

スマートマニュファクチャリング特別委員会 WG2

# 2018年度版 制御盤2030

Control panels 2030 Ver.FY2018

2019 年(令和 元 年) 5月 17日 発行



一般社団法人日本電機工業会

スマートマニュファクチャリング特別委員会



## 目 次

ページ

序文(振り返り) .....	3
1 制御盤業界を取り巻く環境と課題.....	5
1.1 環境の変化 .....	5
1.2 ユーザニーズの変化 .....	6
1.3 将来に向けた盤業界の課題 .....	6
2 ECM 効率化 .....	7
2.1 電気設計のデジタル化による効率化 .....	7
3 デバイスの標準化(互換性)動向.....	9
4 スクリューレス端子台の動向.....	13
5 オープンデジタルプラットフォームの必要性.....	14
5.1 製造現場での IT 化への壁 .....	14
5.2 制御盤の IoT 化を見据えた課題, 動向 .....	15
5.3 課題解決に向けた取組みの紹介 .....	16
5.4 データ交換のための標準化 .....	16
6 コーディネータ企業とオープンイノベーション.....	20
6.1 制御盤のオープンイノベーション .....	20
6.2 コーディネータ企業 .....	21
7 2018 年度の総括 .....	24
7.1 工場見学 .....	24
7.2 まとめ .....	25
編集後記.....	26
附属書 A 制御盤 2030WG 委員名簿 .....	27

## まえがき

この資料は、スマートマニュファクチャリング特別委員会の審議を経て作成した委員会資料である。この資料は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この資料の一部が、技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願に抵触する可能性があることに注意を喚起する。一般社団法人 日本電機工業会は、このような技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願にかかわる確認について、責任をもたない。

# 2018 年度版 制御盤 2030

Control panels 2030 Ver.FY2018

## 序文(振り返り)

JEMA スマートマニュファクチャリング特別委員会では、製造業 2030(初版)において、2030 年の製造業のあり方を示す FBM(Flexible Business and Manufacturing)というコンセプトを提唱した。

本コンセプトは製造ラインの生産最適化から、企業連携(エコシステム)の収益最適化に至るまで、幅広く適用することが可能である。

そこで、FBM を実証する為のワーキンググループ(WG2)を 2016 年 10 月に立ち上げ、一般社団法人 日本配電制御システム工業会(JSIA)の会員を交えて、2030 年の「制御盤のあるべき姿」について議論を行ってきた。そこで導き出された制御盤の進化論を図 0-1 に示す。

制御盤の中でも量産型の FA 用途においては、その機能毎に「モジュール化」され、其々が無線でデータ通信を行うようになる。各モジュールは再利用性が高く、設計・製造コストを削減し、顧客の個別要求(カスタマイズ)にもフレキシブルに対応することが可能となる。

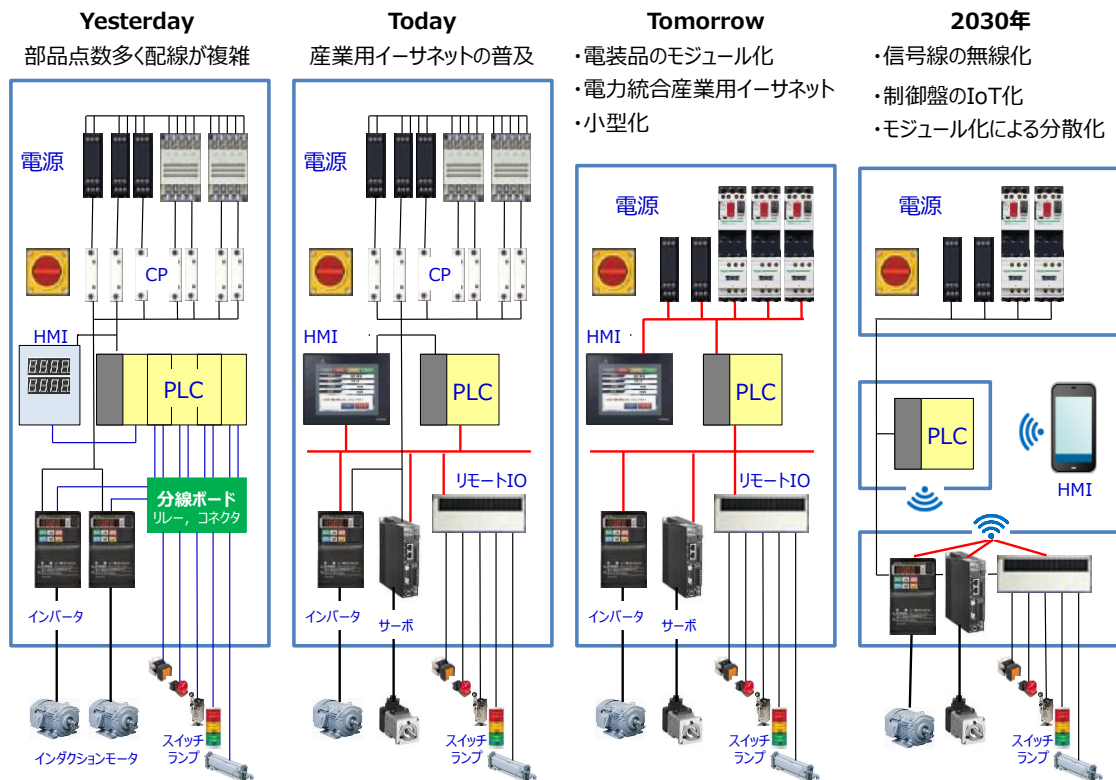


図 0-1 制御盤進化論

このように制御盤が機能毎にモジュール化されるようになると、モジュール毎に設計や製造を

委託するビジネス・エコシステムが生まれ、それらをコーディネートする企業(以下、コーディネータ企業という。)が出現する。その中で JEMA などの各種工業会は、設計や製造に関する標準化(規格化)を推進する役割を担うようになってくる(図 0-2)。

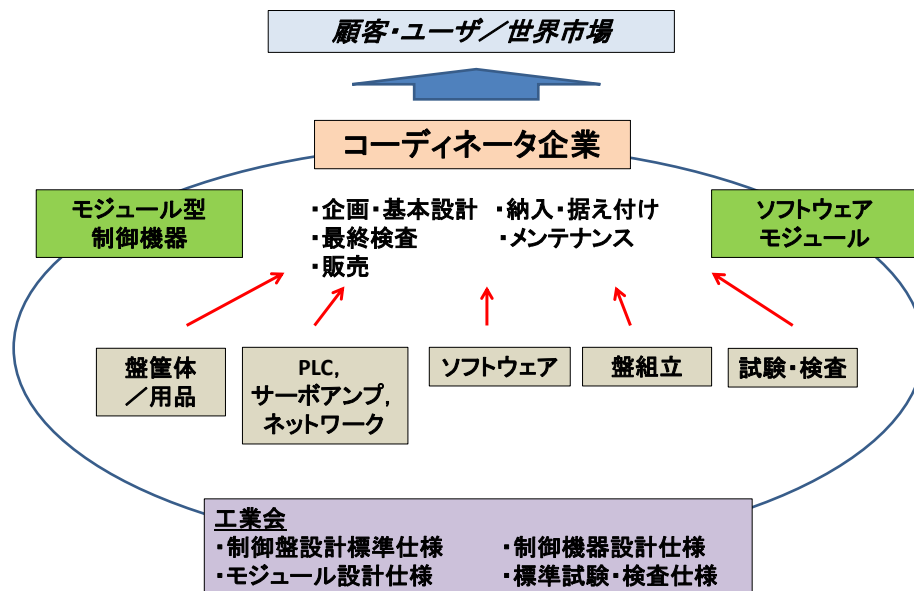


図 0-2 コーディネータ企業と工業会の役割

以上のように、スマートマニュファクチャリング特別委員会 WG2 では、2016 年度からの 2 年間で「制御盤の将来像」を導き出し、そこへ向けた必要な最新技術について検討してきた。

2018 年度以降はコーディネータ企業の創出にスコープを当て、コーディネータ企業を定義すると共に、そこで必要となる「FBM ツール」について検討を進めている。

## 1 制御盤業界を取り巻く環境と課題

### 1.1 環境の変化

#### 1.1.1 人手不足

日本は既に人口減少時代に突入した。高齢者の増加、若者の減少、一人暮らし世帯の増加など人口構造の変化と製造業の根幹である技術者/技能者の減少が進行し始めている。

もちろん制御盤業界も例外ではなく制御盤に関わる各種専門家(営業、設計、製造、検査、サービス)の担い手や熟練者を十分に確保できないという人手不足が慢性化している。この人手不足の課題を克服し持続的な成長を果たす方策として、デジタル技術の革新に伴う RPA(Robotic Process Automation)の活用や協働ロボット、IoT、AI(人工知能)等の先進的ツールを利活用するイノベーション戦略を進めることが挙げられる。これにより労働者を単純反復作業や身体的高負担業務等から解放させ、人的リソースが必要かつ高度な業務への移行及びリソース集中と時短につなげることで働き方改革の促進を期待できる。また、作業者のスキルに依存しない品質の平準化を図ることが期待できる。

