

高等学校数学教員向けシナリオ教材の作成について

西仲 則博 近畿大学*

吉川 厚 東京工業大学

高橋 聡 関東学院大学

大阪府東大阪市小若江3丁目4-1*

TEL 06-6721-2332 内線 3573

E-mail nori1618@kindai.ac.jp

1. はじめに

2018年3月に告示された新高等学校学習指導要領において、社会生活などの様々な場面において、必要なデータを収集して分析し、その傾向を踏まえて課題を解決したり意思決定をしたりすることが求められており、そのような資質・能力を育成するため、統計的な内容等の改善・充実を図った。」とするように、従前の学習指導要領から統計教育の一層の充実が図られた。これは、高等学校だけでなく、小中高等学校を通して「データ活用」領域として、系統的な統計の指導が行われるようにカリキュラムの見直しが行われた結果である。特に、高等学校では、数学Ⅰでの「仮説検定の考え方」、数学Ⅱでの「仮説検定」が導入されることが大きな変化である。学習指導要領上「仮説検定の考え方」、は全く新たな言葉であり、「仮説検定」についても、昭和53年に告示された学習指導要領以来である。

文科省（文科省2017a）は、子供たちが様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め知識の概念的な理解を実現し情報を再構成するなどして新たな価値につなげていくこと、複雑な状況変化の中で目的を再構築することができるようにすることが求められている。」として、他者と協働した問題解決活動の重要性を指摘している。

このような変化の中にあって、教師や将来教員を志望する学生の、統計教育に対するスキルをあげていくことが重要であると考えられる。これから、多くの研修会が組まれていき、来たる指導要領の完全実施に備えることが考えられるが、そこでの教材の1つとしての提案として、今回、数学Ⅰで履修する「仮説検定の考え方」に関するシナリオ教材を作成したことについて報告する。

2. シナリオ教材の開発

① シナリオ教材の開発の背景

統計分野では、結果がただ一つの正しい結論が導かれるとは限らないことから、生徒が自分だけの考えに固執するのではなく、他人と問題解決を行ったり、その過程を振り返ったりする中で、多面的に吟味したりするなど、批判的に考察できるようにすることが求められている（文部科学省2017）。このようなことから、統計の活用をグループでの協働での解決を行うことが、ますます重要視されている（西仲他2019）。

このように、統計の内容や学習方法に関する充実が図られる中、一方で、ゆとり世代と呼ばれる1987年～1995年生まれの数学の教師は、中学校、高等学校の段階では、統計を習って来なかった世代である。今、この世代が、若手教員として教壇に立っている。また、それ以前の教師は、中・高ともに統計を活用するといった観点からの学習を行っておらず、教師になってからもそのような指導を必ずしも行われて来なかった。

すなわち、数学教師への統計教育の充実が喫緊の課題である（礒田・ゴンザレス, 2012; 西仲他2019）。

西仲他（2019）は、小中学校の教師向けの生徒が協働的に統計を活用して、問題解決を行う授業場面を設定したマンガ教師教材を開発した。しかし、高等学校に導入される「仮説検定の考え方」についての教師用教材については、教師にとって全く新しい概念であるのにも関わらず、重要視されてこなかった。そこで、今回、マンガ教師教材を作成する前の段階であるシナリオを基にした教材の作成に至った。

② シナリオ教材とは

シナリオ型教材とは思考活動や行動をシナリオとしておこした教材のことである。Schank、Rらの研究で（R.Schank & R. Abelson, 1975, 1977）日常的な状況に関する知識を説明するために導入されたスクリプトの概念を基にしている教材のことである（西仲2018）。

マンガ教材を作成するために、まずそのマンガの流れや会話をシナリオ化することがあり、今回は、このシナリオを教材化したものである。

生徒の協働的問題解決を重視することから、シナリ

オは数学の授業の中で行われている班活動での様子
と、活動後、授業の中での発表の様子について記述し
ている。

③シナリオ教材の利点と欠点

シナリオ教材の最大の利点は、作成に掛かる時間が
マンガに比べると格段に短くできることである。その
ため、大量に作成することや、試行錯誤の結果をすぐ
に反映することができるのである。そのため、開発
が容易に行うことができる。

