

制御盤製作の省コスト化の調査研究  
#2 盤筐体、機器取付け、主回路配線の  
合理化に関する調査報告書

---

2017年(平成29年)11月

一般社団法人日本配電制御システム工業会  
技術委員会 制御情報システム委員会

## ■ ■ ま え が き ■ ■

制御情報システム委員会は、2010年度からは、制御盤製作の省コスト化の調査研究に取り組んできました。これは、制御盤製作に関係する国内外の製品、技術、規格などの最新情報を収集するとともに、不合理と思われる規格・慣習・仕様など我々配電制御システムメーカー自身の課題を洗い出し、これらを突き合わせての解決策を探り、必要によりその検証までを行う取組みです。

2012年9月に調査研究の第一弾として発表した、制御配線作業の合理化に焦点を当てた「制御盤製作の省コスト化の研究 Part 1(#1): 配線接続の合理化に関する調査報告書」では、特に「ねじなし接続方式についての接続作業の省力化効果の実証検証結果や接続緩みが生じない構造による接続信頼性向上や増し締め保守作業の省力効果など」が、エンドユーザや電気工事業界、機械業界、制御盤メーカーの方々など幅広い関係者から高く評価いただきました。

引き続き当委員会は、筐体部材、機器取付けなどについての合理化に関する新技術などの調査研究を行い、この度「制御盤製作の省コスト化の研究 Part 2(#2): 盤筐体、機器取付け、主回路配線の合理化に関する調査報告書」を取りまとめました。

本調査報告書には、実証実験による工数削減効果や実施に当たった課題、その対応策なども含まれていますので、制御盤メーカー各社が制御盤製作の省力化を検討する際の参考にしていただければ幸いです。

調査にご協力いただいた機器メーカー、関係団体及び関係者の皆様方に改めて感謝申し上げます。

2017年11月

一般社団法人日本配電制御システム工業会

制御情報システム委員会\*

委員長 田原 一樹

\*2016年6月から委員会名称を、制御情報・新エネルギー部会 制御情報システム委員会から 技術委員会 制御情報システム委員会に変更した。

# 目 次

1. はじめに	1
2. 制御盤の使用形態と合理化ニーズ	1
2-1. 制御盤のカテゴリ分け	1
2-2. 制御盤のカテゴリ別の特徴	2
3. 制御盤製作の合理化技術や製品の調査	3
3-1. 外部情報の収集	3
3-2. 合理化に関する調査研究の方法	4
3-3. 省スペースの視点からの合理化技術・製品調査	4
3-3-1. 入出力インタフェース	4
3-3-2. 制御機器	10
3-3-3. 主回路機器	11
3-4. 組立工数削減の視点からの合理化技術・製品	19
3-4-1. IEC/DIN35mm レール取付対応の機器	19
3-4-2. 複合化システム機器やバスバーリンクシステムを備えた機器	20
3-4-3. 制御盤用小型電磁接触器、電磁開閉器	20
3-4-4. 新しい主回路配線部材	20
3-5. 改造・増設容易性や保守の視点からの合理化技術・製品	23
3-5-1. 制御盤の変更や改造への対応	23
3-5-2. 制御盤の機器の交換への対応	23
3-6. 信頼性・設置容易性の視点からの合理化技術・製品	24
3-6-1. 振動に伴うねじの緩み対策技術	24
3-6-2. 設置の容易性に貢献する製品	27
3-6-3. 特殊環境への対応部材	29
3-7. 制御盤の新たな構成方法・アイデアの視点からの合理化技術・製品	30
3-7-1. E-T-A 社 ジョーダクトシステム	30
3-7-2. SUS 社 スケルトンラック	32
3-7-3. YK イノアス 接着・リベット併用組立法	33
4. #2 盤筐体、機器取付け、主回路配線の合理化に関する調査結果の報告と ユーザヒヤリングの実施	35
4-1. JSIA 会員への意見募集の結果	35
4-1-1. 制御盤・制御システムが主業の盤メーカー	36

4-1-2. 工場や建築・公共設備向け制御盤などを手掛ける盤メーカー	37
4-1-3. 高圧受電盤や分電盤を主に手掛ける盤メーカー	38
4-2. 調査研究の取りまとめスタンスに対する意見と当委員会の見解	38
4-3. 関係団体への意見募集の結果	39
4-3-1. 一般社団法人 日本電設工業協会(JECA)	40
4-3-2. 一般社団法人 電気制御機器工業会(NECA)	40
4-3-3. その他の主な関連団体	40
<b>5. #1配線接続の合理化に関する調査報告書の課題のフォロー結果について</b>	<b>41</b>
5-1. 内線規程「電線の端末処理に関する規程	41
5-2. 公共建築工事標準仕様書電気設備工事編における制御配線の最小サイズ	41

## 1. はじめに

制御・情報システム部会は、2005年4月に発足して以来、各種活動を行ってきたが、制御盤の合理化・省コスト化については2006年度からソフトウェアについて調査研究し、その成果として2008年12月に「やさしい国際標準 PLC (副題: 制御システムの技術的課題解決のために)」を取りまとめ発行した。

次の課題として、2010年6月から「盤ハードウェアの合理化・省コスト化の調査研究」に取り組むこととし、活動を開始した。調査研究に関する推進の基本的な枠組みは、図1.のとおりとした。また、取り組むべき優先課題は、#1:配線に関すること、#2:筐体部材、機器取付けに関することの2点とした。

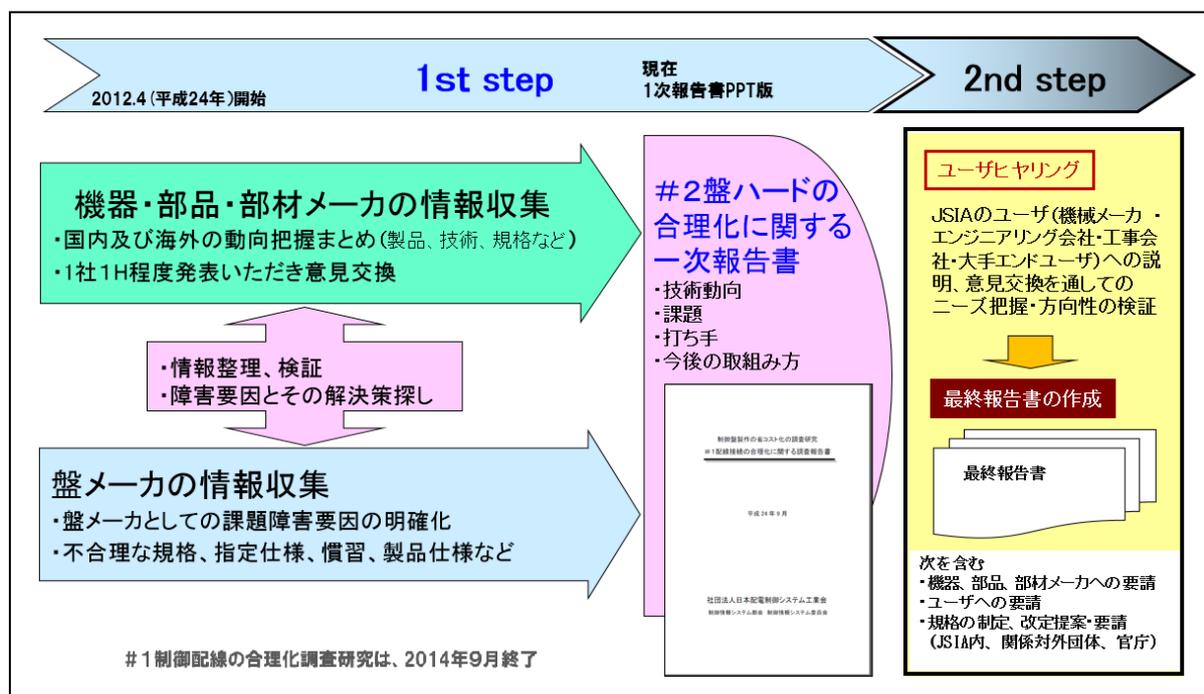


図1. 盤ハードウェアの合理化・省コスト化の調査研究への取組み

#1に関しての活動成果は、2012年9月に「#1:配線接続の合理化に関する調査報告書」として発行するとともに、JSIA 技術セミナーで発表した。

本書は当委員会が、テーマ#2である「筐体部材や機器取付けなどに関する合理化技術の調査研究」(取組期間:2012年4月～2017年3月)を行った成果をまとめた報告書である。なお本書には、#1の報告書発行を受けて生まれた新技術や新製品、関係規制・標準等の改正などについても記載してある。

#1及び#2の報告書は、JSIA 会員・ユーザ・機器メーカーなど関係各位に当委員会の活動成果を伝え、課題認識や最新技術情報を共有し、制御盤の合理化の一層の推進を図ることを目的とする。

## 2. 制御盤の使用形態と合理化ニーズ

### 2-1. 制御盤のカテゴリー分け

当委員会は、制御盤製作をするうえで制御盤の合理化に関するニーズを調べたところ、制御盤メーカー個々でかなりの違いがあることに着目し、その要因を掘り下げた。その結果、制御盤は工作機械や印刷

機械などの機械のモーション制御など高度な制御を目的としたものから、ビル設備のポンプ制御などを担う簡単な動力制御盤まで幅広く、①一社で全てを製作する制御盤メーカーは存在しないこと、②製作する制御盤の用途によって筐体(エンクロージャ)の形や実装密度・納入後の改造の頻度などが大きく異なることが判明した。

各制御盤メーカーの製作している制御盤について当委員会が調査を進める過程で、その用途ごとに「Ⅰ. 機械内蔵の制御盤、Ⅱ. 専用加工組立ラインの制御盤、Ⅲ. 大型工場設備の制御盤、Ⅳ. 建築・公共設備の制御盤」に4分類して、課題やニーズを整理し調査研究をすると、その内容が鮮明になることが分かった。

これまでの色々な意見の違いは、特に①に起因(例えばⅠ.を事業としている制御盤メーカーはⅢ.やⅣ.の事業内容の知見がない。同様にⅣ.を事業としているメーカーはⅠ.やⅡ.の知見は保有していない)していることが明白となり、今後 JSIA 内で制御盤について議論する場合は、この4分類をベースに取り扱うことを当委員会は推奨することとした。

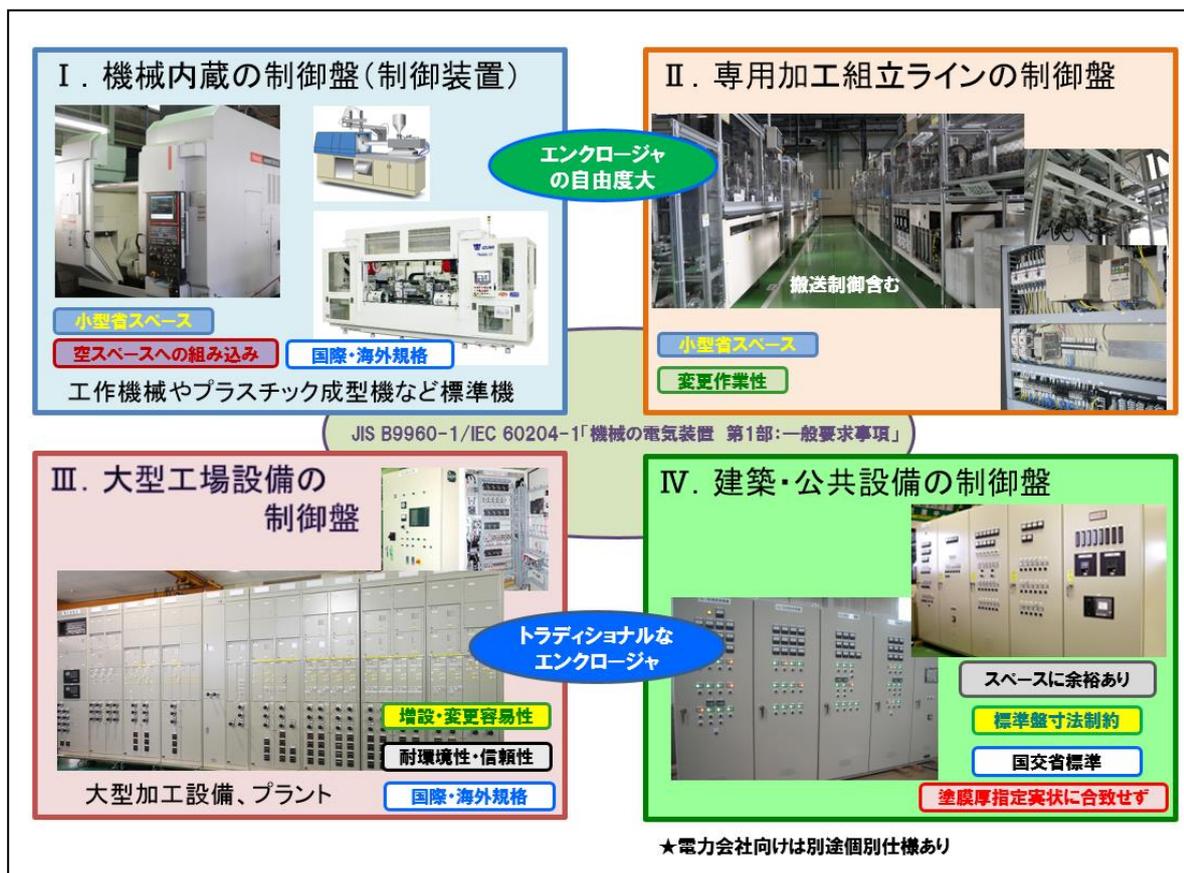


図2. 制御盤のカテゴリー分け(使用形態と合理化ニーズの違い)

## 2-2. 制御盤のカテゴリー別の特徴

使用形態の違いによって制御盤を4つのカテゴリーに分類して、その設計仕様や製造方法に大きく影響する4項目、①筐体の構造・寸法の自由度、②盤の大きさや設置スペースの制約、③設置後の改造や増設の頻度、④同一仕様の盤の生産数についてその特徴をまとめたのが図3. 制御盤のカテゴリー別の特徴である。

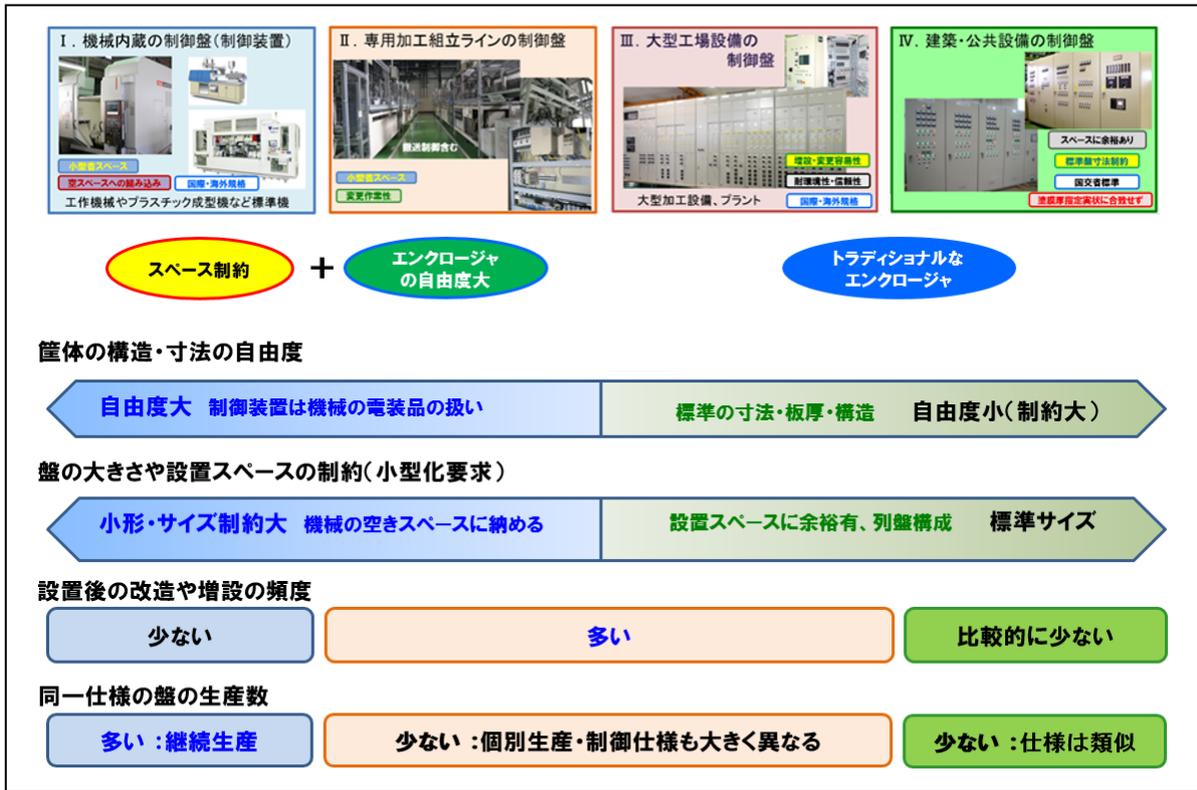


図 3. 制御盤のカテゴリ一別の特徴

### 3. 制御盤製作の合理化技術や製品の調査

#### 3-1. 外部情報の収集

当委員会では、主な制御盤用機器・部品・部材メーカーから最新の合理化技術・製品、提案などの収集を行った。主な調査対象は表 1. のとおりである。

表 1. 調査に協力いただいた制御盤用機器・部品・部材メーカー

	No	盤合理化アイテム	情報入手時期	情報総まとめと評価	フォロー事項コメント
盤 筐 体	1	リタール 筐体部材及びオプション	2012年5月	済み	
	2	E-T-A ジョーダクトシステム	2012年7月	済み	
	3	SUS スケルトンラック	2012年3月	済み	盤メーカーでの加工など提案するも拒絶された
	4	日東工業 筐体部材・機器取付けに関する合理化提案	2013年4月	済み	
	5	YKイノアス 接着・リベット併用組立法	2013年9月	済み	長期信頼性の保証が課題
	6	最新塗装技術と塗装仕様(塗膜厚さ)の見直し		未了	2015年度より技術委員会のテーマとして審議中
機 器	7	IDEC 省力化機器	2013年5月	済み	2015年10月一部追加変更
	8	富士電機機器制御 ハード合理化	2013年6月	済み	2015年10月一部追加変更
	9	三菱電機 省力化機器	2014年1月	済み	2015年10月一部追加変更
	10	オムロン 省力化機器(無線)	2014年2月	済み	無線化の提案あったが目的に合致せず却下
	11	SPDIに関する調査	2014年2月	済み	省スペース化の視点(+使い方がガイド)で纏める
	12	オムロン 省スペース制御機器	2016年4月	済み	2016年4月20日委員会にて説明あり
導 体	13	矢崎やわらか電線	2012年5月	済み	
	14	タイコ絶縁フレキシブル・ブスバー	2012年5月	済み	

