

卒業論文

# チュートリアル

福島大学

理工学群共生システム理工学類  
物理・システム工学コース

学籍番号：123456789

氏 名：物理 太郎

指導教員：物理 花子

令和6年度

# 目次

第1章	序論	1
第2章	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> Xの基本的な使い方	2
2.1	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X文書の構造	2
2.2	便利なパッケージの紹介	3
2.2.1	physics2	3
2.2.2	zref-clever	4
2.3	数式入力の方法	4
2.3.1	インライン数式	4
2.3.2	ディスプレイ数式	4
2.4	図や表の挿入方法	4
2.4.1	図の挿入	4
2.4.2	表の挿入	5
2.5	参考文献の管理 (biblatex)	5
2.5.1	文献ファイルの準備	5
2.5.2	論文の引用方法	6
2.5.3	参考文献リストの表示	6
2.6	マクロ定義方法	6
2.6.1	基本的なマクロの定義	6
2.6.2	オプション引数の設定	6
2.6.3	既存コマンドの再定義と数学演算子の定義	7
第3章	本テンプレートの使いかた	8
3.1	基本的な使用方法	8
3.2	参考文献の引用方法	8
3.3	数式について	8
第4章	論文の構成	10
第5章	論文提出について	11
5.1	論文の記述要領	11

5.2	必要部数 . . . . .	12
5.3	提出先 . . . . .	13
5.4	最終版の提出 . . . . .	13
<b>第 6 章</b>	<b>結 論</b>	<b>14</b>
<b>第 7 章</b>	<b>とても長い章タイトルの例をここに書きます</b>	<b>15</b>
7.1	とてもとてもとてもとてもとても長い章タイトルの例をここに書きます	15
7.1.1	とてもとてもとてもとてもとても長い章タイトルの例をここに 書きます . . . . .	15
<b>付録 A</b>	<b>数値解析コード</b>	<b>16</b>
A.1	その他の付録 . . . . .	16
<b>付録 B</b>	<b>huhuu</b>	<b>17</b>

# 第1章 序 論

本資料は、 $\text{\LaTeX}$  を使って卒業論文を執筆する理系学生を対象にしています。  $\text{\LaTeX}$  の基本構造から始まり、便利なパッケージの使い方、数式入力、図や表の挿入方法、文献管理の方法、さらには自作マクロの定義方法までを詳しく説明します。

# 第2章 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xの基本的な使い方

## 2.1 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 文書の構造

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X ドキュメントは，以下のような構造で記述します．

```
\documentclass{jbook}
\usepackage{amsmath, amssymb}
\usepackage{graphicx}
\usepackage{geometry}
\usepackage{biblatex}
\usepackage{physics}
\usepackage{hyperref}
\usepackage{cleveref}
\addbibresource{reference.bib}
% 自作マクロの定義
\newcommand{\Planck}{h}
\newcommand{\myfrac}[2]{\frac{#1}{#2}}
\newcommand{\veca}[1]{\vec{#1}}
\newcommand{\diff}[2]{\frac{d#1}{d#2}}
\newcommand{\cLight}{\ensuremath{c}}
\newcommand{\simplefrac}[2][1]{\frac{#2}{#1}}

% 新しい数学演算子の定義
\DeclareMathOperator{\tr}{tr}

\begin{document}
  \title{卒業論文のタイトル}
  \author{氏名}
  \date{提出日}

  \maketitle
```

`\tableofcontents`

`\chapter{序論}`  
ここに序論を書く。

`\chapter{理論背景}`  
ここに理論背景を書く。

`\chapter{実験方法}`  
ここに実験方法を書く。

`\chapter{結果と考察}`  
ここに結果と考察を書く。

`\chapter{結論}`  
ここに結論を書く。

`\printbibliography`

`\end{document}`

## 2.2 便利なパッケージの紹介

### 2.2.1 physics2

物理系の数式を簡略に記述できるパッケージです。たとえば、次のように記述が簡単になります。

`\ab()` % 括弧 () の大きさ自動調整

ただし、従来の Physics パッケージとは異なり、`\qty{}` コマンドを始めとしたコマンドが使えないため、他の数学パッケージの機能を複数組み合わせる必要があります。

また、Physics2 パッケージにおいて括弧の大きさの自動調整機能を利用するには、

`\usephysicsmodule{ab}`をプレアンブルに追加する必要があります.

