

# 大学生の統計学習における仮想的説明の効果検証

——中学生を仮想した場合の効果の促進——

山内 みく<sup>1)</sup>・山本 博樹<sup>2)</sup>・土田 宣明<sup>2)</sup>

(立命館大学大学院人間科学研究科／博士課程前期課程<sup>1)</sup>・

立命館大学大学院人間科学研究科／教授<sup>2)</sup>)

統計授業に対する大学生の苦手意識が問題のひとつとして挙げられている。心理統計につまずきを抱える心理学部生の学習にアプローチするため、本研究では仮想上の聞き手に対して説明を行う仮想的説明を用いた。その上で、学習効果を促進するために、説明者よりも知識が乏しいと考えられる中学生を仮想した条件を含めて効果検証を行った。参加者を中学生または大学生を仮想し学習を行う群と自由に学習を行う群とに分け、共分散構造分析とパスダイアグラムについて同じ時間の学習を行った後に、事後テストを実施した。1要因分散分析を実施し、Bonferroni法による多重比較を行った結果、中学生を仮想した群がその他の群よりも推論課題において有意に得点が高いことが明らかとなった。一方、記憶課題では成績に違いが見られなかった。ここから説明者よりも知識が乏しいと考えられる中学生を聞き手として仮想した場合に、学習効果が促進することが示された。また、この学習効果が推論課題で認められたことから、仮想的説明は推論を用いた「深い学習」において有用であることが示された。

キーワード：仮想的説明，学習支援，推論，仮想上の聞き手，統計学習  
立命館人間科学研究，No.45，65-78，2023.

## I 問題と目的

実証科学である心理学では研究法として心理統計の知識は必須であり（高野・岡 2014），心理学を学ぶ文科系学部では卒業論文の多くで心理統計が用いられている。その一方で，大学生の多くは心理統計の学習（以降は統計学習と述べる）に苦手意識を持っており，教授法の改善が求められている（村井・山田・杉澤 2009）。

こうした問題を受けて，大橋（2009）は大学生の統計学習に対する苦手意識の原因として文科系学部を設置されているという学部の特性のため数学の学習経験が少ない者が多い点を挙げ，このために心理的な抵抗感を持つケースが多い

と述べている。この抵抗感に加えて，他分野に比べて理系的ないわゆる「横文字用語」が多いことも文科系大学生が抱く抵抗感の一つの原因だと考えられている（海老沢・菅野 1999）。さらに堀内・永田（2019）の研究では，分散分析の基礎概念や主効果ならびに交互作用を学習材料とした心理統計法の理解度を検討している。設問間で正答率についての関連性を調べたところ，多くの設問で正答・誤答に関連性が希薄であることが明らかとなった。この結果を踏まえて，堀内らは統計的仮説検定などに関する知識が関連付けられておらず，知識が体系的になっているというよりは知識が断片的であることを，学年が進んでも理解の深化がみられないことを示している。

もとより統計指導においては、「統計的推論力」(Ben-Zvi & Garfield 2004)を育成することが重要とされ、これが統計指導における課題として取り上げられている。ここでいう統計的推論力とは、「複数の統計的なアイデアや概念を関連づけて統計的な情報や手続きについて理解し、説明する能力」のことである。ここからすると、心理学を学ぶ大学生は「複数の統計的なアイデアや概念を関連づけ」ることに苦戦していることを先行研究は示しているものであり、統計理解にとって重要なはずの推論を用いることに大学生は問題を抱えていると推察できる。

以上のように、大学生の統計学習における課題は堀内らが示唆する「体系的な知識の構築とそれに基づく統計的推論力」にあると考えられる。こうした課題に対する解決の糸口は、Chi, Bassok, Lewis, Reimann & Glaser (1989)の研究より得られる。このChiらの研究は力学における実践的な課題を活用して次の点を明らかにした。それは、成績高群においては、どの法則・原理が有用であるかといった学習教材に明示されていない内容を検討するという形で推論がより多く行われたという点である。ここから推論を用いることで知識の応用が必要な課題への対応が可能となることが予想されたのである。続くChiらの研究は学習者に推論を促す手段として自己説明(self-explanation)を提案し、その促進効果の一端を明らかにした。例えば、物理学習を題材として実施されたChi, De Leeuw, Chiu & LaVancher (1994)の研究では、事後テストの好成績者は学習中、教材をもとに自分自身に対する深い説明を多く行っており、法則から得られる推測について多く発言していることが示された。

この研究をはじめとし、多くの研究が自己説明の有用性についての知見を積み上げてきた。これらの研究を深谷(2011)は総括し、推論を生成する自己説明を行うことが新たな情報を追

加したり、知識を再構成したりするという知識構築活動(Roscoe & Chi 2007)を促進し、理解深化や理解状況のモニタリングを促すとしている。さらに、自己説明の利点として、学習者による自己説明は学校授業の内外で用いることができることから、多くの学習場面で活用できる点が挙げられており、有用な学習方略と考えられている。

ところが、伊藤(2019)が指摘するように、学習者に自由に自己説明をさせた場合、推論を含む説明はもともと生じにくく、学習効果が得難いことも同時に知られてきた。この指摘を踏まえると、自己説明を学習場面に取り入れる際に、課題となる点はいかに自己説明の学習効果を促進するかということになる。この点についてはすでに、学習者にとって効果的な自己説明を促すためのポイントは、その自己説明により推論生成が伴うように教授者が働きかけおこなう点にあることが示されてきた(Nokes, Hausmann, VanLehn & Gershman 2011)。

