

IEICE ICT PIONEERS
Webinar シリーズ第 1 回
June 2, 2020

EDFA 長い冒険の旅

-光ソリトンからコヒーレントナイキストパルスへ-

電子情報通信学会会長 中沢正隆
東北大学 卓越教授 (Distinguished Professor)

1

光ファイバーの光損失と光通信の波長 (1.55 μm)

シリカ光ファイバー

散乱や吸収のために光がわずかに減衰

短波長側→レイリー散乱
長波長側→SiO₂の赤外吸収損失

波長1.55 μm付近で光損失は最小
1 kmで0.2 dB (透過率96%)
100 kmで20 dB (透過率1%)

4

講演内容

- (1) EDFA(エルビウム添加光ファイバ増幅器)発明への道
- (2) EDFAを用いた新たな光伝送技術への挑戦
 - ・光ソリトン伝送からコヒーレントナイキストパルス伝送へ
 - ・3つのマルチ(3M)技術 (Multi-level modulation with 4096QAM, Multi-core fibers, and Multi-mode control toward Petabit/s transmission)
 - ・ポスト5Gに向けた無線と光のシームレスな融合 (Digital coherent mobile fronthaul)
- (3) 若い人へのメッセージ
- (4) まとめ&会長声明 -「コロナ後」の電子情報通信技術の発展に向けて-

2

EDFA発明への道

◆ A 1.48 μm LD-pumped EDFA was proposed in 1989 and its application to transmission experiments opened up a new era.

	1984	1987	1988	1989
Reference	Opt. Lett. Vol. 9, 312	OFC/IOOC W12	OFC PD2	Appl. Phys. Lett. Vol. 54, 295
Authors	M. Nakazawa, K. Washio	D.N. Payne	E. Snitzer	M. Nakazawa
Affiliation	NTT NEC	Southampton Univ.	Polaroid Corporation	NTT
Pumping wavelength		650 nm	1.48 μm	1.48 μm
Pumping source		DCM dye laser	Color center laser	Semiconductor laser 40 mW output
Gain		26 dB@1536 nm	Gain < 1 dB	12.5 dB@1536 nm
Characteristics	1.55 μm OTDR using Er glass laser	Optical amplifier using Er-doped fiber	Proposal of 1.48 μm pumping	1.48 μm LD-pumped EDFA

5

光ファイバー

ファイバ内を全反射しながら光が伝搬

光ファイバの特徴

- ・損失が小さい(長距離の通信が可能) 0.2 dB/km
- ・帯域が広い(多くの情報を伝送可能)
- ・細径・軽量で曲げやすい(省スペース)
- ・電波の影響を受けない(漏話や電磁誘導がない)
- ・材料(シリカガラス)が地上に豊富

多芯光ファイバケーブル 光カールコード

3

光ファイバーの破断点検出器 (OTDR)

OTDR: Optical Time Domain Reflectometer

The OTDR plays an important role in maintaining optical fiber networks by finding fault locations along fiber transmission lines.

The OTDR detects continuous backward Rayleigh scattering by coupling a nanosecond optical pulse into a fiber. When there is a fault, for example a fiber break, no backward Rayleigh scattering returns, which informs us of the break location.

6

エルビウム固体レーザーの実現とOTDRへの応用 1982~1984

Development of a 1.55 μm Er phosphate glass laser for a long-distance OTDR

May 1984 / Vol. 8, No. 5 / OPTICS LETTERS 347

Output-stabilized high-repetition-rate 1.545- μm Q-switched Er-glass laser

Yukio Morihide, Shunji Kishida, and Kunihiko Washio
Opto-Electronics Research Laboratories, NEC Corporation, Kawasaki 212, Japan

Hiroyoshi Teramoto
Research and Development Laboratory, Hitachi Corporation, Atsukashi, Tokyo 305, Japan

Masataka Nakazawa
Bunkai Electrical Communication Laboratory, Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation, Bunkai-kan 309-11, Japan

Received January 9, 1984; accepted February 17, 1984

Longest fault location with a 1.55 μm Er phosphate glass laser

312 OPTICS LETTERS / Vol. 8, No. 7 / July 1984

130-km-long fault location for single-mode optical fiber using 1.55- μm Q-switched Er³⁺-glass laser

Masataka Nakazawa and Masamitsu Yokida
Bunkai Electrical Communication Laboratory, Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation, Bunkai-kan 309-11, Japan

Kunihiko Washio
Opto-Electronics Research Laboratories, NEC Corporation, Kawasaki 212, Japan

Yoshiaki Asahara
Research & Development Laboratory, Hitachi Corporation, Atsukashi, Tokyo 305, Japan

Received March 14, 1984; accepted April 23, 1984

7

光ファイバー中の誘導ラマン散乱による光増幅 (1984, 1989)