国は外国人労働者の受け入れ拡大に向けた「改正出入国管理法」の成立により今後 5 年間で約 30 万人以上の外国人労働者を受け入れて労働者不足の解消に役立てる計画である。外国人労働力の確保は一時的には労働力確保が期待できるが、コミュニケーションの問題もあり技術的・経済的に発展した状況が変わると良質な外国人労働者の確保が難しくなる可能性があることも考慮すべきである。

労働力としてのダイバーシティ(多様化)を考えると、かつての伝統的な生産方法に固執せず“明るい職場環境の整備”や“フレキシブルな時間活用”“力作業を軽減することができるツールの活用”“作業要領のデジタル化”等の基盤整備が必須となる。また、個人の技能に左右されない確実な情報共有の方法も検討が必要である。深刻化する人手不足の中で、従来前の手法を永続的にそのまま適応させることは現実的ではなく、盤業界はまさにその転換期に差し掛かっていると考えられる。

#### 1.1.2 デジタル時代への対応

一世代前の状態は、匠技術の会得や熟練技能者の暗黙知習得を根底とした属人的な人材が必要であった。しかし、現場の機器や装置間をデジタル通信技術によってネットワークでつなぎ、データ収集や蓄積、見える化を具体化することで効率的な生産や故障予測、予知保全の運用を考えたデジタル時代への対応(=システムへの移行)が可能な人材や環境が必要となってきたのではないだろうか。

これまでの日本の製造業は「モノの流れの最適化」に注力しており、本来グローバルな世界で必要な「創造性」に対しての取組みが中々進んでいない現状となっていることが問題である。例えば、エンジニアリングチェーンマネジメント(ECM : Engineering Chain Management, 以下 ECM という。)の活用で受注から生産までの各セクションが同じ情報を共有し、ユーザーニーズをより的確に把握した商品開発と品質の向上、また製造効率の向上及び納期短縮、コスト低減まで最適化を図ることが、その問題解決に有効と考える。標準化やモジュール化すべき部分を、デジタル技術を活用したオープンな共有知化として整備し、限られた人的リソースを独創性を発揮する製品価値向上に集中させていくことが重要である。

## 1.2 ユーザニーズの変化

### 1.2.1 オープンネットワークへの対応とサイバーセキュリティ

これまでの日本の産業用設備は、民生用設備に比較するとクローズドな環境が多かった。しかし、昨今のオープン化の潮流は徐々にユーザ側に浸透しはじめ始めてきたと考えられる。端末機器から装置間や HMI(Human Machine Interface)、そして上位クラウドまでの相互通信に対応したシームレスな共通言語(通信プロトコル)の採用が必要であり、インターネット等のオープンな環境を利用する場合は、外部からのサイバー攻撃に対する防御の仕組み(セキュリティ対策や分離手段等)が必須となるはずである。

### 1.2.2 制御盤への要求仕様の多様化への対応

制御盤要求仕様は、多様化する機能の実現と目的別に最適化すべき仕様を実現する必要がある。しかし、製品コストは、単に個別製品の最適のみを捉えるのではなく、システム全体としての最適コストや製品ライフサイクルとして全体最適の認識を高めていく必要がある。システムデザインを考えることで、真の製品価値の向上につながるはずであり、求められる課題及び要求の一例は下記のとおりとなる。

- ・ 機械設備用制御盤や食品設備用制御盤：デバイスの進化と機電一体型(盤レス)の実現
- ・ 産業機器用制御盤：現行設備との親和性と時代に即した高機能化の実現
- ・ 経営層：機能価値が高く、低コスト導入やメンテナンス性が高い装置
- ・ 現場層：盤サイズは現状維持とするが、必要な機能は向上させる
- ・ 保守サービス：ダウンタイムの最小化とリアルタイム稼働表示、故障予測から予知保全へつなげる対応

## 1.3 将来に向けた盤業界の課題

人手不足やデジタル時代への対応、変化し始めているユーザニーズに対して、盤業界の将来の姿を想定したイノベーションを実現させる必要があるのではないだろうか？現状と将来のあるべき姿を予想して、ギャップがどれくらいあるのか。また、その解決方法には何が必要となるのか。また、盤業界は中小規模の事業者が多数の割合を占める状況では、将来投資を予算化することも中々進まないのではないだろうか。

将来に向けた盤業界課題解決の一つとして、ものづくりの生産最適化や個社の強みを生かした企業連携など「バリューチェーン」と「製品」を束ねる「コーディネータ企業」の役割が課題解決の糸口と考える。また既設盤を含めたシステム全体の情報提供やメンテナンスなどのサービス提供は、高付加価値化に寄与する 1 つと考える。

物事を調整して取りまとめ、システムに調和させることができるコーディネータ企業が、盤業界の高付加価値化にも大きく寄与するはずである。

そこで、次の箇条以降にて将来に向けた盤業界の課題解決になる提案を述べていきたい。



## 2 ECM 効率化

### 2.1 電気設計のデジタル化による効率化

2017 年 3 月、日本とドイツ間で第四次産業革命に関する日独協力の枠組みを定めた「ハノーバー宣言」に署名をし、日独で ISO, IEC などについて標準作りの議論を先導すると決まった。日本全体でデジタルでの標準化の機運が高まってきており、電気設計においても同じ機運が各所でおこっている。日本は現在、国内市場の縮小で海外にもっと製造先を求めており、今まで通用していた日本独自の標準だけではなく、世界標準が日本の製造業にも必要とされている。

自動車大国のドイツでも同じ問題を抱えていたが、標準化によるデジタル化推進はドイツが一步リードしていると言わざるを得ない状況にある。日本では、制御盤設計・製作において各社社内標準化はすでに行われているが、その蓄積されたノウハウのデジタル化は遅れている。電気設計のデジタル化をそのまま製造に使えるデータにする事により、設計から製造までのリードタイムの削減、手戻りの防止並びに熟練作業者に頼らない制御盤製作が可能になる。このような手法で現在抱えている人手不足の解消を行う必要がある。

このような効率化を行うには、設計の標準化で設計部門の最適化を行うだけでなく、設計から製造現場、発注先、その後のメンテナンスを考えた繋がるデータ構築が必要不可欠で、そのデータは蓄積されるにつれてビッグデータとなっていく。将来的にはそのビッグデータを AI で解析し、新規に製作する制御盤に必要な部品、モジュールを設計者が簡単に取り出せる仕組みも可能となってくると思われ、部品データの充実が不可欠である。図 2-1 は電気設計 CAD “EPLAN” の部品データサイトであり、クラウド上で部品の状況(2D/3D でのサイズ, 定格情報, 端子情報など)をダウンロードできる仕組みを持っている。このような情報サイトが充実して来ることにより、デジタル化による設計の効率化が享受できるようになる。



図 2-1 部品データ情報サイト

また、通常電気設計においては、回路図設計に重点を置いているが、その図面を理解して制御盤を組み立て、図面に記載されていない部分もサポートしているのが、現状の制御盤製作メーカの熟練作業者であり、高年齢化による後継者の不在が社会的な問題になりつつある。そのためにも作業者が非熟練者でも制御盤の配線等ができるような仕組みも必要となってきた。最新の電気設計ツールは単なる回路図作成だけでなく、筐体と部品を含めた制御盤の 3D 化処理であるデジタルツイン(図 2-2)を作成することができる。制御盤のデジタルツインを設計者が作業者に提示することで熟練作業者でなくとも手戻りのない制御盤製造が可能となる。このようなオブジェクト指向の統合された電気設計ツールはすでに海外を中心に浸透しており、日本でも加速的な浸透が急務であると言える。



図 2-2 制御盤のデジタルツイン

### 2.1.1 ECM と SCM の融合の必要性

製造オペレーションの最適化を志向するサプライチェーンマネジメント(SCM : Supply Chain Management, 以下 SCM という。)に対して, 設計製造プロセスの最適化を考えるのが ECM であり, その融合は課題となってくる。日本の得意とするボトムアップの改善による SCM の高度化では, 例えば「部品調達コストの低減」や「作業の標準化による工数削減」といった部分最適化は可能であるが, その結果, 設計作業を含めた生産性の低下や仕様変更時のコスト大幅アップといった問題を誘発し, 全体最適とならないこともある。これらの問題を解決するためには製品の市場に対する位置づけを明確にし, 全体俯瞰視点で製造プロセスの抜本的な改革を可能とする ECM が必要となる。