自己説明による学習効果を促進する働きかけについて示唆を得るために、実践的な取り組みを続けてきた、市川(2004)が提案する「教えて考えさせる授業」に着目したい。これは学習者自身の自己説明を多く取り入れた授業形態である。これには、教師の解説後に学習者が自分自身で説明し理解を促すステップがあり、このステップにより「わかったつもり」を解消し「できる」ようにすることを狙っている。もとよりこの授業形態は認知カウンセリング(市川1989)の実践を踏まえて構築されたものであるが、認知カウンセリングにはこれを支える6つの技法がある。それらは、自己診断、仮想的教示、診断的質問、比喩的説明、図式的説明、帰納教訓である。本研究ではこれらの中から、学習者が自らの理解状態を確認し理解向上に役立つと考えられる「仮想的教示」(市川1993)に着目したい。

ここで仮想的教示の手続きに焦点をあてる。仮想的教示とは自己説明の一種だが、説明の聞き手を仮想する点に特徴がある。この仮想的教示の場面ではカウンセラーやペアになった友人が存在することが多く、彼らが「今習ったことを、それを知らない人に教えるつもりで私に説明して」と促すわけである。仮想的教示では、学習者に説明者になってもらうことで、学習者が自発的に学習方略として利用することを期待している（市川 2014）。これは、学習者の自立支援という点では肯けるが、学習者のそばにカウンセラーのような他者が全く居ない場合もありうる。例えば、家庭での勉強ではこのような状況は多いだろう。このような場合に学習者は、仮想上の聞き手を想像し、その「理解」を促すように概念や方法を説明せざるをえない。なお、ここでいう説明は、改めて言うまでもなく「説いて明らかにする」言語活動である以上（山本・深谷・高垣・比留間・小野 2019）、ただ仮想上の聞き手に「説く」だけではなく「明らかに」することを目指すことになる。要するに、学習状況によっては、学習者自身が仮想上の聞き手を生み出し、その「理解」を図る説明活動に頼らざるを得ない場面が想定できるため、本研究ではこれをあえて仮想的説明と呼ぶことにし、学習方略の一つとして検討することにした。

このように仮想的説明を想定すると、この種の自己説明活動では聞き手がいがないために、いかに仮想上の聞き手を設定し学習効果をより高める条件とは何かを追求することが大事になる。つまり、仮想的説明では、説明者が「仮想上の聞き手」の理解度や学習経験などを自由に設定はできるが、それでは、どのような人物を仮想した場合に仮想的説明の効果が高まるのだろうか。しかしながら、これまで仮想上の聞き手の属性について検証した研究は見当たらない。ただ、関連する研究からは示唆が得られる。例えば、鈴木・船生（2002）は、学習者の相互説明時に

おいて対話相手の設定の重要性を示唆し、対話相手となる生徒が「学習文脈を共にしていない他者」を演じることでより深い理解が生じると主張した。さらに、伊藤・垣花（2019）は教材を未学習の聞き手に説明する際に理解を促進することを明らかにしている。これらの結果が示唆することは、異なる文脈に置かれ、知識が乏しいと予想される人物を聞き手として仮想した場合に、仮想的説明の有効性が増すという点である。

そこで、本研究では、大学生の統計学習に対する仮想的説明の効果が仮想上の聞き手が持つ知識量によって変化することを検証するために、以下の3群を設定した実験を行った。第1は説明者よりも統計的な知識が乏しいと考えられる中学生を仮想する群である（中学生仮想群）。本研究において、中学生を「知識の乏しい聞き手」として設定した理由は、高校段階の数学において「統計的な推測」が扱われているため（文部科学省 2018）、高校より以下の段階では本研究で扱う共分散分析とパス・ダイアグラムを含む統計全般に関する「知識が乏しい」とみなせるためである。第2は説明者と同程度の知識レベルだと考えられる大学生を仮想する群である（大学生仮想群）。第3は、仮想せずに自習を行う群である（統制群）。学習効果の促進という観点からすると、中学生仮想群が他の2群よりも学習成績が勝ると予測できる（仮説1）。

また、効果検証にあたっては、用いる課題の種類が大事になると考えられる。これまで学習者による相互説明の効果検証にあたっては、記憶課題と推論課題が用いられることが多かった（例えば、伊藤・垣花 2009; 伊藤・垣花 2019）。前者はテキストに書かれている内容を記憶しそのまま抜き出して再生させる課題であり、後者は学習者の体系的な知識をもとに推論を働かせて解答させる課題である。仮想的説明においては、説明者が仮想上の聞き手の理解レベルを想定することで、その理解レベルに応じた説明活

動が要求されることになると考えられる。この際に、説明者の産出する説明活動のプロセスにおいて説明者はそれまでに得た知識をもとに推論生成を行うことで、知識構築が生じやすくなると考えられる。要するに、仮想上の聞き手に説明することで、推論による知識構築が促され、深い学習につながると予想される。このように考えた上で、仮説1の検証により中学生仮想群で効果が認められると仮定すると、その効果は記憶課題よりも推論課題においてより現れやすと考えられる（仮説2）。

