

統計ガイダンス×探究基礎演習 実施報告書

1 年探究基礎・SSH 委員会

- (1) 日程 令和2年7月16日(木) 7限 15:45~16:35
令和2年7月21日(火) 3限 10:55~11:45

(2) 仮説・ねらい

- ・自身で収集したデータを用いて、検定（ノンパラメトリック検定の Wilcoxon 検定とパラメトリック検定の t 検定）を体験的に学ぶことで、検討したい2つのパラメーターに違いがあるかどうかを統計学的に判断する際の基本的な考え方を身につけ統計の学習や課題研究への意欲を高める。
- ・グループワークを取り入れたデータ解析実習は生徒の主体性と協働力を高め、科学への興味を高める。

(3) 実施内容

①データ収集

7/16(木)シンギュラリティテストとグループワーク&3組・4組の知識量の差の検定

- ・シンギュラリティテストを受けて、気になった言葉をインターネットで調べ、調べた内容について説明し合うグループワークを実施した(Fig. 1)。(シンギュラリティテスト1 & Wilcoxon 検定参照)



Fig. 1 シンギュラリティテストで調べた内容について説明し合っている様子

7/21(火) 男女における心拍数の検定 (Wilcoxon 検定の復習)

- ・心拍数の測定し任意の男女5人ずつの心拍数のデータを集め、整理した(Fig. 2)。
- ・平均値の算出とグラフ作成の結果から、2群間で得点（知識量）や心拍数に差があるか判断した。
- ・差があると判断した人も差がないと判断した人もおり、全員同じ結論になったグループはなかった。

②データ分析・検定

両日とも、帰無仮説「A 群と B 群では〜〜に差がない」を立て、これが正しいかどうか（棄却できるか）、Wilcoxon 検定を行い判断した。その結果、帰無仮説は棄却できないことが明らかとなった。

また、t 検定については、SSH 人体プログラムで学んだ「心拍数=70」が正しいかを確認する手法を紹介した。今後統計の授業で標準偏差などを学んだ後に「平常時、運動後の心拍数に差があるか」について実習で明らかにする予定である。



Fig. 2 心拍数のデータを収集している様子

$$\begin{aligned}
 s^2 &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad \text{F7} \\
 s^2 &= \frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{10-1} \\
 &= \frac{1}{9} \left\{ (82-73.8)^2 + (66-73.8)^2 + (60-73.8)^2 \right. \\
 &\quad + (84-73.8)^2 + (80-73.8)^2 + (70-73.8)^2 \\
 &\quad + (66-73.8)^2 + (58-73.8)^2 + (84-73.8)^2 \\
 &\quad \left. + (88-73.8)^2 \right\} \\
 &= 121.288889 \dots \\
 s &= 11.012 \dots
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{\bar{x} - 70}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \\
 &= \frac{73.8 - 70}{\frac{11}{\sqrt{10}}} \\
 &= 0.109 \dots < 2.262
 \end{aligned}$$

Fig. 3 t 検定の例

(4) 評価

(1) 科学への興味が高まった 85%(+6)、(2) 未知の事柄への興味・好奇心が高まった 87%(+11) 実験、観測、観察への興味が高まった 81%(+13)、(18) 課題研究への意欲が高まった 78%(図 1) や生徒感想 (表 2) より、**検定について学ぶことは生徒の理科や数学への好奇心や課題研究への意欲を高めることが示された**。また、(3) 以前より科学的にものごとをとらえられるようになった 76%(+20)、(9) 仲間とともに学習を深めることの大切さを理解した 88%(+16) など、昨年同時期に実施した統計ガイダンスと比較しても、多くの観点で生徒の評価が上昇した。本年度は、新たに「シンギュラリティテスト」の実施や「Wilcoxon 検定の実習」をグループワーク形式で行ったことなど、統計と演習の要素を多く取り入れたことが良かったと考えられる。直感ではなく理論に基づき差の有無を判断することに興味を持った生徒も多くいた。今後、本研修の成果を参考にデータ収集→データ分析 (検定による結果の解釈) の流れを理科の授業 (自然観察フィールドワークや実験などの機会) において積極的に導入し、課題解決力の育成に活かしたい。

