

福祉関連機器の開発

—— 関節角度計の改良 ——

宮尾 芳一*・青木 博夫**・和田 一秀***

The Development of the Apparatus for Rehabilitation —Improvement on the Human-Joint Goniometer—

Yoshikazu MIYAO, Hiroo AOKI, Kazuhide WADA

Nowadays, the followings are demanded that reducing the inconvenience of the physically handicapped people to rise degree of self-reliance, and decreasing the amount of aid of the helper.

So we are developing the apparatus for rehabilitation to contribute to those people applying the mechanical and electrical technology. This time, we picked up the joint goniometer which is sorted as examination tools and then manufactured the improved sample.

The features of this goniometer are:

- 1) It is easy to use this system, because angle is displayed in digital, and by connecting this to pocket computer, operator need not record the data.
- 2) The angle data are displayed directly to 7 segments LED display. So, this system can eliminate A/D converter and drivers which are usually needed to this type system.

1. はじめに

現在、急速な勢いで高齢化社会を迎えようとしている。身体障害者に加え、障害をもつ高齢者など福祉機器を必要としている人は年々増加し、必要とされる機器も多様化している。昨今、福祉機器に関する関心が高まりつつあり、福祉機器は商業ベースでかなり開発されている。しかし障害の状態が異なるためか、対応が遅れている部分がある。また、工学的技術の進歩により、最近開発が可能になった機器もある。そこで工学的技術により、高齢者、障害者のハンディキャップを低減させ自立度を高めたり、介護者の介護量を軽減し、個人の生活が少しでも改善されることが要望されている⁽¹⁾。

たしかに障害者には、人による介護の方が望ましいが、プライバシーの問題があるときにはむしろ機械の方が良い場合がある。さらに、介護者の数が足りないのが現状であり、大きな力を必要とする場合など機械の支援が重要となる。

* 機械工学科 助教授

** 電気工学科 助教授

*** 機械工学科 技官

そこで我々は、工学的技術で少しでも社会に貢献すべく福祉関連機器の開発を行っている。今回は比較的改善の余地がある一例として、後述する検査用機器に分類される関節角度計について、実際に使っている人の要望を取り入れ、検討を加え関節角度計を製作したので報告する。

2. 福祉関連機器の分類

障害者の障害をカバーするための用品は福祉機器、福祉関連機器、リハビリテーション機器など様々な呼び方をされ分類も曖昧な点がある。

まず、ISOの定義を示す。「障害者が使用する製品、機器システムで障害者のひとつもしくは複合した機能・形態障害、能力低下及び社会的不利の防止・代償もしくは軽減または中和をはかるために特別に作ったか、または、既製品として存在するもの」としている。

福祉関連機器の分類の仕方は色々ある。障害の内容から、肢体不自由者用、視覚障害者用、聴覚障害者用、言語機能障害者用、平衡機能障害者用、内部機能障害者用、精神薄弱者用などと分けられることがある。

ここでは障害者の日常生活における障害をカバーするための補助機器、障害機能を訓練し回復するための機器、障害の程度を測定する検査機器に大別する。これらの例を表1に示す。

3. 関節角度計の製作

3-1 関節角度測定の実状

腕、脚など身体部位の関節の可動範囲を測定することは、患者の障害の程度および機能回

表1 福祉関連機器例

	補助機器	訓練機器	検査機器
脚 (移動)	杖、歩行器 車椅子 身障者運転自動車	歩行訓練機器 起立訓練具	関節角度計
手	マジックハンド 衣類用自助具 各種スイッチ 電動歯ブラシ	手指訓練用粘土 鉄アレイ 訓練用ブロック 握り訓練具	握力計 関節角度計
目	点字器類 盲人用時計	眼球運動訓練機器	
口、耳	補聴器 タイプライター ワープロ、パソコン	言語訓練機器 聴覚訓練機器	聴力測定器
体全体	電動ベッド 障害者用浴槽 障害者用キッチン 障害者用トイレ	訓練用マット	車椅子用体重計

復の程度を知るうえで重要である。図1に可動域記入用紙例の一部を示す。このように頸部から手足の関節まで測定箇所が多い。

従来この測定には図2に示すような半円分度器のゼロ度線にそったスケールと、分度器の中心を支点として回転する可動スケールで角度を測定していた。測定箇所が多く、両手を使い測定した後、結果を用紙に記入するため測定に時間がかかった。そこで片手で動作できるもの等が発表されてきた⁽²⁾。しかし、まだ使い易さなどの点で改良の要望が強かった。そこで関節角度計を検討し、試作した。

