

# 状況共有下のナビゲーション課題遂行プロセス

## The process for navigation tasks under shared situation

川端良子<sup>1\*</sup> 中野幹生<sup>2</sup> 船越孝太郎<sup>2</sup> 土屋俊<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学大学院人文社会科学部

<sup>1</sup> Chiba University Graduate School of Humanities and Social Sciences

<sup>2</sup> (株) ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン

<sup>2</sup> Honda Research Institute Japan Co., Ltd.

<sup>3</sup> 独立行政法人 大学評価・学位授与機構

<sup>3</sup> National Institution for Academic Degrees and University Evaluation

**Abstract:** We analyzed the processes by which people achieve speech-based navigation tasks under the shared situation using the Konbini Corpus [Raux 10]. We observed that there were several behaviors, interactions and communications that could not be explained by existing theories. Existing theories assume that people need to share their plans in order to achieve their common goal. (e.g. SharedPlan model: [Cohen 91, Grosz 90, Traum 94]). On the contrary to those theories, the participants in the Konbini Corpus successfully achieved their common goal without developing clear mutual beliefs about their goals nor plans. The results showed that participants usually started their actions without developing concrete mutual beliefs, and their actions were either self-corrected or interposed by other members in the middle of the actions. In order to explain these results, we proposed necessary requirements for a new model.

### 1 はじめに

特定の目的地へ移動しようとする主体に対して、目的地へ到達できるように音声言語を通じて情報を提供することは「音声ナビゲーション」と呼ばれる。移動する主体にとって分かりやすいナビゲーションを行う音声対話システムや、音声ナビゲーションに従って目的地へ移動するロボットを開発するに際して、人がどのように音声ナビゲーションを行い、そのナビゲーションに従っているかのモデルを用いることが有用だと考えられる。

これまで主に人工知能の分野では、プランという概念を基礎にして合理的な主体の行為をモデル化してきた [Allen 80, Cohen 79, Grosz 90, Traum 94]。プランとは、目標を達成するために主体が将来実行する行為 (列) を含む心的態度を指す [Pollack 90]。2人以上の主体が協力して目標の達成を目指した共同的活動では、活動の遂行中に行われる対話 (課題指向対話) が各主体のプランに何らかの仕方に関連していると考えられる。課題指向対話をモデル化するためには、対話とプランの関係を明らかにする必要がある。そこで本研究は「コンビニコーパス」 [Raux 10] を用いてナビゲ-

ーション課題の部分課題の1つである方向転換課題の遂行過程を分析する。そして、分析結果から主体がどのようなプランを持ち、対話がプランの構築に対してどのような役割を果たしているかを議論し、モデルに必要な要件を提案する。

### 2 コンビニコーパス

「コンビニコーパス」は、2人の実験参加者が仮想的なコンビニエンスストアを協力して運営する課題 (以降、コンビニ運営課題と呼ぶ) を遂行中の発話、行動が収録されている。参加者の1人は、ロボットを操作する参加者で「オペレータ」と呼ばれる。もう1人は、オペレータに移動の指示をする参加者で「マネージャ」と呼ばれる。2人はそれぞれ別の部屋に入り、マイクとヘッドフォンを通じて自由に対話が可能な環境で課題を行う。オペレータの画面には、ロボット視点の店内の様子が表示される (図 1(a))。一方、マネージャの画面は鳥瞰的に店内全体の様子が表示される (図 1(b))。両者の画面は同期されており、オペレータがコントローラを操作すると、オペレータの画面にはロボットの身体動作に伴った視界の変化が反映される。一方、マネージャの画面には、ロボットが体の向きを変えたり、前進したりする様子が表示される。このように、身体動作によって動的に変化する環境を課題の参加者が視覚

\*連絡先：千葉大学大学院人文社会科学部  
千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33  
E-mail: ykawabat@cogsci.l.chiba-u.ac.jp

