

中等教育学校における統計指導のカリキュラムデザイン

東京大学教育学部附属中等教育学校 小張朝子
asako@hs.p.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

現在の学習指導要領では、中学校の数学で統計の内容が扱われなくなっている。高等学校の数学 B では、選択科目の1つとして「統計とコンピュータ」という章で統計学が取り扱われている。しかし、本校では数学 B の「統計とコンピュータ」をカリキュラムに入れる予定がない。

一方、本校では5年生（高校2年生）から6年生（高校3年生）7月までの1年半で卒業研究を行っている。それぞれの生徒が自ら関心のあるテーマを見つけ主体的に研究を行っている。その研究の中で、統計的な処理を必要とするものも多い。

そこで、統計学習の必要性を感じ、6年間を通しての系統的な総合学習と数学の授業で統計を扱うことを検討した。統計を扱う学年と教科は次のようになっている。

2年生：	半径 2km 研究（総合学習）
3年生：	数学
6年生：	数学基礎（数学一選択科目）
6年生：	卒業研究（総合学習—統計を扱う内容に限り）

2. 本校の総合学習の流れ

本校における6年間の総合学習は、次のような流れで行われる。1・2年生では、学年ごとに「総合学習入門」を設け、全員で同じ課題に取り組んでいる。学年、クラス単位でフィールドワークなどを行い、調べ方、まとめ方、発表の仕方など、学習方法の基礎を学べるようにする。3・4年生では、さまざまな分野からなる講座から、興味関心に基づいて、分野別に20人程度の必修選択講座「課題別学習」を設けている。ここでは3・4年生が学年を超えて同じ講座で学んでいる。5・6年生では、生徒一人ひとりの興味、関心をもとにテーマを決め、論文、作品を仕上げていく「卒業研究」を設けている。

3. 半径 2 km 研究

2年生の総合学習で、4月から7月までの4ヶ月間に「半径 2 km 研究」を行っている。東大附属を中心とした半径 2 km の地域について、班でテーマ（例：タバコのポイ捨ての数・人口の変化）を設定し研究を行う。授業時間は週あたり2時間（2時間続きの授業）で、11週（22時間）行われた。授業計画は次の通りである。

4/11	地図の読み方
17	地図を読み、地区による特徴を考える
5/8	統計
5/15	統計
5/22	テーマ設定
29	テーマ設定
6/12	取材の仕方 第1回フィールドワーク
19	第2回フィールドワーク
7/3	第3回フィールドワーク
11	まとめ・発表の準備
14	発表会

①統計学習

統計の授業として2週（4時間）を行った。

収集してきたさまざまな情報をまとめ、特徴を分析する方法として統計処理を説明した。

はじめに、基本的な統計処理である度数分布表・ヒストグラム・相対度数分布表・折れ線などのかき方・見方を理解させ、データを整理する方法の有益性を感じさせた。データをもとにして度数分布表をかくなど、作業を中心とする授業を展開した。

そして、棒グラフ・ヒストグラム・円グラフ・帯グラフ・折れ線グラフ・統計地図・相関図などの特徴を確認し、データにより表現するグラフが違うことを把握させ、棒グラフとヒストグラムの違いや相関関係についても説明を行った。さらに、色分けをするなどほんの少しの工夫で、データの特徴がわかりやすくなることを具体的な例を挙げて説明した。また、整理するだけでなく、考察し分析する必要性やその方法を理解させた。

②フィールドワーク・まとめ

それぞれのテーマについてグループごとに調べる方法を検討する。

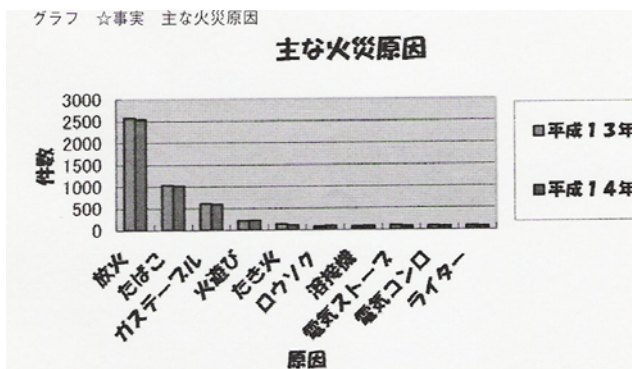
事件災害（火事）のグループは、消防署にアポイントメントを取って、火事の起こりやすい状況や、地区による火事件数の違いなどを調査する。

