

| | |
|--------------|---|
| Title | 比喩の理解・生成に関する研究の調査 [課題研究報告書] |
| Author(s) | 岡村, 一徳 |
| Citation | |
| Issue Date | 2014-03 |
| Type | Thesis or Dissertation |
| Text version | author |
| URL | http://hdl.handle.net/10119/12044 |
| Rights | |
| Description | Supervisor: 島津 明 教授, 情報科学研究科, 修士 |

課題研究報告書

比喩の理解・生成に関する研究の調査

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報科学専攻

岡村 一徳

2014年3月

課題研究報告書

比喩の理解・生成に関する研究の調査

指導教員 島津 明 教授

審査委員主査 島津 明 教授

審査委員 東条 敏 教授

審査委員 白井 清昭 准教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報科学専攻

0910902 岡村 一徳

提出年月 2014年2月

概要

私たちは日常生活において言葉を通じて、外部世界を認識したり、経験や知識を獲得したり、考えを表現したり、複数人での共有理解を深めたりしている。このような日常の言葉は、その時代の文化や風習の変化の中で生きていて、言葉や意味が変わりながらも安定したコミュニケーションが実現されている。

この方策のひとつが比喩や直喩と考えられる。ある概念をある概念に喩えたり、ある概念の一側面を別な概念から捉え直すことにより、新しい世界が広がり、これまでになく解明が生まれ、知識や経験が拡大され、知識が共有理解されやすくなったりする。

こういった比喩や直喩は私たちのまわりに存在している。たとえば、「人間の心はコンピュータである」「人生はドラマだ」「議論は戦争である」「君はわたしの太陽だ」はメタファーである。「人生は羅針盤のない旅のようなものだ」「人生は川の流れのようだ」とは直喩である。「AはBである(A is B)」のように、被喩辞のAを喩辞のBによって喩える表現である。

比喩とは、われわれの思考活動や、知識を構築する基礎のひとつであると考えられる。したがって、わたしたちの心的活動、言語活動の解明には重要な現象であるとともに、言語進化あるいはそのベースである知能の進化の重要な機能と考えられる。その比喩はどのように生成され、理解されるのだろうか。

言語学や認知心理学の分野では、比喩の理解過程の理論モデルとしては、伝統的には字義文解釈と比喩文解釈は別プロセスでかつ字義的解釈が優先されるものであった。その後、過去40年あまりの間に、Contrast Modelや顕著性落差モデルのような非喩辞と喩辞それぞれが持つ属性や特徴をもとにした特徴比較理論、構造整列理論のような非喩辞と喩辞それぞれが持つ構造をもとにした構造比較理論、類包含モデルのような非喩辞と喩辞が属するカテゴリーをもとにしたカテゴリー理論などが登場していった。また、比喩の定着過程として段階性顕著性仮説、比喩生成基盤として、概念メタファーや身体化理論が提唱されている。

自然言語処理の分野では、先行する比喩の言語理論をもとに、関連性理論、連想概念辞書、確率的概念辞書を用いた各比喩理解計算モデルや、比喩生成の計算モデルが提唱されている。

本課題研究の目的は、比喩の生成や理解について、言語学や認知心理学の分野での研究と、自然言語処理の分野での研究をサーベイすることである。そして、理論面とアルゴリズム面の両面でのこれまでの代表的な知見を整理し、これから比喩に関する自然言語処理研究にたずさわる人にとって、言語理論と計算アルゴリズムの両面から捉える今後の研究への導入の一助とすることである。

目次

| | | |
|-------|-----------------------------|----|
| 第1章 | はじめに | 4 |
| 1.1 | 背景 | 4 |
| 1.2 | 目的 | 5 |
| 1.3 | 本論文の構成 | 6 |
| 第2章 | 比喩の概説と言葉の定義 | 7 |
| 2.1 | 比喩の概説 | 7 |
| 2.2 | 言葉の定義 | 8 |
| 第3章 | 比喩の理論関連 | 9 |
| 3.1 | 比喩理解過程 | 9 |
| 3.1.1 | Contrast Model | 9 |
| 3.1.2 | 顕著性落差モデル | 11 |
| 3.1.3 | 構造整列理論とメタファー履歴仮説 | 12 |
| 3.1.4 | 類包含モデル | 17 |
| 3.1.5 | 創発特徴 | 20 |
| 3.2 | 比喩の定着過程 | 21 |
| 3.2.1 | 段階性顕著性仮説 | 21 |
| 3.3 | 比喩生成基盤 | 23 |
| 3.3.1 | 概念メタファー | 23 |
| 3.3.2 | 身体化理論 | 27 |
| 第4章 | 自然言語処理分野での比喩理解モデル | 28 |
| 4.1 | 関連性理論を用いた計算モデル | 28 |
| 4.2 | 連想概念辞書とニューラルネットワークを用いた計算モデル | 32 |
| 4.3 | 確率的概念構造を用いた計算モデル | 36 |
| 4.4 | 比喩文の生成支援 | 40 |
| 第5章 | まとめ | 45 |
| | 謝辞 | 47 |
| | 参考文献 | 48 |

第1章 はじめに

1.1 背景

私たちは日常生活において言葉を通じて、外部世界を認識したり、経験や知識を獲得したり、考えを表現したり、文学で感動をしたり、複数人での共有理解を深めたり、また人とコミュニケーションにより内容の伝達をしたりしている。このような日常の言葉は、その時代の文化や風習の変化の中で生きていて、言葉や意味が変わりながらも安定したコミュニケーションが実現されている。このためには、既存の知識や世界を新しい視点で解釈しなおす方法が必要である。

この方策のひとつが比喩と考えられる。ある概念をある概念に喩えたり、ある概念の一面を別な概念から捉え直すことにより、新しい世界が広がり、これまでになかった解釈が生まれ、知識や経験が拡大され、知識が共有理解されやすくなったりする。

こういった比喩は私たちのまわりに存在している。たとえば、「人間の心はコンピュータである」「人生はドラマだ」「議論は戦争である」「君はわたしの太陽だ」「人生は羅針盤のない旅のようなものだ」「人生は川の流れのようだ」といったメタファーや直喩といわれるものがある。「AはBである(A is B)」のように、被喩辞のAを喩辞のBによって喩える表現である。

比喩とは、われわれの思考活動や、知識を構築する基礎のひとつであると考えられる。したがって、わたしたちの心的活動、言語活動の解明には重要な現象であるとともに、言語進化あるいはそのベースである知能の進化の重要な機能と考えられる。しかしながら哲学や言語学では修辞学としてとらえられ、言葉のあや程度にしかとらえられてこなかったのが事実であり、やっとこの数十年で比喩が研究対象へと変化してきている[7, 34, 36]。

大部分の伝統的な哲学はこの世界や自分自身を理解する上でメタファーは、仮に果たしているとしてもほとんど無きに等しい役割しか果たしていないと考えている。つまりメタファーは伝統的に哲学においても言語学においても真摯な関心が払われることなく無視されてきたが、むしろメタファーは重大な関心の対象となるべき問題なのであり、理解というものを適切に説明する鍵となるのではないか[8]。

古代、中世から現代に至るまで、レトリックの中心的なテーマとして研究されてきたメタファーは、日常の概念体系、知覚・記憶・連想、思考・推論・判断などの人間の重要な認知能力であり、認知科学の関連分野やさまざまな学際領域で研究対象となっている[10]。

メタファーは思考と言語を解明するカギと考える。ヒトの心には感覚的にとらえられる表層を見通して、その下にある抽象的構造を見分ける能力が備わっている。常に要請に応じられるわけではないし、完全無欠でもないが、人間の条件を形づくるに足る頻度と洞察力をもってその能力は発揮される[9]。

比喩の理解を中心とする自然言語処理のプロセスは、形式的な統語解析や意味解析だけでなく、その背後の潜在的な意味をも言語外の一般知識や文脈情報にもとづく推論によって補完していく柔軟な認知プロセスの一種と考えられる [10]。

また、2011年に国立情報学研究所「人工知能頭脳プロジェクト」ーロボットは東大に入れるか？ーのプロジェクトが開始され、2021年までに東京大学入学試験で合格点を取るシステムの開発を目指しているが、この中でも比喩的表現の解釈を必要とする問題があり、研究対象になっている。

1.2 目的

比喩はどのように生成され、理解されるのだろうか。またどのように比喩文と理解されるようになるのだろうか。比喩の中で典型的と考えられるメタファーと直喩に関して疑問や特徴がいくつかある。たとえば、「メタファーや直喩はどのようにその意味が解釈されるのか」「メタファー文と字義文では理解のプロセスに違いがあるのか」「メタファーと直喩はどのように違うのか」といった基本的な問題から、「メタファーや直喩は主題と喩辞を入れかえると意味が異なるのはなぜか」「新しいメタファーと良く知られたメタファーの理解のプロセスに違いはあるのか」「新しいメタファーがよく知られるメタファーになっていくメカニズムは何か」「直喩からメタファーへ移り変わるメカニズムは何か」「メタファーと直喩は言い換えられるが、字義文では言い換えられないのはなぜか」「メタファーが生成される基盤は何か」「死んだ比喩」などが主なものとしてあげられる。研究者たちはそのメカニズムの解明に取り組んでいる。

言語学や認知心理学の分野では、比喩の理解過程の理論モデルとしては、伝統的には字義文解釈と比喩文解釈は別プロセスでかつ字義的解釈が優先されるというものであった。その後、過去30年あまりの間に、Contrast Model [2] や顕著性落差モデル [3] のような非喩辞と喩辞それぞれが持つ属性や特徴をもとにした特徴比較理論、構造整列理論 [4, 5, 6] のような非喩辞と喩辞それぞれが持つ構造をもとにした構造比較理論、類包含モデル [12, 13] のような非喩辞と喩辞が属するカテゴリーをもとにしたカテゴリー理論などが登場していった。また、比喩の定着過程として段階性顕著性仮説 [14]、比喩生成基盤として、概念メタファー [8] や身体化理論 [16] が提唱されている。

自然言語処理の分野では、先行する比喩の言語理論をもとに、関連性理論、連想概念辞書、確率的概念辞書を用いた各比喩理解計算モデル [17, 18, 22, 23, 24] や、比喩生成の計算モデル [29] が提唱されている。

本課題研究の目的は、比喩の生成や理解について、言語学や認知心理学の分野での研究と、自然言語処理の分野での研究をサーベイすることである。そして、理論面とアルゴリズム面の両面でのこれまでの代表的な知見を整理し、これから比喩に関する自然言語処理研究にたずさわる人にとって、言語理論と計算アルゴリズムの両面から捉える今後の研究

への導入の一助とすることである。

1.3 本論文の構成

第2章では、導入部分として比喩の概説と、本課題研究で使用する言葉の定義を行う。

第3章では、言語学や認知心理学的の分野での代表的な比喩関連研究を紹介する。基本となる比喩の理解過程としては、特徴比較理論であるContrast Model [2] や顕著性落差モデル [3]、構造比較理論として構造整列理論 [4, 5, 6]、カテゴリー理論として類包含モデル [12, 13] を概説する。また比喩の定着過程として段階性顕著性仮説 [14] を概説する。そして、比喩生成基盤として概念メタファー [8] と身体化理論 [16] を概説する。

第4章では、自然言語処理の分野での比喩関連モデルの研究を紹介する。関連性、連想概念辞書、確率的概念辞書を用いた各研究と、比喩生成の支援研究について、基本となる言語理論とともに概説する。

第5章は本課題研究のまとめである。

第2章 比喩の概説と言葉の定義

2.1 比喩の概説

山梨正明 (2007) [10] をもとにして比喩について概説する。

(1) 隠喩 (メタファー)

メタファーは、「AはBである (A is B)」のように、比喩であることが明示されない比喩のことであり、AをBによって喩える表現である。これは統語論的には字義的な表現とは区別がつかない。

事例：「人間の心はコンピュータである」「人生はドラマだ」「議論は戦争である」「君はわたしの太陽だ」

(2) 直喩

直喩 (シミリ) とは、「AはBのようだ (A is like B)」のように、比喩であることが明示されている比喩のことであり、AをBによって喩える表現である。これは統語論的には字義的な表現とは区別がつかない。

事例：「人生は羅針盤のない旅のようなものだ」「人生は川の流れるようだ」は直喩である。

(3) 換喩

あるひとつのものを、それに関連した他のものによって表される言葉のあやの一種である。この場合、あるものとその代わりになるものは、質的に同じものの一部という関係にあるわけではない。また、一方が質的にもう一方に部分・全体の関係で含まれるわけではない。

事例：「一升瓶を飲みほす」「池が枯れてしまう」「平安神宮は今が満開だろう」「私はドンブリが好きだ」「詰め襟が歩いてきた」「ベートーベンを聞く」「芥川を読む」

(4) 提喩

一般に部分で全体、逆に全体でその部分を表したり、あるいは類で種、逆に種で類を表したりする言葉のあやの一種である。

事例：「車[→乗り物全般を表す]」「青い目[→外人を表す]」「花[→桜を表す]」「ご飯[→食べ物全般を表す]」

(5) 述語的比喩 (動詞や形容詞)

上記(1)(2)の名詞によるメタファーや直喩でなく、動詞や形容詞が述語 (喩辞) となる比喩の場合である。

事例：「社長が湯気をたてている」「彼は夢を食べて生きている」「怒りが煮えたぎる」
「黄色い声」

上記(1)から(5)の比喩に関しては、言語表現の意味内容だけでは比喩性が明らかでない場合がある。その場合は、前後の文脈や、聞き手や読み手が持っている知識、日常の言語表現の具体的な事実との関連などから意味を判別していくことになる。

2.2 言葉の定義

本課題研究で使用している用語について下記に示す。

研究者が論文の中で使用する用語をできるだけそのまま使用するため、同じ意味だが複数の用語を使用している。

- ・ 隠喩またはメタファー
「AはBである」の形式の比喩
- ・ 直喩
「AはBのようである」の形式の比喩
- ・ 非喩辞または主題またはターゲットまたはtargetまたはtopicのいずれかで表記
喩えられるAのこと
- ・ 喩辞またはベースまたはbaseまたはsourceまたはvehicleのいずれかで表記
喩えるBのこと
- ・ 字義文
文字通りの意味を持つ文のこと
- ・ 比喩文
比喩の意味を持つ文のことを

第3章 比喩の理論関連

3.1 比喩理解過程

以前は、私たちの言語理解の過程には字義通りに解釈しようとする機能と比喩的に解釈する機能があり、字義通りの解釈機能が優先するという考え方があった([10] [11])。それによると、比喩を理解する過程は次の3つのステップを踏んで理解するというものであった。第1ステップは発話を字義通りの意味で解釈をしようとする。ここで言葉の意味がうまく理解できない場合は、第2ステップとして発話が文脈と適合して解釈が可能かを評価する。ここで発話が比喩文であれば無意味な表現として判定され、第3ステップとしては、比喩表現としてあらためて解釈を行うことになる。しかしこの理解ステップでは、字義文よりも比喩文のほうが理解の速度が遅いはずであるが、その後の他の研究者による検証により、字義文と比喩文の理解速度は同じであることが実験により検証がなされてきた[34] [35]。

