

## 対話調整の分散処理モデル

片桐恭弘

NTT 基礎研究所

対話を構成する発話を、伝達情報を担う発話と、情報伝達が正しく行われたかを監視し確実なものとするための対話調整の発話とに区分し、後者の対話調整発話の特徴について分析した。さらに、対話を共同行為とみなす立場に基づいて、対話調整の分散処理システムモデルを提案した。あいづちなどの間投詞的発話による共有信念形成、タスク主導型対話の基礎にある共同意図のモデル、および終助詞の用法説明を例として分散処理システムモデルを適用しその有効性を示した。

## A Distributed System Model for Dialogue Coordination

Yasuhiro Katagiri

NTT Basic Research Laboratories

A functional division of dialogue utterances into those that convey intended information and those that coordinate the flow of dialogue by monitoring and securing the success of information transmission was proposed. Based on the view of dialogue as a joint activity, a distributed system model for dialogue coordination was then proposed. The model was examined by applying it to three different domains, mutual belief acquisition by Japanese interjective utterances, implementation of joint intentions for task-driven dialogues and Japanese sentence-final particles in dialogues.

## 1 はじめに

Communicationの目標は情報の共有である。知的主体同士のcommunicationでは、情報の共有は共有信念の形成に相当する。対話によるcommunicationはわれわれが日常もっとも頻繁に利用するcommunicationの様態であるが、書物・手紙等の書き言葉を利用したcommunicationと比較してさまざまな相違が認められる。もっとも重要な相違点として、対話の持つ実時間性およびそれに起因する失敗の頻出をあげることができるだろう。対話communicationでは話し手の発話が聞き手に伝わり、理解され、両者の共有信念となるまでにはさまざまな障害要因があり、発話がそのまますぐに共有信念となることは必ずしも保証されない。そのような環境下でも安定に情報の共有を実現するために、対話には書き言葉にない手段が用意されている。あいづちなどの間投詞的応答、問い返し、終助詞など情報共有を途中で確認・補助するさまざまな機構である。我々はそれらの道具を利用して失敗を補いながら実時間で対話communicationを進めている<sup>2), 3), 15), 17), 19)</sup>。このように対話の中で共有されるべき情報とは独立に共有信念の形成を促進する現象を対話の調整(dialogue coordination)と呼ぶことにする。実際の対話は伝えられるべき情報を担う発話と調整機能を果たす発話とが混在したものとなっている。

対話は話し手・聞き手がばらばらに行うものではなく、お互いに対話に参加しているという相互了解の下に、両者が共同して行う行為である。従来から、対話を含む言語の語用論的性質を議論する際には、発話を行為の遂行とみなす言語行為理論がしばしば参照されるが、既存の言語行為理論はあくまで主体が単独で行う行為を前提としており、対話の持つ共同行為としての特徴をとらえるには不十分であることが指摘されている<sup>3), 1), 7), 5)</sup>。

一方、並列・分散計算システムの数理的モデルの分野では、最近、知識・共有知識のような志向の状態の概念を導入し、それらをシステムの分析や設計に利用することが有効であることが指摘されている<sup>6), 8)</sup>。逆に、志向の状態の概念を媒介として分散システムモデルの概念を知的主体間の共同行為の数理モデルとして利用することも可能なはずである。

ここでは、対話の調整現象および共同行為としての対話の特徴について概観した後に、対話の調整現象を分散システムの観点からモデル化を与える試みについて述べる。具体的には、あいづちなどの間投詞的応答による共有信念形成、共有意図のモデル、終助詞の用法と共同行為との関係を取り上げる。

## 2 対話の特徴

はじめに対話の調整現象の特徴について述べる。

図1は我々が分析の対象としている対話例<sup>21)</sup>の中に含まれるラジオ電話相談の対話例の一部である。

図1のような自然な対話では、話し手の発話がそのまま聞き手に受容されることは保証されない。まずはじめに対話に従事することに関して合意を形成する必要がある(1,2)。「もしもし」にはじまるこのような対話開始合意形成のやりとりは電話応対に特有であるが、対面の場合でもやはり対話を始める前には同様な機能を果たすやりとりが必要である。

対話が開始した後も、話し手の発話がそのまますぐに聞き手に理解される保証はない。話し手は聞き手が理解しているかを常に念頭におきながら発話を続けるし、聞き手は必要に応じてあいづちを打って話し手についていっていることを示す。あいづち「はい」「ええ」は図1の例にも頻繁に現れている。このようなcommunicationの状態の確認は、communicationの様態にも依存する。直接対面の対話に比較すると、電話のように直接対面でない場合の方が確認を頻繁に行うことが報告されている<sup>4)</sup>。

