

アバター技術の未来

榊 泰輔（九州産業大学 理工学部機械工学科 教授）

Taisuke SAKAKI, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Science and Engineering, Kyushu Sangyo University

窪田 由紀（九州産業大学 産学共創・研究推進本部 科研費特任研究員）

Yuki KUBOTA, Specially Appointed Researcher (KAKENHI), Industry-Academia Co-Innovation and Research Promotion Headquarters, Kyushu Sangyo University

古川 ひろ美（有限会社 BOND 代表取締役）

Hiromi FURUKAWA, President CDO (Chief Digital Officer), BOND Co. Ltd.

1 はじめに

この本報告では、アバター技術の可能性について述べる。まず応用事例として、開発中の高齢者見守りシステムの仕組みと特徴について説明する。アバター技術を組み合わせることで、人手不足などの社会問題を解決できることを示す。次に高齢者のその他の問題に敷衍し、公共交通機関、具体的には空港を利用する際の問題を考える。さらにアバター技術の進化を展望する。

アバターは、実用日本語表現辞典で以下のように定義されている。「デジタル空間におけるユーザの代理となるキャラクターやアイコンのことである。

インターネット上のコミュニケーションやゲーム、仮想現実（VR）などで使用され、ユーザ自身の存在を象徴し、他のユーザとの交流を可能にする。アバターは、ユーザの性格や好み、アイデンティティを表現する手段ともなり、自由にカスタマイズできるものが多い。アバターは、ユーザがデジタル空間で行動する際の身体的な表現であり、その見た目や動きはユーザの操作によって変化する。また、アバターはユーザのプライバシーを保護する役割も果たす。実際の個人情報を公開することなく、アバターを通じてコミュニケーションを行うことが可能である。」[1] 即ち、デジタル空間を通じ、ユーザの代理として対話するツールのことである。

地域包括ケアシステム（厚労省）でフレイルを防ぐ

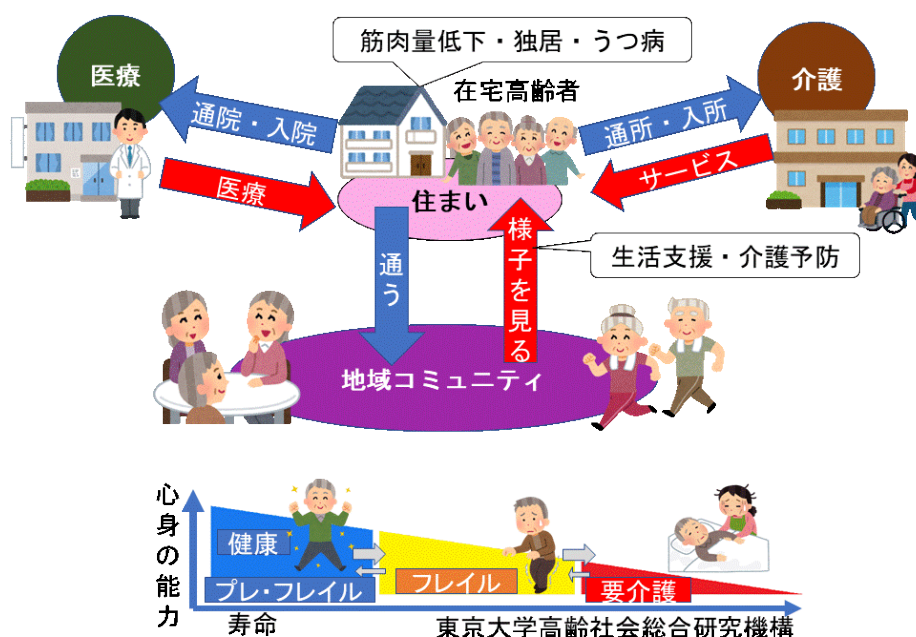


Fig.1 地域包括ケアシステムの概要[5]

最近の話題としては、「モニタに映るアバターを遠隔地にいる人やAIが動かして接客、応対する場面が、くらしの中で広がっている。アバターの操作が簡単になったことに加え、働き手不足が強まったことが背景にある。リアルな接客にはない利点もある。」「保険選びの相談、顧客の半数が選ぶ、リアルな相談員よりも気軽に断りやすいのか相談しやすいとの声も」あるとしている[2]。実店舗としてのコンビニやネット上の仮想店舗、さらには就職活動の支援として「U・Iターン応援プロジェクト」[3]など、生活の周囲で広がりつつあるといえよう。

