

ことばの理解に必要とされる身体性と 意味／意図ネットワークの関係調査

Study on differences between semantic and pragmatic networks in word association task

堀川 裕太郎^{1*} 金野 武司¹
Yutaro Horikawa¹ Takeshi Konno¹

¹ 金沢工業大学

¹ Kanazawa Institute of Technology

Abstract: In this paper, we summarized three requirements for artificial intelligence to understand the meaning of words like human beings, and we focused on the difference between the meaning and intention associated with words. In order to clarify this difference, we conducted a questionnaire experiment in which the participants wrote out words associated meaning or intention with prepared words. As a result, we confirmed that the frequency of appearance of only nouns was high for meaning, and that the frequency of appearance of verbs was high in addition to nouns for intention. This result suggests that the each network of meanings and intentions associated with words may have different characteristics.

1 はじめに

近年、Apple 社の「Siri」や Amazon 社の「Alexa」など双方向での対話やチャットが可能な AI（人工知能）が次々と開発されている。「Siri」や「Alexa」は、利用者の質問に答えることで、端末操作で生じる利用者の負担を和らげてくれる。これらの AI サービスは、PC やスマートフォンで気軽に利用できる。また、スマートスピーカーの登場によりさらに活用される範囲は広がっているため、利用者は多いと思われる。しかし、これらの AI はどれも予め決められた定型的な返事をするものがほとんどであり、一字一句同じ返事を繰り返すことも多い。それが、時に場違いな、誤った返答になってしまうことがある。このことから AI はことばの意味を人間のように理解していないと考えられる。

AI がことばの意味を人間のように理解するにはどうすればよいだろうか。川添 [1] は、現状の AI がことばの意味を理解していないことを述べた上で、「AI がことばの意味を人間のように理解する」ために必要な七つの条件を提示している。これらの条件を我々は以下三つの条件に集約する。

条件 1 ことばが物理的体験と繋がっていること

条件 2 ことばと体験的意味の間で創られる対応関係は、一対一ではなく多対多の関係になること

条件 3 多対多の関係を、コミュニケーションの中で生じる状況や文脈、あるいは意図によって一意に定めることのできるメカニズムを持つこと

条件 1 は、ことばは外界への働きかけを通じて得る物理的体験と結びつく必要があり、ことばだけの世界に閉じてはいけなことを指摘している。条件 2 は、一つのことばは多くの意味を生起させると同時に、一つの意味もまた、多くのことばと結び付いていることを指摘している。例えば「りんご」ということばは、「味」や「食感」、あるいは「果肉の色」など多様な特徴を同時に生起させるものであるが、逆に口腔内に生じる酸っぱさから連想されるのは「りんご」に限られたものではない。そして条件 3 は、それら多対多の関係が、コミュニケーションの中では状況や文脈、あるいは互いの意図によって一意に定められていく仕組みを人間は持つことが指摘される。例えば、「引く」ということばは多義的に「手前に引き寄せる」「注意や関心を向けさせる」「体内に取り込む」「(線を)描く」「気持ちが白ける」など様々な意味を持つが、そのいずれの意味であるのかを人間は状況や文脈、あるいは意図から適切に選び取ることができるのである。

現在の AI は上記三つの条件をどれだけ満たしているのだろうか。IBM 社が開発した「ワトソン」を例に考

*連絡先：金沢工業大学 工学部 電子情報通信工学科
〒921-8501 石川県野々市市扇が丘 7-1
E-mail:b1645897@planet.kanazawa-it.ac.jp

えてみる。ワトソンは、2011年にクイズ番組に出演し、英文形式のクイズに答え、人間のクイズ王を破っている。2016年には国内の白血病患者の診察をし、適切な治療法の助言で回復に貢献した [2]。しかし、ワトソンは各個人に合った医学的治療法を推奨する場面になると、多くの問題を露呈した。患者個人の医療履歴や治療結果を始め、過去に何が効果的だったかなどの医師の記録した情報を適切に読み取ることができなかつたのである。記録形式に統一性がなかったり、医師ごとに同じ現象でも異なることばが使われたりすることによって、そこに書かれたことばの意味が適切に理解されなくなってしまうようである [3]。また、ワトソンは私たちが日常で難なく理解・共有できることばの表現を理解できず、患者の診断結果を簡略化して記述した場合にも対応できなかったようである [4]。これらを踏まえると、ワトソンは「ことばの意味を人間のよう理解する」ことについて、条件1（物理的体験との結びつき）と条件2（ことばと意味の多対多の関係）は部分的に満たしながらも、特に条件3（状況・文脈・意図による意味の特定）に関しては大きな問題を抱えていると考えられる。

