

令和 3 年度 修士論文

MR を用いた清掃活動における視覚構造化ツールの提案

Proposal of a visual structuring tool for cleaning activities using MR

2021 年 1 月 21 日

研究指導教員 金大雄 教授

九州大学大学院 芸術工学府 修士課程 芸術工学専攻
コンテンツ・クリエイティブデザインコース

2DS20006Y 木村 勉

TSUTOMU KIMURA

目次

| | |
|------------------------------|---|
| 第1章 抄録..... | 1 |
| 第2章 研究分野背景..... | 4 |
| 2.1. IC..... | 5 |
| 2.1.1 清掃活動について | 6 |
| 2.2. 知的障害について..... | 5 |
| 2.2.1 知的障害とは..... | 6 |
| 2.3. 知的障害者への合理的配慮について..... | 5 |
| 2.2.1 知的障害とは..... | 6 |
| 2.4. 知的障害者における教育の現状..... | 5 |
| 2.4.1 知的障害者への合理的配慮について | 6 |
| 第3章 研究目的 | 4 |
| 第4章 コンテンツ設計 | 4 |
| 2.1. コンテンツの概要..... | 5 |
| 2.1. 対象利用者の選定..... | 5 |
| 2.1. デバイスの選定 | 5 |
| 2.1. 実証実験の場の選定 | 5 |
| 2.1. コンテンツフロー..... | 5 |
| 2.1. コンテンツの開発環境 | 5 |
| 第5章 制作..... | 4 |
| 第6章 検証..... | 4 |
| 第7章 まとめ..... | 4 |

第一章 抄録

第二章 研究分野背

2.1. 知的障害について

2.1.1 あ

2.2. 清掃活動の現状

2.3 TEACCH(視覚支援について)

2.4 先行事例

2.4.1 る株式会社

2.4.2 鹿児島総合教育

2.4.3 横浜総合リハビリセンター

第三章 研究目的

第4章 コンテンツ設計

4.1. 対象者の選定

4.2 デバイスの選定

4.3 学習内容の選定

4.4 コンテンツフロー

4.5 コンテンツの開発環境

第5章 制作

5.1 コンテンツの概要

5.2 コンテンツデザイン

第6章 検証

6.1 検証目的

6.2 検証方法

6.3 検証結果と考察

6.4 教員に利用評価とアドバイス

6.5. 検証結果全体の考察

第7章 まとめ

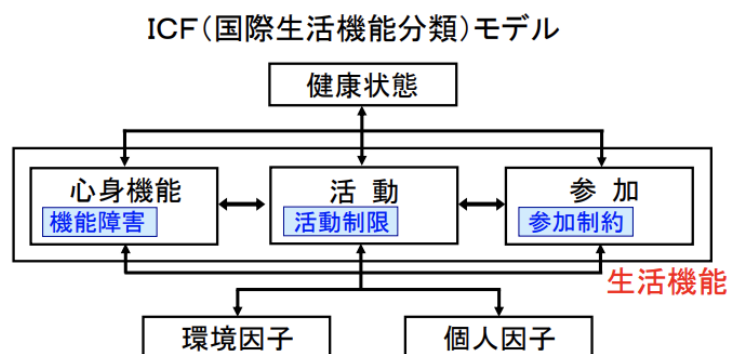
第一章 抄録

2 章 研究分野背景

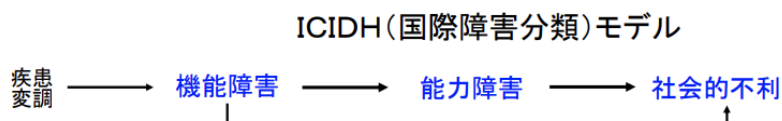
障害全体に

2006 年、国連総会では「障害者の権利に関する条約」（以下、障害者権利条約という）が採択され、我が国においても 2014 年に締結に至った。

障害者権利条約では、障害を「機能障害を有する者とこれらの者に対する態度及び環境による障壁との間の相互作用」と定義されている。これは国際生活機能分類（International Classification of Functioning, Disability and Health）」（以下、「ICF」とする。）で示されている「活動や社会参加を中心とした考え方」や「環境因子や個人因子と生活機能との関連」に基づいた考えである。



ICF が示される以前の ICIDH (International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps) (以下「ICIDH」とする) では、障害を病気・外傷やその他の健康状態から直接的に生じる個人の問題であるとする「医学モデル」で捉えられていた。ICF では、「環境因子」の観点が加えられており、障害は個人に帰属するものではなく、社会環境によっても作り出されるという「社会モデル」と「医学モデル」を統合した考え方となっている。このように、近年の障害のとらえ方の流れとして、機能に基盤を置いた見方から、地域生活や環境との相互作用に基盤を置いた見方に変化していることが理解できる。



また、障害者権利条約の第24条1（b）では、「障害者が、その人格、才能及び創造力並びに精神的及び身体的な能力をその可能な最大限度まで発達させること。」と述べられており、この理念の実現に向けて、平成24年7月23日に文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会は、「共生社会の形成に向けたインクルーシブ教育システム構築のための特別支援教育の推進（報告）」を示した。

インクルーシブ教育システム（inclusive education system）とは、人間の多様性の尊重等を強化し、障害者が精神的及び身体的な能力等を可能な最大限度まで発達させ、自由な社会に効果的に参加することを可能にするという目的の下、障害のある者と障害のない者が共に学ぶ仕組みである。

ここでは、障害のある者が「general education system」（署名時仮訳：教育制度一般）から排除されないこと、自己の生活する地域において初等中等教育の機会が与えられること、個人に必要な「合理的配慮」が提供される等が必要とされている。

ここでの合理的配慮とは、障害のある子供が、他の子供と平等に「教育を受ける権利」を享有・行使することを確保するために、学校の設置者や学校が必要かつ適当な変更・調整を行うことであり、障害のある子供に対し、その状況に応じて、学校教育を受ける場合に個別に必要とされるものであり、学校の設置者及び学校に対して、体制面、財政面において、均衡を失した又は過度の負担を課さないもの、と定義されている。つまり、一人一人の障害の特性を考慮した教育的支援のことを指す。

この合理的配慮の基礎となる環境整備の一つとして、「教材の確保」がある。「共生社会の形成に向けたインクルーシブ教育システム構築のための特別支援教育の推進（報告）」では「教材の確保」の課題として、様々な障害の状態に応じた支援機器の充実を図る必要があると示されている。また、教育の情報化を推進するに当たっては、デジタル教科書・教材について、障害の状態や特性等に応じた様々な機能のアプリケーションの開発が挙げられている。

しかしながら、コンピュータをはじめとする現在の情報機器が必ずしも全ての人々に使いやすい仕様になっているわけではない。そこで、個々の身体機能や認知機能に応じて、きめ細かな技術的支援方策を講じる必要性がある。

そうした障害による物理的な操作上の不利や、障壁を、機器を工夫することによって支援しようという考え方をアシスティブ・テクノロジーという。具体的には、肢体不自由児への視線入力装置や、視覚障害の生徒に対するタブレット端末の音声読み上げ機能などがこれにあたる。こうした支援機器や技術は、障害のある児童生徒の教育において不可欠なものとなっており、特に、近年では、情報機器の発達により、多様なニーズに応じた機器が開発され、利用されつつある。

こうした特別支援教育における ICT の充実には、課題も残されている。現在、障害の状態や特性に応じたアプリケーションについて、民間ベースで様々なアプリケーションが開発されているものの、その効果的な使用方法については、体系的に整理され

ておらず、個々の教員が各アプリケーションを評価しつつ指導に活用している状況にある。また、その評価に関する情報についても集約されていないといった課題があるとされている。

さらに、こうした機器の開発はまだ試作段階にとどまっているものが多く、特に障害のある児童生徒向けの機器は市場において多数が消費される性格のものでもないため、メーカーの開発姿勢も勢い消極的にならざるを得ない。一方、学校においても、こうした機器の情報が十分に行き渡っていないこともあって、まだまだ学校教育におけるアシスティブ・テクノロジーの位置づけについての共通理解が図られているとはいえず、本当に必要な機器が必要な児童生徒に提供されていない例もまだ見受けられるのが現状である。

2.1. 知的障害について

ここでは本稿を読み進める上で基礎知識となるものを記述する。

2.1.1 知的障害とは

平成 30 年度障害者白書によると、日本の知的障害者数は 18 歳以上で 84 万 2 千人、18 歳未満で 22 万 1 千人、年齢不詳が 1 万 8 千人で、合わせておよそ 108 万 2 千である。

厚生労働省は「知的障害児（者）基礎調査」で、知的障害を「知的機能の障害が発達期（おおむね 18 歳まで）にあらわれ、日常生活に支障が生じているため、何らかの特別の援助を必要とする状態にあるもの」と定義している。

また、知的障害であるかどうかの判定基準は、以下の (a) (b) であるかどうかであるか定義している。

(a) 「知的機能の障害」について

標準化された知能検査（ウェクスラーによるもの、ビネーによるものなど）によって測定された結果、知能指数がおおむね 70 までのもの。

(b) 「日常生活能力」について

日常生活能力（自立機能、運動機能、意思交換、探索操作、移動、生活文化、職業等）の到達水準総合的に同年齢の日常生活能力水準の一定の基準に満たないものである（一部改）。

保険面・行動面

保健面・行動面の判断

| 程度 領域 | 1 度 | 2 度 | 3 度 | 4 度 | 5 度 |
|----------|-----------------------------|-------------------------|--|------------------|-----------|
| 保健面 | 身体的健康に嚴重な看護が必要。生命維持の危険が常にある | 身体的健康に常に注意、看護が必要。発作頻発傾向 | 発作が時々あり、あるいは周期的に変調がある等のため一時的又は時々看護の必要がある | 服薬等に対する配慮程度 | 特に配慮は必要ない |
| 行動面 | 行動上の障害が顯著で、常時付添い注意が必要 | 行動上の障害があり、常時注意が必要 | 行動面での問題に対し注意したり、時々指導したりすることが必要 | 行動面での問題に多少注意する程度 | 特に配慮は必要ない |

（注）行動上の障害とは、多動、自分を傷つける、物をこわす、拒食の問題等、本人が安定した生活を送ることを困難にしている行動をさします。

以上からわかる通り、知的障害者の中でもその程度には大きな幅があり、必要とされる支援も一様ではない。

知的障害への合理的配慮について

知的障害を持つ児童生徒は、学習によって得た知識が断片的になりやすいと考えられており、学習内容を実際の生活場面に活かすなど臨機応変に対応していくことが苦手であるとされている。そのため、知的障害者への教育としては、実際の生活場面に即しながら、繰り返して学習することにより、日常生活や社会生活を送る上で必要な知識や技能等を身に付けられるようにする継続的、段階的な指導を行うことが重要だとされている。

文部科学省は、2010（平成 22）年 7 月から 2012（平成 24）年 6 月にかけて、中央教育審議会の下に「特別支援教育の在り方に関する特別委員会」を設置した。さらに、この特別委員会下にワーキンググループが 2011（平成 23）年 7 月に設置され、合理的配慮の検討について検討がなされた。

「合理的配慮等環境整備検討ワーキンググループ」では、障害種別ごとに、様々な状況における合理的配慮が勘案された。

知的障害者への合理的配慮として、例えば「教育的内容」としては、「将来の職業生活に必要な指導を行うこと」、また「施設・設備」としては、「視覚的に動線や目的の場所が理解できるよう配慮を行う」ことが提案されている。

