

高校数学における統計教育の教材開発とその実践

及川 久遠¹・井出 和希²・細野 智之³・
芥川 麻衣子⁴・川崎 洋平⁵・渡辺 美智子⁶

(受付 2017 年 7 月 25 日；改訂 2018 年 3 月 22 日；採択 4 月 4 日)

要 旨

高等学校の数学教育において必修科目である数学 I の単元「データの分析」の指導が始まり 2018 年度で 7 年目を迎える。そこで本研究ノートでは「データの分析」の学習内容を復習するために作成した教材とそれを用いた 2 つの授業実践を紹介する。はじめに行った特別授業は、薬ができるまでの流れや臨床試験について専門家による講話を行い、その講話の中で統計の活用について触れ、続いて講話と関連した題材を用いて「データの分析」の復習を試みる内容になっている。次にこの特別授業を踏まえ、授業者である現場の数学教員が普段行っている授業に合うように教材をアレンジして行った通常授業の様子を紹介する。これら 2 つの授業後に実施した自由記述による生徒の感想から、いずれの授業においても生徒の統計学への興味・関心が増したことがわかった。また、この生徒の感想から創薬や臨床試験そのものにも高い関心があることがわかった。

キーワード：教材開発，授業改善，統計教育，数学教育。

1. はじめに

数学 I「データの分析」について学習指導要領解説(文部科学省, 2009)では「具体的な事象に基づいた扱いをすることが大切」としているが、ほとんどの教科書が代表値，分散，相関係数などを求める計算問題が中心に扱われている(橋本・及川, 2016)。統計は高校数学ではじめて必修化されたこともあり，現場の教員も教育経験がほとんどないので教科書を頼りにすることが多い。このような現状を打破するために実社会で統計が使われている場面を紹介し，同時に教科書で学習した内容を復習できる「まとめの教材」を作成したいと考えていた(高岡 他, 2015)。

なお，今回作成した教材はあくまで臨床試験を行う中で統計が使われていることを紹介し，その後代表値，分散，統計グラフなどこれまで学んだことを復習することが目的であり，臨床試験そのものを教えることが目的ではない。

¹ 西日本工業大学 工学部：〒800-0394 福岡県京都郡苅田町新津 1-11

² 京都大学 学際融合教育研究推進センター：〒606-8501 京都府京都市左京区吉田近衛町

³ 田園調布学園 高等部：〒158-8512 東京都世田谷区東玉川 2-21-8

⁴ 静岡県立大学大学院 薬食生命科学総合学府薬科学専攻：〒422-8526 静岡県静岡市駿河区谷田 52-1

⁵ 千葉大学 医学部附属病院：〒260-8677 千葉県千葉市中央区亥鼻 1-8-1

⁶ 慶応義塾大学大学院 健康マネジメント研究科：〒252-0883 神奈川県藤沢市遠藤 4411

2. 教材開発について

2.1 なぜ臨床試験なのか

本研究(高校における統計教育の教材開発)をスタートした2015年頃に臨床試験に関するニュースが薬事日報(2014, 2015)等で取り上げられており, 臨床試験が実生活に密接していることは高校生でもわかっていた. また, 薬学部の教員も薬学出身者の多様なキャリアパスについて知ってもらう機会があればよいと考えていた. しかし, 統計学と薬学の関連について教科書での扱いはほとんどないものの, 唯一扱いのあった教科書における記載は以下の通りであり(図1, 高橋 他, 2016), 教材を作成することで多くの生徒に薬学について知ってもらうためのきっかけになると考えた.

臨床試験を紹介した後で教科書で学んだ統計的手法に触れられる演習ができる教材を作成し実践することを目指した. 特別授業では作成した教材を用いて次の手順で実践した.

- (1) 創薬の話と臨床試験についての簡単な解説を行う.
- (2) 二重盲検法をイメージできるような作業と得られたデータの分析を生徒に体験させる.

作成した教材が現場の教員が扱えないほど専門的になりすぎないように数学教育の立場から制限をかけた. そのため生じた問題については5章で述べ, 作成した教材の具体的な内容については次章において特別授業の展開とともに述べる.

2.2 教材作成に関する留意点について

「応用から基礎へ」という流れの中で統計が使われている事例を知り, 既習事項を活用することで統計の有用性を生徒に実感させるため, 今回の特別授業用の教材作成に際し次の3点に留意した(渡辺, 2006, 2013).

