

## 三重県

# 令和4年度 DX寺子屋 第6回 現場改善コース 2022年9月28日

東京大学グリーンICTプロジェクト（GUTP）ステアリング委員  
株式会社GUTPコンサルティング 代表  
（金型屋二代目） 中島高英

©2022 GUTP CONSULTING

1

1

## アジェンダ

1. はじめに  
前回の振り返り～アンケート結果
2. 中島式ムダの定義
3. 原価の見える化  
中島式ABC原価
4. 他社の事例  
現場改善のいろいろな事例
5. 次回予告

©2022 GUTP CONSULTING

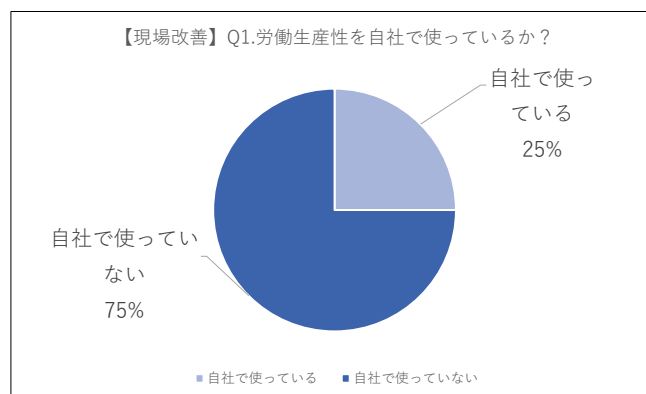
2

2

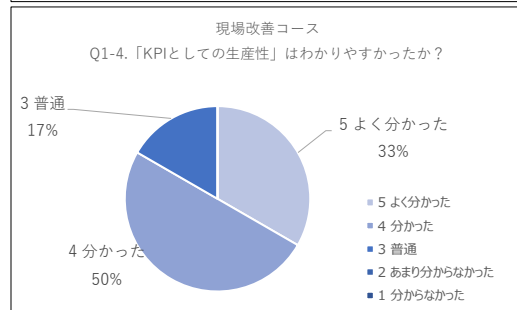
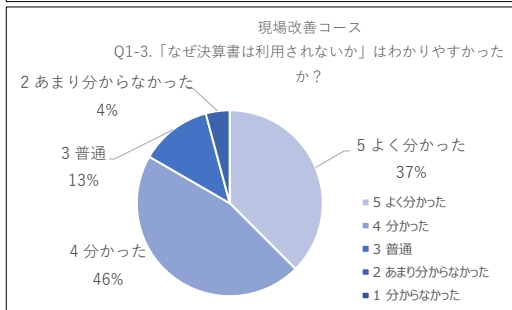
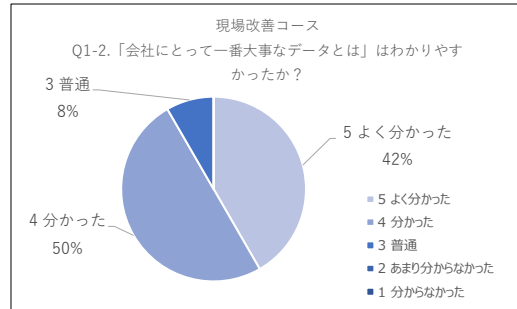
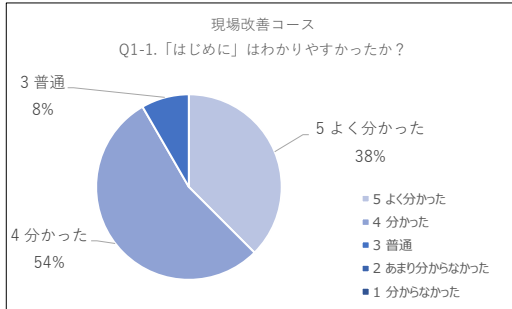
# 1. はじめに

## 前回の振り返り～アンケート結果

## 前回の振り返り～投票結果

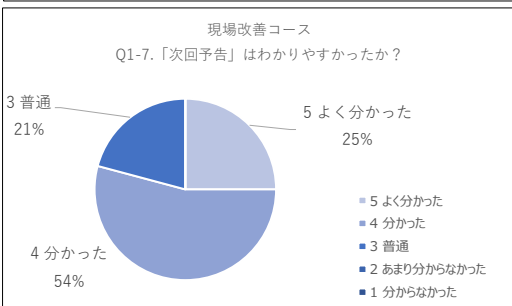
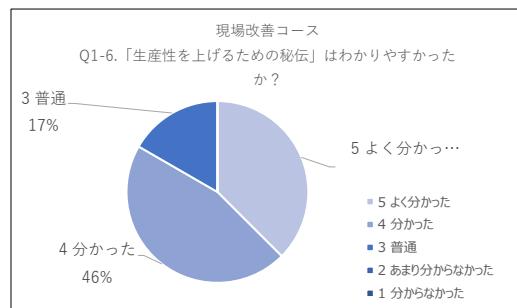
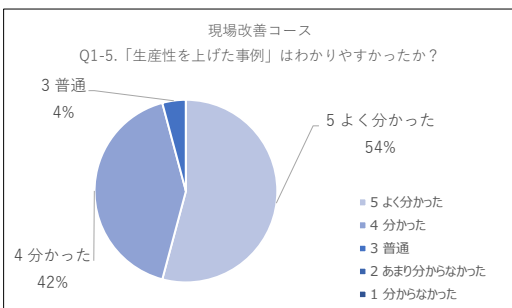


