

## 研究論文

## 条件文推論における方向性

服部 雅史<sup>1), 2)</sup>

## Directionality in conditional reasoning

HATTORI Masasi

To investigate cognitive directionality in conditional reasoning, performance in tasks of logical inference was examined. An experiment using hypothetical syllogisms was conducted, in which the first premises of the syllogism were presented in two logically equivalent forms: an implicational form ("if  $p$  and  $q$  then  $r$ ") and a disjunctive form ("not  $p$ , not  $q$ , or  $r$ "). Participants were required to generate logical conclusions to the tasks. When the first premises were presented in implicational form, participants' performances varied widely according to the inference patterns, and their directionality in reasoning became obvious. In contrast, when the first premises were displayed in disjunctive form, the difference between inference patterns disappeared, resulting in generally high performance. The cognitive directionality of conditional reasoning was demonstrated in tasks using sentences of implicational form, expressed as asymmetric or nonuniform performance. These results were explained by both the biconditionality assumption and the orientation towards low entropy.

**Key words** : conditional inference, biconditional interpretation, logical reasoning, cognitive directionality

**キーワード** : 条件文推論, 双条件解釈, 論理的推論, 認知的方向性

条件文とは、「もし大声を出せば殺される」などのように「もし $p$ ならば $q$ 」の形をした文を指し、古典論理学を含む多くの論理学における**実質含意**(material implication) " $p \rightarrow q$ "に対応づけられる。論理的には、実質含意の性質は、前件 $p$ と後件 $q$ がそれぞれの**真理値**(truth value)の組合せによって定められる。実質含意の真理値表を表1に示す。もし、人間の推論が完全に論理的に(真理関数的に)なされると

すれば、真理値表によって区別できない形式については同じ推論パフォーマンスを示すであろう。表1には、「 $\neg p \vee q$ 」という**選言**(disjunction) (「 $p$ でないか $q$ であるか、または両方」という文に対応する)の真理値表も示されている。これらは論理的には互いに等価とされている形

表1. 実質含意( $p \rightarrow q$ )と選言( $\neg p \vee q$ )の真理値表

$p$	$q$	$p \rightarrow q$	$\neg p \vee q$
T	T	T	T
T	F	F	F
F	T	T	T
F	F	T	T

(注) Tは真, Fは偽を表す。

- 
- 1) 立命館大学文学部  
2) 本研究を行うにあたり、東京工業大学大学院社会理工学研究科中川正宣教授から細部にわたる有意義な助言を得た。ここに記して心から謝意を表したい。

式である。本論文では、条件文の**認知的方向性**（服部, 2000）を明らかにすることを目的として、論理的に等価なこれらの2つの形式が、人間において、どのような推論パフォーマンスの違いをもたらすかを調べた。

選言  $\neg p \vee q$  における  $p$  と  $q$  の間には、前後の順序の違いと、否定辞の有無という違いはあるものの、この文自体に方向性はないように思われる。一方、 $p \rightarrow q$  という形式の条件文については、これまでの多くの心理学的研究(Taplin, 1971; Taplin & Staudenmayer, 1973; Rips & Marcus, 1977 など)によって、その方向性に関するいくつかの経験的証拠が集められている。以降、前者の形式を**選言形式**(disjunctive form)、後者の形式を**含意形式**(implicational form)と呼ぶことにする。

含意形式の文に関しては、図1に示すような代表的な4種類の推論が考えられる。心理学的研究においても、これらの形式の課題が扱われてきた。Evans, Newstead, & Byrne (1993)は、このような2項関係の条件文(「もし  $p$  ならば  $q$ 」)に関する研究について、かなりまとまったレビューを提供している。Manktelow (1999)は、それらの研究結果のメタ分析から、各推論を正しいと思う被験者の割合を求め、肯定式は96.6%、前件否定は39.6%、後件肯定は39.5%、否定式は60.2%としている。この結果は、2つの特徴的事実を物語っている。1つは、誤った推論である前件否定と後件肯定が、いずれも比

較的高い率で正しいと誤認されてしまうということ、もう1つは、否定式は正しい推論であるにも関わらず、肯定式ほど容易には正しいと認められにくいということである。これらのうち特に後者は、人間が条件文を真理関数的に理解していない証拠であると同時に、前件( $p$ )から後件( $q$ )を導く方向の推論と、その逆の後件( $\neg q$ )から前件( $\neg p$ )を導く方向の推論のパフォーマンスが異なることを示唆している。以降では、このことを指して、条件文推論には方向性があると言い、これを条件文推論の非対称性と呼ぶことにする。また、肯定式の推論を順方向推論、否定式(すなわち非順方向の推論)を逆方向推論と呼ぶ(服部, 2000)。

含意形式と選言形式は、論理的には等価であるにも関わらず、前者の推論には方向性があるが後者には方向性がないとすれば、これらの形式を用いて推論パフォーマンスの違いを調べることによって、認知的な非等価性を浮き彫りにすることが可能になると考えられる。ただ、2項関係の条件文においては、実質上、図1に示す4種類以外の推論パターンは考えにくく、課題として単純すぎると判断されたため、3項関係の条件文「 $p$ かつ $q$ ならば $r$ 」を用いることとした。3項関係の条件文の仮言的三段論法を用いた先行研究は見当たらず、被験者がどのような反応をし得るのか予想がつかない部分が多かったため、課題は、口頭により論理的帰結を自由に述べさせるタイプとした。

肯定式 (正しい)	前件否定 (誤り)	肯定式 (正しい)	肯定式 (正しい)
$p \rightarrow q$	$p \rightarrow q$	$p \rightarrow q$	$p \rightarrow q$
$\frac{p}{q}$	$\frac{\neg p}{\neg q}$	$\frac{p}{q}$	$\frac{\neg q}{\neg q}$

