

研究種目：基盤研究（B）
研究期間：2006～2008
課題番号：18300269
研究課題名（和文） 不確実性現象の認識と正解のない世界の統計的探究モデルの解明による e-Stat 開発
研究課題名（英文） The curriculum developments of statistics education of e-learning for students from elementary to senior high schools and teachers by the elucidation of student's development structure of uncertainty recognition and the statistical investigation models
研究代表者
木村 捨雄（KIMURA SUTEO）
鳴門教育大学・大学院学校教育研究科・客員研究員（特任教授）
研究者番号：90000059

研究成果の概要：

日本の児童生徒は統計グラフ・表を正しく読み書く知識は優れているが、PISA（国際学習到達度調査）でも、活用する力・読解力は高くない。欧米では“不確実な未来社会を生き抜く力の育成”を目指し統計（不確実性）の教育が重視されているが、日本では軽視されている。小中高等学校の児童生徒のみならず、指導する教師のための不確実性の視点に立つ新しい統計教育のウェブラーニング講座を開発し、全国どこからでも学習できる学習環境を構築し提供した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	4,500,000	0	4,500,000
2007年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
2008年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
年度			
年度			
総計	14,000,000	2,850,000	16,850,000

研究分野：統計教育，科学教育，教育評価測定

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学 科学教育

キーワード：不確実性，変動と予測，統計教育，e-Stat，統計的探究プロセスモデル，統計的認識の発達構造，ウェブラーニング，カリキュラム開発

1. 研究開始当初の背景

新世紀に入り世界も日本も、経済・産業も、社会、学術、教育の世界も大きな転換を図っている。科学技術の先端化複合化は一層加速し、新しい複合横断的科学技術へ、科学技術観も“科学のための科学”から“社会のための科学”などへの俯瞰型科学（日本学術会議、

1997, ICSU・ユネスコ, 1999) へ、「知の創造」を中核にした“新しい知の創造”“知による活力の創出”“知による社会の創生”（科学技術基本計画, 2001）と、次々に新しい提言、政策推進がなされ、創造的独創的な知を重視した高度な知識基盤社会、新しい知の創造社

会を形成しつつある。

この社会の変化の中であって、一般の情報の中に含まれる統計データは、企業が地方が国が世界が成長拡大するにつれ膨張し続け、世界規模での情報、特に客観的な実態に即した“確かな統計データ”なくして世界の理解はおろか、政策立案すら立たなくなっている。それにつれて統計学も進歩し、より複雑な現象を解析する複雑性データ解析法、政策や計画を立てる数理計画法、個別性・特異性・多様性を解明する新しい探索的データ解析・事例解析法を生み出し、世界に貢献してきた。

統計教育の実践も実践研究も、これまで展開してきた“見えるものを見る力”（知識型）の育成から“見えないものを見る力”（活用型探究力）の育成を加速させるとともに、加えて、新しい社会、文化、科学技術、歴史を創る、その“未来を創る探究力”（創造型探究力）を育成する統計教育へと発展させることが期待されている。

2. 研究の目的

教育は次世代を担う子ども達に文化遺産の継承、その“知識の体系化”を獲得させることにあるが、これまでの日本の学校の“教育の世界”はそれが行き過ぎ、1つの正しい答えを出す知識教育に偏り、“研究の世界”“探究の世界”を軽視してきた。日本の“知識の体系化”に偏る教育課程編成を正し、“教育の世界（知識の体系化）”と“研究の世界（探究の体系化）”とを統合させ、新世紀の教育にふさわしい“知の創造社会”に向けた新しい統計教育のあり方（目的、構成）と新しい統計教育の教育課程編成の理論を構築し、カリキュラム開発を行い提供することが喫緊の課題になっている。

加えて、日本の教育、文化遺産の継承のための知識の体系化は全てが「確実性現象」に基づいて記述編成され、児童生徒の「確実性」

に基づく認識形成は強固である。しかし人類が長い年月をかけて築いてきた平和や豊かさ、その歴史、文化、芸術、科学技術などの文化遺産の当初は、未知・未踏の世界、「不確実性の世界」への探究・挑戦であるが、「不確実性」に対する児童生徒の認識形成、知識獲得の構造的性質は未解明である。児童生徒の経験の薄い不確実性に対する認識形成の構造を解明し、その知見に基づいて教育課程編成理論を構築することは極めて意義深い。不確実性を対象とする統計学、その教育を行う統計教育は重要な役割を担っている。

