

# 波動と光

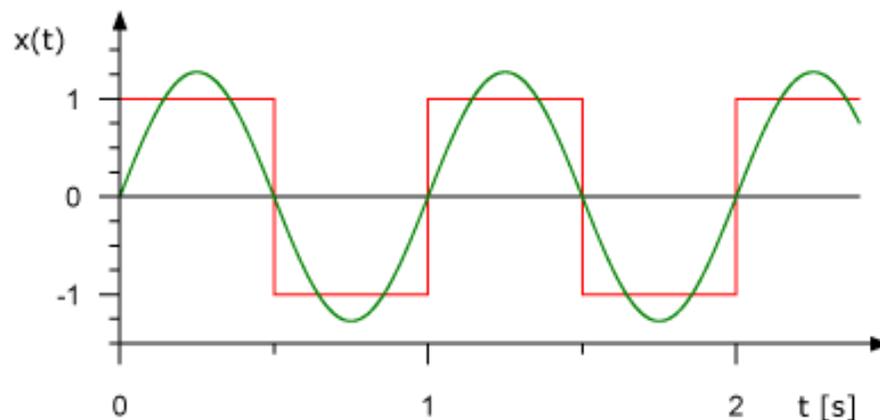
## 第5回 フーリエ級数とフーリエ変換

情報理工学研究科 情報・ネットワーク工学専攻

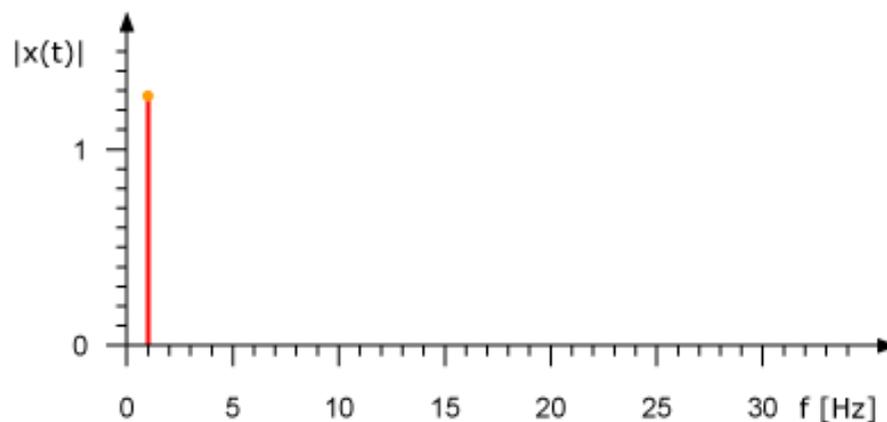
松浦 基晴

# フーリエ級数に基づく矩形波

引用: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AFourier\\_synthesis\\_square\\_wave\\_animated.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AFourier_synthesis_square_wave_animated.gif)



時間軸  
(時間波形)

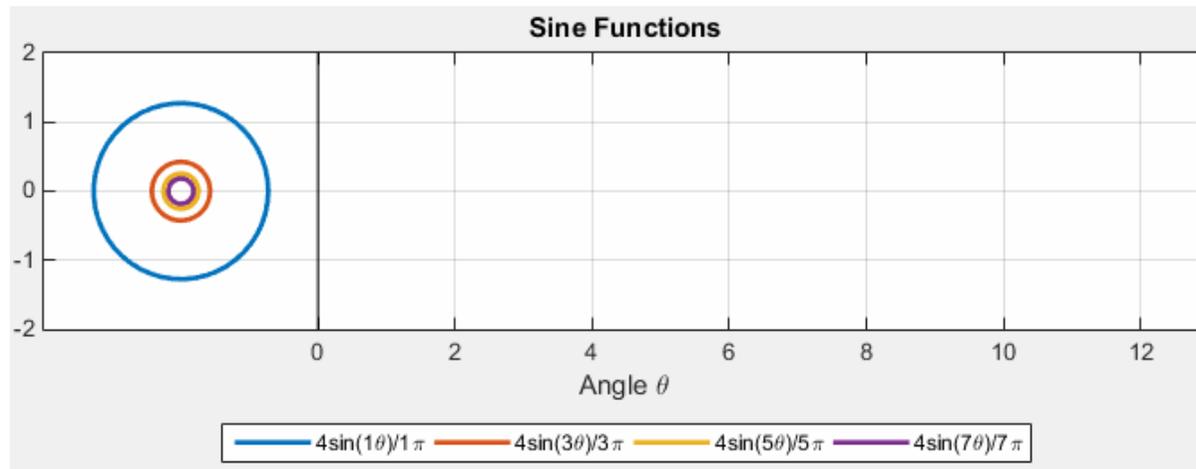


周波数軸  
(スペクトル)