知的障害への合理的配慮の充実には、ICT への期待も大きく、

また「特別支援教育における教育の情報化」では、知的障害者である児童生徒への情報教育の意義として、情報機器は双方向的な関わり（インタラクティブ性）がしやすく、視覚的、音響的にも多様な表現ができるため、児童生徒も関心を持ちやすく活用次第では有効な教材・教具となる、と述べられている。

以上より、合理的配慮の観点から、知的障害の認知的な困難を支援する方策として、ICT が効果的な道具として捉えられていることが分かる。

しかし、国立特別支援総合研究所の「障害のある児童生徒のための ICT 活用に関する総合的な研究」によると、知的障害種の特別支援学校では、肢体不自由種の学校に比べて、ICT の環境整備だけでなく、校内研修会の実施やセンター的機能における活用支援の実施も低い割合にある報告されている。

また、知的障害者である児童生徒の学習を目的とした学習ソフトウェアはきわめて少ないだけでなく、こうした学習ソフトウェアは使用にあたっての個人差が大きいことから、市販の教材ソフトではうまく適合しないこともあり得り、さらなる開発の研究とサポート体制の整備が望まれている。

2. 12. コミュニケーションについて

知的障害者への支援として、視覚的な支援がある。これは、知的障害者の言語的なコミュニケーションの難しさに起因する。坂井は知的障害者における言語コミュニケーションにおいて、認知機能と象徴機能の2点に問題があると指摘している。

認知機能には聴覚認知と視覚認知が大きな役割を果たしているが、坂井は知的障害者が視覚認知の発達に比べて聴覚認知の発達が遅れている傾向にあることや、瞬間的かつ継次的な聴覚的情報と、消えることなく見比べることができる視覚情報の非対称性視覚にも言及している。

さらに、言葉（音声）と物を繋ぐには象徴機能が必要となる。そして、象徴機能を最も高度化したものが言語であり、言葉は文脈によって示す意味が変わるため、その学習には知的能力が必要と指摘されている。したがって、知的障害がある場合は、こうした象徴機能及び言語的なコミュニケーションの発達が遅れてしまうと考えられている。

視覚支援を用いた具体的な合理的な配慮としては、コミュニケーション支援ボードがある。東京都荒川区は、自閉症や知的障害者を持つ人への配慮として、区内の障害者施設にコミュニケーションボードを設置している。



こうした視覚支援に関して、松下は具体性が重要だと主張している。自閉症児や知的障害者を持つ人への視覚的な提示においては、実物やそれ同等の見本が最も理解を促しやすく、逆に言語や文字のような象徴的かつ抽象的な概念は、知的障害者には理解しにくいとされている。

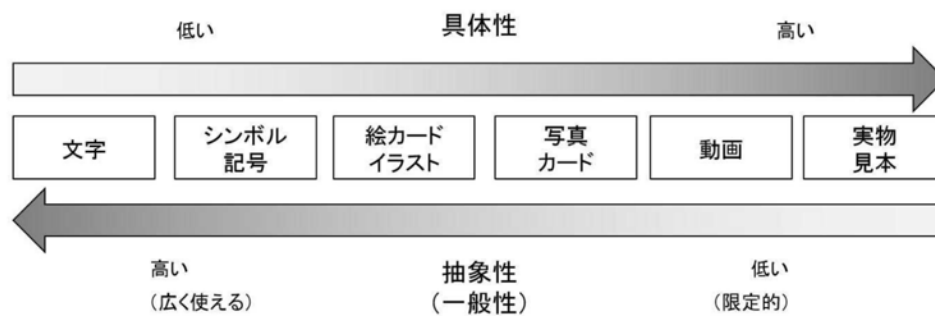


図2 視覚刺激を用いた支援方法における具体性と一般性の関連

山梨障害児教育学 研究概要 知的障害や自閉症スペクトラム障害のある人に対する視覚刺激を用いた支援の効果

2.2. 知的障害者における清掃教育の現状

ここでは本研究の教材の単元対象として自在ぼうきを選定した背景について述べていく。

2.2.1 知的障害者における教育の現状

学習指導要領における清掃活動の位置付け

特別支援教育高等部の教育課程において、清掃活動が行われるのは、2つの場合である。

一つは、「各教科等を合わせた指導」にある作業学習の中で行われる場合。

もう一つは、主に専門学科において開設される教科の一つにある「流通・サービス」の中で取り扱われる場合である。

一般的には、技能検定の種目として扱われる「テーブル拭き」、「自在ぼうき」、「水拭きモップ」などが主要な活動となる。

清掃活動と就労について

特別支援教育において、清掃学習は就労と深く結びついているという点から重要な意義を持っている。「令和3年 障害者雇用状況の集計結果」を見ると、ビルメンテナンスなどが属するサービス業に勤める知的障害者は約15,784人で、その割合は全産業種の中で11.2%となっている。これは、「製造業」「卸売業・小売業」「医療・福祉」について4番目に高い割合である。

さらに、清掃活動は、産業種に関わらず、知的障害者が就労する様々な仕事内容に含まれていることが高知大学と高知県教育委員会の調査で分かっている。平成29年度から令和元年度の3年間にかけて、高知県知的障害特別支援学校を卒業した99名の就労先を産業別の分類で見ると、卸売・小売業が29.2%と最も多く、ついで製造業が19名の19.1%となっており、ビルメンテナンスなどを業務とするサービス業は3人のみに留まった。

しかし、各仕事の職務遂行にかかる動作を「体の動きに求められる動作」「人との関わりに求められる動作」「状況に配慮した動作」「知的判断が求められる動作」の4つの動きに分類し、分析すると、「体の動きに求められる動作」の項目において、清掃に関わる業務が、最も多いことがわかった。

| 観 点 | 体の動きに 求められる動作 | 人との関わりに 求められる動作 | 状況に配慮した動作 | 知的判断が求められる動作 |
|--------|---|--|--|--|
| 要 素 | 物を持って運ぶ等の単純な移動、ほぼ決まった単純な作業の繰り返し、組み立てや製造工程・製造ラインの決まった動作など、主に技能面、器用さ、指先の操作や動き、身体の使用方、目測、共応・協応動作、形の知覚、体力が求められる動作が主となる職務。 | 状況に応じた言葉遣い、表現力、状況から判断した対応、その場の状況に応じた受け答え等、人との関わりが主となる職務。 | 状況に応じた対応・配慮・気配り、状況から判断した動き、状況に応じた対応・配慮など、職務が変動的で、状況に応じてその場で対応することを求められる動作が主となっている職務。 | 職務の一つ一つは比較的単純な仕事でも、一人で複数の職務を行うことが求められていて状況を判断して行う職務や思考力を求められるもの、指示を聞きその内容を理解して、その日の仕事の段取りや準備、片付けまでの流れを一人で判断して行っているものなど、認知や記憶、思考、判断等の知的面が必要とされる職務。専門的な知識や技能が求められる職務や、パソコンや機械操作が求められる職務。 |

表 5. 4 つの観点と職務を行う動きを表す動詞でまとめた分類表

| | |
|----------------------------|---|
| 体の動き に求め られる動作 | 資材を運ぶ、資材を所定の位置に置く、（ボールペンなどの）細い道具を詰める、箱にラベルを貼る、大きな箱に詰める、検品に回す、木を切る、木を磨く、角を削る、 ゴミを集める3 、小さな金属のバリを取る、レンズを見ながらバリを取る、（のりを）束ねる、ケースに入れる、容器に乾燥剤を入れる、緩衝材を巻く、やすりでバリを取る、薬品に漬ける、ニラを束ねる、テープで巻く、袋に入れる、ドライバーなどで部品を組み立てる、（ピン）の蓋を取り除く2、コンテナに並べる2、コンテナを積みむ3、ピンの選別をして仕分ける、コンテナを洗浄する3、木の緩衝材を袋に入れる、まんべんなく広げる、紐で縛る、ミョウガをやさしくつまむ、機械から流れてくるトレーに載せる、真中力を持続させる2、ポケットティッシュを袋に詰める、緻密で精巧な動きをする、棚から品物を出す、品物を箱に入れる、カートで商品を選ぶ、ラックを折りたたむ、積み重ねる、コンテナを組み立てる、品出しや整理をする、植物の水やりをする、 店舗内外の清掃をする 、商品にシールを貼る、皮をむく2、指定された形に野菜を切る2、食器を洗う2、病棟へ配膳車を運ぶ・下げる2、残飯を捨てる2、食洗器にかける2、食器を拭く3、食器を片付ける3、ホテルのフロント作業の手伝いをする（印を押す、パンフレットの準備をする）、食器の粗洗いをする、汚れが強い所をこする、衣料をたたむ、しわを伸ばす、 トイレの清掃をする 、印刷物の丁合をする2、端をそろえて折る2、ホッチキスで止める2、決められた区域の消毒をする、 決められた区域の清掃をする、清掃をする（食堂、廊下、居室） 、利用者の衣類の洗濯をする2、 清掃やゴミ出しをする 、 居室を順番に清掃する 、シーツを交換する2、 施設内を清掃する 、衣類を回収する、 掃除場所まで道具をカートで運搬する2、掃除機やモップで掃除をする 、元の場所に片付ける3、 自在ぼうしやダスタークロスなどで清掃をする 、芝生の水まきををする、湯釜の準備を片付けをする、機械へ入れる、コンテナをふき取り、折りたたむ、 清掃の道具を準備する 、 ほうきやモップを使って掃除をする 、本の処分をする、 庁内の清掃をする 、シュレッダーにかける、体力をつける |
| 人との関 わりに求 められる 動作 | 電話で応対する、 複数で声をかけをしながら物を運ぶ、相手に合わせた動きをする 、報告する 13 、 連絡や相談をする8 、指示を仰ぐ、指示を受ける 3 、 商品の出来具合の確認をとる、取り扱う材料について確認する 、 不具合があれば相談する 、 二人一組で場所を確認する 、 3人1組での協働した動きをする 、希望の勤務日を伝える、 二人一組で緊密な連絡・打ち合わせをする3 、お客様に「いらっしゃいませ」「ありがとうございました」などの挨拶をする 13 、 問い合わせに対応する5 、 リーダーの指示を聞きながら作業を遂行する2 、ロープやクロスなどの切り売りに対応する、「いらっしゃいませ」と言って店舗に出る、返却商品の応対をする、説明を受ける2、利用者の個室に入る時には声をかける、指導者と一緒にやり方を教わりながら作業をする、確認を求める、入室時は「失礼します」とあいさつをする、清掃が終わると挨拶をして退室する、通常業務が終了した際、他の業務の指示を仰ぐ、笑顔での応対や返事ができる、 チームリーダーに確認を求める2 、不具合の報告ができる |
| 状況に配 慮した動 作 | 電話の内容により、対応する、安全に配慮した服装をする2、（資材を）担ぐ時には同僚にあたらないように配慮する、手や足を詰めないように資材を置く、落下物に気をつける、汚れた所を見つける、仕上がり員合で道具を使い分ける、ラインの速さに合わせて行う4、頭上に注意しながら安全に気を付けて移動する、常に水分補給に気を付ける3、夏場はまめに着替える、勤務時間の変化に柔軟に対応できる2、確認をしながら組み立てる、終われば報告し、次の指示を受ける、いっぱいになったら交換する4、熱湯に注意しながら攪拌する、袋が裂けないように入れる、野菜を傷つけないように煮をする、衛生管理に気を付け、 仕事の状況から判断して整理や清掃を行う2 、汚れを取ったり、コーティング剤を塗ったり拭き取ったりができる、袋の破れをチェックできる、空気を抜き、形を整える、 お客様が来たら「いらっしゃいませ」とあいさつができる5 、 お客様から質問があれば自分から答える5 、 分かんなければ他の人に引き継ぐ5 、 お客様が来た時にはすぐに台車を移動する4 、棚に入りきらない場合には棚の上に置く2、作業が終われば元の場所に戻す2、きれいに洗うことができたかどうかを判断する、 患者に配慮した動きをする2 、食洗器が動いている間に食器の量を判断して洗う、汚れが強い部分を洗う、なるべく多く置けるように考えて置く、 邪魔にならないように避ける2 、 残りの量を判断して補充する 、音を立てないように清掃をする、 患者や医療従事者、利用者の動きに配慮する2 、 動線を考えて移動する 、人がいる時には清掃を行ってよいか確認する2、利用者をトイレに誘導する、歯磨きの手伝いができる、 使用済みの道具の消毒ができる 、コードやモップさばきに気を付ける3、 リストの品物を選ぶ、配達の数を確認する、商品を補充する14、見栄え良く陳列する20 |
| 知的判断 が求めら れる動作 | 伝票を仕分ける、 パソコンで入力する2 、 その日の仕事内容を理解する6 、ラベルを貼る位置を決める、100箱数える、選別をする、外観検査をする、 一人で判断して仕事を進める 、道具の知識と安全な操作方法を理解する4、 仕上りの確認・判断をする5 、 取り預しの確認をする6 、個数を数える3、重さを測る、配布物の準備をする、デジタルカメラで撮影する、 適宜整理をする3 、タイムスケジュールに則った作業をする、 清掃する場所の順番を組み立てる 、機械を操作する2、角度の調整をする、指示を理解して行動に移す3、安全地帯を判断する、周囲に気を付ける、機械の研修や試験を受ける、数や置き場所を随時確認する、容器の状態を確認する3、仕分けができる6、材料を準備する、機械に一定量を入れる、デジタル秤で計量する、 10や100の束にする 、効率の良い清掃をする、レクリエーションの介護支援をする、箱の形状で詰め方を判断する、数えながら野菜を検品する、段ボールにきれいに詰める、必要な道具を考えて準備する2、機械に品物をセットする2、緻密に精巧に作業をする3、リストの品物や数の確認をする2、注文用紙の内容を確認しながら商品を入れる、保冷剤の使用の有無を判断する、〇g～〇gの計量ができる3、目測で大体の量に分かる、品物の傷みを判断する、決められた向きでパレットに積み、日付を確認する11、切り売りに対応する、説明書を読む、決められた場所へ返却する4、決められた量にカットする5、 機械に入力する5 、商品の種類が分かった、バーコードの位置の判断ができる7、朝食会場の準備ができる、注文に応じた盛り付けができる、簡単な調理ができる、大きさと長さを調節できる、（洗濯時）ネットに入れるかどうかを判断する、洗いを確認する2、洗濯機を操作する、クリーニングの配達ができる、宅配弁当の回収をする、日課表を確認できる2、車いす操作ができる、室名と名前を確認できる、場所に応じた清掃ができる、所定の位置を確認できる、校内・校舎内の修繕ができる、事務補助ができる、本の朗読ができる、利用者の安全確認ができる2、洗浄の手順を守る、健康管理ができる、衛生面でのルールを遵守する、作業をする場所を確認する3、たまった時の一定量の判断ができる2、用途別に分ける2、汚れを判断できる、食器かごになるべく多く入れることができる、その日のメンバーを確認できる、自衛隊の任務遂行能力を身に付ける、自衛隊の組織に関する知識・技能を身に付ける |