聞き手は話し手の発話が腑に落ちない時、理解できない時には問い返しを行う(9から10, 11から12)。例えば、9のBの発話「地植えです。」に対してTはそれを即座には受諾できずに、確認のための問い返し「地植え」をしている。問い返しはそこで新たなやりとりを開始する機能を持っている。対するBの応答「はい」およびそれに対するTの応答「はい」によって問い返しのやりとりが解決した後、本来の対話が継続する。

逆に問い返しがない場合には自動的にmessageは伝わったということが相互了解となる。8から9, 10から11, 13から14に見られるように、質問とそれに対する返答の場合には質問を了解したというあいづちは省略して直接返答を返す場合が多いが、それだけでなく、14から15のように普通の肯定文に対しても特に確認のあいづちをはさまずに先に進むことができる。その場合には、前に発話された内容、この例では「お昼から陰になる」ということに対しては相互了解が成立したと対話参加者はみなしている。

また、終助詞「よ」「ね」は対話に特徴的に現れる。これらも共有信念の形成に何らかの寄与をしていると想像される。

対話の調整現象の特徴を以下にまとめる。

- 発話内容がすぐに共有信念となるとは保証されない。
- 共有信念形成確認のためにあいづちが使われる。
- 発話内容が理解・納得できない時に問い返しを行う。問い返しとその返答は埋め込み対話となり、それが終了してからもとの対話が再開される。
- 問い返しがないと発話内容が受理されたとみなされる。
- 終助詞が利用される。

| T                                                                    | B                                                            |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1. (A:) もしもし、次の方どうぞ.                                                 | もしもし.                                                        |
| 2. (A:) はい、お所とお名前から [6] どうぞ? *1< はい. >                               | [6] あの、名古屋の寺西ですが=*1                                          |
| 3. (A:)[7] シャクヤクですね. =                                               | あのシャクヤクのことについてお願いし [7] たいんですが….                              |
| 4. (A:)*1< はい?>                                                      | = あのね、今日はあのー、梅はいけませんですか?<br>*1 梅の….                          |
| 5. (A:) 今日はちょっと、梅の方はまた次の機会です<br>[8] お願いできますか? *1< はい. > *2< ええ.<br>> | [8] それじゃ、あの、シャクヤクをねー、*1 何年か前に植えましたんですが、*2 あの、ひとつも咲いたことないんです. |
| 6. (A:) あらー、そうなんですか? =                                               |                                                              |
| 7.                                                                   | = それ、どういいうふうにしたらよろしいんですか、お願いしたいんですけども.                       |
| 8. はい、それはちょっと教えて頂きたいんですが、<br>*1 あの、地植えでございしますか? 鉢植えでございしますか?         | *1< はい. >                                                    |
| 9.                                                                   | いいえ、地植えです.                                                   |
| 10. 地植え、*1 はい、それでそこは日光が当たりま<br>しょうか? それとも…                           | *1< はい. >                                                    |
| 11.                                                                  | 当たります.                                                       |
| 12. 当たります. *1                                                        | *1< はい. >                                                    |
| 13. それは昼間も当たっ、あーっと、夕方は当たるで<br>しょうか?                                  |                                                              |
| 14.                                                                  | 昼ー、お昼、お昼から蔭になりますね.                                           |
| 15. あっ、とてもいいとこですね. *1                                                | *1< はい. >                                                    |
| 16. それではだいたい検討ができましたんで申し上<br>げます. *1                                 | *1< はい. >                                                    |
| ⋮                                                                    |                                                              |

図 1: 対話例.

### 3 共同行為としての対話

対話を話し手と聞き手とが共同で行う行為ととらえる考え方は、既に述べたように発話を行為の遂行ととらえる言語行為論を基礎としているが、共同性を問題にする点で従来の言語行為論よりも一歩踏み出したものとなっている。対話を共同行為とみなす考えの主な利点は、共同行為の持つ構造が自然に対話発話の機能を規定する点にある。

Clark<sup>2), 1)</sup> は、対話を共同行為ととらえる観点から、対話を発声と注意、提示と同定、意味と理解の三レベルから構成されると分析している。そして、対話の進行の過程でそれぞれのレベルで起こる問題に対しては、参加者が予防・警告・修正といった手段を用いて共同で対処しており、そのような対処の過程として言い直し、閲投詞発話、問い返しなどの対話固有の現象が説明されると主張している。たとえば、英語対話に含まれる“um,”“uh”といった閲投詞発話は、提示と同定のレベルにおいて、理想的な提示が不可能なことを聞き手に知らせる警告ととらえられる。

