

「じゃんけん」模擬実験による文系学生の実験レポート練習

吉川 直志

The game of “paper, stone and scissors” simulation for practice in writing an experimental report for the liberal arts course students

Tadashi YOSHIKAWA

要旨

大学初年度の理科実験授業において、実験レポートの書き方を指導することは重要な課題となります。名古屋女子大において、1年生に実験レポートとはどういうものを理解させるため、「じゃんけん」で勝つ確率が1/3になることを示せ」という課題で模擬実験を行い、データ解析、結果、考察など、実験レポートを作成する練習を行いました。簡単に行うことができ、かつ、実験レポートの練習には最適な模擬実験としての「じゃんけん模擬実験」の方法とレポート作成結果について報告します。

はじめに

大学の理科実験授業において、最初に学生が取り組む重要な課題は、実験レポートの作成方法です。これは実験を終えた後、得られた結果をまとめ報告するために作成するものですが、学生の教育という面からはとても大切な作業となります。その大切な面として次の5つをあげることができます。(1) 実際に行った実験は何のために行い、何が得られ、また、何が理解できたのかを、自然現象と対比させながらもう一度復習し、自分の中で整理すること。(2) 自分の得た実験結果を他の人に分かりやすく報告する方法を十分考えること。(3) その結論、結果に至った理由を系統立てて考え、また実験がうまくいかなかった場合にはその原因を追及し、次に行う実験や他の学生実験で生かせるように報告すること。(4) 論文や報告書として自分の調査、研究、意見をまとめる練習をすること。(5) 以上の点をじっくり考えレポートを作成することで、個々の表現力を高めること。

こうした科学実験レポート作成の訓練をすることで、実験内容の理解を深めるだけでなく、人に分かりやすくかつ正しく伝えることが修得できます。

名古屋女子大学文学部児童教育学科における「子どもの科学実験指導法」の授業においても、実験を行った後は必ず実験レポートの作成を義務付け、レポート作成の練習をしてもらいます。この経験は教師となり子どもに教える時や、また様々な報告書を作成する時に役立つものとなるはずであり、学生にとって大事な訓練となります。

大学1年生の実験授業において、まず実験レポートとはどういうものを説明し、実際にレポートを書いてもらうこととなります。平成23年度入学の児童教育学専攻1年生で子どもの科学実験指導法の授業を履修した学生に、「あなたは文系ですか、理系ですか？」というアン

ケートをとったところ (図1参照)、84%が「どちらかという」と文系」と答えました。児童教育学専攻に入学する学生の自己分析は、8割以上が「文系」と答え、そこには理系科目への何らかの苦手意識があると感じられます。こういった学生に対しても、実験レポートの作成経験は重要であり、理系的な見方考え方が身につく、系統立ててレポートを構成する良い訓練となります。しかし、いきなり実際に科学実験をおこなってレポートを書かせるのは、苦手意識をさらに強くする可能性があり、理科実験の授業への導入として、実験レポート作成の練習時間を別に作る必要があります。

その導入として、文系、理系を問わずに簡単に楽しく行うことができる課題「じゃんけんて勝つ確率が1/3となることを示せ」を出し、実験、データ収集後に、レポート作成をしてもらいました。この論文では、「じゃんけん」を用いた模擬実験とその実験レポート作成の有用性、そしてこの課題からの学生への効果について報告します。

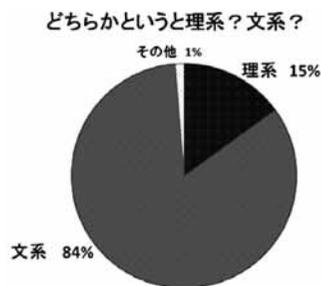


図1：名古屋女子大学で、子どもの科学実験指導法の授業を履修した1年生77名へのアンケートより (平成23年4月13日実施)

「じゃんけん」模擬実験

「じゃんけん」ゲームは子どもから大人まで誰でも知っているもので、道具を必要とせず、気軽に誰でもすぐに行えます。手の形の「グー」「チョキ」「パー」により勝敗を決めるもので、様々な場面で用いられています。課題の説明においても、細かな説明なくすぐに実験に取りかかることができ、また、理科実験であると当初は意識せず、楽しく始められるため、「じゃんけん」は導入のための実験として最適であると言えます。

今回の課題は、「じゃんけんて勝つ確率が1/3になることを示せ」です。指示は、2人でじゃんけんをして、「勝ち」「負け」「あいこ」のうち自分が「勝つ」確率が1/3となることを示すために多くの人と「じゃんけん」してデータを集め、レポートを書いて下さいというだけです。学生は「じゃんけん」模擬実験を始めますが、すぐに理科実験として大事な点に気がつきます。それは、データとしてじゃんけんの結果を記録すること、確率1/3を示すために何が必要かを考えること、結果をまとめるために何が必要となるか考えることなど、実際の実験で行う作業がここでも必要になるということです。

