

調理行動に伴う対機械対話の発話現象

望主 雅子 酒寄 哲也 佐藤 奈穂子 小島 裕一

(株) リコー 情報通信研究所

音声対話システムを構築するために、リアルな状況でかつ音声の必然性の高い作業を伴う、調理行動を実験タスクとし、機械に対する発話現象を収集した。収集したユーザ発話 2185 には機械に対するものと、そうでないものの 2 種類の発話があり、機械に対する発話はそうでない発話に比べ不適格現象が抑えられることがわかった。また、機械に対する質問文を対象に、省略やダブ文などの効率的な表現がどのように現われたかを調査した。対話中に情報伝達の効率性とは異なる、対話の場の保持に関係する現象もみられた。対話では、効率的に情報を伝える面と場を考慮する面の二つがあり、それらが言語のふるまいとして現われていると考える。

Analysis of Spoken Expressions during Cooking Tasks Using Spoken Dialogue System

MOTINUSI Masako, SAKAYORI Tetsuya, SATO Nahoko, KOJIMA Yuuichi

Information & Communication R&D Center, RICOH Co., Ltd.

We are developing a dialogue system, or navigator, that helps its user to conduct a task by giving spoken instructions and by replying to the user's utterances. In our research to develop this system, we simulated dialogues between the navigator and its user by having a subject engage in cooking tasks. In this paper, we analyze the features of those dialogues and discuss the following points (1) User's utterances are two types (to-system, not-to-system) (2) Spoken disfluency rates of to-system are lower than not-to-system. (3) Some features of utterances contribute to efficiently advancing and continuing dialogues.

1 実作業での発話

近年、音声対話現象の収集、分析が行なわれているが、対話の場や役割の設定が現実的でない場合や、音声を使用する必然性の低いものも多い。

我々は、音声使用の必然性があり、実際の作業を伴うことでリアルな課題設定ができる、料理を実験タスクとし、データ収集を行なった。

機械に対する人間の発話は、人間どうしでなされる発話と異なることが報告されている [6][7]。本稿では機械に対してどのような発話がなされたかを調査した結果を報告する。

データ収集は Wizard of OZ 法による音声模擬対

表 1: 料理タスクの実験

メニュー	アボカドの温製、半熟卵添え、ベアルネーズソース (アボカドを温めたものに、半熟卵をのせ、卵黄、エストラゴン、ピネガー、バターをベースにしたソースをかけたもの)
被験者	20 名 (30 才~50 才代の主婦)
設定	非対面、音声のみのやりとり
条件	発話スイッチの有無

話システムで行なった [8]。20 名のユーザに音声対話システムで情報をやりとりしながら一般に作り方の知られていない料理を作ってもらった (表 1)。

システムは料理の作り方をユーザの質問や作業終了の発話に応じて音声で提示していく。対話の一例

を表 2 に示す。実験によってユーザ発話 2185 を収

表 2: 対話例

s : 卵を茹でます
 u : はい
 s : 6分アボカドと一緒に茹でます
 u : アボカドの、お鍋の中に卵を入れるんですか
 s : アボカドと一緒に茹でます
 u : はい
 u : 卵はいくつですか
 s : 卵は2個です

(「s」はシステムの発話、「u」はユーザの発話)

集した。システム発話(出力)は1448であった。

2 対機械発話と非対機械発話

2.1 発話の意図

ユーザの発話を意図で分類したのが表 3 である。発話のうちの質問、作業終了、もう一度、返事、待つ

表 3: 発話意図と発話数(全発話数:2185)

意図	意味	発話数
質問	機械に対して質問する	638
作業終了	現在の作業の終了を知らせる	415
もう一度	機械に再発話を要求する	26
返事	機械の発話に対して返事をする	163
待つ	機械に発話を待つように要求する	5
あいづち	機械の発話にあいづちをうつ	93
独り言	独り言をつぶやく	518
復唱	機械の発話内容を復唱する	327

て、あいづちが機械に対して話しかける意図の発話であるが、残りの、独り言、復唱は機械に対して話しかける意図を持たない発話と考えられる¹。

これらを、対機械、非対機械発話としてまとめたのが表 4 である。

表 4: 対機械、非対機械発話の割合

機械に対する発話	1340(61.3%)
機械に向けられない発話	845(38.7%)
内、独り言	518(23.7%)

