

Computer Science A

B3-CSA HW Overview

CSA_B3_EX0.pptx 25 Slides June 21th, 2021

CSA HW Computer Science, Meiji University

<http://mikami.a.la9.jp/mdc/mdc1.htm>

Renji Mikami

Renji_Mikami(at_mark)nifty.com [mikami(at_mark)meiji.ac.jp]

CSAHW ハード演習の進め方

対面授業

演習内容について

内容は、A.講義演習編 B.設計開発編(対面のみ)

C: 自由課題製作発表編にわかれます。

- A.講義演習編では、板書と数理計算ソフトを使用して配布資料(演習テキスト問題(.EXnnn / **考察nnn**))を解きながら進めます。これをまとめてレポートにします。講義と板書に関する解説資料が、演習WEBサイト右側の”情報科学、数学物理学関連導入”にあります。また板書と講義のビデオのリンクがありますから後日自分のペースで**予習**、**復習**ができます。
- B.設計開発編は、演習WEBサイト左側の“設計演習(デバイス)編をもとに実習をします。最終日に制作発表する課題に合わせて必要なものを選んで自修します。作成課題や演習選択などの不明点は質問してください。
- C.課題発表は、4回目にチーム単位で発表用Wikiサイトを使って行います。サイトには、これまでの課題製作例がたくさんあります。

予習

対面授業

オンラインの場合は、全授業共通解説ページを読んでください

年度を確認してください 続いてB3ガイダンスページを読んでください

2020年B3コース

予習復習用 講義ビデオリンク 授業(演習)の流れ ガイダンス資料を読んでください

Maximaは
授業開始前にPCに
インストール
しておいてください。
対面授業の場合は
実習用PCに
インストールしてあります

予習用の資料

● 予習 (対面およびオンライン授業)

ガイダンス資料 [Guidance B3.pdf](#) (対面授業)

ガイダンス資料 [Guidance B3C.pdf](#) (オンライン授業)

準備資料 [CSA B3 EX-1C.pdf](#) (オンライン授業の準備)

Maxima ダウンロード (オンライン 授業前にインストールすること)

Maxima WEB マニュアル (対面およびオンライン授業)

第1回目の解説資料

● [CSA B3 EX0.pdf](#) (対面授業/オンライン授業)

● 全4回のレポート課題

[REPORT B35.pdf](#) (対面授業用)

[REPORT B35C.pdf](#) (オンライン授業用)

今開いているのは、このファイルです。

A.講義演習編の資料(右側)

対面授業

2020年B3コース

予習復習用 講義ビデオリンク 課題発表用 サイトリンク

講義の流れ(参考) [flips2015.pdf](#) [ミラーサイト](#)

講義の流れの解説ビデオ ([wsDAVvVsME8](#))

第1回目に使用する演習資料1-2

ビデオ 関数とベクトルの直交と積分変換([ZfLbszoIoEg](#))

ビデオ 積分変換から離散フーリエ変換へ ([Ew-TbIWA5Fo](#))

ビデオ 級数式と係数式 ([NwecPDw](#))

第2回目に使用する演習資料3/4

ビデオ 離散フーリエ変換([pLh38sYpDao](#))

第2回目に使用する演習資料5

ビデオ 高速フーリエ変換([egIjMj-XRwk](#))

第2回目に使用する演習資料6

ビデオ デジタルフィルタ1 ([iN2TCMfpg3c](#))

ビデオ デジタルフィルタ2 ([oSZfKHvxCNw](#))

第4回目の課題発表サイト

● 第一日目

ガイダンス資料 [Guidance_B3.pdf](#)

演習解説、全4回のレポート課題、フーリエ変換概要

解説資料 [CSA_B3_EX0.pdf](#) (解説資料)

資料1 [CSA_B3_EX1.pdf](#) (印刷プリント配布)

資料2 [CSA_B3_EX2.pdf](#) (印刷プリント配布)

● 第二日目 資料3 [CSA_B3_EX3.pdf](#) (印刷プリント配布)

4. 離散フーリエ変換 講義資料

資料4 [CSA_B3_EX4.pdf](#) (印刷プリント配布)

[CSA_B3_Text_4.pdf](#) (参考資料)

5. 高速フーリエ変換 CSA_B3_EX5 は、欠番です。

講義資料5 [CSA_B3_Text_5.pdf](#) (講義資料)

6. デジタルフィルタ

資料6 [CSA_B3_EX6.pdf](#) (印刷プリント配布)

講義資料 [CS_HW6_2015.pdf](#) (参考資料)

● 第三日目 課題実装

課題発表用 サイトリンク

A.講義演習編の講義板書ビデオ

対面授業

2020年B3コース

予習復習用 講義ビデオリンク 課題発表用 サイトリンク

講義の流れ(参考) [flips2015.pdf](#) [ミラーサイト](#)

講義の流れの解説ビデオ ([wsDAVVVsME8](#))

第1回目に使用する演習資料1-2

ビデオ [関数とベクトルの直交と積分変換\(ZfLbszoIoEg\)](#)

ビデオ [積分変換から離散フーリエ変換へ\(Ew-TbIWA5Fo\)](#)

ビデオ [級数式と係数式\(NwecPDw\)](#)

第2回目に使用する演習資料3/4

ビデオ [離散フーリエ変換\(pLh38sYPDao\)](#)

第2回目に使用する演習資料5

ビデオ [高速フーリエ変換\(egIjMj-XRwk\)](#)

第2回目に使用する演習資料6

ビデオ [デジタルフィルタ1\(iN2TCMfpg3c\)](#)

ビデオ [デジタルフィルタ2\(oSZfKHvxCNw\)](#)

第4回目の課題発表サイト

● 第一日目

ガイダンス資料 [Guidance_B3.pdf](#)

演習解説、全4回のレポート課題、フーリエ変換概要

解説資料 [CSA_B3_EX0.pdf](#) (解説資料)

資料1 [CSA_B3_EX1.pdf](#) (印刷プリント配布)

資料2 [CSA_B3_EX2.pdf](#) (印刷プリント配布)

● 第二日目 資料3 [CSA_B3_EX3.pdf](#) (印刷プリント配布)

