

スイッチ操作の障害への対応

吉田 直樹^{*1, *2}

キーワード：スイッチ、機器、環境整備

要 旨

たとえ重度身体障害で体をほとんど動かすことができず、発話もできなくても、何か1つのスイッチを操作することさえできれば、専用装置を介してパソコン・タブレット・意志伝達装置などを含む各種の機器を操作することができる。それによって、インターネットを通じて社会的な活動を行うことも可能である。

対象者が適切にスイッチを操作できるようにするためには、周囲の人が対象者とスイッチの事を良く理解して対応することが必要だ。ここではその対応に役に立ちそうな情報として、既存のスイッチに対する工夫、スイッチ装置の分類と特徴、スイッチ装置の選定・セッティング、簡単なスイッチ装置の製作などについて説明した。

1. はじめに

スイッチは、普段用いる家電製品やパソコンなどの操作に必要であるばかりではなく、意思伝達装置などの福祉機器の操作にも非常に重要なものである。本稿では、障害によりスイッチ操作が困難な場合の対応方法や、スイッチ装置の種類・選定・設定・製作などについての概略を説明する。

実際の対処に際しては、市販品についての情報が必要であり、設置・設定のノウハウについても多くの具体例に触れておくと有利だ。製作を行う場合は、工作技術などの学習も必要だ。紙面の制限でそれらにはほとんど触れられないが、幸いそれらに関する良質な情報は書籍やインターネットから得ることができる。必要に応じて、文献欄の書籍やURLを参照すると共に、本稿中の用語などを利用してネット検索して、最新の情報を参考にするようにして頂きたい。

2. スイッチとその重要性

1) スイッチとは

スイッチは、電気の分野において、外部からの力を受けて電流のON(電流が流れる)とOFF(流れない)の切替などを行う部品を指す。福祉用具としては、対象者の操作により接続先の装置に電気的なON/OFF信号を伝達するための装置を指すこともある。両者を区別する場合には、本稿では前者を「スイッチ部品」、後者を「スイッチ装置」と呼ぶことにする。

大抵の電気製品には、スイッチがついている。電源ON/OFFのほか、操作のためのボタンスイッチがあるのが普通だ。福祉機器では外付けのスイッチ装置を接続するための端子を備えているものも多い。端子の無い製品でも、後述(第8章)の方法でスイッチ装置を活用できる。

2) スイッチ操作の重要性

スイッチは「自分のやりたいように」機器を操作するために欠かせない部品である。リモコンのス

よしだ なおき(作業療法士)^{*1} リハビリテーション科学総合研究所^{*2} 関西リハビリテーション病院 リハビリ工学課

スイッチが操作できれば、テレビのチャンネルや音量を変えたり、エアコンで室温を変えたりできる。これは、健常者にとっては当たり前のことだ。しかし、スイッチを操作できなければ、これらは誰かに依頼しなければならない。さらに依頼のための意志伝達にも問題があれば(意思伝達装置にもスイッチは重要)、他人の配慮に委ねるしかない。何かを「自分のやりたいようにできる」ことは、本人に自由があるということであり、それはその人の尊厳やQOLに直結する重要な問題と言える。

また、現代では様々な活動においてインターネットが非常に大きな意味を持っている。これが使えるかどうかで、生活や人生は大きく変わる。重度身体障害で寝たきりであっても、インターネットを活用して起業に成功するケースもある^{1,2)}。インターネット接続にはパソコンやタブレット端末を用いるが、障害のためそれらの通常の入力装置(キーボード、マウス、タッチパネル、音声操作システム)が使えない場合がある。その場合でも、当人が操作できるスイッチを見つけて適切に設定できれば、接続アダプタ装置を介してパソコンやタブレットを操作し、インターネットを使いこなすことが可能である。

つまり、重い障害を持つ対象者にとってスイッチは、身の回りのものを自由に操作したり、インターネットを通じて世界と繋がるための入り口のような役割を持つ(図1)。逆に言えば、適切なスイッチの選定や設定がなされないと、自由がなくなり、世界への入り口が閉ざされる可能性がある。対象者が適切にスイッチを操作できるようにするためには、周囲の人が対象者とスイッチの事を良く理解して対応することが必要だ。

