

修士論文

改善サイクルを組み入れた統計授業の研究
—高等学校数学科統計教育の充実のために—

三重大学大学院 教育学研究科
教育科学専攻 理数・生活系教育領域
No.216M019

山田 恵理

2018(平成30)年2月7日

目 次

序章	本研究の目的および方法.....	1
第1章	統計教育の現状と課題.....	3
第1節	社会的要請と数学教育.....	3
第2節	問題解決サイクル.....	10
第3節	日本の統計教育.....	15
第4節	高等学校における統計教育の現状と課題.....	22
第2章	高等学校数学 I「データの分析」における改善サイクルを組み入れた提案授業.....	42
第1節	授業実践に向けて.....	42
第2節	授業実践.....	46
第3節	授業実践を終えて.....	65
第3章	高等学校数学 B「確率分布と統計的な推測」における改善サイクルを組み入れた提案授業.....	68
第1節	授業実践に向けて.....	68
第2節	授業実践.....	69
第3節	授業実践を終えて.....	84
終章	研究の成果と課題.....	86

序章 本研究の目的および方法

1. 統計教育の現状と課題を明らかにする

知識基盤社会やビッグデータの時代と言われている現代社会は、たくさんの情報やデータで溢れている。おびただしい情報やデータが常に提供され、それらを基に、新しい知識や情報、技術が次々に生み出されているのである。そのような現代社会では、膨大な情報の中から、自分に必要なものを選択し、正しく判断、活用する力が不可欠である。そうした時流にあって、情報基盤を担う人材育成を目指した統計教育への期待は、21世紀になって国際的に高まりを見せてきた。我が国においても、平成20年、21年に改訂された「学習指導要領」で、統計分野の充実が図られている。この改訂により、小学校から高等学校の算数・数学の統計分野の内容が増えただけでなく、学習期間も長くなった。しかしながら、実際に行われている統計の授業は、知識基盤社会の中で本当に使える知識や技能を効果的に教えることができているのだろうか。さらなる統計教育の充実が目指されなければならないが、そのためには、言うまでもなく、統計教育の現状と課題を明らかにすることが先決である。本研究の第一の目的は、「統計教育の現状と課題を明らかにする」ことに定めた。

この課題に取り組むためには、まず、現代社会で必要とされている算数・数学の内容は何なのかを明らかにする必要がある。瀬沼花子の論考「企業の算数・数学教育への期待—データに基づく予測の強調と指導法の改善—」の先行研究では、約400社の企業に調査を行い、どのような算数・数学がどの程度、企業で大切と考えられているかと、企業の算数・数学への期待を明らかにしている。本研究では、まず瀬沼の先行研究を大いに参考にし、詳細な分析を行うことで、どのような算数・数学の内容や指導が現代社会で求められているのかを明らかにする。

また、日本以外では、早くから統計教育を充実させてきた国が多くある。それらの国では身の回りのデータを使った体験的な統計教育が行われている。そこでは、データの収集から分析、結果の解釈という一連のプロセスを繰り返し行う、問題解決型のサイクルを組み入れた実践的な学習が推進されている。こうした先進的な国々と我国の統計教育の国際比較を行うことでも、我国の統計教育の現状と課題が明らかになるだろう。そこで、渡辺美智子の論考「知識創造社会を支える統計的思考力の育成—アクションにつながる統計教育への転換—」の先行研究をもとに、統計教育の国際比較を行うことにした。そして、改善サイクルを取り入れた統計授業の有効性について考察する。

次に、日本の学校教育のナショナル・カリキュラムである「学習指導要領」から、変化の激しい現代社会を生き抜いていかなければならない子どもたちに、どのような力を身に付けさせることを目指しているのか、そして、平成20年、21年に改訂された現行の「学習指導要領」で具体的にどのように統計教育の充実が図られたのかを述べる。現在実践されているカリキュラムの内容やその構成を知ることによって、我が国の統計教育の目指すところ、現状、そして課題が明らかになると考えられる。

知識基盤社会で求められている力、改善サイクルを組み入れた統計授業の有効性、そして、我が国の教育理念やカリキュラムを踏まえた上で、どのような統計の授業を行うことが望ましいのか考えたい。そのためには、まず、実際の教育現場における統計教育の現状や、統計教育に対する考

えを知ること忘れてはならない。そこで、現在の高等学校の統計教育の現状と課題を明らかにすることを目的としたアンケート調査を、三重県下の高等学校数学科を対象に行う。そして、そのアンケート結果をもとに分析・検討を与えるものとする。

本論文第1章では、上記の「統計教育の現状と課題を明らかにする」ことを取り組むものとする。

2. 改善サイクルを組み入れた統計の授業を提案する

様々なデータで溢れている知識基盤社会を生きていくために必要な、実際に使える統計の技能や思考力を生徒に身に着けさせるためには、改善サイクルを組み入れた授業が有効だと考えられている。そこで、改善サイクルでよく知られている PDCA サイクルのプロセスを体験しながら、その仕組みと、標準偏差や標本調査などの統計の知識・技能を学ぶ授業を設計することを試みたい。だが、授業時数の問題や履修状況の課題など、統計教育には第1章でも明らかにする現実的な課題が存在する。それらを踏まえて、本研究で提示する提案授業には、以下の4つのコンセプトを与えるものとする。

- ・生徒自身がデータ生成に関わる
- ・数学の1単元の中で、コンパクトに改善サイクルを回す
- ・サイクルのプロセスに統計の知識や技能を活用する
- ・実践的な授業を通して、統計的な思考力やスキル、それらの有用性を学ぶ

本論文第2章では、高等学校数学Iの「データの分析」の単元における提案授業、第3章では、高等学校数学Bの「確率分布と統計的な推測」の単元における提案授業を提示する。いずれも、上記の4項目をコンセプトとして掲げ、改善サイクルを組み入れた研究授業実践である。さらに、授業後のアンケート調査等も活用して、これらの授業分析を行う。さらには、改善サイクルを組み入れた統計の授業の有効性について検証し、これからの高等学校数学科における統計教育の充実に資すべき研究を目指すものとする。

第1章 統計教育の現状と課題

現代社会は、知識基盤社会やビッグデータの時代といわれている。新聞やテレビ、インターネット等を介して、我々には常に溢れんばかりの情報やデータが提供されている。身の回りには大量のデータが溢れ、さらに、それらをもとに、新しい知識や情報、技術が次々と生み出されている。そのような現代において、一人ひとりが渦巻くデータの中から、自分に必要な知識、情報、技術を選択し、それらを活用することが求められているのである。

本章では、統計教育に関する先行研究を、調査、検討し、知識基盤社会における統計教育の現状を明らかにするとともに、その課題について考察を与えるものとする。

第1節 社会的要請と数学教育

1. 産業界が求める数学の到達段階

統計教育のみならず、数学カリキュラムのあり方を考える際、その基礎として、社会が期待する数学とは何なのか、社会は数学に何を期待するのかを捉えることが大切である。時代の変化を的確に捉え、社会の要請に答えていくことは、常に、学習指導要領の改訂や教育課程編成における責務とされている。その上で、社会的要請に沿った数学カリキュラムを構築することにより、生徒はその学習の過程で将来の職業生活を展望し、自らの社会的有用観を感じとることで、生徒の自己肯定観を育み、各々の自己実現に資することが出来ると考えられる。

しかしながら、これまでの数学教育は、こうした社会的な要請に対して十分に答えられてきたであろうか。瀬沼花子の論考「企業の算数・数学教育への期待—データに基づく予測の強調と指導法の改善—」(以下、瀬沼(2004))では、これまでの我が国の数学カリキュラムと社会の関連について、以下のような問題点の指摘がなされている⁽¹⁾。

わが国においては、社会における数学の必要性に関する調査は非常に少ない。また、わが国の数学学習指導要領には、数学を学んだことが将来生きる上で、職業上でどのように生きるのかといった観点が明確には示されていない。さらに学習指導の中でも、概念の理解に重点が置かれがちであり、従来、実生活での応用が強調されることは少なかった。

つまり、これまでのわが国の数学教育界では、数学概念を獲得させることに重点が置かれ、学んだことが、社会でどのように生かされていくのかを明示するに至らなかったと言える。今、知識基盤社会の到来とともに、生徒の学びが、実生活や将来の職業生活に活用できることを目指した学習指導が求められているのである。

さて、今日、産業界からも、実践的な算数・数学を学習することが求められているが、その実態はどのようなものであろう。瀬沼(2004)は、約400社の企業に調査を行い、どのような算数・数学がどの程度、企業で大切に考えられているかと、企業の算数・数学への期待を明らかにしている。本節では、この瀬沼(2004)の先行研究をもとに、企業が求める数学教育について検討することとする。

まず、瀬沼(2004)では、企業が社員に期待する算数・数学の到達度レベルを知ることが出来る。これに関するアンケートの設問とその結果は以下である。

設問1

あなたの会社の社員にとって、算数・数学を小・中学校、高等学校、大学、大学院のどの学校段階まで、学習してくることが必要ですか。必要な社員の割合を%で以下にご記入ください。

アンケートは、各企業が、社員が持つべき数学の到達度、つまり、小・中まで、高校まで、大学まで、大学院まで、それぞれを、何%の人数の社員に要求したいかを問い、それぞれの平均値を算出したものである。この調査結果をグラフにしたものが、以下の「図 1」である。

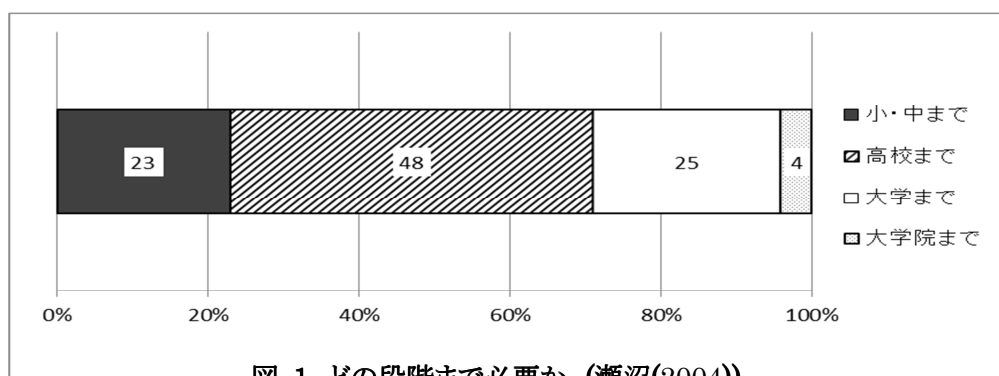


図 1 どの段階まで必要か (瀬沼(2004))

この結果から、企業は、平均的に社員の人数の 77%に、高等学校、または、それ以上の数学修得を求めていることがわかる。逆に義務教育終了段階までの数学学習でよいとするのは、僅か 23%となっており、現在の企業が社員に求める数学のレベルの高さを知ることが出来る。

2. 産業界が求める数学教育の内容

一方、瀬沼(2004)は、企業が期待する算数・数学の内容も明らかにしている。合計 27 の項目について、次のような調査を行っている。アンケートの設問概要は以下のとおりである。

あなたの会社の社員が仕事をする上で、次のようなことを、小・中・高等学校の算数・数学で学習することは大切でしょうか。下の(1)~(27)の各項目について、

- 1.大切である
- 2.大切でない
- 3.特に大切な部課・部署がある
- 4.答えられない。

のいずれかを選択してください。

また、「3.特に大切な部課・部署がある」を選択した場合は、具体的な部課・部署を記入してください。

- (1) 数と計算 (2) 図形と空間 (3) 量と測定 (4) 方程式
 (5) 証明 (6) 2次関数 (7) 三角関数 (8) 指数・対数関数
 (9) 数列 (10) ベクトル (11) 行列 (12) 微積分
 (13) 確率 (14) 統計 (15) 事象を数学的に処理すること
 (16) 論理的に考えること (17) データに基づいて予測すること
 (18) 数学の公式を覚えること (19) 解法のコツを身につけること
 (20) 簡潔に表現すること (21) コンピュータを数学的に使うこと
 (22) 探求心 (23) 判断力 (24) 創造力 (25) 集中力
 (26) 忍耐力 (27) その他(具体的に)

この調査の結果を、「3.特に大切な部課・部署がある」と答えた割合が高い順に項目を並べると、下の「図2」のようになる。

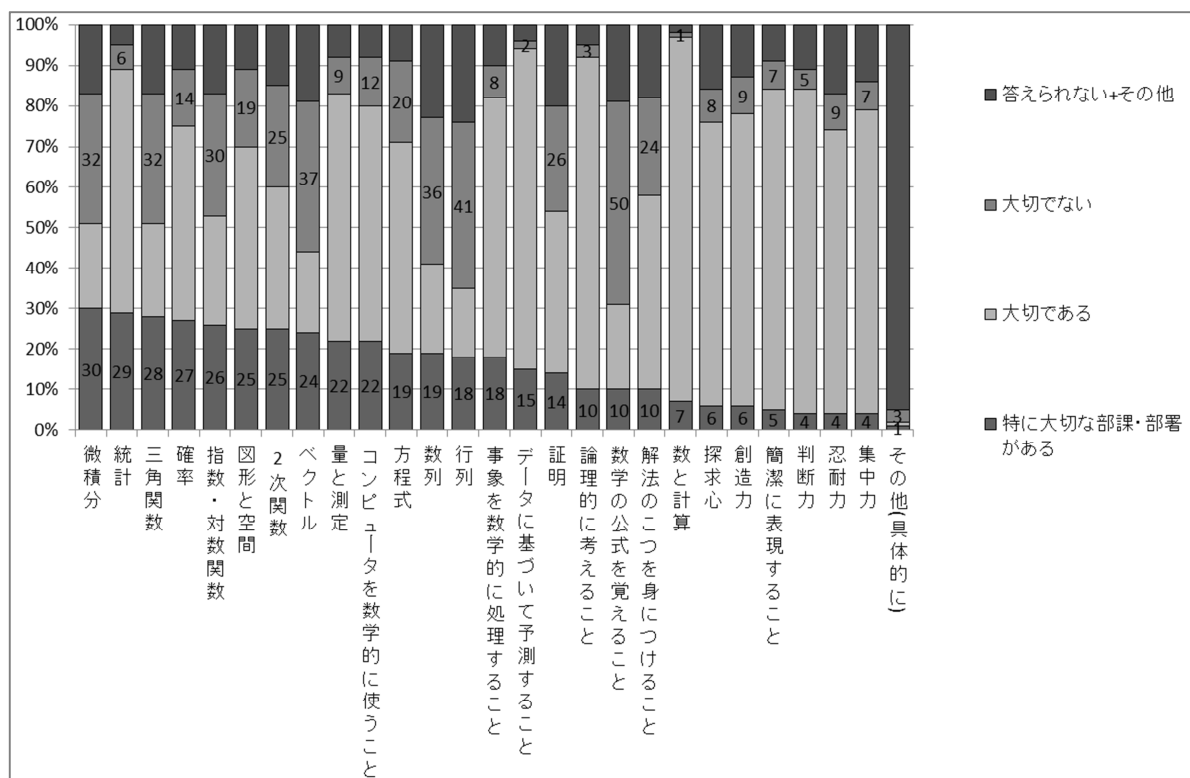


図2 仕事をする上で、特に大切な部課・部署がある算数・数学 (瀬沼(2004))

この設問は、企業が「特に大切な部署がある」に該当する数学の内容であるから、社員が一般的に身につけておくべき数学の知識や技能を聞いてはいない。たとえ特定の部署であっても、その数学内容を活用しなければならない部署があるかどうかを問うたものといえる。上位5位を列挙してみると以下の通りである。

- | | | | | | |
|----|---------|-----|----|----|-----|
| 1位 | 微積分 | 30% | 2位 | 統計 | 29% |
| 3位 | 三角関数 | 28% | 4位 | 確率 | 27% |
| 5位 | 指数・対数関数 | 26% | | | |

上記は、高等学校での学習内容が上位を占めている。つまり、高等学校の数学を大切とする部署をもつ企業は、多数存在するのである。ただし、「微積分」、「三角関数」、「指数・対数関数」は、「大切でない」と答えた割合もすべて30%を超えており、これらの数学内容は、一般的な社員に求める内容というよりも、むしろ特定の社員、部署に求めるものであるとことも分かる。

一方、「統計」、「確率」については、「特に大切な部課・部署がある」と答えた割合が、20%を超えており、かつ、「大切でない」と答えた割合は15%を下回っている。つまり、「確率・統計」の学力は、一般的な基礎力としても、専門的な活用力としても重視されていることも分かる。

また、この調査結果を、「2.大切でない」と答えた割合の低い順に並べたものが、下の「図3」である。「図3」では、「1.大切である」と「3.特に大切な部課・部署がある」という答えは合計してある。

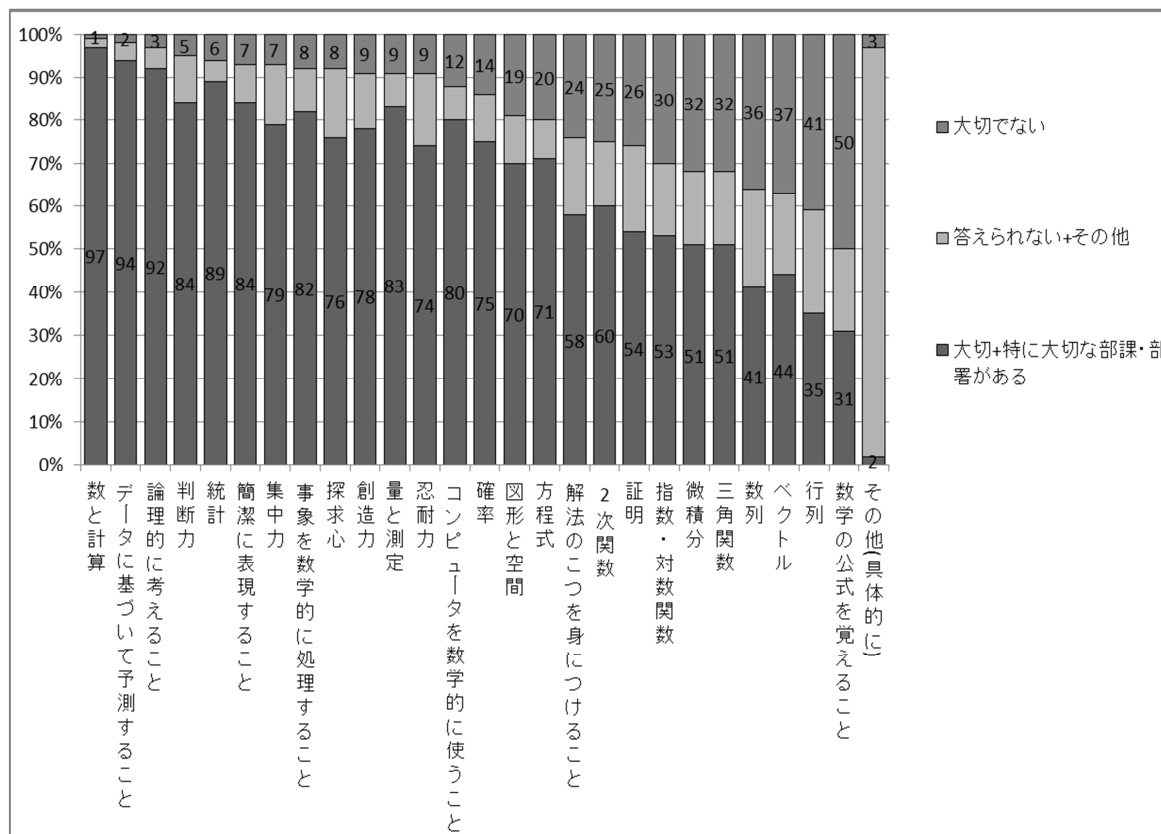


図3 仕事をする上で、一般的に大切な算数・数学 (瀬沼(2004))

同様に、「2.大切でない」と答えた割合の低いもの上位 5 位を、列挙してみる。

1 位	数と計算	1%	2 位	データに基づいて予測すること	2%
3 位	論理的に考えること	3%	4 位	判断力	4%
5 位	統計	5%			

これら 5 項目については、「1.大切である」と「3.特に大切な部課・部署がある」と答えた合計がいずれも 80%を超えている。つまり、常識や一般的な数理能力として「数と計算」は非常に必要であり、さらに、「データに基づいて予測すること」、「論理的に考えること」、「統計」等、統計分野の能力も重要とされていることがわかる。

その一方で、高等学校での主要な学習内容をみても、これらは、以下のように、下位に位置し、「大切でない」と答えた割合が、いずれも 30%を超えている。

20 位	指数・対数関数	30%	21 位	微積分	32%
23 位	三角関数	32%			

このことから、常識や一般的な数理能力としての「数と計算」を除いて考えると、企業は、社員が仕事をする上で、従来高等学校で主要として認識されている「指数・対数関数」、「微積分」、「三角関数」よりも、「データに基づいて予測すること」、「論理的に考えること」、「統計」等、統計分野を一般的に重要視していることがわかる。

これらの調査結果から、企業は社員に、高等学校の数学を学習していることを求めていることがわかる。また、「微積分」、「三角関数」、「指数・対数関数」などの高校数学の学習指導で重要視されている内容は、企業の特定の部課・部署で必要とされているものの、一般的に仕事をする上で必要度は高くないことがわかった。その一方で、「統計」は、企業の特定の部課・部署で必要とされており、さらに、仕事をする上で、一般的に大切な内容として、かなり重要視されているのである。

3. 産業界からの統計分野への期待

この調査の「特に大切な部課・部署」については、具体的に部課・部署を記入する欄が設けられており、162 社からの回答があった。その結果を出現度数の多かった、上位 20 をまとめたのが「表 1」である。

表 1 特に大切な部課・部署(上位 20) (瀬沼(2004))

項目番号																					合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	技術・生産技術	設計	開発・商品開発・製品開発	実験・検査・計測・製品解析	研究・研究開発	営業	システム・情報システム	工事・工務・施工	企画	生産管理・管理	品質保証	電気・電装	保全・安全衛生	人事・総務・事務	生産	経理・財務	商品購買・販売	特許・法務	建築・建設	経営・経営計画	
13	確率	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	20
14	統計	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	20
2	図形と空間	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	19
3	量と測定	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	19
6	2次関数	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	19
7	三角関数	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	19
10	ベクトル	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	19
11	行列	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	19
12	微積分	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	19
5	証明	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	18
8	指数・対数関数	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	18
9	数列	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	18
15	事象を数学的に処理すること	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	18
1	数と計算	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	16
4	方程式	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	14
17	データに基づいて予測すること	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	14
21	コンピュータを数学的に使うこと	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	13
18	数学の公式を覚えること	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	11
16	論理的に考えること	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10
19	解法のこつを考えること	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10
20	簡潔に表現すること	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	8
26	忍耐力	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5
22	探求心	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5
23	判断力	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5
24	創造力	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5
25	集中力	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5
合計		26	26	26	24	21	20	19	19	18	18	18	17	17	16	16	15	14	14	14	8

部課・部署ごとにみると、「技術・生産技術」、「設計」、「開発・商品開発・製品開発」の3つの部課・部署で、26項目すべての算数・数学を「特に大切」としている。

算数・数学の項目ごとでみると、「確率」、「統計」、「図形と空間」、「2次関数」、「三角関数」、「ベクトル」、「行列」、「微積分」、「指数・対数関数」、「数列」は、高等学校で学習する内容であり、上位19の部課・部署で特に大切にされている。このうち、「確率」、「統計」の統計分野は上位20のすべての部課・部署で特に大切にされていることがわかる。

この調査結果から、高等学校で学習する数学の内容は、研究開発などの特定の部課・部署で働くために大切であり、それらの数学を活用する部課・部署はたくさんあることがわかる。特に、「統計」は上位20のすべての部課・部署で特に大切にされていることから、全般的に多くの部課・部署で必要とされていると推察される。

瀬沼(2004)は、この調査結果から、統計分野の重要性と数学的な考え方に関わって、以下のよう
に総括し、今後の課題を、次のように指摘している。

従来の算数・数学カリキュラムと、企業の期待とがずれているものとして、データに基づく予測と統計が挙げられる。データに基づく予測は、大切なものの2番目に挙げられていたが、企業は将来を見据えて事業を行う必要性が高いため当然であろう。

また、予測だけでなく、論理的に考えること、判断力、簡潔な表現、集中力、探究心、創造力など、いわゆる形式陶冶的な能力の必要性が高いため、算数・数学カリキュラムはこれらの要求にも応える必要がある。

様々な情報やデータが常に提供され、新しい知識や情報、技術が次々と生み出されている現代社会において、企業が、データに基づく予測と統計にみられるような、先を見据える能力を社員に求めることは必然なことである。こういった社会の現状の影響も受け、平成20年、21年の「学習指導要領」改訂時には、統計分野の充実が図られた。

小学校では全学年を通して「資料の整理と読み」が扱われるようになり、中学校においては、「資料の活用」領域が新設され、高等学校には、必修化された「数学I」の中に、「データの分析」という単元が設けられた。そのため、小学校から高校まで一貫して、資料の読み取りやデータ分析などの統計教育を受ける枠組みが作られ、現代社会を生き抜くために必要な、データを活用して数学的根拠に基づいた判断をする態度の育成が目指されている。

また、算数・数学の指導法の改善についての企業の回答からは、日常生活や実際における算数・数学の活用や、興味を重視した授業法の改善を企業が望んでいるという結果が出ている。このような要求に応えるためにも、数学カリキュラムでは、将来社会で働いていく上で大切にされている統計的な考え方や方法を、実践的な授業を通して学ぶことが必要なのである。