表 1 生徒の評価 (1 そう思う 2 どちらかといえばそう思うと回答した生徒の割合)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2020年	85%	87%	76%	72%	32%	68%	69%	49%	88%	86%	81%	58%	44%	53%	56%	62%	29%
2019年	79%	76%	56%	67%	31%	69%	59%	44%	72%	71%	68%	40%	49%	38%	37%	60%	42%
本年-昨年	6%	11%	20%	5%	1%	-1%	10%	5%	16%	15%	13%	18%	-5%	15%	19%	2%	-13%

- (1) 科学への興味が高まった。
- (2) 未知の事柄への興味・好奇心が高まった。
- (3) 以前より科学的にものごとをとらえられるようになった。
- (4) 理科や数学の理論や原理への興味が高まった。
- (5) 地元地域への関心が高まった。
- (6) 身近な生活において科学が活かされていることを実感した。
- (7) 学びを身近な生活に活かそうという意欲が高まった。
- (8) 進路について考えるようになった。
- (9) 仲間とともに学習を深めることの大切さを理解した。
- (10) 知りたいことを自分で調べる意欲が高まった。
- (11) 実験、観測、観察への興味が高まった。
- (12) 研究活動および研究者を身近に感じるようになった。
- (13) まとめや発表を通して表現力が向上した。
- (14) 科学の発展と人類との関係について考えるようになった。
- (15) 科学の発展と社会との関係について考えるようになった。
- (16) 科学の学習が自分の将来の可能性を広げると思うようになった。
- (17) 将来やってみたいと思える研究があった。
(または 2 年次「課題研究」のテーマになりそうな研究があった。)
- (18) 課題研究への意欲が高まった。
- (19) 国際性が高まったと感じた。
- (20) このような授業 (コラボ授業や講演会) をまた聞きたいと思った。

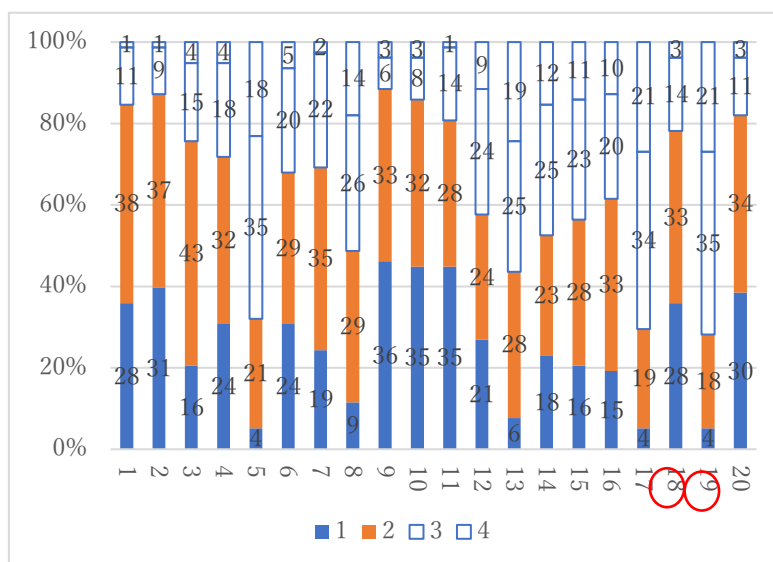


図 1 生徒の評価

表 2 生徒の感想

① Wilcoxon 検定や有意差の判断に関する記述 (直感でなく検定で判断することが面白かった、など)

