

不確実性事象に対する統計リテラシー教育に関する一考察

垣花 京子*

Statistical Literacy Education for Uncertain Events

KAKIHANA Kyoko *

要 約

2007年に、「21世紀の知識創造社会に向けた統計教育推進への要望」(山本拓他、2007)が発表され、学習指導要領の数学科の中で「資料の活用」と「データ分析」の単元が設定され、中・高等学校で数学の1つの項目として、統計的思考力の育成教育が始まった。今までの数学教育の中では理論に基づき、正解が1つの事象を扱ってきたが、統計的思考力の育成では、不確実な事象を扱い、正解を1つに決定せずに、それぞれの解に対して論理的説明を求めるような課題が扱われるようになった。一方、一般社会では、不確実性の事象を扱っている場合でも、それらのデータに基づき数学的理論を活用し、確率やリスク管理などの要素を取り入れ、1つの解として発表されている。統計的思考力の育成は統計リテラシーの教育であり、このような不確実性の事象の扱いを含め、基礎的な統計知識をもとに、情報をまとめ、分析し、バラツキや確率を考慮し、問題解決をしたり、論理的に説明したり、批判的考えができる力を育成することになる。本研究は、統計リテラシー教育のための教材の検討とその効果を検証するものである。

キーワード：統計リテラシー、統計的活動、批判的精神、不確実性

1. はじめに

2007年に日本統計学会会長をはじめ、日本数学教育学会会長も含め、各学会の会長らにより、「21世紀の知識創造社会に向けた統計教育推進への要望」(山本拓他、*ibid.*)が発表され、その中に「算数・数学教科における統計教育内容の見直しと時代に適した位置付

けとし不確実性やデータのバラツキの概念は、子供だけではなく大人にとっても理論だけでは学びにくいものである。そのため、早期からの身近な事例を踏まえた認知的かつ経験的訓練を踏まえた教育がとくに重要になる。」述べられ、統計リテラシー教育の必要性を暗示している。そして学校教育で統計的思考力の育成を目標に学習指導要領に統計分

* 筑波学院大学経営情報学部、Tsukuba Gakuin University

野が含まれるようになった。さらに、2010年代になり、情報・通信業界から「ビッグデータ」ということが現れ、現在は、科学技術の世界だけでなく、ビジネス社会でもデータ（情報）の収集、利用が大きく変わっている。ビッグデータの定義は明確ではないが、ビッグデータの特徴として、細かく（解像度が高い）、収集頻度もリアルタイムで集められ、多様な種類の大量のデータ（鈴木、2012）などが挙げられている。技術的話題としてデータハンドリングや各種の統計的手法を利用し、分析し、発信されているのはデータベース技術、解析環境に関するものが多い（宿久、2014）。ビッグデータの活用では、今までの統計的解析では扱えないような問題もあるが、なんらかの数値的分析を行い、意思決定や新たなアイデア（知）を生むことが期待される。今後、一般市民も、発表される情報に対して、統計リテラシーを持ち、統計的思考力を発揮し、判断できることが必要になる。

このような時代背景のもと、学校教育では、2011年から順次、実施された学習指導要領で、小学校、中学校、高等学校で統計的思考の育成を目標とし、中学校では「資料の活用」、高校では「データ分析」が数学教育の中で必修項目として実施されている。数学教育では、今まで正解が1つに決まる課題を扱ってきたが、統計的思考力の育成では不確実な事象を扱い、正解を1つとしない課題も扱われるようになった。数学教育や数学の専門家の中には不確実な事象は、数学で扱う分野ではないという意見も聞かれる（Kakihana、Watanabe、2013）。不確実性の概念は1960年代から経済学や統計学で議論され、さらに、自然科学、統計科学、複雑系研究などの分野で発展を遂げている。本研究では、数学教育の中で、不確実性を扱うことは、「不確実な事象は、ある目的で集められデータが1つ1つではバラツキがあるが、全体では何らかの

