T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	「2個の硬貨投げ」授業の教師用教材の開発と反応分析
Title	Development and Response Analysis of a Teacher's Material of "Two Coin Toss" lesson
著者	西仲則博, 吉川厚, 高橋聡
Authors	NISHINAKA Norihiro, YOSHIKAWA Atsushi, TAKAHASHI Satoshi
出典	日本科学教育学会第45回年会論文集(2021), , , pp. 119-122
Citation	日本科学教育学会第45回年会論文集(2021), , , pp. 119-122
発行日 / Pub. date	2021, 8

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

「２個の硬貨投げ」授業の教師用教材の開発と反応分析

Development and Response Analysis of a Teacher's Material of "Two Coin Toss" lesson

○西仲則博[*1]・吉川厚[*2]・高橋聡[*3]
NISHINAKA Norihiro[*1] YOSHIKAWA Atsushi[*2] TAKAHASHI Satoshi[*3]
[*1]近畿大学[*2]東京工業大学[*3]関東学院大学
[*1]Kinki University[*2]Tokyo Institute of Technology[*3]KantoGakuinUniversity

［要約］本研究の目的は，中学校の確率の授業で扱われる「２個の硬貨投げ」の課題についての教師用教材の作成と，その教材に対する大学生の反応について分析を行うことにある．教師用教材では，確率の授業でよく使われる，実験を行い，その実験の結果から，新たな知見を得る授業場面をシナリオとして設定し，そのシナリオの中での教師の発言や授業の組み立て方について，教師が気づき，研修を深めることを目的としている．そのため，教師の発言の裏に隠されている判断の適否や知識の間違いについて気づくことができるかを，大学生を対象に調査を行った．その結果，授業の適否については，67.9％の学生が間違っていると指摘し，埋め込まれた間違いに気づくことができた．

［キーワード］教師用教材，教師教育，同様に確からしい，２個の硬貨投げ

Ⅰ．問題の所在

令和３年度から中学校での学習指導要領（平成29年告示）が完全実施され，従来の「資料の活用」領域が，「データ活用」領域となり，小学校，中学校，高等学校において，統計・確率に関する学習が体系的に行われるようになってきている（文部科学省2018）．

特に，中学校１学年のデータ活用領域では，第２学年から，「多数の観察や多数回の試行によって得られる確率」が（以降　統計的確率とする）移行し，相対度数の学習の延長として，「相対度数を確率と見なす」（文部科学省 2018）ことが学習されるようになる．

第２学年では，１学年での学習から，多数回の試行で得られる相対度数がある一定値に収束することを基にして，考えている場合のどの場合も同じ値になることを用いて，「同様に確からしい」とすることにより，「場合の数を基にして得られた確率」（以降数学的確率とする）を学ぶ．ここでは，相対度数が一定の値に収束するには十分に大きな回数の試行が必要である．この試行の結果がある一定値に収束することは，その結果が均質になることを意味し，それは，試行の行われる状況の均質性の結果である（コルモゴロフ他 2003）という考え方によって．場合の数を用いての確率を定義できるのである．これは，統計的確率を数学的確率に統合するための大きな考え方であるが，あまり重視されてきていない．

一方で，中学校の数学の授業の中で，課題を出され，その結果を予想し，その確かめのために実験を行い，その結果をまとめ，予想との相違を比較しながら，課題についての学習を深める授業が多くなされている（相馬他, 2021）．

確率の授業の中でも，実験を入れることが多いが，授業のねらいに対して，適切な課題と実験であるか，実験の結果を一般化できるか，実験の結果が意図している学習を引き起こすか，実験によって何を確かめるのか，また，確かめることができるのかを授業前に考えることが必要である．また，授業の中で，期待していた実験結果が得られない場合どのように対応していくかが授業者に求められる．

しかし，このようなことは，実際の授業の流れの中で気づくことで学生や教師がある授業のケースを参考にしながら，気づいていく教材の開発が必要であると考える．

そこで，「2 個の硬貨投げ」の授業をシナリオ化した教材を開発した．西仲他（2018）では，生徒中心

の教師用教材であったが，今回は，教師が中心で授業を進める失敗事例を示す．これは日頃，教師の言動,行動ついて研修を受けることは少なく,離見の見として自らが学べるようにするためでもある（西仲他,2018）.

