

操作表示器におけるＣＣスイッチ の操作感の検討

三輪 高仁、稲田 宏治、岡本 炳人、松本 吉弘、藤田 俊弘
(和泉電気株式会社)

Progress in comfortable operation of programmable display incorporating click mechanism “CC Switch”

Takahito MIWA, Koji INADA, Akito OKAMOTO, Yoshihiro MATSUMOTO, Toshihiro FUJITA

IDEC IZUMI Corporation

1-7-31, Nishimiyahara, Yodogawa-ku, Osaka, 532 Japan

e-mail: tmiwa@izm.idec.co.jp

Abstract: Pushbutton switches are most fundamental input devices as human machine interfaces, and have variety products which have many kinds of operation characteristics from heavy to light types. Although touch sensitive displays are widely used in many applications, it lacks sensory feedback resulting uncertainty of operation, miss-operation and so forth. In order to overcome such problems, we have already proposed CC switch which has a structure combining push button switch and LCD display, giving tactile feedback for operators. In this paper operation characteristics of various switches are evaluated and new tactile feeling is added in CC switches.

Keywords: Human Interface, push button switch, display devices, tactile feedback, CC switch

1. はじめに

近年、HMI (Human Machine Interface) 機器として、タッチスイッチを表面に組み込んだF P D (Flat Panel Display) が広く普及しつつあり、主にF A 現場等の自動化機械の操作パネル、また駅の券売機、銀行のA T M 端末等に操作表示機器として用いられている。

このタッチスイッチ付きの操作表示機器は、画面上の絵をスイッチボタンとして操作できるため、人間にとってわかりやすく、表示機能の点でも優れている。しかし、操作性の点では、タッチスイッチの構造上、指で触れるだけで動作してしまうため操作感がなく、

また誤操作が多い等まだまだ改善されるべき点がある。これらの課題を解決するために、操作者に対し確実な操作感、すなわちクリック感を与えることを目的としたＣＣスイッチを考案し、このスイッチをＬＣＤ上に搭載したＣＣクリックと呼称する操作表示器を開発し既に報告した。^{[1][2][3][4]}

本稿においては、ＣＣスイッチと各種押しボタンスイッチについて、実際にスイッチの動作特性を測定し、人間工学的観点からその操作性について比較、分析した。そしてＣＣスイッチを様々な用途に対応させるため操作感に変化を与えることを試み、操作性の評価を行ったので報告する。

2. 動作特性によるスイッチの操作性の違い

機械の操作には、押しボタンスイッチが必ず用いられる。押しボタンスイッチは、人間が機械に対して操作のための意志を伝達する最も基本的なヒューマン・マシン・インターフェースであり、世の中の様々な場面、例えば、FA環境、OA環境、生活環境などで用いられている。使用される用途によって必要とされる動作特性が異なるため、それに対応して多種多様なスイッチがある。^{[5][6]}

スイッチは、基本的にはONかOFFかという非常に単純な動作を行うものであるが、最も大切な要素は、確実性である。スイッチが確実に動作しないと高

度な機能も発揮できないし、重大な事故を引き起こすことにもつながるからである。

正確な機構動作は当然であるが、人間工学的な観点から考えると、人が操作する上で確実性を得るためには、触覚としての操作感が必要である。押しボタンスイッチの動作特性は、操作荷重とストロークにより決定される。ここで操作荷重とは、押しボタンを指で押すときの力であり、ストロークとは押しボタンの押し込み方向への移動距離である。図1(a)、(b)、(c)には、代表的な押しボタンスイッチ、図1(d)には抵抗膜式タッチスイッチとCCスイッチの動作特性図を示す。

