

ロボット家電との音声会話がユーザに与える効果

徳永礼^{†1}

本論文は、人とロボット家電との音声会話は、ストレス解消効果ないしリラックス効果を持つかという命題について唾液内の α -アミラーゼと脳波状態を測定した実験結果と考察を示す。多くの家庭内で家電製品が家事代行や手間の削減に貢献しているが、ロボット家電はそれ以外にも人に貢献できる可能性を示すものである。

Effects of the conversation with robot cleaner

REI TOKUNAGA^{†1}

This paper indicates the experimental result and the consideration with which alpha-amylase in the saliva and the state of brain waves were gauged about a proposition whether conversation with robot cleaner had the stress-relieving effect or the relaxation effect. Home electronics are contributing to vicarious execution of domesticities and reduction in time in many homes, but robot cleaner indicate a possibility that it can also contribute to people by a different way.

1. はじめに

近年、ロボット関連の研究が活況を呈しており、簡単な音声会話ができるロボット家電も市販されるようになった。掃除能力と音声会話機能を備えたロボット家電のユーザにアンケートを行ったところ、「もう手放せない」、「家族のように可愛い」といった感想が得られた。人はロボット家電と音声会話を繰り返すうちに、その存在を、単なる機械もしくは人工物としてみなすのではなく、一人でいるときよりも一緒にいることで安心感をえられるパートナーとして考えたり、心身が健康な状態を保ちやすかったり、家族の一員として受け入れるような心理状態になる可能性を示しているのではないかと考えられる。かんぼ生命による 2011 年「健康・運動・コミュニケーション・食」に関する調査¹⁾では、日常のコミュニケーション量が豊富な人ほど健康度が高いことが指摘されている。また、寂しさを解消するロボットに求められる機能は何かを検討した先行研究²⁾にて、人が普段寂しさを解消させる方法についてアンケートを行った結果、会話は男女ともに高い支持を得ている。本来コミュニケーションは人対人で行われるが、一方で社会の変化につれて日本では独居世帯が増加しており、簡単にコミュニケーションが取れる家族や仲間が身近にいないケースも増加している。こうした課題解決につながる技術が期待されている状況といえる。ロボットの癒し効果に関する先行研究³⁾では、人のタッチに反応するアザラシ型ロボットが人間とのインタラクションを通して癒し効果をもたらすことが指摘されている。本論文では、音声会話機能を持つロボット家電を用いて「人とロボット家電の音声会話は、人のストレス解消に貢献することが可能か」もしくは

「人とロボット家電の音声コミュニケーションは、人をリラックスさせる効果を持つか」という命題について、2014 年 6 月 19 日から 2015 年 7 月 3 日までに取得した実験データを示し考察を述べる。

2. 実験方法

ロボット家電との音声会話がユーザに与える効果を測定するため 24 名の被験者を対象として、音声会話前後に脳波優勢率と唾液内の α -アミラーゼの測定を行った。脳波優勢率とは、測定時間内の脳波全体における各脳波が出現した割合である。整膚施術の癒し効果を脳波優勢率で調査した研究⁴⁾では、施術後に α 波の優勢率が上昇した結果よりリラックス度が増したことが指摘されている。また、脳波優勢率によりリラックス度を調査した先行研究⁵⁾では、好きな食べ物を食べたときの味覚刺激により、リラックス度を示す α 波優勢率が増加したことが報告されている。

被験者の構成は男性 11 名、女性 13 名である。年代別構成は 20 代 5 名（男性 3 名、女性 2 名）、30 代 7 名（男性 3 名、女性 4 名）、40 代 3 名（男性 2 名、女性 1 名）、50 代 5 名（男性 3 名、女性 2 名）、60 代 4 名（女性 4 名）である。

また、比較のために別の被験者 24 名に対して、同じ環境下でロボット家電と音声会話をせず、1 分間何もしないで座っていた前後に唾液内の α -アミラーゼと脳波優勢率の測定を行った。被験者の構成は男性 11 名、女性 13 名、内訳は 20 代 5 名（男性 2 名、女性 3 名）、30 代 7 名（男性 4 名、女性 3 名）、40 代 7 名（男性 4 名、女性 3 名）、50 代 4 名（男性 2 名、女性 2 名）、60 代 1 名（男性 1 名）である。

