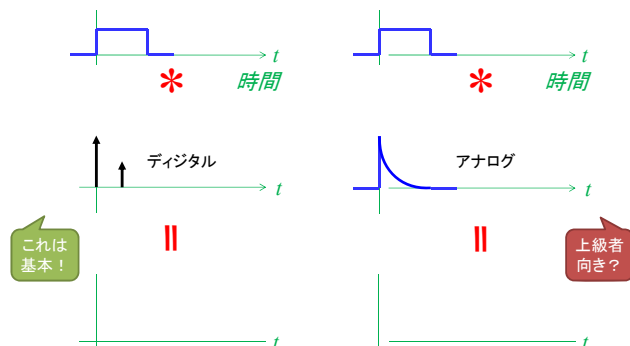


数式なしで
考えてみよう

問題をノートに写す
解答をノートに書く

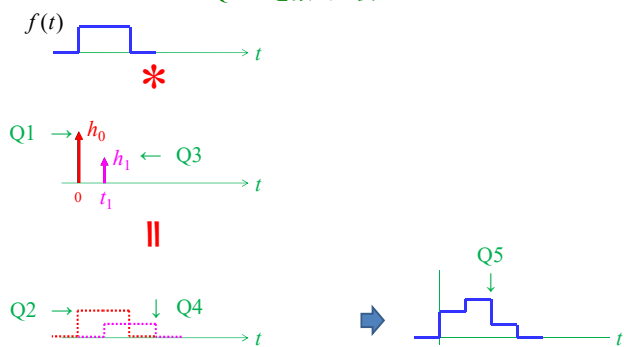
問題1



問題をノートに写す
解答をノートに書く

問題2

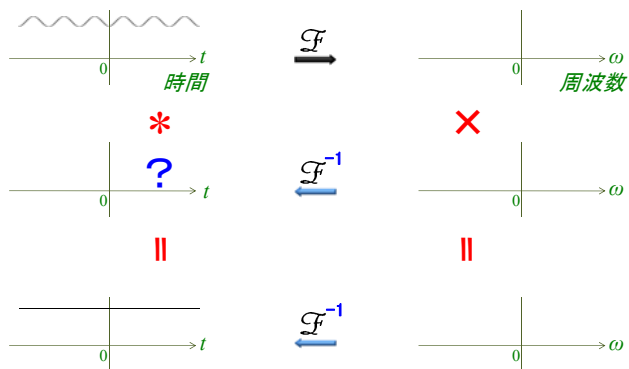
Q1~5を数式で表せ



問題をノートに写す
解答をノートに書く

問題3

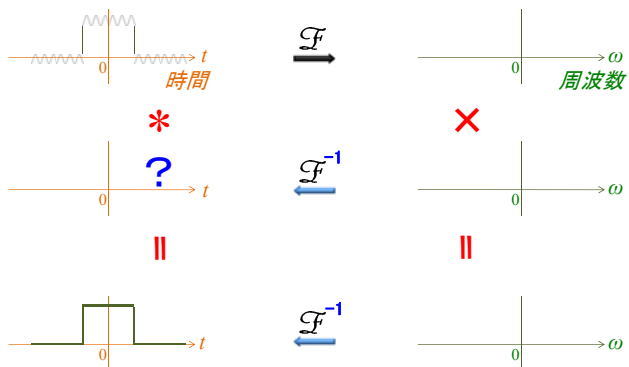
宿題を
もう一度



問題をノートに写す
解答をノートに書く

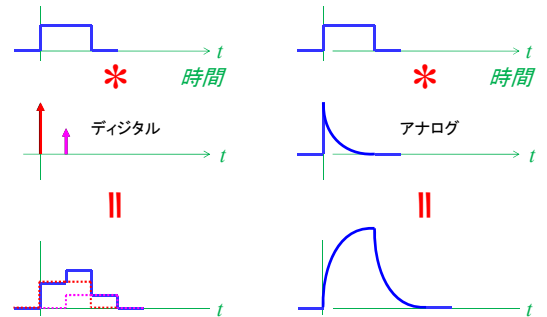
問題4

少し難しい
かも?

