

先行研究から見た選言4枚カード問題に関する 思考過程の一側面

大浦賢治

はじめに

「pまたはq」という形式で表される言明のことを選言文という。これに関しては今日まで様々な角度から心理学的研究がなされてきたが、ここで論じられる「選言4枚カード問題」もその中の1つである。これは「pであることから『pまたはq』であること」を推論するような課題のことであり、Wason & Johnson-Laird (1969) によって初めてなされたものである。この課題はもともと Wason (1966) の条件文による4枚カード問題を選言文にも適用したものであるが、本論文ではまず選言4枚カード問題の解説をして先行研究の概要を整理する。次にこの課題に対する人の思考過程の特徴を明らかにした上で、今後解明すべき問題点を指摘したい。

1. 選言4枚カード問題についての解説

前述のとおり、選言4枚カード問題とは「pであることから『pまたはq』であること」を演繹するような推論課題である。この推論形式の事例としては、例えば次のような場合が考えられる。まず、1つのオハジキが袋の中に入っている状態で「この袋の中にあるオハジキの色は青か、または形は四角である」とA子さんが主張しているが、A子さんの言明が本当なのか、あるいは嘘なのかがはっきりしないような場合を考えてみよう。そこにたまたまB子さんが通りがかって「私は、オハジキの色が青であることをさっき確認した」とあなたに告げたとしよう。この時にA子さんが最初に主張した言明の真偽を確かめるために袋の中にあるオハジキの形を調べる必要があるか、あるいはないかを考えるような状況が、この推論課題に適合している。

ところで選言文には2種類のものがある。1つめは、「または」で結ばれたpとqが共に「偽」である場合を除けば、その選言文を全体として「真」とするものであり、これを「両立的選言」という。2つめは、「または」で結ばれたpとqが共に「真」あるいは共に「偽」である場合を除けば、その選言文を全体として「真」とするものであり、これを「排他的選言」という。例えば、上述した事例の選言文を両立的に解釈した場合、「オハジキの色が青である」ことをpとし、「形が四角である」ことをqであるとすれば、この「pまたはq」は $p \vee q$ という記号によって表現される(記号の \vee は、両立的選言解釈の「または」という意味を表す)。この時にB子さんによってもたらされた前提である「オハジキの色が青である」はpに該当するので、それは結論である $p \vee q$ の中に包含されており、

オハジキの形が四角であるかないかを調べる必要はない。しかし、これとは別にB子さんによって「オハジキの色は青ではない」として前提が与えられた場合には、結論である $p \vee q$ の真偽を決定できないために、袋の中を覗いてオハジキの形が四角であるかないかを調べる必要がある。その場合、この前提は $\neg p$ と表現される(記号の \neg は「～ではない」という否定を表す)。

しかし、同じ表現であるこの「p または q」を排他的に解釈した場合には、その確認の必要性が異なってくる。先ほどと同様に「オハジキの色が青である」ことを p とし、「形が四角である」ことを q であるとすれば、この「p または q」は $p \vee q$ という記号によって表現される(記号の \vee は、排他的選言解釈の「または」という意味を表す)。そして先ほどと同様にB子さんによって「オハジキの色が青である」が前提としてもたらされた場合にはこれも p に該当するが、この場合は両立的選言解釈と違って「オハジキの形が四角であってはならない」と考えるので、q を調べる必要が出てくるのである。また前提が「オハジキの色は青ではない」の場合は先ほどと同様に $\neg p$ に該当するが、この場合「オハジキの形は四角でなければならぬ」ので、やはり q を調べなければならないのである。つまり、選言文を両立的に解釈する場合と排他的に解釈する場合とは、結論の妥当性が異なるわけである。

これまで述べてきた事例は、p と q が概念的に重なり合うことの可能な要素、すなわち「青くて四角いオハジキ」が概念的に存在するような事例の場合であった。このような要素を持つ集合のことを交差クラスという。しかし、もし p が「青いオハジキ」であり、q が「赤いオハジキ」だとしたら「青くて赤いオハジキ」は概念的に重なり合うことがないばかりではなく、物理的にも存在しない。このような要素を持つ集合のことを離接クラス(または排他クラス)という⁽¹⁾。

