

IVI公開シンポジウム2023-Autumn-

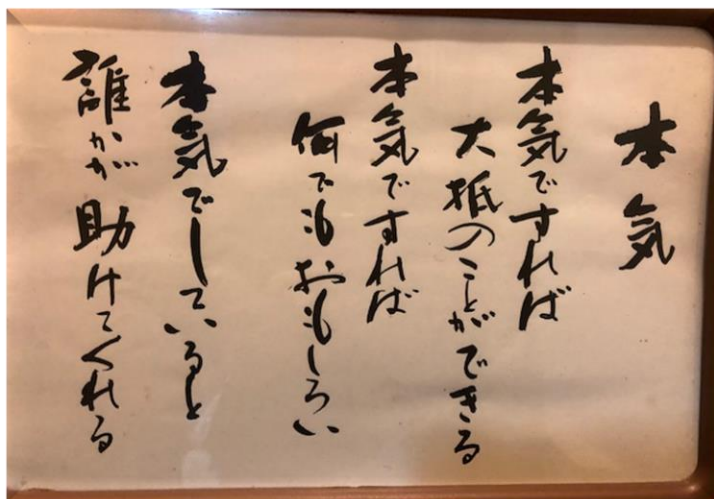
招待講演 「中小製造業で取り組めるカーボンニュートラル」 ～データが見えると出来る事～

勝木 雅人

横河電機株式会社

社長付きフェロー

2023年10月12日



後藤静香（ごとうせいこう）名言の一部

- ◆氏名 : 勝木雅人（かつき まさと）
横河電機株式会社 社長付きフェロー ソリューションサービスビジネス担当
兼 横河デジタル株式会社 取締役
- ◆入社 : 1986年 横河北辰電機株式会社
- ◆モットー : すぐやる！ 目的を見極め、ゴールを予測し、完成度30%で始める
- ◆経歴
 - 1986年 横河電機 半導体テスター（開発、エンジ、営業本部）
 - 2008年 横河電機 省エネ・環境保全ソリューション本部長
 - 2012年 横河電機 VPS開拓第5ソリューション技術部
 - 2017年 横河ソリューションサービス
執行役員 ソリューションビジネス本部長
 - 2022年 横河電機 社長付きフェロー
兼 横河デジタル 取締役

お客様のビジネス価値の最大化を目指し、400名のコンサルタントと共に、お客様の課題解決を実現する、ソリューションの開発と展開、人財育成

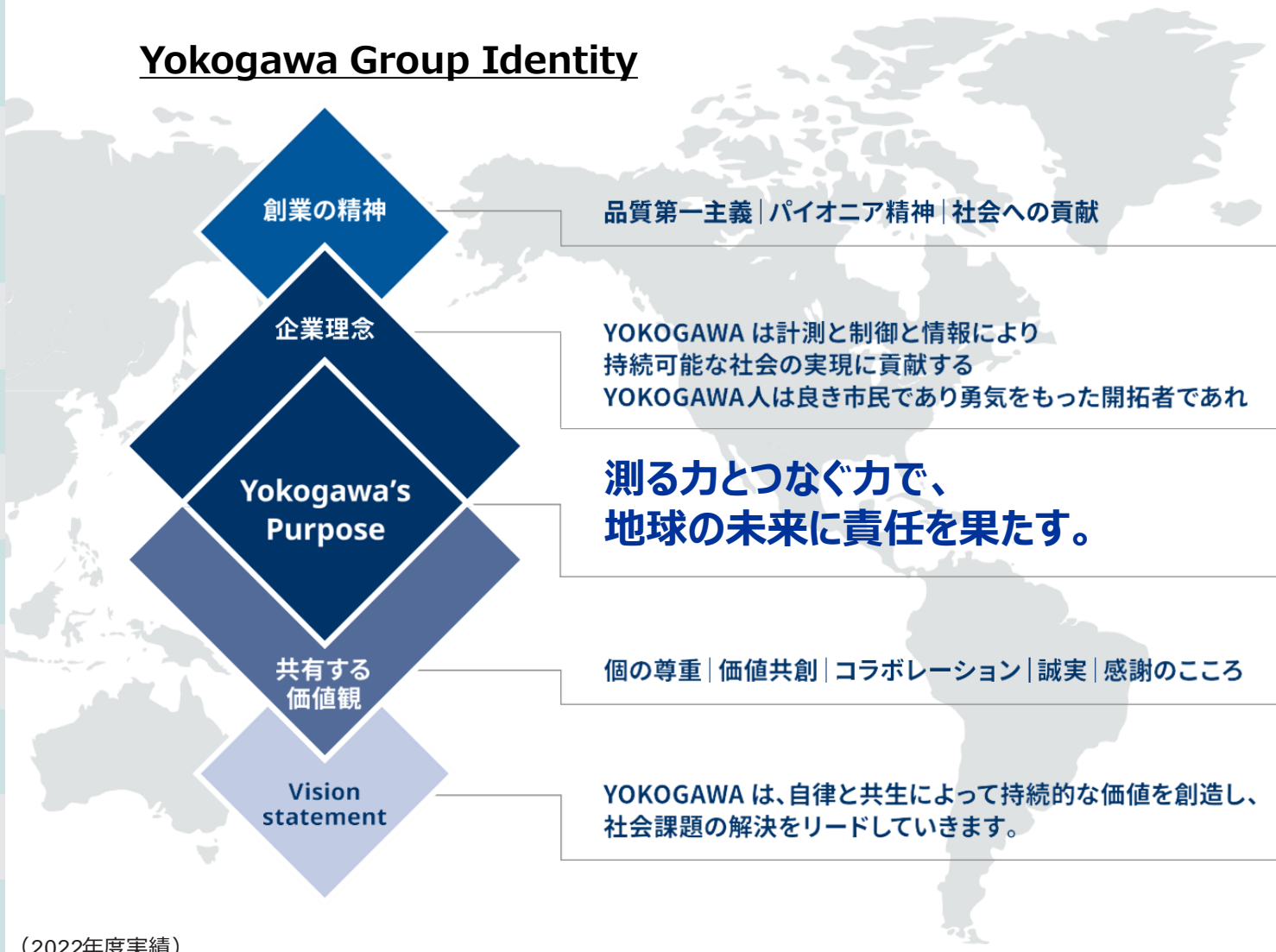
Agenda

1. YOKOGAWAの紹介
2. 脱炭素にまつわる 社会情勢 と 経営課題
3. FEMSで操業改善基盤を構築

横河電機グループについて

| | |
|--------------------|---|
| 商号 | 横河電機株式会社 Yokogawa Electric Corporation |
| 創立 | 大正4年(1915年)9月1日 |
| 設立 | 大正9年(1920年)12月1日 |
| 資本金 | 434億105万円 |
| 売上高 | 4,565億円(連結) |
| 営業利益 | 444億円(連結) |
| 経常利益 | 486億円(連結) |
| 当期純利益 [※] | 389億円(連結) <small>※親会社株主に帰属する当期純利益</small> |
| 開発投資比率 | 6.7%(連結) |
| 従業員数 | 17,084人(連結) |
| 自己資本比率 | 61.4%(連結) |

Yokogawa Group Identity



環境

気候変動への
対応
**Net-zero
Emissions**

社会

すべての人の
豊かな生活
Well-being

経済

資源循環と
効率化
**Circular
Economy**

Three goals

YOKOGAWAは、未来世代のより豊かな人間社会のために、2050年に向けて、Net-zero emissions、Well-being、Circular economyの実現を目指します。

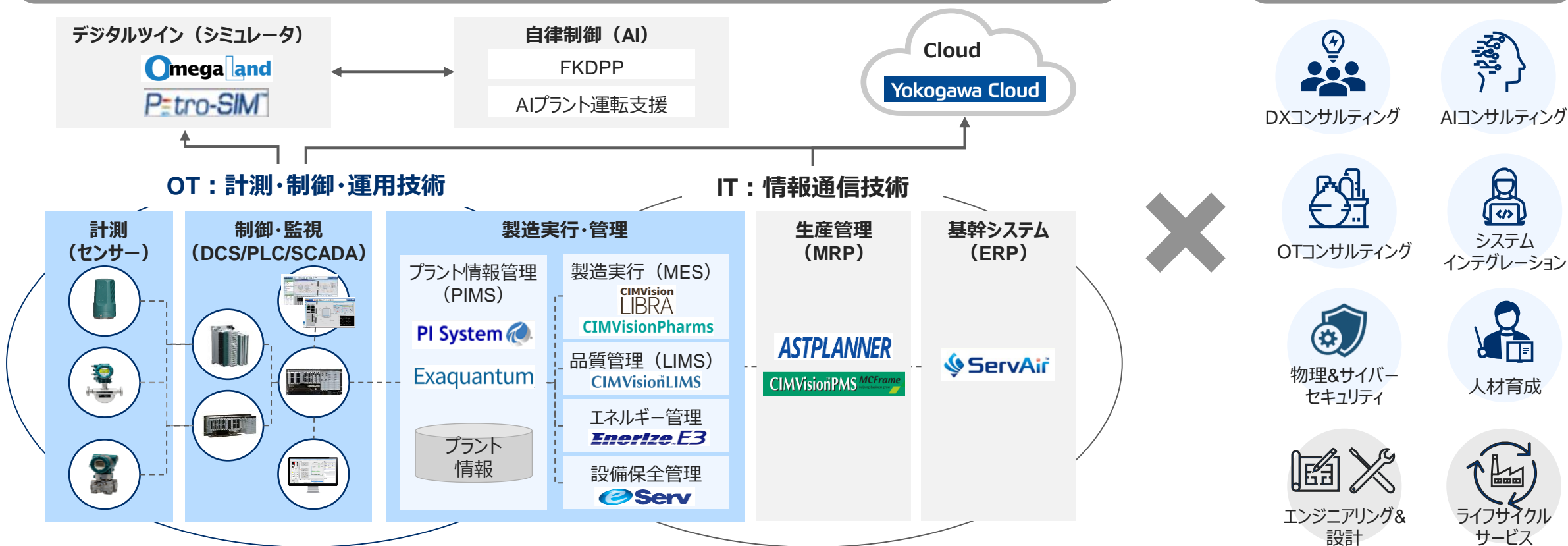
横河グループ 製品・サービス概要

計測・制御装置の導入・運用保守の経験で得た豊富な知見を活かし、センサーの設置・メンテナンスからAIによるプラントデータの分析・活用にいたるまでE2Eでご提供いたします

OpreX (オペックス : YOKOGAWA制御事業の包括ブランド)

