

タイトル	「動物」の外延判断における大学生の個別的課題解決傾向とその修正方略の探索
著者	佐藤，淳；荒井，龍弥
引用	北海学園大学学園論集，140：1-17
発行日	2009-06-25

「動物」の外延判断における大学生の 個別的課題解決傾向とその修正方略の探索

佐 藤 淳
荒 井 龍 弥

日常的な概念の形成に関わる心理学的な研究においては、これまで、過去の経験事例から誤って一般化された自発的誤概念の存在に大きな関心が払われてきた。それらの誤概念は、経験を基に本人の帰納的または演繹的推論が活発になされた結果として形成されたものであるために、誤ってはいるけれども概念体系として高い一貫性をもち、かつその修正を目的とした外からの働きかけに対しては強固な頑健性を示す知識として特徴づけられている。このような知識は心理学の各領域で、前概念、素朴理論、素朴概念、ル・バーなどと様々な名称で呼ばれているが、ここではいづれも同様の特徴をもつ知識と見なし、統一的に誤概念と表記することにする。

さて、このような誤概念については、発達するにつれて自発的な概念的变化が起こり修正されるとの見方と、体系的な教授活動が外からなされなければ修正されないとの見方がある。この点に関して、荒井・宇野・斉藤・工藤・白井・舛田（2004）は、大学生約700名を対象に、小学生で誤概念の存在がよく知られている6領域（動物、植物、重さ、密度、速さ、面積）における知識の保持状況について調査を行った。その結果、「重さ」、「密度」、

「速さ」の領域の一部の課題については小学生で得られている結果とは明らかに異なる回答傾向が見られたものの、この3領域の残りの課題と、「動物」、「植物」、「面積」の各領域の課題については、小学生とほぼ同様の回答傾向が見られた。これらの結果から考えると、一つに自発的な概念的变化を過大に期待することはできないこと、また二つめに教授活動もそれが適切になされなければ誤概念の修正までに至らないことがうかがい知れると言っ

てよいだろう。しかし、ここでひとつの疑問が生じる。上記の6領域に関連する知識は、小学校のみならず高等学校までの各教科・単元の授業を受けることによって、大学生になるまでに少なくとも量的には増大しているはずである。それにもかかわらず、回答の理由や判断基準までも小学生と全く同一ということがあるのだろうか。たとえ正答率が同じようなレベルにあったとしても、それらには異なる特徴が見られるのではないだろうか。

そこで、この疑問に一定の解を得ることを目的として、あらためてこの6領域に関する大学生の知識の保持状況と、その回答理由および判断基準の様相を探る横断的な調査を実

施することにした。このうち本研究では、動物領域での大学生の課題解決を取り上げる。まず、動物の定義が示された後の外延判断において、大学生がどのような判断基準から回答を行うか、またなぜ示された定義から判断を行わない場合があるのかについて調査する。そしてさらに、定義に基づいた判断を行わせるためには、どのような働きかけが有効であるかについて探索的な検討を試みる。

1. 動物の外延判断における大学生の個別的課題解決傾向について

はじめに、小学生を対象にした動物概念の獲得に関する先行研究を紹介する。荒井・工藤・白井・宇野 (1994) は、小学5年生36名を対象に、12種類の生物名(クマ、スズメ、カエル、トンボ、アサリ、メダカ、ヒト、サクラ、ゾウリムシ、アオミドロ、アメーバ、ミドリムシ)を示してそれぞれが動物か否かを尋ねる外延課題を課し、彼らの認識を問う調査を行った。その結果、四つ足の獣であるクマについては全員が動物だと判断したものの、事前の段階ではヒトやスズメでは75%、カエルでは56%、メダカでは31%、トンボやアサリでは10%未満の正答率しか得られなかった。荒井(1995)も指摘するように、Carey (1985) や Freyberg & Osborne (1985) でも同様の結果が得られていることを考え合わせると、教えられる以前に「動物とは四つ足の獣のことだ」といった誤った判断基準(誤概念)が形成されている可能性が高い。そこで荒井(1989)は、このような判断基準をすでに有していると予想される児童に対して、その判断基準が生物学的には誤りであることを

直接指摘し、科学的正概念である動物の定義が「動き回って捕食し排泄する生物」であることを教示する授業を実施した。ところが、このような方法では誤った判断基準は容易に修正されず、事後の課題正答率は低く留まったままだった。このことは、小学生の自成した判断基準、すなわち誤概念が、単なる誤りの指摘や正概念(定義)の提示だけでは揺らぐことのない強固さを持っていることを示しているといえる。

そこで、ここでは大学生にも類似の条件と課題とを用いて調査を実施し、どのような判断基準から回答を行ったか、また示された定義から判断を行わなかった理由は何かを直接尋ねてみることで、小学生の課題解決傾向との異同を明らかにしたい。

調 査

方法

札幌市内の私立大学の学生244名を対象に、心理学的なコミュニケーション論を講ずる授業時間中に質問紙(A3用紙1枚に片面印刷で2頁)を配布して回答させた。回答時間は制限せず、終わった者から順に回収した。

質問紙では、はじめに動物の定義とその解説を提示した(Figure 1)。内容は、植物との対比から動物が自ら動き回って食べ物を探し、それを分解・吸収して最終産物を排泄する必要があることを200字程度で説明した後、動物の定義を「動き回って、捕食し、排泄する生物」とまとめたものである。次に、6つの動物名(クマ、スズメ、カエル、メダカ、トンボ、アサリ)にそれぞれの動き方や食べ物に関する特徴を述べた短い文章を付し

て、その動物が「排泄を行うか否か」の判断を求めた (Figure 2)。この際、尋ねた生き物はすべて動物であることを明記した。この外延判断の後、どのような基準から判断を行っ

ていたかを内省的に自由記述させた (Figure 3)。特に基準を持たずに答えたという場合にも、その旨を記載するように求めた。また、6つの動物名のうち1つ以上に「排泄しない」