離接クラスの事例として、先ほどと同様に1つのオハジキが袋の中に入っている状態で「この袋の中にあるオハジキの色は青か、または赤である」とAさんが主張しているが、Aさんの言明が本当なのか、あるいは嘘なのかがはっきりしないような場合を考えてみよう。そこにたまたまBさんが通りがかって「私は、オハジキの色が青であることをさっき確認した」とあなたに告げたとしよう。この時にAさんが最初に主張した言明の真偽を確かめるために袋の中にあるオハジキの色を調べる必要があるか、あるいはないかを考えるような状況が、この推論課題に適合している。「オハジキの色が青である」ことを p とし、「オハジキの色が赤である」ことを q であるとすれば、この「p または q」を両立的に解釈した場合、交差クラスの時と同様に $p \vee q$ という記号によって表現される。またこの時にB子さんによってもたらされた前提である「オハジキの色が青である」は、交差クラスの時と同様に p に該当するので $p \vee q$ の中に包含されており、オハジキの色が赤であるかないかを調べる必要はない。しかし、これとは別にB子さんによって「オハジキの色は青ではない」として前提が与えられた場合には、これも交差クラスの時と同様に $\neg p$ と表現されるが、 $p \vee q$ の真偽を決定できないために、袋の中を覗いてオハジキの色が赤であるかないかを調べる必要がある。

次に「p または q」を排他的に解釈した場合、先ほどと同様に「オハジキの色が青である」ことを p とし、「オハジキの色が赤である」ことを q であるとすれば、これも交差クラスの時と同様に $p \vee q$

という記号によって表される。しかしオハジキの色が青であって、なおかつ赤であるということではできないので、交差クラスの時とは異なり「オハジキの色が青である」として p に該当する前提が与えられた場合でも「オハジキの色が赤ではない」ことをわざわざ確かめる必要がない。他方、前提が「オハジキの色は青ではない」の場合は先ほどと同様に $\neg p$ に該当するが、この場合は $p \vee q$ の真偽を決定できないので、袋の中を覗いて「オハジキの色が赤である」ことを確かめる必要がある。

中垣（1991）は、選言4枚カード問題に関して交差クラスの両立的選言解釈による論理的推論規則（推論スキーマ）を示している。しかし、これに交差クラスの排他的選言解釈と離接クラスの推論スキーマを加味すると表1のようになる。なお、ここでは記号 \vee や \vee の左側に置かれる選言項 p のことを前件といい、同様に右側に置かれる選言項 q のことを後件と呼ぶことにする。

表1 選言4枚カード問題に関わる推論スキーマ

推論スキーマ	前提	結論	結論の妥当性		
			交差クラス		離接クラス
スキーマ 5	p である	p または q	$p \vee q$ の解釈妥当	$p \vee q$ の真偽不明	解釈妥当
スキーマ 6	p でない	p または q	$p \vee q$ の真偽不明	$p \vee q$ の真偽不明	真偽不明
スキーマ 7	q である	p または q	$p \vee q$ の解釈妥当	$p \vee q$ の真偽不明	解釈妥当
スキーマ 8	q でない	p または q	$p \vee q$ の真偽不明	$p \vee q$ の真偽不明	真偽不明

※ スキーマ1から4は、選言3段論法のスキーマに対応した番号である（中垣, 1991, p.1 参照）。

次に、表1の推論スキーマ5と6の結論の妥当性を表2の論理式によって確認してみたい。スキーマ7と8は、スキーマ5と6に準拠している。なお、Tは「真」、Fは「偽」、 \rightarrow は「 \sim ならば」という意味を表す。

表2 選言推論スキーマ5と6の論理式とその真理表（両立および排他的選言解釈）

両立的選言解釈												
スキーマ 5						スキーマ 6						
p	q	p	\rightarrow	(p	\vee q)	p	q	\neg p	\rightarrow	(p	\vee q)	
T	T	T	T	T	T	T	T	F	T	T	T	
T	F	T	T	T	F	T	F	F	T	T	F	
F	T	F	T	F	T	F	T	T	T	F	T	
F	F	F	T	F	F	F	F	T	F	F	F	

排他的選言解釈												
スキーマ 5						スキーマ 6						
p	q	p	\rightarrow	(p	\vee q)	p	q	\neg p	\rightarrow	(p	\vee q)	
T	T	T	F	T	F	T	T	F	T	T	F	
T	F	T	T	T	F	T	F	F	T	T	F	
F	T	F	T	F	T	F	T	T	T	F	T	
F	F	F	T	F	F	F	F	T	F	F	F	

