

# Touch! MPRO Plus

## 生産プロセス変革フレームワーク へのTRIZ技法の導入

第15回日本TRIZシンポジウム2019

三菱日立パワーシステムズ株式会社  
ターボマシナリー本部  
タービングローバル製造総括部  
グローバル生産革新グループ  
吉田 尚史

# 目次

- 生産プロセス変革フレームワーク紹介（動画）
- 生産プロセス変革フレームワークの必要性
- 生産プロセス変革の全体像
- 生産プロセス変革の組織
- 生産プロセス変革に必要な管理技術とTRIZ
- TRIZ技法の活用段階とメリット
- 「技術的矛盾」活用の結果と効果
- 「技術進化のトレンド」活用の可能性
- 今後の課題

# 三菱重工業グループ

140年のものづくりの歴史によって蓄積された経験と知識で  
たゆみない技術力の強化と研鑽、経営の革新及び変化と多様性への適用により、  
世界の発展に貢献し、共に成長を続ける企業



火力発電システム



環境設備



交通システム



航空・宇宙機器

# 生産プロセス変革フレームワーク紹介（動画）

動画

# 生産プロセス変革フレームワークの必要性

## 経産省発行の2018年ものづくり白書より

### 第2節 「現場力」を再構築する「経営力」の重要性

#### 人手不足・デジタル革新が進む中で、「現場力」を再構築する「経営力」の重要性

- 現場の人材不足が深刻化する中、これまで技能人材等が属人的に有してきた知見を、**組織の共有知として活用できる仕組みづくりが鍵**。そのため、デジタル時代の「現場力」には、現場から得られる**質の高いデータ**や、技能人材等の**属人的な知見をデジタル化・体系化**して、**組織として資産化する力**等が求められている。
- その際、個別現場が主導する部分最適化を目指すのではなく、**重要な経営課題**と捉えて経営側がコミットし、バリューチェーン全体での**全体最適化**を図った構築が重要。その実現には的確な**「経営力」**の発揮が鍵。

#### デジタル時代の「現場力」

##### 従来の「現場力」(※)

- 「暗黙知や職人技」をも駆使しながら、問題を「発見」し、企業や部門を超えて「連携・協力」しながら課題「解決」のための「道筋を見いだせる」力と仮定。「カイゼン」や「すり合わせ」にも通じる力。

- 質の高い現場データを取得し、デジタルデータとして資産化する力
- 職人技(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 等

資料：経済産業省作成

#### デジタル時代の「現場力」の再構築を実現する「経営力」

#### 人手不足・デジタル革新が進む中で解決すべき“経営課題”

付加価値の獲得

省人化

技能承継の実現

※昨年の白書における「現場力として重視するもの」に関するアンケート結果等を基に作成。なお、人が介在して活動が行われる全てが現場になり「現場力」は生産現場に限定されないため、企業活動の中で幅広く捉える必要がある。従って、一義的に定義することは困難であることに留意。

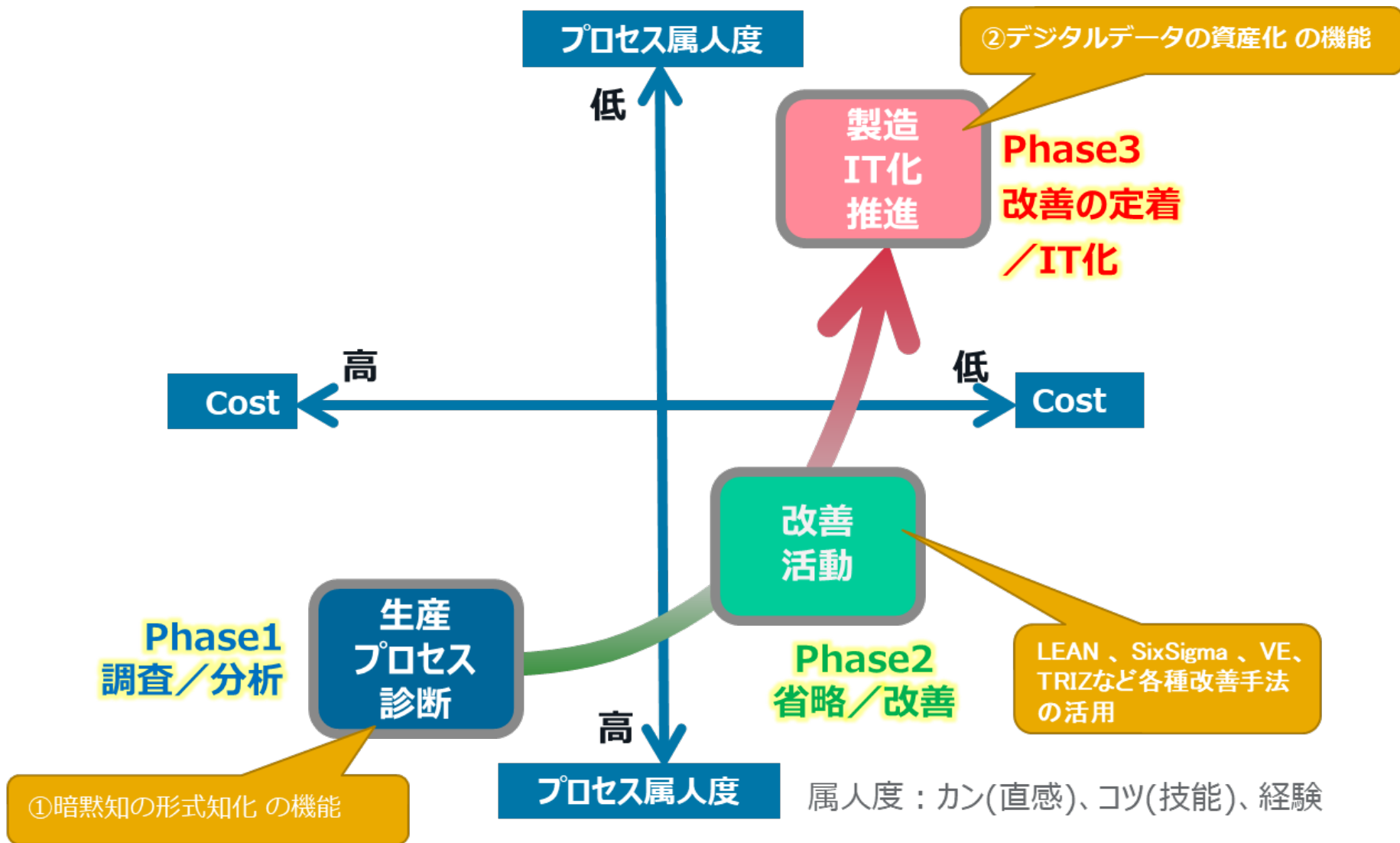
14

出展：「2018年度版ものづくり白書」(METI/経済産業省)