### 3-2. 合理化に関する調査研究の方法

主な制御盤用機器・部品・部材メーカーから最新の合理化技術・製品、提案などの収集を行った情報をもとに、合理化に寄与すると見られる【技術・製品・アイデア提案】について調査・抽出し、次の A～E の 5 つの視点で整理した。

- A. 省スペースの視点からの合理化技術・製品
- B. 組立工数削減の視点からの合理化技術・製品
- C. 改造・増設容易性や保守の視点からの合理化技術・製品
- D. 信頼性・設置容易性の視点からの合理化技術・製品
- E. 制御盤の新たな構成方法・アイデアの視点からの合理化技術・製品

### 3-3. 省スペースの視点からの合理化技術・製品

制御盤の「制御盤の幅、高さ、奥行を小さくできる技術・製品」であり、小形化技術・製品のポイントは「①幅、高さ、奥行寸法、②盤内のムダなスペースの排除、③盤内温度上昇の抑制」に寄与できる有望と判断したものを当委員会では取り上げた。

盤の小形化や設置スペースの制約ニーズの強い【Ⅰ.機械内蔵の制御盤】や【Ⅱ.専用加工組立ラインの制御盤】の分野では、省スペース化に貢献する技術・製品が求められる。また、これらは、盤の大きさや構造の設計自由度を高められ、機械装置との一体化が容易となる。同じ大きさの盤ならより複雑な制御装置の構成や、将来の増設・改造スペースが得られそのメリットは大きいと考える。

盤の設置後の改造や増設ニーズの強い【Ⅱ.専用加工組立ラインの制御盤】や【Ⅲ.大型工場設備の制御盤】の分野では、省スペース化に貢献する技術・製品は、将来の改造や増設に備えるスペースを生み出すことができ、ユーザに歓迎されている。

以下、入出力インタフェース、制御機器、主回路機器の 3 つについて、省スペースに貢献する機器と当委員会は認めた。もちろん、ここで取り上げた機器は現在市販されているものであり、当委員会の意図を理解され、多くの機器メーカーがより良い新製品を開発することを望んでいる。

#### 3-3-1. 入出力インタフェース

制御盤における入出力インタフェースとは、制御盤と外部の機械・機器との接続する機能及びそれらの間で有害なサージやノイズなどをブロックする機能をもつ製品を指す。

図 4.は横位置に配置された端子台の例を示し、制御線数が多い場合は制御端子の横幅が盤のサイズに大きく影響する。図 4.の左の写真は端子台 2 段配置の例だが、段数がこれ以上増えるとケーブル接続作業は難しくなる。図 4.の右の写真は外部配線からのサージやノイズ侵入防止のために端子台と内部制御回路間に設けられたインタフェースリレーを示す。

図 5. 縦位置に配置された端子台の例を示し、制御線数が多い場合やケーブル引込み位置によっては、端子台を縦配置する場合も多い。しかし、ケーブル引込みのための処理スペースが不十分だと、電気工事において大きなロスコストを生む。

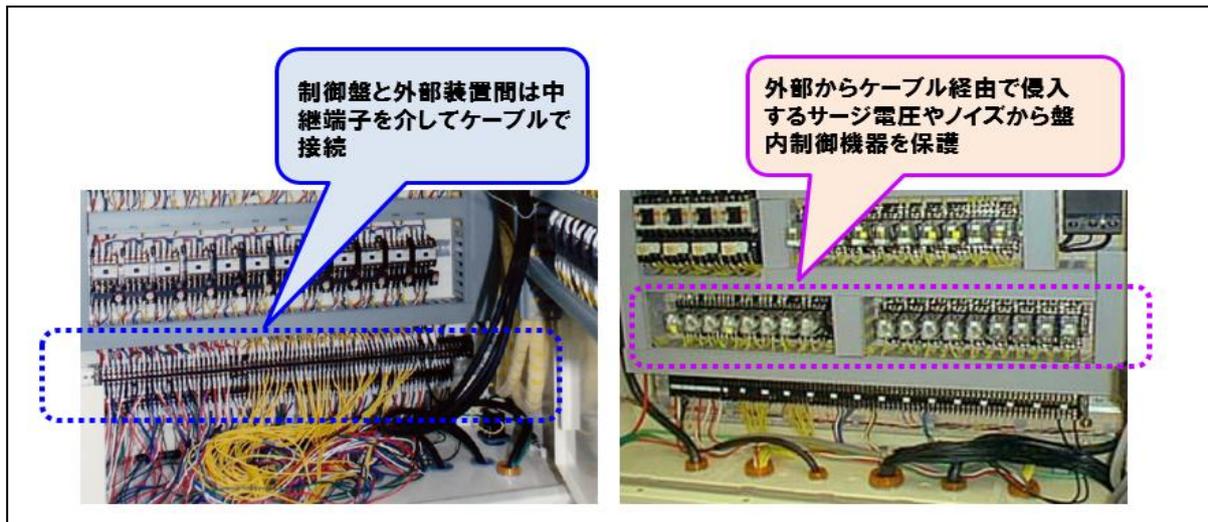


図 4. 横位置に配置された端子台の例

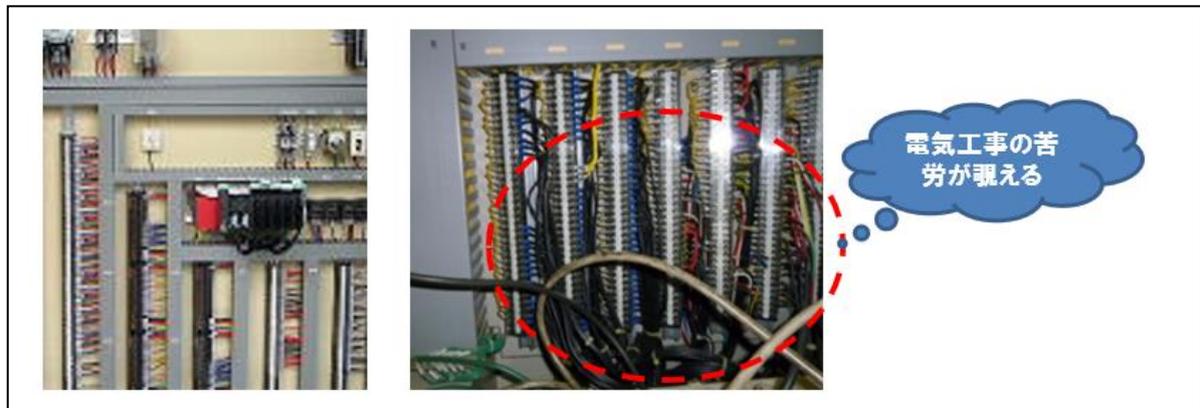


図 5. 縦位置に配置された端子台の例

制御盤製作の省コスト化の調査研究 # 1配線接続の合理化に関する調査報告書に記載のとおり、制御盤の設置現場でのケーブル接続工数は、制御盤メーカーの工場内作業に比べて、10 倍も工数がかかっている。(図 6.参照)

入出力インタフェース機器に何を選ぶかで外部ケーブル接続作業工数に影響を与えることも見逃してはならない。図7. に欧州での最新の制御盤の端子台と制御ケーブル接続例を示す。

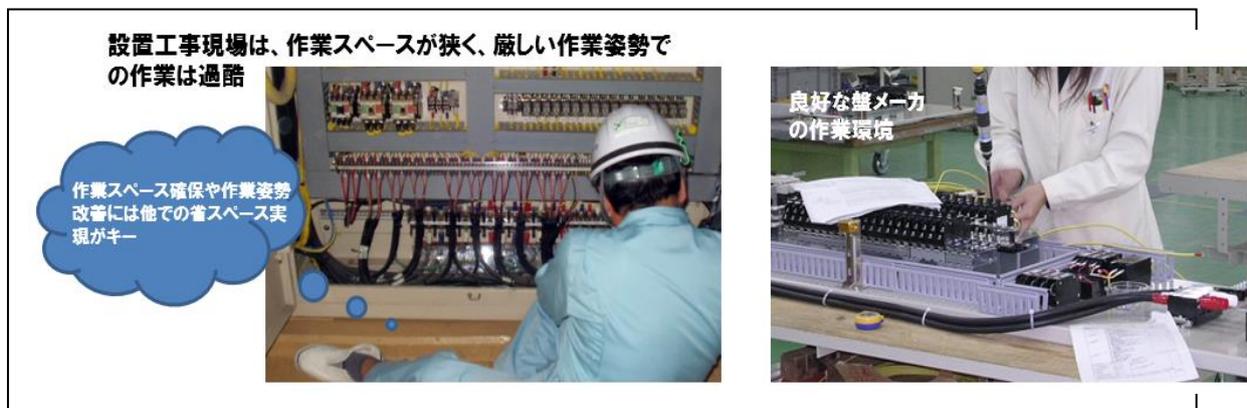


図 6. 制御盤の端子台への制御ケーブル接続の合理化も大きな課題

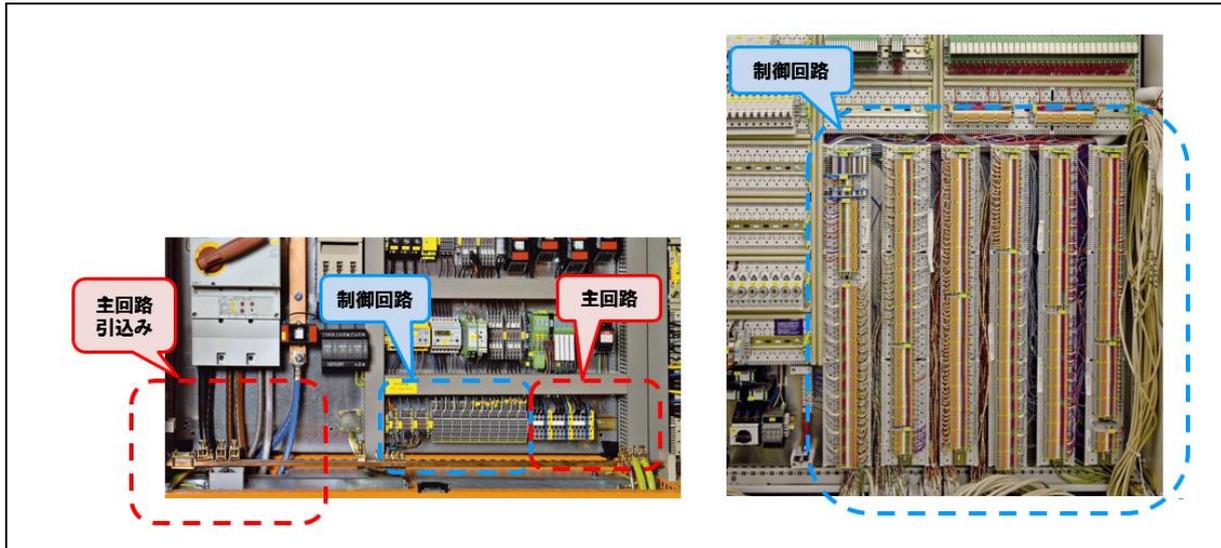


図 7. 欧州での最新の制御盤の端子台と制御ケーブル接続例

当委員会の結論としては、インタフェース機器の薄型化と多機能化は盤幅減に極めて有効であり、今後このような機器の出現を望む。以下、有効と判断した個別製品について記述する。

### ① インタフェースリレー RV8H シリーズ (IDEC)

端子台としての薄型化と入出力絶縁の機能一体化した、インタフェースリレーである。

厚さ6.1mmと薄く、1c接点構造、接続部(コイル、NO、COM)の各端子は1穴(コモン接続可)で Spring Clamp = SC 及びねじ端子方式の2種類を用意している。価格は1Pソケット+リレーで定価1,100~1,200円と安価で、コモン接続バーを用意、UL/CE など海外規格対応している。

#### 【主な仕様】

- ・接点定格 AC250V 6A(抵抗負荷)、DC30V 6A(抵抗負荷)、B300/R300(誘導負荷)
- ・コイル定格電圧 DC6V~24V, AC/DC12~240V

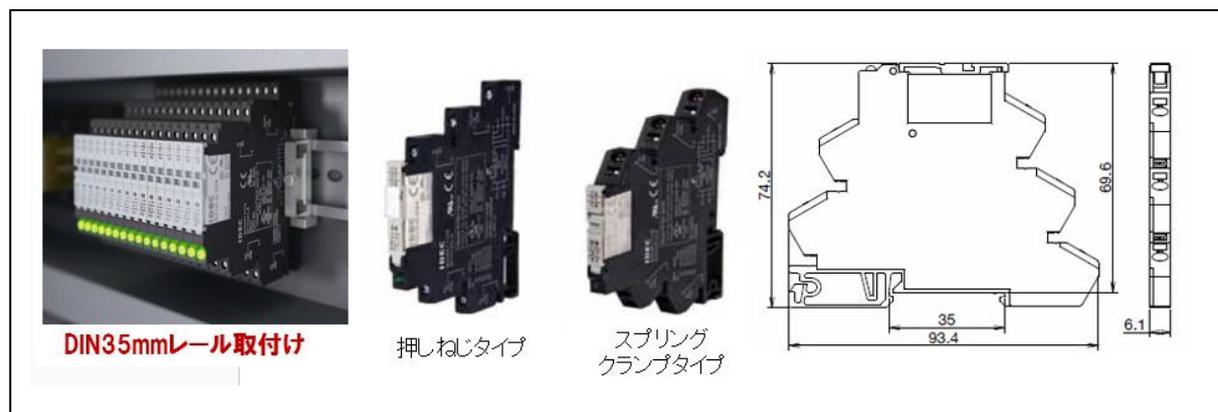


図 8. インタフェースリレー RV8H シリーズ (IDEC)

#### 【製品の特徴】

- ・リレーの固定と取外し機能をもつリリースレバー方式
- ・動作表示 LED を標準搭載

- ・薄型サイズで、6A の許容電流を有し、各種負荷に対応可
- ・12 種類の電圧バリエーションで幅広いニーズに対応、・アクセサリとしてマーキングプレート(リリースレバーに取付)、コモン接続バー(コイル、NO、COM 端子で使用可)、スペーサも用意。

## ②スリム I/O リレー G2RV-SR(オムロン)

グローバル標準サイズ、幅6.2mmの低背タイプのスリムI/Oリレー。厚さ6.2mmと薄く、1c 接点構造、接続部(コイル、NO、COM)の各端子は1穴(コモン接続可)でスプリングとねじ端子の2種類を用意。価格は1Pソケット+リレーで定価 1,400~2,050 円と安価である。・UL/CE など海外規格対応。

### 【主な仕様】

- ・接点定格 AC250V 6A(抵抗負荷)、DC30V 6A(抵抗負荷)
- ・コイル定格電圧 DC12V~24V, AC/DC24~48V, AC100~230V

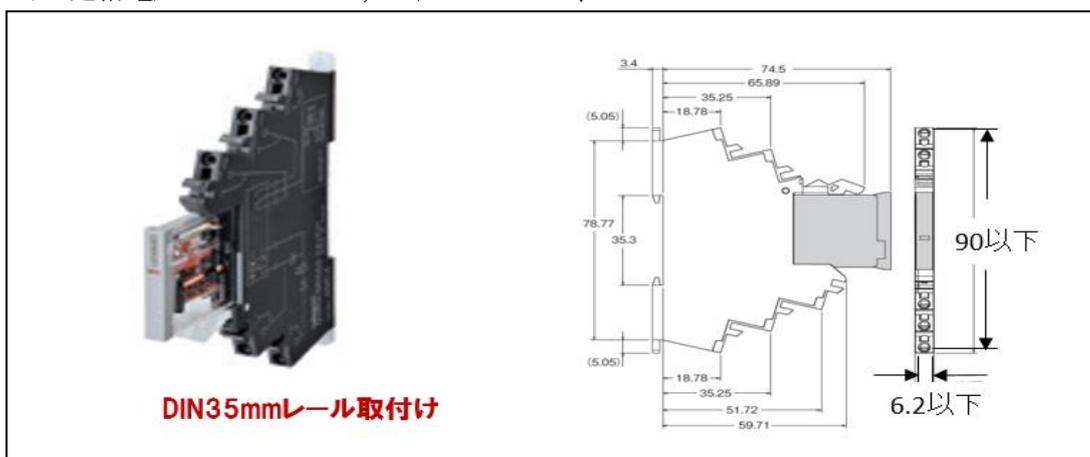


図 9. スリム I/O リレー G2RV-SR(オムロン)

## ② 薄型 SPD(サージ防護デバイス Surge Protective Device)

制御盤の外部からの制御・センサ信号のサージ対策は、制御装置の電子化に伴いその重要性が高まっており、SPD を設置する例が増えている。

これまでの多くは、プロダクトアウト的発想のスクエアな機器が多かったが、最近は入出力ターミナルに機能を組み込み、かつ、端子台同様に薄型化を図った製品が出現している。

表 2. DIN35mm レール取付け薄型 SPD

外観	概略仕様・特徴・	メーカー名
	<b>MD7シリーズ</b> <b>・7mm幅の薄形避雷器</b> ・放電耐量:20kA(8/20 $\mu$ s)、1.0kA(10/350 $\mu$ s) ・各種計装信号用途のラインナップ 標準信号用、熱電対、測温抵抗体、ポテンショメータ、ネットワーク、小容量DC電源用など	エム・システム技研
	外形寸法(W×H×D mm) 7×95×98	
	<b>TERMITRAB TTシリーズ</b> <b>・6.2mm幅の薄形避雷器</b> ・放電耐量:10kA(8/20 $\mu$ s) ・各種計装信号用途のラインナップ 標準信号用途に合わせた制限電圧値をラインナップ	フェニックスコンタクト
	外形寸法(W×H×D mm) 6.2×79.6×54.6	