表2から論理的に妥当である論理式は、両立的選言解釈のスキーマ5であり、また論理的に妥当ではないのは、両立的選言解釈のスキーマ6と、排他的選言解釈のスキーマ5と6であることが分かる。しかし離接クラスの事例では、青と赤のオハジキの例でも見てきたとおり、わざわざ「オハジキの色が赤ではない」ことを確かめる必要がない。このように離接クラスの場合では、クラスの集合が互いに概念的に重ならない性質のために、前件 p と後件 q がTTとして同時に成立せず、排他的選言解釈のスキーマ5に関して、人は交差クラスの両立的選言解釈をした場合と同様の結論をする傾向がある。こうして表1における離接クラスのスキーマ5は「解釈妥当」になるわけである。しかし、これは表2の排他的選言解釈のスキーマ5の「結論が妥当ではない」ととは一致しない。つまり離接クラスにおける人の思考過程と論理式は一致しないということであり、この点が命題論理学と人間の思考判断の異なるところである。

2. 「 p から『 p または q 』を推論すること」に関する様々な見方

本論文の冒頭で述べた「 p であることから『 p または q 』についての推論をすること」に関する思考様式は、もともと Gentzen (1935 / 1964) によって自然演繹法 (NJ) として公式化されたものの一部であり、これを「選言導入」という (Gentzen, 1964, p. 293)。この自然演繹法は、Russell や Hilbert によって開発された論理的演繹の形式化と等価である。しかし Russell らの形式化が、実際に用いられる演繹の形式からはるかにかけ離れているので、実際の推論にできるだけ近い形式的システムを構築することを目的としたものであって、公理を使わない推論形式をしている。またこの Gentzen の自然演繹推論規則には、曖昧性をなくすために NJ に「排中律」を加えた NK があり、一般的には NK の方がよく知られている。ところで選言導入に関しては、 \vee という記号が使われていることから分かるように両立的選言解釈による推論であり、表1および表2の両立的選言解釈によるスキーマ5に対応するものである。そしてこの選言導入に関しては、人の思考過程を調査対象としたいくつかの心理学的研究がこれまでなされている。そこで次にそれらを見ていこう。

Johnson-Laird (1975) では、どんな特定の問題領域からも独立した思考の一般的原理が論じられた。そこでは3種類の推論が取り上げられたが、その中の1つである命題推論において選言導入に関する言及がなされている。まず命題推論は、基本的推論 (Primary Inferences) と補助的推論 (Auxiliary Inferences) の2種類に分類される。Johnson-Laird によれば、命題推論はまず基本的推論からなされる。補助的推論は基本的推論に前駆するものとして存在し、基本的推論に対して方法を用意する補助的なものである。こうして Johnson-Laird (1975, p. 29) は、「『ジョンの子どもは大きくなった』それゆえに『ジョンの子どもは大きくなったか、またはマンチェスターは雨が降っている』と言うことは、奇妙である」と述べて日常的にはそれだけで通常は生じないことを指摘するものの、選言導入を補助的推論の中に位置づけた上で、少なくともその必要性を認めたのである。

理論拡張を目的とした Osherson (1975) の実験3では、選言導入を含んだ実験がなされた。被験者は35名の中学生であり、理論から導出された論証を受け取った。その内訳はベースラインとして

「Kがある。ゆえにKがある」(p/p)の1文, 単一操作による論証10文, 複合操作による論証17文, 無効な論証18文の中からランダムに選び出された6文の合計34文である。この課題は, どの論証が妥当であるのかを判断し, その論証の困難度評定を被験者に求めるものであり, 選言導入「Cがある。ゆえにCがあるか, またはHがあるかのいずれかである」($p/p \vee q$)は, 単一操作による論証の中に含まれていた。結果として, 選言導入を妥当な論証だと認めた被験者は35名中17名, またそれを拒絶した被験者は18名であった。また, 困難度評定に関しては26.78であり, 同様に選言文を含んだ単一操作による論証「Zがあるか, またはHがあるかのいずれかである。ゆえにHがあるか, またはZがあるかのいずれかである」($p \vee q/q \vee p$)の17.66よりも困難度が高かった。こうして約半数の被験者は, 選言導入を妥当な論証と認めなかったのである。

Braine (1978) は, 前述した Gentzen の命題推論規則スキーマ (NK) を元にして自然命題論理のための推論規則スキーマを考案した。Braine は, 自己の推論規則スキーマを Gentzen のものと本質的に同じものであるとしている。しかし, 次の3つの理由によって選言導入の規則を自己の推論規則から除外した。その理由とは, ①「pから『pまたはq』への推論」は, 直観的に自然な推論の段階ではなく, もしpが既に分かっているのであれば, それよりも弱い言明である「pまたはq」を推論しようという理由がない。②選言導入の推論規則は, 排他的選言解釈に対しては明らかに妥当ではなく, 「または」に対して両立的な意味を定めてしまう。③Osherson (1975) でなされた研究に言及しながら, 被験者は選言導入の推論規則を拒絶したこと, である。その代わりに, Braineは別の推論スキーマを使用することによって「または」における両立的な意味を定めることなく, 選言を伴う全ての議論の通常のやり取りを正当化する論理学が可能になるとした (Braine, 1978, p. 14)。

