

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	言語統計解析に基づく日本語と中国語の帰納的推論の比較研究
Title(English)	
著者(和文)	張寓杰
Author(English)	Yujie Zhang
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9888号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中川 正宣,前川 眞一,室田 真男,山岸 侯彦,山元 啓史
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9888号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Type(English)	Doctoral Thesis

目次

第1章 序章	1
1.1 帰納的推論	1
1.2 先行研究の問題点	2
1.3 本研究の目的	5
1.4 本論文の構成	6
第2章 日本語と中国語における帰納的推論の計算モデルの構成	8
2.1 本研究で用いた帰納的推論の計算モデル	8
2.2 確率的言語知識構造	9
2.2.1 中国語における確率的言語知識構造の構成	12
2.2.2 日本語における確率的言語知識構造の構成	15
2.3 構築された中国語と日本語の確率的言語知識構造の比較と考察	16
2.4 中国語における計算モデルの構築とシミュレーション結果	34
2.5 日本語における計算モデルの構築とシミュレーション結果	36
第3章 日本語と中国語における帰納的推論の計算モデルの実験的検証	37
3.1 中国語における帰納的推論の計算モデルの心理学実験に基づく妥当性の検証	37
3.1.1 実験方法	37

3.1.2 中国語における心理学実験の結果.....	38
3.1.3 中国語における計算モデルのパラメータ推定	40
3.2 日本語における帰納的推論の計算モデルの心理学実験に基づく 妥当性の検証	42
3.2.1 実験方法	42
3.2.2 日本語における心理学実験の結果	44
3.2.3 日本語における計算モデルのパラメータの推定	44
第4章 日本語と中国語における帰納的推論の計算モデルのシミュレー ション結果の比較	46
第5章 日本語と中国語における帰納的推論の計算モデルのパラメータ 推定結果の比較	58
5.1 実験方法	58
5.1.1 実験参加者	59
5.1.2 実験材料	59
5.1.3 実験手続き	60
5.2 実験結果	63
5.2.1 結論の評定平均値	63
5.2.2 モデルの適合性	64
5.2.3 計算モデルのパラメータ	65
5.3. 実験結果の考察	67
5.3.1 評定値の比較	67

5.3.2	モデルの適合性の検証	68
5.3.3	パラメータ比較の必要性	69
5.3.4	モデルのパラメータの比較	70
5.3.5	本研究における仮説の検証	71
5.3.6	課題の影響の比較	72
第6章	総合考察	74
6.1.	結果のまとめ	74
6.2.	今後の課題	74
6.2.1.	中国語における形容詞と名詞関係の追加と確率的言語知識 構造の再構成に基づく計算モデルの構築	74
6.2.2.	英語の確率的言語知識構造の構成に基づく計算モデルの構 築	79
6.2.3.	新しい検索システムへの応用	85
6.2.4.	帰納的推論に基づくリスク認知の文化要因やパーソナリテ ィ要因の考察	88
6.2.5.	帰納的推論における過大・過小評価リスクの具体例:地域に おける発電所の設置評価	89
6.2.6.	帰納的推論における正事例と負事例が同じカテゴリーに属 する場合の考察	95
6.2.7.	新聞データのみコーパスと拡張した後のコーパスにおけ るシミュレーションの結果比較	98

謝辞	102
参考文献	103
本論文に関する研究業績一覧	107
付録	109
付録 1 中国語のアンケート調査画面の例	109
付録 2 日本語のアンケート調査画面の例	110
付録 3 日本語のリスク条件下の実験で用いた課題	111
付録 4 日本語のリスク条件下の実験で用いた課題	112
付録 5 EMアルゴリズムによる推定方法	113

第 1 章 序章

1.1 帰納的推論

Holland, Holyoak, Nisbett and Thagard(1986)は、不確実な状況において知識を拡張する推論過程を、帰納(induction)と呼んでいる。Johnson-Laird(1988)によれば、帰納的推論とは、初期の観察や命題に対して意味情報を増加させる結論を導く思考である。つまり、いくつかの個別知識から、一般法則を導き出す推論を意味する。

帰納的推論は単に科学的推論に限らず、広く日常生活でも用いられることが多い、極めて基本的な人間の思考過程の一つである。たとえば、楠見孝(1998)によれば、類推も厳密な論理規則に基づく演繹に対して、類似性に基づく柔軟な推論としても位置づけられ、知識を拡張したり、形成する推論として、広義の帰納的推論の一つとして位置づけられる。

心理学や認知科学の分野では特定の推論形式を用いた帰納的推論の実験が広く行われてきた。たとえば、以下のような推論形式が広く一般的に用いられる(例えば Rips,1975; Osherson, Smith, Wikie, Lopez, and Shafir,1990; Sakamoto&Nakagawa 2007,2008,2010 など)。

Aさんはステーキが好きである。(正事例前提)

Aさんはうどんが好きではない。(負事例前提)

Aさんはハンバーグが好きである。(結論)

Aさんはステーキが好きである。(正事例前提)

Aさんはうどんが好きではない。(負事例前提)

Aさんはそばが好きである。(結論)

この形式では、線分の上部が前提命題で、線分の下部が結論命題である。Osherson(1990)は、この種の形式における推論を「カテゴリに基づく帰納的推論(category-based induction)」という仮説に基づき考察した。この例では、Aさんはハンバーグが好きであるという結論のもっともらしさは、かなり高いと判断される。反対に、Aさんはそばが好きであるという結論のもっともらしさはかなり低いと言える。この場合をOshersonのカテゴリ仮説を簡略化して説明すると、「Aさんはステーキが好き」という一つの事例から、「Aさんの好きなもの」がステーキの属する「洋食」というカテゴリに一般化され、Aさんは、同じ洋食というカテゴリに属するハンバーグが好きという結論のもっともらしさが高くなる。同じように、Aさんはうどんが好きではないので、和食が好きではないと一般化され、和食の一種であるそばが好きであるという結論のもっともらしさが低くなると説明されるわけである。

一方、Hadjichristidis、Sloman、Stevenson、Over(2004)は上記と同じ形式における推論を「属性の帰納的推論(property induction)」という立場から、主に類似性に基づく帰納的推論の仮説を考察した。この仮説に基づく場合、上記の例は、ステーキとハンバーグは「材料は肉である」、「フライパンで焼く」等の属性を共有することにより類似性が高くなり、その結論のもっともらしさが高くなると説明される。

1.2 先行研究の問題点

上記で紹介した帰納的推論の各仮説では前提事例からカテゴリへの一般化や共有属性からの単語間の類似性の推定といった何らかの内的な心理学的メカニズムを想定している。しかし、そのような内的なメカニ

ズムを直接心理学実験だけで実証することは困難である^{注1}。このような場合は一般に内的メカニズムを表現できる計算モデルを用いてシミュレーションを行い、その結果と心理学実験の結果を比較し、その内的メカニズムの妥当性を実証する方法が必要である。

帰納的推論の心理学的メカニズムを説明するために今までにさまざまな計算モデルが提案されてきた。計算モデルによる最初の研究はRip(1975)である。彼は前提命題が一つの場合に限り、前提命題の対象と結論命題の対象のカテゴリの類似性に基づく線形モデル、指数モデル、刺激の弁別力に基づくモデル、ベイズ推定に基づくモデルの4つを比較し、最初の前提命題の対象と結論命題の対象のカテゴリの類似性に基づく線形モデルが、最も実験結果の説明率がよいと報告している。しかし彼の検証した帰納的推論が非常に限られた内容であったため、Oshersonは上記の「カテゴリに基づく」という視点で、帰納的推論に関する様々な現象を整理し、類似度・被覆度モデルという計算モデルを提案した。このモデルでは、心理学実験で評定された2つの動物種間の類似度評定値と分類学の分類に基づいたカテゴリに関する知識から計算される被覆度によって、対象を動物に限定した帰納的推論の心理的メカニズムが説明される。これに対し、Sloman(1993)は前記の彼の仮説に基づき、Oshersonが扱った現象は勿論さらに広い現象を説明できる特徴ベースの

¹ ヒトの脳内メカニズムを直接、脳に対する何らかの処理を通じて実験的に確認することは、現在、技術的にも倫理的にも非常に困難である。知覚メカニズムの場合であれば、そのメカニズムが比較的人間に近いと想定される猿等の動物を用いた、脳内メカニズムの直接的実験測定は可能である。しかし、帰納的推論を含めた論理的推論、言語処理、洞察的問題解決、意思決定等の、人間のより高次の認知過程については、このような動物実験を用いることは原理的に不可能なことが多い。このような脳内の直接実験測定が困難な、人間の認知過程の研究に現在多く用いられている方法が、コンピューター上に構築された認知過程の計算モデルと、その計算モデルに基づくコンピューターシミュレーションである。この方法では、実験や観察から導かれる理論仮説をコンピューター上の計算プログラムとして実現し、そのプログラムをコンピューター上で実行し、得られた結果を実際の実験や観察結果と比較して元の理論仮説の妥当性を実証する(誠信書房心理学辞典, 研究法, シミュレーション研究, 2014)。

ニューラルネットワークモデルを提案した。このモデルでは、結論のもっともらしさは前提命題や結論命題における対象の特徴強度を用いて計算される類似性に基づき推定される。このモデルを構成する特徴強度は、ある対象がある特徴をどれだけ持っているかを表現する。各対象におけるこの特徴強度には、心理実験で評定されたデータが用いられた。

以上の伝統的なモデルに加え、近年はベイズ的アプローチに基づく計算モデルを用いた研究が多く見られる。Sanjana and Tenenbaum(2002)はこのベイズ的アプローチに基づいて Osherson ら(1990)の帰納的推論データと彼ら自身の帰納的推論データの検証を行い、人間の判断とモデルのシミュレーション結果に高い相関があることを確認した。

しかし、以上のように概観してきたモデルは、全て共通して、非常に限られた知識領域のみを対象とした帰納的推論以外は検証していないという問題点を含んでいる。人間の広い概念知識をカバーするようなモデルとして、提案された計算モデルが妥当であるかどうかは定かではない。心理実験による評定に基づく、モデルのパラメータ、たとえば類似度や特徴強度の推定には量的限界がある。人間が普通持っている知識を構成している数万の概念間の類似度やその数万の特徴との間連強度を心理評定だけで推定することは困難である。

Sakamoto & Nakagawa (2007, 2008, 2010)は以上の既存のモデルの問題点に対して、心理実験による評定に依存せず、大規模言語データの統計解析を用いて数万語を含む確率的言語知識構造を構成し、より広範な概念についての予測が可能な帰納的推論の計算モデルを構築した。

しかし、坂本の研究はすべて日本語に限られており日本語以外での計算モデルの可能性については全く考慮されていない。また坂本が確率的言語知識構造の構成に用いた大規模言語データは新聞データに限られて

いる。そのため用いられている語彙に偏りがある可能性を否認しない。さらに、構築された計算モデルのパラメータの心理学意味は明らかにする必要がある。

1.3 本研究の目的

本研究の目的は、上記の問題点を考慮し、まず中国語の大規模データに言語統計解析を用いて推定した確率的言語知識構造に基づき、中国語の帰納的推論の計算モデルを構成し、心理学実験を通じてその妥当性を検証して、このモデルの日本語以外での有用性を考察することである。

そして、本研究では、日本語のデータを坂本が用いたものと同様の新聞データに、文学、評論等のデータを加えて拡張し、その言語統計解析に基づき日本語の帰納的推論の計算モデルを再構築し、やはり心理実験を通してその妥当性を検証する。

本研究での一番重要な目的は、このようにして構成され、心理学的妥当性が検証された両言語での計算モデルの結果を用いて日本語と中国語における帰納的推論過程を比較検討し、「人間の帰納的推論は必ずしも個々の言語(特に音韻处理的、統語处理的側面)に直接依存しておらず、むしろどの言語にも共通する内的メカニズムに基づいている」という可能性を検討することである。従来モデル研究における非常に限られた知識領域での考察では言語の違いによる帰納的推論への影響を検証することは困難である。さらには、両言語での帰納的推論の結果を詳細に比較することで、個々の言語の違いを超えて、両言語の背景にある文化や社会システムの違いを考察することも試みたい。

最後は、構築された計算モデルのパラメータの心理学的意味の検討、リスク状況におけるパラメータ変化の日中比較を行う。

1.4 本論文の構成

以下に本章以降の構成を述べる。構成図を図 1 に示す。

序章 研究背景と研究の目的

第 2 章 日本語と中国語の帰納的推論の計算モデルの構成

第 3 章 日本語と中国語の帰納的推論の計算モデルの実験的検証

第 4 章 日本語と中国語の帰納的推論の計算モデルのシミュレーション
結果の比較

第 5 章 日本語と中国語の帰納的推論の計算モデルのパラメータ推定の
比較

第 6 章 総合考察

第 2 章は中国語と日本語の言語統計解析の方法を紹介し、構築された日本語と中国語の確率言語知識構造を比較し、両言語の帰納的推論の計算モデルの構築について述べる。

第 3 章は心理学実験によって構築された計算モデルの妥当性を検証する。

第 4 章は日本語と中国語の計算モデルに基づき、全く同じ 8 課題を対象としてシミュレーションを行い、両言語のシミュレーションの結果を比較検討する。

第 5 章はリクス状況下での心理学実験を行い、実験の結果に基づき計算モデルのパラメータ $|b/a|$ の心理学的意味を考察する。

第 6 章は本研究の結果を総括し、今後の課題を提出する。

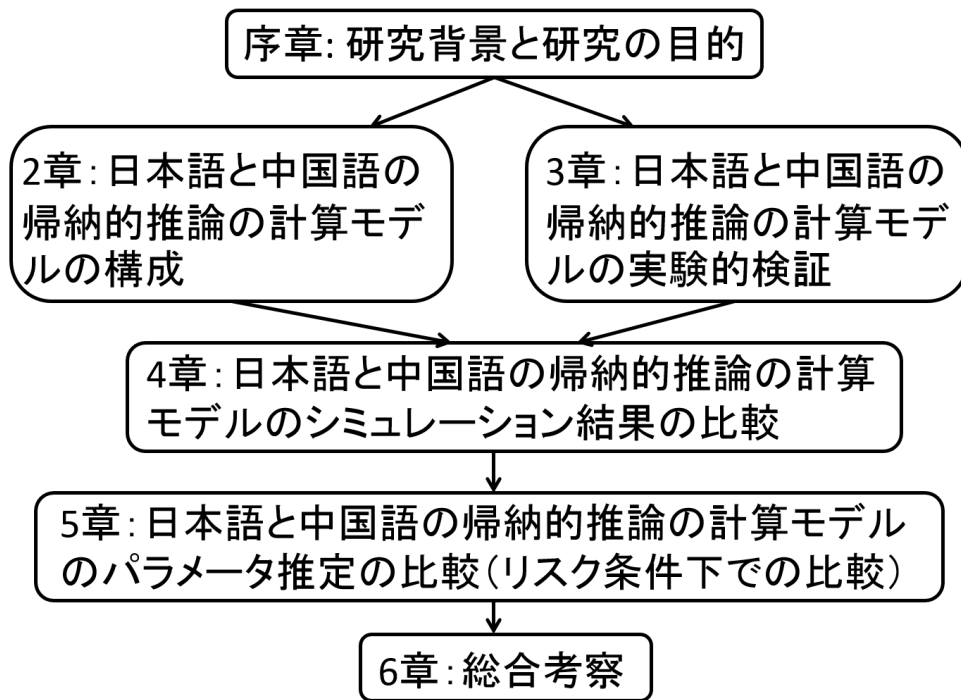


図 1 本論文の構成

第2章 日本語と中国語における帰納的推論の計算モデルの構成

2.1 本研究で用いた帰納的推論の計算モデル

本研究では中国語、日本語とも、まず、各言語の大規模言語データの統計解析に基づき、各々の確率的言語知識構造を構成する。次にそのようにして構成された各々の確率的言語構造の潜在意味クラスを特徴次元と考え、各名詞の特徴強度を、その名詞が与えられた時の各潜在意味クラスの条件付き確率で定義し、両言語共通に以下のような計算モデルを構成する。

$$v(N_i^c) = a\text{SIM}_+(N_i^c) + b\text{SIM}_-(N_i^c) - h \quad (1)$$

$$\text{SIM}_+(N_i^c) = \sum_j^{n^+} e^{-\beta d_{ij}^+} \quad (2)$$

$$\text{SIM}_-(N_i^c) = \sum_j^{n^-} e^{-\beta d_{ij}^-} \quad (3)$$

$$d_{ij}^+ = \sqrt{\sum_k^m (P(c_k|N_i^c) - P(c_k|N_j^+))^2} \quad (4)$$

$$d_{ij}^- = \sqrt{\sum_k^m (P(c_k|N_i^c) - P(c_k|N_j^-))^2} \quad (5)$$

ただし、このモデルでは正事例 N_j^+ と負事例 N_j^- が与えられた時の帰納的推論の結論 N_i^c のもっともらしさを $v(N_i^c)$ として上記の数式に従い計算する。

ここで、 d_{ij}^+ と d_{ij}^- は、それぞれ結論の対象 N_i^c と正事例の対象 N_j^+ 、結論の

対象 N_i^c と負事例の対象 N_j^- の距離で、各名詞を与えた時の各潜在意味クラスの条件付確率 $P(c/N)$ (名詞の潜在意味クラスへのメンバーシップ値) に基づいて計算される。 m はその距離の計算に用いた潜在意味クラスの数で、ここにおける距離とは、各潜在意味クラスへのメンバーシップ値から構成される m 次元の特徴空間において計算されたユークリッド距離である。また、 $SIM_+(N_i^c)$ と $SIM_-(N_i^c)$ は、各々正事例と結論、負事例と結論の対象間の距離 d_{ij}^+ と d_{ij}^- を変数とするカーネル関数 $e^{-\beta d_{ij}^+}$ 、 $e^{-\beta d_{ij}^-}$ の和で定義され、各々、結論と正事例、結論と負事例の類似性の大きさを表している。 a 、 b は各々、正事例と負事例の重みづけパラメータである。また β は距離、 d_{ij}^+ と d_{ij}^- の変化が類似性の大きさの変化にどの程度反映するかを示す相対的感度と考えることができる。すでに述べたように、この研究では中国語、日本語とも、まず、各言語の大規模言語データの統計解析に基づき、各々の確率的言語知識構造を構成し、そのようにして構成された各々の確率的言語知識構造に基づき、上記のモデルの形式に従って帰納的推論の計算モデルを構成する。確率的言語知識構造の構成は両言語でのモデル構築に共通した最も重要な過程である。

以下では本研究における両言語に共通な確率的言語知識構造の構成方法について説明する。

2.2 確率的言語知識構造

ここでいう言語知識構造とは、語彙を意味的に分類し、体系的に整理した一種の構造的データベースを意味する。特に確率的言語知識構造とは、そのような知識構造にさらに単語間の確率的関係を付与したものである。言語知識を体系的に表現する方法は、シソーラス(類語辞書)の編纂など過去からの多くの蓄積がある。しかし、このような方法では多く

の人的資源や時間を要し、その客観性も十分保証されていない。最近では、統計的な解析手法に基づいたテキストマイニングや潜在意味分析 (Latent Semantic Analysis) と呼ばれる方法が注目されている。潜在意味分析では、類似した意味を持つ単語は類似した文脈の中に現れるという仮定に基づき、文書-単語間の頻度行列に対する特異値分解を用いて構成した潜在的意味空間内のベクトルとして、単語の意味を表現する。

しかし、潜在意味分析ではスパースネス問題 (学習・解析データに出現しなかった単語、または単語組の生起頻度が 0 になってしまう問題) を解消できない。さらにこの方法では、特異値分解で得られる空間の次元の意味を一意的に決めることは困難である。また、この方法においては文書内での単語間の指示関係を考慮しておらず、一定範囲内 (文や節など) での単純な出現頻度を用いている。そのため、この方法では意味的に結びつきがたい単語との共起もカウントしてしまい、ノイズを多分に含んだ結果を出す危険性が高い。

これらの問題を解消するため、近年では潜在意味分析の方法を確率的な形式で表現した PLSI (Probabilistic Latent Semantic Indexing) (Pereira et al., 1993; Hofmann, 1999; 持橋大地, 松本裕治; 2002) を始めとする、確率的潜在意味分析の手法が提案されており、概念表現の精度において優れていることが報告されている。Hofmann(1999) の提案した PLSI では、ある文書内における単語の生起の背後に、単語間の共起を支える潜在意味クラスがあると仮定し、ある単語の生起は、潜在意味クラスそのものの生起確率、および潜在意味クラスが生起した前提での文書、単語の出現確率 (条件付確率) によって確率的に表現されると仮定している。したがって、この手法における文書 d 内の単語 w の出現確率は以下の式で表現される。

$$P(d, w) = \sum_{c \in C} P(d|c)P(w|c)P(c) \quad (6)$$

ここでの $P(c)$ は潜在クラスの出現確率である。この手法では、文書の内容は k 個の意味クラスに基づき確率的に表現でき、情報の圧縮も可能になる。上記 PLSI を含めた確率的潜在意味分析では、潜在意味分析と同様、単語同士の共起関係の背後に潜在変数が媒介すると仮定する。ただし、確率的潜在意味分析においては、まず、単語-潜在意味クラス間の関係強度を両者の生起確率（及び条件付確率）で表現し、その確率関係に基づき単語の意味を潜在意味クラスによって分類、表現する。

しかし、PLSI の方法は、主に文書の分類に有効な方法である。一方、人間は文書から単語を連想するよりも単語から単語を連想すると仮定する方が自然である。つまり、人間の言語知識を表現する場合、上記のように文書と単語という関係を前提とするのではなく、単語同士の関係で記述する方が適している。たとえば、Pereira et al.(1993)は上記 PLSI と同様の潜在意味クラスの仮定に基づき、単語間の共起確率を表現する手法を提案している。同様の仮定に基づき、より厳密な確率的方法を用いてパラメータを推定する手法として、Kameya and Sato(2005)によるアルゴリズムが挙げられる。この手法では、名詞と形容詞もしくは動詞の共起（係り受け）確率 $P(n_i, a_j)$ は以下の式で表現される。

$$P(n_i, a_j) = \sum_k P(n_i|c_k)P(a_j|c_k)P(c_k) \quad (7)$$

ただし、 a_j は動詞、 n_i は名詞、 c_k は潜在意味クラスを表す。 $P(c_k)$ は潜在意味クラスの生起確率、 $P(a_j | c_k)$ 、 $P(n_i | c_k)$ は意味クラスが生起した前提での形容詞もしくは動詞、および名詞の出現確率（条件付確率）を表す。 $P(c_k)$ の値は、EM アルゴリズムを用いて尤度（実際は $N(n_i, a_j)$ を形容詞 もしくは動詞 a_j との係り受け頻度とし、尤度 $L = \prod_{i,j} P(n_i, a_j)^{N(n_i, a_j)}$ の対数尤度 $\log L = \sum_{i,j} N(n_i, a_j) \log P(n_i, a_j)$) を最大にするようにして推定される(方法の詳細は付録 5 参照)。この方法により、各単語の意味は、 k 個の各潜在意味クラスに対する k 次元の帰属確率の分布として表現することができる。上記 Kameya and Sato(2005)の手法においては、数学的には特異値分解と同型の結果を得るが、確率的な制約条件の下での尤度の最大化という客観的基準に従ってパラメータ推定を行い、潜在意味クラスを一意に決定できるため、回転の自由度の問題は伴わない。さらに、この手法ではスパースネス問題を解消できる。これらの点からも、潜在意味分析に比して情報理論的な根拠と、より高い客観性を備えた手法であることが言える。

