

埼玉県主催 事業者向け

資料2

温室効果ガス排出削減対策セミナー

2℃目標に向けて
～徹底省エネのすすめ方～



2020年2月26日

内 容

前置き

I. 限界突破の省エネルギー

1. エネルギーの基本&商業施設における省エネルギー
2. 工場における限界突破の省エネルギー
 - (1) エネルギーの見える化
 - (2) 工程を基軸としたアプローチ

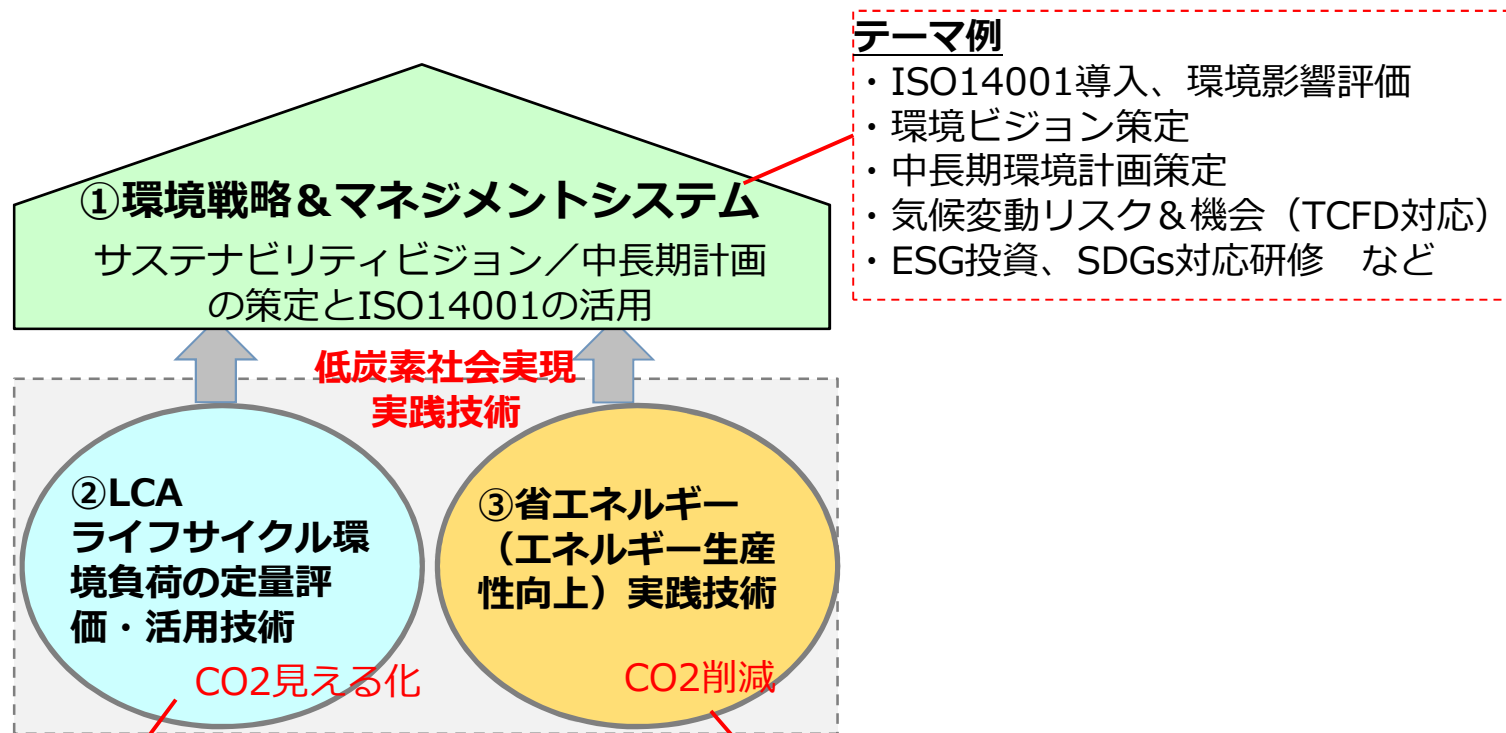
II. グループ全体の省エネルギー推進



前置き

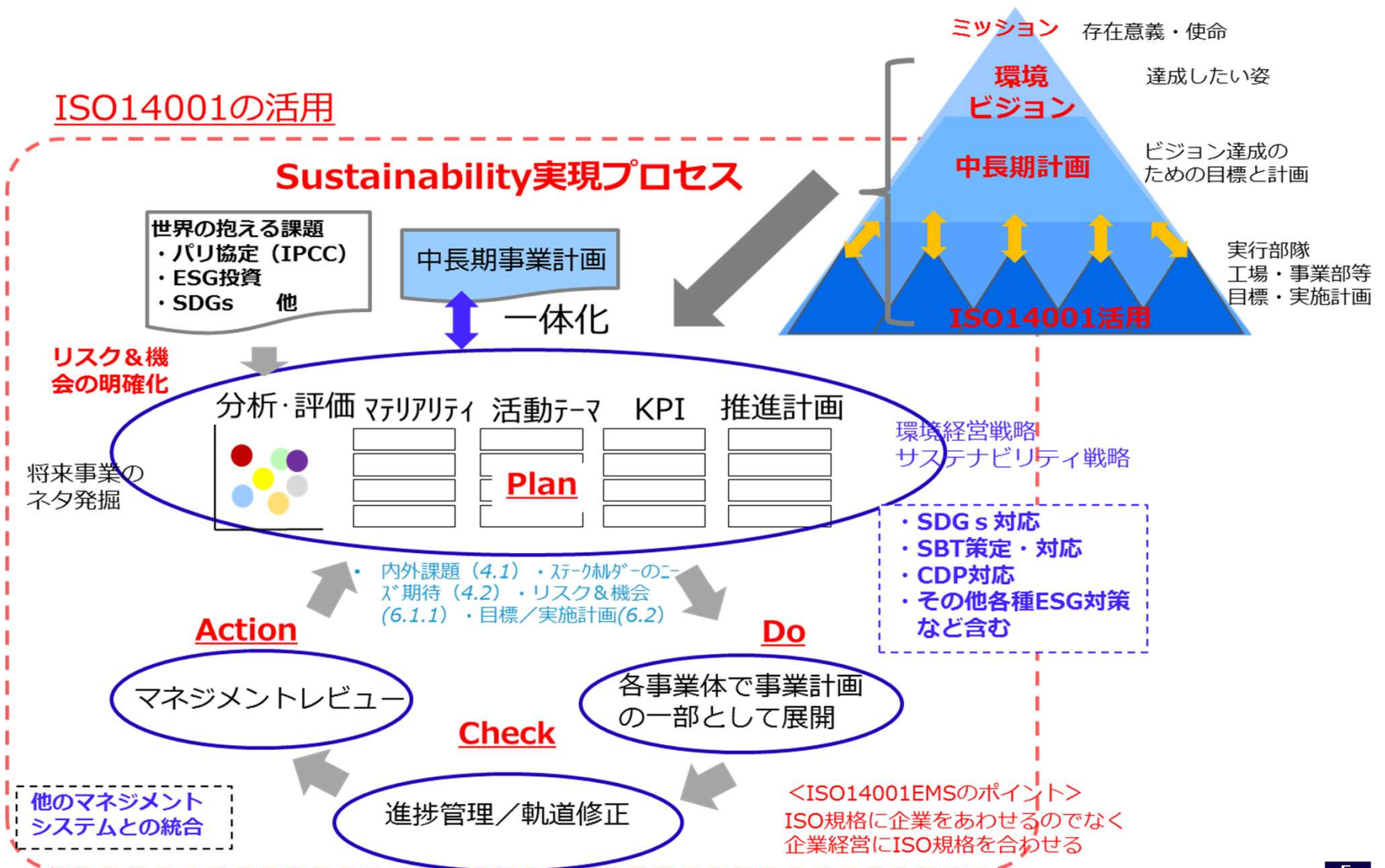
（自己紹介）環境コンサルティングの領域

■ 環境・サステナビリティ コンサル領域



