

ISA-95の実用化への取り組み

～MESXプロジェクト活動と制御層インタフェースの実装～

三菱電機株式会社

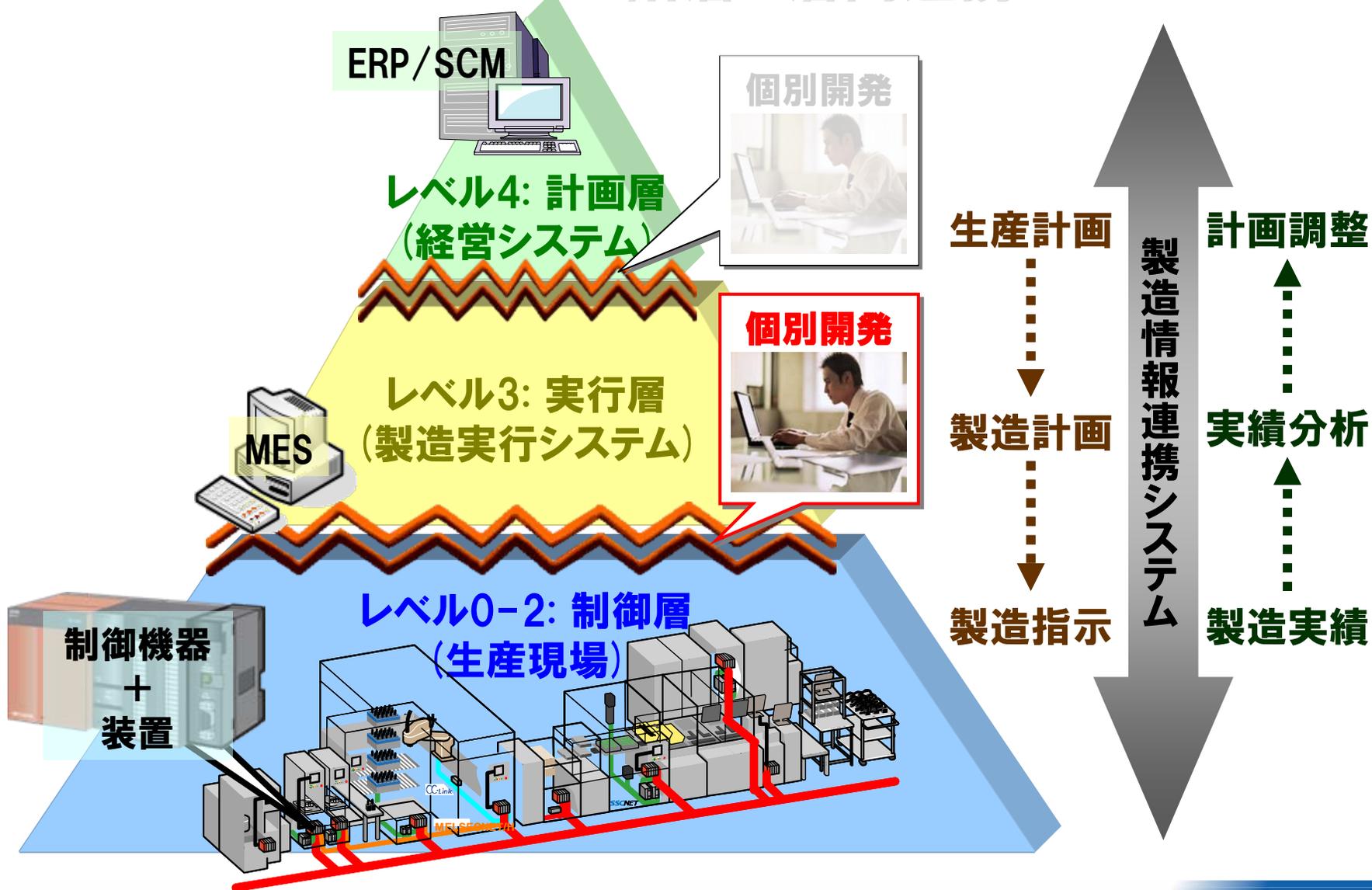
名古屋製作所

先端技術総合研究所

渡部 裕二

岩津 賢

ISA-95の階層と層間連携



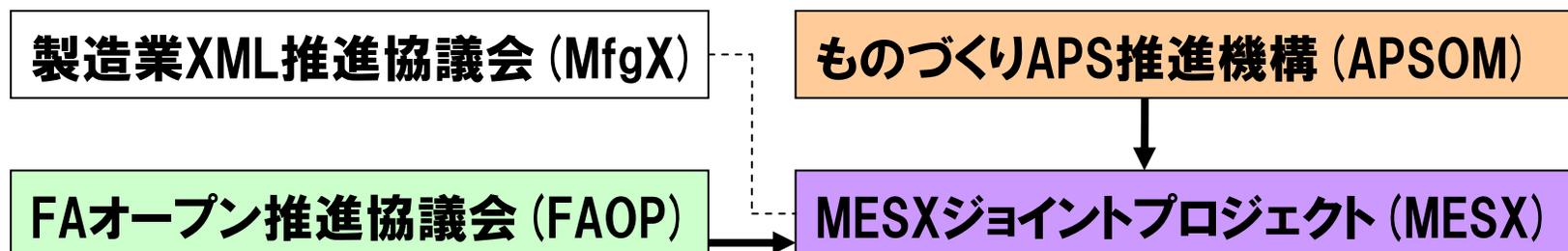
MESXジョイントプロジェクトとは

経緯

- ▶ PSLX (現APSOM) とFAOPとのジョイントにより発足 (03/4)
- ▶ MfgX内にMESXジョイントプロジェクトとして設置 (06/4)

主な参加メンバ (順不同)

