

第 7 回 「実験実習科目を攻略する(1/3)」

1 実験レポート対策

1.1 実験レポートってなんだろう？

実験レポート提出は、実験実習の最終段階である。そして実験レポートは、あなたが実験を行ったことを宣言する書類でもある。だから、実験レポートを提出しなければ、実験実習をやったことにならないのである。

1.2 実験レポートで「やってはいけない」こと

1.2.1 うそをついてはいけない

実験レポートは「あなたが実際にやったこと」を報告し、それにもとづいて「あなたが考えたこと」を報告するものである。だから、やってもいない操作をやったと書いたり、数値をごまかしたり、結果を作り出したりしてはいけない。こういう行為は試験中のカンニングと同等の不正行為として、**処罰の対象**になる。

1.2.2 丸写しはいけない

過去のレポートのコピーだとか、友達のリポートだとかを丸写しする行為は、カンニングと同等の行為である。特に、友達にレポートを見せてもらって、そっくりそのまま提出した、というような場合、レポートを写した方も、写させてやった方も処罰の対象となる。試験時間内に答案を見せてやった方も罰せられるのと同じである。実験レポートは「あなたの課題」である。だから、だれかの丸写しはダメである。

1.3 実験レポートの文章

1.3.1 文体：断定調で書く&主語を使わない

実験レポートは、「ですます調」ではなく、「**断定調**」で書くこと。実験実習レポートに限らず、大学でのレポートとか論文とかは断定調で書くものである。

1.3.2 計算式には単位を併記する

計算式を記す際には、数値だけでなく**単位も常に記しておくこと**。こうすることによって計算ミスや単位の間違いを防ぐことができる。数値だけで計算を進めて、最後に単位を付け足すというやりかたは、ミスの元になるので止めよう。採点するときにも何の計算をどうやったのかがわからないので評価を受けるときに不利である。

1.3.3 数値と単位の間には必ずスペースを空ける

「15 m」は「じゅうごめーとる」, 「15m」は「じゅうごえむ」をあらわす. たとえば「15 cm の鉛筆一本の長さを m とした場合, この鉛筆を縦に 10 本つないだ際の長さ」は「10m」(じゅうえむ)になる. 「10 m」(じゅうめーとる)と書いたら間違い. 一方, その時の長さをメートルで表すなら, 「1.5 m」(いちてんごめーとる)になる. 「1.5m」(いちてんごえむ)ではない. **スペースの有無で変数なのか単位なのかを区別する.** 半角スペースを入れないと減点対象になる場合があるので, 要注意(特にワードプロセッサで印字するとき).

1.4 実験レポートの構成

実験レポートは次のような構成になっている.

1. 目的
2. 原理
3. 実験方法
4. 実験結果
5. 考察
6. 参考文献

「原理」と「実験操作」はいっしょになっている場合もある. 「参考文献」は厳密には「参考文献と引用文献」に分かれているはずなのだが, 学部実習実験レポートではこのふたつはごちゃ混ぜになっていることが珍しくない. それでは, それぞれの項目に何を書いて行けばよいのか, ひとつずつ見て行こう.

1.4.1 目的

「目的」には, 「何のために何をやったのか」を書く. これは実験テキストに書かれている内容を要約して書けば OK.

1.4.2 原理

「原理」には, 「どのような手段で実験目的を果たすのか」を書く. そして, 実験で用いられる手法の原理に関して説明する. ここも実験テキストに説明が載っているものなので, 教科書なり実験書(実験テキストとは別の書籍)をめくって内容を充実させよう. なお, ここで参考にした書籍は, レポート最後の「参考文献」リストに加えておくことを忘れずに.

1.4.3 実験方法

「実験方法」には, 「どのような装置・試薬・技術を用いたのか」を記載する. これも実験テキストの内容をもとに, 参考文献を見ながら内容を充実させよう. なお, 実験レポートでは, 行った操作, 得られた結果に対して「**過去形**」で記述する.

1.4.4 実験結果

中立な事実を書く：「実験結果」には、「どのような結果が得られたのか」を記載する。すなわち、数値データとか観察記録といった、「**具体的で中立な情報**」を書く。その情報から推定されるものごととか、その結果の解釈については「**考察**」に書くこと。

具体的に書く：実験結果を記載する際には、具体的な記述を心がけること。例えば液体の色が変わったことを記すのであれば、単に「色が変わった」ではなく、「薄い黄色から青緑に徐々に変化した」というように、**第三者が読んでイメージできる**よう、具体的に書くこと。「少し」とか「多く」とか「適切な」といった記述は適していない。「超すごい結果」などというのは論外である。

図や表を使って書く：表や図の通し番号を飛ばしたり重複させたりしないようチェックする。また、本文中の番号と実際の番号がズレていないかも要チェック。改訂作業のときにズレることが多い。**図ではタイトルを下に、表では上に書く**。