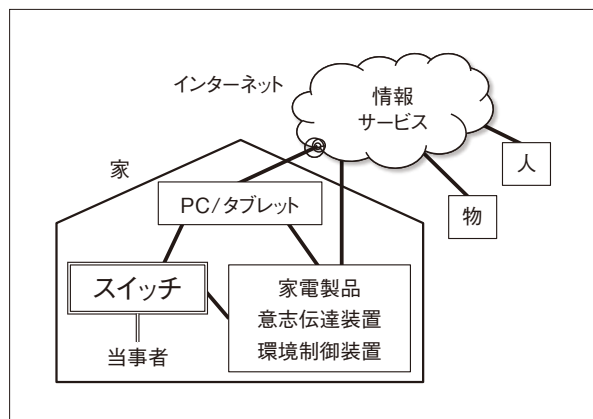


図1 周囲環境と世界に繋がる入り口としてのスイッチ

3. スイッチ操作が困難になる要因とその対応

障害には様々なタイプや程度があるため、スイッチ操作が困難になる要因も多様である。身体障害に限定しても、スイッチ部分まで手が届かない、スイッチ装置が握れない・保持できない、スイッチを押す力が無い、スイッチを押し込むための関節可動域が無い、不随意運動や振戦などで意図通りに押せない(他のボタンを押してしまう)など、様々な要因がある。他に認知・知覚・感覚などの障害に基づくものもあり、各種の要因が複合していることも多い。

操作困難の要因が異なれば、必要な対応も異なり、適切なスイッチやその設定も異なる。ある人にとって使い易いスイッチが別の人にも使い易いとは限らないため、対象者のスイッチ操作困難の要因をよく評価して対応を検討する必要がある。

対応に際しては、

- 1) 使用する装置の置き方(固定法)・持ち方などの工夫や補助器具の活用
 - 2) 市販のスイッチ装置の利用
 - 3) スイッチ関連装置の製作・改造
- の順番で考えるのが良いだろう。

4. 既存のスイッチに対する工夫や一般用品の活用

電気製品のスイッチが使いにくい場合、専用機器の購入や電気工作などを検討する前に、まずは使用中の装置に対する工夫で対応できないかを検討するのが良いだろう。

例えば、持ちにくい、滑りやすい、スイッチを押そうとすると動いてしまう、などの問題に対しては、滑り止めシートの活用で対応できる場合がある。小さなボタンが押しにくければ、ペン状のものを握って押すような方法もある。つまりは、一般的な物品操作に対して自助具のような物を検討するのと同様の対処である。

図2はナースコールボタンに対する対処例である。装置の前面には樹脂の板が取り付けられている。板の内側の上部には回転の支点になる小さな棒(爪楊枝程度のサイズ)が、またスイッチに当たる部分には、「ゴム足」という部品が、それぞれ接着してある。板は上部のみをテープで本体に留めてある。板のどこかを押せばナースコールのスイッチをONにできる。背面には100円ショップで「ソフトワイヤー」

の名称で販売されているクッションチューブつきの針金に取り付けてあり(本体のネジに巻いたビニールタイでねじり留め)、ベッド柵などに固定できる。このような工夫をすると、通常のナースコールが使えないケースでも、ベッド柵に取り付けた本体の板の部分を比較的弱い力で押すことさえできれば使うことができる(図2d)。これらの工夫は、簡単で安価であることに加えて、改造部分や外付け装置の故障、電池切れ・電源抜け、感度等の設定ミスなどのリスクを回避できる利点もある。

また、テレビリモコンのボタン(スイッチ)が小さくて押しにくいようなケースでは、市販のマルチリモコン(複数のリモコンの代用になる装置)でボタンが大きいものを使うことで解決できる場合もある。マルチリモコンは、複数のリモコンを持ち替えて操作するのが難しい場合や、他の同居者用とは別に当人専用のリモコンを用意してセッティングしておきたいような場合にも有用である。図3のようなテレビ専用のものは比較的安価である。