確率分布を有する状態」と定義し（垣花、佐野、2011）、集められたデータからこの不確実性を認識し、その中の規則性をみつけ、論理的に判断し、意思決定や新たな知を生み出す力（知の創成力）を育てることになると考えている。この時、現象全体に対する不確実性の推測をし、結論を出す場合、企業におけるリスク管理やモデル確立で必要となる確率分布モデルにつながるような指導（渡辺、2011）も必要になる。

2. 統計リテラシーとは

中学校、高等学校の学習指導要領で目標とされている内容は統計リテラシーとして必要とされる知識であり、考え方の1つである。中学校ではデータを資料と呼んでいる。単元「資料の活用」の学年別の目標として、1年では「資料を集め、表やグラフで整理し、代表値や散らばりに着目し資料の傾向を読み取る」、2年は「不確定な事象についての観察や実験などの活動を通して、確率の理解、必要性、確率を用いて説明する。」、3年生は「母集団や標本の考え方を理解すること」が挙げられている（文部科学省、2008）。さらに、高等学校では「分散や標準偏差、散布図や相関係数などを扱い、データを整理・分析し、傾向を把握するための基礎的な知識や技能を身につける」とされている（文部科学省、2009）。以上のように統計的な知識や技能、考え方の獲得を目指し、傾向を読み取ることが重視されていることがうかがえる。一方、Gal（2012）は、統計を学ぶ目標は3段階あると述べている。すなわち、（1）学問としての統計学を知ること、（2）統計の専門家として社会に出ていくこと、（3）社会へ出て統計情報を受け取ることと述べている。統計リテラシー教育は、この（3）を目標とする。すなわち、一般市民として情報を受け取る立場の人を対象とすることになる。そして

Gal (ibid.) は、統計の基本的な知識、統計量や割合の計算方法と同時に、「批判的疑問を持つこと」、すなわち、「標本は十分に大きいか」、「どうやって選ばれたか」、「方法は妥当か」、「全体を代表しているか」などデータやグラフを見た時に適切に判断できる力が重要と主張している。

本研究では、学習指導要領で述べられている基礎知識をもとに、基礎的な統計量から事象を客観的に捉え“数理的論理的”に思考し、本質をつかみ、批判的精神を持ちながら、判断できる力が統計リテラシーであるとする。統計リテラシー教育では、今まで統計学の専門家によって大学などで行われてきた数式の理解や操作中心の統計教育を変え、データから始まる統計的活動を実現することが求められる。統計リテラシー教育は、始まったばかりであり、新しい教材や指導方法は模索中である。

本研究の目的は、統計リテラシー教育のための教材を開発し、その効果を示し、統計リテラシー育成に示唆を示すことである

研究方法は実践を通して、統計リテラシーがどのように獲得されていくかを分析する。

3. 実践事例の分析

実践1：全国学力調査の問題からの実践：統計的知識の範囲による判断の違い

平成24年の全国学力調査に出題された「2人のオリンピック選手のジャンプの飛距離データのヒストグラムを見て、この二人がもう一回飛んだとしたら、どちらの選手がより遠くへ飛ぶと考えるかを選ばせ、選んだ理由を二人のヒストグラム（図1）の特徴を比較して説明する」という問題（全国学力調査数学Bの第3問）を大学生の専門基礎科目「データ分析と統計」の授業や社会人のための公開講座で実施し、統計的リテラシーとして、育成される具体的な内容とその効果を分析し

た。

本課題は、中学3年生が対象で、全国学力調査で、ヒストグラムだけを見て判断する課題として出題された。本実践では、内容を変更し、与えられたヒストグラムからデータを読み、度数分布表を作り、基礎統計量を計算したり、箱ヒゲ図（図2）を描いたりしながら、判断を下すこととした。