帰無仮説という無にしたい仮説を明確にすることでどんな事を調べればいいのかより分かりやすくなった。ウィルコクソン検定を使えば仮説の証明の幅が広がるので使ってみよう。/16 日の探究基礎で帰無仮説に差がある差がないという意見がグループのたった 5 人だけでも分かれて**価値観の違いによって感じ方が変わる**ことの面白さや**計算で結論が出ることで積極的に取り組むことの面白さ**が分かった/**全数調査は不可能に近いことだからこのように標本調査をして全体に同じようなことが言えるか調べなければいけないこと**やその方法があると知って驚いた。また一番最初にこれらを考えた人がいることがとてもすごいと思えた。/結果を調べるときは**代表値**の違いで判断するよりももっと細かく数を使って調べた方が良かった。**結果を比較する方法**もたくさんあることが分かった。/データから結論を出すのが面白いと感じた/生物、物、にはこの差がありその中のまとまりを調べてウィルコクソン検定を行った「**○と△には××**」という**仮説を立て**自分でその仮説はどうかを調べることに少し面白いと感じた。これを活かして今度の研究にも取り組みたいと思った/数やグループでのグラフをパッと見たら一見差がありそうだけど差を調べるような t 検定やウィルコクソン検定によって差があるかを立証できた/統計を最初に行った時は難しかったけど**結果までの計算を進めていくと新しい発見**ができたので他にもいろんなことに挑戦してみたいと思った。/男子と女子の心拍数に差がないと**帰無仮説**を立てて実際に「**対応のない 2 群**」を Wilcoxon 検定して自分の力で棄却できないと述べられることができて良かった。/ウィルコクソンを知る前は一つでも大きな差があると差があると考えていたが知った後は全体

的に見れば差がないとわかった。/今までは少しでも数値に違いがあると差があると思っていたが、**Wilcoxon 検定**を使うことで差があるかないかを判断できることがわかった。もっと使って差があると思っていたものを調べてみたいと思った。/ウィルコクソン検定を使って実際に調べたことについてデータを比較して差があるかないかなど正確に結果を出せることが分かったので身近で気になったことを調べるに活かそうと思った。/差があるかないか直感で最初判断したけど、Wilcoxon 検定というしっかりした調べ方、基準があり面白かった、**標本調査**では本当の実態を調べるのは難しいこともあると分かった。/差を比べたい時は**グラフだけで判断せずにウィルコクソン**を使って調べた方が正確なものが出せるとわかりました。/wilcoxon 検定という知らなかった方法知らなかった科学のことなど知らなかったことを知ることができたのでよかった。/今までできなかったことがまたひとつできるようになった気がして**世界が広がった**などと思った。もっと深く理解したい。/結果だけをみて集団に差があるんじゃないかと思っても実際に Wilcoxon 検定などをして確かめると集団に差がないと分かったり、またその逆もあるので自分が課題研究をするときは結果だけではなく、このような検定を行って集団を比べたりできたらいいと思った。色々な視点から物事を見ることが大切だと思った。/ただ数値や平均値の比較ではなくもっと他のいろんな比較のやり方があることが分かったでもその方法がとても大変だった。場合によって検定の種類を使い分ける。/Wilcoxon 検定を使うときはデータ値を小さい順に並べ、順位値をつけることが分かった。TTEST は対応のある 2 群と対応のない 2 群とで使う使わないをすることが分かった。/Wilcoxon 検定ははじめ難しいと思ってたけどやってみると楽しくて色々なものを調べてみたいと思った。/違う生物と比較や同じ個体に変化をもたらしたと比較するなど一つのことでも様々なやり方があることが分かった。/前はうまく使えなかったウィルコクソン検定が今回は前の反省を生かして計算することができた。