

JMAC

スマートファクトリー構築の進め方

TAKUETSU PLANT Design Method

2021年2月3日

※ 本資料は以下の利用条件をご確認の上、ご利用ください。

1. 本資料に関する著作権、商標権、意匠権等を含む知的財産権はJMACに帰属しています。
2. JMACの事前の書面による承諾を受けた場合を除き、本資料の一部又は全部を複製、転載、転用、翻案することは禁止されています。
3. 貴社とJMACが契約締結に至らなかった場合は、本資料はJMACにご返還ください。

株式会社日本能率協会コンサルティング
生産コンサルティング事業本部
プロダクションデザイン革新センター シニア・コンサルタント
毛利 大

プロフィール：毛利 大 Dai Mouri



生産コンサルティング事業本部
プロダクションデザイン革新センター
センター長
兼
デジタルイノベーション事業本部
シニアコンサルタント

J-MCMC認定マスター・マネジメント・コンサルタント

主な専門領域は製造業における、生産システムのトータルな改善。
個々の職場の生産性向上活動を支援する中で、昨今ではIoT導入による更なるコンサルティングサービスの提供を研究。

(IOT x 新工場研究会主催)

・生産システム全体の改革（物と情報の管理）を主眼に、新工場建設時におけるトータルデザインを主なテーマとして支援。

プロフィール概要

1990年 大手製造メーカーに入社
生産企画、生産管理実務、資材購買実務
新工場建設プロジェクトに参画
1997年 日本能率協会コンサルティング入社
2004年 チーフ・コンサルタント
2014年 シニアコンサルタント
全日本能率連盟認定マスター・マネジメント・コンサルタント
2015年 スマートファクトリー研究会推進担当リーダー
2018年 プロダクションデザイン革新センターセンター長
デジタルイノベーション事業本部兼務
現在に至る

主なコンサルティングテーマ

主なテーマ

- ・生販在 S C M最適化（拠点適正在庫評価、在庫削減施策支援）
 - ・**新工場建設**（企画、生産システム基本設計、移行管理、立ち上げ）
 - ・生産拠点再編成（総合的效果試算、移管計画、立ち上げ支援）
 - ・生産管理システム再構築（ソフト、ハード）
 - ・工場収益管理（マネジメントシステム、具体的改善策の提示）
 - ・**スマートファクトリー構築支援**
- ほか

主なコンサルティング実績

- ・各種製造メーカーにおける新工場建設企画、具体化設計支援
- ・食品プラントほか、生産管理システム再構築支援 多数
- ・製造現場の生産性向上支援多数
- ・生産拠点再編支援（鉄道架線製造業他）
- ・製薬企業支援実績約20社（生産性向上、人材育成、在庫適正化など全般）
- ・大手高額精密機器製造新工場建設支援
- ・大手製薬企業モノづくりDX企画立案支援
- ・大手産業機械製造業 新工場建設企画支援
- ・船舶用機器個別受注生産企業生産システム構築支援

主な著書・論文・記事など

著書

「ビジネス実務事典 生産管理」

（共著）日本能率協会マネジメントセンター 2007年 ほか

執筆

「よくわかる生産現場のIoT 2017年4月 日刊工業新聞」

「工場管理特集 ものづくりスマート化 2020年10月 日刊工業新聞」

ほか

発 表 内 容

1. 課 題 提 起

2. 技 術 開 発

スマートファクトリーイメージセル開発

3. コンサルティング メソッド開発

JMACスマートファクトリー構築の考え方
「TAKUETSU PLANT Design Method」

4. 実 施 事 例

TAKUETSU PLANT構築の事例

5. 自 己 評 価

4つの評価項目に対する考察

1. 課 題 提 起

背景と目的

背景

インダストリー4.0、IOT化と言った潮流の中、自社工場のスマートファクトリー化を目指す企業は増加している。また様々なツール開発も日進月歩であり、その実現は現実的なものとなっている。

一方で、自社にどのようなツール適用をしたらよいか、自社の目指すべき姿をどう描いたら良いかその検討方法が分からないと言った悩みを多く耳にする。(JMACスマートファクトリー実態調査より)

日々ニュースリリースされる先進企業の先端事例が、各社の目指すべきゴールなのだろうか。目指すべきゴールは、自社の置かれた業界やそのポジショニング、経営ポリシーや独自の経営目標によって全く別物になる筈である。

目的

そうした個々の企業に寄り添い、各社各様のスマートファクトリーコンセプト設計と実装までを支援するためのフレームワークと検討ステップについて研究整理し産業界に寄与する事が我々の目的である。

本書ではJMAC「新工場xIoT研究会」において構築した「TAKUETSU PLANT Design Method」について提示する。

自社にとっての最適化工場とは
どんな工場なのか？
自社が目指すべきスマートファクトリーとは
どんな姿なのか？



どの企業も同じゴールであるはずがない

ポリシー／ポジション／業界／クライアント／製品／工程／設備／リソース・・・
が違えば答えは個々に異なる

2. 技 術 開 発

スマートファクトリーを考える重要なポリシー



デジタルツールは日進月歩で進化

このデジタルツールで何ができるか？
(可能性発掘型のアプローチ)

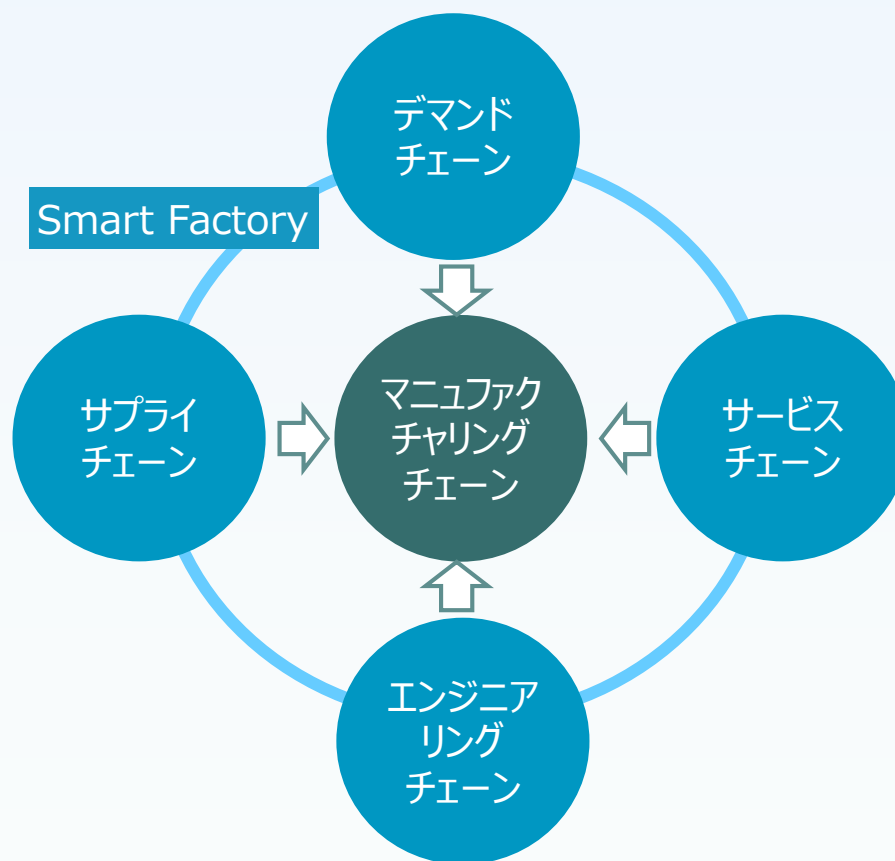


“何を実現したいか？”
(達成すべき経営課題からのアプローチ)