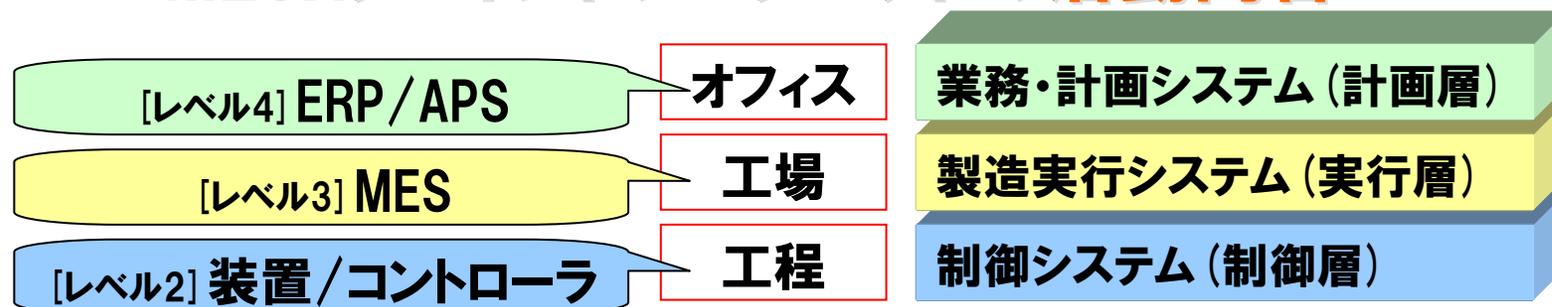
- ▶ 機械振興協会、関東職業能力開発大学校、法政大学、岩井機械工業、エクサ、FFC、ケー・ティー・システム、横河電機、三菱電機、ほか



APS: Advanced Planning and Scheduling

PSLX: Planning and Scheduling Language on XML based representation

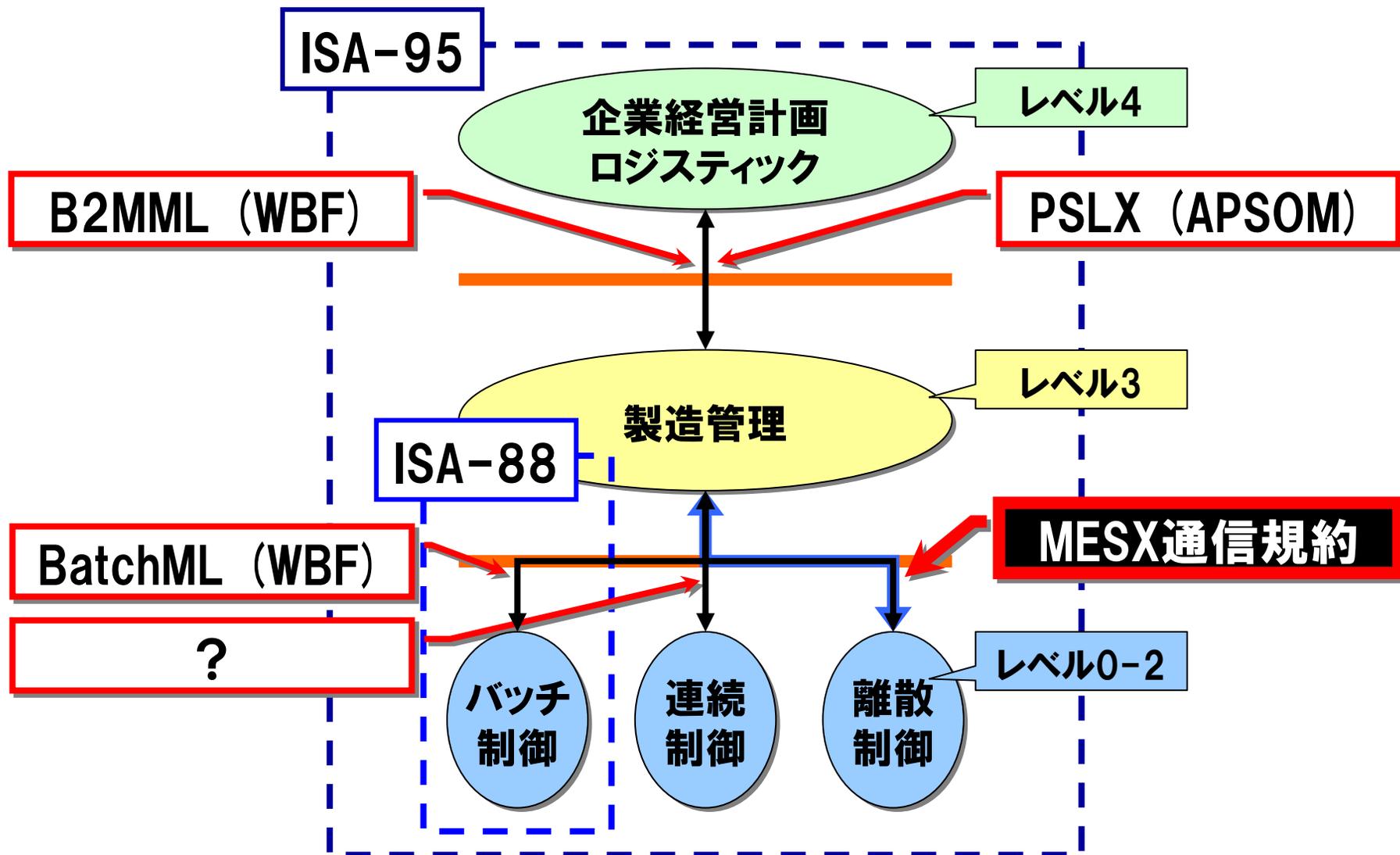
MESXジョイントプロジェクトの活動内容



- ▶ PSLXおよびFAOPで実行系の上下の層を検討
 - ▶ PSLX (計画系) ではAPS間、ERP / APS間のI/Fを規定
 - ▶ FAOP (制御系) ではデバイス / 装置 / コントローラのI/Fを中心に検討
- ▶ ERP / APSと装置 / コントローラの間には**MES**がある
 - ▶ 上下のモデルに一貫性がなければシステム全体がうまく表現できない
 - ▶ 計画-実行層間はPSLX仕様があるが実行-制御層間はXMLによる規約定義が不十分

