

学習者のルールの多重構造性と問題構造の同一性認知

— 誤概念の修正のための教授方略の解明に向けて —

進 藤 聡 彦 *

Inconsistency in Learners' Cognition of Rules and Structure among Problems

Toshihiko SHINDO *

The purpose of this study was to explore why learners' misconception, " $\overline{ru}$ ", is hardly to be the correct form, " ru ". It was assumed that the cause might be responsible for the information processing connecting between ru and $\overline{ru}$. The ru addressed in this study was a rule concerned about parallelogram force. In the Experiment I, undergraduate students were asked to solve various problems which can be found in every social aspect and were subject to ru . The misconception, which is held by learners that an angle made of two vectors is irrelevant to a component of force, was applied to the problems. But the percentages of subjects who applied $\overline{ru}$ were different from one problem to another. As a result, it was suggested that learners were not able to recognize the fact that the constructure among the problems is identical to each other. This finding might be caused by the information processing mentioned before. In the Experiment 2, it was brought to light that subjects retained ru and $\overline{ru}$ separately. This result is an evidence of the lack of the connection between ru and $\overline{ru}$. The findings obtained from the two experiments might help to develop the instruction strategy which accelerate learners' shift from $\overline{ru}$ to ru .

Key words: misconception, teaching method, information processing, a rule of physics

問 題

学習者が過去の経験から自生的に獲得した不適切な知識は、前概念 (Clement, 1982)²⁾、現象的原理 (diSessa, 1993)³⁾、 $\overline{ru}$ (ルバー) などと概念化されている。このうち $\overline{ru}$ は Evans, Homme, & Glaser (1962)⁴⁾ によって提案された教示、発問などを分類、記号化した教授活動系列の記述様式であるルレッグ・システム (ruleg system) を細谷 (1970)⁸⁾ が学

習者の知識の分類、記号化にも援用した際に新たに付加したものである。このような記号化により、学習事態に関わる外的条件と内的条件、更には両者の相互作用の結果としての理解パフォーマンスを同一形式で記述可能になる利点がある (工藤・白井, 1991)¹⁰⁾。従来、こうした $\overline{ru}$ を学習者がもつ場合、学校教育などによって ru (ル) などと呼ばれる適切な知識が教授されるだけではその修正は困難だと言われている。

* 山梨大学教育人間科学部
Yamanashi University, Faculty of Education & Human sciences

学習者が $\overline{ru}$ を有し、それとは矛盾する ru が教授された場合、以下の4種の認知過程が生起すると考えられる。まず第1に $\overline{ru}$ が ru に再体制化され、結果として $\overline{ru}$ が ru に修正される場合である (以下、A型とする)。第2に $\overline{ru}$ が調整されることによって新たな $\overline{ru}$ が生成される場合である (B型)。第3の認知過程として $\overline{ru}$ が修正されることなく、学習者において両者が並存してしまう場合が挙げられる (C型)。第4として ru が言語的に教授されたり、 ru に支配された観察事実に基づいて ru が教授されても ru を否定する場合もある (D型)。

これらの4つの過程のうち、A型の $\overline{ru}$ が ru に再体制化される場合には新規に教授された ru が既存の $\overline{ru}$ に接続され、その異同の照合、 $\overline{ru}$ の ru への納得的変換といった過程が必要になる。この観点からみると、B型とD型として挙げた新たな $\overline{ru}$ の生成と ru の否定は接続・照合の過程は生起するが、 $\overline{ru}$ の ru への納得的変換がなされずに $\overline{ru}$ が残存した状態だといえる。これらに対しC型の互いに矛盾する $\overline{ru}$ と ru が並存する場合は、 $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合の過程を欠くために生じると考えられる。ここで教育実践上明らかにされなければならないことは、A型として挙げた $\overline{ru}$ の ru への再体制化がいかなる条件の下で成立するかということである。そのための手掛かりとしてB型～D型のそれぞれの型ごとに、その認知過程の詳細を明らかにし、それに即応した教授方略を解明することが必要になる。そこで、本研究では $\overline{ru}$ の修正によって障害となるB型～D型のうち、 $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合の過程を欠くためにA型の過程が抑制されていると考えられるC型の認知過程に焦点を当てていく。

$ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合を欠き、学習者に $ru \cdot \overline{ru}$ の多重構造が形成されることを示唆する実験が小野寺 (1994)¹¹⁾ によって行われている。彼は6歳の年長幼児を対象にいわゆる Piaget タイプの重さの保存課題を事前テストとして課した後、訓練セッションとして等重量の粘土ボールを変形して重さを変えてみるよう教示した。そして、訓練セッション後に事後テストを課した。変形後の重さの異同について尋ねた事前・事後テストの3種の課題のそれぞれにおいて正誤反応にそれぞれ1点、0点を与えた。事前・事後テストのそれぞれで合計得点が0点の者を非保存段階、1または2点の者を中間段階、3点

の者を保存段階にあるとして判定した。訓練セッションにおいて、子ども達がみせた発言・表情・しぐさから得られた「情緒・認知反応」は4つの型に分けられるものであった。まず、変形操作前から「できない」という意味の発言をした「当然」型、何度かの変形操作後、結果を見ても操作を止めようとせず、実験者が重さは変わらないことを告げても「変わるかもしれない」などの発言をした「固執」型である。また、「あれ」、「どうして」などの驚きを意味する発言をするか、不思議そうなしぐさを見せた「驚き」型、更には、変形操作の結果を見ても驚いたり不思議がるようすは示さず、単に「同じ」などの発言をした「冷静」型である。これらの4つの型と事前・事後テストの段階間の関連を調べた結果、「驚き」型と「冷静」型で対照的な結果となった。「驚き」型では、事前テストの段階で非保存段階にあった5名のうち、3名が保存段階へ移行したのに対し、「冷静」型で同様な移行を示した者は7名中1名のみであった。また、「冷静」型では「驚き」型にはなかった非保存段階に留まる者が3名みられた。

小野寺はこの結果について「驚き」型反応では、観察事実がその後の思考を被験児自身の $\overline{ru}$ の吟味へと方向づけたのに対し、「冷静」型反応は主体の側の条件もしくは訓練セッションにおける何らかの条件との交互作用の結果が観察事実を裏づけて帰納的に説明するための思考へと方向づけたのではないかとする。すなわち、「冷静」型の被験児は自らの $\overline{ru}$ に抵触するはずの現象を観察しても、 $\overline{ru}$ と関連づけることがないまま、その事実を跡づける方向にのみ思考が向けられたために、自身の $\overline{ru}$ との抵触が意識されなかったのではないかと述べる。このような結果は互いに矛盾するルール間の接続・照合の過程が必ずしも自動的に生起するものではないことを示唆する。また、年長の者であっても ru の学習直後には ru による問題解決が図られるが、遅延状況では $\overline{ru}$ による解決が行われることがしばしば観察されることがある。これはC型の認知過程を経た結果、既存の $\overline{ru}$ と新規に教授された ru が関連づけられないまま多重構造をなしている状態であると見なすことができる。

