

法則学習における「検証」法の効果²

——帰納・演繹法批判——

麻 柄 啓 一¹

EFFECTS OF "CORROBORATION" IN RULE LEARNING

—— Criticism on Inductive and Deductive Method ——

Keiichi MAGARA

Although it is generally accepted that human reasoning can be described as either inductive or deductive processes, this study proposes a new method of rule learning based on Popper's idea of "corroboration" as human reasoning process. "Corroboration" is defined as an application of a hypothesis (rule), which was induced from a few examples, to new examples in order to confirm the validity of the hypothesis. In two experiments, 170 undergraduates read one of three materials describing an unfamiliar mathematical rule and its examples. Each material embodied one of three processes i.e., inductive, deductive, or "corroborative" processes. In the results, those who read the "corroborative" material were better than others in three aspects: (1) They had more confidence that the rule was correct. (2) Their motivation for the application of the rule to other examples was well satisfied. (3) They could recall the rule better even a week later.

Key words: corroboration, induction, deduction, rule learning.

問題と目的

推理過程を心理学的に扱う場合、「帰納」「演繹」という論理学の用語を使ってそのプロセスが記述されることが多い。また、論理的な妥当性は保証されないが、「類推」のプロセスも心理学的な研究テーマとして扱われている。ここには、人間の推理過程は帰納、演繹、類推という概念でとらえられるという一般的な考えが反映していると考えることができる。けれども本研究で問題にしたいのは、学校教育で教授＝学習のプロセスとして帰納や演繹が用いられる場合、それらは人間の知的探究のプロセスとはかなりかけ離れたものになっているのではないかという点である。この点を

データに基づいて明らかにしたい。そして人間の知的探究に合致したプロセスを概念化して、帰納や演繹のプロセスで学習した場合との違いを示すのが本研究全体を通じての目的となる。

定義を確認したい。寺岡(1991)は、帰納推理とは「個別的知識から一般的知識を導く」ことであり、演繹推理とは「一般的知識を個別的に適用することによって新しい知識を得る」ことと定義する。しかしさらに「帰納・演繹」という用語は論理学からの借用であり、実際の人間の推理過程を分析する場合、どのような推理を用いたかをつねに明確に分離できるわけではない」と注意を促している。Holland, Holyoak, Nisbett & Thagard (1986, 市川ほか訳 1991) では、帰納とは「不確実な状況において、知識を拡張する推理過程のすべてを含む」と述べられる。これは従来の使い方からすると広げすぎた定義であり、実際この著書ではアナロ

¹ 千葉大学 (Chiba University)

² 本論文を執筆するにあたり千葉大学の三浦香苗氏、仲真紀子氏から助言を受けました。感謝申し上げます。

ジー(類推)なども検討の対象となっている。しかし類推は事例間の推理であるので、従来の帰納といっしょにすることはここでは避けたい。本研究では帰納、演繹という用語が論理学からの借用であることを念頭においた上で、先の寺岡に示された従来の定義に従う。

帰納、演繹という論理学の考え方は、教育工学的な研究に影響を与えてきた。Evans, Homme & Glaser (1962)は、プログラム学習の技法の1つとして「ルレグ(ruleg)法」を提案した。これは学習内容を一般的な原則(rule...ruと略記)とその適用例(example...egと略記)に分類する。その上で教授=学習場面では、最初にruを提示して、次いでそのegを、その後不完全なegを提示して学習者に完成させるという配列をとる。またこれとは逆に、提示されたいくつかのegから学習者がruを導き出す配列は「エグルル(egrul)法」と名づけられた。ruleg法の、「ru→eg」という配列の部分にわれわれは演繹のプロセスを見て取ることができるし、egrul法の配列には帰納のプロセスを見て取ることができる。

Evansらの考え方は、プログラム学習のフレームの構成方法という文脈を越えて影響力を持った。たとえば西谷(1971,1972)はruleg法とegrul法を用いて中学3年生に一斉授業で集合代数と記号論理を教える試みを行った。一方の学級では概念規定や法則の定式化をした後で実例をあげて説明するruleg法で、もう一方の学級ではこれとは逆に、例題を先にやってから概念規定や法則の定式化が行われるegrul法で授業が行われて、その効果が比較検討された。Evansらの考え方が数学の一斉授業に取り入れられた例である。

森正・浜田・三宅(1986)は法則学習における説明的方法と発見的方法の効果の比較検討を行うにあたり、過去の諸研究を批判した。それは〈説明法 vs. 発見法〉という次元と、〈演繹的学習順序 vs. 帰納的学習順序〉という次元が混同されているという批判であった。法則の発見には例の吟味を先行させる必要があるので、発見法に帰納的順序が結び付きやすいことは否めないとしながらも、森正らは両者はあくまでも別の次元であると強調した。彼らは2つの次元を分離した上で教授実験を試みた。ここでもわれわれは帰納と演繹が教授・学習上のひとつの変数として広く認められているのを見て取ることができる。