5. スイッチ装置

1) スイッチ装置の接続先・操作対象

機器の既設スイッチの操作が困難な方用の各種のスイッチ装置が市販されている。それらの主な接続対象としては、パソコンやタブレット、意思伝達装置、呼び出し装置(ナースコール)、家電リモコン、電動車椅子などがある。対象者が小児の場合には、玩具に接続することもある。意思伝達装置や福祉用具のリモコンなどでは、外付けのスイッチを接続するための端子が用意されている。パソコンやタブ

レット、ナースコールには、スイッチ装置接続用のアダプタが利用できる(具体的な製品情報は例えばAT2ED³⁾参照)。多少の電気工作技術があれば、外付けスイッチ用の端子が無い製品にも端子を作り(図3)、そこにスイッチ装置を接続することも可能である⁴⁾。また、近年ではスマートフォン等から直接あるいはインターネットを介して操作できる機器(スマート家電、スマートリモコンなど)も増えているので、スマートフォン等を操作するためのスイッチを介してそれらの機器を操作することもできる。

2) スイッチ装置の分類

スイッチ装置は様々なものがある(図4)。ここではそれらの分類と特徴などを紹介する。

厚労省の補装具関連の告示(厚生労働省告示第528号「補装具の種目、購入等に要する費用の額の算定等に関する基準」)の中で、「重度障害者用意思伝達装置」としてのスイッチが次のように分類されている(具体的な製品の情報は伊藤⁵⁾のウェブページを参照)。

- ①接点式入力装置：押しボタン型のスイッチ(一部、ヒモを引くタイプや傾斜感知タイプもある)。一般的なスイッチ部品(接点式スイッチ)が組み込まれている。構造も簡単で、通常は電源無しで使える。様々なサイズ・形状のものが市販されている。電子工学等の深い知識が無くても自作可能。
- ②帯電式入力装置：人体の接近・接触による静電容量の変化を利用したタッチ式のスイッチ。スイッチを押す力が無くても利用できる。操作部位は手指のみでなく、頬や唇などでも利用できる。

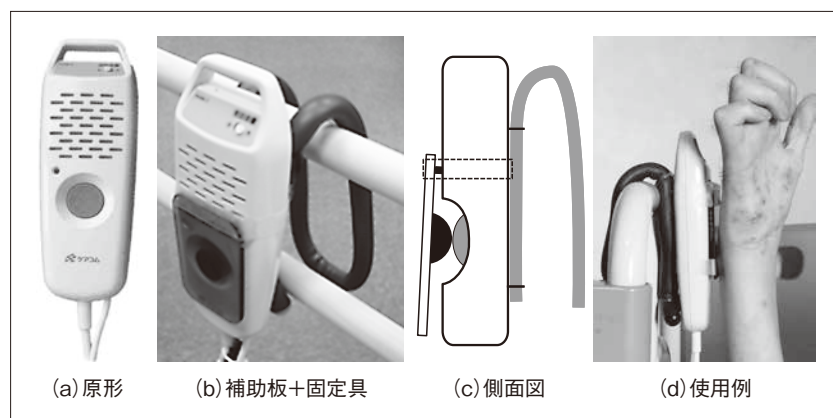


図2 ナースコールボタンが押しにくい場合の対処例



図3 スイッチ大きめのマルチTVリモコン(スイッチ入力端子増設加工済)

- ③筋電式入力装置：筋電位（あるいは眼電位などの他の生体電位）の変化を利用したもの。動きが伴わないレベルの筋収縮であっても、感知可能な電位変化があれば利用可能。
- ④光電式入力装置：発光部と反射光の受光部があり、反射体の有無や距離変化を感知。接触無しで、微少な皮膚の動きなどを感知できる。光ファイバーを利用した物では、感知対象部分をピンポイントで設定できる。
- ⑤呼気式（吸気式）入力装置：チューブを咥えて息を吸ったり吐いたりするタイプや、センサ部に息を吹きかけるものなどがある。後者では、音（声）感知と兼用のものもある。
- ⑥圧電素子式入力装置：圧（力）の変化に応じて電荷が変わる圧電素子（ピエゾ素子）をセンサとして、それを皮膚にテープ等で貼り付け、微少な動きを感知するもの。シワの変化程度で感知可。素子自体が力の「変化」を感知するものなので、「ON になりっぱなし」の状態にはならない点で設定が楽になるメリットがある。
- ⑦空気圧式入力装置：空気を入れた袋が押されたときの空気圧の変化を感知。市販品（図4f）では処理装置の機能として空気圧の「変化」を感知するようになっている点で、上述の圧電素子方式と同様のメリットがある。袋に手を置いた場