1.4.5 考察

実験レポートでもっとも苦勞するのが「**考察**」である。ここは得られた結果から何が言えるのか、「あなたの考えを述べる

ところ」である。とは言うものの、そもそも考察って、何だろう？

これはレポートを書くときに最も苦勞する点なので、次に独立した項目「**2. 考察ネタ探し**」として考えることにする。

1.4.6 参考文献

実験レポートを書くにあたって、実験テキスト以外の資料を参考にしたことだろう。その際に参考にした情報をすべてリストにしたものが「**参考文献**」である。

不正行為を犯さないために：自分で発見した情報でない限り、それはどこかの情報源から見いだしてきた情報である。その情報がどこに記されているものであるのかを明記した上でレポートに記載する行為は「**引用**」であり、正当な行為である。

一方、明記しなかった場合、レポートを読む第三者には、その情報が「あなたのアイデア」なのか「別の人のもっていた情報」なのか区別することができない。このように、自分のアイデアではないものを、情報源を明記せずに報告する行為は「**剽窃(ひょうせつ)**」と呼ばれ、窃盗と同等の扱いを受けるものである。不正行為として処罰の対象にもなり得るので、注意が必要である。

第三者が情報源にたどり付けるように：参考文献を記載するにあたっては、「それを見た第三者が、その情報源にたどりつける書き方」をしなければならない。著者名、書籍名、出版社、出版年、といった情報があれば、図書館なり書店なりに行って情報源にアクセス

できる。学術専門誌などの定期刊行物に記載されている情報を引用する場合には、巻号、該当ページ、も記載する必要がある。

1.5 提出前にもういちど

以上を書き上げたら、次の基本事項を確認しよう。

- 指定された項目はすべて記されているか?
- 図表番号に重複・欠落はないか?
- 図表番号と本文とは対応しているか?
- 単位に誤りはないか?
- 計算間違いをしていないか

そして、

×切過ぎたら減点

注意せよ。

2 考察ネタ探し：それは実験前にスタートする

2.1 考察ではないもの

そもそも考察って、何だろう?これを考えるためには、「考察ではないもの」を知っておくことが有効である。以下に挙げるものはいずれも考察ではない。

感想：「とてもおもしろい実験テーマでした」とか「炎が緑色に輝いてきれいでした」というようなのは考察ではなくて感想であって考察ではない。

反省：「溶液をこぼしてしまったことが悔やまれる」とか「注意深く真剣に取り組むべきでした」というようなのは考察ではなく反省文であって考察ではない。

決意：「次のテーマでは精度を高めたい」とか「今回学んだことを将来に活かしたい」というようなのは決意表明であって考察ではない。

質問：「どうして〇〇反応を用いるのでしょうか」とか「△△測定法のしくみがわかりませんでした」というようなことは実験レポートに書かない!

2.2 考察ネタはたくさんあるから安心してよい

実は大学の実験実習で扱われる実験の考察は、そんなに難しくない。そのことを理解するために、そもそも大学ではどんな実験実習が行われているのかを見てみよう。

2.2.1 そもそも実験実習ネタが限られているという事実

開講されている講義科目の内容を実体験することが目的として実験科目が開講されている場合がほとんどなので、講義関連のトピックから実験テーマが選定されている。そし

て、大学の設備を使って、何十人もの学生が、時間内に、安全に、そして、ソコソコの成功率でできる実験、が実験実習テーマとして選ばれている。多くの場合は何年も前から続いているテーマで、他の大学でも行われているテーマである。

2.2.2 考察ネタをゼロから考えなくて大丈夫

だから、考察するためのネタはすでに世の中にストックされているのだ。あなたが、いきなり高度でクリエイティブな論を立てる必要はないのである。もちろんゼロから考えるもの大いに結構なことだが。

2.3 実験実習レポート考察 3 大ネタ

学生実験実習の考察には、以下の3点がよく使われる。

- 誤差と精度と信頼性に関するもの
- 実験方法の妥当性に関するもの
- 実験の発展案に関するもの

2.3.1 誤差と精度と信頼性に関するもの

たとえば「理論上は100 gの目的物が得られるはずのところ50 gしか得られなかった。なんでだろう?」というようなもの。この場合は、自分の実験操作をふりかえってみて、こぼさなかったか、というようなあたりからチェックすると、何か思い当たるフシがあったりするものだ。まずはここから攻めよう。

2.3.2 実験方法の妥当性に関するもの

たとえば「理論上は100 gの目的物が得られるはずのところ50 gしか得られなかった。でも別の方法を使ったら80 gになるかもしれない」というようなもの。実験に関する書物を何冊かめくっていると、同じテーマでも異なる器具や試薬を用いている場合がある。そういうのが参考になる。

2.3.3 実験の発展案に関するもの

「今回のやりかたでは80 gあたりが限度だが、〇〇〇装置を用いれば90 gくらいになるだろう」というようなもの。このあたりになると相当の調査が必要になる。しかし、「こいつはなかなかよく勉強しているぞ」と思わせる効果が大きい。

2.4 「理論値と実験値との差異を論じる」を攻める

2.4.1 実験が順調に進んで、理論値に近い値が得られた場合の考察パターン

どのような場合に上手く「いかない」のか調べてみて、それを自分(たちのグループ)が避けたことを述べる。そして、そのことが成功につながったこと、その要素が実験を進めるために重要であること、を述べる。

