

データ駆動工程設計法の提案

名古屋国際工科専門職大学 情報工学科 教授

名古屋大学 名誉教授 山本修一郎

中部品質管理協会 細見順子

あらまし

DXの進展によって、業務プロセス変革が再注目

見える化と簡潔化による工程設計法の属人性

工程の入出カデータに着目

データ駆動工程設計法を提案

主な内容

- 関連研究
- データ駆動工程設計法
- ソフトウェア設計の共通問題に適用
- 考察

業務改善

手法	説明	備考
BPR Business Process Reengineering	「ビジネスがどのように機能するかあなたが知っていることを忘れなさい。ほとんどが間違っているから」	Hammer & Champy
RPA Robotic Process Automation	現状の人手作業をそのまま自動化するため、新たな問題が発生	
F&WM Frame & Work Module	現場の業務フローを分析する手法として日本企業で多くの実績。現場による業務の見える化とモジュール化が容易	田原
BPMN Business Process Modeling Notation	厳密性が要求される図式言語は、ソフトウェア開発者には適しているが、論理的な議論を苦手とする日本企業の現場担当者には不向き	OMG
もの・こと分析	仕事(業務)を「こと」、仕事の対象物を「もの」として捉える「ものこと分析図」で、無駄を排除	中村
FBCM Fact Based Collaboration Modeling	BSCと現場データの統計分析に基づく、客観的なBPR手法	古久根他

入出力関係分析

手法	説明	備考
入出力代数	入出力関係を表現するタプル式 $x \rightarrow y$ の集合からデータフロー図(DFD)を生成する代数的方法	Adler
入出力行列	入出力関係行列に基づくDFD生成方法 Adler代数の拡張	山本
アクタ関係行列	アクタを行列とする正方行列を定義. アクタ x の意図図を対角要素, アクタ x から y への要求を非対角要素で定義. i*frameworkの作成を容易化	山本
アクタ相互作用	アクタの相互作用に基づく要求検証手法	服部ら

データ駆動工程設計法

業務工程の全体を対象として，外部からの入力データと外部への出力データを識別

入力データと出力データの依存関係を分析

入出力の依存関係に基づいて，入力データを出力データに変換する工程を設計

ソフトウェア設計の共通問題

倉庫係は、コンテナを受け取りそのまま倉庫に保管し積荷票を受付係に手渡す
受付係からの出庫指示によって内蔵品を出庫する

内蔵品は別のコンテナに詰め替えたり、別の場所に保管することはない

空になったコンテナはすぐに搬出される

積荷票:コンテナ番号, 搬入年月日,

内蔵品名, 数量(の繰り返し)

受付係は毎日数10件の出庫依頼を受ける

その都度, 倉庫係へ出庫指示を出す

出庫依頼は出庫依頼票または電話によるものとし, 1件の依頼では, 1銘柄のみに限られている

在庫がないか数量が不足の場合, その旨依頼者に電話連絡し, 同時に在庫不足リストに記入する

当該品の積荷が必要量あった時点で, 不足品の出庫指示をする

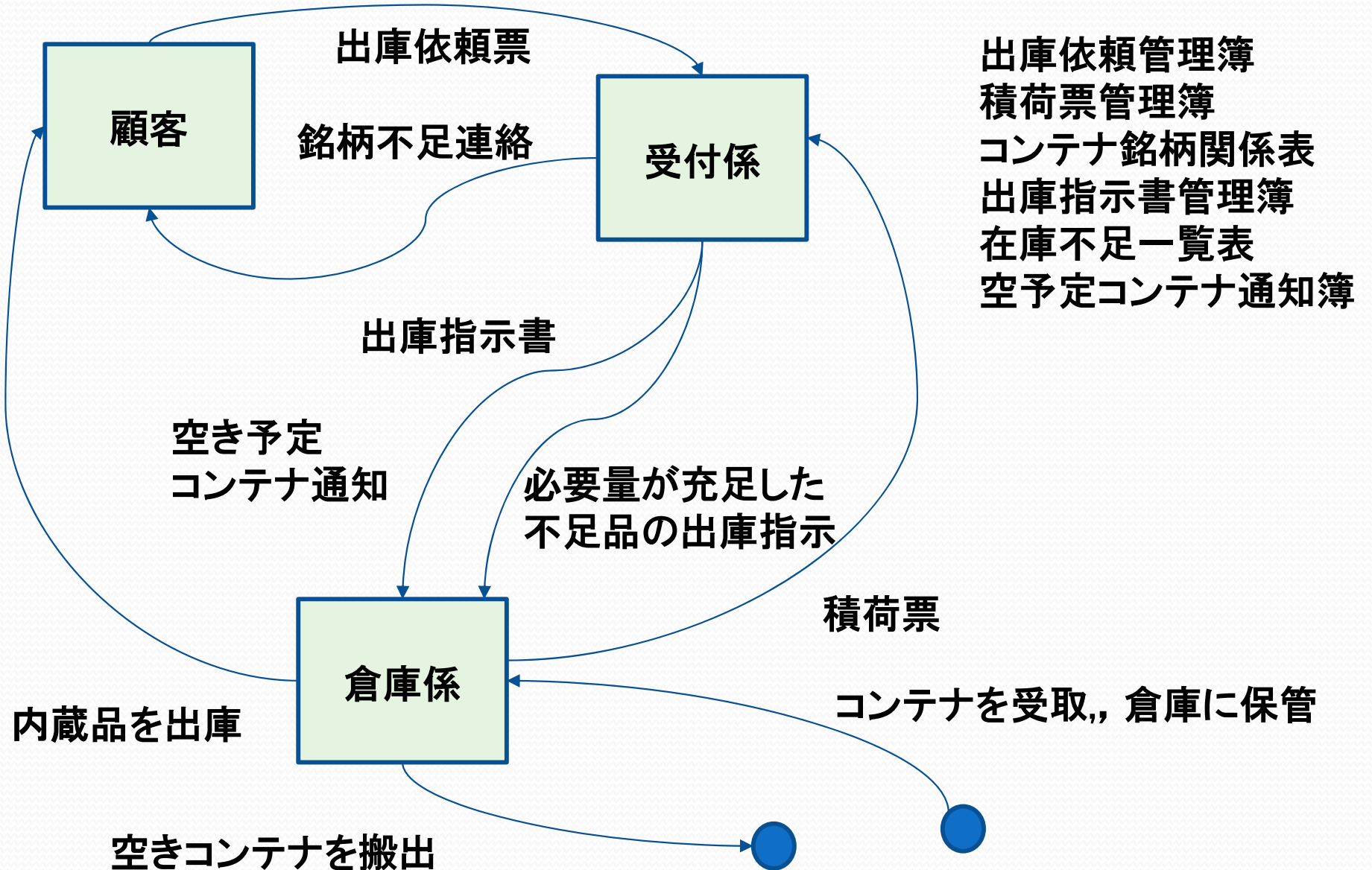
出庫指示書:注文番号, 送り先名

コンテナ番号, 品名, 数量, 空きコンテナ搬出マーク(の繰り返し)