合、袋を押すだけでなく手を持ち上げるような動作でも感知できる。空気量を調整し、袋をたんで握って利用することもできる。

- ⑧視線検出式入力装置：赤外線カメラ等で視線の動きを感知するもの。スイッチというよりも、パソコン等の操作（視線でのカーソル移動、注視でのクリックなど）に利用される。ゲーム時の視線を読み取るような一般向け製品が出てきて、安価になった。
- ⑨上記の分類外のもの：画像認識を利用したもの、スマートスピーカーのように音声（音の大小ではなく、言語）を利用したものなど、様々なものがある。

6. スイッチ装置の選定とセッティング

前述のように、スイッチ操作困難要因には様々なものがあり、その要因に応じた適切なスイッチ装置の選定とセッティングが必要になる。ここでの「セッティング」とは、スイッチ装置の保持・固定、身体との位置・方向の設定、感度等の調整などのことである。適切なセッティングが可能なスイッチ装置を選定する必要があるため、選定とセッティングの問題は不可分でもある。選定とセッティングはスイッチの「適合」と呼ばれることもある⁶⁾。医療職や支援者の役割としても特に重要な部分と言えるだろう。



図4 各種のスイッチ装置

1) 対象者の心身機能・環境などの把握

スイッチ装置の選定・セッティングに際しては、対象者の残存機能の把握が重要だ。神経難病などでほとんど体が動かせない場合は、動かせる部位を探し、その部位で可能な動きと動かし易い姿勢・肢位を把握する。動かせる部分の「動きの長さ」と「力の大きさ」の評価が有用だ。前者は物差しなどでmm単位で、後者は小型キッチンスケールを押すなどしてg(正確にはgf)単位で評価しておくが良い。一方、そこまで重度でない場合には、3ページの3.で述べたようなスイッチ操作が困難になる要因を把握したうえで、スイッチ操作に使えるような各身体部位の動きの大きさ、力、正確さ、耐久性などを踏まえて、使用部位の候補を絞り込む。また、例えばベッド上と車椅子上では、別の部位や動きを使うことにしても良い。

筋力・関節可動域関連のみでなく、振戦、感覚(触覚・運動覚)、視覚、認知機能、理解力、性格なども考慮する必要がある。スイッチ装置やその固定具の設置場所、介助者の状況など、対象者の置かれた環境の把握も重要だ。

2) スwitchの特性と、対象者に合うスイッチの選定

スイッチの選択では、まずは4ページの5.2)の分類の「接点式入力装置」から検討するのが無難だろう。通常このタイプのスイッチは、ボタンをある程度押し込むとONになる。ONにするために必要なボタンの押し込み量(単位mm)は「ストローク(操作量)」、押し込む力(単位gf)は「操作力」と呼ばれる重要な特性である⁷⁾。前述の対象者が動かせる部位の「動きの長さ」と「力の大きさ」にマッチするスイッチを選択する必要がある。図2の補助板のようなものを用いると、この原理で操作力とストロークを調整できる。動きの長さに余裕があれば、第2種でこで力を増幅できる。力に余裕があれば、第3種でこで動く長さを増幅できる。なお、操作量とストロークが小さいスイッチが誰にとっても最善というわけではない。対象者によっては、「固い」スイッチのほうが誤動作を避けやすく、またセッティングが容易になる場合もある。

対象者の動きの長さや力の大きさが小さいなどの場合、接点式以外を検討することになる。接点式以

外のものでは、感度やその調整法・調整可能幅、反応時間の遅れ、ONの継続時間なども重要である。意思伝達装置などでは、適切なタイミングでのスイッチ操作が必要な場合があり、反応時間の遅れがあるものは問題になる。長押しと短押しの区別、シングルクリックとダブルクリックの区別などが必要な装置もあるので、これらには「1回ONになると一定時間ONのまま」などのタイプのスイッチ装置は使えない場合がある。