インターネットや本に書かれている情報を手掛りにしながら、半径2kmの地域を歩き回り自分達の方で自分達でしか得られない情報を多く集めてきていた。

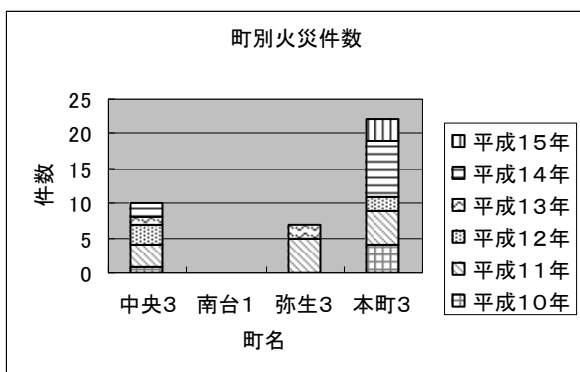
以下は、「半径2km内であった事件災害—町別火災件数—」について調べた班のまとめの一部である。

一般的にどのような原因が火災につながるのかを調査した結果である（グラフ1）。このデータを参考に、半径2km内のどの町で火災が多いのか消防署に行く前に、それぞれの町の様子を私達の方で見て、仮説を立ててみた。

その後、火災原因や中野区の町別火災件数を、消防署や中野区役所で聞いて結果としてまとめた（グラフ2）。



<グラフ1>



<グラフ2>

このグラフ2から、私達は2つの疑問を持ち考察を行った。本町3丁目の火災件数が一番多く、南台1丁目の火災件数が一番少ないのはなぜか。

消防署員の方から、どんなところで火災が多く発生

するのか聞いてみた結果が次の通りである。

- (1) 人口が密集している (住宅地)
- (2) 住みやすい (人口の多いところ)
- (3) 建物の密集している
- (4) 飲食店などがある
- (5) 木造の建物が多い
- (6) 住民が火事に対して関心を持っていない

このデータを参考に、地区の特徴と比較して私達は分析を行った。(以下 略)

半径2km研究で指導する統計処理は、時間数の関係からデータを整理する方法を紹介する程度である。

データにより表現するグラフが違うことを把握しても、自分たちの集めてきたデータを整理することに活用できるグループが少ないのが現状である。また、扱うテーマによっては、グラフなどを活用する必要がない場合もある。

4. 3年数学

3年数学では12時間かけて、統計指導を行う。はじめの5時間で、度数分布・ヒストグラム・棒グラフ・相対度数・代表値・相関などについて、実際のデータを整理しながら理解させる。

度数分布や相対度数、代表値を理解し、それらを用いて資料の傾向を捉え、統計的に処理することができるようにする。また、生徒の身近にある生きた素材を使うことで、資料を分類、整理することの必要性を生徒が感じられるようにする。

2年生の半径2km研究の場合は、テーマによっては、統計処理を行わない班があったが、3年数学では、全員が統計の課題に取り組んだ。

第1時	度数分布
第2時	ヒストグラム 棒グラフ
第3時	相対度数
第4時	代表値 (平均値・メジアン・モード)
第5時	相関 (散布図・相関係数)
第6～11時	課題に取り組む
第12時	発表会