- 創薬の話題から始まり, 実生活に関わる場面で統計が使われていることを生徒が実感できる工夫をする.
- データをとる体験をさせる. ただし, あくまでも数学の授業であることを考慮して, 臨床試験に関する話が専門的にならない工夫をする.
- 得られたデータを整理・分析するにあたり, 最近の学校現場で推進されているアクティブ・ラーニングを取り入れる.

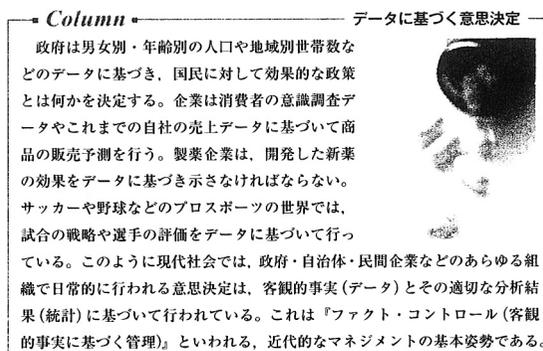


図1. 教科書のコラム(一部).

3. 特別授業について

まずはじめに生徒が統計学の必要性を感じられるように創薬に関する講演と「データの分析」の復習ができる統計学の教材を用いた授業をセットとした授業プランを提案した(及川 他, 2015)。以下、各節において作成した教材の概要を授業展開の順に紹介する。

3.1 特別授業の概要

希望者を募っての特別授業という形での実施ではあったが、医歯薬系進学希望の生徒だけではなく、純粋に統計の勉強のために参加したという生徒も 27.3% いた。

実施校： 田園調布学園高等部(東京都)

実施日： 2015 年 11 月 14 日(土)

1 時間目 13 時～14 時

2 時間目 14 時 10 分～15 時 10 分

対 象： 高校 1, 2, 3 年生の希望者 22 名

授業者： 1 時間目 井出, 川崎

2 時間目 及川, 芥川

観察者： 1 時間目 及川, 芥川, 細野

2 時間目 井出, 川崎, 細野

授業に先立ち参加した主な動機を生徒に質問した。なお、回答は挙手で行った。1, 2 年生は主に統計の復習のためと答え、3 年生は主に進学のためと答えた。3 年生の中には翌日が薬学部の推薦入試という生徒もいた。そこで統計学に興味があるかを質問してみたところ「ある」と答えた生徒は 41.0% いた。

3.2 臨床試験の紹介(1 時間目)

薬学の専門家が担当し、次のような話からはじめた。

世間の多くの人には「病院で処方された薬やドラッグストア等で薬剤師に相談して勧められた薬を飲めば病気や症状はよくなり、まったく効かないことはない」と思っている。しかし現実には効く人もいれば効かない人もいる。実際には薬の効果は人によるばらつきが非常に大きいことが知られている。そのような中で「この薬はこのような人に有効だろう」という判断をするためには統計の知識が必要である。

3.2.1 薬はどのようにつくられるか

はじめに、新薬ができるまでの流れを下のようなスライド(図 2)を使って紹介した。

導入時に行った薬の候補を見つける話では土の中やリンゴの樹皮といった身近なものに薬を創る手がかりがあること、最近ではスーパーコンピュータも利用されているなど、このような機会が無いと知ることができない貴重な話を聞くことにより時間とともに本授業に対する生徒の興味・関心が高まっていく様子が伺えた。特別授業後に感想を書いてもらったが、統計学だけでなく創薬に関する感想も 27.3% あった。

3.2.2 もし臨床試験をしなかったら？

次にニュース等では知っている程度の臨床試験について正しい理解を促すため、臨床試験をしなかったらどうなるかについての話をした(図 3)。

臨床試験をしなかったらヒトでの作用や安全性がわからない。したがって、予想できない副作用が生じる危険性があることを説明した。

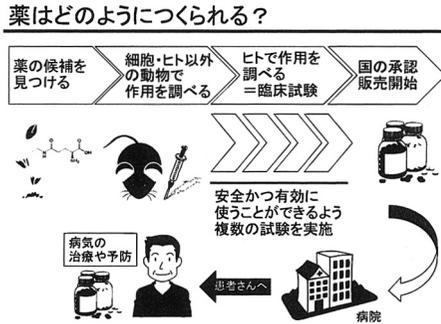


図 2. 説明スライド 1.