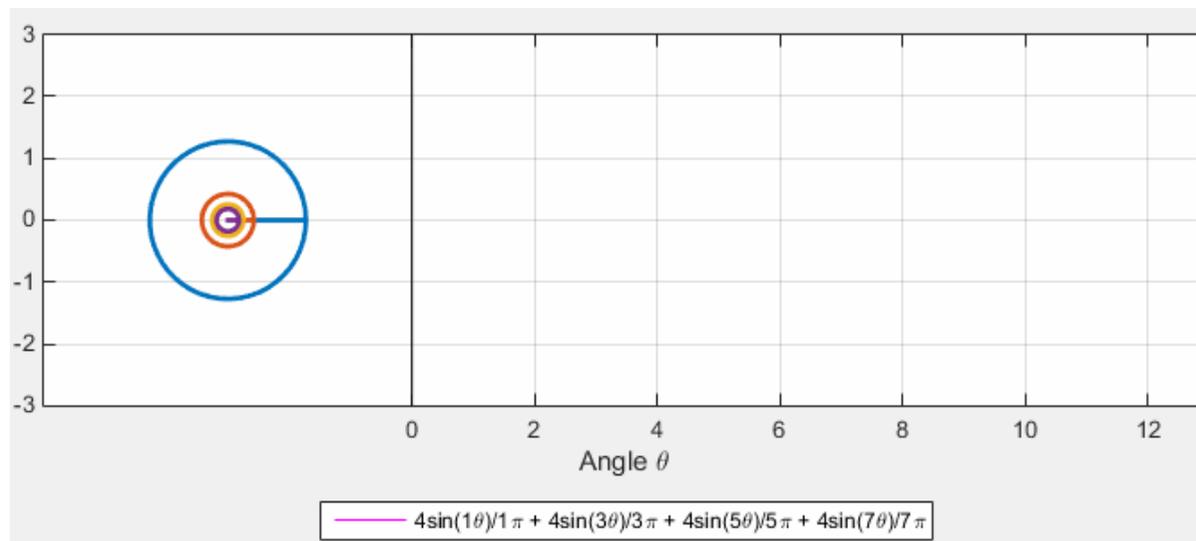
- 高周波成分が増えるほど, 矩形波に近づく
- 凹凸の数が周波数の倍数  $n$  と一致

# 単振動の和で描く矩形波

引用: <https://gist.github.com/amroamroamro/617305c05001caffc8d0>



基本波及びその（奇数）高調波のそれぞれの単振動



基本波とその（奇数）高調波を足し合わせた単振動

# 矩形波のフーリエ変換

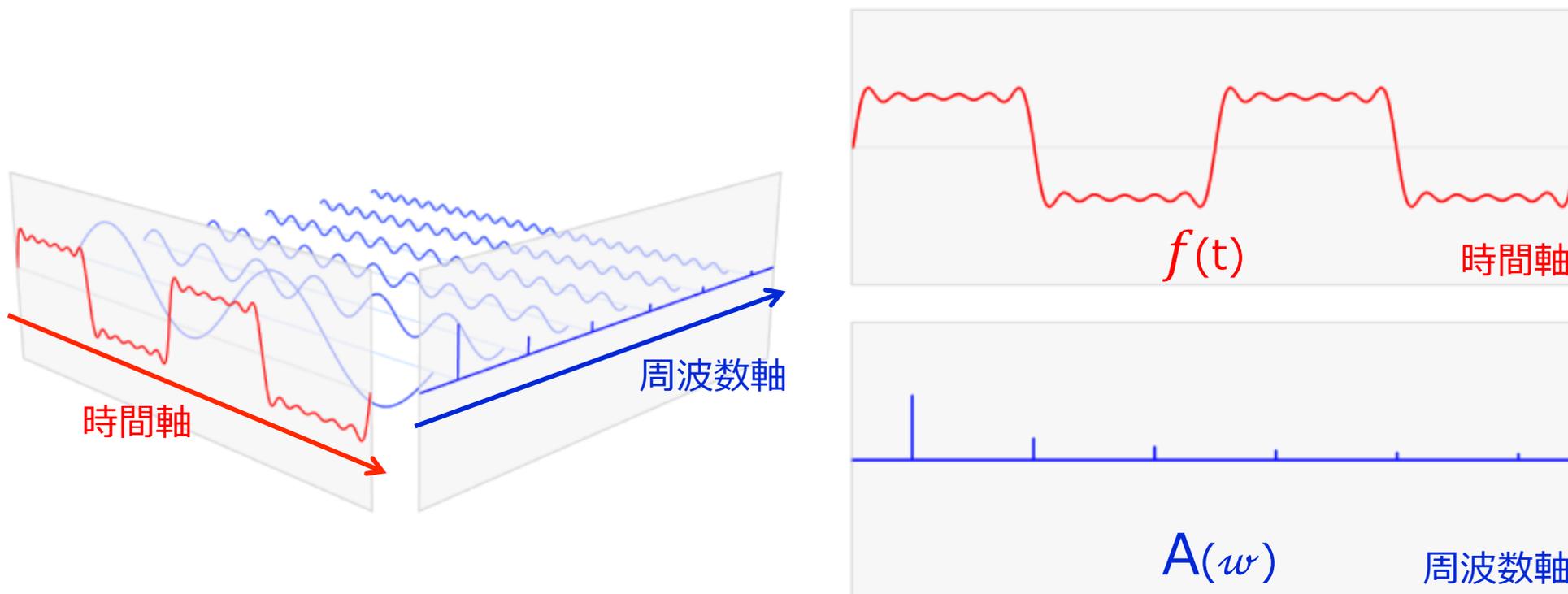
引用: <http://proofmathisbeautiful.tumblr.com/post/43996095269/1ucasvb-the-fourier-transform-takes-an-input>



