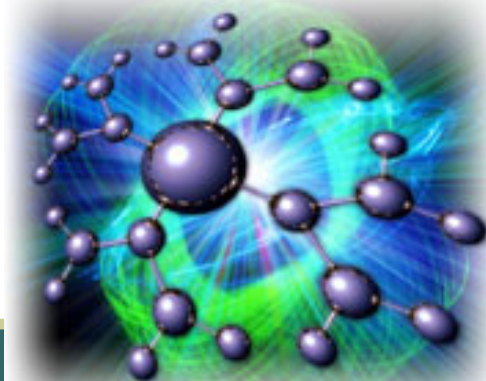


「信号処理における 効果的な数学教育」

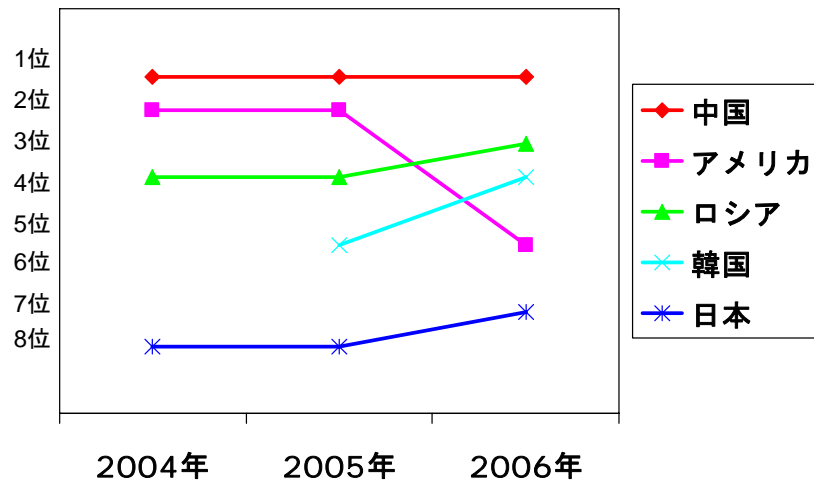
平成19年8月30日

東京電機大学・三谷政昭



理数科離れ＝“学習離れ”

- 国際科学オリンピックの成績
(例: 数学)



- 将来の技術力、産業力、開発力を占う指標
- イノベーション創出におけるキーポイント
- 潜在的な問題点(数学や理科が面白くない、役立たない、とくに電気電子科はジリ貧?)

信号処理における基礎数学 (アナログとデジタルの対比)

アナログの世界

デジタルの世界

時間領域
時間-システム変換
システム-周波数変換
周波数領域

微積分方程式



ラプラス(s)変換



$s = j\omega$

フーリエ級数
フーリエ変換

差分方程式



z変換



$z = e^{j\omega T}$

DFT, FFT



信号処理における基礎概念 (アナログとデジタルの統一)

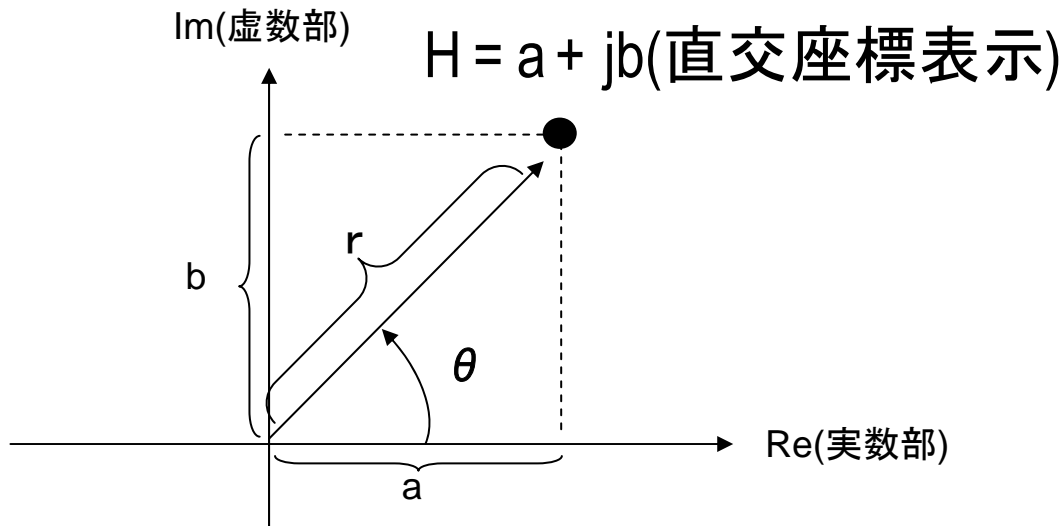
- 伝達関数(システム関数)、振幅、位相
- 畳み込み、インパルス応答、正弦波応答
- 周波数特性、信号スペクトル
- 時間領域表現と周波数領域表現(信号、システム)

