

不定自然変換理論に基づく比喩理解モデルの実験的検証 Experimental validation of a model of metaphor comprehension based on the theory of indeterminate natural transformation

池田 駿介¹, 布山 美慕², 西郷 甲矢人³, 高橋 達二^{1,4}

Shunsuke Ikeda, Miho Fuyama, Hayato Saigo, Tatsuji Takahashi

東京電機大学¹ 早稲田大学² 長浜バイオ大学³ 理化学研究所⁴

Tokyo Denki University¹ Waseda University² Nagahama Institute of Bio-Science and Technology³ RIKEN⁴
tatsujit@mail.dendai.ac.jp

概要

意味の創造過程としての動的な比喩理解のため提案として、圏論の概念を用いて構築された不定自然変換理論 (TINT: theory of indeterminate natural transformation, 布山 & 西郷, 2019; Fuyama & Saigo & Takahashi, 2020) に基づき、2つのシミュレーションを実施する。また、実験によって、人間の比喩解釈となる対応づけデータを収集し、これをシミュレーション結果と比較することで、TINT がどこまで人間に近い判断を行うことができるのかを検証する。

キーワード：比喩，圏論，類似，類推

1. はじめに

意味の創造過程と類推・転移学習を探求するための仮設として近年に提案された不定自然変換理論 (TINT) は、さしあたりは比喩理解のモデルとして研究が進められている。TINT はイメージの意味を、イメージの間の連想関係として定義する。その上で、イメージの連想ネットワークの構造が、被喩辞のイメージからの喩辞のイメージの連想を端緒として動的に変化する過程として、比喩理解過程をモデル化する。このモデル化のために導入し用いたのが、圏論の諸概念である。イメージの意味をコスライス圏で、喩辞と被喩辞のイメージの意味の対応づけを関手で、比喩理解の過程は無数に考えられるため、適切な関手の探索が難しい。したがって、まずは自明な関手を構築し、そこからの自然変換を探索することで、比喩の理解として適切な関手を構築するという過程によって表現している。これに加えて、動的な過程として比喩理解を表現するために、あるイメージから別のイメージへの連想確率を導入し、圏の不定化を行っている。このようにして、全てのイメージどうしの連想関係を表す射に連想確率が付与されている圏を、潜在圏と呼ぶものとする。この潜在圏の連想確率を元に、あるイメージから別のイメージが連想されると判断された場合には、その

イメージの間の射は圏に残り、そうでない場合には圏から消える。これを「励起 (excitation)」および「緩和 (relaxation)」と呼び、それぞれがどのように起きるのかがルールとして定める。ある時刻において励起している射からなる圏が、顕在圏と呼ばれる。¹

TINT の大きな特徴をなすのは、イメージ間の連想と合成性という最小の仮定を用いることで知識表現を行う点、そしてまた、構造同士の対応づけ自体も、自明な関手を構築してそこから自然変換を探索することにより、元の知識表現以上の仮定を入れることなくボトムアップに表現する点である。本論文で行う検証の主眼の一つは、小さな仮定 (ほぼ最小の仮定) を前提とする知識表現、および、ボトムアップな構造の対応づけから出発した場合に、人の比喩理解に対応する構造同士の対応づけをどの程度までなしうるか、という点にある。この検証のために二つのアルゴリズム、すなわち、構造を無視する「TINT 未満」のアルゴリズムと、最小の構造を保存する「ミニマル TINT」のアルゴリズムを導入する。さらに、人間が比喩を解釈する際には喩辞と被喩辞の意味の間でどのような対応づけが行われているのかというデータを実験により取得し、シミュレーション結果と比較する。これは、TINT が人間の比喩理解をどこまで説明できるのかを検証するためである。

2. シミュレーション

本論文では、2種類のシミュレーションを実装することにより、コスライス圏を用いた知識表現とボトムアップな構造の対応づけから、人間が行うような対応づけがどの程度なされうるのかを検証する。