YAG-pumped Raman Amplifier

Active transmission line: light amplification by backward-stimulated Raman scattering in polarization-maintaining optical fiber

Masataka Nakazawa, Masamitsu Yokida, Yukio Morihide, and Kenzo Uchida
Bunkai Electrical Communication Laboratory, Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation, Bunkai-kan 309-11, Japan

Received April 10, 1984; accepted November 14, 1984

LD-pumped Raman Amplifier

2104-4 IOOC'89 (1989)

Optical Soliton Amplification and Transmission by Stimulated Raman Scattering Pumped by InGaAsP Laser Diodes

by
Kazumoto Suzuki, Yasuo Kimura, and Masataka Nakazawa
NTT Transmission Systems Laboratories, Tokai, Bunkai-kan, 319-11, Japan

From M. Nakazawa et al., "Raman amplification in 1.4-1.5- μm spectral region in polarization-preserving optical fibers," *J. Opt. Soc. Am. B*, vol. 2, pp. 515-521 (1985).

10

EDFAとエルビウムファイバーレーザーの提案 (1987)

The first paper for EDFA (submitted 3rd August 1987 in Electronics Letters)

LOW-NOISE ERBIUM-DOPED FIBRE AMPLIFIER OPERATING AT 1.54 μm

Abstract: Erbium-doped optical communications

High gain amplification of up to 28 dB has been observed in a pumping erbium-doped fibre. The amplifier has a spectral bandwidth of greater than 300 GHz in the region of 1.53 μm and a measured noise figure of ~ 4 dB at a bit rate of 140 Mbit/s.

10th September 1987

R. J. MEESEY, I. M. SAUNDY, D. N. PAYNE
Optical Fibre Group, Department of Electronic Science, University of Southampton, Southampton SO9 5NH, United Kingdom

Early paper on an Er fiber laser (submitted 21st July 1987 Appl. Phys. Lett)

1768 Appl. Phys. Lett. 51 (22), 30 November 1987

Simultaneous oscillation at 0.91, 1.08, and 1.53 μm in a fusion-spliced fiber laser

Masataka Nakazawa and Yasuo Kimura
NTT Electrical Communications Laboratory, Tokai, Bunkai-kan 319-11, Japan

(Received 21 July 1987; accepted for publication 28 September 1987)

Multiple wavelength oscillation at 0.91, 1.08, 1.53, and 1.55 μm has been simultaneously obtained in a fusion-spliced silica-based fiber laser consisting of Er³⁺-doped and Nd³⁺-doped fibers. The laser mirrors, which are bonded against the cladded fiber ends, have high reflectivities at these wavelengths with a high transmission at a pumping wavelength of 814 nm. The input powers at 0.91, 1.08, and 1.53 μm are 2.0, 1.3, and 0.4 mW, respectively, for absorbed powers of 113 mW in a Nd³⁺-doped fiber and 183 mW in an Er³⁺-doped fiber.

8

EDFAとラマン増幅の励起波長(1.48 μm)の驚くべき偶然の一致 (Magic wavelength)

EDFA

ラマン増幅

11

半導体レーザー励起EDFAの発明 1988~1989

Erbium fiber lasers

516 J. Appl. Phys. 64 (2), 15 July 1989

Lasing characteristics of Er³⁺-doped silica fibers from 1553 up to 1603 nm

Yasuo Kimura and Masataka Nakazawa
NTT Transmission Systems Laboratories, Tokai, Bunkai-kan 319-11, Japan

(Received 19 October 1987; accepted for publication 25 February 1988)

The laser oscillation from 1553 up to 1603 nm has been demonstrated in Er³⁺-doped silica fibers with a doping rate of 2500 ppm. Wide changes in laser oscillation wavelength are due to broad splitting of the upper sublevels in the ⁴F_{3/2} manifold, caused by the random structure of the silica matrix. It has been shown that impinged parts of the Er³⁺ ions in the end pumped fiber laser configuration play an important role in the wavelength change of the laser oscillation. For an absorbed pump power of 320 mW at 814 nm, output power of 0.5 mW was observed at 1603 nm.

LD-pumped EDFA

309 Appl. Phys. Lett. 54 (3), 29 January 1989

Efficient Er³⁺-doped optical fiber amplifier pumped by a 1.48 μm InGaAsP laser diode

Masataka Nakazawa, Yasuo Kimura, and Kazuhiro Suzuki
NTT Optical Communications Laboratory, Tokai, Bunkai-kan 319-11, Japan

(Received 12 September 1988; accepted for publication 14 November 1988)

Optical gain characteristics of an Er³⁺-doped silica fiber have been studied by end pumping with a 1.48 μm InGaAsP high-power laser diode. A gain as high as 12.5 dB was obtained for an absorbed pump power of 16 mW with a 3-m-long fiber. By constructing an Er³⁺ fiber ring cavity with a 3 dB single-mode fiber coupler, we have obtained continuous wave laser oscillation at a wavelength of 1.553 μm .

