

# HMI 環境における操作表示パネルの配置標準化による 使いやすさと安全性の向上

辻 義孝<sup>\*1</sup> 徳丸英樹<sup>\*1</sup> 星野 悟<sup>\*2</sup> 猿渡徳二郎<sup>\*2</sup>  
清水喜文<sup>\*2</sup> 向殿政男<sup>\*3</sup> 藤田俊弘<sup>\*1</sup>

## Improvement of usability and safety by layout standardization in HMI environment

Yoshitaka Tsuji<sup>\*1</sup>, Hideki Tokumaru<sup>\*1</sup>, Satoru Hoshino<sup>\*2</sup>, Tokujiro Saruwatari<sup>\*2</sup>,  
Yoshifumi Shimizu<sup>\*2</sup>, Masao Mukaidono<sup>\*3</sup>, and Toshihiro Fujita<sup>\*1</sup>

**Abstract-** In HMI(Human Machine Interface) Environment including the fields of factory automation and industrial applications, usability, affordance, and safety are considered to be most fundamental and essential factors to provide optimum interaction between human-beings and machines. In such case layout standardization of control components is very useful method to realize benefit not only for operators but also for system designer and manufactures. In this paper the actual implementation of layout standardization is reported and its usability is analyzed based on International Standard.

**Keywords:** Standardization , ISO12100 , Usability, Affordance , Safety

### 1. はじめに

FA(Factory Automation)分野ならびに各種の産業分野などの、人と機械が共存し互いに協調する HMI(Human Machine Interface) 環境においては、効率化による生産性の向上とともに、人に対する安全性を同時に向上することが強く求められるようになってきている。<sup>[1-4]</sup> また、グローバル化の進展が著しいことにより、日本国内のみならず欧米やアジアにおける機械の使用も前提とし、機械設計に携わる技術者、その機械を生産や組立てする作業、そして FA 現場で実際に作業やメンテナンスをする作業員に対しても、トータル的にシステムを標準化する動きが活発化してきている。<sup>[1-4]</sup> このような標準化の流れは、規格として統一化することにより世界中の誰もが同一の考え方に立脚できるようにすることが一般的な方向であり、特に FA 現場で用いられる機械やそのシステムなどに対しては国際規格 ISO/CD 12100 (機械類の安全性-設計のための一般原則) が非常に重要となってきた。<sup>[1-4]</sup>

この ISO/CD 12100 では、その機械の規定した限界及び意図する使用に基づくリスクアセスメントを行い、その後、設計者ならびに製造者により講じられる防護策を実施することが必要とされ、特に本質安全設計(Inherent Safety Design) の重要性が述べられている。その本質安

全設計項目の中で、設計によるリスクの低減のために人間工学原則遵守の重要性が明確に表現されているが、現実の FA 現場では必ずしも対応していない状況が頻りに存在している。<sup>[5-10]</sup>

例えば、図 1 に示すような自動化された機械システムで構成される FA 現場を観察してみると、オペレータが機械を操作し、また機械の状態を認識したり監視するための操作表示パネルが非常に多数使われているが、人間工学的見地からは、ユーザビリティ(使いやすさ) アフオーダンス(認知性)などをまだまだ改善する必要がある。<sup>[11-12]</sup> ここでは、操作表示パネルに関する人間工学的見地から本質安全設計による標準化を図る事により、設計 製造 操作 保全という全段階において、使いやすさと安全性が向上できることを、ケーススタディにより実証した結果について報告する。

