

「メンテナンスの生産性向上と働き方改革」に資する一

定修検査・修理の ICT/IoT 技術適用モデル

「ICT/IoT 技術」適用提案研究会 Report

公益社団法人日本プラントメンテナンス協会

「ICT／IoT 技術」適用提案研究会

主査	林 和弘	三菱ケミカルエンジニアリング株式会社
副主査	福永辰也	旭化成エンジニアリング株式会社
委員	佐藤徹至	都築電気株式会社
	山崎清	都築電気株式会社
	澁谷利行	株式会社富士通研究所
	橋間正芳	株式会社富士通研究所
	松本史朗	旭化成エンジニアリング株式会社
	木下泰宏	千代田化工建設株式会社
	前田 純	日揮プラントイノベーション株式会社
	友松一郎	山九株式会社
事務局	古田農尚	山九株式会社
	若槻 茂	公益社団法人日本プラントメンテナンス協会

Report 編集委員

林 和弘	三菱ケミカルエンジニアリング株式会社
福永辰也	旭化成エンジニアリング株式会社
佐藤徹至	都築電気株式会社
古田農尚	山九株式会社
若槻 茂	公益社団法人日本プラントメンテナンス協会

*所属は、2019 年 4 月 1 日時点で記載しています

目次

はじめに	2
1. プラントへの要求事項と設備ユーザーの課題	3
(1) 構造変革期の課題	3
(2) 設備ユーザーのデジタルデータ化の現状	4
(3) あふれる情報技術と迷うユーザー	6
2. PDCA 管理サイクルと情報技術の適用モデル	9
(1) 生産性向上が求められる「連続運転プラント」	9
(2) 管理サイクル PDCA における課題	12
＊情報技術を活用した設備管理の「モデル化されたアイデア」例	15 - 17
3. 生産性向上のための「D」への着目	18
(1) 技術の実際適用を考える上での考慮事項	18
(2) 最も効果的な情報技術の適用領域	19
4. 「定修検査・修理」の生産性向上期待	20
(1) 保全工事に関する“ムダ”の側面	20
(2) 工事受注側から見る非効率性	22
5. アイデアモデル1：大規模定修（SDM）の工事現場への「入・退場」効率化	23
(1) 「入退場効率化」検討の理由	23
(2) 「入退場効率化」のアイデアモデル	24
(3) さらなる検討の必要	26
6. アイデアモデル2：工事の作業許可（受付と進捗管理）効率化	26
(1) 設備ユーザー、元請の責任分担	26
(2) 工事進捗管理と作業許可（「受付」）効率化のアイデアモデル	33
「入・退場」効率化技術」の事例	35
「保全工事管理の効率化技術」の事例	39
AI（人工知能）専門家からのメッセージ	44

はじめに

本レポートは、日本製造業の第四次産業革命下新時代のさらなる発展として、「保全（メンテナンス）の生産性」が向上するために、ICT／IoT 関連技術をどこに活用したらよいかを明らかにしようとするものである。その代表的な具体的例を、「モデル化されたアイデア」（下記参照）として提示する。

オンプレを主体とした設備ユーザーの目を拓くとともに、ICT／IoT 関連の工事会社、ベンダー企業が設備ユーザーへの技術適用提案を行える素地をつくることが目的である。これにより、設備管理に関わる「ベンダー市場」の長期的活性化の一助となることを期待する。

「ICT／IoT 技術」適用提案研究会の設立

産業全体の構造的な変革を目前に、ICT（Information and Communication Technology）および IoT（Internet of Things）の活用が、労働生産性向上に寄与できるものと期待されている。しかし ICT／IoT の活用に関する各所議論等の 2016 年頃の現状は、主流となるプラットフォームを含めデバイス先行型等の感があり、投資を行う企業オーナー側は判断材料を持ち得ず彷徨っている状況といえた。

また、日本製造業の設備オーナー（ユーザー）の従来の考え方は、ユーザー自らの人的ノウハウ蓄積を重視しており、ICT／IoT 投資技術提供側（以下、ベンダーと呼称）の認識とは、他国以上に大きく乖離しているものと思われた。

そこで本研究会では、「保全（メンテナンス）の生産性」を向上するために、さまざまなポジションのベンダー企業が持つ ICT／IoT 関連技術が、保全の生産性向上にどのような効果を持つかを論議するために 2017 年度に設立され、広い角度から論議を行った。

研究会の成果（アウトプット）について

本研究会の成果（アウトプット）は、センサー、デバイス、サーバ、通信などを組合せた具体的な製品システム構築ではなく、生産性向上に寄与するための「モデル化されたアイデア」とする。「モデル化されたアイデア」の“アイデア”とは、思い付きだけを意味するものではなく、遍在しているデータを使える形（情報）に加工し、それを何に使えば効果が出るかという知恵に昇華するモデルを、「アイデア」と呼んでいる。

「モデル」化＝「データ」→（役に立つように）「情報化」→（何に使ったら効果が出るかという）「知恵化」

であり、ICT/IoT・AI 等の情報技術適用により、生産性を向上させるマネジメントを可能とする、モデル化されたアイデアを模索し、これを本研究会の成果とする。

1. プラントへの要求事項と設備ユーザーの課題

(1) 構造変革期の課題

第四次産業革命と評されてから既に久しいが、産業界は「構造変革期」にあり、次のような課題に直面している。

①顕在化している課題（現在）

- ・国内の高経年設備対応
- ・海外生産対応
- ・製造業の生産性向上
- ・属人体制からの脱却（デジタルデータ化遅延）

②新側面への漸次的課題

- ・IoT 活用と検証
- ・データマネジメント（保全面はもとより、生産シミュレーションソフトの活用遅延も指摘されている）
- ・人材育成の構造化（データサイエンティストが必要との議論が高まっているが、既存業務での育成プランが構造化されていない企業もかなりある）

③新側面への予測的課題

- ・共通プラットフォーム対応（国際市場の生産プラットフォームへの対応や、労働人口減少下での AI やビッグデータ活用が迫っている。設備管理においても、設備ユーザーとベンダーやメーカーが共通で利用するプラットフォームやデータベースの必要性が予測される）
- ・付加価値の源泉論争（企業を超えた共通の資源と各社個別の資源やノウハウに対する考え方について、従来の日本競争力の源泉が通用するかという観点から見直す必要に迫られるかもしれない。オールジャパンであたるべきものは何かという議論が必要となる）
- ・超少数精鋭人材のコンピテンシー（労働人口減少下での AI やビッグデータ活用を考えたとき、限られた人に必要な能力を予測していかなくてはならない）

製造業としてこうした課題を解決するためには、経営ーミドルー現場の各段階のマネジメントで共通に使えるデータ分析が不可欠といえるだろう。とくに、データ分析を次期計画へ反映し改善していくことが極めて重要になる。

しかし現状は、たとえば設備ユーザーの中での、経営と設備管理／保全の間のような階層間におけるデータ断層もあれば、設計ー運転ー保全での部署間での断層もある。また、ユーザーとベンダーやメーカーとの間のデータ断層もある。そのみならず、分析・解析に耐え得るデータそのものが蓄積されていない分野も多い。

(2) 設備ユーザーのデジタルデータ化の現状

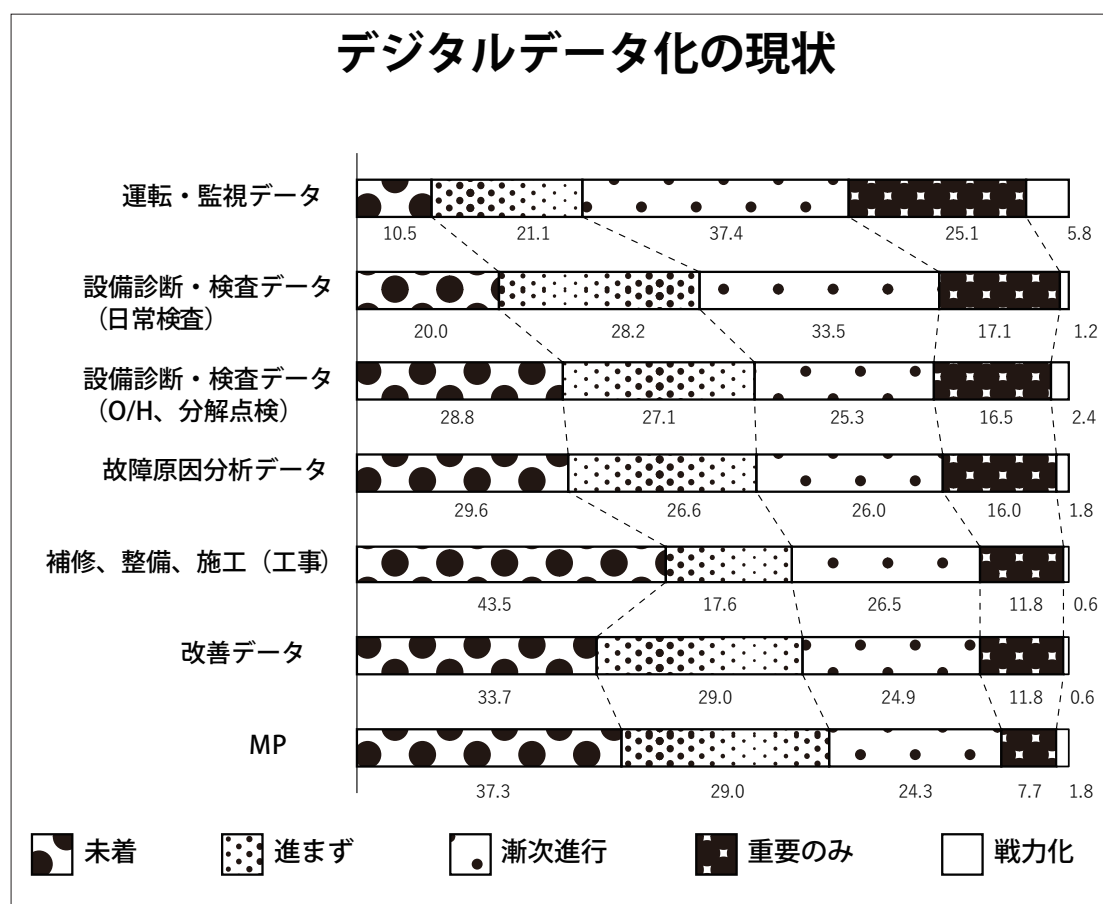
上記の課題をひと言でいうならば、「上下左右の壁を超える『情報“化”』」こそが重要といえるであろう。

ICT、IoT および AI が活用されている設備管理（マネジメント）の将来像は、「情報化されたデータに基づく抜けのない適切な設備管理が実践されている」とすることができる。

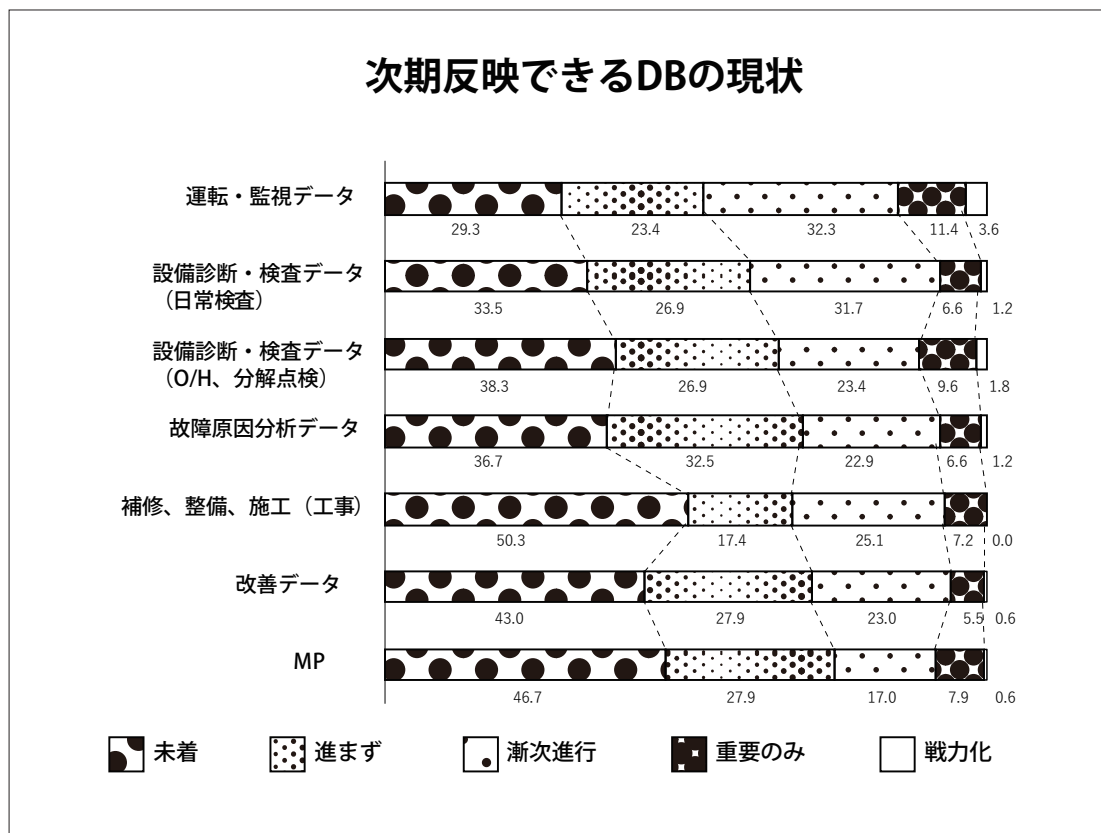
ここで、設備管理の PDCA サイクルに資するために設備管理のデジタルデータ活用を考えたとき、「デジタルデータ化」「次期計画に反映できるデータ分析」「課題を解決する、デジタル・情報ツールの活用」という 3 段階の課題があげられる。

当会が実施している「メンテナンス実態調査」で、この課題についての現状を調査したところ、どの課題においても進捗度は思わしくない。すなわち、設備管理の PDCA サイクルを回すためのデジタルデータ活用を進めることは、極めて困難な状況であることが示されている（図表－ 1～3）。

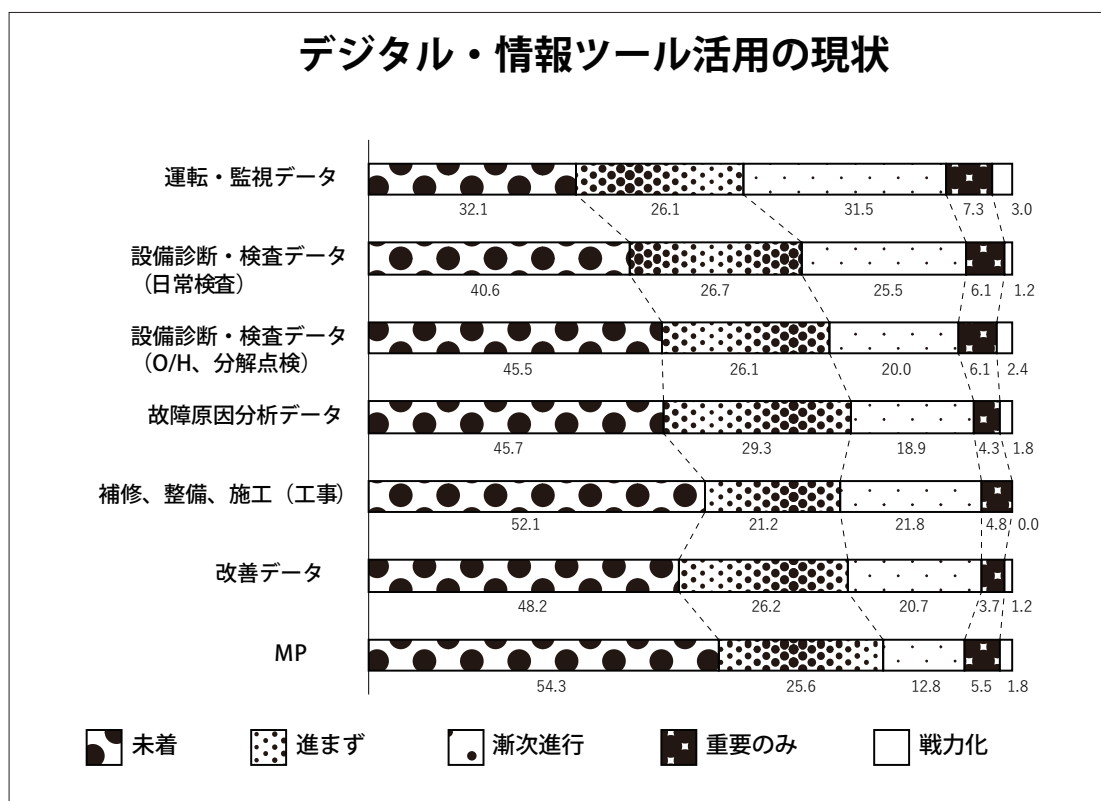
図表－ 1 設備ユーザーの「デジタルデータ化の現状」



図表－２ 設備ユーザーの「次期反映できる DB の現状」



図表－３ 設備ユーザーの「デジタル・情報ツール活用の現状」



(3) あふれる情報技術と迷うユーザー

一方、第四次産業革命を謳う時代となつて、ICT/IoT、AI 等の情報技術は巷に溢れている。設備管理に係る範囲でも、下記のような技術例を列記できる（図表－4）。

図表－4 情報技術の適用例

	工事管理	設備管理	運転管理	生産管理	物流管理
データ資源 ・センサー ・ドローン	・3D 計測 ・CAD・画像・ウェアラブル・バイタル	設備管理 DB ・CAD ・画像	・運転記録台帳・圧力・温度・液面・流量・位置・位相・振動・AE	工場全体の生産状況表示	
標準化 ・データ収集	工事仕様書・位置情報	設備管理シート ・機器管理シート	DCS・PLS・プロコン ・Obsave	モノ流れ状態表示 ・RFID	
ネットワーク形成 ・デバイス			フィールドバス ・HART	ワイヤレス ・LPWA	倉庫在庫 ・タンク液面・ローリーの保全
監視・制御 ・集計 ・可視化		アラーム操作頻度解析	PID・DMC ・重要設備の運転状態表示	生産管理システム ・KPI 解析	
分析・支援 ・モデル化	工事リソース管理	工事記録支援	非定常 OSS・EMSS ・遠隔作業支援 ・ソフトセンサー	生産物流スケジューラー ・TOC	
AI・データサイエンス ・テスト養成		予備品管理 ・Online 診断	故障予兆検出	製品在庫管理	
予測・訓練 ・シミュレーション			訓練シミュレーター	生産物流最適化	
業務自動化 ・RPA	工事安全指示書作成の定型作業				

DCS：distributed control system／分散制御システム

PLS：Partial Least Squares／部分的最小二乗法

Obsave®（三菱ケミカル）／プロセスデータ長期保存パッケージ

RFID：Radio Frequency IDentification

HART：Highway Addressable Remote Transducer／HART プロトコルは、スマート機器と制御システムまたは監視システムの間で、DC4-20mA のアナログ信号線にデジタル情報を送受信するための標準規格。

LPWA：Low Power、Wide Area／少ない消費電力で、km 単位の距離で通信できる無線通信技術。とくに「LoRa」が目される

PID：Proportional-Integral-Differential Controller／Proportional（比例）・Integral（積分）・Differential（微分）の組合せで制御