ものづくりを極めていくと「競争力」の源泉となる高品質化と並行して製造プロセスが職人化／属人化していき, 誰もが容易に製造可能, 別の言い方をすれば交換可能となる「標準化」から遠ざかる方向に進んでいく場合もある。逆に「標準化」が進みすぎると独創性や機能向上が阻害されて陳腐化していき「競争力」を失ってしまう。国際化を考える上では「標準化」は必須となるが, 同時に「競争力」を維持していく必要があるので, 「標準部分と非標準部分の切り分け」が重要になる。ものづくりプロセスにおける「標準部分の切り出し」と, さらなる改善／高品質化を可能にする「標準部分に対するメンテナンスの容易性」を実現する仕組みづくりが必要になってくる

### 2.1.2 制御盤設計における FBM

制御盤の設計には, 回路図や配線図などの電気系の設計と外形図や配置図などの機械系の設計があるが, 製造に設計データを使用するためには電気系と機械系とが融合したデータが必要となり, 両方を同じデータで扱えるプラットフォームが必要となってくる。そのようなプラットフォームが整備されると, 盤設計において次のような FBM が実現可能となる。

工業会などがプラットフォーム上にデジタル化された公開標準モジュールを提供し, 設計者は標準モジュールの組み合わせを基本として設計を進める。製品の特長や顧客要求仕様を満たすために, 設計者は独自の非標準モジュールを作り標準モジュールに組み合わせたカスタム製品を設計する。設計完了後, 設計者は製造用データを設計データから自動生成し, プラットフォームに製造用データを公開し, 納期や負荷状況をから一番条件が良い製造メーカーを選定し製造を行う。

このように, 盤設計において FBM を実現するためにはデジタルエンジニアリングのプラットフォームが必須となってくる。

### 3 デバイスの標準化(互換性)動向

#### 3.1 標準化の目的, 効果

制御盤を FBM のコンセプトにもとづき、コーディネータ企業がとりまとめる企業連携により制御盤の開発、生産、販売、サービスなどのエンジニアリングチェーンについて柔軟で最適な活動を実現させるためには、制御盤を構成する製品(デバイス)の標準化が進んでいることが望まれる。つまり、仕様、取付、接続、使用条件などの互換性が確保されているために、デバイスメーカーの選択を柔軟に行うことが可能となる。また、国際規格に適合しているために、特定の地域に限定されずに幅広い地域で製品を調達することが可能となる。また、準拠、適合している国際規格により、その製品の品質や安全性(Safety)が担保されることとなる。これらの制御盤用製品(デバイス)の標準化を背景として、制御盤市場で FBM が進展すれば、市場の標準化が促進されて、コストが低減し、生産性の向上と利益の拡大がもたらされることにより、さらに市場拡大につながるといった好循環にいたる可能性がある。(図 3-1 参照)



図 3-1 デバイス標準化による効果

#### 3.2 国際標準化

##### 3.2.1 標準化の種類

広範な地域で多様な企業が FBM を展開する際の前提となる国際標準化の代表的なものには、ISO(国際標準化機構)や IEC(国際電気標準会議)などの国際標準化機関が公的文書により規定、明文化されて、公開された手続きによって作成された標準であるデジュール標準(公的標準)がある。このデジュール標準では、国際安全規格が、製品の定格、仕様、適用を規定するとともに、その試験、計量方法を規定することにより製品の安全や品質が確保されるようになっている。

その一方で、個別企業等の製品の外形・取付方法、使用・適用などが競合優位にもとづき市場で支配的な地位を確立することにより市場の大半で採用されるデファクト標準(事実上の標準)や、企業が集まってフォーラムやコンソーシアムを結成して市場での優位性を確立しようとするフォーラム標準が存在する。

次に主にデジュール標準の現状と検討事項について述べる。

### 3.2.2 制御盤及び盤内製品(デバイス)の適用安全規格(デジュール標準)

制御盤の全般的な安全性を規定する国際標準規格には、IEC 60204-1(機械類の安全性－電気の安全装置 第1部：一般要求事項)がある。この IEC 規格をベースに日本では JIS B 9960-1 が、中国では GB 5226.1-2008 が作成されている。また、米国向けの制御盤を製作する場合には、NFPA(米国防火協会)が発行する NEC 規格と呼ばれる米国電気工事基準である NFPA70 や産業用機械の電気規格である NFPA79 に適合する必要がある。制御盤を設計、生産する企業はこれらの規格に対する適合性を第三者が文書で保証する認証を取得していることが望ましく、それらの適合性評価機関としては、IEC 規格に対しては TÜV(ドイツの民間認証機関)、GB 規格に対しては CNCA(国家認証認可監督管理委員会)の認可を受けた CQC(中国品質認証センター)などの認証機関、さらに NFPA 規格に対する AHJ(米国の州や公的な監督機関)の評価が使用の条件となる。

ISO/IEC 規格は、広範な製品、プロセス、サービスに対して適用できる基本安全規格である A 規格、広範な機械類にわたって適用できるグループ安全規格である B 規格、特定の機械または機械グループに対する詳細な個別の製品規格である C 規格の 3 つの階層で構成されている。(図 3-2 参照) さらに、B 規格は、特定の安全側面に関する B-1 規格と安全防護(手段)に関する規格の B-2 規格に細分化され、機械の制御盤の全般的な電気の安全性を規定する上記の IEC 60204-1 は、この B-1 規格に分類される。また、制御盤内に搭載される製品(デバイス)は、主に、この B-2 規格に適用規格が存在するために、制御盤メーカーが海外に輸出する製品選定をする場合には、この B-2 規格の適合製品を選定、使用することが望ましい。参考までに代表的なデバイス別の適用規格を図 3-3 に示す。

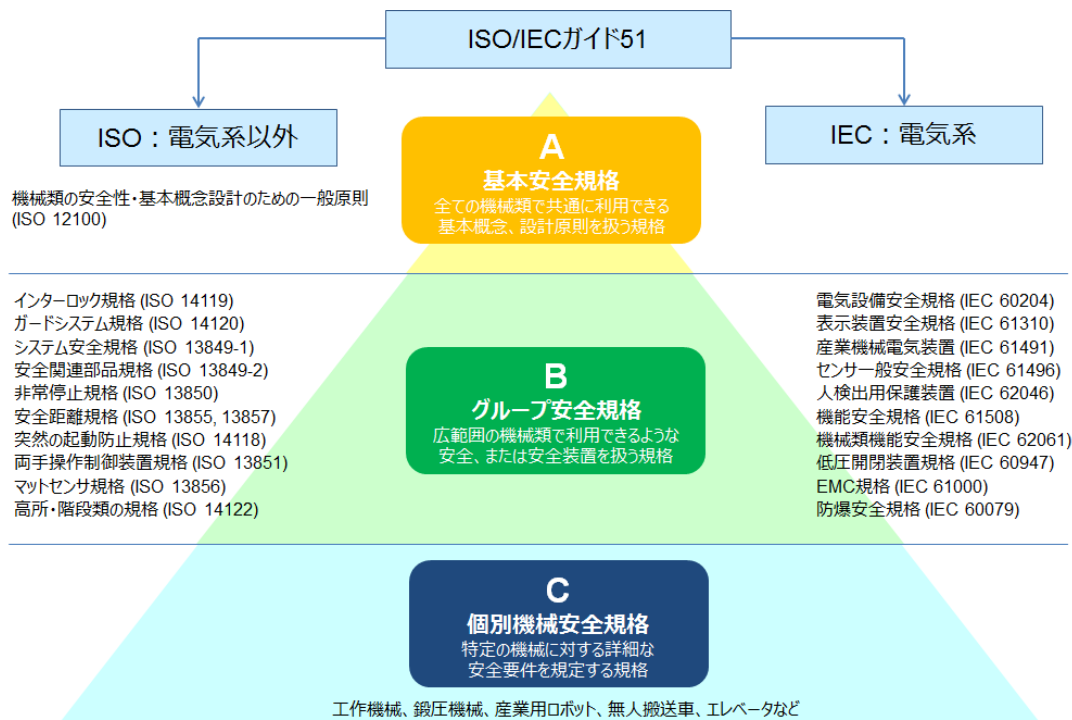




図 3-2 機械安全に関する ISO/IEC 国際規格体系



制御盤内配置	機器	適用規格			
		IEC (国際) 	JIS (日本) 	UL (米国) 	GB(中国) 
電源機器	スイッチング電源	IEC 60950-1 IEC 62368-1	JIS C 6950-1 JIS C 62368-1	UL 60950-1 (UL 62368-1)	GB/T 4943
	配線用遮断器	IEC 60947-2	JIS C 8201-2	UL 489	GB/T 14048.2
制御機器	機器保護用遮断器	IEC 60934	JIS C 4610	UL 1077	GB/T 17701
	押しボタンスイッチ	IEC 60947-5-1	JIS C 8201-5-1	UL 508	GB/T 14048.5
	プログラマブルコントローラ	IEC 61508 IEC 61131	JIS C 0508 JIS B 3503	UL 508	GB/T 20438 GB/T 15969.3
	電磁接触器	IEC 60947-4-1	JIS C 8201-4-1	UL 508	GB/T 14048.4
	制御リレー	IEC 61810-1	JIS C 4510-1	UL 508	GB/T 21711.1
	端子台	IEC 60947-7-1	JIS C 8201-7	UL1059	—
駆動制御機器	インバータ	IEC 61800-5-1/2	JIS C 61800-5-1/2	UL 508C UL61800-5-1/2	GB/T 21209 GB/T 12668.502
	サーボアンプ	IEC 61800-5-1/2	JIS C 61800-5-1/2	UL 508C UL61800-5-1/2	GB/T 21209 GB/T 12668.502