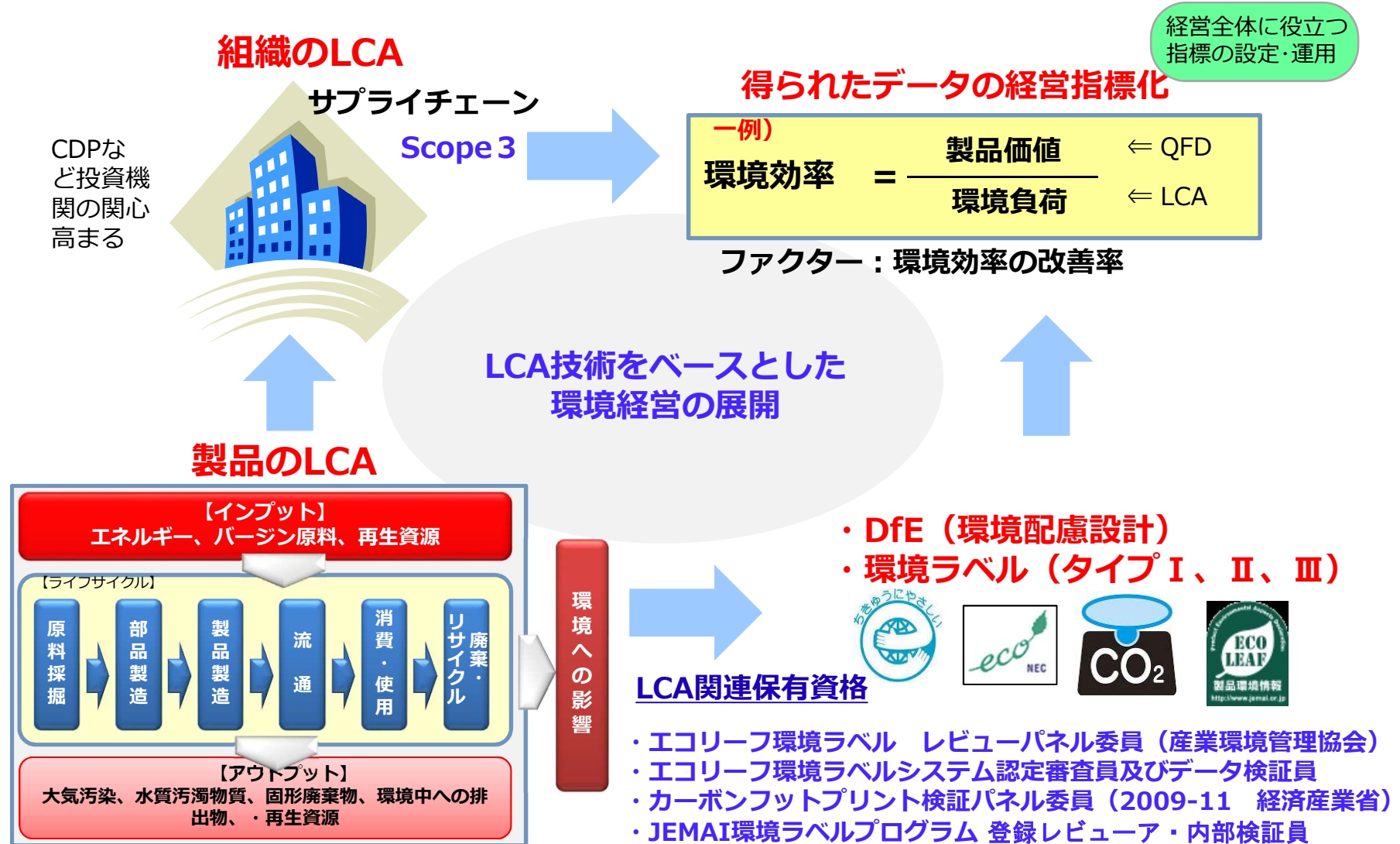
(自己紹介) ①環境戦略&マネジメントシステム

JMACの特徴：先端動向の常時把握と戦略実践型マネジメントシステム



（自己紹介） ②LCA ライフサイクル環境負荷の定量評価・活用技術

JMACの特長：認められたLCA専門技術とそれを使った経営指標化



(自己紹介) ③省エネルギー (エネルギー生産性向上) 実践技術

従来型の省エネアプローチ

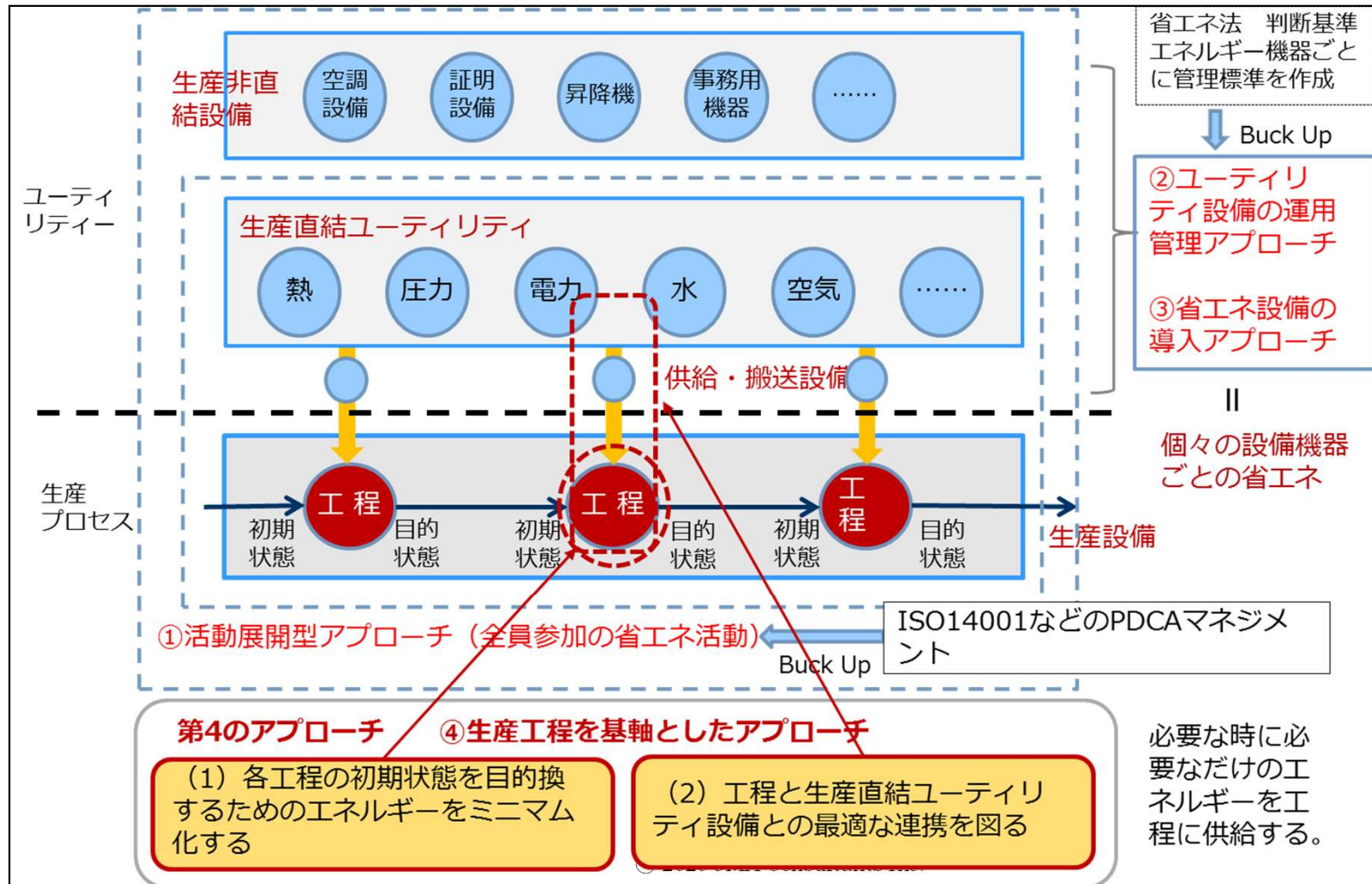
- ①活動展開型アプローチ (全員参加の省エネ活動)
- ②ユーティリティ設備の運用管理アプローチ
- ③省エネ設備の導入アプローチ