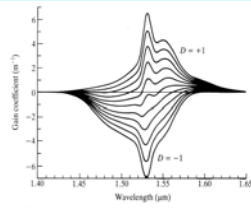
9

エルビウム添加光ファイバー増幅器 (EDFA)の構成

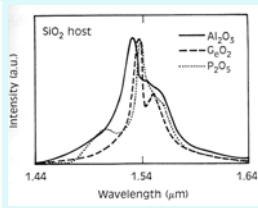
EDFA: Erbium-Doped Fiber Amplifier

12

異なった反転分布状態におけるEDFAの利得の波長依存性と共添加特性



From no pumping ($D = -1$) to complete pumping ($D = +1$)

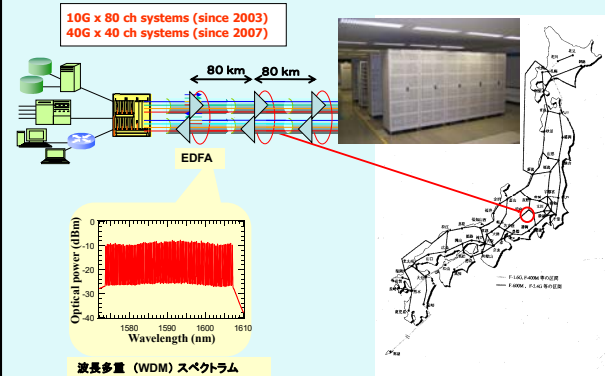


Aluminum co-doping plays an important role in expanding the gain bandwidth, where the Al_2O_3 and Er_2O_3 doping concentrations are almost the same.

13

13

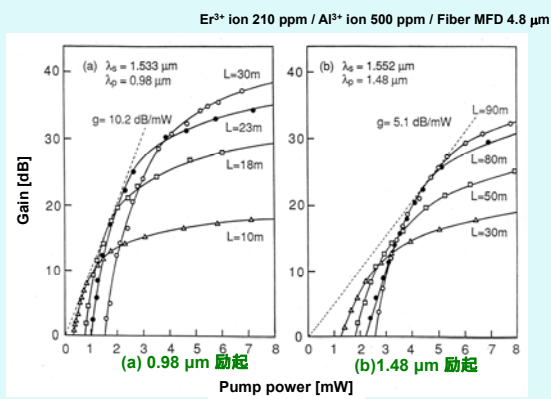
国内の基幹回線に用いられている多中継光伝送システム



16

16

波長0.98 および1.48 μm励起の高効率EDFA



14

14

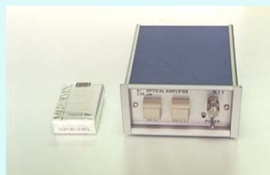
国際海底光ケーブルネットワーク



17

17

世界で最初の小型Erbium-doped fiber amplifier (EDFA)



Prototype in 1989

•Paper: M. Nakazawa, Y. Kimura, and K. Suzuki, "Efficient Er^{3+} -doped optical fiber amplifier pumped by a 1.48 μm InGaAsP laser diode," Appl. Phys. Lett., vol. 54, pp. 295-297 (1989).



•Patent: JP2128337 "Optical fiber amplifier"

15

15

講演内容

- (1) EDFA発明への道
- (2) EDFAを用いた新たな光伝送技術への挑戦
 - 光ソリトン伝送からコヒーレントナイキストパルス伝送へ
 - 3つのマルチ(3M)技術 (Multi-level modulation with 4096QAM, Multi-core fibers, and Multi-mode control toward Petabit/s transmission)
 - ポスト5Gに向けた無線と光のシームレスな融合 (Digital coherent mobile fronthaul)
- (3) 若い人へのメッセージ
- (4) まとめ&会長声明 「コロナ後」の電子情報通信技術の発展に向けて

18

18

光ソリトンの特徴

ソリトンの発見：浅い水の表面を伝わる孤立波の観測
 英国人 John Scott-Russell 造船学者・流体力学者
 馬に引かれて運河を進んできた船が急に停船した時、船の船先に盛り上がった水が船から離れて前進し始め、しかも形を変えないで進んだ。

非線形効果 ← 分散
つりあい

光ソリトンの特徴	信号伝送上の利点
無歪みの信号伝搬（無損失の場合） 光ファイバー中の非線形効果によるパルス圧縮と分散によるパルス広がりが釣り合っていて、波形を変えずに伝搬する。 	・超高速光信号伝送が可能 ・光の領域で自動等化
光増幅による波形整形 振幅を増幅するだけで、広がったパルスが元の形に戻る。 	・電子回路を使用しない全光伝送システムを実現可能 ・超高速フォトニックネットワーク／スイッチングへの応用

19

19

100万km光ソリトン伝送実験 (1991)

10 Gbit/s SOLITON DATA TRANSMISSION OVER ONE MILLION KILOMETRES

6th June 1991
 M. NAKAZAWA
 E. YAMADA
 H. KUBOTA
 K. SUZUKI
 NTT Transmission Systems Laboratories
 Lightwave Communication Laboratory
 Tokai, Ibaraki-Ken 319-11, Japan

Fig. 1. Experimental setup for circulating optical soliton transmission in 100 km loop.
 LAMBDA, modulator and optical delay are for soliton reshaping and monitoring.
 Optical switch is for cleaning and monitoring loop.
 Output rate of A/D switch was 74.48.