人間とAIの間でのことばの意味の理解と共有を考えたとき、最初の根本的な問題として、条件1には物理的体験における人間とAIの同形性の問題がある [5]。AIは人間と同じように「りんご」を体験することはできない。その問題は、ヒューマノイドロボットのように姿を人間に似せていったとしても、本質的に解決されることはない。しかし我々は、「ことばの意味の理解」には、人間と同じように感じて動作する身体が必要なのではなく、AIの身体を通じて得る体験を主観的に語るためのことばの世界を持つことこそが必要なのではないかと考える。なぜなら、AI（ヒューマノイドロボット）が「りんご」について、「りんごを私は食べることはできないが、赤くて丸い物体で、その重さを感じることはできる。あなたがりんごを食べたならば、酸っぱい味というものが生起することを知っている」と言えるならば、それは十分に人間とことばの意味を共有することのできるAIだと判断できるからである。

そこで本研究では、身体性を基盤にしないことばの意味の理解がどの程度可能なかを検討する。またこれと同時に、ことばと意味の多対多の関係（条件2）と、意図の理解について抱える問題（条件3）を検討する必要がある。これを検討するため、我々はことばから連想される意味と意図の違いに着目した。ことばから連想される意味のネットワークについては種々の研究 [6] があるが、意図のネットワークについては明らかにされていない点が多いからである。従って本研究では、ことばから連想される意味と意図には異なる特徴があるのではないかとする仮説の検証を目的として、ことばの理解に必要とされるだろう身体性の度合いに応じた

意味／意図の違いを明らかにするための実験を設計・実施した。

2 研究方法

ことばから連想される意味と意図の違いを検証するためには、まずは対象とすることばを選定する必要がある。このことばの選定において、人間のような身体（以降、これを身体的同形性と呼ぶ）が必要とされる度合いを組み入れる。続けて、選定したことばについて、意味／意図の連想を行うための質問紙実験を設計する。以降、それぞれを順に説明する。

2.1 連想対象となることばの選定

意味／意図の連想対象となることばの選定のために、身体的同形性が必要とされるだろうカテゴリとして「食べ物、乗り物、日用品、白物家電、生き物、建築物」を設定してそこから13単語を、そうではないカテゴリとして「IT用語、黒物家電」を設定してそこから7単語で計20単語を用意した。この単語群について、身体的同形性の必要度合いを以下の質問文により尋ねるアンケートを実施した。

以下に挙げられることばについて、そのことばの意味を理解するのに、あなたが「人間と同じ体を持っていることが必要とされる」と思う度合いを教えてください。このとき、人間と異なる体を持つものとしては、ロボットやコンピュータを想定してください。

それぞれの単語について、「必要でない (1)」から「必要である (4)」の4件法で尋ねた結果を図1に示す。このアンケートには、金沢工業大学の学生20名が答えた（平均年齢22.0歳、 $SD = 0.92$ ）。

この結果を見ると、予想に反して身体的同形性が必要と答えた単語がほとんどなかった。そのため、この回答の傾向を考慮しつつ、今度は身体性が必要と思われるカテゴリだけからさらに20個の単語を用意し、先ほどと同じ回答者に再び同じ形式でアンケートを実施した。その結果を図2に示す。

回答結果から、身体的同形性が必要な単語として「1-03. 服、2-07. 恋人、2-12. ため息、2-13. 父親」を、不要な単語として「1-01. リンゴ、1-02. パソコン、1-10. インターネット、2-11. タピオカ」をそれぞれ選定した。

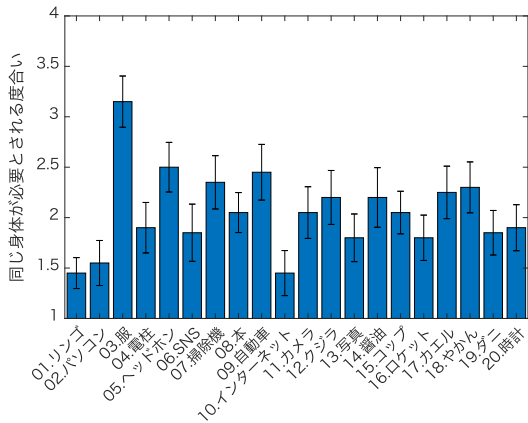


図 1: 20 個の単語群に対する身体的同形性の必要性についての回答

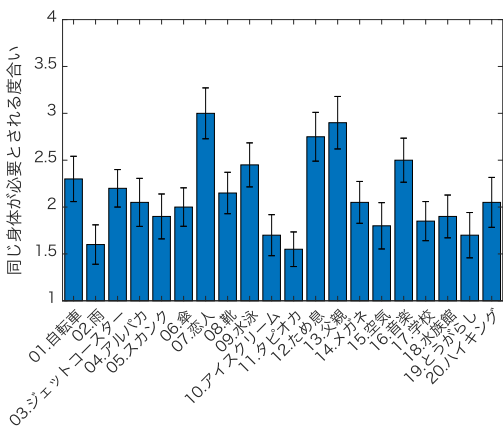


図 2: 20 個の単語群に対する身体的同形性の必要性についての回答 (2 回目)

