

創造課題の成果物説明に対する思考過程発話と聞き手の影響

Linguistic Expression of Thoughts and Interlocutor Influence on Creative Task Outcome Description

山之内 七穂[†] 小早川 真衣子[‡] 今野 将[‡]
Nao Yamanouchi Maiko Kobayakawa Susumu Konno

1 はじめに

思いついたサービスや製品を作ろうとすると、その有用性を示すために我々は他者に対してアイデアを説明する必要がある。この説明は数学や物理等の事象を正確に説明するようなものではなく、アイデアの概要や価値を相手に示すという役割を持っている。

説明するという行為にはさまざまな効果がある。特に知識獲得において、説明を生成するという行為には説明生成者の理解を促進させることが明らかになっている [1]。これは、他者への説明生成や対話による教え合いであっても同様である [2][3]。これらの説明生成による理解促進は、自らの理解状態を外在化することで認知し、不十分な点を修正しようと推論を行う活動によって引き起こされている [4]。他にも説明活動が創造的なアイデアの生成に与える影響を検討した神崎らは、説明を生成することによって、生成されるアイデアの実用性が保たれる傾向にあることを明らかにした [5]。また、Wetzstein らによれば説明生成によって自らのデザインを内省的に言語化することはアイデアの質を向上させる [6]。このような説明の効果は、自己説明が知識獲得学習・創造的課題に対してどのような影響を与えるかという観点で検討されたものである。しかし、課題中の行為が自己説明に対して与える影響は十分に検討されていない。

筆者らはこれまでに、指定されたお題に合わせて自由に成果物を作成する課題において、課題実践中の考えを発話する行為や聞き手インタフェースの存在・動作によるインタラクションが、課題遂行者の課題や発話行為に対する主観的評価や課題遂行中の発話構造および内容に与える影響を検討してきた [7]。実験の結果、聞き手インタフェースのインタラクションによって課題遂行中に考えを発話しやすく、まとめやすく、また制作課題後の成果物説明を行いやすく感じたことが明らかになった。課題遂行者の主観的評価の変化の要因として、インタラクションによって自らの思考への

内省が喚起されたことによって、思考過程の発話に文脈が生まれたことが挙げられた。

本研究では、制作課題後に行なった成果物を説明する課題において生成された成果物の説明に対して、課題遂行中の考えを発話する行為や聞き手インタフェースの存在・インタラクションが与えた影響を、説明を生成する時間や発話されたモーラ数に着目して検討した。

2 実験概要

筆者らのこれまでの実験について概要を述べる。

実験は、指定されたお題に沿ってレゴブロックで自由に制作する制作課題と制作課題終了後に制作課題の成果物の特徴や工夫点を説明する説明課題で構成された。実験参加者は 20~25 歳の男女 18 名である。

2.1 実験条件

課題中の思考過程の発話による影響を検討する発話条件、動作しない聞き手インタフェースの影響を検討する不動条件、動作する聞き手インタフェースの影響を検討する可動条件の 3 つを設定した。発話条件は「発話無」と「発話有」の 2 水準で構成され、発話有では課題遂行中に考えていることをできるだけ発話するように求める。不動条件は「発話有 (聞き手無)」と「動作無」の 2 水準で、動作無ではインタラクションを行わない聞き手インタフェースが設置される。可動条件は「発話有 (聞き手無)」と「動作有」の 2 水準で、動作有では動作によってインタラクションを行う聞き手インタフェースが設置された。以後、不動条件の発話有を「発話有 1」、可動条件の発話有を「発話有 2」と呼称する。

実験は発話条件の発話無、不動条件、可動条件について、カウンターバランスを考慮して行なった。発話条件の発話有は発話有 1 および発話有 2 と同様の実施要件であるため省略し、分析の際は発話有 1 および 2 の双方と比較する。

[†]千葉工業大学大学院・Chiba Institute of Technology

[‡]千葉工業大学・Chiba Institute of Technology

2.2 実験環境



図 1: 実験環境 ([7] より引用)