DMC：Dynamic Matrix Control／モデル予測制御法の一つ

非定常 OSS：operations support system

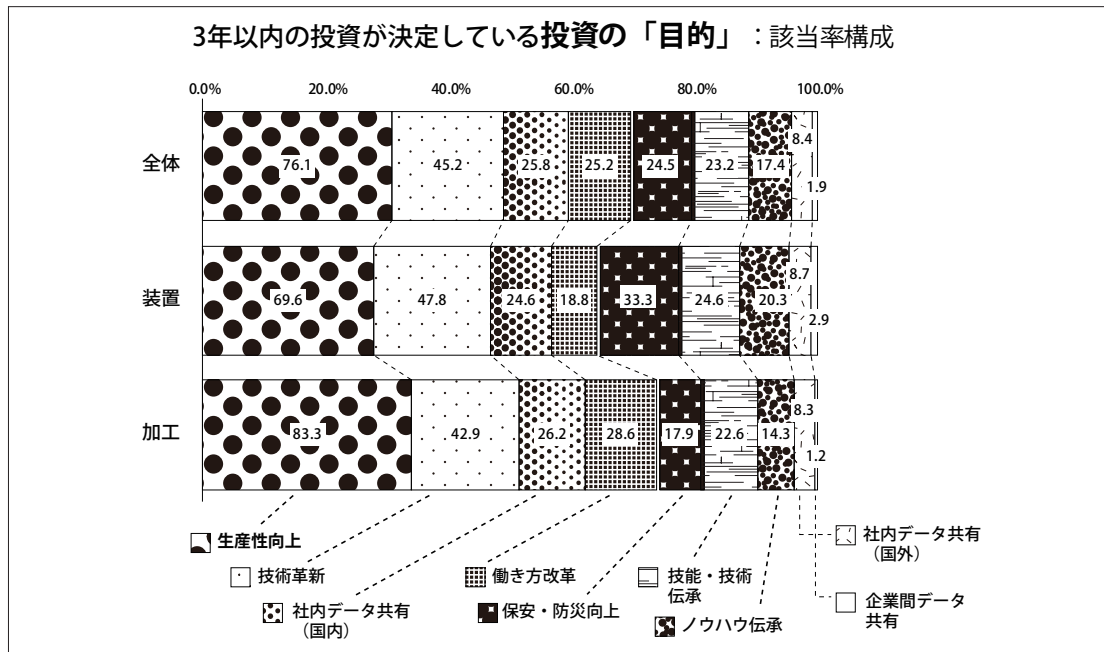
EMS：Element Management System

TOC：Theory of Constraints／制約条件の理論

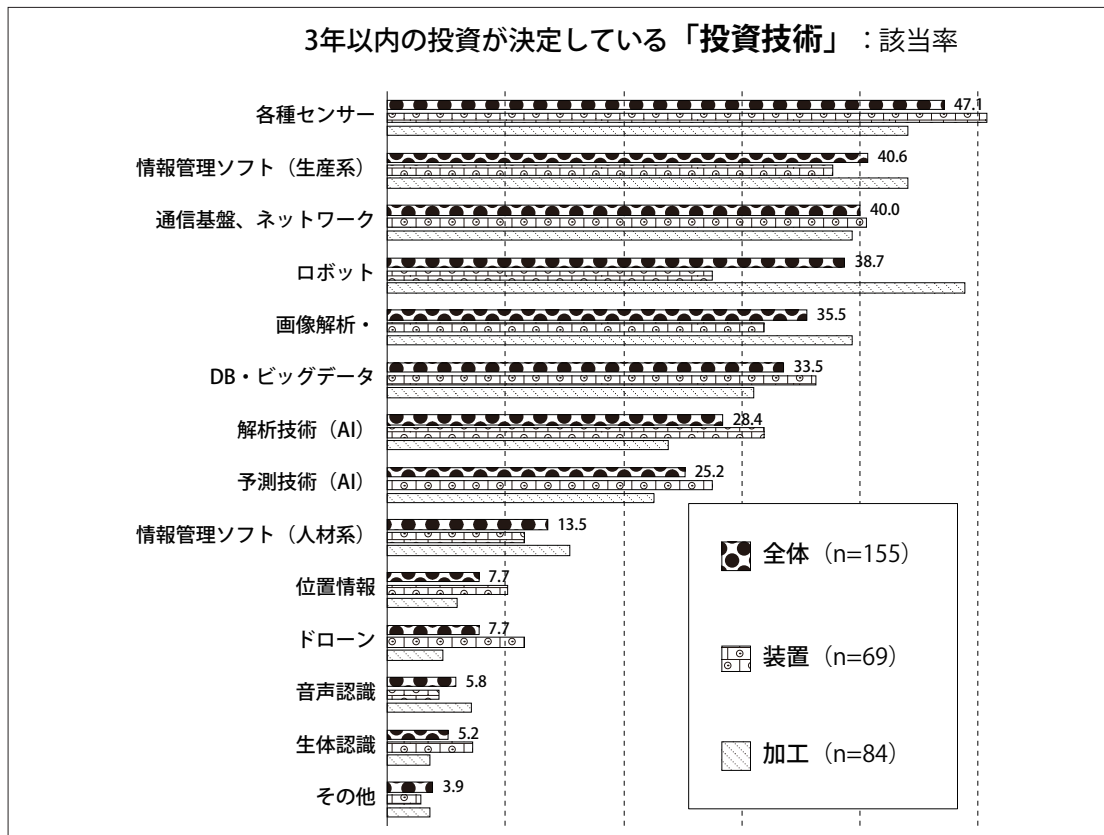
RPA：Robotic Process Automation／ロボティック・プロセス・オートメーション

これに対し、設備ユーザー側が 2018 年現在で「3 年以内に投資が決定している目的および技術の実態」は、**図表－5、6** のようなところである（「メンテナンス実態調査」）。

図表－5 3 年以内の情報技術投資が決定している「投資目的」



図表－6 3 年以内の情報技術投資が決定している「投資技術」



投資目的でもっとも高い項目は、「生産性の向上」である。続いて「技術革新」「社内データ共有」となっているが、これに続く項目が装置産業と加工組立産業では異なる。前者では、「保安・防災向上」が、後者では「働き方改革」である。

投資が決定している「技術」では、「各種センサー」がとくに装置産業で大きい。加工組立産業では、ロボットや生産系の情報管理ソフトへの投資が目立つ。

図表－7は、投資の「目的」と「技術」をクロスしてみた結果であるが、縦軸に主な「目的」、横軸に選択「技術」を配している。

「各種センサー」技術は、技術革新や生産性向上の目的に投資されるが、保安・防災向上でも投資される。

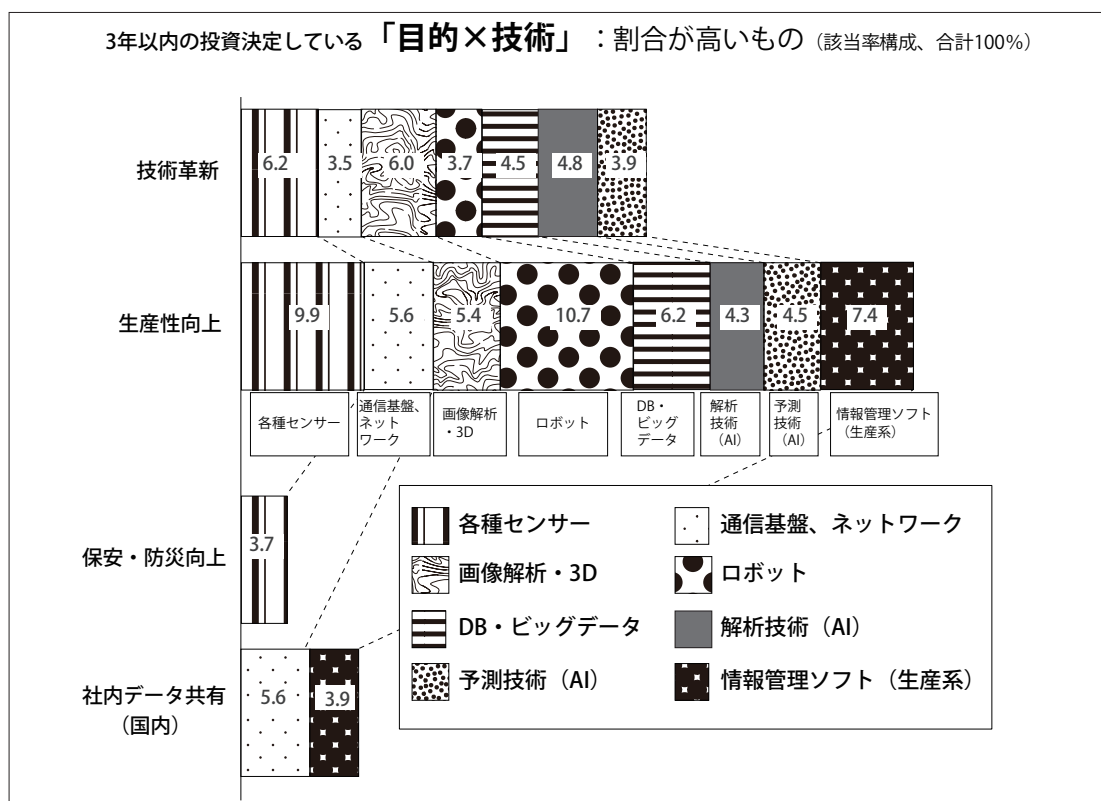
「通信基盤、ネットワーク」は、社内データ共有（国内）を目的に最も選択されている。

「ロボット」や「情報管理ソフト（生産系）」は、生産性向上目的で高い割合を持っている。ここでの数値は、全体を100%としたときの割合なので、生産性向上を目的に「ロボット」は全体の中で最も高い割合ということである。

なお、よく話題となる「解析技術 AI」や「予測技術 AI」は、発展途上であろうか。「画像解析・3D」も、品質管理やセキュリティ向上に役立つと思われるが、まだ一部でしか利用が確定していないようである。

総じて、「生産性向上」の目的率が高いが、さまざまな技術を導入・試行している状況といえ、はっきりとした投資戦略が確立されてはいないようである。

図表－7 3年以内の情報技術投資が決定している「目的」×「技術」



2. PDCA 管理サイクルと情報技術の適用モデル

(1) 生産性向上が求められる「連続運転プラント」

①連続生産プラントと IoT を考える視点

運転監視や制御のために DCS / 分散制御システム (Distributed Control System) を設置している石油精製や石油化学のプラントでは、既に膨大な数のセンサーが設置され、ビッグデータ解析なども試行されてきた。こうした石油精製や石油化学のプラントを対象に IoT について議論すると、およそ次のような現状が指摘できる。

- ・一般に IoT が活躍する範疇として“故障予測”が取り上げられており、これは故障が起きる前に何らかの手当をするという予防保全 (PM) を想定したものである。オンラインモニタリング (OLM) による状態監視 (CBM) や、もっと拡大して PAM / プラント資産管理 (Plant Asset Management) の考え方に含まれるともいえる
- ・一方、高い生産性で競争力を高める観点から見ると、運転監視や制御を最適化しようとする取組みの延長で IoT を考えるのでは、効果は一部であり、取組みとして不足である。設計・運転・保全の最適化を目指す「生産保全」の観点から、効果の高いシステム構築を目指した IoT への取組みが必要である。予防保全 (PM) の域に止まらず、PAM の域まで拡張した考え方が必須であろう
- ・また、IoT の事例で紹介されるケースは、DCS よりも PLC / プログラマブルロジックコントローラー (Programmable Logic Controller) の世界である FA やロボットによる生産ラインに偏っている感がある。既に運転監視や制御で高度な最適化運転を達成している DCS の世界より、生産性を向上して無人生産の達成を成果とするのは PLC 側が目立つ。生産プロセス、生産ラインが持つリスクの種類によって異なるともいえるが、産業界全体としては「連続運転主体のプラント」の生産性の向上が急務といえるだろう

②求められる「効果があるシステム」とは

上記のように設計・運転・保全の最適化を目指す「生産保全」として生産性向上に寄与するシステムという観点から、求められるシステムについて考えてみる (図表-8)。

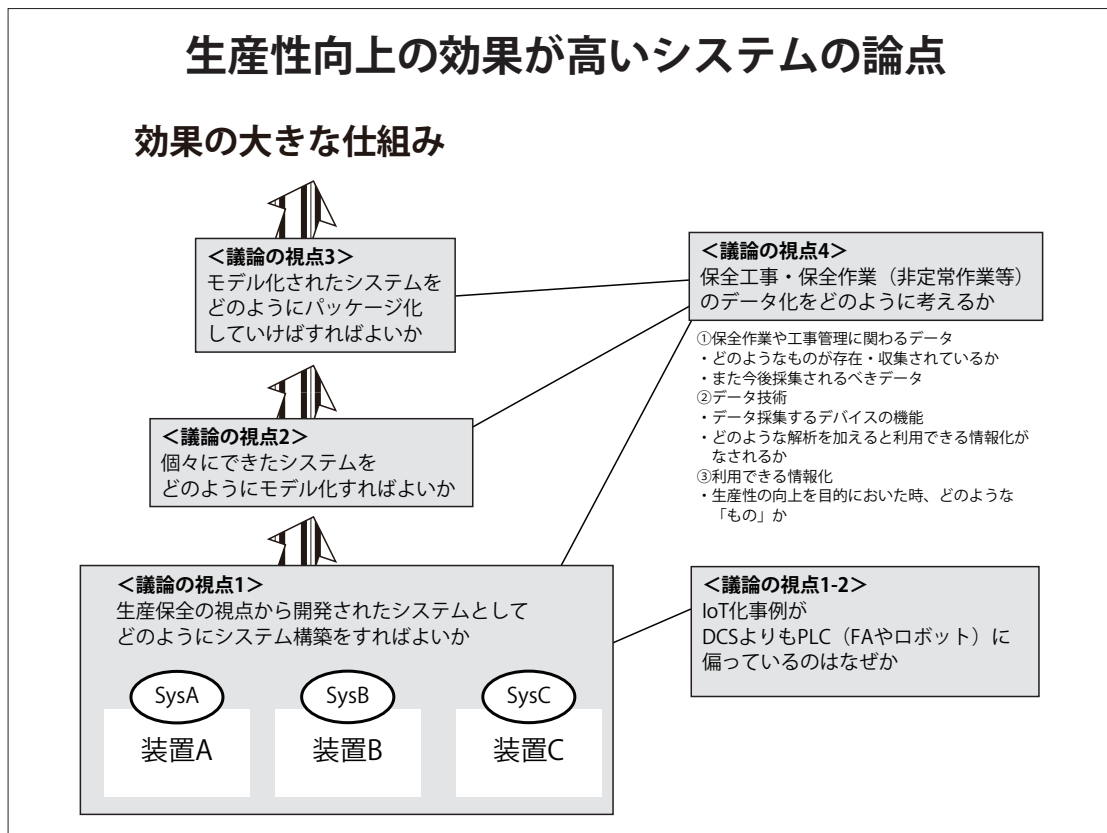
- ・従来の運転監視や制御の最適化を目指すシステムは、「生産保全」の観点から開発されたシステム構成ではない。「生産保全」用に開発されたシステムとしては、一つひとつの装置に応じたシステム構成を考慮する必要がある
- ・たとえば、航空機エンジンに多数のセンサーを取り付け、データ解析によって予知保全 (PDM) を実施し、状態監視 (CBM) に繋げるモデルがある。この実際のビジネスモデルを見ると、「オンラインモニタリング (OLM) + 状態監視 (CBM) ⇒ PAM / プラント資産管理 (Plant Asset Management)」を実現し、ビジネスパッケージ化されたサービスとしてシステム構築されている

- ・このモデルのように、装置に適したシステムは、個々の装置ごとに考えていく必要がある。一括りにして、運転監視や制御の最適化を目指すシステムとは異なるものである。個々の装置ごとに考え、その結果構築された個々のシステムをラインやプラントで纏めた統合システムとして再構築できれば、効果の大きな仕組みに成り得る筈である
- ・この時一つひとつのシステムはベンダーからの技術提案が有効な手段と成り得る。イノベーションは、既存のシステムをうまく組み合せて、より大きな付加価値を産むことで達成されるであろう。すなわち、個々にできたシステムをモデル化し、パッケージ化して展開を図っていく中で、効果の大きな仕組みに成り得るのだと考えられる

ここで、ラインやプラントに敷設されているセンサー・ケーブル・DCS・PLCなどの装置に関わる設備や、実際に運用されているシステム（運転支援・アセットマネジメント（資産管理）・状態監視・配管管理・保全情報・劣化DB・設計図面・ナレッジ伝承等）を総じて、“生産インフラ”と呼ぶことにする

この“生産インフラ”の観点から、DCSではそのケーブルも大容量で、信号のやり取りもかなり標準化されてきている。一方、PLCでは標準化もなかなか進んでおらず、ケーブルも大容量に耐え得るものではない所が、“生産インフラ”の面からは、IoTの取進めに問題があるといえる

図表－8 生産性向上の効果が高いシステムの論点



③ “生産インフラ” と設備管理のプラットフォーム

上述のように、個々にできたシステムをモデル化し、パッケージ化して展開を図っていく中で、効果の大きな仕組みに成り得る。すなわち、

個々の装置ごとのシステム構築

⇒ **個々のシステムのモデル化**

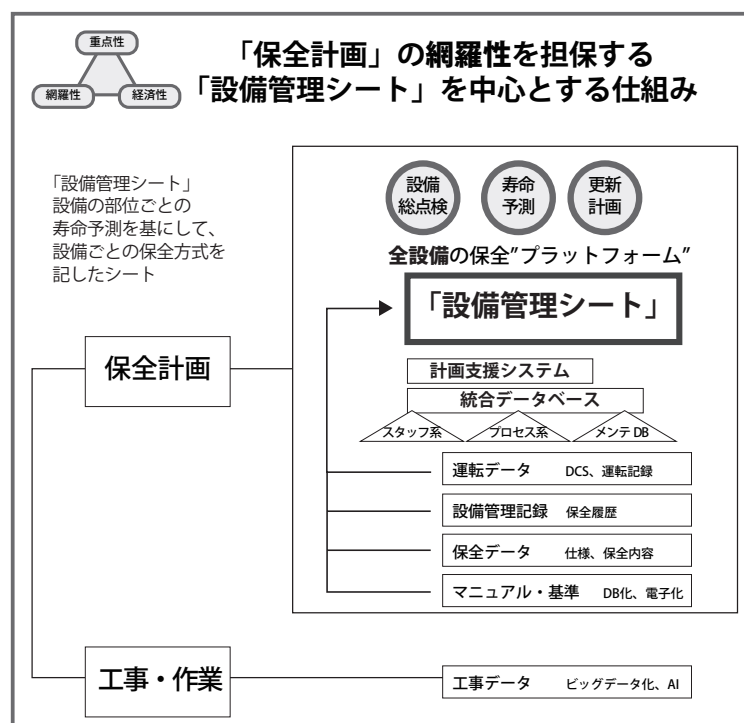
⇒ **“生産インフラ” の融合化・統合化**

の流れである。

パッケージ化の具体的なイメージは、次のようなものとなる。

- ・ IoT 化の基盤として、設備管理シートやメンテナンスレビュー、記録の AI 支援システムなどが、設備ユーザー側の保全データ・プラットフォームとなる（図表－9）
- ・ プラットフォームのシステム自体が、ベンダーからなされることも含んでいる。また、プラットフォームの機能を外部から手軽に利用できるように、各モデル化した API（Application Programming Interface／ベンダーからの技術提案）を、付属させるというイメージである
- ・ なお、設備管理シートやメンテナンスレビュー、記録の AI 支援システムは、故障の許されない重厚長大型のプラント設備はもとより、比較的停止による損失の小さいフィルム・繊維などのライン加工型でも、事故防止やリスク低減の観点から有効であることは実証されている。また、生産性向上の観点からも ICT/IoT という武器との連携が強く望まれている
- ・ また、この際に保全工事・保全作業（非定常作業等）についてのデータ化は非常に大きな要素として、方向性を示すことが望まれている

