

原初的なインタラクションを通じた対人認知の0次過程の検討 Stage of Subconscious Interaction in Primitive Interaction

坂本 孝文 竹内 勇剛
Takafumi Sakamoto & Yugo Takeuchi

静岡大学創造科学技術大学院
Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University
dgs14010@s.inf.shizuoka.ac.jp

Abstract

We can make relationship with strange people because it is obvious that they can communicate with us. On the other hand, it is difficult to make relationship with unknown artifacts. In order to solve the problem, existing studies have explored various methods of the artifact's behavioral design. However, little research has been done on the interaction without information about interaction partner and without experimental task. It is necessary to clarify the process how people regard unknown objects as interaction partner. We suppose that the stage of subconscious interaction exist as this process. We created experimental environment to observe interaction between human and robot whose behavior actually mapped other human. We observed interaction under two different conditions that participants knew / unknew the robot can interact. Both of participants approached or avoid the robot, but the difference of interaction property in each condition was confirmed. Our experiment results suggest that the stage of subconscious interaction exists.

Keywords — Interaction, Agency, Communication relationship

1. はじめに

人はある対象とインタラクションを行う場合、その対象に応じて認知姿勢を変化させている。どのような認知姿勢で対象と接するのかは、対象の本来の性質で決まるのではなく、対象とのインタラクションを通して決定されると考えられる。例えば、交差点の人混みで他者とすれ違う場面では対人的な行動は引き起こされない。また、人がコンピュータに対して対人的な反応を示すメディアイクエーション[1]の事例があげられる。人-人インタラクションでは相手がインタラクション可能であることは自明であり、初対面の相手であっても必要に応じてコミュニケーション関係を形成することができる。これに対し、人-人工物インタラクションは、人工物がそもそも自身とインタラク

ション可能な存在であるかが不明確な状態から関係形成を考える必要がある。

これに対して、人-人コミュニケーションで行われるインタラクションを人-人工物に適用させることで人-人工物の関係形成を促す方法が考えられる。人の対人的な行動を引き起こすような性質である「他者性」を人工物に帰属させるアプローチとして、人工物の外観を人に近づける方法[2]や、目や口といった要素を加えることで人工物の擬人化を促す方法[3]があげられる。これらの手法により人-人工物の関係形成を促すことが可能であることが示唆されている。一方で、人工物の外観に依存せずに振る舞いのデザインから他者性の認知を促すアプローチが考えられる。振る舞いのデザインにより他者性の認知を促すことで、外見と振る舞いのギャップにより起こる問題[4]を防ぐことができるかと推察される。そこで、本研究では振る舞いによる他者性の認知過程に注目する。

本研究では対象の外観から得られる情報や予め与えられている情報を最小限とし、インタラクションを通して他者性が認知される過程を明らかにすることを目的とする。Heiderらの実験[5]に代表されるように、幾何学図形の振る舞いに対しても生物性や意図性が知覚される。しかし、これらの研究の多くは対象の振る舞いの観察のみから生じる知覚に関するものであり、対象と実際にインタラクションを行うことで生じる知覚を扱っているものは少ない。また、対象とインタラクションが行われている場合においても、予め実験課題が与えらたうえでの行為を分析するものがほとんどであり、対象とインタラクションする前提がない状態から始まるインタラクションについてはほとんど研究されていない。そこで本研究では、対象への行動に関する方向づけは行わず、対象がどのように振る舞うか全く未知である状態から、人がどのように対象の振る舞いに他者性を認知するのかを明らかにする。

本研究では、対象がインタラクション可能な存在であることに気付き、対人的なインタラクションが開始されるまでのプロセスを「対人認知の0

次過程」とし、このプロセスの定量的な抽出を試みる。本研究の発展により対人認知の0次過程をモデル化できれば、人-人工物のファーストコンタクトにおける人工物の振る舞いをデザインすることが可能となる。例えば、人の振る舞いからその人が人工物とのインタラクションを求めているか否かを判断することができ、必要に応じてインタラクションを開始するためのきっかけとなるアクションを人工物側からしかけることができると考えられる。これにより、ロボットなどの自律的に振る舞う人工物が社会に迎合されることが期待される。