Fig. 2. 10 Gbit/s soliton data transmission over one million kilometers
 a. Soliton waveforms at 200 km with reshaping
 b. Soliton waveforms over 400 thousand kilometers
 c. Soliton waveforms over one million kilometers

ELECTRONICS LETTERS, 4th July 1991, Vol. 27, No. 14

22

22

海のソリトン

20

20

アイパターンの比較

	Soliton	RZ(零分散)	NRZ(零分散)
1,800 km			
3,600 km			
5,400 km			

RZ: Return to Zero
 NRZ: Non Return to Zero

23

23

光ソリトン (1973)

Nonlinearity $|u|^2 u$ Dispersion $\frac{1}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$
 Self Phase Modulation Group Velocity Dispersion

Nonlinear Schrödinger Equation

$$(-i) \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + |u|^2 u$$

Soliton Power $P_{N=1}$

$$P_{N=1} = 0.766 \frac{\lambda^3}{\pi c n_2} \frac{|D| A}{t^2}$$

Fiber	Normal Single-Mode Fiber	Dispersion-Shifted Single-Mode Fiber
	0.35 W	2.5~10 mW
$P_{N=1}$	$t=12$ ps $ D =16$ ps/nm/km $n_2=3.2 \times 10^{-16}$ cm ² /W $A=1 \times 10^4$ cm ² $\lambda=1.55$ μm	$ D =0.4-1$ ps/nm/km $A=3-5 \times 10^7$ cm ²

EDFA 0.22 dB/km 50 km (11 dB loss) EDFA 11 dB Gain at Soliton Power Level

A. Hasegawa and F. Tappert, Appl. Phys. Lett., vol.23, pp.142-144 (1973).

21

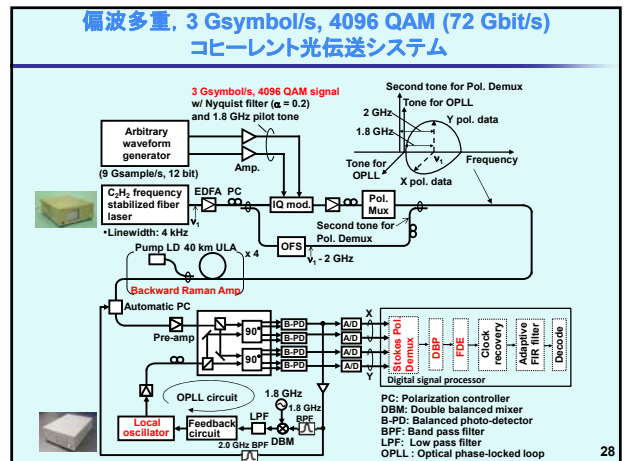
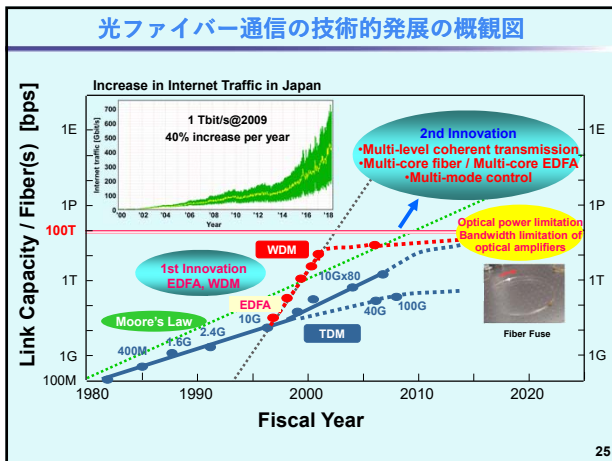
21

講演内容

- (1) EDFA発明への道
- (2) EDFAを用いた新たな光伝送技術への挑戦
 - ・光ソリトン伝送からコヒーレントナイキストパルス伝送へ
 - ・3つのマルチ(3M)技術 (Multi-level modulation with 4096QAM, Multi-core fibers, and Multi-mode control toward Petabit/s transmission)
 - ・ポスト5Gに向けた無線と光のシームレスな融合 (Digital coherent mobile fronthaul)
- (3) 若い人へのメッセージ
- (4) まとめ&会長声明 「コロナ後」の電子情報通信技術の発展に向けて