その後比喩理解の理論がいくつか登場してきている。下記に、その代表的な理論である、特徴比較理論としてContrast Modelと顕著性落差モデル、構造比較理論としてGentnerの構造整列理論、カテゴリー理論としてGlucksburgによる類包含モデルを概説する。また、比喩の定着過程として段階性顕著性仮説、比喩生成基盤として概念メタファーと身体化理論を概説する。

3.1.1 Contrast Model

Tversky [2] は、特徴のマッチング処理で類似性を判定するContrast Modelを提唱した。

類似 (similarity) は知識や行動の理論において、対象を分類し、概念化し、一般化するといった基本的な役割を果たす。これまでは類似関連の分析には幾何学的モデルが支配してきた。それは次元の点の間の距離により判定するものである。しかしこれは色や tones といった一部の対象にのみ有効なものである。これに対して、Contrast Modelでは、対象 (object) は特徴の集合として表現され、類似はその特徴マッピング処理を行うという新たな類似判定モデルを提案した。その中でメタファーへの適用可能性も示唆した。

(1) 本研究の中心的理論

対象 (object) は特徴 (feature) の集合として表現され、類似はその特徴マッピング処理である。つまり、形式 *a is like b* の比較文は、*a* の特徴を *b* の特徴と比較して評価される。その比較される特徴は、すべての特徴が比較されるわけではなく、その対象となる類似評価に対して *a* の特徴と *b* の特徴の中で関連する特徴抽出が、マッピング処理よりも先に実施

される。その後特徴比較が行われるが、対象の共通特徴と各対象の特有特徴の一次結合としての評価尺度をcontrast modelとして提案した($s(a, b)$ 式3.1)。その尺度 (scale) は、類似の序数評価尺度として扱われる。つまり、 $s(a,b) > s(c,d)$ は、 c が d に似ているよりも、 a は b に似ていることを意味する。

$$s(a,b) = \theta f(A \cap B) - \alpha f(A - B) - \beta f(B - A), \quad \text{for some } \theta, \alpha, \beta \geq 0 \quad \dots \quad \text{式3.1}$$

a, b は対象、 A は a の特徴集合、 B は b の特徴集合、 $A \cap B$ は a と b 両方に共通する特徴、 $A - B$ は a に属するが b に属さない特徴集合、 $B - A$ は b に属するが a に属さない特徴集合である。 θ は、対象 a と b に共通な特徴に当てられた重み、 α は b に含まれない a の特徴に当てられた重み、 β は a に含まれない b の特徴に当てられた重みを示している。

contrast modelは1つの類似scaleを定義しているのではなく、異なったパラメータ値 $\theta, \alpha, \text{ and } \beta$ によって特徴づけられた一集団 (family) のscaleを定義している。contrast modelは、共通特徴と特有特徴の重み付けられた尺度としてobject間の類似を述べていて、それによって同じ領域についてさまざまな類似関係を可能とする。

この理論の主要な構成物は、「類似評価のcontrast rule」と「さまざまな特徴の顕著さを反映するthe scale f 」です。 f は、object間の類似に対し共通特徴や特有特徴の貢献を評価する。ゆえに、刺激と関連したscale value $f(A)$ は、その刺激の全体の顕著さの尺度としてみなされる。刺激の顕著さへ貢献するfactorは、intensity, frequency, familiarity, good form, and informational content です。

(2) 本研究の理論のその他主な特長

類似関連の指向性あるいは非対称性は特に直喩とメタファーで顕著です。つまり a is like b と b is like a では意味が異なるあるいは成り立たない。たとえば "Turks fight like tigers" というが、"tigers fight like Turks." とは言わない。それは虎は闘争心で有名なため、直喩の主題(subject)対象よりむしろ指示対象として使われるのである。"A man is like a tree" は人にはルーツがある意味を含んでいて、"a tree is like a man" は木には生命の歴史があるという意味を含んでいる。

$s(a,b)$ が a が b に類似している程度として解釈されるなら、 a は比較の主語で、 b は指示対象である。このようなタスクで、普通は比較の主語に焦点があたる。したがって、主語の特徴は指示対象の特徴より重く重み付けられている(i.e., $\alpha > \beta$)。結果として、類似は指示対象の特有特徴によるよりも、主語の特有特徴によって削減される。 $\alpha > \beta$ で、指示対象が主語よりも顕著のときは下記が成り立ち、非対称の方向性が刺激の関連した顕著性によって決定されるということを含意している。

$$s(a,b) > s(b,a) \quad \text{iff} \quad f(B) > f(A). \quad \dots \quad \text{式3.2}$$

3.1.2 顕著性落差モデル Salience Imbalance model

Ortony [3] では、Tverskyの contrast modelが抱える2つの問題に対処できるよう、contrast modelを修正した顕著性落差モデルを提唱した。一つ目の問題は、メタファーの非対称性、つまりtopicとvehicleを入れ替えることで変則な、意味の成り立たない文になることを説明できないこと。二つ目は、contrast modelはメタファー認知に関してそもそも言及していなく、人は字義的比較とメタファー的比較をどのように区別をするのか説明できない。これらの2つに対する解決策としてOrtonyは、contrast modelを書き換えた。

(1) 本研究の中心的理論

Ortonyは、contrast modelを下記のように書き換えた。

$$s(a, b) = \theta f^B(A \cap B) - \alpha f^A(A - B) - \beta f^B(B - A), \quad \dots \text{式3.3}$$

これは、マッチング特性の顕著性あるいは重みは、Bにおけるマッチング特性の顕著性の値に依存するよう作られている。 f^A と f^B は、それぞれAとBにおけるそれらの特徴の顕著性を表している。AとBにおいて、顕著性の高低によって文の種類を判別して理解することができる。

(a)high salient for the topic and high salient for the vehicle の場合は、字義的に類似度が高い

例文：Copper is like tin

(b)low salient for the topic and low salient for the vehicle の場合は、類似度は極めて低い。

例文：Olives are like cherries

(c)low salient for the topic and high salient for the vehicle の場合は、直喩である。

例文：Sermons are like sleeping pills

(d)high salient for the topic and low salient for the vehicle の場合は、直喩の対称形式で意味が通らない。

例文：Sleeping pills are like sermons

(2) 本研究の理論のその他主な特長

Ortonyの理論では、直喩の非対称性(nonreversibility)が説明できる。直喩として理解できるのは、low salient for the topic and high salient for the vehicle (low A/high B) の場合であり、直喩の文を入れ替えると high A/low B となるため意味が通らなくなることを表した。

3.1.3 構造整列理論(Structural Alignment Model)とメタファー履歴仮説(Career of Metaphor Hypothesis)

Gentner [4]、Gentner and Wolff [5]、Gentner and Bowdle and Wolff and Boronat [6]、Bowdle and Gentner [7] では、構造整列理論とメタファー履歴仮説を提唱している。

比喩理解には、ターゲット用語とベース用語の間の類似性の発見が重要である。ターゲット用語やベース用語は構造化された概念を持ち、各用語の概念の構造を比較する構造的な同型性を活用する構造整列理論によってその発見を行うことを提唱している。そしてその基本には、ベースの構造の中からターゲットの構造に当てはまるものが写像されて解釈されるという構造写像理論を活用している。そして、これは主に直喩形式 (A is like B.) に当てはまるもので、慣習性が高まるに連れてメタファー形式 (A is B.) に移行し、その際ベース用語を含む上位カテゴリーにターゲット用語を仲間にするというカテゴリー化プロセスへ移行するという、メタファー履歴仮説を提唱している。

(1) 本研究の中心的理論

構造写像理論、それをベースにした構造整列理論、そしてメタファー履歴仮説の3つについて下記に概説する。

ターゲットやベースの用語というのは構造化された知識を持っており、ベースの構造の中でターゲットの構造に当てはまるものが写像されて解釈されるという構造写像理論は下記の領域表現と写像規則から成っている。

まずその領域表現は下記のようにになっている。

その基本の構造は、オブジェクト、オブジェクトの属性(述語)、オブジェクト間の関係(述語)で表され、それらを命題形式の表現をとっている。

A. 知識は命題ネットワークとして表現

「オブジェクト(object)」と「述語(predicate)」から構成される。

B. 述語タイプ

－ 1項の引数をとる述語が「属性」を表現 (例) LARGE (x)

－ 2項以上の引数をとる述語が「関係」を表現 (例) COLLIDE (x, y)

C. 構文特性

－ 引数がオブジェクトの場合、「1階述語」

(例) if COLLIDE (x, y) and STRIKE (y, z)

－ 引数が命題の場合、「2階述語」あるいは「高階述語」

(例) CAUSE [COLLIDE (x, y), STRIKE (y, z)]

次にベース領域からターゲット領域への写像規則について、「原子は太陽系のような」
(The atom is like the solar system.) を例 (図3.1) に説明する。

写像規則 (ベース領域からターゲット領域へ)

“A T is (like) a B”

Tはtarget (説明される領域)、Bはbase (知識の源泉)

Bのobject nodes : b_1, b_2, \dots, b_n predicates : A, R, R'

Tのobject nodes : t_1, t_2, \dots, t_m predicates : A, R, R'

BのnodesをTのnodesに写像 M: $b_i \rightarrow t_i$

1. 属性の非写像 (Discard attributes of objects)

単一のオブジェクトを引数とする述語

A(b_i) \rightarrow **A(t_i)**

例 太陽は巨大 \rightarrow 原子核は極小

massive(sun) \rightarrow micro (nucleus)

2. オブジェクト間の関係を保全する (一階述語)

複数のオブジェクトを引数とする述語

R(b_i, b_j) \rightarrow **R(t_i, t_j)**

例 太陽の周りを惑星が回る \rightarrow 原子核の周りを電子が回る

revolves around(planet, sun) \rightarrow revolves around(electron, nucleus)

3. システム性原理 (高階述語)

複数の下位命題を引数とする述語

R'(R₁(b_i, b_j), R₂(b_k, b_l)) \rightarrow

R'(R₁(t_i, t_j), R₂(t_k, t_l))

例 太陽が惑星を引きつけることで太陽の周りを惑星が回る \rightarrow 原子核が電子を引きつけることで原子核の周りを電子が回る

CAUSE (attract (sun, planet), revolves around (planet, sun)) \rightarrow

CAUSE (attract (nucleus, electron), revolves around (electron, nucleus))

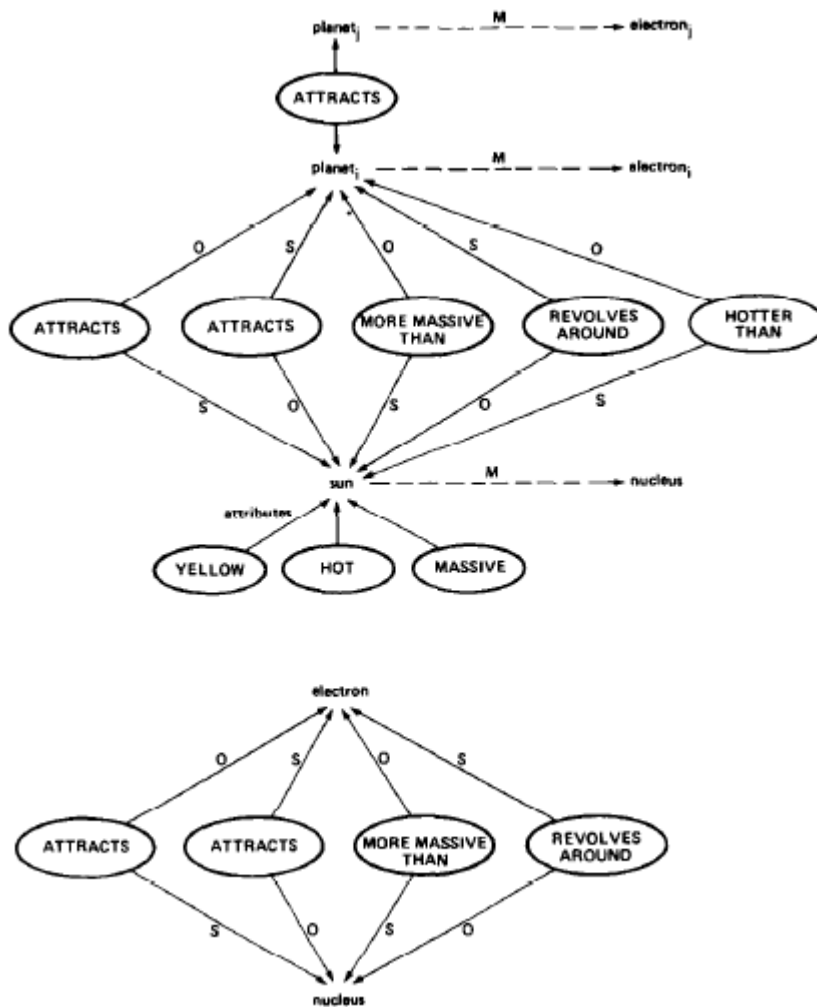


図3.1: "The atom is like the solar system." の構造写像結果 [4]

上記の構造写像理論をベースにしたGentnerらの主張の中心となる構造整列理論は下記の3段階から成っている(図3.2、図3.3参照)。

<第1段階>ターゲットとベースの表現で一致するすべての述語を構造の整合性にかかわらず合わせる。合わせるプロセスは、*Tree trunks*のCAUSE₁表現を*straw*のCAUSE₁とCAUSE₂両方と組にしたり、*Tree trunks*のTRANSPORTSと*straw*のTRANSPORTSとを組にしたりすることから始まる。

<第2段階>第1段階での一致したものは、一緒にして構造的に密接に結びついた集団にする。

<第3段階>第2段階の塊が合わさって、1つか2, 3の最大の構造的に整合性のある集団とする。


```

tree trunk: (CAUSE1
             (DO (OBJECT (tree trunk))
                 (ACTIVITY (SUCTION (SUBSTANCE (water))
                             (FROM (ground))
                             (TO (tree))))))

             (CAUSE2
              (ACTIVITY (SUCTION (SUBSTANCE (water))
                          (FROM (ground))
                          (TO (tree))))
              (TRANSPORT (OBJECT (liquid))
                          (FROM (ground))
                          (TO (branches))
                          (THROUGH (tree trunk))))

straw: (CAUSE1
        (DO (OBJECT (person))
            (ACTIVITY (SUCTION (SUBSTANCE (water))
                        (FROM (container))
                        (TO (mouth))))))

        (CAUSE2
         (ACTIVITY (SUCTION (SUBSTANCE (water))
                     (FROM (container))
                     (TO (mouth))))
         (TRANSPORT (OBJECT (liquid))
                     (FROM (container))
                     (TO (mouth))
                     (THROUGH (straw))))

