

透析患者向けベッドにおける非接触タッチパネルへの光フィードバックの適用

武田祐樹¹ 渡邊桃子² 中道上^{2,3} 稲葉利江子⁴ 渡辺恵太⁵ 山田俊哉⁶

概要：本研究では、試作した透析患者向けベッドに使用している仮想タッチパネルを可視化するための光フィードバックを提案する。光フィードバックとは仮想タッチパネルの位置にプロジェクションマッピングによって光を照射し、その光に指先が触れることで仮想タッチパネルを可視化する。視認性の高い光フィードバックの形状と配色を利用して実験を実施した結果、光フィードバック（1回目あり、2回目なし）の場合は、1回目ありと2回目なしともに、タップ回数の中央値が9.0回とタップミスがなかった点から、非接触タッチパネルの操作に慣れることが可能と考えられる。また実験後のアンケートにおいても光フィードバックありの評価が高い結果となった。

1. はじめに

日本では「少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少」「育児や介護との両立など、働く方のニーズの多様化」などの状況に直面しており、働き方改革が注目されている。働き方改革は働く人の事情に応じて、その人にあった働き方のできる社会を実現し、より良い将来の展望を持てるようにすることを目指すことである[1]。2017年3月の「働き方改革実現会議」において「働き方改革実行計画」が決定され、今後実行すべき政策の1つとして、「病気の治療と仕事の両立」が掲げられている。

透析患者数は年々増加しており2017年には約32万人となっている[2]。透析患者は1回平均4時間かかる人工透析を1週間に3回実施する必要があるため、1週間に合計で12時間ベッドの上で過ごさなければならない[3]。また、片腕には透析針が刺されているため、動きが制限されている。そのため、仰臥位（以下、仰向けの姿勢、という）を維持し続ける必要があり、身体的負荷が大きい。

これまで著者らは、透析患者を対象として、人工透析中にも仕事が可能な環境を整えるため、透析患者のペルソナ（仮想ユーザー）について検討した。ペルソナに基づいて透析患者向けベッドに求められる要件を明らかにし、天井ディスプレイに対して非接触操作として Remote Touch Panel の利用を想定した透析患者向けベッドを試作した[4]。本研究では、試作を利用した透析患者向けベッドにおいて、非接触タッチパネルの可視化手法として、光によるフィードバック（以下、光フィードバック）を提案する。光フィードバックとは非接触タッチパネルの位置に光を照射し、指に光が触れることで操作面を可視化している。非接触タッチパネルの光フィードバックとして非接触タッチパネルの操作面を視認しやすい光の形状、配色である線（白）と空間（青）の後面判定を使用する。

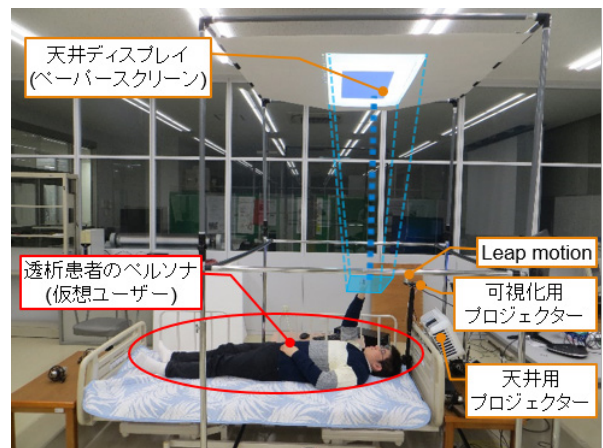


図1 試作した透析患者向けベッド

本研究では、光フィードバックの有無によって非接触タッチパネルの操作性にどのような影響を及ぼすのかを実験により明らかにする。

2. 透析患者向けベッドの試作

透析患者向けベッドの試作にあたり、透析患者向けベッドに求められる要件として、天井ディスプレイの設置と天井ディスプレイに対する非接触操作が要件として挙げられた。天井ディスプレイの設置の要件を満たすためにペーパースクリーンを天井に貼り付け、天井ディスプレイに対する非接触操作の要件を満たすために Remote Touch Panel[5]を利用した非接触操作を可能とした透析患者向けベッドを試作した（図1）。