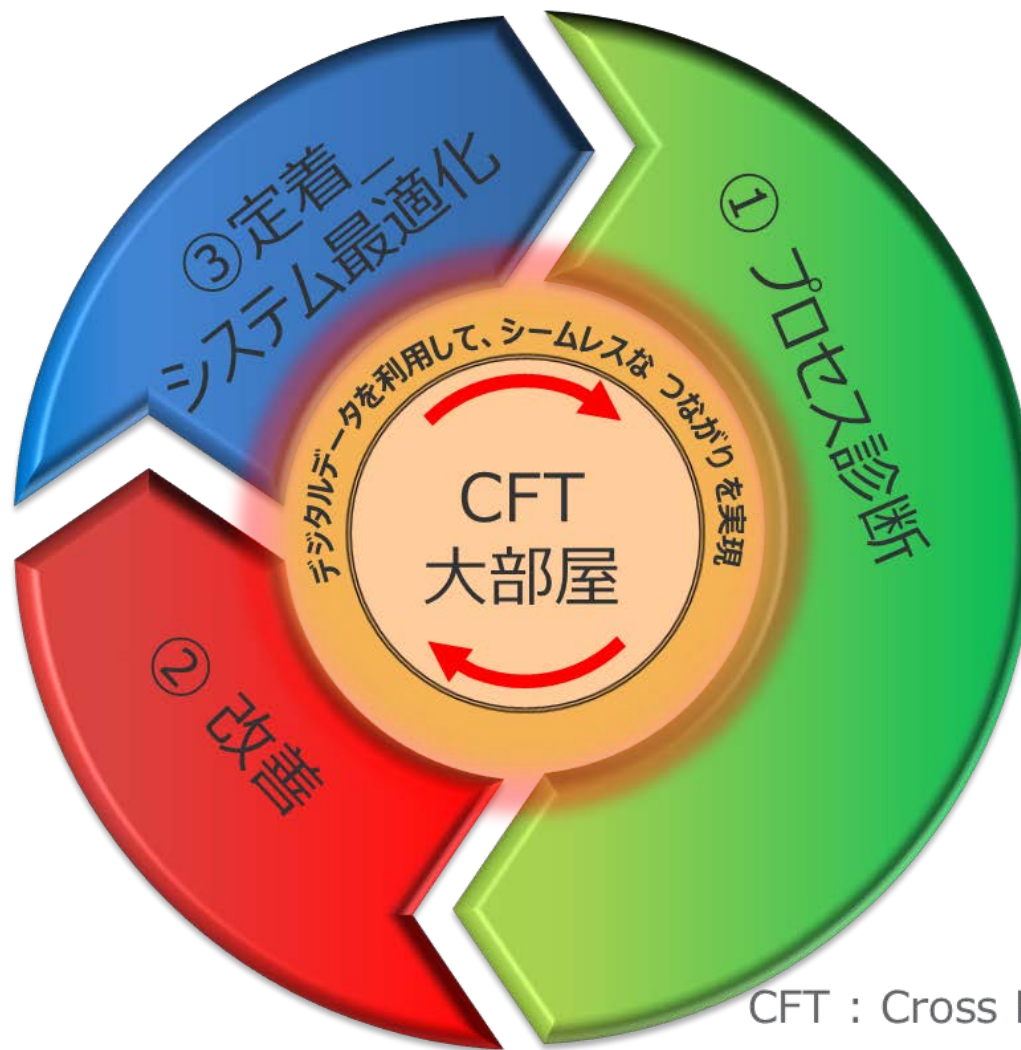


# 生産プロセス変革の全体像

品質とコスト競争力を高め、改善する流れが定着する仕組み



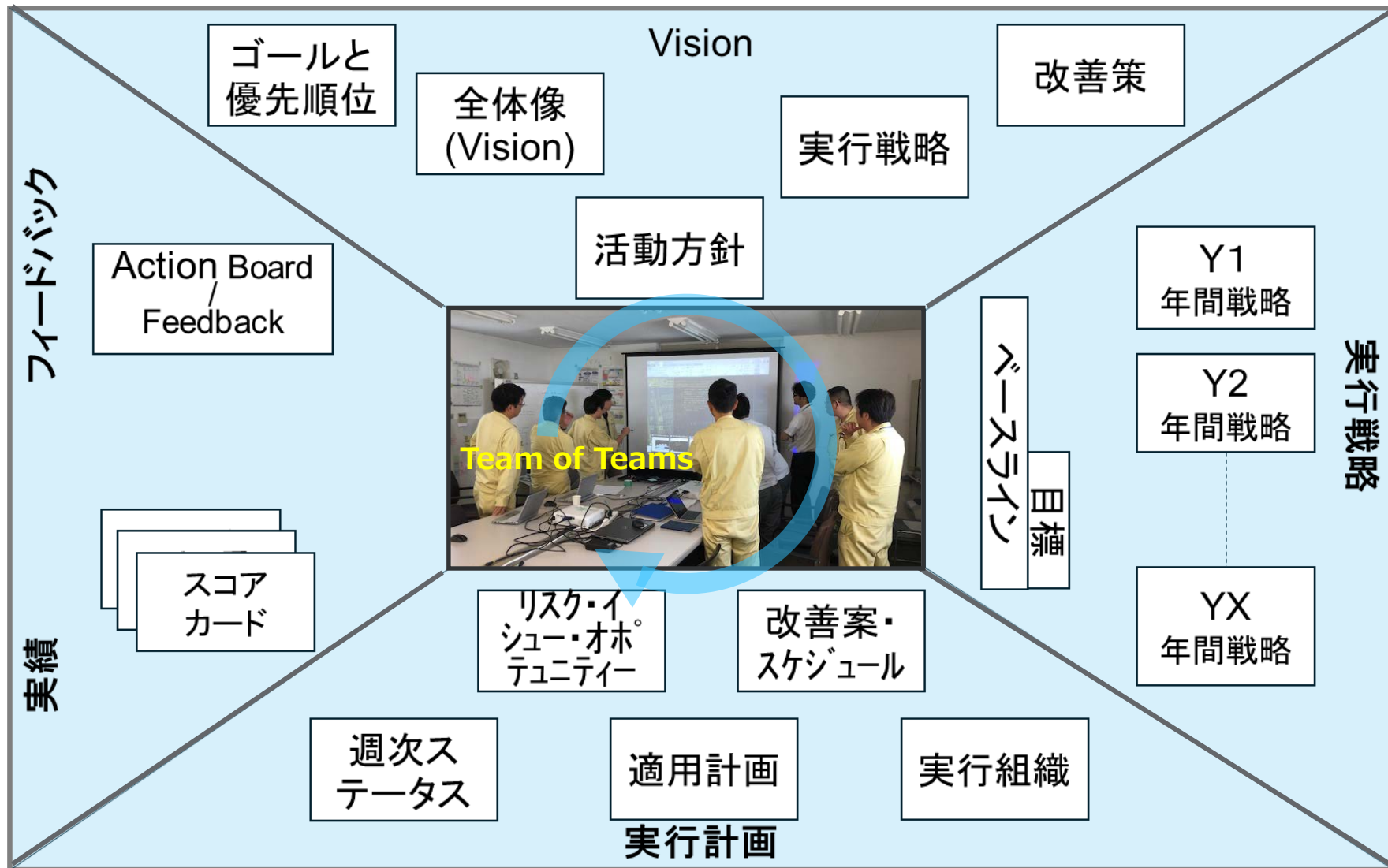
## 生産プロセス変革 “MPRO Plus” の5つのブロック



CFT : Cross Functional Team

# 生産プロセス変革の組織 -2/3

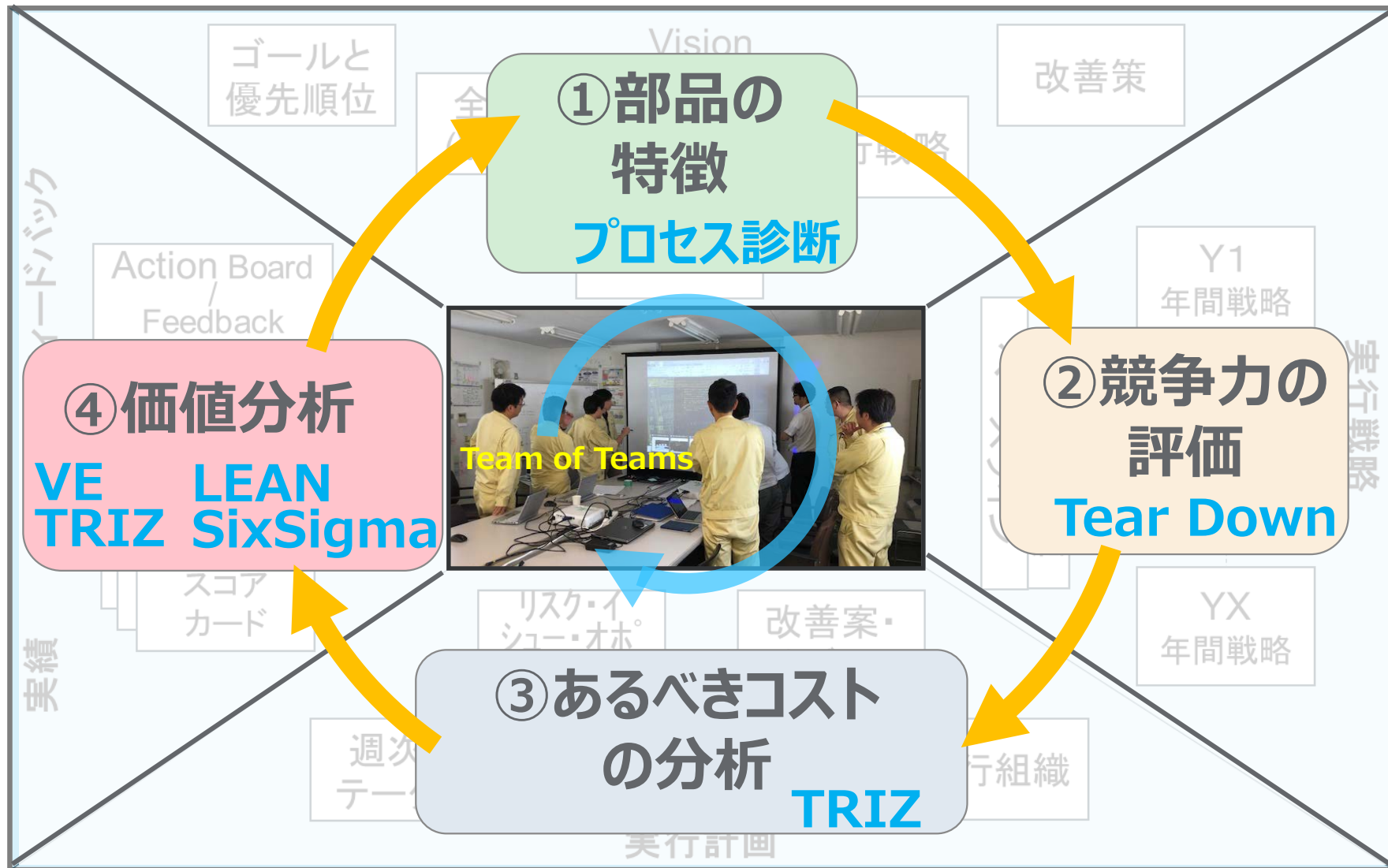
トヨタやボーイング社で成功を収めたCFT\_大部屋の仕組み





# 生産プロセス変革の組織 -3/3

トヨタやボーイング社で成功を収めたCFT\_大部屋の仕組み





- 課題の定義
- 経営課題の確認
  - 作業に関する共感
  - 問題点の明確化



- 要因候補の抽出
- VSM, プロセスフロー分析
  - プロセス情報の収集



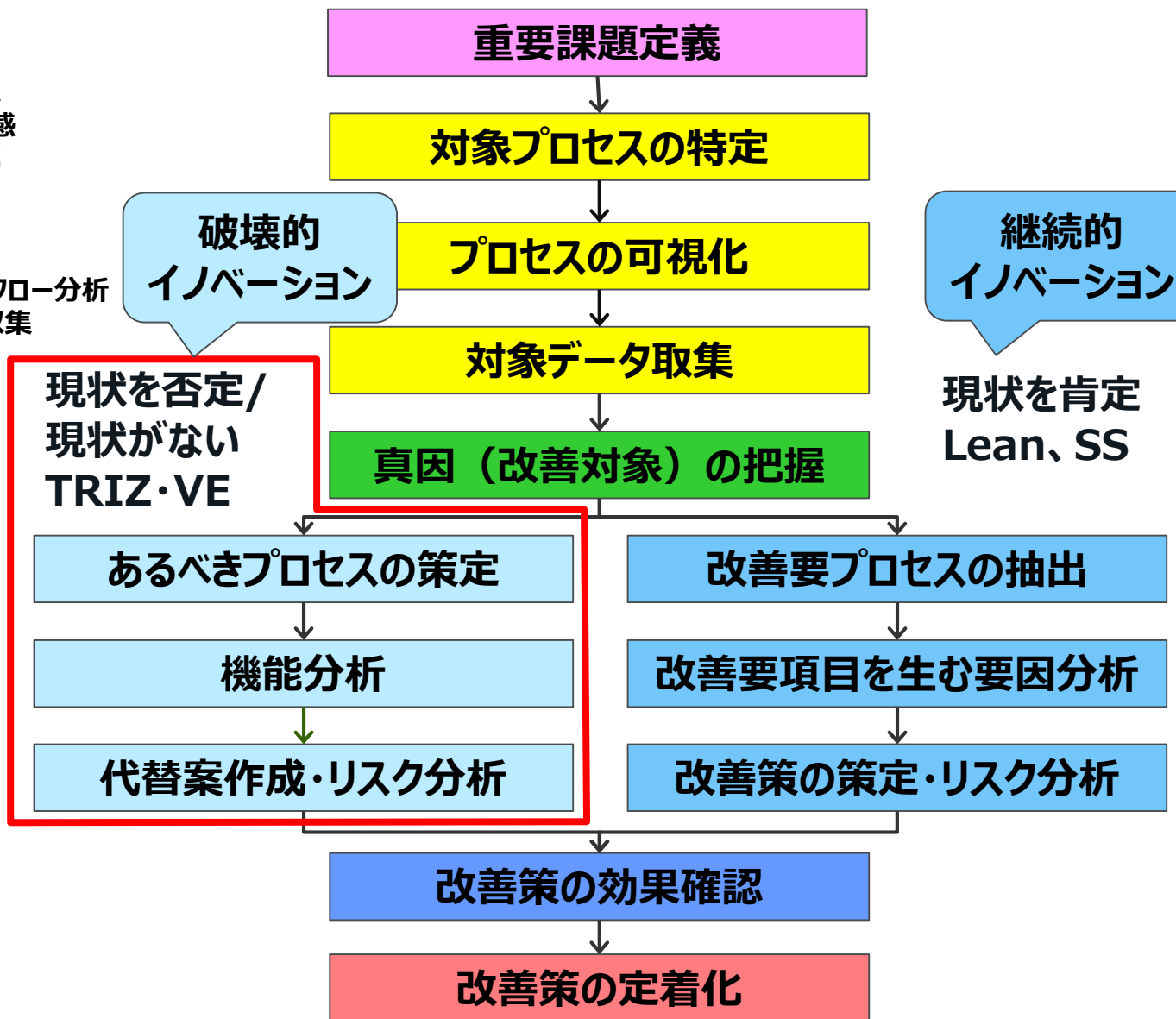
- 真因の特定
- プロセス分析
  - 統計分析



- 改善策立案
- アイデア発想
  - 評価・具体化
  - リスク分析



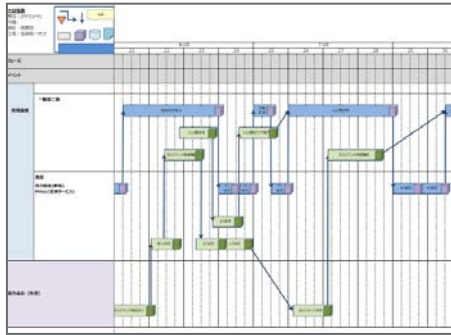
- 改善策定着化
- 検証
  - 形式知化



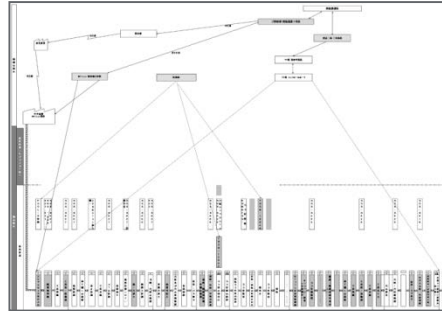
## プロセス診断

作業・業務プロセスについてビデオ撮影・ヒアリングを実施、  
 詳細な分析・定量評価により、埋もれている問題点を抽出する。

業務フロー



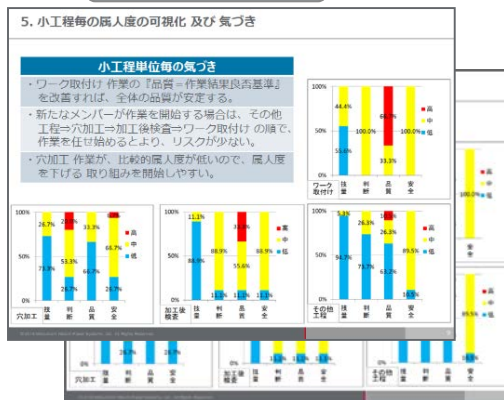
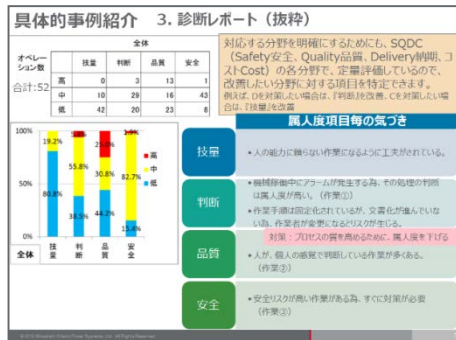
バリューストリームマップ



中小工程表

工程	作業	時間	品質	安全	その他
1	作業A	10分	高	中	低
2	作業B	15分	中	高	中
3	作業C	20分	低	中	高
4	作業D	25分	高	高	高
5	作業E	30分	中	低	中
6	作業F	35分	低	中	高
7	作業G	40分	高	高	高
8	作業H	45分	中	中	中
9	作業I	50分	低	中	高
10	作業J	55分	高	高	高
11	作業K	60分	中	低	中
12	作業L	65分	低	中	高
13	作業M	70分	高	高	高
