

AI スピーカの主体性に関する認識が信頼度変化に及ぼす影響

打谷 拓巳†
Takumi Uchitani

西崎 友規子‡
Yukiko Nishizaki

1. はじめに

近年、AI スピーカやスマートスピーカなどと呼ばれるスピーカ（以下 AI スピーカと呼ぶ）が徐々に我々の生活に取り入れられている。AI スピーカの多くは、音声出力機能があれば十分であるため、従来のようなシンプルなスピーカの形状をしており、Pepper や AIBO などのようなコミュニケーション向けロボットとは外見が大きく異なる。このことから、ラジオなどと同様に音楽再生やニュース、天気などの情報収集を主目的として用いられており、人を助ける道具という役割が大きい。一方で、高齢者や幼児向けをはじめとして、人とのコミュニケーション相手としての利用を検討する研究も見られ始めている[1][2]。

前述のような AI スピーカを人間と同様にコミュニケーションをする相手（以降社会的存在と呼ぶ）として捉える研究では、ユーザ毎の AI スピーカに対する認識（捉え方）による影響についての検討はあまりなされていない。しかし、Pradhan らの研究[3]では、ユーザの経験の違いによって、AI スピーカの捉え方（ラジオのような機械、社会的存在）に個人差があることが報告されている。この AI スピーカに対する捉え方の違いは、社会的存在としての活用を主軸とする際に影響を与えることが考えられる。

そこで、本研究では、AI スピーカに対する捉え方の差がコミュニケーションに与える影響を明らかにし、社会的存在としての AI スピーカを、信頼を抱くパートナーとして用いる際に有効な場面や設計方針の策定に活かす知見を創出することを目的とし、以下の 2 点について実験を通して検討する。

- ・ AI スピーカがインタラクションにおいて、人間と同様に他者として認識されるか
- ・ AI スピーカがコミュニケーションを行うパートナーとして信頼されるか

2. 関連研究

2.1. 言語教示とエージェントへの認識

社会的存在としてコミュニケーションには相手を他者存在として認識することが重要である。例えば、Stenzel らは、人とヒューマノイドロボットとの協力課題による実験を実施した[4]。その際、ヒューマノイドロボットについて「人間のように自ら考え判断している」と教示する human-like 条件と、「機械のようにプログラムされて動作している」と教示する machine-like 条件を設定し、ヒューマノイドロボットが人間と同様の他者として認識されるかについて、共同サイモン課題を用いて比較した。ここで、共同サイモン課題とは Sebanz らによって初めて実施された課題であり[5]、一緒に課題を行う相手が存在する場合、存在しない場合よりもサイモン効果が強く生起する。このことから、他者存在として認識するかについての指標として用いられる課題である。実験の結果、共同サイモン効果が human-like 条件において、machine-like 条件より有意に強く生起し

たと報告されている。これにより、言語教示によるロボットの主体性に関する認識差が、ロボットを人間のような他者として認識するかにも影響を及ぼすことが明らかとなった。

ただ、この研究では外見から人間のように認識されやすいヒューマノイドロボットを使用しており、外見が生物的でないエージェントでも同様であるかは明らかになっていない。特に AI スピーカの場合、外見が、単に音声を出力する装置である従来型のスピーカと大差ないことから、本研究における検討は重要であると考えられる。

2.2. エージェントへの認識と信頼度の関係

黒澤らは LEGO 社の EV3 を用いて、ロボットと人とのインタラクションを通して、パフォーマンスの期待度で群分けを行い、期待度と信頼度との関係性（適応ギャップ）を調査した[6]。その結果、ロボットのパフォーマンスに対する元の期待度が低い群では高い群に比べ、エージェントの指示を信頼した確率が高かったと報告されている。

これは、Glikson ら[7]が指摘する、ロボット AI とのインタラクションは信頼度を向上させるとした一方で、画面上の仮想 AI をはじめとした、それ以外のテクノロジーとのインタラクションでは、テクノロジーのエラーを経験することで信頼度が低下するという知見と一致する。また同論文で AI エージェントに対する低い信頼が、不使用だけでなく誤使用や乱用にもつながると指摘されている。

また、Tussyadiah ら[8]はシナリオベースの研究において、野村ら[9]が開発した、潜在的なロボット否定的態度に関する尺度（NARS）と信頼度との間に強い負の相関がみられたと報告している。

