様　式　C－４１

科研費
KAKENHI

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　３ 年　５ 月 ２４ 日現在

機関番号：１３３０１
研究種目：奨励研究
研究期間：2020～2020
課題番号：２０Ｈ００９２１

研究課題名　3自由度パラレルメカニズムを用いた肩関節角度計測装置の開発

研究代表者
吉田　博一（Yoshida, Hirokazu）

金沢大学・総合技術部（理工）・技術職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　480,000円

研究成果の概要：パラレルワイヤ駆動機構を利用した，装着形肩関節角度装置を提案し，設計，製作した．同装置は，ワイヤで主に構成されることから，軽量，小形で，身体に容易に装着可能である．また，ワイヤ長の測定結果から肩関節の多軸周りの回転運動を容易に算出できる．同装置を用いて実際に測定を行い，肩関節の複数軸周りの回転角度をおおよその精度で測定できることを確認した．

研究成果の学術的意義や社会的意義
近年，リハビリテーションの現場では高齢の患者が増え負担が増大しており，療法士の作業をロボットに任せて負担を減らすことが求められている．そこでリハビリにおいて重要な問題の一つである肩関節可動域の測定に着目し，パラレルワイヤ駆動機構を利用した省スペースな特長を有する装着形の装置を開発した．同装置は，肩関節の多軸周りの角度変化を容易に測定することが可能であり，リハビリテーションの効率化に大きく寄与する．

研究分野：材料力学，機械力学，ロボティクス

キーワード：ワイヤパラレル機構　リハビリテーション　関節可動域測定

※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、研究者個人に帰属します。

１．研究の目的

近年，リハビリテーション医療においては，療法士の不足から，その作業の一部をロボットに任せてることが求められている．

そこでリハビリテーションで治療対象となることが多い部位のひとつである肩関節の問題に着目し，肩関節の複雑な可動域の測定をする装置の開発に取り組んだ．

これまでにも，身体の可動域を測定する装置などがいくつか提案されているが，これらの多くは広いスペースを必要とし，複雑なセンサなどを使う一方，測定できる範囲の制限が大きかった．すなわち，多軸周りの回転をともなう複雑な肩関節の動作などを簡単に測定することができなかった．

以上の問題を解決するため，パラレルワイヤ駆動機構を利用することで，小型，軽量，かつ，肩関節の広い可動範囲の測定が容易な装置を提案する．また，同装置は，患者自身が装置を容易に装着できることとする．以上の機能を有する装置を考案，製作し，実際に測定を行い肩関節可動状況の評価方法を構築してリハビリテーション治療に役立てる．

２．研究成果

提案するパラレルワイヤ駆動機構を用いた肩関節可動域測定装置の構想を図１に示す．装置は，出力部とベース部を接続する３本のワイヤで構成されている．ベース部のワイヤ端点には，一定の小さな張力でワイヤを常に巻き取りながら，その長さを測定する巻込形変位計が設置されている．

ベース部と出力部におけるワイヤ端点を，図１のとおり，それぞれ B_i, P_i (i =1, 2, 3)とする．ベースを肩に，出力部を上腕の任意の位置に固定し，肩関節の回転中心と想定した点を装置の原点 O として基準座標系を設定する．なお，出力部は上腕に固定するため，原点 O から出力部中心までの距離 A は一定とする．

基準座標系での上腕の姿勢は，X-Y-Z オイラー角法を用い，各軸周りの回転角度をそれぞれ α，β，γとして表す．

上記の構想を基に製作した試作機を図２に示す．まず，身体への装着性を考慮しながら，肩関節の動作の障害にならないようにフレーム形状や装置構成を検討した．フレーム部には巻込形変位計を取り付けた．同変位計から，各ワイヤ長に応じた電圧値が出力されるため，同値をもとに肩関節角度の計算が行える．なお，変位計は，肩峰部，背部に設けるとともに，ワイヤと身体の干渉を防ぐためにワイヤガイドを設けた．

