

やる夫で信号処理は学べるか

—東北大学機械知能・航空工学科における信号処理教育とウェブ教材—

鏡 慎吾

東北大学 大学院情報科学研究科

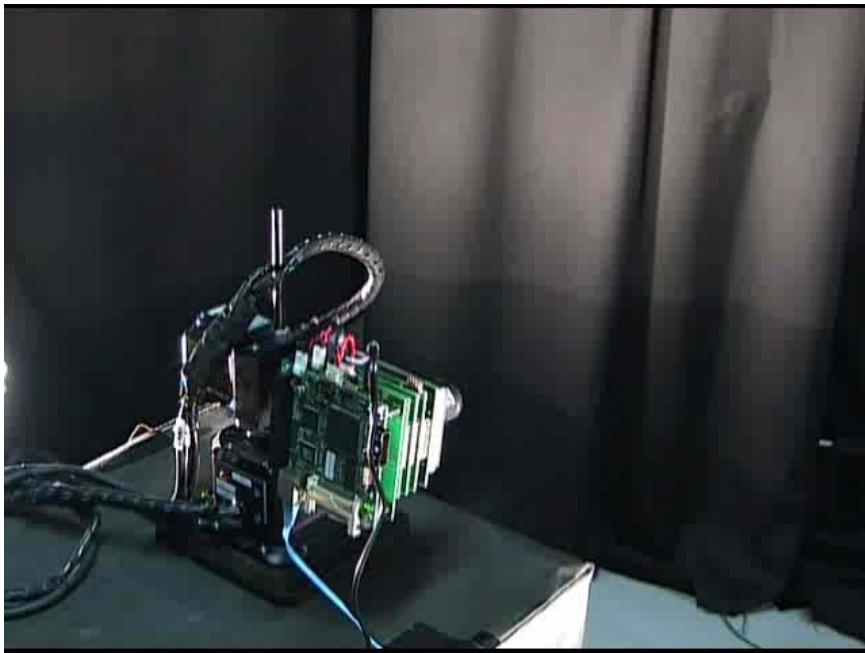


TOHOKU
UNIVERSITY



自己紹介

- 本務: 大学院情報科学研究科 システム情報科学専攻
- 兼担: 工学部 機械知能・航空工学科
- 研究分野: ロボティクスと画像の境界領域
高速画像処理とその応用, システム化