ところで、論理的には全く同一の問題構造をもちながらも、問題領域ごとに正答率が異なることがい

わゆる 4 枚カード問題を巡って行われた諸実験によって明らかになっている。すなわち、一方の面に数字、その裏面にアルファベットが書かれている E・K・4・7 という 4 種のカードを使って「一方の面が母音ならばその裏側は偶数である」という命題の真偽を検証するのに裏返す必要のあるカードはどれか」というオリジナルの課題では、正答者の割合は大学生でも 10% 程だという（正解は E と 7）。これに対し、「22 歳である」・「コーラを飲んでいる」・「16 歳である」・「ビールを飲んでいる」という片面に年齢、裏面に飲んでいるものが書かれたカードについて「ある人が飲んでいるのがビールならば、その人は 20 歳以上でなくてはならない」という規則が守られているか確かめるのに裏返す必要のあるカードはどれかという問題では「16 歳である」と「ビールを飲んでいる」という正しいカードを選んだ者が 80% にも達する (Griggs & Cox, 1982)⁶⁾。このような実験結果から、知識は一定の問題領域ごとに固有の形で適用されるのであり、論理的な形式操作（上の事例では $p \rightarrow q$ 命題の反証事例を探すために、 p で非 q を確かめる）のような抽象的な知識が広範な問題領域に適用されるのではないとされる。また、初学者と専門家に物理学の複数の問題を提示し、類似の問題に分類させた Chi *et al.* (1981)¹⁾ では、専門家が問題構造に依拠した分類を行ったのに対し、初心者は問題文の用語や同時に提示された図といった表層的な類似性に基づく分類を行ったという。

これら 2 つの報告からある問題解決で適用される知識は領域固有的であり、高い抽象度をもったルールのような知識が広範な問題解決状況に共通に適用されるものではないこと、また $\overline{ru}$ による問題解決がなされるのは個々の問題状況に付随する問題解決にとっての非関連属性を関連属性と見なすことによってもたらされるのではないかとすることが示唆される。知識の領域固有性は、新たに教授される ru と既存の $\overline{ru}$ の間の接続・照合を生起させにくくすると考えられる。すなわち、 $\overline{ru}$ は過去の経験から学習者が自生的に獲得したものであるといわれている。この特徴からすれば、 $\overline{ru}$ に支配された過去経験に基づく事例としての問題状況が、新たに教授される ru の事例としての問題状況となり得るといふ問題構造の同一性が認知されなければ、事例を媒介にした $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合の過程は起こりに

くいと考えられるからである。そして、 $\overline{ru}$ の起源となっているような問題状況、あるいはその近似状況では $\overline{ru}$ が適用されやすいと推定される。よって、 $\overline{ru}$ による問題解決が図られやすいような状況に即して ru を教授することが問題構造の同一性の認知を促進し、 $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合の過程を保証すると推定され、 $\overline{ru}$ の修正に有効だと考えられる。そこで以下の調査では、問題構造の同一性の認知を欠く場合があることを検証するために、まず同一のルールに支配されているはずの問題状況に $\overline{ru}$ による判断が出現しやすいものと出現しにくいものがあることを確認していく。このことを検証することにより問題構造の同一性の認知を欠くことが先の C 型の認知過程の原因になり得ることが明らかになり、また $\overline{ru}$ が適用されやすい問題状況の特徴を見出すことで問題構造の同一性の認知を促進して A 型の認知過程を保証するための焦点事例の発見の手掛かりになるであろう。

調 査 I

目 的

本調査で取り上げられるのは「力の合成と分解の法則」のうち、「ある力の 2 分力はその力を表す力の矢印を対角線とする平行四辺形の作用点を含む 2 辺で表される」という「力の分解」に関わる $\overline{ru}$ である。「力の分解の法則」によれば、「① 2 辺がなす角度（以下、分解角度）が大きければ分力は大きくなり、② 120° よりも大きいと分解前の力よりも大きくなる」という ru が成立する。しかし、大学生でも 2 人でロープにつながれた荷物を持つような場合、分解角度が 120° より大きくても 1 人で持つ場合に比べて少ない力で済むといった問題解決がなされることが知られている（鈴木・塩川, 1987）¹³⁾。このような問題解決から学習者は上記 ② について、「ある力を 2 つの力に分解した場合、その 1 分力は分解前の力よりも常に小さい」と記述できるような $\overline{ru}$ をもっているのではないかと考えられる。そして、そのような $\overline{ru}$ から推測すると上記 ① に関連して分解角度自体を分力の非関連属性とするような $\overline{ru}$ も予想される。そこで、以下では後者の $\overline{ru}$ を $\overline{ru}1$ 、前者の $\overline{ru}$ を $\overline{ru}2$ とし、これら 2 種の $\overline{ru}$ を対象に下記の 2 つの分析の視点から結果を分析していく。

分析の視点 1 事前に予想された「力の分解の法則」に関わる上記 2 種の $\overline{ru}$ の存在を確認する。併せて、 $\overline{ru}$ が確認された場合には同一のルールに支配されるはずの問題状況でありながら、問題状況ごとに $\overline{ru}$ の出現率が異なるという現象がみられるか否かについて確認する。もしそのような現象が確認されれば、 ru の教授の際に用いられる焦点事例（問題状況）が $\overline{ru}$ の事例（問題状況）として認知されないことが、 $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合の抑制要因になっていることを示唆するものとなる。また、 $\overline{ru}$ は日常の経験から形成されたものだといわれている。よって、日常生活において接触する頻度の高い問題状況では $\overline{ru}$ の出現率が高いと予想される。このことを確認するために問題状況については日常的なもの而非日常的なものを設定する。

分析の視点 2 上記のように ru が既習である場合でも問題解決に際して $\overline{ru}$ が適用されるのは、それが日常経験に基づき形成されたものであり、確信度が高いためだとする見解がある（細谷，1996）⁹⁾。このような見解に従えば、非日常的問題状況に比べて日常的問題状況での $\overline{ru}$ の適用による解答への確信度は高いはずである。同時に、 $\overline{ru}$ による問題解決を行った者は ru に支配された正解に接した場合に意外だという認識をもちやすいであろう。このような $ru \cdot \overline{ru}$ 間の矛盾の認識の生起は $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合につながる。よって、確信度が高く ru による解決結果を意外だと認識させるような問題状況が日常的なものであるということが特定できれば、 $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合の促進による $\overline{ru}$ の修

正という観点から ru の教授の際に焦点事例として用いるべき問題状況も特定される。

方 法

被験者 文系学部の大学生 193 名が調査の対象となった。彼らにとって「力の合成と分解の法則」は中学生時の既習事項である。

手続き 5 種の異なる問題用紙が用意され、そのうちの 1 種が被験者に配布された。各問題用紙には問 1～問 3 の 3 つの問題とそれぞれの問に対する解答への確信度の評定課題が載っていた。用紙に記名後、3 つの問題のすべてに解答し、それぞれの解答への確信度を評定することが被験者の課題であった。

