

# PLCを中心とした 制御システムの動向

神奈川県産業技術センター  
宮澤 以鋼

2007-11-15

JSIA技術セミナー

1

## 神奈川県産業技術センター

- 1995年4月まで
  - 神奈川県工業試験所
- 1995年4月に4研究機関が統合
  - 神奈川県産業技術総合研究所
- 2006年4月に名称変更
  - 神奈川県産業技術センター
- 業務
  - 依頼試験、設備利用、受託研究、技術相談

2007-11-15

JSIA技術セミナー

2

## 予算規模及び人員

### ■ 予算規模

- 年間予算：約11億円
- 人件費：約12億円

### ■ 人員

- 職員数：177名
- 常勤：146名
- 研究職：113名

2007-11-15

JSIA技術セミナー

3

## 生産システムチームの業務

### ■ CC-Link適合性評価試験

- CC-Link協会より委託
- 国内2ヶ所
  - MEE（三菱電機エンジニアリング）

### ■ FL-net (OPCN-2) 認証試験

- JEMAより委託
- 昨年より10/100Mbps対応

### ■ ソフトウェア研究開発

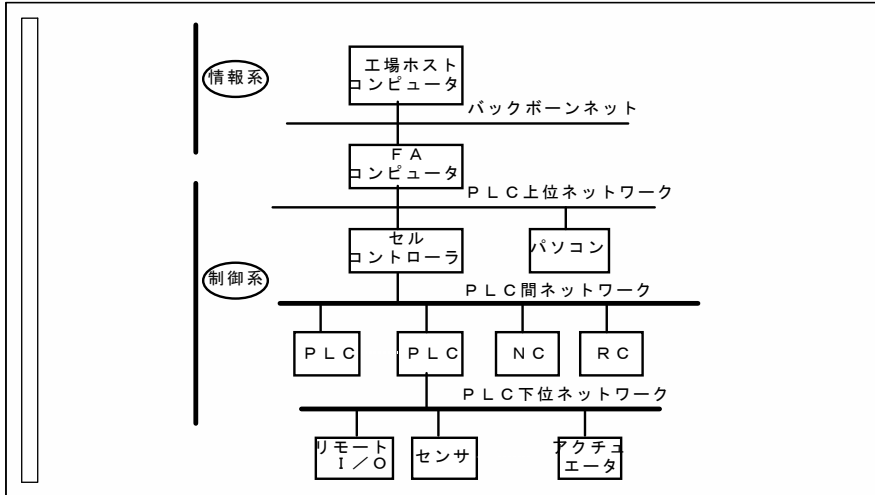
### ■ 組み込みボードの研究開発

2007-11-15

JSIA技術セミナー

4

## 二十年前からの制御システムの概念

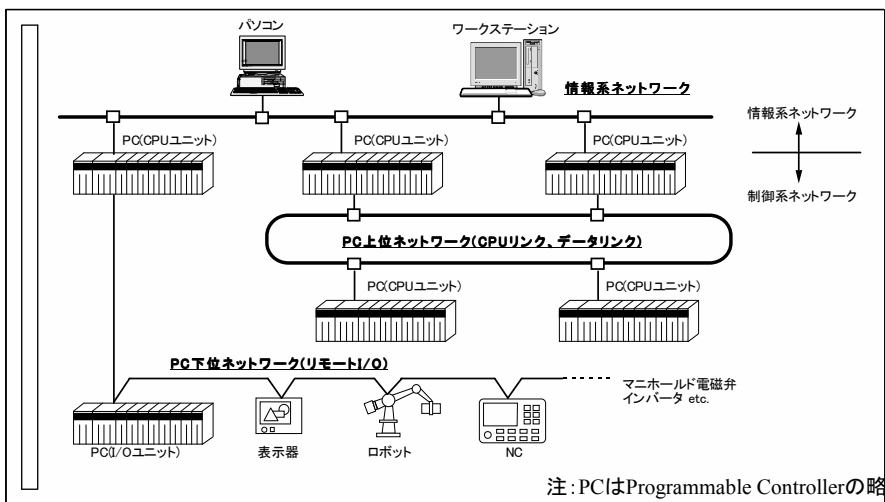


2007-11-15

JSIA技術セミナー

5

## 現在の制御システムの一般形



2007-11-15

JSIA技術セミナー

6

## IEC 61131とJIS B 3500シリーズ

IEC 番号	JIS 番号	規格名称	現在の状態
	B 3500	用語	
IEC 61131-1	B 3501	一般情報	
IEC 61131-2	B 3502	装置への要求事項及び試験	改定中
IEC 61131-3	B 3503	プログラミング言語	改定予定
IEC 61131-4		ハードウェアガイドライン	JIS 作業中
IEC 61131-5		通信	
IEC 61131-6		機能安全	JIS 化提案
IEC 61131-7		ファジィ制御	
IEC 61131-8		ソフトウェアガイドライン	JIS 化提案

