課題に内包される「暗黙の了解」の種類が機械に対する相手モデルの適用に与える影響

Implict agreement about artificial agents and the influence for deciding opponent model in human behavior

2167001

研究代表者　電気通信大学 情報理工学研究科 博士後期課程　浅田麻菜

共同研究者　電気通信大学 情報理工学研究科　助教　伊藤毅志

［研究の目的］

第三次人工知能ブームと呼ばれる近年，人間が「人工知能」（或いは「機械」）とインタラクションを行う状況は増加している。しかし，これらのインタラクションの目的は一様ではないため，相手の機械に対するメンタルモデルもまた一様ではない。例えば，スマートフォンに搭載された対話機能「人工知能」の利用は，汎用的な状況下におけるコミュニケーションが目的であろう。一方，投資の高速自動取引に使用される「人工知能」を使用する目的は，投資速度や正確性であり，コミュニケーションを求めることはあり得ない。このように，同じ「人工知能」という言葉を使用しても，その使用目的や役割に応じて「人工知能」に対し人間が抱くメンタルモデルは「人間らしさ」であることもあれば，「無機質な正確性」と様々である。

このメンタルモデルの違いが表出する点の一つに，機械に対して抱く「暗黙の了解」の違いが考えられる。そして，人間は機械とインタラクションを行う場合，この「暗黙の了解」を元に行動を行う。例えば，「無機質にルールを実行する」ことが「暗黙の了解」である機械が間違った結果を返した場合，それはバグと呼ばれるが，「エンタテイメント性を持つ」ことが「暗黙の了解」である機械が実装上はエラーである文言を返しても，ユーザはそれをウィットに富んだ返信と認識することすらある。つまり，機械に対する「暗黙の了解」はユーザビリティの判断に大きく影響を与えることが推測される。しかし従来のヒューマンエージェントインタラクション研究においては，この点に着目されることは少なく，むしろ機械に対する画一的なメンタルモデルが想定され分析されることが多かった。

本研究では，人間と機械との「暗黙の了解」に着目し，機械の使用目的（課題）が，人間の機械に対する表象（相手モデル）に与える影響を明らかにすることを目的とする。

［研究の内容，成果］

実験１：「人工知能」に対する「暗黙の了解」

○ 目的と概要

本研究では，「人工知能」と呼ばれる機械に対し，一般にどのような「暗黙の了解」が考えられているのかを確認するため，インターネット調査会社の登録パネルを対象とした調査を実施した。

○ 調査紙の構成・回答者

調査紙では，性別・年齢・職業・居住地に加

え以下の3項目の質問をした。

1）あなたは「人工知能（AI)」という言葉を聞いたことはありますか。(択一選択)

2）あなたは「人工知能」という言葉を聞いたとき，どのような「能力」を持っていると考えますか。以下の選択肢からあてはまるものを自由に選択してください。(多肢選択)

3)「人工知能（AI)」と聞いて思いつく具体的なモノやサービスを自由にご回答ください。(自由記述)

なお，2）人工知能の知能イメージを問う設問の選択では，Gardner の多重知能理論で提唱された7個の知能（1987年）に提案された言語能力・論理数学能力・音楽能力・身体運動能力・空間能力・対人能力・内省能力）を選択肢として使用した。なお，馴染みのあまりない能力も含まれるためそれぞれの選択肢には20～30文字程度の説明文を付加した。また各選択肢の表示順は，回答者によってランダムに表示されるようにした。

なお，回答者は合計1601人，内訳は男性832人，女性769人，年齢層は20歳代244人(M=26.4歳，S.D.=2.42歳)，30歳代311人(M=35.2歳，S.D.=2.89歳)，40歳代370人(M=44.5歳，S.D.=2.78歳)，50歳代319人(M=53.7歳，S.D.=2.44歳)，60歳代357人(M=44.5歳，S.D.=2.74歳)。

○結果

1)「人工知能」の認否

「人工知能」という語を「聞いたことがある」「聞いたことが無い」「わからない」という選択肢に対して，「わかる」と答えたのは全体の95.8%であった。年齢層別に見ると，最も低い30歳代で94.2%，最も高い50歳代で97.2%であった。この2群の比率の差を検定したところ p=0.066, 95%信頼区間は［0.944, 0.971］であった。

