

## ものづくりとカーボンニュートラル

2022年3月9日

株式会社シムックスイニシアティブ  
代表取締役 中島高英（金型屋二代目）

# アジェンダ

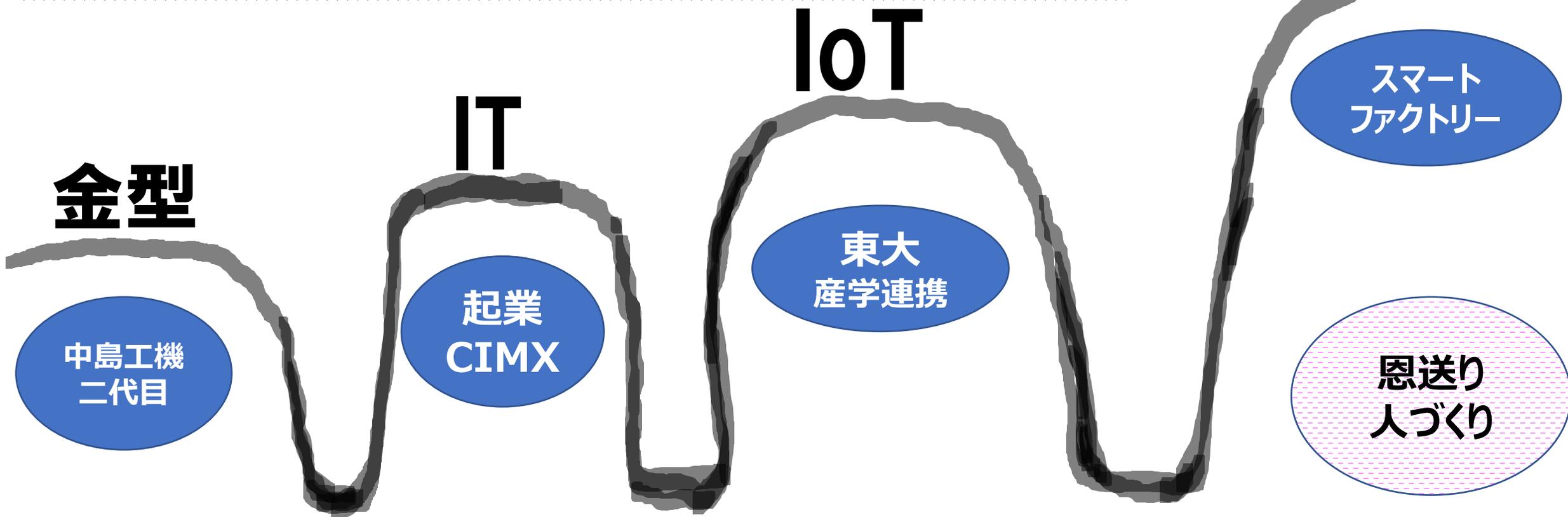
1. はじめに
2. 地球の温暖化とは
3. カーボンニュートラルとは
4. カーボンニュートラルへの取り組み方
5. **EP100**/エネルギー生産性を2倍にする取り組み方～工場編
6. 工場の生産性を向上するための3つの指標
7. 生産性向上のためのDX活用の事例紹介

事例1 ユーザーとして 金型屋二代目の挑戦

事例2 ベンダーとして 金型工場 DXスマートファクトリー

# 1. はじめに

👉 **金型工場の二代目  
IoTとエネルギーの両利き経営者**



# プロフィール



【氏名】 中島 高英（なかじま たかひで）

【所属】 株式会社シムックスイニシアティブ

【役職】 代表取締役 CEO

【URL】 <https://www.cimx-initiative.com/>

大学卒業後、商社での経験を経て、金型工場の2代目社長となる。自社のシステム開発をきっかけにシムックス株式会社を設立し、製造業向けのシステムを開発販売する。2006年には電力波形から工場における使用電力量を有効電力と無駄な電力とに判別し、省エネルギーに活用したことで、省エネルギー優秀事例資源エネルギー庁長官賞を受賞。2008年には日本国特許「工作機械の稼働情報収集システム」を取得。その後製造業のみならず、IoT・DXサービス開発事業を展開中。また、東京大学産学連携GUTPに立ち上げから参加し、共同研究を行う。

中小企業でも、長年やっているといろいろなことが出来るものだ！

町工場も捨てたものではない！

【講演実績】日本開発工学会、中小企業大学校、横浜企業経営支援財団、山口県産業技術センター、大阪商工会議所、電子通信情報学会、Edgecrossコンソーシアム、三重県 他多数

【発表資料】 これまでの講演、執筆などで発表した資料  
どなたでもダウンロード可能です

<https://www.cimx-initiative.com/download2>

# 株式会社シムックスイニシアティブ 会社概要

事業・サービス企画から現場作業を含むエンジニアリングサービスまでDX、IoTにかかわるサービスをワンストップでご提供します。

主な商品：エネルギーモニタリングシステム「ESP Dragon」  
DXスマートファクトリー「Jupiter X」  
テン

ものづくりのDX化  
カーボンニュートラルへの挑戦

社名	株式会社シムックスイニシアティブ
代表者	代表取締役CEO 中島 高英
所在地	〒105-0012 東京都港区芝大門1-3-11 YSKビル5F
設立	創立 1988年1月 / 設立 2015年7月
事業内容	1. IoT・DXサービス開発事業 2. データ収集デバイス・センシングデバイス、レガシーシステム連携開発事業 3. ビッグデータ・AI活用プラットフォーム開発事業 4. CIIオープンラボ（デジタルツイン）運営事業 5. DX寺子屋塾運営事業（ZOOM）
資本金	1,000万円
URL	<a href="https://www.cimx-initiative.com/">https://www.cimx-initiative.com/</a>

# 工場のIT化のこれまでの歩み



### JUPITER X ジュピター テン

当社提唱の「工場管理の4階層モデル」を基準に体系的にサービス化。集めたデータを実際の工場経営・現場でご利用いただけるクラウドサービスです。

経営管理	⑨ 儲けの見える化	⑩ AI分析
工場管理	⑧ ABC原価の見える化 (製番別原価)	⑦ 工場環境の見える化 ⑥ 電力の見える化
プロセス管理	⑤ ワークの見える化	④ 生産数の見える化
加工管理	① 稼働の見える化	③ 工具摩耗の見える化※ ② 異常の見える化

※工具摩耗の見える化は、三菱電機株式会社の商品です。当社はS1パートナーとして協力しています。

### IoTマルチボックス マリンバM3 Marimba M3 マリンバM3

NCリンクスとESP Dragonとの融合に成功

深化するCIMXのエッジ・コンピューティング技術で「つながる工場」を実現します。私たちは「マシン」と「もの」と「人」が同時につながる接続機能をもつスマート製品を作りました。

エッジ・コンピューティングによる **データ連携**  
クラウド・プラットフォームによる **情報連携**

The diagram illustrates the '3つのM' (3 Ms) model: Man (人), Machine (M2M), and Mono (IoT). It shows how these three elements are interconnected through data and information exchange.

# 脱炭素、省エネでのこれまでの歩み

受賞、特許	調査・研究
<p><b>【受賞】</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・省エネルギー優秀事例 <b>資源エネルギー庁長官賞</b></li><li>・エネルギーの<b>地平を切り拓く50人</b>（環境新聞社）</li></ul> <p><b>【特許】</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・日本 「電力波形による工作機械の稼動判定」</li><li>・日本 「サーバ冷却システム及びその冷却方法」</li><li>・米国 「Diagnostic Method for Analyzing Power Consumption of Electrical Equipment」</li></ul>	<p><b>【調査・研究】</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・横浜金沢産業団地 エネルギーモニタリング</li><li>・小山市内工業団地 工場の電力消費動向 分析</li><li>・宝塚市 庁舎二酸化炭素排出抑制対策事業調査</li></ul> <p><b>【研修】 技術専門家向け</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・工場系EMSについて、講義だけでなく、導入事例を通じて実システムの操作・デモ等を交えた研修</li></ul>
産学連携、実証実験	ビジネス実績
<p><b>【産学連携】</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・東京大学グリーンICTプロジェクト（GUTP）</li></ul> <p><b>【実証実験】</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・東京工業大学 Ene-Swallow 大岡山スマートグリッド</li><li>・中国上海高等科学学院 NEDO省エネビル実証事業</li></ul>	<p><b>【電力の見える化 東大モデル】</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・東京大学6キャンパス、理化学研究所、東京理科大学 他</li></ul> <p><b>【データ収集実績】</b> <small>2021年4月実績</small></p> <p><b>事業所数</b> 約 ● ● , ● ● ● 件</p> <p><b>計測電力量</b> 約 ● ● ● MWh/月</p>

# これまでの歩み もう一つの視点

ものづくり

まちづくり

ヒトづくり

金型工場から  
生まれた

アイディア

東京大学との共同研究

基礎研究

The Valley of Death

死の谷

応用研究

製品開発

自治体&大手企業と  
のビジネス連携

ビジネス展開

The Darwin Sea

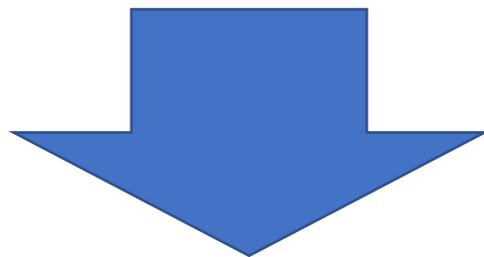
ダーウィンの海

Death River  
魔の川

魔の川/死の谷/ダーウィン図 Copyright©シムックス株式会社/  
Cimx Corporation. All rights reserved. 無断複写・転載を禁じます

## 2. 地球の温暖化とは

人の活動によって  
地球が温暖化している



温暖化によって  
人が地球に住めなくなる

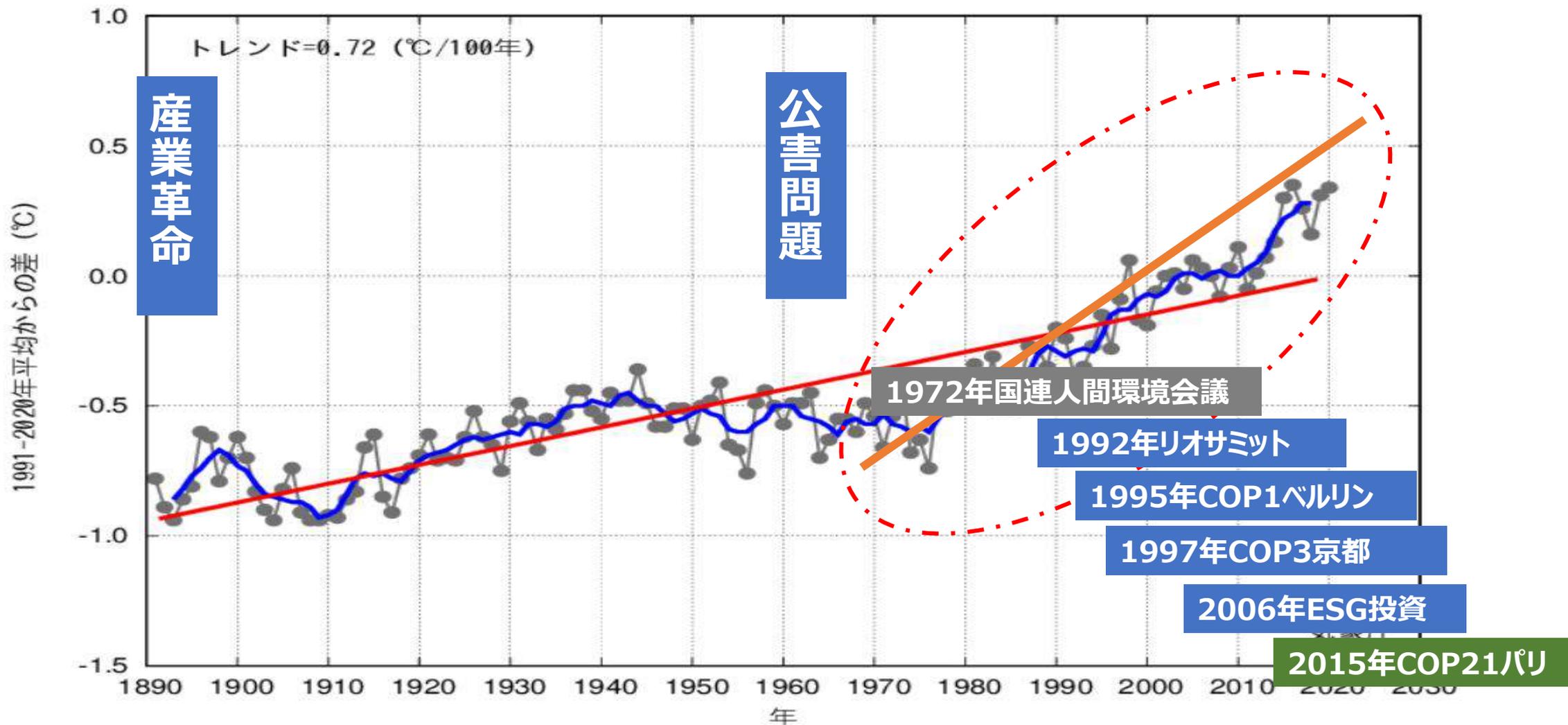
ヤバイ  
地球温暖化

温暖化を止めるために  
温室効果ガスを減らそう

世界が合意するまでの  
道のりは長かった 50年もかかった

# 地球温暖化とその対策の歴史

世界の年平均気温偏差



気象庁「世界の年平均気温偏差」を加工して作成

[http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an\\_wld.html](http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_wld.html)