(凡例)      は国際標準規格と同等の内容を規定した規格を示す

図 3-3 制御盤内機器の適用標準規格

国際標準規格である IEC 規格をベースにした個別の地域ごとに安全規格が制定されていて、欧州では CEN/CENELEC/ESTI が発行する EN 規格、日本では日本工業標準調査会の審議を経て主務大臣により承認される JIS、中国では国家標準化委員会(SAC; Standardization Administration of China)が制定する GB 規格が存在する。これらの製品規格に対しては、それぞれ第三者認証制度があり、EN 規格に対する TÜV、GB 規格に対する中国品質認証センター(CQC)などの認証機関が規格で定める試験項目、条件による試験や試験データの精査などのによる適合性評価を行い、その認証を取得したデバイスには、それぞれ CE マークや CCC 認証マークを製品に表示している。

また、米国では、安全規格を制定するとともにその規格に基づき試験を実施し、適合性認証を行う団体である UL(Underwriters Laboratories)によって運営される安全規格と認証制度がある。米国で制御盤メーカーが制御盤を販売する場合には、制御盤として UL の認証を取得し、それに搭載されるデバイスも UL 認証取得品であることが望ましいとされ、UL 認証取得の制御盤および搭載デバイス(含む筐体)には UL 認証マークを表示することが許されている。

### 3.2.3 デバイスの標準化に際しての検討事項

デバイスの標準化を実施する場合、デジュール標準である前項のような国際安全規格への適合をはかる必要がある一方、各国法規や市場の慣習、競争環境により指定される要求事項に対しても、検討を行う必要がある。以下に、その主な事項を列記する。

- (1) 電線(色、サイズ、形状、接続方法、工具)
- (2) 接地/ボンディング
- (3) SCCR(短絡電流定格)
- (4) 外形寸法、取付寸法
- (5) 通信用ネットワーク
- (6) プログラミング言語

なお、これらの要求事項が国際安全規格にも導入されつつある。

### 3.2.4 デバイスの標準化と FBM の方向性

制御盤用デバイスの国際標準化が進み、仕様、取付、接続、使用条件などの互換性が確保され、国際規格への適合により特定の地域に限定されずに仕様、機能、価格などの面で競争力を持った製品を調達できるようになると、制御盤設計者がデバイスメーカーの選定を柔軟に行うことが可能となる。このことは制御盤設計者がコーディネータとしてデバイス選定と調達を行い、国や地域を問わず、盤組立、試験、納入・据付、検査を他の専門企業に柔軟に委託、実施するような水平分業体制を構築できる可能性が出てくることを意味する。このようなコーディネータによる FBM が制御盤業界で進展すると、コーディネータ企業が企画、開発する製品競争力を持った制御盤が売上を拡大し、制御盤業界の再編につながる可能性も想定される。

制御盤の IoT 対応が進み、IoT プラットフォーム相互間のデータ連携が担保された場合、又は制御盤の企画、設計から廃棄までのエンジニアリングチェーンにおけるデータ交換の標準化が担保された場合のいずれでも、デバイスの互換性は維持され、コーディネータ企業による制御盤業界の FBM の進展を促進されると想定される。(図 3-4 参照)

今後、特定の IoT プラットフォームが制御盤ユーザの品質、生産性、稼働効率、保全作業性などの面で差別化が図られて、それに接続される制御盤の競争優位性を規定するようになり、且つそれを提供する IoT プラットフォームのデータ活用に関する対価を顧客に求められるようになった場合には、この IoT プラットフォーム又は IoT プラットフォーム・データ運用者がコーディネータ企業として台頭してくる可能性もあると想定される。



図 3-4 デバイス標準化と IoT プラットフォーム連携による FBM の可能性

#### 4 スクリューレス端子台の動向

電気設備機器へ電力を供給するための電気工事の施工品質，なかでも手作業でねじ締め，トルク管理を行う電線のねじ端子台への接続には，熟練の技術と経験が必要であり，作業現場では最適なトルク管理が求められる。しかし，1.1.1 で述べたように国内で高齢化，人手不足が懸念される昨今，熟練の技術を有する電気工事士の確保が困難になっており，将来的にはさらに深刻な状況に直面することが予想されている。このような状況を踏まえ制御盤 2030WG ではスクリューレス端子台の動向をウォッチしてきた。

上記のような状況の中，ねじ締め，トルク管理が不要のスクリューレス端子台の採用が国内でも増えてきており，最近では制御線用だけではなく 100 A を越える大電流用のスクリューレス端子台の採用も進んできている。スクリューレス端子台を導入することにより，①配線作業時間の短縮 ②接続品質の安定(作業者の技術熟練度を問わず一定の接続品質を実現) ③安全性の向上(ねじの緩みによる発火事故防止)という利点が生まれ，電気設備の施工時間短縮や保守点検・交換作業の省力化の実現が可能となる(図 4-1 及び図 4-2)。

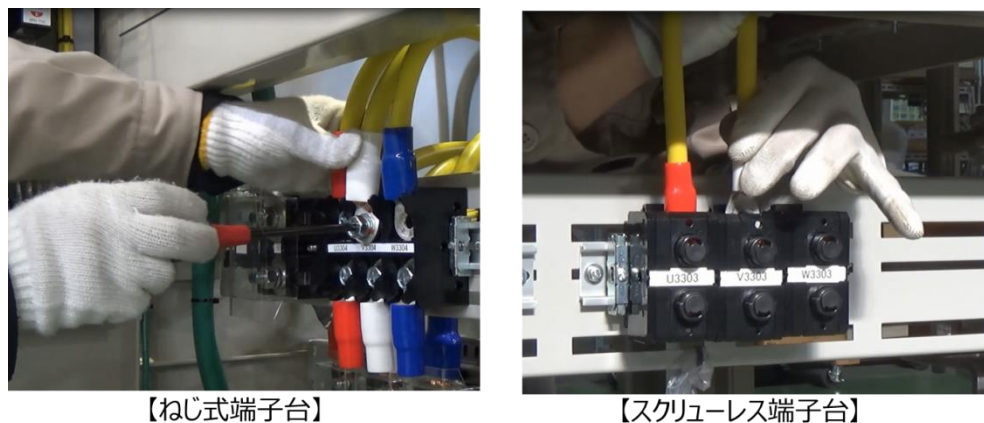


図 4-1 ねじ式端子台とスクリューレス端子台の配線作業の様子

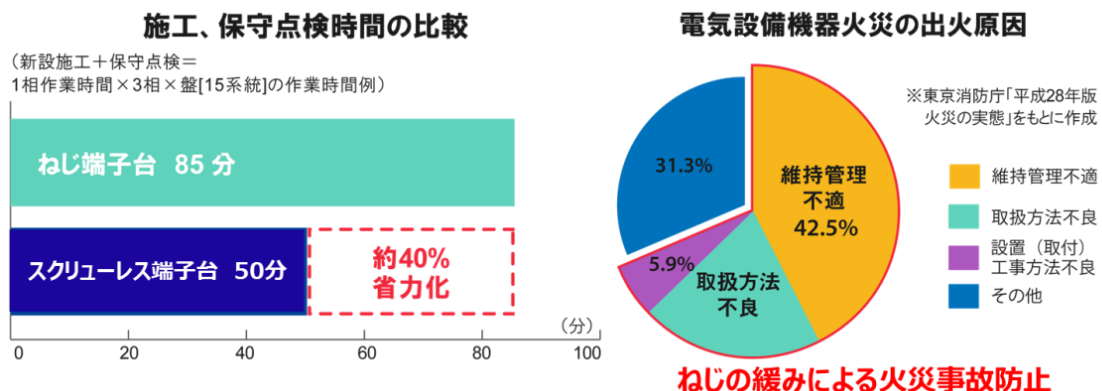


図 4-2 スクリューレス端子台使用によるメリット

スクリューレス端子台は海外市場と比較して日本市場ではまだ普及が進んでいない。その要因の 1 つとして，海外メーカ製のスクリューレス端子台の多くは，日本国内で一般的に使用されている丸形圧着端子を使用せずに，電線を直接接続したり，専用棒形圧着端子を使用したりする製品が多いということが考えられる。そのため，国内では制御線接続用のスクリューレス端子台の普及

が先行しており、大電流が流れる接続においては、信頼性の観点から丸形圧着端子+ねじ端子台を選定するケースが多く見られ、スクリーレス端子台の普及がなかなか進んでいなかった状況であった。

