

令和 6 年 10 月 15 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K10728

研究課題名（和文）造血細胞移植患者のための心身賦活システムの開発と評価

研究課題名（英文）Development and assessment of mental and physical activation system for hematopoietic cell transplant patients

研究代表者

大須賀 美恵子 (Ohsuga, Mieko)

大阪工業大学・ロボティクス&デザイン工学部・教授

研究者番号：10351462

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：造血細胞移植患者は移植前後に長期に渡って無菌室で治療を受ける。この間、家族との直接面会もできず、心身ともにストレスが高い状態が続く。また廃用性衰退により身体機能低下が生じるため早期リハビリテーションが重要となる。そこで、前者の課題を解決すべく、ストレス緩和（癒し）を目的としたインタラクティブ動画システムと、家族との体験共有を目的としたリアルタイム360度動画システムを開発し、受容性の評価と一部の効果検証を行った。後者に対しては、病棟の廊下を楽しく歩くためのシステムのアイデアを出し、その一部を実装した。後半はCovid-19による病棟への出入り制限により、主に要素技術開発に取り組んだ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

無菌室の患者のストレス緩和は、直接的な心身状態の改善への効果だけでなく、治療への意欲向上にも寄与することが期待される。血液がんはAYA世代の患者も多く、家に残した小さな子どもと日常的、イベント時を問わずに交流できることは患者、家族とものQOL向上に役立つと考えられる。廊下を楽しく歩くシステムは、日常生活への復帰に向けたリハビリテーションの意欲向上に寄与する。学術的には、デザイン思考を取り入れた研究手法、多様なニーズに応えるコンテンツの提供手法、患者にも扱える操作性、遅延の少ない通信手法などの要素技術の開発成果に意義があると考えられる。無菌室への新しいシステム導入の道筋をつくったことも意義がある。

研究成果の概要（英文）：Patients undergoing hematopoietic cell transplantation receive prolonged treatment in a sterile room before and after the transplant. During this time, they are unable to see their families in person, resulting in extended emotional and physical stress. Additionally, early rehabilitation is crucial as physical functions deteriorate due to disuse atrophy. To address the former issue, we developed an interactive video system for stress relief (healing) and a real-time 360-degree video system for sharing experiences with family members. The acceptability of these systems was evaluated, and their effectiveness was partially verified. To address the latter issue, we proposed and partially implemented a system to make walking down hospital corridors more enjoyable. The second half of the project focused mainly on developing elemental technologies due to access restrictions to the hospital wards caused by COVID-19.

研究分野：生理心理工学，バーチャルリアリティ

キーワード：無菌環境 ストレス緩和 造血幹細胞移植患者 歩行リハビリテーション プロジェクションマッピング
インタラクティブ動画 体験共有 サイバースペース

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

血液悪性腫瘍は難治性の疾患であり、根治を目指すためには造血幹細胞移植を要することがある。移植前後は、大量の抗がん剤や免疫抑制剤の投与により、免疫力が低下するため感染症の合併が問題となる。そのため患者は長期に渡り無菌室という閉鎖空間に身を置くことになる。無菌室では外界との交流を制限され、医療関係者は中に入って診察やケアを行うが、基本的に家族はガラス越しにしか面会できず、孤独感を抱きやすい状況となる。また無機質な壁に囲まれ外が見える窓がないことも多く、時間や季節の変化を感じることができない。病状や生活環境からきわめてストレスフルな状況が長期に続き、患者の精神的損耗は避けられない。患者の精神的ケアは緩和ケア分野では実践が進んでいるが、その他の分野では研究が少なく、特に閉鎖空間の患者のストレス緩和・精神的ケアに取り込むことは価値があると考えられる。