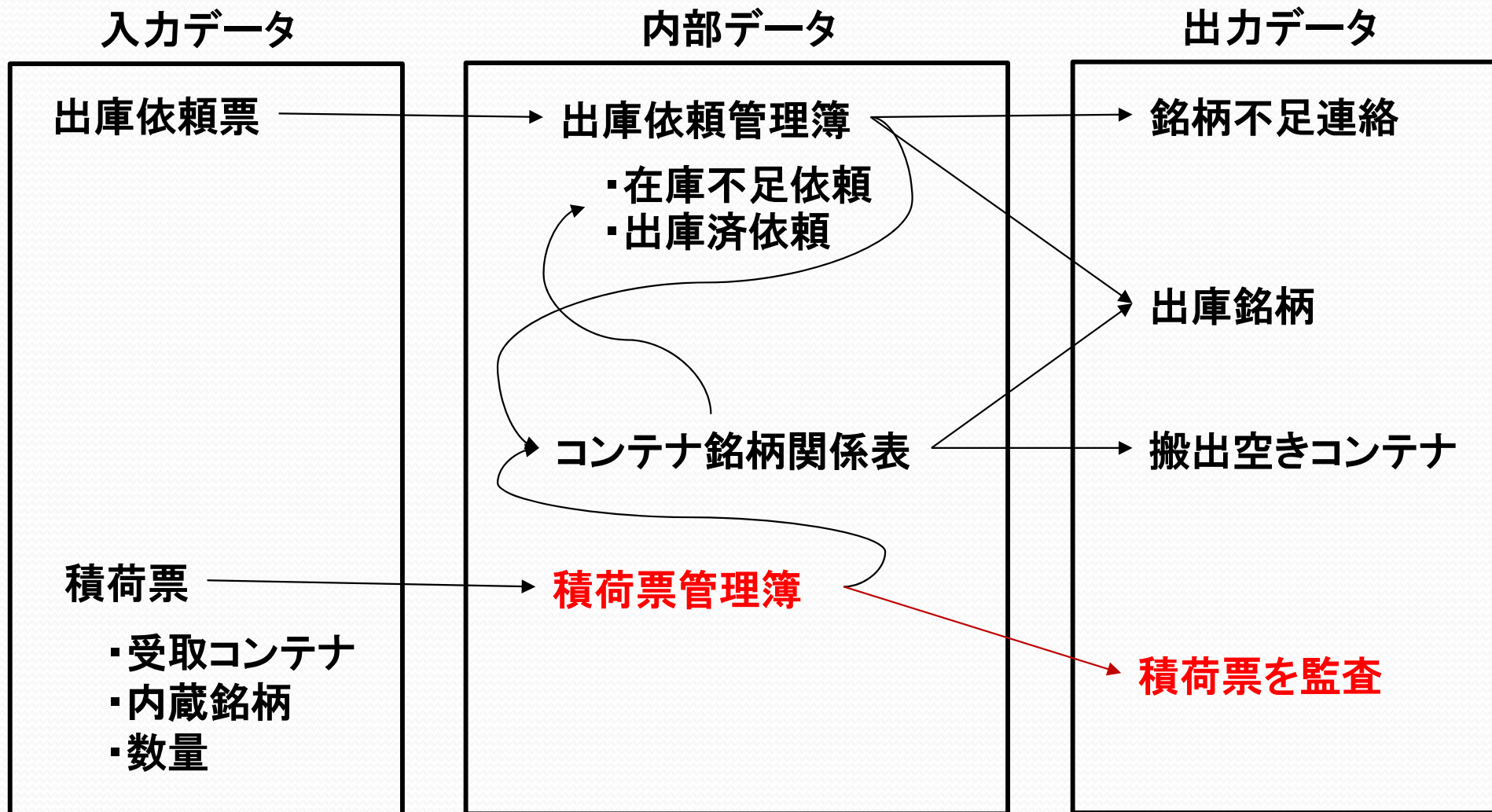
また, 空になる予定のコンテナを倉庫係に知らせる

出庫依頼:品名, 数量, 送り先名

方針：受付係の仕事を外に出す



入出カードータ分析



注)支払い請求・決済・領収については除外

入出力関係分析

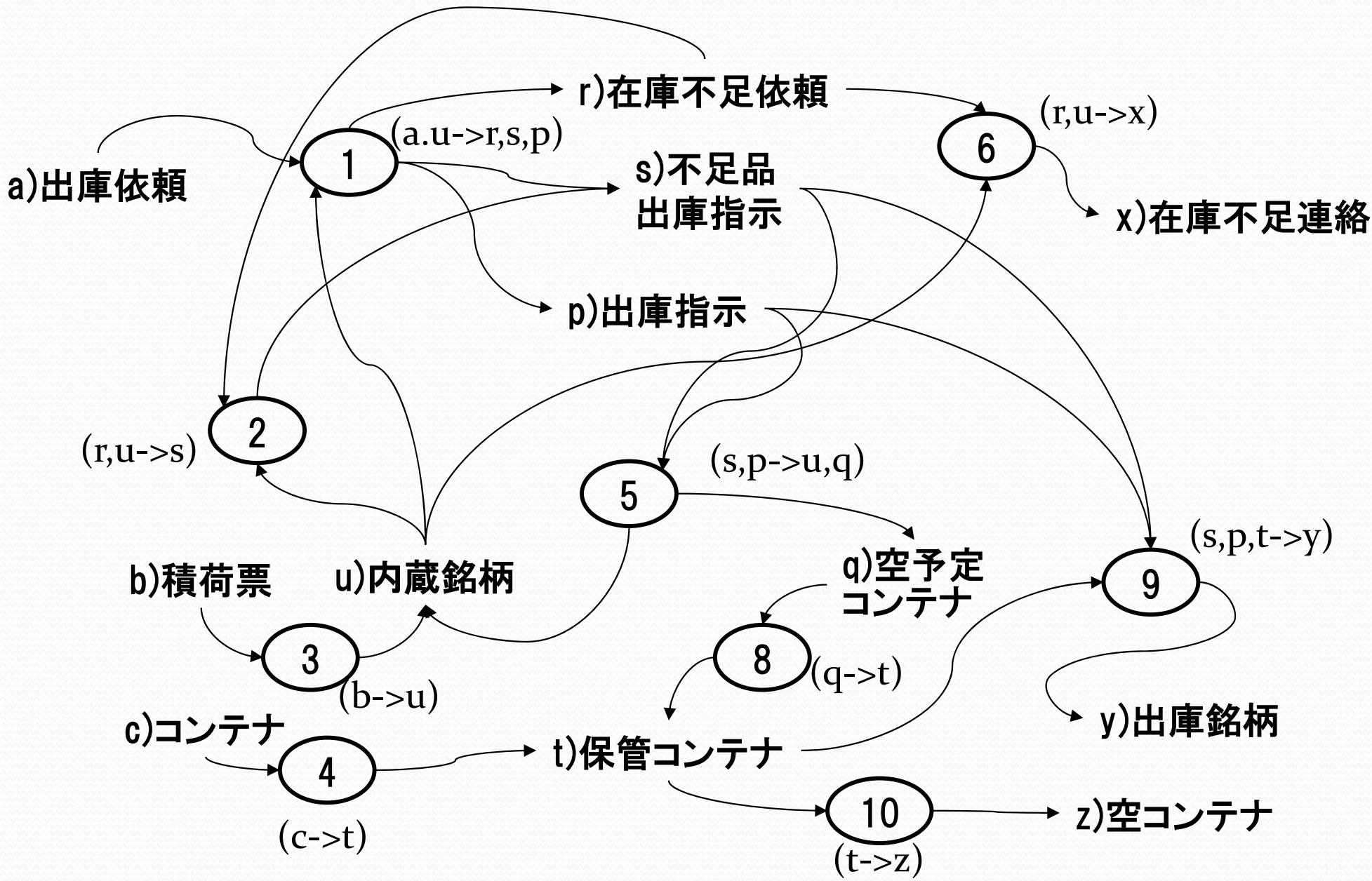
出力

内部入出力

入力	出力			内部入出力					
	在庫不足 連絡	出庫銘柄	空 コンテナ	出庫指示	格納コンテ ナ	空予定 コンテナ	在庫不足 依頼	不足品 出庫指示	内蔵銘柄
出庫依頼	在庫不足	在庫あり	出庫結果	受付係か ら倉庫係		受付係か ら倉庫係	在庫不足		在庫減
コンテナ					格納	在庫減に より		在庫増に より	在庫増
積荷票								在庫増に より	在庫増
出庫指示		在庫減	在庫減に より	済		在庫減に より			在庫減
格納コンテ ナ			在庫減に より		管理	在庫減に より			
空予定 コンテナ			搬出			済			
在庫不足 依頼	連絡						管理	在庫増に より	在庫不足
不足品 出庫指示		在庫充足	在庫減に より					済	在庫減
内蔵銘柄	在庫不足	在庫減		在庫減			在庫不足 により	在庫増に より	管理

	x)在庫不足連絡	y)出庫銘柄	z)空コンテナ	p)出庫指示	t)格納コンテナ	q)空予定コンテナ	r)在庫不足依頼	s)不足品出庫指示	u)内蔵銘柄
a)出庫依頼	1	1	1	1		1	1		1
c)コンテナ					1			1	1
b)積荷票								1	1
p)出庫指示		1	1	1		1			1
t)格納コンテナ			1		1	1			
q)空予定コンテナ			1			1			
r)在庫不足依頼	1						1	1	1
s)不足品出庫指示		1	1					1	1
u)内蔵銘柄	1	1		1			1	1	1

入出力関係による, 工程設計



考察

新規性

業務の外部入出力データに基づいて業務工程を
見える化した点

有効性

業務の外部入出力データに基づくため、業務全
体をシステム化できる点

