

令和 4 年 5 月 17 日現在

機関番号：82705

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K21804

研究課題名（和文）任意の硬さに調整可能な皮膚モデルの製作技術の確立と硬さ識別学習キットの開発

研究課題名（英文）Establishment of fabrication method for skin models that can be adjusted to any stiffness and development of stiffness identification learning kits

研究代表者

土井 幸輝（Doi, Kouki）

独立行政法人国立特別支援教育総合研究所・情報・支援部・主任研究員

研究者番号：10409667

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：あん摩マッサージ指圧師等を育成する特別支援学校（視覚障害）の専攻科理療科では、生徒同士が被施術者や施術者になりながら揉捏（揉むこと）や圧迫（圧すること）等の基本的な訓練が行われている。患者や部位によって皮膚や筋肉など組織の硬さが様々異なるため、触察技術の習得は容易ではなく、教育現場からは効果的な学習キットの開発が求められている。本研究では、硬さ調整可能な皮膚モデルを製作し、この皮膚モデルを接触対象物として、音声で硬さの情報を確認することのできる機能を搭載した硬さ識別学習キットを開発し、硬さ識別学習キットの使用感を専門家に確認することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、臨床現場から切望されている硬さ調整可能な皮膚モデル製作法の確立に挑戦し、硬さ識別学習キットの開発を目指したものである。本研究結果を今後、当該領域の硬さ識別学習の促進のための礎として活かしていければと考えている。また、音声フィードバックを備えて、なおかつ硬さを様々にコントロールすることができるインターフェースは、視覚障害支援の領域において、新たな用途展開としても大きな可能性をもつ意義のある研究成果を提供することができる。

研究成果の概要（英文）：In the physical therapy courses of special needs schools for the visually impaired that train massage, and shiatsu practitioners, students are trained in basic techniques such as rubbing (kneading) and pressing (squeezing) while acting as both the practitioner and the receiver. Since the stiffness of tissues such as skin and muscles vary depending on the patient and the area, it is not easy to master the techniques of touch, and there is a need for the development of effective learning kits in the field of education. In this study, a skin model with adjustable stiffness was fabricated, and a stiffness identification learning kit equipped with a function to confirm stiffness information by voice was developed using this skin model as a contact object.

研究分野：人間工学 感性工学

キーワード：硬さ 識別 皮膚モデル 学習キット

1. 研究開始当初の背景

中途視覚障害者が従事する職種として、あん摩マッサージ指圧師や鍼灸師が一般に知られている。施術の流れの中では、基礎的な施術である圧痛や硬結等の人体の触察能力の向上が最重要となる(図1)。そのため、あん摩マッサージ指圧師や鍼灸師を育成する盲学校の専攻科理療科では、3年間の養成課程の内、1年次には生徒同士が被験者や施術者になりながら揉捏(揉むこと)や圧迫(压すこと)等の基本的な訓練に注力する。しかし、患者や部位によって硬さが様々異なる人体の皮膚のように、任意の硬さに調整可能な皮膚モデルの製作技術は確立されていない。また、視覚に依存した生活を続けてきた触察経験の乏しいあん摩マッサージ指圧師等を志向する視覚障害を有する生徒は、音声による情報保障もなく触覚を通じて得られる感覚だけでは硬さに対する自分自身の識別の判断が本当に正しいかどうかの確信がもてず、触察能力を研ぎ澄ますことに苦心している状況が恒常的に続いている。

本研究では、硬いものから柔らかいものまで物理的な硬さを調整できる擬似的な皮膚モデル(硬さ調整可能な皮膚モデル)(図2)の製作法を独自に確立し、硬さ調整可能な皮膚モデルを接触対象物として用いた硬さ識別学習キット(図3)を開発することを目的とした。当方らは、これまで人の指先による硬さ感覚特性や硬さ弁別特性の評価に関わる学術論文を誌上発表で行ってきた。こうした基礎研究は、当方らが人体の皮膚とは全く性質が異なる弾性体のみから成るイソプレンプタジエンゴムを用いた接触対象物の硬さ調整技術を有していたため、その弾性体から成る接触対象物を用いて人の指先の硬さ感覚や硬さ弁別特性を明らかにする研究を推進することができた。一方で、こうした研究を推進する過程で、あん摩マッサージ指圧師等の養成に関わる専門家や視覚障害を有する生徒は、当方らが先行研究^①で開発した弾性体から成る接触対象物ではなく、人の皮膚を模した接触対象物を搭載した

硬さ識別学習キットを切望するようになった。さらに、硬さの違いを音声でもフィードバックされるシステムにも多くの要望が寄せられた。しかし、そうした接触対象物の製作技術は確立されていない。そのため、硬さ調整可能な皮膚モデルの製作法を独自に確立する萌芽研究にチャレンジする必要がある。そこで、ウレタン樹脂(表皮)・シリコン樹脂(真皮)・イソプレンプタジエンゴム(皮下組織)を用いることで硬さ調整可能な皮膚モデルを製作することにした。硬さ調整可能な皮膚モデル製作技術を確立し、硬さ調整可能な皮膚モデルを接触対象物として用いた硬さ識別学習キットの開発により、我が国の当該領域の臨床現場が抱える恒常的な課題の解決の一助となる知見を提供することができると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、硬さ調整可能な皮膚モデルの製作法を独自に確立し、この皮膚モデルを接触対象物として搭載した硬さ識別学習キットを開発することを目的とした。具体的には、以下の3つの課題に取り組んだ。