平均値と分散を数値的（表1）に評価すると、Fの平均がより大きく、バラツキは少ないことが明確で、基本統計量からだけ考えるとFを選ぶことが正解となる。そして、学生の21名中Fを選んだ12人は、バラツキと平均値を比較して説明している。一方、Hを

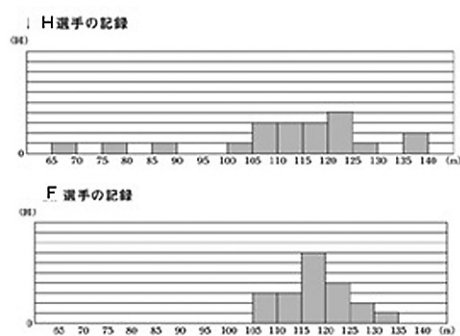


図1 学力調査で与えられた図

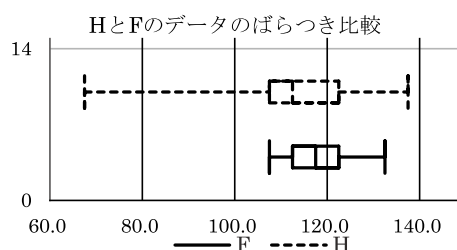


図2 データから描いた箱ヒゲ図

表1 基礎統計値

	H	F
平均	112.0	118.0
分散	299.8	44.8

選んだ9名は飛距離の最大値に注目し判断している。そして、その理由に「調子のいい時は140mにいきますから・・・」、「少ない確率とはいえ、135～140を飛んでいるから」など、特定な情報を判断の基準にしている。公開講座で社会人を対象に実施した時も同様の判断がされていた。全国の学力調査では、どちらを選んでも正解とし、論理的説明を評価している。数学教育の立場では、ここまでの段階では、基本統計量を正確に読み、新しくリスク管理の考えも取り入れて、判断し、Fと判断することが正解となるだろう。一方、本課題を大学生に対しては、平均の差の検定や推定を試みた。まず「2人の平均に差がない」と帰無仮説を立て、t値を計算した結果、 $t = 1.41$ となり、危険率5%、自由度38の境界t値は2.01である。よって、 $t < \text{境界} t$ 値となり、帰無仮説が棄却できない。すなわち、差があるとは言えないことが分かった。また、推定の手法を活用し、ある飛距離以上の確率をExcelの関数NormDistを使って求めるとHが140m以上起こる確率は6%という結果(表2)も出てきた。さらに、Hが130m以上飛ぶ確率が16%で、Fは4%であるからHの選択を裏付けることができる。しかし、失敗する確率については考慮していない。

本実践は1組のデータから各自が活用できる統計的知識のレベルにより判断が変わる場合があることを示唆している。すなわち、統計的知識により、統計的判断が変わってくることもあることを示している。

表2 推定

飛距離 (m)	H	F
140	6%	0%
135	10%	1%
130	16%	4%
120	33%	39%
115	43%	67%

本実践の課題では、統計リテラシーとしてバラツキの知識の活用や確率的統計判断を育成することができることが示唆された。すなわち、統計的判断をした場合、その判断が間違いになる確率がその背景にあることを認識することができる。

実践2：平均値が同じ4つのクラスの指導に関する課題：平均値は必ずしも代表値ではないことの理解と批判的思考の育成

統計リテラシーとして、平均値に関して、その計算方法の理解だけでなく、平均値は必ずしもそのグループの代表値といえない場合があることを理解することが挙げられる。

本実践は、大学生を対象に「小学校の先生として、4クラスのテストの結果(資料1)から今後の指導計画を立てよ」という課題(http://www3.tsukuba-g.ac.jp/t/kakihana/tokeitext/page02-2_testnoten.html)を実施した。

まず、1時間目は平均、分散など基本統計量(表3)を計算し、箱ヒゲ図やヒストグラム(図3、4)を描き、4つのクラスについて分析し、今後の指導について考えを書き、次の時間、全員の考えを示し、再度、考える活動を行った。