時間波形  $f$  とそれをフーリエ変換した際のスペクトル  $\hat{f}$

# 矩形波のフーリエ変換

引用: <http://proofmathisbeautiful.tumblr.com/post/43996095269/lucasvb-the-fourier-transform-takes-an-inputt>



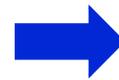
- 周期性を有する任意の時間波形は、その高周波数成分の合成で生成することが可能（フーリエ級数）
- 時間が変数の関数を周波数が変数の関数に変換することが可能（フーリエ変換）

# 実際の時間波形とスペクトルの関係

引用: <https://www.osapublishing.org/oe/abstract.cfm?uri=oe-19-26-B551&origin=search>

## フーリエ級数

時間波形がシャープになるほど、周波数成分は拡大



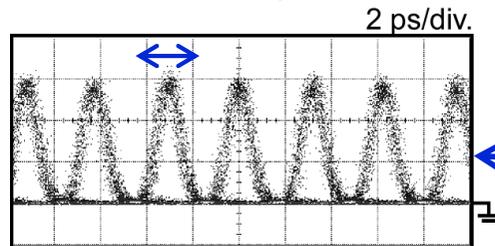
## 通信の宿命

より多くの情報を伝送するにはより広い帯域が必要

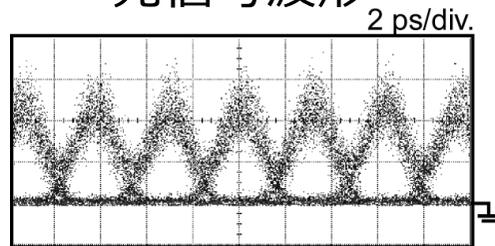
### 【実例】 320-Gbit/s光波長変換の実証実験

(1秒間に3,200億ビット)

パルス幅: 1.8 ps (p (ピコ) は $10^{-12}$  秒)

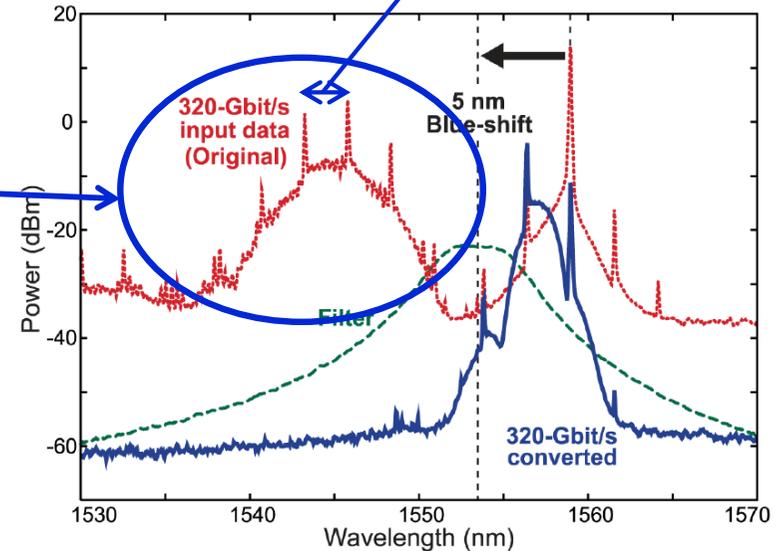


光信号波形



光変換波形

周波数幅: 320 GHz



光スペクトル

シリアル伝送では、光でしか実現不可能な超高速伝送