この課題で、試行回数や、データ収集方法についてはあえて指示しませんでした。それぞれが考えて、「じゃんけんて勝つ確率が1/3になること」を示すために実験を行います。一回の「じゃんけん」で「勝ち」「負け」「あいこ」の3つの可能性があり、その中の1つの「勝ち」となる確率は1/3となりますが、1回ではそれを示すことができず、実際には、「じゃんけん」の試行回数をどんどん増やす必要があります。また、確率を示すためには、データをしっかり収集し、試行回数と確率の関係を考える必要もあります。こうした、実験として必要な作業が「じゃんけん」模擬実験の中にしっかりと含まれており、やりながら学生は気が付きいろいろ考えることとなります。

学生は、この模擬実験でのデータ収集後に、初めての実験レポート作成となります。

実験レポートの様式説明

最初の授業において、実験レポートの書式を指定しました。指導教員によってはその書式¹⁾が異なりますが、標準的な様式として、次の7つの項目に分けて書くように指示しました。

1. 実験の目的（または動機）

実験において何を知りたいか、何を測定し、どんな現象、法則を調べるのかを記す。レポートのタイトルの意味も含めること。

2. 理論

実験で求める値がどういう量であるか。また、その実測値が満たす関係式など、背景にある理論について記す。教科書等の内容との関連。

3. 方法

実験の手順、方法を詳細に書く。用いた実験器具も明記し、時系列で箇条書きにする。

4. 結果

実験データの報告として、図やグラフを用いて第三者にも分かりやすく記す。

数式により導出する場合は、その手順も分かるように、用いた式と値を入れた式を書く。

この実験で得られた結果として、データから分かった事を書く。

5. 考察と結論

この実験で得られた結果について、自分の結果と理論と比較検討し、なぜこの結果が得られたかの自分の意見を書く。

レポートにおいてここが最も大事。実験を失敗した場合は、その理由を自分で分析し、今後への参考となるように正直に書くこと。

6. 感想

この授業は、実験の指導が最終目的であるため、実験の自分なりの感想を書いておくことを勧める。

7. 参考文献

6番目に実験レポートには普通入らない「感想」の項目を入れたのは、多くの学生が誤解して考察と感想を混同してしまうことを避けるためです。

実験レポート作成について説明後に、「じゃんけん」で勝つ確率が1/3になることを示して下さい。」と課題を出し、レポート作成を求めます。

学生の実験レポート

この授業で実験レポートを提出したのは、2クラスで78名。勝つ確率が1/3となることを示すために行った試行（じゃんけん）は最多回数が221回、最小回数が3回（図2参照）。各学生が示した勝つ確率は、0.2から0.7まで、図3のように分布しました。図4では、じゃんけん」に勝つ確率の分布に、それぞれが行った試行回数をかけたもので、全試行回数の分布として示しています。確率1/3を示すためにより多くの試行回数が必要であることを感じ、より多くのデータを集めた学生や、何回か行って確率を求めて終わる学生など、特色が見てとれます。