4. 離散フーリエ変換 講義資料

資料4 [CSA_B3_EX4.pdf](#) (印刷プリント配布)

[CSA_B3_Text_4.pdf](#) (参考資料)

5. 高速フーリエ変換 CSA_B3_EX5 は、欠番です。

講義資料5 [CSA_B3_Text_5.pdf](#) (講義資料)

6. デジタルフィルタ

資料6 [CSA_B3_EX6.pdf](#) (印刷プリント配布)

講義資料 [CS_HW6_2015.pdf](#) (参考資料)

● 第三日目 課題実装

課題発表用 サイトリンク

A.講義演習編の解説資料

- **デバイス概要、技術導入講義**
 1. PSoC5/3について
講義資料 [EM35_1.pdf](#) (PSoC 5/3 概要)
- **設計演習(デバイス)**
 - 3.1. 文字の表示と設計の流れの理解
1 演習資料 3.1 [HELLO_WORLD_35.pdf](#) 参考[Char_LCD_68591_00_V.pdf](#)
 - 3.2. ソフトウェアによるI/O制御 (LEDの点滅)
1 演習資料 3.2 [SW_LED_35.pdf](#)
 - 3.3. PWMの実装(LEDの点滅)
演習資料 3.3 [PWM_LED_35.pdf](#) 参考[PWM_69317.pdf](#) (PWM_69317は準備中)
1 演習資料 3.3 [PWM_LED_B_35.pdf](#) (こちらは参考例)
 4. DMAによるメモリデータ転送(サイン波の生成)
2 演習資料 4.1 [DMA_DAC_35.pdf](#) [PSoC35/DMA参考資料\(英文\)](#)
 5. AD変換(デルタ・シグマADCによるAD変換)
2 演習資料 5.1 [ADC_35.pdf](#) [ADC_DMA_Example.pdf](#) (英文)
 6. GPIO(ピン入出力信号の制御)
演習資料 6.1 [GPIO_35.pdf](#)
 7. シリアル通信 (PSoC Creator のExample Project にあります。)
UART_TX_35.pdf UART_RX_35.pdf
 8. デジタル フィルタの設計(FIRによるローパス・フィルタ)
LPF_35.pdf [Filter_SampleProject.pdf](#)
参考[Filter20_70173.pdf](#) (フィルタ・ユーザーモジュール解説日本語版)
- **情報科学、数学物理学関連導入**
 1. 波、物質とエネルギー、連続と離散
1 講義資料 [CSA_B3_Text_1.pdf](#) (Fourier Transform への基礎) 旧版演習資料 [2012_B3_EX1.pdf](#)
 2. 複素関数追補 ネイピア数, ラプラス変換とフーリエ変換の数学
1 講義資料 [CSA_B3_Text_2.pdf](#) (フーリエ変換のための数学の基礎) 旧版演習資料 [2012_B3_EX2.pdf](#)
 3. フーリエ級数、フーリエ変換の導出
1 講義資料 [CSA_B3_Text_3.pdf](#) 旧版演習資料 [2012_B3_EX3.pdf](#)
 4. 離散フーリエ変換
1 講義資料 [CSA_B3_Text_4.pdf](#) (連続関数の離散化) 旧版演習資料 [2012_B3_EX4.pdf](#)
 5. 高速フーリエ変換
2 講義資料 [CSA_B3_Text_5.pdf](#) (アルゴリズムによる高速化) 旧版演習資料 [2012_B3_EX5.pdf](#)
 6. デジタルフィルタ (Z変換、線形時不変システム)
2 講義資料 [CSA_B3_Text_6.pdf](#)
アペレージング・フィルタ演習用エクセルフォーム [AF_48_Form.xls](#) 旧版演習資料 [2012_B3_EX6.pdf](#)
 - A. 計算機システムのボトルネックとDMA
講義資料 [CS_HWA_2017.pdf](#) (DMAの基礎) [PSoC35/DMA参考資料\(英文\)](#)
 - B. N次化への考察と自由研究 講義資料 [CS_HWB_2012.pdf](#) (準備中)
2次元画像、N次元応用、ウェーブレット変換
- **計算ツール (Maxima/エクセル/DFT)**
 - 計算演習 [CS_MATH_EX_1.pdf](#) (準備中) エクセル [SIN_5.xlsx](#)
 - A. 補助講義A [CS_APDX_A.pdf](#) (準備中)
 - B. 補助講義B [CS_APDX_B.pdf](#) (準備中)

B.設計開発編のPSoC設計実習資料(対面のみ)

● デバイス概要、技術導入講義

1. PSoC5/3について
講義資料 [EM35_1.pdf](#) (PSoC 5/3 概要)

● 設計演習(デバイス)

- 3.1. 文字の表示と設計の流れの理解
1 演習資料 3.1 [HELLO_WORLD_35.pdf](#) 参考[Char_LCD_68591_00_V.pdf](#)
- 3.2. ソフトウェアによるI/O制御 (LEDの点滅)
1 演習資料 3.2 [SW_LED_35.pdf](#)
- 3.3. PWMの実装(LEDの点滅)
演習資料 3.3 [PWM_LED_35.pdf](#) 参考[PWM_69317.pdf](#) (PWM_69317は準備中)
1 演習資料 3.3 [PWM_LED_B_35.pdf](#) (こちらは参考例)
4. DMAによるメモリデータ転送(サイン波の生成)
2 演習資料 4.1 [DMA_DAC_35.pdf](#) [PSoC35/DMA参考資料\(英文\)](#)
5. AD変換(デルタ・シグマADCによるAD変換)
2 演習資料 5.1 [ADC_35.pdf](#) [ADC_DMA_Example.pdf](#) (英文)
6. GPIO(ピン入出力信号の制御)
演習資料 6.1 [GPIO_35.pdf](#)
7. シリアル通信 (PSoC Creator のExample Project にあります。)
UART_TX_35.pdf UART_RX_35.pdf
8. デジタル フィルタの設計(FIRによるローパス・フィルタ)
LPF_35.pdf [Filter_SampleProject.pdf](#)
参考[Filter20_70173.pdf](#) (フィルタ・ユーザーモジュール解説日本語版)