2 アバター技術の事例

BOND社の製品 SmartAvatar®[4]を用いた高齢者見守りシステムを紹介する。

超高齢社会に対処するため、国・厚労省は地域包括ケアシステムを推進している(図1, [5]をもとに作成)。そこでは、医療機関による医療、介護期間による介護サービスの提供のほか、地域のコミュニティによる生活支援・介護予防を掲げる。看護師や地域ボランティアを組織し定期的に在宅高齢者を訪問、フレイル予防などの身体機能のほか、引きこもりやうつ傾向の有無を観察し、異常があればセンターへ報告する仕組み作りを目指している。しかし現実には、深刻な人手不足の中、在宅高齢者への訪問と観察には限界があり、夜間の容態急変や夏季の猛暑における熱中症などにしても、24時間常時の見守りは事実上難しい。そこで、我々はアバター技術で在宅高齢者の見守りを支援する仕組みを開発し

ている。[6]

本研究の目的は、①在宅高齢者の状態把握、②行動変容の促進、③異常事態を予測しケアセンターへ報告、により地域包括ケアを補うことである。実現手段として、高齢者の感情・行動を観察するAIスピーカ等センサ群と、感情・認知度・行動の解析エンジン、および共感と行動変容をうながすアバター技術とを備え、①24時間常時観察、②感情・行動の変化検出、③高齢者の特性に沿った伝達機能を備える。同時にバックグラウンドで、④観察・検出および伝達方法を見直す。現在 SmartAvatar®を用い、高齢者の在宅に設置するディスプレイに、アバターの動画を流す仕組みを開発中である。

SmartAvatar®にテキストを入力すれば、内蔵するAIが最適な感情を推定し表情と身振りを添えて声を出力する。我々は、臨床心理学の知見をもとに、高齢者が認識しやすい会話モデルを構築中である。特に高齢者の共感を得ようアバターの発話の仕方を工夫している。

事例の一つとして、「高齢者の熱中症予防」に取り組んでいる。従来、熱中症の対策は、自治体からの紙媒体や訪問、電話等による注意・警告が主である。これはユーザの状況に関わらず画一的で一方的である。これではせつかくの注意・警告が理解されず、熱中症を防ぐ効果も薄れる。そこで高齢者の特性と状況に合わせた注意・警告になるように、「わかる、そして行動する」という行動変容につなげようと考えた。

具体的には、以下のような機能を開発した[6]。

見守りシステム ロボット工学 (アバター) を応用

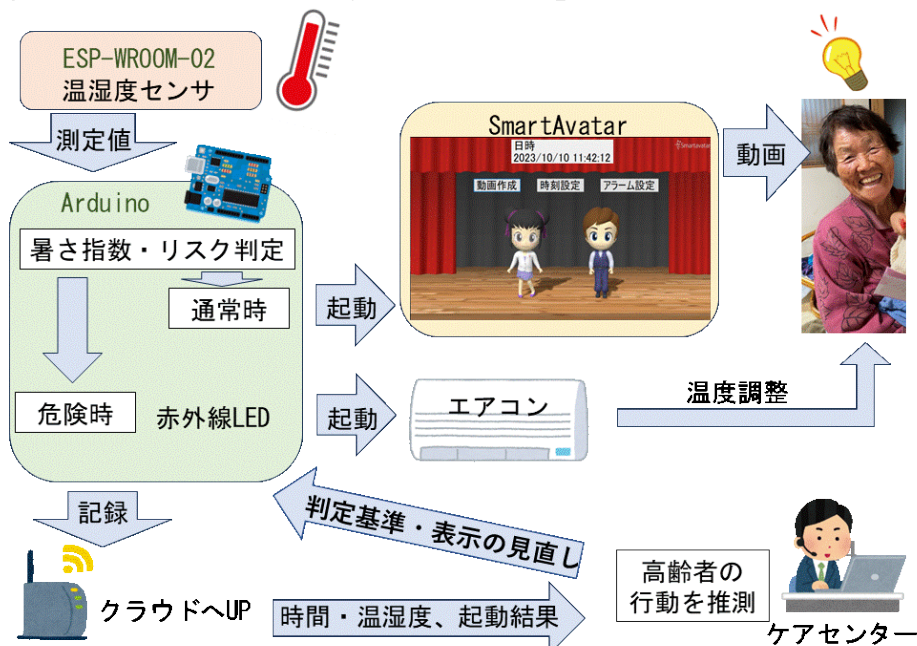


Fig. 2 高齢者見守りシステム (熱中症予防) の実装例[6]

