

# ロボット対面時における不安の音楽聴取による軽減の検証

Investigation of reduction of humans' anxiety in interaction

with robots by listening music

和田恵美<sup>1</sup> 野村竜也<sup>2</sup>

Emi WADA<sup>1</sup>, and Tatsuya NOMURA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 龍谷大学大学院 理工学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Science and Technology, Ryukoku University

<sup>2</sup> 龍谷大学 理工学部

<sup>2</sup> Faculty of Science and Technology, Ryukoku University

**Abstract:** Focusing on humans' anxiety in interaction with robots, the research conducted a psychological experiment to investigate effects of listening music on reduction of this anxiety. In the experiment, a robot asked some questions for subjects and then they answered for each question. During interaction between each subject and the robot, musical sounds were provided in the background. The experiment compared three conditions on music sounds; the condition with music having relaxation effect, that with music having activation effect, and that with no music. The paper reports the results of the experiment based on State-Trait Anxiety Inventory (STAI-S) and Robot Anxiety Scale (RAS).

## 1 はじめに

近年研究が盛んなロボット技術は、工場や家庭などだけでなく介護や医療、福祉の場で活躍を期待されている。介護においては、寝起きの補助を行うアシスタントロボットや、コミュニケーションを目的としたロボットが開発されている。また、人型のロボットの開発では、悲しい顔や怒った顔などの様々な表情を浮かべるロボットも存在している。これらのロボットと対面した際、人間がロボットに対して、必ずしも肯定的な印象を抱くとは限らず、否定的な印象を感じる事が考えられる[6]。例えば、ロボットに感情を表現させたり、より見た目を人間に近づけるなど、ロボットが人間の様にふるまうことで、不気味に感じる人が出てくる可能性がある。前述した介護ロボットにおいても、ロボットに対して不安を感じる高齢者が少なからず出てくると考えられている[7]。

一方、音楽に関する心理学的な研究は、近年盛んに行われてきており、音楽の生体に及ぼす影響や、不安やストレスの軽減、人間の作業の効率に及ぼす影響に焦点をあてた研究といったものが存在する。Smith [9]は、音楽聴取が人間の不安レベルに及ぼす影響について検証している。この研究では、コールセンターの従業員を対象として業務の合間に音楽聴

取を実施し、音楽聴取が不安レベルを低減させることを確認している。また、児玉・佐久田[4]は、Relaxation 効果および Activation 効果を持つと思われる2種類の音楽聴取群を心理指標、生理指標、行動指標を用いて比較し、生体に及ぼす影響の違いを検証している。この研究では、心理指標では Relaxation の音楽聴取群において状態不安の軽減が確認されている。さらに、Siu ら[8]は、補助ロボットを用いた外科手術の作業において、音楽聴取が作業の効率に及ぼす影響を検証している。この研究では、クラシック、ジャズ、ジャマイカン、ヒップホップの4種類の音楽聴取を実施し、ヒップホップとジャマイカンといったジャンルの音楽聴取において作業の効率が上昇させることを確認している。

本研究では、ロボットの機能やインターフェースではなく、人間とロボットがコミュニケーションを取る際の環境に焦点をあて、ソフトウェアエージェントやロボットといった対話型人工物と対面した際にその不安を軽減させる手法の一つとして音楽聴取の利用を考える。特に、ロボットと対面した際の不安を軽減する事を目的として、音楽聴取の影響を検証するための心理実験を行った。実験は、被験者に対してロボットが質問を行い、被験者が回答するという流れで行われた。そして、この対話時に環境音として被験者に音楽を提示した。環境音としては、

Relaxation 効果および Activation 効果を持つと思われる 2 種類の音楽が準備され、音楽を聴取しない場合を含む 3 条件で比較を行った。本稿では、STAI-S(状態不安尺度) および RAS(ロボット不安尺度)を用いた比較結果について報告する。