本日の話題

- 東北大学工学部 機械知能・航空工学科における講義「信号処理工学」
- ウェブ教材「やる夫で学ぶデジタル信号処理」

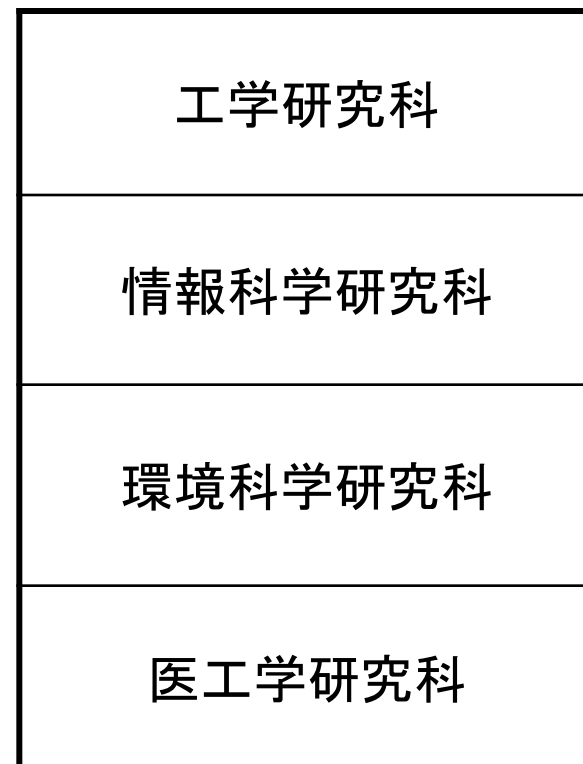
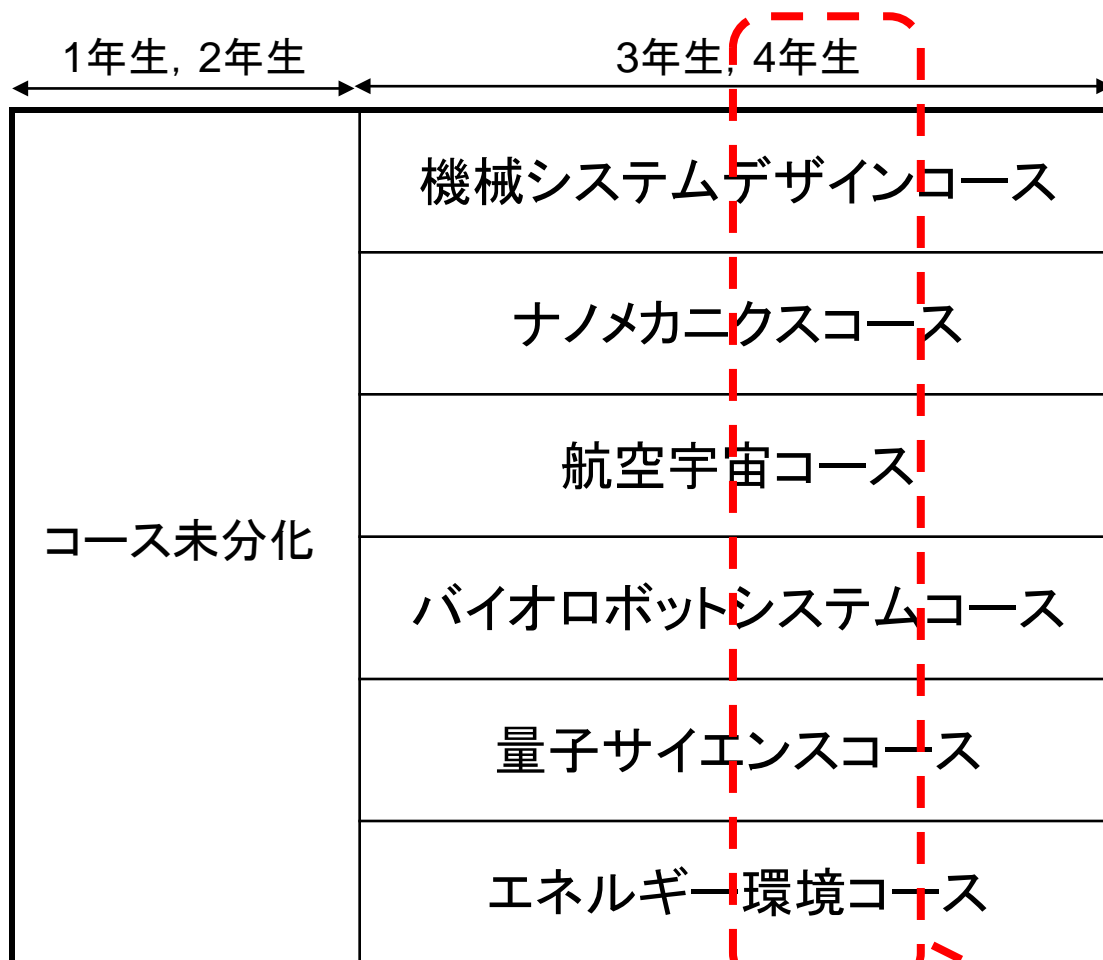
本日の話題

- 東北大学工学部 機械知能・航空工学科における講義「信号処理工学」
- ウェブ教材「やる夫で学ぶデジタル信号処理」

組織

工学部機械知能・航空工学科

大学院



※ この他に英語で全教育を行う国際機械工学コース

信号処理工学開講時期

参考: 組織 (2016.4~)

工学部機械知能・航空工学科

1年生, 2年生

3年生, 4年生

| | |
|--|--------------|
| | 機械システムコース |
| | ファインメカニクスコース |
| | 航空宇宙コース |
| | ロボティクスコース |
| | 量子サイエンスコース |
| | エネルギー環境コース |
| | 機械・医工学コース |

大学院

| |
|---------|
| 工学研究科 |
| 情報科学研究科 |
| 環境科学研究科 |
| 医工学研究科 |

※ この他に英語で全教育を行う国際機械工学コース

信号処理教育の位置づけ

- いわゆる基幹科目ではない
- 一方, フーリエ・ラプラス解析, 複素関数論, 線形システム論, 制御理論は基幹科目(≒院試にて出題)
- 2005年度までは離散時間システムを扱う講義はなかった
- 当時の研究室の典型的大学院生の発言:
「この z のマイナス1乗って何ですか」(輪読にて)
- 2006年度から「知能情報システム工学」として開講
 - 当時の学生便覧上は「ニューロ・ファジィコンピュータなどの専用計算機のアーキテクチャについて講義する」とされていた
 - 建前上 DSP のアーキテクチャを講義することにした
- 2014年度から「信号処理工学」に科目名変更