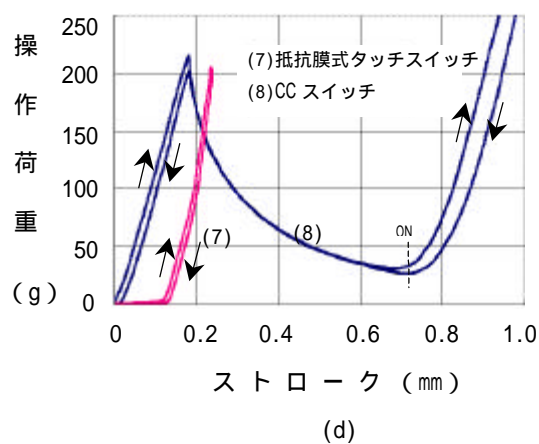
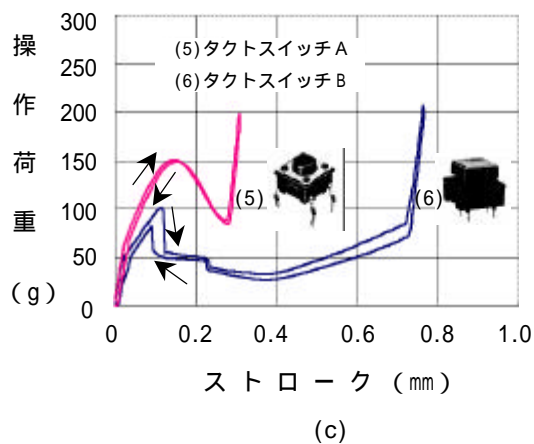
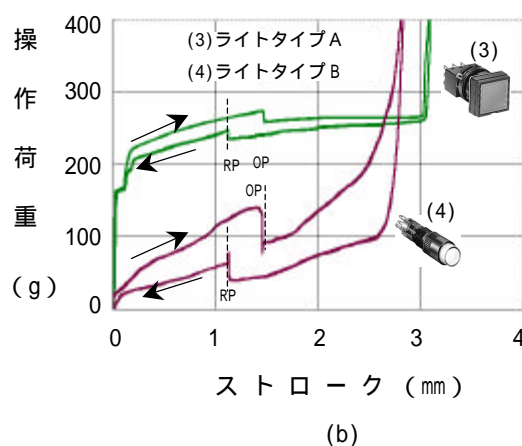
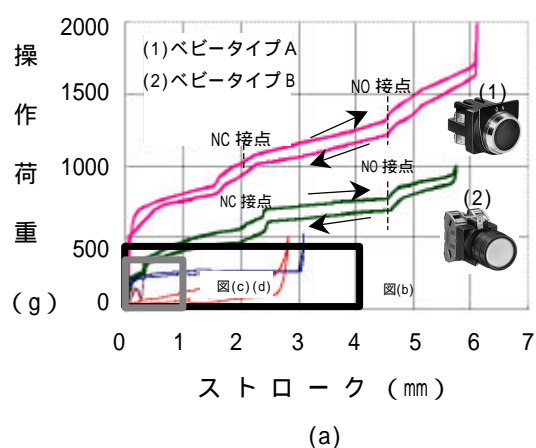


図1 各種押しボタン動作特性図

図1 (a) には、ヘビータイプのスイッチの例を示す。^[5] このタイプのスイッチは押し込みとともに操作荷重がほぼ一定の傾きで増加し、スイッチがOFFからONになるNO接点と、ONからOFFになるNC接点をもっている。グラフの傾きの大きくなっている印の所が接点が切替る部分である。このヘビータイプのスイッチは、工作機械、建設機械、自動車関連設備などの厳しい環境で用いられるため、より安全性、確実性を重視して操作感を十分得られるように設計しており、例えば、(1)のスイッチでは、操作荷重1300g、ストローク4.5mmでONとなり、フルストローク6mmである。

図1 (b) には、ライトタイプのスイッチの例を示す。^[6] これらは、電子機器、自動販売機、アミューズメントなどの、操作回数が多く不特定多数の人が操作する一般的な環境で用いられる。そのため、図1 (a) のヘビータイプのスイッチと比較して、操作荷重は100g~300g、ストロークは2~3mmと小さく設定してある。通常この種のスイッチは、マイクロスイッチが使用され、マイクロスイッチの持つスナップアクションが良好なクリック感となる。スイッチに押し込み荷重を加えていくと、印の所でスイッチが反転し、この時のOP (オペレーションポイント) で操作荷重が減少することによりクリック感が得られ、スイッチの動作を触覚で確認できる。