2. 対人認知の0次過程

通常、人-人のコミュニケーションにおいて、相手に対面した瞬間にその相手が他者あることは明白となる。人の脳には人の身体部位に特異的に活動する部位(EBA)が存在する[6]。また、バイオリジカルモーション[7]と呼ばれる現象にみられるように、人は身体運動に対する特異的な知覚も有している。人同士のインタラクションは、これらの基盤に基づき相手に他者性が帰属されている状態で開始される。

人-人インタラクションにおける、他者性の帰属は外観から得られる視覚的な刺激によるところが大きい。これに対し、人-人工物インタラクションにおいて人工物との対人的なインタラクションを実現するためには、予め他者として認められるだけの外観を備えているか、インタラクションそのものから他者への気付きを得る必要がある。しかし、過度に外観を人に近づけることで「不気味の谷」と呼ばれる現象が起きることから[8]、インタラクションを通じた他者性認知の誘発を考える必要がある。

これに対して、従来の人-人工物インタラクションの研究では、インタラクションを行うことを前提とした実験を通して他者性の認知に関する議論が行われてきた。しかし、他者性認知が行われる前段階として、対象が自分とインタラクション可能であるか気づくプロセスが必要であると考えられる。本研究では、この対人認知の0次過程を明らかにすことを目指す(図1)。

対人認知の0次過程は潜在的なプロセスである。よって、対人認知の0次過程が実行されているか否かはインタラクションを行っている当事者にもわからない。そこで、お互いにインタラクション可能であることが了解されている状態に移行したタイミングを見出し、それ以前のインタラクションにおいて対人認知の0次過程が行われているものとする。このとき対人認知の0次過程を見出す方

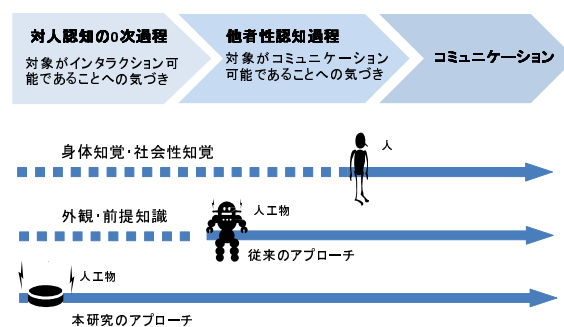


図1 対人認知の0次過程

法として、(A)対象がインタラクション可能であるかを知らない状態でのインタラクションと(B)対象が自分自身とインタラクション可能であることを知っている状態でのインタラクション(対人認知の1次過程)を観察する。そこから(B)で観察された行動の特徴を抽出し、その特徴に合致する行動が(A)において観察されれば、その行動が発現するまでが対人認知の0次過程であると考えられる(図2)。

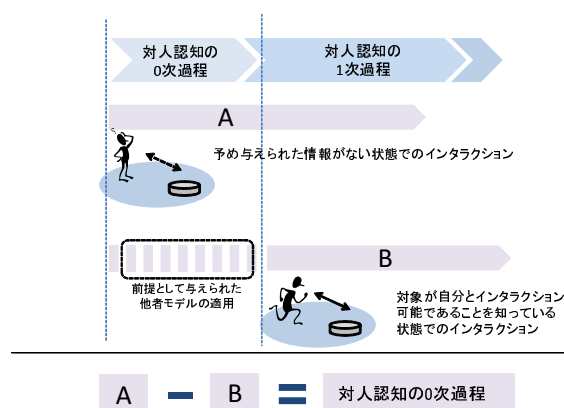


図2 対人認知の0次過程の抽出

3. 実験

本実験では、対人認知の0次過程の存在を明らかにし、そのプロセスにおける人の行動の特徴を抽出することを試みる。本実験では床面を移動する機能のみを持つロボットを用いたインタラクションの観察を行う。このとき人の対人認知過程を生じさせるようなロボットの自律的な動作を実装することは困難であることから、位置情報に基づく人同士のインタラクションを観察する。そこから、対象に関する知識がない状態でのインタラクションと、対象がインタラクション可能であることを知っている状態でのインタラクションを比較し、対人認知の0次過程について分析を行う。