「信号処理工学」開講時期

- 7セメスター（4年生前期），選択科目
 - ほとんどの学生は選択科目単位数を修得済み
 - ほとんどの学生は院試直前
- 受講者は極めて少ない：20名弱（1学年はおよそ250名）
- 最終的に期末試験を受けにくる学生は，年によっては10名を割る

講義内容

1. 序論 (実演含む)
2. フーリエ級数, フーリエ変換 (既習事項)
3. 離散時間フーリエ変換
4. 離散フーリエ変換, 高速フーリエ変換
5. フーリエ変換の性質 (一部既習事項)
6. 標本化定理とスペクトル解析 (実演含む)
7. デジタルフィルタの基礎
8. ラプラス変換 (既習事項)
9. z変換
10. デジタルフィルタの解析
11. デジタルフィルタの設計 (実演含む)

教科書: 樋口, 川又, MATLAB対応 デジタル信号処理, 森北出版, 2015.

- デジタル信号処理そのものの学習よりも, それを通じて機械系基幹科目への理解を深めることに主眼を置く
- 既存の教科書の「行間」を埋めたい

本日の話題

- 東北大学工学部 機械知能・航空工学科における講義「信号処理工学」
- ウェブ教材「やる夫で学ぶデジタル信号処理」

: [目次](#) : [講義情報のページに戻る](#) [目次](#) [アイコンを表示する](#)

やる夫

実験データの解析とかで信号処理をしなくちゃならないことが多くなってきたお…

やる夫

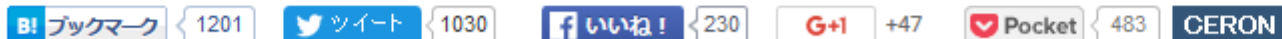
数学でフーリエ解析とか習ったけど、真面目に聞いてなかったのだからさっぱりわからないお…

やる夫

だからやらない夫に教えてもらうお!

