

進化を続けるPLCの国際標準プログラミング

～ IEC 61131-3の最新動向 ～

PLCopen Japan

◆ はじめに

- 取り巻く環境
- PLCopen®とは

◆ IEC 61131-3の基本

◆ 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
- ◆ PLCopen XML

◆ コーディング規約

◆ 各種案内

世耕経済産業大臣が「ハノーバー宣言」に署名しました～第四次産業革命に関する日独協力の枠組みを構築～

世耕経済産業大臣は、3月19日に、ドイツ連邦共和国（ハノーバー）でツィプリス経済エネルギー大臣と会談し、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」に署名をしました。

1. IoT/Industry4.0に関するサイバーセキュリティ

2. 国際標準化

3. データ流通に関する規制改革

4. 中小企業支援

5. 共同研究開発（AI）

6. プラットフォーム

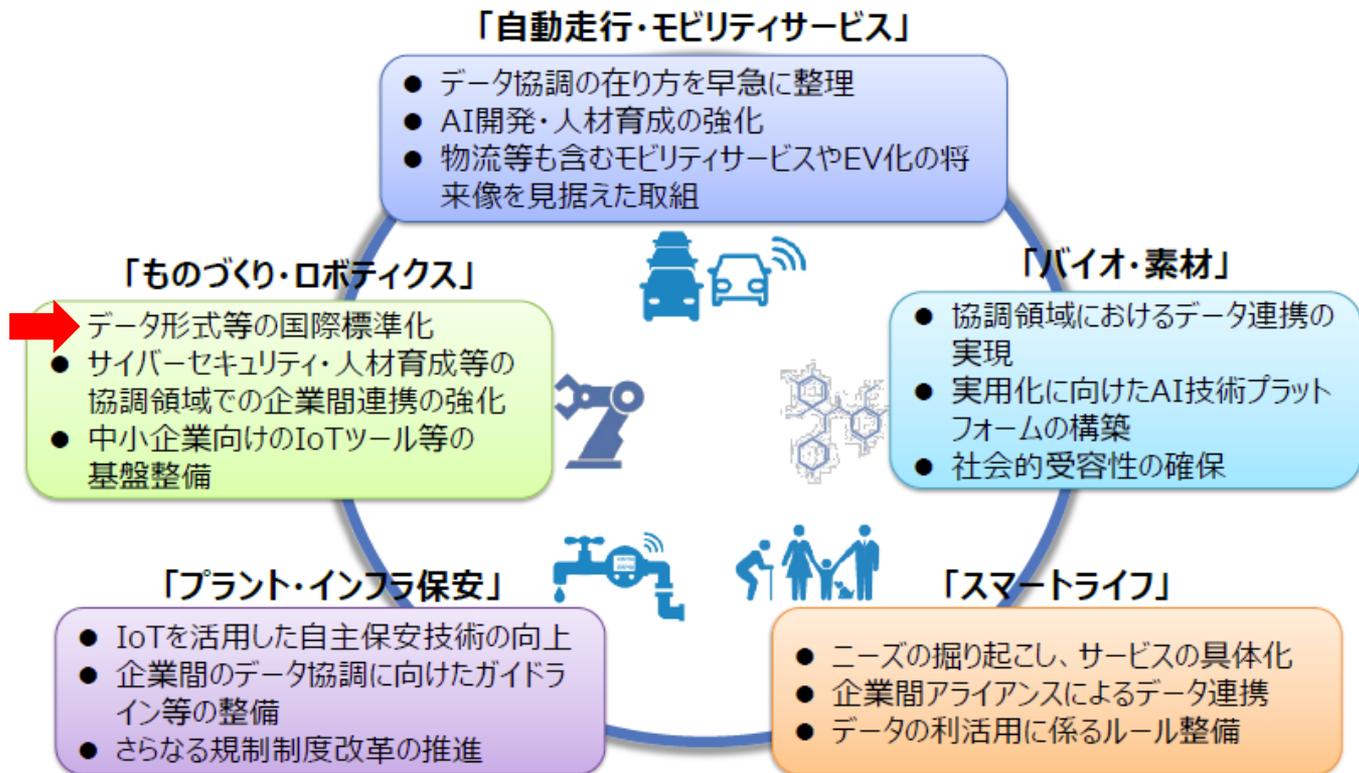
7. デジタル人材育成

8. 自動車産業

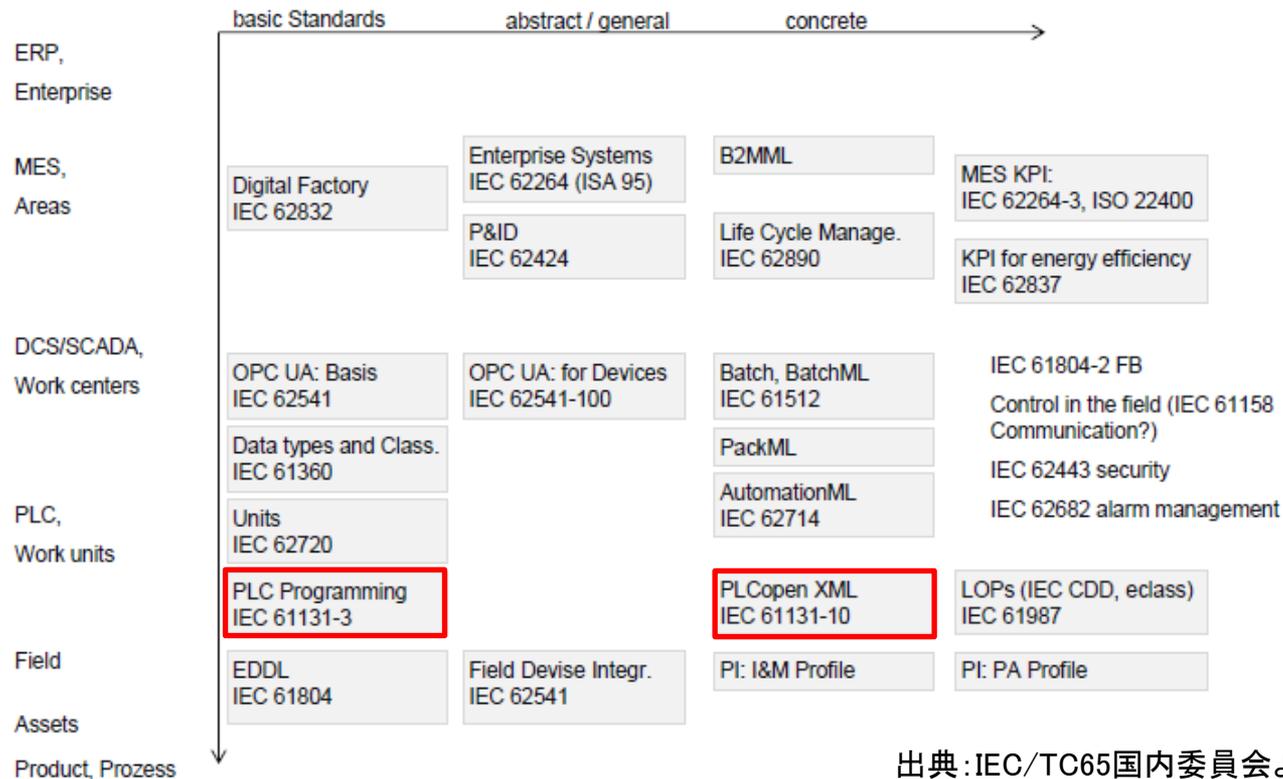
9. 情報通信分野



出典：経済産業省ホームページより



出典：経済産業省ホームページより



出典: IEC/TC65国内委員会より

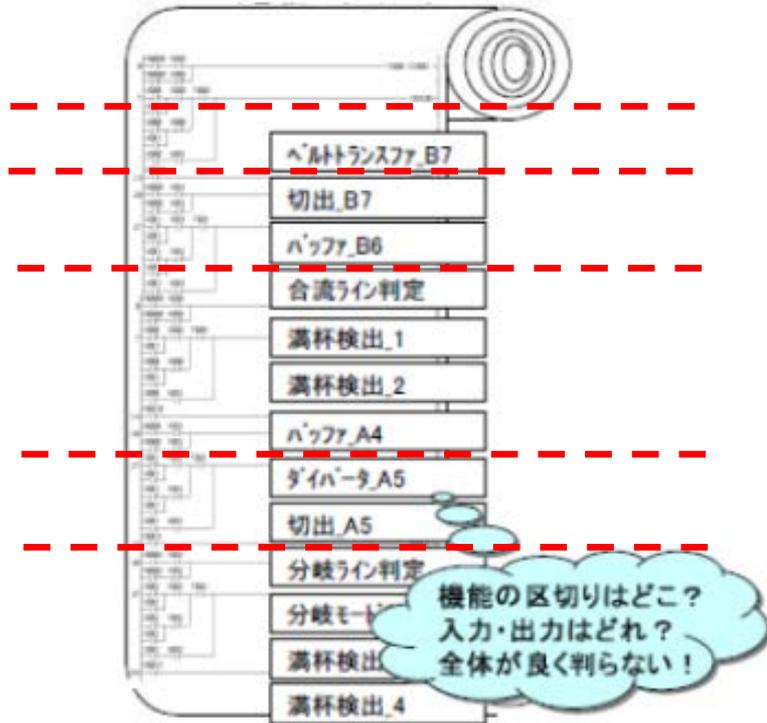
PLCopen[®]とは

規格番号	タイトル	内容	制定、改訂、審議状況	JIS規格番号
IEC 61131-1	Programmable controllers - Part 1 General information	PLCについての一般情報	1992年 初版制定 2003年 第2版改訂	JIS B 3501
IEC 61131-2	Programmable controllers - Part 2 Equipment requirement and tests	PLCハードウェアへの 要求とテスト項目	1992年 初版制定 現在、第4版改訂審議中	JIS B 3502