図表－9 「設備管理シート」を中心とする仕組み



(2) 管理サイクル PDCA における課題

① PDCA から見たデジタルデータ・情報の現状

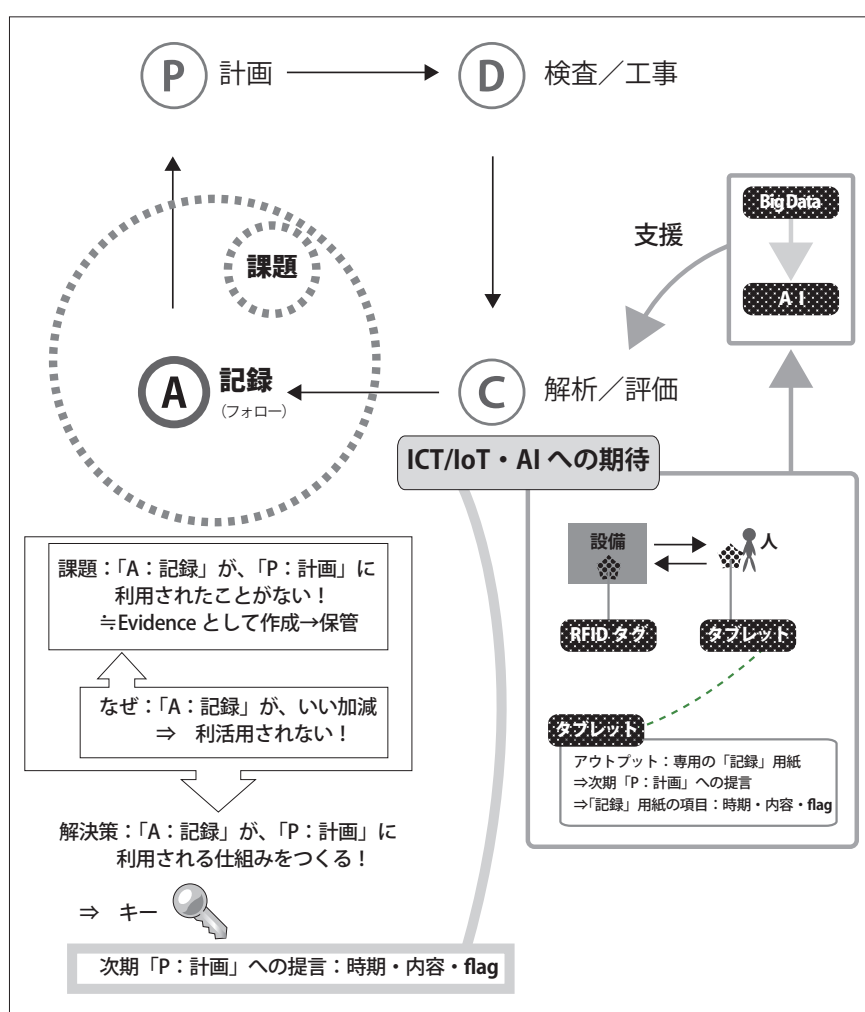
ICT、IoT および AI が活用されている設備管理（マネジメント）の将来像は、「情報化されたデータに基づく抜けのない適切な設備管理が実践されている」とすることができる。それには、

- ・必要なデータが収集・分別・加工・見える化で、情報として共有され PDCA に供されていること（図表－10 は、データ・情報の流れを中心とした PDCA 標記としている）
- ・要点や伝承すべき知見が属人化せず、部品レベルまで共有されていること

が条件となる。

つまり、これまで取っているデータは、分別・加工・見える化されていない膨大な宝の山ともいえる。しかし、標準類等は多過ぎて覚えきれないので、デジタル技術で使える情報に加工してはじめて生かせる。そのため、現在は「使えるデータがない」状況とも言える。

こうした現状を考えると、以下のような課題例が指摘できる。



図表－10 設備管理の記録と情報技術

- ・課題 a: “いい加減” な内容の記録が多い。設備管理 DB の中にデータを入れる “ハコ” はあるが、データ内容が次回への提言（PDCA の C → A）につながるレベルではない。デジタルデータ化そのものも遅れている
- ・課題 b: 工事や運転等の日報に、時系列分析や（他の条件との）関連分析がないため、「時系列で見える化」等ができない。また、工事管理ではデジタルデータ化が極めて遅れており、生産保全の観点から生産性が不十分であると指摘できる
- ・課題 c: デジタル情報活用の基盤として、生産保全における共通のデータ・プラットフォーム（設備管理シートやメンテナンスレビュー、記録の AI 支援システムなど）が必要

上記より、情報技術を活用した設備管理の「目的」として整理する。

●設備管理の将来イメージ：情報化されたデータに基づく抜けない適切な設備管理が実践されている

●情報技術活用の「目的」

(a) 設備管理に必要なデータが「採集→分別・加工→見える化」され、情報として共有^{*1}される。その情報が抜けなく評価、判断され、適切な措置^{*2}が施される。これにより、各結果が PDCA に供されること。

(b) 設備管理の要点、伝承すべき知見が属人化せず、個別設備の部品レベルまで評価判断のマニュアルが整備され、誰でも何時でも何処でも取り出せるよう共有^{*3}される。これにより、恒常的に改善が図られること。

* 1：情報化されたデータにより、各設備の状況を確実に把握し、変化の兆しを検知する

* 2：劣化させない運転管理で回復を図り、予測による適切な時期・方法を持った設備管理で修復を実践する等

* 3：技術伝承の問題を解決する

②情報技術を活用した設備管理のアイデア例

② -1 情報技術適用の視点

上記①の考え方のもとに、情報技術を活用した設備管理の「モデル化されたアイデア」例を、**図表 11~16** に示す。この例は、実際に設備ユーザーとベンダー共同で取組みを志向しているものである。

この例では、設備管理への情報技術適用を以下の2点から考えている。

(a) 設備診断

- ・検知から原因を特定し、今後を予測し対策の立案を行う
- ・各ステップを ICT の適用で支援する
 - 異常の兆候検知：IoT + テキストマイニング[※] → ビッグデータ解析 → AI
 - 原因の特定：モニタリング診断技術
 - 予測⇒対策立案：AI ～ 人間系により PDCA

(b) 設備管理のマネジメント（工事管理の非定常作業を含む）

- ・設備管理の PDCA を実践／支援する ICT の適用
- ・「標準化」⇒「暗黙知の形式知化」⇒「情報ツールを用いた情報共有」⇒「抜けのない計画と最適な実施時期」および「安全性・生産性向上」
- ・PDCA の各ステージを繋ぐ：A を基点とした記録・フォロー等

② -2 「モデル化されたアイデア」例

次ページより、情報技術を活用した設備管理のアイデア例を示す。

(a) アイデア例 1

図表－ 11 モデル化されたアイデア例 1

現状		情報技術を活用したあるべき姿（期待される姿）の例				使用する情報技術
課題	症状	P（計画）	D（検査・工事）	C（解析・評価）	A（記録・フォロー）	
検査・工事記録が活用されない	- エビデンス・報告書類として作成、保管に止まっている - いい加減な内容の記録⇒次回の計画を意識した記録になっていない - 担当者の技術レベル向上につながらない	- 次期計画に反映されフラグにより確実にフォローされている - 経年劣化対策とヒューマンエラー対策への戦略対応：先取りでトラブル防止 - 適切な「A：記録（フォロー）」による、定期的分析と「見える化」の体制 - 経年劣化の兆候⇒基準作成、予算反映 - ヒューマンエラー⇒製造および保全向け教育資料	- 入力支援ツール（タブレット等）による工事記録の作成支援。特に、次回への提言（引継ぎ含む） - 検査・工事記録（写真・絵・数値表含む）	- 工事記録 DB と AI 学習 - 項目の標準化（定型フォーム・テキスト・データ正規化、辞書） - 設備管理 DB の記録を利用（データ不足⇒前回記録の参照） - 機種、工事名称から入力支援 - 過去入力データの AI 学習⇒担当者は提案修正のみ - 体制：分析要員（専任）、分析頻度 - 時系列解析：件数・頻度の変化⇒深堀り解析 - テキストマイニング⇒経年劣化とヒューマンエラーを探る	- 次回への提言 ・時期 ・項目・内容 ・予備品等 ・テキストマイニング等による上位項目の表示	- タブレット等の現場入力支援機器 ・データベース ・解析技術 ・テキストマイニング ・AI 分析

(b) アイデア例 2

図表－ 12 モデル化されたアイデア例 2

現状		情報技術を活用したあるべき姿（期待される姿）の例				使用する情報技術
課題	症状	P（計画）	D（検査・工事）	C（解析・評価）	A（記録・フォロー）	
工事と運転日報の時系列・関連分析がない	朝会での情報共有などの内容が薄い	次期計画に反映されフラグにより確実にフォローされている	入力支援ツール（タブレット等）による工事日報と運転日報等の情報共有	「工事日報（設備管理部門）」「運転日報（製造日常点検）」の収集とテキストマイニング - システムからの自動生成 - 設備と故障モードと日常点検の関連 - 時系列で見える化 - 頻度 -Tag No-Words（部位・現象・作業）	- 次回への提言 ・時期 ・項目・内容 ・予備品等 ・テキストマイニング等による上位項目の表示	- タブレット等の現場入力支援機器 ・データベース ・解析技術 ・テキストマイニング ・AI 分析

(c) アイデア例 3

図表－ 13 モデル化されたアイデア例 3

現状		情報技術を活用したあるべき姿（期待される姿）の例				使用する情報技術
課題	症状	P（計画）	D（検査・工事）	C（解析・評価）	A（記録・フォロー）	
予備機器、計器類などの履歴管理ができていない	予備機や計器類の状態把握ができていない。保全計画反映なく、故障防止できず	- 標準化：仕様・管理項目－RF タグ取付け - 標準化による履歴管理⇒トレーサによる整備 / 取替計画	- 入力支援ツール（タブレット等）による整備記録の入力支援 - 計器のキャリブレーション情報の共有 - 次回への提言 - RF タグ等による確認 - 仕様 / 有効期限 - 予備品管理（整備・取替・補充）	- RF タグによる棚卸し - 有効期限 - 予備品管理在庫管理 - 時系列で見える化	- 次回への提言 - 時期 - 項目・内容 - 予備品等	- RF タグ - タブレット等の現場入力支援機器 - データベース - 解析技術 - テキストマイニング - AI 分析

(d) アイデア例 4

図表－ 14 モデル化されたアイデア例 4

現状		情報技術を活用したあるべき姿（期待される姿）の例				使用する情報技術
課題	症状	P（計画）	D（検査・工事）	C（解析・評価）	A（記録・フォロー）	
設備管理業務に活かされない設備管理基準（設備管理シート、機器別管理基準等）。設備管理データのプラットフォーム（共通基盤）ができていない	設備管理基準を基にした情報の共有ができていない	<登録>：活用のきっかけ② - データの修正：「設備管理レビュー」（A：記録（フォロー））⇒設備管理 DB - 設備管理 DB - 設備履歴 - 検査診断 - 寿命予測 - フラグにより確実にフォロー	<参照>：活用のきっかけ③ - タブレット等の現場入力支援機器を用いたデータ参照 - 確認項目 - 判断基準 - 検収項目	<検索>：活用のきっかけ④ - 設備 - 兆候 - 故障 - トラブル - 運転 - 運転履歴 / 条件 - 運転データ - 運転日誌	<反映>：活用のきっかけ① - 設備管理レビュー - 次回への提言 - 時期 - 項目・内容 - 予備品等 - 横展開	- 設備管理データのプラットフォーム（共通基盤） - 設備管理シートの DB 化 - 運転条件 / 材質 / 部位 - 発生促進要因 / 寿命評価 - 次回検査 / 補修時期 - 管理項目 / 措置事項 - 管理手法の使い分け - タブレット等の現場入力支援機器

(e) アイデア例 5

図表－ 15 モデル化されたアイデア例 5

現状		情報技術を活用したあるべき姿（期待される姿）の例				使用する情報技術
課題	症状	P（計画）	D（検査・工事）	C（解析・評価）	A（記録・フォロー）	
保全工事管理の生産性が不十分	工事の進捗状況ができていない。ムダが排除できず、効率化できない。	・工事管理項目の標準化 ・対象設備に RF タグ取付け ・工事仕様・作業手順 ・予想マンパワー（MH）/ スキル ・重機 / 据付 / 治具 ・安全措置 / 保護具	・工事の進捗状況把握 ・タブレット等の現場入力支援機器に RF タグ読取り機 ・安全措置 / 保護具 ・立会 / 着工許可 ・ガス濃度 ・材料仕様 / 在庫 ・作業日報 / 実績 MH ・管理事項 / 締付トルク	・工事管理の見える化 ・工程管理 ・進捗率 ・事前安全措置 ・効率化検討 ・計画の妥当性 ・改善策の検討	・工事実績作成支援 ・工程 / MH / 重機 ・検査 / 工事記録 ・測定記録 ・工事仕様書 ・改善計画書 ・保全基準の改定	・工事仕様書の DB 化 ・工事名称 / 作業手順 ・作業 / 職種 ・必要資格 / スキルレベル ・予想 / 実績 MH ・安全措置 / 保護具 ・重機 / 治具 ・ヒューマンリレーシジョンの DB 化 ・職種 / 資格 ・スキルレベル ・受講教育履歴 ・入構履歴 ・タブレット等の現場入力支援機器 ・RF タグ、読取り機

(f) アイデア例 6

図表－ 16 モデル化されたアイデア例 6

現状		情報技術を活用したあるべき姿（期待される姿）の例				使用する情報技術
課題	症状	P（計画）	D（検査・工事）	C（解析・評価）	A（記録・フォロー）	
向上に繋がる設備管理の効果解析がなされていない。パフォーマンスを登録・参照できるプラットフォーム（統合 DB）がない	改善とパフォーマンス（効果）実績を検索する機能がない	・パフォーマンスの定義 ・コスト / 信頼性 ・組織 / 方針 ・文書規定 / 企業風土 ・MOSMS「保全水準評価」 ・指標化	・日常業務の遂行 ⇒ 自然に作成される DB ・予算管理 SYS ・トラブル情報 SYS ・要員 DB ・設備管理 SYS ・グラフィカル表示等（事業所）	・AI、RPA（ロボット・プロセス・オートメーション） ・検索 ・収集 ・見える化 ・分析改善	・次回への提言 ・時期 ・項目・内容	・統合 DB

3. 生産性向上のための「D」への着目

(1) 技術の実際適用を考える上での考慮事項

情報技術を実際に適用する上での基本的な考慮事項として、下記があげられる。。

①情報技術適用におけるプラントユーザーの現状

- ・石油化学・石油精製を代表とするプラントでは、生産（運転）におけるモデル化がかなり定まっており、法規による圧力区分ごとや特殊反応設備の温度・圧力監視の他、品質管理のためのセンサー設置がなされ、DCS（distributed control system）で高度な制御をしている。さらには、プロセス上に HAZOP（Hazard and Operability Study）を取り込み、安全確保のためにセンサーの値のずれによる影響も確認されている。しかし、設備管理（診断とマネジメント）をするためのシステムは考えられていない
 - ・こうしたプラントは、保安面からきついセキュリティが課せられる。そのため、オンプレ（自社内クローズ）で実施してきた（データ運用、基幹システム、データサーバ等）。また防爆条件が、センサーや無線導入の足かせにもなっている
- ⇒ しかし、自主保安の方向性など、これまでの常識に縛られ過ぎる時代ではないといえる。近い将来として、スマホによるデータ確認や高いクラウドセキュリティの実現や、無線でなくても有線等も考えられる（防爆で無線使えない状況は、回避されつつある）。その過程で、クローズドのオンプレの感覚も見直さざるを得なくなり、ビッグデータの活用にいよいよ入っていける

②情報技術適用における人に関する側面

- ・現在、設備ユーザーの中で情報技術の活用を具体的に進めている人は総じて、良い意味での“オタク”である。秋葉原で自ら調達した部品で自らシンプルなシステムを組んでしまうようなイメージの人だ
- ・“オタク”的な資質を効果的に活用できる人事施策等が必要な時代といえる。たとえばドローンでも、ミニドローンであれば規制が掛かり難いなどの発想は“オタク”から出てくる。
- ・現状は、オタクと言われるような方が頑張っているが、将来を考えると ICT 化により必要な情報が必要な時に得られる仕組みが必須である。「覚えきれない標準」などは時間をかけて育成する方法から脱却が可能で、そのことにより生産性を向上させることが可能であろう
- ・さらにプロジェクト業務などでは、必要な資料の探索に要する時間が総時間の 3 割に達すると言われており、ICT 化での向上が必須である

③情報技術適用における「効果のマキシマム化」

- ・箇所箇所の診断を“つなげる”ことで、思ってもみなかった効果（マキシマムな効果）が出てくるという発想が重要となる。
- ・これまでの「サンプリング統計解析」から「全数統計解析」が可能な、ビッグデータ解析に移行できる可能性が指向されている

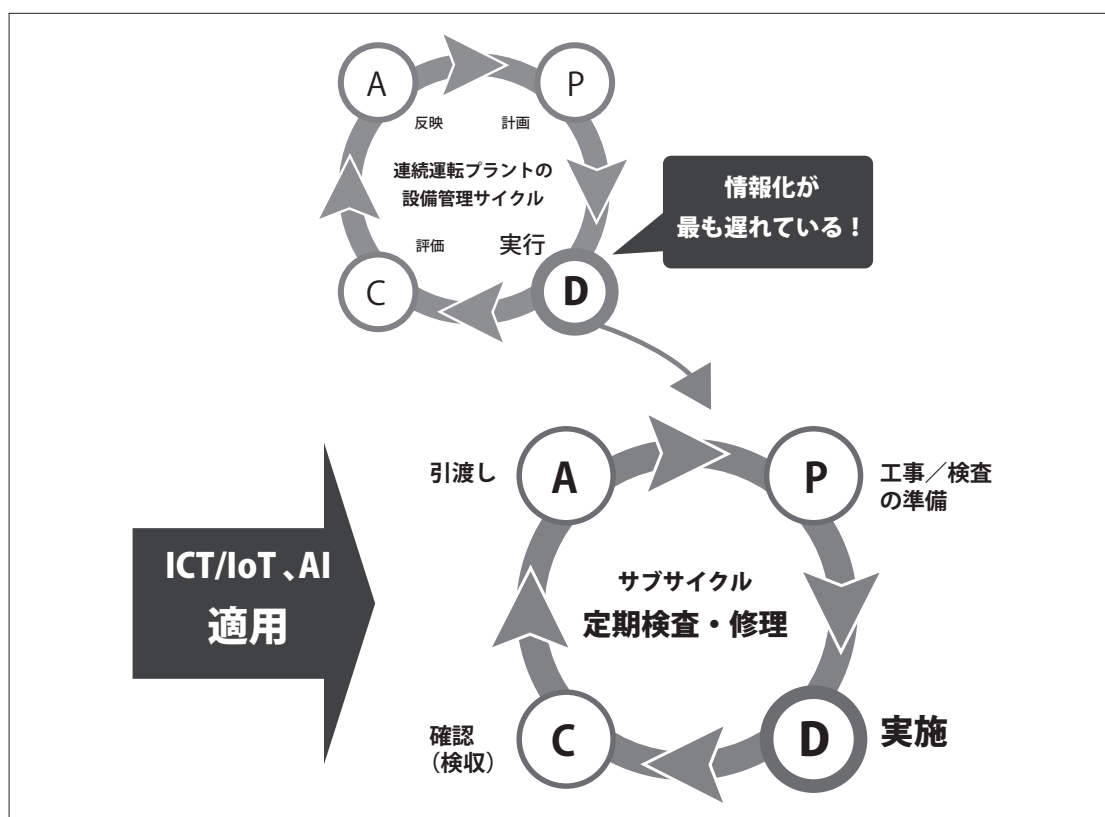
(2) 最も効果的な情報技術の適用領域

国の施策として生産性向上が掲げられているが、呼応するように法規制の緩和も進んでおり、ICT /IoT、AI 等情報技術の活用環境として、(1) に加え以下の点に留意する必要がある。

- ①高齢化と労働人口の減少を受けて、外国人・高齢者・女性の活用（力を借りる）という方向性の強化
- ②労働時間短縮（すなわち仕事（量））を減らす方向。従来多いはずのついでの仕事が減らし、必要なものしかやらないように、計画の「的中率」を上げること
- ③仕事の効率そのものを上げる方向

こうした観点から、技術適用の目的として連続生産プラントの「生産性向上」および「労働時間短縮」を置くと、PDCA の中で情報化の遅れを指摘できる「D」の部分でクローズアップされる。とくにその中の、「工事／検査の準備⇒実施⇒確認（検収）」という小 PDCA（サブサイクル）を回す部分に情報技術の適用が考えられる（図表－17）。