図1 (c) には、タクトスイッチの例を示している。(1)~(4)では、FA等の産業分野で多く使用される例を示したが、(5)、(6)はリモコンや携帯電話のスイッチなどのOA、生活環境で使用され、操作荷重、ストロークはさらに小さく0.3~1.0mm程度に設定してある。このスイッチも印の所でスイッチがONし、操作荷重の減少によりクリック感が発生する。

以上のスイッチの動作特性から、すべてのタイプに対し以下のことがわかる。

- (1) 操作感がある。ヘビータイプは、ストロークが長く、操作荷重も大きいいため誤操作を起こしにくく重厚な操作感が得られるし、ライトタイプとタクトスイッチは、スナップアクシ

ョン機構による軽快で心地よいクリック感が得られる。

- (2) なぞり押しができる。どのスイッチもある程度操作荷重を加えていかないとスイッチがONしない。

この2点は人間工学的に非常に重要な要素である。また、利用される環境に対応して様々なスイッチがあることがわかる。

図1 (d) には、操作表示器用のスイッチを示す。最近ではLCDと、抵抗膜式、光電式、静電容量式等のタッチスイッチを組み合わせた操作表示器が利用されつつあるが、これは、機械の動作のモニタとして働くとともに、画面上の絵に触れるだけでスイッチ操作を行え便利であるが、課題も存在する。

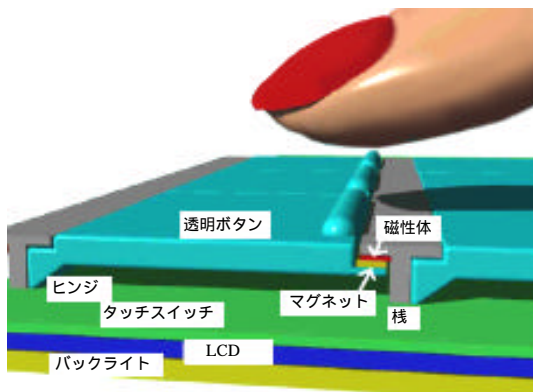
(7)に示すタッチスイッチの動作特性は、ストロークもほとんどなく、また操作荷重が減少する点もないため、操作感がなく確実に操作できているかどうか不安感があり人に優しいとは言えない。また指で触れ操作荷重を与えなくてもONしてしまうため、なぞり押しができず誤操作の原因にもなりやすいことが図からも説明できる。

これに対し、図1 (d) (8)に示すCCスイッチは、従来のライトタイプのスイッチやタクトスイッチと同様の動作特性を持ち、クリック感が得られるとともに、なぞり押しをできることがわかる。

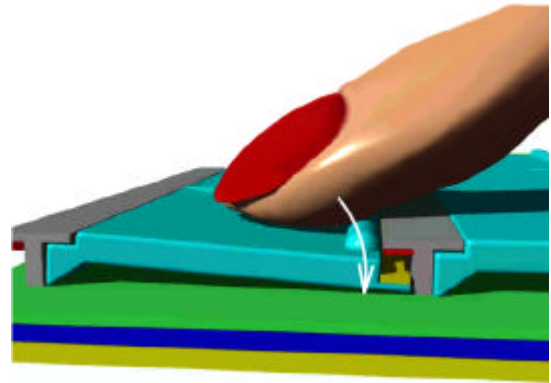
3. CCスイッチの構造

CCスイッチの特長は、LCDによるグラフィカルな操作表示器に、従来の押しボタンスイッチのもつ操作感となぞり押し可能なことによる、確実性や安心感などの人に対する優しさを融合させたことである。