これら以外にも、サイズ、形状、クリック時の感触や音、色、セッティングしやすさなど、様々な面を考慮する必要がある。

3) スwitchのセッティングとその重要性

対象者の障害が軽度の場合には、元々のスイッチよりも操作しやすいスイッチ装置を用意するだけで、操作が可能になる。しかし障害が重度になると、単にスイッチ装置を用意するだけでは、それをうまく使用することができなくなる。この場合、スイッチ装置のセッティングが重要になる。

スイッチのセッティングで大事なことは、次の(a)(b)の2つが共に可能な状態を作り、それを保つこと(保てるような方法を選択すること)である。(a)本人がスイッチをONにしたいときには、ONにできる。(b)本人がスイッチをONにしたくないときは、ONにならない(OFFになる/OFFのまま)。

スイッチ装置の選定に際しても、「対象者に合ったセッティングが可能な装置か」という要素が重要だ。軽い力で押せるスイッチや感度の良いスイッチ装置は、(a)の条件設定には有利である半面、(b)においては不利になることがある。そのため、前述のように「固い」スイッチの用意、間違えて押しにくいような配置、感度を下げる設定などが必要な場合もある。

4) スwitchの保持・固定(スイッチと身体的位置・方向の設定)

例えば、脳卒中などで「手指機能に問題があるが、肩・肘などの動きは比較的保たれている」といったケースでは、手指ではなく手部で押す大きめのボタンタイプのスイッチを用意してリーチ範囲に置け

ば使える場合が多い。ベッドで利用する場合、ベッド上に置くのではなく図2bのようにベッド柵に固定すると、臥位でも見やすく誤動作なく押しやすい場合もある。リーチング自体にも問題があれば、スイッチと手の位置関係の微妙な調整が必要になる。「押したら、手の重さがスイッチにかかり押しっぱなしになる」場合や、逆に「押したらスイッチが逃げて、押せなくなる」場合もある。前者ではタオルなどで手を浮かせる、後者では滑り止めや重りを使うなどの対応がある。体位交換その他の理由で身体とスイッチの位置関係が変わってしまう場合、身体に固定(装着)するタイプの物(図4c, 図8)が有効な場合もある。

神経難病などで、上肢の運動機能としてわずかに手指のみが動かせるようなケースでは、小さなスイッチを握る(図10d)、クッション等で適切な位置に保持する、テープ・ネット包帯・スプリントなどで手首に取り付ける(図8)、などの対応が必要になる。

顔の部分で操作するような場合には、操作部位の空間にスイッチやセンサを保持する必要がある。このような場合、図5のような保持・調整の器具が便利だ。図5aのような固い多関節アームをクランプ固定できる専用品は、多少の重量物でもしっかり固定できる。「固定 アーム」などの語句で画像検索すると応用可能な各種の汎用品も見つかる。固定する物がある程度軽ければ、図5bのようなフレキシブルアームも使いやすい。図5cは光電センサ先端部をソフトワイヤで巻いたもので、微調整に便利だ。こ



図5 スイッチ固定用具

れらを組み合わせて、固定性と微調整の容易さを両立させることもできる。なお、対象者が固定具にぶつかる危険がある場合は、固定具(先端部分だけでも)を柔らかく曲がりやすいものにしておくと良い。

保持・固定の方法は実に多くの方法があり、実例も公開されているので、ぜひ、それら^{6, 8-10)}を参照して欲しい。

7. スイッチ装置の製作

市販のスイッチ装置では適切な対応ができない場合には、スイッチ装置の製作という選択肢もある。比較的容易に製作できるのは、「接点式入力装置」(4ページの5.2)①参照)である。これは、スイッチ部品とプラグをコード(電線)で接続し、適当なケースなどに固定するだけでも、最低限の機能を果たす。その製作方法について説明する。工作技術については、引用文献^{11, 12)}を参照して欲しい。電子部品は、ネット通販で入手できる。

