Title	認知的関連性における条件文の計算過程 The Computational Process of Conditionals on Cognitive Relevance
Author(s)	松井 理直（Michinao F. MATSUI）
Citation	神戸松蔭女子学院大学研究紀要文学部篇 Journal of the Faculty of Letters, Kobe Shoin Women's University，No.1：11-24
Issue Date	2012
Resource Type	Bulletin Paper / 紀要論文
Resource Version	
URL	
Right	
Additional Information	

認知的関連性における条件文の計算過程

松井 理直

神戸松蔭女子学院大学言語科学研究所・大阪保健医療大学

Author's E-mail Address: matsui@sils.shoin.ac.jp

Author's web site: http://sils.shoin.ac.jp/~matsui/

The Computational Process of Conditionals on Cognitive Relevance

Michinao F. MATSUI

Kobe Shoin Institute for Linguistic Sciences

Abstract

現実世界における複雑な問題を解決するためには、明示的な情報と共に、未知情報を推論することが大切である。したがって、この人間の推論過程は、明示的な情報のみに基づいた数学的な論理とは異なる。関連性理論では、推論における妥当な理解は最適な関連性によって与えられると考える。本稿では、日本語の「ト形」を用いる条件文の理解と反事実条件文について、計算論的関連性に基づく手法を検討する。

For solving complex problems in our real world, it is important not only to get ex-plicit information, but also to identify appropriate information by reasoning compu-tation of unknown information. Therefore, the human reasoning process is differentfrom the result of mathematical logic based on only explicit information. In Relevance Theory, it is claimed that an optimal relevance gives the most appropriate in-terpretation by means of deductive inference. This paper proposes a computationalrelevance method of an interpretation of Japanese 'And-type' conditionals and coun-terfactuals.

キーワード：計算論的関連性理論、認知的関連性、日本語条件文、数理論理、推論

Key Words: Computational Relevance Theory, Cognitive Relevance, Japanese Conditionals, Logic, Inference

Journal of the Faculty of Letters, Kobe Shoin Women's University, No. 1 (March 2012), *11–24*.

神戸松蔭女子学院大学研究紀要文学部篇 No. 1 (2012 年 3 月), *11–24*.

1. はじめに

推論は人間の思考における最も重要な特性の一つである。推論によって、我々はある情報を直接に経験することなく、新たな知識を獲得することができ、現実に適切に対処することができる。過去に起こった出来事の原因を推論する過程や、未来の事態を予測する計算も、適切な推論によるものである。しかし、人間が常に「論理的」な思考・推論を行うとは限らない。これには哲学上の重要な理由がある。数理論理は、全ての情報が明確になっている時に、はじめて計算可能な体系である。しかし、我々は、この膨大な現実世界の持つ情報の中で、正しい推論に必要となる正確な証拠を常に入手できるわけではない。

人間という認知主体を取り巻く環境は極めて範囲が広く、かつ常に情報が流動的に変化している世界である。認知主体の持つ知覚・思考・伝達といった情報処理能力は、外界に存在する膨大な情報の一部分しか処理することができない。したがって、完全解を常に求めることができるとは限らない。こうした未知情報が溢れている世界における推論にとって重要なことは、認知主体がを少しでもよりよい解を得るために、部分情報を手がかりにして可能な限り安定した体制化を行う点にある。

Sperber と Wilson によって提案されている**関連性理論**（Sperber & Wilson, 1986）は、認知主体が部分情報からいかに適切に情報の体制化を行うかという問題に対する極めて興味深い理論である。現在、この理論は言語・思考・知覚から社会文化に至る認知活動の幅広い分野に応用されており、人間の知的活動全般を支配する性質を考える上で、大変に重要なモデルを提案している。また、理論の基盤となる前提や原理が明示的に規定されているため、理論を形式的に表現できる可能性を持っている点も魅力である。本稿では、この関連性理論を定量的に形式化する手法の一つを検討し、それに基づいて、言語に関連する推論、特に条件文の解釈過程について考察を行う。

2. 認知的関連性の計算論に基づく定義

2. 1 認知環境と信念確信度

関連性理論の計算論的性質については、確率論に基づく意思決定理論を導入した Marin (1999), Marin (2003) を始め、回帰係数の性質を利用した松井 (2003), 松井 (2007), 松井 (2009)、条件付き確率の情報量計算を帰納推論に応用した Lo, Sides, and Osherson (2002) など、様々な形式が研究されてきた。今回、本稿では篠原・中野 (2007), 篠原・田口亮・新田 (2009) によって新たに提案された *Loose Symmetry Model* (LS モデル) を取り上げ、松井 (2007) の研究と比較しながら、このモデルにおける条件文の計算過程を検討してみたい。

今、認知主体が情報 X と情報 Y を探索し、それに対して、ある一定の信念を持ったとしよう。この時、認知主体は情報 X, Y に対し、それぞれ一定の強さで、その情報が「真」であるという確信を持つ。この信念確信度を $\mathcal{A}(x), \mathcal{A}(y)$ と表すことにしよう。一般の数理論理では、情報に対する情報化は 1 か 0 (すなわち真か偽) の二値しか取らないが、多値論理やファジィ論理では情報の価値に対して、ある実数値を割り当てる。LS モデルも同様で、 $\mathcal{A}(x), \mathcal{A}(y)$ は、