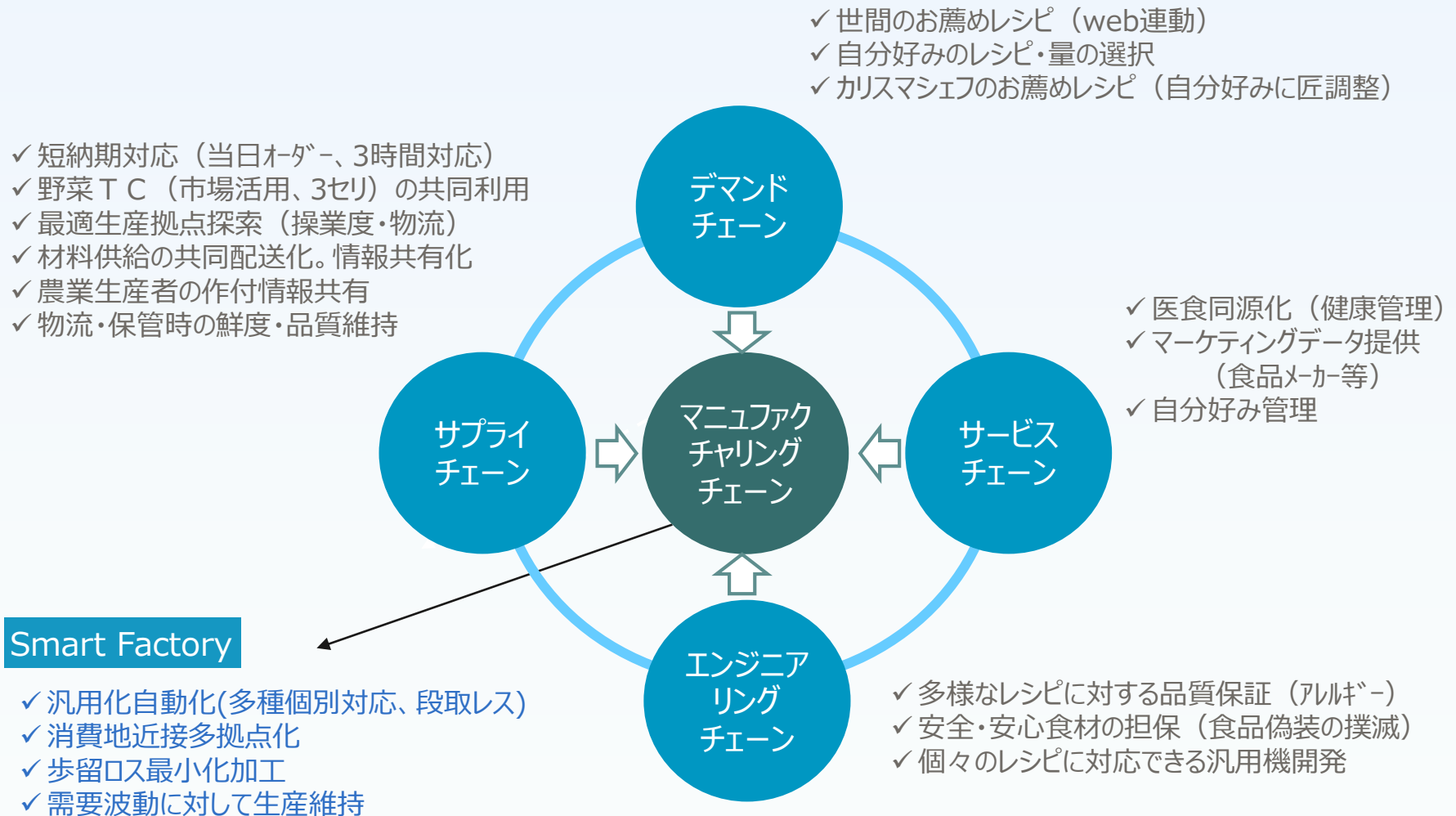
追求すべき普遍的なもの

自社が目指すべき次世代の工場をどう描くか？

工場単機能ではなく、4つのチェーンの中でのものづくりのあり方を考える。

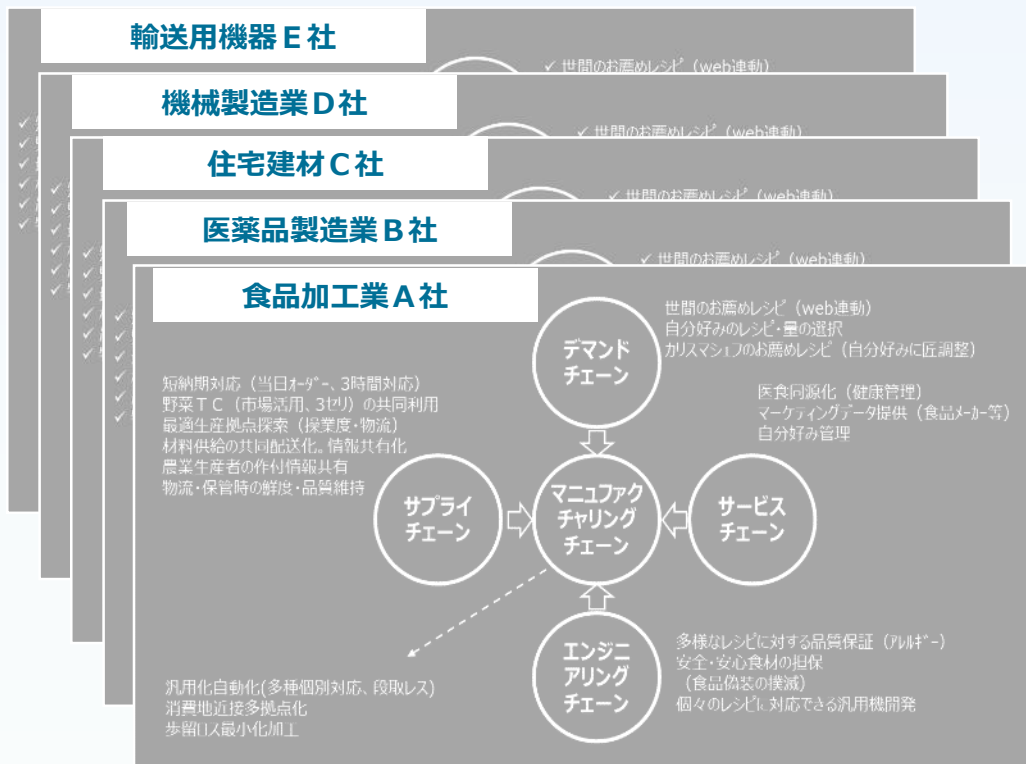


目指すスマートファクトリーデザイン:食品加工業A社検討事例



スマートファクトリーリファレンスの開発

様々な背景を持つ多くのお客様の事業環境を想定し、何が実現できれば自社にとって今をブレイクスルーする最適工場と言えるのかを4つのチェーンから抽出し、それらのワードの抽象化と汎用化を志向した。