皆さんの「動物」に対する見方をお尋ねします。あなた自身の考えでお答えください。

「動物」は、生物学的には次のように定義されています。

他の動植物を食べて排泄を行う生物の総称。植物が光合成によって水と二酸化炭素から必要な栄養分を自らつくり出せるのに対して、動物は他の動物や植物を食べ、それを分解・吸収して栄養としなければならない。したがって動物は、食べ物を探し求めて動き回る必要があり、運動することが可能な体を持っている。また、分解・吸収後の最終産物を体外に排出する必要もあることから、排泄器官を有している。

すなわち、「動物」の生物学的な定義とは、「動き回って、捕食し、排泄する生物」ということになります。

Figure 1 動物の定義とその解説

さて、以下の生き物はすべて「動物」です。付された解説を読んで、それぞれが排泄を行うか否かを判断して○で囲んでください。わからない場合は、不明を○で囲んでください。また、いずれの場合も、そう判断した理由をごく簡潔に、必ず記入してください。

- a) **クマ**：クマ科の総称。がっしりした体格で、手足は太く、足幅が広く、足の裏をかかとまで地面につけて歩行する。食性は雑食だが、南方に住むものほど果実食の傾向、北方に住むものほど肉食、魚食の傾向が強い。

排泄する・排泄しない・不明 理由：【 】

- b) **スズメ**：ハタオリドリ科の小鳥。全長約 15 cm、竹やぶなどに集まって生活する。食べ物は種実と幼虫などが多く、このうちイネやムギが占める割合は少ないため益鳥といえる。

排泄する・排泄しない・不明 理由：【 】

- c) **カエル**：両生綱無尾目の総称。ずんぐりとした胴に小さな前足と水かきのある大きな後ろ足をもつ。食性は肉食で、生きた昆虫などを舌で捕食する。

排泄する・排泄しない・不明 理由：【 】

- d) **メダカ**：メダカ科の小型の淡水魚。体長約 4 cm、体は細長く、小さい口は斜め上方を向いている。河川や池沼などに住み、群れを作って表層近くを泳ぐ。食性は雑食で、ボウフラ、ミジンコ、藻類などを好む。

排泄する・排泄しない・不明 理由：【 】

- e) **トンボ**：昆虫綱カゲロウ目に属する昆虫の総称。丸い頭部、箱型の胸部、細長い腹部からなり、胸部にはじょうぶな2対の羽がついて空中生活に適している。食性は肉食で、カ、ハエ、チョウなどを空中で捕食する。

排泄する・排泄しない・不明 理由：【 】

- f) **アサリ**：マルスダレガイ科の二枚貝。殻長約 4 cm、殻は楕円形でふくらみがある。軟体部には斧型の白い足があり、これを使って移動し砂底にもぐる。水中の微小な生物を入水管から取り込んで口から摂食する。

排泄する・排泄しない・不明 理由：【 】

Figure 2 外延判断課題

または「不明」と答えた者に対して、なぜ定義に従って判断しなかったかを選択肢で答えさせた(Figure 4)。選択肢は、定義の不読(選択肢1)、定義の否定(選択肢2, 3)、定義以外の基準(選択肢4, 5, 6)、個々の動物ごとの判断(選択肢7, 8, 9, 10)、その他(選択肢11; 自由記述)に分かれていた。それらの選択に当たっては、複数回答を可とした。

結果と考察

回答に不備があった者と、定義不使用の理

由選択で定義の不読(選択肢1「よく読んでいなかった」)を選択した者を除外したところ、分析対象者は196名となった。

まず各動物の正答率は、クマ98%、スズメ97%、カエル84%、メダカ90%、トンボ68%、アサリ60%で、一貫正答者は55%(107/196名)であった。先に紹介した小学生の成績と比較すると、課題形式は異なるものの、大学生のほうが問われた事例に動物の定義を適用して判断した割合が高かったといえる。しかし、課題の直前に定義とその解説が示され、

ところで、あなたがいまI(注、外延判断課題のこと)で行った回答をまとめるとすると、どのような基準から判断を下していたことになるでしょうか。Iでの自らの回答を踏まえて、簡潔に表現してください。(例：動物ならすべて排泄する、脊椎動物なら排泄する、陸生動物なら排泄する、など)
 なお、特に基準を持たずに答えたという場合は、「特に基準はなかった」としてください。

Figure 3 判断基準の自由記述

さて、いま判断を求めた6つの生物は、I(注、外延判断課題のこと)の質問文に記したとおり、すべて「動物」でした。そして、生物学的には「動物」は排泄すると定義されていました。そこで、6つの動物のうちいずれか1つ以上に「排泄しない」または「不明」と答えた方にお聞きします。

なぜ、あなたは示された定義に従って判断しなかったのですか。その理由として以下に当てはまるものがあれば○で囲んでください(複数でも可)。もし他にもあれば、「その他」に理由を自由に書き込んでください。

- 1) 定義や質問文をよく読んでいなかったから。
- 2) そもそも「動物」という言葉は定義できないと思ったから。
- 3) 示された定義は間違っていると思ったから。
- 4) 定義は間違いではないが、それが当てはまらない場合もあると思ったから。
- 5) 生物学的な定義以外にも、「動物」の定義はあると思ったから。
 [その定義とは?]
- 6) 定義は小さくくり方なので、より小さい基準に従って答えたから。
 [その基準とは?]
- 7) 定義があることはわかったが、生物種によって異なる部分もあると思ったから。
- 8) 定義は理解したが、その動物は例外だと思ったから。
- 9) 定義を信用したが、個々の動物について尋ねられると判断が揺れたから。
- 10) 定義はもっともだが、その生物は動物ではないと思ったから。
- 11) その他 ()

Figure 4 判断理由の選択

すべての事例が動物であると明記されていたにもかかわらず、半数近くが一貫して定義を適用して判断できなかったことは、個々の事例に対して個別的に誤った判断がなされていた可能性も低くはないことが窺える。