問題用紙には垂直下方向の力 F と、大きさの等しい逆方向の力 F' の 2 分力 f_1 および f_2 ($f_1 = f_2$) の 3 力が釣り合っている事態について (Figure 1 参照)、後述の 5 状況ごとに 3 種の図が提示されていた (例は Figure 2 を参照)。問 1 では分解角度が 90° の場合と 130° の場合の 1 分力当りの大きさ、それぞれ a と b の比較、問 2 では分解角度が 90° の場合の 1 分力と元の力 (F') の大きさ、それぞれ a と c の比較、問 3 では分解角度が 130° の場合の 1 分

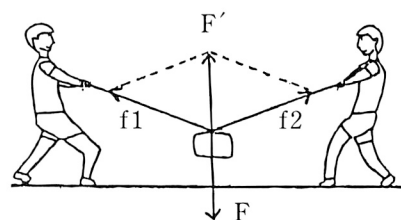


Figure 1 3 力が釣り合っている状態の力のベクトル矢印表示

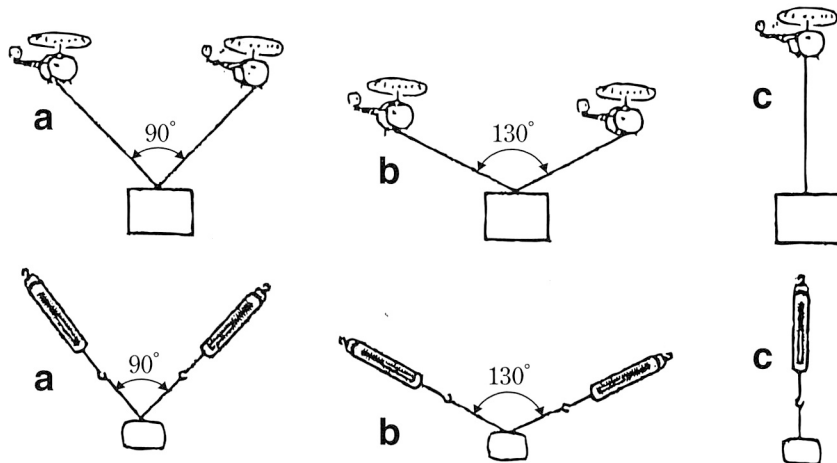


Figure 2 調査で用いられた問題状況の例

力と元の力 (F') の大きさ、それぞれ b と c の比較を求めた。解答は選択肢による。選択肢は問 1 では、1. $a > b$, 2. $a < b$, 3. $a = b$, 4. 分からない、というものであり、問 2 では、1. $a > c$, 2. $a < c$, 3. $a = c$, 4. 分からない、であった。また、問 3 では、1. $b > c$, 2. $b < c$, 3. $b = c$, 4. 分からない、であった。このうち正解は、問 1～問 3 でそれぞれ 2, 2, 1 である。

確信度評定は 7 段階 (1: 全く自信がない～7: とても自信がある) であった。配布された 5 種の問題用紙の差異は問題で設定されている具体的状況 (以下、問題状況) にあった。5 種の問題状況とはそれぞれ 1 人または 2 人でロープにつながれた荷物を持ち上げる (以下、「持上状況」と略す)、1 台または 2 台のヘリコプターでロープにつながれた荷物を吊り上げる (「ヘリ状況」)、絵画を 1 本または 2 本のヒモで吊す (「絵画状況」)、というものであった。また、重りを 1 個または 2 個のバネばかりで吊す (「バネ状況」) というものと上記 4 状況と同一の問題構造をもち、それを力のベクトル矢印で表現した抽象的図式によるもの (「図式状況」) であった。これらの問題状況は日常・非日常的なものという観点から前 3 者と後 2 者に分類し得る。

これらの問に対する解答、及び確信度評定課題終了後、新たに正解の載った用紙を配布し、正答者を除きその正解がどの程度意外に感じるかを 7 段階 (1: 全く意外ではない～7: とても意外だ) で尋ねる意外性評定課題を課した。この際、解答済みの問題用紙を確認することは許可されたが解答の修正は禁じられた。

各問題状況および各問の設定の意図は次の通りである。問 1 は分解角度を分力の大きさの非関連属性とする $\overline{ru}1$ の出現の有無を、また問 2 と問 3 は F' が分解された場合には 1 分力が分解前の力よりも常に小さいという $\overline{ru}2$ の出現の有無を調べようとする問であった。同時に問 1～問 3 で調べようとする $\overline{ru}$ の出現率に問題状況間で差が認められるか否かを調査する目的で 5 種の問題状況が設定された。問題状況ごとの解答者は独立であり、その数は「持上状況」39 名、「ヘリ状況」38 名、「絵画状況」39 名、「バネ状況」39 名、「図式状況」38 名であった。

結 果

問題状況ごとの各問の正答者数と正答者率は

Table 1 に示す通りである。3 問ともに正答した者の数は「持上状況」で 2 名、「ヘリ状況」で 5 名、「絵画状況」で 4 名、「バネ状況」で 3 名、更には「図式状況」で 1 名であった。その一方で、各状況の各問で「分からない」とする選択肢を選んだ者も「持上状況」の問 3 で 1 名、「ヘリ状況」と「絵画状況」の問 1 で各 1 名、「図式状況」の問 1～問 3 まですべて 2 名ずつと僅かであった。

問 1 の問題状況間の正答者数の比の差について χ^2 検定を行ったところ有意傾向が見られた ($\chi^2 = 8.61$, $df = 4$, $p < .10$)。また、問 2 および問 3 の問題状況間の正答者数の比の差はいずれも有意であった (それぞれ $\chi^2 = 17.48$, $df = 4$, $p < .01$; $\chi^2 = 16.37$, $df = 4$, $p < .01$)。そこで残差分析を行ったところ、問 1 では「ヘリ状況」で正答者の比率は高く ($p < .05$)、「バネ状況」で低かった ($p < .01$)。問 2 では「絵画状況」で正答者の比率は高く ($p < .01$)、「ヘリ状況」「図式状況」で低かった (共に $p < .10$)。更に、問 3 では「ヘリ状況」で正答者の比率は高く ($p < .01$)、「絵画状況」「バネ状況」で低い傾向が見られた (それぞれ $p < .05$, $p < .10$)。

事前に予想された $\overline{ru}$ は分解角度を分力の大きさの非関連属性とする $\overline{ru}1$ と 1 分力の大きさは分解前の力よりも常に小さいという $\overline{ru}2$ であった。 $\overline{ru}1$ を適用した判断だと見なせるのは問 1 において選択肢 3 ($a = b$) を選んだ者である。また、 $\overline{ru}2$ を適用した判断だと見なせる者は問 2 と問 3 においていずれも選択肢 2 (それぞれ、 $a < c$, $b < c$) を選んだ者である。それぞれの該当者数と全体に占める割合を Table 2 と Table 3 に示す。