# 個人的なアーカイブ

50年前 1970年  
公害問題に出会う

## 水俣病

石牟礼道子 「苦海浄土」

ドキュメンタリー映画 「水俣」土本典昭監督

写真家 ユージン・スミス



## 公害

レイチェル・カールソン 「沈黙の春」

宇井 純 「公害言論」

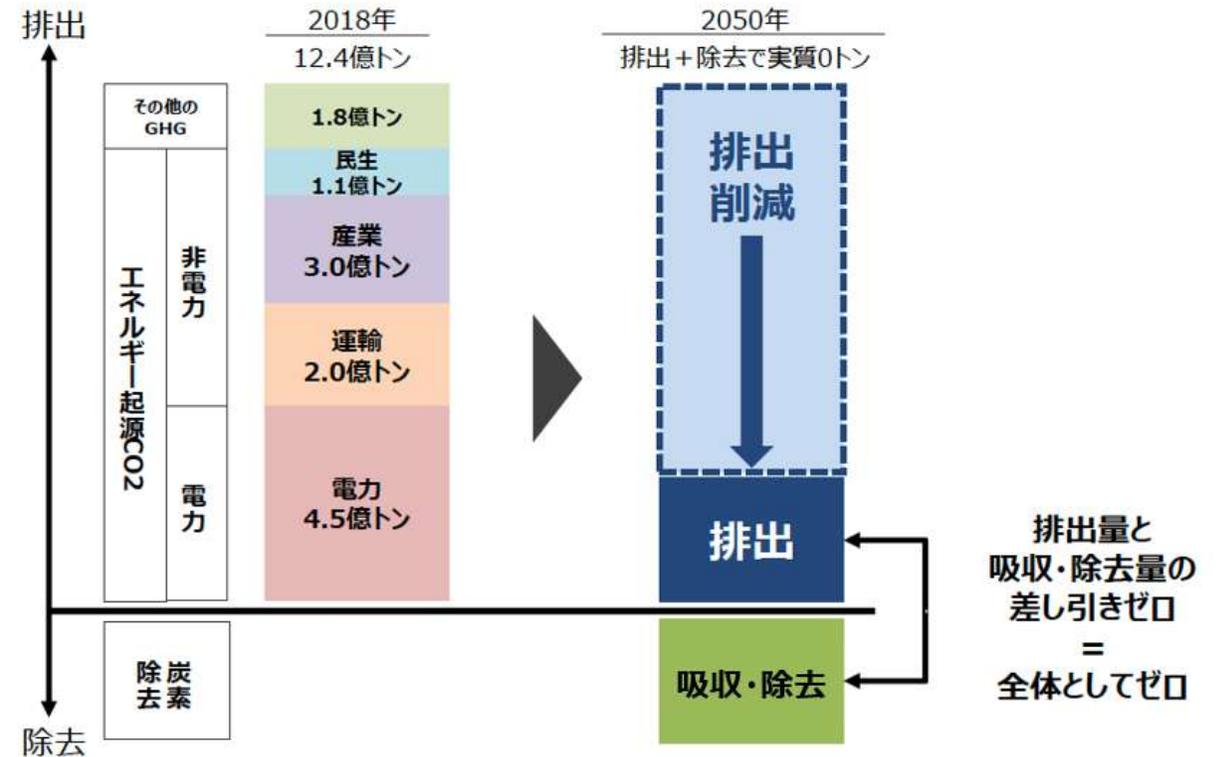
宇沢弘文 「自動車の社会的費用」

# 3. カーボンニュートラルとは

# カーボンニュートラルとは

定性的表現 ヒトの活動が出る温室効果ガスを  
プラス、マイナス ゼロにする

定量的表現 2050年 0%  
2030年 約50%



出典：資源エネルギー庁ウェブサイト

[https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoo/carbon\\_neutral\\_01.html](https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoo/carbon_neutral_01.html)

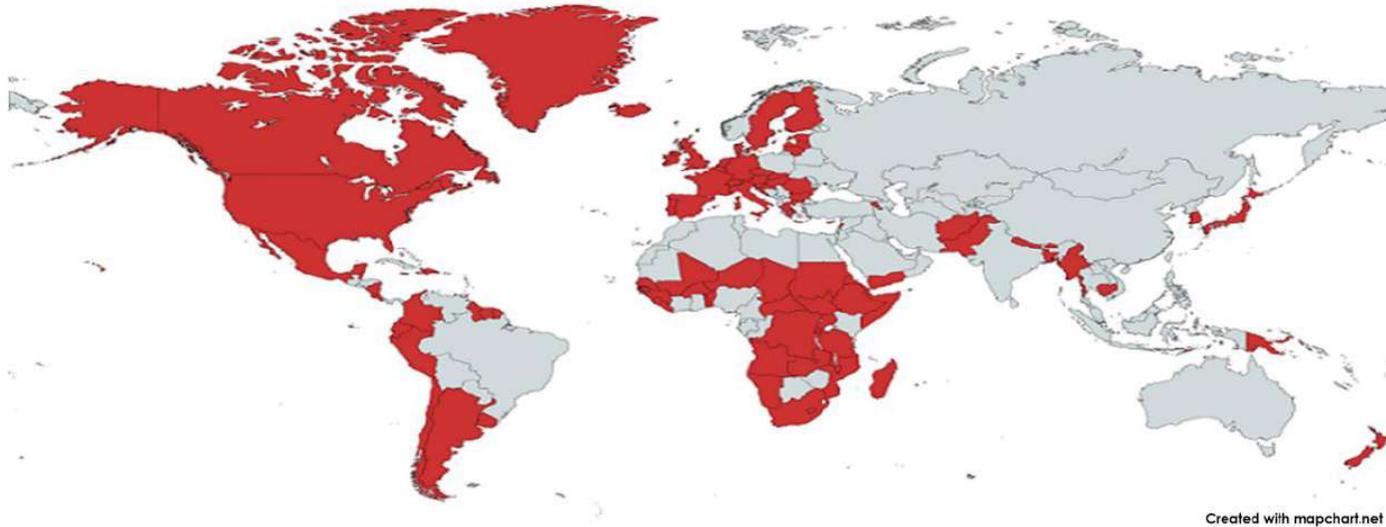
# パリ協定に賛同した国 125

## 2050年までにカーボンニュートラルを表明した国

2050年までのカーボンニュートラルを表明した国

124カ国・1地域

※全世界のCO2排出量に占める割合は37.7% (2017年実績)



(出典) COP25におけるClimate Ambition Alliance及び国連への長期戦略提出状況等を受けて経済産業省作成 (2021年1月20日時点)

<https://climateaction.unfccc.int/views/cooperative-initiative-details.html?id=94>

出典：資源エネルギー庁ウェブサイト

[https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/carbon\\_neutral\\_01.html](https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/carbon_neutral_01.html)

## 俯瞰 社会的側面

The Reformation（宗教改革）に匹敵する

社会の変化が起きている

資本主義社会の刷新運動

## 東西対立と多極化が同時進行

2050年までのカーボンニュートラルを表明した国

124カ国・1地域

※全世界のCO2排出量に占める割合は37.7% (2017年実績)



出典：資源エネルギー庁ウェブサイト

[https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/carbon\\_neutral\\_01.html](https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/carbon_neutral_01.html)

## 俯瞰 経済的側面

資本からの要求

# 投資・融資基準の第一条件となった

“企業にとっては「**社会貢献**」から「**本業**」の課題になった。”

出典：高村ゆかり 「カーボンニュートラルへ 日本の課題」 世界2021年6月号

### TCFD

Task Force on  
Climate-related  
Financial Disclosures

### SBT

Science Based  
Targets

### RE100

Renewable Energy  
100%

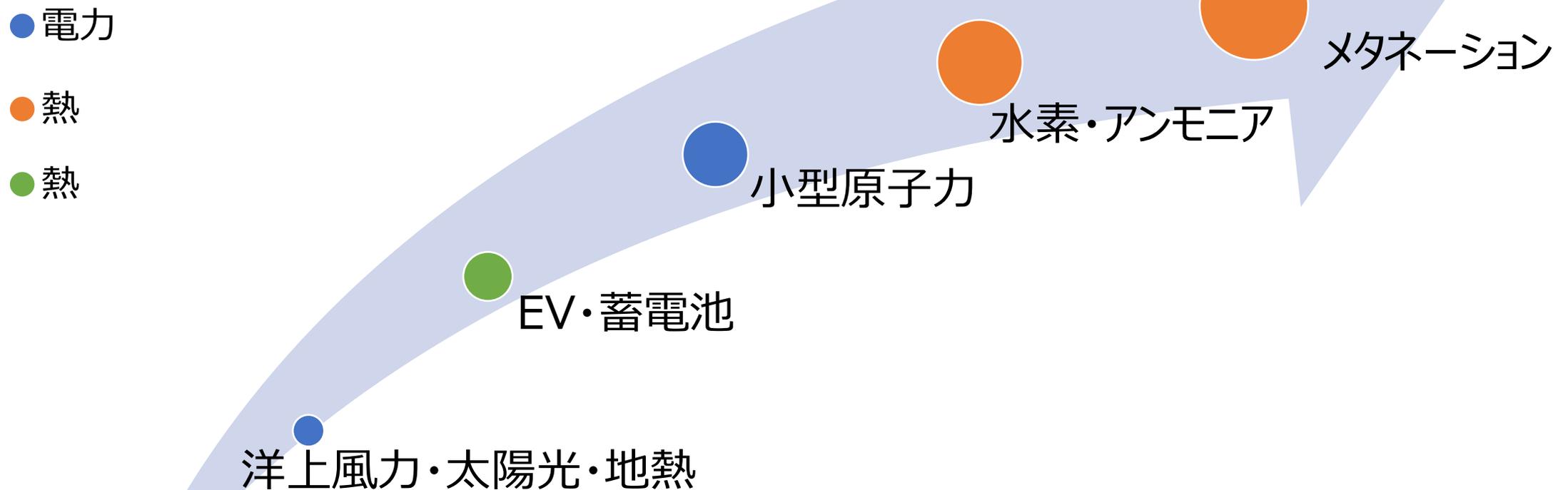
### WMB

We Mean  
Business

参考 <http://www.env.go.jp/earth/datsutansokeiei.html>

# 俯瞰 技術的側面

化石燃料を再生可能エネルギーに置き換えるための技術



# 日本の立ち位置

2050年カーボンニュートラルに向けて  
2030年度に **46%**の削減をめざす



“2030年度に、温室効果ガスを2013年度から46パーセント削減することを目指します。  
さらに、50パーセントの高みに向けて、挑戦を続けてまいります。”

出典：首相官邸ホームページ

[https://www.kantei.go.jp/jp/99\\_suga/actions/202104/22ondanka.html](https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/actions/202104/22ondanka.html)

# まとめ カーボンニュートラル

## 目的

地球にも、ヒトにもやさしい社会をつくる

## 目標

ヒト社会活動のCO2排出量を+ -ゼロにする

## 戦略

DXによってヒト社会活動の生産性をあげる

# 4. カーボンニュートラルへの取り組み方

# カーボンニュートラルへの取り組み方

RE100：化石燃料を再生可能エネルギー（太陽光、風力、水力）に置き換える

EP 100：省エネとエネルギー生産性を2倍にする

カーボンニュートラル

```
graph BT; RE100[RE100] --> CN((カーボンニュートラル)); EP100[EP100] --> CN;
```