それでは帰納や演繹は本当にわれわれ人間の知的探究のプロセスに合致した学習方法なのであろうか。本研究で問題にしたいのはここである。ひとつの示唆を与えてくれるのは高橋・細谷(1974)である。そこでは

民間教育研究団体(極地方式研究会)の授業原理について次のように述べられている。「少数の『事例』を(過度に)一般化させることによって『法則—したがって初めは仮説』を導き出させて、そこから今度は演繹的に『事例』を予測させて、新『事実』の発見を通して『仮説』を『法則』へと高めていく」(69ページ)。そしてこのような教え方は「帰納主義」でもなければ、同時に「演繹主義」でもない」とされる。

ここで述べられているプロセスを筆者なりにFIGURE 1の③に図示し、①帰納や②演繹の場合と比較してみる。FIGURE 1の③では「事例(eg)」と「法則(ru)」が交互に位置しており、「法則」を表わす「ru」の文字がしだいに大きく書かれている。これは、別の事例に即してその法則があてはまることを確認したことによって、その都度、その法則に対する確信の度合いが大きくなっていくことを示している。この場合、最初のegからruを導き出すプロセスは帰納にあたるし、ruを他のegに適用していくプロセスが演繹にあたる。そして適用した結果その法則があてはまることが確認できるとegの数が増えるのでruに対する確信の度合いが少し高くなる。この部分は「eg+eg+...→ru」と書き表わすことができるので帰納にあたる。そのruはさらに別のegに適用される(演繹)…。このサイクルが繰り返される。つまり③の場合は帰納と演繹の双方が関与しているプロセスとなる。

① 帰納プロセス	eg → eg → eg → eg...eg → ru
② 演繹プロセス	ru → eg → eg → eg → eg → eg
③ 「検証」プロセス	eg → ru → eg → ru → eg → ru → eg

FIGURE 1 3種類のプロセス

このようなプロセスは心理学ではなじみのないものではない。概念達成の実験事態(その中でも最も単純な事態)を考えてみる。被験者は正事例だと知らされた少数の事例から仮説を作る。この部分は帰納のプロセスである。そしてその仮説を後続の事例に適用して正事例か負事例かを予測する。この部分は演繹のプロセスである。そして仮説が支持される回数がふえるにしたがって、仮説に対する確信の度合いは高くなる。この部分は帰納のプロセスと言え。FIGURE 1の③に示されているのはまさにこういう事態である。

このプロセスと比較してみるとFIGURE 1の①帰納や②演繹のプロセスが人間の推理プロセスとしては不自然であることがはっきりしてくる。帰納の不自然さは次の2点である。まず第1に、個々の事例に遭遇し

ているときに生じるであろう一般的な法則への予感（もしかするとこういうルールが成り立つかもしれない）が全く考慮されていない点である。第2に、一般的なルールにまとめあげたところで学習が終っている点である。つまり個々の事例に対してルールを適用してみるという観点がここでは欠落している。他方、演繹の不自然さは、いきなり一般的なルールが持ち出されている点である。

けれども学校教育や教育工学的な研究では帰納や演繹という形式的な課題配列が用いられることが多いのである。ここでFIGURE 1の③のプロセスを概念化する必要があるのだが、心理学では適切な用語がない（このこと自体このようなプロセスが注目されなかった傍証と言えそうである）。そこで本研究では哲学者 Popper, K. (1972, 森訳 1974) の「検証 (corroboration)」という概念を用いてこのプロセスを表わすことにする。Popper は、科学はもろもろの経験的事実の観察と収集から出発しそれを帰納的に一般化して法則や理論に到達するという考えを批判した。科学のプロセスで大切なのは、何らかの方法で法則（らしきもの）を得たら、その法則を導き出すきっかけとなった事実とは異なる事実はその法則を適用して、その是非をテストする点にあるというのが Popper の考えである。その結果法則が否定されることもあるし、また当面支持されることもある。これを Popper は「検証」と名づけた。帰納のプロセスによってではなくて、法則を導いたのとは異なる事実を支えられることによって、法則（らしきもの）の確からしさが増していくと考える点で、FIGURE 1の③のプロセスときわめて類似した考え方である。

以下では、学習者の中で生じるこのようなプロセスを「検証」プロセス」と定義する。そしてそのようなプロセスを生み出すための課題配列、すなわち、少数の事実から（まだ不確かであるにもかかわらず）一般的な法則を導き出し、その後それを別の事例に適用させていくという学習方法を「検証」法」と定義することにする。

本研究では法則を学習する際に、帰納法、演繹法、「検証」法による違いが、学習者の内部にどのような意識の違いを生み出しているかを検討する。以下の2つを重要な指標と考えた。ひとつは「ルールを正しいと思う確率」であり、もう1つは「他の事例で確かめてみたいと思う程度」である。以下では前者を「(ルールへの)信頼度」、後者を「確かめ要求度」と名づける。本研究ではこれらを指標として用いて、「検証」法による学習は他の方法に比べて、より自然な（好ましい）人間の推理（知的探究）プロセスを生み出すであろうという