図表－17 生産性を向上させる「D」のクローズアップ



さらに、生産性向上を“規模の観点*”（効果）から絞り込むと、このサブサイクル内の「D（実施）」が優先度の高いターゲットとなる。

*規模の観点：大工事のように金額、仕事量、要員数の規模が大きい対象ほど適用効果が大きい

これらから情報技術の適用を考えるべき重要なテーマの一つとして、「定修工事」における生産性の向上および労働時間短縮の課題をあげることができる。背景には、工事の元請企業が働く人を集められなくなっていることもある。

この課題は設備ユーザー、工事元請、工事会社すべてにまたがっており、これに対して、どのような方策が考えられ、その中でどのような ICT、IoT、AI 等を活用（他分野からの移転含め）または開発するかを考えていくべきである。

4. 「定修検査・修理」の生産性向上期待

上述のように、「定修工事」における生産性の向上および労働時間短縮の課題は、設備ユーザー、工事元請、工事会社すべてにまたがっており、これに対して、どのような方策が考えられ、その中でどのような ICT、IoT、AI 等を活用（他分野からの移転含め）または開発が考えられるかを見ていくこととする（図表－18）。

本検討の対象は、プラント SDM（シャットダウンメンテナンス）のような大規模定修中で、多量に仕事を遂行する「元請機能」といえ、さらに 50 名以上が一つの場所で作業する労働安全衛生法上の「安全衛生協議会」の設置が義務付けられる計画の届けを必要とする「元方機能」が生産性向上の対象である。

たとえば高圧ガス保安法下の特定認定事業者制度では、工事安全管理が厳しく求められている。こうした背景を前提として、生産性向上を考えていくことになる。

(1) 保全工事に関する“ムダ”の側面

上記 3 (2) ③「仕事の効率そのものを上げる方向」が、情報技術適用の中でも ICT 化による効果が最も期待できる分野である。

「定修工事」では、工事内容の変更、停止、起動操作時に出現する追加工事がムダとして大きく、仕事の効率を下げている。

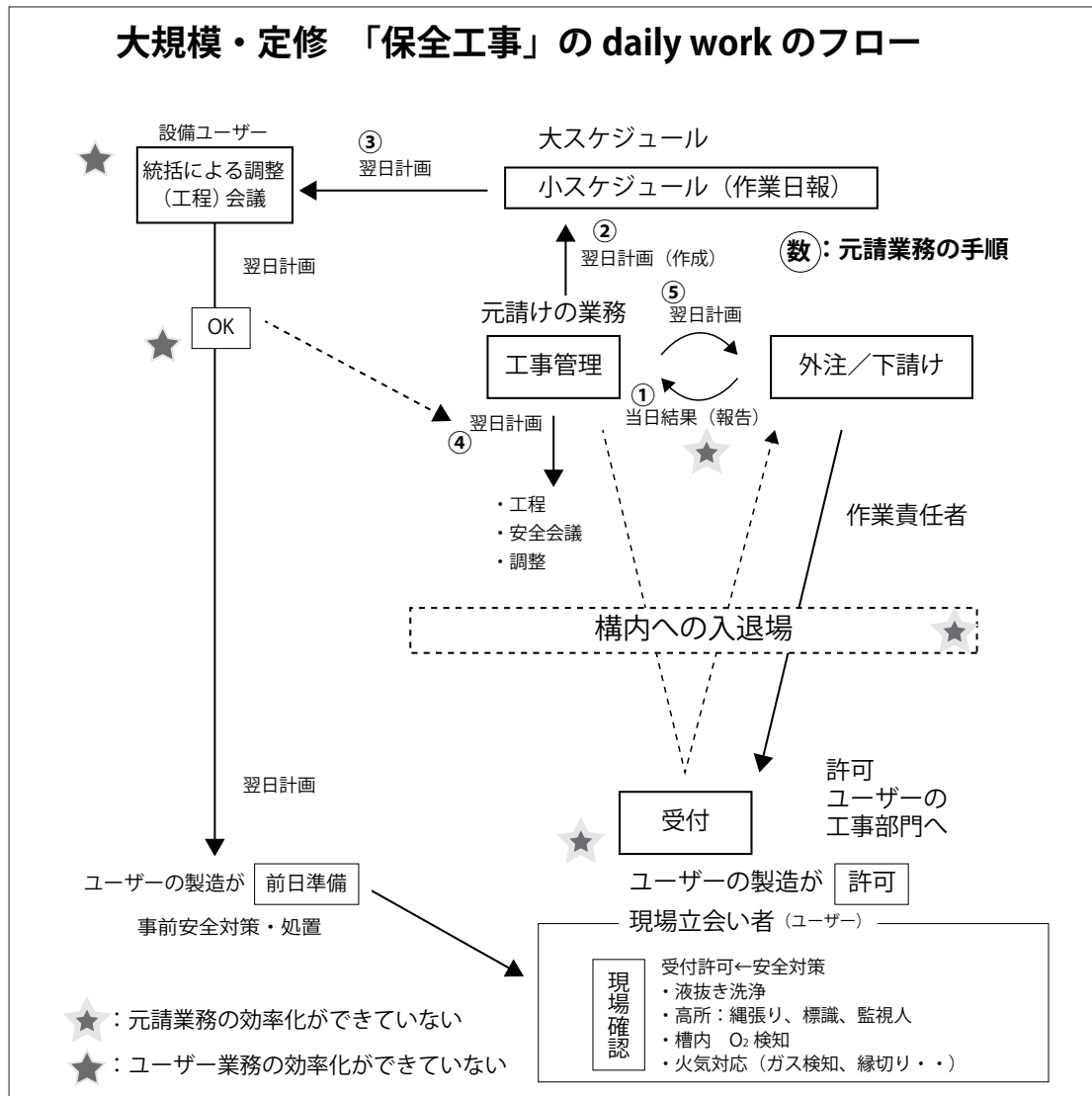
停止・起動操作時に発現する不具合に対応する追加工事もあるが、計画の不備や“思いつき”で発生する変更に伴う追加工事などが 3 割に達する場合もある。

これらは工事計画の充実を図ることでムダを排除できると考えられ、ここが ICT 化のポイントとなる。2 (2) 管理サイクル PDCA における課題で上述した課題 a「データ内容が次回への提言（PDCA の C → A）につながるレベルではない」典型的な例といえる。

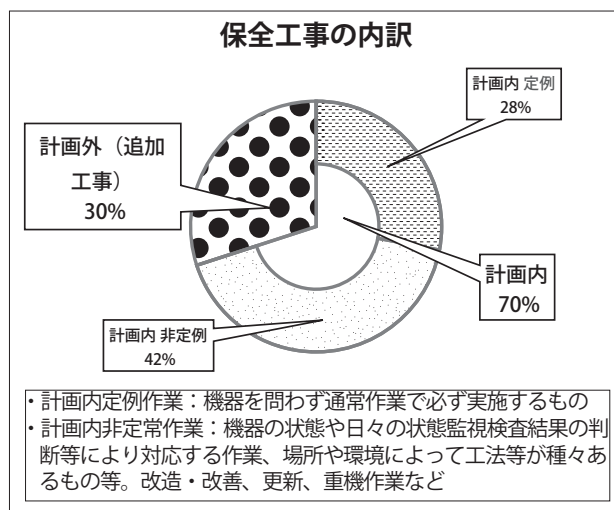
また、保全工事に関する“ムダ”として、下記等があげられる。

- ・工事現場への「入・退場」の待ちが、まさにムダの典型（しかし、「入・退場」効率化に関して、セキュリティ面を外すことができない）
- ・計画どおり行かないというムダ
- ・オーバーホール周期が頻繁すぎる等のムダ

図表－18 元請を中心とした保全工事のフロー（1日単位）



図表－19 保全工事の内訳



また、保全工事は、仕事量で大まかに分けると、以下のような割合になる（図表－19）。

- ・計画内：70%
- ・計画外（追加工事）：30%：内容の変更、停止・起動操作時に出現する追加工事がムダとしては大
- ・「計画内」の内訳は、
 - (a) 定例：4割。この内半分はルーティン、また半分は周期的。過剰周期のムダを含む。
 - (b) 非常定例：6割

(2) 工事受注側から見る非効率性

工事受注側から見ると、技能低下・仕事の出来る人が減少しており、以下のような事項から増加している「残業をいかに減らすか」に頭を抱えている。

- ・ユーザーから提示される工事仕様書が“ラフ”になってきているため、質疑を繰り返しながら工事仕様を確定させる（Deviation List）方式が増加
 - ・工事を着工するための管理書類（例：追加工事の見積書、施工要領書、工事許可書（火気・重機・入槽等）、作業指示書・依頼書、危険予知、検査速報等）が従来よりも増加
 - ・設備ユーザー内の何層もの許可が社内的に必要なになっているため、SDM 施工中のユーザーによる検査結果の判断（補修の要否等）が従来よりも遅くなり、工期の終盤に補修工事が集中傾向
- また、工事会社では、人を採用しても離職者が多く、若い世代は従来予想より遥かに長時間労働となるのを嫌っているようである。この長時間労働の原因は、大きく2つある。
- ・現場から事務所へ帰ってからの書類作成
 - ・ユーザーごとの報告書類の増加

さらに、工事安全の面からは、元請業者は1日に1回、現場の巡視・パトロールをしなくてはならない（労働安全衛生規則第637条（作業場所の巡視））。

これらから、元請業務の効率化ができていないところに焦点を絞って検討した。すなわち、

- ①大規模定修（SDM）の工事現場への「入・退場」効率化
- ②工事の作業許可（受付と進捗管理）効率化
- ③翌日の工事計画（作業日報）作成効率化

であり、これらテーマの有効な「モデル化されたアイデア」を検討した。

なお、ビッグデータ解析を前提とした「テキスト情報のデジタルデータ化（ユーザーの日々データ（日報等）および工事記録）」や「オンライン監視の技術領域（詳細な設備診断との差異）」等の検討は別の機会での検討テーマとした。

5. アイデアモデル 1：大規模定修（SDM）の工事現場への「入・退場」効率化

石油化学・石油精製および鉄鋼をはじめとするプラントでは、日常保全以上に SDM（シャットダウンメンテナンス、大型定修）での保全工事に関わる費用、業務量が大きい。また、SDM に関する業務効率化が、上記ニーズに占める割合として大きいものといえる。

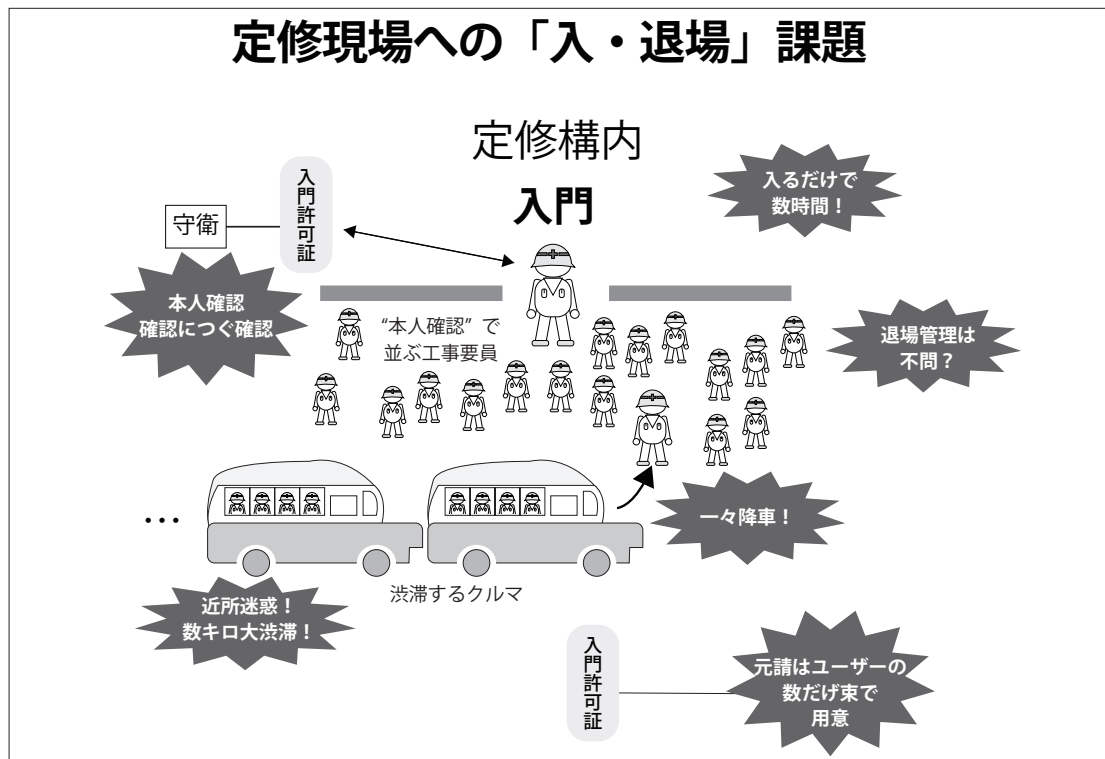
しかしながら、個別企業で解決するには次のような点で投資し難い状況である。

- ・ SDM は 2~4 年ごとに実施され、毎日発生する恒常的な対象ではないため、個別の企業（設備ユーザー）が根本的な解決を図るための投資を考えにくい
- ・ 個別企業ではなく、共通の解決プラットフォームを議論する必要がある。しかし、設備ユーザー側の業界団体と工事側の業界団体が、同じ土俵でこうしたテーマを議論する機会が少ない。ユーザー、元請、工事会社にまたがった目で検討する必要がある

(1) 「入退場効率化」検討の理由

1 箇所数千人規模の大規模定修（SDM）への構内入場は、数時間～半日ほどの時間を要するなど、この効率化を図ることは工事の実時間の大幅な確保のみならず、工事期間の短縮にも寄与する、

図表－20 定修現場への「入・退場」の課題



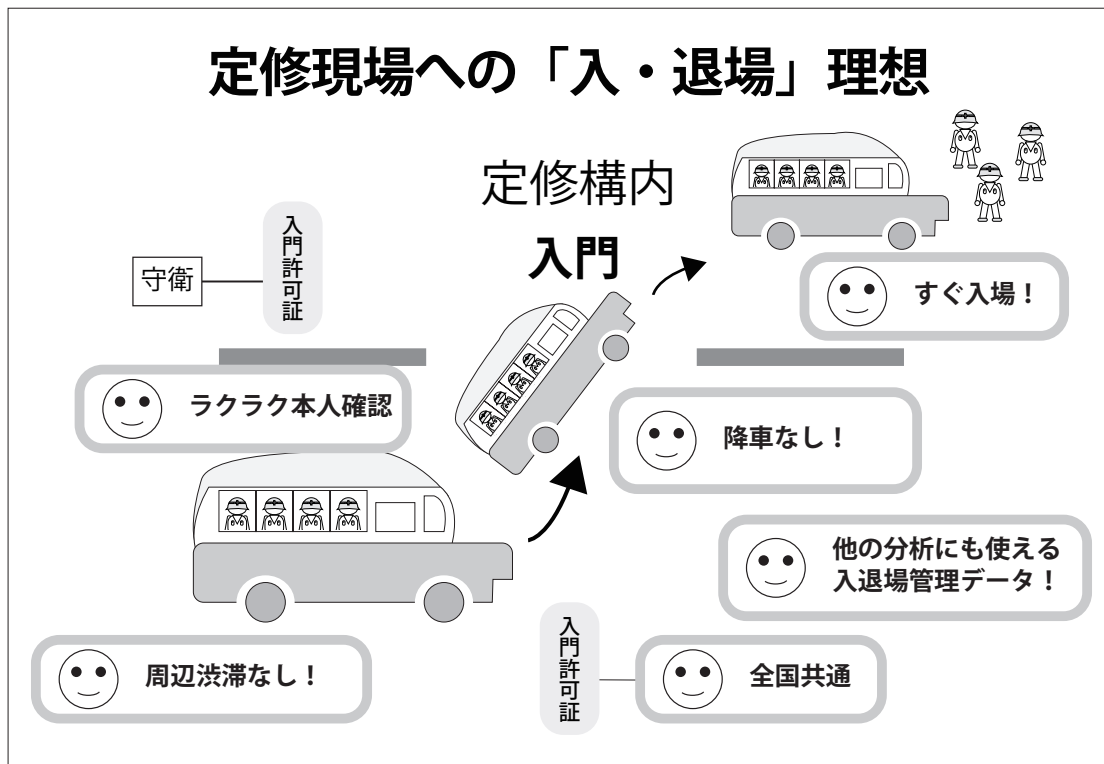
すなわち直接的な生産性向上の効果を見込めるものである（図表－20、21）。

構内入場に時間を要する事由は、「人」および「車両」の本人等確認に時間を要するところが大きいといえる。入場待ちの工事車両は公道を相当の距離で塞ぎ（場合によって数キロ）、近隣環境へ迷惑をかけている。

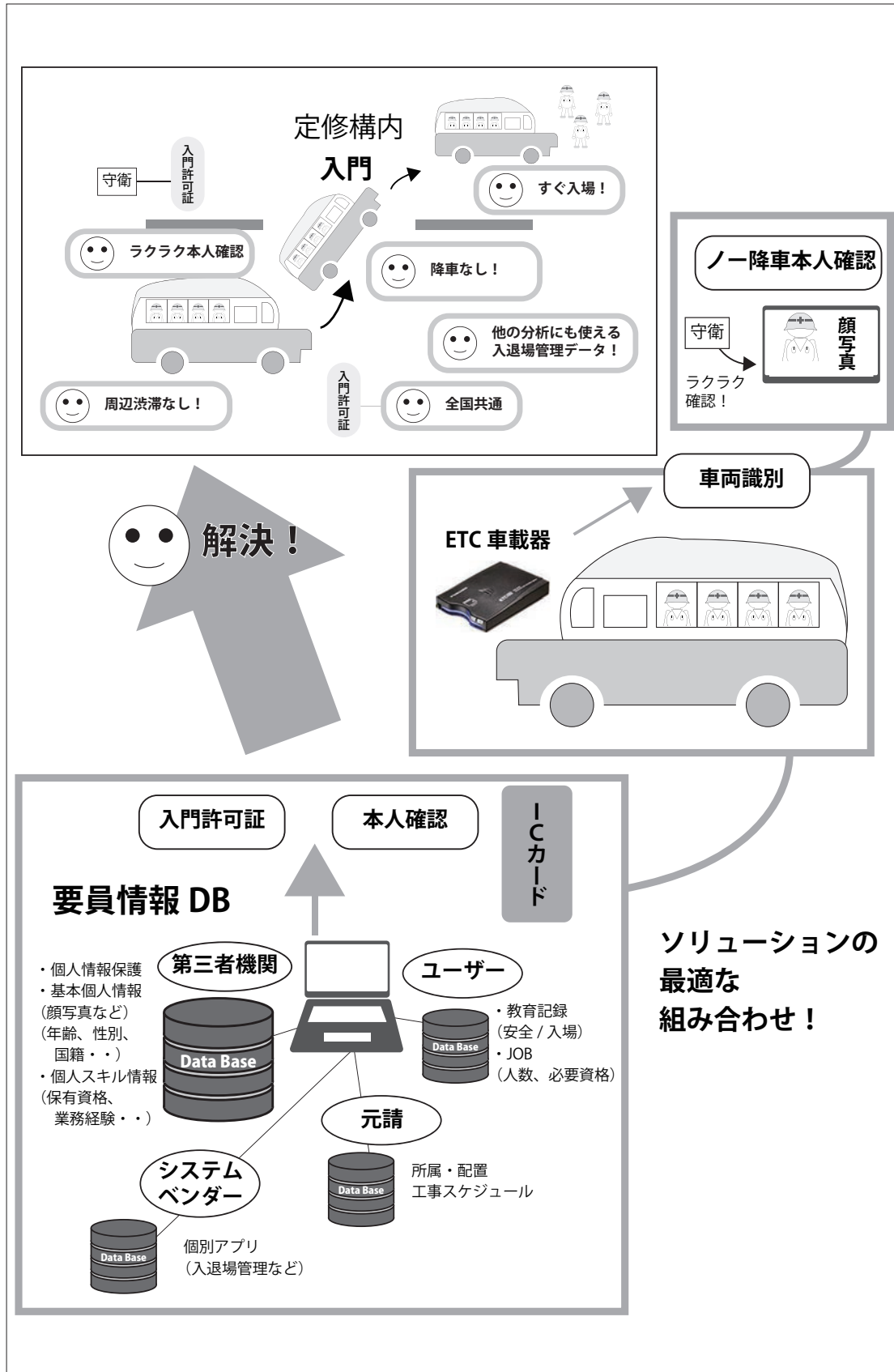
（2）「入退場効率化」のアイデアモデル

- ・工事元請会社は、入場する本人確認カードをユーザー別に膨大に所持している。入場の際は、本人確認のため工事車両から下車し、一人ひとり確認するため膨大な時間がかかり、車両も渋滞している。車両から下車しての本人確認を回避しない限り、解決に至らない
- ・「本人確認」および「工事許可証」として、予め情報を登録した（またはDBにアクセスできる）ICカード様を利用できる。投資はできるだけ抑えるために、“ありもののカード”の利用が考えられる。“ありもののカード”の例としてJR東日本の「Suica」は、交通系ICカードに学生証を搭載して大学生の本人確認に使用した実績があった。また、通常の磁気カードに複数の情報を乗せて運用するケースも考えられる（図表－22）
- ・一方、車両の固有認識は「ETC 車載器」を使用できる（ETC カードではない）
- ・乗車の人の確認は、人画像を事前登録しアプリを介して確認する、人画像を事前登録し（乗車のまま）大画面画像に映して守衛がチェックする等が考えられる