第2節 問題解決サイクル

1. 我国の統計教育の後進性の指摘とその充実への動き

21世紀になり、統計教育への期待が高まりを見せる中、長期的かつ戦略的に、社会・経済・産業の情報基盤を担う人材育成を目指した統計教育が、国際的に推進されるようになった。しかしながら、そのような21世紀初頭、我が国の統計教育は、そうした国際的潮流に大きく後れをとった。渡辺美智子の論考「知識創造社会を支える統計的思考力の育成—アクションにつながる統計教育への転換—」(以下、「渡辺(2007)」)には、以下のような記述がある²⁾。

日本での現行の「算数」「数学」の新指導要領(平成10年、平成11年告示)以降、小学校では6年生の“平均”があるのみで「資料の散らばり」など重要な概念が削除され(坂谷、2003)、中学校においても、従前には含まれていた「度数分布」、「標準偏差」、「標本検査」などの統計内容がすべて削除されるなど、統計教育は危機的に後退している。加えて、高校での統計内容は選択領域であるため、その採択率は数パーセントにも満たない。詰まるところ、平均の計算のみで、データ分析に関する系統的な教育を受けずに、大学もしくは社会人になるのが、現在の日本の統計に関する学校教育の現状である。

上記は、2007年現在の状況を記したものである。その後、学習指導要領は、小・中学校が2007年、高等学校が2008年に改訂されているため、現在の統計教育の実態とは異なるが、21世紀を迎えた時点で、我が国の統計教育は世界に大きく後れをとったことは否めない。

渡辺(2007)では、2007年時点での統計教育の国際比較を行っている。その一覧表を以下に引用する。

表 2 統計教育内容と学習開始年齢 (渡辺(2007))

国	年齢																
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
アメリカ	絵(スケール含む)・タリー・棒・ラインプロット			絵・タリー・棒・ラインプロット・線			ヒストグラム・箱ひげ・散布図				並列箱ひげ図						
	最大(最頻値)			外れ値・範囲・最頻値, 中央値, 平均値			平均・四分位範囲, 散布図・関係/直線				相関係数・回帰式						
カナダ	絵		線・棒・タリー		幹葉図・2重棒グラフ		相対度数表・円		ヒストグラム・散布図								
			最頻値		中央値		範囲		平均		直線						
イギリス	絵・棒			ヒストグラム・折れ線・度数・分布図			円				散布図・回帰直線		累積度数表・積重ね棒グラフ・ヒストグラム				
				範囲・最頻値			平均値・中央値				相関		グループデータの平均値・中央値・範囲		四分位範囲		
ニュージーランド	絵・棒・幹葉図			ドットプロット			度数分布表・ヒストグラム				箱ひげ図・積重ね棒グラフ						
							(時系列データ)				範囲・平均値・中央値		散布図				
オーストラリア (QL)	絵		棒			円・線・ドット				幹葉図・ヒストグラム・積重ね棒グラフ・混合棒グラフ				箱ひげ図			
							平均値・中央値・最頻値				幅・範囲		時系列グラフ				
シンガポール	絵		スケール付絵		棒		度数表・折れ線		円		ヒストグラム		ドットダイヤグラム・幹葉図				
													平均値・中央値・最頻値		箱ひげ図・累積度数表・積重ね棒グラフ		
日本				棒		線		円・帯									
								平均									

網掛け: 必修

「表 2」を見れば、日本に比べて諸外国の統計教育の充実ぶりは明らかである。こうした世界の統計教育の充実の背景には、数学・統計学研究のパラダイムシフトが存在していると言って良い。

米国の National Science Foundation は、2004 年度の重点領域に数理科学 (Mathematical Science) を採用しているが、その中での重要テーマに、「巨大データに関する数学的・統計的挑戦」、「不確実性の管理とモデリング」、「複雑な非線形システムのモデリング」を掲げた。また、フィールズ賞受賞の David Mumford 博士は、「3 千年紀の数学研究は、不確実性を中心とする内容に向かう」と指摘している。

すなわち、容易にモデルを仮定することが可能な実験データや、計画された調査データを対象とする従来の数理統計学から、一見何らの脈略のないようなビッグデータを扱い、多数のデータベースを連結することにより、データが示唆する情報を多面的に捉える探索的データ解析へと数学・統計学のパラダイムが転換されたのである。

このような数学・統計学のパラダイム転換は、学校教育における数学・統計教育に対しても変革をもたらすことになる。21 世紀初頭、日本以外の諸外国では、与えられたモデルを基にデータ解析の手法を学ぶ知識伝達型の統計学習から、身の周りからデータを収集し、そのデータを基にした知識発見型の学習がなされる統計教育へと様変わりした。具体的には、統計の基本理念である課題発見、解決プロセスを体験させる中で、「表 2」にあるような統計教育課程を実践するのである。そこでは、データの有用性やばらつきの概念を理解し、基本的なデータの読み方とまとめ方を学び、そこからの情報の抽出、新知識の創出までを行う一連のプログラムが構築されている。統計的プロセスを管理させることで、統計的思考力の育成を重視した教育へと転換が計られたのである。

このように、日本以外の諸外国では、算数・数学教育の中で、統計を大きく位置付け、5 歳から 15 歳にかけて、「身の回りのデータに親しみ、資料の収集と分析・結果を解釈しデータで議論する」という統計的課題解決の一連のプロセスを繰り返し経験させる一貫した統計教育が行われている。

しかしながら、「表 2」を見る限り、日本は統計教育の内容も少なく、学習期間も短いことから、2007 年時点で、日本の統計教育は世界に大きく後れをとったことがわかる。渡辺は、このような日本の統計教育の後れを指摘し、初等中等教育から大学教育・社会人教育を通じて体系的な統計教育の基盤を確立することに言及している。渡辺(2007)は、統計教育の充実を図り、具体的に、以下のような問題解決型人材の育成に努めなければならないとしている。

I. 賢い統計情報の消費者

食品・医療・保険・金融、消費、職業など、メディアに日常的に表出する統計情報を適切に読み取り、情報力のある判断ができる市民、かつ、より豊かで健康な暮らしを実現するため、身の回りの不確実性を伴うリスクに対し、個人で責任あるリスク管理ができる市民

II. 統計に基づく政府行政施策を正しく理解し、責任ある政治参加ができる市民

III. ビジネスにおける合理的な意思決定をリードする企業人

ビジネスの基本である、現状を測ること・達成可能な将来目標を予測すること・目標に向かって所与の評価関数を制御することができる人材

IV. イノベーションの種を発見できる自然および社会科学に従事する研究者・技術者・実務家、不確実性の数理的モデリング、発見科学としての統計科学の文法を理解する実務家・専門家

つまり、めまぐるしく変化する現代において、消費者レベルでは、身の回りに溢れるたくさんの情報を正しく読み、取り判断できる統計的な力として、市民レベルでは、統計をもとに自ら判断し政治参加する力として、企業人・実務家レベルでは、統計を活用し将来を予測する力として、専門家のレベルでは、統計的な専門的知識・技術として、つまり、どの階層においても、適所で統計的思考力を活用できることが求められているのである。

上記のような問題解決型人材の育成のためには、学校教育の早い段階から身近なデータを用いた統計的処理の実践を通した、体験的な統計教育の実践がなされることが必要である。すなわち、身の回りのデータに親しみ、資料の収集と分析・結果を解釈しデータで議論するという統計的課題解決の一連のプロセスを繰り返し経験させることで、日常のアクションに統計リテラシーの素養をもって対峙する習慣をつけ、ステップを踏んで統計リテラシーとチャンスの概念を深めていくカリキュラムが構築されなければならないのである。

中央教育審議会(2016)は、「学習指導要領等の改善及び必要な方策等について」として、次期「学習指導要領」改訂に向けての答申を行った。この中教審答申では、「教科等を越えた全ての学習の基盤として生まれ活用される資質・能力」について、以下のように述べられている⁽³⁾。

急速に情報化が進展する社会の中で、情報や情報手段を主体的に選択し活用していくために必要な情報活用能力、物事を多面的・多角的に吟味し見定めていく力、統計的な分析に基づき判断する力、問題を見だし解決に向けて思考するために必要な知識やスキル(問題発見・解決能力)などを、各学校段階を通じて体系的に育んでいくことの重要性は高まっていると考えられる。

つまり、まさに今、統計的思考力の育成を目的として、学校の学習指導で日常生活で使えるように、実践的な授業を行うことが求められているのである。

2. 統計教育への問題解決サイクルの導入

渡辺(2007)は、統計的思考力を涵養するためには、「知のサイクル」を経験することが極めて有効であるとしている。渡辺が提案する知のサイクルとは、以下の(ア)~(キ)の7つの過程から成る。

- (ア) 課題の設定
- (イ) 統計的なデータの問題への帰着

- (ウ) データの収集
- (エ) データの記述と分析
- (オ) 結果の統計的解釈
- (カ) 統計的に解釈された結果を元の課題のコンテキストと結び付けて考察し、他人に伝えること
- (キ) 結果に基づくリアクション(予測、標準化、管理など)が想定できること、もしくはあらたな検証すべき仮説や課題を見出すこと

このように、身の回りの問題をデータの問題へ帰着し、データを収集・分析し統計的解釈をして改善していくというサイクルを回し、学年や生徒個人の統計リテラシーやスキルのレベルに応じて、何度も繰り返し経験させる、いわゆる問題解決型のプロジェクト学習を行うことが重要なのである。

すでに、アメリカ、カナダ、イギリス、ニュージーランド、オーストラリアなどの諸外国では、データ中心の統計教育が進み、問題解決型の実践的な指導が行われている。例えば、ニュージーランドのナショナル・カリキュラムの中には、「統計的探究(Statistical Investigation)」が設けられ、小学校から高等学校までの毎学年の学習時間の 1/3 もが、統計教育に割り当てられている。ニュージーランドの統計教育では、統計的問題解決(探究)、統計的リテラシー、確率の 3 項目が同時に教えられ、その中で、“using the statistical inquiry cycle”として、改善サイクルの使用が明示され、統計的に問題を解決する力を行動特性として定着させる仕組みが作られている。また、小学校から高等学校まで、“データ探偵”という親しみやすいキャラクター教材のポスターを配布し、統計的な問題解決プロジェクト学習での行動を強く意識させている。(図 4)

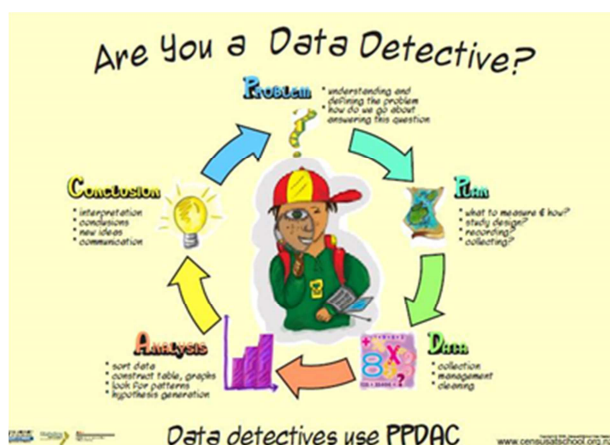


図 4 ニュージーランドで使用されている教材ポスター

一方、今日動き出した我が国の統計教育の改革においても、問題解決のサイクルがクローズ・アップされている。前述の、渡辺(2007)で提唱された問題解決サイクルは、“KAIZEN”の用語で世界の産業界で定着した日本における品質管理(QC: Quality Control)が元になっている。QCは戦後GHQとともに来日した統計学者デミング博士の指導に基づき、製品の品質を測定値(データ)でとらえ、その変動を分布の標準偏差(シグマ)で管理する方法として定着したものである。日本

型 QC は特に統計的 QC (Statistical Quality Control)とされている。産業界における QC 活動は、当初こそは製造品(モノ)の管理から始まったが、現在は、ヒト・サービス・カネ・マネジメントのすべての管理方法として使用されている。

問題解決のサイクルの例として一般的に知られているのは、以下の「PDCA サイクル」である。これは、企業の品質管理で使われている問題解決のプロセスで、QC 的な流れを一連のサイクルにしたものである。(図 5)

- Plan (計画)
- Do (実施)
- Check (確認)
- Action (修正)



図 5 PDCA サイクル

また、PDCA サイクルを、統計教育に転用したものが PPDAC サイクルとされている。(図 6)

- Problem(問題)
- Plan (計画)
- Data (データ)
- Analysis (分析)
- Conclusion (結論)

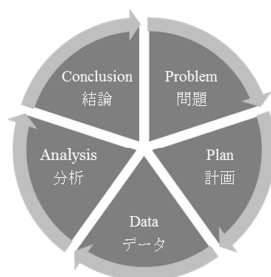


図 6 PPDAC サイクル

ニュージーランドでは、「図 4」で示されている通り、統計的な問題解決のプロジェクト学習を実施する際に、PPDAC サイクルを使用している。

この他にも、米国モトローラ社が自社製品と日本企業の品質の高さの差の原因を追究する中から、体系化された手法であるシックスシグマも世界的に展開されており、次の DMAIC のプロセスで定義されている。

- Define the problem (課題をデータに基づく問題にする)
- Measure the process (評価指標とそのプロセス要因の測定)
- Analysis the process (評価指標と要因との関連性の分析)
- Improve the process (プロセスの改善)
- Control the process (プロセスの管理)

21世紀初頭、国際的には、課題発見と解決の一連のプロセスを管理する統計的思考力を育成する統計教育が推進されてきた。そのような情勢の中で、日本はかなり後れを取ってきた。しかし、このような後れを取り戻そうと、平成20年、21年に「学習指導要領」が改訂され、統計教育の枠組みはかなり充実したとあって良い。その詳細は次節で述べることにする。

一方、統計的思考力の育成には、PDCAサイクルやPPDACサイクルのような問題解決型のサイクルにみられるプロセスを体験させることが有効とされており、学校教育の早い段階から身近なデータを用いた日常生活で使える統計的処理の実践を通じた、体験的な統計教育の実践が求められている。しかしながら、我が国の統計教育では、このような問題解決サイクルを日々の授業において、有効に機能させた実践例は少ない。このような問題解決サイクルを統計の授業の中で有効に機能する実践を開発することが、本研究の目的である。

第3節 日本の統計教育

1. 学習指導要領の教育理念

我が国の学校教育の教育課程の基準となる「学習指導要領」は、社会や子どもたちの変化を踏まえ、ほぼ10年に一度改訂されている。前節で述べた通り、21世紀初頭、我が国の統計教育は大きな後れをとったが、その後、日本の学校教育のナショナル・カリキュラムである「学習指導要領」は、この課題にどのように対応したのであろうか。ここでは、それを明らかにする。

現行の「学習指導要領」は、2008(平成20)年に小・中学校のものが、2009(平成21)年に高等学校のものが改訂された。これらは、2つの法改正を踏まえたものとなっている。まず、平成18年に教育基本法が改正され、「21世紀を切り拓く心豊かでたくましい日本人の育成を目指す」という観点から、これからの教育の新しい理念が定められた。また、教育基本法改正を受けて、平成19年の学校教育法が一部改正されたが、その第30条第2項には、学校教育の目標を達成する際に留意しなければならないことを、以下のように規定している。

生涯にわたり学習する基盤が培われるよう、基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくみ、主体的に学習に取り組む態度を養うことに、特に意を用いなければならない⁽⁴⁾。

改正された2つの法は、教育の基本理念を、知識、技能の習得、思考力、判断力、表現力等の涵養はもとより、めまぐるしく変化する現代社会を生き抜くため、生涯にわたり、自ら課題を発見し、学び続け、主体的に課題解決が出来る力、すなわち「生きる力」の育成であることとして明示したといえる。これらは、まさに「知識基盤社会の到来」という時代認識に沿ったものである。

しかしながら、上記の教育目標を達成するためには、当時の我が国の児童生徒には、克服させなければならない3つの課題が存在していた。それは、以下の3つである⁽⁵⁾。

- ① 思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題、知識・技能を活用する問題に課題
- ② 読解力で成績分布の分散が拡大しており、その背景には家庭での学習時間などの学習意欲、学習習慣・生活習慣に課題
- ③ 自分への自信の欠如や自らの表来への不安、体力の低下といった課題

このような課題への対応の視点から、中央教育審議会(2008)は、「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」として、平成20年、21年の学習指導要領改訂に向けての答申を行い、以下の6つがポイントを示している⁽⁶⁾。

- ① 「生きる力」という理念の共有
- ② 基礎的・基本的な知識・技能の習得
- ③ 思考力・判断力・表現力等の育成
- ④ 確かな学力を確立するために必要な授業時数の確保
- ⑤ 学習意欲の向上や学習習慣の確立
- ⑥ 豊かな心や健やかな体の育成のための指導の充実

特に、②を基盤とした③、⑤及び⑥が重要と考えられている。つまり、「基礎的・基本的な知識・技能の習得」を基盤とし、それらを活用できるための「思考力・判断力・表現力」を育成する。そのためには、「学習意欲の向上や学習習慣の確立」が必要であり、具体的な「豊かな心や健やかな体の育成のための指導の充実」が企図されなければならないのである。

この「中教審答申」に従い、改訂された「学習指導要領」を運用するにおいて、文部科学省は、「生きる力」を支える「確かな学力」、「豊かな心」、「健やかな体」の調和を重視するとともに、学力の重要な要素として、以下の3つを示した⁽⁷⁾。

- ① 基礎的・基本的な知識・技能
- ② 知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等
- ③ 主体的に学習に取り組む態度

以上のような改訂の基本的な考え方や教育課程の基本的な枠組みの下に、教育内容に関する改善が行われ、以下の6つの充実すべき重要事項が挙げられた⁽⁸⁾。

- (1) 言語活動の充実
- (2) 理数教育の充実
- (3) 伝統や文化に関する教育の充実

- (4) 道徳教育の充実
- (5) 体験活動の充実
- (6) 小学校段階における外国語活動

どれも、グローバル化や情報化が一層進む、これからの「知識基盤社会」で、子どもたちが、社会や自分たちを取り巻く環境の変化の中で、積極的に情報を得て、教科等で得た知識・技能を活用して自分なりに判断し、行動できることが求められている背景を踏まえたものとなっている。次小節「2」では、統計教育改革の推進について述べるが、それは、こうした理念に依拠するものなのである。

2. 学習指導要領における統計教育

理数教育の充実においては、思考力・判断力・表現力等の育成の観点から知識・技能の活用を重視し、各教科等における言語活動の充実を図ることとしており、論理や思考といった知的活動の基盤という言葉の役割に着目した場合、「比較や分類、関連付けといった考えるための技法、帰納的な考え方や演繹的な考え方などを活用して説明する」、「仮説を立てて観察を行い、その結果を評価し、まとめ表現する」、といった活動が重要であり、これらの活動を行う算数・数学や理科の役割は大きいとしている。

これらを踏まえ、平成 20 年、21 年の学習指導要領改訂は、新しい知識・情報・技術が社会のあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的に重要度を増す「知識基盤社会」といわれる今の社会の中で「生きる力」を育むこと目指したものとなっており、算数・数学については、統計内容の充実が見られる。中教審答申(2008)の中で、小学校算数科、中・高等学校数学科の改善の基本方針の 1 つが以下のように書かれている⁹⁾。

数学的な思考力・表現力は、合理的、論理的に考えを進めるとともに、互いの知的なコミュニケーションを図るために重要な役割を果たすものである。このため、数学的な思考力・表現力を育成するための指導内容や活動を具体的に示すようにする。特に、根拠を明らかにし筋道を立てて体系的に考えることや、言葉や数、式、図、表、グラフなどの相互の関連を理解し、それらを適切に用いて問題を解決したり、自分の考えを分かりやすく説明したり、互いに自分の考えを表現し伝え合ったりすることなどの指導を充実する。

つまり、数学の授業で、統計の問題解決型のサイクル・プロセスにみられる、図や表、グラフなどを用い、仮説や筋道を立て、体系的に考える作業を取り入れた指導を進めていくことは、理論的な思考や知的なコミュニケーションを図り、算数科・数学科における思考力、判断力、表現力を育成するという目的の達成のためにも有効的なのではないかと考えられている。

平成 20、21 年の「学習指導要領」における、統計教育の充実については、算数・数学の内容の構成からもうかがえる。小学校では、第 1 学年、第 2 学年に「D 数量関係」領域が導入されたことにより、全学年を通して「資料の整理と読み」が扱われるようになった。中学校においては、「資料の活用」領域が新設され、高等学校には、必修化された「数学 I」の中に、「データの分析」という単元が設けられた。(表 3)

表 3 算数・数学科の内容の構成(平成 20、21 年改訂学習指導要領)

小学校 数量関係	
1年	絵や図を用いた数量の表現
2年	簡単な数やグラフ
3年	表や棒グラフ
4年	資料の分類整理 (二つの観点の表、折れ線グラフ)
5年	円グラフや帯グラフ
6年	資料の調べ方 (資料の平均、 度数分布)

中学校 資料の活用	
1年	資料の散らばりと代表値
2年	確率
3年	標本調査

高等学校	
数学 I	データの分析 (データの散らばり、データの相関)
数学 A	場合の数と確率 (場合の数、確率)
数学 B	確率分布と統計的な推測 (確率分布、正規分布、統計的な推測)

太字は新規の内容

上記の表と、前節「表 2」の「改訂前の我が国の統計教育の内容」とを比較してみると、現行の「学習指導要領」においては、小学校から高等学校まで一貫して、資料の読み取りやデータ分析などの統計教育を受ける枠組みが作られたことが見て取れる。

これは、データを活用して数学的根拠に基づいた判断をする態度の育成という改訂理念が大きく反映された姿と言って良い。このような統計教育の充実は、前掲の中教審に示された通り、平成 29 年度中に予定されている「高等学校学習指導要領」改訂時、傾向としてますます強まるものと考えられる。

『高等学校学習指導要領解説』における、高等学校数学科の目標を従前学習指導要領と比較すると、以下のようになっている⁽¹⁰⁾。

平成 10 年施行の「高等学校学習指導要領」

数学における基本的な概念や原理・法則の理解を深め、事象を数学的に考察し処理する能力を高め、数学的活動を通して創造性の基礎を培うとともに、数学的な見方や考え方のよさを認識し、それらを積極的に活用する態度を育てる。

平成 21 年告示の「高等学校学習指導要領」

数学的活動を通して、数学における基本的な概念や原理・法則の体系的な理解を深め、事象を数学的に考察し表現する能力を高め、創造性の基礎を培うとともに、数学のよさを認識し、それらを積極的に活用して数学的論拠に基づいて判断する態度を育てる。

基本的には従前の目標を踏襲しているが、いくつかの改善点が見られる。

まず、1 点目は、「数学的活動を通して」の部分が文頭に出ていることである。これは、小学校、中学校の算数、数学の目標においても同様の変更があり、数学的活動を一層重視する意図が示されている。

2 点目は、「理解」を「体系的な理解」に変更されていることで、数学を様々な場面で活用できるようにすることを重視している。

3 点目は、「事象を数学的に考察し処理する能力」を「事象を数学的に考察し表現する能力」に変更していることである。これは、今回の改定で、思考力・判断力・表現力等の重視と言語活動の充実が掲げられているからである。

4 点目は、「数学的な見方や考え方のよさ」を「数学のよさ」に変更されていることである。「数学のよさ」には、数学的な見方や考え方のよさ以外に、数学の概念や原理・法則のよさ、数学的な表現や処理の仕方のよさが含まれており、さらに、数学の実用性や汎用性などの数学の特徴や、数学的活動や思索することの楽しさなども含まれる。

5 点目は、「数学的論拠に基づいて判断する」という文言が挿入されていることである。様々な場面で事象の数学的側面に着目し、思考・処理してその結果を解釈し、それを基に合理的な判断を行うことが表現されている。

数学は生活の中で重要な役割を果たしており、高等学校で数学を学ぶことは社会をよりよく生きる知恵を身に着けることにもつながる。知識基盤社会と言われる現代社会においては、とくに、確率や統計についての数学的な考え方や知識等が必要になることを踏まえると、上記の数学の目標を達成するためにも統計教育の充実は不可欠である。

前述のように、平成 21 年の「学習指導要領」改訂により、高等学校における統計教育の充実が図られたが、具体的内容は以下のようなものである。

現在、高等学校における数学科の科目編成は、「表 4」に示す通り、数学Ⅰ(3 単位)、数学Ⅱ(4 単位)、数学Ⅲ(5 単位)、数学 A(2 単位)、数学 B(2 単位)から構成されている。このうち、数学 A と数学 B はいくつかの内容を選択して履修させる科目である。

「表 5」は、改訂前から改定後への移行を記したものである。数学 B 及び数学 C はいずれも 4 つの内容で構成され、4 つの中からいくつかの項目を選択する科目であったが、選択される項目の偏りがあったため、その偏りを小さくするために、数学 A と数学 B を 3 つの内容で構成することにし、数学 C の内容を他科目に移動することになった。

「表 4」で示されている通り、統計分野は、数学 I の「データの分析」、数学 A の「場合の数と確率」、数学 B の「確率分布と統計的な推測」に組み込まれている。

数学 I の「データの分析」は、分散や標準偏差、散布図や相関係数などを扱う統計的内容である。数学 I は、共通必修科目であるから、すべての高等学校生徒が学ぶ。ここに統計的な内容が組み入れられたことは、統計教育にとって著しい進展といえる。また、数学 A の「場合の数と確率」は、従前から非常に多くの学校で履修されているもので、事実上の必修内容に近いといえる。

他方、数学 B の「確率分布と統計的な推測」は、従前と変わらず、数学 B 中の選択項目である。次節で詳しく述べるが、数学 B は、標準単位数 2 単位のところへ 3 単位程度の内容が込められており、『学習指導要領解説』においても、「生徒の実態や単位数等に応じて内容を適宜選択させること」とされている。入学試験で、「数列」と「ベクトル」を数学 B からの出題内容としている大学が大多数であるため、高等学校でも、それに合わせて「数列」と「ベクトル」を学ばせ、「確率分布と統計的な推測」を扱わないところが圧倒的に多く、統計教育にとっては悩ましい現状が存在する。

こうした高等学校の統計教育の現状と課題を明らかにするために、三重県下の高等学校に統計教育に関するアンケート調査を行った。次節では、そのアンケート結果をもとに分析・検討を与える。