1) スイッチ部品の種類

スイッチ部品には様々なものがある⁷⁾が、通常、スイッチ装置の製作に用いるのは、図6のようなプッシュスイッチと呼ばれるものである。図6上段のものは、ケースに開けた穴に固定できる構造になっていて、直接指で押すための部品もついている。中段のものは、マイクロスイッチと呼ばれるもので、c接点(後述)であり、固定用のねじ穴やレバーやローラー付きのタイプもあるなど、使い勝手が良い。下段のものは、基板に取り付けて使うタイプで、とても小さく薄いものもある。

スイッチ部品には2つ以上の端子があり、端子間の導通状態が変わる。図6のスイッチ部品は、ボタンが押されているときだけ、端子間が電氣的に導通する(ONになる)。このような動作を「モーメンタリ」と呼ぶ。それに対して、電源スイッチのように「一度押すとONになり、もう一度押すまではONのまま」という「オルタネイト」と呼ばれる動作をするものもある。スイッチ装置に用いるのは、モーメンタリの方なので、購入時には注意が必要だ。

また、モーメンタリのスイッチの中には、一般的な物とは逆に「ボタンが押されているときだけOFFになる(押されていないときにON)」という

タイプのものがある。これは「b 接点」や「ノーマルクローズ」と呼ばれる。これを使うと「常時スイッチの上に手を置いておき、ON にしたい時だけ手を持ち上げる」といった使い方の装置が簡単に実現できる。なお、通常のスイッチは「a 接点」「ノーマルオープン」と呼ばれる。図6中段のマイクロスイッチには3つの端子があり、端子の選択で「ノーマルオープン」にも「ノーマルクローズ」に使える。このようなタイプを「c 接点」と呼ぶ。

2) プラグ、コード、ケース

福祉機器のスイッチ用のプラグは、図7に示すモノラル(2極)のミニプラグ(直径3.5mmの「フォーンプラグ」)にほぼ統一されている。これは一般的なイヤフォンに使われているものと同型だが、イヤフォン用のものはステレオ(3極)(プラグ先端の黒線が2本ある)なので、流用は避ける。

適当なコード(ケーブル)を用意して、一端にプラグ、他端にスイッチをつなげるのが普通だが、図7のようなコード付きのプラグが市販されているので、初心者にはこれが便利だ。これならプラグとコードの接続作業(半田付けなど)を省略できる。また、コードには様々な種類があり初心者は選択に迷うことがあるが、コード付きならその選択の手間も省け、不適切なコードを接続してしまう心配も無い。コードが必要な長さより短い場合もあるが、コードの延長工作をせずに、足りない分の長さの「φ3.5mmモノラルミニ延長ケーブル」を購入して用いると便利だ。



図7 コード付きのモノラルミニプラグ

3) スイッチ装置の製作例

図6のようなスイッチ部品に図7のようなコード付きミニプラグを半田付けすれば、スイッチ装置の最低限の構成要素ができあがる。

図8は上記のようなスイッチを強力両面テープで面ファスナーベルトに貼り付けたものだ。これだけでも図8右のように、指に巻いて実用的に使用することができる。このような例では、使用するスイッチ部品の操作力とストロークが、そのままスイッチ装置のそれになる。また、スイッチ部品がむき出しなので、電極が肌に刺さらないような配慮、半田付け部分の保護、可動部分のゴミ詰まり等にも注意する必要がある。