一方で、早期リハビリテーション（以下、リハ）は患者の機能維持・回復を促し、入院中のADLを高め、社会生活への早い復帰を促すものとして重要視されている。しかしながら、造血幹細胞移植患者では、抗がん剤治療による副作用や、血液疾患による全身倦怠感、移植後の合併症などにより身体活動量が低下し、倦怠感の増大とともに廃用症候群が進行する。医療従事者が施術するリハだけでなく、患者自身が処方された運動を毎日頻回に行うことが重要であるがモチベーション維持が難しい。そこで、患者が自主的継続的にリハに取り組むことを支援する仕組みと、リハ効果の定量的評価手法の構築が欠かせない。

2. 研究の目的

本研究では、無菌室内での患者の心身の状態やニーズに適合した心身活性化システムと、滅菌エリアでの早期リハに供するシステムのコンセプトを明確にしてプロトタイプを開発し、その受容性と効果の定量的評価を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

研究にはデザイン思考のアプローチを取り入れた。患者や医療現場の観察とヒアリングをもとに課題を抽出してコンセプトを明確にする。実現のためのアイデアを抽出して解決を図り、プロトタイプを作成し、患者と医療従事者に試用してもらい意見聴取して改良する。このループを複数回す。その上で、改良したプロトタイプの定量的な効果検証を行う。

4. 研究成果

血液内科の無菌室、病棟（個室、廊下）、デイルーム、家族面会室などを見学し、患者の療養生活、リハ、家族との面会状況などについて観察し、医療スタッフのヒアリングを行った。その結果、閉鎖空間（無菌室）でのストレス緩和と家族との体験共有を目的としたメンタルケアシステムと、無菌室を出た患者の主に廊下での自発的かつ継続的なリハビリを支援するシステムの2つに分けて取り組むことにした。以下に、それぞれの成果をまとめる。

(1) 閉鎖空間の患者のためのメンタルケアシステム

閉鎖空間の中でのストレス緩和（癒し）目的としたインタラクティブ動画システム（図1左）と、家族との体験共有を目的としたリアルタイムのインタラクティブシステムを開発した（図1右）。前者は予め撮影された360°映像を無菌室の壁や天井にプロジェクションマッピング（PM）で投影し視点移動を行えるようにしたものである。空間の広がりを感じさせるとともにインタラクティブ性を加えることで空間の中に入り込んだ感覚を与えたいと考えた。後者は、患者の家族の持つ360°カメラの映像と音声インターネットを介して共有した。通常のTV電話であれば患者は撮影者に言葉で見たいものを伝えるがもどかしさは否めない。本システムでは360°映像を用いることで、患者が自分で自由に視点を操作するができ、見たいものを見ることができる。操作は本人のスマートフォンやタブレットで、左右の見渡し、ズームイン・アウトが行えるようにした。また、映像提示はPMだけでなく、HMD（Head mounted Display）も選べるようにした。



図1 閉鎖空間の患者のためのメンタルケアシステム

① 無菌室導入に向けた研究と成果（大阪工大の倫理審査承認番号：2019-68）

第1段階として、大阪国際がんセンター(OICI)血液内科病棟にてシステム体験会を開催した。10名の患者が体験し、簡易的なインフォームド・コンセント(IC)を得て意見・感想を得た。映像の粗さに指摘があったもののPMに高評価が得られ、コンテンツ充実の指針を得た。

第2段階として、PMの効果を定量的に示すため、不安に関する質問紙、生理指標(心拍、呼吸、皮膚コンダクタンス)、主観評定(VAS)を用いて評価した。ICを得た患者12名を対象にPMと病室備え付けのモニターの2条件で比較した(図2)。STAI Y-1、VAS評価のうち「幸せ」、「疲労」、「開放感」、生理指標では心拍数に条件差が見られた。



図2 PMとモニターの比較実験風景(左:PM, 右:モニター)

OICI血液内科医療従事者8名に、上記の実験結果と無菌室内の空気循環や動線を配慮した案を3DCGで示し(図3左)、無菌室導入について協議して許諾を得た。これを受けて、大阪国際がんセンター倫理委員会に申請し承認を得た(承認番号19168)。