#### ④DIN35mm レール取付け薄型端子台

5.5mm<sup>2</sup> 以下の電線に対応する主な薄型端子台を調査した。接続方式を①ねじ、②スプリング、③プッシュイン SP に大別すると表 3～5 のとおりである。

表 3. DIN35mm レール取付け薄型端子台その1 :より線 1.5mm<sup>2</sup> 以下接続の端子台での比較

メーカー名		フェニックス・コンタクト ①、①+③、②、③			WAGO ②		IDEC ②	オムロン ③	
シリーズ名 (形式)	基本種類	BT端子台シリーズ (BT□1.25)	PT/FTシリーズ (PT/FT1.5S)	STシリーズ (ST1.5)	ケージクランプ S付 レールマウント 端子台 (2001.15)	ケージクランプ付 レールマウント 端子台 (279.15)	スプリングクランプ式 BCシリーズ(標準) (BC1S-15)	プッシュインタイプ XW5T(標準) (XW5T-1.5)	
端子構造		・ねじ式 ・ねじ+プッシュインSP式 ・プッシュインSP式	・プッシュインSP式 (標準)	・スプリング式 (標準)	・スプリング式	・スプリング式	・スプリング式	・プッシュインSP式	
定格電流(A) IEC定格	A B C	— 17.5 17.5	17.5 17.5 17.5	17.5 17.5 17.5	18 18 18	18 18 18	17.5 17.5 17.5	17.5 17.5 17.5	
接続電線サイズ (mm)	共通	0.14-1.5	0.14-1.5	0.08-1.5	0.25-1.5	0.25-1.5	0.14-1.5	0.08-1.5	
外形	1極当幅 W(mm)	共通	7	3.5	4.2	4	4.15	3.5	
	高さ H (mm)	A	—	45	48.5	48.5	52	48.6	45
		B C	42 42	54 63.2	60.5 63.2	59.5 70	62.5 73	60.4 72.2	63.2 66.7
奥行 D (mm)	共通	33.5	32	36.5	40.5	34.5	36.55	38	
2穴端子有無 ○:有り ×:なし	A B C	ねじ式以外 ○ ねじ式以外 ○ ねじ式以外 ○	× ○ ○	× ○ ○	× ○ ○	× ○ ○	× ○ ○	× ○ ○	
特徴		・ねじ式、プッシュイン式、 ねじとプッシュインのハイ ブリッド形がある。 ・Hは最小である。	・Wが最小 ・工数削減省ス ペース、保守、メン テナに優位。	電線接続の際、 プッシュインSPに 比べて握力が必要	・定格電流が最 大	・定格電流が最 大	—	・Wが最小 ・工数削減省ス ペース、保守、メン テナに優位。	
基本種類 A,B,Cの説明									

表 4. DIN35mm レール取付け薄型端子台その2 :より線 2.5mm<sup>2</sup> 以下接続の端子台での比較

メーカー名		フェニックス・コンタクト ①、①+③、②、③			WAGO ②		IDEC ②	オムロン ③	
シリーズ名 (形式)	基本種類	BT端子台シリーズ (BT□2.0)	PT/FTシリーズ (PT/FT2.5S)	STシリーズ (ST2.5)	ケージクランプ S付 レールマウント 端子台 (2002.25)	ケージクランプ付 レールマウント 端子台 (280.25)	スプリングクランプ 式BCシリーズ (標準) (BC1S-2.5)	プッシュインタイプ XW5T(標準) (XW5T-2.5)	
端子構造		・ねじ式 ・ねじ+プッシュインSP式 ・プッシュインSP式	・プッシュインSP式 (標準)	・スプリング式 (標準)	・スプリング式	・スプリング式	・スプリング式	・プッシュインSP式	
定格電流(A) IEC定格	A B C	— 24 24	24/30 24/24 24/24	24 24 24	24 24 24	24 24 20	24 24 24	24 — —	
接続電線サイズ (mm)	共通	0.14-2.5	0.14-2.5	0.08-2.5	0.25-2.5	0.25-2.5	0.2-2.5	0.14-2.5	
外形	1極当幅 W(mm)	共通	8	5.2	5.2	5	5.15	5.2	
	高さ H (mm)	A	—	48.5	48.5	48.5	53	48.6	48.8
		B C	42 42	60.5 72.2	60.5 72	59.5 70	64 75	60.4 72.2	— —
奥行 D (mm)	共通	36.7	36.5	36.5	40.5	35.5	36.55	42.75	
2穴端子有無 ○:有り ×:なし	A B C	ねじ式以外 ○ ねじ式以外 ○ ねじ式以外 ○	× ○ ○	× ○ ○	× ○ ○	× ○ ○	× ○ ○	× ○ ○	
特徴		・ねじ式、プッシュイン式、 ねじとプッシュインのハイ ブリッド形がある。 ・Hは最小である。	—	電線接続の際、 プッシュインSPに 比べて握力が必要	—	・Wが最小	—	・工数削減省ス ペース、保守、メン テナに優位。	
基本種類 A,B,Cの説明									

表 5. DIN35mm レール取付け薄型端子台その3 :より線 4.0mm<sup>2</sup> 以下接続の端子台での比較

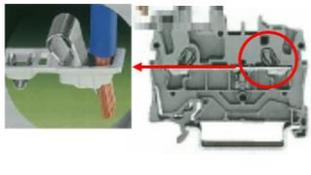
メーカー名		フェニックス・コンタクト ①、①+③、②、③			WAGO ②		IDEC ②	オムロン ③	
シリーズ名 (形式)	基本種類	BT端子台シリーズ (BT□3.5)	PT/FTシリーズ (PT/FT4)	STシリーズ (ST-4)	ケージクランプ S付 レールマウント 端子台 (200□4)	ケージクランプ付 レールマウント 端子台 (281□4)	スプリングクランプ 式BCシリーズ (標準)	プッシュインタイプ XW5T(標準)	
		・ねじ式 ・ねじ+プッシュインSP式 ・プッシュインSP式	・プッシュインSP式 (標準)	・スプリング式 (標準)	・スプリング式	・スプリング式	・スプリング式	・プッシュインSP式	
定格電流(A) IEC定格	A	—	32/30	32	32	32	32	32	
	B	32	32/32	32	32	32	32	—	
	C	32	32/32	32	32	26	32	—	
接続電線サイズ (mm)	共通	0.14-4	0.2-4	0.08-4	0.5-4	0.5-4	0.5-4	0.2-4	
外形	1極当り幅 W(mm)	共通	10	6.2	6.2	6	6.15	6.2	
	高さ H (mm)	A	—	56	56	52	59	55.9	56.1
		B	46	66.5	71.5	65.5	73.5	71.5	—
		C	46	77	72	79	86	87.1	—
奥行 D (mm)	共通	38.2	36.5	36.5	40.5	36.5	36.55	42.75	
2穴端子有無 ○:有り ×:なし	A	ねじ式以外 ○	×	×	×	×	×	×	
	B	ねじ式以外 ○	○	○	○	○	○	○	
	C	ねじ式以外 ○	○	○	○	○	○	○	
特徴		・ねじ式、プッシュイン式、 ねじとプッシュインのハイ ブリッド形がある ・Hは最小。	—	電線接続の際、プッシュ インSPに比べて 握力が必要	—	・Wが最小	—	・工数削減省ス ペース、保守、メン テが優位	
基本種類 A,B,Cの説明	【A: 2線式タイプ】		【B: 3線式タイプ】		【C: 4線式タイプ】				

なお、各社製品の特徴をまとめると図 10~11 のとおりである。

**WAGO: スプリング(ケージクランプ)式端子台**

ケージクランプS  
付レールマウント  
端子台  
200□シリーズ





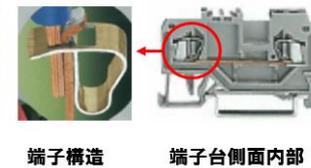
端子構造

【製品の特徴】

- ・電線を傷めずしっかりと固定
- ・衝撃や振動に強い
- ・電線表面が腐食しても接点は浸食されない。
- ・低電圧用途(mV)でも低電流用途(mA)でも使用できる。
- ・より線、単線、棒端子付きより線の配線が可能。
- ・ドライバ1本で簡単に配線ができ、また、配線を外すことができる。

ケージクランプ  
付レールマウント  
端子台  
2□□シリーズ

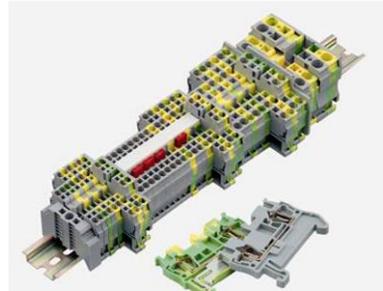




端子台側面内部

---

**IDEC: スプリングクランプ式BCシリーズ端子台**





DIN35mm幅レールへの取付け。基本的には、WAGOやフェニックスコンタクトと同じ構造

【製品の特徴】

- ・端子間ピッチが小さく、幅方向の省スペースを実現する。
- ・より線、単線、棒端子付きより線の配線が可能。
- ・ドライバ1本で簡単に配線ができ、また、配線を外すことができる。
- ・耐振動性に優れ、ねじ締め端子台のようにトルク管理や増し締めは不要。
- ・IEC60529におけるIP20の感電防止構造をもち、端子カバーも不要。

図 10. DIN35mm レール取付け薄型端子台 WAGO 及び IDEC 製品の特徴

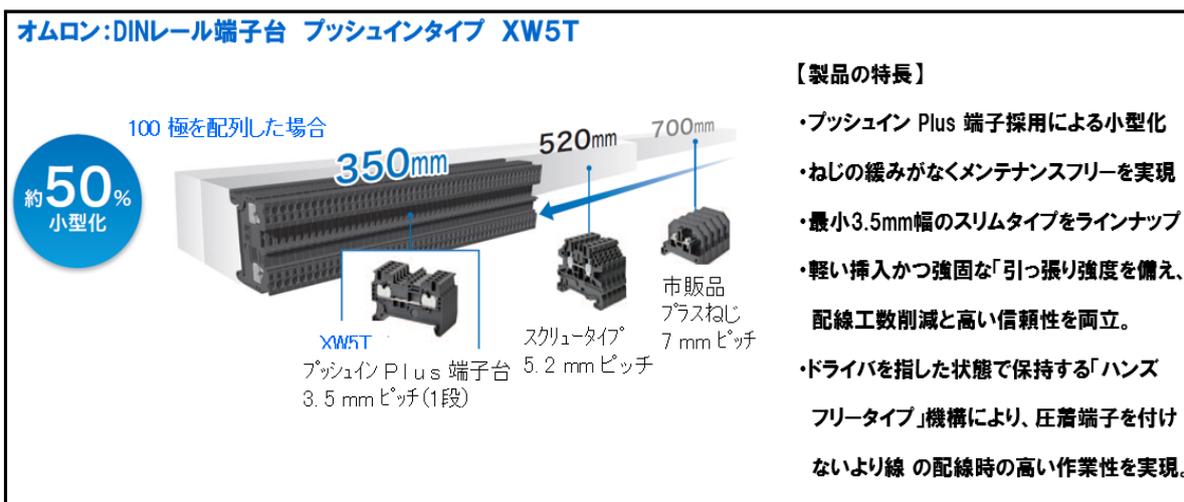


図 11. DIN35mm レール取付け薄型端子台 オムロン製品の特徴

### 【当委員会のインタフェース機器に関する評価結果】

- ① インタフェースリレー ……主に盤内外の絶縁保護(耐サージや耐ノイズ)が目的のリレー  
一般的な制御リレーの横幅寸法は、2C 接点構成の製品で 25mm、4C 接点構成のもので 35mm であるが、薄型サイズ(IEC:厚さ 6.1mm、オムロン:厚さ 6.2mm) であることは、盤面積の省スペース化(特に盤幅方向)に極めて有効である。
- ② 薄型 SPD  
2回路で幅 25mm 程度の機器が一般的であったが、当委員会の取り上げた 2 社の製品はこれらに対して 44%~50%の削減ができ極めて有効である。
- ③ DIN35mm レール取付け薄型端子台  
各社製品とも1極当たりの幅寸法が小さいものをラインナップしており、省スペース化が期待できる。(幅方向の大幅縮小) また、端子間のコモン配線が必要な場合は、2 穴タイプの品揃えがある製品の方がよりよい。  
それぞれの端子台を指定のエンド板で仕切れば、異メーカー・異形式の製品を 35mm レールに並べて使用できる点も評価できる。

### 3-3-2. 制御機器

制御機器に関して今回はオムロンより、「プッシュイン Plus 端子台リレーソケット」の提案があった。プッシュイン Plus 端子台リレーソケットは、スプリング端子採用のミニチュアリレー用ソケットで、他メーカー(富士)のリレーも取付け可能であるが、性能保証はなし。

このソケットを使えば、制御リレーをねじなし接続できる。

#### 【主な仕様】

・通電電流: max.10A                      ・耐電圧: AC2000V 1min                      ・絶縁抵抗: 1000MΩ 以上

#### 【製品の特徴】

- ・工具不要で挿し込むだけ。増し締めが不要。
- ・電線の接続箇所は、各端子とも 2 か所あり、渡り配線も可能。

- ・取付け方向の制約がないため、自由に効率的な盤内配線が可能
- ・リリースレバーを標準装備することでリレーの固定／取外しが容易



図 12. プッシュイン Plus 端子台リレーソケット

### 【当委員会のプッシュイン Plus 端子台リレーソケットに関する評価結果】

ソケットを密着取付けしても、リレーの交換が容易にできる。結果として、ユーザの利便性を損なわずに盤面積の省スペースができる。・・・他の制御機器用ソケットメーカーも今後このような工夫を望む。

本製品は当委員会の #1 調査研究報告書に沿った接続方式をもつ制御機器用ソケットで、唯一今回提案があったもの。ねじなし端子接続の普及に貢献する製品が市場で増えること好ましく、他のメーカーも市場参入することを期待したい。

### 3-3-3. 主回路機器

#### ①制御盤用小形 MCCB、ELCB 30～63AF クラス

このクラスは遮断器をフィーダ回路ごとに使用することが多く、盤内に横一に多数配置するケースが多い。横幅を小さくすると盤の省スペース化が期待できる。

表 6. 制御盤用小形 MCCB、ELCB

30AF, 50AF, 63AF MCCB, ELCB 適合規格と遮断容量*		富士 G-TWIN $\Lambda$ -series			三菱			
		低遮断容量 E形	標準遮断容量 S形	グローバル U形	WS-Vシリーズ F Style			FAシリーズ (奥行き 72mm品)
					NF-Cクラス 経済品	NF-Sクラス 汎用品	UL登録品	
IES, JIS, EN, GB	AC415-380V	5kA	10kA	10kA	5kA	10kA	10kA	—
	AC240-230V	7.5kA	15kA	15kA	7.5kA	15kA	15kA	2.5kA
	DC125V	10kA	10kA	10kA	—	10kA	—	—
UL, CSA	AC240V	—	—	18kA	—	—	14kA	2.5kA

\* 本表は代表値を示し、全仕様を表示していない。2P, 3Pの有無や 30・50・63AF の品揃えなどは、各社のカタログを参照のこと。

輸出機械の制御盤対応(海外規格)や小形化しながら新技術開発で高遮断容量化の傾向にある。



図 13. 高遮断容量化のための新技術が導入された MCCB

30～63AF クラスのブレーカは、横幅が小さくなり 54mm が一般的となった。(表 7 参照)

表 7. 30～63AF クラスのブレーカの大きさ

遮断器の大きさ (mm)	G-TWIN Λ-series			WS-Vシリーズ F Style			FAシリーズ	
	30AF	50AF	63AF	32AF	50AF	63AF	30AF	50AF
W	54 (2P:36)			54 (2P:36)			60 (2P:40)	
H	100 (UL端子カバー含:120)			100 (UL端子カバー含:120)			72	
D	68			68			57	



### 【30～63AFクラス小形 MCCB、ELCB に対する当委員会の評価】

横幅が従来の一般的な 75mm から 54mm に 28%縮小したことにより、制御盤の小形化に役立つ。

- ・横幅を抑えながらも、22mm<sup>2</sup>の電線が接続できる「G-TWIN Λ-series」と「WS-V シリーズ F Style」は、好ましい。
- ・この分野の国内向け制御盤にあっては、コスト(製品単価)も重要な選択ファクタである。

### ②マニュアルモータスタータ MMS

IEC 60204-1「機械の安全性－機械の電気装置－第 1 部：一般要求事項」では、電動機回路の電源接続点に過電流保護機器及び過負荷保護機器の設置を義務付けている。

電動機回路保護の回路構成は、従来回路からの変更が必要で、MCCB の使用数が増えたため、制御盤の横幅がこれまでより大きくなる。すなわち図 14.に示すように、分岐回路ごとに CB の設置が必要となり、従来 MCCB ではスペースが大幅増大しその分コストも増える。欧州で普及している MMS やコンビネーションスタータはこのような用途を想定し製品化されたものである。

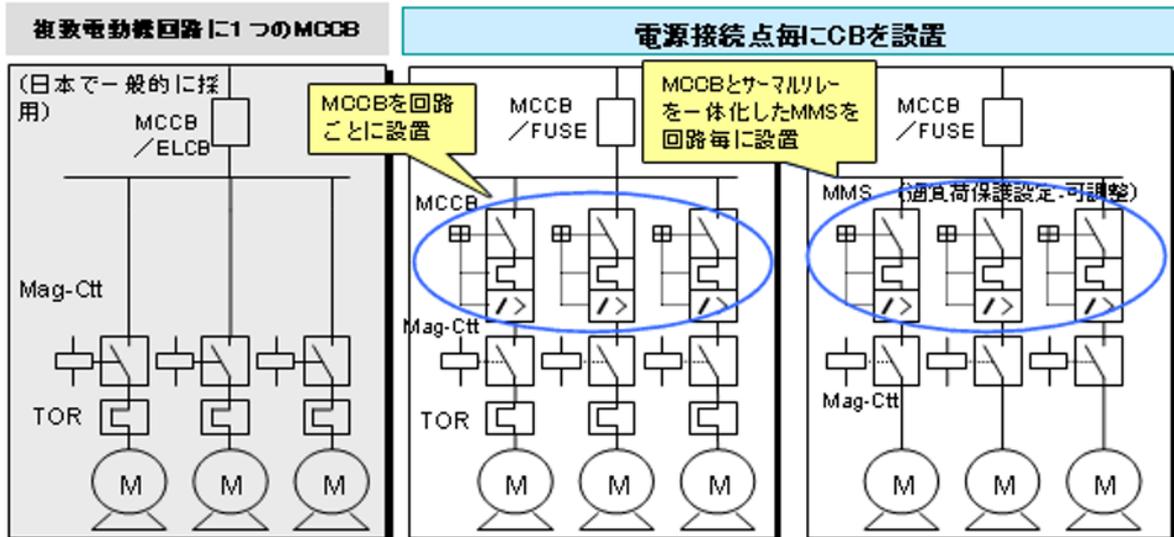


図 14. 電動機回路の電源接続点に過電流保護機器及び過負荷保護機器の設置義務

欧州で普及している MMS やコンビネーションスタータは、ブレーカ部に新遮断技術が採用され小形化が実現すると、これを活かして「電動機の過負荷保護機能」をブレーカ部に取り込んだだけでなく、「負荷開閉機能をもつ電磁接触器」をセットで開発することにより、それらで構築する回路に必要な主回路接続部品である「ブスバーシステム」までも提供することによって、合理的に制御盤を製作できる環境を整えてきている。この発想は、今後の制御盤合理化のキーになる可能性が高い。