スイッチ部品をケースに入れる構造にすると、上記の注意点を回避しやすくなる。図9はマイクロスイッチをケースにネジ留めし、レバーのローラー部

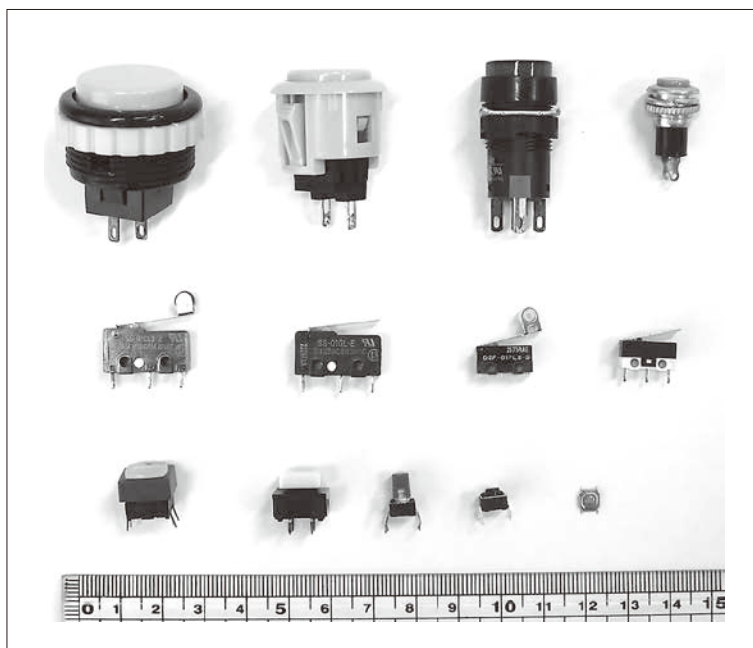


図6 スイッチ部品：
上段 ケース取付型、中段 マイクロスイッチ、下段 基板取付型

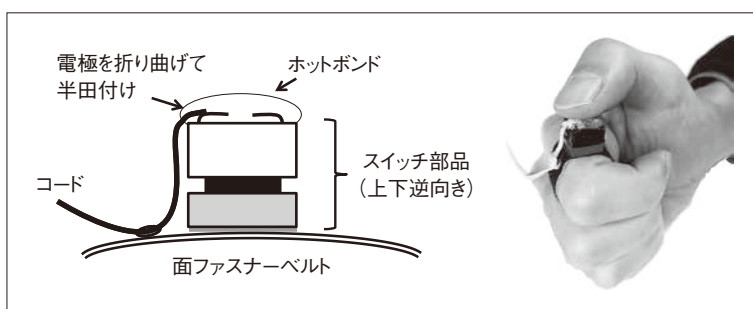


図8 スイッチ部品にベルトをつけただけのスイッチ装置

にヒモを付けてある。ケースに開けた穴から出たヒモを引くと ON になる。ケースに切れ目があり、バンドを通して図9右のような形にし、図4cの様に足首(手首)の屈伸スイッチとして使うことができる。

図10はマイクロスイッチを装置の本体となるピルケースの中に入れて、ケースのフタでスイッチを押すようにした物だ。このような例では、スイッチ部品の設置位置の調整やケース内にスポンジを入れるなどして、操作力等を調整することもできるし、スイッチ部品に必要以上の力がかからないようにも作れる。同図のスイッチは、中指のみがなんとか動かせる対象者が図10eのような持ち方で保持して使うために製作したものである。

8. スイッチ入力端子の無い装置への対応

スイッチ端子の無い装置でも、前述のように端子を増設することは可能だ。しかし、そのような工作無しでも、外付けスイッチで様々な機器を操作する方法がある。

「BD アダプター」という装置を使うと乾電池で動く製品の電源 ON/OFF が可能になる。「ワリバッシャー」という装置を使って、既存のスイッチを物理的に押させることもできる。これらは自作も可能だ。

スマートフォンなどを介して家電等を操作するIoT 関連製品の中には、IoT に対応していない製品を制御するための製品もある。これらは新たなものが次々に開発・販売されてきているので、最新の情報については、スマートコンセント、スマートリモコン、スマート家電コントローラー、「Switch Bot」、「MaBeee」などのキーワードでネット検索してみると良いだろう。