共同行為は参加者個々人の行為の単なる和以上のものである。オーケストラの構成員が各自バラバラに演奏した結果としてたまたま交響曲が鳴り響いたとしてもそれは合奏をしたことにはならない。両者の差を分析することによって Searle は共同行為の背後には共同意図が必要であると主張している<sup>20)</sup>。Cohen&Levesque は、共同意図の論理モデルを提案し<sup>14)</sup>、それに基づいて英語の confirmation の用法の分析を行っている<sup>5)</sup>。Grosz&Sidner は、同様に共同行為のための共有プランの構築の過程として対話をとらえる考え方を提案している<sup>7)</sup>。

対話を共同行為としてとらえる時には、ポンプを共同で組み立てる、ピアノを二人で持ちあげるなど対話とは独立になんらかの共同行為があらかじめ存在し、その共同行為遂行の過程で対話が用いられるというとらえかたと、対話そのものが発話内容の共有を目的とした共同行為であるとするという二種類を区別することができる。前者はタスク主導型対話と呼ばれる特定のタイプの対話に限定した考え方であるのに対して、後者の方がより一般的な考え方である。

が、現状では共同行為としての対話の分析は主にタスク主導型対話を対象としたものであって、後者の一般の立場に立った包括的な理論はまだ確立していない。

#### 4 分散処理モデル

複数 agent の共同行為は、各 agent がそれぞれプログラムを実行し、環境を通じて相互作用をしている分散システム上の計算としてモデル化することができる。分散システムでは agent の局所状態と環境状態とを区別するため、agent を設計する designer の立場から見た agent の振舞いの高位レベルの論理仕様と、実際に agent の立場に立った agent の振舞いの実装とが自然に区別され、しかも同時に両者の関係を議論することが可能となる。さらに、分散システムに対しても時間様相や知識・共有知識などの認識様相を導入することが可能である<sup>8), 16)</sup>。ため、論理仕様は知識・信念・意図などわれわれの行為の規定に自然なレベルで与えることが可能である。

$n$  個の agent が一定の環境の下でプログラムを同期実行しているような分散システムを考える。そのような分散システム上の計算はシステムの状態の遷移としてとらえられる。ここで、システムの状態  $\sigma$  はシステムを構成する各 agent  $a_i$  の局所状態  $\sigma_i$  と agent を取り巻く環境の状態  $\sigma_e$  とによって指定される。

$$\sigma \stackrel{\text{def}}{=} \langle \sigma_e, \sigma_1, \dots, \sigma_n \rangle \quad (1)$$

また、システムの状態遷移は、各 agent  $a_i$  のとる行為を指定する protocol  $\Pi_{a_i}$  と、agent の行為の総和と指定される状態遷移関数  $\tau$  とによって指定される。

$$act_i = \Pi_{a_i}(\sigma_i) \quad (2)$$

$$\sigma(t+1) = \tau(act_1, \dots, act_n)(\sigma(t)) \quad (3)$$

Protocol は agent の実行するプログラムに相当するものであり、基本ステップから順序実行・条件分岐・ループによって構成されるプログラムとして記述することもできる。状態  $\sigma(t)$  には環境の状態が含まれるため、行為の結果得られる各 agent の状態  $\sigma_i(t+1)$  は各 agent のとる行為  $act_i$  だけでなく、環境状態  $\sigma_e(t)$  に依存する。Agent の状態は自分の実行した行為だけでなく、他の agent の行為や環境の振舞いに依存して定まる。それによって agent 間の相互作用や agent と環境との相互作用をモデル化することができる。また、環境の振舞いは非決定的であっても構わない。Message の偶発的な欠損や agent の行為の偶発的な失敗は環境の非決定的な振舞いによってモデル化される。各 agent の実行するプログラムと環境の振舞いを規定すると、可能な実行系列の集合が得られる。この集合が agent の振舞いの論理仕様のための論理的モデルとなる。

ここで注意すべきは、各 agent  $a_i$  の行為  $act_i$  は agent の局所状態  $\sigma_i$  のみによって決定される点である。すなわち、protocol プログラムに含まれる条件分岐およびループで用いられる条件判断は agent の

局所状態のみに関する条件である。環境要因は、知覚などを経て局所状態に反映されてはじめて agent の行為選択に影響を与える。局所状態のみに基づく行為選択は agent 実装の立場に相当する。それに対して行為の結果は各 agent の行う行為に環境まで含めて決定される。Designer はそれらすべての要因を考慮してシステム全体の動作を記述する。そのような系全体の動作記述が designer の立場から見た agent の論理仕様に相当する。

