

日本機械学会生産システム部門
「つながる工場」研究分科会

工場管理・製造現場の リファレンスモデルと データ連携技術

2014年12月12日

西岡靖之（法政大学）

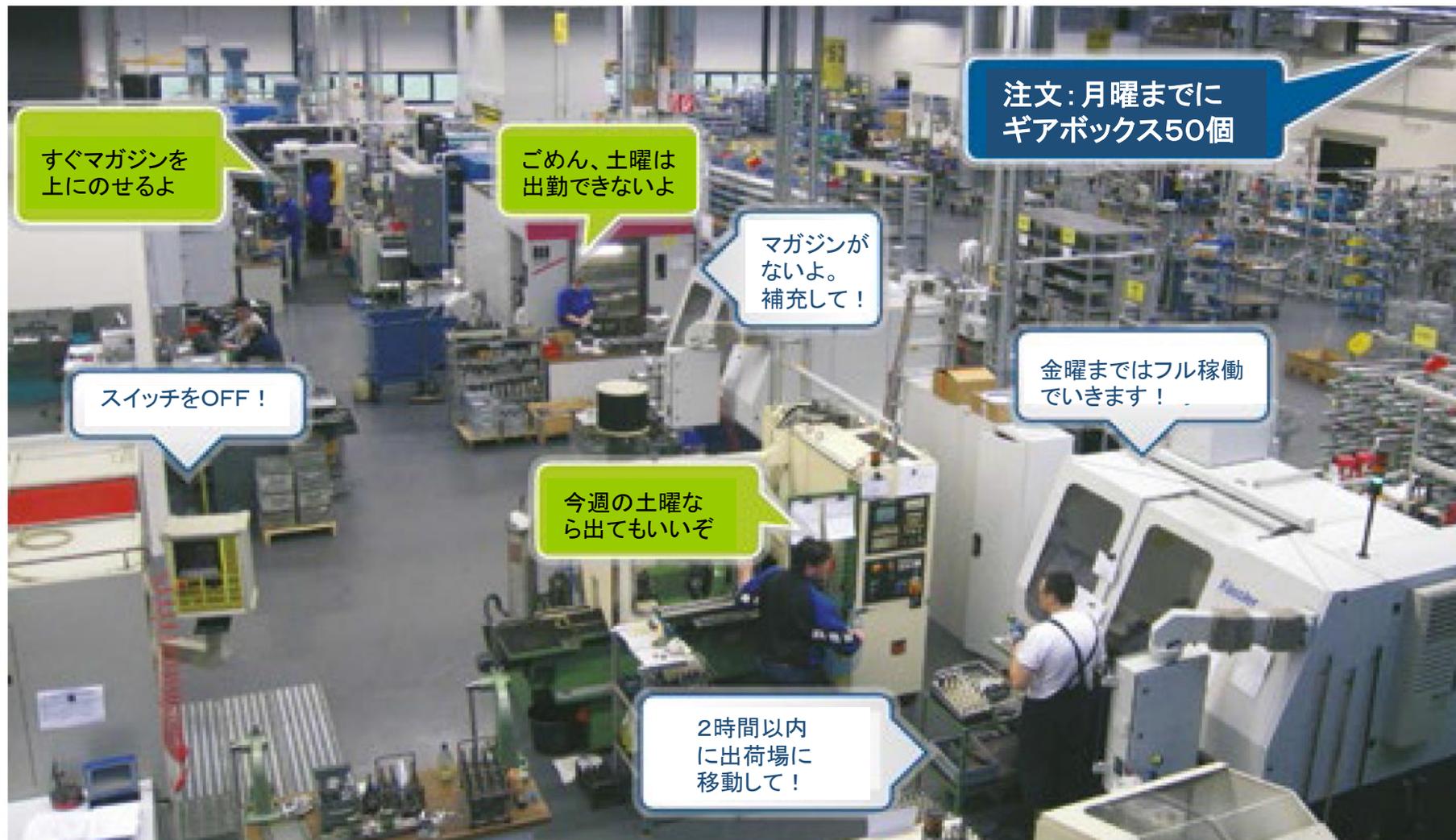
もくじ

1. IoTと2種類のシステム
2. リファレンスモデルとは？
3. PSLX3プラットフォーム
4. 工場まるごと連携
5. イニシアチブをとる！

1. IoTと2種類のシステム

- 
1. IoTと2種類のシステム
 2. リファレンスモデルとは？
 3. PSLX3プラットフォーム
 4. 工場まるごと連携
 5. イニシアチブをとる！

生産現場がしゃべり出す！？



インダストリー4.0のデモ

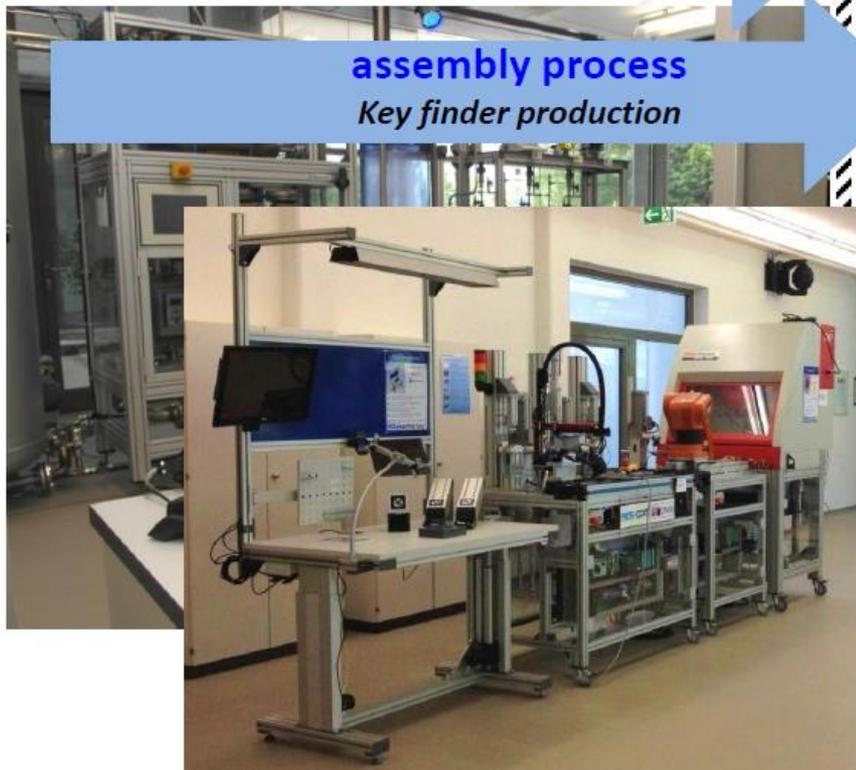
smartFactory^{KL}®

continuous flow process
colored soap production

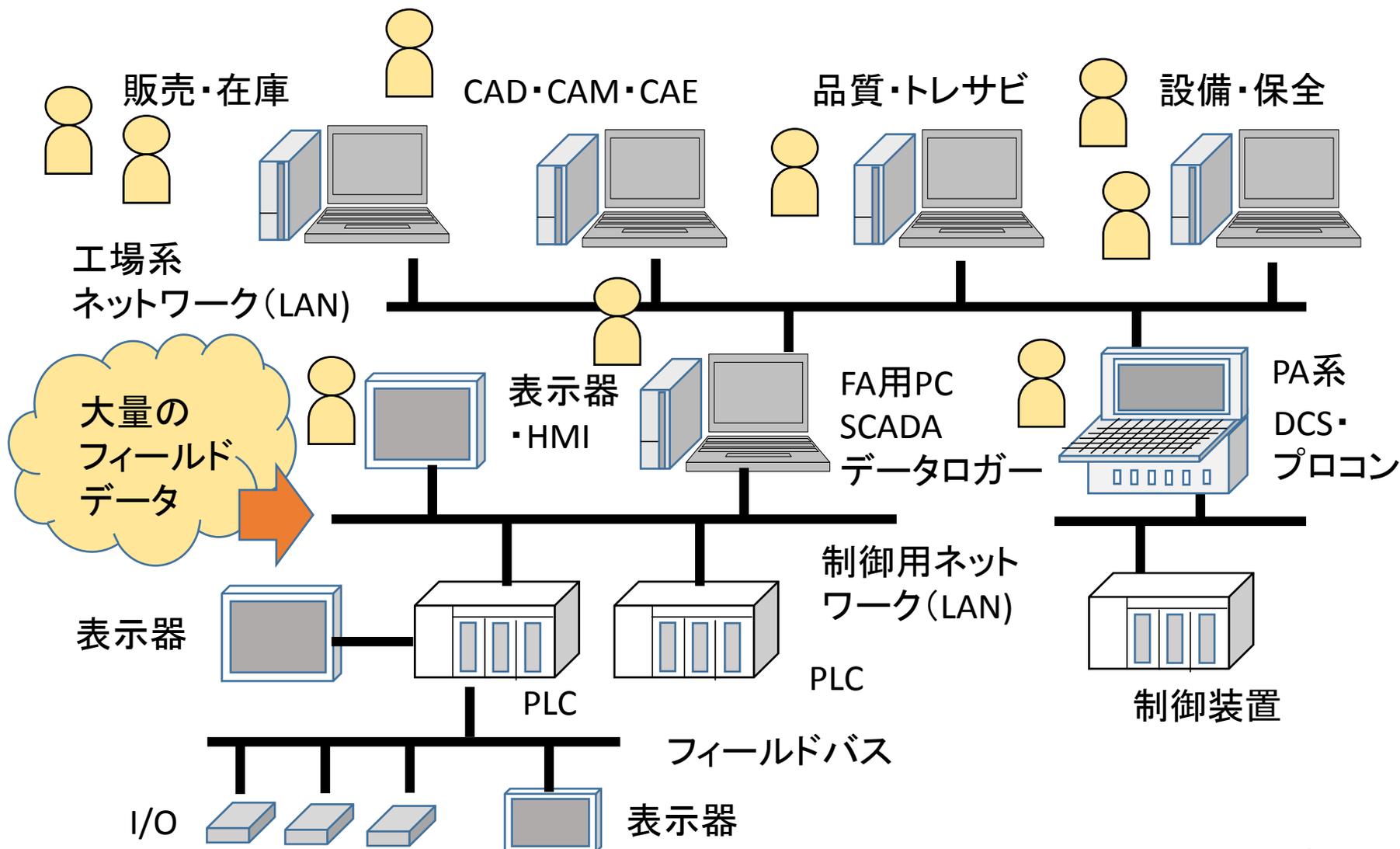
discrete handling process
bottling, handling, labeling, QC, packaging...

assembly process
Key finder production

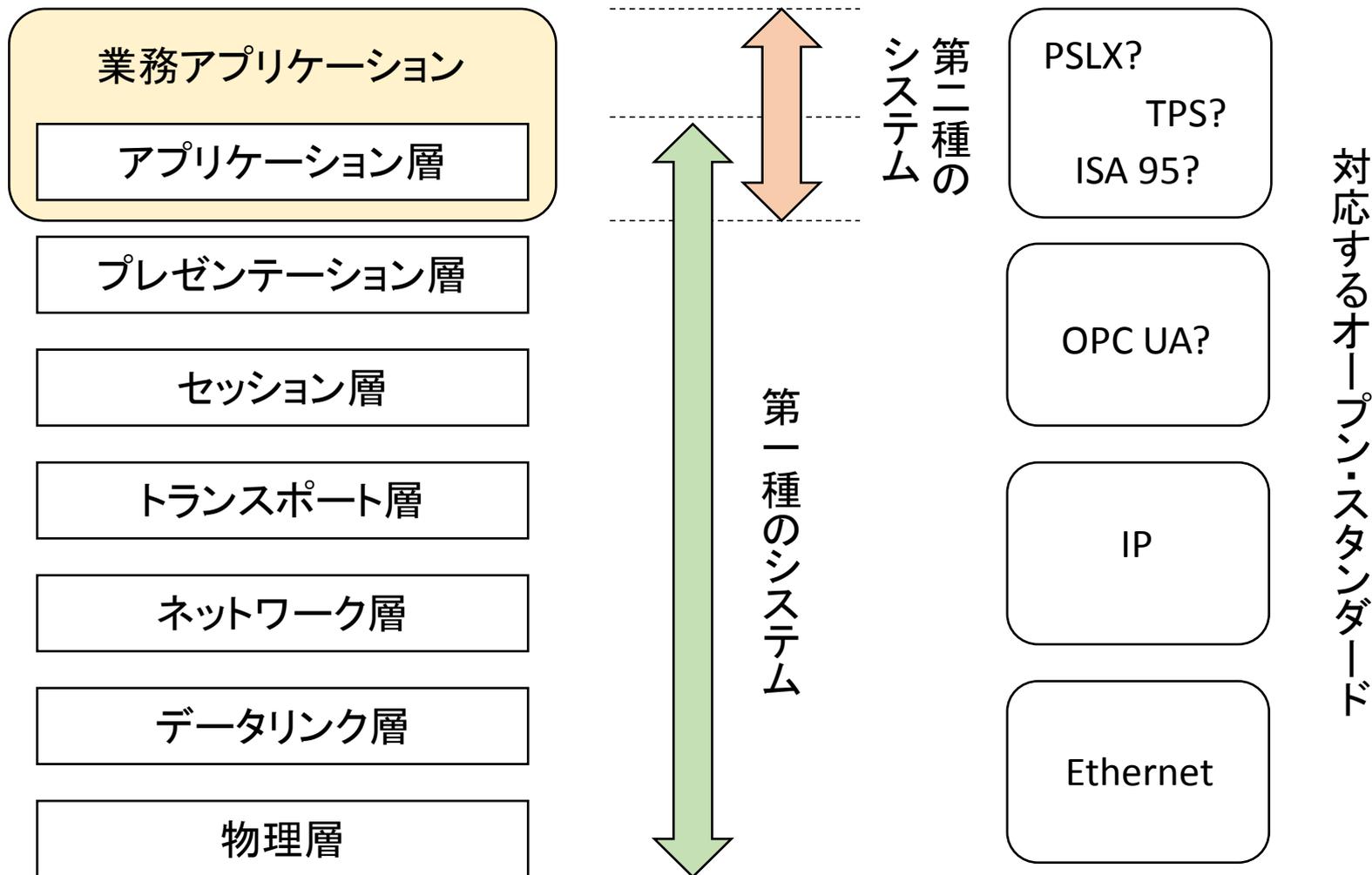
augmented reality
Information, maintenance and control



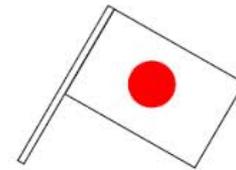
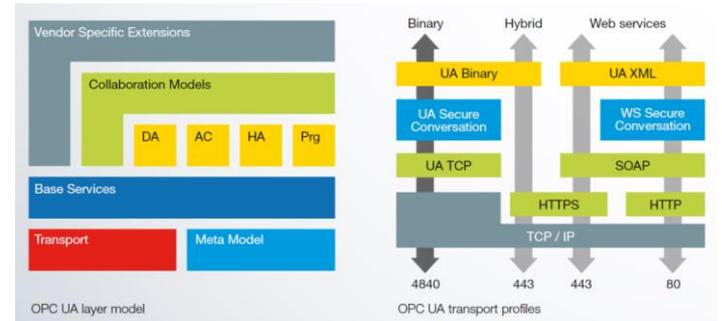
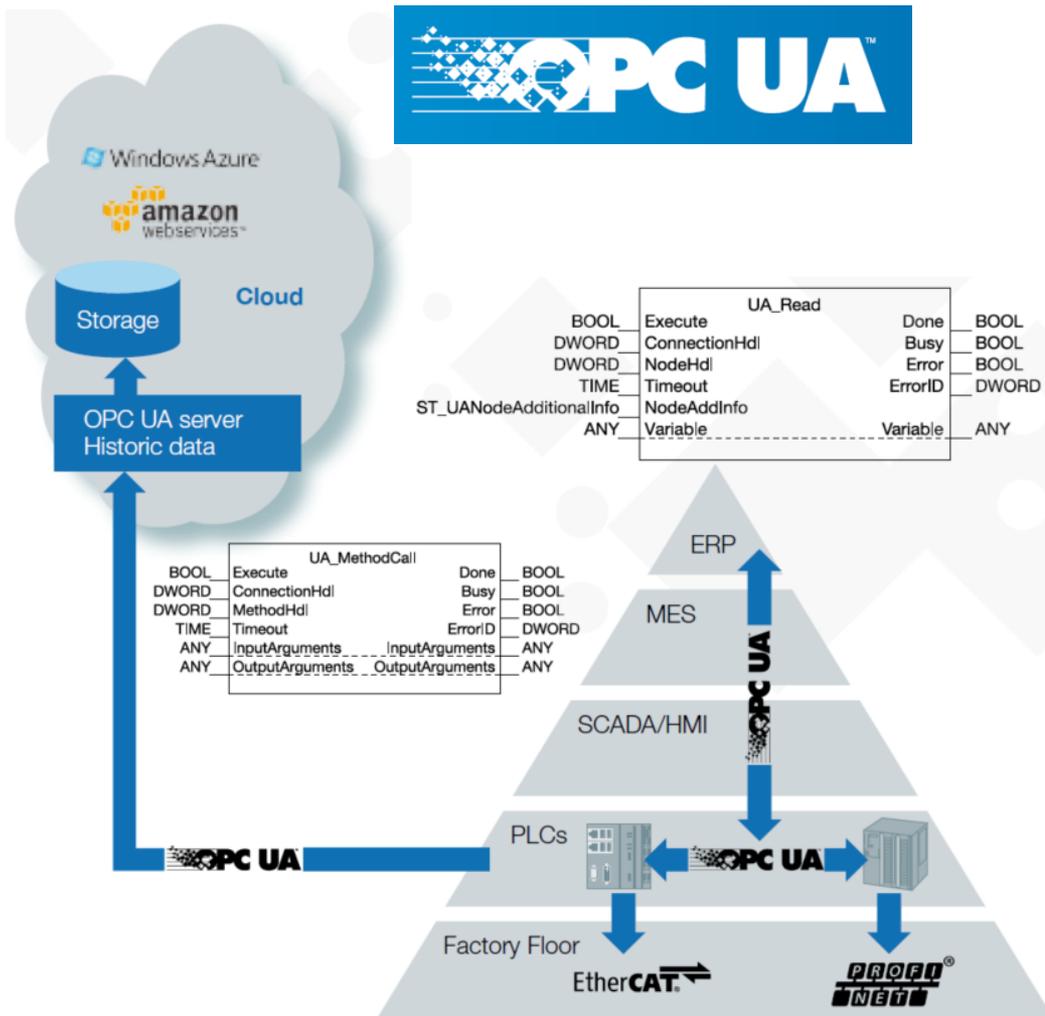
工場におけるネットワーク階層



ISO/OSIモデル



垂直統合、水平統合の行方？



FL-net

CC-Link

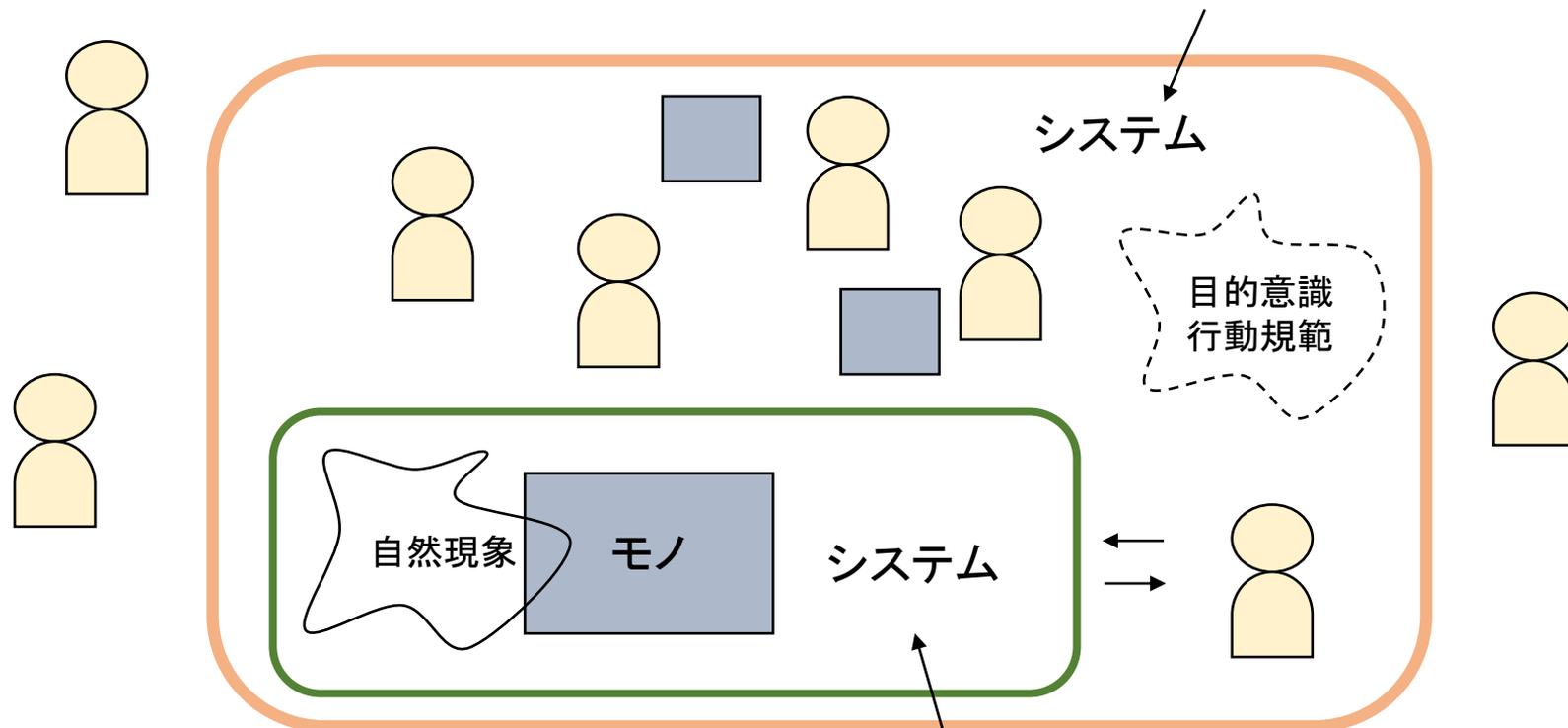
ORiN
Open Resource Interface for the Network