## 2 手法

### 2.1 時期および被験者

本実験は、2011 年 10 月に行われた。被験者は、アルバイト募集に応募した大学生 12 名（男性 4 名、女性 8 名、平均年齢 19.75 歳）であった。予備実験[11]で効果が確認された Relaxation 効果を持つとされる音楽（刺激 R）の条件に男性 1 名、女性 3 名（R 群）、Activation 効果を持つとされる音楽（刺激 A）の条件に男性 1 名、女性 3 名（A 群）、音楽を聴取しない場合の条件に男性 2 名、女性 2 名（N 群）であった。

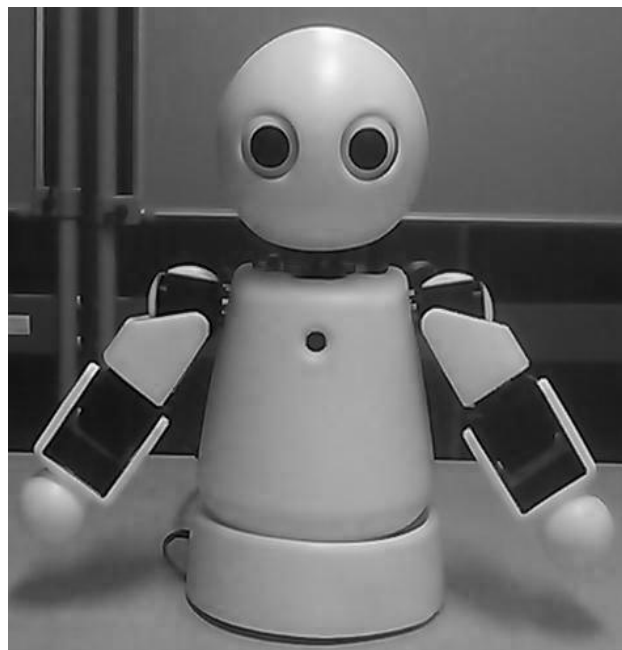


図 1 RPC-S1 の外観

### 2.2 使用した機材およびソフトウェア

実験機材として、Vstone 社製の対話型ロボット「RPC-S1 (図 1)」、音声合成用のソフト「XIMERA」[1]を使用した。また、Relaxation 効果を持つとされる音楽として、Johann Sebastian Bach 作曲「管弦楽組曲 第 3 番 二長調 BWV.1068 エール」(演奏時間: 4 分 53 秒) [3]が、Activation 効果を持つとされる音楽として、Mikhail Ivanovich Glinka 作曲の「歌劇 ルスランとリュドミラ 序曲」(演奏時間: 5 分 19 秒) [5]がそれぞれ採用された。

### 2.3 実験に使用したロボット

RPC-S1 は、上半身のみの小型人型ロボットであり、そのスペックはサイズ:300(H)×200(W)×200(D)[mm]、重量: 約 2 [kg] (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) である。

表 1 RPC-S1 の発話項目

発話項目	組み合わせる動作	備考
はじめまして、こんにちは。私はロボピーです。	動作1→動作2→動作1	あいさつ
これから、あなたの性格に関していくつかの質問をさせていただきます。そして、私があなたの性格を診断します。	動作1	説明に関する発話
それでは、早速はじめさせていただきます。	動作1→動作2→動作1	質問開始の発話
普段、休日はどのように過ごしていますか？	動作1→動作3→動作1	質問に関する発話
人と話す際に、気をつけることは何ですか？	動作1→動作3→動作1	
アルバイトやサークル活動、習い事などの学外活動をしていますか？	動作1→動作3→動作1	
している場合は、どんなことをしているか教えてください。		
他の人に、癖を指摘されたことはありますか？	動作1→動作3→動作1	
もしあれば、教えてください。	動作1→動作3→動作1	質問の発話後、 被験者が応答した場合の発話
周りはあなたのことをどのように見ていますか？		
はい、わかりました。	動作1→動作2→動作1	質問の発話後、20秒間に、 被験者が応答しない場合の発話
それでは、次の質問をさせていただきます。	動作1	
それでは、最後の質問をさせていただきます。	動作1	
次の質問をさせていただきます。	動作1	質問終了の発話
最後の質問をさせていただきます。	動作1	
以上で、診断は終了です。ありがとうございました。	動作1→動作2→動作1	

