

操作盤のユーザビリティを向上するネットワーク対応 多色照光式押しボタンスwitchの開発

麻 議夫^{*1}, 清水隆義^{*1}, 川上昌彦^{*1}, 高見浩志^{*1}, 藤田俊弘^{*1}

Development of Network Connectable, Multi-color Illuminated Pushbutton Switches to Improve the Usability of Control Panels.

Norio Asa^{*1}, Takayoshi Shimizu^{*1}, Masahiko Kawakami^{*1}, Koji Takami^{*1}, Toshihiro Fujita^{*1}

Abstract - Illuminated pushbuttons, pilot lights and other lowest-level components have a high usability such as reliable operability, simple, and easily-recognizable indication. These components require various and complicated labor to installers, resulting in possible failures and accidents in working environments. However, little attention has been paid to the usability of lowest-level components for installation engineers and maintenance operators. To solve the problem, we have been engaged in networking the lowest-level components and developed the networked components which excel in installation, operation, and maintenance aspects. We recently applied the technology to multi-color illuminated pushbutton switches, which have long required far more complicated wiring than general lowest-level components. This paper reports on the assessment of the improved usability of networked multi-color illuminated pushbutton switches.

Keywords: AS-Interface, Labor-saving, Wire-saving, Pushbutton-switch, Pilot Light, Lowest-level components

1. はじめに

FA(Factory Automation)のみならず PA(Process Automation)や BA(Building Automation)においても広く使用されている押しボタンスwitchや照光式押しボタンスwitch、および表示灯といった最下位層コンポーネントは人間と機械がコミュニケーションするためのインタフェースとして、最も広く使用されている機器である。タッチパネル搭載の液晶ディスプレイを用いた表示機器が普及した現在でも、相変わらず多くの最下位層コンポーネントが使用されている。これは、操作ストロークや操作荷重のフィードバック感から操作した感覚を得やすいことや、機械が発する情報をシンプルに、高い視認性を持って表示できることから、確実な操作性と操作感、シンプルであるが故の安心感を得ることができるためである。最下位層コンポーネントは、人間と機械の意思を確実に伝え合うことができる優れたコンポーネントであり、機器を操作する者にとってはユーザビリティの高いコンポーネントだが、これを構築するためには非常に複雑で複雑な配線を必要とし、機器を保守する者や製造する者にとってのユーザビリティはあまり考慮されていないのが現実であった。

われわれは従来、膨大で複雑であった配線をシンプルに省配線化でき、操作者に対する操作性や操作感を損なうことなく、製造者や保守点検者にとっても使いやすく、作業ミスを少なくできるユーザビリティに優れた省配線ネットワーク SwitchNet を開発し、提供してきた^{[1]-[4]}。

SwitchNet とは、IEC62026-2 に準拠したオープンネットワーク AS-Interface 対応の最下位層コンポーネントである^[5]。最下位層コンポーネント 1 つ 1 つが AS-Interface の通信回路を内蔵し、ネットワークに接続できる。機器の配線は 2 本の電線をシリーズに接続するだけで完了し、非常にシンプルにシステムの構築が行える^{[1]-[4]}。

今回はより複雑な配線が必要となる多色照光式押しボタンスwitchを SwitchNet 化し、そのユーザビリティを評価したのでここに報告する。

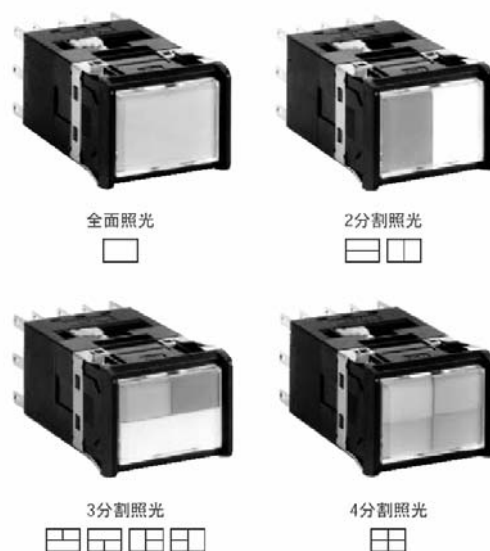


図 1 表示窓の分割仕様

Fig. 1 Examples of multi-way split windows on illuminated pushbuttons

^{*1}: 和泉電気株式会社

^{*1}: IDEC IZUMI CORPORATION.