作業を伴うユーザ発話には、機械に対する発話以外に機械に向けられない発話もあることがわかった。

¹ 復唱はあいづちの一種ともとえられるが、本データでは自分の確認のための独り言に近かった

2.2 対機械、非対機械の不適合性

それぞれにどのくらいの不適合現象が含まれているかを調べた。不適合表現として以下の現象を調査した。表 5 に発話の意図ごとの出現数をあげる。

- 口語表現(例: 切るんですか)
話し言葉特有の語に置き換わった
- タスク外の語(例: 疲れちゃった)
料理とは関係ない語の発話
- 言い淀み(例: えっと、次は)
- 言い直し(例: アボ、アボカドは)
- 言い替え(例: 分量は適宜、分量はお好みですか)
- 文末が不完全な表現(例: 卵はいくつ)
述部部分や主節部分が省略されている表現
- 助詞の省略(例: 分量教えてください)
- 倒置(例: 入れました、卵を)
述部が格より前に位置するもの
- 言い誤り(例: アボカド自身が、どの程度温めるんですか)

表 5: 不適合現象の数

意図(数)	口語	タスク	淀み	直し	替え
質問(638)	146	5	55	21	15
作業終了(415)	4	0	165	8	4
もう一度(26)	1	0	7	0	1
返事(163)	4	2	10	0	0
待つ(5)	1	0	2	0	0
あいづち(93)	0	3	4	0	0
独り言(518)	159	139	250	4	0
復唱(327)	38	20	75	6	0
総数(2185)	353	169	568	39	0
意図	不完全	省略	倒置	誤り	分断
質問	55	33	17	2	20
作業終了	3	9	2	0	0
もう一度	0	0	0	0	0
返事	0	1	0	0	0
待つ	0	0	0	0	0
あいづち	0	0	0	0	0
独り言	91	19	23	3	2
復唱	45	6	6	0	2
総数	194	68	48	5	24

● ボーズによる文の分断

「大さじ1杯、でしょうか」など、一度言い終わったあとにつづけて発話する

これらに対機械発話、非対機械発話で1発話あたりの違反数で比べたのが表6である。機械に対する発話に比べて、そうでない発話には違反数が多く、1発話に少なくとも一つの不適格現象が含まれることになる。ユーザは機械に対して言語的な規則違反

表6: 対機械、非対機械発話の1発話あたりの違反数

機械に対する発話	0.45(600/1340)
機械に向けられない発話	1.05(888/ 845)

の少ない発話をしていたことがわかる。

2.3 発話スイッチの有無による差

実験条件として、機械に発話する前にスイッチを押すかどうかを設定した。その場合の不適格現象の現われ方を比較したのが表7である。

表7: 発話スイッチの有無による差(1発話あたりの違反数)

スイッチ	違反数
有り	0.37(133/363)
無し	0.62(432/694)

スイッチを押す方が押さない場合より違反数が少なく、スイッチによって機械に発話することが強く意識され、違反が抑えられたことがうかがえる。

3 対機械発話中の効率的な表現

対話では状況や対話履歴から明らかなものを省略する効率的な表現がとられることがある。例えば、お湯を沸かす場面でお湯の量を知りたい場合に、「お湯はどのくらい沸かしますか」という表現が想定できるが、実際の対話では「お湯はどのくらい」「どのくらいですか」といった表現も使われる。表現「どのくらい」は量に関する疑問を表わすことができ、他の要素を省略しうる。

機械への受容性が意識されている状態で、このように疑問内容を表わす焦点以外の部分を省略した効率的な表現がどのように現われたかを、ユーザの機械への質問文を対象に調べた。

3.1 ダ構文

作業を行なう本タスクでは「何を」「どのように」「どうする」といったことが、やりとりされる基本的な情報となる。基本的な作業の仕方はシステム側が提示するので、主に「どのように」「何を」といった点が疑問対象となる。省略のない通常の表現として、疑問内容を動詞に対する修飾句の形で表現した「副詞句+動詞」といった文型が予想できる。

質問の発話638例の述部部分を調べたのが表8である。

ダ構文は、述部に「だ」が含まれるものや「は」を伴って「AはBだ」という文型で表現されるもので、「ぼくはうなぎだ」といった文で代表される、発話の焦点だけをとりあげて、提題化、述語化して文を構成できる構文である。対話の状況や履歴から明らかな部分は言わずに必要な個所だけで文を作るといった意味で、効率的な表現だといえる²。

「述部省略」は述部部分が省略された発話である³。

表8: 質問文の文型

文型	数	例
ダ構文(動詞)	234	どのくらい茹でるんですか
(その他)	153	量はどのくらいですか
動詞	145	アボカドはいつまで茹でますか
述部省略	106	切り方は