CCスイッチの構造図を図2に示す。各々の透明なボタンの両側をT字断面の筐体の枠で挟み、片側をヒンジ構造にし、そして反対側のボタン先端部に磁石を取り付けている。スイッチを操作しない時には、磁石が磁性体の枠に吸着してボタンが浮いている。人間が指でボタンを押し込み、あるレベルまで力を



(a) O F F



(b) O N

図 2 C C スイッチ構造図

加えると磁石が磁性体から離れ、ボタンが下の抵抗膜式のタッチスイッチを押しスイッチがONとなる構造である。ここで指を離すと、磁石と磁性体の間の吸引力により、ボタンは最初のOFFの状態に復帰する。以上から、ある操作荷重を加えて磁石が離れるまでは、ONしないためなぞり押しが可能で、誤操作の防止につながる事がわかる。また磁石が離れるときの操作荷重の減少がクリック感として、指を通してフィードバックされ、確実に操作できたことが実感できるため、クラシックな押しボタン同様の安心感が生まれ、人に対する優しさにつながる。

4. C C スイッチの操作性の検討

このC C スイッチを搭載したLCD操作表示器C C クリックは、実際に製品として応用され色々な分野

で利用されている。^[4] 応用分野のいくつかを表1に示す。実際のユーザにC C クリックについてアンケート調査を行ったが、約80%のユーザからは操作感に関して、クリック感が良い、確実な操作感が得られる、操作がわかりやすい、スイッチ感覚で利用できる、動作音が良いなどの意見を頂き肯定的な評価がほとんどであった。しかし、中には、

- (1) 操作荷重をもう少し軽くできないか。
- (2) スイッチのタッチ感が固く、もう少し操作の遊びがあってもいいのではないか。

という意見もあった。

これらは、図1に示した従来の押しボタンスイッチにおいても用途に応じて必要とされる操作感が異なっていたように、C C スイッチにおいても操作する人の好みや、使用されるアプリケーションにより、最適な操作感が多様なためであると考えられる。

表 1 C C クリック使用装置・適用分野例

<ul style="list-style-type: none"> ・排水処理プラント装置制御盤 ・建設用機械操作盤 ・工作機械操作盤 ・ロボットティーチング操作盤 ・プレス機械操作盤 ・プラスチック成型機操作盤 ・自動車車体溶接ライン ・自動車エンジン組み立てライン ・自動車車両組み立てライン ・レンズ生産ライン操作盤 ・製造ライン不良実績収集システム 	<ul style="list-style-type: none"> ・半導体製造装置洗浄機 ・半導体ワイヤーボンディング装置 ・半導体ウェハ製造ライン操作盤 ・基板搬送パレットシステム ・基盤実装装置検査システム ・パーツフィーダ操作盤 ・高周波炉操作盤 ・食品製造機械操作盤 ・薬剤注入装置 ・薬品ミキサー装置 ・病院カルテ搬送システム 	<ul style="list-style-type: none"> ・在宅医療システム ・室内照明コントロール装置 ・音響コントロール装置 ・放送用カメラコントロール装置 ・通信システム監視装置 ・電光掲示板操作装置 ・アミューズメント機器管理装置 ・レストラン呼び出し案内システム ・スーパーマーケット商品選択システム ・発券機 ・立体駐車場操作装置
--	---	--

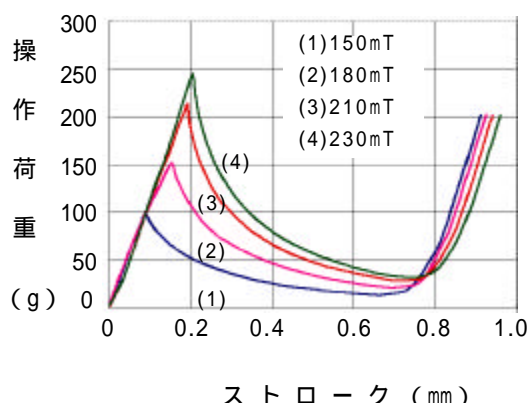


図3 磁石変化時のCCスイッチ動作特性

例えばCCスイッチをFAの環境で利用する場合はある程度の操作荷重が必要であるが、逆にOA機器として利用する場合は当然軽く操作できる方が望ましい。そこで、CCスイッチにおいて操作荷重とストロークを変化させる方法を検討し、色々な操作感を実現することを試みた。