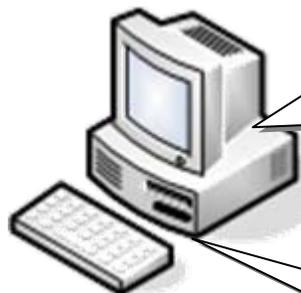
ERP: Enterprise Resource Planning

ISA-95関連の実装規約



連携の課題: データの差異

MES



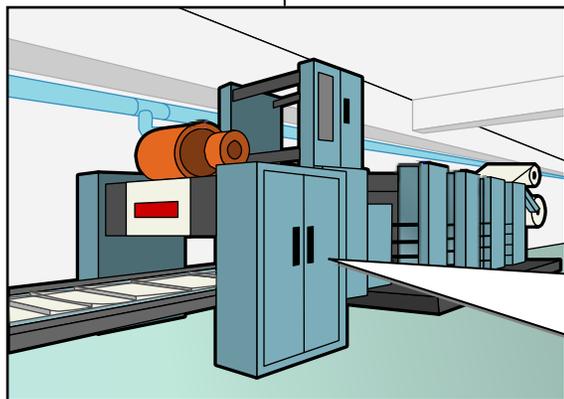
MESのアプリケーションデータ例

- ✓ 生産実績 := (ロット, 品番, 時刻, 生産数, ...)
- ✓ アラーム := (発生時刻, 種別, 要因, 累計, ...)
- ✓ 寿命 := (部品名, 使用時間, 残時間, ...)