欠点としては、読み手（被研修者）に文字情報やグ
ラフ等だけの教材になる点である。

シナリオ教材はマンガ教材に比べると、描画の表現
についての情報量が極端に少なく、マンガでは描画に
意図的に情報を強調したり、秘匿するという表現が可
能である（折田・吉川 2010）が、それができない点で
ある。

更に、西仲他（2019）ではマンガ教材について

- ・学習者の観点から見ると、文章や図だけより、マ
ンガの方が読みやすいという点があげられる。
- ・マンガの登場人物に感情移入がしやすく、学習者
の没入感が高まる（高橋, 2016）。
- ・実際に存在する人を対象としていないため、批判
的な意見を出しやすい。

の3点を挙げているが、シナリオ教材は、これらの点
でマンガには及ばない点である。

しかし、誰でも作れる点においては、シナリオ教材
の最大のメリットである。

3. 数学Ⅰ「仮説検定の考え方」シナリオ教材につ いて

① 教師教材の作成の目的

本教材の目的は、高等学校の数学教師や教員志望大
学生に、数学教Ⅰで学ぶ「仮説検定の考え方」を教え
る事への苦手意識を少しでも和らげ、統計教育を充実
したものにしてもらうためである。

② 数学Ⅰ用「仮説検定の考え方」の意義

今回の改訂で、数学Ⅰで「仮説検定の考え方」が導
入された意義を考える。

数学Ⅱにおいて「仮説検定」を学ぶための基本的な
考え方であるとする向きもある。高等学校学習指導要
領解説数学—平成 30 年告示—（以下、新学習指導要領
解説）には、「具体的な事象において、実験などを通
して仮説検定の考え方を取り扱っていることを踏まえ
ながら、確率の理論を統計に応用し、正規分布を用い

た区間推定と仮説検定の方法を理解できるようにす
る。」（文部科学省 2018）とあり、数学Ⅰの学習を踏
まえて、数学Ⅱの二項定理、数学Ⅲの確率、数学Ⅳで
の確率分布、正規分布の学習を基にして、ネイマン—
ピアソン型の仮説検定の学習を行い、その方法を理解
することが求められている。すなわち、数学Ⅲでの仮
説検定を学ぶための考え方の学習を数学Ⅰで行うとい
う考え方である。

これに対して、筆者は数学Ⅰでの学習内容であるこ
とに重きを置く。新学習指導要領解説では、数学Ⅰ
だけが必修科目であることから、「仮説検定について
は「数学Ⅲ」の「統計的な推測」で取り扱うが、この
科目の履修だけで高等学校数学の履修を終える生徒も
いることから、実際の場面を考慮し、具体例を通して
「仮説検定の考え方」を直観的に捉えさせるように
した。」（文部科学省 2018）とある。必修の学習内
容であることを考えると、数学Ⅲや数学Ⅳ、数学Ⅴの
学習内容の前提無しに、「仮説検定の考え方」を扱う
必要があることに注意したい。基本的な記述統計と簡
単な標本調査の学習を終えた高校生が「仮説検定の考
え方」を学ぶことを考えると、数学Ⅲで取り扱う「仮
説検定」の方法を教えるよりも、「データを基にして
得た結果に対して、その結果が「偶然」起こった結果
であるのか、どうかについて確率を用いて評価するこ
と」⁽¹⁾とする事に教育的価値があると考ええる。

その理由として、次の3つを考える。

- （あ）主張の妥当性について、「偶然」であるか、
どうかの見方について
- （い）「偶然」であるか、どうかの判断の仕方やそ
の表現について
- （う）主張の妥当性を「仮説検定」を用いて行われ
ていることを知ること

（あ）は、小、中、高等学校での従前の学習において
は、データを用いて問題解決したり、解決の過程や結
果を批判的に考察する力を育成することが求められて
いる（文部科学省 2017 a, 2017b, 2018）。しかし、そ
れらの学習時には、結果に対して、その結果が「偶然」
起きたかどうかについての考察することは含まれてい
ない。不確実な事象に対する考察を行う上では、「偶
然」かどうかについての考察は、重要である。そのた
め、「偶然」なのか、そうでないかについて批判的に
考察する視点は、大いなる教育的価値があると考え
る。

