

# 安全で安心なものづくりを実現するセーフティインダストリアutomation

Safety Industry Automation for Realizing Safe and Secure Manufacturing

斉藤 純一郎 Junichiro Saito

垣塚 健 Ken Kakizakai

小林 益之 Masuyuki Kobayashi

富士電機は、従来の高信頼度化・高品質化などの安全技術に加え、国際安全基準を満たした当社独自の安全ソリューションの提供を目指している。安全ソリューションはエネルギーオートメーション、インダストリアutomation、ソシオオートメーションの三分野をカバーし、お客さまの生産設備・システムをライフサイクルにわたり安全に稼働するように構築・維持する。安全ソリューションはコンサルティング、安全制御ソリューション、安全コンポーネント、アフターサービスなどの商品で構成され、“安全・安心なものづくり”を行うセーフティインダストリアutomationの実現を支援している。

Fuji Electric aims to supply proprietary safety solutions not only that provides the traditionally requested safety technology such as higher reliability and higher quality but also that meet international safety standards. The safety solutions encompass the three fields of energy automation, industry automation and socio-automation, and customer manufacturing facilities and systems are constructed and maintained by them so as to operate safely throughout their lifecycle. The safety solutions consist of consulting, safety control solutions, safety components, after-sales service and the like, and support the realization of a safety industry for “safe and secure manufacturing.”

## 1 まえがき

近年、機械装置やプラントでの重大事故が増加しており、安全・安心への社会的関心が世界的に高まっている。

また、さまざまな企業活動において“企業の社会的責任”が重視され、安全・安心に関する要求が厳しくなるとともに、プラントや機械設備を対象とするセーフティインダストリアutomationの需要が拡大している。本稿では、セーフティインダストリアutomationの新しい姿と富士電機の取組みについて述べる。

## 2 セーフティインダストリアutomationの現状

安全技術は、国際的にはISO/IEC規格上で整備されている。欧州では、すべての商品がISO/IEC規格に準じるよう義務付けるEU指令が発令され、安全に関する市場が急速に拡大している。日本では、国際規格に沿ってJIS (JIS C 0508 ; 2000年発行, JIS C 0511 ; 2008年発行<sup>(1)</sup>)が整備され、中国ではGB規格として整合・実施され、アジアでも市場拡大に拍車がかかっている。機械・機能安全に関する2008年度の世界市場は、欧米が約8,000億円、中国・アジアが約500億円、また機能安全に関する安全計装システムだけでも約1,500億円を超えている<sup>(2)</sup>。また、富士電機では機械・機能安全の日本市場は約1,800億円と推定しており、いずれの安全市場にも今後の急速な伸びが期待されている。その要因は、次に示す3点である。

- (a) オートメーションが高度化して安全を確保する方法を変えないと対応が難しくなっている（事故の規模が大きくなり、発生の予測が難しい）。
- (b) 安全を確保する技術が発展してきている。
- (c) (a)(b)を受けて、安全のグローバル基準が整備されて

きている。

ものづくりの現場では、従来、作業者に事故防止策を指導して安全を確保（労働安全）してきた。近年、装置自体が動作を停止し、人や設備の被害を最小限にする安全技術という新しい手法が構築された。この安全技術は、駆動システムの機構部に適用される“機械安全”と、駆動・制御システムの中核をつかさどる制御部に適用される“機能安全”に分かれる。図1に、富士電機が提供する安全ソリューションの範囲を示す。

日本においては、各種プラント設備の多くが更新期を迎えようとしており、さらに高度な保全技術を持つ現場保全者層の退職が同時に進行し、重要な時期を迎えようとしている。古い設備を計画的に修繕する保全から、高度なセーフティインダストリアutomation化への必要性が高まっている。すなわち、プラントの突然のシャットダウンを機会損失として定量的に推定し、それに見合う安全設備投資を実施したり、古い設備であることから発生する人的災害や製品不良を設

