Yokogawa DCS 製品のハードウェアにおける SDGs 達成に向けた取り組み

How Yokogawa's DCS Hardware Satisfies the SDGs

大脇 康裕 *1
Yasuhiro Oowaki

横河電機の Distributed Control System（DCS）をお客様が長年安心して使用できるための重要なキーワードとして，高信頼性が挙げられる。高信頼性の実現には，DCS の設計における信頼性はもとより，DCS がお客様のプラントのライフサイクル（稼働, 保守交換, 設備更新, および廃棄）をどのようにサポートしていくかが鍵となる。この取り組みは，2015 年に提唱された SDGs，つまり経済，社会，環境の３つの分野における持続可能な開発にもつながる。

本稿では，横河電機の DCS が，お客様のプラントライフサイクルや SDGs 達成に対してどのように貢献できるかについて，DCS の特徴とともに説明する。

Yokogawa's distributed control systems (DCS) have long been valued by customers for their long-term operability and high reliability. In particular, reliability is crucial throughout the plant lifecycle, from installation, startup, and engineering, to maintenance and scrapping. High reliability also helps satisfy the SDGs, which were introduced in 2015 and require sustainable development in the three fields of the economy, society, and the environment.

This paper introduces the features and hardware of Yokogawa's DCS and shows how the company is working on achieving the SDGs.

1. はじめに

産業インフラとしての工業プラントは，環境や社会へ及ぼす影響が大きいことから注目されてきた。これまで，Distributed Control System（DCS）に対しては，

- 導入コスト
- 生産継続性
- システム継承性

に関する要求が多かった。しかし，国際的な目標として SDGs が示されたことで会社や国をまたぐ共通の価値観が広まり，工業プラントとしてもこれまで以上に社会的貢献を考える必要が出てきた。SDGs 達成に向けた取り組みを世間に公表する機会も増え，特に工業プラントを抱えるお客様においては，その活動が環境をはじめとする社会に与える影響が大きいことからも，SDGs を意識することが多い。

DCS はプラントで使用される装置であることから，24 時間 /365 日の連続使用という条件での高い稼働持続性が要求される。また，プラントの長いライフサイクルの中で，システム継承性までを含め，DCS がどのようにプラント稼働の維持に貢献していくかは大きな課題である。

横河電機は，DCS 分野での実績を通して，プラントの最適化のためのノウハウを蓄積してきた。これからは，お客様の要望に対して，これらのノウハウをどのように提供していくかがさらに重要となる。本稿では，特にシステム製品のハードウェアに関して，ニーズとシーズについて Value Architecture（VA）による分析 [1] を行った結果（**図 1**）を，SDGs への対応と合わせて説明する。

2. プラントへの要望

石油精製，製鉄，化学産業などのプラントは DCS によりコントロールされており，産業インフラとして社会を支えている。プラントが長期にわたって安定かつ安全に稼働し続けることは，その社会的な重要性からも，お客様の要望として大きな部分を占めている。具体的には，ハードウェアは 10 年以上その機能を維持していくことが望まれており，お客様の使用環境によっては，それより長い期間稼働している機器も存在する。最近では，DCS の部分更新やシステムアップグレード等により，プ