製品・情報システム

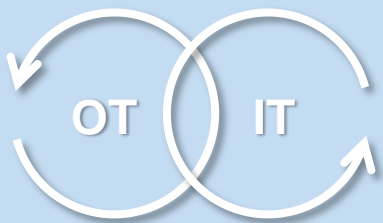
サービス



製造業として現場の改善を100年以上経験してきた横河電機。当社にしかできないコンサルティングサービスを横河デジタルから提供いたします

1

OTとITの融合



製造現場の運用・制御技術（OT）と情報技術（IT）を融合させて活用するノウハウは他社の追随を許しません。

横河デジタルはグローバル製造業において裏打ちされたメソドロジーに基づいたコンサルティングを提供します。

2

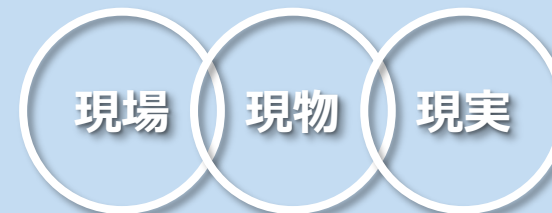
世界をリードする制御AI



センサーや制御装置メーカーである横河だからこそ、製造現場の深い理解に基づいたデジタルツイン作成とデータ分析による制御AIソリューションを提供します。

3

徹底した「三現主義」に基づいたコンサルティング

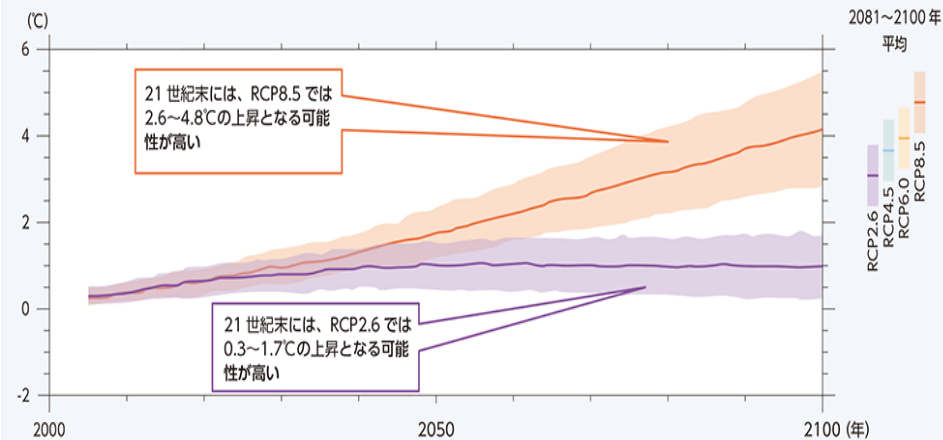


自社の製造現場で培ったノウハウをもとに、机上の空論ではなく、「現場」で「現物」を観察し、「現実」を認識したうえで課題解決を図ります。

2. 脱炭素にまつわる社会情勢

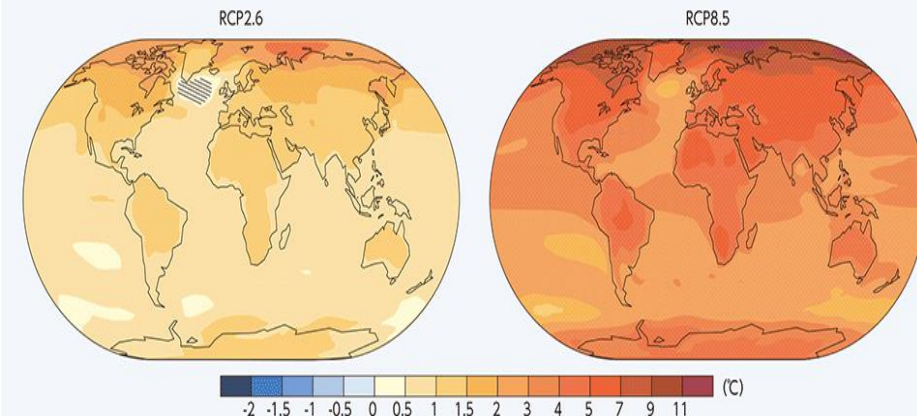
気温上昇予測

図1-1-2 世界平均地上気温*の変化



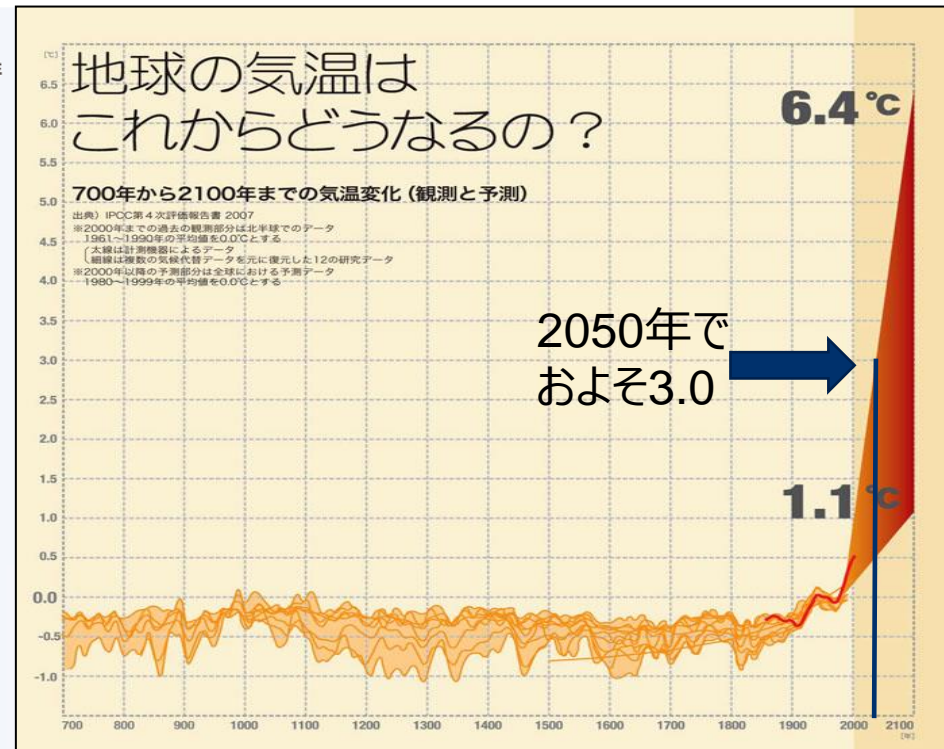
※：1986~2005年（昭和61年~平成17年）平均からの変化
資料：IPCC「第5次評価報告書統合報告書政策決定者要約」より環境省作成

図1-1-3 平均地上気温変化分布*の変化



※：1986~2005年（昭和61年~平成17年）平均と2081~2100年平均の差
資料：IPCC「第5次評価報告書統合報告書政策決定者要約」より環境省作成

出典) IPCC第4次評価報告書



IPCC 第5次評価報告書における RCPシナリオとは

RCP...Representative Concentration Pathways (代表濃度経路シナリオ)

| 略称 | シナリオ（予測）のタイプ |
|---------|--|
| RCP 2.6 | 低位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 2.6W/m ²) 将来の気温上昇を 2℃以下に抑えるという目標のもとに開発された排出量の最も低いシナリオ |
| RCP 4.5 | 中位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 4.5W/m ²) |
| RCP 6.0 | 高位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 6.0W/m ²) |
| RCP 8.5 | 高位参照シナリオ (世紀末の放射強制力 8.5W/m ²) 2100年における温室効果ガス排出量の最大排出量に相当するシナリオ |

出典) IPCC第5次評価報告書およびIPCC(気候変動に関する国際政府間パネル)事務局報告書「気候変動に関する科学者による報告書」(AR4) 10年6月4日、IPCC/AR4

FY2030目標 サステナビリティKPI

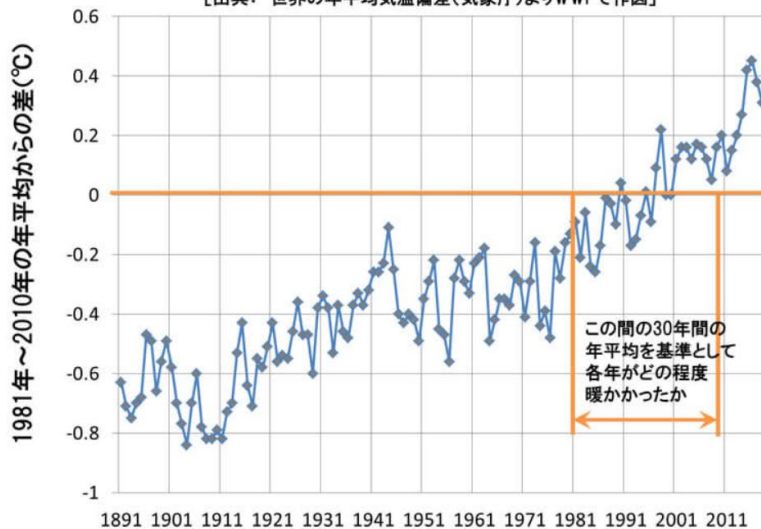
現在、森林や海洋といった地球上の自然が、1年間に吸収してくれる二酸化炭素の量は、約半分の180億トンほど（二酸化炭素換算）と見積もられていますが、一方で、世界中の国々が排出している排出量は約340億トン。自然が吸収できる許容量を、はるかに超えています。

このため、地球の大気中に残る二酸化炭素の量は、毎年あたり、160億トンにのぼり、温暖化を進めてしまっているとみられています。



▼世界の年平均気温の偏差

[出典：世界の年平均気温偏差(気象庁よりWWFで作図)]



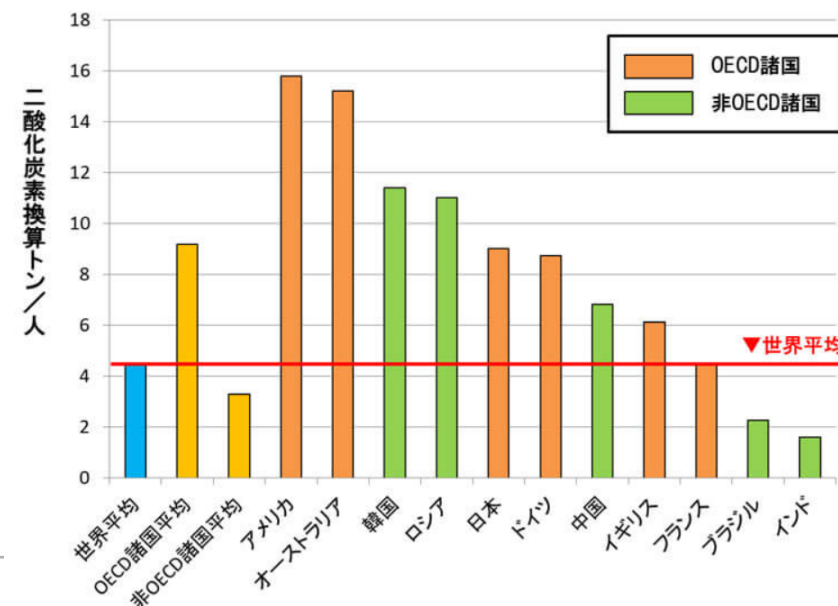
▼世界の石油・石炭などからの二酸化炭素排出量の推移

出典：米国オークリッジ研究所



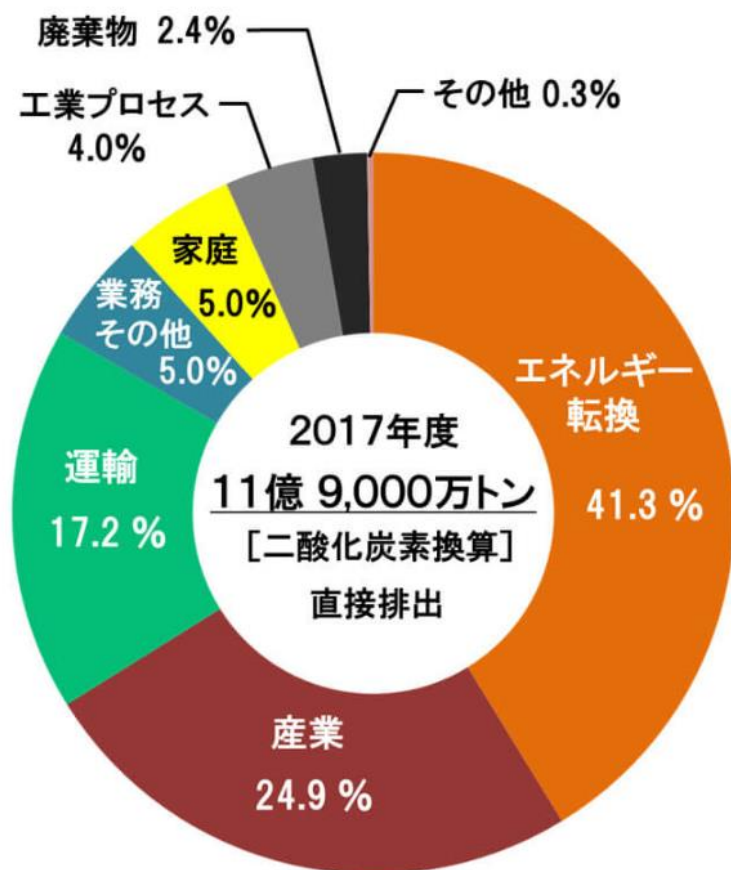
▼代表国における国民一人当たりの二酸化炭素排出量

[出典：EMDC エネルギー・経済統計要覧2018]



FY2030目標 サステナビリティKPI

▼日本の二酸化炭素排出の分野別割合



出典：温室効果ガスインベントリオフィス

世界では二酸化炭素排出量は増加の一途をたどり、その排出量は50年前に比べると、実に3倍以上、100年前に比べると約12倍にまで増えています。

日本も例外ではなく、排出される温室効果ガスのほとんどは二酸化炭素です。その量は、2017年度の1年間で11億9,000万トンにのぼります。

このうち、エネルギー転換部門（発電）と産業部門（鉄鋼業など）からの排出が約65%と最も大きな割合を占めています。

| | |
|-----------|---|
| エネルギー転換部門 | 発電、石油精製（原油から重油・ガソリンなどを精製する過程） |
| 産業部門 | 製造業（鉄鋼、化学、機械など）、農林水産業、建設業など |
| 運輸部門 | 自動車、鉄道、航空など |
| 業務部門 | オフィスビル、店舗など |
| 家庭部門 | 電力、暖房など |
| 工業プロセス部門 | セメント、化学産業（化学肥料の原料の生産にも使われるアンモニア等の化学部室の製造ほか）など |
| 廃棄物部門 | 廃棄物の燃焼、埋め立てなど |

■ 日本の温室効果ガス目標 2030年度46%削減を表明（2013年度比）

2030年に向けた温室効果ガスの削減目標について、日本は政府の地球温暖化対策推進本部の会合で2013年度に比べて46%削減することを目指すと表明しました。さらに、50%の高みに向けて挑戦を続けていくと強調しました。