# 前回の振り返り～アンケート結果



©2022 GUTP CONSULTING

# 前回の振り返り～アンケート結果



©2022 GUTP CONSULTING

# アンケートの質問とその回答 一部抜粋

<現場改善コース>

<p>質問 1) 労働生産性について、弊社では労働時間生産性をKPIとして使用、毎月集計しています。(セミナー中にあった付加価値を弊社では社内加工高と呼んでおり、それを労働時間で割ったもの)逆に弊社では1人当たりの生産性は集計していません。1人当たりになると残業なども丸まり見える数字が変わってくると思いますが、時間当りに加えて1人当りをKPI化するメリットはあるか教えてください。</p>	<p>回答 1) 一人当たりは世界基準のため、他の国や他社と比較できます。</p>
<p>質問 2) 弊社は、24時間稼働しております。製造設備は自動機ではありますが、大量生産機です。定期的な抜き取り検査が必要です。連続運転開始したら帰ってもいいとなれば、オペレーターにとって画的ではありますが、検査、製品搬送において無人化できる技術があるのでしょうか。</p>	<p>回答 2) &gt; 検査、製品搬送において無人化できる技術があるのでしょうか。→御社の工場がどうなっているかわからないのでズバリの答えが見当たりません。ただし、業界では検査や搬送の工程を自動化すべくロボットとAIが流行っています。そういう意味では無人化の可能性はあると思います。</p>
<p>質問 3) 日本の中小製造業の労働生産性が低いのは、下請け構造の中で発注元の大企業の価格改定という名の値引きにより利益が出にくい構造となっているからではないかと思いますが、如何でしょうか？</p>	<p>回答 3) はい。その通りです。</p>

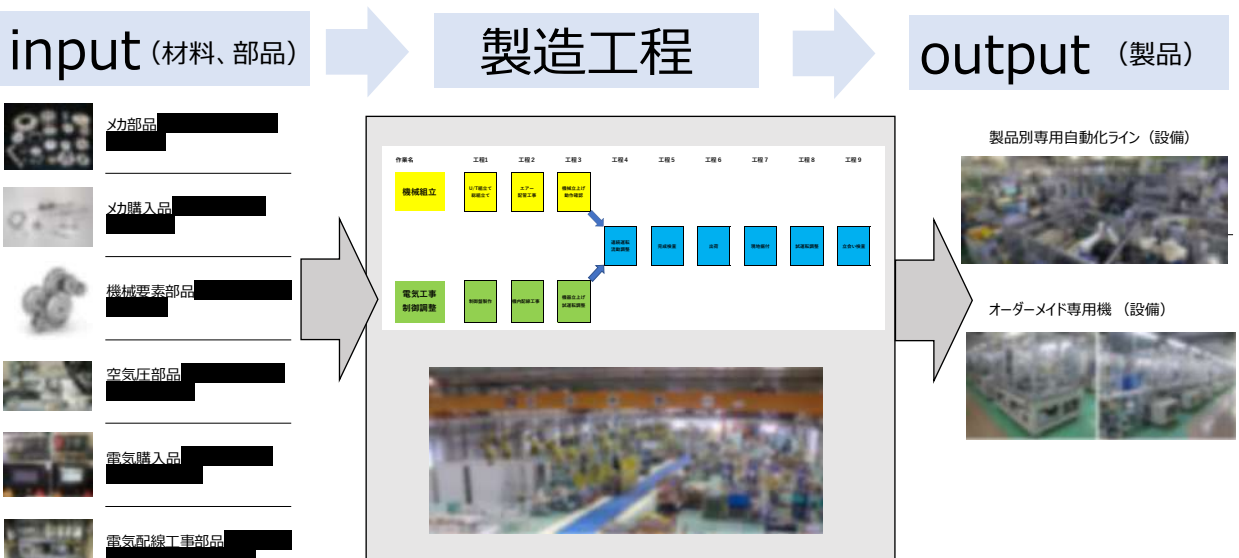
©2022 GUTP CONSULTING

7

7

## 参考

██████様 「工場アウトラインマップ」



©2022 GUTP CONSULTING

8

8

# 前回の振り返り まとめ

- ・決算書は資金提供者側の視点で計算されている。
- ・会社経営、現場側の視点が必要。
- ・その視点が生産性である。
- ・生産性の分子は付加価値額（売上－外部購入費）である。
- ・分母をいろいろ（従業員数、総労働時間、総エネルギー量他）入れ替えて使える。
- ・生産性をKPIとして使うことでリアルな改善活動ができる。
- ・その実例として中島工機を紹介した。
- ・生産性を上げるために、リードタイム、自動化率の説明をした。

# 製造原価の課題を解決する方法

前回

今回

今回

## 1. 共通の指標

## 2. ムダの定義

## 3. ABC原価

### 【秘伝5】生産性を上げるための3つの指標



階層ごとにKPIを作る

**労働時間生産性**

：付加価値÷生産数÷労働時間

**製造リードタイム**

：材料入荷から出荷までの期間

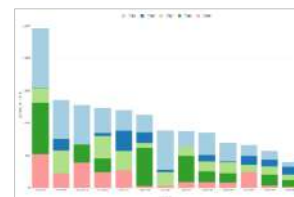
**自動化率（無人加工時間率）**

：総機械稼働時間÷総労働時間

### 【秘伝6】中島式ムダの定義

	(一般的)	(中島式)
使われてしまっているムダ (used)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・手持ちのムダ</li> <li>・運搬のムダ</li> <li>・手直し/ムダ</li> <li>・材料積のムダ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・待機</li> <li>・エネルギー</li> </ul>
使われていないムダ (waiting)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・在庫のムダ</li> <li>・暇のムダ</li> <li>・管理する人のムダ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構築</li> <li>・能力（コンピテンシー）</li> </ul>