これらのことから、エージェントへの信頼には事前のエージェントに関する認識が信頼度に大きな影響を与えており、これをコントロールする必要があると考えられる。ただ、Glikson らの論文では、既存の形のスピーカから意思決定を含んだ音声のみが発せられる、ロボット AI か仮想 AI かの定義が曖昧な AI スピーカなどのエージェントについては言及されていない。

2.3. 本研究の目的

以上のことから、言語教示によるエージェントの主体性に関する認識が、人間と同様な他者としての認識に影響を与えること、エージェントに対する認識がその後の信頼度変化に影響を与えることが明らかとなっている。しかし、従来のコミュニケーション向けロボットとはその外見や用途が異なる AI スピーカにおいても同様であるかについては明らかになっていない。

本研究では AI スピーカの主体性に関する認識によって他者存在として認識されるかどうか、また既存の信頼度変化に関する知見と同様に、AI スピーカがコミュニケーションを行うパートナーとして信頼されるかどうかを、実験を通して検討を行う。

†京都工芸繊維大学大学院, Graduate School of Kyoto Institute of Technology.

‡京都工芸繊維大学, Kyoto Institute of Technology

3. 実験 1

本実験¹は、ユーザが AI スピーカの主体性に関する認識 (AI スピーカが自律的に動作し、主体性をもって発話しているか、あるいはプログラムされた内容を発話するか) によって、AI スピーカを人間のような他者として認識するかを明らかにすることを目的として実施した。

実験参加者には AI スピーカの説明として、「AI によって自律的に判断する」と教示する human-like 条件と、「プログラムされた内容に沿って動作する」と教示する machine-like 条件を設定する。そして、共同サイモン効果を用いて、AI スピーカを人間と同様に他者として認識するか否かについての比較を行う。

Stenzel ら[4]より、「human-like 条件では machine-like 条件よりも強く共同サイモン効果が生起し、より他者として認識される」ことが考えられる。

3.1. 実験参加者

理系学部・または理系研究室に所属する大学生、大学院生 (男性 21 名, 女性 19 名, 19-25 歳, $M = 21.25$, $SD = 1.37$) の計 40 名であった。日常的に AI スピーカを使用していない学生を対象とした。

実験参加者は実験前調査として、事前のロボットに対する態度を把握するため、ロボット否定態度尺度 [9] に Google Form に回答した。

実験参加者には、事前に十分な説明を行い、実験は著者らの所属する大学倫理委員会の承認を得て実施した。

3.2. 実験計画

エージェントの主体性に関する教示要因 (human-like, machine-like) の 1 要因実験者間計画とした。

実験参加者は、それぞれの群でロボット否定態度尺度に偏りがないように振り分けられた。

3.3. 実験機材

実験エージェントとして、Amazon Amazon echo (amazon 社製) を使用した。エージェントを図 3.1 に示す。実験課題音声の読み上げにはボイスロイド (結月 ゆかり, <https://www.ah-soft.com/vocaloid/yukari/>) を使用した。また、AI スピーカの反応音声には合成音声読み上げソフト (棒読みちゃん, <https://chi.usamimi.info/Program/Application/BouyomiChan/>) を使用した。



図 3.1 実験に使用した AI スピーカ

3.4. 実験課題

3.4.1. サイモン課題

標準的なサイモン課題は、2色の刺激に対応した左右のボタンを、予め指示されたとおりに、できるだけ早く正確に押し分けるという課題である。サイモン課題の特徴として、課題中に課題とは無関係な視覚刺激 (左右への矢印など) が表示される点が挙げられる。この刺激によってボタンの場所 (左右) への反応が促進されるため、本来押すべきボタンの場所 (左右) と、提示される刺激の向き (左右) が一致すれば反応時間が短くなり、一致しなければ反応時間が長くなるという現象が見られる。これがサイモン効果である。

3.4.1. 本実験課題

Stenzel らの研究[4]を参考にした共同サイモン課題を、VisualStudio で Microsoft Visual C# を用いて実験者が作成した。今回の実験で用いた実験エージェントが AI スピーカであるため、サイモン課題における課題とは無関係な刺激を、発声するスピーカの位置 (左右) による聴覚刺激で行った。