本研究では以上の2つの仮説を検証するため、中学生仮想群、大学生仮想群、統制群の3群を設けて、記憶課題と推論課題の遂行に及ぼす仮想的説明の効果を検証する。

## II 方法

### 1 研究参加者

4年制大学心理学部生71名（平均年齢20.7歳、男性36名、女性35名）の大学生のうち、パス・ダイアグラムと共分散分析についての理解度が低い者が実験に参加した。後述する「手続き」で示すように、彼らに自己評価シートを渡して、「共分散構造分析」と「パス・ダイアグラム」の理解度評定を求めた。つまり、「I共分散構造分析の特徴」、「II共分散構造分析の利点」、「IIIパス・ダイアグラムとは何か」、「IVパス・ダイアグラムの書き方」、「Vパス・ダイアグラムの読み取り方」の理解度について、「まったくわからない」(1)、「あまりわからない」(2)、「少しわかる」(3)、「よくわかる」(4)の4件法で回答させた。全項目のうち、いずれかに「少しわかる」と「よくわかる」と回答した者は除外した。この結果、参加者は66名（平均年齢20.57歳、男性32名、女性34名）となり、71名のうちの93.0%に該当する。ここから共分散構造分析とパス・ダイアグラムに関する理解度の低さが示される。

この66名を研究対象として、統制群（22名）、大学生仮想群（22名）、中学生仮想群（22名）にランダムに振り分けた。各条件群について全項目の理解度評定値（最大22点）の平均値を求め、1要因分散分析をおこなったところ有意差は認められなかったことから（ $F(2, 57) = .48, ns, effect\ size\ f = .13$ ）、統制群、大学生仮想群、中学生仮想群の振り分けの妥当性が示された。Table 1に統制群、大学生仮想群、中学生仮想群における理解度評定値の平均を示す。

Table 1 3群の人数構成と理解度評定における平均値とSD

	中学生仮想群	大学生仮想群	統制群
人数	22名 (男10名, 女12名)	22名 (男10名, 女12名)	22名 (男12名, 女10名)
理解度評定 平均得点	5.3	5.1	5.1
SD	.62	.62	.60

### 2 材料

本研究では、堀内・永田（2019）を踏まえて、心理統計の「共分散構造分析」と「パス・ダイアグラム」を題材として用いた。『心理学・社会科学的研究のための調査系論文の読み方』（浦上・脇田 2008:213-217）を研究者が編集し、「共分散構造分析」と「パス・ダイアグラム」の概念と活用例等を示した教材を作成した（付録1）。

### 3 手続き

実験は1名ずつ実施した。手続きの詳細を以下に示す。(1) 理解度評定と実施説明、(5) テスト実施は3群とも同様の手続きで実施した。

#### (1) 理解度評定と実施説明

まず理解度評定を参加者に実施した。この点は「研究参加者」で先述した通りである。理解度の自己評価が低かった66名が実験に参加した。その後、実施説明として、実験前に参加者のプライバシーの保護、研究中のテスト結果が

大学成績へ一切関与しないことなどの説明と研究の大まかな流れを伝え、参加の承諾を得た。

## (2) 統制群の自習

「これから教材を読んで自由に自習を行ってください。後ほどテストを行います。」と教示し、15分間の自習時間を設けた。自習時は、配布したマーカー、鉛筆、消しゴムを自由に使い、教材への書き込みや白紙のノート用紙の活用も自由とした。

## (3) 中学生仮想群の自習と仮想的説明の実施

統制群と同様にテストを実施すること、Figure 1のように「今から隣に中学生が座っていることを想像してください。その人に対して、あなたが今から学ぶことをすべて説明していただきます。」と説明活動を行うことを伝えた。その後、8分間自習として教材を読み込む時間を設けた。ここでは統制群と同様に配布したマーカー、鉛筆、消しゴムを自由に使い、教材への書き込みや白紙のノート用紙の活用も自由とした状態で自習させた。その後、それぞれの仮想上の聞き手に説明する時間を7分設けた。ここでは「あなたの横、あるいは正面に中学生がいることを想像し、その仮想上の聞き手に先ほど学んだことを口頭で説明してください。」と教示した。あわせて説明が早く終わっても時間いっぱいまで繰り返し仮想的説明を行うこと、メモ用紙に図を書くや教材を指さすなど、説明時には配布した教材やメモ用紙を自由に用いることができると伝えた。

## (4) 大学生仮想群の自習と仮想的説明の実施

学習の流れは中学生仮想群と同じであった。説明活動の実施についてFigure 1のように「今から隣に大学生が座っていることを想像してください。その人に対して、あなたが今から学ぶことをすべて説明していただきます。」と伝え、テストに向けて配布物を自由に用いて8分間自習させた。ただ仮想的説明の教示の際、大学生仮想群は「あなたの横、あるいは正面に大学生

がいることを想像し、その仮想上の聞き手に対して先ほど学んだことを口頭で説明してください。」と伝えた。

## (5) テスト実施

自主学習時間が終了した後、テストを実施した。制限時間は15分としたが、これを越える者はいなかった。テストは、付録1のような記憶課題と推論課題からなる。記憶課題は、選択式記憶課題（4問）と記述式記憶課題（4問）からなる。ここで選択式記憶課題とは本文の記憶によって解くことができる記号選択式の課題であった（2点×4問の8点満点）。また、記述式記憶課題とは本文の記憶に基づいて内容を記述させる課題であった（2点×4問の8点満点）。なお、上記の得点化は伊藤（2020）に基づいて行われた。

