

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 ～

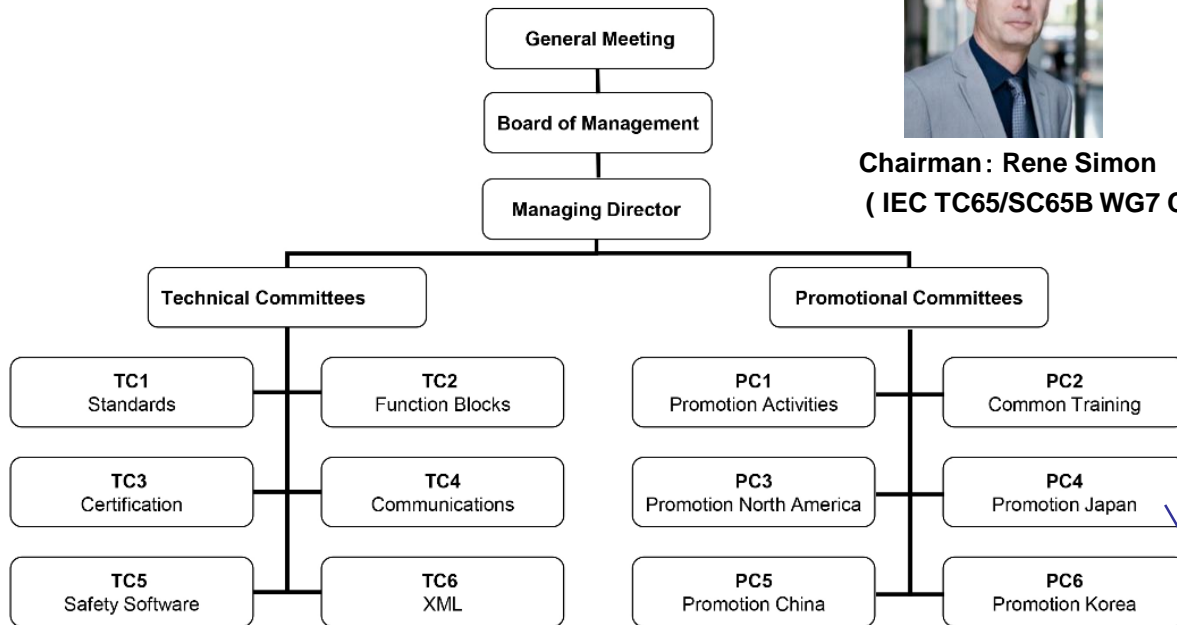
PLCopen Japan

- ◆ 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
 - ◆ 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
 - ◆ IEC 61131-10

PLCopen[®]とは



Chairman : Rene Simon
(IEC TC65/SC65B WG7 Convenor)



ベンダ会員：20社
ユーザ会員：1,073名
(2020年8月末時点)

Part	Title	Work edition	Publication date, Stability date	stage
61131-1	Part 1: General information	Ed 2.0	2003-05-22, 2018	IS
61131-2	Part 2: Equipment requirements and tests	Ed 3.0 Ed 4.0	2007-07-25 2017-08-23, 2020	IS
61131-3	Part 3: Programming languages	Ed 3.0 Ed 4.0	2013-02-20, 2018 Planned to start with RR	IS , JIS B 3503
61131-4	Part 4: User guidelines	Ed 2.0	2004-07-26, 2018	TR
61131-5	Part 5: Communications	Ed 1.0	2000-11-15, 2020	IS
61131-6	Part 6: Functional safety	Ed 2.0	2012-10-02, 2018	IS
61131-7	Part 7: Fuzzy control programming	Ed 1.0	2000-08-10, 2020	IS
61131-8	Part 8: Guidelines for the application and implementation of programming languages	Ed 2.0 Ed 3.0	2003-09-29 2017-11-22, 2020	TR
61131-9	Part 9: Single-drop digital communication interface for small sensors and actuators (SDCI)	Ed 1.0 Ed 2.0	2013-09-11, 2018 Planned sub parts for safety and wireless	IS
61131-10	Part 10: Programmable controllers – XML Exchange Formats for Programs according to IEC 61131-3	Ed 1.0	Publ. 2019.04	IS

- ✓ 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



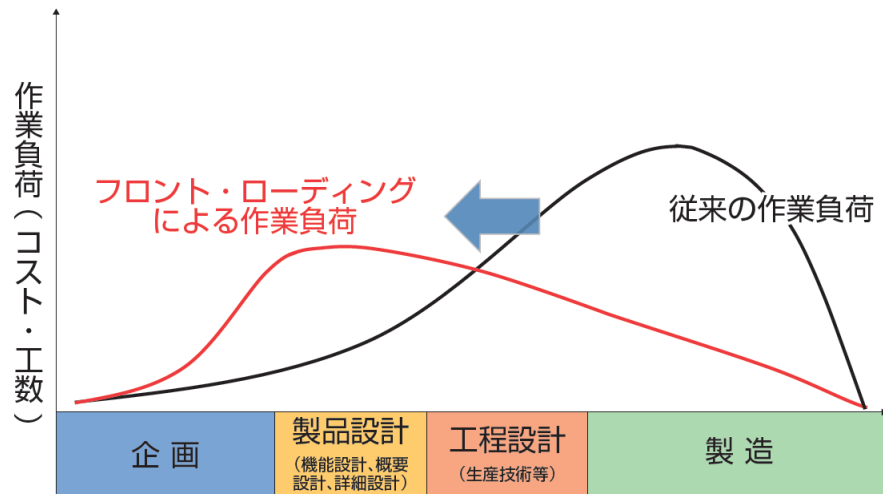
- ✓ Collaboration with the other Standard-technology
他の標準化団体との連携