14	作業N	75分	中	中	中
15	作業O	80分	低	中	高
16	作業P	85分	高	高	高
17	作業Q	90分	中	低	中
18	作業R	95分	低	中	高
19	作業S	100分	高	高	高

レポート



## プロセス診断 – 中小工程表 –

No. 記載項目	Movie file name 動画ファイル名	中工程番号	Middle process name 中工程名称	小工程番号	Small process name 小工程名称	OPE No.	The contents of work instructions 作業指示内容 (最大4行)	Notes on work 作業上での注意事項 (最大5行)	小工程リードタイム 【単位:秒】 (ビデオ撮影実績)	The level in which qual...				
										VA/BVA/NVA (VA(Value Added): 明確に価値を創造しているステップ)	技量 (作業難易度) (1,3,5の点数を入力)	判断 (手順固定化) (1,3,5の点数を入力)	品質 (作業結果良否基準) (1,3,5の点数を入力)	安全 (安全リスク) (1,3,5の点数を入力)
5	201706	1	分巻機冷却穴加工(20-	5	ワーク取付け	5	検査治具のワーク当たり部に異物、傷がないことを確認する	NA	6.07	BVA	1	2	5	3
6	201706	1	分巻機冷却穴加工(20-	6	ワーク取付け	6	検査治具にワークを固定する	ワークの基準面(治具と接する箇所)に力エリ、異物が無いこと	10.64	BVA	3	3	5	3
7	201706	1	分巻機冷却穴加工(20-	7	ワーク取付け	7	シムで、ワークと検査治具に隙間がないことを確認する	厚さ0.03mmのシムを使用する ワークと治具の接点をすべて確認すること	21.95	BVA	3	3	3	3
8	201706	1	分巻機冷却穴加工(20-	8	ワーク取付け	8	研磨道具で、穴基準位置を研磨する	研磨されていることをライトで確認すること。 量産工程では、両端の点検が良いが、初品は、全穴確認すること。	44.71	BVA	1	2	5	3
9	201706	1	分巻機冷却穴加工(20-	9	片付け	9	検査治具からワークを外す	NA	4.67	BVA	1	1	1	3
10	201706	1	分巻機冷却穴加工(20-	10	準備	10	検査記録用紙記入場所までワークを移動する	NA	12.41	BVA	1	1	1	3