急激に加速



出典：菅首相 2030年の温室効果ガス目標 2013年度比46%削減を表明 | 環境 | NHKニュース

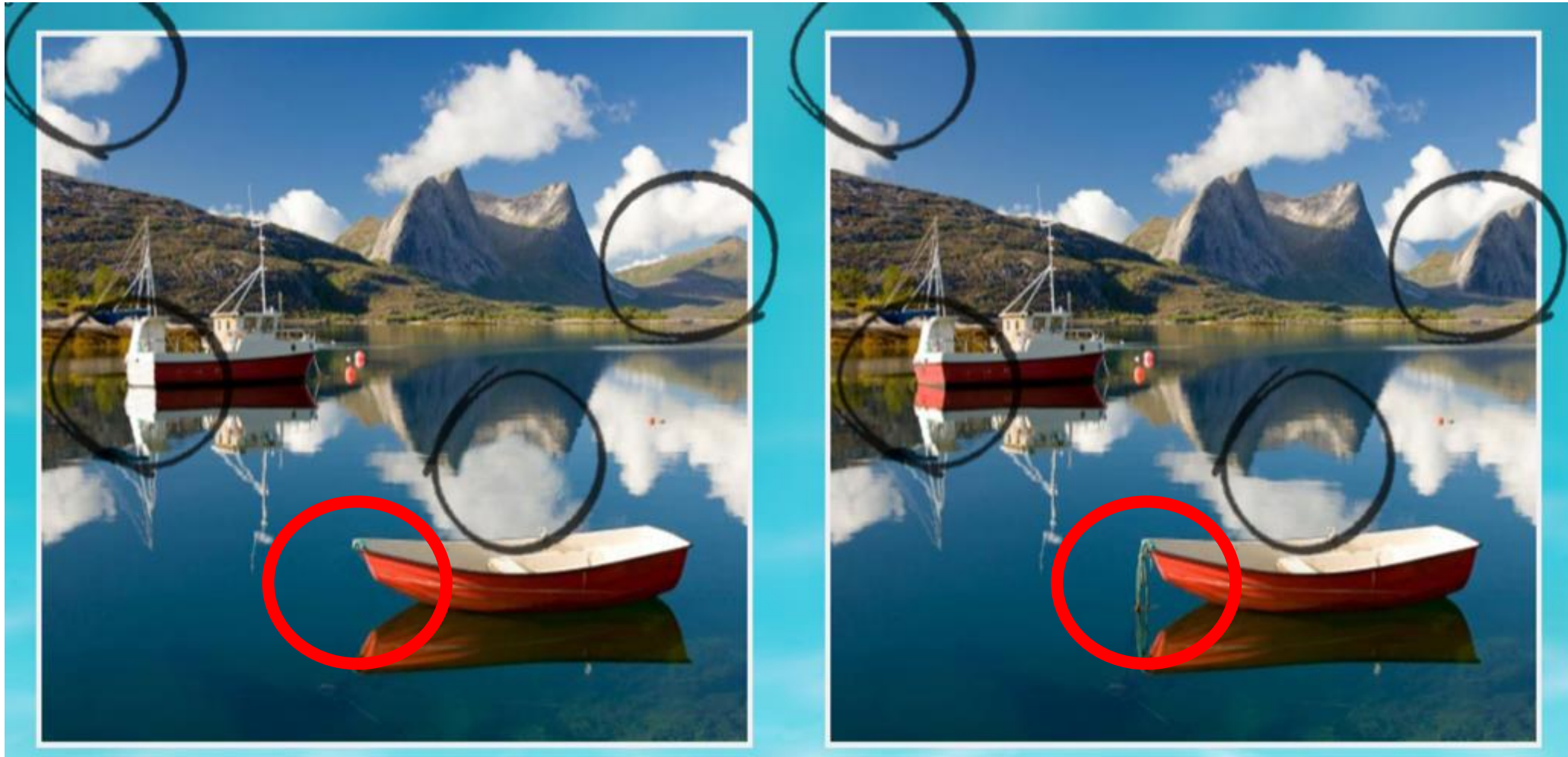
ICE BRAKE

この写真には、5ヶ所違いがあります。どこでしょうか？



ICE BRAKE

この写真には、5ヶ所違いがあります。後1つはどこでしょうか？



2. 脱炭素など経営課題解決

■ 脱炭素など、お客様の経営課題解決に貢献します



エネルギー生産性向上

Energy productivity

操業改善基盤としてのFEMSが
改善施策の発見を支援します

FEMS^{*1}で
操業改善基盤
を構築



脱炭素社会への貢献

Carbon-free society

エネルギーコストとCO2排出量の
バランスを決めるための
きめ細やかな数値定量化が
真の優先順位決定に役立ちます



労働生産性向上

Labor productivity

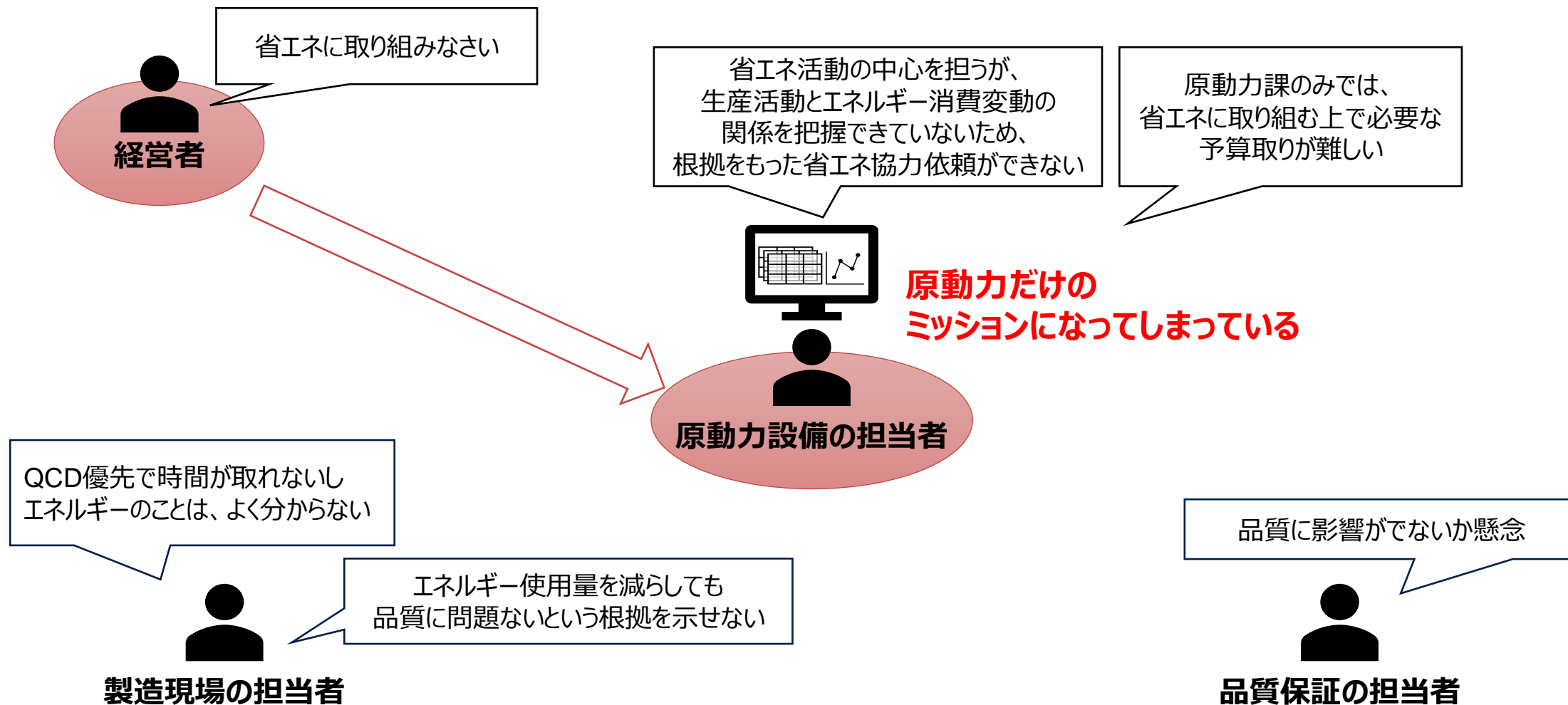
DX化による省力化、人財育成で、
労働生産性を高めます

EP100とは

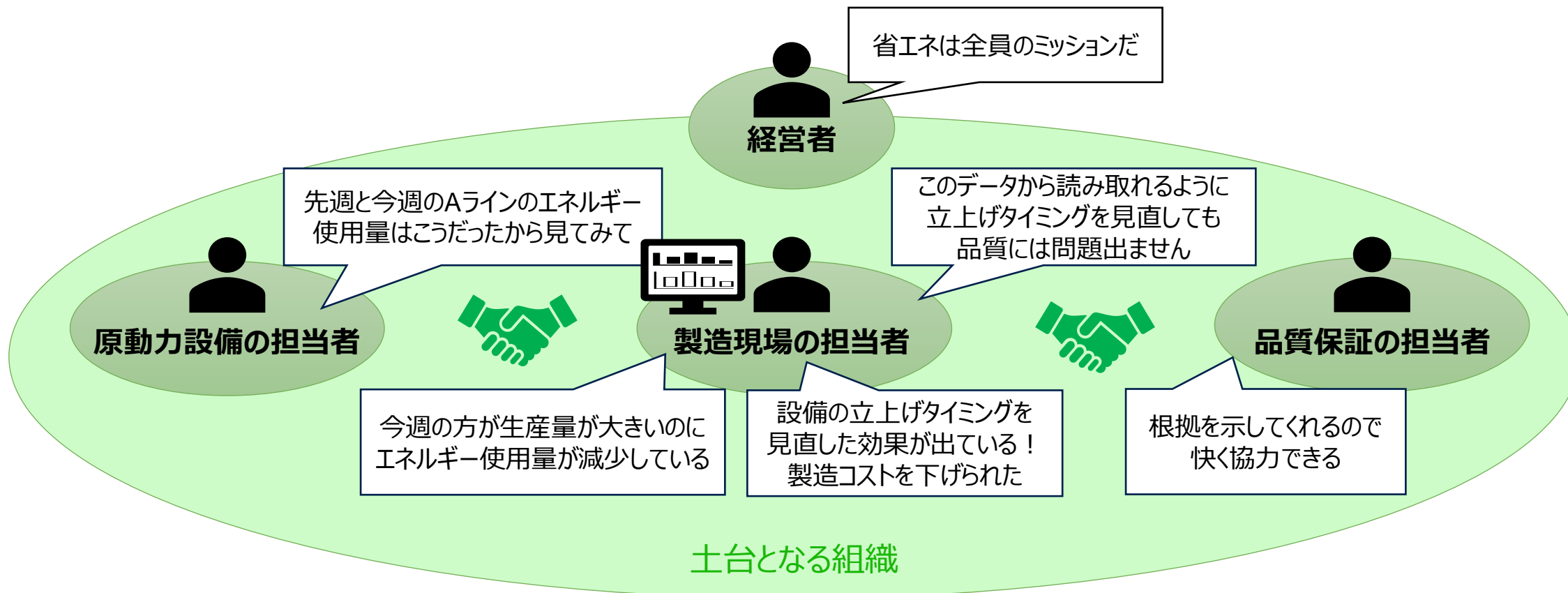
省エネ効率を50%改善するなど「事業のエネルギー効率（Energy Productivity）を倍増させること」を目標に掲げる企業が参加する国際的なイニシアティブ。国際的な環境NGOであるThe CLIMATE GROUPがAlliance to Save Energyとのパートナーシップのもとで運営