本実験では、RPC-S1の動作として、「動作1：直立」、「動作2：うなづく」、「動作3：首をかしげる」（図2）の3種類を使用した。RPC-S1の発話には表1に記した項目を用意した。なお、動作の「うなづく」に関しては、基本的なあいさつなどの発話に使用し、「首をかしげる」に関しては、質問の発話に使用することとした。

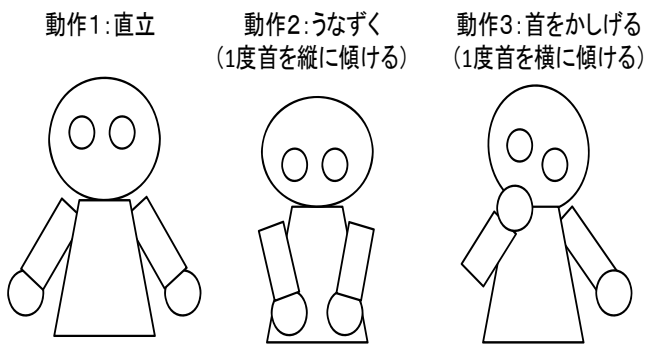


図2 RPC-S1の動作

## 2.4 実験手続き

実験では、Wizard-of-Oz方式により、被験者に「性格診断」と題して表1の4～8行に示す質問を行った。そして、音楽聴取条件では刺激RもしくはAの音楽を繰り返し再生した。なお、実験は、事前・事後説明や実験室への誘導などを行う実験者Aと、RPC-S1を操作する実験者Bの2名で行った。また、実験後、実験者は被験者にロボットからの性格診断は虚偽である事を説明した。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。実験室にて音楽の再生開始。音楽を聴取しない場合の条件では再生しない。
2. 実験者Aは被験者を実験室に誘導。
3. 被験者は以下の項目からなる質問紙に回答：1. 性別、2. 年齢、3. 所属、4. STAI-S 20項目、5. RAS 7項目。
4. 被験者は図3に示される実験室に入室し、RPC-S1の前にある椅子に着席。
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RPC-S1制御用のPCを操作し、RPC-S1と被験者との対話を実施。
7. 被験者が退室後、実験者Aは被験者を待合室に誘導。
8. 待合室で、再度STAI-S, RASの質問紙に回答。
9. 質問紙の回答が終了後、実験者Aは被験者にインタビューを開始。終了後、実験者Aから被験者に対して事後説明を実施。