*1 IA システム＆サービス事業本部 システム開発センター
システムハードウェア技術部

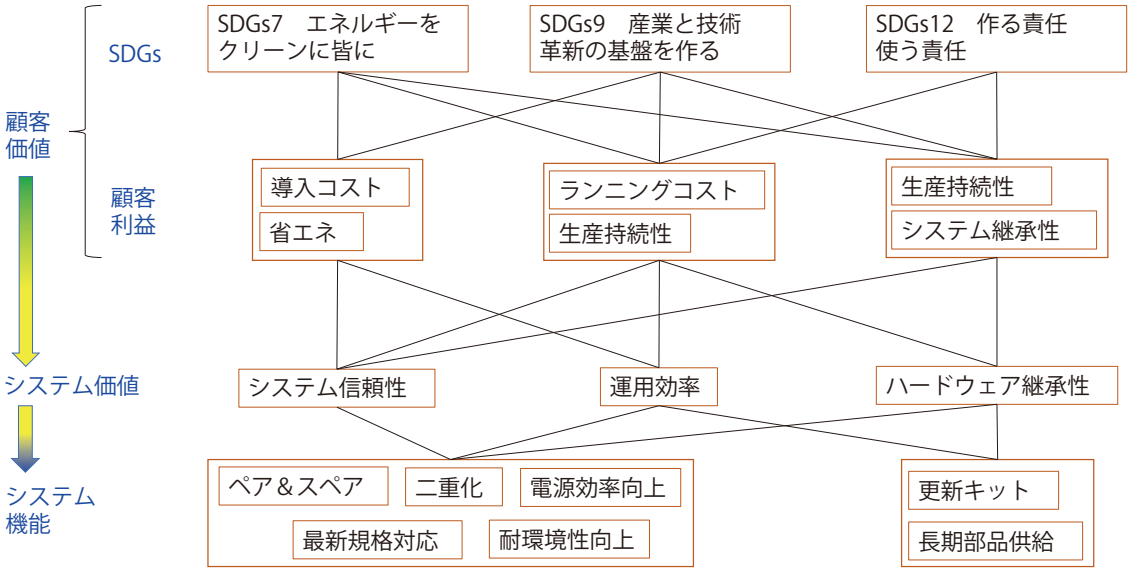

図 1　DCS ハードウェアへの Value Architecture の適用例

ラントの寿命を可能な限り延ばしたいとする要求も多い。このような場合，既設のフィールドケーブルなどの配線類や筐体をそのまま使用したいという声も多い。これは費用低減や工期短縮につながるが，既存配線の利用するためには，キャビネット内の機器実装位置も含めてロケーションを考慮する必要がある。

プラントの安全性の観点からは，ケーブルの難燃性に関する問い合わせや，環境規格対応についての要求および問い合わせも多くなってきている。環境規格対応については，プラントが設置される各国での要求を反映しているが，世界規模での地球環境への意識の高まりと理解できる。このようなプラントへの要望を解決するための横河電機としての施策を，以下に具体的に記す。

3. DCS の課題へのアプローチ

DCS はプラント建物内に設置されることが多く，その設置環境は都市部等の一般環境に比べて過酷であることが多い。このような過酷な条件下でも，定期検査期間を除き，ほぼ 1 年中稼働し続けることが要求される。また，ハードウェアとしての機能を維持しつつ，10 年以上稼働することも望まれている。このような要求に応えるためには，ライフサイクルに応じたメンテナンスが不可欠である。適切なメンテナンスにより，実際に 30 年近く稼働しているシステムも存在する。

DCS のハードウェアとしての長期信頼性を実現するため，横河電機は，フォールトアボイダンス，フォールトトレランス，メンテナビリティを設計時から考慮し，次に示す対応をプラント信頼性向上のために行ってきた。

(a) システムの信頼性向上
(b) 運用効率向上
(c) ハードウェアの耐環境性向上
(d) ハードウェアの継承性実現

これらに関しては，ハードウェアとしてのロバストネスを向上させることがプラントライフサイクルの長期化実現につながり，さらに持続可能社会の実現の支えとなる。

(a) ～ (d) を実現することにより，お客様は，産業と技術革新の基盤を作ること（SDGs9）に貢献できる。また，これらの対応によって環境的に厳しい場所へもプラントを設置できるようになり，エネルギーを皆に，そしてクリーンに供給すること（SDGs7）への一助となる。これらの社会的な価値の実現に貢献する高度なプラント制御を実現することで，作る責任と使う責任を負うこと（SDGs12）にもつながる。

お客様がこれらをすべて実現することは，すなわち横河電機が産業と技術革新の基盤を作ること（SDGs9）に貢献できることを意味する [(2)]。

4. 運用効率向上

プラントは効率的に運用することが求められている。これを具体的に追求することで，長期的に安定したプラント運転が実現可能となるばかりでなく，ユニット更新等により DCS の長期使用も可能になる。それは，プラントライフサイクルを延長させることにつながり，地球環境に対してもメリットをもたらす。