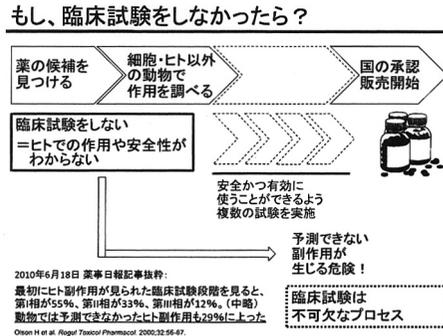


図 3. 説明スライド 2(Olson et al., 2000).

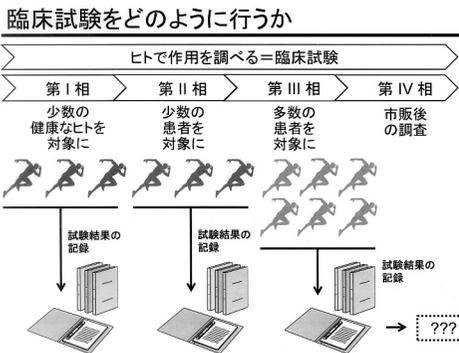


図 4. 説明スライド 3(Chow et al., 2017).

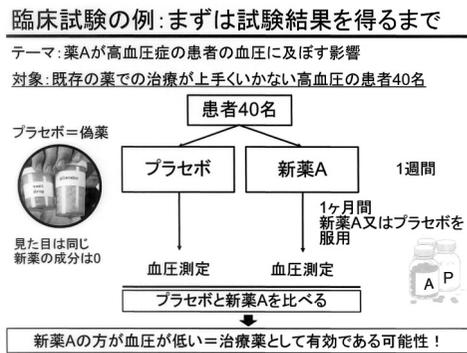


図 5. 説明スライド 4(Chow et al., 2017).

3.2.3 臨床試験をどのように行うか

ここでは二重盲検法や無作為化といった臨床試験の方法のみならず(亀井, 2016; 丹後, 2003), 臨床試験が何段階にも分かれていることや新薬販売後にも行われていることを教えた(図 4). 参加した全生徒が知らなかったもので説明に興味深く聞き入っていた.

3.2.4 もし、解析をしなかったら

薬を投与した人一人一人に効いたか効かなかったかを調べても個々の状態はわかるが薬の効果まではわからない(Beecher, 1955). そこで、データを集めて比較する必要があることを学ばせ、解析には数学の授業で学習してきた「データの分析」が役に立つことを実感させた(図 5).

このように1時間目は数学 I における統計の授業とは異なり、どのような場面で統計が必要になるかを、創業の話聞きながら生徒自身で感じ取ることができたことで、次の時間へのモチベーションになった.

3.3 擬似臨床試験の実施とそのデータの分析(2時間目)

3.3.1 擬似臨床試験の方法

2つの箱を用意してそれぞれ20人分のデータを書いたカードを入れておく. 生徒はどちらの箱が新薬を投与された患者のデータ(以下新薬という)か対照薬を投与された患者のデータ(以下プラセボという)かわからない状態でカードを引かせた. 実際の二重盲検法とは異なるが、

数学で確率を学習した際に「くじ引き = 公平，中身の見えない箱 = 公正」という感覚があるので，その生徒の感覚を利用して盲検化のイメージを伝えようと試みた．本授業ではその後の演習を円滑に進めるため2つの箱に名前をつけた．その際，本来はA群，B群と呼ぶのが正式であろうが，生徒が取り組みやすいようにA病院，B病院と呼ぶことにした．このように普段の授業でも実践できるようにできるだけ単純化をしたこともあり，授業後に生徒からは次のような質問があった．

薬を投与した後の血圧の数値だけで実薬の効果が判断できるのでしょうか．投与前の数値は関係ないのでしょうか．

この質問に対して，今回は投与前の血圧の条件が2つの群で揃っているという前提で行ったことを説明した．加えて，実際の試験では投与前の値も測定し，影響を最小限に抑えることのできる比較方法を設定することも説明した．

なお，本授業では減塩食療法 (dietary sodium reduction) が血圧に及ぼす影響についての論文 (Pimenta et al., 2009) にあった報告をもとに2つの群の介入後の血圧の値 (平均値 ± 標準偏差の報告値を参照し発生させた擬似乱数) を新薬群，プラセボ群の血圧に見立ててカードを作成した．