限界

工程設計が入出力データの粒度に依存
工程名の付与法(「XからYを作成」など)が必要
定量評価
一般的な業務工程設計への適用評価
製造業の生産工程などへの適用評価

業務改善とデータ駆動変革

	業務改善	データ駆動
見える化	手順	データ
変換	冗長な手順からムダのない手順へ	現在データから目的データへ
属人性	多い	(少)ない
知識	無駄の発見	データ依存関係の発見
規則	QC 7つ道具 統計的手法	依存関係の最小化

山本修一郎, 細見純子, データ駆動工程設計法の提案, 信学会, KBSE研究会, 2022.7

まとめ

- DXが進展したことから、業務工程設計が再注目
- データ駆動工程設計法
- 酒屋の在庫管理問題に適用

ホテルヴィスキオ大阪

グランフロント大阪
北館



工程設計

出庫依頼を受付

コンテナ銘柄関係表の銘柄在庫量を参照

- ・依頼量 \leq 在庫量なら, 依頼銘柄を出庫. 出庫済依頼
- ・依頼量 $>$ 在庫量なら, 在庫不足依頼. 銘柄不足連絡

積荷票を受付(コンテナ搬入)

- ・積荷票を保存
- ・コンテナ銘柄関係表を更新

銘柄を内蔵

コンテナ銘柄を追加

銘柄ごとの在庫量の合計を加算

▶ 出庫可否を確認

銘柄を出庫

出庫可能性を確認

銘柄の在庫量から出庫量を減算

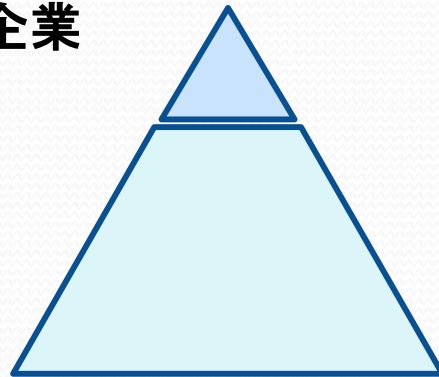
空コンテナを搬出

- ・空コンテナ: すべての内蔵銘柄の数量が0

デジタル産業と既存産業 - DXレポート2.1

【既存産業の構造】

大企業



下請企業

DX推進パートナー
DX技術パートナー



【デジタル産業の構造】



サービス提供企業

業界別
プラットフォーム

産業共通プラットフォーム

**非DX企業下請けを使う大企業の生産性・競争力が低下
DXを放置する下請企業が消滅**

経産省,デジタル産業の創出に向けた研究会の報告書『DXレポート2.1 (DXレポート2追補版)』
<https://www.meti.go.jp/press/2021/08/20210831005/20210831005.html>