● 情報科学、数学物理学関連導入

1. 波、物質とエネルギー、連続と離散
1 講義資料 [CSA_B3_Text_1.pdf](#) (Fourier Transform への基礎)
旧版演習資料 [2012_B3_EX1.pdf](#)
 2. 複素関数追補 ネイピア数、ラプラス変換とフーリエ変換の数学
1 講義資料 [CSA_B3_Text_2.pdf](#) (フーリエ変換のための数学の基礎)
旧版演習資料 [2012_B3_EX2.pdf](#)
 3. フーリエ級数、フーリエ変換の導出
1 講義資料 [CSA_B3_Text_3.pdf](#)
旧版演習資料 [2012_B3_EX3.pdf](#)
 4. 離散フーリエ変換
1 講義資料 [CSA_B3_Text_4.pdf](#) (連続関数の離散化)
旧版演習資料 [2012_B3_EX4.pdf](#)
 5. 高速フーリエ変換
2 講義資料 [CSA_B3_Text_5.pdf](#) (アルゴリズムによる高速化)
旧版演習資料 [2012_B3_EX5.pdf](#)
 6. デジタルフィルタ (Z変換、線形時不変システム)
2 講義資料 [CSA_B3_Text_6.pdf](#)
アペレーシング・フィルタ演習用エクセルフォーム [AF_48_Form.xls](#)
旧版演習資料 [2012_B3_EX6.pdf](#)
 - A. 計算機システムのボトルネックとDMA
講義資料 [CS_HWA_2017.pdf](#) (DMAの基礎) [PSoC35/DMA参考資料\(英文\)](#)
 - B. N次化への考察と自由研究 講義資料 [CS_HWB_2012.pdf](#) (準備中)
2次元画像、N次元応用、ウェーブレット変換
- ## ● 計算ツール (Maxima/エクセル/DFT)
- 計算演習 [CS_MATH_EX_1.pdf](#) (準備中) エクセル [SIN_5.xlsx](#)
A. 補助講義A [CS_APDX_A.pdf](#) (準備中)
B. 補助講義B [CS_APDX_B.pdf](#) (準備中)

C. 課題発表用のサイトリンク

対面授業

課題発表用サイトリンクをクリックすると課題発表 Wiki ページが開きます

第3回目に使用する演習資料6	6.デジタルフィルタ 資料6 CSA_B3_EX6.pdf (印刷プリント配布) 資料6の演習で使用するエクセル SIN_5.xlsx 講義資料 CS_HW6_2015.pdf (参考資料)
ビデオ デジタルフィルタ1 (iN2TCMfpq3c)	
ビデオ デジタルフィルタ2 (oSZfKHvxCNw)	
第4回目の課題発表サイト	● 第三日目 課題実装 課題発表用 サイトリンク Wiki 作成時、 画像ファイル 等がアップロードできない場合は wiki_upload.pdf を参照してください

CSA HW 演習 1-4回の内容(標準/対面)