各々 $0 \leqq \mathcal{A}(xy) \leqq 1, 0 \leqq \mathcal{A}(xy) \leqq 1$ を満たす実数値を取り、1 に近いほどその情報に関する信念の確信を強く持っていることを、0 に近いほどその情報に関する信念の確信度が低いことを示す。当然のことながら、情報 X に関する信念を持った時点で、その否定情報 $\neg X$ に関しても、信念確信度 $\mathcal{A}(\overline{x})$ が計算され、これは $\mathcal{A}(\overline{x}) = 1 - \mathcal{A}(x)$ として表現できる。否定情報 $\neg Y$ の信念確信度も同様に $\mathcal{A}(\overline{y}) = 1 - \mathcal{A}(y)$ として計算される。

次に、情報 X と情報 Y の間に、ある種の共起関係が成立しており、それぞれの情報に対して、$\mathcal{A}(x), \mathcal{A}(xy)$ という信念確信度を持てたとしよう。この時、情報 X, Y に関する認知環境における信念確信度を次のように設定できる。

(1)

認知環境		情報 Y		
		Y	$\neg Y$	合計
情報 X	X	$\mathcal{A}(xy)$	$\mathcal{A}(x\overline{y})$	$\mathcal{A}(x)$
	$\neg X$	$\mathcal{A}(\overline{x}y)$	$\mathcal{A}(\overline{xy})$	$\mathcal{A}(\overline{x})$
	合計	$\mathcal{A}(y)$	$\mathcal{A}(\overline{y})$	1

(1) において、各想定確信度の値は相対的な関係を表している点に注意されたい。したがって、 $\mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(x\overline{y}) + \mathcal{A}(\overline{x}y) + \mathcal{A}(\overline{xy}) = 1$ が成り立つ。また、 $\mathcal{A}(x) = \mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(x\overline{y})$, $\mathcal{A}(\overline{x}) = \mathcal{A}(\overline{x}y) + \mathcal{A}(\overline{xy})$, $\mathcal{A}(y) = \mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(\overline{x}y)$, $\mathcal{A}(\overline{y}) = \mathcal{A}(x\overline{y}) + \mathcal{A}(\overline{xy})$ も成立する。認知環境に組み込まれている限り、各想定値は 0 〜 1 までの範囲を取り、また全想定値の合計が 1 になるように常に調整されており、その意味で各想定確信度はその情報の主観確率あるいは連続量を取る真理値と見なしてもよい。

2. 2　論理学における含意と同値

次に、情報 X, Y の間に一定の関係が見込まれた場合の情報操作について定義を行うが、その前に、数理論理における含意と同値 (条件法と双条件法) の性質について見ておこう。両論理演算子の性質は、以下のような真理表で示すことができる。

(2)

x	y	x→y ¬y→¬x	y→x ¬x→¬y	x↔y ¬y↔¬x	y↔x ¬x↔¬y
T	T	T	T	T	T
T	F	F	T	F	F
F	T	T	F	F	F
F	F	T	T	T	T

この真理表からわかる通り、ある推論 x→y に対し、誘導推論 (坂原, 1985) である逆 (y→x), 裏 (¬x→¬y), 対偶 (¬y→¬x) のうち、含意解釈では対偶のみが等価な真理値を持つ。また、同値解釈では、逆・裏・対偶の全てが等価な真理値となる。どちらの解釈を採るにせよ、対偶表現はオリジナルの表現とトートロジカルな関係にある点が重要である。

後で詳しく論じるが、この点が数理論理と人間の推論の最も異なる点となる。坂原 (1985) が主張するように、人間の推論および条件文理解過程では、しばしば誘導推論が起こり、逆や裏の推論を正しいと判断してしまう。これは数理論理上は間違った演算かもしれないが、大量の未知情報に囲まれた環境の中で、妥当な推論を行い、情報価値を増やすという目的下では、理に適った行動である。

さらに、興味深いことに、次節で述べる Rips の実験によると、数理論理では成立する「対偶」の演算が、日常推論では成立しないことがある。この対偶 "¬y→¬x" が x→y とトートロジーになるという性質は、二値論理に限らず、多くの三値論理においても成立する。例えば Łukasiewicz の提案した三値論理では以下のような真理表を構成でき、やはり対偶はトートロジーとなる。なお、逆と裏は三値論理においても、含意解釈ではトートロジーにならない。

(3)

x	y	x→y ¬y→¬x	y→x ¬x→¬y	x↔y ¬y↔¬x	y↔x ¬x↔¬y
T	T	T	T	T	T
T	U	U	T	U	U
T	F	F	T	F	F
U	T	T	U	U	U
U	U	T	T	T	T
U	F	U	T	U	U
F	T	T	F	F	F
F	U	T	U	U	U
F	F	T	T	T	T