第6時で、次のような課題を与えた。

<課題>

協力して、班で1つレポートを書く。また発表用のパワーポイントを作る。

次の手順に従って、データを分析しなさい。

- 1、調べる題材を検討する。
- 2、データを集める。
- 3、どのグラフを使うべきか考察し、データを整理する。

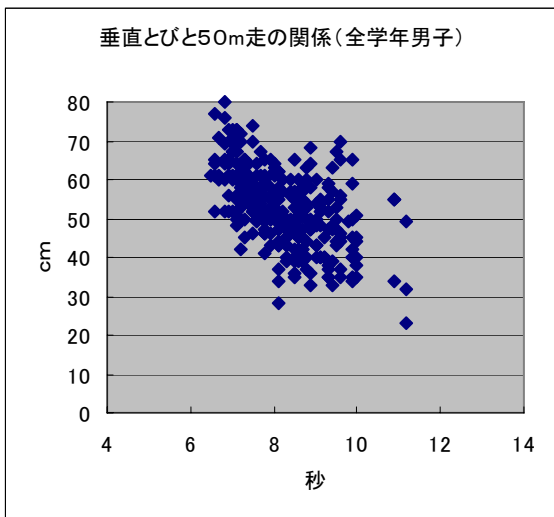
4、データを整理してわかったことをまとめる。

以下は、「50m走と垂直とびの記録」について調べた班のまとめの一部である。

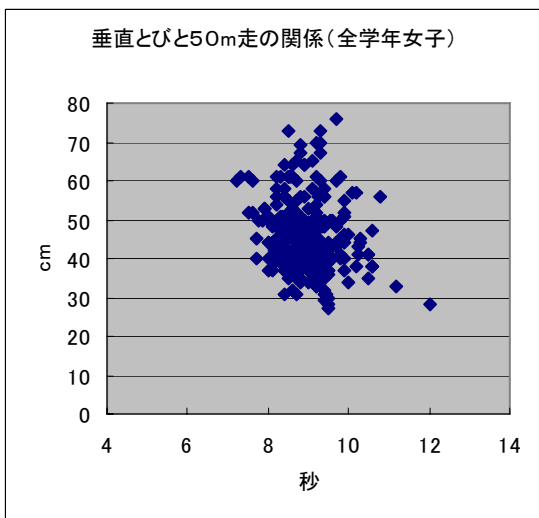
授業で握力とボール投げの記録に正の相関していることを知って、50m走と垂直とびも相関しているのかと疑問に思い調べた。学年間の記録の差や男女間の記録の差についても調べてみることにした。

調査対象は、平成14年度東大附属の1年生～6年生の各学年男女60人ずつである。調査方法は、体育科が持っている

50m走と垂直とびの記録の関係を散布図で表すと次のようになる。



相関係数 -0.56505



相関係数 -0.19513

散布図と相関係数から、男子では中程度の負の相関があるが、女子ではほとんど無相関であることが

分かる。

理由が分からないので、次に学年ごとの相関関係を見てみた。

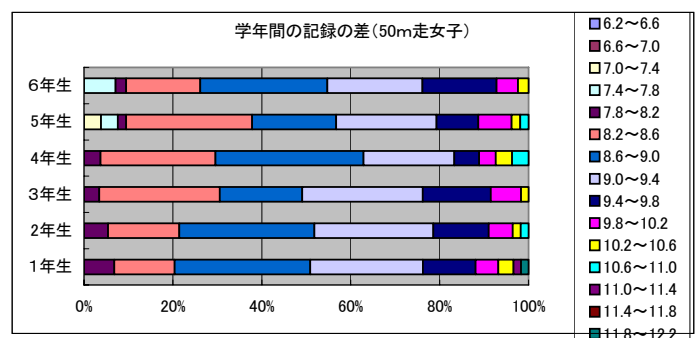
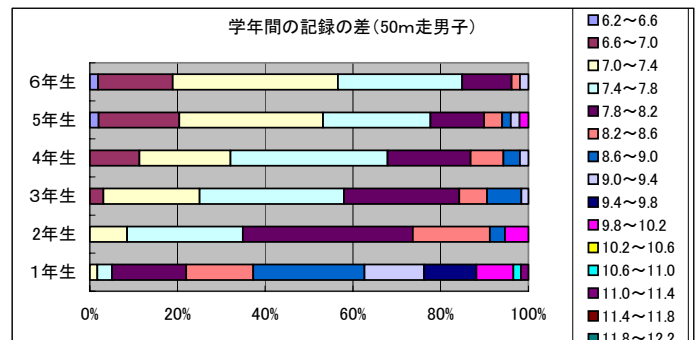
全ての散布図を載せると非常に煩雑になるので、相関係数だけを載せる。

