

抜 粋 版

第 36 回テレコム社会科学学生賞 応募論文

コンピュータによる感情評価は 注意資源を分配されにくい

—感情喚起画像に対する評価プロセスに着目した脳科学的検討—

令和 2 年度

筑波大学大学院人間総合科学研究科

感性認知脳科学専攻

博士後期課程 2 年

池田 利基

論文要旨

近年、急速な技術の進歩に伴い、我々の振舞いを模倣したコンピュータエージェントが開発されている。コンピュータエージェントの感情状態について、我々はどのように捉えることができているのかということを明らかにすることは、コンピュータとのコミュニケーションのあり方を再考するうえで重要であると考えられる。

本研究では、国際的な刺激画像のデータベースである International Affective Picture System(IAPS)を呈示した後に、実験参加者に刺激画像について感情評価してもらった。その後に、Human agent (以下、HA)による刺激画像に対する感情評定を実験参加者に呈示するブロックと、Computer agent (以下、CA)による刺激画像に対する感情評定を実験参加者に呈示するブロックを設けた。そのうえで、HA による感情評定を呈示した場合と比較して CA による感情評定を呈示した場合は、実験参加者が刺激画像を再度評価するときに生じる刺激画像に対する注意資源の分配量は小さくなるのかという点について検討した。注意資源の分配量は、事象関連脳電位の後期陽性成分 (late positive potential: LPP)によって推定した。

実験の結果、HA の評定が実験参加者の評価と不一致である場合と比較して、CA の評定が実験参加者の評価と不一致である場合のほうが、画像刺激に対する LPP の振幅が小さくなっていた。これは、自分と不一致な評定をおこなう他

者がいる場合，その他者がコンピュータエージェントである場合は（人間である場合と比較して）その後の画像刺激に対して注意資源が分配されにくいことを示唆している。以上より，馬の合わない人間の感情評定よりも，馬の合わないコンピュータエージェントの感情評定のほうが，よりあてにされにくいということが示唆された。これは，少なくとも感性的側面においては，コンピュータエージェントが人間の良きパートナーには未だなることができていないことを意味する。

目次

第1章 理論編

1.1 はじめに	2
1.2 メディアの等式 (media equation)	3
1.3 人間とコンピュータの相互作用を検討した先行研究	4
1.4 なぜ我々はコンピュータよりも人間に影響を受けやすいのか	10
1.5 本研究の目的	12

第2章 実証編:他者視点取得が感情喚起画像に対する再評価に与える影響

2.1 概要	15
2.2 方法	17
2.3 結果	23
2.4 考察	28
2.5 本研究の位置づけ	30
2.6 おわりに	31
引用文献	33
付録	39
謝辞	40

第 1 章

理論編

1.1 はじめに

20世紀より映画や小説の中で、人工知能やロボットなどのコンピュータを搭載した登場人物は、しばしば人類と共存したり、人類に反逆したりする存在として描かれることがある。現代社会において、我々とコンピュータエージェントは相互従属的な関係を築いていることを考慮すると、それらはあながち的はずれではないように思える。

近年では、急速な技術の進歩に伴い、我々の振舞いを模倣したコンピュータエージェントが開発されてきている。たとえば、日本マイクロソフトが開発した女子高生型会話ボットである「りんな」や、ソフトバンクが販売したヒューマノイドロボットである「Pepper」など、対話型のコンピュータエージェントの社会実装の萌芽が認められる。今後、コンピュータエージェントは一定の環境下に据え置かれているだけでなく、より主体性をもった知的な活動体として、我々の前に対峙するかもしれない。そうすれば、人間が担ってきた多様なコミュニケーションを、彼らが人間の振舞いと変わらない態度でおこなうのだろう。それでは、我々はコンピュータエージェントの感情状態についてどのように捉えることができているのだろうか。たとえば、コンピュータがいかに精緻な感情表出をおこなったとしても、我々人間がそれらに対して注意を向けにくいのであれば、コンピュータとのコミュニケーションのあり方を再考する必要があるだろう。

