

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

麻 議夫^{*1} 山野雅丈^{*1} 川上昌彦^{*1} 北山英幸^{*1} 藤田俊弘^{*1}

Fast improvement of usability for SwitchNet linked to an open network.

Norio Asa^{*1}, Masatake Yamano^{*1}, Masahiko Kawakami^{*1}, Hideyuki Kitayama^{*1}, Toshihiro Fujita^{*1}

Abstract - Many manufacturers, after having shifted their plants to China looking for a lower labor cost, are now starting to return to Japan in order to achieve higher quality and to protect their own technology. However, to compete with their Chinese competitors, it is essential for them to construct product lines focused on efficiency with excellent usability in every aspect of manufacturing, operation, and maintenance. Although field-end components such as pushbuttons and pilot lights, which interact with humans most frequently, outnumber other components in FA (Factory Automation) application, they are not sufficiently designed for usability with respect to installation and maintenance. We have developed and provided a wire-saving network, i.e. SwitchNet, which has a greater advantage over usability in every aspect of manufacturing, operation, and maintenance. This report shows the evaluation results of usability when SwitchNet is used in production lines.

Keywords: Wire-saving, AS-Interface, Pushbutton-Switch, Pilot-Light

1. はじめに

FA(Factory Automation)においては、機械と接する人間は、機械を操作する操作者だけでなく、設備の構築、変更を行う製造者、設備のメンテナンスを行う保守点検者の3者であり、これら3つの立場の人間にとって、ユーザビリティに優れた最適なインタフェースを持った機器を提供していかなければならない。

FA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イッチや照光式押しボタンスイッチ、および表示灯といった最下位層コンポーネントは人間が直接機械を操作する機器であるため、操作者に対するユーザビリティを持たせつつ、製造者と保守点検者に対するユーザビリティの向上を図らなければならない。しかし、最下位層コンポーネントは使用数量が他のコンポーネントと比べて群を抜いて多いにもかかわらず、複雑で雑多な配線を必要としており、従来は製造者と保守点検者に対する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^{[1][2]}。

われわれは、従来、図 1(a)に示すような膨大で複雑であった配線を図 1(b)のような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^[3]。今回は実際に SwitchNet を色々な産業分野で使用した事例を考察し、ユーザビリティに関する評価結果を報告する。

2. SwitchNet におけるユーザビリティの評価

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。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]}。

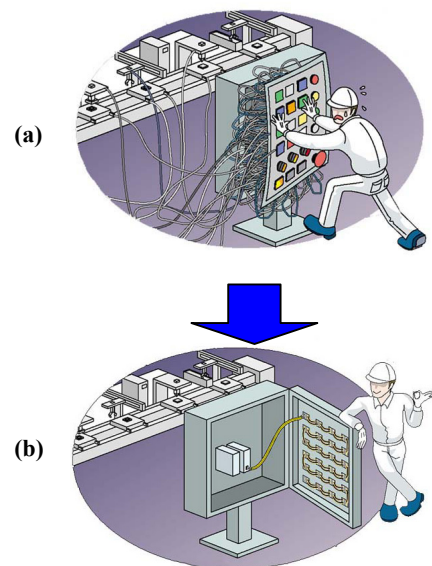
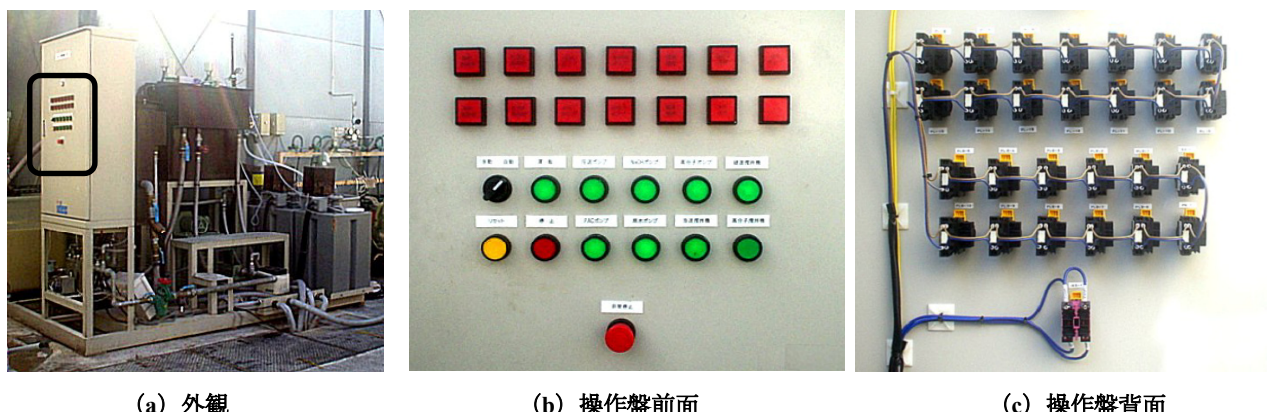