**RE100**

- ・Renewal Energy 100%
- ・再生可能エネルギー源との連携

\* 限界がある

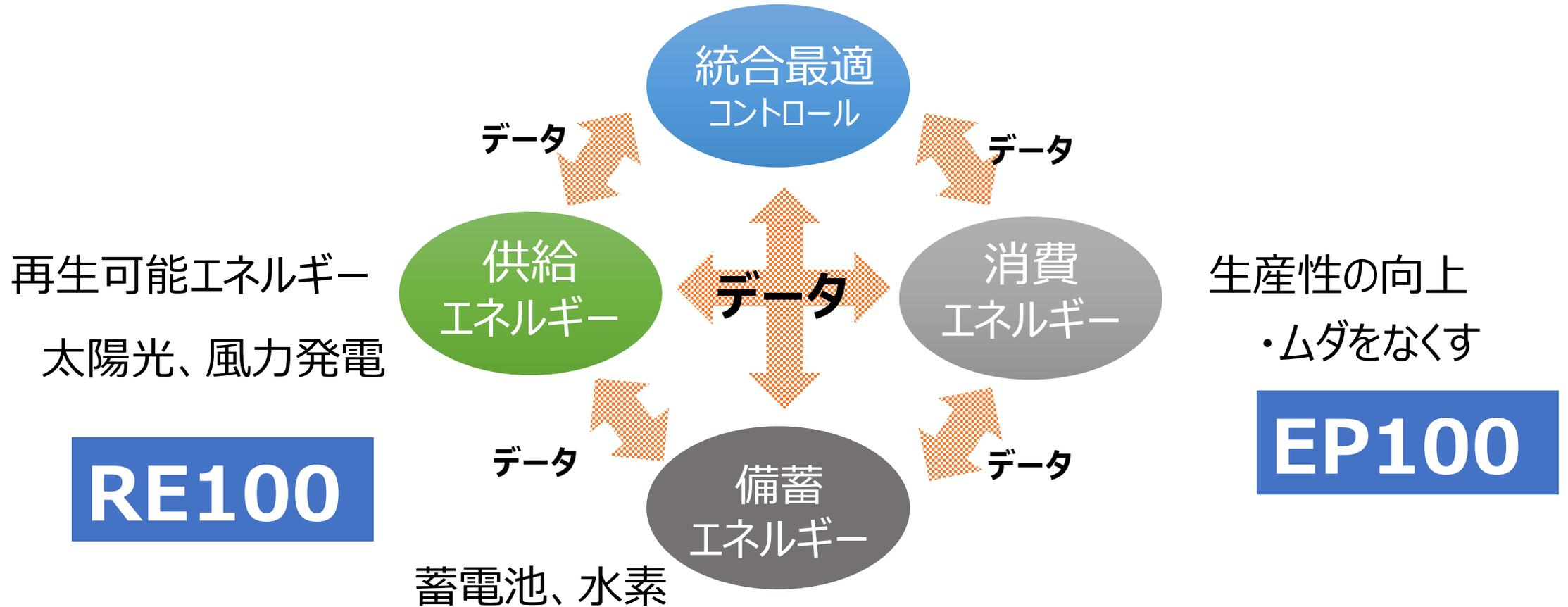
**EP100**

- ・ Energy Productivity100%
- ・生産性を2倍にする

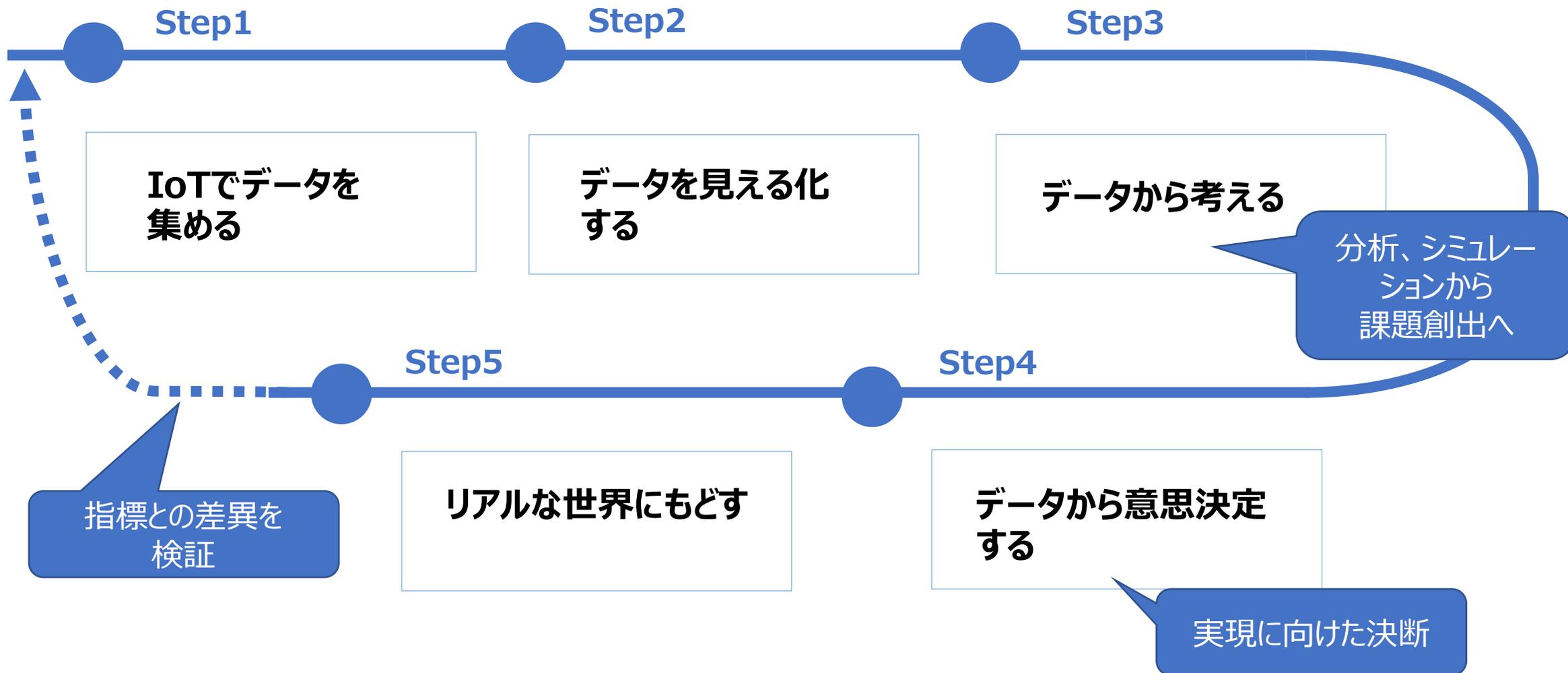
\* 限界がない

# RE100とEP100と連携の世界

データによるコントロールによって実現できる→DX



# EP100をDX化する手順



# EP100への取り組み方の基本的な考え方

1. 「測定できないものは改善できない」  
だから設備機器の電力使用量を測定する。
2. 一般的な工場ではCO2排出量の約90%が使用電力量  
使用電力量からCO2排出量が推定できる。
3. KPIにエネルギー生産性の計算式を使う。

$$EP = \frac{\text{付加価値}}{\text{投入エネルギー量}}$$

注記：中島の定義

どちらもデジタル  
データ

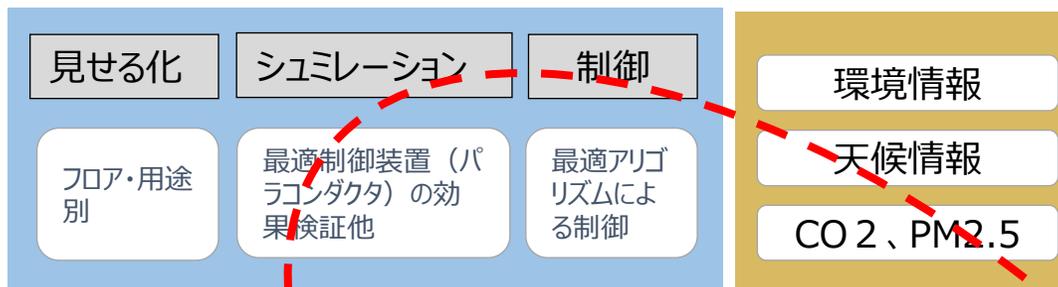
# RE100とEP100の連携システム

## RE100

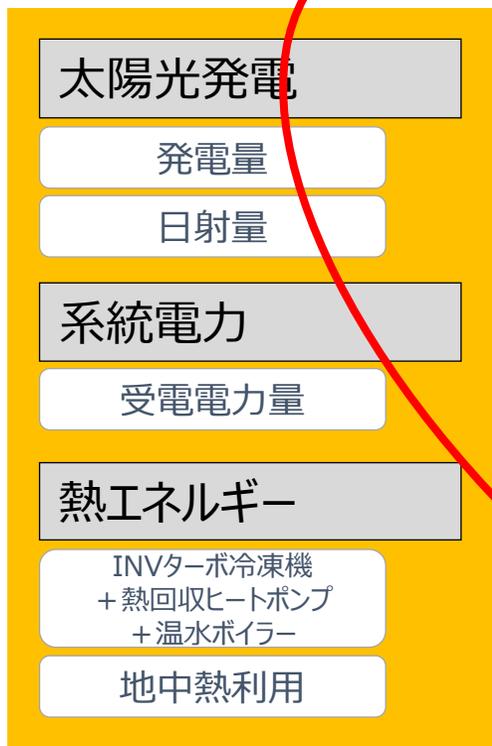
- ・Renewal Energy 100%
- ・再生可能エネルギー源との連携

## EP100

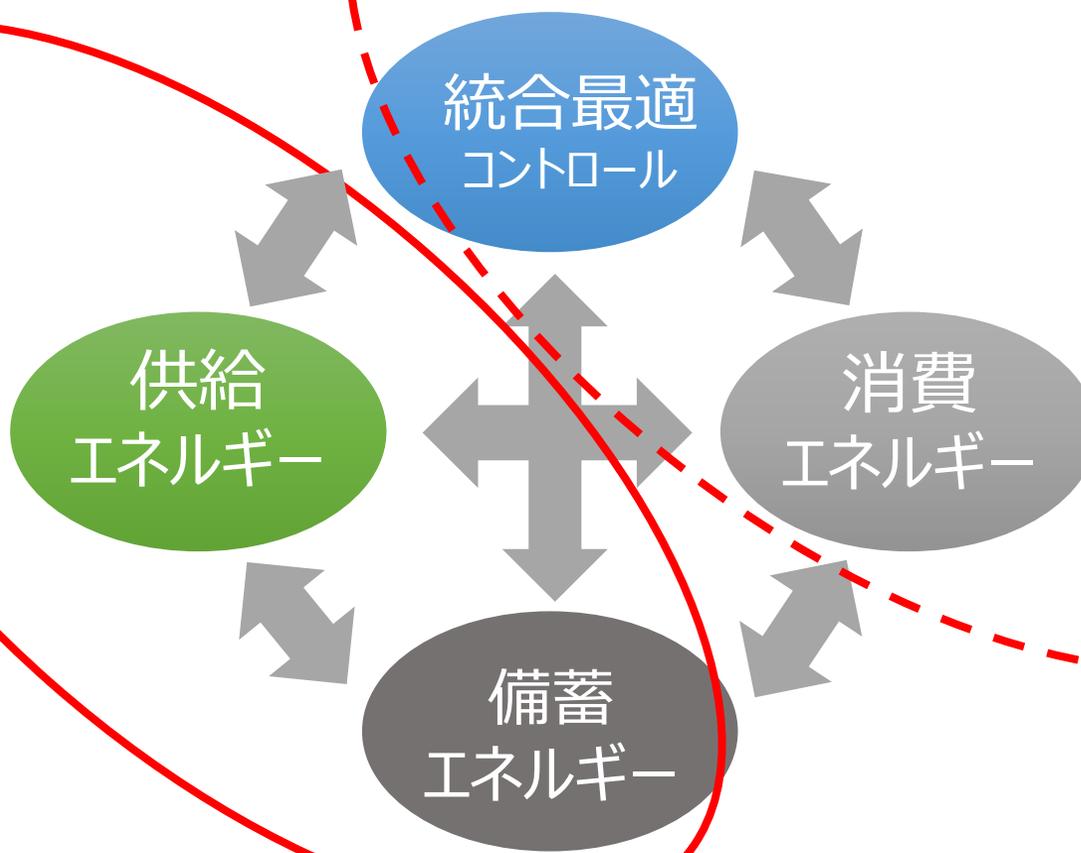
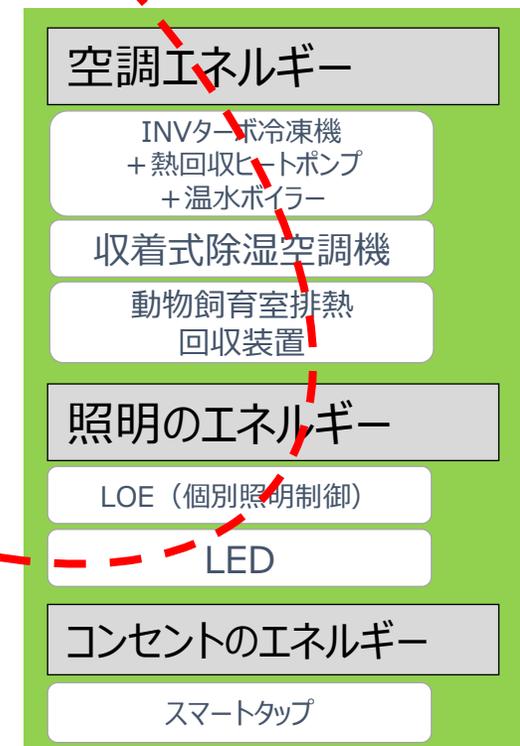
- ・Energy Productivity 100%
- ・生産性を2倍にする