2.1 透析患者向けベッドの現状と求められる要件

現在使用されている透析患者向けベッドには、TVを見て過ごすためのアーム付きTVが取り付けられている場合がある。しかし、透析患者や臨床工学技士がアームにぶつかる事故が発生したり、アームの回転によってTVのケーブルが断線したりといった問題が発生している。また、人工透析中にスマートフォンを操作することも想定されるが、患者が長時間スマートフォンを顔の前に持ち続ける必要があり、疲労にともなって人工透析中の腕などに落としてしまう危険性がある。

1 福山大学工学研究科
2 福山大学工学部情報工学科
3 アンカーデザイン(株)
4 津田塾大学
5 エムスリー(株)
6 NTTテクノクロス(株)

このような透析患者のリスクや負荷を回避するため、天井ディスプレイの設置を提案した。ペーパースクリーンを天井に貼り付けプロジェクターによって投影することにより、ディスプレイとしての機能を持たせた。試作した透析患者向けベッドを図1に示す。使用した機材は、ペーパースクリーン、天井用プロジェクター(RICOH PJWX2440, 明るさ:3100lm)である。天井用プロジェクターをベッド上部の机上に固定し、天井のペーパースクリーンに対して照射している。ペーパースクリーンに照射したディスプレイの大きさは、縦: 75cm, 横: 101cm であり、約 50 インチの大きさである。

2.2 非接触タッチパネル

スマートフォンを操作する際は、画面に触れて操作を行うが、天井ディスプレイに対して同様に操作することは難しい。本研究では、非接触操作手法である Remote Touch Panel [5]を利用する。Remote Touch Panel とはタブレットを操作するようなジェスチャー操作により、離れた位置にある画面を操作することを想定した非接触操作可能なタッチパネルシステムであり、3次元上の頭を基点とし、右手の人差し指を操作点と設定した、基点と指先を結んだ延長線上のディスプレイとの交点をポインティング位置とする指さしジェスチャーによるポインティングシステムと基点からの非接触タッチパネルの高さを設定し、指先が設定した高さを超えるとタップ操作を可能にするインターフェースから構成される。

2.3 非接触タッチパネルの光フィードバックの提案

Remote Touch Panel は非接触操作可能なタッチパネルであり、現在は非接触タッチパネルを視認することができない。本研究では、非接触タッチパネルを可視化する方法として、プロジェクションマッピング技術を利用した光フィードバックを検討した。光フィードバックによって非接触タッチパネルの位置に光を照射し、指がその光に触れることで非接触タッチパネルを可視化できると考える。指に光を照射した様子を図2に示す。マットレスから60cmの高さに可視化用のプロジェクター (SONY モバイルプロジェクターMP-CD1: 明るさ 105ANSIlm) を設置し、マットレスから50cmの高さに Leap Motion [6]を設置し非接触タッチパネルの可視化と非接触操作を実現している。可視化用プロジェクターから指までの距離は個人ごとに差があるが約30cmである。光を指にあてたときの形状の幅は線が約0.3cm, 空間が約5.0cmとなっている。

光フィードバックの形状として線や空間が考えられる。光の形状として「線」「空間」、またそれらを組み合わせた「線+空間」が考えられる。「空間」を含む場合には、空間の前面・中面・後面のどのような位置に非接触タッチパネルの操作面を設定すれば良いのかについては明らかにされていない。著者らは「線」「空間」「線+空間」によって照射する形状とそれぞれの非接触タッチパネルの操作面から