Agent は自分の局所状態に反映されないシステム状態の違いは区別できない。この特徴を利用して、分散システム内の agent の知識を定義することができる。

$$\sigma \models \text{KNOW}(a_i, p)$$

$\Leftrightarrow$  すべての  $\sigma'$  に対して

$$\sigma'_i = \sigma_i \text{ ならば } \sigma' \models p \quad (4)$$

Agent  $a_i$  の現在の局所状態を  $\sigma_i$  とした時、agent  $a_i$  が  $p$  を知っているとは、 $a_i$  の局所状態が  $\sigma_i$  と一致するシステム状態のすべてで命題  $p$  が成り立つことである。Agent  $a_i$  の局所状態  $\sigma_i$  と命題  $p$  との相関が完全だから、このような知識の帰属は自然である。システムの状態  $\sigma$  をひとつの可能世界とみなせば、システムの状態全体の集合  $S$  は可能世界の集合と見ることができる。Agent  $a_i$  の局所状態の同一性に基づいて  $S$  の可能世界間に到達可能性関係  $K_i$  を導入すると、上の知識の定義は論理体系  $S5$  に基づく標準的な認識論理の定義と合致する。共有知識についても、集団  $G$  に属する agent それぞれに対して定義される到達可能性関係  $K_i$  の総和の推移閉包を到達可能性関係  $MIK_G$  としてとることによって (4) と同様に定義することができる。

#### 5 対話調整のモデル

本節では上述の分散処理モデルの対話調整への応用としてあいづち、共同意図、終助詞を取り上げる。

##### 5.1 あいづちのモデル

##### あいづちのパラドックス

すでに見たように対話では頻繁にあいづちが利用される。あいづちは、発話内容の伝達が必ずしも完全には保証されない環境で用いられて、発話内容の伝達の確認をし、共有信念形成の促進に寄与するという対話調整の機能を果たしているように見える。しかし、あいづちの持つこのような機能を理論的にとらえようとするとたんにあいづちのパラドックスとも呼ぶべき困難に直面する。

いま、発話による情報の伝達が完全に保証されるとしてみよう。そうすると発話の結果自動的に情報内容に関する共有信念が得られることが保証される

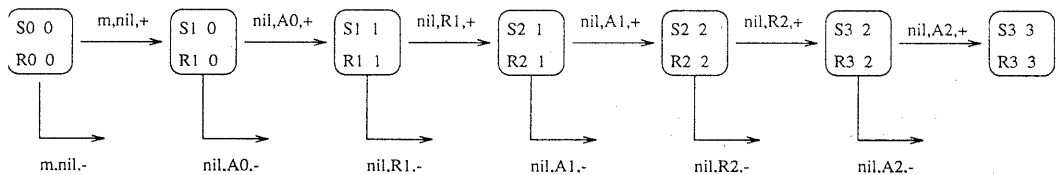


図 2: あいづちによる message 伝達の成功実行系列

ため、共有信念形成の確認のためのあいづちはそもそも必要ないだろう。したがって、あいづちが対話の調整すなわち共有信念形成の確認・促進の機能を果たしているのとらえるためには、発話によって必ずしも情報伝達が保証されない、共有信念形成が保証されないと考える必要がある。これは、対話における発話を伝達の信頼性の欠如した channel を介した communication であるとみなすことに相当する。しかし、信頼性の欠如した channel を通した communication では新たな共有知識の実現は不可能なことが coordinated attack の不可能性として理論的に証明されている<sup>8)</sup>。不可能な理由は、伝達の信頼性が保証されない場合、message そのものの受けとり確認のあいづちだけでなく、あいづち自体に対しても受けとり確認のあいづちが必要となり、無限後退に陥るためである。結局モデル化の観点からは、あいづちはまったく不要か、あるいは何回あいづちを返してもあいづちの目的である共有信念形成には至らず結局あいづち本来の目的をはたすことはできないかのいずれかとなってしまう、なぜ共有信念形成の確認・促進の目的で対話にあいづちが用いられるかに対して整合的な説明を与えることはできない。

#### 分散システムによるモデル

信頼性の完全でない communication channel を前提とした communication は計算機システムでは日常的に行われている。そのような communication が可能であることを理論的に説明するために分散システムの分野では共有知識概念を弱める提案がいくつかなされている<sup>8)</sup>。そのような試みのひとつである知識無矛盾性の概念<sup>18)</sup>を利用するとあいづちや問い返しが近似的な共有信念の形成に寄与することによって対話調整の機能を果たしていることを説明することができる<sup>10), 12)</sup>。