図表－21 定修現場への「入・退場」の理想



図表－ 22 「入退場効率化」のアイデアモデル



(3) さらなる検討の必要

上記アイデアにあっても、下記のような検討を要することがわかっていく。

- ・設備ユーザー、元請、工事会社にまたがった「データセンター」が必要となる。この場合、共通のプラットフォームを提供し取りまとめる。セキュリティ面を重視しなければならないため、公的な第三者機関が適当と考えられる
- ・工事車両として「ETC 車載器」ナンバーは事前登録が必要となる
- ・人員配置に必要なデータが必要となる（工事会社名 / 業種 / 職種 / 所持資格等）
- ・このためデータベースの検討が必要となる
- ・また、本システム導入による付加価値を検討する必要がある。構内にも ETC 受信機を配置することで、車両のスムーズな誘導（工事計画に沿った車両の誘導、構内の渋滞回避など）ができるであろうし、プラント内に IC カードのゲートを設ければ、人の動き（工事進捗、配置調整など）がより効率的になるであろう。

さらに、データ分析による副次効果がある。たとえば、入場だけでなく、退場データも取ることになるので、移動経路・入場場所等のデータから、道路混雑等の社会的課題の解決、工事のピーク調整基礎データにつながるものと考えられる。また、万一の場合の避難誘導、被災状況確認などにも役立つであろう

さらなる検討の議論を深め、効果的な「モデル化されたアイデア」として確定した段階で、設備ユーザー、工事業者、技術ベンダーの3者が参加する実証実験が必要になるものと思料される。

6. アイデアモデル 2：工事の作業許可（受付と進捗管理）効率化

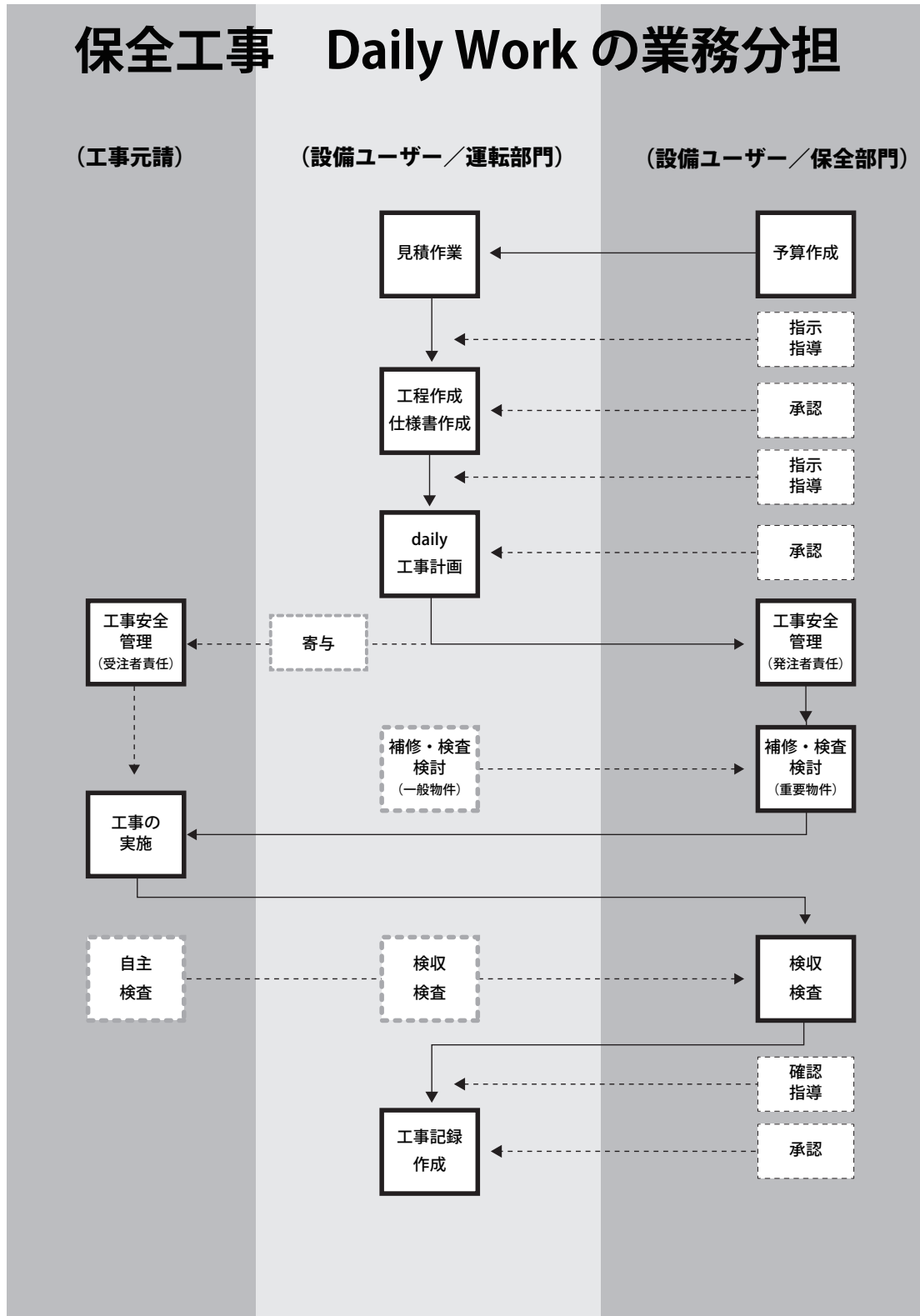
上述した『4. 「定修検査・修理」の生産性向上期待』で述べたように、保全工事におけるムダはさまざまな要素が混在して起きている。

(1) 設備ユーザー、元請の責任分担

そこでまず、工事の業務分担に着目したフローを図示する（図表－23）。

設備ユーザー間でも運転（操業）と保全（設備）の責任分担があり、工事施工側は元請を中心として役割を担う。

図表－23 保全工事 Daily Work の業務分担



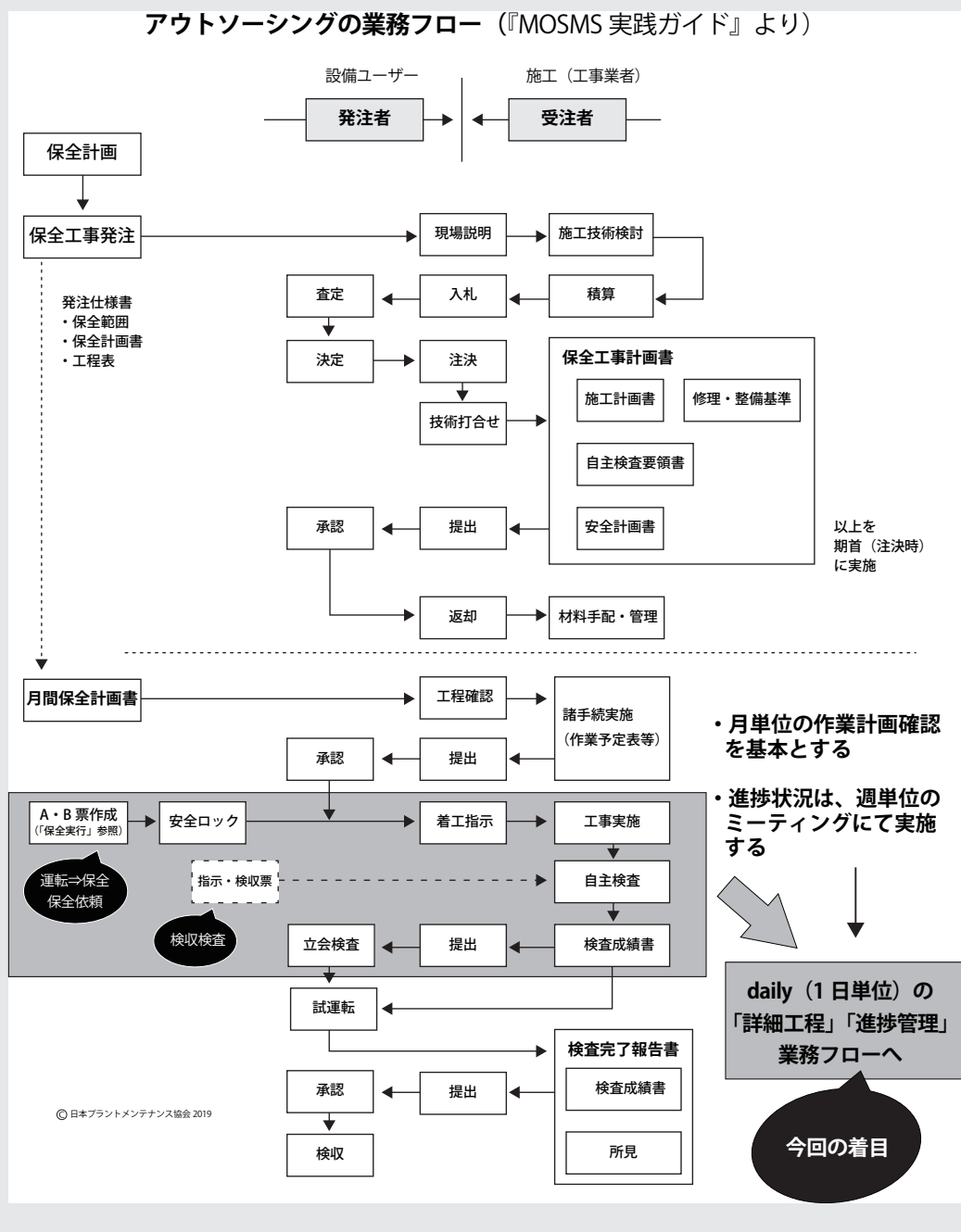
*設備ユーザーの「保全実行」サイクルにおける位置づけ

上記の「保全工事 Daily Work の業務分担」に基づくフローは、1 日単位の保全工事「計画」－「実施」－「検収」－「翌日計画への反映」に対応するものである。

(a) 工事全体計画の中での位置づけ

工事全体計画⇒月間計画⇒週単位計画⇒1 日単位の計画とこれを支える「詳細（作業）工程」および「進捗管理」の流れとなる（図表＊－1）。

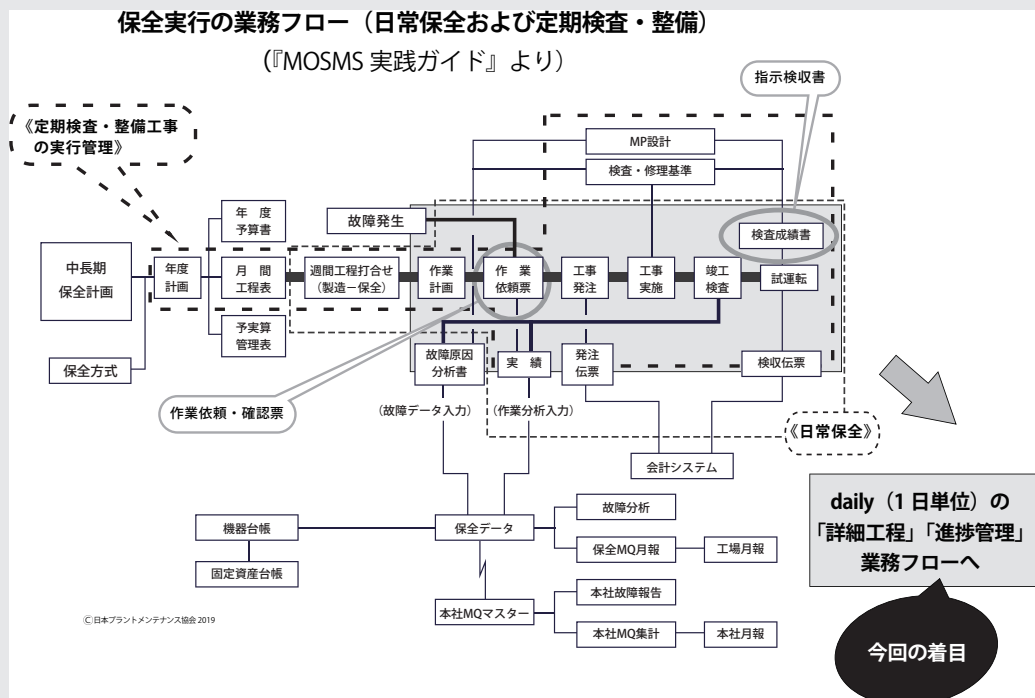
図表＊－1 アウトソーシングの業務フロー（『MOSMS 実践ガイド』より）



(b) 「保全実行サイクル」における位置づけ

「保全実行」のサイクル（保全業務フロー）では、図の１日単位の業務をアウトソーシング（工事）する部分に相当する（図表＊－２）。

図表＊－２ 保全実行の業務フロー（日常保全、定期検査・整備、『MOSMS 実践ガイド』より）



(c) 作業依頼における位置づけ

作業依頼票（A 票）および作業確認票（B 票）のフローの中での位置づけを、図表*
- 3 に示す。

設備ユーザーの運転（操業）から保全（設備）に業務依頼をする作業依頼票（A 票）と作業安全の確認票である（B 票）はペアで運用されなくてはならない。

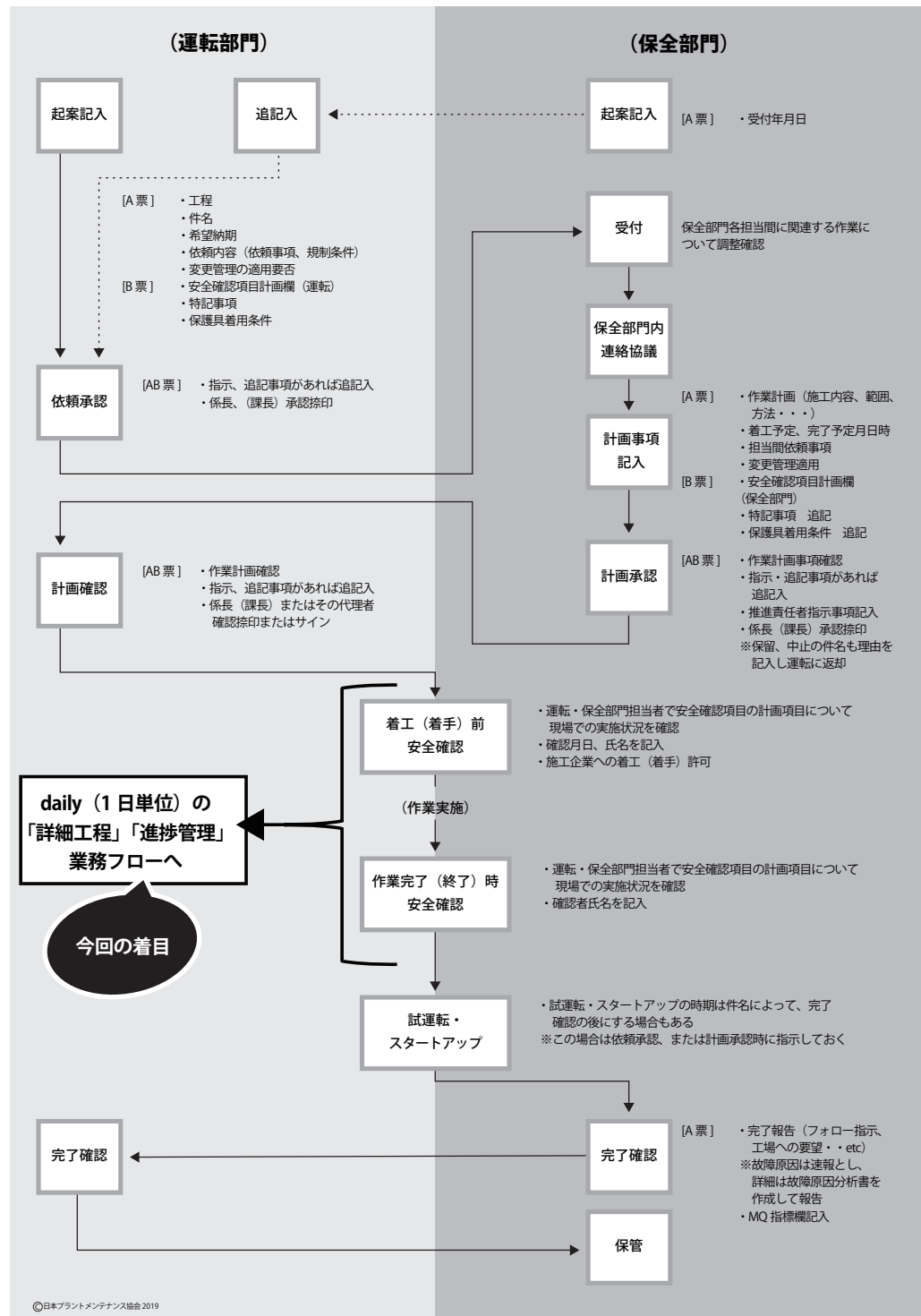
作業依頼票 (A 票)

[illegible]

作業確認票 (B 票)

[illegible]