一般的に見える化と中島式のムダの分類比較表



## 2. 中島式ムダの定義

## 【秘伝6】中島式ムダの定義

新カイゼンのための**ムダの定義を発見した！！**

(一般的なムダの定義)

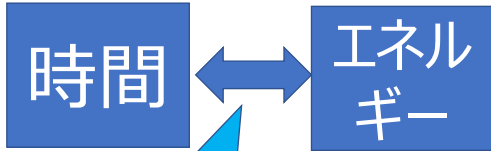
**中島式 ムダの定義**

	見えるもの	見えないもの
使われてしまっ ているムダ (used)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・手持ちのムダ</li> <li>・運搬のムダ</li> <li>・手直しのムダ</li> <li>・材料費のムダ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時間</li> <li>・エネルギー</li> </ul>
使われていない ムダ (waiting)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・在庫のムダ</li> <li>・動作のムダ</li> <li>・管理する人のムダ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・情報・データ</li> <li>・能力 (コンピテンシー)</li> </ul>

# 新カイゼンのためのムダの定義

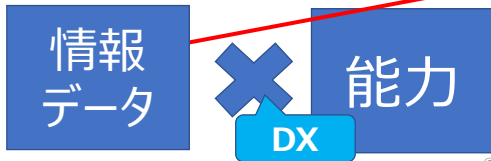
中島式 ムダの定義とテーゼ

使われてしまっているムダ



相関性がある

使われていないムダ



by データ

テーゼ1

相関性があるならば  
時間のムダをなくせば  
エネルギーのムダもなくなる

テーゼ2

時間とエネルギーのムダを  
見える化する

テーゼ3

改善を実行するコツは  
能力を引き出すこと

# 中島式ムダの定義の未来

小さな発見から大きなビジネスに繋がる

ムダの定義とテーゼ



データの収集、蓄積

ムダの定義とテーゼをアルゴリズムを作る



データのAI分析

アルゴリズムをソフトウェアにする



クラウド APP

アルゴリズムをサービス・ビジネスにする

## 3.原価の見える化

# 計れなければ カイゼンできない

## 中島式ABC原価の紹介



# ABC原価とは

制度会計の製造原価報告書からは  
実態がつかめない。



製造原価の実態を詳細につかむために  
考えだされたのが  
Activity Based Costing  
(ABC原価)：活動基準原価計算式

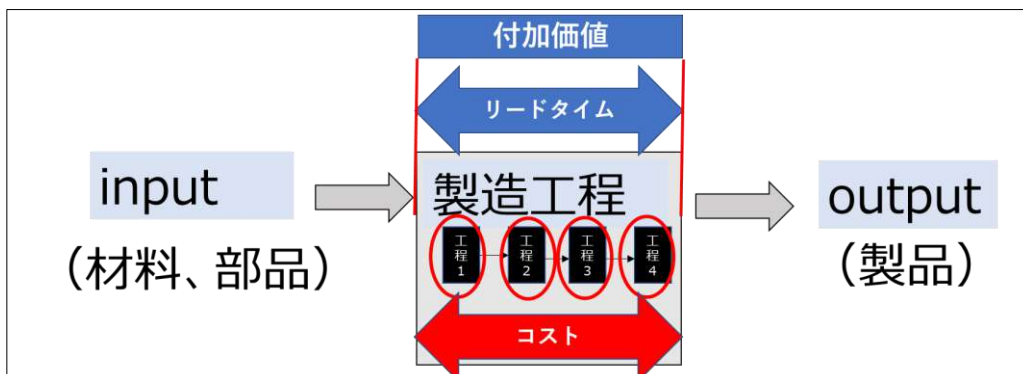


残念ながら  
複雑過ぎて  
普及しなかった

# 【秘伝7】中島式 ABC原価

製番ごとに機械の稼動時間、段取時間を自動的に集計

ポイント：簡単に、自動的にコストの積み上げをした



# 中島式 ABC原価の方法 手順

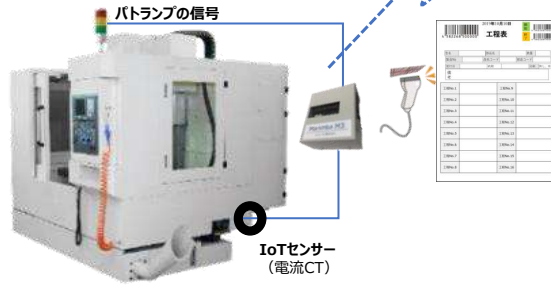
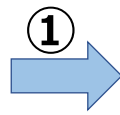
1. 工程表（作業指示書）を作る
2. バーコードで作業開始、終了を入力
3. クラウドが自動で計算処理をする

2019年10月10日

4 932228 000007

工程表

品名	品名	数量
部品名1	部品コード1	数量1000
部品名2	部品コード2	数量500
部品名3	部品コード3	数量200
部品名4	部品コード4	数量100
部品名5	部品コード5	数量50
部品名6	部品コード6	数量25
部品名7	部品コード7	数量12.5
部品名8	部品コード8	数量6.25