```

図3.2: “Tree trunks are (like) straws” のベースとターゲットにおける構造表現 [5]

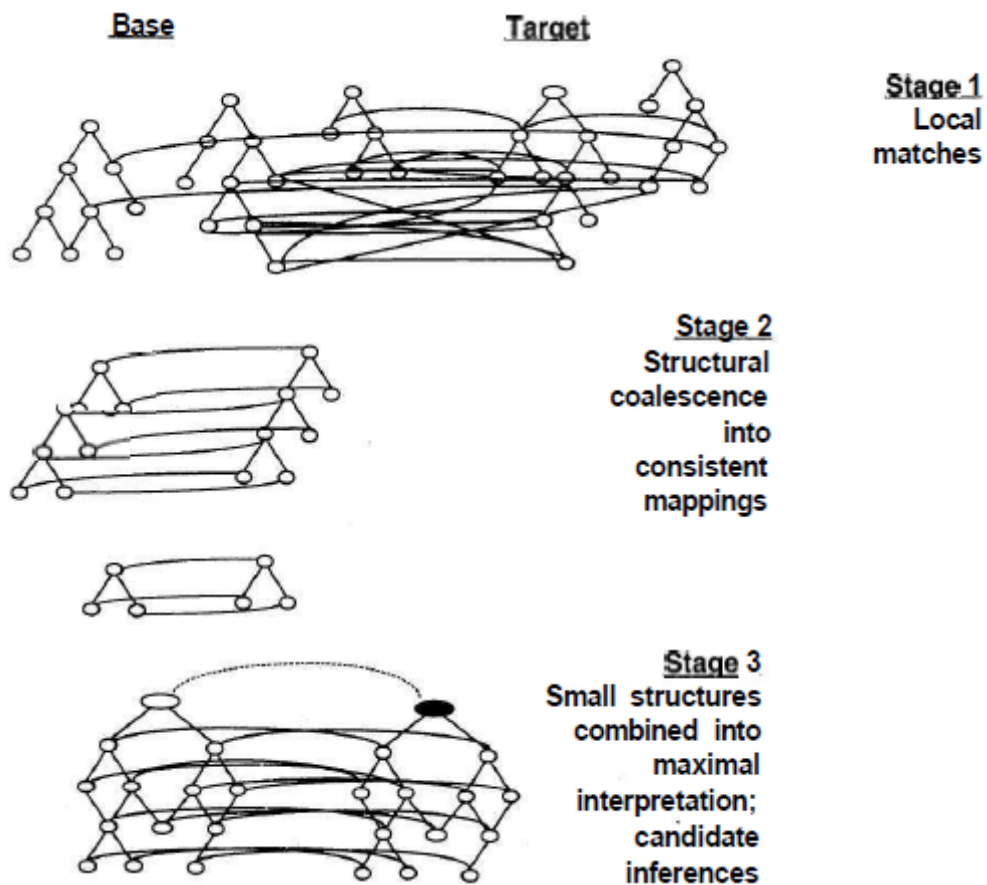


図3.3: 構造整列理論のアルゴリズムの概要 [6]

次に構造整列理論がすべてのメタファーや直喩の解釈に適用されるのではなく、新奇比喩と慣習的比喩では、解釈プロセスが異なることを提唱している。新奇比喩（主に直喩）は、上記で述べてきた構造整列理論を使って解釈されるが、慣習的比喩（主にメタファー）では、ベース用語の上位カテゴリーをターゲットにあてはめるカテゴリー理論で解釈されるとし、新奇比喩から慣習的比喩へ解釈方法が移行するというメタファー履歴仮説を提唱している。ただし、新奇比喩解釈と慣習比喩解釈がどこかでまったく解釈方法が切替わるわけではなく、連続性があるとしている。

(2) 本研究の理論のその他主な特長

一つ目は、解釈に使われる特徴と解釈に使われない特徴をどのように区別するのかを説明ができる。これについては、システム性原理で説明ができる。属性でなく、高階の最大最深となる関係構造情報だけが解釈に関わることによるものである。

二つ目は、類似しているが一致はしていない特徴のマッピング方法です。これは、一致はしない機能とオブジェクトが、似た関係構造で共通の役割により一致されることで説明ができる。

- ・三つ目は、ベースにしかもっていない特徴をいかに解釈に活用できるのかが説明できる。これは、最初はベースにしかない情報が、関係をマッピングする中で、ベースからターゲットへ写像することによるものである。

- ・四つ目は、ターゲットとベースを入れ替えると異なる解釈がされるのか、つまり非対象性となるのかを説明できる。これは、関係をマッピングする中で、ベースからターゲットへ写像することによるものである。

(3) 他研究への指摘

TverskyやOrtonyに代表される特徴マッピングモデルでの問題点を下記のように取り上げている。

- ・一つ目は、解釈に使われる特徴と解釈に使われない特徴をどのように区別するのか説明できない特徴選択の問題である。

解釈に使われる特徴は、ターゲットとベースの両方で共有される特徴であるが、すべての共有される特徴が解釈に関わるわけではない。たとえば、“a surgent is a butcher.”では、白衣、息を吸う、専門サービスなどの特徴は、メタファーの意味には関係しないのだが、その理由を説明できない。

- ・二つ目は、類似しているが一致はしていないあいまいな特徴をbaseとtargetの間でどのようにマッピングさせるのかが説明できないことである。

たとえば、“Men are like wolves”では、狼が肉食動物ということと、人が肉食動物ということでは異なり判断できない。

・三つ目は、ターゲットとベースを入れ替えたとき、異なる解釈がしばしばされるという非対象性を適切に説明することができないことである。

たとえば、“Most surgeons are butchers.” では、surgeons は不器用だ(clumsy)ということ伝える。しかし、“Most butchers are surgents.” では、butchersは正確であることを伝える。

・四つ目は、一方だけにしかない特徴が解釈に使用されることがあるがそれについて説明できないことである。

たとえば、“Richard is a tiger.” これはPure matching modelでは実現ができない。

3.1.4 類包含モデル(Class Inclusion Model)

“my job is a jail.”のようなメタファーはどのようにして解釈されるのか。その基本理論として、Glucksberg & Keysar [12]、Glucksberg [13] は「類包含モデル」を提唱している。それは、“a jail”がメンバーとして属する抽象化された上位カテゴリーがad hocに生成され、“my job”をそのカテゴリーの仲間にするということによって、メタファーが意図する意味が生成されるというものである。” my lawyer is like a shark”のような直喩に関しては、単語the word ‘shark’ の字義的な動物捕食性(predatory)の魚で喩えるところから始まる。これらのベースとして二重参照機能があり、vehicleには字義的な解釈とともにvehicleの抽象化された上位カテゴリーの意味を持つことができる。また新奇メタファーは使われ続けると慣習化されていくという。

(1) 本研究の中心的理論

本研究の中心的理論であるメタファーを理解する「類包含モデル」、直喩の理解モデル、二重参照機能、慣習化について概説する。

一つ目はメタファーを理解する「類包含モデル」について“my job is a jail.”を使ってvehicleとtopicの2点から説明する。

1点目はvehicleに関することで、vehicleから生成される上位カテゴリーにtopicを属させて、メタファーとして解釈を行うことである。Jailは図3.4で示される例を含めてかなり多くのカテゴリーに属するメンバーである。たとえば、罰則的な意味を持つ法律関係であったり、ホテルや病院のようなビルディングであったりする。いずれの場合においても、jailが属する上位カテゴリーは慣習的な名前を持っている。

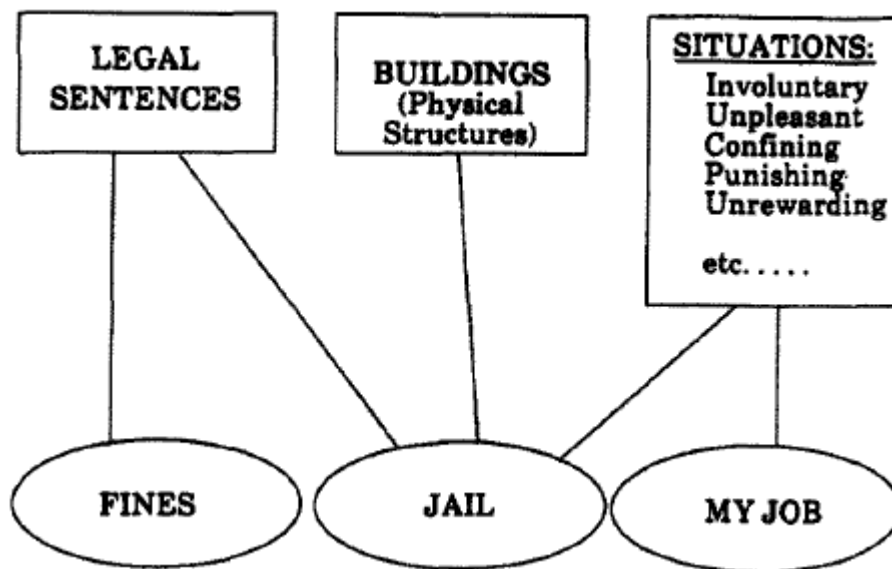


図3.4: jailsとjobsの交差分類 (部分描写) [12]

また、*Jail* は、慣習的な名前を持たない上位カテゴリーに属することもできる。そのようなカテゴリーは、多くの関連特徴を共有する状況の集合であり、たとえば、*unpleasant* (不愉快), *confining* (閉じ込めること) である。このカテゴリーは、その場で必要に応じて *ad hoc* に生成されるものである (*ad hoc category* と呼ぶ)。また、*Jails* が多くのカテゴリーに属することができるように、*jobs* も多くのカテゴリーに属することができる。したがって、*topic* の *jobs* をこの *ad hoc category* のメンバーとすることにより、*my job is a jail.* の意味を成り立たせる。

ad hoc category 以外に、典型的なカテゴリーメンバーが既に存在していて慣習的名称として使用されている *category* もある。その例としては *butcher* があり、無能かつ著しく仕事ができない人というカテゴリーの典型的なメンバーであり、辞書にもものっている (*A butcher is "an unskillful or careless workman" (Webster's Dictionary 1965, p. 304)*)。Butcher による具体的な事例としては、”*My surgeon is a butcher*” である。

2点目は *topic* に関することで、*topic* が、*vehicle* によって名づけられた *ad hoc category* に制約を与えて解釈を絞り込むということである。たとえば、*vehicle* は同じだが *topic* が異なる “*cigarettes are time bombs.*” と “*Conrad is a time bomb.*” では意味が異なる。*time bomb* に関して、前者は “*will kill.*” の特徴を含むカテゴリーとなるかもしれないが、後者が、激昂しやすいという意味となるなら “*will kill.*” を含むカテゴリーは *topic* には当てはめることはできない。さらに、*Conrad* という人の性格が急にかつとなる人でないのならばそもそも “*a time bomb*” のカテゴリーにあてはまらないかもしれない。ほかに同様に、“*jobs are jails.*” と “*a marriage might be a jail.*” の場合でも、同じ “*a jail*” であるが意味が異なる。

2つ目は直喩形式の理解モデルである。たとえば、“*my lawyer is like a shark*” は、単語 *the word 'shark'* が字義的な動物捕食性 (*predatory*) の魚を参照することによって

解釈する。

3つ目は二重参照機能について、これは上記のメタファーと直喩の理解モデルと関連している。たとえば直喩”my lawyer is like a shark”は、単語the word ‘shark’が字義的な捕食性 (predatory) の意味を参照することによって理解する。メタファー”my lawyer is a shark”では、字義的なサメの捕食性の意味を抽象化した上位カテゴリーを参照することによって理解する。

4つ目は慣習性について、あるひとつのvehicleが同じ意味で、異なるtopicとともに使用される頻度が増えるにつれてメタファーの慣習性が高まり、慣習的メタファーへ移行していく。

(2) 本研究の理論のその他主な特長

メタファーの非対象性 (topicとvehicleは入れ替えができない) について説明ができる。これは、類包含モデルではvehicleが抽象化された上位カテゴリーにtopicが含まれるという関係になる。しかし、正常に解釈できる文のtopicとvehicleを入れ替えた後のメタファーではtopicを包含させることができなくなることにより、解釈ができなくなることから説明が可能となる。

(正) Sermons are sleeping pills.

(誤) Sleeping pills are sermons.