本研究では中国語、日本語場合ともに各々の確率的言語知識構造の構成に、この Kameya and Sato(2005)の方法を用いる。また、本論文では、この方法で推定される「潜在意味クラス」を以後、「意味クラス」もしくは単に「クラス」と記述し、本来人間が内的に持っている「概念」は「カテゴリ」と記述し区別して用いる。

2.2.1 中国語における確率的言語知識構造の構成

本研究では、日本語、中国語ともに、以下の同じ手順に従って確率的言語知識構造を構成している。

① 形態素解析

②係り受け解析

③単語間共起頻度の抽出

④Kameya and Sato(2005)のアルゴリズムに基づくクラスタリング

特に、この手続きの③、④は各言語の文法構造に依存しない、共通の手法を用いている。その結果この方法で構成される確率的言語知識構造もやはり、個々の言語の文法構造には依存していないと言える。

中国語の言語データとして以下の表 1 に示したコーパスを用いる。これらのコーパスはすべて一般公開されており、新聞記事や文学作品を含んでいて、政治、経済、社会、スポーツ、犯罪、あるいは文学、芸術等、中国語のさまざまな言語知識領域をカバーすることができる。

形態素解析に関しては、中国科学院計算技術研究所が制作した形態素解析ソフトウェア ICTCLAS を用いる。本研究では ICTCLAS2011 を用いて、タグなしコーパスに対し、文を単語ごとに区切り、品詞をつける作業を行った。

表 1. 本研究で用いた中国語コーパス

(サイズ: 651.44MB)

コーパスの種類	サイズ(MB)
ChineseTreebank4.0(2010 取得)	2.34
人民日報タグ付きコーパス(1998)	23
新京報電子版(2010 取得)	21.1
文学作品の電子テキスト(2010 取得)	605

係り受け分析に関しては、CNP Parser を利用した。CNP Parser は情報通信研究機構により、2010 年 8 月に新しく開発公開された高精度の中国語係り受け解析システムである。CNP Parser の解析結果と人間による構

文解析結果を比較すると、全体の一致率は 89.8%であることが報告されている。ただし、ICTCLAS の品詞タグが 99 個であるのに対し、CNP Parser の品詞タグは 33 個（Chinese Treebank の表記と同様）である。その為、ICTCLAS で分析された結果を CNP Parser で解析する前に、品詞情報の変更が必要である。その対応関係の一部が表 2 になる。

CNP Parser では名詞(主語)－動詞(述語)と名詞(目的語)－動詞二種類の係り受け解析が可能であり、本研究ではその各々の名詞と動詞の組み合わせで共起頻度を抽出した。共起頻度データに、Kameya and Sato(2005)の解析方法を適用し中国語の確率的言語知識構造を構築した。これらの結果は前述のように心理評定との高い相関が示されている。

本研究に用いた全ての中国語コーパスを係り受け解析した結果、抽出された名詞と動詞の数は表 3 のようになった。

表 2 品詞対応関係の例

ICTCLAS	CNPParser	意味
1 d, uyy, uls, u,	1 AD	副詞
2 uzhe, ule, uguo	2 AS	アスペクト、動詞が表す行為の過去
3 pba	3 BA	～でもって. ～を使って
4 cc	4 CC	等位接続詞
5 m,mq	5 CD	数詞
6 c	6 CS	縦位接続詞

表 3 中国語の分析対象となるコーパスの異なり語数

	名詞 (目的語)－動詞	名詞 (主語)－動詞(述語)
名詞数	23,882	24,090
動詞数	13,843	14,776
クラス数	100	100

2.2.2 日本語における確率的言語知識構造の構成

日本語の確率的言語知識構造は中国語と同じ手順を用いて構成している。今回用いた拡張された日本語コーパスの内容とサイズは以下の表4に示す通りである。

表 4. 本研究で用いた日本語コーパス(合計: 2.6GB)

コーパスの種類	サイズ(MB)
毎日新聞(1991-2008)	2195
学研国語辞典(2004)	21
小学館百科事典(2004)	119
小学校国語教科書(2006 取得)	4
書籍・新聞記事日英対応付け(2009 取得)	38
自然言語論文(2009 取得)	2
KNB コーパス Version1.0(2009)(京都大学)	1
インターネット図書館青空文庫(2009 取得)	158
フォーマルな会話のコーパス(2009 取得)	1
現代日本語書き言葉均衡コーパス:	
国会議事録、政府系白書(2008)(国立国語研究所)	119
インフォーマルな談話を含むコーパス(2009 取得)	4
大学理系基礎科目教科書(2009 取得)	4

これらのコーパスに形態素解析、係り受け解析の順に実行し単語間の共起頻度を求めた。

まず形態素解析には日本語の形態素解析ツール MeCab を用い、係り受け関係、すなわち「名詞(主語)」が「動詞(述語)」、「名詞(目的語)」を「動詞(述語)」の係り受けの抽出には日本語の係り受け解析ツール CaboCha^[13]を使用した。日本語作文支援システム「なつめ」^[14]で用いられている抽出ルールに従った。共起頻度データに、Kameya and Sato(2005)の解析方法を適用し日本語の確率的言語知識構造を構築した。

本研究に用いた全部のコーパスから係り受け解析で抽出された名詞と動詞の数、およびクラスの抽出されたクラスの数には表 5 に示した通りである。ここでのクラス数の決定方法は中国語の場合と同様である。

表 5. 日本語の分析対象となるコーパスの異なり語数

	名詞（目的語）-を- 動詞（述語）	名詞（主語）-が- 動詞（述語）
名詞数	38,816	34,668
動詞数	92,567	70,398
クラス数	200	200

2.3 構築された中国語と日本語の確率的言語知識構造の比較と考察

すでに述べたように、本研究では、日本語と中国語の確率的言語知識構造を用いて、日本、中国両国の文化や社会の比較を試みる。確率的言語知識構造を比較検討する際、①内容がかなり一致しているクラス、②一見似たようなクラスであるが、内容が異なっているクラスという 2 つの分類に分けた。これらの分類は具体的には以下の方法に従った。

(1) 構築された確率的言語知識構造について、クラスごとに帰属確率の高い単語をリストアップし、それに基づいて各クラスの解釈をおこなった（クラスに名前をつけた）。

(2) 中国語と日本語で同じクラス名になったものについて、それぞれのクラスの帰属確率の高い単語の違いを検討した。

(3) その結果、

①クラスの概念（帰属確率の高い単語リスト）が比較的一致していると思われるクラス：「感情」関連クラス、「金銭」関連クラス、「政府機関」関連クラス、「経済」関連クラス。

②クラスの概念（帰属確率の高い単語リスト）が異なっていると思われるクラス：「権力」と「権利」関連クラス、「古代文化」関連クラス、「闘争」関連クラス、「理論」と「学問」関連クラスが存在することがわかった。

(4)そこで、①内容が一致していると思われるクラス、②内容が異なっていると思われるクラスに分けて考察を行った。

以下の表 6.1～表 13.2 にその一部の具体例を示す。これらの表では、特定の一つの潜在意味クラスについて、名詞、動詞ともに単語-潜在意味クラスと間の条件付確率の高い順に上位 20 個を示した。

①内容がかなり一致しているクラス

表 6.1、6.2 に示すクラスは、日本語、中国語ともに、クラスに含まれる上位の名詞群、動詞群の意味内容から、感情関連クラスと考えることができる。この感情関連クラスの名詞群では、日本語側に「憂さ」、「競争心」、「不安感」、「危機感」、「劣等感」、「不信」など、競争社会で内面に抑圧されたストレスを象徴するような単語が多く見られる。一方、中国語では「好奇心」、「恐怖」、「欲望」、「虚栄心」、「激怒」、「恨み」など、直接的な感情を表す単語が多く、それぞれ興味深い。

さらに、このクラスの動詞群を見ると、日本人と中国人では各々の感情への反応が異なっていることがわかる。

日本語の動詞クラスには「払拭する」、「ぬぐい切れる」、「拭える」など、感情を拭い去ることを表す単語が多く存在しているが、中国語にはそのような意味の単語がほとんど見られない。

表 6.1 中国語における「名詞（目的語）-動詞（述語）」:

「感情」関連クラス

名詞（日本語訳）	名詞	動詞（日本語訳）	動詞
趣味	兴趣	抱える	怀着
反響	反响	断念する	打消
好奇心	好奇心	喚起する	激起
気兼ね	顾忌	感じる	感
恐怖	惧色	心から感じる	发自
寒さ	寒意	抱える	怀有
下心	鬼胎	述べ表す	抒发
疑問	疑虑	我慢できない	按捺不住
偉大な波	波澜	生じる	萌生
偉大な乱れ	轩然大波	災いを招く	惹祸
情欲	情欲	作る	产生
気分	情绪	発散する	宣泄
虚栄心	虚荣心	心に抱く	心怀
内心	内心	深める	加深
好感	好感	拘束する	克制
警戒心	戒心	引き起こす	引起
波紋	涟漪	湧かす	泛起
疲れ	倦意	芽生させる	萌发
公憤	公愤	緩和する	缓和
恨み	芥蒂	存在する	存有

逆に、中国語の動詞クラスには「述べ表す」、「我慢出来ない」、「生じる」、「湧く」など、名詞の場合と同様、感情をそのまま直接的に表現し、外へ押し出すことを表す単語が多く存在している。その差異の原因として以下のように考えることもできる。

歴史的に、日本においては、いわゆる「武士道」という言葉で象徴されるように、日常生活においてすら、安易に不平不満を並べ立てない克己の精神を訓練することが行われてきた。

表 6.2 日本語における「名詞（目的語）-動詞（述語）」:

「感情」関連クラス

名詞	動詞
大志	募らせる
鬱憤	抱かせる
憂さ	そそられる
不審	抱き始める
疑念	もたれる
競争心	持たれる
もやもや	抱く
不安感	つのらせる
恋心	払しょくする
食欲	そそる
しわ	いだく
危機感	いだかせる
無念	募らす
妄想	ぶちまける
ギャザー	持たれかねる
劣等感	ぬぐい切れる
いらいら	ぬぐいきれる
不信	払拭する
憎悪	ぬぐえる
悪心	ふっしょくする

すなわち、自己の悲しみ、苦しみを外面に表して他人に無用の心配をかけることがないように教育され、感情を顔に表すことは男らしくないと考えられてきた。立派な人物を評するとき、「喜怒を色に表さず」という言葉がよく用いられた。つまり、長い年月にわたる克己の訓練や教育を通じて、日本人は常に感情を抑える傾向があるのではないかと考えられる。

一方、中国においては、古典的文献の代表としての唐詩、四書五経な

ど、多くの作品では、著者の思考と感情を文学的に表現している。中国人は感情を抑えることではなく、むしろ含蓄のあるかつ自然な感情表現を美しいと考えている。現代の中国人はそれを受け継いできたが、中国社会の急激な変化に応じて、自らの意見や気持ちをある程度、直接的に伝えることも求められていると言える。このような両国の歴史や社会的評価の違いが、感情を表現する言語知識構造の差異として表れていることは非常に興味深い。

表 7.1 中国語における「名詞（目的語）-動詞（述語）」:

「金銭」関連クラス

名詞（日本語訳）	名詞	動詞（日本語訳）	動詞
経費	开支	合格する	考上
許可書	许可证	集める	筹集
面積	面积	融資する	筹措
要素	要素	受け取る	收取
ローン	贷款	納める	缴纳
金額	金额	節約する	节约
資金	资金	支払う	交纳
費用	费用	交換する	兑换
債券	债券	払う	支付
外国投資	外资	占用する	占用
証明書	证件	年産する	年产
国債	国债	自分で集める	自筹
物資	物资	売る	抛售
支出	支出	使用する	使用
管理手数料	管理费	圧縮する	压缩
会費	会费	取り消す	吊销
税金	税款	不正流用する	挪用
設備	设备	輸入する	进口
ワクチン	疫苗	換算する	折合
手数料	手续费	採用する	考取

表 7.1、7.2 に示すクラスは、所属する各単語の意味から、「金銭関連クラス」と名付けることができる。名詞のほうでは日本語も中国語も概ね金銭に関する単語が見られる。ただし、中国語には「許可書」、「証明書」、「面積」、「管理手数料」、「設備」、「手数料」など特に不動産に関連すると考えられる単語も多く含まれている。

表 7.2 日本語における「名詞（目的語）-動詞（述語）」:

「金銭」関連クラス

名詞	動詞
私財	取り崩す
日銭	脅し取る
私費	つぎ込む
巨費	使い込む
大枚	還流させる
白票	融通する
公金	用立てる
資金	貸し付ける
小金	全額保護する
積立金	脅し取られる
国費	抛出する
巨額	自己調達する
利ざや	借り入れる
外貨	融資する
身の毛	無心する
公費	投入される
預貯金	引き出される
預金	つぎこむ
原資	儲ける
印税	せびる

現在、中国においては、これらの不動産に関係する事例は各種の資金や費用に深く関わっていて、金銭と同じくらい重要と考えられているの

かもしれない。

動詞に関しては、「融資する」、「自己調達する」等、基本的な用語に両言語での一致した表現が見られる。さらに、中国語で「不正流用する」、日本語で「使い込む」、「脅し取る」、「脅し取られる」と表現されているような、金銭に関する不正行為が、現在、中国においても日本においても問題視されていることがわかる。

表 8.1 中国語における「名詞（主語）-動詞（述語）」:

「政府機関」関連クラス

名詞（日本語訳）	名詞	動詞（日本語訳）	動詞
政府	政府	登場する	出台
人民政府	人民政府	発行する	下发
明確な命令	明令	直接属する	直属
省庁	部委	公布する	颁布
地方政府	省政府	承認する	批准
国務院	国务院	投稿する	发文
市政府	市政府	策定する	制定
人事部	人事部	統計する	统计
中央政府	中央政府	明示的に規定する	明文规定
建設部	建设部	発表する	发布
商工業局	工商局	記録に載せる	备案
部門	部门	何度も繰り返し命令する	三令五申
上級機関	上级	受け入れる	采纳
当局	当局	実行する	执行
中央軍事委員会	中央军委	抗議する	抗诉
予算	预算	コメントを返す	批复
科学技術委員会	科委	命令する	责令
教育委員会	教委	授ける	授予
文化省	文化部	授与する	颁发
市党委員会	市委	有効になる	生效

表 8.2 日本語における「名詞（主語）-動詞（述語）」:

「政府機関」関連クラス

名詞	動詞
統計局	答申する
総務庁	まとめる
内閣府	建議する
総理府	主管する
経済企画庁	特別手配する
国土庁	全国調査する
労働省	発表する
総務省	最終答申する
アットホーム	追加指定する
国税庁	抽出調査する
農林水産省	研究委託する
気象庁	内示する
資源エネルギー庁	ヒアリングする
財務省	丸抱えさせる
通商産業省	中間発表する
中小企業庁	改訂する
リサーチ	毎月公表する
審議会	公表する
北海道開発庁	中間答申する
警察庁	調整保管する

表 8.1、8.2 は、このクラスに所属する単語の意味から、「政府機関関連クラス」と名付けることができる。これらの単語を見ると、名詞のほうでは中国と日本の各々、独特な政府機関の名前が示され、動詞のほうも対応していると分かる。

中国語には「三令五申」という、中国独特の熟語表現が含まれている。この動詞表現がこの「政府機関関連クラス」の上位に含まれていることは、政府機関の命令が再三繰り返されている現在の中国の社会状況を表

していると考えることもできる。

表 9.1、9.2 のクラスは、このクラスに所属する単語の意味から、「経済関連クラス」と名付けることができる。動詞に関して、中国語では、経済的上昇を示す用語が多く見られる一方、日本語では対照的に、経済の下降を示す用語が多い。このことは、今回用いた両国の言語データ、特に新聞データに対応する時期の両国の対照的な経済状況を反映しているようで興味深い。

表 9.1 中国語における「名詞（主語）-動詞（述語）」:

「経済」関連クラス

名詞日本語訳	名詞	動詞日本語訳	動詞
総額	总额	以下になる	低于
総量	总量	少しずつ増える	递增
純利益	纯收入	超える	超过
売り上げ	销售额	高齢化になる	老龄化
総生産値	生产总值	激減する	锐减
金額	金额	激増する	激增
増幅	增幅	下がる	下降
貿易額	贸易额	増大する	增大
一人当たりの収入	人均收入	少なくなる	少于
カバー率	覆盖率	激増する	猛增
総面積	总面积	激増する	剧增
値上がりの幅	涨幅	増加した	增至
エリア	面积	増加する	增加
生産量	产量	到達する	达到
生産値	产值	目標を超える	超标
合計	总数	減少する	减少
客の量	客流量	到達する	达
成長率	增长率	上昇する	上升
入学率	入学率	少しずつ減る	递减
割合	比重	下げる	降低

9.2 日本語における「名詞（主語）-動詞（述語）」:

「経済」関連クラス

名詞	動詞
先物	買い戻される
ペソ	急落する
渡し	暴落する
債券	下落する
株	続伸する
マルク	買い進まれる
銘柄	大幅下落する
円	続落する
ドル	反落する
株価	売り込まれる
労賃	高騰する
相場	買い進められる
平均	大幅続落する
ウォン	乱高下する
ポンド	大幅上昇する
ダウ	急騰する
国債	額面割れする
バーツ	騰貴する
世尊	反騰する
リラ	売り浴びせられる

名詞のほうでは、日本語には株や債券、相場等、個人資産に関する単語が多く見られるが、中国語には総生産値、貿易額、成長率等、むしろ社会全体の経済統計を示す単語のほうが多く含まれている。

② 一見似たようなクラスであるが、内容が異なるクラス

表 10.1、10.2 のクラスでは、名詞に関して、日本語と中国語ともに、両言語で共通した漢字「権」を含む単語が多く含まれている。しかし、

実際に現れた単語の意味は両国語で対照的である。

表 10.1 中国語における「名詞（主語）-動詞（述語）」:

「権力」と「権利」関連クラス

名詞日本語訳	名詞	動詞日本語訳	動詞
主要な権力	大权	品評する	品
リスク	险	握る	在握
主導権	主动权	他人の手に落ちる	旁落
突破性	突破性	高まる	昂
タスク	任务	不意になる	泡汤
著作権	版权	思い上がる	冲昏头脑
王位	皇位	工事を終える	完工
軍に対する指導権	军权	完成する	完成
王位	王位	竣工する	竣工
文化的な遺物	文物	工事を始める	开工
財産権	产权	工事を始める	动工
遺産	遗产	合理化する	合理化
軍隊の指揮権	兵权	貯水する	蓄水
主権	主权	当てが外れる	落空
5年計画	五年计划	実施する	付诸实施
プロジェクト	工程	渡す	移交
元利	本利	請負に出す	发包
利益	利益	空いている	空缺
農地	农田	終わる	告竣
決定権	决定权	保護する	保护

日本語では明らかに、個々人の「権利」を示す表現が多く、中国語では政府や国家の「権力」を意味する単語が多く含まれている。

さらに、動詞に関しても、日本語では「権利」の保証や付与を示す用語が多いが、中国語では「権力」を主体とした、土木、建築工事の遂行を意味する用語が多く見られる。

表 10.2 日本語における「名詞（主語）-動詞（述語）」:

「権力」と「権利」関連クラス

名詞	動詞
基本権	与えられる
人権	移譲される
スト権	侵害される
立法権	保障される
老け役	行使される
プライバシー	委譲される
肖像権	付与される
主権	侵されかねる
私権	出願される
全権	奪われかねる
三権	全権移譲される
旧領	一部委譲される
榮譽	保障されとる
日照権	一部制限される
幣帛	侵害されかねる
西南	附与される
自治権	独占されかねる
一切合切	奉られる
行政権	侵される
自由	束縛される

このような、両国の言語意味構造に現れた、同じ漢字「権」を含む単語表現の意味の違いは、やはり現在の両国の社会状況の違いを色濃く反映していると考えられることもできる。

表 11.1、11.2 のクラスは、このクラスに所属する単語の意味から、「古代文化クラス」と名付けることができる。中国語では、自国、中国自身の古代皇族を表す単語が多く見られる。

表 11.1 中国語における「名詞（主語-動詞（述語）」：「古代文化」関連

クラス

名詞日本語訳	名詞	動詞日本語訳	動詞
皇帝の乗り物	銮	想像する	试想
朝廷	朝廷	自ら政治を行う	亲政
大臣	臣	即位する	登基
漢代の皇帝の名前	高祖	ご光臨する	驾临
貴下	足下	帝王が自ら出征する	亲征
皇帝	天子	召喚する	召见
孔子、または高名な儒学者に 対する呼称	夫子	戴冠する	加冕
戦国時代の 楚国の王	楚王	視察に出る	出巡
紳士	君子	協定する	和议
国王陛下	陛下	退位する	退位
皇帝	君王	容赦する	开恩
古代の青銅器と石刻	金石	命令する	敕
皇帝	皇上	君主に謁見する	朝见
皇太后	皇太后	頓首する	顿首
皇帝	帝	訪問する	亲临
官吏が自分のことを卑下し て言った言葉	卑职	厚く信頼する	倚重
漢の武帝	汉武帝	恩恵を与える	恩典
水に関することを 支配する神	龙王	在位する	在位
皇帝	皇帝	よく考える	三思
世代または親族関係で目下 の者	晚辈	国のために尽くしてそ の恩に報いる	报国

表 11.2 日本語における「名詞（主語）-動詞（述語）」:

「古代文化」関連クラス

名詞	動詞
隋	即位する
諸人	出御する
魏	行幸する
天子	崩御する
父祖	封する
公家	入植する
エスキモー	封ぜられる
ケルト人	造営する
衆生	退位する
国師	寺する
儒家	共立される
帝	収取する
修験者	遷都する
平家	来住する
僧正	読経する
ピューリタン	創建する
嫡流	配流される
僧尼	住する
忠実	滅ぼされる
明朝	混住する

しかし、日本語には皇帝だけではなく、「儒家」、「隋」、「魏」、「ケルト人」、「ピューリタン」など、中国の古代文化を含む、外国の文化を表す単語が含まれている。

歴史的には、日本は中国から儒教、仏教、道教という、現在も日本の中心的な精神文化を担う思想や宗教を取り入れてきた。一方、明治以降は、日本はキリスト教を主体とする西洋の科学技術や思想、文化の影響のもとに、今日に至るまで発展してきた。

つまり、東洋文化と西洋文化を結びつけることで、現在の日本独特の文化が成立したと言える。この日本語のクラスの内容はそのような日本文化の混血的一面を示しているようにも見える。