動詞が使われているが(379例)、文末を「ですか」で終わらせる文が多い。「ですか」を動詞文節とせず一段外側の要素とし、ダ構文と解釈すると、ダ構文を使った文が非常に多く現われたことがわかる。

実際、発話中にボーズがはいつて文が分断された現象の中に、準体助詞の「の」「ん」(例:卵黄は割って崩して入れる、の、かしら)や、副助詞(例:だけ、ぐらい)、助動詞(例:みたい)の直前や直後にボーズが入る現象があった。文節単位は発話単位に近いという考えもあるが、文節文法よりも、時枝、水谷文法の文構造とむしろ一致する発話現象があった。

ダ構文によって動詞部分を省略することが可能だが(例:どのくらい茹でるんですか:どのくらいですか)、実際はダ構文の67%(234/387)が動詞を伴っており、省略のない、受理しやすい表現が発話された。

² 「AはBだ」と「Bだ」をここでは粗く同じ種類の表現としてまとめている。「Aは」だけの発話はまた別に扱う

³ 名詞によってはダ構文の述部省略形とみられなくもないが、「だ」以外にも現われ得るので別に分けた

ダ構文の「だ」の直前の要素を表9にあげる。名詞以外に、通常用言を修飾する機能を持つ句が現われていた。受理性が意識された機械に対する発話でも、様々な句があてはめられたことがわかった。

表9: 「だ」の要素

句の系統	例
名詞系統	どのくらいのお鍋ですか
名詞+助詞系	何をですか
副詞的名詞	どのくらいですか
副詞系	皮はそのままですか
連語系	沸騰してから6分ですか
動詞句系	ソースの水分はなくなるまでですか

要素として現われた連語の系統(他に「一枚の皿に一つ」など)は、意味的にも連語としての結び付きが強く、個々の要素が動詞を修飾すると考えるより体言に関する文法が有効ではないか⁴。

以上のように、ダ構文が使われたが、ダ構文の「AはBだ」がA、Bの論理的な関係には関与しないという点で、発話者の負担が少なく、発話されやすいと考えられる。

3.2 動詞の抽象化、名詞化

動詞を用いた文の動詞の語を調べた(表10)。表の「疑問対象」は疑問内容自体を動詞として表現したものである(例:システム「バターを泡立て器で混ぜます」ユーザ「泡立ってますか」)。

表10: 動詞の語

動詞	数	例
作業内容	221	アボカドを切りますか
代動詞	81	何分ぐらいにしますか
情報授受動詞	37	種の取り方がわかりません
疑問対象	10	泡立ってますか

抽象的な代動詞表現や情報の授受に関する表現は、疑問内容(焦点)でない動詞部分が置き換わったものである。文としての体裁を整えつつ、表現の手間を省いて効率化する方略に使われた。

作業内容自体が明確でない、次の作業を質問する(例:次は何をしたらいいですか)場面では、代動詞(例:どうしますか、何をしますか)が51例(65%)、情報授受に関する表現(例:次、お願いします)が27例(34%)と使われた。

⁴水谷[4]の指摘の体連語といわれるもの

情報の授受に関する動詞に着目すると、その格要素には動詞を名詞化したものが位置している。名詞化して文頭に発話することで、より効率的に疑問内容を伝えることができる。

動詞を名詞化した場合、動詞を伴わずに名詞化した部分(例:切り方は)だけで疑問内容を伝える発話もみられた。

機械に対する質問文では動詞を伴う発話が多かったが、疑問の焦点でない動詞部分を抽象化、省略する発話もみられた。

4 対話の場の形成に関する現象

対話ではわかりきったことは言わない効率的な方略がとられるが、一方で、効率という点と相反する現象もある。

人対人の対話現象について、森岡[2]は、日本語では人称詞(例:あなた)を避けて、敬語表現を使うことを指摘し、「省エネルギーところか、エネルギーの過剰消費」と指摘している。特に相手が未知の人の場合、どのように待遇したらよいかわからずに人称詞を避け、待遇表現を用いることをあげている。

また、水谷[3]は、人対人の発話、特に日本語では、一人の人が文を完成させることは少なく、文の後半は相手に委ねることが多いとしている。相手と共に話を作っていく態度がむしろ歓迎されると指摘している。