5. システムの信頼性

5.1 高信頼性設計実現のための基本思想

DCS ハードウェアの高信頼性設計は，以下の基本思想を指針としている。併せてハードウェアの代表的な対応事例も記す。

(a) 故障しにくくする（フォールトアボイダンス）
　⇒部品選定，部品の設計マージン，評価試験 等
(b) 故障の場合にも正常に機能し続ける（フォールトトレランス）
　⇒各種プロセッサーカードの二重化，二重系照合ペア方式（ペア＆スペア方式）等
(c) 故障からの早期回復（メンテナビリティ）
　⇒ユニットのオンライン交換 等

横河電機のビジネスドメインである「計測・制御・情報」の分野でハードウェアの信頼性を上げることは，プラントシャットダウンのリスクを低減し，プラントの運用効率向上に貢献する。

信頼性を向上させることは，プラントのランニングコストを抑えるだけでなく，地球温暖化防止のための CO_2 排出削減にも貢献しており，持続可能でレジリエントなインフラの構築に欠かせないものである。

5.2 高信頼性設計の紹介

設計に際しては，選定する部品の仕様に対して十分なディレーティング（derating）を確保した上で，ユニット構造にすることで，故障時の部分更新に対応している。さらに，故障の場合にもシステムが正常に稼働するようプロセッサーカードの二重化や，ペア＆スペアによる CPU の二重化を実施している。これらの技術は，事故などによる偶発故障に対する DCS システムの信頼性向上に貢献する。

ハードウェアの高信頼性設計の中でも，熱による部品故障の発生を低減するフォールトアボイダンス機能である電源効率の向上は，連続運転が実施されるプラントの消費電力の低減に直結しており，環境にも大きく影響する。製品ライフサイクルにおいて，「使用中」のエネルギー消費が大きいことが**図 2** からも分かる。

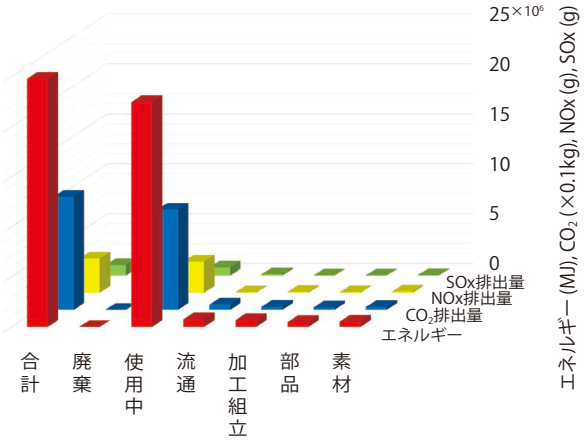

図 2 モデルプラントにおける製品ライフサイクルと環境への影響

電源効率の向上は，DCS 機器が実装されるキャビネット内部の温度上昇を抑え，部品への熱の影響を軽減し，ロバスト性を上げる。これらのことでストレスを低減させ，プラントの安定な連続運転を実現している。

6. ハードウェアの耐環境性向上

6.1 DCS の設置環境

DCS の設置環境は，プラントで扱われる原料やそこで製造される製品の種類により異なる。また，プラントは臨海部に建設されることが多く，建物の内部はその影響が低くなるとはいえ，都市部に比べて海塩粒子の影響を受けやすくなる。海塩粒子には塩化ナトリウムや塩化マグネシウムが含まれており，それが水分と一緒になることで電子機器の腐食の原因となる。

DCS のハードウェアが上記のような厳しい環境にさらされることを想定し，G3 ガス[i] 想定したコーティングオプションを用意している。実際にコーティングされた機器のイメージを**図 3** に示す。このコーティングにより，搭載される電子部品を湿気やガス等から守ることができる [3]。