## 2.2.2 zref-clever

zref-clever パッケージは, 参照コマンド (`ref{}`) を強化し, ラベルの種類 (図, 表, 方程式, ソースコード, 章など) に応じた適切な表現を自動的行います.

```
\zceref{fig:example} % 出力: Fig.1
```

## 2.3 数式入力の方法

数式はインラインモード (`$...$`) またはディスプレイモード (`$$...$$` または `\begin{equation}...\end{equation}`) で記述します.

### 2.3.1 インライン数式

インライン数式:  $E = mc^2$

### 2.3.2 ディスプレイ数式

```
\begin{equation}
E = mc^2
\end{equation}
```

## 2.4 図や表の挿入方法

### 2.4.1 図の挿入

以下のコードで図を挿入できます.

```
\begin{figure}[h]
\centering
\includegraphics[width=0.8\textwidth]{figure.png}
\caption{サンプル図}
```

```

\label{fig:example}
\end{figure}

```

## 2.4.2 表の挿入

以下のコードで表を挿入します.

```

\begin{table}[h]
\centering
\begin{tabular}{|c|c|c|}
\hline
列 1 & 列 2 & 列 3 \\
\hline
データ 1 & データ 2 & データ 3 \\
\hline
\end{tabular}
\caption{サンプル表}
\label{tab:example}
\end{table}

```

## 2.5 参考文献の管理 (biblatex)

### 2.5.1 文献ファイルの準備

.bib ファイルに文献データを記述します. 文献情報は, 例えば次のように記述します.

```

@article{Einstein1905,%引用するときのラベル
author = {Einstein, Albert},
title = {Zur Elektrodynamik bewegter K{"o}rper},
journal = {Annalen der Physik},
volume = {322},
number = {10},
pages = {891--921},
year = {1905},

```



```

publisher = {Wiley Online Library},
doi = {10.1002/andp.19053221004}
}

```

## 2.5.2 論文の引用方法

次のコマンドを用いて論文を文中で引用します.

```
\cite{引用したい論文のラベル} %論文の引用
```

## 2.5.3 参考文献リストの表示

次のコマンドを用いて参考文献リストを表示します.

```
\printbibliography %参考文献リストの表示
```

## 2.6 マクロ定義方法

### 2.6.1 基本的なマクロの定義

```

\newcommand{\Planck}{h}
\newcommand{\myfrac}[2]{\frac{#1}{#2}}
\newcommand{\veca}[1]{\vec{#1}}
\newcommand{\diff}[2]{\frac{d#1}{d#2}}
\newcommand{\cLight}{\ensuremath{c}}
\newcommand{\simplefrac}[2][1]{\frac{#2}{#1}}

```

### 2.6.2 オプション引数の設定

```
\newcommand{\simplefrac}[2][1]{\frac{#2}{#1}}
```

### 2.6.3 既存コマンドの再定義と数学演算子の定義

```
\renewcommand{\vec}[1]{\mathbf{#1}}  
\DeclareMathOperator{\tr}{tr}
```

# 第3章 本テンプレートの使いかた

この論文テンプレートは、熊本大学 岡島寛先生らの卒論・修論テンプレートを参考に作成しています [1].

## 3.1 基本的な使用方法

詳細は次の URL の ‘README’ の内容を参考にしてください [https://github.com/yuki2023-kenkyu/latex\\_templates/tree/main/thesis\\_template](https://github.com/yuki2023-kenkyu/latex_templates/tree/main/thesis_template)

## 3.2 参考文献の引用方法

参考文献を論文中で引用するときは ref.bib ファイルに参考文献情報を貼り付けたうえで次のように引用しましょう [2].

※ ADS における bibtex ファイルのジャーナル欄の独自コマンド (*ApJ*) にも出力できるよう対応しました [3].

※ [4–7].

## 3.3 数式について

文中式は  $\hat{g}_{\mu\nu} = e^{2\omega} g_{\mu\nu}$  と書けます. その他別行立ての数式は次のような数式環境を用いて入力します.

$$\hat{R}_{\mu\nu} - \frac{1}{2}\hat{g}_{\mu\nu}\hat{R} = 8\pi G\hat{T}_{\mu\nu} \quad (3.1)$$

よく使用する数式については, ./preambles/macros.tex に, newcommand でマクロを定義しておくとう便利です.

$$R_{\mu\alpha\nu}^{\lambda} = \partial_{\alpha}\Gamma_{\mu\nu}^{\lambda} - \partial_{\nu}\Gamma_{\mu\alpha}^{\lambda} + \Gamma_{\alpha\sigma}^{\lambda}\Gamma_{\mu\nu}^{\sigma} - \Gamma_{\nu\sigma}^{\lambda}\Gamma_{\mu\alpha}^{\sigma} \quad (3.2)$$