2007-11-15

JSIA技術セミナー

7

## ユーザガイドラインの紹介

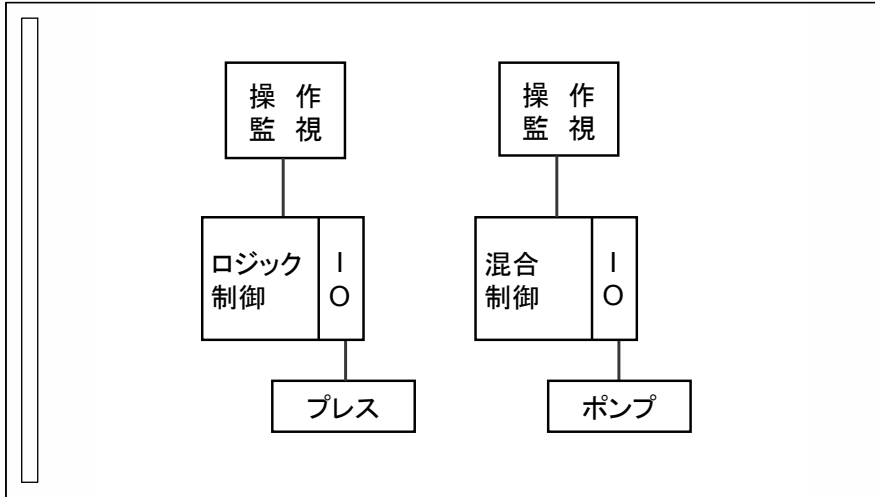
- IEC 61131-3
  - ソフトウェアモデル+プログラミング言語
  - 主要国PLCの共通項を規定
  - 実装依存項目は許容範囲
- IEC 61131-8
  - 言語拡張の推奨と非推奨
  - IEC 61131-3実装上の指針
  - IEC 61131-3使用上の指針