仮説を検証したい。この点が明らかになれば、現実の学校教育に対して1つの提言を行うことができるであろう。

実験 1

目的

帰納法と「検証」法で「信頼度」と「確かめ要求度」がどう異なるかを検討する。森正ら (1986) の指摘にしたがって〈説明法 vs. 発見法〉という次元との混同を避けるため、以下では「説明法」の事態を設定する。「発見法」の場合は個人の気づきやすさが異なり、条件の統制が難しいことによる。なお被験者の何らかの適性と関連を持つことを予想して、実験1では「推理小説の好み」との関連を補足的に検討する。推理過程への好みの程度がここにある程度反映すると考えたことによる。

方法

被験者は国立A大学教育学部の2年生70人。実験は集団で実施された(1993年6月)。2種類の小冊子をランダムに配布することで帰納群(36人)と「検証」群(34人)が設定された。被験者は小冊子の指示にしたがって自分のペースで読み進んだ。小冊子の表紙に氏名の記入を求め、「推理小説が好きか(好き、きらい、どちらでもない)」という項目への回答を求めた。

取り上げられた内容は「一の位が5の二桁の数字を二乗する簡便なルール」である。事例とルールの提示の仕方において帰納群と「検証」群は異なる。その概略をTABLE 1に示す。帰納群では4事例が同時に提示されそこからルールが抽出される。「検証」群では1事例のみからルールが抽出されその後別の3事例に(ひとつずつ)適用される。前述の定義に従った課題配列となっている。両群の小冊子の概要をTABLE 2, TABLE 3

TABLE 1 帰納群と「検証」群の活動内容

帰納群	「検証」群
I. 4事例を提示する	I. ひとつの事例を提示してそこからルールを抽出する
II. ルールを抽出する	II. 別の例に適用して確認(計3回)
質問1. 信頼度	質問1. 信頼度(1回目)
質問2. 確かめ要求度	質問2. 確かめ要求度(1回目)
質問3. 面白さ①(ここまでの面白さ)	質問3.5.7. 信頼度(2~4回目)
III. ルールを数学的に説明(証明)する	質問4.6.8. 確かめ要求度(同上)
質問4. 知りたさ(説明を読む前に)	質問9. 面白さ①(ここまでの面白さ)
質問5. 面白さ②(読後に証明に関して)	III. ルールを数学的説明(証明)する
	質問10. 知りたさ(同左)
	質問11. 面白さ②(同左)

に示す。いずれの冊子でも登場人物B君のせりふを通してルールが被験者に説明される形式になっている。両方の冊子で用いられている事例数は4個であり統制されている。被験者はこの冊子を自分のペースで読み進み、途中で「信頼度」と「確かめ要求度」等の評定を行った。なおこのルールを既に知っていた者を実験後に調べ被験者数から除いた(その人数は6人であった。上述の被験者数はこれを除いた人数である)。

TABLE 2 帰納群の内容の概略

【1ページ】 A君が言った。「一の位が5の二けたの数字を二乗する計算が私はアッという間にできる」。B君は次のような問題を出した。[$65^2 = 35^2 = 85^2 = 15^2 =$?] A君はすぐに答を書き込んだ。[$65^2 = 4225$, $35^2 = 1225$, $85^2 = 7225$, $15^2 = 225$] B君は実際に計算してみた。B君に代わって計算して下さい。(注. 計算のスペースあり)なるほどA君の答は正しい。

【2ページ】 B君は結果を見ながら考えた。(4つの計算結果を再提示)「簡単な方法があるのかもしれない。最後の25はわかる。一の位の5を二乗したから25だ。その前の数字はどうしてでてくるのかな?」。B君はもとの数の十の位の数字だけを並べて書いた。次にその横に、それより1だけ大きい数字を並べて書いてみた。[6, 7 : 3, 4 : 8, 9 : 1, 2] (実際は4組縦並び)「二つの数字をかけたらどうだろう」[$6 \times 7 = 42 \rightarrow 65^2 = 4225$] (他の3組も同様に示す)「ピッタリあう! こうやると百と千の位の数字が出てくる。一般化するとこうなる。①十の位の数とそれより1だけ大きい数をかけて答を書く。②そのあとに25を書き加える。こういうルールで答が出せるのかもしれない」

【3ページ】 <質問1, 信頼度評定> B君が考えたルールが正しいと思う確率をひとつ選んで○をつけてください。(0%から100%まで10%きざみで提示) <質問2, 確かめ要求度評定> あなたは、他の数字(一の位が5の二桁の数字)の場合も、B君が考えたルールで正しい答えを出せるかどうか確かめてみたいですか。ひとつ選んで○をつけてください。(0.全然確かめてみたくない~6.非常に確かめてみたい, の7段階で質問した) <質問3, 面白さ評定①> (ここまでの小冊子の面白さの程度を0.非常につまらない~6.非常に面白い, の7段階で質問した)