そこで、使用した判断基準の自由記述を分析したところ、示された「定義」を使用したと回答した者は46%、定義を「再定義」(消化管のあるものは排泄する、等)した者は3%、定義を「過剰に拡大」(生物ならみな排泄する)した者は4%、「過剰に縮小」(陸生動物は排泄する、等)した者は8%、自分の「個別経験」(見たことがあるか否か、等)から判断したと回答した者は13%、「とくに基準なし」と回答した者は22%、「なんとなく」(雰囲気、イメージ、等)とした者は3%、「その他」(意味不明)0.5%であった。示された「定義」を使用した者と、その定義から誤りのない範囲で再解釈(「再定義」)して使用した者とを合わせると、約半数(49%)が提示された定義を課題に適用して判断を行っていたことになる。しかし、残りの半数の中でも、「個別経験」、「基準なし」、「なんとなく」を合わせた38%は、示された定義を課題に適用せず、また別の誤った判断基準を使用することもなしに、個々の事例をそのつど判断していたと推察される。一方、それに対して「拡大過剰」または「縮小過剰」の誤った基準から判断を行ったと見られる者は合わせて12%しかい

なかった。以上の結果を、先の小学生の結果と比較すると、小学生では「動物とは四つ足の獣のことだ」といった縮小過剰型の誤った判断基準が多用される傾向にあったのに対して、大学生ではそうではなく、むしろ個別的な判断による誤りの傾向が強かったと見ることができるだろう。

ところで、この判断基準の自由記述の分類と、課題の一貫正答者・非一貫者とをクロスさせたところ、一貫正答者に「定義」を使用した者が多かった(74%)のに対して、非一貫者では「定義」、「再定義」、または「拡大過剰」、「縮小過剰」等の何らかの抽象命題を基準として使用した者(37%)よりも、「個別経験」、「基準なし」、「なんとなく」とした者(63%)のほうが多く見られた(Table 1)。このことは、先に述べた大学生には個別的な判断による誤りの傾向が強い、との解釈を裏付ける結果になっていると思われる。

では、大学生はなぜ定義を用いずに外延判断を行い、結果的に誤ってしまったのだろうか。判断理由の選択傾向について見てみよう(Table 2)。非一貫者(89名)を対象とした誤った判断の理由の選択において、最も選択率が高かったのは、選択肢4「定義は間違いではないが、それが当てはまらない場合もあると思った」(44%)であり、続いて選択肢7「定義があることはわかったが、生物種によって異なる部分もあると思った」(29%)、そし

Table 1 課題成績と判断基準との関係

課題/基準	定義	再定義	拡大過剰	縮小過剰	個別経験	基準なし	なんとなく	その他
一貫	79	0	8	1	6	12	0	1
非一貫	12	6	0	15	19	31	6	0

セル内は人数

て選択肢9「定義を信用したが、個々の動物について尋ねられると判断が揺れた」(29%)、選択肢8「定義は理解したが、その動物は例外だと思った」(18%)の順であった。

定義を否定している者(選択肢2, 3)や定義以外の基準を明らかに有している者(選択肢5, 6)は少ない。選択肢4は他の基準を有している場合にも選ばれる可能性があるが、選択肢5と6を選んでその基準を明確にした者は極端に少ないため、他の基準を持たずに漠然と例外を期待しただけの者も少なくないことが予想される。また、個々の動物ごとに判断を行っていることを示す選択肢7, 8, 9を選んだ者も他に比して多い傾向にあった。これらのことから、誤答した大学生は、定義を否定したり、定義以外の基準を持っているために提示された定義を課題に適用しなかったのではなくて、むしろ漠然と例外を期待したり、個々の動物ごとに個別的な判断を行っているために定義を使わなかった、と考えることができるだろう。

参考までに、選択率が高かった上位3つの

判断理由と自由記述された判断基準との関係を見てみた(Table 3)。選択肢4「定義が当てはまらない場合もある」を選択した者の判断基準の分布は、何らかの抽象命題を基準にした者(定義, 再定義, 縮小過剰)とそうではなかった者(個別経験, 基準なし, なんとなく)の割合が拮抗しているが、選択肢7「定義は生物種によって異なる部分もある」を選択した者では抽象命題を基準にして判断していない者の方が多く、その傾向は選択肢9「個々の動物で判断が揺れる」でも同様であった。興味深いのは、その選択肢9でも「個別経験」を基準に判断した者は少なく、「基準なし」が多くを占めたことである。すなわち、ここでの判断は本人の直接経験だけに依存しているわけでもなく、また何らかの抽象命題に依存しているわけでもないという、曖昧で不確かな判断傾向が見られているといえるだろう。

討論

本調査の結果から、動物領域における大学生の外延判断は、小学生に比して問われた事

Table 2 非一貫者の判断理由の選択率

カテゴリー 選択肢番号	定義の否定		定義以外の基準			個々の動物ごとの判断				その他 (11)
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
選択人数	7	7	39	2	2	26	16	26	5	9
選択率	8%	8%	44%	2%	2%	29%	18%	29%	6%	10%

複数回答可, 選択率=選択人数/非一貫者数 (89名)

Table 3 判断理由と判断基準との関係

理由/基準	定義	再定義	縮小過剰	個別経験	基準なし	なんとなく
選択肢4	5	4	10	4	16	0
選択肢7	4	1	4	6	10	1
選択肢9	1	4	3	3	12	3

セル内は人数

例に定義を適用して判断を行う割合こそ高かったものの、半数近くが一貫した適用を行わなかったことから、事例に対する個別的な判断がなされている可能性が高いことが示唆された。しかし、判断基準の自由記述と判断理由の選択傾向を併せて見たところ、一貫しない判断を行っている者の多くは、小学生のように定義以外に誤った基準（誤概念）を明確に有しているわけではなく、一方で本人の直接経験だけから判断する傾向も顕著には見られなかった。むしろ、漠然と定義が通用しない場合もあるのではないかという期待にもとづいて、事例に応じた個別的な判断をその時々に行っているようにも見受けられる。このような不確かな判断傾向はどのような理由から生起するのだろうか。

