

日本語条件文は Jeffrey table を持つか

吉沢 栄貴[†], 高橋 達二[†][†] 東京電機大学大学院 理工学研究科

1. 序論

「 p ならば q 」といった条件文は古典的二値論理学では実質含意 ($\neg p \vee q$) と定義されているが, 自然言語の条件文の性質とは異なることが以前から示されている. その後, 推論心理学において条件文が $P(q|p)$ という条件付き確率に整合的な論理的性質を持つことが確立され, 前件 p が偽の場合は条件文の真理値は真や偽ではない不定という値を取り, それを加えた三値による論理体系の必要性が認められている. この不定という値が確率値としてどのような値を取るのかについての予想 Jeffrey table が提唱され, これは前件 p が偽の場合条件文の確率的真理値が $P(q|p)$ となる真理値表である. 本研究はこの予想を実験的に検証することを目的に行った.

2. 不定と Jeffrey table

論理学において真理値は「真 (T)」, 「偽 (F)」の2つで構成される二値論理が主に用いられており, この論理を使い, 論理学では条件文は実質含意 (material implication) として既定されている. これは前件 p が真, 後件 q が偽のとき以外の場合はすべて条件文が真であるとしているものである. しかし, この解釈を人間に当てはめようとするとき直感との解釈の相違が生じてしまうと考えられており, 二値論理では人間の直感的な論理を表現しようとする際に正確さに欠く部分がある. そのため, 真偽について分からない場合についての不確実性を考慮した論理体系が必要であるとされている.

そこで「真」, 「偽」の他に第3の真理値「不定 (U)」を加えた真理値表, 「欠陥真理値表」という概念が de Finetti により提唱され, これは新パラダイム推論心理学により妥当であるとされており [1, 2], 別名 de Finetti table とも呼ばれることがある [3]. この「不定」を用いた条件付き事象 (conditional event) という解釈を導入することで相違の解消が提唱されている. この条件付き事象とは, 実質含意とは異なり前件 p が偽であるときは後件 q の真偽に関わらず不定とするも

のである. この解釈は条件文の形式に対応しているものと考えられている.

Jeffery's table は, de Finetti table の影響を受け Jeffery によって提唱された真理値表である. de Finetti table は前件 p が偽であるとき後件 q の真偽に関わらず不定とするものである [4]. Jeffery's table は前件 p が偽であるとき後件 q が真でも偽でも真理値として $P(q|p)$ の値をとると定義している. 以下の Table2 に不定と Jeffrey table を加えた解釈の代表例を記載する.

表 1 代表的な解釈の真理値表

p	q	実質含意	条件付き事象	Jeffery table
T	T	T	T	1
T	F	F	F	0
F	T	T	U	$P(q p)$
F	F	T	U	$P(q p)$

3. 実験手順及び結果

本実験ではクラウドソーシングにより実験参加者を募集し, オンライン調査ツール Qualtrics 上で実験に回答する方式を採用した. 使用した条件文及びタスクは Over ら [5] に参考に, 条件文は p と q の生起確率の高低 (以下確率高:H, 低:L) で4つのパターンで分け各2種, 計8種の因果関係を表現するものを使用し, タスクは Over らによる3つのタスクに加え, Jeffrey table タスクを加えた4つのタスクを行った. 各タスクにおいて, 全8種の条件文をランダムに表示することで繰り返し回答を収集した. 各タスクの手順については以下に示す.

- 結合分布タスクでは, 8種の条件文について TT, TF, FT, FF の確率を回答する. 各ケースの確率をスライダーで0から100で回答し, 4つのケースの確率の合計が100となるように回答する.
- 確率判断タスクでは, 8種の条件文について条件文が正しいと思う確率を, スライダーで0から100の間で回答する.
- 因果強度タスクでは, 8種の条件文について条件文の前件 p と後件 q の間にある因果関係の強さをスライダーで1から5の5段階で回答する.

Does Japanese conditionals have property of Jeffrey table
Hideki Yoshizawa[†], Tatsuji Takahashi[†]

[†]Graduate School of Tokyo Denki University, School of Science and Engineering

● Jeffrey table タスクでは、8 種の条件文について TT, TF, FT, FF の確率を回答する。これは結合分布タスクとは異なり 4 つのケースでの合計を 100 にする必要はなく、各ケースにおいて 0 から 100 の間の確率値をスライダーにより回答する。本稿では Jeffrey table の検証のため、Jeffrey table タスクの結果及び考察を報告する。

参加者の総数は 100 人募集し、実験内には実験参加者が質問文を読んでいるかを確認する IMC を埋め込んだ。この IMC で正しい回答をしていない参加者を除いた有効データとして 58 人のデータ (平均年齢 37.41, 標準偏差 7.34) を得た。以下の図 1 に条件文のタイプ毎に確率的真理値の回答のグラフを示す。この

