

生産プロセス変革フレームワークへの TRIZ 技法の導入

赤城弘一(三菱日立パワーシステムズ株式会社)

吉田尚史(三菱日立パワーシステムズ株式会社)

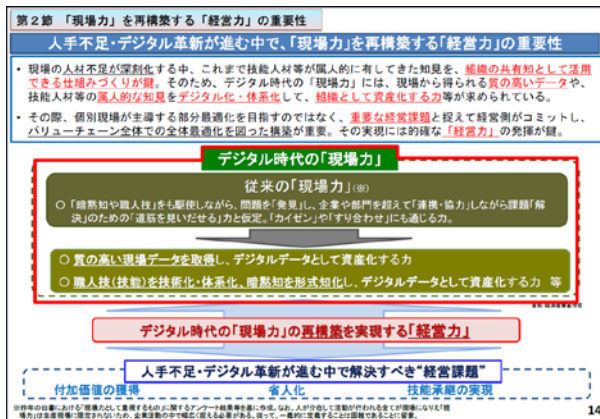
概要

経産省発行の2018年ものづくり白書の総論では、「我が国ものづくり産業が直面する課題と展望」として、主要課題となっている「強い現場力の維持・向上（人手不足、品質管理）」及び「付加価値の創出・最大化」について、質の高いデータや属人的な知見をデジタル化・体系化し、組織として資産化する力などの新たな「現場力」としての再構築が、揚げられている。また、もう一つの大きな課題である付加価値獲得に向け、Connected Industries を推進するためにシステム思考の適用の重要性も論じられている。一方、弊社三菱日立パワーシステムズ株式会社（以降 MHPS と呼ぶ）は、三菱重工業の売上の中心となる発電機器および発電システムを製造する会社であり、主要である大型ガスタービン市場のシェアは、2018年では世界1位である。大型ガスタービンには、多様な製造技術が適用されており、またB to Bの形態の製造である。弊社では、経済産業省により挙げられたものづくりの課題を解決するために、複数の管理技術（主な経営工学手法）を組み合わせることにより、組織として定常的に生産プロセス革新を実施するフレームワークを構築することを数年前から開始している。本論文では、その取り組みのなかに TRIZ 技法を取り込んだ場合の活用時点、活用組織、活用場所、活用対象、活用目的、活用手段について提案する。そのあとそれを検証した結果を報告して、今後の課題について論じる。

内容説明

1. 生産プロセス変革フレームワークの必要性

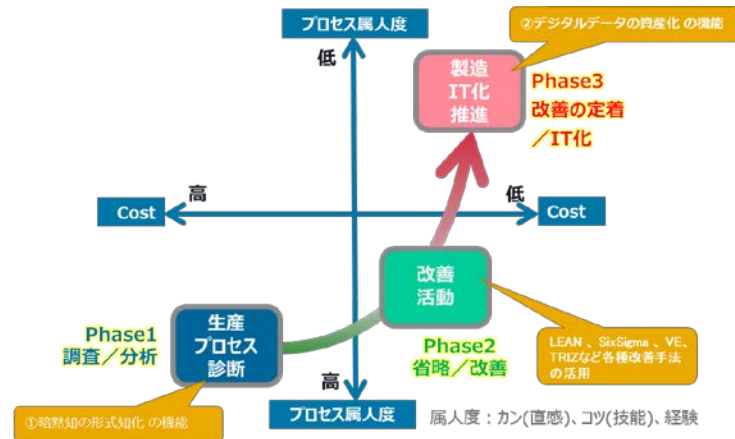
2018年度版ものづくり白書では、今後の課題への対策として、「質の高い現場データを取得し、資産化する力」と「技能を技術化・体系化、暗黙知を形式知化し、デジタルデータとして資産化する力」が重要とされている。したがって今後はこのような生産プロセス変革を行えるフレームワークが必要とされている。



140年以上ものづくりの会社として生き続けている弊社も、この問題に直面している。したがってこのフレームワークの構築をすすめてきた。

2. 生産プロセス変革の全体像

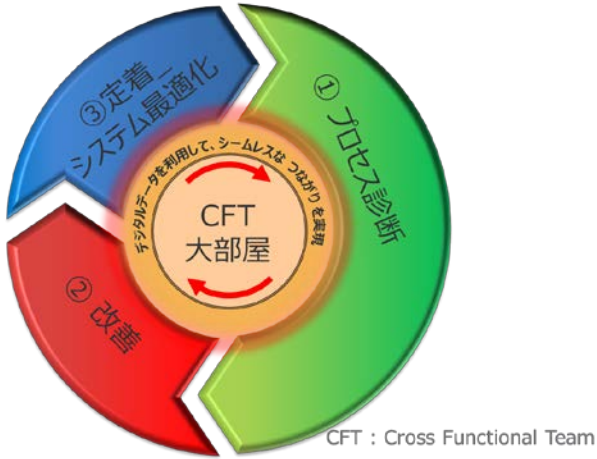
弊社MHPSでは、これまでの経験から、生産プロセス変革は、以下の3段階が大切であると考えている。この各段階は、品質とコスト競争力を高め、改善する流れが定着するような仕組みであることが必要である。



このフレームワークには、最適な組織、最適な管理技法が当然ながら必要である。

3. 生産プロセス変革の組織

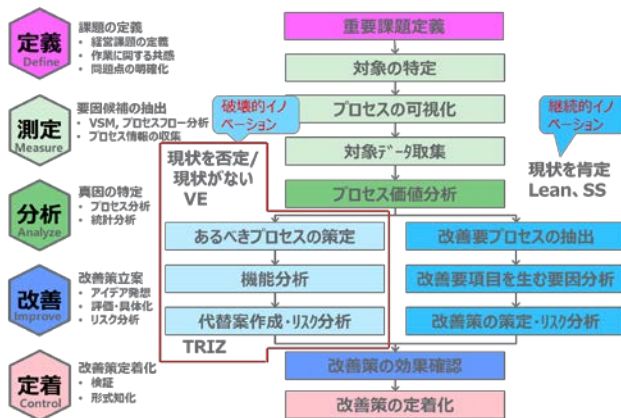
この組織として、トヨタやボーイング社で成功を収めているCFT_大部屋 の仕組みをDriving force (推進力) として、①プロセス診断、②改善、③定着_システム最適化 の取り組みを実施することにした。



具体的には、前述した3つの段階の情報を大部屋にて見える化することにより、部門を越えたチームメンバーが知識の共有化と方針の立案をできるような環境を整えた。

4. 生産プロセス変革に必要な管理技術

このフレームワークの改善段階では、最適な管理技術が必要であった。また各種ある管理技術 (IE, QC, VE 等) をすべて調和させて活用することが必要であった。そこで現在最も標準的な改善手法 DMAIC の技法をプラットフォームとして活用する。DMAIC は、従来リーシックスシグマでよく活用されているが、破壊的イノベーションについては、VE より力がないために、下図のように、プロセスを調査して、その改善が、現状を否定する必要があるか、または現状がないものである場合は、VE の実施手順を活用することにした。



5. TRIZ 技法を活用することのメリット

このフレームワークへの TRIZ の活用は、3つの段階で実施できるはずである。

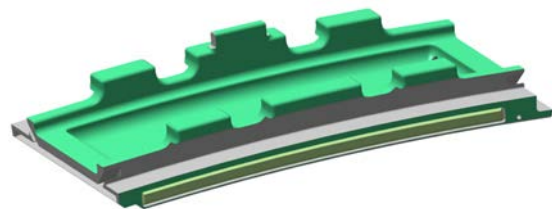
- ① 技術的矛盾の解決アプローチをもちいて短時間で効果的な代替案作成をだす。(6項目に事例を示す。)
- ② 主な技術進化のパターンを活用することにより、より破壊的なプロセスを開発する。
- ③ システム最適化の段階 (改善案の定着化) でも、技術進化のパターンの活用で効果がだせることが期待できる。

6. TRIZ 技法活用の結果と効果

ここでは、前項に示した①すなわち改善の段階にて技術的矛盾の解決アプローチを適用して短期間で効果的な代替案作成をした事例を示す。

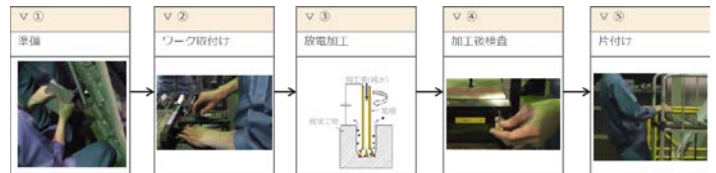
【対象部品】

火力発電設備の部品 (160mm×100mm×20mm)



【対象プロセス】

放電加工による穴あけ作業を対象プロセスとして選定。



【計測・分析】

まずは、人の作業をビデオにて撮影して、その動画と作業者のヒヤリングに基づき分析し、作業の質の定量評価を実施した。(定量的評価は、技能、判断、品質、安全) の4項目である。

No.	加工工程	作業の種類	作業の分解	作業の分解	作業の分解	作業の分解	作業の分解	作業の分解	作業の分解	作業の質の定量評価								
										技能	判断	品質	安全					
1	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け
2	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け
3	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け
4	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け
5	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け	準備	ワークの取り出し	ワークの取り付け	放電加工	加工後検査	片付け

この分析・定量評価により下述する作業プロセスについて品質リスクが高いことが明確になった。加工器具に

ワークを取り付ける際に、ボルトを締め付けるが、その締め付けトルク、締め付け結果の良否に明確な基準がない。また、プロセス診断する事により、この治具は、取付けが難しい構造になっている。作業者は、その難易度については意識していなかったが、品質記録を調査したところ年間に数個の加工不良が発生していた。



【改善】

事象の映像を視ながら分析（なぜ、治具にうまくセットできないのか？）し、改善したい具体的内容とその結果悪化する具体的内容を39のパラメータに抽象化した。

改善するパラメータは、「34：操作の容易性」

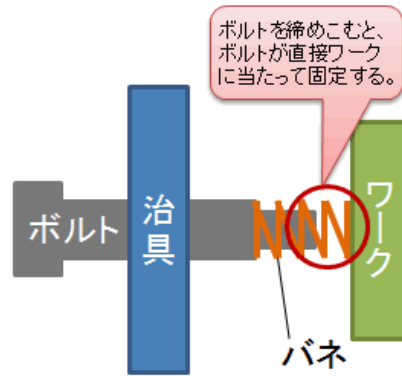
悪化するパラメータは、「32：製造の容易さ」と「44：生産性」であった。そこで矛盾マトリックスを用いて

- 29：空気圧と水圧の利用
- 36：相変化
- 24：仲介
- 5：併合
- 1：分割
- 28：メカニズムの代替
- 15：ダイナミック化
- 25：セルフサービス

の矛盾解決に役立つ発明原理が導かれた。それを用いて下述した2つの解決アイデア（欠点克服案）を検討した。

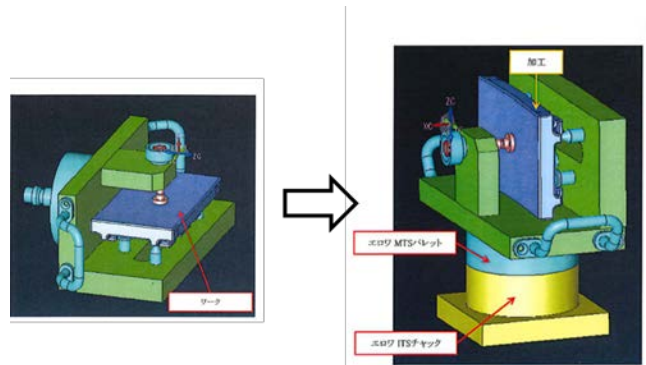
【アイデア①（併合の原理）】

ワークの姿勢は今と変えず、チャッキング用のボルトの先にバネを付けて、ワークの自重は静止させられるが手で動かすと動く状態にしておき、全ロケーションポイントが接触するように位置を調整（この時にプラハンによるハンマリング=振動の原理有効）し、その後、更にボルトを締め込みワークを完全に固定する。



【アイデア②（分割の原理）】

加工槽の外でチャッキングしやすい姿勢でチャッキングできる固定枠にワークを固定し、固定枠ごと設備に取り付ける。



最終的な判断としてアイデア②の方法を採用することとした。

7. 今後の課題

生産プロセス変革フレームワークへのTRIZ活用は、破壊的な改善を促進することは可能であり、またその実施例も示した。ただし、5項で示した、「主な技術進化のパターンを活用することにより、より破壊的なプロセスを開発する」、や「システム最適化の段階（改善案の定着化）でも、技術進化のパターンの活用で効果をだす」ことについては道半ばである。これについては、システムズエンジニアリングの技法との結合が必要であり、その組み合わせについて今後検討してゆく。