図 1 最下位層コンポーネントを(a)従来配線によって接続した場合と、(b)ネットワークによって接続した場合の作業性を比較した図

Fig. 1 Comparison of usability between field-end components connected by (a) the existing wiring method and (b) network

*1: 和泉電気株式会社

*1: IDEC IZUMI CORPORATION.



(a) 外観

(b) 操作盤前面

(c) 操作盤背面

図 2 SwitchNet を用いた食品廃水处理装置の外観と操作盤の配線の様子

Fig. 2 Outside view of wastewater treatment system and wiring of the control panel using SwitchNet

この SwitchNet は、実際の現場において利便性があることから多く導入されているが、ここでは 3 つの代表的な導入事例を選定し、どのようなユーザビリティの向上が見られるか評価する。

2.1 食品排水処理装置

図 2 は SwitchNet を用いた食品廃水处理装置の写真である。(a)はその全景を示しており、図中で四角の枠で示した箇所が SwitchNet を使用して構築された操作盤である。(b)にその操作盤の前面を示し、(c)に背面の配線の様子を示している。この装置はユーザの使用条件や設置場所の条件によって、一品一品ユーザの要望にあった仕様で出荷される機器である。そのため、図 2(b)に示すような操作盤のレイアウトもユーザの要望によって多様に変化するが、図 2(c)に示すとおり、配線が非常にシンプルであるため、その要望にも容易に迅速に対応可能である。また、機器の出荷時に想定していなかった現場での急な仕様変更にもシンプルな配線のおかげで容易に行うことができる。

2.2 水処理施設の制御盤

図 3 は SwitchNet を用いた水処理施設の操作盤の写真である。(a)は操作盤の前面を示し、(b)はその背面、(c)

は側面から見た配線の様子の拡大写真である。この盤は 80 個にも及ぶ最下位層コンポーネントを接続しているにも関わらず、図 3(c)に示すように、非常にシンプルな配線になっており、容易に配線がされていることがわかる。

この操作盤は図 3(a)の四角の枠で示した 4 つの最下位層コンポーネントを 1 ブロックとして構成し、このブロックを複数寄せ集めて構成された操作盤である。従来は、1 ブロックの最下位層コンポーネントをプリント基板上で、実装、配線することで省配線化を図っていたが、プリント基板上に固定していたため、レイアウトの変更が不可能であり、ユーザに応じた最適な配置に変更するといった対応ができない状況であった。SwitchNet を使用することにより、レイアウトを自由に変更できるようになり、省配線化も達成することができるようになった。

2.3 ビルディング管理用大型表示盤

図 4 は 284 個にも及ぶ表示灯で構成されたビルディング管理用大型表示盤の写真を示しており、(a)は表示盤の前面を、(b)は背面の配線の様子を示している。図 4(b)の楕円で示した箇所はこの表示盤に接続される電線の束であり、非常に少数の電線だけで接続されていることがわかる。また、表示盤全体の配線も、使用している表示灯