次にメタファーのtopicについて聞き手が何を知っているか、vehicleがtopicに関係する顕著な特徴を持っているかによって解釈が異なることを示す。

a. George Washington's dentists were butchers.

aは、George Washingtonの死因を知っていたら理解できる。

b. George Washington's cobblers (くつ修理屋) were butchers.

bは、Washington's cobblers のことを知らないと理解できない。

c. Dogs are animals,

cは正しいclass-inclusion statementだが、解釈には伝達の文脈 (前後関係) が必要である。「植物でなく動物だ」「人間のような特質がなく、人や子供のように扱われない」の2つの解釈ができる。特別なカテゴリーの関連性が現れないと、そのカテゴリーが、生物学カテゴリーなのか、新奇生成メタファーなのか、適切に解釈ができない。

3.1.5 創発特徴

Becker [31] では、メタファー解釈において創発特徴が重要であることを明らかにしている。メタファーの解釈には、topicとvehicleの特徴の関係に4つのタイプがある。それらは、topicとvehicleの両方で顕著的な特徴である共通特徴、topicのみで顕現的な特徴であるtopic特徴、vehicleのみで顕現的な特徴であるvehicle特徴、topicとvehicleのいずれでも顕現的でない特徴である創発特徴である。これまでは、topicとvehicleのいずれでも顕現的でない場合は字義的にも比喩的にも成立しないものとみなされていたが、あらたに創発特徴による比喩が成立することを主張している。

創発特徴に関する関連論文としてGineste and Indurkha and Scart [25] がある。

3.2 比喩の定着過程

直喩からメタファーへと抽象的になる、字義的な意味よりもメタファーの意味が強くなるあるいははっきりしてくる、さらには死に比喩になる、といったような変化に寄与するものは何か、あるいはメタファーとして理解されやすくするものは何か。静的な理解モデルは本課題研究の中でもいくつか触れてきたが、比喩に関する変化をつかさどる動的な部分についてはあまり触れてこなかった。

Jones and Estes [15] では、慣習性と適切さを次のように定義している。「慣習性 (conventionality)」は、メタファー-vehicleとその比喩的意味間の関連の強さであり、「適切さ (aptness)」は、vehicleの顕著な比喩的意味がtopicの重要な特徴を説明している程度であり、かつ適切さに重要なことはtopicとvehicle間の相互連関である。そして、彼らは比喩理解には慣習性よりも適切性のほうが強く関わることを主張した。

Utsumi [33] では、解釈多様性から直喩とメタファーの選好性を説明しようとしている。「解釈多様性」とは比喩表現の解釈を構成する意味の個数と、意味の顕現度の高さをもとに規定される概念である。理解しやすい比喩はひとつの表現から解釈が多く想起され、かつその解釈は受け入れられやすいものであると主張している。

Bowdle and Gentner [7] のメタファー履歴モデルでは、喩辞の「慣習的」が高いと、主題と喩辞の類似する点が発見されやすくなることを主張している。喩辞の慣習性とは、喩辞が特定の意味でどの程度慣習的に使用されているかを表す指標である。すなわち、彼らは喩辞の慣習性が低いと、主題と喩辞の類似する点が発見されにくいため、比喩を比較過程で理解する必要性が生じ、慣習性が高いとその必要性がないためカテゴリー化過程で理解されると主張した。

3.2.1 段階性顕著性仮説 (Graded salience hypothesis)

Giora [14] の研究では、字義文と比喩文にかかわらず、字義的文利用および比喩的文利用が顕著の一般原理 (a general principle of salience) によって統治されているということを示している。顕著な意味とは、慣習的である (conventional)、頻度が高い (frequent)、なじみがある (familiar)、文脈により強められる (context)、などによって強められたことである。

(1) 本研究の中心的理論

これまでの多くのメタファー文と字義的文のさまざまな研究知見によりメタファーの理

解には特別のプロセスがなく字義的文を理解するのと本質的には同じであるという現代の言語心理学で広まっている主張や、伝統的理論では限定した範囲しか説明できないことを検証し、それらを包含できる原理を明らかにしていくことを目的としている。

比喩に関する現代の研究は、メタファーを理解することは本質的に字義的文を理解するのと同じである、つまり字義的文として先に解釈されるということはないと主張している。また伝統的理論は、字義的解釈とメタファー的解釈は別物という主張であり、字義的解釈は無条件に優先されて処理されるが、メタファー解釈はトリガーとなる条件が必要でメタファー的意味は理解するのが困難というものである。

字義的文利用および比喩的文利用が包含されている顕著の一般原理は下記で表される。

- a. 顕著な解釈は、顕著さが少ない解釈よりも無条件に優先される。単語や口語のもっとも顕著な意味は、常に活動的である。
- b. 顕著な意味の新奇解釈は、連続処理を伴う。それによって、顕著な意味は意図される意味として拒絶され、再解釈される。再解釈文が顕著になればなるほど、意図された意味として拒絶することはだんだん難しくなる。
- c. 新奇解釈は、そうでないものと比べて引き出すのが難しい。引き出しに関して、もっと多くかつ違った文脈支援を要求する。

顕著な意味の比喩的言葉と顕著な意味の字義的言葉は常に活動的である。例えば、意味が顕著な慣習的イディオム、意味が顕著な慣習的メタファー、字義的解釈とメタファー解釈が等しく顕著なじみのあるメタファーについては、先に活動するという研究がある。対照的に、メタファーとしてはなじみのほとんどない場合（それは字義的な場合）には両方のタイプの文脈においても字義的意味を活動的にする。

上記の知見を説明するのは、「メタファー的／字義的」という区別ではなく、むしろ「顕著／顕著でない」という区別である。下記にもう少し詳細に3つのケース別（直接アクセス処理、連続的な処理、並列処理）の説明をする。

- ・直接アクセス：意図された慣習的言語でそれを意図された場合（慣習的イディオムや慣習的語義言語）は、字義的な意味は通らず直接アクセスされる。
- ・連続的な処理：顕著さの少ない意味が意図される場合（新奇メタファーの意味、慣習的イディオムの字義的意味、高い慣習的な字義表現での新奇解釈）は、理解には、顕著さの高い意味が最初に処理されてから本来意図された意味が引き出されるという連続処理がなされる。
- ・並列処理：2つ以上の意味が顕著な場合（メタファーの意味と字義的な意味が等しく顕著な慣習的なメタファー）は、それらはメタファー的にかつ字義的に並行して処理される。

3.3 比喩生成基盤

3.3.1 概念メタファー

メタファーというのは、ただ単に言語の、つまり言葉遣いの問題ではない。それどころか、言語活動のみならず思考や行動にいたるまで、日常の営みのあらゆるところにメタファーは浸透している。人間の思考過程を支えているさまざまな概念体系（言語活動のみならずものを考えたり行動したりする際に基づいているもの）は、大部分がメタファーによって成り立っているとして、概念メタファーの考えをLakoff and Johnson [8] は提唱している。

(1) 本研究の中心的理論

メタファーは伝統的に哲学においても言語学においても真摯な関心が払われることなく、無視されてきた。しかしむしろメタファーは重大な関心の対象となるべき問題であり、理解ということを適切に説明する鍵となるのではないか。これまでの西洋哲学の中心的前提であった、客観的真実あるいは絶対的真実が存在する可能性を否定し、単に言語や真実、理解の問題のみならず、われわれの日常の経験の意味に関する問題を解明する、経験主義に基づくアプローチの仕方を導き出す。

メタファーによって成り立っている概念にはいくつかのケースがある。ここでは3つのケースについて概説をしていく。

①構造のメタファー

人間の概念体系はメタファーによって構造を与えられ、規定されていると考えられる。つまり、ある概念が他の概念に基づいてメタファーによって構造を与えられるというケースのことである。ここではこれを構造のメタファーと呼ぶ。

下記に事例を示すことにする。

<議論>という概念と<議論は戦争である>というメタファーをとりあげてみる。このメタファーは、さまざまな表現をとって日常語の中にあらわれている。

<ARGUMENT IS WAR (議論は戦争である)>

君の主張は守りようがない。(Your claims are indefensible.)

彼は私の議論の弱点をことごとく攻撃した。(He attacked every weak point in my argument.)

私は彼の議論を粉砕した。(I demolished his argument.)

私は彼との議論に一度も勝ったことがない。(I've never won an argument with him.)

重要なことは、われわれは単に戦争用語を用いて議論のことを語っているだけではないということである。議論には現実に勝ち負けがあり。議論の相手は敵とみなされ、相手の議論の立脚点（陣地）を攻撃し、自分のそれを守る。議論の中でわれわれが行うことの多くは、部分的であるが戦争という概念によって構造を与えられているのである。武力による戦闘は行わないものの、言葉による戦闘が行われるのである。そして、「議論は戦争である」というメタファーは、こうした文化の中で生きているわれわれの日々の営みに構造を与えているメタファーのひとつである。

メタファーによって成り立っている概念が、つまり「議論は戦争である」という概念が、われわれが議論をする際にとる行動やその行動の理解の仕方に（少なくとも部分的に）構造を与えている。メタファーの本質は、ある事柄を他の事柄を通して理解し、経験することである。議論は戦争の亜種ではない。議論と戦争は別物である。それぞれ行われる行動も異なっている。しかしながら、「議論」は部分的に「戦争」という観方によって成り立っており、またその観点に立って理解され、行われ、言及されているのである。「議論」という概念はメタファーによって構造を与えられているわけであり、実際の議論の場で行われる行動もメタファーによって構造を与えられている。したがって、「議論」に関する言語もメタファーから成る構造をもっているわけである。

もうひとつの例<時は金なり>というメタファーによって成り立つ概念とそこから派生する日常語を示す。

<TIME IS MONEY（時は金なり）>

君は僕の時間を浪費している。（You're wasting my time.）

この機械装置を使えば何時間も節約できる。（This gadget will save you hours.）

そんなことに費やせる暇はない。（I don't have enough time to spare for that.）

時間を配分する必要がある。（You need to budget you time.）

われわれの文化では、時間は貴重な品物である。時間は、われわれが目標を達成するために使う、限りある資源である。現代の西洋文化では仕事とそれに要する時間とが常に結びつけて考えられ、時間は正確に数量化されているが、そうした文化の中で仕事という概念は発達してきたために、仕事に対しては時給、週給、月給、あるいは年給という形で賃金が支払われるのが慣習となっている。われわれの文化では、さまざまな点で「時は金なり」なのである。ただし、こうした慣例は長い人類の歴史の中では比較的新しいことであり、また、あらゆる文化に見られるわけではない。われわれは自身の文化と密接な関係があるので、時間の概念をお金の概念としてとらえていない文化もあるのである。

またメタファーからなる概念には一貫した体系がある。たとえば、「時は鐘なり」「時間は限られた資源である」「時間は貴重な品物である」というメタファーによる概念は、次々に下位範疇にわかれていくひとつの体系をつく手いる。このように下位範疇化されていく関係が、メタファー相互間の含意関係の特徴である。

またメタファーによる概念は、部分的な理解しかわれわれに与えないものであり、そのものの全体をあらわすわけではないということを知ることは大切なことである。さらには、メタファーから成り立つ概念は、字義通りにものを考えたり話したりする範囲を超えて、いわゆる比喩的で詩的な多彩な、あるいは空間に富んだ思考や言葉遣いにまで拡張することができる。

②方向づけのメタファー

概念同士が互いに関係し合っってひとつの全体的な概念体系を構成しているケースがある。ここではこれを方向づけのメタファーと呼ぶ。

これは、上・下、内・外、前・後、着・離、深・浅、中心・周辺 といった、空間の方向性に関する。こうした空間の方向性というのは、われわれの肉体がそうした方向性を持っているということ、そして、その肉体が物理的環境の中で機能しているという事実から生じている。つまり、われわれの肉体的経験と文化的経験に基づいているということであり、文化によって異なることに注意が必要である。またメタファーは、その経験上の基盤から切り離しては理解できないし、切り離せば適切な表現ともなり得ない。

下記に事例とその経験上の基盤を示す。

<Happy IS UP ; SAD IS DOWN> (楽しきは上、悲しきは下)

気分は上々だ。(I'm feeling *up*.)

上機嫌だね。(You're in *high* spirits.)

気持ちが沈んでいる。(I'm feeling *down*.)

肉体上の基盤：悲しいことがあつたり気持ちが沈んでいる時はうなだれた姿勢になり、元気はつらつとしている時はまっすぐな姿勢になるのが普通である。

<MORE IS UP ; LESS IS DOWN> (より多きは上、より少なきは下)

毎年印刷される本の数は上昇し続けている。

(The number of books printed each year keeps going *up*.)

私の収入は昨年上昇(=増加)した。(My income *rose* last year.)

私の収入は昨年落ちた。(My income *fell* last year.)

彼は規定年齢下である(=規定の年齢に達していない)。(He is *under* age.)

物理的基盤：容器の中、あるいは山のような積み重ねたところへ、ある物質なり物体をさらに追加するとそのかさが高くなる。

<HIGH STATUS IS UP, LOW STATUS IS DOWN> (高い位は上、低い位は下)

彼は高い地位にある。(He has a *lofty* position.)

生涯で今が絶頂期だ。(He's at the *peak* of his career.)

彼は地位を転げ落ちた。(He *fell* in status.)

社会的かつ物理的な基盤：社会的地位というのは(社会的)パワー(権力)と相関関係にある。そして、(肉体的)パワーはUP(上)である。

③存在のメタファー

物体や内容物という観点から自分の経験を理解することによって、われわれの経験のある部分を取り出し、それらを別個の存在物(entities)もしくは一定の種類の内容物(substances)として取り扱うことができる。存在のメタファーは、さまざまな目的になっているし、またそうした目的を反映しているさまざまな種類のメタファーがある。

物価の上昇は、inflationという名詞を通して、ひとつの存在物としてメタファー的にとらえることができる。そこから、物価の上昇という経験には次のような表現の仕方が生まれてくる。

<INFLATION IS ENTITY> (インフレはひとつの存在物である)

インフレがわれわれの生活水準を低下させている。

(*Inflation is lowering our standard of living.*)

われわれはインフレと戦わなければならない。(We need to *combat inflation.*)

インフレは私をむかむかさせる。(Inflation *makes me sick.*)

もうひとつの事例として、視界をとりあげる。

われわれは視界をひとつの容器として概念化する。そして、自分の見る物をその容器の内容物として概念化している。このメタファーは自然なメタファーであり、ある領域(土地や床のスペースなど)を見た時、視力の及ぶ範囲がその領域の視界を限定する、つまり、われわれが見ることができる部分を限定するという事実から発生している。

<VISUAL FIELDS ARE CONTAINERS> (視界は容器である)

その船がだんだん視界の中に入ってきた。(The ship is *coming into view.*)

それは私の視界の外にいる(=もう彼は見えない) (That's *out of sight* now)

3.3.2 身体化理論

メタファーの理解の認知理論として、一般的にtargetとsourceがそれぞれ持っている知識や特徴のマッピングといわれている。これに対して、Gibbs [16] は、メタファー文を理解する能力は、われわれが文中の言葉が意図する身体行動 (bodily actions) を脳内 (運動野、運動前野) でイメージしてシミュレーションすることによって自動解釈することをさまざまな実証的研究を根拠に主張している。また実際は肉体的に行動できないこともシミュレーションプロセスを使って解釈ができるとしている。

第4章 自然言語処理分野での比喩理解計算モデル

4.1 関連性理論を用いた計算モデル

内海 [17] や内海・菅野 [18] では、SperberとWilsonの関連性理論 [19] を基盤とした言語解釈の計算モデル [20] [21] を隠喩理解に援用している。

この計算モデルにおいては、創発特徴の概念を取り入れ、数値的に定義された関連性の値を最大にする解釈がその文脈において最も適切な解釈であるとする関連性の原理にしたがって言語解釈が行われる。

(1) 対象の比喩理論と比喩

- ・比喩理解理論：特徴比較理論（たとえばTverskyやOrtony）を対象とし、構造比較理論（たとえばGentner）は対象としない。またその中で特に創発特徴の概念を取り込んでいる。
- ・比喩の種類：隠喩「XはYである」と直喩「XはYのようである」を対象としている。また、比喩表現に関しては、目標概念が基底概念を表す言葉の本来の意味（語義）になってしまったもの、つまり死んだ比喩と、生きている比喩があるが、生きた比喩を対象としている。

(2) 計算モデルの概要

関連性理論では、メタファーなどの表現が喚起する指摘効果を「数多くの弱い推移群によって得ることによって関連性が達成されるような発話の持つ効果」とみなしている。また、メタファー文に対する創発特徴では人によって想起する特徴の一致度は低いという知見 [31] [32] があり、多くの創発特徴を得ることは数多くの弱い推移を得ることは多くの弱い推移を得ることと同値であると考えることが可能と考え関連性理論を用いた計算モデルを提案している。