まず、①高齢者の住環境の温湿度を計測する。次に、②それらの計測値から熱中症リスクを判定し、その程度に応じ発出する動画あるいは介入方法を選定する。続いて、③動画・音声でリスク回避の行動変容を促す、あるいは危険な状況で即時対応が必要と判断した場合にエアコンを自動でオンする。一方バックグラウンド処理として、④計測値とリスク判定、促す対応と行動結果をケアセンターと共有し、改善につなげる。例えば行動変容を促された後の住居の温湿度や行動結果を観測し、伝え方や介入方法を見直す。

機能の実装例を示す（図2）。

①室内に設置した温湿度・気圧センサによる計測値からマイコン ESP-WROOM-02 が「暑さ指数」（温度値、湿度値、その他の値から総合的な熱中症リスクを判定する指数）を計算する。

②暑さ指数によりリスクを判定しそのレベルに対応する動画作成アプリ SmartAvatar ④API を起動する。暑さ指数によるリスクレベルをふまえた行動変容を促す内容として、複数の動画が予め作成してある。このとき高齢者の一般的な特性と対象ユーザの個別の特性を合わせ、ユーザが理解し行動変容に結びつくよう工夫した。例えば、高齢者の認知機能を考慮し話す速度を緩める、一つのフレーズにおいて主題は一つに絞る、フレーズ間は数秒おく、などである。また、例えばユーザが素直に他者の言うことを聞かない等の性格であれば、二体のアバターが掛け合いで会話するようにした。片方がユーザの感情を代弁する役割（行動変容を促すアドバイスに一時否定的な反応）を持たせており、二体の掛け合いで対話することで聞き手の共感を得て行動変容につなげることをねらった。

その他、ユーザの好む音楽や身近な話題で注意を惹き親しみも得る、熱中症リスクに関する質問と対処法を繰り返しリスクの高さを徐々に理解できるようにする、などの工夫を施した。なお、危険なレベルの暑さ指数では、ESP-WROOM-02 の赤外線 LED でエアコンを動作させる。

③時間をおいて再計測した温湿度情報から、高齢者の行動を推測する。ESP-WROOM-02 の Wi-Fi モジュールでケアセンターと情報共有し、高齢者の行動変容をより確実に促すためのシナリオ見直しに役立てる。

臨床心理学の知見に基づき見直すとともに、理学療法士およびユーザから動画へのコメントを得て改善を繰り返した。最終版を高齢者1名に対し試行した。対象者へのインタビュー結果から、リスクレベルおよび取るべき行動を理解したことを確認できた。理学療法士等より得たコメントの一部を以下に

示す。

- ・二体のアバターの掛け合いで、ユーザの受け止め方を代弁するので内容が伝わりやすい。
- ・視覚的な呼びかけで注意をひきやすい。
- ・身近にある飲料で水分補給を勧めるので、具体的な行動に結びつきやすい。

熱中症予防を目標に、ユーザの固有情報の反映とアバターの掛け合いにより、分かりやすさや共感への効果がヒアリングで示唆された。今後はユーザの行動を予測するため、AI スピーカとカメラで、高齢者の表情や声の変化を読みとる技術も導入したい。

高齢者見守りへのアバター技術の効用をまとめる。

- ・24時間疲れることなくサービスの品質を保てる。特に、認知症の高齢者にも感情的な摩擦を生じることなく対応できる。
- ・データの分析をもとに、その場で素早く正確な対応ができる。また遠隔地であっても、状況をモニタしたり、クラウドにデータを蓄積したりできる。
- ・人に寄り添うようプログラムできる。すなわち相手の状況に関わらず常に細やかに対応することで、心理的ストレスを下げることができる。さらに会話を誘導し、地域コミュニティとの中継ぎができる。

現在、熱中症見守りシステムの成果を応用し、冬の「ヒートショック」に関する見守り機能を開発中である。

人にできないことを支援することで介護業務を補完することが、アバター技術の新しい価値である。

3 アバター技術の展開

3.1 公共交通機関での事例

高齢者に起こりそうな他の問題に敷衍して、アバター技術の効用を考える。例えば公共交通機関、具体的には空港を利用する際の課題を考える（図3）。

例えば、年老いた母親が飛行機で移動する場合を考える。空港での様々な状況変化あるいはトラブルに一人でちゃんと対処できるか、広い場所で戸惑ってウロウロしないかと心配になるだろう。フライト遅延などのトラブルはしばしばある。何等かの事故災害に巻き込まれることもあるかもしれない。しかし、大都市の空港で細やかな対応を期待しにくい。何故か？その理由を空港側の視点に立って推察する。