Table 1 各問題状況ごとの正答者数 (カッコ内は%)

	持上状況	ヘリ状況	絵画状況	バネ状況	図式状況
問1	16(41.0)	24(63.2)	17(43.6)	12(30.7)	18(47.4)
問2	30(76.9)	25(65.8)	37(94.9)	30(76.9)	21(55.3)
問3	10(25.6)	17(44.7)	4(10.3)	6(15.4)	14(36.8)

Table 2 $\overline{ru}1$ による判断者数 (カッコ内は全体に占める%)

	持上状況	ヘリ状況	絵画状況	バネ状況	図式状況
問 1	2(5.1)	5(13.2)	2(5.1)	9(23.1)	8(21.1)

Table 3 $\overline{ru}2$ による判断者数 (カッコ内は全体に占める%)

	持上状況	ヘリ状況	絵画状況	バネ状況	図式状況
問 2・3	24(61.5)	19(50.0)	32(82.1)	24(61.5)	17(44.7)

問 1 において $\bar{ru}1$ に従ったと考えられる「分解角度に関わらず分力の大きさは等しい」とする選択肢 3 ($a = b$) の選択者数の問題状況間の比の差について χ^2 検定を行ったところ有意であった ($\chi^2 = 9.62$, $df = 4$, $p < .05$)。残差分析の結果、「持上状況」と「絵画状況」で少ない傾向 ($p < .10$) がみられ、「バネ状況」で多い ($p < .05$) ことが確認された。また、問 1 において選択肢 1 ($a > b$) を選んだ者の数は「持上状況」～「図式状況」でそれぞれ 21 (53.9%), 8 (21.1%), 19 (48.7%), 18 (46.2%), 10 (26.3%) となった。これらの者は分解角度が小さい方が必要な力は大きいと判断していることになる。分解角度を分力の大きさの関連属性としている者に占める正答者の比の差は状況間で有意であり ($\chi^2 = 11.58$, $df = 4$, $p < .05$)、残差分析の結果は「ヘリ状況」で有意に多い傾向 ($p < .10$) がみられた。

問 2 と問 3 においていずれも「ある力を 2 つの力に分解した場合、その 1 分力は分解前の力よりも常に小さい」という $\bar{ru}2$ に従ったと考えられる選択肢 2 (問 2 の $a < c$, および問 3 の $b < c$) の選択者数の比の差について問題状況間で χ^2 検定を行ったところ有意であった ($\chi^2 = 14.07$, $df = 4$, $p < .01$)。残差分析の結果は「絵画状況」で有意に多く ($p < .01$)、「図式状況」で少なかった ($p < .05$)。なお問 2 と問 3 を分離し、 $\bar{ru}2$ による判断が直接的に明らかになる問 3 についてのみ選択肢 2 を選んだ者の数を算出すると、「持上状況」～「図式状況」でそれぞれ 25 (64.1%), 20 (52.6%), 33 (84.6%), 25 (64.1%), 18 (47.4%) となった。更に、問 3 について誤答者に占める $\bar{ru}2$ の出現率を算出したところ、「持上状況」で 86.2%, 「ヘリ状況」で 95.2%, 「絵画状況」で 94.2%, 「バネ状況」で 75.8%, 「図式状況」で 75.0% であり、出現者の比の差は有意傾向にあった ($\chi^2 = 8.31$, $df = 4$, $p < .10$)。残差分析の結果、「絵画状況」と「バネ状況」で前者に多く後者に少ない傾向がみられた (いずれも $p < .10$)。

確信度評価については、問 1 ～問 3 の正答者の確信度評価の値をそのまま点数化した。その結果、問題状況ごとの平均値は Table 4 の通りであった。5 つの問題状況のいずれにおいても一定の対象者数があった問 1 と問 2 についてみると、いずれも日常的状况が非日常的状况よりも高い傾向がみられたが、分散分析を行った結果は有意ではなかった。また、

Table 4 問 1 ～問 3 の正答者の確信度評価の平均値 (カッコ内は対象者数)

	持上状況	ヘリ状況	絵画状況	バネ状況	図式状況
問 1	4.88(16)	4.58(24)	4.68(19)	4.33(12)	4.39(18)
問 2	5.67(30)	5.16(25)	4.87(37)	4.50(30)	4.57(21)
問 3	4.20(10)	4.35(17)	6.00(4)	4.17(6)	4.14(14)

対象者数は少ないが、問 3 においても正答者の確信度評価の値は日常的状况で僅かながらも高い数値を示している。

問 3 において $\bar{ru}2$ を適用したと考えられる選択肢 2 ($b < c$) を選んだ者の確信度の平均評価値は Table 5 に示す通りであり、日常的な「持上状況」と「ヘリ状況」では非日常的な「バネ状況」や「図式状況」よりも高い値を示しているが、分散分析の結果は有意ではなかった。 $\bar{ru}2$ の適用による見なせる判断が多く見られた問 3 について、一定数の正答者と $\bar{ru}$ による判断者があった「持上状況」「ヘリ状況」「図式状況」における正答者と $\bar{ru}2$ による誤答者の確信度評価の平均値を比較すると、正答者よりも $\bar{ru}$ による判断を行った者の方が高い値を示す傾向にある。そこで t 検定を行ったところ、「持上状況」についてのみ有意傾向が認められた ($t = 1.92$, $df = 24$, $p < .10$)。

意外性評価課題の結果については $\bar{ru}2$ の適用による誤答者が多かったという点から問 3 における選択肢 2 ($b < c$) を選んだ者を分析の対象とする。各状況の平均評価値を Figure 3 および Table 6 に示

Table 5 $\bar{ru}2$ の適用者の確信度評価の平均値 (カッコ内は対象者数)

持上状況	ヘリ状況	絵画状況	バネ状況	図式状況
5.40(25)	5.15(20)	4.67(33)	4.56(25)	4.78(18)

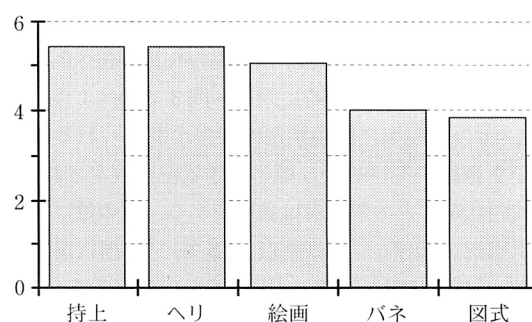


Figure 3 問題状況ごとの意外性評価値

Table 6 $\bar{ru}2$ の適用者の意外性評定の平均値
(カッコ内は対象者数)