しかしながら、現在日本で手に入る製品は、欧州からの輸入品や日本製であっても海外市場向けの製品が主体であり、遮断容量など仕様面で国内に適合する製品の出現が望まれる。

**【製品例(富士) マニュアルモータスタータ MMS 0.1~63A】**

新遮断技術で画期的に小形化、サーマルリレーの機能も組み込み大幅な小形化を図った複合製品。

**【MMS の特徴】**

- 1台で電動機回路の過負荷・欠相保護、短絡電流遮断ができる。
- 電動機回路の手動による直入れ開閉できる。
- 定格電流可調整ダイヤルにより、電動機に最適な定格電流値に設定できる。

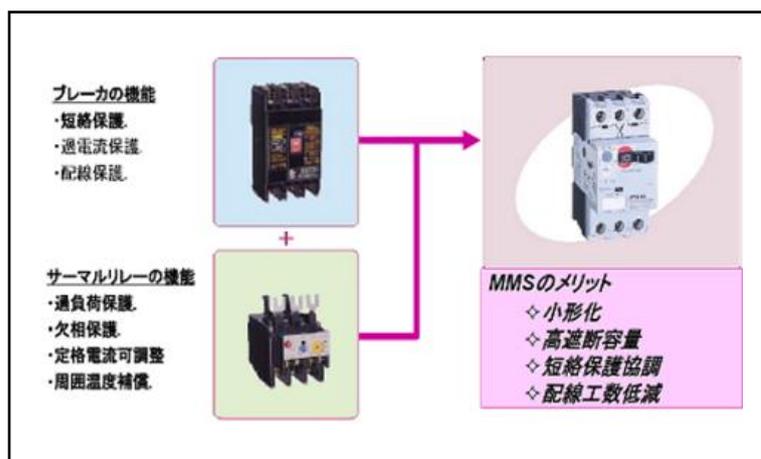


図 15. MCCB とサーマルリレーの機能を一体化

- 外部操作ハンドルとの組合せにより、制御盤の電源遮断器としての用途にも適す。

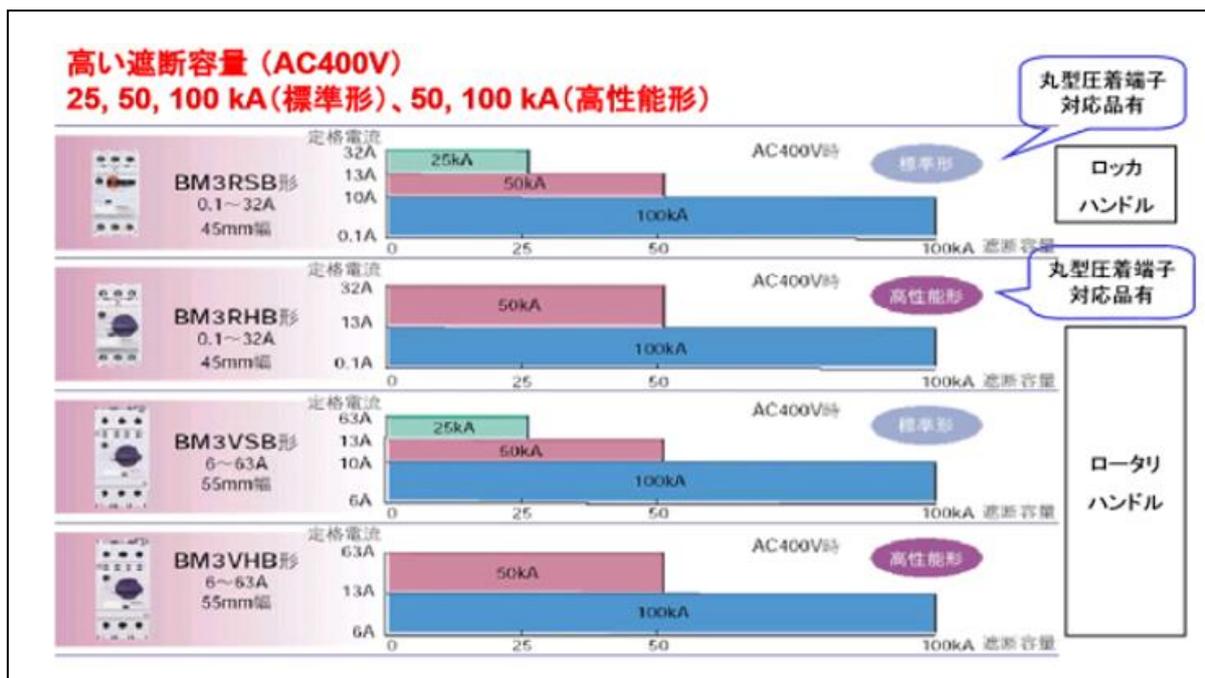


図 16. MMS の製品構成

**【製品例(富士) MMSと電磁接触器を一体化したコンビネーションスタータ】**

制御盤の機器構成をよりシンプルにするために開発された製品として、コンビネーションスタータがある。

従来機器を使用した場合とコンビネーションスタータ使用の場合の機器取付面積を比較すると、図 18. に示すように約半分となる。



図 17. コンビネーションスタータ

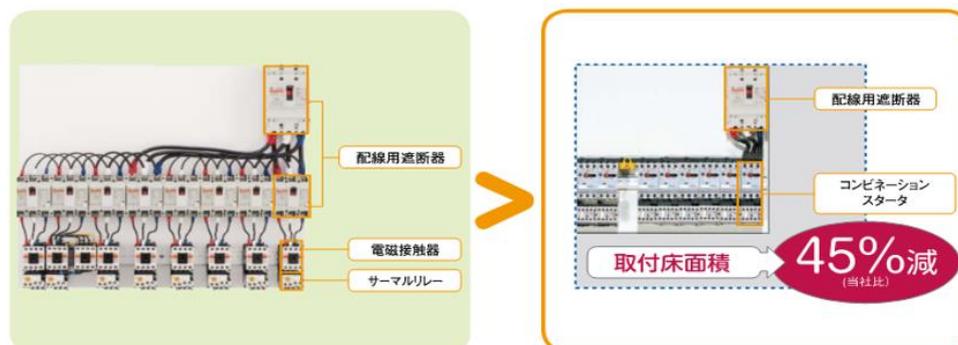


図 18. 従来機器を使用した場合とコンビネーションスタータ使用の場合の取付面積比較

### 【製品例(富士)MMS ブスバーシステム】

主回路配線も含めて制御盤の合理化を可能とするための専用部材として「MMS ブスバーシステム」が提供されている。

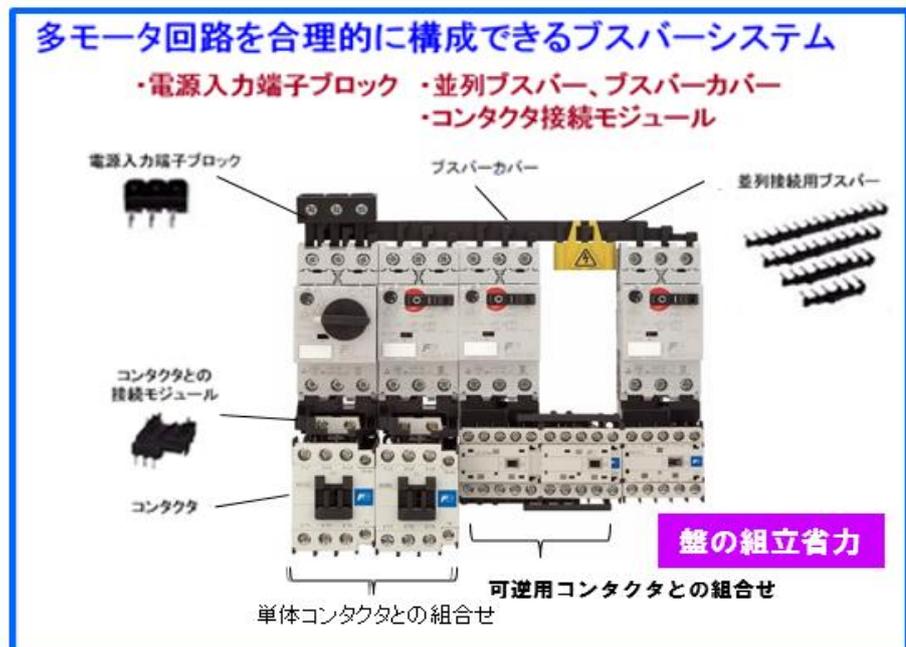


図 19. MMS ブスバーシステム

### 【製品例(三菱) マニュアルモータスタータ MMS 0.1~32A】

新形 MS-T シリーズコンタクトを接続導体ユニットで接続することによりコンビネーションスタータを構成でき、盤内スペースの縮小が可能である。

端子構造改善により配線性の考慮がされている。(図 21.参照)



図 20. 新形 MS-T シリーズと接続導ユニットでコンビネーションスタータを構成



ねじキャッチにてねじが浮いている状態

圧着端子挿入

ねじ締め

丸端子・Y端子共用

図 21. 改善された端子構造

### 【マニュアルモータスタータ MMS に対する当委員会の評価】

- ・45%省スペース化は、盤の小形化に大きな効果がある。  
ただし、遮断容量がオーバースペック、日本では短絡容量 100kA の回路はほとんどない。(大形変圧器を使う欧州や船用ではないか?)
- ・200V 20～25kA クラスで低価格の MMS なら、普及するだろう。
- ・使いやすそうに思うが、欧州向け輸出など使用経験が少なく、改善点を指摘するほど製品に関する知見がまだない。日本でも使える製品を待ちたい。

### ③電磁接触器、電磁開閉器 6～32Aクラス

電磁開閉器においても制御盤の小形化ニーズに対応するために、横幅・高さ・奥行き寸法を押さえた製品や、駆動回路の低消費電力化した製品が増えている。特に PLC のトランジスタ出力回路で補助リレーを介さずに直接駆動できる製品は、制御盤の省スペース化とともに製造工数の削減にも効果が期待できる。

#### 【製品例（富士）小形 6A/9A/12A/18A/22A/32A 電磁接触器、開閉器 SK-series】

制御盤で一番使われる容量の 6～32A をカバーしている SK-series は、設置面積、体積とも大幅に小形化されている。

中でも 12A 以下の SK06～12 は、駆動回路の省電力化は、従来比 DC 回路用で 14%減、AC 回路用で投入 VA 31%減となっている。

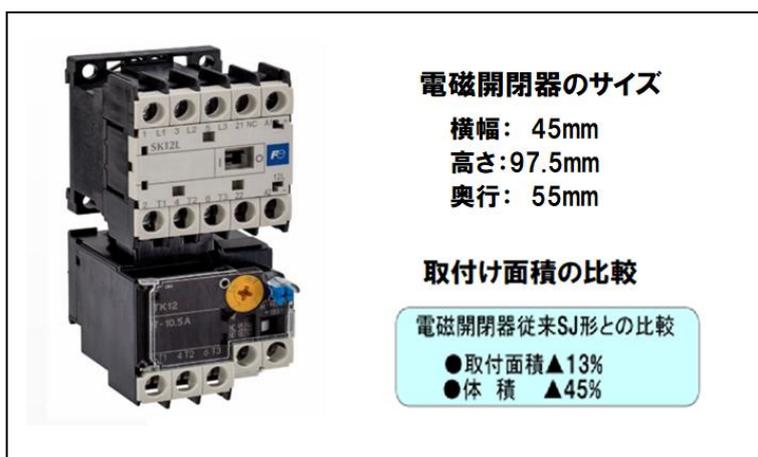


図 22. SK-series 電磁開閉器 SK06～12



図 23. SK-series 電磁接触器の駆動回路の省電力化

また、メーカーでは MMS と SK-series 電磁接触器を組み合わせると取付け面積が 45%減り、さらに配線工数は 90%減るとして推奨している。

従来はサーマルリレー制御回路配線後では制御線が障害となり、主回路配線は困難だったが、SK-series では、制御線が干渉しない構造を採用するなど、制御盤メーカーからの細かなニーズに対応するなど、素人目には分かりにくい工夫が見られた。

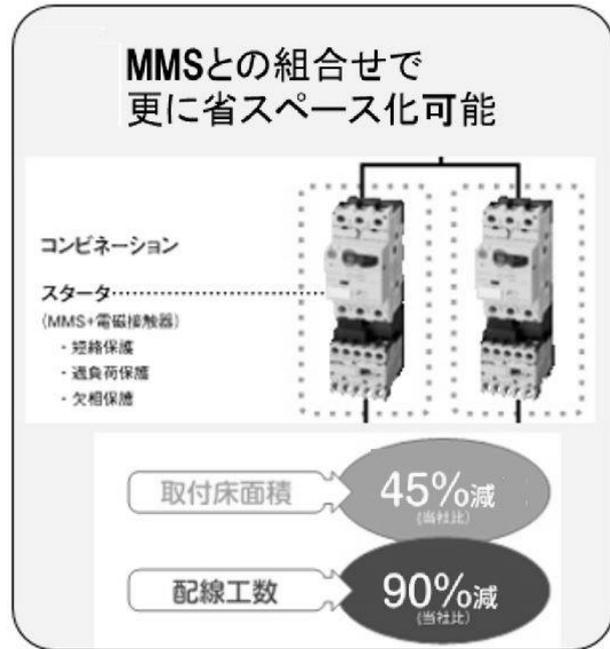


図 24. SK-series 電磁接触器と MMS を組合せた電動機駆動回路



図 25. 制御盤メーカーからの細かな要求を取り入れた SK-series

**【製品例(三菱)11A/13A/20A/25A 電磁接触器、開閉器 MS-T シリーズ】**

電磁接触器、開閉器の新形「MS-T シリーズ」では、横幅寸法を従来形に比べて大幅に小さくした。(表 8.参照)

表 8. 電磁接触器、開閉器 MS-T シリーズの新旧比較

フレームサイズ		11A	13A		20A	25A
従来形 MS-Nシリーズ	正面図	 S-N10	 S-N11(補助1種)	 S-N12(補助2種)	 S-N20	 S-N25
新形 MS-Tシリーズ	正面図	 S-T10	 S-T12(補助2種)	 S-T20	 S-T25	

追加発売  
 ・32Aフレーム新設  
 ・35A, 50A, 65A,  
 80A, 100Aフレーム

また、10A フレーム品では、横幅を 36mm として、高密度設置を可能としている。(図 26. 参照)

PLC のトランジスタ出力でダイレクト駆動可能な(13A~32A フレーム直流操作機種)では、コイル消費電力の低減を実現し、DC24V、0.1A 定格のトランジスタ出力でダイレクト駆動が可能になり、インタフェース用リレーは不要となった。(図 27. 参照)



図 26. 電磁接触器 10A フレーム S-T10



図 27. 電磁接触器 SD-T12~32 の駆動回路消費電力

**【小形電磁接触器、開閉器に対する当委員会の評価】**

PLC の Tr 出力で直接駆動できればリレーを省け、部品コスト、盤小形化、組立コストなどコスト削減効果は大きい。

個別製品へのコメントは次のとおり。

- ・ 富士 SK-series は、省スペース効果が大きい。
- ・ 富士 SK-series は製品のカバーレッジが 200V 6.5kW までと充実。オプションも充実しており、魅力を感じる。配線のしやすさへの配慮など細かな気遣いも好印象。

- ・ 三菱の MT シリーズは横幅の縮小が魅力的。端子カバーの着脱構造の改良を望む。
- ・ 富士、三菱とも MMS との組合せが魅力的。日本で使える MMS のセットでも製品化に期待する。

### 3-4. 組立工数削減の視点からの合理化技術・製品

当委員会が調査した中から、「制御盤の組立及び配線作業において省工数に寄与する技術・製品」として有望と判断したものについて本項にまとめた。

それらを総括すると、表 9.のとおりとなる。

スプリング端子(ねじなし端子)採用機器は、振動が発生する環境下で運用することが多い【Ⅰ.機械内蔵の制御盤】や【Ⅱ.専用加工組立ラインの制御盤】の分野では、既に採用が進んでいるが、一方【Ⅲ.大型工場設備の制御盤】や【Ⅳ.建築・公共設備の制御盤】の分野ではいまだ浸透しているとは言い難い。スプリング端子(ねじなし端子)製造団体が今後積極的に、これらの分野へ「耐振動緩みや増し締め作業不要の機能」の周知活動を行い、普及を図ることを期待している。

表 9. 組立工数削減に効果のある製品や技術

	合理化対象	有望な製品や技術	コメント
1	機器の取付け工数の削減	IEC/DIN35mm レール取付対応の機器	既に多くの機器で採用している
2	主回路の接続工数の削減	主回路ブスバーリンクシステムを備えた機器	主回路の接続を標準部材で簡単にできる
		MMS など複合化システム機器	機器取付けねじ数や接続点が大幅に減少
		やわらか電線(矢崎)や絶縁フレキシブルブスバー(タイコ)などの新部材	非力な女性作業者でも主回路配線が容易な配線部材
3	制御回路の接続工数の削減	スプリング端子採用機器	当委員会の # 1 調査研究報告書に示したように、配線工数の節減効果が大きかった