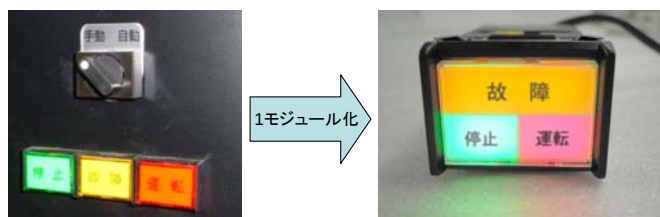


図2 多色照光式押しボタンスイッチの適用例
Fig. 2 Application examples of multi-color illuminated pushbutton switches

2. 多色照光式押しボタンスイッチ

多色照光式押しボタンスイッチは施設制御室やコントロール制御盤などで施設や機器の状態情報を表示したり、操作を行う機器として使用され、多くの分野で活用されている角胴形の照光式押しボタンスイッチである。図1に示すように、1つの表示窓を最大4分割まで分割することができ、それら分割した窓を独立して制御することが可能である。これによって、複数の最下位層コンポーネントを使用して構成していたパネルを1台の最下位層コンポーネントで構成することが可能となる。図2は従来表示灯3台、スイッチ1台で構成していたパネルを1台のコンポーネントに置き換えた例である。このように、複数のコンポーネントをまとめることができるため、操作盤のスペースを有効に活用することができる。また、このように1まとめにしても、操作性や視認性といったユーザビリティに関する性能はそのままである。

一方、1台のコンポーネントで複数のコンポーネントの役割を果たすため、それを制御するための配線も遥かに膨大になり、製造者や保守点検者にとってはユーザビリティの向上はあまり見られなかった。今回われわれはこの多色照光式押しボタンスイッチを SwitchNet 化することで、省配線化し製造者や保守点検者に対するユーザビリティがどのように向上したか評価した。

3. SwitchNet 化によるユーザビリティ向上の評価

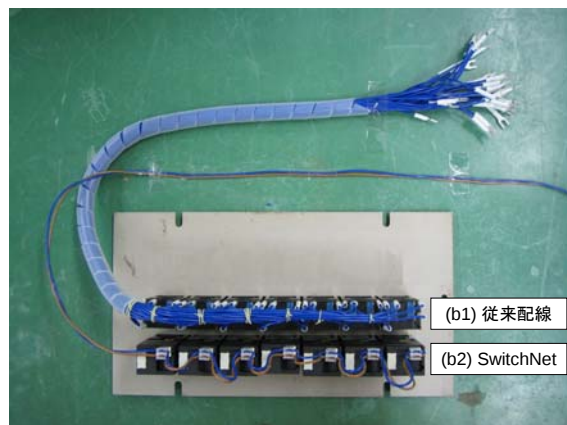
図3は SwitchNet 化による省配線化の一例である。表示窓を4分割の設定とし、4出力となるようにした多色照光式押しボタンスイッチを7台横一列に密集配置し、従来配線のものを上段に SwitchNet による配線を下段に配置し、配線の状態を比較できるようにしている。