的に共有している状態を「状況共有下」と呼ぶ。コンビニ運営課題では、店内に訪れた客がいる場所へオペレーターがロボットを移動させて、客の要求に答えることで点数が得られる。参加者の共通の目標は制限時間(10分)内にできるだけ高い点数を獲得することである。



(a) オペレータの画面



(b) マネージャの画面

図 1: コンビニコーパスの各被験者に表示される画面。マネージャの画面では四角で囲んだ位置にロボット、円で囲んだ位置に客がいる。

表 1: コンビニコーパスにおける課題の構造

レベル	課題	目標
上位	コンビニ運営	高得点の獲得
中位	ナビゲーション	客がいる位置への移動
下位	方向転換, 直進 etc.	特定の方向を向く, 特定の 地点まで前進する etc.

コンビニ運営課題の目標を達成するためには、客がいる場所を目標地点とするナビゲーション課題をできるだけ多く達成する必要がある。ナビゲーション課題を達成するためには、マネージャが指示した方向にロボットの体の向きを変えたり、特定の位置まで直進させるなどの課題を達成する必要がある。これらの課題をそれぞれ「方向転換課題」「直進課題」と呼ぶことにすると、コンビニ運営課題は表 1 の構造をしていると捉えることができる。

### 3 従来研究

コミュニケーションを伴った共同的活動のモデル化に取り組んだ初期の研究が、[Allen 80, Cohen 79] である [Traum 99]。彼らは、言語行為論 [Austin 62, Searle 69] にヒントを得て、発語を行為とみなし、STRIPS モデル [Fikes 71] に導入することでプランの枠組みで共同の課題遂行を形式化できることを示した。

Allen や Cohen らのモデルにおけるプランは抽象的な概念で、一連の活動の中で 1 つだけ存在するものであった。このモデルでは、異なるプランを持った主体による共同的活動のモデル化ができない。この問題に対応するため、[Pollack 90] はプランを主体が将来実行する行為を含んだ心的態度とすることを提案した。また、複数の主体が共同的活動を行う場合は、他人と行動を調整する必要があるため、心的態度であるプランを共有することが必要であると考えられた [Cohen 91, Grosz 90, Traum 94]。

共同のプランは対話によって構築される。[Traum 94] は、[Clark 89] の貢献に相当するプロセスをプランの枠組みで形式化した。[Cohen 91] も、指示に対して、相づち等の聞き手からの応答によってプランを共有するモデルを提案した。ただし、[Cohen 91, Traum 94] らのモデルは、2 人の課題の参加者が課題の遂行状況をお互いに共有しない状態で行われた課題遂行の様子が収録された対話コーパスに基づいて提案された。状況共有下と状況非共有下の違いの 1 つは、指示者の指示に対して行為者が行為を開始すること自体が、指示の理解の証拠とみなすことができることである [Clark 04]。よって、[Cohen 91, Traum 94] らのモデルをナイーブに適用すれば、コンビニコーパスにおける方向転換課題は次のようなプロセスで達成されると考えられる。

まず、マネージャはロボットが現在向いている方向から別の方向に転回する行為の実行をオペレータに指示する。オペレータは、ロボットの向きを変えることで指示を理解したことをマネージャに示すことになる。それによって、行為を実行するプランが両者の共有信念に追加される。プランが正しく遂行され、目標が達成された場合、次の指示が行われる。

しかし、コンビニコーパスを用いたこれまでの分析 [川端 11, 川端 12] では、方向転換指示において転回する角度を明示することがほとんどなかった。回転する角度を示さなければオペレータがどの程度回転すればよいか分からないことは明らかである。従って、指示者が意図した状態を行為者が実現するという期待が対話参加者間で共有されるとは想定できない。それよりも、曖昧な目標を持った状態で行為者が行動を開始し、行動を開始した後に調整が行われることで目標が達成されていると予想されるが、それがどのような調整であるかは明らかではない。

