

# ソフトウェアアーキテクチャ

## 第4回 文書清書システム

---

環境情報学部

萩野 達也

lecture URL

<https://vu5.sfc.keio.ac.jp/slide/>

# 文書清書システム

- 文書清書システムとは
  - 文書を清書して印刷するシステム
  - 文書の右端をきれいに揃えてくれる
  - 複数のフォントを利用してきれいに出示してくれる
  - 数式などをきれいに出示してくれる
- 文書清書システムの分類
  - **WYSIWYG型**
    - What You See Is What You Get
    - 画面で直接清書した状態を確認する
    - 分かりやすい
    - 処理が重い
    - 画面上での確認と印刷が必ずしも一致しない
  - **バッチ型**
    - テキストを用意しておき、処理することにより清書
    - プレビューして確認しないといけない
    - 章ごとや本などの大きな単位での処理が可能
    - 目次, 参考文献などの処理も行ないやすい

# UNIX上の文書清書システム

- **roff**

- UNIXマニュアルの清書のために初期から存在
- Multicsのrunoff の後継
- 「to **run off** a copy (コピーを印刷する)」に由来
- nroff, troff, groffなどに進化
- tbl, eqnなどの前処理と組み合わせることでテーブルや数式の清書も行うことができる

- **TeX** **T<sub>E</sub>X**

- 計算機アルゴリズムの大家Donald Kunthにより作成された
- 「基本算法 (The Art of Computer Programming)」の執筆において
  - 数式の組版で構成などに手間取る
  - 著者が最終的な組版まで制御できるようなシステムを作る
- 数式をきれいに見せるためのフォント作成システムも開発
- **LaTeX**としてより使いやすい形になり, 論文投稿などに用いられる

**L<sub>A</sub>T<sub>E</sub>X**

# TeXの特徴

- マクロによる拡張機能を持っている
  - カスタマイズ可能
  - 簡単なプログラムを書くことができる
- 文字フォントまで自分で作成する
  - **METAFONT**
  - ビットマップからベクトルフォントへ
- 文芸的プログラミング (Literate Programming) により開発
  - プログラムとそのドキュメントを別々に書くのは不便
  - プログラムとドキュメントを一体にする
  - **WEB** (Weave program and document)
  - 一つのWEBからプログラムもドキュメントも生成



# WEBによる記述例

- WEB による記述

1. Central Algorithm

do\_something() is the main process.

```
<a routing> == item.do_something().
```

2. Main Loop

Process items in a collection using <a routing>.

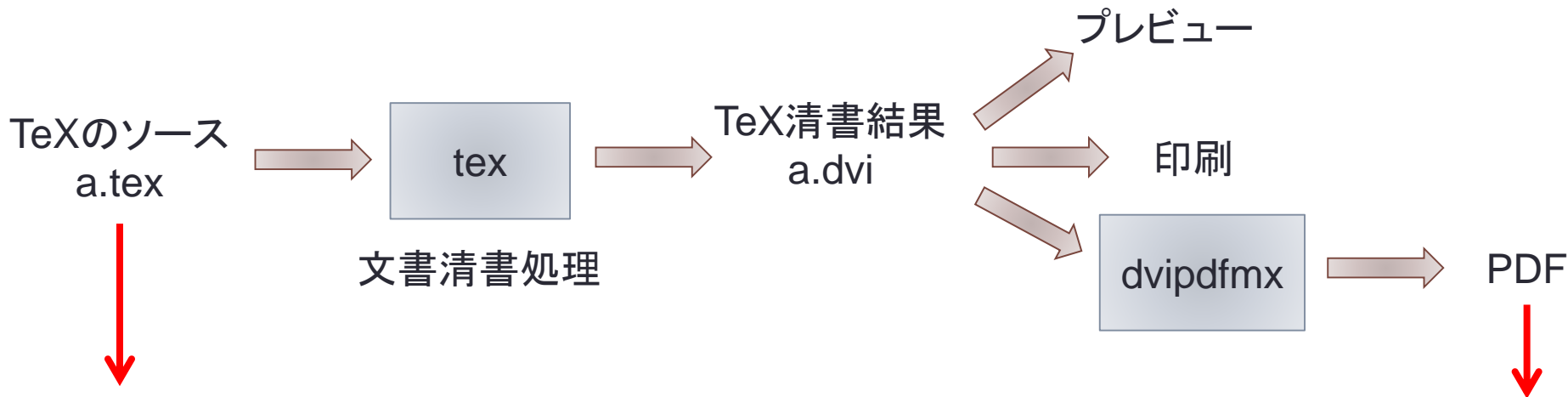
```
<main> == for item in collection  
           <a routing>
```

