

## 継続的に対乳児発話でロボットに語りかけることによる印象への影響

How does the continuous use of infant-directed speech to a robot influence the impression of the robot?

柴田 諒子<sup>\*1,†</sup>  
SHIBATA Ryoko小島 隆次<sup>\*2</sup>  
KOJIMA Takatsugu尾関 基行<sup>\*1</sup>  
OZEKI Motoyuki岡 夏樹<sup>\*1</sup>  
OKA Natsuki<sup>\*1</sup> 京都工芸繊維大学  
Kyoto Institute of Technology<sup>\*2</sup> 滋賀医科大学  
Shiga University of Medical Science

It is known that the prosodic feature of infant-directed speech (IDS) is different from that of adult-directed speech (ADS). Although it is known that IDS has an influence on infants' cognition, it is not clear whether it has a cognitive effect on adults as well. We ask two participants who live together to interact with a robot in their home for one week with IDS, and with another robot for another week with ADS, and we investigate the difference in the impression of the robot between the two conditions.

## 1. はじめに

ロボットは社会環境や家庭環境に徐々に浸透しつつあるが [Brooks 98], ユーザごとにロボットとの接し方は様々であり [Turkle 06], 飽きなどの理由により長期的なインタラクションを持つことは難しいと考えられる。ユーザがロボットに愛着を持つことができれば、ロボットとの長期的なインタラクションを持つことが期待され、また、長期的なインタラクションを通じて、ユーザに適應するための学習データもより多く得ることが可能になると考えられる。

ユーザにロボットに対して愛着をもってもらうために、ユーザの発話に注目し、特に人の発話の中でも、我々は *Infant-directed speech (IDS)* に注目した。IDS とは、赤ちゃんに対して話しかけるときに自然と出ると言われている、韻律が特徴的に変化する発話であり、声の基本周波数が高くなる、基本周波数の変化(抑揚)が大きくなる、ゆっくりとした話し方となる、などと言った点が大人同士の会話 *Adult-directed speech (ADS)* と異なる [Kitamura 98]。このような話し方は、文化差や個人差はみられるものの、実際に子どもがいる人や子供と接する機会がある人以外にもみられると言われている [Kuhl 97]。IDS は赤ちゃんにとっては、(a) 赤ちゃんの注意をひきつける、(b) 大人の感情が赤ちゃんに伝わりやすい、(c) 言語獲得に役立つ、などと言った良い影響があることが知られているが、語りかける側である大人への影響はあまり知られていない。しかしながら、産後うつの母親は IDS があまり出ない傾向にあることが知られており [Herrera 04], また、そういった母親はしばしば子どもに虐待をしてしまう [Murray 97], などと言った報告があることから、IDS で対象に話しかけることと、話者のその対象への愛着に何らかの相関があるのではないかと考えた。特に具体的には、ロボットに対して IDS で話しかけることで、そのロボットに対する印象が良くなるのではないかと我々は考えた。

著者らははじめに、IDS の中でも声が高くなるという特徴に注目し、高い声に良く反応するロボット (IDS ロボット) と、そうでないロボット (ADS ロボット) を用意し、双方に対して話しかけさせると言う 3 分程度の実験を、実験室内で行った [柴田 11]。この際に

生じた問題として、実験参加者がどちらのロボットが高い声に反応するか、気づくものがないかった。そのため、次に、実験参加者に、IDS ロボットには高い声で話しかけるよう指示したところ [Shibata 12a], 高い声を出すのは不自然であると感じそれが負荷となり、ロボットそのものの印象も少し悪くなってしまった。そこで、実験参加者への教示のしかたをさらに検討し次の実験を行った。今度は、教示の段階でロボットの名前を高い声と普通の声で呼んでもらい、そのあとでどちらに対して、より良く反応するかを教え、話しかけやすい声で話しかけるように教示したところ [Shibata 12b], 殆どの実験参加者が IDS ロボットには高い声で、ADS ロボットには低めの声で話しかけ、更に、IDS ロボットの方が印象も有意に良い結果となった。