これらの指摘から、効率的な情報のやりとりとは別に、対話の場を形成していくのに必要な言語のふるまいがなされていることが考えられる。特に水谷が指摘した文の後半部分や、文末表現において顕著にあらわれているのではないかと。文末を不完全にする発話は、文末を省略するという意味で効率的な表現ではあるが、効率とは異なる面も持ち合わせているのではないかと。

表11: 人対人の料理タスクの対話実験の設定

設定	音声のみ、非対面
メニュー	4品を同時につくる (鶏肉ハーブ焼き、ターメリックライス ほうれん草と菜の花のミルクチーズ炒め ピクルス) お菓子(小豆入り蒸しケーキ)
被験者	4名、親近性のある話者
発話数	ナビゲータ:446, ユーザ:499

これらの現象が、機械が相手である場合にどのように現われるかを調べた。ここでは、以前に人対人で料理をつくる実験で収集したデータと比較する。実験の設定は表 11 にあげる。

4.1 文末を不完全にする発話

対人間と、今回の実験の対機械発話の結果を比較したのが表 12 である。対人間に比べ、対機械では文末が不完全な発話は少なかった。

表 12: 対人間、対機械での文末が不完全な表現の数

	割合 (現象数/発話数)
対人間	27.7(138/ 499)
対機械	8.9(194/2185)

文末を不完全にした発話が相手への質問文となる現象を、人対人の対話で以前に確認した [9]。対人間、対機械それぞれで、質問・応答の発話対 (対機械対話では質問はユーザ、応答は機械) を取り出し、質問文の文末の形を調べた。その中の通常の質問文の形 (例: 「ですか」「～たらいいですか」) をとっているものの割合を表 13 に示す。

表 13: 対人間、対機械での通常の質問文形の数

	割合 (数)
対人間	51(87/ 170)
対機械	91(583/638)

対人間では、通常の質問文の形とそうでないものが半々であるのに対し、対機械では 9 割が通常の質問文の形であった。

人対人の場合は、通常の質問文の形以外に動詞の終止形や文末の不完全な発話が多かった。意味的に結合度の弱い名詞句の連続 (例: フライパンに鶏肉が) や動詞+助詞「て」 (例: 水 5 カップ入れて)、途中で文を分断したようなもの (例: 「セロリの葉っぱは大きさとかは特に」) などバラエティに富んでいる。これらの発話に対して、相手が続きを答えた形になっている。

人対人では、質問の意図を明らかに表わす表現は用いない、あるいは、発話者に全く質問の意図がな

くても相手がそれに答えるといった対話現象になっている。対話者が明確な意図を表わす言語表現に反応して発話しているわけではないことが予想される。

実際に人対人では、以下のような現象がある。(以下「N:」はナビゲータ、「U:」はユーザ)

N: お鍋はにたりましたか、煮立ったでしょうか
U: まだ、です
U: あ、蓋してないや
N: 蓋はしない

人対人では、情報伝達や情報要求の明確な意図がない場合も、発話することで、作業や対話の場を形成していくことが考えられる。

これに対し、機械に質問した場合の表現パタンの多く (91%) が、通常の疑問形であったことから人に対する時に比べ、はっきりと質問の意図を表わす形がとられたのがわかる。

通常の質問文以外の文は、文末が不完全な発話だったが、形は、名詞句や名詞+「は」や疑問詞 (例: どのくらい) がほとんどでバラエティは多くない。

対人間と対機械とは発話すること自体に違いがあり、対機械ではタスクを達成するために明確に意図、内容が伝わるように発話されるが、対人間でははっきりと意図を伝えるよりも、対話の場を形成する配慮が言語のふるまいに現われていると考える。また対機械発話では、機械が人間のように続きを補う能力を持たなかったこと、機械の受理性が意識されたことも影響していると思われる。

4.2 文末に付加された表現

質問文の文末に着目すると、対機械、対人間とも、「切っていいですか」「入れたらいいですか」などの「いい」「よい」という表現が付加されたものが多かった。タスク達成の点では「切りますか」「入れますか」で十分なはずだが、実際には文末に「いい」という表現が付加されていた。これらには、発話者の待遇に関する意識と強い言い切りの感じを弱める方略が関係しているのではないかと (中でも語「いい」が多かったのは、本タスクのナビゲーターとユーザという設定が関係する)。

対人間、対機械の質問文中の「いいですか」⁵で発話された数を表 14 に示す。

⁵動詞に「て」「たら」「ば」などの接続助詞に「いい」がつながったものと、タ標文の「でいい」という形のものを数えた

表 14: 対人間、対機械の質問文の「ていいですか」の数

	割合(数)
対人間	51(44/170)
対機械	17(106/638)