[例] 伝達関数 = $\frac{\text{出力信号全体}}{\text{入力信号全体}}$

アナログ伝達関数 $G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$

デジタル伝達関数 $H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$

“システムの性質がわかる” “極座標、伝達関数”



オイラーの公式

$$e^{j\theta} = \cos \theta + j \sin \theta$$

$$r = \sqrt{a^2 + b^2}$$
$$= \arctan(a, b) \quad ; -\pi \leq \theta \leq \pi$$

↓

$$z = re^{j\theta} \quad ; j = \sqrt{-1}$$

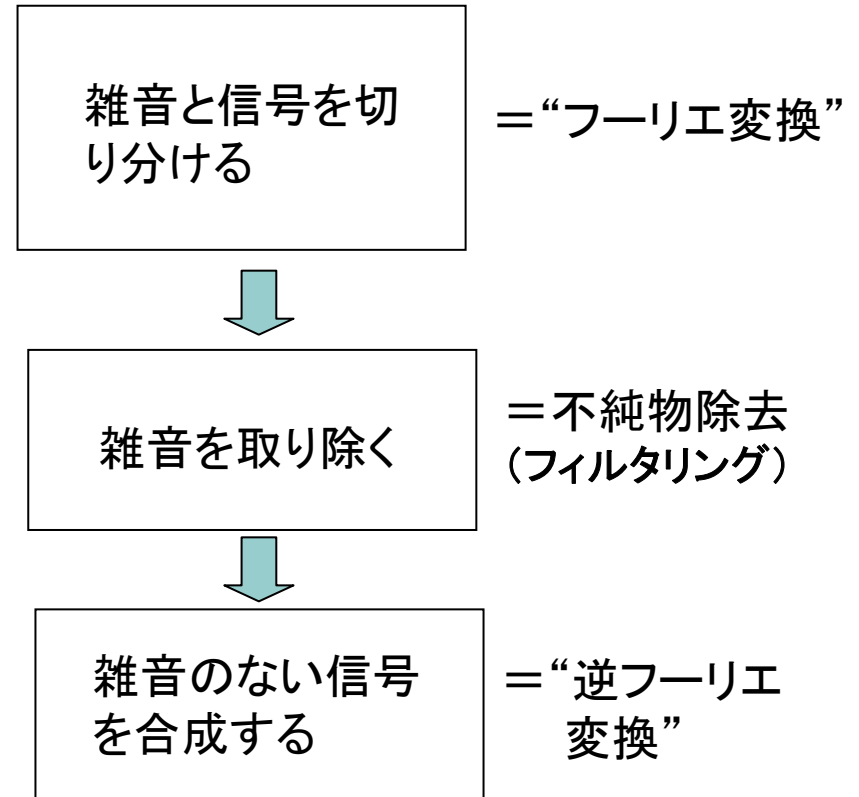
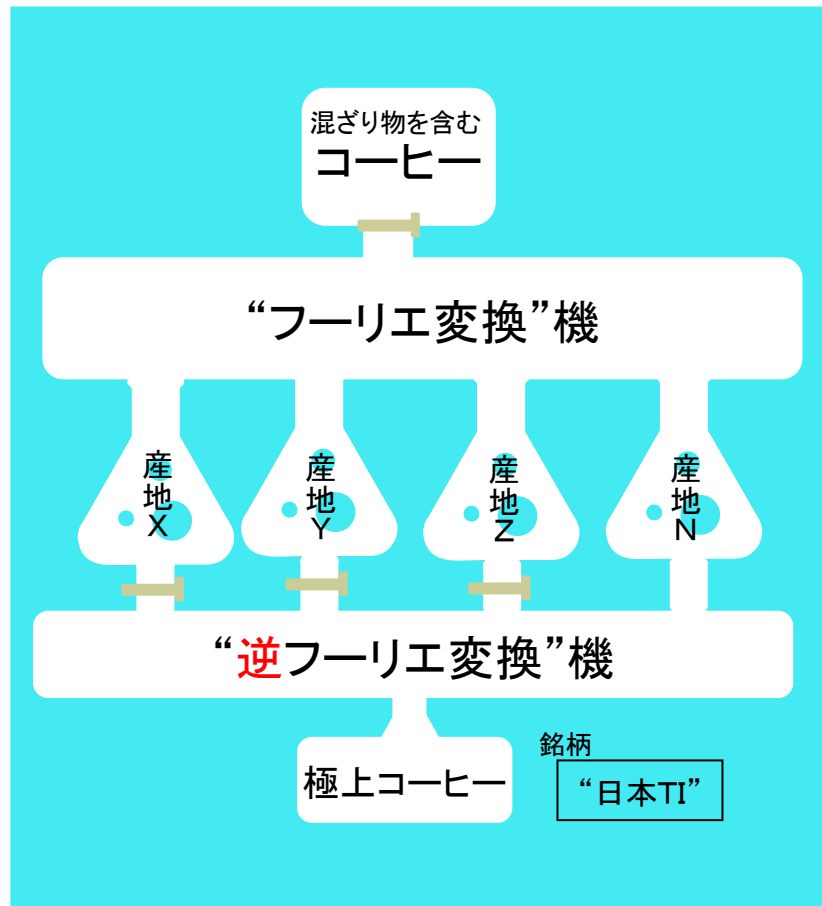
(極座標表示)