実験課題はできるだけ早く正確に行うという教示のもと、「あ」あるいは「い」という 2 音が左右いずれかのスピーカから聞こえ、実験参加者とエージェントがそれぞれ指示された音声に反応してキーを押下するというものである。例えば、エージェントが「い」と聞こえた場合に「青」と発声することで反応する場合、実験参加者は「あ」に対して赤いシールが貼られたキーを押して反応することが求められた。

実験参加者はキーを利き手の人差し指で押す。このとき、スピーカから発せられる音が「あ」「い」どちらであるかとは無関係に、発声されるスピーカの左右が決定される。図 3.2 に共同サイモン課題の概略図を示す。

どちらの教示要因でも、実験参加者にはエージェント自身が反応すると伝えているが、実際には実験者がパーティションの外側で操作した。そのため、エージェントの動作は人間と同程度の反応速度と正答率に設定していると説明した。AI スピーカの発声はスマートフォン内音声再生アプリを使用した。

手順に関する説明の後、教示要因に応じた教示を行った。聴覚共同サイモン課題の動作を数回見せたのち、100 回を 1 セットとして 2 セット行った。また、100 回ごとに 3 分の休憩を与えた。実験の様子を図 3.3 に示す。

¹ 日本認知科学会第 37 回大会で発表した内容の一部を再分析したものである。

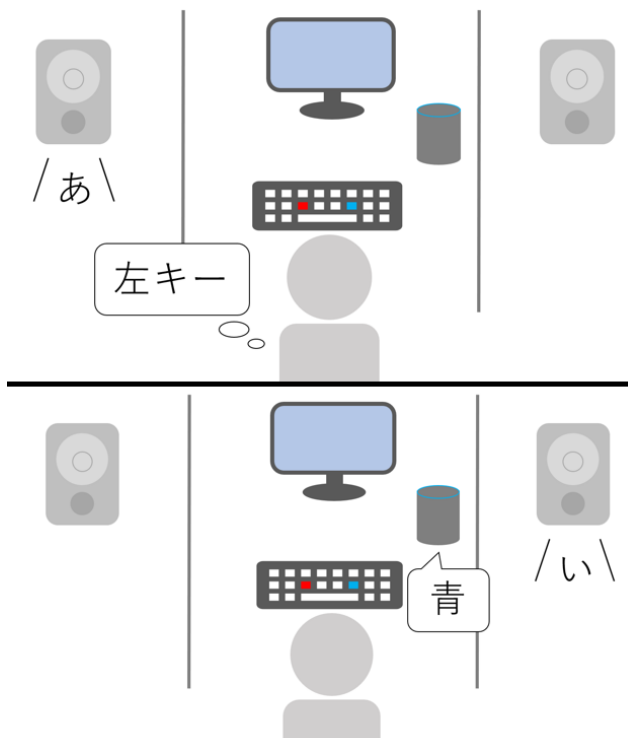


図 3.2 共同サイモン課題概略図



図 3.3 実験の様子

3.6. 実験結果

反応時間として、スピーカから音が発せられてから実験参加者がキーを押すまでの時間を計測した。ここで、キーボードには D キー（左）と K キー（右）を押すキーとして設定している。キーの左右と発音されたスピーカの左右が一致している場合を一致条件、一致していない場合を不一致条件とする。このとき、共同サイモン効果量は一致条件における反応時間の平均値から不一致条件における反応時間の平均値の減算によって測定される。その結果を図 3.4 に示す。

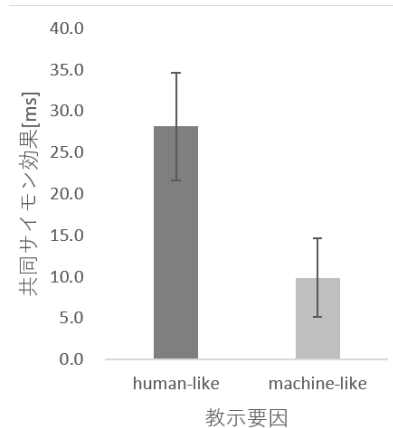


図 3.4 指示要因における共同サイモン効果

human-like 条件と machine-like 条件の共同サイモン効果量 [ms] について、平均値の差の検定 (t 検定) を行った。その結果、human-like 条件が machine-like 条件より有意に共同サイモン効果が生起していることが確認された ($t(38) = 2.30, p < .05$)。

また、ロボットに対する態度と他者認識との関連を調べるため、ロボット否定態度尺度と共同サイモン効果との相関係数を調べた。その結果、有意な相関は認められなかった ($r = -0.027$)。