Ⅱ．研究の方法

1．先行研究

① 「2個の硬貨投げ」について

「２個の硬貨投げ」は，令和２年に採択された中学校２年生用数学の教科書７社について取り扱われている教材である.

「2個の硬貨投げ」は，2つの独立試行であり，また，反復試行と捉えることもできる．このような試行を拡張，一般化することにより，ベルヌーイ試行になる．ベルヌーイ試行のモデルは，標本調査における無作為非復元抽出のモデルであり，仮説検定の考え方の二項検定の考え方のモデルでもある(コルモゴロフ他2003).このため,後の学習を考えると,この教材の重要性がわかる.

しかし,一方では,平成31年度(令和元年度)全国学力・学習状況調査において出題され，正答率73.1%と比較的出来ていると判断されている．しかし，1／3と答えたのが全体の8%，1／2と解答しているのが全体の 10.4%であることが報告されている（国立教育政策研究所 2019）．この事は，生徒のミスコンセプションが存在していることを示している.

また,大人や大学レベルの学生,教員を目指す学生において，確率に関するさまざまなミスコンセプションをしていることが報告されている（例，Fischbein,1997,Shaughnessy,1977,Jendraszek,2008,2010）.

中学校学習指導要領解説（文部科学省2018）では,「表と裏の出方の全ての場合が（表，表），（表，裏），（裏，裏）の３通りであると考え，２個とも表になる確率は１／３であると考える誤りが起こりやすい.」と指摘している.

このような問題が起こる１つの原因としては，数学的確率の導入においては，１つの物の出方が何通りあるかを考え，それらが「同様に確からしい」という条件において,数学的確率を定義する.例えば,「正しく作られたサイコロの１から６までのどの目も同様に確からしいので，１つのサイコロを投げるとき，１の目が出る確率は1／6」である.

これに対して,「2個の硬貨投げ」の場合，1回の試行に対して，2 つの物が使われている点で上記の定義とは違い,「2 つの物」，この場合硬貨を区別することが求められるのである．また，区別することは，暗に互いに「独立」であることを認めさせている点も問題である.

② 教師教材の必要性について

Shulman（1986)は，教科内容を理解するための教科内容的知識(Pedagogical Content Knowledge:PCK)を考慮することが重要であるとし，その育成教材として，教師教育におけるケース教材の重要性と必要性を説く．このケース教材の１つとして，シナリオ型の教師用教材を開発した.

2．教師用教材の開発について

開発したシナリオ型の教師用教材(表１参照)は,場面としては，中学校２年生の確率の単元で,「2枚の硬貨投げ」の授業場面である．授業の構成としては,「導入，課題提示，実験，結果の確認，新しい知識の確認」という５段階である.この教材の授業は,実際に実習生が行った授業を基にしている.

この教師用教材は，授業の目標を,「2枚の硬貨投げでは，場合の数を表ー表．表-裏．裏-表，裏-裏の4 通り」であることを知る事としたときに，シナリオのどの部分が間違っているかに，被験者が気づくことを目指したものである.

一般的に実験を数学の授業に導入する場合，教師の次のような判断が必要であると考える.

・授業のねらいに対して，適切な課題と実験であるか

・実験によって何を確かめるのか，また，確かめることができるのか

・実験が意図している学習を引き起こすか

・実験の結果を一般化できるか

・実験結果からどのような論理を用いて目標に辿り着くか

また，授業者は次のような対応が求められる.