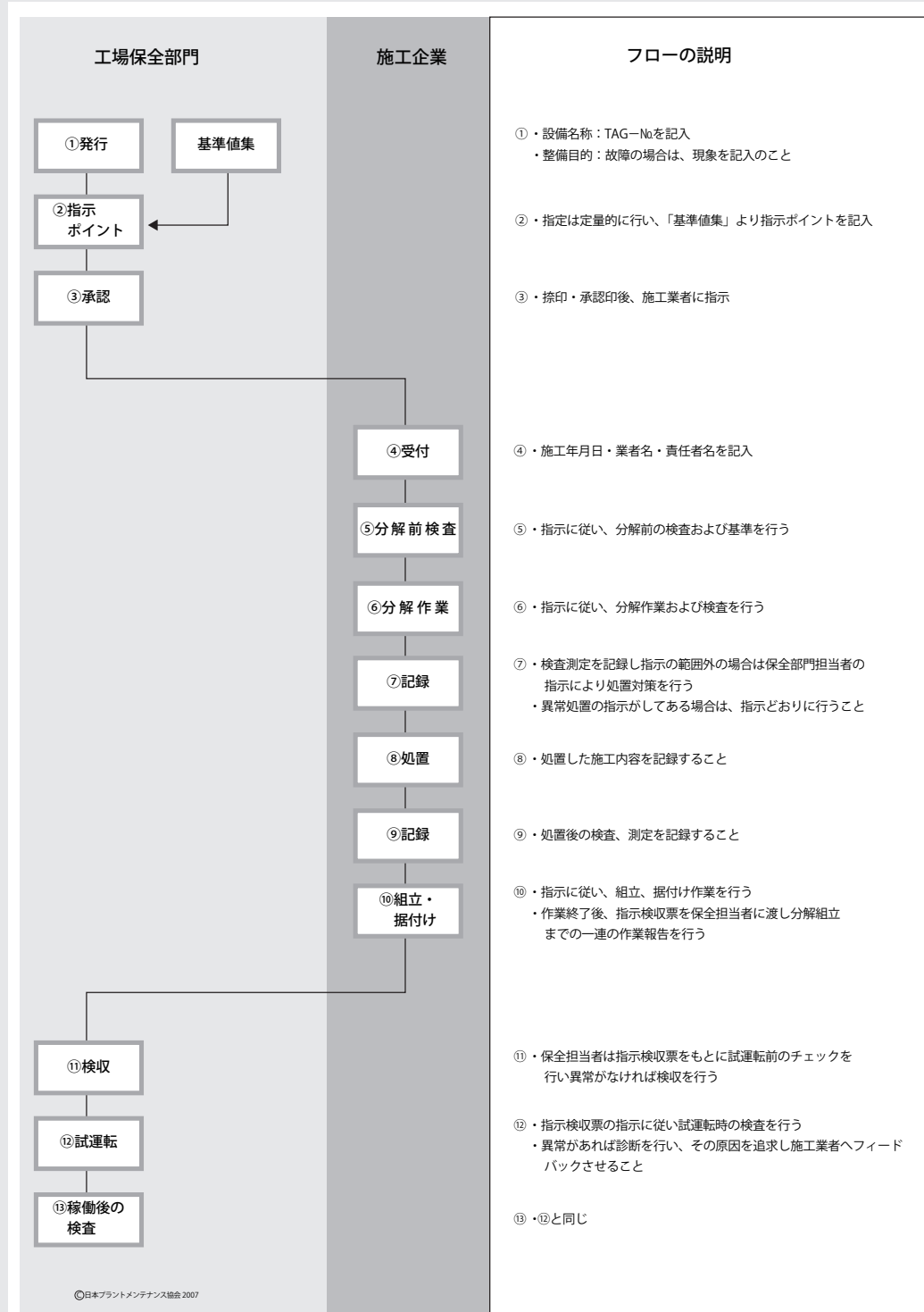
図表＊－３ 作業依頼票と作業安全確認票の運用フロー（『MOSMS 実践ガイド』より）



(d) 検収と「指示検収票」

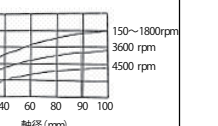
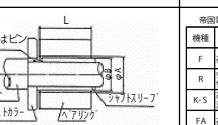
検収は、施工が「指示検収票」（図表＊－４）で工事内容を報告し、設備ユーザーが検収する。

図表＊－４ 「指示検収票」の運用フロー（『MOSMS 実践ガイド』より）



図表＊－５ 「指示検収票」例（『MOSMS 実践ガイド』より）

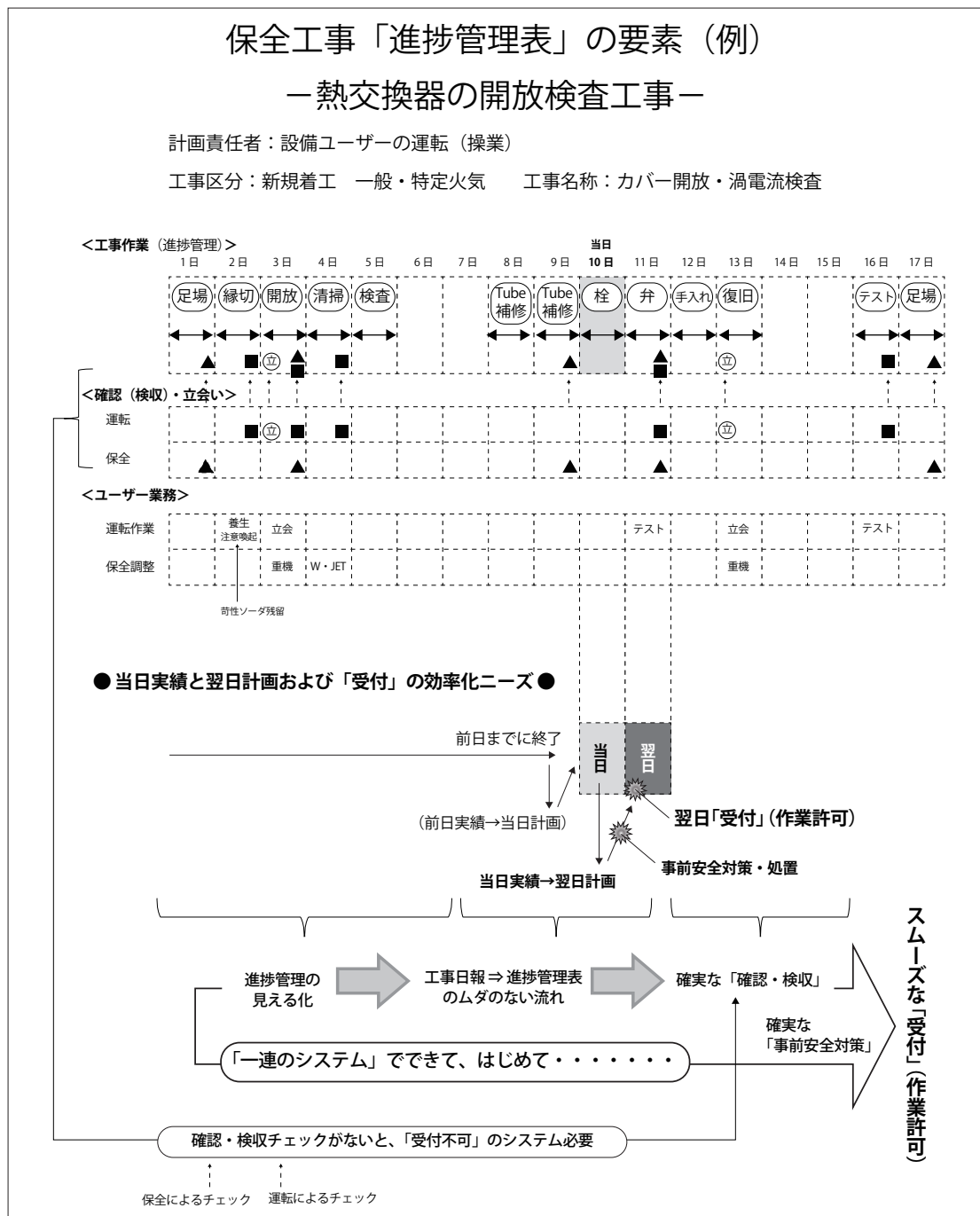
キャンパンプ 指示検収票				発行時	No	項目	指示ポイント	記録	処置・特記事項		
係長担当											
設備名称		Tag No.									
指検-C-01-04-03		施工年月日									
制定		施工業者		検収時							
平成 2年 9月		施工責任者		係長担当							
改訂		整備目的		故障		定修					
年 月 日		年 月 日		年 月 日		年 月 日					
No				項目		指示ポイント		記録		処置・特記事項	
1		分解時		端子ボックスに水混入防止をしたか							
2		軸振れ測定		振れ /100mm 以上は修正を要する		修理前振れ /100mm 修正後振れ /100mm (図1参照)					
3		メタル、スリーブ 磨耗測定		※ ϕ の測定時は、リートの セッドを締め付けた 後に測定すること 差異 mm以上及び 長さ mm以下は 交換を要する ※スリーブの再生品(リフト) と交換するときは、端面に ϕ が残らないか確認する こと ※ ϕ の縦溝の有無を確認 すること		(フロント側) 差異 メタル内径 スリーブ外径 X方向 mm = mm - mm Y方向 mm = mm - mm (A) (B) (リア側) X方向 mm = mm - mm Y方向 mm = mm - mm (長 さ) フロント側 mm リア側 mm (図2参照)					
4		軸方向の遊び		※スラストカラーは逆に組み 込んだでないか ※7-側(リフト)締め付け付 け込み止め、ワッシャーはスリー ブの外径より小さいか 隙間 ~ mm 以上は修正を要する ※メタルの底部でライナー 調整		隙間 = 引いた時の寸法 - 押した時の寸法 = - (A) (L) (φ) (図4参照)					
5		インペラ隙間調整		調整時にスリーブのキー 溝が確実にキーに入っ ているか確認すること 調整値 $\pm$ 0.1mm 以外は修正を要する ※修正はスリーブとインペ ラ部でライナ調整 ライナ法はスリーブ の内外径とし、外径は 0.5mm位小さくする		調整値 = 組込後の寸法 - 組込前の寸法 mm = mm - mm (g) (L) (φ) (図5参照)					
6		付属部品点検		※インペラ締め付けボルト を締め付けた時、ガタは ないか ストローナ、ジャケットに 詰まりはないか サーキュレーションパイ プに詰まり変形はないか							
7		手廻し点検		軽く、ゆっくり手廻して 重い所がないか							
ポイント図示											
①		ズレない様に当板		ダイヤル ゲージ		②		L セットビス		③	
④		※ダイヤルゲージを垂直に当てて 手で軽くゆっくり廻して測定する		定 盤 Vブロック		⑤		スリーブ		⑥	
⑦		ステーター		ロータリー		⑧		インペラ		⑨	
⑩		スラストカラー		メタル		⑪		スリーブ		⑫	
⑬		面取りが大きい方が奥		面取りが小さい方が奥		⑭		面取りが大きい方が奥		⑮	
⑯		面取りが小さい方が奥		面取りが大きい方が奥		⑰		面取りが大きい方が奥		⑱	
⑲		面取りが小さい方が奥		面取りが大きい方が奥		⑳		面取りが大きい方が奥		㉑	
㉒		面取りが小さい方が奥		面取りが大きい方が奥		㉓		面取りが大きい方が奥		㉔	
㉕		面取りが小さい方が奥		面取りが大きい方が奥		㉖		面取りが大きい方が奥		㉗	
㉘		面取りが小さい方が奥		面取りが大きい方が奥		㉙		面取りが大きい方が奥		㉚	
㉛		面取りが小さい方が奥		面取りが大きい方が奥		㉜		面取りが大きい方が奥		㉝	
㉞		面取りが小さい方が奥		面取りが大きい方が奥		㉟		面取りが大きい方が奥		㊱	
㊲		面取りが小さい方が奥		面取りが大きい方が奥		㊳		面取りが大きい方が奥		㊴	
㊵		面取りが小さい方が奥		面取りが大きい方が奥		㊶		面取りが大きい方が奥		㊷	
㊸		面取りが小さい方が奥		面取りが大きい方が奥		㊹		面取りが大きい方が奥		㊺	
㊻		面取りが小さい方が奥		面取りが大きい方が奥							

指検票 № 指検 C-01-C4-03	キャンド ポンプ 基準値		制定 年 月 日 改定 年 月 日																																																																									
項目	整備基準値	基準値の根拠																																																																										
軸振れ	 (単位:mm)																																																																											
メタル、スリーブ測定値	 (単位:mm) <table border="1" data-bbox="461 1547 677 1685"> <thead> <tr> <th>モーター枠番</th><th>φA-φB</th><th>L</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>110</td><td>0.3</td><td>44.2</td></tr> <tr><td>210</td><td>0.4</td><td>49.2</td></tr> <tr><td>310, 220</td><td>0.4</td><td>59.2</td></tr> <tr><td>410, 320</td><td>0.4</td><td>69.2</td></tr> <tr><td>510, 420</td><td>0.5</td><td>78.2</td></tr> <tr><td>610, 520</td><td>0.5</td><td>113.0</td></tr> <tr><td>710, 620</td><td>0.5</td><td>119.0</td></tr> <tr><td>720</td><td>0.6</td><td>128.5</td></tr> </tbody> </table>	モーター枠番	φA-φB	L	110	0.3	44.2	210	0.4	49.2	310, 220	0.4	59.2	410, 320	0.4	69.2	510, 420	0.5	78.2	610, 520	0.5	113.0	710, 620	0.5	119.0	720	0.6	128.5	帝国電機キャンドポンプ Bg形式一覧表 <table border="1" data-bbox="696 1416 748 1650"> <thead> <tr> <th>機種</th><th>形式</th><th>70℃時の耐温性</th><th>設置</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>基本形</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>R</td><td>BW-S F-B-E-J-E-J形</td><td>×</td><td>○</td></tr> <tr><td>K-S</td><td>液相循環形</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>FA</td><td>基本形クワ付</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>RA</td><td>BW-Sタイプ E-J-E-J-E-J形</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>K</td><td>液相式</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>B</td><td>高温分離形</td><td>○</td><td>×</td></tr> <tr><td>G</td><td>自吸式</td><td>○</td><td>○</td></tr> <tr><td>D</td><td>E-J-E-J-E-J形</td><td>○</td><td>×</td></tr> </tbody> </table>		機種	形式	70℃時の耐温性	設置	F	基本形	○	○	R	BW-S F-B-E-J-E-J形	×	○	K-S	液相循環形	○	○	FA	基本形クワ付	○	○	RA	BW-Sタイプ E-J-E-J-E-J形	○	○	K	液相式	○	○	B	高温分離形	○	×	G	自吸式	○	○	D	E-J-E-J-E-J形	○	×						
モーター枠番	φA-φB	L																																																																										
110	0.3	44.2																																																																										
210	0.4	49.2																																																																										
310, 220	0.4	59.2																																																																										
410, 320	0.4	69.2																																																																										
510, 420	0.5	78.2																																																																										
610, 520	0.5	113.0																																																																										
710, 620	0.5	119.0																																																																										
720	0.6	128.5																																																																										
機種	形式	70℃時の耐温性	設置																																																																									
F	基本形	○	○																																																																									
R	BW-S F-B-E-J-E-J形	×	○																																																																									
K-S	液相循環形	○	○																																																																									
FA	基本形クワ付	○	○																																																																									
RA	BW-Sタイプ E-J-E-J-E-J形	○	○																																																																									
K	液相式	○	○																																																																									
B	高温分離形	○	×																																																																									
G	自吸式	○	○																																																																									
D	E-J-E-J-E-J形	○	×																																																																									
軸方向の遊び	(単位:mm) <table border="1" data-bbox="461 1554 677 1770"> <thead> <tr> <th>モーター枠番</th><th>限界値</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>110</td><td>0.7 ~ 1.9</td></tr> <tr><td>210</td><td>0.7 ~ 2.1</td></tr> <tr><td>310, 220</td><td>0.7 ~ 2.1</td></tr> <tr><td>410, 320</td><td>0.9 ~ 2.5</td></tr> <tr><td>510, 420</td><td>1.1 ~ 2.9</td></tr> <tr><td>610, 520</td><td>1.2 ~ 3.0</td></tr> <tr><td>710以上, 620以上</td><td>1.4 ~ 3.4</td></tr> </tbody> </table>	モーター枠番	限界値	110	0.7 ~ 1.9	210	0.7 ~ 2.1	310, 220	0.7 ~ 2.1	410, 320	0.9 ~ 2.5	510, 420	1.1 ~ 2.9	610, 520	1.2 ~ 3.0	710以上, 620以上	1.4 ~ 3.4																																																											
モーター枠番	限界値																																																																											
110	0.7 ~ 1.9																																																																											
210	0.7 ~ 2.1																																																																											
310, 220	0.7 ~ 2.1																																																																											
410, 320	0.9 ~ 2.5																																																																											
510, 420	1.1 ~ 2.9																																																																											
610, 520	1.2 ~ 3.0																																																																											
710以上, 620以上	1.4 ~ 3.4																																																																											
インベラ調整値																																																																												
g 調整値 (単位:mm) <table border="1" data-bbox="841 1214 1107 1395"> <thead> <tr> <th>モーター枠番</th><th>インベラ区分</th><th>q調整値</th><th>モーター枠番</th><th>インベラ区分</th><th>q調整値</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="3">110</td><td>R</td><td>4.0</td><td rowspan="3">510</td><td>S</td><td>4.4</td></tr> <tr><td>R,S</td><td>4.0</td><td>T</td><td>4.6</td></tr> <tr><td>T</td><td>4.2</td><td>U</td><td>5.0</td></tr> <tr><td rowspan="3">210</td><td>R,S</td><td>4.0</td><td rowspan="3">610</td><td>V</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>T</td><td>4.2</td><td>S</td><td>4.4</td></tr> <tr><td>U</td><td>4.7</td><td>T</td><td>4.6</td></tr> <tr><td rowspan="3">310</td><td>R,S</td><td>4.0</td><td rowspan="3">520</td><td>U</td><td>5.0</td></tr> <tr><td>T</td><td>4.2</td><td>V</td><td>6.0</td></tr> <tr><td>U</td><td>4.7</td><td>T</td><td>4.8</td></tr> <tr><td rowspan="3">410</td><td>R,S</td><td>4.2</td><td rowspan="3">710以上</td><td>U</td><td>5.4</td></tr> <tr><td>T</td><td>4.5</td><td>V,W</td><td>6.4</td></tr> <tr><td>U</td><td>5.0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="2">320</td><td>U</td><td>6.0</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-</td><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				モーター枠番	インベラ区分	q調整値	モーター枠番	インベラ区分	q調整値	110	R	4.0	510	S	4.4	R,S	4.0	T	4.6	T	4.2	U	5.0	210	R,S	4.0	610	V	6.0	T	4.2	S	4.4	U	4.7	T	4.6	310	R,S	4.0	520	U	5.0	T	4.2	V	6.0	U	4.7	T	4.8	410	R,S	4.2	710以上	U	5.4	T	4.5	V,W	6.4	U	5.0			320	U	6.0				-	-			
モーター枠番	インベラ区分	q調整値	モーター枠番	インベラ区分	q調整値																																																																							
110	R	4.0	510	S	4.4																																																																							
	R,S	4.0		T	4.6																																																																							
	T	4.2		U	5.0																																																																							
210	R,S	4.0	610	V	6.0																																																																							
	T	4.2		S	4.4																																																																							
	U	4.7		T	4.6																																																																							
310	R,S	4.0	520	U	5.0																																																																							
	T	4.2		V	6.0																																																																							
	U	4.7		T	4.8																																																																							
410	R,S	4.2	710以上	U	5.4																																																																							
	T	4.5		V,W	6.4																																																																							
	U	5.0																																																																										
320	U	6.0																																																																										
	-	-																																																																										
※インベラ区分 (インベラ径) R=125mm S=160mm T=200mm U=250mm V=315mm W=400mm																																																																												
帝国電機 キャンドポンプ 形式詳細																																																																												
モーター枠番 □ □ □ □ - □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ 機 材 呼 び ス テ ー ター 外 径 分 種 ア 質 耐 圧 対 数 連 番 呼 び 電 圧 有 塔 無 等 級 そ の 他 の 仕 様 無 T R G																																																																												

(2) 工事進捗管理と作業許可（「受付」）効率化のアイデアモデル

図表－24 は、熱交換器の開放検査工事の進捗管理表例から、必要な要素を抽出したものである。ポイントは、各作業により検収や立会いが運転と保全で分担されていること、およびそれらの検収が確実になされないと、翌日工事の作業許可（「受付」）が効率的にできないことである。