このような傾向を解釈する際には、佐藤 (2008) が述べる「判断の不確定性」が参考になる。佐藤 (2008) は、経済学的な法則（ルール）の受容と適用に関わる分析を通して、教授場で科学的なルールを提示された学習者が、「教えられたルールも正しいのかもしれないが、それが当てはまらない場合だって世の中にはきっと沢山あるだろう」といった事前予測を持ちがちなことを指摘している。このことをより抽象化して述べれば、同値のルール ($P \equiv Q$) が提示された場合でも、ルールの前件 P と後件 Q との間に緊密な共変関係があるとは解釈しないために、本来は成立することのないルールの反証命題（「 P でも非 Q の場合がある」、「非 P でも Q の場合がある」）にも一定の妥当性を付与して、判断の依拠する命題を一つに確定しないとの見方となる。佐藤 (2008) はこのような傾向を「判断の不確

定性」と呼び、ルールの適用を阻害する要因の一つとして挙げている。

さて本研究で扱っている動物の定義も、「動物だけが動き回って捕食し、排泄する」と言えるため、ルールとして見れば同値のルールである。すなわち、「動物なのに排泄しない生物」や「動物ではないのに排泄する生物」は存在しない。しかしながら、大学生は「動物」(P) と「排泄」(Q) との関係をそれほど緊密なものとは捉えていないために上記のような「判断の不確定性」が生じ、結果的に個別的な判断がその時々に行われることになるのではないかと考えられる。次節では、このことを念頭に大学生の個別的判断傾向の修正方略について検討してみたい。

2. 大学生の個別的課題解決傾向の修正を意図した方略の探索

まずはじめに、縮小過剰型の誤った判断基準（誤概念）を適用する傾向が強い小学生に対して、これまでの研究がどのような修正方略を検討してきたかについて紹介しよう。

誤概念をすでに形成してしまっている者に対しては、教授者が適切な事例群を選択・付与して、再び抽象化とその適用のプロセスを正しく迎らせることが、愚直ではあるが確実な方法になると考えられる。たとえば、荒井・宇野・工藤・白井 (2001) は、小学5年生計101名を対象に、そのようなタイプの方略を用いて縮小過剰型の誤概念の修正を試みている。彼らは、学習者が誤って動物ではないと判断している正事例の中でも、「学習者が誤って適切属性と取り違えている不適切属性（たとえば、四つ足、毛が生えているなど）にお

いて、それとは異なった値を多く有する事例」のことを「境界的事例」と呼び、それを選択・付与して動物の定義の教授を行った。「境界的事例」とは、具体的にはミジンコ・ゾウリムシなどの動物プランクトンと、ホタテ・アサリなどの貝類である。その結果、プランクトン事例群と、貝事例群とをそれぞれ単独で付与した場合には定義の適用範囲の拡大に捗々しい効果は見られなかったが、両事例群を併せて付与した場合には大きな促進的効果が得られた。その理由は、事例効果の単純な加算ではなく、プランクトン事例群が外延の拡大効果を、貝事例群が概念内包（移動・摂食・排泄）のカテゴリー化を促進する効果を、それぞれ担ったためと説明されている。

このように従来の研究の多くは、誤概念の修正を目的として、より有効な提示事例を探索することで方略の構築を図ってきた。しかし、そもそも強固な誤概念を持つ割合が少なく、むしろ「判断の不確定性」の存在が予想される大学生に対しては、事例の提示が常に効果を持つとは限らないかもしれない。なぜなら、ある事例が教授者によって提示されたとしても、「そういう場合もあるのだろう」と解釈されるだけで、定義が表す関係性の緊密さが十分に伝わらずに、個別的な判断傾向が維持されてしまう可能性が高いと考えられるためである。それゆえ大学生に対しては、教授者が選択した事例を提示するよりも、自ら事例を探させ、その後定義に従わない事例が存在しないことを伝えることで、定義に表現された関係性の緊密さを強調する手立てを講じたほうが、その適用に促進的な効果が見られるかもしれない。

ところで、ルール(ここでは「定義」と読みかえてもよいだろう)の「事例探し」がそのルールの理解を深めることは、授業研究において以前から指摘がある(細谷, 2001)。それはひとつに、「事例探し」によってルール(定義)の抽象度を低めて考えられるようになるため、つまりルール(定義)を表現した命題の抽象度操作が促されるためと考えられる。ただし、「事例探し」を行う際に、正事例を探す場合と例外を探す場合とではルール命題の操作にやや違いが生じると思われる。正事例を探す場合は提示された命題「 P ならば Q 」の前件 P に代入可能な事例をそのまま探すことになるが、例外を探す場合は「 P ならば Q 」を一旦論理操作し、「 P だが非 Q 」としてからその前件 P に代入可能な事例を探すことになる。つまり、正事例を探す場合よりも例外を探す場合のほうが命題の操作の手続きが1つ多い。ルール命題の操作の種類には、先の抽象度操作に加え、命題の関係項の論理的な操作を行う関係操作も挙げられており(工藤, 2003)、その操作を促すことの有効性も確認されている(佐藤, 2008)。それゆえ、上記の違いによってもたらされる影響も小さくないと思われる。そこで、ここでは「事例探し」を正事例探索と例外探索の2通りに分けて、それぞれを指示する発問の効果も比較することにしたい。

実験 1

方法

調査で用いた被験者とは異なる学生 278 名(所属大学は同じ)を対象に、心理学的なコミュニケーション論を講ずる授業時間中に質問紙(A3用紙1枚に両面印刷で4頁)を配布

して回答させた。その際、回答は問題番号順に行くこと、一度回答した答えは後から修正しないことを指示した。回答時間は制限せず、終わった者から順に回収した。

はじめに事前課題として、5つの動物名（ハチドリ、カエル、マグロ、カ（蚊）、アサリ）にそれぞれの動き方や食べ物に関する特徴を述べた短い文章を付して、その動物が「排泄を行うか否か」の判断を求めた（形式はFigure 2に同じ）。この際、尋ねた生き物はすべて「動物」であることを明記した。動物名は、別の被験者で行った予備調査の結果に基づいて、先の調査で使用したものより正答率が低

くなると予想されるものに変更した。

この事前課題の後、動物の定義とその解説を提示した（Figure 1と同一）。内容は先の調査で用いたものと同じである。続いて、以下のように条件に応じた発問を行って、具体的な動物名を挙げさせた。例外探索群（93名）には「排泄をしない『動物』」といえ、どのような『動物』が思い浮かびますか、また正事例探索群（92名）には「排泄する『動物』」といえ、どのような『動物』が思い浮かびますか、そして発問なし群（93名）には定義とその解説のみで、事例を探させる発問は行わなかった（Figure 5を参照）。