3台のPCによるPM(図3中)を実現した無菌室で治療する患者1名に患者の自由意思で使用してもらい(図3右)、その間利用状況を自動取得するとともに医師から患者の様子や意見感想についてコメントをもらい、患者が無菌室から病棟移動後に、実験担当者がシステム利用に関するコメントや感想をインタビューで取得する計画であった。設置期間は約3週間であったが、移植手術前の3日間の利用で「無機質な壁より、映像があることで自然を近くに感じられ、気が紛れて良い」との意見を得たが、移植後は数ステップの操作もする気が起こらなかったとのことで操作の簡便化の必要性が示された。この患者が比較的早い段階で無菌室から病棟個室に移ったため患者の要望によりプロジェクト1台のみの簡易版を設営して、4人部屋に移るまでの間に継続して利用してもらい、海岸の動画を入眠前に好んで利用されるなど受容性を確認した。

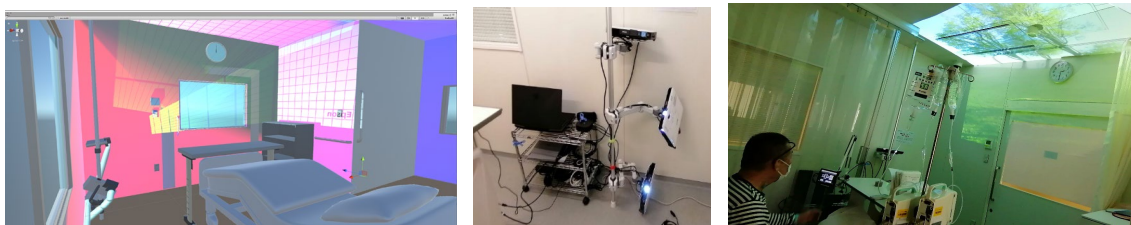


図3 無菌室への導入(左:3DCG, 中:プロジェクタ設営)と評価実験風景(右)

2020年度は、COVID-19の流行により病棟への出入り禁止となったため、システム改良に終始した。改良点として抽出された操作の簡便化をめざし、AIスピーカを用いた音声入力を可能とした。このシステムを担当医師にデモし意見聴取し、多様な患者に対応すべく、スマートフォン、TVのリモコン、ゲームコントローラ・リモコンで操作できるようにした。2021年度も実験実施できず、これまでのコンセプトとは異なる方式(スヌーズレン、具体的には光や音など複合感覚刺激を用いた癒し空間の創出)のストレス緩和の可能性について調査・検討した。2022年度もひきつづきスヌーズレンを用いたストレス緩和について検討し、株式会社ピーエーエスとともにベッドを覆うテント状の個人用のスヌーズレン空間を考案し、光ファイバーを用いた刺激装置を試作した。

② 包囲型プロジェクションシステムの活用

2023年度は包囲型プロジェクションによるサイバー空間とヤマハの3次元音像提示技術を用いた研究に移行した。森林散策や自然の中にワープするコンテンツを作成し、AYAweek2024(2024年3月)の患者・看護師などの医療スタッフ11名にデモを体験してもらい感想を聞いた。

さらに、フォレストデジタル社の協力を得て360度自然映像コンテンツを強化し、大阪国際がんセンター整形外科病棟で、簡易型システム(スクリーン1枚と壁2枚の3面、プロジェクタ直置き)の体験会で医師・看護師・入院患者(約20名)から意見を聴取した(図4)。Unityで作成したVR空間での森林散策に加え、360度動画を用いた自然の中にワープするコンテンツを作

