

# ICT を積極的に活用した RAR 援用システムの提案

大久保 英一<sup>1)</sup>・内田 恭敬<sup>2)</sup>・永沼 充<sup>2)</sup>

1) 帝京短期大学 専攻科 臨床工学専攻 2) 帝京科学大学

## 【抄録】

**【問題・目的】** 2019 年末に初出した新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の世界各地の流行は、人々のコミュニケーションには多くの制約をかけた。我が国においては政府の度重なる緊急事態宣言により影響は長期化し、2021 年 11 月に入って各種制限が徐々に解除されつつある。しかしながら、例年インフルエンザの流行期が近づいているため、特に小児や高齢者に対する感染症対策は引き続いて警戒して対応する必要がある。この為、継続して研究していた RAR (Robot Assisted Rehabilitation) のフィールドワークは 2019 年度末から現時点まで再開ができていない。2020 年度の紀要において、RAR 運用システムの検討を行い、モニタリング体制を充実させる必要について提案した。しかし、リアルタイムのモニタリングデータを増やすことはカメラ配置や通信環境に見直しが必要であり、導入コストも高額になる。一方で、従来からデータの取得に難があった参加者のバイタルデータなどを蓄積することで、少人数実施であってもアクティビティの評価に必要なデータの幅を広げることができると考えた。

本稿では、ICT を活用し、感染症流行下で対人コミュニケーションが制限された環境で、スタッフ数を減らして実施でき積極的に生体・環境データが取得できる RAR 援用システムの提案を行う。

**【方法】** 対象者から非侵襲で取得でき、RAR が目的とする自発性の向上やストレスの軽減を定量化できるデータについてデータの有用性と安価で操作が容易な計測装置の両方から調査を行った。計測装置はネットワークへ接続できるものを選定し、ICT 機器とのシステム化検討を行い、一部機材を実際に導入して操作性を検証した。

**【まとめ】** 必要となる条件を満たした安価な機材を組み合わせ、導入費を低減させたシステムとして一体化できる組み合わせを提案できた。このシステムを実際に運用することで、RAR の効果測定をより多面的に行うことができる。データ測定に使用する機器の操作は比較的容易で、対象者への負担も少ないことから、対象者やスタッフの負担は低く有益と考えられる。

**【キーワード】** RAR, 生体計測装置, ICT, Chromebook

## I. 緒言

2019 年末に初出した新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の世界各地の流行は、人々のコミュニケーションには多くの制約をかけた。我が国においては政府の度重なる緊急事態宣言により影響は長期化し、2021 年 11 月に入って各種制限が徐々に解除されつつある。しかしながら、秋から冬にかけ、例年インフルエンザの流行期が近づいている。特に小児や高齢者に対する感染症対策は引き続いて警戒して対応する必要がある。この状況下で、継続して研究していた RAR (Robot Assisted Rehabilitation) のフィー

ルドワークは 2019 年度末から現時点まで再開ができていない。RAR において人のつながりが構成する要素は非常に大きい。人だけでなくロボットを用いることも RAR のメリットであるため、制限された環境下において運用できる方法を検討し、2020 年度本学紀要で提案した<sup>1)</sup>。提案は、フィールド内にいる人員を減らした運用に必要なことを検討した際に、モニタリング体制を充実させることである。

しかし、リアルタイムの映像を中心としたモニタリングデータを増やすことはカメラ配置や通信環境に見直しが必要となる。また、機材の低価格化が進んでいるが費用の問題がある。そ

ここで、RAR の評価を考えた際、従来からデータ収集に困難を伴っていた参加者のバイタルデータといった他種のデータ蓄積について検討した。幅広いデータを蓄積することで、対象者が少人数の実施であっても評価に必要なデータの幅を広げることができる。

一方、ICT の現況は、COVID-19 の影響で遠隔地と映像・音声を接続するための仕組みは様々なものが短期間で市場に登場した。可搬性に優れた端末も Windows だけでなく、iPad や Chromebook といったものがある。これらの端末は文部科学省が小中学校の生徒向けに整備を推進した“GIGA スクール”の標準仕様書でも定義された<sup>2)</sup>。特に、Chromebook は各社から安価な端末が各種登場している。