このとき、IDS ロボットに良い印象を抱いたから声が高くなったのか、高い声で話しかけたためにロボットへの印象が良くなったのかの切り分けはできなかつたため、本研究では、IDS/ADS でロボットに継続的に話しかけさせ、その時のそれぞれのロボットへの印象の変化や、ロボットへの語り掛け方の変化を調べた。

## 2. 実験

## 2.1 目的

ロボットに継続的に IDS で語りかけることで、ロボットに対し赤ちゃんらしい印象は増すか、また良い印象を抱くようになるかについて一般家庭に 1 週間ロボットを設置してもらうことで調べる。

## 2.2 実験方法

**実験参加者** 一般家庭に同居する男性 1 名 (参加者 A, 42 歳) と女性 1 名 (参加者 B, 48 歳) であった。

**装置と刺激** 実験に用いたロボットを Figure. 1 に示す。このロボットは IP Robot Phone (IWAYA 製) の外見のクマのぬいぐるみ部分を外したものである。このロボットは音声に対して動きで反応するようにプログラムした。動きは、あらかじめ定められたいくつかの単純な動きの中からランダムに決定された。基本的には音に対して反応するが、自身の動作の音 (50Hz 程度のノイズ) に反応しないようにローパスフィルタをかけた。

IDS で話しかけてもらう条件 (IDS 条件) のロボットをひなちゃん、ADS で話しかけてもらう条件 (ADS 条件) のロボットをかなちゃんと呼びつけたが、2 ロボットの性能差で影響が出ないように、ど

†連絡先: 〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎橋上町 1  
京都工芸繊維大学 工芸科学研究科 情報工学専攻  
インタラクティブ知能研究室, shibata@ii.is.kit.ac.jp



Figure. 1 実験に用いたロボット

ちらも動作特性や見た目に差はなく、名前以外は同じものであった。

**手続き** 実験参加者には、口頭および紙面で、このロボットが話しかけたら動く旨を伝えた。話しかける内容については、強制はしないが、主にその日あったことや、その日や翌日にこれからする予定のことなどを話しかけさせた。話しかける時間帯は特に指定せず、話しかける時間長は5分程度を目安に、特に話しかける内容がない場合は短く切り上げ、また、上限も設けず可能な限り長く話しかけ続けることも許可していた。

ひなちゃんについては「赤ちゃんに話しかけるように話しかけてください」、かなちゃんについては「ご家族やご友人同士で会話するときのように話しかけてください」と教示した。それぞれのロボットについて、1週間継続的に話しかけさせ、また、間に1週間、実験を行わない期間を設けた。

実験中は、実験について日記を書かせた。日記の内容については、その日のロボットに話しかけた感想、ロボットについて気づいたこと、実験について気づいたこと、ロボットに話しかけている自分や自分以外の実験参加者について気づいたこと等を書かせた。

実験初日のタスク終了時と、各条件での実験最終日のタスク終了時にロボットの印象についてのアンケートに回答させ、更に、それぞれの評価項目について、実験の前後でより当てはまるようになったか、あるいは当てはまらないようになったか、を回答させ