2. 3 日常的推論における推論の性質

次に、人間の行う日常的推論の性質を見ておこう。ポイントは、日常推論の性質が、数理論理における含意とも同値とも異なった性質を持つところにある。

日常推論の性質を見るための最も単純な心理実験として、Rips and Marus (1977) を取り上げてみたい。彼らの実験は極めて簡潔なもので、条件文と証拠を与え、そこから結論を導出した場合に、その結論がどの程度の妥当性を持つかを判断させるというものであった。た

とえば、条件文として「もしカード A なら、その横にカード 7 がある」という文を与え、証拠としてカード A を示し、そこから「横にあるカードは 7」であるという結論を導き出されたとした時に、この推論全体の妥当性が「常に正しい・時に正しい (時に誤り)・常に誤り」のいずれになるかを被験者に判断させたのである。表 1 に示した数値は、彼らの実験で被験者の行った妥当性判断の結果である。なお、この表における□で囲まれた数値は二値論理における含意解釈の正解と一致した被験者の割合を、__の引かれた数値は同値解釈の正解と一致した被験者の割合を示す。

実験番号 a) 〜 f) を見ると、ほとんどの被験者が論理的に正しい判断を下していることがわかる。割合としては、8 割前後の被験者が含意解釈を採り、2 割程度の被験者が同値解釈を行っているものと思われる。論理とは全く違った判断を行った被験者の割合は、実験番号 a), b), e) では 0%, 実験番号 c), d), f) でも 2 〜 5% 程度であり、ほぼ有意水準内のぶれ方と見なしてよい。しかし、実験番号 g), h) では事態は一変する。

表 1: 推論の妥当性に関する判断結果 (Rips & Marus 1977)

番号	条件	証拠	結論	常に正しい	時に正しい	常に誤り
a)	X→Y	X	∴Y	$\boxed{100\%}$	0%	0%
b)	X→Y	X	∴¬Y	0%	0%	$\boxed{100\%}$
c)	X→Y	¬X	∴Y	5%	$\boxed{79\%}$	16%
d)	X→Y	¬X	∴¬Y	21%	$\boxed{77\%}$	2%
e)	X→Y	Y	∴X	23%	$\boxed{77\%}$	0%
f)	X→Y	Y	∴¬X	4%	$\boxed{82\%}$	14%
g)	X→Y	¬Y	∴X	0%	23%	$\boxed{77\%}$
h)	X→Y	¬Y	∴¬X	$\boxed{57\%}$	39%	4%

実験番号 g), h) は、条件文として X→Y, 証拠として ¬Y が与えられている実験事態である。条件文 X→Y は、対偶¬Y→¬X と等価である。したがって、証拠として ¬Y が与えられると、結論は「常に ¬X」ということになる。これは、条件文を同値 X↔Y と解釈した場合も全く同様であり、前述したように二値論理のみならず、三値論理であっても成立する推論過程である。しかし、まさにこの「対偶」の関わる推論過程において、含意解釈とも同値解釈とも異なる判断を下す被験者が有意水準をはるかに上回る確率 (表の網掛けの数値に注意されたい) で存在し、また他の条件に比べても、論理から逸脱した解答をする割合が特別に高いのである。特に、実験番号 h) では、ほぼ 4 割の被験者が論理とは異なった判断を下している。この実験番号 g), h) の結果は、Rips らの実験におけて特に注目すべき点である。二値論理で

あれ三値論理であれ、含意判断であれ同値判断であれ、「対偶」は論理的に極めて安定しているはずの演算である。しかし、その対偶が絡む問題解決場面において、特に日常的推論は論理と大きく異なる性質を持っていることが分かる。

2. 4　相関係数に基づく関連性の計算

こうした日常推論の持つ性質を、松井 (2007), 松井 (2008) は次のように定義している。まず、情報 X; Y の間に、条件文「X なら Y」として表せる関係の成立が見込まれたとしよう。この時、X の Y に対する関係度の強さは以下の式によって表現できる。

(4)
$$\mathcal{A}(x \to y) = \frac{\mathcal{A}(xy)}{\mathcal{A}(xy)+\mathcal{A}(x\overline{y})} - k_{\overline{x}} \cdot \frac{\mathcal{A}(\overline{x}y)}{\mathcal{A}(\overline{x}y)+\mathcal{A}(\overline{xy})}$$

同じ形式で、逆の論理「Y なら X」の確信度 $\mathcal{A}(y \to x)$, 裏の論理「$\neg X$ なら $\neg Y$」の確信度 $\mathcal{A}(\overline{x} \to \overline{y})$, 裏の論理「$\neg Y$ なら $\neg X$」の確信度 $\mathcal{A}(\overline{y} \to \overline{x})$ は以下のように表される。