表 12.1、12.2 のクラスは、このクラスに所属する単語の意味から、「闘争クラス」と名付けることができる。ただし、日本語と中国語ではその闘争の意味内容がかなり異なっている。中国語では明らかに、軍隊を中心とした、実際の戦争に関する用語が多く見られる。

表 12.1 中国語における「名詞（目的語-動詞（述語）」:

「闘争」関連クラス

名詞日本語訳	名詞	動詞日本語訳	動詞
艦隊	舰队	率いる	率领
敵軍	敌军	敗滅させる	击溃
軍隊	大军	寄せ集める	调集
強力な軍隊	重兵	集結する	集结
選り抜きの強兵	精兵	阻止する	阻击
調査団	调查组	参加する	加入
分隊	分队	消滅する	歼灭
部隊	部队	増加派遣する	增派
軍隊	军队	派遣する	调遣
生きている戦闘力	有生力量	撃退する	击退
軍隊	人马	組み込まれる	编入
ソ連軍	苏军	移動する	调动
主力部隊	主力	派出する	派出
侵略軍	侵略军	攻撃する	歼击
軍隊の組織単位の一つ	纵队	強化援助する	增援
残党	残部	検閲する	检阅
軍隊の組織単位の一つ	中队	組み込む	收编
警察隊	警力	整え改編する	整编
警察	军警	分割する	分成
軍団	军团	滅ぼす	消灭

表 12.2 日本語における「名詞（目的語-動詞（述語）」:

「闘争」関連クラス

名詞	動詞
出はな	繰り広げる
舌戦	展開する
熱戦	くじかれる
争奪戦	展開し始める
出鼻	くり広げる
力戦	武力鎮圧する
合戦	くじく
バトル	繰りひろげる
持論	展開し続ける
論旨	武力弾圧する
デッドヒート	客演指揮する
銃撃戦	展開させる
前哨戦	激化させる
ゲリラ戦	過熱させる
攻防	くりひろげる
選挙戦	鎮圧する
激戦	展開し出す
カーチェイス	余り続ける
白兵戦	封殺する
神経戦	かい摘む

一方、日本語では実際の戦争を意味する用語の順位は低く、上位には、むしろ、「舌戦」や「持論」を「繰り広げる」、「論旨」を「展開する」といった、言語に基づく論争を意味する表現が多い。あるいは、日本語には、「熱戦」や「争奪戦」などスポーツやゲームでの対戦を意味する用語も含まれている。このような、同じ「闘争クラス」における両国語での内容の相違も、やはり両国の現在の社会情勢の違いを「闘争」という側

面から、端的に映し出していると言える。

表 13.1、13.2 にあるように、日本語では明らかに、具体的な各学問分野を含む、学問関連クラスが存在するが、中国語にはそのような、包括的な学問関連クラスは見られない。

表 13.1 中国語における「名詞（主語-動詞（述語）」:

「理論」と「学問」関連クラス

名詞日本語訳	名詞	動詞日本語訳	動詞
法医	法医	鑑定する	鉴定
興奮剤	兴奋剂	臆断する	臆断
現場	实地	検証する	检验
考古学	考古	検出する	检测
暗箱	暗箱	掘削する	发掘
静電気	静电	ガイドする	指引
特集	专题	指導する	指导
実行性	可行性	自動化する	自动化
鄧小平理論	邓小平理论	テストする	试验
婦人科	妇科	研究する	研究
漢学	汉学	検討する	研讨
顕微鏡	显微镜	クローンする	克隆
電子	电子	操作する	操作
社会学	社会学	測定する	测定
実証	实证	描く	绘制
法医学	法医学	検眼する	验光
科学	科学	干渉する	干扰
職位	职称	評定する	评定
天文学	天文	観測する	观测
ネットワーク	台网	アラームする	告警

表 13.2 日本語における「名詞（目的語-動詞（述語）」:

「理論」と「学問」関連クラス

名詞	動詞
経営学	専攻する
心理学	学ぶ
政治学	修める
漢学	習得する
中国語	伝授する
動物学	学び始める
蘭学	教え始める
建築学	伝授される
法学	勉強する
英学	マスターする
オランダ語	学べる
読み書き	習う
工学	教わる
日本語	習得させる
地質学	独学する
薬学	師事する
ロシア語	独習する
物理学	学ばせる
声楽	教授する
生物学	大成する

表 13.1 の中国語のクラスでは、一応、「法医学」、「社会学」、「天文学」、「社会経済学」などの個々の学問分野が含まれている。しかし、クラス全体としては単なる「学問」だけではなく、より広く「学科」や「理論」の意味を含んでいると考えるほうが適切であろう。中国では新聞等で各学問が単独で話題になることは比較的少ないのかもしれない。ちなみに現在、「鄧小平理論」は中国では独自の理論分野として考えられている。

以上のように、今回用いた確率的言語知識構造に基づく日本語と中国

語の比較では、各々の言語が属する国の、社会的、文化的、歴史的特徴が相対的に映し出され、サピア・ウォーフ的な意味合いでも興味深い。また、これらの結果は、この方法を用いた今後の多国語、多国間比較研究に興味深い課題を提供していると言える。

2.4 中国語における計算モデルの構築とシミュレーション結果

推定された中国語の確率的言語知識構造に基づき、前述のモデルの形式を用いて、中国語の帰納的推論の計算モデルを構成しシミュレーションを行った。

各表の最上位はシミュレーションで計算された尤もらしさの値が、最も高い単語から 10 位まで、中位はもっともらしさの値が 0.3 未満もしくは前記の 10 位のもっともらしさの値の半分未満の単語から 10 番目まで、最下位はもっともらしさの値が最下位の単語から上方に 10 番目までが表示されている。

表 14 各カテゴリの選び方

カテゴリ	正事例下位	負事例下位
身分	専門家	庶民
衣料	衣服	服飾品
商品	刃物	雑貨
交通	陸上交通手段	陸上以外の交通手段
会合	エンターテイメント	会議
趣味	スポーツ	学問
業界	マスコミ	警察関連
場所	サービス関連	一般の建築物

表 15 中国語衣料課題の
シミュレーション結果

正事例	日本語訳
衬衫	シャツ
连衣裙	ワンピース
負事例	
礼帽	フォーマル帽子
手套	手袋

表 16 日本語衣料課題の
シミュレーション結果

正事例	ワンピース
	シャツ
負事例	帽子
	手袋

	中国	日本語訳	もっともらしさ
最上位十個	连衣裙	ワンピース	1.11
	衬衫	シャツ	1.08
	礼服	フォーマルドレス	0.99
	短裤	パンツ	0.94
	军服	軍服	0.93
	长袍	長い服	0.93
	制服	制服	0.91
	旗袍	チャイナドレス	0.90
	风衣	コート	0.91
	西装	スーツ	0.87
中位十個	百褶	プリーツスカート	0.39
	古装	古代の服装	0.35
	冬装	冬の服装	0.37
	狐裘	毛皮コート	0.37
	婚纱	ウェディングドレス	0.29
	迷你	ミニスカート	0.32
	马甲	ベスト	0.29
	尼龙	ナイロン靴下	0.30
	吊带	キャミソール	0.28
	牛仔	ジーンズ	0.24
最下位十個	安全	ヘルメット	-0.51
	假发	かつら	-0.58
	斗笠	麦わら帽子	-0.72
	王冠	王冠	-0.66
	高帽	高い帽子	-0.85
	钢盔	ヘルメット	-0.87
	手套	手袋	-0.52
	草帽	麦わら帽子	-0.84
	眼镜	メガネ	-1.10
	礼帽	フォーマル帽子	-1.11

	日本語	もっともらしさ
最上位十個	ワンピース	0.91
	シャツ	0.85
	着物	0.68
	和服	0.67
	浴衣	0.66
	制服	0.64
	衣装	0.64
	背広	0.63
	作業着	0.60
	スーツ	0.59
中位十個	救命胴衣	0.26
	肌着	0.25
	ベビー服	0.24
	柔道着	0.22
	レーンコート	0.22
	コート	0.22
	打ち掛け	0.22
	腕章	0.21
	冬服	0.20
	ブルゾン	0.20
最下位十個	エナメル	-0.33
	目出し帽	-0.34
	シルクハット	-0.34
	麦わら帽子	-0.34
	コーラ	-0.34
	ニス	-0.35
	揚げ油	-0.36
	ヘルメット	-0.41
	手袋	-0.57
	帽子	-0.71

各課題では各々特定のカテゴリを想定し、正事例はさらにその下位カテゴリを想定して2単語を選び、一方、負事例には正事例の下位カテゴリと重ならない下位カテゴリを想定し2単語を選んだ。各課題ごとに想定した、カテゴリと下位カテゴリおよび、正事例、負事例は表14に示すとおりである。

たとえば課題2(表15)では「衣料」というカテゴリを想定し正事例としてはその下位カテゴリ「衣服」に属する「シャツ」と「ワンピース」を、負事例として異なる下位カテゴリ「服飾品」に属する「フォーマルな帽子」と「手袋」を入力している。この場合、シミュレーション結果としては全体に衣料に属する単語が出力されるが、最高位には衣服類、中位でも衣料に近い単語が出力され、最下位では服飾品に属する単語が出力されている。

他の全課題においても、出力結果は全体として想定されたカテゴリに属する単語が出力され、最上位、中位では正事例で想定された下位カテゴリに属する単語が、最下位は負事例で想定した下位カテゴリに属する単語が出力されていることが確認できる。

2.5 日本語における計算モデルの構築とシミュレーション結果

日本語の確率的言語知識構造に基づき、中国語の場合とまったく同じ形式を用いて、日本語の帰納的推論の計算モデルを構成した。さらに、中国語での8課題の正事例と負事例を各々日本語に翻訳して用い、その8課題に対してシミュレーション結果を得た。表中、上位10個、中位10個、下位10個の選択方法は中国語の場合とまったく同様である。

表16からわかるように、正事例が「シャツ」と「ワンピース」で、負事例が「帽子」と「手袋」の場合での、シミュレーション結果は、全

体に中国語で想定した衣料カテゴリに属する単語が、最高位には、やはり中国語で正事例の下位カテゴリとして想定した衣服類、中位でも衣服に近い単語が、最下位では中国語で負事例の下位カテゴリとして想定した服飾品に属する単語が各々出力され中国語の場合とのほとんど完全な対応が見られる。他の全課題においても、出力結果は全体として中国語で想定されたカテゴリに属する単語が出力され、最上位、中位、では中国語で正事例に想定された下位カテゴリに属する単語が出力され、最下位は中国語で負事例に想定した下位カテゴリに属する単語が出力されていることが確認でき、中国語の場合とほとんど完全な対応が見られる。

第3章 日本語と中国語における帰納的推論の計算モデルの実験的検証

3.1 中国語における帰納的推論の計算モデルの心理学実験に基づく妥当性の検証

3.1.1 実験方法

上記シミュレーション結果に基づき前記で構成された中国語における帰納的推論の計算モデル妥当性を検証するために、以下のような帰納的推論の心理学実験を実施した。

○被験者

中国語を母語とする大学生、大学院生 70 名。

○実験材料

実験には、計算モデルのシミュレーションで用いた 8 組の課題の正事例と負事例を用いた。結論にはシミュレーション結果として表示した各

課題ごとの付録 A の各表の単語を用いた。結論の評定には各課題ごとに表 5 に示すような、具体的な質問を設定し、「かなりあり得る～まったくありえない」の 5 段階評定を用いた。各課題とも結論の順序をランダム化して、二通りの実験課題セットを作った。

○インターネットでの実施

インターネット上で前記の二通りの課題セットを用いて、各課題セットに各々、35名の被験者を割り当て、アンケート調査を行った。

各課題の調査問題の設定を以下の表 17 で示す。

3.1.2 中国語における心理学実験の結果

実験結果のデータから、「かなりあり得る」を 5、「あり得る」を 4、「わからない」を 3、「ありえない」を 2、「全くありえない」を 1 とし、各結論ごとに被験者の平均を算出した(この評定方法と各値の割り当ては先行研究(坂本 2009)の方法に従った)。さらに各課題ごとに評定の平均値とシミュレーション結果($a=1$ 、 $b=-1$ 、 $h=0$ 、 $\beta=1$ の場合)の相関係数を算出した。各課題の相関係数は表 18 のとおりである。全相関係数に関して有意である。

表 17 課題の調査問題設定一覧表

課題名	各課題での結論の評定に用いた質問
課題 1 (身分)	ある会議は 首脳(首脳) と 学者(学者) が参加できる。 庶民(老百姓) と 観光客(旅游者) は参加できない。以下の人物がこの会議に参加できる可能性に対して、どう思いますか？
課題 2 (衣料)	ある商店では ワンピース(连衣裙) と シャツ(衬衫) を売っている。 フォーマル帽子(礼帽) と 手袋(手套) は売っていない。以下のものがこの商店で売られている可能性にたいして、どう思いますか？
課題 3 (商品)	ある商店に ナイフ(刀) と 斧(斧头) を売っている。 カップ(杯子) と 洗面器(脸盆) を売っていない。以下のものがこの商店で売られている可能性にたいして、どう思いますか？
課題 4 (交通)	ある国の人 は列車(火车) と 車(汽车) をよく使う。 旅客機(客机) と ヘリコプター(直升机) をあまり使わない。以下の交通手段がこの国で使われている可能性にたいして、どう思いますか？
課題 5 (会合)	ある人は 結婚式(婚礼) と パーティー(舞会) に参加したい。 セミナー(研讨会) と 部長会議(部长会议) に参加したくない。この人が以下の活動に参加する可能性にたいして、どう思いますか？
課題 6 (趣味)	ある人は サッカー(足球) と バスケットボール(篮球) が好き。 社会学(社会学) と 政治経済学(政治经济学) が好きではない。この人が以下のものが好きである可能性にたいして、どう思いますか？
課題 7 (業界)	ある人は 記者(记者) と 出版社(出版社) に関する業界に就職したい。 人民警察(民警) と 警察庁(公安局) に関する業界には就職したくない。この人は以下のものに関する業界に就職したい可能性に対して、どう思いますか？
課題 8 (場所)	ある人は レストラン(餐厅) と 旅館(旅馆) へ行くのが好き、 教育ビル(教学楼) と 工場(厂房) へ行くのが好きではない。この人は以下の場所に行く可能性にたいして、どう思いますか？

表 18 評定の平均値とシミュレーション結果の相関係数 (*:p<.01)

課題	相関係数
課題 1 (身分)	0.88*
課題 2 (衣料)	0.74*
課題 3 (商品)	0.92*
課題 4 (交通)	0.87*
課題 5 (会合)	0.79*
課題 6 (趣味)	0.95*
課題 7 (業界)	0.92*
課題 8 (場所)	0.66*

3.1.3 中国語における計算モデルのパラメータ推定

以下では、 $\beta = 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5$ の各場合に、全課題の平均評定値を用いてモデルのパラメータ a, b, h を推定し、シミュレーションを行って、モデルの出力値と全課題の平均評定値との相関係数を求めた。結果は表 19 のとおりである。

表 19 $\beta = 0.5 \sim 2.5$ モデルの結果と評定の平均値の相関係数 (*:p<.01)

β	相関係数
$\beta = 0.5$	0.80*
$\beta = 1$	0.82*
$\beta = 1.5$	0.82*
$\beta = 2$	0.82*
$\beta = 2.5$	0.82*

表 19 に示すように、すべての場合に有意に高い相関係数と F 検定に基づくモデルの有意な適合性が確認されるが、 $\beta = 2$ の場合に相関係数が一番高いことがわかる(但し、 $\beta = 0.5$ の場合以外とは特に統計的に有意な

差はない)。そこで以下では $\beta=2$ と仮定して、各課題ごと、および全課題をまとめた場合で、各々パラメータを推定し、推定されたパラメータを用いてシミュレーションを行い、平均評定値とシミュレーション結果の相関係数を求めた(表 20 参照)。

表 20 $\beta=2$ 中国語の各課題と全課題のパラメータ推定結果 (*: $p<.01$)

課題	a	b	h	F 比	相関係数
課題 1 (身分)	0.42	-1.82	4.22	72.38*	0.92*
課題 2 (衣料)	0.46	-1.21	3.55	19.28*	0.77*
課題 3 (商品)	1.06	-1.50	3.52	79.15*	0.92*
課題 4 (交通)	1.29	-1.31	3.15	40.56*	0.87*
課題 5 (会合)	0.91	-1.17	3.10	23.40*	0.80*
課題 6 (趣味)	1.68	-1.40	3.23	167.60*	0.96*
課題 7 (業界)	0.70	-2.93	4.63	103.70*	0.94*
課題 8 (場所)	1.49	-0.30	2.65	12.99*	0.70*
全課題	0.79	-1.46	3.69	241.30*	0.82*

表 20 からすべての課題で有意に高い相関がみられ、F 比の値からすべての課題でモデルが適合していることがわかる。さらに各課題、および全課題の場合ともに $a>0$ 、 $b<0$ であることが確認できる。これらの結果から今回構成された中国語の帰納的推論の計算モデルの心理学的妥当性の実証されたと言える。

3.2 日本語における帰納的推論の計算モデルの心理学実験に基づく妥当性の検証

3.2.1 実験方法

上記シミュレーション結果に基づきモデル妥当性を検証するために、以下のような帰納的推論の心理学実験を実施した。

○被験者

日本語を母語とする大学生、大学院生 79 名。

○実験材料

実験には、中国語の場合と同様、計算モデルのシミュレーションに用いた各課題の正事例と負事例を用いた。結論にはやはり中国語の場合と同様、各課題ごとにシミュレーション結果として表示した表 21 の単語を用いた。結論の評定には「かなりあり得る～まったくありえない」の 5 段階評定を用いた。各課題とも結論の順序をランダム化して、二通りの実験課題セットを作った。

○アンケート調査の実施

前記の二通りの実験課題セットを用いたアンケート調査を実施した。各実験課題セットに各々 39 名、40 名の被験者を割り当てた。実験の調査質問は中国語の実験と同じで、アンケートは付録を参照されたい。

表 21 課題の調査問題設定一覧表

課題名	各課題での結論の評定に用いた質問
課題 1 (身分)	ある会議は首脳と学者が参加できる。庶民と旅行者は参加できない。以下の人物がこの会議に参加できる可能性に対して、どう思いますか？
課題 2 (衣料)	ある商店ではワンピースとシャツを売っている。帽子と手袋は売っていない。以下のものがこの商店で売られている可能性にたいして、どう思いますか？
課題 3 (商品)	ある商店にナイフと短刀を売っている。カップと洗面器を売っていない。以下のものがこの商店で売られている可能性にたいして、どう思いますか？
課題 4 (交通)	ある国の人には列車と車をよく使う。旅客機とヘリコプターをあまり使わない。以下の交通手段がこの国で使われている可能性にたいして、どう思いますか？
課題 5 (会合)	ある人は結婚式とパーティーに参加したい。授業と会議に参加したくない。この人が以下の活動に参加する可能性にたいして、どう思いますか？
課題 6 (趣味)	ある人はサッカーとバスケットボールが好き。社会学と政治学が好きではない。この人が以下のものが好きである可能性にたいして、どう思いますか？
課題 7 (業界)	ある人は記者と出版社に関する業界に就職したい。警察と警察庁に関する業界には就職したくない。この人は以下のものに関する業界に就職したい可能性に対して、どう思いますか？
課題 8 (場所)	ある人はレストランと旅館へ行くのが好き、学校と工場へ行くのが好きではない。この人は以下の場所に行く可能性にたいして、どう思いますか？

3.2.2 日本語における心理学実験の結果

実験結果のデータから、「かなりあり得る」を5、「あり得る」を4、「わからない」を3、「ありえない」を2、「全くありえない」を1として各結論ごとに被験者の平均を算出した(この評定方法と各値の割り当ては中国語の場合と同様、先行研究(坂本, 2009)の方法に従った)。各課題ごとに評定平均値とシミュレーション結果($a=1$ 、 $b=-1$ 、 $h=0$ 、 $\beta=1$ の場合)の相関係数を算出した。各課題の相関係数は表 22 のとおりである。すべての相関係数が有意である。

表 22 評定の平均値とシミュレーション結果の相関係数(*: $p<.01$)

課題	相関係数
課題 1 身分	0.80*
課題 2 衣料	0.93*
課題 3 商品	0.92*
課題 4 交通	0.87*
課題 5 会合	0.69*
課題 6 趣味	0.89*
課題 7 業界	0.86*
課題 8 場所	0.88*

3.2.3 日本語における計算モデルのパラメータの推定

以下では、中国語の場合と同様、 $\beta=0.5, 1, 1.5, 2, 2.5$ の各場合に、全課題の平均評定値を用いてモデルのパラメータ a 、 b 、 h を推定し、シミュレーションを行って、モデルの出力値と全課題の平均評定値との相関係数を求めた。

表 23 $\beta = 0.5 \sim 2.5$ モデルの結果と評定の平均値の相関係数 (*: $p < .01$)

β	相関係数
$\beta = 0.5$	0.77*
$\beta = 1$	0.78*
$\beta = 1.5$	0.79*
$\beta = 2$	0.79*
$\beta = 2.5$	0.79*

表 23 から、有意に高い相関係数と F 検定に基づくモデルの有意な適合性が確認できるが、中国語のパラメータ推定結果と同じように、 $\beta = 2$ の場合は相関係数が一番高くなっている(ただし、中国語の場合と同様統計的に有意な差はない)。

そこで中国語の場合と同様、以下では $\beta = 2$ と仮定して、各課題ごと、および全課題をまとめた場合で、各々パラメータを推定し、推定されたパラメータを用いてシミュレーションを行い、平均評定値とシミュレーション結果の相関係数を求めた(表 24 参照)。

表 24 日本語の $\beta = 2$ 各課題と全課題のパラメータ推定結果 (*: $p < .01$)

課題	a	b	h	F 比	相関係数
課題 1 身分	2.67	-1.49	2.12	26.05*	0.81*
課題 2 衣料	2.37	-0.64	1.39	37.5*	0.86*
課題 3 商品	2.72	-2.16	2.43	67.17*	0.91*
課題 4 交通	0.63	-1.98	4.16	61.29*	0.91*
課題 5 会合	2.13	-2.97	3.34	13.57*	0.71*
課題 6 趣味	2.40	-1.34	2.21	69.65*	0.92*
課題 7 業界	2.57	-2.24	2.75	37.47*	0.86*
課題 8 場所	3.57	-1.88	1.75	47.69*	0.88*
全課題	1.98	-1.69	2.65	194.4*	0.79*

表 17 からすべての課題で有意に高い相関がみられ、F 比の値からすべての課題でモデルが適合していることがわかる。さらに中国語の場合と同様、各課題、および全課題の場合ともに $a > 0$ 、 $b < 0$ であることが確認できる。これらの結果から今回、拡張された日本語コーパスを用いて構成された帰納的推論の計算モデルの心理学的妥当性が実証されたと言える。

