

## 【特別推進研究】

### 理工系（工学）



## 研究課題名 多機能なコヒーレントナイキストパルスの提案とそれを用いた超高速・高効率光伝送技術

東北大学・電気通信研究所・教授

なかざわ まさたか  
中沢 正隆

研究課題番号：26000009 研究者番号：80333889

研究分野：工学

キーワード：通信方式(無線、有線、衛星、光、移動)

### 【研究の背景・目的】

光ネットワークの超大容量化に向けて、1波長あたりの伝送速度の高速化と周波数利用効率の向上が重要な課題となっている。しかしながら、これまでの伝送方式では、超短光パルスは広い帯域を必要とするため、高速化と高効率化を同時に実現することは困難であった。本研究では、新たに「コヒーレントナイキストパルス」という光パルスを提案し、その振幅と位相に独立に情報をのせることにより、超高速且つ高効率な光伝送システムの基盤技術を確立することを目的としている。この技術ではナイキストパルスの時間軸上の直交性を取り入れて多重化・多重分離することが特徴である。ナイキストパルスは極めて多機能性であるため、レーザ光源、多重化、伝送、多重分離、復調に亘る多くの技術分野への応用展開を図る。これにより超高速光伝送システムにおける周波数利用効率の飛躍的な増加を目指す。

### 【研究の方法】

光スペクトルの広がりを抑えつつ高速伝送を実現できる新たな光パルスとして我々が提案した「光ナイキストパルス」を図1に示す。ナイキストパルスは sinc 関数( $\text{sinc}(t/T)$ )の形状を有し、その裾野は振動しながら減衰し、周期的に強度がゼロとなる。そのため、ナイキストパルスの時間多重は、図1(b)に示すように隣接ビットとの重なりが生じるにもかかわらずデータ毎には干渉が生じない。そのため、幅が広く帯域の狭いパルスを用いても高速伝送が実現できるという優れた特徴を有する。

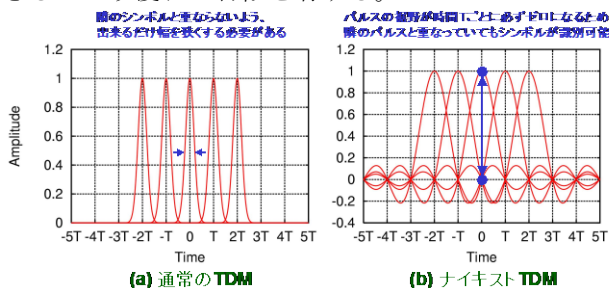


図1 通常の時間多重とナイキストパルスの時間多重との比較

このナイキストパルスの多機能性を活かした超高速・高効率光通信システムの構成を図2に示す。A.はコヒーレントナイキストパルスの発生技術、B.はナイキスト多重伝送技術、C.は多重分離技術を示す。数あるパルスの中で光ナイキストパルスは超高速光パルスでありながら最も狭い帯域を有するため、光

伝送用パルスとしてその性能を最大限に引き出すことが出来る。さらに、sin や cos が周波数軸上で直交性を有しているのと同様に、ナイキストパルスは時間軸上で直交性を有するという優れた性質を兼ね備えている。このため、コヒーレントナイキストパルスを用いることにより高密度且つ制御性・経済性に優れた革新的光通信の実現が期待される。

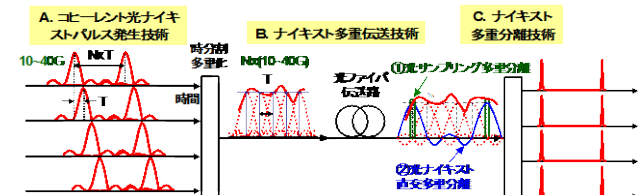


図2 ナイキストパルスの多機能性を活かした超高速・高効率伝送システム

### 【期待される成果と意義】

ナイキストパルスがもたらす超高速・高密度光伝送技術は、テラビットの伝送速度とシャノン限界に迫る周波数利用効率を両立させることが出来る世界的に例を見ない究極的な光伝送技術の創出という点で大きなインパクトが期待される。また、時間多重に直交性を取り入れることにより光の高速性とコヒーレンシという2つの機能を同時に引き出すことが出来る光通信技術としても大変興味深い。また、これらの伝送技術にはコヒーレントナイキストパルスを生成するための高安定・低ジッタな光源技術が重要な役割を果たすと同時に、光ナイキストパルスを光の標準化パルスと捉えれば、光サンプリングやアナログ・デジタル変換など、光標準・計測ならびに信号処理における革新的な応用が期待される。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・M. Nakazawa, T. Hirooka, P. Ruan, and P. Guan, "Ultrahigh-speed "orthogonal" TDM transmission with an optical Nyquist pulse train," Opt. Express vol. 20, no. 2. pp. 1129-1140, Jan. (2012).

### 【研究期間と研究経費】

平成26年度～30年度 436,600千円

### 【ホームページ等】

<http://www.nakazawa.riec.tohoku.ac.jp>  
nakazawa@riec.tohoku.ac.jp