人間はコンピュータの感情状態をどのくらい参照するのだろうか、という問いに答えるために、まずは人間とエージェントの相互作用(以下, Human-Agent Interaction; HAI)に関する先行研究に触れていく。その上で、人間やコンピュータエージェントといった他者による感情状態が人々の意思決定に与える影響について、脳科学的な手法を利用することによって実験を展開する。

1.2 メディアの等式 (media equation)

広く知られているように、コンピュータの出力はプログラムに依拠している。それにも関わらず、人間はコンピュータと協同関係を築くなど、あたかもコンピュータを人間の如く扱うことが明らかになっている。それを説明する先駆的な理論として、Reeves & Nass (1996)が提唱したメディアの等式(media equation)が挙げられる。メディアの等式とは、コンピュータなどのメディアの出力を、現実中存在するものとして人間が認識することをさす。彼らの一連の研究において、人間はコンピュータに対して、態度や印象、同調性や互惠性を表象することが明らかにされてきた(レビューとして、Reeves & Nass, 1996; Nass & Yen, 2010)。

この現象について、Nassは「脳が古い (old brain)」ことによって生じる錯認であると述べている。すなわち、情報技術の進化速度は、人間のそれを凌駕

しており、現代の技術の進化速度に対して脳の進化速度が追いついていないというのが彼らの主張である。結果として、我々は機械であるコンピュータをあたかも人間のように扱うのだという。その真偽は定かではないが、メディアの等式は、人間とコンピュータの相互作用に関する最も初期の理論として位置づけることができる。

さて、メディアの等式では、コンピュータの出力があたかも人間の態度のように受け取られるということを議論している。しかし、この理論が扱ってきたのは、あくまで「コンピュータとの相互作用は人間との相互作用に等しい」という点である。それでは、我々はコンピュータを人間と全く同じように認識しているといえるのだろうか。以下の先行研究を通して、実際はそうではないということを議論していきたい。

1.3 人間とコンピュータの相互作用を検討した先行研究

近年では、実験参加者・人間・コンピュータエージェントの三者を対象とした相互作用の研究が進んでいる。その内容は、痛みへの共感性、社会的フィードバック、社会的ジレンマ、社会的排斥など従来の心理学的な概念を応用しているものが見受けられる。

第一に、痛みへの共感に関する先行研究として、Suzuki, Galli, Ikeda,

Itakura, & Kitazaki (2015)は、人間あるいはロボットにおいて痛みの生じている画像を呈示する条件（e.g., 鋏^{はさみ}で手の指を切っている）と痛みの生じていない画像を呈示する統制条件を設けた。そして、実験参加者がこの画像を観察しているときに、事象関連脳電位(event-related brain potential)の P300 を測定した。P300 とは刺激呈示からおおよそ 300ms 後に陽性の最大振幅を示して出現する脳電位であり、刺激に注意を向けていると大きくなり、向けていないと小さくなるため、刺激に向けられた注意の量の指標となることが知られている(入戸野, 2013)。実験の結果、痛みがある条件において、P300 の有意な増幅が認められた。さらに人間が対象の条件においてのみ痛みのある条件のほうが痛みのない統制条件よりも P300 の有意な増幅が認められた。これは、人間が痛みを抱えている場合はより多くの注意資源を分配していたことを示唆している。

人間やコンピュータエージェントとの相互作用を検討した先行研究では、実験参加者のパーソナリティについて、人間あるいはコンピュータが社会的フィードバックを行うという手続きを用いて他者からの評価に対する実験参加者の反応を検討したものがある(Schindler, Wegrzyn, Steppacher, & Kissler, 2015; Schindler & Kissler, 2016)。彼らの一連の研究では、まず実験参加者にカメラの前で自己陳述を行ってもらった。その後、実験参加者のパーソナリティについて、特定の形容詞を用いて、ディスプレイ画面上にフィードバックをするという手法でこの形容詞に対する事象関連脳電位の測定をおこなった。Schindler et al. (2015) では、実験参加者にはあらかじめ「別室にいる人がフィードバック