Rips (1983) は, Gentzen (1935 / 1969) と Jaskowski (1934) によって考え出された自然演繹的な手続きから「自然演繹システム」(A Natural Deduction System 以下 ANDS とする) という人工知能と関連するモデルを考案した。それは階層的に構造化された作業記憶における命題を操作して, 前提から結論もしくは結論から前提への前後いずれかの方向において適用される11種類の自然演繹規則を持つという特徴がある。そのうち選言導入はR7としてその中に含まれており, 「ドロシーはトペカにいる」という選言肢の1つに基づいて, 「ドロシーはトペカにいる, またはジルはカンザス市にいる」という例文があげられている。しかし, R7の有効性を示すパラメーターは.197であり, 選言3段論法に相当するR3の.713などその他のANDS規則と比較して著しく低かった。またさらに選言肢の1つが既に真であると知られている時に選言文の仮定をすることは誤解を招くものであり, 多くの人にとってこの規則は奇異なものに思われることや, プロトコル実験の被験者はR7に基づいた論証を拒絶する傾向が見られたことなどを示しながら, R7は最も利用のなされない規則であると述べており, 同様の指摘はRips (1994, p. 156) にも見られる。

Braine (1978) において定式化された18の推論スキーマは, その後さらに Braine & O'Brien (1998) によって14の推論スキーマに改訂されたが, その中でも選言導入の推論規則は含まれなかった。しかし, これに関して Braine, Reiser, & Romain (1998) の研究では, この推論規則を被験者が使用す

る可能性についてそれぞれ24名の学部生を被験者とする2つの研究がなされた。それは共に問題文を読んだ上で提示された結論の真偽とその困難度を評定する課題であり、各問題は最後に書面の形式で再提示され、それに回答して各自の推論を要約することが求められた。

その結果、2つの評定課題における選言導入の問題に対して、52%の被験者は「真」と回答し、同様に25%は「偽」と回答し、23%は「決められない」と回答した。「真」と回答した被験者は、この問題に対して大部分の問題より高い4.30の平均困難評定値を与えた。こうして約半数の被験者は、結論が前提から続かないと考え、それが前提から続くと考えた人々は、その推論が比較的難しいと考えたことが分かった。この結果や Rips (1983) の実験で見られた R7 の有効性を示すパラメーターが低かったことなどを根拠として、彼らは選言導入が不自然な推論だと結論付けたのである。

前述した Gentzen (1935 / 1964) は、実際に行われる推論にできるだけ近い形式的システムを構築しようとしたのである。しかし選言導入に関していえば、どの心理学的研究においてもそれが不自然な推論形式であると考えられ、Braine (1978) などに至っては、完全に削除されたのである。

3. 選言4枚カード問題に関する先行研究の概観

3-1. 主に条件4枚カード問題との比較に着目した研究

前述したとおり Braine (1978) などは、選言導入に対して否定的な立場を取ったのである。しかし、条件文と前件に否定を伴った両立的解釈による選言文の真理値が同じであることに着目した Wason & Johnson-Laird (1969) は、選言文の形式を実験することにより「もし p ならば q である」という推論課題の難しさが含意の概念に固有のものであるのか、または概念を表現するために使用された言葉によるものであるのかを調査した。そして、これが選言4枚カード問題の最初のものである。

調査では4つの実験条件があった。それは① $\neg p \vee q$ で真である場合、② $\neg p \vee q$ で偽である場合と、③ $p \vee q$ で真である場合、④ $p \vee q$ で偽である場合である。 $p \vee q$ が実験に加えられた理由は、否定の存在が錯誤を生じる要因になると考えられたので、否定のない選言文 $p \vee q$ をベースラインとして $\neg p \vee q$ と比較するためであった。語彙題材として以下の4つのタイプが用いられたが、これらに加えて他の4つのタイプの題材では、前件に該当する節が否定されて $\neg p \vee q$ と対応していた。

