22研究室)

・ 研究基礎技術、新材料研究
10 ~ 1,000ギガビット秒

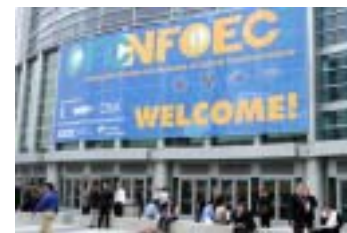


経産省、NEDO研究(筑波大、産総研、NEC)



電気通信大学 21世紀COEプログラム
コヒーレント光科学の展開

それぞれが、独自性の高い、**先端研究**です！



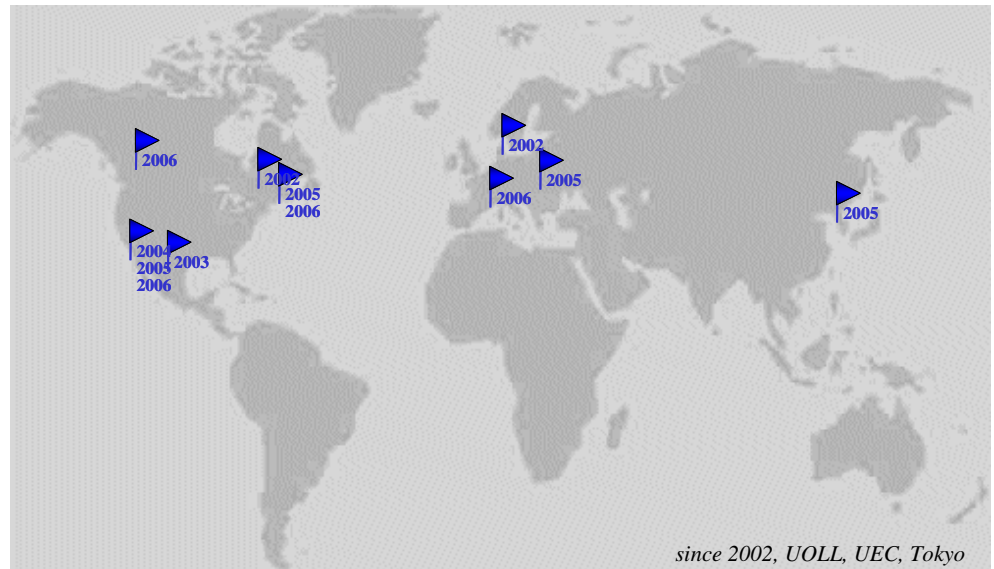
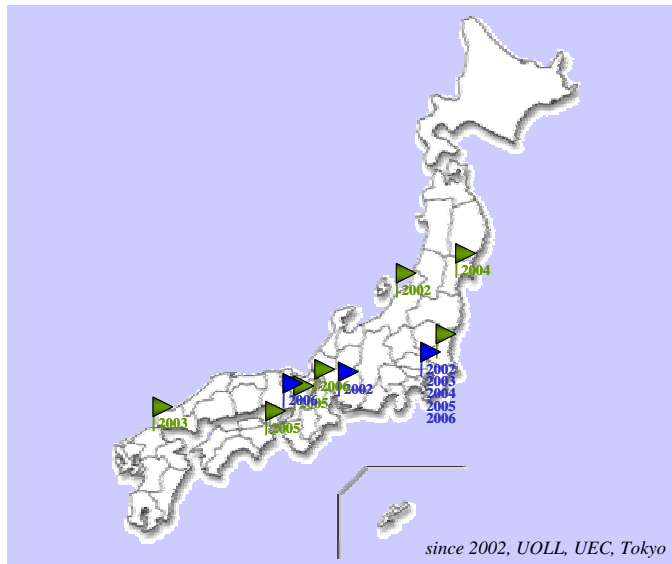
研究成果発表先： 日本応用物理学会、電子情報通信学会、米国IEEE、米国OSAなど

研究成果を、大学の外へ、世界へ (卒研終盤 ~ 大学院)

研究室HP <http://www.ultrafast.ee.uec.ac.jp/>

さらに世界へ、研究成果発信と交流

まずは国内で、
研究成果発表



最近の新聞発表、論文発表

昨年の鈴木励君 (M2)
 国内・国際学会発表、新聞発表

連続光から40ギガ光パルス

時分割多重光源を開発
汎用光部品で原理実証
電通大

電通大 光通信研究センターの鈴木励君が、連続光から40ギガ光パルスを開発した。この技術は、光通信の高速化に貢献する。

時分割多重光源を開発

汎用光部品で原理実証

電通大

昨年の中本亮一君 (卒業論文+))
 国内学会発表、学術論文投稿中

Optical-spectrum-synthesizer design within an all-optical semiconductor gate to reduce waveform distortion induced by carrier-cooling relaxation at sub-terahertz frequencies

Yoshitaka Ueno, Hiroyuki Nakamura, Jun Sakaguchi, and Rei Suzuki[†]
 Graduate School of Electronic Engineering, Dept. of Electric Communication,
 U.E.C., 2-17-128, Nakano 3-chome, Tokyo 162-8603, Japan
yueno@uec.ac.jp, suzuki@uec.ac.jp
[†]present address: Atsushi Communication Technology, Ltd.