MECHATROLINK

2種類のシステム

要素に人が含まれるので設計どおりにいかない。
自らの意図で自律的に変化する。ゼロからではなく、
現行のしくみの改変や組み換えとなる。

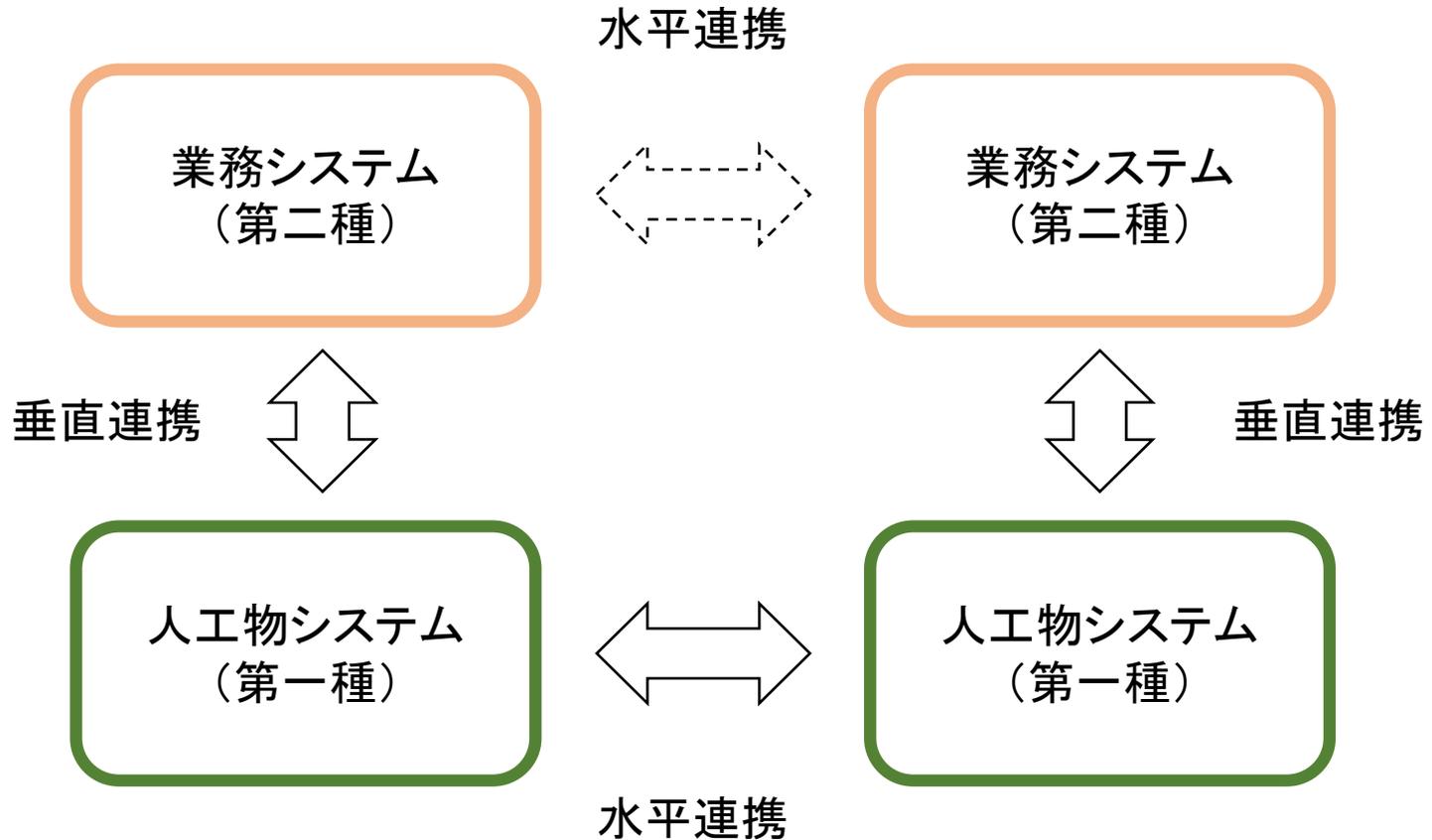
第二種のシステム
(業務システム)



ゼロから作り上げることができる
自然界のばらつきの範囲内で
あれば再現性がある。

第一種のシステム(人工物システム)

何と何をつなぐのか？



ビッグデータとクラウド

多くの人に付加価値をもたらす
可能性のあるデータ

データソースは
不特定多数

技術動向
市場動向

因果関係？
法則性？
隠された真実？

広域 & 大規模
オープン

BIG
DATA

誰が？
いつ？
どこで？
何を？
どうした？



解析

判断



状況

実行

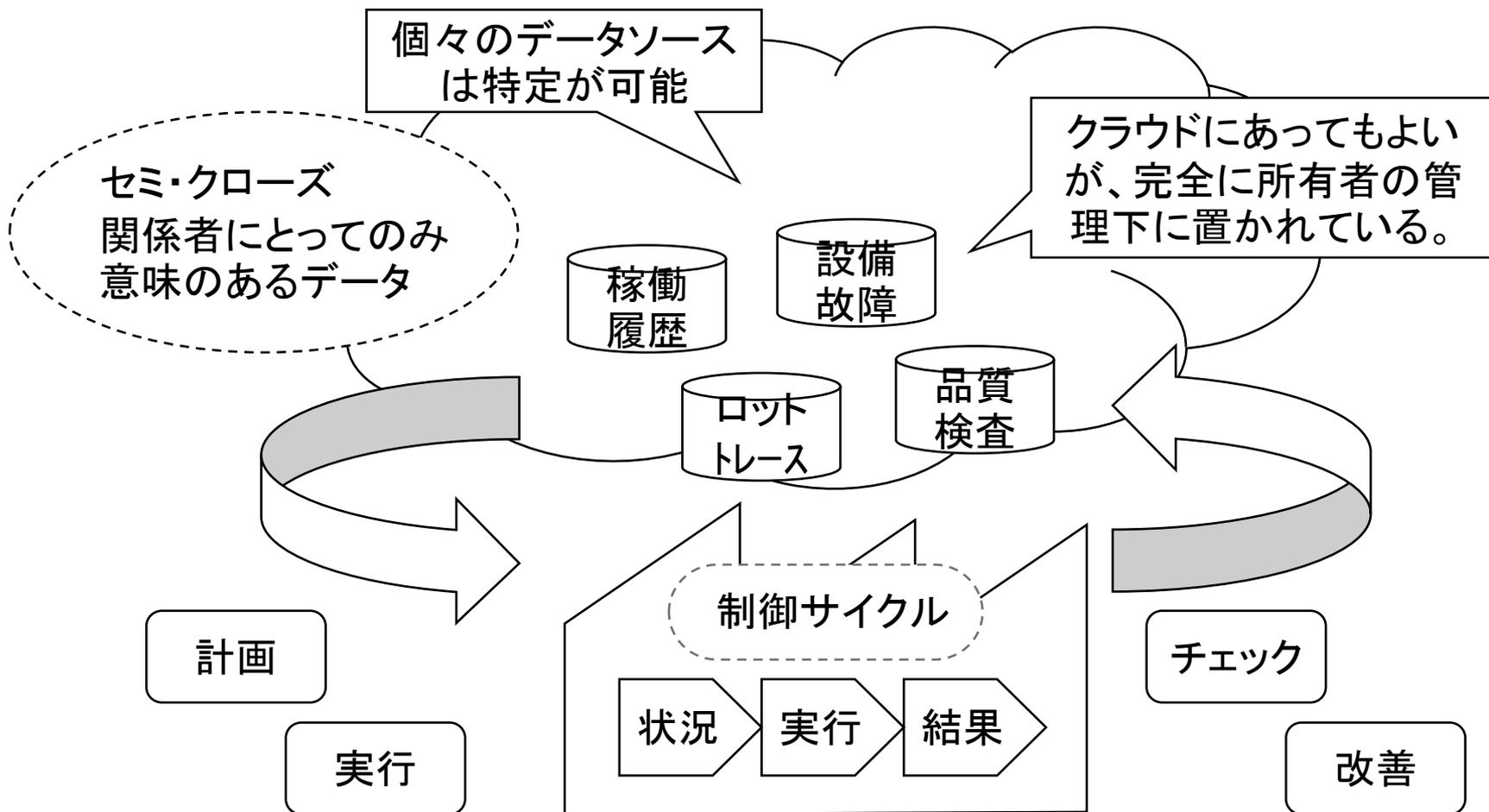
結果

現場

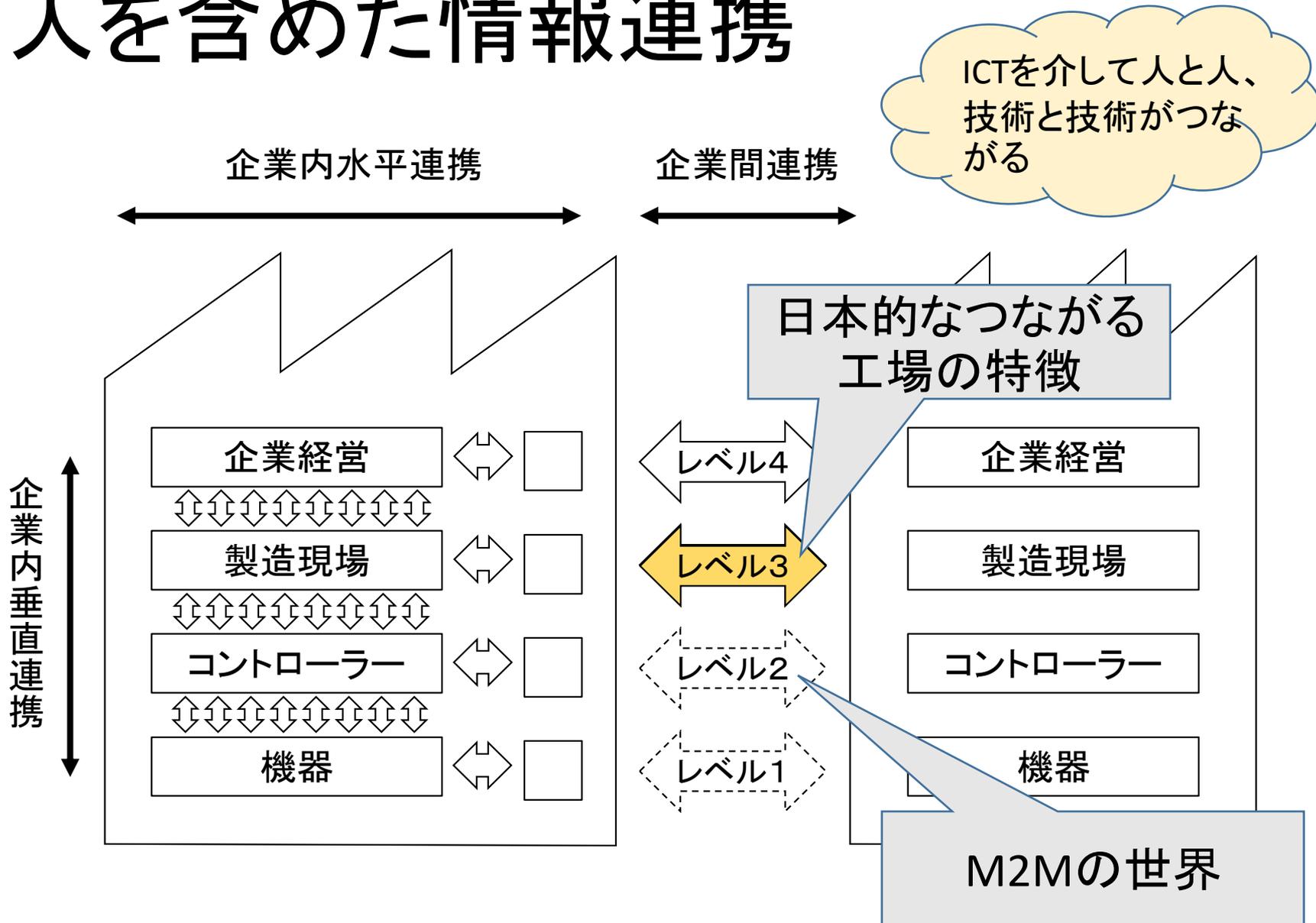
取引先
仕入先

オブジェクトブ・データ

(用途や目的をもったデータ)

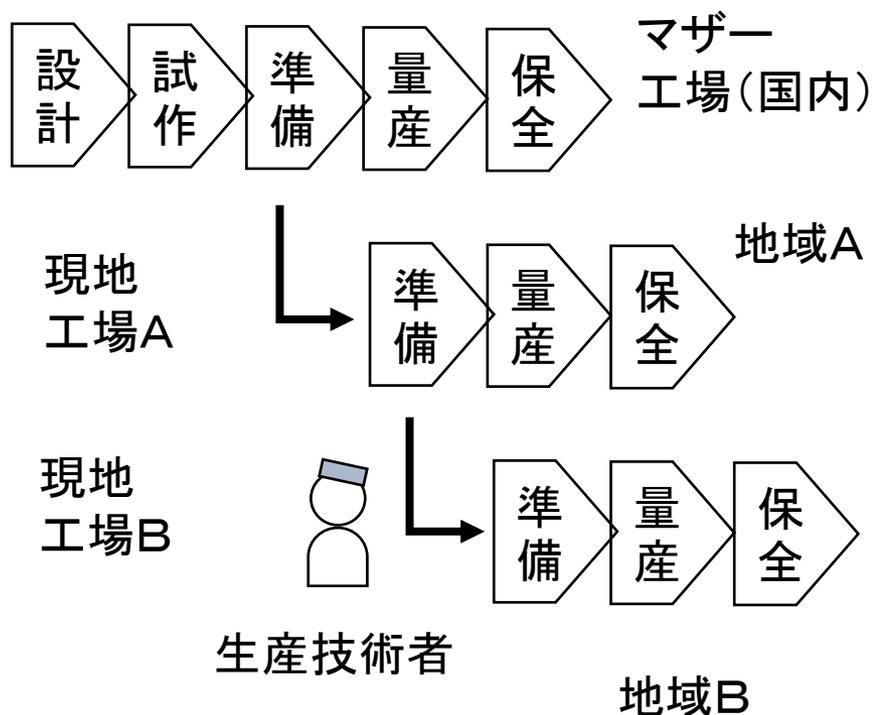


人を含めた情報連携



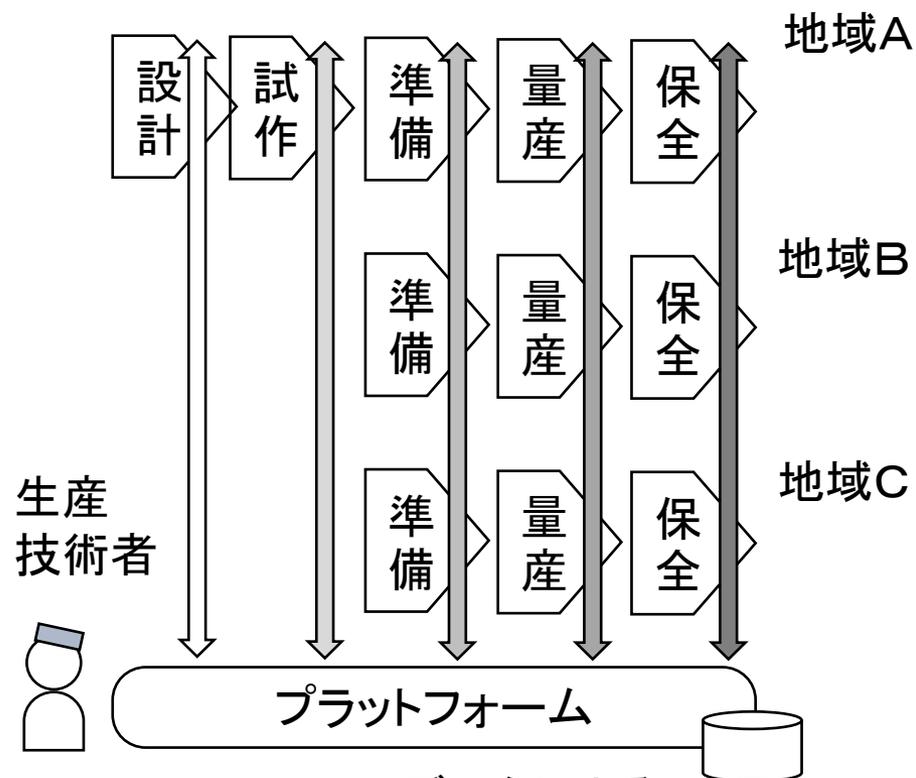
生産準備とインダストリー4.0

マザー工場による逐次展開



人による管理と
現地・現物・現場での対応

グローバル同時立ち上げ



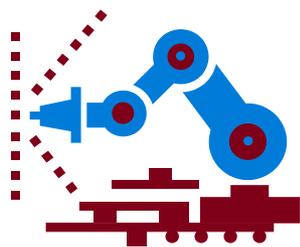
データによる
管理と知識の再生産

保全とインダストリー4.0

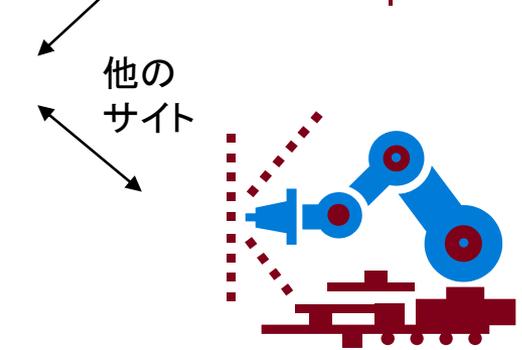
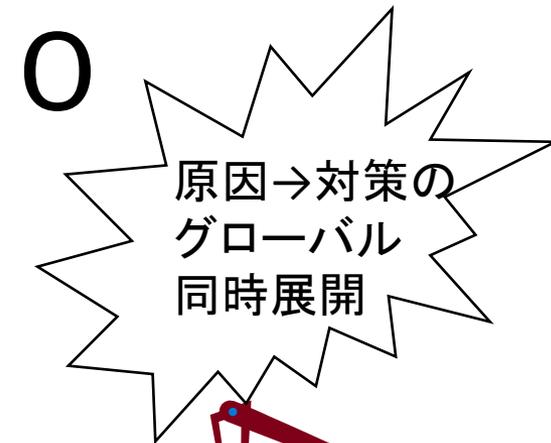
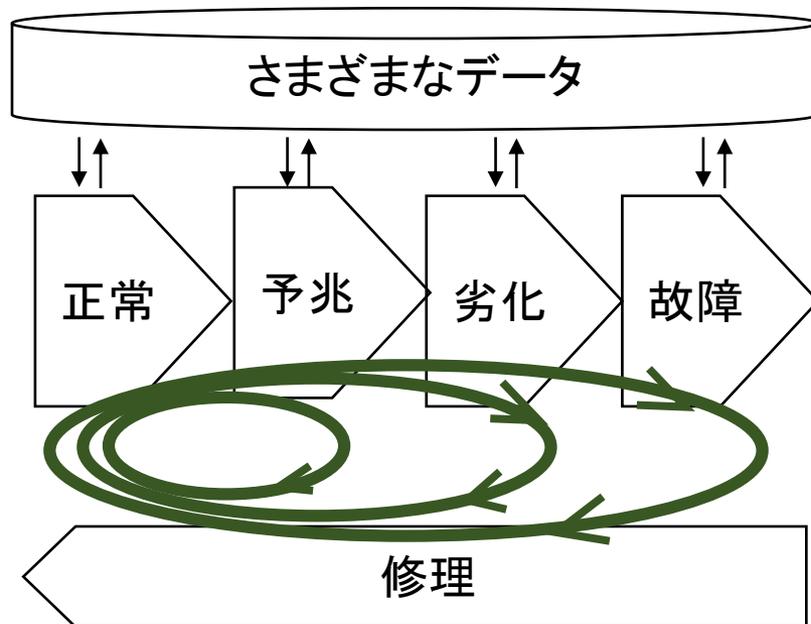
予防保全 (preventive maintenance)

予知保全 (predictive maintenance)

事後保全 (corrective maintenance)



スマート
保全とは？



問題の原因
原因の原因
(なぜなぜ分析)

2. リファレンスモデルとは？

- 
1. IoTと2種類のシステム
 2. リファレンスモデルとは？
 3. PSLX3プラットフォーム
 4. 工場まるごと連携
 5. イニシアチブをとる！

Interoperability (相互運用性)

複数の異なるものを接続したり組み合わせ使用したときに、きとんと全体として正しく動作すること



米国の動向（ポータルサイト）

The screenshot shows the DMDII Institute website. The header includes the title 'Advanced Manufacturing Portal' and the tagline '... changing the face of manufacturing'. A navigation menu lists 'Home', 'About', 'AMNPO', 'Agency Partners', 'Other Organizations', and 'Publications & Resources'. A language selection dropdown is set to '日本語を選択' (Select Japanese), and there are social media share buttons for Facebook, Twitter, and Email. The main content area is titled 'Digital Manufacturing & Design Innovation (DMDII) Institute' and includes a 'Summary' section with the following bullet points:

- Established February 2014
- Lead: UI LABS
- Headquarters location: Chicago, Illinois
- Includes 41 companies, 23
- Federal funding (cooperat
- Mission: Establish a state-links IT tools, standards, r tools to the U.S. design &

The 'Details' section begins with: 'On February 25, 2014, President Obama announced the creation of the Digital Manufacturing and Design Innovation Institute, an Illinois consortium and beyond.' The text continues: 'The awardee, UI Labs, brings expertise in design and manufacturing to the consortium. There is a strong collaboration between industry, government and academia, with a focus on design and manufacturing innovation.' A video player is embedded in the main content area, showing a factory floor with a play button overlay.