- ・空港が情報提供する主な対象は、若年者でありデジタルネイティブを想定している。彼らは目的をす

ぐ理解し能動的に情報探索できる、また変化に敏感で直ぐに行動できる。

- ・情報提供のあり方は、1 対多で一方通行でも十分である。具体的には、情報はHPに出しておけば問題ない。トラブル発生時、個々の人の事情に合わせ全てを対面に対応することは想定していない。

- ・従って、アバター技術は二重の意味で必要ない。既に対応は十分であり、またアバターはアニメや動画CMと同じで、HPのコンテンツを単に動画にして情報発信するだけだからである。よって手間がかかるだけでコストが引き合わない。(既に述べたようにこれは誤解である)

このような考え方には様々なりリスクがある。

- ・緊急時あるいはフライトキャンセルなどのトラブル発生時に、丁寧に対応できない。振替輸送手段やホテルの手配、食事等について素早くかつ分かりやすく案内し、個別の要望に応じた対応はできない。

- ・弱者にとってわかりにくい、利用しにくい。デジタルに疎い人たち、即ち高齢者、障害者などの社会的弱者に十分な内容が伝わらない。また外国人、LGBTQ の人たちに対し意図が正確に伝わらない。

- ・認知能力が低下している高齢者などが、個人的な事情で困っている、それは自己責任だと突き放しているように見えてしまう。トラブルに遭遇し困っている件をくみ取れず、トイレの場所や搭乗口への誘導、搭乗時間の変更などは必要な情報を自分で探すべきだと感じさせる。

3.2 利用者に快適に使ってもらうための戦略

そこで、公共交通機関を全ての利用者に快適に使ってもらうための戦略を考える。

- ・緊急あるいはまさかの事態、変則的状況を少なくとも想定することを試みる。トラブルがどの程度重大かを考え、事前に打てる「減災対策」を考えてみる。コストをかけずともできることがあれば、先送りせず手を打っておく。時間とコストがかかる案件は継続して検討する[7]。

- ・情報提示の対象を弱者第一とする。高齢者等にもわかりやすい内容と提示方法にすることで、対象者全員が理解可能になる。例えば、当事者が必要な情報を探さなくてよい在り方を考える。情報はその場で完結し、さらに検索する必要のない行き届いた内容とする。

- ・対象者の特性やおかれた状況に応じて案内ができるよう、情報提供のあり方を根本から見直す。即ち、どんな人に対しどんな事をどのように示すかを考える。これは多様な受け手に対して、情報の内容と提供方法を多様化することである。さらに、質問に答えるなど双方向にする、必要な時に必要なものを提供する。

以上より、多対多(多様な特性・事情の人に対し多様なアナウンスと誘導)、双方向(対話により安心感をもってもらうとともに処理すべき問題を抽出する)、On demand(ほしいタイミングでほしい情報

アバター技術の水平展開

○例えば、自分の年老いた母親が飛行機で移動



仮説：空港の想定顧客はデジタルに強い、対応は十分

- 1) 対象は、若年者＝デジタルネイティブ。能動的に情報探索、直ぐ行動
- 2) 1対多・一方通行で十分。個人対面対応は想定せず。情報はHPに。
- 3) アバター技術は、HPを単に動画に市ただけ。必要ない。

問題

- 1) (デジタルに慣れていない) 弱者にわかりにくい。
- 2) 個人的な事情で困っていることは自己責任
- 3) 緊急時、その他トラブル時、個別・対面・丁寧に対応する余力はない