中工程

小工程

作業 (オペレーション)

作業時間

VA/BVA/NVA評価

“個人力量への依存度”を評価  
(技量、判断、品質、安全)

VA(Value Added) : 明確に価値を創造しているステップ

BVA(Business Value Added) : 価値は創造していないが、現在の技術レベルや能力では省略できないステップ

NVA(Non Value Added) : 全く価値を創造していないステップ

## “個人力量への依存度”の評価基準

作業効率 及び 品質ばらつきは、プロセスを実行する『人の能力の依存度』と関係しており、『人の能力の依存度』が高いプロセスは、問題点として捉えることができる。

### 技量 作業難易度

属人度	評価基準
高	・専門の訓練及び経験による十分な知識を必要とする。
中	・専門の訓練が必要。
低	・一般的な基礎訓練で可能。 ・要点指示を受ければ可能。

### 判断 手順固定化

属人度	評価基準
高	・作業手順が固定されておらず、変化する状況に応じて作業者の経験や勘で判断している。
中	・作業手順が固定されているが、文書化されていない。
低	・作業手順が固定化され、作業手順が文書化されている。 ・作業手順を規定する必要がない。

### 品質 作業結果良否基準

属人度	評価基準
高	・作業の良否確認に明確な基準がない。
中	・作業の良否確認に明確な基準があり、人が判定している。
低	・作業の良否確認に明確な基準があり、判定が自動化されている。 ・作業結果が後工程及び製品品質に影響しない。

### 安全リスク

属人度	評価基準
高	・リスクに対して安全ルールがない。 ・リスクが認識されていない。
中	・リスクに対して安全ルールがあるが、作業者が意識して守っている。
低	・リスクに対して物的対策している。 ・災害、事故の発生リスクが無い。（事務的な作業等）



# TRIZ技法の活用段階とメリット

## TRIZ技法活用の3つの段階

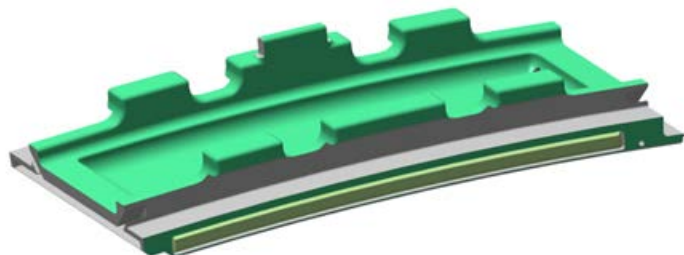
- ① 改善の段階にて「技術的矛盾」の解決アプローチを用いて短時間で効果的に代替案を作成する。
- ② 改善の段階にて主な「技術進化のトレンド」を活用することにより、より破壊的なプロセスを開発する。
- ③ システム最適化（改善案の定着化）の段階においても、「技術進化のトレンド」を活用して革新的なシステムを提案できる。