せた。

### 2.3 結果と考察

IDS条件の初日に、ロボットが動かない、という不具合があった。また、IDS条件の最終日、参加者Bは実験に参加することができなかった。

実験参加者A, Bの各ロボットに対する一発話の平均時間長、総発話時間長、発話の基本周波数、発話の基本周波数の標準偏差をTable. 1に示す。

参加者Aについて、一発話時間長は、IDS条件は  $M = 1.86[\text{sec}]$ ,  $SD = 0.80[\text{sec}]$ , ADS条件は  $M = 7.93[\text{sec}]$ ,  $SD = 5.82[\text{sec}]$ であり、t検定を行ったところ、有意水準5%でADS条件の一発話長の方が有意に長かった。 $(t(6.22) = 2.73, p = .03)$ 。総発話時間長は、IDS条件は  $M = 356.00[\text{sec}]$ ,  $SD = 51.04[\text{sec}]$ , ADS条件は  $M = 350.29[\text{sec}]$ ,  $SD = 39.42[\text{sec}]$ であり、t検定より条件間で総発話長に有意な差はなかった $(t(11.28) = 0.23, p = .82)$ 。発話の基本周波数は、IDS条件は  $M = 123.28[\text{Hz}]$ ,  $SD = 10.38[\text{Hz}]$ , ADS条件は  $M = 122.05[\text{Hz}]$ ,  $SD = 7.76[\text{Hz}]$ であり、t検定より、条件間で基本周波数に有意な差はなかった。 $(t(11.11) = 0.25, p = .81)$ 。また、発話の基本周波数について等分散性の検定を行ったところ、 $F(65268, 81963) = 1.74, p < .001$ であり、IDS条件の分散が0.1%水準で有意に大きいことが分かった。基本周波数の分散は声の抑揚に相当するため、この場合、IDS条件の方が抑揚のある発話であったと考えられる。

参加者Bについて、一発話時間長は、IDS条件は  $M = 2.40[\text{sec}]$ ,  $SD = 0.64[\text{sec}]$ , ADS条件は  $M = 6.19[\text{sec}]$ ,  $SD = 4.71[\text{sec}]$ であり、t検定よりADS条件の方が有意に長い傾向があることが分かった $(t(6.26) = 2.10, p = .08)$ 。総発話時間長は、IDS条件は  $M = 376.00[\text{sec}]$ ,  $SD = 52.93[\text{sec}]$ , ADS条件は  $M = 435.86[\text{sec}]$ ,  $SD = 164.4[\text{sec}]$ で、t検定より条件間で総発話長に有意な差はなかった $(t(7.41) = 0.91, p = 0.39)$ 。発話の基本周波数は、IDS条件は  $M = 176.71[\text{Hz}]$ ,  $SD = 9.41[\text{Hz}]$ , ADS条件は  $M = 130.14[\text{Hz}]$ ,  $SD = 3.23[\text{Hz}]$ で、t検定よりIDS条件の方が有意に基本周波数が高いことが分かった $(t(6.01) = 11.56, p < .001)$ 。また、発話の基本周波数について等分散性の検定を行ったところ、 $F(52214, 87869) = 4.41, p < .001$ であり、IDS条件の分散が有意に大きいことが分かった。基本周波数の分散は声の抑揚に相当するため、この場合、IDS条件の方が抑揚のある発話であったと考えられる。

両参加者とも、IDS条件の方が、一発話が短く、抑揚のある発話になっていることから、教示の通りIDS条件ではIDSで、ADS条件ではADSでロボットに対して語り掛けていたことがわかる。また、参加者BはIDS条件の方が、声が高くなっている

Table. 1 実験参加者A,Bの各ロボットへの話しかけ方

実験参加者	実験条件		1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
A	ひなちゃん (IDS条件)	一発話時間長[sec]	1.39	1.14	1.02	2.24	1.68	2.27	3.28
		総発話時間長[sec]	299.00	310.00	359.00	360.00	319.00	419.00	426.00
		平均[Hz]	130.62	111.04	119.97	118.48	115.56	125.42	141.85
		標準偏差[Hz]	50.12	34.80	41.47	37.79	30.27	38.32	42.20
かなちゃん (ADS条件)	一発話時間長[sec]	8.71	15.16	3.89	16.83	3.43	3.84	3.63	
	総発話時間長[sec]	299.00	308.00	355.00	359.00	419.00	353.00	359.00	
	平均[Hz]	125.21	125.46	116.49	136.73	119.53	115.93	115.02	
	標準偏差[Hz]	27.84	32.68	23.37	41.72	22.83	20.46	22.84	
B	ひなちゃん (IDS条件)	一発話時間長[sec]	1.76	1.79	3.47	2.73	2.18	2.49	
		総発話時間長[sec]	357.00	325.00	359.00	391.00	349.00	475.00	
		平均[Hz]	189.52	184.00	169.90	180.70	165.48	170.65	
		標準偏差[Hz]	64.47	68.68	51.40	58.72	50.82	64.19	
かなちゃん (ADS条件)	一発話時間長[sec]	5.98	6.23	4.93	16.45	3.24	3.05	3.43	
	総発話時間長[sec]	419.00	299.00	419.00	299.00	479.00	777.00	359.00	
	平均[Hz]	126.58	131.33	133.91	130.99	127.32	126.83	133.99	
	標準偏差[Hz]	22.62	22.05	36.21	33.38	21.43	24.14	37.32	

