

平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26381174

研究課題名(和文) 中学校高校数学における動的データ探索ソフトによるコンテンツの開発と効果

研究課題名(英文) The development and effect of contents using the dynamic data software in secondary school mathematics

研究代表者

小口 祐一 (OGUCHI, YUICHI)

茨城大学・教育学部・教授

研究者番号：70405877

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、中学校・高校数学において利用可能な「動的データ探索ソフト」によるコンテンツを開発し、実験授業を通して生徒の統計的思考力の発達を検証して、コンテンツの効果を明らかにすることであった。研究代表者が中心となって、「動的データ探索ソフト」によるコンテンツの開発を推進し、研究分担者が中心となって、評価問題の開発を推進した。そして、研究協力校で実験授業を実施し、開発されたコンテンツの効果を検証した。これらの研究から得られた成果に基づいて、「動的データ探索ソフト」による授業モデルを公開し、コンテンツの教育的利用を促進した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research was to develop the contents using the dynamic data software which could be used in secondary school mathematics. We carried out the lesson study, and clarified to facilitate student's statistical thinking. We promoted to develop the contents using the dynamic data software, and to make the evaluation problems. The lesson study was carried out in the partnership school, and the effect of contents was verified. The result from our researches, the teaching model with the contents using the dynamic data software was exhibited, and the educational use of contents was facilitated.

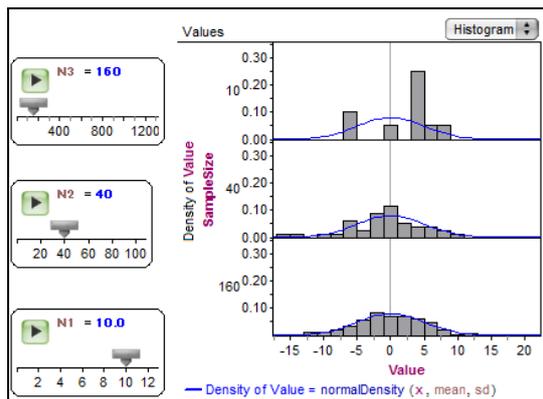
研究分野：社会科学

キーワード：統計教育 学校数学 統計的思考力 コンテンツ開発

1. 研究開始当初の背景

(1) 国外では、中学校・高校数学において利用可能な「動的データ探索ソフト」が開発されている。

先進諸国で「データの分析」は中学校・高校数学における必修の内容とされ、その能力は現代社会にとって重要な素養とされている。国外では、現実の事象をモデル化し、シミュレーションして、データの傾向を動的・視覚的に観察できる学習環境を提供するため、「動的データ探索ソフト」が開発されている。たとえば「Fathom」というソフトは、標本の大きさが変化するに従って、標本平均や標本比率の分布が変化する様相を動的・視覚的に表現することができ、大数の法則や中心極限定理の理解を促進させる可能性を秘めている(下図)。



また「Tinker-Plots」というソフトは、データと同期させ、ドットプロットと箱ひげ図やハットプロットを上下に並べて表現し、2つのグラフの関連を動的・視覚的にとらえることができる。この機能により、生徒に分析ツールとしてのグラフの理解を促進させることが期待される。どちらのソフトも、データを動的・視覚的に表現できるだけでなく、データの値をドラッグアンドドロップするだけで複数のグラフが表示されるインターフェイスを導入しており、操作は簡単のため、中学生でも十分に利用可能である。

(2) 国内・国外では、統計的思考力を測定できる評価問題の作成が進められている。

ミネソタ大学の研究グループは、大学生を対象にした統計的思考力の評価ツール

(ARTIST) をインターネット上に公開している。このツールは、学生がオンラインで回答することができるし、教員がテスト結果を集計して報告することもできるようになっている。わが国では、中学生から統計実務家までを対象にした統計的思考力の認定システムとして、日本統計学会公認の統計検定が2011年から実施されている。3年目となる2013年までに300問以上の評価問題が作成され、評価規準として利用できるとともにデータを分析する観点を示す意義をそなえている。