# 「技術的矛盾」 活用の結果と効果 -1/7

## 改善の段階にて技術的矛盾の解決アプローチを活用した事例

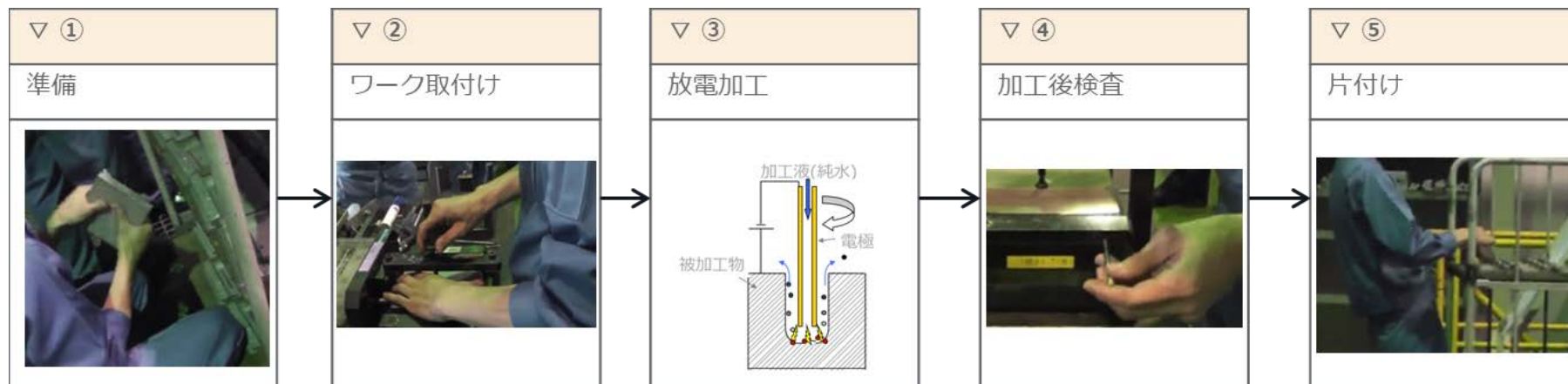
### 【対象商品】

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



# 「技術的矛盾」 活用の結果と効果 -2/7

## 【計測・分析】

プロセス分析により改善ポイントを特定。

No. 記号 項目	Mod. file name 動機 ファイル名	中工程 番号	Middle process name 中工程名称	小工程 番号	Small process name 小工程名称	OPE No.	The contents of work instructions 作業指図書 (最大4行)	Notes on work 作業上での注意事項 (最大5行)	小工程 リードタイム 【単位:秒】 (ビデオ 計測値)	The level in which ass				
										作業 (作業難易 度)	時間 (手順固定 化)	品質 (作業結果 良否基準) (ク)	安全 (安全リス ク)	
1	201706	1	分銅調整用加工工程	5	ワーク取り外し	5	検査器具のワーク取り付け具は、器具ごとを締結する		6.87	1	2	5	2	
2	201706	1	分銅調整用加工工程	6	ワーク取り外し	6	検査器具のワーク取り付け具は、器具ごとを締結する	ワークの固定器具と接する箇所には、異物が無いこと	10.64	3	3	5	3	
3	201706	1	分銅調整用加工工程	7	ワーク取り外し	7	ワークを、ワークと検査器具とで締結する	ワークの固定器具と接する箇所には、異物が無いこと	21.95	3	3	3	3	
4	201706	1	分銅調整用加工工程	8	ワーク取り外し	8	検査器具で、ワークを固定する	検査器具のワーク取り付け具は、器具ごとを締結する	44.71	1	3	5	3	
5	201706	1	分銅調整用加工工程	9	片付け	9	検査器具からワークを取り外す	検査器具は、ワークと接する箇所には、異物が無いこと	4.67	1	1	1	3	
10	201706	1	分銅調整用加工工程	10	準備	10	検査器具のワーク取り付け具は、器具ごとを締結する		12.41	1	1	1	3	

分析対象の工程  
= 中工程

作業の種類を定義  
= 小工程

目的が変わる単位で作業を分解  
= 作業 (オペレーション)