対人間の方が「ていいですか」による表現が割合として多い。対人間の発話の方が、対機械よりも、強い言い切りを避ける、待遇を考慮した表現が使われていた。

「ていいですか」の他にも、対機械発話で述部部分に付加された表現がある(表 15)。

表 15: 対機械発話の述部の付加表現

なくて	鍋に塩は入れなくていいんですか
とか	かき混ぜるとかしないでいいんですか
ちゃう	ソースが沸いちゃったんですけど
てしまう	バターは全部入れてしまっていていいんですか
ておく	何分ぐらい入れときますか

表現「なくて」では、発話者は逆に「塩を入れるべきだ」と思っている場合にこの否定を含む表現を用いている。また、副詞部分と共に付加された表現もある。はっきり言うことを避ける意識と、発話者の感想や評価が微妙に表現されている。

また、システム発話が「ます」「ください」といった言い切りの表現であるために、ユーザが現在の話題をすぐ終了させる現象があった。文末の表現が対話の場、継続に影響しているのではないだろうか。

s:	アボカドの温製を拭いて下さい
u:	拭く、アボカドを拭くんですか
s:	拭きます
u:	拭く(作業する) 拭きました

これらの、対機械にも現われた文末の付加現象は、機械をどう認知したかや自然な発話の現象になりつつあるかどうか⁶と関係する。

4.3 対話の場を考慮しない発話

機械に向けられなかった発話を見ると、システムへの不満が含まれていた。

システムへの不満

s:	こしょうは白いこしょうです。
u:	はい。先に言ってください、それを。<笑い>
s:	香草のスープをボウルで冷まします
u:	ボウルで冷まします。ボウルで冷まします
u:	ボウルで冷まします
	わからないな、出来ないじゃないの、これじゃ

⁶近年、過剰な敬語や「～したいと思います」(例:謝辞で「感謝します」を「感謝したいと思います」とする表現)などの、述部に多くの語を付加することで言い切りを避ける現象が書き言葉にも増えているという指摘もある[5]

これらは、相手が人間の場合には発話されなかった。不満を遠慮なく言えたり、同じことを何回も発話したり、対話を途中で打切るといった、対話の場を考慮しない発話は、対機械発話に特有で、かつ一種のメリットでもある。

5 まとめ

リアルな課題でのユーザ発話には、機械に対する発話とそうでない発話があり、対機械発話では不適合現象が抑えられることを確認した。対話特有の省略表現や効率的な表現と、省略のない適切な表現の両方がなされていた。これらはユーザが機械への受理性を意識したこと、システムの能力(受理できる表現、知識、タイミングの悪さ)が影響していると考えられる。また、発話現象には効率的に情報を伝達する以外に、対話の場を形成するためになされたふるまいもあると考える。対話では、効率的な面と場を考慮する面の二つがあり、それらが言語のふるまいとして現われていたと考える。機械と対話することと人間と対話することには本質的な違いやメリットがある。今後はこれらをふまえてシステムを構築していく。

参考文献

- [1] H.Clark and D.Wilkes-Gibbs. 1986 「Referring as a collaborative process」 *Cognition* 22
- [2] 森岡健二 1980 「伝達論からみた省略」 *言語生活* 3
- [3] 水谷信子 1988 「あいづち論」 *日本語学* 7
- [4] 水谷静夫 1991 「稿本国文法大体」
- [5] 水谷静夫 1991 「分るって何」
- [6] S.Oviatt. 1993 「Predicting Spoken Disfluencies during Human-Computer Interaction」 *Proceedings of International Symposium on Spoken Dialogue*
- [7] 上條俊一、秋葉友良、伊藤克亘、田中穂積 1994 「音声対話データの分析と発話理解への応用」 *人工知能学会研究会資料, SIG-SLUD-9402-6*
- [8] 酒寄、望主、小島、佐藤 1997 「実作業に伴う対機械対話収集実験」 *情報処理学会研究報告 音声言語情報処理, SLP-17-5*
- [9] 望主、酒寄、小島、佐藤 1996 「ナビゲーション対話における省略文の分析」 *情報処理学会研究報告 音声言語情報処理, SLP-13-5*
- [10] 望主、佐藤、酒寄、小島 1997 「実作業に伴う音声模擬対話システムのユーザ発話現象」 *言語処理学会 第3回年次大会*