成し、患者・看護師などの医療スタッフを対象とした体験会を開催して意見聴取した。VR空間のコンテンツではアバターを用いた第3者視点で空間内をキー入力やジェスチャ入力で移動し左右の見まわしも可能にした。さらに、(株)ヤマハの協力を得て、音像の3次元定位を実現した。360度動画を用いたコンテンツでは、視点移動は左右・上下の見まわしのみで、ウォークスルーは実現していない。自然動画は、高原の林、浜辺、ひまわり畑、桜の咲く公園を用意した。体験会は、大阪国際がんセンター整形外科病棟の家族説明室で実施した。使用した部屋の2面がなにもない白い壁であったので、この2面の壁とシステムの壁(折り畳み式)1面に、床に置いた3つのプロジェクタで映像を投影した。車椅子や点滴中の人が出入りしやすいように、底上げの床は設置しなかった。画質が悪く没入感が足りないという否定的な参加者が1名いた以外は、「気分転換になる」、「外に行けないときに外界を体験できるのがよい」、「また体験したい」、「病棟にあるとうれしい」という意見だった。CGの森林と自然では、両方好きという人が半数以上、患者は自然特に海を好む人が複数いた。似たような映像体験はあっても3次元音の体験はレアだったようで、音が大好評であった。改良点・要望として、「垂直方向の画角が足りない」、「実写のコンテンツもウォークスルーしたい」、「風を感じたい」というのがあった。宇宙や深海など非現実なワールドを望む声もあった。



図4 包囲型プロジェクションによるサイバー空間
(VR空間(上左:森林散策), 360度動画(上右:林, 下左:浜辺, 下中:ひまわり畑, 下右:桜の咲く公園))

(2) 患者とその家族を繋ぐシステム

患者とその家族を繋ぐシステムのプロトタイプを作成し、入院患者1名(40代男性)に体験してもらいコメントを得た。実験場所の家族面会室と院内コンビニを繋ぎ、患者家族の代わりに実験協力者が買い物をした(図5)。患者はHMDを選び、自由に見渡し、会話しながら欲しいものを選び購入希望を伝えた。患者からは好評価を得たが、協力者からの患者がどこを見ているかわからないという指摘があり、視点を共有する双方向システムに改良した。

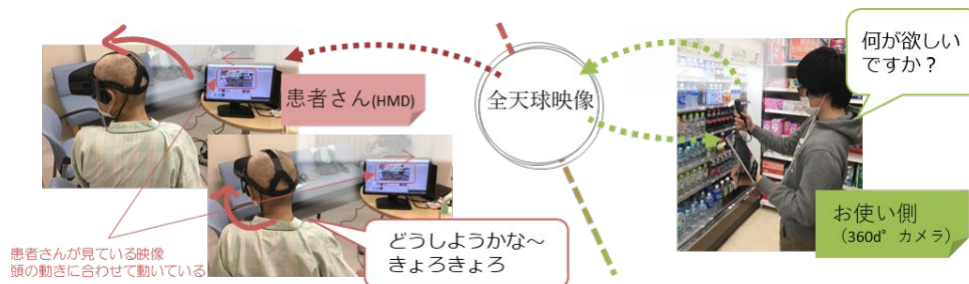


図5 患者と家族を繋ぐコンテンツのトライアル(コンビニで買い物)

2019年度は、テレプレゼンスロボットを用いてイベント会場にいる家族と入院中の家族をつなぐ試みを行い、参加者の感想を聞いてニーズ把握に努めた。HMDを購入し開発システムの患者への適用を準備していたが2020年度は病棟への出入りができず、評価ができないままで開発を中断した。2021年度は、再度画質の問題に対処すべく、近接チャット空間(oVice)と360°カメラ(リコーシータ)を用いた配信を試み、遅延や画質の問題の改善を確認した。このシステムを2セット用意することにより双方向解決できる可能性を示した。2022年度もひきつづきこの2つの課題に取り組み、2つの方法を検討した。1つは回転音が小さくモータの速度・位置を制御できるKeiganMotorを用いてwebカメラを遠隔から操作するもの、2つめは360°カメラを用