On the left sidebar, there are two sections: 'Quick Links' and 'Funding Opportunities'. The 'Quick Links' section lists several institutes: National Network for Manufacturing Innovation, America Makes: National Additive Manufacturing Innovation Institute, Digital Manufacturing & Design Innovation Institute, Lightweight & Modern Metals Manufacturing Innovation Institute, Next Generation Power Electronics Manufacturing Innovation Institute, Integrated Photonics Institute for Manufacturing Innovation (IP-IMI), and Advanced Manufacturing Partnership 2.0. The 'Funding Opportunities' section lists 'Air Force Research Lab (AFRL) Released Amendments 1 & 2 to...'

manufacturing.gov

米国の動向 (DMDII)

Digital Manufacturing And
Design Innovation Institute

National Network of Manufacturing Innovation

2012年オバマ大統領10億ドル

Institute for Manufacturing Innovation

ハブとしての研究機関(全米に最大15)

National Additive Manufacturing Innovation (3Dプリンタ)

Digital Manufacturing and Design Innovation (デジタル技術)

Lightweight and Modern Metals Manufacturing Innovation (材料技術)

Clean Energy Manufacturing Innovation (次世代半導体)

プロジェクト公募

2014年9月23日

Advanced Manufacturing Enterprise (AME)

Intelligent Machines (IM)

Advanced Analysis (AA)

Advanced Manufacturing Enterprise

製造業を企業モデルとして定義するモデルベースに着目し、データやインフラや手法などを統合化、成熟化、見える化する。これによって、デジタル化された製造業が、低コストで、より高品質で短納期化を達成することを可能とする。

The goal of this Project Call for Advanced Manufacturing Enterprise (AME) is to focus on Model Based Enterprise (MBE) Data and Infrastructure; to integrate, mature, and demonstrate enterprise-wide data, infrastructure, and methods that will provide industry an approach that delivers better, faster, and less costly solutions to a fully enabled digital manufacturing enterprise. Using fully annotated 3D models, which include all product and manufacturing information as the common currency between design and manufacturing, this Project Call enables collaborative supply chain integration and product development. This Project Call will deliver value by:

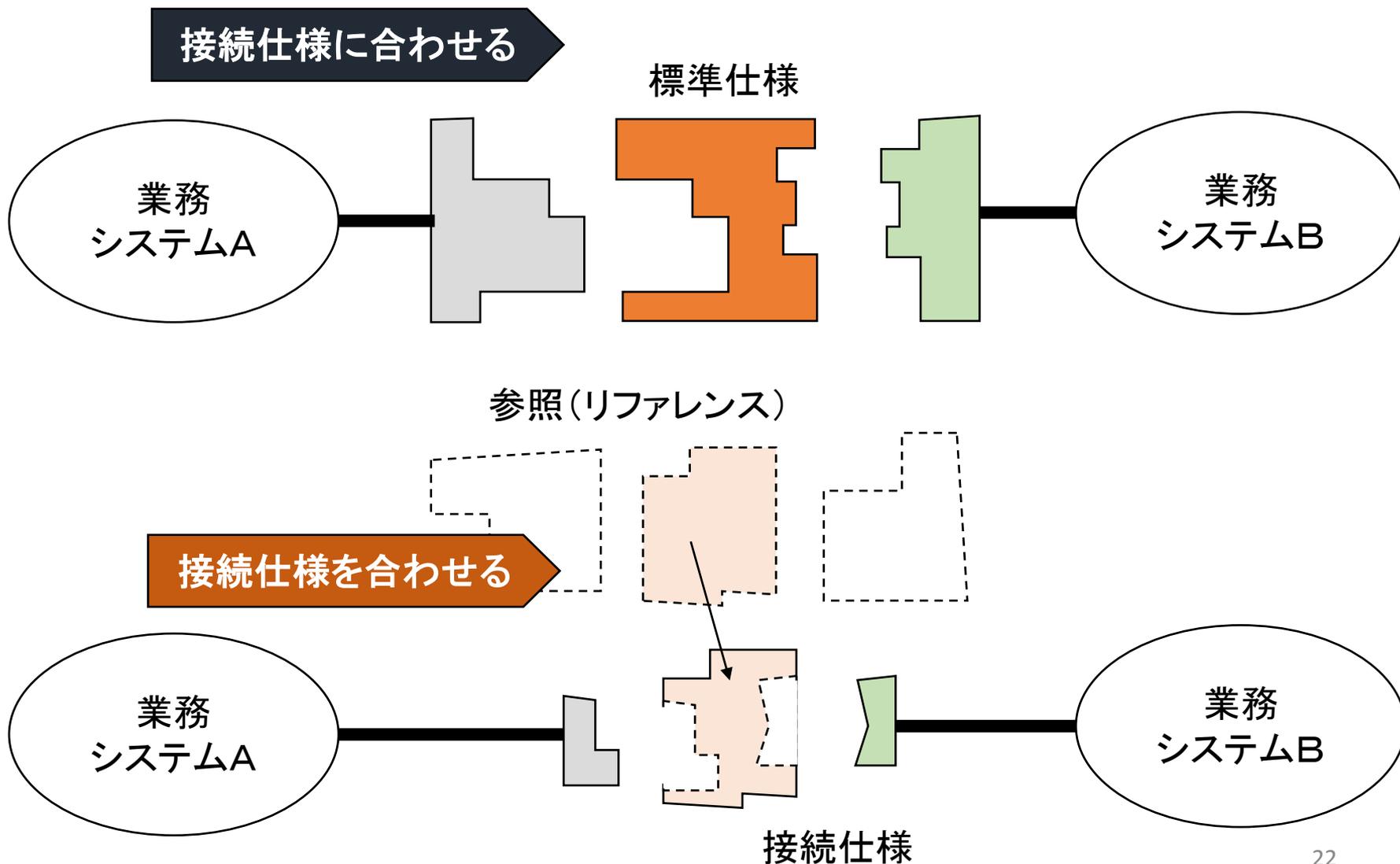
- Lowering barriers to Small- and Medium-Sized Enterprises (SMEs) for access to Model Based Definition (MBD) capability/technology 中小製造業の障壁をなくす
- Integrating big compute and data analytics capability in order to enable impact assessments of as-designed, as-built, and as-maintained systems, for variability on component performance, maintenance, and integrity; and ビックデータによる保全への対応
- Establishing and/or implementing protocols and standards for populating a Digital Manufacturing Commons (DMC) for agile, rapid action on manufacturing needs, digital competitions, and new systems development, all with co-created, app-store-like solutions. 共通部の標準化しプロトコル作成

インダストリー4.0の研究課題

1. Open Standards for a reference architecture
2. Managing complex systems
3. Comprehensive broadband infrastructure
4. Safety and security
5. Work organization and work design
6. Training and professional development
7. Regulatory framework
8. Resource Efficiency

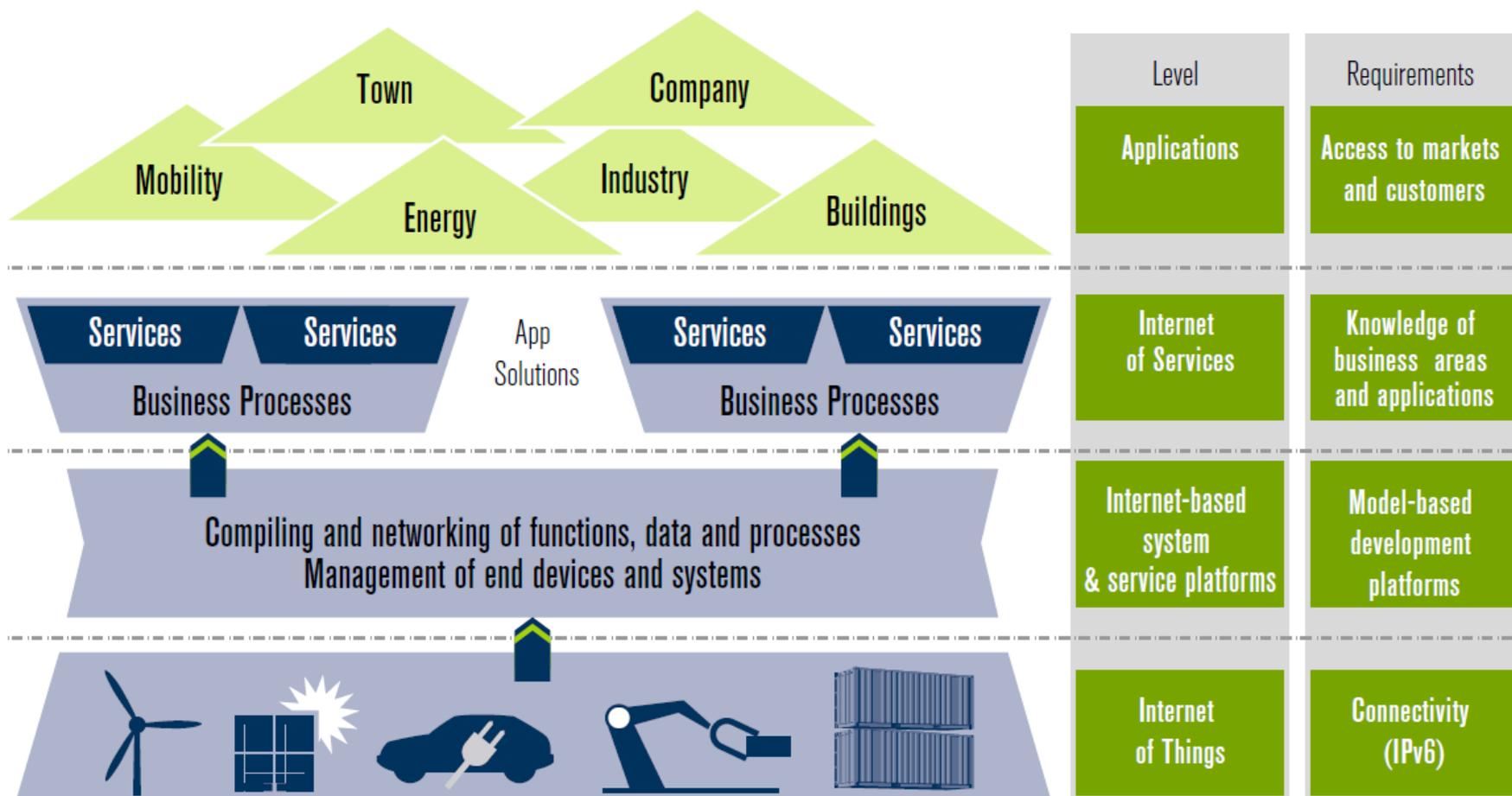


リファレンスモデルとは？



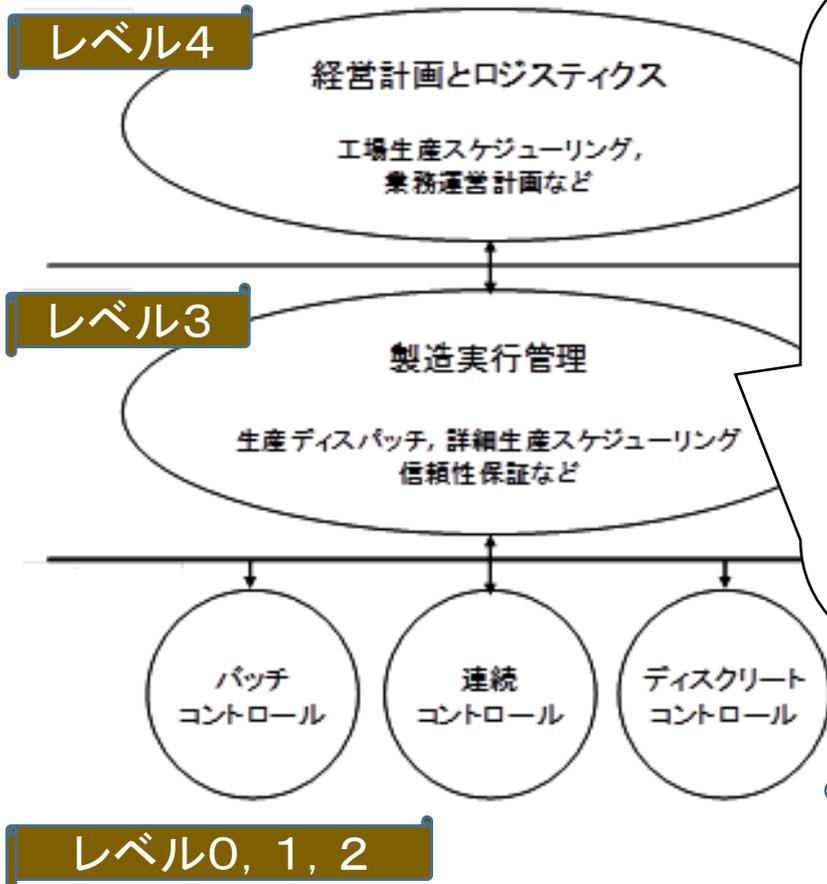
リファレンス・アーキテクチャー

出典: Final report of the Industrie4.0 WG (2013)

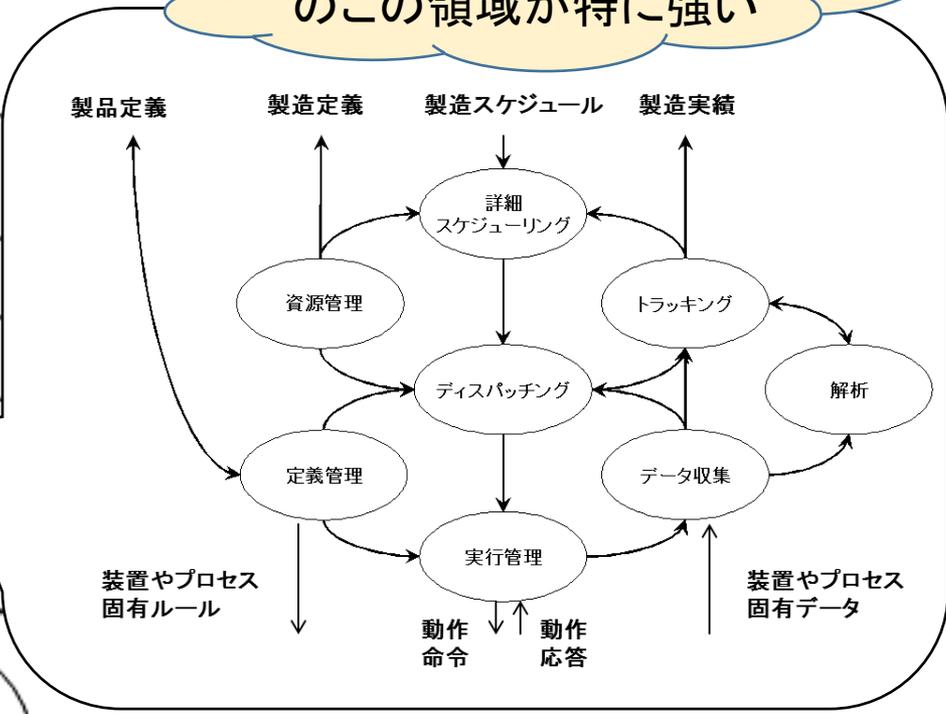


現場データを中核とした管理手法

ISA-95 (IEC62264) リファレンスモデル

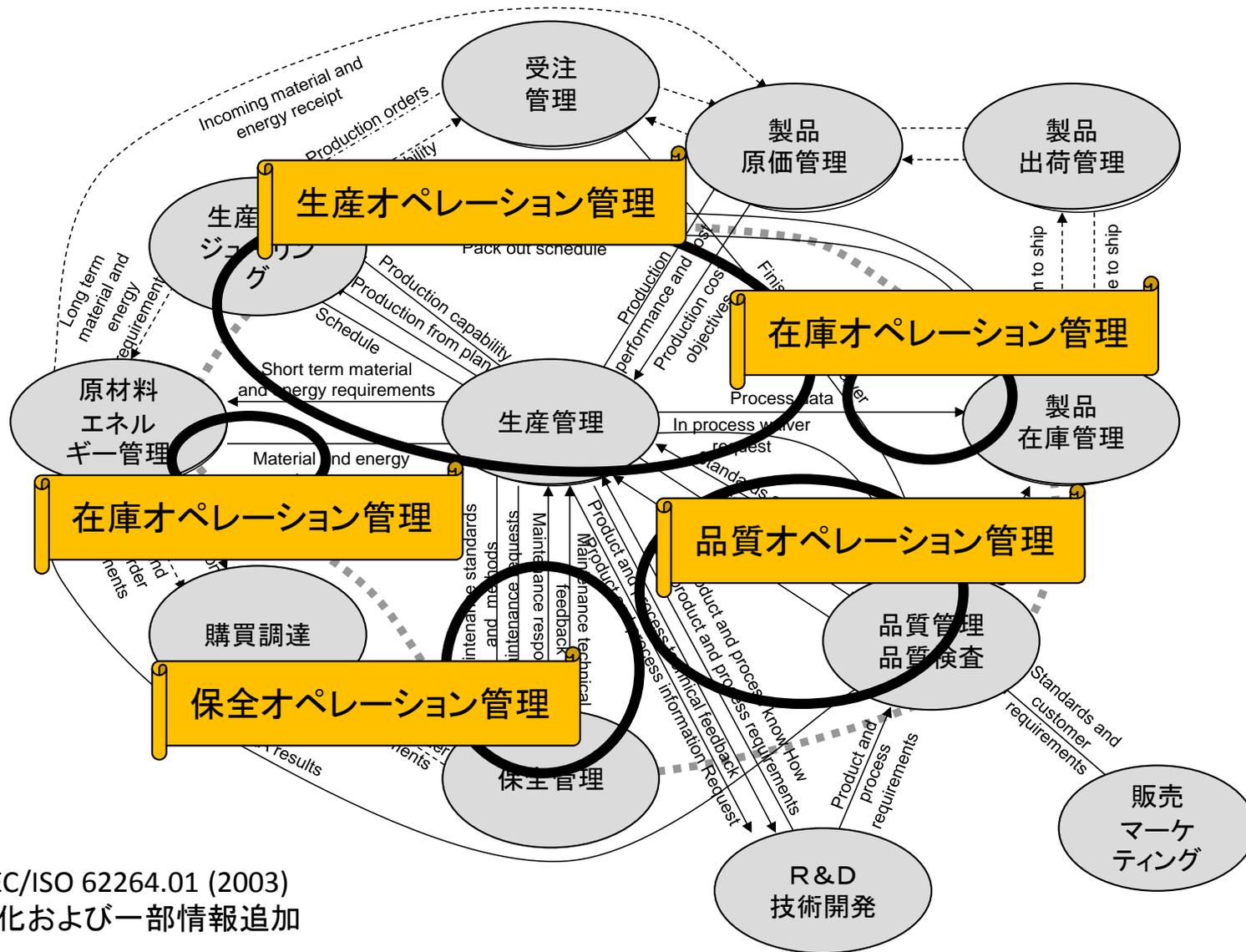


日本はディスクリート系のこの領域が特に強い



現時点でのIECのIndustry4.0の標準はレベル0,1,2が中心

機能モデル(企業全体の視点)



出典:IEC/ISO 62264.01 (2003)
日本語化および一部情報追加

PSLX3リファレンスモデル

純国産

	繰り返し型	個別受注型	個別設計型
連続プロセス	クラス1C	—	—
バッチプロセス	クラス1B	クラス2B	—
ディスクリート	クラス1D	クラス2D	クラス3D