学生の代表的な記述の例を分析する(個人名をアルファベットに変えている)。Sさんは、まず箱ヒゲ図で分析し、次にヒストグラムを見て分析している。彼女は、「箱ヒゲ図ではまた印象が変わったように感じる。具体的な度数(人数)が見えると、箱ヒゲ図で感じていたのとは違う部分に偏っていることに気付いた。」と述べ、クラス1に対して「点

表3 4つのクラスの平均と分散

	クラス1	クラス2	クラス3	クラス4
平均	68.3	68.2	68.0	68.1
分散	258.1	32.7	452.9	1004.7

数が低い人はそんなにいないので、標準レベルに合わせた授業をしていくとよい」としていたものを「上級と標準レベルに分けて指導をする」と見方が変わっている。また、クラス4に対しても、箱ヒゲ図からは「点数の範囲が広くばらつきがあることがわかる。なので、個人個人に合わせた指導をしていく必要がある。」と述べていたが、ヒストグラムを見ることで「点数の低い人たちを重点的に指導するとよい」とグループに分けてデータを見るようになっていた。彼女はさらに「クラス2は、ばらつきは少ないが点数が偏っているので、全体で足並みをそろえて徐々にステップアップするような指導をする」とよいと思う。また、あまりに同じ点数が多いのでカンニングを疑う必要もあるかもしれない。」と全体から個々のデータを見直し、データに対する疑いを挙げている。統計的分析において統計量だけでなく元の数値を見直したり、そこから背景を読むことを試みたりする態度が出てきた。この考えはほかの学生の考えにも刺激を与えている。「Sさんの点数が集中していてカンニングが疑われるという意見について、そういった予想もうかがえるのだと思った。」や「・・・カンニング

をしている人もいないのではないかという分析をしていて、データの数値にとらわれない分析をすることも大切だと思った。」などが述べられている。

また、K君は「他の人の意見を見て、私はヒストグラムの結果をうまく活用できていなかったように感じた。H君のように、どの点数に人が偏っているか分析する事、なぜ点数が分散しているのかという事である。それを踏まえたくて前の分析結果に追記したい。」と述べ、自分の分析を広げたり、深めたりしていることが分かる。また、H君も「皆の意見を見てみると、中略・私は、点数のことだけという観点からしか見えていなかったが、中略・・・私はその図などの数字を比べただけで点数や図に関してだけしか考察出来ていなかった。だから、もっと視野を広くしてこの図からもっと推測して物事を考えなければいけないと感じさせられた。」と述べ、バラツキの見方を分布から見るように改めている。他にも、友達の意見を見ることによって、自分の考えが幅広くになっている意見として「自分では思いつかなかった指導方法について、具体的に書かれていて、よく分析できているなど感じた。」や「一人一人の考えを知ることでまた、グラフだけでは気づかなかった点も見えてくること実感した。」という意見も聞かれた。

M君は、みんなの意見に対して批判的に「全員足並みを揃えることがいいクラスの条件だと思っている人が非常に多い。レベルごとにグループを分けて指導という意見も多かったが、教師を増やしてよいという条件がないのでいい意見ではない。元から教師は全員ができるようになるように努力しているはずだ。それでも結果に開きが出てしまうことは悪いことではなく個々人の個性であると受け入れるべきである。」と述べ、学校教育の現場の状況を考えるなど批判的な考え方も出てきた。