（い）は、偶然であるかどうかの視点を得たとしても、
それをどのように測り、評価するか、知識だけで無く、

活用することができるようにするために必要なことである。

今回の改訂では、偶然に起こるかどうかを「コイントス」の表の回数で測っている(文部科学省 2018 p49)。

ここでは、主張したい実験を偶然起こるかどうかをコイントスというモデルに当てはめて考えている。すなわち、偶然かどうかの判断の方法として、コイントスという中学校での既習のモデルを用いて、また、その結果を相対度数や累積相対度数を確率として見なし、先に決めた判断の基準に対して比較を行い、判断するのである。これは、従前の学習を基にして、仮説検定の方法を示されていると考える。

また、偶然であるかどうかを実験の結果によって表現するときは、実験から得られた相対度数 p として「(主張したいことの否定(帰無仮説))、無作為性(ランダムネス)だけで説明できる可能性は p しかないように思われる。」という表記になる事である。これは、あくまでも、確率が小さいことを根拠として、帰無仮説を棄却するのであり、背理法のように、否定されたから、仮説の反対が必ず真であるという論理ではない所に、注意をしたい。

すなわち、「偶然」であるか、どうかの判断の仕方やその表現を活用することより、検定の有用性とその限界を知ることになる。

(う)は、仮説検定によって多くの仮説が妥当であると判断されていることを知ることである。科学の仮説や社会学、心理学のように実験を行い、そのデータを用いて、検定を行うことで、主張の妥当性を根拠にしている事を知ることである。

これらを、どの高校生も数学Ⅰで「仮説検定の考え方」で学ぶことにより、統計的リテラシーをあげることができると思う。

③ 数学Ⅰ「仮説検定の考え方」の課題

②では、「仮説検定の考え方」を「データを基にして得た結果に対して、その結果が「偶然」起こった結果であるのか、どうかについて確率を用いて評価すること」⁽¹⁾と考えることで、数学Aでの確率の学習や数学Bでの確率分布等についての学習が無くても、生徒が理解できることを示した。

しかし、シナリオの作成を通して、「生徒の自然な思考として、データから得た結果について、偶然かどうかまで考えることができるのか」、「実験の回数はどうするのか」、「判断の方法(帰無仮説を棄却する方法)をどのような既有知識で行うか」の3点が課題

であると考えた。

・「生徒の自然な思考として、データから得た結果について、偶然かどうかまで考えることができるのか」については、以前に、データから得た結果について偶然かどうかの観点からの批判的に考察した経験があるかどうかにある。しかし、学習指導要領上では、そのような経験がない。そのため、日常生活の経験の中から、「まぐれではないか」という思考を抽出することになる。または、外れ値の学習時に、そのような経験をしておくことが必要であるとする。

・「実験の回数はどうするのか」については、中学校での学習で、標本調査を何回も繰り返すことで、母集団の傾向を推測することが出来ることを学んでいることから、複数回実験が必要なことを生徒は把握している。しかし、現実の授業の中で、実験にどの程度の時間を割くことができるかが重要である。新学習指導要領解説(文部科学省(2018))に示された「ある新素材の枕」の問題では、30回のコイン投げで1回の実験となる。この実験を同じコインで10回以上行うとなると、コイン投げだけで、300回以上行うことになる。300回を続け様にするのではなく、30回投げて、表の出た回数をカウントするので、時間は多く掛かるのは明らかである。それだけで、授業が終わることも考えられる。そこで、1つの対策としては、1つのコインでなく、班員全員がそれぞれコインを投げて実験を行い、その結果を総合して行うことで、時間短縮を図り、実験の回数を多くすることが可能になる。今回のシナリオでは、この方法を採用している。

・「判断の方法(帰無仮説を棄却する方法)をどのような既有知識で行うか」については、次の3つの方法を考えて。

「実験で1回も起こらない時」

実験で起こらなかった事を示し、判断する

「実験で1回以上でも起こった場合」

・実験結果を相対度数や累積相対度数で表し、その相対度数を基にして判断を行う

・「外れ値」の考え方を利用して、減多に起こらない事として判断する

それぞれ、数学的に厳密では無いが、出来る限り既習の事を用いて判断することができる。

これらは、それぞれ、シナリオ教材の中に組み込まれている。

④ シナリオ教材の構成

現在開発中のシナリオ教材は、男女4名から5名の班での活動を表現していて、1つの教室で起こっているようにしている。図1の基本問題を基にして、表1のように、目的別に3種類のシナリオを作成している。数学Ⅰ用については、表が出る回数、実験回数や判断の方法等によって、更に8種類を作成している。