(a) 操作盤前面

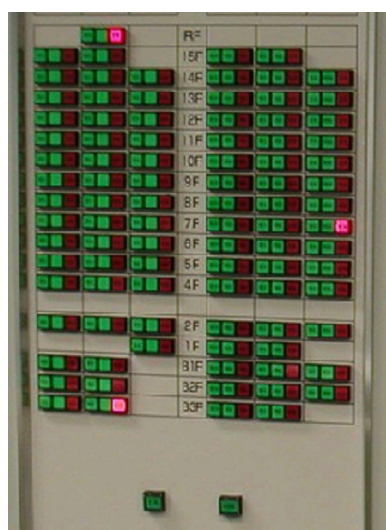
(b) 操作盤背面

(c) 配線状態

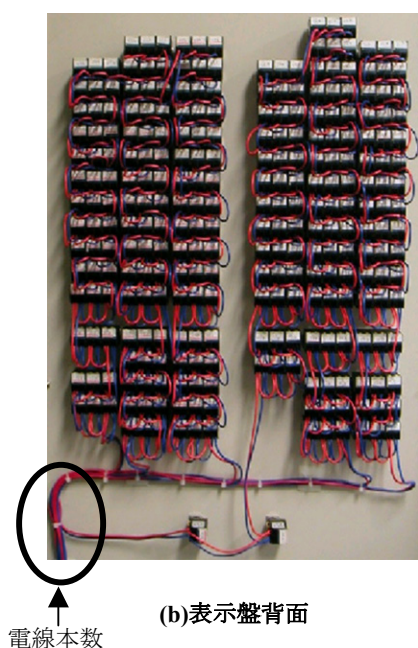
図 3 SwitchNet を用いた水処理施設の操作盤

Fig. 3 Control panel of a water treatment plant using SwitchNet

の数に対して、非常にシンプルに構成されていることがわかる。このような表示盤において、接続される電線本数や配線に要する作業時間を従来配線と SwitchNet で比べた場合の比較グラフを図 5 に示す。従来配線では表示灯 1 個につき 1 本の電線と各表示灯に供給する電源用の電線（今回は 2 系統、2 本とする）が必要になり、286 本もの電線が必要である。一方 SwitchNet の場合はネットワークの特性上^[4] 1 系統につき 62 個までしか機器を接続できないため、合計 5 系統の配線が必要だが、合計しても電線 10 本で済み、従来配線に比べて大幅に電線数を減らすことができる。図 4(b)の楕円で示した電線の束は従来配線であれば SwitchNet の約 28 倍もの体積を占有す

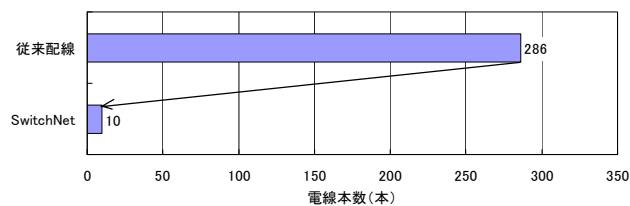


(a)表示盤前面

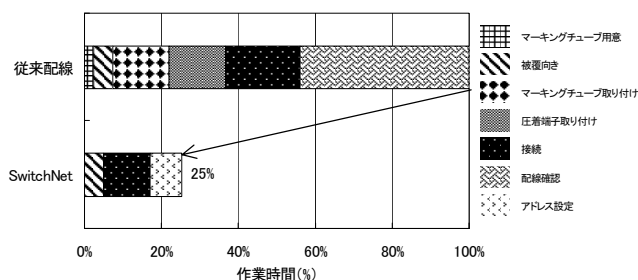


(b)表示盤背面

図 4 SwitchNet を用いたビルディング管理用大型表示盤
Fig. 4 Large-sized control panel for building management using SwitchNet



(a)電線本数の比較



(b)作業時間の比較

図 5 従来配線と SwitchNet 配線による電線本数と作業時間の比較

Fig. 5 Comparison of the number of electrical wires and working hours between conventional wiring and SwitchNet wiring

る電線束となり、それを表示盤内に張り巡らせなければならないため、電線を設置する空間を確保したり、電線のレイアウトを考慮したりと、機器のレイアウト以外にも考慮しなければならない要素が存在した。また、配線作業においても、従来配線は表示灯一つ一つをパラレルに接続するため、286 本もの電線を識別し、正しく配線しなければならない。このため、配線にかかる手順も所要時間も従来配線と SwitchNet では大きく異なり、従来配線では、286 本の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 工程必要である。従来配線で接続する電線数が多い場合、表示灯へ接続、正しく接続したか配線確認の 2 工程に多くの時間が費やされることになり、図 5(b)に示されるとおり、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く、省配線化するための様々工夫がされているため^[30]、電線の被覆剥き、表示灯へ接続、アドレスの設定、の 3 つの工程だけで完了する。従来配線で多くの時間を費やした表示灯への接続の工程は大幅に短縮され、配線確認はネットワークの機能を使って瞬時で行えるため、従来配線に比べて 25% の作業時間で配線を完了できる。