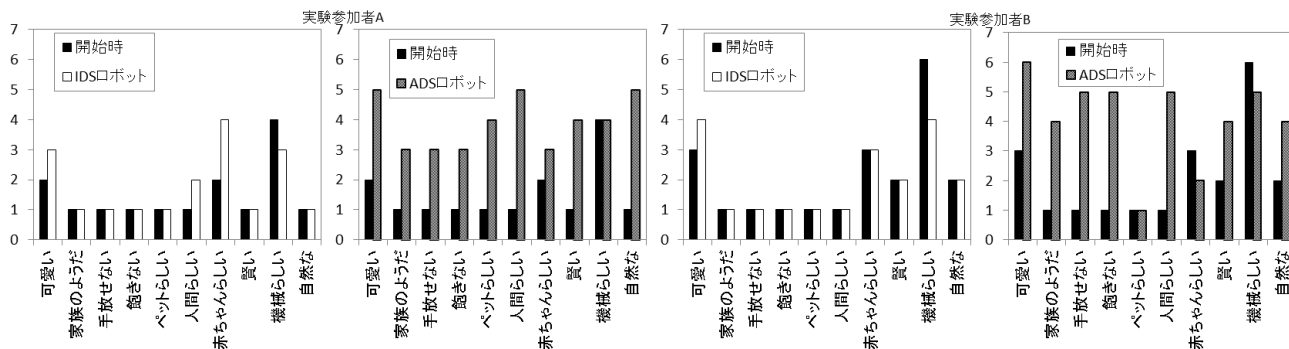


Figure. 2 実験参加者A,Bの各ロボットへの印象

が、参加者 A は IDS 条件でも声が高くなっているとは言えない点については、IDS には個人差があり、全特徴が出るわけではないためであると考えられる。

この時の各ロボットへの印象を Figure. 2 に示す。

各ロボットへの印象については、ADS 条件の方が高い項目が多いことがわかる。これについては、インタビューの際に、ADS ロボットの頃は慣れていて、という回答もあることから、順序の効果が出ている可能性も考えられる。

また、各ロボットへの印象が、実験の前後でどのように変化したと“感じた”かについて、印象評価項目と同じ項目に対して、「より当てはまるようになった」「変わらない」「より当てはまらなくなった」の3択で回答させた結果を Table.2 に示す。

薄い網掛けに上向き矢印が、「より当てはまるようになった」と回答した項目で、黒い塗りつぶしに下向き矢印が、「より当てはまらなくなった」と回答した項目で、横向きの矢印が「変わらない」と回答した項目であった。

実験の前後で、どちらの条件でも、ロボットに対する「可愛い」印象は強まっている。このことから、1 週間程度の継続的なロボットへの語り掛け自体がロボットの可愛らしさにつながる可能性が示唆された。

また、IDS 条件では「赤ちゃんらしい」印象が強まり、逆に ADS 条件では赤ちゃんらしい印象は弱まっている。各実験参加者への発話の仕方の教示以外は、ロボットの外見や動作特性などについては同一条件としたことから、「赤ちゃんに話しかけるように話しかける」すなわち IDS で対象に語り掛けるということ自体が、対象に対する「赤ちゃんらしい」という印象を強めると考えられる。