1つのシミュレーションは、対象同士の対応づけを行うものである。これは、コスライス圏における対象 (圏 C においては特定の対象からの射) のみを励起さ

¹不定自然変換理論を詳細に説明したものとしては (布山 & 西郷, 2019; Fuyama & Saigo & Takahashi, 2020) を参照。

せ、そのコスライス圏の対象同士をのみ対応づけるという方法である。例として、コスライス圏 $B \setminus C$ に B から $X_1 \sim X_4$ への射 $b_1 \sim b_4$ (コスライス圏においては対象) が存在し、さらに $i_1: X_1 \rightarrow X_2$ と $i_2: X_3 \rightarrow X_4$ が存在するとする。この場合に対象同士の対応づけとは、 $i_1: X_1 \rightarrow X_2$ や $i_2: X_3 \rightarrow X_4$ のような射を無視し、コスライス圏 $B \setminus C$ の対象 b_1 や b_2 に対し、 $A \setminus C$ において対応する対象を探索するものである (圏 C において見ると、 B を域とする射のみを A を域とする射に対応づけることに対応する)。この場合には、喩辞・被喩辞の意味を表すコスライス圏には (恒等射を除いて) 対象以外は存在しないため、コスライス圏において、ある対象について他の対象との関係を考えて対応づけを行うことはしない。

もう1つのシミュレーションは、三角構造同士の対応づけを行うものである。三角構造とは、コスライス圏の射となる構造であり、この三角構造を考えることによって、対象同士の対応づけでは無視していた i_1 や i_2 のようなイメージの間の関係性を表す射を考慮しつつ対応づけを行うことができる。具体的には、コスライス圏 $B \setminus C$ に存在する三角構造からコスライス圏 $A \setminus C$ に存在する三角構造への対応づけを行う。構造同士の対応づけを目的とする TINT は、意味を表すコスライス圏の構造をいくつかの三角構造に切り分ければ、より大きな範囲の対応づけを行うことも可能となる。しかしその場合には、シミュレーションが複雑になり結果の解釈が難しくなる。そこで本研究では、結果の解釈と、対象同士の対応づけとの比較、その両方を容易にすることを目的として、最も小さい構造である三角構造1つを喩辞のコスライス圏に励起させ、その三角構造を被喩辞の三角構造に対応づけるという形でシミュレーションを実装する。

このシミュレーションは、大まかには以下のような流れである。まず、喩辞・被喩辞の意味を表すコスライス圏の初期状態の設定を行う。次に、自明な関手である Base of Metaphor Functor (BMF) の構築を行い、BMF からの自然変換を探索して比喩の解釈として妥当な関手である F の構築を行う。この流れに沿う形で、それぞれのシミュレーションについての説明を行う。

2.1 対象同士の対応づけ (構造無視)

「蝶は踊り子のような」 という比喩を例に取って、TINT モデルでの対象同士の対応づけのシミュレーション方法を以下に説明する。最初に、喩辞・被喩辞の意

味を表すコスライス圏の初期状態を設定する。まず、喩辞となるイメージから連想される8つのイメージを挙げた。この8つのイメージを「踊り子の初期イメージ」と呼ぶこととする。喩辞のコスライス圏は、喩辞からその初期イメージへの射を励起させ初期状態とし、被喩辞のコスライス圏についても同様にして初期状態を定める。

次に、喩辞と被喩辞の対応づけを探索する。まず、自明な関手である BMF の構築を行う。「蝶は踊り子のような」という比喩を受けて、蝶から踊り子への射 f が生まれ、その後、射の合成によって f と踊り子から初期イメージへの射が合成され、蝶から踊り子の初期イメージへの射が生まれる。これによって関手 BMF、すなわち、踊り子から初期イメージへの射と f との合成により生まれた蝶からの射を対応づける関手を構築する。