2.2 ことばの意味／意図の質問紙連想課題

前節で選定した単語について、身体的同形性が要／不要の 2 つずつの単語から構成する単語セット 2 つ (α : 服, 恋人, リンゴ, インターネット, β : ため息, 父親, パソコン, タピオカ) を作った。さらに、単語セット α について意味を、 β について意図を連想するグループ 1 と、その逆のグループ 2 を設けることで、意味／意図の連想についての参加者間実験を設計した。意味／意図の連想を問う質問紙には、それぞれ次のような設問を用意し、参加者は連想することばを一単語 5 分を上限にして、専用の用紙に書き出した。

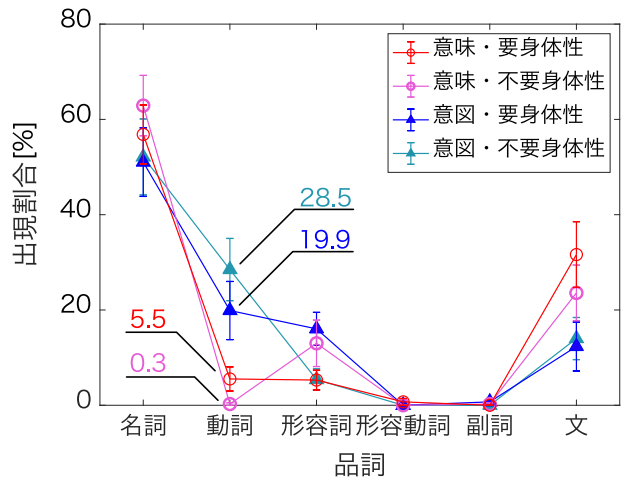


図 3: 意味／意図の連想単語の書き出しにおける品詞ごとの出現確率。エラーバーは標準誤差。

意味の書き出し

お題の単語について、「その単語」とは何かを他の誰かがあなたに説明する場面を想像してください。そこであなたがこんな「ことば」を出してくれれば理解できるだろうと思うことばを可能な限り書き出してください。「ことば」は名詞、形容詞、動詞などの単語か、もしくは短い文としてください。

意図の書き出し

お題の単語を他者に言われ、そこからあなたがその相手の意図を様々に推定する場面を想像してください。その意図を表すことばを可能な限り書き出してください。「ことば」は名詞、形容詞、動詞などの単語か、もしくは短い文としてください。

グループ 1, 2 のそれぞれに 5 名ずつ 10 名 (全員男性) が参加した。参加者はすべて金沢工業大学の学生だった (平均年齢 22.2 歳, $SD = 0.75$)。

3 結果と議論

それぞれのお題となった単語に対する意味と意図について、質問紙に書き出された単語の品詞ごとの出現割合を分析した。図 3 は、さらにお題となった単語を、その理解に身体性が必要とされる／されない単語に分けて、それぞれに書き出された単語の品詞ごとの出現割合を示した。

お題となった単語から、意味を連想した場合と意図を連想した場合で大きく異なるのは、動詞の出現頻度である。意味を想定する場合には、意図を想定する場合に比べて名詞が若干多く、動詞はほとんど出現しな

い。意図を想定する場合には、名詞の割合が減り、動詞の出現が多くなる¹。これは、意図を想定する場合には、行動や動作を想起するためではないかと考えられる。しかし、身体的同形性の要／不要について、特に動詞の出現頻度に関しては、この考えに反する結果が得られている。それは、意図を想定する場合に、身体的同形性が不要だと判断されるお題の方が、動詞の出現頻度が高かったのである。標準誤差に重なりがあるため、統計的な検定での有意差は無いと考えられるが、傾向としては我々の想定と逆になっているため、無視することはできない。