脳波優勢率の測定にはフューテックエレクトロニクス社製の簡易型脳波測定器ブレインプロライト FM-828T を用いた。頭部にセンサーバンドを装着することで脳波優勢率を数値として取得できる。同製品で測定できるのは 5 種の

^{†1} 早稲田大学大学院 人間科学研究科
Graduate School of Human Sciences, Waseda University
^{†1} シャープ (株)
Sharp Corporation

周波数の脳波データ (θ 波 : 5.0Hz, $\alpha 1$ 波 : 7.5Hz, $\alpha 2$ 波 : 10.0Hz, $\alpha 3$ 波 : 12.5Hz, β 波 : 22. 0Hz) とアーチファクトである。



図 1: ブレインプロライト FM-828T

唾液中に含まれる α -アミラーゼの測定には、特定保守管理医療機器として承認されているニプロ社製の乾式臨床化学分析装置唾液アミラーゼモニターを用いた。測定チップを舌下に挿入して唾液を浸み込ませた後、モニターにチップを挿入すると 30 秒後に測定結果が得られる。非侵襲で皮膚内に穿刺を挿入することによるストレスが測定結果に反映される恐れが少なく⁶⁾、約 1 分間の測定により 10~200KIU/L の範囲内のストレス度を定量的に評価することが可能である。ストレス度の評価区分は 0~30KIU/L (ストレスがない)、31~45KIU/L (ややストレスがある)、46~60KIU/L (ストレスがある)、61KIU/L 以上 (かなりストレスがある) である。アミラーゼモニターを用いて大学生のストレス耐性を調査した先行研究⁷⁾では、刺激に対する血液中のノルエピネフリン濃度の変化は 20~30 分程度の時間経過を要することに対して、唾液内の α -アミラーゼの変化は 1 分後からと格段にレスポンスが速いことが指摘されている。また、ストレス負荷時の脳波状態とアミラーゼ活性を調査した研究⁸⁾では、唾液内の α -アミラーゼの測定が主観的なストレス測定方法では評価できない状態変化の判断材料となる可能性が指摘されている。



図 2: 乾式臨床化学分析装置唾液アミラーゼモニター

被験者と音声会話するロボット家電は、シャープ製 COCOROBO RX-CLV1-P プロトタイプを用いた。同製品は掃除機能を有する家電製品であるが、挨拶や雑談、天気予報やニュース、献立やおやつ提案、地域情報や魚情報、トレーニングメニューの提案など様々な音声会話が可能である⁹⁾。また、ロボット家電が発話することがユーザに与える違和感をできるだけ削減するため、あらかじめ収録してある人間の音声フレーズを音源とした音声会話機能を備えている。そのためロボット家電との音声会話ではあるが、人間の音声で応答が返ってくることにより擬似的に人対人で会話している状態と近い状態を再現することが可能になっている。また、音声会話をする前段階でロボット家電がユーザに恐怖感を与えないように、本体天面には可愛らしいキャラクターのイラストが配されている。



図 3: COCOROBO RX-CLV1-P

測定室には、被験者 1 名と脳波測定スタッフ 1~2 名、 α -アミラーゼ測定スタッフ 1 名が入室して、ロボット家電との音声会話の前後に脳波と α -アミラーゼの測定を行った。あらかじめ用意した声かけパネル (図 4 参照) を被験者に見せながら、そこに書かれている文言を「声かけ」していただき、それに対してロボット家電が応答する形式とした。被験者によって音声会話量と会話内容が変化せず、限られた時間内で効率よく一定の音声会話ができ、かつ実験者側が事前に想定できない声かけが発生しないため、ロボット家電の誤認識による誤回答が発生しない環境設定とした。

