

# 多神教的世界観にもとづく“空気感エージェント”の創成 -ずっと一緒にいられる存在とは何か-

The atmosphere agent

-The creation of a partner agent that can being with us throughout our life span-

高橋英之<sup>1,2</sup> 伴碧<sup>1,2</sup> 近江奈帆子<sup>1,3</sup> 上田隆太<sup>1,3</sup>  
香川早苗<sup>3</sup> 石原尚<sup>1</sup> 中村泰<sup>1,2</sup> 吉川雄一郎<sup>1,2</sup> 石黒浩<sup>1,2</sup>

HIDEYUKI TAKAHASHI<sup>1,2</sup>, MIDORI BAN<sup>1,2</sup>, NAOKO OMI<sup>1,3</sup>, RYUTA UEDA<sup>1,3</sup>  
SANAE KAGAWA<sup>3</sup>, HISASHI ISHIHARA<sup>1</sup>, YUTAKA NAKAMURA<sup>1,2</sup>  
YUICHIRO YOSHIKAWA<sup>1,2</sup> and HIROSHI ISHIGURO<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 大阪大学

<sup>1</sup>Osaka university

<sup>2</sup> 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業

<sup>2</sup> JST ERATO

<sup>3</sup> ダイキン工業株式会社

3 DAIKIN, Ltd

**Abstract:** 既存のエージェントの多くは短期的なインタラクションにおいて強い印象を与えたり、人間の行動を誘導したりすることを評価軸に据えて研究されている。しかしそれらのエージェントの殆どが長期間、社会の中に置かれると陳腐化し、期待されていた効果を発揮することができない。持続的に社会に影響を与え続けるエージェントを研究するためには、エージェントとは何かという哲学や研究する方法論そのものからパラダイムシフトが必要なように思う。本発表では、上記の問題意識に基づき我々が研究をしている”空気感エージェント”の枠組みを紹介することで、このような議論を活性化するきっかけをつくりたいと考えている。

## はじめに

様々なロボットや機器に我々が感じる心性そのものを研究対象にするヒューマンエージェントインタラクションの研究領域は日本発といっても過言ではない。これは西洋的な一神教的世界観においては、非生物に心が宿るといった感覚が希薄であり、どちらかというロボットや機器というものは我々の生活をより効率的に、豊かにする道具である、という発想が根底にあるのに対して、独自の多神教的な宗教観を有している日本においては、生物・非生物問わず万物に何らかの心性が宿っており、それらに一定の敬意を払いながら暮らしていく伝統があるためと考えられる。一方で、非生物に心的属性を付与する人間の性質自体は、文化によらず広く心理学、神経科学的知見として報告されており[1][2]、人工エージェントの設計原理を追求するヒューマンエージェントインタラクション研究の重要性は今後、広く世界

中に浸透していくのではないかと期待される。ただし、人工エージェントが提供する新しい社会的価値についての科学的議論が現状ではまだ不十分であり、人工エージェントの普遍的な価値を今後社会実装していく上で、この点についてより切実に考えていく必要がある。

## 人工エージェントはパートナー？

これまで映画やアニメなどのフィクション作品において、ロボットなどの人工エージェントは人間のパートナーとして描かれることが多かった。そのような風潮を引きずり、人工エージェントを友達やペットなどの既存のパートナーの“代用品”として考える風潮が根強くあるように思われる。実際に、このようなアプローチは、例えば高齢者や自閉症児などのケアなど限られた領域においては一定の効果をあげている [3][4]。一方で、より普遍的な人工エージェ

エージェントの価値を考える上で、このようなパートナー的なエージェントの捉え方は、人工エージェントの応用可能性をむしろ狭めるバイアスになってしまう恐れがある。例えば岡田美智男氏が著書 [5]で述べているように、ロボットに向かって一人楽しそうに語り掛ける老人の姿は、第三者からみたら何とも言えない悲しみを感じさせる風景となる。あくまでもスペキュレーションであるが、このような悲しみの起源は、本来は人間とは異質な存在であるロボットを人間の代用品として用いていることに対する違和感が根底にあるのではないかと筆者は考えている。