図1 富士電機の安全ソリューションの範囲

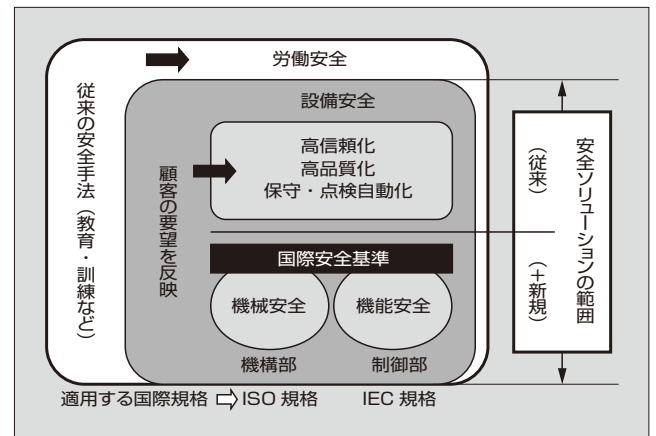


図2 安全ソリューションの適用分野

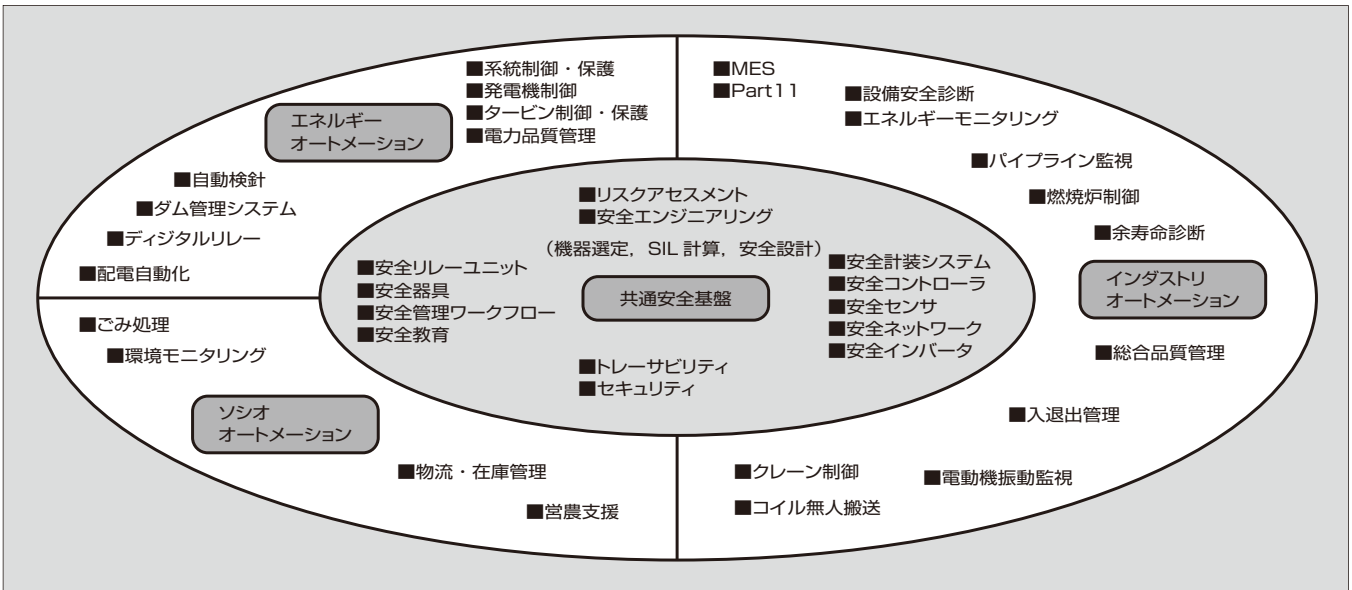
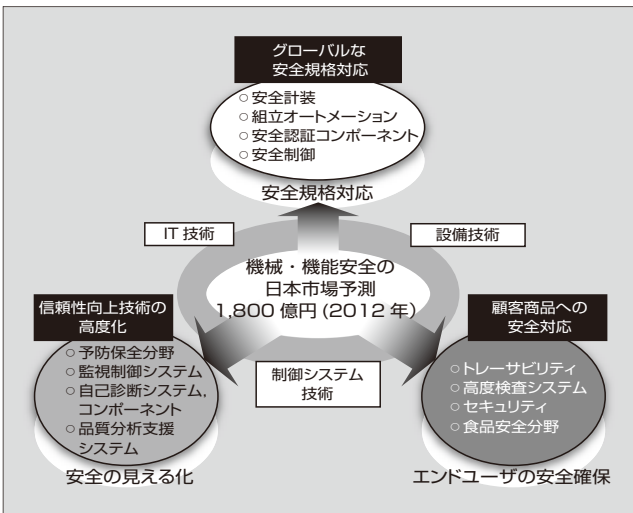