持上状況	ヘリ状況	絵画状況	パネ状況	図式状況
5.44(25)	5.45(20)	5.06(33)	4.08(25)	3.89(18)

す。評定値をそのまま点数化した上で分散分析を行った。結果は有意であり ($F(4, 116) = 6.24, p < .01$)、Scheffeの方法による多重比較を行ったところ、「持上状況」と「パネ状況」間、「持上状況」と「図式状況」間、「ヘリ状況」と「パネ状況」間、更には「ヘリ状況」と「図式状況」間に有意差が認められた (いずれも $p < .05$)。また、「絵画状況」と「図式状況」間に有意傾向が見られた ($p < .10$)。

考 察

分析の視点1について 問1～問3のすべてに正答した者は最も正答率が高かった「ヘリ状況」でも13.2%に過ぎなかった。したがって、多くの者が問題解決に際して既習の「力の分解の法則」の適用できなかったことが分かる。また、「分からない」とする選択肢を選んだ者も各状況の各問で僅かであったことから、被験者らは $\bar{ru}1$ や $\bar{ru}2$ をはじめとする誤った判断基準を適用して問題解決を図ったことが分かる。

問1では分解角度が分力の大きさの非関連属性だとする $\bar{ru}1$ が予想されたが、5つの状況のすべてにおいて該当者は少なかった。よって、多くの被験者において分解角度が分力の関連属性であることは理解されていたことになる。ただし、 $\bar{ru}1$ についてその出現率が「持上状況」と「絵画状況」で低い傾向があり、「パネ状況」で高い値を示した。また、非日常的状況だと考えられる「パネ状況」と「図式状況」で20%を越える者が分解角度を非関連属性だとする選択肢を選んでいった。これに対し、比の差が有意であった「ヘリ状況」を中心にその他の日常的状況ではその割合は低いことから、日常状況に即した場合の問題解決の方が非日常状況よりも分解角度自体への着目はしやすかったことが分かる。これは日常的状況では既有的経験から得た知識を問題解決に類推させやすいことを示唆するものとして捉えられよう。

問2は $\bar{ru}2$ が適用された場合でも正答することが可能である。したがって、他の2つの問に比べ正答率は高かった。しかし、正答率は55%～95%に

ばらついている。各問題状況がもつ固有の属性に依拠して判断基準が使い分けられていることを窺わせる結果である。ただし、問題状況間で正答者の割合に差はみられたが、日常・非日常状況で区別されるような一定の傾向はなく、この差異が各状況のどのような属性に着目した結果として現れたのか本調査の結果だけでは確定できない。この点では、各問の問題解決に判断の理由を求めるような設問を付加する必要があったのかもしれない。

問3では正答者は10%～45%と、いずれの状況でも半数以下である。一方、 $\bar{ru}2$ による判断だと見なせる選択肢2を選んだ者は47%～85%となり、いずれの状況でも多いことが確認された。問3でも各状況での正答者や $\bar{ru}2$ の適用者の比の差は有意であったが、問2の結果と同様に日常・非日常で区別されるような状況間の明確な違いはみられなかった。更には、問2と問3でいずれも $\bar{ru}2$ による判断を下した者の比も同様な傾向を示した。ただし、問3の誤答者に占める $\bar{ru}2$ の適用者の比率を指標とした場合には日常的状況でこの値が高い傾向がみられ、先の分析の視点で挙げた予想が部分的には確かめられたといつてよいであろう。

以上のように、「力の分解の法則」に関する $\bar{ru}$ が確認されたこと、同一のルールに支配されているはずの問題状況でもその正答率や $\bar{ru}$ 出現率に状況間で差があることが明らかになった。これも知識の領域固有的な性質を表す現象だと見なすことができる。問題状況の日常性という要因については必ずしも明確な結果を得ることができなかった。しかし、問3における誤答者に占める $\bar{ru}2$ による解答者の割合という指標では日常状況で $\bar{ru}2$ による判断が多く見られた。日常的な経験が $\bar{ru}$ の発生の起源だとすればこの結果は整合的に説明される。そしてこの解釈が妥当だとすれば、 $\bar{ru}$ を教授する際に日常的状況に即した事例を用いることでそれが $\bar{ru}$ と結びついた一群の問題状況と同一の問題構造をもつものとして認知される。その結果、 $ru \cdot \bar{ru}$ 間の接続・照合が促進され、 $\bar{ru}$ の修正が図られることが示唆される。すなわち、 $ru \cdot \bar{ru}$ 間の接続・照合を欠くことが障害となっていると推定されるC型の認知過程をA型の認知過程に変えることが可能になるのではないと考えられる。

分析の視点2について 解答への確信度について

は、問 1 と問 2 の正答者および問 3 で $\overline{ru}2$ を適用した者のいずれにおいても状況間の差は有意ではなかった。しかし、全体的な傾向としては、非日常的状况に比べて日常的状况で確信度評定値は高かった。また、問 3 において $\overline{ru}2$ を適用した者の意外性評定値は日常的状况で高いという明確な結果が得られた。これらの結果は、日常的状况に即した焦点事例による ru の教授が $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合の過程を促進する事例になり得ることを直接的に示すものとして捉えることができる。先に述べたように、既有的の $\overline{ru}$ と新規に教授される ru の矛盾の認識は、 $ru \cdot \overline{ru}$ 間接続・照合の過程の生起の契機になるからである。また、日常的問題状况での $\overline{ru}$ による解決の確信度が高い傾向や正解に接したときの意外性が大きいという結果は、 $\overline{ru}$ の起源となるような事例が日常的な経験に基づくものであり、それと同一構造をもつものとして問題で設定された日常的状况が認知されたことによりもたらされたことを示唆する。

従来、事例の日常性という要因はルールの獲得や類推的問題解決との関連で取り上げられることはあった。しかし、それは明確な尺度上に位置づけられたものではなかった。これに対し、 $\overline{ru}$ による解答への確信度や問題解決後の正解の提示時の意外性の認識の程度は本調査で用いられた評定課題などにより尺度の構成が可能であり、事例の明確な分類基準を提供する。このことは $ru \cdot \overline{ru}$ の接続・照合の過程を保証しようとする教授計画を立案しようとするとき、 ru の教授の際の焦点事例として採用すべき問題状況の選択の問題に関して有効な知見となる。

調 査 II

目 的

先に $\overline{ru}$ をもつ学習者に ru が教授された際に生起すると考えられる 4 つの認知過程を仮定した。そして、本研究で焦点を当てる C 型の認知過程の観点から調査 I の結果をながめてみると、被験者らは力の分解について既に学習を終えていたにも拘わらず全ての問に正答した者は僅かであり、特に $\overline{ru}2$ による誤答が顕著であった。よって、被験者において ru の学習時に既有的の $\overline{ru}$ との接続・照合の過程を欠き、結果として両者が多重構造をなしたまま併存し、