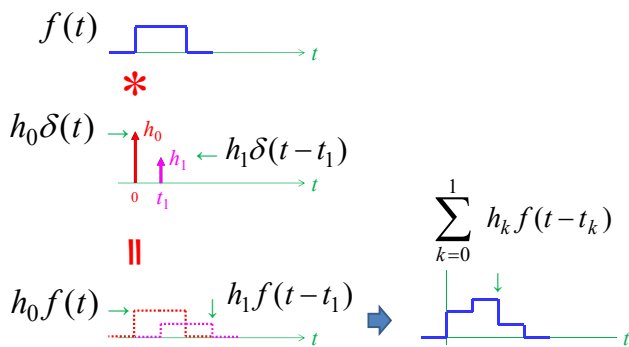


問題の解説

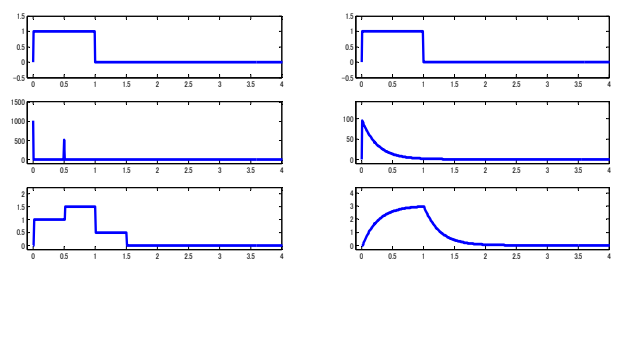
問題1



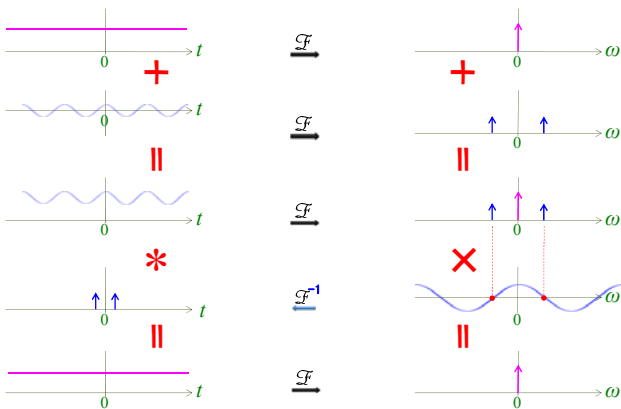
問題2



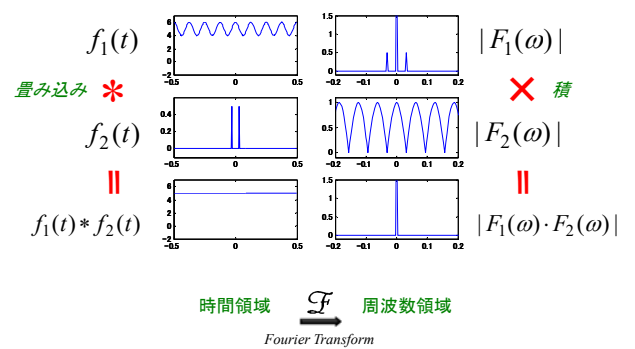
Matlab



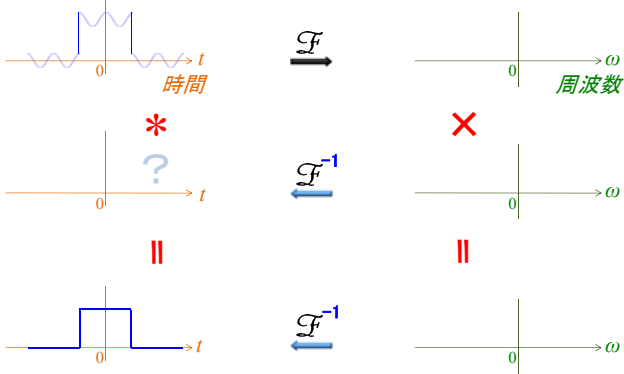
問題3



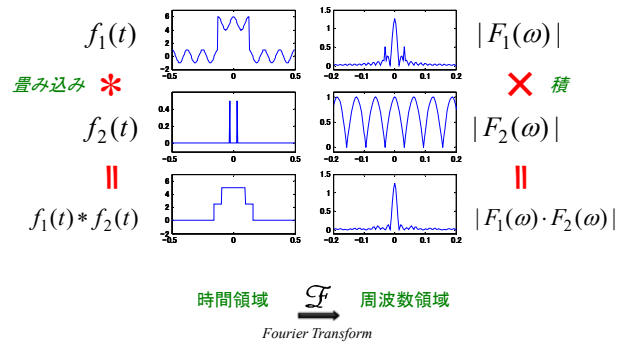
Matlab



問題4



Matlab

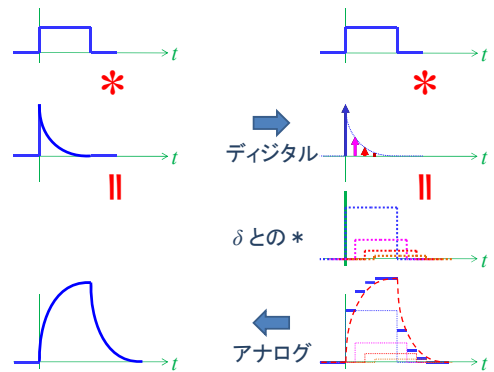


上級者

【参考】
アナログ と デジタル

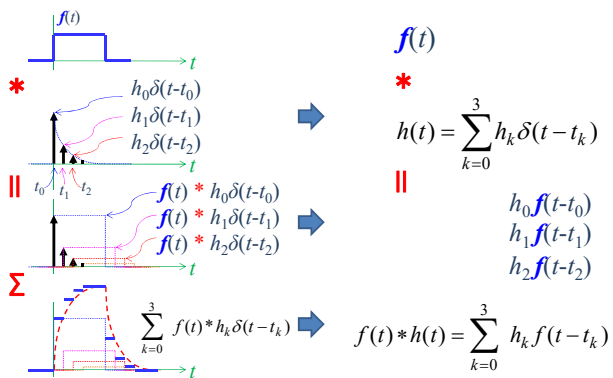
上級者

アナログ → デジタル