IEC 61131-3	Programmable controllers - Part 3 Programming language	PLCのプログラミング言語	1993年 初版制定 2013年 第3版改訂	JIS B 3503
IEC 61131-4	Programmable controllers - Part 4 User guideline	PLC一般についてのユーザガイド ライン	1995年 初版制定 2004年 第2版改訂	-
IEC 61131-5	Programmable controllers - Part 5 Messaging service specification	PLCの通信仕様	2000年 初版制定	-
IEC 61131-6	Programmable controllers - Part 6 Functional safety	PLCにおける 機能安全	2012年 初版制定 2013年 第3版改訂	-
IEC 61131-7	Programmable controllers - Part 7 Fuzzy control programming	ファジー制御プログラミング	2000年 初版制定	-
IEC 61131-8	Programmable controllers - Part 8 Guidelines for the application and implementation of programming languages	(PLCメーカー向け)PLCシステム 実装ガイドライン、および (PLCユーザー向け)アプリケーション 構築ガイドライン	2000年 初版制定 現在、第3版改訂作業中	-
IEC 61131-9	Programmable controllers - Part 9 Single-drop digital communication interface for small sensors and actuators (SDCI)	IO LinkによるI/Oデバイス通信	2013年 初版制定	-
IEC 61131-10	Programmable controllers - Part 10 XML Exchange Formats for Programs according to IEC 61131-3	IEC 61131-3 プログラム交換用 XMLフォーマット	現在、初版策定中	-

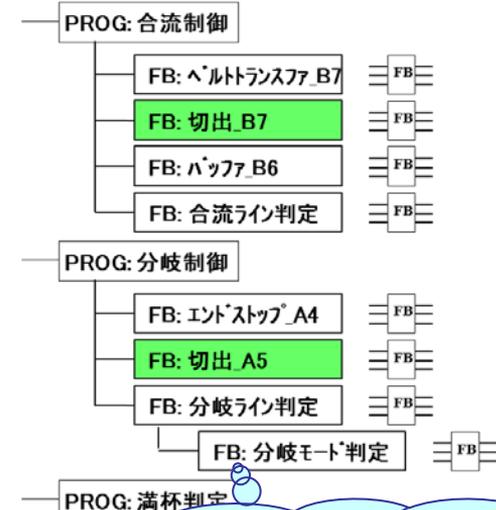
- ✓ Promotion and Participation for IEC 61131-3
IEC 61131-3 仕様策定への参加と普及促進
- ✓ Proposal and Certification of the basic Function Blocks
汎用的なファンクションブロックの仕様策定と認証
- ✓ Collaboration with the other Standard-technology
他の標準化技術との連携

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



各機能の入力/出力が明確
機能の階層構造化が明確

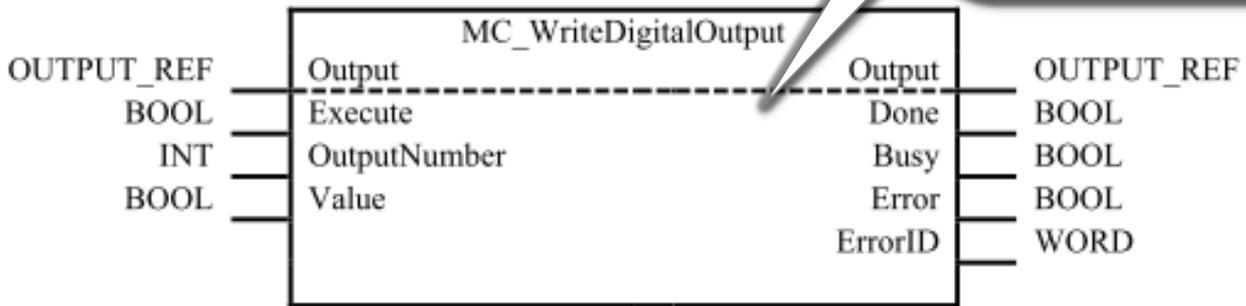
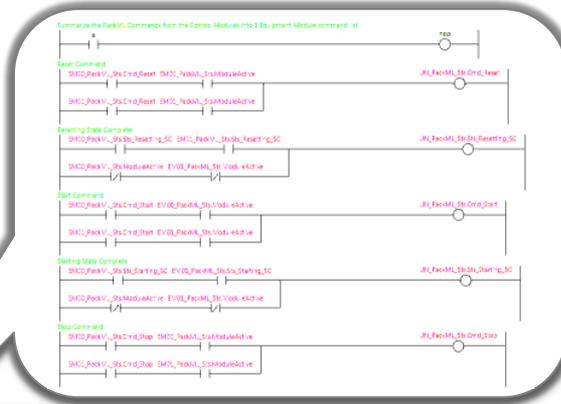
POU(プログラム構成単位) とは、

- 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)

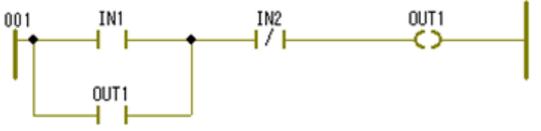
名称と 入力/出力となる変数が 明確に定義され、
内部のロジックは外部から隠されている。

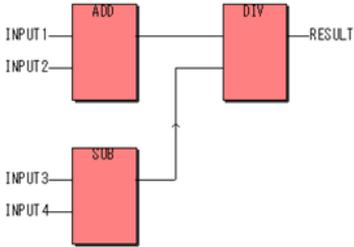
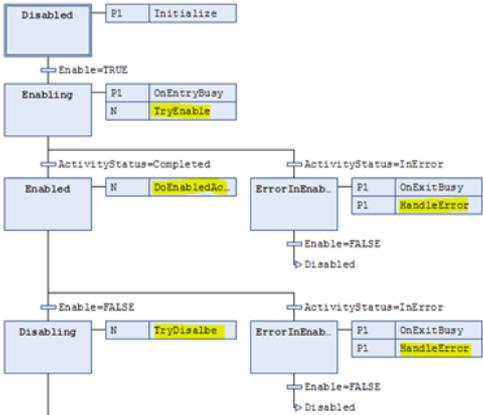
内部ロジック



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
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。

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>信号やデータの流れを表現したグラフィカル言語</p>	<p>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。</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>



最新技術動向

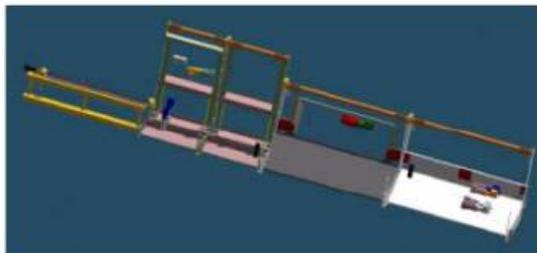
— IEC 61131-3に関する標準仕様 —





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



Major part count reduction

■ Pulleys	- 45 to 0
■ Belts	- 15 to 0
■ Drive sprockets	- 15 to 0
■ Spline shafts	- 2 to 0
■ Gearboxes	- 16 to 10
■ Motors	- 1 to 10
■ Bearings	- 18 to 3
■ <u>Line shafts</u>	- 6 to 0
Total	- 118 to 23
	(81% reduction)

部品点数は減ったが、ソフト開発にシワ寄せが...

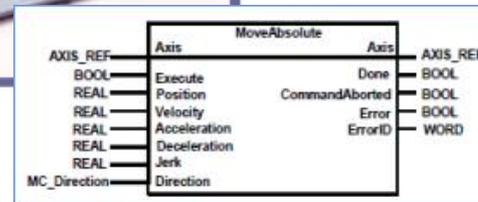
Traditional Mechanical Design



Servo Drive Design



Faster - Better - Cheaper!
Software instead of Hardware

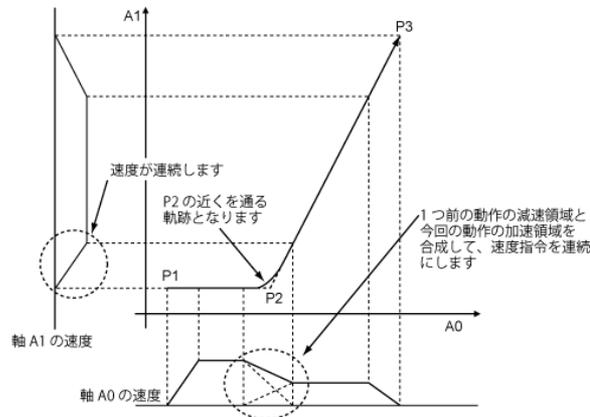
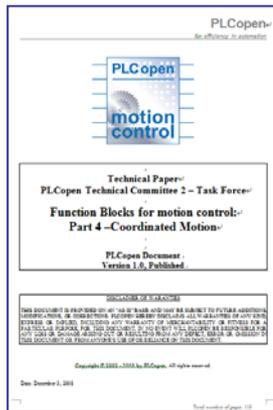


◆ 例：多軸補間動作

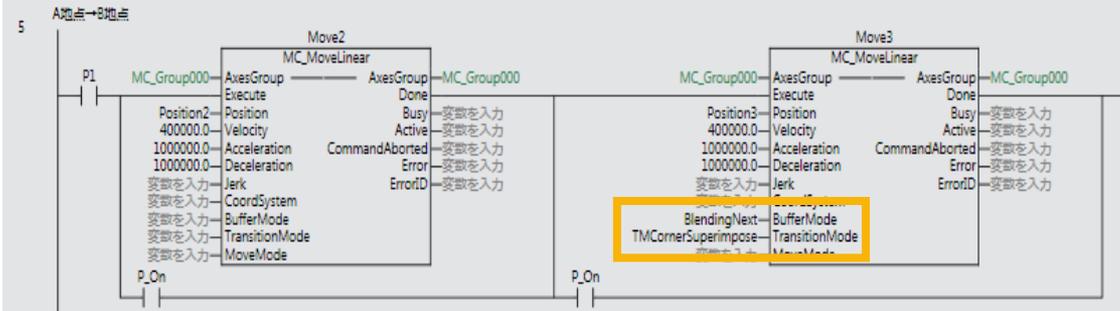


引用：

日本包装機械工業会セミナー2012



BlendingNext	_eMC_BUFFER_MODE	_mcBlendingNext	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TMCornerSuperimpose	_eMC_TRANSITION_MODE	_mcTMCornerSuperimposed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

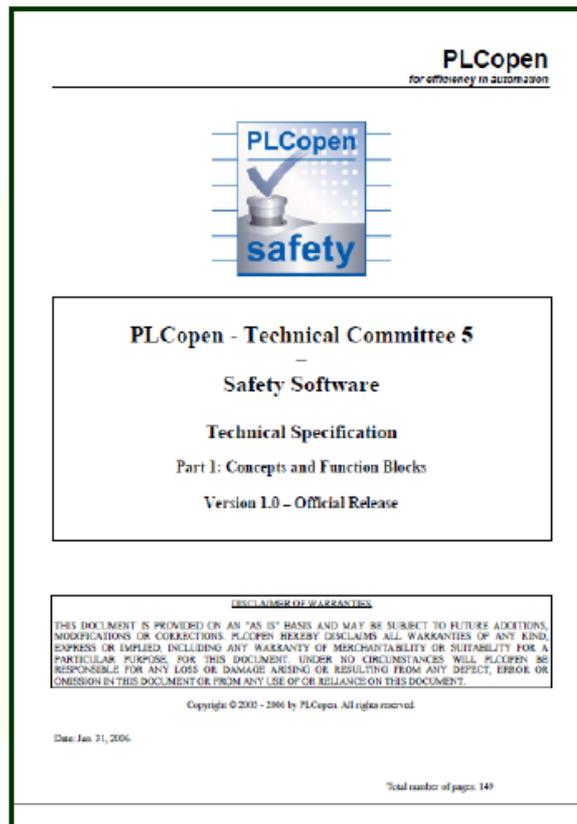
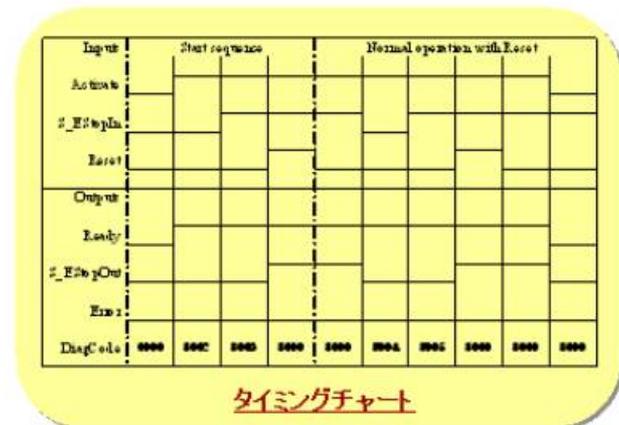




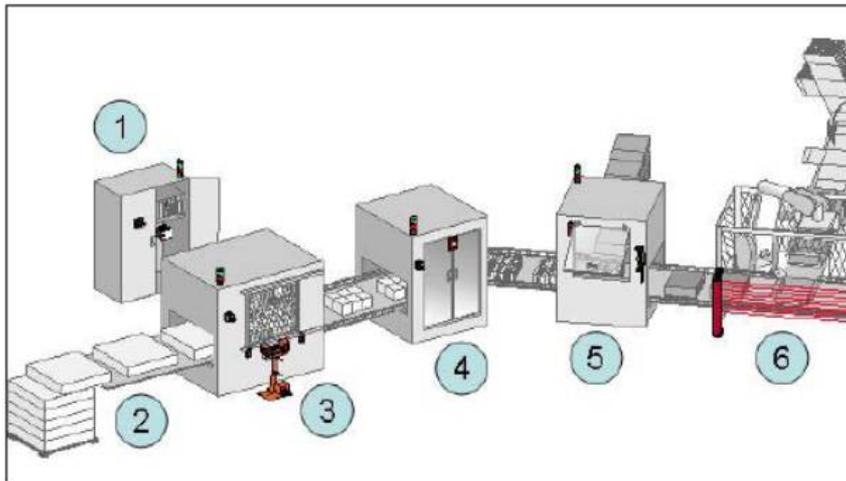
安全コントローラでのセーフティ回路記述用
セーフティ ファンクションブロック

◆ 技術仕様書の発行

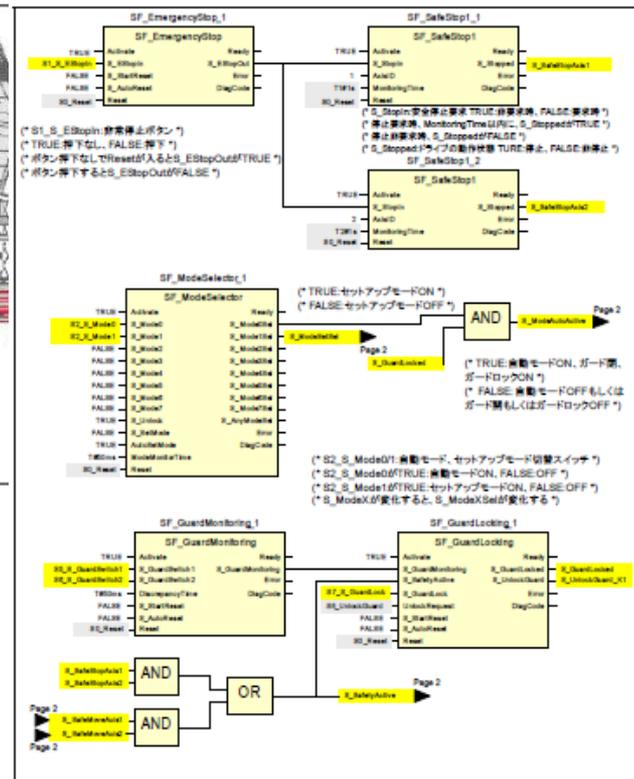
- 20種類のFBを定義



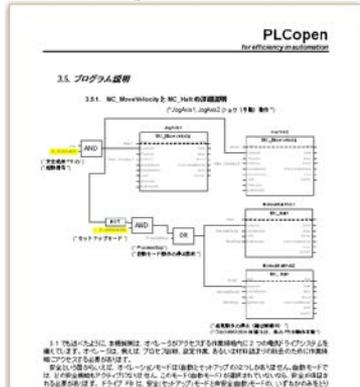
ユーザ応用例（技術仕様書）の発行



- ① 中央制御キャビネット(安全関連FB稼働中)
- ② 材料の供給点(この例では安全関連機能なし)
- ③ 材料の切断装置
(ドアモニタリングシステム付きの両手操作)
- ④ 自動印刷装置(ドアモニタリングによる安全機能)
- ⑤ 一次梱包装置(ドアモニタリングによる安全機能)