【4ページ】 B君はもし自分のルールが正しいとしたら、そのわけを数学的に説明できるはずだと考えた。B君は数学的な説明を試みることにした。 <質問4, 知りたき評定> (この説明の知りたきの程度を, 0.全然知りたくない~6.非常に知りたい, の7段階で質問した)

【5ページ-B君の数学的説明】「一の位が5の二けたの数字」は「 $10a+5$ 」と表示できる。その数を二乗すると、 $(10a+5)^2 = 100a^2 + 100a + 25 = 100a(a+1) + 25$ 下線部に注目してみる。これは十の位の数と、それより1だけ大きい数をかけていることを示している。それを100倍して、25を加えるのだから、先のルールは数学的に正しかったのだ。 <質問5, 面白さ評定②> (この数学的説明の部分の面白さの程度を, 0.非常につまらない~6.非常に面白い, の7段階で質問した)

TABLE 3 「検証」群の内容の概略

【1ページ】 A君が言った。「一の位が5の二けたの数字を二乗する計算が私はアッという間にできる」。B君は「 65^2 は?」と問題を出した。A君はすぐに答えた。「4225」。B君は実際に計算してみた。B君に代わって計算してください。(注. 計算のスペースあり)なるほどA君の答は正しい。

【2ページ】 B君は「 $65^2 = 4225$ 」を見ながら答えた。「何か簡単な方法があるのかもしれない。最後の25はわかる。一の位の5を二乗したから25なのだ。その前の42はどうしてでてくるのだろうか? もしかしたらこうかな…。65は十の位が6だ。6と、それより1大きい数字の7をかける。そうすると $6 \times 7 = 42$ になる。一般化するとこうなる。①十の位の数と、それより1だけ大きい数をかけて答を書く。②そのあとに25を書き加える。こういうルールで答が出せるのかもしれないなあ」

<質問1, 信頼度評定> <質問2, 確かめ要求度評定>

【3ページ】 B君は考えた。もしこの方法が正しいとしたら別の場合にもつかえるはずだ。B君は先のルールを使って 35^2 の答を出してみた。① $3 \times 4 = 12$ だ。②そのあとに25を書くと1225だ。B君は実際に計算してみた。B君の代わりに計算してください。(計算スペースあり) また答はピッタリあいました。

<質問3, 信頼度評定> <質問4, 確かめ要求度評定>

【4ページ】 B君はさらに別の問題を試みた。(85²で3ページのプロセスと全く同様に行う)

<質問5, 信頼度評定> <質問6, 確かめ要求度評定>

【5ページ】 B君はさらに試みた。(15²で同様に行う)

<質問7, 信頼度評定>

<質問8, 確かめ要求度評定>

【6ページ】 <質問9, おもしろさ評定①> (ここまでの小冊子の内容の面白さの評定)

【7ページ】 帰納群4ページと同一。 <質問10, 知りたき評定>

【8ページ】 帰納群5ページと同一。 <質問11, 面白さ評定②>

結果と考察

ルールを正しいと思う確率(信頼度評定)の平均値をFIGURE 2に示す。「検証」群では、1事例に基づくルール化の後では“半信半疑(53%)”の状態であるが、そのルールを他の事例に適用した結果信頼度は高くなり、4事例後には90%を越えている。これに対して、帰納群の信頼度は75%にとどまった。「検証」群の4事例後の結果は正規分布をなさないため、平均値の差の検定ではなくて参考までに最高値(100%)を選んだ者の比率の差を調べる。「検証」群では34人中20人(59%)、帰納群では36人中3人(8%)であり前者が有意に高い($\chi^2 = 20.2$, $df = 1$, $p < .01$)。信頼度の評定は冊子で数学的証明が与えられる以前に行われているので、被験者はルールの確からしさの根拠を「事例」に求めるしかない。両群で同じ数の事例が用いられているのにこのような違いがあることは注目に値する。これはルールを導き出