## エージェント固有の価値とは？

人工エージェントを人間とはどこまでも異質の存在として捉えるのであれば、単なる擬人（生物）的パートナーとしての人工エージェントの可能性には限界があるように思える（注：一方で“人間と人工的エージェントの間に本質的な違いは無い”という唯物論的世界観においては、パートナーとしてのエージェントの役割を突き詰めることにも大きな可能性があるかもしれない）。では人間とは異質の存在である人工エージェントがもたらす固有の価値とは何かあるのだろうか？

著者は、人工エージェントが人間とは“異質”の存在であるということに、その設計者がより自覚的になることで、人間と共生可能な、本当の意味で社会に寄与するエージェントが創出できると考えている。近年の認知神経科学的研究から、ロボットなどの人工エージェントとやりとりしている際に、我々の脳は人間とやりとりをしている際と類似した活動を示すことが報告されている [6]。一方で、人工エージェントに対する脳の活動パターンは、人間に対するものとは完全には一致したものとはならず、人間はある種の“不完全な心”を人工エージェントに対して感じていることも分かっている [7]。

筆者らは人工エージェントの本質的な価値は、このような“不完全な心”と接することにより、普段の生活では生じない人間の行動や心理の変化を引き起こすところにあるのではないかと考えている。例えば、人間は人工エージェントに対して、人間相手よりも自らのネガティブな側面に関する自己開示をする傾向があることが分かっている [8]。これは、人工エージェントが擬人的な特性を備えていながら、一方で現実社会とはどこか断絶した存在であるため、周りの他者には普段見せない自己の内面を安心して表出できる為と考えている。さらにこのような自己の内面の表出を自らメタ認知することで、“自覚”や“気づき”にもとづく長期的な行動や心理の変容が

個人の中で引き起こされる、と期待している。

このような人工エージェントとの邂逅で生じる個人の行動や心理の変容は、その延長としてその個人が属している集団の変容を導くとも考えられる。例えば、白土らはオンラインで行う集団協調ゲームにおいて、人間集団の中にノイズを伴った振る舞いをする人工エージェントを紛れ込ますことで、カスケード的にそのノイズが周囲の人間の行動に広がり、結果的にゲームにおける集団のパフォーマンスが局所最適解に陥りにくくなることを示した [9]。この研究はあくまでもオンライン上でのゲームを扱っているが、同様の現象は、より現実的な社会状況でも生じるのではないかと考えている。例えば、硬直した会議場面に人工エージェントが存在することで、会議参加者の思考変容が生じ、結果として議事の停滞を防げる、などの効用が実現できるかもしれない。

## アーキテクチャとしての多神教的なエージェントの創成を目指して

現在、内閣府が提唱する Society5.0 など、次の社会の在り方を探す試みが精力的に行われている。これらの流れの中心にある考え方が、これまでよりも一人一人の個人に最適化されたサービスやシステムを提供しようというものである。このような大きな目的の元、急速に発展している深層学習などの機械学習技術を応用して、様々な個人の課題（e.g.健康、人間関係）をビッグデータにもとづく最適化手法によって克服しようという試みが数多くなされている。一方で個人のどのような変数を“最適化”すべきなのかを第三者が個別に判断することは非常に困難であり、多くの場合は三人称的観点から恣意的に決定された画一的な価値関数に従った個人の最適化が志向される。このような中央集権的な全体最適化の方法は、巨大な権威によって我々を“最適な生き方”に導く一神教的なアーキテクチャと言えるのかもしれない。筆者がこのような一神教的なアーキテクチャに対して抱く危惧は、そもそも推し量ることが不可能な個人の“最適な生き方”を、画一的な価値関数に無理やり置き換えてしまうことにより、個人が没個性化してしまい、社会から活力と多様性が失われてしまうのではないかと、という点にある。