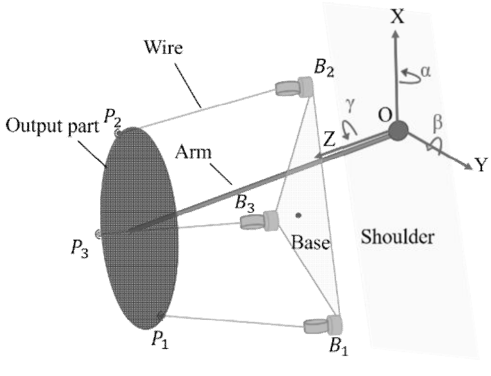
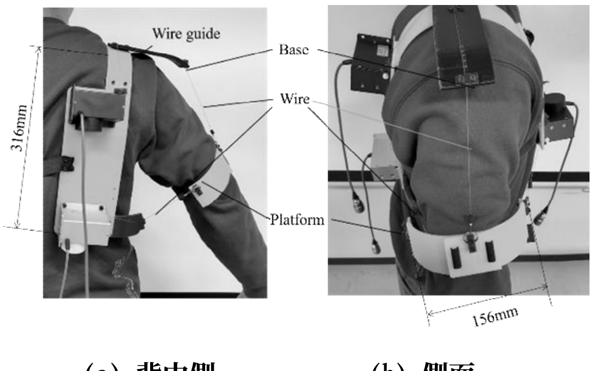


図１ 肩関節可動域測定装置構想モデル



(a) 背中側　　(b) 側面

図２ 肩関節可動域測定装置試作機

肩関節角度α, β, γは, 上腕部の運動にともない変化するワイヤ長の測定結果から，ニュートン・ラプソン法を用いて算出する．

試作した測定装置を被験者に装着し，肩の運動の内旋外旋および屈曲伸展に相当する，αおよびβを対象に，それぞれの方向に単独で上腕を回転させて角度を測定し，精度を確認した．なお，測定精度を確認するため，0°から15°ごとの角度を図示した紙を用い，それに沿うように上腕姿勢を保持し，角度を測定した．同一被験者によって各目標角度に対して５回実験を行い，平均値を算出して測定値とした．図３に被験者によるβ方向の測定時の様子を表す．

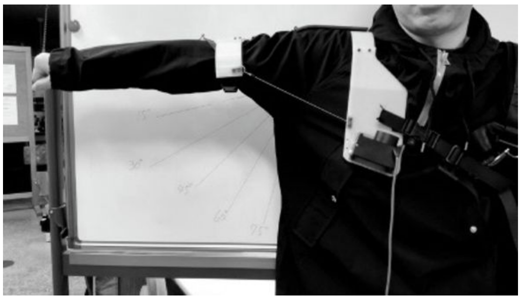


図 3 被験者による肩関節可動域測定の一例（β方向）

測定結果を図 4 に示す．測定値は指定した値と同様な傾向を示しているが，α, βともに±5 °程度の誤差が生じ，さらに目標角度の絶対値が大きくなるとともに，誤差も増加している．誤差の主な要因は，装置の身体への固定部が実験時に若干移動するためと考えている．

全体的には，おおよそ角度の傾向を測定できており，装置の有用性を確認した．今後は，さらに安定した固定方法を検討するとともに，固定位置が移動した場合でも精度の高い測定を行う方法を検討していく．

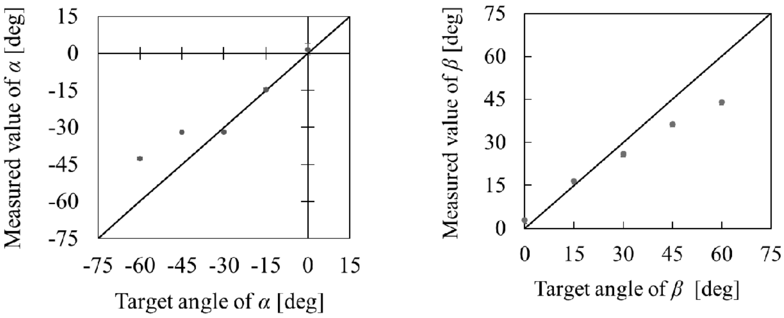


図 4 計測結果

パラレルワイヤ駆動機構を利用した，装着形肩関節角度装置を設計，製作し，同装置を用いた肩関節角度の算出方法を提案して実際に測定を行い，肩関節の多軸周りの回転角度をおおよその精度で測定できることを確認した．今後，精度をさらに向上させるとともに，広い可動域にわたり肩関節の動作を安定して測定可能となるように改良を行うとともに様々な運動における測定を実際に実施する．

主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計0件

〔学会発表〕　計0件

〔図書〕　計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

－

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
立矢　宏	(Tachiya Hiroshi)