やる夫で学ぶデジタル信号処理

東北大学 大学院情報科学研究科
鏡 慎吾

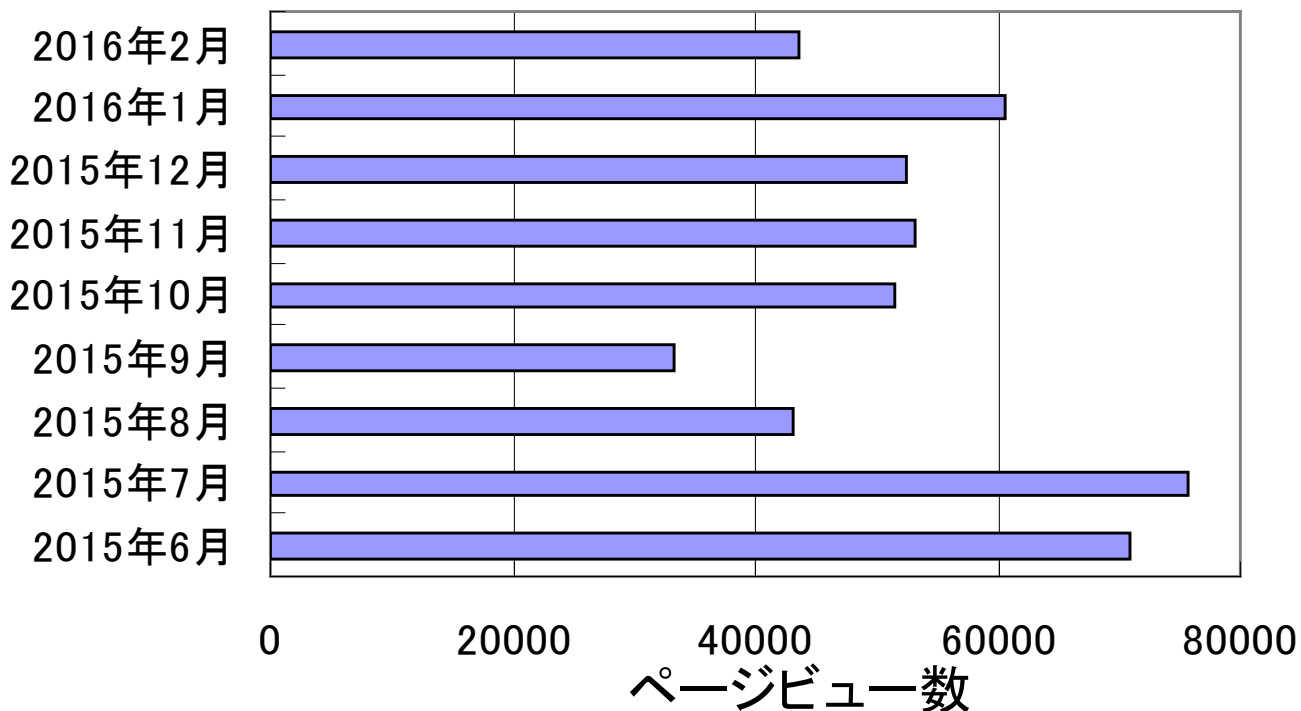


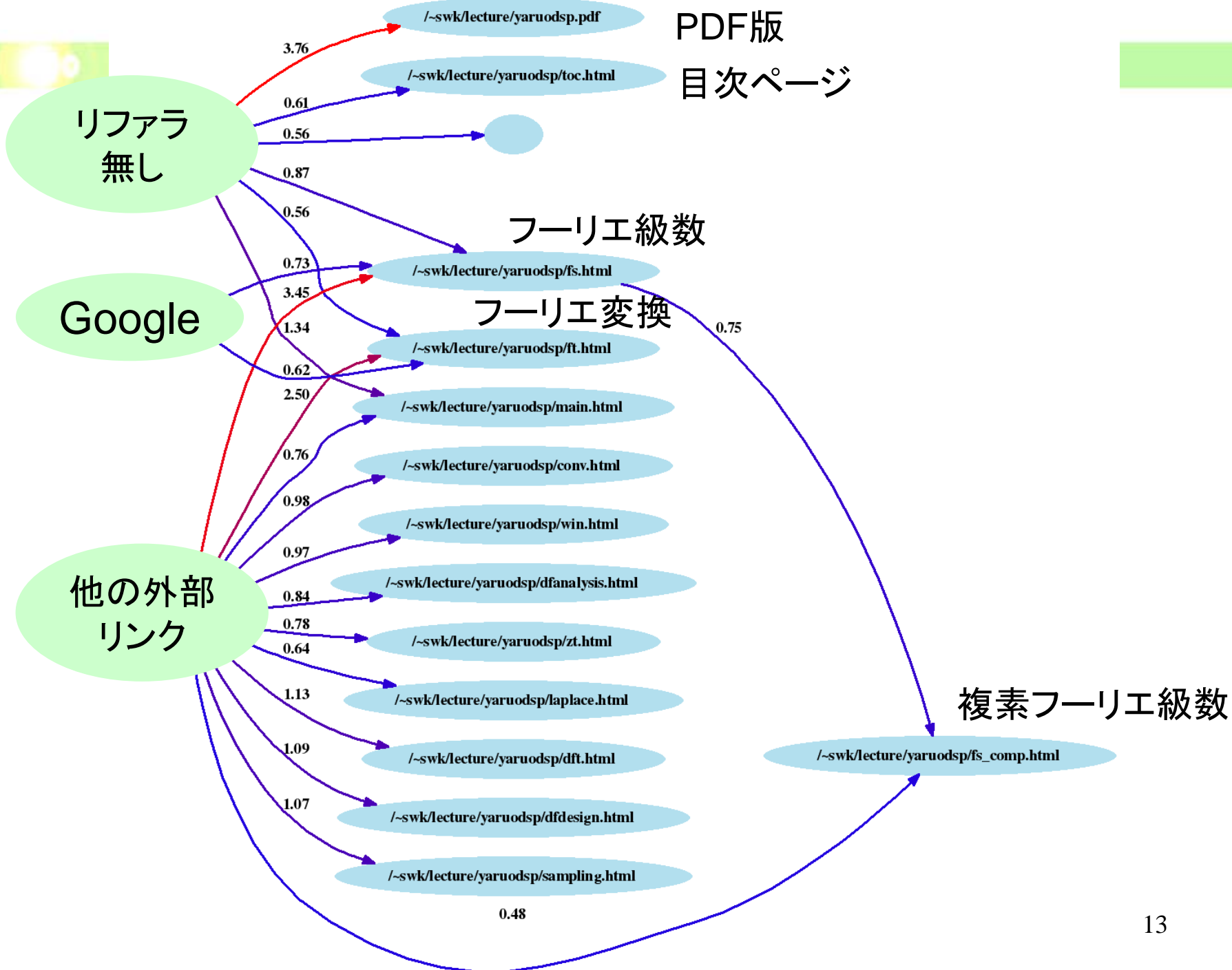
- [更新履歴](#) (最終更新: 2016.01.08)
- [PDF版](#)
- アスキーアートがないと読む気にならないという方は、ページ上部の「アイコンを表示する」をクリックしてください。アスキーアートではないけど多少は助けになるかも知れません。