- Tangle による処理結果

```
for item in collection  
  item.do_somthing().
```

- WEBではプログラムの内容を説明しながら段々と詳細化していく
  - Program Refinement
  - Top Down Programming

# TeXの処理の流れ



This is a `{\it very} {\bf simple} \TeX{}` source file. We can write equation like `$a x^2 + b y + c = 0$` and `$$1+2^2+3^2+\cdots+n^2 = \sum_{i=1}^n i^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$` easily.

This is a very simple  $\text{\TeX}$  source file. We can write equation like  $ax^2 + by + c = 0$  and 
$$1 + 2^2 + 3^2 + \cdots + n^2 = \sum_{i=1}^n i^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$
 easily.

- テキストとマクロと数式の集まったもの
- マクロは ‘\’ で始まる
- 数式は ‘\$’ で挟まれる
- ‘{’ と ‘}’ でグルーピング
  - ネスト可能

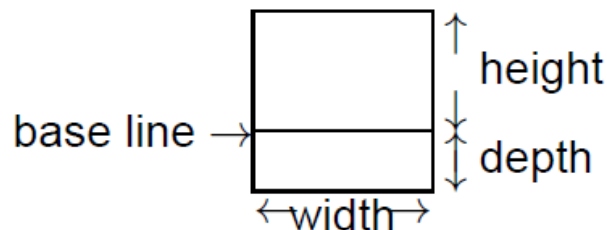
# 文書清書機能

- 文書清書に必要な機能
  - 文字フォントの種類指定(明朝, ゴシック, イタリックなど)
  - 文字の大きさの指定
- 行の右寄せ, 左寄せ, センタリング, 均等割付け
- 1行をはみ出す場合に, 複数行に分ける(禁則処理, ハイフネーション)
- 数式の清書
- 1ページをはみ出す場合に, 複数ページに分ける
- ページに図や表を入れる
- ページ番号, ヘッダなどを付ける
- 章や節の番号をふる
- 目次の作成
- 参考文献, 索引の作成とその引用

# TeXにおける清書の基本

## • 箱

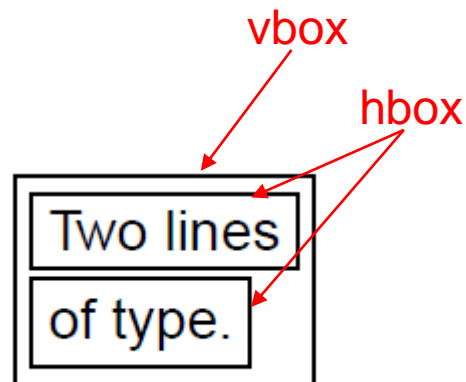
- 箱(box)を横や縦に積み重ねながら清書する
- 文字が一番小さな箱
- 箱にはwidthとheightとdepthがある
- ベースラインのところで箱を横につなげる
- depth
  - 漢字やひらがなはdepthが0
  - 英文字にはdepthがある
  - 全角の '(' と半角の '(' はdepthが違う