表 4 高等学校数学科の内容の構成 (平成 21 年改訂学習指導要領)

数学Ⅰ (3単位)	数学Ⅱ (4単位)	数学Ⅲ (5単位)
<p>(1) 数と式 ア 数と集合 (ア) 実数 (イ) 集合 イ 式 (ア) 式の展開と因数分解 (イ) 一次不等式</p> <p>(2) 図形と計量 ア 三角比 (ア) 鋭角の三角比 (イ) 鈍角の三角比 (ウ) 正弦定理・余弦定理 イ 図形の計量</p> <p>(3) 二次関数 ア 二次関数とそのグラフ イ 二次関数の値の変化 (ア) 二次関数の最大・最小 (イ) 二次方程式・二次不等式</p> <p>(4) データの分析 ア データの散らばり イ データの相関</p>	<p>(1) いろいろな式 ア 式と証明 (ア) 整式の乗法・除法、 分数式の計算・二項定理 (イ) 等式と不等式の証明 イ 高次方程式 (ア) 複素数と二次方程式 (イ) 因数定理と高次方程式</p> <p>(2) 図形と方程式 ア 直線と円 (ア) 点と直線 (イ) 円の方程式 イ 軌跡と領域</p> <p>(3) 指数関数・対数関数 ア 指数関数 (ア) 指数の拡張 (イ) 指数関数とそのグラフ イ 対数関数 (ア) 対数 (イ) 対数関数とそのグラフ</p> <p>(4) 三角関数 ア 角の拡張 イ 三角関数 (ア) 三角関数とそのグラフ (イ) 三角関数の基本的な性質 ウ 三角関数の加法定理</p> <p>(5) 微分・積分の考え ア 微分の考え (ア) 微分係数と導関数 (イ) 導関数の応用 イ 積分の考え (ア) 不定積分と定積分 (イ) 面積</p>	<p>(1) 平面上の曲線と複素数平面 ア 平面上の曲線 (ア) 直交座標による表示 (イ) 媒介変数による表示 (ウ) 極座標による表示 イ 複素数平面 (ア) 複素数の図表示 (イ) ド・モアブルの定理</p> <p>(2) 極限 ア 数列とその極限 (ア) 数列の極限 (イ) 無限等比級数の和 イ 関数とその極限 (ア) 分数関数と無理関数 (イ) 合成関数と逆関数 (ウ) 関数値の極限</p> <p>(3) 微分法 ア 導関数 (ア) 関数の和・差・積・商 の導関数 (イ) 合成関数の導関数 (ウ) 三角関数・指数関数 ・対数関数の導関数 イ 導関数の応用</p> <p>(4) 積分法 ア 不定積分と定積分 (ア) 積分とその基本的な性質 (イ) 置換積分法・部分積分法 (ウ) いろいろな関数の積分 イ 積分の応用</p>
<p>数学A (2単位)</p> <p>(1) 場合の数と確率 ア 場合の数 (ア) 数え上げの原則 (イ) 順列・組合せ イ 確率 (ア) 確率とその基本的な性質 (イ) 独立な試行と確率 (ウ) 条件付き確率</p> <p>(2) 整数の性質 ア 約数と倍数 イ ユークリッドの互除法 ウ 整数の性質の応用</p> <p>(3) 図形の性質 ア 平面図形 (ア) 三角形の性質 (イ) 円の性質 (ウ) 作図 イ 空間図形</p>	<p>数学B (2単位)</p> <p>(1) 確率分布と統計的な推測 ア 確率分布 (ア) 確率変数と確率分布 (イ) 二項分布 イ 正規分布 ウ 統計的な推測 (ア) 母集団と標本 (イ) 統計的な推測の考え</p> <p>(2) 数列 ア 数列とその和 (ア) 等差数列と等比数列 (イ) いろいろな数列 イ 漸化式と数学的帰納法 (ア) 漸化式と数列 (イ) 数学的帰納法</p> <p>(3) ベクトル ア 平面上のベクトル (ア) ベクトルとその演算 (イ) ベクトルの内積 イ 空間座標とベクトル</p>	

太字は統計分野の内容

表 5 主な内容の変更 (平成 21 年改訂学習指導要領)

従前学習指導要領		従前学習指導要領	
<p>数学 I</p> <p>方程式と不等式 数の集合と四則計算の可能性 3次式の展開, 因数分解</p> <p>大小関係を不等式を用いて表すこと</p> <p>有理数と無理数</p> <p>二次方程式の解の公式</p> <p>二次関数 いろいろな事象と関数</p> <p>図形と計量 相似形の面積比・体積比, 球の表面積・体積</p>	→ 数学 II	<p>数学 A</p> <p>平面図形 円周角の定理の逆</p> <p>集合と論理 集合の表し方 集合の要素と個数 命題と証明</p> <p>場合の数と確率 二項定理 期待値</p>	→ 数学 A → 数学 I → 数学 A → 数学 I → 数学 A → 数学 II → 数学 B
<p>数学 II</p> <p>式と証明・高次方程式</p> <p>図形と方程式</p> <p>いろいろな関数</p> <p>微分・積分の考え</p>	→ 数学 II	<p>数学 B</p> <p>数列</p> <p>ベクトル</p> <p>統計とコンピュータ 資料の散らばりと代表値 分散, 標準偏差, 相関関</p> <p>数値計算とコンピュータ ユークリッドの互除法</p>	→ 数学 I → 数学 I → 数学 A
<p>数学 III</p> <p>極限</p> <p>微分法</p> <p>積分法</p>		<p>数学 C</p> <p>行列とその応用 行列とその演算</p> <p>式と曲線</p> <p>確率分布 条件付確率</p> <p>統計処理 標本調査</p>	→ 数学活用 → 数学 III → 数学 B → 数学 A → 数学 B
		<p>数学基礎</p> <p>数学と人間の活用 社会生活における数理的な考察 身近な統計 資料の散らばりと代表値 標本調査</p>	→ 数学活用

第4節 高等学校における統計教育の現状と課題

1. 統計教育に関するアンケート調査の概要

高等学校の統計教育の現状と課題を明らかにするために、三重県下の高等学校数学科を対象に、アンケート調査を行った。

回答期間は、2017年5月19日～6月30日である。その「質問用紙」を「資料1」、「調査結果」を「資料2」として以下に示す。調査結果における表内の各セルは、同傾向の回答については同一色としてある。

アンケートの意図は、実際の教育現場における統計教育の現状や、統計教育に対する考えを知ることであるが、アンケートに協力していただいた先生が、数学Bの3つの内容の「確率分布と統計的な推測」、「数列」、「ベクトル」を平等にとらえて判断できるよう、アンケート名を「数学Bに関するアンケート」として提示し、統計教育に重点をおいたアンケートだという書き方は避けることにした。

資料 1 質問用紙

数学 B に関するアンケート

三重大学教育学部数学教育研究室では、高等学校の数学科カリキュラムについて調査研究をしています。本アンケートは、三重県下の高等学校様の数学 B の選択項目の実態を知り、学校現場の数学教育の傾向をつかむ目的で実施し、その上で、高等学校数学のカリキュラム編成に少しでも貢献できればと考えております。本研究の趣旨をご理解頂き、何卒アンケート調査にご協力をお願いいたします。アンケートで得た情報は研究目的以外で使用することはありません。なお、結果の公表、研究の還流におきましては学校名を伏せた上で、公的な研究会等で発表させて頂きたく思います。

アンケートは簡単なものです。何卒、ご協力のほどよろしくお願い申し上げます。

三重大学大学院教育学研究科 教授 田中伸明 大学院生 山田恵理

1. 貴校の学校名と、1つの学年の定員をお答えください。学年により異なる場合は、2年次の人数をお答えください。正確なものではなく、概数で結構です。

学校名 _____ 高等学校 _____ 人

2. 貴校では、科目「数学 B」を教育課程上に開講していますか。また、その場合、何年次に履修させていますか。該当するものに○を付け、かっこを埋めてください。

(1) 開講している (_____) 年次 (2) 開講していない

3. 「2」で開講していると答えられた方にお聞きします。卒業までに「数学 B」を学ぶ生徒の割合は、実際のどのくらいですか。

概ね _____ %程度

4. 「2」で開講していると答えられた方にお聞きします。「学習指導要領」では、「数学 B」は以下の内容から「適宜選択させる」としています。貴校では、どの内容を履修させていますか。該当するものに○を付けてください。

(1) 確率分布と統計的な推測 (2) 数列 (3) ベクトル

5. 上記の各項目に関し、「選択させている」あるいは「選択させていない」理由を表内にお答えください。

内容	(1) 確率分布と統計的な推測	(2) 数列	(3) ベクトル
選択 または 不選択 の理由			

6. 上記の3つの内容のうち、生徒が最終学校を卒業し、社会に出た時に、一般的に必要とされる(役に立つ)知識・理解・技能・考え方を扱っているのは、上記の3つを比較した時、どのような順になると先生はお考えですか。

内容	(1) 確率分布と統計的な推測	(2) 数列	(3) ベクトル
順位			

ご協力ありがとうございました。

資料 2 調査結果

学校ID	1	2	3	4	5	6	7
1学年の定数(人)	360	320	240	320	320	240	240
数Bの開講	2年次	2年次	2年次	2年次	2年次	3年次	3年次
数Bを学ぶ割合(%)	89	80	5~10	15	75	4	
数Bの履修内容	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル
選択・不選択の理由	【確率分布】 内容として数Ⅲの履修後が望ましいと思われるが、順番・時間的な制限があり、選択させるのは難しいと考えられる。	【確率分布】 2単位では時間不足のため。	【確率分布】 数Ⅰにおいて、データの分析の基本知識を定着できていないため。また、生徒の能力等により判断しました。	【確率分布】 分布関数等、数学Ⅲの知識を必要とする分析を含むため、不選択。	【確率分布】 データ、確率で一部取り上げるため。	【確率分布】 教科書の順番に時間をかけながら出来るところを進めているため、結果として上記のようになりました。	【確率分布】 時間があればやっています。
	【数列】	【数列】	【数列】	【数列】	【数列】 センター試験、一般入試への対応。	【数列】 上に同じ	【数列】 入試で必要になる場合が多いため。
	【ベクトル】	【ベクトル】	【ベクトル】	【ベクトル】	【ベクトル】 センター試験、一般入試への対応。	【ベクトル】 上に同じ	【ベクトル】 入試で必要になる場合が多いため。
役に立つ順位							
(確率分布)	1	3	2	1	2	2	2
【数列】		1	1	2	1	1	1
【ベクトル】		2	3	3	3	3	3

学校ID	8	9	10	11	12	13	14
1学年の定数(人)	240	320	280	120	320	320	160
数Bの開講	なし	3年次(来年度以降2年次)	なし	2~4	2年次	2年次	なし
数Bを学ぶ割合(%)		2(現3年)		5	100	100	
数Bの履修内容		数列・ベクトル		数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	
選択・不選択の理由	【確率分布】 不選択	【確率分布】 数Aを学んでいない生徒なので、やるとしたら数Aの学習も必要になるので、時間的に無理なため。	【確率分布】	【確率分布】 記号が多く、生徒に分かりにくいと思われるため。	【確率分布】 下2つに絞り、センターに向けて強化したいから。	【確率分布】 時間が無い	【確率分布】
	【数列】 大学進学者のみ課外で選択。	【数列】 本校ではほとんどが就職のため、数I・IIでは応用問題を削除している。数学的帰納法や色々な数列の和等で、数学的発想、理論を定着させたいため。	【数列】	【数列】 数を扱うので、生徒にとってわかりやすい。	【数列】 センター試験で必要であるから。	【数列】 進学校なので	【数列】
	【ベクトル】 基本数列と同じ。	【ベクトル】 工業科ともかかわりが深く、大学進学者には必要と考えるため。	【ベクトル】	【ベクトル】 作図があり、視覚的にみやすいため。	【ベクトル】 上に同じ。	【ベクトル】 進学校なので	【ベクトル】
役に立つ順位							
【確率分布】	3	3		2	1	3	
【数列】	1	2		1	2	1	
【ベクトル】	2	1		3	3	2	

学校ID	15	16	17	18	19	20	21
1学年の定数(人)	240	360	360	240	280	120	240
数Bの開講	なし	2年次	2年次	なし	なし	2,3年次	3年次
数Bを学ぶ割合(%)		100	100			10	12.5
数Bの履修内容		数列・ベクトル	数列・ベクトル			確率・数列・ベクトル	数列・ベクトル
選択・不選択の理由	【確率分布】	【確率分布】 数Aの確率で。	【確率分布】	【確率分布】	【確率分布】	【確率分布】 各項目とも、やさしい内容のみを学習させている。	【確率分布】 生徒が理解しにくいため。
	【数列】	【数列】 受験。	【数列】 入試対応。	【数列】	【数列】	【数列】 各項目とも、やさしい内容のみを学習させている。	【数列】 生徒が理解しやすいため。
	【ベクトル】	【ベクトル】 受験。	【ベクトル】	【ベクトル】	【ベクトル】	【ベクトル】 各項目とも、やさしい内容のみを学習させている。	【ベクトル】 生徒が理解しやすいため。
役に立つ順位							
【確率分布】	1	2	3	1		1	2
【数列】	2	1	1	3		2	1
【ベクトル】	3	3	2	2		3	3

学校ID	22	23	24	25	26	27	28
1学年の定数(人)	240	100	320	240	200	80	240
数Bの開講	2年次	3年次	2年次	3年次	2年次	3年次	2年次
数Bを学ぶ割合(%)	10	100	100	2	7~8	0(希望者が5人に満たない)	19
数Bの履修内容	数列・ベクトル	数列	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル
選択・不選択の理由	【確率分布】	【確率分布】 生徒の学習レベルと時間の関係。	【確率分布】	【確率分布】	【確率分布】 時間的な余裕を考えて。	【確率分布】 2年次に数Aが選択制になっていて、数A未履修で数Bを履修する生徒がいる。	【確率分布】 大学等の入試を考えたとき、あまり問題数もなく、履修させにくいような気がします。
	【数列】	【数列】 規則を読み取る力を付けさせたい。 またn項を考えることで数学的な広がりを感じさせた。	【数列】 入試への対応。	【数列】 入試への対応。	【数列】 (受験に)一般的だから。	【数列】 一般的な計算の内容であり、理解させやすい。	【数列】 大学等への入学試験を考えたときに、対応が本校生徒の場合でも、まだ可能のように考えています。
	【ベクトル】	【ベクトル】 生徒の学習レベルと時間の関係。	【ベクトル】 入試への対応。	【ベクトル】 入試への対応。	【ベクトル】 (受験に)一般的だから。	【ベクトル】 一般的な計算の内容であり、理解させやすい。	【ベクトル】 大学等への入学試験を考えたときに、対応が本校生徒の場合でも、まだ可能のように考えています。
役に立つ順位			どれも大事				
【確率分布】		2		1	3	2	3
【数列】		1		2	1	1	2
【ベクトル】		3		3	2	3	1

学校ID	29	30	31	32	33	34	35
1学年の定数(人)	80	240	320	200	200	120	200
数Bの開講	2年次	2年次	2年次	2年次	3年次	午後部4年次	開講していない
数Bを学ぶ割合(%)	15	100	100	4	15	20	
数Bの履修内容	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	
選択・不選択の理由	【確率分布】 授業時間が足りないため、数列とベクトルを優先的に行っていきます。	【確率分布】 数列・ベクトル	【確率分布】 大学入試において、選択できない大学が多いため。	【確率分布】 数Aを選択していないので数Aを選択していません。	【確率分布】 大学入試での出題量の関係で。	【確率分布】 学力的に厳しい。	【確率分布】
	【数列】	【数列】	【数列】	【数列】 3年生で学ぶ数Ⅲへの準備として選択。	【数列】 大学入試との関係。	【数列】 簡単な等差、等比位を扱う予定。それ以上のことは学力的にきつい。	【数列】
	【ベクトル】	【ベクトル】	【ベクトル】	【ベクトル】 工業高校生として必要な知識なので選択。	【ベクトル】 大学入試との関係。	【ベクトル】 ベクトルの加法、減法、実数倍までを扱う予定。それ以上のことは学力的にきつい。	【ベクトル】
役に立つ順位					つけられない		
【確率分布】	3	3	3	3		2	
【数列】	1	2	1	2		1	
【ベクトル】	2	1	2	1		3	

学校ID	36	37	38	39	40	41	42
1学年の定数(人)	70	100	80	20	60	280	200
数Bの開講	2年次	2年次	開講していない	3年次	3年次	2年次	3年次
数Bを学ぶ割合(%)	7	15		20	100	100	5
数Bの履修内容	数列・ベクトル	数列・ベクトル		数列・ベクトル	数列	数列・ベクトル	数列・ベクトル
選択・不選択の理由	【確率分布】	【確率分布】 時間がないため。	【確率分布】	【確率分布】 本校生徒にはやや難問で あると思われる。	【確率分布】 難易度が高い	【確率分布】 時間の不足。	【確率分布】 大切などころではあるが、思 考力より暗記力が重視され るところであるので、現段階 では時間的なことを考えて、 選択していない。
	【数列】 入試問題として頻出する ため。規則性に気付け る良い単元だから。	【数列】 受験に出題される頻度 が 高いため。	【数列】	【数列】 金利等社会に出るにあ たり、必要と思われる。	【数列】 本校には、扱いやすい内 容であるから。	【数列】 センター対策。 他分野との融合問題 策。	【数列】 入試を考えると必ず教えて おくべきところだから。
	【ベクトル】 入試問題として頻出する ため。図形や式、色々な 領域に関係してくる重要な 単元だから。	【ベクトル】 受験に出題される頻度 が 高いため。	【ベクトル】	【ベクトル】 考え方が大切。	【ベクトル】 本当はやりたいが、数列 に時間がかかるため。	【ベクトル】 センター対策。 他分野との融合問題 策。	【ベクトル】 入試を考えると必ず教えて おくべきところだから。
役に立つ順位							
【確率分布】	1	1	1	2	3	1	1
【数列】	3	1	3	1	1	2	2
【ベクトル】	2	1	2	3	2	2	3

学校ID	43	44	45	46	47	48	49
1学年の定数(人)	10	160	320	240	200	110	280
数Bの開講	なし	2年次	2年次	2年次	2年次	2年次	2年次
数Bを学ぶ割合(%)		30	95	30	40	5	40
数Bの履修内容		数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	(確率)・数列・ベクトル
選択・不選択の理由	【確率分布】	【確率分布】	【確率分布】	【確率分布】	【確率分布】	【確率分布】	【確率分布】
		必要な範囲として数列とベクトルがあり、ここまで手が回らないから。	必要な範囲として数列とベクトルがあり、ここから受験科目として、必要な生徒が多いから。	入試問題等によく出ている。規則性を発見し、一般化することが論理的な力を育むと考えられるから。	センター試験に必要、または、大学入試において必要のため。	【数列】	センター試験、大学入試を見据え、選択している。
	【数列】	【数列】	【数列】	【ベクトル】	【ベクトル】	【ベクトル】	【ベクトル】
	私立大学や国立大学の入試でこれらの単元が多く出題されるため。	私立大学や国立大学の入試でこれらの単元が多く出題されるため。	私立大学や国立大学の入試でこれらの単元が多く出題されるため。	入試問題等によく出ている。物理でも扱われ、速度、加速度を考えることにも応用できる。また、図形的な考え方を深めることにも繋がるため。	センター試験に必要、または、大学入試において必要のため。	【ベクトル】	センター試験、大学入試を見据え、選択している。
役に立つ順位							
【確率分布】	1	1	1	1	1	2	1
【数列】	3	3	3	3	2	1	2
【ベクトル】	2	2	2	2	3	3	3

学校ID	50	51	52	53	54	55	56
1学年の定数(人)	60	230	150	230	320	120	130
数Bの開講	2年次	2年次	2年次	2年次	2年次	1,2年次	2年次
数Bを学ぶ割合(%)	20	75	90	60	100	100	100
数Bの履修内容	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル
選択・不選択の理由	【確率分布】 数列・ベクトルを重要と考 えているため。(時間数不 足もある)	【確率分布】 数列・ベクトル	【確率分布】 不選択(一部補習で実施) 本来であればやっても良 い内容であらうが授業時 間数の問題で困難。	【確率分布】 大学の入試を考えて。 確率分布はあまり出てい ない。	【確率分布】 大学の選択が少ない。(2 次試験の)		
	【数列】 受験のためを考えて。	【数列】 数Ⅲにつながるため。	【数列】 選択 数Ⅲにおける極限におい て必要不可欠。	【数列】 大学入試を見据えて。	【数列】	【数列】	【数列】
	【ベクトル】 受験のためを考えて。	【ベクトル】 多くの入試で出題されるた め。	【ベクトル】 選択 座標平面上のベクトル、ベ クトル方程式等は、関数分 野への広がりを考えると大 切。	【ベクトル】 大学入試を見据えて。	【ベクトル】	【ベクトル】	【ベクトル】
役に立つ順位							
【確率分布】	1	3	3	3	1	1	3
【数列】	2	1	1	1	3	3	1
【ベクトル】	3	2	2	2	2	2	2

学校ID	57	58	59	60	61	62	63
1学年の定数(人)	600	100	110	400	120	360	250
数Bの開講	2年次	2年次	2年次	2年次	1年次	2年次	3年次
数Bを学ぶ割合(%)	70	70	30	100	100	100	8
数Bの履修内容	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	(確率)・数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル	数列・ベクトル
選択・不選択の理由	【確率分布】 受験にあまり出題されない。	【確率分布】 特に不選択の理由はなく、数列・ベクトルを選択しているため。	【確率分布】 大学入試で出題されにくい。自分が高校時代学んでない。一部データの分析と重なる部分があるため、特進コースでは昨年度2年生から履修。	【確率分布】 多くの大学が数Bの範囲を数列・ベクトルとしているため。	【確率分布】 教える余裕がない。	【確率分布】 大学入試に必要なことが多い。	【確率分布】 1年次で統計を学ぶため。生徒の進路で必要であれば補習で対応している。
	【数列】 受験に使える大学が多いため。	【数列】 受験に必要	【数列】 これまでの教材等があり、問題のストックもあるため、指導しやすい。	【数列】 多くの大学が数Bの範囲を数列・ベクトルとしているため。	【数列】	【数列】 大学入試に必要なことが多い。	【数列】 学ぶ機会がこの時しかない、かつ、大事な分野であるため。
	【ベクトル】 受験に使える大学が多いため。	【ベクトル】 受験に必要	【ベクトル】 同上	【ベクトル】 多くの大学が数Bの範囲を数列・ベクトルとしているため。	【ベクトル】	【ベクトル】 大学入試に必要なことが多い。	【ベクトル】 学ぶ機会がこの時しかない、かつ、大事な分野であるため。
役に立つ順位							
【確率分布】	2	1	1	3	3	1	1
【数列】	1	2	2	1	1	2	3
【ベクトル】	3	3	2	2	2	3	2

2. 統計教育に関するアンケート調査の分析

以下、各質問ごとに調査結果を分析する。

学校規模

1. 貴校の1つの学年の定員をお答えください。学年により異なる場合は、2年次の人数をお答えください。正確なものではなく、概数で結構です。

_____人

これは、学校の規模を把握するための質問である。

【結果】 回答校 63校

一般的に3～8学級程度を適正な学校規模とすることが多いので、1学級40人として考えて、三重県下では全校生の数から学校の規模を、小規模校(159人以下)、適正規模校(160人以上359人以下)、大規模校(360人以上)の3つに分けることにした。その結果は「表6」のようになった。三重県の高校は適正規模校が約半数を占めていることがわかった。

表6 学校の規模(回答校63校)

学校の規模	校数
小規模校(～159人)	20校
適正規模校(160～359人)	37校
大規模校(360人～)	6校

数学Bの履修学年

2. 貴校では、科目「数学B」を教育課程上に開講していますか。また、その場合、何年次に履修させていますか。該当するものに○を付け、かっこを埋めてください。

(1) 開講している () 年次

(2) 開講していない

数学Bの開講状況を知るための質問である。また、開講している場合には、何年次に履修しているか回答してもらった。

【結果】 回答校 63校

約85%の学校が数学Bを開講していることから、三重県のほとんどの高校では数学Bを開講していることがわかった。開講している高校のうち、その66.7%が2年次に数学Bを履修している。(表7、図7)

また、いわゆる進学校では、すべての学校で数学Bが開講されており、2年次に履修させていた。進学校では大学受験を考慮して数学Bを必修的に開講しているのである。数学Bを開講していない学校は農業や工業、商業、水産などの、専門教育を主とする高校が半数であった。

表 7 数学 B の開講状況・開講学年

数学Bの開講状況(回答校63校)		数学Bを開講している学年(回答校54校)	
開講している	54校(85.7%)	1年次	1校(1.9%)
開講していない	9校(14.3%)	2年次	36校(66.7%)
		3年次	12校(22.2%)
		その他	5校(9.3%)