2007-11-15

JSIA技術セミナー

8

## アプリケーションモデル（単独系）

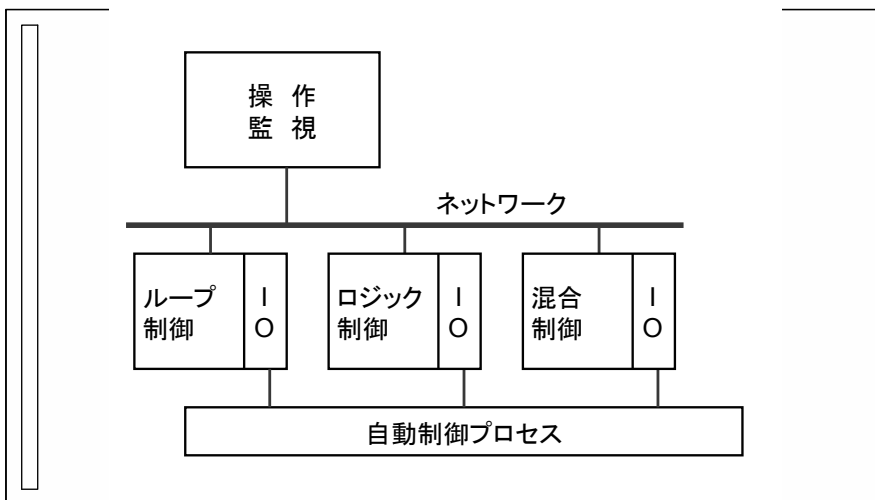


2007-11-15

JSIA技術セミナー

9

## アプリケーションモデル（分散系）

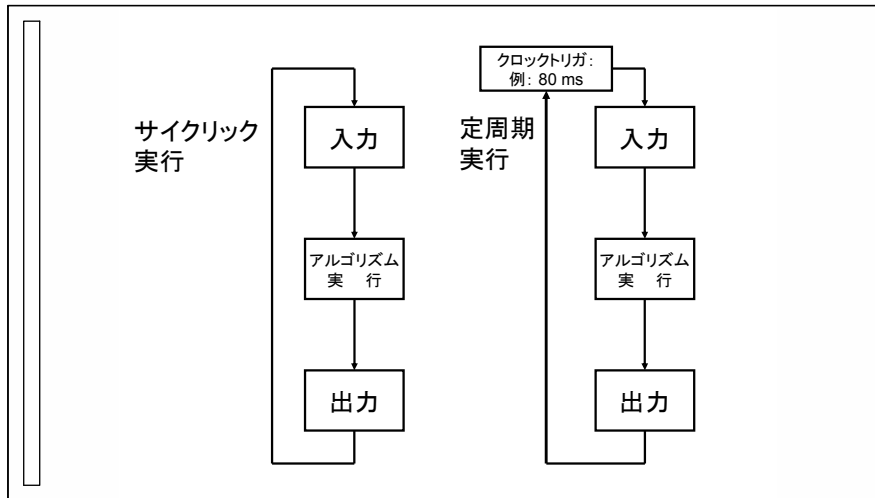


2007-11-15

JSIA技術セミナー

10

## プログラムスキャン方式

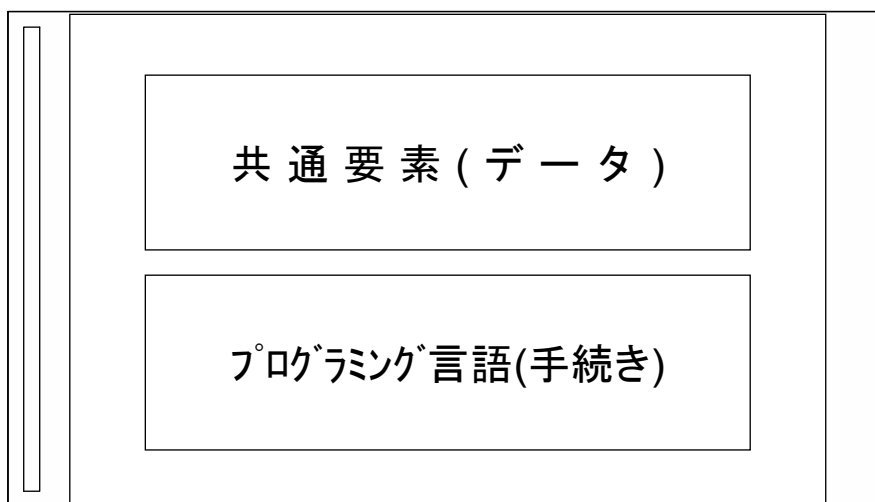


2007-11-15

JSIA技術セミナー

11

## IEC 61131-3の構成



2007-11-15

JSIA技術セミナー

12

## IEC 61131-3特長の解説（共通要素）

- POUによるプログラム開発
  - トップダウン（機能分解による設計）
  - ボトムアップ（機能合成による実装）
- 強力なデータ形機能
  - プログラムエラーの回避
- アプリケーション間の通信機能の確保
  - プログラムの割付に非依存
  - ソフトウェアの再利用に寄与

2007-11-15

JSIA技術セミナー

13

## IEC 61131-3特長の解説（個別言語）

- ラダーはリレー，コイル，タイマ，カウンタなどの電磁要素のモデル
- FBDは加算器，乗算器，シフトレジスタなどの論理要素のモデル
- STはPascalのような数値演算などの情報処理に適した高級言語
- ILはアセンブラのような制御システムなどの処理に適した低級言語

2007-11-15

JSIA技術セミナー

14

## カプセル化と隠蔽

要素 (IEC 61131-3 の章節)	カプセル化		隠蔽	
	データ	手続き	データ	手続き
構造体 (2.3.3)	Yes	No	No	No
ファンクション (2.5.1)	No	Yes	Yes	Yes
FB (2.5.2)	Yes	Yes	Yes	Yes
プログラム (2.5.3)	Yes	Yes	Yes	Yes
アクション (2.6.4)	No	Yes	No	No
アクセスパス (2.7.1)	Yes	No	Yes	No