- (A) 全てのカードは一方にローマ数字があるか、または他方に大文字がある。
- (B) 全てのカードは一方に縦の長方形があるか、または他方に鋭角の角がある。
- (C) 全てのカードは一方に黒色の正方形があるか、または他方に曲線がある。
- (D) 全てのカードは一方に偶数の数があるか、または他方に母音の文字がある。

冒頭の解説のところで「この袋の中にあるオハジキの色は青か、または形は四角である」から青くて四角い「1つのオハジキ」が考えられ、これが交差クラスであることを説明したように、題材が異なるものの、一方が p で、他方が q であるような「1枚のカード」を考えることができるので、これ

も交差クラスの課題である。被験者はロンドン大学の24名の学生であり、12名ずつA, B, C, Dの順番で題材が提示されるグループとD, C, B, Aの順番で題材が提示されるグループに分けられて個別に調査された。まず4つの実験条件の下で文章が提示され、その各々で8つの刺激カードがランダムに被験者の目の前に置かれた。次に被験者は、その文章が真であるかまたは偽であるかのいずれかが告げられた後に、そのことを証明するのに必要なカードを4枚選ぶように求められた。実験者は、被験者によって選ばれたカードをひっくり返し、被験者は題材で述べられている規則が真(偽)であることを確かめると、直ぐに実験者に告げるように求められた。そして、さらに残りのカード4枚を選ばなかった理由が尋ねられた。

実験の結果、24名の被験者のうちで4つ全ての条件に正答したのは4名だけであり、否定条件は肯定条件よりも困難であることが確かめられた。しかし、真と偽条件の間で有意差は見られず、全ての条件の下で正しい選択が多くなされることなどが分かった。実験の最後に被験者が選言文を両立的または排他的選言のいずれによって推論しているのかを調べるためのテストがなされたが、排他的選言解釈による理由を示した被験者はわずか3名であった。実験全体をとおして明らかになったことは、「pではない、またはqである」という選言文としての含意を表現することは、それを「もしpならば、その時qである」という条件文として表現することよりも理解を容易にするということであった。また含意の概念には、固有の困難さが存在することも示唆された。

Krauth & Berchtold-Neumann (1988) では、Krauth (1982) の条件4枚カード問題における反証確率が後件選択よりも常に前件選択に対して大きかったことが選言4枚カード問題にも当てはまるのかどうかや、そこで用いられた統計モデルの適合性が選言文に対しても有効であるのかどうかを確かめるための調査がなされた。課題は交差クラスであり、起りうる変動要因を排除するために両立的選言課題と排他的選言課題の2つに分けて実施された。また被験者は、男女32名ずつ合計64名の学生であり、男女とも16名ずつが両立的と排他的のいずれかの選言課題に取り組んだ。

実験では、カードに見立てた文字と数字(L, K, 2と8)を用いた4つの長方形が、規則と共にコンピュータの画面上にランダムに表示された。被験者に与えられた教示は、表側だけを見ることのできる4枚のカードはいつも一方が数字であり、もう片方は文字であるということであり、規則が真か偽であることを調べるためにめくらなければならないカードを決めることであった。被験者は画面上でカードを選択し、その回答はフロッピーディスクに記録された。しかし全くカードを選択しないことや、全てのカードを選択することも許された。

結果として、排他的選言課題では前件と後件の選択に関してかなりの不均衡が見られ、これは条件4枚カード問題と同様の傾向であった。他方両立的選言課題では、前件に対する選択がわずかに好まれることが分かった。また $p \vee q$ と $\neg p \vee \neg q$ の規則に対して、被験者は一定のカードの組合せを好むことや、統計モデルは両方の選言課題に対して適合することなどが分かった。

3-2. 主にマッチングバイアスとの関わりに着目した研究

マッチングバイアスとは、推論課題において論理的に決定的な否定の存在に関係なく、命題言明の語彙内容に一致する情報を選ぶ傾向のことである（Evans, Legrenzi, & Girotto, 1999, p. 185）。前述した Krauth & Berchtold-Neumann（1988）でもマッチングバイアスは調査された。しかしこの調査の場合は、排他的選言課題でのみ確認されただけであった。

Evans et al.（1999）の実験3では、if-then 条件文、only if 条件文、選言文、否定連言文の問題の言語形式によって、151名の学部生が4つのグループに分かれて調査に参加した。被験者はランダムな順序で小冊子中の4つの問題を提示されたが、問題は各規則の最初とその次の構成要素における否定の有無によって異なっていた。実験題材は左側に文字があり、右側に数字のある4枚のカードであり、各カードの片方は隠されていたので、この課題は交差クラスである。そして被験者は、規則が真であるのか偽であるのかを知るために、覆いを取る必要のあるカードに印をつけるように求められた。結果は、全ての規則においてマッチング指数が陽性であり、マッチング傾向が観察された。そして選言文の前件のマッチング指数以外において、統計的な有意差が見られたとしている。