(a) 比喩を理解する認知過程

3つの過程から成り立つと考えており、ある比喩表現が与えられたとき、まずそれが比喩であることを知り（過程①）、比喩の意味を取り出し（過程②）、その効果を味わう（過程③）という流れで比喩が理解されるとしている（図4.1参照）。

比喩理解の認知・計算モデルを構築するためには、これらの過程において必要な知識（の表現）とその機構（アルゴリズム）を考えなければならない。

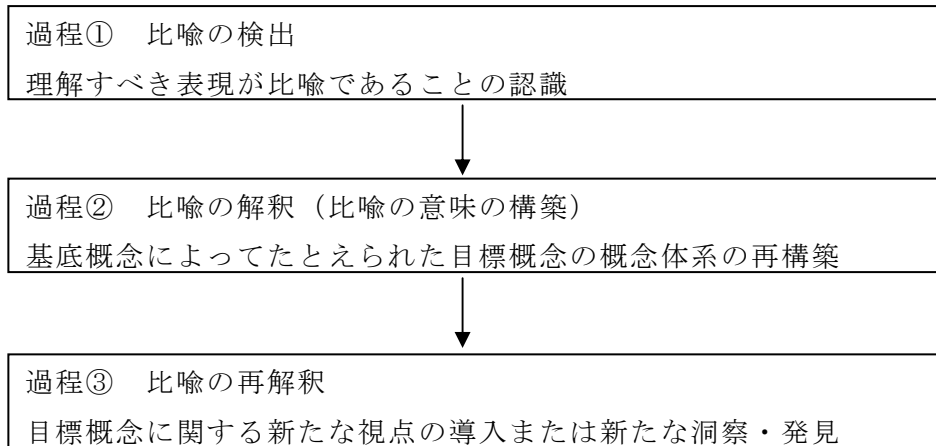


図4.1：比喩理解の認知過程 [17]

過程①について概説する。多くの比喩は、言葉の通常の使用から逸脱している。ジュリエットは太陽の一種ではないし、怒りは煮えたぎるという状態の液体ではない。この意味的な不適格さは、シソーラスや格フレームを知識として用意し、「人間」が「太陽」の下位概念ではないことや、「煮えたぎる」の格フレームの対象格にくるべき「液体」に「怒り」が含まれないことが計算機で容易に判定できる。しかしこれは文字どおりの意味を意図する表現ではないことはわかるが、まだこれだけでは比喩であるとは言い切れない。

しかしこのような意味的な不適格さを持たない比喩も存在する。たとえば「彼は哲学者だ」という表現の場合、哲学の研究者という文字通りの解釈もできるし、難しいことばかり言っている人という比喩的な解釈も可能である。よって、比喩かどうかの判断には少なくとも文外の文脈情報（この例では「彼」に関する知識）が必要である。

この文脈を考慮した計算モデル [18] については下記の過程②で説明をする。

過程②について概説する。この過程は比喩の意味を構築するという比喩理解の核心部分である。比喩の意味は基底概念によって変化した目標概念であり、以下の過程にしたがって構築される。

- ・過程② a：基底概念の典型的な属性・関係を選択する
- ・過程② b：選択された属性・関係を用いて、基底概念と目標概念の（新たな）類似性を発見する
- ・過程② c：発見された類似性をもとに適切な特徴・関係を目標概念へ転写して、比喩の意味を得る

「XはYである」という形式の属性比喩のモデルでは、基底概念や目標概念の知識表現として、図4.2 (a)に示すプロトタイプ理論を基盤とした表現を用いる。ある言葉の表す概念Cは性質 P_i の集合 $C=\{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ であり、性質 P_i は属性名 a_i とその属性値集合 V_i から構成され、各性質に差異度 d_i （その概念におけるその属性の重要さ）が与えられる。属性

値集合 V_i はその概念の取り得る属性値 v_{ij} とその確率値 p_{ij} の対 $v_{ij}:p_{ij}$ の集合である。(当然 $\sum_{j=1}^{|V_i|} P_{ij} = 1$ である)。属性名と属性値集合の中で最も確率値の大きい属性値の対 $a_i:v_i^*$ をその概念の特徴と呼ぶ。

過程② a では、ある概念にとって各特徴がどれだけ典型かを表す「顕現性」という指標が用いられる。基底概念の顕現性 $sal(a_i:v_i^*)$ の値がある閾値以上の特徴を顕現特徴として選択する (図4.2(b)の集合 F_0)

$$sal(a_i:v_i^*) = \begin{cases} d_i \times (1 - \frac{H(V_i)}{\log_2 |V_i|}) & (|V_i| \geq 2) \\ d_i & (|V_i| = 1) \end{cases} \quad \dots \quad \text{式4.1}$$

$$H(V_i) = - \sum_{j=1}^{|V_i|} P_{ij} \log_2 P_{ij} \quad \dots \quad \text{式4.2}$$

式4.2の $H(V_i)$ は属性 a_i のエントロピーを表しており、式4.1より、エントロピーが小さいほどまた差異度 d_i が大きいほどその特徴はその概念にとって顕現的である。

過程② b では、過程② a で得られた基底概念の顕現特徴をもとにして、目標概念に転写すべき特徴を見つけ出す。そのまま目標概念に写像可能な場合は、特徴候補として選択する (図4.2(c))。しかし直接写像できない特徴 (「性格は氷のようだ」のように、冷淡な、気難しい、陰気などの基底概念、目標概念ともに顕現的でないもので、創発特徴という) は数多くある。この創発特徴を発見するのは過程② b の重要な処理であり、その計算モデルとして、情緒的類似という概念を用いて創発特徴の発見を行う。情緒性類似とは五感や心的状態などの異なる属性の特徴間に存在する類似性であり、この背後にはこれらの属性に共通する快-不快や強-弱などの尺度による多次元構造が存在する。この計算モデルでは、快次元 (快-不快)、強度次元 (強-弱) の2次元空間における各属性値の位置を知識として用意して、属性の異なる特徴 $a_i:v_i^*$ と $a_j:v_j^*$ の情緒的類似度 $sim(a_i:v_i^*, a_j:v_j^*)$ を2次元空間における距離として計算する。この類似度をもとにして、目標概念の各特徴 $a_i:v_i^*$ が比喩によって創発される度合い q_{ij} を式4.3で計算する。この値を、目標概念の属性のうち直接写像可能な顕現特徴のない属性の特徴候補すべてについて計算し、最も値の大きい特徴 $a_i:v_i^*$ を創発特徴として選択する (図4.2(d)の創発特徴の集合 F_2)。

$$q_{ij} = \frac{\sum_{a_k:v_k^* \in S_{ij}} sal(a_k:v_k^*) \times sim(a_k:v_k^*, a_i:v_i^*)}{|S_{ij}|} \quad \dots \quad \text{式4.3}$$

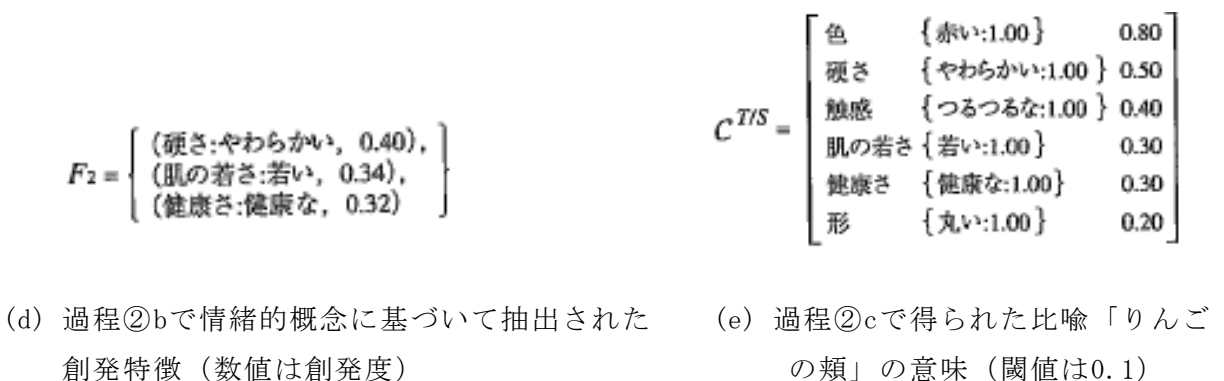
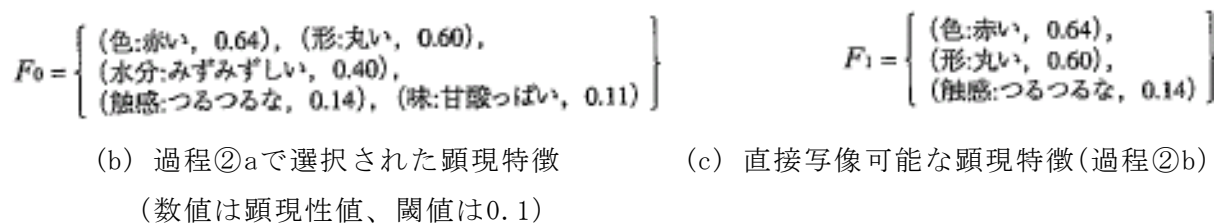
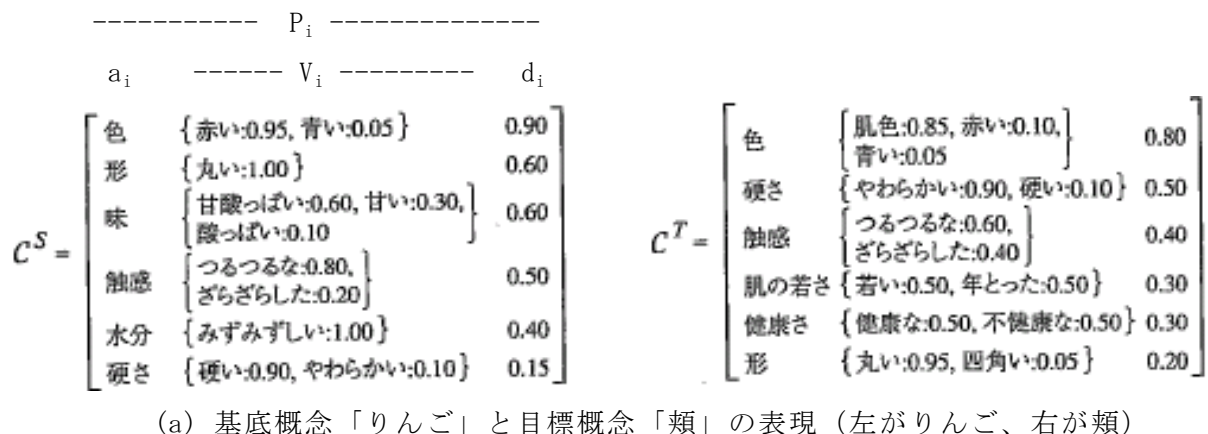


図4.2：比喩「りんごの頬」の理解過程 [17]

過程②cでは、過程②bで抽出された特徴（F1∪F2）のうち、ある閾値より大きい顕現性（直接写像可能な特徴）または創発度（創発特性）を持つ特徴を目標概念に転写して比喩の意味を生成する。（図4.2（e））

20個の比喩に対して上記計算アルゴリズムを適用したところ、心理実験で得られた（人間の理解結果としての）比喩の意味のうちの70%強の特徴を生成することができた（表4.1）。

| 比喩表現 | 統計的に有意と判定された特徴 (p<.001) |
|-------|---|
| 性格は火だ | 情熱的な、短気な、攻撃的な、熱心な、荒々しい、 <u>積極的な</u> 、 <u>落ち着きのない</u> 、 <u>厳しい</u> |
| 性格は氷だ | 冷たい、 <u>気難しい</u> 、 <u>厳しい</u> 、 <u>陰気な</u> 、 <u>冷静な</u> |
| 愛は火だ | 情熱的な、危険な、盲目な、 <u>一時的な</u> |
| 愛は海だ | 広い、深い、美しい、 <u>純粋な</u> |

表4.1：人間による比喩の解釈と計算モデルによる同じ比喩の解釈の比較結果（一部）。

下線が示されている特徴は計算モデルが生成できなかった特徴を示す。[17]

過程③比喩の再解釈については、構築された比喩の意味と元の目標概念の間のずれによる（文字どおりのことばでは表現できない）比喩の詩的／修辭的効果を発見・認識する過程である。しかしながら、この認知メカニズムは、他の過程ほどまだよくわかってはいない。

4.2 連想概念辞書とニューラルネットワークを用いた計算モデル

石崎 [22] や石崎・岡本・寺岡 [23] では、連想概念を用いた比喩理解のモデルを提案している。

コンピュータが意味や文脈を理解するのは、言葉の背景にある複雑で膨大な知識ベースを持ち、さらにその上での思考に対応するシステムが必要である。人間の場合は大量の概念が複雑に相互結合して意味ネットワークの構造をしており、幼少のころから学習によって紡ぎあげられた概念体系になっている。それをモデル化したものとして連想概念辞書があるのでこれを活用する。これは人間の直感に基づいた大規模な連想実験のデータに基づいて、刺激語とその背景にある多様な概念を体系化したものである。連想概念辞書では、名詞を刺激語にしたときに、その名詞の属性概念として連想した概念が多量に蓄積されている。名詞から属性概念への距離も定量的に使用できる。そこでニューラルネットワークを設定して、ニューロンに語を割当てて相互結合し、ニューロン間の長さを、連想で得られた距離に対応させる情報伝達の仕組みを実現することを試みている。

(1) 対象の比喩理論と比喩

- ・比喩理解理論：Ortonyに代表される特徴比較理論を使用している。
- ・比喩の種類：「直喩」（まるでSのようなTだ）形式の比喩文を対象としている

(2) 計算モデルの概要

(a) ニューラルネットワークによる連想概念辞書の構造化

人間の直感に基づいた大規模な連想実験のデータに基づいて、刺激語とその背景にある多様な概念を体系化したもの。刺激語と連想語の間の連想距離を定量化することによって、自然言語処理システムへの応用をやりやすく工夫している。

多数の被験者が同時に実験可能なシステムで、大量の連想データを収集し、それを用いて連想概念辞書を構築するものである。連想のための刺激語は小学校の教科書に出現する基本名詞を中心としている。刺激語に対して、上位概念、下位概念、部分／材料概念、属性概念、類義概念、動作概念、環境概念という7つの課題を連想させている。現在公開中の連想概念辞書の規模は、刺激語は1650語余り、連想語は述べ約13万語、異なり語で約3万3千語となっており、被験者は1刺激語あたり10名である。