実験環境を図 1 に示す。実験参加者は卓上に示した幅 60cm 奥行き 50cm の作業空間でレゴブロックを扱う。聞き手インタフェースは体高 17cm 程度の人を模した紙粘土製のロボットで、実験参加者の正面に設置される。動作は頭部動作による対話機能の分類 [8] から、1 度深く頷く動作を understanding, 2 度浅く頷く動作を back-channel, 首傾げ動作を thinking と定義し、あらかじめ設定した 3 つの方針で実験者が操作した。

実験者と実験参加者の間には衝立を設置し、お互いを視認することができないようにした。また、実験風景は実験参加者の了承のもと、ビデオカメラによって撮影された。ビデオカメラは実験参加者から 1m 以上離れた視界に入らない位置に設置した。

2.3 課題

制作課題では、提示される 5 つのお題 (家具, 家, 乗り物, 時計, 動物) をレゴブロックを用いて 5 分間で制作する。お題は「机の上のレゴブロックを使って独創的な〇〇を作成してください」という教示で与えた。また「作業終了後に作ったものの特徴を 1 分程度で説明してもらいます」と説明課題の存在を事前に知らせた。

説明課題では、制作課題で作成した成果物について 1 分程度で特徴を説明する。説明課題は実験者の「作った〇〇の特徴を 1 分程度で説明してください」という教示で開始し、実験参加者の「以上です」などの説明終了を示す発言によって終了とした。

説明課題終了後には、それぞれの実験条件で実験参加者の主観的な思考の話しやすさ、考えのまとまりやすさ、成果物の説明のしやすさについて問うアンケートへ回答してもらった。

3 分析の対象・条件

実験参加者 18 名のうち、1 名の説明部分の音声データに欠損があったため分析の対象外とし、17 名分の説明で分析を行った。

分析における条件は、発話有 1 と発話有 2 を比較することで設定した条件以外を要因とする差が生まれていないかを確認する「同一条件」、発話無と発話 1 および発話 2 を比較することで課題遂行中の思考過程の発話による影響を検討する「発話条件 1」「発話条件 2」、発話有 1 と動作無を比較することで動作しない聞き手インタフェースによる影響を検討する「不動条件」、発話有 2 と動作有を比較することで動作によってインタラクティブする聞き手インタフェースの影響を検討する「可動条件」、動作無と動作有を比較することで聞き手インタフェースの動作によるインタラクションの影響を検討する「静動条件」の 5 つである。

4 分析データ

実験者の教示終了直後から実験参加者の説明終了を告げる発言の開始直前までの実験参加者が説明を生成している間の音声データを説明課題時間として切り取り、分析用のデータを作成する。

発話密度は各実験参加者が説明課題時間のうち、説明発話を行っていた時間 (説明の時間長) の割合で、説明課題時間 (sec)/説明の時間長 (sec) で算出した。

説明の時間長は以下の手順で取得する。

1. 説明課題時間中の音声データに対し短時間フーリエ変換を行う
2. 算出されたスペクトルのうち平均の 3 割を下回るスペクトルを 0 にする
3. -55dBFS 以下が 100 ミリ秒続いた場合に無音として削除
4. 逆短時間フーリエ変換して音声データに戻す
5. 音声データの秒数を測定する

説明のモーラ長は、説明課題において実験参加者が発話した説明のモーラ長である。説明課題時間中の音声データから実験者になるべく説明の発話に忠実になるように文字起こしした説明 (説明テキスト) を IPAdic を用いて MeCab[9] で形態素解析を行い、読みを取得した。取得した読みは実験参加者の発話に合わせて修正した。修正は未知語となった単語や読みの違い (“明日” : ”あした” or ”あす” など) に対してのみ行った。モーラ長の計測は石黒らのスクリプト [10] を参考に Python プログラムを作成して行った。