日本語のあいづち「はい」は単に message 受領確認に限られずさまざまな機能を果たす。それを以下のよう整理する。

|   | 情報 | 平叙文  | 疑問文  | 依頼文  |
|---|----|------|------|------|
| 1 | 受領 | 聞てえた | 聞てえた | 聞てえた |
| 2 | 理解 | 主張理解 | 疑問理解 | 依頼理解 |
| 3 | 実行 | 納得   | 答え発見 | 遂行完了 |

話し手が発話すると聞き手はまず、それを受けとり、内容を理解し、理解に基づき行為を行う。そのそれ

ぞれの段階で聞き手は確認のためのあいづちを返すことができるし、失敗が起きた時には問い返しを返すことができる。対話のこのような進行をモデル化するために話し手・聞き手の局所状態を(実行状態, 確認レベル, 失敗状態)の三つ組によって構成する。実行状態はあいづちの機能階層にみられる聞き手の発話受容段階に対応し、確認レベルは受容段階の中で明示的にあいづちを返す段階を決定する。失敗状態は失敗発見の有無を示す。

このような局所状態に基づいて agent の実行する行為は以下の要素から構成されると考える。

|       |                        |
|-------|------------------------|
| $m$   | メッセージ送出                |
| $R^i$ | $R^1$ (理解), $R^2$ (実行) |
| $A^i$ | 確認レベル $i$ のあいづち        |
| $N^i$ | 確認レベル $i$ の問い返し        |
| $nil$ | 無行為                    |

さらに、話し手・聞き手の行為の成否を決定する環境の振舞い、+(成功)、-(失敗)がある。これらを用いて agent の行為選択は以下のようにモデル化される。

- 話し手は最初および失敗に気がついた時に message を送る。
- 聞き手は message 受領後、理解、実行を行う。
- 聞き手は実行状態が確認レベルを越えた時には対応するあいづちを返す。
- 聞き手は失敗発見時には問い返しを行う。

Neiger<sup>18)</sup>は、知識無矛盾性の概念を利用して近似的な共有知識の概念を得ることを提案している。各 agent が自分の局所状態の遷移系列に関して失敗の起きなかった理想的な場合の遷移系列と区別がつかない(知識無矛盾)ならば、各 agent の振舞いを考える時には理想的な系列のみを考えれば良いことが示される、従って失敗の無い理想的な系列だけで共有信念形成が保証されれば実際の系でも近似的に共有信念を想定して構わないという考えである。

あいづちの利用にこの知識無矛盾の概念を適用すると、あいづち、問い返し、message の再送によって必ず失敗の無い理想システムの実行系列と同等な系列に行き着くことが保証されるならば、各 agent にとっては共有信念が形成されたのと同等とみなして行動することが許されるため、あいづちによって近似的に共有信念が形成されたとみなすことができることになる。

図 2 は message 伝達の成功する部分の実行系列を

表している。Message 伝達の途中で失敗が起って図の系列からはずれたとしても、最終的に message 伝達に成功するようにプログラムが構築されており、しかも各 agent が図に示した成功した場合の実行系列と局所状態の遷移において区別がつかなければ、近似的に共有信念が形成されたとみなすことができる。あいづちや問い返しなどの対話調整現象はこのようにして近似的な共有信念形成機能を果たすといえることができる。

## 5.2 共同意図の実現

共同意図は、ピアノで連弾をする、連れ立ってどこかへ出かける、対話を行うなど、複数の agent が共同して一つの目標を達成することを目指す時に、行為の背後に想定される心的状態である。既に述べたように、共同意図は目標達成を目指した個々人の意図の単なる総和以上のものである。共同意図をとらえるために、Cohen&Levesque<sup>14)</sup> は、共同持続目標 (joint persistent goal) という概念を提案し、論理的仕様を与えている。これは単独 agent の意図の基礎概念として導入された持続目標の概念を複数 agent に拡張したもので、共有信念、共有知識、共有目標を用いて以下のように定義される。

$$\begin{aligned} \text{JPG}(G, p) \stackrel{\text{def}}{=} & \text{MB}(G, \neg p) \wedge \text{MG}(G, \Diamond p) \wedge \\ & \text{MK}(G, \text{UNTIL}(\text{MB}(G, p) \vee \text{MB}(G, \Box \neg p), \\ & \quad \text{WMG}(G, p))) \end{aligned} \quad (5)$$