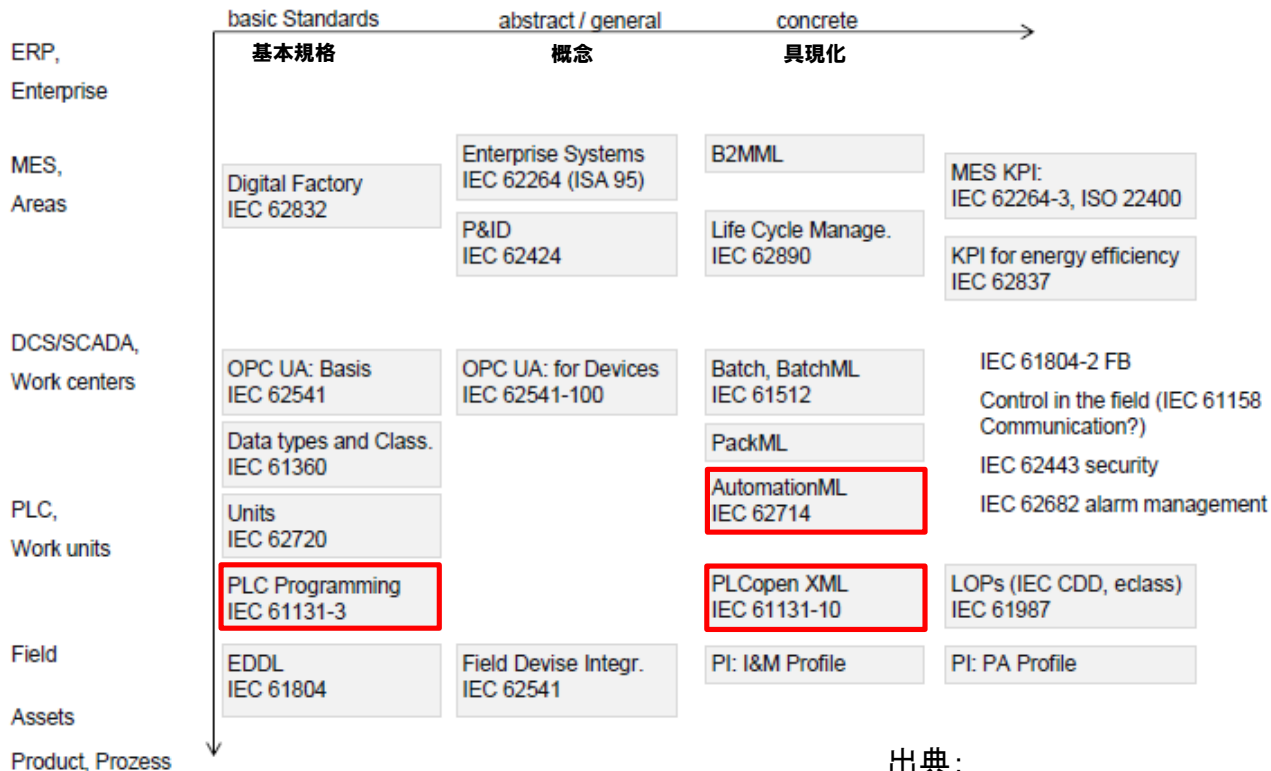
取り巻く環境

■ 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



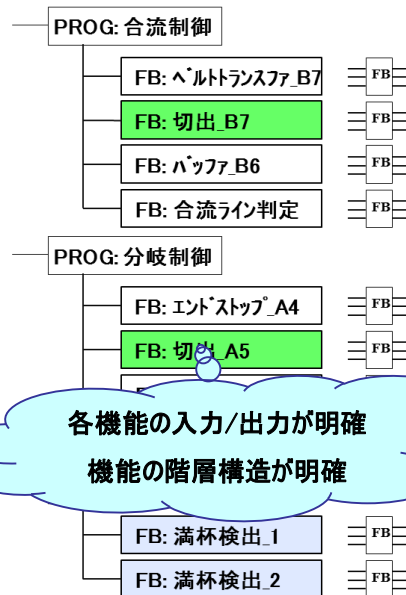
出典：
IEC TC65 国内委員会資料より

IEC 61131-3 の基本

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



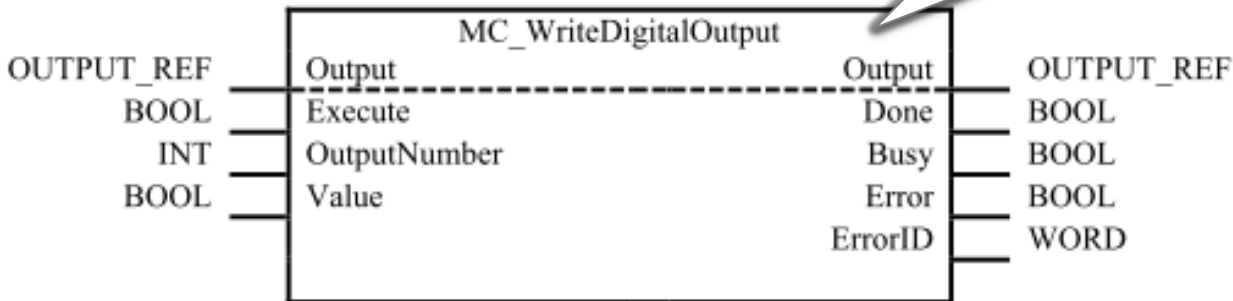
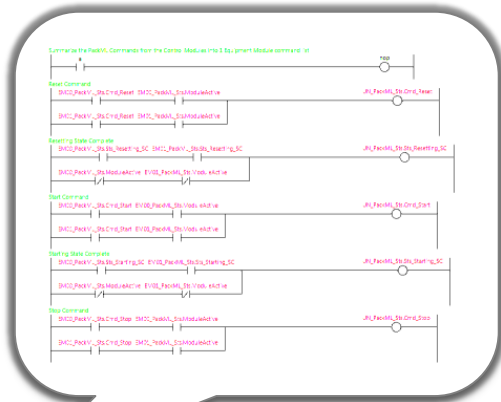
POU(プログラム構成単位) とは、

- 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)

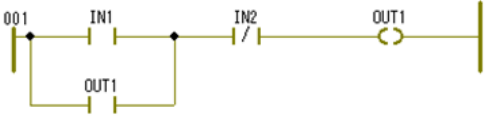
名称と 入力／出力となる変数が 明確に定義され、
内部のロジックは外部から隠されている。

内部ロジック

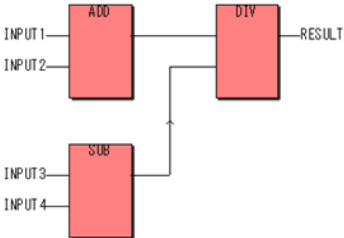
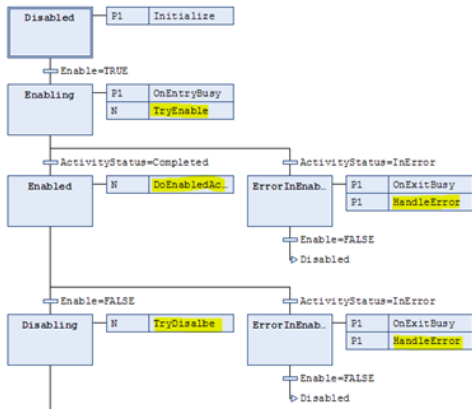


モーション制御ファンクションブロックの例

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
<p>LD (ラダーダイアグラム)</p> 	<p>リレー回路図を仮想的に表現</p>	<p>PLCに慣れ親しんだ方に。インタロック回路の表現に。</p>
<p>IL (インストラクション・リスト)</p> <pre>LD IN1 OR OUT1 ANDN IN2 ST OUT1</pre>	<p>アセンブラ的なプリミティブなテキスト言語</p>	<p>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。</p>
<p>ST (ストラクチャド・テキスト)</p> <pre>Total := 0.0; FOR n := 1 TO 3 DO Total := Total + Height[n]; END_FOR;</pre>	<p>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</p>	<p>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。</p>

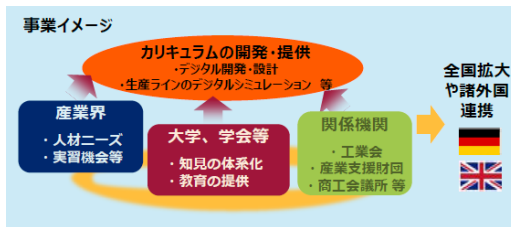
5つのPOU内部ロジック記述方法(2/2)

言語	特徴	選択指針
<p>FBD (ファンクションブロック・ダイアグラム)</p> 	<p>信号やデータの流を表現したグラフィカル言語</p>	<p>DOS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。</p>
<p>SFC (シーケンシャル・ファンクション・チャート)</p> 	<p>処理シーケンスをグラフィカルに記述する表記方法</p>	<p>条件分岐を含む工程歩進や、状態遷移の記述に適する。</p>

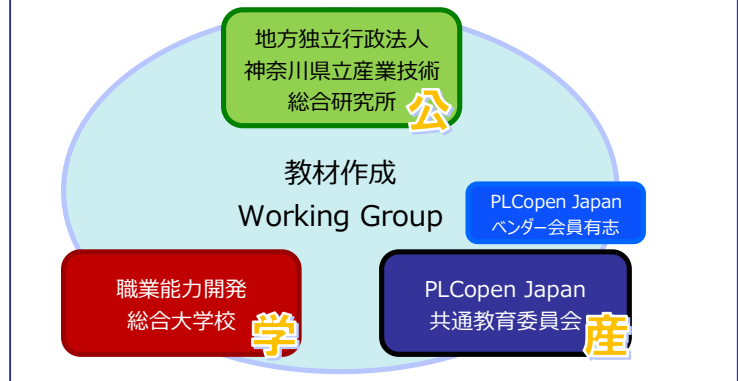
普及活動のご紹介

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

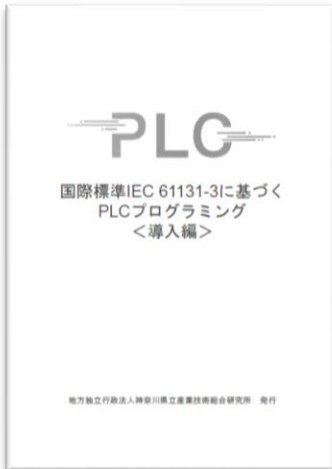


国際標準IEC 61131-3に基づくPLCプログラミングのための教材開発



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訳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]



■ 国内初！ PLCopen®認定トレーニングコース



PLCopen®認定コース

IEC 61131-3導入

〈NJシリーズで国際標準規格を学ぼう〉

受講日数

1日間

IEC 61131-3規格の概要に加え、標準ファンクションブロック、
モーションファンクションブロックを活用した機械制御が体験できます。

受講に必要な知識

「コントローラ基礎1〈I/O制御編〉」修了または同等レベル、
もしくはコントローラの知識があり使用経験者

使用機材

マシンオートメーションコントローラ NJシリーズ、
プログラミングツール (Sysmac Studio)、ACサーボモータ、
ドライバ (G5シリーズEtherCAT通信内蔵タイプ)

内容

- | | |
|--|-----------------------|
| 1 IEC 61131-3 (JIS B 3503)・PLCopen®の概要 | 5 ファンクションとファンクションブロック |
| 2 ソフトウェア設計に必要な知識 | 6 モーションファンクションブロック実習 |
| 3 IEC 61131-3標準のロジックプログラミング | 7 セーフティファンクションブロック紹介 |
| 4 STプログラミング概要 | 3h |

※旧「インテグレーション1」の内容と重複します。該当コースをご受講済みの方は、あらかじめご了承ください。

eラーニングで部分的な学習ができます。「Sysmacオートメーションプラットフォーム導入篇」/「NJシリーズ入門篇」/「Sysmac Studio操作篇」



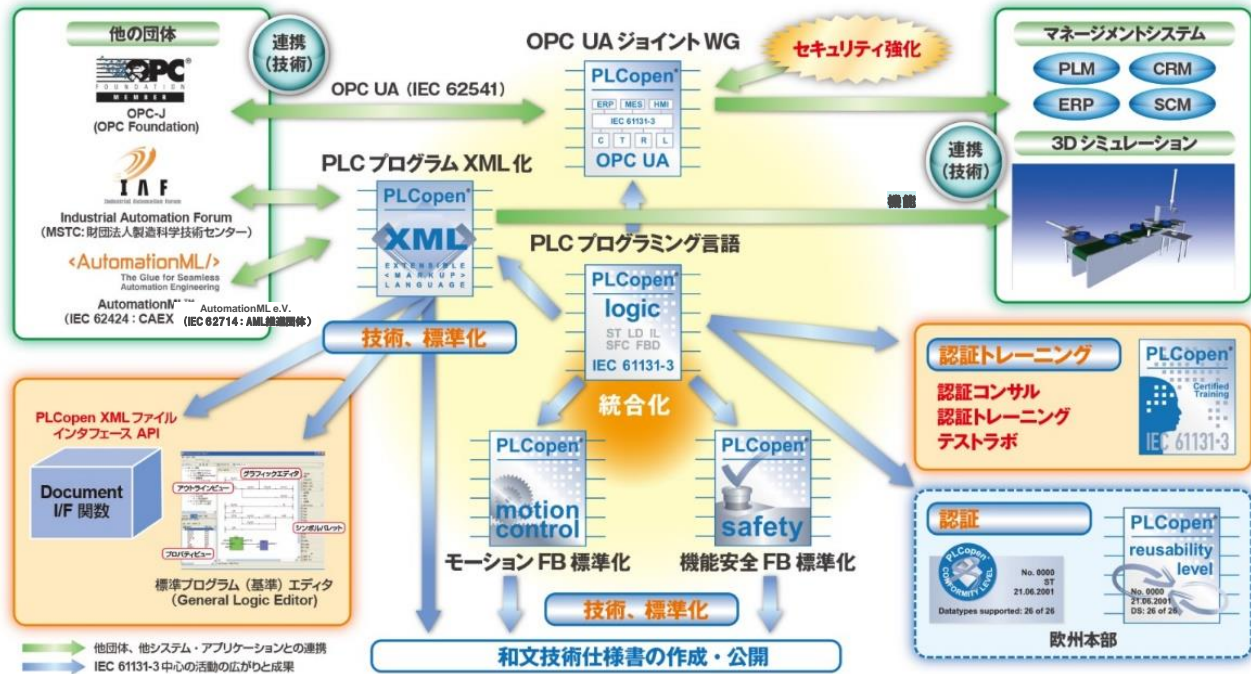


最新技術動向

— IEC 61131-3に関連する標準仕様 —



技術委員会 相関図





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

◆ 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	原点サーチ関連追加仕様	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	公開予定



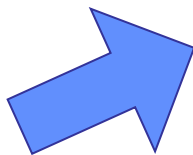
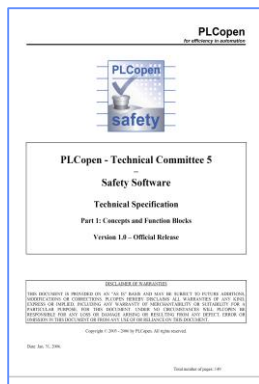
安全コントローラでのセーフティ回路記述用 セーフティ ファンクションブロック

◆ 技術仕様書がVer1からVer2に改訂・発行されました。

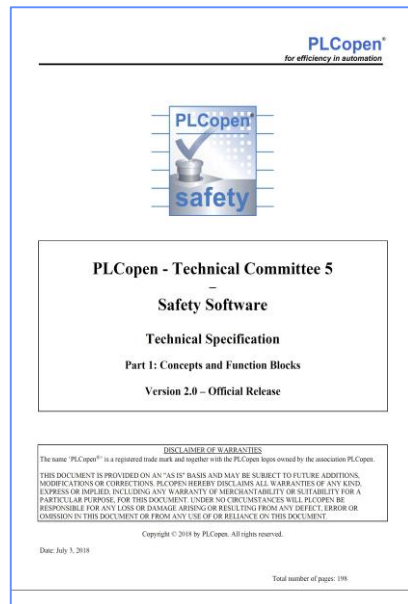
主な変化点は、セーフティファンクションブロック(FB)の既存機能を拡張すること、
モーション関連のFBをSafe Motion技術仕様書に移管されました。

さらに、新しく5つのFBが追加されています。

技術仕様書の日本語版を製作中です。



Ver UP



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



Industry4.0デファクト通信仕様 OPC UA (IEC 62541)

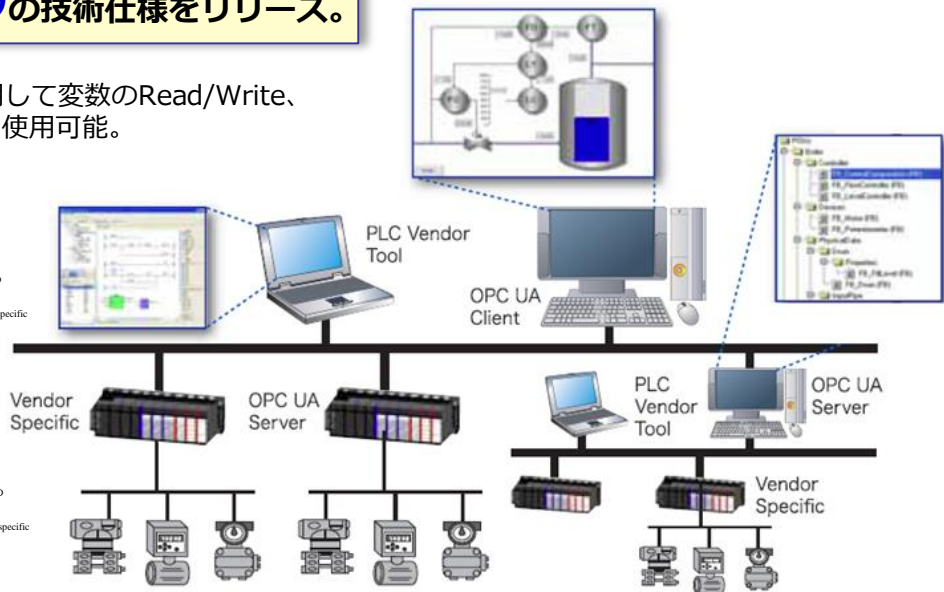
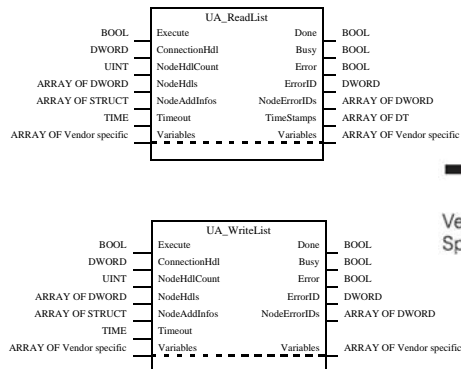
OPC UA関連仕様

OPC UA 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 Industry4.0の基盤通信プロトコルとして注目される **OPC UA (IEC 62541)**

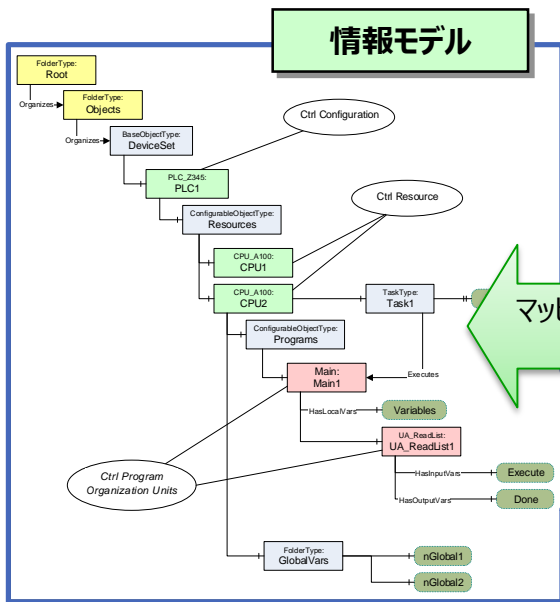
OPC UA通信に対応した PLC で用いる 通信ファンクションブロックの技術仕様をリリース。

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。

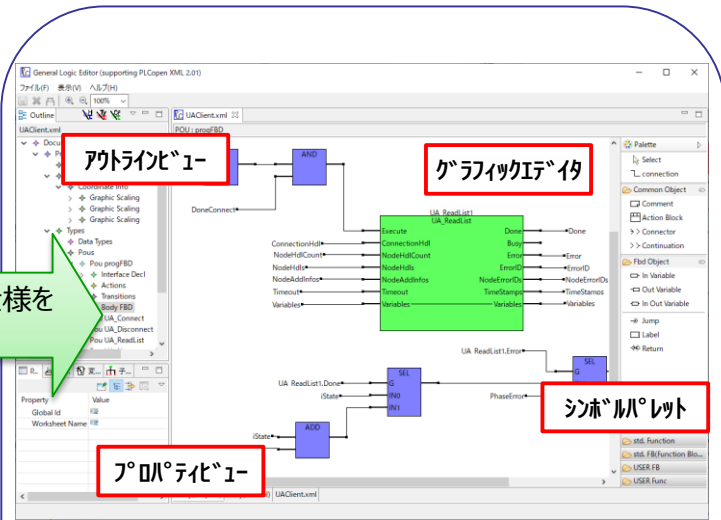


OPC UA ClientFBの機能一覧を示す。

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。



マッピング仕様を
策定



PLC内部のIEC 61131-3プログラム

OPC UAサーバが公開するアドレス空間

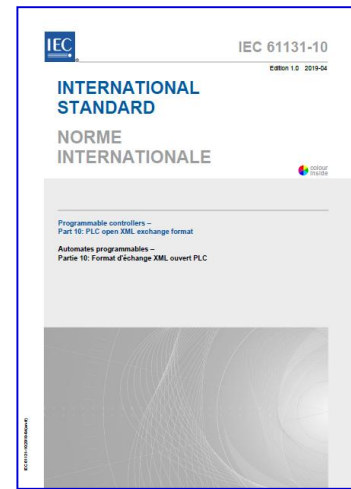




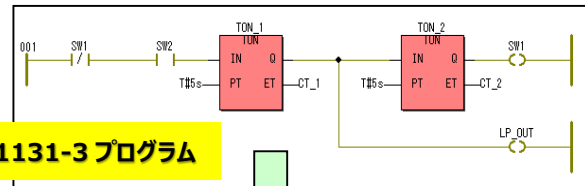
IEC 61131-3 プロジェクトの 標準フォーマット

IEC 61131-10

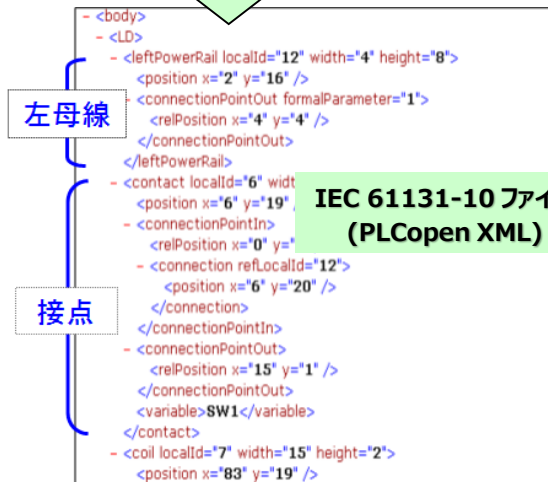
(2019年4月リリース)



◆ IEC 61131-3 プログラムソースコードの共通フォーマットを規定



- 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
- XML Schema により定義
- グラフィック言語 (LD/FBD/SFC) にも対応
- ソースコードの共通フォーマット (ベンダ非依存)



◆ 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の実施
- ・ PLCopen-XML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**

2017年1月： **IEC 61131-10 CD版 リリース**

- ・ 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 Edition1.0 リリース**

XML-WG活動

標準化の推進



実用化の推進



国際規格化の推進

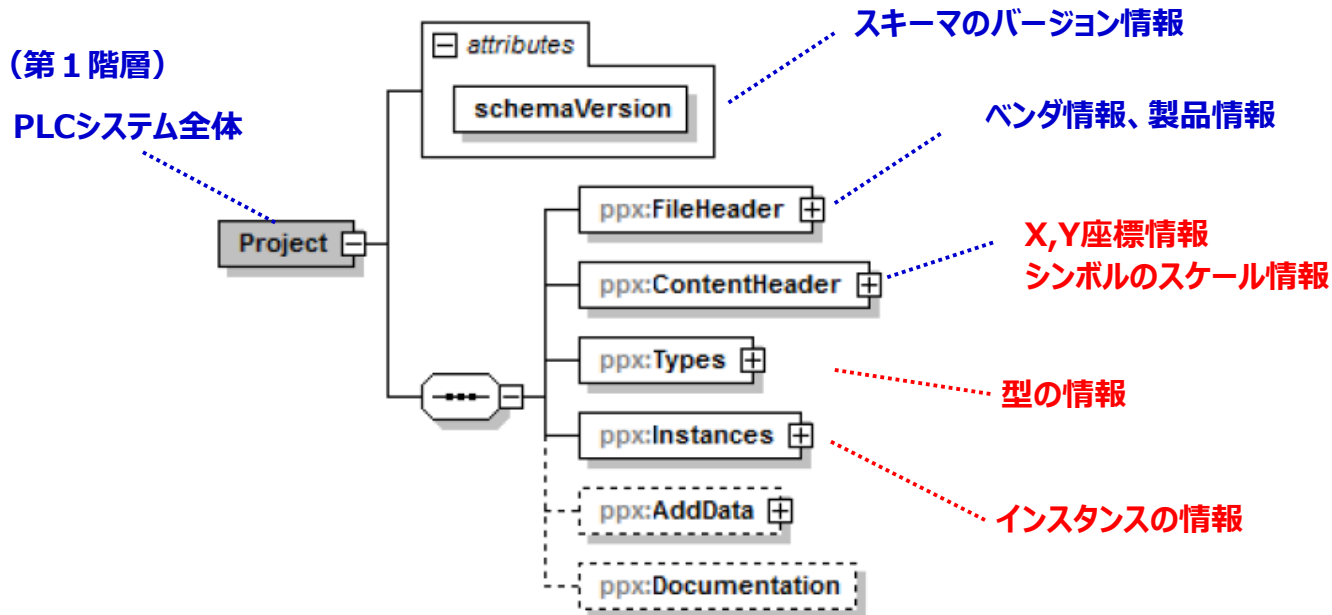
IEC 61131-10 Edition1.0

- ・PLCopen XML V2.01 をベースに拡張
- ・IEC 61131-3 Ed.3（オブジェクト指向）を適用

特徴

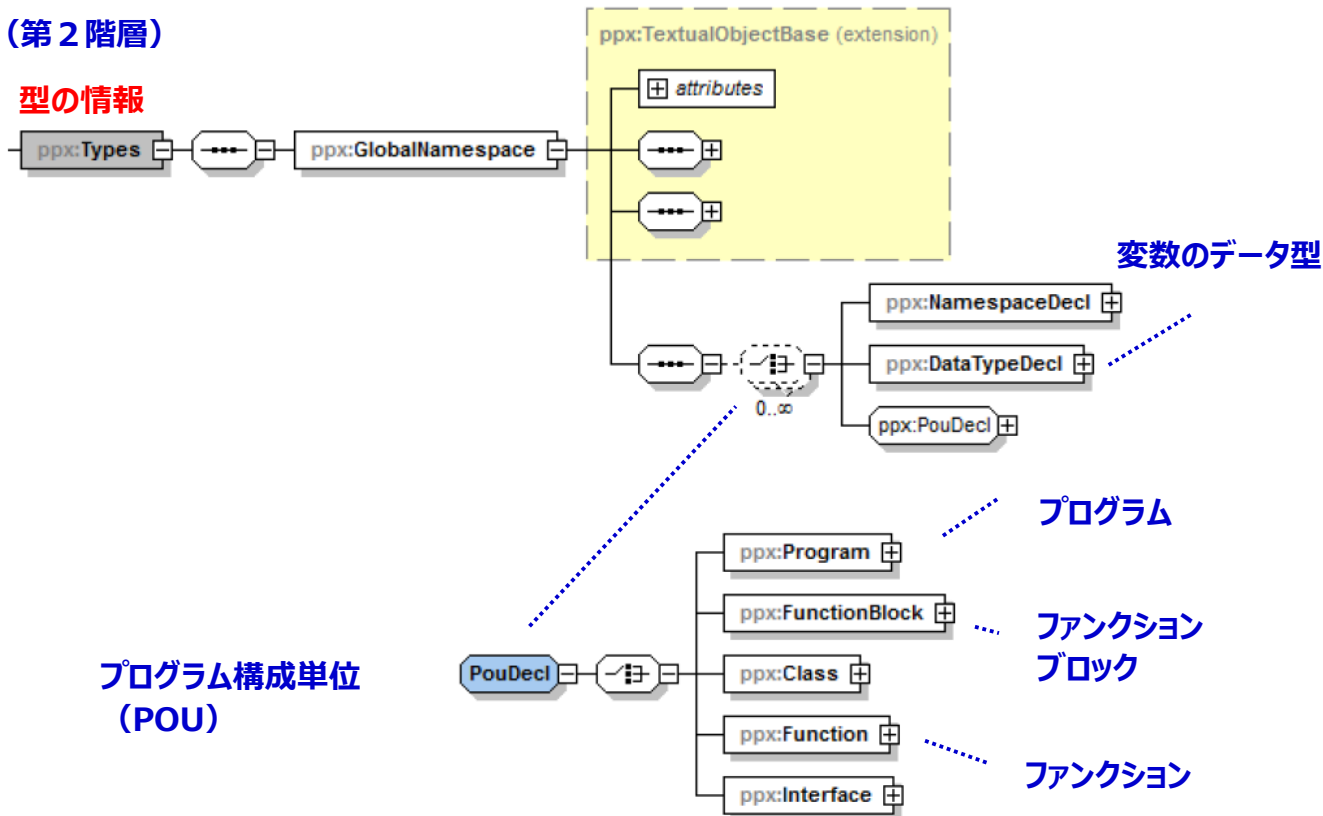
- ① PLCシステムのリソースやプログラム構造の全階層を論理的に表現
→ IEC 61131-3 は、階層構造だからXML形式で表記しやすい
- ② グラフィカル言語(LD/FBD/SFC)を忠実に記述できる
→ レイアウト情報（位置、サイズ）、結線情報を表記
- ③ 実利用を考慮した「実装依存」の情報を付加できる
→ ベンダ固有、機種固有、ツール固有の情報も表記可能