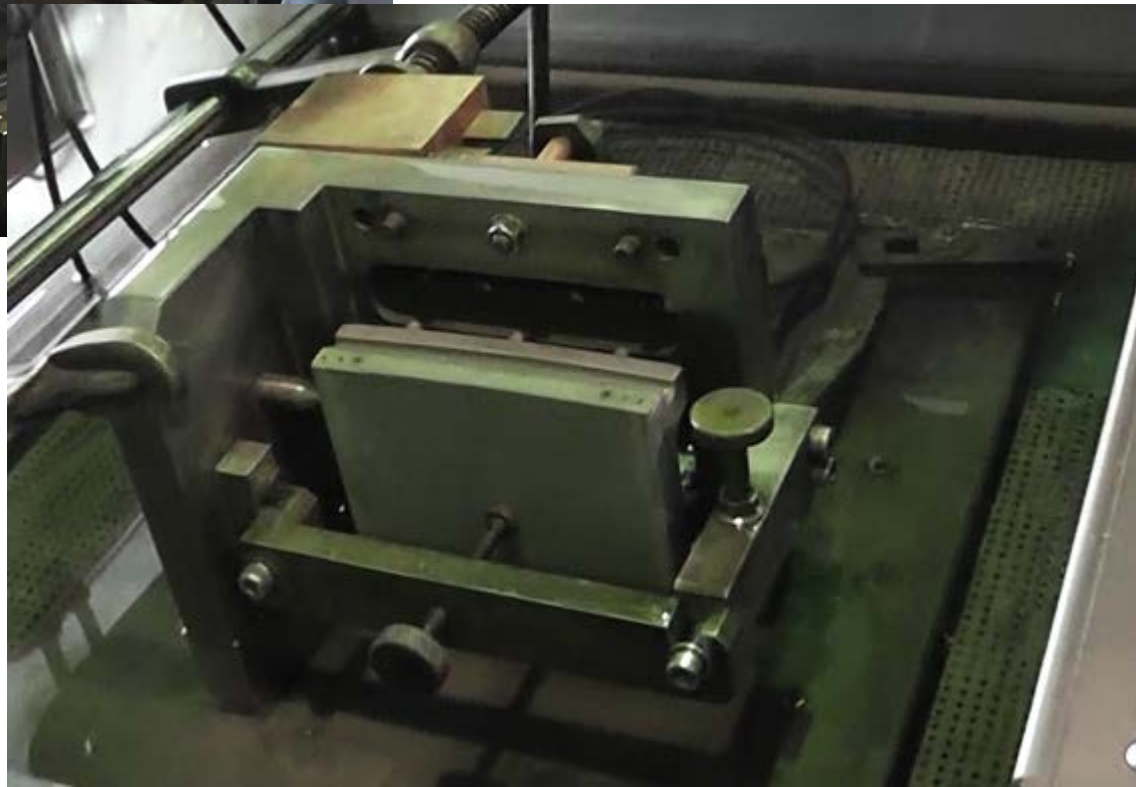
↑  
実際の作業時間

↑  
オペ単位で“個人の  
力量の依存度”  
を定量評価



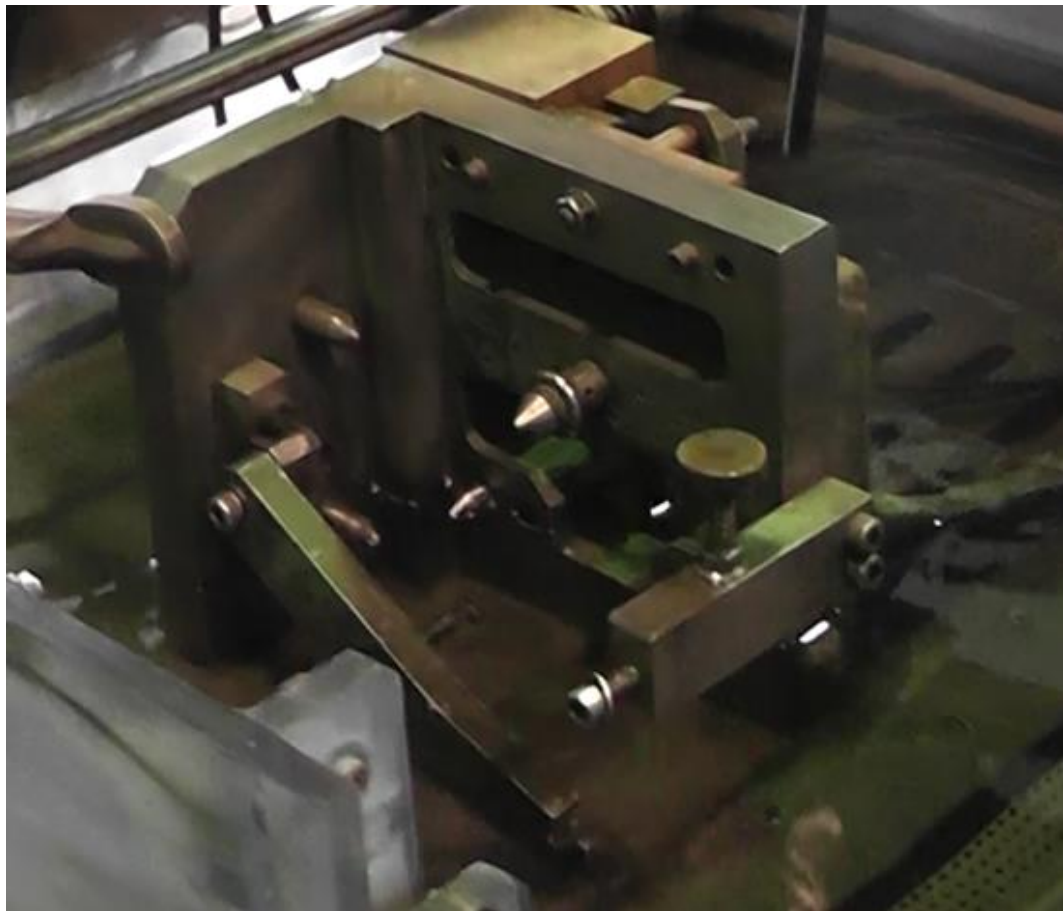
- ✓ ワークの治具への取り付けにおいて、ワークを片手で支えながらチャックする必要があり、取付けが難しい構造になっている。
- ✓ 作業者はその難易度について意識していなかったが、品質記録を調査したところ年間に数個の加工不良が発生していた。

# 「技術的矛盾」 活用の結果と効果 -3/7





# 「技術的矛盾」 活用の結果と効果 -4/7





## 【技術的矛盾の設定】

映像の分析（治具にうまくセットできない原因）結果より、パラメータを選択し、発明原理を特定。

## 最初の改善案

最初の改善案としてワークの自重を支えられるように治具を傾けることを考えたが、結果として加工がし難くなる弊害が発生。

## 選択したパラメータ

改善するパラメータ：「34：操作の容易性」

悪化するパラメータ：「41：製造性」、「44：生産性」

## 特定した発明原理

29：空気圧と水圧の利用

28：メカニズムの代替

36：相変化

15：ダイナミック化

5：併合

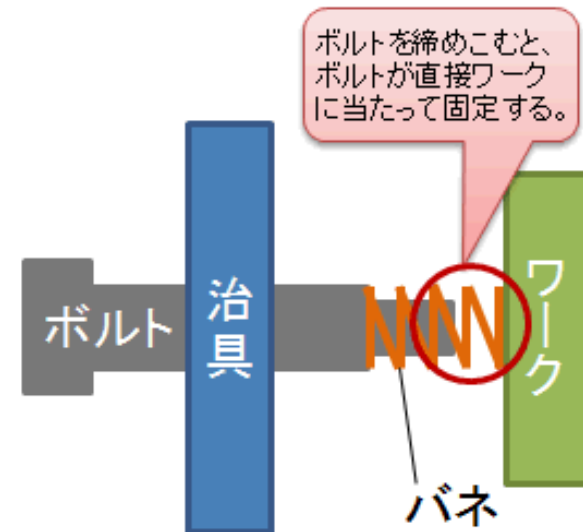
25：セルフサービス

1：分割

# 「技術的矛盾」 活用の結果と効果 -6/7

## 【アイデア①（併合の原理）】

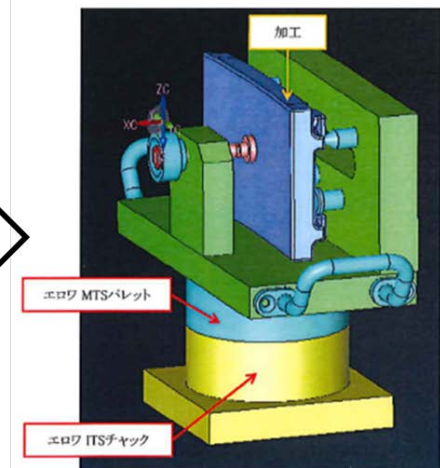
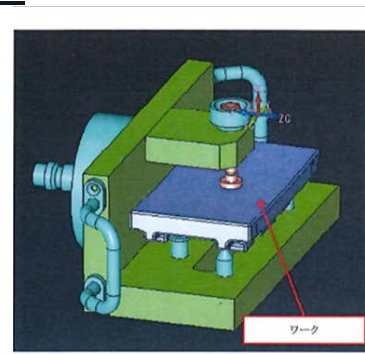
ワークの自重を支える機能と、  
ワークを固定する機能を**併合**