### 供給エネルギーの分散化



### エネルギーの効率的利用



# RE100とEP100の連携システムの事例紹介

## 『国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業 省エネルギービル実証事業（中国・上海）』



中国科学院上海高等研究院

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）による国際実証事業。

従来型システムを適用した場合と比較して、空調や照明などの40%の省エネルギー化を目指した実証実験。

当社は、ベンダーとして参加。国際通信規格IEEE1888準拠のOpenBEMSを担当。

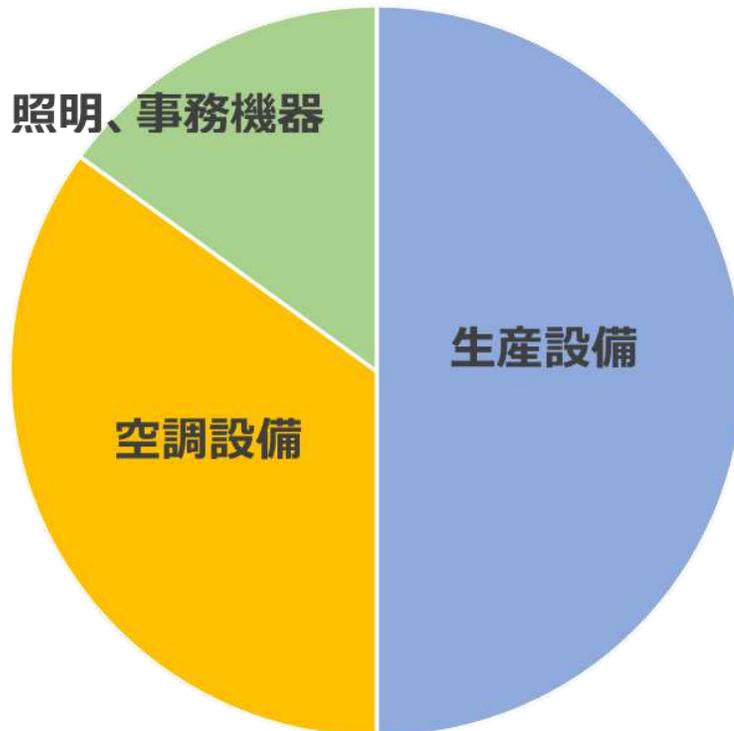
参考（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構のサイト）

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100799.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100799.html)

# 5. EP100/エネルギー生産性を 2倍にする取組み方 ～工場編～

# 攻略の的を3つに分ける

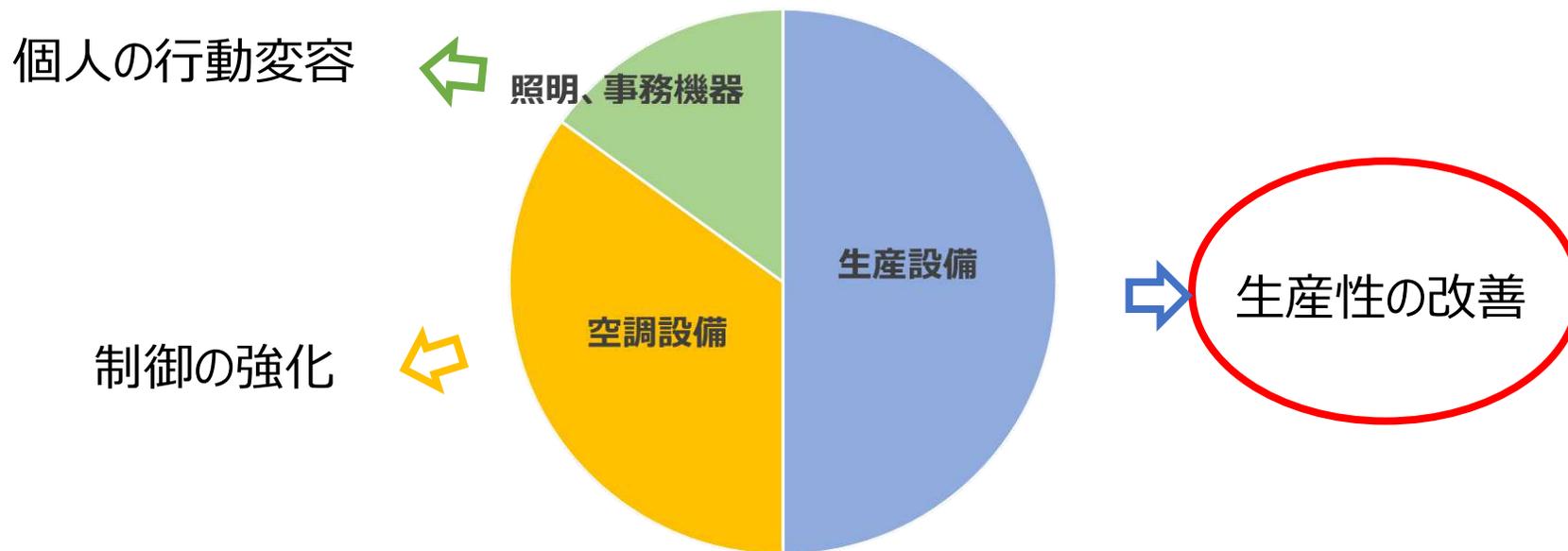
理由：3つの的は攻める方法が違うため



1. 生産設備
2. 空調設備
3. 照明、事務機器

# 3つの攻略方法

- 1. 生産設備 → 生産性の改善
- 2. 空調設備 → 制御の強化
- 3. 照明、事務機器 → 個人の行動変容



# ムダの見方を変える

従来の改善の発想からの脱却

ムダの見方を変える。

付加価値を出している時間、出していない時間を分けること

## 中島式 ムダの定義

【使いすぎのムダ】 ・時間 ・エネルギー  
【使われていないムダ】 ・情報 ・能力

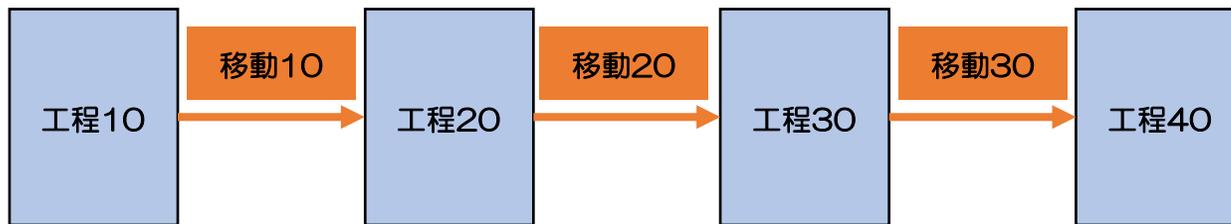
(一般的)

(中島式)

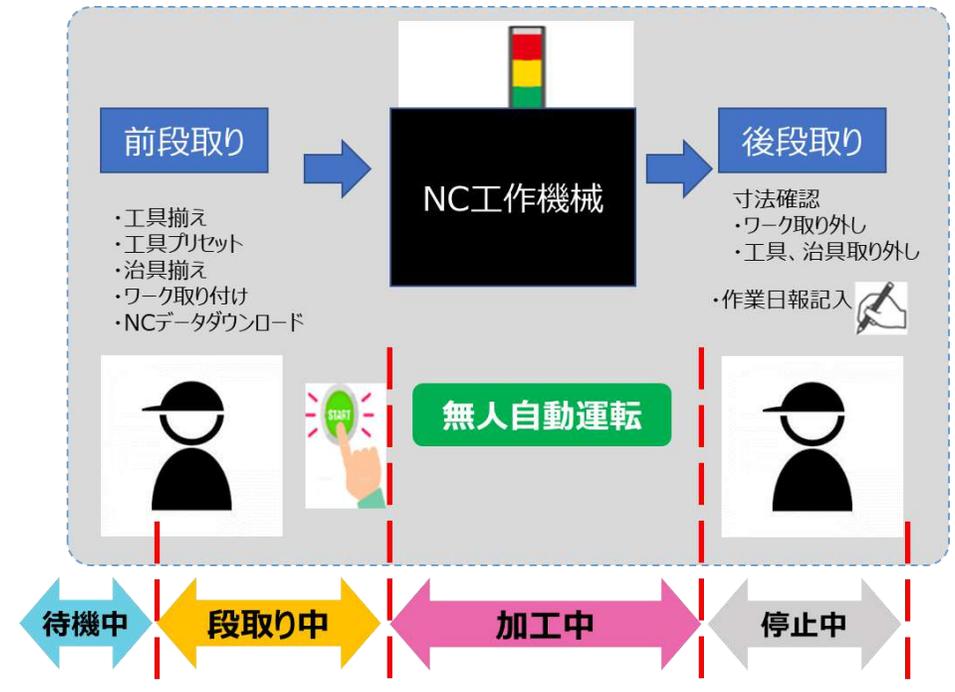
	見えるもの	見えないもの
使われてしまっているムダ (used)	<ul style="list-style-type: none"><li>・手持ちのムダ</li><li>・運搬のムダ</li><li>・手直しのムダ</li><li>・材料費のムダ</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・時間</li><li>・エネルギー</li></ul>
使われていないムダ (waiting)	<ul style="list-style-type: none"><li>・在庫のムダ</li><li>・動作のムダ</li><li>・管理する人のムダ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