#### 3-4-1. IEC/DIN35mm レール取付対応の機器

制御リレーやタイマ、カウンタなど制御機器用ソケットや組立端子台は既にほとんどの機器が IEC/DIN35mm レール取付対応となっている。今回の調査対象の機器も同様であった。

表 10. 機器メーカーから合理化提案のあった機器のレール取付対応状況

機器カテゴリ	IEC/DIN35mm レール取付対応の機器
1 入出力インタフェース	インタフェースリレー RV8Hシリーズ (IDEC)、G2RV-SR(オムロン) サージ防護デバイス MD7 シリーズ(エムシステム技研)、TERMITRAP TT シリーズ(フェニックスコンタクト)
2 制御盤用小形 MCCB,ELCB	G-TWIN Λ-series (富士)、WS-V シリーズ F Style 及び FA シリーズ(三菱)
3 MMS 等	BM3(富士)、MMP-T32(三菱)
4 小形電磁接触器、電磁開閉器	SK-series (富士)、MS-T series(三菱)

### 3-4-2. 複合化システム機器やブスバーリンクシステムを備えた機器

MMS やコンビネーションスタータなどの複合化システム機器は、個別機能の機器を用いるより取付工数は削減できる。さらに、ブスバーリンクシステムを備えた機器にあっては、主回路配線の工数も大幅に削減が可能となる。制御盤の合理化の1つの方向を示しているといえる。

### 3-4-3. 制御盤用小形電磁接触器、電磁開閉器

古くから制御盤の主役として使われてきた電磁接触器・電磁開閉器についても、最近では制御盤メーカーの使い勝手に焦点を当てた新製品が目立つ。その代表的な例を次に示す。

- ・ユニット化された付属品・オプションを揃え、多様な仕様への対応性の向上
- ・駆動コイル電圧の使用電圧範囲を拡大し製品在庫や調達を合理化
- ・主回路配線と補助回路配線の電線干渉しない端子配列



図 28. ユニット化された付属品(富士 SK の例)

成熟した製品分野だけあって細かな配慮がされているが、中には「IP20 対応の端子カバーを標準装備」されているが、接続後に接続緩みの目視検査をするには端子カバーを外す必要があり、その製品の場合は「構造の問題で外すのに手間がかかりすぎる」というものもあった。この製品については早急に改善することを望みたい。

### 3-4-4. 新しい主回路配線部材

主回路配線部材の新しい素材として、「やわらか電線 EM-IC (矢崎エナジーシステム)」と「絶縁フレキシブルブスバー(タイコ:アイソラムズ)」について調査した。

#### ① やわらか電線 EM-IC (矢崎エナジーシステム)

主回路の配線には通常 IV 電線を用いるが、サイズが大きくなると、曲げるのに大きな力を必要とし女性作業者には負担となる場合が多い。

当委員会メンバーより、「やわらか電線」と称する電線があるとの情報があり、その詳細をメーカー(矢崎エナジーシステム)に問い合わせた。



図 29. やわらか電線 EM-IC

#### 【やわらか電線 EM-IC の特徴】

次のとおりである。

- ・IVの同サイズと比較すると外径が細い → 約 4~11%細径化

- ・IVと比べ許容電流が上げられるため、サイズダウンによる低コスト化が可能
- ・やわらか電線 EM-IC は IV と同様に跳ね返りが少なく、作業時の「けが」や機器破損に対するリスクを軽減できる(図 30.参照)
- ・曲げた形を維持できるため安全性・操作性が向上
  - ケーブルの取回しがスムーズなため、端子挿入、狭い場所での作業が容易
- ・配電盤接続の時間短縮が可能
- ・環境にやさしい
  - 燃焼時に有害なガスを発生しない

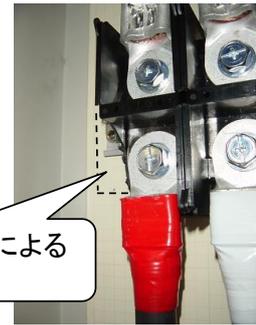


図 30.太いサイズの IV 電線での問題点

表 11. EM-IC の仕様

サイズ mm <sup>2</sup>	導体形状	導体 外径 mm	絶縁体 厚さ mm	仕上 外径 (参考) mm	色
60	円形圧縮	9.3	1.5	12.5	黒・黄
100	円形圧縮	12.0	2.0	16.0	黒・黄
150	円形圧縮	14.7	2.0	19.0	黒・黄
200	円形圧縮	17.0	2.5	22	黒・黄
250	円形圧縮	19.0	2.5	24	黒・黄

表 12. EM-IC と IV との比較

サイズ mm <sup>2</sup>	外径		許容電流(周囲温度40°C)	
	EM-IC mm	IV mm	EM-IC A	IV A
60	12.5	14.0	279	177
100	16.0	17.0	384	244
150	19.0	21	509	323
200	22	23	605	384
250	24	26	717	455

やわらか電線 EM-IC は、絶縁体に架橋ポリエチレンを使用して仕上り外形を4~11%細くし、配線スペースを押さえる効果大きい。

電線に曲げ荷重をかけた場合の変形量と荷重除去後の変形量を計測したデータを図 31.に示す。矢崎エネルギーシステムの製品の場合は EM-IC と IV は略同値である。IV 同士の比較では、他メーカーの IV と比べて変形しやすいことが分かる。

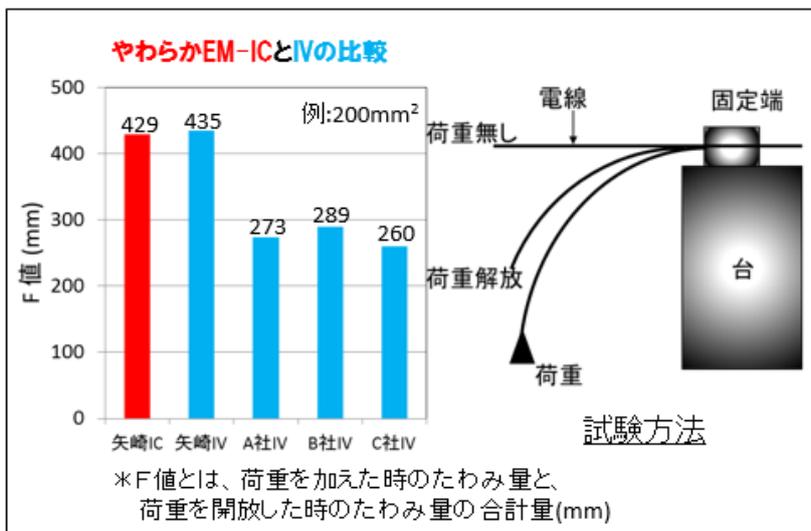


図 31. 電線の荷重-たわみ量及び塑性変形量の比較

## 【やわらか電線 EM-IC に対する当委員会の評価】

EM-IC は省スペース化に向く電線であり、曲げやすさを求めるなら図 31.のデータから矢崎エナジーシステムの IV が最も優れている。

## ② 絶縁フレキシブルブスバー(タイコ:アイソラムズ)

米国の製品であるが薄い銅板を積層して可撓性を持たせた主回路導体として、絶縁フレキシブルブスバーがある。最近では電気自動車などへ搭載されているという。



図 32. 絶縁フレキシブルブスバー(タイコ:アイソラムズ)

### 【絶縁フレキシブルブスバーの特徴】

- ・ 配線距離の短縮化  
→ 電線と比較し柔軟性が高いため、許容曲げ半径を小さくすることができる。しかも圧着端子不要となり盤内の配線用スペースを大幅に削減でき、総配線距離の短縮に貢献。
- ・ 電線よりも大きな通電容量を確保  
→ 軟銅を複数枚重ねた積層構造。表皮効果による実効抵抗を低く抑えることができ、同じ導体断面積の電線と比較して、より大きな通電容量を確保。
- ・ RoHS、UL に適合する優れた絶縁性能  
→ 自己消化性の黒色塩化ビニルを素材とした絶縁体は RoHS、UL などの各種規格に適合。高い絶縁素材により高温環境下での仕様が可能(バー表面仕様温度:-40~+105℃)。
- ・ ケーブルや裸銅ブスバーに比べ温度上昇が小さい。

### 【絶縁フレキシブルブスバーの仕様】

- ・ バー表面使用温度：-40℃~+105℃
- ・ 使用電圧：1,000V
- ・ フラッシュオーバーまでの15分間耐電圧(50Hz)：
  - 絶縁被覆-対地間 >15,000V
  - 二導体間(絶縁体接触状態) >30,000V
- ・ UL 67, 1581, 1583 準拠
- ・ RoHS 欧州指令準拠

### 【絶縁フレキシブルブスバーに対する当委員会の評価】

- ・可とう性に優れ、手で曲げることが可能で配線接続作業の時間短縮が図れる。また、許容曲げ半径は同導体断面積をもつケーブルに比べて小さいため省スペース化に貢献できる。
- ・JIS C 8480、JIS C 4620 による導体サイズ選定の基準から外れるため、国土交通省の標準仕様書の要求事項を満足できない。分電盤制御盤キュービクルのカテゴリーで製作するためには規制緩和が必須。→ 現状では、選定し難い。
- ・電線と比較すると加工の工数大幅に増える(使用現場の声)。手工具又は手作業でクセ付けできる所も、全てバイスやベンダー、切断機など機械が必要。圧着端子不要といっても、ドリルなどでの穴開け工程の方が数倍の手間がかかる。→ 量産品にはよいが、単品モノ・受注生産型の製品には適さないという意見が多数を占めた。

### 3-5. 改造・増設容易性や保守の視点からの合理化技術・製品

制御盤は納入した後に変更や改造の行われることや、長期間使用される設備は維持管理のために機器を交換するケースは多い。

当委員会は調査した機器や技術について、「変更や改造」と「機器の交換」への対応の2つに分けて検討評価した。

#### 3-5-1. 制御盤の変更や改造への対応

納入後に制御回路の追加や変更などのニーズがある【Ⅱ.専用加工組立ラインの制御盤】や【Ⅲ.大型工場設備の制御盤】の分野では、将来の改造や増設に備えるスペースをあらかじめ確保しておく配慮が必要である。そのために省スペース化に効果の高い機器や技術は有用である。

今回調査した省スペースに効果のある機器の採用することにより、同一サイズの制御盤なら将来予想される追加や改造のためのスペースを容易に確保できるメリットがある。

#### 3-5-2. 制御盤の機器の交換への対応

使用頻度の高い制御機器の寿命到達前の交換作業はもとより、長期間使用される設備は開閉など消耗する動作がない機器でも、維持管理のために機器を交換する必要がある。

定期的な交換が必要な制御リレーなどはソケットとの併用で簡単に機器交換できるように既になっているが、MCCB に代表される静止保護機器や設置後 10 年以内に交換が求められる INV、技術進歩に伴う世代交代の速い PLC や SV などは注意が必要である。

##### ・太い回路配線を伴う主回路機器

既存制御盤の機器を小形化された省スペース機器に代替する場合で、特に主回路機器は太い主回路配線を伴う回路の場合には、端子台位置が従来品と大きく異なり、既存配線が使えない場合がある。その場合主回路配線の再配線が必要となり大きな改造工数が発生する場合が多い。➡太い主回路配線のある MCCB などを交換する場合は、機器取付け互換や電線接続の適合サイズに注意し、機器メーカーに互換製品又は互換対策用部品の提供を求めた方が多い。

### ・PLC の I/O など制御配線数が多い機器

制御配線数が多い機器の場合は、既存の制御盤側の着脱端子やコネクタが使えないと、交換作業に改造作業並みの工数が発生する。 ➡着脱端子やコネクタの互換性に留意し、機器メーカーに互換製品若しくは互換対策用部品の提供を求めた方が多い。

### 【改造・増設容易性や保守の視点からの当委員会の評価】

制御の高度化や省スペース化など制御技術の進歩は今後も続くし、それ自体は歓迎する。

しかし、機器メーカーには、MCCB、INV などの主回路機器や PLC、SV などについては、制御設備寿命を考慮した製品寿命設定又は交換用製品の供給期間の設定を望む。互換性のない製品にモデルチェンジする場合は最低でも互換アダプタの供給を望む。

### 3-6. 信頼性・設置容易性の視点からの合理化技術・製品

本項ではこれまで調査した「信頼性・設置容易性の課題を解決する技術・製品」について、当委員会が有望と判断したものを取り上げた。図 33.は、4 分野の制御盤についての信頼性・設置容易性の視点からの課題を整理したものである。

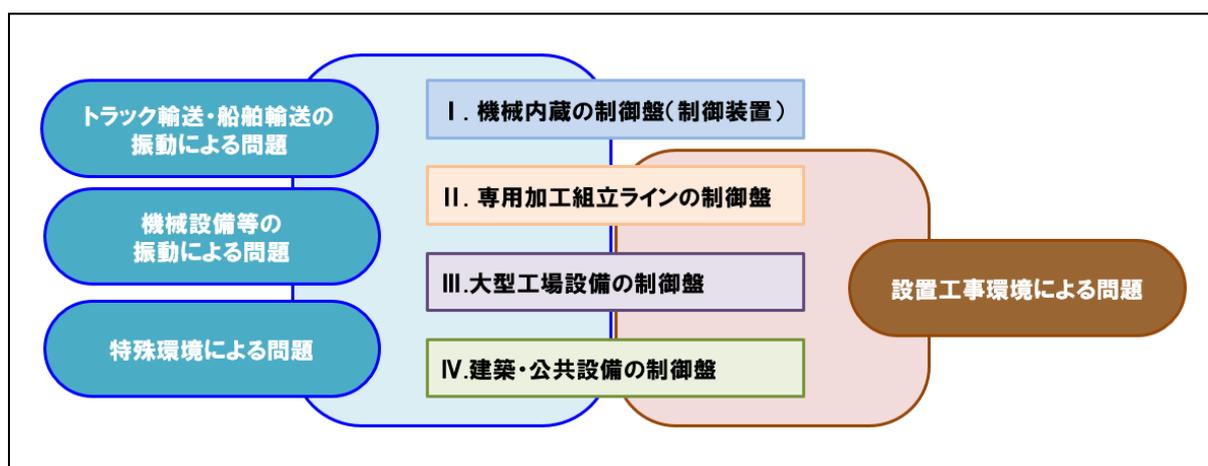


図 33. 各分野の制御盤がもつ課題

#### 3-6-1. 振動に伴うねじの緩み対策技術

一番に当委員会が着目したのが、振動に伴う接続ねじの緩みの問題である。車両や振動する機械に搭載された制御盤は

以前から重要な問題として認識され対策が行われてきたが、一般の制御盤にあってはまだまだその認識は低く、①制御盤製作時にトルクドライバーを用い締付けトルクを管理する、②制御盤製作時にねじの締付け状態をチェック後に印をつける、③制御盤設置後に定

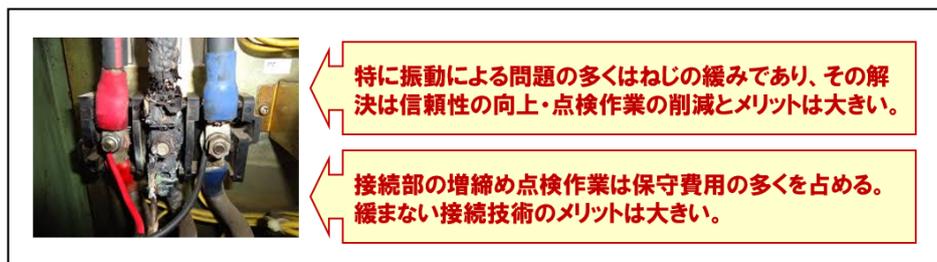


図 34. 振動に伴うねじの緩みの問題

トルクを管理する、②制御盤製作時にねじの締付け状態をチェック後に印をつける、③制御盤設置後に定

期的に増し締め作業(メンテナンス)を行う・・・などの対策がとられる程度である。

その抜本対策について当委員会は、「制御盤製作の省コスト化の研究 Part 1(#1): 配線接続の合理化に関する調査報告書」にて示した「ねじなし接続方式についての接続作業の省力化効果の実証検証結果や接続緩みが生じない構造による接続信頼性向上や増締め保守作業の省力効果」が、接続作業の合理化と同時にこの課題を解決する技術・製品だと発表した。

以下同報告書と重複する部分があるが、振動に伴うねじの緩みの課題を解決する技術製品について今回調査した内容について述べる。

### ① ねじなし端子台

スプリングクランプ式端子台を世界で最初に開発した WAGO 社の例を以下示す。(配線接続工数低減効果は#1で調査報告済み。)

#### 【製品の特徴】

- ・スプリングの力で接続電線を端子導体に押し付けて接触を維持する構造。(図 35.)
- ・接続した電線を引き抜く力も端子台の規格値を十分クリアできている。
- ・ねじ接続の欠点である振動による緩みがない。
- ・締付けトルク管理や増し締め保守が不要。

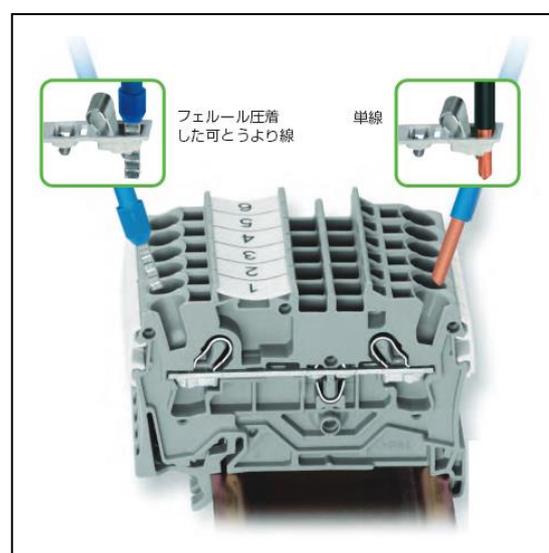


図 35. ねじなし端子台の構造 (WAGO)