◆ Motion Controlとの融合



CC-Link IE

MECHATROLINK

PLCopen®
for efficiency in automation

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

5.6. CC-Link IE

Safety PDU structure

Figure 19 - Safety PDU structure

Table 1 Element of safety PDU

5.7. MECHATROLINK

Safety PDU structure

Figure 20 - MECHATROLINK Safety System Structure Example

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

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



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

OPC UA通信関連仕様

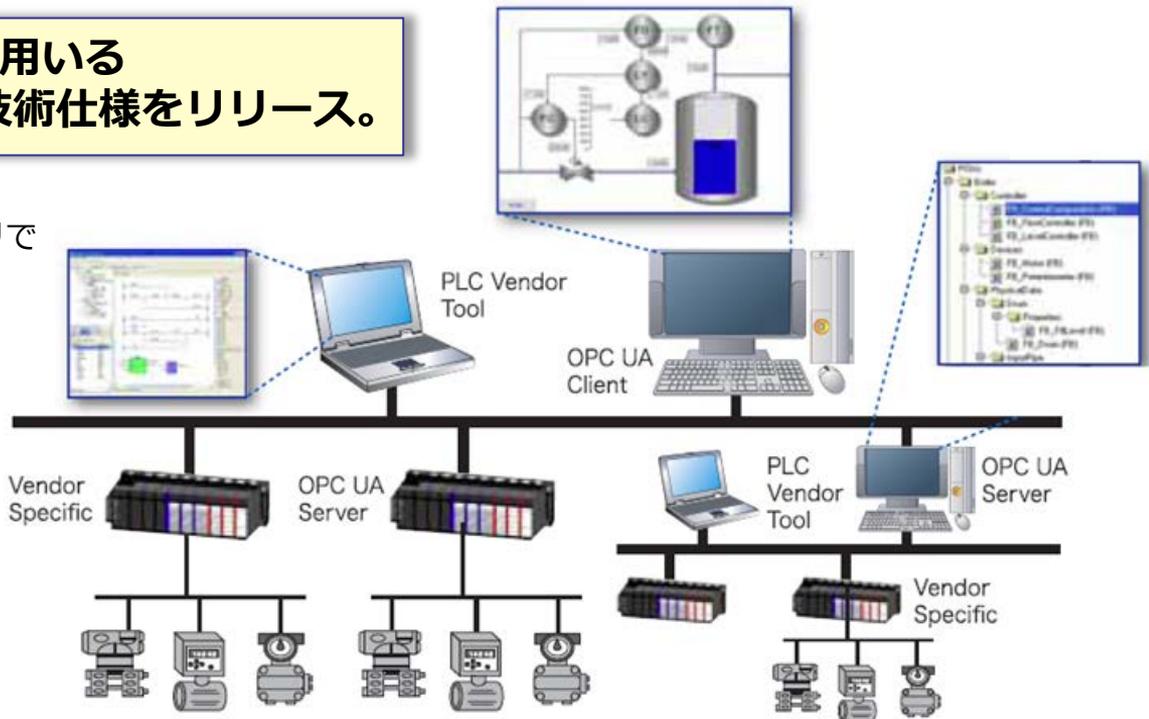
高度なセキュリティに対応し、製造フロアのみならずMESやERP領域にも適用可能な Industry4.0の基盤通信プロトコルとして注目される **OPC UA (IEC 62541)**。

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。

UA_ReadList			
BOOL	Execute	Done	BOOL
DWORD	ConnectionHdl	Busy	BOOL
UINT	NodeHdlCount	Error	BOOL
ARRAY OF DWORD	NodeHdls	ErrorID	DWORD
ARRAY OF STRUCT	NodeAddInfos	NodeErrorIDs	ARRAY OF DWORD
TIME	Timeout	TimeStamps	ARRAY OF DT
ARRAY OF Vendor specific	Variables	Variables	ARRAY OF Vendor specific

UA_WriteList			
BOOL	Execute	Done	BOOL
DWORD	ConnectionHdl	Busy	BOOL
UINT	NodeHdlCount	Error	BOOL
ARRAY OF DWORD	NodeHdls	ErrorID	DWORD
ARRAY OF STRUCT	NodeAddInfos	NodeErrorIDs	ARRAY OF DWORD
TIME	Timeout		
ARRAY OF Vendor specific	Variables	Variables	ARRAY OF Vendor specific