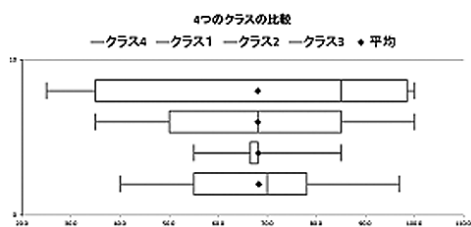


図3 箱ヒゲ図による比較

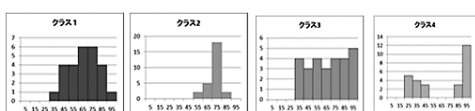


図4 ヒストグラムによる比較

前述のSさんの他にもヒストグラムと箱ヒゲ図から読み取れる内容について「箱ヒゲ図で読み取るよりは、ヒストグラムで統計を取ったほうがクラスの点数を上げるには適していると思った。」など、グラフによる見え方が変わってくることも実感できた。

数学教育としては、グラフや統計量を比較検討することは重要であるが、統計リテラシーとしては、批判的精神を育てることも必要である。そのために、得られた結果を振り返る活動も必要になる。

本実践の課題では、統計リテラシーの1つとして、平均値は同じだが分散に差がある状況を理解したり、ヒストグラムや箱ヒゲ図により、見えてくるものが変わっていることを認識したりすることができた。

また、一部の学生から出てきた批判的分析をシェアし、一人ではなかなか思いつかない場合もあるが、お互いの意見を参考にし、批判的とらえ方を認識することができた。本実践では、みんなの意見をサーバーに保存し、共有し、意見を書き込む方法をとった。お互いの分析結果を参考にし、再度分析し、再考しながら批判的精神を育てることに効果があることが示唆された。書くだけでなく、議論の場を設定し批判的考えをシェアする場合は、より深く議論できる可能性はあるが、全員の考えを露出させることは困難である。

実践3：10cmのテープカットの実験事例： 個々のデータはいろいろな分布をする が全部のデータを合わせると正規 分布に近づくことを理解する。

中学生、高校生、大学生、小中学校の数学の教員、高校の情報の教員などいろいろなレベルを対象に以下のような課題を実施した
課題：10cmの長さを確認してから、紙テープを10cmと思う長さで30本切る実験から、細かい仕事をするのに適した人を決定しなさい。

本実践では、得たデータをExcel表に入力するとヒストグラムと箱ヒゲ図を自動的に描く環境を作り、その中で実施した。ヒストグラムは階級幅の変更も可能にしている。事例1と同様に、中学生は、基本統計量とヒストグラム、箱ヒゲ図を見ながら4人ずつのグループで議論し、細かい仕事をする人を選び、その理由を説明し、さらに全体から一人を選ぶ活動を行った(Kakihanaほか、2013)。いろいろな統計量(平均値、最大値、最小値など)とグラフから、データの分布の型をもとに、バラツキの考えを理解し、判断し、論理的に説明することができた。中学生は箱ヒゲ図は指導の範囲ではないが、箱ヒゲ図は全体のデータの概要をつかむには便利なツールであり、中学生でも十分活用できることが分かった。さらに、本実践では、ヒストグラムも階級幅を変えることで分布の型が変わることも学んだ。統計リテラシー教育として、基本統計量と図から意思決定をする活動ができた。

高校生以上を対象に実践した実践では、サンプリングと母集団の関係の説明のために、各人のヒストグラムと全員のデータをまとめたヒストグラムを表示し、その違いを議論した。データが多い場合はベル型になり、個々のデータではいろいろな分布の型になることを視覚的に確認することができ、標本と母集団の関係の理解につながった(図5、図6)。

また、生徒の一人が全体の図が右側に流れていることに気づき、全体のデータを見直した結果、非常に長くデータを切っている人がいることが分かった。このように、グラフなどで“おや?”と思ったデータを外れ値とし

