

# 概念融合を喚起するロボットと人間の対話に関する研究

## A Study on Dialogue between Humans and Robots Evoking Conceptual Blending

周 豪特<sup>1</sup> 橋本 敬<sup>1</sup> 李 冠宏<sup>1</sup>

Haote Zhou<sup>1</sup>, Takashi Hashimoto<sup>1</sup>, Guanhong Li<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北陸先端科学技術大学院大学 知識科学系

<sup>1</sup> School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

**Abstract:** ロボットの創造力や共創力を高めれば、人々の興味を引き人間との長期的な関係、特に共創的な関係をつくることができるだろう。本論文は、長期的な共創関係を維持するために、新しい概念を生み出す思考の一つである概念融合を促すロボットと人間の間の対話を提案し、対話の効果を検証する。この対話は 2 つの概念についての説明と概念を結合したものについての説明が含まれる。概念の融合を喚起するロボットは概念を説明するロボットに対して、ロボットの創造的な思考性・社交性・擬人化・知性・心の知覚という印象、人間が得た思考と対話に対する体験という点を改善することに有効であることが示された。特に、ロボットの社交性と創発的な思考の改善に関して、同じレベルの思考を喚起する対話をするロボットより優位性があることがわかった。

### 1. はじめに

Human-Robot Interaction (以下, HRI) 領域では、人間と長期的な関係を持てるように、ロボットの性質や人間からの印象を改善するため、人間がロボットと対話しようとする要件に関する研究が行われている[1]。たとえば、ロボットが個性を持ち、キャラクターがあるようにし、時間と共に変化する物語を語る能力があったら、人々の対話に関する興味を引き、人間との長期的な関係を維持するという主張がある[1]。

人間の場合は、アイデアを出したり[3, p.1]創造したり[2, p.104]する対話ができ、そのような行動は社会や人間関係に重要な影響を持つ。ロボットも対話の中で創造性を表すことができたなら、人間からの印象を改善でき、人間との長期的な共創関係をつくれるのではないだろうか。ここで考える創造性とは新しい概念を語ったり新しい言葉を作ったりすることを想定している。

人間が持っている知識や言葉から新しい概念を生成するメカニズムの一つに概念融合という思考がある[4]。人間は既存の2つの概念を結合し新しい概念を簡単に生成・解釈することができる[4]。たとえば、「酸っぱい」と「信号機」を結合して「酸っぱい信号機」という概念を生成しその意味を解釈することができるだろう。

人間の概念融合は他者との対話の中で促されるこ

ともある。たとえば、他人から「私の手術をした外科医は屠殺業者だった」と言われると、この発言が何を意味するかを考える中で概念融合が行われる(この例については2.1節で説明する)。即ち、概念融合を実現する1つの方法是对話相手に促されることである。もしロボットが発話で人間の概念融合を促進すれば、対話相手の興味を引きロボットに対する印象が改善される可能性があるだろう。なぜなら、概念融合の効果は新しい意味を生成することを可能にすることで、人々の興味を引くことができると考えられる。

本研究の目的は、長期的な共創関係を維持するために、新しい概念を生み出す思考の一つである概念融合を促すロボットと人間の間の対話を提案し、そのような対話の効果を検証することである。即ち、概念融合という思考のプロセスを実現する対話をロボットと人間の間で生じさせ、概念を表す発話や概念融合を起こす発話を通じて人間の思考へ刺激を与える対話を提案する。そして、人間とロボットの対話実験により、提案する対話を通じてロボットについての印象が改善されかどうかを検討する。対話の中でロボットが概念融合を喚起できるためには、ロボットが知識の説明、話題提供、対話の能力を持ち、それが発揮されるような対話を行う必要がある。本研究ではそのようなロボットを実現する。そして、ロボットについての印象や人間が得たことは人間と長期的な共創関係を作るための意義に貢献する。

本論文の残りの部分は、以下のように構成されている。2節で本研究の基盤となる知識である概念融合とその計算モデルについて説明する。3節で概念融合を促し得ると考える対話を導入する。4節で実験デザインを述べ、5節で実験結果を紹介する。6節で結果について考察し、7節で結論を述べる。

## 2. 基盤となる知識

### 2.1 概念融合

概念融合という思考は、認知上の操作であり、2つの概念スペースから情報を取り出し融合したスペースを作ることである[4]。ここで概念とは思考において把握される物事の知識である。人間が概念融合を行う際、最初に2つの概念それぞれが持つ概念の入力スペース(図1の入力  $I_1$ 、入力  $I_2$ )を想定し、両者に共通する属性が作るスペース(総称スペース)と、新たに概念を融合するスペース(融合スペース)を作り、それぞれから融合スペースに属性をマップすることで結合した概念が作り出される[5]。