次に、踊り子→踊りを例として、BMF からの自然変換の探索の説明をする。BMF では、踊り子→踊りと蝶→踊りの対応は、“踊り子にとっての踊り”は“蝶にとっての踊り子にとっての踊り”である、という形で解釈され表される。しかし、踊り子を経由する射との対応づけでは、蝶からの直接的な射と対応付いていないために、比喩の解釈としては不明瞭である。そこで、比喩の解釈としてより妥当な対応づけである関手 F 、すなわち、BMF からの自然変換を探索することで踊り子→踊りを蝶からの直接の射に対応づけた関手を構築する。自然変換の探索は、踊りから蝶の初期イメージへの連想確率を用いて、その連想が実際に起こるかどうかを考えることで行う²。この自然変換の探索の際に、連想確率を用いる。この連想確率は、潜在圏から取得する。例えば、踊りから蝶の初期イメージへの連想確率が「舞う: 0.8, 飛ぶ: 0.4, 花: 0.3, 女性: 0.8, 空: 0.1, 美しさ: 0.8, 儚さ: 0.5, 羽: 0.5」であるとする。実際に踊りから舞う、花、儚さが連想された場合には、この中で一番連想確率の高い射である踊り→舞うを、BMF から F への自然変換の要素として選択する。踊りから蝶の初期イメージへの射が1つも励起しない場合には、踊り子→踊りは比喩の解釈として対応づけるものがないと判断され、消える。このプロセスにおいて対象同士の対応づけの特徴となっているのは、射のそれぞれについて独立に探索が行われる点であり、これは構造の無視を反映している。

探索された自然変換の一部をなす射により、蝶→踊りが蝶→舞うに変換され、踊り子→踊ると蝶→舞うが

²自然変換は、関手の行き先の圏における射の族であるため、自然変換の探索は射の探索に帰着する。

対応する。これが比喩の解釈である関手 F の一部となる。踊り子の全ての射についてこの手順を施すことにより、踊り子の全ての射が蝶からの直接の射に対応づけられるか否か（対応付かないときには消える）が定まったときに比喩の解釈が完了する。こうして得られた関手 F が、比喩の解釈となる。

2.2 三角構造同士の対応づけ (構造考慮)

TINT モデルでの三角構造同士の対応づけのシミュレーション法を、「蝶は踊り子のようだ」を例に取って以下に説明する。最初に、喩辞、被喩辞の意味を表すコスライス圏の初期状態を設定する。喩辞のコスライス圏は、喩辞とその初期イメージで構成できる三角構造のうち1つだけを励起させ、被喩辞のコスライス圏は、被喩辞とその初期イメージで構成できる三角構造全てを励起させる。喩辞と被喩辞の意味を表すコスライス圏の例として、踊り子→舞う、踊り子→舞台（どちらもコスライス圏の対象）、舞う→舞台（射）の3つの射を持つ三角構造を初期状態とするものを考える。三角構造として、これ以降は、コスライス圏の射となる部分をとることで、三角構造（舞う→舞台）のように記述することとする。

次に、喩辞と被喩辞の構造同士の対応づけの探索を行う。まず、自明な関手である BMF を構築する。「蝶は踊り子のようだ」という比喩を受けて、蝶から踊り子への射 f が生まれ、しかる後に射の合成により f と踊り子→舞台、 f と踊り子→踊りが合成されることで、蝶→舞台、蝶→踊りが生まれる。これにより関手 BMF 、すなわち、踊り子→舞台、踊り子→踊りと、 f との合成によって生まれた蝶→舞台、蝶→踊りを対応づける関手が構築される。

次に、 BMF からの自然変換の探索について説明する。三角構造同士の対応づけにおいても、 BMF は比喩の解釈としては不明瞭さを残している。そこで関手 F 、すなわち、対象同士の対応づけと同じように BMF からの自然変換を探索することで比喩の解釈としてより妥当な対応づけとなる関手を構築する。とはいえ、三角構造同士の対応づけでは、舞台→踊りが存在するため、この射について可換性を満たすような自然変換の探索を行う必要がある。そこで、可換性を満たすような自然変換の候補を探索するにあたっては、舞台から蝶の初期イメージへ連想が起こるか、踊りから蝶の初期イメージへ連想が起こるかを同時に考えることとする。自然変換の探索の際に用いる連想確率は、対象同士の対応づけと同様に、潜在圏から取得する。

