

## 社会インフラ製品の据付・保守作業を効率化するデジタル生産技術

Improvement of Productivity through Application of Digital Manufacturing Technologies to On-Site Installation and Maintenance of Infrastructure Systems

小竹 正弘 KOTAKE Masahiro

社会インフラ分野では、製品コストにおいて現地での据付・保守作業の比率が高くなる傾向から、コストの削減には企画・営業から、据え付け、保守までを含めたプロセス変革の必要性が高まっている。

東芝グループは、社会インフラ製品の据付工事や保守点検作業での生産性・品質向上を目的に、製造現場で培ってきたIE (Industrial Engineering : 生産工学) やデジタル生産技術の適用を図ってきた。今後のO&M (Operation and Maintenance) 事業への展開も視野に、計画の適正化、生産性の改善、及び作業の標準化の三つに分類して技術開発を行い、幅広い製品群に適用するソリューションを様々な現場に展開している。

In order to reduce the total costs of social infrastructure systems, which are significantly affected by the relatively high costs of on-site installation and maintenance operations, there is a growing need for innovative re-engineering solutions that encompass all processes from product development to installation and maintenance.

With the aim of improving the productivity and quality of installation and maintenance processes for social infrastructure systems, the Toshiba Group has applied industrial engineering (IE) and digital production technologies cultivated at its manufacturing sites to on-site operations. We are now developing the following three types of solutions from the perspective of promoting their dissemination in the field of operation and maintenance (O&M): (1) optimization of plans, (2) improvement of productivity, and (3) standardization of operations. These solutions are being provided to a broad range of sites.

### 1. まえがき

多くの社会インフラ製品では、一般消費者向けの量産製品とは異なり、工場出荷後に納入先で据付調整や保守点検などの作業が発生し、これらに掛かる費用の製品コストに占める割合が高くなっている。例えば、火力発電プラントの建設では、工場やサプライヤーが製造したタービンや配管などの機器を現地に搬入し、据付工事が実施される<sup>(1)</sup>。エレベーター・エスカレーター製品では、利用者と設備管理者に安全な機器の状態を継続して提供するため、保守員による定期的な点検作業が実施される<sup>(2)</sup>。

据付工事は、工事期間が長いと、多くの人員が必要となり多額の費用が発生する。そのため、工事期間の短縮や、据付作業の“ムダ”の排除で工事費用を削減することが、競争力強化につながる。保守点検は、点検作業の難易度が高く、手順が複雑な機種が増えており、安全・品質の確保と業務の効率化を両立させるために、作業の標準化が課題となっている。

そこで、東芝グループは、製造現場の生産性向上(生産プロセス変革)で培ったIE技術や音声認識技術を用いた作業ナビゲーションツールのようなデジタル生産技術を保有し

ている。そして、これらを据付工事や保守点検作業に適用する“フィールドIE”を独自の技術として体系化し、生産性や品質の向上を実現している(図1)。

ここでは、デジタル生産技術を用いた据付・保守プロセス変革の手法や事例について述べる。

### 2. 据付・保守プロセス変革

#### 2.1 解決すべき課題と解決事例

据付・保守プロセスを効率化するためには、次のような課題を解決する必要がある。

- 作業員が数十名から数百名の大規模な現場で、必要な作業員数を短時間で見積もる方法
- 複数社の作業員が持つスキルなどのばらつきに影響されにくい作業設計
- タイムリーな実績工数の把握による進捗管理
- 案件ごとに異なる作業エリアの広さと環境に対応したレイアウト・作業設計による手待ち時間や歩行距離の短縮
- チェックシートによる作業確認と客先への報告資料作成を支援するための作業データのデジタル化
- 国内外に点在する作業現場への遠隔指示