- 研究課題Ⅰ：硬さ調整可能な皮膚モデルの製作技術の確立
- 研究課題Ⅱ：音声フィードバック機能を備えた硬さ識別学習キットの開発
- 研究課題Ⅲ：専門家を対象とした硬さ識別学習キットの使用感の評価

3. 研究の方法

研究課題Ⅰでは、硬いものから柔らかいものまで物理的な硬さを調整可能な擬似的な皮膚モデルの製作技術を確立する。具体的には、あん摩マッサージ指圧師等を志向する中途視覚障害者の指導で顕著な指導実績を有する特別支援学校(視覚障害)の教諭に研究協力者として助言をもらい、3層構造(表皮・真皮・皮下組織)の硬さ調整可能な皮膚モデルを製作する。皮下組織は



図1 あん摩マッサージ指圧師による触察

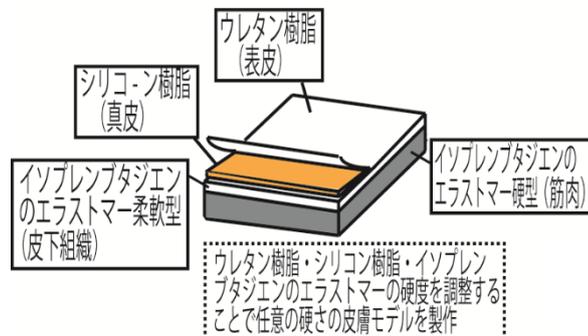


図2 硬度可変皮膚モデル

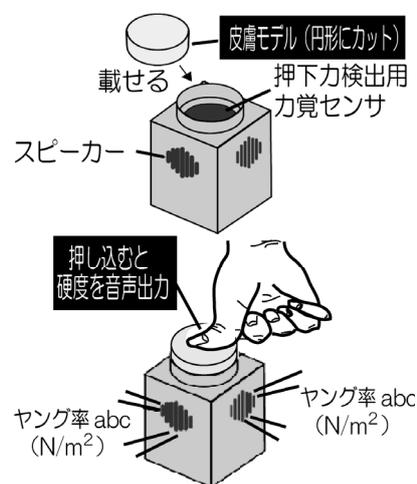


図3 硬さ識別学習キット

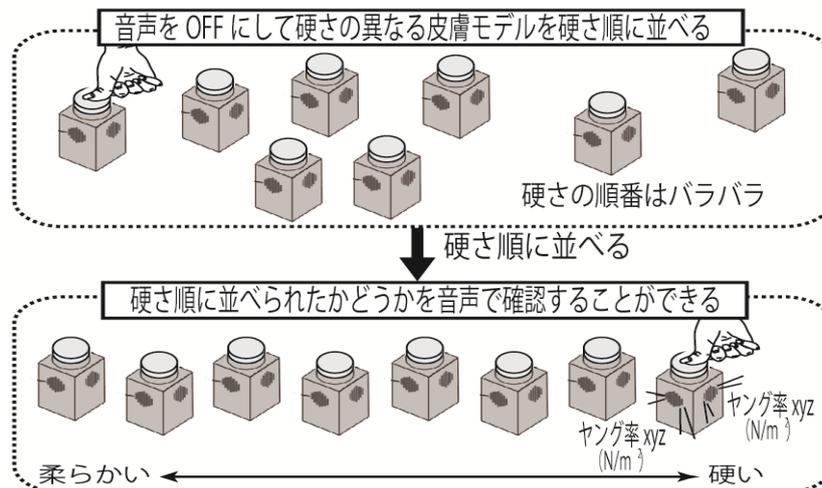


図4 硬さの異なる皮膚モデルを搭載した
硬さ識別学習キットのタスク

当方らの先行研究(土井ら, 2006)⁽¹⁾で確立したイソプレンプタジエンゴムの硬さ調整技術を用いる。真皮と表皮は、それぞれ複数種の分子量のシリコーン樹脂(真皮)とウレタン樹脂(真皮)の配合するオイルの配合比を制御することで硬さを調整できる技術を確認する。以上のような材料を用いて硬さの異なる複数の皮膚モデルを製作する。

研究課題Ⅱでは、視覚障害者が硬さの異なる皮膚モデルに触れた際に、その硬さ(ヤング率)を視覚障害者自身が音声で確認できる硬さ識別学習キットを開発する。具体的には、人間中心設計で顕著な実績を有する研究者に研究分担者として参画してもらい、音声で硬さをフィードバックする機能を備えた硬さ識別学習キットを開発する。音声の出力は、皮膚モデルを指先で押し込んだ際に皮膚モデルの硬さを音声でフィードバックする機構とする。