また, 複数行にわたる数式変形をきれいに出力したいときは, dmath 環境を用いると便利です. dmath 環境では数式を自動で改行したり, 等号の位置を自動で揃えてくれます.

$$\begin{aligned}
R_{rr} &= \partial_\lambda \Gamma_{rr}^\lambda - \partial_r \Gamma_{\lambda r}^\lambda + \Gamma_{\lambda\ell}^\lambda \Gamma_{rr}^\ell - \Gamma_{r\ell}^\lambda \Gamma_{\lambda r}^\ell \\
&= \{ \partial_t \Gamma_{rr}^t - \partial_r \Gamma_{tr}^t + \Gamma_{t\ell}^t \Gamma_{rr}^\ell - \Gamma_{r\ell}^t \Gamma_{tr}^\ell \} + \{ \partial_\theta \Gamma_{rr}^\theta - \partial_r \Gamma_{\theta r}^\theta + \Gamma_{\theta\ell}^\theta \Gamma_{rr}^\ell - \Gamma_{r\ell}^\theta \Gamma_{\theta r}^\ell \} \\
&\quad + \{ \partial_\varphi \Gamma_{rr}^\varphi - \partial_r \Gamma_{\varphi r}^\varphi + \Gamma_{\varphi\ell}^\varphi \Gamma_{rr}^\ell - \Gamma_{r\ell}^\varphi \Gamma_{\varphi r}^\ell \} \\
&= \{ \partial_t \Gamma_{rr}^t - \Gamma_{rr}^t \Gamma_{tr}^r \} + \{ -\partial_r \Gamma_{\theta r}^\theta + \Gamma_{\theta t}^\theta \Gamma_{rr}^t + \Gamma_{\theta r}^\theta \Gamma_{rr}^r - \Gamma_{r\theta}^\theta \Gamma_{\theta r}^\theta \} \\
&\quad + \{ -\partial_r \Gamma_{\varphi r}^\varphi + \Gamma_{\varphi t}^\varphi \Gamma_{rr}^t + \Gamma_{\varphi r}^\varphi \Gamma_{rr}^r - \Gamma_{r\varphi}^\varphi \Gamma_{\varphi r}^\varphi \} \\
&= \frac{\dot{a}^2 + a\ddot{a}}{1 - Kr^2} - \frac{a\dot{a}}{1 - Kr^2} \frac{\dot{a}}{a} + \frac{1}{r^2} + \frac{\dot{a}}{a} \frac{a\dot{a}}{1 - Kr^2} \\
&\quad + \frac{1}{r} \frac{Kr}{1 - Kr^2} + \frac{\dot{a}}{a} \frac{a\dot{a}}{1 - Kr^2} + \frac{1}{r} \frac{Kr}{1 - Kr^2} - \frac{1}{r^2} \\
&= \frac{2\dot{a}^2 + a\ddot{a} + 2K}{1 - Kr^2}
\end{aligned} \tag{3.3}$$

論文中の数式を引用したい場合は、引用したい数式にラベルを付け、引用したい箇所  
で「\zcref{eq: 作成したラベル}」と入力すれば式 (3.3) のように引用が可能です。  
数式ラベル内に eq: とつけているのは数式をエディタの検索機能や補完機能を利用し  
やすくするためです。

その他、数式を入力する際には、physics2 パッケージを用いるのが便利です (usep-  
ackage してあります)。

## 第4章 論文の構成

論文は、以下の 項目 a～f の順序で構成してください.

- a. 表紙
- b. 目次
- c. 本文
- d. 謝辞
- e. 付録
- f. 参考文献

また、論文はチェックシート [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1kzJZvRaLvwSujnNTBjr9w0U3b-0x3D0TTulQt\\_zpdyY/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1kzJZvRaLvwSujnNTBjr9w0U3b-0x3D0TTulQt_zpdyY/edit?usp=sharing) を各自ダウンロードし、最低限の体裁を整えつつ執筆を進めてください.