第 4 章 日本語と中国語における帰納的推論の計算モデルのシミュレーション結果の比較

① 身分課題

日本語の結果に関して、もっともらしさが高い単語は「学者」に似ているものが多い(研究者、発明家等)が、中国語の結果に関して、もっともらしさが高い単語は「首脳」に似ているものが多い(アメリカ大統領、国務長官等)。中国では日本に比較して学者より政治家のほうが注目されているようで興味深い。

② 衣料課題

日本語の結果には日本の「着物」や「和服」など、日本の独特な服装が含まれている。一方、中国語の結果は「旗袍(チャイナドレス)」など、中国の独特な服装が見られる。

正事例の中で、「ワンピース」は女性用の服で、「シャツ」は男女兼用の服だが、中位も含めて比較すると日本語の結果は男女兼用の服が多く(着物、浴衣、コート等)、中国語の結果は女性用の服が多い(チャイナドレス、ウェディングドレス、スカート等)ように見える。中国では男性の

服装は日本ほど注目されていないのかもしれない。

③ 商品課題

日本語の結果は中国語より武器が多いが、中国語の結果は古代のものが多い。この課題で中国語の正事例の「斧」に相当する名詞が今回、日本語コーパスから抽出された日本語の名詞に含まれていなかったために、日本語の正事例では同じカテゴリに含まれると推定される「短刀」を用いた。その点も関連したと思われるが、日本語での正事例「ナイフ」と「短刀」は日本語での確率的言語知識構造において「武器」と推定される潜在クラスとの条件付き確率が高い。一方、中国語での正事例は中国語での確率的言語知識構造において「刃物」と推定される潜在クラスとの条件付き確率が高い。今回の結果はこの差を反映していると考えられる。さらにこの事実から、「ナイフ」や「短刀」は日本では武器の一種と解釈され、中国では「ナイフ」や「斧」はむしろ武器ではなく刃物の類であるとみなされていると考えることもできる。このような視点から両文化の違いを垣間見ることも可能である。

④ 交通機関課題

両方の結果を見ると、両国でよく使われている交通機関の違いが分かる。日本語には「新幹線」や「客船」、「魚船」が含まれ、民間用の交通機関が多いことがわかる。一方、中国語の結果は日本語の結果にない「馬車」と「トラクター」等があり、中国では農村や農民の人口が多く、その生活が反映されているものと考えられる。さらに、中国語の結果には軍用のものが多く、軍用交通機関が重視されていると考えられる。

⑤ 会合課題

中国で一般に政治的な会合が非常に多く、今回のシミュレーション結果でも、パーティーや結婚式に関連する単語として「招待会」、「国宴」

のような政治的なものが含まれている。日本語の結果には政治的なイベントが非常に少なく、「映画祭」、「ワークショップ」のような民間での活動が多い。

⑥ 趣味課題

日本語と中国語の結果は全体としては似たようなものが出力されているが、もっともらしさが中間くらいの単語には注目すべき差がみられる。この部分の単語には、中国語の結果には「踊る」、「雑技」、「舞台劇」のような芸能等の専門性の高いものが含まれており、日本語の結果には「恋愛」、「洗濯」、「観察」のような日常での生活感がある単語が入っている。日本人と中国人との興味対象の差が反映しているようで興味深い。

⑦ 業界課題

中国語の結果は出版社に関する新聞業界と警察庁に関する司法業界が明確に分かれている。一方、日本語の結果は正事例新聞に関連しても「商社」、「企業」、「カンパニー」、のような様々なビジネスカテゴリが含まれており、新聞業界を単なるビジネスのイメージでとらえているように見える。さらに日本語の場合は、負事例の警察に関連しても気象台、統計局、消防庁等が出力されており警察をやはり公的機関の一種ととらえているようである。

⑧ 場所課題

この課題に対して、日本語と中国語の結果は大体似たような結果であるが、負事例に似ている単語に関して、中国語の結果は普通の建築物の単語が多いが、日本語の結果は学校に関する単語が多い。この結果には、今回、中国語の負事例「教育楼」を日本語の負事例では「学校」と翻訳したことが影響していると考えられる。

以上の8課題に対して両国語の計算モデルが出力した単語の意味内

容の比較だけからも、帰納的推論という視点での日本と中国の文化差や社会習慣の違いが垣間見えて興味深い。

表 25.1 中国語身分課題の
シミュレーション結果

正事例	日本語訳
首脳	首脳
学者	学者
負事例	
老百姓	庶民
旅游者	観光客

	中国語	日本語訳	もっともらしさ
最上位十個	首脳	首脳	0.96
	学者	学者	0.85
	领导人	リーダー	0.75
	委員	委員	0.71
	专家	専門家	0.67
	分析家	分析家	0.65
	克林顿	アメリカ大統領	0.65
	观察家	観察家	0.63
	发言人	スポークスマン	0.63
	代表	代表	0.60
中位十個	国防部	国防長官	0.22
	选民	選挙人	0.22
	检察长	司法長官	0.20
	财政部	財務大臣	0.20
	校长	校長	0.20
	革命家	革命家	0.20
	部长	部長	0.17
	社会学	社会学家	0.16
	企业家	企業家	0.05
	留学生	留学生	0.04
最下位十個	观众	観客	-0.56
	民众	民衆	-0.57
	百姓	庶民	-0.58
	顾客	顧客	-0.59
	读者	読者	-0.59
	球迷	サッカーのファン	-0.60
	游客	観光客	-0.63
	人们	人民	-0.67
	旅游者	観光客	-0.79
	老百姓	庶民	-0.87

表 25.2 日本語身分課題の
シミュレーションの結果

正事例	首脳
	学者
負事例	庶民
	旅行者

	日本語	もっともらしさ
最上位十個	学者	0.67
	首脳	0.62
	評論家	0.47
	建築家	0.42
	ジャーナリスト	0.40
	研究者	0.36
	第一人者	0.35
	専門家	0.34
	写真家	0.34
	論客	0.34
中位十個	専門医	0.22
	編集者	0.22
	発明家	0.22
	学芸員	0.22
	達人	0.22
	有識者	0.21
	プロ	0.21
	旅行家	0.21
	伝道師	0.21
	理論家	0.21
最下位十個	人民	-0.38
	有権者	-0.38
	県民	-0.39
	府民	-0.41
	市民	-0.45
	町民	-0.46
	民衆	-0.47
	大衆	-0.50
	旅行者	-0.69
	庶民	-0.80

表 26.1 中国語衣料課題の
シミュレーション結果

正事例	日本語訳
衬衫	シャツ
连衣裙	ワンピース
負事例	
礼帽	フォーマル帽子
手套	手袋

	中国	日本語訳	もっともらしさ
最上位十個	连衣裙	ワンピース	1.11
	衬衫	シャツ	1.08
	礼服	フォーマルドレス	0.99
	短裤	パンツ	0.94
	军服	軍服	0.93
	长袍	長い服	0.93
	制服	制服	0.91
	旗袍	チャイナドレス	0.90
	风衣	コート	0.91
	西装	スーツ	0.87
中位十個	百褶	プリーツスカート	0.39
	古装	古代の服装	0.35
	冬装	冬の服装	0.37
	狐裘	毛皮コート	0.37
	婚纱	ウェディングドレス	0.29
	迷你	ミニスカート	0.32
	马甲	ベスト	0.29
	尼龙	ナイロン靴下	0.30
	吊带	キャミソール	0.28
	牛仔	ジーンズ	0.24
最下位十個	安全	ヘルメット	-0.51
	假发	かつら	-0.58
	斗笠	麦わら帽子	-0.72
	王冠	王冠	-0.66
	高帽	高い帽子	-0.85
	钢盔	ヘルメット	-0.87
	手套	手袋	-0.52
	草帽	麦わら帽子	-0.84
	眼镜	メガネ	-1.10
	礼帽	フォーマル帽子	-1.11

表 26.2 日本語衣料課題の
シミュレーション結果

正事例	ワンピース
	シャツ
負事例	帽子
	手袋

	日本語	もっともらしさ
最上位十個	ワンピース	0.91
	シャツ	0.85
	着物	0.68
	和服	0.67
	浴衣	0.66
	制服	0.64
	衣装	0.64
	背広	0.63
	作業着	0.60
	スーツ	0.59
中位十個	救命胴衣	0.26
	肌着	0.25
	ベビー服	0.24
	柔道着	0.22
	レインコート	0.22
	コート	0.22
	打ち掛け	0.22
	腕章	0.21
	冬服	0.20
	ブルゾン	0.20
最下位十個	エナメル	-0.33
	目出し帽	-0.34
	シルクハット	-0.34
	麦わら帽子	-0.34
	コーラ	-0.34
	ニス	-0.35
	揚げ油	-0.36
	ヘルメット	-0.41
	手袋	-0.57
	帽子	-0.71

表 27.1 中国語商品課題の
シミュレーション結果

正事例	日本語訳
刀	ナイフ
斧头	斧
負事例	
杯子	カップ
脸盆	洗面器

	中国	日本語訳	もってもらしさ
最上位十個	刀	ナイフ	0.96
	斧头	斧	0.93
	钢刀	スチールナイフ	0.81
	长剑	長剣	0.81
	剑	剣	0.80
	短刀	短いナイフ	0.75
	镰刀	鎌	0.74
	利刃	鋭い刀	0.74
	利剑	カミソリ	0.72
	宝剑	宝剣	0.70
中位十個	弹片	銃弾の破片	0.26
	竹竿	竹の棒	0.25
	冰锥	アイスハンマー	0.25
	铁棍	鉄の棒	0.24
	弓	弓	0.23
	锤头	ハンマー	0.22
	刀片	刃先	0.17
	盾牌	シールド	0.16
	鼠标	マウス	0.15
	铁锹	シャベル	0.14
最下位十個	盘子	お皿	-0.74
	名片	名刺	-0.76
	手绢	ハンカチ	-0.78
	篮子	バスケット	-0.78
	茶杯	お茶のカップ	-0.78
	烟袋	キセル	-0.79
	手帕	ハンカチ	-0.79
	托盘	お皿	-0.82
	杯子	カップ	-0.94
	脸盆	洗面器	-0.94

表 27.2 日本語商品課題の
シミュレーションの結果

正事例	ナイフ
	短刀
負事例	カップ
	洗面器

	日本語	もってもらしさ
最上位十個	ナイフ	0.81
	短刀	0.76
	匕首	0.49
	白刃	0.44
	銃剣	0.44
	太刀	0.43
	短剣	0.43
	刀	0.40
	小銃	0.38
	刃物	0.38
中位十個	印籠	0.21
	錫杖	0.21
	機関砲	0.20
	ペン先	0.20
	大麻	0.20
	火縄銃	0.20
	高射砲	0.20
	ミサイル	0.20
	鉄砲	0.20
	ロケット弾	0.20
最下位十個	重箱	-0.28
	ボトル	-0.28
	瓶	-0.29
	缶	-0.29
	ポット	-0.29
	樽	-0.31
	急須	-0.31
	バケツ	-0.34
	洗面器	-0.63
	カップ	-0.64

表 28.1 中国語交通課題の
シミュレーション結果

正事例	日本語訳
火车	列車
汽车	車
負事例	
客机	旅客機
直升机	ヘリコプター

	中国	日本語訳	もってもらしさ
最上位十個	火车	列車	0.95
	汽车	車	0.83
	马车	馬車	0.73
	轮船	船	0.71
	列车	列車	0.65
	电车	路面電車	0.64
	吉普	ジープ	0.61
	船	船	0.60
	卡车	トラック	0.57
	面包	マイクロバス	0.53
中位十個	汽艇	汽船	0.26
	巴士	バス	0.25
	吉普	ジープ	0.23
	地铁	電車	0.22
	拖拉	トラクター	0.21
	军舰	軍艦	0.19
	救护	救急車	0.17
	竹筏	いかだ	0.11
	游船	観光船	0.10
	三轮	三輪車	0.10
最下位十個	轰炸	爆撃機	-0.61
	战斗	戦闘機	-0.64
	飞行	航空機	-0.64
	运输	輸送機	-0.65
	歼击	戦闘機	-0.66
	航班	フライト	-0.70
	航天	スペースシャトル	-0.76
	滑翔	グライダー	-0.76
	客机	旅客機	-0.91
	直升	ヘリコプター	-0.93

表 28.2 日本語交通課題の
シミュレーションの結果

正事例	列車 車
負事例	旅客機 ヘリコプター

	日本語	もってもらしさ
最上位十個	列車	1.24
	車	1.22
	ライトバン	0.96
	電車	0.95
	快速	0.93
	乗用車	0.91
	マイクロバス	0.90
	バス	0.80
	トラック	0.79
	保冷車	0.78
中位十個	市バス	0.17
	護送車	0.17
	コースター	0.17
	屋形船	0.16
	高級車	0.14
	客車	0.13
	マイカー	0.13
	新幹線	0.13
	トロッコ	0.13
	人力車	0.12
最下位十個	客船	-0.73
	軍用機	-0.73
	貨物船	-0.77
	ジャンボ機	-0.79
	タンカー	-0.80
	漁船	-0.80
	航空機	-0.91
	ヘリ	-1.03
	旅客機	-1.06
	ヘリコプター	-1.10

表 29.1 中国語会合課題の

シミュレーション結果

正事例	日本語訳
婚礼	結婚式
舞会	パーティー
負事例	
研究会	ゼミナール
部長会議	部長会議

	中国語	日本語訳	もってもらしさ
最上位十個	婚礼	結婚式	1.18
	舞会	パーティー	1.15
	宴会	宴会	1.11
	葬礼	葬式	1.10
	典礼	式典	1.07
	晩宴	ディナー宴会	1.05
	儀式	式典	1.01
	晩会	パーティー	0.95
	酒会	懇親会	0.86
	招待会	招待会	0.78
中位十個	例会	定例会	0.30
	国宴	国の宴会	0.23
	講座	講座	0.22
	培训班	研修クラス	0.21
	酒宴	懇親会	0.17
	辩论会	討論会	0.16
	汇报会	報告会	0.15
	家宴	家庭宴会	0.14
	追悼会	追悼会	0.13
	奠基礼	起工式	0.11
最下位十個	研究会	研究会	-0.51
	党代会	党の代表の会議	-0.52
	博览会	博覧会	-0.53
	展览会	展覧会	-0.54
	洽谈会	商談会	-0.55
	五中全	第5回全体会議	-0.62
	四中全	第4回全体会議	-0.62
	职代会	労働者代表会議	-0.62
	研究会	ゼミナール	-0.80
	部长会	部長会議	-0.88

表 29.2 日本語会合課題の

シミュレーションの結果

正事例	パーティー
	結婚式
負事例	授業
	会議

	日本語	もってもらしさ
最上位十個	結婚式	0.66
	パーティー	0.28
	レセプション	0.16
	集会	0.16
	集い	0.14
	落成式	0.13
	シンポジウム	0.13
	式典	0.13
	セミナー	0.11
	討論会	0.11
中位十個	ワークショップ	0.05
	壮行会	0.04
	懇親会	0.03
	映画祭	0.03
	披露宴	0.03
	フォーラム	0.01
	祝典	0.01
	葬儀	0.01
	観艦式	0.00
	公聴会	0.00
最下位十個	受像	-0.34
	チェック	-0.34
	教育	-0.34
	調教	-0.34
	点呼	-0.34
	補習	-0.34
	会議	-0.35
	射撃	-0.37
	講義	-0.39
	授業	-0.67

表 30.1 中国語趣味課題のシミュレーション結果

正事例	日本語訳
足球	サッカー
篮球	バスケットボール
負事例	
社会学	社会学
政治经济学	政治経済学

表 30.2 日本語趣味課題のシミュレーションの結果

正事例	バスケットボール
	サッカー
負事例	社会学
	政治学

	中国語	日本語訳	もってもらしさ
最上位十個	篮球	バスケットボール	1.18
	足球	サッカー	1.15
	羽毛球	バドミントン	1.11
	网球	テニス	1.10
	马球	ポロ	1.07
	排球	バレーボール	1.05
	橄榄球	ラグビー	1.01
	田径	陸上競技	0.95
	跳台	ダイビング	0.86
	保龄球	ボウリング	0.78
中位十個	乒乓球	卓球	0.30
	女足	女子サッカー	0.23
	歌舞	踊り	0.22
	男篮	男子バスケットボール	0.21
	歌星	スター	0.17
	杂技	雑技	0.16
	话剧	舞台劇	0.15
	象棋	中国将棋	0.14
	霹雳舞	ブレイクダンス	0.13
	魔术	マジック	0.11
最下位十個	自然科	自然科学	-0.51
	妇科	婦人科	-0.52
	动力学	動力学	-0.53
	天文	天文学	-0.54
	实证	実証	-0.55
	科学	科学	-0.62
	人类学	人類学	-0.62
	法医学	法医学	-0.62
	政治经	政治経済学	-0.80
	社会学	社会学	-0.88

	日本語	もってもらしさ
最上位十個	バスケットボール	0.88
	サッカー	0.82
	ポーカー	0.59
	野球	0.57
	ゲーム	0.55
	卓球	0.54
	ラグビー	0.52
	スポーツ	0.51
	テニス	0.51
	ソフトボール	0.50
中位十個	魚釣り	0.27
	修行	0.27
	恋愛	0.27
	補習	0.27
	養生	0.27
	部活	0.27
	洗濯	0.27
	撮影	0.27
	観察	0.27
	インターン	0.27
最下位十個	工学	-0.49
	教育学	-0.49
	経営学	-0.49
	人類学	-0.49
	法学	-0.49
	建築学	-0.52
	経済学	-0.54
	心理学	-0.57
	社会学	-0.77
	政治学	-0.89

表 31.1 中国語業界課題の
シミュレーション結果

正事例 日本語訳
記者 記者
出版社 出版社
負事例
民警 人民警察
公安局 警察庁

	中国	日本語訳	もってもらしき
最上位十個	出版	出版社	0.85
	記者	記者	0.85
	媒介	メディア	0.60
	报刊	新聞や雑誌	0.54
	书局	書店	0.51
	新闻	ニュース	0.50
	晚报	夕刊	0.50
	实况	実況	0.49
	电视	テレビ局	0.48
	影片	映画	0.41
中位十個	广告	広告	0.22
	海报	ポスター	0.18
	新闻	新聞業界	0.18
	文章	記事	0.15
	书屋	本屋	0.14
	电影	映画	0.13
	连续	ドラマ	0.11
	图片	絵	0.09
	小说	小説	0.09
	播音	アナウンサー	0.07
最下位十個	消防	消防車	-0.54
	军法	軍法	-0.55
	公诉	検察官	-0.55
	警察	警察庁	-0.58
	警方	警察	-0.62
	派出所	地元警察署	-0.62
	目击	目撃者	-0.63
	交警	交通巡査	-0.68
	公安	警察庁	-0.76
	民警	人民警察	-0.89

表 31.2 日本語業界課題の
シミュレーションの結果

正事例 出版社
記者
負事例 警察庁
警察

	日本語	もってもらしき
最上位十個	出版社	0.71
	記者	0.70
	編集者	0.37
	商社	0.36
	企業	0.35
	プログラマー	0.35
	カメラマン	0.35
	筆者	0.34
	ジャーナリスト	0.34
	デスク	0.34
中位十個	カンパニー	0.25
	講談師	0.25
	リポーター	0.25
	歴史家	0.25
	名将	0.25
	プロダクション	0.25
	館員	0.24
	専門家	0.24
	神父	0.24
	科学者	0.24
最下位十個	統計局	-0.30
	气象台	-0.30
	地検	-0.31
	消防庁	-0.31
	気象庁	-0.34
	警視庁	-0.35
	府警	-0.35
	県警	-0.37
	警察	-0.66
	警察庁	-0.69

表 32.1 中国語場所課題の
シミュレーション結果

正事例	日本語訳
餐厅	レストラン
旅馆	旅館
負事例	
教学楼	教育ビル
厂房	工場

	中国語	日本語訳	もっともらしさ
最上位十個	餐厅	レストラン	0.84
	旅馆	旅館	0.82
	客房	ゲストルー	0.68
	饭店	レストラン	0.66
	餐馆	レストラン	0.64
	会客室	接待室	0.64
	咖啡馆	コーヒーシ	0.63
	宾馆	ホテル	0.62
	饭馆	レストラン	0.61
	旅店	旅館	0.61
中位十個	杂货铺	売店	0.30
	火车站	鉄道の駅	0.29
	百货店	デパート	0.28
	幼儿园	幼稚園	0.27
	茶馆	喫茶店	0.26
	手术室	手術室	0.25
	电话亭	電話室	0.24
	机场	空港	0.23
	教室	教室	0.23
	宴会厅	宴会ルーム	0.22
最下位十個	古城	古城	-0.56
	办公楼	オフィス	-0.58
	桥梁	橋	-0.60
	大厦	高層ビル	-0.63
	新村	新しい田舎	-0.73
	民房	民用住宅	-0.76
	大坝	堰	-0.79
	房屋	家屋	-0.83
	教学楼	教育ビル	-0.98
	厂房	工場	-0.99

表 32.2 日本語場所課題の
シミュレーションの結果

正事例	レストラン
	旅館
負事例	学校
	工場

	日本語	もっともらしさ
最上位十個	旅館	0.72
	レストラン	0.51
	バンガロー	0.43
	民宿	0.42
	ロッジ	0.41
	兵舎	0.40
	ペンション	0.39
	山荘	0.39
	ラブホテル	0.38
	ホテル	0.37
中位十個	客室	0.23
	料理店	0.23
	浴場	0.23
	作業場	0.23
	ガレージ	0.22
	キャンプ場	0.22
	土蔵	0.22
	仏堂	0.22
	駅舎	0.22
	野球場	0.21
最下位十個	女学校	-0.32
	教習所	-0.32
	中学	-0.33
	大学院	-0.33
	小学校	-0.34
	工場	-0.34
	高校	-0.36
	大学	-0.38
	中学校	-0.43
	学校	-0.61

第5章 日本語と中国語における帰納的推論の計算モデルのパラメータ推定結果の比較

5.1 実験方法

本研究での日本語、中国語ともに実験はすべてインターネットを介して実施した。実験では「コンサルティング会社の社員としての研修で顧客の好みを推測し、顧客の好みがうまく推測できた程度により、賞金を獲得したり、あるいは逆に、罰金を取られたりする。」というカバーストーリーを設定している。ここで、「顧客の好みを推測する」ことが帰納的推論の過程であり、その時獲得したり、失ったりするお金の額の大小でリスク状況を設定している。

実験の課題は帰納的推論の結論の評定で、「非常に好きである」～「非常に嫌いである」の7件法で行った。通常の帰納的推論課題とは異なり、それぞれの結論の評定が、正答評定値(顧客の好み)からの差に基づき金額化される。張らの研究では、今回の実験と全く同じ課題を用いて、日本人実験参加者、中国人参加者の各々にリスク条件のない帰納的推論の実験が実施されている。上記の正答評定値としては、これらの実験結果として得られた各結論の評定値の、日本人実験参加者、中国人参加者、各々の平均値を用いた。その正答評定値と被験者の評定が一致すると、獲得金額が最大となる。過大評価リスク条件では、正答評定値より高く評定されるほど、大きく減額された。一方で過小評価リスク条件では、正答評定値より低く評定されるほど大きく減額された。各条件における獲得金額を表33に示す。