3-2 関節角度計の具備条件

製作するにあたり、測定者の要望点を列挙すると次のようになる。

- ① 測定が身体に影響を与えないこと。
- ② 読み取り目盛は5度以下のこと。
- ③ 操作が容易であること。
- ④ 持ち運びが容易であること。
- ⑤ デジタル表示であること。
- ⑥ プリント等に出力できること。

3-3 角度測定方法の比較

角度を測定するためには従来式以外にも色々な方法が考えられる。その代表的なものを表2に示す。角度を簡単にデジタル表示できるロータリエンコーダ式、角度を電気抵抗値、電圧に変換し針を振らせる指針式、回転形可変抵抗器を用い、角度を最終的にデジタル表示にする可変抵抗式、ロータリエンコーダの原理を応用し、各角度に対応するデジタル表示のための接点部を有する接点式に分類した。それ

氏名		疾患名		年齢	
検査年月日					
				右	左
頸部	屈曲	胸鎖乳突筋	C ₂₋₃		
	伸展	僧帽筋(上部)	C ₂₋₄		
肩甲骨	内転	僧帽筋(中部), 菱形筋	C ₂₋₅		
	外転	前鋸筋	C ₅₋₇		
	挙上	肩甲挙筋, 僧帽筋(上部)	C ₂₋₄		
	下制	僧帽筋(下部)	C ₂₋₄		
体幹	屈曲	腹直筋	Th ₇₋₁₂		
	伸展	脊柱起立筋群	相当する脊髄神経		
	回旋	内・外腹斜筋	Th ₈₋₁₂		
	骨盤挙上	腰方筋	Th _{12-L2}		
股関節	屈曲	腸腰筋	L ₁₋₄		
	伸展	大殿筋, Hamstrings	L _{4-S2}		
	内転	内転筋群	L ₂₋₄		
	外転	中殿筋	L _{4-S1}		
	内旋	小殿筋, 大腿筋膜張筋	L _{4-S1}		
	外旋	閉鎖筋, 梨状筋, 双方筋, 方形筋	L _{3-S2}		
		大腿筋膜張筋	L _{4-S1}		
		縫工筋	L ₂₋₍₄₎		
膝関節	屈曲	大腿二頭筋	L _{4-S3}		
	伸展	半腱, 半膜様筋	L _{4-S3}		
足関節	背屈	前脛骨筋, 長指伸筋	L _{4-S1}		
	底屈	腓腹筋, ヒラメ筋	S ₁₋₂		
足部	内返し	後脛骨筋	L _{5-S1}		
	外返し	長・短腓骨筋	L _{4-S1}		
母指	MP	屈曲	短母指屈筋	L _{5-S1}	
		伸展	短母指伸筋	L _{4-S1}	
	IP	屈曲	長母指屈筋	L _{5-S2}	
		伸展	長母指伸筋	L _{4-S1}	
足指	MP	屈曲	虫様筋	L _{5-S2}	
		伸展	長・短指伸筋	L _{4-S1}	
	PIP	屈曲	短指屈筋	L _{5-S1}	
		DIP	屈曲	長指屈筋	L _{5-S1}

図1 可動域記入用紙例

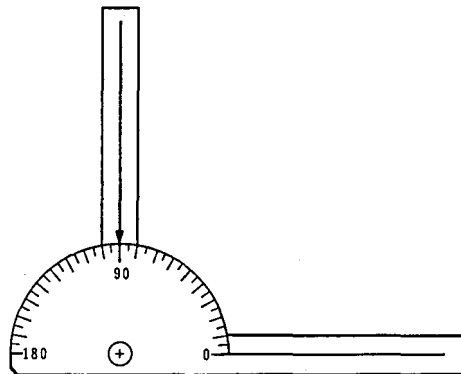


図2 従来式関節角度計

表2 角度測定方法の比較

測定方式	精度	携帯性	操作性	低廉性
ロータリエンコーダ式	◎	○	◎	△
指針式	△	○	○	◎
可変抵抗式	○	○	◎	○
接点式	○	○	◎	○
従来式	△	◎	△	◎

それぞれ長所短所があるが、今回は安価でデジタル表示のできる可変抵抗式、接点式の関節角度計を製作した。

3-4 可変抵抗式関節角度計の製作

回転形可変抵抗器の回転角度と抵抗値の比例関係は図3のようになる。これによりセンサ部として回転形可変抵抗器を利用して精度上問題無いことがわかる。

図4に示すプロセスで測定角度をデジタル表示するための電気回路を構成し関節角度計を製作した。これは条件の①~⑤を満たしている。使用法は簡単で、関節を測定する状態にし関節角度計のスケールを関節にあわせ、可動スケール上のスイッチを押すだけで関節の角度を測定し、デジタル表示できる。