(a)は操作面から見た写真を示しており、(b)は配線面の全景を示している。そして、(c)は配線の様子が詳細にわかるように(b)を拡大した写真である。

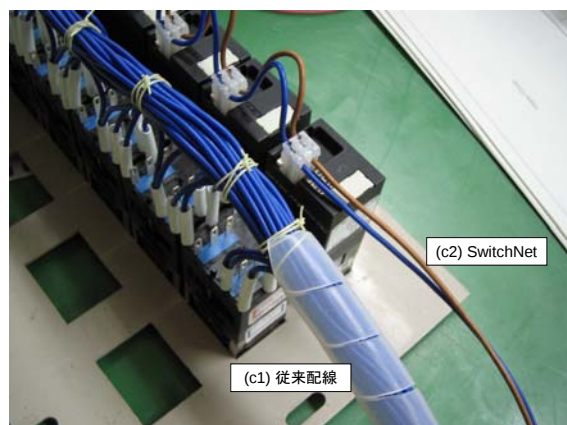
(a)の操作面から見ると(a1)(a2)とも操作感の変わらない同じ操作盤に見えるが、(b)(c)の配線面が示すように、(b1)(c1)の従来配線は何本も制御用のケーブルが接続され、非常に太いケーブルの束を形成しており、1つの最



(a)操作面



(b)配線面



(c)配線面の拡大

図3 SwitchNet 化による省配線化の一例
Fig. 3 Comparison between SwitchNet and conventional wiring

下位層コンポーネントから複数のケーブルが接続され、それらケーブルが寄り集まり、絡まりあって非常に複雑に配線されていることが分かる。一方、(b2)(c2)の SwitchNet は非常にシンプルな配線で、僅か2本のケーブルがシリーズに接続されているだけで配線が完了していることが分かる。

3.1 製造者に対するユーザビリティの評価

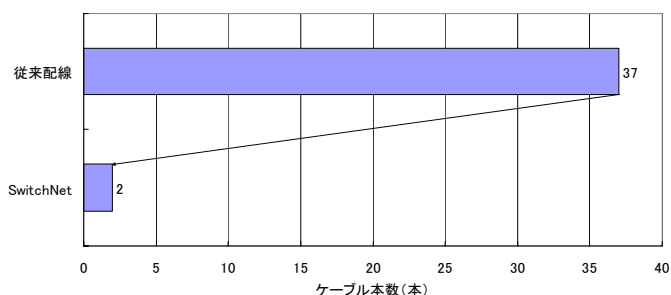
製造者にとってのユーザビリティとは配線の作業性が良いこと、つまりケーブルを簡単に、素早く、間違いなく接続することにある。

しかし、従来の接続方式では、図3からもわかるように、配線数が膨大なため複雑となりケーブルの接続先を管理しなければ、配線することもできなかった。また、1つの最下位層コンポーネントに対して何本もケーブルを

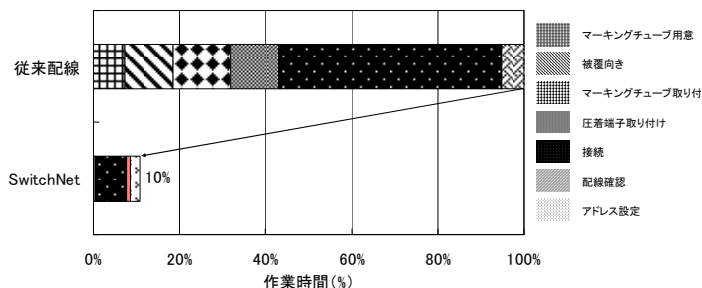
接続する必要があるため非常に時間のかかる作業であり、間違いも多かった。間違いを無くすため、接続した後の確認作業もケーブル一本一本を導通検査しなければならず、更に多くの時間を要していた。一方、SwitchNet では 2 本のケーブルをシリーズに接続するだけで完了し、ケーブルの接続先の管理も必要なく、簡単に間違いなく接続することができる。また、配線確認もネットワークのメンテナンス機能を使って一瞬で行うことが可能である。