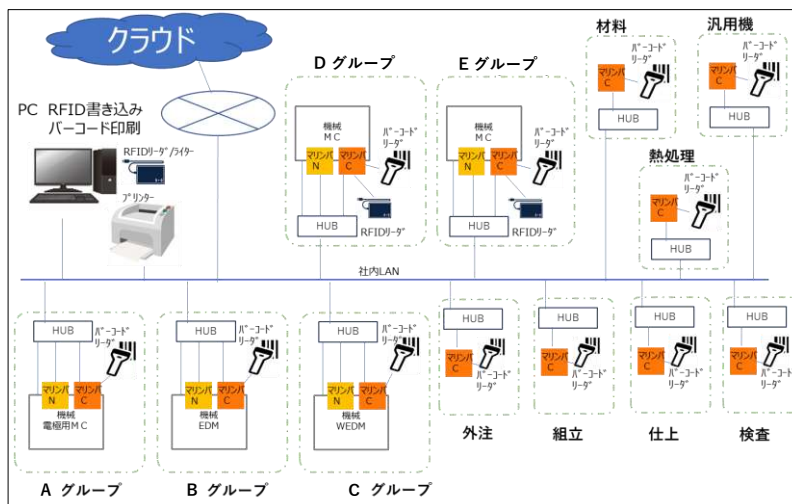
©2022 GUTP CONSULTING

19

19

# 中島式 ABC原価の方法 システム概要

- ・機械設備からバーコードと電力のデータを自動収集する



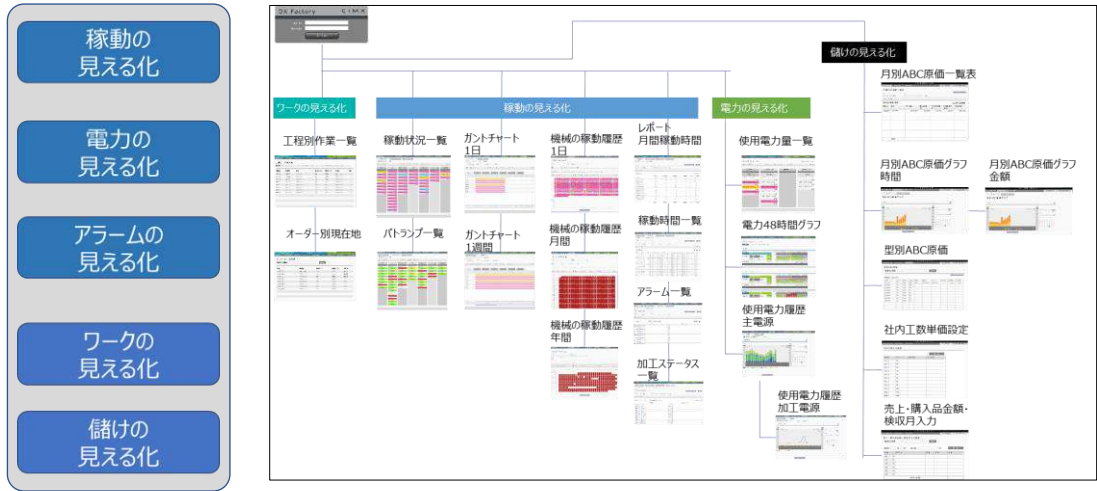
©2022 GUTP CONSULTING

20

20

# 中島式 ABC原価の方法 アプリケーション

- ・見える化と計算処理と分析が同時に自動化できる



©2022 GUTP CONSULTING

21

21

# 中島式 ABC原価の効果

- ・工場経営のために、**経理的知識がなくても直観的にコスト構造をデータで見ることが**できる
- ・さらに **直観的に 儲けの様子をつかむことが**できる
  - ・製番別に負荷の大きさから原価が見えるから
  - ・工程別に負荷の大きさから原価が見えるから
  - ・客先別に 儲けの大きさが見えるから