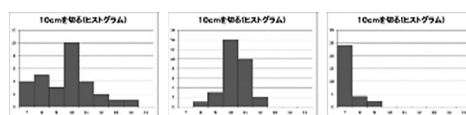


図5 各自のデータはいろいろな場合がある

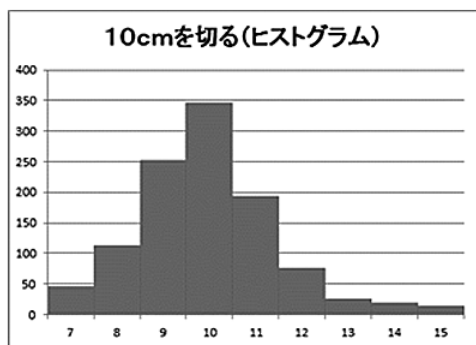


図 6 全部のデータによるグラフ

て扱うことの理解も統計リテラシーとして必要なことである。中学生や高校生が実験をすると比較的正確なデータが出てくるが、大学生や教員が実験すると中に、わざと長く切ったり、いやいや取り組んだりする人がいて、さらに、データのばらつきが大きくなっている。

本実践の課題は、比較的多くのデータを扱うことができ、サンプリングや母集団のデータの分布の型の違いを理解するのに効果があることが示唆された。また、実験対象者の違うデータと比較し、実験の違いなども話題として取り上げることもできた。そして、アンケート調査でデータを集めるとき、あるいは集められたデータの条件が重要であるなどのデータ集めの指導へもつなげることができた。

実践 4：時間と距離の事例：理論値と不確実な事象のデータの分析の違いの認識

中学校数学で、サイコロを振って、1の目が出る確率を求める課題があり、その答えが1/6であることを学ぶ。しかし、統計を学習すると、サイコロの実験をし、必ずしも1/6にならないことを学ぶ。そして、シミュレーションなどで実験し、回数を重ねると1/6に限りなく近くなることも学ぶ。統計的な考えを学ぶとき、理論から出てきた値と実験などで出てきたデータの値、すなわち不確実な情

表 4

時間 (分)	進んだ距離
10	20
20	40
30	
40	80
50	100
60	
70	140

表 5

時間 (分)	進んだ距離
10	18
20	35.2
30	
40	82
50	96
60	
70	150

報の違いを認識する必要がある。そこで、理論から得たデータと不確実な事象から得たデータの違いを認識しているかどうかを調べるために、次のような課題を実施した。

課題：表 4 と表 5 は時間と距離についての表です、空欄に適当と思う数字を入れ、この2つの表の違いについてのあなたの意見を書いてください。

対象は大学の専門基礎科目の「データ分析と統計」履修者14名である。回帰分析の履修前に実施した。

表 4 は中学校の数学の課題で、1次関数の学習でよくみられる課題である。一方、表 5 は実際のデータを集め、何分後にどこにいるかを示した表で、ともに何分後に何 Km 先にいるかを考える課題である。表 1 に関しては、「等速で進んでいる」、「+20ずつ、等間隔で増えている」、「倍数」、「ペースを守っている」、また「規則性がある」など表現はいろいろだが、10名の学生が規則的に求められている数」として認識している。表 2 に関しては、「バラバラ」と「規則がない」「時間ごとに違う速度で進んだ場合」と表現している。また「これといった決まりもなく進んでいる」と書いている人もいる。一人は「計算で求めやすい数と実際に測定した値」と書いている。しかし、表 1 の結果を、データ全体を、速度20の理論的に進む距離ととらえ、確実な事象ととらえていない。一方、表 2 についても測定値と記述している学生は1人いたが、測定値から得られた値であるが、全体に何ら

かの規則がある（不確実な事象）と考えている人はいなかった。空欄を埋めるときは、表1は理論的に求めた速度20Km/10分と考え、空欄を埋めている。一方、表2の空欄は、適当に間の数を書いている。決してでたらめの数を入れてはいない。このことは、意識せずに、全体のグラフの傾向をつかんでいることはうかがえる。数学的には時間が等間隔であるから、中間値をとる方法や回帰分析（図7）を使って、誤差が最も少なくなる直線を求め、間の距離を求めることもできる。