(3) わが国では、統計教育においてコンピュータの利用が推奨され、実践研究がすすめられている。しかし、そのほとんどが表計算ソフトを利用した静的なデータの分析に基づく実践であり、「動的データ探索ソフト」を利用した動的なデータの分析に基づく実践がなされていない実態がある。

中学校で学習する確率の意味や、高校で学習する標本分布について、標本の大きさが変化するに従って、分布の形状が変化することを生徒に理解させるためには、「動的データ探索ソフト」を利用した学習が有効である。

「動的データ探索ソフト」を利用したコンテンツの開発と効果について、実践を通して明らかにすることは、生徒の統計的思考力を発達させるために急務の課題である。

(4) これまで、統計教育の教材および評価問題を開発し、その効果を検証してきた。しかし、静的なデータを利用した指導だけでは、生徒の統計的思考力を十分に高められないという限界がみられた。

平成18～21年度科学研究費補助金の支援を受け、統計教育の教材開発をすすめた。その効果を測定するために、平成22～25年度科学研究費補助金の支援を受け、統計教育の評価システムを開発し、学習者の統計的リテラシーの発達を検証した。静的なデータの分析に

においては、ほぼ期待された成果が得られた。一方、大数の法則や標本分布などの知識を適用した動的なデータの分析においては、開発された教材による指導に限界がみられた。そのため、生徒の統計的思考力を十分に高めるためには、「動的データ探索ソフト」による動的なデータの分析に関する指導が必要であると考え、当該研究計画の目的を設定することに至った。

2. 研究の目的

中学校・高校数学において利用可能な「動的データ探索ソフト」によるコンテンツを開発し、実験授業を通して生徒の統計的思考力の発達を検証して、コンテンツの効果を明らかにする。

(1) 中学生・高校生を対象にした「動的データ探索ソフト」によるコンテンツを開発する。

「動的データ探索ソフト」は、標本の大きさが変化するに従って、標本平均や標本比率の分布が変化する様相を動的・視覚的に表現できる機能などを持つソフトである。

(2) わが国の学校数学カリキュラムに対応した統計的思考力の評価問題を作成する。

(3) 協力校で実験授業を実施し、開発されたコンテンツの効果を明らかにする。

(4) 「動的データ探索ソフト」による授業モデルを作成し、コンテンツの教育的利用を促進する。

3. 研究の方法

次の研究の方法に従って、「動的データ探索ソフト」によるコンテンツの開発と効果の検証をすすめる。

(1) 国内・国外の数学教科書などの文献を調査し、統計的思考力を育成するための「動的データ探索ソフト」によるコンテンツを開発する。

(2) 「ARTIST」プロジェクトや統計検定の問題を調査し、統計的思考力を評価するための

問題を作成する。

(3) 研究協力者の学校などの生徒を対象にして、開発されたコンテンツを利用した実験授業を実施し、コンテンツの効果を測定する。

(4) 「動的データ探索ソフト」による授業モデルを作成し、教育的利用を促進する。

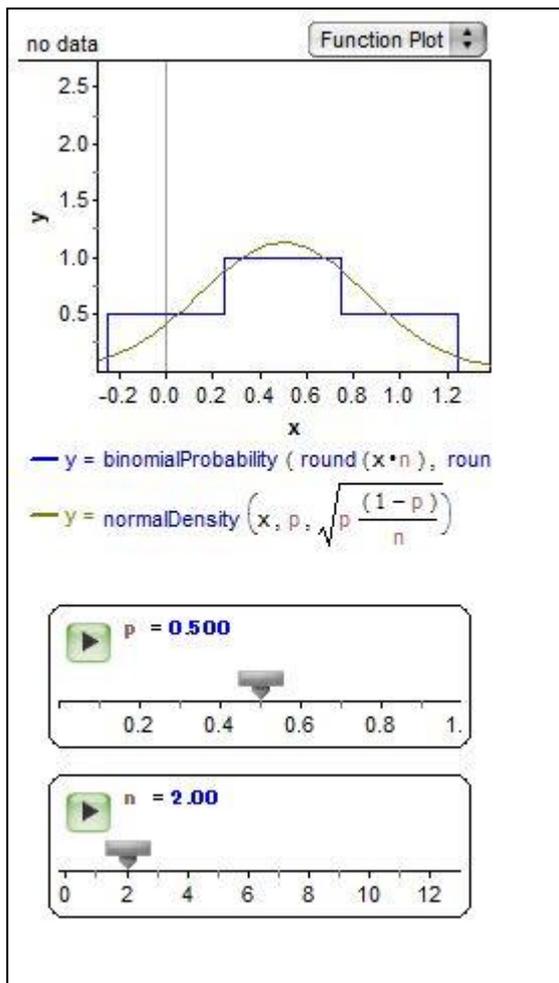
4. 研究成果

本研究の目的は、中学校・高校数学において利用可能な「動的データ探索ソフト」によるコンテンツを開発し、実験授業を通して生徒の統計的思考力の発達を検証して、コンテンツの効果を明らかにすることであった。研究代表者が中心となって、「動的データ探索ソフト」によるコンテンツの開発を推進し、研究分担者の1名が中心となって、統計的思考力の評価問題の開発を推進した。そして、研究協力者の学校などで実験授業を実施し、開発されたコンテンツの効果を検証した。これらの研究から得られた成果に基づいて、「動的データ探索ソフト」による授業モデルを公開し、コンテンツの教育的利用を促進した。

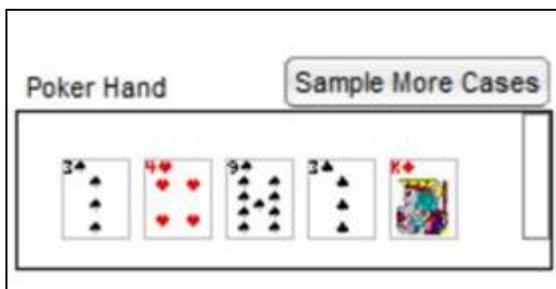
(1) 「動的データ探索ソフト」によるコンテンツを開発した。

統計教育に関する先行研究や国内・国外の数学教科書の文献を調査し、中学生・高校生を対象にした「動的データ探索ソフト」によるコンテンツを開発した。

例えば、試行回数 n が大きいとき二項分布は正規分布に近似できるが、試行回数 n が小さいとき二項分布は正規分布に適合しにくいことを表示させるコンテンツを開発した。「動的データ探索ソフト」によるコンテンツでは、次の図のように、確率のパラメータ p の値は0.5とする。試行回数のパラメータ n の値は、スライダーを操作して、 n を大きくしていくに従って、二項分布は正規分布に近似していく様子を、連続的にシミュレーションすることができた。



また、トランプゲームのポーカーについて、役の出方をシミュレーションで予想して確率を求めるコンテンツを開発した。このコンテンツでは、ワンペアという役の有無を判別できるシステムを基に、他の役も判別できるシステムを作成した。確率学習において、ポーカーの役の出方を確率で求めてシミュレーションの結果で検証することも可能である。



(2) 統計的思考力の評価問題を作成した。

「ARTIST」プロジェクトや統計検定の問題を調査し、わが国の学校数学カリキュラムの

内容と照合して、中学生・高校生を対象にした統計的思考力の評価問題を作成した。

(3) 協力校で実験授業を実施し、開発されたコンテンツの効果を明らかにした。

研究協力者の学校などで、開発されたコンテンツによる実験授業を実施し、統計的思考力の評価問題に対する回答を分析して、コンテンツの効果を検証した。

(4) 「動的データ探索ソフト」による授業モデルを作成し、コンテンツの教育的利用を促進した。

「動的データ探索ソフト」による授業モデルを作成し、多くの学校で開発されたコンテンツの教育的利用ができるようにした。その際、すべての生徒がコンピュータを利用できる環境における授業モデルとともに、教師の演示でコンテンツを利用できる環境における授業モデルを併記することに留意した。

例えば、次のような「コイン投げ」の授業モデルを作成した。

< Five Coins 授業モデル (概要) >

目標：資料を読み取り、確率を用いて不確定な事象をとらえ説明することができる。

問題：3枚のコインを同時に投げたとき、それぞれオモテになった枚数を表したとき、どんなグラフになるのかを予想し説明しよう。展開の概要：

2枚のコインのグラフを用いて振り返りを行い、3枚の場合はどんなグラフになるか予想を立てる。前時までに2枚のコインを同時に投げるときに起こりうるすべての場合について、樹形図などを用いて確率を求めた。これはその応用であり、確率を用いて不確定な事象をとらえ論理的に説明する力を養うことを目的としている。

Fathom を用いて行った 1000 回の試行の表を提示し、樹形図や計算を用いて確かめる。Fathom のメリットとして、1000 回や 10000 回など多くの試行のシミュレーションを瞬時に行い、結果をグラフや表で見ることがで

きることが挙げられる。

予想とその根拠を明らかにして説明する。相手に分かりやすく伝えるためには、事象を数理的に考察し、根拠を明らかにして筋道立てて説明することが求められる。また、生徒同士で説明し合うことでコミュニケーション能力の向上や、理解を深め学習をより充実したものにする事ができる。

Fathom を用いて実際のヒストグラムを確かめる。Fathom は瞬時に表とグラフを並べて表示することができるのが特徴である。4 枚、5 枚と徐々に増やしたグラフを生徒に提示することで、以降の学習につながっていくことを視覚的に実感させることができる。

(5) 本研究の意義

わが国では、表計算ソフトによる静的なデータの分析に基づく実践研究がすすめられている段階にある。本研究で、「動的データ探索ソフト」による動的なデータの分析に基づく研究をすすめることにより、生徒の統計的思考力の発達を一層促進することができる。総務省統計局の「なるほど統計学園」、統計関連学会連合の「データで学ぶ統計活用授業のための教材サイト」などは、いずれも表計算ソフトによる静的なデータの分析を想定している。本研究では、「動的データ探索ソフト」によるコンテンツを整備した。このコンテンツを上述した統計学習サイトとともに教育的利用を促進することにより、生徒の統計的思考力を一層高め、今後の統計教育に貢献できる。

また、生徒の統計的思考力の育成において、コンピュータを利用した指導の可能性を拡げることができた。中学校に「資料の活用」領域、高等学校数学 I に「データの分析」単元が新設されたことにより、中等教育段階ですべての生徒が、数学で統計を学習することになった。統計の知識の習得に加え、データの変動に伴う分布の変化を動的・視覚的に理解させるコンテンツを開発することを目的とし

た本研究は、生徒の統計的思考力の育成において、コンピュータを利用した指導の可能性を拡げることができる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 14 件)

- ① 小口祐一, 『データの活用領域における教材と授業づくり—数学的な見方・考え方をどうとらえるか—』, 新しい算数研究, No. 566, 4 - 7, 2018, 査読無
- ② 青山和裕, 『ばらつきの中から傾向を見出すこと』, 算数授業研究, No. 115, 52 - 53, 2018, 査読無
- ③ 青山和裕, 『「データの活用」領域における数学的活動』, 初等教育資料, No. 966, 83 - 85, 2018, 査読無
- ④ 青山和裕, 『小学校における統計教育の充実』, 初等教育資料, No. 953, 88 - 91, 2017, 査読無
- ⑤ 小口祐一, 『データの変動判断に及ぼす変換操作シミュレーションの効果に関する研究』, 日本数学教育学会誌数学教育学論究, 97 巻, 55 - 64, 2017, 査読有
- ⑥ 小口祐一, 『シミュレーションによるデータの活用領域の教材開発』, 茨城大学教育学部紀要, 67 号, 55 - 71, 2017, 査読無
- ⑦ 小口祐一, 梅津健一郎, 他, 『小学校算数科における学習内容の統合的・発展的な扱い』, 茨城大学教育学部紀要, 67 号, 73 - 86, 2017, 査読無
- ⑧ 青山和裕, 『日本の中学校・高等学校における統計教育の現状と課題について』, ECO-FORUM, 32 巻, No. 9, 81 - 92, 2017, 査読無
- ⑨ 青山和裕, 小野浩紀, 『多変数を扱う小学校算数での統計授業について—統計的探究プロセスによる授業構想と多変数による

授業の広がり―』, 日本数学教育学会誌算数教育, 98 巻, 8 号, 3-10, 2016 査読有.