研究課題Ⅲでは、専門家を対象とした硬さ特性学習キットの使用感の評価を行う。本課題では、ヒトの指先の硬さ識別特性評価で豊富な知見を有する研究者に研究協力者として参画して頂き、異なる硬さの皮膚モデルを硬軟順に並べる課題(図4)も行い、硬さ特性学習キットの活用法も検討する。

4. 研究成果

本研究では、硬さ調整可能な皮膚モデルを製作し、この皮膚モデルを接触対象物として、音声で硬さの情報を確認することのできる機能を搭載した硬さ識別学習キットを開発した。

まず、硬いものから柔らかいものまで物理的な硬さを調整可能な擬似的な皮膚モデルを製作した。具体的には、あん摩マッサージ指圧師等を志向する中途視覚障害者の指導実績を有する特別支援学校(視覚障害)の専攻科理療科の教員に助言をもらいながら、硬さ調整可能な皮膚モデルの試作版を製作することができた。とりわけ、複層構造に異なる素材を形成することができた点は特筆すべき点である。

次に、視覚障害者が硬さの異なる皮膚モデルに触れた際に、その硬さを視覚障害者自身が音声で確認できる硬さ識別学習キットのプロトタイプを開発することができた⁽²⁾。なお、音声による硬さの確認だけではなく、浮き出し文字による硬軟順が識別できるようにすることも必要であることも明らかにすることができた⁽³⁾。こうした取組を踏まえ、硬さ調整可能な皮膚モデルの改良も行った。

最終年度は、硬さ調整可能な皮膚モデル(複層版)を製作することができ、製作した硬さ識別学習キットを用いて、専門家に使用感を確認することができた。なお、使用感は特段の問題視されるようなことは生じなかったが、今後は更に多くの専門家に意見を聞きながら使用感を確認していく必要がある。異なる硬さの皮膚モデルを硬軟順に並べる課題については、硬さ特性学習キットの活用法の一つとして有用であるとの意見ももらうことができた。今後は、これらの知見や課題を踏まえ、硬さ特性学習キットや活用法の改善を継続していく予定である。

参考文献

- (1) 土井幸輝, 千葉亮, 藤本浩志: 人差し指で硬さの異なる物体を押し込んだ際の硬さ感覚, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2006 講演論文集, pp. 1-4 (2p2-B35), 2006-5
- (2) 土井幸輝, 西村崇宏, 坂口歳斗, 藤本浩志: 盲学校理療科教員の要望に基づく硬さ識別体験キットの試作と情報伝達手段の有効性の検証, 人間工学, Vol. 57, No. 5, pp. 251-260, 2021-10
- (3) Kouki Doi, Saito Sakaguchi, Takahiro Nishimura, Hiroshi Fujimoto, Shuichi Ino: Assessing the Stiffness Perception of Acupressure Massage Beginning Learners: A Pilot Study, Sensors 2021, 21(7), 2472; <https://doi.org/10.3390/s21072472>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

| | |
|--|--------------------|
| 1. 著者名 Kouki Doi, Saito Sakaguchi, Takahiro Nishimura, Hiroshi Fujimoto, Shuichi Ino | 4. 巻 21(7) |
| 2. 論文標題 Assessing the Stiffness Perception of Acupressure Massage Beginning Learners: A Pilot Study | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Sensors | 6. 最初と最後の頁 2472 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s21072472 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 土井幸輝, 西村崇宏, 坂口歳斗, 藤本浩志 | 4. 巻 57 |
| 2. 論文標題 盲学校理療科教員の要望に基づく硬さ識別体験キットの試作と情報伝達手段の有効性の検証 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 人間工学 | 6. 最初と最後の頁 251-260 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5100/jje.57.251 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 土井幸輝, 西村崇宏, 澤田真弓, 藤本浩志, 武井眞澄 |
| 2. 発表標題 硬さ識別学習システムの試作 |
| 3. 学会等名 日本感性工学会, 第15回日本感性工学会春季大会講演予稿集 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Kouki Doi, Takahiro Nishimura, Hiroshi Fujimoto |
| 2. 発表標題 A pilot study of the stiffness discrimination practice system used for novice acupressure massage therapy |
| 3. 学会等名 Canadian Medical and Biological Engineering Society 44 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Kouki Doi, Takahiro Nishimura, Saito Sakaguchi, Hiroshi Fujimoto |
| 2. 発表標題 Stiffness discrimination characteristics of elastic materials in qualified acupuncturists |
| 3. 学会等名 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2021) |
| 4. 発表年 2021年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|---|
| https://researchmap.jp/koukidoi |
|---|

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 | 西村 崇宏 (Nishimura Takahiro) (70733591) | 独立行政法人国立特別支援教育総合研究所・研修事業部・研究員 (82705) | |

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 |
|---------|---------|