また、推論課題は付録2で示すように、図示式推論課題（1問）と記述式推論課題（1問）からなっていた。どちらの推論課題も体系的な知識と推論を必要とする点は同じだが、回答方法が異なっていた。図示式推論課題では文章から読み取った内容を図示によって解答する。図示式推論課題では言語説明された「お金への意識」から「アルバイトの時間」、「アルバイトの時間」から「お金への意識への意識」、「就職への意識」から「アルバイトの時間」、「お金への意識」と「就職への意識」の4つの変数間の関係性について図中に矢印で記すことができればそれぞれ1点とし、4点満点であった。これに対して、記述式推論課題はパス・ダイアグラムを読み取り、読み取ったことを文章として記述して解答する。「味の好み」から「後味がよい」と「飲み飽きない」、「CM評価」から「CMをよく見る」と「CMが面白い」、「味の好み」と「CM評価」から「魅力」、「魅力」から「買いたい」と「飲みたい」、「味の好み」と「CM評価」の図中に矢印で記された9つの関係性をそれぞれ言語的に説明できれば1点とし、9点満点であった。

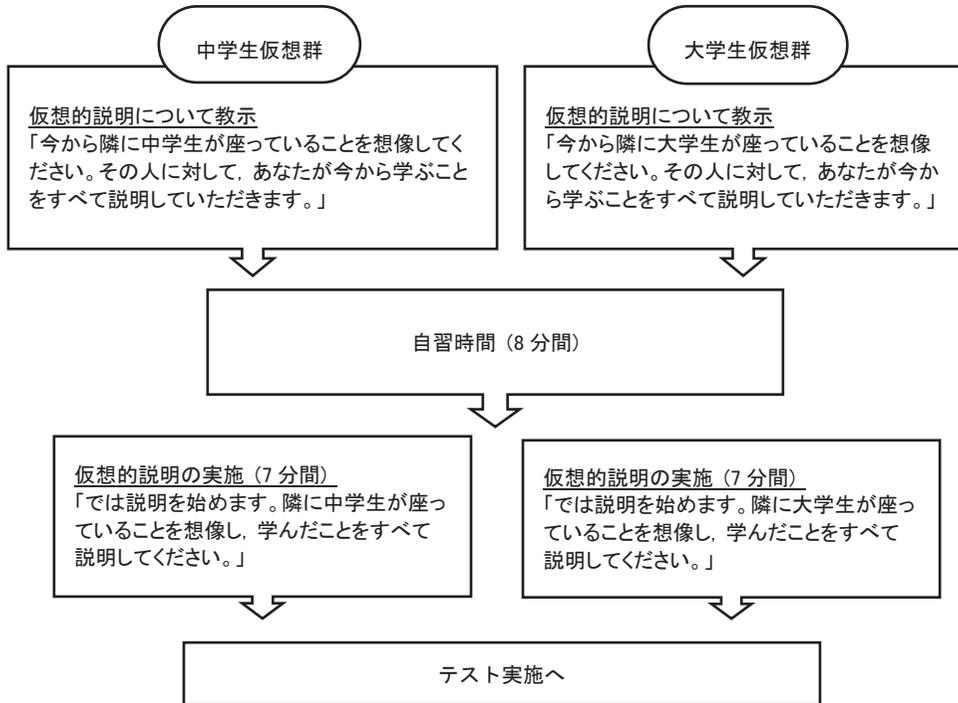


Figure 1 中学生仮想群と大学生仮想群における自習と仮想的説明の実施

### Ⅲ 結果

#### 1 記憶課題への効果

まず、選択式記憶課題の平均得点を求めたところ、統制群では6.9点 ( $SD = .97$ )、大学生仮想群は6.9点 ( $SD = .99$ )、中学生仮想群の7.1点 ( $SD = .93$ )となった。1要因分散分析を行ったところ、有意差は認められなかった ( $F(2, 63) = .23, ns, effect\ size\ f = .09$ )。

次に、同様に記述式記憶課題の平均得点を求めたところ、統制群では6.3点 ( $SD = 2.03$ )、大学生仮想群は7.0点 ( $SD = 1.78$ )、中学生仮想群は7.1点 ( $SD = 1.68$ )となった。1要因分散分析を行ったところ、有意差は認められなかった ( $F(2, 63) = 1.25, ns, effect\ size\ f = .19$ )。

以上より、選択式記憶課題と記述式記憶課題のいずれにおいても、3群間の差は認められず、仮説1は支持されなかった。ただ両課題とも平均値がかなり高くなっており、この点を踏まえ

た検討については「Ⅳ 考察」で改めて行いたい。

#### 2 推論課題への効果

まず、図示式推論課題の平均得点を求めたところ、統制群では3.0点 ( $SD = 1.14$ )、同様に大学生仮想群では3.6点 ( $SD = .57$ )、中学生仮想群では3.8点 ( $SD = .41$ )となった (Figure 2)。1要因分散分析を行ったところ、主効果が有意に認められた ( $F(2, 63) = 5.19, p < .05, effect\ size\ f = .32$ )。Bonferroni法での多重比較 (以降すべて Bonferroni法を用いて有意水準を5%に設定)を行ったところ、統制群と中学生仮想群、統制群と大学生仮想群の間に有意差が認められた。図示式推論課題では中学生仮想群と大学生仮想群がそれぞれ統制群よりも有意に高い成績を残すことが示された。しかし、中学生仮想群と大学生仮想群間に有意な得点差がみられなかったことから、図式的推論課題において仮説1は支持されなかった。