3.3.2 データを取ろう

擬似臨床試験を行った後，まず一斉授業においてデータを集める際にデータが偏らないようにするためにはどのような注意が必要かを考えさせ，次の4つの注意点を生徒から導き出しながら「無作為抽出」について学習した．

- データを取るときには都合のよい結果を得るためや主観的な評価にならないように注意する．
- どんな症状が改善されれば効果があったといえるのかなどの評価項目をしっかりと決める．評価項目が客観的に判断できるようなものでないと評価に主観が入るため正確にデータが集まらない．
- 新薬を飲む群とプラセボを飲む群を無作為に決める．たとえば，新薬が効くといった都合のよい結果を得るためのグループ分けにならないようにするためである．
- 評価者の主観や被験者の思い込みが結果に作用しないように医者と患者両方にどちらを飲んだかがわからないようにする．

3.3.3 データを解析しよう

解析方法であるが，データを得たところで，まずは平均値や標準偏差を求める演習を一斉授業の形で行った．続いて，普段の授業でも利用してなじみのある度数，相対度数などを書き込める分布表，ヒストグラム (図6) と箱ひげ図を書き込めるグラフ用紙からなる授業用ワークシート (付録参照) を準備した．

まずは個人個人でワークシートに取り組みさせた．最近の学校では「個人 → ペア → グループ → 全体」という流れで学習するスタイルを取ることが多い．ペア以降の学習形態は「学び合い」といわれる学習方法で，初等・中等教育の現場ではアクティブ・ラーニングに切り込んでいく一番の切り込み口であると考えられている (関根, 2016) ．

ここで，高校で教えている箱ひげ図は学習指導要領解説に掲載している箱ひげ図に準拠して横向きのものがほとんどであることに注意されたい．外れ値は発展事項として紹介している教科書はあるものの，原則的には指導しなくてよい項目であるため，生徒がかく箱ひげ図も外れ値を考えずに最大値・最小値を使ってひげの部分をかいている (図7) ．

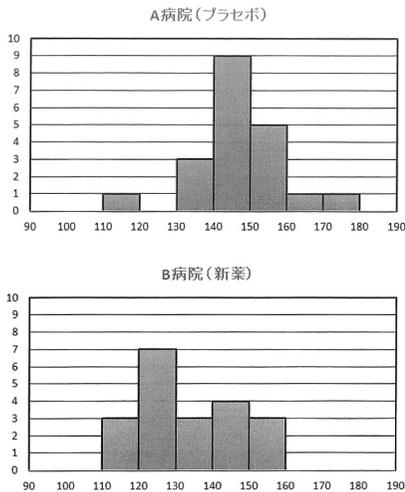


図 6. ヒストグラム.

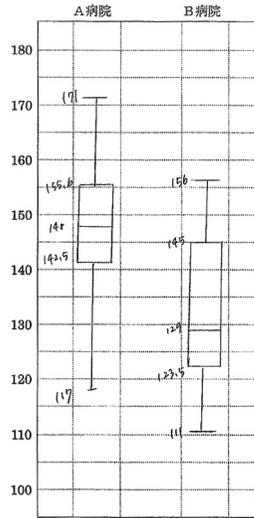


図 7. 生徒がかいた箱ひげ図.

データをまとめ、比較する 1

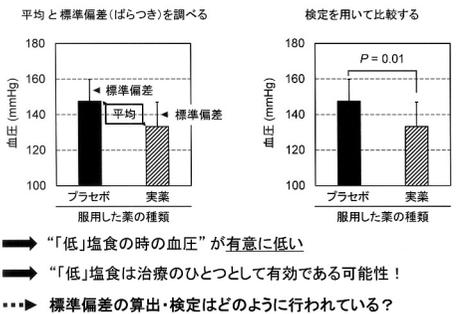


図 8. 説明シート 5.

データをまとめ、比較する 3

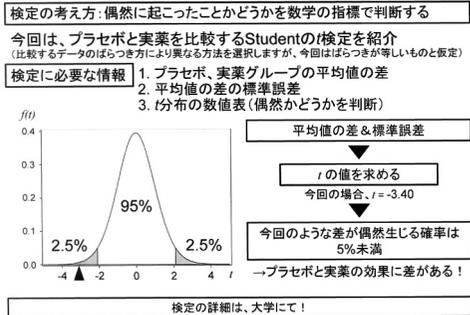


図 9. 説明シート 6.