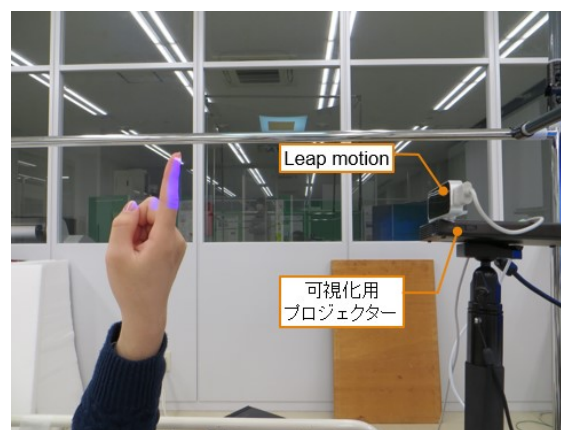


図2 線(白)+空間(青)を指にあてた様子

線

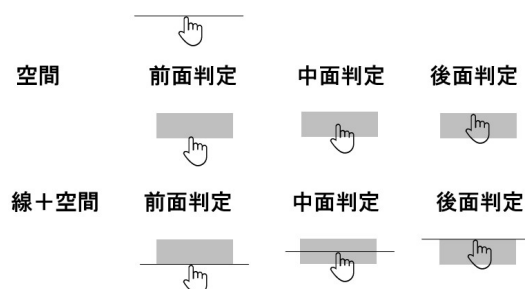


図3 照射する光の7種類の形状

7種類の形状について検討した(図3)。さらに、光フィードバックの光の配色についても検討した。本研究では、非接触タッチパネルを利用する対象が「ヒト」であるため、まず心理原色を参考に赤、青、黄、緑、白、灰の6色とした。

非接触タッチパネルにおける視認性の高い光フィードバックを検証するために、可視化用プロジェクターによって指に光を照射し、光フィードバックの形状と配色についての実験を行った。実験は大学生54名(男性:31名, 女性:23名)を対象に実施した。実験の結果、形状,判定位置,配色の組み合わせ、54通りのうち、線(白)+空間(青)の後面判定が5人(5.9%)と最も選択される結果となった。最も選択された光の形状と配色を指に照射した様子を図2に示す。

2.4 光フィードバックによる影響の検証

光フィードバックによる影響として以下の2つの仮説を立て、光フィードバックが非接触操作に対してどのような影響を及ぼすのかを検証する。

仮説1: 光フィードバックの視覚への影響

指先への光フィードバックが天井ディスプレイの視覚への妨げにはなっていない

仮説2: 非接触タッチパネルの使用感の向上

光フィードバックがあることによって非接触タッチパネルの使用感の向上につながる

3. 光フィードバックを用いた非接触タッチパネルによるタップ操作実験

非接触タッチパネルを通して天井ディスプレイに対してタップ操作を行うことは、非接触タッチパネルの位置を視認することができないため操作が難しい。光フィードバックによって非接触タッチパネルの操作性が向上するか、その効果については明らかにされていない。そこで本研究では、光フィードバックとして視認性の高い光形状、配色である線(白)+空間(青)によって非接触タッチパネルを可視化し、非接触タッチパネル操作実験を実施した。

3.1 実験環境と実験タスク

実験参加者は大学生 20 名とし、実験参加者の奇数番号は光フィードバックなし、偶数番号は光フィードバックありから実験を実施する。非接触タッチパネルに対するタップ操作時の 1 から 9 までを順にタップした際の指先の移動について記録した。非接触タッチパネル利用時の実験参加者の視点からの光フィードバックの様子を図 4 に示す。実験参加者は光フィードバックありの場合と、光フィードバックなしの場合で非接触タッチパネルをタップ操作する。実験は試作した透析患者向けベッドを使用して実施した(図 1)。Remote Touch Panel は Leap Motion センサーを使用し、指に光を当てるための可視化用プロジェクターには SONY モバイルプロジェクター MP-CD1(明るさ: 105ANSIlm)を使用した。可視化用プロジェクターから指までの距離は個人ごとに差があるが約 30cm である。光を指にあてたときの形状の幅は線が約 0.3cm、空間が約 5.0cm となっている。

実験に使用するポインティングタスク画面を図 4 に示す。スクリーン上のタスク画面には、上段 3 つ、中段 3 つ、下段 3 つの計 9 つのマスを配置している。各マスには 1 から 9 の番号を振り分けている。非接触タッチパネルの位置を 0mm としており、指先がプラスの値から非接触タッチパネルを超えてマイナスの値に指が移動した後、指先がマイナスの値からプラスの値に変化し、タスク画面上でタップ操作を認識した際を非接触タッチパネルにおけるタップ操作と判定する。タップ操作時にはマウスイベントにおけるマウスダウン、マウスアップでのフィードバックがあり、マウスダウン(指先が非接触タッチパネルに触れて超える)ではポインティング箇所のマスがオレンジ色に変化し、マウスポインターが画面上に固定されマウスポインターを動かすことができなくなる、マウスアップ(指先が非接触タッチパネルから離れる)では 1 から 9 の番号が振り分けられているマスを 1 から順番にタップした際に番号が消える。