表33 各リスク条件で用いられた金額

		正答より3 段階以上 過大評価	正答より 2段階 過大評価	正答より 1段階 過大評価	正答と 一致
過大評価 リスク	日本語	-20000 円	-15000 円	-10000 円	10000 円
	中国語	-2000 元	-1500 元	-1000 元	1000 元
過小評価 リスク	日本語	0 円	5000 円	10000 円	10000 円
	中国語	0 元	500 元	1000 元	1000 元

		正答より1段階 過小評価	正答より2段階 過小評価	正答より3段階 以上過小評価
過大評価 リスク	日本語	10000 円	5000 円	0 円
	中国語	1000 元	500 元	0 元
過小評価 リスク	日本語	-10000 円	-15000 円	-20000 円
	中国語	-1000 元	-1500 元	-2000 元

5.1.1 実験参加者

日本語を母語とする大学生、大学院生 38 名、中国語を母語とする大学生、大学院生 33 名が実験に参加した。

5.1.2 実験材料

日本語、中国語ともに、実験には先行研究で用いた課題と全く同じ3セットの課題（交通機関課題、趣味課題、商品課題）を用いた。ただし、セット1（交通機関課題）は練習実験用であり、セット2（趣味課題）とセット3（商品課題）が本実験に用いられている。

各課題ごとの正事例と負事例、各結論の単語は付録A(中国語)、付録B(日本語)の各表に示すとおりである。前提と結論の各命題は、同一の述語（例：Aさんは～が好きである。）と各単語（例：バスケットボール）を組み合わせて構成された（例：Aさんはバスケットボールが好きであ

る)。ただし、負事例前提の場合は、同じ述語の否定形を用いた（例：Aさんは～が好きではない。）。

5.1.3 実験手続き

日本人、中国人実験参加者ともに全ての実験手続きは、インターネット上で動作するWEBアプリケーションを通して行われた。

このWEBアプリケーションの流れは次に示すような部分からなる。練習セッションでは、被験者は実験の概要を次のように説明された。まず、実験の目的として「あなたはコンサルティング会社の社員としての研修を受けています。この研修では、あなたは、お客様の好みを推測し、お客様の好みが当たる程度により、賞金をもらったり、あるいは逆に、罰金を取られたりします。」というカバーストーリーが説明され、次に実験の流れ、そして各リスク条件に応じた獲得金額システムが説明された。これらの説明の後、練習課題に対して26個の結論があらかじめ設定されたランダムな順に提示された。実験参加者はこの順に従い、すべての結論に評定を行った。その際、各結論の評定後に、正答のフィードバックが与えられた。すなわち、正答評定値、被験者の回答評定値、正答と回答との差、獲得・損失金額の一覧、被験者の現在の総合獲得金額、全問正答と一致していた場合の総合獲得金額がそれぞれフィードバック画面に表示された(図2、3、4、5参照)。練習セッションの後、本実験では二つの課題が連続して実施された。本実験の実験手続きは、課題の内容以外すべて練習セッションと同じである。各課題に対して26個の結論があらかじめ設定されたランダムな順に提示され、実験参加者はこの順に従い、すべての結論に評定を行った。本実験でも、練習セッションと同じフィードバック付きの画面が表示された。全ての評定セッション

が終わると、実験は終了し、被験者は最終的な総合獲得金額が告げられた。

日本人、中国人ともに実験参加者は二つのグループに分けて、カウンターバランスの方法に従って実験を実施した。すなわち、第一グループでは、まず、過大評価リスク条件下で二課題の実験を実施し、その後引き続き、過小評価リスク条件下で同じ二課題を用いて実験を実施した。一方、第二グループでは逆に、まず、過小評価リスク条件下で二課題の実験を実施し、次に過大評価リスク条件下で同じ二課題を用いて実験を実施した。ただし、各グループともに、一回目と二回目の実験で課題ごとの26個の結論のランダムな提示順序は異なっている。各グループの人数は表34に示すとおりである。

表 34 各リスク条件での被験者人数

	日本人	中国人
第一グループ	20名	18名
第二グループ	18名	15名

正式1セット目: Bさんの好みについて

わかっていること	
「Bさんは、「バスケットボール」が好きである。」	「Bさんは、「社会学」が嫌いである。」
「Bさんは、「サッカー」が好きである。」	「Bさんは、「政治学」が嫌いである。」

Bさんの好みについて上記の事柄がわかっているとき、下記の問いに対して、正しいと思う回答はどれか、該当するボタンをクリックしてください。

「Bさんは、「観察」が好きですか。」						
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
非常に好きである	かなり好きである	どちらかといえば好きである	どちらでもない	どちらかといえば嫌いである	かなり嫌いである	非常に嫌いである

金額の状況						
正解から3段階以上過大評価	正解から2段階過大評価	正解から1段階過大評価	正解と一致	正解から1段階過小評価	正解から2段階過小評価	正解から3段階以上過小評価
-20000円	-15000円	-10000円	10000円	10000円	5000円	0円

回答送信

図 2 日本語のWEB実験での画面表示例（過大評価リスク条件）

正解 回答 金額

正解から3段階以上 過大評価	正解から2段階 過大評価	正解から1段階 過大評価	正解と一致	正解から1段階 過小評価	正解から2段階 過小評価	正解から3段階以上 過小評価
-20000円	-15000円	-10000円	10000円	10000円	5000円	0円

ここまでのあなたが持っている金額は **-10000円**

次へ行く

図 3 日本語の WEB 実験での画面表示例
(過大評価リスク条件におけるフィードバック画面)

正式游戏1:关于某客户B的喜好

已知	
「B喜欢”篮球”。」	「B不喜欢”社会学”。」
「B喜欢”足球”。」	「B不喜欢”政治经济学”。」

关于客户B的喜好已知上述的事例。关于以下事物请选择你认为正确的答案并按相应的按钮。

「B喜欢”歌星”吗？」						
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
非常 喜欢	很 喜欢	喜欢	不知道	讨厌	很 讨厌	非常 讨厌

金额的情况						
与正确答案相比3级以上 过大评价	与正确答案相比2级 过大评价	与正确答案相比1级 过大评价	与正确答案一致	与正确答案相比1级 过小评价	与正确答案相比2级 过小评价	与正确答案相比3级以上 过小评价
-2000元	-1500元	-1000元	1000元	1000元	500元	0元

提交答案

图 4 中国語の WEB 実験での画面表示例 (過大評価リスク条件)

正确答案 回答 金額

与正确答案相比3级以上 过大评价	与正确答案相比2级 过大评价	与正确答案相比1级 过大评价	与正确答案一致	与正确答案相比1级 过小评价	与正确答案相比2级 过小评价	与正确答案相比3级以上 过小评价
-2000元	-1500元	-1000元	1000元	1000元	500元	0元

到目前为止你持有的金額是 **-1000元**

进入下一个

图 5 中国語の WEB 実験での画面表示例
(過大評価リスク条件におけるフィードバック画面)

5.2 実験結果

5.2.1 結論の評定平均値

まず、7件法の「非常に嫌い」、「かなり嫌い」、「どちらかといえば嫌い」を各々、-3、-2、-1の数値に、「どちらでもない」を原点の0に、「どちらかといえば好き」、「かなり好き」、「非常に好き」を各々、1、2、3の数値に変換し、日本人実験参加者、中国人実験参加者ともに、各リスク条件、各課題での結論の評定値について、全実験参加者での平均を計算した(表35参照)。さらに、これらの平均評定値に対し、母語の違い、リスク条件、課題に関する3要因分散分析を行った。その結果、母語の違い ($F(1,69)=166.85, p<.001, \eta^2=.16$)、リスク条件 ($F(1,69)=52.16, p<.001, \eta^2=.24$)、課題の主効果 ($F(1,69)=37.28, p<.001, \eta^2=.02$) が見られた。また、母語の違いとリスク条件の交互作用 ($F(1,69)=25.03, p<.001, \eta^2=.12$) があり、その交互作用に関する単純主効果検定から、過大評価リスク条件において中国人は日本人と比較して有意に評定値が高く ($p<.000$)、日本人においてリスク条件間に0.1%水準で有意な差が ($p<.000$)、中国人において1%水準で有意な差が見られた。

表 35 日本人と中国人における評定平均値

	日本人		中国人	
	過大評価 リスク条件	過小評価 リスク条件	過大評価 リスク条件	過小評価 リスク条件
課題 2	-0.490	0.481	0.355	0.493
課題 3	-0.334	0.601	0.528	0.736

5.2.2 モデルの適合性

次に、各リスク条件の全課題で被験者をランダムにトレーニング群・テスト群の2群に分け、トレーニング群の実験参加者の平均評定値に計算モデルを当てはめて各パラメータを推定し、テスト群によるモデルの適合性の検証を行った。その結果、表36、表37の様にとの場合もF検定の結果が有意であり($p < .001$)、トレーニング群を用いて推定されたモデルの推定結果とテスト群の実験結果の相関係数も有意に高く($p < .001$)、日本人実験参加者、中国人実験参加者ともに、その実験結果が全体としてモデルに適合している事が分かる。

表 36 日本人実験参加者の全課題のパラメータ推定結果(*: $p < .001$)

	a	b	b/a	F比	相関係数
日本人過大評価リスク					
一回目実験	2.614	-4.129	1.579	65.07	0.80*
二回目実験	2.250	-4.255	1.891	73.73	0.85*
日本人過小評価リスク					
一回目実験	2.840	-1.888	0.665	81.89	0.85*
二回目実験	3.654	-3.401	0.932	105.10	0.89*

表 37 中国人実験参加者の全課題のパラメータ推定結果(*: $p < .001$)

	a	b	b/a	F比	相関係数
中国人過大評価リスク					
一回目実験					
二回目実験	2.045	-1.086	0.531	46.91	0.79*
二回目実験	2.390	-1.353	0.565	77.89	0.84*
中国人過小評価リスク					
一回目実験	2.156	-1.069	0.496	60.69	0.75*
二回目実験	2.603	-1.203	0.462	49.06	0.80*

また、日本人実験参加者、中国人実験参加者ともに、各参加者ごとに

両リスク条件での、実験結果のモデルへの適合度を、 F 検定を用いて検証した。その結果、日本人実験参加者では全参加者 38 名中、27 名(71%)が両リスク条件ともにモデルに適合していた(F 検定の p 値が 0.01 以下)。一方、中国人実験参加者では全参加者 33 名中、28 名(85%)がやはり両リスク条件でモデルに適合していた(F 検定の p 値が 0.01 以下)。

5.2.3 計算モデルのパラメータ

上記の両リスク条件ともにモデルに適合していた日本人実験参加者 27 名と中国人実験参加者 28 名のパラメータ推定の結果について分析を行った。日本人実験参加者と中国人実験参加者におけるパラメータ a 、 b 、 $|b/a|$ の平均値を表 38 に示す。また、各課題における $|b/a|$ の平均値を表 39 に示す。

表 38 日本人と中国人におけるパラメータ a 、 b 、 $|b/a|$ の平均値

	過大評価 リスク条件			過小評価 リスク条件		
	日本人					
	a	b	$ b/a $	a	b	$ b/a $
一回目実験	2.985	-4.654	1.652	3.776	-3.734	1.003
二回目実験	3.149	-4.527	1.513	3.829	-3.565	0.931
	中国人					
	a	b	$ b/a $	a	b	$ b/a $
一回目実験	2.750	-1.498	0.586	3.254	-1.497	0.493
二回目実験	3.038	-1.578	0.559	3.064	-1.464	0.535

表 39 日本人と中国人における各課題（正式課題）における

パラメータ比 $|b/a|$ の平均値

	日本人		中国人	
	過大評価 リスク条件	過小評価 リスク条件	過大評価 リスク条件	過小評価 リスク条件
課題 2	1.748	0.955	0.783	0.726
課題 3	1.433	0.984	0.366	0.307

日本人実験参加者の場合、過大評価リスク条件ではパラメータ比 $|b/a|$ の平均値は 1 より大きく、過小評価リスク条件ではパラメータ比 $|b/a|$ の平均値は 1 より小さいか殆ど 1 に等しい。一方、中国人実験参加者の場合、過大評価リスク条件でも過小評価リスク条件でもパラメータ比 $|b/a|$ の平均値は 1 より小さくほとんど差がない。この結果を統計的に検定するために、パラメータ比 $|b/a|$ の値に関して、母語の違い、リスク条件、課題に関する 3 要因分散分析を行った。母語の違い ($F(1,53)=432.44$, $p<.001, \eta^2=.49$)、リスク条件 ($F(1,53)=50.91$, $p<.001, \eta^2=.11$)、課題 ($F(1,53)=113.28$, $p<.001, \eta^2=.07$) に主効果が見られた。また、母語の違いとリスク条件 ($F(1,53)=35.07$, $p<.001, \eta^2=.07$)、母語の違いと課題 ($F(1,53)=27.22$, $p<.001, \eta^2=.02$)、母語の違い、リスク条件と課題 ($F(1,53)=19.02$, $p<.001, \eta^2=.01$) にて交互作用が見られた。

さらに、母語の違いとリスク条件の交互作用に関する単純主効果検定の結果、日本人実験参加者の場合には、リスク条件要因に非常に明解な有意な差が確認された ($p<.001$)。一方、中国人実験参加者の場合には、リスク条件要因に関して 5% 水準での有意差しか見られないことが分かった ($p<.05$)。

また、3 要因の交互作用に関する単純主効果検定の結果により、中国

人実験参加者の場合には、過大・過小評価リスク条件で課題間に有意な差がある ($p<.001$)。一方、日本人実験参加者の場合には、過大評価リスク条件においてのみ有意な差がみられた ($p<.001$)。

5.3. 実験結果の考察

5.3.1 評定値の比較

まず、日本人実験参加者、中国人実験参加者で過小リスク条件と過大リスク条件での評定平均の差を比較すると、日本人実験参加者の方が中国人実験参加者よりもその差ははるかに大きいことは明らかである(表 35 参照)。実際、日本人実験参加者のリスク間での差の平均値は約 0.95 であり、中国人実験参加者の差の平均値は 0.17 にすぎない。今回の実験の評定方法が 7 点法であることを考慮すると中国人実験参加者のリスク間の評定値の差は極めて小さいと言える。

実際、分散分析の結果でも、母語の違いとリスク条件の交互作用に関する単純主効果検定から、過大評価リスク条件において、中国人実験参加者は日本人実験参加者と比較して有意に評定値が高く ($p<.001$)、日本人実験参加者においてはリスク条件間に 0.1%水準で有意な差 ($p<.001$) が見られるが、中国人実験参加者においては 1%水準での有意な差にとどまっている。つまり、日本人実験参加者の方が中国人実験参加者よりもリスク条件間の差が大きく、それだけリスク条件の影響を強く受けていると言える。さらに、過大評価リスクを避けるためには評定値を低くすべき条件でも、中国人実験参加者は日本人実験参加者よりも有意に高い評定を行っていたことになる。このことから、日本人実験参加者は中国人実験参加者よりもリスク認知が高くリスク回避的であることがわかる。

このように帰納的推論におけるリスク条件の差の影響が日本人実験参加者と中国人実験参加者間で、かなり異なっているという事実をさらに詳細に考察するために、以下では、まず、両実験参加者でのモデルの適合性を検証し、つぎに両実験参加者の実験結果から推定されるモデルのパラメータを比較検討する。

5.3.2 モデルの適合性の検証

まず、結果で述べたように、各リスク条件の全課題でトレーニング群の実験参加者の平均評定値に計算モデルを当てはめたシミュレーション結果と、テスト群の実験結果を比較し、モデルの適合性検証を行った結果、どの場合も F 検定の結果が有意であり ($p < .001$)、トレーニング群を用いて推定されたモデルの推定結果とテスト群の実験結果の相関係数も有意に高く ($p < .001$)、日本人実験参加者、中国人実験参加者ともに、その実験結果が全体としてモデルに適合している事が分かる(表 5、表 6 参照)。

また、個人ごとにモデルを当てはめた場合でも、日本人実験参加者の 71%、中国人実験参加者の 85%が両リスク条件ともにモデルに適合している。表 36、37 と表 38 を比較すると、日本人実験参加者、中国人実験参加者ともに、上記の全実験参加者の平均評定値を求め、計算モデルを当てはめて推定されたパラメータ、 a 、 b 及びパラメータ比 $|b/a|$ (表 36、37)と各実験参加者ごとに推定したパラメータ、 a 、 b 及びパラメータ比 $|b/a|$ の平均値(表 38)が非常によく一致しており、かつ $|b/a|$ の標準偏差は全て 0.4 以下と非常に小さい値である(各個人が完全にモデルに適合している場合はこれらのパラメータはすべて完全に一致する)。これらの結果から、日本人実験参加者、中国人実験参加者ともに、リスクのある状況

において、本研究で用いている帰納的推論の計算モデルの妥当性が十分実証されたと言える。

5.3.3 パラメータ比較の必要性

今回のような基準値(正解)からのずれを前提としたリスク条件の設定において、単に過大リスク条件と過小リスク条件での結論の確からしさの評定値の平均を比較しても、実験参加者がリスク条件の違いに応じて基準値(正解)を考慮し帰納的推論方法を変化させてリスクを回避しているかどうかを実証することはできない。なぜなら、実験参加者が想定された基準値(正解)や結論と正事例および負事例との関連を考慮せず、単に過大リスク条件の時は結論を小さめに評定し、過小リスク条件の時は大きめに評定した場合でも、両リスク条件間で結論の評定値の平均に差が生じるからである。さらに、たとえ実験参加者が正事例および負事例との関連を考慮して推論していたとしても、評定値の平均の比較だけから、パラメータ比 $|b/a|$ で表されるような、リスク条件の違いに伴うバイアス効果の変化を実証することはできない。たとえば、ある実験参加者が当該モデルに適合しており、モデルの仮定、

$$v(N_i^c) = a\text{SIM}_+(N_i^c) + b\text{SIM}_-(N_i^c)$$

において、過大リスク条件でのパラメータ a が a_0 、 b が b_0 であり、過小リスク条件でのパラメータ a が αa_0 、 b が αb_0 となるように推論していたとしよう。この時、各リスク条件での評定値 $v_o(N_i^c)$ 、 $v_u(N_i^c)$ は

$$v_o(N_i^c) = a_0\text{SIM}_+(N_i^c) + b_0\text{SIM}_-(N_i^c)$$

$$v_u(N_i^c) = \alpha a_0\text{SIM}_+(N_i^c) + \alpha b_0\text{SIM}_-(N_i^c)$$

と表現できる。この両方の場合ともにパラメータ比は $|b_0/a_0|$ でバイアス効果に差はない。しかし、過大リスク条件の評定平均 \bar{v}_o 、過小リスク条

件の評定平均 \bar{v}_u は各々

$$\bar{v}_o = \frac{1}{n} \sum v_o(N_i^c) = \frac{1}{n} (a_0 \sum \text{SIM}_+(N_i^c) + b_0 \sum \text{SIM}_-(N_i^c))$$
$$\bar{v}_u = \frac{\alpha}{n} \sum v_u(N_i^c) = \frac{\alpha}{n} (a_0 \sum \text{SIM}_+(N_i^c) + b_0 \sum \text{SIM}_-(N_i^c))$$

となり、両平均の差は $\bar{v}_u - \bar{v}_o = \frac{(\alpha-1)}{n} (a_0 \sum \text{SIM}_+(N_i^c) + b_0 \sum \text{SIM}_-(N_i^c))$ である。

この場合、この実験参加者が、 $\alpha > 1$ で、 $a_0 \sum \text{SIM}_+(N_i^c) + b_0 \sum \text{SIM}_-(N_i^c) > 0$ であるような a_0 、 b_0 の値で推論していたとすると、 $\bar{v}_u > \bar{v}_o$ となり、過小リスク条件での平均値は過大リスク条件での平均値より大きくなることが分かる。

5.3.4 モデルのパラメータの比較

さらに結果で述べたように、今回の帰納的推論の実験におけるリスク条件の影響については上記のモデルに適合している日本人実験参加者と中国人実験参加者の間でモデルのパラメータに興味深い差が見られた。

日本人実験参加者の場合は、実験結果からモデルに従い推定されたパラメータの比 $|b/a|$ の平均値で比較すると過大リスク条件での比 $|b/a|$ の値は過小リスク条件での値より、明らかに大きい(表 36 参照)。一方、中国人実験参加者の実験結果から推定されたパラメータ比 $|b/a|$ の平均値では、過大リスク条件の場合と過小リスク条件の場合との間に大きな差は見られない(表 37 参照)。

パラメータ比 $|b/a|$ に関する分散分析の結果からも、日本人実験参加者の場合はリスク条件要因に非常にはっきりした有意な差が見られるが、中国人実験参加者の場合はリスク条件要因に十分有意な差は見られない。また、評定平均値からのパラメータの推定結果、表 38 から全く同様の結果が確認できる。

これらの結果から明らかに、帰納的推論におけるバイアス効果に関し

て、日本人実験参加者は中国人実験参加者よりも、リスク条件の差の影響を強く受けていると言える。特に、今回の実験では日本人実験参加者、中国人実験参加者ともに、カウンターバランス法に従い、全実験参加者が全く同じ課題で、過大リスク条件と過小リスク条件の両方を体験している。その結果は、リスク条件の差に伴う各実験参加者個人ごとの帰納的推論におけるバイアス効果の違いを反映している。つまり、上記の比較結果は日本人実験参加者、中国人実験参加者ともに、各個人ごとのリスク条件の差に伴う影響を十分考慮した結果であると言える。

5.3.5 本研究における仮説の検証

モデルに基づくこのような可能性を踏まえて、モデルのパラメータ比 $|b/a|$ の意味、すなわちバイアス効果を考慮すると、リスク条件の違いに伴うパラメータ比 $|b/a|$ の差は、日本人実験参加者の場合、過大リスク条件では、過小リスク条件の場合と比べて、結論と負事例の類似性の評価が、結論と正事例の類似性の評価より大きくなっていることを意味している。このことから、日本人実験参加者の場合、リスクによる損失を回避するために、過大リスク条件では、結論と負事例の類似性を相対的に大きく評価し、過小リスク条件では反対に結論と正事例の類似性を相対的に大きく評価していると推測できる。しかし、中国人実験参加者の場合はパラメータ比 $|b/a|$ の平均値にリスク条件による大きな差が見られず、リスク条件に応じたリスク回避の傾向にあまり差が見られないと言える。さらに、各パラメータ a 、 b に関し母語の違い・リスク条件での 2 要因分散分析を行ったところ、両パラメータ共に母語要因とリスク要因に交互作用がみられ(パラメータ a : $F(1,53)=7.26$, $p<.01$, $\eta^2=.03$, パラメータ b : $F(1,53)=25.60$, $p<.001$, $\eta^2=.02$)、日本人実験参加者はパラメータ a, b とも