本稿では、新たな端末や生体計測用の簡便な装置を用いた RAR を支えるためのデータ収集システムについての検討を行ったので報告する。

## II. 方法

### 1. 生体情報・環境情報測定の見直し

対象者の生体データを測定する装置について検討した。バイタルデータは医療行為のベースとなっており、様々なデータがある。しかし、医師や看護師以外でデータを取ることができなければシステムの運用において問題が生じる。そこで、医療技術者でないスタッフが操作できる装置で取得できるデータを検討した。

指先を装置に挟めばリアルタイムでデータが取得できるパルスオキシメータがある。COVID-19 の報道で取り上げられたことで知名度が高くなった呼吸状態のモニタリング装置である。この装置の基礎原理は日本光電の技術者であった青柳卓雄博士によって発見された<sup>3)</sup>もので、動脈血中の酸素飽和度を非侵襲かつリアルタイムで測定できる。しかし、呼吸機能の評価ではもちろん有益な装置だが、呼吸系疾患がない対象者で測定して差異があるデータを得られる可能性は低い。パルスオキシメータも心拍動を計測することは可能であるが、後述する心電図と比較すると、パルスオキシメータのデータがストレス状態で有意なデータの差が現れることは考えにくい。

ストレス状態をリアルタイムかつ侵襲度が低く、定量的に図る指標の心電図がある。心電

図は心臓の活動状況を知ることができる。特に R-R 間隔はストレス状態を判断する指標になり研究事例もある<sup>4)</sup>。しかし、12 誘導心電図を測定するならば、対象者の四肢や胸部に電極を装着する必要がある。その為、RAR のフィールドで実施することは難しい。近年、既往のある患者向けに発作が発生した時に患者自身が測定できる簡便な装置も発売されている<sup>5)</sup>。測定装置も様々なものが販売されており、在宅医療等での使用を想定していることから可搬性に優れ操作性がよいものが多い。基本的な機能の他に、データを一定量蓄積することやネットワーク接続機能を有するモデルも発売されている。本研究では三栄メディスン製ヘルスマニター“Checkme Pro B アドバンスモデル”の使用を検討した (Figure.1)<sup>6)</sup>。



Figure 1. Checkme Pro B ADV 本体

当該装置は管理医療機器及び特定保守管理医療機器の認定を取得しており、測定精度は使用に耐えるレベルと考えられる。操作は単体でタッチパネルにより操作ができる。測定できるデータは心電図 (I・II 誘導)・酸素飽和度・体温が 1 台で測定可能である。測定時間も短時間で、心電図は両手が装置の電極 (写真左側面及び右裏面) に触れることができれば数分で測定できる。通信機能を有しており、USB 接続もしくは Bluetooth での接続が可能である。

フィールドでこれまで取得できなかった、気温・湿度などの周辺環境データ取得を検討し、SONY 社製 IoT ブロック「MESH」に着目した<sup>7)</sup>。MESH は IoT (Internet of Things) をできるセンサシステムで、Bluetooth4.0 (Bluetooth Low Energy) 規格を採用したブロックを無線で接続する。簡

易プログラミングツールでセンサブロックを直接インターネットのアプリへ接続する仕組みづくりができる製品である。センサには人感、モーション、明るさ、温度・湿度のセンシングの他、各種センサやアクチュエータを接続できる GPIO (General Purpose Input / Output 汎用入出力) ブロックなどが用意されている。センサブロックとプログラムを紐づけることで、周辺環境情報の取得が可能である。また、GPIO に対応するセンシングデバイス及プログラミングを用いて設計できれば将来的に製品で提供されている以外の物理情報センシングも可能になる。