ここで、意味や意図を想定してもらった単語群についても一度考えてみる。我々が用意したアンケートでは身体的同形性（そのことばの意味を理解するのに、人間と同じ体を持っていること）の要／不要を尋ねたが、不要とする単語は「リング」「パソコン」「インターネット」「タピオカ」だった。これらの単語から想起されたことばには、「インターネット」であれば「繋げる」「切断する」などの動詞が、「パソコン」であれば「買いたい」「使いたい」などの動詞がそれぞれ書き出されていた。これらの動詞は、「インターネット」や「パソコン」に人間が自身の身体を介して接する、あるいは向き合う際に使われる。これは回答者が（同一ではないが）、ことばの意味の理解に身体性が不要であると答えながら、連想することばには身体的経験に関連する動作についてのことば（動詞）を多く含めていたことを示す。「インターネット」や「パソコン」でさえもそうであるのだから、「リング」や「タピオカ」は、さらにその傾向が強いのではないかと考えられる。我々が当初想定したのは、そういった身体の介在なしにはほとんどのことばの意味は理解されないのではないかとということであった。ところが、結果的にはアンケートにより、上記のようなことばが身体的同形性が不要な単語として選出されてしまった。

これが示すのは、身体的同形性によって我々が捉えようとした概念が、アンケートではほとんど抽出できていないということである。「ことばの意味を理解するのに、人間と同じ体を持っていること」は、ある回答者にとっては単にフォームとしての類似性を意味するものであるかもしれないし、別の回答者にとっては、知覚や生理反応を含めて自身の体と同じような反応を示すことかもしれない。重要なのは、身体的同形性がどのような概念から構成されるのかを明確にすることであり、それぞれの概念が、意図の想起において動詞の出現頻度を増すこととの関連性を明らかにすることで考えられる。

また、本研究では品詞の出現頻度を分析した段階に留まっているので、今後は単語の出現順序の関係性や

構造を分析し、意味および意図のネットワーク的な違いを明らかにする必要があると考えられる。

4 結論

本研究では、人工知能が人間のようにことばの意味を理解するための条件を整理し、その中でもことばから想起される意図のネットワークの必要性に着目した。我々はことばに対して想起する意味と意図のネットワークに違いがあることを想定し、これを調査するための質問紙実験を設計・実施した。また、人工知能が根本的に抱える、人間との身体性の違いによる影響を検討するために、調査対象として、そのことばの意味の理解に身体的同形性が要／不要な単語群を用意した。

結果、意味の想起については名詞がほとんどで、それ以外の品詞はわずかしか出現しなかった。これに対して意図を想起した場合には、特に動詞の出現頻度が増した。この結果は、意味についてのネットワークは名詞が主体になり、意図についてのネットワークは名詞に加えて、動詞が主体のネットワークになるだろうことを示唆する。ただし、身体的同形性が不要とされることばから意図を想起した場合に動詞の出現頻度が増したことは、ことばを選出するアンケートで「人間と同じ身体性が要／不要な単語」を適切に選出することができていないことを示していると考えられる。従って、身体的同形性の影響を検討するには、そもそもの身体性を構成する概念を明確にする必要があると考えられる。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費基盤研究 (A)「道徳的行為者のロボットの構築による〈道徳の起源と未来〉に関する学際的探求」/課題番号 19H00524, 及び MEXT/JSPS 科研費「共創言語進化」 #4903, JP17H06383 の助成を受けた。ここに記し謝意を表します。

参考文献

- [1] 川添 愛: 働きたくないイタチと言葉がわかるロボット, 朝日出版社 (2017)
- [2] 産経ニュース: 人工知能、がん治療で助言 国内初か 白血病のタイプ 10 分で見抜く, <https://www.sankei.com/life/news/160805/lif1608050002-n1.html>, (参照日 2019.9)

¹意味と意図で書き出し総数についてはほとんど差がなかった。

- [3] ウォール・ストリート・ジャーナル日本版:
IBM「ワトソン」、行き詰まる医療診断への
応用, [https://jp.wsj.com/articles/
SB11826755483609444479704584408353733364
862](https://jp.wsj.com/articles/SB11826755483609444479704584408353733364862), (参照日 2019.9)
- [4] Gigazine: IBM の人工知能「Watson(ワ
トソン)」による医療診断システムは
「実用に耐えうるものではない」とい
う主張, [https://gigazine.net/news/
20180816-watson-expose-current-ai-limit/](https://gigazine.net/news/20180816-watson-expose-current-ai-limit/),
(参照日 2019.9)
- [5] 松原 仁: AI に心は宿るのか, 集英社 (2018)
- [6] 稲葉 通将, 磯村 直樹, 鳥海 不二夫, 石井 健一郎:
意味ネットワークによる非タスク指向型対話シ
ステムの評価, 電子情報通信学会技術研究報告, 2009-
ICS-154(6), pp.32-34 (2009)