図1. 条件文の推論図式

表2．刺激文（第2前提文）の論理構造，および，正解・逆条件解釈解・双条件解釈解

No.	Inf. Ptn	2nd Prem.	$p \rightarrow r$ (correct)	$p \leftarrow r$ (converse)	$p \leftrightarrow r$ (biconditional)
1	a	$p$	$\neg q \ r$	$q \ \neg r$	$(q \ r) \ (\neg q \ \neg r)$
2	b	$\neg p$		$\neg r$	$\neg r$
3	a	$q$	$\neg p \ r$	$p \ \neg r$	$(p \ r) \ (\neg p \ \neg r)$
4	b	$\neg q$		$\neg r$	$\neg r$
5	c	$r$		$p \ q$	$p \ q$
6	d	$\neg r$	$\neg p \ \neg q$		$\neg p \ \neg q$
7	e	$p \ q$	$r$		$r$
8	f	$p \ \neg q$		$\neg r$	$\neg r$
9	f	$\neg p \ q$		$\neg r$	$\neg r$
10	g	$\neg p \ \neg q$		$\neg r$	$\neg r$
11	h	$p \ r$		$q$	$q$
12	i	$p \ \neg r$	$\neg q$		$\neg q$
13	j	$\neg p \ r$			
14	k	$\neg p \ \neg r$			
15	h	$q \ r$		$p$	$p$
16	i	$q \ \neg r$	$\neg p$		$\neg p$
17	j	$\neg q \ r$			
18	k	$\neg q \ \neg r$			

(注) はトートロジー（恒真式）， は矛盾（恒偽式）を表し，実験においては，それぞれ「特に意味のある結論は得られない」，「矛盾する」という回答に対応づけられた。正解以外に，第2前提文を  $p \rightarrow r$ ，および  $p \leftarrow r$  と解釈したときに得られる解（それぞれ，逆条件解釈解，双条件解釈解と呼ぶ）も示した。

方法

**課題** まず，含意形式「もし  $p$  かつ  $q$  ならば  $r$ 」( $p \wedge q \rightarrow r$ )の文を6個用意した（付録参照）。うち3個は日常的な（具体的な）単語を用いた文章とし，残り3個は，架空の化学薬品の名前や性質をあらわす単語を用いた抽象的な文章とした（それぞれ**具体文**，**抽象文**と呼ぶ）。さらに，この6個を，論理的に等価な選言形式「 $p$ でないか $q$ でないか $r$ 」( $\neg p \vee \neg q \vee r$ )に書き換えた文を用意した。以上の12個の文を仮言的三段論法の第1前提文とし，表2に示す18個の形式の文を第2前提文として課題が構成された。これらの18個は，第1前提文に含まれる  $p, q, r$ （およびそれらの否定）の単一項，および二項の連言を網羅している。第1前提文が含意形式の課題（具体文3個+抽象文3個）を**含意**

**課題**，**選言形式**の課題（具体文3個+抽象文3個）を選言課題と呼ぶ。

**手続き** まず，被験者がコンピュータのスペースキーを押すことにより，画面の上部に第1前提文が提示された。文が提示されるたびに実験者がそれを音読し，被験者がそれをよく理解できることを確認して次に進んだ。被験者が再度キーを押すことにより，画面に第2前提文が提示された。第1前提文は画面の上部に提示されたままで，第2前提文だけが画面の中央部に入れ替わり提示され，18個の第2前提文は，時間的に連続して提示された。各文の提示順序は被験者毎にランダム化された。また，第1前提文の提示順序も被験者毎にランダム化された。

被験者は，2つの前提文から判ることは何でも口頭で述べることが要求された。「(意味のあ

る結論は)何も言えない」,「矛盾する」という解答もあり得ることが明示的に教示された。また,「 $p$ または $q$ 」という表現は,常に「 $p$ または $q$ またはその両方」を意味するということが,事前に被験者の納得がいくまで説明された。言い直しや質問などは,いつでも自由に許可された。実験中の会話はすべて録音された。被験者の回答は,逐次コード化して記録用紙に書き取られた。回答の論理的コードへの変換が一意的でないとは判断された場合は,被験者の意図がその場で確認された。このような確認が回答の正誤とは無関係であることは,あらかじめ被験者に教示されていた。ただし,確認が必要となったケースは実際にはごく稀であり,コード化が全く不可能な解答を一度でもした被験者は1人もいなかった。反応は,極力その場で記録用紙に記録されたが,反応が複雑,かつコード化可能なことが明らかな場合に限り,事後に録音テープを聞くことによりコード化された。実験中,実験者は被験者の視界に入らない位置で作業をした。

画面に第2前提文が提示された時点から,被験者の反応の発話が完了するまでの時間が反応時間として記録された。測定は,被験者のキー押下によって第2前提文の提示と同時に自動的に開始され,実験者が発話終了と認めた時点で,実験者のボタン操作(手動)により終了された。計測にはコンピュータ内蔵のタイマが使用された。ただし,反応時間測定中に被験者が質問をした場合は,事後に録音テープを聞いて質問のやりとりに要した時間を除外した。本実験の実施に先立って行われた予備実験において,発話の途中で訂正する場合がしばしば観察されたことから,発話中にもしばしば推論がなされており,推論だけが行われている時間と発話だけが行われている時間を分離することは困難と考えられたため,反応時間は発話開始までではなく終了までとした。ただし,言い終えてしばらく