何が実現できれば自社にとって
最適なのかを決める

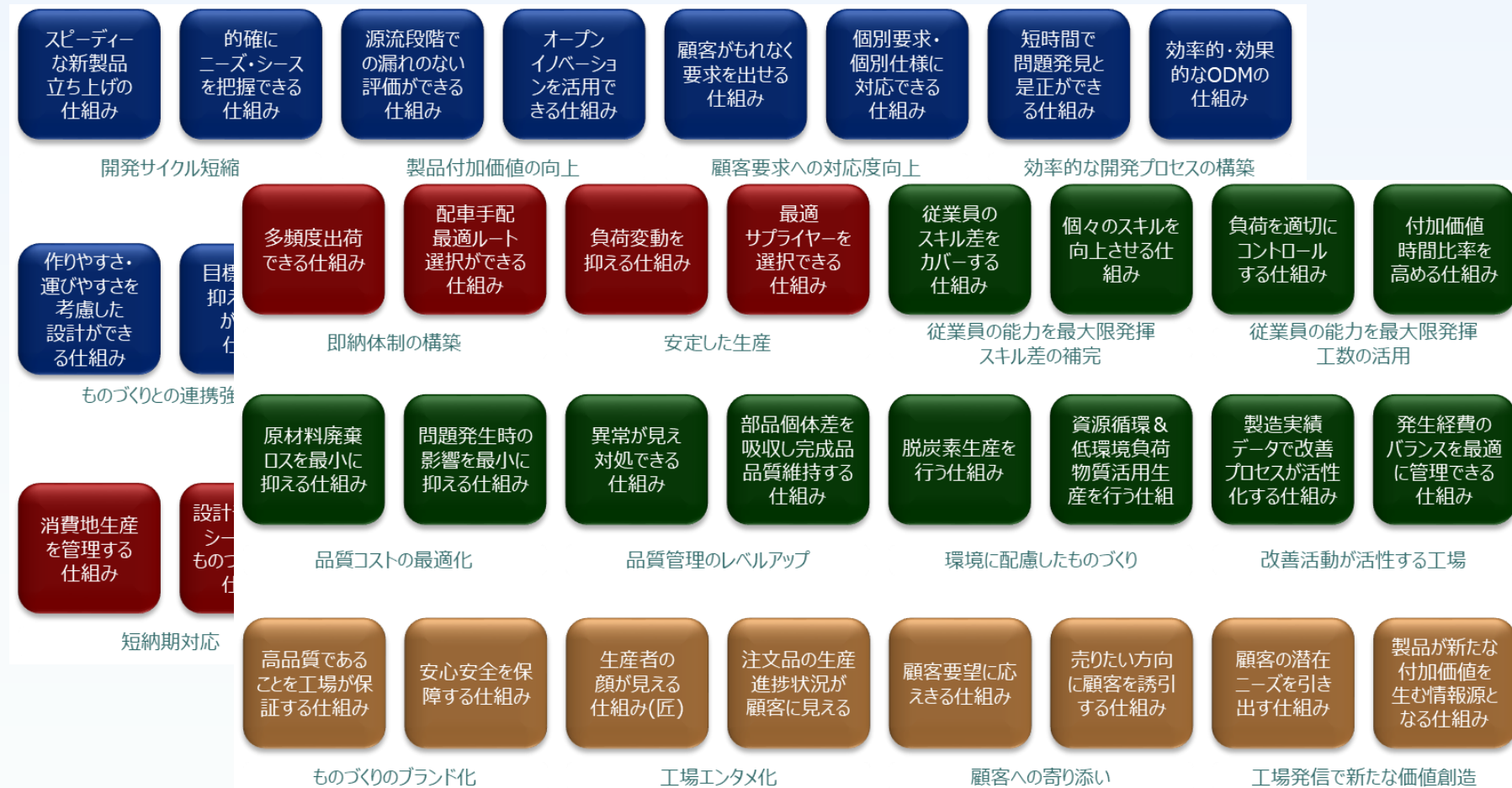
イメージを実現するための
仕組みをつくる

IoTキーテクノロジーを選択し
適用する

スマートファクトリーリファレンス

JMACスマートファクトリーイメージセル

スマートファクトリー構築のリファレンスワードがスマートファクトリーイメージセル
自社が実現すべきセルを組み合わせたものが、各社が目指すスマートファクトリーの目指す姿。



各セルの実現レベルの段階設定

イメージセルで記載された目指す姿をそれぞれ5段階の実現レベルに分解

スマートファクトリー化 5段階

				Level1	Level2	Level3	Level4	Level5
1	スピーディーな新製品立ち上げの仕組み	5	毛利	手書き図面での都度設計、過去のデータ活用が十分にできない	過去の開発データを活用した製品開発ができています	設計、調達、生産技術、製造とのデータ共有が一元化されている	デジタルツインにより、試作プロセスがバーチャル化3Dプリンティングにより試作時間短縮	自動設計
2	的確にニーズ・シーズを把握できる仕組み	2	毛利	顧客の問い合わせや、クレームなどの情報が活用可能な状態で蓄積されていない	顧客の問い合わせや、クレームなどの情報が活用可能な状態で蓄積されている	顧客の問い合わせやクレームなどの情報を次の製品開発に活用するプロセスや、システムが構築されている	製品自体が顧客の使用状況を自動でモニタリングし製品開発情報としてフィードバックする	蓄積情報を自動解析し、次の顧客ニーズを提示する
4	オープンイノベーションを活用できる仕組み	5	毛利	自社単独での開発	グループ内企業との連携基盤が構築されている	国内外の同業他社(水平連携)、同じバリューチェーン内の他社との連携(垂直連携)基盤が構築されている	国内外の他社との連携(異業種連携)基盤が構築されている	国内外の大学、公的研究機関、ベンチャー企業との連携基盤が構築されている
9	作りやすさ・運びやすさを考慮した設計ができる仕組み	5	神山	DR時の指摘事項に都度対応しており、情報が蓄積されていない	過去の不具合情報やDRでの指摘ポイントが活用可能な状態で蓄積されている	製造実績データを蓄積し、設計へフィードバックする仕組みが構築されている	サイバー空間上でシミュレーションし、設計上の問題が発見できる	自動設計
11	従業員の能力を最大限発揮できる仕組み	5	神山	検図などの問題発見プロセスが担当者任せであり、個人の力量に依存する	問題発見のためのチェックポイントが活用可能な状態で蓄積されている	検図の都度、ベテランの視点を抽出し、チェックポイントが都度更新される仕組みがある	設計の変更点・変化点に対してチェックすべき事項が自動抽出される仕組みがある	作図時に問題し得る問題が自動発見できる仕組みがある
12	技術人材を早期に育成できる仕組み	5	松本	職場の先輩がOJTや職場内での勉強会等を通して、後輩を育成している。	職場でのOJT教育に加えて、育成プログラムとカリキュラムがあり、定期的に専門講師による研修が行われている。	個人別の技術レベルが把握され、DB化されている。組織の技術レベルアップを図るための技術育成計画が毎年更新される。	タレントマネジメントシステムがあり、個人別の技術レベルが把握管理され、毎年個人別の技術育成計画が作られる。	個人の技術レベルが日々の業務遂行時に評価収集され、組織の目標と個人の希望を元に、個人別に最適な技術アップのための活動計画が自動的に作られる。
14	多様な製品バリエーションを効率的に作れる仕組み	5	神山	段取り時間の短縮や多能工化に取り組んでいる	小型化・汎用化された設備など、工程の共通度を高める取り組みが行われている	製品間・設備間のタクト差抑制に取り組んでいる	定員・定速の混流1個流しが実現できている	3Dプリンティング
15	人のスキルに依存しないものづくり	5	松本	人のスキル差で作業時間や品質に差が出る工程がある。	工程にはボカよけや、位置決め治具等が施されていて、人がミスを犯さず	LCA（リー		

実現したいセルは同じであっても、目指すレベルは各社異なる。
自社の立ち位置を理解し、目指すレベルを設定する事が肝要

目指すレベルの設定とレベル別IoTソリューションの紐付け(例)

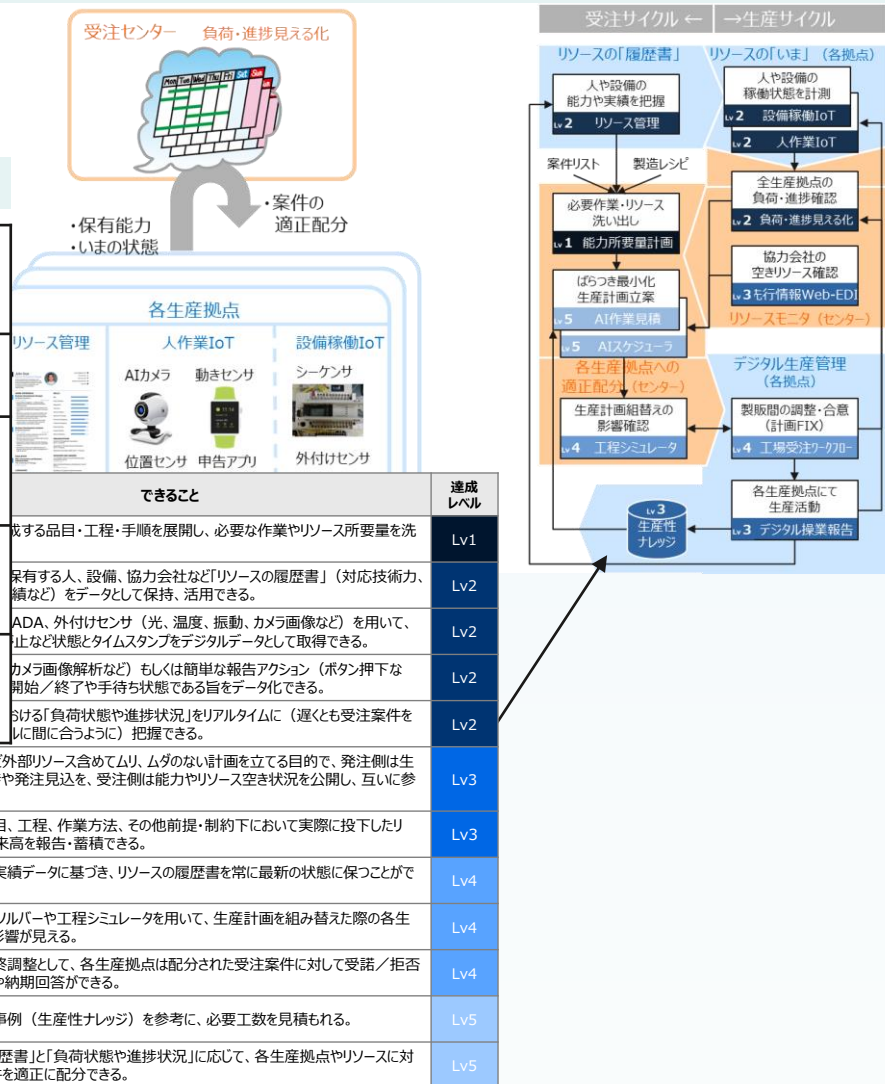
システムベンダーとの協業により、段階別ツールおよびその活用イメージをライブラリー化

