

## 科学倫理学習指導案（その4）

### 1. 目的

課題研究を初めとする探究活動において「本質」を見極めるために必要な3つの力の育成を目指す。3つの力とは以下の(1)～(3)の力を指す。

- (1) 高度な科学的探究力の育成
- (2) 独創性と創造性に富んだ課題発見能力の育成
- (3) 変化に対応する社会に対する応用力の育成

### 2. 日程（下の4つから適宜選択して実施する）

- 月 日 その1：科学倫理とは（実験ノートの書き方）
- 月 日 その2：科学倫理1（オックスフォード大学のパーマメント試験より）【物理】
- 月 日 その3：科学倫理2（科学哲学から科学倫理への橋渡し）【化学・生物】
- 月 日 その4：科学倫理3（誤差と外れ値について）【数学・情報】・・・本時

### 3. 本時の展開

時間	生徒の活動	教師の指示	備考・準備物
0	本時のテーマ「課題研究におけるデータの扱い方について」を学ぶことを理解する。	「実験時のデータの扱い方について」どうすべきか考えようと問いかける。	
5	「やりとり①」をよく読み、問1～問3までを記入する。	どのようなところに問題がありそうか考えさせながら、「やりとり①」を読ませる。そして、自分の意見や考えなどを問1～問3まで記入させる。	ワークシート
10	グループで意見を交換し、代表的な意見を全体に発表する	はじめはグループ内で意見を出し合い、まとめさせ、その後、全体へ意見を発表させる（板書する）。	グループは4～6人程度で1つの班とする
25	「やりとり②」をよく読み、問4・問5を記入する。	「やりとり②」を読ませ、問4・問5まで記入させる。	ワークシート
30	グループで意見を交換し、代表的な意見を発表する（板書する）	グループの意見を聞き出す。問5はさまざまな意見が出ると予想されるため、各グループの意見を代表者に板書させても良い。 時間があれば、本指導案の補足資料を用いたり、職員のこれまでの経験について生徒に伝えたりする。	誤差や外れ値は数学Ⅰの学習範囲だが、生徒は未学習である。
45	本時のまとめ  クロムブックでリフレクションに回答	本指導案の補足資料を用いてまとめを行う。 次回は3学期に講演形式の科学倫理を実施予定であることを伝える 今日学んだことを今後の課題研究の際に活かすように伝える。	クロムブック

リフレクションのURLとQRコード（授業実施日に各クラスルーム（GR・AS）に配信します）

<URL>

<QRコード>

## ワークシートの補足について

問1 “好ましくない”と思われる箇所（例として3箇所（他にも意見は出るかも知れません））

10 生徒A (A)：ようやく実験が終わったね。改めてデータを確かめてみよう（右表：重力加速度の実験結果）。

20 生徒B (B)：うーん、だいたい想像していた範囲だから問題ないと思うけど、4回目のデータは随分外れた値になったね。これは削除しよう<sup>①</sup>か。

30A：そうなのかな。でも、実験値の平均は9.89だから、気にせずこのまま結果として提出してもいいんじゃないかな<sup>②</sup>。

40B：いや、4回目の結果は明らかに失敗ってことにして、それ以外を実験結果として提出しようよ。4回目のデータを除くと平均は9.73になって、もっと精度がよくなる<sup>③</sup>みたいだし。

50A：そうかなあ。うーん、でも、このデータも既知の値に対する誤差になるんじゃないかなあ。それに、4回目のデータを除くなら、7回目のデータも除いて、平均が9.81にすると最もよい実験結果にすることができってこと？

60B：いや、7回目の実験結果は、既知の値とはそんなに離れていないからさすがにそのままだと思うけど…。

問2 “理由”に相当する部分

①：実験データには必ず何かしらの意味がある。容易に削除することは望ましくない。

②：①と同様。結果について十分な考察を行わないまま結果としてしまうことは実験データとして望ましくない。

③：この行為は明らかに特定不正に当たる行為である。これらの行為は場合によっては法律等で罰せられることもあるので絶対に行ってはならない。特定不正については以下のものがある。

※ さらに補足（場合に応じて紹介してください）

**捏造 (Fabrication)**：存在しないデータ、研究結果等を作成すること。研究における捏造行為は特に研究倫理・研究公正に反するものであり、一般には法律に抵触するものではないが、悪質かつ重大なものになると詐欺罪などの犯罪行為となる場合が多い。改竄、盗用と合わせて科学における不正行為の1つとして国際的に扱われている。

（参考：文部科学省、研究活動の不正行為への対応のガイドラインについて）

**改竄 (Falsification)**：管理された文書や記録などが不正に書き換えられること。正規の権限のない人物や組織によって、あるいは不正な手段や手続き、本来許されないタイミングで内容が変更、上書きされることを指す。2014年に起きたSTAP細胞事件では、学会発表等の資料に不適切なデータ処理や加工を施した実験画像改竄があった。

（参考：日本技師装具学会誌「研究・発表における倫理」）

**盗用 (Plagiarism)**：他の研究者のアイデア、分析、解析方法、データ、研究結果、論文または用語を当該研究者の了承、表示なく流用すること。特に、実験等の手法についても参考とした論文等を示す必要があります。

（参考：日本技師装具学会誌「研究・発表における倫理」）

捏造・改竄・盗用の3つは英語の頭文字をとって“FFP”と呼ばれ、  
研究不正の中でも特に重大なものとして取り扱われています。

問3 例（例として3箇所（他にも意見は出るかも知れません））

○**真実性の重要性**：・・・研究結果やデータを改ざん、捏造することは絶対に許されません。結果が予想と異なった場合でも、そのデータは真実を反映しているものとして適切に報告すべきです。