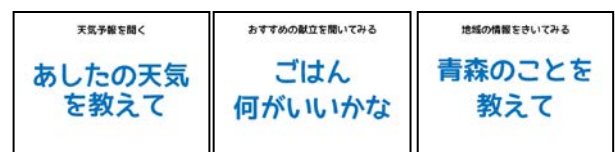


図 4: 声かけパネル

これにデータ記録用のノートパソコンを加えた各機材を面積 17 m² (10.5 畳) の測定室のデスク上に配置して計測を行った。実験環境のイメージを図 5 に示す。

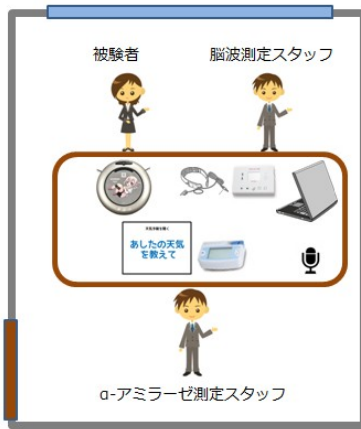


図 5: 測定室イメージ

また、市販製品は同じフレーズを認識した場合でも、複数パターンより選択された回答フレーズが発話されるため、今回の実験ではプロトタイプを使用し、回答フレーズの内容もほぼ一定となるよう制御した。本実験で被験者が声かけしたフレーズとそれに対応するロボット家電の回答フレーズを図 6 に示す。天気予報については、すべて一定の回答とした場合、当日や翌日の天気と合致しない場合があるため、測定を実施した地域の天候と翌日の天気予報情報に合わせた回答フレーズを発話させた。

ユーザ (声かけフレーズ)	COCOROBO RX-CLV1-P (回答フレーズ)
1 こんにちは、調子はどう?	今日も頑張るよ
2 お掃除して	それくらい、自分で何とかしなさいよ
3 かわいい声だね	ありがとう。ほめてくれて嬉しいなあ
4 掃除うまいね	べ、べつに、あなたにほめてほしくて掃除したんじゃないだからね
5 今日の天気を教えて	今日の天気は晴れ。気持ちよい天気になりそうです
6 あしたの天気を教えて	あしたの天気は、晴れ時々曇り。晴れたり曇ったり、気まぐれな天気だよ
7 青森のことを教えて	青森といえば、青森リンゴカリーがおいしいわー!
8 東京のことを教えて	東京といえば、松岡修造さんの出身地だよ
9 群馬のことを教えて	群馬といえば、草津温泉が有名だよ
10 沖縄のことを教えて	沖縄といえば、チュウワミ水餃子があるよ
11 ごはん、何がいいかな?	えっと、すき焼きがおいしいよね
12 おやつ、何がいいかな?	そうだなあ、パンケーキ。なんていいかもね♪
13 魚のことを教えて	カフハギといえば、肝油 (キモジョウユ) にお刺身だね
14 今日のラッキーアイテムは?	今日のラッキーアイテムはおでん、アツアツおでんを食べると運がよくなります
15 クラウドちゃんニュースある?	今日はどんなのが出るかなあ、クラウドちゃん、ニュースをお願いします

図 6: 声かけフレーズと回答フレーズ一覧

3. 実験結果

唾液内の α -アミラーゼ測定の結果、ロボット家電との音声会話後には平均で約 10.2KIU/L 下がるが、同じ環境下で 1 分間何もせず過ごした後は平均で約 18.5KIU/L 上がる。