に 0.1%でリスク条件間に有意な差があり、その結果、パラメータ比 $|b/a|$ にも有意な差が出ていると考えることができる。一方、中国人実験参加者の場合は、パラメータ a については 5%で有意差が見られるが、パラメータ b では有意な差はみられない。つまり、中国人実験参加者の場合は両リスク条件でパラメータ比 $|b/a|$ であらわされるようなバイアス効果の違いがあまりないのみならず、上記で想定した、パラメータ a 、 b が同じ割合(たとえば上記の α)で変化している可能性もないということになる。ただし、中国人実験参加者においても、表 37、表 38 からわかるように、リスク条件間でパラメータ比 $|b/a|$ の値にわずかな差が認められる。結局このパラメータ比 $|b/a|$ のわずかな差に基づき、中国人実験参加者の結論の評定値の平均にリスク条件間で小差が生じていると考えることができる。

これらの結果をまとめると、本研究の実験結果および実験結果から推定される計算モデルのパラメータの比較に基づき、先行研究から推測された、「リスク状況下の帰納的推論において日本人は中国人よりもリスク状況の影響を受けやすい」という仮説が実証されたと言える。

5.3.6 課題の影響の比較

一方、表 39 に示すパラメータ比 $|b/a|$ に関する課題間での平均値の差および分散分析の結果から、中国人実験参加者ではリスク条件にかかわらず、課題間でパラメータ比 $|b/a|$ の平均値に非常に明解な有意差があることが分かる。つまり、今回の中国人実験参加者の場合、リスク条件に関係なく帰納的推論におけるバイアス効果に関して課題内容の影響を非常に強く受けていると言える。

しかし、日本人実験参加者では過小リスク条件の場合、課題間の有意

差は見られない。過大リスク条件においても、有意な差はあるが、中国人実験参加者に比較するとそれほど大きな差があるとは言えない。つまり、日本人実験参加者は中国人実験参加者に比べると、帰納的推論におけるバイアス効果に関して課題内容の影響をあまり受けていないと言える。

今回の帰納的推論の実験では、各々「趣味」、「商品」というカテゴリーに属する二つの課題を用いている。これら二つの課題に関しては、他の課題と同様、日本語で構成されたモデル、中国語で構成されたモデルともに十分大規模な言語データに基づいている。しかも、先行研究において、両モデルともに、帰納的推論の実験の日本人実験参加者および中国人実験参加者の評定値の平均と非常に高い相関を示しており、その心理学的妥当性は十分保証されている(張, 2013)。これらの点を考慮すると、この二つの課題間でモデルの性能に差があると考えerことは困難である。

一方、「趣味」課題での正事例は「サッカー」と「バスケットボール」、負事例は「社会学」と「政治経済学」であり「商品」課題での正事例は「ナイフ」と「斧」(日本語では「短刀」)、負事例は「カップ」と「洗面器」である。特に今回の実験で用いた中国語課題の場合、この二つの課題の各結論の内容を比較すると、「商品」課題に比べて「趣味」課題の方が正事例と負事例の区別がより明瞭であり、各結論が正事例、負事例のどちらに類似しているかの判断も、より容易であるように見える。少なくとも今回の実験においては、この判断の容易さが中国人実験参加者の帰納的推論におけるバイアス効果(具体的にはパラメータ比 $|b/a|$)に何らかの影響を与えたのかもしれない。一方、日本語の場合の「商品」課題での結論は、中国語の場合に比べて正事例や、負事例との類似性がより明確であるように見える。しかしこれらの説明はあくまで主観的な印

象に基づく推論に過ぎず、この課題内容の違いが、なぜ中国人実験参加者だけに強い影響を与え、日本人実験参加者にはあまり影響がないのかを実証的にあきらかにしているわけではない。

第6章 総合考察

6.1. 結果のまとめ

本研究では中国語と日本語の大規模言語データの統計解析に基づき、中国語と日本語の帰納的推論の計算モデルを構築し、心理実験を用いてモデルの妥当性を検証した。

次いで、中国語と日本語の帰納的推論の計算モデルを用いて両言語でのシミュレーション結果を比較検討し、「人間の帰納的推論は必ずしも個々の言語表現に直接依存しておらず、両言語に共通する内的メカニズムに基づいている」という仮説を検証した。

さらに、両言語の背景にある文化や社会システムの共通性や差異を考察した。

最後に、計算モデルのパラメータ比較に基づきリスク条件下の帰納的推論において、日本人参加者はリスク条件の影響を受けているが、中国人参加者はリスク条件の影響を受けていないことを明らかにした。

6.2. 今後の課題

6.2.1. 中国語における形容詞と名詞関係の追加と確率的言語知識構造の再構成に基づく計算モデルの構築

前記と同じコーパスを用いて、同じ手順に従って確率的言語知識構造を構成している。

- ① 形態素解析
- ② 係り受け解析
- ③ 単語間共起頻度の抽出
- ④ Kameya & Sato^[6]のアルゴリズムに基づくクラスタリング

前記と違っていた部分は、形態素解析に関しては、最新版の形態素解析ソフトウェア NLPIR (ICTCLAS 2014) を用いる。係り受け分析に関しては、StanfordParser2010 を利用した。

全ての中国語コーパスを係り受け解析した結果、抽出された名詞と動詞の数は表 40 のようになった。

表 40 分析対象となるコーパスの異なり語数

名詞数	66275
形容詞数	38505

構築された中国語の名詞－形容詞における確率的言語知識構造の結果例を紹介する。

表 41 中国語における「形容詞-名詞」:

「事故」関連クラス

形容詞	形容詞 日本語訳	P(c a)	名詞	名詞 日本語訳	P(c n)
重大	重大な	1.00	責任事故	責任事故	0.87
悪性	悪性の	0.95	响	影響	0.83
圆满	円満な	0.94	雪灾	雪害	0.81
负面	マイナス面の	0.93	事故	事故	0.79
突破性	画期的な	0.93	影响	影響	0.75
结构性	構造的な	0.92	火灾	火災	0.73
重特大	更に重大な	0.91	成效	効果	0.71
明显	明らかな	0.86	灾害	災害	0.71
珍珠港	真珠湾の	0.81	突破	突破	0.67
不測	不測の	0.81	加速度	加速度	0.64

表 42 中国語における「形容詞-名詞」:

「文化」関連クラス

形容詞	形容詞 日本語訳	P(c a)	名詞	名詞 日本語訳	P(c n)
传统	伝統的な	0.97	文学馆	文学館	0.84
无产阶级	無産階級の	0.96	因子	因子	0.80
当代	当代の	0.94	文化大革命	文化大革命	0.77
著名	有名な	0.93	舞蹈家	ダンサー	0.76
悠久	悠久の	0.93	诗歌	詩歌	0.75
古典	古典的な	0.92	社会学家	社会学家	0.75
现代	現代的な	0.91	文化	文化	0.74
流行	流行の	0.91	乐坛	音楽業界	0.73
先进	先進的な	0.89	歌坛	音楽業界	0.73
保守	保守的な	0.85	科学技术	科学技術	0.72

表 43 中国語における「形容詞-名詞」:

「貿易」関連クラス

形容詞	形容詞 日本語訳	P(c a)	名詞	名詞 日本語訳	P(c n)
慈善	慈善の	0.97	貿易	貿易	0.92
封闭式	閉鎖的な	0.97	友协	業者	0.91
双边	双方の	0.95	贸易区	貿易区	0.90
睦邻友好	善隣友好の	0.94	经贸	經濟貿易	0.83
开放式	開放的な	0.94	火热	人気	0.83
粮农	食糧農業の	0.93	总会	総会	0.82
友好	友好的な	0.93	协会	協会	0.81
普法	法律普及の	0.89	落体	落下	0.80
密切	密接な	0.89	情报局	情報局	0.80
非政府	民間の	0.89	邻邦	隣国	0.78

表 44 中国語における「形容詞-名詞」:

「企業」関連クラス

形容詞	形容詞 日本語訳	P(c a)	名詞	名詞 日本語訳	P(c n)
大中型	大中型の	0.99	调控	コントロール	0.92
公共	公共の	0.99	汽车站	バスターミナル	0.91
国营	国営の	0.99	子公司	子会社	0.90
合资	合弁の	0.98	企业	企業	0.87
民营	民営の	0.98	业户	業者	0.85
国有	国有の	0.98	卫生	衛生	0.84
私营	自営の	0.98	汽车	自動車	0.82
私人	個人の	0.96	租界	租界	0.76
控股	持ち株の	0.96	企业主	業者	0.74
非公有制	非公有制の	0.95	客机	旅客機	0.74

表 45 中国語における「形容詞-名詞」:

「感情」関連クラス

形容詞	形容詞 日本語訳	P(c a)	名詞	名詞 日本語訳	P(c n)
旖旎	綺麗な	0.89	感	感じ	0.85
阴森	不気味な	0.87	困苦	苦しみ	0.81
颓丧	沈み込んでい	0.86	秘	秘密	0.80
闪烁	キョロキョロ	0.86	未来	未来	0.78
温馨	暖かく、幸せな	0.86	彩	色	0.77
无限	無限な	0.86	脱俗	上品さ	0.75
传奇	伝説の	0.85	踪	行方	0.74
永蘅	永遠の	0.85	胴体	胴体	0.74
惶惶	不安な	0.85	不可终日	日々	0.73
宁静	平穏な	0.84	旅游年	旅行の年	0.73

表 46 中国語における「形容詞-名詞」:

「政策」関連クラス

形容詞	形容詞 日本語訳	P(c a)	名詞	名詞 日本語訳	P(c n)
审美	審美	0.97	能动性	能動性	0.88
毫无	全く無い	0.95	路线	路線	0.88
客观	客観的な	0.93	臆断	臆断	0.84
基本	基本的な	0.93	国策	国策	0.79
切身	切実な	0.92	规律	規律	0.74
主观	主観的な	0.90	趣味	趣味	0.73
天赋	天賦の	0.88	常识	常識	0.72
真正	真正の	0.87	含义	含意	0.71
根本	根本的な	0.87	涵义	含意	0.71
深层	深層的な	0.86	生活费	生活費	0.70

表 47 中国語における「形容詞-名詞」:

「政府機関」関連クラス

形容詞	形容詞 日本語訳	P(c a)	名詞	名詞 日本語訳	P(c n)
新兴区	新興区の	0.80	人民法院	裁判所	0.68
终审	最高裁の	0.74	建委	建設委員会	0.67
西城	西城の	0.72	检察院	検察庁	0.65
新城区	新城区の	0.68	卫生局	衛生局	0.63
新沂市	新沂市の	0.68	教委	教育委員会	0.56
高等	高等の	0.65	地震局	地震局	0.51
大兴区	大興区の	0.65	总目	総目次	0.48
陵县	陵県の	0.65	地税局	地税局	0.47
稷山县	稷山県の	0.65	民政局	民主政治局	0.46
无氟	無フッ素の	0.64	上诉	上訴	0.45

6.2.2. 英語の確率的言語知識構造の構成に基づく計算モデルの構築

本研究で構成された中国語と日本語の帰納的推論の計算モデルのシミュレーション結果の比較を通じて考察された「人間の帰納的推論は必ずしも個々の言語に直接依存しておらず、むしろどの言語にも共通する内的メカニズムに基づいている」という仮説や、「言語の背景にある文化や社会システムの比較の可能性」を、より確実に検証するためには、本研究の方法を用いて、より多くの言語で同じ帰納的推論の計算モデルを構成しその心理学妥当性を検証して、多角的な比較研究を進めていく必要があるといえる。

そこで、世界中で最も使用されている英語に関して同様の計算モデルを構築し、そのシミュレーション結果を日本語及び中国語の結果と比較することで、帰納的推論がどの言語にも共通する内的メカニズムに基づいているという仮説をさらに検証するとともに、帰納的推論において

観察される文化や社会の共通性や差異を考察する。

まず、英語の大規模言語データの統計解析に基づき、その確率的言語知識構造を構築した。具体的には、British National Corpus (1億語)から、Stanford Parser(Marneffe, MacCartney & Manning, 2006)を用いて係り受け解析を行い、「主語＋動詞」、「動詞＋直接目的語」、「形容詞＋名詞」という3種類の共起頻度を抽出し、Naive Bayes Clustering(Kameya & Sato, 2005)により潜在クラス(確率的知識構造)をクラス数各200として推定した。さらに、推定された潜在クラス(知識構造)に基づき、先行研究(張他、2013)と同様のアルゴリズムを用いて英語の帰納的推論の計算モデルを構成した。

表 48 英語の確率的言語知識構造の例 1:

「衣服」潜在クラス

英語	日本語訳	P(c n)
blouse	ブラウス	0.76
baize	ベーズ	0.74
shirt	シャツ	0.71
awning	オーニング	0.67
petticoat	ペチコート	0.65
scarf	スカーフ	0.63
jersey	ジャージ	0.63
carnation	カーネーション	0.62
shorts	ショートパンツ	0.61
sarong	サロン	0.61

表 49 英語の確率的言語知識構造の例 2:

「病気」潜在クラス

英語	日本語訳	P(c n)
pancreatitis	膵炎	0.96
neuropathy	神経障害	0.94
hepatitis	肝炎	0.94
palsy	まひ	0.91
infarction	梗塞	0.91
enteritis	腸炎	0.90
bronchitis	気管支炎	0.90
gastritis	胃炎	0.89
diarrhoea	下痢	0.84
anaemia	貧血	0.84

構築した英語の帰納的推論の計算モデルを用いて先行研究（張, 2013）と同じ8課題に関してシミュレーションを行い、日本語・中国語計算モデルのシミュレーション結果（張, 2013）との比較を行った。

表 50 英語におけるシミュレーションの各カテゴリの選び方

課題	入力した正事例	サブカ テゴリ	入力した負事例	サブカ テゴリ
1.身分	scholar (学者) ; minister (大臣)	重要人 物	people (庶民) ; visitor (旅行者)	一般人
2.衣類	dress (ワンピース) ; shirt (シャツ)	衣服	suitcase (スーツケ ース) ; bag (バッグ)	手持ち 品
3.雑貨	dagger (短刀) ; blade (ブレード)	刃物	mug (マグカッ プ) ; bowl (ボウル)	容器
4.交通 機関	train (列車) ; car (車)	地上 交通機 関	plane (飛行機) ; helicopter (ヘリコ プター)	飛行物
5.活動	wedding (結婚式) ; entertainment (娯楽)	私的活 動	lecture (講義) ; conference (会議)	公的活 動
6.趣味	basketball (バスケット ボール) ; soccer (サッカー)	スポー ツ	linguistics (言語 学) ; mathematics (数 学)	学問
7.業界	publisher (出版社) ; press (記者団)	民間業 者	police (警察) ; official (役人)	公務員
8.場所	restaurant (レストラ ン) ; inn (旅館)	レジヤ ー 施設	university (大学) ; company (会社)	企業

表 51 英語、中国語、英語におけるシミュレーション結果の比較例 1 :

趣味課題

正事例	日本語訳		正事例	日本語訳		正事例
basketball	バスケットボール		足球	サッカー		バスケットボール
soccer	サッカー		篮球	バスケットボール		サッカー
負事例			負事例			負事例
linguistics	言語学		社会学	社会学		社会学
mathematics	数学		政治经济学	政治経済学		政治学

英語	日本語訳	シミュレーション	中国語	日本語訳	シミュレーション	日本語	シミュレーション
basketball	バスケットボール	0.76	篮球	バスケットボール	0.75	バスケットボール	0.88
soccer	サッカー	0.73	足球	サッカー	0.54	サッカー	0.82
football	サッカー	0.42	羽毛球	バドミントン	0.50	ポーカー	0.59
chess	チェス	0.41	网球	テニス	0.47	野球	0.57
tennis	テニス	0.40	马球	ポロ	0.44	ゲーム	0.55
croquet	クロケット	0.40	排球	バレーボール	0.41	卓球	0.54
golf	ゴルフ	0.37	橄榄球	ラグビー	0.37	ラグビー	0.52
cricket	クリケット	0.37	田径	陸上競技	0.36	スポーツ	0.51
rugby	ラグビー	0.36	跳台	ダイビング	0.34	テニス	0.51
hockey	ホッケー	0.34	保龄球	ボウリング	0.34	ソフトボール	0.50
badminton	バドミントン	0.23	乒乓球	卓球	0.21	魚釣り	0.27
polo	ポロ	0.23	女足	女子サッカー	0.21	修行	0.27
pianoforte	ピアノ	0.23	歌舞	踊る	0.21	恋愛	0.27
guitar	ギター	0.22	男篮	男子バスケットボール	0.21	補習	0.27
squash	スカッシュ	0.22	歌星	スター	0.20	養生	0.27
game	ゲーム	0.21	杂技	雑技	0.20	部活	0.27
accordion	アコーディオン	0.21	话剧	舞台劇	0.19	洗濯	0.27
sax	サクソ	0.21	象棋	チェスト	0.18	撮影	0.27
baseball	野球	0.21	霹雳舞	ブレイクダンス	0.16	観察	0.27
harmonica	ハーモニカ	0.20	魔术	マジック	0.16	インターン	0.27
thinking	思考	-0.25	自然科学	自然科学	-0.54	工学	-0.49
art	アート	-0.25	妇科	婦人科	-0.56	教育学	-0.49
psychoanalysis	精神分析学	-0.25	动力学	動力学	-0.56	経営学	-0.49
theory	理論	-0.26	天文	天文学	-0.57	人類学	-0.49
marxism	マルクス主義	-0.27	实证	実証	-0.57	法学	-0.49
grammar	文法	-0.30	科学	科学	-0.57	建築学	-0.52
economics	経済学	-0.35	人类学	人類学	-0.59	経済学	-0.54
physics	物理学	-0.37	法医学	法医学	-0.60	心理学	-0.57
mathematics	数学	-0.63	政治经济学	政治経済学	-0.88	社会学	-0.77
linguistics	言語学	-0.74	社会学	社会学	-0.90	政治学	-0.89

表 52 英語、中国語、英語におけるシミュレーション結果の比較例 2 :

交通機関課題

正事例	日本語訳		正事例	日本語訳		正事例
train	列車		火车	列車		列車
car	車		汽车	車		車
負事例			負事例			負事例
plane	飛行機		客机	旅客機		旅客機
helicopter	ヘリコプター		直升机	ヘリコプター		ヘリコプター

英語	日本語訳	シミュレーション	中国語	日本語訳	シミュレーション	日本語	シミュレーション
car	車	0.46	火车	列車	0.95	列車	1.24
train	列車	0.38	汽车	車	0.83	車	1.22
van	バン	0.24	马车	馬車	0.73	ライトバン	0.96
truck	トラック	0.24	轮船	船	0.71	電車	0.95
barge	はしけ	0.23	列车	列車	0.65	快速	0.93
vehicle	車両	0.22	电车	路面電車	0.64	乗用車	0.91
minibus	マイクロバス	0.19	吉普车	ジープ	0.61	マイクロバス	0.90
wagon	ワゴン	0.19	船	船	0.60	バス	0.80
cart	カート	0.18	卡车	トラック	0.57	トラック	0.79
tractor	トラクター	0.15	面包车	マイクロバス	0.53	保冷車	0.78
trailer	トレーラー	0.14	汽艇	モーターボート	0.26	市バス	0.17
jeep	ジープ	0.14	巴士	バス	0.25	護送車	0.17
bus	バス	0.14	吉普	ジープ	0.23	コースター	0.17
boat	ボート	0.13	地铁	電車	0.22	屋形船	0.16
shotgun	散弾銃	0.11	拖拉机	トラクター	0.21	高級車	0.14
clam	ハマグリ	0.11	军舰	軍艦	0.19	客車	0.13
ferry	フェリー	0.10	救护车	救急車	0.17	マイカー	0.13
cruiser	クルーザー	0.10	竹筏	いかだ	0.11	新幹線	0.13
taxi	タクシー	0.09	游船	観光船	0.10	トロッコ	0.13
bicycle	自転車	0.09	三轮车	三輪車	0.10	人力車	0.12
sniper	狙撃兵	-0.18	轰炸机	爆撃機	-0.61	客船	-0.73
gunboat	砲艦	-0.18	战斗机	戦闘機	-0.64	軍用機	-0.73
mahout	象使い	-0.19	飞行器	航空機	-0.64	貨物船	-0.77
airbus	エアバス	-0.19	运输机	輸送機	-0.65	ジャンボ機	-0.79
convoy	警護隊/艦	-0.20	歼击机	ファイター	-0.66	タンカー	-0.80
bomber	爆撃機	-0.20	航班	フライト	-0.70	漁船	-0.80
jet	ジェット	-0.20	航天飞机	シャトル	-0.76	航空機	-0.91
aircraft	航空機	-0.34	滑翔机	グライダー	-0.76	ヘリ	-1.03
plane	飛行機	-0.36	客机	旅客機	-0.91	旅客機	-1.06
helicopter	ヘリコプター	-0.55	直升机	ヘリコプター	-0.93	ヘリコプター	-1.10

6.2.3. 新しい検索システムへの応用

たとえば、今回構成した、日本語の帰納的推論の計算モデルに正事例、「ジュース」、「コーヒー」だけを入力した場合、表 53 のような結果を得る。一方おなじ正事例に負事例として「ビール」を加えて同じモデルに入力すると表 54 のような結果になる。表 53 と表 54 を比較すると入力された負事例の効果は表で出力されていたビール、日本酒、ワインがこの順位内からなくなるのみならず、ウイスキー、シャンパン、泡盛の順位がかなり下がっていることがわかる。同じく中国語の帰納的推論の計算モデルに正事例、「肉まん」と「餃子」(中華風の食べ物)だけを入力した場合、表 55 のような結果を得る。一方おなじ正事例に負事例の「ハンバーグ」と「サンドイッチ」(西洋風の食べ物)を加えて同じモデルに入力すると表 56 のような結果になる。表 55 と表 56 を比較すると日本語の場合と同様、入力された負事例の効果で表 55 で出力されていたサンドイッチ、ケーキ、クッキー、チョコレート、ピザ、ハム(西洋風の食べ物)がこの順位内からはなくなり、点心(中華風のデザート)、インスタントラーメン(中華風の食べ物)の順位が上がっていることがわかる。これらの結果がしめすように、この計算モデルでは正事例の入力だけから出力される順位つき単語のグループから負事例に類似した単語を削除したり、順位を下げて出力することができる。この方法を応用すれば正事例に似た単語を類似性の順に出力する既存の検索システムに、さらに不必要な内容を負事例で指定することで、負事例に類似した単語を削除したり順位を下げて検索することができる、新しいタイプの検索システムを実現できる。今回の研究結果から、この方法で日本語のみならず、中国語でもそのような検索システムが構成可能であるといえる。

表 53 日本語の検索システムの例
(正事例だけ)

正事例	ジュース コーヒー
-----	--------------

表 54 日本語の検索システムの例
(正事例と負事例)

正事例	ジュース コーヒー
負事例	ビール

日本語	もってもらしさの値
コーヒー	1.65
ジュース	1.65
紅茶	1.44
茶	1.41
お茶	1.40
ビール	1.37
ウイスキー	1.36
日本酒	1.32
シャンパン	1.30
ミルク	1.29
焼酎	1.27
生水	1.27
ワイン	1.26
泡盛	1.25
飲み物	1.25
クリーム	1.25
緑茶	1.24
飲料	1.24
甘酒	1.23
ココア	1.23