以上のような問題意識から、筆者はあくまでも“最適な生き方”は個人によって異なり、それを三人称視点から推定することは不可能である、という態度を一貫させた上で、どのようにテクノロジーが社会に貢献できるのかを考えている。この場合、“最適な生き方”へ向かう主体はあくまでも一人称としての個人そのものであり、テクノロジーはそのような個

人の“自らの最適化に向かう力”を引き出し、それに寄り添う“脇役”として機能するべきなのではないか、そしてこのようなテクノロジーの中核に位置付けられる基礎となる学問が“ヒューマンエージェントインタラクション”ではないか、というのが筆者の主張である。

前述のように、人工エージェントを、個人や社会の変容を誘発する“人間とは異質な存在”であると明示的に位置づけることで、擬人的な代用物を越えたエージェントのアーキテクチャとしての価値がみえてくる[10]。社会の各所に人工エージェントをアーキテクチャとして局在させ、人間の変容を持続的に誘発させ続けることで、社会が停滞して局所最適解に陥ることを防ぎ、人間集団の活力を維持させることができるかもしれない。このような局所的な人工エージェントを介した人間の活動支援の在り方は、中央集権的な一神教的アーキテクチャと比較して、より分散的な多神教的アーキテクチャといえる。

深層学習などを用いて社会の“最適化”を目指す一神教的アーキテクチャでは、人間が様々な人工物に感じる“心性”の効用について全く考慮しないのに対して、多神教的アーキテクチャにおいては人工物に感じる“心性”の作用が基盤となると思われる。ただし人工物に“心性”を感じる機能的意味や効用について、現状では十分に理解が進んでいるとは言えない。特に一神教的アーキテクチャのように明確な価値関数を設定することができない多神教的アーキテクチャは、その有用性をどのように客観的に示すのが課題となる。

## アーキテクチャとしての空気感エージェントの社会実装の試み

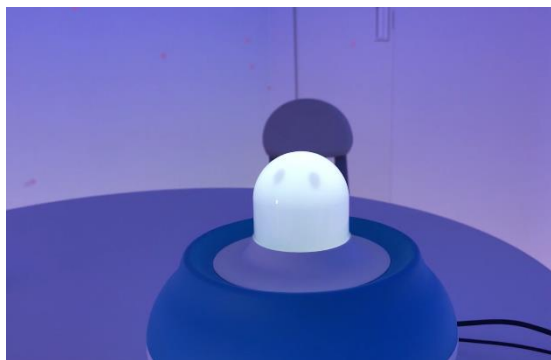


図 1. 空気感エージェント

著者らはこのような多神教的エージェントの有用性の実証とその社会実装を目指して、“空気感エージェント”のデザインを行っている ([11] 図 1)。シン

ガポールの元首相であるリー・クアンユー氏は、20世紀最大の発明として空調機を挙げている。これは空調機によって知的生産性や公衆衛生が維持されている一方で、あくまでも空調機はインフラであり、我々の生活を陰から支える脇役である点を評価した発言である。このような身体的快適性を維持する空調機の社会への局在の在り方の中に、エージェント性を付与することにより、人間の心理的開放性を高める新しいインフラが構築できないであろうか、というのが本研究における筆者の主張である。本稿では、まず我々が提案する空気感エージェントの概要について述べる。その上で、このエージェントがどのように人工物に感じる“心性”を利用した多神教的アーキテクチャとして実装可能かを議論したい。