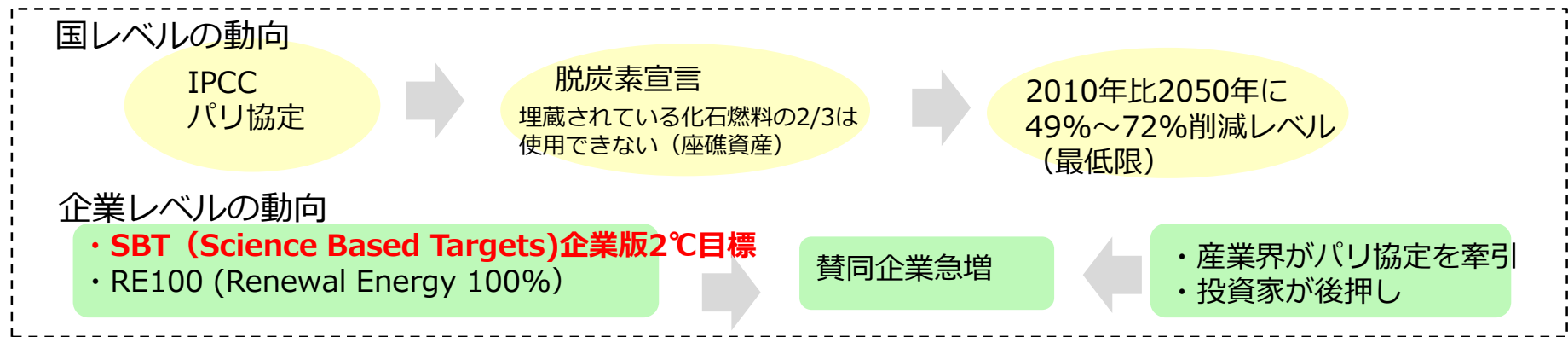
④第4のアプローチ

生産工程を基軸としたアプローチ

- ・各工程の初期状態を目的状態に変換するために必要なエネルギーを最小化する
- ・工程とユーティリティ設備との最適連携を図る。



(自己紹介) ③省エネルギー（エネルギー生産性向上）実践技術



拠点単体の省エネルギー

従来型の省エネアプローチ

- ①活動展開型アプローチ（全員参加の省エネ活動）
- ②ユーティリティ設備の運用管理アプローチ
- ③省エネ設備の導入アプローチ

+

④第4のアプローチ 生産工程を基軸としたアプローチの徹底

- ・ 各工程の初期状態を目的状態に変換するために必要なエネルギーミニマム化する
- ・ 工程とユーティリティ設備との最適連携を図る。

省エネ技術活用

グループ全拠点のCO2削減Mgt

中長期CO2削減目標と実行計画策定

- 将来の成行きCO2排出予（BAU）
- CO2削減目標（SBT準拠）
- CO2削減手段ミックス計画

●省エネルギー

省エネのやり切り度に応じた拠点毎の削減計画策定

<健全な競争環境の創出>

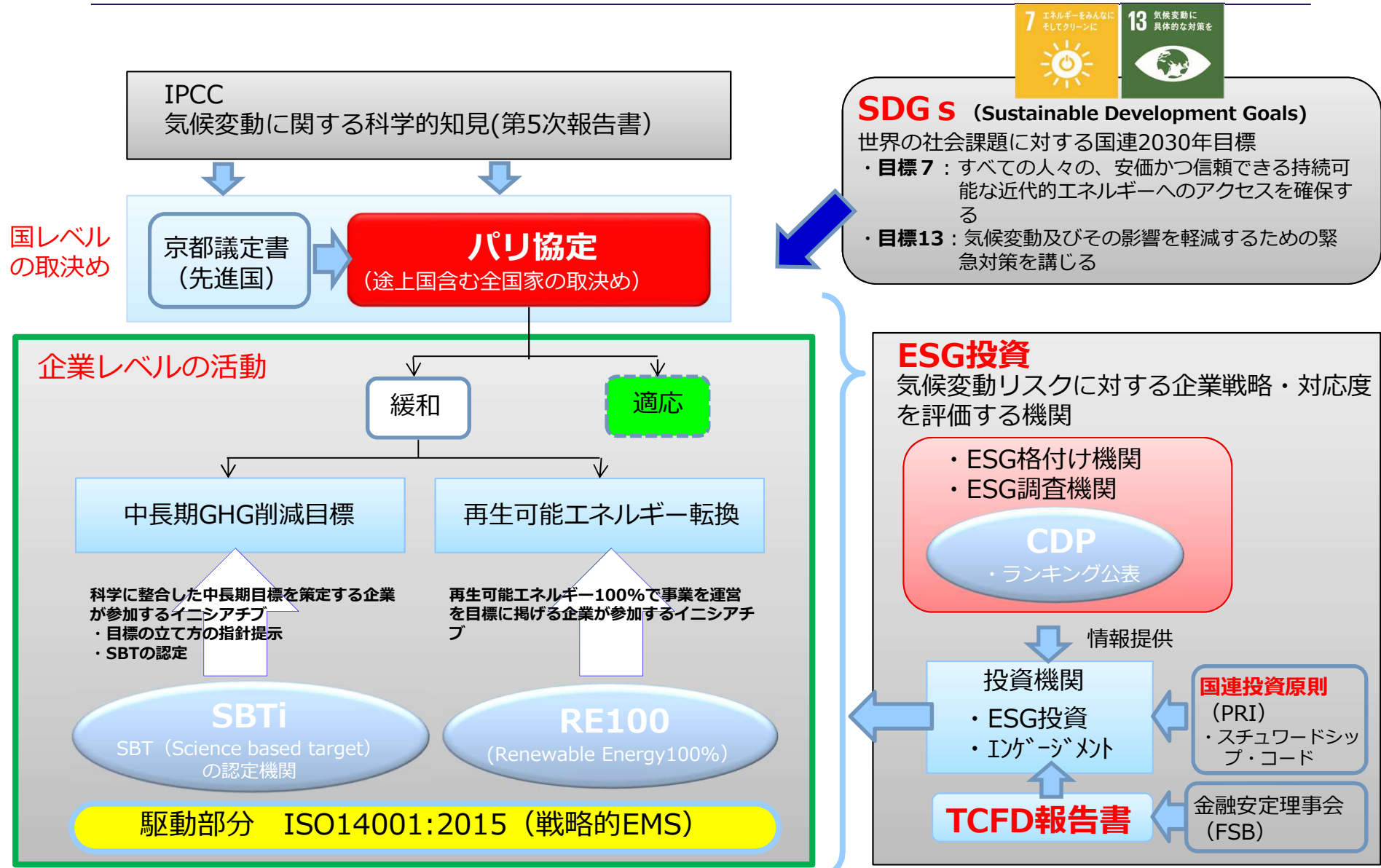
- 省エネベストプラクティス設定
- 省エネポテンシャルリスト作成
- エネルギーベースライン作成
- 各拠点のやり切り余地算定

他のCO2削減手段

- 創エネ
- 低炭素電力へ転換
- 非化石証書、Jクレジット等の活用

省エネ専門技術+マネジメント技術

気候変動に関する世界的動向まとめ





I . 限界突破の省エネルギー

1. 基本エネルギーの基本&商業施設における省エネルギー

エネルギーの単位：GJ又は原油換算KL

エネルギーの種類		使用量			換算係数		
		単位	数値	熱量 GJ	数値	単位	
燃 料 及 び 熱	原油		kl	0		38.2	GJ/kl
	原油のうちコンデンセート(NGL)		kl	0		35.3	GJ/kl
	揮発油(ガソリン)		kl	28	979.2	34.6	GJ/kl
	灯油		kl	17	634.9	36.7	GJ/kl
	軽油		kl	6	211.1	37.7	GJ/kl
	A重油		kl	18	703.8	39.1	GJ/kl
	B・C重油		kl	0		41.9	GJ/kl
	石油ガス	液化石油ガス(LPG)	t	15	762.0	50.8	GJ/t
		石油系炭化水素ガス	千m3	0		44.9	GJ/千m3
	可燃性天然ガス	液化天然ガス(LNG)	t	0		54.6	GJ/t
		その他可燃性天然ガス	千m3	0		43.5	GJ/千m3
	石炭	原料炭	t	0		29.0	GJ/t
		無煙炭	t	0		26.9	GJ/t
	石炭コークス		t	0		29.4	GJ/t
	コークス炉ガス		千m3	0		21.1	GJ/千m3
	転炉ガス		千m3	0		8.41	GJ/千m3
	その他の燃料	都市ガス 13A	千m3	0		45.0	GJ/千m3
	産業用蒸気		GJ	0		1.02	(換算係数)
産業用以外の蒸気		GJ	0		1.36		
温水		GJ	0		1.36		
冷水		GJ	0		1.36		
小計①				3,291.0			
電 気	一般電気事業者	昼間買電	千kWh	2,846	28,374.6	9.97	GJ/千kWh
		夜間買電	千kWh	0		9.28	GJ/千kWh
	その他	上記以外の買電	千kWh	0		9.76	GJ/千kWh
		自家発電	千kWh				GJ/千kWh
小計②		千kWh	2,846	28,374.6			
合計 GJ (③=①+②)					31,665.6		
原油換算 kl					816.97	0.0258	kl/GJ

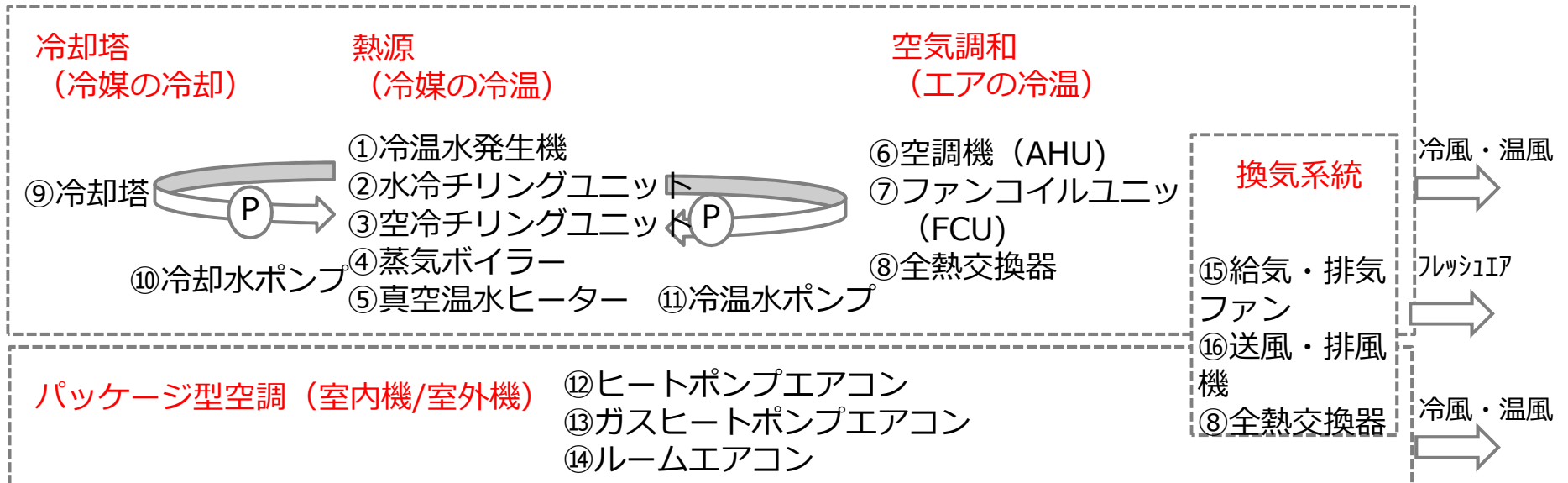
特定事業者	1,500 kl 以上
指定なし	1,500 kl 未満

判定	指定なし
届出様式	不要

出所：省エネルギーセンター
「エネルギー使用量の計算方法」

■ 主要なエネルギー機器（主に商業施設等の空調系統）

1. 空調系統



2. 照明系統

⑰ 照明設備

3. 上水系統

⑱ 揚水ポンプ

⑲ 加圧・給水ポンプ

4. 給湯系統

20 ガス給湯器

21 電気温水器

22 給湯1次・2次ポンプ

5. 受電系統

23 受変電設備

6. 昇降設備

24 昇降設備

7. 事務用機器

25 事務用機器

主要なエネルギー機器（主に商業施設等の空調系統）

エネルギー設備	説明	主なエネルギー種類・単位
1 冷温水発生機	蒸発器、吸収器、再生器、凝縮器の4つで構成されたガス炊き吸収式系冷温水発生機と電力による蒸発、圧縮、凝縮、膨張サイクルによる圧縮式冷温水発生器があり、機建物の冷暖房の為に冷水と温水を作る機械。大規模なビルなどで使われています。 付属の機械として、冷却塔、空調機（エアハンドリングユニット）、冷却水ポンプ、冷温水ポンプなどが必要になります。	電力kWh ガスm ³ ・kg
2 水冷チリングユニット	チリングユニットは、冷凍機の一つで、蒸気圧縮装置(主に往復冷凍機)に運転設備など一式を、1台の架台に組み込みユニットとした水冷却装置。ガス炊き吸収式冷凍機もある。 冷媒に水を用いているもので、冷却塔などの付帯設備が必要。	電力kWh ガスm ³ ・kg
3 空冷チリングユニット	空冷式チリングユニットは、家庭用の冷房用エアコンや冷蔵庫でおなじみの外部への放熱や外部からの吸熱を直接、空気によって行うチリング方式です。	電力kWh
4 蒸気ボイラー	ボイラーとは、燃料を燃焼させて得た熱を水に伝え、水蒸気や温水に換える熱交換装置を持った熱源機器です。 蒸気ボイラとは、燃料を燃やして水を加熱し、大気圧よりも高い圧力の蒸気を発生させて、『蒸気』という形で熱を送る装置のことをいいます。 蒸気ボイラの主な種類は、貫流式、炉筒煙管式、水管式があります。	ガスm ³ ・kg 重油・灯油KL
5 真空温水ヒーター	通常ボイラは、ボイラ缶体内で直接水を加熱して温水を発生させます。 ボイラの一種でもある真空式温水ヒーターの場合は、缶体内を減圧状態にして水を100℃以下の低温で沸騰させ、その蒸気を熱源として熱交換器により直接的に水を加熱して温水を発生させます。	ガスm ³ ・kg 重油・灯油KL
6 空調機	エアハンドリングユニット(AHU)と呼ばれ、フィルタ、冷却コイル、加熱コイル、加湿器、送風機などが1つの箱にユニット化されたもので、単一ダクト方式の心臓部ともいえる機器です。 フィルタでは外気と還気を混合させ、フィルタで浄化します。冷却コイルは冷凍機等から冷水を得て、また加熱コイルはボイラー等から蒸気又は温水を得て、給気温度を調整します。送風機は給気ダクトを通して各部屋に給気します。	電力kWh
7 ファンコイルユニット	室内から空気を取り、エアフィルタで塵埃を取り除き、水熱源の熱交換器で温度・湿度を調整し、送風機で空調場所へ送風する、比較的小型で簡易な空気調和機。ファンコイルユニットは、冷温水機より、冷水や温水の供給を受け、各ユニットごとに、冷風または温風を吹き出す重要な機器。 空調機(AHU)との違い、外気の取り込みができない、また小型で各階/エリアごとに設置されます。 事務所ビル・ホテル・病院など、比較的部屋数が多く個別制御が求められる建築物の空調に採用されます。 天井埋め込みカセット型、床置き型、壁掛け型、ダクト接続型、二重床吹き出し型などがあります。	電力kWh
8 全熱交換器	ビル、住宅等の空調換気に使用され、換気によって失われる空調エネルギーの全熱(顕熱=温度と潜熱=湿度)を交換回収する省エネルギー装置です。 空調機と一体で設置される場合や換気系の送排風機などとともに設置される場合などがあります。 回転型と静止型があります。	電力kWh

■ 主要なエネルギー機器（主に商業施設等の空調系統）

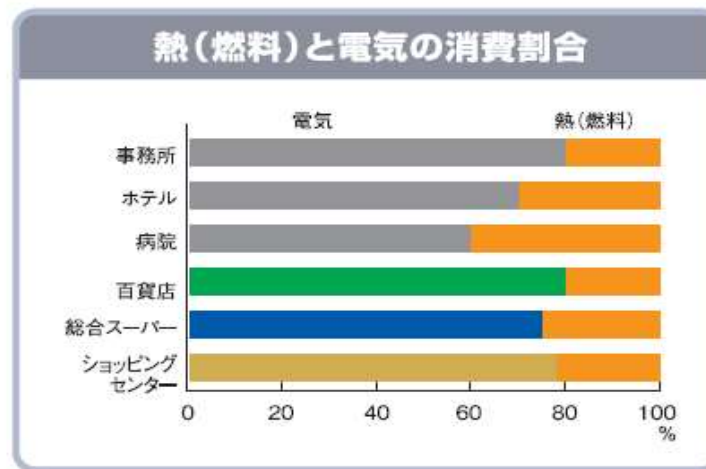
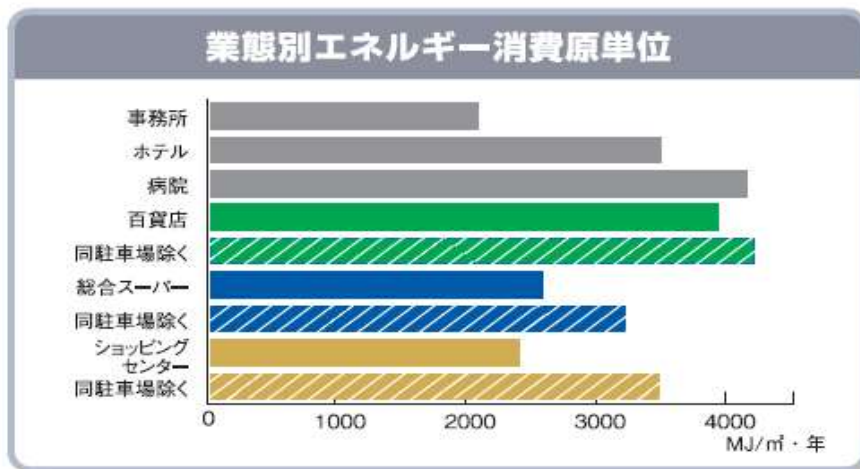
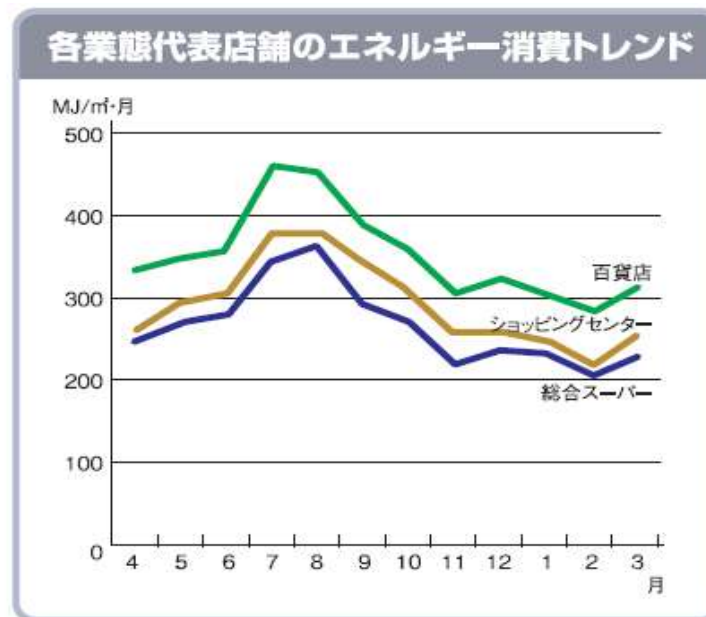
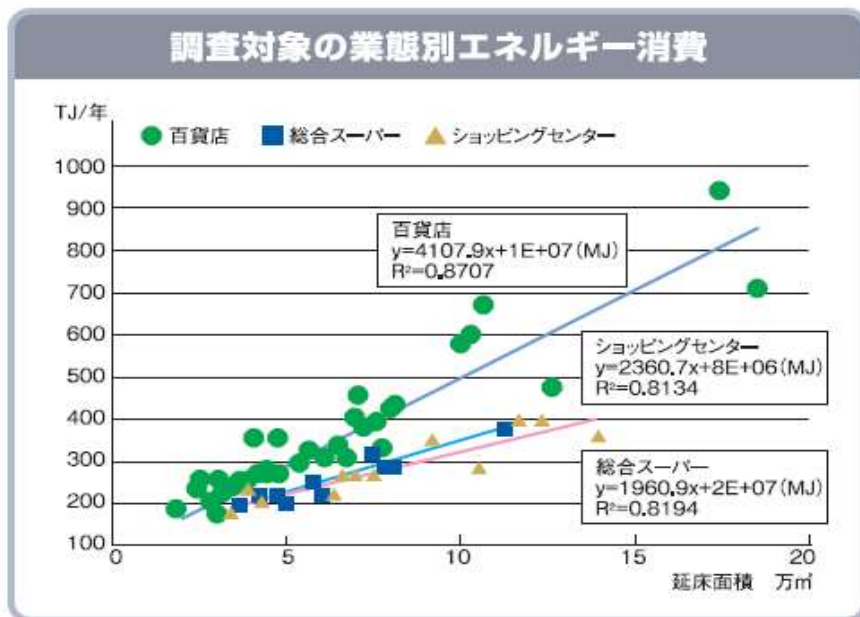
エネルギー設備	説明	主なエネルギー種類・単位
9 冷却塔	水などの熱冷媒を大気と直接又は間接的に接触させて冷却する熱交換器の一種です。ボイラー、チラー、冷温水発生機などの重要な付帯設備になります。	- 電力kWh
10 冷却水ポンプ	ボイラー、チラー（冷凍機）、冷温水発生機などの熱源設備と冷却塔の間で、熱冷媒を循環させるためのポンプです。	電力kWh
11 冷温水ポンプ	熱源設備で作られた冷温水を空調機やファンコイルに循環させるためのポンプ。	電力kWh
12 ヒートポンプエアコン	一般に液体は気化するとき周囲から熱を奪い、反対に気体が凝縮して液体になるときは熱を発生する性質があります。この性質を利用し冷媒をコンプレッサで循環し、強制的に気化と液化を繰り返すことにより冷暖房を行なうしくみをヒートポンプサイクルといいます。この原理を用いたエアコンをヒートポンプエアコンと言いますが、特に電気モーターでコンプレッサを駆動する方式を言います。	電力kWh
13 ガスヒートポンプエアコン	ガスヒートポンプ（GHP）はヒートポンプサイクルをガスエンジンでコンプレッサを駆動することにより行ないます。	ガスm ³ ・kg 電力kWh
14 ルームエアコン	いわゆる家庭用のエアコンのことです。	電力kWh
15 給気・排気ファン	換気は、範囲に応じて「全般換気」と「局所換気」、換気方法によって「自然換気」と「機械換気」に分けられます。また、「機械換気」の運転方法には「連続運転」と「間欠運転」があります。シックハウス対策としての換気は、住宅全体について化学物質濃度を低下させるために、「全般換気」、「機械換気」、「連続運転」とする必要があります。機械換気は、給気と排気の両方、またはどちらかにファンが必要です。ここでは、トイレや給湯室など限られた場所での給気・排気に使われる小規模なファンを言います。	電力kWh
16 送風・排風機	送風機は、気体に運動エネルギーを与えたり圧力を高めたりする流体機械の一種です。排風機は空気を排出するための装置。特定箇所の空気および空気中の塵のような不純物を除く目的などで用いられます。送風機は圧縮比によりファン（1.1以下）とブロワに分類されます。上記の給気・排気ファンも送風機・排風機の一部になりますが、ここでは複数の部屋等の換気を一括で行なう大型の換気装置を送風機・排風機、個別の部屋の小規模な換気装置を給気・排気ファンと区分します。	電力kWh
17 照明設備	明るさを補うための器具全般のこと。一般的には蛍光灯や白熱灯、水銀灯などを光源とする器具を指します。	電力kWh
18 揚水ポンプ	高架水槽がある場合に、そこまで上水を汲み上げるためのポンプ。	電力kWh

■ 主要なエネルギー機器（主に商業施設等の空調系統）

	エネルギー設備	説明	主なエネルギー種類・単位
19	加圧給水ポンプユニット	受水槽にためられた上水を水道蛇口へ加圧して給水するポンプ。	電力kWh
20	ガス給湯器	ガス給湯器は、水が通る熱交換器を燃焼によって生じた高温ガスに当てることで、ガスから熱を回収し温水を得る機器です。貯湯式と瞬間式があります。	ガスm ³ ・kg 電力kWh
21	電気温水器	深夜電力を利用して、電気ヒーターで温水を作り、貯湯槽に蓄えておき、風呂、シャワー、洗面室、台所などの給湯に利用する機器。	電力kWh
22	給湯1次・2次ポンプ	給湯1次ポンプは、ボイラーと貯湯槽の間で高温水や蒸気を循環させるポンプ。2次ポンプは貯湯槽から給湯栓まで温水を循環させるポンプ。給湯栓を開いてすぐにお湯が出るように、温度低下すると温水を回すようにポンプが働きます。	電力kWh
23	受変電設備	受電設備は、電力会社から受電した電力を負荷設備に適した電圧に変換するとともに、配電線の事故時の負荷設備の保護をし、内部事故が波及事故につながることを防止する需要家の電気工作物です。	電力kWh
24	昇降設備	建築における昇降設備とは、建築物内における人、物等を運送する設備のこと。 エレベーター、エスカレーター、小荷物専用昇降機（例:ホテルにおける配膳用のエレベーターなど）など。	電力kWh
25	事務用機器	事務全般で用いられるでエネルギーを使う機器のこと。パソコン、サーバー、プリンター、コピー機、ファックス機など。	電力kWh

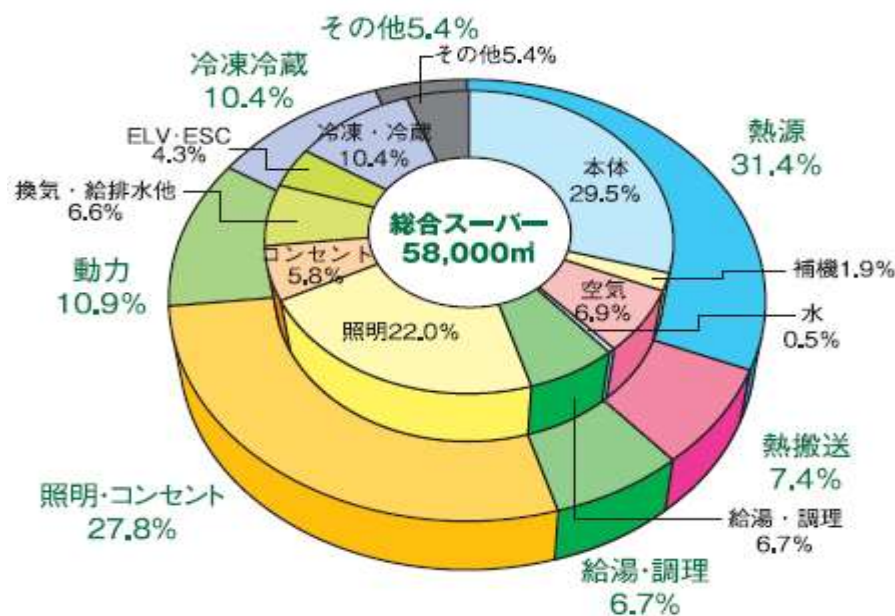
商業施設のエネルギー消費の特徴

(百貨店・総合スーパー・ショッピングセンター)

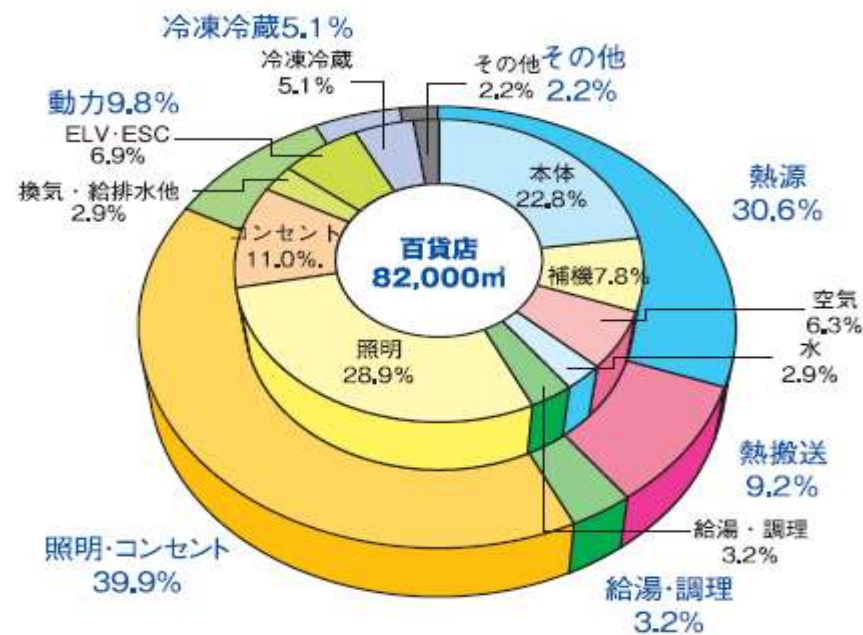


出所: 「商業施設の省エネルギー」省エネルギーセンター

商業施設のエネルギー消費構造（用途別）

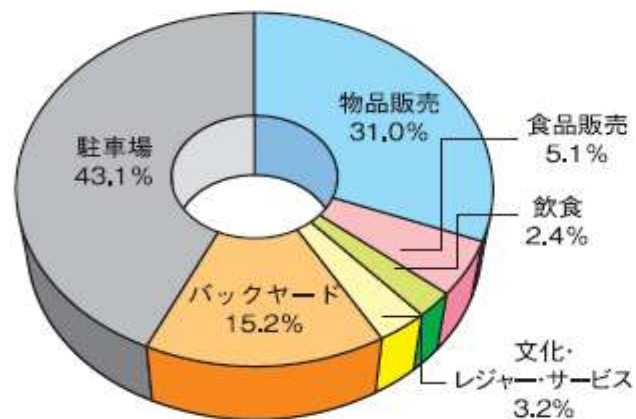
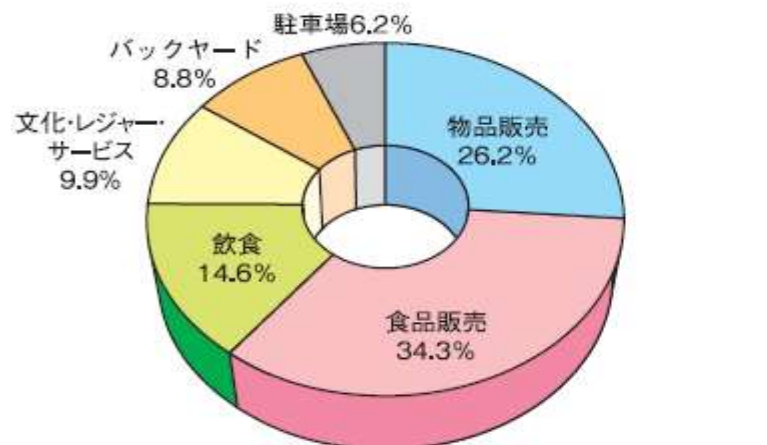


用途別エネルギー消費割合



商業施設のエネルギー消費構造（部門別）

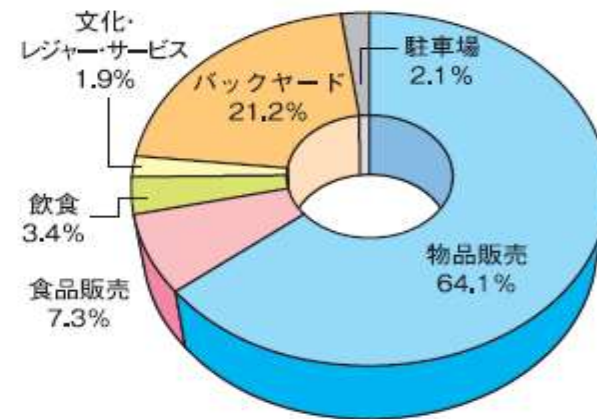
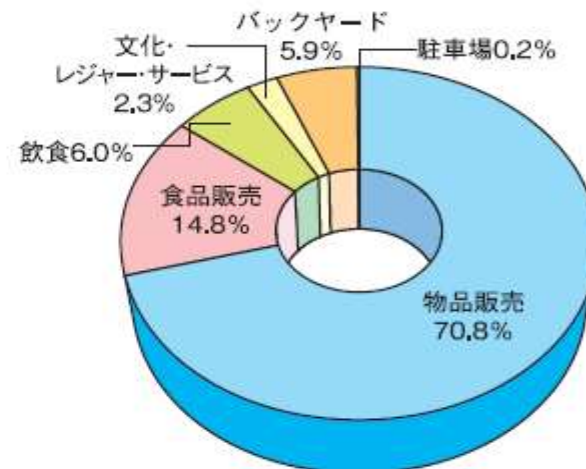
総合スーパー



部門別エネルギー消費割合

部門の面積割合

百貨店



出所：「商業施設の省エネルギー」省エネルギーセンター

商業施設の省エネのポイント（部門別）

<物販部門>

施設の中でも最も面積の大きい部門。照明電力が大きい。また1F出入口からの外気侵入が大きな空調負荷となっている。

- 出入口に風除室を設けましょう
- 照明設備は効果的な演出を行い、白熱電流の割合を減らしましょう
- 出入口及び窓付近は昼光利用を検討しましょう
- 省エネタイプのインバーター照明を採用しましょう
- 空調の冷し過ぎ、暖め過ぎに注意しましょう
- 中間期、冬期の冷房は外気冷房を採用しましょう
- 冷暖房シーズンはCO2制御など、在館人員に応じた外気取入れを検討しましょう

<管理部門>

事務所のエネルギーは空調、照明、OA機器が大半を占める。お客様に直接影響無い部門なので徹底した省エネが可能。

- 事務所やバックヤードは用途毎に稼働時間が異なるため個別空調にしましょう
- 照明区分を細分化して、不使用箇所の消灯につとめましょう
- 冷房・暖房の設定温度は、冬20℃、夏28℃にしましょう
- 照明器具はインバーター型に更新しましょう
- 事務室等は昼光利用、ロッカールーム等は人感センサーを導入しましょう

商業施設の省エネのポイント（部門別）

<駐車場>

主な消費エネルギーは換気と照明で、他の部門よりエネルギー密度はかなり小さくなっている。

- 必要最低限の照度を確保すると共に、閑繁に応じて照明区分を細分化して管理を徹底しましょう
- COセンサーを設置し、基準濃度に応じた換気をするよう管理しましょう
- アイドリングストップを励行するよう注意を喚起しましょう
- 排ガスを減少させるため、車速が遅くなるように車路を工夫しましょう

<食品部門>

食品部門は面積比率が小さいのに対し、エネルギー消費密度が大きく、特に冷凍・冷蔵のエネルギー消費が大きいのが特徴。面積あたりの来客密度は他部門より大きく、特に夕方に集中する。最近は出来立てコーナー、ケータリング等の売り場内調理が急増しており、それに伴う調理用のエネルギー消費も増加傾向にある。