以上のことから、知的障害の就労において、産業種に関わらず、清掃活動の教育が重要であることがわかる。

自在ぼうきの現状

知的障害者での自在ぼうきにおける学習における課題として、広い空間における活動の困難さがあげられる。なぜなら、階段など形状がほぼ定型で、掃除をする範囲が明確な場所などに比べて、教室などの空間では、どこから始めるか、備品をどうするかなど考える力が必要となるからである。すなわち、場をどういった順序で掃いていくかのプランニングに課題となっている。

知的障害者はプランニングに困難があることは、過去の研究からわかっている。知的障害者がプランニングを苦手とする原因としては、ワーキングメモリと呼ばれる作業記憶容量に制約があることや、遂行の全体を見通す大局的プランニングより特定部分の遂行だけを見通す局所的プランニングを優先する傾向が指摘されている。

以上の理由から、清掃学習では、道具の扱い方だけでなく、考える部分を支援する手立てが必要であると指摘されている。

また、作業範囲や作業動線がイメージできないことも知的障害者が抱える困難としてあげられている。東京ビルメンテナンス協会の藤川氏は「この範囲でやりなさいと言えばできるのですが、場所が変わってしまうとイメージできない。そこをどう訓練するかが難しいところです。それは先生方も生徒も同様です」と述べている。臨機応変に対応することが苦手とされている。

同様に、「また、どこまでやれば綺麗になったといえるか」の判断が難しいといった指摘もある。

さらに、知的障害者の手先の不器用さに起因する課題も指摘されている。2016 年度に高知県教育委員会の実施した清掃の技能検定では、自在ぼうきを使った清掃検定の中で、多くの受験者がクリアできない項目の中に、プロの清掃技能者が勘所としている細やか動作ができないことミスにつながった。

知的障害養護学校高等学校の作業学習における作業種「清掃」(2007)

知的障害特別支援学校における 21 世紀型の職業教育の在り方とその展開に関する考察(2018)

清掃マニュアル

https://www.tokyo-bm.or.jp/dcms_media/other/seisoumanyuaru.pdf

自在ぼうきの指導法

自在ぼうきの活動における知的障害や自閉症を持つ児童生徒への支援として、床にテープを貼り、生徒が見通しを持ちやすくする工夫がある。横浜総合リハビリセンターは、個別支援学級に所属する中学生を対象として、廊下の中央やゴミを集める箇所

にテープを貼り、支援がない場合と比較して、作業時間と達成度の違いをみる実験を行った。

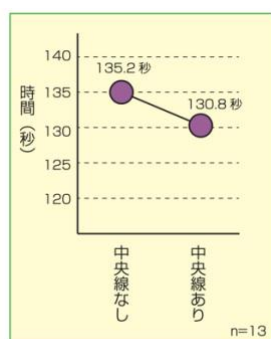


【中央線なし】

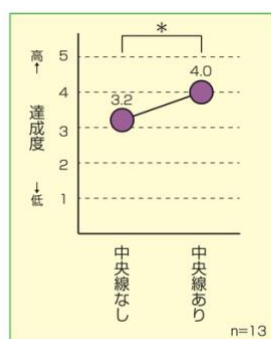


【中央線あり】

上記実験では、廊下に中央線がない場合は平均作業時間が 135.2 秒だったのに対し、中央線を引くと 130.8 まで短くなった。また、中央線がある場合は達成度が 0.8 ポイント向上した。



平均作業時間の変化



平均達成度の変化

*: $p < 0.05$

【達成度】
【達成度1】
 全体の 75%以上の動作支援（肩やほうきの柄をもつ）で達成できた。
【達成度2】
 全体の半分程度の動作支援で達成できた。
【達成度3】
 全体の 25%程度の動作支援で達成できた。
【達成度4】
 声かけや指さしの支援のみで達成できた。
【達成度5】
 支援の必要がなく達成できた。

鹿児島総合教育センターでは、知的障害を伴う自閉症児の自在ぼうきの学習において、廊下に一時的にゴミを集めるテープを貼るだけでなく、掃き掃除の動きや向きが変わる各ポイントに足形マットを設置し、掃き始める場所、進行方向、順番を示すことで自立的な活動を促した。

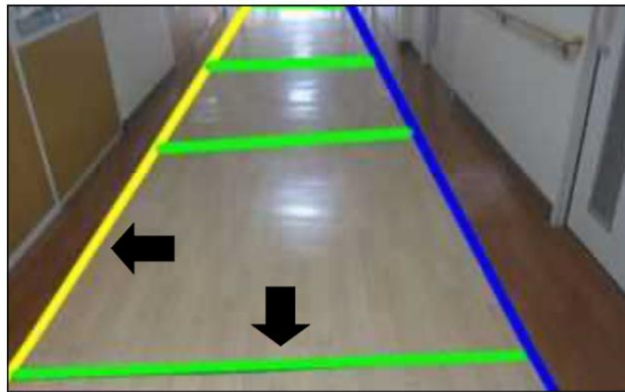


写真6 一時的にごみを集める箇所を示した線

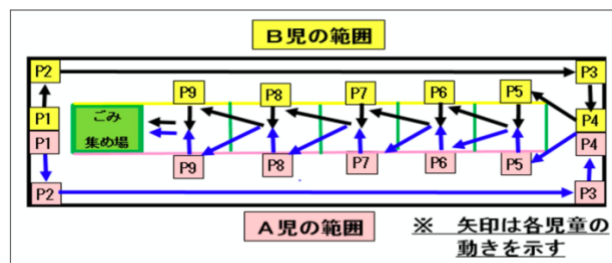


図15 掃き掃除時の廊下の物的環境の設定(改訂版)



写真7 足形マット

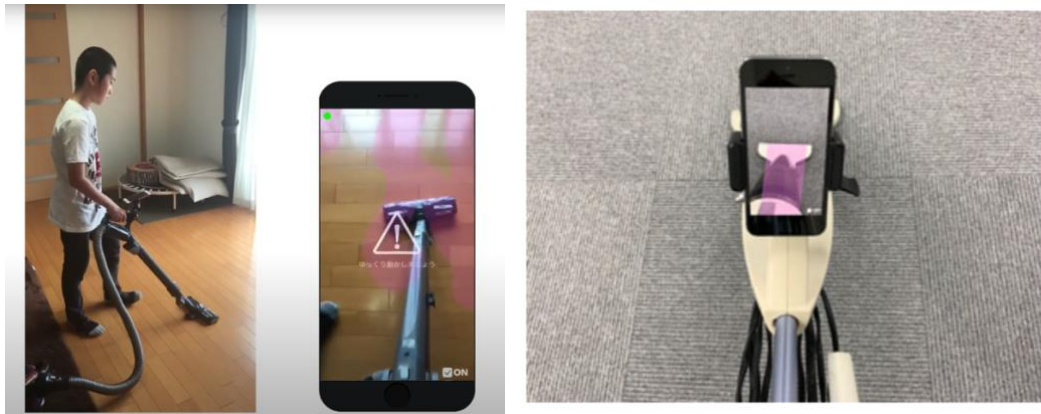
鹿児島総合教育センター

岩手大学 知的障害特別支援学校高等部における、生徒の進路実現に向けた作業学習のあり方 2016 p90 p91

2.4. 先行事例

先行事例として、る株式会社が埼玉県立本庄特別支援学校と共同開発した、「掃除機をどこまでかけたかわかる AR」がある。

上記アプリケーションは、掃除機にスマートフォンを取り付け、AR によって掃除機を動かした軌跡に色をつける機能を備えている。



本庄特別支援学校の6年生の児童は、一人では掃除機をかけるべき面積の30%未満しかかけることができず、レーザーポインターでの指示や紙テープでの細かいエリア分けなどの補助が必要だった。しかし、上記アプリケーションを利用する事で、プランニングやワーキングメモリといった掃除機をかける際の認知的負が下がり、他者からの支援を必要とせず一人で自立的に掃除機をかけることができるようになった。

しかし、上記アプリケーションのシステムでは、他の清掃種においてもプランニングを支持することができない。例えば、自在ほうきの場合、掃いた軌跡に色をつけるだけでは、ゴミが四方八方に散らばってしまい、効率的にゴミを集めることができない。なぜなら、掃除機はかけたところのゴミが掃除機吸い取られ、その場が綺麗になるのに対して、ほうきの場合はゴミを移動させ、最終的にゴミを一箇所に集める必要があるからだ。したがって、ほうきのプランニングでは、掃いた箇所の軌跡の色を変えるだけでなく、全体的な進行の仕方やほうきの掃く方向、ゴミを一時的に集める支援が必要になる。