我々の提案する空気感エージェントの基本アイデアは、従来の空調機に加えて他の感覚刺激(e.g. 光の色調や光量, 空気や光の流れ)を空間に最低限付与することにより、“触感性”を伴った空気感を形成することにある。“触感”という感覚は、強力に我々の心理に働きかけることが多くの心理学的研究で示されてきた [12]。例えば筆者が行った研究では、柔らかいクッション型の通信デバイスを用いて“人狼ゲーム”という会話ゲームを被験者に行ってもらったところ、ゲーム中の被験者の他のメンバーに対する“信頼”が向上することが示唆されている [13]。このような行動や心理に影響を与える“触感性”を、空気感として生成することが我々の第一の目的になる。もちろん物理的に厳密に定義される空気は直接には強い触感性が存在していないが、“やわらかい空気”、“ざらついた空気”というように、触感に關係する語でその空気感が言及されることが多い。これは空気感の知覚というものが単一の感覚器のみによるものではなく、様々な異なる感覚モダリティや文脈情報が互いに影響を与えあった結果として知覚されるものだからである。現在、我々は空間にどのような感覚刺激を足せば、どのような触感性を帯びた空気感が再現性高く生成されるのか、大規模サンプルから集めたデータを統計的、機械学習的手法で抽出することで検討している。その結果、空間に提示する感覚刺激と触感性の統計的対応関係がクラスターとして少しずつ抽出され始めている。将来的にはこのような手法をより洗練させていくことで、一般家庭などの空調機に実装可能なレベルで“触感性”を空気感に付与するサービスが実現できるかもしれない。我々が提案する空気感エージェントというのは、「ユーザーの状況に応じて動的に“触感性”を帯びた空気感を生成する存在」として定義できる。

一方で、次の問題として、様々な“触感性”を帯びた空気感のクラスターをどのように運用するの

という問題がある。“温度”や“湿度”と違って“触感性”とは定性的、質的な情報であり、量化してその最適性を計算することができない。従って、多数の“触感性”のクラスターの中から、ユーザーの個性や置かれている状況においてどのような“触感性”が相応しいのかを、正確に推定することは不可能である(図2)。

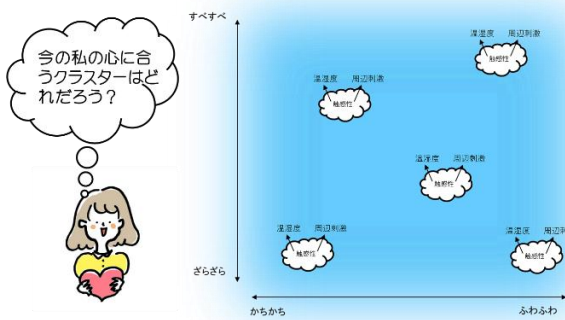


図2.“触感性”の空気感クラスターを選択問題

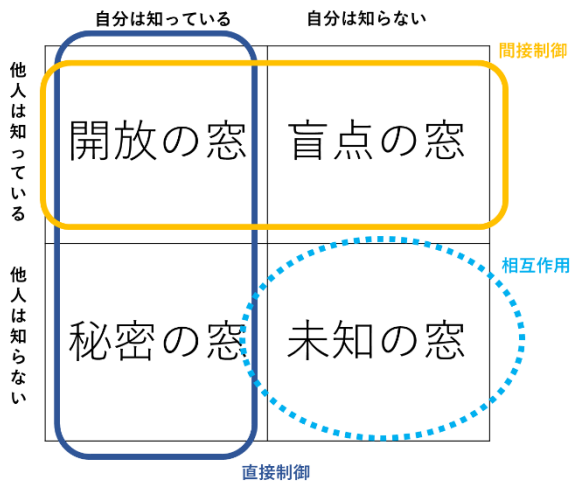


図3. ジョハリの窓と機械の制御方式

量化できない“質”のサービスをどのようにユーザーに最適化させるのか、この問題を考える際にジョハリの窓[14]という概念が有効である。ジョハリの窓というのは、自分の中には、自分が知っている領域と知らない領域、そして他人が知っている領域と知らない領域がそれぞれあり、それぞれの組み合わせで四つの窓が存在している、という説明のフレームワークである(図3)。基本的に、これまでの人間と機械の関係は、人間が直接機械のパラメータを制御する(直接制御)、もしくは過去のデータから機械が人間の状態を推定して自らのパラメータを制御す