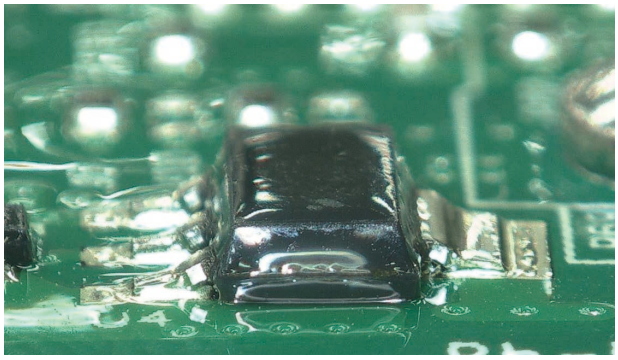

図 3 機器に施されたコーティング

6.2 ハードウェアの耐環境性向上による効果

計装室全体が環境因子によって悪影響を受けると，そこで使用している多くの電子機器は，時間の差こそあれ広範囲にダメージを受ける。対象が微細化した電子部品であればあるほどその影響は大きい。

G3 コーティングによって耐環境性が向上すると，ガスや水分等の環境因子が計装室全体に及ぼす悪影響から DCS のハードウェアを守ることが可能となり，プラント建設の自由度が向上する。その結果，石油やガスの井戸元への設置や地熱発電所への対応等，新しいフィールドにおけるプラント設置が容易になり，サステナブルな社会の実現に貢献できる。

[i] ANSI/ISA S71.04: Environmental Conditions for Process Control Systems

7. ハードウェアの継承性実現

石油プラントや化学プラントに代表されるように，プラントで作られるものの多くは社会のインフラに関わる。そのため，プラントは連続かつ安全に長期間稼働することが求められている。したがって，DCS の更新周期を長くし，さらに DCS が停止する期間を短くすることでプラントの停止期間を最小限に留めることは，プラントの運用効率を向上させる観点で非常に重要である。

特に，プラントの延命を図るためにシステム継承性を実現することは重要である。このことを実現するために，横河電機は次の対応を行ってきた。

(a) システムアップグレード
(b) ユニット更新
(c) 各種規格対応

以降の節で，これらの対応について説明する。

7.1 システムアップグレード

1993 年にリリースした CENTUM CS を，最新の CENTUM VP R6 へ短い更新期間で実現するための更新キットを CENTUM VP R6.03 として，2016 年にリリースした。

システムアップグレードの場合，Field Control Station（FCS）部においては，更新前後でモジュールや端子台の実装位置を同等にした設計とすることで，**図 4** に示すように既設のキャビネット筐体や，フィールドケーブルをそのまま活用しながらステーション単位で更新できる [4]。最新の FCS では，処理能力の向上，アプリケーション容量の増加，および入出力チャンネル数の増加対応や，ネットワーク機能と連携した制御機能を実現することができる。

また，I/O 部は，既設 I/O と互換性があるだけでなく，既設キャビネット内に収納可能なため，キャビネット内の改造のみで更新が可能となる。

現場の既存資産を最大限に活用しつつ，環境への負荷を抑えて短納期に更新を実現し，システムの継承性を担保することができる。

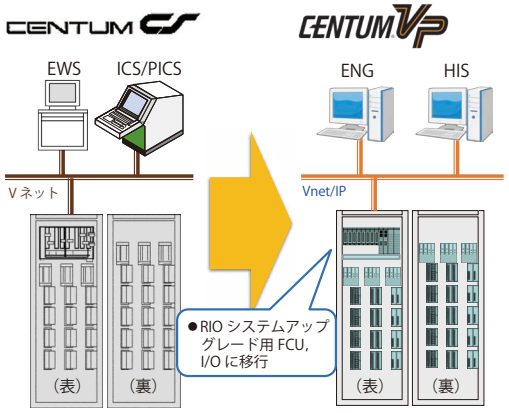

図 4 CENTUM CS の更新例

7.2 ユニット更新

ユニット更新のソリューションとしては，DCS で使用されているプロセッサモジュールを CP461 から CP471 へ更新することや，安全計装システム（Safety Instrumented Systems: SIS）である ProSafe-RS で使用されている SCP461 を S2CP471 へ更新することが挙げられる。

SCP461 を S2CP471 へ交換する際，セーフティエンジニアリング PC から当該ソフトウェアを SCP461 にダウンロードすると，稼働状態で SCP461 から S2CP471 への交換が可能になる。その概要を**図 5** に示す。