いたが、全周映像を共有し患者側で切り出すのではなく、患者側のタブレットから Wi-Fi 経由で家族側の 360 度カメラ (THEATA) を直接操作するようにし、健常大学生 5 組 12 名に患者役と家族役を交代し、両方式を用いた実験に参加させ、操作性と画質を評価した。



図 6 患者と家族を繋ぐシステムの改良 (左: Keigan モータ利用, 右: 360 カメラ利用)

これらのプロトタイプと既存製 (Kubi) を用いて各 5 分程度ずつ、看護師長に家族役の実験担当者との対話を行ってもらい、患者への適応可能性を議論した。2023 年度は包囲型プロジェクトによるサイバー空間を用いた研究に移行し、前述の体験会などで、ニーズ調査を行った。

(3) リハビリ支援 (廊下を楽しく歩くためのシステム)

大須賀研究室と協力者の赤井愛准教授の研究室合同で、病棟廊下での歩行リハビリテーションに意欲的・継続的に取り組める支援システムのコンセプトメイキングを実施した (図 7)。

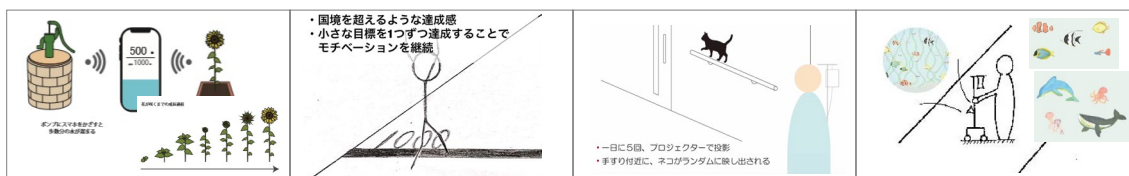


図 7 種々のアイディア (植物を育てる, キリ番, 気まぐれネコ, どこでもスクリーン)

看護師長・血液内科医師にアイディアを提示して、患者・場所の特性による制約下での実施可能性についての意見を聴取した。点滴台に小型プロジェクターを載せて床や壁に映像を映しながら歩くというアイディアの実現に向けて要素技術開発を行った (図 8 左) が、画質や映像のブレなどの課題が多く、プロトタイプ作成には至らなかった。2020 年度は好きな場所を好きな人と歩いている感じを与えるシステムシステムを取り上げ、3 軸加速度センサとマイコンを用いてかかと着地時点を予測し、ユーザが選んだ場所を想定した足音を発生させる機能を実装し、健常学生を対象に動作確認を行った。



図 8 廊下を楽しく歩くシステム (左: 点滴台+小型プロジェクタ, 左: バーチャル足音)

その後、COVID-19 のため実証実験のめどがたたないまま、装着負担軽減を目指した小型化や現場への導入しやすさを考えて、同等のシステムのスマートフォン内蔵加速度センサとクラウド利用による実装を行った。

