

お ぐち ゆう いち
小 口 祐 一

学位の種類 博士（教育学）

学 記 番 号 教博 第 159 号

学位授与年月日 平成 27 年 3 月 25 日

学位授与の要件 学位規則第4条1項該当

研究科・専攻 東北大学大学院教育学研究科（博士課程後期3年の課程）
総合教育科学専攻

学位論文題目 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

論文審査委員 (主査) 教授 工藤 与志文 教授 本郷 一夫
准教授 深谷 優子

＜論文内容の要旨＞

不確実な状況で統計の知識を適用して適切判断をすることは、現代社会に必要な素養として求められる。しかし、適切判断に必要な知識を保持していても、それに依拠せずに誤った統計的判断をしてしまうことは少なくない。本研究では統計の本質的な内容であるデータの変動を取り上げ、データの変動に関する誤判断に影響を及ぼす要因について検討することを第1の目的とした。そして、第1の目的に関する調査から得られた知見をふまえ、データの変動に関する誤判断を修正する教授方略を構築し、その効果について検証することを第2の目的とした。

第Ⅰ部では、統計判断における学習者の誤りに関する先行研究を概観し、正しい知識の適用を阻害する要因について述べた。従来、統計判断における誤りの説明原理として、「代表性ヒューリスティック」が注目されてきた。代表性ヒューリスティックとは、ある集団の典型的な性質との類似度に基づく判断を促す方略のことである。本研究では、代表性ヒューリ

スティックのみで、統計判断における誤りを説明することは困難であることを示すとともに、データの変動判断における誤りの説明原理として、「知識表象の操作水準」を想定した。知識表象の操作水準とは、学習者が課題解決のために知識表象を変換操作する活動の水準のことである。本研究では、統計的知識の操作水準の低さがデータの変動に関する誤判断を生じさせること、そして、操作水準を高めることができれば、学習者の適切判断を可能にする効果があるという仮説が提起された。

第Ⅱ部では、本研究における第1の目的に答えるため、データの変動判断における誤りとその要因について調査した。第4章では、グラフの読み取りにおける誤判断とその要因について検討した。その結果、学習者には「一様分布の変動の過小評価」による誤判断がみられ、標準偏差ルールの変換操作の不十分さが影響を及ぼしていることが示唆された。第5章では、大数の法則に基づく変動判断における誤りとその要因について検討した。その結果、学習者には「無作為抽出の過大評価」、「代表性ヒューリスティック」、「標本抽出回数の過大評価」による誤判断がみられ、大数の法則の変換操作の不十分さが影響を及ぼしていることが示唆された。第6章では、標準偏差に基づく変動判断における誤りとその要因について検討した。その結果、学習者には「一様分布の変動の過小評価」による誤判断がみられ、標準偏差ルールの変換操作の不十分さが影響を及ぼしていることが示唆された。以上のことから、データの変動判断における誤りをもたらす要因として、統計的ルールの操作水準の低さが指摘された。

第Ⅲ部では、本研究における第2の目的に答えるため、データの変動判断における誤りの修正について教授実験を通して検討した。第7章では、公式の形で示されたルール命題の操作を直接促す教授の効果について検討した。その結果、多くの学習者においては、操作の直接教授は、ルールの操作水準を高める効果を持たないことが示された。そこで、データの変動現象を具体的に示すシミュレーションの結果からルール命題の操作結果を推論させ、その正しさを確認させる教授方略（変換操作シミュレーションによる教授方略）を構築した。第8章では、コイン投げの実験を行わせる変換操作シミュレーションによる教授の効果について検証した。ここでは、コイン投げの実験を行う人数を変動させ、それに伴ってオモテが出た割合が変動することをヒストグラムの広がりで確認させる疑似体験を行った。その結果、多くの学習者において、大数の法則の操作が促進され、適切判断ができるようになることが示された。第9章では、コンピュータを利用してコイン投げの模擬実験を行わせる変換操作シミュレーションによる教授の効果について検証した。その結果、多くの学習者において、大数の法則の操作が促進され、適切判断ができるようになることが示された。第10章で、仮想データを作成させる変換操作シミュレーションによる教授の効果について検証した。ここでは、データの散らばりが最大になるように仮想データを作成させ、それに伴って標準偏差が最大になることを数値で確認させる疑似体験を行った。その結果、多くの学習者において、標準偏差ルールの操作が促進され、適切判断ができるようになることが示された。

第Ⅳ部では、まず、第Ⅱ部において得られた知見に基づいて、データの変動判断における誤りの要因について省察した。次に、第Ⅲ部において得られた知見に基づいて、データの変動判断における誤りの修正について省察した。さらに、変換操作シミュレーションによる教

授の効果と限界について総合的に考察した。変換操作シミュレーションによる教授の積極的な効果は、①学習者の変数操作的思考を促すことにより、大数の法則を適用した解決がなされにくい問題に対して適切判断が可能になったこと、②学習者の関係操作的思考を促すことにより、標準偏差ルールを適用した解決がなされにくい問題に対して適切判断が可能になったことに表れていた。さらに変換操作シミュレーションの意義として、「知識操作の疑似体験の有効性」及び「非現実的な現象利用の教育的意義」について論じた。最後に、シミュレーションによるプロセスとルール命題の変換操作との関連付けを促す支援を行い、その効果について検討することを今後の課題として示した。

＜論文審査の結果の要旨＞

統計的知識は、学習が困難な知識の代表例としてしばしば取り上げられる。さらに、学習が困難な理由として、統計規則に反する直観的判断の存在が強調されるとともに、人間の認知システムの限界との関連で説明されることも少なくない。しかしながら、社会生活を送る上での統計的知識の必要性はますます高まっており、統計教育の立場からすれば、従来の発想を超えた新しい教授法の開発が急務であるといえよう。本論文は統計規則（ルール）の操作という観点から、データ変動の誤判断について検討を加えるとともに、知識操作水準を高めるための「変換操作シミュレーション」を開発し、その効果を実証したものである。

本論文は以下の三つの点で評価できる。

第一に、統計判断の誤りについて「代表性ヒューリスティック」による従来の説明に加え、統計規則に関する知識操作水準の低さという新たな説明原理を提起した点である。「大数の法則」や「標準偏差ルール」を適切に操作できないことが誤判断をもたらすという説明原理は、教育可能性を開くという点でヒューリスティックによる説明の限界を乗り越えるものと評価することができる。

第二に、「変換操作シミュレーション」という新たな教授法を開発し、その効果を実証した点である。統計教育において「シミュレーション」を用いることは決して少なくないが、統計規則を表現したルール命題の操作とその促進という観点からシミュレーションの有効性を見直し、教授法として確立した点は、教育実践に直結する知見として評価することができる。

第三に、外からの働きかけによって学習者の知識操作水準を高めうる点について実証データを示した点である。ルール学習における知識操作の重要性については多くの知見が得られているものの、操作水準そのものを高める方法の開発研究については知見が乏しい。本論文の結果はこのような現状を打破する可能性を含んでおり、統計規則以外のルール学習研究に与える影響力は大きいとみることができる。

シミュレーションの効果が転移しにくい点、シミュレーションを必要とする学習者の特性について明らかになっていない点、シミュレーションが思考過程に与える影響についてさら

に検討が必要な点など、残された課題はあるものの、統計教育にこれまでになく知見を加えた点は評価することができる。

よって、本論文は博士（教育学）の学位論文として合格と認める。