(5)
$$\mathcal{A}(x \to y) = \frac{\mathcal{A}(xy)}{\mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(x\overline{y})} - k_{\overline{x}} \cdot \frac{\mathcal{A}(\overline{x}y)}{\mathcal{A}(\overline{x}y) + \mathcal{A}(\overline{xy})}$$

$$\mathcal{A}(\overline{x} \to \overline{y}) = \frac{\mathcal{A}(\overline{xy})}{\mathcal{A}(\overline{xy}) + \mathcal{A}(\overline{x}y)} - k_{x} \cdot \frac{\mathcal{A}(x\overline{y})}{\mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(x\overline{y})}$$

$$\mathcal{A}(y \to x) = \frac{\mathcal{A}(xy)}{\mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(\overline{x}y)} - k_{\overline{y}} \cdot \frac{\mathcal{A}(x\overline{y})}{\mathcal{A}(x\overline{y}) + \mathcal{A}(\overline{xy})}$$

$$\mathcal{A}(\overline{y} \to \overline{x}) = \frac{\mathcal{A}(\overline{xy})}{\mathcal{A}(\overline{x}y) + \mathcal{A}(\overline{xy})} - k_{y} \cdot \frac{\mathcal{A}(\overline{x}y)}{\mathcal{A}(\overline{x}y) + \mathcal{A}(xy)}$$

これらの式は、$\mathcal{A}(x\overline{y}) = 0$, $\mathcal{A}(\overline{x}y) = 0$ の時のみ、$\mathcal{A}(x \to y) = \mathcal{A}(y \to x) = \mathcal{A}(\overline{x} \to \overline{y}) = \mathcal{A}(\overline{y} \to \overline{x}) = 1$ として、全ての値が一致する。すなわち、情報「X かつ $\neg Y$」および情報「$\neg X$ かつ Y」が、想定上「偽」であると見なされている時には、全ての推論過程の結果が一致し、その想定確信度は完全に「真」と見なされている。これが、この計算式におけるいわゆる「同値」の状態である。

2. 5　Loose Symmetry Model に基づく関連性の計算

これに対し、篠原･中野 (2007), 篠原他 (2009) の提案している LS モデルに従うと、条件文「X なら Y」として表せる関係に対し以下の式を定義できる。

(6)
$$\mathcal{A}(x \to y) = \frac{\mathcal{A}(xy) + \frac{\mathcal{A}(x\overline{y})}{\mathcal{A}(x\overline{y})+\mathcal{A}(\overline{xy})} \cdot \mathcal{A}(\overline{xy})}{\mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(x\overline{y}) + \frac{\mathcal{A}(xy)}{\mathcal{A}(xy)+\mathcal{A}(\overline{x}y)} \cdot \mathcal{A}(\overline{x}y) + \frac{\mathcal{A}(x\overline{y})}{\mathcal{A}(x\overline{y})+\mathcal{A}(\overline{xy})} \cdot \mathcal{A}(\overline{xy})}$$

同様に、逆の論理「Y なら X」の確信度 $\mathcal{A}(y \to x)$, と裏の論理「$\neg X$ なら $\neg Y$」の確信度

$\mathcal{A}(\bar{x} \to \bar{y})$, 裏の論理「$\neg Y$ なら $\neg X$」の確信度 $\mathcal{A}(\bar{y} \to \bar{x})$ も以下の式で表せる。

(7)
$$\mathcal{A}(y \to x) = \frac{\mathcal{A}(xy) + \frac{\mathcal{A}(\bar{x}y)}{\mathcal{A}(\bar{x}y)+\mathcal{A}(\overline{xy})} \cdot \mathcal{A}(\overline{xy})}{\mathcal{A}(xy) + \frac{\mathcal{A}(xy)}{\mathcal{A}(xy)+\mathcal{A}(x\bar{y})} \cdot \mathcal{A}(x\bar{y}) + \mathcal{A}(\bar{x}y) + \frac{\mathcal{A}(\bar{x}y)}{\mathcal{A}(\bar{x}y)+\mathcal{A}(\overline{xy})} \cdot \mathcal{A}(\overline{xy})}$$

(8)
$$\mathcal{A}(\bar{x} \to \bar{y}) = \frac{\frac{\mathcal{A}(\bar{x}y)}{\mathcal{A}(\bar{x}y)+\mathcal{A}(xy)} \cdot \mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(\overline{xy})}{\frac{\mathcal{A}(x\bar{y})}{\mathcal{A}(x\bar{y})+\mathcal{A}(xy)} \cdot \mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(\bar{x}y) + \frac{\mathcal{A}(\overline{xy})}{\mathcal{A}(\overline{xy})+\mathcal{A}(x\bar{y})} \cdot \mathcal{A}(x\bar{y}) + \mathcal{A}(\overline{xy})}$$

(9)
$$\mathcal{A}(\bar{y} \to \bar{x}) = \frac{\frac{\mathcal{A}(x\bar{y})}{\mathcal{A}(xy)+\mathcal{A}(x\bar{y})} \cdot \mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(\overline{xy})}{\frac{\mathcal{A}(x\bar{y})}{\mathcal{A}(xy)+\mathcal{A}(\bar{x}y)} \cdot \mathcal{A}(xy) + \frac{\mathcal{A}(\overline{xy})}{\mathcal{A}(x\bar{y})+\mathcal{A}(\overline{xy})} \cdot \mathcal{A}(x\bar{y}) + \mathcal{A}(\bar{x}y) + \mathcal{A}(\overline{xy})}$$

これらの式も、前述した式 (4) と同様、$\mathcal{A}(x\bar{y}) = 0, \mathcal{A}(\bar{x}y) = 0$ の時のみ、$\mathcal{A}(x \to y) = \mathcal{A}(y \to x) = \mathcal{A}(\bar{x} \to \bar{y}) = \mathcal{A}(\bar{y} \to \bar{x}) = 1$ として、全ての値が一致する。すなわち、同値の状態の時のみ、全ての関連性計算の結果が同一となる。

3. 日本語条件文への応用

3.1　日本語の条件文のタイプ

日本語は主要な条件表現として、「不景気がこれ以上進行するなら、日本経済は破綻する」「不景気がこれ以上進行すれば、日本経済は破綻する」「不景気がこれ以上進行したら、日本経済は破綻する」「不景気がこれ以上進行すると、日本経済は破綻する」という 4 種類の形式を持つ。益岡・田窪 (1989) は、これらの形式の違いを、「前件 X と後件 Y の間に成立する関連性」という概念から、次のように分類している。

(10) a.　ナラ形式：仮想的事態間の依存関係

b.　レバ形式：法則的依存関係

c.　タラ形式：偶有的依存関係かつ個別的関係

d.　ト形式　：偶有的依存関係かつ一般的的関係

有田 (1999) は、この考え元に、日本語の条件文の意味は、典型例である仮定世界から様々な良識にプロトタイプにように拡張されていくことを詳細に分析している。プロトタイプ的な広がりは、仮定世界が空間的に拡張されたり、時間的な拡張を受けたりすることによって周辺的な意味を生み出し、さらに実現性の有無や予測性の有無といった点で、時制の使われ方とも密接に絡む。なお、前田 (1995) は、条件文を「前件と後件の関連性」という観点からではなく、「前件によって表された事態に対して、話し手がどのような事実認識を行っている

か」という点で捉えるべきだと考えている。これは興味深い考え方であるが、本稿では情報の関連性という観点から考察を行う。

3. 2 条件表現としての「ト」

こうした日本語の条件表現の中で、「ト形」のみが特別で「ト形」は最も強い仮定表現である「反事実条件文」になじまないという特徴を持つ。例えば、「もしあの時、断っていれば／断っていたら／断っていたなら、今こんな苦しんでいないだろうに」のように、「レバ形」「タラ形」「ナラ形」は反事実条件文として使用が可能であるが、「ト形」に関しては、「*もしあの時、断っていると、今こんな苦しんでいないだろうに」のように、不自然な表現となる。(有田, 1999), 益岡 (1993) は、、これは基本的に条件表現とは見なされず、「ト」の持つ表現の一部が派生的に条件表現を作り上げるに過ぎないと述べている。張 (2011) は、条件文の使用状況の調査を行い、条件文として「ト形式」が容認される例は極めて少なく、基本的に反事実条件文としては使えず、事実的条件文として捉えられていると主張している。英語に関しても、'and' を 'if 文' として使うことができるのはよく知られていることで、(11a) は (11b) に書き換えが可能である。しかし、(11a) は (11c) に書き換えることはできない。すなわち、英語でも 'and' を使った条件表現は、反事実的条件文の性質を持ちにくい。

(11) a. Get up early, and you can catch the first train.

b. If you get up early, you can catch the first train.

c. If you got up early, you could catch the first train.

本節では、この「ト形」が条件文に拡張された時の意味理解について、計算論的関連性理論の観点から分析してみよう。「ト形」を最も単純に捉えるなら、命題論理における連言と見なすことができる。すなわち、「X と Y」は、「X が真である」かつ「Y が真である」時にのみ全体が真となる演算である。

(12)

x	y	x∧y	x∨y	x→y
T	T	T	T	T
T	F	F	T	T
F	T	F	T	F
F	F	F	F	T

こうした性質を持つ連言を、実時間上で働く実際の言語処理の面から考えると、次の 2 つのプロセスが可能であることに気付く。まず、「花子と太郎が大学に行く」のようなタイプで、これは文全体を「真」として受理し、それが連言において真であるからには、「花子が大学に行く」という事態も「太郎が大学に行く」という事態もいずれも真であると理解する過程が

考えられる。もう 1 つは、「花子が大学に行くと、太郎も大学に行く」のようなタイプで、これはまず「花子が大学に行く」という事態を真として受け入れ、次いで「と」が出てきた時点で、文全体が真になるためには、次に出てくる事態も真であることが必然であるという形で、「太郎が大学に行く」という事態も真であると認識する過程である。一般化すると、次の 2 種類の計算過程が存在する。ここで、(13) のプロセスを「全体計算」、(14) のプロセスを「部分計算」と呼んでおこう。

(13)　**全体計算のプロセス**

a. 情報 $X \wedge Y$ を真と置く (すなわち $\mathcal{A}(xy) = 1$ を設定する)。

b. そこから情報 X, Y の真理値を同定する (すなわち、$\mathcal{A}(x), \mathcal{A}(y)$ の想定確信度を計算する)。

(14)　**部分計算のプロセス**

a. 情報 X を真と置く (すなわち $\mathcal{A}(x) = 1$ と設定する)。

b. 全体の情報を真と置き、そこから情報 Y の真理値 (すなわち $\mathcal{A}(y)$) を計算する。

(13) のプロセスが連言計算と関わる過程は自明である。まず、(13a) より、 $\mathcal{A}(xy) = 1$ と設定される。この時、認知環境全体の想定確信度は 1 でなければならないので、$\mathcal{A}(x\overline{y}) = 0$, $\mathcal{A}(\overline{x}y) = 0$, $\mathcal{A}(\overline{xy}) = 0$ が自然に導かれる。ここで、$\mathcal{A}(x) = \mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(x\overline{y})$, $\mathcal{A}(y) = \mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(\overline{x}y)$ より、$\mathcal{A}(x) = 1$, $\mathcal{A}(y) = 1$ が成立する。

3. 3 「ト形」の全体計算における条件解釈

しかし、もし「花子と太郎が大学に行く」という表現を「条件表現」と捉えうるなら、(13) のプロセスを式 (4) あるいは (6) に当てはめなければならない。まず、(4) に当てはめてみよう。(13a) より、 $\mathcal{A}(xy) = 1$ と設定し、そこから $\mathcal{A}(x\overline{y}) = 0$, $\mathcal{A}(\overline{x}y) = 0$, $\mathcal{A}(\overline{xy}) = 0$ を導出するところまでは前述したプロセスと同様である。次に、これら値を (4) 式に代入してみると、次のような式が成り立つ。

(15)
$$\mathcal{A}(x \rightarrow y) = \frac{1}{1+0} - k_{\overline{x}} \cdot \frac{0}{0+0}$$

この式で問題となるのは、後半の $\frac{0}{0+0}$ の部分である。一般に 0 を 0 で割ると、解は不定となり (不能ではない点に注意されたい)、その数値を決定できない。したがって、(13) の過程を単純に式 (4) に当てはめた場合には、文全体の真理値を決定することができず、したがって情報 X の真理値 (想定確信度) および情報 Y の真理値 (想定確信度) を計算することはできない。このことから、(13) の過程で文を理解した場合には、条件文解釈ができないことが分かる。

ただし、式 (15) を計算不能から救う手立てが 1 つだけ存在する。それは、定数 $k_{\bar{x}} = 0$ を $kx = 0$ に設定した場合である。この係数 $k_{\bar{x}}$ は前件情報 X を否定した $\neg X$ をどの程度考慮するかという情報探索の広さを決定する値で、$k_{\bar{x}} = 1$ なら否定情報も完全に考慮することを、$k_{\bar{x}} = 0$ なら否定情報は全く考慮されないことを示す。式 (15) で、定数 $k_{\bar{x}}$ を $k_{\bar{x}} = 0$ に設定した場合のみ、

$$\begin{aligned}(16)\qquad \mathcal{A}(x \to y) &= \frac{1}{1+0} - 0 \cdot \frac{0}{0+0} \\ &= 1\end{aligned}$$

として計算できるということは、(13) のプロセスを条件文解釈として成立させる唯一の方法は、前件情報の否定を考えないことであることを意味する。言い換えるなら、「もし X でないならば」という状況を考慮しない。これが、「ト形」を使った時に反事実条件文解釈の抑制が起こる理由である。実際、$\mathcal{A}(xy) = 1$ $\mathcal{A}(x\bar{y}) = 0$, $\mathcal{A}(\bar{x}y) = 0$, $\mathcal{A}(\overline{xy}) = 0$ の元で (5) の計算を行うと、いずれの場合も解が不定となり、演算が収束しない。特に裏の演算 $\mathcal{A}(\bar{x} \to \bar{y})$ の計算が収束しない点に注目されたい。

$$(17)\qquad \mathcal{A}(\bar{x} \to \bar{y}) = \frac{0}{0+0} - k_x \cdot \frac{0}{1+0}$$

この演算は係数 kx を 0 に設定したとしても、不定のままである。すなわち、どのような手法を用いても、反事実条件文の計算は収束しない。以上の議論から、(13) のプロセスで、無理に条件文解釈を行っても、明示的に表現された前件と後件のみが成立している世界という「事実的世界」の解釈しか生じないことが証明できる。

一方、(13) のプロセスを、式 (6) に当てはめた場合には、こういう計算爆発は起こらない。すなわち、(13) のプロセスでも条件表現として理解できることを予測する。

$$\begin{aligned}(18)\qquad \mathcal{A}(x \to y) &= \frac{1 + \frac{0}{0+0} \cdot 0}{1 + 0 + \frac{1}{1+0} \cdot 0 + \frac{0}{0+0} \cdot 0} \\ &= 1\end{aligned}$$

また、その時の文全体の想定確信度は 1 (すなわち完全に真) であることから、前件情報 X も真、後件情報 Y も真であることが確定できる。この結果、反事実条件文の計算 (8) も可能となり、「ト形」を使った場合でも反事実条件文の計算ができることを予測してしまう。

3. 4 「ト形」の部分計算における条件解釈

次に、部分計算 (14) の過程を、式 (4), 式 (6) に当てはめた場合を考えてみよう。まず、(14a) のプロセスは、$\mathcal{A}(x) = 1$ すなわち $\mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(x\bar{y}) = 1$ という情報を生み出す。次に、(14b) のプロセスでは、$\mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(x\bar{y}) = 1$ という関係を (4) に代入し、かつその式の値を 1 と設定することになる。