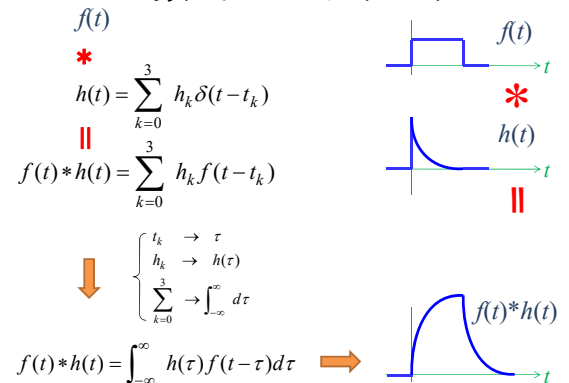
上級者

デジタル → 数式



上級者

数式 → アナログ



「畳み込み → 積」
を
体験する！

前回の
復習

畳み込み → 積
(時間領域) (周波数領域)

問題4.31
p.109

$$\begin{array}{ccc}
 f_1(t) & \xrightarrow{\mathcal{F}} & F_1(\omega) \\
 \text{畳み込み} * & & \times \text{積} \\
 f_2(t) & \xrightarrow{\mathcal{F}} & F_2(\omega) \\
 \parallel & & \parallel \\
 f_1(t) * f_2(t) & \xrightarrow{\mathcal{F}} & F_1(\omega) \cdot F_2(\omega)
 \end{array}$$