実施者の合図でタスクを開始し、1 から番号を順番にタップして 9 の番号をタップし、タスク画面上から数字がなくなった時点でタスクの終了とする。タスク時間は 1 の番号をタップしてから 9 の番号をタップし終えるまでとする。

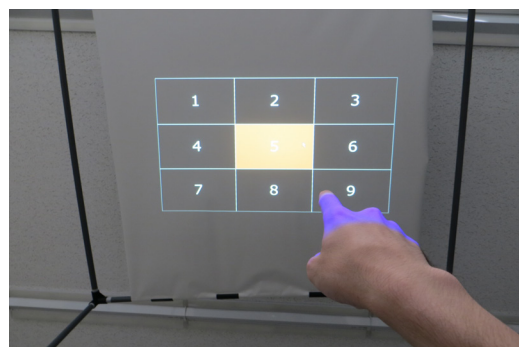


図 4 タスク画面

3.2 実験手順

非接触タッチパネルの光フィードバックによる操作性を明らかにするための実験手順を下記に示す。練習、本番では画面の 1 から 9 の番号をタップするタスクを行い、本番時における指先の移動のデータを記録する。

試行順序を考慮し、実験参加者番号が奇数の人は光フィードバックなしから、偶数の人は光フィードバックありからとした。タスクは実施者の合図で開始し、実験参加者はタスク画面上の 1 から 9 の番号を順番にタップする操作を行う。

1. 実施者は試作した透析患者向けベッドに使用している Remote Touch Panel のカーソル移動とタップ操作についての説明を行う。
2. 実験参加者はベッドに仰向けの姿勢になり Remote Touch Panel を利用し、非接触操作におけるカーソル移動、タップ操作を体験する。
3. 実験参加者はタスクについてと、練習、本番それぞれでタスクを実施することの説明を受ける。
4. 実験参加者は練習を行い、終了後、非接触タッチパネルの位置をタップしやすい高さに調整する。
5. 実験参加者は調整後、もう一度練習を行い、非接触タッチパネルの位置、操作に慣れるまで繰り返し練習を行う。(最大 5 回)
6. 実験参加者は本番として 1 から 9 の番号をタップするタスクを行う。
7. 実験参加者は光フィードバックの有無に関するアンケートに答える。アンケートの質問項目を以下に示す。

A)画面の見やすさ

(1[視認しにくい]~5[視認しやすい])

B)ポインターの見やすさ

(1[視認しにくい]~5[視認しやすい])

C)ポインターの動かしやすさ

(1[動かしにくい]~5[動かしやすい])

D)タップのしやすさ

(1[タップしにくい]~5[タップしやすい])

E)疲れやすさ

(1[疲れやすい]~5[疲れにくい])

表 1 1 回目光フィードバックの有無による操作性の実験結果

	光フィードバックなし				光フィードバックあり			
	練習回数 (回)	タスク時間 (秒)	タップ回数 (回)	タップの深さ (mm)	練習回数 (回)	タスク時間 (秒)	タップ回数 (回)	タップの深さ (mm)
中央値	2.0	14.621	10.0	-30.381	2.0	13.689	9.0	-31.980
平均	2.0	16.377	10.9	-34.620	2.1	21.832	12.2	-31.779
標準偏差	0.0	5.997×10^{-5}	1.7	13.831	0.3	3.217×10^{-4}	6.925	9.454

表 2 2 回目の光フィードバックの有無による操作性の実験結果

	光フィードバック (1 回目なし, 2 回目あり)				光フィードバック (1 回目あり, 2 回目なし)			
	練習回数 (回)	タスク時間 (秒)	タップ回数 (回)	タップの深さ (mm)	練習回数 (回)	タスク時間 (秒)	タップ回数 (回)	タップの深さ (mm)
中央値	2.0	21.008	10.5	-28.309	2.0	11.756	9.0	-30.196
平均	2.1	25.661	12.2	-31.437	2.1	27.975	11.7	-33.477
標準偏差	0.3	1.513×10^{-4}	4.261	12.336	0.3	4.181×10^{-4}	5.622	13.100

8. 実験参加者は光フィードバックなし, ありを入れ替えて 2-6 の手順をもう一度行った後, 光フィードバックの必要性に関するアンケートに回答する. アンケートでは全てのタスク終了後, 光フィードバックが手順 4 の高さの位置調整の際と手順 6 の本番の際に光フィードバックが必要かどうかを回答する.

