

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月27日現在

機関番号：57403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01348

研究課題名(和文) 感覚検査の負担軽減を目指す非接触方式表在・深部感覚検査の技術確立と評価

研究課題名(英文) Technology Development and Evaluation about Non-contact Type Superficial and Deep Sense Inspection to Reduce the Burden of Sensory Testing.

研究代表者

小山 善文(OYAMA, YOSHIFUMI)

熊本高等専門学校・人間情報システム工学科・教授

研究者番号：50390539

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：感覚検査用の装置を開発。温冷覚刺激プローブ、振動覚刺激プローブ、触覚刺激プローブをカートリッジ式で着脱。温度制御は5～45℃。範囲は直径12mm角で温覚約2～3個、冷覚8個。疾患疑いのある者は健常者より温度刺激に対して鈍感であることが判明。検査部位の温度計測可能な機能で最適温度の刺激が可。振動覚プローブは電磁コイルの振動発生機構で音叉と同じ周波数128Hzを発生し健常者での実験で有用性を確認。振動振幅を徐々に増加するモードも発生可。触覚刺激プローブは風圧刺激の非接触式のため傷等部位に対して刺激可。刺激範囲は半径13mmで約143個の感覚点を刺激。ターゲットは触覚正常と触覚低下の区別が可。

研究成果の学術的意義や社会的意義

定量的な刺激を与えることが可能な本研究成果の将来像として、外来診療やリハビリテーション診療の医療現場での病状の診断や回復度合いおよび治療効果の確認などを目的とするスクリーニング検査化に有効と考える。スクリーニング検査では準備に手間を掛けずに操作が容易で、しかも被験者に時間的、体力的な拘束を強いらないことが求められる。本技術を使った診断法が確立されれば、スクリーニング検査の一つの標準形となると予想される。研究成果として論文1件、海外ジャーナル1件、紀要1件、学会発表数件を実施。シーズ発表会などで実用化に向けてのアプローチも行ったが実現までには至っていない。

研究成果の概要(英文)：Temperature control is from 5 °C to 45 °C. The stimulation range was 12 mm in diameter, and it was found to stimulate about 2 to 3 warm sensations and 8 cold sensations. As a result of the experiment, it was found that those suspected of having the disease were more insensitive to temperature stimulation than normal persons. The function capable of measuring the temperature of the examination site is incorporated in the device, and stimulation of the optimum temperature is possible. The vibration sense probe is a vibration generation mechanism with an electromagnetic coil, and generates the same frequency 128 Hz as the tuning fork, and its usefulness has been confirmed in experiments for healthy people. It is also possible to generate modes in which the vibration amplitude is gradually increased. The tactile stimulation probe is capable of stimulating a site such as a wound due to the non-contact type of wind pressure stimulation.

研究分野：電子情報工学

キーワード：リハビリ検査 小型カートリッジ 感覚刺激 非接触刺激 振動刺激 温冷刺激 触覚刺激

## 様式 C-19, F-19-1, Z-19, CK-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

糖尿病や脳血管障害で引き起こされる感覚障害は、振動覚、触覚、温冷覚、痛覚など末梢部位の障害として現れる。その感覚障害を検査する場合、医療機関（特に一般外来やリハビリテーション部門の医療機関）で実施される感覚検査は、主として初期のスクリーニング診断や回復程度の判定診断等が主たる診断になる。そこでは、振動覚、触覚、温冷覚等の感覚を調べるために、お湯や氷を入れた試験管(温冷覚)、音叉(振動覚)、安全ピンや針(痛覚)などのアナログ的な用具を適用しているのが現状である。この用具を用いた検査の大きな問題点は、以下のとおり。

- ① 検査毎に違う器具の準備と煩雑さのために、被験者（患者）に時間的拘束をかける
- ② 検査者（医療従事者）が用具の準備に手間がかかる
- ③ 定量的な感覚検査となっていないので診断の信頼性が低い
- ④ 接触式の検査器具なので感染リスクがある

被験者や検査者の負担を減らし定量的な検査が行う必要があった。

### 2. 研究の目的

振動覚、触覚、温冷覚、痛覚などの感覚障害検査で被験者や検査者の負担を減らし定量的な検査が行えることを目的とする非接触型の刺激発生機構による複合型感覚検査技術を確認する。振動覚検査では、28Hz または 256Hz での周期振動の確認、および振動力の 3.0G~0G (G は重力加速度を表す)までの出力変化パターンを明らかにする。また、触覚検査方式については、0.05g/m<sup>2</sup>~0.25g/m<sup>2</sup>と同等の触覚刺激を発生すること、5℃~50℃までの温度刺激が発生可能であることを明らかにする。また、熊本大学医学部附属病院との共同研究により患者への臨床試験を実施し、本研究で取り組む検査技術の有効性について検証する。

### 3. 研究の方法

- 1) 共同研究者である熊本大学医学部附属病院の該当症状を有する患者への臨床試験により、接触式振動覚検査方式を検証する。現状の音叉に対応した 128Hz または 256Hz での周期振動の確認、および振動力の 3.0G~0G (G は重力加速度を表す)までの出力変化パターンの決定を明らかにする。
- 2) 非接触式の温冷・触覚検査方式について、0.05g/m<sup>2</sup>~0.25g/m<sup>2</sup>と同等の触覚刺激を発生すること、5℃~50℃までの温度刺激が発生可能であることを明らかにする。
- 3) 最終的に、温冷・触・痛覚の感覚刺激を非接触で提示できる技術を明らかにする。明らかになった段階で、診療機関で臨床試験を実施して装置化の可能性を明らかにする。