業務オブジェクトモデル
215件

業務アクティビティモデル
162件

PSLX3ドラフト06

デマンド・サプライチェーン

← 需要情報 →



← 資材／製品 →

エンジニアリング・チェーン

← 製品要求／ニーズ →



← 製造技術／シーズ →

IEC62264-3でのPSLXの位置付け

5. Structuring models	
5.1 Generic template for categories of manufacturing operations management	
5.1.1 Template for management of operations	
5.1.2 Use of the generic model	
5.1.3 Generic activity model	
5.2 Interaction among generic activity models	
5.2.1 Information flows between generic activity models	
5.2.2 Handling Resources within the generic activity models	
5.2.3 Scheduling interactions	
5.3 Expanded equipment hierarchy model	
5.3.1 Equipment hierarchy model	ions90+
5.3.2 Storage zone96+
5.3.3 Storage unit101+
5.3.4 Storage zone and storage unit examples103+
5.3.5 Work center108+
5.3.6 Work unit	Operations Management110+
5.4 Expanded decision hierarchy model	
5.5 Hierarchy of planning and scheduling	
5.6 Resource definition for scheduling activities	
5.6.1 Consumable resources and non-consumable resources	
5.6.2 Resource capacity and availability	
Annex G (Informative) – Mapping PSLX ontology to manufacturing operations management	111+
Annex H (Informative) –Advanced Planning and Scheduling concepts for Manufacturing Operations Management	116+
H.1 Introduction	116+
H.2 Fundamental technologies of APS	116+
H.3 Decision-making functions of APS	117+

PSLX3リファレンスモデル

第一部

「つながる工場」のための情報連携
プラットフォーム —PSLX3活用の手引き—

第二部

PSLX3による情報連携
リファレンスモデル

第三部

PSLX3による情報連携
リファレンスモデル

第四部

PSLX3による情報連携
データ通信規約

第五部

PSLX3による情報連携
業務ソフトウェア実装

<http://pslx.org/platform/>

PSLX3プラットフォーム仕様書

-  第一部：「つながる工場」のための情報連携 プラットフォーム —PSLX3活用の手引き— (第1版 2014/11/15)
-  第二部：PSLX3による情報連携プラットフォーム リファレンスモデル (前編) 業務アクティビティ (第1版 2014/11/12)
-  第三部：PSLX3による情報連携プラットフォーム リファレンスモデル (後編) 業務オブジェクト (第1版 2014/11/12)
-  第四部：PSLX3による情報連携プラットフォーム データ通信規約—OASIS PPS標準仕様— (作成中)
-  第五部：PSLX3による情報連携プラットフォーム 業務ソフトウェア実装マニュアル (第1版 2014/11/12)

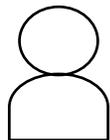
3. PSLX3プラットフォーム

- 
1. IoTと2種類のシステム
 2. リファレンスモデルとは？
 3. PSLX3プラットフォーム
 4. 工場まるごと連携
 5. イニシアチブをとる！

アクティビティの種類

第二種のシステムの最小単位をアクティビティとする

〇〇を□□する。



対象が
ひとの場合

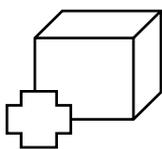
〇〇を□□する。



対象が
情報の場合

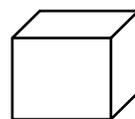
業務
アクティビティ

〇〇を□□する。



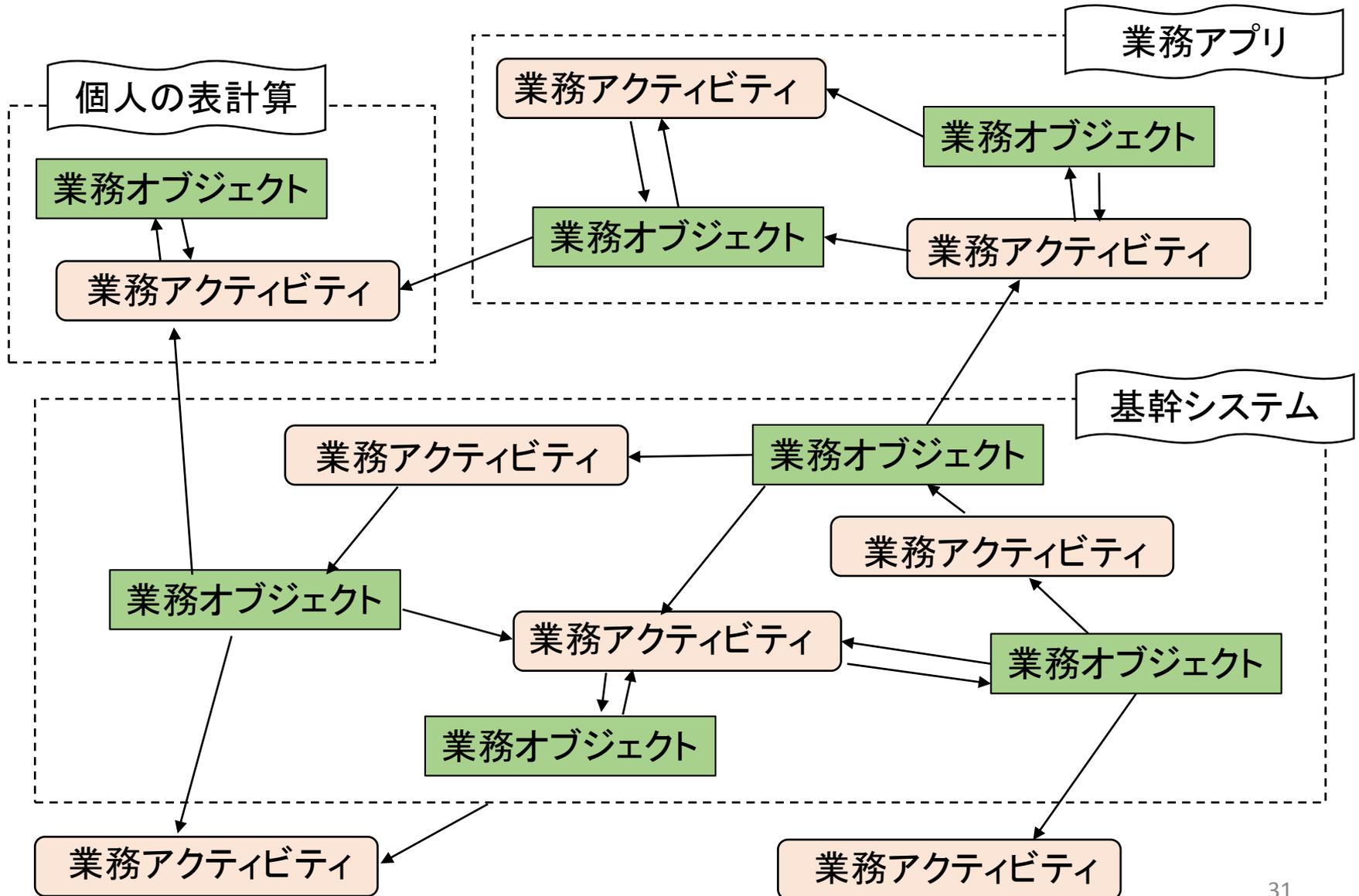
対象が
設備(モノ)の場合

〇〇を□□する。

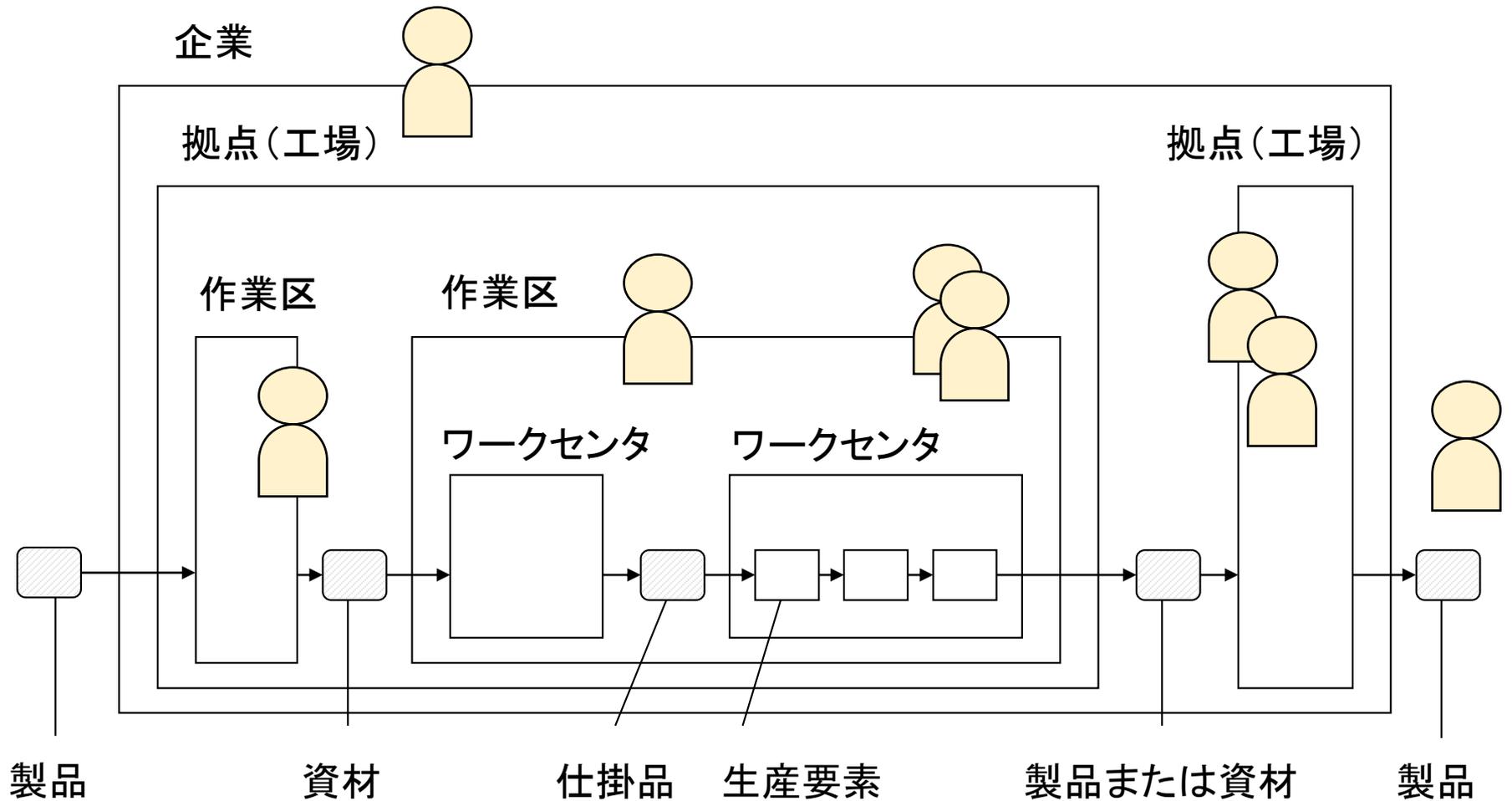


対象が
製品(モノ)の場合

オブジェクト & アクティビティ



資源の階層



業務アクティビティの記述

販売実績の集計

名称	販売実績の集計
概要説明	販売実績を期間、得意先、商品カテゴリなどの軸ごとに集計しレポートする。
開始要件	対象期の実績データがそろっていること
完了要件	要求された集計表データが得られていること
トリガー	月末ある日の準備時

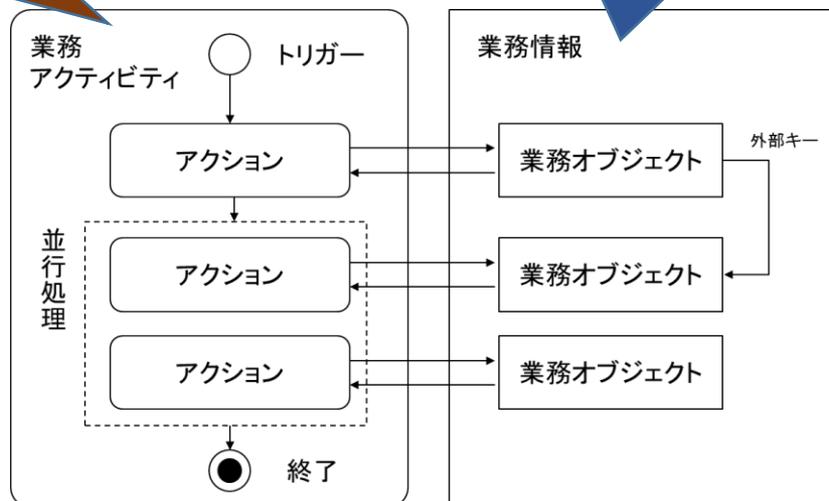
No	アクションの説明	見	製品
1	実績データを取得する	見	
2	集計計算を実行する		
3	集計結果を印刷または登録する	見	

備考:

仕事として分割可能な最小単位
(アウトプットが定義できる単位)

業務の視点

情報の視点



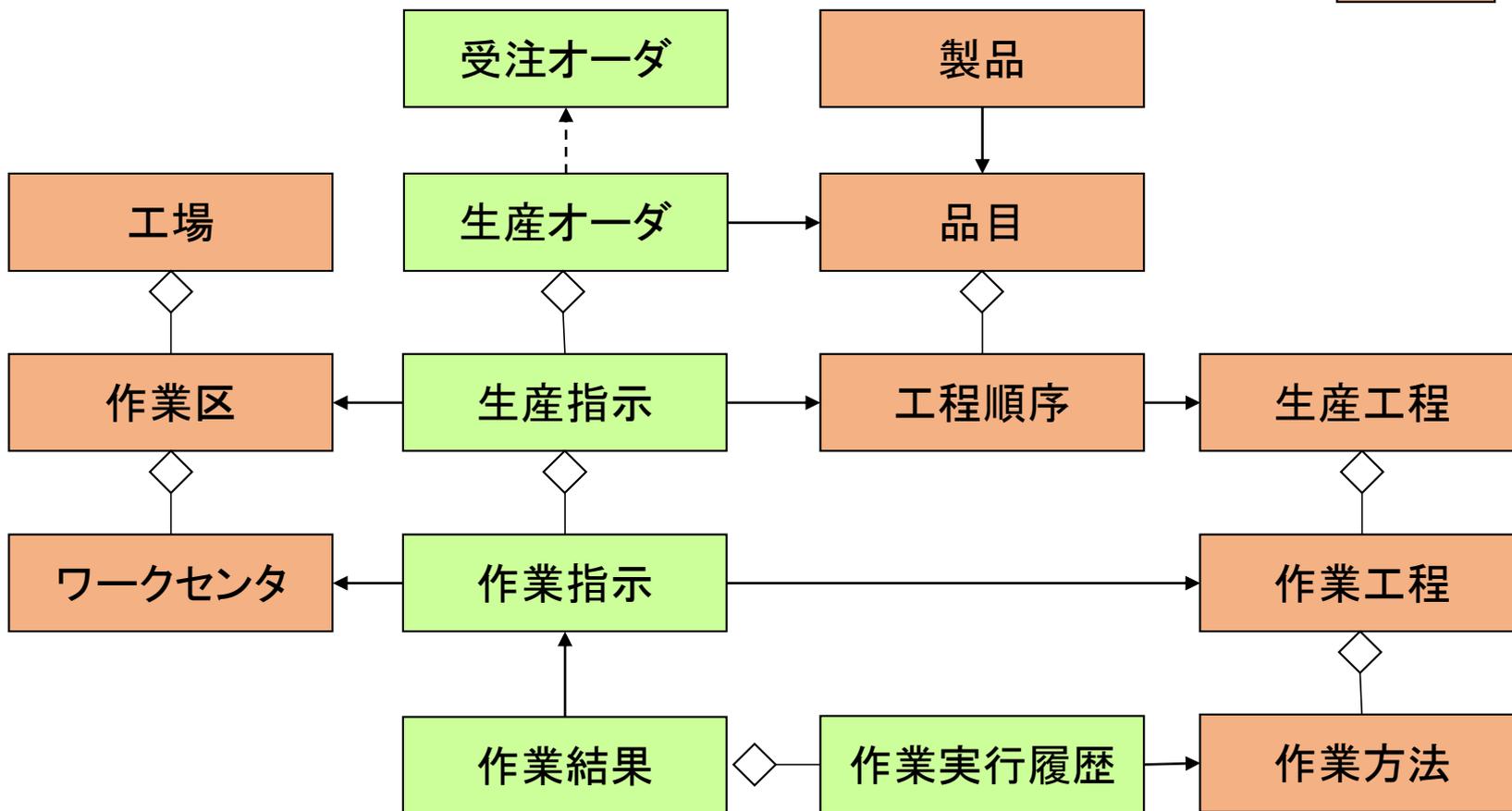
業務アクティビティの例

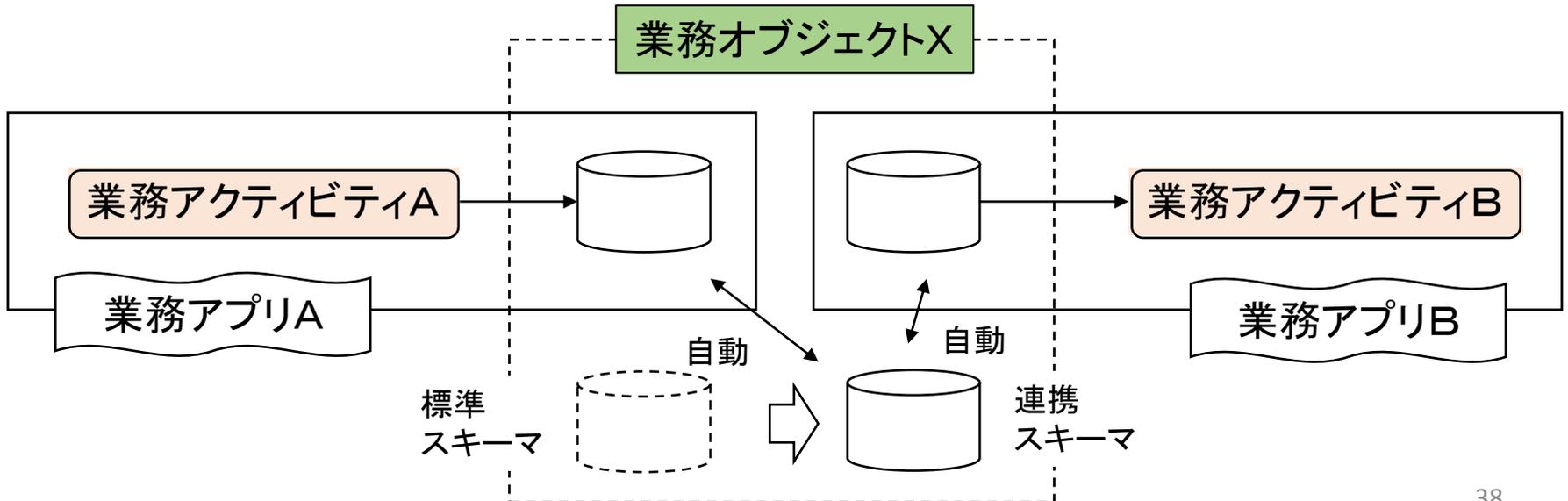
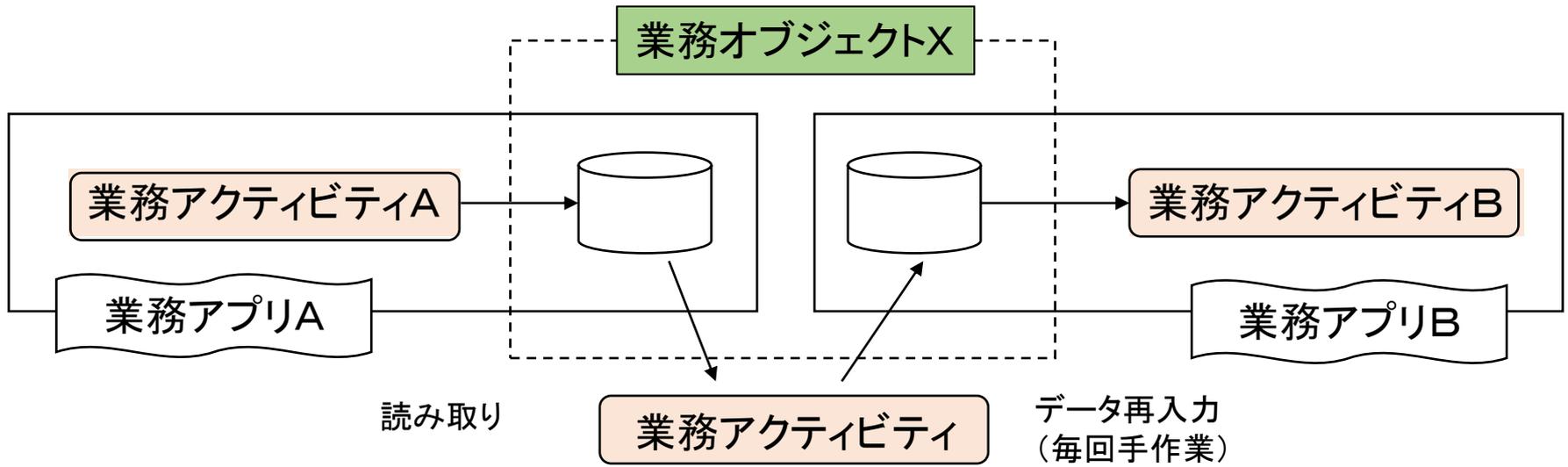
受注製品の開発日程を設定する
投資対効果を製品ファミリ単位で把握する
製品の実際原価を計画する
製品構造、素材、工法などを決定する
製造部品表を作成し管理する
設計部品表と製造部品表を対応付ける
QC工程表を作成し管理する
作業標準の内容を実績ベースに変更する
設計変更を確定し関連部署に通知する
製造上の問題から設計を変更する
製造装置の製品レシピを管理する
オプション部品、オプション工程を定義する
出荷した製品の工程作業履歴を調査する