<http://www.ic.is.tohoku.ac.jp/~swk/lecture/yaruodsp/main.html>

統計

- 1201 ブックマーク (はてなブックマーク, 2016年3月16日現在)
- 1533 リツイート (Twitter, 2014年7月時点)
- 230 いいね! (facebook, 2016年3月16日現在)
- Google検索「信号処理」「デジタル信号処理」「フーリエ級数」:
Wikipediaに次いで2位





「やる夫で学ぶ～」とは

2ちゃんねる

- ウェブ上の巨大電子掲示板群

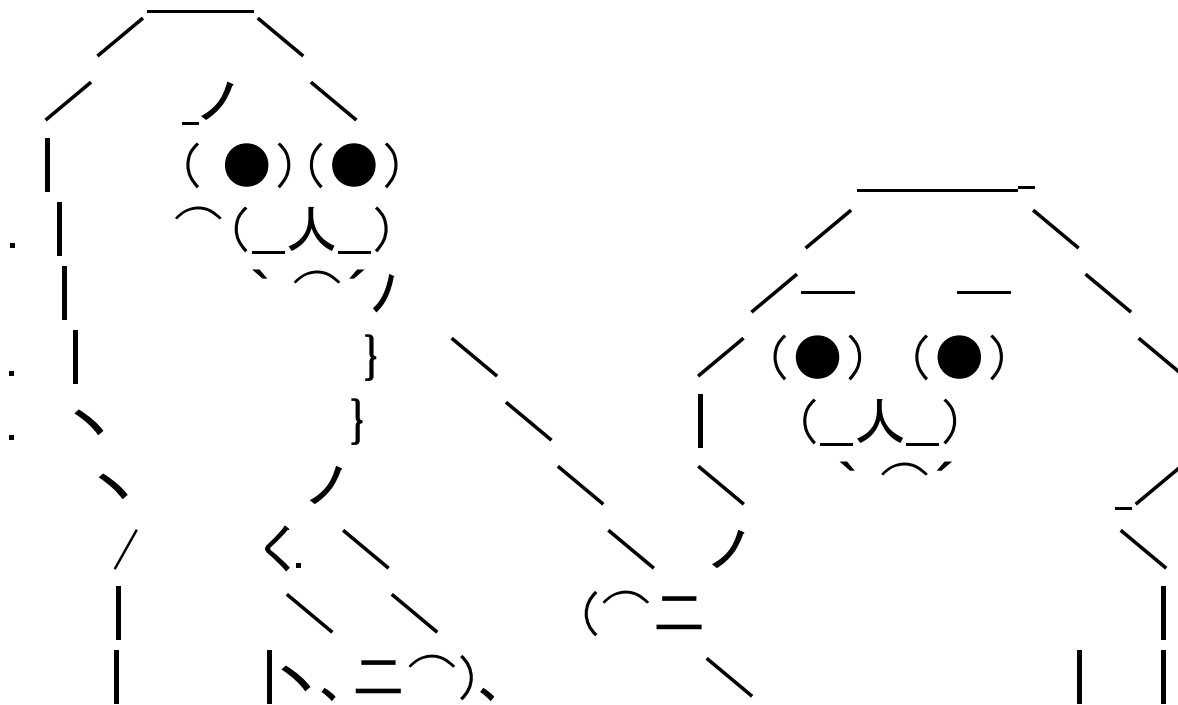
やる夫

- 2006年ごろ2ちゃんねるにて発生したアスキーアートのキャラクター

やる夫シリーズ

- やる夫その他のキャラクターを主要な登場人物とする会話形式、あるいはストーリー仕立ての連続投稿の総称
- 歴史、社会、法律、科学技術からゲーム等にいたるまで、幅広いジャンルのチュートリアルコンテンツが匿名の著者により公開