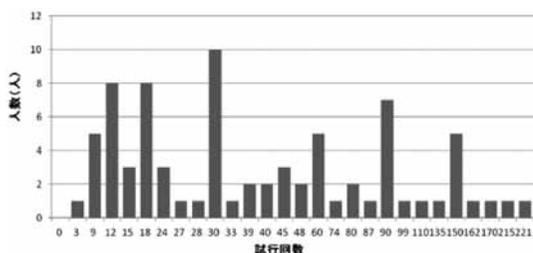


図2：学生が行ったじゃんけんの試行回数分布
最多221回。最少3回。

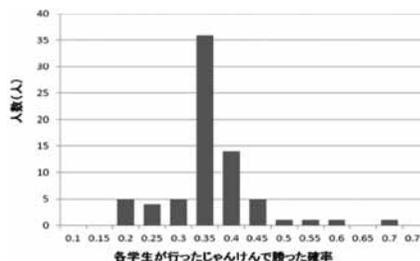


図3：学生が導いたじゃんけんで勝つ確率の人数分布。各人数は、確率0.5間隔内の合計。

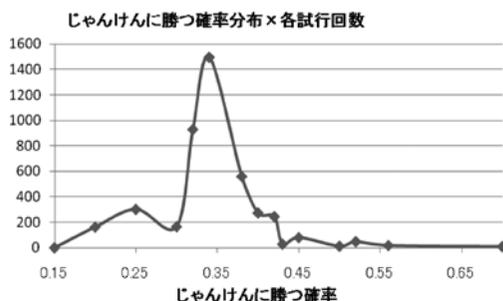


図4：じゃんけんに勝つ確率分布に、その確率を出すために行ったじゃんけん回数をかけて、全試行回数の確率分布を示した。

提出された学生レポートは、指示した様式に従って書かれていました。その中で、結果の項目においては、実験データのまとめ方、表し方はそれぞれで考えて工夫してくれました。試行回数ごとに時系列で確率を求めて表を出した方、グラフを用いて、1/3に近づく様子を示してくれた方、「勝ち」「負け」「あいこ」の数、確率の変動の様子などが分かるように図示してくれた方など、どうすれば、確率が1/3と言え、分かりやすく伝えられるかを検討してくれています。図5で、提出されたレポートの結果項目において、グラフや表を利用して分かりやすく伝える工夫をしてくれた学生の数と分布を示しています。実験内容が単純である分、学生も理解しやすく、1年生であっても、工夫を考えることが可能となったと考えられます。

各レポートの結果項目で、分かりやすく伝える工夫別の人数

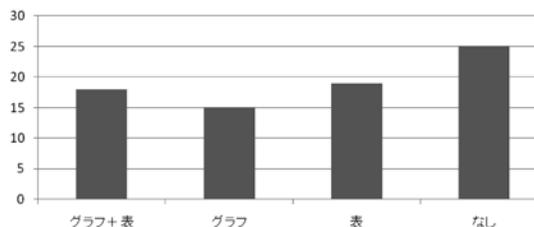


図5：結果を分かりやすく示すために、試行回数と確率のグラフや、回数ごとの結果を表にまとめて示した工夫があったレポートの数を示す。

次の考察と結論の項目は、実験レポートで最も重要なところです。ここをうまく書けるようになるには、何度かレポート作成の経験が必要です。今回のレポートでは、自分の出した結果についての評価と、うまくいかなかったと思う場合に何に原因があり、どうすればよくなるかの検討がされているかについて注目して見ました。多くの方が、1/3を示すためには、より多くの回数が必要であると書いてくれました。「じゃんけん」の試行回数がある程度増やした学

生であっても、実感として増やすことで1/3に近づくことを示しています。図6において、確率が1/3であることを示すために必要なこととしてあげられている事柄について、その人数分布を示しています。じゃんけんについてというのは、「運」と「じゃんけん」に強い、弱い」という内容が含まれたものです。方法については、じゃんけんを同じ人とする場合に「くせや相性がある」という内容が含まれているものです。初めての実験レポートということもあり、多くはここで止まって「うまくいった。」「失敗だった」と記されていますが、こうした考察によって、より1/3に近づけるために回数を増やすことと相手を変えて多くの人とじゃんけんを行うことが必要であるという考察を行った学生も多くなりました。考察において、自分の結果を評価できるのは、「じゃんけん」が日頃から親しんでいるものであり、よく理解しているから可能であると考えます。

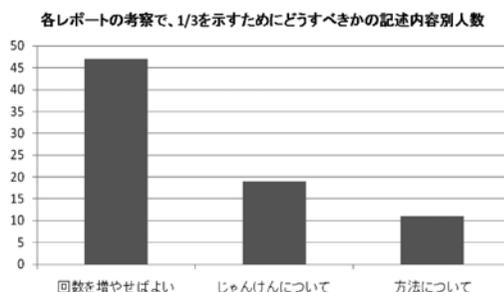


図6：レポートの考察において、確率1/3を示すために必要なこととして書かれていた内容の人数

感想の項目では、各学生は、実際にやって示すことの面白さと同時に難しさがあること。よく知っている「じゃんけん」についてよく考えた。どう示せばよいかすぐに分からなかった。実験途中の記録はしっかりとらなないとまとめられない。など、最初の実験レポート作成として、それぞれに思い、考えがあったようです。ここで感想の項目を増やしたことにより、考察と感想の混同が減らせたと感じます。それでも、考察に感想が含まれていることは、初めてのレポートとしては仕方がないことで今後の課題となります。

今回、様式に従ってのレポート作成において、実験の目的と理論の項目で、「じゃんけん」をして何を調べようとしているのか、また予想する結果となる理由が、明確に書かれているレポートでは、どうすればうまく勝つ確率が1/3になることを示せるのかを考えて試行しており、その考え方はそのレポートの考察の項目においても表れています。つまり、これは、自分で目的を設定し、その達成に向かって系統的な考え方から、それに必要な準備を行い、目標に近づけるよう工夫をしながらアプローチしていくという研究活動のスタイルに通じています。この最初のレポート作成練習において、実験レポートというものを知るだけでなく、初年次の学生にとって、これから大学で行う実験や調査、研究の進め方やまとめ方の一端を体験できたと考えます。

実験レポート練習としての「じゃんけん」模擬実験

今回行った「じゃんけん」模擬実験による実験レポート作成は、自称「文系」として入学してきた学生にとっては実験の授業に対する不安がある中、最初の授業での練習課題として、以下の利点があります。

