

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 26 日現在

機関番号：16201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K12622

研究課題名(和文) 乳児の握力計測法に関する実験的検討

研究課題名(英文) Experimental Study of the Method for the Grip Strength Measurement of Infants

研究代表者

山田 貴志 (Yamada, Takashi)

香川大学・教育学部・准教授

研究者番号：10321506

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、手指が小さい乳児の握力計測を目的とした、超小型圧縮ロードセル駆動型丸棒状握力計測システムを開発した。握力計測デバイスは、上部グリップシャフトと下部グリップシャフトに分かれるアルミニウム丸棒の形状とロードセルの直下方向に上部グリップシャフトを平行移動させる内部構造を持たせている。握力計測デバイスにかかる力は、上部グリップシャフトの曲げ変形を受けたときの反力を2個のロードセルで計測する。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed an ultra-compact compression load-cell-driven round bar device called DataGrip II and constructed the prototype system for infants, who have small fingers. The grip strength measurement device consists of an aluminum round bar divided into upper and lower grip shafts, and it has an internal structure that shifts the upper grip shaft in a direction directly below the ultra-compact compression load cell. The force applied to the grip strength measurement device when the upper grip shaft undergoes a bending deformation can be measured by two ultra-compact compression load cells.

研究分野：ヒューマンインタフェース

キーワード：握力 乳児 運動 圧力センサ ロードセル 玩具 むいぐるみ

### 1. 研究開始当初の背景

握力は、人間が日常生活に必要な運動やスポーツを行う上で重要な役割を果たしている。国内外では、体力測定における代表的な筋力計測の項目の一つとして、児童から成人を対象とした握力の調査が行われている。調査で用いられる握力計は、母指と母指以外の指で装置を握り締める方法で行われる。その原理は、バネの伸びと力の関係を利用している。しかしながら、これまでに乳児がどの程度の握力を持ち、どのような握り具合で、発達的变化を示すかに焦点を当てた研究は見当たらない。これは、従来の握力計を用いて、手指が小さい乳児の握力計測が困難であると推察されるからである。乳児のための握力計測システムが開発できれば、運動発達やどのような握り方で遊んでいるかなどの手指の巧緻性を客観的に評価することが可能になるものと考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、手指が小さく、全力で把持していることを判断することが困難な乳児の握力計測法に関する実験的検討を行うことである。

### 3. 研究の方法

本研究では、図1に示すように、申請者の人差し指を出産直後の娘の手指に触れた際に、娘が申請者の人差し指を握り返してくれた把握反射の体験から、乳児の握力計測法を提案した。申請者が提案した乳児の握力計測法を図2に示す。握力計測デバイスは、申請者の人差し指の直径を参考にして、上部と下部グリップシャフトに分割できる丸棒の形状を持つとともに、乳児の握力による荷重を2個のセンサを用いて、計測するものである。申請者はこれまでに、2個の小型圧力センサを内蔵した握力計測デバイス (DataGrip)、センサインタフェース、PC で構成される小型圧力センサ駆動型丸棒状握力計測システムの試作システムを完成させている。本研究では、この試作システムを開発・進展させるとともに、乳児の握力計測実験を通して、問題点を明らかにすることを試みた。具体的には、DataGrip を介する握力計測システムと DataGrip を内蔵したぬいぐるみを介する握



図1 把握反射

力計測システムの2台のシステムを開発して、乳児の興味・関心の観点から行動観察による比較検討実験を行った。

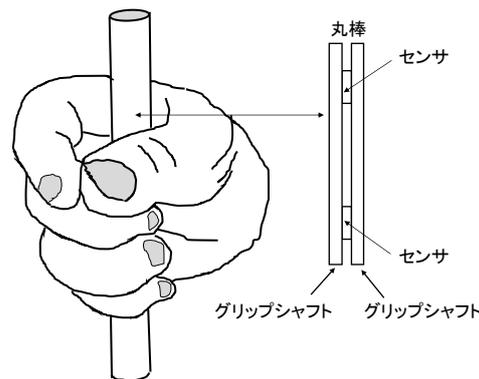


図2 提案した乳児の握力計測法

#### (1) DataGrip を介する握力計測システムの開発

DataGrip の外観を図3に示す。DataGrip の計測部をシリコンチューブで包み込ませている。DataGrip では、乳児の手指の大きさに考慮した握力計測を行うために、シリコンチューブの外径を調節することができる。本研究では、シリコンチューブの外径を調節した DataGrip の計測部の中心に、紐で錘をつるし、錘による荷重を小型圧力センサに作用したときの荷重と小型圧力センサに加わる平均圧力の定量評価の観点からシステムの有効性を示すとともに、シリコンチューブの外径を調節した DataGrip を用いたときの乳児の握力計測実験に与える影響を検討した。