このように SwitchNet を使用すると、配線を非常にシ

表 1 人に対するユーザビリティ評価の内容

Table 1 Evaluation of usability towards people

対象者	項目	評価内容
製造者	配線時の作業性	配線の煩雑さ、導通チェック時の作業性に対する評価
	設備変更時の作業性	設備変更時の作業性の容易さに対する評価
操作者	操作感	操作したときの確実性、安心感といった操作した実感に対する評価
	レイアウト自由度	操作者にとって使いやすい位置に機器を配置できるかどうかに関する評価
保守点検者	故障箇所の特定	故障箇所の特定に要する手順、時間に関する評価
	保守点検の作業性	機器の交換時における作業性に対する評価

ンプルにできるので、図 4 のように巨大な表示盤であっても、誰にでも簡単に誤配線なく配線することができる。

以上の導入事例からわかるように SwitchNet を使うことで、容易に装置を構築したり、変更できるようになることがわかる。また、コンポーネント一つ一つをシンプルに配線できるため、レイアウトの変更も容易に行えるようになっている。SwitchNet は従来の最下位層コンポーネントとほぼ同じ外観をしており、操作者に関わるインタフェースをそのまま有している。つまり、押しボタンスイッチの持つクリック感や操作の確実性、表示灯のもつ視認性のよさといった特長^[3]をそのまま引き継ぎ、従来と変わらない操作感を得ることができる。また、今回の事例では、未だ故障や異常が発生していないため、詳細な実証データは取れなかったが、このような場合には SwitchNet の自己診断機能を使って、場所の特定を容易に行うことができ、保守点検の作業を容易に行えると考えられる。

以上の導入事例を検討した結果、機器に接する 3 者、つまり、機器を構築する製造者、機器を操作する操作者、機器をメンテナンスする保守点検者の 3 者の視点からユーザビリティに関する評価を行うことができ、その評価基準は表 1 のようになると考えられる。表 1 の評価基準に基づいて従来配線と SwitchNet のユーザビリティを比較した結果を図 6 に示す。

SwitchNet を使用することによって、操作者と保守点検者に対するユーザビリティの評価が飛躍的に向上していることがわかる。また、操作者に対しては従来配線から高い評価を保っていたが、この評価を下げることなく、SwitchNet のシンプルな配線性からレイアウトの自由度に関する評価を向上させており、操作者に対するユーザビリティも向上していることがわかる。

以上の結果、SwitchNet を用いることで、機器に接する 3 者に対するユーザビリティの評価を向上させることが確認できた。

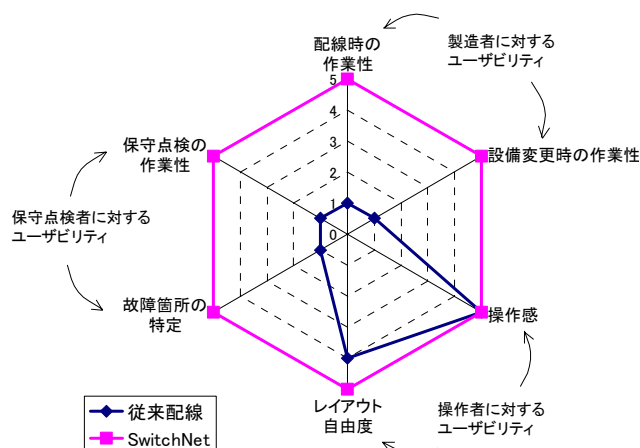


図 6 従来配線と SwitchNet におけるユーザビリティ評価比較

Fig. 6 Comparison of usability evaluation between conventional wiring and SwitchNet wiring

3. まとめ

機器と直に接する製造者、操作者、保守点検者の 3 者の視点から最適な最下位層コンポーネントである SwitchNet について、導入事例を基にユーザビリティの評価を行ったところ、SwitchNet を使用することで、ユーザビリティの評価が飛躍的に向上することを確認できた。今後はさらに導入事例を増やし、より詳細なユーザビリティの評価を行っていく。また、近年、FA 現場においてこれら機器を使用する上で、作業者の生命に関わる事故予防という観点から必須となりつつある安全技術に関しても、SwitchNet の技術を適応し、よりユーザビリティの優れた安全技術の開発、評価を行っていく予定である。

最後に今回の導入事例の分析や写真提供にご協力いただいた皆様に深く感謝いたします。

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] IEC62026-2: Low-voltage switchgear and controlgear Controller-device interface (CDIs), (2000)