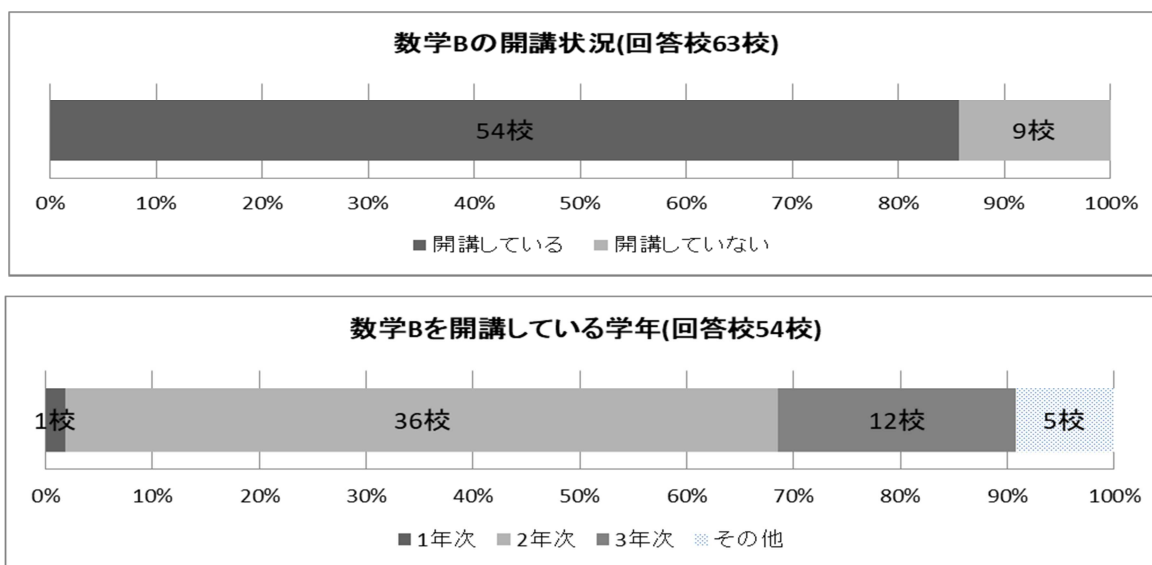


図 7 数学 B の開講状況・開講学年

数学 B の履修率

3. 「2」で開講していると答えられた方にお聞きします。卒業までに「数学 B」を学ぶ生徒の割合は、実際どのくらいですか。

概ね %程度

この質問では、数学 B を開講している学校に、1 学年の生徒のうち、どれくらいの割合の生徒が数学 B を履修しているのかを回答してもらった。

【結果】 回答校 53 校

数学 B を履修している割合としては、「0～20%の生徒が数学 B を履修している」が約 43.4%で最も多く、次に「81～100%の生徒が数学 B を履修している」が約 35.8%で 2 番目に多かった。生徒の学力や、学校の特徴によって、数学 B を履修している割合が高い(80%以上)か、低い(20%以下)か、大きく 2 つに分かれている傾向が読み取れた。(表 8、図 8)

「100%の生徒が数学 B を履修している」高校は 15 校あり、そのほとんどが進学校であった。

進学校の生徒は、ほぼ数学 B を学んでいることがわかる。このように進学校では、高い履修率が認められる。一方で、43.4%もの高校では、数学 B を開講してはいるものの、選択する生徒は20%未満と少数派である。これに加え、数学 B を開講していない学校が 9 校ある。それも含めると三重県の約半数の高校では数学 B の履修状況は低くなっている。

数学 B の履修状況は、必ず学ばせる学校と、あまり学ばせない学校が 2 極化している実態が読み取れた。

表 8 数学 B を履修する生徒の割合(回答校 53 校)

数学Bを履修する生徒の割合	校数
0～20%	23校(43.4%)
21～40%	5校(9.4%)
41～60%	1校(1.9%)
61～80%	5校(9.4%)
81～100%	19校(35.8%)

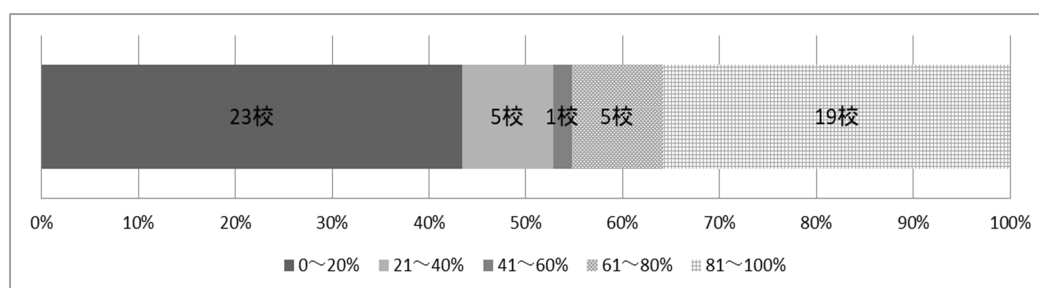


図 8 数学 B を履修する生徒の割合(回答校 53 校)

数学 B の内容選択

4. 「2」で開講していると答えられた方にお聞きます。「学習指導要領」では、「数学 B」は以下の内容から「適宜選択させる」としています。貴校では、どの内容を履修させていますか。該当するものに○を付けてください。

- (1) 確率分布と統計的な推測 (2)数列 (3)ベクトル

数学 B を開講している学校に、数学 B の「(1) 確率分布と統計的な推測」、「(2)数列」、「(3)ベクトル」の 3 つの内容のうち、どの内容を履修しているかを回答してもらった。

【結果】 回答校 54 校

数学 B を開講している学校のうち、約 90%の学校が 3 つの数学 B の内容のうち、「数列」と「ベクトル」の 2 つを選択していることがわかった。(表 9、図 9)

また、数学 B を開講している三重県のすべての高校が「数列」を選択していることがわかる。

「確率分布と統計的な推測」は 3 校でしか開講されていない上に、履修している生徒も一部であり、三重県の高校では「確率分布と統計的な推測」がほぼ履修されていないのが現状である。

表 9 数学 B の履修内容(回答校 54 校)

履修している数学Bの内容	校数
数列・ベクトル	49校(90.7%)
確率・数列・ベクトル	3校(3.7%)
数列	2校(5.6%)

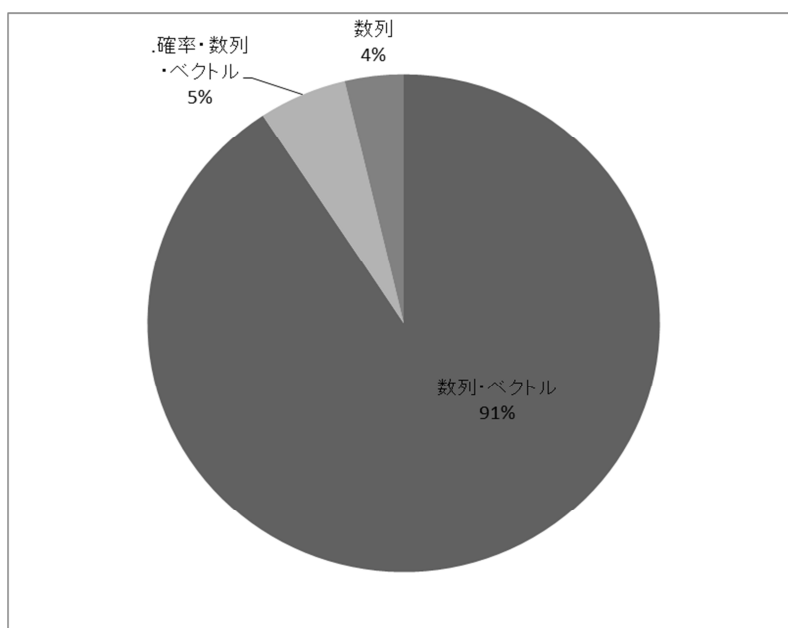


図 9 数学 B の履修内容(回答校 54 校)

数学 B の内容選択・不選択の理由

5. 上記の内容で「選択させている」あるいは「選択させていない」理由を表内にお答えください。

内容	(1) 確率分布と統計的な推測	(2)数列	(3)ベクトル
選択または不選択の理由			

数学 B を開講している学校に、数学 B の「(1) 確率分布と統計的な推測」、「(2) 数列」、「(3) ベクトル」の 3 つの内容について、選択している理由、選択させていない理由をそれぞれ回答してもらった。

【結果】 回答校 51 校

大学入試を踏まえた意見が最も多く、以下のような意見が挙げられていた。(30 校)

《確率分布と統計的な推測》

- ・大学入試において、選択できない大学が多いため不選択。
- ・大学の入試を考えて不選択。確率分布はあまり出ていない。
- ・大学等の入試を考えたとき、あまり問題数もなく、履修させにくいような気がします。

《数列》 《ベクトル》

- ・入試で必要になる場合が多いため選択。
- ・受験に出題される頻度が高いため選択。
- ・私立大学や国立大学の入試でこれらの単元が多く出題されるため選択。
- ・多くの大学が数 B の範囲を数列・ベクトルとしているため選択。

「入試で課される」・「課されない」ことが、内容選択を決定するための要因となっていることが見て取れる。では、実際の入試で課される項目の実態はどうであろう。高等学校の進路指導部や 3 年生の担任教員が進路指導資料として用いるベネッセコーポレーション発行の『2017 年度入試受験校決定 PERFECT BOOK』(図 10) をもとに、数学 B の出題状況を調査した。

その結果、国公立大学 173 校のうち、数学 B を必須または選択科目にしている 119 校であった。しかし、そのうちで「確率分布と統計的な推測」を必須としているのは以下のわずか 7 校であった。

- ・宮城大学(事業構想学群(前後期)、食産業学群(前後期))
- ・秋田県立大学(システム科学技術電子情報システム・機械知能システム・建築環境システム経営システム工(前期))
- ・群馬大学(学校教育教員養成技術・数学(前期)、医学部医学科(前期))
- ・前橋工科大学(工学部システム生体工(前期)、工学部生命情報(前期)、工学部建築(前期))
- ・滋賀大学(データサイエンス学部(前期))
- ・京都府立大学(生命環境学部環境・情報科(前期))
- ・鹿児島大学(教育学部学校教育教員養成(初等教育)文系型(前期)、教育学部学校教育教員養成(初等教育)理系型(前期)、教育学部学校教育教員養成(中等教育)国語・社会・数学・理科・技術・家政・英語(前期)、教育学部特別支援教育教員養成文系型(前期)、教育学部特別支援教育教員養成理系型(前期)、理学部理数情報科(前期)、理学部物理科(前期)、理学部生命科(前

一方で、時間的な問題を指摘した意見が次に多く、時間不足のため「確率分布と統計的な推測」を選択できないといった、以下のような意見が挙げられていた。(14校)

- ・授業時間数が足りないため、数列とベクトルを優先的に行っています。
- ・時間の不足のため、確率分布と統計的な推測を選択していない。
- ・教える余裕がないため、確率分布と統計的な推測を選択していない。

この結果から、大学入試で「確率分布と統計的な推測」を選択させる大学が少ないことと、時間的に教える余裕がないことから、数学 B の 3 つの内容のうち、2 つだけの内容選択にとどめ、「数列」と「ベクトル」を選択し、「確率分布と統計的な推測」を選択しない学校が多いことがわかった。

生徒に求められる数学 B の選択内容

6. 上記の 3 つの内容のうち、生徒が最終学校を卒業し、社会に出た時に、一般的に必要とされる(役に立つ)知識・理解・技能・考え方を扱っているのは、上記の 3 つを比較した時、どのような順になると先生はお考えですか。

内容	(1) 確率分布と統計的な推測	(2)数列	(3)ベクトル
順位			

このアンケートに協力していただいた先生に、数学 B の「(1) 確率分布と統計的な推測」、「(2)数列」、「(3)ベクトル」の 3 つの内容について、生徒が最終学校を卒業し、社会に出た時に、一般的に必要とされる(役に立つ)知識・理解・技能・考え方を扱っているのは、3 つを比較した時、どのような順になると考えているか、回答してもらった。

【結果】回答校 55 校

数学 B の「(1) 確率分布と統計的な推測」、「(2)数列」、「(3)ベクトル」の 3 つの内容について、それぞれの順位の平均は「表 10」のようになり、「数列」が 1.6 位、「確率分布と統計的な推測」が 1.9 位、「ベクトル」が 2.4 位であった。1 位にされた内容も、「数列」が 28 校、「確率分布と統計的な推測」が 24 校、「ベクトル」が 5 校という結果だった。(表 10)

「数列」が最も大切だと考える先生が多いが、「表 10」と「表 11」を見てみると、「確率分布と統計的な推測」と「数列」の重要度は僅差ではあることがわかる。

表 10 数学 B のそれぞれの内容の平均の順位

数学Bの内容	順位の平均
確率分布と統計的な推測	1.9位
数列	1.6位
ベクトル	2.4位

表 11 数学 B のそれぞれの内容を 1 位にした校数

確率分布と統計的な推測	24校
数列	28校
ベクトル	5校

「確率分布と統計的な推測」はほとんど履修されていないにもかかわらず、最も履修されている「数列」と同じくらい重要視されているという結果である。「確率分布と統計的な推測」が学校現場において大切な内容だと考えられていることがわかる。しかしながら、受験の時に「確率分布と統計的な推測」を選択させる大学が少ないことから、高校で履修させにくいというのが現状である。

アンケートの結果をまとめると、以下のことがわかる。

- ・多くの高校で数学 B が開講されているものの、数学 B を履修している生徒の割合は、高い学校と低い学校が二極化傾向にある。大学進学を考え高度な数学を要求している高校と、卒業後社会に出ることを想定している高校の、カリキュラム編成の考え方も二極化していることが読み取れる。
- ・数学 B を開講している学校のうちの 90% が、「数列」と「ベクトル」を選択しており、「確率分布と統計的な推測」はほぼ選択されていない。僅かに「確率分布と統計的な推測」を学ばせている学校はあるが、内容を基礎的なものだけに限定したり、一握りの生徒だけに教えたりする極めて限定的な履修に留まっている。
- ・高校で「確率分布と統計的な推測」が選択されない大きな要因は、大学入試で数学 B を必須とする多くの大学が、「数列」と「ベクトル」を指定して課し、「確率分布と統計的な推測」を課すところは、圧倒的に少ないことにある。
- ・「確率分布と統計的な推測」の内容は、「数列」とともに、生徒が社会に出て必要とされる知識・理解・技能・考え方であるとする数学科教員は多い。ベクトルに比べて、その傾向は顕著である。つまり、生徒の卒業後を考えると、数学 B では「数列」と「確率分布と統計的な推測」を教えるべきと考えるが、大学入試の出題を考えると、「数列」と「ベクトル」を選択させなければならないという、学校現場の苦渋が存在する。

アンケート調査で明らかになった最大の問題点は、高等学校で「確率分布と統計的な推測」が扱われない理由は、「大学入試に出ないから」である。他方、大学側が入試に課さない理由は、「高等学校で教えられていないから」ということが大いにあるだろう。つまり、高校と大学の両者が、「ニワトリとタマゴ」のように、相互に原因を擦り付けあい、統計教育の発展を阻害しているのである。これは由々しきことである。

この現状を打破するには、高等学校側と大学側で、統計教育に関する意識改革が必要であると考えられる。

改善サイクルを回した統計的な問題解決サイクルのプロセスを授業に取り入れていく必要性は高まってきているが、そのような統計教育は、データの収集や分析、コンピュータを使った作業などに時間がかかり、限られた授業時間で実施することは困難である。そこで、総合的な学習の時間や情報科など、他の科目との連携のもとに様々な実践が行われている(菅原、塩出 2016 など)⁽¹¹⁾。しかしながら、こうした取り組みは、数学の教科の枠組みに留まらず、かなり大掛かりなものとなる。高等学校においては、どうしても学年や学校全体を巻き込んだ取り組みとならざるを得ない。逆に、多少コンパクトとはいえ、数学の1単元の中で、改善サイクルを機能させた実践はあまり見当たらないのが現状である。

-
- (1) 瀬沼花子(2004), 「企業の算数・数学教育への期待—データに基づく予測の強調と指導法の改善—」, 日本科学教育学会『科学教育研究』第 28 巻第 1 号, p34.
 - (2) 渡辺美智子(2007), 「知識創造社会を支える統計的思考力の育成—アクションにつながる統計教育への転換—」, 日本数学教育学会『日本数学教育学会誌』第 89 巻第 7 号, p31.
 - (3) 中央教育審議会(2016), 『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)』, p35.
 - (4) 「学校教育法」第 30 条 2 は、小学校教育に関する条項であるが、生涯学習に触れられている。
 - (5) 文部科学省(2008), 『中学校学習指導要領解説 数学編』, p1.
 - (6) 中央教育審議会(2008), 『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について(答申)』, p22.
 - (7) 文部科学省(2011), 「言語活動の充実に関する指導事例集 中学校版」, 第 1 章
 - (8) 中央教育審議会(2008), 『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について(答申)』, p53.
 - (9) 中央教育審議会(2008), 『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について(答申)』, p83.
 - (10) 文部科学省(2009), 『高等学校学習指導要領解説 数学編 理数編』, p5.
 - (11) 菅原亮・塩出孝弘(2006), 「身近な問題を解決する学習を取り入れた指導—PPDAC サイクルの活用とルーブリック評価—」, 日本数学教育学会誌第 98 回大会特集号.

第2章 高等学校数学 I「データの分析」における改善サイクルを組み入れた提案授業

本章では高等学校の数学 I「データの分析」の単元における、改善サイクルを組み入れた授業実践について述べる。第 1 章では、統計的な問題解決サイクルのプロセスを取り入れた授業実践が求められていることを明らかにした。しかしながら、今の教育現場では履修状況の問題や時間不足など、様々な課題があり、研究実践には至っていない。本章では、提案授業を構成し、そのような課題の克服を試みることにする。すなわち、以下のことをねらう。

- ・改善サイクルを機能させる
- ・コンパクトに数学的活動を行う

平成 28 年 12 月から平成 29 年 1 月にかけて三重県立津東高等学校で研究授業として、全 3 時間の授業実践を行った。対象となったクラスは 3 年次に開講される教養講座である。教養講座とは、12 月から 1 月にかけて特別編成される講座であり、12 月時点で就職内定または、私立大学、短期大学への入学が内定している生徒を対象としている。教養講座を履修している生徒の内訳は男子 4 名、女子 19 名の計 23 名である。

第1節 授業実践に向けて

1. 教材について

今回は、自分の目分量で紙テープを 10cm に切る、「10cm の紙テープカット」を教材にした。この「10cm の紙テープカット」の利点としては、生徒自身がデータ生成にかかわれること、データの測定がしやすいこと、ゲーム感覚で楽しめることが挙げられる。テープカット(1 回 8 本)を各自 3 回行い、より正確に 10cm に切れるようになることを目指してもらった。そこに PDCA サイクルを対応させ、1 回のテープカット毎に自分の切り方の傾向の分析と、次のテープカットに向けた改善策を考えさせる。

このデータ分析では表計算ソフトを用いて、リアルタイムで平均と標準偏差、度数分布表、ヒストグラムを出力させ、これらから自分の切り方の傾向を考えさせる。そのため、代表値(平均値、中央値、最頻値)と散布度(範囲、分散、標準偏差)について、事前に復習させるためのテキストを作成した。代表値と散布度については、それぞれの数値の求め方や意味を確認するだけでなく、目的に応じてデータの傾向を読み取るにはどういう数値を求めればよいのかも考えさせた。また、テキストの代表値と散布度の内容については、裕元新一郎著『中学校数学科 統計教育を極める』⁽¹⁾と、数研出版の『新編数学 I』⁽²⁾を大いに参考にした。

授業で生徒が使用したテキストを「資料 1」として以下に示す。

資料 1 授業テキスト

データ分析を使った改善サイクル



組 番 名 前 _____

代表値...データ全体を1つの数値で代表させたもの

1 平均値
データの総和をデータの組数で割った値
()

大きさ n のデータが x_1, x_2, \dots, x_n のときの
データの平均 \bar{x} は
$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$

2 中央値 (メジアン)
データを大きさの順に並べたときの中央の値

- データの大きさが奇数のとき、大きさの順に並べたときの中央の値
○○●○○○
- データの大きさが偶数のとき、大きさの順に並べたときの中央の2つの平均
○○○●●○○○

3 最頻値 (モード)
データにおいて最も多く出てくる値

-1-

代表値...データ全体を1つの数値で代表させたもの

練習1 平均値、中央値、最頻値を求めてみよう!

テストの点数

99	80	11	81	71	93	84
72	69	95	73	13	87	76
20	75	86	88	74	11	70

平均値

中央値

最頻値

順位	点数
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	

-2-

散布度...データの散らばりを表す値

4 範囲
データの最大値と最小値の差

5 分散と標準偏差

平均値とデータの各値との差を利用する!
()

データの値 x_1, x_2, \dots, x_n の平均値を \bar{x} とすると、
偏差は、(データの値) - (平均値) なので、
 $x_1 - \bar{x}, x_2 - \bar{x}, \dots, x_n - \bar{x}$ である。
↓偏差の平均をとると

$$\frac{1}{n} \{ (x_1 - \bar{x}) + (x_2 - \bar{x}) + \dots + (x_n - \bar{x}) \}$$

$$= \frac{1}{n} \{ (x_1 + x_2 + \dots + x_n) - n\bar{x} \}$$

$$= \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) - \bar{x} = \bar{x} - \bar{x} = 0$$

0になってしまう!
偏差の平均は求める意味がない!

そこで...
偏差の2乗の平均をとる
()

分散 $s^2 = \frac{1}{n} \{ (\bar{x} - x_1)^2 + (\bar{x} - x_2)^2 + \dots + (\bar{x} - x_n)^2 \}$

2乗する
偏差が小さいとき 偏差 0.3 \Rightarrow _____ さらに なる!
偏差が大きいたとき 偏差 4 \Rightarrow _____ さらに なる!

偏差を2乗することで偏差の大小がより強調される!

標準偏差 $s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\text{分散}}$

-3-

散布度...データの散らばりを表す値

練習2 標準偏差を求めてみよう!

バスケットボール部のAさんの地区予選5試合のシュートの成功数



2-6 8-6

表計算ソフトを使って平均と分散を求める

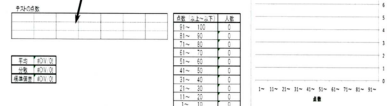
練習3 練習1の標準偏差を求めてみよう!

テストの点数

99	80	11	81	71	93	84
72	69	95	73	13	87	76
20	75	86	88	74	11	70

今回はパソコンの表計算ソフトを使って求めてみる!

※入力する!



10cmのテープカット

1回目

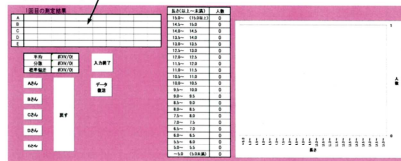
自分の感覚で10cmの長さを切ってみる。

- ①自分の感覚で10cmの長さを切る。(10本)
- ②定規で長さを測り、表に記入する。(小数点第1位まで測る。例: 9.6 (cm))

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- ③班員すべてのデータを表計算ソフトに入力する。

1回目 (ピンク)



結果のデータ分析

自分個人の結果について

平均: 標準偏差:

【次の改善】欄でよりよい結果にするために、どのようなことに気を付けて切るか

2回目

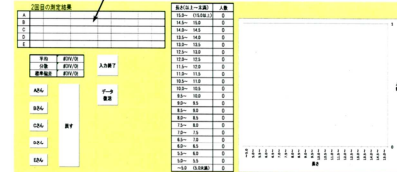
1回目の結果ををふまえて10cmの長さを切ってみる。

- ①10cmの長さを切る。(10本)
- ②定規で長さを測り、表に記入する。(小数点第1位まで測る。例: 9.6 (cm))

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- ③班員すべてのデータを表計算ソフトに入力する。

2回目 (黄色)



結果のデータ分析

自分個人の結果について

平均: 標準偏差:

【次の改善】欄でよりよい結果にするために、どのようなことに気を付けて切るか

3回目
2回目の結果をふまえて10cmの長さを切ってみる。

①10cmの長さを切る。(10本)
②定規で長さを測り、表に記入する。(小数点第1位まで測る。例: 9.6 (cm))

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

③班員すべてのデータを表計算ソフトに入力する。

3回目 (水色)

-9-

2. 授業計画

全3時のうち、PDCAサイクルを意識して、個人の感覚で、「より10cmに近い長さのテープカット」を行わせる第2時が本研究授業の要である。第2時では、「作業→測定→データ分析→改善計画の策定」のサイクルを、3周回す実践を行うことにする。

第1時では、第2時のPDCAサイクルの過程で使用する代表値と散布度についての確認のため、パワーポイントとテキストを用いて復習させる。授業の後半には、コンピュータを用いたデータ処理の練習を行う。第2時では上述のPDCAサイクルを用いたテープカットを3回行う。第3時では、第2時の個人のデータ分析結果の確認と、グループごとのデータ分析と結果の発表を行うものとする。

以下が、全3時の概要である。

第 1 時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 数学 I の「データの分析」の内容を復習する (代表値・・・平均、中央値、最頻値) (散布度・・・範囲、分散、標準偏差) ・ 表計算ソフトにデータを入力して、平均や標準偏差、グラフを出力する ・ アンケートに回答する
-------------	--

第 2 時	<ul style="list-style-type: none"> ・前回の授業の確認をする ・テープカット(PDCA サイクルを 3 回まわす) (P【見直しをもつ】→D【切る】→C【データ測定・分析】→A【改善】)×3
第 3 時	<ul style="list-style-type: none"> ・PDCA サイクルについて学ぶ ・前回の授業の確認(個人のデータについて)をする ・グループ全体のテープカットの結果について分析する ・グループ全体のテープカットの分析結果を発表する ・アンケートに回答する

第2節 授業実践

1. 第1時

日時

平成 28 年 12 月 8 日

概要

第 1 時では、「数学 I」の「データの分析」の内容を復習した。本時の目的は、改善サイクルの過程で使用する代表値と散布度についての理解を確かに行うことである。さらに本時では、第 2 時以降のコンピュータを用いたデータ処理の練習として、表計算ソフトで平均や標準偏差を求める課題も扱った。

以下が第 1 時(50 分)の学習指導案である。

時間	学習内容	生徒の活動	教師の指示・留意点
0 分	代表値(平均値、中央値、最頻値)の復習をする。		パワーポイントを使って、代表値(平均値、中央値、最頻値)について確認する。
		練習 1 平均値、中央値、最頻値を求めてみよう！	
		テキストの問題を解く。 平均値は計算して求める。 中央値、最頻値は表を埋めて求める。	机間指導を行う。 パワーポイントを使って答えを確認する。 (平均値 68) (中央値 75) (最頻値 11)