クを行う」ことと、「コンピュータがランダムにフィードバックをおこなう」ことを教示した。同様に、Schindler & Kissler (2016) では、「別室にいる人がフィードバックを行う」ことと、「コンピュータの解析技術によってフィードバックを行う」ことを教示した。その結果、両研究において、人間によるフィードバックを受けた場合のほうが、コンピュータによるフィードバックを受けた場合よりも P300 などの注意に関連する脳波成分が大きいことが示された。これは、人間によるフィードバックに対してより多くの注意資源を分配していたことを示唆している。

同じく相互作用を検討した先行研究に、サイバーボール(Cyberball; CB)課題を用いて、社会的排斥に対するネガティブ感情を検討したものがある(Zadro, Williams, & Richardson, 2004; Driscoll, Barclay & Fenske, 2017)。社会的排斥とは、特定の他個体を集団から排除する行為である。これは、ヒトや動物を問わず認められていることから(Gruter & Masters, 1986)、排斥行為は集団の維持や秩序を守るための、生物としての戦略的な側面を有していると考えられる。典型的な CB 課題では、コンピュータのネットワークを通じて、実験参加者にディスプレイ上に映し出された相手プレイヤーとキャッチボールしてもらう(Williams, Cheung, & Choi, 2000; Williams, & Jarvis, 2006)。三人プレイヤーによる CB 課題では、自分がボールを投げる際には右か左の人のどちらに投げるかを選択する。実験参加者は人がプレイヤーとして参加していると教示されているものの、実際の対戦相手はあらかじめプログラムされたコンピュータプレイ

ヤである。

CB 課題には、実験参加者に均等にボールが投球される公平条件、低頻度でしかボールが投球されない排斥条件があり、排斥条件のほうが公平条件よりも、その状況に対してネガティブな評価が高いことが多くの研究において確認されている（レビューとして、小野田, 2010）。同レビュー内において、排斥によって生じる主観的な心の痛みと背側帯状回前部 (dorsal anterior cingulate cortex : dACC) の賦活は相関関係にあり (Eisenberger, Lieberman, & Williams, 2003), dACC は身体的な痛みに関連して賦活することが知られているため (Wager et al., 2004), 心の痛みと身体的な痛みは同様の神経基盤を有すると推察されている。

Zadro, Williams, & Richardson (2004) は、投球する二名の他者が人間である場合とコンピュータである場合を設けて、公平条件と排斥条件がネガティブな評価に与える影響を検討した。アイコンは、人間とコンピュータのいずれの場合でも、人間を模したデザインであった。その結果、排斥条件のほうが公平条件よりもその状況に対してネガティブな評価が高かったが、人間とコンピュータの間では差がみられなかった。

一方、Driscoll, Barclay, & Fenske (2017) は、コンピュータのアイコンについてネットワークを模したものに變更して、類似の実験を行った。彼らの研究では、一方の相手が実験参加者にボールを等しく回す公平なプレイヤーで、もう一方のプレイヤーが実験参加者にボールをほとんど回さない拒絶的なプレイヤーで

あった。実験の結果、拒絶的なプレイヤーのほうが公平なプレイヤーよりもネガティブに評定されていた。さらに、公平な人間に対してのほうが公平なコンピュータに対してよりもポジティブな印象を抱きやすく、拒絶的な人間に対してのほうが拒絶的なコンピュータに対してよりもネガティブな印象を抱きやすいことが明らかになった。また、拒絶的な他者に対する投球率は、人間に対してのみ経時的な減少が認められた。

Driscoll et al. (2017)の結果は、Zadro et al. (2004)の結果と相反するものであるが、その原因は相手プレイヤーを示すアイコンに言及できる。すなわち、両研究の相違点は、相手がコンピュータの場合において人間の顔写真を社会的な手がかりとしてアイコンにしていたかどうかにあると解釈可能である(Driscoll et al., 2017)。この点で、人が実在しているという示唆性が、相互作用の環境において排斥によって生じるネガティブな感情に影響すると考えることができる。