【例外探索群への発問】

ところで、排泄をしない「動物」といえ、どのような「動物」が思い浮かびますか。

具体的な動物名を以下にいくつか挙げてください。（問題1に記載の動物名を除く。）

【例外探索群への補強説明】

※ここで、問題2（注．発問のこと）の設問の解説をしましょう。

もし、前頁のカッコ内に挙げられた生物が「動物」であるならば、お答えに反して、それらはすべて排泄をするはず。なぜなら、「動物」は他の動植物を食べて自らの栄養としています、食べ物を分解・吸収する過程で、アンモニアなどの体に有害な物質が生じます。したがってこれを無毒化した上で、必ず体の外に排出する必要があるからです。それゆえ、排泄は「動物」一般に当てはまる特徴であるということが出来ます。

【正事例探索群への発問】

ところで、排泄する「動物」といえ、どのような「動物」が思い浮かびますか。

具体的な動物名を以下にいくつか挙げてください。（問題1に記載の動物名を除く。）

【正事例探索群への補強説明】

※ここで、問題2（注．発問のこと）の設問の解説をしましょう。

もし、前頁のカッコ内に挙げられた生物が「動物」であるならば、お答えのとおり、それらはすべて排泄をするはず。なぜなら、「動物」は他の動植物を食べて自らの栄養としています、食べ物を分解・吸収する過程で、アンモニアなどの体に有害な物質が生じます。したがってこれを無毒化した上で、必ず体の外に排出する必要があるからです。それゆえ、排泄は「動物」一般に当てはまる特徴であるということが出来ます。

【発問なし群への発問はなく、以下の解説のみを付加】

上の説明のように、「動物」は他の動植物を食べて自らの栄養としています、食べ物を分解・吸収する過程で、アンモニアなどの体に有害な物質が生じます。したがってこれを無毒化した上で、必ず体の外に排出する必要があります。それゆえ、排泄は「動物」一般に当てはまる特徴であるということが出来ます。

Figure 5 各群への発問と補強説明（実験1）

この後、例外探索群には「挙げられた生物が『動物』であるならば、お答えに反して、それらはすべて排泄をするはずです」、正事例探索群には「…、お答えのとおり、それらはすべて排泄をするはずです」とした上で、「動物」と「排泄」との関係性をさらに補強する100字程度の説明を加え、排泄は動物一般に当てはまる特徴であることを強調した。この補強説明は、発問なし群にも同じ内容を定義とその解説部分に続けて付け加えた (Figure 5を参照)。

次に、事前課題と同一の事後課題を課した。

最後に、事後課題の1つ以上に「排泄しない」または「不明」と答えた者に対して、先の調査と同じ定義不使用の理由選択を行わせた (Figure 4と同一)。

結果と考察

事前課題ですでに一貫正答した者と、最後の定義不使用の理由選択で1)「よく読んでいなかった」を選択した者を除外したところ、分析対象者は例外探索群61名、正事例探索群45名、発問なし群58名となった。

まず、各群の事前課題と事後課題の正答数の平均、及び事後課題における一貫正答率をTable 4に示した。はじめに事前課題の成績を分散分析したところ、群間に差は見られなかったため ($F_{(2,161)}=2.05, n.s.$)、事前の等

質性は確保されていたと考えられる。しかし、事後課題の成績を同様に分散分析しても群間に差は見られず ($F_{(2,161)}=1.73, n.s.$)、条件の差は確認できなかった。なお、各群の事前から事後への成績の伸びを対応のあるt検定により検定したところ、いずれも成績の上昇が見られていた (例外探索群: $t_{(60)}=6.52, p<.01$, 正事例探索群: $t_{(44)}=4.55, p<.01$, 発問なし群: $t_{(57)}=8.02, p<.01$)。また、各群の一貫正答者の割合をカイ自乗検定により比較したが、やはり差は有意ではなかった ($\chi^2_{(2)}=1.58, n.s.$)。総じて、課題成績に条件の差は見られず、事前から事後へはすべての群で成績の伸びが見られた。しかし一方で、事後課題では各群とも約半数が一貫した判断を行っていなかった。

なお、動物ごとの事前から事後への正答率の変化はTable 5のとおりである。ハチドリ、カエル、マグロについては予想に反して事前から正答率が高かったため、天井効果が見られている。カ(蚊)については事前の正答率が低かったが、事後では各群一様に正答率の上昇が見られ、群差は見られない。なお、先の調査と項目が重複していたアサリでは、課題の繰り返しと補強説明以外は先の調査結果と同じ条件であるはずの発問なし群の事後成績が79% (先の調査では60%)まで上昇していることから、ここでの補強説明はある程度

Table 4 各群の事前・事後課題の平均正答数と事後の一貫正答率

群/成績	事前課題	事後課題	一貫正答率
例外探索群	3.3 (0.80)	4.2 (1.04)	51%
正事例探索群	3.0 (1.00)	3.8 (1.44)	44%
発問なし群	3.2 (0.70)	4.2 (1.08)	57%

() 内は標準偏差

の促進的効果をもたらしたとも考えられるが、「カ(蚊)」の事後成績の水準を勘案すれば未だ十分とはいえないだろう。

また、発問によって挙げられた「動物」名を出現頻度が多かったものから Figure 6 に示した。例外探索群(「排泄をしない動物を挙げよ」)では、昆虫や微生物、水生動物が多く挙げられた一方で、「いない・思い浮かばない」とした者や無回答者が34%に上るなど、発問としての課題も残された。なお正事例探索群(「排泄する動物を挙げよ」)では、より身近なペットやよく見かける鳥、動物園にいる典型的な獣が多く挙げられた。

判断理由の選択傾向は、非一貫者全体(80

名)の集計で、多いものから選択肢7「定義があることはわかったが、生物種によって異なる部分もあると思った」(54%)、選択肢4「定義は間違いではないが、それが当てはまらない場合もあると思った」(39%)、選択肢8「定義は理解したが、その動物は例外だと思った」(34%)、選択肢9「定義を信用したが、個々の動物について尋ねられると判断が揺れた」(29%)であり、先の調査の上位4つの選択肢と一致していた。

