

## HRI における対話主導と LOC の 対ロボット不安への影響

堀川大介<sup>†</sup> 野村竜也<sup>†</sup>

個人の Locus of Control (LOC) の高低が Human-Robot Interaction (HRI) に及ぼす影響を検証することを目的として、ロボットが対話を主導する条件と被験者が対話を主導する条件の被験者間計画により、人とロボットの間で会話を行う心理実験を行った。本稿では、実験前後での対ロボット不安の変化、LOC・対話条件と対ロボット不安との関連について報告する。

### Influences of interaction movers and LOC into anxiety toward robots in HRI.

Daisuke Horikawa<sup>†</sup> and Tatsuya Nomura<sup>†</sup>

For the aim at verifying the effect of Locus of Control (LOC) in Human-Robot Interaction(HRI),a psychological experiments of conversation between a human and robot was conducted based on a between-subjects design with the condition that subjects took the lead in the interaction and the one that the robot did so. The paper reports the change of robot anxiety before and after the experiment and its relationships with LOC and the interaction conditions.

### 1. はじめに

近年、コミュニケーションを目的としたロボット開発が盛んに行われており、日常生活において今後、ロボットと接する機会が増えると考えられる。しかし、現在はまだ、ロボットと接する機会は少なく、不安に思う人も多いことが予想される。実際、Nomura ら[1]は、人がロボットに対して抱く不安・否定的態度を測定するための心理尺度を開発し、これらのネガティブな対ロボット感情がロボットとのコミュニケーションにおける行動に影響を与えることを示唆している。このため、どのようなロボットが好まれるのか、逆にどのような要因が人を不安にさせるのかを明らかにすることは重要である。

Rickenberg and Reeves[2]は、コンピュータによる作業のパフォーマンスとユーザインタフェースの評価におけるアニメーションキャラクターの効果を実験により検証している。この実験では、アニメーションキャラクターのコミュニケーションの様式と個人特性に焦点を当て、3つのキャラクター（キャラクターなし、ユーザを無視したキャラクター、作業を監視するキャラクター）の影響と、被験者の Locus of Control (LOC) [3]に着目している。LOC の低い外的統制者は、実際の生活の中で他者に制御を任せるほうが成功すると考える傾向が強く、LOC の高い内的統制者は、自分自身が物事を制御するほうが成功すると考える傾向が強いとされており、実験では心理尺度を用いて被験者群を LOC の高低群に振り分けている。被験者がウェブサイト閲覧の作業を行う際にアニメキャラクターを表示させ、作業への影響を検証した結果、外的統制の傾向が強い被験者において、キャラクターがウェブサイト作業を監視しているとき不安が高まり、作業効率の低下が認められ、逆にウェブサイトの内容への信頼が増加することが見出された。しかし、ロボットとの対話における LOC の影響を検証した研究は行われていない。また、Rickenberg and Reeves[2]の実験においてはアニメーションキャラクターと被験者との間で対話は行われておらず、LOC の高低と対話の様式、例えば、誰が対話を主導するかというコントロールの帰属との関係については、未だ十分な検討はなされていない。

そこで、本研究では、LOC の高低が Human-Robot Interaction (HRI) において与える影響を検証することを目的として心理実験を行った。実験では、心理尺度により LOC の高い被験者と低い被験者に分け、さらにロボットから人に質問を投げかける条件と被験者からロボットに質問をする条件での比較により、ロボットに対する不安への影響を検証した。

---

龍谷大学理工学部情報メディア学科  
Department of Media Informatics, Ryukoku University

## 2. 実験手法

### 2.1 実験時期および被験者

実験は、2011年10月から12月に実施した。被験者は、関西の私立大学の男子学生28名（平均年齢20.79才）であった。

実験では、対話優先の情報統制の方式として、人主体条件とロボット主体条件の2つの条件を用意した。人主体条件では、被験者からロボットに対して質問、ロボット主体条件では、ロボットから被験者に質問していく。この2つの条件のいずれかに被験者をランダムに割り当て、実験を行った。被験者には実際に行う実験内容を事前告知せず、人主体条件の際には「ロボットに出来るだけ多く喋らせるゲーム」、ロボット主体条件の際には「ロボットに向かって出来るだけ多く喋るゲーム」と教示を行った。