# 中島式 ムダの発生場所

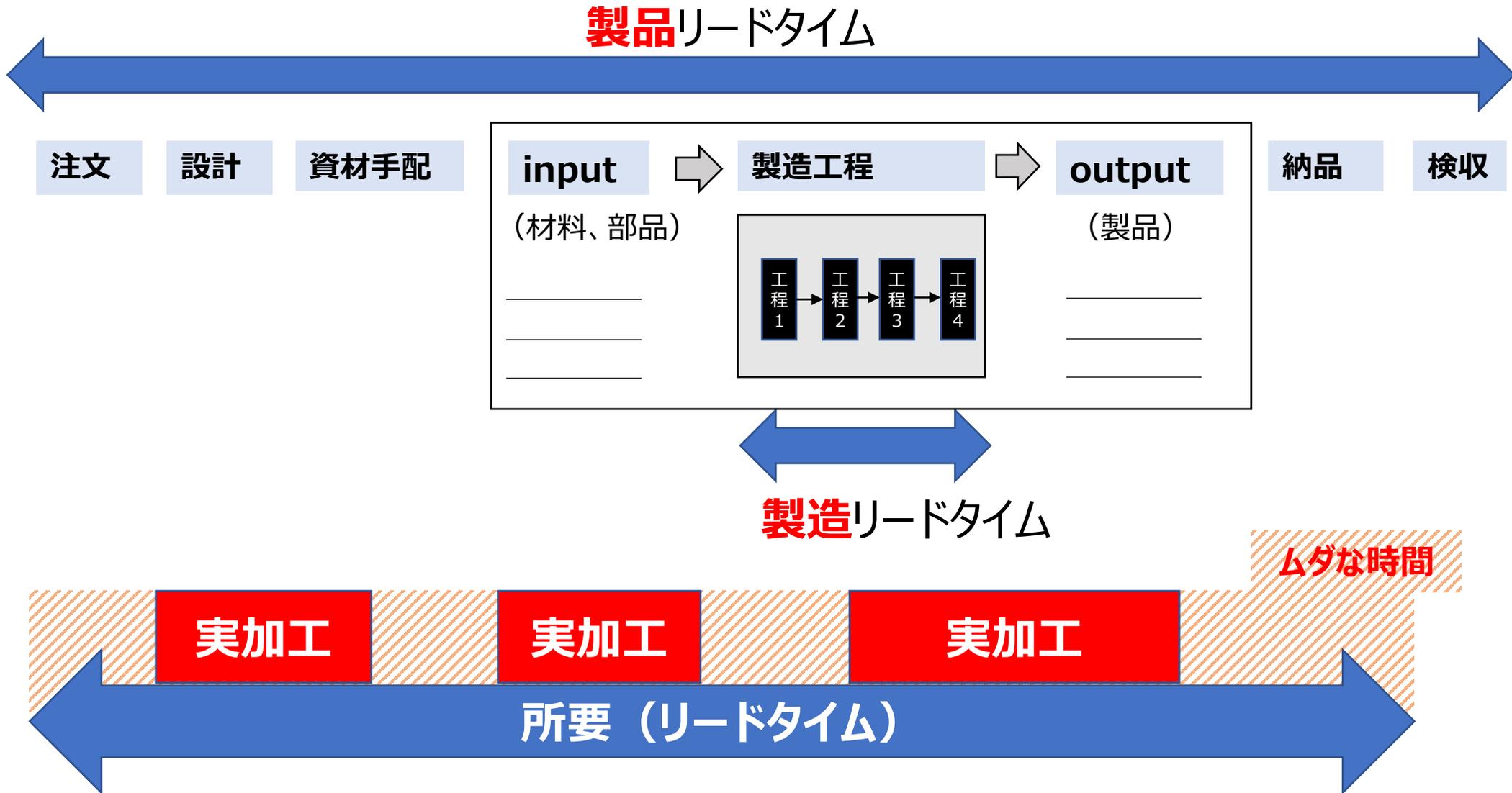
## 1. 作業工程間の移動時間



## 2. 工程の中にある準備、段取り時間

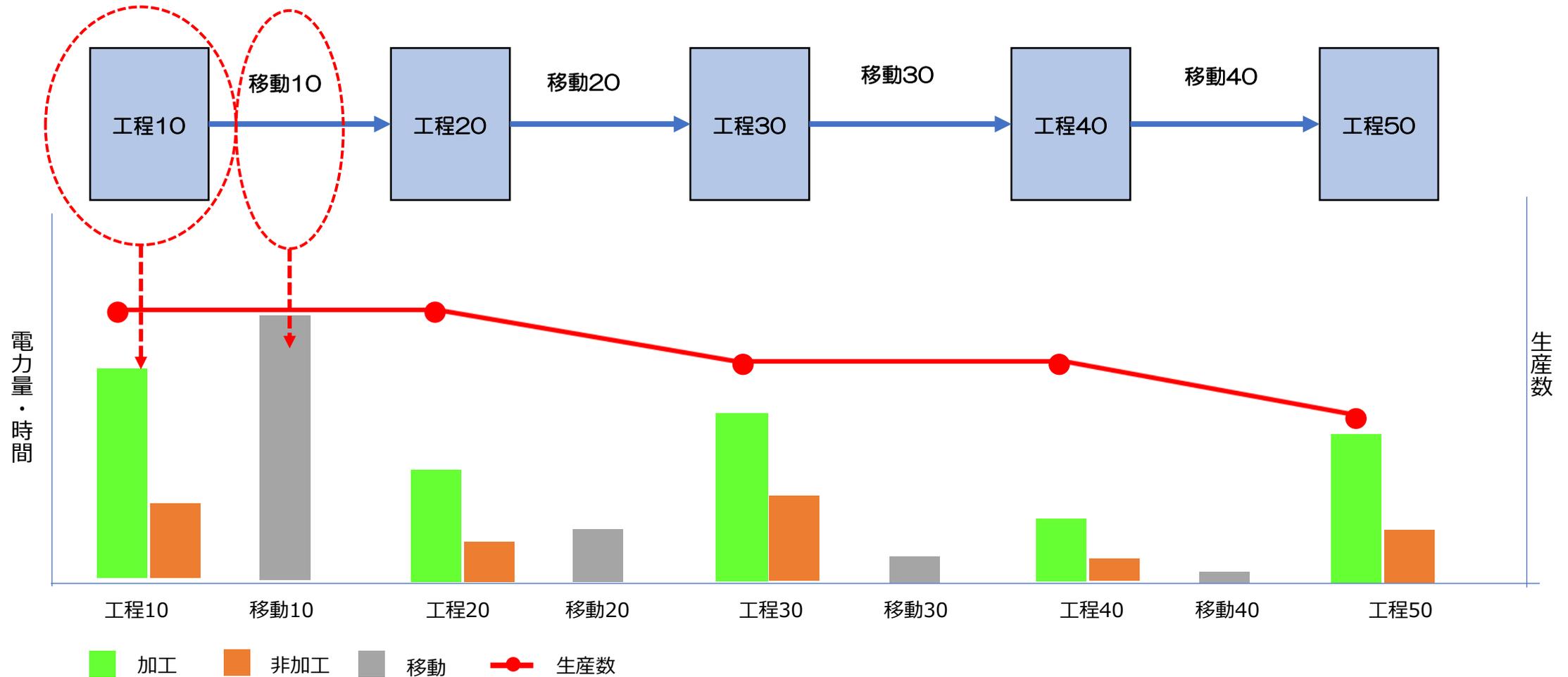


# 中島式 ムダ発生場所 1 作業工程間の移動時間



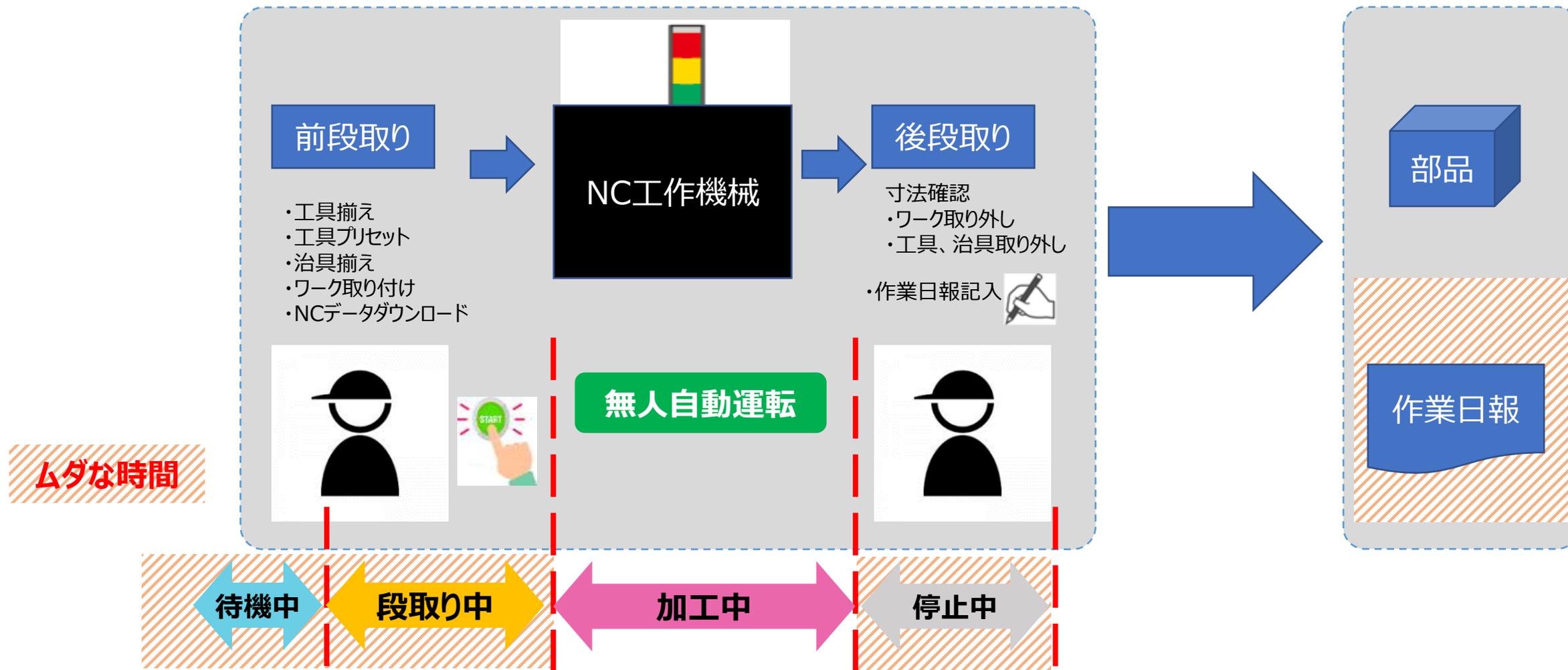
# 中島式 ムダ発生場所 1

## 工程内の移動時間のイメージ



# 中島式 ムダ発生場所2

## 作業工程内の準備、段取時間

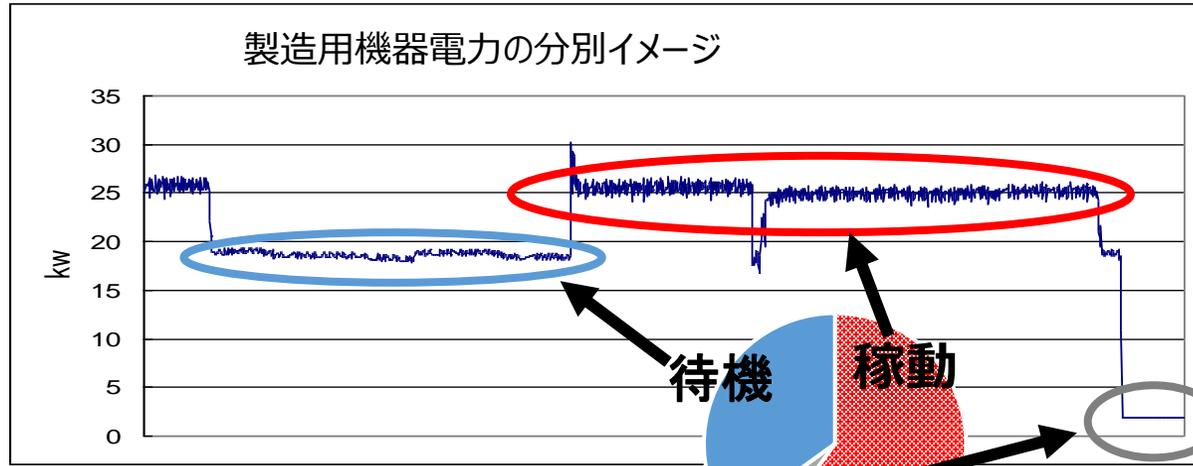


# 中島式 ムダの見える化 特許

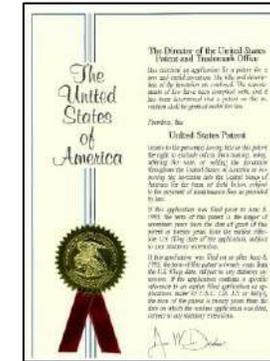
機器ごとの電力使用量を計測



“ムダ”と“有効”に分別



米国特許

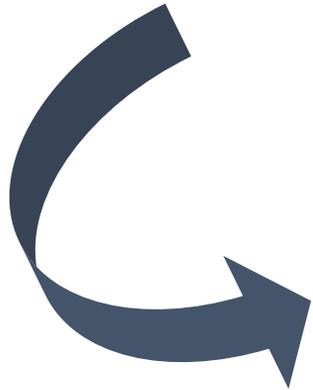


電力のムダ分別のアルゴリズム

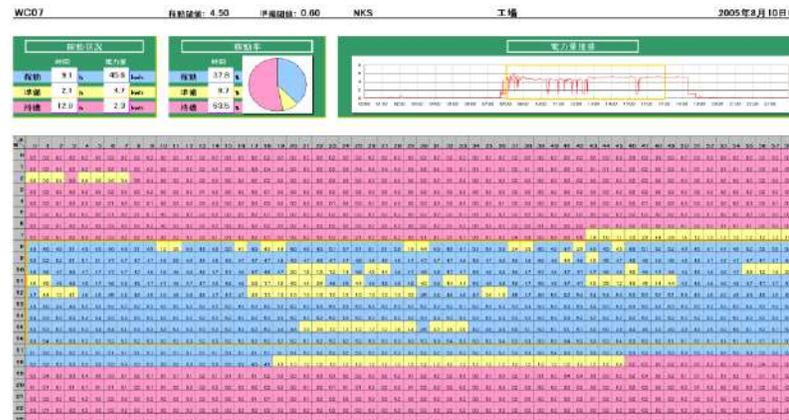
日本特許



電力波形による  
稼働情報収集システム



オセロチャート  
見やすい分析ソフト



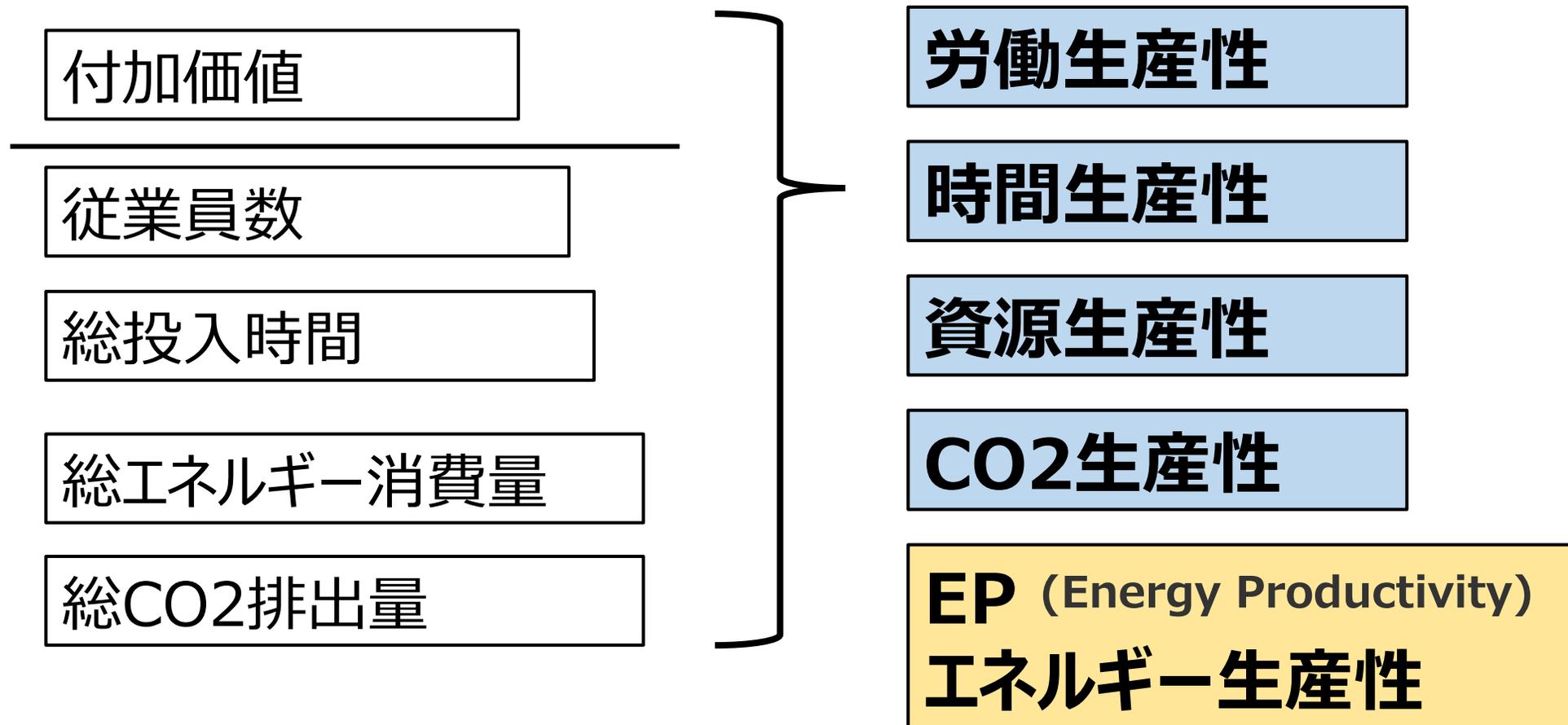
# 導入から運用までの手順



この一連の作業を**自動化する**⇒DXになる

# 生産性指標の多様な使い方

## データ指標として生産性



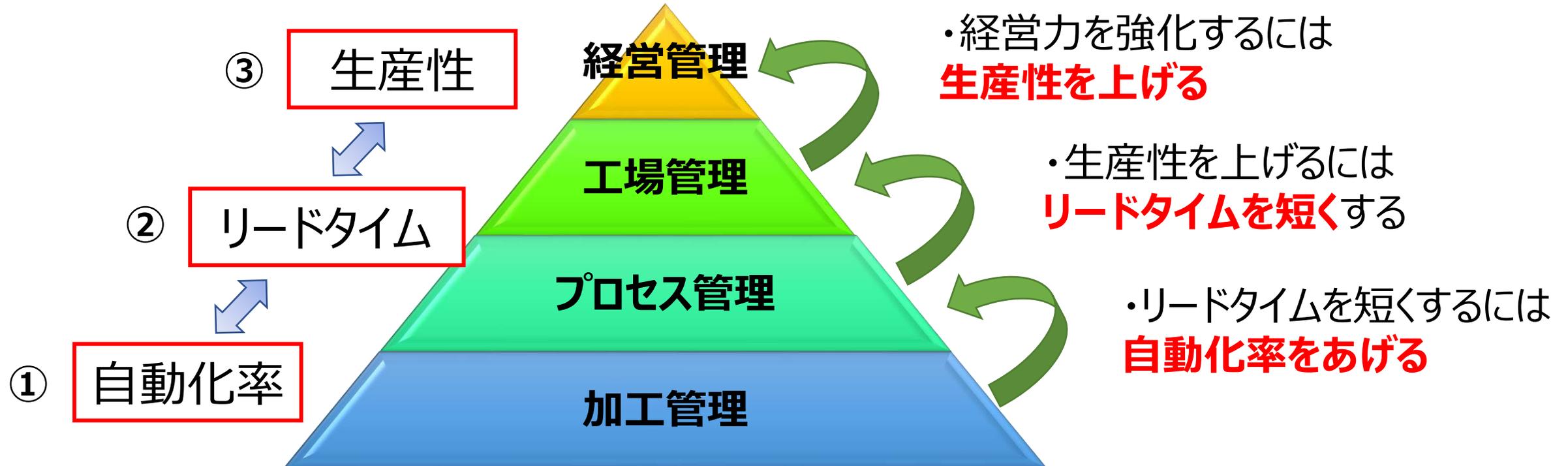
# 指標化の5つのメリット

1. 分母をIoTで自動的に収集できる
2. 分子（付加価値額）を簡単に計算できる
3. 分母を入れ替えてマルチに使える
4. 違う工場を統一した基準で測れる
5. 工場のDX化の基盤にできる