## 4 分析方法

### 4.1 データ

分析は18対話のうち4対話を用いた。この4対話はすべて1回目のセッションで収録されたものである。コーパスには発話とロボットの動作の種類が転記されている。ロボットの動作には、前進 (Forward)・後進 (Backward)・右回転 (Right)・左回転 (Left) の4種類がある。

### 4.2 アノテーション

発話単位 最初に1つの機能を果たしていると考えられる単位の認定を行った。この単位を「発話単位」と呼ぶ。

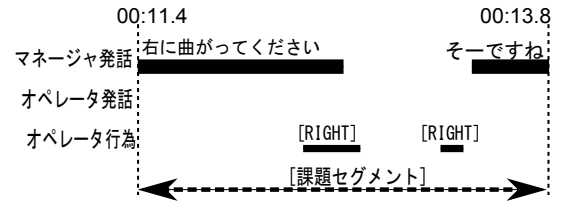
表 2: アノテーションする (言語) 行為の機能

種類	機能
マネージャの行為	
● オペレータの行為に対する評価	
ポジティブ	オペレータの行為に対して肯定的な評価をする
ネガティブ	オペレータの行為に対して否定的な評価をする
オペレータの行為	
● 指示された行為の実行と考えられるロボットの動作 (物理的行為)	身体動作によって状況を変化させる
● マネージャの指示への応答	
受諾	指示された行為を実行することを約束する
不理解の表明	指示の理解に問題があることを示す
詳細化の要求	指示された行為について詳細な情報を要求する
留保	指示された行為をすぐに実行しないことを示す
拒否	指示された行為を実行しないことを示す
不可能の表明	指示された行為の実行が外的な要因で不可能であることを示す
● 自分の行為に関するマネージャへの確認	
行為の確認	自分の行為の正しさについてマネージャに情報を求める
参照対象の確認	参照対象の正しさについてマネージャに情報を求める

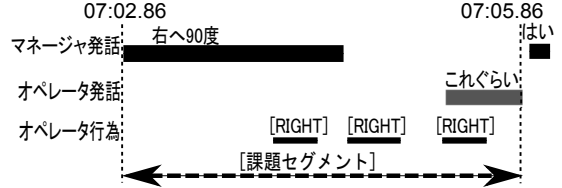
指示 発話単位から、マネージャによる方向転換指示の同定を行った。方向転換指示はマネージャがオペレータに特定の行為を実行させようとする発話のうち「左」「右」や「後ろ」「逆」等の方向を示す名詞が含まれるか、「曲がる」「回る」のような身体の向きを変える動詞を含む発話単位とした<sup>1</sup>。

<sup>1</sup>ただし、右に曲がってほしいときに、間違えて「左」と言ってしまうような言い間違いは除く。言い間違いかどうかは、発話の後にマネージャが「間違えた」と発言するなど、間違いであることを明示した場合とした。

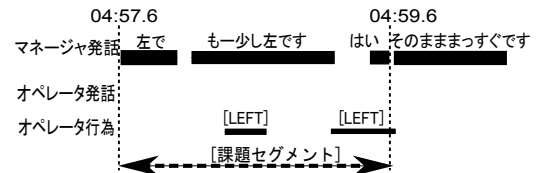
指示への応答 指示に関連して行われたと考えられる表2の(発話を含めた)行為の同定を行った。



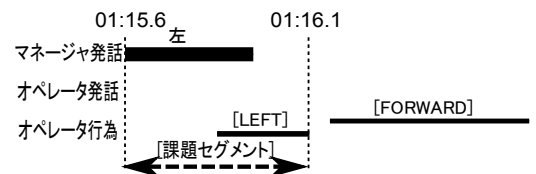
(a) パターン 1: マネージャが目標達成の合図をする例



(b) パターン 2: オペレータが目標を確認する例



(c) パターン 3: 次の指示によって部分課題が終了する例



(d) パターン 4: 合図なし

図 2: 課題セグメントのパターン

課題セグメント 方向転換指示の開始時点から、方向転換課題が終了した時点までの区間のことを「課題セグメント」と呼ぶ。方向転換課題の終了には、以下の4つのパターンがあると考え、終了時点を決した。