日本語	もってもらしさの値
ジュース	1.01
コーヒー	0.92
お茶	0.73
紅茶	0.73
ミルク	0.69
茶	0.69
飲み物	0.68
甘酒	0.64
クリーム	0.64
緑茶	0.64
牛乳	0.63
焼酎	0.62
スープ	0.62
麦茶	0.62
ココア	0.62
錠剤	0.61
シャンパン	0.61
ウイスキー	0.61
湯茶	0.61
泡盛	0.60

表 55 中国語の検索システムの例
(正事例だけ)

正事例	日本語訳
包子	肉まん
饺子	餃子

中国語	日本語訳	もっともらしさ
包子	肉まん	1.75
饺子	餃子	1.75
面包	パン	1.58
糖	アメ	1.56
蛋糕	ケーキ	1.55
馒头	饅頭	1.54
烧饼	焼き餅	1.54
三明治	サンドイッチ	1.53
饼干	クッキー	1.53
饼	お餅	1.52
方便面	インスタントラ	1.52
豆腐	豆腐	1.52
咸菜	漬物	1.51
橘子	みかん	1.50
红烧肉	肉の煮物	1.49
粽子	粽	1.48
鸡蛋	卵	1.48
巧克力	チョコレート	1.47
馄饨	ワンタン	1.47
羊肉	羊肉	1.47
鲜鱼	新鮮な魚	1.46
零食	おつまみ	1.46
糖果	アメ	1.46
比萨饼	ピザ	1.45
馍馍	饅頭	1.45
饼子	お餅	1.45
青菜	野菜	1.45
火腿	ハム	1.44
饮料	ドリンク	1.44
鸡肉	鶏肉	1.44

表 56 中国語の検索システムの例
(正事例と負事例)

正事例	日本語訳
包子	肉まん
饺子	餃子
負事例	
汉堡包	ハンバーグ
三明治	サンドイッチ

中国語	日本語訳	もっともらしさ
饺子	餃子	0.41
包子	肉まん	0.22
羊肉	羊肉	0.17
菜	野菜	0.13
烧饼	焼き餅	0.12
零食	おつまみ	0.11
果子	果物	0.09
方便面	インスタントラーメン	0.08
点心	中華風デザート	0.06
饭	ご飯	0.05
面包	パン	0.05
茶	お茶	0.05
苦头	(苦しみを体験する)比喩	0.05
粥	お粥	0.04
馄饨	ワンタン	0.04
糖	アメ	0.04
关子	(円滑な話し方)比喩	0.04
早饭	朝食	0.04
晚饭	夕食	0.04
午饭	昼食	0.04
馍馍	饅頭	0.04
粽子	粽	0.03
早餐	朝食	0.03
咖啡	コーヒー	0.02
中饭	昼食	0.02
花生米	ピーナッツ	0.02
豆腐	豆腐	0.02
糖果	アメ	0.02
鱼肉	魚	0.01
酒饭	食事	0.01

6.2.4. 帰納的推論に基づくリスク認知の文化要因やパーソナリティ要因の考察

Hofstede(1991)の研究では、日本人はアメリカ人より不確実なものを回避する傾向がかなり高く、日本は極めてリスク回避的な社会であると論じている。また他の研究においても、日本のビジネス社会では、取引先や顧客に対して、高い信頼関係や、広い範囲の社会的相互行為に基づく長期間のビジネス関係を構築し、リスクを最小化しようとする傾向があることが報告されている (Hall and Hall, 1987; Sullivan and Peterson, 1988)。さらに、R.Bruce Money, Mary C. Gilly and John L. Graham(1998)は日本とアメリカの中小企業のマネージャーとのインタビューからデータを収集し、日本の企業はリスク回避的な文化の影響を受けていると報告している。

一方、Elke U. Weber & Christopher Hsee(1998)は中国、アメリカ、ドイツとポーランドの実験参加者にリスク金融投資の購入と損失の実験を行い、4国でのリスク認知の違いを比較している。結果として、中国人は4国の中でリスク認知が一番低く、リスク回避傾向が極めて小さいが、逆にアメリカとドイツの被験者はリスク認知が高く、リスク回避的であることが示されている。

上市・楠見(2000)は、さまざまなリスク状況を典型的な8つのリスク状況に体系的に分類した上で、各リスク状況におけるリスク回避行動と、各個人の特性、すなわち性格(ビッグファイブ)、認知要因(リスク認知、コスト認知等)、感情要因(不安感、後悔予期など)および知識・スキル等との関連性を検討している。

これらの研究から、日本人と中国人のリスク認知を比較した場合、日本人は中国人よりもリスク認知が高くリスク状況の影響を受けやすいこ

とが推測される。しかし、この推測はあくまで各研究結果の相対的な比較に基づいており、この推測を実証するためには日本人と中国人を直接比較する実験的研究が必要である。前記の張らの、日本人と中国人における帰納的推論の比較研究は、両国語での帰納的推論の計算モデルの出力結果の比較に限られており、リスク状況での比較は含まれていない。また、前述の Sakamoto & Nakagawa(2008)のリスク状況の帰納的推論への影響に関する研究では個人差や文化差の問題は全く考慮されていない。一方、張らの研究では、日本語と中国語ともに、Sakamoto & Nakagawa(2008)の研究とまったく同じ構成方法(大規模言語データの統計解析)に基づく同じ形式の計算モデルを用いている。この共通性を考慮すると、張らの研究で構成された日本語と中国語の帰納的推論の二つの計算モデルに基づき、Sakamoto & Nakagawa(2008)のリスク状況と同じ実験方法とモデルのパラメータ比較を用いて、日本人と中国人における帰納的推論へのリスク状況の影響について比較検討できる可能性があることがわかる。このような方法に基づき、前記の先行研究から想定される推測を実証することは、帰納的推論およびリスク認知の文化比較の観点からも極めて興味深い課題であると言える。

6.2.5. 帰納的推論における過大・過小評価リスクの具体例:地域における発電所の設置評価

前述した帰納的推論における過大・過小評価リスク実験は、実験だけではなく、現実的な具体例も存在していると考えられる。たとえば、2011年3月11日に発生した東日本大震災の後、この地震によって福島第一原子力発電所事故が起こった。事故後、放射性物質が拡散し、確定的影響は明らかではないもの実際に被害が発生している。これにより

原子力事故に対する不安が高まり、福島第一以外の原発でも安全性への要求が高まった。一部では原子力から完全に脱却しようという原子力撤廃運動も高まりを見せた。こうした動きにより、定期点検に入った原発の再開を地元自治体が認めず、2011年夏季以降は被災地以外でも電力不足に陥る可能性が出てきた。震災後、日本では、原子力発電所の設置は大きなリスクを伴うと考えられるようになり、原子力発電所を廃止するか、地震の可能性と経済効果のバランスをどうやって取るのかなどの問題が大きな議題になっている。この問題をより一般的に地域における発電所の設置評価として考えると、本研究で行った過大・過小評価リスク実験に対応付けて、以下のような正事例、負事例を前提として結論の正しさを推論する、帰納的推論の一種とみなすことができる。

前提：

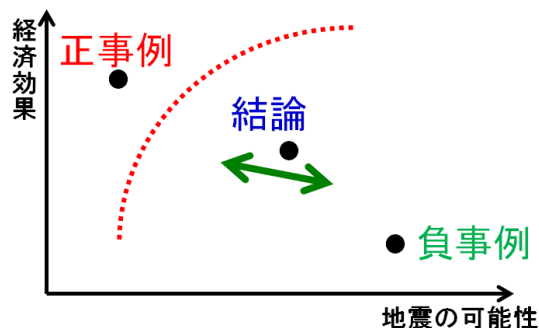
経済効果が非常に大きく、地震の可能性の極めて低い地域には発電所を設置すべきである。**(正事例)**

経済効果は極めて小さく、地震の可能性が非常に高い地域には
発電所を設置すべきではない。**(負事例)**

結論：経済効果がある程度あり、地震の可能性は中ぐらいの地域には発電所を設置すべきである。

この場合の帰納的推論は、上記の前提条件から結論がどの程度正しいかを推論することに相当する。この帰納的推論の例での過大評価リスク条件としては原子力発電所の設置評価の場合を考えることができる。

過大評価リスク条件 原子力発電所の設置評価



過小評価リスク条件 火力発電所の設置評価

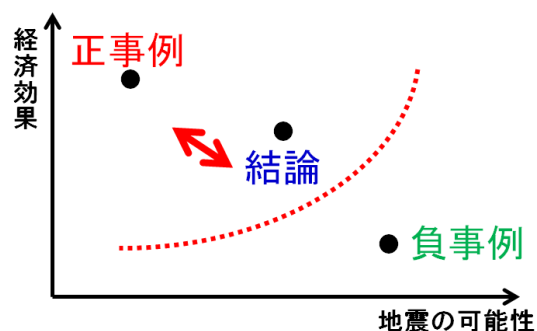


図6 過大・過小評価リスク条件下発電所の設置評価

図6の横軸は地震の可能性であり、縦軸は経済効果である。この例での結論は正事例と負事例の間にある。原子力発電所の場合は地震による災害発生リスクが大きく、設置地域として地震の可能性が高い地域を避けるため、人間の判断基準（赤い点線の境界線）が正事例側に移動し、負事例の範囲が大きくなり、結論は負事例に属する範囲内に入ることになる。つまり、この結論の地域には原子力発電所を設置すべきではないと判断されることになる。一方、この場合の過小評価リスク条件としては火力発電所の設置評価の場合を考えることができる。火力発電所の場合は地震による災害発生リスクはあまり小さくなく、むしろ経済効果がより大きく考慮されるため、人間の判断基準（赤点線の境界線）が負事例側に移動し、正事例の範囲が大きくなって、結論は正事例に属する範囲内入ることになる。つまり、この結論の地域には火力発電所を設置すべきであると判断されることになる。

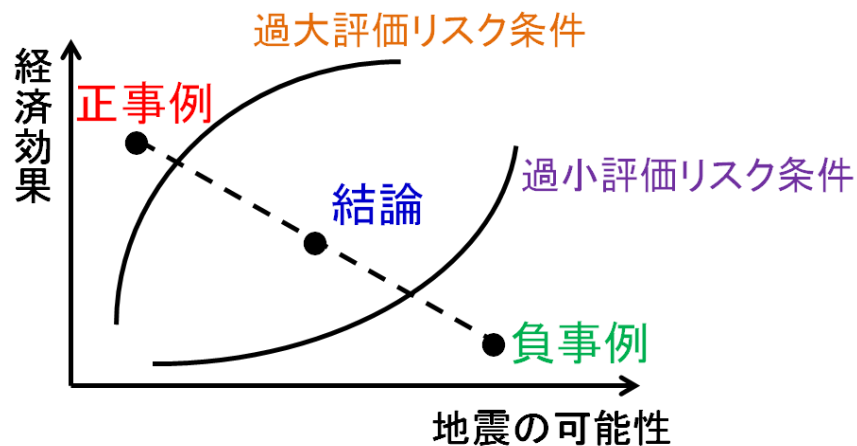


図 7 過大・過小評価リスク条件下原子力発電所の設置評価総体図

図 6 の 2 つの図を一つの図で示すと、図 7 になる。説明を簡単にするため、点線の部分を切り取って、この点線上での正事例から負事例への結論の位置の変化と、利得との関係を以下の図 8-1～図 9-2 のように表現する。

図 8-1 は過大評価リスク条件すなわち原子力発電所の設置評価の場合の利得を表している。この図で表されているように、原子力発電所の設置による経済効果は十分考えられるが、結論の地域が負事例の方向に移動すると、想定される損失は急激に大きくなる。

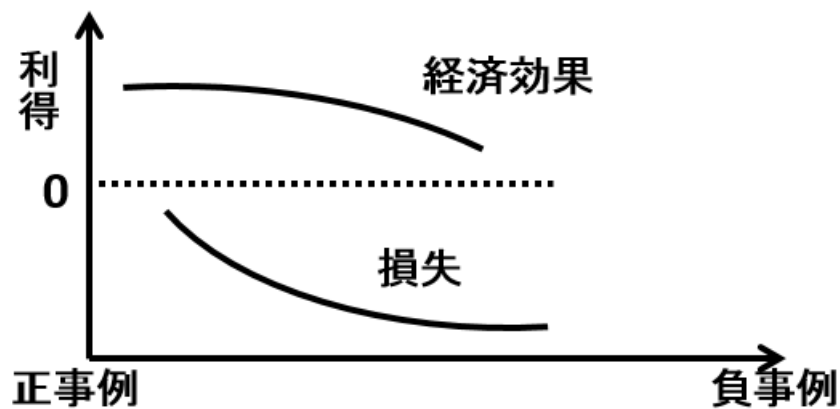


図 8-1 原子力発電所の設置評価により利得と損失分別図

図 8-1 での経済効果と損失を足し合わせると、図 8-2 のような曲線が想定できる。人間の判断基準が赤い点線のところ（利得 = 0，損失 = 0）にあるとして、7 点評定（7 点から 5 点：設置すべきと判断、4 点：判断基準点、3 点から 1 点：設置すべきでないと判断）を採用すると、その評価値は赤字の数字のように表すことができる。さらに人間の判断基準が緑の点線のところに移動した場合、評定値は緑の数字で表現される状態に変化する。

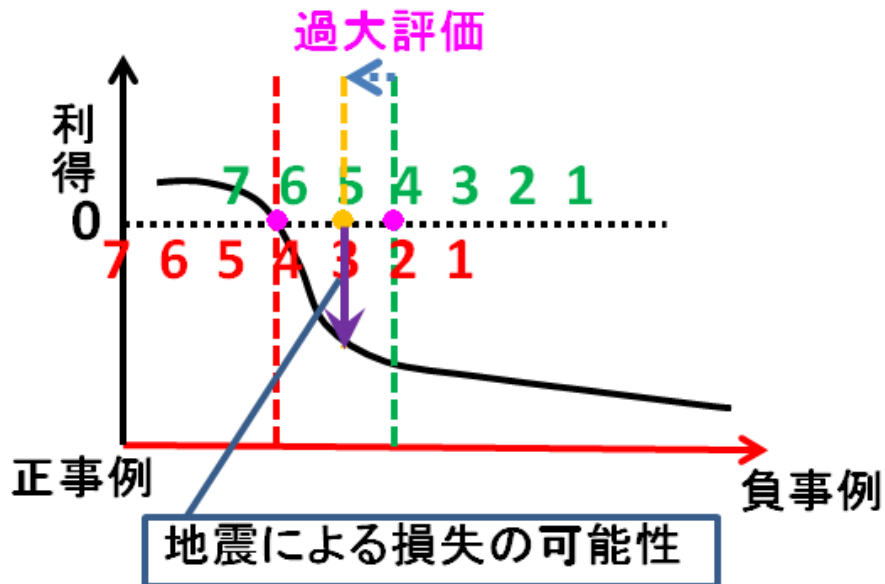


図 8-2 原子力発電所の設置評価により利得と損失

この場合、結論が黄色の点で表現される位置にあれば、もとの赤字での評定値 3 が、緑の評定値では 5 になり、過大評価になっている。つまり、もともとは原子力発電所を設置してはいけないと判断された地域が、設置しても良いことになってしまう。この場合、紫色の矢印の部分で過大評価による損失を表している。このような条件下では、過大評価に伴

う損失を避けるため、人間の判断基準は相対的に正事例の方向に近づくと考えることができる。

一方、図 9-1 は過小評価リスク条件即ち火力発電所の設置評価における利得を表している。火力発電所の設置の場合は、経済効果は十分大きく、結論の地域が負事例の方向に近づいても、損失はあまり大きくならないと考えられる。

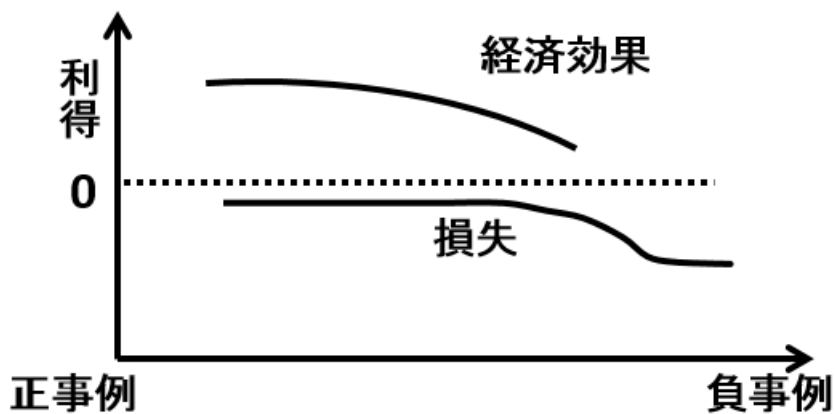


図 9-1 火力発電所の設置評価により利得と損失分別図

図 9-1 での経済効果と損失を足し合わせると、図 9-2 のような曲線が想定できる。人間の判断基準が赤い点線のところ（利得 = 0，損失 = 0）にあるとして、7 点評定（7 点から 5 点：設置すべきと判断、4 点：判断基準点、3 点から 1 点：設置すべきでないと判断）を採用すると、その評価値は赤字の数字のように表すことができる。さらに人間の判断基準が緑の点線のところに移動した場合、評定値は緑の数字で表現される状態に変化する。この場合、結論が黄色の点で表現される位置にあれば、もとの赤字での評定値 5 が、緑の評定値では 3 になり、過小評価になっている。つまり、もともとは火力発電所を設置すべきであると判断された地

域が、設置してはいけないことになってしまう。この場合、ピンク色の矢印の部分で過小評価に伴う、本来可能性のあった経済効果の損失を表している。このような条件下では、過小評価に伴う損失を避けるため、人間の判断基準は相対的に負事例の方向に近づくと考えることができる。

今後の研究においては、以上のような現実的な具体例を参考にして帰納的推論における過大・過小評価リスク条件の実験をより現実的な内容で構成する必要がある。

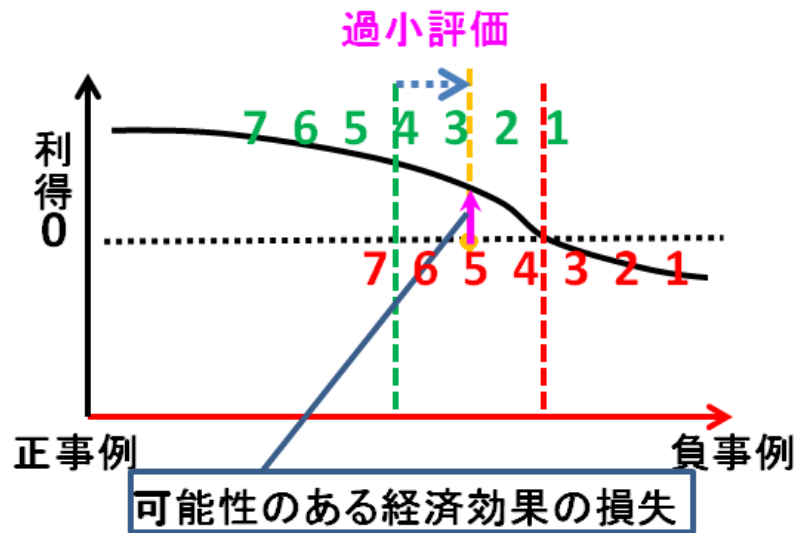


図 9-2 火力発電所の設置評価により利得と損失

6.2.6. 帰納的推論における正事例と負事例が同じカテゴリーに属する場合の考察

本研究で用いた帰納的推論における正事例と負事例は異なるカテゴリーに属する単語を使っている。しかし正事例と負事例の単語が同じカテゴリーに属する場合は、本研究に構築した計算モデルに基づき、結論の単語のもっともらしさを判断することは困難である。このような場合、以下の図 10 に示す階層的なカテゴリー構造を構成することで問題を解決できる可能性がある。

例えば、正事例は「野球」、負事例は「剣道」、結論は「相撲」の場合には、この3つの単語は「スポーツ」カテゴリーに属する。この場合は結論のもっともらしさは判断できない。しかしこのカテゴリーをさらに、「球技」と「格闘技」の下位カテゴリーに分けると、「野球」は「球技」カテゴリーに属し、「相撲」と「剣道」は「格闘技」カテゴリーに属しているため、結論のもっともらしさは低いと判断できる。

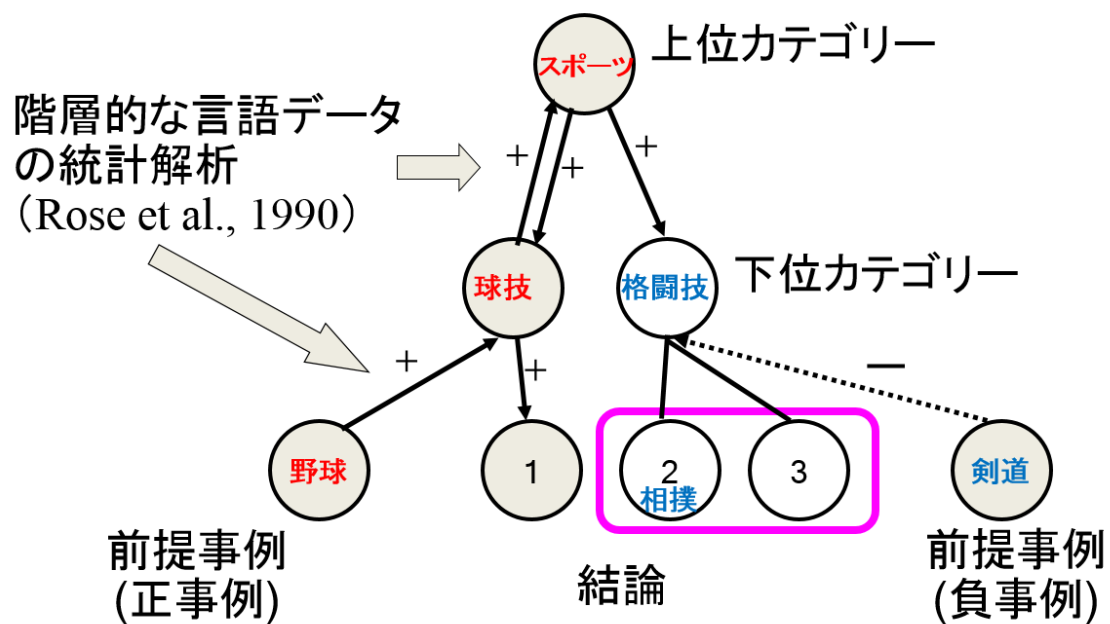


図 10 正事例と負事例は同じ潜在クラスに属する場合

しかしこの方法を一般化すると、さらに多くの下位カテゴリーに分ける必要がありうる。以下では本研究で用いた言語統計解析に基づく場合、カテゴリーは最大はいくつまで分けることができるのかを考察し、その結果に基づく新しい計算モデルについて検討する。