る(自動制御)、のどちらかが主流であった。直接制御の場合は、自分が知っている自己の領域(開放の窓、秘密の窓)については機械の操作に反映させることが可能である。一方で、自分が知らない自己の領域についてはその操作で反映させることが難しい。また直接制御は機械の操作が近視眼的になりやすく、機械の潜在的に有しているポテンシャルを生かし切れないことがある。一方で、自動制御は機械が過去に蓄積データにもとづいてユーザーの気づいていない側面(盲点の窓)に働きかけることが可能であるが、機械が認識していないユーザーの内的な価値関数を反映させることができない。すなわち直接制御でも自動制御でも、自分も他人も知らない領域(未知の窓)を機械の操作に反映させることができない。量化できない“質的”なサービスがかかわるのは、まさにこの未知の窓の領域であり、この領域をサービスに反映させる鍵がエージェント性なのかと筆者は考えている。

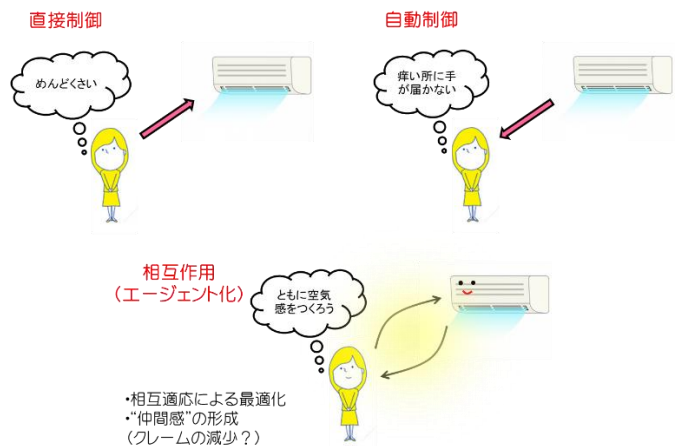


図4. ユーザーと機械の相互作用的なかかわり

機械にエージェント性を宿らせる手法については、すでにこれまでITACOシステム[15]などが提案されている。このようなシステムは、すべての事物に“心性”が宿るといふ多神教的世界観にもとづく発想が背景にある。ではこのような手法によって機械に“心性”を帯びさせることで、どのようなメリットがあるのであろうか?我々は、機械をエージェント化することの本質は、ユーザーと機械の間に相互作用的な制御の関係が生まれることであると考えている。すなわち、ユーザーは人工エージェントに対しては、自ら働きかけを行おう、という意識と、人工エージェントからの働きかけを受け入れよう、という意識を並列させて接することができる。このような相互作用的な機械との関係性は、直接制御と自動制御が扱っていた自己に関する領域を同時にカバーするこ

とを可能にすると思われる。さらに前述のように、人間はエージェントに対してはより深い自己開示を行う傾向があることも分かっている。従って、ユーザーと機械との相互作用的なやりとりのなかで、ユーザーが自覚していない自己の領域（未知の窓）を表出させることで、それを機械の制御に用いることが可能になるかもしれない（図4）。多神教的アーキテクチャのもつ真価は、これまでの機械の制御では考慮されてこなかった個々のユーザーの「未知の窓」をサービスに反映させることにある、というのが筆者の意見である。この思想にもとづき、現在、我々は“空気”という直接触れられない存在を人工エージェントとして人間に認識させ、人間と空気の相互作用的関係を構築するための基盤技術の検討を進めている。このような研究が進むことにより、身体的快適性を提供するというこれまでの空調システムを超えて、様々な生活シーンに応じた“触感性”を空気感としてユーザーに提供可能な全く新しい“心に寄り添うインフラ”が実現するかもしれない。

## まとめ

本稿では、人工エージェントはアーキテクチャとして社会に実装されるべきという論を展開した。その結果として得られるのは、人間と機械の相互作用的な共生関係であり、このような共生関係を生み出すことで量化が難しい“質”を扱う、新たなサービスが実現できるのではないかと、というのが筆者の主張である。