## • hboxとvbox

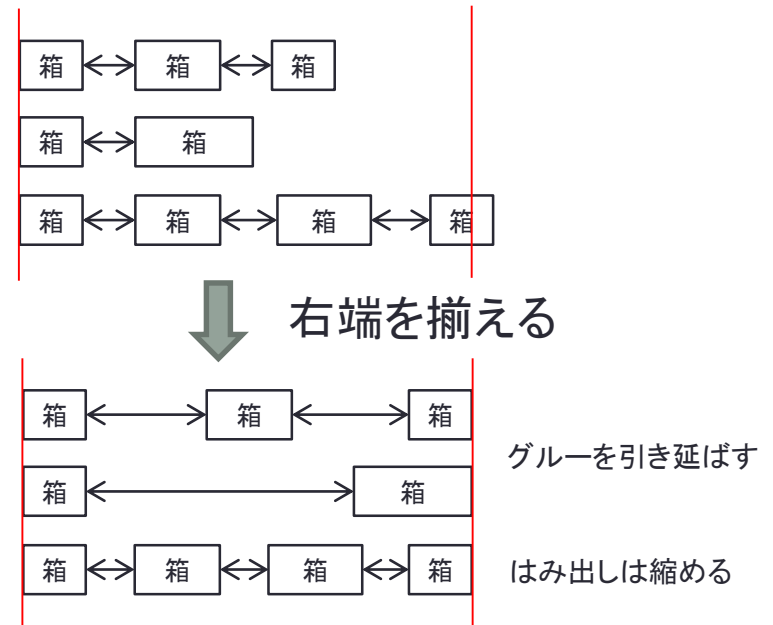
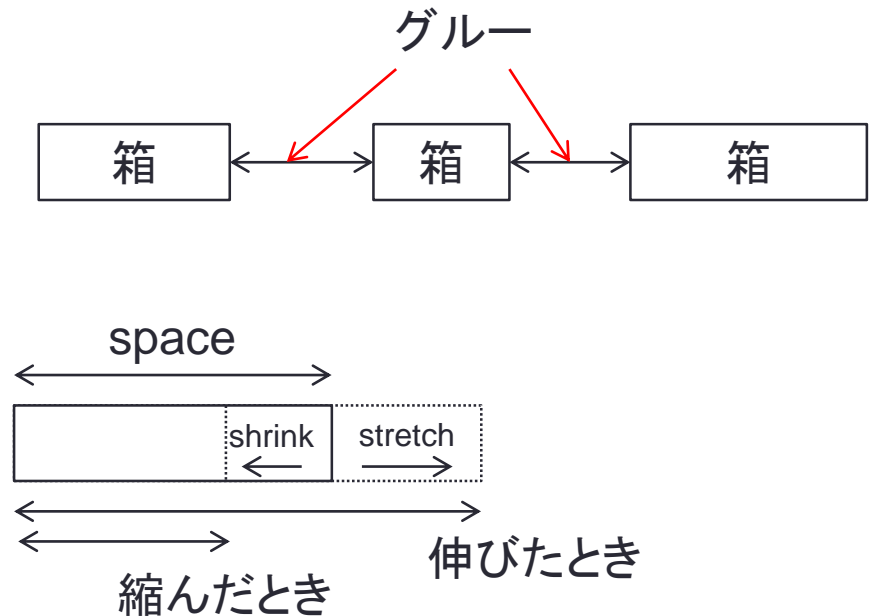
- hboxは水平の箱で横につながる
- vboxは垂直の箱で縦につながる
- 例

```
\vbox{\hbox{Two lines}\hbox{of type.}}
```