対面授業

演習 1-3 日目

CSA_B3_EX1からCSA_B3_EX6項を

板書(対面)、資料掲示(オンライン)による講義と演習を行います。

対面では、配布テキストの各問に解答や考察点を書き込みながら進みます。

この各問をまとめてレポートを作成します。

対面では演習や考察点などお互いに議論したり教えあったりして進めてください。オンラインでは、議論の時間をとります。

不明点などはどんどん質問してください。

A.講義演習編とB.設計開発編(対面の場合)双方をとりまぜて進めます。

演習 4 日目

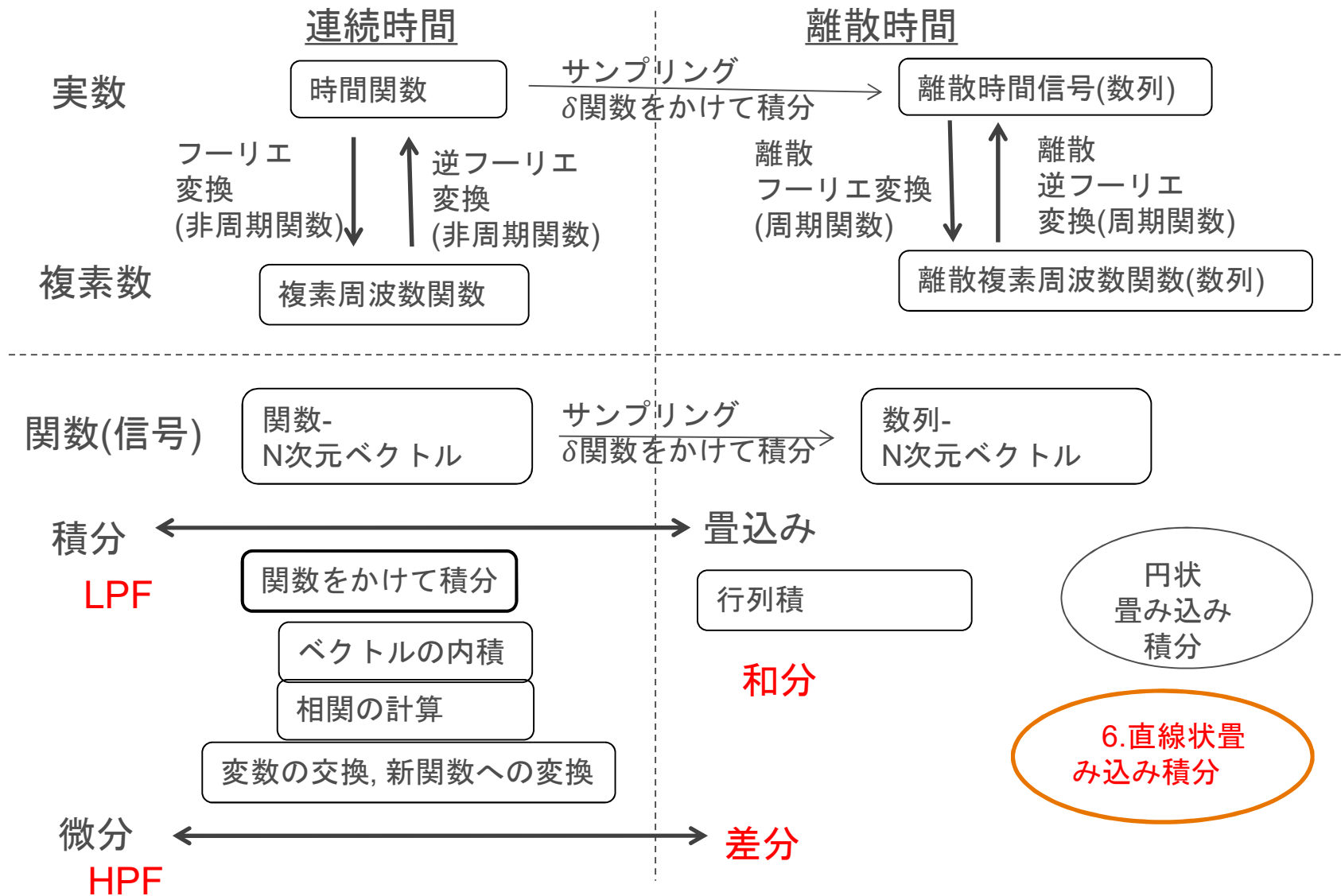
Wiki を作成しWiki を使ってプレゼンしてください。

開始時間は、進捗状況を見ながら午後4~5時頃とします。

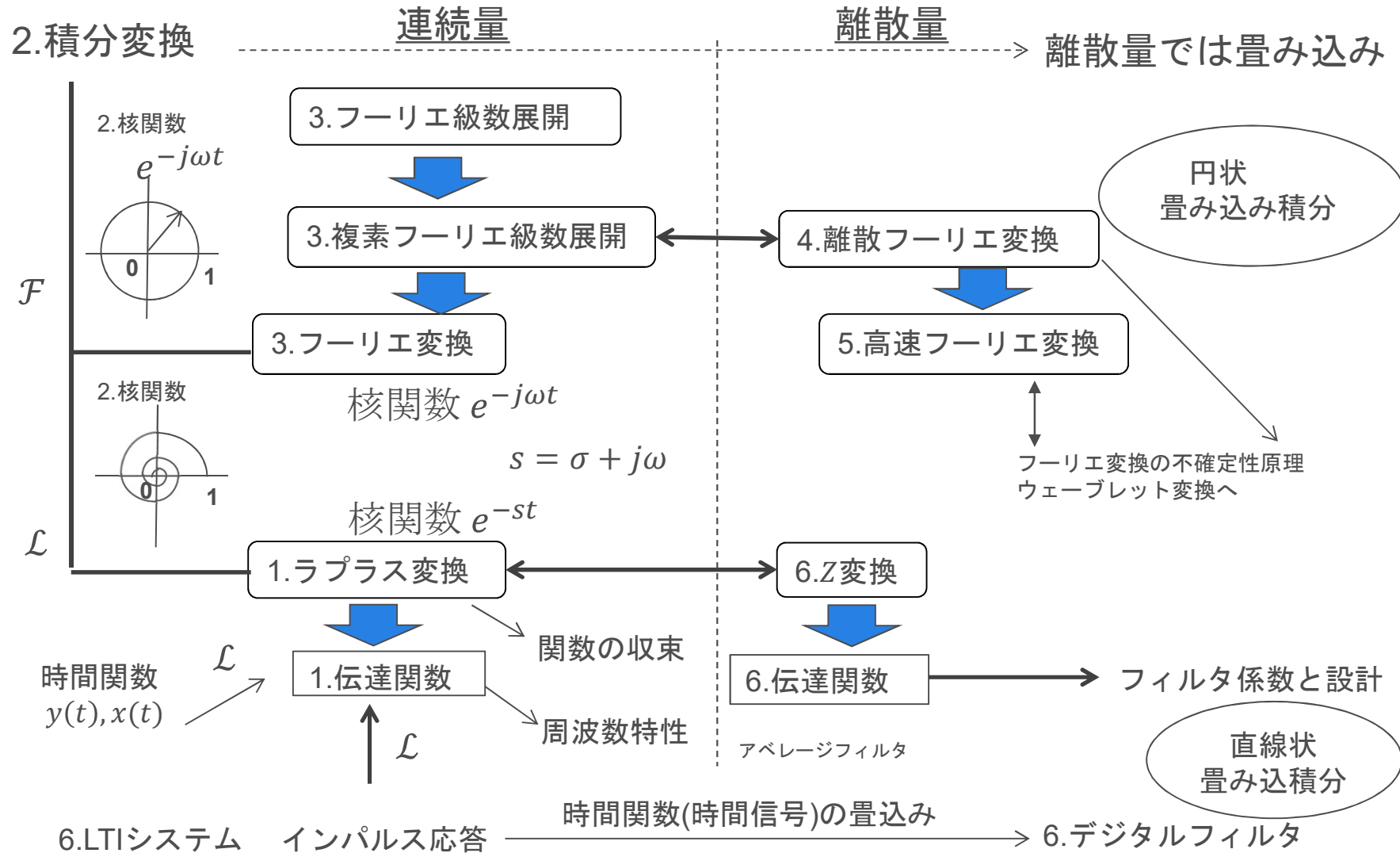
この演習で扱う内容の展望とまとめ

- 冒険マップ
 - 実数,複素数,連続,離散,積分
 - 関数(信号)の変換
- 講義の流れ(マップの進攻)
- テーマ
 - ベクトルと関数の直交
 - フーリエ級数、複素フーリエ級数
 - 核関数
 - 離散フーリエ変換
 - 高速フーリエ変換
 - Z変換とデジタルフィルタ

