

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月19日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500806

研究課題名（和文）

2項分布にしたがう現象のモデル化を題材とする「情報の科学」カリキュラムの開発

研究課題名（英文） Development of Curriculum on Binomial Distribution Model in High School Subject 'Information Studies'

研究代表者

成田 雅博 (NARITA MASAHIRO)

山梨大学・教育学研究科・准教授

研究者番号：10237612

研究成果の概要（和文）：高等学校普通教科情報「情報の科学」において、離散・計数データを対象とし2項分布にしたがう現象を教材とすることにより、「モデル化とシミュレーション」を効果的に教えるカリキュラム・教材を開発した。教材には学習者が2項分布パラメーター同定を支援する「2項分布分析チャート」及び統計教育ソフトウェア Fathom, TinkerPlots または Excel 利用環境における教師への実践的配慮事項を含む。

研究成果の概要（英文）：Curriculum on binomial distribution model in high school subject 'Information Studies' is developed. This aims to help learners understand the concept of statistical modeling and usefulness of simulations. Teaching materials developed contain chart for identifying parameters of binomial distribution and directions for teachers when using 'Excel', statistics education software 'Fathom', and 'TinkerPlots.'

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	200,000	60,000	260,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：科学教育 統計教育 カリキュラム モデル化 情報科 情報の科学 離散データ 2項分布

### 1. 研究開始当初の背景

高度情報社会においては、コンピューター等の情報通信技術の発達により、統計パッケージ・ソフトウェアや表計算ソフトウェア等を使い、大量でしかも複雑なデータを処理することが容易になってきている。このような状況から、高度に複雑化している社会における事象を正しく認識・判断するための知識・技能の修得は、企業等における統計担当者や統計専門家のみならず、一般の市民にとって

も、重要性を増している。今日、すべての市民に統計的リテラシーを育成することを目標とする、初等中等教育・高等教育の教養課程における統計教育カリキュラムを開発・実践することは重要な課題である。また、社会からも、統計・データ解析に関する教育が重要であるという指摘が多い。たとえば、瀬沼花子（2004）『企業の算数・数学教育への期待—データに基づく予測の強調と指導法の改善』による東京証券取引所第一部、第二部

上場企業を対象とするアンケート調査では以下のような結果が報告されている。①「仕事をする上で一般に大切な算数・数学」として統計が「特に大切な部署がある」または「大切である」と回答した企業は有効回答の89%に及ぶ。②同じ設問に対し「データに基づく予測」と回答した企業は94%と非常に高い。

諸外国においては統計的リテラシーを育成するためのカリキュラムの基準が充実している。たとえば、アメリカの全米数学教師協議会（NCTM）による Principles and Standards for School Mathematics やニュージーランドの Mathematics in the New Zealand Curriculum 等多くの国の初等中等教育において、高度情報社会における統計教育の重要性が説かれ、初等教育段階から適切なレベルを経て指導していく教育内容の標準が示されている。（深瀬弘美・二宮智子（2006）『統計教育カリキュラムの国際比較－ニュージーランドの統計教育』） また、統計的リテラシーについては、たとえば、Ben-Zvi, Dani and Garfield, Joan 『The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking』においてその構造に関する多面的な考察がなされており、カリキュラムの開発研究も行われている。

しかし、わが国の初等中等教育においては、統計に関する教育内容がカリキュラムへ十分に取り入れられているとはいえない。またわが国の学校や学習者の実態に適合したカリキュラム開発研究も十分になされているとはいいがたい。

わが国の算数・数学における統計教育内容は、2002年度から実施された小学校学習指導要領において、簡単な表、グラフのかき方・よみ方と平均のみがあげられているものの、中学校学習指導要領ではすべて削除されている。また、2003年度から実施された高等学校学習指導要領においては、「数学基礎」の「身近な統計」でとりあげられているが、この科目の選択者は非常に少ない。ほかに、「数学A」の「場合の数と確率」、「数学B」の「統計とコンピュータ」、「数学C」の「確率分布」「統計処理」などの単元に統計の教育内容が入っているが、「数学B」「数学C」の場合、その科目に含まれている単元の一部だけを学習すれば科目そのものの単位を取得することができることや、大学入学者選抜試験において統計分野の出題が少ないことにより、統計教育が十分に行われているとはいいがたい（依田源（2003）『高校における統計教育の現状と問題点』、二宮裕之（2005）『統計教育の歴史・現在・今後の課題』）。また、2008年度に公示された学習指導要領においては、

中学校において「資料の活用」、高等学校「数学I」において「データの活用」が導入されたものの統計教育内容は十分とは言えない。

本研究は、わが国の統計教育に関する上記の問題に関する解決策を探る過程で着想された。

わが国においては、初等中等教育段階をとおした統計カリキュラムを学習指導要領上で明確に位置づけることが重要である。たとえば、小・中学校において記述統計及び探索的データ解析の手法を実際のデータに適用することによる統計的な考え方の修得を目標とし、高等学校においては標本調査から簡単な統計的推測の諸手法の考え方の修得を目標とすることが想定されるが、現行の学習指導要領の制約の下でも教師の裁量により実施が比較的容易なカリキュラム・教材を具体的に開発し、授業の試行・記録・分析・評価することによって、学習指導要領改訂にむけた知見を得ることが重要である。

本研究では高等学校段階における統計教育に焦点をあて、カリキュラム開発に関する研究をテーマとする。これまでの研究代表者のこの分野における研究成果（『2項分布にしたがう現象を題材とする統計的仮説検定の教材開発』、『高等学校普通教科情報において展開できる統計教材に関する研究』等）により、正規分布にしたがう現象を題材とする連続・計量データを対象とすることは、高等学校の授業においては学習者の理解の困難性や授業時間の少なさから適切ではなく、離散・計数データを対象とし2項分布にしたがう現象を題材とする学習活動を中心とすることが適切であることが示唆されている。また、小・中学校の算数・数学においては2008年度に公示された学習指導要領では主に記述統計に関する教育の内容が盛り込まれているが、高等学校数学においては十分とはいいがたい。

そこで、本研究課題においては以下のような目的を設定することとした。

## 2. 研究の目的

(1) 高等学校普通教科情報「情報の科学」において、離散・計数データを対象とし2項分布にしたがう現象に関する統計教育内容と、モデル化とシミュレーション分野の教育内容との共通性・独自性を検討し、教科情報で実践可能な内容・教材を試案として示す。

(2) 上記試案にもとづいた授業を実施・記録・分析し、実践的配慮事項を抽出し、教材の改善を行う。

(3) 小学校・中学校における統計教育カリキュラム及び教材の検討を行い、本研究対象である高等学校とのカリキュラムの接続を考察する。

(4) 大学教養課程における統計教育カリキュラム及び教材の検討を行い、本研究対象である高等学校とのカリキュラムの接続を考察する。

### 3. 研究の方法

まず、国内外の学会において、最新の統計教育に関する資料を収集した。新学習指導要領改訂にともない、算数・数学科や情報科等において統計・データ解析分野の内容の実践発表が増加したため、それらを分析・整理した。また、本研究課題の計画について発表した。

・ICOTS-8(The 8th International Conference on Teaching Statistics)

- ・日本科学教育学会年会
- ・日本教育工学会研究大会
- ・数学教育学会年会
- ・日本数学教育学会数学教育論文発表会

次に、収集した教育素材、教材等の背後にある教育内容体系・指導系列を抽出し、これまで研究代表者が開発してきた教材を組み合わせ、高等学校数学科および情報科の可能なカリキュラム・教材を開発した。その際、高村泰雄(1987)『物理教授法の研究』で提案されている「実体的イメージ」が想起されやすいよう構成した。

試行授業の後、ワークシート記述の分析、事前事後テストの成績の比較、及び、アンケート調査により教材を改善した。

開発する教材において、統計教育ソフトウェア Fathom、TinkerPlots または Excel を利用することによって、教科情報「情報の科学」の効果的な学習が可能な分野・教材の抽出を行った。

Fathom に関しては、温度・気圧・光等に関するセンサーが開発されたため、これまでグラフ電卓等を前提に開発されてきた教材も検討し参考とする。

### 4. 研究成果

(1) 高等学校普通教科情報「情報の科学」の「モデル化とシミュレーション」の教育内容・指導系列の中に、離散・計数データを対象とする 2 項分布にしたがう現象と、連続・計量データを対象とする正規分布にしたがう現象とを題材として含ませる場合、とりあげるべき題材のもつ特徴や問題例について

検討を行い、具体的なカリキュラム・教材を開発した。

(2) 学習者が現象からの 2 項分布パラメータ同定を支援する「2 項分布分析チャート」を改善した。このチャートを使い、教材として扱う現象・問題を整理し、仮説的に以下の A1~A5、及び、B1~B3 に分類した。