すきっかけとなった事例とは異なる事例にルールを適用することによって、ルールの確からしさが高まることを示すものである。

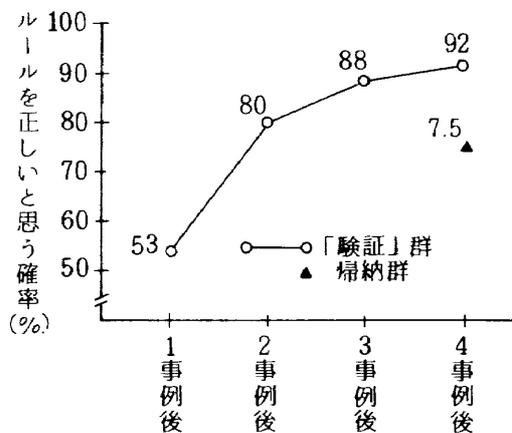


FIGURE 2 ルールへの信頼度評定の平均値

ここで誤解がないように次のことをつけ加える必要がある。ひとつは小冊子内でのルール自体の表示回数は両群で(1回)統制されていることである。ちなみにルールが(1回)表示された後の信頼度は帰納群が75%、「検証」群が53%であり前者の方が高い。これはこの時点では帰納群の事例数の方が多いことを反映している(4事例 vs. 1事例)。しかしその後「検証」群でも3事例が追加されるので、結局ルールが事例に適用された回数も両群で統制されていることになる。ただし帰納群では4事例すべてがルールを導き出す際に適用されて(使われている)のに対して、「検証」群ではルールを導き出した後で3事例に対してひとつずつ適用されている点異なる(「検証」法たるゆえんである)。その際「検証」群ではルールを適用するたびにルールを意識せざるをえない。そのことが2事例以降の信頼度の高さを生み出したと考えられる。すなわち、事例にルールを適用した回数は論理的には両群で等しいのだが、適用方法の違いが「意識した回数」の違いを生み出したと言える。

他の事例で確かめてみたいと思う程度(確かめ要求度)の平均値を FIGURE 3 に示す。「検証」群では2事例後まではかなり高い値を示しその後低下する。帰納群では高い値である(「検証」群の最初の値に等しい)。「検証」群はルールを適用して調べたことで比較的満足したのに対して、帰納群では「確かめてみたい」という気持はほとんど満たされていないと読み取ることができる。先と同じ理由でここでも参考までに最高値(6.非常に確

かめてみたい)を選んだ者の割合を検定してみる。「検証」群では34人中8人(24%)、帰納群では36人中18人(50%)であり後者が有意に高い($\chi^2=5.25, df=1, p<.05$)。ルールを導き出すきっかけとなった事例とは異なる事例にルールを適用することの重要性がここでも示されている。「検証」群ではルールを導き出した後で3事例に適用して、ルールの正しさを意識する回数がふえるにしたがって「確かめてみたい」という気持が満たされて要求度が低下したと考察できる。

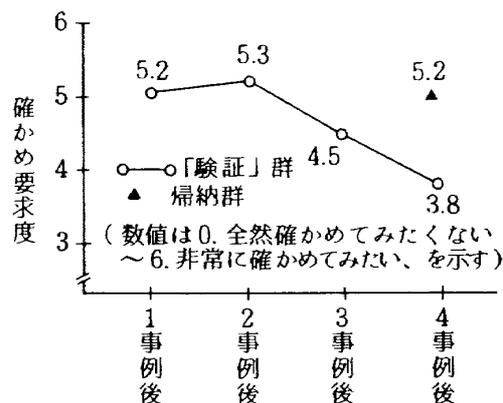


FIGURE 3 確かめ要求度評定の平均値

推理小説の好みについては、「きれい」と答えた者が3名と少なかったので、「好き」と答えた者をH群、「どちらでもない・きれい」と答えた者をL群とする。結果を FIGURE 4, FIGURE 5 に示す。「検証」・L群は「検証」・H群に比べて第1事例後の信頼度、確かめ要求度はともに低い。1事例しかない(不確かな)時点であるので、推理嫌いのL群は大胆にルールを信頼すること

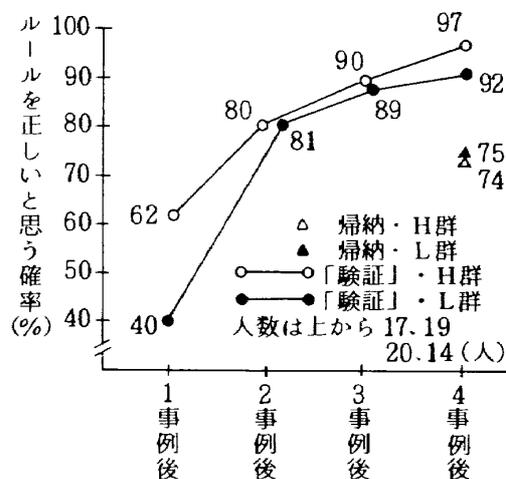


FIGURE 4 推理H・L群別のルールへの信頼度評定の平均値

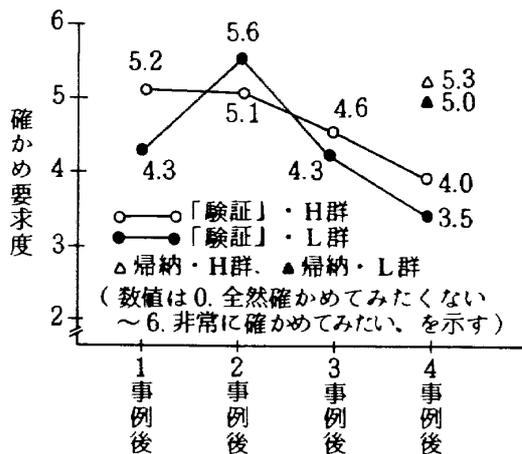


FIGURE 5 推理H・L群別の確かめ要求度評定の平均値

をためらい、さりとて別の事例で確かめてみたいという要求もそれほど高くはない状態が伺える。しかし第2事例以降はH群と類似の軌跡を描く。したがって「検証」法による学習は、学習が進めば推理嫌いの者に対しても効果が保証されると言える。帰納・H群と帰納・L群の間には差は認められない。帰納群では4事例が提示されているので、L群はH群と同程度の信頼度を示したと考えられる。