3.7. 考察

指示要因において有意な差が認められたことから、human-like 条件の方が machine-like 条件よりも共同サイモン効果が大きく生起する傾向にあることが示された。

この結果は Stenzel ら [4] の結果と一致していることから、外見に関わらず主体性があるという認識が他者存在としての認識に影響を与えることが示された。

一方で、ロボット否定態度尺度と共同サイモン効果との相関関係は見られなかった。この結果から、他者として認識するか否かに関しては、ロボットに対する態度は影響しないことが示された。

4. 実験 2

本実験は、ユーザが AI スピーカの主体性に関する認識 (AI スピーカが自律的に動作し、主体性をもって発話しているか、あるいはプログラムされた内容を発話するか) によって、コミュニケーションにおける AI スピーカの信頼度に影響が生じるかを明らかにすることを目的として実施した。

実験 1 と同様に、実験参加者にはスピーカの説明として、「AI によって自律的に判断する」と指示する human-like 条件と、「プログラムされた内容に沿って動作する」と指示する machine-like 条件を設定し、宝探し課題を用いたスピーカに対する信頼度についての比較を行う。

黒澤ら [6]、および Glikson ら [7] の結果より、「human-like 条件では machine-like 条件よりも期待度が低く、信頼度が高くなる」ことが考えられる。

4.1. 実験参加者

理系学部・または理系研究室に所属する大学生、大学院

生（男性 11 名，女性 9 名，20-24 歳， $M=22.8$ ， $SD=1.15$ ）の計 20 名であった。日常的に AI スピーカを使用していない学生を対象とした。

実験参加者は実験前調査として，ロボット否定態度尺度に関するアンケートを回答した。

実験参加者には，事前に十分な説明を行い，実験は著者の所属する大学倫理委員会の承認を得て実施した。

4.2. 実験計画

エージェントの主体性に関する教示要因（human-like agent，machine-like agent）の 1 要因実験者間計画とした。

実験参加者は，それぞれの群でロボット否定態度尺度に偏りがないように振り分けられた。

4.3. 実験機材

実験エージェントとして，Soundcore Mini2（Anker 社製）を使用した。今回の実験では AI スピーカの機能を使用する必要がないこと，課題中に反応してしまうのを防ぐことを理由に，AI スピーカではなく，音声を出力するのみの通常のスピーカを使用した。また，社名などから憶測されることを防ぐため，社名やボタン部分を隠して実験を行った。エージェントを図 4.1 に示す。

AI スピーカの音声にはボイスロイド（結月ゆかり，<https://www.ah-soft.com/vocaloid/yukari/>）を使用した。



図 4.1 実験に使用したスピーカ

4.4. 実験課題

実験参加者とスピーカがインタラクションを行った後に信頼度がどのように変化するかを測定することが目的である。そこで，実験参加者とスピーカが交互に自己紹介を行った後，宝探し課題を用いて信頼度の変化を測定した。

以下でその詳細を述べる。実験課題に用いたフォームについては，VisualStudio で Microsoft Visual C#を用いて実験者が作成した。教示要因によってスピーカの動作に差は設定しなかった。

4.4.1. 自己紹介課題

実験参加者とスピーカがスクリーン上に提示されたテーマに沿って交互に自己紹介を行った。1 つのテーマについて 20 秒間の自己紹介を各々 3 テーマずつ，合計 6 テーマ実施した。スピーカが自己紹介で話す内容は事前に実験者が決定し，プログラムされたものであった。

スピーカは Wizard_of_Oz 法を用いて，実験参加者の自己紹介についてフィードバックを行った。フィードバックは，「あなたは～～が好きなんです。私も好きです。」

とした。表 4.1 に自己紹介のテーマと AI スピーカの話す内容の概要を示す。

表 4.1 自己紹介

テーマ例	スピーカの回答概要
出身地	「出身はアメリカのシアトルだよ。」
好きな音楽	「好きな音楽はクラシックだよ。」
好きな映画	「SF映画が好きだよ。」

4.4.2. 宝探し課題

黒澤ら[6]を参考に，スピーカの助言を受けて実験参加者が画面上に表示される 3 つの宝箱のうち一つに入っている宝を見つける課題を 16 ステージ行った。スピーカは実験参加者が宝箱を選択する前に，毎回「左から～番目が正解じゃないかな」と助言を行った。図 4.1 に画面の例を示す。