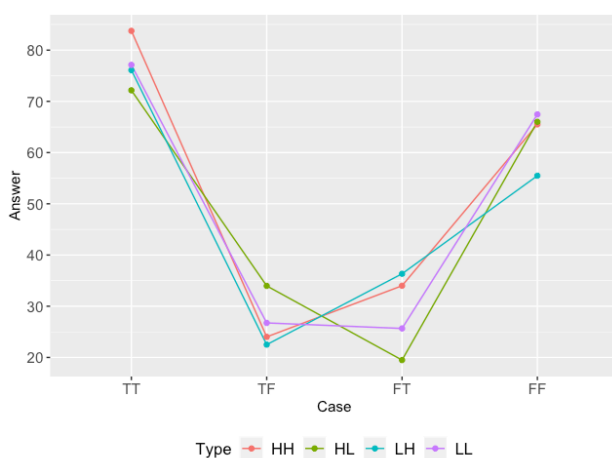


図 1 Jeffrey table タスクの回答結果

図から分かるようにどのタイプにおいても、TT・FF は高く、TF・FT は先の 2 つの比べると低い回答結果となり、FT・FF 間に差が大きく生じている。

また結果に際して各問の FT, FF の回答に対する t 検定を行ったが、いずれの条件文においても有意水準 $\alpha = 0.05$ の場合でも有意差は認められなかった。

4. 考察

本研究における実験の結果では FT, FF で $P(q | p)$ をとるとする Jeffrey table の定義とは異なり、TF・FT が TT・FF に比べ低く、FT と FF の間で差があるという結果を得た。回答を T(真), F(偽), U(不定) の三値表現に変換し、TT から FF の回答を列挙したパターンで分析し、代表的な 5 つを取り上げ、それらの各問での回答割合を図 2 に示す。

Jeffrey table となりうるパターンは TFUU であるが、いずれの条件文においても割合としては高くなく、高い割合を示すのは TFFT であった。TFFT は同値とも呼ばれ、松井は前件 p と後件 q の関連性が高い場合、

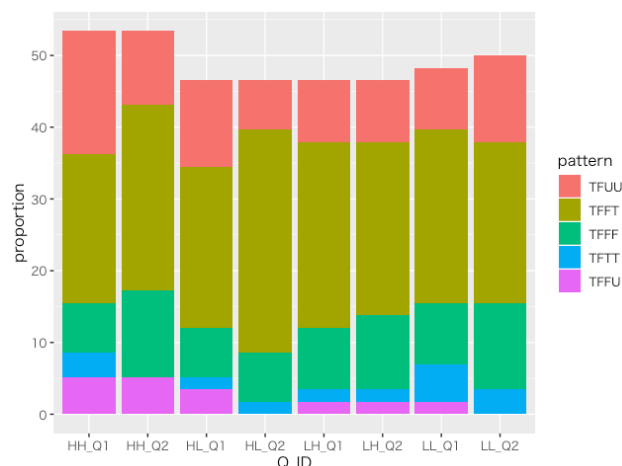


図 2 三値表現による回答パターンの割合

同値となる傾向があるとしている [6]。本研究で用いた条件文は因果関係を表現するものであったため、前件 p , 後件 q 間に関連性が見積もられたと考えられる。また上記 5 パターンに属さない回答がいずれにおいても約半分を占めているため、実験設計について改善の余地があると考えられる。

5. 結論

本研究では Jeffrey table の検証を目的に実験を試行し、その結果 Jeffrey table 的解釈は確認できなかった。しかし、条件文の表現内容や呈示形式、判断材料の呈示などにより解釈に影響があると予想される。そうした点を考慮した設計をした実験での観測を行うことが可能であると考えられ、今後の展望として挙げる。

文献

- [1] Politzer, G., Over, D.E., & Baratgin, J., Betting on conditionals., *Thinking and Reasoning*, 16(3), 172-197. (2010)
- [2] Over, D.E., New Paradigm psychology of reasoning, *Thinking & Reasoning*, 15(4), 431-438. (2009)
- [3] Jean Baratgin, David Over, Guy Politzer, (2013) "Uncertainty and the de Finetti tables.", *Thinking & Reasoning* 19, 308-328.
- [4] Richard Jeffery, Dorothy Edgington, (1991), "Matter-of-Fact Conditionals", *Proceedings of the Aristotelian Society*, 29, 161-183+185-209.
- [5] David E. Over, Constantinos Hadjichristidis, Jonathan St.B.T. Evans, Simon J. Handley, & Steven A. Sloman, (2007) "The probability of causal conditionals", *Cognitive Psychology* 54, pp. 62-97.
- [6] 松井 理直, (2010) "日本語条件文の主観的確率計算に関する一考察" 日本認知科学会第 27 回大会発表論文集, 221-230.