- 初めての実験授業において、身構えることなく、誰でも容易に取り組める。
- 説明、解説のための詳細資料および実験器具が不要である。
- 実験授業の流れ、概要を短時間で知ることができる。

- 実験データ収集と整理の方法を検討し工夫することが容易である。
- 実験レポート作成のための必要な要件は全て含まれている。
- 得られた結果を評価し、検討、考察することの大事さが理解できる。
- 理系的物の考え方を経験できる。
- 実験内容は十分理解できているので、レポート作成において自分の得た結果や結論をわかりやすく伝えることに集中できる。

最初に作成する実験レポートが今後のレポートのひな型となることが多くあるため、実験内容が単純で、実験としての体を十分なしている「じゃんけん」模擬実験によるレポート作成練習は、初年次学生実験授業の導入において効果があるものと考えます。

全体での実験結果

今回の実験授業でのじゃんけん総試行回数は、4295回。その内、勝ちの回数は1439回。つまり、78人のじゃんけん試行実験によって得られた確率は、

$$\text{じゃんけんて勝つ確率} = 0.3350 \pm 0.0073 = \frac{1}{2.985 \pm 0.065} \quad (1)$$

となります。但し、この全体での結果では、各学生の行った回数が異なること、また、クラス内でお互いにじゃんけんしていることから、統計処理上は正しくありませんが、今回の実験において全体で得られた結果それぞれを独立に扱って結果を求めています。全体の結果として、図7において、試行回数の増加にともない確率は振動しながら次第に狭まり、1/3に近づいていくことが見てとれます。このグラフは、各学生が行った「じゃんけん」模擬実験の試行回数と勝ちの回数を積算してプロットしたものです。但し、ここでの回数の積算は学籍番号順に行いましたので、意図的に試行回数を積算して並べたわけではありません。

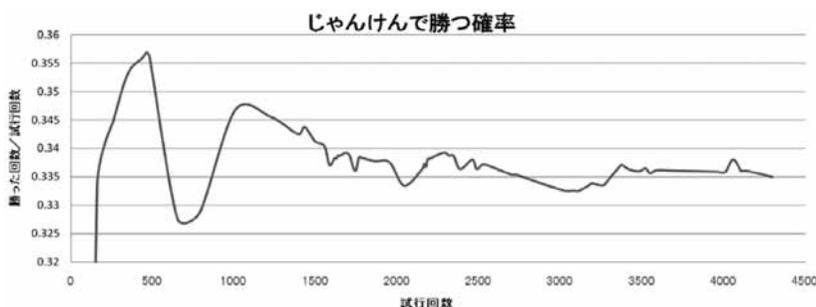


図7：レポートで示された各学生のじゃんけん試行回数と勝った回数を、学籍番号順で積算して示したもの。

この模擬実験では全体のまとめも容易に行うことができ、実験レポート作成後に、全体での

結果検討を行うこと可能で、図7のようなグラフを示すことで、自分の結果と比較しながら、試行回数と結果の確からしさの関係を感じてもらうことも可能となります。

まとめ

名古屋女子大学の児童教育学専攻における、1年生の理科実験授業「子どもの科学実験指導法」において、実験レポート作成の指導を行いました。実験レポート作成の練習は、系統立てて物ごとを考え、分かりやすく人に事実を伝えることを練習する大事な時間となります。この大学において指導する上で、「自分は文系学生である」という考えを持っている学生に対して、実験授業とレポート作成で、身構えることなく自然に取り組める課題として、「じゃんけん」で勝つ確率が1/3になることを示せ」を行いました。誰もが親しんでいる「じゃんけん」を用いることで、楽しみながら実験を始め、その後、実験としての「じゃんけん」の意味を考え、実験レポートの様式に従って、レポート作成を行ってくれました。この課題は、実験レポートの書き方の練習と、科学実験でのデータ取得の方法、理系的な考え方による考察の仕方など多くのことを経験することができる初めての実験レポート練習の題材として相応しいものだと考えます。

今後も、初年度の実験授業においてこの課題を使って、実験レポートの練習を行い、その後の学生動向を調べて今後の実験授業へと生かしていきたいと考えています。

参考文献

- 1) 大場勇治郎： 物理実験の整理とレポートの書き方 洞史社 (1977)

Abstract

It is important for students in the first year of college to receive guidance on how to write a report on a science experiment. At Nagoya Women's University, to understand what a report submitted by the first year student is like, the students participate in a simulated experiment titled "show the probability of winning 1/3 of the game of paper, stone and scissors. Then the students practice writing a report including analysis of data, obtaining the results, and writing the discussion. The method of performing the game of paper, stone and scissors" as the best simulated experiment as practice for writing a report is reported.