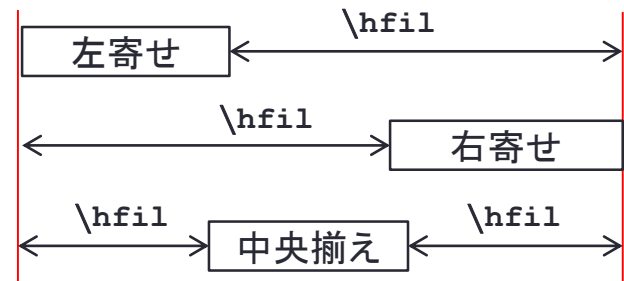
# グルー

- 箱はグルー (glue) でつながれる
  - 接着剤
  - 伸び縮みする
- グルーの構成要素
  - space: もととの幅
  - stretch: 伸びる量
  - shrink: 縮む量
- 例
  - `\hskip 10mm plus 8mm minus 3mm`
  - 標準10mm
  - 7mm~18mmの長さになる.
- 文章の行末を揃えたい
  - すべての行の長さを同じにする
  - 長過ぎる行は, 適当なところで切る
  - 短い行は, スペースを引き延ばす
    - スペースはグルーの一種

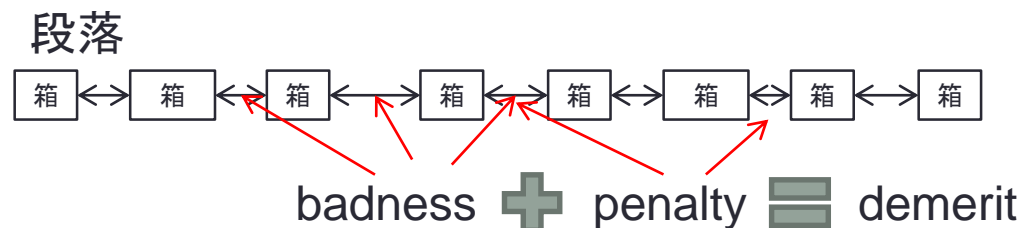


# 無限に伸びるグループ

- 無限に伸びるものもある
  - `\hfil`
  - `\hskip 0pt plus 1fil`
  - 横方向に無限に伸びる
- 左揃え, 右揃え, センタリングに利用
  - `\line{左寄せ\hfil}`
  - `\line{\hfil 右寄せ}`
  - `\line{\hfil センタリング\hfil}`
- 無限にも種類がある
  - `fil`, `fill`, `filll`
  - 大きな無限は小さな無限を無視させる
- 無限に縮むものもある
  - `\hss` (`\hskip 0pt plus 1fil minus 1fil`)



# 行への分割



- 行への分割のタイミング
  - 文は横につながる
  - 改行は空白として取り扱う(漢字の前後は除去)
  - 空行により段落
  - 段落になると行に分割する
- 分割点の決定
  - 行分割のデメリット( $d$ )がもっとも小さくなるように分割する

$$d = \begin{cases} (l + b)^2 + p^2 & (0 \leq p < 10000) \\ (l + b)^2 - p^2 & (-10000 < p < 0) \\ (l + b)^2 & (p \leq -10000) \end{cases}$$

- 行のbadness( $b$ )
  - グルーの伸び縮みの割合の3乗に100をかけたもの(10000を越えると10000とする)
- 分割点のpenalty( $p$ )
- $l$ は行のデフォルトのbadness(初期値10), `\linepenalty`で変更