次に、同様に記述式推論課題の平均得点を求めたところ、統制群では3.6点 ( $SD = 1.78$ )、大学生仮想群では4.5点 ( $SD = 2.31$ )、中学生仮想群では7.2点 ( $SD = 1.37$ )となった (Figure 3)。1要因分散分析を行ったところ、主効果が有意に認められた ( $F(2, 63) = 20.49, p < .05, \text{effect size } f = .80$ )。多重比較を行ったところ、統制群と中学生仮想群の間と、大学生仮想群と中学生仮想群との間に、有意差が認められた。本研究では、すでに中学生仮想群が他の2群よりも学習成績が勝るだろうとする仮説2を示してきたが、これらの結果より、記述式推論課題においては仮説1が支持された。

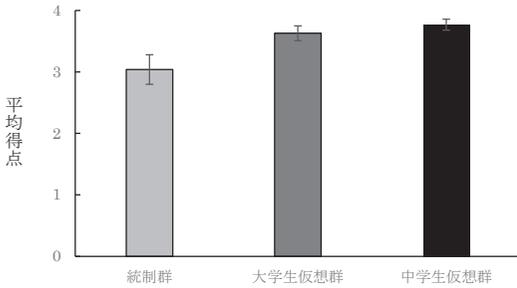


Figure 2 各群の図式推論課題の平均得点と標準誤差

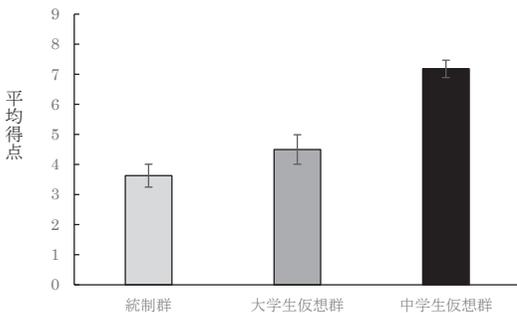


Figure 3 各群の記述式推論課題の平均得点と標準誤差

#### IV 考察

##### 1 仮想的説明がもたらす学習効果とその促進

本研究では仮想上の聞き手の理解を図る自己

説明をあえて仮想的説明として取り上げて、その効果をいかに促進するかを検討してきた。この学習効果の促進に向けては、説明者が自身よりも知識が乏しいと考えられる中学生を聞き手として仮想することで、仮想的説明がより高まると考えた (仮説1)。また、中学生仮想群で効果が認められた場合は、その効果は推論生成に基づくため記憶課題よりも推論課題においてより現れやすくなると考えた (仮説2)。これら2つの仮説について、本研究で得られた知見と対応させて検討したい。

第1に仮説1についてである。本研究では推論課題において3群の主効果が有意に認められたが、図式的推論課題と記述式推論課題では効果の出方が異なり、中学生仮想群が他の2群よりも成績が勝ったのは記述式推論課題においてであった。ここから、共分散構造分析やパス・ダイアグラムを含む統計全般について知識が乏しいと予想される中学生を説明者が仮想した場合、大学生を仮想した場合と比較して記述的推論課題への効果がより認められることが明らかになった。課題差についての考察は以下に譲るが、説明者よりも統計的な知識が乏しいと予想される中学生を仮想した場合に仮想的説明の効果が促進できる点を示されたと言える。

第2に仮説2についてである。本研究では記憶課題においては3群の主効果が有意に認められず、推論課題において3群の主効果が有意に認められた結果とは対照的であった。記憶課題には記述式記憶課題と選択的記憶課題の2種が設定されたが、すでに結果で示した通り、どちらにも3群の主効果が認められなかった。この結果に関しては、2種類の記憶課題においてどの群の平均値も非常に高かったことから天井効果の観点から解釈できる可能性を残している。しかし、推論課題で3群の主効果が認められ、特に記述式推論課題で中学生仮想群が他の2群よりも成績が勝ったという点に焦点化して考察

を進めたい。記述式推論課題と図示式推論課題ではどちらも体系的な知識に基づく推論を必要とする点は同じだが、事前に学んだパス・ダイアグラムの書き方を思い出し、照らし合わせて問題のパス・ダイアグラムを読み取るという推論への負担が大きい課題になっていた。このように推論への負担が高い課題で仮想的説明の効果が促進すると解釈することは可能であろう。また推論への負担という点から記憶課題で効果が出なかったという点も一定の解釈が可能となる。

深谷 (2011) が総括するように、推論を生成する自己説明を行うことが知識構築活動 (Roscoe & Chi 2007) を促進し、理解深化や理解状況のモニタリングを促し、高い学習効果を得られる有用な学習方略と考えられている。本研究の結果では推論への負担が大きい課題において効果が得られたことから、学習内容について知識を充分得ていない聞き手を仮想した場合には、説明者と同程度の知識を持つ聞き手を仮想した場合に比べて、前者の方がより推論生成を伴う知識構築的な説明がなされやすく、学習効果を促進することができるかと予想される。またこの解釈をとれば、推論の負担の低い記憶課題や図示的推論課題で仮想的説明の効果が生じにくいという知見も整合的な考察が可能になると考えられる。