2語からの融合を典型例として概念融合という思考を説明する。例えば、「外科医は屠殺業者だ」と聞いた時、一方の入力は屠殺業者であり、屠殺業者のスペース(入力  $I_1$ )には「肉を切る」「商売をする」「屠殺場で働く」「包丁を使う」という属性がある。他方の入力は外科医であり、外科医のスペース(入力  $I_2$ )には「患者を対象とする」「治療する」「手術室で働く」「メスを使う」という属性がある。総称スペースは両者に共通する属性がつくる概念スペースであり、この例では「役割」「手段」「目的」「職場」「道具」などがある。融合スペースは入力スペースから属性がマップされ概念がつけられるスペースである。

概念融合の一つの可能性は、2つの入力の間で対応しない、あるいは矛盾する属性をマップして新たな概念を創発させることである。たとえば、融合スペースには、「役割：外科医」であり、「手段：手術すると肉を切り分ける」と「目的：患者を救う」がマッピングされることで、外科医は患者を救おうとしても肉を切るように見えるという概念を作る。このような融合の結果として、「外科医が屠殺業者だ」という表現から「外科医は下手だ」という意味が生じると考えられる。

### 2.2 概念融合の過程

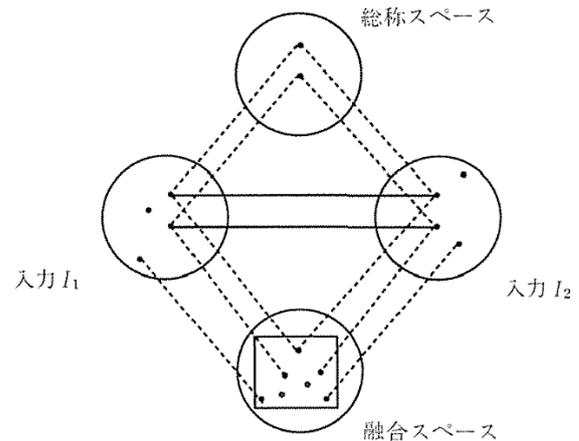


図1 概念融合の概略 ([4 訳, p. 190]より)

広い意味での概念融合は図1のすべての操作を含む創発までの一連の思考過程である。本稿ではこの思考過程を「概念融合という思考」と呼ぶ。その過程には以下の操作が含まれる[4, pp. 149-151]。前述の例を用いて説明する。

#### 0. 入力した概念の属性を抽出する

概念融合という思考の最初の段階として概念の属性を抽出する。概念の属性とは概念に関する一部分を概括した内容である。すなわち、この段階は入力した概念に関する属性を考え出すことである。例えば、「外科医」という概念の属性として「目的」や「道具」などがあり、それぞれ「患者を治療する」「使う道具はメスである」である。Fauconnier(1997)[4, pp. 149-151]はこの段階は前提にされており明示的に説明に入れていないが、次段階の入力スペース間のマッピングの前に必要と考える。

#### 1. 入力スペース間のマッピング

つぎに、入力された概念について対応する属性に関連をつける(マッピングする)。ここで対応とは、同じカテゴリーに分類できる同種の属性のことである。例えば、「外科医」と「屠殺業者」の間で対応する属性の一つは「道具」であり、それぞれ「メス」と「包丁」を関連つける。

#### 2. 総称スペースを作る

この過程においては入力スペースの属性の共通点を抽出・抽象化したものをマッピングして総称スペースを作る。

例えば、「外科医」と「屠殺業者」という概念の属性は「職業」のカテゴリーであり、総称スペースにおいて「職業」という属性がマッピングされる。他には、目的、道具などが共通している属性も総称スペースにマップされる。

#### 3. 融合スペースを作り推論や創発構造をつくる

この過程においては、各入力スペースの（必ずしも本来対応するわけではない）属性を部分的にマッピングして、推論をしたり創発構造をつくったりする思考が起きる融合スペースを作る。例えば、「外科医」の目的「患者を治療する」と「屠殺業者」の手段「肉を切り分ける」が融合スペースにマッピングされ、「肉を切り分けるように患者を治療する」という意味を生成する可能性がある。そして、「外科医の手術は屠殺業者が肉を切り分けるように見えるとしたら、それは患者を治療する目的を達成できないだろうから、その外科医は下手だ」という推論を生じ、「外科医」「屠殺業者」のどちらにもない「下手だ」という新しい意味が創発する。あるいは、職業「外科医」と目的「商売する」であれば「患者の器官（肉）を切って売る外科医」を生成する可能性がある。このように、推論・創発は多様な意味を生じる可能性がある。