図9 マイクロスイッチを用いた引っ張りスイッチ

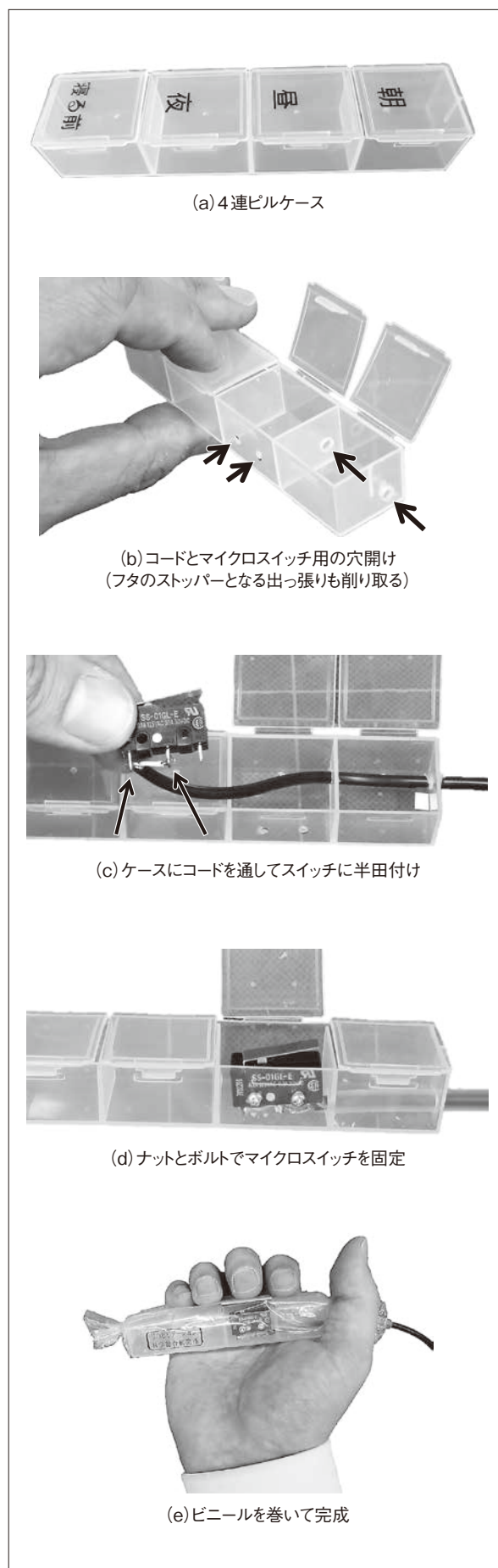


図10 ピルケースを利用した棒状スイッチの製作

【引用文献】

- 1) 佐藤仙務：寝たきりだけで社長やってます ―十九歳で社長になった重度障がい者の物語―. 彩図社, 東京, 2014
- 2) 佐藤仙務：寝たきり社長・佐藤仙務オフィシャルサイト hisamu.com. <https://hisamu.com/> (閲覧日 2019年3月27日)
- 3) 東京大学・学際バリアフリー研究プロジェクト AT2ED: エイティースクウェアード. <http://at2ed.jp/> (閲覧日 2019年3月27日)
- 4) 吉田直樹：リハビリ病棟の下 of 仮想研究室 ―福祉工学技術. <http://rehalab.jp/else/device.html> (閲覧日 2019年3月27日)
- 5) 伊藤和幸：意思伝達装置用スイッチ. <http://www.rehab.go.jp/ri/kaihatsu/itoh/com-sw.html> (閲覧日 2019年3月27日)
- 6) 日向野和夫：重度障害者用意思伝達装置操作スイッチ適合マニュアル. 三輪書店, 東京, 2016
- 7) オムロン株式会社：スイッチの基礎知識. <https://www.omron.co.jp/ecb/product-info/basic-knowledge-series/basic-knowledge-of-switches> (閲覧日 2019年3月27日)
- 8) 筋ジストロフィー患者のケアシステムに関する総合的研究 PT・OT 共同研究連絡会：2005年3月 筋ジストロフィー患者の使いやすいスイッチ・コントローラの工夫 ―ナースコール編―, ―電動車いす操作編―. <http://www.pmdrinsho.jp/img/SwitchController.pdf> (閲覧日 2019年3月27日)
- 9) 日本リハビリテーション工学協会：「重度障害者用意思伝達装置」導入ガイドライン. <http://www.resja.or.jp/com-gl/> (閲覧日 2019年3月27日)
- 10) ひらけごま：ひらけごま. https://www.hirake55.com/tool.php?mode=tool&sel=&ikey=&g=tool_date&m=&i=&pageID=4-my (閲覧日 2019年3月27日)
- 11) 畠山卓朗 (監修), マジカルトイボックス (編著)：障がいのある子の力を生かすスイッチ製作とおもちゃの改造入門. 明治図書出版, 東京, 2007
- 12) 宮永敬市, 田中勇次郎 (編著)：作業療法士が行う IT 活用支援. 医歯薬出版, 東京, 2011