MR とは

Mixed Reality（以下、MR という）の略である。現実空間と仮想空間を混合し、現実の物と仮想な物がリアルタイムで影響しあう新たな空間を構築する技術全般を指す。

第三章 研究目的

研究背景では、知的障害者における自在ぼうきの活動の現状に触れ、その原因として、見通しを持つことの困難さについて着目した。また、知的障害者とのコミュニケーションとして、視覚的なやりとりが有効であることを確認した。しかし、背景で述べたように、知的障害者への支援機器やアプリケーションは少なく、その評価についても未だ前例が少ないのが現状である。

そこで、本研究では、これらの問題点や課題を解決するために、知的障害者を対象とした新しいデジタル教材の制作を行う。特に、以下の2点を解決する。

[1] 自在ぼうきの自立的な活動の促進

背景で述べてように、知的障害を持つ生徒は、困難さから広いスペースで作業の動線をイメージすることが苦手であるとされている。現在、学校現場では、生徒の見通しを補助するために、床にテープや写真を貼る工夫がある。

しかし、現行のテープなどによる支援では、「いつ」「どのくらい」といった見立てを状況ごとに示すことができない。そこで、MRを用いて、インタラクティブ性を持つバーチャルな場の視覚構造化を構築し、生徒に「いつ」「何を」「どこで」といった見通しを見たせ、自立的な活動を促すかどうかを検証する。

[2] 視覚支援の情報量や具体性を高める

従来のイラストや写真の支援といった二次元での視覚提示では、伝えられる情報量やその具体性に限界があることから、CGを活用した3Dオブジェクトやアニメーションが視覚提示の具体性を高め、従来のイラストや写真などの視覚的な支援よりも、理解しやすいかどうかを考える。

この2点を解決するためには、動的に変化するバーチャルな視覚的支援やCGを用いた視覚提示の有効性について検証し、生徒が自立的に活動でき、清掃学習についての学習を深めるアプリケーションを開発し、評価することを目的とする。

第4章 コンテンツ設計

5.1 コンテンツの概要

今回制作するデジタル教材は、自在ぼうきの活動において利用できるMRアプリケーションである。

本デジタル教材は2つの機能がある。

1つは、生徒に見通しを持たせることで自立的な活動を促す補助具としての機能である。床をほうきで掃く際に、バーチャルな線や矩形が現れ、今どのスペースを掃くべきか、どの方向に進むべきかをナビゲーションする。また、床を掃と、掃いた場所が緑色に変わっていき、どこまで掃いたのかを分かりやすくしている。

2つ目は、学習コンテンツとしての機能である。CGアニメーションを用いて、キャラクターがほうきの持ち方やゴミの集め方などを教える。また、キャラクターが、清掃活動の応援をすることで生徒の動機づけを図った

4.1 被験者の選定

研究背景でも触れたように、知的障害を持つ生徒は、自在ぼうきの活動の際に、教室など広い空間において清掃の見通しを持つことが難しいとされている。

本研究では、文献調査による課題が、実際の教育現場においても該当するかを確認するため、実地調査として福岡市立生の松原特別支援学校教員新子達也氏にヒアリングを行った。

その結果、普段の授業で取り扱う技能検定と同程度に広さの場合は、円滑に活動を遂行できるものの、スペースの広さや形状が変わると、臨機応変に対応することが難しく、教員の指示が必要となることがわかった。

そこで、高等部のサービス科に所属し、軽度の知的障害を持つ生徒Aを被験者として選定した。

4.2 デバイスの選定

MR体験と清掃活動の両立という本デジタル教材の要件を満たすため、今回用いるデバイスには、Microsoft社のHololens2を選定した。

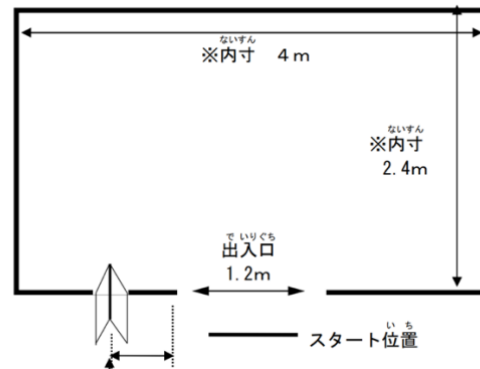


選定理由としては、Hololens2 の眼鏡型というデバイスの形態的特徴から、両手が自由に使うことがあげられる。自在ぼうきでは、両手でぼうきを持って活動を行うため、両手が空いている必要がある。したがって、一般に AR や VR のデバイスとして広く利用されるスマートフォンや、コントローラーを利用する VR デバイスは、本研究のデバイスとしては不適であると判断した。

4.4 場所の選定

福岡市立生の松原特別支援学校の新子教諭と相談のもと実証実験の場を選定した。コンテンツが技能検定の応用的なものになるよう、以下の3つのポイントを基準に選定した。

1. 技能検定の広さ 10.8m^2 ($4.5\text{m} \times 2.4\text{m}$) よりも広い空間。
2. 技能検定の横縦比が 2:1 の形とは異なる場所
3. 生徒が清掃活動をしたことがない場所。

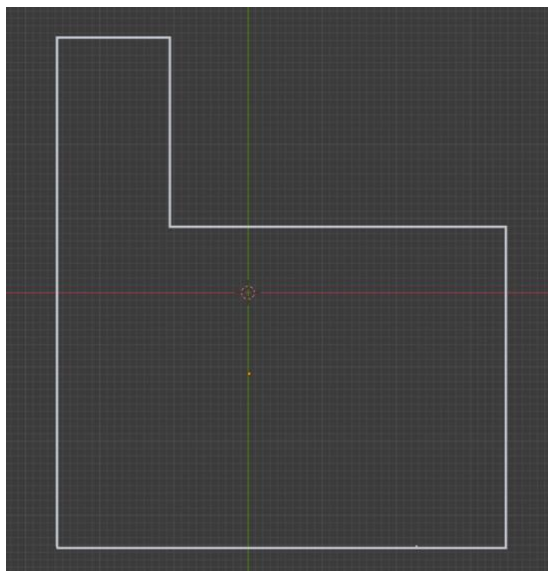


以上の3つの基準を満たす場所として、昇降口の前のスペースを選んだ。



昇降口の前スペースの広さは、 28m^2 で、これは技能検定のフィールドの2.8倍にあたる。

また、形状としては $4.53\text{m} \times 4.36\text{m}$ の正方形と $1.55\text{m} \times 6.91\text{m}$ の長方形が繋がったような形をしている。



コンテンツ・フロー

まず、本コンテンツは、まず使用者の視線調節を行うところから始まる。HoloLens2では、ホログラムの表示と操作性を向上させるために視線追跡のテクノロジーが使用おり、ユーザーが変更された際、自動で視線調整が始める仕様となっている。

そのため、コンテンツの設置とコンテンツのスタートの間に視線調整をする時間を設けた。

コンテンツがスタートすると、最初の内容として、床に現れる線や矢印といった視覚構造化の意味を理解させるため、チュートリアルパートを設定した。

また、このパートではチュートリアルと同時に正しいほうきの持ち方や掃き方を学ぶ。

次に、フィールドをほうきで掃いていく。この時、被験者が活動に集中できるよう、キャラクターは消えるように設定した。

フィールドの掃き掃除が終わると、正しいゴミの集め方のレクチャーに入る。

最後に掃き漏れがないかのチェックを終えて、コンテンツの終了となる。

視線調節

ほうきの持ち方

チュートリアル

掃く

ゴミの集め方

点検

4.5 開発環境

- 開発 PC

- 開発ソフトウェア

Unity 2020.3.9f1

Visual Studio 2019

- 開発ソフトウェア

Blender 2.9

使用サービス

MRTK

5 章 コンテンツ制作

5. x1 コンテンツ設計

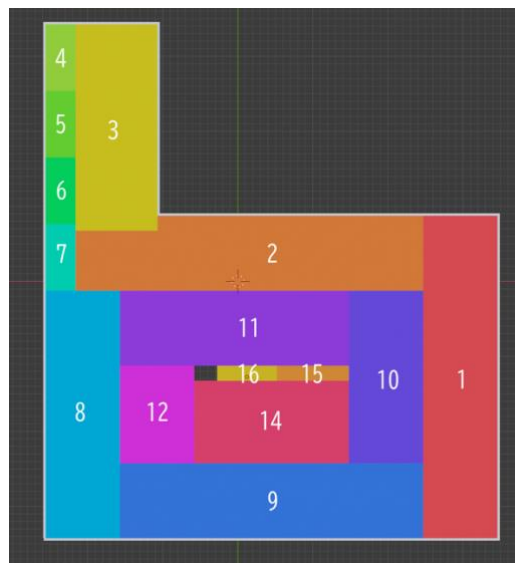
本デジタル教材は、福岡市教育委員会が公開している YouTube のチャンネル「福岡市教育委員会 動画配信チャンネル（特別支援）」から配信されている「特支職業_自在ほうき（中・上級）」「特支職業_自在ほうきの使い方」「特支職業_自在ほうきと文化ちりとりの使い方」や「高知県特別支援学校技能検定テキスト 清掃」などをもとに作成した。

5.2 コンテンツデザイン

フィールド

本教材では、フィールドを 16 の場所に分けた。

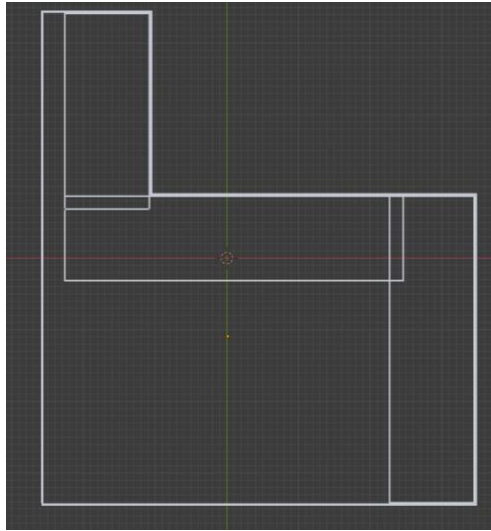
ほうきを掃く時の進み方は、技能検定のテキストを参考に、壁側からゴミを内側に集めるようにデザインした。



さらに、次の場所への移動にできるだけ無駄が生じないようにデザインした。

自在ほうきには、ほうきの向きを変えないルールがあるため、常にほうきの掃く方向が右から左になるようデザインした。

また、ゴミの掃き残しが発生しないように、現在地と次に場所へは 20cm ほどののりしろを作った。



位置合わせ

事前に実証実験のフィールドとなる場の採寸（合ってる？）を測り、スタート位置の近くにある基準の点にポインターを実寸大のフィールドを置くことで位置を合わせている。



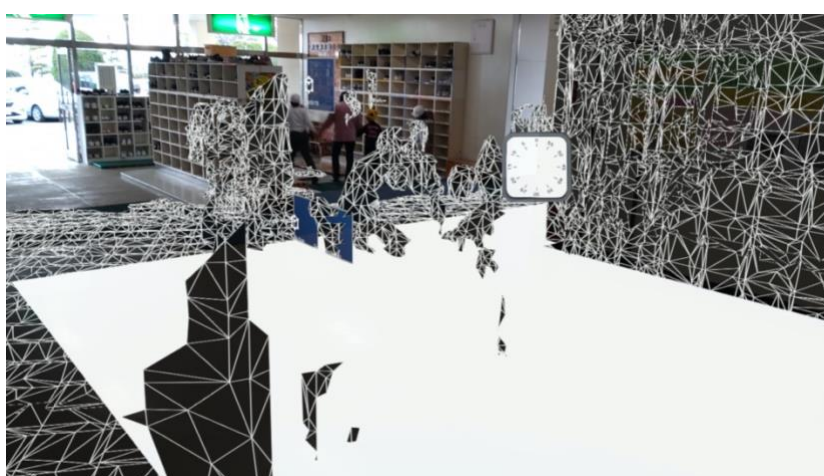
ポインターを基準点に合わせ際、コンテンツの垂直方向は固定してあるが、水平方向は角度を調整する必要がある。そこで、MRTK の PinchSlider を使って、ポインターの水平方向の角度を調節している。