r : 利得 [絶対値, $|H|$]
 θ : 位相 [偏角, $\angle H$ あるいは $\arg(H)$]

利得: 入力と出力の大きさの比 (何倍するか)
位相: 入力と出力の時間ずれ (角度に換算 [rad])

教授法アイデア(例1)

“楽しく、わかりやすい喩えを用意する”



教授法アイデア(例2)

“式を翻訳して、物理的意味を明確化する”

- 複素インピーダンス

$$Z = 2 + j3\omega$$

↓
抵抗で
2[Ω]

↓
直列
接続

↓
コイルで
3[H]

R=2

L=3



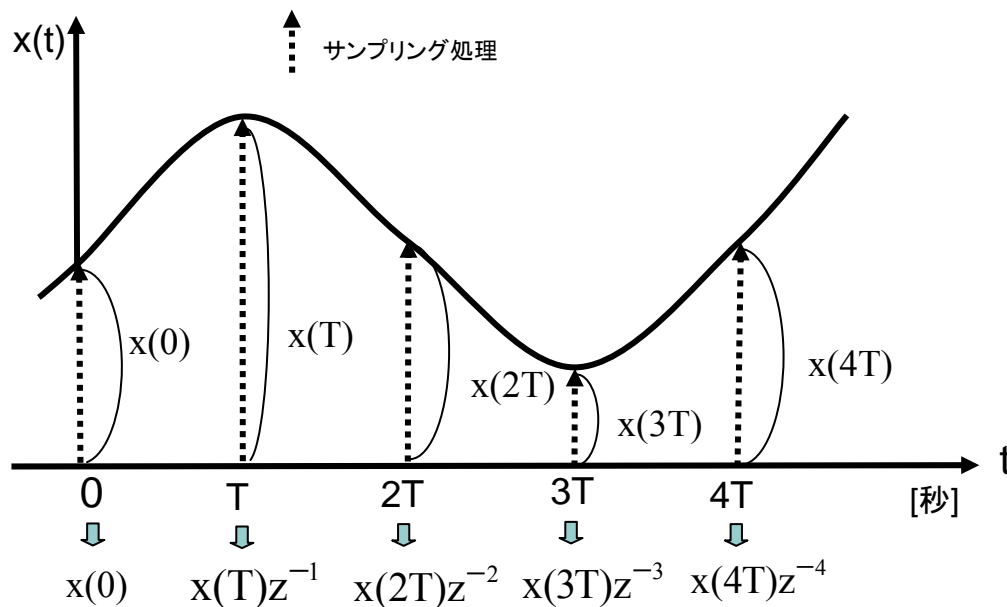
教授法アイデア(例3)