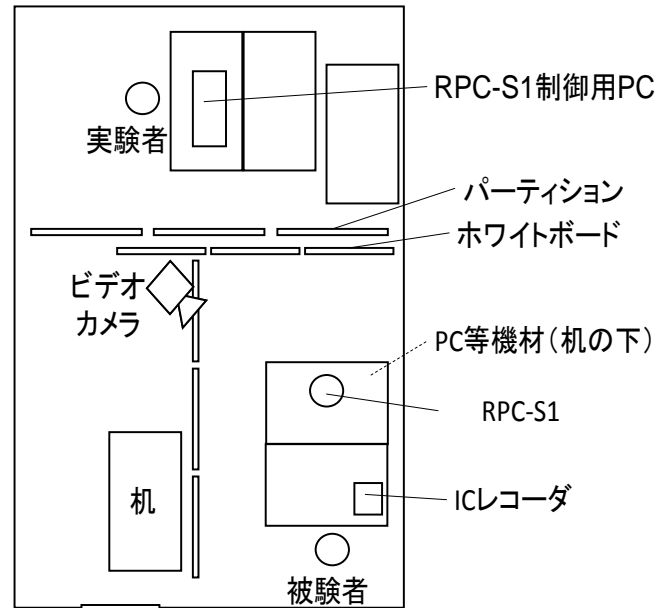


図3 実験室の上部からの風景

## 2.5 測定内容

本実験では、状態不安尺度（State-Trait Anxiety Inventory：STAI-S[2,10]）およびロボット不安尺度（Robot Anxiety Scale：RAS[6]）を用いて、ロボットとの対面の前後における被験者の不安の変化を検証した。STAI-Sは、20項目で構成され、これらの項目は4件法（1：全くそうでない、2：いくぶんそうである、3：ほぼそうである、4：全くそうである）で回答を行った。不安得点は、一部逆転項目を含む全項目得点の合計として算出され、最高80点、最低20点となる。

RASは、下位尺度「ロボット対話能力不安」（4項目）、「ロボット対話不安」（3項目）で構成され、これらの項目は6件法（1：全く不安に思わない、2：ほとんど不安に思わない、3：あまり不安に思わない、4：やや不安に思う、5：かなり不安に思う、6：非常に不安に思う）で回答を行った。各下位尺度の得点は、ロボット対話能力不安が4項目の合計で算出され、最高42点、最低4点となり、ロボット対話不安が3項目の合計で算出され、最高18点、最低3点となる。

## 3 結果

### 3.1 実験前後での不安得点の変化

音楽聴取による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STAI-S得点およびRAS下位尺度得点の変化を確認した。各得点の実験前後のCronbachの $\alpha$ 係数を表2に示す。これらの値から、

各尺度において十分な内的整合性が認められた。

次に、STAI-S 得点および RAS 下位尺度得点に対する音楽聴取×実験前後による混合要因分散分析を行った。図 4 に実験前後の STAI-S 得点および RAS 下位尺度得点の平均値と標準偏差を、表 3 に分散分析の結果を示す。結果として、STAI-S の交互作用において有意傾向が認められた。また、「ロボット対話能力不安尺度」および、「ロボット対話不安尺度」の実験前後において統計的有意性が認められた。