OPC UA ClientFBの機能一覧を示す。

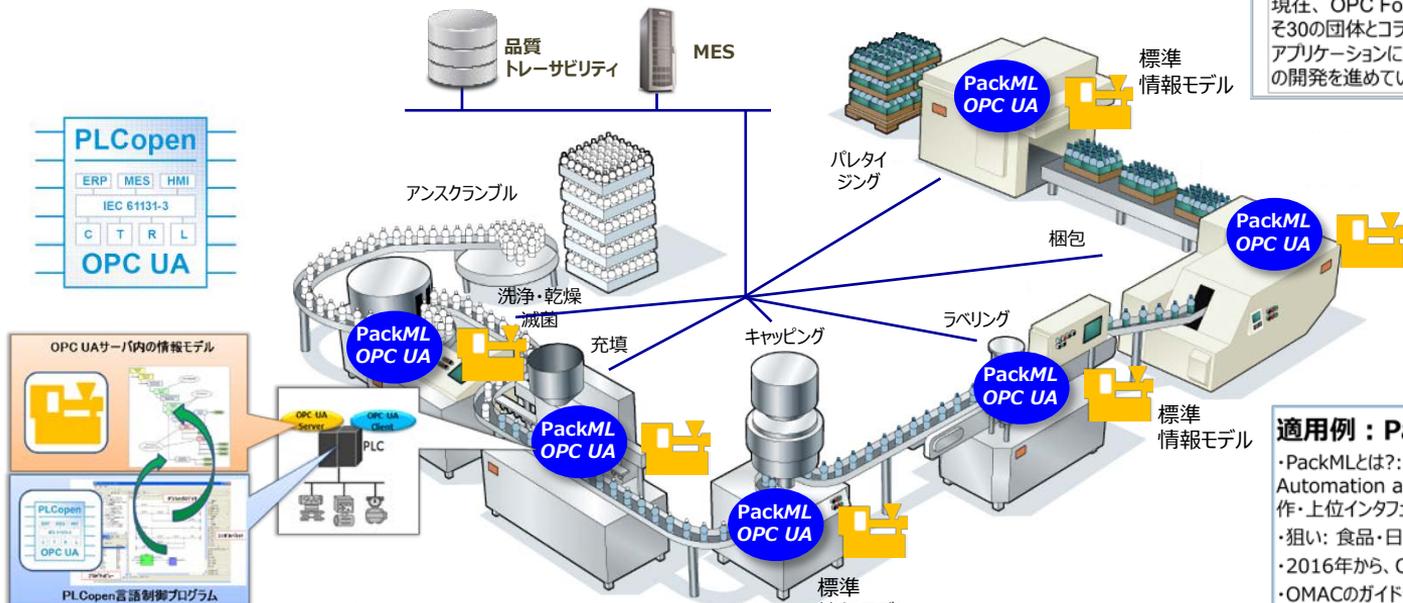
機能	説明
①変数のRead/Write	URIで指定したOPC UAサーバのアドレス空間に定義された変数型のノードに対して読み書きを実施します。
②変数のモニタ	URIで指定したOPC UAサーバのアドレス空間に定義された変数型ノードのプロパティ変更時に、その値を受け取ることができます。
③メソッドコール	URIで指定したOPC UAサーバのアドレス空間に定義されたメソッドを呼び出します。
④診断	URIで指定したOPC UAサーバとの接続状態を確認します。
⑤ブラウジング	URIで指定したOPC UAサーバのアドレス空間上に対して指定したノードを起点に巡回し条件に合ったノードの情報を取得し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

アプリケーション同士で、複雑な情報を正確かつ容易に共有できるようになり、ドメインやベンダーの垣根を越えた相互運用が実現できます。

情報モデルとは？

アプリケーション間で交換される情報の定義です。
現在、OPC Foundationは、およそ30の団体とコラボレーションし、アプリケーションに即した情報モデルの開発を進めています。



OPC UAサーバ内の情報モデルには
PLC制御プログラムが扱う実稼働情報を反映します。



適用例：PackML (ANSI/ISA-TR88.00.02)

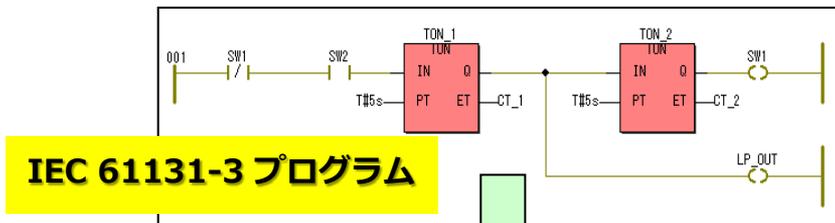
- ・PackMLとは?: OMAC (The Organization for Machine Automation and Control)が作成・公開した、包装機械の動作・操作・上位インタフェースのガイドライン
- ・狙い: 食品・日用品の包装ラインの構築コストの削減、運用効率の向上
- ・2016年から、OPC Foundationと共同でコンパニオン仕様を作成中。
- ・OMACのガイドラインではプログラミング言語としてIEC 61131-3が推奨されており、2016年9月にOMAC, PLCopen, OPC Foundationの3者が共同で、標準化を推進していくことを発表。



IEC 61131-3 プロジェクトの 標準フォーマット

PLCopen XML (IEC 61131-10 審議中)