(1秒以上)してから訂正した場合は,訂正のための発話を無効なものとした。

被験者の反応の記録が完了した時点で,実験者は画面に注視点を提示し,被験者は,それを合図にキーを押して,次の第2前提文に移行した。一つの第1前提文に対応する18個の第2前提文すべてが提示された各段階で,必要に応じて適宜休憩が挿入された。

**実験計画** 実験は,実施順序の違いによる2(論理形式) $\times$ 2(具体性)の被験者内計画で行われた。論理形式に関しては,含意課題と選言課題は1週間以上(7・15日)のインターバルにおいて別の日に実施されたが,どちらを先の日に行うかで2群が設定された。具体性に関しては,両課題とも具体文(3個)を先に実施した後で抽象文(3個)を実施する群と,両課題ともその逆を実施する2群が設定された。被験者は以上の4群のいずれかに無作為に割り当てられた。

**練習試行とダミー試行** すべての被験者は,含意課題および選言課題を実施する前に1度(2文)ずつ練習試行を行った。条件に応じて,その日の最初に行う文の形式に一致した練習問題が使用された。例えば,含意課題の具体文を先に行う群では,初日の実験では含意形式の具体文(付録のIC-tr1とIC-tr2)が,2日目の実験では選言形式の具体文(DC-tr1とDC-tr2)が,それぞれ用いられた。練習は,被験者が自ら納得して解答できる状態を目標とした。被験者が誤った推論をした場合はなぜそう考えるかを問い,その正誤に関わらず,自分の解答にきちんとした説明がつけられる状態になるまで質問が続けられた。ただし,実験者が正解を示すことは一切なかった。

本試行には,含意課題または選言課題の具体文と抽象文の各3題以外に,反応時間の安定を

表3．論理形式，推論パターン別の平均正答率

Logical Form	Inference Pattern										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
I form	.22	.26	.19	.58	.98	.15	.14	.13	.86	.23	.95
D form	.88	.99	.98	.88	.98	.97	.98	.97	.95	.98	.95

目的として、必ず最初に実施されるダミー課題各1題が含まれた。ダミー課題の含意形式は「もし $p$ または $q$ ならば $r$ 」( $p \vee q \rightarrow r$ )、選言形式は「 $\neg p$ かつ $\neg q$ 、または $r$ 」( $(\neg p \wedge \neg q) \vee r$ )という論理形式で、被験者にはダミー課題であることは知らされなかった。

**被験者** 北海道大学文学部の学生20名が被験者として実験に参加した。被験者は、前述の4条件に5人ずつ無作為に割り当てられた。実験は1人ずつ個別に行われた。なお、被験者の中には、論理学を専攻とする学生は含まれていなかった。

### 結果

1つの第1前提文につき18個の第2前提文が用意されたが、これらのうちいくつかは論理的に等価な構造を持つ。例えば、表2の1番の問題は、 $p \vee q \rightarrow r$ という第1前提文と $p$ という第2前提文から構成されるが、 $p$ と $q$ は論理的に可換であり、2番の問題と論理形式は等価である。こうして論理的に等価なものをまとめて整理すると、11種類の推論パターンに分類できる。表2の2列目にこの推論パターンが示されている。

### 正答率

論理形式、具体性、推論パターンの3つを分類基準として、その組合せ別に各被験者の正答率を求めた。表3には、論理形式および推論パターン別の平均正答率が示されている。これを見る

と、選言形式においては全体に正答率が高いのに対して、含意形式では、 $e$ 、 $i$ 、 $k$ 以外は正答率が低く、 $d$ を除いてかなり低いことがわかる。

論理形式、具体性、推論パターンが正答率にどう影響したかを調べるため、これらを要因とする三元配置分散分析を行った。実験計画にしたがい、論理形式を1次因子、具体性を2次因子、推論パターン3次因子とし、被験者を反復とみなす分割実験モデルを適用した。なお、正答率については二項分布モデルが仮定されるため、分散の等質化のため逆正弦変換を行ってから分析した。その結果、具体性については、その主効果も [ $F(1, 38) = 0.66, MSE = 0.0308, p = .42$ ]、論理形式との2次交互作用も [ $F(1, 38) = 0.46, MSE = 0.0308, p = .50$ ]、推論パターンとの2次交互作用も [ $F(10, 38) = 0.79, MSE = 0.0409, p = .64$ ]、論理形式と推論パターンとの3次交互作用も [ $F(10, 760) = 0.26, MSE = 0.0517, p = .99$ ]、いずれも有意ではなかった。このことから、本実験においては具体性は正答率に影響を与えなかったと判断し、改めて、論理形式と推論パターンを要因とする二元配置モデルにより分析を行った。その結果、論理形式と推論パターンの交互作用が有意となり [ $F(10, 380) = 35.23, MSE = 0.0873, p < .01$ ]、また、論理形式の主効果 [ $F(1, 19) = 258.17, MSE = 0.288$ ]、推論パターンの主効果 [ $F(10, 380) = 31.92, MSE = 0.0873$ ]も有意であった( $ps < .01$ )。交互作用が見られたため、推論パターンの水準別に論理形式の単純主効果を見たところ、 $e$ 、 $i$ 、 $k$ を除くすべてのパターンにおいて選言形式の正答率

の方が高いことが確認された [ a , b , c , d , f , g , h , j の順に,  $F(1, 399) = 121.52, 144.37, 123.11, 17.01, 185.25, 138.89, 197.17, 154.91$ ;  $MSE = 0.0968, p < .01$  ] また, 論理形式の水準別に推論パタンの単純主効果を見たところ, 含意形式のみにおいて有意差が見られた [  $F(10, 380) = 65.59, MSE = 0.0873, p < .01$  ] 多重比較 (TukeyのHSD法, 5%水準) の結果, パタン e , i , k は残りのすべてのパタンより高く, 3つの相互間の差は有意でなかった。また, d は他のすべてのパタンと有意に異なっていた (以上  $MSE = 0.0873$ )。