表4.2は「辞書」を刺激語としたときの一人の被験者の連想結果の例である。連想語と連想にかかった累積時間(秒)がペアで表示されており、そのペアの順番は連想順である。このようにして連想時間と連想順位が得られる。また、同一刺激語に対する被験者のデータを集計すると連想頻度が得られる。

| | |
|-------|---|
| 上位概念 | {書物 7} {本 12} {文献 18} |
| 下位概念 | {英語辞典 6} {国語辞典 12} {漢和辞典 19} |
| 部分・材料 | {見出し語 18} {語釈文 33} {ページ 38} {表紙 44} |
| 属性 | {難しい 6} {わかりやすい 11} {楽しい 16} |
| 類義 | {辞典 8} {事典 17} |
| 動作 | {読む 5} {調べる 11} {引く 15} {探す 19} {買う 29} |
| 環境 | {図書館 6} {本屋 27} |

表4.2：刺激後「辞書」における一人の被験者の実験結果の例 [22]

また概念間の距離は、連想実験中に測定した被験者の回答率および平均回答順位の数値から、以下のような線型結合の式に従って計算する。

$$d_{ij} = \alpha F_{ij} + \beta S_{ij} + \gamma T_{ij} \quad \dots \quad \text{式4.4}$$

但し、 d_{ij} は刺激概念j から連想概念i への距離、 F_{ij} 、 S_{ij} 、 T_{ij} はそれぞれ、刺激概念j 提示時の連想概念i の連想した被験者数、連想された順位の平均、連想に要した時間の平均である。定数 α 、 β および γ については、最適値が線型計画法により決定しており、その値はそれぞれ $\alpha=0.81$ 、 $\beta=0.27$ 、 $\gamma=0$ である。

図4.3はブドウを中心とした上位概念と下位概念の距離を見やすく2次元表示したものである。実線は下位概念から上位概念への関係、破線は上位概念から下位概念への関係を表す。

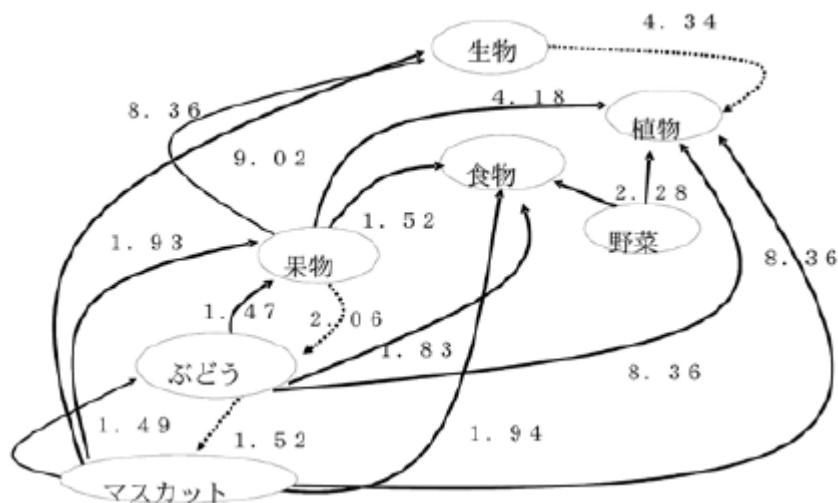


図4.3：ぶどうを中心とした概念間の距離 [23]

さらにこれらに対してニューラルネットワークを用いて、概念の構造化を行う（図4.4参照）。3層から成るニューラルネットワークを用意し、刺激語、連想語といった概念をニューラルネットワークのニューロンに1対1で対応させる。このとき、概念を名詞（もの概念）、動詞（動作概念）、形容詞（属性概念の一部）に大別し、名詞は第1層、形容詞は第2層、動詞は第3層のニューロンにそれぞれ対応させる。次にニューロン間のシナプス結合の重みを、連想概念辞書に格納された距離のデータを基に決定する。重みは距離に反比例させる。

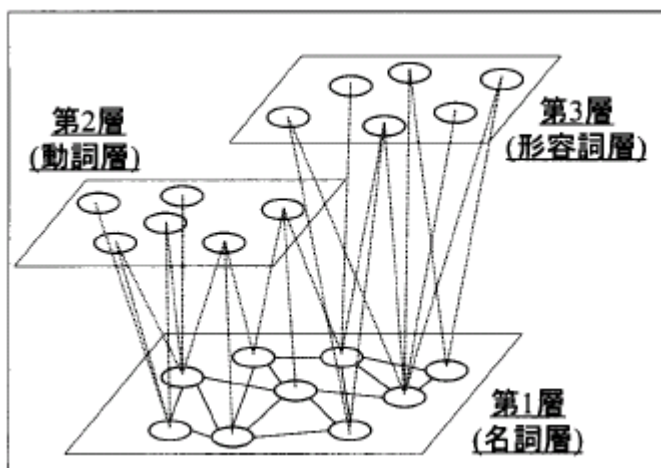


図4.4：連想概念辞書からニューラルネットワークによる概念の構造化 [23]

(b) 比喩理解のアルゴリズム

「まるでSのようなTだ」という形式の比喩文を対象とし、まずこのS (Source) とT (Target) から連想された属性における共通概念の検索を行う。たとえば、まるで雪のような肌だ」という比喩文がシステムに入力されたとする。「雪」と「肌」のニューロンをそれぞれ発火させ、発火の活性伝播による連鎖ダイナミクスを発動させる。比喩の場合は形容詞のような属性を表す表現が中心なので、図4.5の右下に示すように刺激語の名詞層からつながった属性層のみを活性させる。

システム内では「雪」と結合した属性層のニューロンとして「白い」「冷たい」「サラサラ」等が、一方「肌」と結合したのものとしては「白い」「きれい」「スベスベ」等が活性化する。特に「白い」は「雪」、「肌」の共通概念であり、両者から刺激を同時に受けるので、他と比較してニューロンの活性値が大幅に上昇する。その結果、システムではこれを最適な比喩理解候補と考え、最終的に「その肌はとても白い」という理解結果に至る。

この様に、比喩理解候補はシステム内で高い活性値を獲得したニューロンに相当する。出力された比喩理解候補それぞれに対し、表4.3のように確信度とうパラメータを、比喩理解候補に対するシステム自身の信頼性を表すものとして与えることができる。

一方、Source概念とTarget概念との間には影響力の違いがある。Source概念の影響力をより強調したいときは、システムへのそれぞれの概念の入力タイミングに時間差を設ける事によって実現することができる。たとえる語と、たとえられる語を入れ替えた場合の例として、

「まるで人のようなロボットだ」→「賢い」

「まるでロボットのような人だ」→「冷たい」

がある。このような比喩文では、たとえられる語よりも、たとえる語の影響の方が強いために比喩理解結果にも効果が現われ、直感的な理解に近い結果になる。

| 例文 | 比喩理解候補 | 確信度 (%) |
|-------------|--------|---------|
| まるで雪のような肌だ | 白い | 95 |
| | 冷たい | 41 |
| | きれい | 11 |
| まるで雪のような心だ | 冷たい | 95 |
| | 白い | 39 |
| | きれい | 11 |
| まるで鬼のような人間だ | 怖い | 95 |
| | 強い | 88 |
| | 大きい | 78 |

表4.3 比喩理解システムの出力結果 [22]

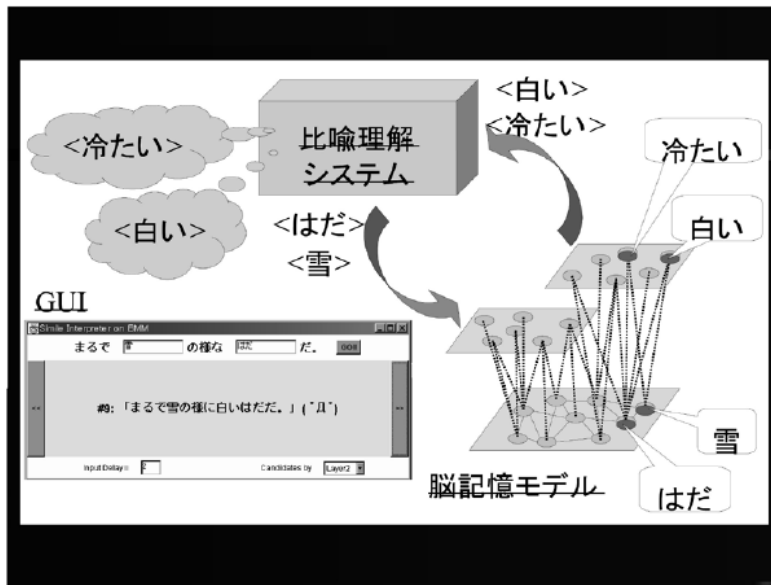


図4.5 比喩理解システムの全体概要 [22]

4.3 確率的概念構造を用いた計算モデル

寺井・中川 [24] では、確率的概念構造を用いた計算モデルを提案している。比喩の理解過程はカテゴリ化理論に基づくカテゴリ化によって比喩が表す特徴が強調され（カテゴリ化過程），さらにそれらの特徴と関連の強い特徴が特徴間のインタラクションにより強調される（ダイナミックインタラクション過程）という2段階からなると仮定している。また、人間が保持しているであろう概念構造を言語統計解析を用いて推定し、それらに基づき喩辞(A)と被喩辞(B)を含む各名詞を、意味ベクトルとして表現する。これらにより、比喩理解の計算モデルを構築する。

(1) 対象の比喩理論と比喩

- ・比喩理解理論：類包含理論 [12]) などの喩辞を典型例とするアドホックなカテゴリ化に基づくカテゴリ化理論。喩辞，被喩辞との関連が弱いにも関わらず，比喩理解において顕現する特徴（創発特徴）で比喩理解に大きな影響を及ぼす創発特徴理論 [25] 。
- ・比喩の種類：「A（喩辞）のようなB（非喩辞）」という直喩形式。

(2) 計算モデルの概要

①人間の概念構造の推定と表現

人間が保持する概念構造を確率的に推定する手法として，Probabilistic Latent Semantic Indexing (PLSI) [26] と同型の手法 [27] を用いて言語統計解析を行う。形式として、形容詞または形容動詞と名詞の係り受けを用いるにあたり、形容詞または形容動詞

の単語を a_j , 名詞単語を n_i と表現する。

単語 n_i と単語 a_j の共起確率は K 個の潜在クラス (c_k) を介在し, 式4.4 で決まると仮定される。

$$P(n_i, a_j) = \sum_k P(n_i/c_k) P(a_j/c_k) P(c_k) \cdots \text{式4.4}$$

この仮定に基づき, データの尤度が最大となるようEM アルゴリズムを用いて潜在クラス c_k が与えられたときの単語 n_i または単語 a_j の条件付確率 ($P(n_i / c_k)$ または $P(a_j / c_k)$) と, 潜在クラスの出現確率 ($P(c_k)$) を推定する (EMアルゴリズムとは, 統計学において, 確率モデルのパラメータを最尤法に基づいて推定する手法のひとつであり, 観測不可能な潜在変数に確率モデルが依存する場合に用いられる)。

ノイズの少ない形容詞または形容動詞と名詞の係り受け共起頻度データを用いて, 特徴を表す形容詞または形容動詞と名詞の確率的構造を推定し, n_i (名詞) と a_j (形容詞または形容動詞) を区別して扱うことが可能なKameya& Sato の手法を用いた。つまり, n_i (名詞), a_j (形容詞または形容動詞) を区別し, $\sum_i P(n_i/c_k) = 1$, $\sum_j P(a_j / c_k) = 1$ の制約のもとに推定が行われる。

また, データスパースネス問題を解消するため, 事前分布としてDirichlet 分布を仮定して推定を行う (データスパースネス問題とは, 統計的自然言語処理において, 統計情報を学習するためのデータ量が十分に得られないという問題)。

これにより推定された確率を用いて式4.5, 式4.6 により条件付確率 $P(c_k/n_i)$ または $P(c_k/a_j)$ を求めることで, 各潜在クラスと単語 n_i または単語 a_j との関連強度推定する。

$$P(c_k/n_i) = P(c_k) P(n_i/c_k) / P(n_i) = P(c_k) P(n_i/c_k) / \sum_h P(c_h) P(n_i/c_h) \cdots \text{式4.5}$$

$$P(c_k/a_j) = P(c_k) P(a_j / c_k) / P(a_j) = P(c_k) P(a_j/c_k) / \sum_h P(c_h) P(a_j / c_h) \cdots \text{式4.6}$$

次に, 毎日新聞10年分(1993-2002) から, 係り受け解析器であるCaboCha [28] を用いて「赤いリンゴ」「可愛い少女」といった形容詞 (または形容動詞) と名詞の係り受け頻度データを抽出した。抽出された形容詞または形容動詞は3403語, 名詞は21671語であった。潜在クラス数は分析の結果, $K=70$ とした。

推定された潜在クラスの2例(各潜在クラスと関連の強い形容詞または形容動詞と名詞)を表1として示す。これらの関連の強い形容詞または形容動詞, 名詞から潜在クラスが表す意味を推定することが可能であり, 表4.4に示した各クラスは「色彩関係クラス」「人間関係クラス」とみなすことができる。潜在クラスと名詞及び形容詞または形容動詞 (特徴) の確率的関係を確率的概念構造とみなす。

| | 色彩関係クラス | | | | 人間関係クラス | | | |
|----|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|
| | $P(c_{color} a_j)$ | | $P(c_{color} n_i)$ | | $P(c_{human} a_j)$ | | $P(c_{human} n_i)$ | |
| 1 | 赤い | 0.994 | 帽 | 0.927 | 若い | 0.999 | 世代 | 0.877 |
| 2 | 白い | 0.987 | 粉 | 0.903 | うら若い | 0.644 | 女性 | 0.861 |
| 3 | 青い | 0.985 | ヘルメット | 0.879 | 情ない | 0.496 | 男女 | 0.860 |
| 4 | 黒い | 0.983 | ジャンパー | 0.877 | 屈強な | 0.390 | カップル | 0.813 |
| 5 | 黒っぽい | 0.978 | リボン | 0.875 | 薄幸な | 0.385 | 兵士 | 0.744 |
| 6 | 真っ赤な | 0.972 | ハンカチ | 0.873 | 大柄な | 0.332 | アベック | 0.716 |
| 7 | 黄色い | 0.954 | カーネーション | 0.872 | 鉄面皮な | 0.311 | 時分 | 0.703 |
| 8 | 白っぽい | 0.947 | ターバン | 0.869 | むつまじい | 0.308 | 男性 | 0.687 |
| 9 | 真っ白い | 0.870 | 山脈 | 0.859 | 物見高い | 0.297 | 僧 | 0.661 |
| 10 | 真っ白な | 0.844 | 粉末 | 0.842 | 多情な | 0.288 | エース | 0.619 |

表4.4：言語統計解析により推定された潜在クラス [24]