次にグループに別れ、各自が作成したワークシートをもとに考えられることについて話し合わせ、その結果をもとに A 病院、B 病院のどちらで新薬が用いられどちらでプラセボが用いられたかを導かせた。今回は全員が新薬は B 病院であるとわかったが B 病院であると判断した理由として、平均値や中央値の高い低いをもとに判断しているグループと箱ひげ図の位置や散らばり具合で判断しているグループ、両者を用い総合的に判断したグループとがあった。

3.3.4 データをまとめ、比較する

グループ学習後に各グループの代表者がどちらが新薬であったかを理由とともに発表した。その後、次のようなスライド(図 8, 図 9)を使ってデータのまとめ方や比較の仕方などを話した。特別授業ということもあり高校の範囲外である検定についても触れた(Wasserstein and Nicole, 2016)。

3.3.5 2 時間目のまとめ

2 時間目の授業後に 1 時間目の授業前と同じ「統計学について興味がありますか？」と質問を

したところ、「興味がある」と答えた生徒が77.3%に増え好転が認められたことから今回作成した教材の効果が確認できた。

また、授業でついやりがちな「将来使うから勉強する」といった漠然とした理由ではなく、今回作成した教材のように具体的な事例とともに学ぶことで統計学そのものにも興味を示すようになった生徒が72.7%いた。

4. 通常授業における実践について

本章では前章で紹介した特別授業で用いた教材を授業者である数学教員が通常授業用にアレンジして実践した様子を紹介する。

4.1 本時の構成について

特別授業は田園調布学園高等部の高校生を対象とした2時間のプログラムであった。講座における生徒の取り組みを観察した結果から、次のような改変を行うことで1時間で実施できると判断した。

- ・新薬開発の応用的な部分の説明を削減(専門的なことは正しく説明できないから。)
- ・基本事項の復習を削減(特別授業は統計を学んでから時間が経っていたので行った。)
- ・データの記入方法の工夫(データは予め記入しておきチェックするだけにした。)

なお、田園調布学園では先取り学習を実施しており、データの分析は中等部3年生(中学校3年生)の1月から学習している。さらに、1時間の授業が65分であるので、65分で実施する指導案を作成している。多くの高校では1時間の授業が50分であるので、表1の時間配分を、20分、25分、5分にするとうい。

4.2 本時の指導案

本時の学習指導案は以下の通りである。なお、本時は数学科研究授業として、校内研修の特別授業を兼ねており、多くの数学教員が授業参観していた。

授業者：細野智之 教諭

日 時：2016年2月19日(金)4限(13:05～14:10)

対 象：田園調布学園中等部3年いろは組 α クラス(到達度別最上位クラス, 37名)

主 題：データの分析

本時の目標：・教科書で学んでいる内容が、社会に直接関わっていることを実感することで、数学への学習意欲を高めるとともに、医療分野等に興味を持っている生徒へのキャリア教育も狙いとする。

・データを分析する際に、表・グラフ・代表値からどれを用いるか考え、グループ活動を通して扱う資料をもとに説明をする力を伸ばす。

本時の計画：表1の通りである。

4.3 本時の展開

田園調布学園中等部・高等部では日頃から「生徒の思考力・表現力を伸ばす指導」を実践している。そこで、特別授業では誘導形式であったワークシート(付録参照)を自由記述の形式に改変し、さらにグループ活動後に予め決めておいたいくつかのグループが発表させることで、主体的・対話的で深い学びへと生徒を誘う授業展開を試みた。

表 1. 本時の展開.

時間配分	授業の流れ	思考力育成のための働きかけ・評価等
25分	3~4名でグループを作る。 「薬のつくられ方」を、パワーポイントを使って説明する。 説明の最後に、これから臨床試験の疑似体験を、くじ引きを使って実施する。どちらの病院（くじ）を選ぶかは生徒に選択させ、くじを引いたら数字（薬を服用後の血圧）を黒板に書いて席に戻る。	冒頭にジェネリック医薬品のCMを見せ、身近な話題だということを意識させる。
35分	ワークシートを配布し板書されたデータをグループごとに分析する。病院<赤>と<緑>のどちらが新薬のグループかプラセボのグループかを考えさせた。そのとき、今まで学習した表・グラフ・代表値など、どれを使ってもいいと伝え、何を使うかをグループごとに考えさせた。 当たりくじ（シールを貼った）を引いたグループは、何を使って分析し、結論を出したかを発表。使用したグラフなどはiPadで撮影したものを電子黒板に投影し、どの部分に注目したかを伝えさせた。 グループで1枚ワークシートを提出する。	平均値、中央値、ヒストグラム、箱ひげ図などをこちらから提示せずに、2つのデータを分析するには何を使えばいいかを、話し合いをさせながら考えさせた。 グループ数が11あるので、1コマで全グループが発表することは困難であるので、予めくじにより3グループを選び、スムーズにグループ発表ができるように工夫をした。また、全グループに意見をまとめたワークシートを1枚提出させることで、発表してないグループであっても対話的な学びが促されるような工夫をした。
5分	まとめとアンケートを所定の用紙に記入する。	