/検定のやり方など難しいものも多くこの先もこういったものを学んでいくのは大変だろうなと思った。/自分たちの数値を比較して初めは差があると思ったが Wilcoxon 検定をしたことで差があると思っていたものもだいたい差がないという結果になることが分かった。/Wilcoxon 検定では**グラフでは読みきれない「差があるかどうか」を求められる**ことを知り意外と面白かった。Wilcoxon 検定を知るまでは自分の価値観だけで差がある差がないなど決めていたけど知ることによって客観的に結論を出したりより正確に結論を出せるようになった/今回の wilcoxon 検定などを通してこういう計算方法があったんだと改めて感じたそしてそこからたくさんの疑問や発見があったのでそこについても自分なりにも**改めて考えてみたい**と思った。また標本調査もその時それぞれの条件で常に変わるのではなくしっかりと分らないことを改めて気づいた/何をどう調べるかによってその差を調べるのに合ったやり方があると学んだ。自分には差があると思っていたとしても実際は差がなかったりして驚いた/Wilcoxon 検定は今まで知らなかったけれど知ってとても便利だな/統計など色々なことが身近なもので比較することができると分かった色々な方法で比較することができると分かった/Wilcoxon 検定を使う前は差があると思っていたが検定を使うことで差がなかったりと予想と違いを比べるやり方が分かった/差があるかないかは各々の価値観で通じると思っていたが差で表し説明できることに意外性を感じた。自分で計算し結果を出すことにやりがいがあった/ぱっと見の数字だと差があると思うけどちゃんと調べると差がないものがあると学べたし面白い/グループごとによって**計算結果に違いはあるが最終的な結果（差がある・ない）が同じになるのは面白い**/統計は普段やるのが少ないのでデータを集めたり測ったりするのは結構面白かった。統計を使って研究するのは難しそう。/Wilcoxon 検定は色々な場面で使える/差があるかないかは自分で計算しないと分からない/差があると思ったことも計算してみると差がないことが分かってびっくりした/ただ差があるかないかで比べられずしっかりした計算の仕方があることが分かった比べる時はなるべく対応した二群を比べるのが良い/データの比べ方には色々な方法があってそのデータの数にあった比べ方がある調査した結果を周りの人と共有したりして自分のデータや相手のデータを比べることが出来た。/情報は偏ったところからではなく満遍なく拾うことが大事だと分かった研究の仕方もあるとたくさんあるので他の人の結論を実験方法もみて正しいか判断する必要があると思いました。/差がある・なしは自分で決めるものではなくしっかりと**基準**があることを知った。計算をよく間違えるので工夫したり検算する癖をつけたい/自分が思っていたよりも「差がある」というには大きな差が必要でびっくりした。2つのものの**差を求める方法**を知ることができたのでよかった。/差があるかないか直感で最初は判断していたけど、**Wilcoxon 検定**というしっかりとした調べ方、**基準**があり面白かった。**標本調査**では本当の実態を調べるのは難しいこともあるとわかった。/2つのデータを比べる時にどんな方法を使うのが一番ベストなのか考える必要があることを知りました。今後の探究基礎で活かせるようにしたい/一見差がありそうな物でも**ウィルコクソンの順位和検定**をやってみると差がなかったりしてびっくりした/差はあるけどだいたい誤差になっていることを学んだ。/生物などの研究では対応のある 2 群で調べないといけなことを学んだ。**Wilcoxon 検定**は何か調べたい時に役立つものと思った（差があるのか確かめるとき）。今まで差があるかないかは直感で判断していましたが差があるかないかを判断することは **Wilcoxon 検定** することで初めてできることを知りました。まだやり方が曖昧なのでたくさん練習してスラスラできるようになりたい