		<p>「追試は免れた!!」 『『平均超え』だから、追試にはかからないはずだ』等</p>	<p>発問「平均点は 68 点でしたね。ここで、もし、自分の点数が 70 点だったとして、“下位 3 分の 1 を追試にかける”と言われてたら、自分はどう思いますか。」</p> <p>自分は上位半分に入っていると判断し、追試にはかからないと思うが、実は下位 3 分の 1 に入っているの、追試にかかってしまうことを表で確認させる。</p> <p>平均値と中央値が大きく異なることに気付かせ、データのばらつきを考えることが重要となることを理解させる。</p>
20 分	散布度(範囲、分散、標準偏差)の復習する。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 練習 2 標準偏差を求めてみよう！ </div>	
		<p>テキストの問題を解く。</p> <p>偏差(データの値－平均)について確認し、練習 2の表を埋めながら、まず偏差を求め、偏差の平均を求める。</p> <p>偏差を 2 乗したものの平均を求め、分散</p>	<p>パワーポイントを使って、練習 2を進めながら散布度(範囲、分散、標準偏差)について確認する。</p> <p>パワーポイントを使って、説明しながら標準偏差を求めていく。</p> <p>いきなり標準偏差を求めていくのではなく、偏差、偏差の 2 乗、それらの平均という順に、少しずつ表を埋めながら標準偏差を求めさせていく。</p> <p>平均を基準にしてばらつきを表す値として、偏差と分散について説明する。このとき、グラフや表の穴埋めをさせながら、偏差の平均が 0 になることを確認させ、偏差の平均ではばらつきがわからないことを伝える。</p>

		と標準偏差を求める。	偏差を2乗することで偏差の大小が強調されることを確認させる。 標準偏差(≒2.77)を求めさせ、「平均(6本)を基準に各試合約3本ずつシュートの成功数がばらついている」ということを確認し、テキストにも書かせる。
35分	表計算ソフトを使って平均と分散を求める	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 練習3 練習1の標準偏差を求めてみよう！ </div> <p>1グループあたり、4～5人のグループに分け、各グループに1台ずつあるパソコンを使って平均と分散を求める。</p> <p>データの値を表計算ソフトに入力する。 表やグラフを見て、データの散らばり方を確認する。</p>	<p>座席表を使って1グループあたり、4～5人のグループに分け、机を移動させる。各グループに1台ずつパソコンを与える。</p> <p>机間指導を行い、入力作業がスムーズに行えるように助言等を行う。</p> <p>表やグラフから、データの値が大きく散らばっていることと、どのようにばらついているのか(ほとんど70点以上で、それ以外は20点以下が数人であることを)確認させる。</p> <p>標準偏差が約27点であることから、「平均(68点)を基準に、1人あたり約27点ずつばらついている」ということを確認し、テキストにも書かせる。</p>
45分	アンケート	アンケートに答える。	

本研究授業では、10cm の長さのテープカットのデータ分析を行い、統計スキルを活用した改善サイクルについて学ばせる。主に平均と標準偏差を使用することから、第 1 時の冒頭において、数学 I の「データの分析」の復習を行った。

まず、代表値(平均、中央値、最頻値)についてパワーポイントを使って説明し、「練習 1」を解かせた。「練習 1」は、ほぼすべての生徒が正解した。パワーポイントで答え合せと解説を行った後、

「平均点は 68 点と求まったね。もし、あなたの点が 70 点だったとします。ここで、『下位 3 分の 1 を追試にかける』と先生に言われたら、あなたはどのように思いますか。」

と発問した。生徒からは、

「やったー！追試はまぬがれた。」

「追試にはかからない。だって平均を超えているから。」

等の答えが返ってきた。

続いて、「図 1」のように、表に上位からの点数を書き込ませ、確認させた。この結果、70 点の者は、21 人中、下位から 6 番目に位置し、追試の対象者となってしまうことが分かる。

データの分析を行う際、平均値だけでは不十分なことがある。「練習 1」の「追試場面」では、平均値や最頻値よりも、むしろ中央値のほうが役立つことも分かる。データの散らばりに着目する必要があることを、生徒間で共有させた。

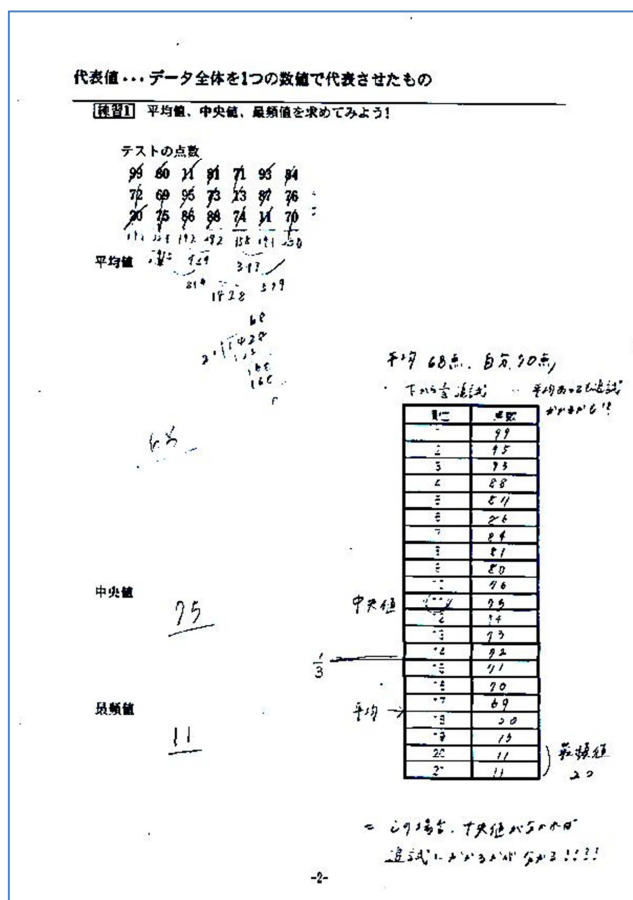


図 1 生徒の記入例

次に、パワーポイントを使って、「練習 2」を進めながら散布度(範囲、分散、標準偏差)について復習を行った(図 2)。標準偏差については、計算できることだけでなく、その意味を理解することを目指した。そこで、「平均を求める→偏差を求める→偏差の平均は 0 になる→偏差の 2 乗の平均を求める」という行き方で、順次、テキストの表を埋める作業をさせながら進めていった。平均を基準にしたばらつきを表す値として、偏差と分散について説明する。そして、偏差の平均を計算と、グラフや表の穴埋めをさせながら、偏差の平均が 0 になることを確認させ、偏差の平均ではばらつきがわからないことを確認させた。その後、偏差を 2 乗したものの平均を求め、分散と標準偏差を求めさせた。標準偏差が、「平均を基準に、『データがどれだけばらついているか』を表す値」だということを確認させ、テキストにも、「平均を基準に、各試合約 3 本ずつばらついている」と記入させた。また、偏差を 2 乗することで偏差の大小が強調されることを確認させた。

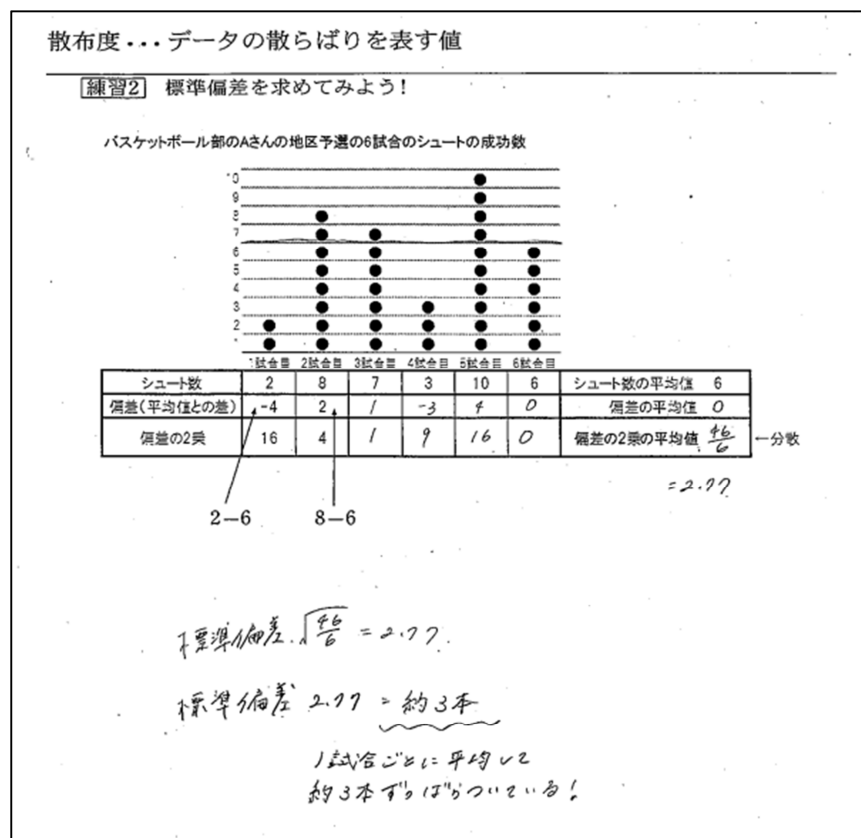


図 2 生徒の記入例

「練習 3」は、第 2 時以降のコンピュータを用いたデータ処理の練習として、表計算ソフトで平均や標準偏差を求める課題である。4~5 人のグループを 5 つ作り、各グループに 1 台ずつパソコンを与えた。あらかじめ、データを入力したら、平均、標準偏差、表、ヒストグラムが出力されるように作っておいたエクセルのシートに、「練習 1」のデータを入力する練習をさせた。作業がスムーズに進

むように机間指導をしたが、どの班もデータ入力し、平均や標準偏差、表、ヒストグラムを出力させ、それぞれの値や点数の散らばり具合を確認していた。(図 3)

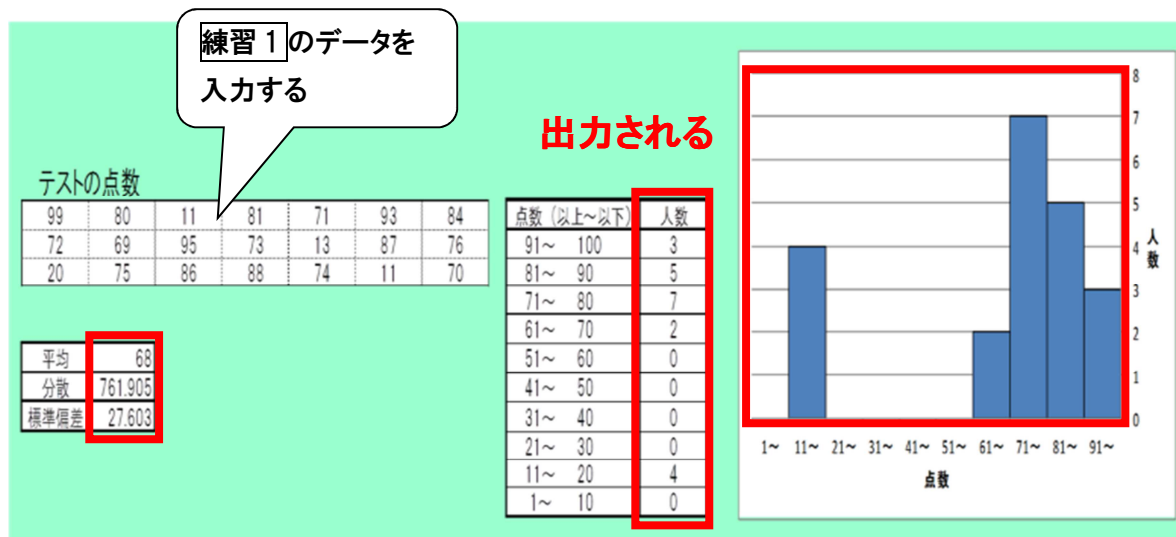


図 3 データ入力後の表計算ソフト

2. 第2時

日時

平成 28 年 12 月 15 日

概要

第 2 時は、「データ分析を用いた改善サイクル」の実践である。題材は、各自の感覚だけを頼りに出来るだけ正確に「10cm のテープカット」を行う作業である。

前回構成した 1 組 4, 5 人のグループになり、「10cm のテープカット」を行わせる。感覚だけで切る作業の後、ものさしで測定させ、結果をパソコンに入力しその結果を分析させた。そして、次のように切れば、平均値もばらつきも良好になるかを考えさせた。その分析と改善策を踏まえて、次の「10cm のテープカット」を行わせた。このように、「データ分析を用いた改善サイクル」を 3 周まわした。以下に、本時の授業の流れをまとめる。

- ① 1 班、4, 5 人のグループになる。各班に 1 台ずつノートパソコンを与える。
- ② 「各自、感覚だけをたよりに正確に 10.0cm となるよう、紙テープを切りなさい」と指示をする。
- ③ 10.0cm を 1 人 8 本、1 班あたり 32~40 本のテープカットを行わせる。
- ④ 切った後、各自が切ったテープの長さをものさしで測定し、その結果をテキストに記入させる。直後、以降のフェーズが、自分の長さ感覚での作業となるよう、ものさしを回収する。

- ⑤ 各自それぞれが、8本の測定データを表計算ソフトの指定されたセルに入力する。表計算ソフト(Microsoft Excel)のワークシートには、予め関数が組み込まれており、班全員で切ったテープの長さの平均、分散、標準偏差、度数分布表、ヒストグラムが自動的に画面に表示される。(図4)
- ⑥ このソフトには、班全体のデータが表示されるが、ボタンを押すことで、各自の個人だけのデータに表示が切り替わる。(図5)
- ⑦ ⑤⑥で表示された班全体の傾向と班員個人の傾向の両者を、平均、分散、標準偏差、度数分布表、ヒストグラムを見て分析させ、分析結果をテキストに記入させる。(図6)
- ⑧ 次は何を意識して切れば、平均もばらつきも良好となるかを考えさせる。その際、「個人としてどうするか」、「班全体としてどうするか」を立案させ、テキストに記入させる。(図6)
- ⑨ ⑦⑧での分析と改善策を踏まえて、次の「10cmのテープカット」を行わせる。
- ⑩ 上記の「作業の見直しをもつ→作業→データ測定・分析→改善策を練る→」のサイクルを、都合3周回する。

以下が第2時の学習指導案である。

時間	学習内容	生徒の活動	教師の指示・留意点
0分	前時の復習		<p>あらかじめ、前回の授業と同じグループの形に座席を指定し、机を移動させ、パソコン、テープ、はさみを用意しておく。</p> <p>パワーポイントを使って、前回の復習(代表値、散布度、表計算ソフトの使用法)をする。</p>
3分		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">1回目 10cmのテープカット</div>	
5分	10cmのテープカットを行う	説明を聞く。	<p>「8本のテープを切ります。ものさしを使わず、できるだけ正確に、10cmの長さのテープを切ってください。」と指示をする。</p> <p>あらかじめ、 10cmに切りたい⇒1人8本切る⇒ものさしで測る⇒パソコンでデータを分析する⇒改善策を練る⇒10cmに切る⇒・・・ という、作業の流れ(改善サイクルのイメージ)</p>

		<p>【1人8本切る】 自分の感覚で10cmにテープを切る。</p> <p>【ものさしで測る】 ものさしで長さを測り、テキストに記入する。</p> <p>【パソコンでデータを分析】 グループの全員分の測定結果をパソコンに入力する。</p> <p>入力後、一人ずつ平均と標準偏差をテキストに記入する。</p> <p>平均、標準偏差、ヒストグラム等をふまえた自分の切り方の傾向を確認し、テキストに記入する。</p> <p>【改善策を練る】 2回目のテープカットでどんなことに気を付けて切るかという改善策を考え、テキストに記入する。</p>	<p>ジ)を板書しておき、今から行うことを説明する。</p> <p>自分の感覚で10cmにテープを切るように指示する。 机間指導をし、1本ずつ自分の感覚で切るように指導する。</p> <p>様子を見てものさしを配り、測定結果をテキストの表に記入させる。(小数点第1位まで測定させる。)</p> <p>入力がスムーズにできるように、助言・指導を行う。</p> <p>平均、標準偏差、ヒストグラム等から、データの散らばり具合について着目しているかどうか確認する。 散らばり具合にも注目すること、具体的に、できるだけ詳しく書くように伝える。</p> <p>自分の切り方の傾向をふまえた改善策を考えて記入するように指示する。 具体的に、できるだけ詳しく書くように伝える。 2回目のテープカットに向けて、改善サイクルを意識させる。</p>
--	--	---	--

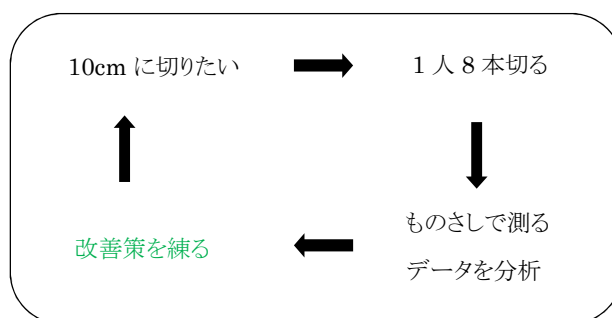
			机間指導しながら、ものさしを回収する。
25分	10cm のテープカットを行う	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">2回目 10cm のテープカット</div> <p>【1人8本切る】 自分の感覚で10cmにテープを切る。</p> <p>【ものさしで測る】 ものさしで長さを測り、テキストに記入する。</p> <p>【パソコンでデータを分析】 グループの全員分の測定結果をパソコンに入力する。</p> <p>入力後、一人ずつ平均と標準偏差をテキストに記入する。</p> <p>平均、標準偏差、ヒストグラム等をふまえた自分の切り方の傾向を確認し、テキストに記入する。</p> <p>【改善策を練る】 3回目のテープカットでどんなことに気を付けて切るかという改善策を考え、テキストに記入する。</p>	<p>改善策を踏まえて、自分の感覚で10cmにテープを切るように指示する。</p> <p>机間指導をし、1本ずつ自分の感覚で切るように指導する。</p> <p>様子を見てものさしを配り、測定結果をテキストの表に記入させる。(小数点第1位まで測定させる。)</p> <p>入力がスムーズにできるように、助言・指導を行う。</p> <p>平均、標準偏差、ヒストグラム等から、データの散らばり具合について着目しているかどうか確認する。</p> <p>散らばり具合にも注目すること、具体的に、できるだけ詳しく書くように伝える。</p> <p>自分の切り方の傾向をふまえた改善策を考えて記入するように指示する。</p> <p>具体的に、できるだけ詳しく書くように伝える。</p> <p>3回目のテープカットに向けて、改善サイクルを意識させる。</p>

			机間指導しながら、ものさしを回収する。
35分		3回目 10cm のテープカット	
10cm のテープカットを行う	<p>【1人8本切る】 自分の感覚で10cmにテープを切る。</p> <p>【ものさしで測る】 ものさしで長さを測り、テキストに記入する。</p> <p>【パソコンでデータを分析】 グループの全員分の測定結果をパソコンに入力する。</p> <p>入力後、一人ずつ平均と標準偏差をテキストに記入する。</p> <p>平均、標準偏差、ヒストグラム等をふまえた自分の切り方の傾向を確認し、テキストに記入する。</p>	<p>改善策を踏まえて、自分の感覚で10cmにテープを切るように指示する。</p> <p>机間指導をし、1本ずつ自分の感覚で切るように指導する。</p> <p>様子を見てものさしを配り、測定結果をテキストの表に記入させる。(小数点第1位まで測定させる。)</p> <p>入力がスムーズにできるように、助言・指導を行う。</p> <p>平均、標準偏差、ヒストグラム等から、データの散らばり具合について着目しているかどうか確認する。</p> <p>散らばり具合にも注目すること、具体的に、できるだけ詳しく書くように伝える。</p> <p>3回のテープカットで、どれだけ改善できたか確認させる。</p>	

まず第2時では、簡単に前時の復習(代表値、散布度、表計算ソフトの使用法)を行った。その後、第1時と同じグループ編成を行い、10cmのテープカットを行わせる。

テープカットは、1人1回あたり8本を切る作業である。1回の作業の後、ものさしで8本のテープそれぞれの長さを測定し、その結果をパソコンに入力させる。3回の作業で、どのテープもより正確に10cmに切れることを目指してテープカットを行うように指示した。

作業の説明は、



という改善サイクルの流れを提示し、それを意識して行った。グループで作業を行ったが、テープカットの改善策はそれぞれが自分のデータにおいて考えることにした。

生徒が活動している時は机間指導を行った。テープを切る際、1本目を2本目以降に重ねて切っている生徒や、指で測って切っている生徒がいたので、あくまでも自分の目分量で1本ずつ丁寧に切るように指示した。

テープカットが終われば、パソコンにデータ入力し、切り方の傾向を分析させた。各自それぞれの8本の測定データを表計算ソフトの指定されたセルに入力すると、平均、分散、標準偏差、度数分布表、ヒストグラムが自動的に画面に表示される。また、「Aさん」、「Bさん」…と表示された「個人ボタン」を押すと、他の人のデータが消去され、個人だけのデータが表示されるようマクロが組んであり、それぞれのボタンを押せば、一人ずつの傾向も分析できるようになっている。すなわち、「図4」の状態でも個人ボタンを押せば「図5」の状態になる。従って、班員個人の傾向と、班全体の傾向の両者を分析することができるのである。

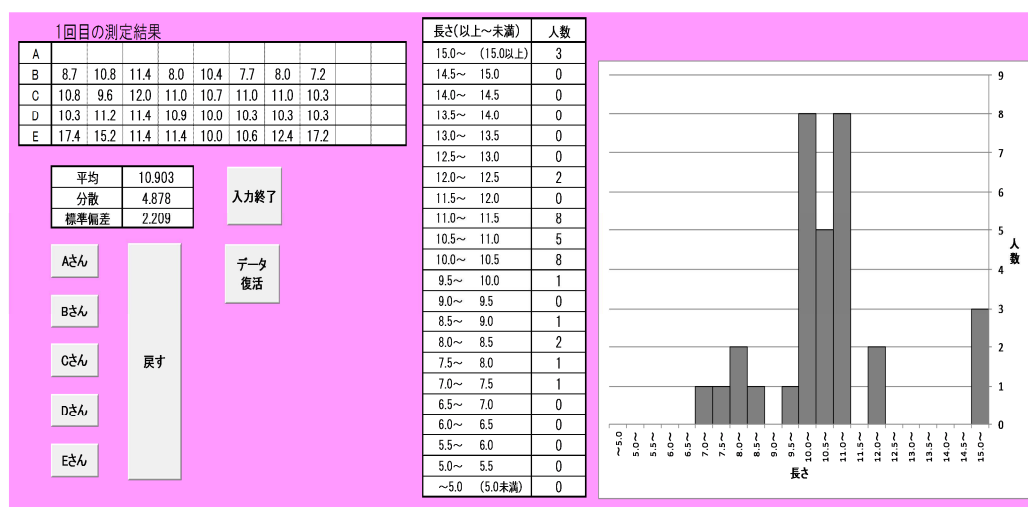


図4 表計算ソフト(グループのデータ)

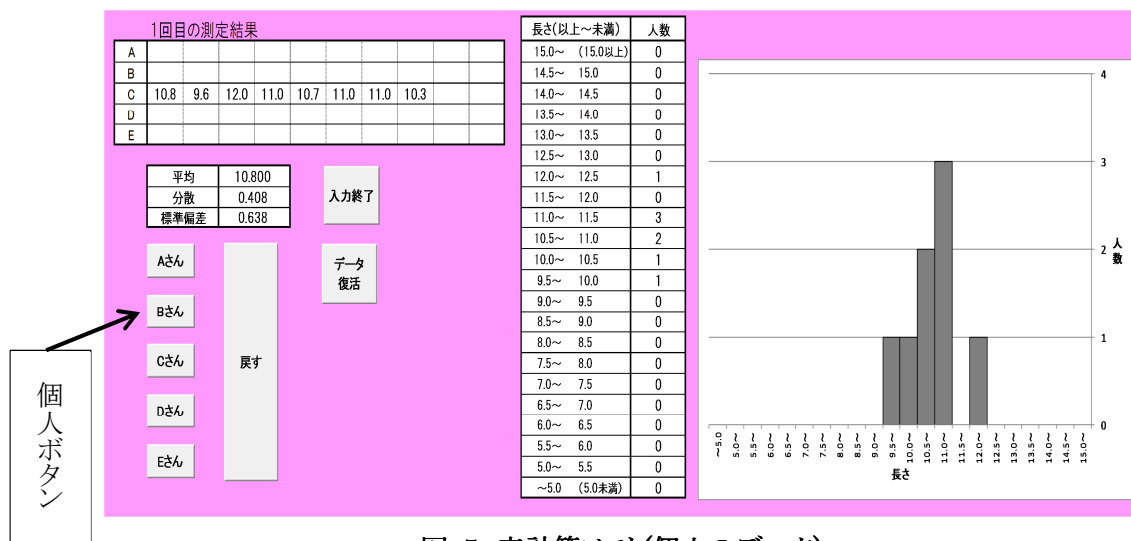


図 5 表計算ソフト(個人のデータ)

班員すべてのデータを入力した後、「個人ボタン」を押し、自分のデータを見て、自分の切り方の傾向を確認させ、テキストに記入させた。各自が自分のデータの平均、分散、標準偏差、度数分布表、ヒストグラムを見て、班のメンバーとも意見を交わしながら、各自が自分の切り方の傾向を確認していた。テキストの自分の切り方の傾向の欄には、1、2行程度ではあったが、多くの生徒が平均だけではなく、標準偏差やヒストグラムからデータのばらつきについても言及した内容が記されていた。

