

# 共同問題解決における参照表現と視線一致率の関係

－ 参照表現の属性に基づく分析 －

## Gaze matching of referring expressions :

## in collaborative problem solving

-Analysis based on the attributes of referring expressions -

栗山 直子<sup>†</sup>, 寺井 あすか<sup>†</sup>, 安原 正晃<sup>†</sup>, 徳永 健伸<sup>†</sup>, 山岸 侯彦<sup>†</sup>, 楠見 孝<sup>‡</sup>  
Naoko Kuriyama, Asuka Terai, Masaaki Yasuhara, Takenobu Tokunaga,  
Kimihiko Yamagishi, Takashi Kusumi

<sup>†</sup>東京工業大学, <sup>‡</sup>京都大学

Tokyo Institute of Technology, Kyoto University

kuriyama@hum.titech.ac.jp

### Abstract

Richardson and Dale (2005) showed that eye gaze matching between speakers and listeners contributed to language comprehension. While their study used a static image as a visual stimulus, and the speech and eye gaze of speakers and that of listeners were recorded serially, we recorded speech in synchronization with eye gaze of both participants simultaneously in a collaborative problem solving setting. The analysis of the collected data revealed that the peak of the matching rate comes at a different position from the onset of referring expressions depending on their surface form.

**Keywords** — Gaze Matching, Collaboration, Eye Movements, referring expressions

### 1. はじめに

人間のコミュニケーションにおいて、相手が示している事柄が何を指すのかを正確に同定し、お互いの情報を共有することが重要である。情報を共有していることを示す認知的な指標の一つとして、「視線の共有」があげられる。栗山ら[1]では、タングラムを用いた2者の共同問題解決において両者の視線を測定し、解決者からの参照表現発話前後の視線一致率を検討した結果、解決者からの参照表現（「それ」「三角形」「大きいの」等）の発話前後の視線一致は、発話前において、解決ペアの方が、未解決ペアよりも、高まっていることと、視線一致のピークは参照表現発話後2秒前後であることが明らかになった。この結果はRichardson & Dale(2005)の発話同定までにかかる時間と同様であった。しかし、参照表現についても、指示代名詞（それ、これ）、サイズ（小さい

やつ）など、様々な属性があり[3]、それぞれ性質が異なっている。そこで本研究では、参照表現を属性別に分類し、属性別に視線一致率を比較し、(1)どのような参照表現が視線一致率を高めるのか、(2)視線一致のピークはどの属性の参照表現でも同傾向なのかについて検討を行うことを目的として分析を行った。

### 2. 方法

実験参加者：大学生もしくは大学院生 5 組 10 名の仲のよい同性の友人のペア。

材料：課題は、ゴール図形が対称（2 題）と非対称（2 題）の計 4 種類のタングラムパズル（図形パズルの 1 種で、四角形や平行四辺形や三角形など計 7 ピースを組み合わせて、様々な図形を作るパズル）であり、PC 上で操作できるシミュレータを用いた。