## 【アイデア②（分割の原理）】

ワークを固定する機能と、  
ワークの姿勢を決める機能を**分割**

**本案を採用**



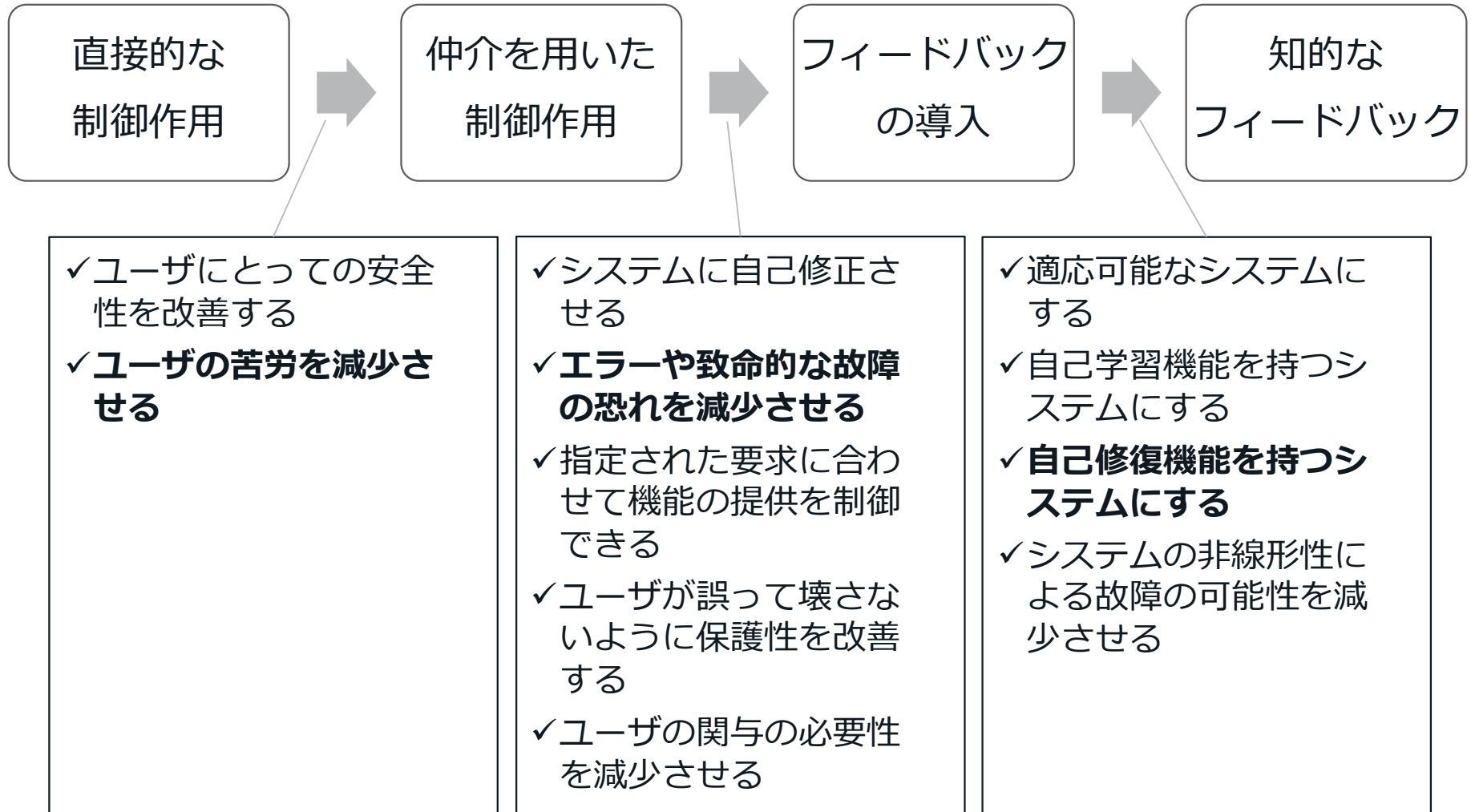
## 「技術的矛盾」を活用してみても

- ✓ 「技術的矛盾」の解決アプローチを用いて短時間で効果的に代替案を作成することができた。
- ✓ プロセス診断により問題点を特定し、問題事象を詳細に把握したことにより、「技術的矛盾」の解決アプローチをスムーズに適用することができた。

## TRIZ技法活用の3つの段階

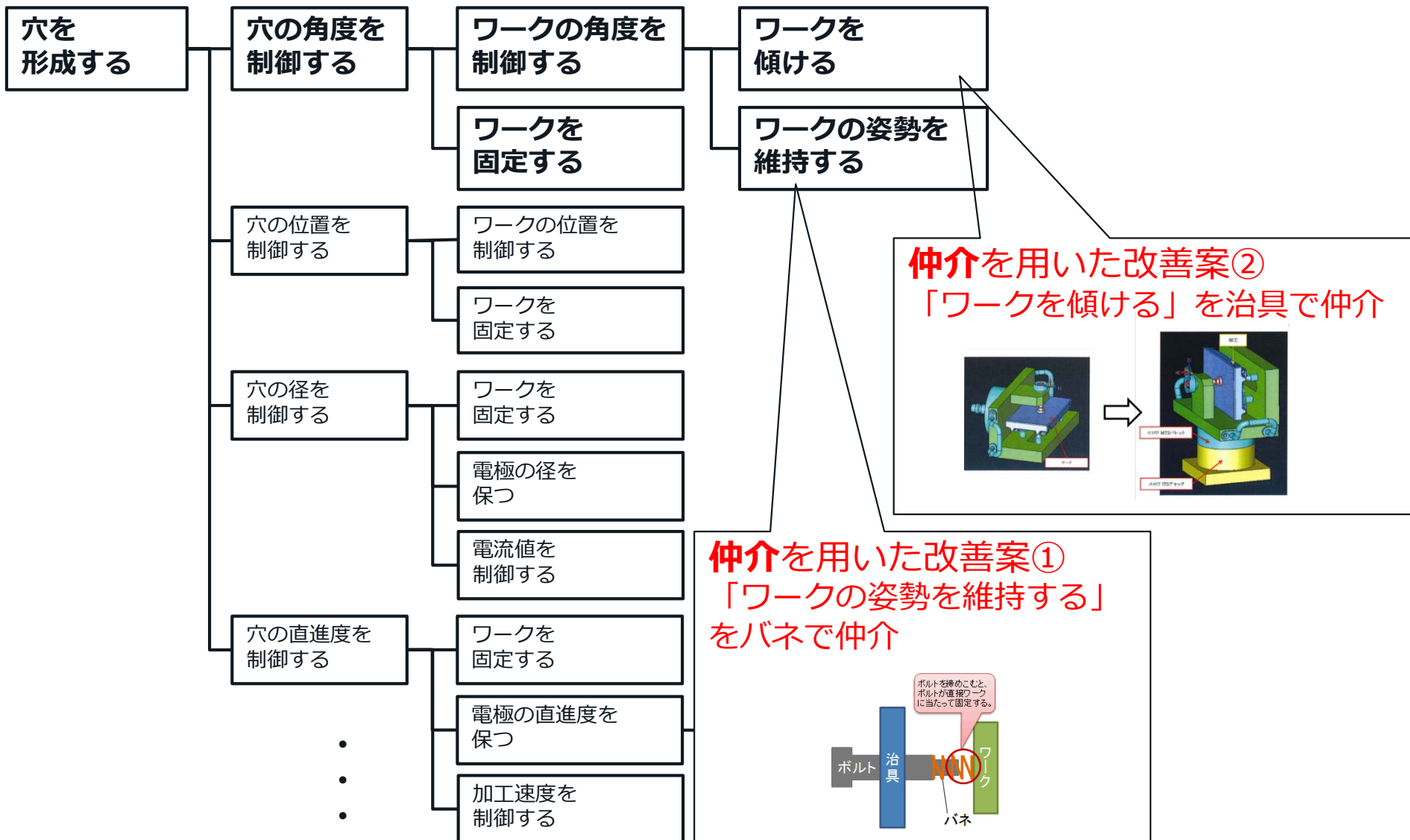
- ① 改善の段階にて「技術的矛盾」の解決アプローチを用いて短時間で効果的に代替案を作成する。
- ② 改善の段階にて主な「技術進化のトレンド」を活用することにより、より破壊的なプロセスを開発する。
- ③ システム最適化（改善案の定着化）の段階においても、「技術進化のトレンド」を活用して革新的なシステムを提案できる。