2)「人工知能」の知能イメージ

7個の「知能」の選択肢に対し，「人工知能」が持っていると考えられている能力の平均個数は回答者全体で2.80個であった。また20歳代2.61個，30歳代2.63個，40歳代2.89個，50歳代2.94個，60歳代2.86個であった（図1)。

図2は世代別の個々の「知能」の選択割合である。20歳代，30歳代，40歳代では「言語能力」が最も選択され，次いで「論理・数学」能力が選択された。一方，50歳代，60歳代では逆に，最も選択されたのが「論理・数学」で，次いで「言語能力」であった。また，この2つの選択割合の違いが大きい30歳代，40歳代に対し，「言語」「論理・数学」能力を選択した割合の差の有無を検定した結果，30歳代では χ^2 (1, N=311)=3.29, p=0.0697, 40歳代では χ^2 (2, N=370)=2.82, p=0.0930，であり5%水準で帰無仮説を棄却できなかった。

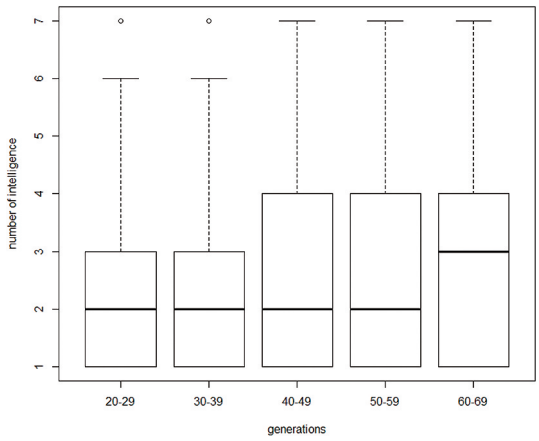

図1　世代別「人工知能」の知能個数

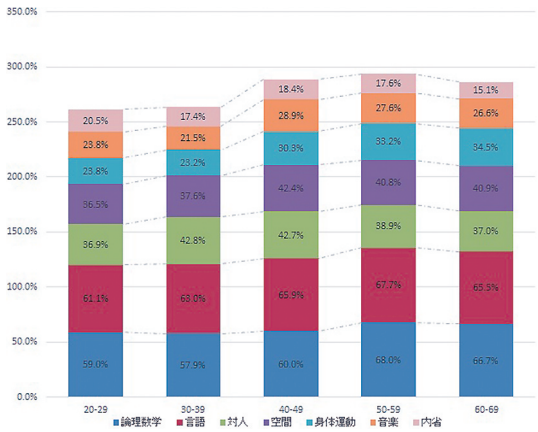

図2　世代別「知能」選択結果

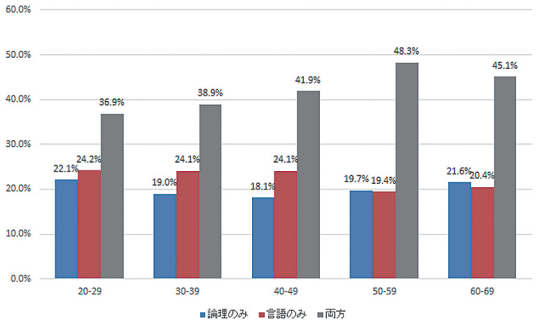

図３　「言語」「論理・数学」能力の選択状況

更に，「言語」「論理・数学」能力を選択した場合，どちらか一方のみを選択した場合と，両方とも選択した場合は図３のような結果になった。このとき，各年代で「言語」のみ，「論理・数学」のみを選択した人の割合に有意差は確認できなかった。