登場人物



やらない夫 (教師役)

性格付け: 常識人, ぶっきらぼう
口癖: 「～だろ、常識的に考えて...」

やる夫 (生徒役)

性格付け: お調子者, わがまま
口癖: 「～だお」

経緯

- 前述のような背景で講義を継続してきた結果、独自テキストをまとめる必要性を感じるようになった
- 「やる夫シリーズ」の体裁を借りつつ、中身は至って本格的なテキストというものがあると面白い、と考えた
- ...でもそんな暇はないよな、と思っていた

2011年3月，急に暇ができた

- 3/11 震災発生
- 授業開始は5月まで延期
- 研究を本格的に再開できる状況でもない

裏の動機

- 大災害に際して、自分の研究は何の役にも立たなかった
- 一方、SNS上では「東北はもう終わりだ」「東北大学終わったな」という声がささやかれていた

「東北大、終わったと思ったら始まってた」
と言わせたい

わりと早々に達成



東北大はじまったな / “やる夫で学ぶデジタル信号処理” htn.to/uWfTK

17:52 - 2011年10月21日



フォロー

東北大はじまったな。 / “やる夫で学ぶデジタル信号処理” htn.to/2EZzGU



フォロー

やる夫で学ぶデジタル信号処理
[ic.is.tohoku.ac.jp/~swk/lecture/y ...](http://ic.is.tohoku.ac.jp/~swk/lecture/y...) 東北大始まりすぎだろ常識的に考えて



東北大始まった RT @
噴いた やる夫で学ぶデ
ic.is.tohoku.ac.jp/~swk/

12
リツイート

2
いいね

4:01 - 2011年10月21日



フォロー

やる夫で学ぶデジタル信号処理なんだが資料元が東北大学とか書いてあって始まっている感感じた [ic.is.tohoku.ac.jp/~swk/lecture/y ...](http://ic.is.tohoku.ac.jp/~swk/lecture/y...)

19:15 - 2012年11月7日



反響

- SNSでの言及の多くは、その奇異なフォーマットに注目して驚いているだけである
 - 言及数だけで教育効果を量ることはできない
- 丁寧に読んだ上で好意的に評価するコメントも少なくない
- 主要な読者層:
 - 全国の大学生
 - 社会人技術者
 - オーディオ, コンピュータ音楽に興味を持つ人たち (想定していなかった)
- 難易度の高さを指摘する声が多い
 - 特に後半で, やる夫の理解力が急速に上がる
- 奇異なフォーマットを嫌う人もいる一方, 「アスキーアートがなければやる夫でやる意味がない」という声も

反響

- SNSでの言及の多くは、その奇異なフォーマットに注目して驚いているだけである
→ 言及数だけで教育効果を量ることはできない
- 丁寧に読んだ上で好意的に評価するコメントも少なくない
- 主要な読者層:

1201 やる夫で学ぶデジタル信号処理

USERS

テクノロジー

2011/06/09 18:16



www.ic.is.tohoku.ac.jp:swk



289 clicks

信号処理

数学

やる夫

資料

まとめ

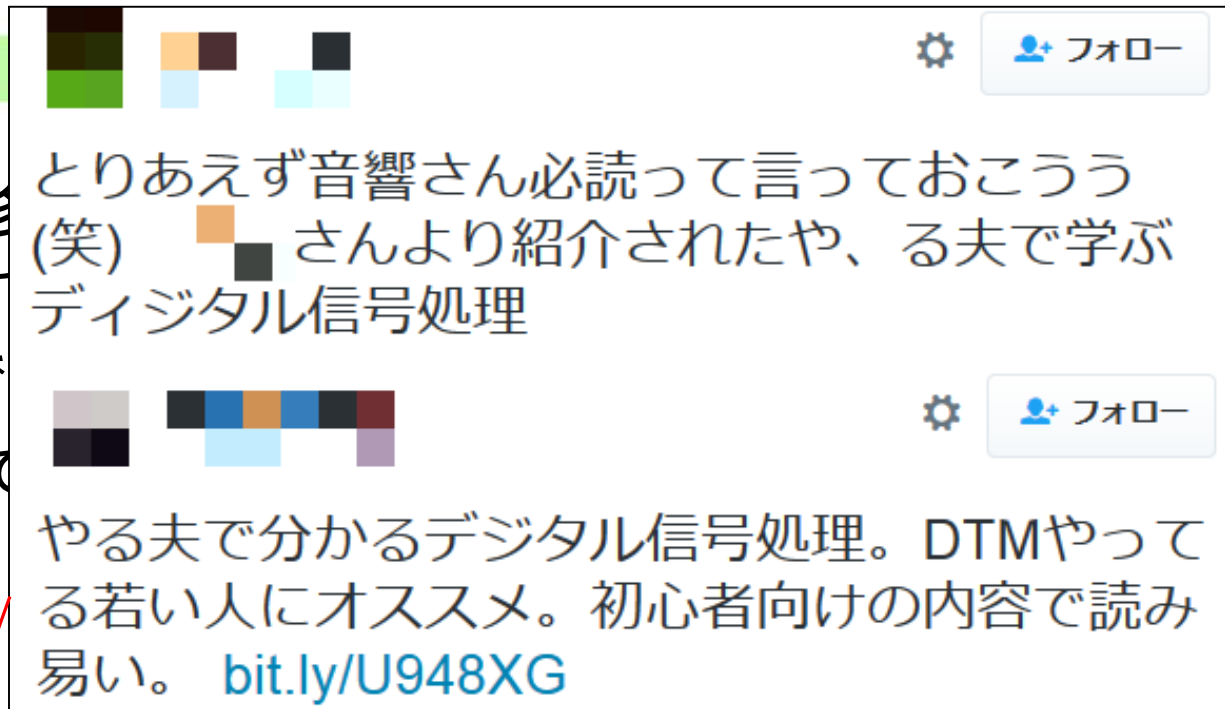
勉強

あとで読む

なければやる夫でやる意味がない」という声も

反響

- SNSでの言及の多さで驚いているだけ
→ 言及数だけで
- 丁寧に読んだ上で
- 主要な読者層:
 - 全国の大学生
 - 社会人技術者
- オーディオ, コンピュータ音楽に興味を持つ人たち (想定していなかった)
- 難易度の高さを指摘する声が多い
 - 特に後半で, やる夫の理解力が急速に上がる
- 奇異なフォーマットを嫌う人もいる一方, 「アスキーアートがなければやる夫でやる意味がない」という声も



反響

- SNSでの言及の多くは、
て驚いているだけである
→ 言及数だけで教育効果
- 丁寧に読んだ上で好意的
- 主要な読者層:
 - 全国の大学生
 - 社会人技術者
 - オーディオ, コンピュータ音かった)

The screenshot shows three comments on a social media post. Each comment includes a user profile picture, a gear icon for settings, and a 'フォロー' (Follow) button. The first comment is from a user with a green and black profile picture, praising the lecturer's intelligence. The second comment is from a user with a brown and grey profile picture, expressing fear of the lecturer's intelligence. The third comment is from a user with a blue and orange profile picture, expressing confusion and giving up.

やる夫で学ぶデジタル信号処理
[ic.is.tohoku.ac.jp/~swk/lecture/y ...](http://ic.is.tohoku.ac.jp/~swk/lecture/y...) こんな
の、やる夫じゃない・・・頭良すぎる・・・

やる夫で学ぶデジタル信号処理
このサイトのやる夫は俺より賢くて怖い

やる夫で学ぶデジタル信号処理
[ic.is.tohoku.ac.jp/~swk/lecture/y ...](http://ic.is.tohoku.ac.jp/~swk/lecture/y...) なるほ
ど、わからん (思考放棄)

- 難易度の高さを指摘する声が多い
 - 特に後半で, やる夫の理解力が急速に上がる
- 奇異なフォーマットを嫌う人もいる一方, 「アスキーアートがなければやる夫でやる意味がない」という声も