なお、各群別の選択率と選択数は Table 6 のとおりである。選択肢ごとに比の差を検定したところ、選択肢7($\chi^2_{(2)}=2.10$, n.s.)、選択肢8($\chi^2_{(2)}=2.33$, n.s.)、選択肢9($\chi^2_{(2)}=$

Table 5 各動物ごとの事前から事後への正答率の変化

群/動物名	ハチドリ	カエル	マグロ	カ(蚊)	アサリ
例外探索群	80 → 87	93 → 98	85 → 93	10 → 57	61 → 80
正事例探索群	76 → 84	87 → 87	71 → 84	18 → 58	47 → 67
発問なし群	79 → 90	90 → 95	84 → 93	17 → 64	53 → 79

セル内は事前%→事後%

例外探索群が挙げた動物名

アリ、ハエ、アメーバ、カブトムシ、クモ、チョウ、ミミズ、プランクトン、イソギンチャク、ホタテ、ナマコなど。いない・思い浮かばない12名、nr 9名。

正事例探索群が挙げた動物名

イヌ、ネコ、ヒト、ハムスター、ウサギ、ウシ、ウマ、クマ、トラ、カラス、スズメ、ライオン、ゴリラなど。nr 1名。

Figure 6 発問によって挙げられた動物名

Table 6 各群別の判断理由の選択傾向

群/選択肢	選択肢7	選択肢4	選択肢8	選択肢9
例外探索群(30名)	63% (19)	33% (10)	43% (13)	40% (12)
正事例探索群(25名)	44% (11)	56% (14)	24% (6)	20% (5)
発問なし群(25名)	52% (13)	28% (7)	32% (8)	24% (6)

群名の()内は各群の非一貫者数、選択率の()内は選択人数

3.06, n.s.)では差が有意ではなかった。とりわけ選択肢7ではいずれの群の選択率も高いため、非一貫者では発問の種類や有無に関わらず個別的な判断がなされる傾向にあったと言わざるを得ない。一方、選択肢4 ($\chi^2_{(2)} = 4.72, p < .10$)では差が有意な傾向にあったため残差分析を行った結果、正事例探索群の選択率が有意に高かった($p < .05$, 調整残差2.14)。このことから、発問により正事例を挙げさせてその正しさを補強しても、反証命題の妥当性は減じられないことが示唆されたといえる。

討論

本実験では、大学生の個別的な判断傾向の修正を図る方略として、学習者本人に事例を想起させたのちに、定義に示された関係性の緊密さを強調する手立てを講じることの効果を検討した。まず、事例の想起を促す発問の有無とその発問の種類から3条件を設定して課題成績を比較したが、事前から事後への正答率の変化や事後の一貫正答率に差は見られず、発問の効果は検証できなかった。また、今回は正答率の低い「カ(蚊)」が課題に含まれていたとはいえ、50%前後の一貫正答率は働きかけを行わなかった先の調査と同様の低さであった。

このような結果に至った理由を考えると、第一に例外探索群で事例(例外)を想起できなかった者が3割を大きく超えていた点が挙げられる。今回の方略は事例(例外)を具体的に出示した上で、それを元に定義が意味する関係性の緊密さを認識させるという方法をとっているため、事例(例外)が浮かばなけ

ればその前提が成り立っていないことになってしまう。考えられる原因は、直前に動物の定義(排泄する)が説明されているにもかかわらず、唐突に「排泄しない動物を挙げよ」との要求がなされたことにあるのかもしれない。この点を改善するためには、例外を探索させる発問の表現を工夫する必要があるだろう。また第二に、すべての条件で一貫正答率が低く留まっていたことから、定義の関係性の緊密さを補強する説明がまだ十分ではなかったことも考えられる。ここでは、「動物」と「排泄」の2項間の関係性に例外はないことをいっそう明確に表現することが必要になると思われる。

ところで、本研究を含む6領域の横断的な調査では、植物領域(荒井, 2008)と面積領域(荒井, 2009)において、課題に回答した後に自らの判断基準をまとめさせるという「帰納課題」の効果が検討されている。そこでは、課題解決時に必ずしも明確ではなかった自らの判断基準への内省が事後的に求められることによって、あらためて過去の回答が見直され、次には個別的ではない何らかの基準に沿った回答へと導かれる可能性が示唆されている。そこで次の実験では、この「帰納課題」の効果の検討も念頭におきながら、先に挙げた不足を補って、再び自ら事例を探索させることの効果を検討することにしたい。

実験 2

方法

実験1で用いた被験者とは異なる学生145名(所属大学は同じ)を対象に、心理学的なコミュニケーション論を講ずる授業時間中に

質問紙 (A3 用紙 1 枚に両面印刷で 4 頁) を配布して回答させた。その際、回答は問題番号順に行うこと、一度回答した答えは後から修正しないことを指示した。回答時間は制限せず、終わった者から順に回収した。

はじめに事前課題として、5 つの動物名 (ハチドリ、クラゲ、メダカ、カ (蚊)、アサリ) にそれぞれの動き方や食べ物に関する特徴を述べた短い文章を付して、その動物が「排泄を行うか否か」の判断を求めた (形式は Figure 2 に同じ)。動物名は、実験 1 で事前正答率が高かった「カエル」を「クラゲ」に、また先行研究や先の調査との比較という観点から「マグロ」を「メダカ」に変更した。

この事前課題の後、先の調査で用いた判断基準の自由記述 (Figure 3 と同様) を行わせた。この設問は、実験 1 の討論で述べた「帰納課題」に準じている。

続いて、実験 1 と同じ内容の動物の定義とその解説を提示した (Figure 1 と同一)。そして、実験 1 と同じく以下のように条件に応じた発問を行って、具体的な動物名を挙げさせた。例外探索群 (49 名) の発問は、「いない・思い浮かばない」や NR 等の反応を減じるため、「排泄をしそうにない『動物』」といえ、どのような『動物』が思い浮かびますか」と変更した。正事例探索群 (47 名) の発問は、従前のまま「排泄する『動物』」といえ、どのような『動物』が思い浮かびますか」とし、発問なし群 (49 名) には定義とその解説のみで、事例を探させる発問は行わなかった。