表 2 各尺度の聴取前後の Cronbach の  $\alpha$  係数

	実験前	実験後
STAI-S	.902	.937
ロボット対話能力不安尺度	.771	.871
ロボット対話不安尺度	.934	.855

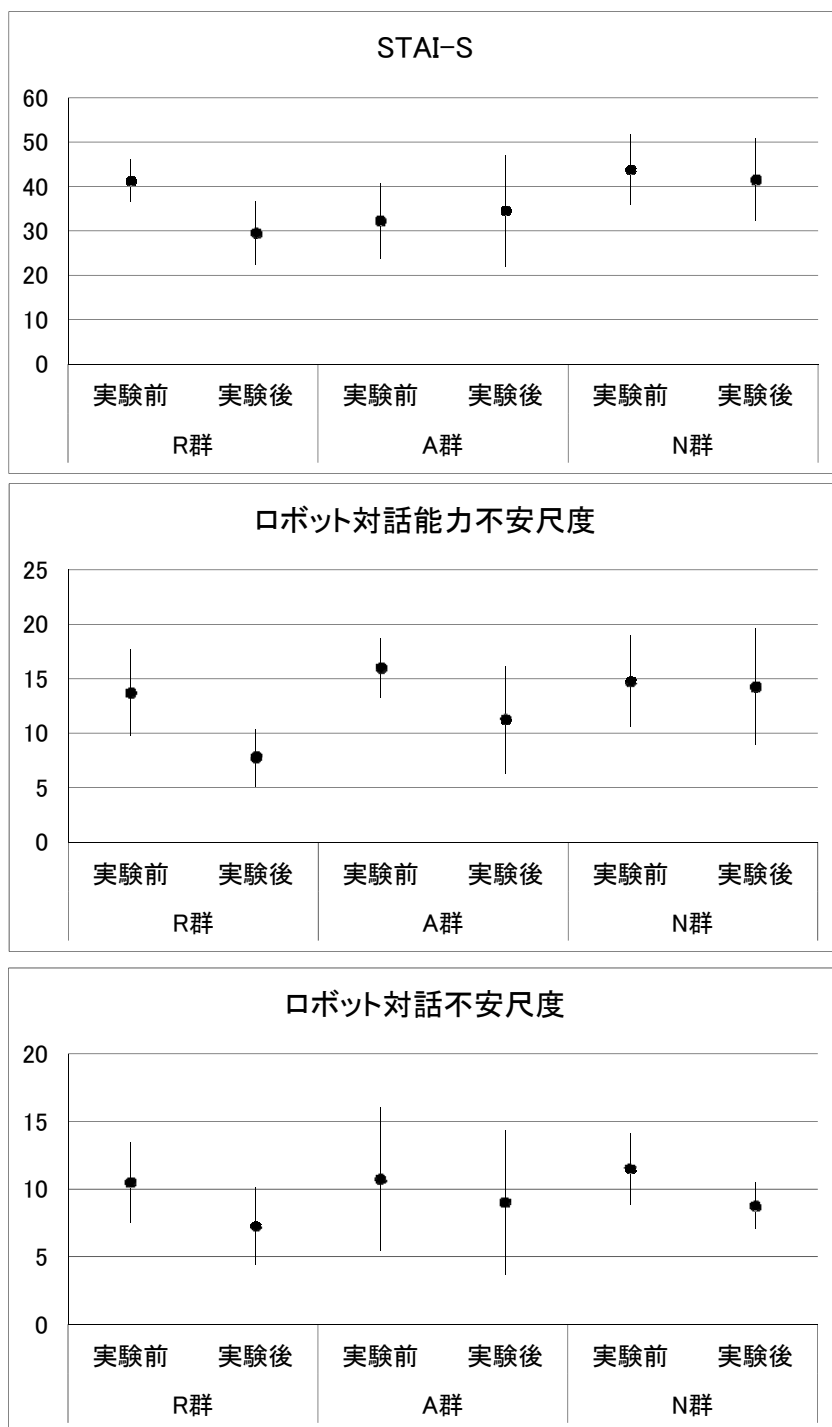


図 4 実験前後の STAI-S 得点および RAS 下位尺度得点の平均値と標準偏差

表3 音楽聴取×実験前後による混合要因分散分析の結果

	実験前後		条件		交互作用		下位検定
	F	P	F	P	F	P	
STAI-S	2.76	.131	1.604	.254	3.064	.097	R群で、前>後
ロボット対話能力不安尺度	11.888	.007	1.175	.352	2.342	.152	
ロボット対話不安尺度	8.981	.015	.148	.864	.262	.775	

### 3.2 各聴取刺激および実験前後の比較

STAI-Sの交互作用が有意傾向であることが確認されたため、この尺度において単純主効果検定を行い、各条件および実験前後において多重比較を行った。その結果、STAI-Sでは、R群の実験前後においてのみ有意な減少が認められた。

### 3.3 実験後のインタビュー

本実験では、実験後にインタビューを実施した。インタビューでは次の5つの項目を質問した。

- ・ 「人型ロボットを見た事がありますか？もしあれば、どんな場面で、どのようなロボットを見たのか教えて頂けますか？テレビで見た場合でもかまいません。」
- ・ 「先ほどロボットと対面して頂いた際に音楽が流れていたのですが、気付かれましたか？」
- ・ 「その流れていた音楽は以前に聴いた事がありますか？」
- ・ 「流れていた音楽は好きですか？それとも、嫌いですか？」
- ・ 「ロボットを操作している人に気づきましたか？」

インタビューの結果として、ロボットに対する質問では、「人型ロボットを実際に見た事がある」と答えた被験者が12名中5名であり、その中で見た場面として3名が「愛地球博で見た」と答えた。なお、12名中12名が「テレビで見たことがある」と答えた。

音楽に関する質問では、R群の4名中4名および、A群の4名中2名が「音楽が流れていることに気づいていた」と答えた。また、R群では、4名中3名が「聴いた事がある」と答え、A群では、2名中2名が「聴いた事がない」と答えた。さらに、R群の4名中3名および、A群の2名中2名が「その音楽が好み」と答えた。