フォロー

絵がねえw・・・語尾が「お」だけやんw や
る夫で学ぶデジタル信号処理 bit.ly/rk4eeW



フォロー

AAがないとかイミフ... QT @hatebu: やる夫で
学ぶデジタル信号処理 (75 users) bit.ly



フォロー

この中途半端さ具合が東北大だな...AAがない
とか半分位やる夫でやる意味とか魅力をスポイ
ルしてるよねw ic.is.tohoku.ac.jp/~swk/lecture



■ ■ ■ AA無い時点で読む気が一瞬で失せたのには我ながら驚いた

2011/10/22 [リンク](#)

– 特に後半で、やる夫の理解力が急速に上がる

- 奇異なフォーマットを嫌う人もいる一方、「アスキーアートがなければやる夫でやる意味がない」という声も

効果

- とにかくにも、読んでみようと思ってもらえる
- 対話形式の有用性
 - 典型的な誤解の提示
 - 素朴な疑問と解決の提示
 - 「ここは難しい」「この時点ではわからなくてOK」の明示
- やる夫の性格付けの有用性
 - 軽はずみ (よく間違える)
 - わがまま (わからないことはわからないと遠慮なく言う)
- 感情移入しやすい?
 - 身近な複数の学生: 「やる夫のモデルはもしかして僕ですか?」
 - 特に誰がモデルというわけではない. 強いて言うなら学生の頃の自分

困ること

- 講義の受講者・出席者増にはつながらなかった
 - 体感的にはむしろ減っている
 - ウェブに全講義資料を置いてしまったことで受講の動機を削いでいる?
- この資料で一夜漬けをしようとする学生が現われる
- 学会で初対面の学生さんに「やる夫の人ですよね?」と言われる
- 留学生に真顔で「やる夫」って何ですか? と聞かれる
- 実家で両親に「やる夫」って何(略)

わかりやすい解説を目指して心掛けたこと

新しい概念・定義の導入時に、必要性を丁寧に説明する

順プロット

- 「このように定義する」
- 「このような性質が導かれる」
- 「このように使える」

Pros: 議論が簡潔で明確になる

Cons: なぜそのように定義するべきなのかは必ずしも明確でない

逆転プロット

- 「このような問題を解決したい」
- 「このような性質を持つツールが必要である」
- 「このように定義するとそれが満たされる」

Pros: 定義や概念の「意義」を理解しやすい

Cons: 簡潔性・正確性が犠牲になることがある

出来る限り後者での説明を試みた

例1: たたみこみ定理

順プロット

1. まずたたみこみを定義
2. 変数置換などによりたたみこみ定理を証明
3. 線形システム論への応用を説明
 - たたみこみの定義の意味をつかみ損ねる初学者は多い
 - たたみこみと積がなぜ対応するのか把握しにくい

逆転プロット

1. まず線形時不変システムの話から始める
2. 入出力関係を記述するものとしてたたみこみを説明
3. 単振動を入力すると, 複素振幅が周波数応答倍になることを示して, たたみこみ定理を説明

$$h : X(\Omega)e^{j\Omega t} \mapsto H(\Omega)X(\Omega)e^{j\Omega t}$$

例2: ラプラス変換

順(?)プロット

1. フーリエ変換が収束しない関数へ適用するためと称してラプラス変換を導入
2. 部分積分などにより微分則を証明
3. 線形微分方程式が代数方程式に写されることを示す
4. s 領域でさまざまな解析ができることを説明
 - 適用できる関数のクラスを広げたことは、線形システム論への応用を可能とする直接の理由ではない
 - なぜ $s = c + j\Omega$ という新しい変数が必要なのかがわからない

逆転プロットの組立ては困難. 代わりに以下のような解説を追加

- 指数関数系への直交展開を用いて微分則を説明
- 適用できる関数のクラスを広げるために導入した e^{-ct} が、**結果として**周波数を複素数に拡張し、部分分数分解で得られる要素の解釈を可能としたことを説明

まとめ

- 機械系学科における信号処理教育の事例を紹介した
 - 機械系基幹科目の理解深化を重視
 - 実は、クォーター制導入で今後どうなるか不透明
- ウェブ教材の事例を紹介した
 - 対話形式
 - ネットスラング満載
 - しかし決してふざけてはおりません
- 対話形式は、冗長さというデメリットを持つ反面、うまく活用すれば読者の理解を助けることができる
- 「逆転プロット」のような、簡潔とはいえない説明のしかたと相性はよいのかもしれない