今回の問題解決に当たって $\overline{ru}$ が優先的に適用された可能性がある。そこで調査 II ではまず、「力の分解の法則」に関して被験者は $\overline{ru}$ と同時に ru も保持していることを確認する。このような ru と $\overline{ru}$ の多重構造の存在が確認できれば、その原因だと推定される $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合を欠く C 型の認知過程の実在性を示すものとなる。

加えて、調査 I では問題状況によって $\overline{ru}$ による解決の図られやすさに違いが見られた。すなわち、 $\overline{ru}$ は同一の問題構造をもつ広範な問題状況領域に共通に適用されるのではなく、 $\overline{ru}$ と結びつきやすい状況とそうでない状況がある。同様に学習者において ru と $\overline{ru}$ の多重構造が形成され、 $\overline{ru}$ だけでなく ru も保持されているのであれば ru と結びついた状況もあるはずである。もし、そのような状況が特定されれば、少なくとも ru の既習者の再学習のような場合に、両問題状況を結びつけていくことで $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合の過程を経て $\overline{ru}$ が修正され、 ru が広範な問題状況に適用されることになると考えられる。そこで、 ru と結びついた特定の問題状況の有無を調査することも目的となった。調査に先立ち以下の分析の視点を設け、結果を検討していく。

分析の視点 1 調査 I においてなぜ既習である ru が問題解決に適用されずに $\overline{ru}$ が適用されたのか、その原因として以下の 3 つの可能性が考えられる。すなわち、(1) ru が剥落し、唯一の保持するルールとして $\overline{ru}$ を適用した可能性、(2) ru は保持しながらも、それが問題解決に適用可能なものとして認知されず、別個に保持された $\overline{ru}$ を優先的に適用した可能性、(3) ru を適用しようとしたが、命題的なルールや適用方法に関する手順の獲得が不十分であったため、結果として $\overline{ru}$ による解決が図られた可能性、である。調査 I において問題解決に ru が適用されず、 $\overline{ru}$ が適用された原因がこれら 3 つの可能性のうちいずれにあったのかについて探っていく。特に上記の (2) の場合が確認されれば、本研究で仮定する学習者内に $ru \cdot \overline{ru}$ の多重構造が形成されていることを示すものとなる。

分析の視点 2 調査 I の結果から、 $\overline{ru}$ による解決がなされやすい問題状況とそうでない問題状況が確認された。同様に、 ru の剥落がなく、保持されているならば ru と結びついている問題状況領域があ

るはずである。そのような問題状況を特定することが2番目の分析の視点であった。

方 法

被験者 調査Ⅰと重複しない同一大学同一文系学部
の大学生 95 名が調査対象であった。

手続き 調査Ⅰで設定された問題状況のうち「持上状況」「絵画状況」「バネ状況」の下で問題解決を求める3種の調査冊子が用意され、それぞれ32, 32, 31名に配布された。調査冊子の第1ページには課題遂行上の一般的注意が記載されていた。第2ページでの被験者の課題は3つの問題を解くことであった。3つの問題とは調査Ⅰで用いられたものと類似であり、問1では分解角度 140° と分解角度 60° の1分力（それぞれaとb）あたりの大きさの比較、問2では分解角度 140° の場合の1分力（a）と元の力（c）の大きさの比較、問3は分解角度 60° の場合の1分力（b）と元の力（c）の大きさの比較をそれぞれ求めるものであった。解答は等号・不等号を空欄に記入することによって求め、判断がつかない場合には疑問符を付すよう指示した。問題作成に当たっては、3種の調査用紙の問1～問3がいずれも全く同一の問題構造をもつよう留意された。なお、調査Ⅰでは、分解角度が大小の場合をそれぞれaとbとしたが、調査Ⅱでは大の場合がbで小の場合をaとしたため、問1～問3で正解はそれぞれ $a < b$, $a < c$, $b > c$ となる。

第3ページでは問4として前ページの問題の解決に「力の平行四辺形の法則（力の合成と分解の法則）」を適用したか否かを問う選択課題が課された。選択肢はFigure 4に示す①～⑦であった。この課題に関しては前ページに戻ることが許可された。更に

第4ページでは各群とも2ページと同一の問題（問1～問3にそれぞれ対応する問1'～問3'）に、実際に力の平行四辺形を描いて解くようにという指示を行い、解答を求めた。

結 果

問1～問3のいずれにも正答した者の数は「バネ状況」「持上状況」「絵画状況」でそれぞれ、1, 3, 2であった。また、問1'～3'では2, 2, 0であった。力の大きさを比較させた6問すべてに正答した者は「バネ状況」「持上状況」「絵画状況」でそれぞれ1, 2, 0と、いずれの場合も少数に留まった。各問ごとの正答者数はTable 7～Table 9に示す通りである（Table中、正解に*を付す）。問1では $\bar{r}_{ul}$ による判断は少ないものの、正答率もいずれの問題状況でも3割程度であり、半数以上の者が分解角度

Table 7 問1と1'の選択肢ごとの解答者数
（矢印の左側が問1、右側問1'）

	$a > b^*$	$a < b$	$a = b$	?	計
バネ	10→6	15→23	4→3	3→0	32
持上	11→13	15→17	5→0	1→2	32
絵画	11→3	16→25	4→0	0→3	31

Table 8 問2と2'の選択肢ごとの解答者数
（矢印の左側が問2、右側問2'）

	$a > c^*$	$a < c$	$a = c$	?	計
バネ	2→4	28→24	2→4	0→0	32
持上	6→3	25→25	0→2	1→2	32
絵画	5→10	24→18	1→0	1→3	31

Table 9 問3と3'の選択肢ごとの解答者数
（矢印の左側が問3、右側問3'）

	$b > c$	$b < c^*$	$b = c$	?	計
バネ	8→13	23→17	1→2	0→0	32
持上	4→4	27→25	0→0	1→3	32
絵画	5→9	25→15	1→4	0→3	31

- ① 前ページの問題は力の平行四辺形を描いてみれば解けることは知っていた。しかし、この問題には力の平行四辺形を描くまでもなく正答を出せた。
- ② 前ページの問題は力の平行四辺形を描いてみれば解けることを知っていて、実際に力の平行四辺形を描いて解いてみた。
- ③ 前ページの問題は力の平行四辺形を描いてみれば解けることを知っていて、実際に力の平行四辺形を描こうとしたがどうやって描いたらいいかわからなかった。
- ④ 言われてみれば前ページの問題は力の平行四辺形を描いてみれば解けることを思い出したが、前ページの問題を解く段階ではそのことに気づかず答えを出した。
- ⑤ 前ページの問題に力の平行四辺形を描いてみれば解けることは知らなかったが、答えを出した。
- ⑥ 前ページの問題に力の平行四辺形を描いてみれば解けることは知らなかったし、答えの見当もつかなかった。
- ⑦ その他（ ）