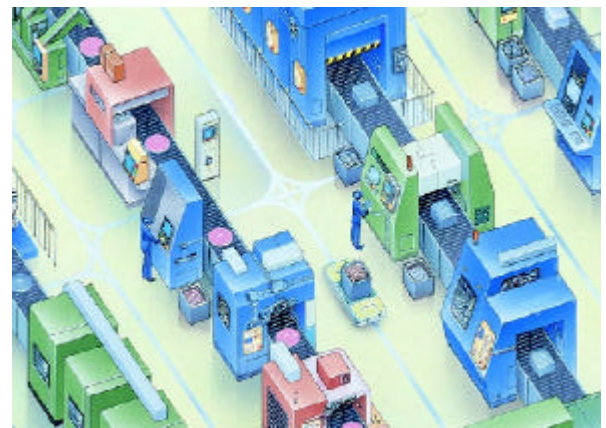


図 1 HMI 環境における操作表示パネルの使用状況

Fig.1 Usage of operation panel in HMI environment

\*1:和泉電気株式会社

\*2:株式会社安川電機

\*3:明治大学

\*1: IDEC IZUMI Corporation

\*2:YASKAWA ELECTRIC Corporation

\*3:MEIJI University



図2 従来の操作表示パネルの外観事例

Fig.2 Typical panel layout of control component

## 2. FAにおけるHMI操作パネルの現状と解決策

### 2.1 HMI操作表示パネルの課題

図2 (a)-(d)に実際にFA現場でよく一般的に用いられる操作表示パネル（操作パネル、制御パネルや操作盤、制御盤とも呼ぶ）の外観写真を示す。通常これらのパネル面上には様々な制御機器、すなわちGUI(Graphical User Interface)やSUI(Solid User Interface)などのユーザインタフェースが搭載されている。<sup>[5-10]</sup>

図2 (a)-(d)に示す例では(a), (b)はSUIのみで構成されているパネルであり、(c), (d)はSUIとGUIが共存して構成されているパネルである。いずれの場合も、各種のユーザインタフェースの配置に関してルールがなく、標準化が全くなされていないことがわかる。

表1に、FA分野におけるHMI操作表示環境について考慮すべき課題とその人間工学的な解決策を示す。現実問題として、熟練経験者の減少に加えて、合理化が進化したことにより一人の作業者が多くの機械を操作する必要性が増加している。また言語や文化、さらには機械操作に対する考え方の異なる外国人労働者の増加により操作のしやすさやわかりやすさなどが強く要望されるよう

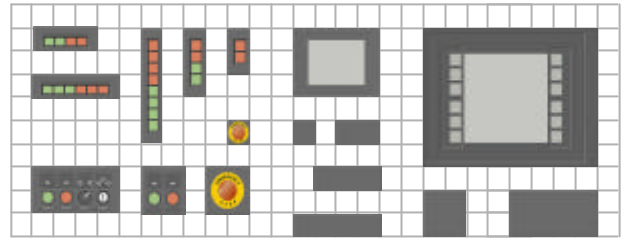


図3 パネルの構成ブロック例

Fig3 Function blocks of panel

になってきている。これらを解決するためのキーワードとしてまとめると、1)ユーザビリティ、2)アフォーダンス、3)安全性、そして4)標準化・統一化などが挙げられる。このように人間工学的な観点ではごく当たり前と考えられることがFA現場の操作表示パネルでは今まであまり検討されてこなかった。

### 2.2 HMI操作表示パネルの標準化手法

これらのユーザインタフェースを用いる操作表示パネルにおいて、上記したユーザビリティなどの向上を目的とし、設計者や製作者（組立者）そして作業者に対してトータルプロセスを標準化できるシステムがパネルとして提案されている。<sup>[5-9]</sup> パネルは通常用いられるユーザインタフェースとしての制御機器を、DINサイズ規格という世界的に最も標準的に用いられている一定のルールに則った48mmの倍数サイズの形状の筐体にマウントし、機能ごとにブロック化する手法である。

図3に示すようにパネルにはスイッチブロック、表示灯ブロック、非常停止ブロック、ディスプレイブロック、そしてフリーブロックなどの各種のブロックがあり、それらをユーザ仕様に合わせて組み合わせることで、簡単にしかも統一して構築できるシステムを提供することができる。<sup>[5-9]</sup>

そこで、ここでは実際の実施事例に基づいて操作表示パネルの配置標準化をパネルにより構成することで設計者や製作者（組立者）そして作業者に対して、どのように使いやすさの面で改善できるのかを検討する。

表1 FA分野におけるHMI操作表示環境について考慮すべき課題

Table.1 Considerations needed for HMI environment used in FA fields

FA分野における状況の変化	人間工学的観点からの 暴質安全設計による解決策	重要なキーワード
熟練経験者の不足 アルバイト作業者の増加	操作・表示の標準化により誰でも 使いやすくなる	1. ユーザビリティ (使いやすさ)  2. アフォーダンス (認知性)  3. 安全性  4. 標準化・統一化
合理化により一人でも多くの機械を 操作する必要性が増加	配置の標準化により、統一して 分かりやすくなる	
多品種少量生産による、ラインの 複雑化と、高齢者のライン参加	確実な操作性・視認性と、機能 表現統一により、認識しやすくなる	
文化・言語の異なる外国人 労働者の増加	操作表示色・シンボルの統一に より、直感的に分かり易くなる	
市場のグローバル化に伴う、 同一システムの要請	HMI環境の国際規格化により国 を越えて、理解できるようにする	