- パターン (1): オペレータの行為に対して「OK」や「そうです」のような目標の達成を伝える発話をする場合 (図 2(a))。
- パターン (2): オペレータがマネージャに目標の達成を確認する場合 (図 2(b))。
- パターン (3): マネージャが次の指示や別の話題を開始する場合 (図 2(c))<sup>2</sup>。

<sup>2</sup>方向転換課題では、オペレータの回転の角度が足りなかったり、回転しすぎてしまったりした場合に、マネージャが同じ方向や逆方

- パターン (4): 合図なし (上記以外)
- (1)(2)(3) に挙げられた発話が行われず、方向転換課題が終了したと考えられる場合。

## 5 結果

アノテーションの結果 4 対話から 91 の課題セグメントが抽出された。本節はこの 91 の課題セグメントについて分析した結果を報告する。

### 5.1 指示表現と受諾の有無

課題セグメントには方向転換指示が 1 回だけ行われる場合もあれば、複数回行われる場合もある。最初に行われた方向転換指示の種類を調べた結果を表 3 に示す。最も多いのは「右」「左に曲って」のように回転する程度を指定しない指示 (量指定なし) で、全体のおよそ 7 割を占めていた。次に多いのが「ちょっと右」のように不定数量を用いた指示 (不定数量) であった。<sup>45</sup> 度右」のように角度を数値で示す指示 (定数量) は一番少なかった。上記以外には、「右/左」を明示せず「もうちょっと」のような不定数量表現のみのケースと「回って」のように左右を指定しない指示があった。

指示に対する応答の種類と出現率を 4 に示す。受諾は 2 割行われていたが、それ以外のケースは、行為者は受諾をせずに行動を開始していた。これらの結果は以前の分析結果 [川端 11, 川端 12]<sup>3</sup> と同じ傾向であった。

表 3: 方向転換指示の種類と頻度

指示の種類	頻度 (比率)
量指定なし	63(69%)
不定数量	14(15%)
定数量	4(5%)
上記以外	10(11%)

表 4: オペレータの応答発話の種類と頻度

応答の種類	頻度 (出現率)
受諾	18(20%)
不理解の表示	2(2%)
詳細化の要求	0(0%)
留保	1(1%)
実行不可能	1(1%)
拒否	2(1%)

### 5.2 行為の修正

指示が曖昧であることから、オペレータの方向転換はマネージャが目標とする回転角度より少ない場合と多い場合があることが予想される。少ない場合、マネージャは最初の指示と同じ方向への指示を繰り返す、多い場合は反対の方向への指示が行なわれると考えられる。

向への回転の指示を複数回行う場合がある。この場合は前の課題が終了したとはいえない、このような指示が出現してもそこで終了とせず、別の種類の指示 (たとえば、直進指示など) の開始時点を終了時点とする。

<sup>3</sup>これらの研究では、指示によって示される目標が曖昧であるという点について言及しているが、サブ課題の達成のためにどのような調整が行なわれているかという観点から詳細な分析が行なわれていない。

表 5 は、指示が繰り返し行われた場合の頻度を示している。オペレータが回転をしなかったセグメントは 4 つあった。それ以外はオペレータは回転しており、およそ 3 割の課題セグメントで、指示が繰り返し行われていた。そのすべてで 1 つ前の指示と同じ方向への回転指示 (不足) が行われており、逆方向の回転指示 (超過) が行われたのは 1 セグメント (1%) だけであった<sup>4</sup>。

表 5: 指示の繰り返しの種類と頻度

種類	頻度	比率
繰り返しなし	62	68%
繰り返しあり (不足 25, 超過 1)	25	28%
回転なし	4	4%

### 5.3 課題セグメント終了のパターン

課題セグメントの終了のパターンを表 6 に示す。最も頻度が高いのは、マネージャが別の話題を開始するパターン (3) で、課題セグメントのおよそ 6 割がこのパターンであった。その中で特に次の指示が行われるケースが多かった。次に、合図がないパターン (4)、マネージャが合図を行うパターン (1)、オペレータが確認を行うパターン (2) の順番に頻度が高かった。