(1) 不確実性概念に対する概念的・教育的定義

統計学は決定論的事象（確実性事象）に対する非決定論的事象（不確実性事象）を対象に、それを確率的に扱うことによって事象を解明する特異な方法論の学問体系を発展させてきた。この不確実性概念の統計学の原義を基礎に、現代的な社会・自然・複合事象としての不確実性概念（複雑性・多様性概念）に広げ整理し、概念的・教育的定義を与える。

(2) 児童生徒の「不確実性－確実性事象」と統計認識の発達の構造解明

不確実性－確実性事象（安定的－非安定的、完全性－不完全性、予測可能－予測不能性、既知－未知不確実性）を基盤に、児童生徒の確実性現象（決定論的現象）から不確実性現象（非決定論的現象）理解への認識の広がりや深まりを中核にした現象理解の認識方法の構造的・発達の形成過程の性質を解明する。この分析を通し教育的に扱える教育的定義を導きだし、統計教育のカリキュラム・教材開発の設計モデル構築の知見を得る。

(3) 不確実性（統計）教育の教育課程編成の理論・開発モデルの構築

これまでの教育課程編成は、文化遺産の継承ではなく伝承で、文化遺産の結果としての知識の体系化、基礎基本の積み上げで編成し、

研究の世界の“探究の体系化”を軽視してきた。ここでは、教育の世界の“知識の体系化”に研究の世界の“探究の体系化”を組み込み統合する、新しい統計教育の教育課程編成の理論・開発モデルを構築し、提案する。

(4)体系的 e-Stat 統計教育の開発と公開運用
小中高等学校の児童生徒のための新しい視点に立つ不確実性(統計)の教育とともに、指導にあたる教師のための統計教育の指導書、ティーチャーズ・ガイドを開発し、インターネットを使って全国の何処からでも学習できる環境を整備し、公開運用する。

3. 研究の方法

(1)不確実性概念に対する概念的・教育的定義

確実性(決定論的)事象—不確実性(非決定論的)事象に関する統計学の原義を基礎に、柘植、上田(2008)などが提唱している(a)完全情報問題、(b)不完全環境情報問題、(c)不完全目的情報問題のクラス分けによる複雑性・不確実性事象の学術的展望を組み入れ、現代的な社会・自然・複合事象としての不確実性概念(複雑性・多様性概念)を包含して、不確実性の概念的・教育的定義を確立する。

(2)児童生徒の「不確実性—確実性事象」と統計認識の発達の構造解明

確実性事象—不確実性事象と統計事象の2つの側面から児童生徒の認識構造の実態を捉える。このためには、調査カテゴリーの構成(AからD)とテスト問題の開発が重要な鍵になる。調査対象は小学校(4年と6年生)と中学校(2年生)で、全国10地点の統計教育研究協力校で調査を実施し分析を行う。

(A)確実性—不確実性事象に関する現象認識

確実性事象(決定論的事象)に対する不確実性事象(非決定論的事象)認識:(a)組み合わせと(b)経験確率に基づく現象認識

(B)確実性事象(決定論的事象)認識

(C)統計に関する基礎的認識(グラフ・表)

(a)統計グラフ・表の基本的な作り方

(b)統計グラフ・表の基本的読み

(c)統計的捉え方の認識(統計の基礎認識)

・質と量による把握(質的と量的認識)

・ケースと多数(集団)による現象認識

・代表(代表値)による現象認識

・散らばりを考えた代表値による現象認識

・確率分布に基づく代表値による現象認識

(D)統計データの5段階解釈モデル:(a)傾向(規則性)読み・予測読み、(b)関係・関連づけ読み、(c)モデル化(定式化)読み、(d)新しい知(情報)の発見読み、(e)新しい知(情報)の創造読み

(3)不確実性(統計)教育の新しい教育課程編成の理論・開発モデルの構築

教育の世界の“知識の体系化”と研究の世界の“探究の体系化”を統合した、新しい不確実性(統計)教育の教育課程編成の理論構築は次の2軸を中心にして構成する。

第1軸の教育の世界の“知識の体系化”を伝統的なこれまでの“文化遺産としての結果”の知識の「基礎基本の積み上げ方式」から「統計理論の発展の体系化」(記述、推測、現代、探索的・質的統計学の理論的発展の考え方と探究を学ぶ)で組み直し再編する。