測定の精度を上げるため90度、180度など任意の角度で簡単に校正できるようにした。また、電源安定化のため回路用電源と可変抵抗用電源を別にした。測定部を腕用、指用など各関節に合わせて取り替え可能とした。

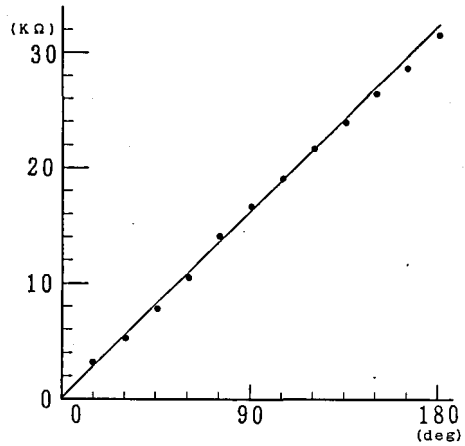


図3—可変抵抗器の角度—抵抗値特性

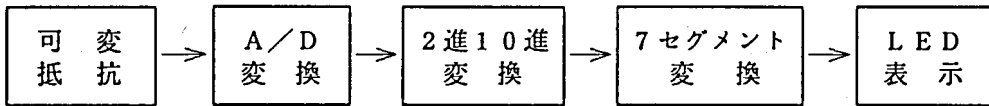


図4 可変抵抗式デジタル表示のプロセス

3-5 接点式関節角度計の製作

デジタル表示は7セグメントLEDの各セグメントを並列に配し、各セグメントの点灯及び消灯を切り替えることでできる。角度に対応した各セグメントの点灯、消灯用のスイッチを有する方法で製作した。これは図4に示すように抵抗値をデジタル表示するために必要なプロセスのうち、可変抵抗から7セグメント変換までの回路を省略でき、回路の簡素化がはかれる。

例えば、LEDで「1」を表示させるには図5の1と4のみを点灯させ、他のセグメント

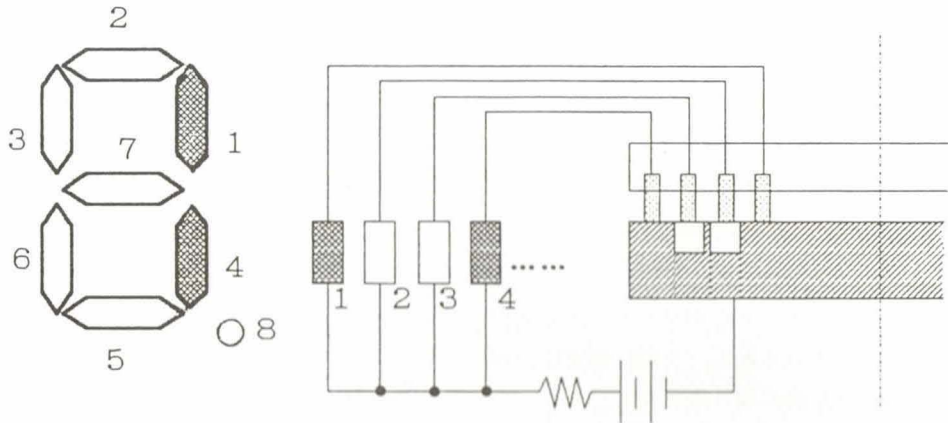


図5 接点式デジタル表示の方法

は消灯になるようにする。表示部は1の位、10の位、100の位の3個のLEDから構成される。角度の1の位の表示は5度単位での表示とし、『0』、『5』を表示する。角度の10の位の表示は『0』～『9』で、100の位は180度までの表示なので『1』か全消灯である。

このように各角度に応じて各セグメントの点灯、消灯を切り替えればよい、このため導電性を有する黄銅板に各セグメントの接触子が同心円で動き、黄銅板に接することで点灯する。消灯のときは通電しないよう絶縁する部分を切削し、動きを平滑化するために切削した凹部に絶縁物の樹脂を充填した。このように角度に応じたデジタル表示ができる接点式関節角度測定計を製作した。