続いて、以上の分析を踏まえて、次回のテープカットでの改善策を考えさせた。データ分析、改善策については、具体的に、なるべく詳しく書くように指示をした(図 6)。

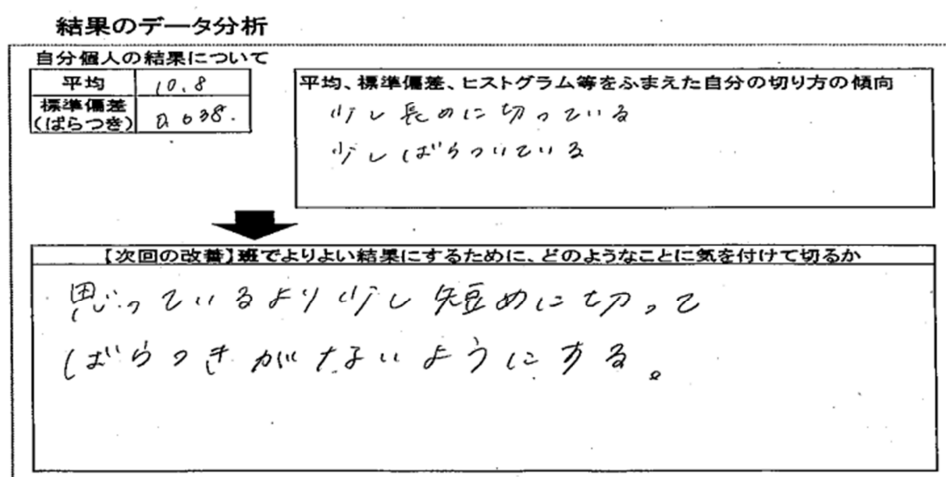


図 6 生徒の記入例

以上の作業を3周回した。

50分の授業でテープカットを3回行う、やや過密な進行であったので、テープカットとデータ分析に十分な時間を取れなかった。しかし、3回の作業を通して、目を見張るような改善がみられた生徒は少なかったものの、各自が分析結果とそこから考えた改善策を生かして、次のテープカットを行っていることが、授業の様子や、事後のデータからみることができた。個々のグループ全体の傾向としては、ほとんどの班で改善の傾向が見られた。



図 7 授業風景

3. 第3時

日時

平成28年1月12日

概要

第3時は、前回の第2時から1か月ほど経過しており、また、前時では、過密な進行を余儀なくされた。したがって、第2時で何をやったのかを確認することも踏まえて、第2時で行ったテープカットについて、個人のテープカットのデータ分析と、そこから考えた改善策の確認をさせた。その後、グループそれぞれのデータ分析を行い、それを踏まえ改善策をどう決めることができるか考えさせ、グループごとに前で発表させた。

以下が第3時の学習指導案である。

時間	学習内容	生徒の活動	教師の指示・留意点
0分			あらかじめ、前回の授業と同じグループの形に座席を指定し、机を移動させておく。

	PDCA サイクルについて		<p>パワーポイントを使って PDCA サイクルについて説明する。</p> <p>前回の授業で行った 10cm のテープカットでの作業と、PDCA サイクルを対応させる。</p> <p>P (Plan: 計画) 10cm に切りたい D (Do: 実施) 1 人 8 本切る C (Check: 確認) ものさしで測り、パソコンでデータを分析する A (Action: 修正) 改善策を練る</p>
10 分	前回の授業の確認 〈個人のデータについて〉	プリントに記入しながら、前回のテープカットの復習をする。	<p>前回のテープカットの 3 回分の個人結果 (平均、標準偏差、ヒストグラム等) を並べたプリントをそれぞれに配布する。</p> <p>前回の復習をかねて、1 回目から 3 回目までのテープカットのそれぞれの切り方の傾向・結果を、平均、標準偏差、ヒストグラム等をふまえてもう一度分析させ、記入させる。</p> <p>それぞれの回でどのような改善策を立てたか確認させる。</p> <p>具体的に、できるだけ詳しく記入するように指示する。</p>
15 分	〈班ごとのデータについて〉	[グループ活動] 前回のテープカットの、自分のグループのデータについて分析する。	<p>前回のテープカットの 3 回分のグループの結果 (平均、標準偏差、ヒストグラム等) を並べた模造紙とペンを配付する。</p> <p>自分のグループの、1 回目から 3 回目までのテープカットのそれぞれの切り方の傾向・結果を、平均、標準偏差、ヒストグラム等をふまえて分析させ、記入させる。</p> <p>それぞれの回でどのような改善策が考えら</p>

35分		<p>[グループによる発表] グループごとに分析結果を前で発表する。</p> <p>[各グループの比較]</p>	<p>れるか記入させる。 個人のデータにも着目して分析するように指示する。 机間指導を行い、グループ活動が活発になるように促す。 具体的に、できるだけ詳しく記入するように指示する。</p> <p>グループごとに代表者を決めさせ、自分のグループの分析結果を発表させる。 散らばり具合や、散らばりの傾向などについて、生徒の説明が不十分な場合は、説明を付け加える。</p> <p>平均と標準偏差の2つの観点から、どのグループがうまく改善できていたか、各グループで議論させ、発表させる。</p>
45分	アンケート	アンケートに答える。	

まず、パワーポイントを使ってPDCAサイクルについて説明し、前回の授業で行った10cmのテープカットでの作業と、PDCAサイクルを対応させた(図8)。

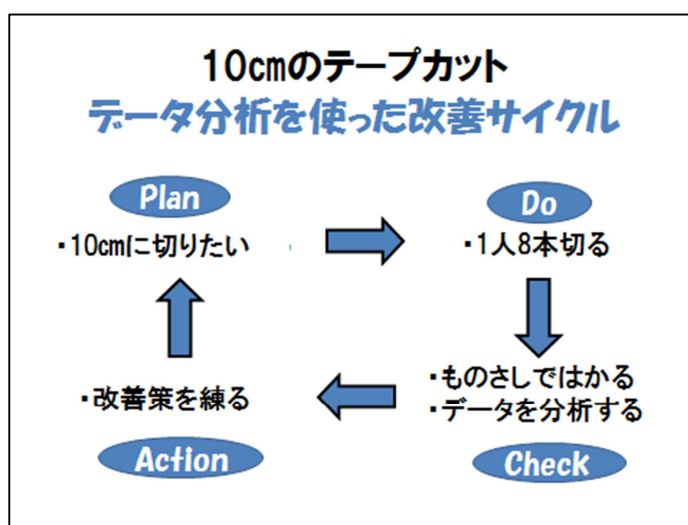


図8 授業で使ったパワーポイントのスライド

第2時の授業から、冬休みをはさんで約1か月が経過している。第3時では、前回の活動のデータを用いて分析を行った。授業開始時に、前時で行った1回目から3回目までのテープカットの個人のデータを、「図5」と同様の表・グラフで記載したB4のプリントを配付した。さらに、前時のテキストも合わせて、もう1度きちんと時間を取り、分析させた。(図9、図10)

図9 生徒の記入例①(個人のデータについて)

図10 生徒の記入例②(個人のデータについて)

その後、グループごとの1回目から3回目までのテープカットのデータを並べた模造紙大の紙を各グループに配付し、20分ほど時間をとり、議論をする中でデータ分析をさせた。

グループ全体の切り方の傾向と、それを受けてどのような改善策が考えられるか記入させた。その際、前時の作業で個人的にもどのように分析し改善を試みたかをふまえて考えるように指示した。分析結果の記述はどの班も1、2行程度ではあったものの、平均と標準偏差、表を踏まえたデータの散らばりについて言及が見られた。分散や標準偏差という、高等学校で新たに学習した統計スキルが活用できたといつてよい(図11、図12)。

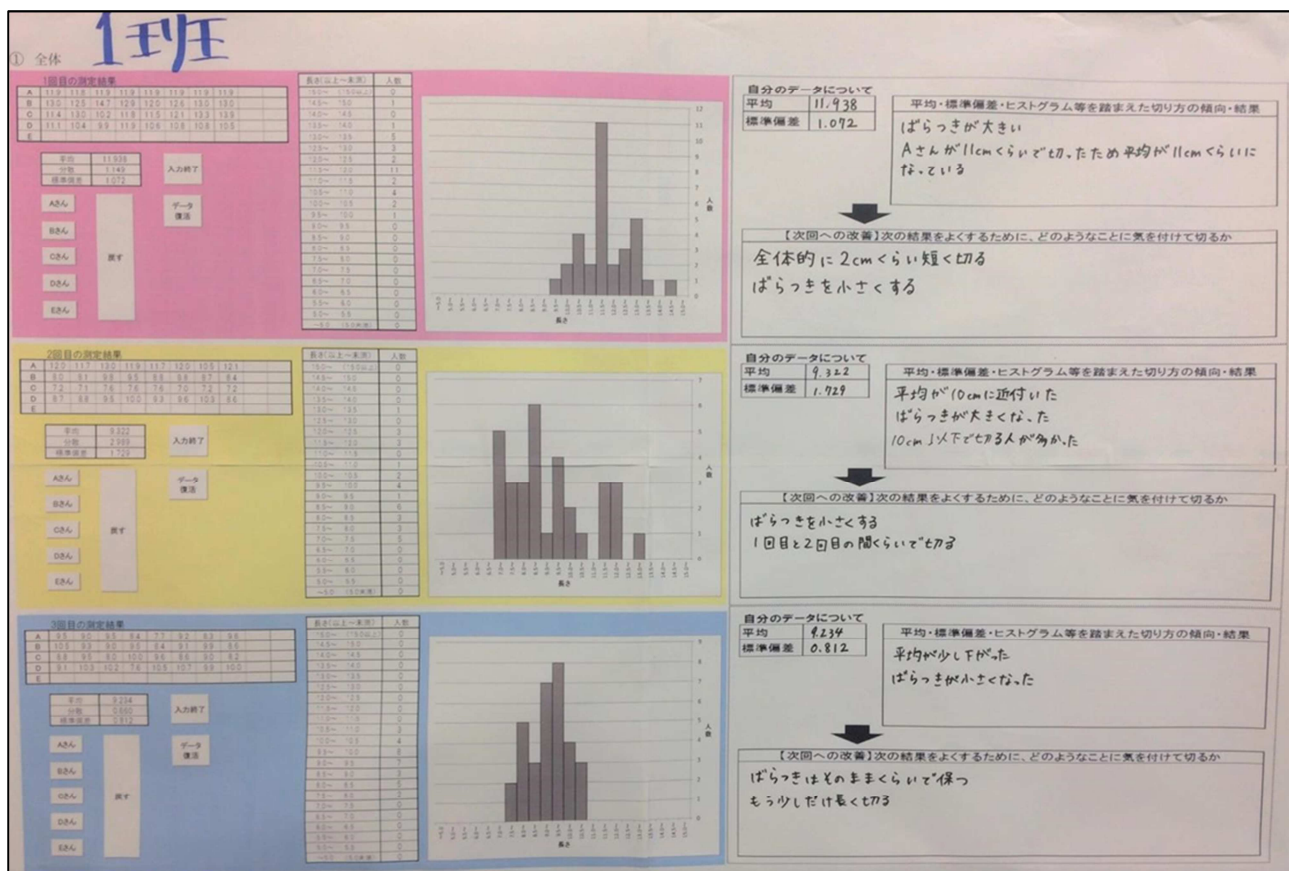


図 11 生徒の記入例①(グループのデータについて)

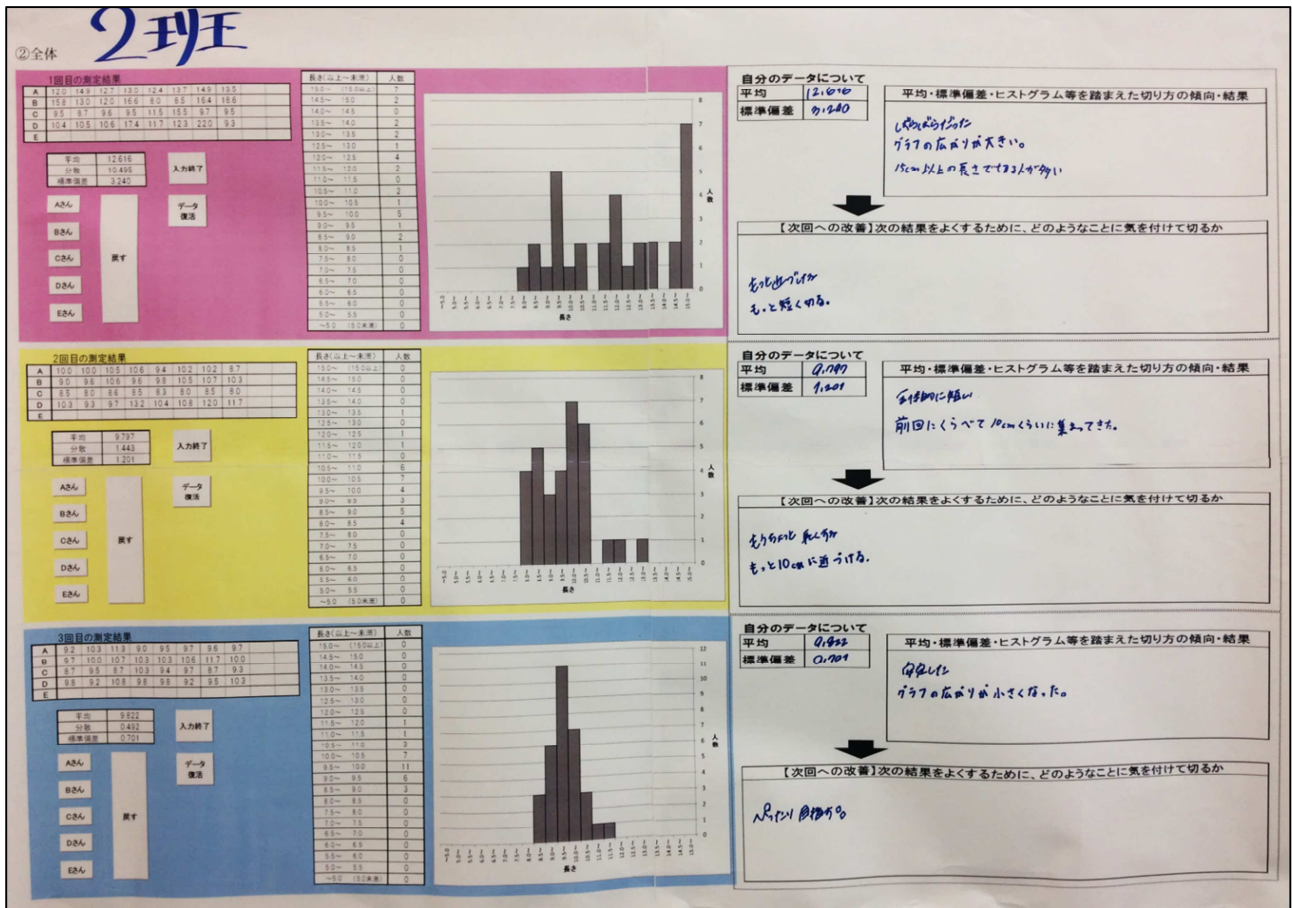


図 12 生徒の記入例②(グループのデータについて)



図 13 授業風景

そして、各班の代表を前に出させ、班での話し合いの結果を発表させた。一例として、第1班の発表を以下に取り上げておく。データの散らばり具合や分布の傾向などについて、生徒の説明が不十分な場合は、説明を付け加えさせた。すべてのグループがデータの散らばりに言及していた。例えば、1班の発表は以下のようであった。

生徒「1回目ははじめてだったから、長めに切っていて、ばらつきが大きかった。2回目は、1回目が長すぎたから、短めに切ろうとしたら結構短くなって、5cmとか……。でも平均は10cmに近づいて、さっきよりはよくなった。3回目は、1回目と2回目の間くらいの感覚で切った人が多かった。だから、平均が9.234で、3回の作業で10cmに近づいたかなと思う。」

授業者「ばらつきについてはどう？」

生徒「2回目の標準偏差が1.7で、ばらつきは大きくなったけど、3回目はばらつきが小さくなって、全体的によくなったと思う。」



図14 授業風景

その後、「図11」の各班、各回ごとの平均と標準偏差の一覧表を黒板に掲示し、どのグループがうまく改善できていたか考えさせた。

どのグループも、平均と標準偏差の2つの観点から、2班が最もうまく改善できていると判断した。以下がそのときの授業者と生徒のやりとりの内容である。

授業者「なぜ2班が良いのか。」

生徒「平均が『12.6cm→9.8cm→9.8cm』と変化し、2回目でかなり10.0cmに近づいた。」

「3回目も、平均値は9.8cmと、ほぼ完ぺきな値のままだった。」

授業者「2回目と3回目の平均は一緒じゃない？」

生徒「標準偏差が少なくなっているから、平均は同じでも、ずいぶん進歩している。」

「標準偏差が『3.2cm→1.2cm→0.7cm』となり、順調にばらつきも小さくなっている。」

平均とばらつきの両方の観点から、自分たちの活動を正しく評価したことが確かめられた。

	1班	2班	3班	4班	5班
1回目→	平均 11.9	12.6	10.3	10.9	8.1
	標差 1.1	3.2	1.2	2.2	2.8
2回目→	平均 9.3	9.8	8.6	8.2	10.1
	標差 1.7	1.2	1.1	1.2	1.8
3回目→	平均 9.2	9.8	9.8	9.8	10.1
	標差 0.8	0.7	0.8	2.0	1.4

図 15 グループごとの比較

第3節 授業実践を終えて

全3時間の授業のうち、第1回と第3回の授業の最後にアンケートを行った。質問事項とその結果を以下に示す。

第1時は、代表値や散布度についての復習が中心だったので、質問内容はそれらを理解できたかどうかを問うている。

表 1 第 1 時のアンケート結果

12月8日の授業に関するアンケート結果(回答者23人)

1. 代表値について理解できましたか。	1. 22人	2. 1人	3. 0人
2. 散布度について理解できましたか。	1. 22人	2. 1人	3. 0人
3. 代表値と散布度の違いについて理解できましたか。	1. 21人	2. 2人	3. 0人
4. 表計算ソフトを使った練習で、データの傾向をとらえることができましたか。	1. 22人	2. 1人	3. 0人

1. そう思う 2. どちらでもない 3. そう思わない

自由記述には、「代表値や散布度について分かった」、「標準偏差の意味が理解できた」という感想が見られた。「表1」の結果を見ても、ほぼすべての生徒が、代表値と散布度についてそれらの意味や、場合によって使い分けることの必要性について理解できたと言え、良好な結果が得られた。また、手計算だけでなくコンピュータを使用し、マクロを組み入れた表計算ソフトも利用したが、コンピュータについても、ほとんどの生徒が抵抗感なく利用出来たことも分かった。第2時では、コンピュータを用いた分析を行わせるが、そのレディネスも確保できたことが分かる。

第3時の最後のアンケートは、第2時と第3時の授業における、平均や標準偏差、ヒストグラムを用いたデータ分析と改善サイクルに関する質問を行った。

表2 第3時のアンケート結果

**「データ分析を使った改善サイクル」の授業に関する
アンケート結果(回答者20人)**

1. 平均や標準偏差、表、グラフを使うことで、テープカットの結果を把握することができましたか。	1. 20人	2. 0人	3. 0人
2. テープカットのデータ分析を通じて、平均や標準偏差についての理解を深めることができましたか。	1. 20人	2. 0人	3. 0人
3. 平均や標準偏差、表、グラフなどを用いてデータを分析することのよさを感じることはできましたか。	1. 17人	2. 3人	3. 0人
4. 平均や標準偏差、表、グラフなどを用いたデータ分析の結果を、次の作業の改善に生かしましたか。	1. 18人	2. 2人	3. 0人
5. データ分析を使った改善サイクルは、様々な場面で使えると思いますか。	1. 19人	2. 1人	3. 0人

1.そう思う 2.どちらでもない 3.そう思わない

上記のうち、「質問1」「質問2」に対しては、回答者全員が「そう思う」と回答している。生徒は、データ分析を用いて、自分たちの活動を客観的に評価でき、また、逆に活動を行うことにより、平均や標準偏差の理解を深めることが出来たといつて良い。

また、「質問3」に対しては、85%の17人が「そう思う」と回答している。生徒が代表値やヒストグラムから、データの傾向を読み取ること、さらには、平均と標準偏差がデータの傾向やばらつきを表す有効な指標となることを、作業を通じた実感から、ほぼ学びとれたものと考えられる。

「質問 4」は、データ分析が改善策を練るのに役立ったかどうかを問うものである。この質問に対しても、90%にあたる 18 人が「そう思う」と答えている。生徒は、データ分析の結果を、これまでの行程を修正することや、次の行程を計画することに生かせたと考えている。改善サイクルが機能したと言って良いだろう。

「質問 5」では、データ分析を用いた改善サイクルは、他の場面に活用できるかどうかを問うた。これに対しては、95%にあたる 19 人が「そう思う」と答えている。今回は教室内だけの作業の評価と改善を行ったものであるが、生徒は学んだ統計スキルを用いる改善サイクルを、もっと大きな課題学習や、将来の職業生活にも適用できると認識してくれたようである。

自由記述として、感想も書かせたが、「楽しかった」、「改善されていくのがよくわかった」、「データ分析についてよくわかった」などが挙げられていた。

本研究授業は、統計的な知識や理解、技能を学び、それを改善サイクルに活用することを試みたものである。

現在、このような趣旨の統計授業は多方面から強く求められ、数多くの実践研究も行われている。だが、これまでの実践報告は、研究を目的とした大学の附属高校等学校等で行われたものが主であり、総合的な学習の時間など他教科との連携や、学校行事を巻き込んだ大掛かりなものとなっている。それゆえ、その事例に学んだ一般の学校の数学教師が、自分の学校で実践を行おうとしても、そう簡単にはいかない。大掛かりであるがゆえに、高いハードルが存在するのである。

本研究では、一般の県立高等学校において、あくまでも数学 I の「データの分析」の单元内で、全 3 時間の授業のうち、第 2 時の 50 分のみで PDCA サイクルを 3 周まわし、かなりコンパクトな状況で、改善サイクルを機能させた事例である。筆者の管見する限り、先行事例の存在しないものであり、一定の成果が得られたものであった。

(1) 梶元新一郎(2013), 「中学校数学科 統計教育を極める」, 明治図書出版株式会社.

(2) 大矢雅則 ほか 17 名(2013), 「新編数学 I」, 数研出版株式会社.