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



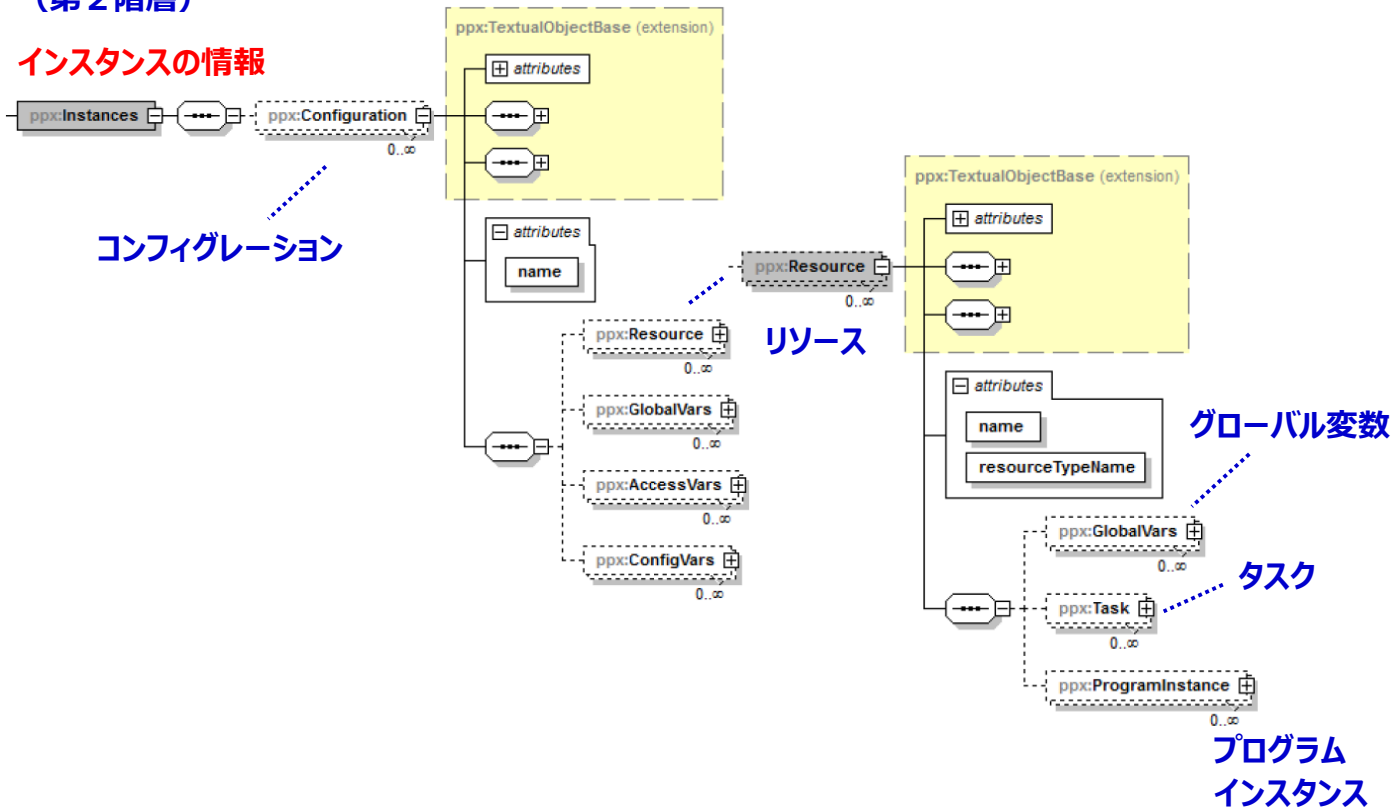
(第2階層)

型の情報



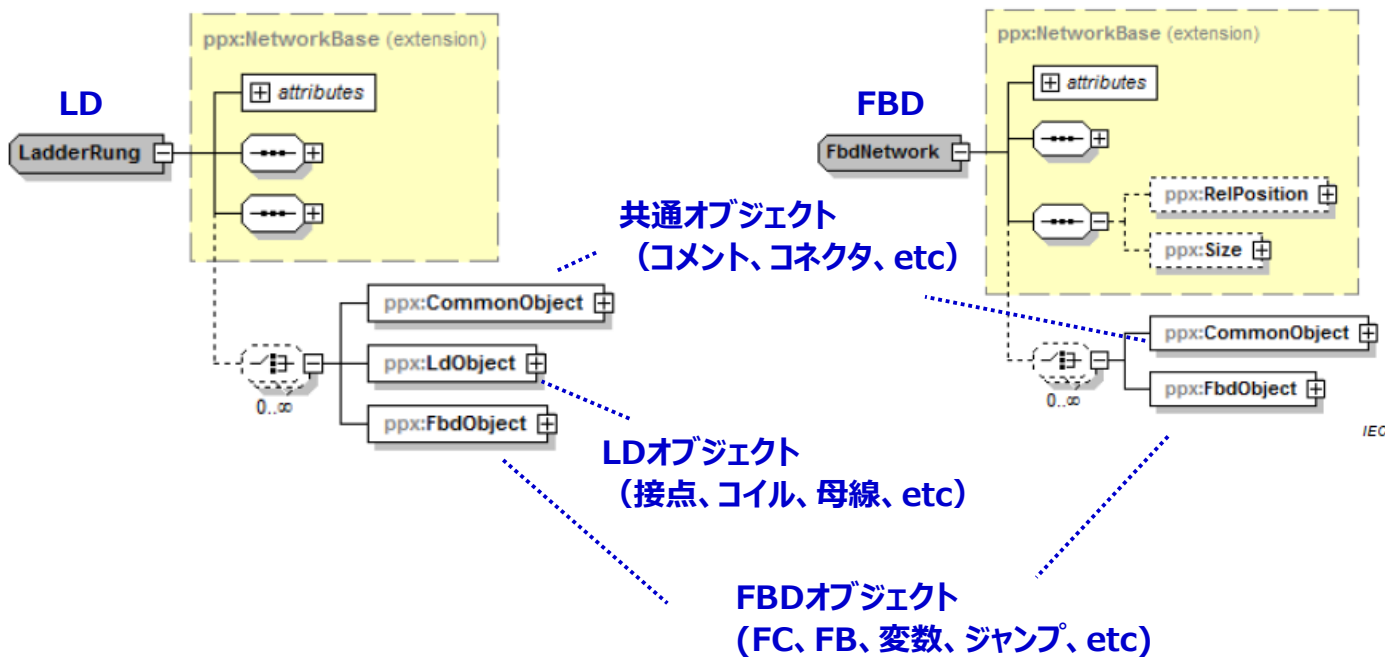
(第2階層)