図3 IT・制御・設備技術の融合で実現するセーフティンダストリのコンセプト



備全体に対する網羅的リスク分析から得られた対策で防止するなどの安全への取り組みである。

一方、このような生産現場の安全は、労働安全衛生部門が統括している場合が多く、新しい安全基準の適用、推進が今後の課題となっている。

### ③ 富士電機が推進するセーフティンダストリオートメーション

#### 3.1 セーフティンダストリへの取り組み

富士電機が取り組んでいる安全ソリューションの適用分野を図2に示す。この中で、インダストリオートメーション分野では、プロセスや機械・装置のコンポーネントやオートメーションシステムの次世代化に取り組んでいる。その中の重要テーマである“セーフティンダストリ”のコンセプトを図3に示す。安全計装・組立てオートメー

ションのグローバルな安全規格対応や予防保全・自己診断システムなどの信頼性向上技術の高度化、顧客商品への安全対応などを、IT技術・制御システムプラットフォーム・設備技術と融合した形でセーフティンダストリオートメーションとして提供する。

機械安全・機能安全を総合的にコンサルティングして、“安全で安心なものづくり”を支援するなど、総合的な安全ソリューションサプライヤを目指している。

#### 3.2 安全ソリューションの商品体系

富士電機が提供する安全ソリューションの商品体系を図4に示す。セーフティンダストリオートメーションを実現する安全コンポーネントを各種ラインアップしている。具体的には、多岐にわたる安全規格に適合している安全器具（押しボタンスイッチ、ドアスイッチ、ライトカーテン）、保安機器（電磁接触器、サーマルリレー）、安全リレーユニット、安全コントローラ〔PLC (SIL3), MICREX-NX Safety (SIL3)〕、安全圧力発信器〔FCX-AⅢ (SIL2)〕、安全インバータ、安全ネットワークなどである。

さらに、富士電機は、安全コンポーネントだけでなく、顧客の生産設備・システムのライフサイクルにおいて必要となる安全コンサルティング（リスクアセスメント、メンテナンス支援、運用支援、リプレース支援、安全技術講座開催）や安全エンジニアリング（安全機器選定、SIL計算、安全システム設計）、安全制御ソリューションなどを提供している。安全制御ソリューションとは、エネルギー分野などで培ってきた安全技術を基盤とし、その上に新しい考え方の国際安全基準を融合させた技術である。詳細は、本号の“現場の安全を守る安全制御ソリューション”を参照願いたい。<sup>(3)</sup>