24

24

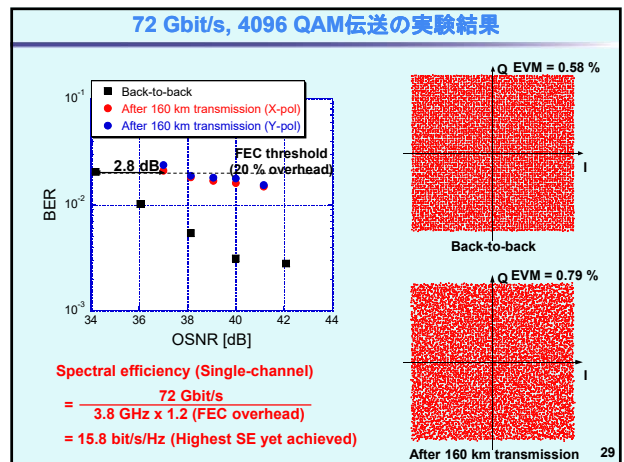


光通信インフラの飛躍的な高度化に関する研究会 (2008)

EXAT: EXtremely Advanced Transmission (EXAは 10^{18} のこと)

- 現状の光通信における容量限界を打破するための技術を検討するために、2008年1月に発足
- 20名以上の産学官の研究者の間で、現状技術の限界や萌芽技術の把握、今後の技術課題を検討
- 2008年11月に「光通信インフラの飛躍的な高度化技術に関する国際シンポジウム (EXAT2008)」を開催

26

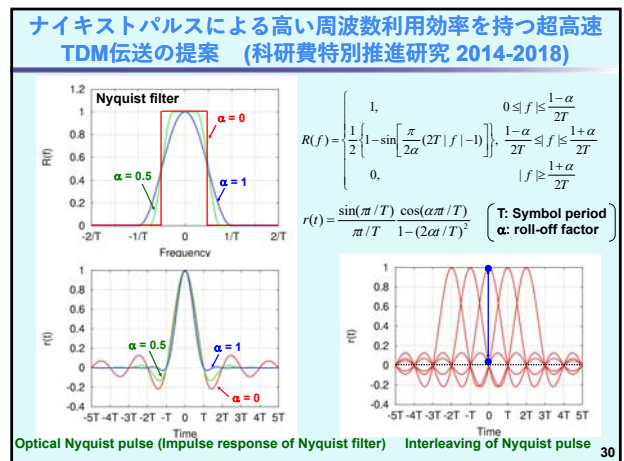


1つ目の“M”:多値変調

Quadrature Amplitude Modulation (QAM):

- Two carriers with the same frequency are amplitude-modulated independently.
- The phases of the two carriers are shifted 90 deg. from each other.
- 2^N QAM processes N bits in a single channel, so it has N times the spectral efficiency of OOK.

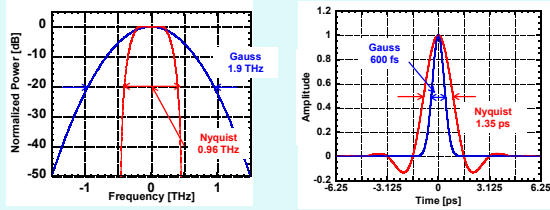
27



ガウスパルスからナイキストパルスへ

・同じ伝送容量で比較すると、帯域の狭いナイキストパルスは時間領域で周期的なリングングを持ち、帯域の広いガウスパルスは時間領域で細いパルスを持つ。従って、ガウスパルスよりナイキストパルスの方が周波数利用効率の点で優っている。

・ターボ車は高速だが燃費が悪い(ガウスパルス)、ハイブリッド車は高速で燃費がいい(ナイキストパルス)



スペクトル

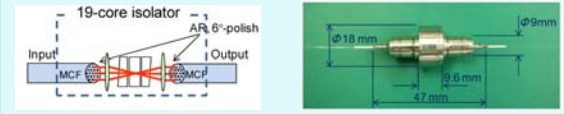
パルスの時間波形

Waveform and spectrum of Nyquist ($\alpha=0.5$) and Gaussian pulses for 640 Gbaud transmission

M. Nakazawa et al., Opt. Express, 20, 1129 (2012). 31

31

マルチコアファイバーアイソレーターとマルチコアEDFAの外観



19-core isolator with free-space optics^[1]