ワークフローとツール活用イメージ

いつ、どこで何を作らせるか
判断できる仕組み
(機会損失の最小化)

目指すレベル5段階

Lv1	各生産拠点の負荷が一元的に見える仕組みがない (受注に応じて各工場が独自に負荷計画を立案)
Lv2	各生産拠点の負荷状況が一元的に見える仕組み
Lv3	各生産拠点の負荷状況を見ながら生産地を検討・ 選択する仕組み
Lv4	生産計画を組み替えた際の各生産拠点への影響が 見える仕組み
Lv5	各生産拠点の負荷ばらつきが最小となる生産計画 を自動立案できる仕組み



レベルに応じたツール設定

テーマを具体化するためのシステムベンダー及びツールの選定

イメージセルを媒介として、ソリューションベンダーにつなげる事により、それぞれの到達レベルの具体的なイメージを持ちながら、実装につなげる。

スピーディーな
新製品立ち上げの
仕組み

源流段階でモノの
評価ができる仕組み

オープンイノベーションを
活性化させる仕組み

効率的・効果的なODMの仕
組み

現場IoT7つ道具認定製品①

現場IoT7つ道具認定製品②

現場IoT7つ道具認定製品③

現場IoT7つ道具認定製品④

現場IoT7つ道具認定製品⑤

現場IoT7つ道具認定製品⑥

現場IoT7つ道具認定製品⑦

現場IoT7つ道具認定製品⑧

現場IoT7つ道具認定製品⑨

現場IoT7つ道具認定製品⑩

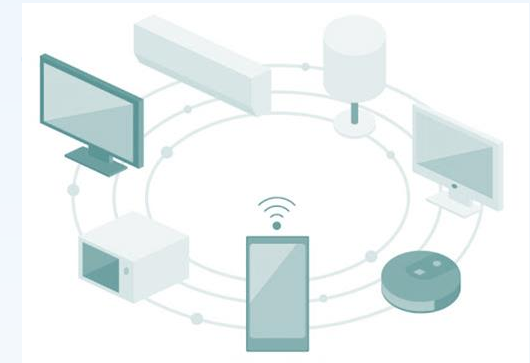
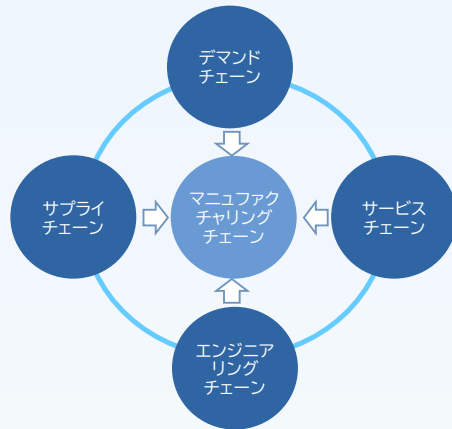
現場IoT7つ道具認定製品⑪

現場IoT7つ道具認定製品⑫

(工場ブランド化)