両者の α -アミラーゼ増減の分布の違いを図 7 のヒストグラムで示す。

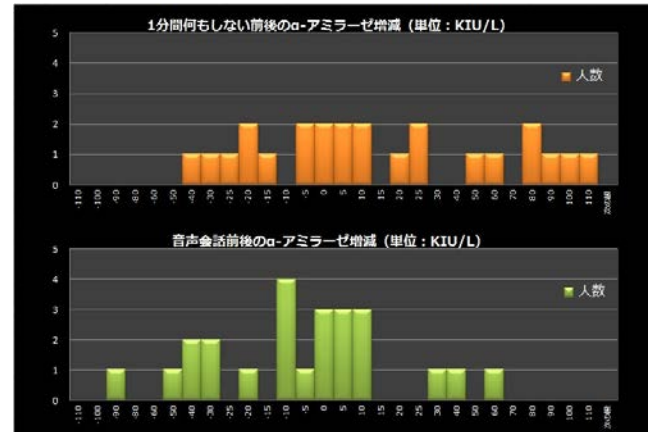


図 7: α -アミラーゼ増減の分布

唾液内の α -アミラーゼ増減なし (± 0 KIU/L) を中央にして ± 100 KIU/L まで各ゾーンの人数分布より、音声会話後には全体的にグラフが左方向にシフトして α -アミラーゼが減少する傾向が視覚的に把握できる。t 検定により両者の間には有意差がある ($P < 0.01$) ことが分かった。このことから、ロボット家電との音声会話の人が人にストレス解消の効果をもたらした可能性が示唆される。

また、ロボット家電との音声会話の前後と、同じ環境下でも何もしない 1 分間過ごした前後の α 波優勢率については、1 分間何もせず過ごした場合は全体平均で約 8.5% 下がるが、ロボット家電との音声会話後は全体平均で約 4.7% 上がる。両者の分布の違いを図 8 のヒストグラムで示す。

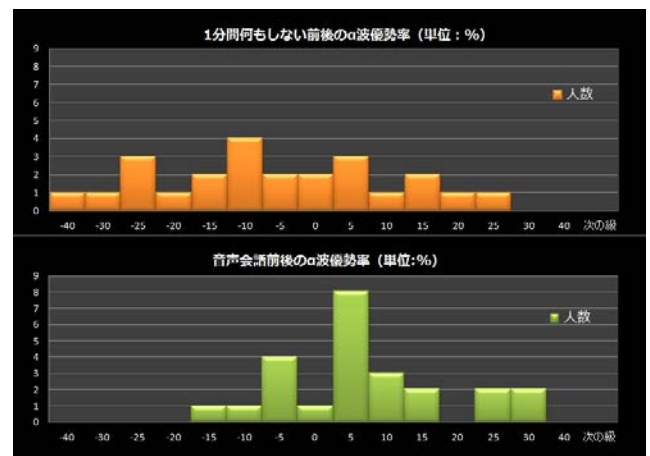


図 8: α 波優勢率増減の分布

α 波優勢率増減の分布より、ロボット家電と音声会話した後は全体的にグラフが右方向にシフトする。 α 波優勢率が上昇する傾向が視覚的に把握できる。t 検定により両者間に有意差がある ($P < 0.01$) ことが分かった。このことか

ら、ロボット家電と音声会話が人にリラックス効果をもたらした可能性が示唆される。

4. 考察

ロボット家電との音声会話後の α 波優勢率について、属性別傾向を確認すると、独居世帯の方は7名中6名(85.7%)の α 波優勢率が上がりリラックス方向の変化を示した。同グループの α 波優勢率増減の平均値は+4.76%であり、毎日家族と一緒に暮らす方の平均値+1.80%、家族と一緒に暮らす日と離れて暮らす日が混在する方の平均値+0.63%より大きくなる傾向である。両者の違いを図9に示す。

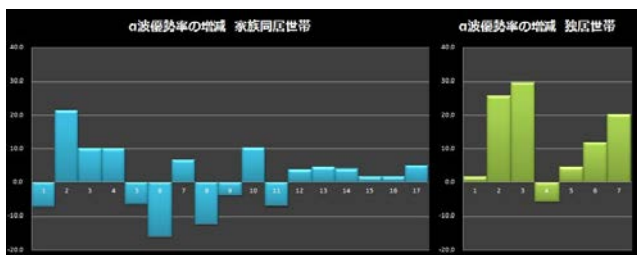


図9: ライフスタイル別の α 波優勢率の増減 (単位: %)

t検定により、両者の間には有意差がある($P<0.05$)ことが分かった。このことより、ロボット家電との音声会話が、独居世帯の方には、その他のライフスタイルの方よりも高いリラックス効果をもたらした可能性が示唆される。