データ変換 機能の開発

装置

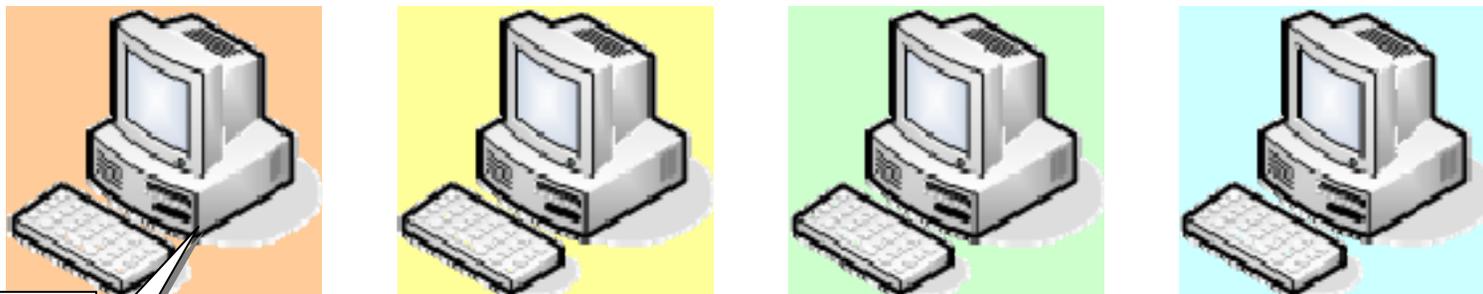


制御機器による装置制御のデータ例

- ✓ メモリアドレス○△番地 = 15000
- ✓ □○番信号 = 0N

連携の課題：対象別の連携機能開発

MES



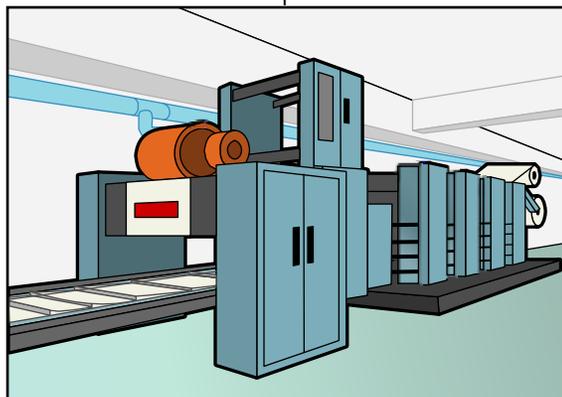
個別開発



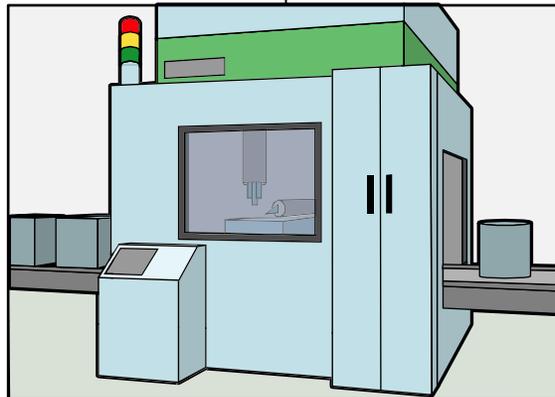
個々に開発が必要

ベンダ・機種別
インターフェース

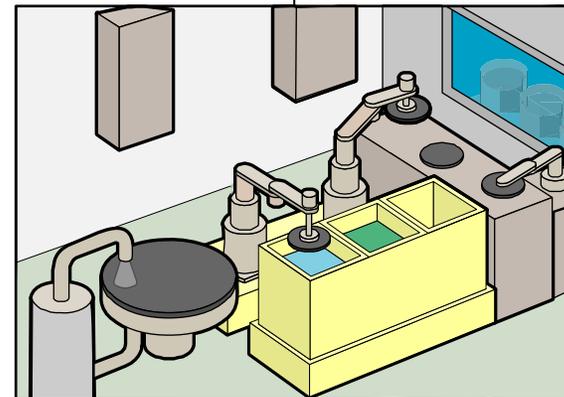
装置A



装置B



装置C



MESXにおける規約策定の手順

1. ユースケースの獲得

- アクタ、目的、機能の実行による変化、アクタとシステムの対話、等を含む「ユースケース記述」で表現

2. タイプ図（概念レベルのクラス図）の作成

- UMLのクラス図の表記法で記述
- 実装方法を規定しないクラス、データ属性と操作

3. インタフェースの設計

- アクティビティ図・シーケンス図の作成

4. メッセージの設計

- KQMLを参考に、命令部とデータ部、制御部で構成
- XMLでエンコード

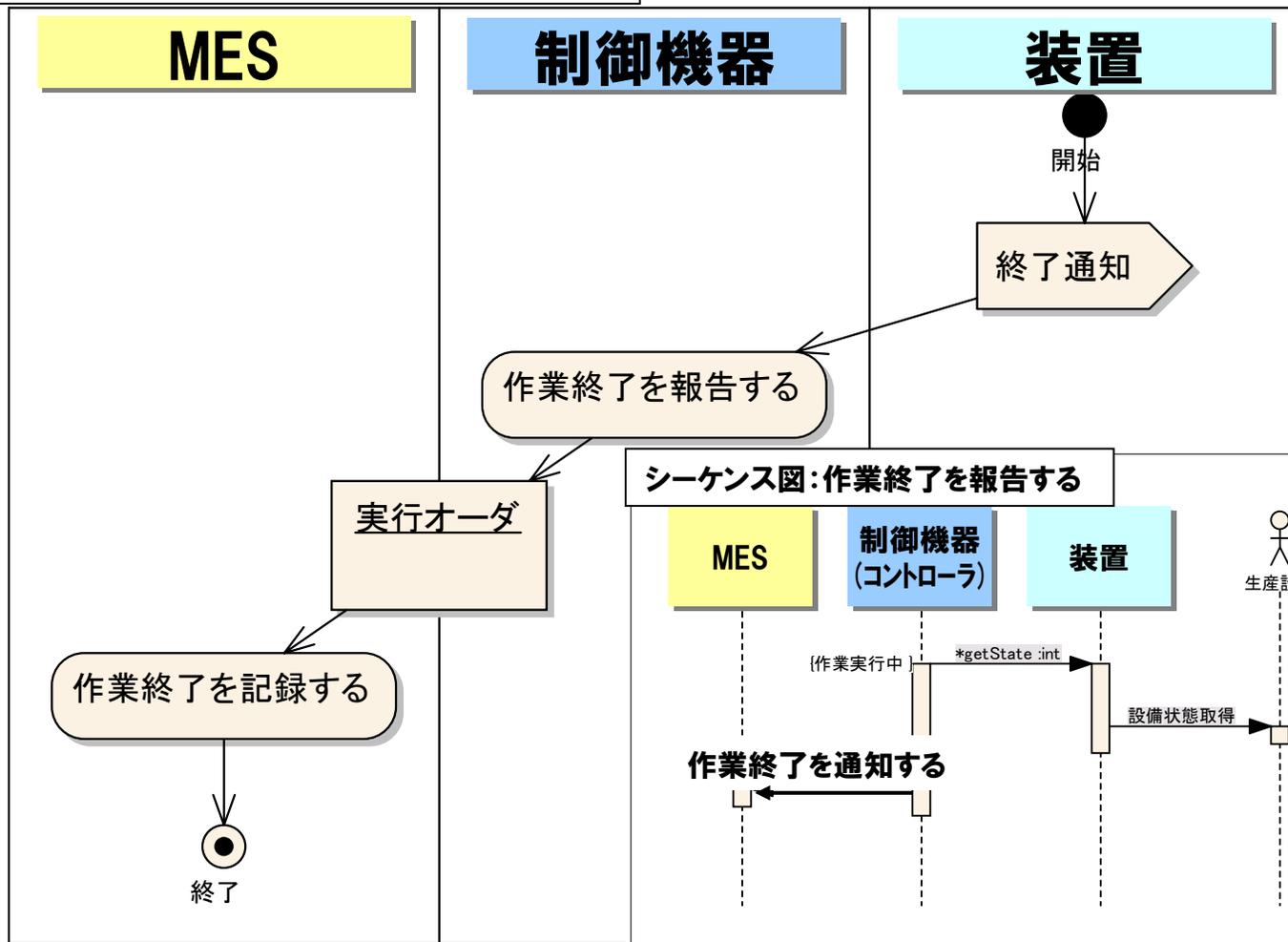
KQML: Knowledge Query and Manipulation Language

ユースケース記述の例

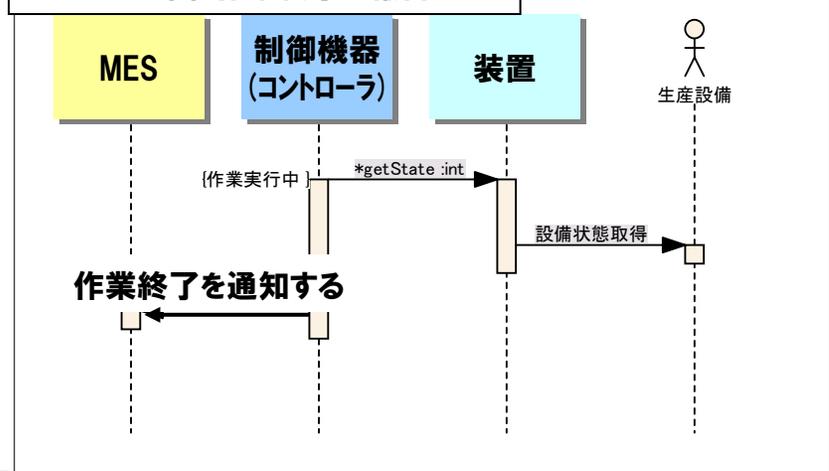
- ➡ **ユースケース名:** 異物混入の出荷品を特定する
- ➡ **アクタ:** 品質保証担当者、生産技術者
- ➡ **目的:** 異物が混入した恐れのある出荷品を特定する。
- ➡ **事前条件:** 異物混入の発生した、系列、時刻(期間)、装置がわかっている。
- ➡ **基本系列:**
 - A) アクタは異物混入の通知を受けて、このユースケースを起動する。
 - B) アクタは、系列、時刻(期間)、装置をシステムに入力する。
 - C) システムは該當時刻に該当装置内にあった仕掛LOTを検索する。
 - D) システムは該当仕掛LOTが使用された全出荷品と仕掛品を検索する。
 - E) システムは該当する全出荷品、仕掛品を画面表示し、印刷する。
 - F) :

アクティビティ図・シーケンス図の例

アクティビティ図：作業終了を報告する



シーケンス図：作業終了を報告する



メッセージ設計

▶ インタフェースの命名

- ▶ レベル4-3間のメッセージには“PSLX”なるprefixを付ける
例: PSLXgetSchedule 製造指示を取得する
- ▶ レベル3-2間のメッセージには“MESX”なるprefixを付ける
例: MESXloadRecipe 指定設備にレシピをロードする

▶ メッセージの設計

- ▶ PSLXの規約に準拠したXMLタグで実装する

▶ データの渡し方

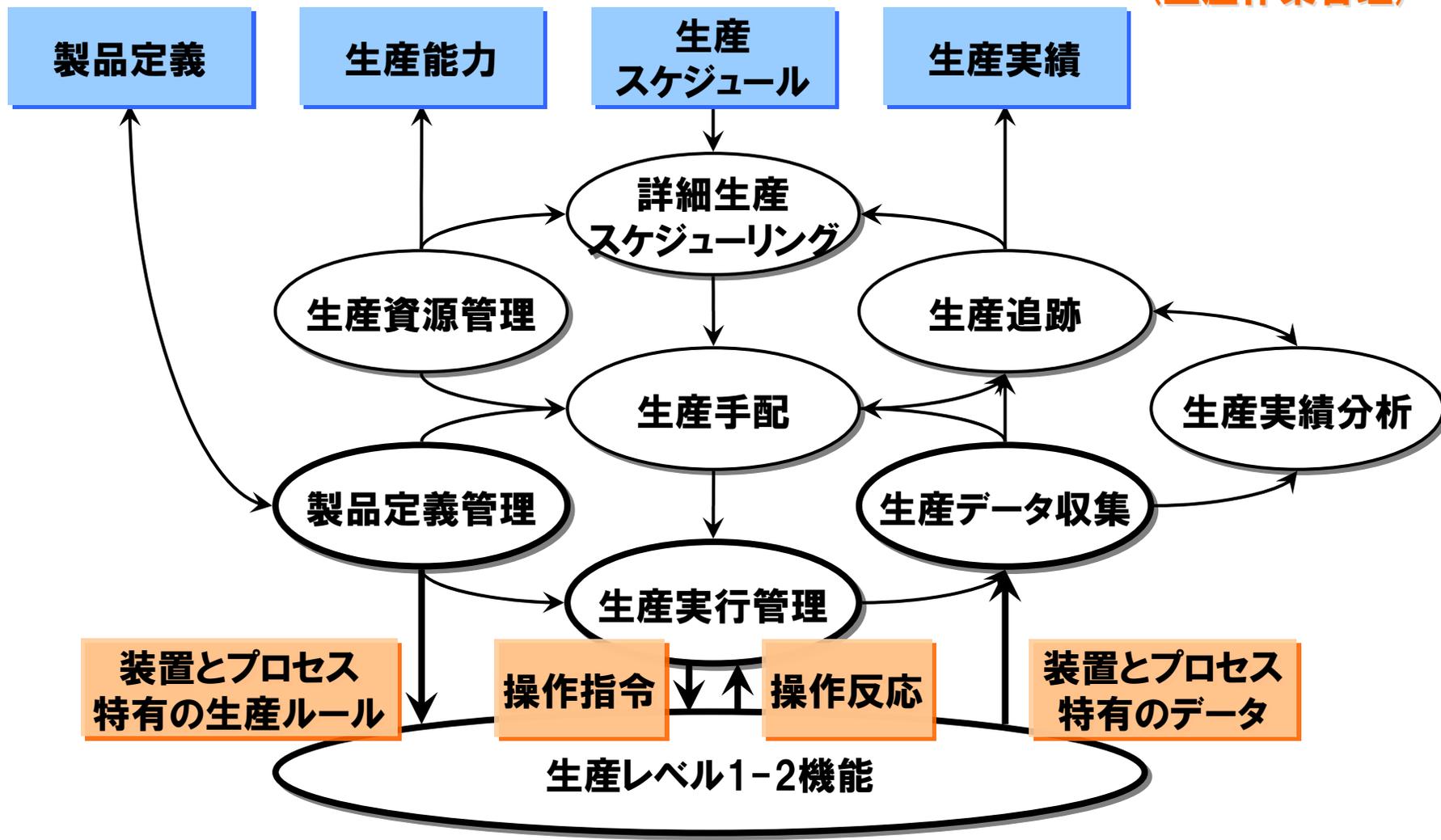
- ▶ 層間を疎結合とするため、名前渡しとする

定義したMESXメッセージの例

	メッセージの名称 用途	メッセージの 方向	送信メッセージ・ 受信メッセージ
(1)	MESXisAvailable 設備の利用可否確認	レベル3 ↓↑ レベル2	情報取得要求・ 回答
(2)	MESXloadRecipe レシピ送信	レベル3 ↓↑ レベル2	情報提供・ 確認応答
(3)	MESXstartExecution 実行オーダの開始指示	レベル3 ↓↑ レベル2	情報提供・ 確認応答
(4)	MESXnotifyEvent 設備イベントの通知	レベル3 ↑ レベル2	イベント通知 (送信のみ)
(5)	MESXgetInformation 実績取得	レベル3 ↓↑ レベル2	情報取得要求・ 回答

ISA-95のアクティビティモデルと制御層連携

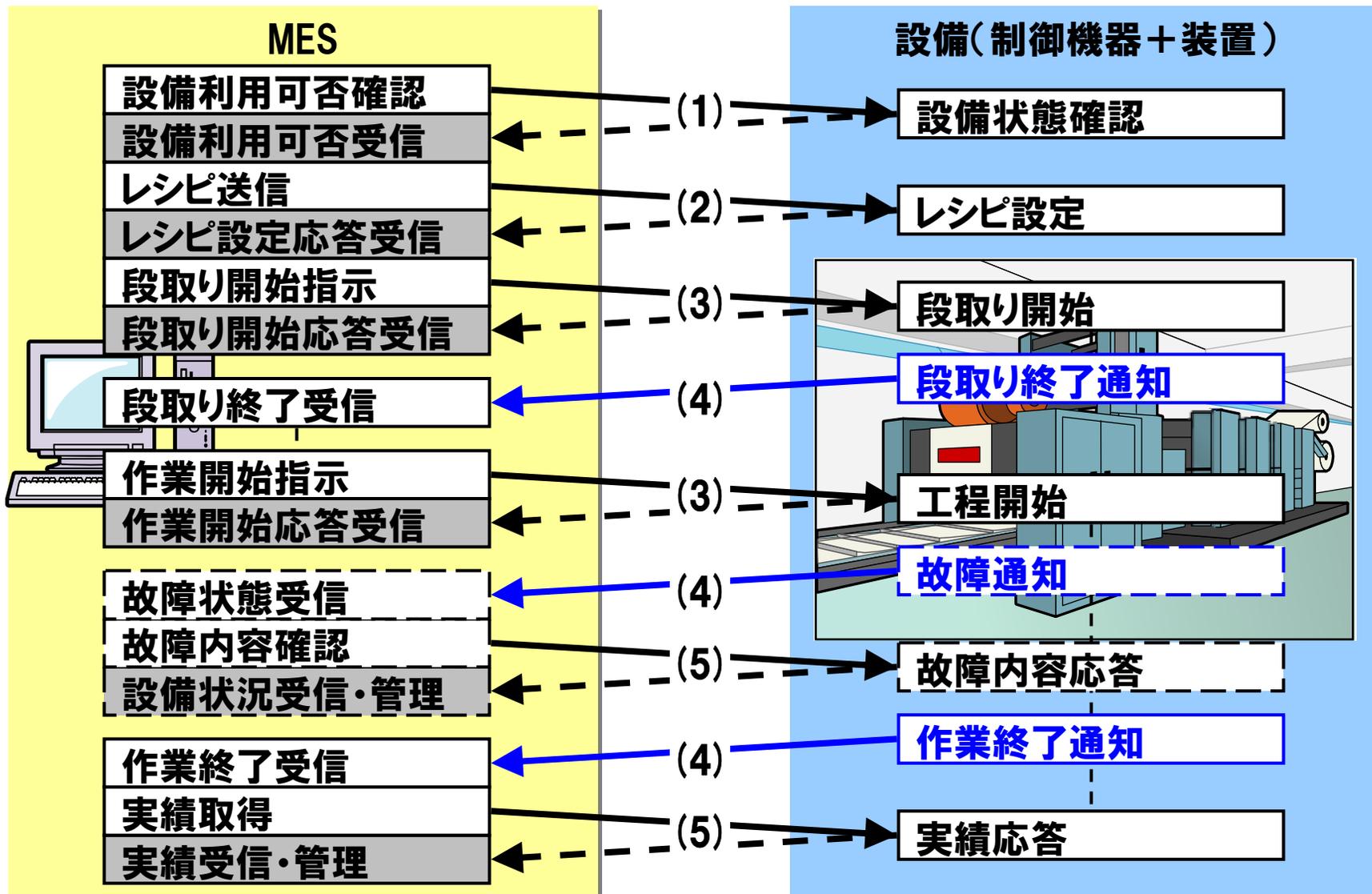
(生産作業管理)



MESX通信規約が扱う情報例

ISA-95による 業務分類			生産 作業管理	保守 作業管理	品質 作業管理	在庫 作業管理	
交換情報/ 通信形態/情報の方向							
A: (2) レシピ・ルール	要求 応答	レベル3 (実行層) ↓ レベル2 (制御層)	加工レシピ	保守要領	品質基準	在庫基準	
B: (3) 実行オーダ		レベル2 (制御層)	工程開始	保守指示	検査指示	在庫指示	
C: (4) 設備イベント	通知	レベル3 (実行層) ↑ レベル2 (制御層)	工程終了	設備 アラーム	品質 アラーム	在庫 アラーム	
D: (1) (5) 設備状態・実績	要求 応答		レベル2 (制御層)	生産実績	設備状態	検査結果	在庫数量
D': (未定義) 設備蓄積情報			レベル3 (実行層)	生産実行 データ	設備状態 データ	品質検査 データ	在庫作業 データ

MESと設備の連携 (生産作業管理)



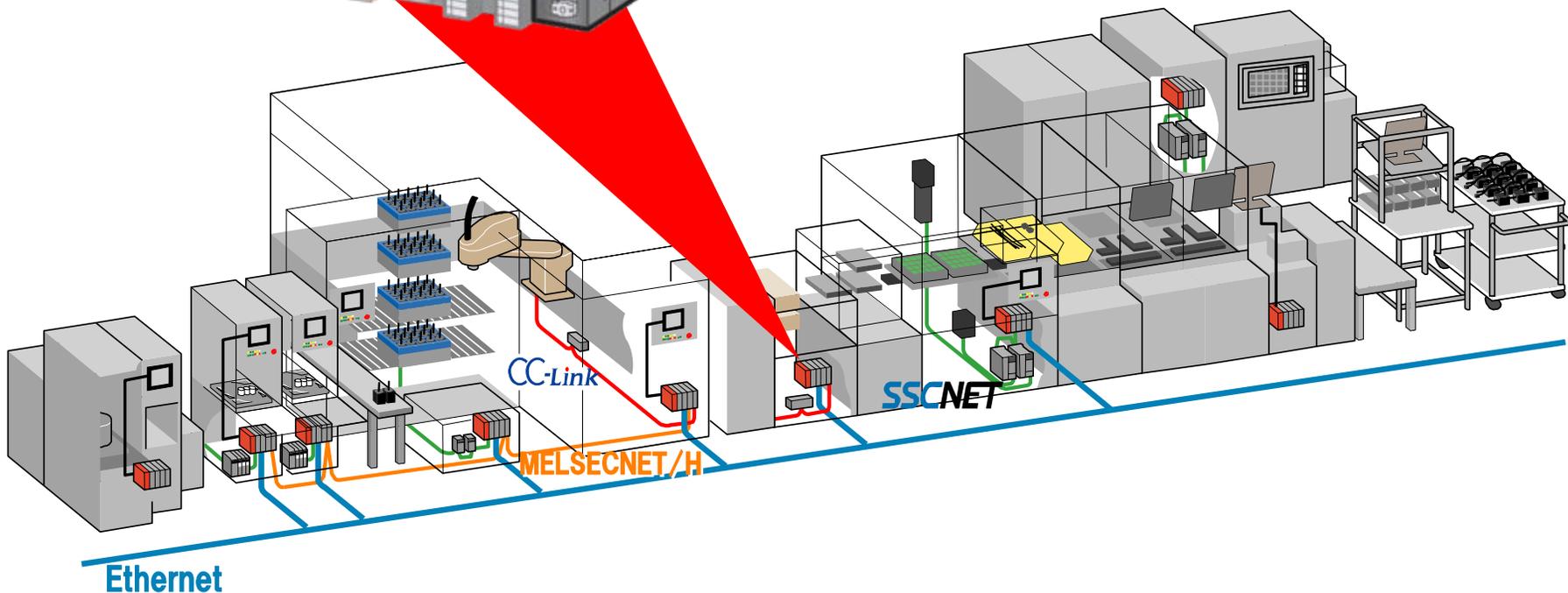
シーケンサへの実装(MESX通信ユニット)

三菱電機
MELSEC-Qシリーズ シーケンサ



MESX通信ユニット

- ・SOAPによるMESXメッセージの送受信機能を実装
- ・装置の制御信号をトリガにメッセージ通信を行う

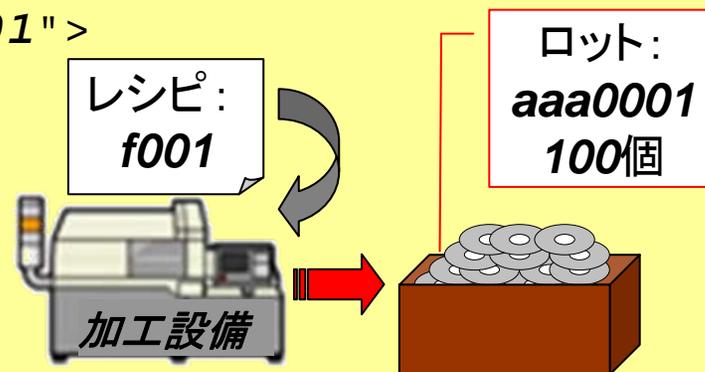


メッセージ例：作業開始指示

要求メッセージ (レベル3→レベル2)

```

<m:MESXstartExecution
  xmlns:m="http://www.mstc.or.jp/schema/mesx/1.0">
  <m:ExecutionOrder action="Add" id="001"
    sender="EXPIO" transaction="0102" confirm="Always">
    <m:operation code="503" type="Execution"
      status="Order" function="f001">
      <m:produce lot="aaa0001">
        <m:qty value="100" />
      </m:produce>
      <m:assign resource="NC_C" />
    </m:operation>
  </m:ExecutionOrder>
</m:MESXstartExecution>
  
