★レポートの書き方_2023 年度改定版

今回、「５．結論と今後の課題及び感想等」の中に、「３）苦労した点、工夫した点」の項目を追加しました。研究を進めていく際に現われてくる様々な障害を如何に乗り越えていったかを記述してください。

以下に、レポートの書き方について、各項目の書き方を示します。

１．研究の要約

・２００字程度で、研究の目的、方法、結果をまとめてください。最初の文章で目的と方法（実施したこと）を書き、二番目の文章以降で結果を書いてください。【例】～を目的として、～を行った。その結果、～であることがわかった。

２．研究の動機と目的

・身の回りのことや、自然、あるいは社会的なことがらで、不思議に思ったことや疑問に感じたことなど、テーマを選んだきっかけを書いてください。
・次に、きっかけとなった事柄の背景を説明して下さい。どのような研究が行われてきたかを引用しながら、これまでに分かっていることとわかっていないことを明らかにし、残されている課題を説明してください。引用文献は、「**６．参考文献**」中に、番号をつけてリストにし、本文中では、番号で引用します。
・その上で、上記の課題を受けて本研究の目的を述べ、目的を達成するために、本研究でどのようなことを行ったかを簡明に記載して下さい。
・個人、又はグループでこれまでにテーマに共通性のある一連の研究を行ってきて、すでにいくつかの研究発表（報告、コンテスト、学会など）がある場合は、それらの発表の流れを述べた上で、本研究の位置付けとこれまでの発表と異なる点について述べてください。

３．方法

・研究を進めた方法について書いてください。

１）使用したデータについて

・データ等を用いた場合はその出典や取得方法と共に、データについての詳細な情報を記載してください（例としては、レポート（テーマ２）の実例の「３．方法（１）情報取得の方法」を参照)。取得したデータの由来に応じた方法で、データについての情報を記載してください**（注１）**。

★データについての説明は疎かにされがちですが、研究の出発点として非常に重要です。データについて上記のような説明が十分になされていないと、そのデータを基礎として組み立てられた研究の信頼性が、全く損なわれてしまいます。これまでの数理工学コンテストでは、アイディアも解析もよくできた研究が沢山ありましたが、データの記述が不十分なケースもありました。是非データについての記述を充実していただくことを期待します。

２）解析の方法について

・方法の説明は、手順を追ってわかりやく丁寧に示してください。直観的にわかりやすいように、できるだけ図を用いて説明をしてください、その際、図中の言葉と文章中の言葉で同じものを指す場合は、表現が一致するように気を付けてください。
・意味の説明（定義）が必要な言葉や記号については、それらが最初に文章中に現れた時に、必ず定義を記述してください。

i）モデル構築

・モデルを構築した場合は、前提となる仮定について、その内容と妥当性を説明した上で、仮定に基づいたモデルの構築方法を、数式や図を用いて具体的にかつ論理的に説明してください。
・モデルやモデルの解の内容と意味を数式で示すと共に、できるだけ直観的な説明を加えてください。

ii）実験・計算機シミュレーション

・実験を行った場合は、実験材料、実験の道具や装置、実験方法について、読者が再現実験を行うことが可能な程度に十分に詳しく記述してください。実験から得られたデータを用いて分析する場合は、その分析方法について詳しく記述してください。
・計算機シミュレーションを行ったとき、既存のプログラムを用いた場合はその名称、プログラムを作成した場合は使用した言語を示し、シミュレーションの方法、条件などについて、わかりやすく、かつ正確に記述してください。

iii）データ分析

①分析方法の記述

・データ分析を行った場合は、どのような分析を行ったかを、分析を再現できるように具体的にわかりやすく記述してください。

②データについての記述

・分析に用いたデータについて、その内容・定義とデータ数を必ず記述してください。
・データを抽出する単位とデータを分析する範囲を目的に応じて注意深く決定してください（注２）。