話速は 1 秒間あたりに発話されたモーラ数と定義する。各説明の話速は説明のモーラ数 (mora)/説明の時間長 (sec) で算出した。

表 1: 説明の速度・長さ

	同一条件				発話条件							
	発話有 1	発話有 2	F(1, 16)	f	発話無	発話有 1	F(1, 16)	f	発話無	発話有 2	F(1, 16)	f
発話密度	0.88(0.12)	0.89(0.10)	0.66	0.20	0.86(0.11)	0.88(0.12)	0.33	0.14	0.86(0.11)	0.89(0.10)	1.31	0.29
時間長	30.83(13.97)	29.36(11.30)	0.23	0.12	24.20(6.69)	30.83(13.97)	4.60	0.54 *	24.20(6.69)	29.36(11.30)	2.88	0.42
モーラ長	174.00(68.61)	159.18(59.29)	0.66	0.20	126.12(43.30)	174.00(68.61)	7.32	0.68 *	126.12(43.30)	159.18(59.29)	4.46	0.53 +
話速	5.88(1.07)	5.52(1.29)	3.60	0.47 +	5.32(1.28)	5.88(1.07)	15.98	1.00 **	5.32(1.28)	5.52(1.29)	3.24	0.45 +

	不動条件				可動条件				静動条件			
	発話有 1	不動	F(1, 16)	f	発話有 2	可動	F(1, 16)	f	不動	可動	F(1, 16)	f
発話密度	0.88(0.12)	0.90(0.12)	1.36	0.29	0.89(0.10)	0.90(0.10)	1.09	0.26	0.90(0.12)	0.90(0.10)	0.12	0.09
時間長	30.83(13.97)	31.84(12.42)	0.13	0.09	29.36(11.30)	30.44(10.03)	0.23	0.12	31.84(12.42)	30.44(10.03)	0.21	0.11
モーラ長	174.00(68.61)	171.59(60.88)	0.03	0.04	159.18(59.29)	164.53(55.23)	0.14	0.09	171.59(60.88)	164.53(55.23)	0.19	0.11
話速	5.88(1.07)	5.65(1.40)	0.97	0.25	5.52(1.29)	5.51(1.08)	0.00	0.01	5.65(1.40)	5.51(1.08)	0.29	0.13

SD を括弧内に、効果量を f 欄に示す

p : + < .10, * < .05, ** < .01 f : Small = 0.1, Medium = 0.25, Large = 0.4

5 結果

結果を表 1 に示す。

発話密度について、同一条件 ($F(1, 16) = 0.66$ *n.s.*), 発話条件 1 ($F(1, 16) = 0.33$ *n.s.*) および発話条件 2 ($F(1, 16) = 1.31$ *n.s.*), 不動条件 ($F(1, 16) = 1.36$ *n.s.*), 可動条件 ($F(1, 16) = 1.09$ *n.s.*), 静動条件 ($F(1, 16) = 0.12$ *n.s.*) のいずれも有意でなかった。説明課題時間中の説明の割合は要因によって変化しない。この結果は、説明発話に含まれる沈黙時間にいずれの要因も影響を与えていなかったことを示している。

説明の時間長について、同一条件 ($F(1, 16) = 0.23$ *n.s.*), 発話条件 2 ($F(1, 16) = 2.88$ *n.s.*), 不動条件 ($F(1, 16) = 0.13$ *n.s.*), 可動条件 ($F(1, 16) = 0.23$ *n.s.*), 静動条件 ($F(1, 16) = 0.21$ *n.s.*) はいずれも有意でなかった。発話条件 1 ($F(1, 16) = 4.60$ $p < .05$) は有意であった。効果量 f は 0.54 で十分に大きい。また有意差はなかったものの、発話条件 2 も効果量 f は 0.42 で、他の条件と比較して分散比 F も大きいと言える。説明の時間長は思考過程を発話している場合にのみ長くなる傾向にあった。

説明のモーラ長について、同一条件 ($F(1, 16) = 0.66$ *n.s.*), 不動条件 ($F(1, 16) = 0.03$ *n.s.*), 可動条件 ($F(1, 16) = 0.14$ *n.s.*), 静動条件 ($F(1, 16) = 0.19$ *n.s.*) はいずれも有意でなかった。発話条件 1 ($F(1, 16) = 7.32$ $p < .05$) は有意で、発話条件 2 ($F(1, 16) = 4.46$ $p < .10$) は有意傾向であった。説明のモーラ長は思考過程を発話している場合にのみ長くなる傾向にあった。

説明の時間長とモーラ長の相関係数は $r = .754$ ($p < .01$ $n = 85$) であった。散布図を図 2 に示す。時間長が増加するに従ってモーラ長が増加する強い正の相関があるといえる。