## 2.3 ロボットが持つ知識の表現

本実験で扱う知識は概念に関する情報である。知識を表すうえで2つの表現形式があり得る。

一つは辞書的知識である。この知識の表現形式は辞書に従い概念の定義を表すことである。例えば、「母親」とは親のうち女性のほうであるといった定義の記述である。この種の知識は検索エンジンを通じて得られると考えられる。

一方、概念融合をロボットで実現するためには定義ではなく計算機で処理できる知識が必要である。本研究では概念の表現形式をCOCOS[6]（次節で説明）の入力の構造に従って構成する。COCOS[6]は記述論理（description logic）を利用して概念の融合を計算するモデルである。COCOSに用いられる概念の表現は、概念名、リジッド属性、典型的な属性から構成される。概念名は概念に付けられたラベル、リジッド属性はその概念のインスタンスが必ず持つ属性、典型的な属性は概念のインスタンスの特徴をもっともよく表している属性である。外科医を例として説明すると、外科医の概念名は「外科医」、リジッド属性は「職業」、典型的な属性は「患者を対象にする」「治療する」「手術室で働く」「メスを使う」である。この概念の構造を入れることで、概念融合における属性の組み合わせを計算機上でトークンのように操作できるようになる[6]。

## 2.4 概念融合の計算モデル

概念融合の一部を実現できる計算モデルとしてLieto and Pozzato (2019)によるCOCOS(concept combination system)という記述論理に基づくモデル

[6]がある。このモデルは入力する語の概念についてのナレッジベースを持ち、2つの語の一方を主要部(head)、他方を修飾語句(modifier)として、結合された新しい概念を生成する。例えば、修飾語句: Anti (typical: demoniac, impulsive, protagonist)と主要部: Hero (typical: protagonist, not personalgoal, not negativemoralvalues, not demoniac)を結合して、それぞれの属性の確率を計算し、Anti-Hero (typical: impulsive, protagonist)に合えそうな属性を組み合わせ、Anti-Heroに関する意味(属性の組み合わせ)を生成する[6]。

本研究ではこのモデルを使って概念融合という思考の一部を計算する。上記の例で示唆されるように、COCOSで実現できるのは入力概念の属性を組み合わせることであり、スペースを生成するわけではない。だが、これは人間に融合の材料を提供し、人間の解釈によって融合スペースを生成できると考える。即ち、COCOSは融合スペースにマッピングするという操作の一部を実現できるが、概念融合の特徴である創発性、すなわち、入力される概念のどちらにも無かった概念が結合された語に生じるという点（「外科医は屠殺業者だ」の例では「下手だ」という意味）は実現できていない。

## 3. 対話

われわれは、概念融合理論[4]からヒントを得て、概念融合という思考のプロセスに従う流れをロボットと人間の対話で実現しようとしている。ロボットが対話相手の人間に対して概念についての説明や質問をすることを通じて、対話の話題に相手の注意を引き概念に関する思考を喚起させることができるような対話を設計する。

すなわち、概念融合という思考(2.2節)のプロセスには入力スペース、総称スペース、および融合スペースを作る過程があり、それぞれを実現する対話を定義する。それぞれ、「概念対話」「共通対話」「融合対話」と名付ける。

### ①概念対話——概念に関する思考を喚起する対話

2.2節の0で紹介したように、概念融合という思考における入力スペースを作る過程の最初にある入力した概念についての属性の展開は、概念に関する情報を喚起する思考である。概念対話では、話者が2つの概念について説明することで、聴者に入力スペースを2つ作る思考を喚起する。例えば、「外科医」という概念について説明することで、「外科医の属性は人を救う」という思考を喚起することを目指す。

## ②共通対話——概念の共通点を見出す思考を喚起する対話

2.2 節の 1~2 で紹介したように、概念融合という思考における総称スペースを作る過程は、概念の共通点を見出す思考である。共通対話では、話者が複数の概念間の共通点を尋ねることで、聴者に共通点を探させる思考を喚起する。例えば、「スパイ」と「泥棒」の共通点を探ね、「なにかを盗む行動をする」という共通点を見出し、それを抽象化した「目的」をマップする総称スペースを作らせることを目指す。

## ③融合対話——概念を融合する思考を喚起する対話

融合対話は、概念融合という思考における融合スペースの生成と解釈という思考を喚起することを目指す。2.2 節の 3 で紹介したように、融合スペースを生成し推論を喚起するには、対応するわけではない属性や一見矛盾する属性をマッピングするなど、意味がすぐには分からない発話や状況の解釈を生じさせる必要がある。融合対話では、そのような新しい発話を聞くことで、その発話を解釈できる推論や新たな意味の創発を促す。例とえば、話者が「酸っぱい」と「信号機」を組み合わせて「酸っぱい信号機」という発話を行い、聴者にこの発話の概念を生成・解釈させる思考である。「酸っぱい信号機」については、人により、酸っぱさの程度を表す信号機や酸っぱい味わいを持つ信号機（の型をしたお菓子）などの概念が生成される可能性がある。