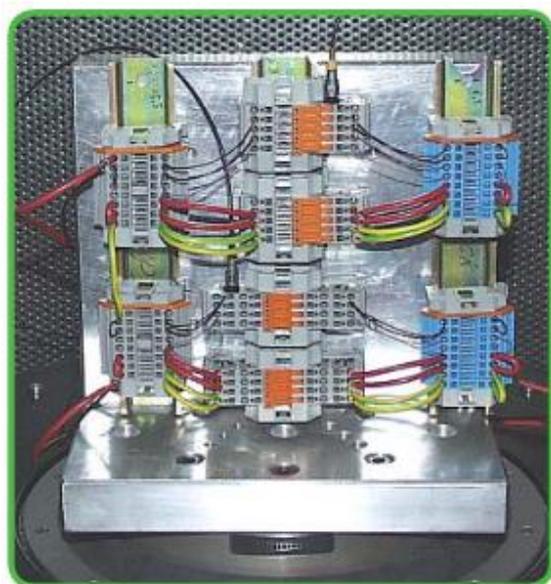


図 36. 振動試験の様子 (WAGO)

#### 【振動試験】

機械設備で発生するような連続振動を加えて、電氣的又は機械的に障害が発生しないか試験中の端子台を図 36.に示す。

## 【衝撃試験】

制御盤の運搬時や設置時に生じる衝撃力に対する試験＝衝撃試験を行っている様子を図 37.に、衝撃力のデータを図 38.に示す。

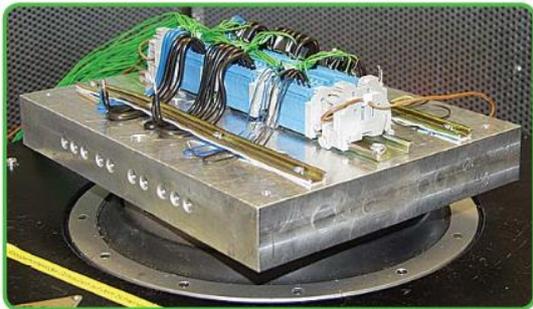


図 37. 衝撃試験の様子 (WAGO)

古くは鉄道車両や信号装置などで採用が始まったが、現在は主に機械制御盤や組立ラインの制御盤で採用が増えている。

大量にねじ接続機器を使っている大手エンドユーザーでも、「増し締め保守の省力化」のため採用している。

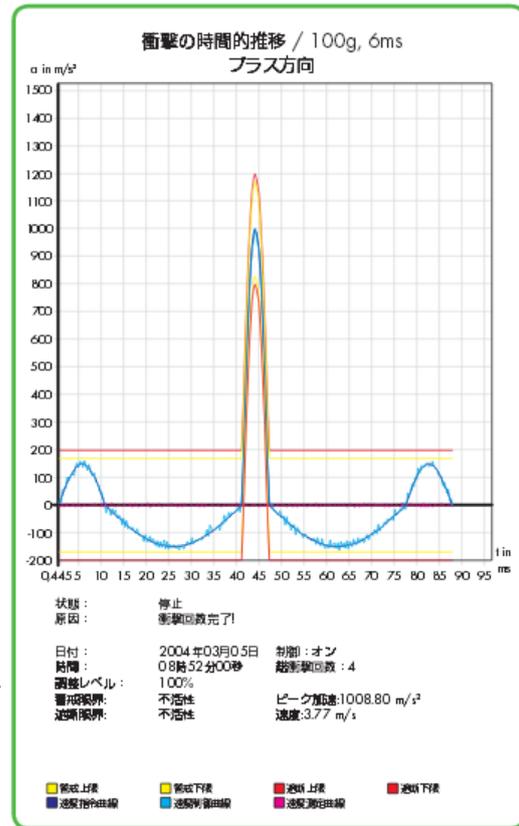


図 38. 衝撃試験データ (WAGO)

## ② ねじなし制御機器

最近では国内メーカーからもねじなし端子台が発売されている。

さらに、最近ではねじなし接続構造をもつ制御機器が多数販売されて注目されている。

プッシュイン接続とは、フェルールと呼ばれる円筒形の端子を電線素材に被せて圧着し、接続部を棒状に成形することによって、ねじなし端子に工具を使用せずに接続できるようにした製品である。



図 39. スプリングクランプ端子式リレーソケット (IDEC)とプッシュイン端子接続機器 (オムロン)

## 【ねじなし接続の制御機器に対する当委員会の評価結果】

- ・接続端子部は、ねじなし方式の採用により、配線工数低減効果あり (JSIA 調査済)。
- ・ねじ接続の欠点である振動によるねじ緩みがなく締付けトルク管理が不要で信頼性が向上する。
- ・端子台、リレーソケットなど配線接続点数の多い機器を中心に広まっているが、制御盤全体の信頼性向上に、他機器 への採用拡大を期待する。

### 3-6-2. 設置の容易性に貢献する製品

ねじなし接続の普及は制御盤製造の合理化のみならず、接続信頼性や保守の合理化に寄与するが、一方その普及には課題も残っている。

それは「制御盤製作の省コスト化の研究 Part 1 (#1): 配線接続の合理化に関する調査報告書」の9. まとめて示した課題の1つ、外部配線にまつわる次の問題である。

#### 【外部端子配線】

これまでの3つは盤内配線であり、これらはJSIA 会員企業の業務であったが、外部端子よりフィールド側の配線作業は、電気工事業者によって行われる。盤内配線に関わる改革は、JSIA がユーザや機器メーカーとその所管団体と協力して推進することが可能だが、電気工事に当たる部分は当該事業者、団体に依存せざるを得ない。接続文化の改革ともいえる「スプリング端子」方式の採用など大きなテーマであり、容易には進まないと考えられるので、当委員会としては、①「電気工事業界へのスプリング端子の技術情報の積極的提供」と、②「盤内側はスプリング端子で盤外側は従来のねじ端子をもつ端子台」の製品化を端子台メーカーに要請・検討を依頼することにした。

当委員会の要請に応じて、この調査研究 Part 1 (#1) の活動中に次の製品の提案があった。

#### ① BT シリーズ端子台(フェニックス・コンタクト)

丸形やY形の圧着端子による接続ができる端子とねじなし端子備えた複合端子台をフェニックス・コンタクト社が製品化した。

図40.のAサイドは従来端子構造をもち、Bサイドは

#### A 盤外部接続

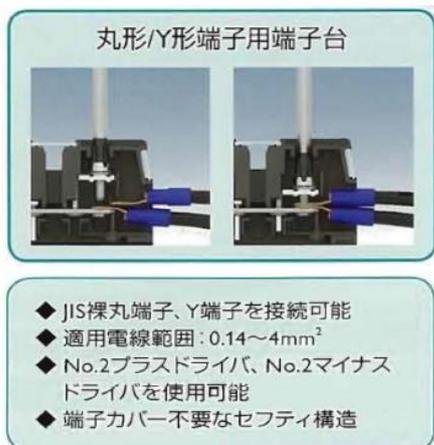


図 41. 盤外配線用端子の構造

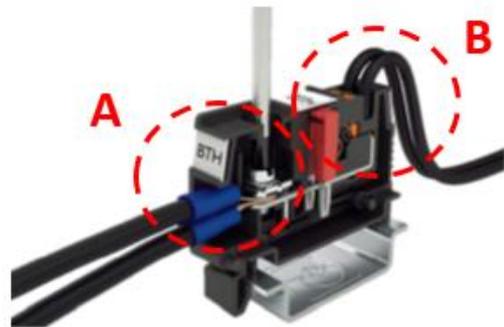


図 40. BT シリーズ端子台

ねじなし端子構造を備えた製品である。

これにより、制御盤メーカーは盤内に合理的なねじなし端子接続ができ、不慣れな電気工事業者は従来の接続方式を踏襲できる。日本国内でねじなし端子が普及するまでの経過処置として、その効果が期待できる。



図 42. 盤内配線用端子の構造

また、同製品には制御盤の端子台間で渡り配線(コモン接続)などが多いことに着目して、「FBSブリッジバー」と呼ぶ極間接続部品も併せて製品化している。



図 43. FBSブリッジバー

③ TWEU20(春日電機)

やはり丸形やY形の圧着端子の接続できる端子とねじなし端子を備えた複合端子台が春日電機でも製品化されていた。

※ 春日電機(株)は、2017年10月1日より、(株)パトライトに社名変更。

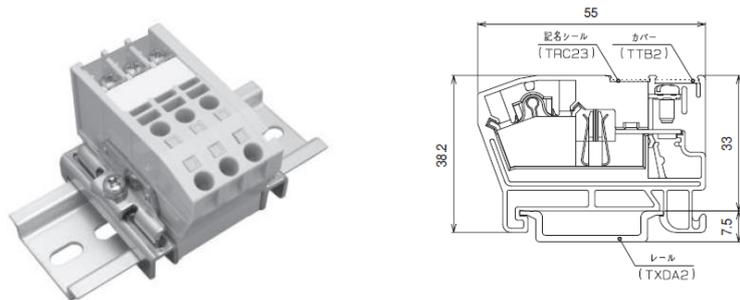


図 44. TWEU20(春日電機)

この製品は以前から販売されていたが、当委員会の調査研究 Part 1( # 1)が公表されるまで、ほとんどその存在が知られていなかった。

表 13. TWEU20 の仕様

絶縁電圧	600V
定格適合電線	φ 0.4～1.6mm (AWG26～14) 0.13～2mm <sup>2</sup> (AWG26～14)
定格通電電流	20A
インパルス耐電圧	6000V
難燃グレード	UL94V-0

#### ④ 離式端子台 TKS15 シリーズ(春日電機)

調査研究 Part 1( #1)の中で、「設置工事時の配線ミス防止と現地工事期間短縮のため、制御盤への外部配線をコネクタ方式でやりたい」という要望が出ていたが、本製品はそのニーズに対応した製品の 1 つとして注目に値する。

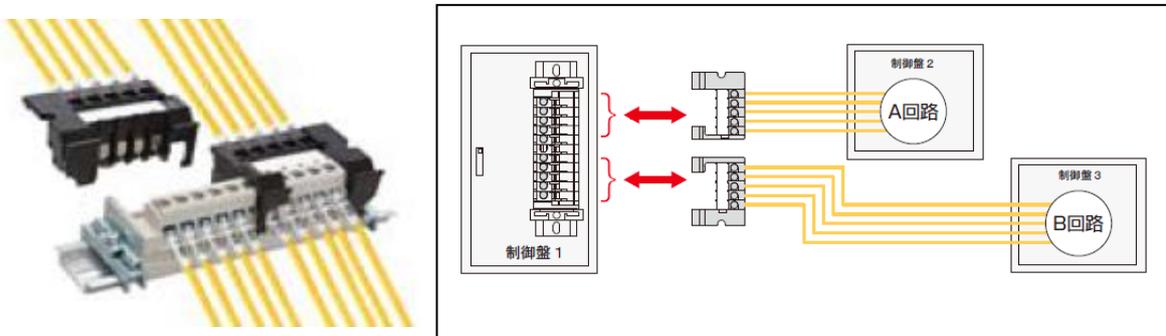


図 45. 分離式端子台 TKS15 シリーズ

### 3-6-3. 特殊環境への対応部材 ……容易に信頼性の向上が図れる部材

今回の調査研究の中で、リタール社から凝固水対策用部材と EMC 対策用部材の提案があり、当委員会はこれらの部材は制御盤を製作するうえで、有用な部材だと判断したので紹介する。

表 14. 凝固水対策用部材(リタール)

<p><b>排圧ストッパー</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>●密閉された盤筐体が周囲温度の変化にさらされると、筐体内は気圧の差によって凝固水が発生することがある。メンブレンパッキンは気圧の差やそれによって生じる凝固水の発生をできる限り防ぐ</li> <li>●外部からの湿気の侵入を防ぐ</li> <li>●気圧差70mb(=7kPa)の場合、最大120リットル/時間の通気性</li> </ul>
<p><b>凝固水排水器</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>●盤筐体内で発生した凝固水の排水器具</li> <li>●逆流防止の構造をもつ</li> </ul>

表 15. EMC 対策用部材(リタール)

<p><b>EMC仕切りパネル用シールドパッキン</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>●EMC仕様の筐体を連結する場合の遮蔽用。このパッキンにより導電接触が可能</li> <li>●材質:導電性被覆を施した発泡ポリウレタン</li> </ul>
--	--

### 3-7. 制御盤の新たな構成方法・アイデアの視点からの合理化技術・製品

制御盤の主構造材にアルミ押し型材を用いる「E-T-A社のジョーダクトシステム」及び「SUS社のスケルトンラック」と、制御盤構造体を溶接でなく接着によって製作する新技術「YKイノアスの接着・リベット併用組立法」について調査した。

#### 3-7-1. E-T-A社 ジョーダクトシステム

ジョーダクトシステムは図46.に示すように、制御配線を通す多穴を有する中板上に、ヒンジ構造をもちチルト可能な35mmレールを浮かして設置できることを特徴とする制御盤の構成部材である。

##### 【ジョーダクトシステムの特徴】

- ① 中板と機器間のスペースを配線スペースと盤内対流用空間として利用することにより、盤面積の低減(省スペース化)と縦方向の通風性向上(冷却効果の増大)が図れる。
- ② 配線はダクトを使用せず、縦・横・斜めなど最短距離で自由に行える。これにより大幅な配線長の低減(電線コスト低減、EMCリスクの低減)や配線工数の低減ができる。

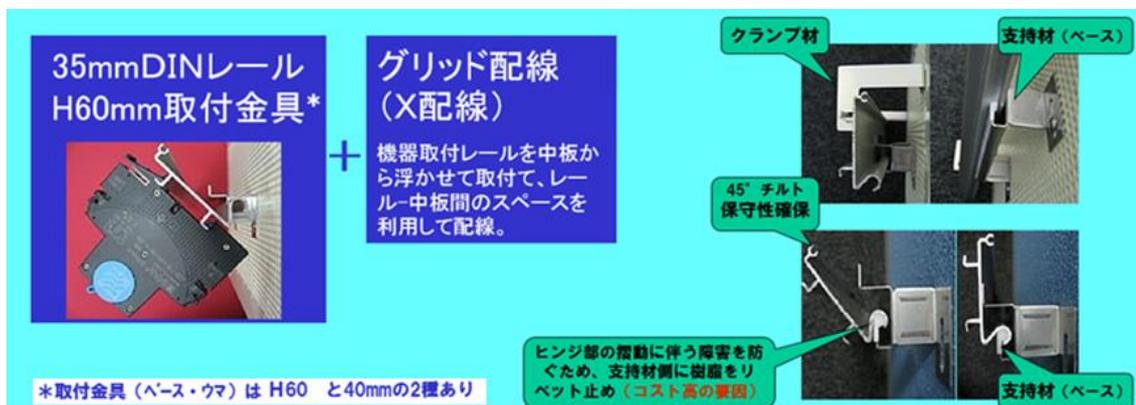


図 46. ジョーダクトシステム(E-T-A社)

この発想は、欧州で見られる制御配線方式であるグリッド配線(X配線ともいわれる)を拡張したアイデアと思われる。配線は2人一組で、1人は背面に回って作業する。日本では設置後の改造や保守時の作業性の問題が指摘され、普及していない。

表 16. 欧州で見られる制御配線方式

グリッド配線	<p>背面配線方式・・・電線を横・縦・斜に自由に通して配線</p> <p>機器</p> <p>配線スペース 通線穴付中板の裏面の空間</p> <p>通線穴付中板(メッシュまたはスリット)</p> <p>最短距離で配線できる。通線穴により、配線と機器の関係性を明確にできる。2人1組での作業となる。盤背面アクセスできることが保守上必須。</p>
ダクト配線	<p>日本同様に配線ダクトや束線バンドを使って前面で配線</p>

**【参考】**

制御配線の接続手順は、日本の場合は「制御線をあらかじめ配置(ダクト内を通す、量産品では型枠=テンプレートで配線を作り込む)してから、機器毎に接続する」方式が一般的なのに対して、欧州では図 47.に示す「Point to Point 配線方式」が採用される場合が多い。

**【当委員会のジョーダクトシステムに対する評価】**

当委員会は盤の小形化や設置スペースの制約ニーズの強い【Ⅰ.機械内蔵の制御盤】や【Ⅱ.専用加工組立ラインの制御盤】の分野では、グリッド配線方式の採用とともに合理化の可能性が高い技術との評価もある一方、耐振動など強度面での設計条件の諸データが未整備では現状は導入できないという意見が多数を占めた。保守や改造作業も影響が大きいので、エンドユーザの理解も普及の要件となる。

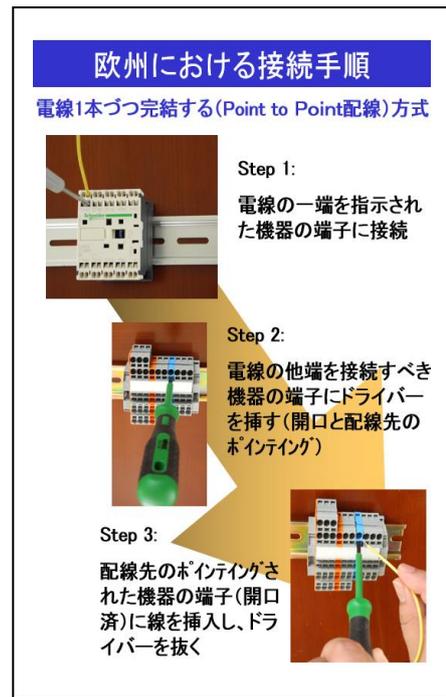


図 47. Point to Point 配線方式

表 17. ジョーダクトシステムに対する評価

	ジョーダクト方式	従来方式	評価・コメント
盤面積	○	×	設置後の改造を考慮し、盤スペースには予め余裕を持たせる仕様であっても、同一機器を収納するという前提に立てば、ジョーダクト・スプリング端子方式が有利。
		△	DINレール取付け機器の採用割合が低い一般的な制御盤の場合の省スペース化効果は限定的。
冷却効果	○	△	DINレールに取付けられる小型機器の発熱が問題となるケースは少ない。
配線長	○	×	ジョーダクトと云うより、グリッド配線(X配線)方式の効果。
対EMC	○	×	ジョーダクトと云うより、グリッド配線(X配線)方式の効果。
配線工数	—	—	グリッド配線(X配線)方式とダクト使用バッチ配線方式の比較検証がある。スプリング端子装備機器の普及度合いや配線方式の違いの影響が大きい。
配線外観	×	○	他の利点を考慮して、ユーザの理解が得られるか今後調査がいる。
	—		若し、グリッド配線(X配線)方式の利点が多いなら業界(JSIA)として、推進する意味は大きい。
コスト(ハード)	×	○	ジョーダクトの取り付けレールをチルトさせる構造が主なコスト高要因。
	—		単なるウマ金具ならコストは安い。(E-T-Aの特許回避も可) DINレール取付け機器とネジ取付け一般機器が並存する現実的な制御盤でも適用が容易。
保守改造	△	○	機器の後ろ側を横・縦・斜に自由に通して配線するグリッド(X)配線方式は、ダクト配線と較べると作業はやや難しい。
	×		背面配線方式を採用した時は、制御盤背面からのアクセスが必須となる。
総合評価			盤面積・配線長・EMCの利点は、スプリング端子装備機器採用とグリッド配線(X配線)方式の効用によるものが大半。 ジョーダクトの効用は、前面配線・前面保守にあり、これとコスト増との対比で検討すべきもの。