“変数のもつ意味を日本語で表現する”

z^{-1} は、サンプリング間隔 T [秒]の遅れを表す

$3z^{-2}$: $2T$ [秒]の時刻に、振幅 3のデジタル信号

$-z^{-4}$: $4T$ [秒]の時刻に、振幅 (-1) のデジタル信号



教授法アイデア(例4)

“変換を小学生の算数で表現する”

z 変換は、無限個のデジタル信号を表す

$$\frac{5}{1-z^{-1}} = 5 + 5z^{-1} + 5z^{-2} + 5z^{-3} + \dots$$

$$\frac{1}{3} = 0.3333\dots = 3 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2} + 3 \times 10^{-3} + \dots$$

(z 変換は、分数と小数の関係にさも似たり)

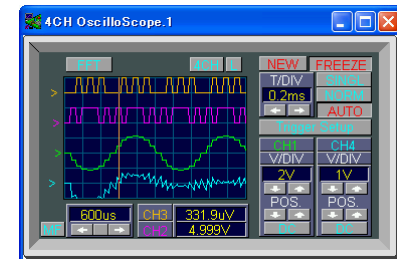
教授法アイデア(例5)

“仮想実験して、体感する”

DSPアナライザによるシミュレーション

「サンプル回路:2次 IIRデジタルフィルタ」

提供:(株)マイクロネット



教授法アイデア(例6)