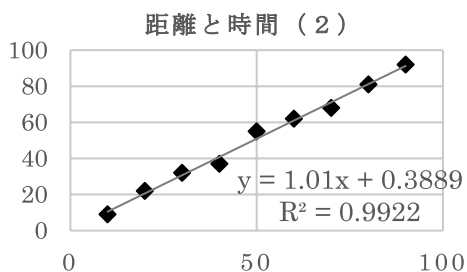


図7 距離と時間の回帰分析

本実践の課題は、理論から集められたデータの規則と、観測や実験から集められたデータから求められる規則の違いを認識することを目的として課した課題である。ほとんどの学生は中学校で学ぶ理論上の1次関数と不確実性の事象として実際のデータから求められた一次関数の式の持つ意味の違いを認識していない。たとえば、さいころの1の目の出る確率を考える場合も、理論的確率と実際にさいころを振って測定値から求めた統計的確率の違いを認識する必要がある。今後、理論値と統計値の違いの認識も指導の内容に含まれる必要があることが示唆された。

4. 結果と考察

以上の結果から、統計リテラシー教育について考察する。

学校教育でも、生涯学習でも、統計リテラ

シー教育では、扱うデータに関して、まず、できるだけ、生データを分析する体験をしたい。文部科学省や総務省が提供しているデータは莫大な量があり、教材として適切なものを選ぶことは、困難である。また、新聞や雑誌から得るデータは生データではなく、平均値であったり、ヒストグラムや折れ線グラフで表示されたりしているものが多い。

本研究では実践1は正式には生データではないが、与えられたヒストグラムから生データに近いデータを作ることにより、新しい分析ができた。新聞や雑誌にすでにヒストグラムとして発表されているデータを生データの形にして、実践しても新たな活動が可能になることが示唆された。実践2のデータは自分自身のデータであり、10分間くらいでデータが集められ、実験データとして手軽に利用できる。思いがけない結果や外れ値なども体験できる。予期しない結果が出てくることを体験できることは統計リテラシー教育では必要である。実践3と実践4のデータは指導目的の内容に合わせて、作成したので、生データとは言えないが、統計リテラシーとして理解してほしい場面を設定するためには、できるだけ実際のデータに近いものを作成した。その結果データを批判的にみる考えも育つことが示唆された。

第2にデータを集めるにあたり、目的を設定したい。本実践でも実践4を除いて、「オリンピックの選手としてどちらを選ぶか」、「細かい仕事ができる人を選ぶ」、「クラスごとの指導を考える」などそれぞれ目的をもって、データの分析を試みた。その結果、データの分析の必要性和意識を確認することができた。

統計リテラシー教育では、統計的活動として、集めた情報を、統計的知識を使ってまとめ、分析し、結果を読み、判断する活動が行われる。学校教育の中では統計の知識は、非常に限られていて、いろいろな場面を設定

し、意思決定や知の創造につながる課題を開発することは困難である。しかし、本研究で利用した課題は、統計リテラシーとして、統計の基礎知識として学習指導要領の内容の範囲でも、いろいろな読み方や判断ができることが分かった。また、活用できる統計の知識により、判断が違ってくる場合があることも体験できた。

実践4の課題で実施したように、理論値から求められる規則（確実性）と実験や実測から得られる統計データから見つける規則（不確実性）の違いを認識することも統計リテラシーの1つであると考え。実践4の結果から、この違いが理解されていないことが分かったが、これからは、科学者はもちろん、ビジネスの世界でも、不確実な状態を分析し、確実な理論を求め、新たな知を生むことが求められる。今後、理論から求めたデータの中の規則と、実験や観察、アンケート調査などのデータから出てきた規則の違いを認識し、この規則が新たな理論値、理論式になることがあることを、統計リテラシー教育中で指導していく必要がある。