スマートファクトリーコンセプト設計の検討ステップ

イメージセルを媒介として、経営課題を具現化するスマートファクトリーコンセプトを立案する
→ 経営レベルで費用対効果を考える



取り巻く環境を捉え、
5つのチェーンでものづくりの
あり方を考える

生産システムの目指す姿を明確化し
強化すべき機能を重点化する

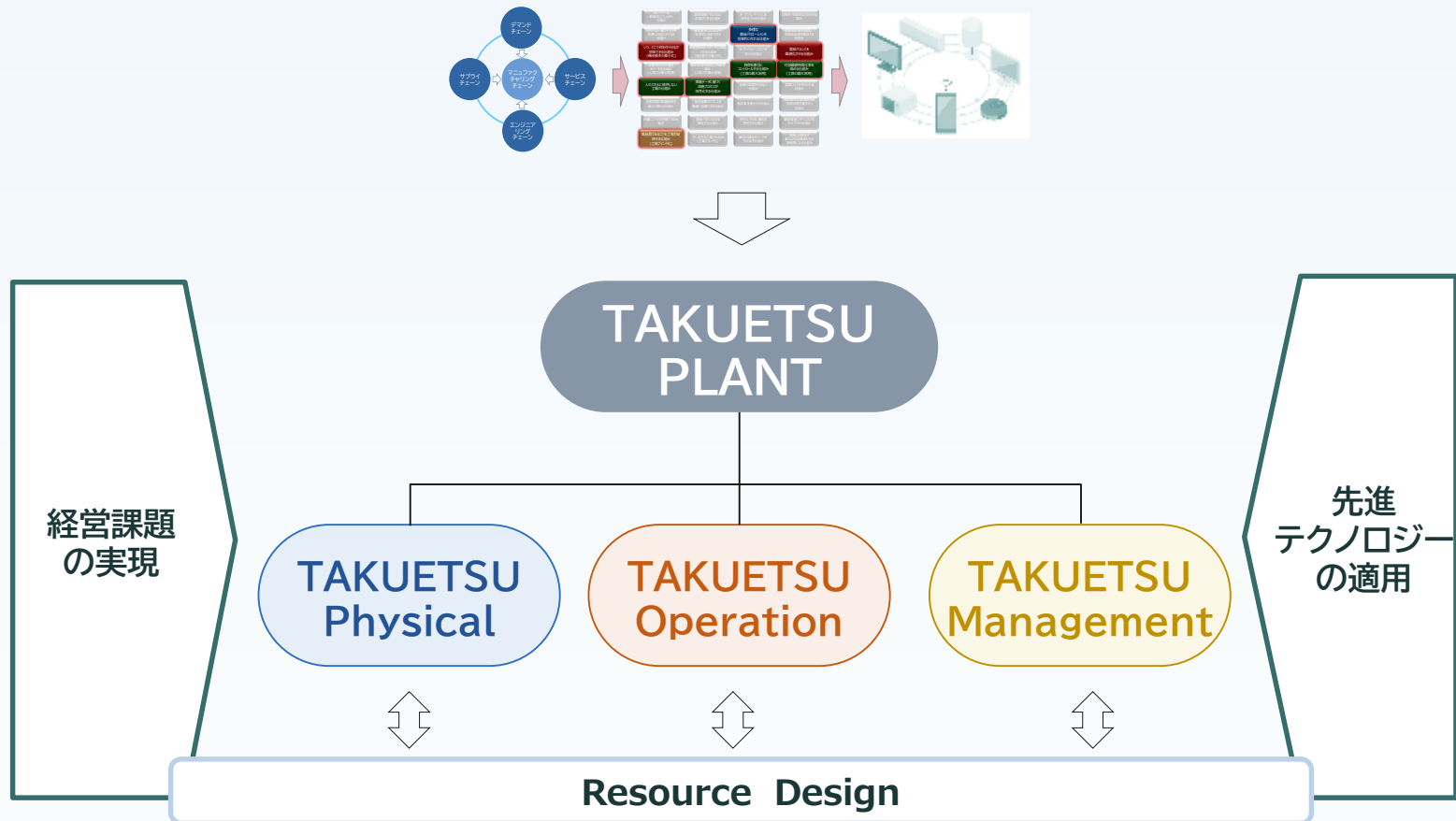
重点機能の極限追求を後押しする
デジタルテクノロジーを選択する

実現すべきスマートファクトリーコンセプト

3. コンサルティングメソッド開発

コンセプトを実現するスマートファクトリー構築の考え方

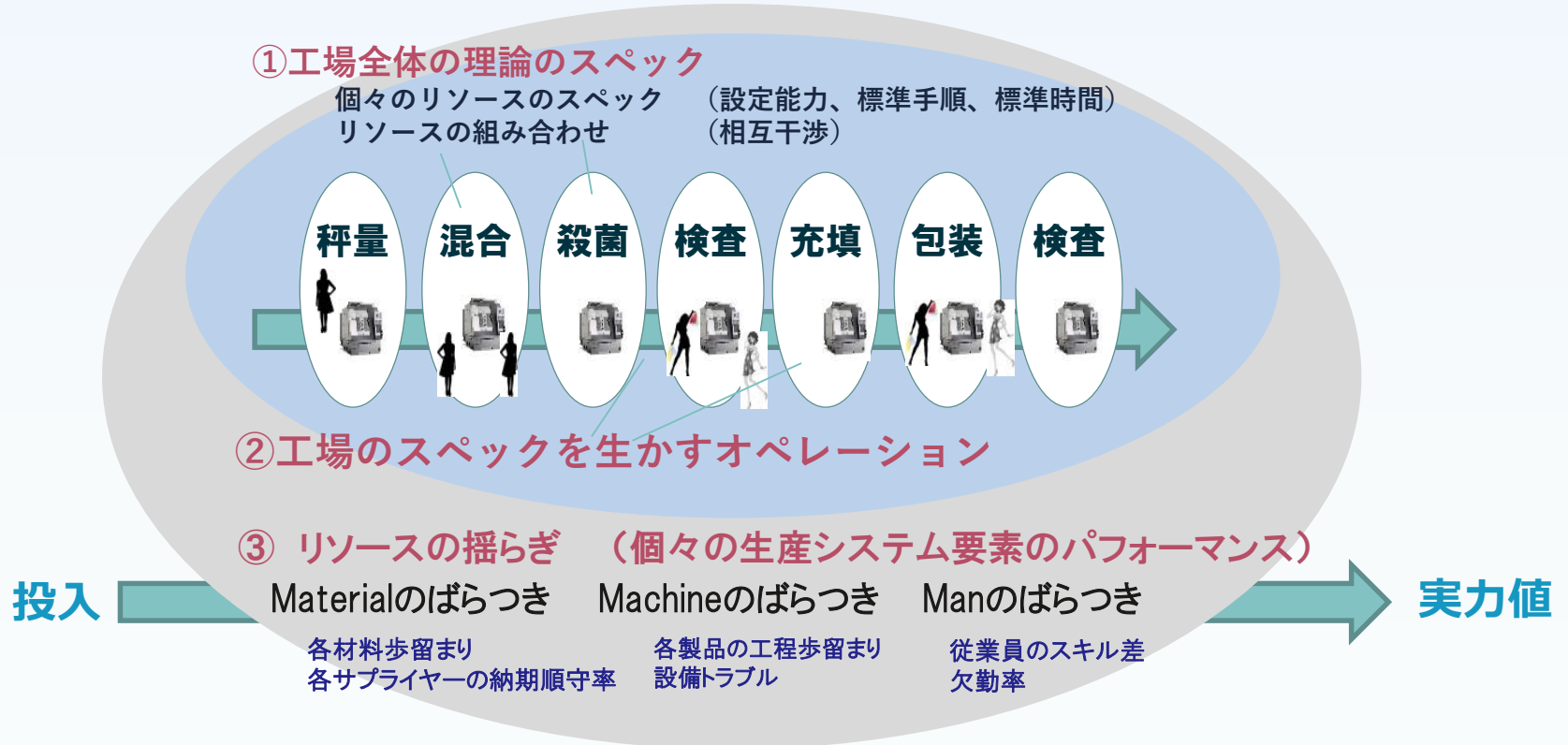
スマートファクトリー構築は、デジタルツール導入だけでは実現しない。
DXで卓越化したOperationに加え、
Physical、Managementの3つのエクセレントの追求が必要である。
この枠組みをTAKUETSU PLANT Design Methodとして展開する。



<工場全体の能力を決定する3要素>

工場全体の理論的な能力は、

- ・構成されている人や設備のスペック、その組み合わせ方で生じる相互干渉（①）
 - ・そのスペックを生かすオペレーション（②）
 - ・システムを構成するリソースの揺らぎ（基本スペックに対するパフォーマンス）（③）
- の3要素により決定する。



生産システムを高度化する3つのTAKUETSU

TAKUETSU
Physical

イメージセルの重点施策を実行するための
生産プロセス基本スペック

・顧客要求に対して適切なLTと製造コストで供給するための生産ライン設計および作業設計
先進技術を織り込んだ物理的工程設計

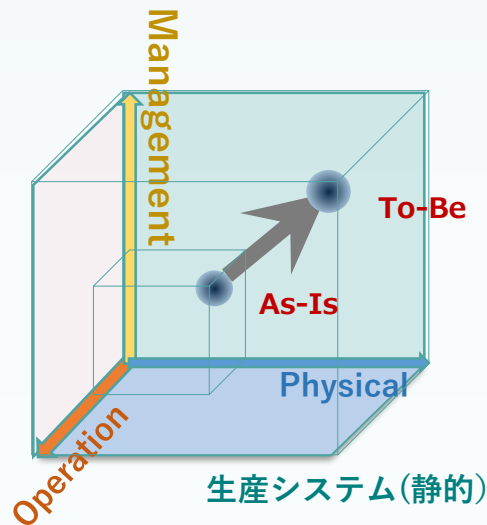
TAKUETSU
Operation

Phyの基本スペックを最大限発揮させる
ための日々の生産活動

イメージセル目標レベルの実現

・適切な計画立案・適切なリソース配分・
適切な進捗管理

DXによる革新的作業設計



①工場全体の理論のスペック



②工場のスペックを生かすオペレーション

③ リソースの揺らぎ

投入

実力値

Phy, Opeを常に高度化させるための管理基盤

- ・日々の生産活動のアウトプット評価と課題の重点化
- ・改革案の抽出と意思決定
 - QCDの生産活動KPIの見える化
 - 経営指標(特に製造原価)との連動性見える化
- ・人と組織の活性化を促す場の提供