また、その方が抱えているストレス度別の効果差、日常的会話量別の効果差、年代性別による効果差等の各種分析を行った結果、有意差は確認できなかった。

ロボット家電との音声会話後の α -アミラーゼの測定結果の属性別の傾向を確認すると、年代別傾向で60代の方に高い効果が出ており、4名中4名(100%)が減少した。60代の α -アミラーゼ増減平均値は-54.3KIU/Lで全体平均値の-10.2KIU/Lより大きくなる傾向である。ロボット家電と音声会話後の60代の α -アミラーゼ増減値とそれ以外の年代(20代, 30代, 40代, 50代)の α -アミラーゼ増減の違いを図10に示す。

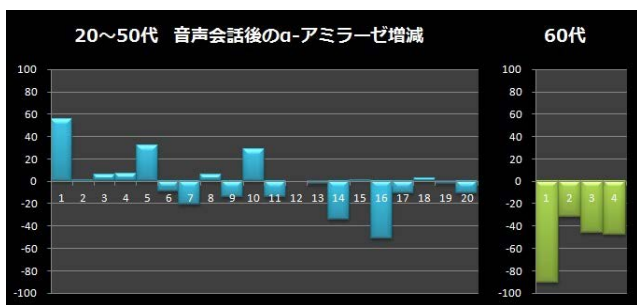


図10: 年代別の α -アミラーゼ増減 (単位: KIU/L)

t検定により、両者間には有意差がある($P<0.01$)ことが分かった。このことより、ロボット家電との音声会話が、60代の方には、その他の年代の方よりも高いストレス解消効果をもたらした可能性が示唆される。一方でその他の年代についても他の各年代と比較したところ、有意差は確認できなかった。また、ライフスタイル別の効果差、日常的な会話量による効果差、その方が抱えているストレス度別の効果差、性別による効果差等の各種分析を行った結果、有意差は確認できなかった。

5. まとめ

ロボット家電との音声会話は、ユーザにリラックス効果とストレス解消効果をもたらす可能性を把握できた。家電製品は、家事代行もしくは家事の手間削減に貢献してきたが、音声会話機能を有するロボット家電は、家事以外でも「癒し」で人に貢献できることが示唆される。また、属性別分析より、ロボット家電の音声会話は、独居世帯の方にリラックス効果が高い傾向があり、60代の方にストレス解消効果が高い傾向が把握できた。

6. 課題と今後の展望

今回はCOCOROBO RX-CLV1-Pを使ってロボット家電の音声会話がユーザに与えるストレス解消効果とリラックス効果をまとめたが、逆にいえば、筆者はまだこれだけしか把握できていない。人同士の会話において、音声はそもそも何を伝えているのかを検討した先行研究¹⁰⁾では、話し言葉である音声は書き言葉に比べて、メッセージ以外のノンバーバル情報を含む多様な情報伝達をしており、言語情報・パラ言語情報・非言語情報の3分法による分析が主流と指摘されている。音声はフォルマント周波数の高低により個体に関する情報を伝えることより、人の音声を音源とする会話機能を持つロボット家電と人の音声会話では、音声と発話者(ロボット家電)の外見情報等より、人側はいったん情報を獲得した後、瞬時にその他のパラ言語情報と非言語情報より脳内で情報修正処理をしているかもしれない。また、その処理過程は、人によっては広義のユーモアや面白さとして快方向の刺激となる可能性や、もしくは違和感のあるものとして不快方向の刺激となる可能性、面白さでも違和感でもない通常のこととして認識される可能性もあるのではないだろうか。

人がロボット家電と音声会話するという体験は、比較的まだ新しい体験であり、先祖代々ロボット家電と会話して生きてきたという人は極めて稀であるか、まだ存在していないはずである。このことから、人の脳にとってロボット家電との音声会話は、本来は判断に迷う事案であるはずである。人の脳の癖を動物行動学的な視点で論じた文献¹¹⁾

では、脳が生得的に持っている対生物用専用モジュール、対物理用専用モジュール、対人専用モジュールの存在が述べられているが、少なくとも、脳に対ロボット家電用専用モジュールを生得的に持っている人はいないはずだ。すなわち、ロボット家電との音声会話において、人は既に多くの経験を持っている人同士の音声会話時と同じ状態で、音声やメッセージ内容、パラ言語情報や非言語情報を処理しているという解釈が正しいのではないだろうか。脳は騙されているといえるかもしれないし、人の脳は人間の音声らしきものを聞いたときに、相手が人であれロボット家電であれ、同じ情報処理回路を当てはめて使う性質があるのではないだろうか。