## 2 本研究から得られた知見に基づく統計授業への示唆

検証の結果、中学生のように学習内容について知識を充分得ていない聞き手を仮想する形で仮想的説明を統計学習に取り入れることは、自主学習とほぼ同じ時間で、効果的な学習が実現できることが示された。記述式推論課題において理解が促進されたことから、仮想的説明は単純に学んだことを記憶する場面よりも、推論が必要となるような出題形式の課題で効果的であ

ることがわかった。学んだ統計知識を卒業論文など実際の学習場面で生かすためには、単純な数式や作業的な手順の暗記にとどまらず、推論を用いて深く考える学習方略が求められる。こうしたニーズに対して、中学生のように十分な統計知識を持たない聞き手を想定する仮想的説明は推論を促すという点で有効であると考えられる。この方法を取り入れることで、授業で学んだ統計知識を卒論作成等の実践場面に応用するための足掛かりになると考えられる。

一方で、仮想的説明はあくまでも学習方略の一つであると考えられるから、学習者の主体的な態度が不可欠であることを付記しておきたい。確かに、村井・山田・杉澤 (2009) が言うように、大学生が心理統計の授業に対して双方向型のユーザーフレンドリーな形式を求めているという点は傾聴すべきだが、心理統計の学習を進めるには大学生の主体的な学習は不可欠である。大学生が自主学習において効果的に学習を進めるためには、仮想的説明を学習方略として実際に使うことが有効だと示された点は意義深い。この意味では、ただやみくもに仮想的説明を使うのではなく、その有効性を知り、その有効性をより拡大させるような自立的な学習者としての態度が期待されることになる。

## 3 今後の課題

第1に、仮想上の聞き手の知識レベルの統制についてである。今回の実験では、「共分散構造分析」や「パス・ダイアグラム」を題材に用いた。これらの題材について既に学んでいる中学生はほほいまいであろうから、中学生を仮想上の聞き手に選んだ点に妥当性はあるといえる。一方で、冒頭で述べたように心理学を学ぶ文科系学部の大学生はそもそも心理統計に苦手意識を持っているとするならば、実は彼らに相応の知識レベルがあるのだと想定することには無理があるという批判もまた生じうる。本研究では、

いかに仮想上の聞き手を設定し学習効果を促進させるかについて検討してきたが、仮想上の聞き手における知識レベルの設定についてはより精緻な設定が必要であると言える。これは今後の課題としたい。

第2に、仮想上の中学生に対する説明者の認識の統制についてである。説明者は自らの学習経験の違いによって、中学生について認識を構築しているが、それらは一様ではないと考えられる。例えば、本研究では中学生を学習内容の知識が乏しい者とみなした。その結果、中学生を仮想した場合に学習効果の促進が図れたわけだが、中学生に対する認識が説明者によって同じで無い可能性がある。この問題に対処するために、後続の研究では、説明者が仮想する際に中学生の人物設定を明確化できる教示が必要だと考えられる。こうすることで、仮想上の中学生について説明者が抱く認識の偏りは軽減できると考えられる。また、本研究では統計学に関する知識を全般的に欠如した人物として中学生を設定したわけだが、その欠如には上述の知識レベルの設定問題とも重なり、様々な設定がありうる。例えば、共分散構造分析の知識だけを欠いた設定やパス・ダイアグラムの知識だけを欠いた設定等である。欠如の設定が学習効果に及ぼす検討は今後の重要課題である。

第3に、評価方法についてである。本研究の枠組みでは、統制群に割り振られた参加者が、自発的に仮想的説明を行っていないと想定された。統制群も仮想的説明を行っていた可能性は拭えないが、本研究の枠組みではこの点を示すことはできない。例えば、プロトコル分析を実施し、課題の難易度についても検討しながら、統制群の大学生が教材を学習する際に自発的に用いた発話の分析を通じて、学習方略の中身を質的に分析する必要がある。これは今後の重要な課題である。他方で量的分析についても課題を残しており、本研究では記憶課題で参加者

のテスト得点がかかなり高くなっており、天井効果を疑われる余地を残しているため、テスト項目を増やすことを今後の課題としたい。加えて、直後再生課題ばかりでなく遅延再生課題を設定することで学習効果の持続性を量的に捉えることもできると思われる。併せて今後の課題としたい。

本研究には以上のような課題が残されてはいない。それらを改善した後続の研究を行い、仮想的説明の効果メカニズムを解明するための詳細な分析を続ける必要がある。この一方で、本研究を通じて述べてきたように、統計学習にまず多く多くの大学生が常時、主体的に学習方略を使っているわけではなく、まして彼らが仮想的説明を使い続けているとは考え難い。となれば、本研究で示された結果に基づき、彼らに対して仮想的説明を促すような授業が構想されてもよいだろう。本研究がそのための基礎資料になることは確かである。

## 引用文献

- 秋澤武志 (2018) 数学的な思考力・表現力の向上につながる振り返りに重点を置いた授業づくり—生徒が主体的・対話的に学ぶ授業を目指して—。神奈川県立総合教育センター長期研究員研究報告, 16, 37-42.
- Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2004). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*. Dordrecht: Springer.
- Chi, M. T., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989) Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13 (2), 145-182.
- Chi, M. T., De Leeuw, N., Chiu, M. H., & LaVancher, C. (1994) Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science*, 18 (3), 439-477.
- 海老澤成享・菅野宏 (1999) 大学における文系学生への情報基礎教育に関する一考察 (その3)。東京家政学院筑波女子大学紀要, 3, 103-109.
- 深谷達史 (2011) 学習内容の説明が文章表象とモニタ