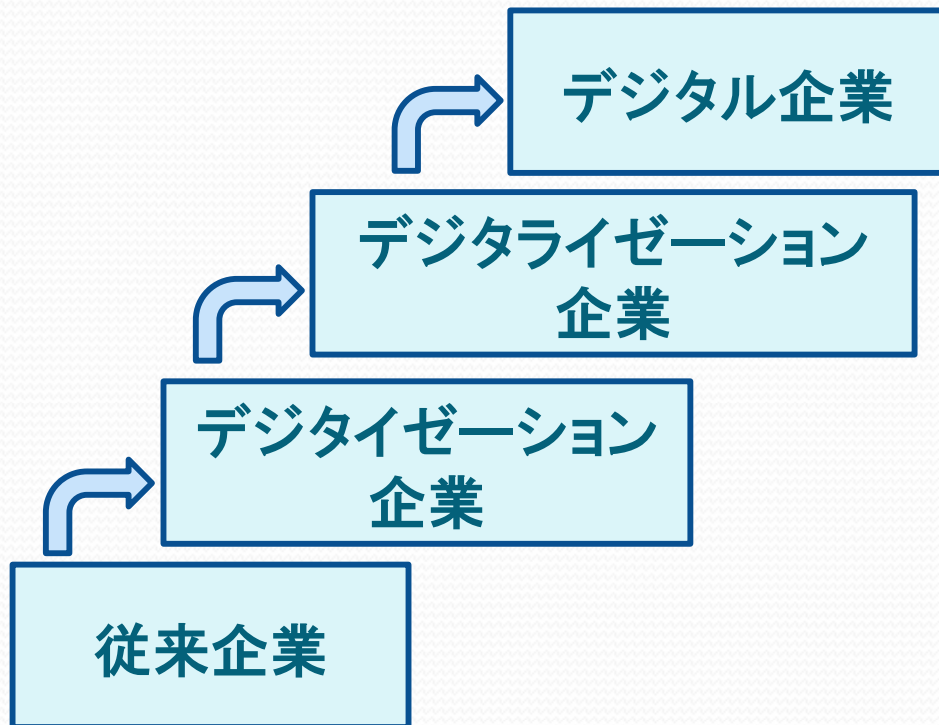
既存産業とデジタル産業

	既存産業	デジタル産業
企業	既存(非DX)企業	<ul style="list-style-type: none"> ・新ビジネス・サービス提供主体 ・共通プラットフォーム提供主体 ・DX推進パートナー ・DX技術提供パートナー
知識	暗黙知	デジタル知
能力	アナログ	デジタル
経済	接触	非接触・デジタル
価値創出	企業が価値創出	顧客連携でデジタル価値を創出

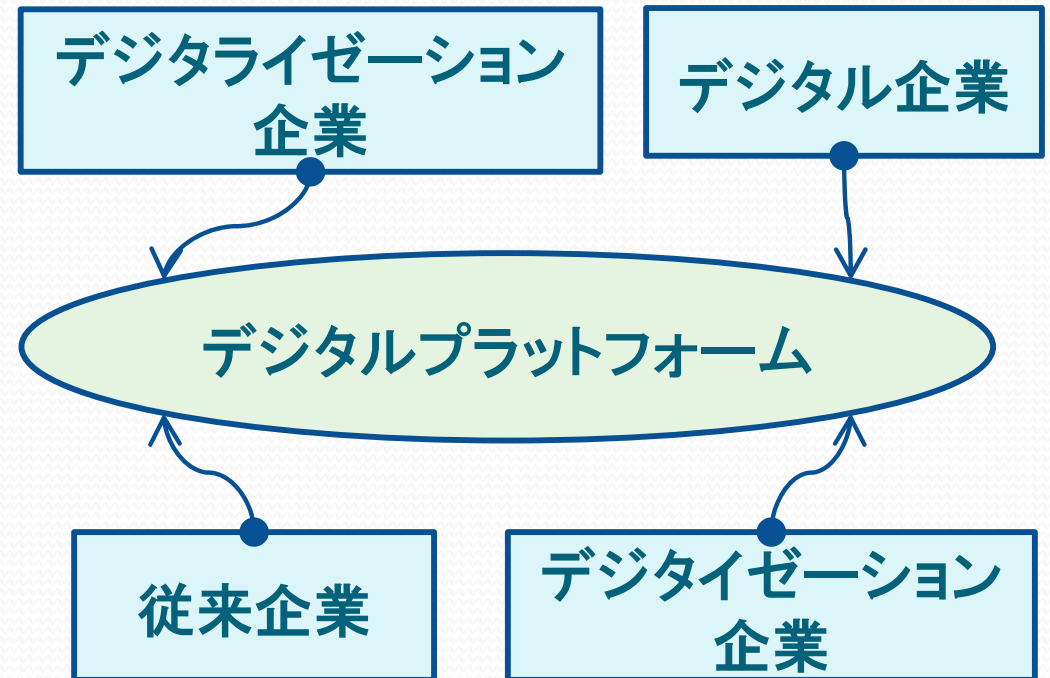
参考)経産省,デジタル産業の創出に向けた研究会の報告書『DXレポート2.1(DXレポート2追補版)』
<https://www.meti.go.jp/press/2021/08/20210831005/20210831005.html>