# 第5章 論文提出について

## 5.1 論文の記述要領

- a. 文書作成ソフトウェア等で作成してください。なお、電子版はPDF形式で投稿してください。
  - b. 用紙のサイズはA4版とし、縦長・横書きを基本とします。
  - c. 表紙には、論文題目、所属、学籍番号、氏名、指導教員名、卒業（修了）年度を記載してください（Fig. 5.1）。
  - d. 修士論文を提出する場合、別途「修士論文内容要旨」（様式指定有）を提出してください。
  - e. 第4章の項目aにはページ番号を付けないでください。項目bにはローマ数字の小文字(i, ii, ...)を使ってページ番号を付けてください。項目c～fは、アラビア数字(1, 2, ...)を使って通しでページ番号を付けてください。
  - f. ページ番号は本文の下中央部に記載してください。
  - g. 文章は和文（常用漢字・現代ひらがな）あるいは英文のいずれか一方で統一して書いてください。
  - h. 術語は原則として各研究室に関連の深い学会の論文執筆基準に従ってください。また人名、書名、学会名等の固有名詞は、原語のまま用いてください。
    - (例1) 分かりやすい簡潔な表現 [5] を心掛けることは、論文執筆において重要なことである。  
[5] 木下是雄, 「理科系の作文技術」, 中央公論社 中公新書 624, pp.118-152, 1981.
    - (例2) 分かりやすい簡潔な表現 (5) を心掛けることは、論文執筆において重要なことである。  
(5) 木下是雄, 「理科系の作文技術」, 中央公論社 中公新書 624, pp.118-152, 1981.
    - (例3) 分かりやすい簡潔な表現 (木下, 1981) を心掛けることは、…(木下, 1981)  
木下是雄, 「理科系の作文技術」, 中央公論社 中公新書 624, pp.118-152, 1981.
- ※ (例3) の場合、参考文献リストは、著者のABC順に、同一著者は執筆年順に並べる。

- i. 図表等の番号と表題は、図や写真の場合には図や写真の下に、表の場合には表の上に記載します。
- j. その他のことについては、論文の書き方を説明した [8-10] のような文献を参考にしてください。

修士論文審査基準等に関する詳細は、福島大学「修士論文に関する取扱要項」<https://www.fukushima-u.ac.jp/Files/2020/05/sssm.pdf> を参照してください。

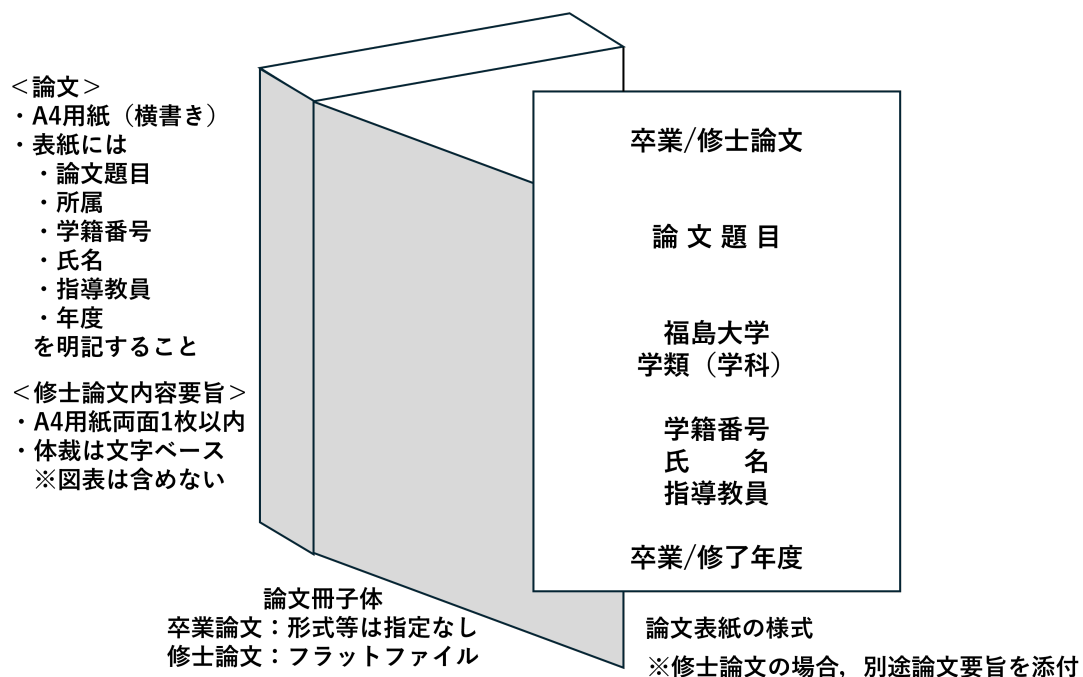


Fig. 5.1 論文表紙の様式

## 5.2 必要部数

- ・卒業論文：冊子体（様式指定なし）1部および電子版（PDF ファイル）
- ・修士論文：冊子体（フラットファイルに閉じたもの）3部<sup>\*1</sup>および電子版（PDF ファイル）

<sup>\*1</sup> 論文審査委員が4名以上の場合は、その人数分の部数を準備すること。

## 5.3 提出先

卒業論文，修士論文は指導教員に論文を提出し確認を受けた後，教務課窓口にて期日までに冊子体を提出する．修士論文の場合は，副査の先生方にメール等で事前にアポイントメントを取り，提出様式（メールで電子版を提出する，もしくは紙媒体かなど）を確認し，指定された日までに提出する（先生方に相談の上教務課提出後でもよい）．

- 卒業論文：指導教員，教務課窓口
- 修士論文：主査（指導教員），教務課窓口，副査

## 5.4 最終版の提出

卒業論文発表会，修士論文最終試験を終えて，修正等を行った後，論文最終版を提出する．

- 卒業論文：研究室に保存するため <https://forms.gle/jXTzupgmt3pjyxqN7> に PDF をアップロード．
- 修士論文：教務課に修士論文内容要旨とともに最終版を期日までに提出，研究室に保存するため <https://forms.gle/jXTzupgmt3pjyxqN7> に PDF をアップロード．



## 第6章 結 論

## 第7章 とても長い章タイトルの 例をここに書きます

### 7.1 とてもとてもとてもとてもとても長い章 タイトルの例をここに書きます

#### 7.1.1 とてもとてもとてもとてもとても長い章タイトルの 例をここに書きます

とてもとてもとてもとてもとてもとてもとても長い  
章タイトルの例をここに書きます

# 付録 A 数値解析コード

ソースコード等を付録として示す場合は以下のようにしましょう.

## ソースコード A.1 使用した数値解析コード

```
1 import tkinter as tk
2 from app.app import App
3
4 def main():
5     root = tk.Tk()
6     app = App(root, device_index=0) # 必要に応じてデバイスインデックスを変更
7     root.mainloop()
8
9 if __name__ == "__main__":
10     main()
```

## A.1 その他の付録

付録における数式番号の出力スタイルのテストです.

$$E = mc^2 \tag{A.1}$$

式 (A.1) は有名な式です (付録 A).

付録ソースコード参照用独自マクロのテストです. ソースコード A.1 は Python のコードです.

8 kg の質量を持つ物体が, 10 m/s の速度で運動しているときの運動エネルギーは 400 J です.

## 付録B huhuu

100 Hz の周波数の音波が，340 m/s の音速で伝わる時の波長は 3.4 m です.  
[2, 7–9]

# 謝 辞

本論文を執筆するにあたり，感謝すべき人物，環境などがありましたら記述してください．

# 参考文献

- [1] 岡島 寛 「卒論修論 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X テンプレート」 [https://researchmap.jp/read0203288/published\\_works](https://researchmap.jp/read0203288/published_works) 2024 (cit. on p. 8)
- [2] Ö. Güngör and G. D. Starkman, “A classical, non-singular, bouncing universe”, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics* **2021**: 003 (2021) 10.1088/1475-7516/2021/04/003 (cit. on pp. 8, 17).
- [3] C. Tian *et al.*, “Using Machine Learning to Determine Morphologies of  $z < 1$  AGN Host Galaxies in the Hyper Suprime-Cam Wide Survey”, *ApJSS* **944**: 124, 124 (2023), arXiv:2212.09984 [astro-ph.GA] (cit. on p. 8).
- [4] 小形 正男 『物性物理のための場の理論・グリーン関数 [第2版]: 量子多体系をどう解くか? (SGC ライブラリ 193)』 (サイエンス社, 2024) (cit. on p. 8)
- [5] 梶野 洸 他 『強化学習から信頼できる意思決定へ (AI/データサイエンスライブラリ “基礎から応用へ” 5)』 (サイエンス社, 2024) (cit. on p. 8)
- [6] 前田 恵一, 田辺 誠 『演習形式で学ぶ一般相対性理論 (SGC ライブラリ 194)』 (サイエンス社, 2024) (cit. on p. 8)
- [7] N. Aghanim *et al.* (Planck Collaboration), “Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters”, *Astron. Astrophys.* **641**: A6 (2020), arXiv:1807.06209 [astro-ph.CO] (cit. on pp. 8, 17).
- [8] 木下 是雄 『理科系の作文技術』 (中央公論新社, 2001) (cit. on pp. 12, 17)
- [9] 西巻 正郎 他 『学術論文の書き方・発表の仕方』 電子情報通信学会 編 (コロナ社, 1976) (cit. on pp. 12, 17)
- [10] I. Bouchrika, *How To Cite a Research Paper: Citation Styles Guide*, edited by Research.com, <https://research.com/research/how-to-cite-a-research-paper>, tech. rep., Research.com, 2021 (cit. on p. 12).