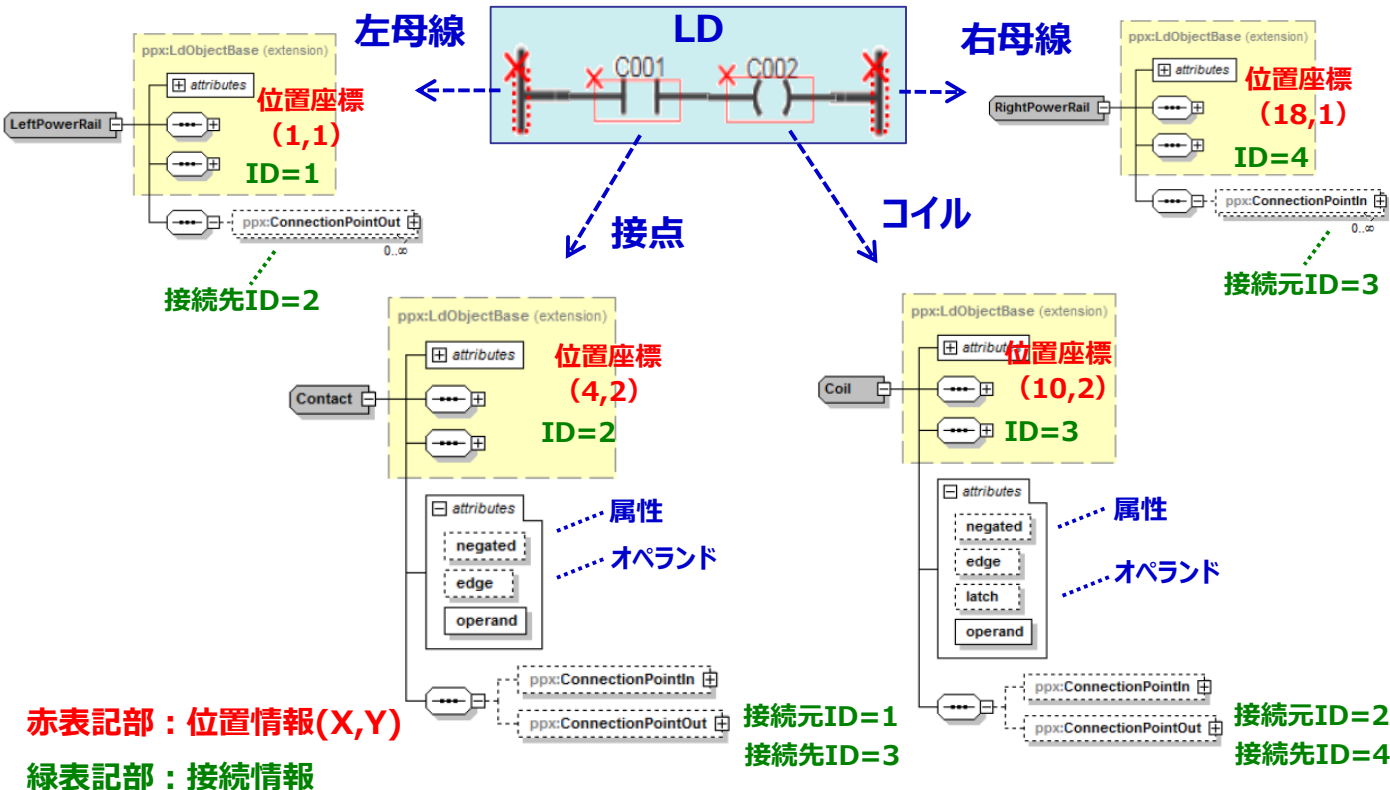
インスタンスの情報



グラフィカル言語(LD/FBD/SFC)を忠実に記述することが可能。

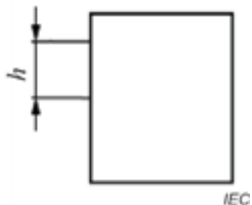
→レイアウト情報 (位置、サイズ)、結線情報を表記





グラフィックシンボルの位置や**基準スケール**をX/Yの2軸座標で定義

FBDシンボル

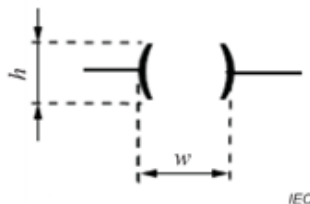


2つのピン間の最小距離

FbdScaling->X := h

FbdScaling->Y := h

LDシンボル

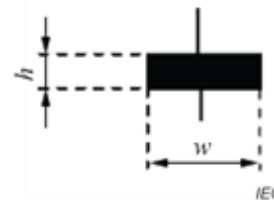


コイルの幅と高さ

LdScaling->X := w

LdScaling->Y := h

SFCシンボル



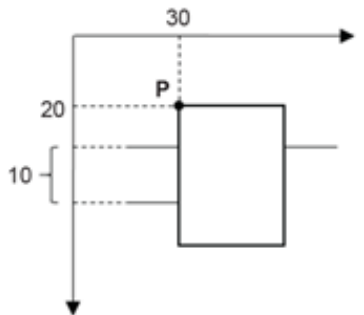
トランジションの幅と高さ

SfcScaling->X := w

SfcScaling->Y := h

LD回路/FBD回路のレイアウトをX/Yの2軸座標で表現

ツールAの座標系



ツールAからエクスポート

Position = (30/20)

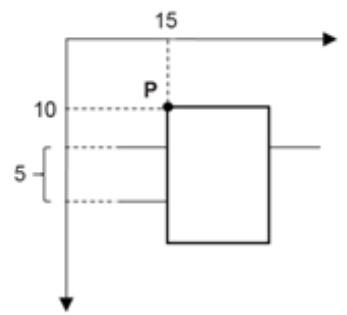
FbdScaling = 10

ツールAからツールBへ

コンバート

基準スケールをベースに
座標変換

ツールBの座標系



ツールBへインポート

Position = (15/10)

FbdScaling = 5

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

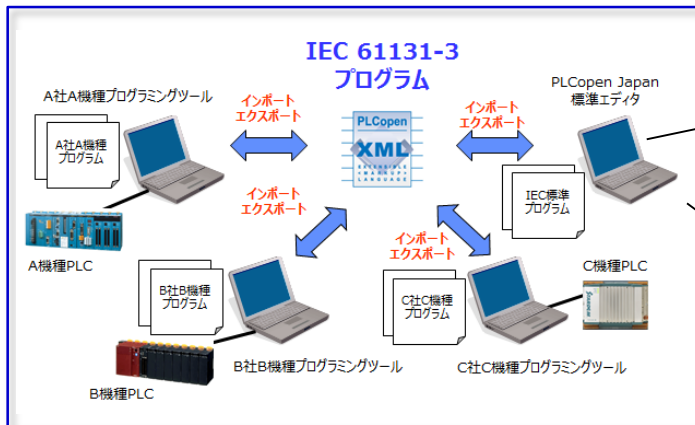
IEC 61131-3 では規定されていない 「実装依存のパラメータ、属性、機能」

例)

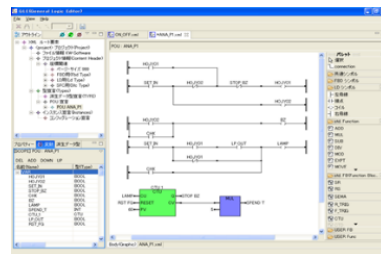
- ・ POU当たりのコードまたは変数の最大量
- ・ 識別子の最大長(変数名長)
- ・ STRING変数およびWSTRING変数のサイズ
- ・ TIME、DATE、TOD、DTのデータ型の範囲と精度
- ・ グラフィカルネットワーク内の実行順序、等