この確率的概念構造を用いて、特徴（形容詞または形容動詞）と各名詞の関連強度を条件付確率（ $P(a_j/n_i)$ ）として推定する（式4.7）。

$$P(a_j|n_i) = \frac{\sum_k P(n_i|c_k)P(a_j|c_k)P(c_k)}{\sum_k P(n_i|c_k)P(c_k)}. \quad \dots \text{式4.7}$$

さらに、国語辞典により重要であると判断された特徴は、比喩理解において常になんらかの影響を及ぼすという仮定に基づき、国語辞典で強く説明されている特徴は、他の特徴より必ず大きな関連強度を持つよう補正を行う。

「山」、 「仕事」 また 「氷」 に関して推定された意味ベクトルの結果として、各意味ベクトルから各名詞と強く関連していると推定された特徴を表4.5 に示す。「山」「氷」の特徴である「高い」「冷たい」は、それぞれ国語辞典において見出し語（「山」「氷」）の説明文中に2度以上出現している形容詞または形容動詞である。そのため、重要な特徴として関連強度がより強く表現されるよう補正されている。特に、「氷-冷たい」の関連強度は、言語統計解析による推定では84番目に強い特徴として関連強度0.001という非常に低い値として推定されており、辞書データによる補正の必要性を示している。

| | 山 | | 仕事 | | 氷 | |
|----|-----|------------|-------|------------|-----|------------|
| | 特徴 | $V_j(n_i)$ | 特徴 | $V_j(n_i)$ | 特徴 | $V_j(n_i)$ |
| 1 | 高い | 1.071 | 重要な | 0.066 | 冷たい | 0.873 |
| 2 | 深い | 0.040 | 新しい | 0.063 | 巨大な | 0.163 |
| 3 | 低い | 0.040 | 主な | 0.037 | 厚い | 0.063 |
| 4 | 広い | 0.034 | 良い | 0.028 | 新しい | 0.036 |
| 5 | 美しい | 0.033 | よい | 0.022 | 高い | 0.033 |
| 6 | 近い | 0.031 | 悪い | 0.021 | 白い | 0.031 |
| 7 | 明るい | 0.021 | 厳しい | 0.020 | 固い | 0.021 |
| 8 | 狭い | 0.021 | 好きな | 0.019 | 近い | 0.020 |
| 9 | いい | 0.018 | 可能な | 0.019 | いい | 0.019 |
| 10 | 白い | 0.014 | さまざまな | 0.019 | 分厚い | 0.019 |

表4.5：言語統計解析結果に基づき推定された意味ベクトル [24]

② 比喩理解モデル

カテゴリ化過程モデルとダイナミックインタラクション過程モデルの2段階から計算モデルを構築している。

カテゴリ化過程モデルで、名詞間の類似度から喩辞ベクトルの近傍 ($NS(vehic\text{le})$) を計算する。次に、喩辞ベクトルの近傍 ($NS(vehic\text{le})$) から、被喩辞ベクトル ($V(target)$) に類似した L 個の名詞 (n_i^{adh}) を抽出する。これらの L 個の名詞と喩辞からなるカテゴリを、喩辞を典型例とするアドホックなカテゴリとみなす。最後に、被喩辞とアドホックなカテゴリに含まれる名詞 (喩辞, L 個の抽出された名詞) の重心を求めることで、喩辞を典型例とするアドホックなカテゴリのメンバーとしてみなされた被喩辞の意味ベクトル ($V(M)$) を計算する。

ダイナミックインタラクション過程モデルでは、特徴と比喩との関連強度を求め、強度の高い比喩の意味を表現する。モデルシミュレーション例を下記に示す (表4.6)。比喩文としては、「山のような仕事」、「電気のような衝撃」、「湖のような心」の3つであり、それぞれの比喩に対して抽出された特徴数は42、62、56であり、比喩の表す意味として強く推定された上位10特徴を示している。この中で β は、特徴と比喩との関連強度を求める際の、ダイナミックインタラクションの程度を表すパラメータであり、 $\beta = 0$ はダイナミックインタラクションを行わない、 $\beta = 0.5$ と 1.0 はダイナミックインタラクションを行うが、 1.0 の方が重みが強くなっている。 $\beta = 0$ の場合、「山のような仕事」という比喩は「高い」、「低い」、「多い」といった特徴と関連が強いことが示されているが、 $\beta = 0.5$ 及び $\beta = 1.0$ の場合は、「低い」という「高い」と対照のイメージが抑制されている。また、「電気のような衝撃」では「厳しい」「鋭い」「すごい」といった特徴が、「湖のような心」という比喩では「静かな」「のどかな」といった特徴が、ダイナミックインタラクションによって強調されている。

| 山のような仕事 (対象特徴数: 42) | | | | | | |
|----------------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|-------|
| $\beta = 0$ | | $\beta = 0.5$ | | $\beta = 1.0$ | | |
| 特徴 | $O_q(M)$ | 特徴 | $O_q(M)$ | 特徴 | $O_q(M)$ | |
| 1 | 高い | 0.867 | 高い | 0.922 | 高い | 0.985 |
| 2 | 低い | 0.541 | 近い | 0.533 | 近い | 0.646 |
| 3 | 多い | 0.512 | 多い | 0.519 | 古い | 0.622 |
| 4 | 近い | 0.512 | 厳しい | 0.500 | 多い | 0.590 |
| 5 | 厳しい | 0.505 | 新しい | 0.496 | 広い | 0.519 |
| 6 | 新しい | 0.502 | 広い | 0.491 | 美しい | 0.511 |
| 7 | 良い | 0.501 | 大きい | 0.489 | 大変な | 0.489 |
| 8 | 重要な | 0.498 | 美しい | 0.487 | 厳しい | 0.485 |
| 9 | 悪い | 0.492 | 狭い | 0.486 | 狭い | 0.483 |
| 10 | 少ない | 0.491 | 重要な | 0.485 | 良い | 0.481 |
| 電気のような衝撃 (対象特徴数: 62) | | | | | | |
| $\beta = 0$ | | $\beta = 0.5$ | | $\beta = 1.0$ | | |
| 特徴 | $O_q(M)$ | 特徴 | $O_q(M)$ | 特徴 | $O_q(M)$ | |
| 1 | 激しい | 0.774 | 激しい | 0.958 | 激しい | 0.999 |
| 2 | 急な | 0.756 | 烈しい | 0.905 | 烈しい | 0.987 |
| 3 | 烈しい | 0.754 | 強い | 0.833 | 厳しい | 0.984 |
| 4 | 強い | 0.710 | 急な | 0.820 | 強い | 0.955 |
| 5 | 安い | 0.574 | 厳しい | 0.776 | 急な | 0.911 |
| 6 | 必要な | 0.543 | すごい | 0.605 | 軽い | 0.861 |
| 7 | 膨大な | 0.541 | 強力な | 0.603 | すごい | 0.859 |
| 8 | 新たな | 0.506 | 鋭い | 0.603 | 鋭い | 0.849 |
| 9 | 高い | 0.489 | 深刻な | 0.594 | 強力な | 0.844 |
| 10 | 長い | 0.488 | 重大な | 0.589 | 深刻な | 0.836 |
| 湖のような心 (対象特徴数: 56) | | | | | | |
| $\beta = 0$ | | $\beta = 0.5$ | | $\beta = 1.0$ | | |
| 特徴 | $O_q(M)$ | 特徴 | $O_q(M)$ | 特徴 | $O_q(M)$ | |
| 1 | 広い | 0.787 | 美しい | 0.923 | 美しい | 0.998 |
| 2 | 美しい | 0.771 | 広い | 0.888 | 広大な | 0.994 |
| 3 | 狭い | 0.666 | 広大な | 0.816 | 静かな | 0.993 |
| 4 | 深い | 0.625 | 静かな | 0.790 | のどかな | 0.991 |
| 5 | 強い | 0.563 | 狭い | 0.779 | 広い | 0.989 |
| 6 | 広大な | 0.556 | のどかな | 0.746 | 狭い | 0.979 |
| 7 | 温かい | 0.551 | 近い | 0.745 | 近い | 0.978 |
| 8 | やさしい | 0.543 | 深い | 0.682 | 白い | 0.914 |
| 9 | 近い | 0.534 | 豊かな | 0.640 | 厚い | 0.911 |
| 10 | 冷たい | 0.531 | 巨大な | 0.621 | 豊かな | 0.901 |

表4.6: モデルシミュレーション結果 (「山のような仕事」, 「電気のような衝撃」, 「湖のような心」) [24]

4.4 比喩文の生成支援

北田・萩原 [29] では、大規模な知識を有する EDR 電子化辞書を用いた比喩文作成支援システムを提案している。ここでは、楠見 [30] の認知心理学における実験から得られた比喩理解、生成に関する知見を工学的に導入している。それは情緒・感覚的類似性やカテゴリ的類似性、修飾語との共起関係の強さが比喩の生成に大きな影響を与えるというものである。提案システム (図4.6) ではこの考えに基づき、情緒・感覚的類似度、カテゴリ的類似度、共起度の3点を満たす比喩度と呼ばれる概念を工学的に導入し、柔軟な比喩の計算を行う。知識ベースとしては、日本電子辞書研究所の EDR 電子化辞書を使用している。この辞書は約40万概念の大規模な知識を有している。さらに、発散的思考支援ツール (批

判厳禁、自由奔放、質より量といった原則に従い思考を支援していくこと)としての立場に立ち、比喩文の生成支援システムという形で、実際にユーザが使用できるシステムを実装している。ユーザは、比喩のもととなる文章をシステムに入力すると、システムは比喩候補および比喩特徴をユーザに提示する。そして、ユーザによって選択された言葉をもとに、最終的な比喩文を生成する。

(1) 対象の比喩理論と比喩

- ・比喩理解理論：楠見 [30] の認知心理学における実験から得られた比喩理解、生成に関する知見による、情緒・感覚的類似度、カテゴリー的類似度、共起度の3点を満たす比喩度と呼ばれる概念を工学的に導入

- ・比喩の種類：直喩を生成

観点が動詞のときの生成文

- ・ [対象] は [比喩候補] のように [観点]
- ・ [対象] は [比喩候補] のように [比喩特徴]

観点が形容詞のときの生成文

- ・ [対象] は [観点] [比喩候補] のようだ
- ・ [対象] は [観点] [比喩候補] のように [比喩特徴]

(2) 計算モデルの概要

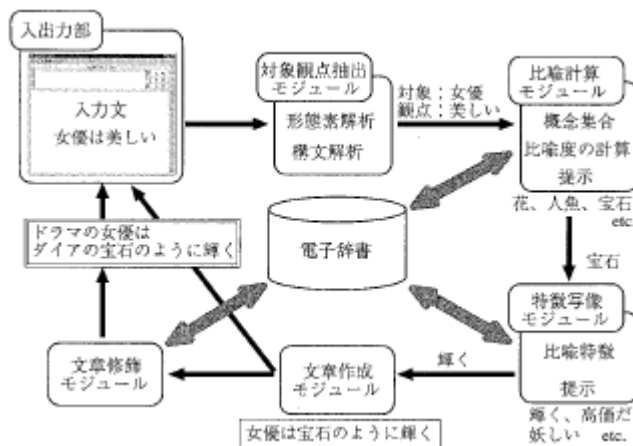


図4.6：提案システムの概要 [29]

まずユーザの入力文に対して生成される比喩文の結果例をいくつか示す。

入力 人生は楽しい

出力 僕の人生は楽しい旅のようだ

入力 女優は美しい

出力 うわさの女優は宝石のように美しい

入力 彼の心は澄んでいる

出力 彼の心は青い海のように澄んでいる

以下に、対象観点抽出モジュール、比喩計算モジュール、特徴写像モジュールについて概説する。

①対象観点抽出モジュール

入力された比喩のもとになる文章から対象および観点の抽出を行う。ここで、対象とは何に注目して比喩文を生成するのかを表す言葉であり、観点はどのような視点で比喩文を生成するのかを表す言葉である。形態素解析、構文解析、格解析を行い、基本的に主語を対象、述語を観点として抽出する。

②比喩計算モジュール

対象、観点をもとに比喩候補の計算を行うモジュールである。このとき、比喩度 R という概念を導入する。そして R を計算する変数である、情緒・感覚的類似度、カテゴリー的類似度、共起度の3点について概説をする。

ひとつめの情緒・感覚的類似度は、観点および関係子から初期比喩候補を生成する。ここではEDR概念記述辞書から、観点と関係のある名詞的概念をすべて比喩候補として抜き出す。次に、対象および比喩候補にそれぞれの上位概念を合わせて、関係している動詞的概念を調べる。そして、対象と比喩候補がそれぞれ関係する動詞的概念がどれだけ一致しているかを表わす情緒・感覚的類似度 R_s を次式により求める。

$$R_s = \sum_i \alpha_i \times \text{関係子 } i \text{ の一致数} \quad \dots \text{式4.8}$$

ここで、 i は表4.7に示すEDR概念記述辞書で用いられている8つの関係子、 α_i は各関係子に対する重み付け係数である。また、 $R_s = 0$ となる比喩候補は順次削除する。

| 関係子 | 意味 | 重み付け係数 |
|-----------|------|---------------|
| agent | 動作主格 | α_{ag} |
| object | 対象格 | α_{ob} |
| goal | 最終状態 | α_{go} |
| implement | 道具格 | α_{im} |
| a-object | 属性 | α_{ab} |
| place | 場所 | α_{pl} |
| scene | 場面 | α_{sc} |
| cause | 原因 | α_{ca} |

表4.7：EDR概念記述辞書で用いられている拡張子 [29]

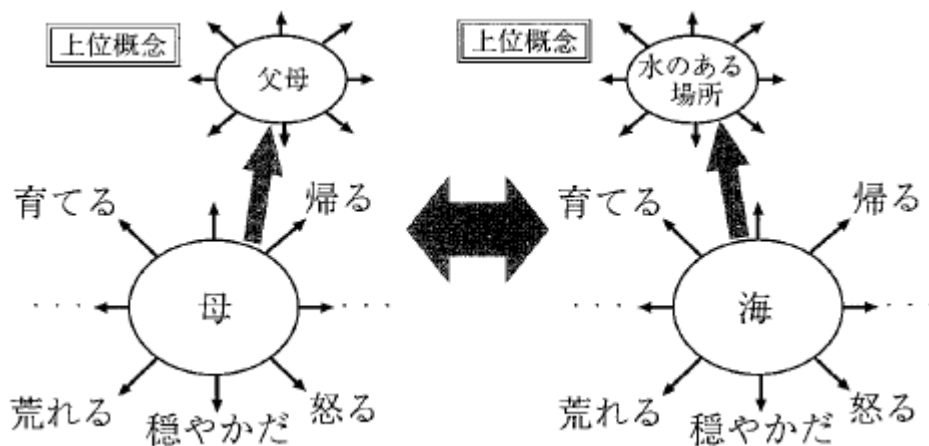


図4.7：情緒・感覚的類似 [29]