4. 光フィードバックによる操作性の実験結果

本研究では, 1 回目と 2 回目の本番データを対象として, それぞれ光フィードバックなしの場合, 光フィードバックありの場合の実験結果をまとめた.

表 1 に 1 回目の光フィードバックなしの場合とありの場合の実験結果, 表 2 に 2 回目の光フィードバックなしの場合とありの場合の実験結果を示す.

4.1 1 回目の光フィードバックなしの場合とありの場合

表 1 に 1 回目の光フィードバックなしの場合とありの場合の実験結果の練習に要した回数, タスク時間, タスク画面上で認識されたタップ回数, タップ時の深さそれぞれの中央値, 平均, 標準偏差を示す. 1 回目の光フィードバックなしの場合とありの場合の実験結果では, 練習に要した回数の平均は, 光フィードバックなしの場合が 2.0 回, 光フィードバックありの場合が 2.1 回で差が大きくなり変わらない結果であった.

タスク時間, タップ回数, タップの深さについては, 使用したセンサーがタスク中に手を上手く認識することができていない時間帯があるため, 標準偏差が大きくなっている. そのため, タスク時間, タップ回数, タップの深さは中央値を用いて光フィードバックなしの場合とありの場合の比較を行う. タスク時間の中央値は光フィードバックな

表 3 光フィードバックの有無によるアンケート評価

	光フィードバックなし			光フィードバックあり		
	中央値	平均	標準偏差	中央値	平均	標準偏差
A)	5	4.65	0.563	5	4.65	0.563
B)	5	4.45	0.663	5	4.55	0.583
C)	3	3.10	0.833	3	3.35	0.785
D)	4	3.90	0.950	4	4.25	0.825
E)	3	3.15	1.166	3	3.15	1.082

表 4 光フィードバックの必要性に関するアンケート

	光フィードバックなし(人)	光フィードバックあり(人)
調整時	2	18
操作時	5	15

しの場合が 114.621 秒, 光フィードバックありの場合が 13.689 秒であり, 光フィードバックありの場合のタスク時間が短いことが明らかとなった. 画面上で認識されたタップ回数の中央値は, 光フィードバックなしの場合が 10.0 回, 光フィードバックありの場合が 9.0 回で光フィードバックありの場合のタップ回数が少ないことが分かった. タップするパネル数が 9 枚であることから, 光フィードバックありの場合のタップ回数の中央値 9.0 回はタップミスがなかったことを明らかにしている. 番号を順番にタップした際の深さの中央値は, 光フィードバックなしの場合が -30.381mm, 光フィードバックありの場合が -31.980mm で大きな差はなく変わらない結果であった.

1 回目の光フィードバックなしの場合とありの場合では, 練習回数の平均, タップの深さの中央値に大きな差はなく変わらない結果となった. しかし, 光フィードバックあり

の場合、タスク時間の中央値は短く、画面上で認識されたタップ回数の中央値が少なくタップミスがなかった、という結果となった。

4.2 1回目と2回目の比較

表2に2回目の光フィードバックなしの場合とありの実験結果の練習に要した回数、タスク時間、タスク画面上で認識されたタップ回数、タップ時の深さそれぞれの中央値、平均、標準偏差を示す。2回目の光フィードバックなしの場合とありの場合の実験結果を用いて、光フィードバック（1回目なし、2回目あり）と光フィードバック（1回目あり、2回目なし）についてそれぞれ練習回数、タスク時間、タップ回数、タップの深さについてそれぞれ比較する。