工程検査結果を生産オーダと関係づける
生産オーダ実績と出荷実績とを関係づける
ロットにIDを設定して管理する
作業者の編成とシフトを管理する
作業工程における作業方法を定義する
類似した作業工程を標準化する
加工条件を記録し再利用する
作業の引き継ぎを容易にする
トラブル時の修復スケジュールを作成する
トラブル原因により対策を立案する
設備の稼働状態を監視する
作業者の作業実績(スキル面)を管理する
作業不良について対策を行なう

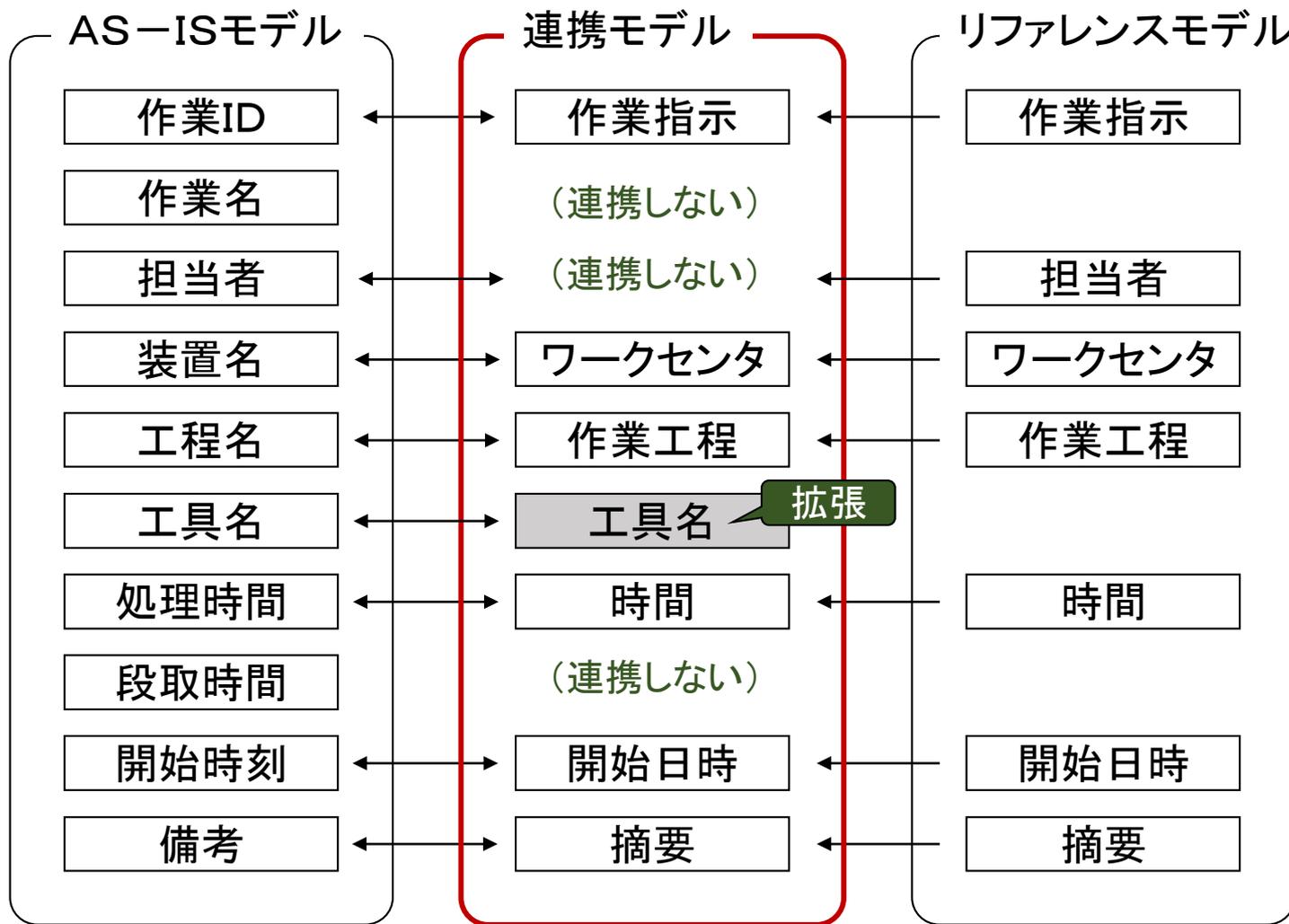
PSLX3業務オブジェクト(その1)

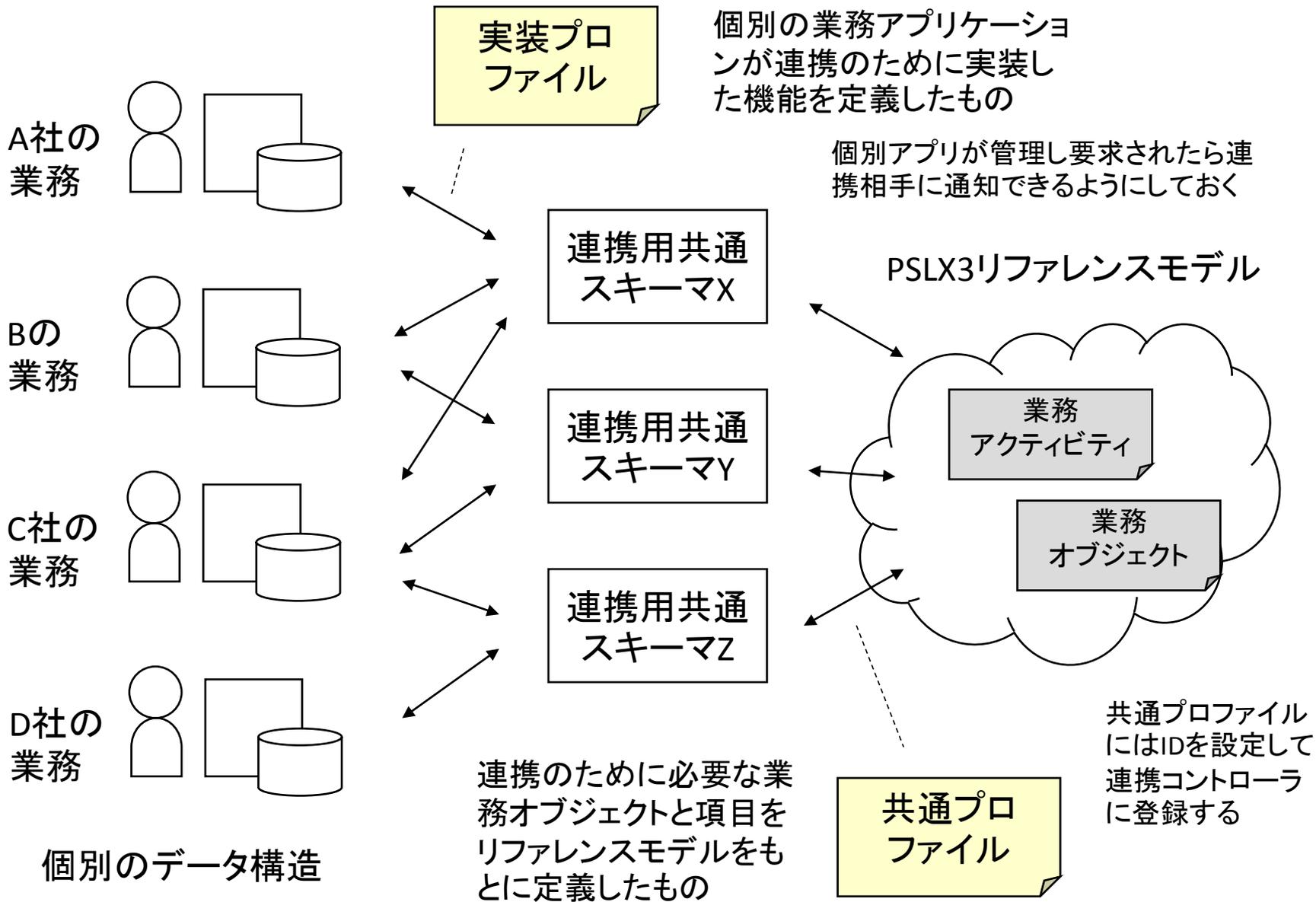
工場の機能階層とオーダー粒度





連携オブジェクトの設定





4. 工場まるごと連携

1. IoTと2種類のシステム
2. リファレンスモデルとは？
3. PSLX3プラットフォーム
4. 工場まるごと連携
5. イニシアチブをとる！



特別企画

～ つながる業務システム ～

第一回:11:40～12:30

第二回:14:40～15:30

工場まるごと連携デモ

PSLX3プラットフォーム上で、
アプソム電機(仮想企業)に
実装された6社の業務ソフト
ウェアが、大連携！！

富士通アドバンスエンジニアリング
ゴール・システム・コンサルティング
構造計画研究所
シムトップス
横河ソリューションサービス
ケー・ティー・システム

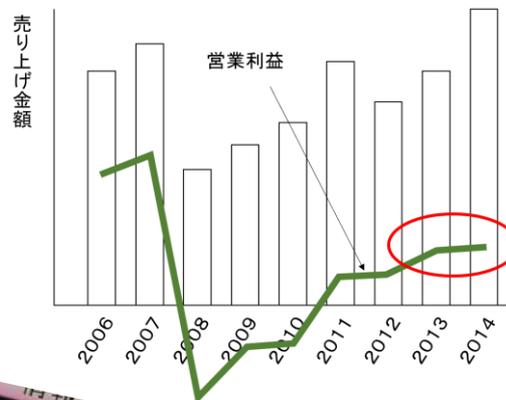
特定非営利活動法人ものづくりAPS推進機構

アプソム電機(株)



新生産革新プログラム2020

(通称:革新2020)

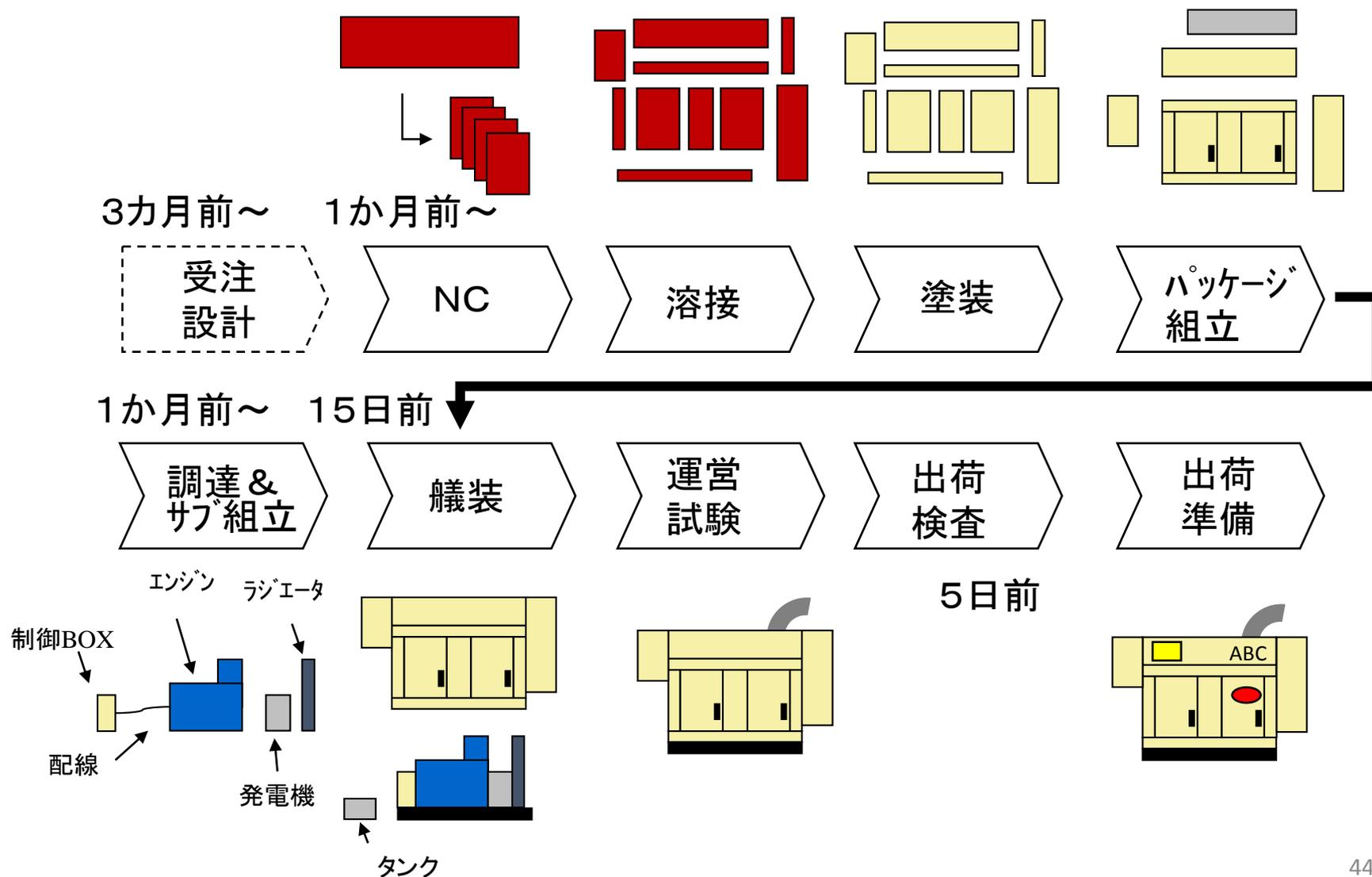


非常用ディーゼル発電機
◆受注設計生産◆

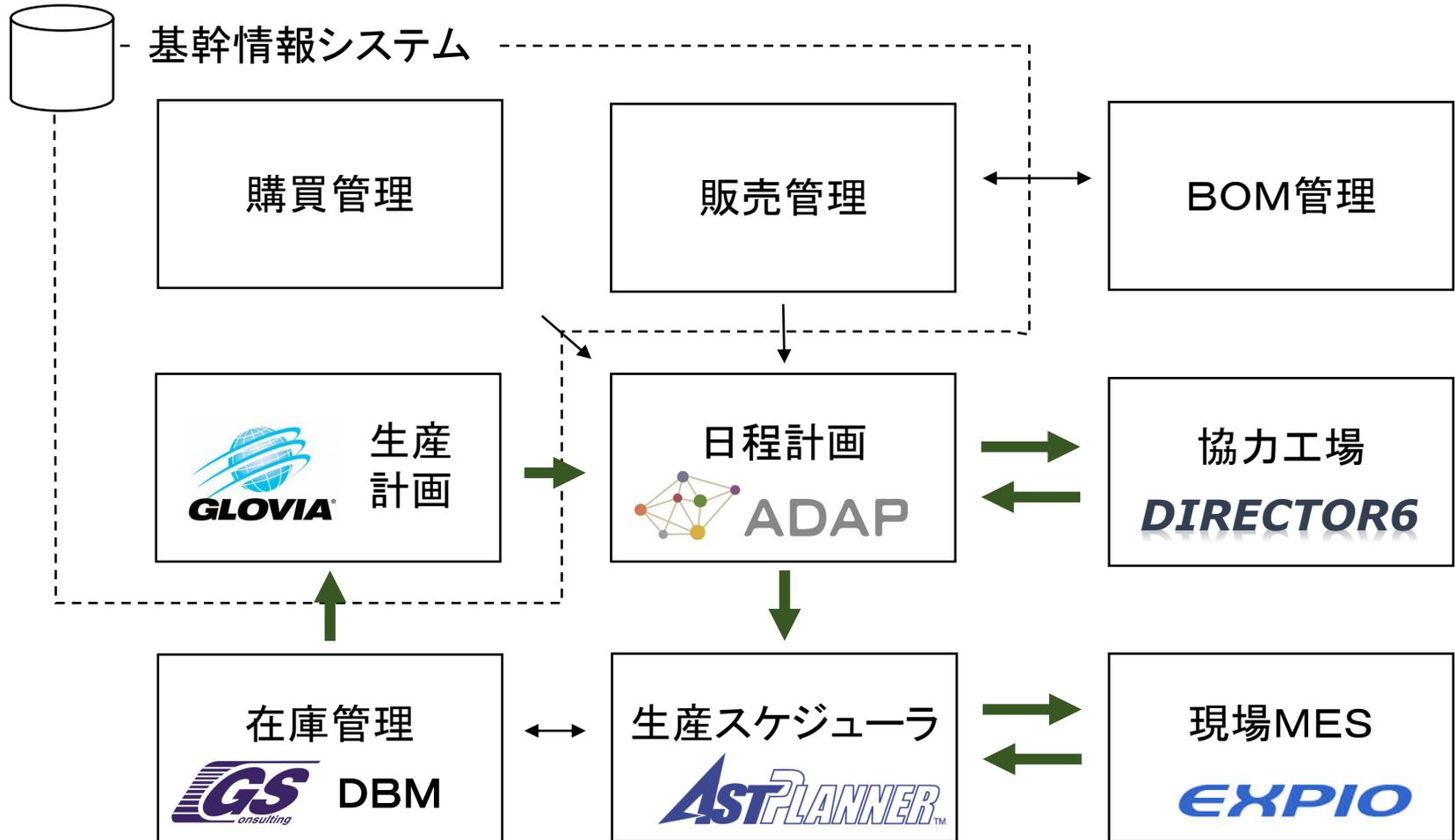


型式	
Z100	Z400
Z200	Z500
Z300	Z900

非常用発電機ができるまで



情報システム構成図



連携シーン(その2)

 構造計画研究所
KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.



ADAP

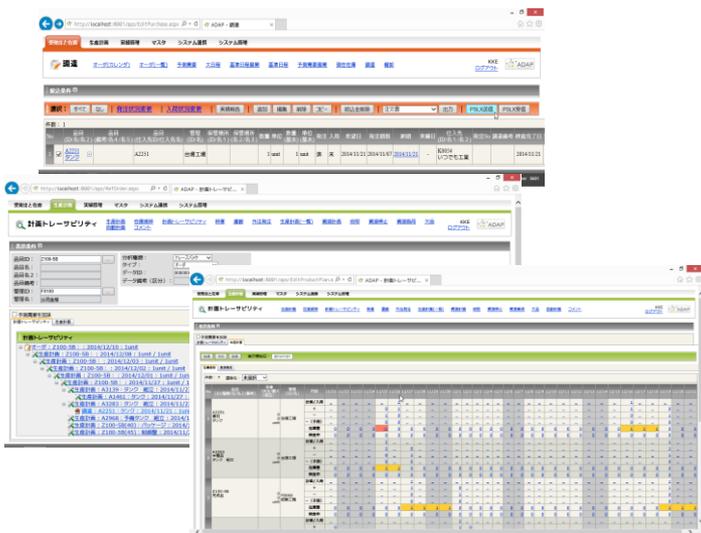
構造計画研究所

DIRECTOR6

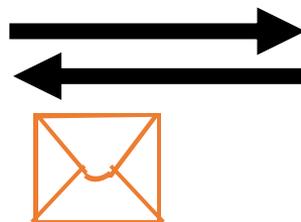


株式会社シムトップス

シムトップス

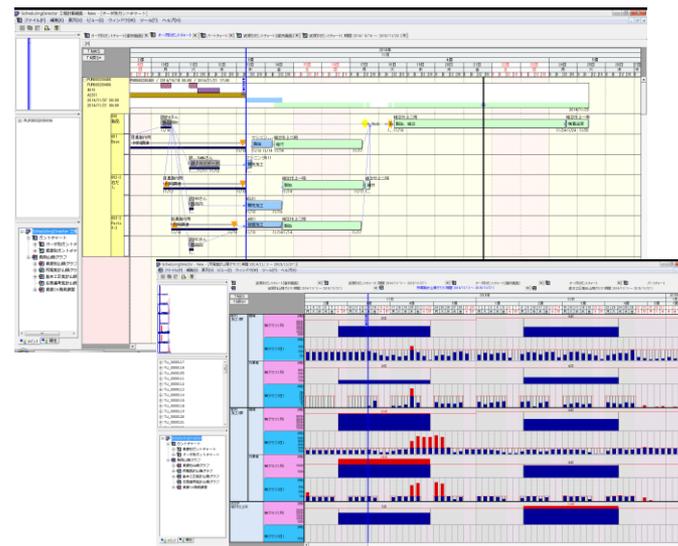


日程管理業務



購買明細
(仕様変更)

購買明細
(納期回答)