冒険マップ：実数,複素数,連続,離散,積分



冒険マップ：関数(信号)の変換



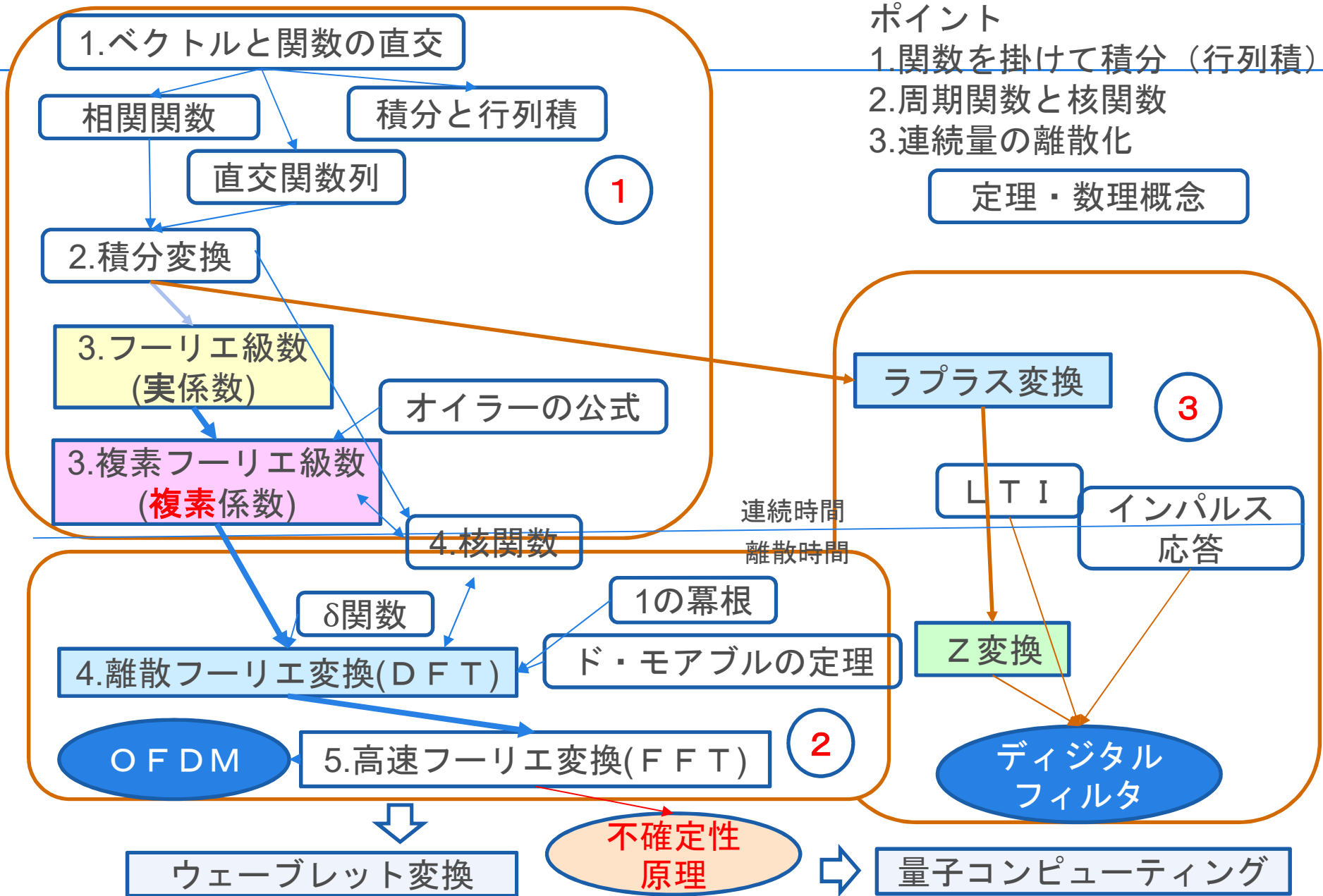
数字はテキスト(テーマ)番号, \mathcal{F} :フーリエ変換, \mathcal{L} :ラプラス変換

講義の流れ(マップの進攻)

ポイント

- 1.関数を掛けて積分 (行列積)
- 2.周期関数と核関数
- 3.連続量の離散化

定理・数理概念



フーリエさん.....直観的に理解して進もう! (テキスト2から抜粋)



ジャン・バティスト・ジョゼフ・フーリエ
(Jean Baptiste Joseph
Fourier, 1768-1830) フランス

写真引用: Wikipedia

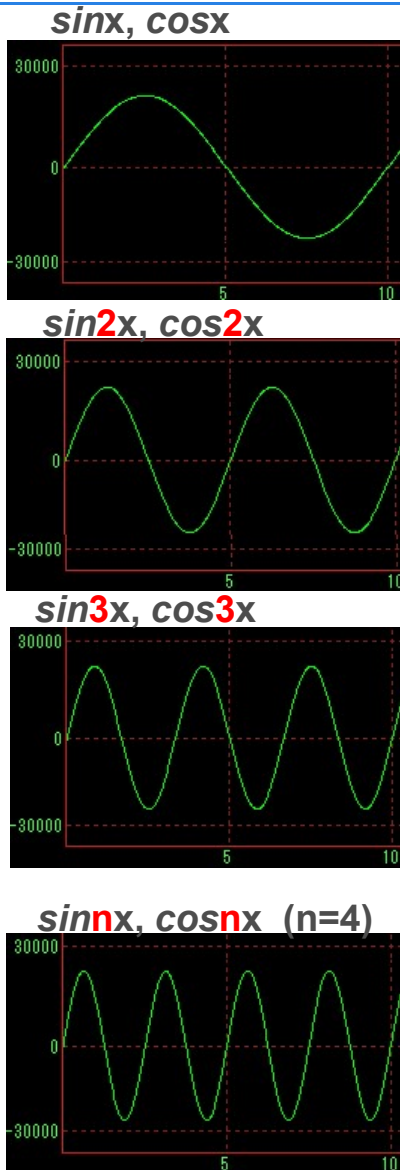
フーリエのアイデアは、任意の関数を三角関数の級数として表すことができる(フーリエの定理)というものです。発表時点では、フーリエ級数化が可能である条件や非周期関数への応用などの数学的証明や展開が十分とはいえませんでした。多くの数学者によって研究、拡張され、今日では非常に強力な数学、物理学、工学ツールとなっています。