戦略

- 1) 弱者を第一に対象とする。
- 2) 提供のあり方を根本から見直す。
- 3) まず緊急時、次に変則的状況を想定、個別・対面・丁寧に行く



Fig. 3 アバター技術の水平展開

が得られる) がキーワードとなる。

3.3 他の分野での活用事例

同様な課題は他の分野でも考えられる。

- ・災害時の視覚聴覚障害者への対応。石川県聴覚障害者協会業務執行理事藤平淳一氏によれば、2024年1月の能登半島の震災、集中豪雨による浸水等被害など、自然災害が降りかかる現実味が増している中、深刻化している[8]。高齢者などの社会的弱者だけでなく、視覚聴覚障害者などへの目配りが大事である。例えば、ろう者が、能登半島地震で情報弱者におかれたことが指摘されている。安否確認に時間がかかった、ろう者の存在が気づかれず避難所でコミュニケーションがとりにくかった、配給などのアナウンスが音声のみで目から得る情報が少なかったなどと指摘している。対策として、音声をその場で認識し文字にするとともに、アバターを介して手話で伝えることが考えられる。ろう者の手話を画像認識する機能を付加すれば、双方向の会話が可能になるだろう。最近では、2024年8月の宮崎沖震源地震を契機とした、南海トラフ巨大地震の発生確率倍増の事案もあり、ニーズは高い。

- ・サ高住（サービス付き高齢者向け住宅）の介護スタッフへの支援。現場スタッフから聞いたことがあるが、暴言など認知症に対応する際に受けるストレスで退職する例が多いようだ。心理ストレスを軽減する仕組みが必要だ。また高齢者の認知症を予防または認知レベルを維持するため、日常の会話を支援するアバターが考えられる。

- ・在宅高齢者への訪問スタッフへの支援。夜中であってもおしゃべりの相手をするなど、通常ではできないサービスが考えられる。認知症のために同じ話題を繰り返したり、飛躍したりする会話にも冷静に対応できる。会話の仕方を工夫して観察すれば、認知機能のチェックもできる。評価と予測のモデルがあれば早めの対応が可能である。

- ・被災地の避難所の高齢者への継続的な支援、特に孤独・孤立の解消。地域コミュニティが崩壊し、孤立や孤独死を生むリスクが高い。災害のせいで遠くに住むことになった知人や親戚などと、常時気軽に通信できるとよい。メッセージを交換するアバターなどが考えられる。

- ・災害時における自治や消防組織への支援。個人の特性、住宅位置など個別の条件を勘案し、住宅ごとに警報をだし、自分事として認識しやすくする。早めの自主的避難を誘導できる。

4 アバター技術の進化

4.1 パーソナライズ化

これは即時に個別対応をするために必要である。例えば熱中症の事例では、住居のある場所（住所）、住居内での部屋の配置、部屋の中の位置（窓際か否か、風通しの良い悪い等）により温湿度は異なる。災害時の避難誘導においても、同じ町内であっても住居の位置（崖、河川との距離、高低、発生歴の有無等）により対応は異なる。

個人の状況や条件から必要な対応を絞り込む。例えば、ユーザがテキスト入力または音声入力した内容から、背景を抽出し確率的推定により最適な方法をだす。例えば、顧客の特性とおかれた状況に応じて細やかな対応が求められる場合、顧客の年代による一般的な特性、例えば高齢者一般における認知機能の衰えや認識の遅れなどを勘案する。同時に顧客の個人的な特性、例えば熱中症の事例で述べたように、アドバイスを素直に実行しないなどの性格の特性や、好みの音楽また仕事などの日常生活も考慮する。これに加え顧客のおかれた状況により、必要な対策を抽出する。個別の状況に応じ適切なアドバイスを分かりやすく伝える。受ける側が自分事として受け止めやすくなり、災害時にも早めの避難や行動変容を期待できる[9]。

4.2 気付きを与える

「気付き」とは「情報を結び付けて行動につなげる」「意識の能動的で機能的な側面であり、急激に変動する環境において、状況に応じて柔軟かつ効果的にふるまう手段を提供するもの」である[10]。上田氏は「気づきを柔らかに制御する」ことを主張している。気づきの与え方、例えばあるリスクに対する注意の与え方には、複数の方法がある。大きくは、即効性があるが一過性のものになりやすい「外発的」情報を与える方法と、理解に時間がかかるが持続性がありかつ妥当性が低くても捕捉される「内発的」な方法に分かれる。

外発的な気づきは、あるべき行動を直接提示することで容易に得られる。例えば画面が入れ替わった際に手を挙げて知らせる場合、手を上げるサインを映像として出したり、直接手を把持して上げたりすることが相当する。これに対し、画面切替を音や光で知らせる間接的な教示が、内発的気づきを促す。教示をきっかけに推論し、あるべき行動を考え実行することになる。内発的な情報から気づきを与えるには、試行錯誤が必要である。インセンティブを上手く与えると、より能動的に課題に取り組む傾向がある。具体例として、自動車の運転の精度向上やリハビリ訓練をあげている。