Figure 4 調査で設定された選択肢

が 140° の方が 60° よりも 1 分力当たりの力は小さいとしている。問 2 では正答者の割合は更に低い。 $\overline{ru}2$ によっても正答可能な問 3 では正答者数は多く、各状況とも 7 割以上である。問 1 の結果から、いずれの問題状況でも分解角度を問題解決に際して関連属性として認識できていた者が多いことが分かる。しかし、問 2 の結果から $\overline{ru}2$ が根強いことが分かる。以上の結果は、その概要において調査 I の結果を確認するものである。

既に述べたようにこれらの問題に適用されるべき「力の分解の法則」とこれから導かれる ru は中学校の理科における既習事項である。既習事項であるはずのこの知識が適用されなかった原因を調べるために設定された問 4 の結果は Table 10 に示す通りである。なお、回答の中には「持上状況」「絵画状況」で「その他の解答」とする ⑦ の選択者がみられたが、自由記述の内容からいずれも他の選択肢に分類できるものであったため、該当する選択肢に分類した上で集計した。

問題解決に際して「力の分解の法則」の適用を試みたり試みようとするなど何らかの形でこれを意識した選択肢 ①～③ の者は、「バネ」「持上」「絵画」の各状況でそれぞれ 13 (40.6%)、8 (25.0%)、5 (16.1%) であった。これらの者の 3 状況間での比の差を調べるために χ^2 検定を行ったところ有意傾向 ($\chi^2 = 4.89$, $df = 2$, $p < .10$) がみられた。残差分析の結果、「バネ状況」で有意に多く ($p < .05$)、「絵画状況」で有意に少ない傾向がみられた ($p < .10$)。「力の分解の法則」は保持しながらも問題解決に際してそれを適用できるものとして認知できなかった ④ の選択者数は「バネ状況」～「絵画状況」で 12 (37.5%)、17 (53.1%)、18 (58.1%) であり、状況間の比の差は有意ではなかった。更に、当該法則自体が剥落してしまったと考えられる ⑤ と ⑥ の選択者数は「バネ状況」～「絵画状況」でそれぞれ 7 (21.9%)、7 (21.9%)、8 (25.8%) であり状況間の比の差は有意ではなかった。

Table 10 問題状況ごとの問4の回答

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	計
バネ	4	6	3	12	5	2	0	32
持上	2	5	1	17	7	0	0	32
絵画	2	3	0	18	5	3	0	31

力の平行四辺形の作図を行って解くようにとの指示が与えられた後の問 1'～問 3' の正答者の数は、それぞれ対応する問 1～問 3 に比べてむしろ減じる傾向にあったが、その比に有意差が認められたのは「絵画状況」の問 3 と問 3' の間のみであった ($\chi^2 = 7.05$, $df = 1$, $p < .01$)。また、状況間で正答者数に違いがみられるようになった (問 1': $\chi^2 = 9.00$, 問 2': $\chi^2 = 6.57$, 問 3': $\chi^2 = 6.75$ であり、いずれも $df = 1$, $p < .05$)。残差分析の結果、問 1' では「持上状況」の正答者が有意に多く ($p < .01$)、「絵画状況」で有意に少なかった ($p < .01$)。問 2' では「絵画状況」において正答者が多かった ($p < .01$)。問 3' では「持上状況」の正答者が有意に多く ($p < .01$)、「絵画状況」で少ない傾向がみられた ($p < .10$)。

なお、問 4 の回答とその他の問の解答を対応させると、問 4 で「力の分解の法則」を適用したり、適用するまでもなく正答を知っていたとする選択肢 ① もしくは ② を選択した「バネ状況」～「絵画状況」のそれぞれ 10, 7, 5 名の者でも問 1～3 まですべて正答できた者は「バネ」「持上」の両状況で各 1 名、「絵画状況」で 2 名であった。ただし、問題冊子で力の平行四辺形の作図の痕跡を調べたところ、選択肢 ② を選んだ 3 状況を併せた 14 名中 11 名が作図を行っており、その一致率は 78.6 % となった。よって、問 4 の回答は信頼性があることが分かる。

更に、問 1'～3' の作図の痕跡を調べたところ、「バネ状況」では 26 名 (81.2%) の者が重りの重力を示す力の矢印を描き加えた跡はなく、バネに結びつけられたヒモの先端部とヒモとバネばかりの結節点を結んだ直線を 2 辺とする平行四辺形を作図していた。また他の 2 状況でも、荷物や絵画の重力を示す矢印を描かずに、ロープやヒモの長さを分力の大きさ、すなわちロープやヒモの長さを平行四辺形の 2 辺として作図しているものが、いずれも 26 名 (「持上状況」81.2%、「絵画状況」83.9%) に上った。

考 察

分析の視点 1 について 問 4 で選択肢 ① と ② を選んだ者でも問 1～問 3 の全問正答者は少なかった。また、選択肢 ③ を選んだ者も含め、これらの者のうち誤答者は問題状況に具体的、かつ適切に平行四辺形を作図していく手順的知識が不十分だった者だと見なせる。また、④ の選択者が各問題状況

で全体の約 40 ～ 60 % を占めた。本研究で取り上げた ru は「分解角度が大きければ分力は大きくなり、 120° よりも大きいと分解前の力よりも大きくなる」というものであった。これは「力の分解の法則」によるものである。よって、問 4 は本研究で取り上げた ru の適用の有無が直接的に尋ねられたわけではない。しかし、当該の ru が「力の分解の法則」から導かれることを考慮すると、この法則が問題解決に際して意識されたか否かは当該 ru への意識の有無と密接な関係をもつ。このことから、④の選択者は ru と $\overline{ru}$ を同時に有して後者を優先的に問題解決に適用したと見なすことが可能であり、 ru と $\overline{ru}$ が同一個人内に並存し、 $\overline{ru}$ が優先的に適用される場合のあることを示唆するものである。そして、こうした現象は ru の学習時に $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合の過程を欠く C 型の認知過程を経ることによって生起するものだと考えられ、この過程の実在性を示唆する結果だと捉えられる。

一方、「力の分解の法則」について既習であるにも拘わらず、これが剥落していると考えられる⑤と⑥の選択者もみられたこと、「力の分解の法則」を適切に適用したする者も僅かながらみられたことから、分析の視点 1 で挙げた (1) ～ (3) の 3 つの型がすべて確認されたことになる。更に、手順的な知識が不十分であることは問 1' ～ 問 3' の課題に先立ち与えられた力の平行四辺形の作図の指示後でもこれら 3 問の正答者数に顕著な変化がみられなかったことから示唆される。更に先に述べたように、この際の特徴として 3 状況のいずれにおいても、重りや荷物、絵画の重力を表す矢印を描き入っていた者が少なかったこと、ロープ、ヒモの長さを分力の大きさとしていた者が多くみられたことが挙げられる。