しかし、前述の人手不足対策が急務となる中、太くて重い電線を使用する大電流部分のスクリーレス化こそが省力化に繋がることもあり、この点を狙った国内メーカーが丸形圧着端子を利用するタイプのスクリーレス端子台をリリースしたことで、大電流の接続部分においてもスクリーレス化の動きが始まっている。ビル、工場の配電盤、分電盤をはじめ、エレベータや ETC などでも採用、検討が進んでいる。

## 5 オープンデジタルプラットフォームの必要性

昨今の製造業では、深刻な労働人口減少による人手不足や熟練者の技術伝承問題、予測できない自然災害対策等の問題を抱えながら、一層進む顧客ニーズの多様化、短納期かつ安定したグローバル供給に 대응していかなければならない。

前述にあるように、本 WG で掲げる将来の制御盤の姿であるモジュール化された(機能別)制御盤を企業間に跨って生産する上で、上記の課題に対応するために、IT 技術により多様化・複雑化する生産システムをデジタル化し、ビッグデータや AI の活用により生産を効率化し、低コストでの多品種少量生産や柔軟な製品変更への対応を実現することが求められてくる。国内外の中小企業も含めて多種多様な製造メーカーがオープンなネットワークで接続され、人手を介さず互いにデジタル化した情報をやり取りして需要に応じて適切な場所で適量の製品が適時生産されるように、エンジニアリングチェーン、サプライチェーンに亘って生産に関わるシステム全体が最適に管理・実行されることが重要になる。また、労働力不足に対しては、生産現場でロボット等による自動化・省人化が進むと共に、デジタルツインによる設計の効率化や運用での利用、ビッグデータや AI を活用した暗黙知の形式知化や作業支援によって、熟練者の不足を補って誰でも生産に関わるエンジニアリングや運用保守等ができるようになることが重要になる。

この箇条では、製造現場での IT 化における問題点とそれらを解決する取組を紹介する。

### 5.1 製造現場での IT 化への壁

#### a) 製造現場のデータの有効活用

製造現場のデータは、取得できたとしても、時系列や条件設定が正確でないと「活用できないデータ」となる。そのため、どんなデータを準備し、どう扱うかを製造現場で考える必要があるが、そのようなノウハウ/経験を持つ人材は多くない。

#### b) 製造現場の IT 化(ネットワーク化)

現状、多くの工場内には、古い機器や異なるベンダの機器という異種環境が乱立しているため、機器やプロトコルによって、取得するデータの種類や粒度、フォーマットが異なっているため、データをネットワーク経由で送ることが非常に難しく、ネットワーク構成が複雑になる。

#### c) データの信頼性(セキュリティ)強化

製造現場の IT 化が進み、ネットワーク化し、データ取得から活用できる仕組みができた場合でも、データそのものが奪われたり、破壊されたり、機能障害を起こしては意味がない。各企業の工場では、現場から工場間をネットワーク化(つながる)ことを想定していなかったため、基本的なセキュリティ対応策の準備がない。



## 5.2 制御盤のIoT化を見据えた課題、動向

制御盤の制御機能は、これまでは搭載されるコントローラとしての PLC や POD が制御対象の設備について駆動、空調、照明、温度の制御などを行うために、これらの機器のフィードバックデータやセンサデータを収集しながら、プログラム制御するというもので、基本的には外部のシステムと連携して、データの収集、管理を行うことは少なかった。しかしながら、デジタル処理、通信技術の発展により、今後、さまざまな外部の制御装置や経営、管理情報システムと連携させるためにインターネット接続環境で多量のデータを収集、保存、解析してサービス化を行う基盤である IoT プラットフォームと制御盤が接続する事例が増加する。

IoT プラットフォームには、①データを収集する「配管」機能 ②大量のデータを保存する「貯蔵庫」機能 ③サービス化するためのソフトウェア(アプリケーション)を乗せる機能の 3 つがある。いわゆるセンシングされた「ビッグデータ」を活用して新たなビジネスチャンスを獲得しようと、IT ベンダから通信会社、機器・装置メーカーなどさまざまな企業がこの「IoT プラットフォーム」の開発、提供を行うようになってきている。(図 5-1 参照)

この IoT プラットフォームの上記の 3 つの機能を全ての業界向けに提供できる企業は少ないこと及び顧客が持つさまざまなデータを一元的に収集、管理したいというニーズがあることを踏まえて、顧客基盤を拓げるために、IoT プラットフォーム相互間でデータの互換性や連携ができるような協力関係を IoT プラットフォーム提供企業が構築するようになってきている、これにより、これらの IoT プラットフォームの顧客である制御盤メーカーや装置メーカーは個別のプラットフォームに限定されずに、幅広いサービスをエンドユーザに提供できる可能性が広がっている。

	ケース1：支援、協力	ケース2：相互連携	ケース3：統合
IoTプラットフォームの構築方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置メーカーが主体的にIoTプラットフォームを構築</li> <li>ITベンダ、通信事業者等が支援、協力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置メーカーとITベンダ・通信事業者が相互に連携</li> <li>両者が個別にIoTプラットフォームを構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>装置メーカーとITベンダ・通信事業者等がオープンな連携により統合IoTプラットフォームを構築</li> </ul>
装置メーカー 機器メーカー			
ITベンダ 通信事業者			
エンドユーザ			
具体例	<ul style="list-style-type: none"> <li>MindSphere (SIEMENS)</li> <li>Field system (ファナック)</li> <li>i-BELT (オムロン)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LANDLOG (コマツ)とSAP Cloud Platform</li> <li>Azure IoT (Microsoft)とThing Worx (PTC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EDGE CROSS</li> </ul>

図 5-1 IoT プラットフォーム相互協力・連携の枠組み

このような動向を踏まえ、制御盤および制御盤用製品(デバイス)についても、これらの IoT プラットフォームとデータの授受を行うことを想定される場合には、①接続する IoT プラットフォームの種類、仕様 ②IoT プラットフォームへの接続方法(直接接続するのか、ゲートウェイ機器などを介して間接的に接続するのか) ③適用通信ネットワーク ④データフォーマット、プロトコル、速度 ⑤付加する監視、自己診断、解析などのスマート機能 などについて、検討する必要がある。

ある。

### 5.3 課題解決に向けた取組みの紹介

現在、一般社団法人 Edgexcross コンソーシアムから、企業間を互いにつなげることができるオープンなプラットフォーム Edgexcross が提供されている。本プラットフォームは企業の枠を超えて、FA と IT との協調を実現するオープンなエッジコンピューティング領域のソフトウェアプラットフォームである。本プラットフォームにより、中小企業でも一からシステムを開発することなく、簡単にプラットフォームにつなげることができる。今後想定されるような製造メーカがネットワークで接続されて生産システムを構築する制御盤製造において、生産システムを統括するコーディネータが、本プラットフォームを介して各企業をつなげて生産システムを構築し、エンジニアリングチェーン、サプライチェーンに亘る生産システム全体の最適化を実現することができるようになる。また、本プラットフォーム上で制御盤等のメンテナンスを行うためのアプリケーションを提供することで、製品に加えてより付加価値の高いサービスを提供することもできるようになる（図 5-2）。