(A) パネルの盤面外観写真 1



(B) パネルの盤面外観写真 2



(C) パネルの盤内配線写真

図5 動力盤に パネルを搭載した実施事例外観写真

Fig.5 Photograph of panel mounting

### 3. パネル配置標準化による使いやすさの向上

#### 3.1 パネル配置標準化の実施事例の内容

今回の実施事例は、従来から制御機器の配置標準化が必要とされてきた動力盤に対して適用されたものである。動力盤では、ユーザ仕様によってそれぞれ必要なユーザインタフェースとしての制御機器が異なるため、今まで是一品一様に設計され製造されてきた。今回の事例では、19種類の異なったパネルが必要であり、従来の標準化されていない手法では、19種類のパネルカットを行い、その後別個に製造するという工程が必要であった。また実際に製造されたパネルも、配置標準化がなされないため、操作作業者にとっても操作手順がわかりにくく統一性を持たせにくかった。

図4に、今回の実証事例で作成された操作スイッチブロック、表示灯ブロック、メータを搭載したフリーブロックの組み合わせによる構成のSUIのみの標準化パネルを示す。このように従来19種類のパターンが必要であったのが9種類に集約でき、またベゼルサイズも標準化できることにより6種類に集約できていることがわかる。

図5(A),(B)には パネルを搭載した動力盤の盤面側配置写真を、又図5(C)には盤内側配線写真を示している。標準化が図られたことにより、一見してわかりやすさが向上していることがわかる。

#### 3.2 パネル配置標準化の実施事例の評価

このように、標準化されたパネルを実際に導入する事で改善された事項を表2に示す。前述したように、使いやすさはただ単に操作者に対して求められるだけでなく、設計者や製造者（組立者）に対してもトータルな視点で展望することがより重要である。<sup>[5-9]</sup>

例えば設計者に対しては、設計のしやすさや仕様変更のしやすさが従来より課題となっていた。今回の配置標準化により機種数の削減が可能となるだけでなく、ブロックの組み合わせで必要な操作表示パネルを構成でき、設計時間を30%～50%削減できることが実証できた。

また操作者に対しては、配置標準化を実施することにより、定量的には表現しにくい、操作のしやすさや表示の見やすさを大幅に向上している。さらに組立者に対しても、組立のしやすさが機器組立上非常に重要であり、今回の標準化により取り付け穴加工の統一化や パネル部をサブモジュールとして組立て可能なことから、組立時間の削減につながり組立て効率を50%アップすることが実証できた。

また標準化することによりトータルデザインの一新につながり、操作表示パネルとして品位が向上し、しかもシステムとしてトータルコストを30%削減しつつ使いやすさを向上することが実証できた。<sup>[5-9]</sup>

ベゼルサイズ(1) 縦(48×4)：横(48×6)	ベゼルサイズ(2) 縦(48×3)：横(48×5)	ベゼルサイズ(3) 縦(48×3)：横(48×4)
ベゼルサイズ(4) 縦(48×2)：横(48×6)	ベゼルサイズ(5) 縦(48×1)：横(48×6)	ベゼルサイズ(6) 縦(48×3)：横(48×3)

図4 動力盤に搭載した パネル構成パターン図(48mm 基本サイズ×N)

Fig. 4 panel configuration patterns

表2 設計者、操作者、組立者に対してパネル標準化により改善された課題

Table2 Advantages for designers, operators and assemblers due to standardized panel design

対象	向上すべき課題	現存する問題点	パネル配置標準化による解決策	評価結果
設計者に対する課題	設計のしやすさ	パネル面機器に対する配置のルールがなく統一性がない	寸法 配置等の設計ルールの標準化により機種数の統一 削減が可能となり設計効率の向上を実現	操作表示部の設計時間を30%削減
	仕様変更のしやすさ	パネルの仕様変更に対する自由度が小さい	ブロックの組み合わせで対応でき、ブロック内のユニット交換も可能なことから短期間で仕様変更に対応でき、設計工数削減を実現	同上の変更に至る設計時間を50%削減
操作者に対する課題	操作のしやすさ	パネル面の機器の配置が標準化されておらず分かりにくい	配置の標準化により、統一化されたパネル面レイアウトを実現	操作ミスの発生率が減少
	表示の見やすさ	操作部と表示部のエリアが、明確に区別されておらず、分かりにくい	操作部と表示部のエリアを明確化することにより、視認性向上を実現	機器状態の誤認識が減少
組立者に対する課題	組立てのしやすさ	パネル面の機器毎に取り付け穴加工が必要なため、組立効率が悪い	標準ブロック化及びパネルカットの統一化により、組立工数削減を実現	組立効率を50%アップする事によりトータルコストを30%削減
		パネルの配線・組立は、パネルの本体制御盤と一体化している為、組立の効率化が難しい	標準化パネル部のみをサブモジュールとして組立可能な為、組立時間の短縮を実現	
		配線作業の効率化が難しい	コネクタ接続可能な為、組立工数削減を実現	
トータルシステムの課題	トータルコスト低減のしやすさ	HM 環境の設計 操作 組立全般に対する標準化がなされていない	容易に標準化が実現でき、部品コストはアップするが、トータルコストを30%削減を実現	