数学的、厳密な導出は、長く複雑な計算を要しますが、実装解では標本化された離散フーリエ変換として解かれます。さらに膨大な計算量も高速フーリエ変換アルゴリズムにより、計算量を劇的に削減できることから、コンピュータ処理に適し、広く実用化されています。

時間関数を周波数関数に変換することで、時間的に変化する事象を定量的に解析することができます。

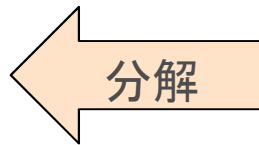
微分方程式が容易に解けます。デジタル通信技術に使われています。

フーリエ変換を直観的に理解-分解と合成

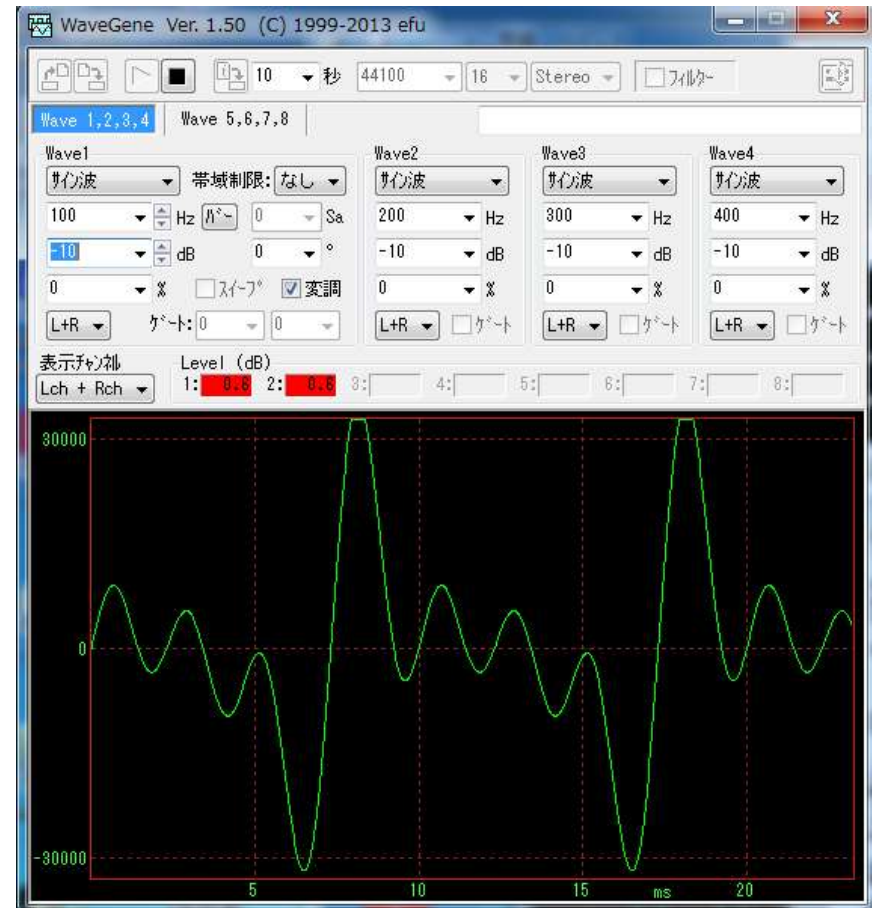
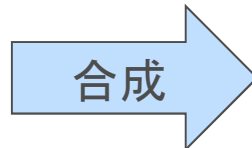