### 2.2 実験で使用したロボット

実験機材として、Vistone社製の対話型ロボット「RPC-S1」を使用した。スペックは、サイズ：約300×約200×約200[mm]、重量：約2kg（バッテリー搭載時）、自由度：16自由度（頭部3、眼3、腕4×2、胴体2）、メインCPU：AXIOMTEK PICO820（Intel Atom Z530 1.6GHZ）、サブCPU：VS-RC003HV（ARM7 60MHZ）、インタフェース：USB2.0×2、RGB×1、LAN（10/100/1000MBase-TX）×1である。



図1 RPC-S1

### 2.3 実験で使用した動作、音声

対話時の動作として、ロボットが質問をする際には、右手を前に出し、頭を傾げる動作をとらせた。ロボットが返答する際には、手を回したりするなど質問の項目に応じて様々な動作を取らせるようにした。挨拶の動作は、お辞儀の動作をとらせた。また、被験者が発話している際には、適度にうなずかせる動作をとらせた。

音声は、ATR音声言語コミュニケーション研究所で開発された音声合成システム「Ximera」[3]を使用した。本実験では、発話内容をテキストファイルに書き込み、RPC-S1とパソコンを接続させ、音声合成ソフトXimeraで音声を作成し、RPC-S1の内部スピーカーで音を出している。

実験で用いた音声は、人主体条件、ロボット主体条件の2つのシナリオからなる。人主体条件の音声は、被験者からの返答が中心となる。ロボット主体条件の音声は、ロボットからの質問が中心となる。いずれのシナリオも趣味に関する内容である。ロボットの趣味の内容については、男性向けの趣味また、女性向けの趣味という先入観を被験者に与えるのを回避するため、男女問わず行う読書とした。ロボットが実際に発話した内容を表1、表2に示す。

表1.人主体条件でのロボットの発話内容

発話項目	発話内容
趣味の項目の質問	あなたの趣味を御聞かせいただけますか
楽しさの項目の質問	あなたの趣味のどのようなところが楽しいですか
動機の項目の質問	その趣味を始めたきっかけはなんですか
期間の項目の質問	その趣味はいつごろから続けられていますか
思い出の項目の質問	その趣味について何か思い出はありますか

表2.ロボット主体条件でのロボットの発話内容

発話項目	発話内容
趣味の項目の返答	私の趣味は読書です。本は、ジャンルを問わず読みます。
楽しさの項目の返答	本を読んでいると現実とは違う世界観に入ることができるようなところが楽しいです。
動機の項目の返答	情報収集のために読んでいく中で自然と読むようになりました。
期間の項目の返答	かれこれ2年くらい続けています。
思い出の項目の返答	本を読んだ数が多くほめられたことです。

人主体条件のときには、ロボットが質問項目を言った後に被験者が何も言わずに 10 秒と 20 秒が経過したときに「すみません. 質問してもらってもよろしいですか」と発話させた. 30 秒経過した場合は, 次の質問項目が楽しさの項目であれば, 「楽しさの項目に関する質問をしてください」と発話させた. ロボット主体条件のときには, ロボットが返答した後または, 始めの挨拶をした後に被験者が何も言わずに 10 秒と 20 秒が経過したときに「すみません. 答えてもらってもよろしいですか」と発話させた. 30 秒経過した場合は, 次の質問項目が楽しさの項目であれば, 「楽しさの項目の質問をしてください」と発話させた. 被験者が発話してからは, 制限時間を設けず, 一定の情報交換が成立したと判断されるまで会話を継続した.

## 2.4 実験環境図

RPC-S1 のパソコンと遠隔操作用のパソコンを無線ルータで接続し, 音声合成のための Ximera のソフトが入っているパソコンを LAN ケーブルで接続した.

実験室の机や椅子, 機材の配置を図 2 にした. 実験者は, パソコンを用いて, ロボットを遠隔操作する. 実験者が遠隔操作している様子は, パーテーションで区切り, 実験者が見えないようにした. 実験室のホワイトボードには, 被験者に渡すインストラクションが書かれたものと同じ用紙を貼り付け, 被験者がいつでも実験手順を確認できる環境を整えた. 用紙のサイズは, 被験者に渡すものは, A4 の用紙とし, ホワイトボードに張る用紙は被験者の見やすさを考え A3 の用紙とした.