7段階(0~6)で求めた「面白さ評定①②」と「数学的説明の知りたさ評定」をそのまま得点化してTABLE 4に示す。いずれも両群に差は認められなかった。

TABLE 4 面白さ・知りたさ評定の平均値

	小冊子の面白さ①		数学的説明の知りたさ	面白さ②
	面白さ①	面白さ②	面白さ②	
帰納群	4.8	5.3	4.8	
「検証」群	4.8	5.5	5.0	

数値は 0. 非常につまらない~6. 非常に面白い
0. 全然知りたくない~6. 非常に知りたい

実験 2

目的

以下の3点を検討する。①新たに演繹法による場合のルールへの信頼度と確かめ要求度を明らかにする。②実験1の結果をふまえて、帰納法でルール化を行った後でそれをさらに別の事例に適用する群を設定する。実験1の「検証」群と類似の結果が得られるかどうかを検討する。③ルールの記憶という観点から見るとどの方法が効果的かを検討する。

方法

被験者は実験1と同じ大学・学部2年生109人(初参加)である。実験は講義時間内に集団で実施された(1993年10月)。4種類の冊子をランダムに配布することで4群を設定した。扱うルールは実験1と同じである。このルールを知っていた者は実験後に被験者から除いた(21人であった。上述の被験者数には含まれていない)。実験1と全く同一の冊子を用いる帰納群(30人)、「検証」群(29人)に加えて以下の2群が新設された。演繹法を用いる演繹群(26人)、帰納法でルールを抽出した後それを別の事例に適用する[帰納+事例]群(24人)である。後者2群の活動の概略をTABLE 5に、その冊子をTABLE 6, TABLE 7に示す(前者2群は実験1参照)。被験者は実験1と同様にこの冊子を自分のペースで読み進み、途中で「信頼度」と「確かめ要求度」等の評定を行った。煩瑣になるのを防ぐために表では「面白さ」「数学的説明の知りたさ」の評定部分は省略した(結果にも差がなかったのと同様に省略する)。1週間後の講義で事後テストを実施した。内容は、筆算をしないで $[45^2, 55^2, 75^2, 95^2]$ の答えをすばやく書き込むというものであった。1週間後であるので事後テストを受けた被験者数は上記の被験者数より少なくなった(後述)。

TABLE 5 演繹群と[帰納+事例]群の活動内容

演繹群	[帰納+事例]群
I. ルールを提示して、ひとつの例に即して実際に示す	I. 4事例を提示する
II. ルールを数学的に説明する	II. ルールを抽出する
質問1. 信頼度(1回目)	質問1. 信頼度(1回目)
質問2. 確かめ要求度(同上)	質問2. 確かめ要求度(同上)
III. 3事例に適用して確かめる	III. 1事例に適用して確かめる
質問3. 信頼度(2回目)	質問3. 信頼度(2回目)
質問4. 確かめ要求度(同上)	質問4. 確かめ要求度(同上)
	IV. ルールを数学的に説明する

TABLE 6 演繹群の内容の概略

【1ページ】中学生向けの参考書のコラム欄に次のような内容が書いてある。「一の位が5の二けたの数字を二乗する簡単な方法がある。①十の位の数と、それより1だけ大きい数をかけて答を書く。②そのあとに25を書き加える。たとえば、 65^2 の場合は① $6 \times 7 = 42$ ②4225だ。実際に計算してみよう。(注. 計算のスペースあり) 答はちゃんと一致する。どうしてこの方法で答が出るかを数学的に説明してみます。(以下TABLE 2 帰納群の5ページと同一の数学的証明あり)

【2ページ】〈質問1, 信頼度評定〉〈質問2, 確かめ要求度評定〉

【3ページ】別の数字を使って調べよう。(①②のルールを使って $35^2, 85^2, 15^2$ を出した結果が書いてある。被験者に筆算を求め答が正しいことを確認させた)

【4ページ】〈質問3, 信頼度評定〉〈質問4, 確かめ要求度評定〉

TABLE 7 「帰納+事例」群の内容の概略

【1ページ】と【2ページ】はTABLE 2の帰納群と同一
 【3ページ】〈質問1, 信頼度評定〉〈質問2, 確かめ要求度評定〉
 【4ページ】(ルールを使って45²を出した結果が書いてある。被験者に筆算を求め確認させた。検証群の3ページと同じ内容である) 〈質問3, 信頼度評定〉〈質問4, 確かめ要求度評定〉
 【5ページ】【6ページ】はTABLE 2の帰納群4, 5ページと同一