DXを用いた、超高速PDCAの設計

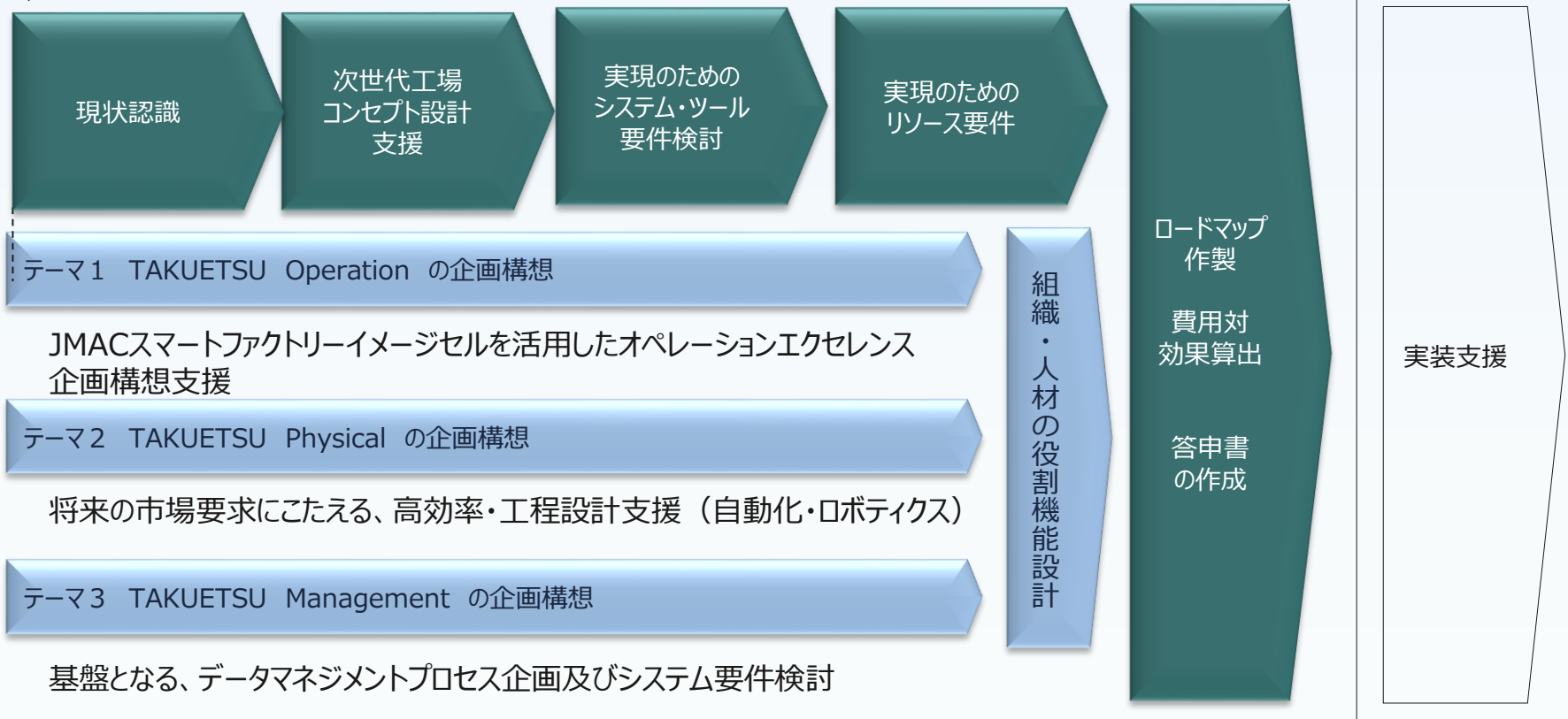
TAKUETSU
Management

4. 実 施 事 例

A社 TAKUETSU PLANT構築 事例

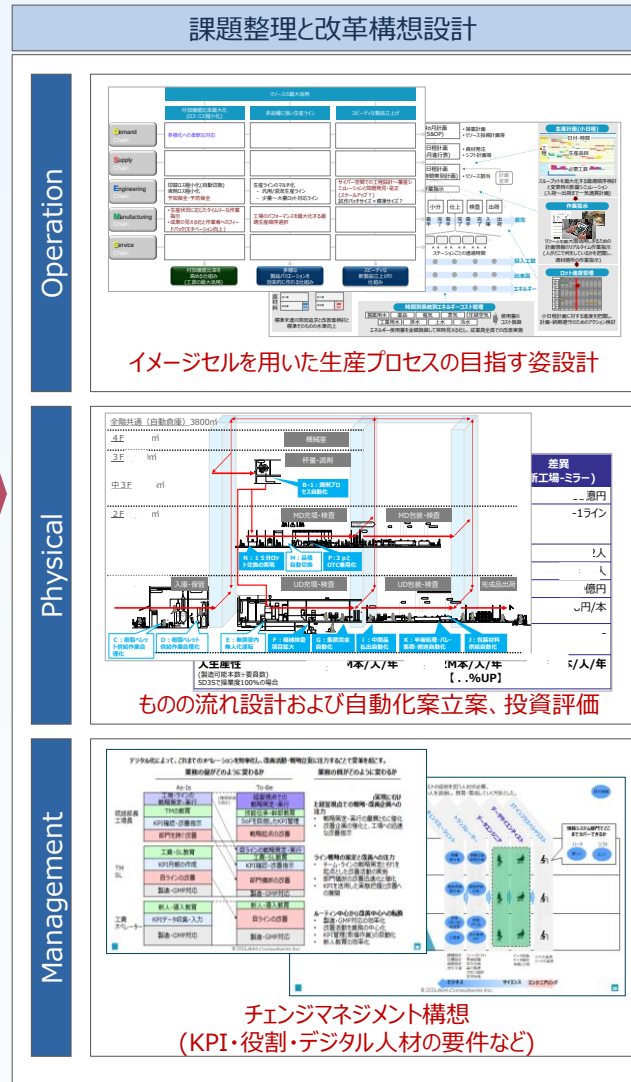
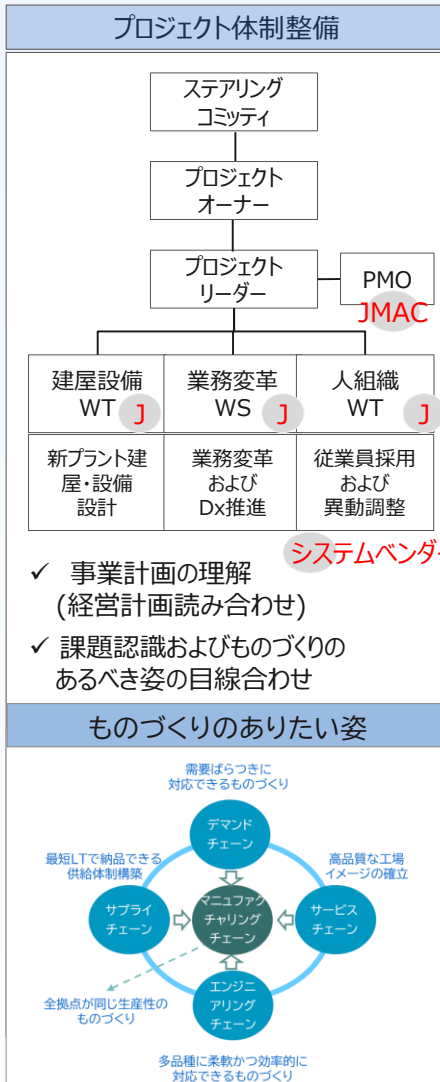