第2軸の研究の世界の“探究の体系化”は、探究の段階的な(a)実態的探究、(b)形態的・構造的・機能的探究、(c)探索的探究、(d)発展的・展開的探究、(e)創造的探究で構成し、それを授業で実現するための課題研究を配備し、知識と探究の両者が対応するように統合して体系的な教育課程編成を完成させる。

4. 研究成果

(1)“不確実性”概念に対する新しい概念的・教育的定義の提案

“複雑性と不完全性”概念の視点から、不確実性概念を(a)確率論に基づく決定論的—

非決定論的認識から幅を広げ追究し、確実性事象（決定論的事象：単純性・完全性と切断性）と不確実性事象（非決定論的事象：代表性・規則性と集団性）を対比させ，“変動と予測”を中核概念にして，“ちらばり”（個体間変動・要因間変動：分散）と“ゆらぎ”（個体内変動・要因内変動）で抑え、一般則としては“規則的—不規則的変化（傾向）”と“安定的—非安定的変化”で捉えて、(b)新しい量的認識（代表値，分散等による代表性・傾向性把握）と質的認識（個別の実態的分析による個性性・特異性・多様性把握）で追及する新しい統計的探究方法論を提案した。

(2) 児童生徒の「不確実性—確実性事象」と統計認識の発達の構造解明

調査問題をカテゴリ別に平均化して調査結果の一部を掲載し、その特質を述べる。

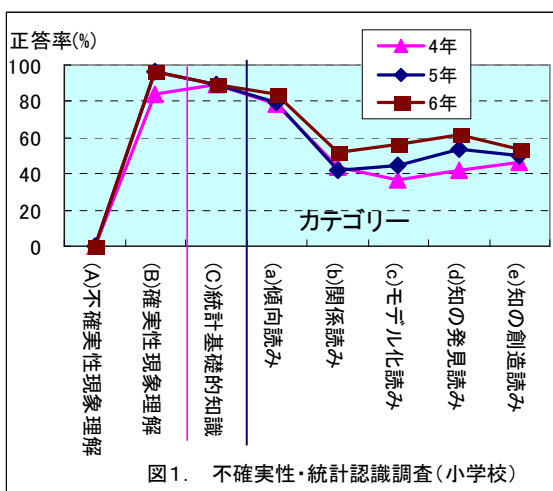


図1. 不確実性・統計認識調査(小学校)

- ① 確実性事象 (B) に対しては完璧な認識を示すが、不確実性を捉え、理解する認識 (A)（経験確率，その用い方）は小学校ではまったく形成されていない。児童生徒は算数的（論理的），計算的な解き方をする。
- ② 児童生徒にとって，「資料の整理」（統計グラフ・統計表）の正しい読み書きの基礎的な知識 (C) はほぼ獲得されている。
- ③ 統計データから傾向を読む (a) 傾向読み（量の大きさ，大小比較，増減など）の力は

かなり正確に獲得されているが，内容を伴った意味を捉える力は半減する。

- ④ 高いレベルの (b) 関係・関連づけ読み，(c) モデル化（定式化）読み，(d) 新しい知（情報）の発見読み，(e) 新しい知（情報）の創造読みの正答率は半減する。

伝統的な古い枠組みの算数教育の目標（確実性認識）と統計の基礎知識は習得されているが，「新しい知の創造」の力に向けた能力は十分に形成されていない。

(3) 不確実性（統計）教育の新しい教育課程編成の理論・開発モデルの構築

不確実性の概念的定義に基づいて，“教育の世界”（知識の体系化）と“研究の世界”との統合による新しいカリキュラム編成の理論を次のような構想で構築し提案した。

第1軸の教育の世界の“知識の体系化”を伝統的なこれまでの“文化遺産としての結果”の知識（統計に関する個別的な概念，結果としての知識・技能：代表値，グラフなど）の「基礎基本の積み上げ方式」から，“なぜ現象をそのように捉え解析するようになったか”という理由理屈を学ぶことができる「統計理論の発展の体系化」（記述，推測，現代，探索的・質的統計学の理論的発展の考え方を学び，探究を学ぶ）で組み直し次のように再編した。