第3章 高等学校数学B「確率分布と統計的な推測」における改善サイクルを組み入れた提案授業

本章では高等学校数学B「確率分布と統計的な推測」の分析の単元における、改善サイクルを組み入れた授業実践について述べる。

第1章で述べたように、現在の高等学校では、生徒に数学Bを履修させても、「確率分布と統計的な推測」を選択する学校はほとんどない。従って、この単元の先行研究授業例も極めて少ない。ましてや、改善サイクルを組み入れた統計授業となると、先行事例は見当たらない。

本研究授業は、数学Bの「確率分布と統計的な推測」を既習である高等学校生を想定して、平成29年7月12日に、三重大学教育学部1年生を対象として行った。全1時間(90分)の授業実践である。対象となった生徒は1年次に開講される解析学入門を履修している生徒である。生徒の内訳は男子15名、女子5名の計20名である。(当日は1人欠席であったため、19人だった。)

第1節 授業実践に向けて

1. 教材について

第2章の授業実践と同じ、目分量で紙テープを10cmに切る「10cmの紙テープカット」を教材にする。今回もテープカット(1回10本)を各自3回行うが、19人全体で、より正確に10cmに切れるようになることを目指してもらったことにした。そこにPDCAサイクルを対応させ、1回のテープカット毎に全体の切り方の傾向を標本調査により分析させる。標本調査や推定の内容については、数研出版の『新編数学B』を参考にした⁽¹⁾。本来ならば標本の少ない場合は、t分布に従うと仮定するのが望ましいが、t分布は数学Bでは扱われないので、今回は正規分布に従うと仮定して授業を行うことにした。

2. 授業計画

90分の授業の中で、PDCAサイクルを意識して、「より10cmに近い長さのテープカット」を行わせる。今回は、個人だけの改善を考えるのではなく、19人全体で、より正確に10cmに近く、正確に切れるようになることを目指してもらったことにする。そこで、標本調査を行った。1人10本のテープカットを行った後、全員分のテープを回収し、190本(10本×19人=190本)の中から無作為に10本選び、正規分布に従うと仮定して、95%の母平均の信頼区間を求めさせる。そのあと、2回目のテープカットに向けた改善策を考える。今回は、全体でよい結果になることを目指してもらったが、テープカットは個人の作業なので、個人の切り方の傾向を把握して改善策を練る必要がある。そこで表計算ソフトを使って個人のテープカットのデータ分析を行わせる。ここでは、第2章と同様で、データを入力すると、平均と標準偏差、度数分布表、ヒストグラムを出力されるように関数を組み込んだ表計算ソフトを使用する。そこから自分の切り方の傾向の分析を行わせた後、次のテープカットに向けた改善策を考えさせる。そして、その改善策を踏まえて2回目のテープカットを行う。同様の流れで、PDCAを意識し、テープカットを合計3回行わせる。

第2節 授業実践

日時

平成 29 年 7 月 12 日

概要

まず、PDCA サイクルについて説明した。その後、1 組 3、4 人のグループになり、「10cm のテープカット」を行わせた。感覚だけで切る作業の後、ものさしで測定させ、データ分析を行った。データ分析は、全体の切り方の傾向についてと、個人の切り方の傾向についての 2 つを考えさせた。全体の切り方の傾向については標本調査を行い、母平均を信頼度 95% で推定させた。これは、第 2 章の実践とは異なり、数学 B の「確率分布と統計的推測」の内容に即したものである。個人の切り方の傾向については、各自の結果をパソコンに入力し、平均や標準偏差、ヒストグラムを出力し、そこから分析させた。そして、次はどのように切れば、平均値もばらつきも良好になるかを考えさせた。そして、その分析と改善策を踏まえて、次の「10cm のテープカット」を行わせた。

このように、「データ分析を用いた改善サイクル」を 3 周まわした。以下が PDCA サイクルを取り入れたテープカットの流れである。

以下に、本時の授業の流れをまとめる。

- ① 1 班、3、4 人のグループになる。各班に 1 台ずつノートパソコンを与える。
- ② 「各自、感覚だけをたよりに正確に 10.0cm となるよう、紙テープを切りなさい」と指示をする。
- ③ 長さが 10.0cm となることを目指し、1 人 10 本のテープカットを行なわせる。
- ④ 切った後、各自が切ったテープの長さをものさしで測定し、その結果をプリントと切ったテープに記入させる。
- ⑤ 全員分のテープを回収し箱に集める。1 人あたり 10 本、19 人分であるから、母集団としては 190 本のテープが集まる。
- ⑥ 箱の中から 10 本のテープを無作為に抽出し、その 10 本の長さを読み上げる。生徒にそのデータをプリントに記入させる。
- ⑦ 10 本の標本平均と標本標準偏差を算出したものを与える。生徒には、各自、計算させ、母平均を信頼度 95% で推定させる。
- ⑧ ⑦を基に、生徒に全体の切り方の傾向を分析させ、プリントに記入させる。
- ⑨ 各自それぞれが、8 本の測定データを表計算ソフトの指定されたセルに入力する。表計算ソフト(Microsoft Excel)のワークシートには、予め関数が組み込まれており、班全員で切ったテープの長さの平均、分散、標準偏差、度数分布表、ヒストグラムが自動的に画面に表示される。
- ⑩ 個人の切り方の傾向を、平均、分散、標準偏差、度数分布表、ヒストグラムを見て分析させ、分析結果をプリントに記入させる。

- ⑪ 次はどのように意識して切れば、平均もばらつきも良好となるかを考えさせ、プリントに記入させる。
- ⑫ 分析と改善策を踏まえて、次の「10cm のテープカット」を行わせる。
- ⑬ 上記の「作業の見通しをもつ→作業→データ測定・分析→改善策を練る→」のサイクルを、都合 3 周回する。

以下が学習指導案である。

時間	学習内容	生徒の活動	教師の指示・留意点
0 分	PDCA サイクルについて テープカットについて	説明を聞く。	<p>あらかじめ、1 グループ 3～4 人のグループの形に座席を指定し、机を移動させ、パソコン、テープ、はさみ、電卓、プリントを用意しておく。</p> <p>パワーポイントを使って PDCA サイクルについて説明する。</p> <p>今回の授業で行う 10cm のテープカットでの作業と、PDCA サイクルを対応させる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>P(Plan:計画) 10cm に切りたい</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>D(Do:実施) 1 人 8 本切る</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>C(Check:確認) データを測定・分析</p> <p style="text-align: center;">① 全体の傾向</p> <p style="text-align: center;">② 個人の傾向</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>A(Action:修正) 改善策を練る</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>P(Plan:計画) 10cm に切りたい</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>この流れを 3 周回す。</p> </div> <p>ここで、パワーポイントを使って、標本調査による母平均の推定について復習しておく。</p>

10分		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1回目</div> 10cm のテープカット	
	10cm のテープカットを行う	<p>P (Plan: 計画)</p> <p>D (Do: 実施)</p> <p>【1人10本切る】 自分の感覚で10cmにテープを切る。</p>	<p>誰が正確に10cmに切れるかを競うのではなく、「全員が10cmに近い長さで切れることを目指す」ということを伝える。</p> <p>自分の感覚で10cmにテープを切るように指示する。 机間指導をし、1本ずつ自分の感覚で切るように指導する。</p>
15分		<p>C (Check: 確認)</p> <p>【ものさしで測る】 ものさしで長さを測り、テープとプリントに記入する。</p>	<p>様子を見てものさしを配り、自分の測定結果を、切ったテープとプリントの表に記入させる。(小数点第1位まで測定させる。)</p> <p>切ったテープをすべて回収する。</p>
22分		<p>① 全体の傾向</p> <p>【標本調査】</p> <p>データをプリントに記入する。</p> <p>10本の標本について、母平均に対する信頼度95%の信頼区間を電卓を用いて計算し、プリントに記入する。</p> <p>標本の平均、標準偏差、95%の信頼区間から、全体の切り方の傾向を把握する。</p>	<p>回収した約200本の中から無作為に10本を抽出する。 その10本分のデータを読み上げ、プリントの表に書かせる。</p> <p>標本平均と標本標準偏差を教え、母平均に対する信頼度95%の信頼区間を求めさせる。</p> <p>答えを確認し、信頼区間から全体の切り方の傾向について確認させる。</p>

<p>D (Do: 実施)</p> <p>【1 人 10 本切る】 自分の感覚で 10cm にテープを切る。</p>	<p>改善策を踏まえて、自分の感覚で 10cm にテープを切るように指示する。 机間指導をし、1 本ずつ自分の感覚で切るように指導する。</p>
<p>C (Check: 確認)</p> <p>【ものさしで測る】 ものさしで長さを測り、テープとプリントに記入する。</p>	<p>様子を見てものさしを配り、自分の測定結果を、切ったテープとプリントの表に記入させる。(小数点第 1 位まで測定させる。) 切ったテープをすべて回収する。</p>
<p>① 全体の傾向</p> <p>【標本調査】 データをプリントに記入する。</p>	<p>回収した約 200 本の中から無作為に 10 本を抽出する。 その 10 本分のデータを読み上げ、プリントの表に書かせる。</p>
<p>10 本の標本について、母平均に対する信頼度 95%の信頼区間を電卓を用いて計算し、プリントに記入する。</p>	<p>標本平均と標本標準偏差を教え、母平均に対する信頼度 95%の信頼区間を求めさせる。</p>
<p>標本の平均、標準偏差、95%の信頼区間から、全体の切り方の傾向を把握する。</p>	<p>答えを確認し、信頼区間から全体の切り方の傾向について確認させる。</p>
<p>② 個人の傾向</p> <p>【パソコンでデータを分析】 グループの全員分の測定結果をパソコンに入力する。</p>	<p>入力がスムーズにできるように、助言・指導を行う。</p>

		<p>入力後、一人ずつ平均と標準偏差をプリントに記入する。</p> <p>平均、標準偏差、ヒストグラム等をふまえた自分の切り方の傾向を確認し、プリントに記入する。</p> <p>A (Action: 修正) 【改善策を練る】 1 回目のテープカットの結果を踏まえて、2 回目のテープカットでどのようなことに気を付けて切るかという改善策を考え、プリントに記入する。</p>	<p>平均、標準偏差、ヒストグラム等から、データの散らばり具合について着目しているかどうか確認する。</p> <p>散らばり具合にも注目すること、具体的に、できるだけ詳しく書くように言う。</p> <p>1 グループを取り上げて、切り方の傾向を一緒に確認する。</p> <p>自分の切り方の傾向をふまえた改善策を考えて記入するように指示する。</p> <p>具体的に、できるだけ詳しく書くように言う。</p> <p>2 回目のテープカットに向けて、改善サイクルを意識させる。</p>
60 分	10cm のテープカットを行う	<div data-bbox="483 1346 986 1417" style="border: 1px solid black; text-align: center; margin: 0 auto; padding: 2px;"> 3 回目 10cm のテープカット </div> <p>P (Plan: 計画)</p> <p>D (Do: 実施) 【1 人 8 本切る】 自分の感覚で 10cm にテープを切る。</p>	<p>誰が正確に 10cm に切れるかを競うのではなく、「全員が 10cm に近い長さで切れることを目指す」ということを伝える。</p> <p>改善策を踏まえて、自分の感覚で 10cm にテープを切るように指示する。</p> <p>机間指導をし、1 本ずつ自分の感覚で切るように指導する。</p>

		<p>C (Check: 確認)</p> <p>【ものさしで測る】 ものさしで長さを測り、テープとプリントに記入する。</p> <p>① 全体の傾向 【標本調査】 データをプリントに記入する。</p> <p>10本の標本について、母平均に対する信頼度95%の信頼区間を電卓を用いて計算し、プリントに記入する。</p> <p>標本の平均、標準偏差、95%の信頼区間から、全体の切り方の傾向を把握する。</p> <p>② 個人の傾向 【パソコンでデータを分析】 グループの全員分の測定結果をパソコンに入力する。 入力後、一人ずつ平均と標準偏差をプリントに記入する。</p> <p>平均、標準偏差、ヒストグラム等をふまえた</p>	<p>様子を見てものさしを配り、自分の測定結果を、切ったテープとプリントの表に記入させる。(小数点第1位まで測定させる。) 切ったテープをすべて回収する。</p> <p>回収した約200本の中から無作為に10本を抽出する。 その10本分のデータを読み上げ、プリントの表に書かせる。</p> <p>標本平均と標本標準偏差を教え、母平均に対する信頼度95%の信頼区間を求めさせる。</p> <p>答えを確認し、信頼区間から全体の切り方の傾向について確認させる。</p> <p>入力がスムーズにできるように、助言・指導を行う。</p> <p>平均、標準偏差、ヒストグラム等から、データの散らばり具合について着目しているかどうか確</p>
--	--	--	---

		自分の切り方の傾向を確認し、プリントに記入する。	認する。 散らばり具合にも注目すること、具体的に、できるだけ詳しく書くように言う。 1 グループを取り上げて、切り方の傾向を一緒に確認する。
75 分	総括	標本調査による、母平均に対する信頼度 95%の信頼区間からみた、全体の 3 回のテープカットの結果 (改善の流れ) について総括し、プリントに記入する。 平均、標準偏差、ヒストグラム等をからみた、自分の 3 回のテープカットの結果 (改善の流れ) を確認し、プリントに記入する。	3 回のテープカットでの、95%の信頼区間の変化について確認させ、発表させる。 信頼区間の幅、信頼区間の値の変化に注目させる。
85 分	アンケート	アンケートに答える。	

まず、パワーポイントを使って PDCA サイクルの説明を行った。そのあと、今回の授業で行う 10cm のテープカットでの作業について説明し、誰が正確に 10cm に切れるかを競うのではなく、「全員が 10cm に近い長さで切れることを目指す」ということを伝えた。そしてテープカットの作業と PDCA サイクルを対応させながら授業の流れを説明した。(図 1)

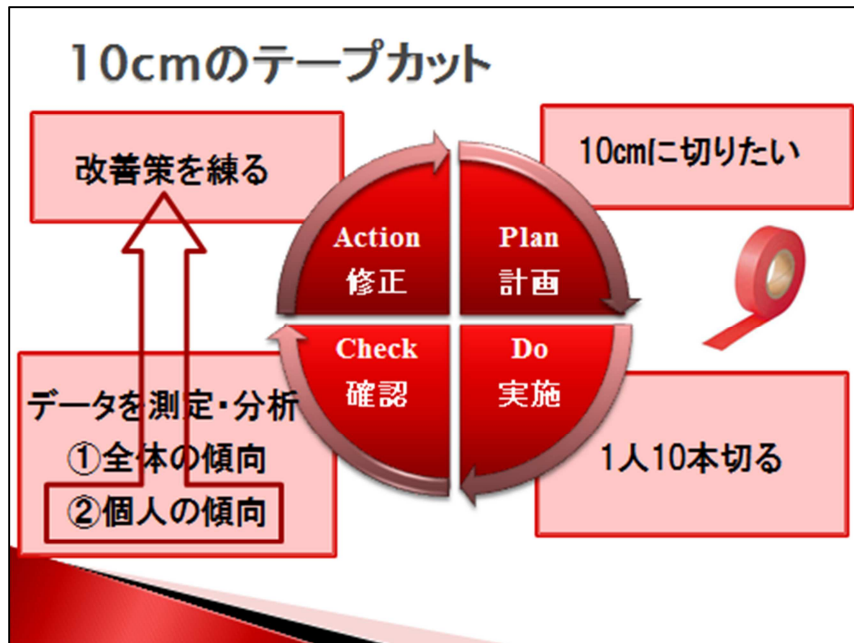


図 1 テープカットの流れ

今回は、全体の傾向を分析する際に、標本調査を行い、母平均を信頼度 95%で推定する。そのため、最初にパワーポイントを使って、標本調査による母平均の推定について復習と確認をした。以下がその時に使用したパワーポイントのスライドである。(図 2)

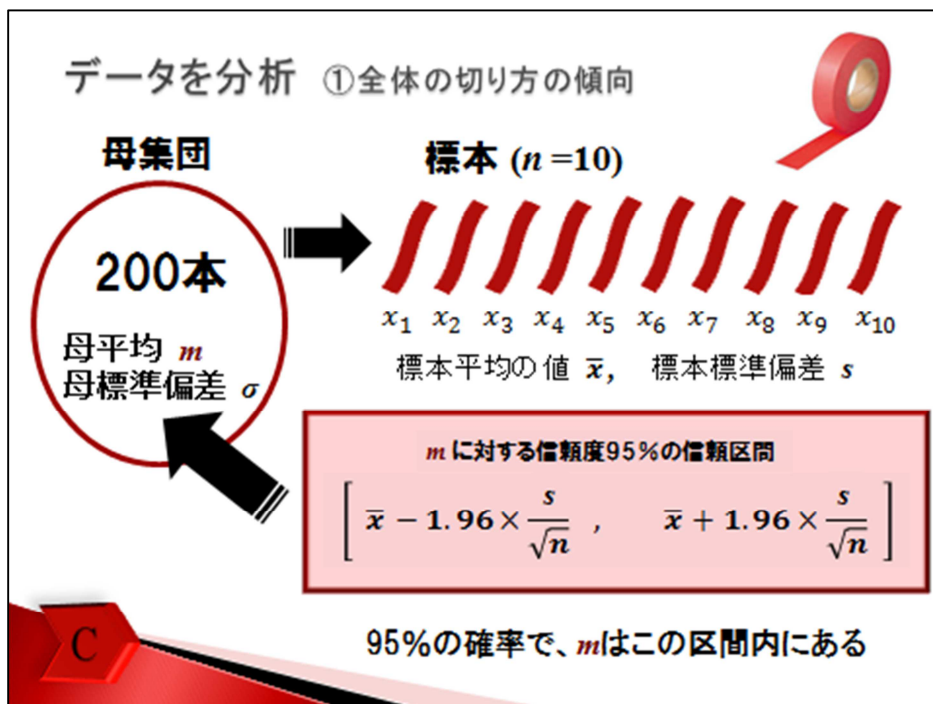


図 2 授業で使用したパワーポイントのスライド

今回の授業はグループ形式で行った。

1 班あたり 3、4 人のグループになり、各班に 1 台ずつノートパソコンを与えた。そして、「各自、感覚だけをたよりに正確に 10.0cm となるよう、紙テープを切りなさい」と指示をした。1 人 10 本のテープカットが 19 人分行なわれるので、1 回のテープカットで 190 本分のデータが得られる。

切る作業の後、各自が切ったテープの長さをものさしで測定し、切ったテープそれぞれの端の部分と、配付したプリントの記入欄の 2 か所に、その長さを記入させた後、全員分 190 本すべてのテープを回収した。その 190 本のテープを箱に入れ、そこから 10 本を無作為抽出し、それらのテープに書かれた長さを標本として、母平均を信頼度 95% で推定させ、全体の切り方の傾向を分析させる標本調査を行った。標本平均と標本標準偏差を提示し、それらを用いて電卓で信頼度 95% の母平均の信頼区間を求めさせた。信頼区間とその幅を全体で確認し、19 人全体の切り方の傾向をプリントに記入させた。

結果は、95% の信頼区間が [11.431, 16.789] となった。この結果から、全体の切り方の傾向について生徒に答えさせたところ、次のように生徒は全体の切り方を分析した。

「信頼区間が 10cm より長い場所にあるから、全体的に長め。」

「平均も 14cm だし、ほとんどのデータが 10cm を超えている。」

「信頼区間の幅が 5cm くらいあって、ばらつきが結構ある。」

以下の「図 3」は、生徒のプリントの記入例である。

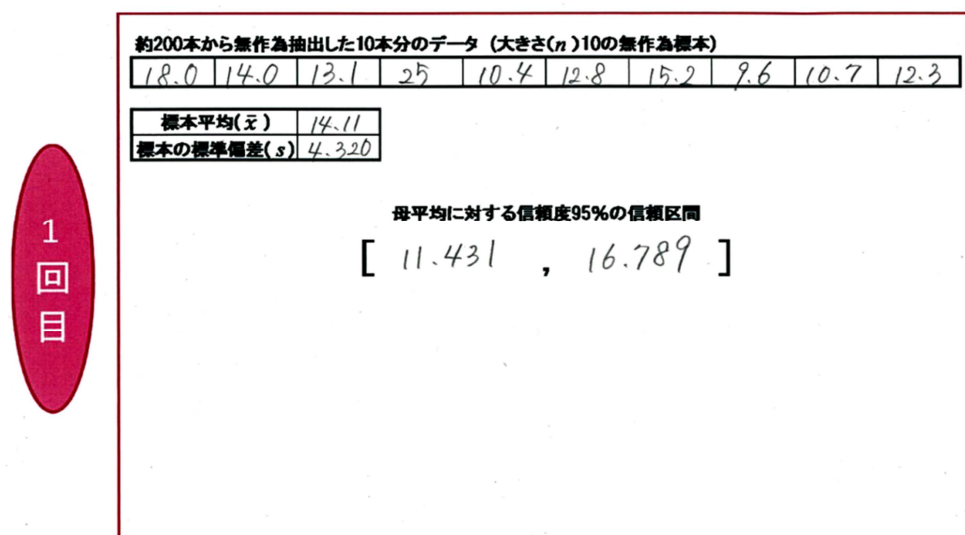


図 3 生徒の記入例

その後個人の切り方の傾向についてデータ分析させた。まず各自の 10 本分データを表計算ソフトに入力させる。表計算ソフトのワークシートには、予め関数が組み込まれており、切ったテープの長さの平均、分散、標準偏差、ヒストグラムが自動的に画面に表示されるようにしてある。(図 4)

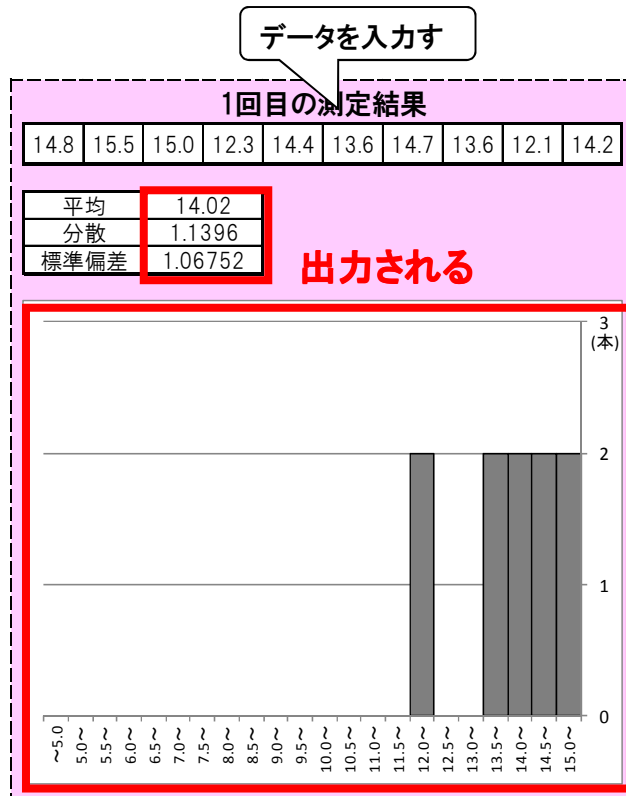


図 4 生徒の使用した表計算ソフト

そして、その平均、分散、標準偏差、ヒストグラムを踏まえて、次はどのように切れば、より 10cm に近づくかという改善策を考えさせた。その時、「どれくらい」「どうだったのか」など、詳しく書くように指導した。以下の「図 5」は生徒の記入例である。

自分が切った10本分のデータ（小数点第1位まで測る。例：9.6(cm)）									
14.8	15.5	15.0	12.3	14.4	13.6	14.7	13.6	12.1	14.2

平均	14.02
標準偏差	1.067

平均・標準偏差・ヒストグラム等を踏まえた切り方の傾向・結果
<p>長く切りすぎている。 初めに切った長さを基準に切ってしまって 14cm に近づいている。</p>

↓

【次回への改善】 次の結果をよくなるために、どのようなことに気を付けて切るか
<ul style="list-style-type: none"> ・ 少し短めに切るようにする。 ・ ばらつきを 1cm 前後にする。

図 5 生徒の記入例

どの生徒も、平均、標準偏差、ヒストグラムから、10cm と比べて自分がどれくらいの長さで切っているのか、ばらつきはどうなっているのかについて記入していた。平均、標準偏差、ヒストグラムから、

総合的に自分の切り方を分析していた。そして、その分析結果をもとに、次のテープカットに向けた改善策を考えさせた。

次に、その分析と改善策を踏まえて、次の「10cm のテープカット」を行わせる。このように、「作業の見直しをもつ→作業→データ測定・分析→改善策を練る」のサイクルを、都合 3 周回した。

3 回のテープカットの終了後、全体と個人のテープカットのそれぞれについて、その結果や変化の様子をプリントに記入させた。生徒は、平均、標準偏差、95%の信頼区間の幅、ヒストグラムなどからテープカットのデータを総合的に分析し、評価していた。

個人のデータについては、平均、標準偏差、ヒストグラムともにきれいに改善できていた生徒はあまりいなかったが、すべての生徒が、データ分析と改善策を生かしてテープカットを行えていることがわかる結果になっていた。

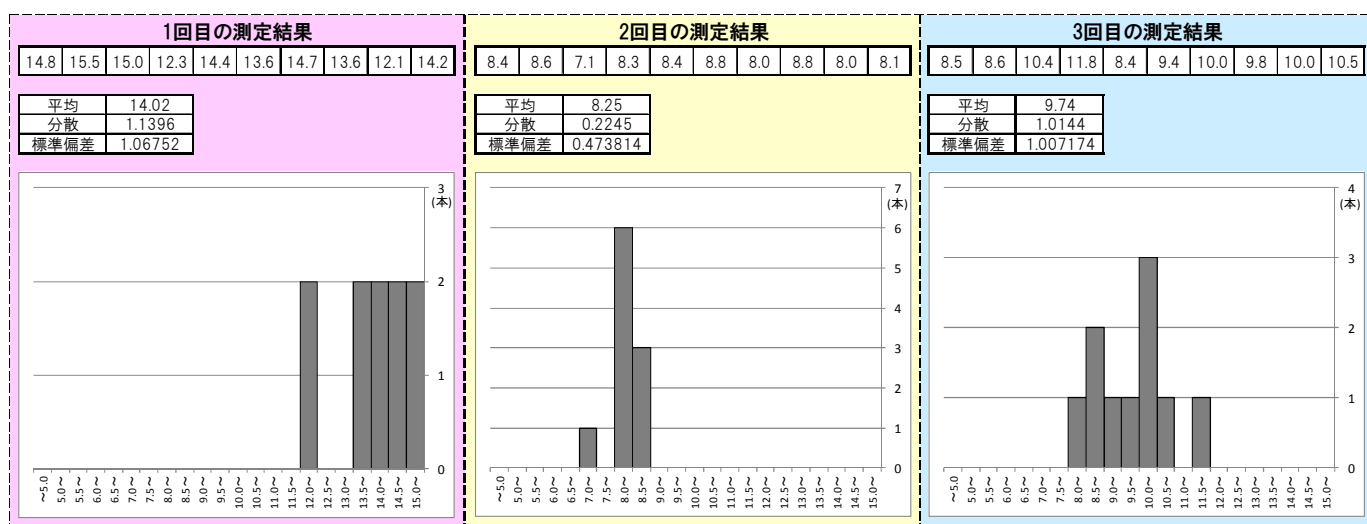


図 6 生徒の改善の様子①(表計算ソフト)

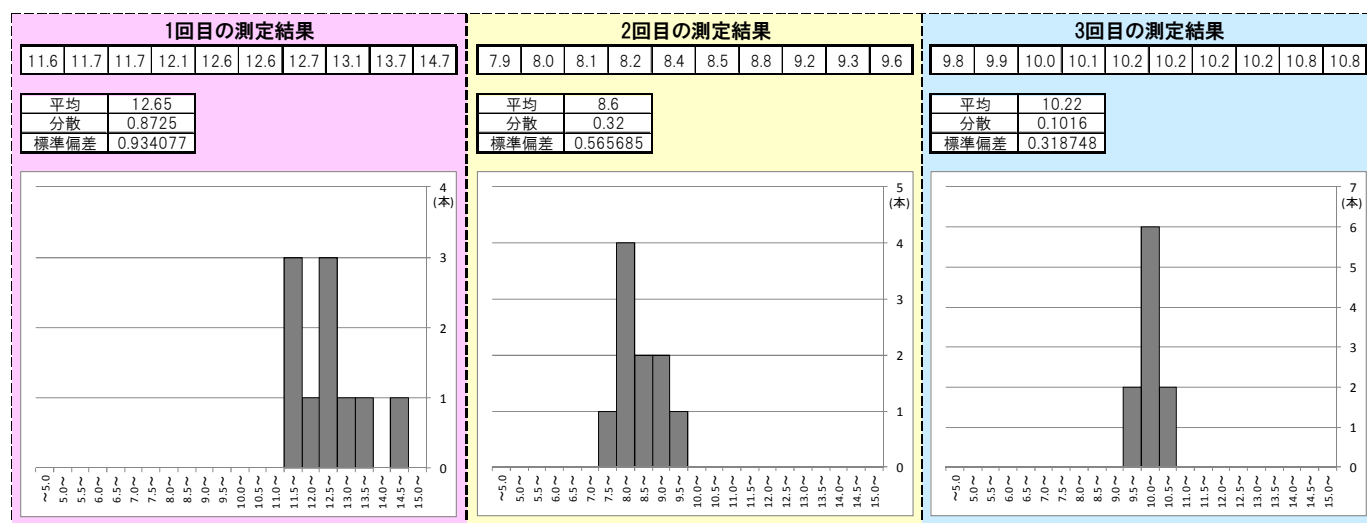


図 7 生徒の改善の様子②(表計算ソフト)