・期待していた実験結果が得られない場合どのように対応していくか

授業前の適切な判断が授業の成否を決めると考える.

この教材（表１参照）では,「2 個の硬貨投げ」において, 2 個の硬貨の出方の場合が,（表, 表）,（表, 裏）,（裏, 裏）の３通りであると考えが間違いであることを，生徒に気づかせるために実験を行っている．ところが，課題の提示において,「3 通りのうちどれが一番出やすいか？」という発問がなされる．生徒の興味を向けることを意図した発言であるが, 目標とする学習に対しては, 直接的な問いではない．どれが出やすいかは,「場合の数が 3 通りで間違いである理由」にはならない．

また，この発問に対して，実験結果は 540 回行った結果,（表, 表）が 162 回,（表, 裏）が 250 回,（裏, 裏）が 128 回となり，解答としては,「(表, 裏）が一番でやすい」ことの確認が必要であるが, そこは確認されず，課題の提示に対しての結果の考察がなされていない状況を作っている．

実験結果も，教師が期待する値（135-270-135）よりも違うことが起こっており,（表, 表）と（裏, 裏）の差についても言及されていない．

最後の教師の発言（表１行番号 18, 20）についても,「同様に確からしい」という状態でないので,「場合分けを４つにする必要にある」という論理は，正しくない発言である．これは，実験結果が，不均質である結果であるにも関わらず，あやふやな結果の均質性を示し,「同様に確からしい」ようにするために,（表, 裏）,（裏, 表）の区別をする場合分けを行ことを導こうとする説明である．

3. 教師用教材「2 個の硬貨投げ」の調査について

① 対象　数学科教員を目指す大学生　87 名

② 調査形態

・Google　Forms を用いたインターネットによるアンケート

・シナリオ型の教材を読み，授業が正しいか, 間違っているかを問う選択問題とその理由を自由記述で答える形式で行った．

③ 調査期日　2021 年 5 月 31 日～6 月 2 日

④ 調査による不利益を被ることがないことは明記

Ⅲ. 結果と考察

正誤についての回答の分布は，表 2 のようになった．

この授業を正しいと回答した学生が 32.1%いる．

表 2. 教師用教材の正誤についての反応

反応	人数	%
正しい	27	32.1%
間違っている	57	67.9%
計	84	

正しいと選択した理由としては,「実際の実験の結果から同様に確からしくないことを説明し，4 通りの結果に分けて考える必要があることをつたえているから.」のように，教師の最後の発言（表 2 行番号 20）で,「4 通りであると伝えている」ことを根拠にしている．また，他の学生は,「敢えて，数学的な間違い（裏―表のパターンを考えていない）をすることで，生徒に注意喚起を促すことができると思ったから。また，単に教科書に載ってある確率の結果を説明するだけではなく，実際に実験を行ってから, その実験結果と教科書に載ってある確率の結果を比較して授業を進行しているということについて，生徒の理解をより深めることができるための授業づくりがされていると思ったから.」のように，授業の流れは的確に捉えているが，間違った教師の発言については，気づいていない反応があった．教師の課題提示や，実験の結果，教師の発言の間違いを指摘する反応はなかった．

これに対して，間違っているという反応を示した学生の理由としては,「540 回の試行では同様に確からしい，確からしくないと判断できるほどの数が集まっていないように感じた」,「実験で得られた値に対して真の値との誤差を考えていないので, S5 とその後の T の発言には問題があり，良くない授業をしていると判断できる.」のように，実験の回数や結果に着目した反応があり，埋め込まれた間違いを指摘できている．また,「「同様に確からしくないから４通りにする」,「同様に確かしいでないからといって, ３通りを４通りにすればよいわけではないと思ったから.」という部分がおかしいと思ったから.」のように，教師の発言の間違いを指摘できていた回答があった．

このように，開発したシナリオ教材を基にして, 学生の多様な読みを生むことが出来ている点では教材の評価ができる．

Ⅳ. 終わりに

「2 個の硬貨投げ」の教師用教材を教師の研修で

活用し，その効果を測定することを目指す.

