1T-5

不確定情報の下での条件文と双条件文の 3x3 真理値表
The 3x3 truth table of conditionals and biconditionals with indeterminacy

横川純貴　高橋達二

東京電機大学大学院 理工学研究科

1. はじめに

人間は不確実な未来を“予測”することや、明らかになっていない過去を“診断”することを繰り返し不確実な環境へと適応している。例えば、「『咳が出る』ならば『風邪を患っている』」といった診断的な文章を考えることができる。例のような“ならば”を使用した“条件文”は予測や診断を表すことができる構文である。この条件文を人間がどのように捉えているのかを明らかにするため、不確定な情報を含んだ真理値表を推論する実験を行った。

2. 既存研究

「もし p ならば q」のような形をとった条件文は規範的論理学では実質含意として扱われている。しかし、この推論は論理学を学び始めた大学生ですらよく間違ってしまうことで知られている［1］。このような規範的論理学は真と偽によるバイナリ的なアプローチである。対して de Finetti が提唱したような欠陥真理値表、すなわち 3 値の真理値を許すアプローチがある。この de Finetti 的な真理値表システムは推論心理学の新パラダイムにより記述的妥当性が示されている[2,3]。我々は推論心理学の新パラダイムにおける、条件付事象 (conditional event) や 双条件付事象 (biconditional evet) に着目し、Baratgin らが行った認知実験を追試、拡張した認知実験を行った[4]。この認知実験は、ある条件文や双条件文に対しての真理値表を参加者に構築してもらう実験である。条件文とは上述したように「もし p ならば q」の形をとり、双条件文とは「もし p ならば q かつ q ならば p」の形をとるものを指す。表 1 で示されるものは条件文や双条件文において考えられる真理値表である。表 1 で示されている I は、不完全、無効 (Invalid) 、不明 (Uncertain) であり、真と偽以外の 3 値目の真理値という意味を表している。

前回の認知実験では、双条件文の解釈で最も多いものは双条件付事象となったが、分類不能な解答やマッチングバイアスが強くかかってしまった解答などが多くみられた。また、 Baratgin らが行った実験結果とも対応がとれていない実験結果が多く見られてしまった。

今研究は前回の至らなかった点を改善し、双条件文の反応を再度確かめるものである。

3. 実験

この実験は Baratgin らの協力を得て、参考、拡張したものになる。

本実験は、参加者に条件文や双条件文を確認してもらい、その後に様々な事例を確認し、条件文の真偽を答えてもらう枠組みになっている。この手順より、被験者の真理値表が構築でき、参加者が条件文や双条件文をどのように捉えているかが確認できる。

表 1：それぞれの真理値表

		条件文		双条件文	
		実質含意	条件付事象	実質含意(双方向)	双条件付事象
P	Q	P⇒Q	Q|P	P⇔Q	Q||P
T	T	T	T	T	T
T	F	F	F	F	F
F	T	T	I	F	F
F	F	T	I	T	I

3. 1. 実験内容

本実験は、参加者に一台のコンピュータを操作してもらい実施した。参加者は東京電機大学の学生 85 名である。参加者には、実験前に以下の実験概要、手順を伝えた。

設問は 4 題あり、1 題につき 9 個の質問がある。各質問について 3 個ある選択肢の内で最もそう思うという選択肢をマウスにてクッリクをして選択をする。実験には、図 1 で示されているチップの写真という設定の画像を使用する。これらの画像には二つの「形」と「色」の要素がある。形には角が「尖っている」、「丸まっている」のパタンが存在する。色は「赤」、「青」のパタンが存在する。しかし、写真が破損してしまって形が不明の場合、また、写真の現像を間違えてモノクロにしてしまい色が不明の場合がある。

以下には、事前に参加者に知らせていない実験の詳細の設定を記述する。

参加者は 2 群のグループとして扱われる。ある群は設問の表記が直説的なり、もう片方の群では賭けを装った表現方法になる。

それぞれの設問の順番と内容は以下の通り。

(1)*「写真に写ったチップは、赤色である」*

(2)*「写真に写ったチップは、丸まっていて、かつ、赤色である」*

(3)*「もしも写真に写ったチップが丸まっているならば、そのとき、それは赤色である」*

(4)*「もしも写真に写ったチップが丸まっている*

Copyright ©2014 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

ならば、そのとき、それは赤色であり、かつ、もしも写真に写ったチップが赤いならば、そのとき、それは丸まっている」

賭けの表現では、上記の設問の前後に賭けを装った表現方法が記載される。本質の命題は上記のものと変わらない。一例を以下に記載する。

太郎は花子にこう言った：

「僕は、写真に写ったチップの色は赤色だ、って 100 円賭けるよ」

花子はこう言った：「その賭けにのるわ」

一つの設問の中に、ランダムな順番で計 9 枚となる形と色の全ての組み合わせの画像が表示される。参加者は画像を確認し、命題として与えられた設問が、「確実に真である」、「真でも偽でもない」、「確実に偽である」のどれかを選ぶ。賭けの表現では、画像を確認して、「確実に太郎が勝った」、「勝ちでも負けでもない」、「確実に太郎の負け」のどれかを選ぶ。