(A) 単一試行問題の文脈

- A1 ギャンブル的・同様に確からしい
  - ・・・コイン・サイコロ・トランプ
- A2 一般的・同様に確からしい
  - ・・・実力の同じチームの対戦・誕生月
- A3 事象の確率値、または事象の相対度数の明示的提示
  - ・・・命中率・不良品の比率・成功率
- A4 一定の時間帯における事象の確率値、または事象の相対度数の明示的提示
  - ・・・ある期間における故障率・生存率/死亡率・事故発生率・火災発生率
- A5 空間分布・時間分布への再構成
  - ・・・特定の粒子が特定の長方形に入る

(B) くりかえし試行における試行間の関係

- B1 継時的
  - ・・・1 個のサイコロを 2 回ふる
- B2 同時的
  - ・・・2 個のサイコロを 1 回ふる
- B3 空間的・時間的分解操作
  - ・・・空間ブロックまたは時間ブロックへの分解を含む

(3) 大学におけるテーマ別教養科目「数理の発想で見る自然・社会・人間」の授業において教材を試行し、教材の評価・改善を行った。

(4) 統計教育ソフトウェア Fathom、TinkerPlots または Excel が利用できる環境において、本研究で開発された教材を使う際の実践的配慮事項をまとめた。

- ① Fathom に関しては、インターフェイスがやや煩雑であるため、学習者が操作する場面を極力減らし、教員の操作による提示を主にした方が、問題が生じにくい。
- ② TinkerPlots に関しては、データ操作活動と統計情報視覚化とのリンク機能、データ全体・個々のデータ・データを縮約した視覚表示のリンク機能、及び、多彩な統計情報の縮約・視覚化機能等、表示される情報の種類が多いため、学習者が自身で表示情報を判断するための手がかりを簡便に説明したチャートを用意しておくことが重要である。

③ TinkerPlots のデータ工場 (Data Factory) 機能は、様々な尺度や分布の確率変数のデータを、望みのパラメータ (平均や分散等) で発生させることができ、またデータの発生状況も望みのスピードでアニメーション化して提示することができるため、シミュレーションを行うことによる教育効果が高い。重要な概念を理解させる場面では、この機能を積極的に活用することが重要である。

④ Excel に関しては、関数やマクロ等の構造が学習者の誤操作によって変更されないよう、セル等に適切な保護を設定しておくことが重要である。

⑤ Excel の通常のグラフ描画手順では正しいヒストグラムや箱ひげ図を描くことができないことがあるため、使用する Excel のバージョンで確認した上で、適切なマクロ等をインストールする等の準備が重要である。

(5) 小学校・中学校における統計教育カリキュラム及び教材の検討を行い、本研究対象である高等学校とのカリキュラムの接続を考察した。

(6) 大学教養課程における統計教育カリキュラム及び教材の検討を行い、本研究対象である高等学校とのカリキュラムの接続を考察した。特に、ほとんどの大学の初年度に行われているコンピューター・リテラシーの科目における、表計算ソフトウェアの活用教材として、2 項分布モデルで記述できる現象を扱うことが効果的であることが示唆された。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

① 成田雅博 (2012) . 2 項分布分析チャートを活用した統計教材の開発. 山梨大学教育人間科学部附属教育実践総合センター研究紀要 教育実践学研究. 査読無. 17 号. pp. 103-109.

② 成田雅博 (2011) . 2 項分布分析チャートと 2 項分布に関する問題の分類. 数学教育学会誌. 査読無. 2011 年度春季年会臨時増刊号. pp. 117-119.

[学会発表] (計 2 件)

① 成田雅博. 高等学校情報科における統計教育ソフトウェア 'TinkerPlots' による探究的活動の支援環境の検討. 日本教育工学会第 28 回研究大会. 2012 年 9 月 15 日. (長崎大学, 長崎県)

② NARITA Masahiro. Classification of Teaching Materials for Helping Understand Binomial Distribution. The 12th International Congress on Mathematical Education. (ICME-12). 2012 年 7 月 8 日. (at COEX, Seoul, Korea)

[その他]

関連 Web ページ :

<http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~narita/res/kaken.html>

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

成田 雅博 (NARITA MASAHIRO)  
山梨大学・教育学研究科・准教授  
研究者番号 : 10237612

(2) 研究分担者  
なし

(3) 連携研究者  
なし