*1 FEMS :
Factory Energy Management System
工場エネルギーマネジメントシステム

省エネへの取り組みは原動力が中心で、周りの協力が得られず思うように進まない



全員が省エネを自分のミッション捉え、協力して改善を進められる



協力して改善に取り組むことで、より大きな省エネ効果を出すことが可能に

①会社（経営者）が省エネを全員のミッションとして宣言・指示

②経営と生産現場をつなぐ組織を立上げ

メンバー構成例）工場長、事務局、品証、原動力、製造現場の各ライン代表 等

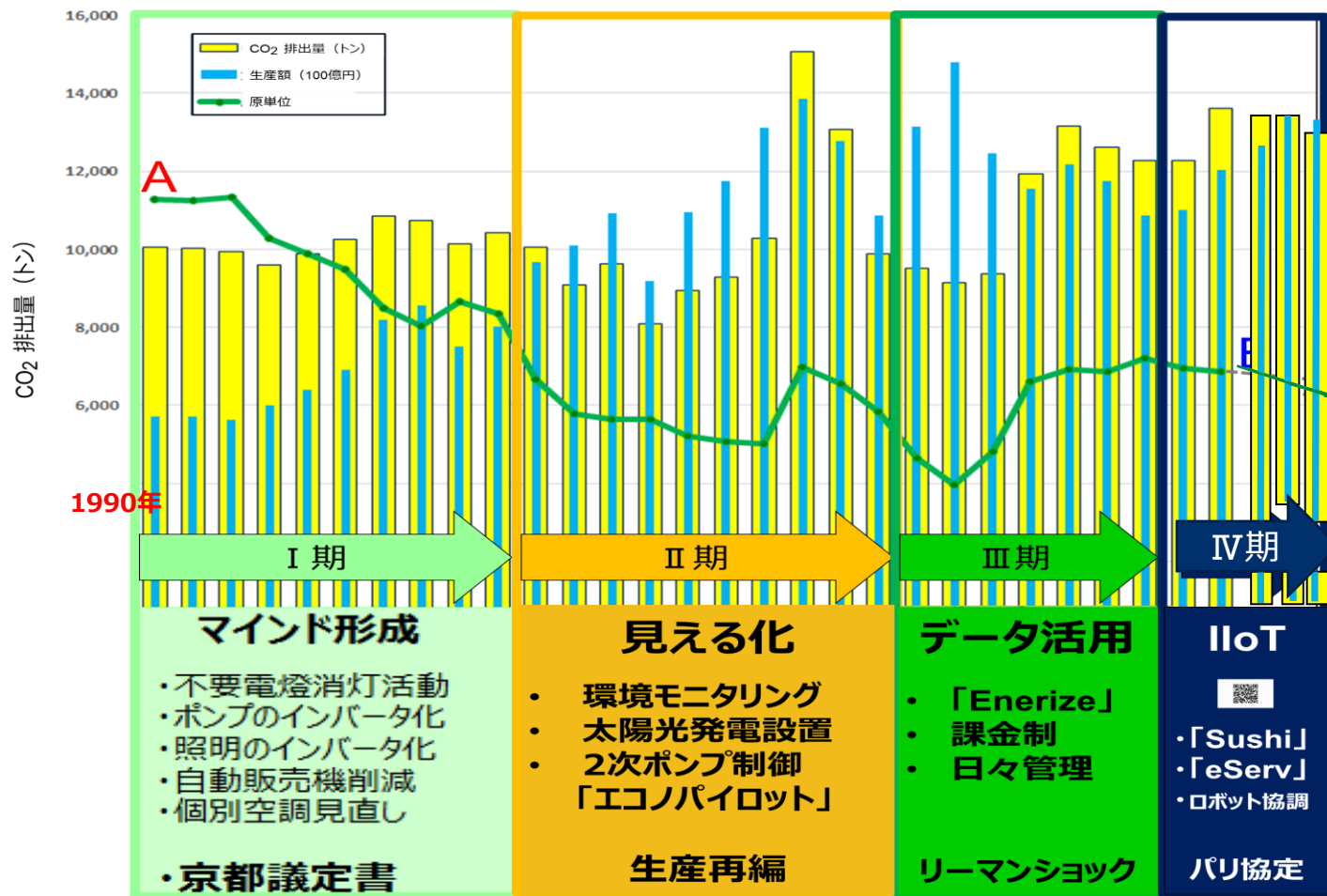
- 職務として割り当てる
- 改善施策を共有・進捗管理【他の場所へ水平展開できる施策を共有し、省エネ効果を増大】
- 改善効果の評価方法の検討【様々な立場の代表者で話し合っって検討し、納得できる評価方法に】

③エネルギーデータと生産データを結び付けて分かりやすく表示できる環境を構築

④改善エキスパートから、現場にデータを開示

- 改善エキスパートから製造現場のメンバーに簡単にデータを共有
 - ⇒製造現場における改善アクションが、エネルギー使用量の変動・削減に結びついていることが実感できる
 - ⇒省エネが単なるエネルギー削減のみでなく、業務効率化やコスト削減につながっていることが見える【製造現場のモチベーションが上がる】

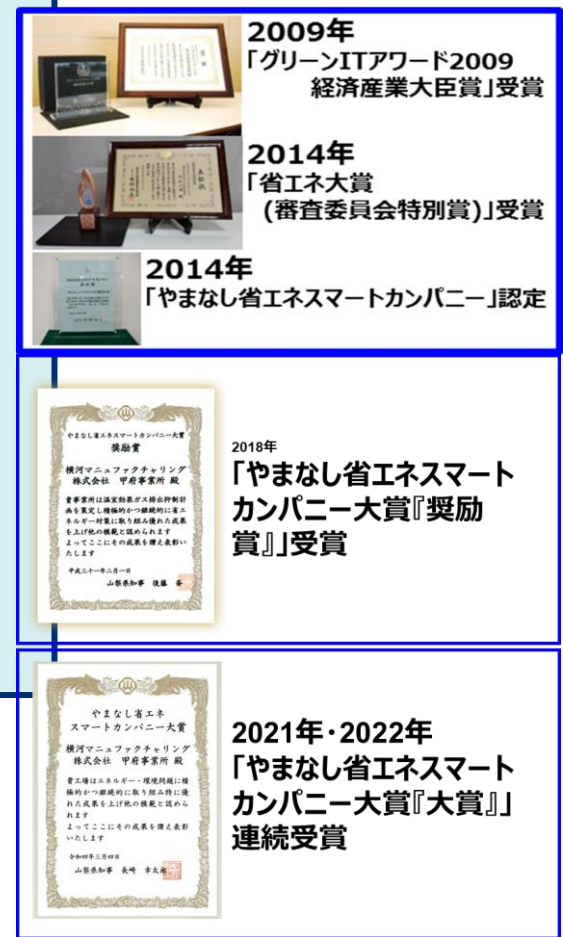
甲府事業所のこれまでの環境活動結果（～2022年）



『2018年実績(B)は、1990年実績(A)と比較し、原単位で37%の削減』

★IoT活用と連携制御による最適EMSの実現★

- ☆原単位37%削減内訳
- 生産性改善：12%
- 意識改革（経営層含）
- 自働化
- NYPS改善（工程/作業見直し）
- 省エネ製品/設備設計
- I社様[®]-削減：6%
- 空調制御
- LED照明導入
- I社様[®]-吸排除
- ホ[®]レーション見直し
- インフラ系省エネ設備導入
- 物量効果(増)：17%
- 生産再編
- 市況変化(追い風)
- 省エネ活動：2%
- マインド[®]set（一般層）



経営課題 エネルギー生産性・労働生産性の向上に貢献



エネルギー生産性向上

Energy productivity

産み出した省エネルギー**効果**は、維持する限り、**永続的**に続きます。**FEMS**は、これからの**インフラ・工場**の**操業改善基盤**となり、お客様の活動を支えます。

*エネルギー生産性
*労働生産性

↑生産性

=

↑ Output

生産量・売上・利益

↓ Input

エネルギー生産性の場合、Input = エネルギー消費量
労働生産性の場合、 Input = 労働時間



労働生産性向上

Labor productivity

FEMSは、電力値の検針、報告用の集計・演算等の作業を、**自動化(省力化)**します。**労働時間の短縮**により、FEMSは「**労働生産性の向上**」にも寄与します。

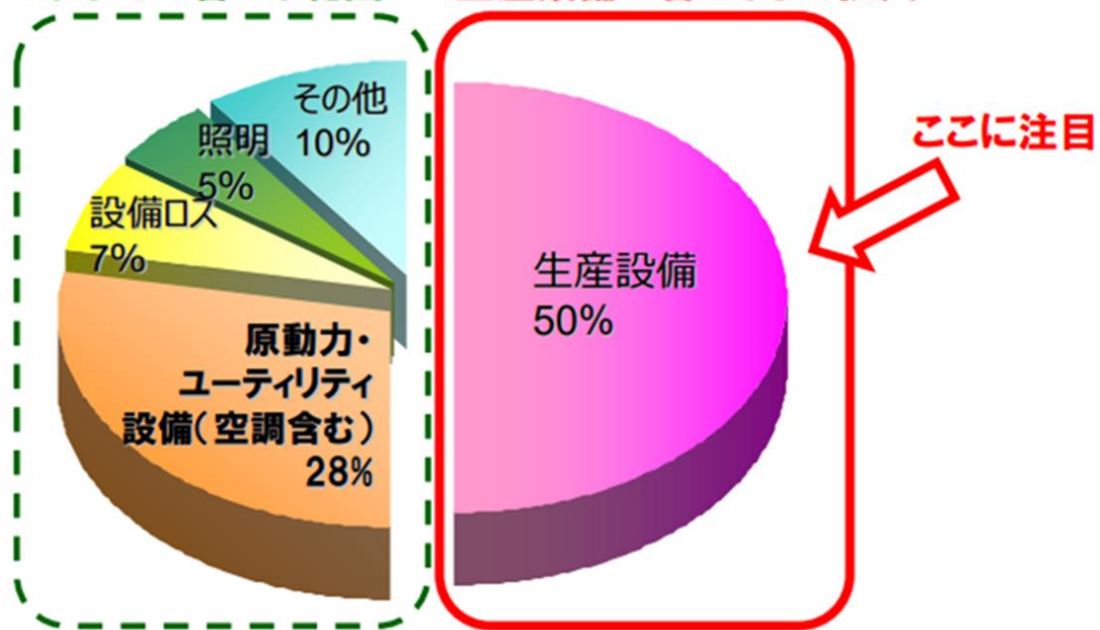
省エネ活動は、生産（需要側）の取り組みが効果が出る

横河マニファクチャリング(株) 甲府工場の場合

(2007年度:約10.732ton-CO₂/年)

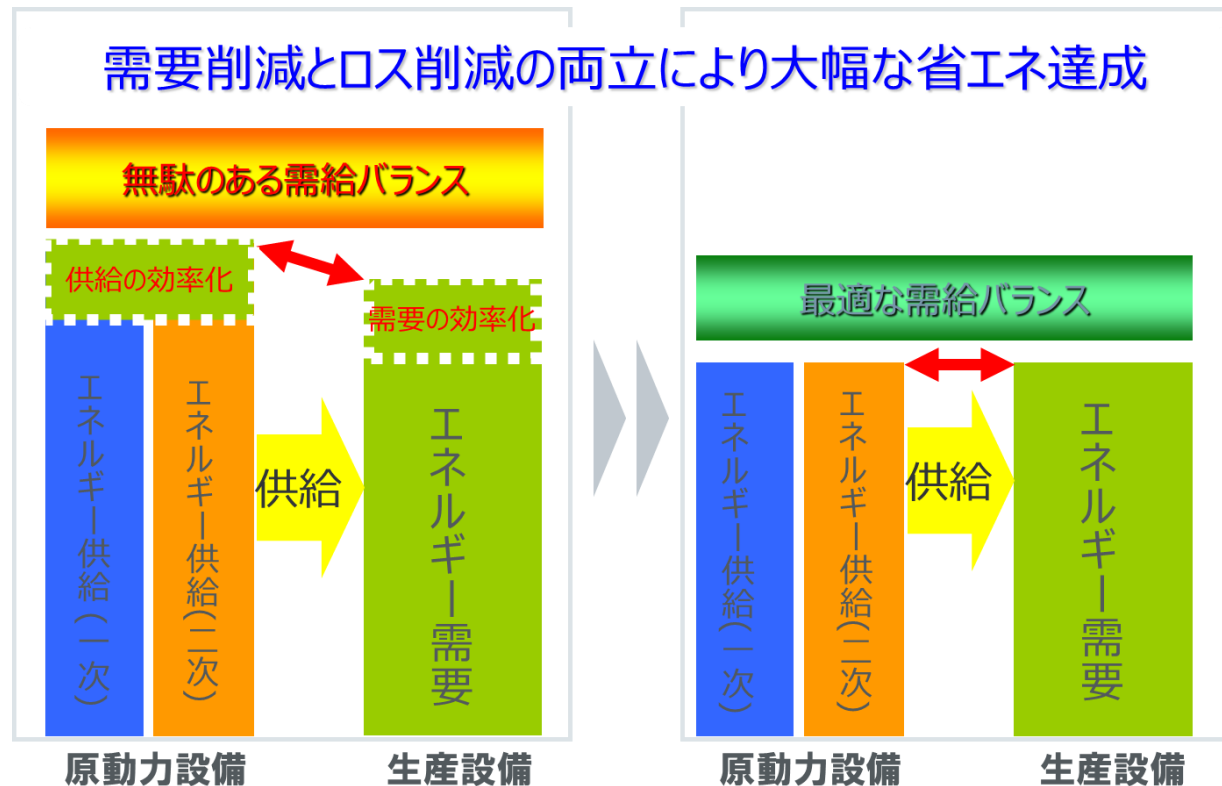
これまでの省エネ範囲

生産設備の省エネまで拡大



最適な需給バランスの実現には、需要の効率化が重要

需要削減とロス削減の両立により大幅な省エネ達成



「省エネ」から「エネルギーの効率的な利用」へ意識変換

生産との関わりあいの「見える化」ができていないと実現が困難

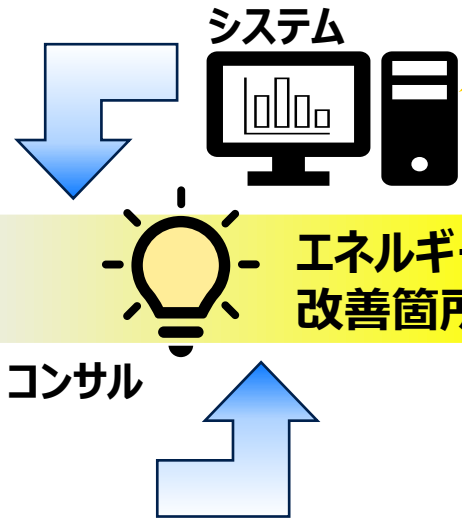
エネルギー生産性向上で、エネルギーを有効に賢く使う！

エネルギー生産性の定義

$$\text{↑エネルギー生産性} = \frac{\text{↑生産量 (売上・利益)}}{\text{↓エネルギー消費量}}$$

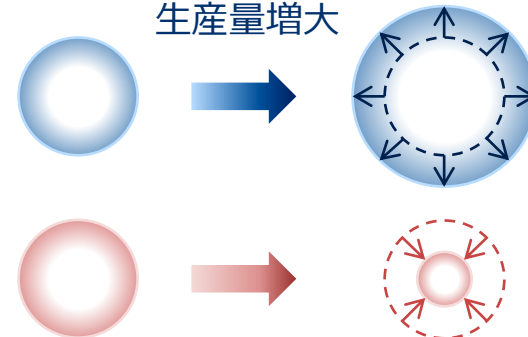
エネルギー生産性を高める活動の基盤となるのが
工場エネルギー管理システム FEMS (Factory EMS)

もっと効率良くエネルギーを使いなさいと言われてもこれ以上何をしたら...



エネルギーのムダ等改善箇所の発見

生産量増大



エネルギー消費量減少

エネルギー生産性UP!

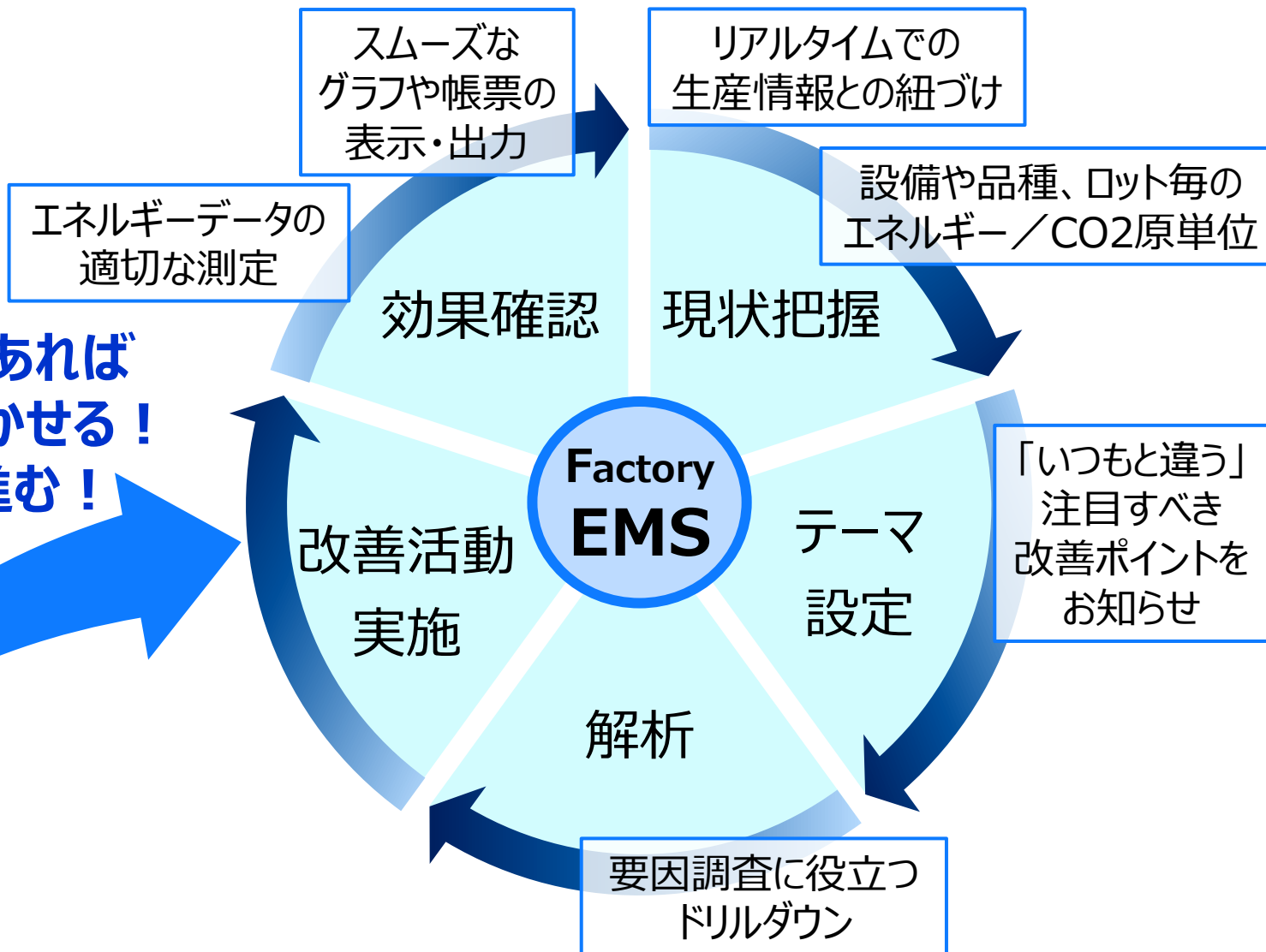


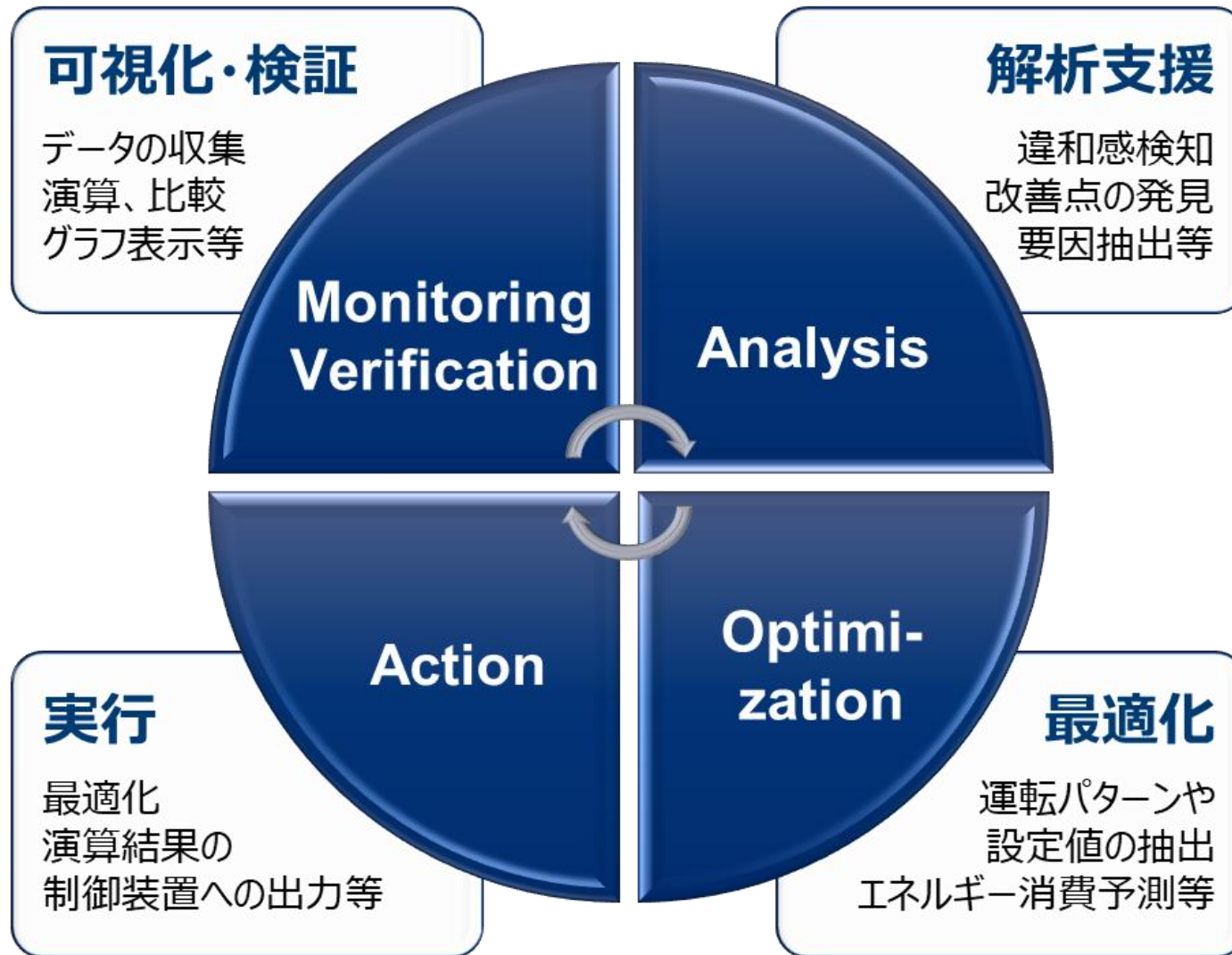
エネルギー生産性向上 見える化後の改善活動を継続するためのFEMS

見える化は入口
FEMSを活用して、改善サイクルを
継続運用が重要



**FEMSがあれば
データを活かせる！
改善が進む！**

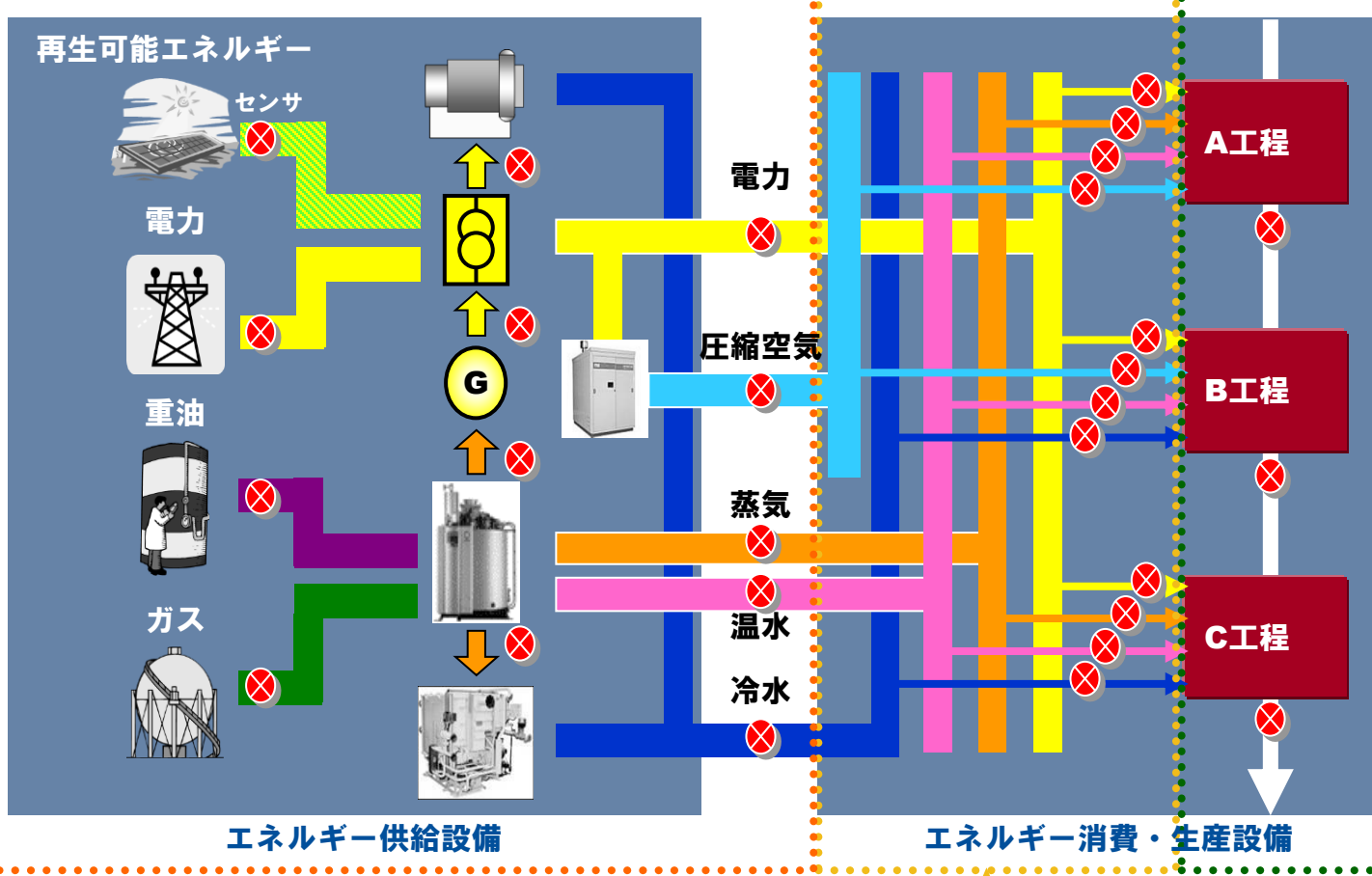




可視化・検証（エネルギー管理に必要な3つの見える化）

見える化のメッシュを3つに分類 削減活動毎に求められるレベルが異なる

① エネルギーの流れを『見える化』する
 CO2
 コスト
 効率
 ロス



② 使われ方と責任の所在を『見える化』する

③ 生産との関わり合いを『見える化』する

生産量
 品質
 運用

可視化・検証



①エネルギーの流れを『見える化』する

■一般的なエネルギー管理

管理・解析のために多様な演算式

| 日 | A重油購入 | ボイラ1号 | ボイラ2号 |
|-------|-------|--------|--------|
| 8月24日 | 2263 | 1131.5 | 565.75 |
| 8月25日 | 2273 | 1136.5 | 568.25 |
| 8月26日 | 2279 | 1139.5 | 569.75 |
| 8月28日 | 2291 | 1145.5 | 572.75 |
| 8月29日 | 2283 | 1141.5 | 570.75 |

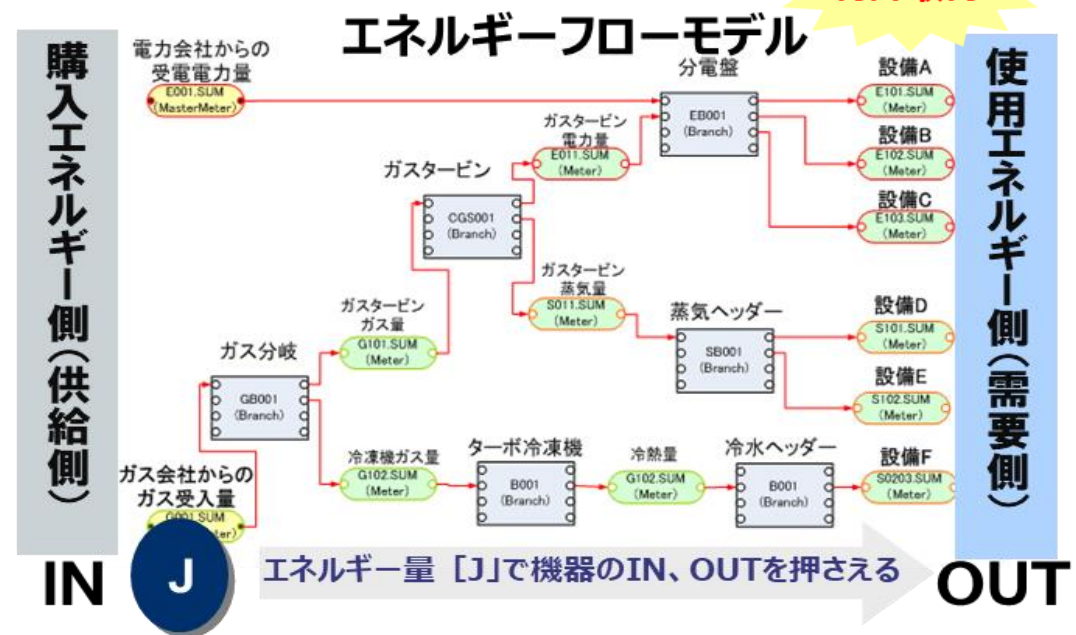
| 日 | ボイラ1号 | コジェネ1号 | コジェネ2号 |
|-------|-------|--------|--------|
| 8月24日 | 890 | 445 | 222.5 |
| 8月25日 | 345 | 172.5 | 86.25 |
| 8月26日 | 2279 | 1139.5 | 569.75 |
| 8月28日 | 2291 | 1145.5 | 572.75 |
| 8月29日 | 2283 | 1141.5 | 570.75 |

| 日 | 購入電力 | コジェネ1号 | コジェネ2号 |
|-------|------|--------|---------|
| 8月24日 | 4567 | 2283.5 | 1141.75 |
| 8月25日 | 6988 | 3494 | 1747 |
| 8月26日 | 2279 | 1139.5 | 569.75 |
| 8月28日 | 2291 | 1145.5 | 572.75 |
| 8月29日 | 2283 | 1141.5 | 570.75 |

| 日 | LNG購入 | ボイラ1号 | ボイラ2号 |
|-------|-------|--------|--------|
| 8月24日 | 3456 | 1728 | 864 |
| 8月25日 | 2273 | 1136.5 | 568.25 |
| 8月26日 | 2279 | 1139.5 | 569.75 |
| 8月28日 | 2291 | 1145.5 | 572.75 |
| 8月29日 | 2283 | 1141.5 | 570.75 |

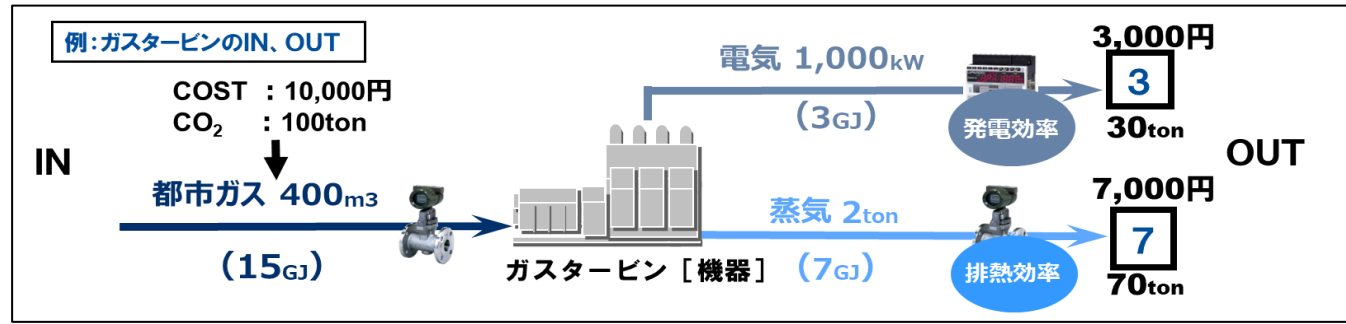
エネルギーの種類毎に管理

■エネルギーの流れを包括的に把握



■配布の考え方

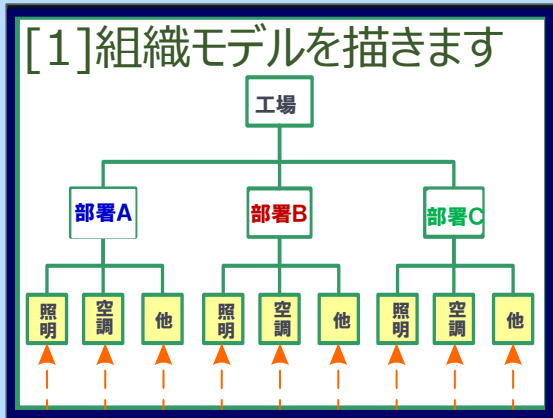
【買ったエネルギー】と【使ったエネルギー】の収支が合う



エネルギーコストデータの信頼性

②使われ方と責任の所在を『見える化』する

グループ集計

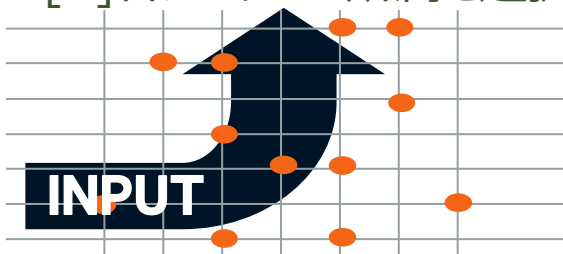


[2]各メーターの所属を選択

計測ポイント

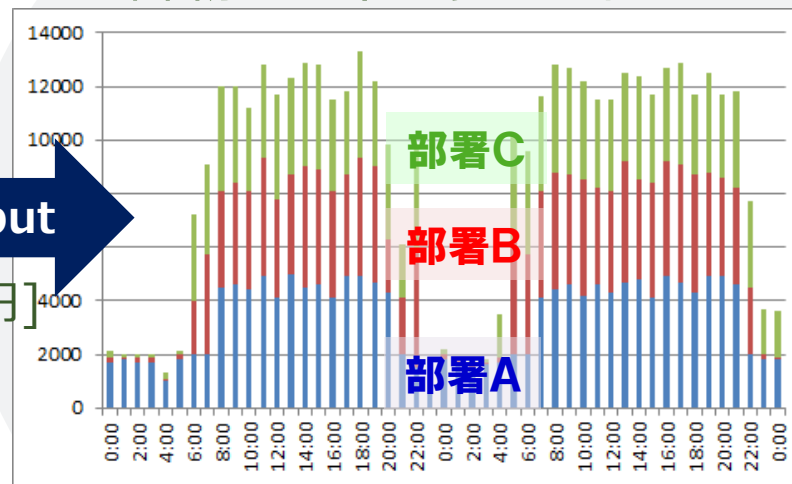
- ・メーター1
- ・メーター2
- ・メーター3
- ・メーター4
- ・メーター5
- ・メーター6
- ・メーター7
- ・メーター8
- ・メーター9

Etc...