〈注〉SIL：69ページの「解説1」参照

図4 安全ソリューションの商品体系

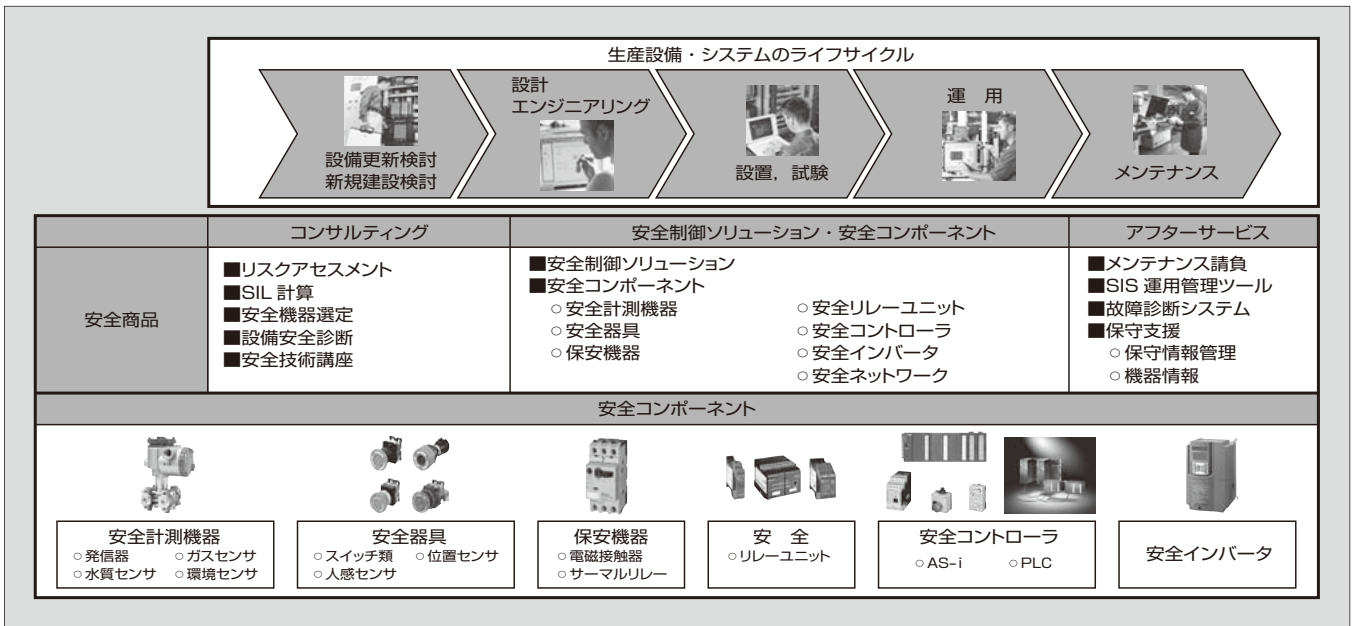


図5 設備安全診断の概要

4 安全コンサルティング

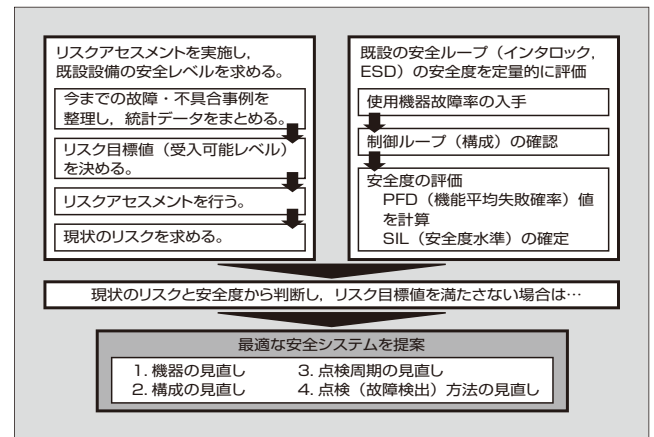
産業分野で“安全で安心なシステム”を構築するには、リスクアセスメント、機械安全、機能安全、セキュリティ、データの電子記録、設備の予防保全など広範囲な技術が必要である。富士電機は、これらの技術を総合的にエンジニアリングして安全コンサルティングや安全制御ソリューションとして提供することができる。次に、安全コンサルティングのサービスの一部を紹介する。

4.1 設備安全診断

富士電機は、既設設備のリプレース支援サービスの一つとして、“設備安全診断”を用意している。図5にその概要を示す。プラント設備の更新や大規模な改修が難しい状況においては、既存設備の安全性を高める必要がある。その一つの手法として、保全側から見た既存設備の安全度診断が有効である。過去の故障や不具合実績を整理し、統計データとしてまとめ、それをベースにしてリスクアセスメントを実施し現状のリスクを求める。次に、使用機器などのシステム構成、故障率、プルーフテスト間隔などから安全度を定量的に求める。以上の二つの結果から判断したリスクが目標値を満たさない場合は、機器・構成・プルーフテスト間隔・点検方法（故障検出方法）の見直しなど、最適な安全システムを提案する。

4.2 リスクアセスメント

富士電機は、リスクアセスメントを安全コンサルティングのメニューとして用意している。国際規格 IEC 61508 では、安全機器・システムなどをライフサイクルで管理することを規定している。このライフサイクルの中で重要な位置付けにあるのが“潜在危険とリスク分析”の

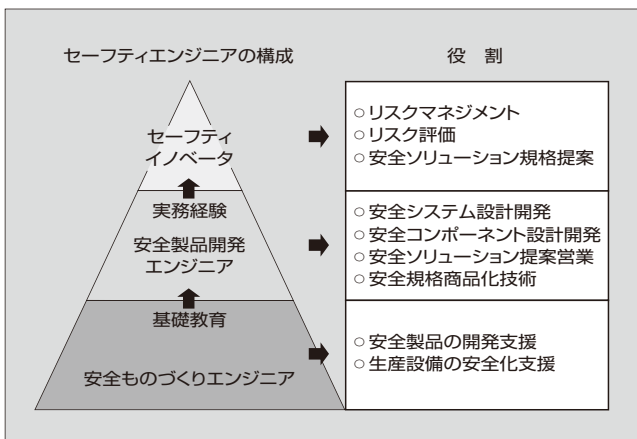


フェーズである。プラントと制御装置に生じる潜在危険と危険事象を明らかにするためには、HAZOP (Hazard and Operability Study)・リスクグラフなどのリスク分析の手法を使用し、潜在危険の除去方法の考慮、危険事象の発生しやすさの査定、危険事象に関して起こりうる被害を明確化し、プラントリスクの推定・査定（リスクアセスメント）を行う。

4.3 安全エンジニアリング

制御システムの安全（機能安全）にかかわる国際規格として IEC 61508 が制定されている。プロセス産業向け国際規格 IEC 61511 など産業分野ごとの規格やガイドラインの制定が進んでいる。機能安全は危険源を取り除くのではなく、安全機器・システムなどを追加することによって一定レベルの安全を確保する考え方である。コストなどの理由で本質安全が実現できない場合の合理的な手段である。富士電機は、こうした国際安全規格に基づいた安全エンジニアリングを提供している。例えば、安全計装システム

図6 安全ソリューションを支えるセーフティエンジニア



SIS (Safety Instrumented System) の設計では、SIS への安全要求仕様 SIF (Safety Instrumented Function) を満たした上で、かつ、おのおのの SIS 機能ループが要求された安全度水準 SIL を満足させるエンジニアリング（安全機器選定，安全システム設計，SIL 計算）が提供できる。この SIL とは、電子安全機器・システムなどに割り当てられる安全機能に対する目標機能の失敗尺度であり、1～4の4段階が定義されている。この定義は、安全機器・システムなどへの作動要求当たりの安全目標機能失敗平均確率がそれぞれ、10，100，1,000，10,000年に1回という意味である。

4.4 設備保全の支援ソリューション<sup>(4)</sup>

富士電機は、設備保全作業をサポートするメニューを用意している。機能安全規格には、保安全管理に関する次の四つの内容が規定されている。

- (a) 機能安全の維持を保証する目的で運用および保全の計画を作成する。
- (b) 設計上の機能安全が維持されるように保全，修理する。
- (c) 改修および改造が行われている間での機能安全が適切であることを保証する。
- (d) 保全要員へ安全機能水準維持のための訓練を行う。

このように、安全度が定量的に評価されている安全機器・システムなどにおいて、想定した安全度を維持，確保するためには、正しい設置，正しい使用，そして正しい保安全管理が必要である。そのためには、使用されている機器などの故障状況を常に把握し、これらのデータを保存，管理することが、安全度を維持・確保する上で重要である。

4.5 セーフティエンジニアの育成

富士電機は、3.2節で紹介したさまざまな安全ソリューションを的確な内容かつタイムリーに提案できるセーフ

ティエンジニアの育成に力を入れている。図6にその構成と役割を示す。リスク分析，リスク評価などのセーフティコンサルティングができる“セーフティイノベータ”や安全システム設計ができる“安全製品開発エンジニア”，安全製品の開発支援や生産設備の安全化支援を行う“安全ものづくりエンジニア”など，“エンジニア全員がセーフティエンジニア”を目標としてその育成を進めている。

5 あとがき

富士電機のセーフティンダストリオートメーションの全体像および安全ソリューション，安全コンポーネントの商品体系と製品技術を紹介した。これからの安全は、機械安全と機能安全の両方を取り入れて、総合的にプラントや設備の安全を維持する必要がある。富士電機は、今後も、お客さまの“安全で安心なものづくり”の実現を支援するためのソリューションを提供していく所存である。

参考文献

- (1) 機能安全とJIS C 0508. 日本電気計測器工業会. 2003-11.
- (2) ARC, Process Safety System Worldwide Outlook-Market Analysis and Forecast Through 2012, 2008.
- (3) 小埜明比古ほか. 現場の安全を守る安全制御ソリューション. 富士時報. 2009, vol.82, no.5, p.28-34.
- (4) 長谷川正美. 「計画保全士養成コース」テキスト. 日本プラントメンテナンス協会. 2009-03.



斉藤 純一郎

水力発電，電力系統，太陽光発電等のエンジニアリング業務に従事。現在，富士電機システムズ株式会社オートメーション事業本部産業システム統括部統括部長。電気学会会員。



垣塚 健

計測機器，分散型制御システムおよび安全計装システムの開発・設計業務に従事。現在，富士電機システムズ株式会社オートメーション事業本部産業システム統括部副統括部長。計測自動制御学会会員。



小林 益之

安全計装システム，分散型制御システムの商品企画，拡販に従事。現在，富士電機システムズ株式会社オートメーション事業本部産業システム統括部統合システム第一部主席。計測自動制御学会会員。



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。