Abstract: In frequency ranges above 200-300 GHz, the second slowest relaxation in the optical response (such as carrier-cooling relaxation) having a time constant of 1-2 ps of a semiconductor optical amplifier inside the conventional delayed-interference signal-wavelength converter (DISC) scheme is thought to start the distortion of all-optically gated waveforms. In this work, we design a digital optical-spectrum-synthesizer block that is part of the expanded DISC scheme. Our numerically calculated spectra, waveforms, and eye diagrams with assumed pseudo-random digital data pulses indicate that this synthesizer significantly reduces strong distortion from the gated waveforms. A signal-to-noise ratio of 20 dB was obtained from our random-data eye diagram, providing proof of effectiveness in principle.

©2006 Optical Society of America
 OSA code: (0033-5108) Fiber optics communication; (1223-0986) Phase modulation; (1903-0975) Semiconductor nonlinear optics; (1907180) Ultrad fast nonlinear optics; (2303-9080) Semiconductor optical amplifiers; (3207803) Laser devices; (5287508) Ultrad technology

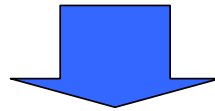
References and links

1. J.F. Heikoff, F.E. Doerr, I. Ghak, and M. Kim, "A Terahertz-optical spectrum-drawdowner (TDAD): III-V Plasmonics based," *Lett. Opt. Phys.* **3**, 707-709 (2006).
2. K. Tajima, "All-optical switch with switch-off time controlled by carrier lifetime," *Appl. Phys. Lett.* **75**, 1736-1738 (1999).
3. Y. Ueno, S. Nakamura, and K. Tajima, "Record low-power all-optical semiconductor switch operation at sub-THz repetition rates above the carrier-cooling frequency," *Opt. Lett.* **31**, 3063-3041 (2006). <http://dx.doi.org/10.1364/OL.31.17.3063>
4. K. Sakuma, "Semiconductor optical amplifier based all-optical gates for high-speed optical processing," *IEEE Int. Selected Topics on Quantum Electron. S. 1423-1429 (2006)*.
5. Y. Ueno, S. Nakamura, and K. Tajima, "Nonlinear phase shift induced by semiconductor optical amplifiers with control pulses at repetition frequencies in the THz range for use in all-optical signal processing," *J. Opt. Soc. Am. B* **19**, 2575-2580 (2002). <http://www.opticsinfobase.org/abstract.cfm?id=17310>
6. Y. Liu, F. Tang, Z. Li, H. de Waardt, A.M.J. Koster, G.D. Khoe, R.J.S. Deroox, X. Shu, and I. Baerens, "Terahertz 100-Gbit/s SOA-based wavelength-conversion using optical filtering," *Optical Fiber Communication Conference (OFC 2006)*, March 5-10, 2006, Anaheim, CA, 2006.
7. S. Nakamura, Y. Ueno, and K. Tajima, "Terahertz all-optical demultiplexing at 150 Gbit/s with electrical integration in a Mach-Zehnder switch," *Optical Fiber Communication Conference (OFC 2002)*, March 17-22, 2002, Anaheim, CA, Anaheim Paper PD3.
8. Y. Ueno, S. Nakamura, and K. Tajima, "Spectral phase locking in all-optical Mach-Zehnder type semiconductor wavelength converter," *Appl. Phys. Lett.* **78**, 1211-1213 (2001).
9. F. Lindfeld, B.M. Mason, S. Cabot, E.J. Aguayo, R. Ryf, and R.B. Gopin, "All-optical wavelength conversion using a pulse reformatting optical fiber," *J. Lightwave Technol.* **22**, 586-592 (2004).

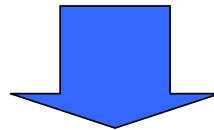
卒研配属見学

研究室HP <http://www.ultrafast.ee.uec.ac.jp/>

今日の懇親会 私も出席します。(卒研究生・院生も、一緒に！)



研究室HP 研究テーマ、メンバー紹介、写真集、卒研配属情報
<http://www.ultrafast.ee.uec.ac.jp/> **たくさん載せています！**



研究室見学 どうぞぜひ、見学に来てください。

西2号館3階、**土曜日10:00-17:00、日曜日10:00-17:00**

見るのが一番！ 卒研究生・院生にも、話を聞いてみてください。