Roberts（2002）は否定の存在にもかかわらずマッチングバイアスが存在するのならば、使用される論理的結合子の種類に関わりなくマッチングバイアスを同定できるはずだと考えた。そして2つの先行研究の結果を踏まえながら、全ての否定パラダイムが使われる選言4枚カード問題においてマッチングバイアスを同定することを目的として、交差クラスによる選言文と定言文の比較実験を行なった。課題は、真であるのか偽であるのか不明な規則があるので、それを確かめるために4枚の中からひっくり返す必要のあるカードを選ぶというものであり、定言文として「一方に文字のAがある（ない）全てのカードは、他方に数字の3がある（ない）」のような規則が提示され、同様に選言文として「カードの一方に文字のAがある（ない）か、または他方に数字の3がある（ない）かのいずれかである」のような規則が提示された。被験者は18から40歳の大学生および大学院生64名であり、各被験者は4つの選言文と4つの定言文のいずれかが最初に提示される小冊子を一冊受け取り、合計で8つの選択課題を各自のペースで個々に回答した。

交互作用を調べるためにカードタイプ（ $p / \neg p$ 対 $q / \neg q$ ）、論理的状態（正しい選択対間違った選択）とマッチング状態（マッチング対非マッチング）による $2 \times 2 \times 2$ の被験者内分散分析が行われた。定言4枚カード問題では、マッチング状態の主効果が有意であり、マッチングカードが非マッチングカードよりも多く選択された。また論理的状態の主効果も有意であり、論理的に正しいカードがそうでないカードよりも多く選択された。また2つの交互作用が有意であり、カードタイプと論理的状態では、前件に対する論理的状態の効果（論理的選択 89% 対非論理的選択 14%）が、後件に対する論理的状態の効果（論理的選択 48% 対非論理的選択 50%）よりも大きかった。また同様にカードタイプとマッチング状態においては、前件に対するマッチングの効果（マッチングした選択 58% 対非マッチング選択 46%）が、後件に対するマッチング効果（マッチングした選択 70% 対非マッチング選択 28%）よりも小さかった。

他方、選言4枚カード問題では、マッチング状態の主効果が有意であり、マッチングカードは非マッチングカードよりも選択が少なかった。また論理的状態の主効果が有意であり、論理的に正しいカードがそうではないカードよりも多く選択された。これら2つの要因は有意に交互作用しており、論理的に正しいカード(マッチングした選択56%対非マッチング選択65%)よりも論理的に正しくないカードに対してより大きな逆マッチング効果(マッチングした選択36%対非マッチング選択52%)が見られた。こうして定言4枚カード問題の実験結果は、条件4枚カード問題の結果と類似しており、予測したとおりであった。しかし選言4枚カード問題の結果に関しては、それとは異なる結果を示しており、Robertsはマッチングバイアスの存在に疑問を呈している。

3-3. 主に認知発達に着目した研究

Wason & Johnson-Laird (1969)の研究では成人が被験者であったが、中垣(1990)では認知発達の観点から $\neg p \vee q$ に関する交差クラスの調査が行われた。被験者は中学生39名、高校生49名の合計88名であり、選言文を両立的と排他的のいずれで解釈するのかを見るための真理値判断課題と、規則を守っているかどうかを知るために点検すべきカードを問う通常型FCP(FCPは中垣(1990)で用いられた「4枚カード問題」の略称のこと)と、その反対に点検する必要のないカードを問う変則型FCPの3種類の課題が用いられて多面的な検討がなされた。

通常型FCPで示された規則は、ラベル工場で表に文字(アルファベット)、裏に数字を印刷したラベルを製造しているという設定で「おもてがWでないか、または、うらが7であるラベルを印刷する」というものであり、規則どおりに作られていることを確かめるために4枚のラベルの中から「どのラベルの反対側を見ても必要があるか」という質問が提示された。また変則型FCPでは、同様の場面設定で「おもてがZでないか、または、うらが4であるラベルを印刷する」という規則が被験者に提示され、「反対側をわざわざ見なくても規則どおりに作られていることが既にわかるカード」と、その逆に「規則どおりに作られていないことが既にわかるカード」を回答するように求められた。