CP471 や S2CP471 は，マイクロプロセッサを自社の独自設計とすることや，形状に関して筐体ケースのサイズや固定インタフェース部を旧製品と統一することによって，長期安定供給をこれまで以上に意識しており，部品レベルでの持続可能性を考慮した後継機種である。また，CP461 は CP471 と，SCP461 は S2CP471 と，それぞれが機能的に互換性を持つよう設計されており，既設のコントロールユニットに実装されている CP461 を CP471 に，SCP461 を S2CP471 にそのまま更新することが可能である。

破損等により交換が発生した場合でも，対象品だけを部分的に更新すれば良く，既存資産を最大限に活用して環境への負荷を抑えた対応を実現する。

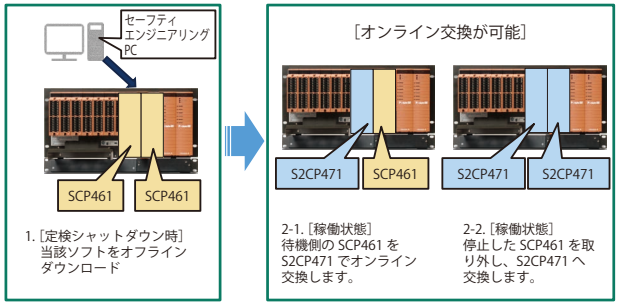

図 5 SCP461 の更新例

7.3 各種規格対応

システム継承の際には，ハードウェアやソフトウェアの更新以外にも，それぞれのプラントごとに，または設置された国や地域から，例えば RoHS 指令等により環境負荷低減を要求される。そのため，ハードウェアの廃棄や新規使用に対し，地球や人への影響を考慮する必要がある。

また，一般的な安全規格や防爆規格に沿ったプラントの安全稼働が要求されるため，ハードウェアもそのための設計が必要となる。システムとして動作しても規格に対応していない場合，コンプライアンス上の問題が生じる。そのため，最新の規格の動向に注意を払いながら対応する必要がある。

7.4 システム継承性対応の効果

本章で述べてきたように，横河電機がプラントを更新して，長期間安定したプラントの稼働を実現した場合，次の効果がある。

- 最新の法規制にハードウェアが対応することで，その時点で社会から求められる最新の要求に応えることができる。
- システムアップグレードの場合，最新の FCU（Field Control Unit）を使用することにより，I/O の追加，アプリケーションの追加，最新のフィールドデジタル機器接続が可能となり，プラントのパフォーマンス向上につながる。
- 作業効率の向上により，工事期間を短縮することができる。
- 既設ハードウェアの再利用により，新規部材を調達する必要がなくなる。

8. おわりに

横河電機は，1975 年に DCS を発売して以来，多くのお客様と共に，高信頼化によるプラントの効率化向上の実現に携わってきた。

一方，2015 年に SDGs が採択されて以来，国や会社をまたぐ共通の価値観が広まり，工業プラントとしてもこれまで以上に社会的貢献を考える必要がある。

技術進歩やイノベーションは，安定したインフラの上に成り立っている。つまり，システムのアップグレードや部分更新，および各種規格への対応による DCS の長期的に安定した運転の実現は，経済，社会，および環境のすべてに広く影響を与え，それぞれの課題解決に向けた取り組みの基盤になると考えられる。

今後も，お客様をはじめとする社会が，DCS のハードウェアに何を求めているかを考え，社会的責任を自覚しながらより多くのプラントに対して，信頼性の高いソリューションを供給していきたいと考えている。

参考文献

(1) 藤井靖之，“SDGs 貢献度の可視化とビジネスチャンスとしての活用 ”，横河技報，Vol. 63，No. 2，2020，p. 3-8
(2) 笹谷秀光（監修），基礎知識とビジネスチャンスにつなげた成功事例が丸わかり！ SDGs 見るだけノート，宝島社，2020
(3) 横河電機株式会社，CENTUM VP 設置ガイダンス，2020
(4) 横河電機株式会社，RIO システムアップグレード・ストーリー，CENTUM VP R6 ／販推資料，2017

* CENTUM，CENTUM VP，ProSafe-RS は，横河電機株式会社の登録商標です。
* その他，本文中で使用されている会社名，団体名，商品名およびロゴ等は，横河電機株式会社，各社又は各団体の登録商標または商標です。