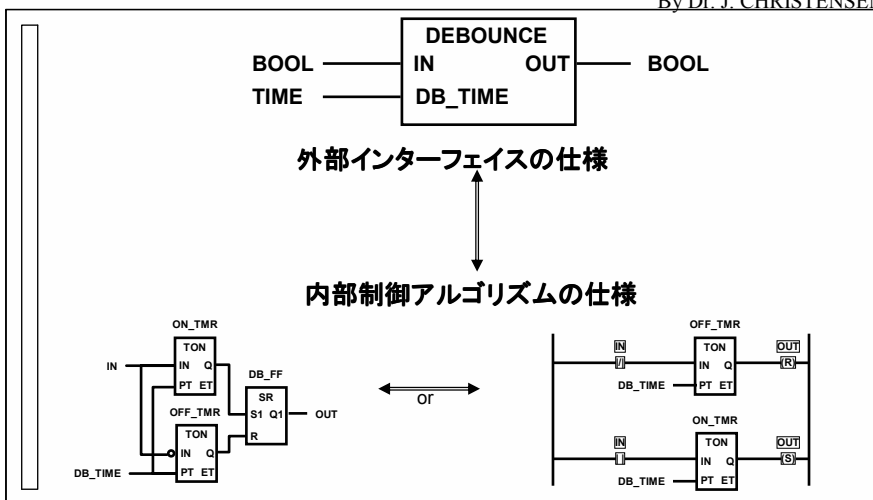
2007-11-15

JSIA技術セミナー

15

## IEC 61131-3 FBのカプセル化と再利用

By Dr. J. CHRISTENSEN



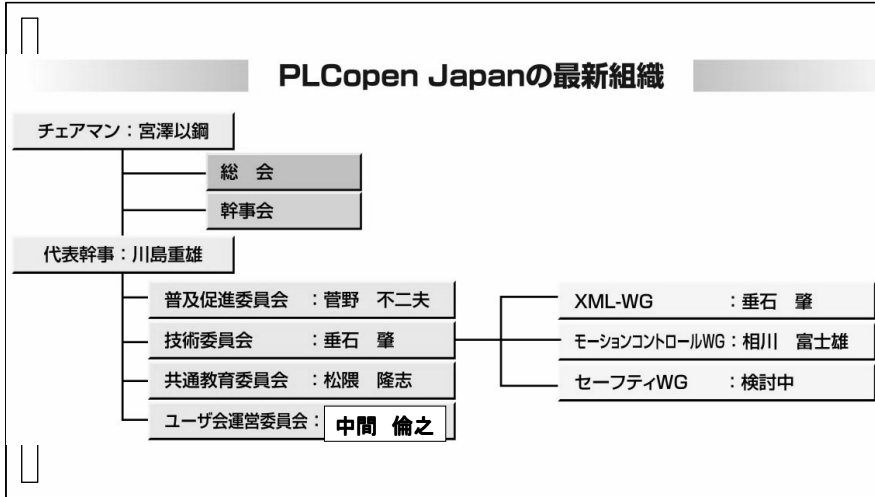
2007-11-15

JSIA技術セミナー

16



# PLCopen Japan

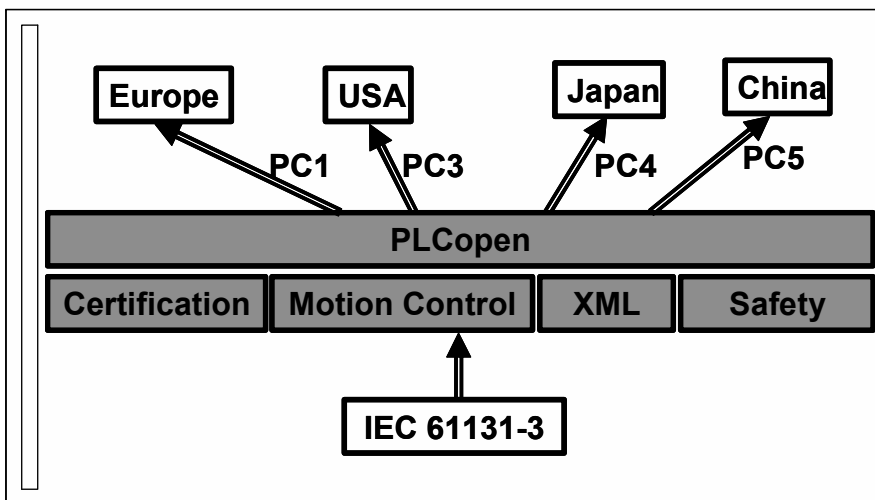


2007-11-15

JSIA技術セミナー

17

# PLCopenの現在の活動状況

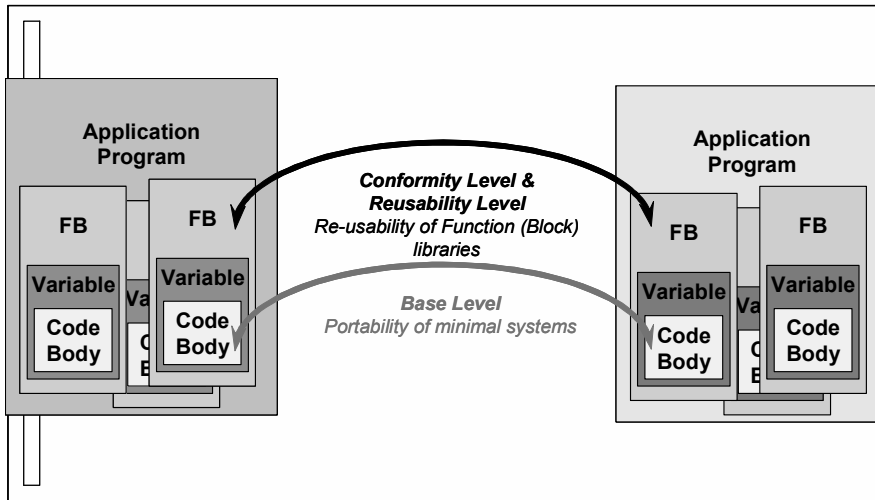


2007-11-15

JSIA技術セミナー

18

## PLCソフトウェアの認証

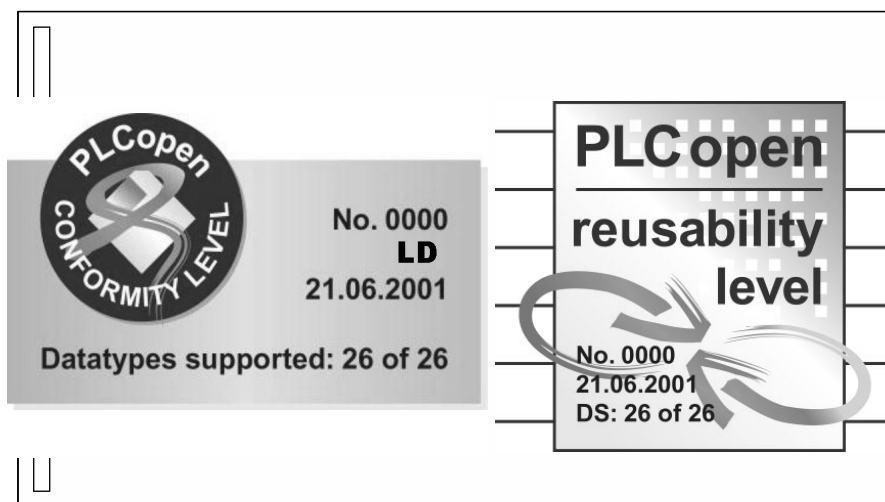


2007-11-15

JSIA技術セミナー

19

## 認証ロゴ

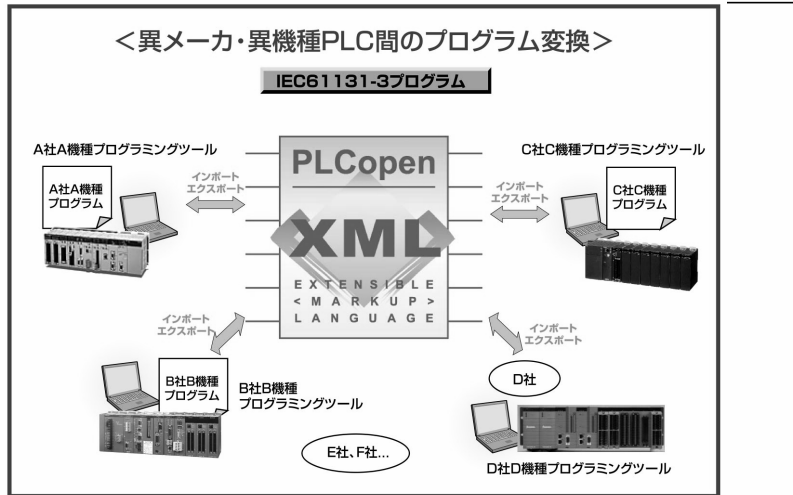


2007-11-15

JSIA技術セミナー

20

# XMLスキーマ

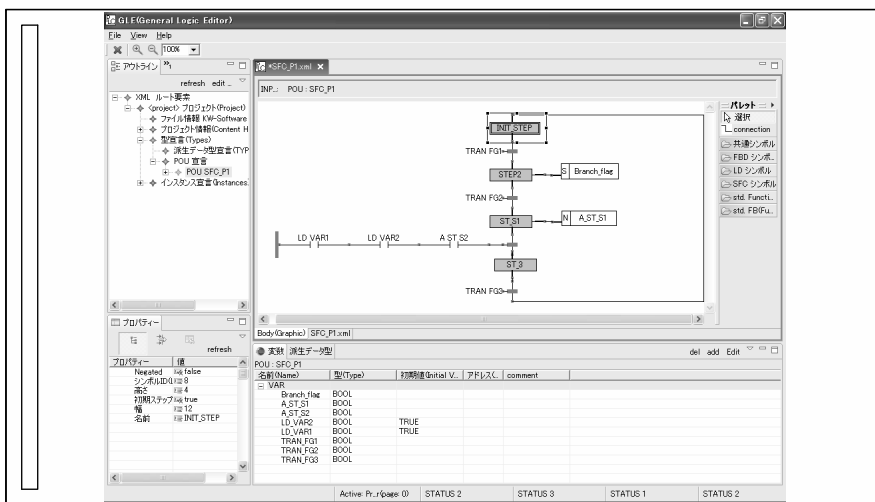


2007-11-15

JSIA技術セミナー

21

# PLCopen標準エディタの開発



2007-11-15

JSIA技術セミナー

22

## モーションコントロール FB (1)

プログラミング言語の標準化 <IEC61131-3で実現>

Function Blocks for Motion Control

プログラムのインターフェースを標準化(定義)

ハードウェアへの依存性を低減

- ⇒ アプリケーションソフトウェアの再利用性を向上
- ⇒ トレーニングコストを低減

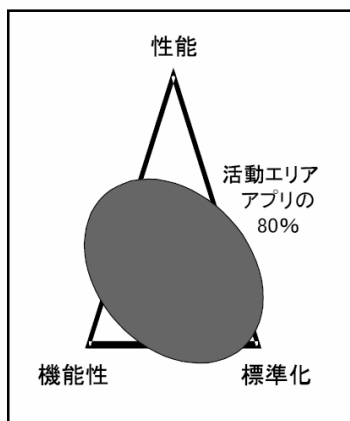
2007-11-15

JSIA技術セミナー

23

## モーションコントロール FB (2)

ユーザの3つの選択肢



- ・性能の追求:  
ハードウェアに密接なプログラム
- ・機能の拡充:  
ユーザにとっては非常に有用
- ・標準化:  
トレーニングコストを最小化

本仕様の位置付け

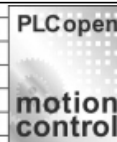
- ⇒ 三角形の底辺が短い
- ⇒ アプリの80%カバー

2007-11-15

JSIA技術セミナー

24

## モーションコントロール FB仕様



- Part 1 : Function Blocks for Motion Control
  - 基本仕様
  - 2005/4:Ver1.1発行 → PLCopen Japan MC-WG:日本語訳完。
- Part 2 : Extensions
  - Part 1からの拡張仕様
  - 2005/9:Ver1.0発行 → PLCopen Japan MC-WG:日本語訳取り組み中。
- Part 3 : User Guidelines
  - ユーザ使用から見たガイドライン
  - 2004/4:Ver0.3発行 → PLCopen Japan MC-WG: コメント追加検討中。
- Part 4 : Interpolation
  - 多軸間の仕様
  - 案作成中。 → PLCopen Japan MC-WG: コメント追加検討中。
- Part 5 : Homing
  - 原点サーチ関連の追加仕様
  - 2006/4:Ver0.99発行。→ Ver1.0 でPLCopen Japan MC-WG:日本語訳完。
- 日本語訳 : ペンダ会員に公開中。

2007-11-15

JSIA技術セミナー

25

## 規格の話題(1) : IEC 61131-6 FS-PLC

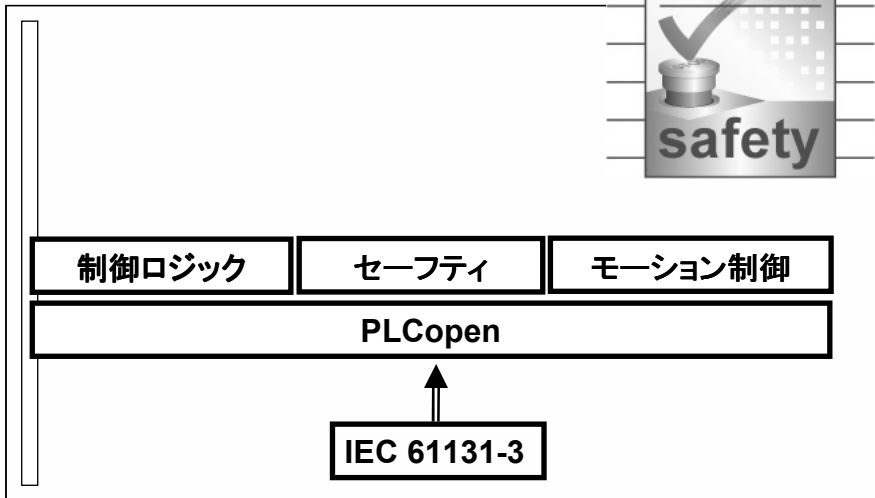
- Safety Integrity Level (SIL)
  - 安全度水準
- PFD (Probability of Failure on Demand)
  - 作動要求あたりの設計上の機能失敗平均確率
- PFH (Probability of Failure per Hour)
  - 単位時間あたりの危険側失敗確率
- SFF (Safe failure fraction)
  - 安全側故障比率
- DC (Diagnostic coverage)
  - 自己診断率
- セーフティライフサイクル
- プルーフテスト間隔
- 安全状態
- 故障状態のモード, 機能的挙動

2007-11-15

JSIA技術セミナー

26

## 安全機能の付加 (機械レベルにおいて)



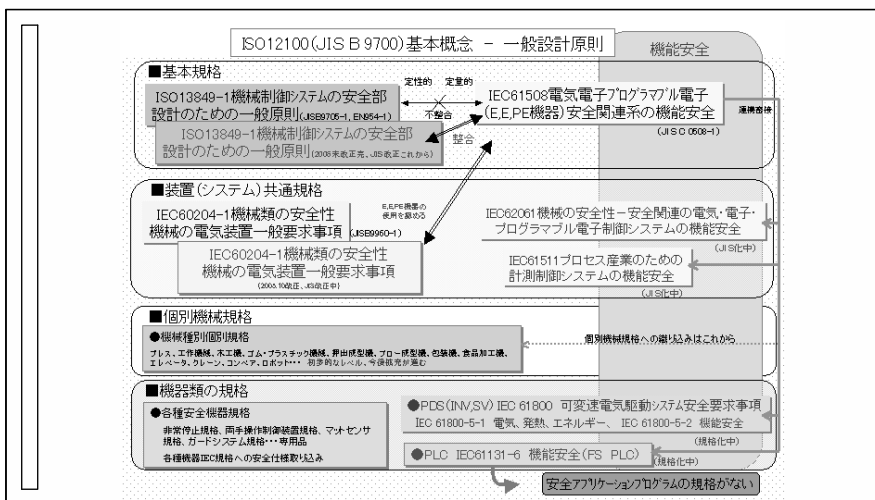
2007-11-15

JSIA技術セミナー

27

## PLCにかかわる安全関連規格の背景

出典:川島氏(富士電機機器制御)



2007-11-15

JSIA技術セミナー

28

## 安全アプリケーションへの基本要件

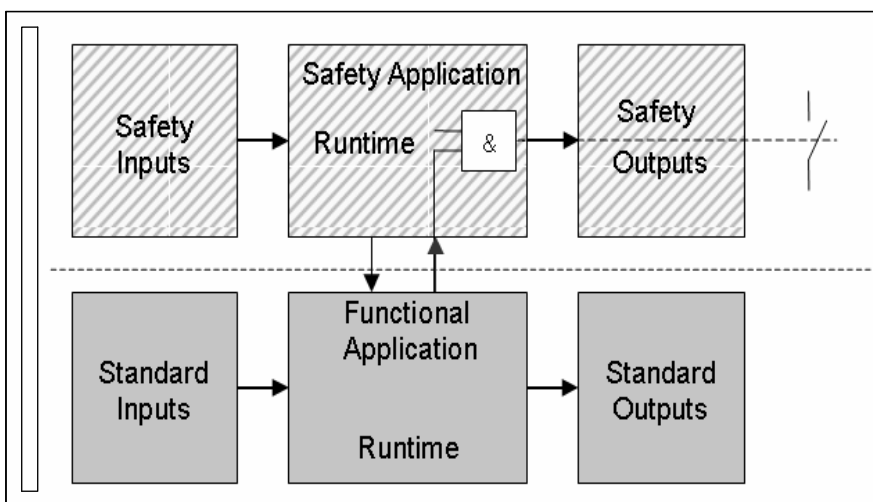
- 安全系と非安全系間の機能の区別
- プログラミング言語の限定とその使用
- 検証されたソフトウェアブロックの使用
- プログラミングガイドラインの使用
- 安全関連系のライフサイクルにおけるエラー低減

2007-11-15

JSIA技術セミナー

29

## 構造モデル

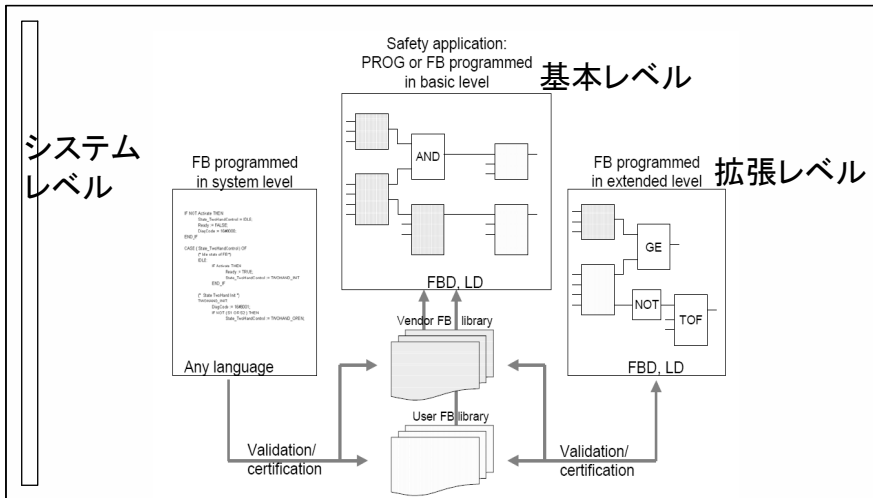


2007-11-15

JSIA技術セミナー

30

## 三つのレベル



2007-11-15

JSIA技術セミナー

31

## データ型と変数宣言への制限

- 使用可能データ型
  - 基本レベルと拡張レベル:  
SAFEBOOL, BOOL, INT, DINT,  
REAL, WORD, TIME
- 使用可能変数宣言
  - 基本レベルと拡張レベル:  
VAR, VAR\_INPUT, VAR\_OUTPUT,  
CONSTANT

2007-11-15

JSIA技術セミナー

32



## ファンクションとFBへの制限

### ■ 使用可能標準ファンクション

- 基本レベル: AND, OR
- 拡張レベル: AND, OR, XOR, NOT, ADD, MUL, SUB, DIV, GT, GE, EQ, LE, LT, NE, 選択ファンクション, 型変換ファンクション, 時間ファンクション

### ■ 使用可能標準FB

- 基本レベル: TON, TOF, TP, CTU, CTD, CTUD
- 拡張レベル: TON, TOF, TP, CTU, CTD, CTUD, SR, RS, 信号の立上りと立下り

2007-11-15

JSIA技術セミナー

33

## プログラミング言語への制限

### ■ IEC 61508 と 61511に準拠

- 一般のプログラミング言語想定

### ■ 推奨される言語はグラフィック言語:

- FBD
- LD

2007-11-15

JSIA技術セミナー

34

## エラー処理／診断

- すべての安全関連FBは次の出力を定義
  - Error
  - DiagCode
- エラー処理：入力と出力，診断情報(DiagCode)
  - Status messages
  - Error messages
  - Reset behavior

2007-11-15

JSIA技術セミナー

35

## IEC 61784: Communication Profile(1)

- IEC 61784-1: Fieldbus
  - Foundation Fieldbus (H1, HSE)
  - CIP (ControlNet, EtherNet/IP) (北米)
  - PROFIBUS (DP, PA) (欧州)
  - CC-Link (三菱電機)
- IEC 61784-2: Real-Time Ethernet
  - EtherNet/IP time sync. (北米)
  - PROFINET IO (欧州)
  - TC-net (東芝)
  - V-net/IP (横河電機)
  - EPA (中国)

2007-11-15

JSIA技術セミナー

36

## IEC 61784: Communication Profile(2)

- IEC 61784-3: Functional Safety Fieldbuses
  - FSCP P-net
  - FSCP CC-Link (CC-Link Safety)
  - FSCP EtherCAT
  - FSCP EPA
- IEC 61784-4: Secure Communications
- IEC 61784-5: Installation Guide

2007-11-15

JSIA技術セミナー

37

## IEC 61158: Protocol and Service

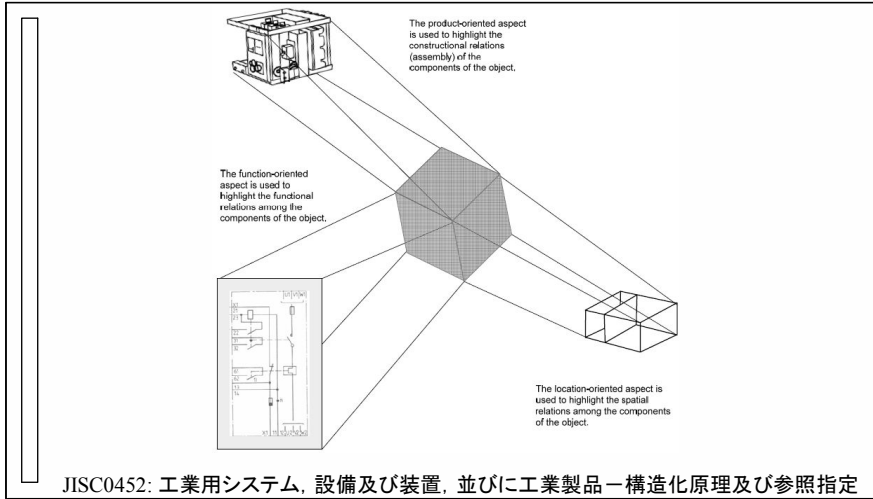
- IEC 61158-1: Overview and guidance
- IEC 61158-2: Physical layer specification
- IEC 61158-3: Data link
- IEC 61158-4: Data link protocol specification
- IEC 61158-5: Application layer
- IEC 61158-6: Application layer protocol specification
  
- 17種類のフィールドネットワークの仕様

2007-11-15

JSIA技術セミナー

38

## IEC 81346: Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designation

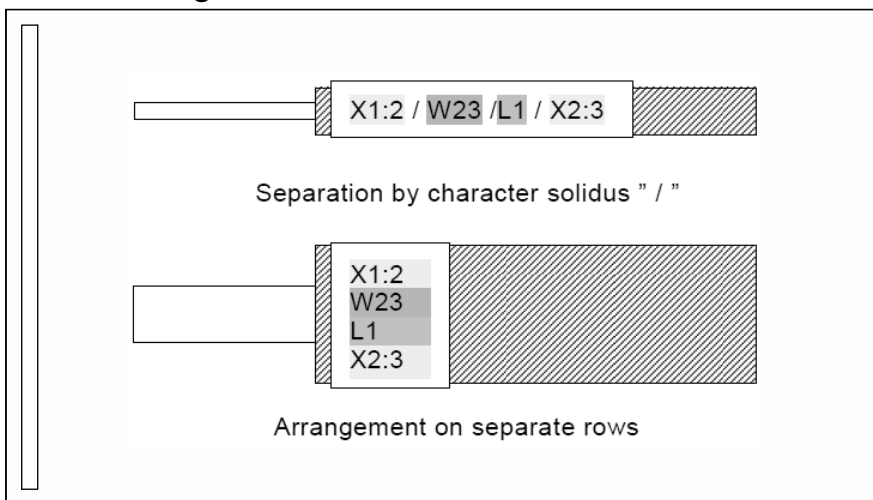


2007-11-15

JSIA技術セミナー

39

## IEC 62491: Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Labelling of cables and cores



2007-11-15

JSIA技術セミナー

40