NTT



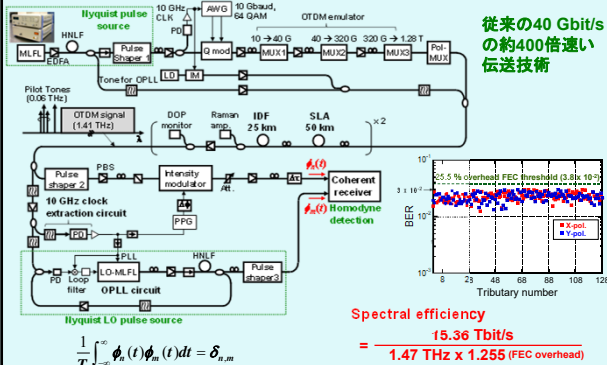
Furukawa

Overviews of multi-core EDFAs

[1] J. Sakaguchi et al. Opt. Express 22, 90-95 (2014). 34

34

単一チャンネル15.36 Tbit/s 64 QAM コヒーレントナイキストパルス伝送



従来の40 Gbit/s
の約400倍速い
伝送技術

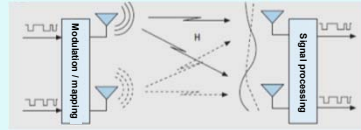
Spectral efficiency
= $\frac{15.36 \text{ Tbit/s}}{1.47 \text{ THz} \times 1.255 \text{ (FEC overhead)}}$
= 8.3 bit/s/Hz at highest speed

Time Domain Orthogonality of Nyquist Pulse

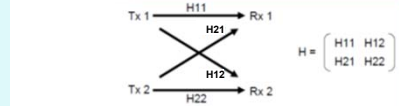
32

3つ目の“M”: マルチモード制御

- In a wireless telephone system, a signal is transmitted through multiple paths between multiple antennas at the transmitter and receiver.
- By representing the multiple paths as a **channel matrix H**, the transmitted channels are separated via signal processing.



MIMO system



Channel matrix H

35

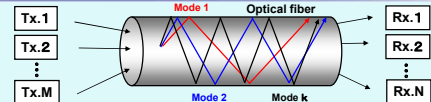
2つ目の“M”: マルチコアファイバー

# of cores	19	37	36 (3 modes/core)
Core pitch	39.0 μm (Inner) 37.6 μm (Outer)	29.1 μm	34 μm
Cladding diameter	220 μm	248 μm	306 μm
Loss	0.285 dB/km	0.241~0.291 dB/km	0.242~0.308 dB/km
Aeff	85 μm^2	80.0~81.4 μm^2	74~77 μm^2 (LP ₀₁)
Crosstalk	- 57 dB/km	- 50 dB/km	- 39 dB/km
Reference	J. Sakaguchi et al. (NICT, Furukawa, Optoquest, OFS), ECOC2013, Th.1.C.6.	Y. Sasaki et al. (Fujikura, NTT, DTU), OFC2017, Th1.H.2.	J. Sakaguchi et al. (NICT, Sumitomo, Optoquest), OFC2015, ThS.C.2.

33

33

MIMO を利用したモード多重伝送



(1) SISO (Single Input Single Output) (One Tx, One Rx)

Received signal: $y(t) = \sum_{k=1}^Q h_k x(t) + n(t)$ $x(t)$: Input signal, $n(t)$: Noise, Q : Number of modes
Distortion in mode k: $h_k = a_k K_k e^{j\omega_k t}$ a_k : Loss of mode k, ω_k : Group delay of mode k
 κ_k : Coupling ratio to mode k

(2) MIMO (Multiple Input Multiple Output) (M Tx, N Rx)

Received signal $y_i(t) = \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^Q h_{ijk} x_j(t) + n_i(t) = \sum_{j=1}^M H_{ij} x_j(t) + n_i(t)$, $i = 1 \dots N$
at Rx i:
 h_{jk} : Distortion when transmitted from Tx j to Rx i via mode k

→ Matrix representation $y(t) = H U x(t) + n(t)$ U : unit matrix, or unitary matrix describing mode multiplexer

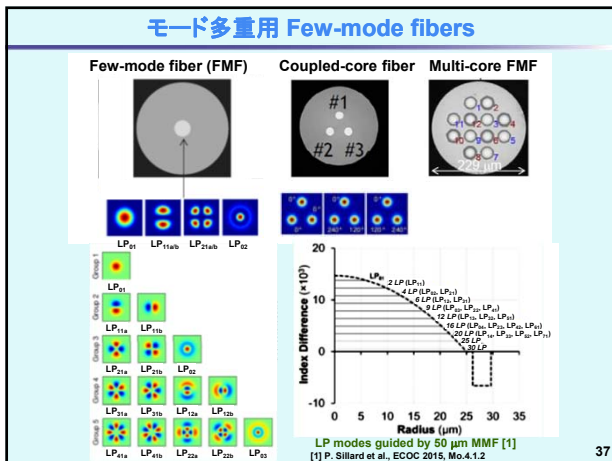
Recovery of transmitted signal $x(t)$ from received signal $y(t)$

• Diagonalize H in the form $D = V^1 \cdot H \cdot U$ using unitary matrices U, V