- 任意の信号(波)は**整数倍角のsin波とcos波で合成**できる (=に**分解**できる)。**分解**がフーリエ変換で**合成**が逆変換と観る

フーリエ変換
のイメージ

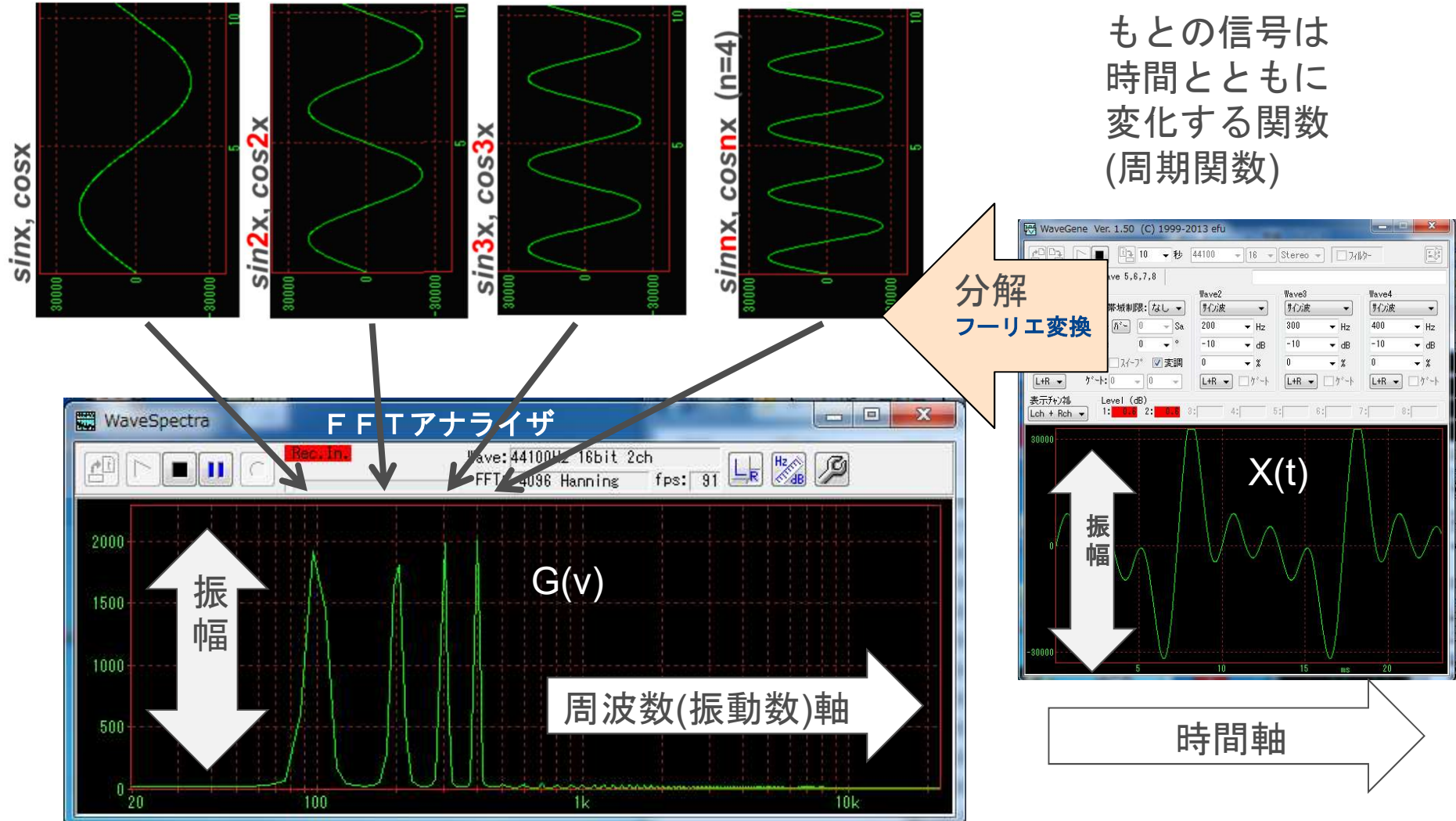


逆フーリエ変換
のイメージ

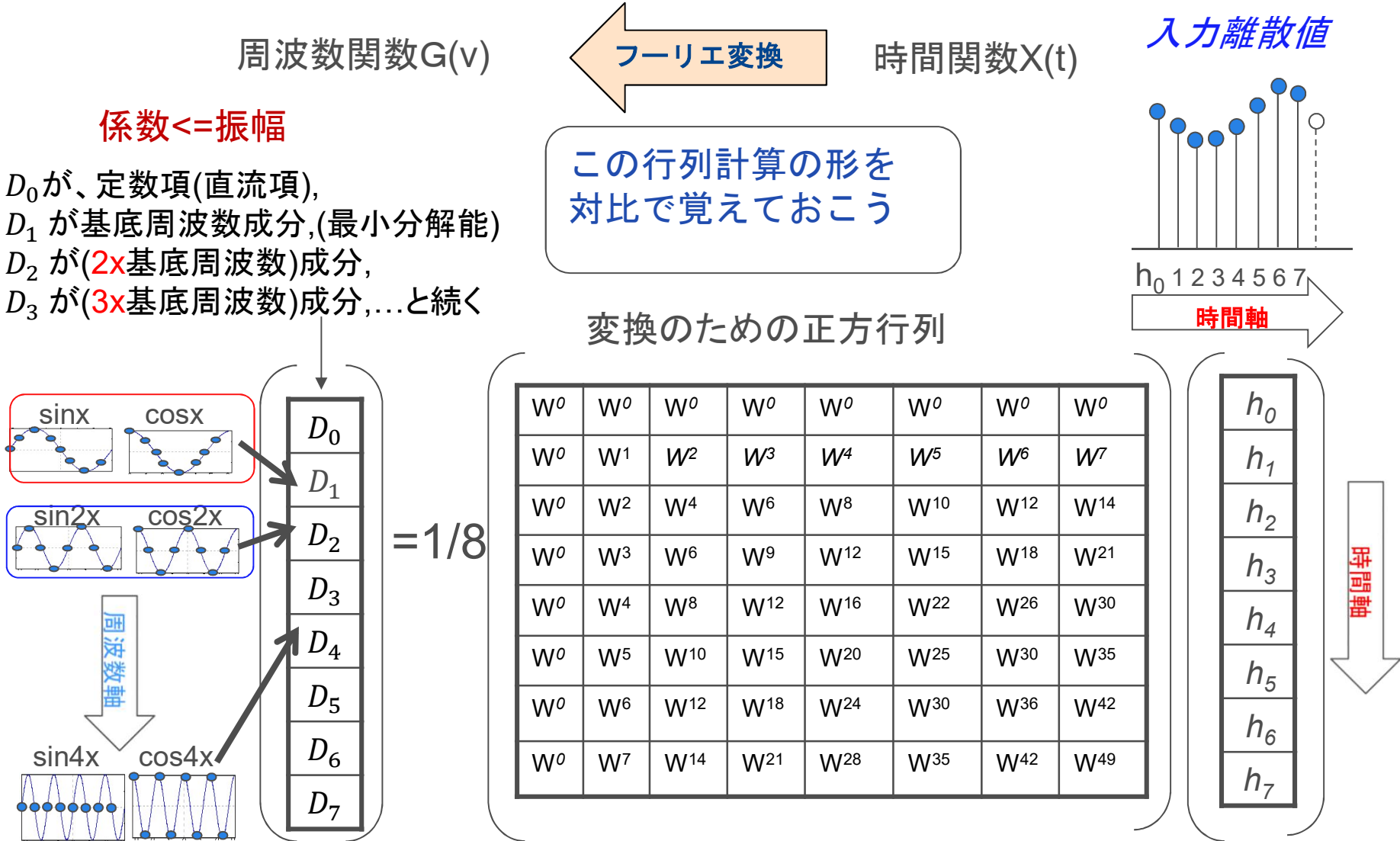


時間軸が周波数軸に変わる

- フーリエ変換ではもとの時間関数 $X(t)$ が周波数関数 $G(v)$ に変換される。(信号=関数)



DFT(離散フーリエ変換)の仕組み(テキスト4抜粋)

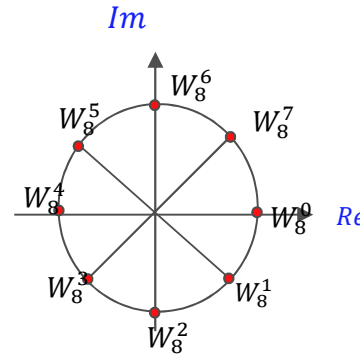


核関数に変換を行う – 積分変換

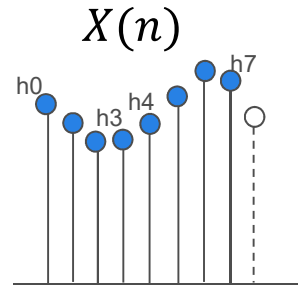
かける核関数(TF)の行は
 基底周波数の整数倍の
 周波数になっている。
 元の信号Xに含まれる各
 周波数成分との相関をと
 る