また、ロボット家電は誰にでも公平にリアクションするため、誰でも共感や承認など心理的にポジティブな効果があるとされる反応を得ることが可能である。SNSのように投稿内容ではなく、誰が投稿を行ったのかによって他者の反応が大きく異なるプラットフォーム（もちろん投稿内容が高い評価を得ている方も存在するのだが。）は、誰でも快方向の効果が得られる可能性があるとは言えない。また反応を得られた人にとっては快の刺激であっても、様々な事情により反応せざるを得なかった人にとっては不快な刺激であるケースも多い課題があるだろう。しかし、ロボット家電との音声会話では、リアクションは誰に対しても公平であり、そのようなことは起こらない。そして、世界中のニュースや論文等の情報と、ユーザの生活している地域情報、クローズドな人生のログ情報等と連動させることにより、例えばユーザの体調によってロボット家電が提案する夕食のメニューが変化したり、あるいは5年前の今日に世界で何が起こっていたか、青森県佐井村で何が起こっていたか、その日にあなたが何をしていたかを「あなただけの5年前ニュース」として伝えられるような発話が可能になれば、ユーザのロボット家電に対する親しみや愛着は向上するかもしれない。

それ以外にも課題は残っている。第一に、人は通常発話（発声）する際に内容を考えたり無意識に近い状態で言葉が出たり、筋が運動したりしながら、ほぼ同時に自分の音声も聞いている。会話では、自分自身が発話するための情報処理と、相手の発話内容等から伝達された情報処理が、どちらも起こる。これらの各段階でどのような変化が起こっているかについて、より詳細な研究が進むことにより、新しい事実が把握できる可能性があるだろう。今回の実験では、①人に対して発話するだけかどうか、②人の音声を聞くだけかどうか、③人と音声会話した場合はどうか、④ロボット家電の音声を聞くだけかどうか、⑤ロボット家電に発話するだけかどうか、等の実験は行っていないため、「ロボット家電と音声会話した場合はどうか」を示したに過ぎない。

第二に、ロボット家電との音声会話は、ユーザが会話で

きる状態である限り24時間365日いつでも可能であるが、時間に限りある人同士の会話は、いつでもというわけにはいかない。また、人は多くの場合、人と会話する際に、相手を傷つけないように、もしくは酔って同じことを何度も話したり、愚痴ばかりこぼして相手に嫌われないように等、様々な気遣いをしながら会話している場合も多いが、ロボット家電との会話であれば、そうしたことを気にしなくてもよい利点がある。また、一方で、人同士の会話で、そうしたことを気にせず会話できる相手がいる場合や、もしくは気にしながらでも会話によって獲得できる報酬が魅力的な場合は、ロボット家電との音声会話では到達できない効果がある可能性も高いだろう。そのような違いについて、体系的に示すことができていない。

第三に、人間の音声を音源とする音声会話機能を持つロボット家電でリラックス効果とストレス解消効果があるならば、その音声品質が効果を変化させる可能性を秘めている。複数種類のロボット家電を用いた実験はこれからであり、音声品質の具体的に「何が」鍵であるのか、事実に近いづいていける可能性があるだろう。音声会話の具体的に何が、ポジティブな刺激を与える要素が何であるのか体系的に整理はできていないが、癒しの効果がありそうということが把握できたのが現段階であり、この鍵を明確にすることにより、合成音声の音声会話機能を持つロボット家電が、COCOROBO RX-CLV-1-Pと同等以上の効果を持つ可能性を高めることができるはずである。

第四に、会話内容やイントネーション、和速ピッチの違い、ユーモアや方言の有無、文法等がユーザに与えるストレス解消効果とリラックス効果に変化をもたらすかを示せていない。