Output

部署別のエネルギーコスト



[3]部署毎での比較を実施

エネルギーコストの**責任の所在を明確化**
⇒意識の向上による省エネに繋げる

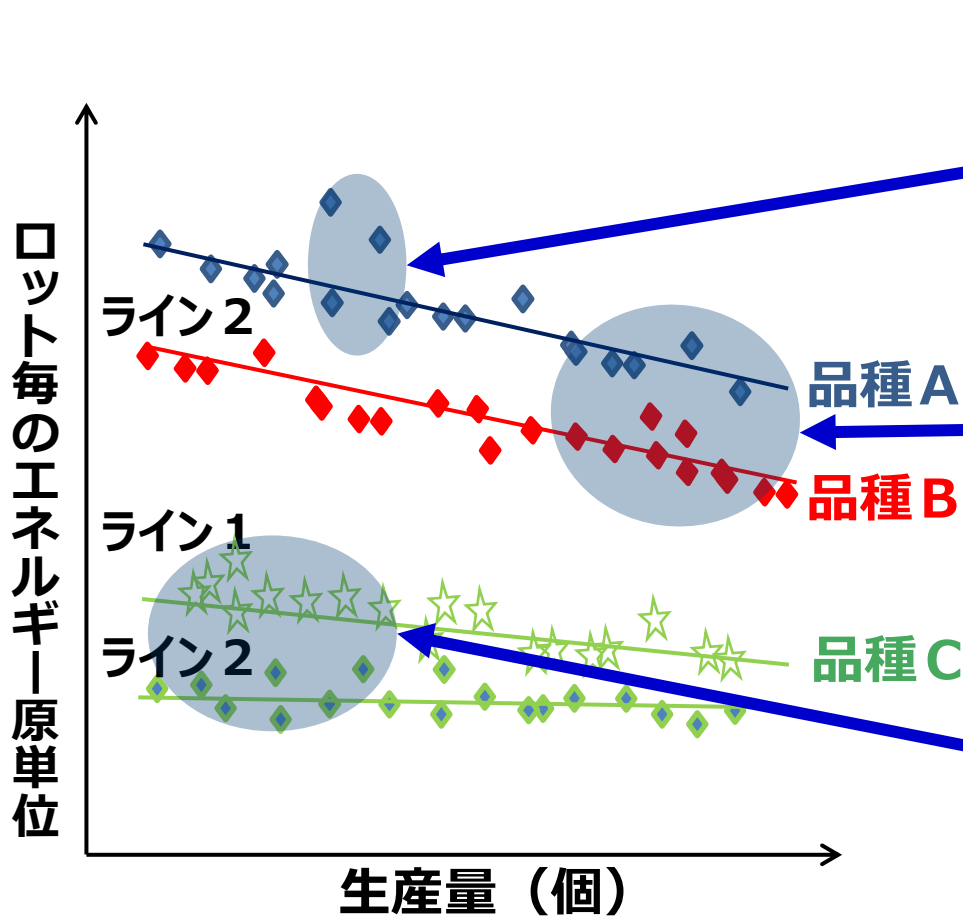
信頼性のある
エネルギーデータ
をお金に換算する

③生産との関りを『見える化』する

製品



エネルギー原単位は
コストとCO₂排出量
両方が同時に
製品毎、ロット毎に
分かる



現場の操業

気づき 1 : ロットによる違い

同じ品種、同じ生産量で原単位にバラツキがある
原因を突き止め、改善ポイントを発見する

生産計画

気づき 2 : 生産量による違い

生産量が多いほど原単位が下がる
生産ロットを大きくすることでCO₂削減につながる

生産設備

気づき 3 : ラインによる違い

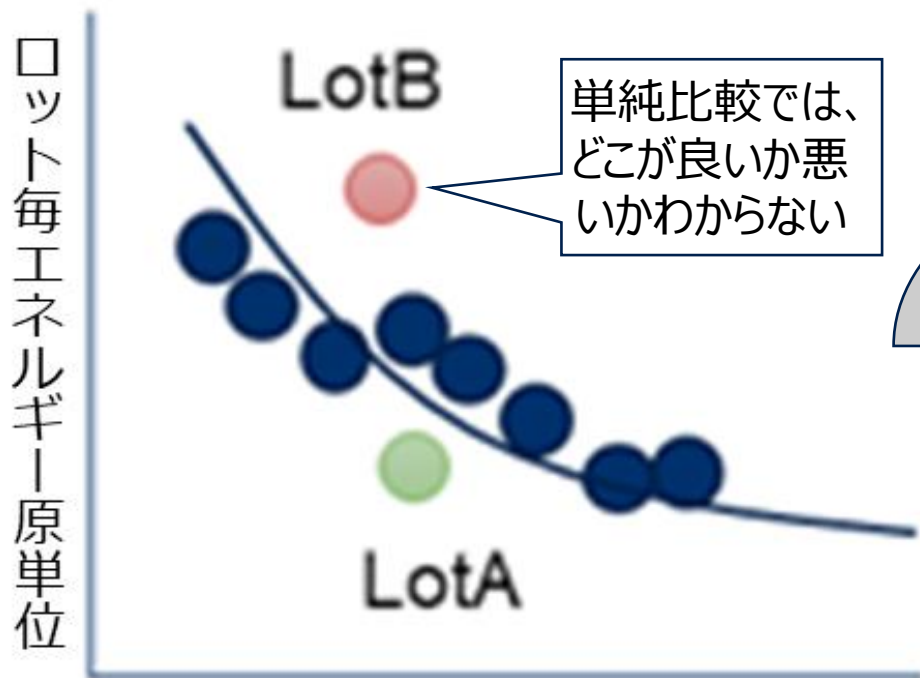
同一品種でも、ラインや設備の違いでCO₂排出量が異なる

- ① 生産計画の見直しで、CO₂削減が可能
- ② 設備の運用方法によって、定格値と異なる結果になる場合がある

「品種別、ロット毎のエネルギー原単位」で、改善ポイント・運用ポイントの発見と意思決定をサポート

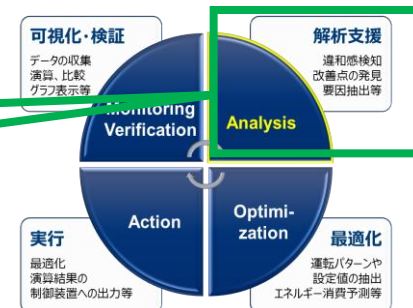
解析支援（要因分析概念図）

ロットKPIから、良い・悪いを判定



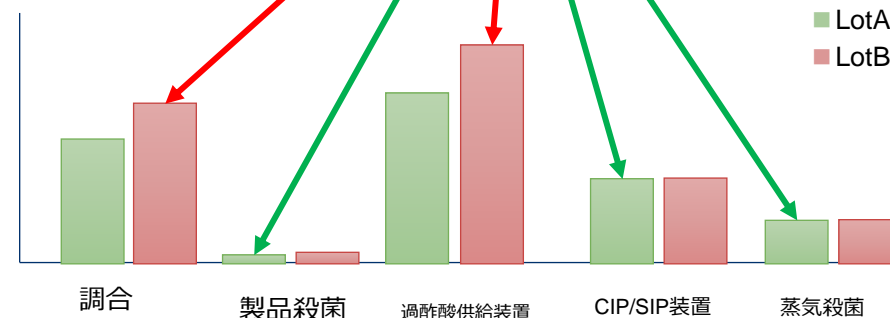
メッシュを細かくすることで
気づきを得られる

解析支援



差異の場所特定ができる

ロット毎エネルギー原単位



次のアクションが明確になる
差異のある設備で更に調査

工程・装置で分解

3. FEMSで操業改善基盤を構築

エネルギー生産性向上の事例(1) 装置立ち上げ時間変更による省エネ

- はじまり
工場長が省エネ活動の一環として“見える化”を推進

気づき

「見える化」により製造部で夜間電力を使用している設備があることが分かった



製造部



メッキライン

土台となる組織

部署や個人の活動では現状把握も困難なので、工場長がエコ委員会を発足させて組織間の協力をしやすくした



土台となる組織

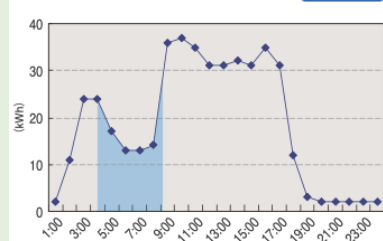
現状把握

生産技術部の協力を得て調査した結果、メッキ槽が夜中から加温(電力消費)している事が判明した



製造部 生産技術部

銅メッキライン電力使用量 改善前

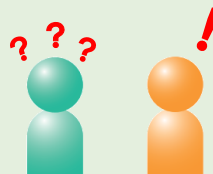


要因分析

生産開始 (9時)なのに、なぜ夜中から加温しているのか？



以前は生産開始が6時半だった



製造部 生産技術部

改善

品証部の協力を得て**製造時の適正温度維持**を前提条件として、品質に影響を与えることなくどれだけ加温のスタート時間を遅らせられるかを検討した



最初は生産開始に合わせて2時間半遅らせた



製造部 生産技術部 品証部

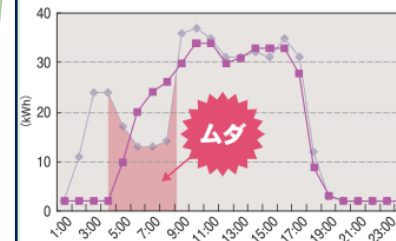
改善後

品証部と品質確認しながら3時間遅らせた



製造部 生産技術部 品証部

銅メッキライン電力使用量 改善後



- ◆ 見える化の詳細化で設備の省エネ課題を発見
- ◆ 土台となる組織でエネルギーコストが生産コストの一部であることを確認
- ◆ 生産技術部、製造部、品証部との連携で生産エネルギーを改善

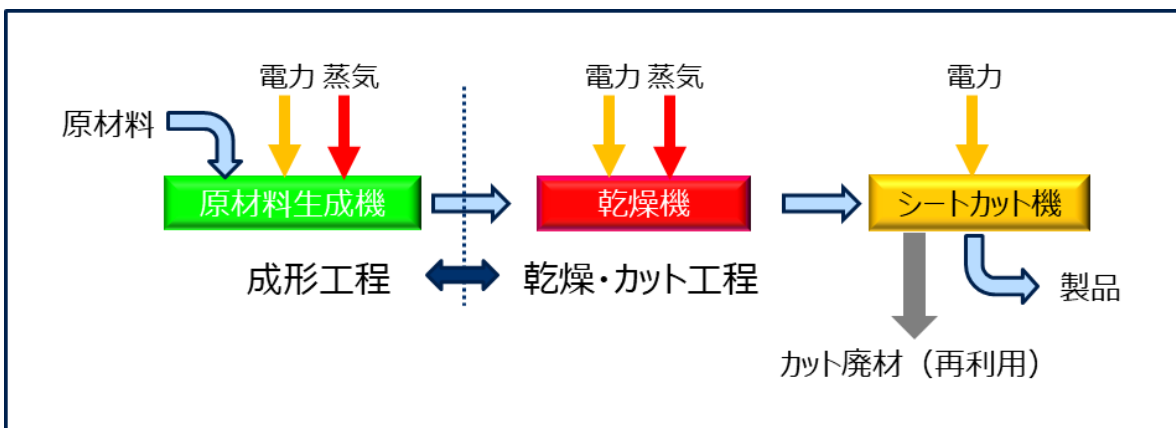
- 省エネ効果：
9.52MWh/年 (9.5万円/年)

エネルギー生産性向上の事例(2) 製品原単位把握による改善ポイント発見

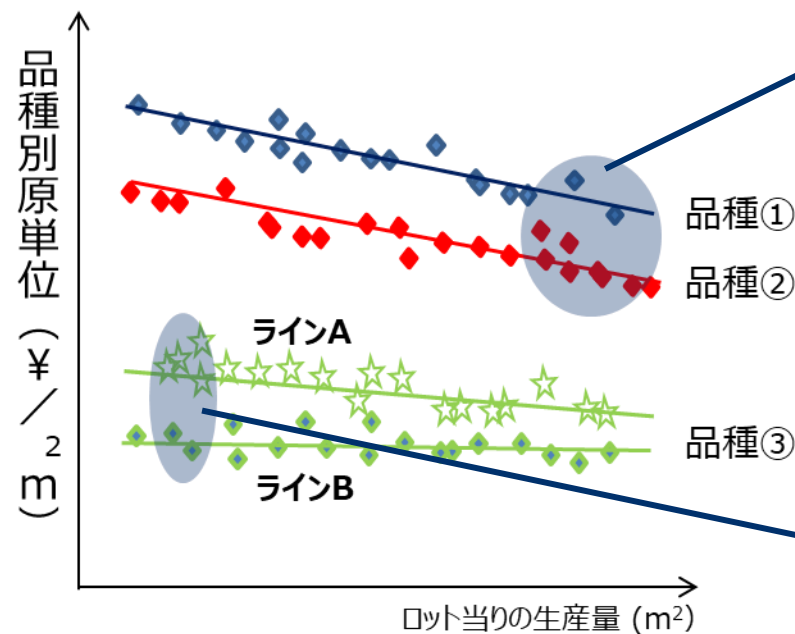
■ シート状製品の製造工程

1. 原材料を加熱して、品種で指定された密度／厚みに伸ばして成形
2. 成形された半製品を加熱乾燥し、最終的に製品として所定の幅にカット

各工程では電力・蒸気がエネルギーとして主に使われる



■ ライン毎の品種別原単位



● **気づき1**
品種①②は、生産量が大きいほど原単位が下がる事から、なるべくロット当たりの生産量を増やした生産をして、エネルギーコストを削減する

● **気づき2**
同一品種でも生産ラインが異なるとエネルギーコストが上がるので、品種③はなるべくラインBで生産をするまたは、ラインAの効率を改善し、ラインBへ近づける

- ◆ 品種別生産エネルギー原単位の把握から、生産設備効率化ポイントの気づきを得た。
- ◆ 生産コスト改善に寄与できることで生産課と連携した活動に移行。

エネルギー生産性向上の事例(3) 生産計画連携した目標値に対する予実管理

■ 生産計画

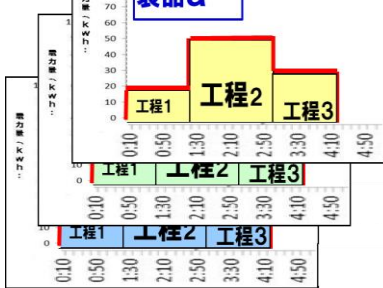
| 日付 | 時間 | ライン名 | 品種名 | 数量 |
|-------------|-------------|------|------|------|
| 2/6(月) | 0:00-11:30 | A | a | 10万個 |
| | 11:30-18:30 | | c | 8万個 |
| | 18:30-24:00 | | f | 8万個 |
| | 0:10-08:30 | B | b | 7万個 |
| | 08:30-20:00 | | e | 16万個 |
| | 20:00-24:00 | | f | 6万個 |
| | 0:00-24:00 | C | d | 30万個 |
| | 0:00-13:00 | D | a | 15万個 |
| | 13:00-24:00 | | c | 12万個 |
| | 0:00-10:00 | | | 15万個 |
| | 10:00-24:00 | | | 12万個 |
| | 0:00-10:00 | G | i | 6万個 |
| | 10:00-24:00 | | j | 18万個 |
| | 0:00-13:30 | A | c | 12万個 |
| 11:30-18:30 | | a | 8万個 | |
| 18:30-24:00 | | f | 8万個 | |
| 0:10-08:30 | B | b | 7万個 | |
| 08:30-20:00 | | e | 16万個 | |