被験者の回答は, それが論理的正解か否かとは別の観点から分類することもできる。例えば,  $p \rightarrow q \rightarrow r$  という第1前提文と  $r$  という第2前提文からは, 論理的には何も導かれませんが, この文を双条件的に解釈した場合, つまり, 第1前提文が「もし  $p$  かつ  $q$  ならばそのときだけ  $r$ 」 ( $p \rightarrow q \leftrightarrow r$ ) であった場合,  $p \rightarrow q$  という論理的帰結が得られる。この場合, 「 $p \rightarrow q$ 」という回答は, その被験者が条件文を双条件的に解釈していたことの裏づけと考えられる。表2には, 論理的正解以外に, 課題の第1前提文を双条件文に解

釈した場合に得られる解 (双条件解釈解または双条件解) が併記してある。さらに, 前提文を逆 ( $p \leftarrow q \leftarrow r$ ) に解釈した場合の解 (逆条件解釈解または逆条件解) も併記されている。そこで, 被験者の回答が不正解の場合, 双条件解釈解や逆条件解釈解に相当するかどうかを, この順番で調べて回答を分類した。図2は, 含意形式に関してこのように分類された回答の割合を示している。この図より, 正答率のかなり低かった b , c , f , g , h , j の誤答のほとんどは, 双条件解釈解であったことがわかる (すなわち, 図の黒色と灰色の部分足を合わせると反応のほとんどを占める)。

双・逆条件解以外の回答 (図2の白い部分) が比較的多数見られたパタン a , d について, どのような誤答がなされたのかを分析した。パタン a では, (「特に意味のある結論は得られない」) が残りのほとんど (単独で全体の55%) を占めていた (正解, 双・逆条件解と合わせると全体の97%に達した)。パタン d では,  $\neg p \rightarrow \neg q$  という回答が残りの多くを占め (単独で全体の14%), 次いで  $p \rightarrow q$  も若干見られた (単独で全体の5%, これら

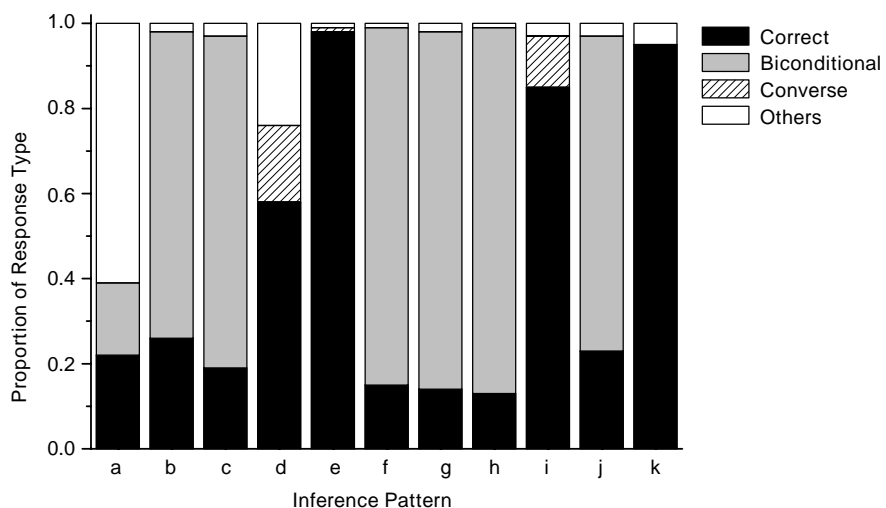


図2. 推論パターン別にみた回答タイプの割合。論理的正解以外に, 第1前提文の条件文を双条件的に解釈した解, および逆条件的に解釈した解の割合が示されている。

表 4 . 論理形式，具体性別の平均反応時間（秒）

	Logical Form	
	I form	D form
Concrete	0.72	0.72
Abstract	0.70	0.61

(注) 対数変換して平均したものを指数変換した値。

べてを合わせると全体の95%)。

### 反応時間

反応時間についても，論理形式，具体性，推論パタンの3つを分類基準として，その組合せ別の各被験者の平均反応時間を用いて，正答率と同様の方法で三元配置分散分析を行った。なお，分析に際しては，分布の正規近似のため自然対数変換を施した。その結果，論理形式と具体性の交互作用 [ $F(1, 38) = 4.18, MSE = 0.290, p < .05$ ]，および，論理形式と推論パタンの交互作用 [ $F(10, 760) = 16.93, MSE = 0.0668, p < .01$ ] が有意となった。また，具体性の主効果 [ $F(1, 38) = 6.39, MSE = 0.290, p < .05$ ]，および，推論パタンの主効果 [ $F(10, 760) = 27.52, MSE = 0.0668, p < .01$ ] も有意であった。

交互作用が見られたため，まず，論理形式の水準別に具体性の単純主効果を見たところ（表4参照），含意形式では差が見られなかったが，選言形式では具体文の方が反応時間が長かった[それぞれ， $F(1, 38) = 0.12, 10.45; p = .73, p < .01$ ; いずれも  $MSE = 0.290$ ]。つまり，選言課題の抽象文のみ反応時間が短かったと言える。