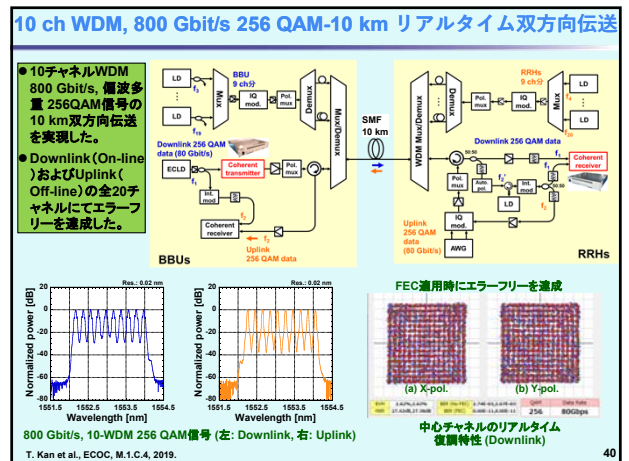
• x can then be obtained by receiving y by multiplying U and V¹ to x and y, respectively
 $V^1 y(t) = V^1 H(Ux(t)) + V^1 n = D x + V^1 n$ → Extract x by dividing with diagonal components (no noise enhancement)

36

36



37

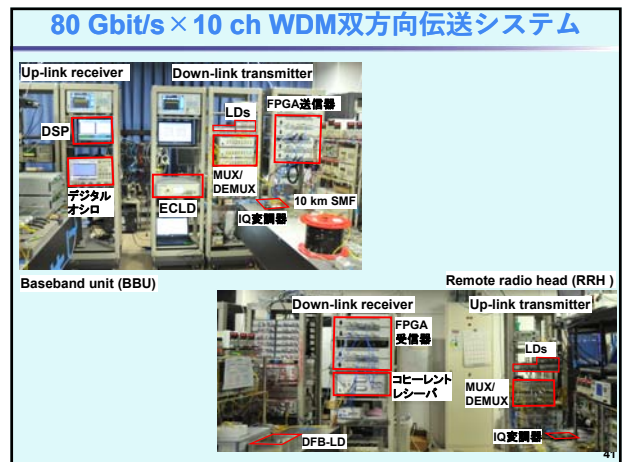


40

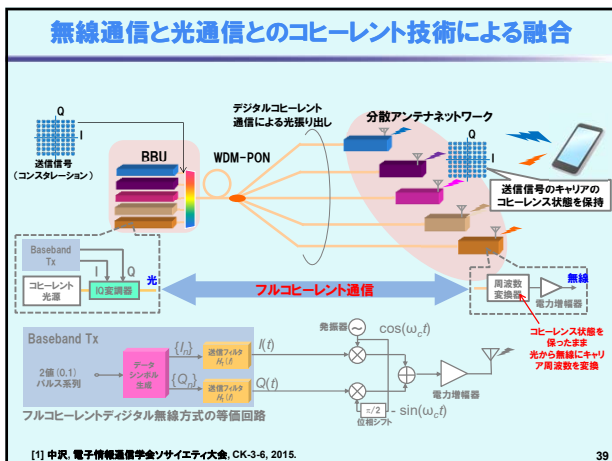
講演内容

- (1) EDFA 発明への道
- (2) EDFA を用いた新たな光伝送技術への挑戦
 - ・光ソリトン伝送からコヒーレントナイキストパルス伝送へ
 - ・3つのマルチ(3M)技術 (Multi-level modulation with 4096QAM, Multi-core fibers, and Multi-mode control toward Petabit/s transmission)
 - ・ポスト5Gに向けた無線と光のシームレスな融合 (Digital coherent mobile fronthaul)
- (3) 若い人へのメッセージ
- (4) まとめ&会長声明 「コロナ後」の電子情報通信技術の発展に向けて

38



41



39

講演内容

- (1) EDFA 発明への道
- (2) EDFA を用いた新たな光伝送技術への挑戦
 - ・光ソリトン伝送からコヒーレントナイキストパルス伝送へ
 - ・3つのマルチ(3M)技術 (Multi-level modulation with 4096QAM, Multi-core fibers, and Multi-mode control toward Petabit/s transmission)
 - ・ポスト5Gに向けた無線と光のシームレスな融合 (Digital coherent mobile fronthaul)
- (3) 若い人へのメッセージ
- (4) まとめ&会長声明 「コロナ後」の電子情報通信技術の発展に向けて

42

研究と芸術の類似性

“研究＝芸術”論

科学

理論科学者（研究者）
↓
実験研究者（基礎研究
↓
実用化研究）
↓
人類の幸福・生活の向上

音楽

作曲家
↓
演奏家
↓
聴衆の満足・幸福
↓
文化の発展

↔

一流の科学者・芸術家・スポーツマンは、取り組むテーマが異なっても理解し合えるのは何故か？

- ・物事に取り組む姿勢は殆ど同じ
- ・光る個性／創造性
- ・完成されたものを追求するプロフェッショナリズム（専門職業意識）

43

研究者の特質

- (1) 素質・才能・センス
- (2) 独創性・発想の自由さ・個性
- (3) 完全なテクニック
- (4) 豊富な**科学**知識
- (5) 徹底的な**真理**の追求
- (6) 完全性の追求
- (7) 妥協を許さない姿勢
- (8) **研究**への傾倒
- (9) 日常の切磋琢磨
- (10) 精神的強さ