例えば、踊りから蝶の初期イメージへの連想確率が、「舞う: 0.8, 飛ぶ: 0.4, 花: 0.3, 女性: 0.8, 空: 0.1, 美しさ: 0.8, 儂さ: 0.5, 羽: 0.5」であり、舞台から蝶の初期イメージへの連想確率が「舞う: 0.7, 飛ぶ: 0.3, 花: 0.6, 女性: 0.6, 空: 0.4, 美しさ: 0.6, 儂さ: 0.3, 羽: 0.3」であるとする。そして、踊りから舞う、花、儂さへの連想と、舞台から舞う、花、女性への連想が実際になされた場合、踊りから連想された射と舞台から連想された射との組み合わせを取り、正しく可換性を満たしているペアを自然変換の要素の候補として扱う³。ただし、自然変換をなす候補である射のペアの余域が同じ場合には、構造が潰れる恒等射に対応づけが行われてしまう。このシミュレーションは、構造同士の対応づけを目的とするものであるため、射の余域が同じとなる場合は候補から除くものとする⁴。

次いで、この候補のうち、対応づけられた射同士の連想確率の差が最小のものを、 BMF から F への自然変換として選択する。例えば、踊りからの候補のうち、舞う、舞台からの候補で花を考えた場合には、踊り子→踊りと蝶→舞う、踊り子→舞台と蝶→花、踊り→舞台と舞う→花というそれぞれの射のペアにより連想確率の差をとり、その絶対値を総和する。例としては、踊る→舞う、舞台→花のペアが可換性を満たし、かつ対応づけられた射同士の連想確率の差が最小の候補である場合に、自然変換の要素としてそれを選択することができる。この際に、可換性を満たす候補が見つからない場合には、比喩の解釈ができなかったと判断する。

探索された自然変換によって、蝶→踊りが蝶→舞うに変換され、踊り子→踊りと蝶→舞うが対応づけられる。また、蝶→舞台が蝶→花に変換され、踊り子→舞台と蝶→花が対応づけられる。これらの対応づけが、比喩の解釈である関手 F となる。

3. 実験

3.1 連想確率の実験

2. 節で述べたように、TINT のシミュレーションにより自然変換の探索を行う際には、連想可能性の射に連想確率が付与された潜在圏が必要となる。そのため、潜在圏の作成にあたり必要とされるイメージ間の

³現状では、TINT で扱う圏は瘦せた圏であり、対象間の射はただか1つである。したがって、ここでの可換性の条件は、被喩辞側のコスライス圏において三角構造に対応する射が存在することである。

⁴数学的には、恒等射に移された場合も構造を保っていると定義されるけれども、TINT では射が連想を示すのであるから、踊り子→舞台を舞う→舞うのような恒等射に対応づけることは不自然と考えられる。この理由により、ここでの候補からは省くものとする。

表 1: 喩辞・被喩辞から連想したイメージ

喩辞・被喩辞	初期イメージ
蝶	舞う, 飛ぶ, 花, 女性, 空, 美しさ, 儂さ, 羽
踊り子	踊り, 女性, スカート, 夜, 音楽, 回る, 揺れる, 舞台
粉雪	やわらかい, 冷たい, 降る, 水, 融ける, 白い, 寒い, 灰色
羽毛	やわらかい, あたたかい, 鳥, 布団, ふわふわ, 羽, 白い, 軽い
笑顔	笑う, 明るい, 嬉しい, 美しい, 可愛い, 表情, 癒し, 子供
花	咲く, 明るい, きれいな, 鮮やか, 枯れる, 植物, 成長, 水