次に，推論パタンの水準別に論理形式の単純主効果を見たところ（図3参照），パターン a , b , c , d , e , k ( $p < .01$ ) および j ( $p < .05$ ) において有意差が見られ，b , c , d , j , k は選言形式の方が短く，a , e は含意形式の方が短かった。[ a , b , c , d , e , j , k の順に  $F(1, 779) = 15.63, 10.89, 20.80, 51.26, 25.30, 4.82, 13.15$ ; いず

れも  $MSE = 0.0826$ ]。また，論理形式の水準別に推論パタンの単純主効果を見たところ，いずれの論理形式においても有意差が見られた[含意，選言形式の順に， $F(10, 760) = 29.51, 14.96$ ; いずれも  $MSE = 0.0668, p < .01$ ]。多重比較（HSD法，5%水準）の結果，含意形式については，パターン d はいずれのパターンよりも長く，パターン k は e , h , b よりも長かった。一方，パターン e は i , j , k , d よりも短かった。選言形式については，パターン b と c は，e , i , d , a よりも短かった（以上， $MSE = 0.0668$ ）。

つまり，含意形式の反応時間は，パターン d が際立って長く，パターン e が特に短かった。これらは選言形式と比較しても同様であった。一方，選言形式の中では，パターン b と c が特に短く，これらは含意形式と比較してもやはり短かった。

### 結果のまとめ

第1前提文が，含意形式( $p \rightarrow q \rightarrow r$ )で与えられた場合と，それと論理的に等価な選言形式( $\neg p \rightarrow \neg q \rightarrow r$ )で与えられた場合では，推論パタンの効果（第2前提文の違いの影響）が異なっていた。推論パターンは，含意形式においては正答率および反応時間に大きく影響したが，選言形式では正答率には影響を与えなかった（反応時間は影響を受けた）。

含意形式においては，パターン e , i , k が特に正答率が高かった。中でも e は反応時間も短かった。それ以外のパターンは，d を除きすべて正答率が低かった。パターン d は，両者の中間程度の正答率だったが，反応時間が突出して長かった。一方，選言形式は全体に正答率が高く，e , i , k 以外のすべてのパターンにおいて，含意形式より正答率が高かった。反応時間はパターン b , c が短かった。

文の具体性は，含意形式では正答率にも反応

時間にも影響しなかったが、選言形式では抽象文の反応時間を短縮した。

## 考 察

### 含意形式における双条件性

含意形式と選言形式が全く異なるパフォーマンスをもたらしたことは、これらの2つの形式が認知的には等価でないことを示している。含意形式は、 $p$ と $q$ が満たされたときに $r$ を導くことを明示的に指示している形式と見ることができる。したがって、この条件に一致する場合（推論パターン e の場合）は、早く（短い反応時間で）、かつ確実に（高い正答率で）、正解を導くことができると言える。

また、パターン i, k の高正答率は、条件文を双条件的に解釈する傾向によって説明できるだろう。例えば、「もし部屋を片付けたら、遊びに連れて行ってあげる」というような条件文は、しばしば「もし部屋を片付けたら、そのときだけ遊びに連れて行ってあげる」というように双条件的に解釈される傾向がある。このことは、心理学や言語学において古くから知られ

てきた（例えば、Taplin, 1971; Geis & Zwicky, 1971）。人は、明示的情報が与えられない限り、条件文を双条件的に捉えたと考える。すなわち、「 $p$ ならば $q$ 」という条件的関係が成立する場合、特に断りがない限り、人は「 $q$ ならば $p$ 」や「 $\neg p$ ならば $\neg q$ 」という関係も高い確率で成立すると考える。これを**双条件性仮説**(biconditionality assumption) (Hattori, in press)と呼ぶことにする。表2を見ると、正解と双条件解が一致するのは、d, e, i, k の4つのパターンであることがわかる。よって、パターン d 以外は、この仮説によって高正答率が説明できる。つまり、被験者は条件文（第1前提文）を双条件的に捉えて双条件解を答えたために、e, i, k のパターンにおいて正答率が高くなったと考えられる。同時に、b, c, f, g, h, j の6つのパターンにおいて正答率が低かったのも、この仮説により説明できる。図2を見ると、これらのパターン（および e, i, k）については、正解と双条件解を足し合わせた反応は、全反応の90%以上に達することがわかる。要するに、被験者はほぼ一貫して双条件解を回答していたと見ることが

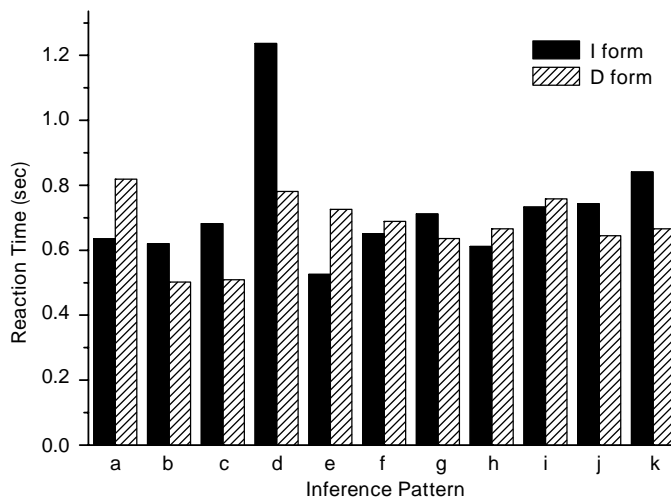


図3. 論理形式、推論パターン別の平均反応時間（秒）。対数変換後に平均値を求めてから指数変換した値を示す。



できる。

### 低エントロピー指向性

以上より、パタン a , d 以外は、双条件性仮説によってほぼ説明し尽くされたように見える。しかし、他に、推論パフォーマンスに関係する要因として、「できるだけ意味のある解を導こうとする」傾向も無視できないだろう。上の6つの低正答率パタンの正解は、いずれもトートロジー（恒真式）、すなわち、「2つの前提文から特に意味のある結論は得られない」というものである。一方、それらの双条件解はいずれも、何らかの（意味のある）命題、または「矛盾」となっている。一般に、前提がトートロジーである場合の結論は、意味論的情報を増加させない。よって、何らかの（「何も言えない」以外の）論理的帰結を敢えて述べれば、Johnson-Laird & Byrne (1991)の言う推論の計算論的水準における制約の1つである**儉約性** (parsimoniousness)に反することになる。