## 2. フィールドで用いる通信機材の検討

フィールドで使う機材は、可搬性に優れていることや電源確保が必ずしも可能ではないため、バッテリー寿命が長いことや耐久性などの要素について検討が必要である。本稿では可搬性・耐久性の他、機材の経済性についても検討を行った。選定にあたり、小中学生向け GIGA スクール構想に着目した。小中学生が持ち運び使用する機材であれば、重量・耐久性及び操作性の視点から選ばれていると考えたためである。標準仕様の OS には Windows の他 Apple 社の iPadOS を使用した iPad<sup>8)</sup> があるが、本研究では Google 社が提供している Chrome OS 機材を搭載した Chromebook<sup>9)</sup> に注目した。Chrome OS は Google 社が提供している linux をベースとしたシステムで、スマートフォンやタブレットに用いられる Android OS に比較的近い。また Windows と比べ、低いハードウェア性能でも高速に動作する。iPad も高速動作するが、Chromebook は様々なメーカーから販売されており選択肢が多いメリットがある。しかし、Windows 以外の OS の機材を使用するには採用した OS で動作するアプリケーションが提供されていることが必要である。Google 社は Chrome OS の上で Android OS のアプリケーションが動作するため、Chromebook に対応が明らかでないアプリケーションであっても Android に対応していることがわかれば動作する可能性がある。本稿では dynabook 社製 Chrome C1<sup>10)</sup> の導入を検討した。当該モデルは、タブレット型ではなくコンバーチブルモデルで、ディスプレイが 360 度回転するため、ノートパソコンとタブレットの使い方ができる。SIM フリー LTE モデムを内蔵しているためモバイル

ルータ等を経由せず直接 4G 通信回線との接続ができる。フィールド実施場所でも無線 LAN の使用ができなくても通信可能である。耐久性の面でも MIL 規格の耐衝撃テストをクリアしている機体である。

生体情報測定装置 Checkme Pro B はデータ管理用 Android アプリがある。MESH は既に Android OS 対応であり最近 Chrome OS への対応が公表された<sup>11)</sup>。使用機材との組み合わせにおいて Chromebook は 1 台で両方の装置が使用可能であることを確認した。

## III. 提案するモデル

従来の RAR フィールドの配置例を Figure.2 に示す。この図は既発表の論文<sup>12)</sup> のものを引用している。

個別使用を想定した機器設置イメージを Figure. 3 に示す。

実施フィールドに MESH ブロックを設置し周辺環境状況をモニタリングする。SONY の公開情報ではブロック 7 つまで同時使用の可能性が示されている。製品仕様では見通し 10m 程度が最大通信可能距離とされている。しかし、無線接続であるブロックと通信機器の距離は近い方が望ましい。そのため、対象者付近に送受信機となる Chromebook を配置する。MESH ブロックは最大外形寸法が幅 24mm, 高さ 48mm, 奥行 12mm で重さ約 13g である。小型軽量で装着することで対象者の動きに制限を与える影響は低い。ブロックは机に置くだけでなく、対象者の腕や足に付けることが可能である。MESH ブロックの中で、動き (Move)・人感 (Motion)・温度湿度ブロックが活用できると考えられる。動き (Move) ブロックは振られた度合いを数値化できるため、手や足の動きを同一スケールで定量化が見込める。人感 (Motion) ブロックは測定範囲内に手足の有無を判断できる。温度湿度ブロックは、周辺環境の温度・湿度を測定できる。測定可能温度は 0°C ~ 50°C となっている。MESH ブロックの出力は IFTTT プラットフォームサービス<sup>13)</sup> によりクラウド連携させることが可能となる。

バイタルデータの取得は、実施時の運用に測定手順を組み込み RAR の前後ないしは定期的に測定を行う。実施前後で心電図と酸素飽和度計

測を加える。測定したデータはメーカーが提供するアプリで取得し、メーカーが提供するクラウドサーバへデータ保管が可能であり、フィールド実施時にすぐ転送できる。転送されるデータはリアルタイムの動画音声通信はないため、

通信速度が低い安価なサービスでも使用できる可能性がある。本研究で調査した各装置は数万円程度であり、この他にロボットなどの機材費用は発生するが、比較的安価なシステム作りが可能である見通しを立てることができた。