一方で、本稿の主張は、制御の一部をユーザーである人間に委ねるものであり、予測と制御を基本原理に据える科学的思想からすると“敗北”ともとられるアプローチともいえる。さらに、量化出来ない“質”的サービスの効果や価値を検証することは非常に困難である。近代科学が培ってきた予測と制御の枠組みや、価値関数を明確にしていくことは再現性高くシステムを実装する上では不可欠である。従って、“科学にならない領域を扱っている”という懸念を払拭していく上で、“質”や相互作用を扱うシステムであっても、人間と機械の相互作用を厳密にモデリングしていき、その中で何を予測と制御して、何を価値関数として用いるのか、それを明確にしていくことが、このようなアーキテクチャを社会に実装する上で避けては通れない道であると筆者は考えている。

## 謝辞

本研究は、ダイキン工業と大阪大学の包括連携契約にもとづく共同研究費の支援を受けて実施した。研究の実施にあたって様々なアドバイスを頂いたダイキン工業の佐藤数行氏に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] Klein, B. R. (1985). A child's imaginary companion: A transitional self. *Clinical social work journal*, 13(3), 272-282.
- [2] Waytz, A., Gray, K., Epley, N., & Wegner, D. M. (2010). Causes and consequences of mind perception. *Trends in cognitive sciences*, 14(8), 383-388.
- [3] Kozima, H., Nakagawa, C., & Yasuda, Y. (2007). Children-robot interaction: a pilot study in autism therapy. *Progress in Brain Research*, 164, 385-400.
- [4] 柴田崇徳. (2006). ロボットビジネスへの取り組み メンタルコミットロボット・パロとロボット・セラピーの展開. *日本ロボット学会誌*, 24(3), 319-322.
- [5] 岡田美智男, & 松本光太郎. (2014). ロボットの悲しみー コミュニケーションをめぐる人とロボットの生態学ー.
- [6] Krach, S., Hegel, F., Wrede, B., Sagerer, G., Binkofski, F., & Kircher, T. (2008). Can machines think? Interaction and perspective taking with robots investigated via fMRI. *PloS one*, 3(7), e2597.
- [7] Takahashi, H., Terada, K., Morita, T., Suzuki, S., Haji, T., Kozima, H., ... & Naito, E. (2014). Different impressions of other agents obtained through social interaction uniquely modulate dorsal and ventral pathway activities in the social human brain. *cortex*, 58, 289-300.
- [8] 高橋英之, 伴碧, 内田貴久, 島谷二郎, 熊崎博一, 守田知代, 吉川雄一郎, 石黒浩, ロボットを用いた自己開示促進システムの心理過程のモデル化, 2018, 行動科学, 57(1), 47-54.
- [9] Shirado, H., & Christakis, N. A. (2017). Locally noisy autonomous agents improve global human coordination in network experiments. *Nature*, 545(7654), 370.
- [10] タカハシアダム, 高橋英之, 切断: 「無能な人工知能」の可能性, *iHuman AI時代の有機体-人間-機械*, 学芸みらい社 (2019年3月刊行)
- [11] 高橋英之, 伴碧, 近江奈帆子, 上田隆太, 香川早苗, 石原尚, 中村泰, 吉川雄一郎, & 石黒

浩. (2019). 五感を用いた心に寄り添う“空気感エージェント”の創成. 情報処理学会研究報告 (第 181 回 HCI 研究会)

- [ 1 2 ] Gallace, A., & Spence, C. (2010). The science of interpersonal touch: an overview. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(2), 246-259.
- [ 1 3 ] Takahashi, H., Ban, M., Osawa, H., Nakanishi, J., Sumioka, H., & Ishiguro, H. (2017). Huggable Communication Medium Maintains Level of Trust during Conversation Game. *Frontiers in psychology*, 8, 1862.
- [ 1 4 ] Luft, J., & Ingham, H. (1961). The johari window. *Human Relations Training News*, 5(1), 6-7.
- [ 1 5 ] 板垣祐作, 小川浩平, & 小野哲雄. (2008). ITACO on the Room: アンビエントな情報提供を行う生物感のあるエージェントの提案. HAI シンポジウム, 2008.