工程計画業務

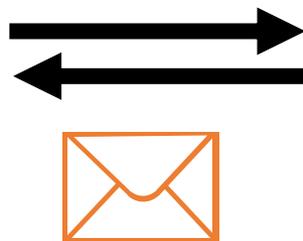
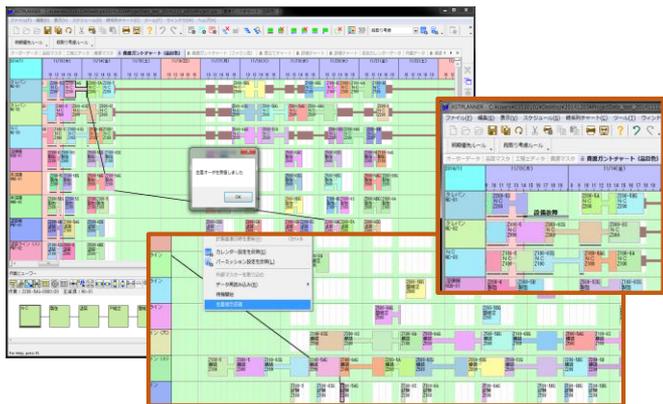
連携シーン(その3)

AST PLANNER™



横河ソリューションサービス

ケー・ティー・システム



生産オーダー

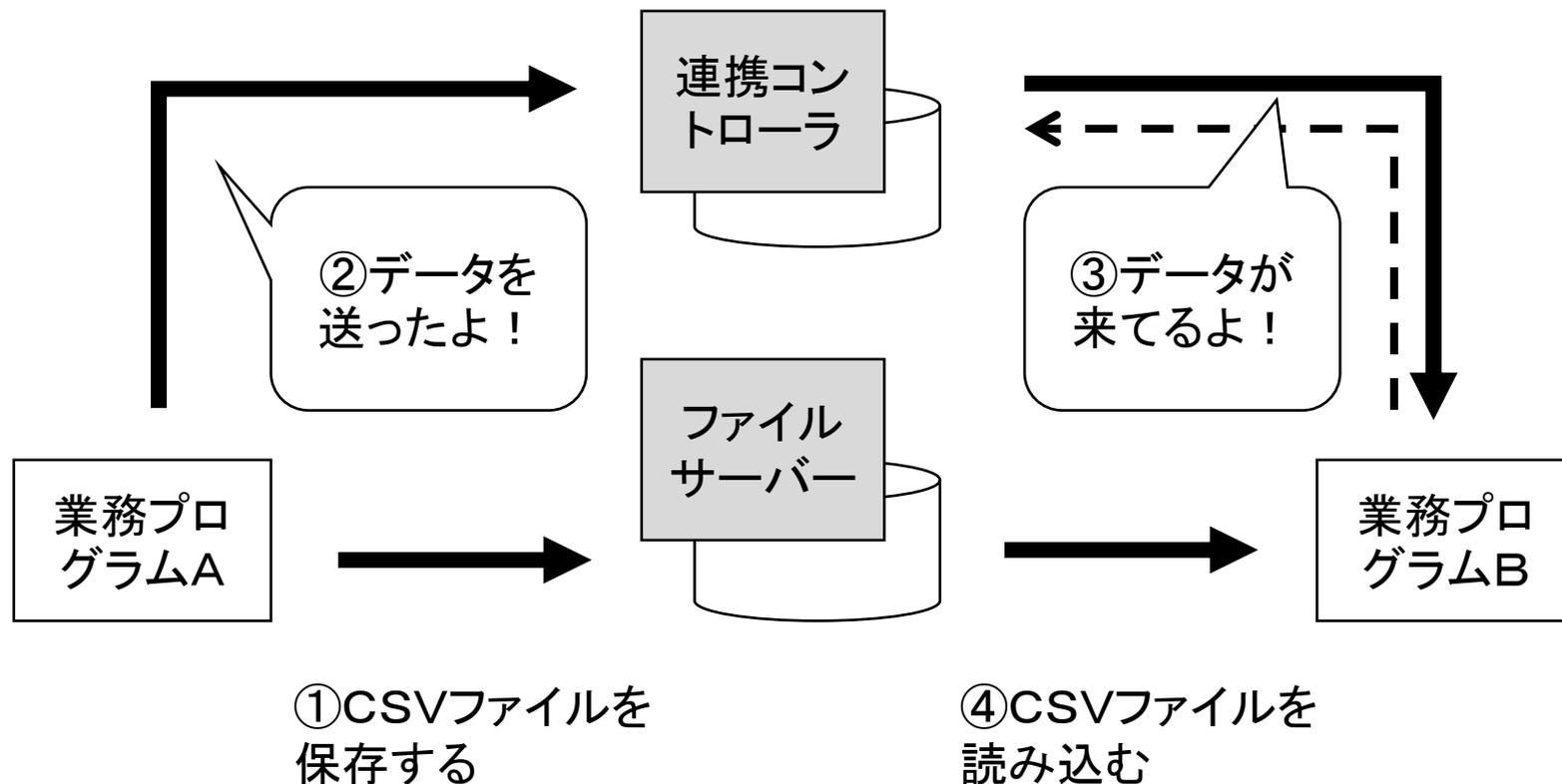
装置状態
(故障)

スケジューリング

指示情報	現在時刻	2014/11/17 11:33
指示情報	最終受信	2014/11/17 11:33
未着手	作業指示	Z100-5SG-0000:20
	生産指示	Z100-5SG-0000
	ワークセンタ	NC-01
	摘要	
連絡事項	品目名	
	着手予定日時	2014/11/04 09:00:00
	完了予定日時	2014/11/04 13:20:00
	予定数量	1

製造実行管理

データ連携のしくみ



トレーサビリティ／セキュリティ／サステナビリティ

5. イニシアチブをとる！

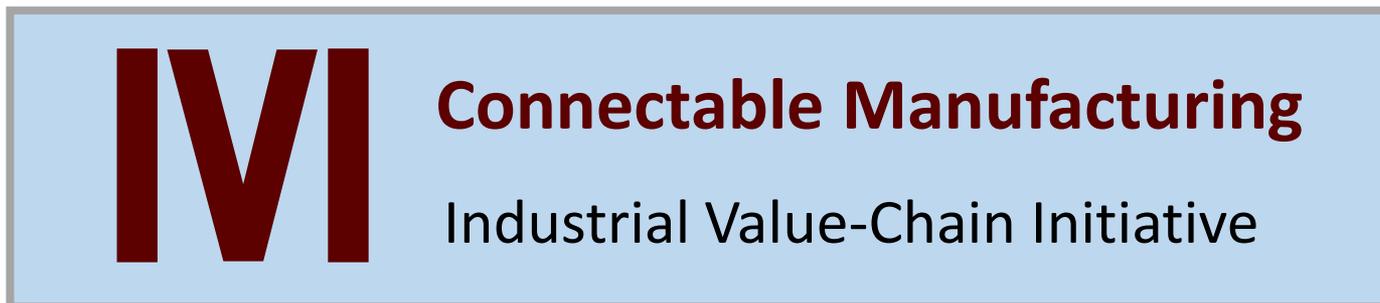
1. IoTと2種類のシステム
2. リファレンスモデルとは？
3. PSLX3プラットフォーム
4. 工場まるごと連携
5. イニシアチブをとる！



Industrial Value-Chain Initiative

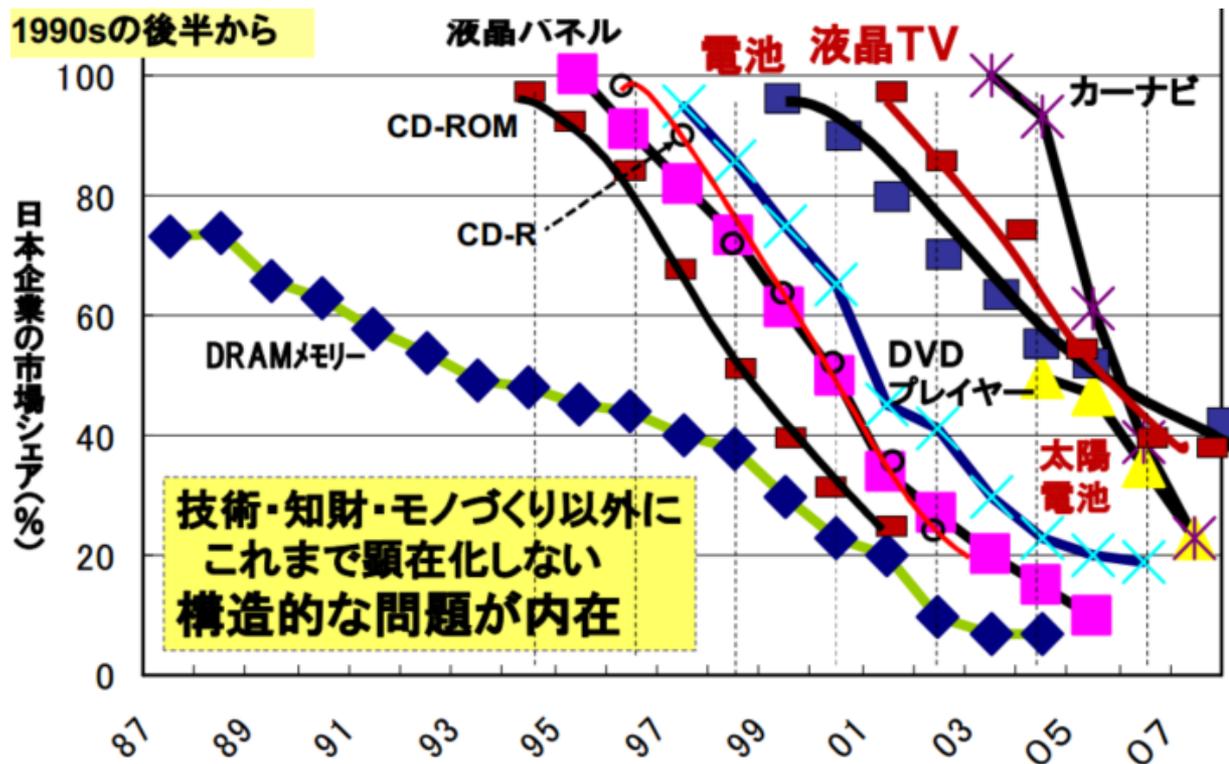


c



企画準備中(2015年発足予定)

オープン&クローズ戦略



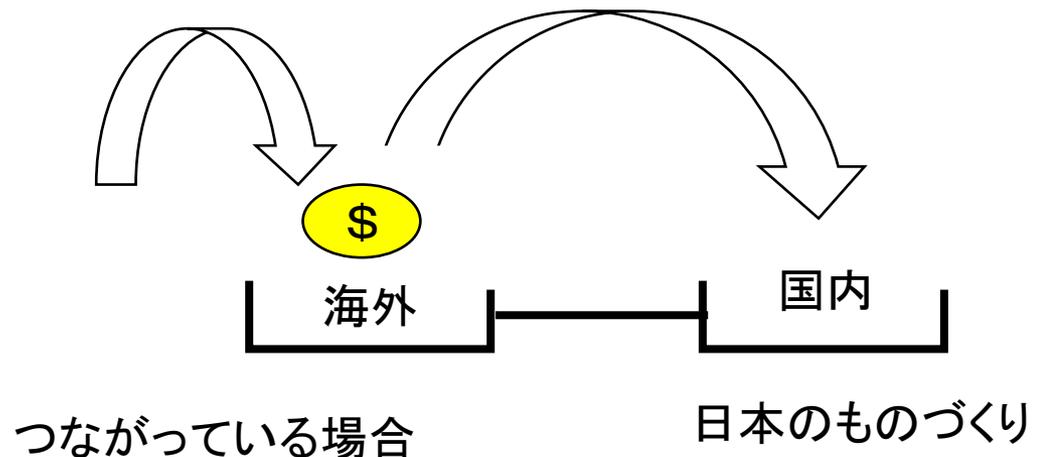
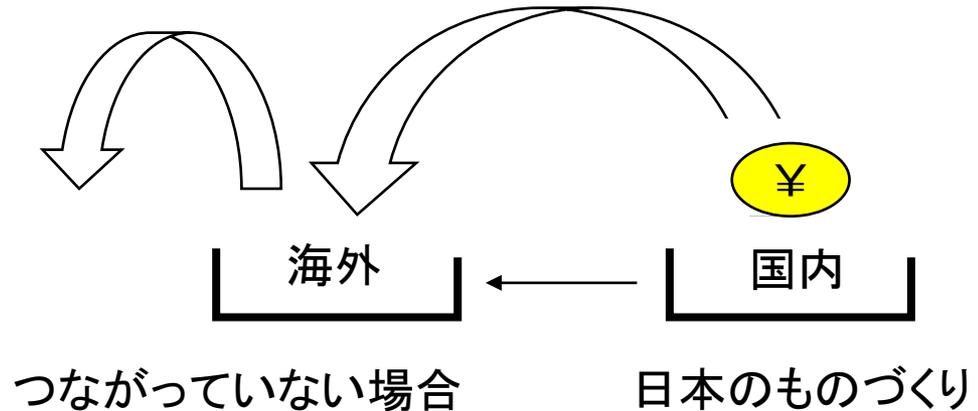
- ◆“のびゆく手”による海外パートナーの抱え込み
 - ◆ネットワーク型、ビジネス・エコシステムの確立
- ⇒日本的ものづくりの拡大(オープン)に合わせてブラックボックスを埋め込む

知財戦略と“のびゆく手”

高度な日本のものづくりは
いずれ海外に流出する！

ならば

海外でのものづくりで得ら
れる付加価値を日本国内
に還元するしくみをつくれ
ばよい！



我が国の強みとは・・・

✓現場の人が主体的に改善のアイデアを出しながら継続的に品質を向上させていく現場力

- 設計の現場と製造の現場が一体となった組織づくり
- 現場・現物・現実を重視し想定外から常に学ぶ姿勢

生産ライン、生産設備は自分たちの手で作る

✓部品や資材調達先となる企業との間での長期的視野に立った協力関係と柔軟な企業連携

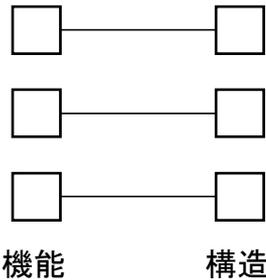
- 設計時点から品質、コスト、工法などを一体で開発
- 情報開示、リスク共有、権限移譲によるスピード経営

異なる企業間でも仮想企業体としての一体感

“すり合わせ”という強みの検証

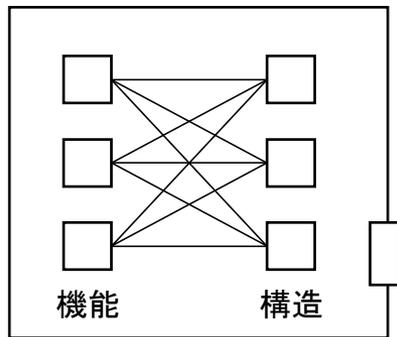
製品アーキテクチャとして

モジュール型



部品／構成品としての
ビジネス展開
にて優位

すりあわせ型

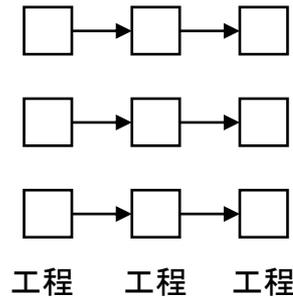


製品としての
ビジネス展開
に優位

インタ
フェース インタ
フェース

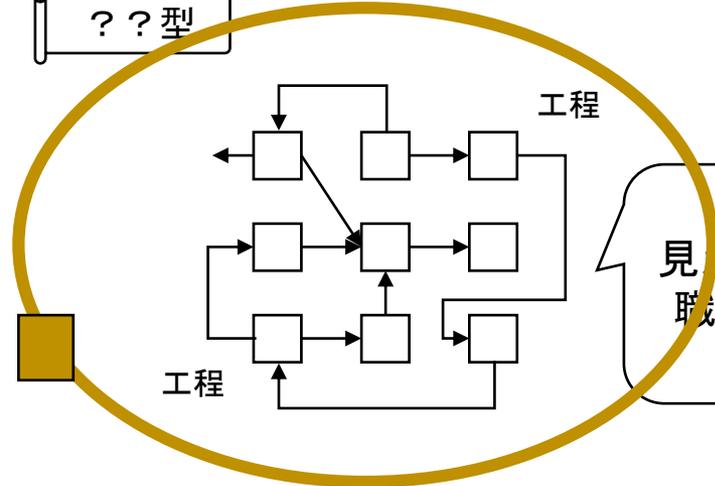
生産システム(製造業)
アーキテクチャとして

モジュール型



社内、工場内
の効率化、見
える化に貢献

??型



見えない化
職人技?