表 6: 課題セグメントの終了のパターンと頻度

パターン	頻度	比率
(1) マネージャ合図	12	13%
(2) オペレータ確認	9	10%
(3) 別の話題の開始		
次の指示	44	48%
その他	10	11%
(4) 合図なし	16	18%

目標が曖昧であるにも関わらず、オペレータが回転超過をしないで課題が遂行できる理由の 1 つとして、マネージャによる目標達成の合図 (パターン (1)) だけでなく、別の話題の開始 (パターン (3)) がセグメント終了の合図として機能していることが考えられる。そこで、パターン (1) とパターン (3) を合わせた 66 ケースについて、マネージャの発話がいつ行われていたかを調査した結果、多くの発話が発話の途中に行われていることが分かった。表 7 の行為終了と発話開始の差はオペレータの行為 (4.2) の終了時点とマネージャの発話の開始時点の差を示している。オペレータの行為が終了する前にマネージャが発話するケースが 40 で全体の 61% を占めている。つまり、オペレータの行

<sup>4</sup>このセグメントでは不足と超過の両方の繰り返し指示が行われた。

為の途中で次の指示を行うことが、目標の達成を間接的に伝えていたと考えられる。

表 7: マネージャの発話タイミング

行為終了と発話開始の差	頻度	比率
0 秒以前	40	61%
0 秒より後, 1 秒より前	22	33%
1 秒以上	4	6%

#### 5.4 オペレータのストラテジー:行為の分割

オペレータの行動を観察すると、図 2(a), 図 2(b) に典型的に見られるように、1 度に回転するのではなく複数回同じ方向に回転をしているケースがあることが分かる。調べてみると、91 の課題セグメントのうち、50 セグメント (55%) で指示の回数よりもオペレータ行為の方が多かった。つまり、マネージャから終了の合図がなくても自発的に回転を止め、ごく短時間停止し、次の指示がなくても再び回転をしていた。

[Clark 04, 細馬 05] は、行為者が分割して動作することで、指示者が介入する機会を作っていると論じている。今回のケースでも、オペレータは分割して回転することでマネージャが介入する機会を作っている可能性がある。マネージャが完了の合図をすることで目標が達成されているのであれば、オペレータは自分で決定した角度回転したが、マネージャから完了の合図が得られないために再びプランニングし行動した可能性もある。または単にオペレータが慎重に行動しているだけという可能性もある。今回のデータだけでは、オペレータが分割して回転する理由は明らかではないが、この分割はマネージャの指示によるものではなくオペレータが独自に決定したものである。分割して回転することで必然的に回転にかかる時間が増えており、これによってマネージャがオペレータの回転の途中に介入しやすくなっていたと言える。

5.5 マネージャのストラテジー:聞き手の注意の喚起 [細馬 05] は、行為者が指示者に介入の機会を作ることに対して、指示者が「あ」を発すると論じている。もし、オペレータの回転の停止をきっかけにマネージャが指示をしているのであれば、発話の直前にマネージャが「あ」を発することが予想される。しかし、調べた結果、指示の直前に「あ」は多くは使用されていなかった。それよりも図 2(c) のようにマネージャが発話の直前に「はい」と言うケースが少なからず見られた。表 8 は、「あ」、もしくは「はい」が使用されたセグメントの数と、それぞれの出現位置を示している。セグメント内の有無でみると、「あ」は 15 セグメント (16%)、「はい」は 18 セグメント (20%) で使用されていた。それぞれの出現位置を見ると、「あ」は、次のセグメント

の最初の指示の直前ではなく、同一セグメント内で指示を繰り返す直前や、1 つ前のマネージャの指示、またはオペレータの行動が間違っていたことを伝える発話の直前に使用されることが多く、「はい」は、次のセグメントの最初の指示か「オッケー」のようなオペレータの行為を肯定する発話の直前に使用されていた。