これらを解決するために、製造現場の生産性向上で開発

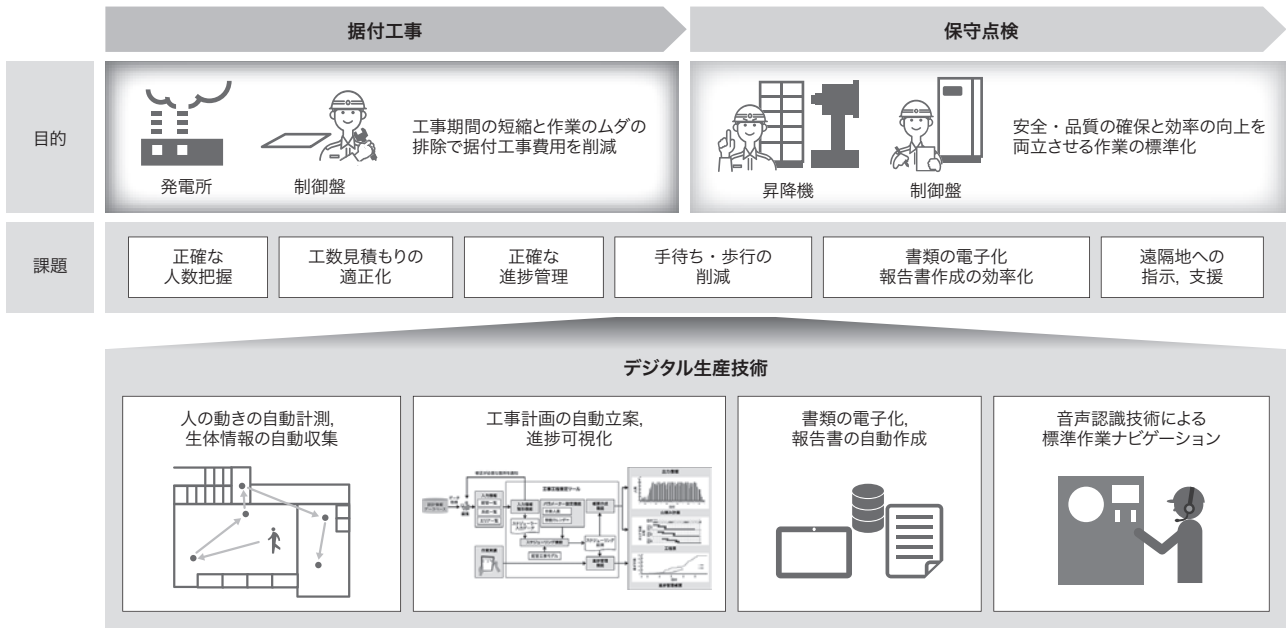


図1. デジタル生産技術による据付・保守プロセス変革

デジタル生産技術を据付・保守プロセスの共通課題の解決に適用し、工事費用の削減や保守作業の標準化を図る。

Overview of installation and maintenance process re-engineering applying digital manufacturing technologies

表1. デジタル生産技術の適用事例

Examples of application of digital manufacturing technologies

項目	製品	課題	デジタル生産技術の適用
据付工事	火力発電プラント	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地据付工事の費用削減</li> <li>工事進捗管理による納期遵守体制の強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事人員を平準化する計画立案</li> <li>進捗を管理し工事計画を再立案</li> </ul>
	道路機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>手待ち・歩行の削減、人員配置適正化</li> <li>作業内容・実績工数の把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>治工具導入によるボトルネック作業の省人化</li> <li>電子帳票による作業実績把握</li> </ul>
	上下水道施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地据付作業の工数削減</li> <li>管理監督者の現場常駐費の削減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工具台車による手元配置化</li> <li>帳票の電子化・共通情報を自動連係</li> </ul>
	受変電機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>据付作業内容・実績工数の把握</li> <li>将来案件の工数見積り適正化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>主要据付作業の時間分析、工数見積り</li> <li>作業効率を高める設計変更</li> </ul>
保守点検	エレベーター・エスカレーター	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業標準化による安全・品質の確保と業務の効率化の両立</li> <li>作業データの電子化による間接業務の削減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>音声ツールによる手順ガイダンス</li> <li>現場データの記録効率化と報告書展開</li> </ul>
	ビル・施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業タイミング待ち時間の有効活用</li> <li>報告書作成時間の短縮</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地での紙情報の電子化、音声入力</li> <li>遠隔地への作業指示</li> </ul>

目的		ソリューション
計画の適正化	スキルを持つ作業員の必要数の見える化と人員配置の適正化	スケジューラー
	作業進捗の自動反映	音声認識技術を搭載したタブレットやスマートフォン
生産性の改善	工数見積り適正化	IE技術を用いた作業時間分析
	直接作業の工数削減	人の動きを自動計測するためのビーコンなどの位置特定ツール
	現地での待ち時間の削減	作業をアシストする治工具
作業の標準化	間接作業の工数削減	パソコン操作ログ記録ツール
	作業者の違いによるばらつき低減	作業シミュレーション (VR)

VR: 仮想現実

図2. 目的別に分類したソリューション

据付・保守プロセス変革の目的の共通性に着目してソリューションを体系化し、三つに分類して整備した。

Solutions classified by purpose of installation and maintenance process re-engineering