ここで、MB, MK はそれぞれ、共有信念、共有知識の認識様相を表す。認識様相 MG, WMG はそれぞれ、共有目標、弱共有目標と呼ばれ、以下のように定義される。

$$\text{MG}(G, p) \stackrel{\text{def}}{=} \text{MB}(G, \bigwedge_{x \in G} \text{GOAL}(x, p)) \quad (6)$$

$$\text{WMG}(G, p) \stackrel{\text{def}}{=} \text{MB}(G, \bigwedge_{x \in G} \text{WG}(x, G, p)) \quad (7)$$

ただし、

$$\begin{aligned} \text{WG}(x, G, p) \stackrel{\text{def}}{=} & [\neg \text{BEL}(x, p) \wedge \text{GOAL}(x, \Diamond p)] \\ & \vee [\text{BEL}(x, p) \wedge \text{GOAL}(x, \Diamond \text{MB}(G, p))] \\ & \vee [\text{BEL}(x, \Box \neg p) \wedge \text{GOAL}(x, \Diamond \text{MB}(G, \Box \neg p))] \end{aligned} \quad (8)$$

共同持続目標の定義は共同意図の持つ以下のような特徴をとらえるものである。

- 共同意図は、現在成り立っていないとグループ構成員全員に共通に信じられていることを将来達成することを目指す (第 1, 2 項)。
- 目標が達成された、あるいは達成不可能であるということがグループの構成員全員の共通了解となるまで目標達成を目指し続ける (第 3 項)。
- 目標達成に関して個人的に知り得た情報はグループ全員で共有を目指す (弱共有目標)。

Program P :

```
if (未達成)
  then
    (⇒)
      repeat
        if (情報配分不備)
          then (信念調整手続き);
          else (目標実現行為);
        until (達成) ∪ (達成不可能);
      else exit;
```

図 3: 共同持続目標を実現するプログラム

分散システムモデルでは式 (5) で与えられる共同持続目標は図 3 に抽象的に示される構造のプログラムで実現できることを証明することができる<sup>13)</sup>。ここで、信念調整手続きとは、情報の獲得・授受に関係したプログラムステップで、環境からの情報を抽出するテスト行為の一般化である。

衛星放送の受信アンテナの調整を、一方の agent  $a_1$  がアンテナを動かし、もうひとりの agent  $a_2$  が受信機で受信状態を確認しながら行う場合を考えてみよう。 $a_1$  は良好な受信状態を得ることを目標としてアンテナを動かしたとしても、それだけではその結果果たして目標とする良好な受信状態が達成されたかどうか分からない。目標が達成されたかどうかを知るためには、受信機のところまで行き受信機を見て受信状態を確認する必要がある。この場合テストによる情報収集が信念調整手続きに相当する。あるいは、いちいち  $a_1$  が確認に行かなくても、受信機をもうひとりの agent  $a_2$  が見ていて、受信状態が良好になった時点で  $a_2$  が  $a_1$  にそれを伝えることによって目標の達成は可能である。この場合、 $a_2$  から  $a_1$  への message 伝達が信念調整手続きに相当する。このように、信念調整は一般化したテスト行為であり、複数 agent による共同行為の場合には、タスク主導型対話での言語利用のモデルを与えてくれる。

## 5.3 終助詞「よ」と「ね」

終助詞は話し言葉に特徴的である。終助詞は会話を除いて書き言葉には現れない。終助詞の用法の説明としては、話し手・聞き手の知識と関係づける説明が従来有力とされてきた。次のような例文は終助詞「よ」と「ね」の典型的な用法を示している。(1) は会議の場所を聞き手に次げる発話であり、(2) は会議の場所に関する想定に対して聞き手に同意を求める発話である。

(1) 会議は 6 号室ですよ。

(2) 会議は 6 号室ですね。

このような用法の対比を説明するには、

- (3) 「よ」は話し手に近い情報を表現するのに用いられ、「ね」は聞き手に近い情報を表現するのに用いられる。

のように想定すれば良いように思われる。実際、「よ」や「ね」の機能をこのようにとらえることは、次の(4)が奇妙であることを説明するには都合がよい。明らかに聞き手が知っており、従って話し手よりは聞き手に近い情報に対して「ね」をつけて発話するのは不自然だからである。