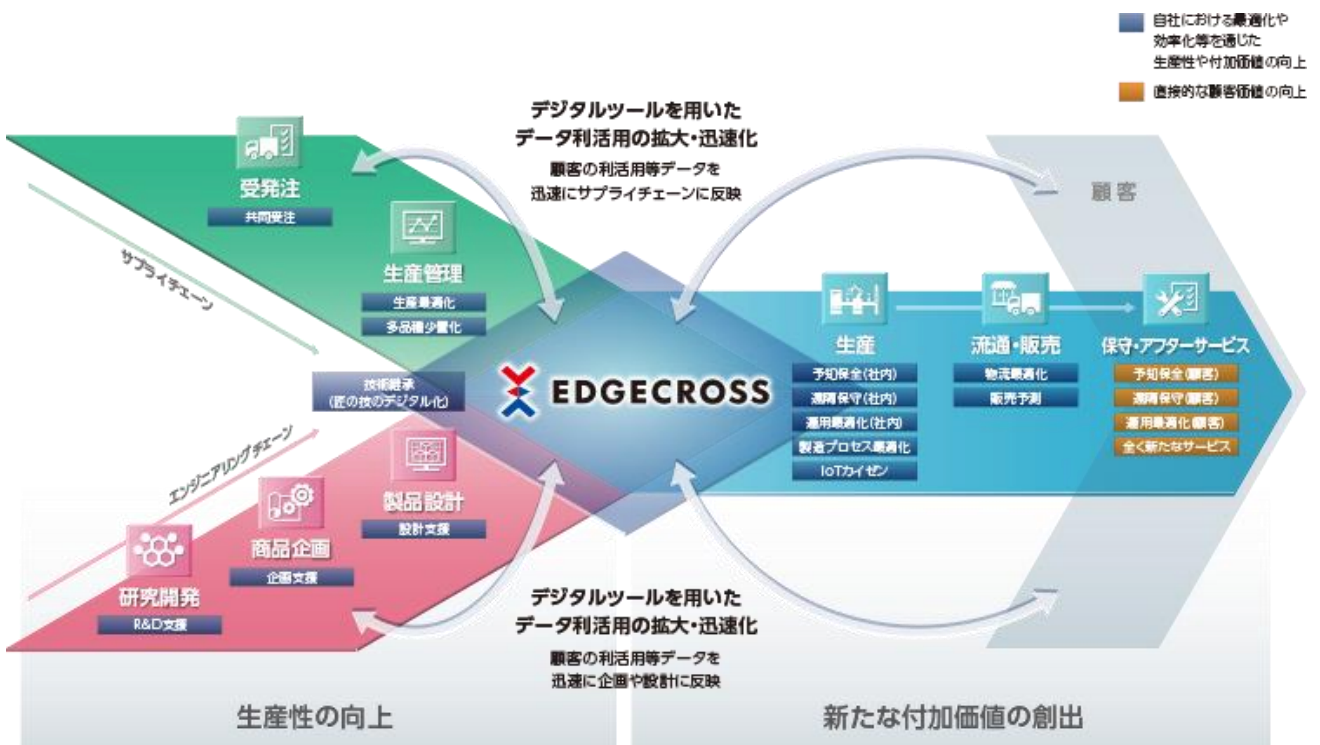


図 5-2 オープンプラットフォーム Edgexcross によるバリューチェーン最適化

URL: <https://www.edgexcross.org/ja/edgexcross/>

### 5.4 データ交換のための標準化

IoT 化が進むと、制御盤の制御対象である生産設備や機械、さらに駆動、空調、照明などの装置に取り付けられた膨大な数のセンサから収集したデータにもとづき、リアルタイムで生産、稼働情報を管理、解析しながら生産や稼働の自動化、最適化を指向するようになる。その場合、それらの装置、機械、製品、部品の機能構成、属性仕様、特性情報を明確化、デジタルデータ化する必要性が出てくるために、それらの属性データについて、①設計、評価、購入、生産、販売、据付、保全などのエンジニアリングチェーン相互間 ②企業管理の ERP-MES-SCADA-Device のシステム各層相互間 ③複数企業相互間 ④前述の複数 IoT プラットフォーム相互間などの、それぞれエン

ド・ツー・エンドでデータを共有化，自動変換される仕組みが必要になってくる。

これらのデータ交換の最適化をはかるために，①エンタープライズ/スマートファクトリー(企業，工場単位でのデジタル化，スマート化全般)関連 ②エンジニアリングツール関連 ③データ通信関連 ④プロファイル，辞書関連の各領域で，さまざまな国際標準化の活動が展開されている(表 5-1 参照)。これらの国際標準化活動は，各企業が上位の経営管理用システムと生産管理用システム，および生産制御システムとの相互間のデジタルデータ交換の最適化をはかるとともに，設計から購買，生産，保守などのエンジニアリングチェーンの相互間のデジタルデータ交換の最適化をはかることにより，生産性や事業効率の向上を実現して利益の創出，最大化を目指すものである。

IoT 時代の進展にともない，制御盤メーカーおよび制御盤用機器(デバイス)メーカーの製品企画，開発部門は，このような国際標準化動向に充分留意したうえで，これら標準化が進むエンジニアリングツールや通信技術，辞書を適用した製品の開発を検討する必要がある。

表 5-1 データ交換の最適化に向けた主な国際標準化の取組み

分類	具体例	概要	規格，制定機関
① エンタープライズ，スマートファクトリー	Digital Factory	生産システムのデジタル化を実現，管理するためのモデルやルールを定義し，それを用いて工場のライフサイクル全体や工場を構成する装置・機器の間の関係をサイバー空間上でつなげることを目的としている	IEC 62832
	PSLX	Planning and Scheduling Language on XML specificationの略 PSLXは，製造業における計画と日程管理をIT技術にもとづき統合させることで新しい生産管理の手法を構築するための標準仕様と指針である。インターネット上でのデータ交換規約の標準化機関であるOASISが推進している標準仕様にもPSLX3のデータ連携の手法が反映されている。	ISA-95 IEC/ISO 62264-3
	Enterprise-control system integration	製造業の事業体としての情報システムの階層構造，オブジェクトモデル，属性を述べたもの。	IEC 62264
② エンジニアリングツール	CMSD	The Core Manufacturing Simulation Dataの略。 米 国 の NIST(National Institute of Standard and Technology)が中心となって開発した，生産システムにおけるシミュレーションモデルを規定したもの。生産シミュレータのデータ項目の違いを媒介し，シミュレーションのシームレスな統合に実現する。	NIST

分類	具体例	概要	規格, 制定機関
	Automation ML	エンジニアリング情報を対象としたXMLベースのデータ交換フォーマット。既存の各種標準を最大限活用することを目指し、COLLADA, PLCopen, OPC, eCl@ssなどと連携している。	IEC 62714
	PLCopen XML	PLCプログラムの保存用の標準フォーマット。FBD(ファンクションブロック・ダイアグラム), LD(ラダー図), SFC(シーケンシャル・ファンクション・チャート)についてXMLスキーマを規定している。	IEC61131-10
	STEP	Standard for Exchange of Product model dataの略 コンピュータが解読可能な工業製品データの表現および交換について規定したもの。 STEP は, CAD/CAM/CAE/PDM/EDMなどのシステムでのデータ交換に使用されるが, 単にファイル交換に利用されるだけでなく, 製品データベースの実装の基盤としても利用されている。	ISO 10303
③ 通信	OPC-UA	OPC United Architectureの略。 センサが設置された現場レベル(Device)から製造ラインレベル(SCADA)や生産計画レベル(MES), 事業管理レベル(ERP)にいたるまでの生データや前処理情報を複数ベンダ間の製品相互間でセキュアで信頼性の高い中位的な電装を行うための通信技術。複数のOSに対応したマルチプラットフォーム環境が実現されており, 認証/暗号などのセキュリティ機能を保持している。	IEC 62541
④ 辞書, プロファイル	eCl@ss	eCl@ssは, 企業間で製品データを交換する際の共通辞書を提供するシステムで, 約41,000の製品クラスと約17,000のプロパティを有しており, 多くの製品やサービスを対象としている。データフォーマットはXMLベースでありOPC-UAなどと親和性が高い。eCl@ssのデータ構造は4階層のツリー構造でクラスを分類し, その下にプロパティが登録されている。	IEC 61360

分類	具体例	概要	規格，制定機関
	CDD	<p>Common Data Dictionaryの略。</p> <p>製品やサービスの意味，内容をデジタルデータとして処理可能とするための辞書。データ辞書の構造を規定しながら，製品のクラス体系や個々のクラスの実製品が持つ共通のプロパティ，およびそれらのクラスやプロパティのIDや名称，定義などが定義できる構造となっている。</p> <p>CDDは，Industrie 4.0におけるRAMI4.0のInformation layer(情報層)や Asset Administration Shell(管理シェル)の考え方，およびeCl@ss辞書と連携，協調した動きを展開している。</p> <p>また，CDDの各国語翻訳として，仏・独・中・韓・スペイン語へ展開されている。</p>	IEC 61360/ISO 13584

## 6 コーディネータ企業とオープンイノベーション

この箇条では、オープンイノベーションを整理した上で、制御盤におけるコーディネータ企業の役割を検討する。

### 6.1 制御盤のオープンイノベーション

制御盤の将来像については、前節までに示されているが、使用されるコンポーネントの高度化、多機能化が進み、モジュール化、スクリューレス端子などの活用により制御盤の小型化も可能となっている。FA 型制御盤では、機械組込み型の制御装置も適用が進んでいる。

さらに、ネットワーク技術、無線通信技術などにより、新たな付加価値創出の可能性も広がりつつある。

一方で、IoT、AI 活用により第 4 次産業革命と称され、大きな技術・ビジネス変革期を迎え、製造業のみならず、スマートビルディングなどのスマート化、物流業界の飛躍的な流通物量の増加・スピード化、モノ売りからサービスへのビジネス環境の転換などの社会的ニーズの変化が指摘されるところである。

上記の観点から制御盤に注目したオープンイノベーションの一部を例示する。

検討に当たって、制御盤は、対象となる設備、システムの計測・制御を行うと共に、ヒューマンマシンインターフェースとして人間へ情報を提供することを前提とする。

- a) 筐体レスの機械組込み型の制御装置もあるが、制御盤とは「箱」であり、収納する機能が重要であるが、社会的ニーズは多様化しており、言い換えれば多種少量生産の要求が拡大することであり、制御盤ハードウェアは機能に拠らず標準化し、ソフトウェアで多種生産に対応していくことが可能となる。