＊）留意すべき点

a）データ数について（注３）

・分析の信頼性を向上させるために、データ数はできるだけ大きくすることが重要です。10 個程度のデータから得られる結論の信頼度は低いものと考える必要があります。

b）相関関係の分析について（注４）

・二種のデータ間の相関関係を求めたい場合の分析方法について、学校での履修内容をもとに適宜工夫をしてください。

★解析の方法の記述も、研究の価値や質を判断する上で非常に重要です。基本的に、読者が解析を再現できるくらいの十分に詳細な記述が必要です。解析の方法についての説明が十分になされていない場合には、研究の柱である「この研究で何を行ったか」が十分伝わらないこととなります。

４．結果と考察

・以下では、結果と考察を分けて説明していますが、結果と考察を項目ごとにまとめて記述してもかまいません。

１）結果

・「結果」では、「３．方法」で示した分析を実際に行って得られた結果を書いてください。得られた数値や分布などの情報を、表やグラフ、図等を活用してわかりやすく提示してください（注５）。

★表やグラフ、図は、研究結果の本質を読者に伝えるものです。従って、自らが発見した事実や主張したいことが、表やグラフ、図を見ただけで読者が容易に読み取れるように、表示を工夫してください。

２）考察

・「考察」では、結果をみてわかることや、それらの解釈などについて考察してください。結果として当初の目的がどの程度達成されたかを書いてください。得られた結果の考察によって、当初設定した仮定や仮説、モデル、変数などがふさわしくないと推定される場合もあります。そのような場合は、再度それらを設定し直し、必要に応じて実験やデータ取得自体、または分析をやり直すことで、より目的に沿った結果が得られるように努めてください。

５．結論と今後の課題及び感想

１）結論

・「結論」では、結果と考察から得られた結論をまとめてください。
・【例】「～を目的として、～を行った結果、以下のことが明らかになった（得られた）」と記載した後、箇条書きでわかったことを記述してください。

２）今後の課題

・「今後の課題」では、「本研究で分からなかったことや、分析の中で生じた疑問点」などをもとに、今後の課題としてまとめてください。

３）苦労した点、工夫した点

・方法を開発したり、実験や分析・考察を進めていく中で、苦労した点を書いてください。苦労のもととなったことを解決するために工夫した点も書いてください。研究を進めていく際に現われてくる様々な障害を如何に乗り越えていったかを記述してください。最終的な成果だけではなく、このことも、研究の価値を高める上で重要な点です。

４）感想

・「感想」では、研究を通して感じた感想を書いてください。初めて知ったこと、意外だったこと、面白かったこと、疑問に思ったことや、今後の抱負などを自由に書いてください。

６．参考文献

・本文中で引用した文献を、本文に現れた順に番号を付けて、ここに、文献情報を記載します。以下に例を示します。

[1] 柳澤大地，西成活裕，「渋滞学のセルオートマトンモデル」，日本応用数理学会編集『応用数理』，22 巻 1 号，2012 年，2-14
[2] 坂井豊貴，社会的選択理論への招待，日本評論社 2018
[3] 「相撲レファレンス」（http://sumodb.sumogames.de/Default.aspx?l=j）

****

注１：１）使用したデータについて

i）公開されているデータを用いる場合

・読者がデータや分析結果を確認したい場合に、データを取得できるように、取得したデータやファイルの出典情報と取得方法を具体的に記述してください。

・取得したデータやファイルについての情報（作成年月日、データ量、何についてのどのようなデータか、その他必要な量）を記述し、その中でどのデータを使用したかをわかるように書いてください。

・取得したデータの利用についての許諾条件があるとき、それを順守できない場合はそのデータを利用しないでください。

ii）公開されていないデータを用いる場合

・データの取得元についての情報と、取得したデータやファイルについての情報（作成年月日、データ量、何についてのどのようなデータか、その他必要な量）を記述し、その中でどのデータを使用したかをわかるように書いてください。

iii）インタビューやアンケート等で取得したデータを用いる場合

・実施したインタビューやアンケートについての情報を詳しく記述してください。インタビューやアンケートの対象、いかに対象を選んだか、実施時期、インタビューやアンケートの項目について記述してください。

