

統計で科学データの信頼性を検証し、「データの誠実さ」を考える体験学習

対象	中学生（13～15歳）	実施形態	グループ学習（自由学習型）	使用教材	検証シミュレータ（07-10）、学習の手引き、ワークシート
活動時間	自由学習型（目安 40～50分）			使用機器	タブレット端末または PC（グループに1台以上）

## 学習目標

- 「理論値に近すぎる」データが統計的に不自然である理由を、07-08の大数の法則体験と結びつけて説明できる。
- シミュレーションで得られた「これ以上正確な結果の確率（%）」とヒストグラムを読み取り、3つのデータの信頼性を比較できる。
- 「法則が正しくてもデータの選択は許されない」という科学倫理の観点から、意見を根拠とともに表現できる。
- 選択バイアスという概念を理解し、データリテラシーの観点から科学的主張を批判的に見る態度を身につける。

## 活動の流れ（タイムテーブル）

フェーズ	目安	学習者の活動	指導者のかかわり
① 導入・予想	5分	「できすぎ疑惑」の背景を手引きで読み、ワークシートAに予想を記入する。 <b>WS-A</b> 「メンデルのデータが怪しいと思う？」という直感を先に記録させる。	「偉大な科学者のデータが改ざんされているかもしれない」という問いの面白さを伝える。正解を言わず「シミュレーションで確かめよう」と促す。
② プリセットの検証	15分	3つのプリセットを順に検証し、結果をワークシートBに記録する。 <b>WS-B②</b> 「これ以上正確な結果の確率（%）」と判定（ <input checked="" type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> ）を必ず記録する。	「メンデルのデータの判定はどうだった？」と問いかける。予想と違った結果が出たグループには「なぜそうなった？」と考察を促す。
③ グラフの読み取り	8分	ヒストグラムの「濃い色の部分」の意味をグループで確認し、ワークシートBの③に記入する。 <b>WS-B③</b> 「濃い色 = 入力データと同じかそれ以上に理論値に近い結果の割合」を確認させる。	「濃い色の部分が多いほど何を意味する？」と問いかける。「自然にこれほど正確な結果が得られる確率」という解釈を引き出す。
④ 倫理的議論	12分	ワークシートC④の「意見A vs 意見B」について自分の立場を決め、理由をグループで議論する。 <b>WS-C</b>	どちらの立場も尊重する。「なぜそう思う？」という根拠を引き出す。「データを疑う目」がデータリテラシーの核心であることを伝える。
⑤ まとめ	5～8分	「データの信頼性について学んだこと」を一文にまとめ、発表または共有する。 <b>WS-D</b>	「選択バイアス」「統計的検定」「データの誠実さ」という言葉が含まれているか確認する。この単元全体（07-08～07-10）の締めくくりとして、「法則の発見→検証→信頼性の問い直し」という科学の流れを補足する。

## ▲ 自由学習型の運用ポイント


- ▶ 07-08・07-09を経験していると「自然なばらつきの大ささ」を体感済みのため、「近すぎる」ことの違和感が伝わりやすい。未経験の場合は07-08の大数の法則を簡単に復習してから始める。
- ▶ 倫理的議論（意見A vs B）は正解がない。両方の立場を引き出し、根拠の質を評価する姿勢で進める。
- ▶ 早く終わったグループには「自分で数値を入力して判定の境界を探そう」という追加実験を提示する。

## ★ 各フェーズの指導ポイント

## ① 導入・予想フェーズ

- ・「偉大な科学者のデータが疑われている」という事実は生徒の好奇心を強く引き出す。「どう思う？」という開かれた問いから始める。
- ・予想は「怪しい/怪しくない」の直感でよい。シミュレーション後に振り返ることが学びになる。

## ② 3プリセットの検証

- ・メンデルのデータが「できすぎ」と判定されることへの驚きを大切にする。「法則は正しいのに、なぜデータが疑われるのか」という問いにつながる。
- ・「これ以上正確な確率(%)」が95%を超えるほど「できすぎ」の疑いが強い(判定基準5%の場合)ことを確認させる。

## ③ グラフの読み取り

- ・ヒストグラムの読み方の鍵: 「濃い色の部分が右に集まっているほど、入力データが理論値に近い(=ばらつきが少なすぎる)」ことを口頭で確認させる。
- ・07-08の実験で「100回ではばらつく」を体感していれば、「8000個でもばらつくはず」という感覚的な理解につながりやすい。

## ④ 倫理的議論・⑤ まとめ

- ・意見A(問題ない)と意見B(問題がある)のどちらも科学的・倫理的に根拠ある立場。「正解を出す」ではなく「根拠をもって主張する」練習として位置づける。
- ・まとめには「データの信頼性」「選択バイアス」という言葉を使わせる。07-08~07-10の流れを「法則発見→検証→信頼性の問い直し」として締めくくる。

## ● 想定される生徒の反応と声かけ例

生徒	「メンデルのデータが『できすぎ』って判定された！メンデルは嘘をついたの？」	対応	「統計的に不自然というのは、証拠ではなく疑惑だよ。意図的かどうかはわからない。データを選んで記録した可能性もあるし、実験の方法に何か理由があったかもしれない。大事なのは『法則は正しいが、データの過程を問う』という視点だよ。」
生徒	「法則が正しいんだから、データが少し調整されていても問題ないんじゃない？」	対応	「それが意見Aの立場だね。でも考えてみて。もしメンデルの結論が間違っていたら？データを都合よく選ぶ習慣が広まったら？科学はデータの誠実さがあって初めて信頼される仕組みなんだよ。」
生徒	「『完璧すぎる結果』よりメンデルのデータのほうが疑わしくない？」	対応	「実際に検証してみよう。どちらの『これ以上正確な確率(%)』が高かった？数値で比べることが大事だよ。直感と数値が一致するかどうか面白い発見になるはず。」
生徒	「ヒストグラムの濃い色と薄い色の違いがよくわからない。」	対応	「濃い色は『今入力したデータと同じかそれ以上に理論値に近い結果』がシミュレーションで出た回数だよ。濃い色が右寄り(理論値に近い側)に多いほど、入力したデータが自然な実験では出にくい結果だということを示しているんだ。」

## 📄 評価の観点

観点	評価できる状態の例	確認方法
知識・理解	「理論値に近すぎる」ことが不自然な理由を、大数の法則(ばらつきが自然)と結びつけて説明できる。	ワークシートC⑤ 発言観察
思考・判断	3プリセットの検証結果を比較し、「これ以上正確な確率(%)」の数値の意味を正しく解釈できる。	ワークシートB②③ グループ議論
表現・発信	意見A/Bのどちらかの立場から、根拠をもって「データの信頼性」について主張できる。	ワークシートC④・D 発表
主体的な学び	自分で数値を入力して判定の境界を探するなど、発展的な実験を自発的に行っている。	行動観察

## 🔑 この教材の特徴と活用上の注意

- ▶ **07-08~07-10の位置づけ**: 「法則の発見(07-08) → 発展(07-09) → データ自体の信頼性の問い直し(07-10)」という3段階の深まり。07-10単独でも使えるが、07-08の大数の法則体験があると理解が格段に深まる。
- ▶ **倫理的議論の扱い**: 意見A・Bは対立ではなく「どちらの根拠が強いのか」を考える練習。教員が一方の立場を押しつけず、根拠の質を評価する姿勢を示す。
- ▶ **メンデルの名誉について**: 「疑惑はあくまで統計的な議論」という枠組みを維持する。メンデルを批判する場ではなく、科学とデータの関係を学ぶ場であることを生徒に伝える。