最初のステージではエージェントは必ず誤った宝箱を指示した。これは，エージェントの助言が外れるタイミングによる影響を軽減するためである。それ以降の 15 ステージでは 1/3 の確率で誤った宝箱を指示した。このため，実験前にエージェント自身から間違える可能性があることを説明した。

手順に関する説明の後，教示要因に応じた教示を行った。スピーカが挨拶を行ったのち，自己紹介課題を 6 テーマ交互に行った。その後，休憩を挟まずに宝探し課題を 16 ステージ行った。実験の様子を図 4.2 に示す。



図 4.1 宝探し課題の画面

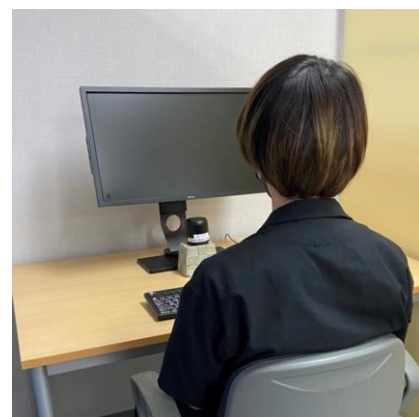


図 4.2 実験の様子

4.5. 実験結果

4.5.1. 信頼度

スピーカに対する信頼度の指標として、宝探し課題における信頼度（スピーカのアドバイスに従った回数/ステージ数-1）を測定した。なお、1ステージ目はエージェントの失敗を提示するものであったため、分析対象としなかった。その結果を図 4.3 に示す。

エージェントの主体性に関する認識が信頼度に与える影響を調べるため、信頼度について教示要因における t 検定を実施した。その結果、有意な差は認められなかった ($t(18) = -1.19, n.s.$)。

ここで、ロボットに対する態度と信頼度との関連について、エージェントの主体性に関する認識が与える影響を調べるため、教示要因ごとにロボット否定態度尺度と信頼度との相関係数を調べた。その結果、**human-like** 条件において正の相関が認められた ($r = 0.411$)。一方で、**machine-like** 条件において相関は認められなかった ($r = -0.46e^{-11}$)。

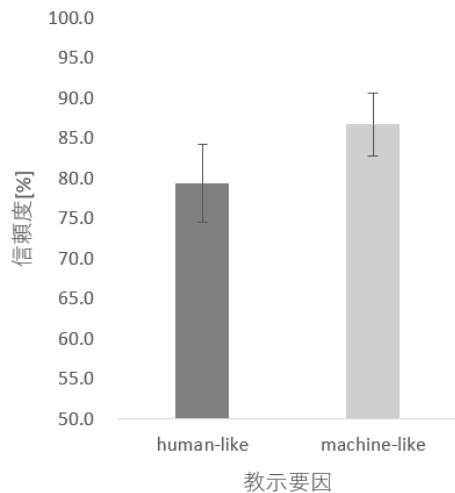


図 4.3 教示要因における信頼度

4.6. 考察

教示要因において信頼度に有意な差が認められなかった。しかし、二つの条件別にロボット否定態度尺度との関連を調べたところ、**human-like** 条件においてロボット否定態度尺度と信頼度との間に正の相関が認められた。**machine-like** 条件では相関が認められなかった。

このことから、スピーカが自律した存在であると認識した場合、ロボットに対する否定態度が高いほど、信頼度が高まると言える。反対に、スピーカが自律した存在でないと認識した場合には、ロボットに対する否定態度と信頼度に関連がない。

黒澤らの研究[6]で述べられているように、信頼度が高いことは、初期の期待度が低いと考えられる。よって、スピーカの主体性があるという認識が、ロボット否定態度と初期の期待度との関連に影響を及ぼしていると考えられる。

また、**machine-like** 条件ではロボット否定態度尺度と信頼度に関連が認められなかったことから、インタラクションの内容には関係なく、AI スピーカの主体性に関する認識が、ロボットに対する否定態度が与える影響、つまりユー

ザがスピーカをロボットとして認識するか否かに大きく影響を及ぼすと言える。

5. 総合考察

本研究では実験 1、実験 2 を通して、AI スピーカを自律的存在として認識することで、人間と同様な社会的存在としての認識に与える影響を検討した。実験 1 では、主体性があるという認識によって、AI スピーカがより強く他者存在として認識されることが示された。また実験 2 では、主体性があるという認識が、ロボットへの否定態度と初期の期待度との関係に影響を及ぼすことが示された。