## 4. 概念に関する対話とロボットについての印象の関係に関する実験

われわれ仮説は、概念を融合する思考を喚起する対話は、人間のロボットについての印象の改善及び人間の思考を刺激することに貢献することができること有効であるというものである。本研究では、人間とロボットの対話実験によりこの仮説の検証を試みる。

### 4.1 実験の仮説

上記の仮説に応じて実験で検証する仮説を立てる。

- 仮説1. 融合対話は、概念対話より、人間のロボットについての印象の改善に有効である。
- 仮説2. 融合対話は、概念対話より、人間の思考を刺激する。
- 仮説3. 融合対話は、マッピングを喚起する他の対話（共通対話）より、人間のロボットについての印象の改善に優位性がある。

仮説4. 融合対話は、マッピングを喚起する他の対話（共通対話）より、人間の思考を刺激することに優位性がある。

### 4.2 実験計画

上記の仮説を検証するために 2 つの比較を設定した。融合対話と概念対話の比較（融合・概念比較）、及び、共通対話と概念対話の比較（共通・概念比較）である。前者により仮説 1 と 2 を検証する。両比較間の差により仮説 3 と 4 を検証する。

結果の予想は以下の通りである。

1. 仮説 1 と仮説 2 に対して、融合・概念比較において融合対話は概念対話より、ロボットについての印象と人間の思考への刺激の評価がよい
2. 仮説 3 と仮説 4 に対して、人間の思考への刺激とロボットについての印象について、融合・概念比較における融合対話と概念対話との差が、共通・概念比較における共通対話と概念対話との差より大きい

### 4.3 実験材料

対話実験で使うロボットは 2 台の NaoV6 であった。対話の中で説明する概念を付録の表 5 に表す。各対話ではロボットが 3 つ概念の説明と説明に関する確認を行い、それぞれの思考を喚起するために、対話の最後にそれぞれの自由回答の質問を行う。

#### ① 概念対話

概念対話ではロボットが 3 つの概念について説明した。概念の表現形式は辞書的知識である。例えば、「外科医」という概念を説明する時は「外科を専門とする医師」を用いる。各概念の辞書的知識はウェブ辞書（weblio 国語辞典([www.weblio.jp](http://www.weblio.jp))、コトバンク([kotobank.jp](http://kotobank.jp))、Wikipedia([ja.wikipedia.org](http://ja.wikipedia.org))) の説明を元に作成した。概念対話の自由回答質問は、ロボットによる概念の説明に合意するかどうかを聞いた。概念を説明する際によく行われるのは辞書的定義の参照である。たとえば、「スパイ」という概念を説明する場合、辞書には「敵国、敵軍や、競争相手などの機密の情報をひそかに調べ、探り出すこと」とあり、説明でもこのような情報を表現するだろう。この考えに基づき、概念対話における概念の表現形式は辞書的知識の形式に従う。表 1 に概念対話の例を示す。

表 1 概念対話の例

発話者	内容
Robot	…、屠殺業者とは…(辞書的知識による

Human	説明)
Human	了解
Robot	…, 外科医とは…(辞書的知識による説明)
Human	了解
Robot	…, 大工とは…(辞書的知識による説明)
Human	了解
Robot	概念の説明はあなたの印象に合うかどうかを教えてください(自由回答質問)
Human	…(自分の考え)

### ②共通対話

共通対話ではロボットが3つの異なる概念を説明した。概念の表現形式はCOCOS[7]の入力構造、すなわち、概念名、リジット属性、典型的な属性を含む概念構造であった。例えば、「外科医」という概念を説明する時、「外科医は職業の一つだ。典型的な外科医は、病気になった部分を切除する、患者の命を救う、手術室で働く、メスを使うという特徴がある」と表す。共通対話での自由回答質問では概念に関する共通点を聞いた。例を表2に示す。

表2 共通対話の例

発話者	内容
Robot	…, 屠殺業者とは…(概念構造による説明)
Human	了解
Robot	…, 外科医とは…(概念構造による説明)
Human	了解
Robot	…, 大工とは…(概念構造による説明)
Human	了解
Robot	この3つあるいは2つの間にどのような共通点がある, あなたの考えを教えてください(自由回答質問)
Human	…(自分の考え)