拡張要素 : 「AddData」
で任意に付加可能

PLCopen XML によるプログラム交換試行

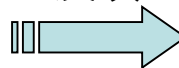


IEC 61131-3 標準プログラムエディタの開発

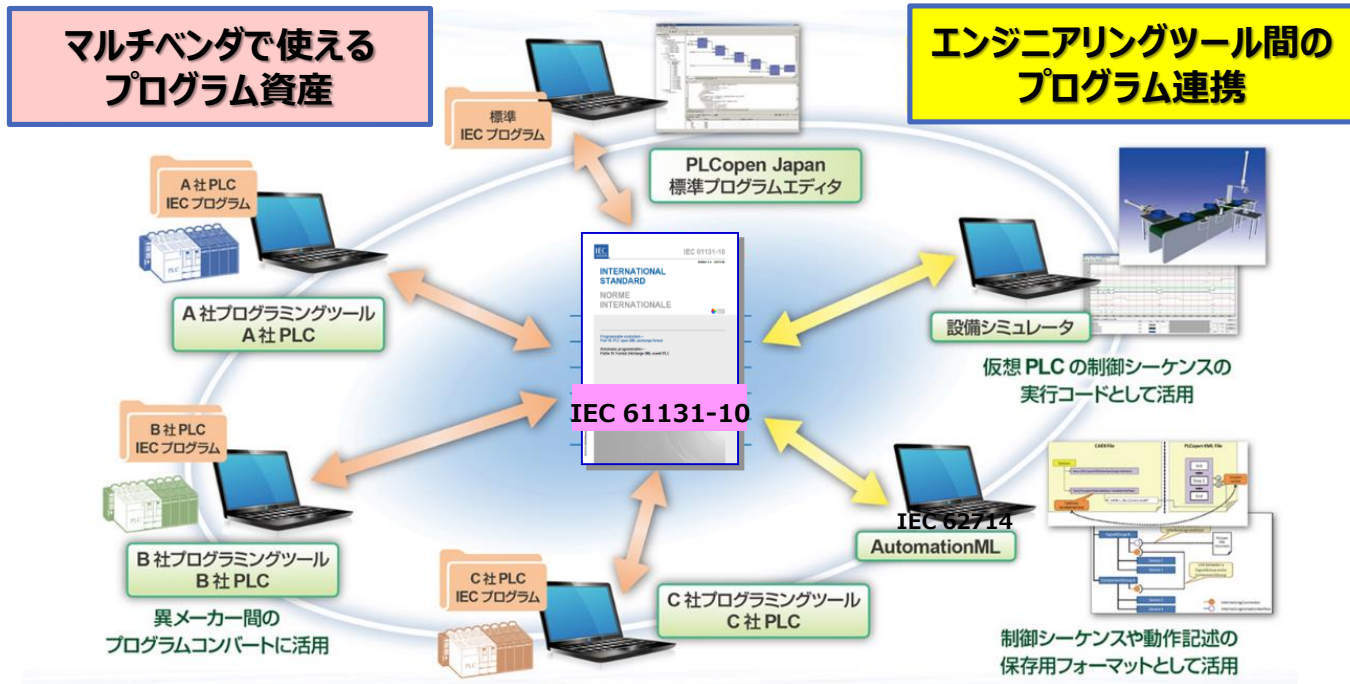


プログラム交換試行や標準エディタの開発により、
XMLスキーマの実用性検証を実施済み。
→実用化に向け、課題／問題点を改善した。

反映

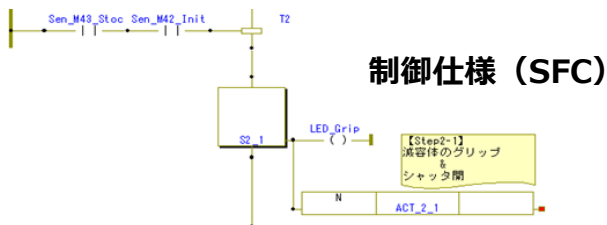


◆ IEC 61131-10 活用 ~ つながるエンジニアリング



活用例 ①：設備シミュレータへの活用

仮想PLCの制御シーケンスの実行コードとして、PLCopen XMLを活用



軸1	軸2	軸3
0	10	0
0	13	5
1	17	8

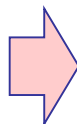
メカの動作定義

PLCopen XML変換

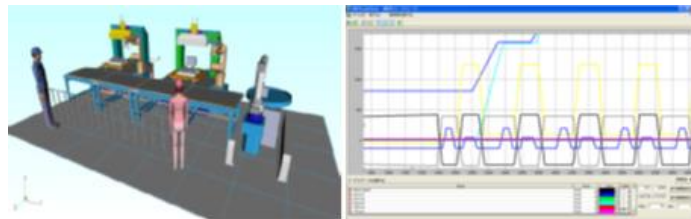


```
<code>- <body>
- <SFC>
- <actionBlock>
- <position xa="64" ya="33" />
- <connectionPointIn>
  <refPosition xa="-2" ya="2" />
  <connection refLocalId="3" formalParameter="x" />
- <action qualifier="N">
  <reference name="LED_Grip" />
</action>
- <action qualifier="N">
  <reference name="ACT_2_1" />
</action>
</actionBlock></code>
```

シーケンス



パラメータ



仮想メカによる検証 (シミュレーション)

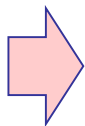
活用例 ② : IECプログラムの自動生成

動作記述言語から、IEC 61131-10を經由して、制御プログラムを自動生成。

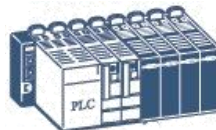
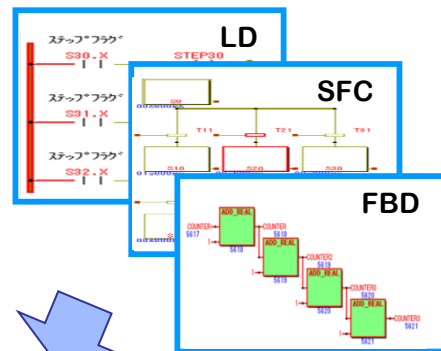
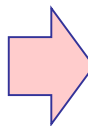
動作記述言語

IEC 61131-10へ変換

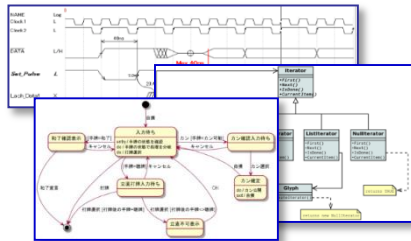
IEC 61131-3 プログラム



```
<code>- <body>
- <SFC>
- <actionblock>
  <position x="64" y="33" />
  <connectionPointIn>
  <refPosition x="2" y="2" />
  <connection refLocId="3" formalParameter="x" />
  </connectionPointIn>
  <action qualifier="N">
    <reference name="LED_Grip" />
  </action>
  <action qualifier="N">
    <reference name="ACT_2_1" />
  </action>
</actionblock></code>
```



PLC



つながるエンジニアリングの活性化

(1) 支援環境の連携

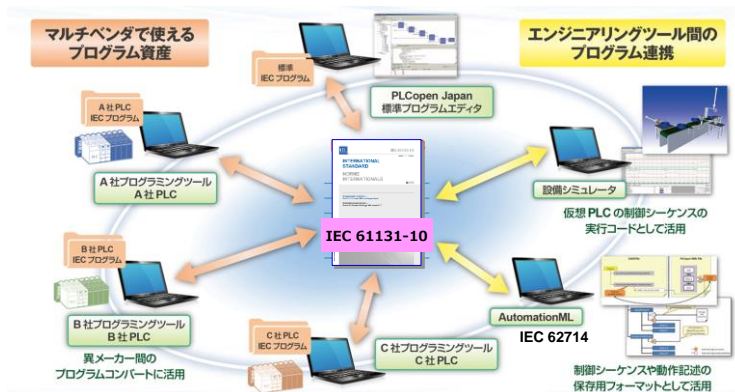
- ・HMIや周辺アプリとの連携
- ・他のXMLデータとの連携

(2) ユーザプログラム資産の継承

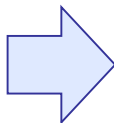
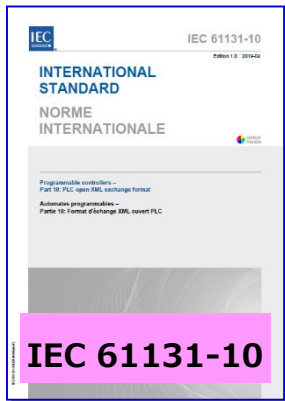
- ・過去のアプリ資産の再利用
- ・PLC機種世代間のアプリ資産継承

(3) ソフトウェアの新たなる流通

- ・ベンダ非依存のツール、ソフト部品



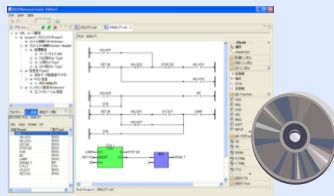
エンジニアリングコストの削減



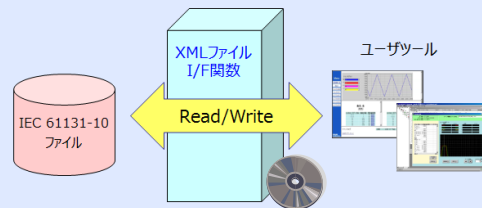
<IEC 61131-10 技術情報の公開>

2021年度より
順次公開予定

IEC 61131-3 標準プログラムエディタ



XMLファイル操作API



ベンダ会員20社



PERFECTION IN AUTOMATION
A MEMBER OF THE ABB GROUP



BECKHOFF

PROFESSIONALS OF SAFETY ENGINEERING



COSMOS CORPORATION

FE 富士電機
Innovating Energy Technology

HITACHI
Inspire the Next

Hivertec, inc.

JTEKT

KEBA
Automation by innovation.

KEYENCE

MITSUBISHI
ELECTRIC
Changes for the Better

OMRON

Panasonic

Pro-face
by Schneider Electric

SIEMENS

TOSHIBA

YASKAWA
安川電機

YOKOGAWA ◆
Co-innovating tomorrow™



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

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