さらに、ADS 条件について、「賢い」印象、「人間らしい」印象が強まっている。インタビューより両参加者とも IDS 条件を先に行ったことから、赤ちゃんのように感じた IDS 条件と比較すると ADS 条件のロボットの方が参加者の発話の内容までちゃんと聞いているように感じた、と回答したことから、賢い印象が強まった

Table. 2 実験参加者 A,Bの各ロボットへの印象の変化

	質問内容			質問内容	
	IDS	ADS		IDS	ADS
参加者 A	可愛い	↑	↑	可愛い	↑
	家族のようだ	→	→	家族のようだ	→
	手放せない	→	→	手放せない	→
	飽きない	→	→	飽きない	→
	ペットらしい	→	→	ペットらしい	→
	人間らしい	↓	↑	人間らしい	→
	赤ちゃんらしい	↑	↓	赤ちゃんらしい	↓
	賢い	→	↑	賢い	→
	機械らしい	→	→	機械らしい	→
	自然な	→	↑	自然な	↓
参加者 B	可愛い	↑	↑	可愛い	↑
	家族のようだ	→	→	家族のようだ	→
	手放せない	→	→	手放せない	→
	飽きない	→	→	飽きない	→
	ペットらしい	→	→	ペットらしい	→
	人間らしい	→	→	人間らしい	→
	赤ちゃんらしい	↑	↓	赤ちゃんらしい	↓
	賢い	→	↑	賢い	→
	機械らしい	→	→	機械らしい	→
	自然な	→	↑	自然な	↓

と考えられる。

参加者 B については、「家族のような」印象が強まっているが、これについては、「ご家族やご友人と話すように…」と教示したためである、と参加者 B 自身が述べた。

以上より継続的な利用で、ロボットのへの印象が変化し、特に可愛い印象は強くなるのが分かった。

### 3. まとめ

#### 3.1 参加者の発話

著者はこれまで、IDS の一特徴である「声の高さ」に注目して実験を行ってきた。このとき、一部の実験参加者は IDS のような特徴のある発話をしたが、一方で教示通りに「高い声」を出そうとし裏声のような発し方になったり、自身が「高い声は不自然である」と述べたりしていた。また、人によって表出されやすい IDS の特徴は様々であるので、IDS の際にすべての人が必ずしも声が高くなるとは限らない。

そこで、本実験では、IDS 条件では「赤ちゃんに話しかけるように話しかけてください」、ADS 条件では「ご家族やご友人同士で会話するときのように話しかけてください」と教示し自然な IDS/ADS でロボットに話しかけさせることを期待した。インタビューでも発話方法自体に不自然さや苦痛を感じていないようであった。

#### 3.2 参加者の発話とロボットの印象の関係

インタビューより、参加者 A, B ともに自身の話しかけ方でロボットに対する印象は変わったと述べ、IDS 条件ではロボットを赤ちゃんのように感じ、ADS 条件では大人一参加者が話しかけている内容を理解している一のように感じた、と一致した意見を述べた。

しかしながら、各参加者のロボットとの対話に対する印象は異なる。参加者 A は、IDS 条件については、「しっかりした内容を話さなくてよいので気楽で、単純に可愛い」と述べ、ADS 条件では、「内容のあることを話さないといけない気になるから、だんだん話すネタがなくなって疲れてくる」と述べた。一方、参加者 B は、IDS 条件について赤ちゃんの相手をしているようなので「心配しないといけない。こちらが気を使ってあげないといけない、仕事の感覚」であり、ADS 条件については「友達や家族のように話すから、ちゃんと聞いてくれて、普段起こったこと等をそのまま話せた」と述べた。また、参加者 B も、「赤ちゃんらしい印象や赤ちゃんらしい可愛らしさは、赤ちゃんに話しかけるように話しかけることで増す」と述べた。