②課題研究への意欲

数字を見ただけでは、正確なことは言えないので計算したり周りの意見を聞くことが大切だと思いました。今回学んだことを**課題研究に活かしたい**です。/課題研究に対して抵抗感があったけど少し興味が持てるようになった。また自分で研究したいと思うことを早く見つけたい/知らないことを知れるのはいいけど自分で何を知りたいかを定めることがまだできていないただ今回のような考え方を使えば**研究**でも使えると思うので**色々知りたい**と思う。来年課題研究を進めていく時にある物同士の数値を比べたりする際に ttest や Wilcoxon を使う。自分で出した結論が本当に正しいかどうかを調べて最終的な結論を出す必要があることを学ぶことができたので、2年次の**課題研究**などに活かしていきたい。/探究基礎で何をするのかよくわかっていなかったけど授業を受けて統計の勉強をして**課題研究の時に使え**ような計算があったので来年に活かせるようにしたい/**課題研究に活かして**より具体的な数字で表したらわかりやすいんだと実感/早めに**課題研究のテーマ**を見つけなければならない/シンギュラリティテストによって自分の知らない言葉が

思ったよりも多くて驚いた。知らない言葉を調べてみようと思った。自分に少しやる気が芽生えた/シンギュラリティテストの中で知らない言葉がたくさんあったので調べてみたいと思った。
③科学・研究者への興味に関する記述 Wilcoxon 検定してみて男女の心拍数の差があるか調べたら差がないことが分かった科学者たちが色々な実験をしてこうした結果を出していると思うとすごいと思った。理論や原理についてもっと知りたくなった。/科学者たちが色々な実験をしてこうした結果を出していると思うとすごいと思った。私たちがやっている数学は正直将来使うのかとか必要なのがわからなかったが今回の研修は意欲が湧き取り組もうとする意思が出てきた。次回からもこういう所で使うなど教えてもらえるとより授業に集中できそう/統計の事については普段触れる機会がないので難しいことをやるのかなあと思ったけどやってみると思ったよりも楽しかった。/楽しくできた。/研究者などが出している結論は統計値が関係していることが多いと知り、求め方を少し知れたことで科学を身近に感じることができた。/まだまだ自分の知らない科学や数式があることを実感できた。/グループで集計した結果から仮説などを証明するのは大変だった研究者ってすごいと思う。/たくさんのデータを集めている研究者さんはすごいと思ったし大変だとも思った/研究者の人が調べているのは本当にごくわずかであることが今まで以上に実感し情報の大切さを改めて知った。研究者の言っていることが全てじゃないと自分でウィルコクソン検定やってみて分かった。説明を聞いて分かった。
④グループ学習に関する記述（理解が深まる、違う視点が得られるなど） 共通の課題を持つと近くのグループの人やグループの人と自然と会話ができるんだと感じた。/グループワークすることでより理解を深めることができましたまた意見交換などもできてよかったです。今回の研修で物事の捉え方は一つじゃないと思ったし色々な方法で差があるのかないのかについて考えられました。/周りの人の結果を知って、そこから帰無仮説が棄却できるか考えるのが楽しかったし、Wilcoxon 検定の計算のやり方を知って覚えることができたので良かった。人によって考え方が違うのも面白いことだと思った。/周りの人と話し合ったりすることで自分とは違った考え方を取り入れることができグループワークの大切さを知ることができた。/人にわかりやすい説明をする力が深まったと思う。仮説を立てて調べるのは少し難しかった。/自分がわからなかったり説明などが不十分な時に相手の説明を聞くことで違う観点から観れた/グループで学習する大切さを学びました。/周りの人と自分の結果を比べたり差があるかを調べたりすることで、自分の知識量が周りの人と比べてどのくらいなのかを知れたのでよかった/一人では少し不安があったがグループワークをすることで少しでも不安を和らげることができグループワークの大切さを実感/人と協力してやる授業は楽しい普通の授業より集中してできたと思う/一人で何か調べるよりやっぱり何かしら人と話して調べる方がいい自分の意見を他人に伝えたりしたいと思った/自分の意見と他の意見では少し違う結果になるところがあったがこの研修を通じて検査で差があるかを求めた時意外と差があるとは限らなくなり確かめることが一番大事と感じた/色々な人の結果を集めて仮説を証明することが出来たし教えあったりすることは大切、Wilcoxon 検定難しかったけどやり方を知れてよかった/グループで活動することでわからない所をカバーしあえる/シンギュラリティテストで自分のわからない言葉（ユニコーン企業）を見つけて調べてわかるように出来た。対応するかしないかで差の変化が出ることを学べた/グラフを書いたときに人によって違うグラフができていたので面白かった。/色々な結果や意見を聞くことは大切だと学んだ。/4組の人の意見を聞けたり自分たちで調べたりしながら出来たのでよかった。/誰かと話すことで自分が考えていたこと以外の意見がたくさん出てきて楽しかった。二群でも対応しているかいらないかでこんなにも差が出ることに驚いた。/一人一人考えていることが違うから別角度の意見も考えられて理解が深まった。逆に同じ考えの人たちどうして集まって深く掘り下げていったら共感で終わってしまい探究できなかった。毎回同じ人ではなく色々なグループやペアでもやってみたいと感じた。
⑤その他（授業に関する意見など） こういう講演会だとより多くのことが出来て調べ学習の幅も広くなり楽しいのでまたやってほしいと思った。あとめちゃわかりやすく楽しかった/自分で考えたり話し合いをする時間がほしい/終始なるほどと思える3時間でした。とても楽しかったです。/先生の授業が理解しやすくてすごい面白かったです。



①自己診断 聞いたことがある言葉に○をしましょう。(3分)