図 4 は図 3 で示した従来配線と SwitchNet のケーブルの配線数と作業時間の比較評価結果である。従来配線は電線を識別するためのマーキングチューブを用意、電線の被覆剥き、マーキングチューブの取り付け、圧着端子の取り付け、表示灯へ接続、正しく接続したか配線確認の 6 工程必要であり、ケーブルを接続する工程に多くの時間が費やされ、作業時間の半分以上をこの工程に費やしていることがわかる。それに対して SwitchNet は 2 本の電線の極性を識別しながらシリーズに接続するだけでよいので、アドレス設定、接続の 2 工程だけで済み、ケーブルの配線数で 5% まで減少、作業時間で 10% までの短縮を達成している。

このように SwitchNet 化することによって配線の作業性、ユーザビリティが大幅に向上していることが分かる。



(a) ケーブル本数の比較



(b) 作業時間の比較

図 4 従来配線と SwitchNet 配線による電線本数と作業時間の比較

Fig. 4 Comparison between SwitchNet and conventional wiring – required number of wires and time

3.2 保守点検者に対するユーザビリティの評価

保守点検者にとってのユーザビリティとは素早く不具合を発見できること、故障などによって機器を交換する場合、簡単、迅速に交換作業を行えることである。

従来配線では、ケーブル同士の短絡や断線があった場合、次に操作するまでこれらの不具合が発見されないことが多く、いざ操作する段階になって初めて発見、修理交換をしなければならなかった。

一方、SwitchNet では最下位層コンポーネント同士は常にネットワークで繋がれ通信を行っているため、断線や短絡などの不具合が発生すると、ネットワーク内を流れる信号に以上をきたし、不具合として検出することが可能である。

さらに最下位層コンポーネントの交換作業に関しても、

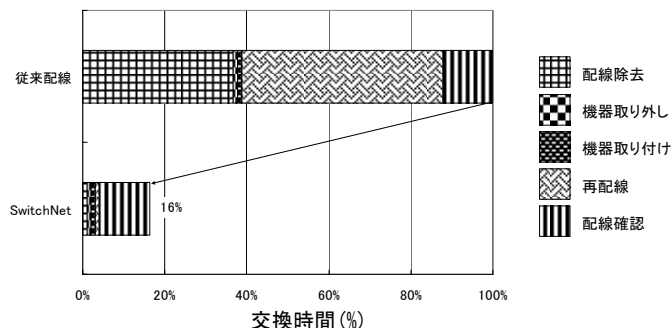


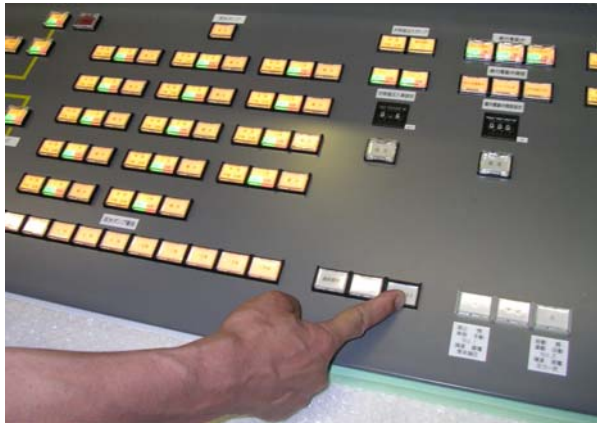
図 5 従来配線と SwitchNet 配線による機器交換作業時間の比較

Fig. 5 Comparison between SwitchNet and conventional wiring required time for replacing equipment