- 食品の冷凍冷蔵ケースの冷気の影響でスーパーでは冷房時の室温が低くなりすぎる傾向があります。冷やし過ぎに注意しましょう
- 食品は適正温度で管理し、オープン型ショーケースの冷やし過ぎに注意しましょう
- 閉店時はナイトカバーなどで冷気漏れをなくしましょう。製造ケースのガラス扉はこまめに閉めましょう
- 圧縮機一体型冷蔵機器の低減につとめましょう

商業施設の省エネのポイント（部門別）

<飲食店>

面積比率は小さいが、調理用のガスや電気の消費が大きく、これに伴う空調・換気も大きく、他部門に比べてエネルギー消費密度が高いのが特徴。照明も間接照明やコードペンダント等を多用するために照度に比し照明負荷も大きい。

- 調理用のガス機器の口火はこまめに消しましょう。また適正な火力で完全燃焼するよう空気孔を調整しましょう
- 排気ファンと外気処理空調機の風量はガスの使用量に応じて段階的に増減する装置を導入し、電力消費を低減しましょう
- 給水、給湯量低減のため、食べ残し等を取り除いてから洗浄しましょう
- 食材保存用冷蔵庫・冷凍庫は出し入れ回数、時間が短くなるよう管理しましょう
- 店舗毎に水・ガス・電気のエネルギー消費を計量し、使用量をチェックしましょう
- 個別空調の切り忘れ等を中央監視で確認できるようにしましょう
- 各店の空調、冷凍機など機器類のメンテナンスは各店任せ出なく、事業者側がメンテナンス基準を設定し、一括管理しましょう

設備毎の省エネのポイント

大分類	中分類	実施事項（対策）	区分			
			運用での対策	計測	修繕・部品交換	更新・新規導入
照明設備	適正な照度管理	適切な照度の把握	○			
		照度測定		○		
	こまめな消灯	空室や窓側、離席時などこまめな消灯	○			
		常時（又は日中）の消灯範囲の検討	○			
		照明スイッチに点灯マップを表示	○			
		こまめな消灯ルールを周知	○			
		人感センサーを設置			○	
	照明の間引き	照度を500lxになる様に照明器具のランプを間引き	○			
照明器具の清掃と老朽ランプの交換	照明器具・ランプは年1～2回清掃	○				
	老朽化したランプは交換（1日10時間点灯で4～5年で交換）			○		
高効率照明器具の導入	点灯時間の長い器具からLED等に切り替え				○	
器具の交換の目安	ランプだけでなく照明器具も10年で交換			○		
空調設備	適正な温度管理	温度計を適切場所に設置し室温を測定・管理（執務者の近くの壁面など）	○	○		
		室温は夏期28℃、冬期18℃を順守	○			
		室温管理や運転時間のルールを徹底	○			
		室内の温度ムラがある場合、温度ムラの原因を究明し対処	○			
		なお、温度ムラが解消しない場合、サーキュレーターや扇風機を活用			○	
	空調機運転時間の短縮	始業前や終業時の空調運転時間の短縮化	○			
	外気取入量の適正化	夏期、冬期の空調時は取入れる外気量を最小限化				
		CO2濃度を測定		○		
		出入り口の開け放しや開放部分を減らす 全熱交換器を上手に利用	○			
	換気設備管理の適正化	駐車場、厨房などでの過剰な換気の廃止	○			
	空調室外機の設置改善	夏期直射日光が当たる空調室外機に日よけ	○			
		室外機のショートサーキット防止	○			
	空調フィルター等の清掃	フィルターや室外機のフィンは定期的に清掃	○			
ブラインドの活用	窓から入る日射を遮断すると同時に熱の流出防止	○				
加湿器の活用	冬期は加湿器を使用し、湿度の改善	○				
高効率空調機の導入	空調機の更新時は高効率空調機を導入				○	

設備毎の省エネのポイント

大分類	中分類	実施事項（対策）	区分			
			運用での対策	計測	修繕・部品交換	更新・新規導入
受変電設備	最大電力の抑制	電力多消費設備の同時運転・同時起動を避けて空調の負荷を平準化	○			
		デマンド監視・デマンドコントローラーを活用				○
	力率の改善	進相コンデンサーを増設し力率を改善			○	
	変圧器の適正負荷	変圧器の負荷を適正化（変圧器を集約）				○
	高効率変圧器の導入	更新時には高効率変圧器（低損失変圧器）を導入				○
	変圧器の長期不使用時の電源遮断	不使用時は変圧器の一次側電流を遮断	○			
エネルギー見える化設備	エネルギー見える化設備の導入	データ計測・蓄積からグラフ化まで自動的に行うエネルギーの「見える化」設備を導入				○
	エネルギー見える化設備の具体例	最大電力を管理する、エネルギー多消費機器の電力を管理するなど、見える化の目的に応じて機器を選定				○
	「見える化」資料活用	得られたデータをグラフ化するなど加工し、課題の抽出	○			
共用設備	自動販売機の適正管理	屋内の自動販売機照明が終日消灯しているか確認	○			
		最新型自動販売機への置き換えを検討				○
		追加の省エネ対策について設置業者に相談	○			
	温水便座の設定温度管理	通年、温水及び暖房便座の設定を「低」に	○			
		冬季以外は暖房便座のスイッチを「切」に	○			
		便座を加熱している時は、ふたをしめる	○			
給湯器の設定温度管理	季節に応じた設定温度の見直し	○				
	夜間休日はオフ	○				
	高効率給湯器を導入				○	
OA機器	省エネモードの活用	複合機、パソコンなどは使用環境に応じ省エネモードをフル活用	○			
	不要時の電源オフとスリープ機能の活用	休憩時間や終業時など不要時には電源をオフ（PCは1時間半以内であればスリープ状態の方が省エネです）	○			
	機器の集約化	複合機の導入により、機器の集約化を図る				○
	高効率機器の採用	事務用・業務用機器は高効率で、待機電力の小さい機器を採用				○
	サーバー室の省エネ	省電力型のサーバー、仮想サーバー化などの導入				○
		サーバーの耐熱温度を確認し、空調設定温度の見直し		○		
	熱をもった排気を集める空調方法などを検討				○	

■ 設備毎の省エネのポイント

大分類	中分類	実施事項（対策）	区分			
			運用での対策	計測	修繕・部品交換	更新・新規導入
給水・排水設備	漏水のチェック	量水器により漏水の有無を確認	○			
	水栓での節水対策	給水弁の絞りを確認し、節水を図る	○			
	節水機器の採用	節水コマや擬音装置の使用により節水を図る			○	
ポンプ・ファン	ポンプ・ファンの特性	次のようなことを確認 ・設備の定格電力が必要以上に大きくなっているか ・吐出バルブを絞ってエネルギー損失が生じていないか ・吐出ダンパー又は吸入ベーンを絞って流量調整していないか	○			
	インバーター装置の導入	流量調整がある場合はインバーター制御を導入			○	
コンプレッサー	吐出圧の適正化	必要以上に高い吐出圧設定になっている場合は吐出圧を下げる	○			
	圧力損失の低減	エア配管は適切なサイズにする			○	
	瞬間的な圧力降下の防止	エアの使用量の変化がある場合は、レシーバータンクを設置				○
	エア漏れ防止	配管、エア使用機器からの漏れをチェック	○			
		不要時配管のバルブを閉止	○			
正常な冷氣吸引とエアフィ	エアフィルターを定期的に清掃	○				
ボイラ設備	燃焼空気比の管理	ボイラは適切な空気比で燃焼	○			
	排熱損失の低減	伝熱面を清掃	○			
		排熱回収対策を検討				
	蒸気圧力・蒸気温度の低減	蒸気圧力・蒸気温度を適切に管理	○			
	ブロー量・水質管理	ボイラ水質の維持と熱損失の防止	○			
	ボイラ稼働率の管理	ボイラはできるだけ連続運転	○			
		運転効率が低下しないように、負荷に見合った容量のボイラ導入			○	
	保温管理	蒸気配管やバルブの放熱を防止	○			
	蒸気の漏えい防止	蒸気漏れを発見し早期修理	○			
不要時のバルブ閉止と配管距離の短縮	不要時は蒸気配管の元バルブを閉める	○				
スチームトラップの管理	スチームトラップの整備と蒸気ドレンの回収利用			○		