表 8: マネージャの「あ」、「はい」が出現する回数と出現位置

出現位置	「あ」		「はい」	
	回数	比率	回数	比率
次の指示の直前	2	13%	14	78%
それ以外	13	87%	4	22%
出現回数 (出現率)	15 (16%)		18 (20%)	

マネージャはなぜ次のセグメントの最初の指示やオペレータの行為を肯定する発話の直前に「はい」と発するのだろうか。日本語の「はい」は文脈によってさまざまな機能を果たすことが知られている。その 1 つが、聞き手の注意を獲得する機能である [Angles 00]。マネージャが指示の直前にオペレータの注意を獲得する理由の 1 つとして、オペレータがマネージャの指示を認識するタイミングが課題の達成に重要であることが考えられる。オペレータが目標とする回転角度を知らない場合、オペレータが指示を認識する間にオペレータが回転しすぎてしまう可能性がある。適切な角度でオペレータが回転を停止するためには、マネージャの指示にすぐに気がつく必要がある。マネージャはオペレータが回転超過してしまう可能性を考慮し、指示をする前にオペレータの注意を獲得しようとしたと考えられる。つまり、マネージャはオペレータの回転停止をきっかけに発話をしたのではなく、自発的に介入したと考えられる。

## 6 議論

今回の分析においても、以前の分析結果 [川端 12] と同様に、角度を明示した方向転換指示は極めて少なかった。そして、目標が曖昧であるにもかかわらず、オペレータは不理解の表明、もしくは詳細化の要求を行うことなく行為を開始していた (5.1 節)。目標が曖昧であるにもかかわらず、どのように目標を達成しているのかを分析した結果、オペレータが分割して回転を行ったり (5.4 節)、マネージャがオペレータの行動の途中で次の指示をしたりするなど (5.3 節, 5.5 節)、行為を調整するための活動が行われており、こうした活動によって目標が達成されていることが示唆された。

これまでのモデルにおいて指示の成功とは、対話による意思疎通が成功し、指示者が意図した行動を行為者が実行し、目標が実現することであると想定されて

きたと思われる。しかし、対話の成功と目標の達成は本質的に異なることである。よって、それぞれを独立に扱うことは、一見すると自然なことのようであるが、従来、ロボット開発を視野に入れて検討したモデルは管見のかぎり存在していない。

今回示された課題遂行プロセスを説明するためには、モデルに次のようなメカニズムを導入する必要がある。

(1) 指示者は目標が達成される行為を含む曖昧な指示を行為者に行う。(2) 行為者は、目標が詳細に分からなくても、指示から想定される範囲の行動を決定する。(3) 行為者が行動を開始することで、対話による意思疎通が成功したことを示す。ただし、行為者の行為によって目標が達成されるとは限らないという信念を対話参加者が共有する。(4) 行為者が分割しながら行動したり、行為者の行動の途中で指示者が次の指示を行ったりすることで目標が達成される。

## 7 結論と今後の課題

本研究は、状況共有下のナビゲーション課題の部分課題の1つである方向転換課題の遂行プロセスを分析した。従来モデルをナイーブに適用すると、上手くいつている活動では、対話参加者は対話によってプランを共有し、プランに含まれる行為を行為者が実行することで、指示者が意図した目標が達成される。しかし、分析の結果、活動の参加者は対話によって目標を曖昧にしか共有せず、その状態で行為を開始し、行動の途中で自己調整したり、他のメンバーが行為の途中に介入することによって課題を遂行していた。そこで、これらの現象を説明するためにモデルに導入する必要があるメカニズムを提案した。提案したメカニズムは、方向転換課題以外の課題のモデル化にも適用可能と考える。しかしながら、間違った行動が一切許されない場合には適用可能ではなく、どの範囲の課題に適用可能か検討が必要である。