# 行分割のアルゴリズム

- デメリットの合計が最小になるように行を分割する
- 最小化問題
  - あらゆる分割を試すと計算量が増える
  - 動的計画法 (Dynamic Programming) の利用
- 動的計画法の例
  - 最短距離の計算

```

for (i = 1; i <= n; i++) {
  for (j = 1; j <= n; j++) {
    a[0,i,j] = w[i,j];
  }
}
for (k = 1; k <= n; k++) {
  for (i = 1; i <= n; i++) {
    for (j = 1; j <= n; j++) {
      a[k,i,j] = min(a[k-1,i,j], a[k-1,i,k] + a[k-1,k,j]);
    }
  }
}

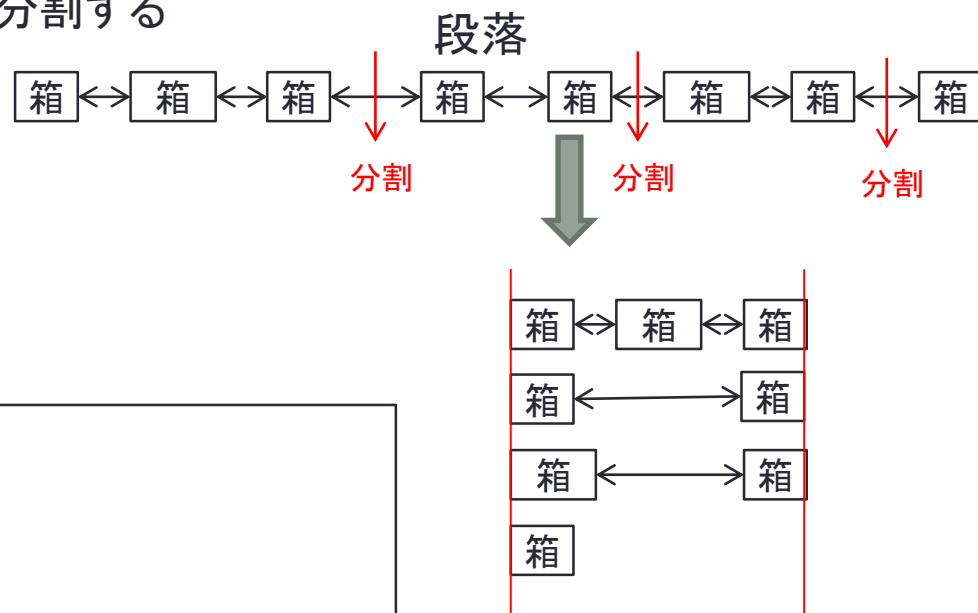
```

$w[i, j]$

$i$  と  $j$  の距離

$a[k, i, j]$

$k$  以下のノードを通る  $i$  と  $j$  の最短距離



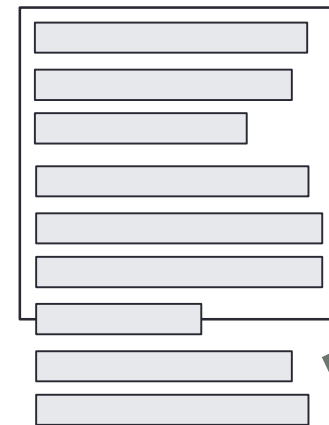
# ページ分割と出力処理

- 行の集まりをページに分割する
  - badnessとpenaltyからページのコストを計算
  - 局所的な最小化を行なう
- 出力処理
  1. `\vsize`で指定された高さの箱ができる
  2. `\vbox255`に行が次々と入れられていく
  3. 十分な量の行が`\vbox255`にたまと`\output`が呼び出される
  4. `\shipout`により実際に出力する

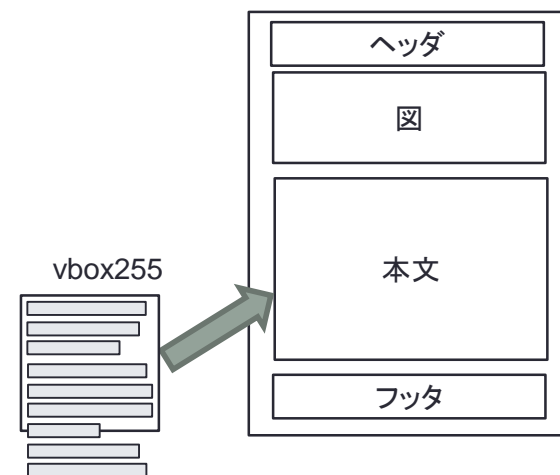
```
\def\output{\shipout\vbox255}
```

- `\output`内でヘッダやフッタの追加, 図の挿入などを行う
  - `\vbox255`の行全てを出力できない場合もある
    - 残った行は次のページに送られる

vbox255



shipout



# マクロ

- ページの処理は複雑
  - 章や節の番号づけ
  - ヘッダ, フッタ, 図や表の挿入
- マクロによりプログラムを組むことができる

```
\def\sfc{湘南藤沢キャンパス}
\sfc
\def\sfc#1#2{SFC#1 棟#2 階}
\sfc A3
\sfc{中高}{2}
```