(19)
$$\mathcal{A}(x \to y) = \frac{\mathcal{A}(xy)}{1} - k_{\bar{x}} \cdot \frac{\mathcal{A}(\bar{x}y)}{\mathcal{A}(\bar{x}y) + \mathcal{A}(\overline{xy})}$$
$$= 1$$

この式が成立するための解は次の 2 通りが考えられる。まず、任意の $k_{\bar{x}}$ に対して式を成立させる場合で、この時には $\mathcal{A}(xy) = 1, \mathcal{A}(\bar{x}y) = 0$ と設定すればよい。しかし、実はこの解はうまく成立しない。$\mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(x\bar{y}) = 1$ の条件が成立しているため、$\mathcal{A}(xy) = 1$ と置くと、$\mathcal{A}(x\bar{y}) = 0$ が成立し、結果的に $\mathcal{A}(\overline{xy}) = 0$ も成立してしまう。したがって、$\mathcal{A}(xy) = 1$, $\mathcal{A}(\bar{x}y) = 0$ と置いた時点で、式 (19) は (15) と同じく、

(20)
$$\mathcal{A}(x \to y) = \frac{1}{1} - k_{\bar{x}} \cdot \frac{0}{0+0}$$

となってしまい、計算は収束しない。すなわち条件文解釈はできない。

式 (19) を成立させるもう 1 つの方法は、情報 X の否定情報 $\neg X$ を考慮するスコープの係数 $k_{\bar{x}}$ を 0 に設定することである。この場合は計算を収束させることができ、$\mathcal{A}(x \to y)$ の値は 1 となって、条件文が真であるという判断を確証できる。ただし、前件の否定情報 $\neg X$を一切考慮しないという条件の下での計算であるので、この場合もやはり「反事実条件文」の解釈は行えない。

一方、部分計算 (14) の過程を、式 (6) に適用すると、次のようなプロセスが可能となる。まず、$\mathcal{A}(x) = 1$ すなわち $\mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(x\bar{y}) = 1$ という情報より、$\mathcal{A}(\bar{x}) = 0$ すなわち $\mathcal{A}(\bar{x}y) + \mathcal{A}(\overline{xy}) = 0$ を導く。これは $\mathcal{A}(\bar{x}y) = 0, \mathcal{A}(\overline{xy}) = 0$ と等価であるので、この関係を式(6)に代入する。

(21)
$$\mathcal{A}(x \to y) = \frac{\mathcal{A}(xy) + \frac{\mathcal{A}(x\bar{y})}{\mathcal{A}(x\bar{y})+0} \cdot 0}{\mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(x\bar{y}) + \frac{\mathcal{A}(xy)}{\mathcal{A}(xy)+0} \cdot 0 + \frac{\mathcal{A}(x\bar{y})}{\mathcal{A}(x\bar{y})+\mathcal{A}(\overline{xy})} \cdot 0}$$
$$= \frac{\mathcal{A}(xy)}{\mathcal{A}(xy) + \mathcal{A}(x\bar{y})}$$

ここで、$\mathcal{A}(x \to y) = 1$ を成立させるには、$\mathcal{A}(x\bar{y}) = 0$ が成り立てばよい。したがって、$\mathcal{A}(x\bar{y}) = 0, \mathcal{A}(\bar{x}y) = 0, \mathcal{A}(\overline{xy}) = 0$ より、$\mathcal{A}(xy) = 1$ が得られ、条件文解釈が満たされると同時に、連言解釈も同時に満たすことが分かる。また、$\mathcal{A}(xy) = 1, \mathcal{A}(x\bar{y}) = 0, \mathcal{A}(\bar{x}y) = 0$, $\mathcal{A}(\overline{xy}) = 0$ より、$\mathcal{A}(x) = 1, \mathcal{A}(y) = 1, \mathcal{A}(\bar{x}) = 0, \mathcal{A}(\bar{y}) = 0$ の関係も成立するため、条件文が「事実的解釈」であることも導ける。

興味深いことに、(6) の反事実文解釈形式である (8) に $\mathcal{A}(xy) = 1, \mathcal{A}(x\bar{y}) = 0, \mathcal{A}(\bar{x}y) = 0$, $\mathcal{A}(\overline{xy}) = 0$ の関係を入力すると、次のような計算となり、やはり解が不定で、計算に失敗する。

(22)
$$\mathcal{A}(\overline{x} \to \overline{y}) = \frac{\frac{0}{0+1} \cdot 1 + 0}{\frac{0}{0+1} \cdot 1 + 0 + \frac{0}{0+0} \cdot 0 + 0} = \frac{0}{0}$$

すなわち、部分計算 (14) の過程を式 (6) に適用した場合、「ト形」の条件文解釈は可能となり、またそれは事実的解釈に限定され、反事実条件文の解釈には失敗することが導ける。