第 2 章に紹介した確率的言語知識構造の構築においては、Kameya and Sato(2005)によるアルゴリズムを用いている。この手法では、名詞と形容詞もしくは動詞の共起（係り受け）確率 $P(n_i, a_j)$ は図 11 の式で表現

される。この数式の構造を因子分析の場合に対応付けると、 N_i は因子分析におけるサンプルに相当し、 V_j は因子分析における変数(テスト)に、 $P(N_i|C_k)$ は因子得点に、 $P(V_j|C_k)$ は因子負荷量に、 C_k は因子分析での因子に相当するとみなすことができる。

名詞 N_i と動詞 V_j の共起確率はそれらに共通して関係する潜在クラス C_k の影響によって決まる

因子分析に対応させて考えると:

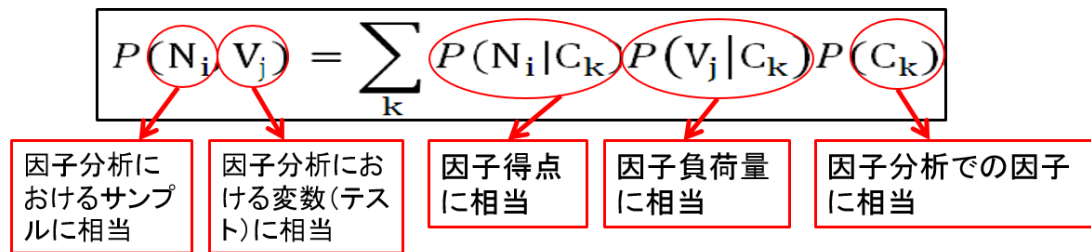


図 11 言語統計解析に基づく確率的言語知識構造の構築(NBCT)方法を因子分析として考える場合

因子分析の場合は、因子数の最大値は変数の数になる。同様に、図 11 の数式を因子分析の場合に対応付けて考えると、可能なカテゴリー C_k の数は動詞 V_j の数になる。つまり、本研究のモデルにおいてカテゴリー数を最大にすることは、本研究の第二章で紹介した単語間の距離の計算式(図 12)において、カテゴリー C_k を動詞 V_k に変更することに相当する。しかし、本研究における日本語の確率的言語知識構造の潜在クラス数は 600 であるが、この方法を使うと、距離計算での次元の数は動詞の数 20000 程度になり、計算の効率は極端に悪くなる。この方法の有効性の検証のためには、このモデルに基づくシミュレーション結果と心理学実験との比較等を含めた今後の更なる検討が必要である。

$$d_{ij}^+ = \sqrt{\sum_k^m (P(V_k|N_i^c) - P(V_k|N_j^+))^2}$$

コーパスの統計解析における動詞

図 12 動詞における潜在クラスを分ける手法

6.2.7. 新聞データのためのコーパスと拡張した後のコーパスにおけるシミュレーションの結果比較

第 1 章に先行研究は確率的言語知識構造の構成に用いた大規模言語データは新聞データに限られている。そのため用いられている語彙に偏りがある可能性がある」と述べた。以下では、この観点から本研究でのシミュレーション結果と先行研究のモデルに基づくシミュレーション結果を比較検討する。

表 57 は趣味課題に関して新聞データのためのコーパスと拡張した後のコーパスにおけるシミュレーションの結果比較である。表 57 のように正事例と負事例の単語を入力すると、新聞データのみに基づく計算モデルのシミュレーション結果では「社会学、政治学は登録されていない単語」と表示される。つまり新聞データのみに基づき構成された確率的言語構造には「社会学、政治学」という単語が含まれていないということがわかる。さらに、上位の結果を見ると、新聞データのための計算モデルのシミュレーション結果には正事例の単語に関係のない単語がたくさん出力されている。一方、本研究の計算モデルは「社会学、政治学」を負事例の入力として受け付けることができ、さらに結果としてすべてスポーツ

カテゴリーに属する単語が出力されている。

表 57 新聞データのみのコーパスと拡張した後のコーパスにおける

シミュレーションの結果比較：趣味課題

正事例	バスケットボール サッカー
負事例	社会学 政治学

新聞データのみの 結果	シミュレーショ ン結果	本研究の結果	シミュレーシ ョン結果
サッカー	1.698639	バスケットボール	0.881750
バスケットボール	1.698639	サッカー	0.818369
スポーツ	1.487961	ポーカー	0.589525
ゲーム	1.462878	野球	0.567476
ラグビー	1.440943	ゲーム	0.552443
船遊び	1.432255	卓球	0.537969
卓球	1.428243	ラグビー	0.520902
波乗り	1.427277	スポーツ	0.512855
野球	1.425216	テニス	0.507835
定量	1.421183	ソフトボール	0.495511
類推	1.416408	読書	0.4921
追慕	1.413103	マーじゃん	0.4689
大売り出し	1.411623	競馬	0.4429

表 58 新聞データのみのコーパスと拡張した後のコーパスにおける

シミュレーションの結果比較：会合課題

新聞データのみ の結果	シミュレーショ ン結果	本研究の結果	シミュレーシ ョン結果
		正事例 パーティー 結婚式	
		負事例 授業 会議	
結婚式	0.606897	結婚式	0.659019
パーティー	0.171683	パーティー	0.284363
勝	0.136125	レセプション	0.162920
打点	0.133566	集会	0.157625
総力	0.133094	集い	0.136055
金星	0.110954	落成式	0.134981
全社	0.101486	シンポジウム	0.128331
コンサート	0.094553	式典	0.126550
祝言	0.077882	セミナー	0.108350
殊勲	0.071329	討論会	0.108086

また、表 58 は会合課題に関して、新聞データのみのコーパスに基づく計算モデルのシミュレーション結果と、本研究で拡張したコーパスに基づく計算モデルのシミュレーション結果の比較である。正事例と負事例の単語の入力に対する、上位の結果を見ると、新聞データのみシミュレーション結果には、やはり正事例の単語に関係ない単語がたくさん出力されているが、本研究の結果ではすべて会合カテゴリーに属する単語が出力されている。

これらの結果は一例であるが、コーパスを拡張することで、本研究における計算モデルのシミュレーション結果が、大幅に改善されていることは明らかである。

謝辞

本研究を遂行し学位論文をまとめるに当たり、長期にわたって厳しくも熱意のあるご指導、ご鞭撻していただいた、指導教員である中川正宣教授に厚く御礼申し上げます。特に研究の進み方をはじめ、研究者になる道を教えてくださり、論文の書き方において拙い私の論文を何度も読んでいただき、優しく励ましてくださったことを通して、私自身の至らなさを実感することができ、将来の目標と今後の努力の原点になるものであります。また、研究だけではなく、3年間の留学生活にご支援をいただき、大変お世話になって、心より深く感謝しております。

本論文をご審査いただきました、東京工業大学大学院社会理工学研究科の前川眞一教授、室田真男教授、山岸侯彦准教授、山元啓史准教授に、心より深く感謝いたします。特に山岸先生に本論文の審査だけでなく、ゼミなど発表の場におきましても貴重なご助言、ご指導賜りました。重ねて深く感謝の意を表します。山元先生には日本語のご指導、言語学角度よりご助言をいただき、心より厚く御礼申し上げます。

研究室の助教である、寺井あすか先生には、技術的・理論的知識、実験準備、学会発表、論文執筆など、さまざまな場面でお世話になりました。ここに深く感謝の意を表します。栗山直子先生には発表練習で大変有益なコメントや励ましの言葉をいただきました。

先輩である和嶋雄一郎さん、阿部慶賀さん、上西秀和さん、博士課程の佐久間大さん、さらに中川研究室修士課程の皆様には実験環境の提供、手伝い、発表や論文のご助言など、貴重なご意見やご提案を頂きました。心から感謝申し上げます。

最後に、これまで自分の思う道を進むことに対し、温かく見守りそして支えてくださった家族に深い感謝の意を表して謝辞と致します。

参考文献

- Hadjichristidis, C., Sloman, S., Stevenson, R., and Over, D. (2004). Feature centrality and property induction. *Cognitive Science*. 28, (1), 45-74.
- Hagiwara, M., Ogawa, Y., Toyama, K. (2005). PLSI Utilization for Automatic Thesaurus Construction. *Lecture Notes in Computer Science*, 3651, 334-345.
- Hall, E. T., Hall, M. R. (1987). *Hidden Differences: Doing Business with the Japanese*. Garden City, NY: Anchor/Doubleday.
- Hofmann, T. (1999). Probabilistic latent semantic indexing, *Proceedings of the 22nd Annual ACM Conference on Research and Development in Information Retrieval (SIGIR'99)*, 50-57.
- Hofstede, G. (1991). *Cultures and Organizations—Software of the Mind*. London: McGraw-Hill.
- Holland, J.H., Holyoak, K.J., Nisbett, R.E., & Thagard, P. (1986). *Induction: Processes in inference, learning and discovery*. Cambridge, MA: MIT Press.
- <http://journal.otsuma.ac.jp/2014no24/ctrb.html>
- Johnson-Laird, P.N. (1988). *The computer and the mind*. London: William Collins Sons & Co., Ltd.
- Kameya, Y., & Sato, T. (2005). Computation of probabilistic relationship between concepts and their attributes using a statistical analysis of

- Japanese corpora. Proceedings of Symposium on Large-scale Knowledge Resources, 65-68.
- Kayo Sakamoto, Asuka Terai, Masanori Nakagawa (2007) "Computational models of inductive reasoning using a statistical analysis of a Japanese corpus", Cognitive Systems Research, 8, 282-299.
- Kayo Sakamoto, Fang Xie, Masanori Nakagawa (2010) Syntactic Dependency Analysis Reveals Semantic Concept Structure Underlying Inductive Reasoning: Towards a Domain-Inclusive Structure that Enables Context-Dependent Knowledge Selection. Cognitive Studies, Vol.17, No.1, 143-168.
- Kayo Sakamoto, Masanori Nakagawa (2008) A Computational Model of Risk-Context-Dependent Inductive Reasoning Based on a Support Vector Machine. T. Tokunaga and A. Ortega (Eds.): LKR2008, LNAI 4938, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp.295-309
- Money, R. B., Gilly, M. C., Graham, J. L. (1998). Explorations of national culture and word-of-mouth referral behavior in the purchase of industrial services in the United States and Japan. Journal of Marketing, (62), 76-87.
- Osherson, D. N., Smith, E. E., Wilkie, O., López, A., and Shafir, E. (1990). Category based induction. Psychological Review, 97, 185-200.
- Pereira, F., Tishby, N., & Lee, L. (1993). Distributional Clustering of English Words. The Proceedings of 31st Meeting of the Association for Computational Linguistics, 183-190.

- Rips, L. J. (1975). Inductive judgment about natural categories. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 665-681.
- Sanjana, N., & Tenenbaum, J. B. (2002). Bayesian models of inductive generalization. In Becker, S., Thrun, S., Obermayer, K (Eds.) *Advances in Neural Information Processing Systems*, 15. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sloman, S., A. (1993). Feature based Induction. *Cognition*, 49, 67-96.
- Sullivan, J., Peterson, R. B. (1988). "Factors Associated with Trust in Japanese-American Joint Ventures," *International Management Review*, 22 (2), 30-40.
- Weber, E. U. & Hsee, C. (1998). Cross-cultural differences in risk perception, but cross-cultural similarities in attitudes towards perceived risk. *Management Science*, 44(9), 1205-1217.
- 楠見孝(1998). 世界大百科事典（第2版），平凡社。
- 市村由美・長谷川隆明・渡部勇・佐藤光弘（2001）。テキストマイニング - 事例紹介 -。『人工知能学会誌』，16（2），192-200。
- 持橋大地・松本裕治。意味の確率的表現（2002）。『情報処理学会研究報告』，自然言語処理研究会，2002-NL-147，77-84。
- 周皓昕，张寓杰，寺井あすか，中川正宣（2014）。帰納的推論の多言語比較。2014年日本心理学会第78回大会発表論文集，P881。
- 上市秀雄・楠見孝（2000）。後悔がリスク志向・回避行動における意思決定に及ぼす影響：感情・パーソナリティ・認知要因のプロセスモデル。『認知科学』7(2),139-151。

情報通信研究機構．中国語解析技術と機械翻訳の評価．

<http://www.congre.co.jp/imttsympo/2009/program/pdf/project02.pdf>.

新渡戸稲造（著），奈良本辰也（翻訳）（1993）．武士道．三笠書房．

張寓杰，董媛，太蘭，寺井あすか，中川正宣（2014）．日本語と中国語における確率的言語知識構造の比較研究．「人間生活文化研究」．24，
222-233.

本論文に関する研究業績一覧

< 審査付き学術論文 >

1. 張寓杰, 寺井あすか, 董媛, 王月, 中川正宣. 日本語と中国語における帰納的推論の比較研究—言語統計解析に基づく計算モデルを用いて—. 「認知科学」2013, No. 20 Vol. 4, 439-469.
2. 張寓杰, 董媛, 太蘭, 寺井あすか, 中川正宣. 日本語と中国語における確率的言語知識構造の比較研究. 「人間生活文化研究」2014, No. 24, 223-233.

< 国際会議 >

1. Zhang Yujie, Dong Yuan, Wang Yue, Masanori Nakagawa. Neural Network Model of Inductive Reasoning Using Statistical Analysis of Chinese Corpora. Sixteenth International Conference On Cognitive and Neural Systems (ICCNS) 2012.
2. Zhang Yujie, Liu Huining, Asuka Terai, Masanori Nakagawa. Computational Model of Metaphor Generation Based on Statistical Analysis of Chinese Corpora. Seventeenth International Conference On Cognitive and Neural Systems (ICCNS) 2013.
3. Zhang Yujie, Asuka Terai, Masanori Nakagawa. The Comparison of Inductive Reasoning Under Risk Conditions between Chinese and Japanese Based on Computational Models: Toward the Application to

CAE for Foreign Language. The Proceedings of International Conference on Educational Technologies 2013. 119-124.

4. Zhang Yujie, Asuka Terai, Masanori Nakagawa. Development of Search Engine with Negative keywords in Chinese and Japanese: Based on a Computational Model of Inductive Reasoning. The Proceedings of 2014 International Conference on Future Communication, Information and Computer Science(FCICS) 2014.

< 国内会議 >

1. 張寓杰，董媛，王月，寺井あすか，中川正宣．中国語の言語統計解析に基づく帰納的推論の計算モデルとその実験の検証，2012年度日本認知科学学会第29回大会，P4-10.
2. 周皓昕，张寓杰，寺井あすか，中川正宣．帰納的推論の多言語比較．2014年度日本心理学会第78回大会発表論文集，P881.

付録

付録1 中国語のアンケート調査画面の例

(判断力と理解力のアンケート調査)

关于判断力与理解力的调查问卷2-1

此问卷处于停止状态，仅供浏览，请勿填写！ [恢复运行](#)

非常感谢您百忙之中参与这份问卷调查。
本调查将用于学术研究的统计分析，不会对外公布个人信息。
本调查无正确答案，请不用深思，凭直觉答题即可。
(本问卷共8个问题，每个问题有30小题，大概用时25分钟)

问题

某会议**首脑**和**学者**有资格参加，
老百姓和**旅游者**没有资格参加。

以下人物参加本次会议的可能性有多大？（请选择您认为合适的项目）

ある会議は首脳と学者が参加できる。庶民と観光客が参加できない。以下の人物がこの会議に参加できる可能性に対して、どう思いますか？（適当な選択肢を選んでください。）

1. 校长 * (校長)

非常有可能 (かなりあり得る) 有可能 (あり得る) 不知道 (わからない) 不可能 (あり得ない) 绝对不可能 (完全にあり得ない)

2. 首脑 * (首脳)

非常有可能 有可能 不知道 不可能 绝对不可能

3. 财政部长 * (財務大臣)

非常有可能 有可能 不知道 不可能 绝对不可能

4. 社会学家 * (社会学専門家)

非常有可能 有可能 不知道 不可能 绝对不可能

5. 老百姓 * (庶民)

非常有可能 有可能 不知道 不可能 绝对不可能

6. 专家 * (専門家)

非常有可能 有可能 不知道 不可能 绝对不可能

7. 旅游者 * (観光客)

付録 2 日本語のアンケート調査画面の例

ある会議について、次のことがわかっています。

首脳と学者はこの会議に参加する資格がある。

庶民と旅行者はこの会議に参加する資格がない。

このとき、「」はこの会議に参加する資格がある。」という事柄はどのくらいあり得ると思いますか？当てはまる部分に塗りつけてください。

	まったく あてはまらない		どちらで もない		非常に 当てはまる	●
	①	②	③	④	⑤	
達人	①	②	③	④	⑤	
民衆	①	②	③	④	⑤	
学者	①	②	③	④	⑤	
ジャーナリスト	①	②	③	④	⑤	
発明家	①	②	③	④	⑤	
大衆	①	②	③	④	⑤	
専門医	①	②	③	④	⑤	
旅行家	①	②	③	④	⑤	
プロ	①	②	③	④	⑤	
学芸員	①	②	③	④	⑤	
写真家	①	②	③	④	⑤	
府民	①	②	③	④	⑤	
県民	①	②	③	④	⑤	
編集者	①	②	③	④	⑤	
建築家	①	②	③	④	⑤	
●						●

付録3 日本語のリスク条件下の実験で用いた課題

課題1 交通機関課題		課題2 趣味課題		課題3 商品課題	
正事例	日本語訳	正事例	日本語訳	正事例	日本語訳
火车	列車	足球	サッカー	刀	ナイフ
汽车	車	篮球	バスケットボ	斧头	斧
負事例		負事例		負事例	
客机	旅客機	社会学	社会学	杯子	カップ
直升机	ヘリコプター	政治经济	政治経済学	脸盆	洗面器
中国語	日本語訳	中国語	日本語訳	中国語	日本語訳
竹筏	いかだ	歌星	スター	铁棍	鉄の棒
滑翔机	グライダー	跳台	ダイビング	冰锥	アイスハンマー
吉普车	ジープ車	象棋	中国将棋	盘子	お皿
吉普	ジープ	网球	テニス	托盘	トレー
航天飞机	スペースシャ	羽毛球	バドミントン	茶杯	お茶のカップ
拖拉机	トラクター	排球	バレーボール	利剑	カミソリ
卡车	トラック	霹雳舞	ブレイクダンス	烟袋	キセル
巴士	バス	保龄球	ボウリング	盾牌	シールド
歼击机	攻撃戦闘機	马球	ポロ	弹片	銃弾の破片
航班	フライト	魔术	マジック	铁锹	シャベル
面包车	マイクロバス	橄榄球	ラグビー	锤头	ハンマー
汽艇	汽船	科学	科学	钢刀	スチールナイフ
游船	観光船	杂技	雑技	剑	剣
救护车	救急車	自然科	自然科学	宝剑	宝剣
军舰	軍艦	实证	実証	篮子	バスケット
飞行器	航空機	女足	女子サッカー	手绢	ハンカチ
三轮车	三輪車	人类学	人類学	手帕	ハンカチ
战斗机	戦闘機	乒乓球	卓球	利刃	鋭い刀
轮船	大きい汽船	男篮	男子バスケット	刀片	刃先
船	船	天文	天文学	鼠标	マウス
地铁	電車	动力学	動力学	镰刀	鎌
马车	馬車	妇科	婦人科	弓	弓
轰炸机	爆撃機	话剧	舞台劇	短刀	短いナイフ
运输机	輸送機	法医学	法医学	竹竿	竹の棒
列车	列車	歌舞	踊り	长剑	長剣
电车	路面電車	田径	陸上競技	名片	名刺

付録4 日本語のリスク条件下の実験で用いた課題

課題1 交通機関課題

正事例
列車
車
負事例
旅客機
ヘリコプター

日本語
乗用車
バス
快速
電車
保冷車
新幹線
トラック
コースター
人力車
航空機
タンカー
漁船
軍用機
市バス
ジャンボ機
屋形船
客車
ライトバン
トロッコ
マイカー
貨物船
護送車
マイクロバス
ヘリ
客船
高級車

課題2 趣味課題

正事例
サッカー
バスケットボール
負事例
社会学
政治学

日本語
スポーツ
観察
洗濯
テニス
経営学
教育学
心理学
撮影
恋愛
魚釣り
養生
卓球
経済学
ゲーム
建築学
修行
ラグビー
野球
工学
人類学
部活
補習
ポーカー
法学
インターン
ソフトボール

課題3 商品課題

正事例
ナイフ
短刀
負事例
カップ
洗面器

日本語
ボトル
樽
機関砲
急須
太刀
ロケット弾
小銃
缶
短剣
大麻
白刃
刃物
匕首
銃剣
ポット
ミサイル
印籠
刀
ペン先
重箱
高射砲
鉄砲
火縄銃
瓶
錫杖
バケツ

付録 5 EM アルゴリズムによる推定方法

以下に本研究で用いた Kameya & Sato(2005)の手法における、EM アルゴリズムの詳細を記載する。

E(xpectation)-step:

$$P(c_h | n_i, a_j) = \frac{P(n_i | c_k)P(a_j | c_k)P(c_k)}{\sum_k P(n_i | c_k)P(a_j | c_k)P(c_k)},$$

$$E[c_h] = \sum_{i,j} F(n_i | a_j)P(c_h | n_i, a_j),$$

$$E[n_i | c_h] = \sum_j F(n_i | a_j)P(c_h | n_i, a_j),$$

$$E[a_j | c_h] = \sum_i F(n_i | a_j)P(c_h | n_i, a_j),$$

M(aximization)-step:

$$P(c_h) = \frac{E[c_h] + \alpha}{V' + \alpha V^c}$$

$$P(n_i | c_h) = \frac{E[n_i | c_h] + \alpha}{E[c_h] + \alpha V^n}$$

$$P(a_j | c_h) = \frac{E[a_j | c_h] + \alpha}{E[c_h] + \alpha V^a}$$

$F(n_i, a_j)$ は名詞と形容詞もしくは動詞の共起頻度数、 V' は全共起頻度数で $V^t = \sum_i \sum_j F(n_i, a_j)$, V^c は潜在クラス数, V^n は名詞数, V^a は形容詞数もしくは動詞数, α は平滑化パラメータで, この方法に基づきスパースネス問題($F(n_i, a_j)=0$ の場合)が解消される。

EM アルゴリズムにおいては, 係り受け共起頻度データ D が与えられたときの, パラメータ θ (ここでは上記 Kameya & Sato のモデルにおける分布パラメータ $P(n_i|c_h), P(a_j|c_h), P(c_h)$ の総称として θ とする)の事後確率 $P(\theta | D)$ を考える. ここでは式(4)により, 尤度 $P(D | \theta)$ の代わりに事後確率 $P(\theta | D)$ の最大化を行う. なお, 事前分布 $P(\theta)$ にはこのような場合, 一般的に用いられる Dirichlet 分布を仮定する (Blei, Ng & Jordan, 2003; Buntine & Jakulin, 2004).

$$P(\theta | D) = \frac{P(D|\theta)P(\theta)}{\int P(D|\theta)P(\theta)d\theta} \propto P(D|\theta)P(\theta)$$