ロボットを操作している人に関する質問では、12名中8名が「操作している人には気づかなかった」と答え、12名中3名は「気づかなかったが、疑念があった」と答えた。

## 4 考察

### 4.1 含意

3.1に示される結果より、音楽聴取がSTAI-Sに関して影響を与える可能性が示唆された。次に、3.2に示される単純主効果検定の結果より、Relaxation効果を持つとされる音楽を聴取する事で、人間の不安が軽減されると考えられる。

一方、「ロボット対話能力不安尺度」および「ロボット対話不安尺度」の実験前後において統計的有意性が認められたが、聴取条件の主効果および交互作用に関しては認められなかった。したがって、これらの結果が、ロボットと対面した経験による影響であるか、音楽聴取による影響であるか明確にされなかった。これは、音楽がロボットへの不安に関しては影響を及ぼさなかったと考えられる。これについては、今後サンプル数を増やし再分析していく必要がある。また、ビデオデータから被験者の対ロボット行動を抽出し、条件間での比較を行う必要がある。

### 4.2 今後の展望

本稿では、ロボット対面時における不安を音楽聴取によって軽減する事を試みた。そこで、今後の展望として、音楽聴取の影響を詳しく検証するために被験者の好みの音楽や様々なジャンルの音楽を用いた検証を考える。また、人間がソフトウェアエージェントやロボットと対面する場面として、対話だけでなく、協力しながら作業を行ったり、遊びをしたり、触れ合うなど、様々なロボットに対面する場面を想定した検証を考える。

## 謝辞

本研究を行うにあたって、温かい御指導と適切な御助言をしていただいた野村竜也教授、研究室の皆様、被験者の方々に深く御礼申し上げます。

なお、本研究は、文部科学省科学研究費補助金（課題番号 21118006）の助成に基づいて行われたものである。

## 参考文献

- [1] 平井俊男, 河井恒, 戸田 智基, 山岸順一, 倪晋富, 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)
- [2] 堀洋道, 松井豊: 心理測定尺度集Ⅲ心の健康をはかる・適応・臨床, サイエンス社, 183-185, (2001)
- [3] Johann Sebastian Bach: 「管弦楽組曲 第 3 番 二長調 BWV.1068 エール」『「中央アジアの草原にて」/管弦楽名曲集 1』, 東芝 EMI.
- [4] 児玉昌久, 佐久田祐子: 音楽呈示が生体に及ぼす効果の検討, 早稲田大学人間科学研究, Vol.7, No.1, 43-52, (1994).
- [5] Mikhail Ivanovich Glinka: 「歌劇 ルスランとリュドミラ 序曲」『J. S. バッハ: 管弦楽組曲 第 2 番/第 3 番』, 東芝 EMI.
- [6] 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, No.2, 442-451, (2008).
- [7] 小田島正, 大西正輝, 田原健二, 向井利春, 平野慎也, 羅志偉, 細江繁幸: 抱え上げ動作による移乗作業を目的とした介護支援ロボット研究用プラットフォーム“RI-MAN”の開発と評価, 日本ロボット学会誌, Vol.25, No.4, 554-565, (2007).
- [8] Siu, KC., Suh, IH., Mukherjee, M., Oleynikov, D., and Stergiou, N.: The effect of music on robot-assisted laparoscopic surgical performance, *Surgical Innovation*, Vol.17, No.4, 306-311, (2010).
- [9] Smith, M.: The effects of a single music relaxation session on state anxiety levels of adults in a workplace environment, *Australian Journal of Music Therapy*, Vol.19, 45-66, (2008).
- [10] Spielberger, C. D., Gorsuch, R.L., and Lushene. R.E.: Manual for the State-Trait Anxiety Inventory, Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, (1970).
- [11] 和田恵美, 野村竜也: 音楽聴取による人のストレスの変化, 日本認知科学会 文学と認知・コンピュータ