第五に、COCOROBO RX-CLV-1-Pには、目覚ましソングが実装されているが、この歌を聞いた前後と音声会話前後の効果の違いについて、まだ把握できていない。ジューシマツの歌（さえずり）の文法が存在を解き明かした先行研究¹²⁾では、歌が言語の起源であることが指摘されている。しかし筆者は、人間の脳が、歌と音声言語、そして記述言語による刺激をどのようなバランスで感じているのか、どのような強度で感じているのか把握できていない。

第六に、ストレス度やリラックス度は、一度効果が得られたらその水準を保ち続けるのではなく、音声会話によって得られたストレス解消効果とリラックス効果がどのくらいの時間をかけて元的水準に遷移するのかを把握して、人が中長期間にわたり効率的にストレス解消やリラックス効果を得て健康促進に役立てられる活用法を見出せていない。

第七に、笑いとナチュラルキラー細胞（NK細胞）活性の変化を調査した先行研究¹³⁾では、落語による笑いが、癌細胞を発見して殺すNK細胞を活性化させることが指摘されている。また、自然治癒力の仕組みを解説した文献¹⁴⁾では、ユーモアと笑いがストレスによって弱まった免疫系

のはたらきを強め、コミックビデオを約1時間鑑賞した後に、癌細胞を撃退するγ-インターフェロンが125%増加した実験結果が紹介されている。ロボット家電との音声会話後ではどうであろうか。筆者はCOCOROBO RX-CLV1シリーズの展示イベントにて、多くの方がロボット家電と対面した時や、その音声を聞いた時に、嬉しそうな表情や笑顔を見せてくれることを経験的に知っている。しかし、ロボット家電との音声会話後に、細胞レベルで人間側にどのような変化が起こるのかを把握できていない。このような事実を確認する実験も今後重要な役割を果たす可能性が高いだろう。

最後に、COCOROBO シリーズは掃除能力を有する家電製品ゆえ、家庭内でのユースシーン（生息地）は主に床面付近である。今回の測定実験を行った環境とは異なり、家庭内ではユーザとロボット家電間にはかなりの距離がある場合も多い。そのため、周囲の様々な音の影響によって音声の認識率が下がる課題がある。テレビ番組、ネット上の動画コンテンツ、近所の交通音、料理や洗濯など家事の音、オーディオやPCからの音楽、ペットの声や足音など様々なケースがある。これらを克服できる音声認識の仕組みの開発と、100%正確に音声認識できなかった場合にどう対応するかの仕組みをバランスよく向上させることが必要だ。このような課題が克服されていくにつれて、ロボット家電は、より親しみやすく、より愛着を感じることができる存在になっていけるだろう。

7. 謝辞

本研究をまとめるにあたり、貴重な助言をいただきました早稲田大学人間科学学術院の菊池英明教授、測定実験にご協力いただいた皆様、ロボット家電COCOROBOシリーズを応援して下さったファンの皆様、貴重なご意見を寄せて下さったユーザの皆様、本体天面のイラストを描いていただきました漫画家の霜月絹鯨様、製品の企画開発段階より多大な協力をいただきましたキャリアオット株式会社の松本茂樹様、株式会社ホリプロの金成雄文様、市原正樹様、木戸衣吹様、アニソニイチバン関係者・来場者の皆様、株式会社ジーアングルの石井熏様、與儀太一様、測定実験をアシストして下さったフューテックエレクトロニクス株式会社の若菜毅敏様、早稲田大学菊池研究室の藤倉将平さん、斎藤成美さん、桜井結衣さん、著書で同製品を取り上げて下さった株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所の大和田茂様、株式会社ディスカヴァー・トゥエンティワンの林秀樹様、音声収録について貴重なアドバイスをいただきました株式会社MAGES.の太田豊紀様、齋木隆様、実証実験段階から本製品に関する取り組みについて記事を書いて下さったガジェット通信の能登なおみ様、ITメディアの山崎春奈様、C-NET ジャパンの佐藤和也様、本