たとえば、図4.7に示すように「母」と比喻候補「海」を比較すると、「育てる、穏やかだ、荒れる、・・・」といった同じ言葉で表されることが多いため、情緒・感覚的類似度が高くなる。

2つめのカテゴリ的類似度は、EDR概念体系辞書を用いる。概念体系辞書では、概念全体を木構造上に体系化して表しているの、木構造において対象と比喻候補のカテゴリ的近さを求める必要がある。共通の上位概念の数に比例して概念間の類似度が高くなるようにしたカテゴリ的類似度 R_c を次のように定義し、すべての比喻候補についてカテゴリ的類似度を求める。

$$R'_C = (dc - \gamma) \left(\frac{dc}{di} + \frac{dc}{dj} \right) \quad \dots \text{式4.9}$$

$$R_C = \frac{R'_C}{R_C^{MAX}} \quad \dots \text{式4.10}$$

ここで、 dc は共通の上位概念の個数、 di は対象の上位概念の個数、 dj は比喻候補の上位概念の個数を表す。 $\frac{R'_C}{R_C^{MAX}}$ は、全比喻候補中最大の R'_c の値である。 γ はパラメータである。 $\gamma = 0$ のときは共通の上位概念が1つ、 $\gamma = 1$ のときは共通の上位概念が2つ以上存在しないと、 $R'_c = 0$ となる。また $R_c = 0$ となる比喻候補は順次削除する。

3つめの共起度は、比喻候補の中で日常的に頻繁に使われる組合せ、言葉が比喻候補の上位に提示されるようにするために導入する。これは、日常的に頻繁に使われる言葉を比喻候補として用いたほうが理解しやすい比喻を作成できるからである。観点と比喻候補の共起度 Co は、EDR概念共起辞書を使用し次のように求める。

$$Co' = C_{ij} \times C_j \quad \dots \text{式4.11}$$

$$Co = \frac{Co'}{Co^{MAX}} \quad \dots \text{式4.12}$$

ここで、 C_{ij} は観点 i と比喻候補 j の表層共起頻度、 C_j は比喻候補 j の係り側形態素頻度、 Co^{MAX}

は全比喩候補中最大の Co' の値である。

上記3つをもとに求める比喩度は、次式で計算する。

$$R \equiv R_s \times (1 + R_c) \times (1 + C_o)$$

そして、図4.8に示すように比喩度の高い順に比喩候補を提示する。

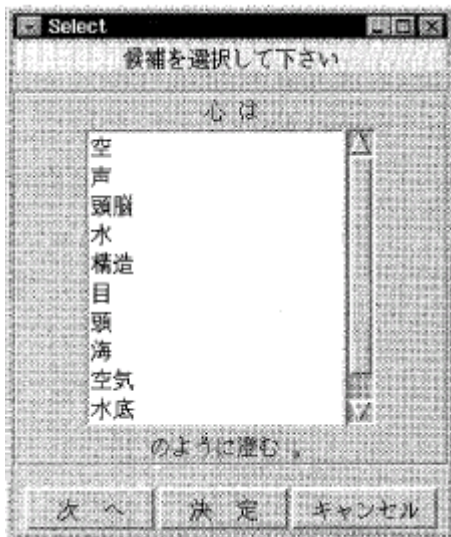


図4.8：比喩候補選択ウィンドウ [29]

④比喩特徴モジュール

比喩特徴モジュールでは、ユーザによって選択された比喩候補が関係している特徴が調べられ、その中で対象に存在しない特徴だけを図Xに示すようにユーザに提示する。

比喩特徴モジュールでははじめに、ユーザによって選択された比喩候補に関する動詞的概念をEDR概念記述辞書を利用して調べる。同時に、対象に関する動詞的概念についても調べる。そして、比喩候補に関する動詞的概念の中で、対象に関する動詞的概念に含まれないものをユーザに提示する(図4.9)。

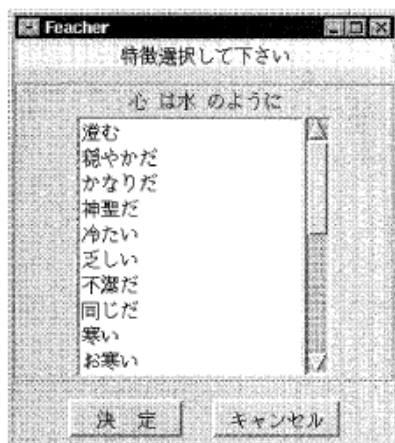


図4.9：比喩特徴選択ウィンドウ [29]

第5章 まとめ

比喩の生成や理解について、言語学や認知心理学の分野での研究と、自然言語処理の分野での研究をサーベイし、理論面とアルゴリズム面の両面でのこれまでの代表的な知見の整理を試みた。

比喩理解理論では、TverskyやOrtonyの特徴比較理論、Gentnerの構造比較理論、Glucksburgのカテゴリ理論に大別することができる。特徴比較理論は、喩辞と非喩辞のそれぞれが持つ特徴や属性を基にした比喩については解釈ができて、単語の知識構造を重視した構造型比喩については解釈がしにくい。構造比較理論は、喩辞と非喩辞の知識構造が一致できればいいが、知識構造は必ずしも一致しないことから説明がつかないことがある。また、喩辞と非喩辞の非可逆性については十分な説明をすることが難しい。カテゴリ理論は、性質的な特徴のカテゴリで比喩文の意味を表す場合は有効だが、構造型比喩に対しては適当な理論ではないようである。さらにこれらの理論以外に、喩辞や非喩辞では目立たない（顕現的でない）が、メタファー文の意味解釈において顕現的となる特徴（創発特徴という）というのもあり、メタファー解釈において重要視されてきているが、上記の3つの理論では対象にされていない。このような状況のため、比喩理解理論に最適な理論というのはまだ明確には存在せず、場合に応じて使い分ける必要があると考えられる。また比喩文の解釈において、字義文と解釈時間に違いがないことから、比喩文として直接解釈される要素についても検証がされてきている。それは、比喩文として慣習性、適切さ、なじみの程度、出現頻度、などが高くなるにつれて、さらにはそれらを包括して顕著さが高まるにつれて比喩文として直接解釈できるよう次第に定着するというものである。その際、直喩からメタファーへ形態が変化し、さらには比喩ということは意識されないほど定着してしまう死に比喩 (dead metaphor) へと変化していくことが指摘されており、表面的な言語表現だけでなく知識概念が脳の中であるいは社会の中で時間をかけて変化していることがわかる。さらに、比喩生成の基盤としては、概念メタファーや身体化理論が提唱されており、人が根源的に保持している概念が言葉として現れていると考えられる。

次に、自然言語処理での比喩文の理解においても、知識概念としての辞書と比喩理解の計算アルゴリズムの2つが大きな構成要素となっている。関連性理論を用いた計算モデルでは、特徴比較理論と創発特徴理論をもとにし、知識表現としてプロトタイプ理論を基盤とした表現を用いて、計算アルゴリズムとして関連性理論を活用している。連想概念辞書とニューラルネットワークを用いた計算モデルでは、特徴比較理論をもとにし、連想概念辞書をニューラルネットワークによって概念構造化し、計算アルゴリズムでは、単語に割当てたニューロンをそれぞれ発火させ、発火の活性伝播による連鎖ダイナミクスを発動させてニューロンの活性値が高まっていく現象を活用している。確率的概念構造を用いた計算モデルでは、カテゴリ化理論と創発特徴理論をもとにし、毎日新聞10年分(1993-2002)

からつくった確率的概念辞書から単語の意味ベクトルを求めておき、計算アルゴリズムではその意味ベクトルを用いてカテゴリ化過程モデルとダイナミックインタラクション過程モデルによって実現をしている。比喩文の生成支援では、EDR電子化辞書を用いて、計算アルゴリズムでは、情緒・感覚的類似度、カテゴリ的類似度、共起度の3点を満たす比喩度と呼ばれる概念を工学的に導入している。しかしながら、今回のサーベイ対象には比喩が新たに発生し、人や社会に浸透・定着していく過程を計算モデルとして実現した研究は見当たらなかった。これについては人の学習機能が関係し、計算モデルでは辞書の構造と連続性のある更新機能が必要と考える。このあたりは言語学の理論面と計算モデルの両面で引き続きサーベイをしてみたい。

今回のサーベイにより、比喩の理解理論と計算モデルについての現状を整理した。現状では、理論面、計算モデル面ともにまだ十分な実用レベルには至っていないことを感じ、また言葉の背後にある人間の思考活動や認知機能が複雑で奥深いことをあらためて認識することができた。またメタファーや直喩とは異なる換喩と提喩のサーベイにも今後取り組んでみたい。2011年に、2021年までに東京大学入学試験で合格点を取るシステムの開発を目指し、国立情報学研究所「人工知能頭脳プロジェクト」ーロボットは東大に入れるか？ーのプロジェクトが開始され、この中でも比喩的表現の解釈を必要とする問題があり、研究対象になっている。比喩の解明は、人間の思考活動や認知機能の解明に寄与できるまだまだ楽しみな分野である。今後何かの機会にこのような研究に携わってみたいものである。

謝辞

本課題研究を進めるにあたり、親身にご支援、ご指導を頂いた島津明教授に深くお礼申し上げます。中間審査の場において貴重なご意見を頂いた東条敏教授、白井清昭准教授に厚く感謝致します。また、先端領域社会人教育院関係者をはじめ J A I S T の関係スタッフの方々に深くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] Grice, H. P. (1975). Logic and conversation. In. P. Cole & J. L. Morgan (Eds.), *Syntax and semantics*. 3. Speech acts. New York: Academic Press. pp. 41-58.
- [2] Tversky, A. (1977). Features of similarity. *Psychological Review*, 84, 327-352.
- [3] Ortony, A. (1979). Beyond literal similarity. *Psychological Review*, 86, 161-180.
- [4] Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- [5] Gentner, D., & Wolff, P. (1997). Alignment in the processing of metaphor. *Journal of Memory and Language*, 37, 331-355.
- [6] Gentner, D., Bowdle, B. F., Wolff, P., & Boronat, C. (2001). Metaphor is like analogy. In D. D.
- [7] Bowdle, B. F., & Gentner, D. (2005). The career of metaphor. *Psychological Review*, 112, 193-216.
- [8] G. Lakoff and M. Johnson. (1980). *Metaphors We Live By*. University of Chicago Press, 1980. [邦訳: 『レトリックと人生』(渡部昇一ほか訳). 大修館.]
- [9] ピンカー, スティーブン(2009). 思考する言語 〈中〉 - 「ことばの意味」から人間性に迫る NHKブックス, NHK出版
- [10] 山梨正明(2007). 比喩と理解 コレクション認知科学5, 東京大学出版会
- [11] Searle, J. (1979). *Expression and meaning*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- [12] Glucksberg, S., & Keysar, B. (1990). Understanding metaphorical comparisons: Beyond similarity. *Psychological Review*, 97, 3-18.
- [13] Glucksberg, S. (2003). The psycholinguistics of metaphor. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 92-96.
- [14] Giora, R. (1997). Understanding figurative and literal language: The graded salience hypothesis. *Cognitive Linguistics*, 8, 183-206.
- [15] Jones, L., & Estes, Z. (2006). Roosters, robins, and alarm clocks: Aptness and conventionality in metaphor comprehension. *Journal of Memory and Language*, 55, 18-32.
- [16] Gibbs, R. W. (2006). Metaphor Interpretation as Embodied Simulation. *Mind & Language*, Vol. 21 No. 3 June 2006, pp. 434-458.
- [17] 内海 彰 (2000) . “比喩の認知／計算モデル”, *Computer Today*, 2000-3, pp.34-39, 2000.
- [18] 内海彰、菅野道夫(1996). 関連性理論を用いた文脈の中の隠喩解釈の計算モデル.pdf
- [19] Sperber, D. and Wilson, D. (1986) *Relevance: Communication and Cognition*.

Blackwell, Oxford.

[20] Akira Utsumi, Michio Sugeno(1994). A relevance-based approach to interpreting contextualized metaphors, Proc. Of AI' 94, pp.482-489.

[21] 内海彰、菅野道夫(1994). 文脈の中の隠喩－関連性による隠喩理解モデル－, 情報処理学会研究報告, 94-NL-101, pp.97-104.

[22] 石崎滋(2001) 言語の認知とコンピュータシステム, 認知科学, Vol. 8 (2001) No. 3

[23] 石崎・岡本・寺岡(2003) 自然言語処理と常識の活用 -人間の連想に基づく常識の抽出-JAPIO

[24] 寺井あすか・中川正宣(2010): 確率的概念構造に基づく比喩理解の計算モデル -日本語コーパスの統計解析を用いて-, 17(1), 129-142, *Cognitive Studies*.

[25] Gineste, M., Indurkha, B., & Scart, V. (2000). Emergence of features in metaphor comprehension. *Metaphor and Symbol*, 15 (3), 117-135.

[26] Hofmann, T. (1999). Probabilistic latent semantic indexing. Proc. of the 22nd International conference on research and development in information retrieval (SIGIR ' 99), 50-57.

[27] Kameya, Y. & Sato, T. (2005). Computation of probabilistic relationship between concepts and their attributes using a statistical analysis of Japanese corpora. Proc. of Symposium on Large-scale Knowledge Resources: LKR2005, 65-68.

[28] 工藤拓・松本裕治(2002). チャンキングの段階適用による日本語係り受け解析. 『情報処理学会論文誌』, 43 (6), 1834-1842.

[29] 北田純弥、萩原将文(2001). 電子辞書を用いた比喩による文章作成支援システム. 情報処理学会論文誌. 42(5). 1232-1241.

[30] 楠見 孝(1995) 比喩の処理過程と意味構造. 風間書房

[31] Becker, A, H. (1997) Emergent and common features influence metaphor interpretation. *Metaphor and symbol*, 12(4), 243-259.

[32] Nueckles, M., Janetzko, D, (1997). The role of semantic similarity in the comprehension of metaphor. In proceedings of the 19th Annual Conference of the Cognitive Science Society, pp. 578-583.

[33] Utsumi, A. (2005). The role of feature emergence in metaphor appreciation. *Metaphor and Symbol*, 20, 151-172

[34] Giora, R. (1999) On the priority of salient meanings: studies of literal and figurative language. *J. Pragmat.* 31, 919-929

[35] Keysar, B. (1989). On the functional equivalence of literal and metaphorical interpretation in discourse. *Journal of Memory and Language*, 28, 375-385.

[36] Gibbs, R. W. (1996). Why many concepts are metaphorical. *Cognition*, 61, 309-319.