- (a) 不確実性事象に対する認識，(b) 記述統計学的考え方：データの収集（標本調査），現象の記述（代表値，散布度），(c) 推測統計学的考え方：判断・推測の確からしさ：確率・確率変数，分布，統計的推定・検定，標本抽出法・・・，実験の計画（要因配置法），(d) 現代統計学的考え方（ITと統計パッケージの活用）：多変量の要因のデータ解析（因子分析，因果解析）と品質管理・OR・経済モデル，(e) 質的・個別統計的考え方：探索的データ解析・質的データ解析・データマイニング。

第2軸の研究の世界の“探究の体系化”は，

これまで実践してきた統計的探究プロセスモデル（とらえるーあつめるーまとめるーよみとるーいかす）に加え、探究の段階的な(a)実態的探究（見えるものを見る力）、(b)形態的・構造的・機能的探究（見えないものを見抜く力）、(c)探索的探究（個別的・質的探究：多様性理解）、(d)発展的・展開的探究（問いの連鎖的探究）、(e)創造的探究（新しい知の発見、知の創造）〔普遍的な創造的探究〕（一般化・普遍化）で再構成し、それに授業で扱う課題研究を配し、知識と探究の両者が対応するように統合して体系的な教育課程編成の理論・開発モデルを構築した。

(4) 児童生徒と教師用の体系的 e-Stat 統計教育（ウェブラーニング）の開発と公開運用
5編からなる本格的な e-Stat 統計教育のウェブラーニングを開発し、公開運用した。

① 小学生向け e-Stat 統計教育(1 から 6 学年)
（授業実践の事例的構成：児童生徒向けの課題・解答と教師の指導ポイントの解説構成）
この学習コンテンツは、統計教育の本来の目標である「統計で考える」「統計的なものの見方・考え方」を自学自習していく学習コンテンツで、“統計的探究プロセスモデル”と「統計データの 5 段階読み」を中核にした学習コンテンツ開発の設計モデルに基づいて開発してきた。特に、児童生徒は自学自習ができ、教師はその課題に対してどのような指導をすればよいか分かるように、教師の指導のためのポイントを備えている。

② 高校生向け e-Stat 統計教育（6 章構成）
（全ての内容を含む本格的な高校生向け統計教育：説明、演習問題・解答、解説から構成）
この e-Stat 統計教育では、(1) 統計の基礎知識を「基礎基本」として教えることだけではなく、(2) 統計の社会的有用性、(3) 統計的認識（統計、不確実事象の特質、統計の目的、統計の定義、統計のよさ）を学んでもらおう

と、統計の技術的な知識・技能の内容に先立って第 1 章で、統計事象・不確実事象の特質に関する基本的な認識、統計の意義・目的に関する特色ある内容が用意されている。

- (a) 統計で知る、捉えるとは？（不確実性事象：2つの認識方法、統計の特性）
- (b) データを集めよう：統計調査（記述統計的考え方：標本調査、母集団と標本）
- (c) データを整理しまとめよう（グラフ・表）
- (d) データを加工分析し、傾向を捉えよう（分布・分布の型、代表値、散布度、相関、箱ひげグラフ）
- (e) 信頼できる“確かな統計データ”をどう保証するのか（判断・推測の確からしさ：確率・確率変数、代表的分布、標本母集団、統計的推定・検定、標本抽出法、実験計画法は省略）（推測統計的考え方）
- (f) 統計で捉える捉え方の論理とは？（統計的知識獲得の論理）

③ 教師向け e-Stat 統計教育
（統計教育と授業実践・授業設計の解説）

この e-Stat 統計教育は、教師向けのもので、教師が学校教育の実践の場でどのように「統計で考える力」を児童生徒に育むか、統計教育の基本的かつ先進的な考え方、統計教育の授業案の設計開発、統計教育の実践に役立つ実践的な解説で構成されている。また、統計教育の授業案作成を支援する雛形モデルも提案してある。

<短編版>簡潔に統計教育を知る

- (a) 統計の見方 1：多面的・柔軟な統計データの見方・解釈のし方、(b) 統計の見方 2：創造的な「高度情報変換」をめざす統計的解釈、(c) 統計の見方 3：“統計的探究プロセス”八つ手の葉は本当に 8 枚なの？の探究、(d) 今、なぜ統計教育が必要なのか？