# 6. 工場の生産性を向上するための 3つの指標

# 具体例

## 工場の生産性を向上するための3つの指標



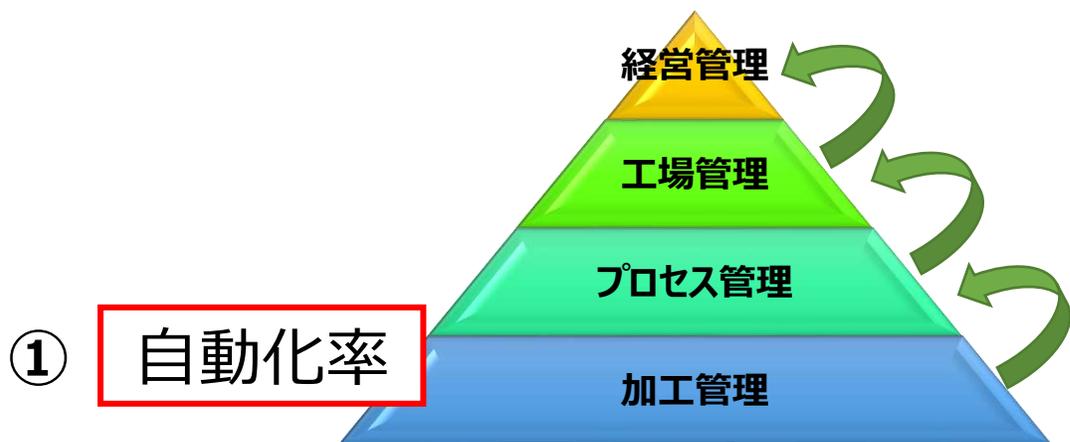
工場管理の4階層モデル (注記：中島の定義)

# ① 自動化率

対象：現場担当者

内容：一人でどれだけの機械を稼働させているか

## 計算の方法



$$\text{自動化率} = \frac{\text{機械加工時間}}{\text{人の労働時間}}$$

## データの取得方法



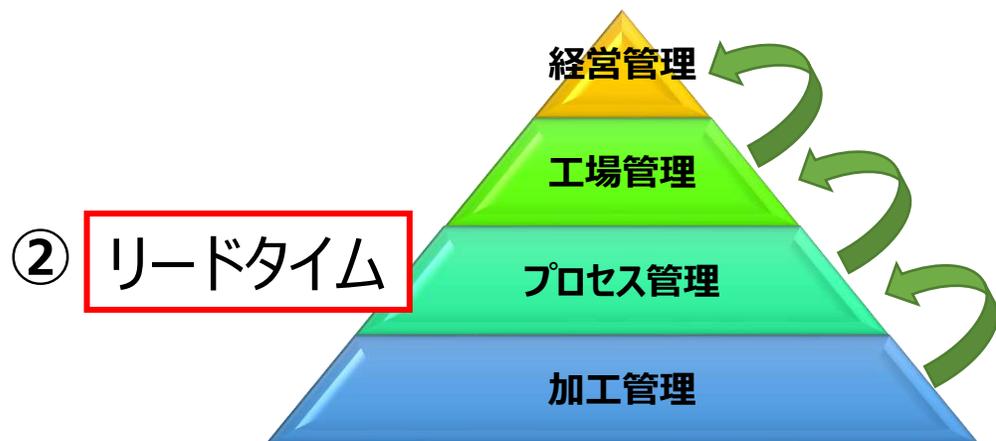
・機械からのデータをとるために、データ収集装置をつける

## ② リードタイム

対象：生産管理者

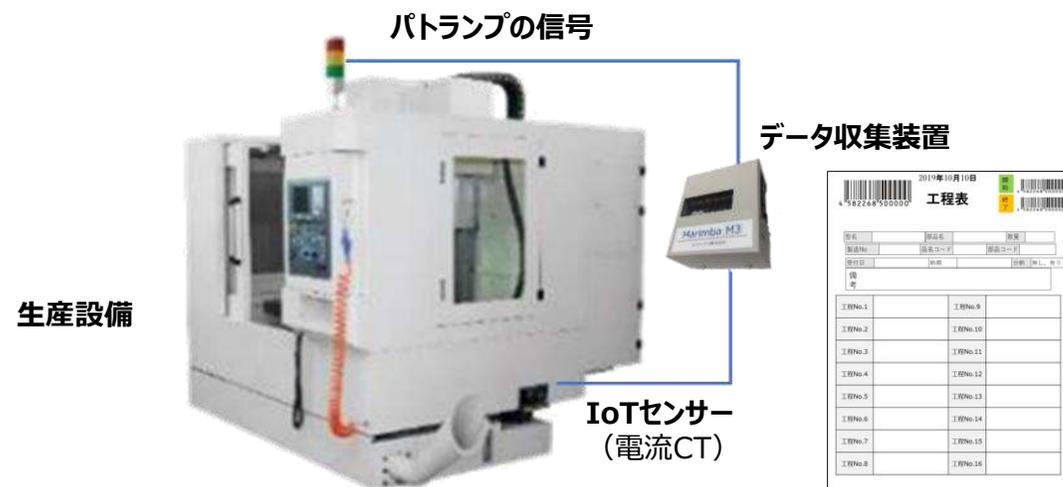
内容：製造リードタイムの期間

### 計算の方法



製造リードタイム =  
製造完了日時 - 製造開始日時

### データの取得方法



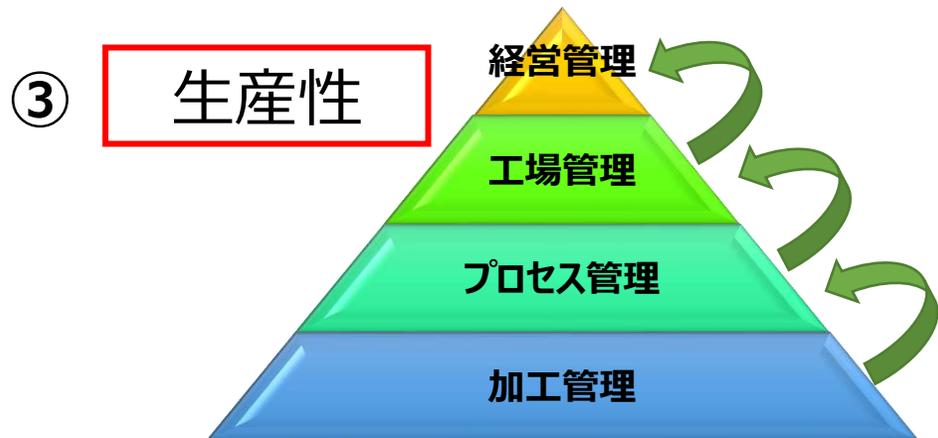
- ・機械と接続収集キットをつける
- ・バーコードで開始、終了を入力する

# ③ 生産性

対象：工場管理者

内容：製品別の各種生産性（時間生産性、エネルギー生産性 他）

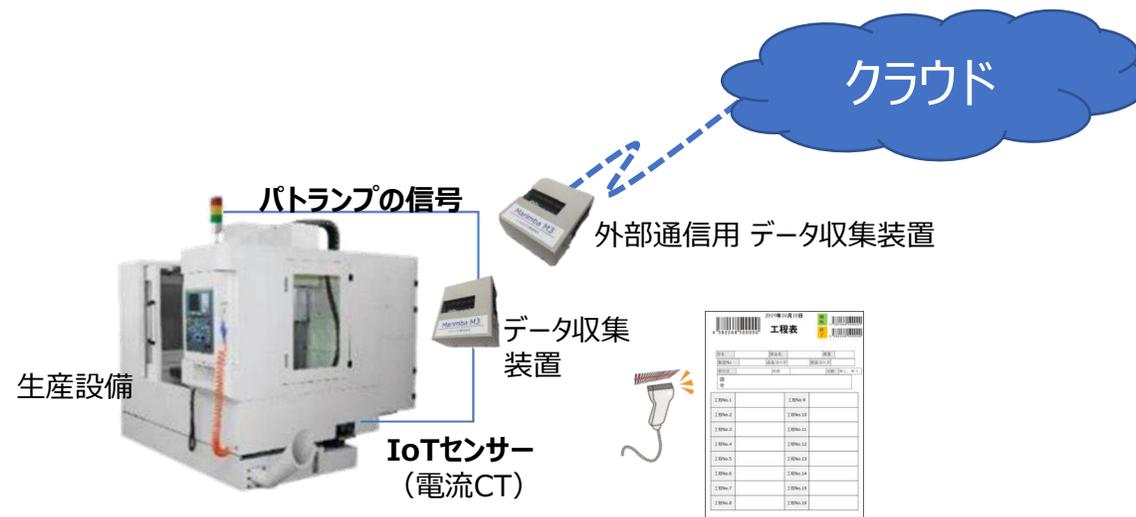
## 計算の方法



$$\text{時間生産性} = \frac{\text{付加価値}}{\text{総労働時間}}$$

$$\text{エネルギー生産性} = \frac{\text{付加価値}}{\text{投入エネルギー量}}$$

## データの取得方法



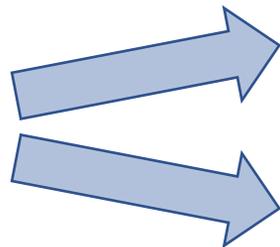
- ・機械と接続収集キットをつける
- ・稼動時間と使用電力量を収集する
- ・収集したデータを自動計算する