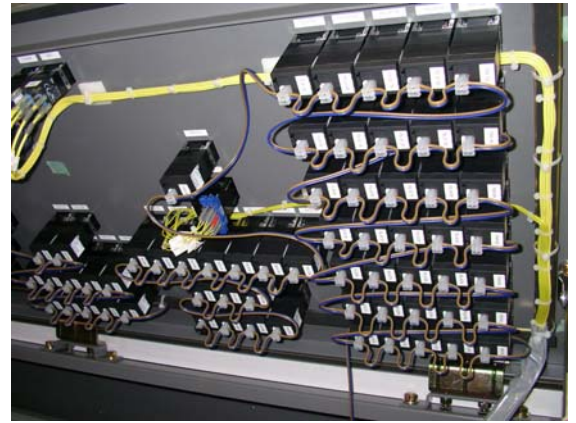


図 6 コネクタ方式を採用することで、指一本だけで配線が行えている様子

Fig. 6 Easy connection with the press-fit connector



(a)操作面



(b)配線面

図 7 SwitchNet を用いた大型表示盤

Fig. 7 Large control panel using the SwitchNet technology

従来であれば、非常に多くの手間を必要としており、半田で接続されたケーブルを外し、新たな機器と取替え、配線を間違えることなく再び接続、最後に配線確認を行わなければならない。図 5 は従来配線と SwitchNet による配線において、機器の交換作業にかかった時間を比較したものである。従来配線では機器の取り外しと再配線に多くの時間が費やされ、交換作業全体の大半を占めていることがわかる。一方、SwitchNet では、この交換作業が迅速に行えるように図 6 に示すようなワンタッチで機器との接続が可能なコネクタ方式を採用している。ネットワーク化によって、コンポーネントの仕様に関わらず、全て 2 線のケーブルを接続するだけで配線が完了するため、コンポーネントの仕様によってコネクタの種類を変えることもなく全て共通のコネクタを使用できる。このため、仕様変更によってコンポーネントの種類を変える必要が出てきても、コネクタは全て共通のため、機器だけを簡単に交換することができる。また、このコネクタはケーブルと圧接方式によって接続するため、ケーブルの断線や被覆剥きといった作業をすることなく、治具を使って簡単にケーブルに取り付けることが可能である。機器の増設の際にも既存に敷設されているケーブルに簡単にコネクタを接続することができ、急な増設にも簡単に対応することができるのである。

このように、機器との接続にコネクタ方式を用いることで、従来配線に比べて 16% まで作業時間を短縮し、保守点検者に対するユーザビリティを向上させていることがわかる。

4. まとめ

多色照光式押しボタンスイッチは機器を操作する人間にとってはより高いユーザビリティを獲得していたが、より配線数が膨大になることから製造者や保守点検者にとってのユーザビリティは高いものだといえない状況で

あった。製造者と保守点検者にとってのユーザビリティを向上させる SwitchNet を適用することで、どれだけユーザビリティの向上が図れるか評価した結果、作業時間として 80%～90% の短縮が見込めることを確認し、大幅にユーザビリティが向上されたことを確認した。

図 7 は SwitchNet 対応多色照光式押しボタンスイッチを使って大型の操作盤を構築した例である。これだけの大規模な操作盤にもかかわらず、配線の状態は非常にシンプルであることがこの写真からも伺える。

今後は SwitchNet に関するより多くの導入事例を集め、様々なユーザビリティの評価を行っていく予定である。

参考文献

- [1] Masao, D., et al.: Proposal of the Need for Networking Based on Analysis of the Configuration and Connection Forms of the Field-End Components in the Fields of Factory Automation; Conference record of the 2001 IEEE Industry Applications Conference 36th IAS Annual Meeting, pp.1294-1302 (2001)
- [2] Hideyuki, K., et al.: Development of SwitchNet as an optimal Network for the Field-End Components in the Fields of Factory Automation; Conference record of the 2001 IEEE Industry Applications Conference 36th IAS Annual Meeting, pp.1285-1293 (2001).
- [3] 麻 義夫 他: ユーザビリティに優れたオープンネットワーク対応の押しボタンスイッチ SwitchNet の開発; ヒューマンインタフェースシンポジウム 2003 論文集, pp463-466(2003)
- [4] 麻 義夫 他: オープンネットワーク対応 SwitchNet におけるユーザビリティの飛躍的改善; ヒューマンインタフェースシンポジウム 2004 論文集, pp751-754(2004)
- [5] IEC62026-2: Low-voltage switchgear and controlgear Controller-device interface (CDIs), (2000)