結果と考察

(1)信頼度評定 結果をFIGURE 6に示す。帰納群と「検証」群については実験1と同様の結果が得られた。演繹群の1事例後の結果は87%と高い。「検証」群の4事例後に匹敵する。演繹群ではルールの証明が数学的に行われていることを考えればこれは当然である。むしろ証明が行われたにもかかわらず全員が「100%」ではないことの方が意外である。参考までに「100%」と評定した者の割合を比較すると、演繹群の1事例後は26人中13人(50%), 「検証」群の4事例後では25人中19人(76%)であり前者の方が低い傾向にあった($\chi^2=3.69$, $df=1$, $p<.10$)。演繹群は3事例に即して確かめたことにより「100%」評定者の割合は26人中20人(77%)と有意に高くなった($CR=2.27$, $p<.05$)。数学的な証明だけでルールへの信頼度が確立するのではないことが見て取れる。「帰納+事例」群でもルールを抽出した後でさらに別の事例に適用することによって信頼度が上昇し「検証」群の4事例後と同程度になった。参考までに「100%」評定者の割合も24人中5人(21%)から12人(50%)へと有意に上昇した($CR=2.27$, $p<.05$)。

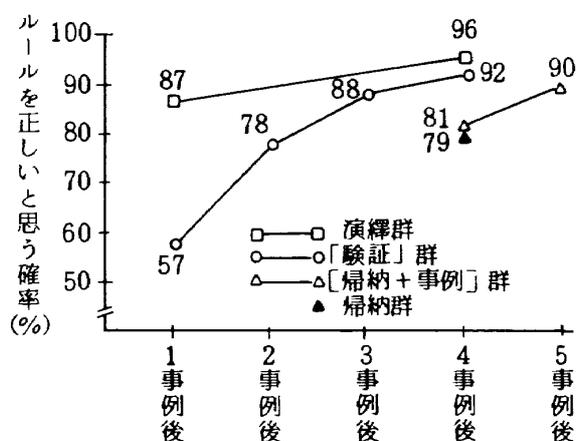


FIGURE 6 ルールへの信頼度評定の平均値

(2)確かめ要求度 結果をFIGURE 7に示す。帰納群と

「検証」群については実験1と同様の結果が得られた。演繹群の1事例後の結果は4.6と比較的高い。これは帰納群4.7とほぼ同程度である。演繹群では数学的な証明が与えられているので論理的には他の事例で確かめてみる必要は全くない。それにもかかわらず被験者の確かめ要求度は高いわけであり、この結果は注目に値する。他の3事例にルールを適用して正しさを確認することによって2.8と有意に低くなった ($t=5.45$, $df=25$, $p<.01$)。「帰納+事例」群では別の事例を追加しても有意な低下は認められなかった。

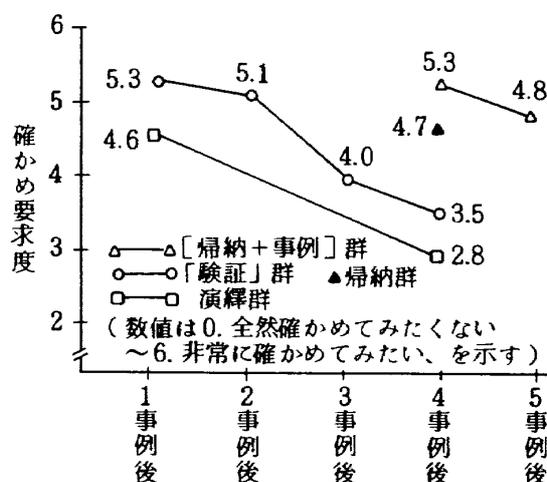


FIGURE 7 確かめ要求度評定の平均値

(3)事後テスト 事後テストを受けた人数と結果をTABLE 8に示す。4問正答者の割合が4群で有意に異なった($\chi^2=8.73$, $df=3$, $p<.05$)のでさらに詳しく分析したところ、「帰納+事例」群と「検証」群がそれぞれ演繹群より有意に高かった(各, $\chi^2=5.10$, $\chi^2=5.34$, いずれも $df=1$, $p<.05$)。逆に0問正答者の割合では演繹群は「帰納+事例」群と「検証」群より有意に多かった(4群間で $\chi^2=8.38$, $df=3$, $p<.05$, それぞれ $\chi^2=5.10$, $p<.05$; $\chi^2=6.76$, $p<.01$ いずれも $df=1$)。「帰納+事例」群と「検証」群は演繹群よりルールが記憶に残りやすかったと言える。演繹群では3ページで3事例に対してルールを適用してその正しさを調べる作業を行ったのだが、この作業は記憶を促進していない。3事例が一括して提示されているためルールの印象がうすく、「検証」群のように1事例に即してそのつどルールの確からしさを確かめていくほうが記憶に残りやすいといえる。「帰納+事例」群でも追加された事例に即して確かめたことが効果を持ったのであろう。

TABLE 8 事後テストの正答者数 (カッコ内は%)