図表－24 保全工事の進捗管理と翌日計画

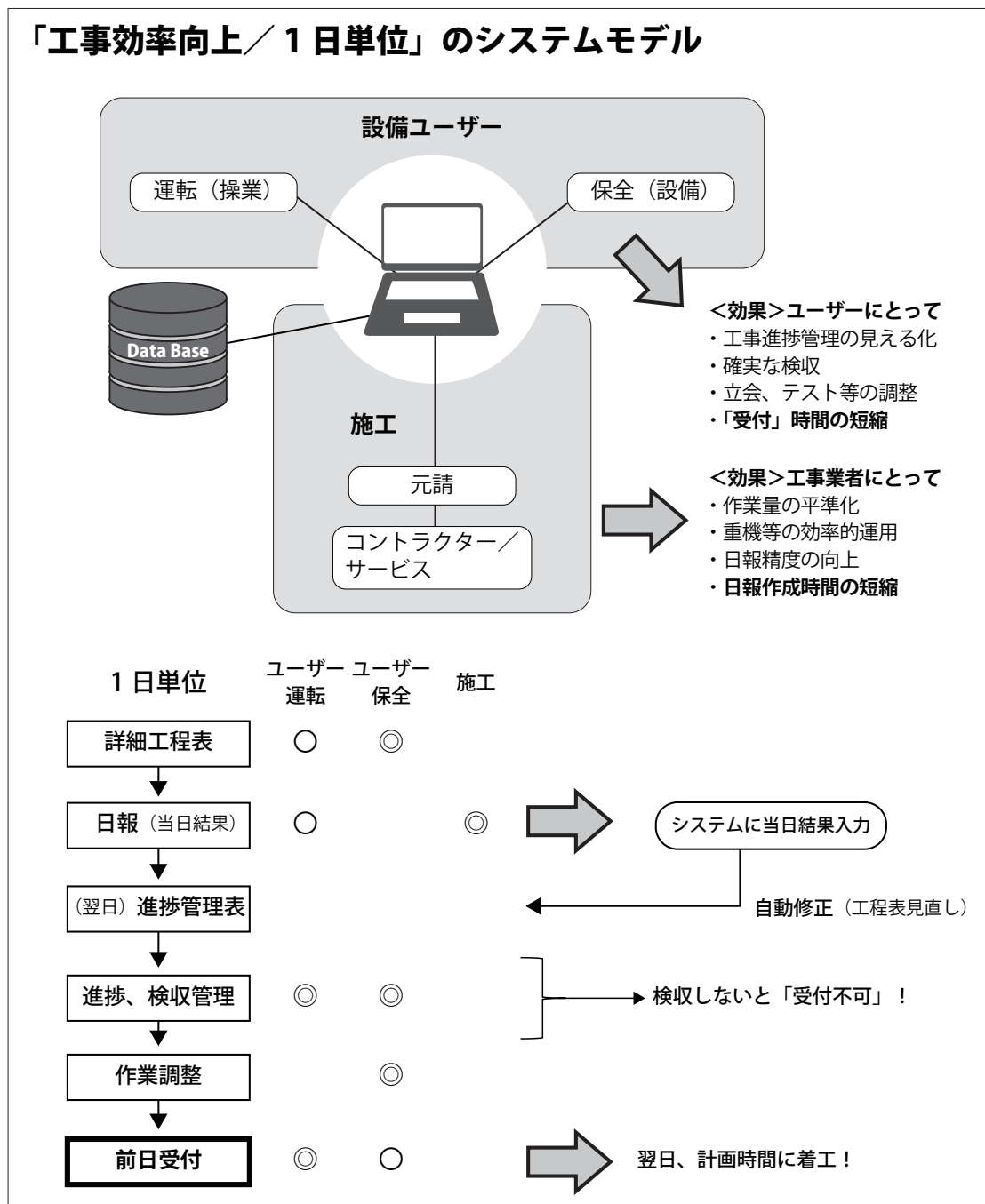


そこで、図表－ 25 のように 1 日単位の計画から実施そして検収に至る PDCA を網羅するシステム構築が望まれる。

ポイントは、施工（工事元請、その他業者）が当日結果を正確に情報入力することで、正確な「日報」がユーザーに渡ること、および上述のように「検収終了」をユーザーが入力しないと、翌日の「受付」ができないようなシステムということである。

関係者全員の理解と、確実なデータ入力が必須の要件となるであろう。

図表－ 25 工事進捗管理と作業許可（「受付」）効率化のアイデアモデル



「入・退場」効率化技術」の事例

大規模定修（SDM）の工事現場への「入・退場」効率化に活用し得る技術事例の一つを紹介する。前章『5. アイデアモデル 1：大規模定修（SDM）の工事現場への「入・退場」効率化』で示した領域で活用できる技術といえるであろう。

ETC 車載器を利活用した入退場効率化事例

資料提供：古野電気株式会社

1. はじめに

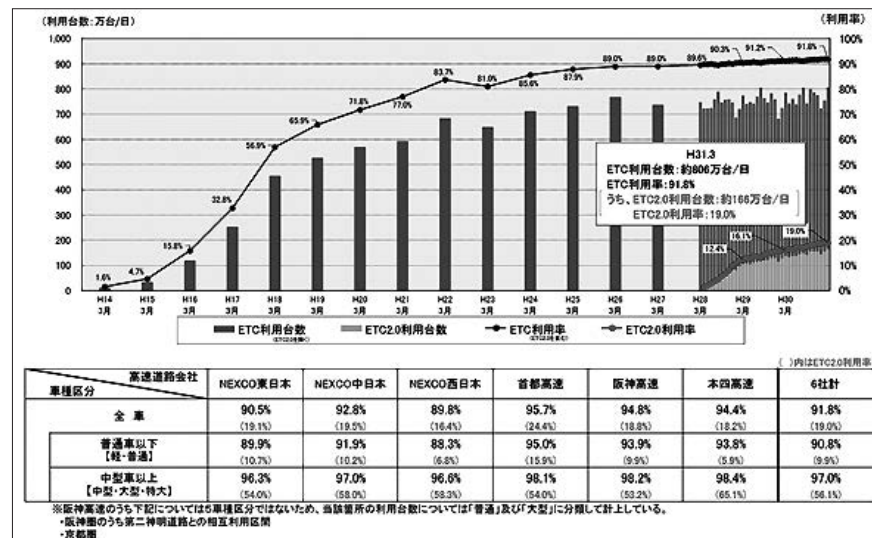
無線通信を利用して通行車両の料金の収受を行う ETC (Electronic Toll Collection System) は、2001 年 3 月のサービス開始から、全国の有料道路で利用できるまでに普及し、普及台数は 6600 万台を突破している（図表 A-1）。有料道路での利用率は、91%を超えている（2019 年 3 月段階）。

このように普及が進んでいる ETC 車載器を利活用して、高速道路の料金支払い以外への民間サービスが広がっている。本稿にて、活用事例をいくつか紹介する。

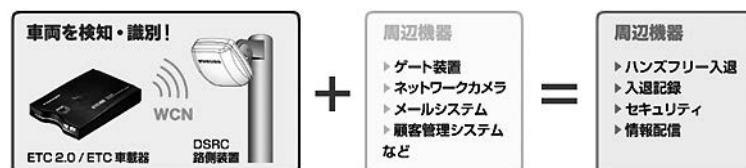
2. ETC を利用した車両識別

ETC 車載器は 12 桁の固有 ID (WCN/Wireless Call Number) を持っており、全ての車載器がそれぞれ異なった番号を有する。この ID を活用することで車両の識別が可能となる（図表 A-2）。

図表 A-1
ETC 普及状況（国土交通省資料より作成）



図表 A-2
ETC 車載器による車両識別



また ETC 車載器による識別のため、ETC カードが挿入されていなくても利用できる利点がある。

車両識別を行う場所（路側）に DSRC アンテナ（狭域通信システム /Dedicated Short Range Communications）を設置することで、車両を検知・識別したのち、例えば特定車両のみゲートを開くなど、周辺機器を制御することで「ハンズフリー入退」サービス等を実現している。

3. 事例紹介① コンテナターミナルの入退場自動化

入場ゲートの DSRC アンテナでトラック車両を自動で検知・識別し、登録車両であればゲートを開いて通行を許可、同時に、電光掲示板にて作業場所へ誘導する（図表 A-3）。また、退場ゲートでも DSRC アンテナで車両を識別し、退場処理を自動化することでトラック車両はそのまま退場できる。さらに上位システムでは、Web 上で各種情報（会社名、ドライバー、積荷など）と連携することで自動処理を実現している。

<導入効果>

●入場から退場まで、搬出入のトータル時間を短縮

トラック車両の自動識別、スムーズな誘導によりゲート通過時間が 30% 短縮。また、Web システムとの連携でリアルタイムかつシームレスに指示が可能となり、ヤード内蔵置きなどの搬出入作業がよりスピーディに行えるようになり、取り扱う物量の増加につながっている。

●作業履歴の管理を自動化

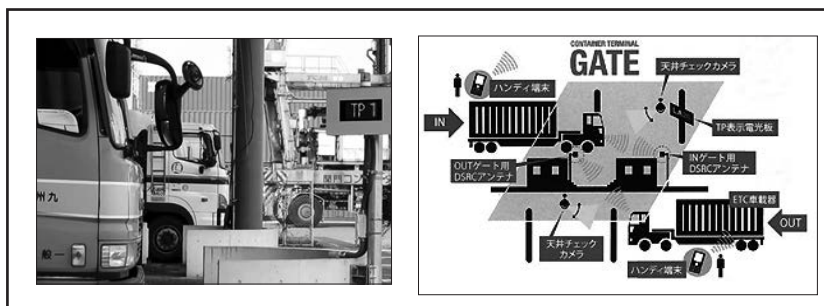
車両識別の Web システム連携により、搬出入車両とドライバーを特定した正確な作業履歴の管理が実現された。保管した作業履歴はいつでも表示・分析できるため、業務改善効果の「見える化」が明確に進んだ。

●未登録車両を通さないセキュリティ強化

入場時の車両識別を自動化することで、ヒューマンエラーなどによる「未登録車両の誤入場」を防止。また、車両識別に ETC 車載器 ID を活用することで、IC カードのように貸し借りや紛失のリスクがなくなるなど、セキュリティ強化を実現した。

4. 事例紹介② 物流センターの待機車両「ゼロ」に向けた取組み

システム概要を、図表 A-4 に示す。渋滞緩和のために入場制御



図表 A-3

コンテナターミナルの入退場自動化事例

を緩和し、退場での厳重チェックを行う仕組みである。

入場ゲートは ETC 車両識別と監視カメラの両方で入場時間を記録し、記録後ゲートを開く。一方、退場ゲートでは登録されている車であればゲートを自動で開いて退場させ、登録が無い車両はゲートを開かず人による確認を行った上で退場する。このことで渋滞緩和とセキュリティの両立を実現している。

<導入効果>

●人件費・メンテナンス業務の削減

自動ゲートを設置したことで、無人運用が可能となった。入場後は車両履歴管理機能と監視カメラの両方で車両把握ができるため、守衛が受付を行い車両管理を行う必要が無く、人権費の効率化につながった。

また従来の“カメラによるナンバープレート読取り”方法では、悪天候による読取りエラーやカメラレンズのクリーニング等が必要で、意外と管理上の手間があった。これが、天候に左右されず安定通信可能な ETC により、メンテナンス業務が大幅に軽減した。

●安全とセキュリティの確保

入場車両は、ゲート前で確実に停止しないとゲートが開かないシステムを採用した。道路からスピードを出したまま構内に入突する車両が無くなり、一旦停止した車両は、構内を低速で走るため安全確保につながった。ゲートによる入退制御に加え、車両履歴管理機能によって構内に滞在した車両の入退状況および滞留時間などが把握できるようになり、特にセキュリティを求める海外顧客や保税関係の顧客からの関心が非常に高い。

5. 事例紹介③ 車両のリモート管理を行う貨物鉄道駅

入口ゲートに設置した DSRC アンテナで、進入した登録車両を ETC で自動判定し、バーゲートの開閉制御を行う（図表 A-5）。同

図表 A-4
物流センターの待機
車両ゼロ化事例





図表 A-5
鉄道車両のリモート管理事例

時にバーゲートを開いた回数で通行台数をカウントし、本日の通行台数としてゲート上部の表示機にリアルタイムで表示する。

通行履歴や通行台数は、貨物駅のパソコンで管理・確認でき、離れた場所から通行状況や渋滞状況を確認できる。車両登録は、事前に運送業者から登録リストを入手し、ゲートの車両番号とリモートで紐づけて運用されている。

<導入効果>

●リモートメンテナンスの実現

貨物鉄道駅に新設されたトラック専用道路は、管理事務所と入退場ゲートが約3キロ離れている環境にある。そこで、ゲートに設置したカメラおよびインターフォンと連携し、リモートモニタリングとリモート制御を実現した。

24時間、各ゲートの入退管理を渋滞させることなく行えるようになった上、通行台数をリアルタイムに表示することで、貨物鉄道駅内部の混雑具合がドライバーにもわかるようになっている。

6. 専用 ETC 車載器を活用した乗合バス入退管理

最後に、ETC 車載器をカスタムして活用した事例を紹介する。

- ・古野電気製 ETC 車載器に NFC カード（近距離無線通信 /Near Field Communication）の読み取り装置を連動した「非接触カードリーダー装置付き ETC 車載器（専用品）」（図表 A-6）を、乗合バスの入り口付近に設置する
- ・乗合バスを利用するユーザーが、乗車の際、自身の ID カード（例：社員証や入館証）をカードリーダーにかざして乗車する
- ・ETC 車載器は、搭乗者 ID を内部にデータ保存。一定量の搭乗者を乗せたバスが出発後、現地事務所に到着した際、ETC 車載器と現地事務所の DSRC アンテナとの通信で、搭乗者 ID を無線で授受する
- ・現地事務所側の管理 PC が、ID と各種情報（会社名、氏名など）をチェックして表示版等で通知する
- ・正常結果の場合、乗車しているユーザーは“バスから降りて手続きすることなく”構内の所定場所までそのまま移動する

実証実験では、約 20 人分の ID を専用車載器に記憶した状態で、事業所に到着。時速 40 キロ /h の速度で通過しても、全員の ID を授受することを確認できた。

図表 A-6
非接触カードリーダー
装置付き ETC 車載器



「保全工事管理の効率化技術」の事例

保全工事管理の効率化に関する事例の一つを紹介する。前章『6. アイデアモデル 2：工事の作業許可（受付と進捗管理）効率化』で示した全領域をカバーするものではないが、現在の状況の中で取り組んでいる好例といえるであろう。

現場工事進捗をマスター PC で集中管理する事による工程情報共有化

資料提供：山九株式会社

1. はじめに

石油精製、石油化学プラント設備における保全作業のうち、プラントの定期保全修理作業（以下 SDM）では工事遂行のため、施工会社と元請会社、顧客と元請会社の情報共有が必要であるが、短期間で多数の業者が同時に業務を遂行する為、情報を共有化することが困難である。この問題点を解決する方法の一つとして ICT が利用されている。メンテナンス業務を請け負う一部の企業では情報共有と業務効率化に向けた ICT 活用を推進しており、工事の計画から検収までの情報を集中管理し、実績やノウハウを蓄積するデータベースを開発している。本稿ではそれらの中で代表的なシステムである進捗管理システムを中心に、関連するシステムの概要を紹介する。

2. 進捗管理システム

(1) 目的

工事進捗を集中管理する主な目的として 3 点挙げられる。

- ①工事の進捗状況を関係者は誰でもどこでも確認出来る
- ②タイムリーで正確な情報伝達が行える
- ③担当者の業務量を軽減出来る

これらの目的を達成する方法として、ICT を利用した進捗管理システムが用いられている。

(2) システムの概要

本システムでは個々の担当者の行っている工事進捗状況を、パソコン（PC）、携帯電話などを用いてデータベースで管理し、集計・見える化をしたものである。従来の紙面の管理では進捗状況を工程会議室等の限られた場所でしか確認できなかったが、ICT を利用した進捗システムでは紙面とは異なり、施工関係者はインターネットを介して事務所の PC やモバイル端末（スマホやタブレット）で場所を問わず確認することができる。システムによる進捗情報を図表 B-1 に示す。

また遅延している工事を見える化するため、工事の進捗率を数値化し工程のキャッチアップが必要な工事をピックアップするなどのサポート機能を有している。工程情報を一元管理することで

工事がどこまで終了しているか、また遅れている作業は何かを明確にでき、全体工程の把握を容易にすることが可能である。

(3) 運用効果

①工程情報の確認

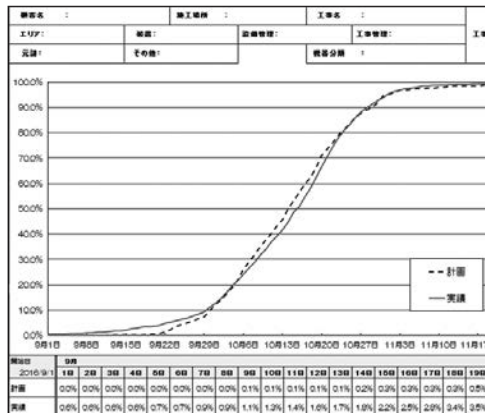
機器ごとの進捗は図表 B-1 の進捗情報を元に進捗管理を行っている。全体の進捗は進捗グラフと全工事リストを出力し、計画と実績の進捗率差分が大きいものから工程のキャッチアップを行うことを可能としている。進捗グラフの例を図表 B-2 に示す。

②系統の進捗確認

図表 B-1 の進捗情報入力画面では機器ごとの進捗を見るために使用しているが、機器を系統別にソートし総合気密テストの可否を一覧で出力する機能を設けている（図表 B-3）。この一覧表を用いて日々の工程会議にて系統別に進捗状況を確認し、同系統でどの機器が遅れているのか、また遅れの程度によってはテストのリスケジュールを行うことができテスト工程に柔軟に対応することができる。

保存 進捗計画表 作業項目新書き 戻る										☐ 予定工事のみ ☐ 作業期間超 ☐ 担当作業のみ ☐ 未完了のみ					
工	引渡し	作業完了	気密準備	件名	法規	系統	備考 (記入可)	担当者	スタート /日付	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	☐			熱文1	高圧ガス	A-01		demo (demo)	スタート 03/19 終了日 03/19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	☐			熱文2	高圧ガス	A-01		demo (demo)	スタート 03/16 終了日 03/17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図表 B-1
進捗情報画面の一例



図表 B-2 進捗グラフ

図表 B-3 系統情報一覧画面

系統一覧詳細									
A-01 進捗率: 0.0%		A-01 予定進捗率: 0.0%							
一覧出力		戻る		進捗管理表出力		☐ 気密未確認のみ		系統	
表示		表示		表示		表示		保存	
表示	気密準備	カテゴリ	件名	法規	備考	系統	担当者	進捗率	予定進捗率
表示		10_demo_demo	熱文1	高圧ガス		A-01		0.0%	0.0%
表示		10_demo_demo	熱文2	高圧ガス		A-01		0.0%	0.0%
表示		10_demo_demo	熱文3	高圧ガス		A-01		0.0%	0.0%
表示		10_demo_demo	熱文4	高圧ガス		A-01		0.0%	0.0%

③作業担当者の確認、承認作業の自動連絡

システムへ進捗を入力する際に、ログインユーザーを作業担当者として自動的に登録することで作業を行った作業員（または監督者）をトレースできるように設定されている。担当者を登録することで次回 SDM 工事の際、誰が担当したのか即座に確認することができ、現場作業の注意点等を連絡・確認することができる。

また、顧客設備保全課や運転課の承認が必要な作業では自動的に承認依頼メールを送信し現場で担当者を探すことや、電話連絡の不通による情報伝達遅れ、忘れを防止している（図表 B-4）。

④実績工程表の出力

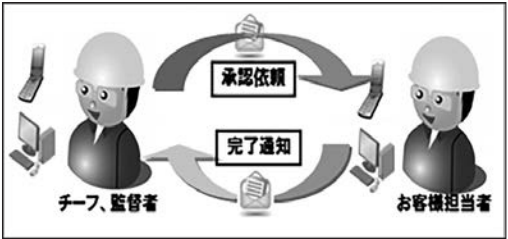
システム画面で入力した情報を工程管理ツールに変換し実績の工程表の出力を行っている。この機能により工事終了後に報告資料として実績工程表を作成する業務負担を低減し、効率化を行っている。図表 B-5 に、実際に出力したデータの例を示す。