話速について、同一条件 ($F(1, 16) = 3.60$ $p < .10$)

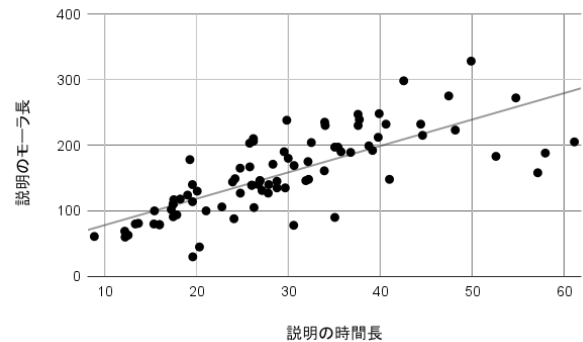


図 2: 説明の時間長とモーラ長

が有意傾向であったことから、条件とした思考過程の発話と聞き手による変化以外の要因があることが示唆された。実験参加者のそれぞれの話速と平均および標準偏差を表 2 に示す。

今回検討している話速は 1 秒間あたりに発話されたモーラ数である。ここでいうモーラは音韻的な長さのことを示している。日本人の発話速度は状況によって異なるが、非日本語ネイティブスピーカが聞き取りやすい発話速度は $320\text{mora}/\text{min}$ ($5.33\text{mora}/\text{sec}$) および $360\text{mora}/\text{min}$ ($6\text{mora}/\text{sec}$) [11] であると言われている。実験参加者が日本語母語話者であるため $300\text{mora}/\text{min}$ ($5\text{mora}/\text{sec}$) ~ $420\text{mora}/\text{min}$ ($7\text{mora}/\text{sec}$) を聞き取りやすい話速であると考え、17 名の実験参加者のうち 12 名はこの範囲に該当している。より早い話速の実験参加者は 1 名で $8.28\text{mora}/\text{sec}$, より遅い話速の実験参加者は 4 名であった。話速の遅い実験参加者の内訳は $4\text{mora}/\text{sec}$ 台が 2 名, $3\text{mora}/\text{sec}$ 台が 2 名である。標準偏差 SD を見ると、0.5 より小さい値であった実験参加者が 10 名, 0.5 ~ 0.8 の実験参加者は 5 名, 0.8 よりも大きい実験参加者は 2 名であった。実験参加者間で標準偏差 SD がばらついており、2

表 2: 実験参加者ごとの話速 (mora/sec)

	発話無	発話有 1	動作無	発話有 2	動作有	平均 (SD)
1	7.88	7.87	9.24	8.39	8.02	8.28(0.58)
2	2.57	4.60	2.77	2.25	4.75	3.39(1.19)
3	5.02	5.92	4.91	5.07	6.00	5.38(0.53)
4	5.92	6.44	6.68	5.82	6.48	6.27(0.38)
5	2.55	3.36	3.61	3.38	3.48	3.28(0.42)
6	6.31	6.22	6.12	6.67	6.34	6.33(0.21)
7	6.02	6.87	5.66	6.68	6.48	6.34(0.49)
8	6.77	7.16	6.93	5.84	4.83	6.30(0.97)
9	5.43	6.48	5.62	5.75	5.33	5.72(0.45)
10	4.58	4.97	4.63	4.53	4.70	4.68(0.17)
11	4.95	5.21	4.55	5.73	4.00	4.89(0.66)
12	5.35	6.58	5.71	5.50	5.80	5.79(0.48)
13	5.03	5.57	5.14	5.13	5.14	5.20(0.21)
14	6.31	6.52	5.45	6.01	6.04	6.06(0.40)
15	5.35	6.28	5.83	5.94	6.58	5.99(0.47)
16	4.95	4.66	6.16	5.49	4.57	5.17(0.66)
17	5.43	5.32	7.01	5.63	5.05	5.69(0.77)