### ③融合対話

融合対話ではロボットが2つの概念とその2を結合した概念を説明した。2つの概念の表現形式は共通対話と同様にCOCOSの入力構造であった。結合した概念はCOCOSで生成したものを、「概念名は(概念名), リジッド属性は…, (概念名)の典型的な属性は…」という形で発話に使った。自由回答質問では融合した概念に関する意味を聞いた。例は表3である。

表3 融合対話の例

発話者	内容
Robot	…, 屠殺業者とは…(概念構造による説明)
Human	了解
Robot	…, 外科医とは…(概念構造による説明)
Human	了解
Robot	…, 屠殺業者の外科医とは…(COCOSの出力による説明)
Human	了解
Robot	屠殺業者の外科医について, あなたの考えを教えてください(自由回答質問)
Human	…(自分の考え)

## 4.4 実験の流れ

実験全体の流れは以下の通りであった。

各参加者はどちらかの比較に群分けされ、2つの異なる対話に参加した。それぞれの対話は同じタイプの異なるロボットと行った。順序効果を排除するために、それぞれの比較で参加人数を半分に分け参加する水準の順番を逆にした。

各参加者は2台のロボットと異なる対話を行った。それぞれの対話は1回の練習対話と3回の正式対話からなる。1台のロボットとの対話の後にそのロボットとの対話についてのアンケートに記入した。その後休憩を挟んで、もう1台のロボットと1回目とは異なる対話を行った。こちらの対話も、1回の練習対話と3回の正式対話からなり、対話の後にそのロボットとの対話についてのアンケートに記入した。

正式対話は、対話の開始の確認、3つの概念の説明、概念ごとに概念の説明を聞き取れたかどうかの確認、概念に関する自由回答質問からなる。具体的には、ロボットが1番目の概念について説明し、その後、聞き取れたかどうかの確認をした。ロボットの手には、左手に「はい」、右手に「いいえ」と書かれたシールが貼られており、ロボットからの確認の質問にロボットの手を触ることで回答した。参加者の回答後、ロボットが次の概念について説明した。3つの概念の説明と確認の後、ロボットが自由回答質問をした。自由回答質問の時に、参加者の前に置かれたモニターにロボットが話した概念についての情報を表示した。

3種類の対話で説明する概念の数を統一することで情報量を揃えた。

## 4.5 従属変数

本研究では、人間とロボットとの対話により、人間の創造的な思考の動機づけとロボットについての印象が変わるという仮説に応じたアンケートを行った。ロボットについての印象を問う質問は、人間が感じたロボットの創造性[10]、社会性[8]、擬人化の程度[7]、知性[7]、心[9]という項目から構成される。人間の思考への刺激についての質問は心理尺度書[11, pp.124-150]を参照して作った。それぞれのアンケートは先行研究から採用、あるいは、参照して筆者らが作成した。各項目は複数の質問から構成される。質問は五段階の Likert 尺度で、回答のスコアは 1-5 である。各項目におけるすべての質問のスコアの平均を各項目のスコアとした。

アンケートの構成は表 4 に示す。例えば、人間が感じたロボットの基礎的な社交性では「このロボットは、相手から非難されたときにも、それをうまく処理できる」という質問があり、これはロボットの社交性における問題解決力を調べることができる[8]。人間が得た思考の刺激では「このロボットとの対話を通じて、自分は新しい見方で概念を理解する」という質問があり、これにより人間が対話に通じて得た創発的な思考を調べることができる。

表 4 実験アンケートの構成

従属変数	項目
人間が感じたロボットの印象	探究心と好奇心
	深い思考性
	基礎的な社交性
	問題解決力
	擬人化
	知性
	心の知覚
人間が得た思考の刺激	人間の浅い思考
	人間の深い思考
	人間の創発的な思考
	人間の体験

## 5. 実験結果

### 5.1 実験参加者

実験参加者は大学院生で合計 52 人（年齢：M=26.3, SD=2.4）、融合の比較の参加者は 26 人（年齢：M=26.3, SD=3.5）、共通の比較の参加者は 26 人

（年齢：M=26.3, SD=1.6）であった。

### 5.2 融合対話と概念対話の比較

まず、仮説 1 の「融合対話は、概念対話より、人間のロボットについての印象の改善に有効である」を検証するため、融合・概念比較におけるロボットについての印象を比較する。融合対話と概念対話の回答の平均を図 2 に示す。Welch's t-test（対応なし、両側検定）により検定した結果、融合対話は概念対話よりすべての項目で有意にスコアが高かった（感じたロボットの創造的な思考性（探究心と好奇心）( $t=5.525, p<.001, df=48.685$ )及び深い思考性( $t=5.141, p<.001, df=45.681$ ), ロボットの社交性（基礎レベル）( $t=2.023, p=0.049, df=48.449$ )と問題解決力( $t=2.822, p=0.007, df=49.556$ ), 擬人化( $t=3.311, p=0.002, df=49.582$ ), 知性( $t=2.211, p=0.032, df=48.789$ ), 心の知覚( $t=2.651, p=0.011, df=49.301$ ))。