3. 5 その他の表現

「ト形」以外の「レバ形」「タラ形」については、(?) の研究があり、相関係数に基づく関連性の計算式 (4) でも、LS モデルに基づく (6) でも、反事実条件文の解釈が可能である。反事実条件文の前件が偽であるという前提は、いずれの計算式においても $\lim_{\mathcal{A}(xy)\to 0} \mathcal{A}(x \to y)$ の形で与えられ、いずれの式でも $\mathcal{A}(\overline{xy})\approx 1$ の解が得られる。すなわち、前件否定かつ後件否定の状況のみが、ほぼ真であるという解釈が成立する。また、2 節で述べた Rips の実験結果についても、どちらもモデルも十分な説明が行える。ただし、こうした数式計算において、「時制」の情報をどのように扱うかという点に関して、まだ不明な点も多い。これについては、今後の課題としたい。

まとめ

本論文では、特殊な条件表現といわれる「ト形」の振る舞いについて、計算論的関連性理論の枠組みで分析を行った。関連性を計算する式として、相関係数に基づく式と、LS モデルに基づく式を比較検討し、どちらの式においても、「ト形」の事実的解釈の振る舞いを説明できること、また反事実条件文解釈に失敗することを、形式的に証明できることを見た。

ただし、相関係数に基づく式では、「ト形」についてどのような解釈プロセスを取ろうと、反事実条件文解釈に失敗するのに対し、LS モデルに基づく式では、「ト形」を全体解釈する場合には、反事実文解釈が成功することを予測してしまうことも論じた。

この最後の点は、LS モデルの反証ということにはならない。我々の言語行動において、「ト形」を全体解釈した場合に、条件文解釈に当てはめること自体を行わないかもしれないからである。この点については、今後、文理解実験を通して、明らかにしてみたい。

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究 (C)「認知的関連性のモデル化と文理解実験に基づく実証的研究」(平成 22 年度〜平成 25 年度、研究代表者：松井理直、課題番号：22520415)、および基盤研究 (B)「焦点・スコープ現象の統語・意味論的分析と音声実験・コーパス調査による検証」（平成 21 年度〜平成 24 年度、研究代表者 : 西垣内泰介、課題番号 : 21320084）による援助を受けている。

文献

有田節子 (1999). プロトタイプから見た日本語の条件文.『言語研究』, 115, 77–108.

張春艶 (2011). 反事実条件文におけるバ、ト、タラ、ナラの使用現状調査—日本語母語話者の的確性判断調査に基づく—.『2011 年度日本言語学会春期大会予稿集』, pp. 261–266.

Lo, Y., Sides, A., & Osherson, D. (2002). Evidential diversity and premise probability in young children's inductive judgment. *Cognitive Science*, **26**, 181–206.

前田直子 (1995). バ、ト、ナラ、タラ—仮定条件を表す形式—. 宮島達夫・仁田義雄（編),『日本語類義表現の文法 (下) 複文・連文編』, pp. 483–495. くろしお出版, 東京.

Marin, Arthur (1999). Information, relevance, and social decisionmaking: some principles and results of decision-theoretic semantics. In Moss, L.S., Ginzburg, J., & de Rijke, M. (Eds.), *Logic, Language, and Computation. Vol2*, pp. 179–221. CSLI Publications, Stanford.

Marin, Arthur (2003). *Relevance and Decision-Theoretic Semantics*. Handout. 15th European Summer School in Logic, Language and Information. August 18–29, 2003, Technical University of Vienna.

益岡隆志・田窪行則 (1989).『基礎日本語文法』. くろしお出版.

益岡隆志 (1993). 日本語の条件表現について. 益岡隆志（編),『日本語の条件表現』, pp.1–20. くろしお出版, 東京.

松井理直 (2003). 推論における論理変形と認知的関連性の計算. *Theoretical and Applied Linguistics at Kobe Shoin*, **6**, 95–122.

松井理直 (2007). 計算論的関連性理論に基づく日常的推論の分析 . *Theoretical and Applied Linguistics at Kobe Shoin*, **10**, 45–76.

松井理直 (2008). 想定の確信度と真理値 . *Theoretical and Applied Linguistics at Kobe Shoin*, **11**, 25–66.

松井理直 (2009). 認知的関連性の単純かつ妥当な計算方法 . *Theoretical and Applied Linguistics at Kobe Shoin*, **12**, 21–36.

Rips, L.J. & Marus, S.L. (1977). Suppositions and the analysis of conditional sentences. In Just, M.A. & Carpenter, P.A. (Eds.), *Cognitive processes in comprehension*, pp. 185–220. Erlbaum.

坂原茂 (1985).『日常言語の推論』. 東京大学出版会, 東京.

篠原修二・中野昌宏 (2007). 2 本腕バンディット問題に対する「緩い対称性モデル」の有効性 : 因果推論における対称性バイアスと相互排他性バイアス. 進化経済学会第 11 回大会ハンドアウト (於・京都大学).

篠原修二・田口亮・桂田浩一・新田恒雄 (2009). 因果性に基づく信念形成モデルと N 本腕バ

ンディット問題への適用.『人工知能学会論文誌』, **22** (1), 58–68.

Sperber, Dan & Wilson, Deirdre (1986). *Relevance: Communication and Cognition*. Blackwell. 内田聖二ほか訳 (1993).『関連性理論―伝達と認知―』. 研究社出版.

（受付日 : 2012. 1. 10）