- ⑩ 小口祐一, 『標本抽出の方法に関する学習者の認識―層化抽出と集落抽出に関して―』, 日本数学教育学会秋期研究大会発表収録, 48 巻, 271 - 274, 2015, 査読無.
- ⑪ 青山和裕, 『小学校統計指導における多変数のデータの扱いについて―知多市立旭東小学校での実践から―』, イプシロン, 57 号, 39 - 50, 2015, 査読無.
- ⑫ 小口祐一, 『標本比率の散らばりに関する学習者の誤判断』, 茨城大学教育学部紀要, 増刊, 29 - 46, 2014, 査読無.
- ⑬ 青山和裕, 『「資料の活用」領域における指導の充実に向けて―探究プロセスに関するスパイラル指導と確率との関連付け―』, 日本数学教育学会誌数学教育, 96 巻, 1 号, 43 - 46, 2014, 査読有.
- ⑭ 藤井良宜, 『ペアワイズ条件付き尤度を用いた統計解析』, 統計数理, 62 巻, 1 号, 93 - 102, 2014, 査読有.

[学会発表] (計 1 1 件)

- ① 小口祐一, 『変換操作シミュレーションによる大数の法則の教授プラン』, 日本科学教育学会第 41 回年会, サポート高松, 2017.
- ② 青山和裕, 『統計的探究プロセスの授業化に向けた一考察―既存のデータを活用した問題解決活動に対する捉え方―』, 日本科学教育学会第 41 回年会, サポート高松, 2017.
- ③ 藤井良宜, 『箱ひげ図による探索的な問題解決』, 日本科学教育学会第 41 回年会, サポート高松, 2017.
- ④ 小口祐一, 『統計的探究の指導と評価』, 日本科学教育学会第 40 回年会, ホルトホール大分, 2016.
- ⑤ 青山和裕, 『統計的探究を踏まえた授業実践事例からの考察―授業化するにあつ

て必要となる配慮事項の導出―』, 日本科学教育学会第 40 回年会, ホルトホール大分, 2016.

- ⑥ 藤井良宜, 『探索的な問題解決の必要性』, 日本科学教育学会第 40 回年会, ホルトホール大分, 2016.
- ⑦ 小口祐一, 『統計的問題解決の体系的な指導に向けて』, 日本科学教育学会第 39 回年会, 山形大学, 2015.
- ⑧ 青山和裕, 『統計的問題解決を始めとする今後の統計教育に関する提案』, 日本科学教育学会第 39 回年会, 山形大学, 2015.
- ⑨ 小口祐一, 『統計の系統的カリキュラムの構想と実践的アプローチ』, 日本科学教育学会第 38 回年会, 埼玉大学, 2014.
- ⑩ 青山和裕, 『統計的探究プロセスを取り入れた授業実践について』, 日本科学教育学会第 38 回年会, 埼玉大学, 2014.
- ⑪ 藤井良宜, 『統計的内容と問題解決のプロセスの系統性』, 日本科学教育学会第 38 回年会, 埼玉大学, 2014.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小口 祐一 (OGUCHI YUICHI)
茨城大学・教育学部・教授
研究者番号: 7 0 4 0 5 8 7 7

(2) 研究分担者

青山 和裕 (AOYAMA KAZUHIRO)
愛知教育大学・教育学部・准教授
研究者番号: 1 0 4 0 0 6 5 7

藤井 良宜 (FUJII YOSHINORI)
宮崎大学・教育学部・教授
研究者番号: 1 0 2 1 8 9 8 5

(3) 連携研究者

無し