統計リテラシー育成を目指して、本研究は主に、大学生を対象とした半年の授業の中で、いろいろな場面で実践できたが、中等教育の中の限られた時間の数学の授業の中で実施し、その効果を上げることは難しい。Gal (ibid.) が述べている“批判的分析力”や木村 (ibid.) が述べている“人を説得する分析力”の育成は、数学教育の範囲を超えている。いろいろな分野での知識や考える習慣が批判的分析や人を説得する分析を可能にする。統計リテラシーとして、新聞やテレビなどで発表される平均値や確率について、どのような背景で集められたのか、どのような計算のもとに求められたものかなどを考える習慣をつけることが重要になる。

引用・参考文献

- 井庭崇、福原義久（1998）複雑系入門－知のフロンティアへの冒険、NTT出版
- 伊藤光春（2009）、ケインズ思想、特集ケインズ－不確実性の経済学、現在思想5、Vol37-6、pp.58-74、青土社
- 内閣府（2001）第2期科学技術基本計画
- 内閣府（2011）第4期科学技術基本計画
- Gal, I.（2012）、青山和裕訳、統計リテラシーのこれから－その教育と評価への挑戦－、日本数学教育学会誌、第94巻、第5号、pp.2-10
- Kakihana, Makinodan, Kimura (2013), *Statistical Activities for Cultivating Creativity*, ATCM18論文集 p.270-276
- Kakihana, Watanabe (2013), *Statistic Education For Lifelong Education*, 6th East Asia Regional Conference on Mathematics Education (EARCOME6), p.17-22
- 垣花京子（2013）不確実性事象に対する統計的思考育成のための教材研究－「知の創造」を目指す統計的活動－、日本数学教育学会誌、2013第95号数学教育学論究 P.89-96
- 垣花京子、松岡東香、佐野司（2012）、統計的思考の育成のための「不確実性」概念に関する考察2－確実/不確実の判断基準の整理・分析－、第45回数学教育論文発表会論文集、pp.737-742
- 垣花京子（2012）、統計教育における創造性の育成のための教材研究、筑波学院大学紀要、pp.35-31
- 垣花京子、渡辺 信（2012）、統計教育における「不確実な事象」を捉える教材に関する一考察、第36回日本科学教育学会年会論文集、pp.76-79
- 垣花、佐野（2011）、数学教育における統計的思考の育成のための「不確実性」概念に関する一第44回数学教育論文発表会論文集 p.567-572
- 文部科学省（2008）、学習指導要領（中学校）
- 文部科学省（2009）、学習指導要領（高等学校）
- 木村捨雄（2005）、垣花京子、村瀬康一郎編集、進

む情報化社会の統計リテラシー、東洋館出版社

鈴木良介 (2012)、ビッグデータビジネスの概要、
オペレーションズ・リサーチ、Vol.57 No.12、
pp.659-665

宿久 洋(2014)、ビッグデータ時代の統計解析法、
数学セミナー 2014.08、pp.46-52

国立教育政策研究所 (2006)、PISA2006年調査評
価の枠組み - OECD 生徒の学習到達度調査
2006、pp.67-115、ぎょうせい

山本拓他 (2007)、21世紀の知識創造社会に向けた
統計教育推進への要望書、日本統計学会誌、
第36巻、第2号、2007年3月 pp.349-358

渡辺美智子 (2011)、「資料の活用」の授業で実践
する統計的活動～分布を読み取り議論する、
数学教育 No.650、明治図書、pp.4-9

資料 4つのクラスの点数

クラス1	クラス2	クラス3	クラス4
60	75	100	100
70	85	35	100
77	75	35	100
65	75	35	100
55	65	35	100
78	65	45	99
76	65	45	98
88	55	45	95
85	55	60	95
45	65	55	95
43	76	55	95
44	65	55	100
77	68	85	85
88	68	85	85
90	68	85	90
97	68	85	46
65	68	95	45
67	68	95	45
77	68	77	35
65	68	100	35
55	68	75	35
45	68	80	35
40	68	95	25
70	68	68	25
55	68	75	25
78	68	68	25
88	68	68	25