手続き：2 人の課題解決中の視線測定を行うために、最初に各アイトラッカーのキャリブレーション

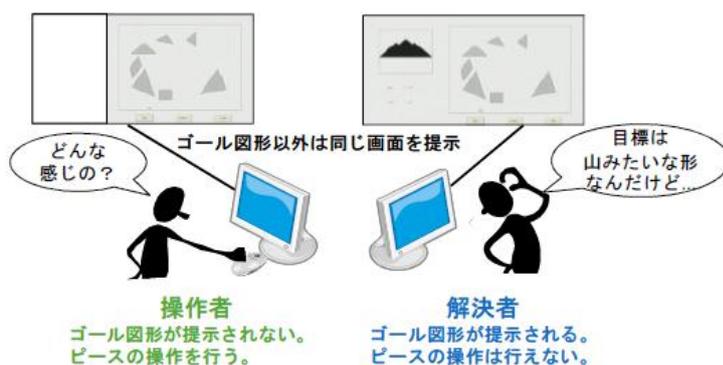


図 1：実験状況

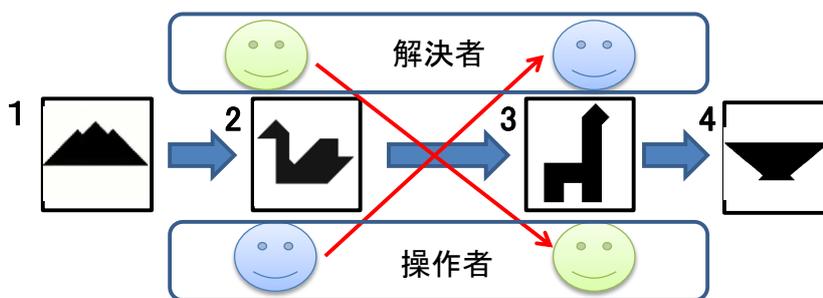


図2 課題の順と役割交代

ョンをそれぞれに対して行った。2 者の役割は、片方は、PC 画面上の完成図のシルエットを見て、解決をしながらパズル操作の指示を口頭で伝える役割（解決者：SV）、もう一方は、解決者の指示に従って実際に PC 上のピースをマウスによって操作し、目標図形を完成させる役割（操作者：OP）である。解決者にのみ完成図をシルエットで提示し、解決者による指示に従い、操作者は PC 上の図形のピースをマウスで操作し、2 人で協力して目標図形を作成する課題を行った。モニターを分岐させ 2 者が同じ画面がみられるように設定したが、操作者にはゴール図形が見えないように設定した（図 1）。パズル解決問題は 4 題出された。

前半 2 問（対照図形 1 題・非対称図形 1 題の順）が終わったところで、解決者と操作者の役割を交代し、前半と同様に後半（非対称図形 1 題・対称図形 1 題の順）でも 2 題を解答させた（図 2）。課題解答の制限時間は 1 題につき 15 分とし、それ以前に正解に至ったペアは正解した時点で終了とした。

測定項目：PC 上のタングラムのピース操作、マウス操作、課題解決時における操作者と解決者の会話を記録した。また、2 台のアイトラッカー（両者とも Tobii T60 をそれぞれ用いた）を使用し、操作者・解決者両者の視線情報を測定した（2 台の視線測定装置は、CPU を 2 つ積んだ 1 台の Windows マシンによって制御し、時間コードを同期させた）。被験者に提示したモニター画面のサイズは 1280×1024pixels で、目から画面までの距離は 45cm 程度であった。

### 3. 結果と考察

本研究では、両者の視線が測定できた 2 組 4 名（5 組 10 名中）、合計 8 対話のデータを分析対象とした（除外した 3 組は、すべて片方の被験者の視線の測定が困難（眼鏡のタイプによっては測定が困難な場合がある等）であり、正確な視線一致率が産出できなかった）。視線計測データは、6Hz のローパスフィルタを用いてスムージングをおこなった。本研究では両者の視線が 0.1 秒以上 100 ピクセル以内に停留した場合を視線が一致したと見なし分析を行った。

解決者（SV）からのピースを動かす指示をするときに用いられた参照表現（「それ」「三角形」「大きい」等）のみを抽出した。そして、Tokunaga ら[3]の参照表現の属性分類表に従い、参照表現の属性分類を行った。参照表現の総数と課題正誤と役割別の分類結果は表 1 のとおりである。「指示代名詞」が一番多く、次に「形状タイプ」、「大きさ」、「大きさと形状タイプの組み合わせ」が参照表現として多用されていることが明らかになった。さらに、解決者と操作者の参照表現の総発話数は、解決者（517 事例）の方が操作者（173 事例）よりも 3 倍多いこと、解決ペア（解決者：23 種類、操作者：7 種類）よりも未解決ペア（解決者：35 種類、操作者：14 種類）の方が、参照表現の属性が多様であることが明らかになった。

また、各参照表現の発話開始を 0 とし、-5～10 秒の間の視線一致率を算出し、「指示代名詞（331 事例）」と「他の名詞句（指示代名詞以外すべて）（359 事例）」の 2 つに分類し、解決未解決別に平均値視線一致率を求めた結果を図 3 に示す。

表 1: 課題 (解決ペア/未解決ペア) × 役割 (解決者/操作者) 別属性

解決者/操作者		解決者参照表現		操作者参照表現		合計
課題全体の解決群/未解決群		解決	未解決	解決	未解決	
参照表現の属性	指示代名詞(これ, それ)	91	132	52	56	331
	タイプ(四角形)	48	31	13	5	97
	大きさ(大きい~)	30	11	12	7	60
	大きさ&タイプ(大きい四角形)	27	24	8	1	60
	指示形容詞&サイズ&タイプ(その大きい三角形)	9	13	1	1	24
	指示形容詞&タイプ(その三角形)	10	8	0	1	19
	動作「よっき回転した三角形」	0	8	0	2	10
	指示形容詞&タイプ(その三角形)	1	4	0	3	8
	数「2つの三角形」	0	3	1	3	7
	タイプ「四角形」	0	7	0	0	7
	動作&タイプ(回転した三角形)	1	5	0	0	6
	補集合「もうひとつの三角形」	3	2	1	0	6
	入れ子&投射型空間関係&state&タイプ(四角形の右にある三角形)	0	5	0	0	5
	投射型空間関係「右の三角形」	2	1	0	0	3
	state&サイズ&タイプ(~な大きい三角形)	2	1	0	0	3
	動作&大きさ&タイプ(回転した大きい三角形)	1	2	0	0	3
	サイズ&大きさ(小さい2つ)	3	0	0	0	3
	比喩&タイプ(足の部分の三角形)	2	0	0	1	3
	投射型空間関係&タイプ(右の三角形)	0	2	0	0	2
	タイプ&サイズ(四角形大きい)	1	1	0	0	2
タイプ&数(三角形2つ)	0	0	0	2	2	