名の実験参加者については特に水準間での話速の差が大きい。また、話速自体もばらつきが大きく、実験の要因ではなく、個人差による影響が大きいと考えられる。

6 結論・考察

成果物説明中の沈黙および発話速度は、制作中の思考過程発話の有無にも聞き手インタフェースの存在・インタラクションにも影響を受けなかった。特に発話速度は個人間と制作回ごとのばらつきが大きく、個人差の影響が大きいと考えられる。

成果物の説明を行う時間および説明に使用する発話の長さは、制作中に思考過程を発話すると説明の長さは長くなる傾向にあった。筆者のこれまでの分析 [7] で、説明しやすいと実験参加者が感じていたのはインタラクションする聞き手がいる場合のみであった。成果物の説明が長いことは、説明者の主観的な話しやすさに影響を与えていないことが明らかになった。

7 おわりに

筆者らがこれまでに行った、指定されたお題をレゴブロックで自由に作成する創造的課題後の成果物の説明において、課題実践中の思考過程の発話の有無や聞き手インタフェースの存在・動作によるインタラクションが与える影響を、説明課題時間中の発話割合や説明時間、説明発話の長さ、話速に着目して分析した。

その結果、思考過程を発話することによって成果物の説明を長く行うようになることが明らかになった。また、制作中の聞き手インタフェースの存在や動作は成果物の説明の長さに対して影響を与えていなかった。これは、説明者の感じる説明しやすさは、説明自体の長

さによらず、説明の内容など別の要因が存在することを示している。成果物説明中の発話割合は、思考過程の発話にも聞き手インタフェースの存在・動作にも影響を受けなかった。また、話速は個人差の影響が大きく、それぞれの要因による影響はなかった。

今回の分析では説明者が感じる話しやすさの要因を特定することはできなかった。今後は説明の内容や使用された単語に着目して分析を行い、創造的課題における成果物説明のしやすさについて、課題中の発話や聞き手の影響を検討したい。

参考文献

- [1] Michelene TH Chi, Miriam Bassok, Matthew W Lewis, Peter Reimann, and Robert Glaser. Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive science*, Vol. 13, No. 2, pp. 145–182, 1989.
- [2] Naomi Miyake. Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive science*, Vol. 10, No. 2, pp. 151–177, 1986.
- [3] 伊藤貴昭, 垣花真一郎. 説明はなぜ話者自身の理解を促すか—聞き手の有無が与える影響—. *教育心理学研究*, Vol. 57, No. 1, pp. 86–98, 2009.
- [4] Michelene TH Chi, Nicholas De Leeuw, Mei-Hung Chiu, and Christian Lavancher. Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science*, Vol. 18, No. 3, pp. 439–477, 1994.
- [5] 神崎奈奈, 三輪和久. 創造活動における説明の効果に関する実験的検討. *認知科学*, Vol. 17, No. 3, pp. 589–598, 2010.
- [6] Annkatrin Wetzstein and Winfried Hacker. Reflective Verbalization Improves Solutions: The Effects of Question-based Reflection in Design Problem Solving. *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 18, No. 2, pp. 145–156, 2004.
- [7] 山之内七穂, 今野将. 創造的タスクにおける聞き手ロボットの有効性. *情報処理学会論文誌*, Vol. 65, No. 3, pp. 696–705, 2024.
- [8] Otsuka Kazuhiro and Tsumori Masahiro. Analyzing multifunctionality of head movements in face-to-face conversations using deep convolutional neural networks. *IEEE Access*, Vol. 8, pp. 217169–217195, 2020.
- [9] Taku Kudo, Kaoru Yamamoto, and Yuji Matsumoto. Applying conditional random fields to japanese morphological analysis. In *Proceedings of the 2004 conference on empirical methods in natural language processing*, pp. 230–237, 2004.
- [10] 石黒翔, 齊藤智. 日本語のモーラ数を計数するシェルスク립トプログラムの提案. *日本認知心理学会発表論文集 日本認知心理学会第 16 回大会*, p. 65. 日本認知心理学会, 2018.
- [11] Hafiyah Prafianto, Takashi Nose, Yuya Chiba, Akinori Ito, and Kazuyuki Sato. A study on the effect of speech rate on perception of spoken easy japanese using speech synthesis. In *2014 International Conference on Audio, Language and Image Processing*, pp. 476–479. IEEE, 2014.