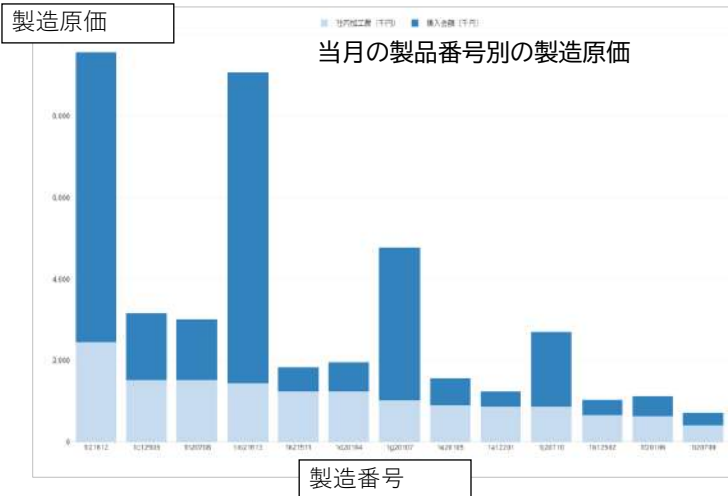
©2022 GUTP CONSULTING

22

22

# 中島式 ABC原価の事例

・製番別に原価がわかる



製品番号ごとに製造原価の内訳（社内加工費と購入金額）を表示しています。

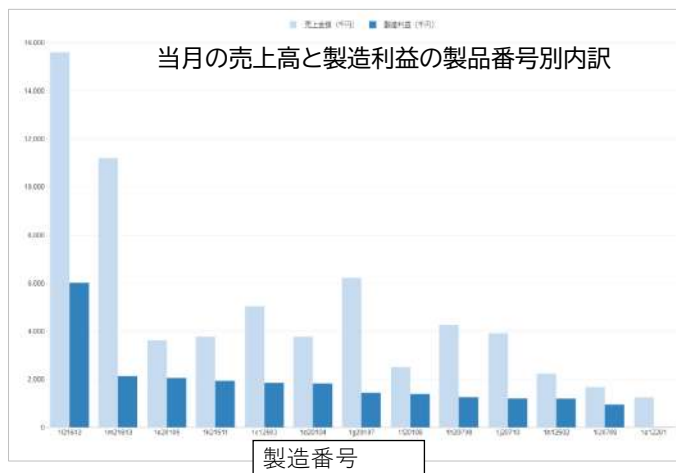
X軸 製造番号  
Y軸 社内加工費と購入金額の積上げ

X軸の並び方は社内加工費の高い順です。

$$\text{製造原価} = \text{社内加工費} + \text{購入金額}$$

# 中島式 ABC原価の事例

・製番別に原価が分かれば儲けが見える



製品番号ごとに売上高と製造利益を表示しています。

X軸 製造番号  
Y軸 売上高と製造利益

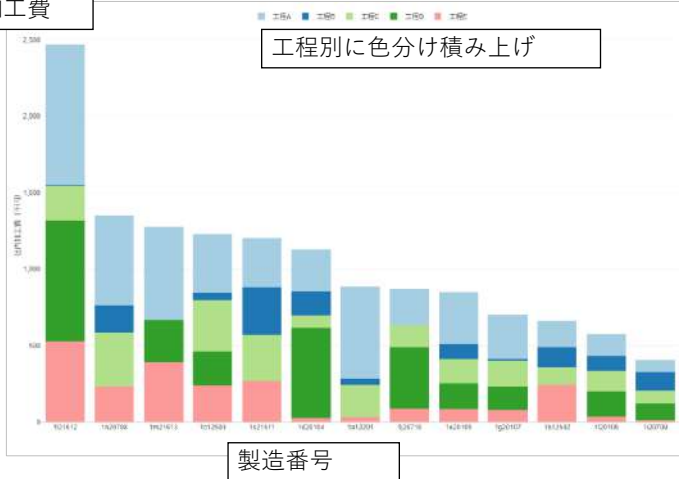
X軸の並び方は製造利益金額の高い順です。

$$\text{製造利益金額} = \text{売上高} - (\text{購入費用} + \text{社内加工費})$$

# 中島式 ABC原価の事例

・製造番号別に社内加工費が見える

社内加工費



各製品番号の社内加工費と工程ごとの内訳を表示しています。

X軸 製造番号  
Y軸 社内加工費 (工程ごと積み上げ)

X軸の並び方は社内加工費の高い順です。

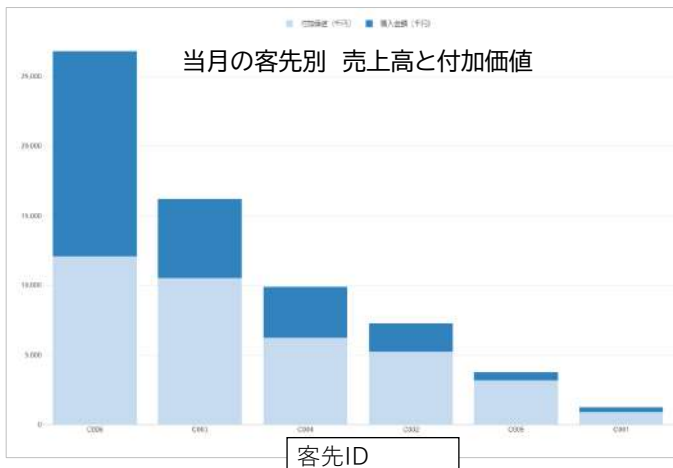
$$\text{社内加工費} = \text{社内加工時間} \times \text{単価}$$

※データはサンプルです。

製造番号	品名	製造品	数量	工程名	開始日	終了日	製造日数	稼働時間	加工時間	数量	単価
1402201	部品1	部品1.1	1	工程A	2021/8/28	2021/8/28	1	100	17	500	420
1402201	部品1	部品1.2	1	工程A	2021/8/29	2021/8/29	1	100	17	500	420
1402201	部品1	部品1.3	1	工程B	2021/8/18	2021/8/18	3	2015	1300	46,700	43,624
1402201	部品1	部品1.4	1	工程C	2021/8/18	2021/8/18	3	2015	1300	46,700	43,624
1402201	部品1	部品1.5	1	工程D	2021/8/22	2021/8/22	1	71	39	414	324
1402201	部品1	部品1.6	2	工程E	2021/8/22	2021/8/22	2	130	100	1,420	3,274
1402201	部品1	部品1.7	2	工程A	2021/8/24	2021/8/24	1	80	100	1,400	2,000
1402201	部品1	部品1.8	1	工程C	2021/8/24	2021/8/24	1	7	8	70	145
1402201	部品1	部品1.9	1	工程D	2021/8/24	2021/8/24	2	420	810	8,700	28,470
1402201	部品1	部品1.10	1	工程E	2021/8/24	2021/8/24	1	27	24	270	300
1402201	部品1	部品1.11	2	工程A	2021/8/24	2021/8/24	1	40	20	210	600
1402201	部品1	部品1.12	1	工程C	2021/8/24	2021/8/24	8	6040	3000	40,000	74,471
1402201	部品1	部品1.13	1	工程D	2021/8/24	2021/8/24	8	4400	2000	40,000	74,481
1402201	部品1	部品1.14	1	工程E	2021/8/24	2021/8/24	2	430	400	2,000	4,030
1402201	部品1	部品1.15	1	工程A	2021/8/24	2021/8/24	1	101	100	1,000	1,001
1402201	部品1	部品1.16	1	工程B	2021/8/24	2021/8/24	1	101	100	1,000	1,001

# 中島式 ABC原価の事例

・客先別に 売上高と付加価値の大きさが見える



客先ごとに売上の内訳を表示しています。

X軸 客先ID  
Y軸 売上高 (購入金額+付加価値)

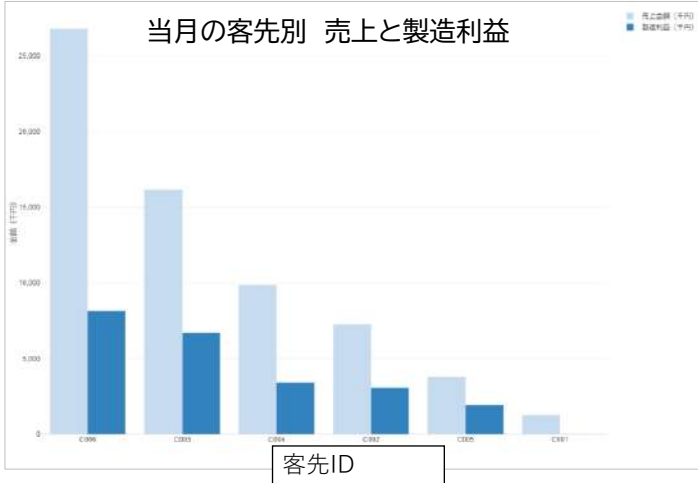
X軸の並び方は付加価値の高い順です。

$$\text{付加価値} = \text{売上高} - \text{購入金額}$$



# 中島式 ABC原価の事例

・客先別に 儲け（製造利益）の大きさが見える



客先ごとに売上高と製造利益を表示しています。

X軸 客先ID  
Y軸 売上高と製造利益

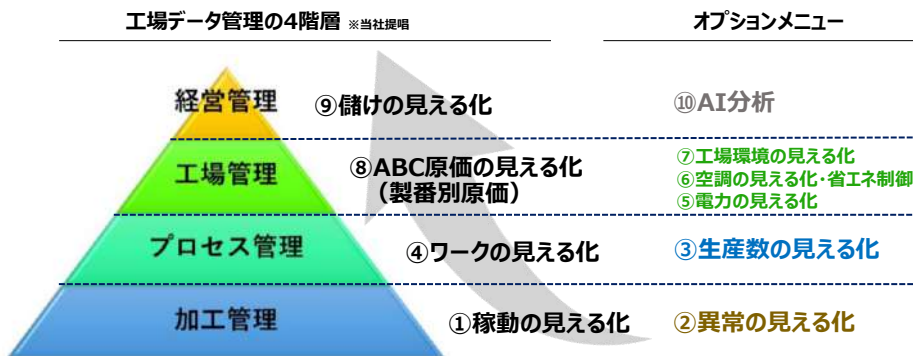
X軸の並び方は製造利益金額の高い順です。

$$\text{製造利益金額} = \text{売上高} - (\text{購入費用} + \text{社内加工費})$$

## 参考 工場全体管理システム

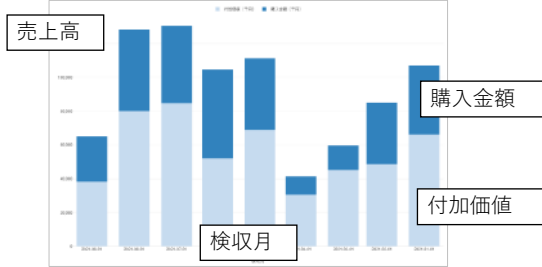
「工場データ管理の4階層」を基準に体系的にサービス化

自動で集めたデータを工場経営・現場で活用可能

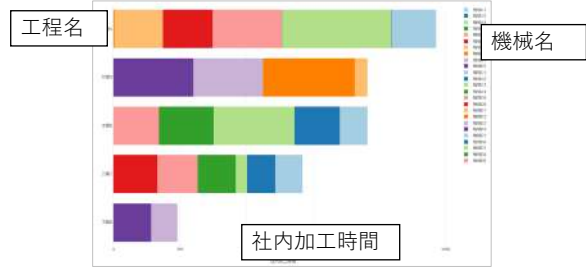


## 参考 工場全体管理システム データ活用例

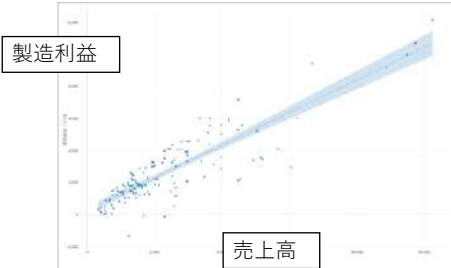
売上高と付加価値の月別推移



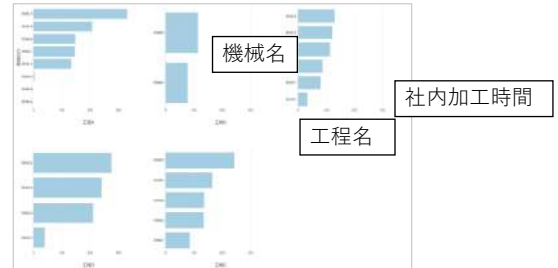
当月の工程別 社内加工時間



売上高と製造利益の散布図



当月の機械別 社内加工時間



## 4. 他社の事例

### 現場改善のいろいろな事例

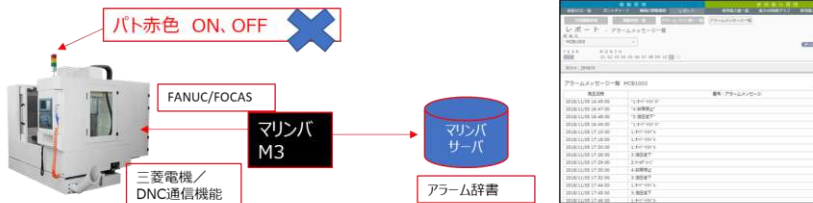
## 事例1 機械からのアラーム内容を知りたい

### テーマ

パトランプの赤色のアラーム発生だけではなく、アラーム番号、内容を知りたい。

### 解決すべき点

各社各様のNC制御装置と通信し、アラーム番号を取得し、番号に対応した内容の辞書を有して表示しなければならない。



### 解決策

NC制御装置のオプション、FANUC/FOCAS、三菱電機/DNC通信機能付きについてはマリンバで対応可能となった。

©2022 GUTP CONSULTING

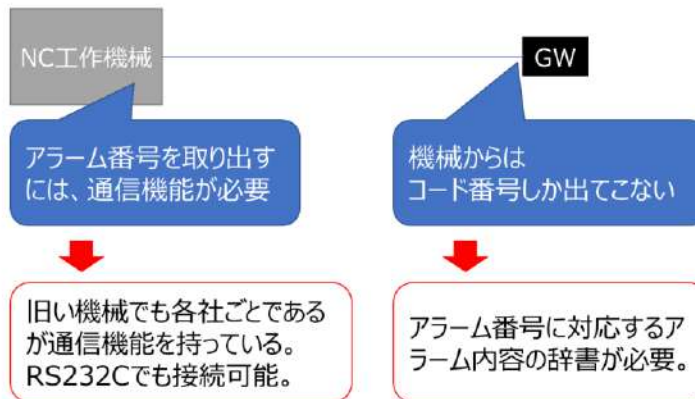
31

31

## 事例1 機械からのアラーム内容を知りたい

### ポイント

機械からアラーム番号を取り出し、アラーム内容（メッセージ）に変換する。



©2022 GUTP CONSULTING

32

32