```

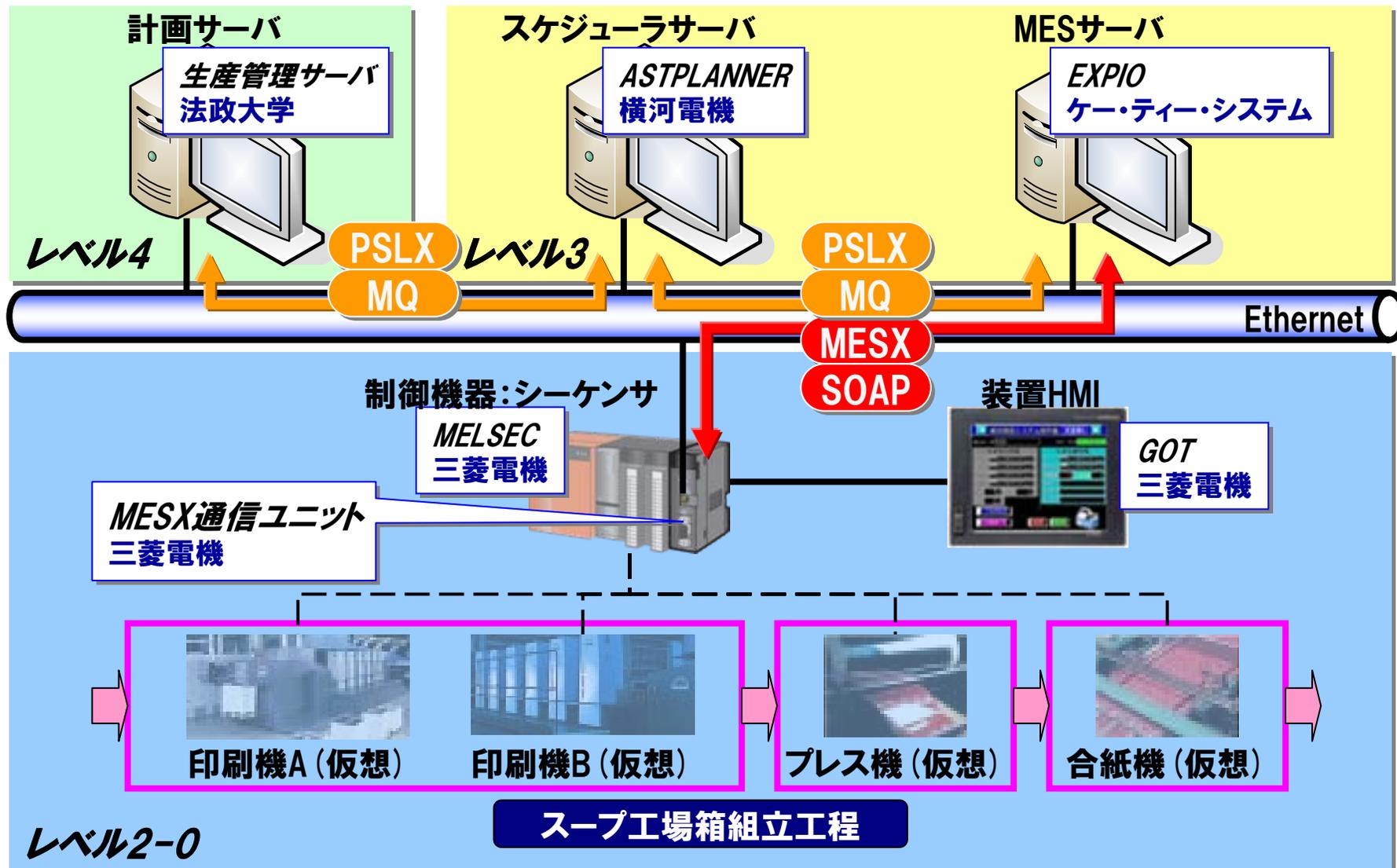


応答メッセージ (レベル2→レベル3)

```

<m:MESXstartExecutionResponse
  xmlns:m="http://www.mstc.or.jp/schema/mesx/1.0">
  <m:ExecutionOrder action="Confirm" id="001"
    sender="MELSEC-001" transaction="0102">
    <m:operation code="503" type="Execution"
      status="Order" function="f001" />
  </m:ExecutionOrder>
</m:MESXstartExecutionResponse>
  
```

実証デモシステムの構成



実証システムの機能構成

ISA-95 (IEC 62264)

レベル4

エンタープライズ (企業)
サイト (拠点)
企業オーダー、拠点オーダー

レベル3B

エリア (作業区)
作業区オーダー

レベル3A

ワークセンタ (作業場)
ワークオーダー (作業指示)

レベル2

ワークユニット (設備)
エグゼキューションオーダー (実行指示)

レベル1

ワークステーション (装置)
インストラクション (動作指示)



実証デモシステムによるMESXの評価

↓ システム構築工数を削減

↓ 従来はMESと制御機器が互いに強く依存

- ◆ MESの個々のアプリケーションが扱う情報に合わせ制御機器（例えばシーケンサ）のプログラムを開発

↓ MESX通信規約の利用により両者が**疎結合化**

- ◆ XML採用によりプラットフォームの違いの意識が不要
- ◆ 接続部分の開発工数を、従来の数人月から10人日に

（実証デモシステム構築時において）

↓ 運用上の**妥当性**を確認

- ↓ 生産計画に基づく生産設備への作業割当て
- ↓ シーケンサからの実績収集
- ↓ 生産設備故障時の動的対応

まとめ

▶ MESX通信規約の特長

- ▶ **ISA-95に基づくMES-装置制御機器間の規約を定義**
- ▶ **生産作業管理分野の典型的な流れに対応**
- ▶ **連携相手の固有仕様に非依存の開発が可能**
- ▶ **製造情報連携システムの構築工数を削減**

▶ 今後の課題

- ▶ **より広い分野に対応するための規約の拡張**
- ▶ **構成要素を入れ替えた場合の接続性評価
(規約によるシステム構成の柔軟性向上の検証)**

ありがとうございました

MITSUBISHI
三菱電機
Changes for the Better