付記・謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 19K03157 の助成を受けている.

文献

A. コルモゴロフ，A. プロホロフ ，I. ジュルベンコ（著），丸山 哲郎 ，馬場 良和（翻訳）(2003)：コルモゴロフの確率論入門, 森北出版, p155-192

E.Fischbein and D.Schnarch1(1997):The Evolution With Age of Probabilistic, Intuitively Based Misconceptions, Journal for Research in Mathematics Education,Vol28.1, NCTM, p96-105.

国立教育政策研究所（2019）：平成 31 年度(令和元年度) 全国学力・学習状況調査 報告書 【中学校／数学】 https://www.nier.go.jp/19chousakekkahoukoku/report/19middle/19math/

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

西仲則博・吉川厚（2011）：中学校教育における統計的思考力を育む授業実践，科学教育研究. 11. 35. 2. 153-166.

西仲則博・吉川厚（2018）：協働的な統計的問題解決型シナリオ教材を用いた教員研修での評価，日本科学教育学会第 42 回年会論文集,171-174.

西仲則博・吉川厚・高橋聡（2019）：協働的な統計問題解決型マンガ教師用材をいた研修に向け基礎的研究 科学教育学会第 43 回年会論文集，143-146.

P.Jendraszek(2008): Misconceptions of Probability among Future Mathematics Teachers: A study of Certain Influences and Notions that Could Interfere with Understanding,VDM Verlag

P.Jendraszek(2010):An Analysis of a Misconception of Probability among Future Mathematics Teachers，ournal of Mathematics Education at Teachers College, 1(1) ,p36-45

Shaughnessy(1977): Misconceptions of probability: An experiment with a small-group, activity-based, model building approach to introductory probability at the college level, Educational Studies in Mathematics,Vol.8.3,p296-316.

Stohl(2005): Probability in Teacher Education and Development, Jones Graham A.(Ed.) *Exploring Probability in School*, Springer-Verlag,p345-366

相馬一彦・谷地元直樹(2021)：単元指導計画＆略案でつくる中学校数学科「問題解決の授業」第 2 学年，明治図書

表 1.「2 個の硬貨投げ」の教師用教材

行番号	話者	スクリプト
1	T	本日は，２枚の硬貨について考えていきます.
2	T	どちらが表で，どちらが裏かわかりますか?
3	S1	数字の書いてある方が表！
4	S2	絵が描いてある方が表ではないの？
5	T	実は，絵が描いてある方が表です.
6	T	２枚の硬貨を投げると２枚とも表になるか，１枚表，１枚裏，もしくは，２枚とも裏（黒板に描く）
7	T	この３通りのうち，どれが一番出やすいか?今日はこれを考えてもらいます.
8	T	このクラスは，２７人だから，１人２０回してもらって，全てで５４０回の実験を行ったことになります.
9	T	1000 回の実験には及ばないですが，十分な実験回数になります.
10	T	では，硬貨をそれぞれに２枚配ります．２０回の実験で，それぞれの回数を記録して下さい.
		実験中
11	T	では，皆さんの結果を聞いていきます.
12	T	表－表になった回数を順番に言って下さい.（教師は電卓で計算）
13	T	162 回になりました（結果を黒板に書く）
14	T	では，表－裏になった回数を順番に言って下さい．（教師は電卓で計算）
15	T	250 回になりました（結果を黒板に書く）
16	T	最後に，裏－裏になった回数を順番に言って下さい．（教師は電卓で計算）
17	T	128 回になりました（結果を黒板に書く）
18	T	ここで，表－表，表－裏，裏－裏の３通りだから，それぞれの結果が 1/3 になるはずですね.
19	S5	同様に確からしくない
20	T	そうですね。同様に確からしくないから，４通りにしないといけません。