フェーズ1の支援範囲 4か月

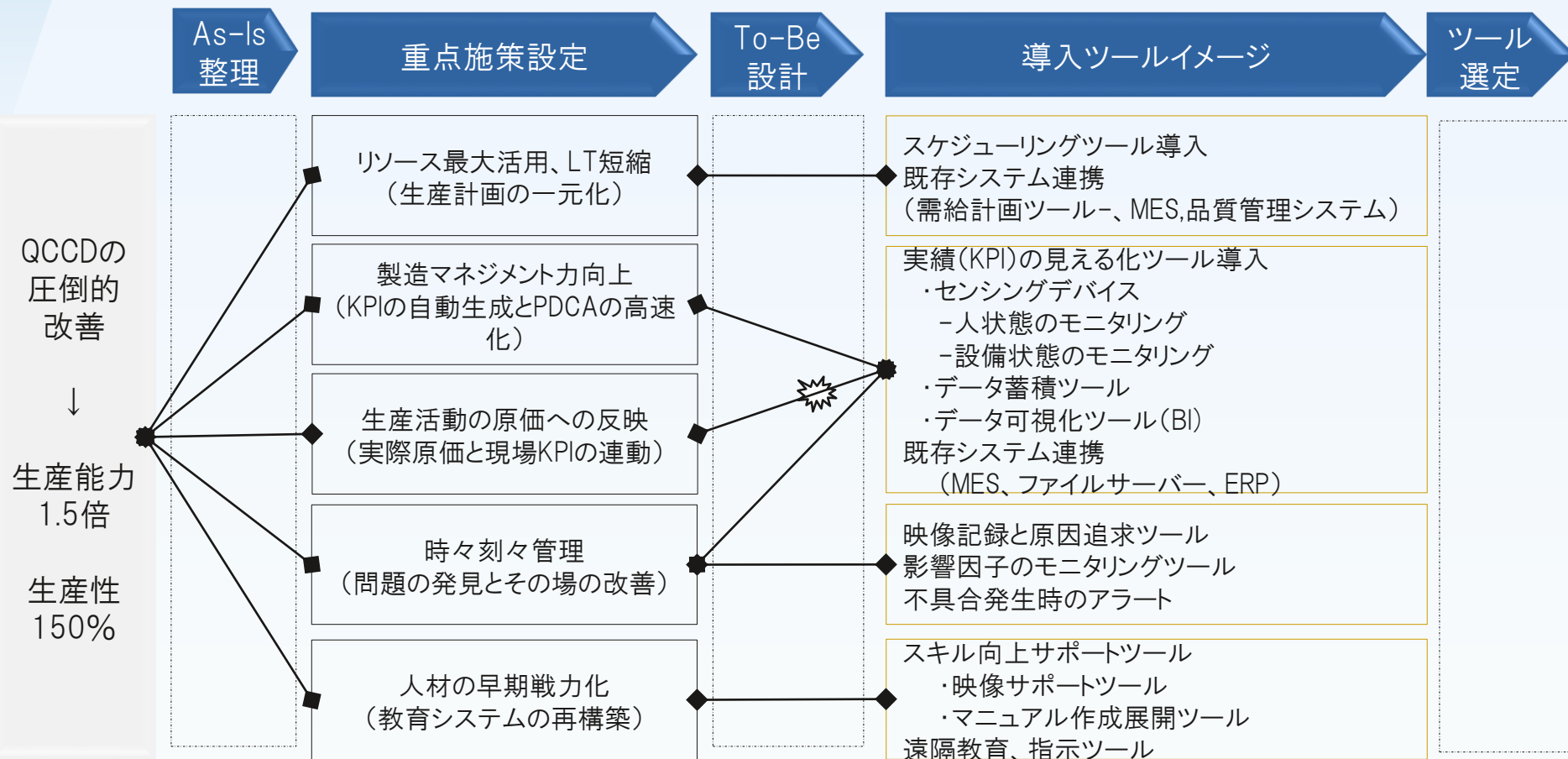


スマートファクトリービジョン作成概要 企画段階での検討事例

テーマ1 TAKUETSU Operation の企画構想



TAKUETSU OPERATION (DXで実現すべきテーマ展開)



従業員の能力を最大限発揮できる仕組み

負荷変動を抑える仕組み

原材料廃棄ロスを最小に抑える仕組み

問題発生時の影響を最小に抑える仕組み

異常が見え対処できる仕組み

個々のスキルを向上させる仕組み

負荷を適切にコントロールする仕組み

付加価値時間比率を高める仕組み

高品質であることを工場が保証する仕組み

TAKUETSU Physical (工程設計、設備合理化検討事例)

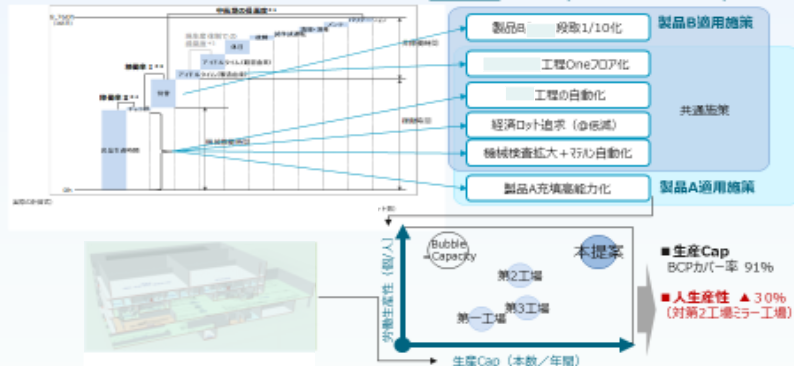
従来工場と比較した新工場のTAKUETU性評価

次世代工場では、従来工場でのロス削減と生産性30%向上を図る。

従来工場のロス構造

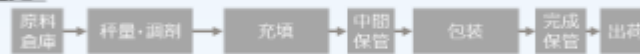
DI×高自動化 (Flex)×高速改善Cyc

次世代工場施策概要（従来工場のロスミニマム化）



工程能力バラン

1. 工程フロー



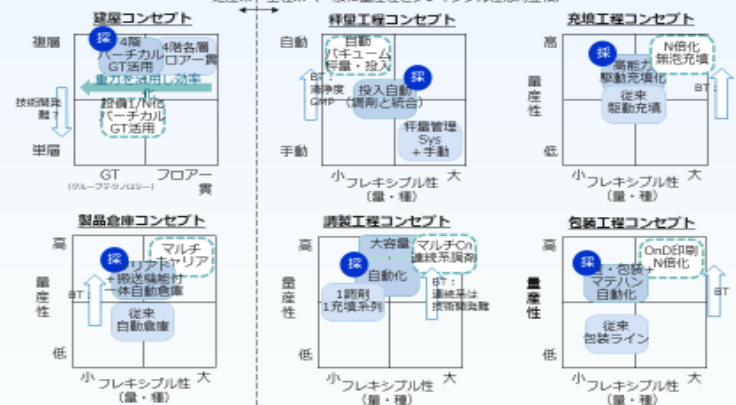
2. 工程能力 バランス



施策代替案比較

建屋コンセプト、製品倉庫コンセプト、各工程のコンセプトは下記の通り。

建築系 | 工程系 (一般に量産性とフレキシブル性は対立軸)



ハードウェア基本コンセプト 効率化積算

新工場ハードウェア基本コンセプトを、上流の新工場建設意義、Basic Conceptをもとに、Targetと工程コンセプトを下記のように設定しました。

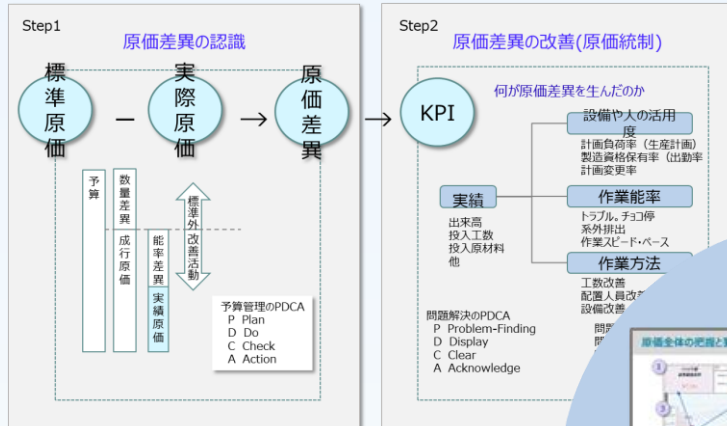
新工場 建設投資	Capacity : ※ 専木/年 (製品B換算)	WD : 7D → 5D/4W	Cost : ヒト生産性30%向上	Launch : FY23~ (製品A・製品B)	Spec : Digital×Pilot
	A社のバロツト工場として、 ① 顧客に劣する品質を、最高の効率とリードタイム及び生産能力で対応する高いスループットの工場 ② デジタル・イノベーション × 高自動化 × 高速改修サイクルが回る続ける 次世代工場 ③ 顧客と従業員のスミールがある工場 (CS : 安心・安全・使い勝手、ES : 重防入)				

Target	BCPカバー : 73% ↑	人生産性 : 3.0% ↑	品質 : CGMP取得
--------	----------------	---------------	-------------

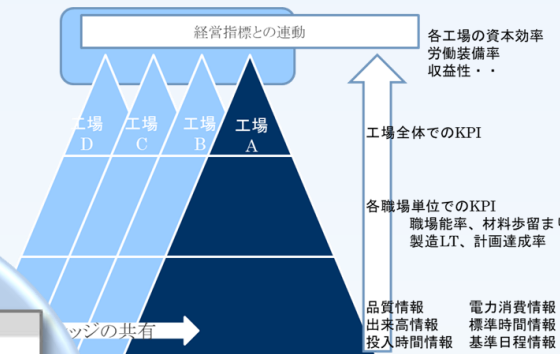
Process この 主要施策	M倉庫		秤量	調剤	充填
	・材料・中間体・製品倉庫の一体化 ・倉庫と搬送機能保有 ・入出庫自動化		・まとめ秤量	・調剤工程の自動化 ・パッチサイズの最適化	共通 : 機械検査の機能拡大 レイアウトOneフロア化 包装ベルト供給作業合理化 高OEE化取組1/10化
	中間品保管		包装	梱包	P倉庫
	・材料・中間体・製品倉庫の一体化 ・集積の自動化		・Oneフロア化による柔軟化 ・包材搬送の自動化 ・検査の自動化	・Oneフロア化による柔軟化 ・パレットサイズの自動化 ・包材搬送の自動化 ・検査の自動化	材料・中間体・製品倉庫の一体化 ・倉庫と搬送機能保有 ・入出庫自動化