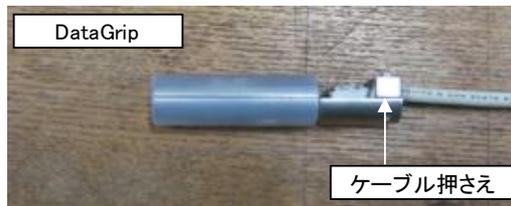


図3 DataGrip の外観

#### (2) DataGrip を内蔵したぬいぐるみを介する握力計測システムの開発

乳児の握力計測実験では、手指で DataGrip を握らせることに苦慮することが予想される。本研究では、乳児が DataGrip の計測部に注意が向くように、乳児の興味・関心を持たせるきっかけづくりのための玩具に着目するとともに、玩具を介する遊びを通して、握力計測実験が可能なシステムを開発した。具体的には、保護者が子どもに遊ばせたいような、肌触りのよいぬいぐるみ (野菜、動物、魚など) に DataGrip を内蔵した握力計測システムを検討した。

乳児が DataGrip を介する握力計測システムを使用している様子を図4に示す。乳児が DataGrip を内蔵したぬいぐるみを介する握力計測システムを使用している様子を図5に

示す。



図4 乳児がDataGripを介する握力計測システムを使用している様子



図5 乳児がDataGripを内蔵したぬいぐるみを介する握力計測システムを使用している様子

#### 4. 研究成果

##### (1) DataGripを介する握力計測システムの開発

本研究では、DataGripを用いて、乳児の握力強度の縦断的な計測を行い、身長、体重の増加の観点から生後0～6ヶ月の身体の発育に伴い握力強度が増加していることを示唆する事例が2例得られた。しかしながら、DataGripを用いて、生後6ヶ月以上の乳児の握力計測実験を実施している最中に、乳児がDataGripとセンサインタフェースを接続するケーブルを引っ張ることで、ケーブル内のデータ線を切断して、誤動作を招く恐れが確認された。そのため、DataGripとセンサインタフェースのケーブルを接続するケーブル押さえ構造の改良は、乳児の握力計測実験を行う上で、克服しなければならない課題であった。このような背景から、超小型圧縮ロードセル駆動型丸棒状握力計測デバイス(DataGrip II)を設計し、試作システムを開発した。システムは、DataGrip II、ロードセル変換器、インタフェースモジュール、PCで構成される。DataGrip IIの外観を図6に示す。DataGrip IIは、DataGripと比較して、機能が3点向上した。1点目は、グリップシャフトに挟むセンサを小型圧力センサから超小型圧縮ロードセルに変更して、応答性能を向上させた。2点目は、丸棒の直径を2mm小さくして、握りやすさを向上させた。3

点目は、握力計測デバイスとセンサインタフェース(DataGrip IIでは、ロードセル変換器を使用した。)のケーブル内のデータ線の接続を、ケーブル押さえからコネクタプラグに変更して、耐久性と美観性を向上させた。

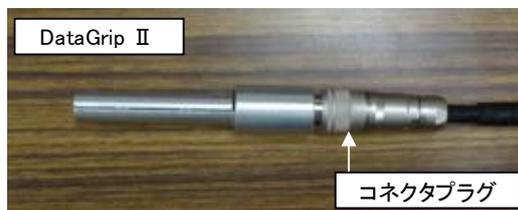


図6 DataGrip IIの外観

##### (2) DataGripを内蔵したぬいぐるみを介する握力計測システムの開発

カエルをイメージしたぬいぐるみの外観を図7に示す。DataGrip IIを内蔵したぬいぐるみの外観を図8に示す。ぬいぐるみの材質は、乳児がなめるなどの衛生面に配慮して、水洗いができるフェルト(頭部)と、DataGrip IIを包み込むための撥水加工されたニット(胴体)を使用した。フェルト(頭部)には、普通地用ミシン糸、ニット(胴体)には、ニット用ミシン糸を用いて、裁縫した。ぬいぐるみの頭部には、綿と鈴を詰めた。DataGrip IIの計測部は、ぬいぐるみの胴体部に内蔵した。ぬいぐるみとDataGrip IIは、ゴムで固定し、ぬいぐるみは、取り外しができるようにした。ぬいぐるみを介する視覚・聴覚・触覚の提示例を図9に示す。ぬいぐるみは、色彩による視覚、鈴による聴覚だけでなく、クッションを入れて、手指でまさぐりたくなるような、触覚を提示できるようにした。



