

# 自然科学の歩き方 第6回

2019年

第1クォーター

金曜4クラス

# 前回の復習

- レポート・論文の基本的な考え方
  - 他の人が「再現」できるように
- 論理的な文章・段落の構成方法
  - 適切な接続詞や指示語
  - トピック・センテンス
  - サポート・センテンス
  - コンクルーディング・センテンス

# 今回の話

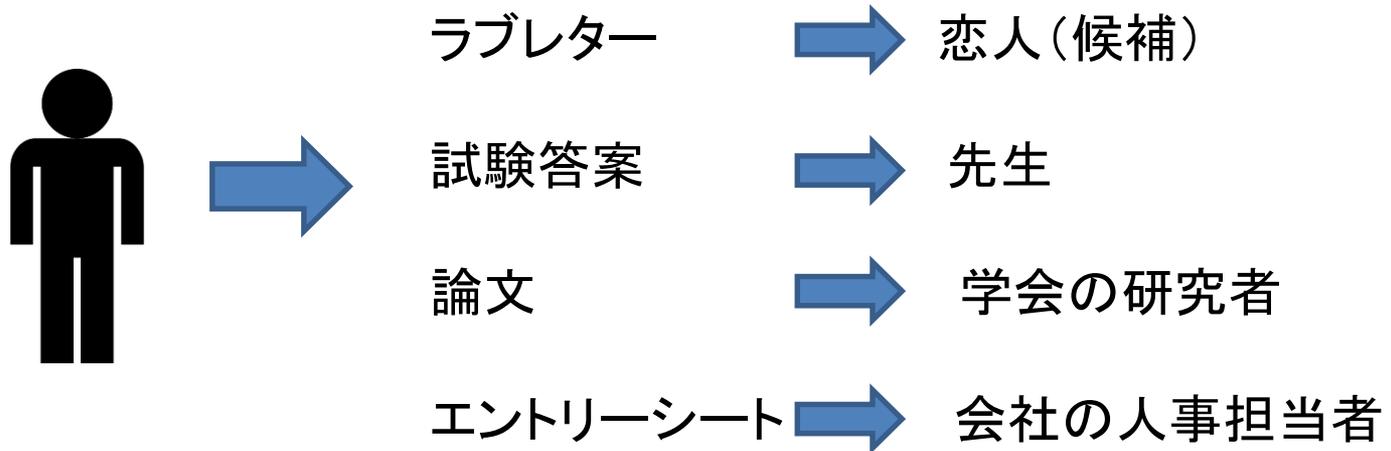
一連の実験の内容と考察をどのようにまとめるのか？

- 研究というもの、レポート・論文の、基本的な書き方・考え方
- 提出課題について  
初回に説明したように、成績評価は提出課題で行われる

# 文書とは



読む側に書く側の伝えたいことが正しく伝わるかが重要



# 正しい試験・レポート対策

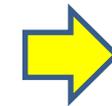
先生はなぜ、試験やレポートを課すのか？



先生：学生がその科目の内容を理解し自分のものとしたかどうかを確認したい。

試験

自分が科目内容を理解していることを示す答案を作る



合格  
高評価

なんとなく意味不明な答案を作る



不合格  
低評価

まれには受ける場合もありますが...

文書を読む人への対策が重要

# 科学的な論文・レポート

- 正しい「書き言葉」の日本語で書く。  
なるべく、日常的に、まともな書籍、新聞などの文書に接する
- 一定の形式を守る  
これは後から説明する  
研究論文の場合「業界」のしきたりに配慮する
- なぜ重要なのかを理解してもらうため、まず、研究者から説明する

# 科学者？ 研究者？

お茶の水  
博士

どうやって  
研究費を出  
すの？

湯川先生

どこにいるの？

小保方さん

どうしたら  
なれるの？

# どこにいるの

研究所

企業の研究所 (研究内容に条件がある場合あり)

大学

大学の教員  
の業務



- 教育 (授業, 卒論指導  
...)
- 運営業務 (教授会, 教務,  
入試, 対外業務 ...)
- 研究

研究者情報データベースをみましょう

# どうやったらなれるの

就職活動？

研究者公募のデータベースを見てみましょう

公募

なんらかの推薦



提出書類

- ◆ 履歴書
- ◆ 志望動機
- ◆ 教育・研究履歴
- ◆ 論文リスト

:



審査

# どうやって研究費を得るの？

所属機関の研究費・・・大学， 企業  
あまりない 研究内容は限定される  
が資金はそれなりに出る



外部資金への応募（学術振興会，科学技術振興機構，NEDO，各省庁，地方自治体，企業，財団，・・・）



申請書類

- ◆ 研究計画
- ◆ 研究グループの実績（論文リスト）

# 論文の重要性

- 研究者，研究計画，研究結果の大事さを広く理解してもらうために不可欠のもの。
- 何か実験（研究）をして、「発見」をした
- その「発見」を具体的に正確に記述する
  - 世の中に知られなければ、何もやっていないのと同じこと
- 他の人が再現できなければならない
  - 他の人が「追試」できるように書く

# 科学的研究とは

その論文に書いてある  
方法で実験や計算を  
すれば、誰でも同一の  
結果を得る



客観性,  
再現性

鶏肉と新玉ねぎのオイスター炒め レシピ     メール  プrint

シャキシャキした食感の新玉ねぎが絶妙！ご飯がすすむ一品です。  会員限定  マイページに保存

 レシピ大百科

調理時間 20分 エネルギー 159kcal  
塩分 2g 野菜摂取量 73g  
※エネルギー・塩分・野菜摂取量は1人分の値です

このレシピにおすすめの副菜  
 たっぷりキャベツと春雨の酢  
辣湯風スープ  
調理時間 20分

材料(4人分)