◆ 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 プログラム

- 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**に対応
- ソースコードの**共通フォーマット**

```
- <body>
- <LD>
  - <leftPowerRail localId="12" width="4" height="8">
    <position x="2" y="16" />
    <connectionPointOut formalParameter="1">
      <relPosition x="4" y="4" />
    </connectionPointOut>
  </leftPowerRail>
  - <contact localId="6" width="15" height="2" negated="true">
    <position x="6" y="19" />
    - <connectionPointIn>
      <relPosition x="0" y="1" />
    - <connection refLocalId="12">
      <position x="6" y="20" />
    </connection>
    </connectionPointIn>
    - <connectionPointOut>
      <relPosition x="15" y="1" />
    </connectionPointOut>
    <variable>SW1</variable>
  </contact>
  - <coil localId="7" width="15" height="2">
    <position x="83" y="19" />
```

左母線

接点

PLCopen XML ファイル

◆ 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 (MOF, SCF)
- ・ 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

2018年10月?: **IEC 61131-10 正式版 リリース予定**

XML-WG活動

標準化

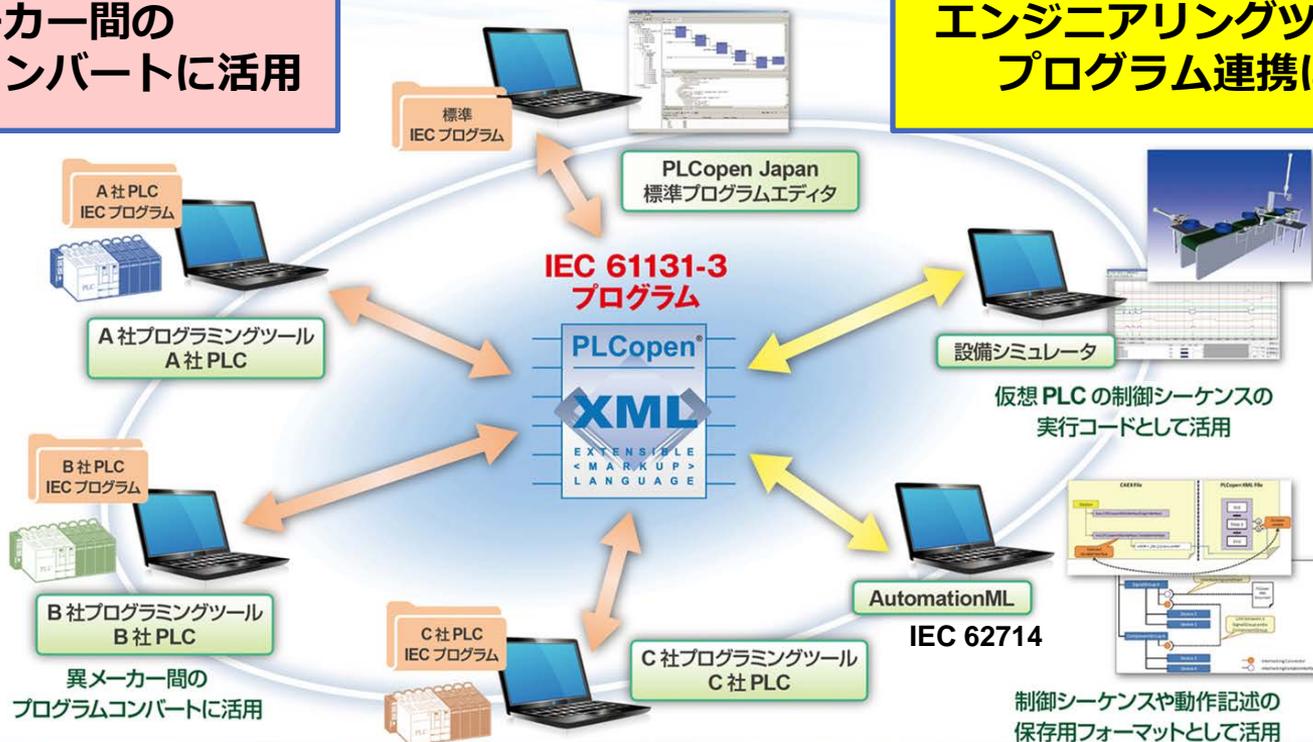
実用化

国際規格化

◆ PLCopen XML 活用 ~ つながるエンジニアリング

異メーカー間の
プログラムコンバートに活用

エンジニアリングツール間の
プログラム連携に活用



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。

The present specification was written thanks to the members of this Task Force:

<i>Person</i>	<i>Company</i>
Andreas Weichelt	Phoenix Contact
Barry Butcher	Omron
Bernhard Jany	Siemens
Bernhard Werner	3S / Codesys
Bert van der Linden	ATS International
Boris Waldeck	Phoenix Contact
Carina Schlicker	HS Augsburg
Christoph Berger	HS Augsburg
Denis Chalon	Itris
Edward Nicolson	Yaskawa
Eric Pierrel	Itris
Geert Vanstraelen	Macq
Hans-Peter Otto	privat
Hendrik Simon	RWTH Aachen
Hiroshi Yoshida	Omron
Kevin Hull	Yaskawa
Matthias Kremberg	Phoenix Contact
Peter Erning	ABB
René Heijma	Omron
Rolf Hänisch	Fraunhofer FOKUS
Sebastian Biallas	RWTH Aachen
Wolfgang Zeller	HS Augsburg
Eelco van der Wal	PLCopen

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

■ 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(1/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 3h |
| 4 STプログラミング概要 3h | |



※旧「インテグレーション」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編」/「NJシリーズ入門編」/「Sysmac Studio操作編」



✓ ベンダ会員22社 (2017.10)





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

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