位置合わせが終わると、場のメッシュを読み込みがしっかり行われているかを確認するため、Visible ボタンでメッシュの読み込み状況を見る。

また、メッシュが十分に読み込まれたらオクルージョンボタンをおす。

そして、セットコンテンツボタンを押し、フィールドを設置する。





MRTK について

このボタンには Mixed Reality Toolkit (以下、MRTK という) を使用している。
MRTK とは、Microsoft 社が公開している、クロスプラットフォームの MR アプリ開発を支援するための機能セットを提供する Microsoft 主導のプロジェクトである。

本研究では、ボタンとツールチップのインターフェースを構築する際に利用している。



ベースコンテンツ

掃く所にほうきを掃くアニメーションが動く。このアニメーションは、足形の上に立つと消える。

(絵)を入れる

16 つに分けた範囲が、青い四角で囲われている。一行ごとにも枠がある。見通しを持たせる。

被験者から見て左側にある、赤い線は一時的にゴミを集める場所を示した線である。



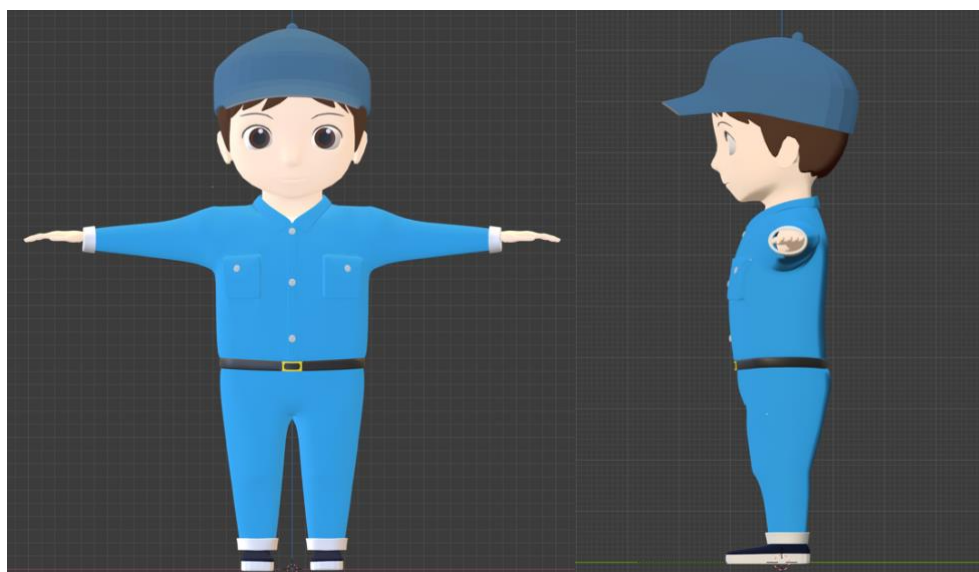
5. 2. x キャラクターデザイン

本教材をナビゲーショするキャラクターは、前提として、ほうきの構え方など動作の説明が入るため、人型をベースとしてデザインを行った。また、日本人の傾向として、かっこいい、美しい、細長い、大人っぽいキャラクターよりも、かわいい、子供っぽい、丸っぽい、動物デザインのキャラクターに関心を示すことがわかっている。そこで、3頭身に近い頭身で、幼い顔立ちになるようにキャラクターを作成した。



(繋げる)

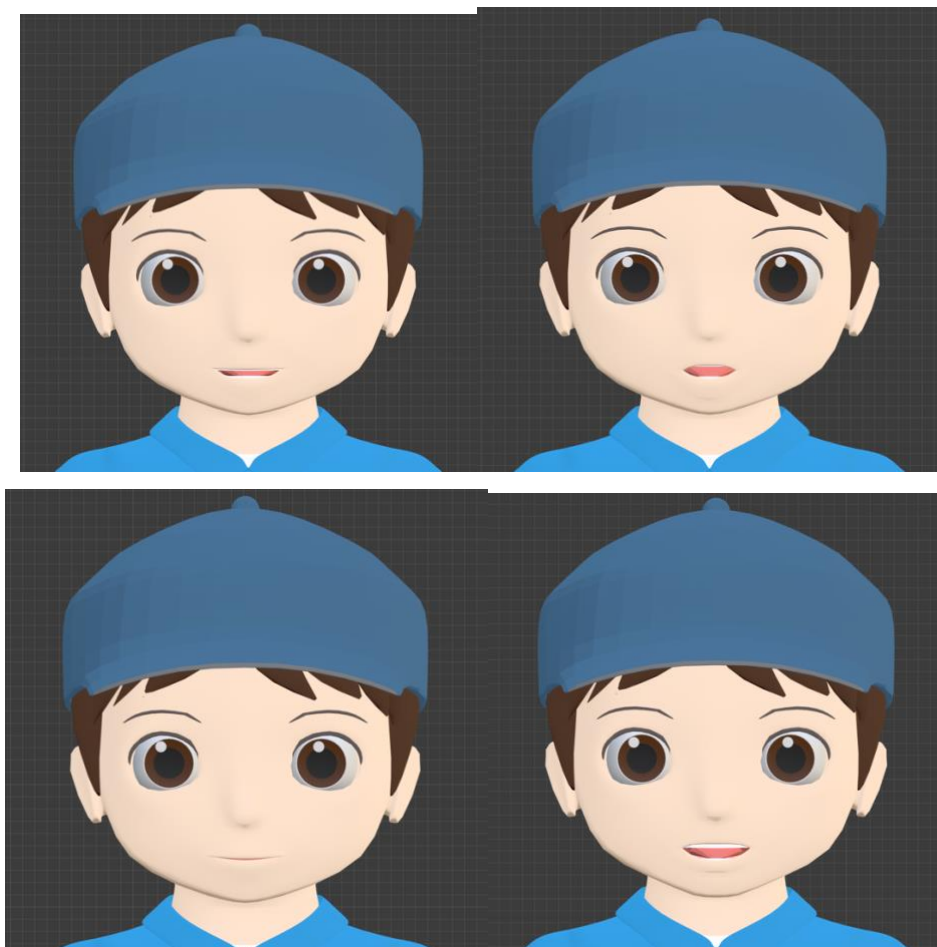
キャラクターの身長は約 1m の大きさに設定した。これは、Hololens2 の視野角が水平方向に垂直 28.5 度、水平 43 度、対角に約 52 度であるため、等身大の人間の大きさであると画面の大部分を埋め尽くしてしまったり、画面からはみ出してしまう可能性を危惧したためである



(リグの写真とポーズ)

国立特別支援教育総合研究所は、知的障害を持ち子供に対する配慮として、ゆっくり話かけることを提案している。そこで、キャラクターが話すスピードは、標準よりも2段階遅く設定した。また、少し幼い印象を与えるため、女性の声を使用している。

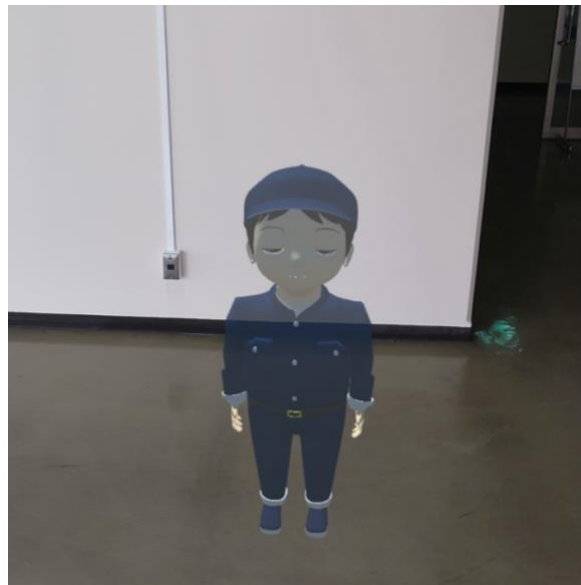
キャラクターが話す際は、リップシンクを加えた。母音の5つのパターンを作成した。フリーのリップシンク用 Unity アセットである uLipSync で、母音に近い音を割り当てている。



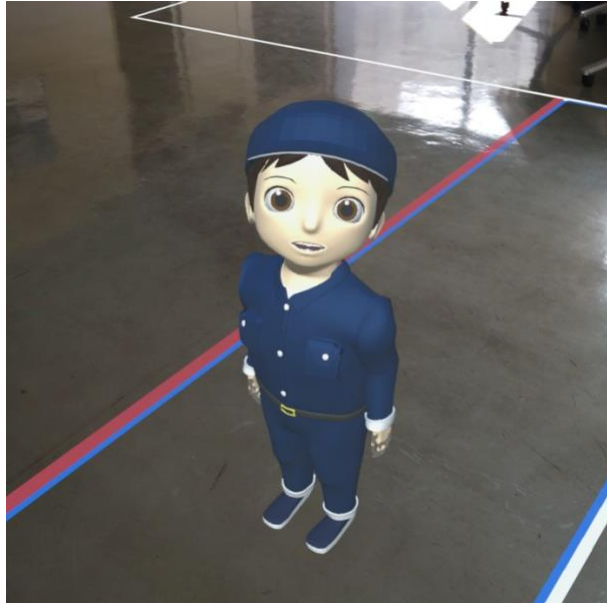


(実際の空間上で話してる絵入れる)