#### 4. 今後の操作表示環境に求められる事項

今後 FA 現場で自動化が益々進む中において、HMI 環境に求められる事項は、操作者があらゆる状況においても的確に状況判断し確実な指令が出せる様な安全で使いやすい環境であり、しかも設計者や製造者にとっても安価かつ短納期で作りやすい標準化した操作表示パネルが求められている。安全や使いやすさなどのキーワードは、ISO/CD 12100 などの国際規格からの要請事項でもあり、最適な HMI 操作表示環境の構築の上で非常に重要な項目と考えられる。

現時点では、最上位国際規格である ISO/CD 12100 で人間工学的観点から述べられているが、今後 FA 現場での安全性を含めた使いやすさを向上していくためにはより詳細な規格がグループ規格や個別規格としての国際規格として検討される必要があり、今回の事例は操作表示パネルの配置標準化に対するその有効性を実証していると考えられる。

特に、従来ややもするとこのような安全に関わる規格や標準化の検討は欧州指導で推進されていることが多いため、ヒューマンインタフェースとしての安全性、使いやすさ、アフォーダンスの向上など日本がリーダーシップを取っていける内容に対しては今後も十分検討し続けていくことが重要である。

そのためにも今回実証したような事例をさらに積み重ねていくことにより、トータルシステムとしての検証を行い、今後も多様に変化していくと思われる FA 現場などの HMI 環境に対して、人と機械の最適環境の創造を推進していく所存である。

#### 参考文献

- [1] 向殿監修: ISO 機械安全国際規格, 日本機械工業連合会編、日刊工業新聞社(1999)
- [2] 向殿監修: 国際化時代の機械システム安全技術、安全技術応用研究会編、日刊工業新聞社(2000)
- [3] 安全技術応用研究会: 21 世紀の安全技術 労災はこうして減らす 日経メカニカル、日経 BP 社(1999)
- [4] 機械類の安全性国際規格の現状 国際規格 (ISO/TR12100/EN292) の JIS 原案について; (社)日本機械工業連合会, 平成 10 年 6 月セミナー資料, (1999)
- [5] 藤田: 新しい時代の HMI 操作表示環境 ~ 標準化・オープンネット・省・安全への対応 ~; システムコントロールフェア '97 技術講演会(1997 年 10 月 30 日)配付資料 (1997)
- [6] 中井, 関野, 笠間, 藤井, 辻, 藤田: GUI と SUI の融合による新しい HMI 操作表示環境の構築; (社)計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会, 第 14 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, p.493-498 (1998)
- [7] 中井, 藤谷, 関野, 笠間, 藤井, 辻, 藤田: HMI 操作表示環境における最適なシステム化手法の提案; (社)計測自動制御学会, システム / 情報合同シンポジウム '98 講演論文集, p.247-252 (1998)
- [8] 笠間, 角田, 中井, 藤井, 新堂, 土肥, 中野, 田中, 関野, 辻: DIN サイズをベースとした パネルの開発; IDEC REVIEW 1999, 和泉電気株式会社 (1999)
- [9] 笠間, 角田, 中井, 藤田: HMI 操作表示環境の標準化によるオペレータの安全性向上; ヒューマンインタフェース学会、ヒューマンインタフェースシンポジウム'99、p369 - 374 (1999)
- [10] 監修 坂村: トロンヒューマンインタフェース標準ハンドブック; 初版、パーソナルメディア株式会社(1996)
- [11] 佐々木正人: 「アフォーダンスー新しい認知の理論」岩波科学ライブラリー 12, 岩波書店(1994)
- [12] 熊沢、畑、向殿: ヒューマンインターフェース設計支援のためのアフォーダンス表現、日本 ME 学会雑誌 BME、日本 ME 学会、pp.52-57, Vol.13.No.2(1999)