- (4) a. どちらさまですか?  
b. ?田中ですね。

しかし、上の説明(2)(3)に適合しないような用法も存在する。例えば、次の(5)では「ね」が相手に情報を与える発話に付けられている。

- (5) a. 次の会議はどこですか?  
b. 会議は6号室ですね。

また、次の例のように明らかに話し手のみが知っている情報に対して「ね」をつけることも可能である

- (6) 銀行へ行ってきますね。

さらに、「よ」や「ね」は文でなく、句や節の後につけることさえ可能である。このような観察から、終助詞「よ」「ね」を単純に話し手・聞き手への知識・情報の帰属と結び付ける説明は成立しない。

一方、終助詞「よ」「ね」の用法が共同行為と関連していることを示す現象がある。共同行為では、共同行為の計画の採用に関する合意形成の段階と、合意された計画に基づいた共同行為実行の段階とを区別することができる。次の(7)(8)はいずれも計画に関する合意形成の段階の発話としては許容されるが、実行段階で実行ステップの進行状態を告げる発話としては(7)は許されるが、(8)は不自然である。

- (7) 行きますよ。  
(8) 行きますね。

このような対比に基づいて、終助詞の基本機能を共同行為への参加を示すこととを考えてみよう。このように考えることは、終助詞がなぜ対話にのみ現れるのかにひとつの説明を与えてくれる<sup>9)</sup>。

- (9) 終助詞は、話し手が高位の共有目標を引続き保有していることを示す。

高位の目標には共有信念の形成という対話レベルの目標と、より上位の共同行為のタスクレベルの目標とのどちらも含まれる。さらに、「よ」と「ね」との違いを次のように想定する。

- (10) 「よ」は発話の内容を話し手が受容したものと提示する機能を持つ。それに対して「ね」は発話の内容を話し手がまだ受容していないものとして提示する機能を持つ。

両者の違いは聞き手を納得させて共有信念を形成するための戦略の違いと考えることができる。

終助詞「よ」「ね」の機能を上のように仮定すると、上に示した「よ」「ね」の用法に説明を与えることが可能となる。さらに分散システムのモデルを利用すると(7)(8)の違いをとらえることが可能となる。

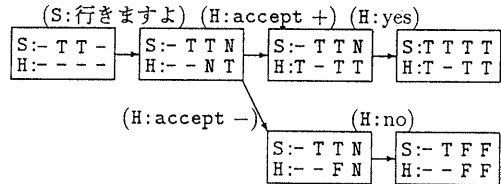


図4: 「行きますよ」: 計画提案。

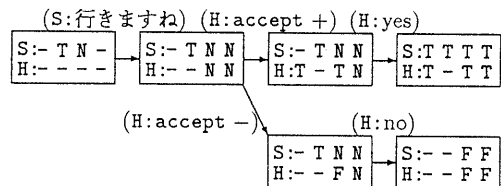


図5: 「行きますね」: 計画提案。

Agentの局所状態は以下の要素からなるとする。

- 共同行為のための共有された計画
- 現在の実行状態
- 自分の信念
- 共有信念の存在に関する信念

計画提案および実行ステップ通知のそれぞれの場合の「よ」「ね」を含む発話による実行系列を図4,5,6,7に示す。計画提案では、まだ共有計画はできていないので、図4で局所状態の第一要素は空である。話し手はこれから「行く」行為を遂行するところであるし(Sの第2要素T)、それを既に共有計画とすることを受容している(Sの第3要素T)。そのため話し手は「よ」を用いて発話を行う。聞き手は発話を受けとることによってまず未受容(N)の状態になる。それから計画を受容(T)あるいは拒絶(F)のいずれかを行い、その旨を返答することによってそれを共有信念とする。図5でも、最初に話し手が「行く」行為を共有計画とすることを受容していない状態(Sの第2要素がN)から出発するだけであとは図4と同様である。

それに対して、実行ステップ通知では、既に共有計画は確立しているので図6で局所状態の第一要素はTである。話し手はこれから「行く」行為を遂行するところであるし(Sの第2要素T)、これからそれを遂行するということ(準備完了)を受容している(Sの第3要素T)。そのため話し手は「よ」を用いて発話を行う。聞き手は発話を受けとることによってまず未受容

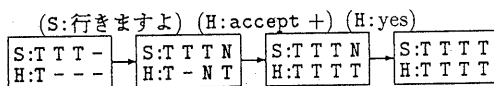


図 6: 「行きますよ」: ステップ完了通知。

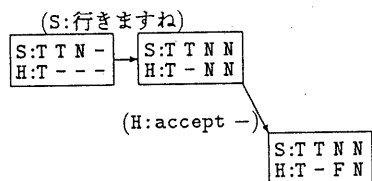


図 7: 「行きますね」: ステップ完了通知。

(N) の状態になる。話し手の行為遂行は話し手のみが決められることであるため、聞き手のできることは受容 (T) のみである。受容の後、その旨を返答することによって共有信念を形成する。それに対して、図 7 では、最初に話し手が「行く」行為の遂行を受容していない段階から出発する。話し手の行為遂行を聞き手が決めることはできないため、そこから先に進めなくなってしまう。