このうち、実験 1 と同様に「動物」と「排泄」との関係性を補強する 100 字程度の説明を加えたが、実験 1 で「排泄は『動物』一般

に当てはまる特徴であり」としていた表現を「排泄は『動物』すべてに当てはまる特徴であり」と変更し、さらに例外探索群では「動物なのに排泄しないものはいない、ということができます」との一文を追加して、「動物」と「排泄」との関係をいっそう明確にする表現に改めた (実験 1 の Figure 5 を参照)。

次に、事前課題と同一の事後課題を課した。

最後に、事後課題の 1 つ以上に「排泄しない」または「不明」と答えた者に対して、先の調査と同じ定義不使用の理由選択を行わせた (Figure 4 と同一)。

結果と考察

実験 1 と同様に、事前課題ですでに一貫正答した者と、最後の定義不使用の理由選択で 1) 「よく読んでいなかった」を選択した者を除外したところ、分析対象者は例外探索群 32 名、正事例探索群 34 名、発問なし群 37 名となった。

まず、各群の事前課題と事後課題の正答数の平均、及び事後課題における一貫正答率を Table 7 に示した。はじめに、群 (3) × 事前-事後 (2) の 2 要因分散分析を実施したが、事前-事後の主効果のみ有意で ($F_{(1,200)} = 146.90, p < .01$), 群差 ($F_{(2,200)} = 0.51, n.s.$), ならびに交互作用 ($F_{(2,200)} = 0.21, n.s.$) は有意ではなかった。また、各群の一貫正答者の割合をカイ自乗検定により比較したが、やはり差は有意ではなかった ($\chi^2_{(2)} = 0.02, n.s.$)。以上のことから、課題成績に条件の差は見られず、事前から事後へはすべての群で成績が上昇していたといえる。この部分の結果は実験 1 と同様であった。

ただし、一貫正答率の高さを見ると、すべての群で75%前後の高率になっており、実験1の結果と大きく異なっている。そこで、両実験とも群差が見られなかったことから、それぞれ群を合わせた全体での一貫正答率を算出し比の差の検定を行った。その結果、実験1の一貫正答率は51% (84/164)、実験2の一貫正答率は76% (78/103)であり、実験2の成績が実験1より有意に高かった ($\chi^2_{(1)} = 15.93, p < .01$)。実験1と実験2の課題では2つの動物名が異なっているが、変更した2つの動物の事後成績はほぼ同様に高率であること、その一方で変更のなかった「カ(蚊)」と「アサリ」では実験2の方が高率になっていること (Table 8) を考慮すると、この結果から実験1よりも実験2の方が定義の適用が

促進されたといつてよいと思われる。実験1と2の違いは、「帰納課題」に相当する判断基準の自由記述を含んだことと、補強説明の改訂であるから、両者のいずれかがその促進に影響を与えたものと考えられる。

なお、動物ごとの事前から事後への正答率の変化は Table 8 のとおりである。先にも述べたように、実験1では一貫正答率の低さの原因になっていたとみられる「カ(蚊)」と「アサリ」の成績が、実験2では各群とも8割から9割と高率になっている。すなわち、実験2では実験1よりも動物の外延が拡大したと見ることができよう。

また、事前課題の直後に行った判断基準の自由記述を、先の調査と同様の方法で分類した結果を Table 9 に群ごとに示した。ただし、

Table 7 各群の事前・事後課題の平均正答数と事後の一貫正答率 (実験2)

群/成績	事前課題	事後課題	一貫正答率
例外探索群	3.2 (0.70)	4.6 (0.86)	75%
正事例探索群	3.1 (0.87)	4.6 (0.84)	76%
発問なし群	3.0 (0.81)	4.5 (0.98)	76%

() 内は標準偏差

Table 8 各動物ごとの事前から事後への正答率の変化 (実験2)

群/動物名	ハチドリ	クラゲ	メダカ	カ(蚊)	アサリ
例外探索群	91 → 100	50 → 81	97 → 100	22 → 81	63 → 94
正事例探索群	85 → 97	35 → 88	97 → 100	29 → 82	59 → 91
発問なし群	78 → 100	46 → 84	97 → 97	19 → 76	59 → 92

セル内は事前% → 事後%

Table 9 判断基準の自由記述の分類

群/基準	準定義	拡大過剰	縮小過剰	個別経験	基準なし	なんとなく	その他
例外探索群	5	0	5	2	16	3	1
正事例探索群	3	0	5	1	23	2	0
発問なし群	1	1	12	1	16	6	0

セル内は人数

実験2では定義を示す以前に尋ねているので、「定義」カテゴリーはなく、また「消化管のあるものは排泄する」等は「再定義」ではなく「準定義」として分類している。なおこの時点では条件差はないため、前提値に大きな違いがあるかどうかを見ることになる。定義に準じた基準から判断していたと見られる「準定義」の人数は例外探索群から発問なし群の順で若干の違いが見られるが、事前課題の成績は変わらないため影響は少なかったと思われる。また発問なし群には「縮小過剰」型の基準を有していた者が多かったと見られるが、事前-事後とも他の群と成績の違いは見られないため、これも影響は少なかったと思われる。「基準なし」における正事例探索群の多さも同様に判断できる。すなわち、ここでは過去の自らの回答を振り返り、何らかの判断基準の必要性を認識することが重要であると考えられるため、過去の判断がどのような基準でなされていたかの別は大きな影響を与えないものと考えられる。

なお、発問によって挙げられた「動物」名は実験1とほぼ同様であったが、例外探索群では「いない・思い浮かばない」とした者（7名）と無回答者（3名）が合わせて31%のほり、この点も実験1（34%）から変化が見られず発問の表現の改訂による効果はなかった。ちなみに正事例探索群では無回答者はいなかった。

また、判断理由の選択は、非一貫者が少数（25名）であるため各選択肢を選んだ者が各群で1名から3名までの範囲に留まっており、実験1のような傾向性を観察することは出来なかった。参考までに上位4つを挙げる