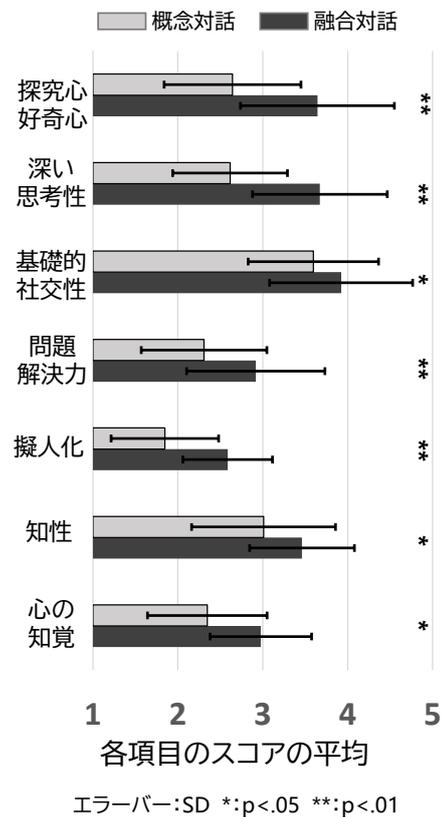


図 2 融合・概念比較におけるロボットについての印象

次に、仮説 2 の「融合対話は、概念対話より、人間の思考を刺激する」を検証するため、融合・概念比較の人間が得た思考の刺激についての比較をする。融合対話と概念対話の回答の平均を図 3 に示す。Welch's t-test（対応なし、両側検定）により検定

した結果、融合対話は概念対話よりすべての項目で有意にスコアが高かった（浅い思考 ( $t=3.445$ ,  $p=0.001$ ,  $df=40.727$ ), 深い思考( $t=5.420$ ,  $p= <.001$ ,  $df=47.427$ ), 創発的な思考 ( $t=5.209$ ,  $p= <.001$ ,  $df=40.242$ ), 対話についての体験( $t=3.193$ ,  $p= 0.002$ ,  $df=48.617$ )).

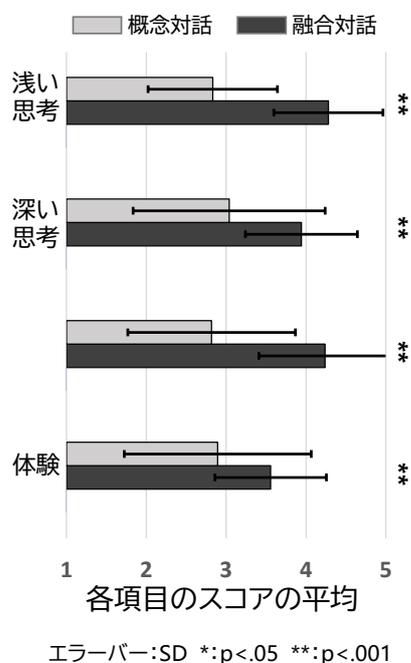


図3 融合・概念比較における人間が得たことについて

### 5.3 融合・概念比較と共通・概念比較の差

仮説3の「融合対話は、共通対話より、人間のロボットについての印象の改善に優位性がある」を検証するため、人間が感じたロボットの印象の各項目について、融合・概念比較における融合対話と概念対話の差（融合対話の効果）と共通・概念比較における共通対話と概念対話の差（共通対話の効果）を比較し、Welch's t-test（対応なし、両側検定）で検定した。その結果を図4に示す。融合対話の効果が共通対話の効果よりも有意に高かった項目は人間の感じたロボットの好奇心と探究心である( $t=2.287$ ,  $p=0.026$ ,  $df=47.697$ )。また、人間が感じたロボットの問題解決力には有意傾向があった( $t=1.835$ ,  $p=0.073$ ,  $df=47.691$ )。他の項目については有意差がなかった（感じたロボットの深い思考性( $t=-0.078$ ,  $p=0.938$ ,  $df=46.810$ ), ロボットの社交性（基礎レベル）( $t=-0.057$ ,  $p=0.955$ ,  $df=49.282$ ), 擬人化( $t=-0.558$ ,  $p=0.580$ ,  $df=44.147$ ), 知性( $t=-0.604$ ,  $p=0.548$ ,  $df=48.704$ ), 心の知覚( $t=-0.337$ ,  $p=0.548$ ,  $df=48.703$ )).