また，全体のデータに対し，各「知能」と知能の選択個数の間の連関を求めるため，クラメルの連関係数を求めた。結果，全体のデータに対し，連関係数が 0.650 を超えた組合せは，「音楽能力」「選択知能個数」(0.726)，「内省能力」「選択知能個数」(0.688)，「空間能力」「選択知能個数」(0.679) の３組だった。これらに対し，残差分析を行った。「音楽能力」「個数」で調整済み標準化残差が２を超えたのは，「音楽能力」を選択せず，「選択知能個数」が１個から３個だった場合（それぞれ，15.9, 8.28, 2.51）と，「音楽能力」を選択し，「選択知能個数」が４個から７個の場合（それぞれ 5.23, 10.0, 11.9, 19.8）であった。連関係数が 0.65 を超えた他の組み合わせでも同様，「内省」「空間」能力を選択しなかった人は「選択知能個数」の数が少なく，逆に選択した人は「選択知能個数」の数が多い結果だった。

○ 考察

本研究では「人工知能」に対し，どのような知能が「暗黙の了解」として捉えられているのかを調べるため，大規模質問紙調査を行った。まず「人工知能」という語の認否を確認した結果，世代間に認否の差はなかった。このことから，本研究で得られた知識イメージは世代を超えた共通する知能イメージと考えられる。次いで，「人工知能」の知能選択の設問では，７個の「知能」に対し２個前後が選択され，その回答の多くが「論理・数学」「言語能力」を含むこと，またその傾向は年代による差が無いことが確認できた。子安は，多重知能説で列挙された７個の知能を相互関係から３種類の分類し，ここで選択された「論理・数学」「言語能力」に「空間能力」を加え技術的（学校）知識[子安，2005]と分類した。つまり，現時点では「人工知能」という語は学校的知能という語を総合した語であるという「暗黙の了解」が世代を超えて共有されていると考えられる。

しかし一方で，「人工知能」に対して芸術的知能・人格的知能が含まれると考える回答者，すなわち，選択知能個数が６個以上の回答者群が存在した。この点について，3）の「人工知能」に対する自由記述欄に対し，６個以上の知能を選択した回答者を対象に分析を行った（紙面の都合で割愛)。結果，より詳細な知識を持った回答者や，実際にインタラクションを行った経験を記述した回答者が，選択知能個数が１個～2 個の回答者より多い傾向にあった。このことから，実際に記憶に残るような深いインタラクションを行った経験や，人工知能技術について調べた経験が，人工知能に対する知能イメージを変化させる可能性があることが示唆される。つまり，現時点では「人工知能」を学校知的なイメージでとらえるのが暗黙の了解となっていても，将来的にそのメンタルモデルは変化していく可能性があるといえるだろう。

一方で，この調査では，個人間の機械に対するメンタルモデルの違いが，行動レベルでどのような影響が出るのかについてまでは確認することができなかった。そこで，以下実験２では，実際にインタラクションを行っているときの状態を分析することで，機械に対する「暗黙の了解」が行動レベルでどのような影響が出ているのかを確認する。

実験２:「暗黙の了解」と生体反応への影響

○ 背景と目的

近年，将棋プログラムは 2015 年に情報処理学会が人間の棋士を超えたという宣言をする程に強く，実際，トッププロ棋士との公式対局でも度々勝利している。このことは多くの将棋プレイヤにとって将棋プログラムが強いモノであるという暗黙の了解を抱かせるのに十分な役割を果たしている。本実験では，将棋プログラムを使用し，実際にインタラクションを行った際にこのような暗黙の了解が行動にどのような変化を与えるのかを調べた。

○ 実験概要

本実験ではアマチュア有段者を対象に実施した。実験時は全てオンライン上で実施した。その際，対局相手はプログラムだが対局前に相手が人間だと伝える場合（H-nonH 条件）と，相手がプログラムであると伝える場合（nonH-nonH 条件），そして相手が人間だと伝え，実際に人間と対局する場合（H-H 条件）の３条件で対局した。なお，*-nonH 条件の対局で使用した将棋プログラムには，仲道らによって提案された接待将棋プログラムを使用した［仲道，2016］。このプログラムは形勢に対する評価値がゼロに近づくような指し手を選択することで勝ち過ぎない挙動をするプログラムである。つまり，相手の指し手によってはプログラムで導出した最善手ではない手を選択する将棋プログラムのため，将棋プログラムは常に最善手を指すという参加者の暗黙の了解とは異なる挙動をする。