	人数	正 答 数					平均値
		0	1	2	3	4	
帰納群	22人	9(41)	2(9)	1(5)	0	10(45)	2.00
[帰納+事例]群	19人	5(26)	0	0	0	14(74)	2.94
演繹群	21人	13(62)	0	0	0	8(38)	1.23
[検証]群	25人	6(24)	0	1(4)	0	18(72)	2.96

討 論

ふたつの実験を通して、帰納法では被験者はルールへの確信の度合いは高くなく、他の事例に即して確かめてみたいという要求は満たされないままであった。これに対して「検証」法では同じ数の事例を用いているにもかかわらず、ルールへの確信の度合いは大変高く、他の事例に即して確かめるという要求も満たされていた。人間の推理過程は、事例からルールを抽出した時点で終るのではなくて、そのルールを別の事例に適用してその正しさを確かめる要求を伴うこと、それを満たすことによってルールへの確信の度合いが高くなることが示された。このことは実験2の[帰納+事例]群の結果からも裏づけられる。論理学の帰納という考え方をそのまま人間の学習プロセスに対応させることはふさわしくない。同じルールの事例ではあっても、そのルールを導き出すきっかけになった事例と、その後そのルールを適用して確かめてみる事例に分けて考えることが心理学的に重要であることが示されている。

それでは演繹の方はどうか。実験2の演繹群ではルールの提示とともに数学的証明が示された。それにもかかわらずその時点での確かめ要求度は4.6と高かった(同じく演繹群であっても数学的な証明を行わない群も設定しうる。しかしその場合、確かめ要求度はさらに高くなるのは明らかである)。今回の被験者は大学生であり「証明」の何たるかを知っていることを考えると、ここには他の事例に適用したいという強い要求が劇的に示されていることになる。もっとも演繹というのはルールを事例に適用することだから、それによってその後は確かめ要求が満たされるので、演繹は人間の学習プロセスとして問題はないと考えられるかもしれない。これにはひとつ注意が必要である。それは「ルール適用」の実質である。今回の演繹群のように、適用した結果の適否を別の手段(今回は筆算)で確かめるならば要求は満たされる。けれどもルールの正しさを証明したのだから

らあとはそのルールを適用して答を出すだけ(そして答のページと照合するだけ)というのでは(これも演繹のプロセスには違いないが)、結果の確かめ方と納得の仕方が質的に異なる。そのような確かめ方法を用いる演繹法だったら、事例に対してルールの適用が保証されているからよいとはとても言えない。

実験2の事後テストでは、[帰納+事例]群と「検証」群が高成績であり、演繹群は低かった。ルールを適用して正誤を確かめる経験を繰り返すことによって、確信の度合いの高まりに裏打ちされてルールの定着が起こったと考えられる。この点からも「検証」法は活性化された学習活動を喚起することがうかがえる。

以上を踏まえて、現実の学校教育に対して問題提起をしたい。学校教育では帰納、演繹という形式的な課題配列が用いられることが多い。1例をあげる。小学校5年理科の「てこのはたらき」の単元では、実験用てこを用いて左右のうでにおもりを下げ、つり合った個数と支点からの距離が教科書に数例示してある。そして「支点からの距離×力の大きさ」が左右で等しいときにつり合うことが帰納的に導き出されたところで説明は終る(戸田・他, 1993)。これは頻繁に見られるパターンである。「検証」法(ならびに「検証」プロセス)は全く意識されていない。また中学の数学では代数であれ幾何であれ、数学的な証明は重視されるが、ここでも「検証」法が用いられることはない。確かに数学のような論理の学問では「検証」は不要なはずなのだが、学習者が納得に至るためには「検証」のプロセスが大切になってくることが本研究から示されているわけである。本研究は以上のような学校教育の問題点に対して解決の糸口を与えるものであろう。

引用文献

- Evans, J.L., Homme, L.E., & Glaser, R. 1962 The ruleg system for the construction of programmed verbal learning sequences. *Journal of educational Research*, 55, 513-518.
- Holland, J.H., Holyoak, K.J., Nisbett, R.E., & Thagard, P.R. 1986 *Induction: Processes of Inference, Learning, and Discovery*, MIT Press (市川伸一・他訳 1991) インダクション 新曜社
- 森正義彦・浜田昌子・三宅洋子 1986 法則学習における説明的方法と発見的方法の比較(4) —帰納法対演繹法の次元との識別— 岡山大学教育学部研究集録, 71, 155-174.

西谷さやか 1971 教授方法, 課題, 学習者の特性間の
交互作用 日本教育心理学会第13回総会発表論
文集, 284—285.

西谷さやか 1972 課題の種類別にみた教授方法の効
果 日本教育心理学会第14回総会発表論文集,
340—341.

Popper, K.R. 1972 Objective Knowledge, Oxford
University Press. (森博訳1974) 客観的知識

木鐸社

高橋金三郎・細谷 純 1974 極地方式入門 国土社
寺岡 隆 1991 帰納推理 三宅和夫・他編 教育心
理学小辞典 有斐閣

戸田盛和・他 1993 たのしい理科 5年上 大日本
図書

(1994.1.7受稿, 5.21受理)