# 7. 生産性向上のための DX活用の事例紹介

## 事例 1 ユーザーとして 金型屋二代目の挑戦

# 3つの側面からのアプローチ

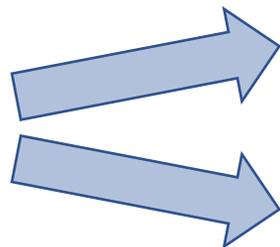
加工技術  
の改善



不良発生 ゼロ

品質精度の向上

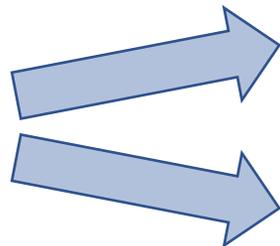
プロセス技術  
の改善



全員品質保証人制

納期遅れ ゼロ

組織ルール  
の改善



出勤時間自由制

工場長当番制

## 加工技術の改善

- ・電力による測定
  - 100台の稼動状態を1分単位で見える化した
  - ムダな電力60%削減
- ・工具の使用時間の測定
  - 安定した加工の実現
  - 工具費の削減
- ・温度センサーによる測定
  - 恒温室を作った
  - ワイヤー放電7台を4台に

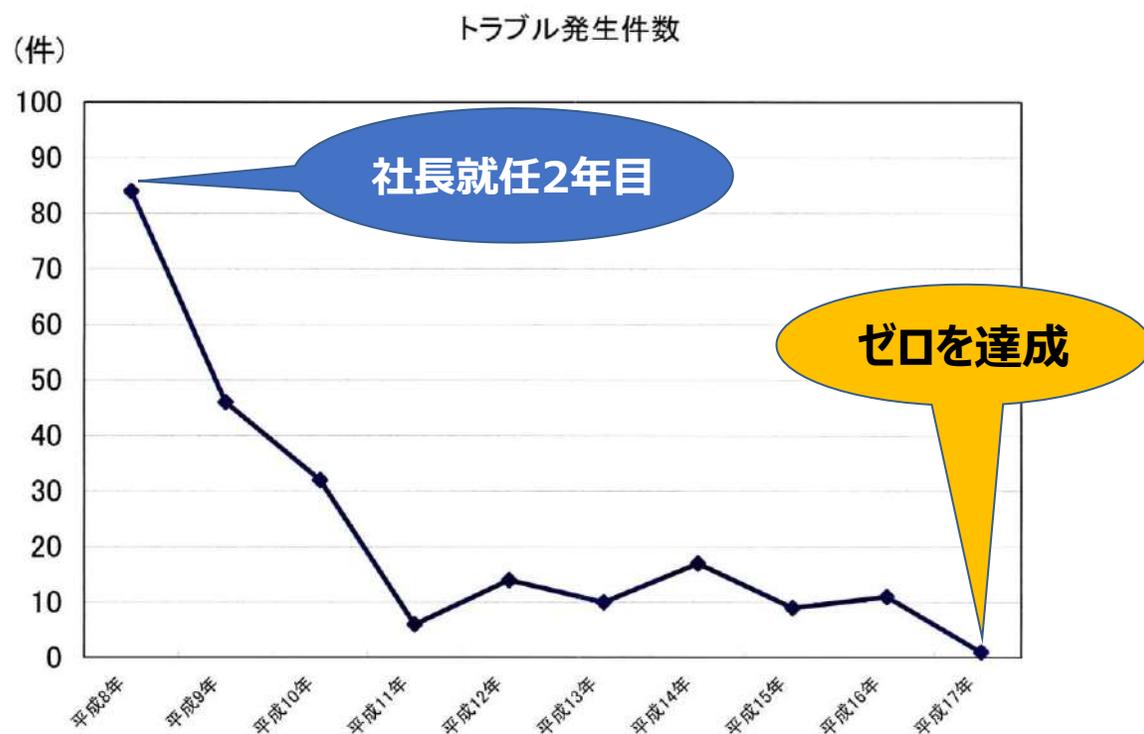
## プロセス技術の改善

- ・生産管理システムの導入
  - もの（ワーク）の見える化
  - 徹底的な実績収集
  - 部品別原価管理を実現
- ・客先、外注との情報共有
  - 確実な納期予測回答
- ・全工程での寸法検査
  - 検査技術の訓練
  - 品質精度の向上

## 組織ルール改善

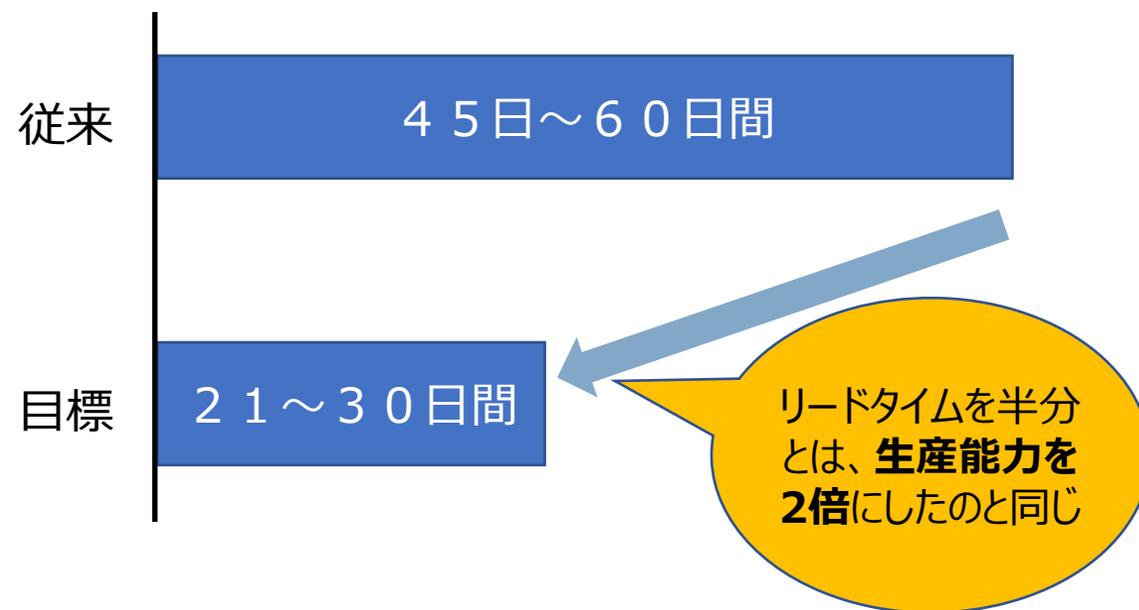
- ・勤務時間の拘束の廃止
  - ボタンを押したら帰宅よし
  - 出勤時間自由制  
前工程次第
- ・工場長当番制
  - 2か月交代 中堅に
  - 人の育成、モチベーションアップ
- ・工程会議を立席方式に
  - 毎日10分で完了

## 納期遅れゼロ、不良品ゼロを達成



## リードタイムを45日から21日へ

金型のための生産管理システムを開発



## ムダな電力 1年間 60%削減

### 電力モニタリングシステムの開発

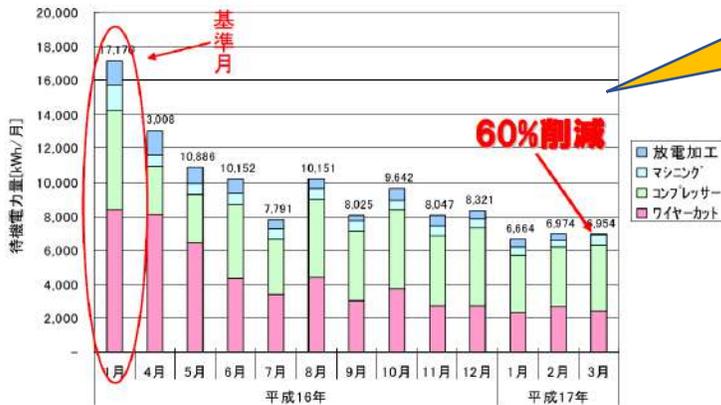
省エネ賞



資源エネルギー庁長官賞受賞！

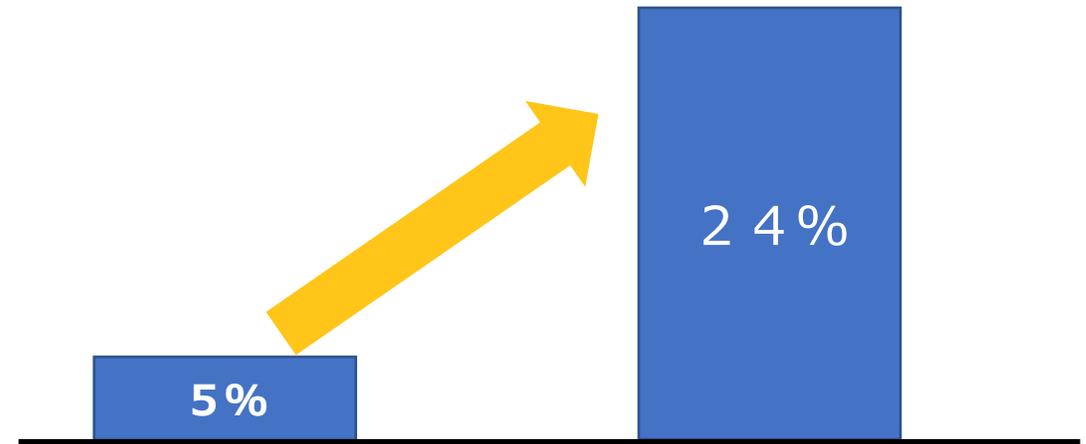
『省エネルギー優秀事例全国大会』

生産性を上げたら、  
電力も削減できた！



## 財務内容の改善

経常利益率 5%から24%へ



月のキャッシュフローの改善  
→支払いと入金との落差ゼロ

## 事例2 ベンダーとして 金型工場 DXスマートファクトリー

一人の脳にあった「工程順」という暗黙知が、デジタルデータとして収集できる

＜ポイント＞モチベーションが違う  
入力作業→**脳からの出力作業**

従来は入力作業と呼んでいた



データ量推定  
月 工程数14とすると  
14の階乗×960  
の組み合わせになる。



脳から出力作業

現場に工程表を回す

実際の工程の動きが記録される

2019年12月13日

4 582268 500000

工程表

品名	ハンパル#4	部品名	Core Insert	数量	3
製造No.	1822231	部品コード	001	部品コード	37864
発付日	2019/12/01	納期	2020/01/31	分納	なし・起り
備考					

工程No.1	工程No.9
工程No.2	工程No.10
工程No.3	工程No.11
工程No.4	工程No.12
工程No.5	工程No.13
工程No.6	工程No.14
工程No.7	工程No.15
工程No.8	工程No.16



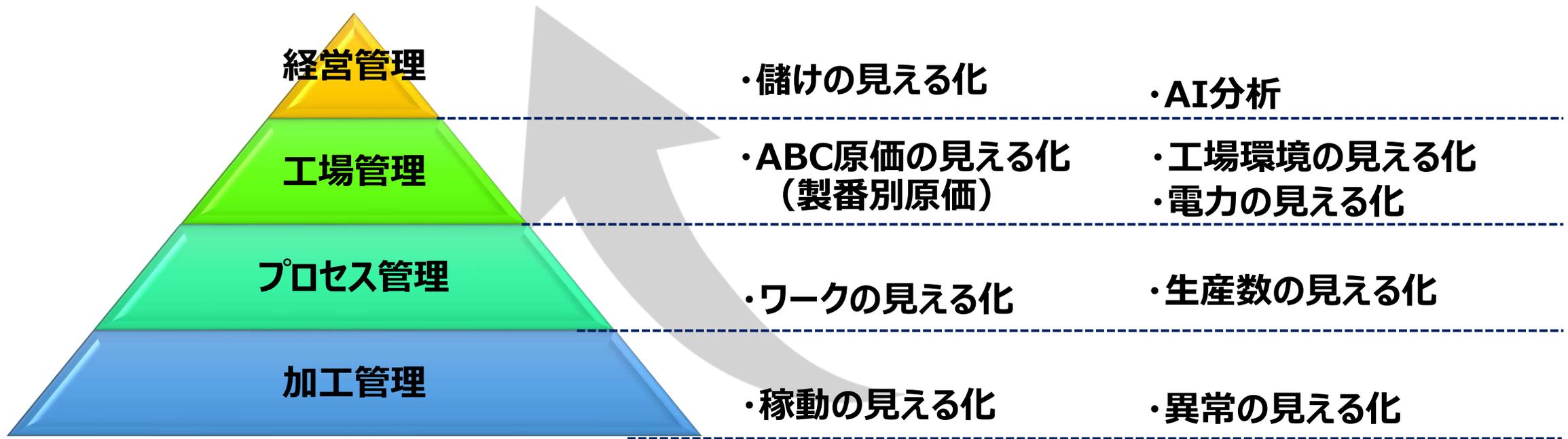
RFID

実データの収集

結果検証

出力結果

＜ポイント＞  
リアルな形で暗黙知のデータとその実証結果が  
簡単にIoTで自動的に収集できる



工場管理の4階層モデル (注記：中島の定義)