実験は，左手に皮膚コンダクタンス反応（SCR）を計測装置端末を装着し（図４左），右手でマウス操作で将棋の対局をした（図４右）。SCR 端末を装着後，精神性発汗のデータを以外を除去するためのキャリブレーションを行った後に実験を実施した。

○ 結果と考察

ここでは，実験参加者 S の結果を中心に説明をする。S 自身はアマチュア高段者で，大学将棋部に所属する学生である。また，S は実験１日目に H-nonH 条件で２局対局（1 勝 1 負），実験２日目に nonH-nonH 条件で１局対局（1 負）した。

図４　SCR 計測装置（左），実験風景（右）

インタビューは２日目の nonH-nonH 条件の対局終了後に実施した。まず，将棋プログラムとの対局をするといわれたとき，どう思ったか？という質問に対し，S は「警戒していた。普段，対人間で指している指し方とは変えようと思った。コンピュータだと，序盤から苦しいと多分，負けるので，序盤は安全に行こうと思って…」と発言した。また，H-nonH 条件での対局が実際には人間相手での対局ではなかったことを伝えた後に感想を聞くと「人間が相手だったら，序盤は角交換をすればよかったです。」と発言。また，人間との対局とプログラムとの対局の違いについて尋ねると，「今日（nonH-nonH）は安全に行きましたが，昨日（H-nonH）は，結構，雑な部分があったかなと思います。人間だと思っていましたので，」と発言した。これらの発言から S は，将棋プログラムの終盤での計算能力の高さという暗黙の了解から，序盤に積極的な指し手を選ぶという行動意識したことがわかる。実際，SCR の結果は精神性発汗の程度を 0～10 の 11 段階（レベル 0 が発汗が計測されない程弱い状態，レベル 10 が強い精神性発汗）で表示されるが，H-nonH 条件の２局目でレベル６を超えるような強い精神性発汗があったのは，27 手目に相手が想定外の手を指してきた直後のみで，それまではレベル 2～3 程度であった。一方で nonH-nonH 条件では対局開始時にはすでにレ

ベル７程度の精神性発汗が観測され，その後も終盤近くまで継続して強い精神性発汗が確認された。このことから，Ｓは，実際には最善手を指さないプログラムとの対局にもかかわらず，将棋プログラムは強く，また最善手を指すという暗黙の了解により，人間が相手だと思い込んだ場合と異なる行動をしたことが確認できた。

［今後の研究の方向，課題］

本研究では人間の人工知能や機械に対する「暗黙の了解」を調査するとともに，その「暗黙の了解」が行動や生態データへどのように影響するのかを調べた。結果，機械・人工知能に対しては人格的な知能を持つことは共有されておらず，学校知的な知能が暗黙の了解として世代を超えて共有されていること，また機械に対する暗黙の了解は実際の状況と異なっていても人間の行動を変化させる可能性があることが確認できた。今後は更に，この暗黙の了解がインタラクションの中でどのように変容していくのかについて調べていきたい。

なお今回の実験結果について，特に，実験１の結果がインターネット調査会社を使用した点は留意すべき点であると考える。１つ目の問題点として，インターネット調査の回答者の質の問題がある。先行研究では，質問文を読まずに回答する回答者が一定数存在することが指摘されている。本研究ではこれを踏まえ，質問文は簡潔で，短文になるようにすると共に，選択肢はランダムで表示されることによって，質問文を回答しないで回答する回答者の影響を低減するようにした。また２つ目の問題として，インターネット利用者数の世代間の違いについて検討する必要がある。総務省の発行した平成 29 年度版情報通信白書では，2016 年時点でのインターネット利用者数は 20 歳～59 歳では 90% を超えている一方で，60～64 歳では 83.3%，665～69 歳では 69.4% と報告されてる。このことから，特に 60 歳代以上のサンプルについては，同世代の中でも ICT 機器に対し，知識が豊富な人が回答した可能性があると考えられる。この点は今後，複数の調査方法を混合するなどして検証する作業が今後併せて行っていく必要があると考える。

［参考文献］

［仲道 2016］ 仲道隆史，伊藤毅志，プレイヤの技能に動的に合わせるシステムの提案と評価，情報処理学会論文誌，57(11), pp. 2426-2435 (2016).