- リングに及ぼす影響. 心理学評論, 54 (2), 179-196.
- 堀内正彦・永田陽子 (2019) 心理統計学の理解度把握のための予備的調査. 日本心理学会 大会発表論文集, 83, 890.
- 市川伸一 (1989) 認知カウンセリングの構想と展開. 心理学評論, 32, 421-437.
- 市川伸一 (1993) 学習を支える認知カウンセリング—心理学と教育の新たな接点. プレーン出版.
- 市川伸一 (2004) 学ぶ意欲とスキルを育てる—いま求められる学力向上策—. 小学館.
- 市川伸一 (2014) 学力と学習支援の心理学. 放送大学教育振興会.
- 伊藤貴昭 (2010) 学習方略としての言語化が知識獲得に与える効果. 慶應義塾大学博士 (教育学) 学位授与論文 甲第 3227 号.
- 伊藤貴昭 (2019) 自己説明の力 山本博樹 (編) (2019) 教師のための説明実践の心理学 ナカニシヤ出版 121 - 130.
- 伊藤貴昭・垣花真一郎 (2009). 説明はなぜ話者自身の理解を促すか—聞き手の有無が与える影響—. 教育心理学研究, 57 (1), 86-98.
- 伊藤貴昭・垣花真一郎 (2019) 説明状況の違いが説明者自身の理解促進効果に与える影響. 教育心理学研究, 67 (2), 132-141.
- 文部科学省 (2018) 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説数学編 理数編. 104-110.
- 村井潤一郎・山田剛史・杉澤武俊 (2008) 心理統計に関する意識調査. 日本心理学会大会発表論文集, 72, 1336.
- 村井潤一郎・山田剛史・杉澤武俊 (2009) 心理統計教育に関する教員・学生の意識調査. 日本教育工学論文誌, 33, 9-12.
- Nokes, T. J., Hausmann, R. G., VanLehn, K., & Gershman, S. (2011) Testing the instructional fit hypothesis: The case of self-explanation prompts. *Instructional Science*, 39 (5), 645-666.
- 大橋恵 (2009) 文系学生の心理統計の授業理解に影響を与える要因についての予備的研究. 東京未来大学研究紀要, 2, 61-66.
- Roscoe, R.D., & Chi, M. T. H. (2007) Understanding tutor learning, Knowledge-building and knowledge-telling in peer tutors' explanations and questions. *Review of Educational Research*, 77, 534-574.
- 鈴木栄幸・船生日出男 (2002) 学習者間対話の支援をととした創発的学習領域の構成. 科学教育研究, 26 (1), 42-55.
- 高野陽太郎・岡 隆 (2004) 心理学研究法：心を見つめる科学のまなざし. 有斐閣アルマ.
- 浦上昌憲・脇田貴文 (2008) 心理学・社会科学研究のための調査系論文の読み方. 東京図書.
- 山本博樹・深谷達史・高垣マユミ・比留間太白・小野瀬雅人 (2020) 説明実践に教育心理学は貢献してきたのか? —説明研究からみた現状と課題— 教育心理学年報, 59, 209-230.

(受稿日: 2020. 12. 1)

(受理日: 2023. 2. 14)

付録

付録1 実験で使った学習教材

共分散構造分析とパス・ダイアグラム

①共分散構造分析の利点

共分散構造分析では、因子分析、分散分析、相関係数、偏相関係数、重回帰分析、パス解析等の分析ができる。また、潜在変数をそのまま扱えることもこの分析の特徴である。このほかにも、研究者の持っている要因間の関連性のイメージ（モデル）と実際のデータの適合性を評価することができる点、各数値に含まれる誤差を、その得点から区別して扱える点などのメリットがある。

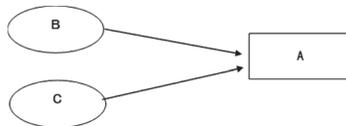
②パス・ダイアグラム

共分散構造分析の1つの特徴として、モデルや結果をパス・ダイアグラムで表現するという点がある。これは各種の変数を矢印でつないだものとして表現される。変数の種類、関係の種類によって書き方がおおむね決まっている。

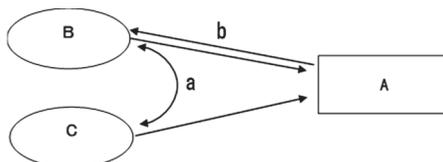
まず変数について、大きく分けて観測変数、潜在変数、誤差変数の3種類が描かれる。観測変数とは、直接観測された変数のことを指す。潜在変数とは直接には測定されていないけれどもそれが存在するだろうと仮定された構成概念を示す変数である。誤差変数は省略されることがあるため今回はこの2つの変数の示し方を学ぶ。

まず観測変数は四角で囲まれ、潜在変数は円で囲まれる。次に、関係について、矢印を用いて関係性を示す。矢印でつなぐということは因果関係をはっきりさせることになる。また両端に矢印のついた線でつなぐこともあり、これは共変関係（相関関係）を意味する。変数間の関係については、これら2つのどちらかで描かれる。