得点 点

SDGs		AI(人工知能)		ブルー・オーシャン		Twitter	
プラネタリーバウンダリ		ビッグデータ		アリゴリズム・フェアネス		LINE	
Society5.0		シンギュラリティ		ブロックチェーン		Instagram	
5G 通信		IoT(Internet of Things)		仮想通貨		Skype	
シティブレイン計画		量子コンピュータ		プログラミング		ZOOM	
自律運転(自動運転)		(LINE の) りんな		Python		Facebook	
体に埋め込むマイクロチップ		ゲノム編集		Uber Eats (Uber)		Amazon	
ドローン		iPS 細胞		ESG 投資		NETFLIX	
iPhone		新型コロナウイルス		ユニコーン企業		YouTube	
3Dプリンタ		PCR		ギグエコノミー		STEAM 教育	
AR		再生医療		クラウドファンディング		日本の空き家問題	
VR		地球温暖化		デザイン思考		電子マネー	
RPA		再生エネルギー		MECE		M ペサ	
Siri		水素発電		セレンディピティ		アリペイ	
アレクサ		スマート農業		GAFA(GAFAM)		ウィチャットペイ	
QR コード		シェールガス		Google Earth		ファーウェイ	
e ラーニング		培養肉		Google 翻訳		デイデイ	
MOOC		落合陽一		Google Map		シェアリング自転車	

(飯山高校オリジナルテスト～シンギュラリティに備える72のリスト～)

②ペアワーク 周りの人と見比べてお互いに知らない言葉について説明してあげましょう。(3分)

③調べ学習 気になる言葉をいくつか選んで、インターネットで調べてみましょう！(5分)

④発表 調べた内容を1分間で紹介しましょう！(5分)

Wilcoxon 検定 (* ウィルコクソンの順位和検定)

「対応のない 2 群」の実験を正しく検定する方法（Wilcoxon 検定）を学びましょう。

1. 両チームの得点 (=知識量) を比較してみましょう。

[illegible]

結論 A チームと B チームでは知識量に差が ある ・ ない .

2. 両チームの結果から 3 組と 4 組では知識量に差がある（差がない）と、本当に言えるでしょうか？
何を基準に差がある・差がないを判断したらよいか？

→ Wilcoxon 検定を行い、対応のない 2 群 (A チームと B チーム) を比較しましょう。

(方法は課題研究ガイド 37P を参照)

Wilcoxon 検定の表 有意水準 5 % ($\alpha = 0.05$) の数表

$\alpha = 0.05$		N ₂						
		4	5	6	7	8	9	1 0
N ₁	2	-	-	-	-	3/19	3/21	3/23
	3	-	6/21	7/23	7/26	8/28	8/31	9/33
	4	10/26	11/29	12/32	13/35	14/38	14/42	15/45
	5	-	17/38	18/42	20/45	21/49	22/53	23/57
	6	-	-	26/52	27/57	29/61	31/65	32/70
	7	-	-	-	36/69	38/74	40/79	42/84
	8	-	-	-	-	49/87	51/93	53/99
	9	-	-	-	-	-	62/109	65/115
	1 0	-	-	-	-	-	-	78/132

t検定

課題 心拍数は70であると言えるでしょうか。有意水準を5%として検定してみよう。

方法 帰無仮説「心拍数は70である」とし、これが正しいかをt検定により確かめた。

10人の心拍数を測定し、Tを計算しt分布の値と比較した。

表1 心拍数

No	心拍数
1	82
2	66
3	60
4	84
5	80
6	70
7	66
8	58
9	84
10	88
平均値	73.8

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad \text{Fy}$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{10-1}$$

$$= \frac{1}{9} \left\{ (82-73.8)^2 + (66-73.8)^2 + (60-73.8)^2 + (84-73.8)^2 + (80-73.8)^2 + (70-73.8)^2 + (66-73.8)^2 + (58-73.8)^2 + (84-73.8)^2 + (88-73.8)^2 \right\}$$

$$= 121.288889...$$

$$s = 11.0312...$$

$$T = \frac{\bar{x} - 70}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$= \frac{73.8 - 70}{\frac{11}{\sqrt{10}}}$$

$$= 0.109... < 2.262$$

よって、帰無仮説「心拍数=70」は棄却できない。