	男子	女子
1年	-0.73449	-0.54101
2年	-0.50141	-0.3729
3年	-0.66347	-0.35034
4年	-0.52036	-0.31597
5年	-0.64353	-0.44808
6年	-0.32859	-0.69526

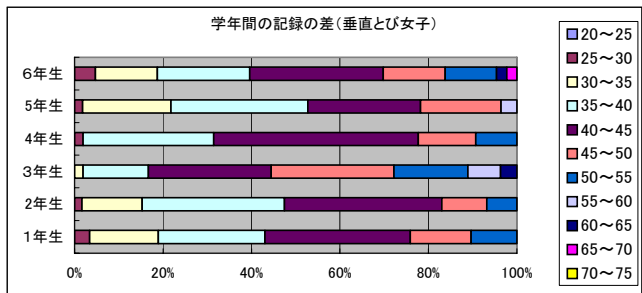
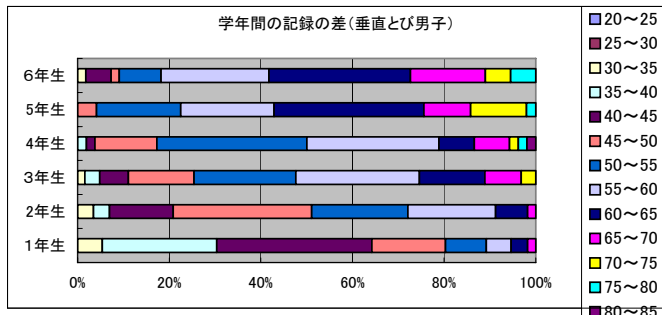
上の表から男子は6年を除いて強い負の相関があることが分かる。女子では1年と6年に強い負の相関が見られるが、2～5年は弱い相関に過ぎない。

体育の先生の意見を聞くと、女子も本来なら相関しなければおかしいということだった。ただし女子は日常生活で50メートルという長い距離を走らない人が多い(バスケ部や陸上部など人が少ないことも原因のひとつ)のであまり記録が伸びないし、2～5年のぐらいでは手ぬいている人も多いため、それが原因ではないかとおっしゃっていた。

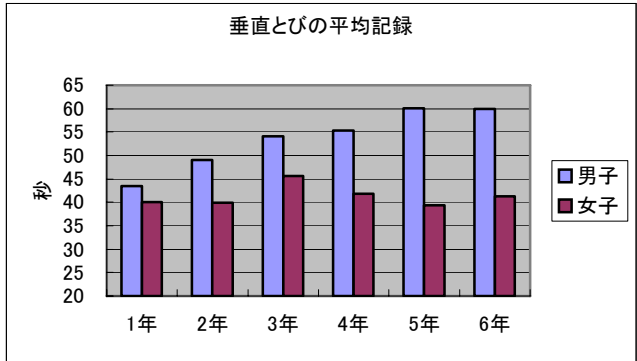
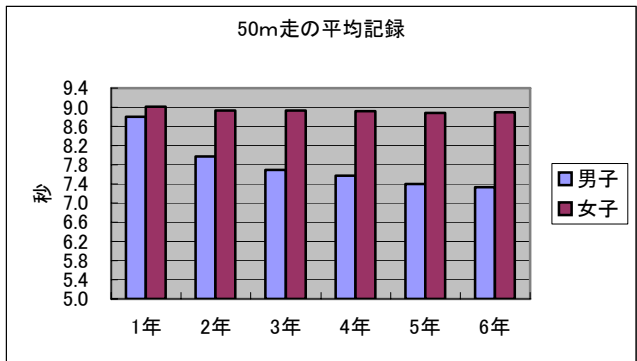
次に、度数分布表をつくり、学年ごとに帯グラフにして比較してみた。