図7 ぬいぐるみの外観



(a) ぬいぐるみ有 (b) ぬいぐるみ無

図8 DataGrip IIを内蔵したぬいぐるみ

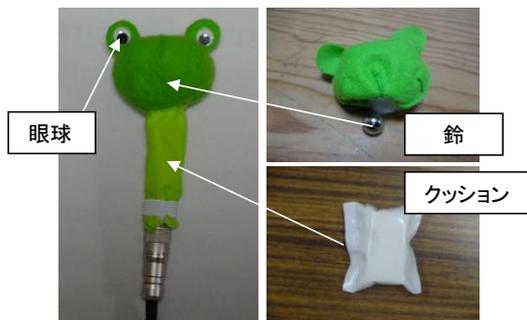


図9 むいぐるみを介する視覚・聴覚・触覚の提示例

本研究では、DataGrip IIを介する握力計測システムと DataGrip IIを内蔵したむいぐるみを介する握力計測システムを用いて、生後6ヶ月以上の乳児を対象とした握力計測の予備実験を行い、DataGrip IIを内蔵したむいぐるみを介する握力計測システムのほうが手に取らせやすい傾向が見られる事例が得られた。開発したシステムを用いることで、特定の刺激を他のものと区別したり、注視時間の長さの違いを評価するための実験が可能となった。

以上のように、本研究の成果としては、小型圧力センサ駆動型丸棒状握力計測システムを用いた乳児の握力計測法に関する実験的検討を通して、システム運用上の問題点を明らかにするとともに、新たに超小型圧縮ロードセル駆動型丸棒状握力計測デバイスを設計し、試作システムを開発したことである。開発したシステムは、今後、乳児の知覚認知の研究ツールとして利用できるものと考えられる。

今後の課題として、開発したシステムを用いて、生後6ヶ月以上の乳児の握力計測実験を行い、耐久性の観点からシステムの有効性を検証する。また、体力測定で実施される握力は、被験者の最大努力による実施が大前提で行われる。しかしながら、乳児の場合は、把持活動を全力で実施したかを、問うことができない。そのため、現在、情動を客観的に評価するために、乳児に負担がかからない非接触計測が可能な、自律神経活動の影響を血管収縮拡大による血流量の増減を皮膚温度の変化として捉えた顔面皮膚温による生体情報計測手法を導入し、情動と握力強度を関連付けた握力計測法の有効性を検証している。さらに、乳児の握力強度を再現するために、空気圧駆動型肩回旋筋力計測システムを



図10 ハンドリングアーム

拡張したハンドリングアーム(図10)を開発して、システムの有効性を検証する。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 山田貴志、渡辺富夫：空気圧駆動型肩回旋筋力計測システム学習教材を用いた計測制御実習の提案、日本産業技術教育学会誌、査読有、第57巻、第4号、pp. 241-250、2015.

[学会発表] (計5件)

- ① 山田貴志、渡辺富夫：乳幼児用超小型圧縮ロードセル駆動型丸棒状握力計測システムの開発、2017年度電子情報通信学会総合大会論文集基礎・境界、H-2-33、pp. 251、2017. 3. 24、名城大学(愛知県・名古屋市)
- ② Takashi Yamada and Tomio Watanabe : Development of Grip Strength Measuring Systems for Infants、Proc. of 2016 IEEE/SICE International Symposium on System Integration、TuP1D.6、pp. 138-143、2016. 12. 13、札幌コンベンションセンター(北海道・札幌市)
- ③ 山田貴志：むいぐるみを介する乳児用握力計測システムの開発、日本産業技術教育学会第59回全国大会論文要旨集、2G51、pp. 190、2016. 8. 28、京都教育大学(京都府・京都市)
- ④ Takashi Yamada and Tomio Watanabe : Development of a Joint Attention System with a Facial Image Character Tracking Indicator Light、Proc. of 2015 IEEE/SICE International Symposium on System Integration、SuB2. 2、pp. 569-574、2015. 12. 13、名城大学(愛知県・名古屋市)
- ⑤ 山田貴志、渡辺富夫：顔キャラクタが指示光を追視する共同注意システムの設計指針～共同注意に関する乳幼児行動発達に感動して～、日本赤ちゃん学会第15回学術集会プログラム・抄録集、P-35、pp. 76、2015. 6. 27、かがわ国際会議場(香川県・高松市)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山田 貴志 (YAMADA TAKASHI)  
香川大学・教育学部・准教授  
研究者番号：10321506

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし