

PLCの国際標準プログラミングの最新動向

～ IEC 61131-3の最新動向 ～

PLCopen Japan

◆ はじめに

- PLCopen[®]とは
- 取り巻く環境

◆ IEC 61131-3の基本

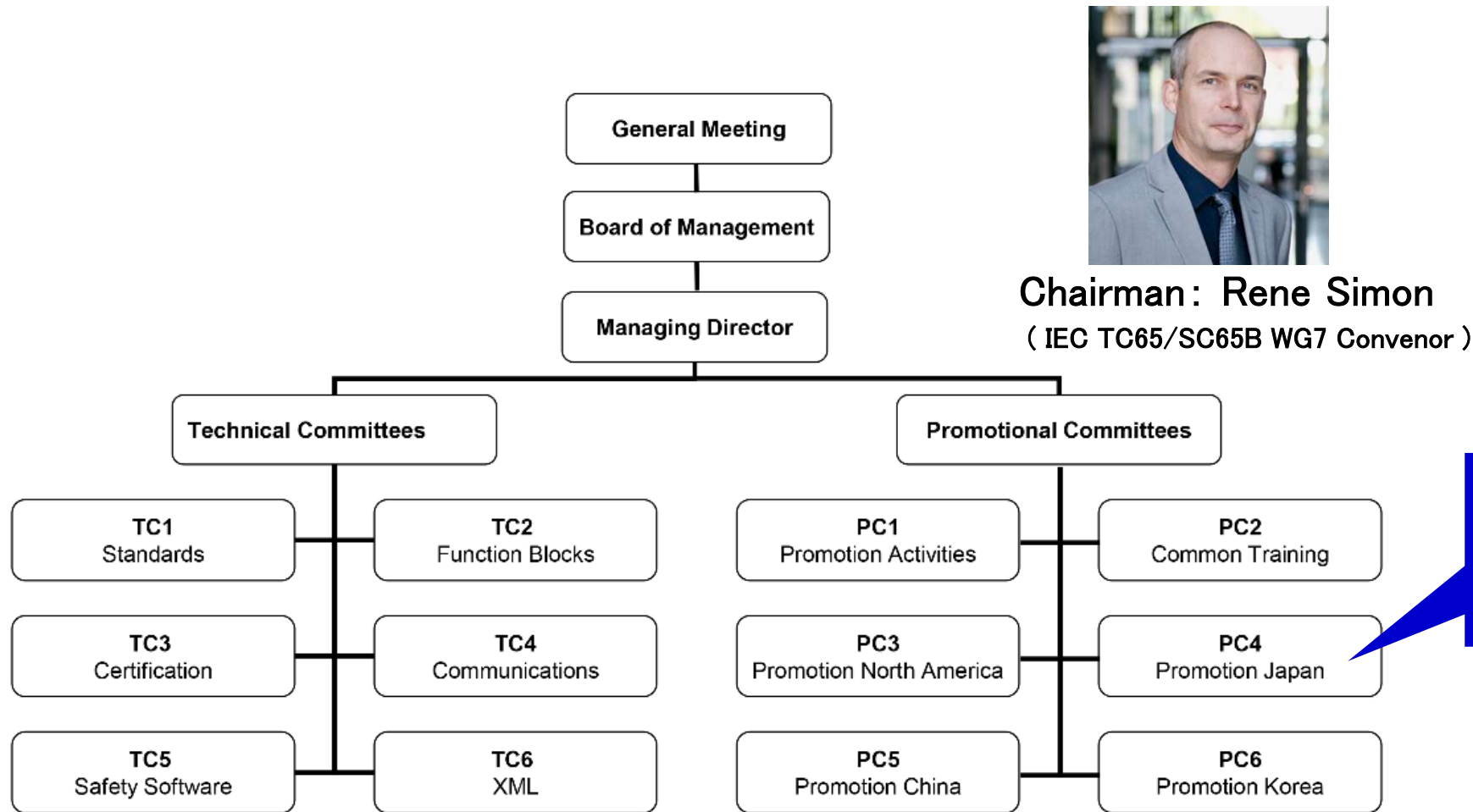
◆ 普及活動のご紹介

◆ 最新技術動向

- ◆ IEC 61131-10
- ◆ モーション制御 ファンクションブロック
- ◆ セーフティ ファンクションブロック
- ◆ OPC UA通信関連仕様

PLCopen[®]とは

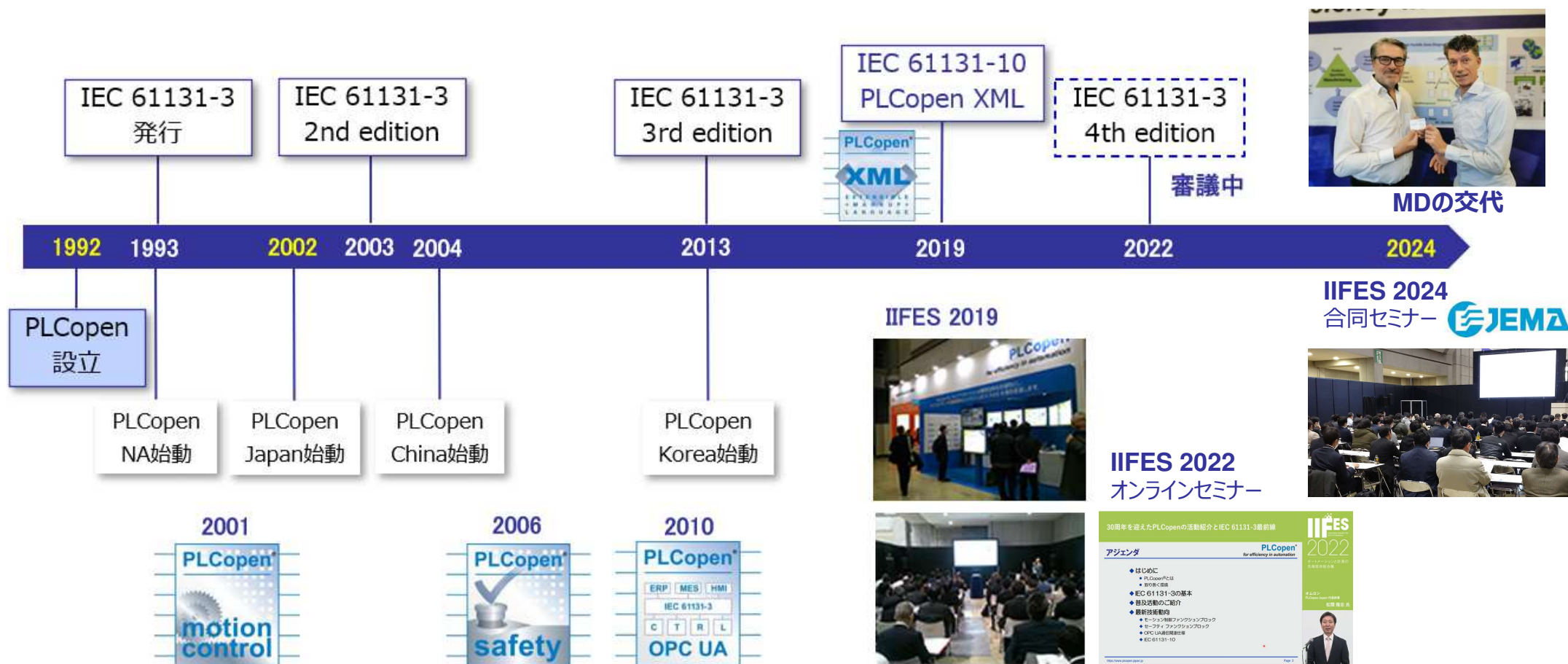
Organization



ベンダ会員: 19社
ユーザ会員: 1,825名
(2024年9月末時点)

PLCopenの足跡

PLCopen®
for efficiency in automation



目的 ～ エンジニアリングの効率化 ～

PLCopen®
for efficiency in automation

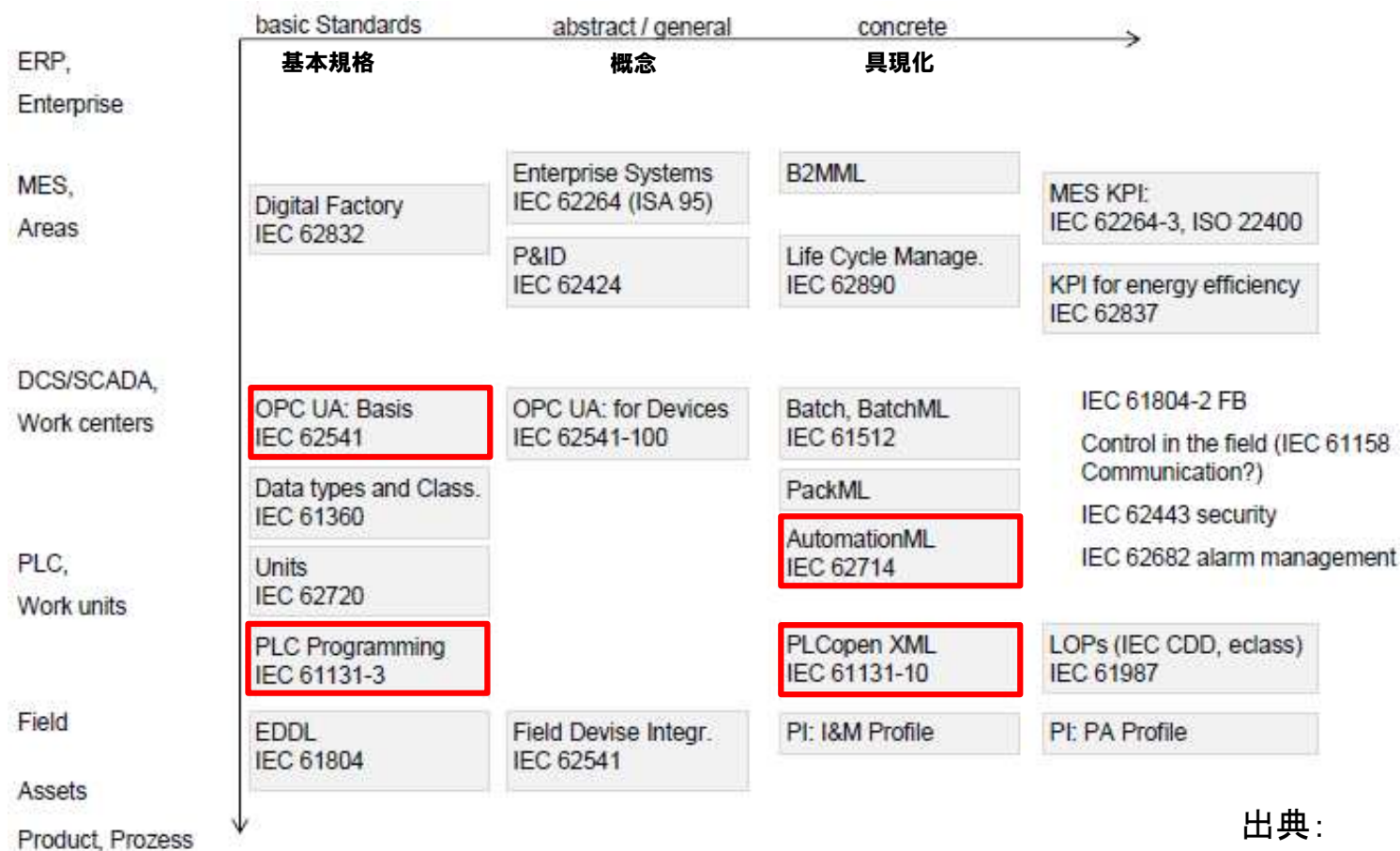
- ✓ Proposal and Certification of the basic Function Blocks
汎用的なファンクションブロックの仕様策定と認証



- ✓ Collaboration with the other Standard-technology
他の標準化団体との連携



情報モデルの標準化



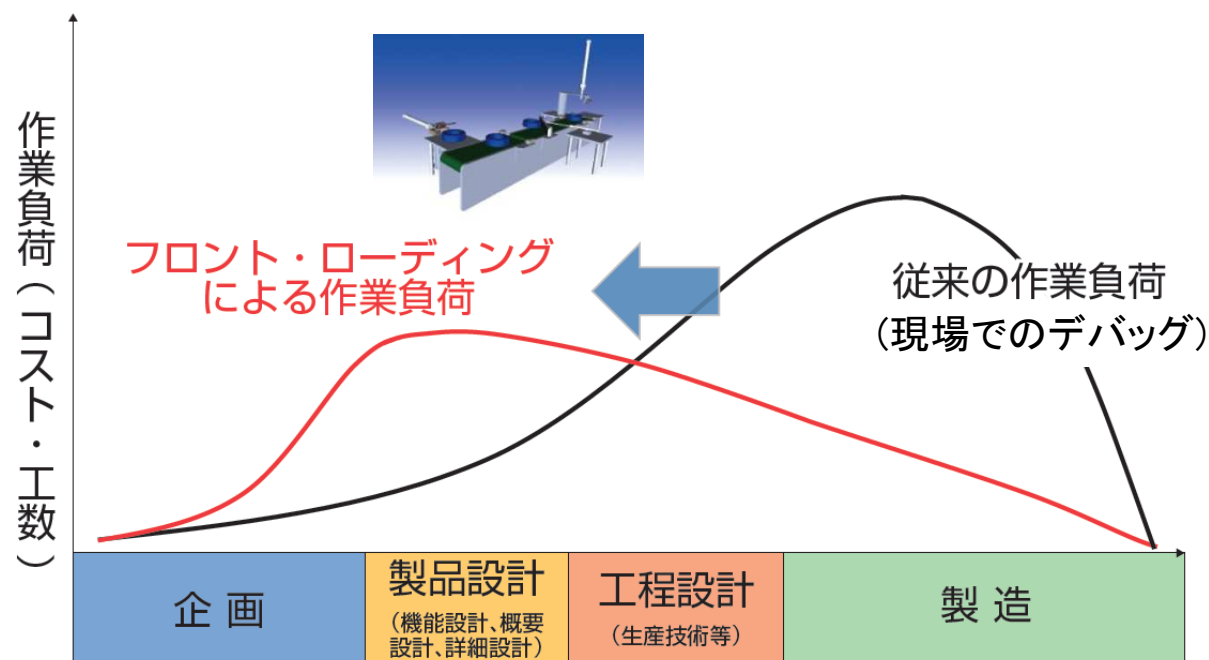
出典:
IEC TC65 国内委員会資料より

取り巻く環境

デジタルエンジニアリングの推進

■ エンジニアリングチェーンの強化

With/Afterコロナにおいては、製造現場の負荷を軽減する為、エンジニアリングチェーンの上流工程にデジタル技術(3DCAD/Simulator 等)を集中的に投入し、不具合の早期発見、品質の向上、後工程での手戻りを少なくすることで、作業負荷の全体最適化を図ることが重要である。



出典：
2020年版「ものづくり白書」
図132-2より引用

無線通信技術の進化

PLCopen®
for efficiency in automation

事例 5Gの導入により柔軟な生産ラインを実現

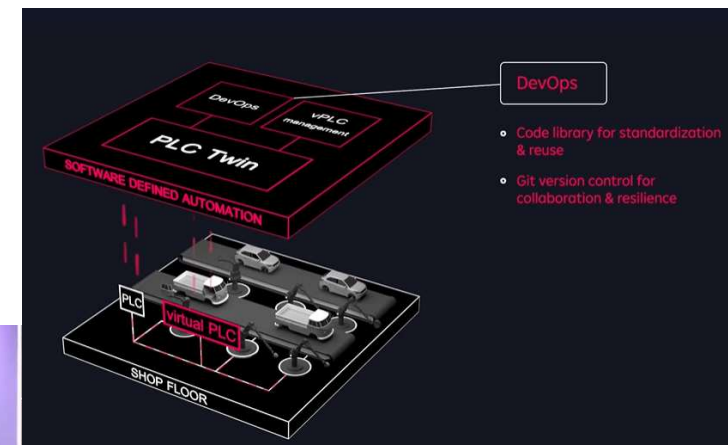
【独・ボッシュ】

- 自社工場にローカル5Gを導入し、従来は制御機器が担っていた制御機能の一部を生産管理システムに統合し、生産設備の制御も一体的に行う実証実験を2020年11月より実施中。
- 将来的には、生産ラインに部品を運搬する無人搬送装置の一括制御やAIを活用した遠隔での保守・点検を含めた、5Gを活用した製造現場の総合ソリューションとして、自社の他工場への展開や他企業（BMWなど）への外販を想定している。
- 実用化されれば、工場間・企業間で新たな生産ラインの立ち上げや代替生産、製品の増産に対応することが容易となる。



出典：2021年度版「ものづくり白書」より

バーチャルPLCの出現



リアルとバーチャルの
リンクによるデジタルツイン

写真：
ハノーバメッセ 2022

<https://www.softwaredefinedautomation.io/product/sda-vplc/>

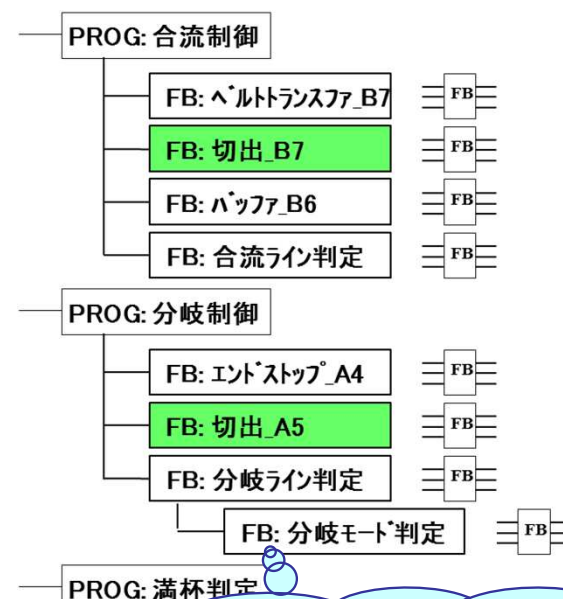
IEC 61131-3 の基本

POUによるソフトウェア構造化

旧来: 巻物ラダー回路のブツ切り



IEC: POUを用いた階層構造化



POU (プログラム構成単位)

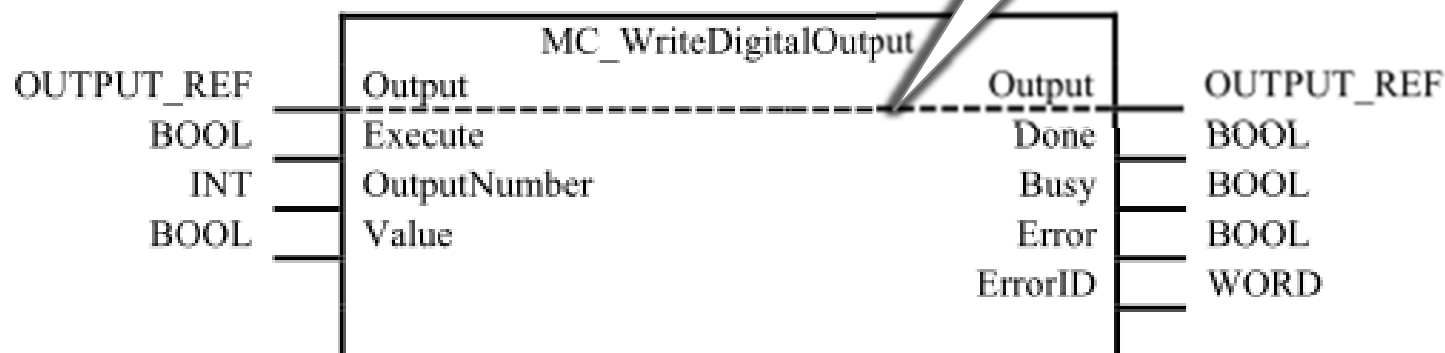
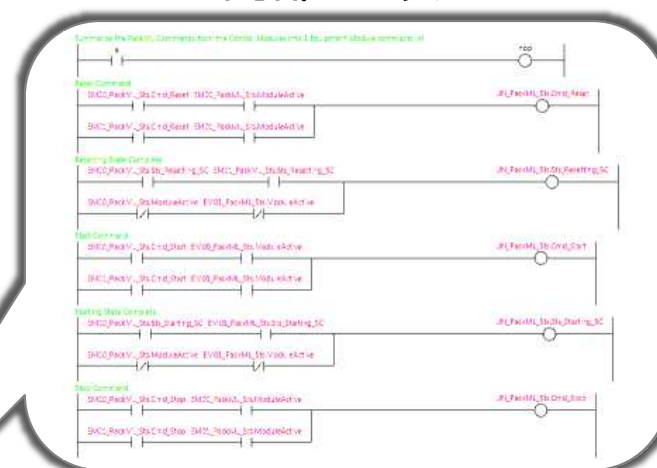
POU(プログラム構成単位) とは、

- プログラム
- ファンクションブロック(FB)
- ファンクション (FUN)

の総称。(※第3版ではPOUの1つに“クラス”も追加)

名称と 入力／出力となる変数が 明確に定義され、
内部のロジックは外部から隠されている。

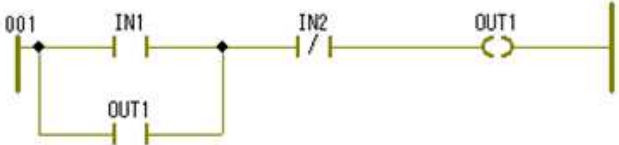
内部ロジック



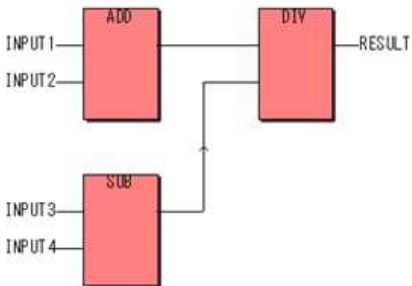
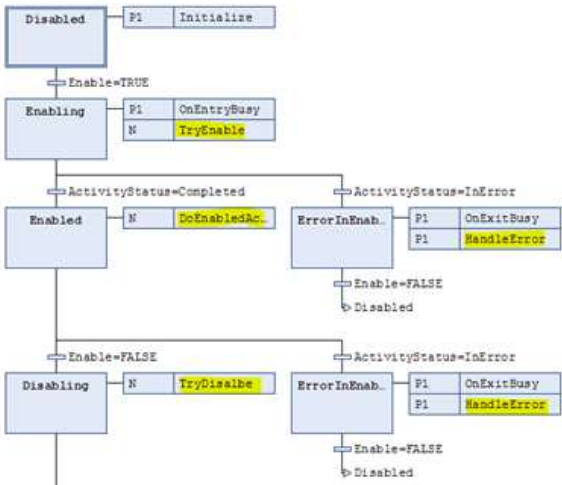
モーション制御ファンクションブロックの例

5つのPOU内部ロジック記述方法 (1/2)

実装する処理や好みに合わせて、POUごとに処理の記述方法を選択できる。

言語	特徴	選択指針
LD (ラダーダイアグラム) 	リレー回路図を仮想的に表現	PLCに慣れ親しんだ方に。 インタロック回路の表現に。
IL (インストラクション・リスト) <pre>LD IN1 OR OUT1 ANDN IN2 ST OUT1</pre>	アセンブラ的なプリミティブなテキスト言語	高速度処理が必要な箇所に。 第3版改訂からILは非推奨になりました。
ST (ストラクチャド・テキスト) <pre>Total := 0.0; FOR n := 1 TO 3 DO Total := Total + Height[n]; END_FOR;</pre>	分岐とループ処理をサポートした、Pascal言語に似たテキスト言語	パソコンでの汎用言語に慣れ親しんだ方に。 算術演算や複雑なデータ処理に向く。

5つのPOU内部ロジック記述方法(2/2)

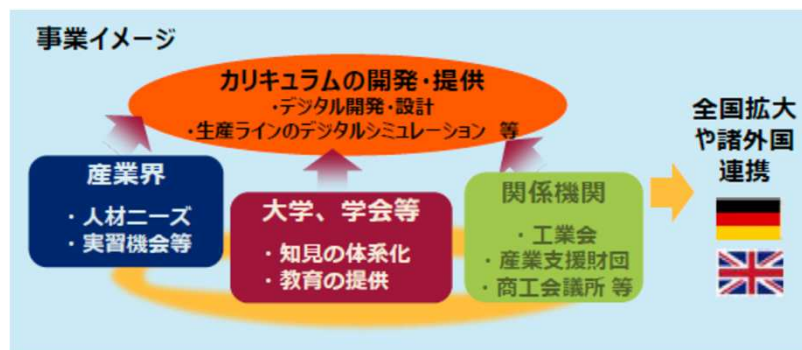
言語	特徴	選択指針
FBD (ファンクションブロック・ダイアグラム) 	信号やデータの流れを表現したグラフィカル言語	DCSに慣れ親しんだ方に。計装、ループバックなどの連続制御など、データフローを明確にしたい処理に向く。
SFC (シーケンシャル・ファンクション・チャート) 	処理シーケンスをグラフィカルに記述する表記方法	条件分岐を含む工程歩進や、状態遷移の記述に適する。

普及活動のご紹介

教材作成WGや人材育成事業への取り組み①

経済産業省 平成30年度『産学連携デジタルものづくり中核人材育成事業』
で【国際標準IEC 61131-3に基づくPLCプログラミングのための教材開発】
として採択された課題にPLCopen Japanも参画しWG活動を完遂した

産学連携デジタルものづくり中核人材育成事業



国際標準IEC 61131-3に基づくPLCプログラミングのための教材開発



教材作成WGや人材育成事業への取組み②

本WGの成果

教材



教材(第2版)の目次

- 1 章 これからのシーケンス制御とPLCプログラミング
- 2 章 PLCプログラミングの効率化
- 3 章 PLCプログラミングの設計
- 4 章 PLCプログラミング手法
- 5 章 例題システムによるプログラミング実習
- 6 章 より高度なPLCプログラミング

※ 2019(平成31)年度には第2版(A4版 160ページ)への改訂を行い、2020年1月の講習でも第2版をテキストに用いました。

講習開催

講習

第1回講習会

2019年2月12日&13日

会場：神奈川県立産業技術総合研究所

講師：教材WGメンバー

受講者：13名/PLCopen Japanベンダ会員

第2回講習会

2020年1月31日

会場：神奈川県立産業技術総合研究所

講師：教材WGメンバー

受講者：7名

2020年度の開催については未定（検討中）

IEC 61131-3のコーディング・ガイドライン

多くのプログラミング言語に対してコーディング・ガイドラインが存在するにも関わらず、IEC61131-3やそのPLCopen 拡張仕様などの産業用制御における重要な領域にはコーディング規約はほとんど見当たりません。それにもかかわらず、産業用制御ソフトウェアはますます重要性を増しており、ソフトウェア規模の拡大に伴ってエラーコストも増大しています。今日のソフトウェアは初期プロジェクトコストの半分近くを占め、またメンテナンスを含めたソフトウェアの総ライフサイクルコストでも40～80%に上っています。

大規模プログラムの複雑性を取り扱うには、構造的な手法をとる近代的ソフトウェア開発プロセスが必要とされます。また、定義済み機能の再利用によるコーディングの効率化や、ライフサイクル全体を通じたプログラムの理解容易性向上も必要です。

PLCopenは上記のようなメッセージとともに、ソフトウェア構築ガイドライン作成ワーキング・グループを立ち上げるべく関心のあるメンバーを招集し、IEC 61131-3のコーディングガイドラインを作成しました。

PLCopen Japanは、IEC 61131-3のコーディングガイドラインを日本向けに和訳しています。

IEC 61131-3 コーディングガイドライン

PLCopen®
for efficiency in automation

IEC 61131-3コーディングガイドラインの概要

1. POU・変数・データ型・名前空間名称の命名規約
2. コメント規約
3. 全言語共通のコーディング作法
4. FBD・LD・SFC・ST言語特有のコーディング作法
5. ベンダーに特化したIEC 61131-3の拡張要素に対する規約

翻訳版 PLCopen コーディングガイドライン

PLCopen Japan 共通教育委員会は、IEC 61131-3 向けのコーディング規約集である PLCopen Coding Guideline の翻訳を行いましたので当Webページにて公開いたします。

本翻訳では、理解を助けるために一部意識を施した箇所が含まれております。

本訳文に対してご意見、コメントなどございましたら、PLCopen Japan までお寄せください。

なお、正式な仕様書である英原文はこちらです。

http://www.plcopen.org/pages/pc2_training/index.htm



技術資料 PLCopen 普及促進委員会 教育分科会

As part of the ソフトウェア構築ガイドライン構想 下位委員会 コーディング・ガイドライン [1.5MB]

PLCopen Japanのユーザ会員に登録していただければダウンロードしていただけます。

ユーザ会員登録は無料です。

■ PLCopen Japanのユーザ会員サイト（登録無料）よりダウンロード

はじめてのIEC 61131-3

現在の工業用制御システムは、そのほとんどがPLCシステムによって構成されています。

PLCopen Japanは、PLCの国内最大のユーザ団体である社団法人日本配電制御システム工業会（JSIA）と共同で、制御システムメーカーの技術課題の調査とその解決策についての共同研究を2006年秋から実施し、その成果を共同研究報告書「やさしい国際標準PLC 制御システムの技術的課題解決のために-」として2008年12月に出版（完売）しました。

PLCopen Japanでは「やさしい国際標準PLC」の内容を加筆・再編集しました。

 はじめてのIEC 61131-3_DL版[5.4MB]



はじめてのST言語

PLCopen Japanでは、IEC 61131-3の普及を推進する中で情報処理に向く構造化テキスト言語であるST言語に焦点を当て、分かり易く解説した「はじめてのST言語」を執筆しました。

サンプルプログラムが充実していることや、習得レベルに応じて学習を進められるなど、大変実用的なテキストに仕上がっております。

 はじめてのST言語[19.6MB]



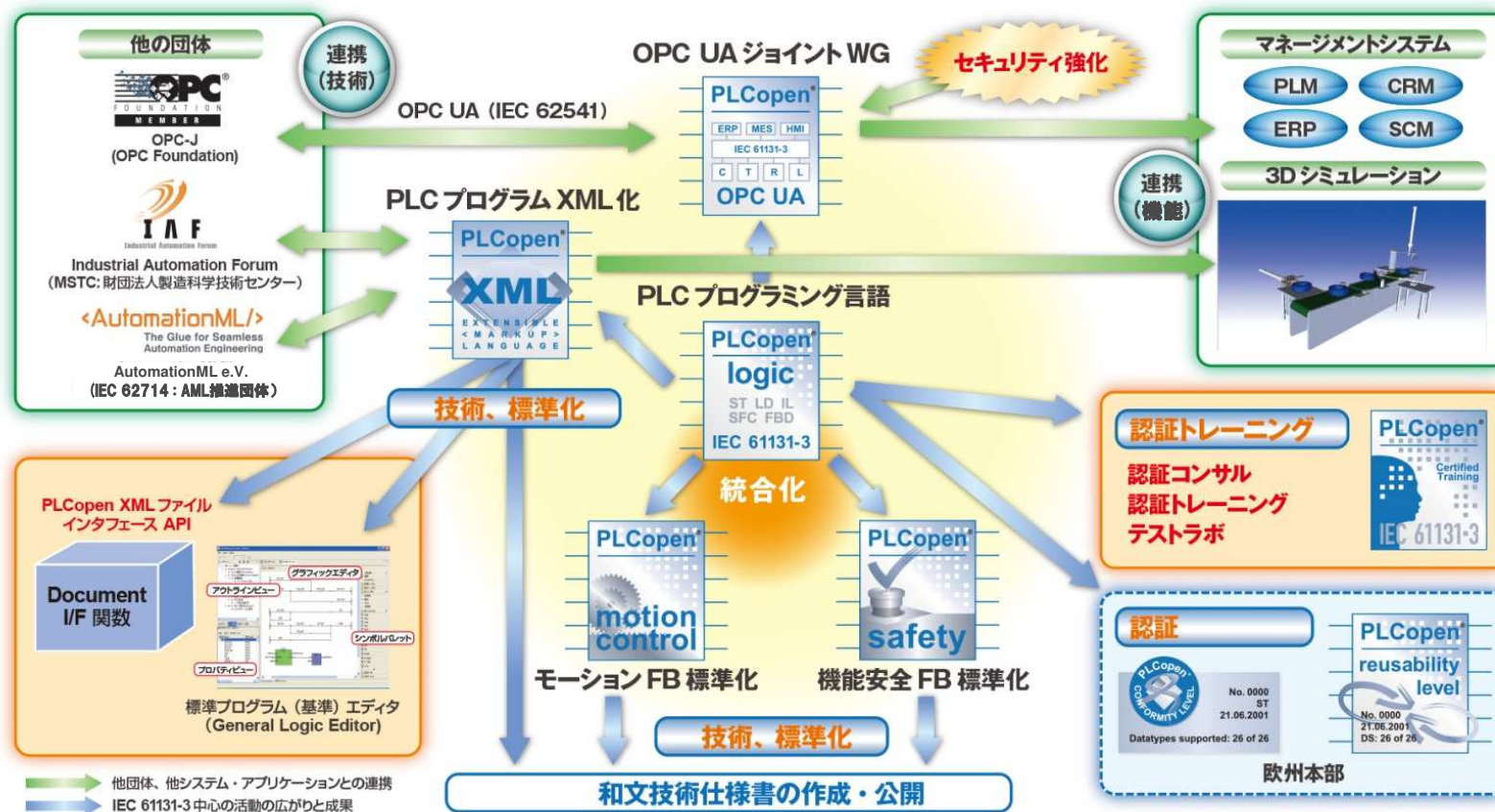


最新技術動向

— IEC 61131-3に関連する標準仕様 —



技術委員会 相関図

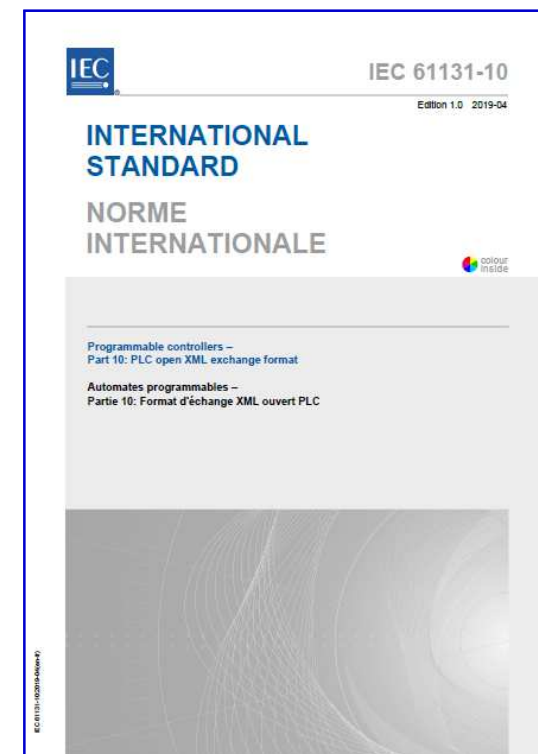




IEC 61131-3 プロジェクトの 標準フォーマット

IEC 61131-10

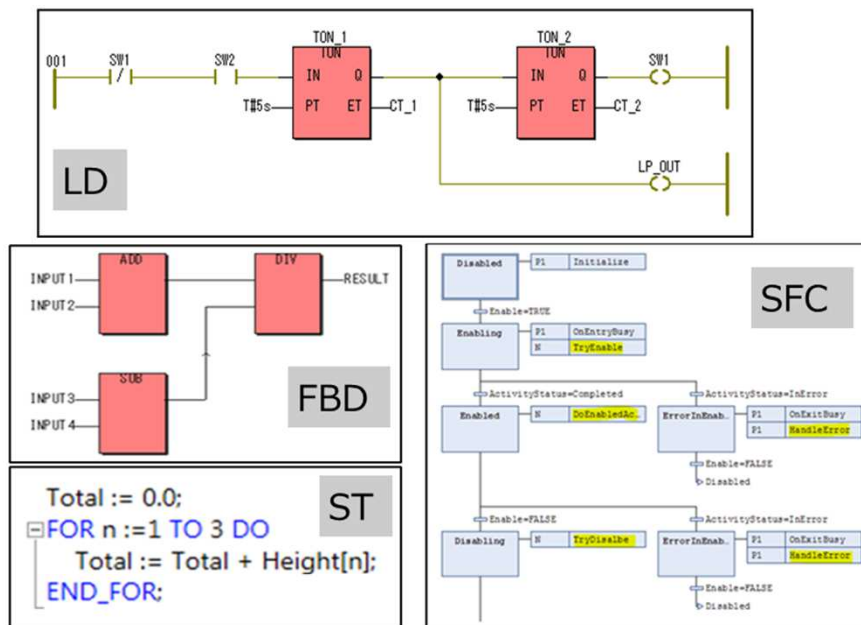
(Edition 1: 2019年4月リリース)



IEC 61131-3 と IEC 61131-10

PLCopen®
for efficiency in automation

IEC 61131-3



- ・コントローラシステムのソフトウェア構造やプログラム内容の記述方法を規定
- ・処理内容やスキルに合わせて記述方法を選択可能

IEC 61131-10



- ・IEC 61131-3で定義されたソフトウェア構造やプログラム内容をXML形式で記述する書式を規定
- ・グラフィック言語 (LD/FBD/SFC) にも対応

PLCopen XML → IEC 61131-10

PLCopen[®]
for efficiency in automation

◆ PLCopen XML の国際規格化

2005年4月： Ver 1.0 リリース

- ・ プログラム交換試行, 標準エディタの開発・公開
- ・ 実用化に向けた改善提案

2008年12月： Ver 2.0 リリース

- ・ PLCopen-XML 操作用APIの開発・公開
- ・ XML活用事例の紹介

2014年5月： **IEC規格化決定**

- ・ 国内委員会に参加して審議、コメント提案

2019年4月： **IEC 61131-10 Edition1 リリース**

2024年11月： **IEC 61131-10 Edition2 改訂開始 (2028年8月リリースに向けキックオフ)**

XML-WG活動

標準化の推進



実用化の推進



国際規格化の推進



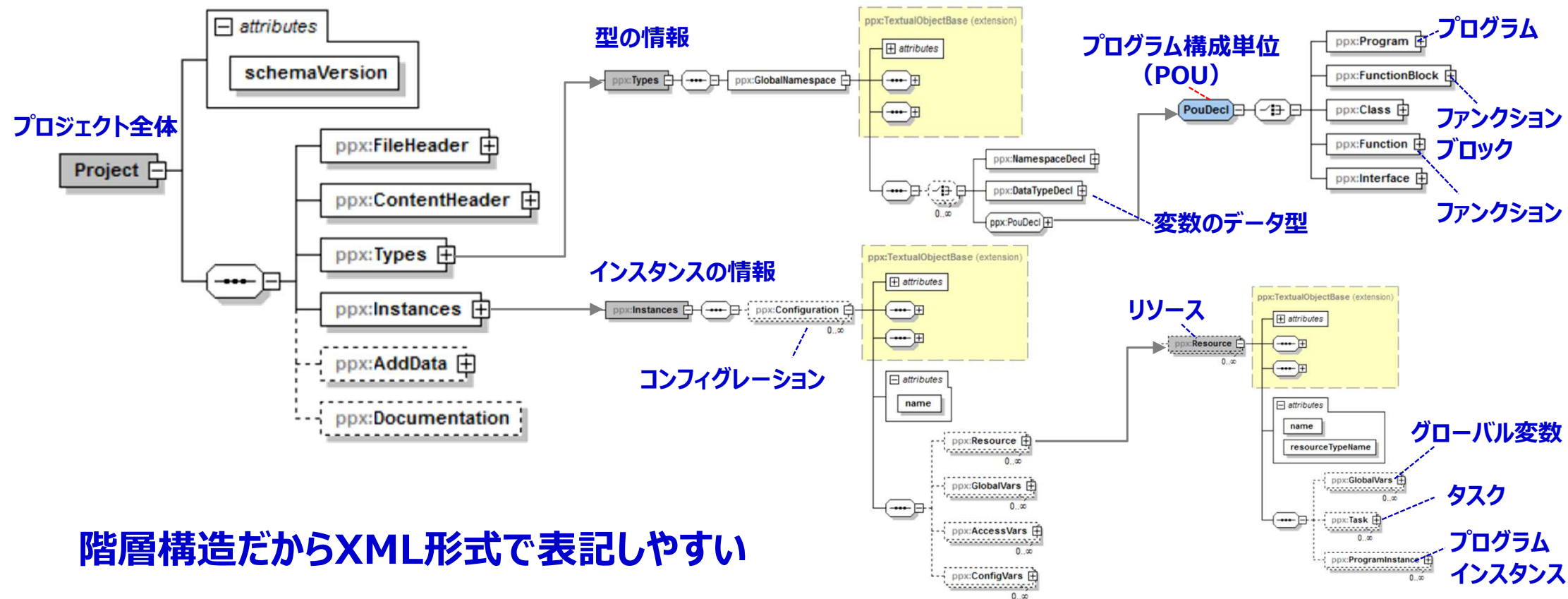
普及促進

IEC 61131-10 の特徴は？

- ① PLCシステムのリソースやプログラム構造の全階層を論理的に表現
→ **IEC 61131-3 は、階層構造だからXML形式で表記しやすい**
- ② グラフィカル言語(LD/FBD/SFC)を忠実に記述できる
→ **レイアウト情報（位置、サイズ）、結線情報を表記**
- ③ 実利用を考慮した「実装依存」の情報を付加できる
→ **ベンダ固有、機種固有、ツール固有の情報も表記可能**

IEC 61131-10 の特徴 ①

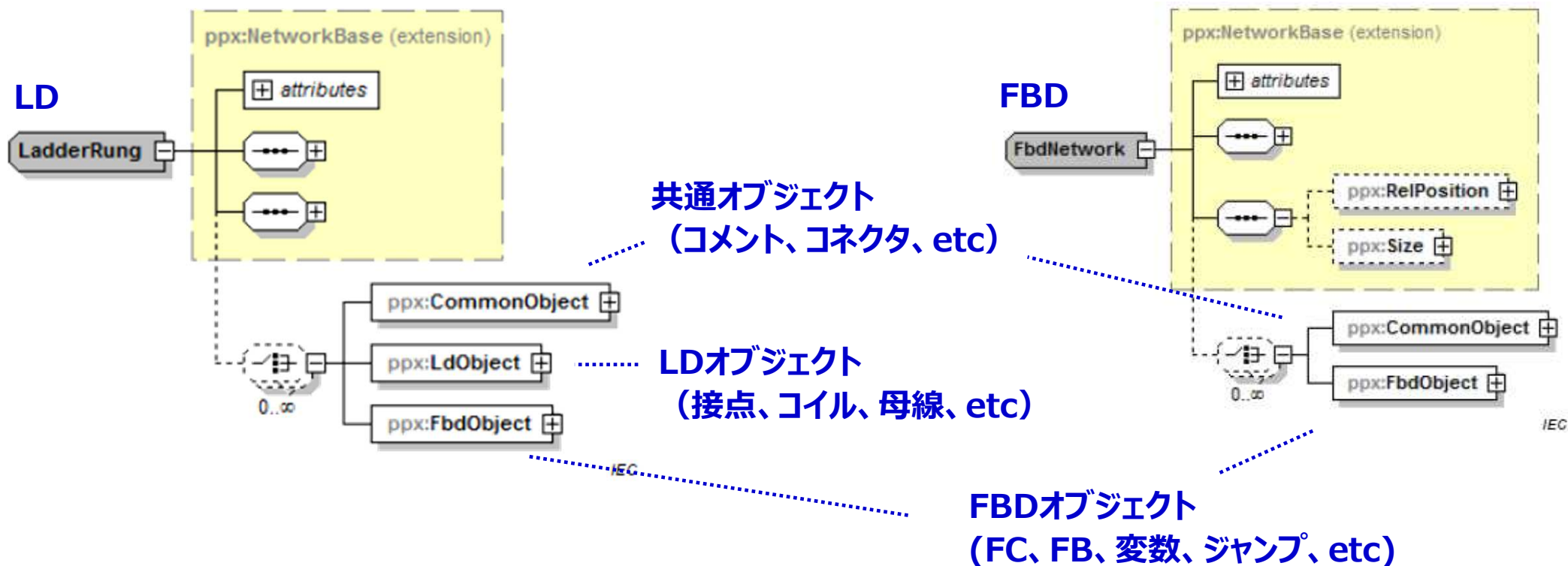
PLCシステムのリソースやプログラム構造の全階層を論理的に表現



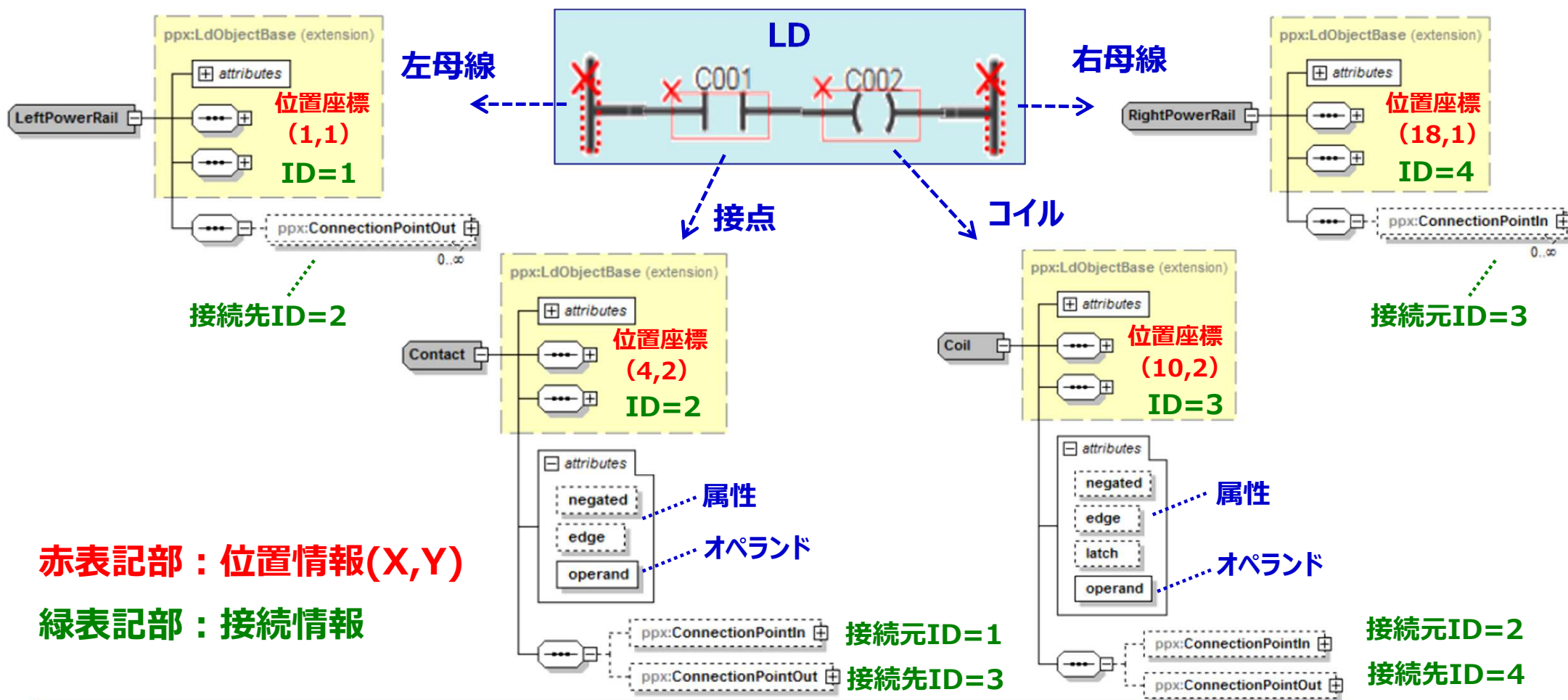
階層構造だからXML形式で表記しやすい

IEC 61131-10 の特徴 ②

グラフィカル言語(LD/FBD/SFC)を忠実に記述することが可能。



IEC 61131-10 の特徴 ②



IEC 61131-10 の特徴 ③

実利用を考慮した「実装依存」の情報を付加できる
→ ベンダ固有、機種固有、ツール固有の情報も表記可能

IEC 61131-3 では規定されていない **「実装依存のパラメータ、属性、機能」**

例)

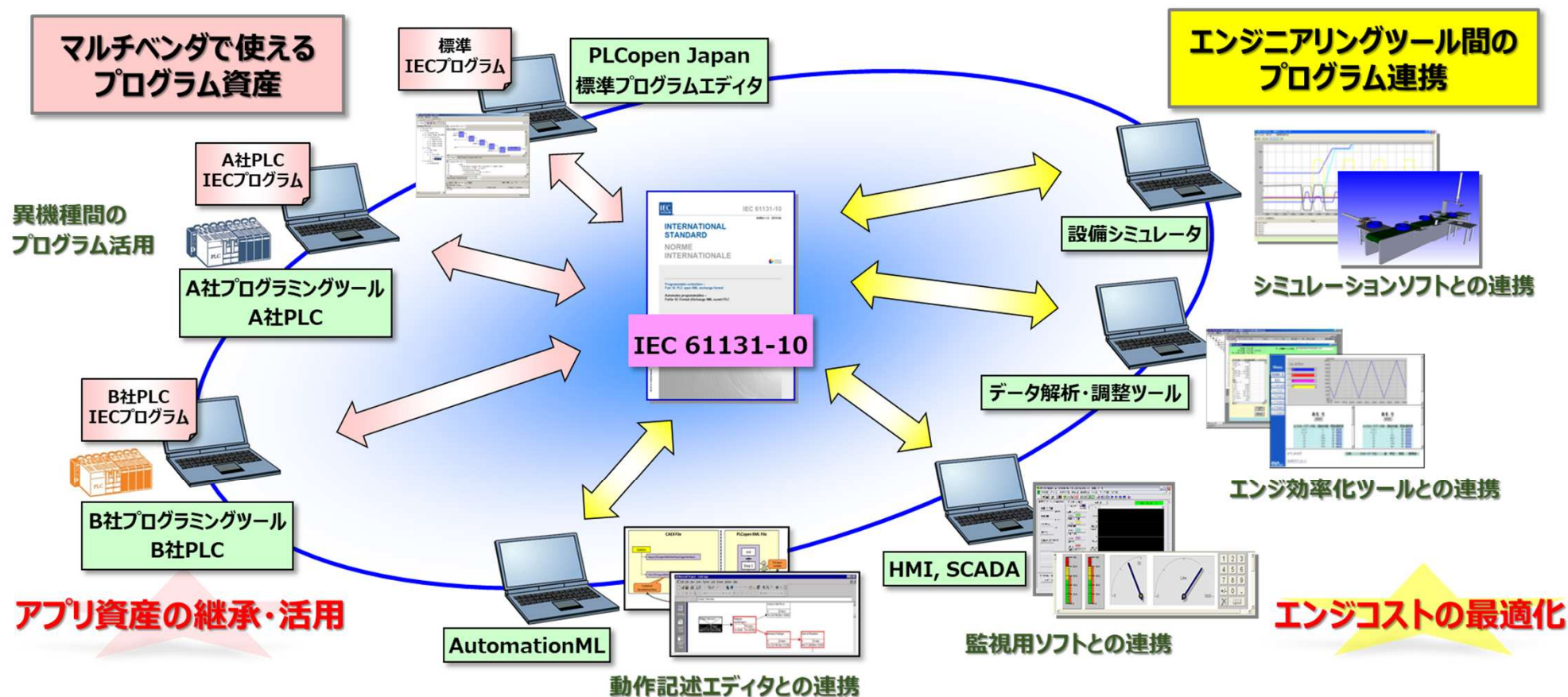
- ・ POU当たりのコードまたは変数の最大量
- ・ 識別子の最大長(変数名長)
- ・ STRING変数およびWSTRING変数のサイズ
- ・ TIME、DATE、TOD、DTのデータ型の範囲と精度
- ・ グラフィカルネットワーク内の実行順序、等

**拡張要素 : 「AddData」
で任意に付加可能**

IEC 61131-10 の活用

PLCopen®
for efficiency in automation

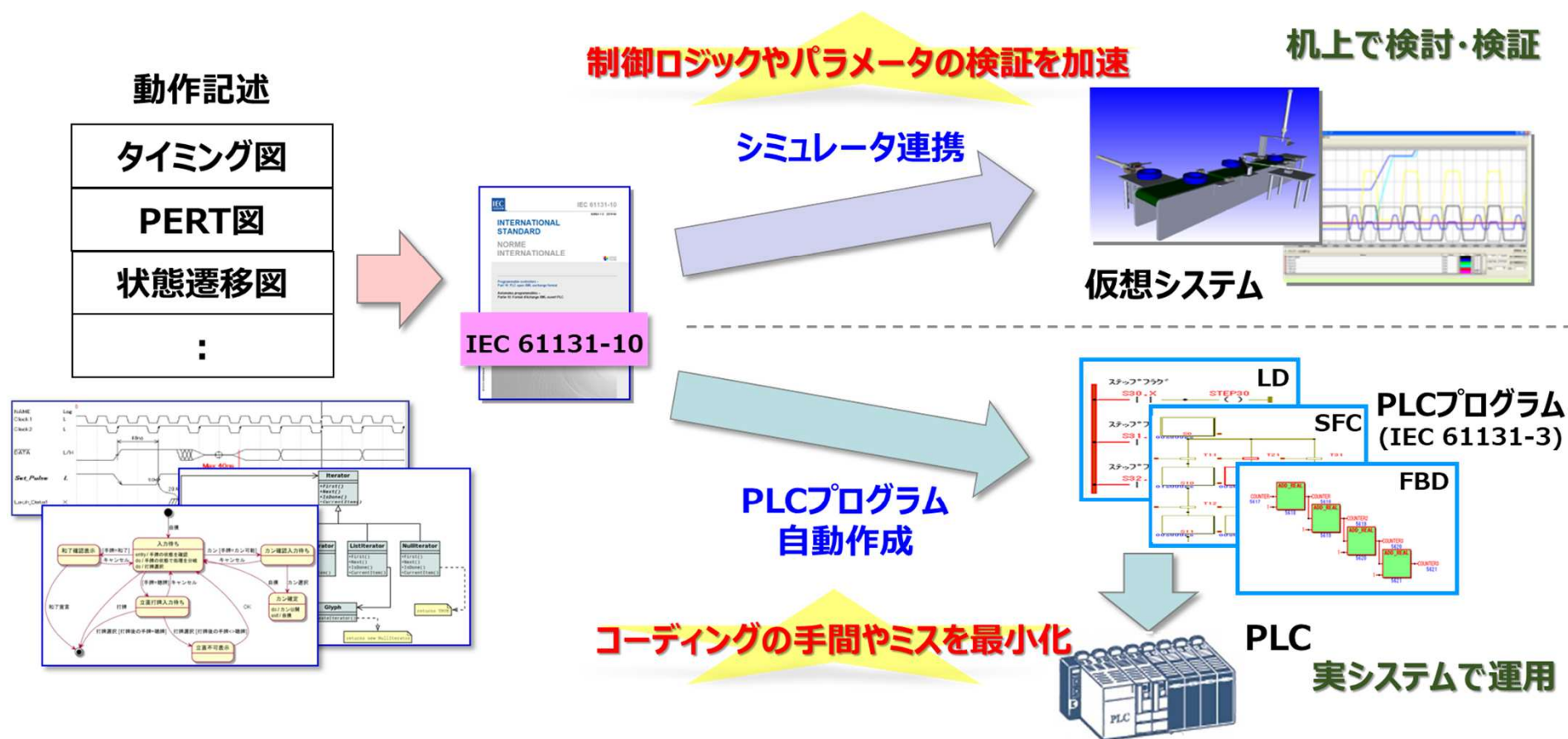
「つながるエンジニアリング環境」で設計・検証の効率化が可能となる



活用例：プログラミングレス

PLCopen[®]
for efficiency in automation

コーディング作業なしで机上検証や実システム運用が可能となる



IEC 61131-10 への期待

つながるエンジニアリング環境の活性化

(1) 支援環境の連携

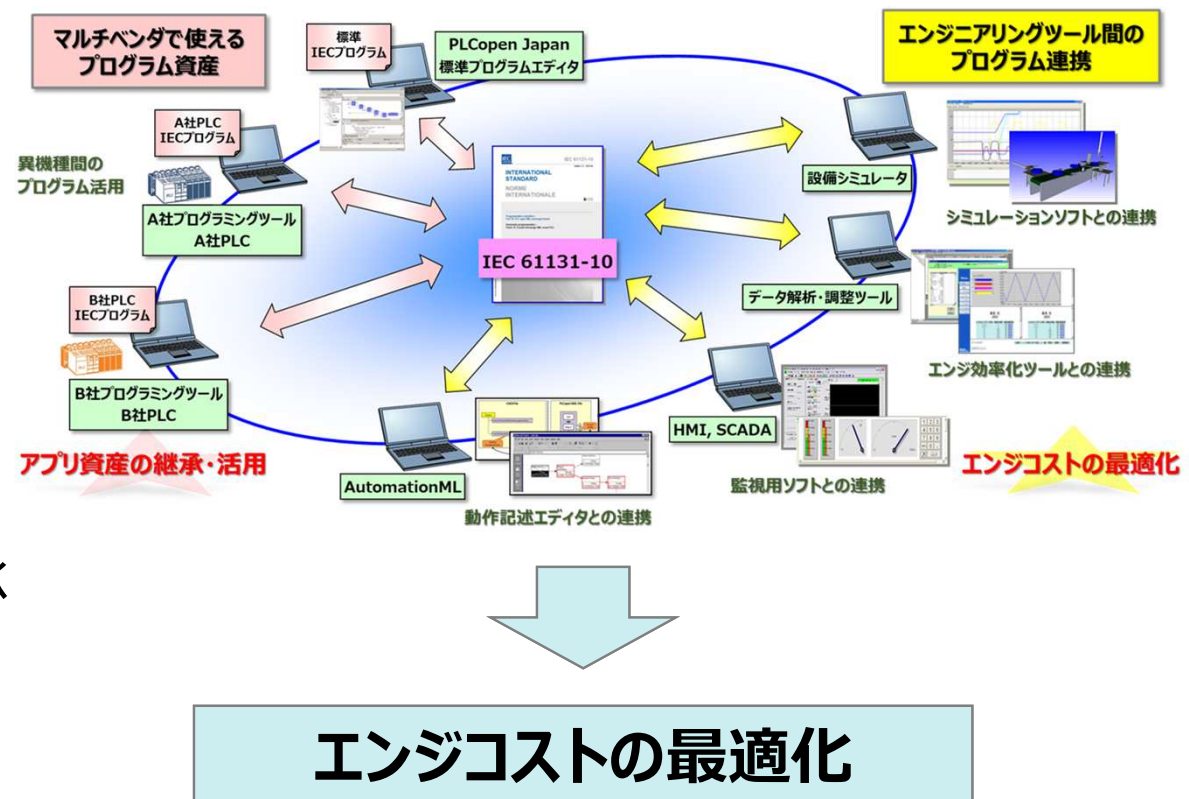
- ・HMIや周辺アプリとの連携
- ・他のXMLデータとの連携

(2) ユーザプログラム資産の継承

- ・過去のアプリ資産の再利用
- ・PLC機種世代間のアプリ資産継承

(3) ソフトウェアの新たな流通

- ・ベンダ非依存のツール、ソフト部品





サーボ、インバータの軸の動作制御を行う

モーション制御ファンクションブロック

モーション制御 FB①

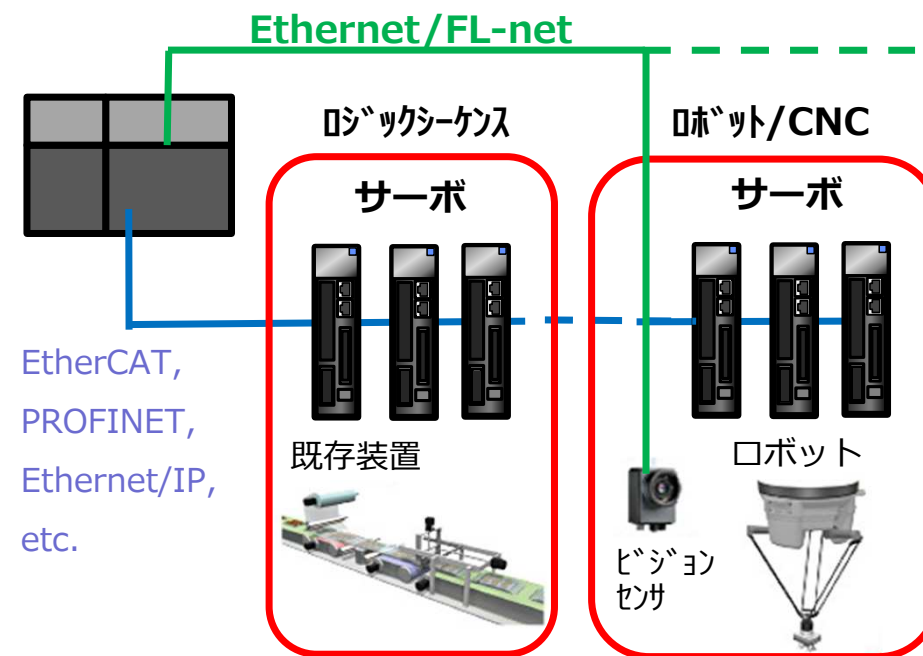
- ◆ 汎用的な機能を標準化したファンクションブロックをPLCで活用し、ロボットコントローラやCNCなどのモーション制御も兼ねるようになる。

高速・高性能化

- ◆ ロジックシーケンスからモーション制御（位置決め，補間，カム制御・・・）へ対応できるようになった。
- ◆ プロセッサの高速化、高性能化により、PLCでロボット・CNCを駆動できるようになった。
（モーション制御用のライブラリ充実）

標準化（汎用化）

- ◆ 高価なDCSの分野の機能を汎用PLCで実行できるようになってきた。
- ◆ 専用コントローラより低コストのPLCで簡易ロボットに対応できるようになってきた。



ロボットのイメージ：三菱電機HPより引用

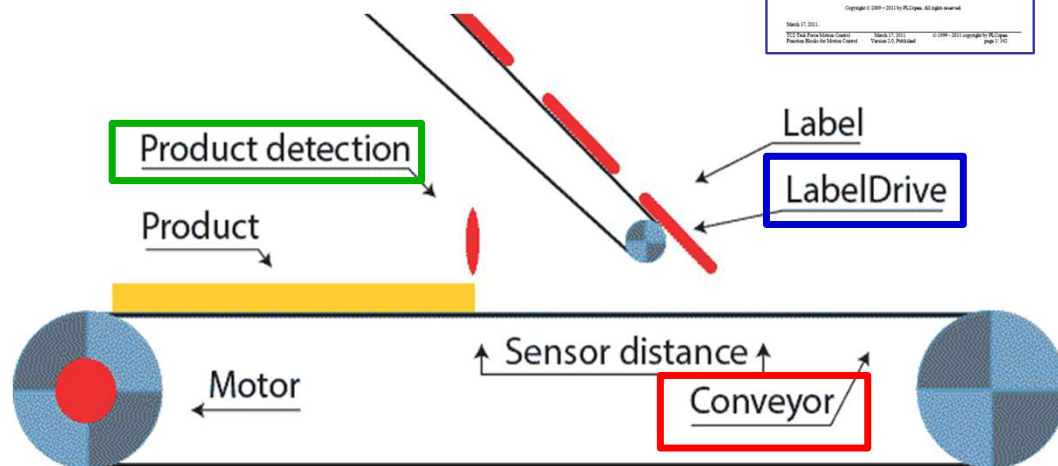
◆ 使用頻度の高い動作を標準FBとして規定

技術仕様書	概要	FB数	翻訳版
Part 1 – Function Blocks for Motion Control	基本仕様および拡張仕様	45	公開中
Part 2 – Extensions (in the new release 2.0 merged with Part 1)	拡張仕様（Part 1 V2.0に統合済）	---	公開中
Part 3 – User Guidelines	ユーザガイドラインおよびサンプル	---	公開中
Part 4 – Coordinated Motion	多軸協調動作仕様（補間機能）	38	公開中
Part 5 – Homing Procedures	原点復帰手順	11	公開中
Part 6 – Fluid Power Extensions	フルードパワー用拡張仕様（流体駆動）	5	公開中

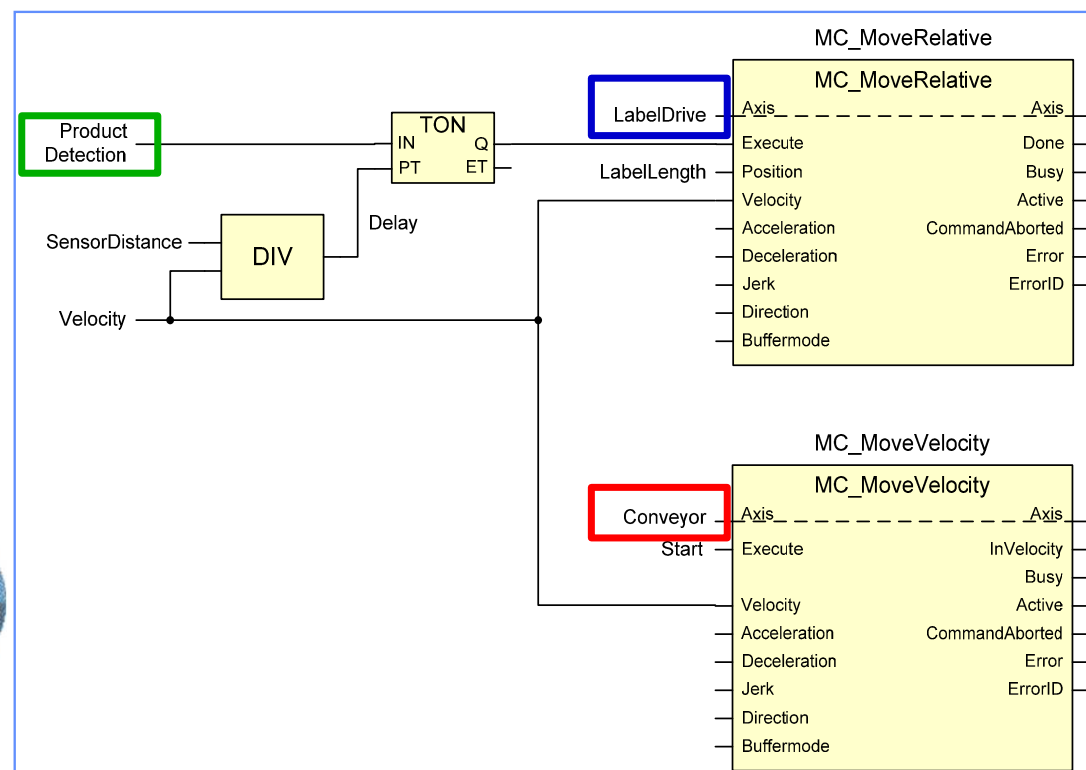
モーション制御 FB③

◆ 例：ラベリングマシン

位置決め制御をFBの組み合わせで簡単に実現！



- 出典：
- PLCopen.org
 - PLCopen Motion Control Examples (<https://www.youtube.com/watch?v=5imUSMskRTk>) に加筆





安全コントローラでのセーフティ回路記述用

セーフティ ファンクションブロック

セーフティ FB①

◆ 技術仕様書がVer1からVer2に改訂・発行されました。

主な変化点

- 新しく5つのFBが追加された
- セーフティファンクションブロック(FB)の既存機能を拡張
- モーション関連はSafe Motion技術仕様書に移管



Ver UP



◆ 技術仕様書の解説動画を近日公開予定 (YouTube)



セーフティファンクションブロック(FB)の変化点

- 新たに5つのFBを追加
- ガードモニタリングFBの変更
- モーション関連の機能はSafe Motion技術仕様書で規定
- 既存FBの機能を拡張

Function Block (Ver 1.0)	Function Block (Ver 2.0)
Equivalent	● Equivalent
Antivalent	● Antivalent
Mode Selector	● Mode Selector
Emergency Stop	● Emergency Stop
Electro-Sensitive Protective Equipment (ESPE)	● Electro-Sensitive Protective Equipment (ESPE)
Two-Hand Control Type II	● Two-Hand Control Type II
Two-Hand Control Type III	● Two-Hand Control Type III
Testable Safety Sensors	● Testable Safety Sensor
Sequential Muting	● Sequential Muting
Parallel Muting	● Parallel Muting
Parallel Muting with 2 Sensors	● Parallel Muting with 2 Sensors
Enable Switch	● Enable Switch
Safety Request	● Safety Request
OutControl	● OutControl
External Device Monitoring	● External Device Monitoring
● SafeStop1	● Pressure Sensitive Equipment (PSE)
● SafeStop2	● EnableSwitch 2 (without detection of panic position)
● Safely Limited Speed (SLS)	● Override
● Safety Guard Monitoring	● Safety Guard
	● Safety Guard Interlocking with Locking (Version 2)
	● Safety Guard Interlocking with Locking for switches with serial contacts

セーフティ FB③

PLCopen®
for efficiency in automation

◆ Motion Controlとの融合

PLCopen
for efficiency in automation

Technical Paper
PLCopen Technical Committees 2 & 3
Logic, Motion, Safety
プログラムの指針(解説書)

PLCopen
for efficiency in automation

3.5. プログラム説明

3.5.1. MC_MoveVelocityとMC_Haltの詳細説明
(* JogPos1, JogVel2 ジョグ(手動)動作)

3.1 で述べたように、本規格では、オペレータがアクセスする作業域内に2つの電圧ドライバシステムを備えています。オペレータは、概して、プロセス制御、設定作業、あるいは材料詰まりの除去のために作業領域にアクセスする必要がある場合があります。

安全は、オペレータモードは(自動とセキアアップの2つの)であり、自動モードでは、安全監視機能のアクティベーションは、このモード(自動モード)で監視されている必要があります。安全の保証を必要とします。ドライバ FB は、安全(セキアアップモード)は安全自動モード、いずれかの安全と

PLCopen
for efficiency in automation

Safe Motion
PLCopen Technical Specification
PLCopen Document, Version 1.0, Official Release

CC-Link IE

MECHATROLINK

Logic, Motion Safety技術仕様書
Motion FBとSafety FBを安全プログラムの提案

PLCopen
for efficiency in automation

PLCopen Technical Committee 5
Safe Motion
PLCopen Technical Specification
PLCopen Document, Version 1.0, Official Release

PLCopen
for efficiency in automation

5.6. CC-Link IE

Safety Communication

Safety PDU structure
The structure of the CC-Link IE Safety PDU (Protocol Data Unit) is shown in Figure 19. Safety PDU structure. Safety data in the PDU contains the safety input data on the safety output data. The size of Safety data is 16 octet length.

Figure 19: Safety PDU structure
Name, size, and contents of the elements contained in the safety PDU are shown in Table 1.
Table 1: Element of safety PDU

PLCopen
for efficiency in automation

5.7. MECHATROLINK

MECHATROLINK Safety System

Figure 20: MECHATROLINK Safety System Structure

MECHATROLINK Safety System Structure

MECHATROLINK Safety System Structure

Figure 21: MECHATROLINK Safety System Structure Example

Safe Motion技術仕様書
日本発Safety Networkの発信(技術仕様書への提案)



OPC UA (IEC 62541)

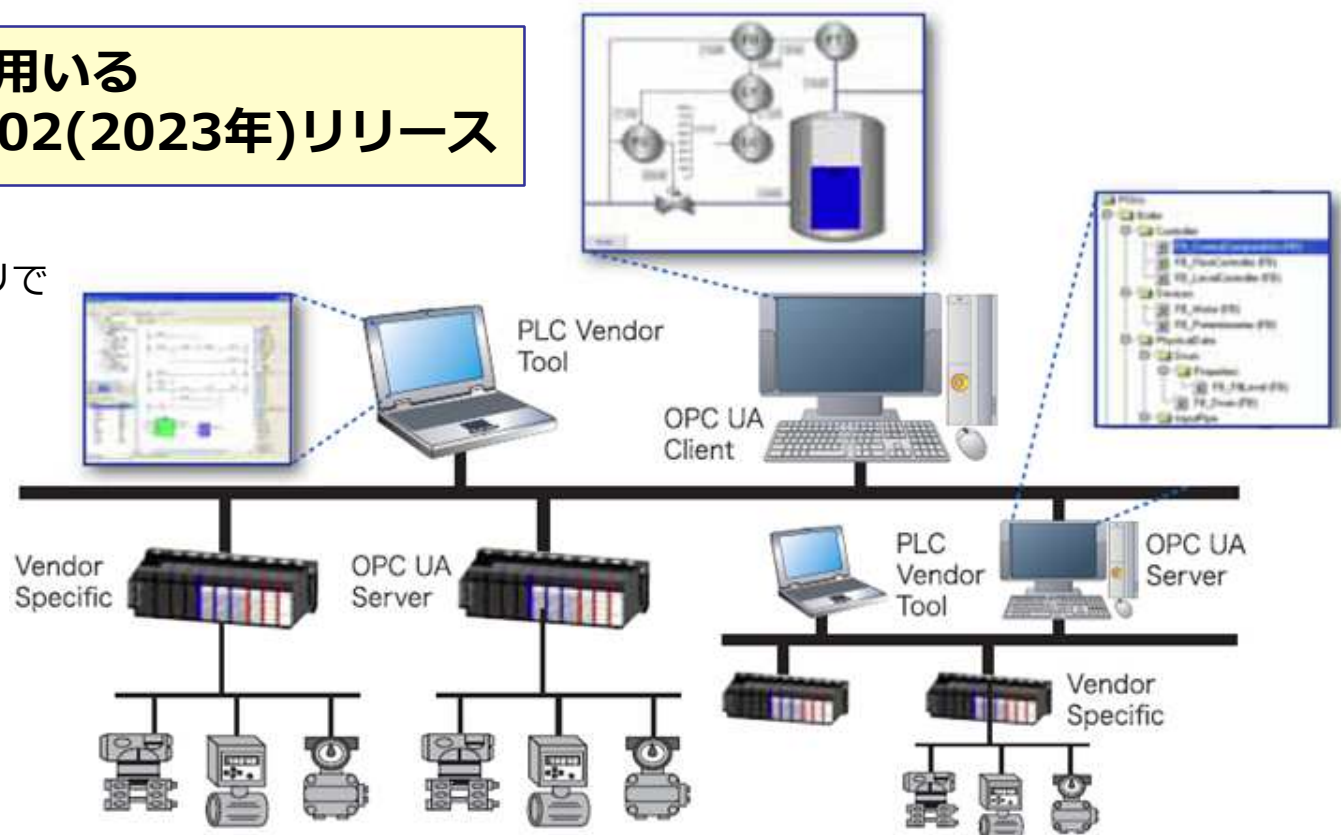
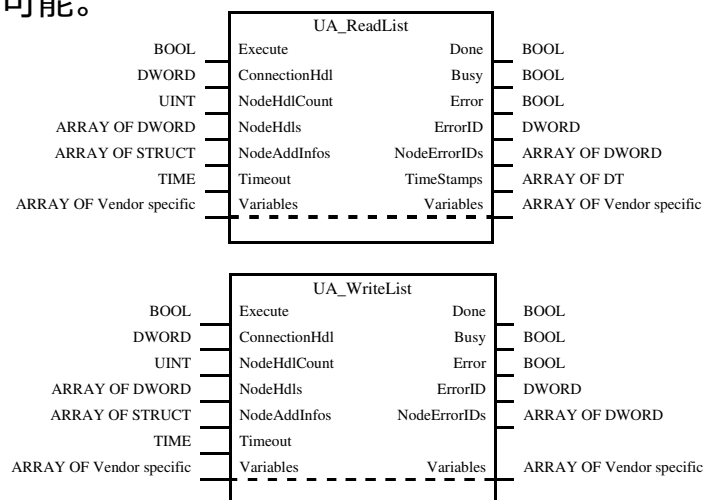
OPC UA通信関連仕様

OPC UA 通信関連仕様①

高度なセキュリティに対応し、製造フロアのみならずMESやERP領域にも適用可能な
基盤通信プロトコルとして利用される **OPC UA (IEC 62541)**

OPC UA通信に対応した PLC で用いる 通信ファンクションブロックV1.02(2023年)リリース

通信ファンクションブロックを使用して変数の
Read/Write、メソッドコールなどがPLCアプリで
使用可能。

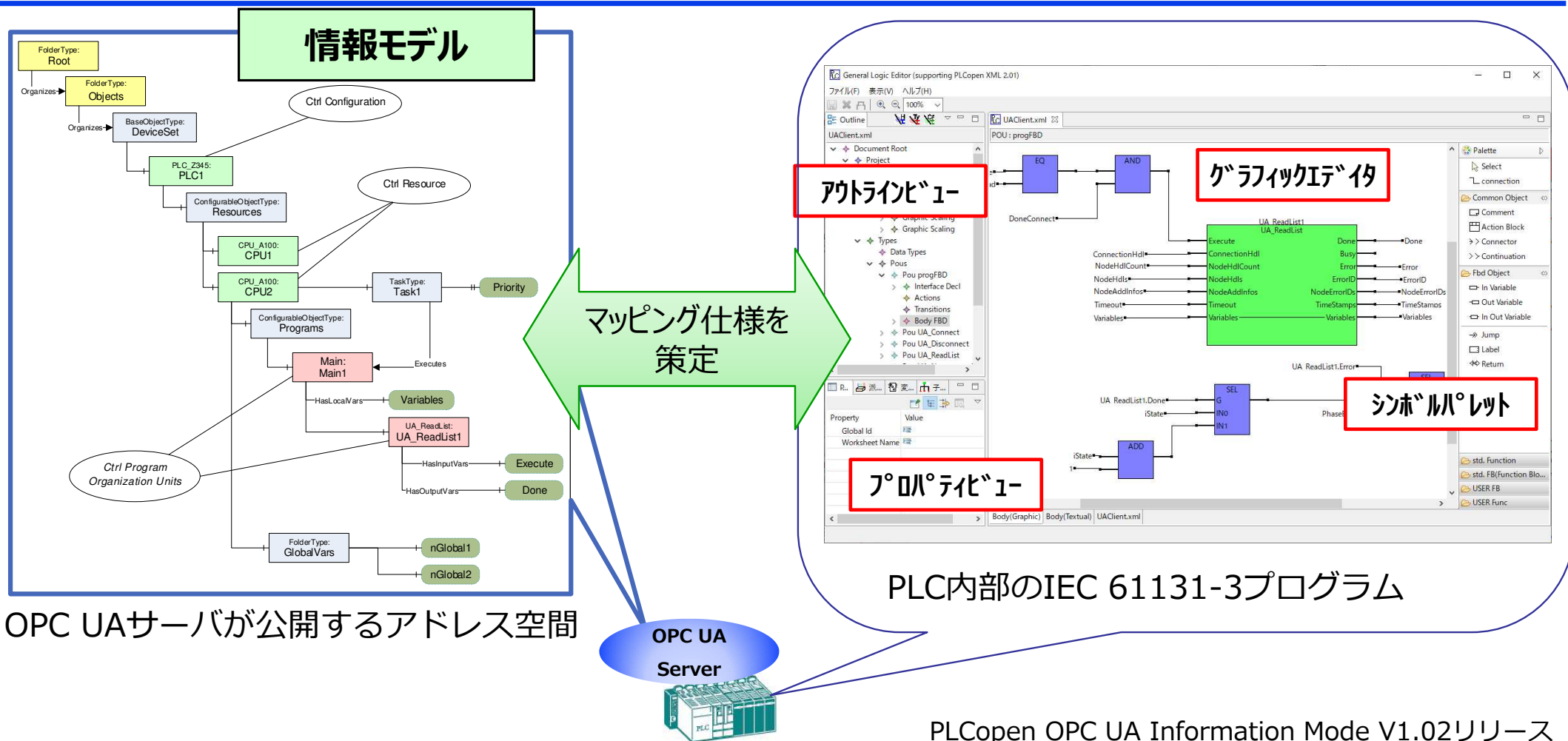


OPC UA 通信関連仕様②

OPC UA ClientFBの機能一覧を示す。

機能	説明
①変数のRead/Write	URIで指定したOPC UAサーバのアドレス空間に定義された変数型のノードに対して読み書きを実施します。
②変数のモニタ	URIで指定したOPC UAサーバのアドレス空間に定義された変数型ノードのプロパティ変更時に、その値を受け取ることができます。
③メソッドコール	URIで指定したOPC UAサーバのアドレス空間に定義されたメソッドを呼び出します。
④診断	URIで指定したOPC UAサーバとの接続状態を確認します。
⑤ブラウジング	URIで指定したOPC UAサーバのアドレス空間上に対して指定したノードを起点に巡回し条件に合ったノードの情報を取得します。
⑥イベントのモニタ	URIで指定したOPC UAサーバのアドレス空間に定義されたイベント型のノードのイベント通知を受け取ることができます。

OPC UA 通信関連仕様③







<https://www.plcopen-japan.jp/>

PLCopen[®] is a registered trademark owned by the association PLCopen, as well as the PLCopen logos