3.1 実験方法

3.1.1 実験環境

実験環境の概要を図3に示す。実験は2部屋で行う。部屋の床をテープで区切り3m×3mのフィールドとする。被験者の位置はレーザレンジファインダ(北陽電気社,URG-04LX)で取得する。取得した位置座標はソケット通信により相互に送受信を行う。ロボットはRoomba(iRobot社, Roomba770)を用い,BluetoothでPCとの通信を行い制御する。各部屋のロボットの位置を別室の被験者の位置に対応させる。これにより一方の被験者が移動すれば他方の部屋のロボットが移動することになる。ロボットの位置は車輪のエンコーダにより取得する。また,Webカメラにより取得した映像から床面におけるロボットの位置を求め,ロボットの位置の補正を行う。

以上の環境により,本実験では外観からはどのように動作するのか不明確であり,かつ,関係を形成し得るロボットの振る舞いを実現し,人-人工物インタラクションの観察を行う。

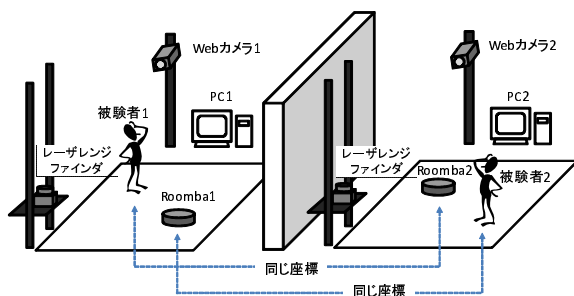


図3 実験環境

3.1.2 実験条件

実験は実験協力者2名1組で行う。実験条件は2条件で、「ロボットがインタラクション可能な存在であると事前に知らされている条件」(既知条件)と、「ロボットの振る舞いに関する情報が実験協力者に与えられていない条件」(未知条件)である。既知条件では一方の実験協力者に対し,ロボットに対するポジティブな教示を与え,他方の実験協力者にはネガティブな教示を与える。具体的には,「ロボットの動作はあなたがイメージする関わりたい(関わりたくない)ものの動作を再現する」という内容の教示を行う。この教示により,実験協力者に対して行動に関する明確な指示を与えることなく,ロボットの振る舞いに対する前提知識を与えることができる。未知条件では,双方の実験協力者に対してロボットの振る舞いに関する教

示は与えない。これにより,ロボットがインタラクション可能な存在かわからない状態からのインタラクションを観察することができる。

なお,被験者は10組20名の大学・大学院生で,それぞれの条件に5組ずつ割り当てを行った。

3.1.3 課題内容

双方の被験者は互いに相手の存在を知らされない状態で別々の部屋に案内される(図4)。各被験者はテープで囲まれたフィールド内で自由にできるように教示される。また,条件に応じてロボットの動作に関する教示を受ける。その後,被験者を部屋で一人にし,部屋間での通信およびロボットの動作を開始する。互いの部屋のロボットは他方の実験協力者の位置に対応し動作する。実験時間は5分とし,各部屋の実験協力者がどのように行動するか観察する。実験終了にアンケートの回答を行わせる。



図4 実験風景

3.1.4 観察項目

以下の項目を観察し,分析を行う。

- 被験者の位置座標のログデータ(125ms毎)
- ロボットの位置座標のログデータ(125ms毎)
- ビデオカメラにより撮影した被験者の行動
- 実験後のアンケート

3.2 実験結果と考察

本実験では実験協力者に課題を与えていないため,被験者の行動は多様であり,条件内全体の傾向をとらえることは困難である。そこで,双方の被験者が継続的に行動していたペアを,接近量(図5)に基づき「接近側・回避側に分かれるインタラクション」と「接近・回避が交代するインタラクション」に分類し,比較を行う。

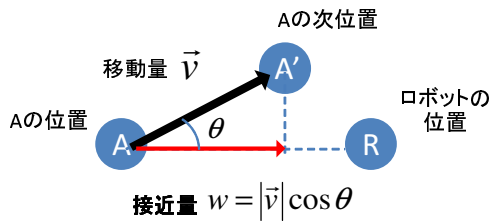


図5 接近量算出方法

3.2.1 接近側・回避側に分かれるインタラクション

実験全体を通して接近・回避の一方の役割に分かれた状態でインタラクションが行われた実験協力者ペアの距離および接近量の変化を図6, 図7に示す。なお, 上部のグラフが相互の実験協力者間の距離であり, 下部のグラフが各実験協力者のロボットに対する接近量を表す。いずれの条件にお