<本格版>教師のための“知の創造社会”に向けた e-Stat 統計教育（授業設計支援）

(a) 第 1 章：賢い市民になる子どものための

統計教育と授業設計 (5 節構成)

(b)第2章:授業実践事例 土の子学習 守ろう 私たちの今切川 Part1& 2 (2 節構成)

(c)第3章:統計グラフコンクール(3 節構成)

④教師・研究者向け“不確実性”を中核にした統計教育:不確実性の概念を中核にして再構成した新しい考え方の e-Stat 統計教育の解説 (PowerPoint 版)

⑤教師・研究者・市民の統計教育研究講座:統計教育に関する考え方の理解の共有化を図り,論争を展開するための論文で構成。

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 10 件)

- ①木村捨雄:不確実性に挑戦する“研究の世界”“探究の世界”の力を育む統計教育,統計教育研究,審査有,42(73),1-9,2009.
- ②木村捨雄:e-Stat 統計教育 e-ラーニングの公開 (5) 教師向け e-Stat 統計教育:統計教育授業実践 5年「守ろう 私たちの今切川 part 1」(北島南小学校),統計情報,審査有,57(11),39-45,2008.
- ③木村捨雄:e-Stat 統計教育 e-ラーニングの公開 (4) 教師向け e-Stat 統計教育:「新しい知の創造」社会に向けた新世紀型の統計教育,統計情報,審査有,57(10),30-36,2008.
- ④木村捨雄:e-Stat 統計教育 e-ラーニングの開 (3) 高校生向け e-Stat 統計教育—市民としての統計リテラシーの育成をめざした統計に関する基礎講座,統計情報,審査有,57(9),28-33,2008.
- ⑤木村捨雄:e-Stat 統計教育 e-ラーニングの公開 (2) 小学校向け e-Stat 統計教育:“新しい知の創造社会”に向かう「統計データの5段階読み」を中核にした学習コンテンツ開発,統計情報,審査有,57(8),41-46,2008.
- ⑥木村捨雄:e-Stat 統計教育 e-ラーニングの公開 (1)「資料の整理」から「資料の活用」,そして未来を創り上げる力を育む統計教育,統計情報,審査有,57(7),37-44,2008.
- ⑦GINSHIMA Fumi: The shaping of mathematics education through assessment and testing, Proceedings of the 11th

International Congress on Mathematical Education, 審査有,11,161,2008.

- ⑧木村捨雄:不確実性(統計)事象の子どもの認識特性と「知の創造」社会に向かう統計教育,科教研報,審査無,22(2),35-40,2008.
- ⑨木村捨雄・石内久次:不確実性(統計)現象の認識と小学生・高校生・教師向けの統計教育 e-Stat の開発,科教研報,審査無,22(2),41-46,2008.
- ⑩木村捨雄:「習得,活用,探究」の次期学習指導要領と未来を創る教育・統計教育へ,統計教育研究,審査有,41,1-6,2008.

[その他]

ホームページ (e-Stat 統計教育の URL)

<http://www.naruto-u.ac.jp/kyozai/toukei/estat.html>

http://www.naruto-u.ac.jp/kyozai/toukei/trc/trc_main.html

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
木村 捨雄 (KIMURA SUTEO)
鳴門教育大学・大学院学校教育研究科・客員研究員 (特任教授)
研究者番号: 90000059
- (2) 研究分担者
垣花 京子 (KAKIHANA KYOUKO)
筑波学院大学・情報コミュニケーション学部・教授
研究者番号: 50248754
- (3) 連携研究者
銀島 文 (GINSHIMA FUMI)
国立教育政策研究所・教育課程研究センター研究開発部・学力調査官
研究者番号: 30293327
坂谷内 勝 (SAKAYAUCHI MASARU)
国立教育政策研究所・研究企画開発部・総括研究官
研究者番号: 70187053
青山 和裕 (AOYAMA KAZUHIRO)
愛知教育大学・教育学部・助教
研究者番号: 10400657
三浦 元喜 (MIURA MOTOKI)
北陸先端科学技術大学院大学・知識科学研究科・助教
研究者番号: 00334053
- (4) 研究協力者
金児 正史 (KANEKO MASASHI)
東京女学館・中学校部高等学校部・教諭
倉井 庸雄 (KURAI YASUO)
東京都立大泉高等学校・教諭