人間らしさを加える工夫として、表情に瞬きを追加した。キャラクターは、2 秒から 5 秒の間隔でランダムに瞬きをする。

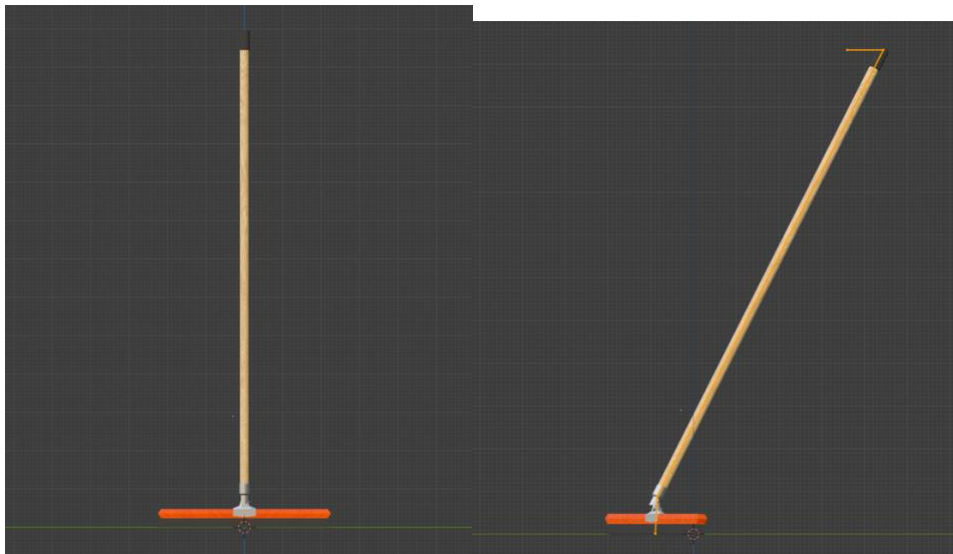


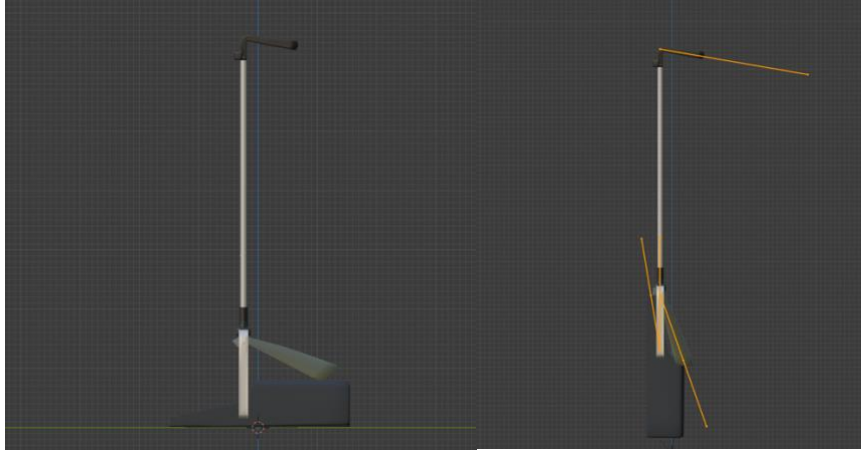
キャラクターは状況によって、被験者の方を向くようにしている。ただし、首の x 軸、y 軸、z 軸の可動域には、それぞれに 60 度の制限を加えた。



ほうきとちりとり

ほうきと

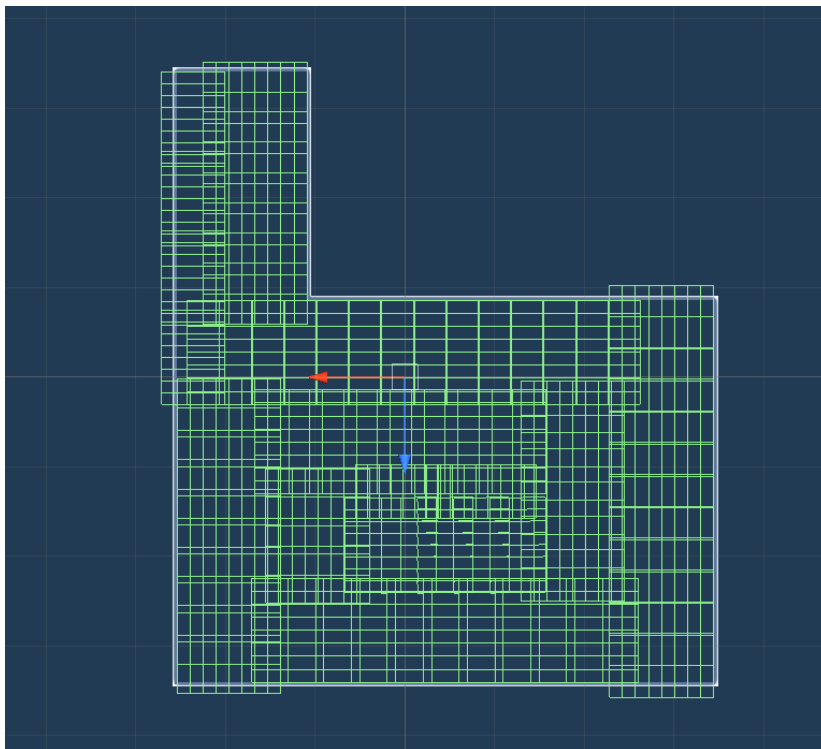




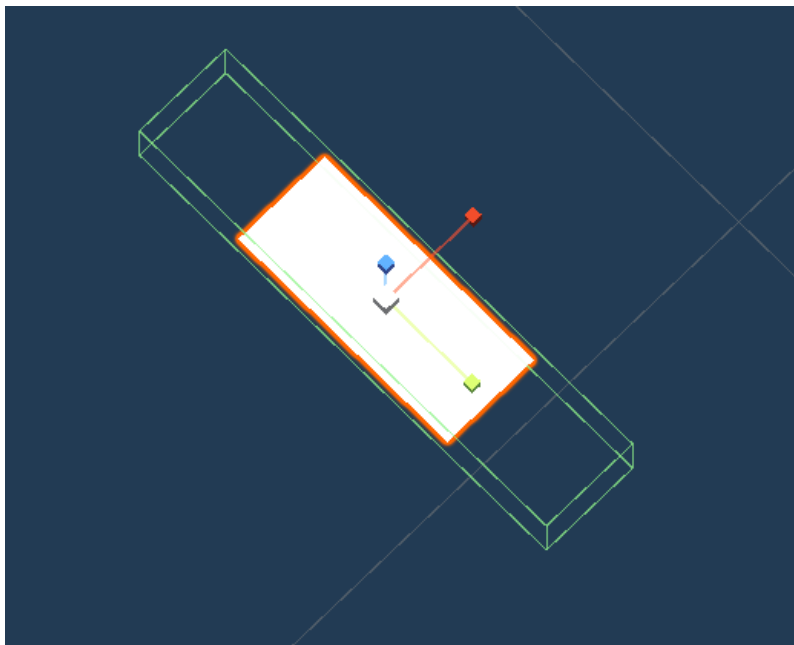
5.2.x 掃く判定

ほうきの位置は、右手の手の平と並行な仮装のレーザーを出すことで、大まかなを予測している。このレーザーが、床に敷き詰めた平面と衝突すれば、平面の色が変わるように実装した。

床に敷き詰められている平面の大きさは、 $35\text{cm}\sim 40\text{cm}\times 13\text{cm}\sim 14.5\text{cm}$ の間で設計している。縦幅を $30\text{cm}\sim 40\text{cm}$ の間に収めたのは、実証実験に使用する箒の横幅が 45cm であり、掃き漏れが発生しないよう、掃き幅を重ねるためである。

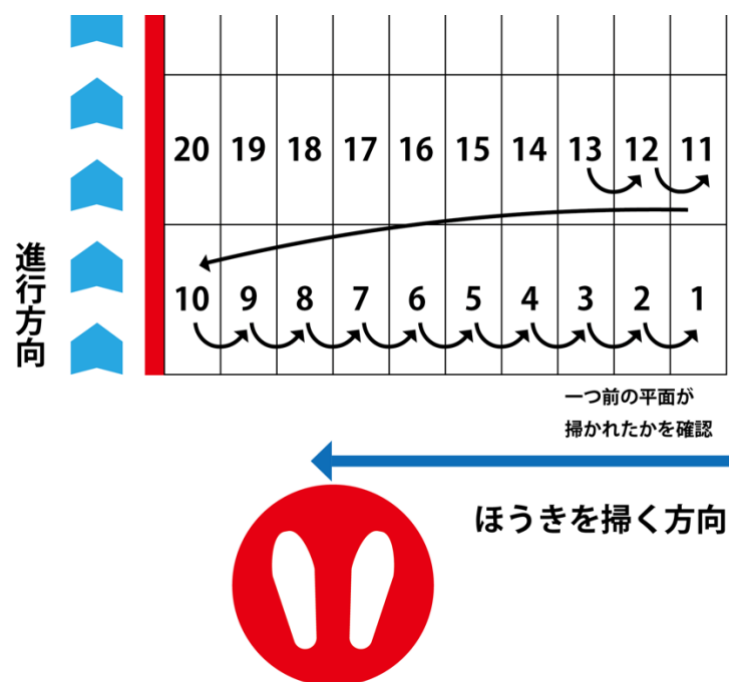


また、本アプリケーションのシステムでは、ほうきの大まかな位置しか取れないため、当たり判定を平面の大きさよりも、かなり大きく設定している。



しかし、当たり判定を大きくすると、誤った場所に当たり判定が出る確率も大きくなってしまう。そこで、当たり判定に発火する条件に、制限を加えた。

まず、床に敷き詰められた平面に順序付けを行った。自在ぼうきには、まだ掃いてない所は歩いていけない、また、ほうきは同じ面を使って掃くというルールがある。したがって、敷き詰められた平面が掃かれる順序は、手前から奥に向かって一意に決定することができる。



さらに、赤い足形のマークの上に乗っている時のみ、当たり判定が反応するように制限を加えた。

時間的な構造化。

取り組むスペースを「どれぐらいの時間」で掃くべきか見通しを持たせるため、生徒の目線の先にタイマーを設置した。特別支援学校の現場で多く利用されるタイムタイマーを参考に作成しており、赤い面積が時間と共に徐々に小さくなっていくことで、直感的に時間量を把握できるようにデザインした。

被験者から前方 1.5m の距離で固定し、清掃活動の邪魔にならないよう画角の右上に配置した。

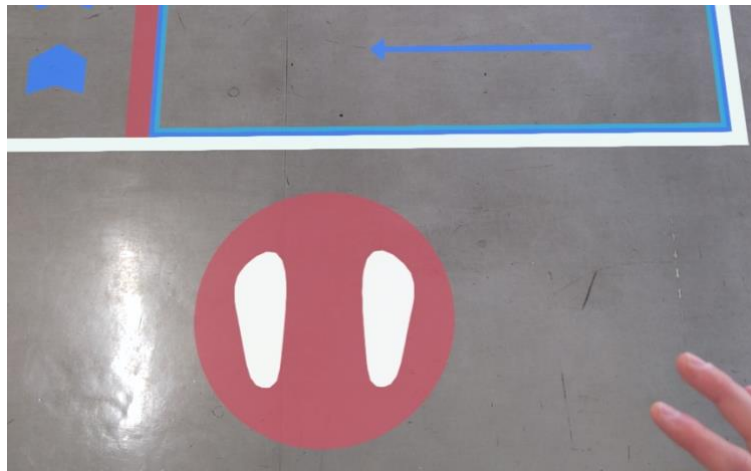
(絵)

スペースの目標時間の設定は、列×4秒で設定した。例えば、最初に掃くスペースは、12列なので48秒を目標タイムとして設定している。

足形

自在ぼうきでは、体の中心よりも右側を掃く必要がある。

掃く幅の全長の 3 分の 2 の位置に設定した。例えば、掃く幅が 1.2m の場所では、右端から 0.8m の位置に足形の中心を据えた。ただ、被験者の体の大きさやほうきの長さによって、ほうきを掃く位置からみた適切な立ち位置が変わるため、足形マークの直径は 0.5m と大きめ設定している。



UI ボタン

MRTK「PressableButtonHoloLens2_48×48」を使用している。また、ボタンの意味が分かりやすいように、アイコンを作成した。

ちりとりを持ってくる時

ゴミを集める時

最後にチェックする時

UI カラーの統一

被験者がインターフェースの意味を理解しやすいように UI カラーは成功が緑、理解のサポートに関するものが青、課題となるものには赤色に統一した。

フォント

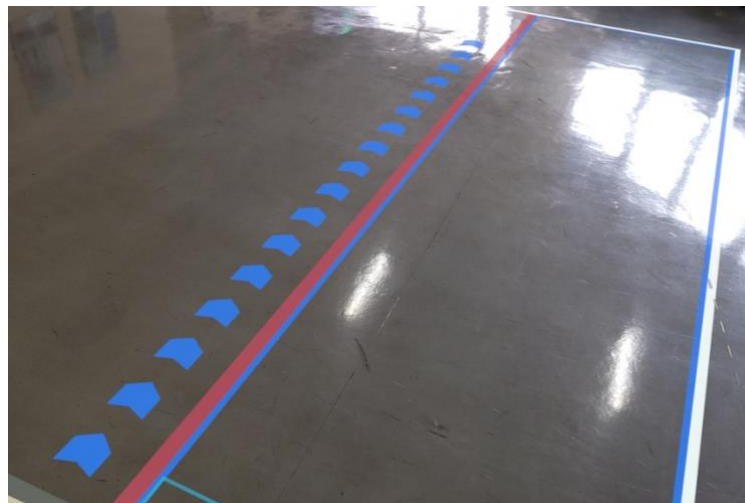
本研究ではユニバーサルデザインの観点から、UD デジタル教科書体を使用している。また、複雑な漢字は避けてひらがなで