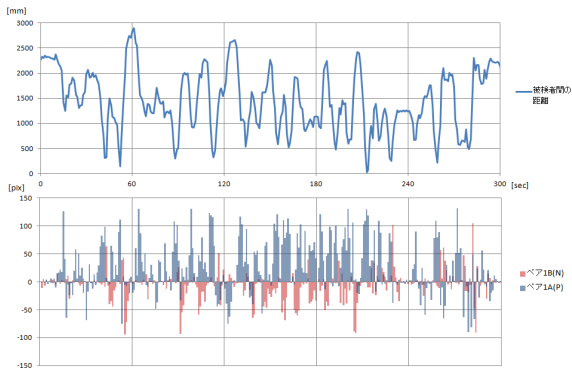


図6 接近側・回避側に分かれたインタラクション (既知条件)

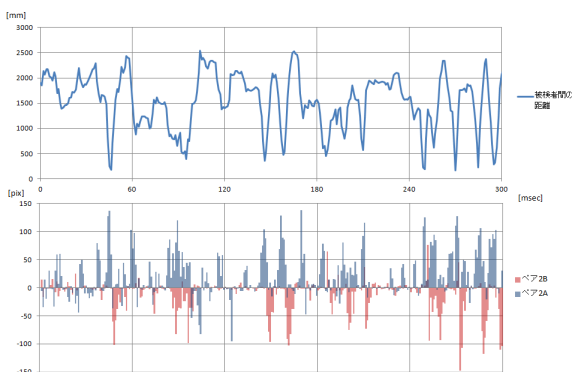


図7 接近側・回避側に分かれたインタラクション (未知条件)

いても, 一方の被験者がロボットを追いかけ, 他方がロボットから遠ざかるという関係が生まれている。

既知条件の特徴として, 距離の変化の周期が未知条件に比べ短いことがあげられる。接近・回避を

繰り返す場合, 被験者間の距離の変化は周期性をもって変化すると考えられる。そこで, 両条件における被験者間の距離の変化をフーリエ変換 (FFT) したものを図8に示す。未知条件に比べ, 既知条件では振幅のピークの周波数が大きくなっている。つまり, 既知条件における距離の変化の周期は, 未知条件に比べ短くなっている。

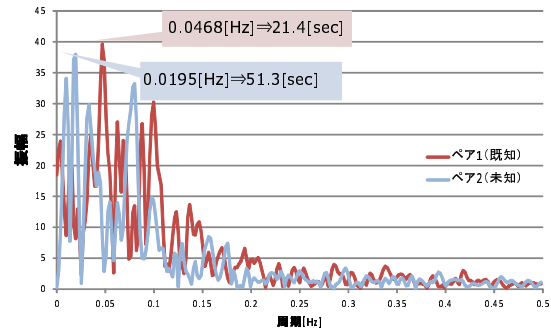


図8 距離の変化をフーリエ変換 (FFT) した結果の比較

既知条件ではロボットがインタラクション可能であることを知っているために, ロボットの振る舞いを自身への行為であると見做すことが容易である。そのため, 距離を詰める側と距離を離す側の双方がロボットの振る舞いを行為と見做すことで, インタラクションが連続的に行われたと推察される。これに対し未知条件では, ロボットが接近してきて被験者がその振る舞いを自身への行動であると判断することは困難である。しかし, 被験者とロボットが接触する可能性がある距離まで接近することで, 接近された側の被験者が距離を取るうとし, 結果として接近した側の被験者が距離を再び詰めることが動機付けられると推察される。ロボットに接近された側の被験者がロボットの接近を自身への行為と見做さない限り, 既知条件のような連続的な距離のやり取りは生じないと考えられる。

実際, 実験後のアンケートでロボットの振る舞いについて問う質問において, 既知条件の被験者1_Bは「こちらに向かって来るように感じた」と回答しているのに対し, 未知条件の被験者2_Bは「ランダムに動いていた」と回答している。このことから, 対象に関する前提知識がないインタラクションでは, 対象の振る舞いを自身への行為と見做していないが反応せざるを得ない状況が起こり得ることが示唆されている。

3.2.2 接近・回避が交代するインタラクション

どちらか一方の被験者が接近し、他方が回避するという役割が固定せずに、双方の被験者が追いかける・追いかけられるようなインタラクションが行われた被験者ペアの距離および接近量の変化を図9、図10に示す。