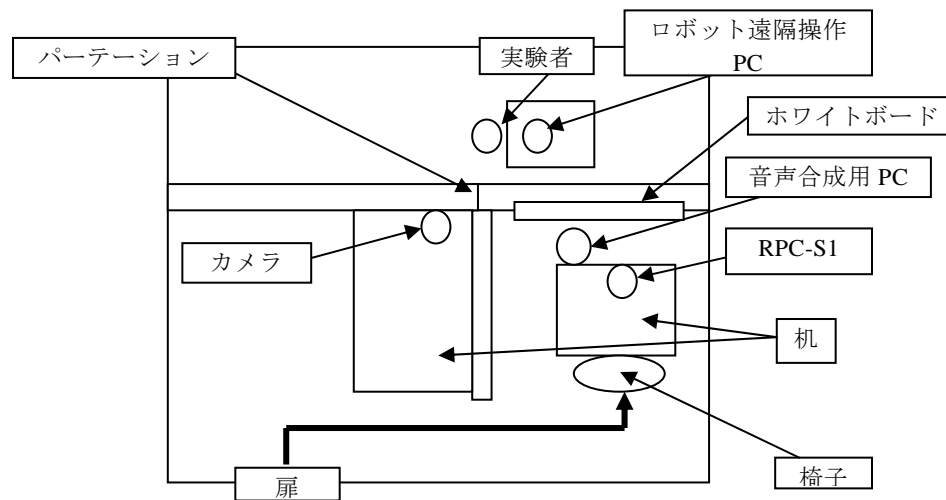


図 2 実験環境図

## 2.5 測定内容

本実験では, ロボット不安尺度および Locus of Control 尺度を用いて, 被験者の信念により不安が変化するのかを検証した.

質問用紙は, RAS[1]と成人用一般的 Locus of Control 尺度[4][5]を使用した. RAS は, RAS1 (ロボット会話能力不安: 3 項目), RAS2 (ロボット行動特性不安: 4 項目), RAS3 (ロボット対話不安: 4 項目) の 3 つから構成される. 今回の実験では, RAS1 と RAS3 の尺度を使用した. リッカート型心理尺度で, 「非常に不安に思う」から「全く不安に思わない」の 6 件法である.

Loc (Locus of Control) は, 行動に対する意識の考え方を自己で解決する内的統制者と他者に依存する外的統制者の 2 つに分類する尺度のことである. 本実験では, サンプル全体の得点の中央値より高ければ内的統制, 低ければ外的統制とした. 内的統制の人は, 結果が自分自身の振る舞い次第であるという信念を持つ傾向がある. 外的統制の人は, 結果が運や他の人などの外的要因によってコントロールされるという信念を持つ傾向がある. LOC はリッカート型心理尺度で, 「そう思う」から「そう思わない」の 4 件法であり, 18 項目からなる. そのうち半分は External 項目, 残り半分は Internal 項目である.

## 2.6 実験手続き

実験は, Wizard-of-Oz 方式により行われた. 実験は, 以下の手順にて行われた.

1. 待合室にて実験者 A から被験者に対して事前説明を実施
2. 被験者は, 質問用紙 (性別, 年齢, 所属, RAS7 項目, LOC18 項目) を記入
3. 実験者 A は被験者を図 1 の実験室に誘導
4. 被験者は, 図 1 の場所に入室し, 椅子に着席
5. 被験者は, RPC-S1 と目線が合うように椅子の高さを調節
6. 実験者 B は, 実験室にて被験者から見えないところで RPC-S1 を操作し, 被験者と対話
7. 被験者が退室後, 実験者 A が被験者を待合室に誘導
8. 待合室で, 被験者が実験後の RAS の質問紙を記入
9. 質問紙の記入が終了後, 実験者 A からインタビューを実施, 終了後に実験者から実験の説明を実施

### 3. 実験結果

#### 3.1 実験前後での不安の変化

はじめに RAS 下位尺度および LOC 尺度の Chronbach の信頼性係数  $\alpha$  を算出した。

実験前のロボット会話能力不安で  $\alpha = .696$ , 実験後のロボット会話能力不安で  $\alpha = .739$ , 実験前のロボット対話不安で  $\alpha = .661$ , 実験後のロボット対話不安で  $\alpha = .814$  となった。LOC の信頼性係数は,  $\alpha = .667$  となった。