さらに、エンジニアリングツールを最大活用することで、ソフトウェアの分割もしくは分業生産することも可能となる。

- b) 全体システムにおける制御盤は、計測制御・ドライブの対象となる機械設備の本来の役割を引き出す存在であり、設置場所に制約を受けるケースが多い。

小型化、構造のフレキシブル化により、制御盤スペースを要求することなく、既存に空きスペースに収納可能となれば、地味ではあるが、現実的な効果が期待できる。

- c) IoT 化、無線通信の応用により、制御盤が本来収集可能なアクチュエータ状態パラメータ、制御プロセスなど多種多様なデータの収集、集約が可能となり、制御盤の重要な役割の一つであるヒューマンマシンインターフェースとして、人間系の高度な情報伝達が可能となる。各種スマート化の側面は、情報収集と集約であることは間違いなく、複数の制御盤がシステムとして結合することにより従来の制約から解放された情報マネジメントが可能となる。

- d) コンポーネントのインテリジェント化、高機能化及びネットワークによる制御盤の有機的な結合により、制御・ドライブ機能をよりアクチュエータ近傍に集約することが可能となり、並列処理・現場分散制御によりシステム全体の高機能化・多様な使用が可能となる。

- e) 制御盤が持つ制御機能又は情報処理機能に加え、クラウド等を活用した幅広い情報の有機的な活用、エンジニアリングチェーンの統合などにより、より多角的な人間系への情報提供、システムと人間とのコミュニケーションの実現など新たな付加価値の創出などが可能となる。一例として、国内労働力の減少に対応した海外労働者への雇用拡大におけるシステムによるスキルの



補完などが確認されている。

これらは、オープンイノベーションの一部の例示であるが、このような制御盤の将来への期待を踏まえてコーディネータ企業の役割、在り方を次項にて検討する。

## 6.2 コーディネータ企業

制御盤のモジュール化では、「エンジニアリングチェーン」及び「制御盤」の二つでのモジュール化が考えられる。それらのモジュールを束ねて制御盤の設計～製造までの ECM, 部品供給からメンテナンスまで考慮する SCM を運営する「コーディネータ企業」が必要となる。

箇条 2「ECM の効率化」では、設計のデジタル化が必要であることを示した。SCM においては工程をモジュール化して企業の得意分野の工程を分担するモデルにより、ECM,SCM を最適化することが求められる。箇条 3 や箇条 4 で示した将来の制御盤デバイスの方向性により、デバイス自体の仕様統一が可能となる。そのことは制御盤モジュールの機能ごとのデバイス仕様がばらばらになることを防ぐとともに作業標準化が図れ、SCM のモジュール化の前提条件となる（図 6-1 参照）。

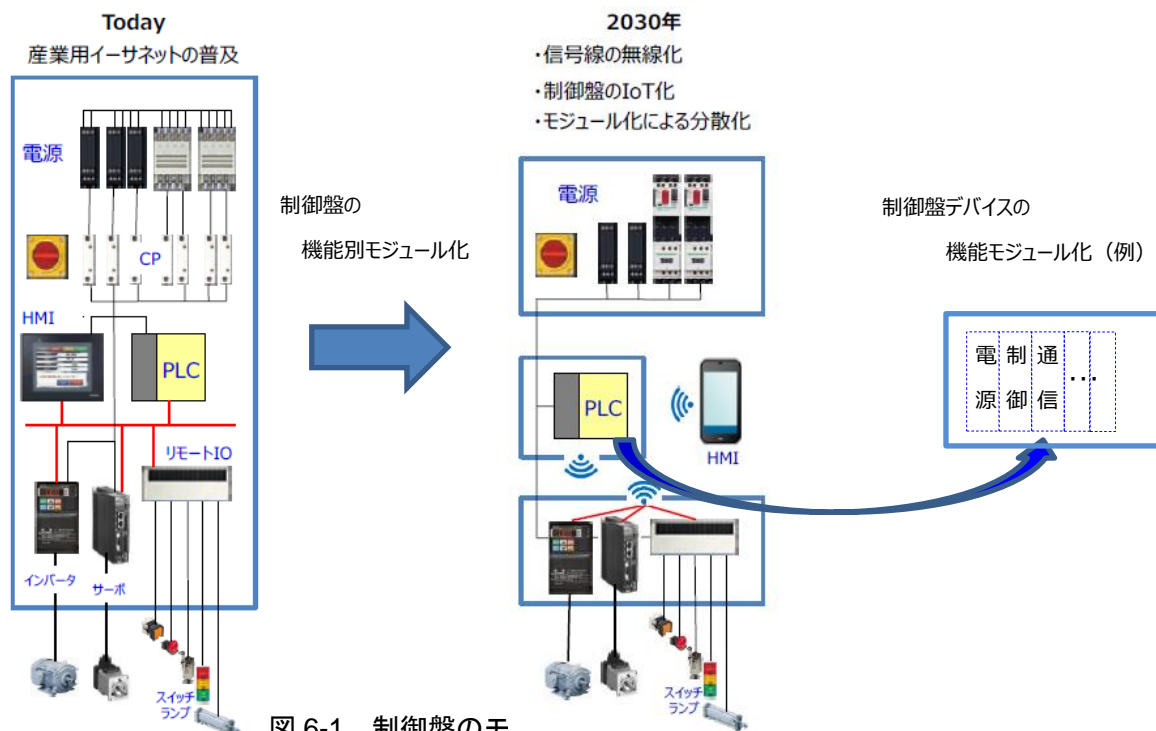


図 6-1 制御盤のモ

2017 年度の提言書においては、コーディネータ企業には下記の 3 種の役割が提言された。

- 多様化するニーズに応えるコーディネータ企業
- コンサルティング型コーディネータ企業
- 制御盤ソリューションを提供するコーディネータ企業

それぞれに特有の役割が考えられるが、FBM を考慮して 2016 年度版で提言されたコーディネータ企業は、b)の役割に近い。ただし、2017 年度版で提言した「Web プラットフォーム」は、「コーディネータ」として捉えたもので c)に近い思想であり、前述したモジュールを束ねる役割となる。

日本の市場を考えたとき、コーディネータ企業が設計製造責任を負う a), b)の役割は国内で受け入れがたいと考えられる。海外からの参入やモジュール化される製品、プラットフォームへの自

由参画，関連企業の ECM 効率化を考え，c)を本提言書では推奨する。

### 6.2.2 統合プラットフォーム

制御盤 2030WG で考える FBM は，「サプライチェーン，エンジニアリングチェーンのモジュール化」が主体となる。ECM をモジュール分担し，各々モジュールごとに確立された「アプリケーション」とそれらを束ねる場を提供し，運営する「コーディネータ企業」の二つが共存する思想である。

2017 年度提言書において，各企業が展開する Web システムを連携することで将来に向けた盤ソリューションとして「Web プラットフォーム」を掲げた。

これも 6.1，6.2 で述べた ECM，SCM のモジュール化による得意分野でのアプリケーションが統合される「統合プラットフォーム」を意図しており，顧客に対する付加価値として市場変化に対応した品質や顧客のニーズ対応を創出する将来の制御盤 FBM が創造される。