TAKUETSU Management (マネジメントプロセス再構築事例)

現場の取り組みが原価に直結する仕組み



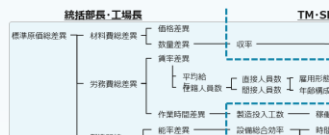
KPIの一貫化 ワンファクトリー化



コクピット設計



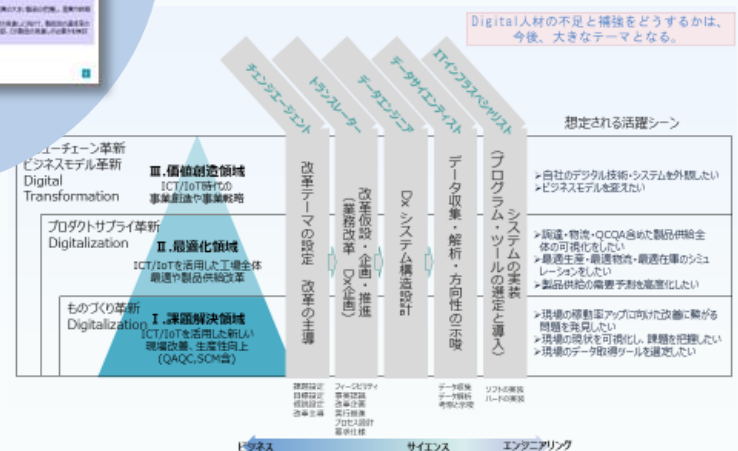
DXによる役割の変革 KPIの再設計



現状の役割	役割の変革 (例)
工場長	工場の経営と収益向上のための課題把握と意思決定
経理部長	主要KPIの管理と課題の明確化、報告と改善の指示
現場責任者	作業改善、改善活動
現場オペレーター	日々のルーチンワークをSOPに準拠して実施

工場展開 → ワンファクトリー

デジタル人材の確保と育成



5. 自己評価

まとめ

独創性・革新性

- ◆ 「スマートファクトリー化」というキラーコンテンツをそれぞれの経営課題からブレイクダウンし具体的設計につなげていくアプローチ。
- ◆ ツール側からの「可能性発掘型アプローチ」とは一線を画すプログラムである。

実証性・客観性

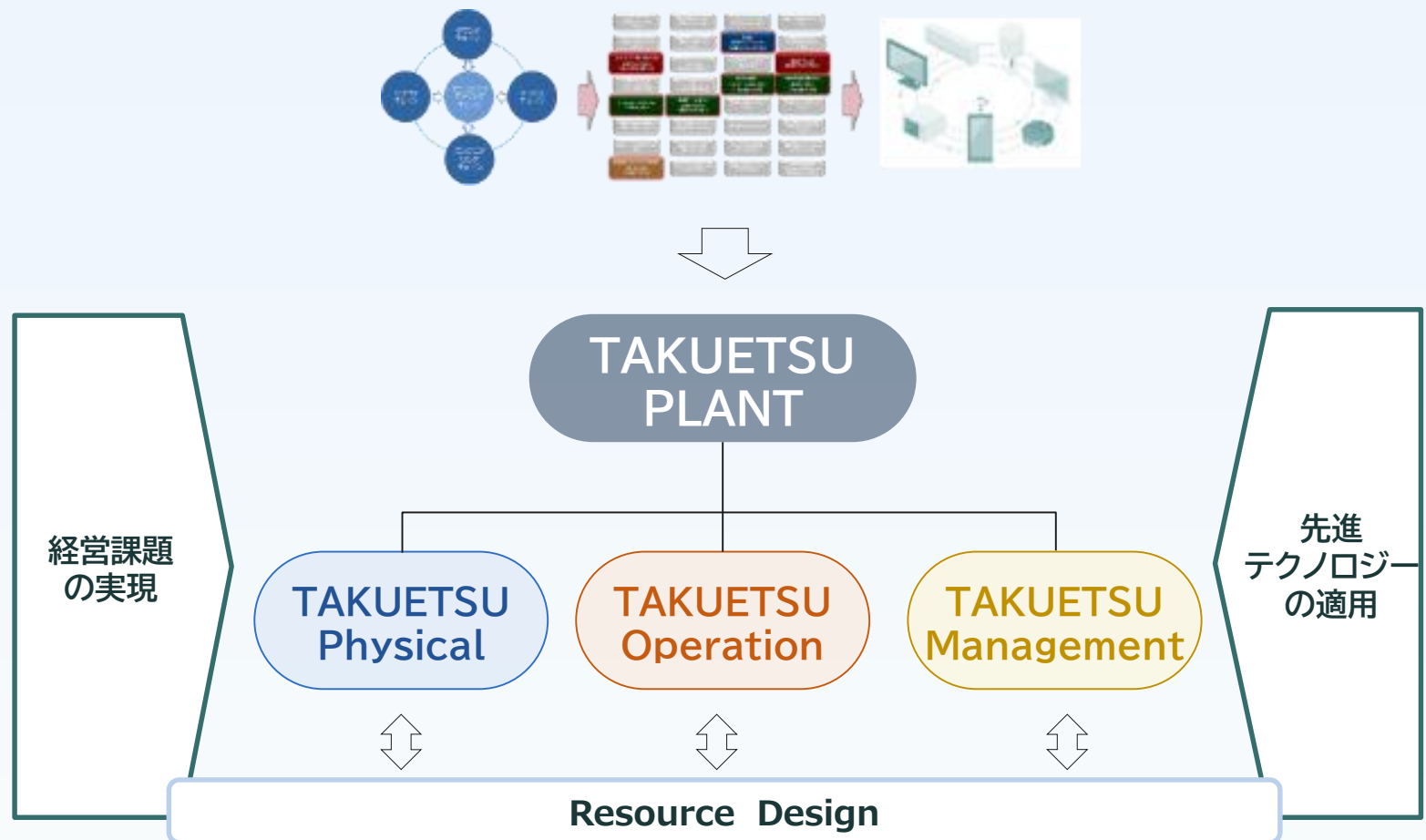
- ◆ **事例企業において**は、本アプローチで企画した答申案が、無事経営稟議を通過し、**実装段階に入った。**
- ◆ **複数の企業で提案内容が評価**され、同コンセプトに基づく検討段階に入っている。
- ◆ 多くの成功した技術がそうであるようにこうした**お客様との議論によって、より実証性の高いプログラムに変化して行くと確信**する
- ◆ また、そうした機会を多く得られるよう、世の中への発信と問いかけを継続して行きたい

実効性・有効性

- ◆ 3つのエクセレント追求の実現は、**JMAC伝統のDNAであるコンサルティングスキルの上に成り立っている。**
- ◆ **イメージセルを媒介として、システム関連プレイヤーとの技術補完が容易になり、相乗効果で顧客提供価値を高める**事が実現できる

普及性・発展性

- ◆ スマートファクトリー市場は、国内においても**2030年には現在の5倍の4500億円市場**に成長（富士キメラ総研）
- ◆ トップランナーのみならず**多くの中堅企業がその対象**。国内製造業の生産性を高める意味でもそうあるべき。
本プログラムは、**中堅中小企業の参入のハードルを下げ、普及を加速できるもの**と期待する。
- ◆ 実績を積み重ねる事で、**イメージセルは増殖しテンプレート化され、発展的に成長する**性質を持っている。



<新工場 x IOT研究会 デジタルイノベーション事業本部 A社PJTチーム>

- ・石田秀夫・今井一義・大野晃平・大森靖之・小野甫・神山洋輔
- ・武田啓史・根本慎也・松浦格也・松本賢治・毛利大・八木亮介・柳沼草介