実験テキストや実験書を読むと、実験を行ううえで注意しなければならない点がかかれていっているものである。そういった点を「実験前に」調べておくと、実験がうまく行くし考察も楽なのだ。実験科目は予習が重要。

2.4.2 実験操作に対する制約条件をネタにするパターン

たとえば実験テキストどおりに操作を進めてみても、やりにくい操作とか、判定しづらい判断基準とかにぶつかることがある。そういった点があったために、理論値から外れた結果になった、という論理展開である。実際に実験をやりながら気づいた点をノートに記録していれば、この手のネタがいくつかみつかる。実験科目は記録が重要。

2.4.3 自分が犯したミスも考察のネタになる

「もうちょっとしっかりやっていたら、もうちょっと理論値に近い値になっただろう」という内容を、反省文ではなく考察文として書く。理由は3つくらい挙げておくことをおすすめする。そうすれば「それだけの理由でこんなに低い値になるのか?」というツッコミを防ぐことができるかもしれない。

2.5 考察は予習の段階から始まる!!

以上のようなことを考えると、考察で苦しまないためには、実験にとりかかる前からどのあたりで考察するかを決めておく必要があることに気づくことだろう。まず実験操作の原理と操作と、それらに関する歴史的経緯、というようなあたりを関連書籍などで調べておくと、注意を要する点や、成功の秘訣といったものが見えてくるものだ。そういった点をアタマの片隅に置いておきながら、実際に手を動かして操作をやってみると、前もって調べておいたものごとの意味がよくわかる。そこで気づいた点を考察のテーマとして選ぶ。

3 実験ノートのとりかた

3.1 実験ノートってなんだろう?

実験ノートは、実験者が実際にその実験を行ったことを示す唯一の物的証拠となるものである。また、実験レポートを書くために必要な、全実験結果が記された記録でもある。

3.2 実験ノートには何を書くのか

実験レポートには、その実験に関係する全てのものごとを積極的に記載しよう。実験テーマ、実験日時、天候、気温、気圧、といった基本情報にはじまり、実験から得られた数値、観察結果、実験をやりながら思いついたこと、考えたこと、その他、なんでも記録して行くのである。

実験ノートに記録する際には、「レポートを書くときに必要となる項目」を意識している必要がある。そのためにはレポートに何を書くのかを前もって理解しておかなければな

らない。これは、実験の前に実験テキストをよく読んで予習しておかなければならない理由のひとつである。

3.3 どんなノートが良いのか

実験ノートは特に指定の無い限り、**一冊の綴じ込み式ノート**を使うことが理想的である。こうすることにより、実験日誌としても経時記録を残すことができる。また、ページの差し替えを物理的に困難にし、信頼できる記録を残すことができるようになる。そして、ページ紛失による実験記録の消滅というリスクを減らすことが可能になる。

3.4 いつ実験ノートに記入するのか

実験の予習をするとき：調べた情報や、作業をスムーズに進めるためのフローチャート、注意点、レポートに書かなければならない確認事項、などを前もって記入しておく

実験中：言うまでもない。

実験終了後：察のために調べた情報を記入することもできるし、感想を残しておくこともできる。

3.5 何を心がけると良いのだろうか

レポートに記入すべきことを書く：何をレポートに書くべきか具体的に指定されている場合がある。これを記録しておかないとレポートが書けない。

具体的に書く：「何をやったか」、「そうしたらどうなったか」、「それはどれくらいか」を具体的に記して行く。たとえば、化学実験で反応にともなって試料の色が変わったことを記録するのであれば、単に「色が変わった」ではなく、「薄い黄色から青緑に徐々に変化した」とか、これを簡略化して「薄黄→青緑、徐々に」など。実験中にはここに記された内容に基づいてレポートを書くことになるので、記入漏れがあったり、あいまいな記載があったりすると、困ったことになる。

その場ですぐに書く：メモ用紙や下書き用紙に記録しておいて、あとから実験ノートに清書しようとする人がいるが、それでは実験ノートにならない。薬包紙だとか手のひらだとかに記録しておく、などというのは論外である。

体裁に労力を注がずに書く：ときどき実験操作そっちのけで、丁寧に丁寧に丁寧に字や表やイラストをノートに書いている者がいるが、はっきりいってムダである。そこまで美しく書いても、成績プラスにはならないからだ。体裁に気を付けるのは実験ノートではなくてレポートの方である。実験ノートは本人にわかればOKである。

真実を書く：レポートと同じで、数字をごまかすとか、やってもいない操作をやったかのように書く行為は、試験中のカンニングと同様、それなりの処罰の対象となる。

ちょっとした工夫をする：あなたが右利きなら，ノートは実験台の右前方に置くと記録しやすいだろう．ノートの上に器具を載せると，こぼしてノートを使用できなくなるかもしれない．ものの置き方を考えよう．

失敗したときこそくわしい記録を残す：実験書に書かれたとおりの結果が得られない場合がある．そのようなときは「失敗」で片付けず，どうしてそうなったのかを考えよう．それが**考察のネタ**になることがある．実験では，予想通りの結果が出なかったことが減点対象になったり，処罰の対象になったり，進級に影響したり，ということはない．