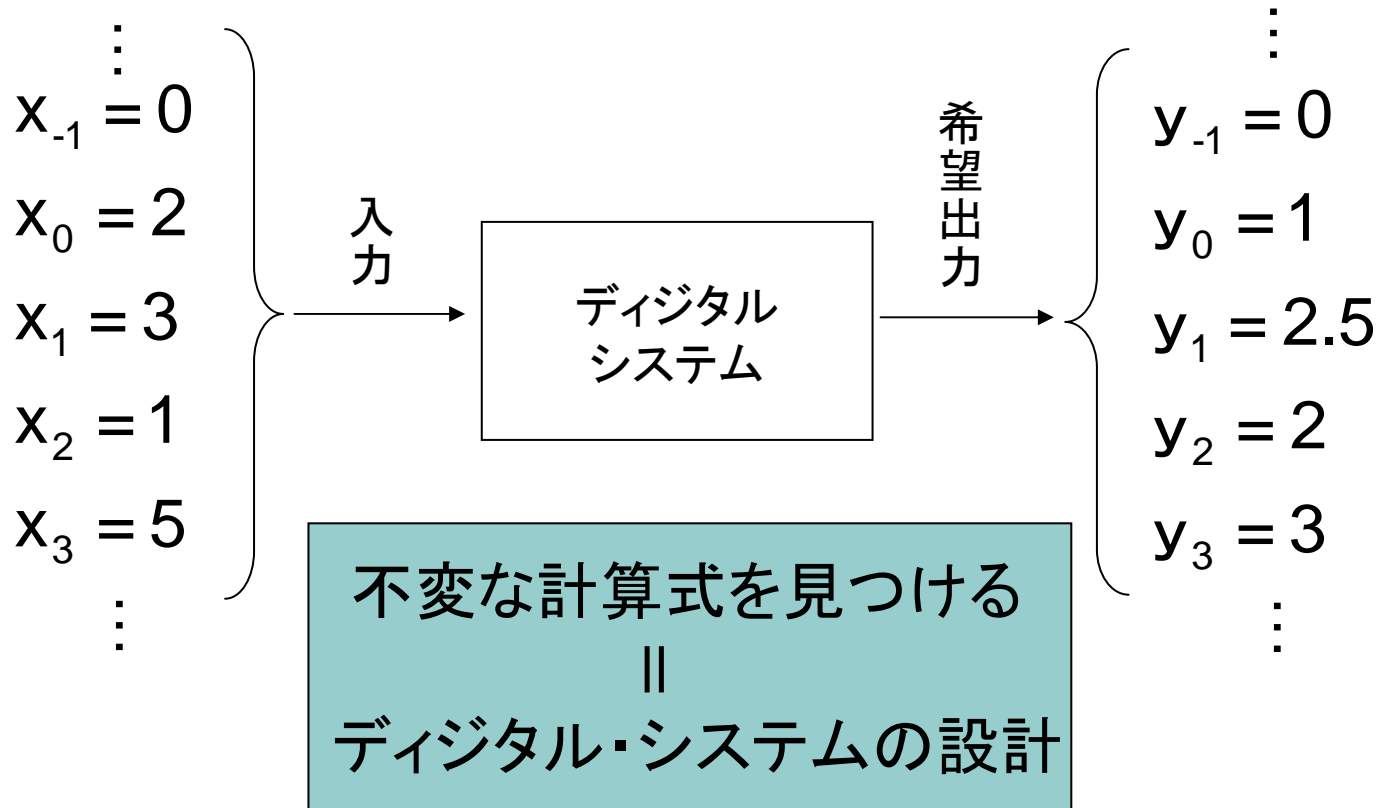
“信号処理はデジタルから始めよ”

信号処理＝“数学(数を学ぶ)”
＝“数楽(数を楽しむ)”

デジタル信号処理＝“四則計算(+, -, ×, ÷)”
＝小学生の算数で実現できる
＝超簡単

教授法アイデア(例7)

“まずは、設計から始めよう”



教授法アイデア(例8)

“たし算は積分、ひき算は微分なり”

- $y_n = \frac{x_n + x_{n-1}}{2} = \text{平均値計算} = \text{積分} = \text{ローパス・フィルタ}$

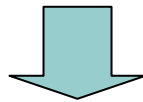
- $y_n = \frac{x_n - x_{n-1}}{2} = \text{平均差分} = \text{微分} = \text{ハイパス・フィルタ}$

$$\left[\left. \frac{dx(t)}{dt} \right|_{t=t_0} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t) - x(t - \Delta t)}{\Delta t} \quad ; t_0 = nT, \Delta t = T \right]$$



ITによる効果的な数学教育の提案

- フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』を参考に、信号処理版百科事典の創設
産学連携で学生、技術者、教育者が自由に書き込む
- ソーシャル・ネットワーキング・サービス (SNS) の立ち上げ
「信号処理における数学教育を考える会 (仮称)」



DSP教育者会議が核となって頑張ろう！！

参考文献

- 三谷政昭(著書)
 - 「やり直しのための信号数学」,CQ出版
 - 「信号解析のための数学」,森北出版
 - 「Scilabで学ぶデジタル信号処理」,CQ出版
 - 「今日から使えるフーリエ変換」,講談社
 - 「やり直しのための工業数学」,CQ出版
- (株)マイクロネット(開発ソフト)
 - 「電子回路シミュレータ(CircuitViewer)」
- (株)マイクロネットとの産学連携による電子書籍
 - 「楽しんで学ぶシリーズ、わかる電子回路入門の入門(Ⅰ),(Ⅱ)」
 - [<http://www.micronet.co.jp/raku/nyumon1.html>]