- 複雑なプログラミング
  - マクロの本体の中で別のマクロを呼び出す
  - ifで条件分岐
  - 自分自身を呼び出す再帰呼び出しで繰り返しを行う

```
\def\money#1{{\ifnum#1<0$\triangle$\count3=-#1\else\count3=#1\fi\count4=0\mloop}}
\def\mloop{{\count0=\count3 \divide\count3 by 10
\advance\count4 by 1
\ifnum\count4=3 \count4=0\fi
\ifnum\count3>0 \mloop\ifnum\count4=0 ,\fi\fi
\count2=\count3 \multiply\count2 by -10
\advance\count0 by\count2 \number\count0}}
```

# LaTeX L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

- LaTeXはTeXに便利なマクロを追加したもの

- 文書清書システムscribeの影響
- マークアップ言語に近づけた
- 環境を定義



- HTMLのタグに類似

```
\begin{itemize}
\item 最初の項目
\item 2番目の項目
\end{itemize}
```

```
\documentclass[a4]{report}
\begin{document}
\chapter{はじめに}
これはサンプルです.
\begin{itemize}
\item 最初の項目
\item 2番目の項目
\end{itemize}
\end{document}
```

- 文書全体のスタイル

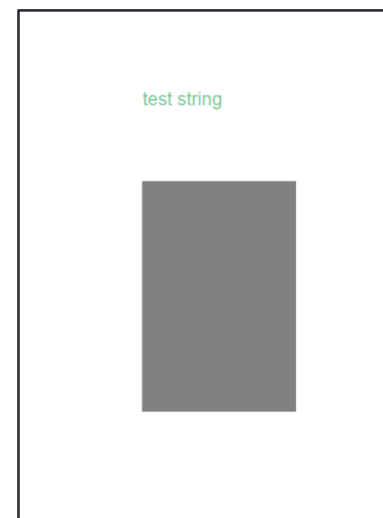
- documentclassとしてbook, report, articleなど
- 用途に応じて選択
  - article: 節から構成
  - report: 章と節から構成
  - book: 部 (part) と章と節から構成

# 出力形式

- DVI
  - TeX の出力形式
  - De**V**ice **I**ndependent
- PS
  - Post**S**cript
  - Adobeのページ記述言語
  - 描画命令が集まったプログラム
- PDF
  - Port**a**ble **D**ocument **F**ormat
  - Adobeが定義
  - プログラムではなくオブジェクトの集まり

## PS

```
%!  
/RRECT { newpath 4 copy pop pop moveto dup 0 exch  
rlineto exch 0 rlineto neg 0 exch  
rlineto closepath pop pop } def  
100 100 100 150 RRECT  
.5 setgray  
fill  
100 300 moveto  
/Helvetica findfont  
12 scalefont  
setfont  
.5 0 .5 0 setcmykcolor  
(test string) show  
showpage
```



# まとめ

- 文書清書システム
  - WYSIWYG対バッチ
  - TeXとLaTeX
  - 箱とグルー
  - 最適化による行分割
  - マクロ
- 参考文献
  - 「TeX ブック改定新版」Donald E. Knuth, 斎藤信男監修, 鷺谷好輝訳, アスキー出版局, 1992 年, ISBN 4-7561-0120-8
  - 「文芸的プログラミング」Donald E. Knuth, 有澤誠訳, アスキー出版局, 1994 年, ISBN 4-7561-0190-9