4.1 CCスイッチの操作荷重の検討

操作荷重をコントロールするために、図2に示したCCスイッチの磁石を、磁力をパラメータとして変化させた。この時の動作特性を図3に示す。グラフ中の(mT:ミリテスラ)は磁束の単位である。磁力を大きくするほど、動作特性における操作荷重の極大値も大きくなっていることがわかる。従来の押しボタンスイッチでは信頼性を確保しつつ操作

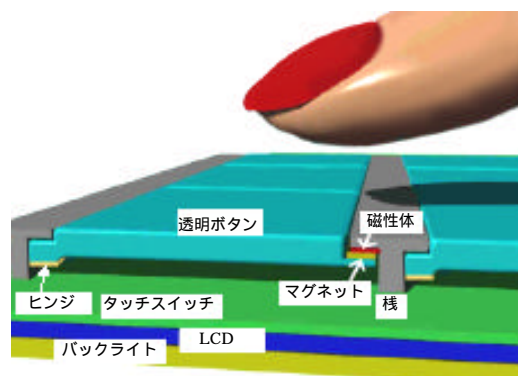
荷重を変化させるためには、複雑な機構設計が必要であるが、図3(1)~(4)に示すようにこのCCスイッチは磁束を150mT~230mTまで変えるだけで、簡単に、100g~250gまでの操作荷重を実現できることがわかる。

4.2 CCスイッチの操作の遊びの検討

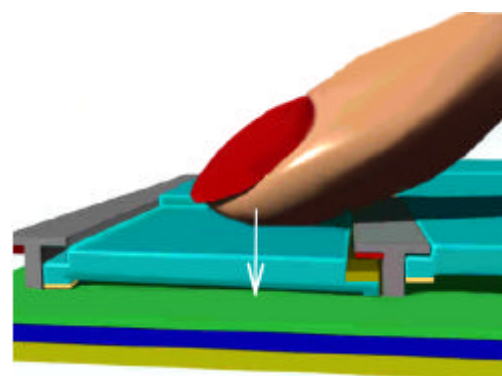
図2のCCスイッチでは、独自のヒンジ構造により、ボタンの上部が支えられていて動かず、下部のみ磁石が磁性体から外れて可動する構造である。そのため、スイッチのタッチ感が固い、スイッチに遊びがほしい等の意見に結びついたと考えられる。もちろんその他のスイッチでも、例えばタクトスイッチには遊びはないが、パソコンのキーボードスイッチには遊びがある。図2に示すCCスイッチはピアノの鍵盤のようなヒンジ構造であり遊びがない。

そこで、図4に示すように若干構造を変更し、ストロークを変えスイッチに柔らかさを出すことを試みた。

磁石と磁性体の吸着を利用してクリック感を生み出している点は同じであるが、異なる点はスイッチ上部のヒンジ構造の代わりに板バネを用いてボタンを支えている点である。スイッチOFF時は、この板バネの上にボタンが乗っている状態になる。スイッチを押した時は、磁石の付いている下部に加えて、上部も板バネを押し曲げて下がるため、ボタン全体が垂直に下がる状態となり斜めにはならない。また



(a) OFF



(b) ON

図4 CCスイッチ構造図(バネタイプ)