\*合計が 2 以上のみ掲載

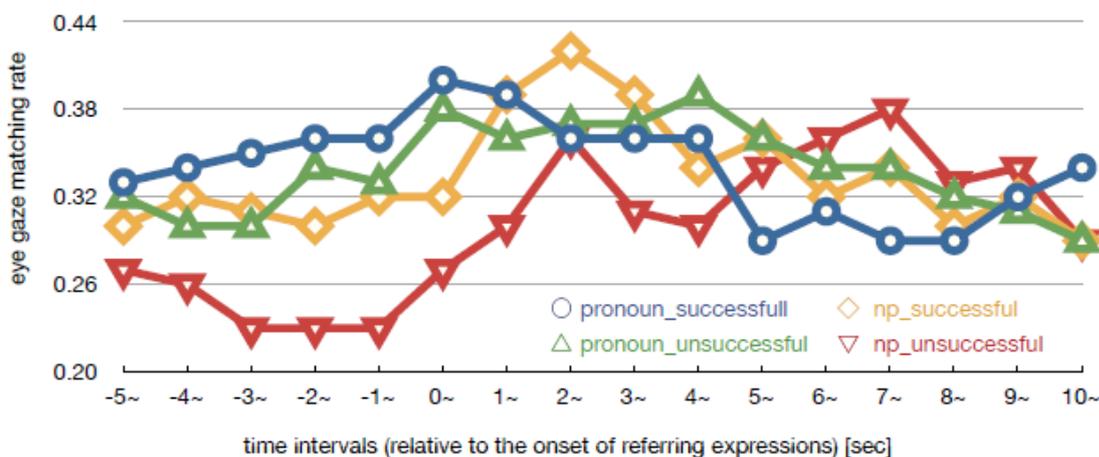


図3 参照表現・正誤別の平均視線一致率

結果、指示代名詞とその他の名詞句では、平均一致率のピークに 2 秒ほどのずれが見られる。それぞれの平均発話長は、指示代名詞は 0.24 秒で、その他の名詞句は 0.76 秒であった。表現の長さという意味では、その他の名詞句の方が、平均して 0.52 秒長い、それを差し引いたとしても、指示代名詞の方が視線一致のピークが 1 秒ほど早いことが明らかになった。

指示代名詞以外の名詞句の属性のパターンについては、「大きさ」や「大きさ&タイプ」が多用されていたが、これは課題に依存する可能性があり、本課題はパズルを操作して解く課題であったため「大きさ」「タイプ」等の属性が多用されていたと考える。

#### 4. 今後の課題

本研究においては、2 組 4 名の 8 対話分の分析のみであったため、実験参加者を増やして課題ごとの検討を行う必要がある。視線のピークの違いについては、また、指示代名詞とその他の名詞句にはピークにずれがあったが、各参照表現の発話によって意図されたものに視線を向けたかどうかについてのさらに詳細に検討する必要があると考える。そのうえで、さらに、Grounding[4]の成功/失敗と参照表現や視線一致の関係を時系列に検討していくことも今後の検討課題であると考えている。

**謝辞:** 本研究は科学研究費（18330154 号 代表：徳永健伸）の助成を受けました。

## 参考文献

- [1] 栗山・寺井・安原・徳永・山岸・楠見 (2010).  
共同問題解決時の二者の視線一致が共有知識の形成に及ぼす効果. 日本認知科学会第 27 回発表論文集.
- [2] Richardson, D.C., & Dale,R. (2005).  
Looking to understand: The coupling between speaker's and listener's eye movements and its relationship to discourse comprehension. *Cognitive Science*, 29, 1045-1060.
- [3] Tokunaga, T., R. Iida, M. Yasuhara, A. Terai, D. Morris, and A. Belz (2010):  
'Construction of bilingual multimodal corpora of referring expressions in collaborative problem solving'. In: *Proceedings of 8th Workshop on Asian Language Resources*. pp. 38–46.
- [4] Clark, H. H. and E. F. Schaefer (1989):  
Contributing to discourse. *Cognitive Science*, 13, 259–294.