主体性があると認識することで他者存在として認められることより、AI スピーカを対話相手などの社会的役割として用いる場面において、自律しているという教示が有効であることが考えられる。

一方で、前述のように Glikson らの研究[7]では、テクノロジーへの高い期待度はその後のエラーへの遭遇等を通じた信頼の低下により、テクノロジーの不使用や誤使用につながる事が指摘されている。このことから、AI スピーカに対する自律しているという教示からユーザが抱く期待とその実際の機能との間にギャップが生じていた場合、AI スピーカの機能が誤用などによって、十分に生かされないことが考えられる。この期待は、特にロボットへの否定態度が低い、つまりロボットを受け入れているユーザほど高くなる事が明らかになった。

これらのことから、AI スピーカの主体性があるとする認識は一概に良い影響を与えるわけではないことが考えられる。そのため、その用途によって、スピーカに対する説明を変容させる必要があるかもしれない。

例えば、店頭で顧客に対して商品説明を行うエージェントとして用いる場合、求められる機能が限られているため、自律していると強く教示することが有効であると考えられる。それにより、顧客はエージェントを人と同様の他者存在として感じると考えられる。これは、これまで店員として人が行い、また近年では Pepper のような人型のコミュニケーション向けロボットが担ってきた役割を、より安価で手軽な AI スピーカが代用出来る可能性が示された。

一方で、スピーカを独居老人の会話相手として用いる場合は、自立した存在であることを強調しない方が良いと考えられる。一般に高齢者のロボットに対する否定態度は低く、また、会話の内容が多岐にわたるため、自律している存在と認識すればするほど、初期の期待度が過剰に高くなってしまふ可能性があるからである。そのため、機能について詳細に説明することや、ユーザである高齢者自身が、インタラクションを通してスピーカの自律性を体感することが適切であると考えられる。

6. 今後の展望

本研究では、全ての実験を実験室環境で行っている。また、実験課題に関しても実際には起こり得ない状況を想定したものとなっている。そのため、今後はより実環境に近い場面、課題を想定して検討する必要がある。

また、今回の研究では理系大学生のみを対象としている。ただ、ロボットや AI スピーカへの認識については、事前

知識や年齢が大きく影響があると考えられる。そのため、より幅広いユーザを対象として検討する必要がある。

7. 参考文献

- [1] S. B. Lovato, A. M. Piper, and E. A. Wartella,(2019) “Hey google, do unicorns exist?: Conversational agents as a path to answers to children’s questions , ” Proceedings of the 18th ACM International Conference on Interaction Design and Children , pp. 301–313, ACM
- [2] 王晶, (2019)“独居高齢者の自立性を向上させるスマートスピーカを利用した見守りシステムの提案, ” 修士論文, 北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科
- [3] A.Pradhan, L.Findlater, A.Lazar(2019)” “Phantom Friend” or “Just a Box with Information”: Personification and Ontological Categorization of Smart Speaker-based Voice Assistants by Older Adults”, PACM on Human-Computer Interaction, Vol. 3, No. CSCW, Article 214
- [4] A. Stenzel, E. Chinellato, M. A. T. Bou, A. P. delPobil, M. Lappe, and R. Liepelt,(2012) ‘ “When humanoid robots become human-like interaction partners: corepresentation of robotic actions. , ” Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, vol. 38, no. 5, p. 1073
- [5] N. Sebanz,(2003) “Representing others’ actions : just like one’s own?, ” Cognition, vol. 88, pp. B11–B21
- [6] 黒澤里恵, 小松孝徳, 山田誠二(2011)”ユーザとエージェント間の適応ギャップの展開”情報処理学会研究報告, vol2011-HCI-142 No.17
- [7] Ella Glikson, Anita Williams Woolley(2020)”Human trust in artificial intelligence: Review of empirical research.”, The Academy of Management Annals, March 2020
- [8] Tussyadiah, I.P., Zach, F.J., & Wang J.(2019)”Do Travelers Trust Intelligent Service Robots?”, Annals of Tourism Research
- [9] 野村竜也, 神田崇行, 鈴木公啓, 山田幸恵, 加藤謙介”Human-Robot Interaction (HRI) における人の態度・不安・行動”, 26th Fuzzy System Symposium