### 3-7-2. SUS 社 スケルトンラック

スケルトンラックは図 48.に示すような断面をもつアルミ押し型材を組合せることにより制御盤の筐体を構成する。その構成例を図 49.に示す。名称の示すとおりラックを構成する骨組みだけで、制御盤の筐体を構成し、カバーやドアなどの感電保護や防塵などの機能は組み込む機械や装置に依存するというアイデアである。したがって、用途は【Ⅰ.機械内蔵の制御盤】や【Ⅱ.専用加工組立ラインの制御盤】の分野に限られ、それらの機械や装置の内部組み込むケースを想定している。

#### 【スケルトンラックの特徴】

- ① 制御に必要な機器類を 35mmレール取付けできるラック構成材である。
- ② スケルトンラックはアルミ押し型材できており、必要な長さに切断し、ねじを使うだけで簡単にラックを構成できる。
- ③ 感電保護や防塵などの機能はもたず、他に依存する。



図 48. スケルトンラックの構成部材の断面

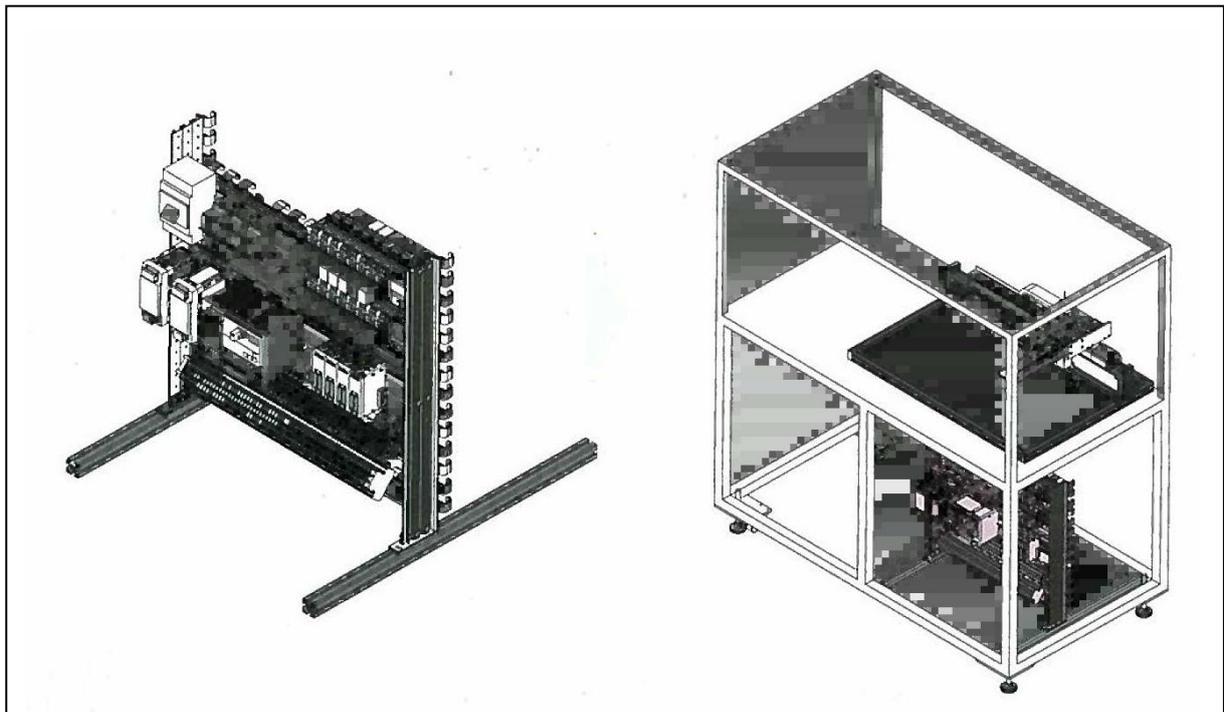


図 49. スケルトンラックを使った制御盤筐体例

SUS 社の説明によれば、図 50.に示すメリットがある。この他、①アルミ材のため軽量化できる、②機器類が表裏両面に取付けできる、③配線長も最短にできる・・・などの特長があるとしている。



図 50. スケルトンラックのメリット(SUS 社)

### 【当委員会のスケルトンラックに対する評価】

当委員会はスケルトンラックを調査し、機械装置組込み用の小形制御盤に向き、前述のジョーダクトシステムを一步進めたものと評価したが、同時に表 18.に示す問題点について SUS 社に課題として改善に取り組むよう促した。しかしそれに対して、SUS 社は制御盤メーカーに部材の販売はしない方針と当委員会に回答があり残念な結果となった。しかし、その後 ※1～3 に対しては前向きな連絡があった。

表 18. スケルトンラックの課題

課題	1 強度アップ	現状は、軽量の制御機器の搭載に限定され、強度アップが必要。 ・ダクトDINタイプ :W:800mm の場合で最大8kg ・ダブルDINタイプ :W:600mm の場合で最大3kg ※1
	2 耐振性	垂直フレームとDINフレームの取付け部は、振動があるとガタ・ユルミの発生が懸念される。機器取付け状態での試験は未実施状態。 ※2
	3 加工性	フレームの切断面は高い加工精度が要求される。したがって、加工は全てSUS社のオーダ加工となる。
	4 適用可否の判断	機器重量・配置制限等の検討結果を踏まえたSCUスケルトンラックの適用判断は、盤メーカーではできない。 ※3
	5 盤メーカーによる設計、加工が不可	盤構造機器配置及びスケルトンラックの切断加工が盤メーカーでできないのは致命的によくない。

※1:2016年10月30日付けで①Tスロット付きフレーム等を追加し高強度アップした②JIS O60068-2-64 広帯域ランダム振動試験にてスケルトンラック単体及び機器搭載状態にて締結部の緩み/破損無きことを確認したとの報告が当委員会にあったが、機器質量など詳細データは現在未入手。  
※3:盤メーカーでの切断加工を拒否していたが、2016年10月30日にアルミDINレールの切断加工ができる盤メーカーなら自身で加工できると申し出あり。

### 3-7-3. YKイノアス 接着・リベット併用組立法

(株)YK イノアスが提案している、従来のスポット溶接やアーク溶接に代わる画期的な板金組立法である。

主たる強度と耐久性は二液性変性アクリル系接着剤「ハードロック M372-20」(電気化学工業製)が担い、

接着組立時の位置精度保持にリベットを併用している。リベットは、片側から容易に締結できるタイプを使用している。接着剤は数分で固化するが精度維持にはリベットは必須、また固化時間が短いため、作業工程の時間管理を厳密にする必要がある。

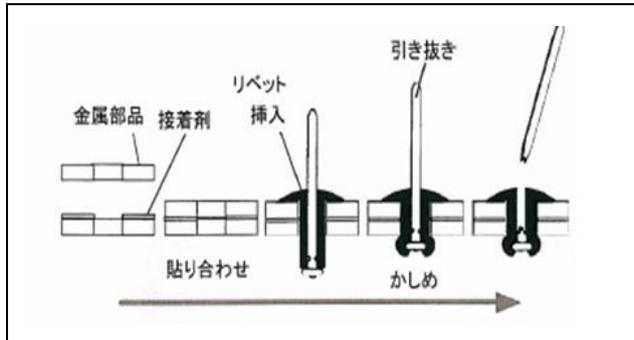


図 51. 接着・リベット併用組立法の接合プロセス

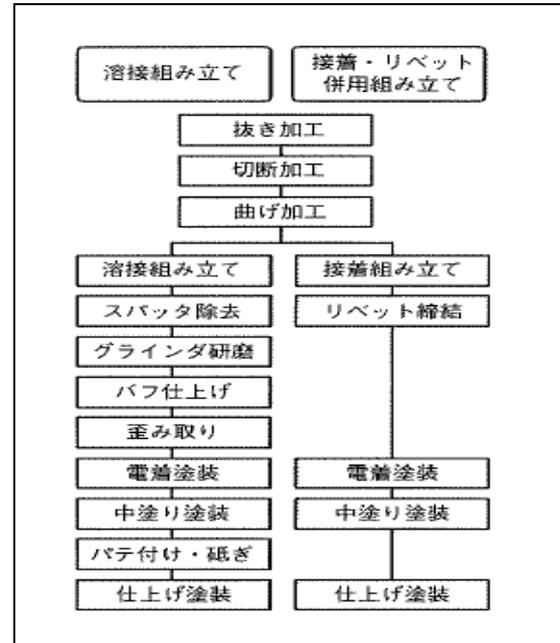


図 52. 溶接と接着・リベット併用組立法の製造プロセスの比較

### 【接着・リベット併用組立法の特徴】

① 剛性、耐震性の向上

接着剤で組み立てると、固有振動数、ばね定数比(剛性)は溶融溶接よりも高くなる。一方、接着接合は溶融溶接よりも振動減衰効果が高く、応答倍率は溶融溶接よりも低くなる。

② 繰り返し疲労特性の向上

接着接合及び接着・リベット併用接合は、リベット締結、スポット溶接、アーク溶接などの従来の接合方法に比べて、優れた繰り返し疲労特性をもっている。

③ 接合強度の向上

接着接合及び接着・リベット併用接合は、リベット、スポット溶接に比べて非常に優れた強度をもち、その強度はアーク溶接と同レベルである。

④ 軽量化が図れる

接着接合及び接着・リベット併用接合は、薄板同士(1.6mm)の接合でもリベット締結、スポット溶接、アーク溶接における板厚(2.3mm)接合よりも優れた疲労特性をもっているため、板厚低減による軽量化が可能である。

### 【当委員会の接着・リベット併用組立法に対する評価】

- ・メーカーは 20 年以上の長期保証を表明しているが、長期に渡って使用する制御盤に採用するには実績が十分でなく信頼性が乏しい。
- ・塗装された部品間を接着できればメリットが大きいですが、塗装面への接着は剥がれる可能性がある(塗

装後の接着強度不明)。

- ・22℃, 3分以内に接着しないと強度が低下する。盤メーカーでの製造現場での提供は困難と思われる。
- ・難燃性がない。

#### 4. #2盤筐体、機器取付け、主回路配線の合理化に関する調査結果の報告とユーザヒヤリングの実施

以上の当委員会の調査結果をパワーポイントにまとめて、2016年11月にJSIA技術セミナーで発表し、さらにJSIA会員への同報告書の配布とともにJISAホームページに公開し意見募集を行った。

また、調査研究に協力いただいた関係団体や機器部材メーカー(表1.参照)に送付して、意見募集を行った。

##### 4-1. JSIA 会員への意見募集の結果

JSIA 会員の合計 26 社にアンケートへの回答を依頼し、内 20 社から回答を得た。

それらの生産品目別の生産金額構成をみると図 53.のとおりであった。当委員会で調査研究対象とした制御盤は、機械制御システム専門のメーカーの JISA 会員数が現状少ないことから、全体の 32%と少なかった。(注:生産高構成比は一部未回答社を除き算出)

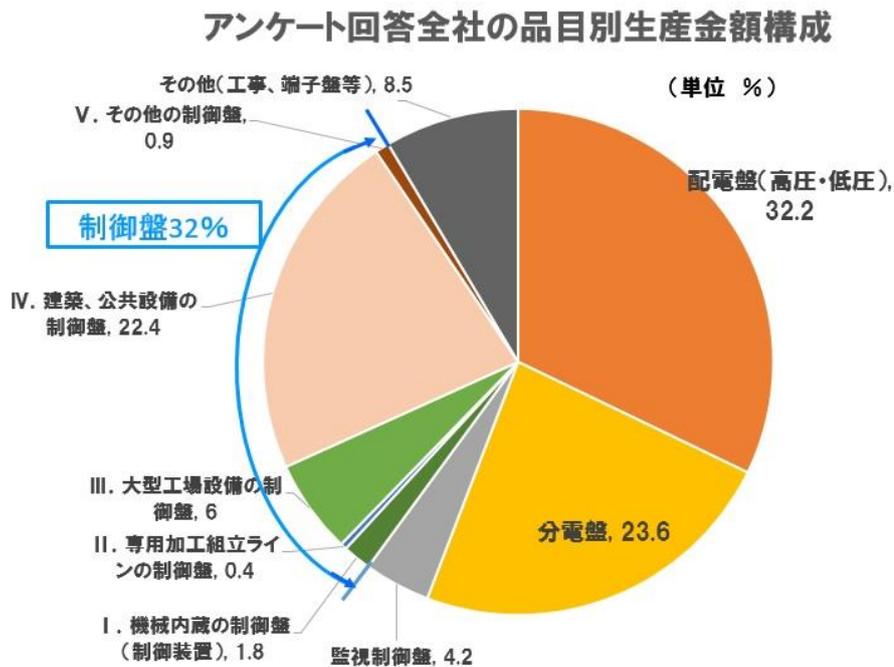


図 53. アンケート調査対象の盤メーカーの事業内容

その20社の事業内容は、主な製品種別の生産高(売上高)についてのデータからその業態を「①制御盤・制御システムが主業の盤メーカー:3社」、「②工場や建築・公共設備向け制御盤などを手掛ける盤メーカー:11社」、「③高圧受電盤や分電盤を主に手掛ける盤メーカー:6社」に大きく分けられる。

工作機械をはじめとする金属工作機械、プラスチック機械、自動包装機械、食品加工機械、半導体製造装置など「日本の強い機械の制御分野や、それらを組み合わせた自動組み立てラインなど制御システムメーカー」からの意見を当委員会は聞きたかったが、残念ながら今回の調査対象には含まれていない。

したがって、調査対象の制御盤分野で最大のものは、【給排水や空調などの動力制御盤が多くを占めるIV.建築、公共設備の制御盤】であった。

次の4-1-1～3項に、寄せられた主な意見を3つの業態別に整理した。

それらを要約すると、「4-1-1. 制御盤・制御システムが主業の盤メーカー」は当委員会と略同じ課題認識をもち、「4-1-2. 工場や建築・公共設備向け制御盤などを手掛ける盤メーカー」では、省スペースや組立工数、特にスプリング端子(ねじなし端子)接続技術などに関心があったが、最新技術情報の保有度合いにはバラツキが大きい。「4-1-3. 高圧受電盤や分電盤を主に手掛ける盤メーカー」では、制御盤は主に動力制御盤を指し主回路を構成するMMSや電線・導体などに注目が集まった。

また、想定どおり、建築設備や公共設備を主に手掛ける盤メーカーでは、国土交通省の「公共建築工事標準仕様書」の影響が大きいことも改めて確認できた。

#### 4-1-1. 制御盤・制御システムが主業の盤メーカー

アンケートに回答した制御盤・制御システムが主業の盤メーカー3社の事業構成は図54.のとおりであった。制御盤の比率は91.6%を占めるが、その一位は建築、公共設備の制御盤である。したがって、期待していたモーション制御など機械制御のウエイトは高いとはいえない。

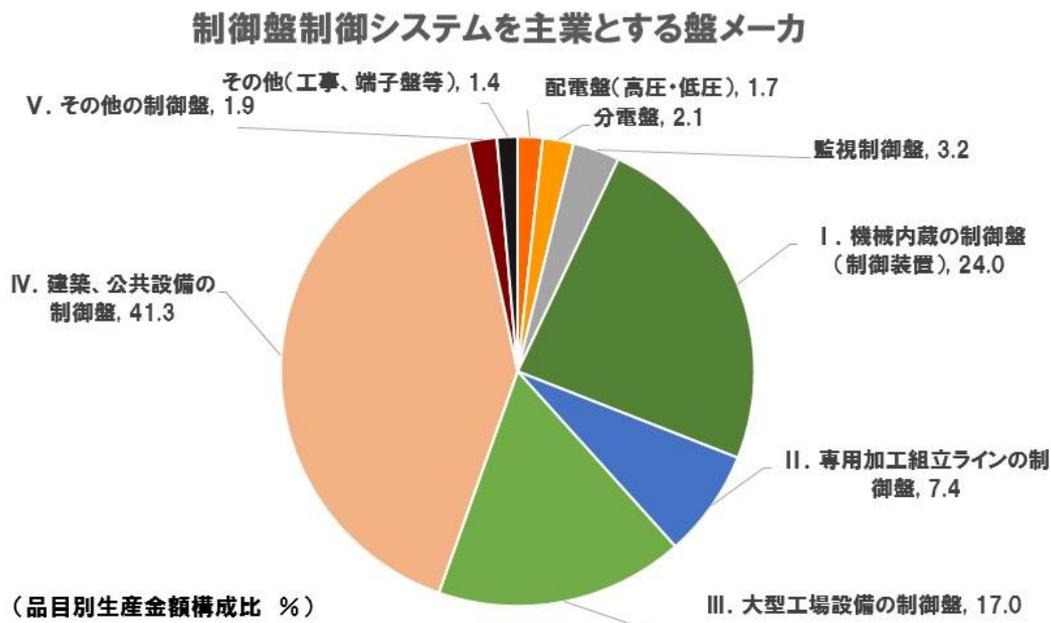


図 54. 機械制御システムが主業の盤メーカーの事業内容

今回の調査では、制御盤・制御システムが主業の盤メーカーでアンケート結果は、次のとおりである。

答えていただいたのは僅か3社(アンケート No.10,21,22)であり、今後できるだけ「日本の強い機械産業を支えている、機械制御装置メーカーや自動組立ラインなど制御システムメーカー」の意見聴取に務めたい。