○**他者の研究の尊重**：・・・他者の研究を引用する際は、正確にソースを記載すること。また、他者の研究をコピーすることは盗作となり、これも厳しく禁じられています。

○**結果の公正な解釈**：・・・データや結果を偏らせることなく、公正に解釈すること。また、結果の解釈や結論を導く際に、主観や先入観による偏りが生じないように注意することが求められます。

問4 （ 外れ値 ）と（ 誤差 ）【逆でも可】

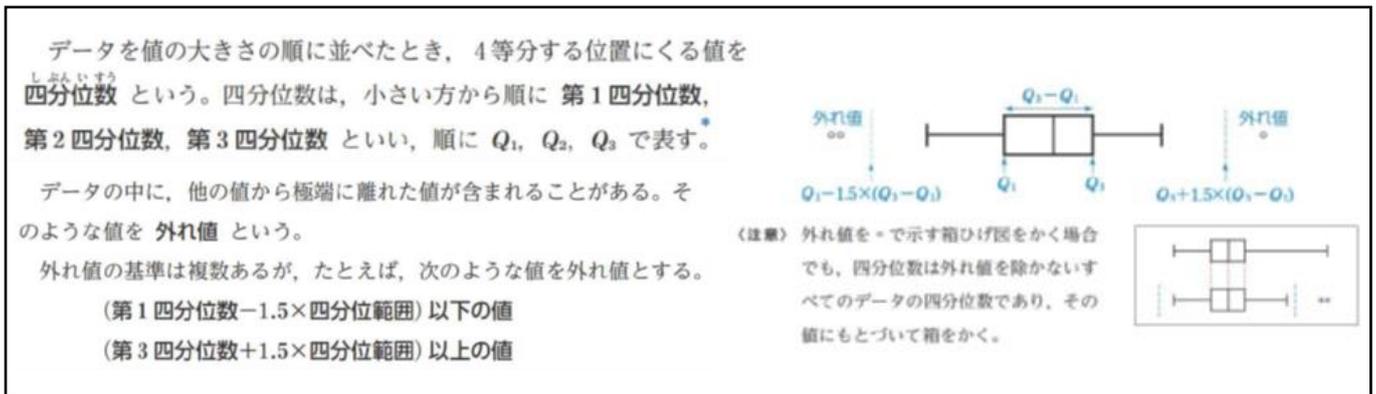
問5 例：いったん実験を中断し、その原因の特定を行う。

実験中に起こった大きな変化などはなかったかを確認する。等

※ さらに補足の補足（誤差と外れ値について）

誤差や外れ値について、一般的に数学 I で習う統計を用いて考えられます。第一四分位数と第三四分位数から四分位範囲をもとめ、上と下の境界値（四分位数の端の値）から四分位範囲の 1.5 倍までが“誤差”とされ、それを越えた値は“外れ値”とされることがあります。

（四分位数等についての図【数 I の教科書から】）



しかし、誤差や外れ値については明確に定められておらず「測定物により異なる」ことも事実です。例えば、「ヒトが摂取する薬剤等に対する効果」をデータにした場合、上記のような基準では人体に及ぶ副作用のリスクは大きくなると考えられるため、適用されません（より精度の高い結果を求められます）。

繰り返しますが、今回の誤差と外れ値はあくまでも1つの基準であり、必ず適用されるものではありません。そして、外れ値だったからといってやみくもに値を消してしまうのではなく、必ずその原因を少しでも明らかにすることが、良い研究を行う上で必要となる条件なのです。

2学期に入り、課題研究等でそれぞれがデータを収集することになるかと思います。ただ漠然とデータを取ってまとめるというのではなく、正しい方法でおよそ正しいと思われるデータを収集することが求められます。

長くなりましたが最後に、研究を行う上で、その研究が“およそ確からしい”とするために必要な3つの条件を示します。これらを頭に入れて、今後の課題研究等に努めてください。

**妥当性**：存在しないデータ、研究結果等を作成すること。研究における捏造行為は特に研究倫理・研究公正に反するものであり、一般には法律に抵触するものではないが、悪質かつ重大なものになると詐欺罪などの犯罪行為となる場合が多い。改竄、盗用と合わせて科学における不正行為の1つとして国際的に扱われている。

（参考：文部科学省、研究活動の不正行為への対応のガイドラインについて）

**客観性**：管理された文書や記録などが不正に書き換えられること。正規の権限のない人物や組織によって、あるいは不正な手段や手続き、本来許されないタイミングで内容が変更、上書きされることを指す。2014年に起きたSTAP細胞事件では、学会発表等の資料に不適切なデータ処理や加工を施した実験画像改竄があった。

（参考：日本技師装具学会誌「研究・発表における倫理」）

**再現性**：他の研究者のアイデア、分析、解析方法、データ、研究結果、論文または用語を当該研究者の了承、表示なく流用すること。特に実験等の手法についても参考とした論文等を示す必要があります（参考：日本技師装具学会誌「研究・発表における倫理」）