低音を強調／好みで調整

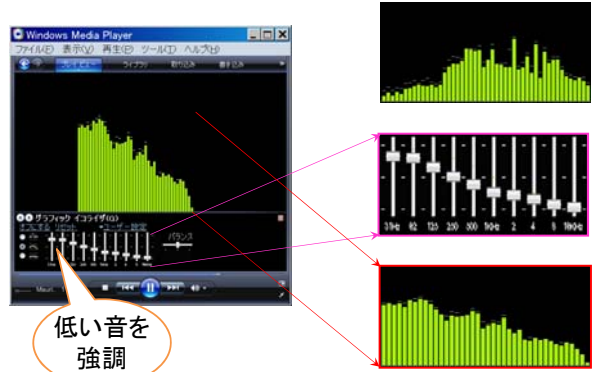


低い音を
強調

実際に
使ってみよう

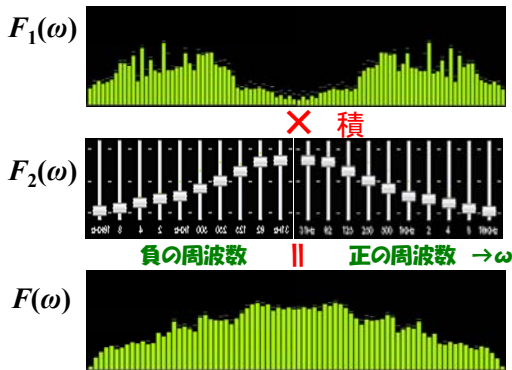
高い音を
強調

グラフィック・イコライザ

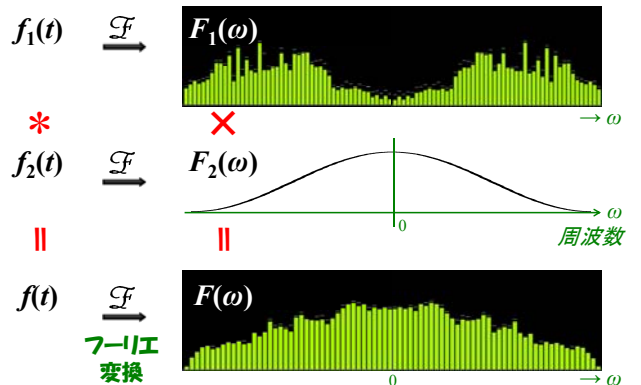


低い音を
強調

周波数成分を調整できる



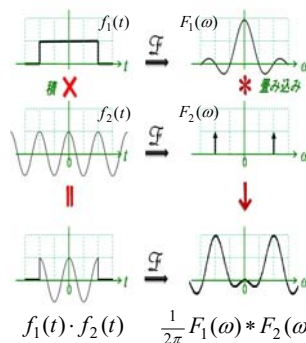
フーリエ変換との関係



今日、新しく
習うこと

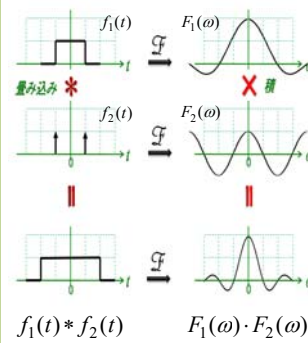
今日

積 → 畳み込み
(時間領域) (周波数領域)



前回

畳み込み → 積
(時間領域) (周波数領域)



ノートに
写す

積 → 畳み込み 問題4.32 p.110

$$f_1(t) \cdot f_2(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} \frac{1}{2\pi} F_1(\omega) * F_2(\omega)$$

時間領域 周波数領域

前回の
復習

畳み込み → 積 問題4.30 p.109

$$f_1(t) * f_2(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} F_1(\omega) \cdot F_2(\omega)$$

時間領域 周波数領域

前回の
復習

畳み込み → 積 問題4.31 p.109

$$f_1(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} F_1(\omega)$$

畳み込み *

$$f_2(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} F_2(\omega)$$

積 X

$$f_1(t) * f_2(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} F_1(\omega) \cdot F_2(\omega)$$

定義は? 周波数領域

今回の
学習

積 → 畳み込み 問題4.32 p.110

$$f_1(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} F_1(\omega)$$

積 X *

$$f_2(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} F_2(\omega)$$

畳み込み

$$f_1(t) \cdot f_2(t) \xrightarrow{\mathcal{F}} \frac{1}{2\pi} F_1(\omega) * F_2(\omega)$$

時間領域 定義は?

畳み込み

前回

定義 (時間領域)

問題4.30 p.109

$$f_1(t) * f_2(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} f_1(x) \cdot f_2(t-x) dx$$

今回

定義 (周波数領域)

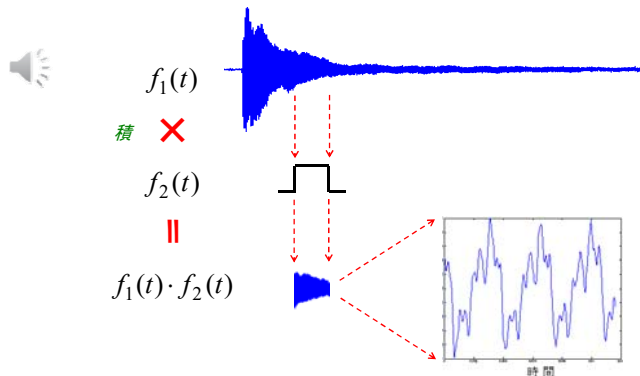
問題4.32 p.110

$$F_1(\omega) * F_2(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} F_1(y) \cdot F_2(\omega-y) dy$$