光フィードバック（1回目なし、2回目あり）の練習回数の平均は、1回目の光フィードバックなしが2.0回、2回目の光フィードバックありが2.1回であり大きな差はないことが明らかとなった。タスク時間の中央値は1回目の光フィードバックなしが14.621秒、2回目の光フィードバックありが21.008秒であり、2回目の光フィードバックありの場合のタスク時間が長いことが明らかとなった。画面上で認識されたタップの回数の中央値は、1回目の光フィードバックなしが10.0回、2回目の光フィードバックありが10.5回であり、光フィードバックありの場合のタップ回数が増えていることが明らかとなった。番号を順番にタップした際の深さの中央値は、1回目の光フィードバックなしが-30.381mm、2回目の光フィードバックありが-28.309mmであり、光フィードバックありの場合のタップの深さが浅いことが明らかとなった。

光フィードバック（1回目なし、2回目あり）の比較では、2回目の光フィードバックありにおいて、練習回数の平均は大きな差はなく変わらない。またタップの深さの中央値が浅くなる結果となった。しかし、タスク時間の中央値は遅く、タップ回数の中央値が増えている。その要因として、光フィードバックありの非接触タッチパネルにおける操作は初めてでまだ非接触タッチパネルに慣れることができていなかったためと考えられる。

光フィードバック（1回目あり、2回目なし）の練習回数の平均は、1回目の光フィードバックなしが2.1回、2回目の光フィードバックありが2.1回であり変わらない結果であった。タスク時間の中央値は1回目の光フィードバックありが13.689秒、2回目の光フィードバックなしが11.756秒であり、1回目の光フィードバックありの場合が長いことが明らかとなった。画面上で認識されたタップの回数の中央値は、1回目の光フィードバックありが9.0回、2回目の光フィードバックなしが9.0回であり、変わらないことが分かった。この結果から、1回目に光フィードバックありからタスクを行った場合は2回目に光フィードバックなしの場合でタスクを実施した際にも、タップミスがなかったことを明らかにした。番号を順番にタップした際の深さ

の中央値は、1回目の光フィードバックありが-31.980mm、2回目の光フィードバックなしが-30.196mmで大きな差がないことが分かった。

光フィードバック（1回目あり、2回目なし）の比較では、2回目の光フィードバックなしの方が、練習回数の平均が変わらない、タスク時間の中央値が短く、タップ回数の中央値が変わらずタップミスがなかった、タップの深さの中央値が大きな差がなく変わらない結果であった。特に、タップミスがなかった点から、光フィードバックありの非接触タッチパネルを経験することによって非接触タッチパネルの操作に慣れることができていると考えられる。

4.3 アンケート評価

表3に光フィードバックの有無によるアンケート評価平均を示す。アンケートでは、A)画面の見やすさ、B)ポインターの見やすさ、C)ポインターの動かしやすさ、D)タップのしやすさ、E)疲れやすさについて1～5の5段階評価を実施した。「画面の見やすさ」「疲れやすさ」では光フィードバックなしの場合と光フィードバックありの場合で同値となり、差が見られなかった。「ポインターの見やすさ」「ポインターの動かしやすさ」「タップのしやすさ」では光フィードバックありの場合の評価が高い結果となった。

表4に光フィードバックの必要性に関するアンケート評価の結果を示す。調整時は非接触タッチパネルの高さを調整して決める際に光フィードバックが必要であるか、操作時はタスク中に操作する際に光フィードバックが必要であるかをアンケートにより回答した結果である。調整時では、光フィードバックなしを選んだ実験参加者が2人、光フィードバックありを選んだ実験参加者が18人となった。また操作時では、光フィードバックなしを選んだ実験参加者が5人、光フィードバックありを選んだ実験参加者が15人であった。

5. 仮説の検証と考察

非接触タッチパネルによるタップ操作実験の結果から光フィードバックに対する2つの仮説の検証と光フィードバックによる操作性についての考察を行った。

5.1 仮説1：光フィードバックの視覚への影響の検証

仮説1の光フィードバックの視覚への影響に関して、表3の光フィードバックの有無によるアンケート評価平均ではA)画面の見やすさの評価が光フィードバックなしの場合と光フィードバックありの場合で評価が同値であり、差がないこと結果であった。B)ポインターの見やすさに関しても光フィードバックの有無による差がない結果となった。