最後に、相互作用を検討した先行研究の中でも利害関係を取り扱ったものとして、最後通牒ゲーム(ultimatum game; UG)を用いて、社会的ジレンマの状況における不公平性について検討した先行研究を紹介する(Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom & Cohen, 2003; Wu, Luo, Broster, Gu, & Luo, 2013)。社会的ジレンマとは、複数の他者とのあいだで、協力よりも非協力の方が個人にとって有利な結果をもたらすような状況のことである。UG 課題は、他者の利益に対する不公平感を検討する課題であり、実験は二人一組で報酬を分けるという内容で実施される。二人のうち、一人は配分者になり配分額を決定し、もう

一人は被配分者になりそれを受容するか拒絶するかを選択する。このとき、被配分者が拒絶すると、二人の報酬はゼロとなる。そのため、被配分者は自分の報酬がゼロではない限り、配分者の決定を受容するほうが合理的な判断となる。しかし、実際には被配分者は不公平な配分には納得せず、拒絶することが多い。

Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom, & Cohen (2003)では、配分者を人間あるいはコンピュータ、被配分者を実験参加者として UG 課題を実施した。その結果、公平な配分者である場合は、人間とコンピュータに対する受容率には有意な差は認められなかった。しかし、被配分者にとって不利である場合は、人間の提案のほうがコンピュータの提案よりも受容される確率が低かった。同様の研究方法で実施した Wu et al. (2013)においても、不公平な配分者であるほど、人間の提案のほうがコンピュータの提案よりも受容される確率が低かった。加えて、彼らの研究では、人間の提案のほうがコンピュータの提案よりも、公平な分配であるときはよりポジティブに感じられ、不公平な分配であるときはよりネガティブに感じられるということが明らかになった。この結果は、人間に対してのほうが自己の比較対象になりやすいことを示唆している。

ここまで、社会心理学の課題を用いた HAI 研究について概観してきたが、いずれもコンピュータに対して人間が有するような感情や意思決定を表象している可能性があり、いずれもその程度は人間に表象するよりもコンピュータに表象するほうが小さいということを示している。

1.4 なぜ我々は「コンピュータ」よりも「人間」に影響を受けやすいのか

前節 1.3 で確認したように、我々はコンピュータよりも人間の行動や感情状態に影響を受けやすいということが明らかになっている。それでは、この差異はどのように生じているといえるだろうか。

他者の心的状態を見出したり推論したりすることはメンタライジングと呼ばれるが(Frith, Morton & Leslie, 1991; Frith & Frith, 2003), その発展的な概念として心的帰属というものがある。心的帰属とは、無生物に心的状態（意図性・動機・情動・目標）を帰属することであると定義される(龍輪, 2007)。古典的な研究では、単なる幾何図形がストーリーに従って移動する映像をみせられただけでも、図形が生きている、追いかけているなど、心的帰属が生じることが知られている(Heider, & Simmel, 1944)。

実際、我々は社会生活において、アニメーションや小説の中の仮想の人物だけでなく、コンピュータデスクトップのアイコンや公共で使用されるピクトグラムなどの単純な記号について、多様な意味を付与する。単なるシンボルとして処理することなく、論理的に記号に対して情報を持たせることを可能としており、複雑な概念を簡潔な表現で説明することに成功している。その意味で、人間が有する心的帰属という能力は、対象に関する正確な知識を有していない場合において重要な役割を果たしている。対象について手がかりを用いて理解

し、どのように相互作用をおこなえばよいのかを把握する際に、人間の認知的処理の手助けをする重要な機能の一つであるといえよう。そして、この機能が我々に備わっているために、特別な学習を経ることなく、かつ明示的な説明を行われなくとも、我々は無生物に対しても感情や意図を表象するのだろう。

HAI 研究においても、我々が人間以外の事物を人間のように見立てるのはそうした心を見立てる能力の働きによるものであるとされている（竹内，2009）。また、人間は生存と繁栄のために集団に所属する欲求を有しているため、人間は人間に対してより心的状態を表象させるのだという意見が提出されている（Schindler & Kissler, 2016）。そのように仮定すると、人間は生存や繁栄への僅かな手かがりでさえ、心的帰属によって感情表象が得られる水準にまで増幅させ、それがより確かな手かがりであるときにはより大きく感情表象を増幅させている可能性がある。結果として、人間は人間に対してより心的帰属をおこない、多様な感情の様相を、強度をもって汲み取っているという説明ができるだろう。