しかし、特に日常生活における推論を考えると、認知的リソースを使ってわざわざ推論を行う以上、その見返りとして何らかの（認知的）利益を期待するのが当然であろう。そう考えれば、答えとしては「何も言えない」ではなく、何らかの意味のあるものを導きたいという潜在的（かつ、おそらく強力な）傾向も納得できる。これは、推論における**関連性**(relevance)の原則 (Sperber & Wilson, 1995)に基づく欲求とも言えよう。論理的な恒真性よりも、確率的な正しさが問題となる現実的場面であれば、なおさらこのような傾向は強まると考えられる。さらには、多少の例外はあっても、多くの場合に成り立つ意味のある結論を導くことが、現実における適応的ヒューリスティックとも考えられる。そうだとすれば、そのようなヒューリスティックが実験室にも持ち込まれる可能性は高い。与えられた課題が双条件文ではなく条件文である

ことを知りながらも、特に b , c , f , g , h , j のパタンにおいて、多くの被験者が双条件解に引き込まれてしまった背景には、このようなことも背景要因として考えられるだろう。

さて、残る推論パタン a と d についてであるが、a の正解は  $\neg q \vee r$  (または  $\neg p \vee r$ )、d の正解は  $\neg p \wedge \neg q$  で、これらのみが選言形式であることに注意すべきである。両パタンとも正答率が高くなかったことから、正解が選言形式の場合は回答が難しい、あるいは少なくとも答えにくいと言えるかもしれない。さらに言えば、選言形式は解答として「よい」ものではないと認識されていた可能性もある。一般に、連言は意味論的情報を増加させるが、選言は意味論的情報を減少させる。つまり、例えば  $p \wedge q$  という情報は、 $p$  や  $q$  という単独の情報よりも情報量が少ない。このような情報量の少ない結論を嫌う傾向があるとすれば、それは、上記の通り、現実世界において適応的な「意味のある答えを求める態度」に通ずるものである。これを低エントロピー指向性と呼ぶことにする。すなわち、**低エントロピー指向性**とは、より限定的で詳しい情報を探したり、意味論的情報の高い状態を求める一般的傾向を指す。あいまいさや不確実性（エントロピーの高い状態）を忌避する傾向である。

低エントロピー指向性は、パタン d と i を比較するとより明らかになる。両者はいずれも正解が双条件解と一致し、かつ「恒真」が解ではないという点でも共通する。また逆条件解も共有している。それにも関わらず、i の方が明らかに正答率が高いのは、d ( $\neg p \wedge \neg q$ ) よりも i ( $\neg q$ ) の方が、その解が低エントロピー指向性にかなうものであるからだろう。

d において、「その他」に分類された誤答の多くが  $\neg p \wedge \neg q$  であった。d の正解は選言形式ゆえエントロピーが高い。一方、それと見

かけ上の類似性を持つ  $\neg p \rightarrow q$  は連言形式なのでエントロピーが低い。よって、低エントロピー指向性により、論理的正解と表面的に似ているエントロピーの低い誤答に誘導されたと考えることができる。

パターン a よりも d の方が正答率が高かったことの説明は、1つは双条件性仮説によるものである。つまり、d の正解は双条件解と一致するが a は一致しないことを根拠とするものである。この説明はおそらく正しいと思われるが、パターン a の誤答分析の結果を踏まえて、その正答率の低さを積極的に説明するものではない。パターン a において「その他」に分類された誤答のほとんどが、「何も言えない」という低エントロピー指向性に反する回答であった。ここまで議論してきた仮説が正しいとすれば、d の場合と同様に、 $\neg q \rightarrow r$  などという回答が見られてもよさそうなものであるが、そのような誤答は皆無であった。この考察の冒頭で、条件文は前件が満たされた場合に後件を導くことを明示的に指示する形式であると論じた。パターン a は、連言の前件 ( $p \wedge q$ ) の一方のみ (例えば  $p$ ) が満たされるというもので、これは、逆に言えば、前件 (全体) が満たされるかどうか不明であることが明示的に示されているケースとも言える。条件文が双条件的に捉えられるとすれば、前件が満たされるかどうか不明ならば後件も満たされるかどうか不明、と捉えられても不思議はない。その結果、「何も言えない」と結論されたと考えることは、それほど不自然な仮説ではないだろう。

なお、低エントロピー指向性は、推論過程全体を支配している可能性がある。近年、Wason 選択課題における論理的エラーを、適応的合理性の観点から統合的に説明する**最適データ選択モデル**(optimal data selection [ODS] model)が提案された(Oaksford & Chater, 1994, 1996; Hattori, in press)。このモデルは、期待獲得情報量を一