3. ガスケット管理システム

ガスケット管理システムは積算時に登録した資材情報を基にガスケット管理台帳（図表 B-6）を作成し、各ガスケットに機器情報をひも付けしている。この情報をもとに倉庫で保管するガスケットと開放箇所に添付する開放箇所表示札（図表 B-7）のそれぞれに 2 次元バーコードを印字し、両者を取付時にスキャンすることで、適正なガスケットが挿入されているかチェックすることを可能にした。

このシステムの活用により発注リスト作成、受入・払出管理台帳としての利用、2 次元バーコードによる照合確認やトレーサビリティ確保、資材台帳として次回工事での使用を期待している。

図表 B-4
依頼と承認の連絡フロー



図表 B-5
実績工程表

	タスク名	期間	開始日	終了日	2016年09月18日							2016年09月25日						
					日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土
1	▲ 10E-***	74日	16/09/09 (金)	16/11/21 (月)														
2	▲ 事前	17日	16/09/09 (金)	16/09/25 (日)														
3	外部足場	1日	16/09/09 (金)	16/09/09 (金)														
4	保温取外	4日	16/09/22 (木)	16/09/25 (日)														
5	BP挿入	1日	16/09/22 (木)	16/09/22 (木)														
6	▲ 開放	5日	16/09/23 (金)	16/09/27 (火)														
7	開放	3日	16/09/23 (金)	16/09/25 (日)														
8	TB抜出	1日	16/09/27 (火)	16/09/27 (火)														
9	▲ 入槽許可	2日	16/09/28 (水)	16/09/29 (木)														
10	入槽許可確認	2日	16/09/28 (水)	16/09/29 (木)														
11	▲ 清掃	1日	16/09/26 (月)	16/09/26 (月)														
12	カバー類清掃	1日	16/09/26 (月)	16/09/26 (月)														
13	▲ 場所	1日	16/09/27 (火)	16/09/27 (火)														
14	製油1 JET 場	1日	16/09/27 (火)	16/09/27 (火)														
15	▲ 清掃	1日	16/09/28 (水)	16/09/28 (水)														

近年のメンテナンス業界においては、高度経済成長期にプラントの操業・保全を牽引していた熟年社員層の引退があり、現場経験が少ない若手社員が増加傾向にあり、技術の継承、技術力の低下が問題視されている。こうした問題に対処する為には熟年層で蓄積した現場技術のノウハウの伝承が不可欠である。

これらの課題に応えるために、現場での補修記録や試験、検査方法を蓄積し、簡単に現場で活用できることがポイントとなってきた。これに対応するため、現場記録の他、施工標準、特殊施工事例、WPS（溶接施工要領書）など施工に必要な情報をデータベースに集約し、現場での課題に対してデータベースを検索することで、類似事例や補修内容をいつでも確認でき、施工品質と安全性を担保しながら、顧客へのタイムリーな提案や、若手技術者は少ない現場経験をデータベースで補うことが期待できるため、メンテナンス会社のノウハウをデータベース化して、活用できるようにしている。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L				
1	開設箇所表示札印刷						ガasket情報更新 歴史検索取得									
2	-----															
3	顧客名		Demo		工場名		Demo									
4	工事名称		デモンストレーション用工事													
5	※白枠に情報を入力してください。(白枠以外は編集しないで下さい。◆は必須項目です。)												※ガasketタイプ入力時に自動反映。(「差別色」はサズ			
6	フラグメント情報												旧用入力方式			
7	削除	◆機器番号	◆フレンジ番号	◆サイズ	◆レイタング	フレンジタイプ	厚み (mm)	◆ガasketタイプ	◆メーカー	◆内輪材質 (本体材質)	フープ	外輪材質				
8				<英数記号>	<英数記号>		<英数記号>									
9		DA-201A	N-4-1	30B	JIS10k	RF	2.0	T#1834R-GR-EEE		SUS304	SUS304/G	SUS304				
10		DA-201A	N-4-2	30B	JIS10k	FF	2.0	T#1834R-GR-EEE		SUS304	SUS304/G	SUS304				
11		DA-201B	N-4-3	30B	JIS10k	RF	2.0	T#1834R-GR-EEE		SUS304	SUS304/G	SUS304				
12		DA-201B	N-4-4	30B	JIS10k	FF	2.0	T#1834R-GR-EEE		SUS304	SUS304/G	SUS304				
13		DA-404	N-11-1	1B	JIS10k	FF	3.0	T#9090-IOR-EEE-OX		SUS304	SUS304	SUS304				
14		DA-404	N-48B	2B	JIS10k	RF	3.0	T#9090-IOR-EEE-OX		SUS304	SUS304	SUS304				
15		DA-404	N-7	1B	JIS10k	RF	3.0	T#9090-IOR-EEE-OX		SUS304	SUS304	SUS304				
16		DA-501	11N-2-1	3B	JIS10k	RF	3.0	T#9090-IOR-EEE-OX		SUS304	SUS304	SUS304				
17		DA-501	11N-2-2	3B	JIS10k	RF	3.0	T#9090-IOR-EEE-OX		SUS304	SUS304	SUS304				
18		DA-501	1MA	18B	ASA150	RF	3.0	T#9090-IOR-EEE-OX		SUS304	SUS304	SUS304				
19		DA-501	1MB	18B	ASA150	RF	3.0	T#9090-IOR-EEE-OX		SUS304	SUS304	SUS304				
20		DA-501	1MC	18B	ASA150	RF	3.0	T#9090-IOR-EEE-OX		SUS304	SUS304	SUS304				
21		DA-501	N-45B	1B	JIS10k	RF	3.0	T#9090-IOR-EEE-OX		SUS304	SUS304	SUS304				
22		DA-502	N-3	30B	JIS10k	FF	1.0	T#1834R-GR-EEE		SUS304	SUS304/G	SUS304				
23		DA-503	A-1	1-1/2B*3t	JIS5k	RF	3.0	T#1133		PTFE+酸化チ						

図表 B-7 開放箇所表示札

5. システムの連携

以上紹介してきたシステムの中で、進捗管理システムとガasket管理システムは、同じデータベースの情報を活用することができ、将来的に多くの帳票を自動出力させることが可能となる。

具体的には、顧客より発行された仕様書情報をデータベースに登録し、外注工事仕様書、テストフロー図、ガasket管理台帳、開放箇所表示札を作成する。また進捗管理システムへのデータを用い、円滑で効率的な工事計画・施工管理業務を可能としている。

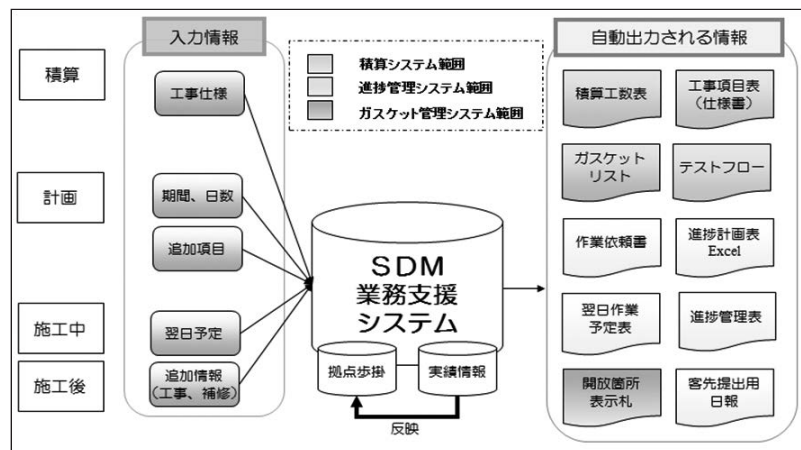
担当者の手書きなどによる転記作業や、負担の軽減を図るとともにデータベースに蓄積したデータを次回 SDM に向け再活用し、そのノウハウを蓄積していくことも可能となってくる。これらのシステム使用時の利用体系イメージを図表 B-8 に示す。

6. 今後の課題

ICT 化を進めるためには、多くの現場で使えるように、システムを出来るだけ一般化（標準化）することが望ましい。反面、一般化しすぎると現場独自のこだわり、ノウハウが切り捨てられ、その現場では使えないシステムとなってしまう可能性がある。今後出来るだけ多くの現場で使えるシステムにしていくために、各現場独自のやり方をどれだけシステムに取り込むことができるかが重要となってくる。また、システムを使い書類などを作成することで、業務を省力化し、残業時間短縮につなげていかなければならない。

昨今の ICT の活用方法として、タブレットを現場へ直接持ち込みその場でデータを確認、IC タグを部品に取付け品質管理を行う、GPS を利用して資材の保管場所や人間の移動先の管理を行うなど、ICT 利用が実用化され始めている。タグには労働時間を記録することや、作業内容を記録するなどが可能で用途が広がっており、実用化は拡大傾向にある。他にも保護具（ヘルメットや保護メガネなど）に Web カメラを装着し、リアルタイムに事務所と現場間で情報のやり取りを行い、スムーズに情報伝達を行うシステムも開発されている。今後の ICT 技術の進歩に合わせて、ICT を活用した工事管理はさらに拡大していくと考えられる。

図表 B-8
システム利用体系



AI（人工知能）専門家からのメッセージ

研究会の論議に、システムベンダーとして唯一参加した視座から、本レポートで示されたモデルの意義と産業界が今考えなければならないところについてメッセージする。

プラントと ICT のエンジニアが課題解決に取り組む共創のために

資料提供：株式会社富士通研究 澁谷利行

近年の ICT（Information and Communication Technology）の急速な発達にともない「もの」、「人」、「装置」を含めた、ものづくりの全体をデジタル化し、見える化、分析、最適化へとつなげることで、新たな付加価値を生む第四次産業革命という考え方が注目されている。

その一方で、プラントメンテナンスの現場に目をやるとプラント設備の老朽化、メンテナンスエンジニアの高齢化、さらには労働人口の減少による人材不足といった問題に直面している。そこで、ICT、特に最近注目を浴びている IoT（Internet of Things）や AI（artificial intelligence: 人工知能）を活用して現場の保安力、安全性と生産性の向上を図ることが解決策の一つとして期待が高まっている。

しかし、安易な現場への IoT の導入や、AI の押し付けは、単に現場を混乱させるだけでなく、逆に先端 ICT への不信を招き、かえってプラントメンテナンスの現場の高度化、効率化を遅らせる恐れがある。

そこで、この「定修検査・修理の ICT/IoT 技術適用モデル」の報告書では、以下の 2 つの方針で議論をすることにより、現場の視点を持ちつつ、IoT や AI を中長期の視点で活用できるような指針を与えることを意識している。

第一の方針は、IoT や AI の技術的な視点でのソリューションを紹介するのではなく、現場の現状を踏まえた上での次の一歩、次のステップを踏み出すための示唆となる考え方を「モデル化されたアイディア」として提示していることである。

デジタル化、IoT、AI は手段であって、これらを導入することが目的ではない。先端的な技術を目の前にすると、その華々しい技術を採用、導入することがゴールとなり、解決すべき現場の課題の本質、つまり、ICT において作り出す付加価値を軽視してしまう傾向が強くなる。あくまでも、課題の本質を起点として議論をした結果が報告されている。

第二の方針は、単発の解決策の議論をするのではなく、PDCA の管理サイクルの中でシステムチックな観点で議論していることである。このことは、2 つの点で重要だと考える。

一つは、それぞれの解決策がどのように有機的に連携されるか

の理解を深める効果がある点である。

もう一つは、デジタル化によって蓄えられたデータが活用されながら、PDCA を回すことにより、使えば使うほど、さらには、データが蓄積されれば蓄積されるほど、無駄をなくし、生産性が向上する仕組みにつながる議論のベースを提供している点である。

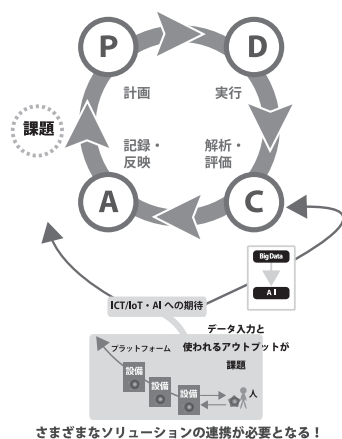
今回、この報告書で提示している「モデル」は、今後、実際の現場に実装し、実践する必要がある。その際に絶対に忘れてはいけないことは、「メンテナンスの究極のゴールとは事故、故障がなく、安全な保全の実現である」ということである。そのためには、プラントのエンジニアと ICT のエンジニアがお互いの課題を共有し、共に課題解決に取り組む共創活動が重要になる。この報告書がその課題共有において、少しでも役立てば「ICT/IoT 技術」適用提案研究会メンバーとしても、この上ない喜びである。

最後に、今後の ICT と AI のさらなる可能性について述べておく。今回の報告書は一つのプラント内に閉じた話になっていたが、さらに一歩進んだデータ活用の方法として複数拠点プラント間、企業間、業種間をデータでつないだ連携が考えられる。

例えば、メンテナンスに関するデータを企業間、業種間で共有することにより、より安全に、かつ効率的に管理の運用が可能になる領域が十分にあると考える。寧ろ、労働力不足を補いながら安全性を担保するには必要不可欠な施策と考える。

現在、AI で行っている診断予測のような分析技術は、一つの装置やプラントが対象となっているに過ぎない。これらのデータや AI 分析モデルが業界で共有されることにより、信頼度の高い分析が素早く実現可能になる。このようなデータや実績をベースとした集合知を構築することこそ、ビッグデータ活用、およびデジタル化の本質だと考える。

まだまだ先の話と考えずに、プラントの安全かつ効率的な管理運用は産業、および社会基盤の維持に係わる重要な社会問題を解決する手段の一つとして、今こそ真剣に考える時期として、締めくくりの提案としたい。



どう考える？

保全データマネジメント

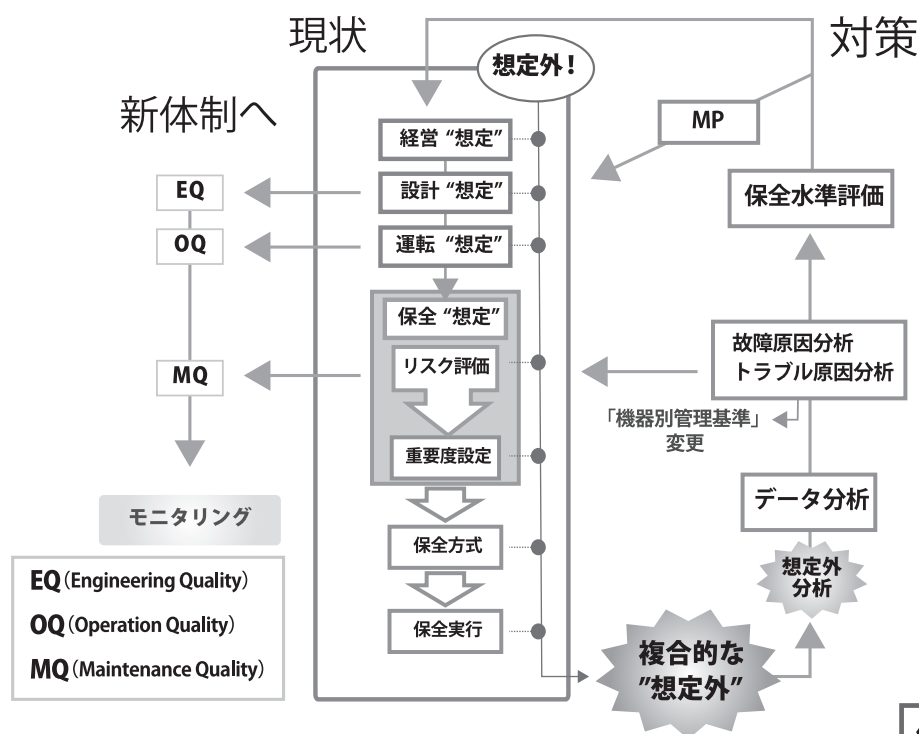
MOSMS®

MOSMS®: Maintenance Optimum Strategic Management System

／経営に資する戦略的保全マネジメントシステム

CA が キーポイント

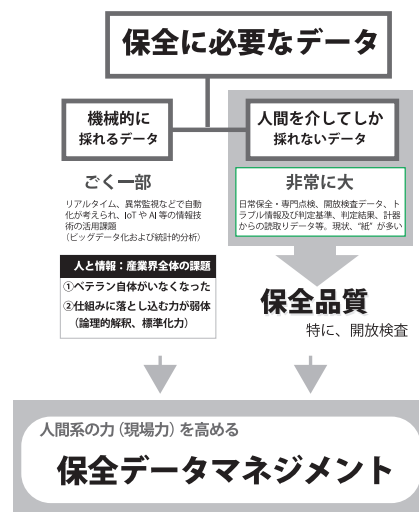
“想定外”を考慮していますか？



MOSMS Web :

<http://www.mosms.jp/>

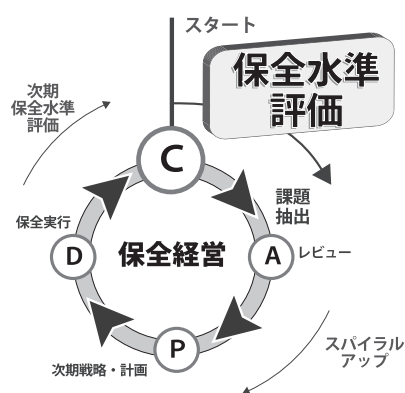
“人間系” のデータが キーポイント



「C」から始める再構築！

専門家による「保全水準評価」

『MOSMS® 診断』



OR

『現地診断』

増加中！

ウチの保全是、大丈夫なんだろうか・・・。

「保全水準」は、どのように評価したらいいだろうか・・・。

評価してみたがこれで本当によいのだろうか・・・。

そこで実績のある JIPM 専門診断員がこの悩みを解決します。

詳細は Web で！

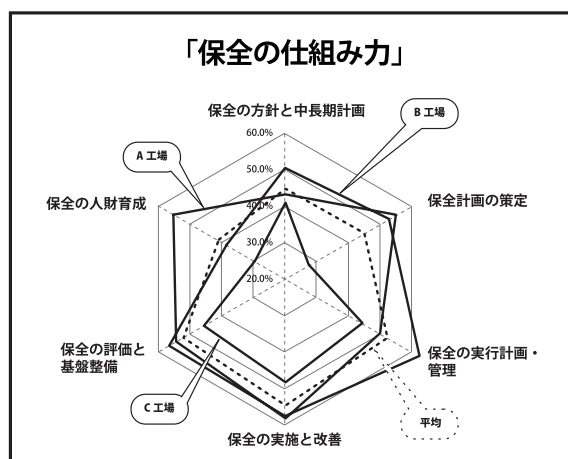
● MOSMS® 診断

http://www.jipm.or.jp/business/support/pdf/Mosms_01.pdf

● 現地診断

http://www.jipm.or.jp/business/support/pdf/Mosms_02.pdf

当会 HP (<http://www.jipm.or.jp>) の
「トップページ」>「事業案内」>「支援・診断・助言」 からご覧いただけます。



公益社団法人日本プラントメンテナンス協会

MOSMS[®] についてのご相談は
公益社団法人日本プラントメンテナンス協会
調査研究・広報部
までお寄せください！

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 3-3 神保町 SF IIIビル 5 階
Tel: 03 - 6865 - 6081 Fax: 03 - 6865 - 6082
e-mail : rd@jipm.or.jp

MOSMS 専用 Web サイト : <http://www.mosms.jp/> もご利用ください！

「ICT/IoT 技術」適用提案研究会 Report」
定修検査・修理の ICT/IoT 技術適用モデル

2019 年 7 月 20 日 発行

編著者 公益社団法人日本プラントメンテナンス協会
「ICT/IoT 技術」適用提案研究会
© 公益社団法人日本プラントメンテナンス協会

発行者 鈴置 智

発行所 公益社団法人日本プラントメンテナンス協会
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 3-3 神保町 SF IIIビル 5 階
電話 03 - 6865 - 6081
URL : <http://www.jipm.or.jp/>

無断複製・複写を禁じる