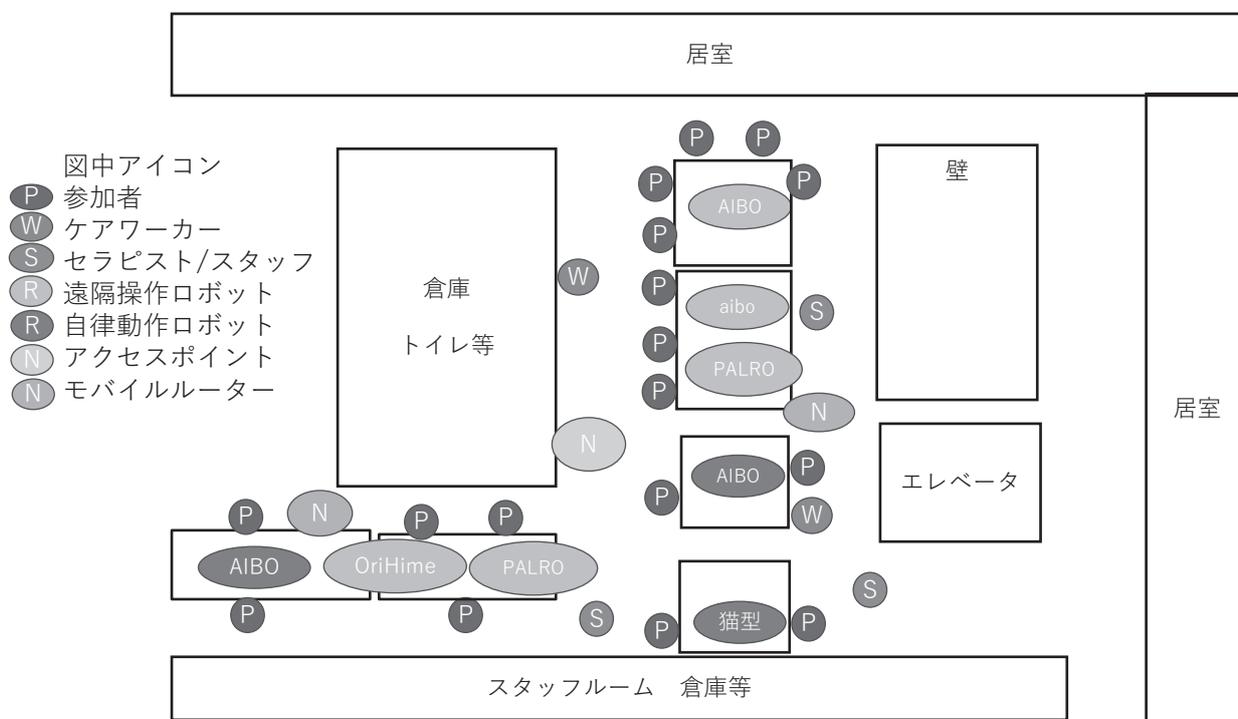


Figure 2. フィールドワークにおけるロボットとネットワーク機器の配置例（文献 12 より引用）

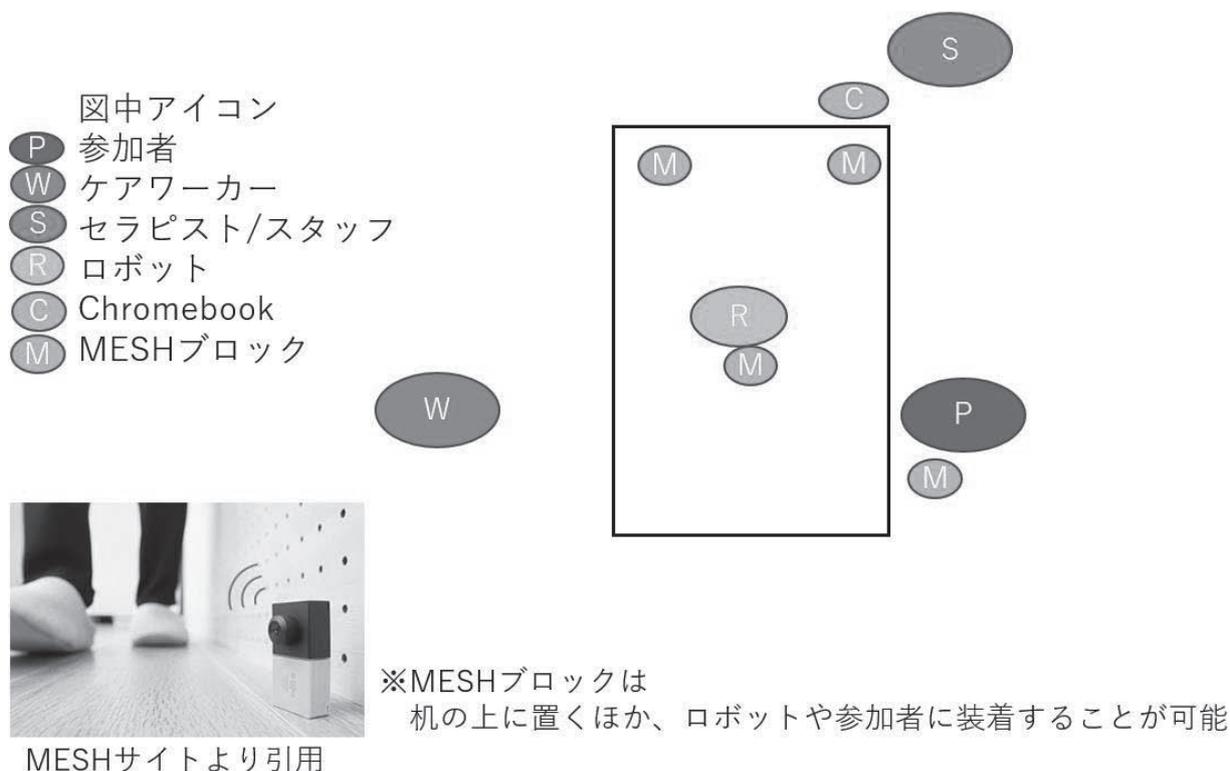


Figure 3. 提案するシステムの個別フィールド配置イメージ

また、MESHブロックは拡張性のある仕組みである。本研究で取り扱ったセンシングタイプの他に、ボタンのブロックがある。このブロックはただ押されただけでなく、1回押下や連続押下の判断ができる。ボタンは環境センサにはならないが、対象者へ資料提示などを行った際にフィードバック計測への適用が考えられる。

MESHブロックとChromebookは、RARのフィールドで用いる共用スペースだけでなく病棟・居室などへの導入も可能である。その為、様々なフィールドデザインにおいて活用できる可能性が高い。また、通信回線に高速なサービスを準備できれば、Chromebook本体のカメラ・マイク・スピーカを用いた動画通信も可能である。

#### IV. まとめ

本稿ではICTを活用し、積極的なデータ取得できるRAR支援システムの提案を行うことを目的とした。必要となる条件を満たした安価な機材を組み合わせ、導入費を低減させたシステムとして一体化できる組み合わせを提案することができた。一部機材については実際の導入ができていないが公開されている技術資料を基に必要な条件や諸元によってシステムの検討を行った。

実際にシステムを組成し、運用へつなげることができれば、提案したモデルの有用性について検証できる。データ取得が可能になればRARの効果測定をより多面的な解析へつなげることができる。

データ測定に使用する機器の操作は比較的容易で、対象者への負担も少ないことから、対象者やスタッフがトレーニングしなければならない操作方法といった技術も少なく導入へのハードルは低いと考えられる。

最後に、本研究では調査段階の内容を含んでいるため、実際のハードウェア・ソフトウェアを全て実際に結合した試験を行った結果ではないことを付記する。実際のフィールドにおける測定段階にないため、測定は未実施である。実験室ベースで安全性の確認の後、実際の対象者で行う際は関係する倫理委員会に申請し承認を得て実施する。

#### 【謝辞】

共同研究者として協力いただいている、所沢ロイヤル病院訪問リハビリテーション室の加藤範子室長、他理学療法士の皆様、特別養護老人ホームロイヤルの園の入居者・スタッフの皆様にお礼申し上げます。

また、本研究はJSPS科研費26350676、17K01591、20K11924の助成を受けたものです。なお、今回の論文に関連して開示すべき利益相反状態はありません。