掃いたところは緑

掃かれた平面（ステージ的な名前があった方がいいね）は、緑色に変化する。残りの場所の見通しを持たしやすくしている。



進む方向



教材内容

立つ位置の確認



ほうきの持ち方

左の親指で柄の先端を抑える。ToolTip で説明。ハイライトをつけることでより注目できる。

ほうきの掃き方

斜め右にほうきを出した際、ほうきと持ち手の角度は 70 度になる。



この、70 度の角度のイメージは、人から見て真横からの視点が最も理解しやすい。そこで、真横に仮想のカメラを配置し、分かりやすくした。

押さえながら掃く、下方方向にアニメーションする矢印。
ほうきをゴミを落とす。

ゴミを集める

キャラクターが構えを実演し、手本を見せる。ほうきは脇で抱えるように持ち、ちりとりは左足の前に置く。ToolTip でポイントを説明。

また一人称の視点から並列提示（合ってる？）ほうきとちり通りの扱い方を提示している。ほうきの左側半分にハイライトをつけ、ほうきの左側半分を使って、ゴミを集めることを強調している。回転して入れることを分かりやすくするため、矢印を配置した。

確認

自在ほうきでは、壁から 30cm の範囲に枠が表示される。「チェックかんりょう」のボタンを押すと終わる。



| セリフ | |
|--|--|
| <p>「こんにちは、僕は清掃員。」</p> <p>「今から一緒にこの部屋を掃除するよ。」</p> <p>「まずは、立ち位置を確認しよう。」</p> <p>「自在ぼうきでは、右側を広く掃くよ。」</p> <p>「赤いマークのあたりに立とう。」</p> <p>「いいね!」</p> <p>「次に、ほうきの持ち方を確認するよ。」</p> <p>「目の前の見本を見てね。」</p> <p>「左手を上、右手を下に持つのが基本的な持ち方だよ。」</p> <p>「また、柄の先端を左手の親指で押さえるよ。」</p> <p>「ほうきが持てたら、ほうきを右斜め前に出そう。」</p> <p>「この時、床とほうきの持ち手の角度は 70 度ぐらいになるよ。」</p> <p>「そして、箒を床に軽く押さえながら、水色の四角の中にある、青い矢印にそって、掃こう。」</p> <p>「同じことを繰り返して、青い四角で囲まれたスペースを掃いていこう。」</p> <p>「目の前にあるタイマーの時間を目標にして、頑張っ てね!」</p> <p>【ゴミの集め方】</p> <p>「やったね!」</p> <p>「最後に、ゴミを集めるよ!。」</p> <p>「その前に、ちりとりを準備しよう。」</p> <p>「準備ができたなら、ボタンを押してね。」</p> <p>「ナイス!」</p> <p>「それじゃあ、ゴミを集める時の、構えを確認するよ。」</p> <p>「ほうきは、脇ではさむようにして持って、ちりとりは、左足の前にくるようにして構えよう。」</p> <p>「構えができたなら、足元を見てね。」</p> <p>「ほうきの毛先の左側半分を使って、箒を回転させながらゴミをちりとりに入れよう。」</p> |     |

「そして少し下がって、またゴミを入れ、床にゴミが残らないようにしましょう。」

「ゴミが回収できたら、ボタンを押してね。」

【点検】

「おっけー!」

「最後にゴミが残ってないか、確認をしよう。」

「特に、部屋の隅はゴミが残りやすいよ。」

「ゴミが残っていたら、取ろう。」

「確認が終わったら、ボタンを押してね。」 「あとちょっとだよ!頑張ろう!。」

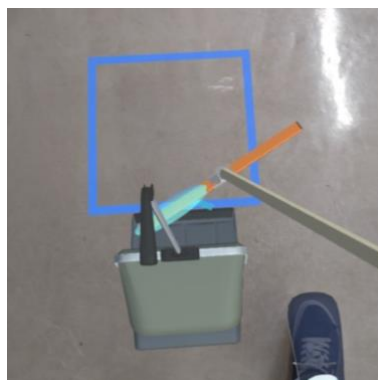
【お別れ】

「やったね!。」

「これで、この場所の掃除は完了だよ、よく頑張ったね。」

「また、どこかで会えるのを楽しみにしてるよ。」

「ばいばい!!!」





検証方法

プレ実験：

検証目的

本研究で、制作したデジタル教材が知的障害を持つ生徒の自在ぼうきでの活動において有効的なものであるか、実用化に向けて実証実験を行った。

検証ポイント

1. 自主的に活動できたかどうか
2. CG やアニメーションを用いた視覚支援が分かりやすいかどうか
3. コンテンツの有用性を調べ、今後の改善点を見出す

検証方法

福岡市立生の松原特別支援学校高等部にご協力いただき、実証実験を行った。福岡市立生の松原特別支援学校高等部の昇降口前のスペースをお借りし、実証実験の、作業スピード、達成度、アンケートによる評価を行った。

検証詳細とプロセスは以下の通りである。

実験 マイク 録音

指示がある場合

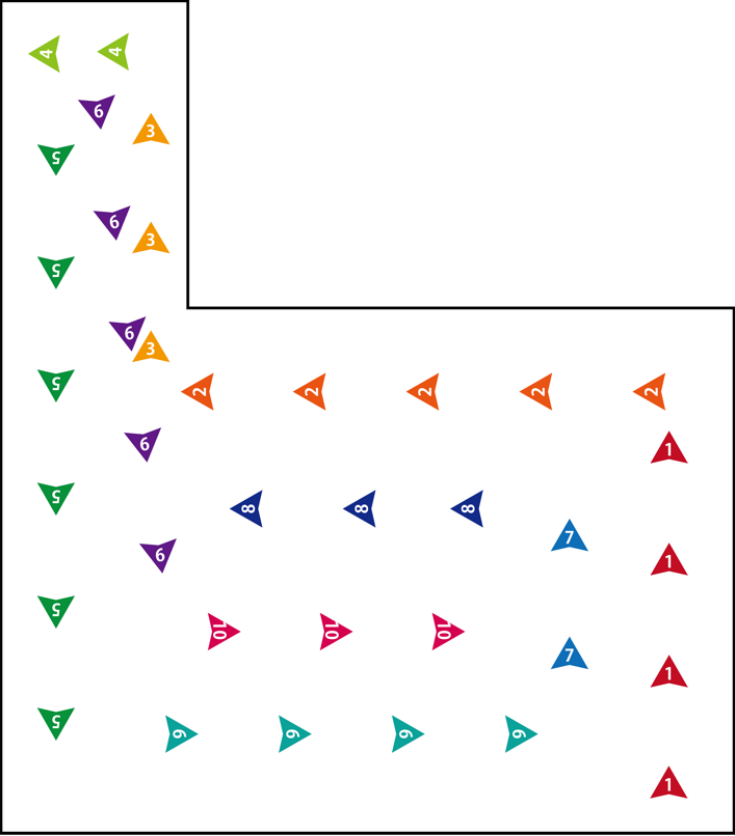
指示の回数

指示の内容

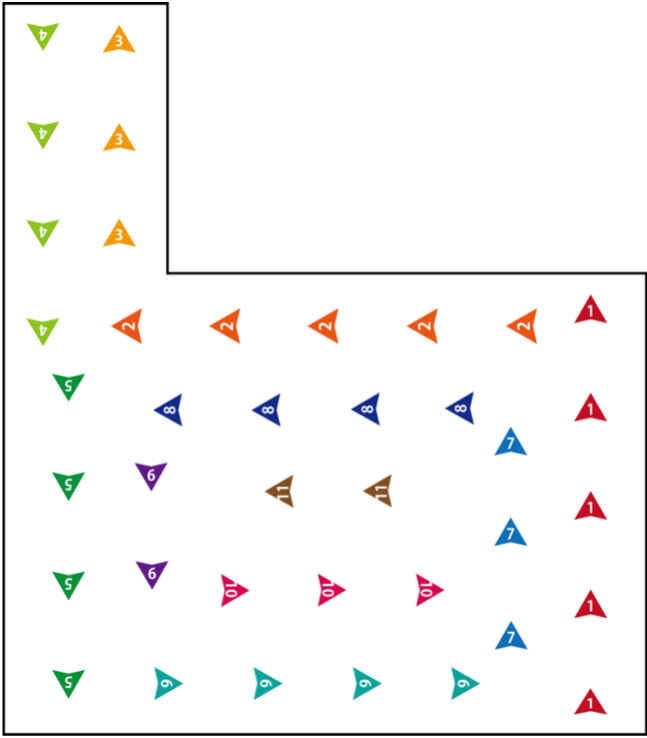
時間を計測

検証結果と考察

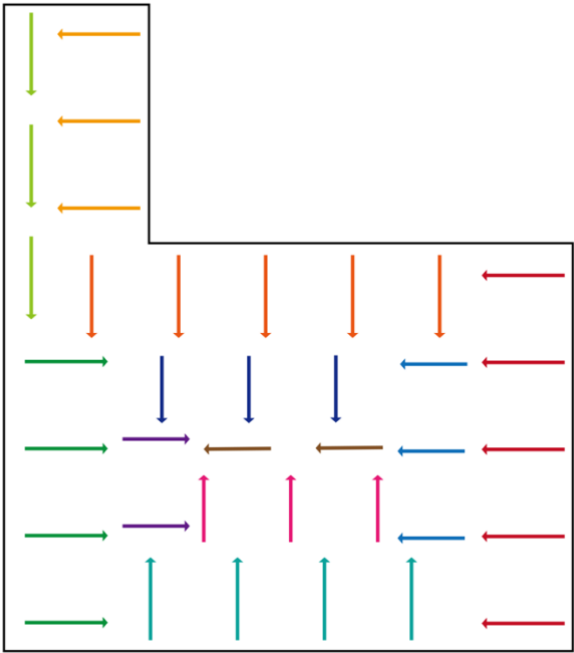
作業検定による評価



移動の流れ



ほうきの流れ



【考察】

支援ありでは、被験者は完全にアプリケーションに依存した動きをしており、こちらが想定した通りに動いた。

3 までは同じ動き方をしているが、出っ張りとなっている奥の方の場所で違いが見られた。

支援なしの方では、まっすぐ進行するように掃いたため、でっばりの奥の方にゴミが塊が残り、終盤になって、斜めに長い距離を持ってきている。

終盤のゴミの集まり方に違いが出た。支援ありでは、ゴミが綺麗に一点に集まっている様子が映像から見て取れる。

新子教諭に評価をしていただいた。評価表は、技能検定の評価基準を本教材に合わせて、改良したものである。

評価表

| 生徒（技能・評価） | ○か× |
|-----------------------------------|-----|
| 柄の先端を親指で押さえる | |
| 反対の手は順手で柄を握る。 | |
| 自分の足が入る前に横に 2~3 回掃き、歩くスペースを確保する。 | |
| ほうきの向きを変えない。 | |
| 自在ぼうきを床に押さえ付けるように掃く。 | |
| 掃き終わりで毛先を振り上げない | |
| 掃いた後、床にトントンと自在ぼうきを叩きつけ、ほこりを落とす。 | |
| 正しい構えで、ほうきとちりとりを持つ | |
| 文化ちりとりの中に、ほうきの毛先半分を入れるように、まわし入れる。 | |
| ゴミの取り残しがない。 | |
| 部屋の四隅を確認する。 | |
| 掃き残しがない（あった場合はゴミを取る） | |

| 生徒（技能・評価） | ○か× |
|-----------------------------------|-----|
| 柄の先端を親指で押さえる | ○ |
| 反対の手は順手で柄を握る。 | ○ |
| 自分の足が入る前に横に2~3回掃き、歩くスペースを確保する。 | × |
| ほうきの向きを変えない。 | ○ |
| 自在ぼうきを床に押さえ付けるように掃く。 | ○ |
| 掃き終わりで毛先を振り上げない | ○ |
| 掃いた後、床にトントンと自在ぼうきを叩きつけ、ほこりを落とす。 | ○ |
| 正しい構えで、ほうきとちりとりを持つ | × |
| 文化ちりとりの中に、ほうきの毛先半分を入れるように、まわし入れる。 | ○ |
| ゴミの取り残しがない。 | × |
| 部屋の四隅を確認する。 | ○ |
| 掃き残しがない（あった場合はゴミを取る） | × |