4.3.1 導入

まずはじめにジェネリック医薬品のCMを見せた後、今日の数学の時間は薬に関する話をすることを伝えた。特別授業で使ったスライドのうち何枚かを選び(主に前章で示したスライド)、新薬を開発する際に臨床試験という試験を行っていること、新薬とプラセボを使って薬の効果の確認を行っていることを紹介した。学校の授業では実際の臨床試験は再現できないことを断った上で、特別授業と同じ体験をさせながらこれまで学習した内容を復習することを生徒に提示した。

4.3.2 擬似臨床試験について

通常授業では赤と緑の2色の箱を用意した。2つの箱のいずれかからデータ(血圧)が書かれたカードを取り出す行為は同じであるが、作業中の生徒の様子は特別授業の時に比べて若干の違いが見られた。たとえば、カードを取った後「私は120だ」や「私は170だって、この数値を見ただけで新薬とプラセボかわかりそうじゃない?」と取り出したカードを友達同士で比べたり、「数値が高い=プラセボ」という先入観があるかのような発言をするなどの生徒が見受けられた。このように統計的な分析をすることなく数値だけをみて結論づけようとしていたので、データを整理して分析することを促した。

4.3.3 データの整理と分析について

全員がカードを取り終えた後、ワークシートを配布し1月から学習したデータの分析の学習

内容を活用して、グループで協力して〈赤〉病院と〈緑〉病院のどちらの病院が新薬かプラセボかを考えさせた。生徒の活動の様子を見ると、一人が「何を求める？とりあえず両方の箱の平均値をそれぞれ出そうよ。」と発言するともう一人が「じゃあ私は並び替えるから、それぞれの四分位数を出すね。」といい、とりあえずは既習の統計量を求めることから始めていた。その後「グラフはヒストグラムにする？それとも箱ひげ図？」とグラフへと活動は進んでいった。どのグループもほぼ同じ活動をしていた。

特別授業と違い通常授業の場合はグループ数が多くなるのが予めわかっていたので、数値カードに「当たり」を仕込んでおき、当たりのカードを引いた人がいるグループが発表するようにした。さらに授業を円滑に進めるため発表グループのワークシートを iPad で写真を撮りスクリーンに投影した。ここではあるの 1 グループの発表を紹介する (図 10)。

私達は最小値・最大値・中央値・第 1 四分位数・第 3 四分位数を求め、箱ひげ図とヒストグラムをかきました。箱ひげ図からは〈赤〉は 4 分の 3 が 140 以上であるのに対し、〈緑〉は半分が 130 以下であることがわかります。またヒストグラムからは、〈赤〉は 130~150 に多く分布していて、〈緑〉は 120~130 に多く分布しています。なので、新薬が〈緑〉でプラセボが〈赤〉だと思います。

4.4 通常授業に対する授業者の感想

本実践においてグループが 11 グループあり、すべてのグループが〈赤〉と〈緑〉の箱ひげ図をかいた。11 グループ中、10 グループが「箱ひげ図の箱が緑に比べて赤の方が右側にある」が主な理由で、〈赤〉がプラセボ、〈緑〉が新薬と導いている。しかし、1 グループであったが中央値もみて比較したグループがあり、これまでに学習した内容を活用しようとする姿勢を見ることもできた。