(4) 今後の展望

いずれも、効果検証は今後の課題となった。今後の研究課題としては、2 点間の遅延のない通信の実現、映像酔い対策、触覚や力覚の導、負担の少ない生理計測を中心とした人の状態の計測、それらを用いたコンテンツのリアルタイム適応が挙げられる。技術開発と並行して、その時点で安定的に実現できる技術を組み合わせた実証研究を行い、現場の受容性やニーズを確認しつつ、効果検証を行う。サイバー空間については、病院の待合室や家族面会室などへの展開を図りたいと考えているが、設置場所に足を運べない人のために、大型モニターや家庭の TV、ホームシアターなど多様な参加スタイルを選択できるようにしたいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 大須賀美恵子
2. 発表標題 人のWell-beingに寄与するヒューマンセンシング×ICT・ロボティクス
3. 学会等名 令和3年 電気関係学会関西連合大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大須賀美恵子
2. 発表標題 AYA世代の患者と家族の支援に対する～ロボティクス・ICT応用可能性と課題について
3. 学会等名 第3回 AYAがんの医療と支援のあり方研究会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上甲志歩, 大須賀美恵子, 多田雄真, 石川淳
2. 発表標題 360°カメラとHMDを用いたリアルタイム遠隔視点操作システム
3. 学会等名 第58回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 多田雄真, 上甲志歩, 伊藤公美子, 大須賀美恵子, 石川淳
2. 発表標題 無菌環境の造血細胞移植患者のストレス緩和のためのインタラクティブ動画提示システムの評価 ～プロジェクションマッピングの効果について～
3. 学会等名 第24回日本緩和医療学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shiho Joko , Mieko Ohsuga , Yuma Tada , Jun Ishikawa;
2. 発表標題 Evaluation of a Mental Care System for Patients Recuperating in a Sterile Room after Hematopoietic Cell Transplantation
3. 学会等名 41th Annual International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society(EMBC2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上甲志歩, 大須賀美恵子, 多田雄真, 石川淳
2. 発表標題 閉鎖空間の患者と家族を繋ぐ 360°カメラを用いたシステム
3. 学会等名 第 24 回日本バーチャルリアリティ学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上甲志歩, 大須賀美恵子, 多田雄真, 伊藤公美子, 大島和也, 石川淳
2. 発表標題 メンタルケアをめざしたインタラクティブ動画システムの操作方法に関する検討
3. 学会等名 日本人間工学会第59回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 多田雄真, 上甲志歩, 伊藤 公美子, 加藤 祐司, 鈴木 昌幸, 橋田 直, 池田 聖司, 大島 和也, 大須賀 美恵子, 石川 淳
2. 発表標題 デザイン思考を用いた造血細胞移植患者の心身賦活システムの開発
3. 学会等名 第23回日本緩和医療学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上甲 志歩, 大須賀 美恵子, 多田 雄真, 大島 和也
2. 発表標題 造血幹細胞移植患者のための無菌室内メンタルケアシステムの開発
3. 学会等名 第57回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mieko Ohsuga, Shiho Jyoko, Yuma Tada and Jun Ishikawa
2. 発表標題 Mental support system for hematopoietic stem-cell transplant patients isolated in a protective environment
3. 学会等名 CYPsy23(23rd Annual CyberPsychology, CyberTherapy & Social Networking Conference) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shiho Joko, Mieko Ohsuga, Yuma Tada, Kumiko Ito, Kazuya Oshima, and Jun Ishikawa
2. 発表標題 Development of Mental Care System for Patients Recuperating in a Sterile Room after Hematopoietic Cell Transplantation
3. 学会等名 IEEE-EMBC(40th Annual International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 多田雄真, 上甲志歩, 伊藤 公美子, 加藤 祐司, 鈴木 昌幸, 橋田 直, 池田 聖司, 大島 和也, 大須賀 美恵子, 石川 淳
2. 発表標題 デザイン思考を用いたユーザ視点からのコンセプトメイキングによる、閉鎖空間で治療を受ける造血細胞移植患者のための心身賦活システムの開発
3. 学会等名 第3回日本がんサポーターティブケア学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上甲志歩, 大須賀美恵子, 多田雄真, 伊藤公美子, 石川淳
2. 発表標題 造血細胞移植患者のためのメンタルケアシステムのユーザ試用調査
3. 学会等名 平成30年度日本人間工学会関西支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mieko Ohsuga
2. 発表標題 Development and application of a three-screen enveloping projection cyberspace that is easy to disassemble and assemble, with the aim of contributing to people's wellbeing
3. 学会等名 27th Annual Cyberpsychology, Cybertherapy and Social Networking Conference
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	多田 雄真 (Yuma Tada) (90792052)	地方独立行政法人大阪府立病院機構大阪国際がんセンター (研究所)・その他部局等・血液内科診療主任 (84409)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------