分析の視点 2 について 問 1 ～ 問 3 において正答者の比に 3 状況間で差が認められなかった。問 1' ～ 問 3' のそれぞれについては「持上」「絵画」という日常的な両状況で正答者数が増加する傾向がみられたが、これら 3 問すべてに正答した者の比に差は認められなかった。よって「力の分解の法則」を適切に適用した結果ではなく、日常経験する類似の状況に基づいて再検討した結果だと推定される。これに対しバネ状況では、日常的状況に還元しにくかったために正答率の改善がみられなかったのでは

ないかと考えられる。

「バネ状況」において問 4 での選択肢 ① ～ ③ の選択者数が有意に多い傾向がみられた。中学校の教科書によれば、「力の分解の法則」の教授の際にここで用いられた「バネ状況」を焦点事例とするような実験が行われていることから、この法則は「バネ状況」もしくはそれに近似した状況と強く結びついており、それが問 4 の ① ～ ③ の選択が多かったという結果につながったのではないかと考えられる。更に、こうした 3 つの選択肢が他の 2 状況で少ない傾向がみられたことは、当該法則が学習時の限定的な問題状況と結びつき一般化されていないようすを窺わせる。この結果は、 ru の教授の際の焦点事例として用いられる問題状況が $\overline{ru}$ の事例として認知されにくい場合のあることを示すものである。したがって、調査 I に引き続き $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合の過程を抑制すると考えられる問題構造の同一性の認知が無条件で生起するものではないことが調査 II でも確認されたことになる。なお、力の平行四辺形の作図の指示以前にこれを試みた者は「バネ状況」に多かったにも拘わらず、それが正答に結びついていない。これは上述の手順的知識が不十分なことが原因だと考えられる。

全体的考察

調査 I と調査 II の結果から C 型として挙げた $ru \cdot \overline{ru}$ 間の接続・照合の過程を欠くことが $\overline{ru}$ 修正の障害になっていると推定される場合、この過程を促進して A 型の認知過程を保証する教授方略について以下の知見が得られよう。まず、調査 II において確認されたように ru について既習の学習者が $\overline{ru}$ による問題解決を図る場合でも、学習者において ru が全て剥落しているのではなく ru と $\overline{ru}$ という矛盾するルールが並存し、 $\overline{ru}$ が優先的に適用されることがある。しかし、問題状況ごとに $\overline{ru}$ による解決が出現しやすいものと出現しにくいものがあつたことから、 $\overline{ru}$ を有している者でもそれを一貫して問題解決に適用しているわけではない。日常的状況に即した問題について ru に支配された正解が提示されると意外だという認識をもたらしやすいことから、 $\overline{ru}$ による解決が図られやすい問題状況は日常的なものであることが推定される。したがって、

ru・ $\overline{ru}$ 間の接続・照合の過程を生起させ $\overline{ru}$ の修正を図ろうとするのに日常的な状況に即してruを教授していくことが有効だと考えられる。

一方、ruはその教授時の問題状況のみと結びついており、他の状況に適用されにくいことが示唆された。すなわち、ruの教授時に用いられた状況と他の状況の同一問題構造性が認知されにくく、これがru・ $\overline{ru}$ 間の接続・照合の過程を抑制していると考えられる。したがって、本調査の被験者のようにruについて既習の者にはruの教授の際に用いられた状況と彼らの既有的 $\overline{ru}$ に支配された状況を結びつけていくことで広範な状況にruが適用できるようになると考えられる。

これに対し、ruを初めて学習する者にはどのような教授方略がとられるべきであろうか。 $\overline{ru}$ をruに修正するためには、学習者の $\overline{ru}$ に対する認識を明確にしておかなければならないという指摘がある(Hashweh, 1986)⁷⁾。これは、 $\overline{ru}$ についての明確な認識をもたせた上でruが教授されると両者の異同が意識されやすくなりru・ $\overline{ru}$ 間の接続・照合の過程が促進されるためだと考えられる。事実、進藤(1997)¹²⁾では事前の問題解決の結果から被験者の $\overline{ru}$ を推定し、それをフィードバックした後でruの教授が行われた場合、 $\overline{ru}$ の修正に効果が認められたことを報告している。これに加え、本研究の結果から、ru・ $\overline{ru}$ 間の接続・照合の過程を生起させ $\overline{ru}$ の修正を図ろうとするのに日常的な状況に即してruを教授していくことも有効だと考えられる。また、近年その重要性についてしばしば指摘される自己教育力という観点からは、学習者自身が自立的に学習した内容を広範な領域に適用させていくような援助をしていかなければならないであろう。そのため、教授事態で用いられる特定の問題状況にのみruが適用できるものとする認識をもたせてしまうのではなく、広範な問題状況に適用できるものだという認識をもたせていく必要がある。そのための具体的な教授方略として複数の日常的な事例に学習されたルールを適用させるといった教授方略が有効だと考えられる。Gick & Holyoak (1983)⁵⁾では複数事例の提示が共通のスキーマを帰納させる機能を持ち、被験者の類推によって促進効果をもつこと

を報告する。このことと本研究から得られた知見からすれば、複数の日常的な問題解決状況に教授したルールを適用させていくような練習が、 $\overline{ru}$ をruに修正しなおかつ広範な問題の解決にruを適用可能にすることにつながるのではないかと考えられる。

文 献

- 1) Chi, M. T. H., Feltvich, P. J., & Glaser, R. 1981 Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- 2) Clement, J. 1982 Students' preconception in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 66-71.
- 3) diSessa, A. A. 1993 Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10 (2 & 3), 105-225.
- 4) Evans, J. L. Homme, L. E., & Glaser, R. 1962 The rule system for the construction of programmed verbal learning sequence. *The Journal of Educational Research*, 22, 53-62.
- 5) Gick, M. L., & Holyoak, K.J. 1983 Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
- 6) Griggs, R. A., & Cox, J.R. 1982 The elusive thematic-materials effect in Wason's selection task. *British Journal of Psychology*, 73, 409-420.
- 7) Hashweh, M. Z. 1986 Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8, 229-249.
- 8) 細谷 純 1970 問題解決 東洋(編)講座心理学 8 思考と言語 東京大学出版会 207-236.
- 9) 細谷 純 1996 教科学習の心理学 中央法規
- 10) 工藤与志文・白井秀明 1991 小学生の面積概念に及ぼす誤ルールの影響 教育心理学研究 39, 21-30.
- 11) 小野寺淑行 1994 子どもの素朴概念に対する反証実験の有効性 千葉大学教育学部研究紀要 42 (1), 299-310.
- 12) 進藤聡彦 1995 誤法則を明確化する先行課題が法則の修正に及ぼす効果 教育心理学研究 43, 266-276.
- 13) 鈴木宏昭・塩川英男 1987 例題を通した学習における知識の変化—力の合成・分解の法則の学習—その1—日本教育心理学会第29回総会発表論文集, 764-765.

(受付: 1998. 10. 5, 受理: 2000. 3. 30)