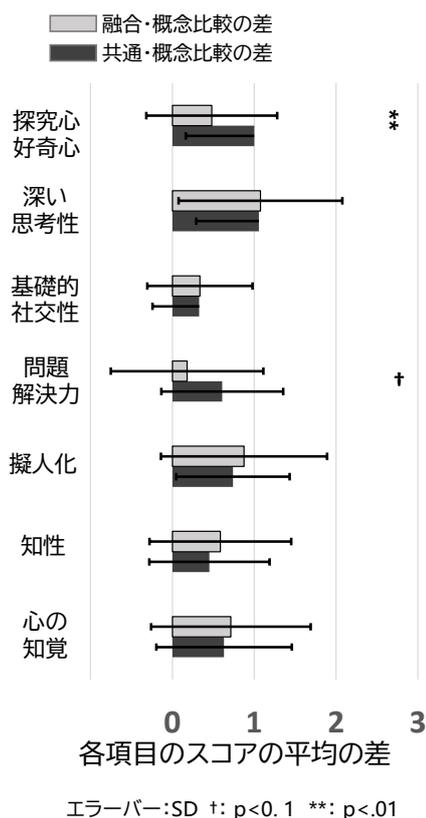


図4 融合対話と共通対話の効果：人間が感じたロボットの印象

仮説4「融合対話は、マッピングを喚起する他の対話（共通対話）より、人間の思考を刺激することに優位性がある。」を検証するため、仮説3の場合と同様の比較を人間の得た思考の刺激の各項目について行った。その結果は図5に示したとおり、全ての項目について有意差がなかった（浅い思考 ( $t=0.757$ ,  $p=0.453$ ,  $df=48.119$ ), 深い思考( $t=0.195$ ,  $p=0.846$ ,  $df=46.580$ ), 創発的な思考 ( $t=0.764$ ,  $p=0.449$ ,  $df=44.970$ ), 対話についての体験( $t=0.800$ ,  $p=0.427$ ,  $df=49.984$ )).

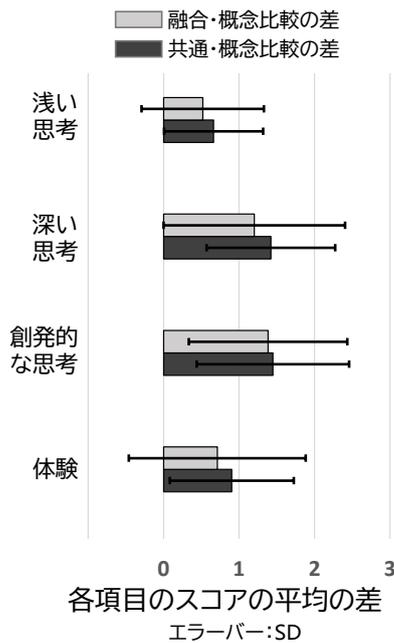


図5 融合対話と共通対話の効果：人間が得た思考の刺激

## 6. 議論

概念融合は概念の創造や創発を可能にするものである[6]。本研究は概念融合ができるロボットを実装したわけではないが、ロボットは対話の中で概念に関する説明と概念融合に関する質問ができるようにさせた。この機能により、ロボットは概念融合を促す対話（融合対話）ができることになると考える。

融合対話は概念について説明する対話（概念対話）より人間がロボットに感じる印象とロボットとの対話から得た思考の刺激のすべての項目について有意に高いことがわかった（5.2節の図2と図3）。この結果より、単純に概念を紹介するロボットより概念融合を促す対話ができるロボットは、人間からの印象を全般的に改善できることが示された。これは、概念融合対話を実装したロボットは概念融合ができるように見え、対話相手の人間から創造性があると感じられたのだろう。そして、人間がこういう創造性がある対話の相手（ロボット）と対話することで、相手についての印象を改善することに繋がったと考えられる。

概念対話に対する融合対話の効果は概念の共通点を考えさせる対話（共通対話）の効果よりも、感じたロボットの好奇心と探究心について有意に高く、感じたロボットの問題解決力に有意傾向があった（5.3節の図4）。この結果より、融合対話のロボットの印象（社交性における問題解決力・探究心と好

奇心）の改善に優位性があることが示された。融合対話は同じ思考レベルの対話より感じたロボットの社交性と創造的な思考性に優位性があることが示された。概念融合により生じる創造や創発は様々であり[6]、概念融合を促す対話はその様々な可能性を残すようにし、対話する相手の説明を質問したり、受け入れたりすることになる。人間は対話相手が自分に質問し、自分の主張が納得されることにより、相手についての社交性及び創造的な思考性に関する印象を改善することに繋がったと考えられる。