提案したメカニズムをモデルに導入することによって今回観察された活動を説明することができるが、実際にシステムを設計をする際には、次の課題が残されている。指示者は必ずしも目標を詳細に言語化する必要がないが、どのように発話を生成したらよいのだろうか。また、行為者は曖昧な目標からどのように実際の行為を決定すればよいのだろうか。これらの決定は周囲のさまざまな環境によって異なると考えられる。さまざまな環境において人がどのように行動するかを分析し、発話と身体動作のプランニングプロセスを明らかにする必要がある。

## 参考文献

[Allen 80] Allen, J. F. and Perrault, C. R.: Analyzing Intention in Utterances, *Artificial Intelligence*, Vol. 15, No. 3, pp. 143–178 (1980)

[Angles 00] Angles, J., Nagatomi, A., and Nakayama, M.: Japanese responses hai, ee, and un: yes, no, and beyond, *Language & Communication*, Vol. 20, No. 1, pp. 55–86 (2000)

[Austin 62] Austin, J. L.: *How to do things with words?*, Cambridge:Harvard University press. (1962)

[Clark 89] Clark, H. H. and Schaefer, E. F.: Contributing to discourse, *Cognitive Science*, Vol. 13, No. 2, pp. 259–294 (1989)

[Clark 04] Clark, H. H. and Krych, M. A.: Speaking while monitoring addressees for understanding, *Journal of Memory and Language*, Vol. 50, No. 1, pp. 62–81 (2004)

[Cohen 79] Cohen, P. R. and Perrault, C. R.: Elements of a plan-based theory of speech acts, *Cognitive Science*, Vol. 3, No. 3, pp. 177–212 (1979)

[Cohen 91] Cohen, P. R., Park, M., and Levesque, H. J.: Confirmations and Joint Action, in *Proceedings of the 12th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pp. 951–958 (1991)

[Fikes 71] Fikes, R. E. and Nilson, N. J.: STRIPS: A new approach to the application of theorem proving to problem solving, *Artificial Intelligence*, Vol. 2, pp. 189–208 (1971)

[Grosz 90] Grosz, B. and Sidner, C.: Plans for discourse, in Cohen, P. R., Morgan, J., and Pollack, M. E. eds., *Intentions in Communication*, pp. 417–444, The MIT Press (1990)

[細馬 05] 細馬 宏通: 対話における応答詞「あ」の機能: 発し手にとっての「新規情報」は相互行為にどう利用されるか?, 社会言語科学会第16回大会発表論文集, pp. 32–35 (2005)

[Pollack 90] Pollack, M. E.: Plans as Complex Mental Attitudes, in Cohen, P. R., Morgan, J., and Pollack, M. E. eds., *Intentions in communication*, pp. 77–103, The MIT Press (1990)

[Raux 10] Raux, A. and Nakano, M.: The dynamics of action corrections in situated interaction, in *Proceedings of the 11th Annual SIGdial Meeting on Discourse and Dialogue*, pp. 165–174 (2010)

[川端 11] 川端 良子, 中野 幹生, 船越 孝太郎, Raux, A.: 状況共有下の経路指示課題における指示ストラテジの分析, 人工知能学会研究会資料, SIG-SLUD-B102, pp. 7–12 (2011)

[川端 12] 川端 良子, 中野 幹生, 船越 孝太郎, Raux, A.: 状況共有下の方向転換課題における対話モデルの検討, 人工知能学会研究会資料, SIG-SLUD-B201, pp. 1–6 (2012)

[Searle 69] Searle, J.: *Speech acts: An essay in the philosophy of language*, Cambridge University Press (1969)

[Traum 94] Traum, D. R.: *A computational theory of grounding in natural language conversation*, PhD thesis, University of Rochester (1994)

[Traum 99] Traum, D. R.: Speech acts for dialogue agents, in Wooldridge, M. and Rao, A. eds., *Foundations of rational agency*, pp. 169–201, Springer (1999)