両立的選言解釈をした場合、通常型FCPでは、表が「Wである」カードと裏が「7ではない」カードを選択することが正答となる。また同様に変則型FCPの場合、規則どおりに作られていることが分かるカードは、表が「Zではない」カードと、裏が「4である」カードとなり、規則どおりに作られていないことが分かるカードは存在しない。一方排他的選言解釈をした場合、通常型と変則型の両方のFCPで全カードの点検が必要となる。結果として、選言文に否定が含まれる課題は正答が困難であることや、両方のFCPにおいて、被験者は両立的選言解釈をしてカードの選択をすることなどが分かった。また条件文のFCPとの比較においては、選言文のFCPが条件文のFCPよりも正答率の高いことが判明した。その理由として中垣(1990)は、選言型推論の場合は前件と後件が入れ換え可能で対称的であり、異なる推論形式が2つしか必要ではないが、他方条件型推論では前件と後件の入れ換えが非対称的なので4つの推論規則を知っている必要があるためだとしている。

中垣(1991)では $p \vee q$ に関する交差クラスの調査が行われ、スキーマの獲得時期やその過程の

解明が試みられた。被験者は、小学2年生、4年生、6年生の各々20名ずつ、合計60名であった。実験の題材は2枚の亚克力板を蝶番でつなげて、上の板を「箱のフタ」、下の板を「箱の中身」に見立てた4つのモデルであった。そして「ここにある4つの箱は、どれも『赤色の箱、または、中にバナナの入った箱』です」という形で選言文が被験者に与えられた。

4つの箱は、どれも箱の色か中味のいずれかしか見えないので、この状態では言明の真偽を判定することができない。そこで、この真偽を決定するために少なくともどの箱の色、あるいは中味を調べてみる必要があるか、ないかを被験者に問うわけである。各々の箱の色と中身は表1のスキーマ5から8に各々対応していた。結果から中垣（1991）は、スキーマ6の獲得はスキーマ5の獲得に先行し、肯定選言4枚カード問題が解決され始めるのは、小学6年生頃であると結論している。

大浦（2008a）では、小学2年生23名、4年生33名および6年生27名の合計83名を被験者として交差クラスと離接クラスの題材を用いた選言4枚カード問題のクラス比較研究が行われた。実験の題材は、シャツと半ズボンを着た4人の男子の子の絵であったが、黒い紙で隠すことで男子の子の服の一部を見えないようにした。そしてお友達が述べている選言文の真偽を確かめるという設定にして、交差クラスではシャツと半ズボンの色を被験者に問い、離接クラスではシャツの色を問うことで実験を進めた。その結果としてほとんどの被験者は、両クラスの課題に関して両立的選言解釈をして回答することが確認された。また学年別に見れば、両クラスとも正答者数は6年生で半数を超えることから中垣（1991）と同様に、スキーマ5および6の獲得は11、12歳頃であることなども再確認された。これは Piaget（1970 / 2007）の発達理論と整合的である。しかし McNemar 検定によって両クラス間における人数の偏りを調べたところ、どの学年においても交差クラスと離接クラスでの正判断率に有意差は見られず、クラスが異なることによる困難度に差が見られなかった。これは、同じ児童を被験者とした大浦（2008b）の選言3段論法課題において、両クラス間の正答者数に人数の偏りが見られたこととは対照的であった。

4. 選言4枚カード問題に関する思考の一般的傾向性および解明すべき今後の課題

2節で取り上げた先行研究は、どれも選言導入を不自然であるとしている。しかし、これはいずれも「現在の確定された事柄」を問題にしているからであると考えられる。例えば「来年は進学するか、または就職する」($p \vee q$)と以前Cさんがいっていたのに、「来年は進学しないよ」($\neg p$)とCさんから突然電話があったならば、あなたはきっと「それでは来年どうするの」と問いかけるであろう。またこれとは別にCさんから「進学に決まったよ」(p)と連絡があったならば、あなたはきっと「合格すると思っていたよ。おめでとう」と祝福するだろう。つまり先行研究が指摘しているとおり、既に分かっていることから「 p または q 」をわざわざ推論することは、確かに不自然である。それをすることの意義はほとんどないであろう。しかし、この例のように「未来に関する事柄」や中垣（1990）の実験で用いられているような「現在の出来事でも不確定な要素を含む事柄」に対して、この推論形式は有効であり、かつ自然なのである。