散布図と相関係数から、男子では中程度の負の相関があるが、女子ではほとんど無相関であることが



次に、代表値として学年ごとの平均値を求めて比較してみる。



50m走では、男子は学年が上がると記録がよくなっているが女子は変わらないので、学年が上がると、男女の差が大きくなる結果となった。

垂直とびでは、女子が3年で一番よくなる結果となったので、2年と3年では、男女の記録の差が同じぐらいだが、4、5、6年ではだんだん差が広がる結果となっている。

男子は年々記録がよくなっていくが、女子はそうではなく、3年以降記録が上がっていない。その差が表れている。(以下 略)

5. 数学基礎

6年生(高校3年生)に行う「数学基礎」では、身近にある数学や数学の歴史など、興味を持つような題材を扱って授業をしている。週あたり2時間(2時間続きの授業)で、6週(12時間)で統計の学習を行った。

統計の授業計画は次の通りである。

6/7	データのまとめ方の説明・グラフの種類
6/14	相関図、相関係数、エクセルでグラフの作成
6/21	課題の説明、課題についての話し合い
6/28	課題に取り組む
4/4	課題に取り組む
7/19	課題の発表会

データ整理の方法や分析方法を説明した後で、次のような課題を出した。

<課題>

協力して、班で1つレポートを書く。また発表用のパワーポイントを作る。

次の手順に従って、データを分析しなさい。

- 5、調べる題材を検討する。
- 6、仮説を立てる。
- 7、120件以上のデータを集める。(必要ならば、アンケートを作る。)
- 8、データを整理(度数分布表・折れ線・帯グラフ・円グラフ・棒グラフ・ヒストグラム・相関図・レーザーチャートなどから3つ以上使う。)
- 9、分析して仮説の検証を行う。
- 10、 検証結果をまとめる。仮説が正しいか間違えているかを示し、その理由を考察する。

オプション:

検証結果の疑問点をあげ、それを解消するための再調査を行う。

以下は、中学1年生から高校1年生までの4学年で遅刻者について、データを分析した班のまとめの一部である。

- 調査対象: 1年生から4年生までの各学年1クラス
 調査方法: 対象としたクラスの出席状況の確認
 仮説1: 学年が上がると遅刻者が増える
 仮説2: 月日が経過すると遅刻者が増える
 仮説3: 月曜・金曜の遅刻者が多い

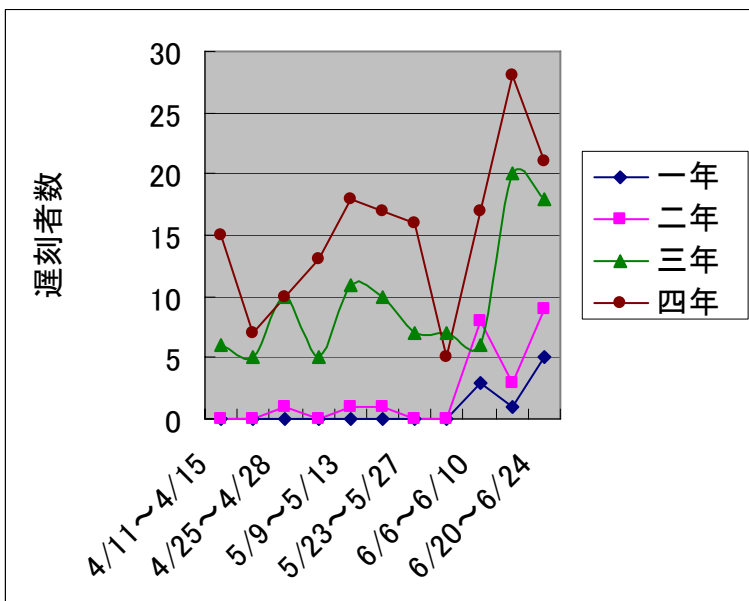
	1年	2年	3年	4年
4/11～4/15	0	0	6	15
4/18～4/22	0	0	5	7
4/25～4/28	0	1	10	10
5/2～5/6	0	0	5	13
5/9～5/13	0	1	11	18
5/16～5/20	0	1	10	17
5/23～5/27	0	0	7	16
5/30～6/3	0	0	7	5
6/6～6/10	3	8	6	17
6/13～6/17	1	3	20	28
6/20～6/24	5	9	18	21