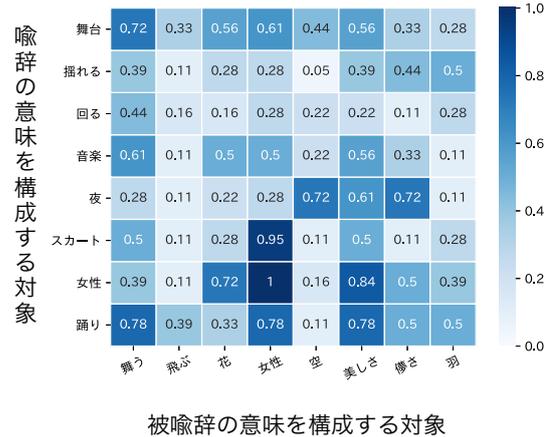


図 1: 踊り子の初期イメージから蝶の初期イメージへの連想確率

連想確率を、実験により取得した。本実験は、直喩刺激-解釈セット(岡 & 大島 & 楠見, 2019) から、喩辞の慣習性の高い「蝶は踊り子のようだ」、「粉雪は羽毛のようだ」、「笑顔は花のようだ」という3つの喩辞を対象に行った。被喩辞・喩辞となるイメージ、および、それらの初期イメージは、重複を除くと合わせて47個となった。表1に示したのは、それぞれの喩辞、被喩辞の初期イメージである。4人の実験参加者に対し、 $47 \times 46 = 2,162$ 個の連想について、「A から B を連想する強さ:1,2,3,4,5」のような提示を行い、連想強度を5件法(1:連想しない~5:強く連想する)により評価してもらった。しかる後、連想強度のそれぞれを(連想強度:連想確率の対応づけで書く)「1: 0.05, 2: 0.275, 3: 0.5, 4: 0.725, 5: 0.95」の変換規則に基づいて連想確率に線形変換し、4人のデータの平均をとった。

これらの中から、今回のシミュレーションでは「蝶は踊り子のようだ」という喩辞についてのデータのみ抽出したものをを用いる。具体的には、蝶から蝶の初期イメージへの連想確率、踊り子から踊りの初期イメージへの連想確率、踊り子の初期イメージから蝶の初期イメージへの連想確率を、それぞれ抽出する。また、恒等射の連想確率は1.0とする。今回のシミュレーションでは、これらのイメージ間の連想関係を射とし、各射それぞれに抽出した連想確率を付与したものを潜在圏として用いることとする。図1に一例として示したのは、「蝶は踊り子のようだ」という喩辞の対象同士の対応づけのシミュレーションで自然変換の探索を行う際に用いる連想確率である。

3.2 人間の喩辞解釈実験

TINTの対応づけがどの程度うまくいっているのかを判断するためのデータとして、実験により人間の喩辞の解釈のデータを収集した。実験参加者はクラウドソーシングで募集し、実験形式としては、実験作成ツールである Qualtrics 上に用意した喩辞の解釈実験にアクセスしてもらった上で、そこに出現される設問

に回答してもらう方法を採用した。設問中では、まず最初に、蝶の持つ特徴8個、踊り子の持つ特徴8個が提示される。これはシミュレーションでのコストライク圏の初期状態に対応する。蝶と踊り子、それぞれ8個の特徴は、表1の蝶と踊り子の初期イメージを対象とした。そして、踊り子の持つある特徴Aと蝶の持つある特徴Bについて、『「踊り子にとってのA」を「蝶にとってのB」に対応づけるのにどのくらい同意しますか?』と設問し、それに対して、1~5(1:まったく同意しない~5:強く同意する)で回答してもらった。設問数は、設問の形式に慣れてもらうための練習問題がはじめに5問ある。本筋となる、喩辞理解の際の対応づけの評価の設問は、踊り子の特徴1つから蝶の8つの特徴への対応づけ、もしくは、その特徴は対応づけるものがない、から選んで回答してもらう形式である。このような設問が、踊り子の持つ特徴8個と蝶の持つ特徴8+1(対応づけるものはない)の $8 \times 9 = 72$ 問となった。実験の最後にもう一度練習問題が4問ある。こうして、以上の合計から81問となった。また、本筋の設問が提示される順番は、参加者ごとにランダムに設定されるように設定した。