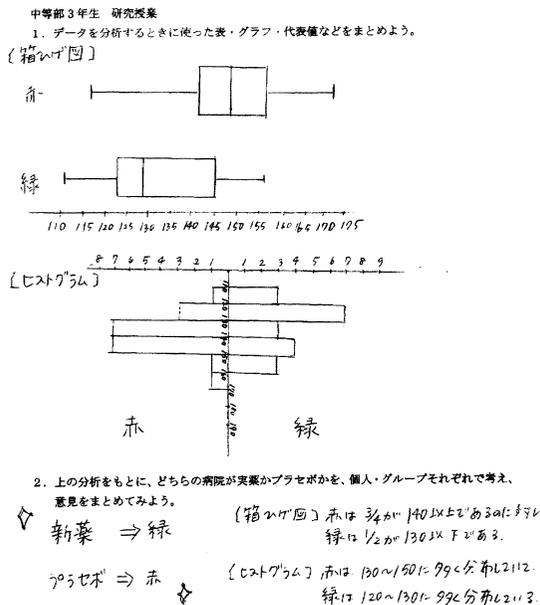


図 10. 生徒が提出したワークシート。

最後に数学教育という視点から本教材を用いた通常授業における実践を振り返る。

- 授業後の感想から生徒たちは数学と実生活との関わりを体験できたことが今後の数学の学習の刺激になったと感じていて、統計教育だけではなく数学教育全般にもよい効果が現れたと実感した。
- 生徒に数学の学習が“おもしろい”と感じてもらうためには難しい問題ができるようになったという成功体験だけでなく、今回のような身近なテーマを題材とした教材で“体験する授業”を実施することも大切だと再確認した。
- 今回の授業の導入で触れた創薬の話について薬学部への進学を考えている生徒からいくつかの薬学に関する質問が出た。本校中等部3年では「職業研究」という校外学習を実施していて、早い生徒であれば自分の進路についても考え始める時期であるので、教科指導においてキャリア教育ができたことはよかった(文部科学省, 2011)。なお、生徒の質問は取りまとめて本研究の薬学教育担当が後日文書にて答える形で対応した。

5. 成果と課題

特別授業、通常授業ともに授業前後における生徒の統計に対する意識はかなり変わったといえる。特に特別授業において「統計学に興味があるか」という質問に授業前後で22人中9人から17人へと変化したことから、本教材での授業に一定の効果があると思われる。しかし問題点も多くある。たとえば、導入において通常授業では専門家ではない数学教員が創薬や臨床試験についてどの程度正確に生徒に話ができるのか。また、「擬似臨床試験」というネーミングから二重盲検法のイメージを持ってもらうための操作が臨床試験の方法を忠実に再現したものであると誤解を生じないか心配していた。

また、授業後に生徒が書いた感想を、統計学に対して好意的な感想を書いた生徒、統計に関するコメントはないが薬学や臨床試験に対して好意的な感想を書いた生徒、やはり統計に関するコメントはないが授業方法に対して好意的な感想を書いた生徒、これら以外の感想を書いたの4つに分類してまとめた(表2)。

今回は高校の通常授業で使ってもらうことを優先し臨床試験そのものには深く踏み入れなかったが、表2の通り特別授業、通常授業における授業後の生徒の感想から臨床試験についてより詳細に扱った教材を開発し提供することの必要性を感じた。実際、「統計の利用に興味・関心あり」のうち「薬や臨床試験」というキーワードを含む回答数は特別授業で15、通常授業で8あり、「創薬や臨床試験そのものに興味・関心あり」の生徒と合わせると、特別授業で95.5%、通常授業41.2%いたことになる。幸いにも次期学習指導要領では小学校・中学校・高等学校のすべての校種で統計の学習内容が充実すること(文部科学省, 2014)、しかも小学校の学習指導要領解説(文部科学省, 2017)ではPPDACサイクルについて言及していることから、臨床試験に正面から向き合い生徒が主体的に統計的探求活動ができる教材開発に取り組んでいきたい。

表 2. 授業後の生徒の感想.

感想	特別授業 (n = 22)	通常授業 (n = 34)
統計の利用に興味・関心あり	72.7%	52.9%
創薬や臨床試験そのものに興味・関心あり	27.3%	17.6%
アクティブ・ラーニングに効果を感じた	0.0%	20.6%
その他 (楽しかったなど)	0.0%	8.8%

謝 辞

本研究を進めるにあたり、田園調布学園高等部校長の西村弘子先生、数学科の先生方には大変お世話になりました。また、特別授業においてICTの利活用にあたり早稲田大学大学院生の池田祐貴さんの協力を得ました。ここに深謝いたします。