### 4. 研究成果

外来診療やリハビリテーション診療の医療現場では、これらの各体性感覚に対して、病状の診断や回復度合いおよび治療効果の確認などを目的とするスクリーニング検査が行われる。スクリーニング検査で用いられる器具の条件として、準備に手間を掛けずに操作が容易で、しかも被験者に時間的、体力的な拘束を強いらぬことが求められる。

脳血管障害や糖尿病、脊椎障害など感覚障害の検査において、主としてスクリーニングを目的とした医療現場で用いられるようなツールを試作してその性能評価を実験により行った。装置の基本構成はコントローラー（サイズ130×80×40mm）に温冷覚刺激プローブ、振動覚刺激プローブ、触覚刺激プローブをカートリッジ式で着脱するものとした。温度覚刺激プローブは、基本素子にペルチエ素子を使い、5℃から45℃まで温度調整が可能である。室内温度からの遷移時間は45℃までは5秒、5℃までは15秒かかる。刺激範囲は直径12mm角でこれは温覚で約2~3個、冷覚で8個を刺激する。健常者で温度刺激実験を行い良好な結果が得られたので熊大病院リハビリテーション部で健常者と疾患があると思われる者に対して実験を行ったところ、疾患の疑いがある者は健常者よりも温度刺激に対して鈍感であることがわかった。各受容体で活性化する温度域値が異なる。例えばTRPV2は52℃以上で活性化するし、TRPA1は17℃以下で活性化することがわかっている温度覚刺激プローブは刺激温度を段階的に設定できるので、各受容体に対しての検査が可能である。付加機能として被験者被験部の温度を計測する機能も本装置に組み込

み、±1℃の性能を出すことがわかった。この機能を付加することでより最適な温度刺激が可能になると予想する。

深部感覚検査用振動覚プローブは、電磁コイルを用いた振動発生機構を用いた。医療現場で使用されている音叉と同じ周波数128Hzを発生することに成功し健常者に試験を行ったところ有用性を確認できた。本装置の利点として振動を徐々に大きくしていくモードも発生させることができ、より厳密な検査が可能である。触覚検査用プローブは、体表面にわずかな刺激を発生させる必要があることから風圧による触覚刺激プローブとした。これは非接触式であるため傷等部位に対しても刺激可能となる。刺激範囲は半径13mmでこれは約143個の感覚点を刺激する。ターゲットフォースとして0.008～0.07gの触覚正常と0.16～0.40gの触覚低下の区別ができる刺激を与えることがわかった。0.60g以上の防御知覚低下以上の刺激については今後の課題である。本技術は定量的な刺激を与えることが可能であり、本技術を使った診断法が確立されれば、スクリーニング検査の一つの標準形となると予想される。研究発表として論文1件、海外ジャーナル1件、紀要1件、学会発表数件実施。また、シーズ発表会等を通じた実用化に向けてのアプローチを行ったが実現までには至らなかった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 2件）

- ① Yoshifumi OYAMA, Masanobu NAGATA, Miki OOGUCHI and Mika HAGINO, Development of a Complex Examination Device for QST in Medical Institutions, American Journal of Mechanical and Industrial Engineering 2018; 3(6): 112-118, 2019/1/16
- ② 永田正伸, 小山善文, 感覚検査における深部感覚検査用刺激発生技術の研究, 熊本高等専門学校研究紀要第10号, pp.32～37, 平成31年1月

〔学会発表〕（計 4件）

- ③ 永田正伸, 小山善文, 感覚検査のための振動覚検査装置における加速度フィードバックによる振動発生器の制御, 日本機械学会2016年度年次大会, J2410101, 平成28年9月
- ④ 本田晃士朗, 小山善文, 永田正伸, 萩野光香, 大串幹, 定量的感覚検査のための触覚刺激装置の開発研究, 平成27年度電気・情報関係学会九州支部連合大会, 15-2P-04, 福岡大学, 平成27年9月
- ⑤ 大串幹, 萩野光香, 小山善文, 永田正伸, 定量的感覚検査のための複合感覚検査装置開発, 第52回日本リハビリテーション医学会学術集会, 新潟市, 平成27年5月
- ⑥ 永田正伸, 小山善文, 感覚検査のための振動覚検査装置における振動発生器の加速度フィードバック制御, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会2015, 平成27年5月

〔図書〕（計 0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 1件）

名称：温冷覚検査装置

発明者：小山善文

権利者：高専機構

種類：特許

番号：特願2014-035768

出願年：平成24年

国内外の別：国内

○取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：永田 正伸

ローマ字氏名：MASANOBU NAGATA

所属研究機関名：熊本高等専門学校

部局名：拠点化プロジェクト系地域協働プロジェクトグループ

職名：教授

研究者番号（8桁）：40370051

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：萩野 光香

ローマ字氏名：MIKA HAGINO

所属研究機関名：熊本大学

部局名：病院

職名：作業療法士

研究者番号（8桁）：80626101

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※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、研究者個人に帰属されます。