してきたデジタル生産技術を、東芝グループの事業に適用した例を、表1に示す。

## 2.2 ソリューションの型作り

2.1節で述べたように、これまでに東芝グループの様々な事業に、デジタル生産技術を適用してきた。事業ごとに具体的な課題は異なるものの、プロセス変革の目的に共通性

があることに着目し、より多くの事業で短期間にソリューションを展開するため、ソリューションの体系化(型作り)を進めている。具体的には、計画の適正化、生産性の改善、及び作業の標準化の三つに分類して、ソリューションを整備した(図2)。

(1) 計画の適正化 据付工事では、工事計画策定段

階で機器搬入や、溶接、高所作業、試験などの専門資格を保有する作業員の必要人数を事前に把握し、必要なタイミングで人員を確保することが工事期間の短縮につながる。保守点検では、法定点検やこれまでに実施した点検作業などを考慮し、必要なスキルを持つ保守員がいつ、どの顧客を訪問するかを計画することで、保守点検作業の確実な実施を図る。

したがって、スキルを持つ作業員の必要数を見える化することと、人員配置が適正になるようなスケジューラーが、共通ソリューションとなる。更に、進行中の作業計画に進捗状況を自動的に反映させるためには、音声認識技術を搭載したタブレットやスマートフォンが、有効なソリューションとなる。

- (2) 生産性の改善 案件受注時の工数見積りでの適正化や、直接作業の工数削減、現地作業時の待ち時間の削減、事務所などでの間接作業の工数削減などが必要となる。

IE技術に基づき、作業内容・時間を緻密に分析した上で、データドリブンでムダを顕在化し、作業手順の改善や技能を要する作業の治工具化などで、直接作業の工数を削減できる。この際、時間分析した結果を次の案件の工数見積りに活用すれば、見積り精度の向上が可能となる。直接作業のうち、作業員の動きを伴うものは、ビーコンなどの位置特定技術を用いることで、人の動きを可視化でき、ムダの排除につながる。このように、工数を削減した直接作業を誰でも確実に実施できるようにするためには、治工具化が有効である。

パソコンの操作ログを記録するツールにより、事務作業の時間や頻度を記録・分析することで、時間が掛かっている作業を明確にし、間接業務の工数を削減できる。

- (3) 作業の標準化 据付工事、保守点検とも、ロボットなどによる自動化が難しい人手中心の作業である。作業をアシストする治工具や、音声による作業指示(図3)、電子帳票によるチェックなどにより、作業を標準化することで、作業員の違いによる作業手順や工数のばらつきをなくすることができる。更に、VR(仮想現実)技術を用いて、事前に標準化された作業をシミュレーションすることで、早期の人材育成や危険予知トレーニングが実現できる。

### 3. O&M事業強化への展望

東芝Nextプランでは、数十年にわたるサービス期間を持つインフラサービスを、デジタル化やデータ活用で更に進化

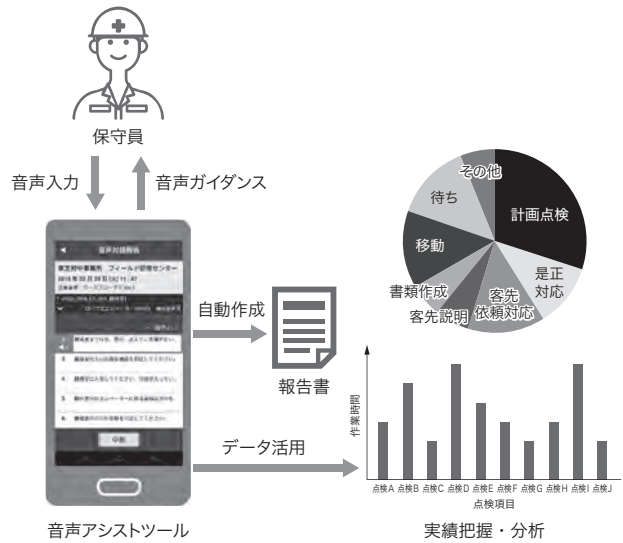


図3. 音声認識機能を搭載したスマートフォンを用いた作業指示の概要

音声による作業指示に加え、保守員がハンズフリーで作業結果を入力でき、報告書の自動作成や詳細な実績把握が可能となる。

Overview of providing instructions for operations using mobile phone with voice recognition function

させることを方針としている<sup>(3)</sup>。そのため、社会インフラ事業で構築してきたインフラオーナーとの関係やEPC(設計、調達、建設)全体を担う事業体制を強みに、据付・保守プロセスで培ったノウハウをO&M事業に生かすことで、更なる競争力強化を図る。

O&M事業強化のためには、次の課題を解決する必要がある<sup>(4)</sup>。

- 現場で経験を積み重ねてきた熟練者の知識や技能の形式知化
- 最適化された特注の機器や代替できない装置などからデジタルデータを自動取得
- 熟練者の知識に頼らず、設備から取得したデータから異常を自動検知
- 遠隔からの機器の状態監視やソフトウェアの自動更新などによるメンテナンスの効率化

これらを解決するためには、2.2節で述べた計画の適正化、生産性の改善、及び作業の標準化の三つに分類されたソリューションの型が有効である(図4)。例えば、音声認識技術を搭載したタブレットを用いることで、設備点検時の数値を自動入力し、設備の状態をリアルタイムに把握できる。把握した状態を考慮した設備保全計画の自動作成には、スケジューラーが有効である。熟練者のオペレーションを詳細に記録できれば、設備の状態との因果関係を分析し、判断の形式知化につながる。

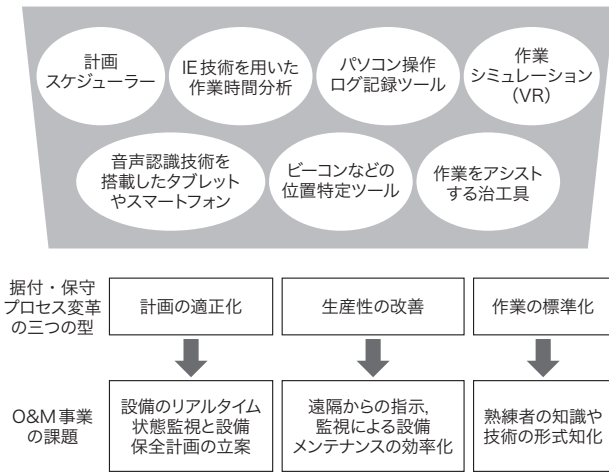


図4. O&M事業の強化に向けたソリューション展開

据付・保守プロセス変革で体系化したソリューションを、O&M事業に横展開し、事業強化を図る。

Expansion of solutions into O&M business innovation

#### 4. あとがき

東芝グループの事業ポートフォリオが社会インフラ製品へシフトする中で、生産プロセス変革で培ったデジタル生産技術を据付・保守プロセス変革に生かし、事例を重ねてソリューションを体系化したことや、それらの今後のO&M事業強化への展開について述べた。

不確実性が増すモノづくり環境において、今後も、デジタル生産技術を活用してサプライチェーン全体の生産性を飛躍的に向上させ、企業価値の最大化に寄与していく。

#### 文献

- (1) 島田裕輔. 火力発電プラントの現地工事を効率的に行うための計画立案システム, 東芝レビュー. 2018, **73**, 6, p.51-54. <[https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2018/06/73\\_06pdf/f02.pdf](https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2018/06/73_06pdf/f02.pdf)>, (参照 2020-10-14).
- (2) 木村修一, ほか. IoT・ICT技術を活用したエレベーターの保守支援システム, 東芝レビュー. 2017, **72**, 2, p.15-18. <[https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2017/02/72\\_02pdf/a05.pdf](https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2017/02/72_02pdf/a05.pdf)>, (参照 2020-10-14).
- (3) 車谷暢昭. 東芝Nextプラン進捗報告 Resilience for Growth ～インフラサービスカンパニーへ～, 東芝. 2020, 51p. <[https://www.toshiba.co.jp/about/ir/jp/pr/pdf/tp2019q4\\_2.pdf](https://www.toshiba.co.jp/about/ir/jp/pr/pdf/tp2019q4_2.pdf)>, (参照 2020-10-14).
- (4) 甲斐武博. “現場の変革を企業の力に。IoT・AIで効果を最大化する東芝のO&Mソリューション”. DiGiTAL T-SOUL. <<https://www.global.toshiba.jp/company/digitalsolution/articles/tsoul/27.html>>, (参照 2020-10-14).



小竹 正弘 KOTAKE Masahiro  
生産技術センター  
業務プロセス変革推進領域  
グローバルモノづくり変革推進部  
Global Manufacturing Innovation Dept.