ロボット対面時の不安の変化を検証するために, 実験前後での RAS 下位尺度得点の変化を確認した。RAS 下位尺度得点に対して, LOC 高低×実験前後および対話主導条件×実験前後での混合要因分散分析を行った。結果として, ロボット会話能力不安尺度およびロボット対話不安尺度得点の実験前後において統計的有意性が認められた。

また, ロボット会話能力不安において有意傾向の交互作用が認められた。

表 3, 表 4 にサンプル数を示す。表 5, 表 6 に混合要因分散分析の結果を示す。また, 図 3 に RAS 下位尺度得点の平均値と標準偏差の結果を示す。

表 3 ロボット会話能力不安でのサンプル数

		<i>N</i>
LOC 高低×実験前後	LOC 高	17
	LOC 低	11
対話主導×実験前後	人主体	14
	ロボット主体	14

表 4 ロボット対話不安でのサンプル数

		<i>N</i>
LOC 高低×実験前後	LOC 高	13
	LOC 低	9
対話主導×実験前後	人主体	11
	ロボット主体	11

表 5 LOC 高低×実験前後の混合要因分散分析の結果

		<i>F</i>	<i>P</i>
ロボット 会話能力不安	LOC 高低	.007	.932
	実験前後	20.404	.000
	交互作用	3.093	.090
ロボット 対話不安	LOC 高低	.000	.333
	実験前後	16.648	.001
	交互作用	.063	.805

表 6 対話主導×実験前後での実験条件の混合要因分散分析の結果

		<i>F</i>	<i>P</i>
ロボット 会話能力不安	対話主導	.000	.866
	実験前後	16.521	.000
	交互作用	.753	.393
ロボット 対話不安	対話主導	.000	.522
	実験前後	19.239	.000
	交互作用	1.927	.180

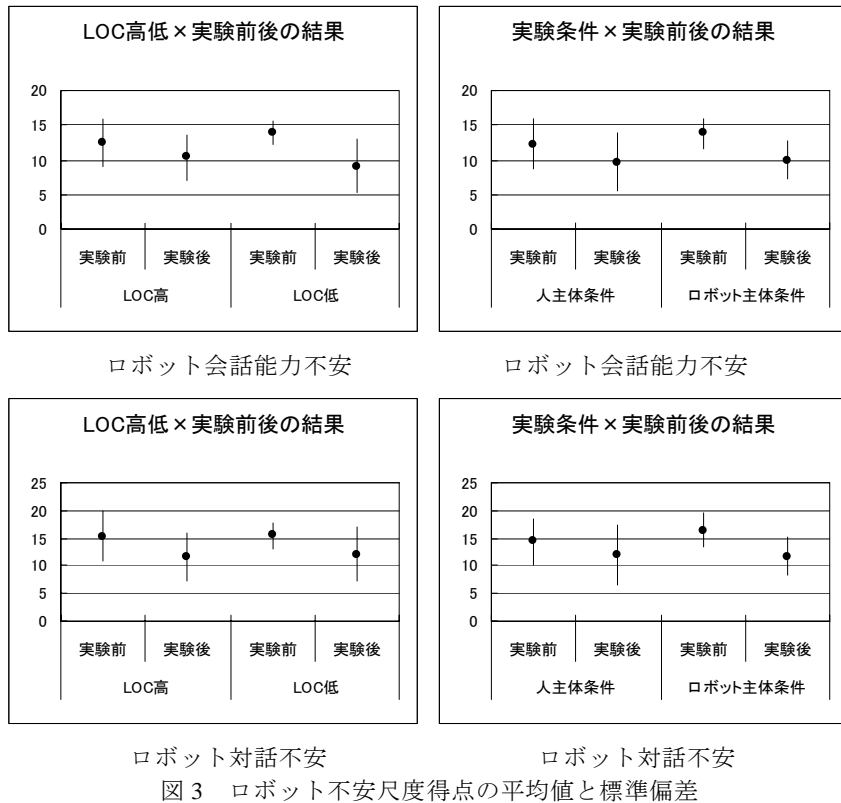


図3 ロボット不安尺度得点の平均値と標準偏差

### 3.2 被験者発話応答時間による結果

ロボットが主体条件の際に、ロボットから行う「趣味」、「楽しさ」、「動機」、「期間」、「思い出」のそれぞれの質問に対して、質問発話直後から被験者が喋りだすまでの応答時間をビデオデータから抽出し、この応答時間を従属変数、LOC 高低を独立変数として t 検定を行った。その結果、「思い出」の応答時間に有意傾向が認められた。