## 6 おわりに

対話を構成する発話を、伝達すべき情報を担う発話と情報伝達が正しく行われたかを監視し確実なものとするための対話調整の発話とに区分し、対話調整の理解には対話を共同行為とみなすことが重要であること、さらに共同行為としての対話のモデル化手法として分散システムモデルが有力であることを、関投詞的応答による共有信念形成、共同意図のモデル、終助詞の用法を例にとって示した。対話調整は、対話で伝達される情報内容に立ち入る必要がないため、一見副次的な問題のようにも見えるが、環境に埋め込まれて不完全な情報・限られた資源の下で行動する agent の architecture をどのようにするべきかという、より一般的で重要な問題と密接に結び付いている<sup>11)</sup>。

## 参考文献

- 1) H. H. Clark. Managing problems in speaking. In *International Symposium on Spoken Dialogue*, pp. 181-184. Waseda University, 1993.
- 2) H. H. Clark and E. F. Schaefer. Contributing to discourse. *Cognitive Science*, 13:259-294, 1989.
- 3) H. H. Clark and D. Wilkes-Gibbs. Referring as a collaborative process. In P. R. Cohen, J. Morgan, and M. E. Pollack, editors, *Intentions in communication*, chapter 23, pp. 463-493. MIT Press, 1990.
- 4) P. R. Cohen. The pragmatics of referring and the modality of communication. *Computational Linguistics*, 10(2):97-146, 1985.
- 5) P. R. Cohen and H. J. Levesque. Confirmations and joint action. In *Proceedings of the Twelfth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pp. 951-957, 1991.
- 6) R. Fagin, J. Y. Halpern, Y. Moses, and M. Vardi. Reasoning about knowledge.
- 7) B. J. Grosz and C. L. Sidner. Plans for discourse. In P. R. Cohen, J. Morgan, and M. E. Pollack, editors, *Intentions in Communication*, chapter 20, pp. 417-444. MIT Press, 1990.
- 8) J. Y. Halpern and Y. Moses. Knowledge and common-knowledge in a distributed environment. *Journal of the ACM*, 37(3):549-587, 1990.
- 9) Y. Katagiri. Dialogue coordination functions of Japanese sentence-final particles. In *International Symposium on Spoken Dialogue*, pp. 145-148. Waseda University, 1993.
- 10) 片桐恭弘. 談話の調整と共有信念形成. Technical Report NLC93-45, 電子情報通信学会, 1993.
- 11) Y. Katagiri. A distributed system model for actions of situated agents. In *Conference on Information-oriented Approaches to Logic, Language and Computation*, 1994.
- 12) 片桐恭弘. あいづちによる対話の調整. 日本認知科学会第 11 回大会論文集, 1994.
- 13) 片桐恭弘. 共同行為における信念調整. マルチエージェントと協調計算 III. 近代科学社, 1994.
- 14) H. J. Levesque, P. R. Cohen, and J. Nunes. On acting together. In *AAAI-90*, pp. 94-99. Morgan Kaufmann, 1990.
- 15) S. C. Levinson. *Pragmatics*. Cambridge University Press, 1983.
- 16) Z. Manna and A. Pnueli. *The temporal logic of reactive and concurrent systems: specification*. Springer-Verlag, 1992.
- 17) 泉子・K・メイナード. 会話分析. くろしお出版, 1993.
- 18) G. Neiger. Knowledge consistency: a useful suspension of disbelief. In M. Y. Vardi, editor, *Proceedings of the Second Conference on Theoretical Aspects of Reasoning about Knowledge*, pp. 295-308. Morgan Kaufmann, 1988.
- 19) H. Sacks, E. A. Schegloff, and G. Jefferson. A simplest systematics for the organization of turn-taking in conversation. *Language*, 50:696-735, 1974.
- 20) J. R. Searle. Collective intentions and actions. In P. R. Cohen, J. Morgan, and M. E. Pollack, editors, *Intentions in Communication*, chapter 19, pp. 401-415. MIT Press, 1990.
- 21) 島津 明, 川森雅仁, 小暮 潔. 対話の分析 - 関投詞的応答に着目して. Technical Report 電子情報通信学会技術研究報告 NLC93-9, 電子情報通信学会, 1993.