## 事例2 切子の出ている時間を取りたい

### テーマ

機械の稼動時間でなく、切子の出ている時間(切削時間)だけを取りたい。

### 解決すべき点

パトランプの信号はNC動作中の時間となってしまう、実際の加工時間とはならない。



### 解決策

機械の加工用電源、主軸用電源にCT（電流センサー）を取り付けて、マシンM3の中で電力判定を行った。

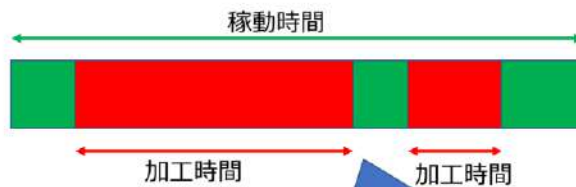
©2022 GUTP CONSULTING

33

33

## 事例2 切子の出ている時間を取りたい

ポイント 加工時間と稼動時間は違う！



切削時間を知るには、稼動時間と加工時間の両方を取る必要がある

NC工作機械からは稼動時間しか取れない。

加工時間を取るにはIoTが必要。

©2022 GUTP CONSULTING

34

34

### 事例3 人の段取り時間だけを抽出したい

#### テーマ

非稼働中のなかで人が機械段取りをしている時間だけを取りたい。

#### 解決すべき点

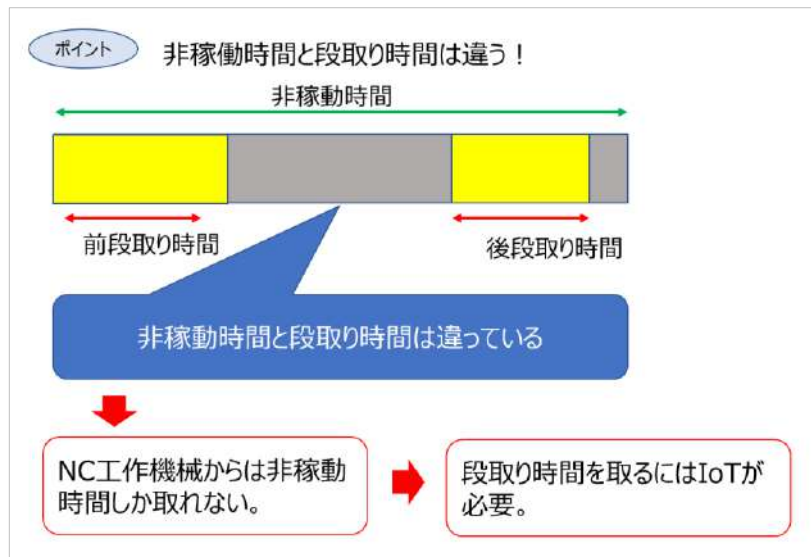
機械からのデータと人の動きを同時に検知して判断しなければならない。



#### 解決策

機械に人感センサーを取り付け、機械の加工中の信号と合わせて判断するアルゴリズムをソフト化した。

### 事例3 人の段取り時間だけを抽出したい



## 事例4 旋盤加工の出来高数を取りたい

### テーマ

低コストでロボット付き旋盤の加工数を取りたい

### 解決すべき点

生産数のカウント方法は色々あるが、設備台数が多いので1台当たり低コストで出来高数を収集するシステムにすること。



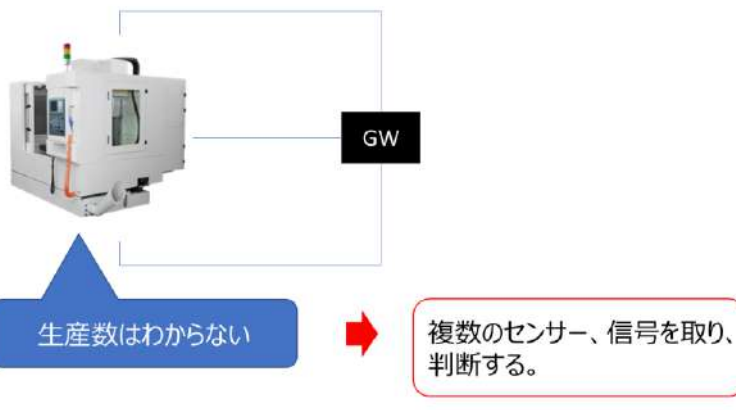
### 解決策

旋盤の扉に開閉スイッチセンサーと電源にCT（電流センサー）を取り付けて、マリンバM3の中で条件式に基づいて生産数を計算した。

## 事例4 旋盤加工の出来高数を取りたい

ポイント 稼働時間や加工時間が取れても生産数は分からない。

生産数を取るにはIoTが必要



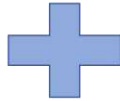
## 事例5 生産オーダー番号と紐付けしたい

### テーマ

オーダー番号（製番）ごとに稼動時間を集めたい。

### 解決すべき点

機械の稼動データと同時に生産指示書の番号を読み取ること。



### 解決策

- ①生産指示書のバーコードを人が読み取る。
- ②生産指示書にRFIDを付けて、リーダで自動的に読み取る。

©2022 GUTP CONSULTING

39

39