核関数Kは
 複素指数関数値

$$e^{-j2\pi\frac{1}{M}kn}$$



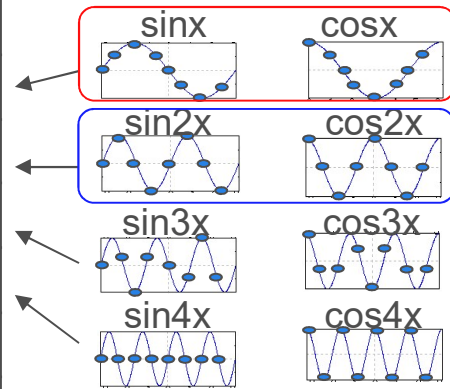
もとの信号



- 定数項、直流成分
- 基底周波数成分
- 基底X2倍周波数成分
- 基底X3倍周波数成分
- 基底X4倍周波数成分
- 基底X5倍周波数成分
- 基底X6倍周波数成分
- 基底X7倍周波数成分

W^0	W^0	W^0	W^0	W^0	W^0	W^0	W^0
W^0	W^1	W^2	W^3	W^4	W^5	W^6	W^7
W^0	W^2	W^4	W^6	W^8	W^{10}	W^{12}	W^{14}
W^0	W^3	W^6	W^9	W^{12}	W^{15}	W^{18}	W^{21}
W^0	W^4	W^8	W^{12}	W^{16}	W^{20}	W^{24}	W^{28}
W^0	W^5	W^{10}	W^{15}	W^{20}	W^{25}	W^{30}	W^{35}
W^0	W^6	W^{12}	W^{18}	W^{24}	W^{30}	W^{36}	W^{42}
W^0	W^7	W^{14}	W^{21}	W^{28}	W^{35}	W^{42}	W^{49}

$W^0 := W_8^0$ の略, W_8 は8乗根



TF:
 Twiddle Factor
 ひねり係数

おもしろく、役に立つフーリエ変換

- これまで勉強した数学が活きる
信号=関数=ベクトル=行列
二つをかけて積分して相関を計算
行列と畳み込み(Combolution)がfor文の
ネスティングになる。
- 多方面で役に立つ
地震の解析(あらゆる波を定量的に解析)
デジタル通信(OFDM, 無線LAN, LTE,地上デジ...)
AIやNeural NetworkではCombolutionを多用
- 実は非常にシンプル

第1テーマ：ベクトルと関数の直交

ベクトルの内積=相関：直交=内積0=相関ゼロ

内積計算=行列積

=>要素の掛け算の総和

=>関数を掛け算して積分

関数(=信号)=>N次元ベクトルに拡張

第2テーマ：積分変換

関数を掛けて積分

積分=>面積を求めると変数が消える

核関数が2変数のとき、積分変換で変数の置換ができる

フーリエ変換は、時間関数を複素周波数関数に変換

第3テーマ1：フーリエ級数

フーリエ級数は、もとの信号の中に含まれる
 $\sin(nx)$, $\cos(nx)$ の直交関数列の成分量を示したもの

成分量とは、各直交関数の係数である。
成分量を求めるには、もとの信号と各直交関数の相関を計算
相関計算は、ベクトルの内積計算であり、関数を掛けて積分すること
であることを思いだす。(第一回のテーマ)

第3テーマ2：複素フーリエ級数

直交関数列 $\sin(nx)$, $\cos(nx)$ をオイラーの公式で、 \exp にひとつにまとめたものが複素正弦(指数)関数

n が整数だから、ド・モアブルの公式が使える。 n 乗問題は、 $2\pi/n$ 回転問題になり、 n が1以上の整数だから回転して、もとに戻り、同じ値を繰り返してとる。

$x = \omega t$ ($\omega = 2\pi f$, f :周波数)とおくと実関数($\sin(\omega t)$, $\cos(\omega t)$)の複素関数
($e^{-j\omega t}$)化で 複素平面上で、計算が容易になる。

第4テーマ：核関数

積分変換における核関数は、フーリエ変換系では複素正弦関数となる。この複素正弦関数を離散化したものが、回転子(Twiddle Factor)となる。もとの関数を離散化して、回転子との相関を計算したものが離散フーリエ変換となる。

これまで、 x (円弧の長さ)の関数として解いてきた式を時間 t の関数に変換し、 t (時間)と f (周波数)の2変数を持つ核関数として、もとの関数(信号)にかけて積分する。

この核関数は、離散値として正方行列化するが、タテヨコの項数は、2の冪乗にしておくこと、後のFFT計算での基数2での畳み込みが容易になる。

第5テーマ：離散フーリエ変換

複素フーリエ変換と離散フーリエ変換は、
ともに周期関数を対象にしている

関数を掛けて積分することは、行列積の計算(第一テーマを
思い出すこと)

オイラーの公式とド・モアブルの定理を使って、核関数を離
散化し回転子にする。

サンプリング値と核関数に相当する回転子(Twiddle Factor)
正方行列との行列積を計算

第6テーマ：高速フーリエ変換

離散フーリエ変換の回転子(Twiddle Factor)の周期性と対称性を利用して、計算量を減らす。バタフライ演算の形に持ち込む。64ポイントFFTは、OFDMなどで広く一般的に使用されている

第7テーマ：Z変換とデジタルフィルタ

フーリエ変換は、円状畳込み積分

Z変換は、直線上畳込み積分

(LTI 連続シフト加算)

核関数 z^{-1} は、シフトであり圧縮を目的とする

Memo

フォローアップURL (Revised)

<http://mikami.a.la9.jp/meiji/MEIJI.htm>

担当講師

三上廉司(みかみれんじ)

Renji_Mikami(at_mark)nifty.com

mikami(at_mark)meiji.ac.jp (Alternative)

http://mikami.a.la9.jp/_edu.htm