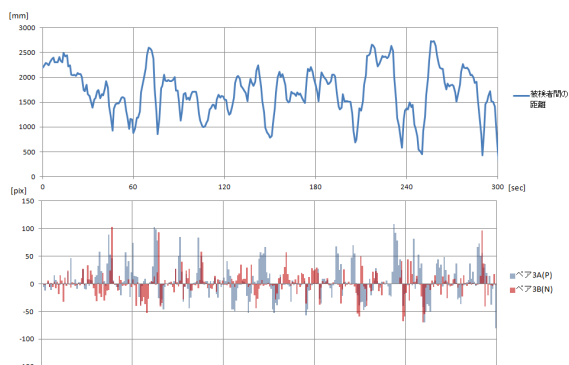


図9 接近・回避が交代したインタラクション（既知条件）

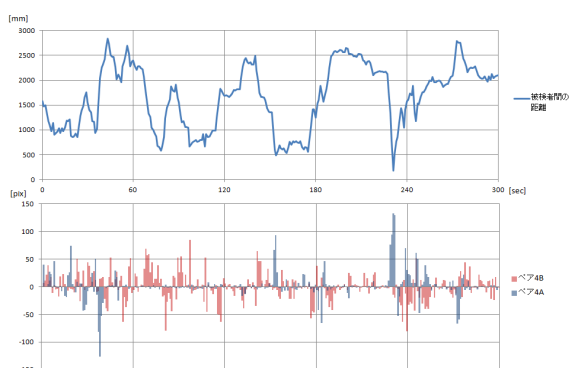


図10 接近・回避が交代したインタラクション（未知条件）

両条件における実験協力者間の距離を大きく3つに分け、それぞれの距離帯が維持されていた時間を求めたものを図11に示す。既知条件では0mm-1000mmの距離帯が維持されていた時間が、未知条件に比べ短くなっている。このことから実験時間全体を通して、既知条件ではロボットに近づき過ぎることなく一定の距離感が維持されていたといえる。

この結果から、対象がインタラクション可能であることを予め知っている場合、対象の振る舞いを行為として捉えるため、予期的な反応が生じると考えられる。これに対し、前提知識がない状態では、前節で考察したように、ロボットの近づくという振る舞いが被験者にとって自身への行為と見做されていないことで、近い距離帯で膠着状態

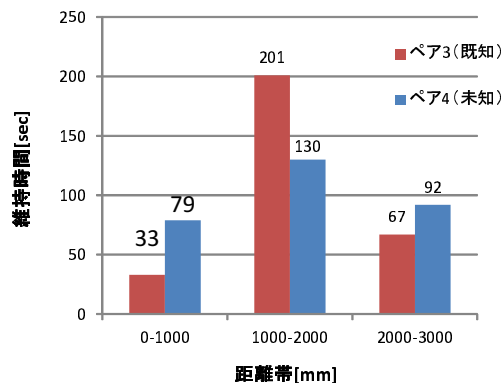


図11 それぞれの距離帯が維持されていた時間の比較

に陥る可能性がある。この状態から、接近した側が距離を離す、あるいは接近された側が距離を詰めるという役割の交代が生まれることで、インタラクションが継続されると考えられる。

4. 議論

今回の実験において、未知条件の実験協力者はロボットの接近を行為として解釈するのではなく、自身とロボットが接触することを避けるために反応していたといえる。一方で既知条件の実験協力者はロボットの接近に対して比較的素早く反応していた。これはロボットの振る舞いを自身への行為と見做していたためであると考えられる。

未知条件で観察されたインタラクションはシンボリック相互作用論における非シンボリック相互作用であると考えられる。ミードは、コミュニケーションを通して行為者が行為と反応を相互に適応させる課程において、人間以下の水準ではジェスチャーによる会話が行われ、人間の水準においては有意味シンボルが利用させるとした[10]。ブルーマーは前者を非シンボリック相互作用、後者をシンボリック相互作用と呼んでいる[11]。非シンボリック相互作用では相手の行為に対して、その行為を解釈することなく直接反応が生じるとされている。これに対してシンボリック相互作用は、人が互いに身振りを解釈し、その解釈によって生じる意味に則って行為するとされる。