<学年別・週ごとの遅刻者数のデータ>

学年別の月日の経過と遅刻者数の関係をグラフにすると次のようになる。<グラフ3>

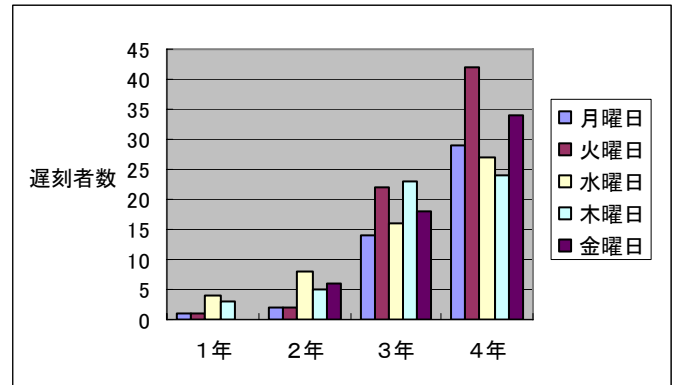
グラフ3から、次のような考察を行った。

- ・月日が経過するにつれて遅刻者数が増加する。ただし、テスト期間は遅刻者が減少。テスト期間後は遅刻者が急激に増加する。
- ・新学年になったことによって高まった意識が時間の経過とともに薄れてくる。
- ・学年が上がるにつれて遅刻者数が増加する。学校への慣れによって規律を守る意識が低下したから。



<グラフ3>

学年別に、曜日と遅刻者数の関係をグラフにすると次のようになる。<グラフ4>



<グラフ4>

グラフ4から、次のような考察を行った。

- ・月曜日は疲れが取れきっているため、みんな張り切って遅刻者数は少ない。
- ・週の中ごろから終わりにかけて、遅刻者数は増加の傾向にある。(以下 略)

5. 卒業研究

卒業研究は、毎月1回(1時間)の指導日がある。教員1人が2～3名の生徒の卒業研究の指導を担当している。指導日には、生徒たちが担当の教員のところにきて、研究の進行状況を報告し、他の生徒と話し合いをしたり、担当教員からの指導を受けたりすることで、その後の研究の活動を確認する。このように、教員や生徒たちと相談する場は設定されているが、基本的に生徒自身が自ら考え、試行錯誤しながら1年半かけて行っていく研究である。

1年半の大まかな流れは次の通りである。

4年生 2月	テーマを決める
5年生 4月	指導教官の決定・研究開始
5年生 1月	中間報告書提出・中間発表会
6年生 7月	卒業研究提出
6年生 9月	発表会

テーマ決めは、生徒自身が強く興味を持っている題材で、1年半研究するにあたいする内容を選ぶように指導助言している。

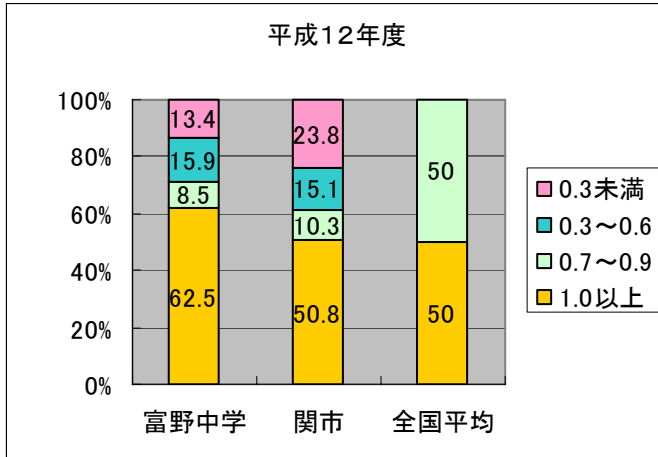
以下は、卒業研究の中で統計を活用した「視力治療と医療の回復の比較～」についての論文の一部である。