本実験の実験参加者は、20~24歳から60~64歳の男女50人であった⁵。回答精度の観点から、回答にかかった時間の昇順で50人の回答データを並べ替え、上位下位10%のデータは使用しなかった。また、実験参加者がどの程度説明文などを注意して回答を行っているかを確認することを目的として、IMC (Instructional manipulation check) と呼ばれる、特定の回答へと誘導する設問を出題した。その設問に正しく回答しない参加者の回答は分析対象から外した (Oppenheimer, Meyvis, & Davidenko, 2009)。以上のことから、実際に

⁵詳しい年齢は不要なため年齢回答は5歳毎とした。

有効なデータとして採用したのは、実験参加者 50 名中 37 名の回答である。そして、実験参加者 37 名の回答で平均をとった結果を分析した。

この結果が示しているのは、人間が「蝶は踊り子のようだ」という比喩を理解する際に、喩辞の意味を構成する対象から被喩辞の意味を構成する対象への対応づけにどの程度同意できるかということである。これを見ると、舞台と対応づく対象として最も強い同意が得られたものは空であり、踊りと対応づく対象として最も強く同意が得られたものは舞うと飛ぶであった。また、女性の対応づけについて、女性を美しさに対応づけることに最も強い同意が得られた。さらに、全ての対応づけについて、その喩辞の対象は被喩辞のどの対象とも対応づけられることはないという設問に対しては、同意しないと回答する傾向が見られた。

4. シミュレーション結果

4.1 対象同士の対応づけ (構造無視)

「蝶は踊り子のようだ」という比喩に対し、1,000 回のシミュレーションを行った結果を分析する。

この結果が示したのは、対象同士の対応づけのシミュレーションを 1,000 回行った場合に、喩辞の意味を構成するある対象が被喩辞の意味を構成する対象に対応づけられた回数である。ここからは、例えば以下のようなことを読み取ることができた。舞台は舞うに対応づけられることが最も多く、その回数は 725 回であった。踊りは舞うと女性に対応づけられることが多く、その回数は 345 回と 350 回であった。また、人間の対応づけでは女性を美しさに対応づけることが最も同意が強かったけれども、対象同士の対応づけでは女性は 1,000 回のシミュレーション中 1,000 回女性に対応づけられたことが確認できた。

4.2 三角構造同士の対応づけ (構造考慮)

喩辞と被喩辞の初期イメージで構成できる全ての三角構造、56 個のそれぞれにつき、「蝶は踊り子のようだ」という比喩のシミュレーションを 1,000 回行った。例として、三角構造 (踊り→女性) のシミュレーション結果を分析する。

これは、三角構造 (踊り→女性) を考慮した対応づけのシミュレーションを 1,000 回行った場合に、喩辞の意味を構成するある対象が、被喩辞の意味を構成する対象へと、何回対応づけられたかを示すものである。そこから、踊りは舞うに対応づけられることが多い点は対象同士と同様であるけれども、その回数は 650

回であり、対応づけられた回数が増加していることが読み取れた。また、対象同士では対応づけが行われなかった飛ぶにも、対応づけが 163 回行われている。女性は、対象同士では 1,000 回中 1,000 回女性と対応づけられていたのに対し、三角構造同士では女性に対応づけられるのは 212 回と減少し、最も対応づけられたのは美しさの 564 回であった。これは、人間の女性の対応づけの傾向と同様な結果となった。これらの結果から、三角構造を考慮しながらの対応づけを行う場合、対象同士の対応づけの傾向からの変化があることが示された。