表 19. 機械制御システムが主業の盤メーカーのアンケート結果

アンケート項目	賛意	主な意見
制御盤の使用形態 I～IV分類	3	妥当である。
設計製作の観点からの合理化への当委員会の評価に対する意見へ	A.省スペースの視点	3 薄型端子台は非常に有効であるが、電気工事担当者と打合せを行っておかないとトラブルに。スプリング端子(ねじなし端子)の信頼性は、大手エンドユーザや工事業者にもっとPRが必要。
	B.組立工数削減の視点	3 スプリング端子(ねじなし端子)接続は、工数削減に有効である。フレキシブル銅バーが安ければ、加工時間の短縮になると思う。
	C.改造・増設容易性や保守の視点	3 リニューアル用の互換アダプタの供給を強く希望。
	D.信頼性・設置容易性の視点	3 スプリング端子(ねじなし端子)接続は、工数・信頼性が極めて高い。
	E.制御盤の新たな構成方法・アイデア	3 参考にはなったが、ユーザへの理解度、組立員の技量等が課題。
全体についての意見、感想		・機器のリニューアル案件が非常に多く(PLC、インバータ、サーボ等)リニューアル用互換アダプタ等、機器メーカーに対して、JSIAからも強く供給を希望して欲しい。 ・スプリング端子(ねじなし端子)台等最終ユーザ(主に工場向け制御盤において)、電気工事業者における理解度が浅く、採用を見合わせるケースが多々ある。配線合理化用機器類の、一層の普及を希望する。
今後の当委員会への活動要望		・JSIA から制御盤製作合理化のアイデア、手法が提案されると、我々もユーザ・工事業者に対しPRが非常にしやすい。これからはどんどん新しい製品や技術を利用した制御盤製造手法の一案を提供してほしい。

#### 4-1-2. 工場や建築・公共設備向け制御盤などを手掛ける盤メーカー

アンケートに回答を寄せた高圧受電設備を含む強電盤を中心に幅広く手掛ける JISA 会員の盤メーカーは 11 社で、その事業構成は図 55.のとおりであった。回答を寄せた 11 社(アンケートNo.1,2,4,8, 9,11,12,

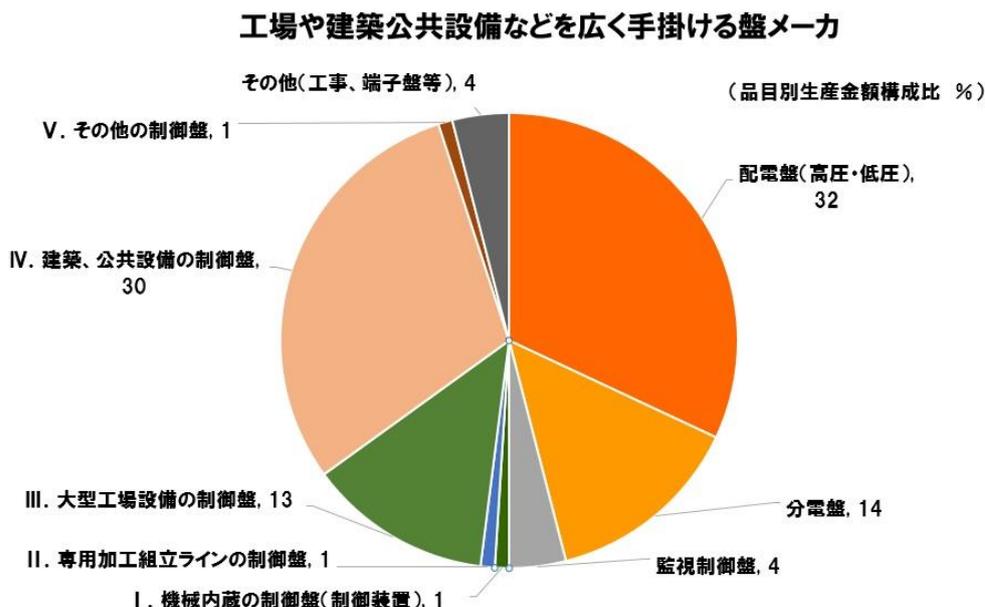


図 55. 工場や建築・公共設備向け制御盤などを手掛ける盤メーカーの事業内容

17,23, 24,29)での意見は、次のとおりであった。

表 20. 受電盤や分電盤、建築公共設備向け制御盤などを手掛ける盤メーカーのアンケート結果

アンケート項目		賛意	主な意見
制御盤の使用形態 I～IV分類		10	妥当である。
設計製作の視点からの合理化への当委員会の 評価に対する意見	A.省スペースの視点	10	スプリング端子(ねじなし端子)は増えているが、主流はいまだねじ。顧客への効果的な説得方法があればよい。機器メーカーから話は聞いたが、いまだ採用実績なし。公共建築仕様で認められているか？ 小さすぎて端子番号が見えないが、次世代の制御盤はそうなるだろう。MCCB, Mag SW, MMS は薦めやすい。
	B.組立工数削減の視点	10	制御関係はDINルール取付+スプリング端子(ねじなし端子)が増えている。やわらか電線については採用を検討したい。EM-ICはIVに対して有利なら使いたい。フレキシブル導体はコスト次第。使用実績を公開して。
	C.改造・増設容易性や保守の視点	10	互換性の喪失は小形化とのトレードオフ、やむを得ない。
	D.信頼性・設置容易性の視点	10	スプリング端子(ねじなし端子)接続の採用は、公共設備仕様への織込みが課題。増し締め不要という点が良い。
	E.制御盤の新たな構成方法・アイデア	10	使用実績を公開して。リベット構造の採用は検討中。いずれも一度検討してみたい。参考にはなったが、いずれも欠点がある。
全体についての意見、感想			・特になし。
今後の当委員会への活動要望			・省スペース化の事例紹介をして欲しい。 ・建築、公共設備向け制御盤へのスプリング端子(ねじなし端子)採用を進める支援資料が欲しい＝規格・基準の改訂が有効。

#### 4-1-3. 高圧受電盤や分電盤を主に手掛ける盤メーカー

JISA 会員の盤メーカー 6 社(アンケート No.14,15,18,19,20,25)の意見は、次のとおりであった。

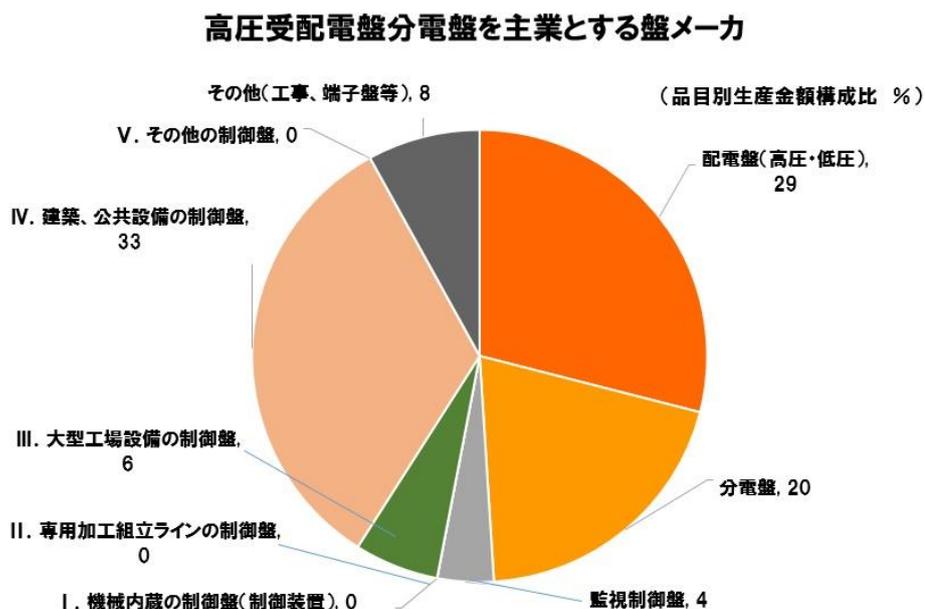


図 56. 高圧受電盤や分電盤を主に手掛ける盤メーカーの事業内容

表 21. 高圧受電盤や分電盤を主に手掛ける盤メーカーのアンケート結果

アンケート項目	賛意	主な意見
制御盤の使用形態 I～IV分類	4	良く分からない。建築公共設備の制御盤が大半。
設計製作の観点からの合理化への当委員会の評価に対する意見	A.省スペースの視点	5 MMSは省スペース化に効果がある。スプリング端子(ねじなし端子)やMMSを採用した実例写真が欲しい。外線接続の省スペース化が要る。参考になったが、当社の盤は制御回路が少ない。参考になったが、当社の盤は制御回路が少ない。
	B.組立工数削減の視点	4 スプリング端子(ねじなし端子)接続は工数削減に有効。工数、省スペースに魅力を感じるので、EM-IC 電線とフレキシブルバーを検討してみたい。MMS,MMP は今後普及すれば省工数に効果が期待できる。
	C.改造・増設容易性や保守の視点	4
	D.信頼性・設置容易性の視点	4 スプリング端子(ねじなし端子)の接続信頼性のデータが欲しい。
	E.制御盤の新たな構成方法・アイデア	3 参考にはなったが、採用できるかは分からない。
全体についての意見、感想		<ul style="list-style-type: none"> <li>・国交省の標準仕様書の詳細規定を減らして、盤メーカーの自由度が上がることを望む。</li> <li>・電子計器普及に伴うCT容量の見直し(小形化とCD)</li> </ul>
今後の当委員会への活動要望		<ul style="list-style-type: none"> <li>・省スペース化やコスト削減の事例紹介をして欲しい。</li> <li>・JSIA113 にスプリング端子(ねじなし端子)接続について、記載して欲しい。</li> <li>・省スペース化に伴う熱対策。</li> </ul>

#### 4-2. 調査研究の取りまとめスタンスに対する意見と当委員会の見解

調査した技術・製品の合理化効果の評価には、実際の制御盤に取り入れ実際に試作評価することがベストであるが、比較する制御盤モデルも複数必要であり、それに必要な労力と費用を鑑み、制御盤製作経験の豊富な委員の方々の意見をもとに評価する方法を採用した。今後会員の皆さんから、是非実際に試作評価したいという技術や製品の希望があれば検討したい。

一方、工業会の会員以外の制御盤メーカー1社より、「合理化調査が目的であるから、A. 省スペースの視点からの合理化技術・製品、B. 組立工数削減の視点からの合理化技術・製品、C. 改造・増設容易性や保守の視点からの合理化技術・製品、D. 信頼性・設置容易性の視点からの合理化技術・製品、E. 制御盤の新たな構成方法・アイデアの視点からの合理化技術・製品・・・などの検討だけでなく、もっと踏み込んで【全てコストに換算した評価】をすべきだ。」との意見があった。

これも評価取りまとめに関する基本的なスタンスの問題だが、当委員会は「3章-2. 合理化に関する調査研究の方法」に記載のとおり、調査対象の製品や技術の普遍的な市場での入手コストの算定は困難であり、メーカー表示の標準価格を使つての比較では、標準価格と実勢価格との乖離が大きく比較する意味がないと判断し、A～Eの視点での技術評価に留めて、その採否はJSIA各会員の判断に委ねることとした。

#### 4-3. 関係団体への意見募集の結果

関係団体(JEMA:一般社団法人日本電機工業会殿、NECA:一般社団法人電気制御機器工業会殿、

JECA:一般社団法人日本電設工業協会殿、一般社団法人日本電気協会殿、一般社団法人日本包装機械工業会殿、一般社団法人日本食品機械工業会殿、一般社団法人工作機械工業会殿など)にも、JSIA 技術セミナー2016 の発表資料を添えて意見募集を行った。その結果は次のとおりである。

#### 4-3-1. 一般社団法人 日本電設工業協会(JECA)

制御盤の設置や外部配線接続作業を担う電気工事業の団体 JECA 殿からは、本報告書の記載内容について、多くのアドバイスをいただいた。その多くは本報告書に反映してある。

当業会の所轄ではないが、ねじなし端子接続について大手電気工事会社2社から次の指摘・要望があったことを記し、本報告書の 27 ページの囲み記事【外部端子配線】に記載のとおり、①電気工事業界へのねじなし端子の技術情報の積極的提供と②盤内側はねじなし端子で盤外側は従来のねじ端子をもつ端子台の製品化を、端子台メーカーに促すこととした。

- ①線番号表示マークチューブがズレ動いてしまう。(要改善)
- ②棒端子=フェルールを使用すると工数が増える。
- ③端子間が狭く作業し難い、また接続部の目視確認ができない。  
(工事業者にとっての作業性の視点での説明がない)
- ④断路端子台(ジスター端子台)の製品化が必要。

#### 4-3-2. 一般社団法人 電気制御機器工業会(NECA)

新たな合理化アイテムとして、①制御盤内とドア間の制御配線をサポートする部材「Cable Guidance System」と35～150mm<sup>2</sup>の主回路電線を接続できるねじなし端子台「PTPOWER」などの紹介があった。

本報告書には、委員会活動期間の制約があるのでこれらについては掲載しないこととした。

NECA 殿には、一部制御機器メーカーからスプリング端子(ねじなし端子)に使用するフェルールの規格化の要望が当委員会にあったことを伝え、これへの対応とともに、4-3-1. に示した電気工事業界への製品・技術情報の積極的な展開を要望した。

#### 4-3-3. その他の主な関連団体

その他、一般社団法人日本包装機械工業会殿、一般社団法人日本食品機械工業会殿、一般社団法人工作機械工業会殿からもアンケートにお答えいただいたが、特筆すべき意見はなかった。

## 5. #1 配線接続の合理化に関する調査報告書の課題のフォロー結果について

2014 年(平成 26 年)10 月に当委員会が発行した制御盤製作の合理化・省コスト化の調査研究「#1 配線接続の合理化に関する調査報告書」において、日本電気協会発行の内線規程「電線の末端処理に関する規程へのスプリング端子(ねじなし端子)使用を織り込む」と国土交通省の「公共建築工事標準仕様書電気設備工事編へ制御回路に用いる最小電線サイズに  $0.2\text{mm}^2$  を織り込む」ことの 2 つが、JSIA の重要なフォロー事項となっていた。

いずれも関係者に申し入れ・説明を行い、次のように認められた。

これにより「建築、公共設備向け制御盤へのスプリング端子採用や PLC 配線で一般的な  $0.5\text{mm}^2$  サイズの電線の採用」へのなどが、これまで以上にスムーズに進むと思われる。

### 5-1. 内線規程「電線の末端処理に関する規程

制御盤製作の合理化・省コスト化の調査研究「#1 配線接続の合理化に関する調査報告書」に記載のとおり、**内線規程最新版(JEAC8001-2016)の 3102-6 項の④では、「器具端子が押しねじ形、クランプ形、差込形は又はこれらに類する構造のものである場合を除き、直径  $3.2\text{mm}$  を超える単線又は断面  $5.5\text{mm}^2$  超えるより線には、ターミナルラグを付けること。」とあるが、「端子形式の差込形には、ねじなし形が含まれる。」**ことを、2017 年 1 月 25 日に日本電気協会と当工業会の両技術部間で確認した。(文書保存済み)

したがって、内線規程上で、ねじなし端子(スプリング端子)の使用は、正式に認められた。

### 5-2. 公共建築工事標準仕様書電気設備工事編における制御配線の最小サイズ

同様に制御盤製作の合理化・省コスト化の調査研究「#1 配線接続の合理化に関する調査報告書」にて、公共建築工事標準仕様書電気設備工事編の第 12 節 制御盤 1.12.5 項 制御回路等に記載のある制御配線の太さについて「制御回路に用いる電線  $1.25\text{mm}^2$  を  $0.2\text{mm}^2$  に改訂する」するよう求めた。

その結果、平成 28 年版の公共建築工事標準仕様書(電気設備工事編)では、**規格 JSIA113:2015「キャビネット形動力制御盤」を準用する。したがって、同規格の 12 ページの【a) 制御回路に用いる電線は  $1.25\text{mm}^2$  以上、計器用変成器に用いる電線は  $2\text{mm}^2$  以上のものを使用する……中略……。なお、60V 以下の制御回路配線に用いる電線は JCS3368 に規定する  $0.2\text{mm}^2$  以上のもの、又はこれと同等以上の性能を有するものを使用する。】**を満たせばよいことが、「国土交通省大臣官房官庁営繕部」と当工業会との間で確認された。(2017 年 10 月 26 日)

現在 PLC の制御配線で実際に使われている  $0.2 \sim 0.5\text{mm}^2$  の制御電線は、公共建築工事標準仕様書電気設備工事編においても問題ないことが確認された。



## ■ ■ おわりに ■ ■

制御情報システム委員会は、制御盤合理化の一層の推進を目的とし、2010年6月より足掛け7年にわたり、制御盤製作の合理化・省コスト化の調査研究に取り組んでまいりました。その活動成果として、2014年10月に「#1配線接続の合理化に関する調査報告書」を発行いたしました。また、今回、第二弾として「#2盤筐体、機器取付け、主回路配線の合理化に関する調査報告書」を発行することができました。

前回の報告書と同様に、今回の報告書においても、ユーザ、機器メーカー、関係団体、JSIA 会員外の制御盤製作企業、JSIA 会員企業など、関係各位に幅広く当委員会の活動成果を伝え、多くのご意見・ご要望を取り入れ、本調査報告書を完成させることができました。

ご協力いただきましたユーザ・関連業界・関係団体の皆様には、改めてお礼を申し上げます。

当委員会は、新たな課題の調査研究を開始致しますが、「#1配線接続の合理化に関する調査報告書」、「#2盤筐体、機器取付け、主回路配線の合理化に関する調査報告書」へのご意見・ご要望・ご提案がありましたら、当委員会へご連絡いただけますようお願い致します。

最後に、本調査報告書が制御盤製作に携わる全ての企業・団体において、合理化・省コスト化の一助になれば幸いです。

制御情報システム委員会  
副委員長 加藤 茂男  
副委員長 山口 勉

### < 執筆者 >

---

田原 一樹 (株式会社田原電機製作所)  
加藤 茂男 (東洋電機株式会社)  
山口 勉 (株式会社田原電機製作所)  
川島 重雄 (富士電機機器制御株式会社)  
折居 仁 (広沢電機工業株式会社)  
関口 学 (ハカルプラス株式会社)  
森岡 寅之 (株式会社日本電機研究所)  
早川 敦 (株式会社豊電子工業)  
河原木 豊 (一般社団法人日本配電制御システム工業会)  
河島 信雄 (一般社団法人日本配電制御システム工業会)