窓関数が
必要なワケ

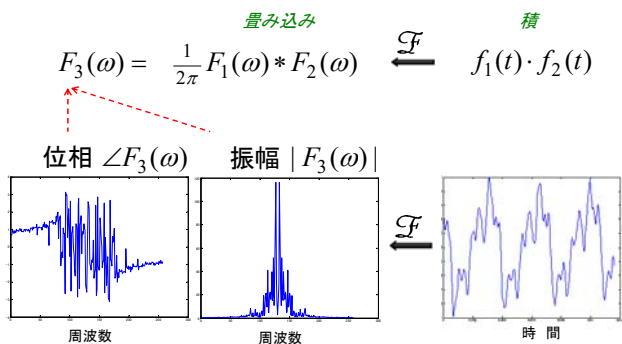
今回の
学習

窓関数で切り取る



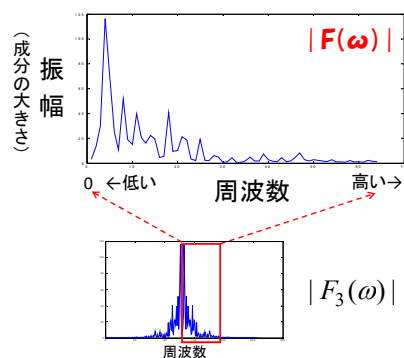
今回の
学習

フーリエ変換で解析する



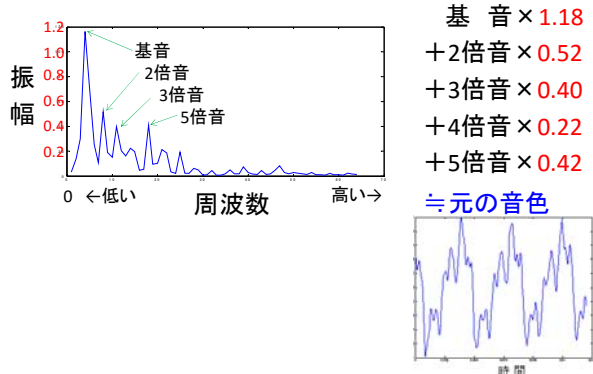
今回の
学習

振幅スペクトルを調べる



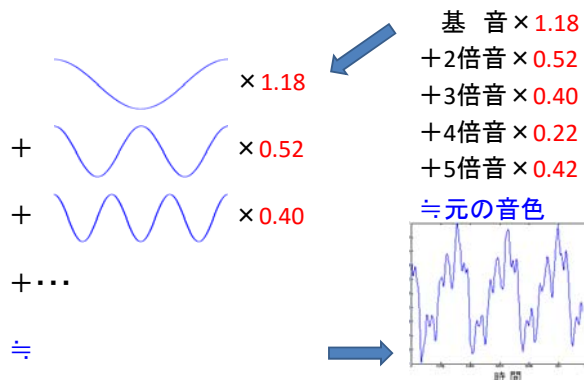
今回の
学習

音色を合成できる

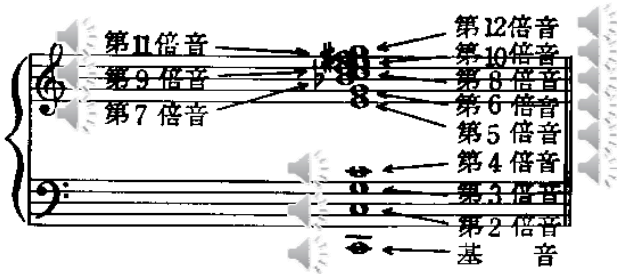


今回の
学習

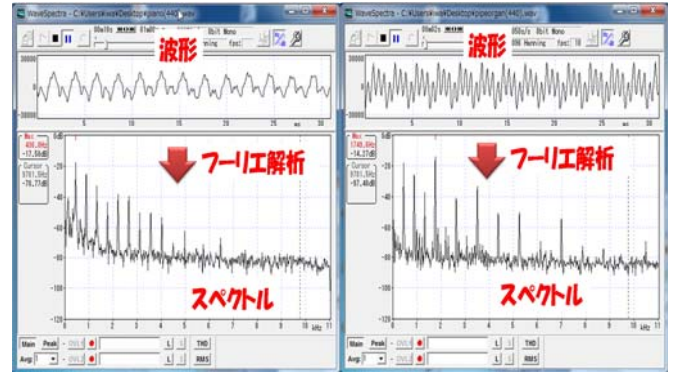
音色を合成できる



倍音を聞いてみよう



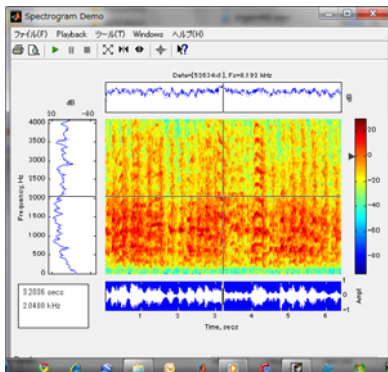
ピアノ と オルガン



今日の宿題

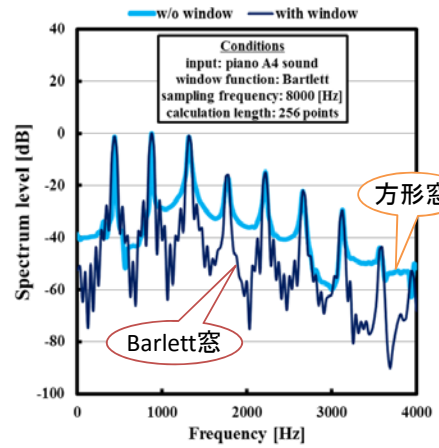
- 問題 4.32 (周波数畳み込み)
- 問題 4.33 (別解)
- 問題 4.21 (\cos とpulseの積)

- chirp
- gong
- handel
- laughter