“すり合わせ”とモジュール化の統合

すり合わせ型の
製品構造

➡ ライフサイクル型の構造

すり合わせ型の
生産工程

➡ 自律分散型の生産組織

すり合わせ型の
開発プロセス

➡ 目標＋課題解決型サイクル

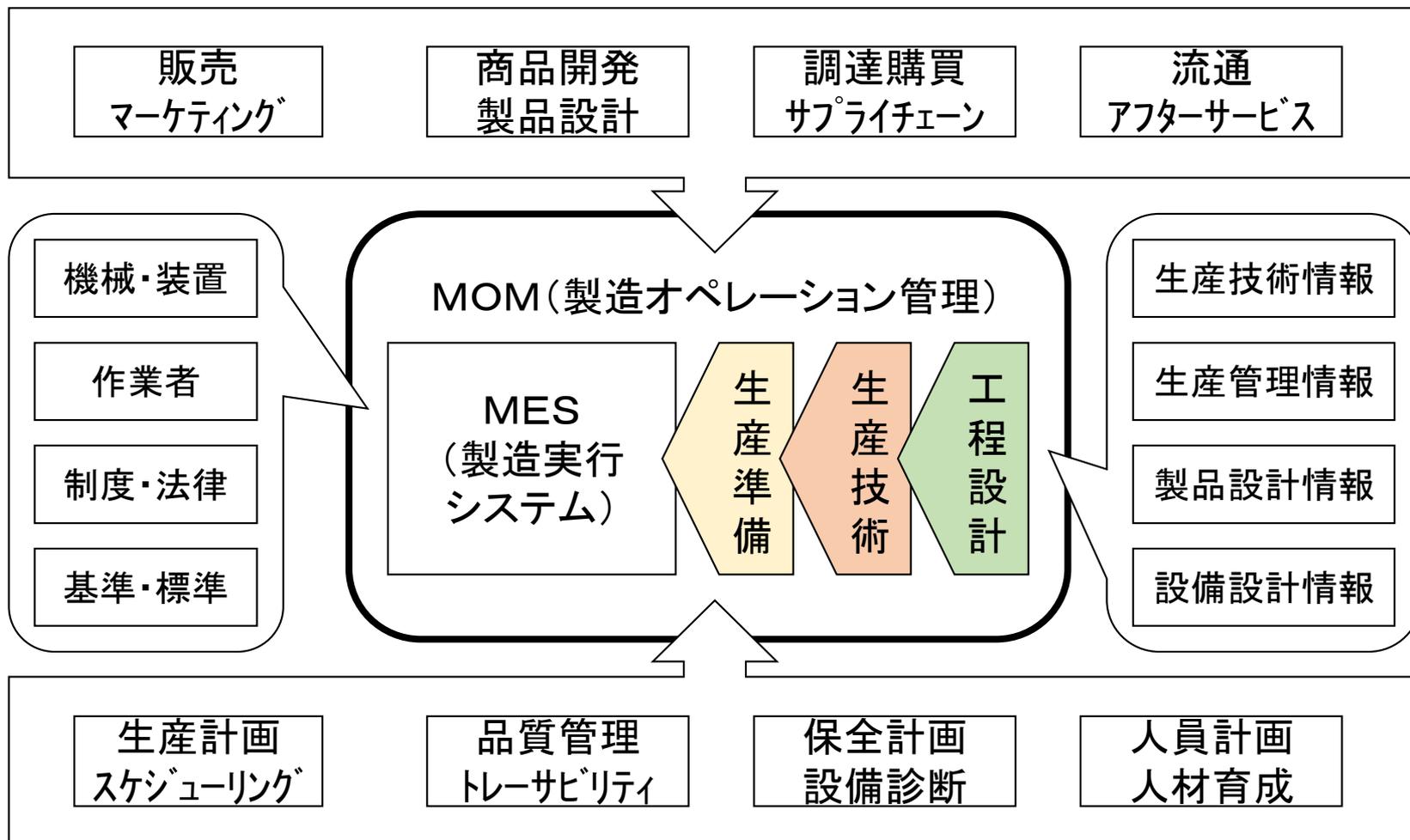
擦り合わせ型

引き算・割り算型

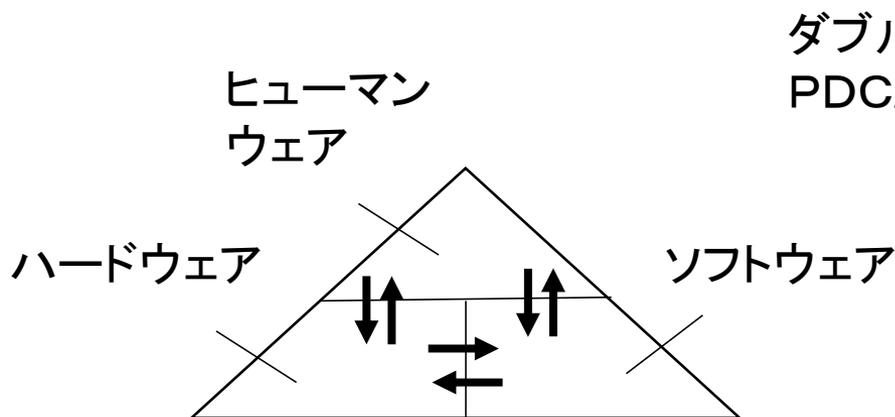
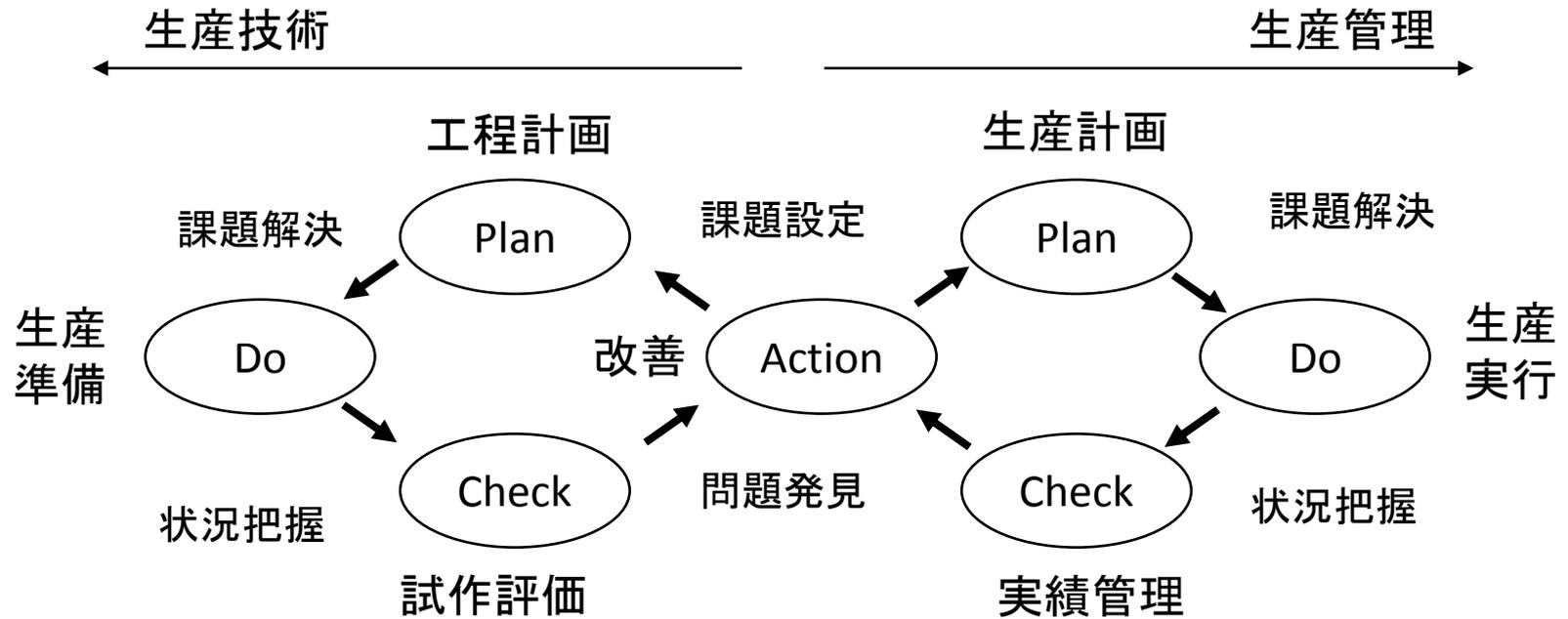
モジュール型

足し算・掛け算型

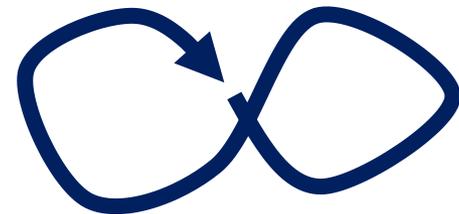
日本的な製造現場の参照モデル



ダブルループPDCA



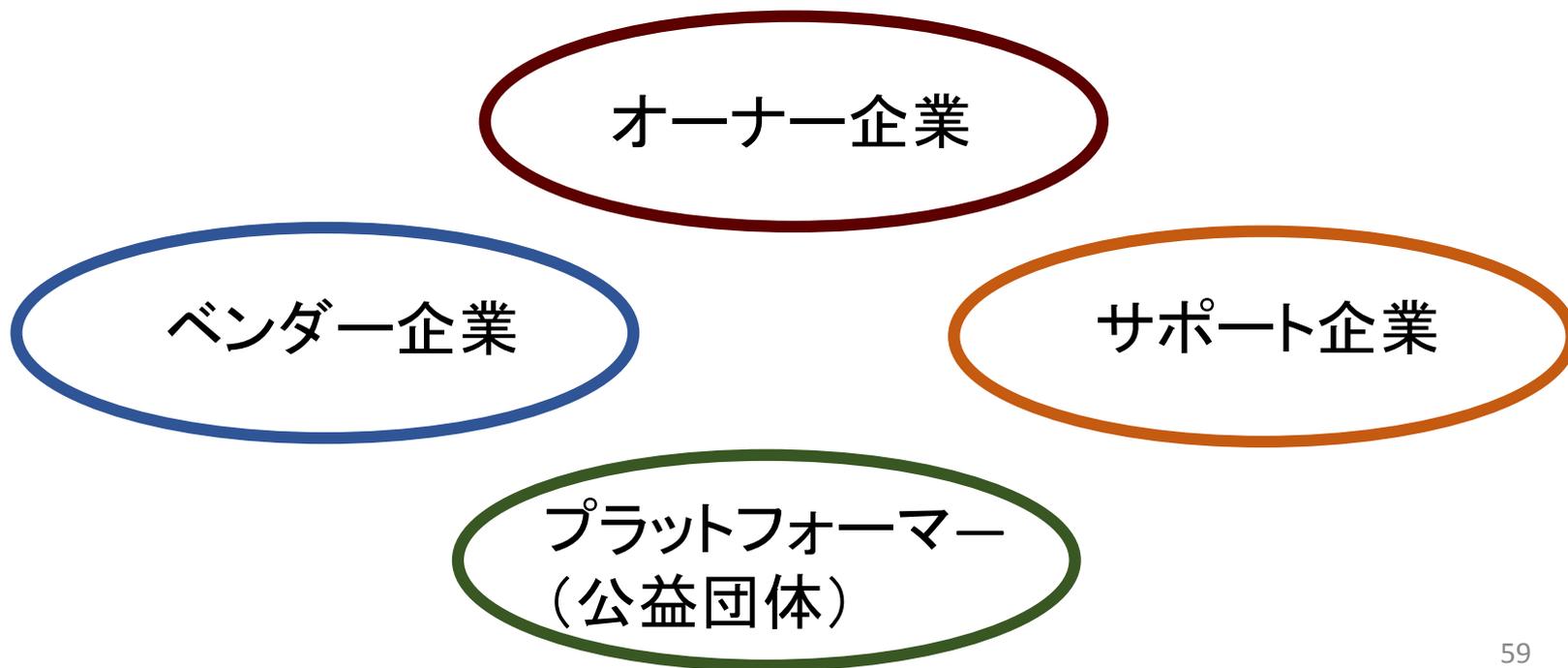
ダブルループ
PDCA



製品を作るループ、
製品を作るしくみを作るループ

技術ロードマップ（開発案件）

1. リファレンスモデルの拡充（標準仕様）
2. 現場情報ステーション（FA管理機器）
3. データ連携コントローラ（クラウドシステム）



問題の整理

◆いままでもすでに問題であったこと

グローバルオペレーション、知財管理と技術移転、国内労働人口(空洞化)、エネルギー問題

◆要求レベルによって問題となること

サービス化対応、ICTの戦略的活用、イノベーティブ製品不足、劇短ライフサイクル対応

◆今後おおきな問題となりそうなこと

ICT活用エコシステムへの乗り遅れ、標準化戦略ミスによる利益率低下、日本的なものづくりの衰退化

プラットフォームの要件

人(ヒューマンウェア)の要素を組み込んだシステムとすることで、

- (1) システムを固定化することを避ける
- (2) 例外的な事象への対応を可能とする
- (3) 擦り合わせ的な付加価値を奨励する

特徴1:

工程設計、生産技術、生産準備といった生産のためのしくみ作りに着目し、

- (1) エンジニアリングチェーンとサプライチェーンの統合を図る
- (2) 生産ライン、生産設備、治工具のライフサイクルを管理する
- (3) 製品ライフサイクルの短期化や受注設計生産にフォーカスする

特徴2:

技術的な視点のみに偏らず、工場が儲かるしくみを追及するために

- (1) 標準原価、実際原価、期間損益の考え方を再考する
- (2) KPI等の評価指標と計画や実績との対応関係を明らかにする
- (3) ノウハウや知財保護とオープン化の境界を明確にする

特徴3:

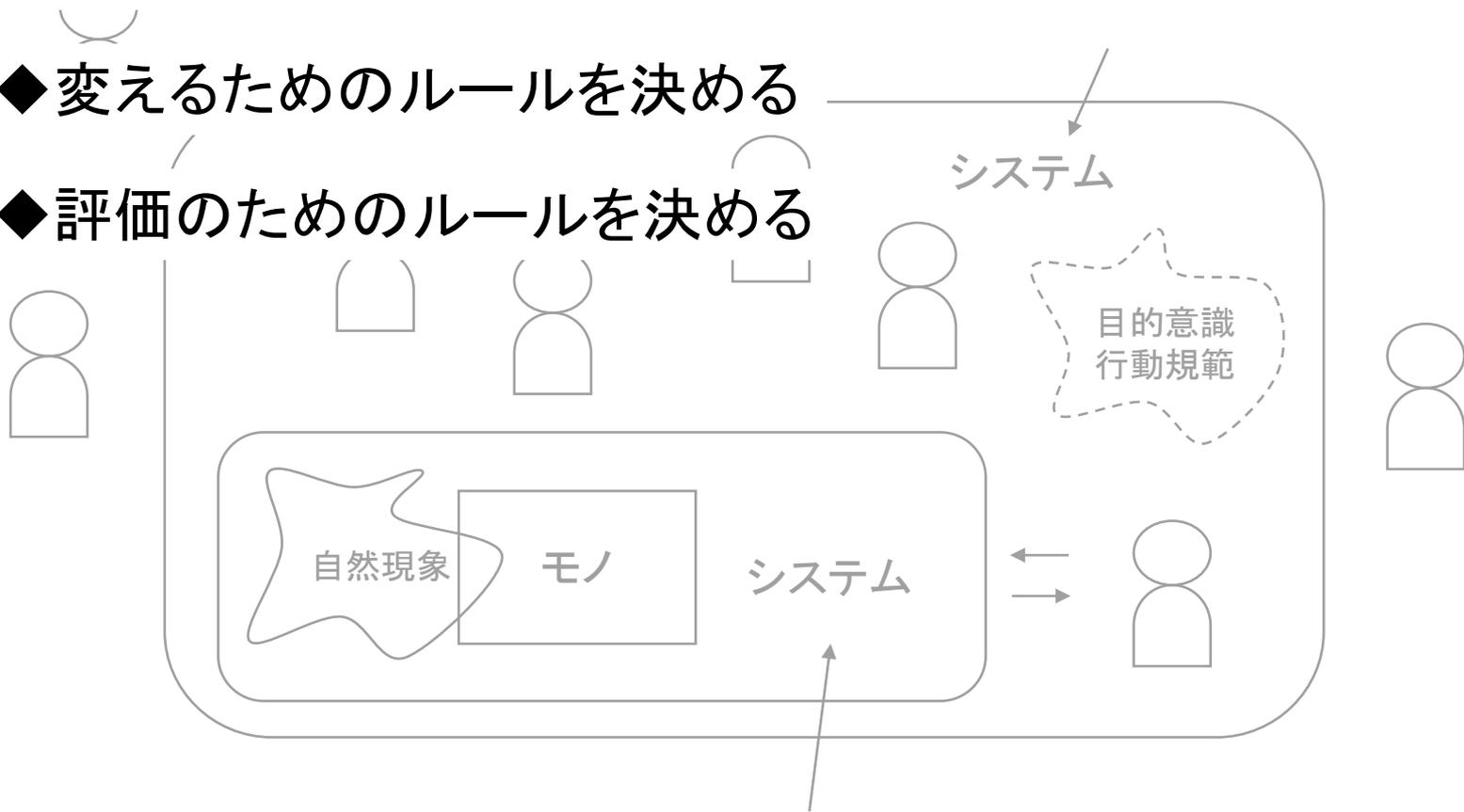
標準化で何を決めるのか？

◆決めるためのルールを決める

◆変えるためのルールを決める

◆評価のためのルールを決める

第二種のシステム(経営システム)



第一種のシステム(人工物システム)

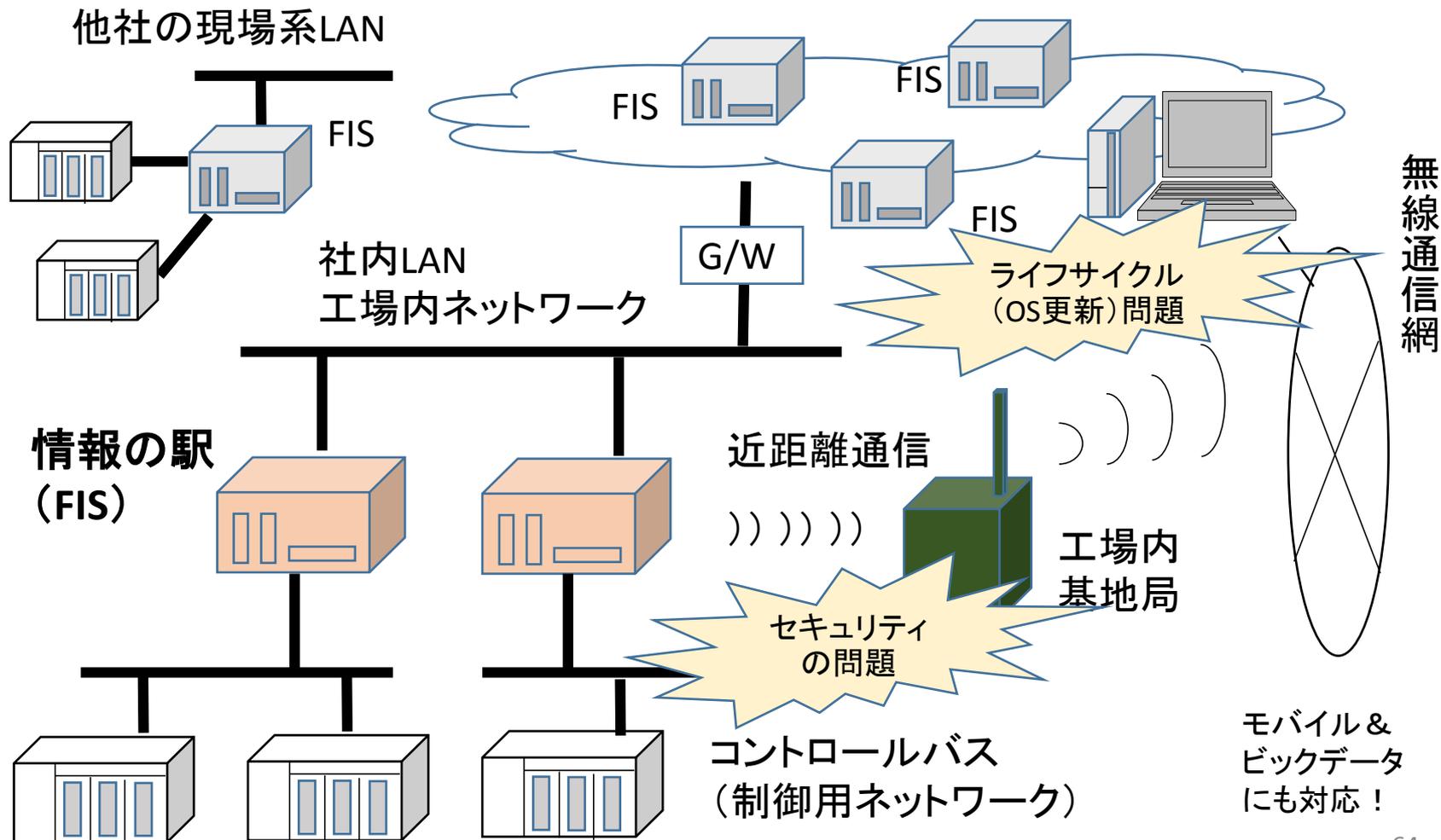
標準化のスタンス

- やみくもにデジュール標準を追わない
- 「あるべき姿」よりも「できる姿」を優先する
- 自己満足に陥らず仲間づくりを優先する
- いちど決まっても必要なら柔軟に変更する
- 異分野、異なる技術レイヤをまたいでつなぐ
- 少数意見の尊重、ロジカルな議論展開
- 標準は個人や企業ではなく社会的利益のため
- 国内で閉じずに当初からグローバルに展開

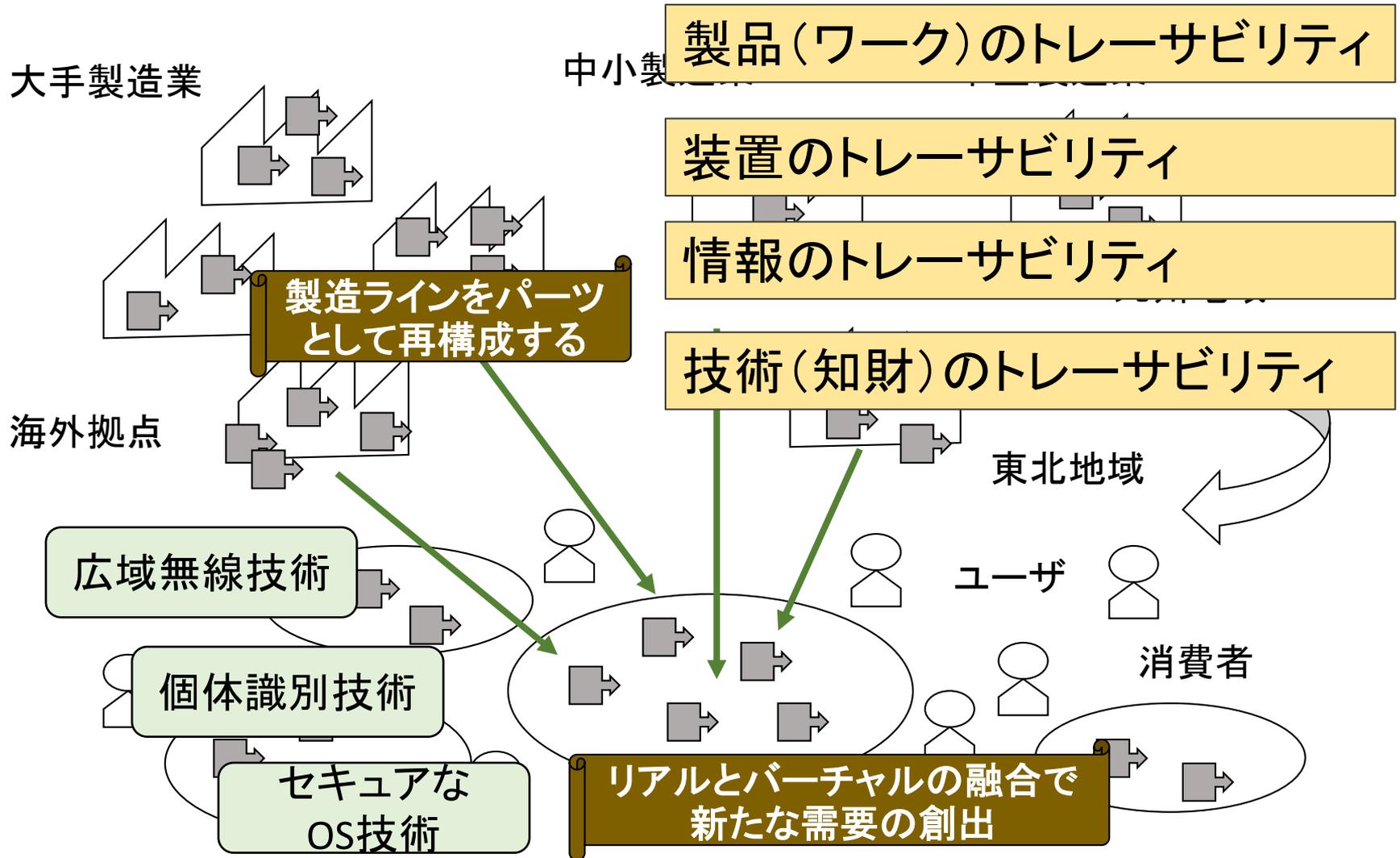
現場情報ステーション(情報の駅)

Field Information Station (FIS)

インターネット(クラウド)