図4 に応答時間の平均と標準偏差および t 検定による結果を示す。

	t 値	P
趣味	.000	1.000
楽しさ	.816	.433
動機	.690	.506
期間	.806	.439
思い出	1.978	.076 <sup>†</sup>

(<sup>†</sup> p<.1)

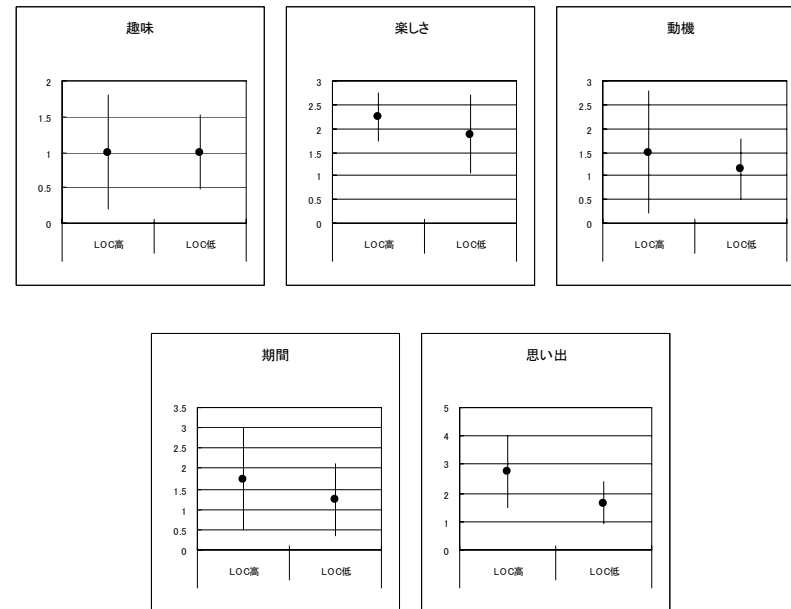


図4 応答時間の平均と標準偏差 (単位: 秒)

#### 4. まとめと考察

本研究では、LOCの高い人、低い人においてロボット不安がどのように変化するかを、人が主体となりロボットに話していく条件とロボットが主体となり人に話していく条件に分け、実験を行った。混合要因分散分析を行った結果、どの条件においても不安が軽減されるという結果が得られた。これに関しては、実験が終わった安心感や実際にロボットを見るとそれほど怖くないことが関与したと考えられ、LOCが高い内的統制の人は、ロボット会話能力不安が軽減される傾向が無く、外的統制の人は、軽減される傾向の結果が得られた。これは、内的統制の人はロボットを信用できないという考えがあることを示唆している。逆に外的統制の人は、ロボットが、今の状態でも問題ないと思う人が多いことを示唆している。被験者発話応答時間による結果では、「思い出」の質問に対する応答時間にLOCによる差が見られた。この結果から、内的統制の高い人は「思い出」のような自己開示的質問への反応が遅い傾向があることが示唆される。

今回は、趣味交換という特定文脈での実験であり、また、サンプル数が少なく結果の信頼性は不十分である。今後は、別の文脈でも実験を行いLOCの影響をより深く検証する必要がある。

#### 謝辞

本研究を行うにあたって、暖かいご指導と適切なお助言をしていただいたATR 知的ロボティクス研究所の嶋田倫博様、小泉智史様、野村竜也教授、研究室の皆様、被験者の方々に深く御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) Nomura, T., Kanda, T., Suzuki, T., and Kato, K.: Prediction of Human Behavior in Human-Robot Interaction Using Psychological Scales for Anxiety and Negative Attitudes toward Robots, IEEE transactions on robotics, Vol.24, No2, 442-451 (2008)
- 2) Rickenberg, R. and Reeves, B.: The Effects of Animated Characters on Anxiety, Task Performance, and Evaluations of User Interfaces, Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, 49-56 (2000)
- 3) 平井俊男, 河井恒, 戸田智基, 山崎順一, 俣晋富, 西澤信行, 津崎実, 徳田恵一: コーパス・ベース音声合成システム XIMERA, 電子情報通信学会技術研究報告 (2005)
- 4) 堀洋道, 山本真理子, 心理測定尺度集 I 人間の内面を探る<自己・個人内過程>, サイエンス社, 180-184
- 5) Rotter, J.B.: Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. Psychological Monograph, 1-28 (1966)