と、選択肢4（8名）、選択肢7（6名）、選択肢2（5名）、選択肢9（4名）の順であった。

討論

まず、発問の有無と種類に関わる条件差については、実験1と同様に成績の違いは見られなかった。実験2では、例外探索群の発問のインストラクションと補強説明の内容に改訂が加えられたが、これらの効果はなかったことになる。したがって、発問によって自ら事例を探させ、その後定義に従わない事例が存在しないことを伝えることの効果は、今回の実験では検証できなかったと言わざるを得ない。この理由の1つには、例外探索群が挙げた個々の「動物」に対して、それらが本当に動物かどうかの確認が事例を挙げた本人にフィードバックされなかったことが影響しているかもしれない。つまり、自ら挙げた「排泄しそうでない『動物』」（たとえばミジンコ）が果たして動物か否かがあやふやな状態でその後の説明を読んでも、そもそもそれが正事例として排泄するのか、負事例として排泄しないのかが判然としないため、「動物」と「排泄」との関係性の緊密さも高まらなかった可能性が考えられる。この点を改善するためには、挙げられたそれぞれの「動物」に対してそれが動物か否かを個々にフィードバックする必要があるが、質問紙の配布による一斉調査の方法でそれを実施することは難しい。少数対面式、または授業形式の実験の実施が求められることになるだろう。以上のことから、発問による事例探索の効果は、今後あらためて実験手続きを工夫して検証しなおすことに

したい。

次に、課題に回答した後に自らの判断基準をまとめさせる(帰納課題を課す)という方略については、その手続きを挿入した実験2全体の一貫正答率が実験1を上回ったことから、定義の適用範囲の拡大に促進的な効果をもたらす可能性が示唆されたと言えるだろう。実験1との違いには他に補強説明の改訂も含まれていたが、この改訂は例外探索群への説明の付加が主であり、またこのことによる群差が見られなかったことから、全体の一貫正答率の上昇には大きな影響を及ぼしていなかったと思われる。したがって、今回はその効果の検証を主たるターゲットにはしていなかったものの、自らの判断基準をまとめさせることの効果はありうるものと考えられる。ただし、両実験に共通する課題であった「ハチドリ」、「カ(蚊)」、「アサリ」の事前成績を比較すると、実験2の被験者の前提値は実験1のそれよりもやや高いようにも見受けられる。今後はこの方略の効果を主として検証する実験を行って、結果が再現されるかどうかを確かめてみる必要があるだろう。

ま と め

本研究では、動物領域での大学生の課題解決傾向について観察し、さらに誤った判断の修正方略について検討した。まず、動物の定義が示された後の外延判断において、大学生は、縮小過剰型の誤概念を適用しがちな小学生とは異なり、むしろ固定した判断基準を持たずに個々の動物ごとに判断を左右するという誤りの傾向が強いことがわかった。その理由として、大学生は定義に表現されている「動

物」(P)と「排泄」(Q)との関係をそれほど緊密なものとは解釈せず、定義の反証にも一定の妥当性を付与して、判断を依拠させる命題を1つに確定していない可能性が考えられることが指摘された。また、このようなタイプの誤りを修正すべく、事例の探索を促す発問の効果が検討されたが、本研究の実験でこれを検証することはできなかった。一方で、課題に回答した後に自らの判断基準をまとめさせる効果については、今回の実験手続き上、副次的にはあるものの、このことが定義の適用範囲を拡大しうる可能性が示唆された。

引用文献

- 荒井龍弥(1989). 小学生の「動物」概念における「誤れる特殊化」について 東北教育学会第47回大会発表資料
- 荒井龍弥(1995). 学習援助のストラテジー 宇野忍(編) 授業に学び授業を創る教育心理学第2版 中央法規 pp.161-206.
- 荒井龍弥(2008). 大学生の植物概念課題に対する判断基準 仙台大学紀要, 40, 1-10.
- 荒井龍弥(2009). 四角形の面積をめぐる大学生のルール適用状況 仙台大学紀要, 40, 153-164.
- 荒井龍弥・工藤与志文・白井秀明・宇野忍(1994). 境界的事例群による小学生の動物概念学習について—適切属性群間の相互関連性(動物の「かたちとくらし」)の理解を中心に—(1)~(3) 日本教育心理学会第36回総会発表論文集, 338-340.
- 荒井龍弥・宇野忍・工藤与志文・白井秀明(2001). 小学生の動物概念学習における縮小過剰型誤概念の修正に及ぼす境界的事例群の効果 教育心理学研究, 49, 230-239.
- 荒井龍弥・宇野忍・斉藤裕・工藤与志文・白井秀明・舛田弘子(2004). 誤った知識の保持状況と修正過程に関する研究 平成14・15年度科学研究費補助金報告書
- Carey, S. (1985). *Conceptual Change in Child-*

「動物」の外延判断における大学生の個別的課題解決傾向とその修正方略の探索（佐藤 淳，荒井龍弥）

hood MIT Press (ケアリー, S. 小島康次・小林好和(訳) (1994). 子どもは小さな科学者か — J. ピアジェ理論の再考 — ミネルヴァ書房)

Freyberg, P., & Osborne, R. (1985). *Learning in Science: The Implications of Children's Science* Heinemann (オズボーン, R.・フライバーグ, P. (編) 森本信也・堀哲夫(訳) (1988). 子ども達はいかに科学理論を構成するか — 理科の学習論 — 東洋館出版社)

細谷純 (2001). 「きまり」と「実例」と「例外例」
細谷純 教科学習の心理学 東北大学出版会 pp.139-147.

工藤与志文 (2003). ルールの「関係性」および

「操作」に関する分類体系 思考過程研究会 第1回例会(早稲田大学)発表資料, 未公開
佐藤淳(2008). ルール適用の促進を意図した「判断の不確定性」低減方略の検討 教育心理学研究, 56, 32-43.

付 記

本研究は、平成 19・20 年度科学研究費補助金基盤研究 (C) 課題番号 19530595「大学生の個別的課題解決傾向からの脱却をめざして」(研究代表者 荒井龍弥)の一部として行われた。