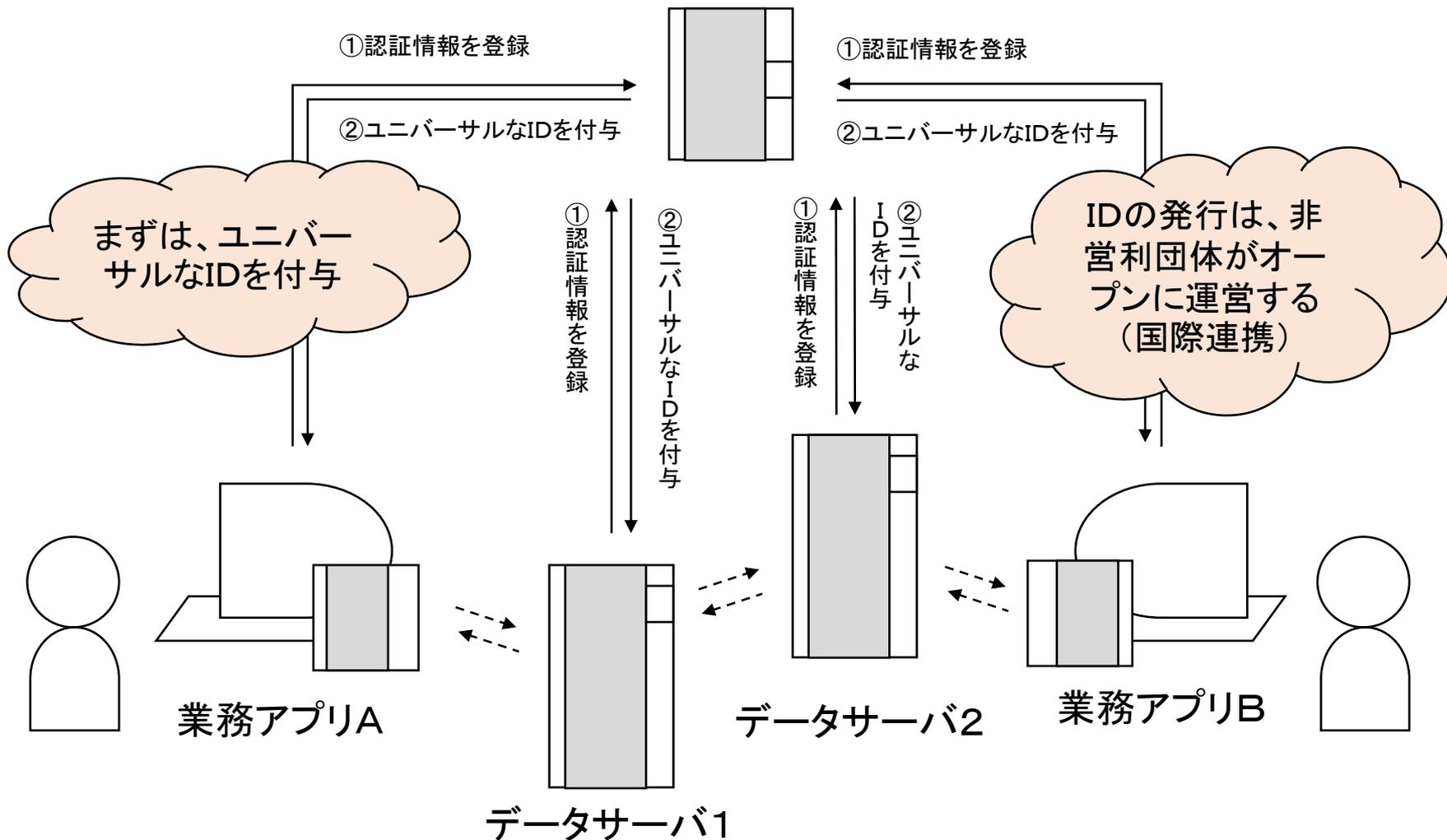


つなげることが付加価値を生む！

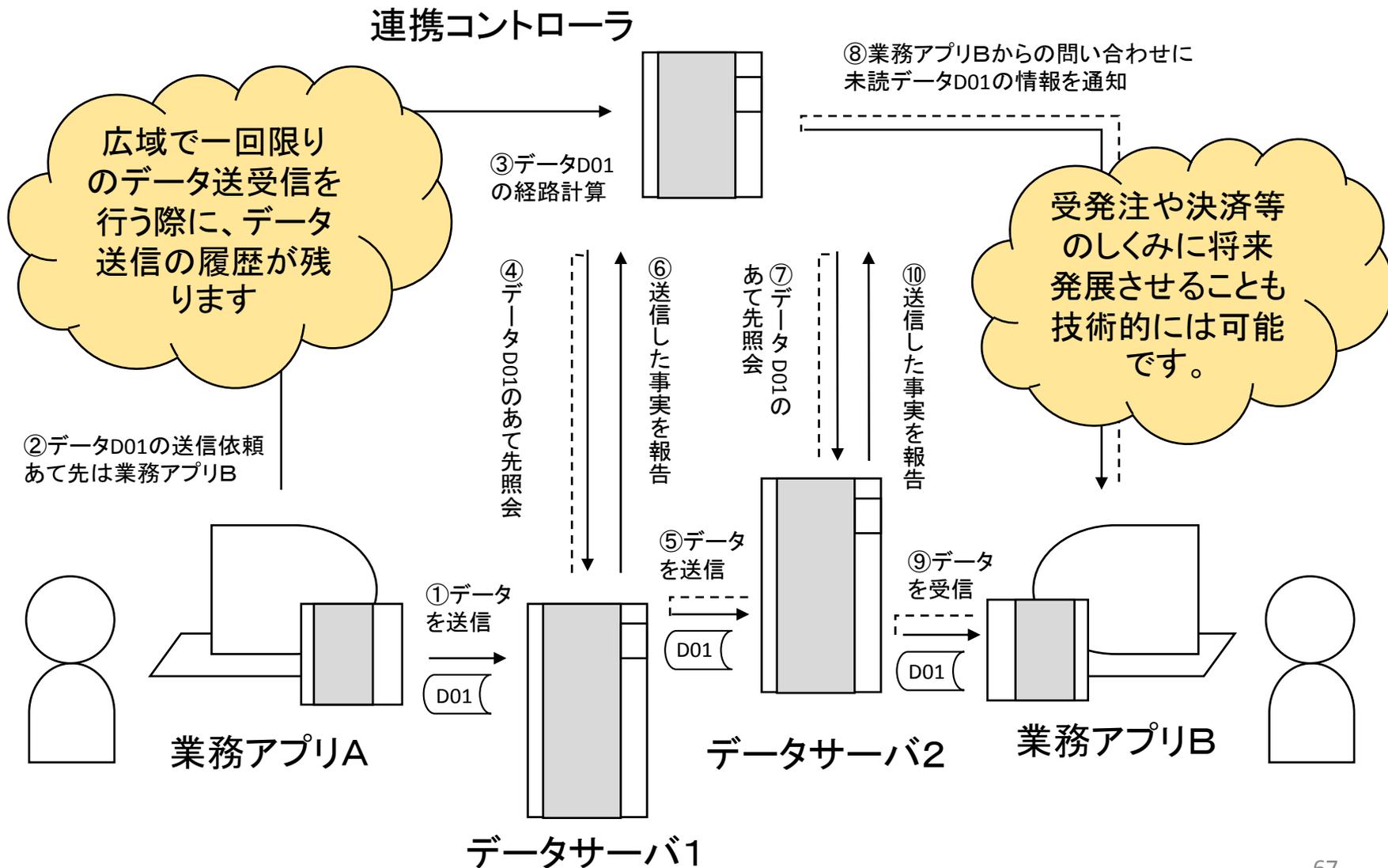


トレーサビリティのしくみ

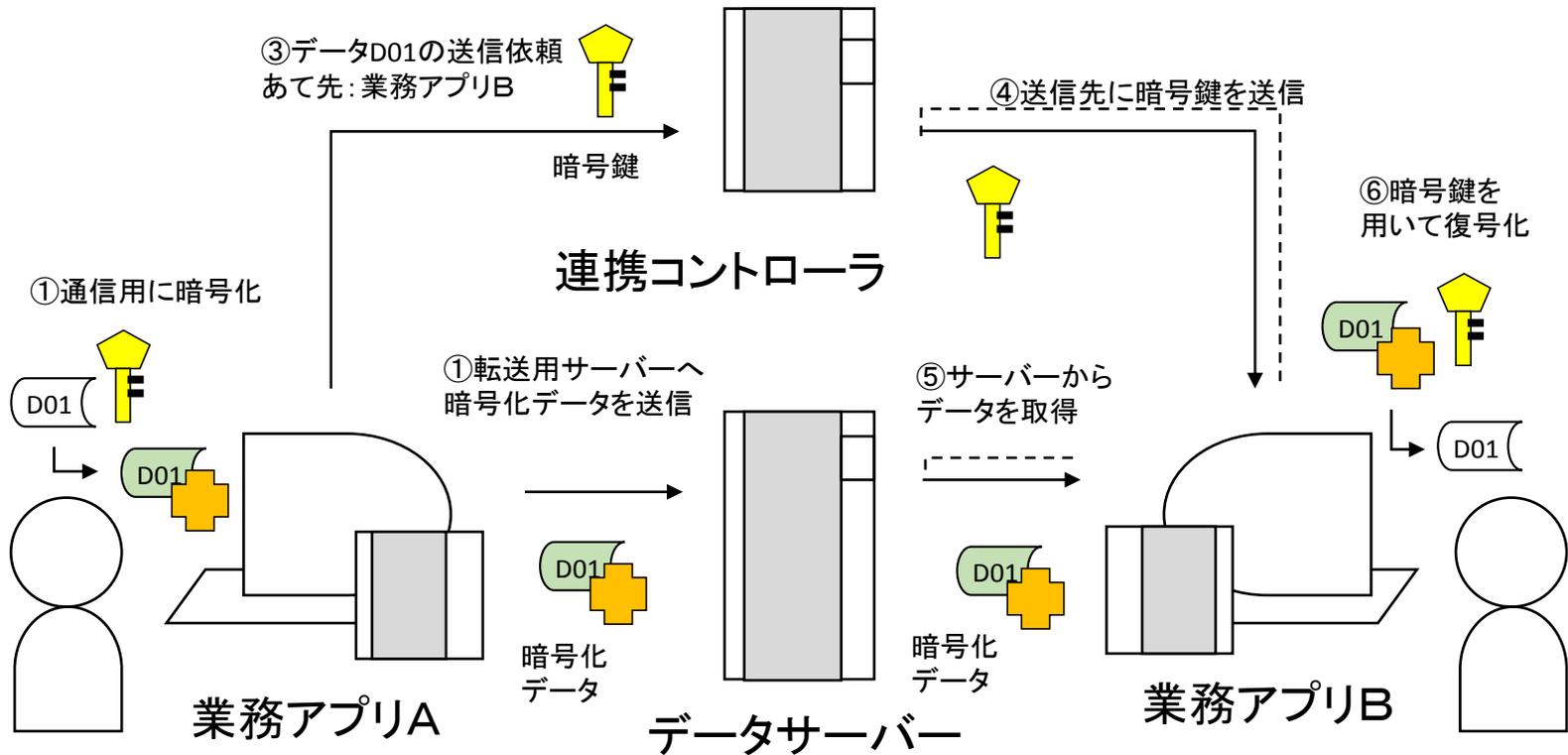
連携コントローラ



トレーサビリティのしくみ

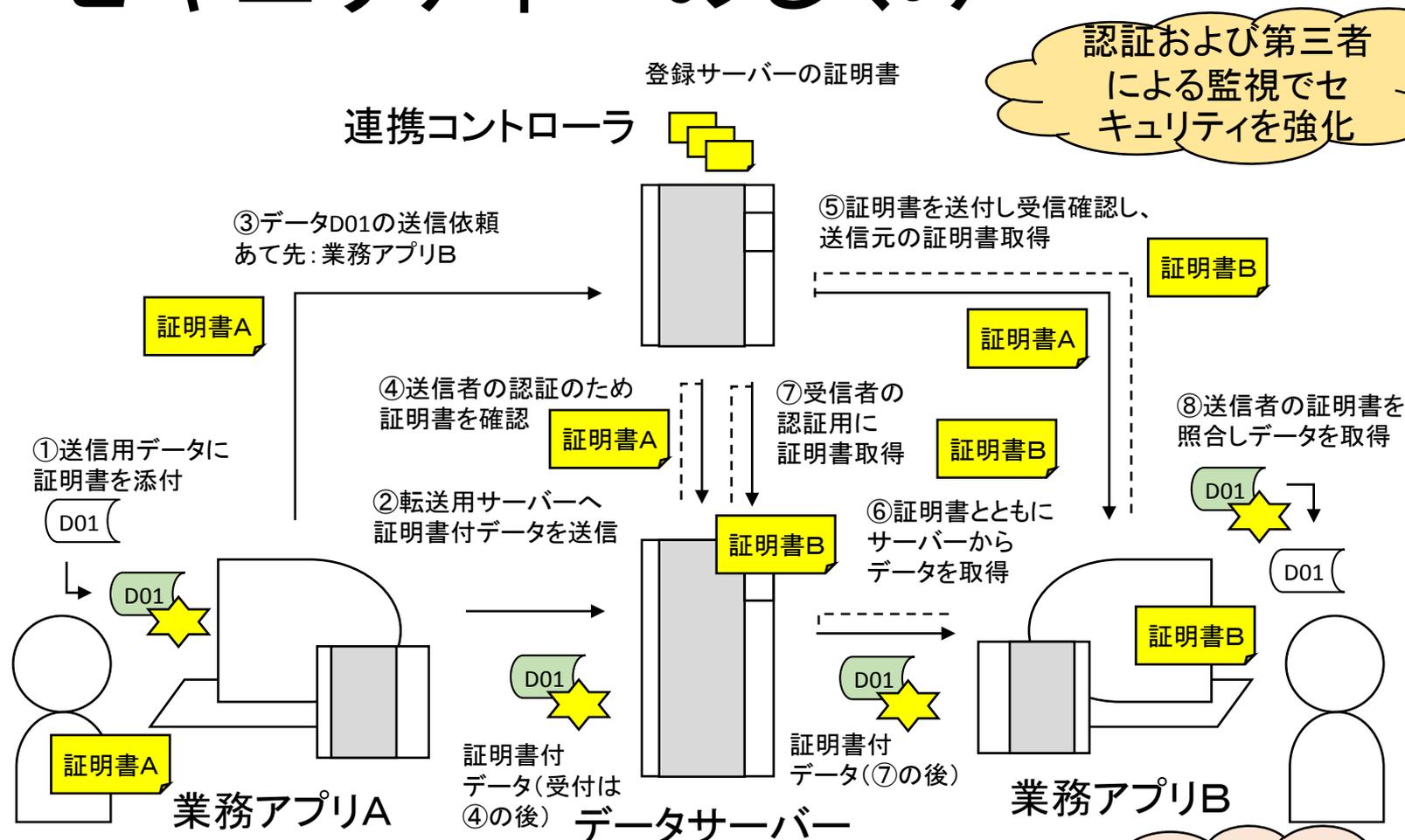


セキュリティのしくみ



暗号化は、すべて既存技術で対応。

セキュリティのしくみ



実証実験WP(ワークPKG)

WP1: 移動するBCP工場

国内の工場は、大規模災害等に備えて、地域を超えて生産能力をフレキシブルに移管することが可能とし、常に生産が継続できる状況にする必要があります。

WP2: スケーラブル工場

Maker'sムーブメントに代表されるように、ベンチャー企業などによるイノベータータイプな製品は、少量の生産からスタートでき、爆発的に生産数が増えます。

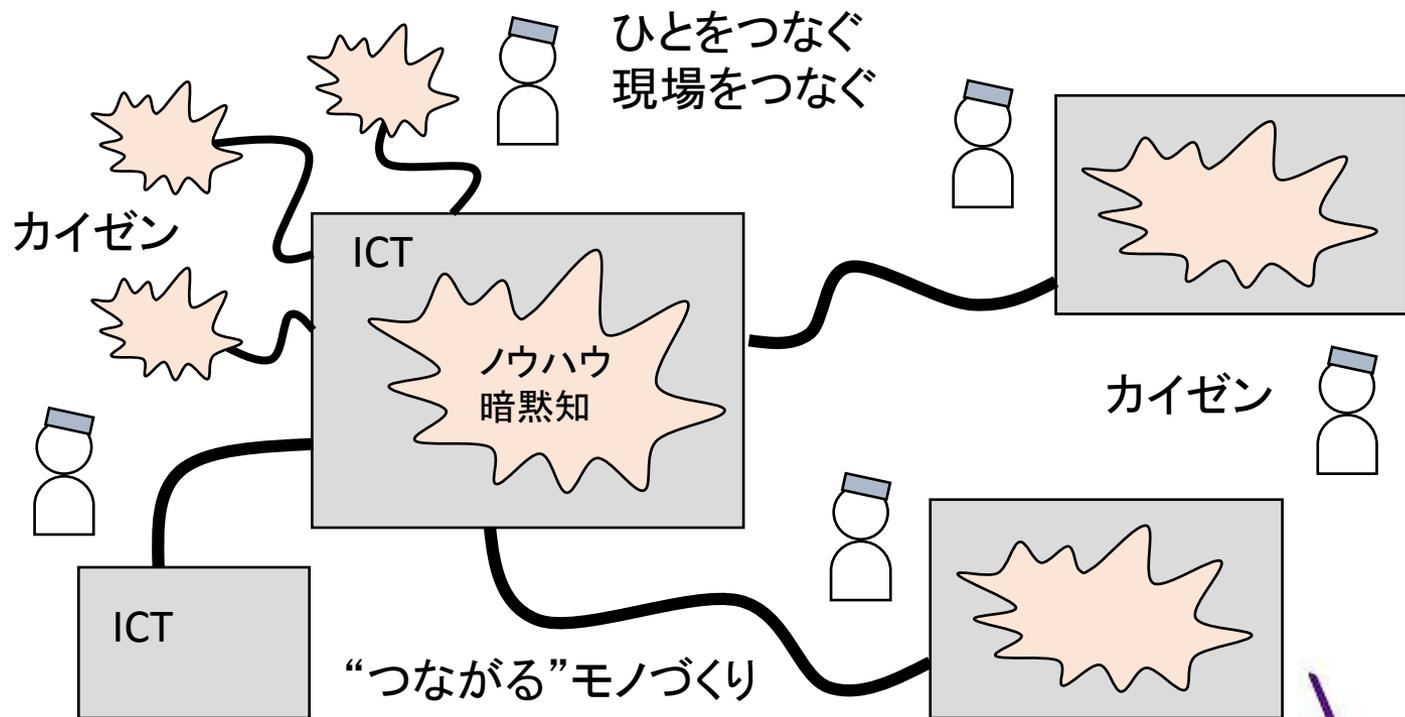
WP3: 工場集約保全センタ

IoTが発展し、特に海外工場の設備や生産ラインのメンテナンスが、ICTを活用して、遠隔での対応が可能となってきました。特に異機種、異なる企業を統合した新しい“つながる工場”が誕生しつつあります。

アプローチの特徴(差別化)

1. 企業単独→複数企業によるエコシステム
 2. M2M+ひとの要素(カイゼン)
 3. 業務と情報のリファレンスモデルを扱う
 4. 生産技術と設備情報の関係にフォーカス
 5. オープン&クローズ戦略を内包
- ✓品質と原価を真正面から扱う(データは隠ぺい)
 - ✓進化、変化を常としたしくみを大前提とする。
 - ✓高度なITは使わない(枯れた技術を駆使する)
 - ✓ネットワークのインフラ、通信インフラとしてのICT

ノウハウ(暗黙知)をICTでつなぐ



ロボットの中には
人があるのだ!

シンクロ率が低い
と起動しないよ!



おわりに

生産システム部門講演会2015 —わが国の“稼ぐ力”と生産システムの役割り—

日時:2015年3月16日(月)

場所:慶應義塾大学 独立館(日吉キャンパス)

特別講演

- ①「グローバル市場の競争ルールを事前設計する時代 ～工場システムの新たな勝ちパターン形成に向けて～」 講師:小川紘一(東京大学)
- ②「ボーダレスなモノづくりのためのIoT基盤技術とその国際展開(仮題)」 講師:楠和浩(三菱電機)

特別企画

「製造オペレーション管理の国際規格ISA-95徹底研究」IEC65EJWG5国内委員会ISA95日本語解説書作成グループ(参加者に日本語解説書冊子を無償進呈します。「製造オペレーションマネジメント入門～ISA-95が製造業を変える(約50頁)」)

「つながる工場」研究分科会 特別セッション企画(講演者緊急募集!)

第二部

討論会

テーマ：日本として、なにをどうする？

企業内 VS 企業間(エコシステム)

いかに **エコシステム** を作るか!?

守りの部分

ノウハウ、コア技術

攻めの部分

それ以外は、
徹底的なオープン化

設備の軸



製品の軸

設計

試作

準備

量産

保全

ICT

企画

開発

製造

販売

回収

現場力 連携・調整力 人間力

SWOT分析

強み

- かいぜんマインドを持つ強い現場がある
- 現場と技術者が一体となったボトムアップ型組織
- かんぱんなど、サプライチェーンの連携メカニズム
- 大手企業に生産技術のノウハウの蓄積

機会

- 海外でのサプライチェーンが確実に進んでいる
- グローバル企業は個々の製品分野ではトップ
- TPSやTPMなどの高品質、高効率ブランド

弱み

- 標準化や企業間での連携が苦手（嫌い）
- 現場のIT化の遅れ、属人的な作業や処理
- 下請け中小企業の減少による総合力の低下
- ITベンチャーやインテグレーターが少ない

脅威

- ものづくり文化とのギャップで現地化が進まない
- 標準化によってFA機器の市場が変わる
- ICTのエコシステムにのれずビジネス機会を失う