種の効用とみなすものと捉えられる。低エントロピー指向性は情報の獲得を求める傾向であることから、ODS モデルの理論的根拠にもつながると考えられる。

### 具体性と機械的手続き

文の具体性は、含意形式においては影響が見られなかった。この結果は、Wason 選択課題の研究において提唱された**主題材料効果**(例えば、Griggs & Cox, 1982)などの意味内容の効果の存在を否定するものではないが、それが現れなかったという事実は、含意形式において形式的制約が相対的に大きく働いたことを示している。一方、選言形式においては、抽象的であることが反応時間を短くする結果となった。すなわち、含意形式に比べて、具体的な場合は反応時間が変わらなかったが、抽象的な場合は短かった。この結果はむしろ、本来は全体的に選言形式の方が含意形式よりも反応時間が短いのだが、課題材料の具体性が選言形式の反応を遅らせたために、含意形式と同程度になったと捉えることが可能である。本実験で用いた材料は、もともと含意形式での使用が一般的と思われる文を、選言形式に変形したものであった。そのせいもあって、選言形式の文は常識的観点からは不自然な文となっている(付録参照)。特に具体的な文については、その具体性ゆえに不自然さが強調されることになり、そのことが反応時間の増加を招いたと考えられる。

しかし、このように不自然な形でありながらも、選言形式は高い正答率を示した。これは一見矛盾しているようであるが、選言形式においては、パズル感覚で機械的に課題をこなしたと考えれば納得できる。選言形式における推論は、人工知能において**リゾリユーション**(resolution) (Robinson, 1965)として知られる定理の自動証明の古典的方法につながるもので(Hattori & Nakagawa, 1996; 服部, 2000; 服部・中川, 2001),

機械的な反駁手続きによって可能である。例えば、 $\neg p \rightarrow q$  と  $r \rightarrow p$ （推論パターン a の場合）における反駁手続きは、両者から相補的リテラル（すなわち、 $p$  と  $\neg p$ ）を取り除いて  $\neg q \rightarrow r$  を残すという手続きによって完成する。パターン b, c において反応時間が早かったことは、被験者が機械的方略によって課題を行ったという見方を裏づけるものである。すなわち、b, c は第 2 前提文がリテラル 1 つにより構成されているため、第 1 前提文とのマッチングを 1 つ行うだけで済む。しかもこれらは、同じくリテラル 1 つにより構成される a や d の場合と異なり、いずれも第 1 前提文のリテラルと相補的關係にないため、リテラルの削除（すなわち論理的帰結の導出）が不可能で、実際には何ら反駁の操作をすることなく、単に「何も導かれない」と答えればよい。したがって最小限の反応時間で済んだと考えられる。確かに、被験者がこの推論課題を日常的な文とかけ離れた課題として解いていたとすれば、反応時間の結果に顕在化したように、具体性がむしろ邪魔になったとしても不思議ではない。リテラルが選言で結合された形式（選言形式）には、形式自体に方向性はない。この形式は、決められた手順を踏んで、機械的に論理的帰結を導くに適した形式なのだとは結論できよう。

### 含意形式の優位性

本実験の結果が示したように、一部を除いて、推論パフォーマンスは全体的に選言形式の方が上回る。しかし、それにも関わらず、人間は多くの場面で条件文形式の表現を利用しており、日常生活では、むしろ含意形式の方が広く受け入れられているように見受けられる。それはなぜであろうか。そこには、非順方向（逆方向を含む）の推論パフォーマンスの悪さというデメリットを補うに余る何らかのメリットが存在すると考えるべきであろう。これには 2 つの可能

性がある。それは、(i) 本課題で示されたような推論パフォーマンスの悪さというものが、現実世界ではあまりデメリットになっていないという可能性と、(ii) 含意形式を利用することのメリットが予想以上に大きいという可能性である。

服部(2001b, 2001a)は、双条件性仮説の適応的合理性について論じた。すなわち、条件文は現実的には双条件的関係を叙述するための表現として運用されており、含意形式で多く観察された双条件的推論が、「現実的」には多くの場合に正しい結論を導く。このことを前提とすれば、本研究で用いたような「人工的」課題におけるパフォーマンスの悪さは、現実的なデメリットにならないと言える。これは上記 (i) の可能性を示唆する。

また、服部(2000)は、順方向推論については含意形式の方がパフォーマンスが優れていることを示した。もし、現実場面において、非常に多くの場合に  $p$  から  $q$  を導く（あるいは、逆に  $q$  から  $p$  を導く）のにしか規則が利用されないとすれば、それに特化した低コストの形式（含意形式）の方が好まれるだろう。なぜならば、1 回あたりのコストの差がたとえ僅かだとしても、累積コストの差は非常に大きくなり得るからである。これは上記 (ii) の可能性を示唆する。

もう一つ見逃せないのは、個体間のコミュニケーションの観点である。獲得された規則は伝達され、個体間で共有される。形式的方向性を内在する規則の伝達は、志向性（認知的方向性）自体を伝達することを意味する。例えば、規則獲得において、認知的方向性が何らかの有効なヒューリスティクスを誘発して効率的な学習を可能性にすることがある（服部・中島・中川, 1996）とすれば、そのような規則獲得状況が一般性を持てば持つほど、認知的方向性は強い関連性(Sperber & Wilson, 1995)を持つだろ

う。ひいては、認知的方向性自体が個体間で共有されるべき公共的表象(Sperber, 1996)となり得る。この観点も(ii)の可能性を示唆するものである。以上に挙げたそれぞれの可能性の妥当性については、今後の研究によってさらに詳細に調べて明らかにしていく価値があるだろう。

## 結 論

実験の結果、含意形式には、推論パターンによって推論パフォーマンスの大きな違いが見られ、形式によって規定される方向性が明らかになった。一方、選言形式にはそのような差はあまり見られず、全体的にパフォーマンスが良かった。含意形式における推論パフォーマンスの非対称性や非均一性は、認知的方向性が反映されたものであると考えられる。含意形式の推論パフォーマンスの悪さは、双条件性仮説や低エントロピー指向性によって説明された。したがって、認知的方向性も双条件性仮説や低エントロピー指向性と密接な関係を持つと考えられる。