生産計画

■ 最適な電力消費パターン



生産エネルギーモデル

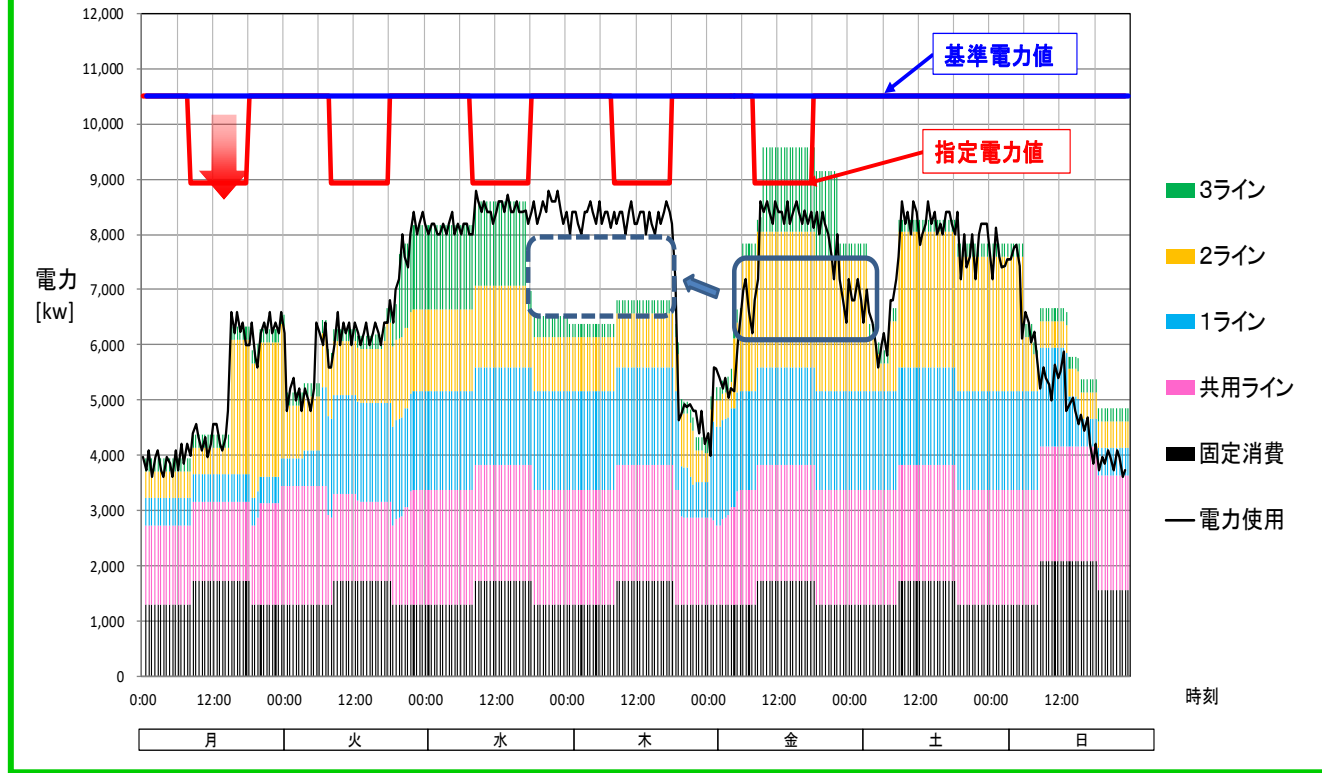


AI技術導入



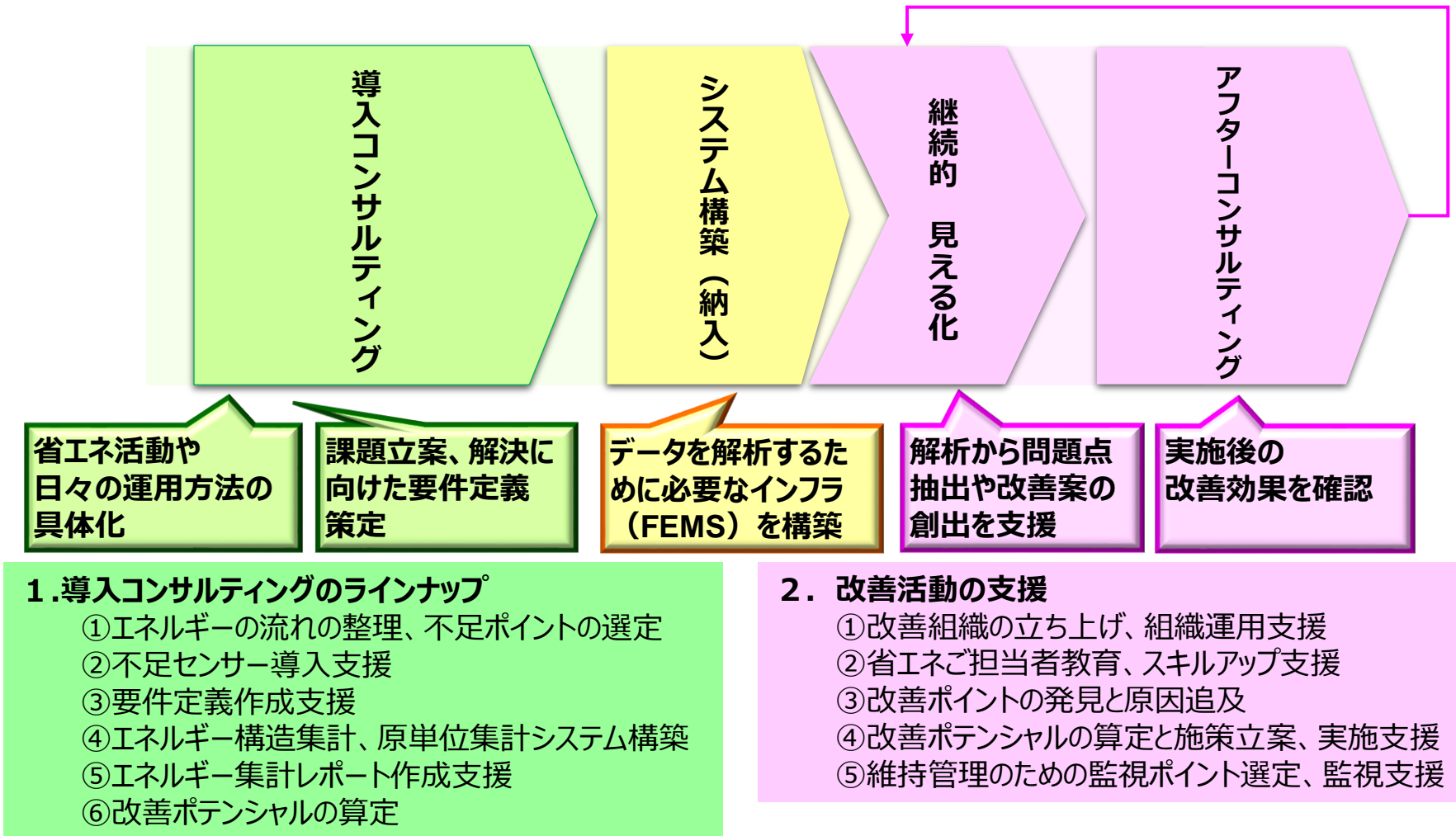
週間電力使用量予測/実績

2011/8/1 ~ 2011/8/7



※将来的には、契約電力を下げる もしくは 電力を売る可能性

エネルギー生産性向上につなげるための支援



FEMS導入とコンサルタント活用による期待される効果

導入・期待効果

1. 本来の改善活動が実施可能となり、省エネ（コスト削減）ができる

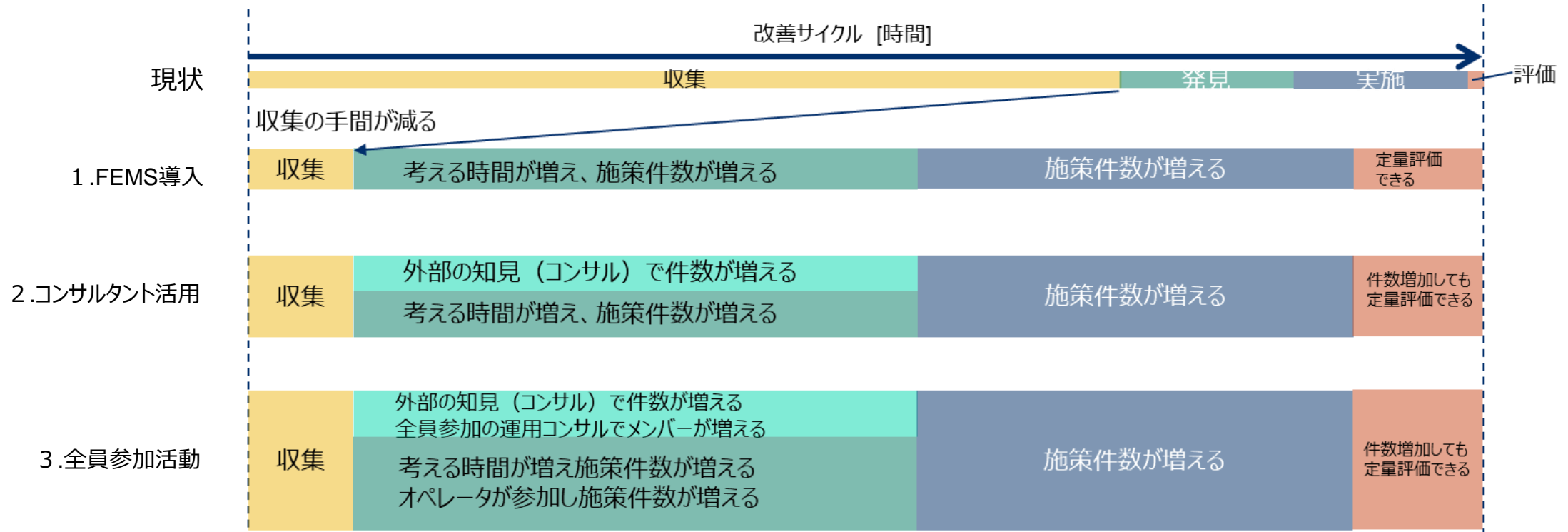
2. 外部の知見を取り入れることで、省エネ（コスト削減）ができる

3. 現場を巻き込み、継続的な省エネ（コスト削減）が加速する

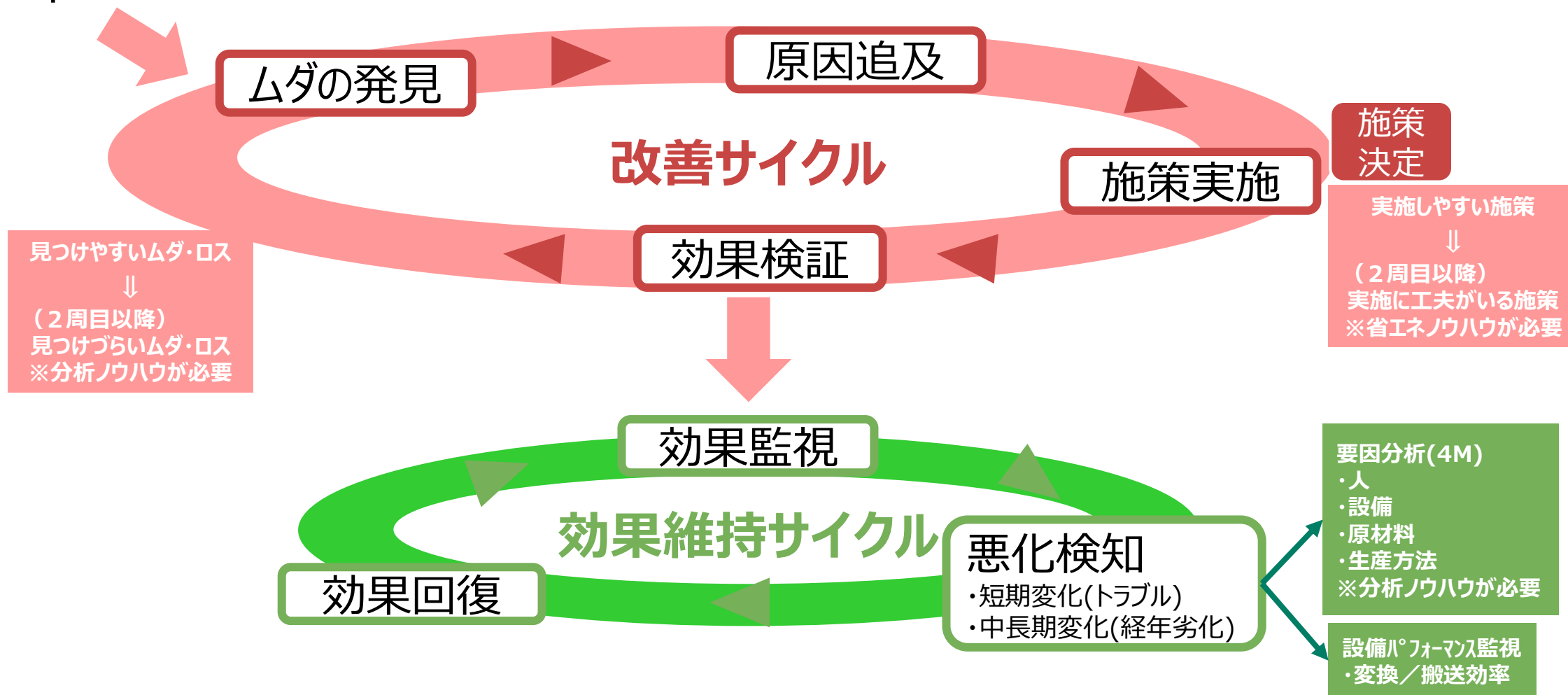
FEMS導入

コンサルタント活用

全員参加活動



スタート



Co-innovating tomorrow™

測る力とつなぐ力で、地球の未来に責任を果たす。