## 7. 結論

本研究は概念融合を喚起する対話を提案し、その対話ができるロボットを実装した。このロボットは概念に関する説明と概念融合に関する質問ができる。そして、人間とロボットの対話実験を通じて概念融合を喚起するロボットの印象を調べ、概念融合対話ができるロボットは全般的に印象を改善することに有効であることを示した。

特に、対話者が感じたロボットの探究心と好奇心および問題解決力の点に関して、概念融合対話は同じ概念間のマッピングという思考を喚起する対話ができるロボットより、優位性があることが示された。

このような、新しい概念を生み出す思考の一つである概念融合を促す対話ができるロボットにより、人間が創造的な思考を刺激されたりロボットについての印象を改善したりすることは、長期的な共創関係を維持することに役立てるだろう。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17H06383, JP20H04256 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1] Gockley, R., Bruce, A., Forlizzi, J., Michalowski, M., Mundell, A., Rosenthal, S. ... Wang, J.: Designing Robots for Long-Term Social Interaction, In *2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, Edmonton, Alta.:IEEE, pp. 2199-2204, (2005)
- [2] Mcnamee, S., and Shotter, J. *Dialogue: Theorizing Difference in Communication Studies*. SAGE Publications, <https://doi.org/dx.doi.org/10.4135/9781483328683.n6> (2004).
- [3] Turner, M.: *The Origin of Ideas: Blending, Creativity, and the Human Spark*, Oxford: Oxford University Press, (2014).
- [4] Fauconnier, G.: *Mappings in Thought and Language*,

Cambridge: Cambridge University Press, (1997) (坂原茂, 三藤博, 田窪行則 (訳): 思考と言語におけるマッピング—メンタル・スペース理論の意味構築モデル, 岩波書店, (2000))

- [5] Turner, M.: Blending in Language and Communication. In E., Dabrowska, & D., Divjak (Eds.). *Handbook of Cognitive Linguistics*, Berlin: De Gruyter Mouton, pp.211-232 (2015)
- [6] Lieto, A., and Pozzato, G. L.: Applying a Description Logic of Typicality as a Generative Tool for Concept Combination in Computational Creativity, *Intelligenza Artificiale*, Vol. 13, No.1, pp. 93–106, (2019)
- [7] Bartneck, C., Kulić, D., Croft, E. et al.: Measurement Instruments for the Anthropomorphism, Animacy, Likeability, Perceived Intelligence, and Perceived Safety of Robots, *International Journal of Social Robotics*, Vol.1, pp. 71–81, (2009)
- [8]内藤 誼人: 社会的スキルの自己評価と他者評価の一致について, 立正大学心理学研究年報, No.4, pp. 39–43 (2013)
- [9] Gray, H., M., Gray, K., and Wegner, D.M.: Dimensions of Mind Perception. *Science*, Vol. 315, No.5812, p. 619, (2007)
- [10] Goldberg, L. R.: A Broad-Bandwidth Public Domain Personality Inventory Measuring the Lower-Level Facets of Several Five-Factor Models. In I. Mervielde, I. Deary, F. De Fruyt, & F. Ostendorf (Eds.), *Personality Psychology in Europe*, Tilburg, The Netherlands: Tilburg University Press, Vol. 7, pp. 7-28, (1999)
- [11] 堀 洋道, 櫻井 茂男, 松井 豊: 心理測定尺度集 4 子どもの発達を支える“対人関係・適応”, サイエンス社, (2007)

3回目	さび	挨拶	さびの挨拶
BC	C1	C2	C3
練習	スパイ	泥棒	
1回目	欲望	交通信号機	目覚まし時計
2回目	夢	旅	牧師
3回目	さび	挨拶	花火
GG	C1	C2	C3
練習	船	ビル	
1回目	運転士	観光ガイド	羊飼い
2回目	農民	教師	母親
3回目	屠殺業者	大工	外科医
GC	C1	C2	C3
練習	スパイ	泥棒	
1回目	母親	観光ガイド	教師
2回目	運転士	屠殺業者	外科医
3回目	羊飼い	農民	大工

## 付録

表 5 実験で使う概念の順番と概念名

記号	意味
C1	一番目の概念
C2	二番目の概念
C3	三番目の概念
C3/B1	概念名は「C1+C2」の形である
概念に関する情報	
BB	C1 C2 C3
練習	船の家 酸っぱいと 炎
1回目	欲望 交通信号機 号機 欲望の交通信号機
2回目	夢 旅 夢の旅