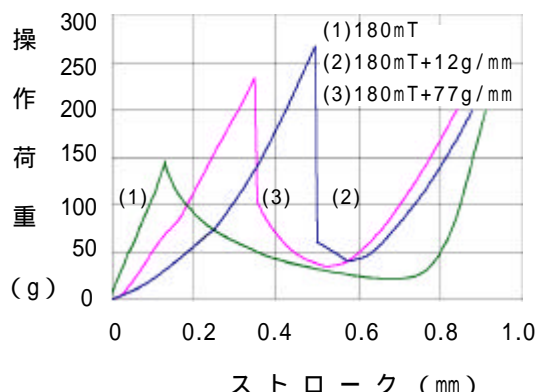


図5 ヒンジタイプとバネタイプの動作特性比較

指を離すと、板バネには曲げられる前の状態に戻ろうとする弾性による復元力が働き、磁石には磁性体との間に吸引力が働き、最初のスイッチOFFの状態に復帰する。

図5にヒンジタイプとバネタイプの動作特性比較を示す。(1)にヒンジタイプのボタン下部を押した場合、それとバネタイプのバネ定数を(2)12g/mm、(3)77g/mmと変え、中央部を押した場合の特性を示している。なお磁石についてはすべて同じ180mTの磁束のものを用いている。

ヒンジタイプとバネタイプの特性を比較すると、どちらも極大値、極小値を持っており、クリック感があることがわかる。ただしバネタイプの場合は操作荷重の減少する点、すなわちクリック感の発生する点までのストロークがヒンジタイプよりも長く、バネ定数の小さいほど長い。板バネを用いたことによるスイッチの遊びにより、スイッチに指を置いた時の触感が柔らかくすることができる。またバネ定数を変えることにより、遊びの量も調節できる。

4.3 まとめ

押しボタンスwitchの操作感は、操作荷重とストロークによって決定でき、用途に応じて様々なスイッチがある。今回、CCスイッチについても同様に様々な操作感を得ることを試みた。操作荷重については、磁石の力を変えることで簡単に実現でき、またストロークについては、バネを用いることにより

スイッチに遊びを持たせた柔らかい操作感も実現できた。なお、磁石の磁力と復帰バネのバネ定数の組み合わせで操作荷重の最適値が定まるが、詳細な検討は今後進める予定である。

5. おわりに

文明の進歩により世の中にはさまざまな機械があふれ、人間の代わりに働いてくれるようになり、非常に便利な世の中になった。しかし、それらの人間にとって便利な機械を動かすためには人間が操作する必要があり、これからはもっと人間の側にたって、より機械を操作しやすいヒューマン・マシン・インターフェースを作る必要があると考える。そうした観点からCCスイッチに対し操作感ということに注目し、従来の押しボタンスwitchとの比較を行い、構造の検討を行った。今後は、さらに人間の側になって、スイッチにおける操作感の追求を行って行く考えである。

謝辞

本稿を執筆するにあたり、ご助言して頂きました研究開発部関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- [1]長谷川 浩正 他、「クリック操作機構を有するマルチメディア指向操作・表示端末の開発」、計測自動制御学会ヒューマン・インターフェース部会、第12回ヒューマン・インターフェース・シンポジウム論文集、p447-p482
- [2]M. Mamiya et al., "A New Way to Overcome the Uneasy Operation of Touch-Sensitive Displays by Incorporating "Click" Mechanism CC Switch", Proceedings of the 7th Conference on Human-Computer Interaction, (HCI '97), San Francisco, California, USA, August 24-29, 1997, Vol. 1, pp. 619-622
- [3]中井龍暢、関野芳雄、落合誠士、「ヒューマン・マシン・インターフェース性に優れた操作・表示機器CCクリックの開発」、Human With Technology、創刊号、1996、ミツデンシステム
- [4]前田 淳司 他、「グラフィカルマルチスイッチHG2B型CCクリックの開発」、IDEC REVIEW 1997、p14-p21、和泉電気株式会社
- [5]中野 芳秀 他、「HWシリーズコントロールユニットの開発」、IDEC REVIEW 1994、p79-p88、和泉電気株式会社
- [6]松本 吉弘 他、「小型コントロールスイッチ」、IDEC REVIEW 1990、p32-p45、和泉電気株式会社