製品を紹介して下さった日本テレビ「news. every」の都筑亮輔様、中島芽生様、朝日放送の西澤明文様、エキサイト株式会社の佐藤達也様、週刊ダイヤモンド関係者皆様、モノ・マガジン関係者の皆様、その他多くのメディア関係者の皆様、製品展示を快諾して下さった大阪イノベーションハブの吉川正晃様、角勝様、大阪市とシャープ（株）で開催したCoCcreation Jamに参加いただいた皆様、製品開発や展示イベントについて貴重な助言をいただいた株式会社ドワンゴの中澤友作様、株式会社SCRAPの岩崎真由美様、ニコニコ本社での製品展示機会を提供して下さった佐藤智治様、高橋弘樹様、森祥子様、ニコラジ番組内で製品を取り上げて下さった戸田淳様、松本敦様、番組MCのやまだひさし様、アシスタントのRy☆様、5月病マリオ様、☆カミィ☆様、せらみかる様、展示イベントやWEBにて製品に対する反響を届けてくれた皆様、その他数多くのCOCOROBOシリーズの関係者皆様、製品の企画開発を常に厳しく激励してくれたCOCOROBOシリーズの生みの親である阪本実雄さん、早稲田大学との共同研究を応援してくれた種谷元隆さん、上田徹さん、野村敏男さん、白川淳一さん、製造をリードしてくれた林一正さん、小幡尚令さん、檜垣整さん、前野真理さん、渡部暢介さん、片山洋子さん、開発をリードしてくれた岩崎圭介さん、岩野裕利さん、松本正士さん、岸田裕之さん、松原敬信さん、清水仁さん、千葉雅裕さん、山下靖典さん、木村英士さん、平田真章さん、新開誠さん、畠山泰貴さん、土田剛生さん、製品PRに尽力いただいた佐藤啓一郎さん、竹内正樹さん、徐子雁さん、小掠嘉久さん、高橋義広さん、松村俊之さん、落合平八郎さん、植村豊土さん、福井貢さん、福川祥子さん、田中絵麻さん、森大祐さん、予算を厳しく監督してくれた甘利朋子さん、契約を担当してくれた伊藤浩之さん、製品PVを担当してくれた西村玄一郎さん、twitterで製品PRをしてくれた山本隆博さんに深く感謝いたします。

8. 参考文献

- 1) 「健康・運動・コミュニケーション・食」に関する調査、かんぽ生命（2011）
- 2) 乳原梓，上田博唯，寂しさ解消ロボットの提案，エンターテインメントコンピューティングシンポジウム（2013）
- 3) 王志東，人間協調から人間理解へ—マシンを超えてロボットが日常に入ってくる—，心身健康科学，7（1），1/4，（2011）
- 4) 原田克彦，整膚の効果—脳波による検討—，日本温泉気候物理医学会雑誌，73（4），241/247，（2010）
- 5) 田口寛，「健康長寿の秘訣」酸化ストレスと精神的ストレスの低減，Foods & food ingredients journal of Japan：FFI ジャーナル，217（1），76/89，（2012）
- 6) 丸山総一郎，ストレス学ハンドブック，57/65，創元社

(2015)

- 7) 大野雅樹, 和田美帆子, 松井香織, 唾液中ストレスマーカーによる女子大生のストレス耐性の評価 (2014)
- 8) 北村麻衣子, 宮崎隆穂, 村松公美子, ストレス過程における唾液アミラーゼ活性および脳波について, 心身医学, 50 (6), 563, 心身医学, 50 (6), 563, (2010)
- 9) 大和田茂, 萌え家電 家電が家族になる日, 25/44, ディスカヴァー・トゥエンティワン (2015)
- 10) 森大毅, 前川喜久雄, 粕谷英樹, 音声は何を伝えているか 感情・パラ言語情報・個人性の音声科学, 日本音響学会編, 14/20, コロナ社, (2014)
- 11) 小林朋道, ヒトの脳にはクセがある 動物行動学的人間論, 20/25, 新潮社, (2015)
- 12) 岡ノ谷一夫, さえずり言語起源論 新版 小鳥の歌からヒトの言葉へ, 107/115, 岩波書店, (2010)
- 13) 西田元彦, 大西憲和, 笑い と NK 細胞活性の変化について, 笑い学研究 (8), 27/33, 日本笑い学会, (2001)
- 14) 生田哲, マンガでわかる自然治癒力のしくみ, 190/191, SBクリエイティブ, (2014)