参 考 文 献

- Beecher, H.K. (1955). The powerful placebo, *Journal of the American Medical Association*, **159**, 1602–1606.
- Chow, C.K. et al. (2017). Quarter-dose quadruple combination therapy for initial treatment of hypertension: placebo-controlled, crossover, randomised trial and systematic review, *Lancet*, **389**, 1035–1042.
- 橋本和生, 及川久遠 (2016). 教科書改訂に伴う「データの分析」の記述について, 2016年度 数学教育学会例会予稿集, 80–82.
- 亀井淳三 (2016). 『治験薬学』, 南江堂, 東京.
- 文部科学省 (2017). 小学校学習指導要領解説 算数編.
- 文部科学省 (2014). 初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について (諮問).
- 文部科学省 (2011). 高等学校キャリア教育の手引き.
- 文部科学省 (2009). 『高等学校学習指導要領解説 数学編 理数編』, 実教出版株式会社, 東京.
- Nishijima, T., Kawasaki, Y., Tanaka, N., Mizushima, D., Aokia, T. et al. (2014). Long-term exposure to tenofovir continuously decrease renal function in HIV-1-infected patients with low body weight: Results from 10 years of follow-up, *AIDS*, **28**, 1903–1910.
- 及川久遠, 川崎洋平, 井出和希, 芥川麻衣子 他 (2015). 数学教育におけるキャリア教育の事例研究—模擬臨床試験を取り入れた「データの分析」の授業案について—, 数学教育学会誌, 臨時増刊号, 17–19.
- Olson et al. (2000). Concordance of the toxicity of pharmaceuticals in humans and in animals, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, **32**(1), 56–67.
- Pimenta, E., Gaddam, K.K., Oparil, S., Aban, I., Husain, S., Dell'Italia, L.J. and Calhoun, D.A. (2009). Effects of dietary sodium reduction on blood pressure in subjects with resistant hypertension: Results from a randomized trial, *Hypertension*, **54**, 475–481.
- 関根廣志 (2016). 関根廣志の研修資料 4.「学び合い」の基本について, 日本協同教育学会, https://jasce.jp/docs/jasce_sekine_04.pdf (2017年6月確認).
- 高橋陽一郎 他 (2016). 『詳説数学 I』, 啓林館, 大阪.
- 高岡謙好, 川崎洋平, 及川久遠 (2015). 統計教育における模擬臨床試験を用いたアクティブラーニングの研究, 西日本工業大学紀要, **45**, 43–48.
- 丹後俊郎 (2003). 『無作為化比較試験—デザインと統計解析』, 朝倉書店, 東京.
- Wasserstein, R.L. and Nicole, L.A. (2016). The ASA's statement on p-values: context, process, and purpose, *The American Statistician*, **70**, 129–133.
- 渡辺美智子 (2006). 統計教育の新しい枠組み—新しい学習指導要領で求められているもの—, 数学教育学会誌, **48**(3・4), 39–51.
- 渡辺美智子 (2013). 知識基盤社会における統計教育の新しい枠組み—科学的探究・問題決・意思決定に至る統計思考力—, 日本統計学会誌, **42**(2), 253–271.
- 薬事日報 (2014). ノバルティス元社員を逮捕—誇大広告の薬事法違反で, 2014年6月13日
- 薬事日報 (2015). データ改ざん, 治験も総点検を, 2015年7月31日

Development of Teaching Materials for Statistical Education: Practice in a High School Mathematics Class

Hisao Oikawa¹, Kazuki Ide², Tomoyuki Hosono³,
Maiko Akutagawa⁴, Youhei Kawasaki⁵ and Michiko Watanabe⁶

¹Faculty of Engineering, Nishinippon Institute of Technology

²Center for the Promotion of Interdisciplinary Education and Research, Kyoto University

³Den-en Chofu Gakuen Senior High School

⁴Graduate School of Pharmaceutical Sciences, University of Shizuoka

⁵Clinical Research Center, Chiba University Hospital

⁶Graduate School of Health Management, Keio University

As of 2018, data analysis has been included in high school mathematics education for 7 years. In this research note, we explain how we introduced a class practice using teaching materials developed to promote the learning of data analysis. Following lectures by experts on drug development and clinical trials, we explained analysis to the students the relationship between these topics and data in a special lecture in which these materials were used. Students also participated in a workshop that enabled them to review the contents of the data analysis in the same class. We also introduced another class practice in which the materials were used without the experts. The class was taught by a conventional high school mathematics teacher. Depending on the impressions of the students after the class, our materials may be useful in mathematics education.