既存産業のデジタル化

線形型

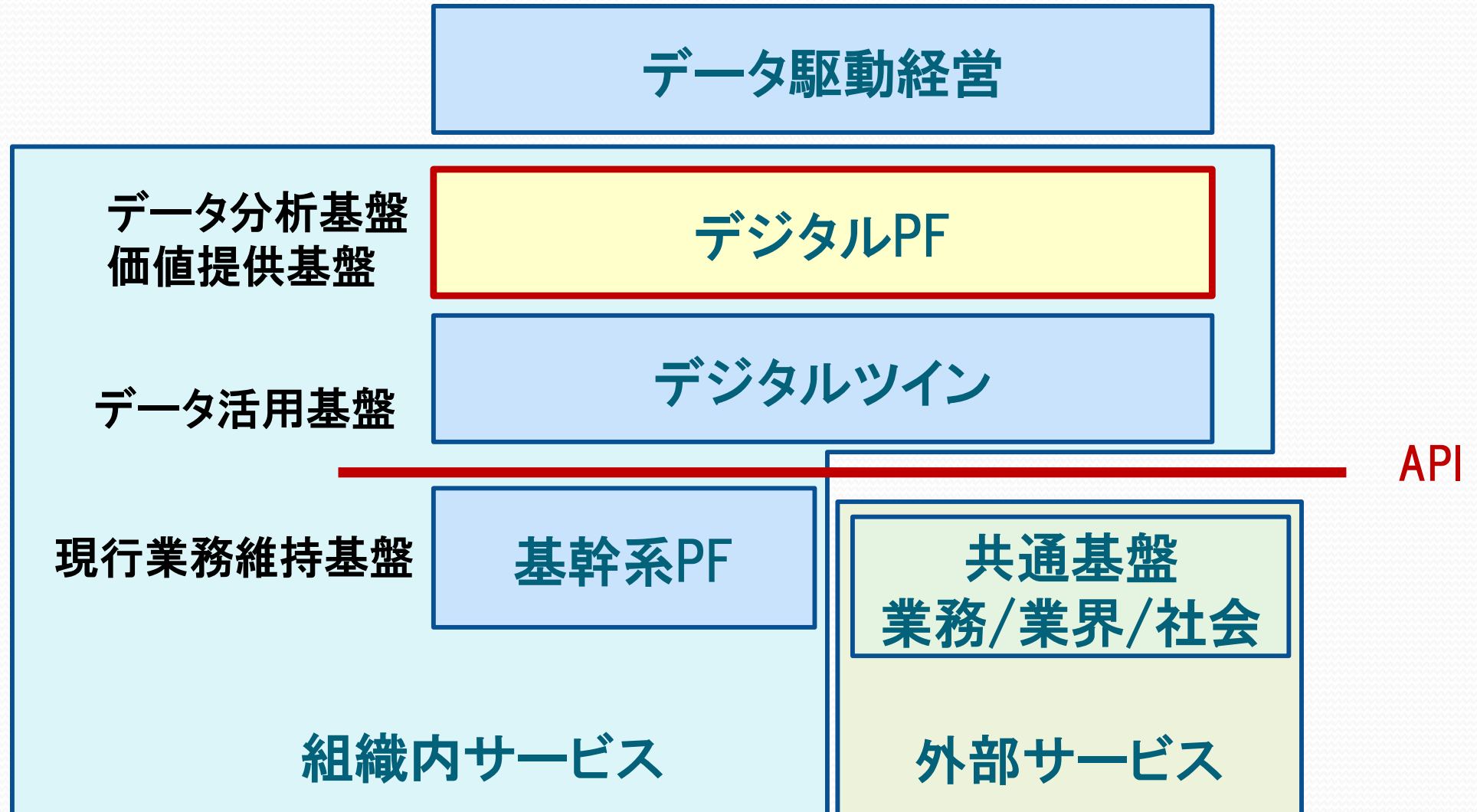


複合型



スサノオ・フレームワーク

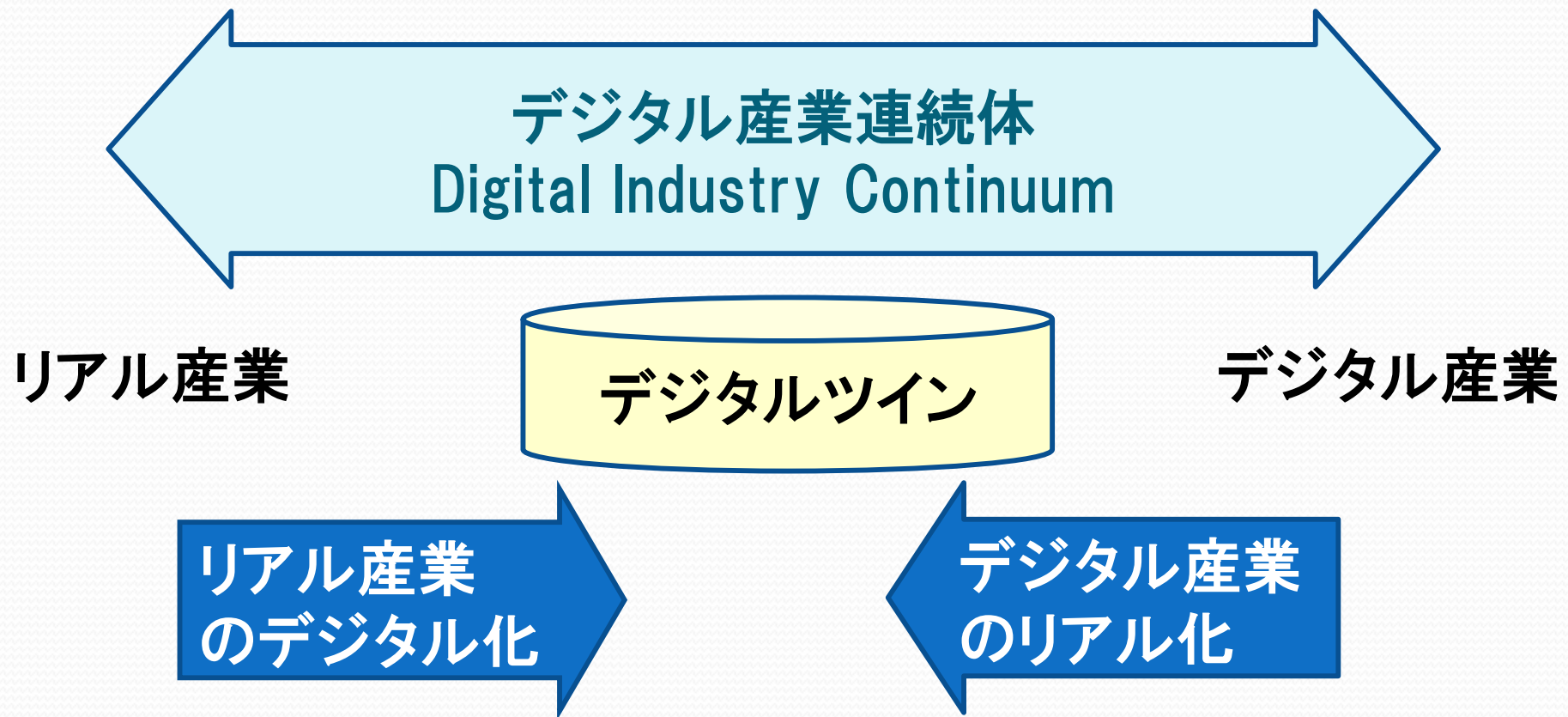
～DXを実現するあるべきITシステム～



参考) 独立行政法人情報処理推進機構, 2021年11月16日, <https://www.ipa.go.jp/about/press/20211116.html>