次のような広告について考えたいと思います A社が新しい健康食品Bを作りました。この食品Bを食べると、「元気」になるということです。A社は、このことを次のように説明しています。

「当社をご愛用頂いている方々に食品Bを食べていただき、アンケートにお答え頂いた方の30人のうち、24人の方が『元気が出た』と言われました。」

さて、この広告は信頼できるのでしょうか？

図 1. シナリオ教材の基本問題

基本問題は、新学習指導要領解説（文部科学省（2018））に示された「ある新素材の枕」の問題と構造は同じであるが、科学的リテラシーや中学校での標本調査学習後に行うことも想定して、疑似科学的な表現を取り入れている。例えば、「当社をご愛用頂いている方々に」のように、調査対象を限定し、バイアスが掛かっている人を対象にしている所である。

表1. 目的別シナリオの種類

数Ⅰの仮説検定の考え方で考える問題（シナリオ1）	
数Aの確率の考え方で考える問題	（シナリオ2）
科学リテラシーとして考える問題	（シナリオ3）

⑤ シナリオ教材の活用方法について

シナリオ教材は、それ自体だけで学ぶのではなく、研修教材であることから、授業の一場面を切り取り、教師や生徒の活動について、学習者が指導についての気づきや考えるきっかけとするものである。グループでそれぞれシナリオ教材を読み、気になる点などをあげながら、考えを出し合い、それらを踏まえて、それぞれならば、どのように指導をするかを出し合って、指導方法を深めていくことを狙いとしている。

そのため、シナリオが全て正しいというわけではない。また、全ての生徒がシナリオ通りに考える訳でもない。

4. 終わりに

本研究で紹介したシナリオ教材は、まだ高等学校の先生方の研修にかけていないものである。そのため、研修の結果については、報告が出来なかった。今後、

研修で活用されるように改良を加え、研修での活用結果についても、報告を行いたい。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 19K03157_の助成を受けたものです。

注意 1：ここで述べているのは、東京大学教養学部統計学教室編（1991）統計入門 p 233 にある次のような仮説検定についての説明を引用している。

『「仮説検定」は、統計的仮説の「優意性」の検定である。仮説の下でわれわれが期待するものと、観測した結果との違いを、これらの差が単に「偶然」によって起こったものか否かという見地から、確率の基準で評価する。』

また、竹内（2016）では、「仮説が観測されたデータと矛盾しているかどうかをチェックする方法」としている。

参考・引用文献

磯田正美、ゴンザレス（2012）小学校・中学校・高等学校教師の統計的リテラシーに関する調査研究―「ばらつき（ちらばり）」に係る教員研修の必要性を探る―、科学教育研究 Vol. 36(1). p.61-76

文部科学省（2019）高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説数学編・理数編 学校図書

文部科学省（2018a）小学校学習指導要領解説（平成 29 年告示）算数編 日本文教出版

文部科学省（2018b）中学校学習指導要領解説（平成 29 年告示）数学編 日本文教出版

西仲則博（2018）「統計的問題解決における知識活用を重視した教師用シナリオ型教材の開発に関する研究」、近畿大学教育論叢 29 巻 3 号 p. 51－71

西仲則博、吉川厚、高橋聡、折田明子（2019）「統計的問題解決のためのマンガ型教師教材の開発とその可能性について」統計教育実践研究特別号、日本統計学会統計教育分科会、p. 7-11

折田明子、吉川厚(2010) 読み解くためのマンガ教材設計：描画による実践教育ケースの制作手法、
<https://doi.org/10.11497/jasmin.2010f.0.80.0>

R. Schank, R. Abelson (1975) : Scripts, Plans, and Knowledge. Proceedings of the 4th International Joint Conference on Artificial Intelligence, p.151-157

R. Schank, R. Abelson (1977) : Scripts, plans, goals, and understanding: An inquiry into human knowledge structures. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum

東京大学教養学部統計学教室編（1991）統計学入門、東京大学出版会

竹内啓（2016）数理統計学の考え方、岩波書店、p 58