## 事例5 生産オーダー番号と紐付けしたい

**ポイント** 機械の稼動データと生産オーダー番号とを同時に取る。

機械の稼動データとオーダー番号（製番）を同時に取ることで、紐付けができる。



時刻同期が大切



さらに、RFIDにすると人の入力が省ける。  
作業実績入力の無人自動化が可能となる。

©2022 GUTP CONSULTING

40

40

## 事例6 すべての機械をきれなく取りたい

### テーマ

NC工作機械、汎用機、専用機など各種機械の稼動時間を取りたい。

### 解決すべき点

NC制御装置もパトランプも付いてない機械を同じタイミングでデータ収集する。

専用機	汎用機	NC装置付き機械
フランジ加工専用機	旋盤	マシニングセンター
カシメ機	研削盤	EDM (型彫り放電加工機)
圧入機	ガンドリル	WC (ワイヤーカット)
切断機	パイプ切断機	NC旋盤
洗浄機	ねじ転造機	ターニングセンター
超音波洗浄機		NC研削盤
コンベア炉	シーム溶接機	NC射出成型機
高周波焼入機	抵抗溶接機	
硬質クロムメッキ	溶接ロボット	
傷探傷機	プレス機	

### 解決策

機械電源にCT (電流センサー) を取り付けて、マリンバM3の中で電力判定を行った。

## 事例6 すべての機械をきれなく取りたい

ポイント

汎用機、専用機の稼動時間を取るには電力判定が一番簡単

NC工作機械

パトランプ付き  
の機械

機械、パトランプから  
稼動時間が取れる

汎用機

専用機

機械から稼動時間は  
取れない

機械電源にCTをつけて、電  
力判定をする。

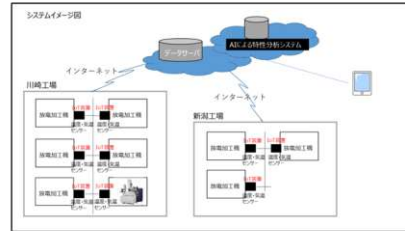
## 事例7 離れた複数の工場も同時に見たい

### テーマ

自社の複数工場をひとつの工場のように見たい。

### 解決すべき点

オンプレミスではひとつの工場内ではしか見れない。複数間の工場を同時に見るためには外部ネットワークとの接続が必要である。



### 解決策

工場ごとに外部とのGWを用意し、クラウドサーバを利用してヴァーチャル工場を作る。

## 事例7 離れた複数の工場も同時に見たい

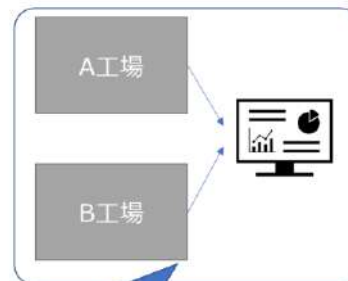
ポイント クラウドサーバを利用するのが一番簡単

<オンプレミスの場合>



各工場内ではしか見ることができない

<クラウドの場合>



離れた場所の工場も見ることができる

## 5. 次回予告

東大産学連携 GUTP主査  
東京大学大学院情報理工学系研究科  
DX寺子屋 塾長  
江崎 浩 教授による特別講演

☆Think together  
(一緒に考えましょう)

☆Challenge together  
(一緒に取組みましょう)