デジタル産業連続体

～リアル産業とデジタル産業の融合が進む～

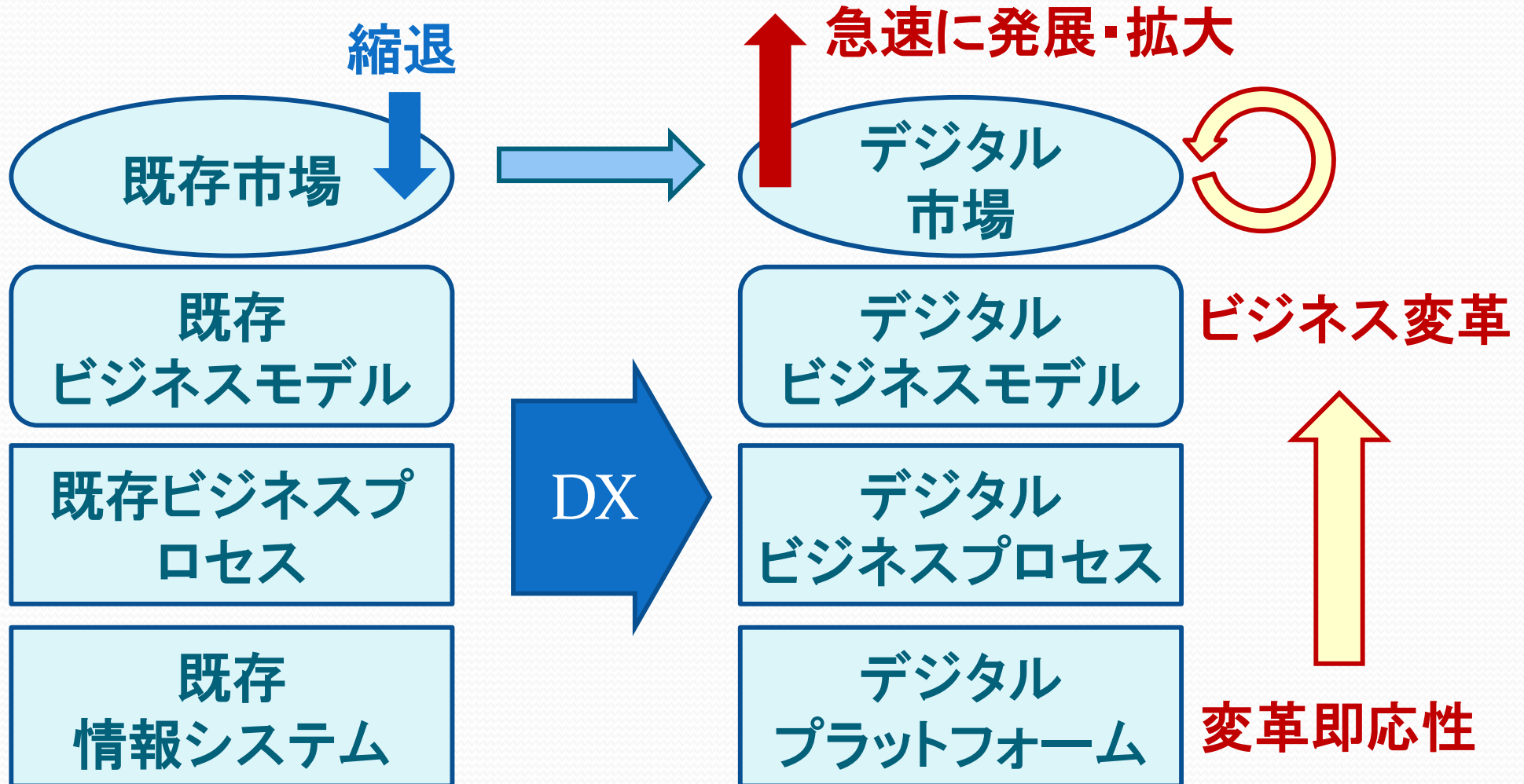


既存産業とデジタル産業

	日本	欧米
業務	非システム	システム
知識	見て盗め	マニュアル化
労働者	多能工	分業
後継者	不足	未経験者を育成
労働時間	長時間	定時

DXの本質

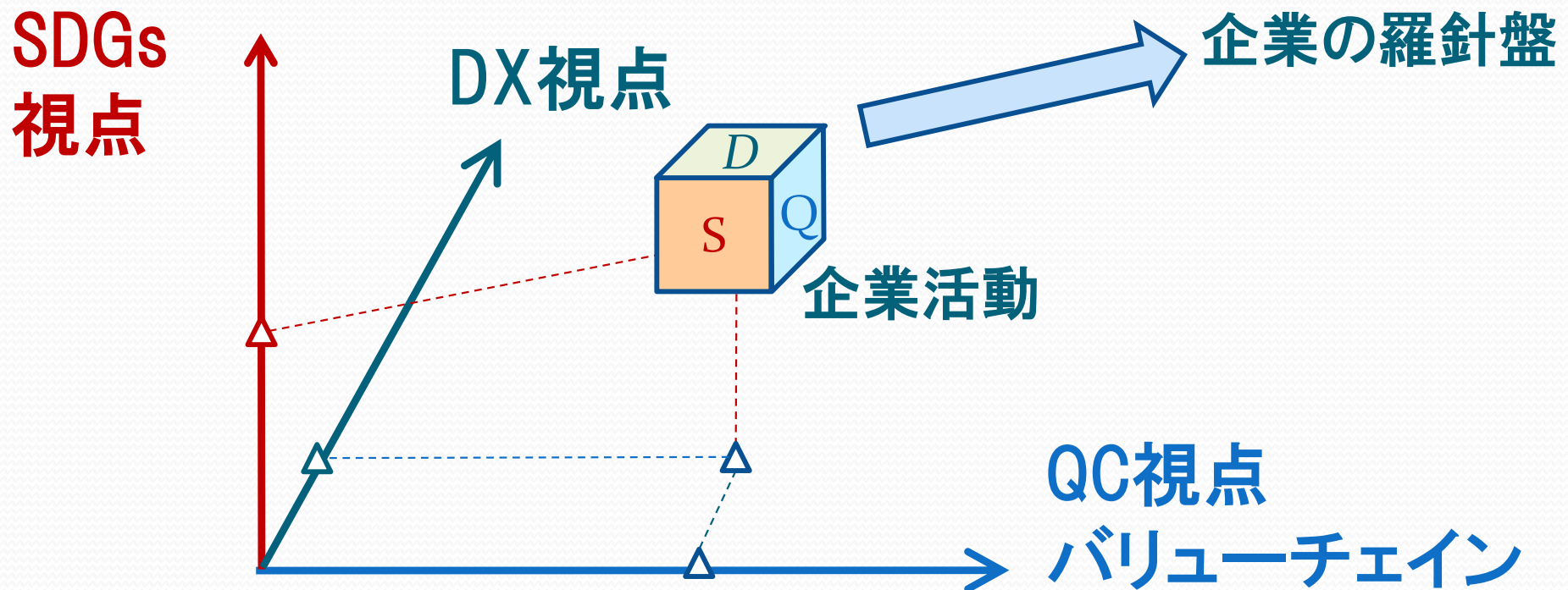
持続可能な企業の発展手段



「2030年の質価値創造研究会」の取組み

SDGs × DX × QC(バリューチェーン)

【SDQキューブ】 企業活動の3側面



参考) 山本修一郎, SDGsに向けたデジタル知の統合, AI学会, 知識流通ネットワーク研究会, 2021.9.27

研究会の取組み

チーム	候補
キューブそのものを創る	品質保証, SDGs, DXの専門家・担当者
キューブで決めた事柄を実践 自社事例を作る	バリューチェーン各階層 多様な部門の方々 実践現場を持つ方

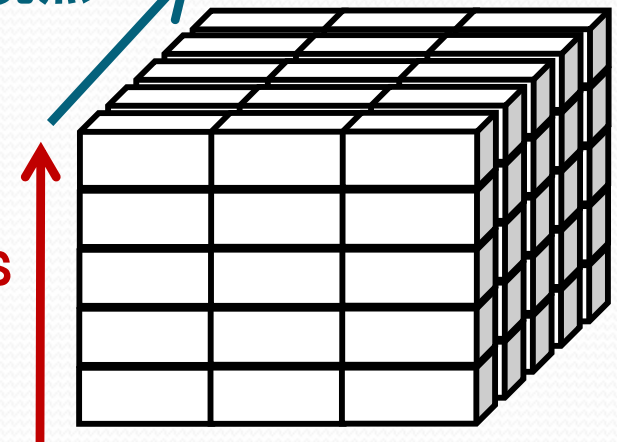
経営目標, 業務プロセス, データ, DX要求

DX視点

SDQキューブ

- 【成長型】 G4: 教育, G9: 産業促進
- 【業務型】 G8: 雇用・働きがい, G12: 生産消費, G17: グローバル・パートナーシップ
- 【基盤型】 G2: 食糧安全, G3: 健康・福祉, G6: 水資源, G7: エネルギー, G11: 居住環境
- 【環境型】 G13: 気候環境, G14: 海洋資源, G15: 地上環境