5. 人間の比喩解釈と TINT の比較

シミュレーションにより出力された TINT の二つのモデルの対応づけの傾向と、人間の対応づけの傾向のデータとを比較することにより、人の比喩理解と類似した対応づけができるのかについて検証を行うことができる。

5.1 相関係数による分析

対象同士の対応づけの傾向、および、三角構造同士の対応づけの傾向のそれぞれについて、人間の対応づけとの類似度を調べるため、スピアマンの順位相関係数を計算した。この相関係数が高いほど、シミュレーションと人間の対応づけが近いことが示唆される。喩辞の対象のそれぞれについて、その対象が TINT の対象同士の対応づけにおいてはどのように対応づけられたのかというデータと、その対象を人間はどのように対応づけたのかというデータを用いて、相関係数を計算した。三角構造の対応づけについては、このシミュレーションで喩辞のコスライス圏の初期状態として設定した対象のみ、対象同士の対応づけと同様に相関係数を計算した。

5.2 結果

以下に、シミュレーション結果による対象同士の対応づけと、人間の対応づけとの相関係数を分析する。対象同士の対応づけと人間の対応づけとの相関係数に関しては、相関がやや高い対応づけも存在するものの、有意水準 10% でも、有意なペアは存在しなかった。対象同士の対応づけの方法では、人間に近い判断ができず、比喩の解釈として妥当な対応づけが困難であることを、この結果は示唆している。

次に、56個の三角構造同士のシミュレーション結果と、人間の対応づけの相関係数を計算することにより、相関係数が0.4以上となった三角構造について、以下に分析する。

三角構造を構成する二つの対象の対応づけの、いずれにおいても、有意水準10%で有意である三角構造は、(女性→踊り)、(スカート→踊り)、(舞台→踊り)の3つ。さらに、どちらも有意水準5%で有意である三角構造は、(踊り→女性)、(舞台→夜)であった。

以上のことから、対象同士の対応づけでは有意な相関のペアは存在しなかったのに対して、三角構造を考慮した対応づけによっては、いくつかの有意な相関のペアが見出されたことになる。この結果は、三角構造を考慮することで、対象同士の対応づけよりも人間に近い対応づけが可能となることを示唆するものである。

さらに、対象同士の対応づけと人間の対応づけの相関係数、三角構造同士の対応づけと人間の対応づけの相関係数において、三角構造同士の対応づけと人間との相関係数が、対象同士の対応づけと人間の相関係数を上回っている場合、それは、構造を考慮することで人間に近い判断ができていると解釈することが可能である。三角構造同士の対応づけと人間の相関係数が、三角構造をなすどちらの対象においても対象同士の対応づけと人間の相関係数を上回っているもの、および、それとは逆に、三角構造をなす対象のどちらについても、相関係数が対象同士の対応づけと人間の相関係数を下回っているものを考えた。

その結果としては、56中16個の三角構造において、対象同士の対応づけよりも人間の対応づけとの相関が高かった。他方で、56個中15個の三角構造では、対象同士よりも相関が低かった。以上の結果は、一見すると、両手法と人間の判断の近さに差がないことを示唆するようにも思われる。しかし、この結果には人間が連想しづらい射を持つ三角構造についての結果が含まれるため、さらなる議論が必要とされる。

References

布山 美慕 西郷 甲矢人, (2019). 不定自然変換理論の構築：圏論を用いた動的な比喩理解の記述, 知識共創, 8, III, 5, 1-11.

Miho Fuyama, Hayato Saigo, Tatsuji Takahashi (2020). A category theoretic approach to metaphor comprehension: Theory of indeterminate natural transformation, *BioSystems*, 104213.

岡 隆之介 大島 裕明 楠見 孝 (2019), 比喩研究のため

の直喩刺激-解釈セット作成および妥当性の検討, 心理学研究, 90, 1, 53-62

Daniel M. Oppenheimer, Tom Meyvis, Nicolas Davidenko (2009). Instructional manipulation checks: Detecting satisficing to increase statistical power. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45, 4, 867-872