EX: A（観測可能な事象＝観測変数）に影響を与える要因として、BとCという意識（観測不可能＝潜在変数）があることを表現する。BとCがAの原因であるという因果関係を明示する。



各潜在変数B、Cが独立したものではなく、相互に何らかの関係性がある、すなわち共変関係にあることを表現する (a)。また、AはBに影響を与える（AとBは相互に影響を与え合う＝双方向の因果関係）ことを表現する (b)。



※共変関係は変化の原因（因果）をお互いに求めない関係であり、因果関係とは区別される。

## 付録2 実験で用いた選択式記憶課題と記述式記憶課題

以下のかっこ内に適切な語句を選択・記述しなさい。

- ① 共分散構造分析の特徴のひとつは、因子分析などでは難しい（ ）を直接扱える点にある。  
 A 観測変数    B 独立変数    C 顕在変数    D 潜在変数
- ② 共分散構造分析では、研究者の持っている（ ① ）の関連性のイメージ（モデル）と実際のデータの（ ② ）を評価することができる。  
 ① A 要因間    B 参加者間    C 結果間    D 参加者内  
 ② A 対象性    B 妥当性    C 適合性    D 集合性
- ③ 共分散構造分析の1つの特徴として、モデルや結果を（ パス・ダイアグラム ）で表現するという点がある。
- ④ ③では、おおきく（ ）の変数が描かれる。  
 A 2つ    B 3つ    C 4つ    D 5つ
- ⑤ 共分散構造分析の③において、（ 観測変数 ）は四角で囲まれ、（ 潜在変数 ）は円で囲まれる。
- ⑥ 変数間で互いに因果は求めないが、相互に何らかの関連性があることを（ 共変関係 ）という。

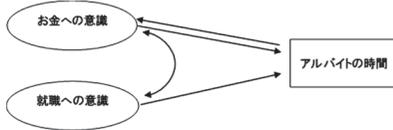
※①から⑥の正答には下線を引いて表示している。なお、④の回答について教材では「3種類」と記述があったが、今回の分析ではBを正答として扱った。

付録3 実験で用いた図式推論課題と記述式推論課題

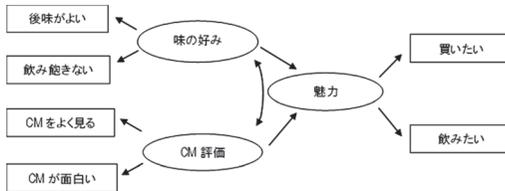
7 文章を読んで、8 を作成しなさい。（図式推論課題）

大学生のアルバイト時間に影響を与える要因として、お金が欲しいという意識と、アルバイトは就職に向けての良い経験になるという意識がある。また、お金のため、就職のためという2つの変数は独立したものではなく、相互になんらかの関連性があると考えられる。さらに、お金に対する意識とアルバイトの時間は双方向の因果関係にある。

回答



8 ダイエット飲料への評価について調査を行った。質問紙調査では①後味、②飲みやすさ、③CMを見る頻度、④CMのわかりやすさ、⑤飲料を買いたい、⑥飲料を飲みたいかをたずねた。以下の図を見て、読み取れることを記しなさい。（記述式推論課題）



回答

買いたい、飲みたいという回答には魅力という潜在変数が影響を与えている。また、味の好み、CM への評価が魅力に関係している。それらを説明するものとして味の好みについては「後味がよい」「飲み飽きない」という回答、CM 評価については「CM をよくみる」「CM が面白い」といった項目が挙げられる。また、味の好みとCM 評価については共変関係がみられた。

謝辞

本実践研究にご参加いただいた多くの方々に心より感謝申し上げます。また研究の計画・実践にあたって広島大学深谷達史先生にご指導いただきました。記して御礼申し上げます。

## Practical Research

# Effectiveness of College Students Giving Virtual Explanations as a Method of Learning Statistics: Enhanced Effect when Imagining an Audience of Junior High School Students

YAMAUCHI Miku, YAMAMOTO Hiroki and TSUCHIDA Noriaki

(Graduate School of Human Science, Ritsumeikan University)

---

Difficulty in learning statistics can pose a major problem to several students, including students of psychology. In an experiment to explore new approaches for helping undergraduate students of psychology who struggle with learning statistics, the students were asked to explain statistics concepts to an imagined virtual audience. As one of the experiment conditions, some participants imagined giving the explanation to junior high school students, who would be perceived as having less knowledge. The participants were divided into three groups: the first group imagined their listeners were junior high school students, the second group imagined their listeners were university students, and the third group engaged in free learning. The participants learned about and explained covariance structure analysis and path diagrams for equal durations. Subsequently, they underwent a postexperiment test; the results were analyzed using one-way analysis of variance, and Bonferroni's method was used for multiple comparisons. The first group scored significantly higher on the inference task compared with the other two groups, whereas there was no difference between the groups in the memorization task. This suggests that the learning effect of giving a virtual explanation is enhanced when students imagine having an audience that is less knowledgeable. In addition, the presence of the learning effect in the inference task demonstrates that the method of giving a virtual explanation can be useful for deep learning using inferences.

**Key Words** : virtual explanation, learning support, inference, virtual listeners, statistics learning  
*RITSUMEIKAN JOURNAL OF HUMAN SCIENCES, No.45, 65-78, 2023.*

---