これまで見てきた先行研究の諸成果から次の事柄が明らかとなった。まず、選言4枚カード問題に関する推論スキーマの獲得は11、12歳頃である。また被験者の多くは両立的選言解釈をして課題に回答しており、これは選言文解釈課題などと同様の傾向である。さらに選言文は、条件文よりも4枚カード問題が容易に推論され、それには論理構造の違いが関係していることが示唆された。しかし、マッチングバイアスに関しては見解の相違が見られた。また同じ選言文であるにもかかわらず選言3段論法課題と選言4枚カード問題において、クラス間での正答割合に違いが見られた点なども今後さらに検討を要する課題である。Braine (1978) や Braine et al. (1998) は、選言導入を不自然であるとしただけではなく、それを排除したのである。しかし、これまでの考察から明らかなように、選言導入および選言4枚カード問題は思考過程の全体像を解明するために不可欠なものといえるのである。したがって今後さらなる研究が必要とされるであろう。

注(1) 筆者のこれまでの著作では「pとqが概念的に両立しない要素を持つ集合」のことを「排他クラス」と表記したが、「排他的選言解釈」との混同を避けるために、本論文ではこれを「離接クラス」と表記した。したがって離接クラスと排他クラスの意味内容は同じである。

引用文献

- Braine, M.D.S. (1978). On the relation between the natural logic of reasoning and standard logic. *Psychological Review*, 85, pp. 1-21.
- Braine, M.D.S., & O'Brien, D. P. (1998). The theory of mental-propositional logic: Description and illustration. In M.D.S. Braine & D.P.O'Brien (Eds.), *Mental logic*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Braine, M.D.S., Reiser, B.J., & Rumain, B. (1998). Evidence for the theory: Predicting the difficulty of propositional logic inference problems. In M.D.S. Braine & D.P.O'Brien (Eds.), *Mental logic*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Evans, J. St. B.T., Legrenzi, P., & Girotto, V. (1999). The influence of linguistic form on reasoning: The case of matching bias. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52A (1), pp. 185-216.
- Gentzen, G. (1964). Investigations into logical deduction. *American Philosophical Quarterly*, 1, pp. 288-306.
- (1969). Investigations into logical deduction. In M.E. Szabo (Ed.), *The collected papers of Gerhard Gentzen*. Amsterdam: North-Holland.
- (1935). Untersuchungen über das logische Schliessen. *Mathematische Zeitschrift*, 39, pp. 176-221.
- Jaskowski, S. (1934). On the rules of supposition in formal logic. *Studia Logica*, 1, pp. 5-32.
- Johnson-Laird, P.N. (1975). Models of deduction. In R. Falmagne (Ed.), *Reasoning: Representation and process in children and adults*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 7-54.
- Krauth, J. (1982). Formulation and experimental verification of models in propositional reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34A, pp. 285-298.
- Krauth, J., & Berchtold-Neumann, M. (1988). A model for disjunctive reasoning. *Zeitschrift für Psychologie*, 196, pp. 361-370.
- 中垣 啓 (1990). 選言4枚カード問題の発達の研究 国立教育研究所研究集録 No. 20, pp. 65-83.
- 中垣 啓 (1991). 選言型推論スキーマの獲得に関する発達の研究 国立教育研究所研究集録 No. 22, pp. 1-19.
- Osherson, D.N. (1975). Experiment 3: New operations. *Logical abilities in children. Vol. 3. Reasoning in adolescence: Deductive inference*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 113-130.

- 大浦賢治 (2008a). 選言4枚カード問題に関する子どもの認知発達 日本教育心理学会 第50回総会発表論文集 p.700.
- 大浦賢治 (2008b). 選言3段論法推論に関する子どもの認知発達 日本発達心理学会 第19回大会論文集 p. 287.
- Piaget, J. (1970). Piaget's theory. P.H. Mussen (Ed.), *Carmichael's manual of child psychology (3rd ed.)*; New York: John Wiley & Sons. (ピアジェ, J. 中垣 啓 訳 (2007). ピアジェに学ぶ認知発達の科学 北大路書房)
- Rips, L.J. (1983). Cognitive processes in propositional reasoning. *Psychological Review*, 90, pp. 38-71.
- Rips, L.J. (1994). *The psychology of proof: Deductive reasoning in human thinking*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Roberts, M.J. (2002). The elusive matching bias effect in the disjunctive selection task. *Experimental Psychology*, 49, (2) pp. 89-97.
- Wason, P.C. (1966). Reasoning. In B. M. Foss (Ed.), *New horizons in psychology*, Harmondsworth, Middlesex, England: Penguin, pp. 135-151.
- Wason, P.C., & Johnson-Laird, P.N. (1969). Proving a disjunctive rule. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 21, pp. 14-20.