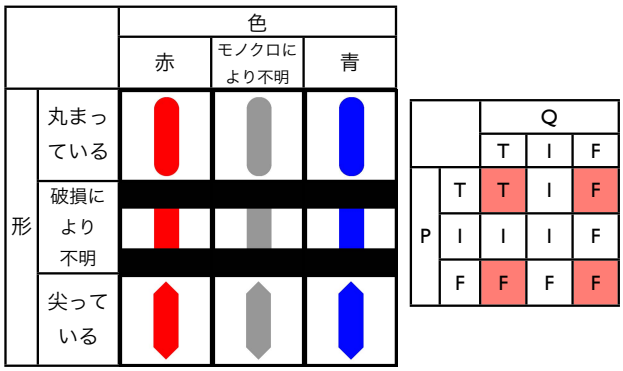

図 1：実験に使用した画像群（左）
3x3 真理値表のサンプル（右）

3．2．実験結果

本実験では、設問 1 と設問 2 はダミー問題となっている。これらの設問は問題構造を正しく理解していれば間違わない解答がある。それを間違えているようであれば、きちんと実験に参加していない、適当に解答しているとして、その参加者の解答を排除している。

本実験では表 1 にある真理値と対応付けるために、参加者の真理値表から図 1 右図の背景色がある部分の真理値を抽出する。図 2 における Q3, Q4 は設問 3,4 を表し、BOP は Baratgin らの実験を表している。IC とは直説的表現を指し、BC とは賭け的な表現を指す。

先行研究のデータと見比べると、de Finetti が唱えた condtional event が共に最多であることがわかる。しかし、我々の実験結果では、単方向の質問（Q3）でも双方向的解答（双条件付事象 TFFI, 同値 TFFT）が、先行研究に比べて多いことがわかる。

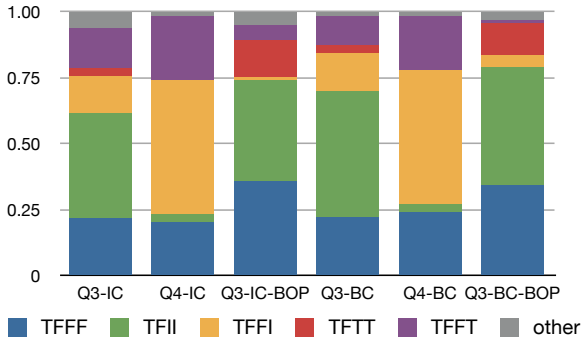

図 2：実験の結果

4．おわりに

前回の実験との相違点は、参加者にチップの形や色は 2 種類のみであるということをしっかり認知させたこと、設問として与える命題を変化させたことにある。前回の実験では If A then B を「もし A ならば B だ」としたが、本実験では「もし A ならば、そのとき、B だ」とした。前件を前提だとしっかり知らしめるような言い回しへと変化させた。僅かな言い回しの差で解答が大きく変化することは、言い回しやカヴァーストーリー（例えば、約束事や因果関係を表した文面）は人間の反応に大きな影響を与えるのではないかという推論が成り立つ。様々なカヴァーストーリーで本実験を行えば人間がどのような場面でどのような論理に従っているのかを実験的な証拠から帰納的に構築することができるのではないかと考え、これを展望としたい。

参考文献

[1]. 服部雅史(2008). 推論と判断の等確率性仮説：思考の対称性とその適応的意味. 『認知科学』, 15,408-427.

[2]. Politzer, G., Over, D. E., & Baratgin, J. (2010). Betting on conditionals. *Thinking & Reasoning,* 16(3), 172-197.

[3]. Over, D. E. (2009). New paradigm psychology of reasoning. *Thinking & Reasoning*, 15(4), 431-438.

[4]. 横川純貴，大用庫智，高橋達二(2013). 因果帰納における不完全双条件文の適応的意味. 情報処理学会全国大会講演論文集，75th(2), 2363-2364.

Copyright ©2014 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.