これらの結果から、指先への光フィードバックがある場合でも、ディスプレイ画面の見やすさに影響はなく、視認性の妨げになっていないことが明らかとなった。

5.2 仮説 2：非接触タッチパネルの使用感の向上の検証

仮説 2 の非接触タッチパネルの使用感の向上に関して、表 3 の光フィードバックの必要性に関するアンケートでは、調整時と操作時ともに光フィードバックがある場合の回答が多い結果となった。また、表 5 の光フィードバックの有無によるアンケート評価平均では、C)ポインターの動かしやすさ、D)タップのしやすさの評価が光フィードバックなしの場合より、光フィードバックがある場合の方が良い結果となった。これらの結果から、光フィードバックによって操作感の向上につながることが明らかとなった。

5.3 光フィードバックによる操作性の考察

実験結果から、光フィードバック（1 回目なし、2 回目あり）の場合は、非接触タッチパネルにまだ慣れることができていないと考えられる。しかし、光フィードバック（1 回目あり、2 回目なし）の場合は、1 回目ありと 2 回目なしともに、タップ回数の中央値が 9.0 回とタップミスがなかった点から、非接触タッチパネルの操作に慣れることが可能と考えられる。

また、表 3 の光フィードバックの有無によるアンケート評価平均から「画面の見やすさ」「疲れやすさ」では光フィードバックなしの場合と光フィードバックありの場合で同値となり、差が見られなかった。「ポインターの見やすさ」「ポインターの動かしやすさ」「タップのしやすさ」では光フィードバックありの場合の評価が高い結果となった。

表 4 の光フィードバックの必要性に関するアンケートから、非接触タッチパネルの高さを調整する際と操作時どちらも光フィードバックありの場合の回答人数が多かった。これらの結果から、定性的な評価では光フィードバックありの場合の評価が高く、非接触タッチパネルを使用する際には光フィードバックが必要であると考えられる。

6. まとめ

本研究では、透析患者向けベッドの現状と求められる要件をもとに天井ディスプレイを設置し、それに対して非接触操作可能な透析患者向けベッドを試作した。天井ディスプレイはペーパースクリーンとプロジェクターで実現している。また、非接触操作は Remote Touch Panel を用いており、非接触操作可能なタッチパネルであるが、視認することができない問題がある。

本研究では、非接触タッチパネルの可視化手法として、光によるフィードバック（以下、光フィードバック）を提案する。光フィードバックとは非接触タッチパネルの位置に光を照射し、光に指が触れることで非接触タッチパネルを可視化する。光フィードバックの有無による操作性を評価するために光フィードバックによる操作評価実験を実施した。

実験の結果、光フィードバック（1 回目あり、2 回目なし）の場合は、1 回目ありと 2 回目なしともに、タップ回数の中央値が 9.0 回とタップミスがなかった点から、非接触タッチパネルの操作に慣れることが可能と考えられる。

また、光フィードバックの必要性に関するアンケートでは、非接触タッチパネル位置の調整時、操作時ともに光フィードバックありを選択する実験参加者が多い結果となった。これらの結果から、非接触タッチパネルを使用する際には光フィードバックが必要であると考えられる。

謝辞

本研究は古川技術振興財団および、電気通信普及財団の 2020 年度研究調査助成により実施いたしました、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1]厚生労働省. “働き方改革 ～ 一億総活躍社会の実現に向けて～”. <https://www.mhlw.go.jp/content/000335765.pdf>, (参照 2019-10-21).
- [2]厚生労働省. “糖尿病性腎症重症化予防の取り組みについて”. https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12600000-Seisakutoukatsukan/0000114064_13.pdf, (参照 2019-10-21).
- [3]一般社団法人日本透析医学会. 維持血液透析ガイドライン：血液透析処方. 日本透析医学会雑誌, 2013, 46 巻, 7 号, pp. 587-632.
- [4]武田祐樹, 横山大知, 中道上, 稲葉利江子, 渡辺恵太, 山田俊哉, “透析患者向けベッドにおける仮想タッチパネルの可視化手法の検討,” インタラクション 2019 論文集, pp658-663, 2019.
- [5]木戸瑛一, 天早健太, 杉原慶哉, 中道上, 渡辺恵太, “車内システムにおける非接触操作に対する慣れの検証,” インタラクション 2018 論文集, pp191-196, 2018.
- [6]中村薫, “Leap Motion プログラミングガイド,” 株式会社工学, 2015.