先行研究においては、実験参加者は人間に対してエージェントよりも強く痛みを表象したり（Suzuki et al., 2015）、人間による評価をより強度をもって受け止めたりする（Schindler et al., 2015; Schindler & Kissler, 2016）ことが確認されている。これは、両者に心的帰属が生じているが、人間に対してのほうがより強く心的帰属が生じているためであると考えられる。

1.5 本研究の目的

前節 1.4 では、HAI 研究で認められていた現象が、心的帰属で解釈が可能であることを論じた。その程度が、人間に対する場合とコンピュータに対する場合とで相違があるために、人間の感情や意思決定が、人間に対する場合のほうがコンピュータに対する場合よりも影響を受けやすい可能性があることを述べた。

本稿の冒頭で、人間はコンピュータの感情状態をどのくらい参照するのだろうか、という問いを立てたが、これらの先行研究は部分的にはその答えを示してくれている。たとえば、人間によるフィードバックのほうがコンピュータによるフィードバックよりも人々の注意資源を分配させやすいし (Schindler et al., 2015; Schindler & Kissler, 2016)、人間に対してのほうがコンピュータに対してよりも公平な判断を人々は求めやすいのだといえる (Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom, & Cohen, 2003; Wu et al., 2013)。しかし、これらの先行研究の実験課題の性質上、実験参加者の自尊感情を損なう可能性があったり、他者と利害関係にあったりするために、純粋に他者の感情状態に対する注意の程度を検討できていない。また、我々が対人関係において日常的に経験するように、自身の感情状態とは対立したコンピュータの感情状態についてどのように参照するのかは不明瞭なままである。このような問題を排除したうえで HAI 研究を実行することは、心的帰属という概念の拡張にも繋がるかもしれない。

そこで、本研究では人間やコンピュータが実験者とは異なる感情状態にある様子を実験参加者が観察した際の注意資源の分配量や、実験参加者自身の意思決定の変化を検討する。今後さらに発展していく情報社会の中で、エージェントはより主体性をもった協同者として我々の目の前に現れることが予想される。HAI 研究において人間やコンピュータの感情状態が、それを観察する人々の意思決定に及ぼす影響を検討することは、今後コンピュータをどのように設計するのかという点を考慮する上での一助になると期待される。

なお、本研究では、エージェントとして、「コンピュータプレイヤ」を設けた。人間とのインタラクションを目的として流通しているロボットやインターフェイスには、比較的人間に近いものや動物に近いもの、あるいは無機物を模したものなど多様性が認められるが、これらのエージェントを用いた場合、そのエージェントの容貌などの特性が交絡するために、実験結果の一般化が難しくなると考えられる。そのため、本研究では一貫して「コンピュータ」という名を付与し、パーソナルコンピュータ端末によって人間の認知機能を模倣した出力反応を示す他者をコンピュータエージェントの概念的定義とした。

第 2 章 本文未公表¹

¹ 本論文の実験に類似した研究成果は、「池田 利基・武田 裕司(2018). 情動刺激に対する他者視点取得が再評価に与える影響 ―人間およびコンピュータによる評価の比較― 電子情報通信学会 2018 年総合大会 ISS 学生ポスターセッション予稿集, ISS-P-053, 110」及び「池田 利基・武田 裕司(2019). 人間の評価はコンピュータの評価よりも注意を向けられやすい 第 14 回感性工学会春季大会予稿集, 2D04」に採録・公表されています。