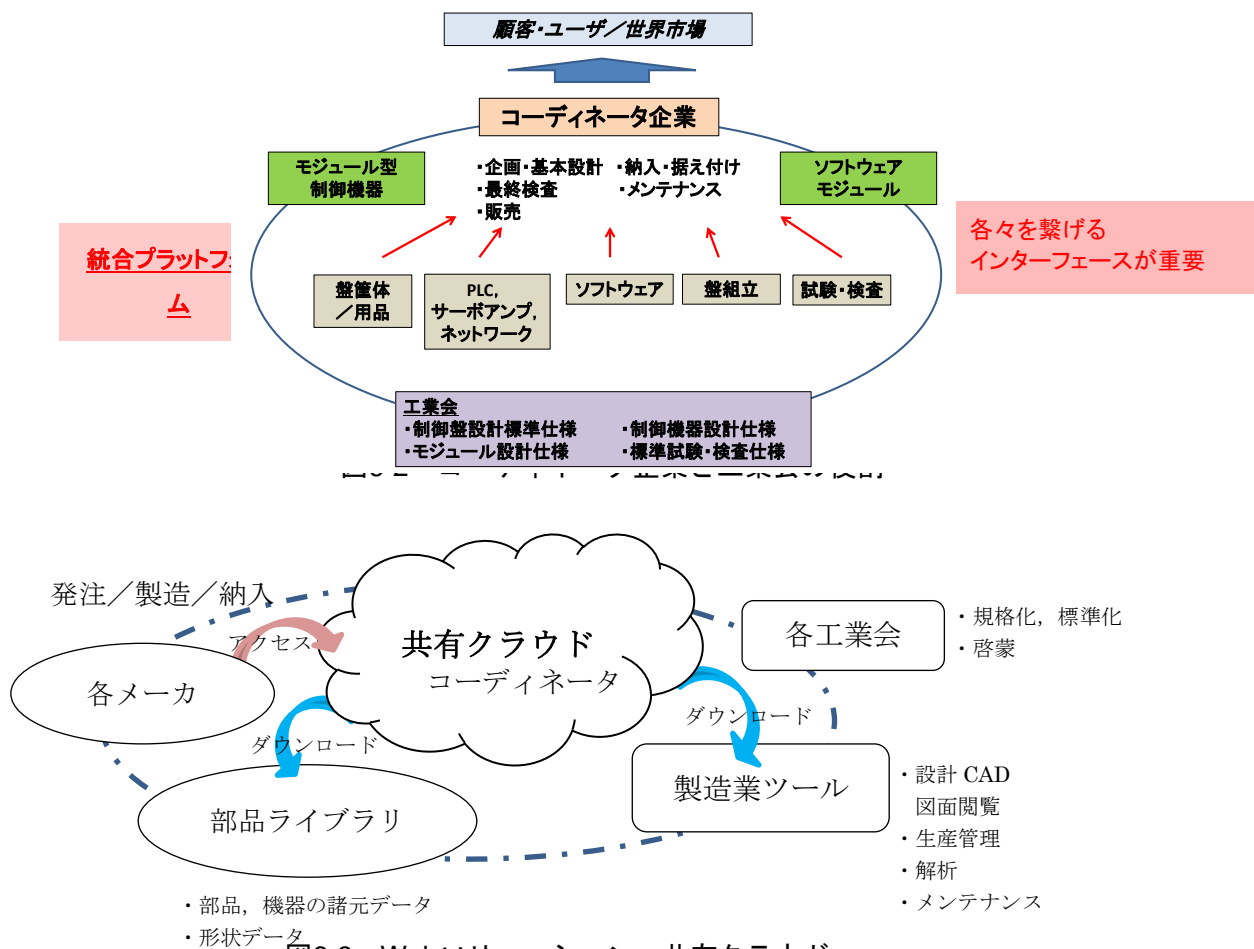


図6-3 Webソリューション：共有クラウド

### 6.2.3 コーディネータ企業の役割

6.2.2 に述べた統合プラットフォームを運営する「コーディネータ企業」は，顧客ニーズに応えるソリューションを運営する場を提供する役割となる。

設計，製造，購買などそれぞれの工程管理責任はモジュール単位で担保されることが必要である。そのためには SCM モジュール単位での範囲，標準化が求められる。



#### 6.2.4 プラットフォーム，コーディネータの課題

次のようなプラットフォーム，コーディネータの課題がある。

- ・ 「製品」「エンジニアリングチェーン」のモジュール化が進まない。
- ・ 日本のドメスティックな法や規格
- ・ モジュールのインターフェース標準化
- ・ コーディネータ企業とアプリケーション提供企業を繋ぐプラットフォームが無い。
- ・ プラットフォームユーザにおける購買管理，設計管理
- ・ プラットフォームの形成及び普及に時間を要する。
- ・ モジュール製品にリコールが発生した際，コーディネータ企業の経営リスクが増大する。
- ・ 一部の重電・産業界に存在する偏向的な品質重視，従来からの運用性重視等が根ざすイノベーションを受け入れ辛い環境と，この環境に密着する垂直統合的生産環境の強固さ。
- ・ コーディネータ企業の設計，製造責任範囲が広がる可能性。

#### 6.2.5 課題の解決に向けて

従来までは 6.2.3 で挙げた課題があり，プラットフォームやコーディネータの基となるモジュール化が進まなかった。しかし，将来制御盤のモジュール化による効率化は社会，市場，デバイスを取り巻く環境変化への対応に向けて必要である。制御盤 2030WG の活動を通じて，工業会連携などによる標準化や将来の製造業のあり方に向けて協同，共存を促して最適な「プラットフォーム」「コーディネータ企業」の構図を見つけていく。

## 7 2018 年度の総括

### 7.1 工場見学

本年度の活動の総括として、実際に制御盤メーカーを訪問し、製造現場の視察(確認)及び検討結果に関する意見交換を行った。

開催日時：2018 年 11 月 22 日(木) 13:30～16:00

訪問先： 株式会社アイデン

石川県金沢市かたつ 3 番地

#### 7.1.1 顧客課題

日本人従業員の獲得が難しく、ベトナムからの技能実習生(女性)を数名雇っている。

その為、初心者でも容易に盤の組立・配線作業が出来るように IWS(iDEN Wiring Solution)という独自のシステムを開発した。これまで紙図面を見ながら行っていた配線作業を、回路データを配線データに変換することにより、「設計データの製造活用」を可能とした。(図 7-1)



図 7-1 IWS による配線作業

(写真提供：アイデンホームページ)

IWS では配線順、配線経路、配線場所が全て指示モニタ画面に表示され、誰でも同じ品質の配線が可能となる。つまり同じ品質の製品を最適な場所、地域で生産することが可能である。同社では同じデータを活用し、生産の変動に対応する為にベトナム工場でも生産を行っている。

#### 7.1.2 IoT の導入

同社は独シーメンス社の正規代理店でもあり、クラウドベースの IoT オペレーティングシステム「MindSphere」を自社に導入・検証している。本社工場と第 2 工場、いずれはベトナム工場からも設備のデータを収集し、工場を越えて稼働状況や電力量の見える化・分析に取り組んでいる。

ただし、一部の工作機械はメーカー固有のネットワークを推奨しており、MindSphere でデータを収集することが出来ていない。OPC UA などネットワークの標準化が望まれている。



図 7-2 同社内にあるシーメンス製品のショールーム  
(写真提供：アイデンホームページ)



図 7-3 同社の池内専務(前列右から 2 番目), 高木執行役員(前列右)と視察した WG2 メンバ

## 7.2 まとめ

2016 年度版「製造業 2030」において、2030 年の製造業はネットワーク型の「ゆるやかな企業共同体」とメガ企業型に二分されると述べているが、盤業界は明らかに前者に分類される。

ゆるやかな企業共同体というのは異質な能力を保持している優秀な企業の集まりである。日本の製造業の場合、それは水平分業型というよりも、得意技を標榜する異質な企業が結びついた「水平融合型」という表現がふさわしいと考える。つまり、グローバルレベルで目的に応じてフレキシブルに付いたり離れたりするが、コーディネータによる統一基準の下、半自律的に特化型企業が連

携した共同体のことである。

そこに参加する企業のメリットは、設備投資負担が少なく固定費が抑えられること、個社では出来ない価値創出がオープンイノベーションによって可能になること、需要変動に極めて強いことなど、数多い。大切なことは、それぞれの企業が常に自社のコアコンピテンシーを理解して、公平公正な立場でビジネスパートナーとして結びつくことである。

## 編集後記

盤業界に限らず、労働力不足は日本の深刻な社会課題である。ダイバーシティとして外国人労働者を受け入れることも必要ではあるが、ロボット技術立国と言われる日本としては、まず自動化することを優先的に考え、チャレンジするべきではなかろうか、

株式会社アイデンさんの取り組みを見て、あらためてそう考える。

## 附属書A 制御盤 2030WG 委員名簿

制御盤 2030WG		
	氏名	組織名
(主査)	松隈 隆志	オムロン株式会社
(委員)	井形 哲三	EPLAN Software&Services株式会社
	大場 恒俊	オムロン株式会社
	澤井 大介	オムロン株式会社
	中村 至雄	山洋電気株式会社
	柏崎 維寿	株式会社田原電機製作所 (一般社団法人日本配電制御システム工業会)
	久積 崇志	東芝三菱電機産業システム株式会社
	小久保 健司	日東工業株式会社
	折居 仁	広沢電機工業株式会社 (一般社団法人日本配電制御システム工業会)
	栗原 浩也	ヒロセ電機株式会社
	角村 周一	ヒロセ電機株式会社
	小島 伸浩	富士電機株式会社
	葉山 陽一	富士電機機器制御株式会社 (一般社団法人日本電気制御機器工業会)
	山口 克彦	エヌヴェントジャパン株式会社
	古澤 康一	三菱電機株式会社
	片山 浩一	三菱電機株式会社
(事務局)	阿部 倫也	一般社団法人日本電機工業会
	大和久 吾朗	一般社団法人日本電機工業会
	田中 一彦	一般社団法人日本電機工業会

上記の委員名簿は、組織名の五十音順、氏名の五十音順にて記載した

## 本提言書の最新版の入手は・・・

本資料の最新版は、電子データダウンロードにて入手が可能です。JEMA のウェブサイトのオンラインストアにおいて無償公開出版物としてダウンロードが可能です。

JEMA ウェブサイト URL : <http://www.jema-net.or.jp/>

## 本資料の内容に関するお問合せは・・・

一般社団法人 日本電機工業会 技術部 技術課

TEL : 03-3556-5884/FAX : 03-3556-5892

© 2019 The Japan Electrical Manufacturers' Association. All Rights Reserved.

著作権法により、無断での複製、転載等は禁止されております。