稼動の  
見える化

機械の稼動状態を、加工中、段取（準備）中、待機中、停止中の4つの段階で判定する。

電力の  
見える化

機械の使用電力は、使用電力量一覧、電力48時間グラフ、使用電力履歴の機能で表現する。

異常の  
見える化

NC機械から取得されたアラームデータを機械ごとに発生順に表示する。

ワークの  
見える化

作業指示番号ごとにワークがどの工程にあるかをバーコードリーダーとRFIDを使用して見える化を行う。

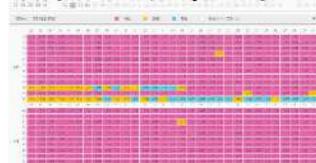
ABC原価・儲けの  
見える化

作業指示番号別に、機械ごとの加工時間と段取り時間を自動集計を行う。ABC原価の自動集計。  
製品別、部品別に集計された結果を表示する。

## 「現場改善のツボの見える化」

加工技術の改善のツボ

オセロチャート



プロセス技術の改善のツボ

ガントチャート



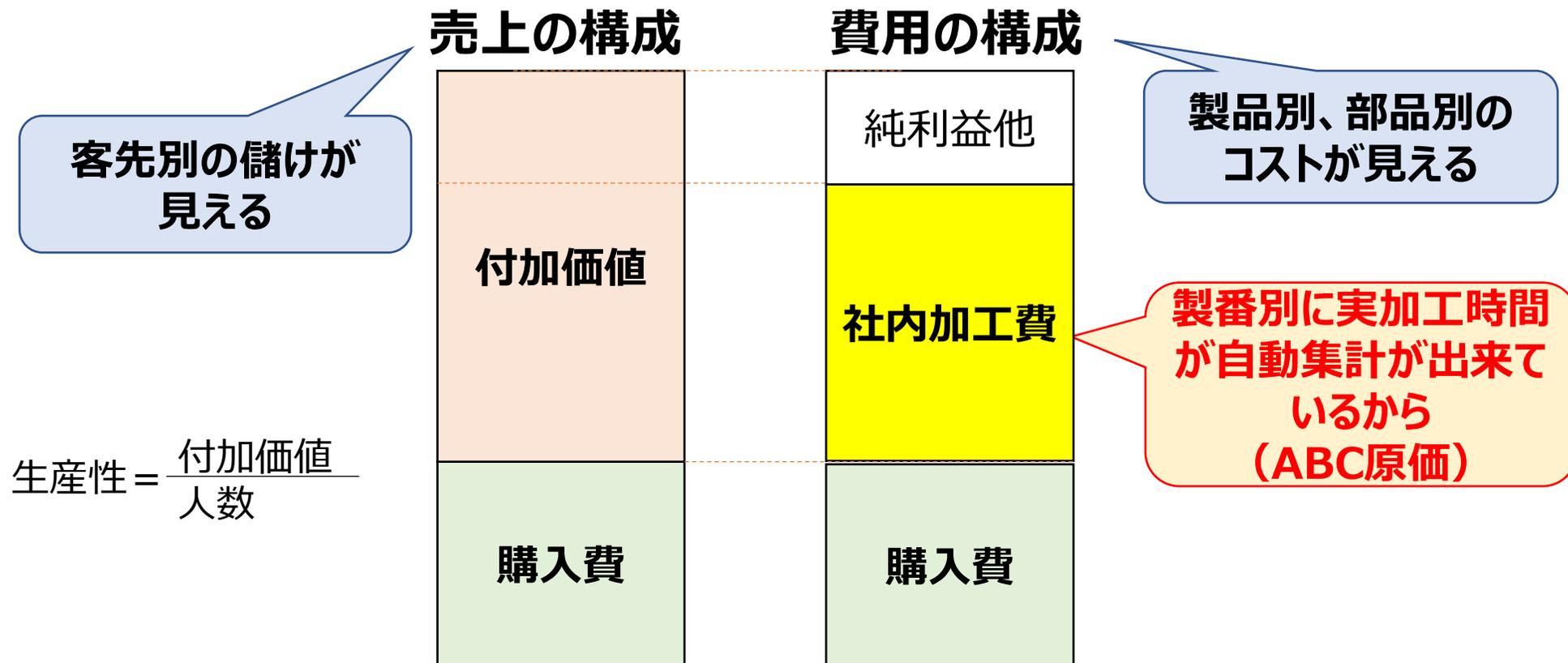
時間マネジメントの改善のツボ

月間稼動時間一覧

三位一体

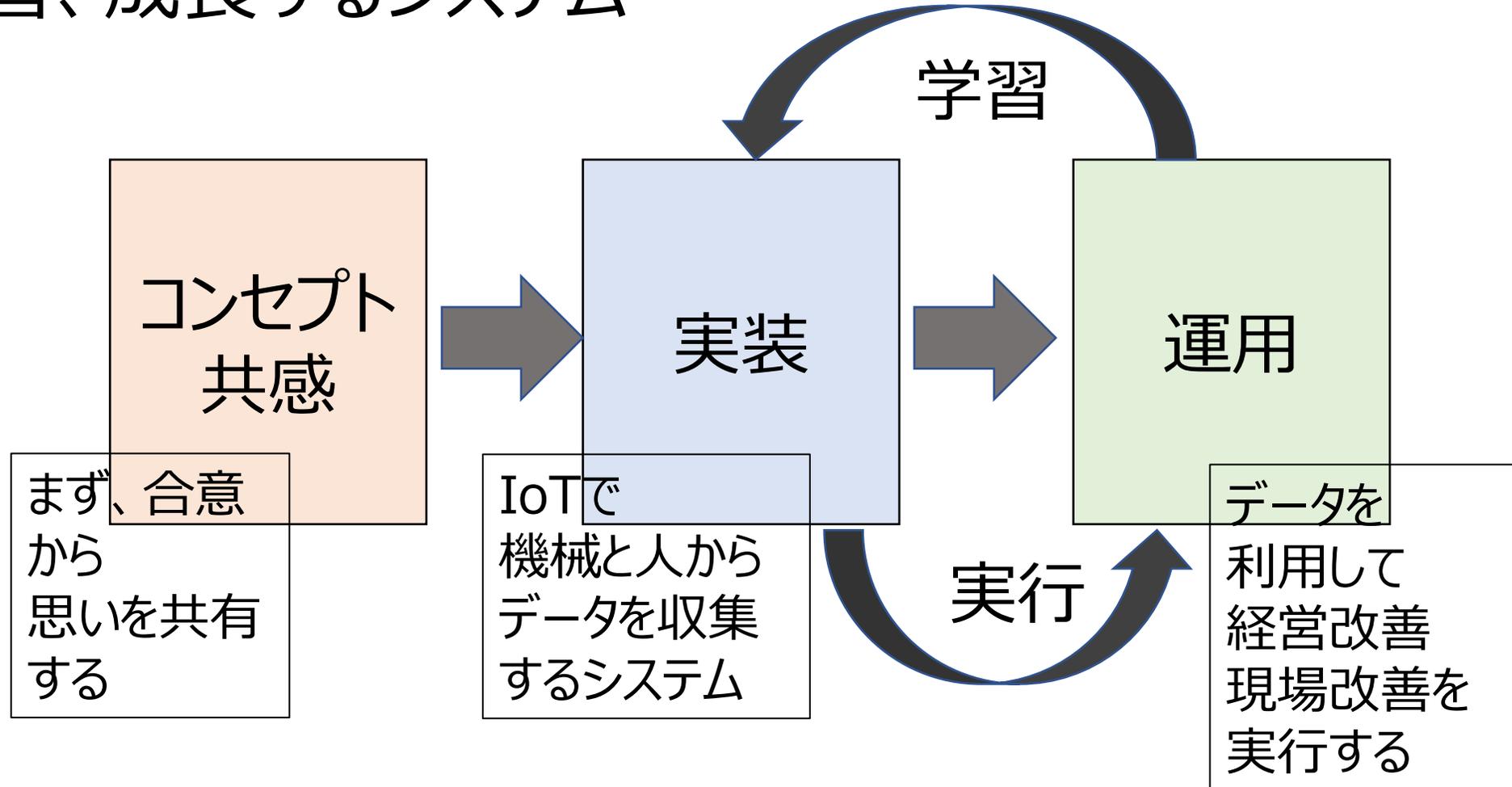
➡三位一体の改善で工場全体の生産性を上げる

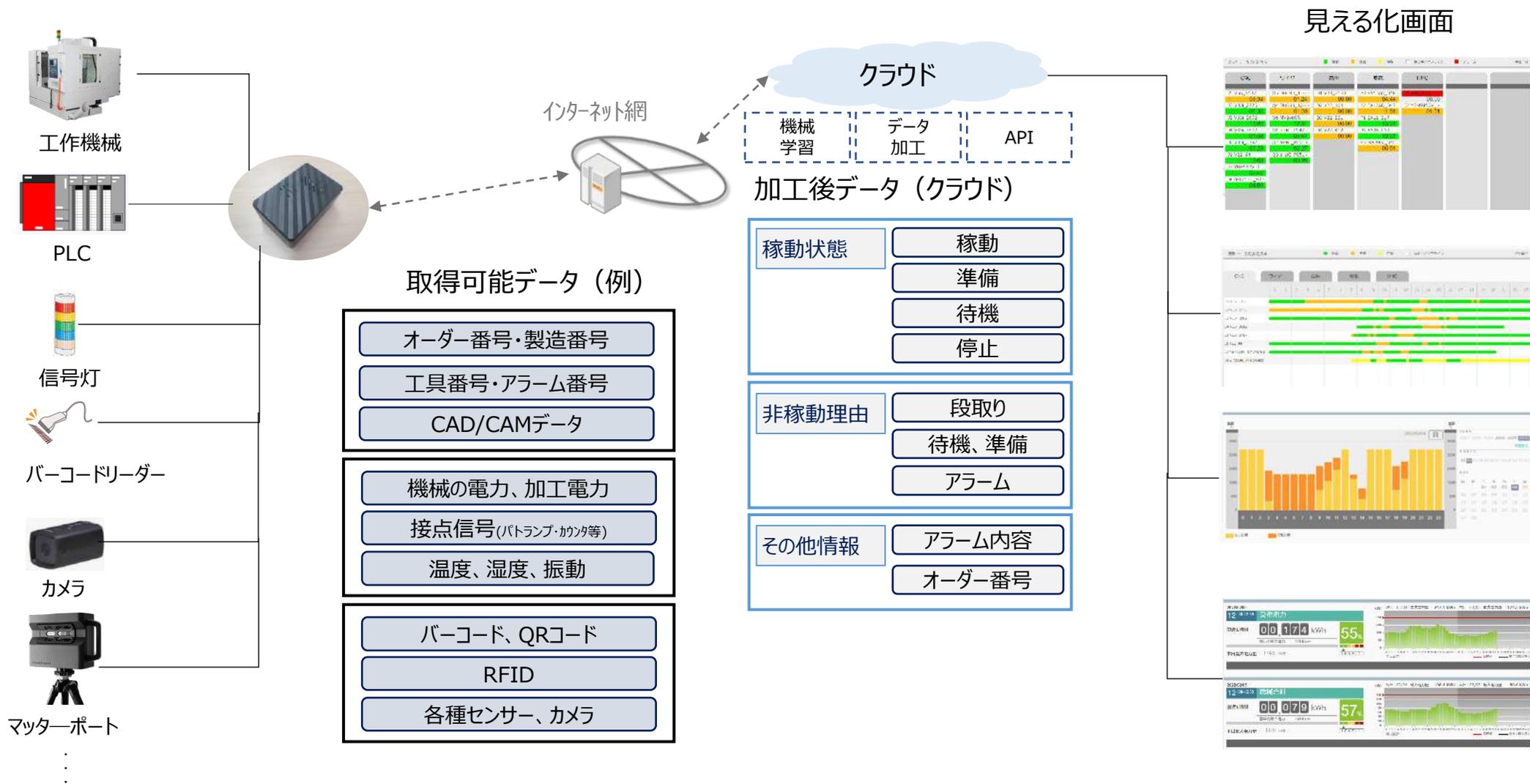
## 「経営改善のツボの見える化」



➡経営戦略の意思決定をリアルデータに基づいて出来る！

## 学習、成長するシステム





3ヶ月

6ヶ月

12ヶ月

24ヶ月

使用電力量の削減

CO<sub>2</sub> 排出量の削減

不良発生件数の削減

自動化率の改善

納期遅れ件数の削減

リードタイムの短縮

生産性の改善

経常利益の改善

財務内容の改善

☆ **Think together**  
**(一緒に考えましょう)**

☆ **Challenge together**  
**(一緒に取組みましょう)**