引用文献

- Brainard, D. H. (1997). The psychophysics toolbox. *Spatial vision*, 10 (4), 433-436.
- Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of neuroscience methods*, 134 (1), 9-21.
- Driscoll, R. L., Barclay, P., & Fenske, M. J. (2017). To be spurned no more: The affective and behavioral consequences of social and nonsocial rejection. *Psychonomic bulletin & review*, 24 (2), 566-573.
- Eisenberger, N. I., Lieberman, M. D., & Williams, K. D. (2003). Does rejection hurt? An fMRI study of social exclusion. *Science*, 302 (5643), 290-292.
- Foti, D., & Hajcak, G. (2008). Deconstructing reappraisal: Descriptions preceding arousing pictures modulate the subsequent neural response. *Journal of cognitive neuroscience*, 20 (6), 977-988.
- Frith, U., Morton, J., & Leslie, A. M. (1991). The cognitive basis of a biological disorder: Autism. *Trends in neurosciences*, 14 (10), 433-438.
- Frith, U., & Frith, C. D. (2003). Development and neurophysiology of mentalizing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 358 (1431), 459-473.

- Gruter, M., & Masters, R. D. (1986). Ostracism as a social and biological phenomenon: An introduction. *Ethology and Sociobiology*, 7 (3-4), 149-158.
- Hajcak, G., & Nieuwenhuis, S. (2006). Reappraisal modulates the electrocortical response to unpleasant pictures. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 6 (4), 291-297.
- Heider, F., & Simmel, M. (1944). An experimental study of apparent behavior. *The American journal of psychology*, 57 (2), 243-259.
- Kleiner, M., Brainard, D. H., & Pelli, D. G. (2007). What is new in Psychophysics Toolbox. *Perception*, 36.
- Lang P, Bradley M, Cuthbert B (2008). International affective picture system (IAPS): affective ratings of pictures and instruction manual. Technical report no. A-8, University of Florida, Gainesville
- Manstead, A. S., & Fischer, A. H. (2001). Social appraisal. *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research*, 221-232.
- Nass, C., & Yen, C. (2010). *The man who lied to his laptop: What we can learn about ourselves from our machines*. Penguin.
- 入戸野 宏 (2005). 心理学のための事象関連電位ガイドブック 北大路書房
- 入戸野 宏 (2013). P300 応用 認知科学の立場から 臨床神経生理学, 41(2), 86-92.

- 小野田 慶一 (2010). なぜ心が痛いのか —社会神経科学における排斥研究の現状— 生理心理学と精神生理学, 28(1), 29-44.
- Paul, S., Endrass, T., Kathmann, N., & Simon, D. (2016). Adapting another person's affective state modulates brain potentials to unpleasant pictures. *Biological psychology*, 120, 81-87.
- Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial vision*, 10 (4), 437-442.
- Reeves, B., & Nass, C. I. (1996). *The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places*. Cambridge university press.
- 榭原 良太 (2014). 再評価の感情制御効果と精神的健康への影響 感情心理学研究, 22(1), 40-49.
- Sanfey, A. G., Rilling, J. K., Aronson, J. A., Nystrom, L. E., & Cohen, J. D. (2003). The neural basis of economic decision-making in the ultimatum game. *Science*, 300 (5626), 1755-1758.
- Sabatinelli, D., Keil, A., Frank, D. W., & Lang, P. J. (2013). Emotional perception: correspondence of early and late event-related potentials with cortical and subcortical functional MRI. *Biological psychology*, 92 (3), 513-519.
- Sabatinelli, D., Lang, P. J., Keil, A., & Bradley, M. M. (2007). Emotional

- perception: correlation of functional MRI and event-related potentials.
Cerebral cortex, 17(5), 1085-1091.
- Schindler, S., Wegrzyn, M., Steppacher, I., & Kissler, J. (2015). Perceived communicative context and emotional content amplify visual word processing in the fusiform gyrus. *Journal of Neuroscience*, 35(15), 6010-6019.
- Schindler, S., & Kissler, J. (2016). People matter: Perceived sender identity modulates cerebral processing of socio-emotional language feedback. *NeuroImage*, 134, 160-169.
- Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., Ito, T., & Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: the late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, 37(2), 257-261.
- Schupp, H., Cuthbert, B., Bradley, M., Hillman, C., Hamm, A., & Lang, P. (2004). Brain processes in emotional perception: Motivated attention. *Cognition and emotion*, 18(5), 593-611.
- Suzuki, Y., Galli, L., Ikeda, A., Itakura, S., & Kitazaki, M. (2015). Measuring empathy for human and robot hand pain using electroencephalography. *Scientific reports*, 5.
- 竹内 勇剛 (2009). HAI におけるメディアイクエーション (< 特集> 深化する HAI: ヒューマンエージェントインタラクション) 人工知能学会誌, 24(6),

824-832.