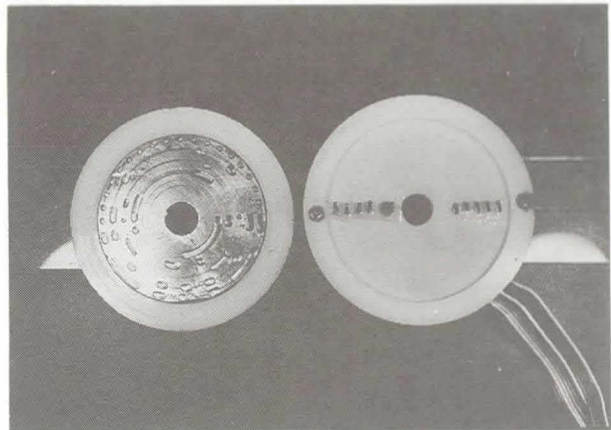


図6 接点部及び接触子

3-6 ポケコンへの接続

測定システムにポケコンを用いることにより、測定時には各関節の角度を測定するだけで、データは自動的に取り込まれ、作業終了後まとめて出力可能となる。このため測定作業に専念でき、測定作業時間が大幅に短縮される。

今回作成したシステムを紹介する。まず、検査の前に測定する順番に関節名の略号と測定する角度の基準（図7に示すように0度の位置、プラス、マイナスの方向が異なる）をインプットしておく。測定するときは、図8に示すようにポケコン画面のメニュー指示に従い被測定者の氏名をインプットしたのち、関節の略号などを確認しながら、関節に角度計のスケ

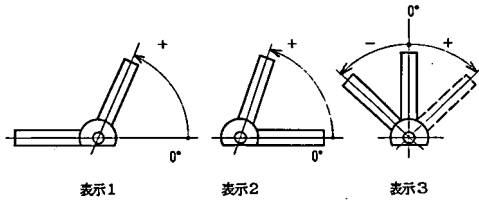


図7 角度の基準の方法

ールをあわせスイッチを押すだけで関節角度がデジタル表示される。また、測定値はポケコン内に自動的に取り込まれる。

さらに、プログラム処理で、被測定者の前回の測定値との比較を行えば回復の度合もわかる。また平均、比較及びグラフ化など種々のデータ処理を行うシステムに発展させることができる。

4. おわりに

高齢者、障害者のハンディキャップを低減させ自立度を高めたり、介護者の介護量を軽減し、個人の生活が少しでも改善されるために、我々は、福祉関連用品の関節角度計の改良品を製作し、次の事がわかった。

- 1) 改良品は操作が簡単で、測定ごとにデータを記入する必要がなく、効率的に測定できる。
- 2) 7セグメントLED表示の電気回路ではA/D変換などが省略でき、大幅に簡素化が可能である。これは角度測定器だけでなく、他にも応用できる。

最近の技術の進歩は著しく、ひとつの用品でも種々開発できる。また、ポケコン等と結合すると、データの比較、グラフ化などもでき測定者の労力が省けると思われる。今後は不備な点を改良し、より実用に耐えるようにしたい。

また、本研究を行うにあたり、ご協力頂いた本校卒業生翠川祥司君、長嶋美華さん、高田晃君、横澤典子さんに感謝いたします。さらに、親切なご指導、ご助言を頂いた長野県リハビリテーションセンターの皆さんに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 例えば、斎藤正男：高齢化社会と機械工学，日本機械学会誌，96，762（1993）
- (2) 鈴木順一他：片手操作型関節角度計の試作，第7回リハ工学カンファレンス講演論文集，135（1992）

```

-----
* ソクテイカシヨヲ ニュウリヨク シテクダサイ *
* ウデカンセツ... 1 ユビカンセツ... 2 *
-----
1
-----
* シメイヲ ニュウリヨク シテクダサイ *
-----
タカダノボル
-----
* カクドケイヲトジテ「クロ」ノスイッチヲオシテクダサイ *
-----
クロ ON
-----
* ソクテイカシヨ C2-3 カクドヒョウジ 1 *
* * *
* カクドロソクテイシテクダサイ *
* カクドロアワセテスイッチヲオス(1カシヨ2カイ) *
* クロ...ソクテイ アカ...パス *
-----
クロ ON カクド 0
クロ ON カクド 24
-----
* ツギノカンセツニウツリマスカ *
* YES...クロ NO...アカ *
* シュウリョウ...クロ ト アカ ヲドウジ *
-----
クロ... YES
-----
* ソクテイカシヨ C2-4-1 カクドヒョウジ 1 *
* * *
* カクドロソクテイシテクダサイ *
* カクドロアワセテスイッチヲオス(1カシヨ2カイ) *
* クロ...ソクテイ アカ...パス *
-----

```

図8 ポケコンの画面表示例