注２：データについての記述

・データを抽出する単位（抽出単位）と範囲（抽出範囲）の例を、身長データを分析する場合について以下に示します。

１）個人毎の身長をクラス内で調べる場合は、抽出単位は個人、抽出範囲はそのクラスになります。

２）都道府県ごとの平均身長を全国で調べる場合は、抽出単位は都道府県、抽出範囲は全国になります。

・データ抽出単位と抽出範囲は、分析の目的に応じて適切に決定する必要があります。これらの選び方によって、二つのデータの相関係数が異なってくる場合もあります。

注３：データ数について

・相関関係の分析の場合、得られた相関係数の値の信頼度は、データ数の大小によって大きく変わります。

１）データ数が少ない場合（例えば 15 以下）

・本来の相関係数が 0 であった場合でも、比較的大きな相関係数の値（例えば 0.5～0.6 程度の値）がたまたまばらつきとして観察される場合があります。従って、0.5～0.6 程度の相関係数の値が観察されたとしても実際の相関はない可能性があります。相関係数の値が 0.7 以上あれば、実際に相関があると考えることができます。

２）データ数が比較的多い場合（例えば、50 以上）

・本来の相関係数が 0 であった場合に、比較的小さな相関係数の値（例えば 0.3～0.4 程度の値）であっても、それがたまたまばらつきとして観察されることはほとんどありません。従って、0.3～0.4 程度の相関係数の値が観察された場合、実際に相関があると考えることができます。但し、このことが、相関が強いということを意味するわけではありません。

３）上記二つのケースの中間的な場合（データ数が 20～40 程度の場合）

・本来の相関係数が 0 であった場合に、中程度の相関係数の値（例えば 0.5～0.6 程度の値）が、たまたまばらつきとして観察されることはほとんどありません。従って、0.5～0.6 程度の相関係数の値が観察された場合、実際に相関があると考えることができます。一方、相関係数の値が 0.3～0.4 程度の値の場合は、実際の相関はない可能性があります

注４：相関関係の分析について

・相関関係の分析では、通常散布図を描き相関係数を計算することが行われています。但し、これは高校の数学Ⅰの履修内容であるため、一般には中学では学習しません。一方、数理工学コンテストの中学生の応募作では、異なる二つの分布間の関係を調べたいという目的意識を持つものが多数ありました。

・このような場合に、より進んだ学習を行って散布図を書き相関係数を計算しても良いですが、いくつかの応募作では、相関係数を用いずに、以下に示すような方法を用いて二つの分布間の関係を調べていました。相関の有無を直観的に分かりやすく示す方法であり、とても良い方法だと思います。是非、参考にしてください。

（参考例）

・相関を調べたい二つの変数の分布のうち、一方の分布の値の区間をいくつかに分割し、それぞれの区間毎にもう一方の分布のヒストグラムを作成して、ヒストグラムどうしを比較する。

・これによって、一方の分布の区間の推移に応じて、それに対応したもう一方の分布の最頻値や上限、下限などが変化していくことを見出し、相関関係として捉える。

注５：結果

・図や表を描く際には、以下の点に留意してください。

1）図や表には、図番号、表番号をつけたタイトルを書く。図の場合は図の下方に、表の場合は表の上方に書く。

2）図がグラフの場合は、グラフの軸のラベルと軸の単位を書く。両側軸を用いる場合、両側にラベルと単位を書く。

3）グラフは、言いたいことが伝わる様に分かりやい表示を心がける。例えば、グラフの変化を認識しやすいように軸の表示範囲を設定したり、対数軸にすることや、二つのプロットを比較したいときに、違いを認識しやすくなるようにプロットを色や形で識別して重ねてプロットすることなど。