今回の実験では、実験協力者に対して明確な課題を与えていない。人工物に対する前提知識を与えないような人-人工物インタラクション（未知条件）においては、人工物の振る舞いに対して、その振る舞いを解釈し行動するフェーズではなく、直接反応が生じるような非シンボリック相互行為が行われていたと考えられる。一方で既知条件では

ロボットが自身の振る舞いに影響することを教示したため、ロボットが動き出したという動作を自身への接近と解釈していたと推察される。なお、シンボリック相互作用論では社会的な関係を形成するためには、相手の視点に立つことや相手の視点から自分自身の視点が必要であるとされているが、これらの点については今回の実験からは言及することはできない。

対人認知の0次過程は、非シンボリック相互作用が行われている段階から、自身の行為との関係から対象の振る舞いに対する解釈が生じる段階へと移る過程であるといえる。しかし、今回の実験では実際に被検者がロボットの振る舞いをインタラクションを行っている最中にどのように捉えていたかは不明である。そこで今後、実験協力者の内部状態を明らかにするためthink-aloud法を用いた実験を行う。これにより、実験協力者がロボットの振る舞いをどのように理解しているかを捉えることができると考えられる。そこからロボットに対する行為の意図やその行為に対するロボットの反応を実験協力者がどのように捉えたのかを明らかにする。さらに、ロボットの振る舞いを自身への行為と見做す過程をモデル化することを試みる。

5. まとめと展望

本研究では、インタラクションを通して対象の振る舞いが自身への行為であることに気づくプロセスを「対人認知の0次過程」とし、そのようなプロセスが存在することを検証するための実験を行った。対象がインタラクション可能であることを事前に知らされている場合のインタラクションと、知らされていない場合のインタラクションを観察し、比較を行った。結果として、対象がインタラクション可能であることが未知の場合、対象の振る舞いに対処せざるを得ない状況においてインタラクションが成立していた。一方で、インタラクション可能であることを知っている場合、対象の振る舞いに対して予期的に行動していたことから対象の振る舞いを自身への行為であると解釈していることが示唆された。このことから、対象の振る舞いに単純に反応する段階から、自身への行為と関係づけて解釈するよう段階へ移行するまでのインタラクションが対人認知の0次過程を含んだインタラクションであることが示された。しかし、前提知識がない状態から相手を自身とインタラクション可能な存在と見做すまでのプロセスのモデル化は行えていない。この点については今後、検証する必要がある。

参考文献

- [1] Reeves, B. and Nass, C. (1996) "The Media Equation", Cambridge University Press.
- [2] 石黒浩 (2005) "アンドロイドサイエンス", システム/制御/情報, Vol.49, No.2, pp.47-52.
- [3] 大澤 博隆, Voisin Thibault, 今井 倫太, 山田 誠二 (2010) "透過する身体を用いた実世界型エージェントの提案", 電子情報通信学会技術研究報告. HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎 Vol.110, No.185, pp.9-12.
- [4] 山田誠二, 角所考, 小松孝(2006) "人間とエージェントの相互適応と適応ギャップ", 人工知能学会誌, Vol.21, No.6, pp.648-653.
- [5] Heider, F. and Simmel, M. (1944) "An Experimental Study of Apparent Behavior", American Journal of Psychology, Vol.57, pp67-70.
- [6] Downing, P.E., Jiang, Y., Shuman, M. and Kanwisher, N. (2001) "A Cortical Area Selective for Visual Processing of the Human Body", Science, Vol.293, pp.2470-2473.
- [7] Johansson, G.(1973) "Visual perception of biological motion and a model for its analysis", Perception & Psychophysics, Vol.14, pp 201-211
- [8] 森政弘 (1970) "不気味の谷", Energy, Vol.7, No.4, pp.33-35.
- [9] Opfer, J. E. (2001) "Identifying living and sentient kinds from dynamic information", Cognition, Vol.86, pp.97-122.
- [10] Mead, G. H., ed. by Charles W. Morris (1962) "Mind, Self, & Society -from the Standpoint of a Social Behaviorist", University of Chicago Press. (河村望(訳)『精神・自我・社会』.人間の科学社, 1995)
- [11] Blumer, H. G. (1969) "Symbolic Interaction: Perspective and Method", Prentice-Hall. (後藤将之(訳)『シンボリック相互作用論-パースペクティブと方法』.勁草書房, 1991)