- 【統制型】 G1: 貧困撲滅, G5: ジェンダー平等, G10: 不平等の是正, G16: 司法

SDGs
視点



工程(QC)視点

SDQキューブ 3つの視点

視点	主要概念	2030年の可能性
SDGs	持続可能社会の価値	デジタルSDGs
DX	デジタル技術	デジタル産業
QC	自工程完結 プロセス改善	データ駆動QC

質価値創造とガバナンス

価値創造

品質・ガバナンス

正しい「製品サービス」
を創る

「製品サービス」
を正しく作る

JKK: 自工程で悪いものは作らない
「正しいものを正しく作る」

両利き
Ambidexterity

業務改善とデータ駆動変革

	業務改善	データ駆動
見える化	手順	データ
変換	冗長な手順から ムダのない手順へ	現在状態から 目的状態へ
属人性	多い	少ない
知識	無駄の発見	目的状態の発見
制約	あいまい	明確

データ駆動運営の例：全社ボーリング大会

全社ボーリング大会の運営手順
の改善

手順の「見える化」
日程調整・会場決定・企画決定・
人数決定・組編成

手順の「ムダ」の削減

運営者が参加者日程を収集・調整

全社ボーリング大会の
データ駆動運営

データの「見える化」
参加者(日程可否, スコア, 組)
会場(日程可否, レーン数)
企画(経費)

データ駆動で日程調整

参加者が日程を登録
運営者が調整

【調整条件】

- ・日程の優先順位(役員, 社員)
- ・最小参加者数
- ・組平均スコア差の許容範囲

データ駆動運営の例

データの初期状態

参加者
日程: 予定
スコア: A点
組: 未

会場
日程:
レーン数

企画
参加人数:
景品単価:
経費:

開催日の決定

レーン数の決定

組の編成

レーン割当

企画

データの終了状態

参加者
日程: 決定
スコア: A点
組: 決定

会場
日程: 決定
レーン数: 決定

企画
参加人数: 決定
景品単価: 決定
経費: 決定

組
レーン: 決定
参加者: 決定
平均スコア: M点

参加者数

参加者割当

組

	開催日	参加者組	組レーン番号	組平均スコア
参加者予定	1			
参加者スコア		1	1	1
会場予定	1			
会場レーン数			1	

デジタル変革の方向性がわからない

現行企業

- ・ビジネス環境変化対応が困難
- ・顧客や社会ニーズ対応が困難

経営
データ・IT軽視

事業
縦割り構造

老朽IT/OTシステム
モノリス
アーキテクチャ

デジタル変革

経営変革

- ・ビジネスモデルを変革
- ・組織、文化・風土を変革

ビジネス変革

- ・業務プロセス変革
- ・事業能力のデジタル化

IT/OT変革

- ・IT/OTシステム刷新
- ・データとデジタル技術を活用
- ・変革即応アーキテクチャ

デジタルエンタープライズ

- ・ビジネス環境変化に即応
- ・顧客や社会のニーズに即応

デジタル経営

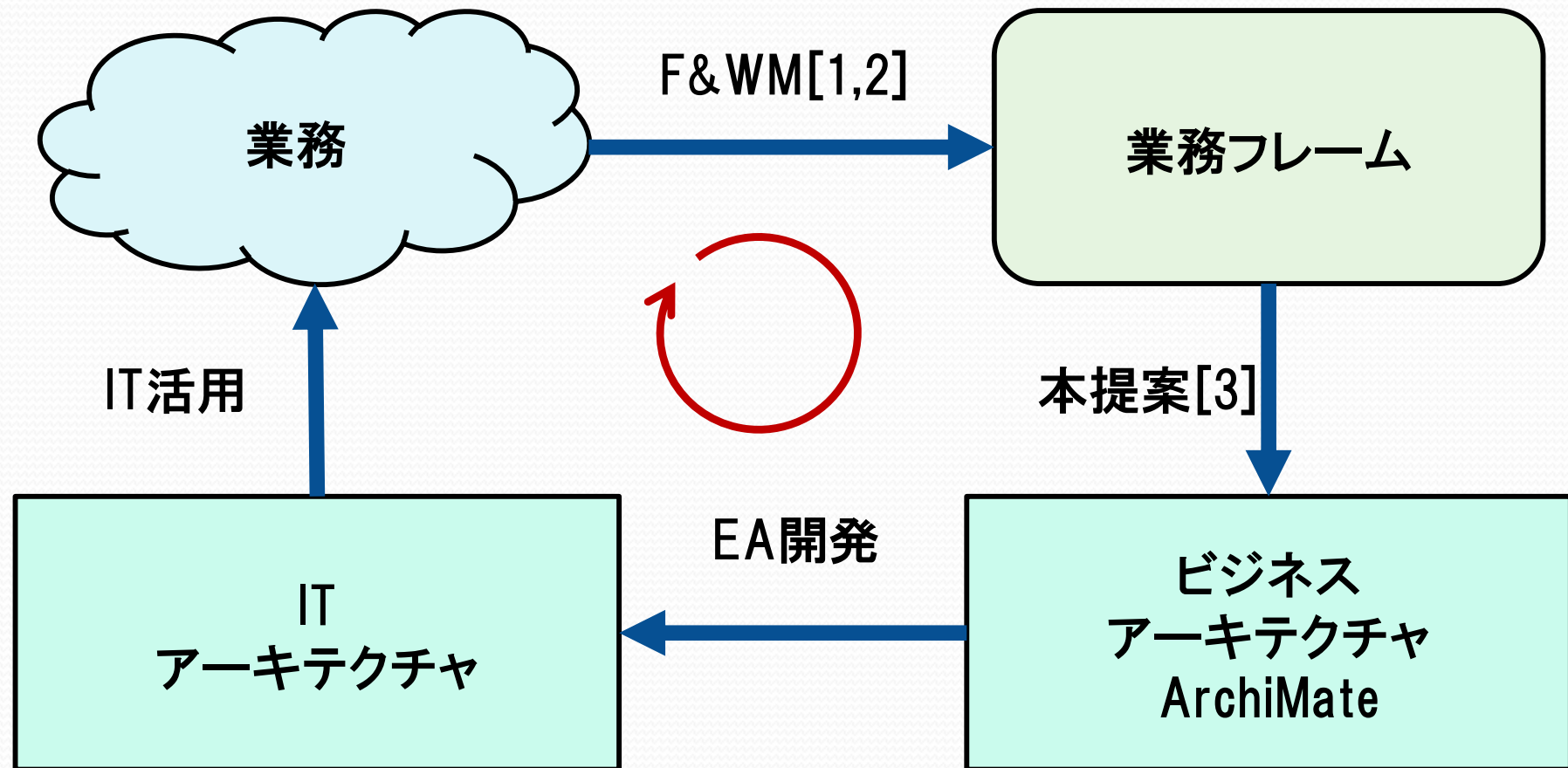
デジタルビジネス
エコシステム

適応型システム
マイクロサービス
アーキテクチャ

参考)経産省、DX推進指標、2019.7

山本修一郎, デジタル変革の基礎知識、近代科学社デジタル, 2020

業務プロセスとITの整合性



[1] F&WM: Frame & Work Module

[2] 田原裕子, 「フレーム&ワークモジュール」メソドロジーを活用した日本におけるホワイトカラーの知的生産性向上、および課題と解決のためのアクションプラン:RPA, AIの導入を踏まえた、課題解決力・創造力向上のための具体的ステップ, 第70回全国能率大会, 2018.

[3] 田原, 山本, フレーム&ワークモジュール手法へのArchiMate適用法について, AI学会 第27回 知識流通ネットワーク研究会, 2020.10.30

やたがらす人材

「経営と事業、技術の3つに精通し、リーダーシップを発揮できる『やたがらす人材』がDXプロジェクトをけん引していた」

(IPA,「DX 先進企業へのヒアリング調査」)



デジタルリーダー = 経営 + 事業 + 技術

IPA, 「DX 先進企業へのヒアリング調査 概要報告書」, <https://www.ipa.go.jp/files/000093364.pdf>

ものづくり基盤技術の振興施策 2020.5.29

- ものづくり基盤技術振興に向けた政府施策の報告書
- 経済産業省、厚生労働省、文部科学省が共同作成

製造設備の老朽化

金属工作機械、第二次金属加工機械、
鑄造装置では 50～80%の設備が導入
後15 年以上経過

データ活用の遅れ

設計・生産・販売など、複数部門での
データ収集・活用、製品販売後の動向
や顧客の声の活用が停滞

「2025年の崖」

老朽システムには、データ活用が困難、
技術的負債、維持管理経費の多大な負
担などの課題があり、競争力が低下

経済産業省, 厚生労働省, 文部科学省, 「2020年版 ものづくり白書」, 2020年5月29日