まず、私は‘視力低下の原因は、遺伝的可能性というよりむしろ他の何らかの環境的要因が、大きく影響しているのではないか’という説をたててみた。

(中略)

岐阜県関市にある富野中学校では、生徒の視力低下を防ぐために、30年も前から「目の体操」を行っている。午前中の授業が終わると、生徒たちはグラウンドへ出て、1日10分の体操を行う。

この体操が、生徒の視力に効果があるのかどうか、全国平均と比較して検討してみた。〈グラフ5〉



〈グラフ5〉

全国平均の視力のデータは、1.0以上と0.9以下の分類のものしかなかったため、0.9以下の視力については、ひとまとまりになっている。

富野中学のある関市の平均と全国平均は、視力が1.0以上の割合が約50%であることから、他の視力割合もほぼ同じであることが想像できる。

そして、富野中学校の視力の割合は、関市や全国平均よりもかなり上回っていることがわかる。

(以下 略)

6. 授業を終えて

1年生(中学1年生)の総合学習で行った「神田川研究」のまとめでは、集めてきた資料をそのまま羅列したレポートや発表が多かった。

2年生(中学2年生)の「半径2km研究」では、統計学習を行ったことで、棒グラフ、円グラフを活用してデータが整理されていた。また、分析が行われ、データの傾向を的確に捉えている発表やレポートが増えてきていることが実感できた。しかし、「豪邸の歴史」「水質汚染」などテーマによっては、統計処理をまったく必要としないものもあり、班によっては統計に触れずにレポートを完成させる場合もある。

3年数学では、2年生の総合学習と違い全員が統計処理に取り組むことになる。「半径2km研究」では、統計を指導できる時間が4時間と少ない時間に最低限知っておいてもらいたいことを指導したのと違い、3年数学では、12時間かけて授業を行った。代表値や相関係数など「半径2km研究」では指導できなかった内容に触れた。

発表会では、調べた内容が明確に整理されているか、

グラフの選択が正しいか、など評価を行った。さらに、代表値の求め方や資料の整理の方法など、授業で触れた内容について確認テストを行っている。大半の問題は正答率が8~9割位であるが、相対度数の考え方を活用する問題になると、正答率が5~7割程度と低かった。

6年生の「数学基礎」では、資料の整理の方法などに加えて、相関係数の求め方・最小2乗法・回帰直線の求め方など、3年数学よりも内容を深めて統計の授業を行っている。6年生の課題は、統計処理の間違いがほとんどなく、わかりやすいデータの整理・分析をしていたのが印象的である。

「卒業研究」でも、自ら情報探索戦略を立て、入手した情報やデータを的確に評価していた。統計処理により作成したグラフや表を活用し分析し、客観的かつ理解しやすくまとめていた。その背景には、統計の有益性を認識し理解できていると考えられる。

それぞれの課題に対する生徒の取り組みは、「半径2km研究」「数学3年」では、情報の入手方法や資料のまとめ方など、グループで話し合いを重ね、教員の指導を受けながら進めていた。「数学基礎」や「卒業研究」では課題の計画を立てるところから、情報収集、資料の整理、考察までほとんどの部分を生徒自ら考えて取り組んでいた。

7. 今後に向けて

中学校の数学カリキュラムから削減された統計が総合学習の中で重要であることを考えると、数学の授業もしくは総合学習の中でカリキュラムに入れていくことの必要性を感じる。現状では、2年生の総合学習・3年生の数学・6年生の数学基礎のカリキュラムに統計を入れているが十分な時間数を確保できていない実態もある。6年生の数学基礎は必修でないため、受講者は22人で、学年全員に統計を指導できない現状もある。

今後の課題として、統計の学習内容をどの程度まで触れることができるか、それを説明するときの数学的理論についても導入方法を考察する。

また、生徒の発達段階に合わせてどの学年での総合学習または数学に統計を盛り込んでいくことが望ましいか検討していく。

参考文献：

東京大学教育学部附属中等教育学校「57回生総合学習入門 半径2km研究レポート集

東京大学教育学部附属中等教育学校卒業研究「視力回復法—治療と医療の回復の比