鶏むね肉	150g
酒	小さじ1
片栗粉	大さじ1/2

鶏肉と新玉ねぎのオイスター炒めの作り方

(1) 鶏肉は5cm長さの細切りにし、酒で下味をつけ、片栗粉をまぶす。

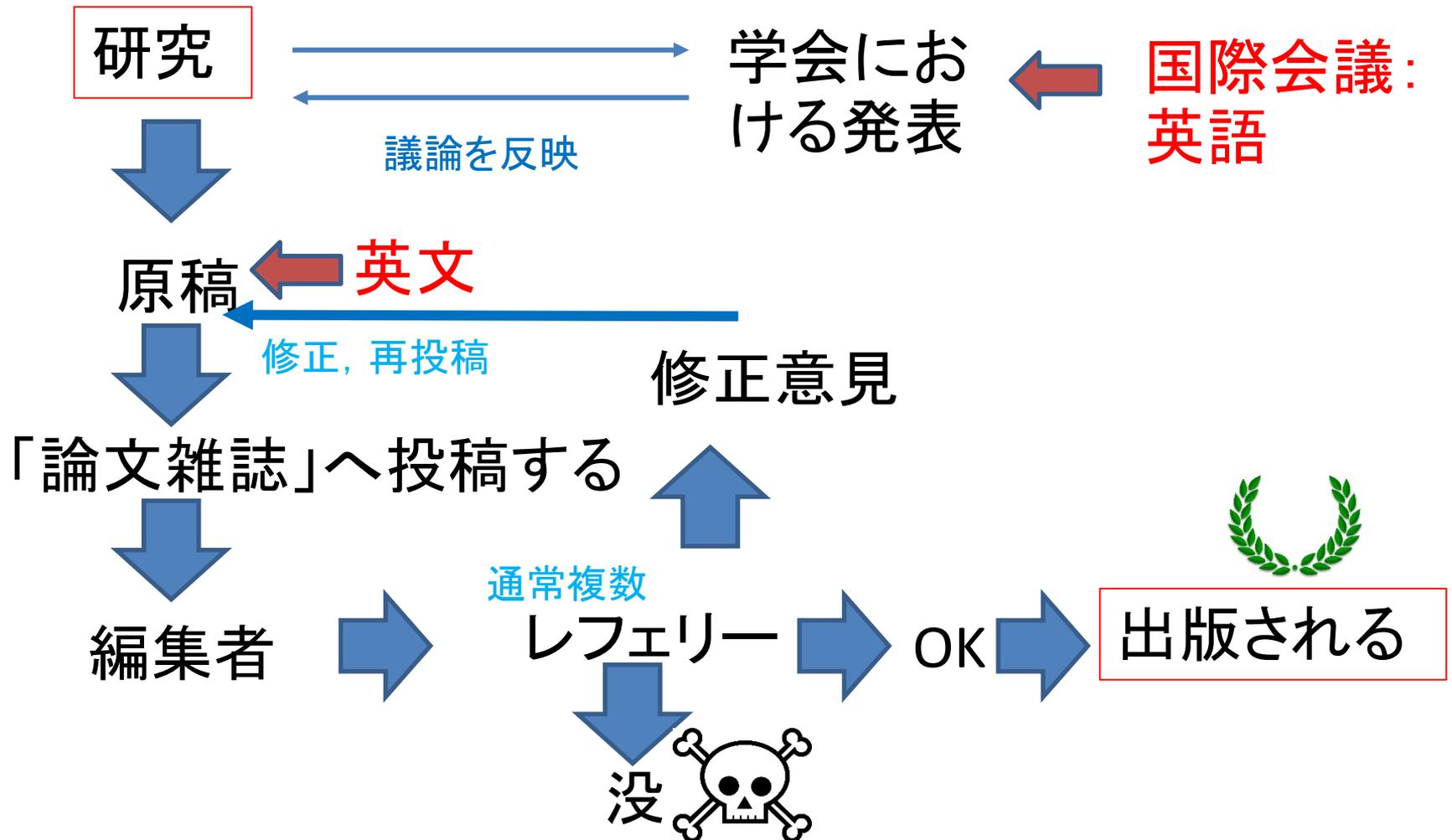
(2) 玉ねぎ、パプリカ、ピーマンは5mm幅の細切りにする。

なぜ、幽霊やUFOが科学  
の対象にならないか？



料理のレシピは  
論文の見本

# 論文が世にでるまで



# 論文の構成

表題(タイトル), 著者(所属等含む), 発行日付,  
投稿日付, 概要(アブストラクト), 目次 など

先頭部分	
本文	序論
	本論
	結論
末尾部分	

節にわけるとよい。  
本論は複数の節になってよい。

謝辞, 付録(補足的な記述),  
引用文献リスト など

# 論文(先頭部分)

巻号, ページ, 年号

PRL 116, 061102 (2016)

雑誌名

Selected for a Viewpoint in *Physics*  
PHYSICAL REVIEW LETTERS

タイトル

Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger

B. P. Abbott *et al.*\*

(LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration)  
(Received 21 January 2016; published 11 February 2016)

出版日付

week ending  
12 FEBRUARY 2016

受領日付

著者, 所属

これは例外的

On September 14, 2015 at 09:50:45 UTC the two detectors of the Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory simultaneously observed a transient gravitational-wave signal. The signal sweeps upwards in frequency from 35 to 250 Hz with a peak gravitational-wave strain of  $1.0 \times 10^{-21}$ . It matches the waveform predicted by general relativity for the inspiral and merger of a pair of black holes and the ringdown of the resulting single black hole. The signal was observed with a matched-filter signal-to-noise ratio of 24 and a false alarm rate estimated to be less than 1 event per 203 000 years, equivalent to a significance greater than  $5.1\sigma$ . The source lies at a luminosity distance of  $410_{-180}^{+160}$  Mpc corresponding to a redshift  $z = 0.09_{-0.04}^{+0.03}$ . In the source frame, the initial black hole masses are  $36_{-4}^{+5}M_{\odot}$  and  $29_{-4}^{+4}M_{\odot}$ , and the final black hole mass is  $62_{-4}^{+4}M_{\odot}$ , with  $3.0_{-0.5}^{+0.5}M_{\odot}c^2$  radiated in gravitational waves. All uncertainties define 90% credible intervals. These observations demonstrate the existence of binary stellar-mass black hole systems. This is the first direct detection of gravitational waves and the first observation of a binary black hole merger.

DOI: 10.1103/PhysRevLett.116.061102

アブストラクト

# 図・表のルール

1. 図, 表には, 図1, 図2, …, 表1, 表2, …のように, 通し番号をつける
2. 短くても必ず本文を書き、表やグラフを引用
3. 表やグラフには必ず説明をつける  
説明文のことを「キャプション」という
  - グラフの横軸・縦軸の説明
  - グラフ中の線や点の説明
  - キャプションと本文は多少ダブってもよい。キャプションが長くなりそうなら本文で記述する。
  - 図のキャプションは図の下, 表のキャプションは表の上が慣例
4. グラフについては、今回の結果では「データ点のみ」が望ましいが、後で使う線などが書かれていても良い

ここが  
キャプション

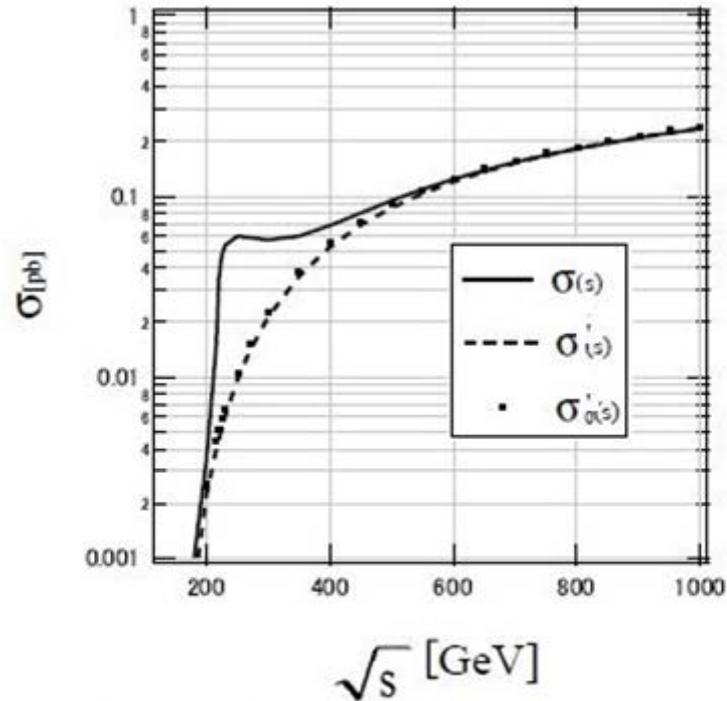
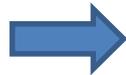


Figure 1:  $\sqrt{s}$  dependence of tree level total cross sections of  $e^-e^+ \rightarrow \nu\bar{\nu}h$ . Solid, dashed lines and dot marker corresponds to  $\sigma$ ,  $\sigma'$  and  $\sigma'_0$ , respectively.

本文

…このとき測定結果は  
表3に示すものとなった。

…  
…

…以上の分析結果を  
図2に示す。この結果か  
ら…

表3 ここに表3のキャ  
プションが記述される

a	2	4	6		
x	0	3			
y	1	6			

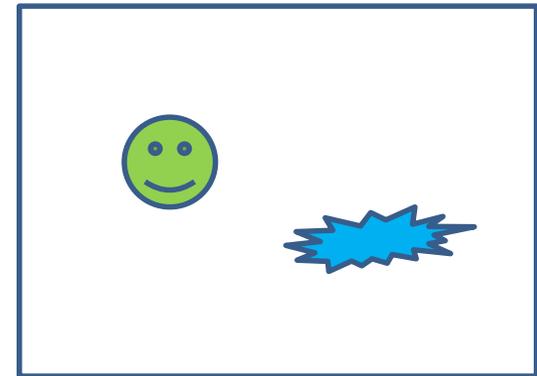


図2 ここに図2の  
キャプションが記述  
される

# 式を記述するときの注意

- 必要な量(文字)は定義してから使う。
- 前回も説明したように, 式だけを並べないこと。
- 式と式の間を論理的に日本語でつなぐ。
- 式に番号をつけて相互に引用する。

# 例

## 図の引用

## 各種の物理量 (変数)の定義 の記述

図9のように、物体が投げ出された点を座標の原点Oとして、初速度 $\vec{v}_0$ の向きにx軸、鉛直下向きにy軸をとり、投げ出された時刻を $t=0$ として、時刻 $t$ における物体の位置Pの座標を $(x, y)$ 、速度 $\vec{v}$ のx, y成分を $v_x, v_y$ とする。物体はx軸方向には正の向きに速さ $v_0$ の等速度運動をするから、

$$v_x = v_0 \quad \dots\dots(7)$$

$$x = v_0 t \quad \dots\dots(8)$$

## 式番号

が成り立つ。また、y軸方向には初速度が0、加速度が $g$ の等加速度運動をするから、

$$v_y = gt \quad \dots\dots(9)$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad \dots\dots(10)$$

また、式(9), (10)から $t$ を消去すると、

$$v_y^2 = 2gy \quad \dots\dots(11)$$

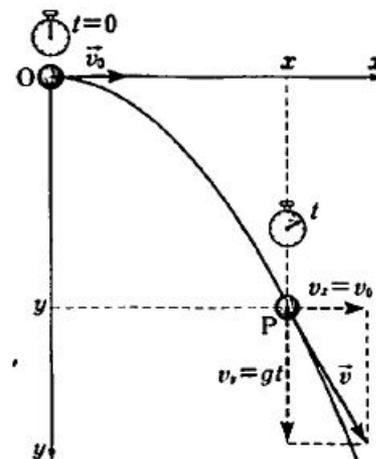
時刻 $t$ での物体の速さ $v$ は、式(3)に式(7),

(9)を代入して、

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2} \quad \dots\dots(12)$$

と表される。また、式(8), (10)から $t$ を消去すると、次式が得られる。

$$y = \frac{g}{2v_0^2}x^2 \quad \dots\dots(13)$$



▲図9 水平投射の運動の分解

## 式の引用

## 式の引用

# 文献の引用(1)

## I. INTRODUCTION

In 1916, the year after the final formulation of the field equations of general relativity, Albert Einstein predicted the existence of gravitational waves. He found that the linearized weak-field equations had wave solutions: transverse waves of spatial strain that travel at the speed of light, generated by time variations of the mass quadrupole moment of the source [1,2]. Einstein understood that gravitational-wave amplitudes would be remarkably small; moreover, until the Chapel Hill conference in 1957 there was significant debate about the physical reality of gravitational waves [3].

本文

すべての研究は先人の仕事を利用している。それをきちんと示す。

他人の仕事や考えを自分のものであるかのように書くのは学問的「犯罪」。忘れた、知らなかったでは許されない。

## 文献リスト

- 
- [1] A. Einstein, Sitzungsber. K. Preuss. Akad. Wiss. 1, 688 (1916).
  - [2] A. Einstein, Sitzungsber. K. Preuss. Akad. Wiss. 1, 154 (1918).
  - [3] P. R. Saulson, Gen. Relativ. Gravit. 43, 3289 (2011).
  - [4] K. Schwarzschild, Sitzungsber. K. Preuss. Akad. Wiss. 1, 189 (1916).
  - [5] D. Finkelstein, Phys. Rev. 110, 965 (1958).

# 文献の引用(2)

## 引用の条件

- 公正な慣行に合致すること、引用の目的上、正当な範囲内で行われることを条件とし、自分の著作物に他人の著作物を引用して利用することができる。
- (1) 他人の著作物を引用する必然性があること。
  - (2) かぎ括弧をつけるなど、自分の著作物と引用部分とが区別されていること。
  - (3) 自分の著作物と引用する著作物との主従関係が明確であること(自分の著作物が主体)。
  - (4) 出所の明示がなされていること。

以上の出典：文化庁のWebページ「著作物が自由に使える場合」

[http://www.bunka.go.jp/seisaku/chosakuken/seidokaisetsu/gaiyo/chosakubutsu\\_jiyu.html](http://www.bunka.go.jp/seisaku/chosakuken/seidokaisetsu/gaiyo/chosakubutsu_jiyu.html)

# 文献の引用(3)

引用文には結果だけしか書いていないのが普通なので、なぜ、そうなるかを理解するためには引用元の論文を読む必要がある。

…片っ端からやっていると時間を食うが、ある程度、自分の研究に必要ななら、論文をさかのぼるのは普通の活動。

従って、「文献リスト」は、読者がその論文を探して見つけるのに必要な情報を与えないといけない。

「論文雑誌」は引用されるために存在する。

**著者名, (論文タイトル), 雑誌名, 巻号, 発行年号, ページ数**などが不可欠の情報。

[11] J. Fujimoto, Y. Shimizu, K. Kato, and T. Kaneko. Numerical approach to two loop three point functions with masses. *Int. J. Mod. Phys.*, C6:525–530, 1995.

[12] Y. Kurihara and T. Kaneko. Numerical contour integration for loop integrals. *Comput. Phys. Commun.*, 174:530–539, 2006.

[13] F. Yuasa, E. de Doncker, N. Hamaguchi, T. Ishikawa, K. Kato, Y. Kurihara, J. Fujimoto, and Y. Shimizu. Numerical Computation of Two-loop Box Diagrams with Masses. *Comput. Phys. Commun.*, 183:2136–2144, 2012.

# 課題レポート(論文)の形式

- 概要

- 序論

トピック・センテンス：主題の提示

- 手法
- 結果
- 解析

サポーティング・センテンス：  
主張の根拠など

- 結論

コンクルーディング・センテンス：まとめ

# 最終レポート: 提出するもの

- **タイトル:** 電気抵抗の抵抗値の測定
- **概要** → 前回の演習で書いたものを利用
- 序論
- 手法 } → **「目的」**として、簡単に記述
- **データ**
- **解析** → 授業でやった内容をまとめていく
- **結論**

# 目的

- 全体の目標は何か？一言で。
  - 演習課題(1)の課題2
- 問題設定
  - レポートの「結論」で、答える

# データ

- 電流・電圧の測定データを示す

電圧 [V]	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00
電流 [A]	0.0564	0.112	0.186	0.222	0.325	0.332

- 表とグラフを使って説明
  - 授業で作ったものを使って良い(演習課題(1))
  - 本文やキャプションで、図の説明を入れる
- 今回は、実験をやっていないので、「測定」というセクションにしておく
- 「**図・表のルール**」を参照すること

# 解析

- 最小二乗法を用いて、電気抵抗を求める
- 少し冗長だが、演習でやった内容を書く
  - $a$  の値をいくつか変化させて二乗誤差を求め、最小となる  $a$  を探す (演習課題(3))
  - 計算で  $a$  の値を求める (演習課題(4))
  - 傾き  $a$  と二乗誤差  $E$  のグラフも付ける
- 最終的に、電気抵抗を求めること
  - $a$  の値だけでは不足
- 「**式を記述するときの注意**」を参照すること

# 結論

- 最初に立てた「目的」、あるいは問題に対応させながら、実験・解析で得た結果をまとめて示す
  - 新しい要素は入れない。これまでに書かれている内容を簡潔に
- これでレポートが完結

# 推敲の勧め

- 必ず、レポートを書いたら、一度読み直す／書き直す
- ちゃんと意味の通る文章になっているか？
- 接続詞は？
- 論理の流れは？
- 積極的にパソコンやIT技術も活用

# レポート

表紙をつけること。

表紙に書いてある注意を守ること。

手書き, ワードプロ, いずれも可。

類似するレポートが複数あった場合, **全部**,  
不可となる。

# レポート・成績評価について

- 提出先
  - 教室で直接提出, または, 講師室前レポートボックス
- 提出期限
  - 第7回授業 6月7日(金) 18:00 まで
- 成績は前期末に出します(1Qの終わりには出ません)
- 7回目の授業は、レポート提出のみ
  - 質問などがあれば対応する
  - その場で最後の追い込みをして提出するのも可, ただし時間は厳守, 18:00まで