3回の標本調査によるテープカットの全体の結果としては、平均、標準偏差、95%の信頼区間の幅は以下のように変化していた。

平均 14.11cm→9.35cm→10.13cm (回を重ねるごとに10cmに近づいている)

標準偏差 4.32cm→1.66cm→1.20cm (回を重ねるごとに値が小さくなっている)

95%の信頼区間の幅 5.36cm→2.06cm→1.50cm (回を重ねるごとに幅が小さくなっている)

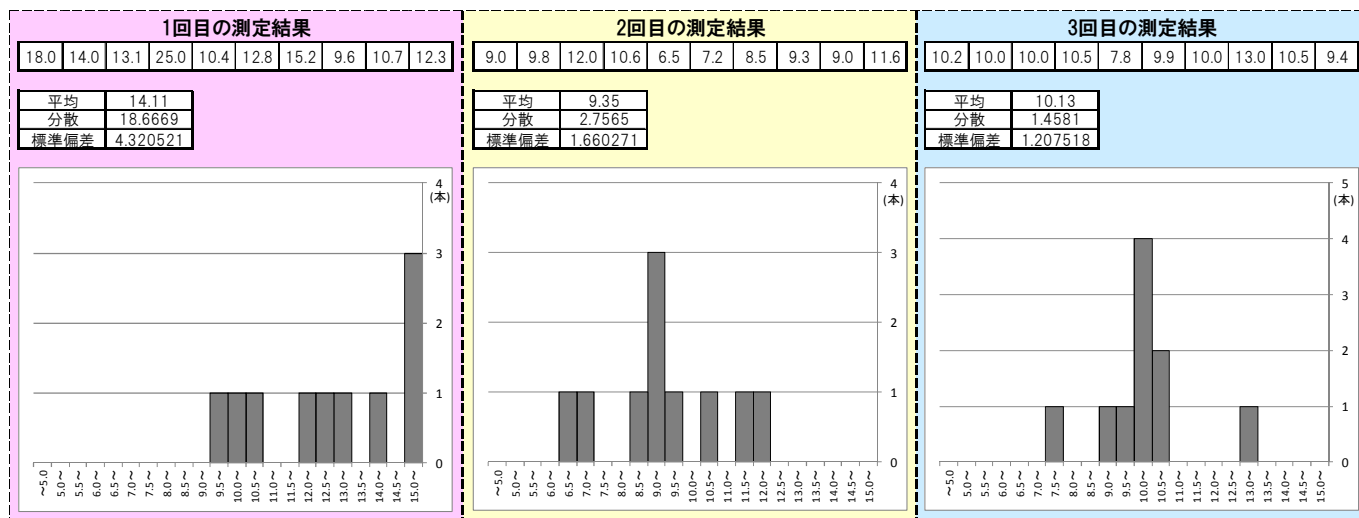


図 8 全体の改善の様子(表計算ソフト)

生徒に95%の信頼区間からみた、全体の3回のテープカットの改善について聞いたところ、次のように答えた。

「信頼区間がだんだん10cmに近づいている。」

「信頼区間の幅も狭くなっていて、ばらつきが小さくなっている。」

生徒は、平均、標準偏差、95%の信頼区間の幅、ヒストグラムなど総合的に考えて、ばらつきが小さくなり、さらに10cmに近く切れるようになっていたことを確認し、3回のテープカットが改善されていることを確認していた。

名前

10cmのテープカット

1回目

※200本から操作を抽出した10本分のデータ (大きさを(n)100%操作を標準)

18.0	14.0	13.1	25	10.4	12.8	15.2	9.6	10.7	12.3
------	------	------	----	------	------	------	-----	------	------

標準平均(%) 14.0
標準の標準偏差(s) 4.212

得平均に対する信頼度95%の信頼区間
[11.431 , 16.789]

自分が切った10本分のデータ (小教員1組まで算出。例: 8.6(cm))

14.8	15.5	15.0	12.3	14.4	12.6	14.7	13.6	12.1	14.2
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

平均: 標準偏差: ヒストグラム等を算出した切り方の傾向・結果
長(切り)されている。
初めに切った長さ(基準)に切られてはいて
14cmに近づいている。

【交待への注意】 次の結果をよびよるために、そのように注意を付けて切るか

- 少し短めに切らさうにする。
- ばらつきを1cm前後にする。

$$\left[\bar{x} - 1.96 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}, \bar{x} + 1.96 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \right]$$

$$14.11 - 1.96 \cdot \frac{4.32}{\sqrt{10}} \quad 2.679$$

$$14.11 + 1.96 \cdot \frac{4.32}{\sqrt{10}} \quad 2.679$$

2回目

※200本から操作を抽出した10本分のデータ (大きさを(n)100%操作を標準)

9.0	9.8	12.0	10.6	6.5	7.2	8.5	9.3	9.0	11.6
-----	-----	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	------

標準平均(%) 9.35
標準の標準偏差(s) 1.466

得平均に対する信頼度95%の信頼区間
[8.321 , 10.379]

自分が切った10本分のデータ (小教員1組まで算出。例: 8.6(cm))

8.4	8.6	7.1	8.3	8.4	8.8	8.0	8.8	8.0	8.1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

平均: 標準偏差: ヒストグラム等を算出した切り方の傾向・結果
・ばらつきは1cm前後に7.4%。
・8cmに近づいている。短い。

【交待への注意】 次の結果をよびよるために、そのように注意を付けて切るか

- 10cmに近づけるようにする。
- ばらつきを少し減らすために、10cmが入るよう意識する。

$$9.35 - 1.96 \cdot \frac{1.66}{\sqrt{10}} \quad 1.029$$

$$9.35 + 1.96 \cdot \frac{1.66}{\sqrt{10}} \quad 1.029$$

3回目

※200本から操作を抽出した10本分のデータ (大きさを(n)100%操作を標準)

10.2	10.0	10.0	10.5	7.8	9.9	10.0	13.0	10.5	9.4
------	------	------	------	-----	-----	------	------	------	-----

標準平均(%) 10.13
標準の標準偏差(s) 1.20

得平均に対する信頼度95%の信頼区間
[9.386 , 10.874] [9.49 , 10.76]

90%

出た数の幅が、どんどん小さくなり、ヒストグラムから見ても10cmに集まっている。(目数を重ねると) ⇒ 平均が10cmに近づき、標準偏差も小さくなっていった。95%の信頼区間の幅が小さくなっていく。

自分が切った10本分のデータ (小教員1組まで算出。例: 8.6(cm))

8.5	8.6	10.4	11.8	8.4	9.4	10.0	9.8	10.0	10.5
-----	-----	------	------	-----	-----	------	-----	------	------

平均: 標準偏差: ヒストグラム等を算出した切り方の傾向・結果
・標準偏差は大きく減ったが、10cmに近づけるように切った。

【交待への注意】 次の結果をよびよるために、そのように注意を付けて切るか

$$10.13 - 1.96 \cdot \frac{1.20}{\sqrt{10}} \quad 0.744$$

$$10.13 + 1.96 \cdot \frac{1.20}{\sqrt{10}} \quad 0.744$$

初めはばらばらで長さも長かったが、標準偏差、平均ともに離れていったが、10cmに近づいて切れるようになっていった。10cmに近づけば標準偏差も小さくするといいように難しいとわかった。

図 9 生徒のプリントの記入例①

名前 _____

10cmのテープカット

1回目

約200本から無作為抽出した10本分のデータ (大きさ n) 100の標本為標本

12.0	14.0	17.1	25	27.4	28.8	35.2	41.6	47.0	52.3
------	------	------	----	------	------	------	------	------	------

標本平均(平均) \bar{x} 14.1
標本の標準偏差(σ) 4.32

標平均に対する信頼度95%の信頼区間
[11.43 , 16.78]

$$\left[\bar{x} - 1.96 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{x} + 1.96 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right]$$

自分が切った10本分のデータ (小數点第1位まで測る。例：8.6cm)

14.8	17	25	22	17	22	19	23	8	18.5
------	----	----	----	----	----	----	----	---	------

平均・標準偏差・ヒストグラム等を描きまえた切り方の傾向・結果
とりあつかいできる
ばらつきも大きかった。
このデータの平均
4.8 2.6 5.4 4.4
2.6 2.4 0.6 3.4
1.6 1.1

【次回への改善】 次の結果をよけるために、どのように修正を付けて切るか
次回からは今回の半分くらいにする
もうないでいいい考えなから切れる

2回目

約200本から無作為抽出した10本分のデータ (大きさ n) 100の標本為標本

9.0	9.8	12.0	10.6	6.5	7.2	8.5	7.3	4.0	11.6
-----	-----	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	------

標本平均(平均) \bar{x} 9.35
標本の標準偏差(σ) 1.66

標平均に対する信頼度95%の信頼区間
[8.32 , 10.38]

自分が切った10本分のデータ (小數点第1位まで測る。例：8.6cm)

10.5	11.8	11.8	11	12.2	11.2	11	11	10.6	11.2
------	------	------	----	------	------	----	----	------	------

平均・標準偏差・ヒストグラム等を描きまえた切り方の傾向・結果
おもしろいにはなつたがまだ1.24cm多い
ばらつきは少なくなった

【次回への改善】 次の結果をよけるために、どのように修正を付けて切るか
次はもう少し糸持ち短めにする
ばらつきもまだ少なくできる

3回目

約200本から無作為抽出した10本分のデータ (大きさ n) 100の標本為標本

10.2	10.0	10.0	10.5	7.8	4.9	10.0	13.0	10.5	9.4
------	------	------	------	-----	-----	------	------	------	-----

標本平均(平均) \bar{x} 10.13
標本の標準偏差(σ) 1.20

標平均に対する信頼度95%の信頼区間
[9.38 , 10.88]

自分が切った10本分のデータ (小數点第1位まで測る。例：8.6cm)

11.5	11.2	11.2	10.7	11.1	12.2	10.3	10.7	10.5	11.6
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

平均・標準偏差・ヒストグラム等を描きまえた切り方の傾向・結果
短くしたつもりだったがささぎで変わったのがは
ばらつきが増えました

【次回への改善】 次の結果をよけるために、どのように修正を付けて切るか

最初は本当に10cmの感覚が
なかったためむじむじだったのが
2回目に一気に成長した。
ばらつきも0.5cmになり、
だいぶ同じ基盤にもかける
ようになった。
しかし、10cm以内はなる
ことがなかった、ので
3回目に改善できなかった。
たのが残念だった。

全体は、10cmのむじむじを
95%の信頼区間に10cmが
よっていかかったが
2回目、3回目とだいたいは
ばらつきも平均もよくなって
いった。

図 10 生徒のプリントの記入例②



図 11 授業風景

第3節 授業実践を終えて

授業の最後に、出席者 19 人にアンケートを行った。質問事項とその結果を以下に示す。

表 1 アンケートの質問内容と結果
アンケート結果(回答者19人)

1	標本調査により母平均の推定を行うことで、全体のテープカットの結果の傾向を把握することができましたか。	1. 19人	2. 0人	3. 0人
2	平均や標準偏差、グラフなどを用いたデータ分析の結果を、次の作業の改善に生かしましたか。	1. 17人	2. 1人	3. 1人
3	テープカットのデータ分析を通じて、統計的な推測(平均や標準偏差、母平均の推定)についての理解を深めることができましたか。	1. 19人	2. 0人	3. 0人
4	標本調査による統計的な推測を用いてデータ分析することのよさを感じましたか。	1. 16人	2. 3人	3. 0人
5	データ分析を使った改善サイクルは、様々な場面で使えると思いますか。	1. 19人	2. 0人	3. 0人

1. そう思う 2. どちらでもない 3. そう思わない

上記のうち、「質問 1」に対しては、回答者全員が、「そう思う」と回答している。生徒は、改善サイクルの中で、標本から求めた信頼区間から全体のテープカットの傾向を読み取ることができたといえる。

「質問 2」は、データ分析が改善策を練るのに役立ったかどうかを問うものである。この質問に対しては、約 90%にあたる 17 人が「そう思う」と答えている。生徒は、平均や標準偏差、ヒストグラム等から得たデータ分析の結果を、次の行程を計画することや、これまでの行程を修正することに生かせたと考えている。生徒一人一人の 3 回のテープカットのデータを見てみても、考えた改善策を踏まえたテープカットを心掛けていることがうかがえた。改善サイクルが機能したと言って良いだろう。

「質問 3」に対しては、回答者全員が、「そう思う」と回答している。生徒は、今回の改善サイクルを組み入れたテープカットのデータ分析を通じて、平均や標準偏差、母平均の推定の概念理解を深めることができたといえる。

「質問 4」に対しては 85%にあたる 16 人が「そう思う」と回答している。生徒が平均や標準偏差、母平均の推定の有能性を感じたとともに、作業を通じた実感から、平均や標準偏差、ヒストグラム、母平均の推定から、データの傾向を読み取ることのよさをほぼ学びとれたものと考えられる。

「質問 5」では、データ分析を用いた改善サイクルは、他の場面に活用できるかどうかを問うた。これに対しては、回答者全員が「そう思う」と答えている。今回は 19 人という少人数の集団の作業の評価と改善を行ったものであるが、生徒は学んだデータ分析の方法を使った改善サイクルを、もっと大きな課題学習や、将来の職業生活にも適用できると認識してくれたようである。

今回は数学 B の「確率分布と統計的な推測」という 1 単元のなかで、計算だけで終わりがちな標準偏差や信頼区間などの、統計的な知識や理解、技能を学び、それを改善サイクルに活用することを試みたものである。

学校現場での統計学習にとって、改善サイクル学習の重要性は十分認識できるものの、効果的な学習をさせようとする、数学の 1 単元では収まりきれず、他教科との連携や、学校行事の枠組みに入れるなどして行わなければならない現実が存在する。本研究はその克服を目指したものであり、一定の成果が得られたものであった。

第 1 章で述べた通り、現在、「確率分布と統計的な推測」は、あまり扱われることの無い内容である。しかし、学校教育における統計分野の充実を求める潮流は間違いなく存在しており、今後、「確率分布と統計的な推測」の内容が重要視され、扱われる機会が増えていくであろう。本研究は、そうした折の先行事例として、十分期待できるものである。

終章 研究の成果と課題

本研究の目的は、統計教育の現状と課題を明らかにすることと、改善サイクルを組み入れた統計の授業を提案することであった。ここで、本論文の各章における研究の成果と課題を振り返っていきたい。

1. 第1章の成果

まず、瀬沼花子の論考「企業の算数・数学教育への期待—データに基づく予測の強調と指導法の改善—」の先行研究から、企業が社員に求める数学の素養は、概ね高等学校程度のものであることが読み取れた。すなわち、現在の企業が社員に求める数学は、ある程度のレベルの高さをもったものなのである。また、「微積分」、「三角関数」、「指数・対数関数」など、高校数学の通常の学習指導で通常重要視されている内容は、企業の特定の部課・部署で必要とされているものの、一般的に仕事をする上での必要度は高くない。一方、「統計」は、企業の特定の部課・部署で必要とされており、さらに、仕事をする上で、一般的に大切な内容として、かなり重要視されているのである。

「統計」という分野では、自分に必要なデータを選択し、そのデータを整理・分類、そして分析して正しく判断するだけでなく、それらのデータから、現在見えていない部分や将来起こりうることを予測することができる。現在、様々な情報やデータが常に提供され、新しい知識や情報、技術が次々と生み出されている。このような移り変わりの激しい知識基盤社会やビッグデータの時代と言われる今こそ、先を見据える能力を身に着けることは不可欠なこととなっている。そこで、生徒に「統計」を学ばせることで、現代社会を生き抜くために必要な、データを活用して数学的根拠に基づいた判断をする態度を涵養することが期待されているのである。

つまり、これまでの、数学概念を獲得させることに重点が置かれていた数学教育ではなく、実生活や将来の職業生活に活用できる数学の知識や技能、思考力を育む教育が求められており、学んだことが、社会でどのように生かされていくのかを明示した、実践的な学習指導が求められているのである。将来社会で働いていく上で大切とされている考え方や方法を身に着けるために、統計分野への期待が高いことがわかった。

実践的な知識や技能、思考力の育成を目指した統計の授業を行うにあたり、PDCA サイクルのような問題解決型のサイクルのプロセスを体験させることが有効であるということを、渡辺美智子の論考「知識創造社会を支える統計的思考力の育成—アクションにつながる統計教育への転換—」を用いて明らかにした。21世紀になり、統計教育への期待が高まりをみせており、情報基盤を担う人材育成を目指した統計教育が、国際的に推進されており、そこでは、「身の回りのデータに親しみ、資料の収集と分析・結果を解釈しデータで議論する」という統計的課題解決の一連のプロセスを繰り返し経験させる一貫した統計教育が行われているのである。

我が国の統計教育は、そうした国際的潮流に大きく後れをとったものの、平成20年、21年に学習指導要領が改訂され、統計の内容が増加し、学習期間も長くなっている。この学習指導要領の

内容や改善点を詳しく見てみると、データを活用して数学的根拠に基づいた判断をする態度の育成という理念が大きく反映されていることが読み取れる。

第1章の最後では、高等学校の統計教育の現状と課題を明らかにするために、三重県下の高等学校数学科を対象に、アンケート調査を行った。高等学校の統計分野は、数学Ⅰの「データの分析」、数学Aの「場合の数と確率」、数学Bの「確率分布と統計的な推測」に組み込まれている。

数学Ⅰの「データの分析」は、共通必修科目であるから、すべての高等学校生徒が学ぶ。また、数学Aの「場合の数と確率」は、従前から非常に多くの学校で履修されているもので、事実上の必修内容に近いといえる。他方、数学Bの「確率分布と統計的な推測」は、従前と変わらず、数学Bの中の選択項目であり、「生徒の実態や単位数等に応じて内容を適宜選択させること」とされている。アンケートの結果からは、数学Bを開講している三重県の高学校のほとんどが「数列」と「ベクトル」を選択していることがわかった。僅かに「確率分布と統計的な推測」を学ばせている学校はあるが、内容を基礎的なものだけに限定したり、一握りの生徒だけに教えたりする極めて限定的な履修に留まっている。その要因は、大学入試で数学Bを必須とする多くの大学が、「数列」と「ベクトル」を指定して課し、「確率分布と統計的な推測」を課すところは、圧倒的に少ないことにあることも明らかになった。残念ながら、統計教育への期待に応えきれない現場の実態が、厳然と存在しているのである。

しかしながら、「確率分布と統計的な推測」の内容は、「数列」とともに、生徒が社会に出て必要とされる知識・理解・技能・考え方であるとする数学科教員は多く、ベクトルに比べて、その傾向は顕著である。つまり、生徒の卒業後を考えると、数学Bでは「数列」と「確率分布と統計的な推測」を教えるべきと考えるが、大学入試の出題を考えると、「数列」と「ベクトル」を選択させなければならないという、学校現場の苦渋が存在することが明らかになった。

2. 第2章の成果

第1章から、改善サイクルを回した統計的な問題解決サイクルのプロセスを授業に取り入れていく必要性は高まってきていることが明らかになった。しかし、そのような統計教育は、データの収集から分析、コンピュータを使った作業などで時間がかかり、限られた授業時間で実施することは困難であり、数学の教科の枠組みに留まらず、かなり大掛かりなものとなる。多少コンパクトとはいえ、数学の1単元の中で、改善サイクルを機能させた実践はあまり見当たらないのが現状である。それを踏まえて、本研究で提示する提案授業には、以下の4つのコンセプトを与えた。

- ・生徒自身がデータ生成に関わる
- ・数学の1単元の中で、コンパクトに改善サイクルを回す
- ・サイクルのプロセスに統計の知識や技能を活用する
- ・実践的な授業を通して、統計的な思考力やスキル、それらの有用性を学ぶ

第2章では高等学校の数学Ⅰ「データの分析」の単元における、改善サイクルを組み入れた授業実践を三重県の高등학교の3年生に行った。「10cmのテープカットの」を題材にし、PDCAサイクルのプロセスでデータの収集、測定、分析、改善を行う授業で、それぞれの作業で平均や標準偏差、ヒストグラム等を使用させた。結果としては、あくまでも数学Ⅰの「データの分析」の1単元内、そして50分のみでPDCAサイクルを3周まわし、かなりコンパクトな状況で、改善サイクルを機能させることができた。アンケートの結果からも、生徒が活動を通して、平均や標準偏差の理解を深めることができただけでなく、代表値やヒストグラムからデータの傾向を読み取ること、さらには、平均と標準偏差がデータの傾向やばらつきを表す有効な指標となることを、ほぼ学びとれたと考えられ、一定の成果が得られた。

3. 第3章の成果

第3章では、上記の4つのコンセプトを基に、高等学校数学B「確率分布と統計的な推測」の単元における、改善サイクルを組み入れた授業実践を行った。この授業は、第2章の授業実践と同じ「10cmのテープカット」を題材としており、作業をPDCAサイクルに組み込んだものであるが、数学B「確率分布と統計的な推測」での学習内容である「標本調査」と「母平均の推定」を作業の中で使用させるものになっている。本研究授業は、数学Bの「確率分布と統計的な推測」を既習である高等学校生を想定して、大学1年生を対象として行った。今回は数学Bの「確率分布と統計的な推測」という1単元のなかでコンパクトに改善サイクルを回し、計算や暗記で終わりがちな標準偏差や信頼区間などの、理解を深め、実用性に気付かせることを目的としたものであり、事後アンケートからは良好な結果が得られた。

数学Ⅰ「データの分析」も数学B「確率分布と統計的な推測」も、平均や標準偏差、散布度、信頼区間などを求めさせるだけで、生徒にとっては計算や暗記をする単元になってしまっている。情報をうまく活用したり、今あるデータから先を予測したりするといった、統計の本質を伝えるには、生徒に実際のデータを使って、平均や標準偏差、ヒストグラムから分析、改善させることが必要であるということが、研究授業を行った結果からも明らかになった。

特に、数学Bの「確率分布と統計的な推測」で学ぶ「推定」の内容は、統計の要ともいえる、先を予測することを扱う単元である。しかし、第1章で述べたように、現在の高等学校では、生徒に数学Bを履修させても、「確率分布と統計的な推測」を選択する学校はほとんどなく、この単元の先行研究授業例も極めて少ない。ましてや、改善サイクルを組み入れた統計授業となると、先行事例は見当たらない。本研究は、そうした折の先行事例として、十分期待できるものである。

4. 残された課題

第1章の第1節では、知識基盤社会における統計教育の必要性を明らかにするために、企業に行ったアンケート調査の先行研究を研究した。また、第4節では三重県下の高등학교にアンケートに協力していただき、高校卒業後の生徒が社会に出た時、役に立つ数学について回答してもらった。この2つの調査から、社会が統計教育に何を期待しているのかを明らかにした。しかし、現在の

我が国では、高校を卒業する生徒の約半数が大学に進学している。このことを踏まえると、大学ではどのような算数・数学が必要とされているか、大学ではどのような数学、統計教育を行うことが必要とされているのかを明らかにすることは重要といえるが、本研究ではそれに言及するに至らなかった。また、研究職や工学部などの、特に統計的な知識や技能が必要とされる分野では、どのような統計の力が求められているのかも明らかにすることも今後の課題として残っている。

また、第1章の第3節では、平成20年、21年に改訂された学習指導要領をもとに、近年の統計教育の現状と変化について研究した。現在の学習指導要領が約10年に1度改訂されるように、社会や時代の変化にともなって、数学教育について議論され、教育課程や内容も変化してきた。そのなかで統計教育がどのように扱われてきたのかを明らかにする数学教育史研究を行うことも、今後の課題である。

最後の課題は、提案授業についてである。第2章と第3章で行った研究授業の対象は、いわゆる進学校の生徒と大学生であった。今後は、様々な学力の生徒を対象に、改善サイクルを組み入れた統計の授業を行い、その効果を検討したいと考えている。

5. おわりに

本研究は、高等学校の数学教育における統計分野の充実を目指し、統計教育の現状と課題を明らかにし、そして、授業実践を行った。知識基盤社会といわれる現在の高等学校における統計教育は、決して充実しているとは言えないが、統計の知識や能力はますます必要とされる力になっていくだろう。

筆者は4月から高等学校の数学教師として教壇に立つ。これから、統計分野の授業を行う際には、本研究で学んだことを生かし、統計の有能性や、どのように実生活に生かすことができるのかを実感できる授業を行いたい。また、統計以外の分野を教える際も、生徒にとってこの先必要となる力は何なのか、その力を身に付けさせるにはどのような方法が適切なのか、常に考え実践を編んでいきたいと考える。

謝辞

筆者は本大学の学部生の時、現指導教官である田中伸明先生のもと、統計教育について学び、より実践的な研究がしたいと思い、そのまま大学院へ進みました。研究の方法や進め方、論文の書き方もわからなかった筆者が、本論文を完成させることができたのは、田中先生をはじめ、数学教室の先生方の御指導があったからです。

田中先生には本研究について、熱心にご指導ご鞭撻頂きました。特に、授業実践をする際には多忙な中、御指導と御助言を頂いただけでなく、練習や準備にもご協力していただきました。大学入学時からの講義や実習、ゼミでいつも丁寧に御指導頂いただけでなく、教員を目指すにあたり、進路指導も親身になってしていただき、心から感謝しています。

また、本大学数学教室の先生にも、論文や研究の発表、研究授業の準備、普段の講義でたくさんご御指導していただきました。6年間ありがとうございました。

最後に、三重県立津東高等学校松岡泰之校長をはじめ、先生方、教養講座を受講された方々、本大学教育学部数学教育コースの後輩には、貴重な時間を割いて本研究の実践にご協力頂きました。深く感謝致します。

本論文を完成するにあたり、多くの方々に御指導、御協力していただきました。この場を借りて御礼申し上げます。ありがとうございました。