

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB	シャノン限界に挑戦する高密度波長多重・超高速多値変調信号の長距離光ファイバ伝送				
研究テーマ (欧文) AZ	Challenge of the Shannon limit on ultra-long haul optical fiber transmission of highly dense wavelength multiplexed, ultra-high speed multi-level optical signals				
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓) イガラシ	名) コウジ	研究期間 B	2009 ~ 2010 年
	漢字 CB	五十嵐	浩司	報告年度 YR	2011 年
	ローマ字 CZ	IGARASHI	Koji	研究機関名	東京大学大学院
研究代表者 CD 所属機関・職名	東京大学大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 講師				

概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)

本研究の目的は、シャノン限界に近い高密度に波長多重された 160 Gsymbol/s 多値信号の発生技術を確認することと、伝送性能を評価することである。我々は、(1) 光変調器の多重接続構成を用いて波長多重 160 Gsymbol/s 光信号発生を実現するとともに、160 Gsymbols 伝送の前準備として(2) 40 Gsymbol/s 4 相位相シフトキーイング(QPSK) 光信号の 1,000 km 伝送性能を評価した。以下にその結果を示す。

(1) 波長多重 160 Gsymbol/s 光信号の発生

本研究では、光変調器の 3 段構成で波長の異なる光パルス列を一括に発生される方式を提案した。光変調器の駆動条件を工夫することで、2.5 ps 光パルス列を得られる。光変調器に多波長連続光を入力すれば、容易に波長の異なる複数光パルス列も得られる。このパルス列から得られた 160 Gbit/s 光信号の時間波形と光スペクトル波形を図 1 に示す。ビット誤り率特性を評価した結果、両波長の信号共にエラーフリー動作が達成され、良好な光信号特性が示された。

(2) 波長多重 40 Gsymbol/s QPSK 光信号の 1,000km 伝送実験

160 Gsymbol/s 光信号の伝送実験の前準備として、40 Gsymbol/s DQPSK 光信号の 1000 km 波長多重ファイバ伝送実験を行った。受信信号のビット誤り率のチャンネルスペースおよび伝送距離依存性を詳細に測定した。その結果から伝送における自然放出光雑音ならびに非線形効果による信号品質劣化を定量的に議論した。その結果を図 2 に示す。1000 km 伝送において、100 GHz のチャンネルスペースで  $10^{-3}$  以下のビット誤り率が得られた。チャンネルスペースを小さくすると、線形クロストークが大きくなるとともに、伝送に伴う相互相変調効果が大きくなる。それだけでなく、伝送によって、クロストーク成分が非線形効果を生じさせ、より著しく信号劣化させることが示された。

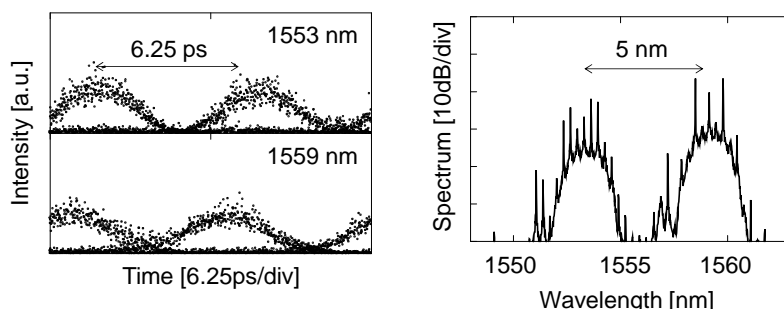


図1 発生させた波長多重160Gbit/s光信号の(a)時間波形と(b)光スペクトル波形。

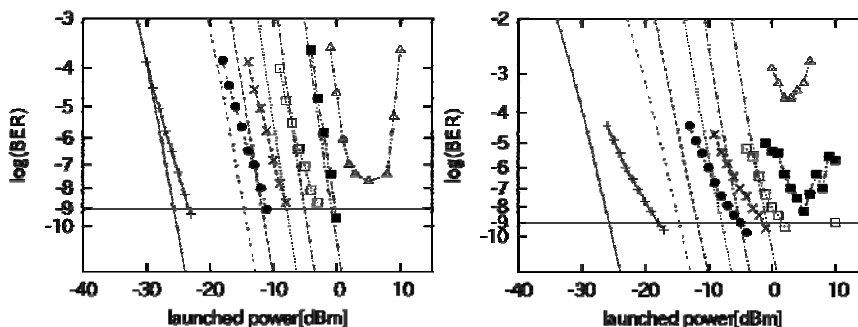


図2 波長多重間隔周波数が120 GHz(左)及び100 GHz(右)の波長多重伝送における40 Gsymbol/s DQPSK信号のBER特性。●:back-to-back、伝送区間数が1、2、3、4、10、25の結果は+、×、※、□、■、○。

キーワード FA	超高速光ファイバ伝送	波長多重分離	光信号処理
----------	------------	--------	-------

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA		研究課題番号 AA	
研究機関番号 AC		シート番号	

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	40G-symbol/s 差動位相偏移変調光信号の波長多重 1000 km ファイバ伝送							
	著者名 <sup>GA</sup>	奥井寛樹、五十嵐浩司、菊池和朗、	雑誌名 <sup>GC</sup>	電子情報通信学会技術報告、光通信システム研究会					
	ページ <sup>GF</sup>	91 ~ 96	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	0	巻号 <sup>GD</sup>	107
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要<sup>EZ</sup>

First, we proposed a novel technique for generation of highly-dense wavelength-division multiplexed multi-level optical signals. Our proposed technique for generation of ultra-short optical pulse generation is based on cascaded configuration of LiNbO<sub>3</sub> optical intensity modulators, and enables to get ultra-short optical pulse with a temporal width of 2.5 ps. With our scheme, we demonstrated generation of wavelength-division multiplexed 160-Gsymbol/s optical signals. In the back-to-back experiments, we showed the error-free operation of our scheme.

Next, in order to clarify the transmission performance of highly-dense wavelength-division multiplexed multi-level optical signals, we conducted a 1000-km optical fiber transmission experiment of wavelength-division multiplexed 40-Gsymbol/s quadrature phase shift keying optical signals. We measured precisely dependence of bit-error rates on the channel space and the transmission distance. In the 1,000-km transmission, the bit-error rates less than 10<sup>-3</sup> were achieved at the channel space of 100 GHz. Decreasing the channel space, the linear cross-talk noise and the nonlinear noise due to the cross-phase modulation effect are enhanced.