## 技術進化のトレンド「制御性」

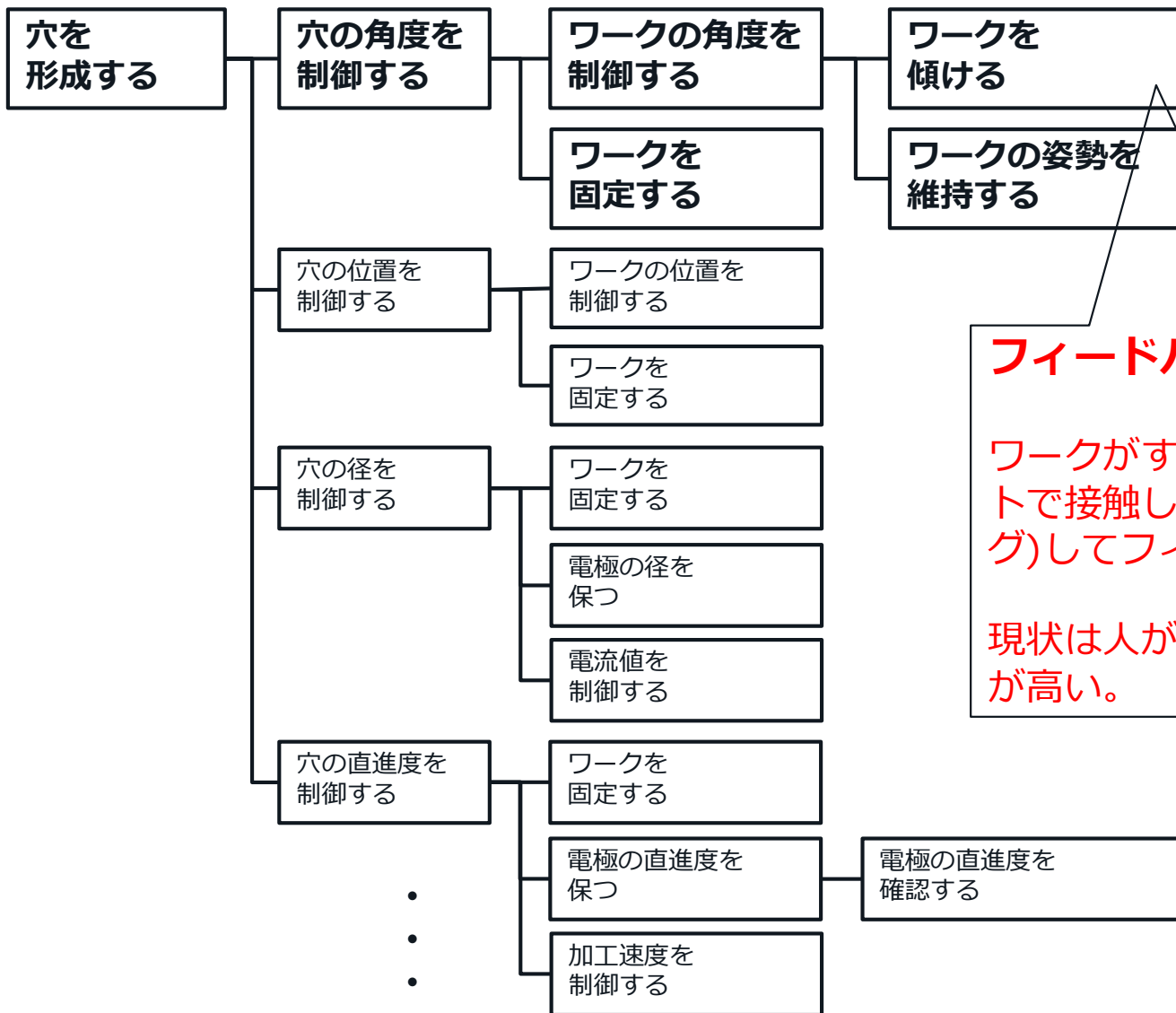




## 【現行プロセスの機能系統図】



## 【現行プロセスの機能系統図】

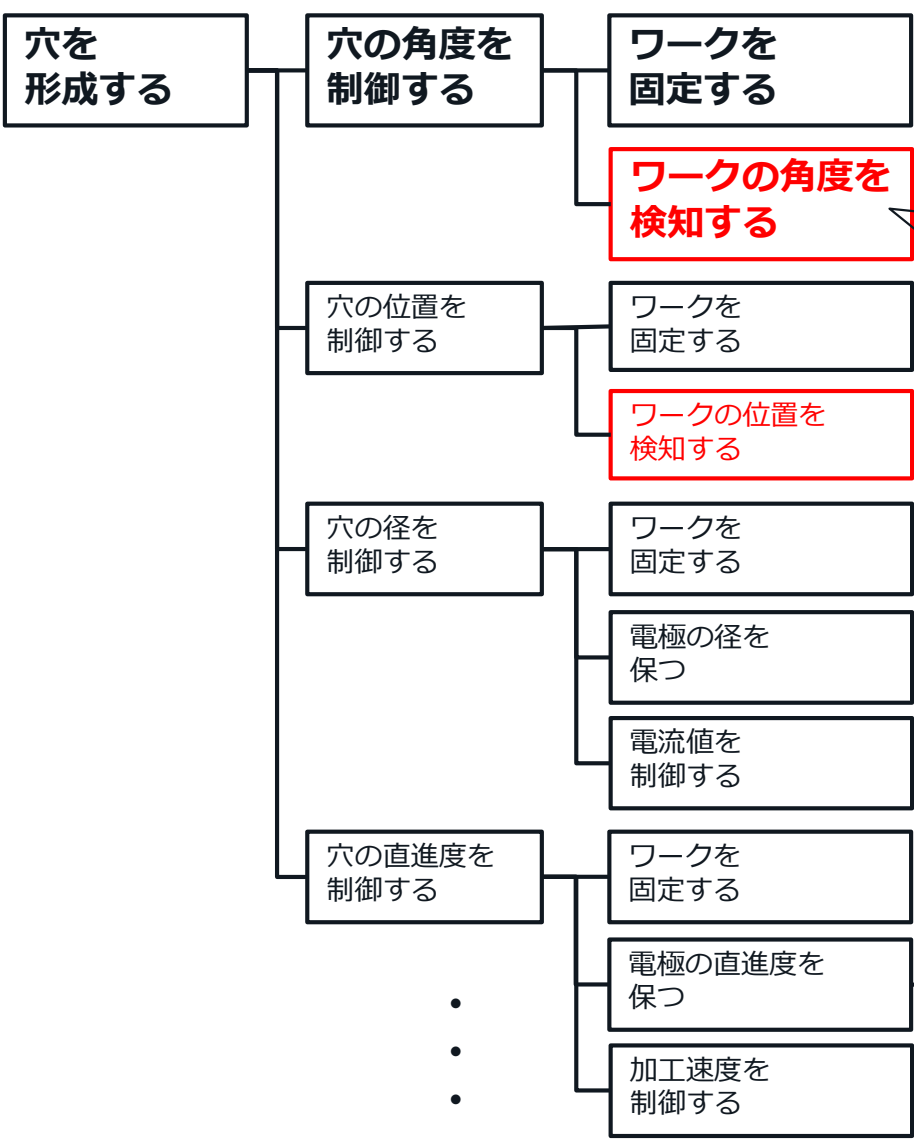


### フィードバックを用いた改善案

ワークがすべてのロケーションポイントで接触していることを検知(センシング)してフィードバックする。

現状は人がチェックしており、属人度が高い。

## 【「知的なフィードバック」を採用した機能系統図の例】



**知的なフィードバックを用いた改善案**

「ワークの角度を制御する」のではなく、ワークの角度を検知して、検知した角度に合わせて設備側で角度を制御する。



**機能系統図を書き換えて、ワークの角度を「検知する」アイデアを検討**



**「技術進化のトレンド」を適用することで、より革新的な生産プロセスを開発することができる**

# 今後の課題

- 生産プロセス変革フレームワークにTRIZを活用することで、改善を効率的、効果的に行う事が可能であり、またその実施例も示した
- 但し、「TRIZ技法活用の3つの段階」で示した以下の2つの段階でTRIZを活用することで、その効果をより高められると考える
  - ✓ 改善の段階にて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
  - ✓ システム最適化（改善案の定着）の段階でも、技術進化のパターンの活用で効果を出す

ありがとうございました