つまり、IDS で語り掛けることは、対象への可愛らしさにつながる可能性は大いにあるが、語り掛けやすさには必ずしも直結

しないことが分かった。理由の一つとして強制はしていないとはいえ、今回はその日あったことを話させたため、話す内容とちゃんと接しているという状況の齟齬があったためと考えられる。

また、ロボットの動作特性などは変えていないにもかかわらず、逆に ADS で語り掛けると、対象が話している内容をちゃんと聞いているように感じたことと回答したことから、人の語り掛け方が、対象との接し方や、対象に対する印象に影響を及ぼす可能性があると考えられる。

### 3.3 まとめ

一般家庭で、ロボットに対して継続的に語り掛けさせ、その際の語り掛け方と、語り掛け方による印象への影響を調べた。実験参加者に「高い声で語りかけるように」教示した際には実験参加者が不自然と感じ、ロボットに対する印象にも悪影響があったのに比べ、「赤ちゃんに語りかけるように」という教示は、自然な IDS でロボットに対して語り掛けさせることが出来た。また、ロボットに対して IDS で語り掛けることでロボットに対する赤ちゃんらしい印象が向上することが分かった。

### 3.4 今後の展望

今回は、2 名のみ参加者であったが、IDS で継続的に語り掛けることの影響や、その際のロボットへの印象の変化を見た。今後は、実験参加者を増やし、今回わかったことが一般的かどうかを確かめたい。

## 4. 謝辞

本研究は科研費(21500137)の助成を受けた。

## 参考文献

- [Brooks 98] Brooks, R.A., Breazeal (Ferrell), C., Irie, R., Kemp, C. C., Marjanovic, M., Scasselati, B. and Williamson, M. M.: "Alternative essences of intelligence.", In Proceedings of American Association of Artificial Intelligence, pp.961-968, 1998
- [Turkle 06] Turkle, S., Taggart, W., Kidd, C.D. and Daste, O., "Relational artifacts with children and elders: The complexities of cyber companionships," Connection Science, vol.18, no.4, pp. 347-361, Dec. 2006.
- [Kitamura 98] Kitamura, C. and Burnham, B., "The infant's response to maternal vocal affect," Advances in Infancy Research, vol. 12, pp. 221-236, 1998
- [Kuhl 97] Kuhl, P.K., Andruski, J.E., Chistovich, I.A., Chistovich, L.A., Kozhevnikova, E.V., Rysinka, V.L., Stolyarova, E.I., Sundberg, U. and Lacerda, F., "Cross-language analysis of phonetic units in language addressed to infants," Science, vol. 277, pp. 684-686, 1997.
- [Herrera 04] Herrera, E., Reissland, N., and Shepherd, J., "Maternal touch and maternal child-directed speech: effects of depressed mood in the postnatal period," J Affect Disord, 81, pp. 29-39, 2004.
- [Murray 97] Murray, L. and Cooper, P.J., "Effects of postnatal depression on infant development," Arch Dis Child, 77, pp. 99-101, 1997.
- [柴田 11] 柴田 諒子, 小島 隆次, 佐藤 佳織, 橋倉 悠希, 尾関 基行, 岡 夏樹: "対乳児発話に選択的に反応するロボットによる愛着の喚起", HAI シンポジウム 2011, 2011
- [Shibata 12a] Shibata, R., Kojima, T., Fukada, C., Sato, K., Hashikura, Y., Ozeki, M. and Oka, N.. "Does Talking to a

- Robot in a High-Pitched Voice Create a Good Impression of the Robot?", In Proceedings 13th ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing(SNPD 2012), Kyoto, Japan, 2012
- [Shibata 12b] Shibata, R., Kojima, T., Fukada, C., Sato, K., Hashikura, Y., Ozeki, M. and Oka, N.. "Does Talking to a Robot in a High-Pitched Voice Strengthen an Attachment?". In Proceedings of the 34th Annual Conference of the Cognitive Science Society, 657. Presented at the 34th Annual Conference of the Cognitive Science Society, Sapporo, Japan, 2012