内発的な気づきによる方が、主体的能動的な行動が生まれやすい。ただし、理解し推測するスキルが必要で時間もかかることから、全ての状況に対応するとは言えない点に注意したい。とはいえ、うまく情報提示すれば、気づきが喜びを与え、より能動的に行動変容を促せる。わかりやすさ、持続性、能動性を勘案し、対象者の特性に応じて外発的から内発的な気づきの与え方を調整する。同じ課題であっても、環境と対象者の各特性に応じて変える。例えば熱中症への対応で、ユーザの認知レベルに応じて促し方や介入方法を考える。直接エアコン SW を入れ飲み物を飲むよう指示する場合もあるし、リスクレベルのみを示し、対応を暗示するように飲み物はあるかと尋ねたりする場合もあるだろう。リハビリ訓練も同様に考えることができる。一律な指示や情報提示ではなく、患者の回復レベルに応じ都度適した情報を提示することで効率的な訓練となる[11]。

BOND 社のめざす「ぴよん吉」[12]のイメージは、ユーザに伴奏するように寄り添い、適切なタイミングと状況に、ある時は易しく諭し、ある時は叱咤激励してくれる、互いに交流しながら成長するパートナーとしてのアバターの将来イメージを示している。

4.3 究極の目標

双方向のコミュニケーションを助ける、即ち、人と機械、人と人とのなかだちをする、無くてはならない媒介となることが目標となる。高齢者の就労支援を例にとる。スーパーのセルフレジで高齢者 A が操作に戸惑った際、レジ係の高齢者 B が対応するとする。戸惑う A に対し B は寄り添い A が快く実行するのを援助する。このときアバターは、B に扱い方を分かりやすく伝授する。さらに、A と B との会話を解釈し、よりわかりやすく加工してそれぞれに伝えることで、互いに意思疎通がしやすくなる。

4.4 機械工学との関連

従来、機械の役割は労働力の代替であり、自動化・知能化により作業を効率化してきた。しかし機械だけで自己完結すると、「機械に人が合わせる」部分が生じ、様々な歪みが生じることとなった。

新しい機械の在り方は、人との調和と支援する機械である。人の身体的特性と心理（認知・感情）を踏まえ、「機械が人に合わせる」技術が求められる。具体的には、人を知り・つながり・よりそうのが課題だ。これからの研究で追求したい。

さらに将来は、個人対応（カスタマイズ）による支援技術に向かう。新しい機械は、人の価値観を取り入れ「人間と機械の調和」をめざす社会の構築に

むけ貢献するだろう。

謝辞

本研究を進めるにあたり貴重なご意見を頂きました、香椎原病院の盛俊光先生、金隈病院の梅崎浩嗣先生ほかの先生方に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 実用日本語表現辞典
<https://www.weblio.jp/cat/dictionary/jtnhj>
- [2] 朝日新聞 平成 6 年 7 月の記事, 2024.
- [3] 西日本新聞 me “住みやすい街【福岡県北九州市】で転職・就職！メタバースで気軽に企業情報をチェック” 平成 6 年 12 月 10 日.
- [4] BOND 社 SmartAvatar ®
<https://f-bond.co.jp/index.php>
- [5] 辻哲夫, 田城孝雄, 内田要, “まちづくりとしての地域包括ケアシステム 持続可能な地域共生社会をめざして”, 東京大学出版会, 2017.
- [6] 仲村葵, 古賀春香, 榊泰輔, “高齢者見守りシステムの研究 (第 3 報 スマートアバター〇R を利用した熱中症予防見守りシステム)”, 日本機械学会九州支部九州学生会第 55 回学生会卒業研究発表講演会, 2024.
- [7] 中尾政之, “続々失敗百選”, 森北出版, 2016.
- [8] 朝日新聞 平成 6 年 7 月の記事, 2024.
- [9] 取出新吾, “IoT 家電を活用したフェーズフリー防災”, 防災科学技術研究所, 2023.
<https://www.bosai.go.jp/>
- [10] 上田彩子, “気づきの心理学”, 計測と制御, Vol. 63, No. 5, pp. 293-298, 2024.
- [11] 里宇明元ほか, 神経科学の最前線とリハビリテーション 脳の可塑性と運動, 医歯薬出版.
- [12] 吉沢やすみ, “漫画「ど根性ガエル」”, 集英社, 1970~1979.