#### 【文献】

- 1) 大久保英一・永沼充 (2021) 対面コミュニケーション制限下における、RAR実施環境構築に向けた考察 帝京短期大学紀要, 22, 155-160
- 2) 文部科学省 (2020) GIGAスクール構想の実現 標準仕様書 文部科学省 Retrieved from [https://www.mext.go.jp/content/20200303-mxt\\_jogai02-000003278\\_407.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200303-mxt_jogai02-000003278_407.pdf) (2021年11月8日)
- 3) 日本光電工業株式会社 (2021) 青柳卓雄氏とパルスオキシメータ Retrieved from <https://www.nihonkohden.co.jp/information/aoyagi/> (2021年11月8日)
- 4) 松本 佳昭, 森 信彰, 三田尻 涼, 江 鐘偉 (2010) 心拍揺らぎによる精神的ストレス評価法に関する研究 ライフサポート, 22 (3), 105-111
- 5) オムロン株式会社 (2014) オムロン 携帯型心電計 HCG-801 Web サイト Retrieved from <https://www.healthcare.omron.co.jp/medical/products/HCG-801/index.html> (2021年11月8日)
- 6) 三栄メディシス (2019) Checkme Pro B ADV Web サイト Retrieved from <https://www.checkme.jp/nw/prob-adv/> (2021年11月8日)
- 7) ソニーマーケティング株式会社 (2021) MESH紹介 Web サイト Retrieved from <https://meshprj.com/jp/> (2021年11月8日)
- 8) Apple Japan (2021) iPad Web サイト Retrieved from <https://www.apple.com/jp/ipad/> (2021年11月8日)
- 9) Google (2021) Chromebook Web サイト Retrieved from [https://www.google.co.jp/intl/ja\\_jp/chromebook/](https://www.google.co.jp/intl/ja_jp/chromebook/) (2021年11月8日)

- 10) シャープ株式会社 (2021) dynabook chromebook C1 Web サイト Retrieved from <https://jp.sharp/products/chromebook/c1/> (2021年11月8日)
- 11) ソニーマーケティング株式会社 (2021) ニュースリリース Retrieved from <https://www.sony.jp/professional/News/newsrelease/20210602/> (2021年11月8日)
- 12) 大久保英一・永沼充 (2020) ネットワークを使用する RAR 遠隔操作ロボットの環境構築に関する一考察 帝京短期大学紀要, .21, 57 - 62,
- 13) Linden Tibbets, IFTTT (2010) IFTTT Web サイト Retrieved from <https://ifttt.com/> (2021年11月8日)

# Proposal for RAR-assisted system using ICT equipment

Eiichi OHKUBO<sup>1)</sup> • Yasutaka UCHIDA<sup>2)</sup> • Mitsuru NAGANUMA<sup>2)</sup>

1) Department of Clinical Engineering, Teikyo Junior College      2) Teikyo University of Science

---

## **【abstract】**

**【Purpose】** The worldwide epidemic of the new coronavirus infection (COVID-19), which first appeared at the end of 2019, put many restrictions on people's communication. In Japan, the impact has been prolonged due to the government's repeated declarations of emergency, and various restrictions are gradually being lifted in November 2021. However, since the influenza pandemic is approaching every year, it is necessary to continue to be vigilant and take measures against infectious diseases, especially for children and the elderly. RAR (Robot Assisted Rehabilitation) fieldwork, which had continued until the infectious disease problem occurred, has been discontinued from the end of 2019 to the present. In the bulletin of Teikyo Junior College in 2020, we examined the RAR operation system in an infectious disease epidemic environment and proposed the need to enhance the monitoring system. However, the increase in video monitoring data requires a major hardware review, and the introduction cost will be high. Therefore, we thought that by accumulating vital data, which was difficult to acquire in the past, staff could at least aim to acquire quantitative data necessary for evaluation. In this paper, we propose a RAR-assisted system that utilizes ICT to reduce the number of staff and actively acquire data in an environment where interpersonal communication is restricted under the epidemic of infectious diseases.

**【Methods】** We examined data that can quantify the improvement of spontaneity and stress reduction that RAR aims at. We selected the ones that can be obtained non-invasively from the subjects. We investigated a measuring device that is inexpensive and easy to operate for the target data. We investigated the ICT equipment that can transfer the data of the measuring equipment to the network and examined the combination as a system, and actually introduced and verified some equipment.

**【Conclusion】** We were able to propose a combination of inexpensive equipment that meets the requirements of the system to create a system that reduces installation costs. If this system can be operated, it will be possible to measure the effects of RAR from multiple perspectives. The equipment used for data measurement is relatively easy to operate, and the burden on the target person is small. The target people and staff are considered to have great merits.

**【Key words】** Robot Assisted Rehabilitation (RAR) , Vital signs measuring device, ICT, Chromebook