## 引用文献

- Evans, J. St. B. T., Newstead, S. E., & Byrne, R. M. J. (1993) *Human reasoning: The psychology of deduction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Geis, M. L., & Zwicky, A. M. (1971) On invited inferences. *Linguistic Inquiry*, 2, 561-566.
- Griggs, R. A., & Cox, J. R. (1982) The elusive thematic-materials effect in Wason's selection task. *British Journal of Psychology*, 73, 407-420.
- 服部雅史 (2000) 問題解決としての論理的推論 条件文の方向性に関する実験的検討 立命館教育科学研究, 16, 21-32.
- 服部雅史 (2001a) 因果帰納の二要因ヒューリスティックモデル 認知科学, 8, 444-453.
- 服部雅史 (2001b) 因果推論の適応的合理性 二要因ヒューリスティックモデルの検討 日本認知科学会第18回大会論文集, 140-141.
- Hattori, M. (in press) A quantitative model of optimal data selection in Wason's selection task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology (A)*.
- Hattori, M., & Nakagawa, M. (1996) A new experimental method to identify the process of logical reasoning. *Japanese Psychological Research*, 38, 74-84.
- 服部雅史・中川正宣 (2001) 条件文推論の学習過程 論理的推論学習支援システムに向けての実験的研究 日本教育工学雑誌, 25, 1-12.
- 服部雅史・中島功滋・中川正宣 (1996) 論理的規則の獲得における方向性 日本教育工学会第12回大会講演論文集, 657-658.
- Johnson-Laird, P. N., & Byrne, R. M. J. (1991) *Deduction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Manktelow, K. (1999) *Reasoning and thinking*. Hove, UK: Psychology Press.
- Oaksford, M., & Chater, N. (1994) A rational analysis of the selection task as optimal data selection. *Psychological Review*, 101, 608-631.
- Oaksford, M., & Chater, N. (1996) Rational explanation of the selection task. *Psychological Review*, 103, 381-391.
- Rips, L. J., & Marcus, S. L. (1977) Supposition and the analysis of conditional sentences. In M. A. Just, & P. A. Carpenter (Eds.), *Cognitive processes in comprehension* (pp. 185-220). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Robinson, J. A. (1965) A machine-oriented logic based on the resolution principle. *Journal of the ACM*, 12, 23-41.
- Sperber, D. (1996) *Explaining culture: A naturalistic approach*. Oxford, UK: Blackwell.
- Sperber, D., & Wilson, D. (1995) *Relevance: Communication and cognition* (second edition). Oxford, UK: Blackwell.
- Taplin, J. E. (1971) Reasoning with conditional sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10, 219-225.
- Taplin, J. E., & Staudenmayer, H. (1973) Interpretation of abstract conditional sentences in deductive reasoning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 530-542.

(2001.12.18.受理)

## 付 録

実験において第1前提文として用いられた文章は以下の通りである。文章番号のI/Dは、**含意形式**(implication form)か**選言形式**(disjunctive form)かを表し、C/Aは**具体文**(concrete sentence)か**抽象文**(abstract sentence)かを表す。また、trは練習試行で使用された文を表し、dmはダミー文を表す。

**含意形式・具体文**

- IC-tr1 雨が降れば、彼は家にいる。  
 IC-tr2 あなたは、1枚の五百円玉を持っていれば、1箱のタバコを買うことができる。  
 IC-dm 大声を出すか、動くと、殺される。  
 IC1 眼鏡をかけており、かつ、カメラを持っている人は、日本人である。  
 IC2 彼女は、友人に会い、かつ、お金を持っていれば、遊びに行く。  
 IC3 あなたは、十分な収入があり、かつ、納税しなければ、罰せられる。

**含意形式・抽象文**

- IA-tr1 錯性の薬品は、シス族である。  
 IA-tr2 カルボリン酸は、加熱されると気化する。  
 IA-dm テロール族、または、重偏性の薬品は、ペリ類である。  
 IA1 イソ族であり、かつ、重化性の薬品は、パラ性である。

- IA2 アセキトン酸は、R線放射され、かつ、 $\alpha$ 化状態であれば、劇化する。  
 IA3 ヘモ族であり、かつ、蒸化しない薬品は、凝結廃棄される。

**選言形式・具体文**

- DC-tr1 雨が降らないか、彼は家にいるか、である。  
 DC-tr2 あなたは、1枚の五百円玉を持っていないか、1箱のタバコを買うことができるか、である。  
 DC-dm 大声を出さず動かないか、または、殺されるか、である。  
 DC1 眼鏡をかけていないか、カメラを持っていないか、または、日本人であるか、である。  
 DC2 彼女は、友人に会わないか、お金を持っていないか、または、遊びに行くか、である。  
 DC3 あなたは、十分な収入がないか、納税するか、または、罰せられるか、である。

**選言形式・抽象文**

- DA-tr1 薬品は、錯性でないか、または、シス族であるか、である。  
 DA-tr2 カルボリン酸は、加熱されないか、気化するか、である。  
 DA-dm 薬品は、テロール族でなく重偏性でないか、または、ペリ類であるか、である。  
 DA1 薬品は、イソ族でないか、重化性でないか、または、パラ性であるか、である。  
 DA2 アセキトン酸は、R線放射されないか、 $\alpha$ 化状態ではないか、または、劇化するか、である。  
 DA3 薬品は、ヘモ族でないか、蒸化するか、または、凝結廃棄されるか、である。