- splat
- train



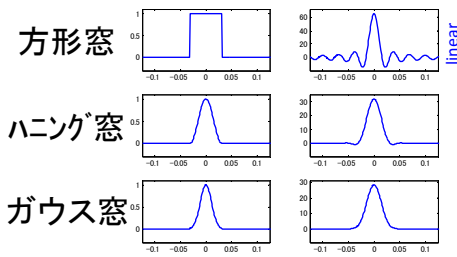
load laughter: specgramdemo(y,Fs); in MATLAB

「窓関数」を
周波数領域で
考える



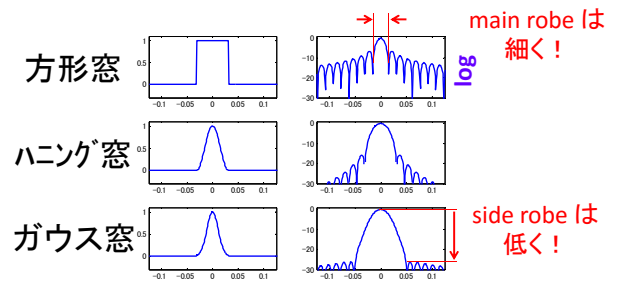
<http://signalsound.blog.fc2.com/blog-entry-37.html>

窓関数を比較



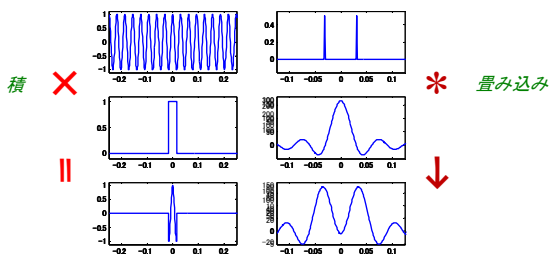
(時間領域) $\xrightarrow{\mathcal{F}}$ (周波数領域)

良い窓とは？



(時間領域) $\xrightarrow{\mathcal{F}}$ (周波数領域)

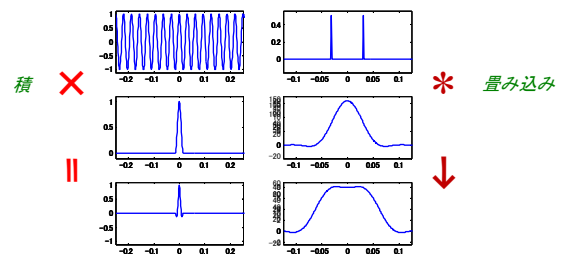
方形窓



(時間領域) $\xrightarrow{\mathcal{F}}$ (周波数領域)
Fourier Transform

$$\frac{1 + \cos(at)}{2}$$

ハニング窓



(時間領域) $\xrightarrow{\mathcal{F}}$ (周波数領域)
Fourier Transform