46

43

46

[]に適切な言葉を入れよ

[]の特質

- (1) 素質・才能・センス
- (2) 独創性・発想の自由さ・個性
- (3) 完全なテクニック
- (4) 豊富な[]知識
- (5) 徹底的な[]の追求
- (6) 完全性の追求
- (7) 妥協を許さない姿勢
- (8) []への傾倒
- (9) 日常の切磋琢磨
- (10) 精神的強さ

44

44

研究者の特質

- (1) 素質・才能・センス
- (2) 独創性・発想の自由さ・個性
- (3) 完全なテクニック
- (4) 豊富な**科学**知識
- (5) 徹底的な**真理**の追求
- (6) 完全性の追求
- (7) 妥協を許さない姿勢
- (8) **研究**への傾倒
- (9) 日常の切磋琢磨
- (10) 精神的強さ

→ **研究の本質**

高校生あたりまでで形成される個性

独創性を如何に育むか？

プロ意識の高揚
自己との闘い

47

47

音楽家（芸術家）の特質

- (1) 素質・才能・センス
- (2) 独創性・発想の自由さ・個性
- (3) 完全なテクニック
- (4) 豊富な**音楽**知識
- (5) 徹底的な**美**の追求
- (6) 完全性の追求
- (7) 妥協を許さない姿勢
- (8) **音楽**への傾倒
- (9) 日常の切磋琢磨
- (10) 精神的強さ

45

45

将来を担う学生へのメッセージ

- **のめりこむ**
学生時代は勉強、スポーツ、芸術etcに対して“のめりこむ”ことが大切。そしてそこから何かをつかんでいく。
- **人生を切り開く刀を研げ**
人間は自分の背中に持っている刀をいつも努力して研いでおかなくてはならない。何度かやってくる「その時」のために。
- **人智無限**
時代が進めば進むほど、若者はいい環境で生活／勉強できる点では恵まれている。しかし、いつの時代にも若者はその時代・時代のプレッシャーの中で生きなければならない。時代が進むほどプレッシャーは大きくなる。しかし若いので切り抜かれる。それが若さというか、人間のエネルギー。

48

48

まとめ

- (1) 研究や技術開発には好奇心・情熱・強い意志が重要である。
- (2) 誰にも期待されなくても、自分で切り開いていくことが楽しくなくてはならない。評価に流されるな。
- (3) 人の後を追うな、フロンティアスピリットをもって新しく夢のある研究を目指せ。
- (4) 雑食であるべし。
- (5) 火のついたおいしいアイスクリームを食べたことがある。「やったことはない」のは成功への第一歩。

49

49

2020.6.1 会長声明

「コロナ後」の新たな電子情報通信技術の発展に向けて

今般の状況下で電子情報通信学会は総力を挙げて、「コロナ後」の皆様の生活が安全で爽やかなものになるように、ICTの立場から新たな技術開発を進めてまいります。

① 働き方改革の促進：

テレワークシステムを使いやすいものにして、どこにいても仕事が効率良くできるような技術開発を進めていきます。そのためには5Gを含めた公衆無線網の拡充を加速し、リモートワークの課題をVR（仮想現実）、超臨場感、3D映像通信等で解決していきます。テレワークが広く社会に行き渡っていく中で、標準化した在宅勤務の在り方・時間の有効な使い方さらには新たな「地方創生」に貢献します。

② レジリエントで安全な社会の構築：

様々なところで人々が仕事をし、それらが統合されて効率的な経済活動につながるためには、分散形の情報通信ネットワークが重要となります。3.11をはじめとする多くの災害や今回のコロナ禍のような事象に対して強靱なネットワークを開発し、レジリエントで安全な社会の構築を目指します。

③ 新たなICT活用の促進：

今般加速しているデジタル社会、そしてその情報により国境を越えて世界がつながる新たなグローバルゼーションが起こっています。このような折には、高度かつ安全なICT技術を、その利用法の理念や道徳感を兼ねて人文・社会科学分野の方々あるいは他学会と協力して、創出していきます。

④ 新たな教育システムへの貢献：

デジタル化の導入とともに、新たな教育システムのプラットフォーム実現に向けて貢献します。支部活動において小・中学生にも焦点を当てたサイエンススクールや高校生・大学生などのジュニア会員制度の活用をしていきます。

⑤ 全ての人々にIoTを：

デジタルディバイドが生じない、誰にでも簡単にかつ安全に使えるデジタル技術の開発を進めます。

50

50