龍輪 飛鳥 (2007). 運動図形のアニメーションを用いた心的帰属研究の展望 京都大学大学院教育学研究科紀要, 53, 313-324.

Thiruchselvam, R., Blechert, J., Sheppes, G., Rydstrom, A., & Gross, J. J. (2011). The temporal dynamics of emotion regulation: An EEG study of distraction and reappraisal. *Biological psychology*, 87(1), 84-92.

Wager, T. D., Rilling, J. K., Smith, E. E., Sokolik, A., Casey, K. L., Davidson, R. J., ... & Cohen, J. D. (2004). Placebo-induced changes in FMRI in the anticipation and experience of pain. *Science*, 303(5661), 1162-1167.

Williams KD, Cheung CK, Choi W. (2000) Cyberostracism: effects of being ignored over the Internet. *Journal of personality and social psychology* 79(5):748

Williams, K. D., & Jarvis, B. (2006). Cyberball: A program for use in research on interpersonal ostracism and acceptance. *Behavior research methods*, 38(1), 174-180.

Wu, T., Luo, Y., Broster, L. S., Gu, R., & Luo, Y. J. (2013). The impact of anxiety on social decision-making: behavioral and electrodermal findings. *Social neuroscience*, 8(1), 11-21.

Zadro, L., Williams, K. D., & Richardson, R. (2004). How low can you go? Ostracism by a computer is sufficient to lower self-reported levels of

belonging, control, self-esteem, and meaningful existence. *Journal of Experimental Social Psychology*, 40 (4), 560-567.

付録

本研究で用いた IAPS の番号

Neutral images : 2028, 2102, 2104, 2190, 2191, 2210, 2221, 2280, 2357,
2381, 2385, 2393, 2396, 2440, 2441, 2446, 2480, 2570, 2575, 2580, 2593,
2840, 2880, 2890, 5390, 5500, 5510, 5530, 5720, 6150, 7000, 7002, 7003,
7009, 7010, 7025, 7026, 7030, 7032, 7034, 7035, 7040, 7041, 7043, 7050,
7056, 7060, 7183, 7184, 7185, 7186, 7187, 7188, 7247, 7248, 7249, 7491,
7950, 8211

Unpleasant images : 1301, 1303, 1726, 1931, 2053, 2120, 2141, 2278, 2691,
2694, 2710, 2718, 2900, 3160, 3216, 3230, 3300, 3350, 5940, 5972, 5973,
6020, 6200, 6220, 6300, 6312, 6360, 6370, 6562, 6840, 6940, 8475, 9120,
9160, 9270, 9280, 9341, 9402, 9403, 9404, 9415, 9419, 9421, 9423, 9424,
9426, 9429, 9471, 9495, 9520, 9610, 9620, 9621, 9905, 9908, 9921, 9922,
9926, 9941

謝辞

本研究の遂行にあたり、指導教員である筑波大学大学院の武田裕司先生には、実験計画の作成から学会発表、本研究に関係する様々な論文の執筆に至るまで、たくさんのご指導いただきました。特に本稿の基になった修士論文の執筆に際しては、幾度も丁寧な指摘をいただき、推敲をおこなう上で大変参考になりました。武田先生の細やかなご指導に深謝致します。

また、実験にご協力いただいた、産業技術総合研究所自動車ヒューマンファクター研究センターの皆様には大変お世話になりました。実験実施に際して、協力を快諾していただきありがとうございました。皆様のご協力があったために、本研究は遂行することが出来ました。皆様の温かいご厚意に、重ねてお礼申し上げます。