支援なし

【結果】

「自分の足が入る前に横に2~3回掃き、歩くスペースを確保する。」「正しい構えで、ほうきとちりとりを持つ」「ゴミの取り残しがない。」「掃き残しがない（あった場合はゴミを取る）」が失敗。それ以外の項目は成功という結果になった。

支援あり

| 生徒（技能・評価） | ○か× |
|-----------------------------------|-----|
| 柄の先端を親指で押さえる | ○ |
| 反対の手は順手で柄を握る。 | ○ |
| 自分の足が入る前に横に 2~3 回掃き、歩くスペースを確保する。 | - |
| ほうきの向きを変えない。 | ○ |
| 自在ぼうきを床に押さえ付けるように掃く。 | ○ |
| 掃き終わりで毛先を振らない | ○ |
| 掃いた後、床にトントンと自在ぼうきを叩きつけ、ほこりを落とす。 | ○ |
| 正しい構えで、ほうきとちりとりを持つ | ○ |
| 文化ちりとりの中に、ほうきの毛先半分を入れるように、まわし入れる。 | ○ |
| ゴミの取り残しがない。 | × |
| 部屋の四隅を確認する。 | ○ |
| 掃き残しがない（あった場合はゴミを取る） | × |

【結果】

「自分の足が入る前に横に 2~3 回掃き、歩くスペースを確保する。」「正しい構えで、ほうきとちりとりを持つ」「ゴミの取り残しがない。」「掃き残しがない（あった場合はゴミを取る）」が失敗。それ以外の項目は成功という結果になった。

【考察】

ほとんど項目で同じ結果が出たが、「正しい構えで、ほうきとちりとりを持つ」ところで差が出た。CG のアニメーションによる説明が、結果として反映されたと考えられる。

映像から確認すると、確かに支援ありの方では

しかし、「ゴミの取り残しがない。」「掃き残しがない（あった場合はゴミを取る）」の項目では、共に失敗となってしまった。

HoloLens2 のバイザーにより、床のゴミが上手く見えなかった可能性がある。

定点映像と被験者からの映像をもとに作業時間を計測した。

なお、支援ありの方では、チュートリアルの部分やほうきの持ち方など学習コンテンツの時間などを省いた時間を作業時間として計上している。

支援なしでは、全作業時間が10分55分だった。また、掃き始めから、ちりとりでゴミを掃き始めるまでは約5分30秒だった。

ゴミを集める時間からチェックまでは、5分10秒だった。

インタビュー

【質問 1】床(ゆか)に出てきた線(せん)や矢印のアニメーションは、ほうきを掃く(はく)活動(かつどう)の助けとなりましたか？

【意図】本教材が生徒の見通しを補助することができたかどうか

【質問 2】アプリケーションを使った方が、この場所(ばしょ)の掃除(そうじ)は、一人でよくできたと思いますか？

【意図】自主的に活動できたかどうか

【質問 3】ほうきの掃(は)き方(かた)やゴミの集め(あつめ)方の説明(せつめい)は、分かりやすかったですか？

【意図】視覚的な提示がわかりやすかったかどうか

【質問 4】このような教材(きょうざい)は清掃(せいそう)の学習(がくしゅう)に役に立つと思いますか？

【意図】本教材を使用することで生徒が学習効果を得られていると感じることができるかどうか

【質問 5】自由(じゆう)に感想(かんそう)を教えてください

【質問 1】

筆者：床に出てきた線とか矢印とかアニメーションは、ほうきを履く活動の助けとなりましたか？

A：はい。

筆者：どういう部分の助けになったというか、分かりやすかったなと思いましたか？

A：まあ、基本的なほうきの持ち方とか、掃除の仕方とか、あと最後のちりとりは掃き方とかそれが結構勉強になりました。

筆者：赤い線とか青い線とか矢印があったと思うんだけど、ああいったものは？

A：結構分かりやすかったです、ただ、途中でここら辺の掃除とかで場所が分からなくなって

筆者：それはメガネをかけている時に？

A：メガネをかけている時に。着けてない状態だと分かりやすかった、着けてる状態だと、矢印が途中でどこに行ったのかと探してて。

筆者：この眼鏡をかけている時、普段より掃除をしている時に迷いがなくなったとかそういう感じはありましたか？

A：迷いはなくなります。

筆者：普段だったら、どう掃こうと思っているところが、今回だと次どの掃くのか分かるみたいな、そういう感じは？

A：あります。

【質問 2】

筆者：アプリケーション使った方がこの場所の掃除は一人でよくできたと思いますか？

A：眼鏡をかけての方がより出来た。

筆者：それは、どういった理由から？

A:ちゃんとキャラクターとかも(ほうきの)持ち方とか、掃除の仕方とか角度とか細かく丁寧に説明してくれたので、やりやすいと思います、つけてない状態より、つけた状態の方がやりやすいです。

筆者:ゴミの集まり方も眼鏡をかけているとメガネのない時だとどうですか？

A:メガネを掛けていた方が結構わかりやすかった、いつもだったら、つけてない状態だとチェックが甘いところとかも、ちゃんと説明してくれた。

【質問 3】

筆者:ほうきの掃き方や、ゴミの集め方の説明はわかりやすかったですか？

A:結構わかりやすかったです。

筆者:どのあたりが分かりやすかったですか？印象に残っているところは？

A:印象に残った所は、(ほうきの)持ち方と角度のところですよ。

筆者:写真とか口での説明と比べて今回の CG のアニメーションの説明はどうでしたか？

A:口とかで説明するよりも、そのアバターの説明の方が結構わかりやすかったです。

【質問 4】

こういったアプリケーションとか教材って清掃の学習とか、あるいは実際にこうやって場所を掃く上で役に立つと思いますか？

A:思います

筆者:初めて掃く場所とか、複雑な場所とかで、こういう四角形が出てきたり、矢印が出てきたら助けになりますか？

A:なります。

筆者:特にこういうところが役立つっていうか、その理由というか。

A:まあ基本的にあのゴミを集めるところが、(ほうきを)回すところとか、あれが結構難しかったんですけど、説明があると結構わかります。

【質問 5】

筆者:最後に自由な感想というか何でもいいので、キャラクターのことに關することでも、矢印とか赤い線とか、時計とか

A:時計は見えてたんですけど、最初の方は結構分からないことが多いので、途中になってようやく進んでいるとうことが。あと前回に比べて進歩したな。

筆者:どういう点が進歩したなと思いますか？

A:掲示板のところなくすところとかが、掲示板がないと結構スムーズになった。

筆者:キャラクターについてはどうですか？

A:結構説明がわかりやすくて。

A:ただ、最初が一番最初のこら辺を掃くところで、足のマークが結構出てこなくて、次の進むところの足場のマークが結構出てこなくて何回も同じところを掃いてたりとか。

筆者:それと同じ感じで、ここもちょっとこうなったらいいのになあっていうところって他にもありましたか？

A:他には、スムーズに足場のマークが出てきたりとか、その次の進むところの足場とか。特に、この端っこのところとか、横移動するんじゃなくて前に移動する方がよかったな。横移動だと次の足場のマークがなくて探したりとか。

筆者:キャラクターの応援は嬉しかったですか？

A:結構嬉しかったです、応援がないと、どう思われているのかなと思ってたんですけど。

筆者:こういうものがあると、どんな場所でも一人で掃除できそうな気はしますか？

A:説明とかがあれば、矢印とか、それがあれば結構楽ですけど。でも、できる限り少なく。

筆者:できる限り少なくというのは？

A:矢印とか説明とか少なくて。矢印が多いほど多いってのは良いんですけど、あんまり多すぎると次の移動する場所が分かっちゃうので。区切り区切りで、進むところに矢印を置くとか最初に説明をまあある程度して、そこまで絞られると分かりやすいと思います。

考察

質問 1 では「わかりやすかった」という肯定的な反応が返ってきた。しかし、奥の方のスペースで、矢印を見失ったことから、混乱を招いた意見も同時に返ってきた。

質問 2 では、アプリケーションを利用した方が良くできた。理由は、ほうきの持ち方を教えてくれたからと述べられた。

また、最後のゴミが残っていないかの確認の場面で、チェックの甘いところ教えてくれたことも理由の一つとしてあげられた。

質問 3、CG などを用いた説明は、分かりやすかったとの意見が返ってきた。特に、ほうきの持ち方と角度の部分が分かりやすかった。また、口頭での説明より、CG を使ったアニメーションの方が分かりやすかったとの回答があった。しかし、写真やイラストより本教材の方が分かりやすかったかどうかは不明である。

質問 4

清掃学習に役立つ。特に、ほうきの掃き方。

質問 5

序盤の方は、目の前の床を掃くのに精一杯で、時計を見る余裕がなかったとの意見が出た。

また、足場が見失ったという意見が。本アプリケーションでは足場が消える仕掛けはないが、HoloLens の垂直方向の視野角が約 30 度程度しかないことから、足場を見失った可能性がある。

キャラクターのフィードバックが、生徒の動機付けへとなっていたことが確認できた。

実用性を考えると、説明や矢印などが多すぎるとの意見もあった。

定点からの映像では、アプリケーションの支援によって、より効率的な掃き方ができるようになった。

評価表に関しては、ゴミを集める時の構えの部分で改善点が見られた。しかし、ゴミの取り残しの部分は改善することができなかった。

スピードに関しては、支援をありの方が長くなった。MR という特殊なインターフェースへの不慣れさが影響してるのかもしれない。

インタビューでは概ね肯定的な意見を得ることができた。ただし、被験者が矢印や足形を見失い、混乱を招いてしますなどの課題も見受けられた。

以上の結果から、実用的なコンテンツであることが明らかとなった。

また、評価を通して、デジタル教材として完成させるには、様々な面において改善が必要であると認識できた。

まず、

まとめ

謝辞

はじめに、本研究を進めるにあたり、時に厳しく、時に優しくご指導いただきました金大雄教授に感謝の意を表します。

また本研究での調査・制作・実験にあたり、お忙しい中、ご協力を頂きました福岡市立生の松原特別支援学校校長松本学様、新子達也様に深く感謝いたします。

そして、コンテンツ制作や検証の際にお手伝いいただいた芸情4年南井勇輝さん、ならびに多くのご助言をいただきました金研究室のみなさんに深く感謝し、本論文をしめさせていただきます。