省エネルギーの6つの視点

社団法人日本電気工業会「FEMS導入の手引き」を元に筆者修正

①捨てる

習慣的に使っている不要な設備を撤去

- ・ 不要配管経路の短縮
- ・ 通路部分の空調廃止
- ・ 不要照明の間引き
- ・ 不要ボイラの撤去 など

不必要な機器

②止める

有効に働いていない時間帯の設備の停止

- ・ 設備の空転運転排除
- ・ ボイラーのエアブローの間欠化
- ・ 昼休みなどの設備運転停止
- ・ 空調時間の短縮 など

不必要な時

③下げる

運転条件を見直しエネルギー負荷低減

- ・ コンプレッサ供給圧低減
- ・ 蒸気供給圧力の低減
- ・ ポンプ/ファンの流量低減
- ・ 空調温度設定の見直し
- ・ 加熱/冷却温度の見直し など

不必要な量

④直す

設備の性能100%維持

- ・ コンプレッサエア漏れの修理
- ・ 蒸気漏れの修理
- ・ 熱交換器の詰まり除去
- ・ 断熱材の剥がれ修理
- ・ ボイラの空気比、性能維持 など

捨てているエネルギーの回収

- ・ 熱源の排ガス熱量の回収
- ・ 釜の除外塔排気熱量の回収
- ・ 蒸気ドレン回収
- ・ コージェネレーションの導入
- ・ 運動エネルギーの回収 など

⑤替える

高効率機器への交換

- ・ 高効率ボイラーへの変更
- ・ ヒートポンプ式設備への変更
- ・ インバーターモーターへの変更
- ・ LEDランプへの変更
- ・ トップランナー設備の選定
- ・ 燃料転換 など

2. 工場における限界突破の省エネルギー

(1) エネルギーの見える化

(2) 工程を基軸としたアプローチ

エネルギーが見えない
中での奮闘中





(1) エネルギーの
見える化

ユーティリティ設備
中心のアプローチ
(生産と切り離し)



(2) 工程を基軸とした
アプローチ



(1) エネルギーの見える化（基本分析）

■ エネルギー、見えてますか？

あなたの工場ではエネルギー見えてますか？

＜改善の原則：見えないものは改善できない＞

エネルギー消費
場所と量

- ① 空調／照明／生産設備／ 圧縮機／ 熱源 etc
- ② 工場建屋／ エリア／ ライン／ 工程/設備 etc

エネルギー消費
の動向

- ③ 製品別／ロット・バッチ別
- ④ 稼働時エネルギー／非稼働時エネルギー
- ⑤ 有効エネルギー／非有効エネルギー（ロス）
- ⑥ 外気温とエネルギー消費の相関
- ⑦ 生産量とエネルギー消費の相関
- ⑧ 生産時間とエネルギー消費の相関
- ⑨ 固定エネルギーと変動エネルギー比率
など

■ エネルギーの見える化の基本分析

1. 既存のエネルギー及び生産関連データに基づく見える化
 - ① エネルギー消費動向分析
 - ② エネルギー原単位分析
 - ③ エネルギー回帰分析
 - ④ エネルギー固定/変動分析

2. エネルギーベースラインの明確化

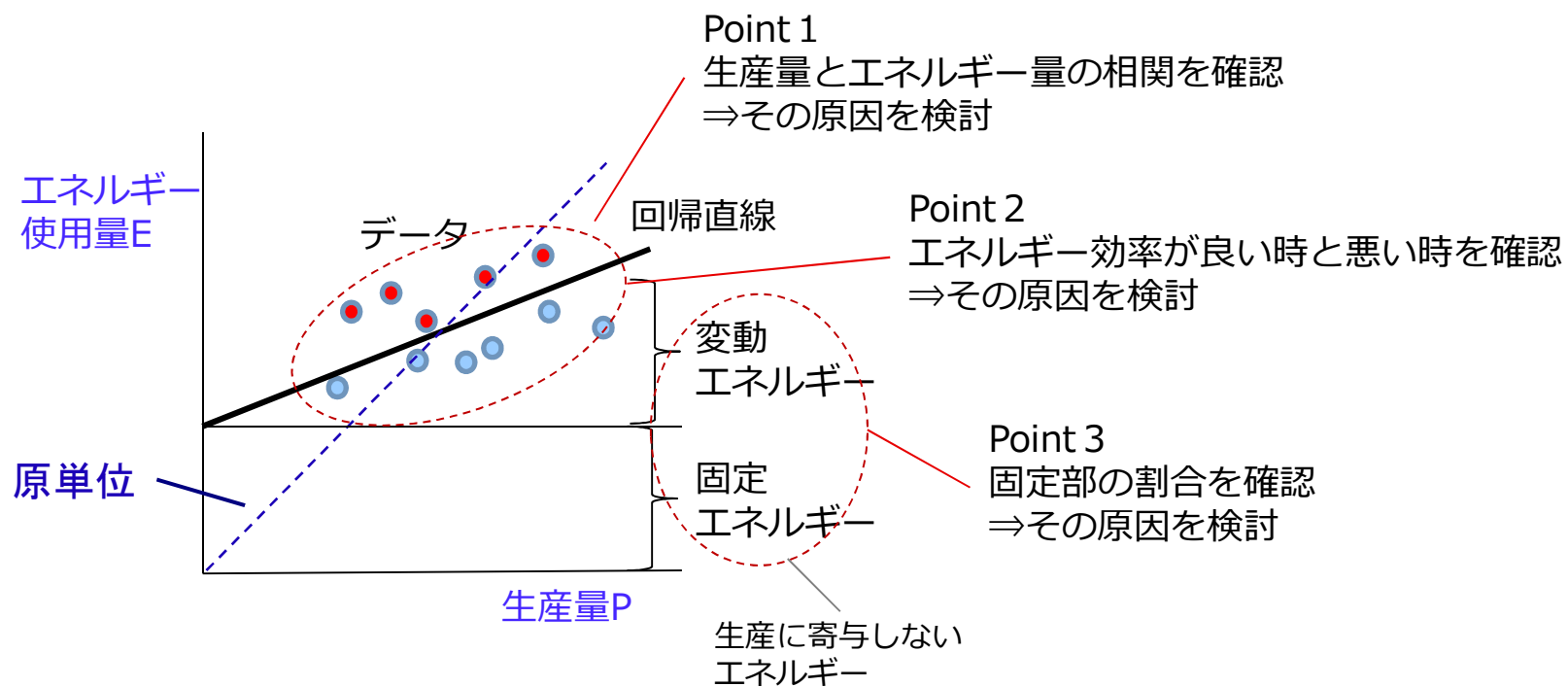
3. エネルギー計測に基づく設備の詳細分析・ロスに見える化
(工程を基軸としたアプローチの中で解説)

(事例は必要に応じて投影いたします)

■ 月次データからのマクロ分析

①生産量との相関の確認

②エネルギーの固定・変動分析



1. 既存のエネルギー及び生産関連データに基づく見える化

①エネルギー消費動向分析

概要

- ① 既存のデータを元に年度の以下のような推移を見える化し、マクロ的なエネルギー消費動向を明らかにします。
 - 工場全体のエネルギー及び生産量の推移評価
 - エネルギー種別の使用量、コスト推移
 - 季節変動
 - ライン/部門/エリア別のエネルギー消費量/比率

手順

- ① 既存のエネルギーデータ及び生産関連データを一表にまとめる。
- ② 様々な観点からデータを分析し、グラフ化する。

考察の方向性

- ① 製造コストに占めるエネルギーコストの内訳、時系列の変化を共有する。
- ② エネルギー種別、ライン/部門/エリア等別の大きさを認識し、改善の必要性を考察する。
- ③ 年度の原単位（エネルギー効率）の推移により省エネ活動の評価を行う。

ポイント

- ① ISO14001など環境マネジメントシステムの中で定常的に評価できるようすべきです。（マネジメントレビューには必須事項とすべき）

1. 既存のエネルギー及び生産関連データに基づく見える化

②エネルギー原単位分析

概要

- ① エネルギー原単位の推移を見える化します。

$$\begin{array}{c} \text{エネルギー} \\ \text{消費原単位} \end{array} = \frac{\text{エネルギー使用量}}{\text{生産数量等}} = \frac{\text{時間エネルギー}}{\text{生産時間}} \times \frac{\text{生産ピッチタイム}}{\text{生産数量等}}$$

手順

- ① 対象エリアを決めます。（工場全体、Aラインなど）
- ② 3カ年分の月次の生産量、エネルギー使用量、生産時間を明確にします。

考察の方向性

- ① 原単位の変動幅を捉え、なぜ変動するかを考察します。
- ② 変動の1次要因が「時間エネルギー」か「生産ピッチタイム」かなどを検討します。
- ③ 最も原単位が良い月と同様の製造ができた場合、どれだけ省エネになるか考察します。

ポイント

- ① 生産量とエネルギー使用量の測定期間を一致しているかを確認します。（電力の検針日は月初～月末でないことが多い）
- ② 工場全体をライン、設備などにブレイクダウンするとより詳細が見える化できます。
- ③ 同時に時間生産性（＝生産量／稼働時間）などと比較するとより問題点が浮き彫りになる場合もあります。

1. 既存のエネルギー及び生産関連データに基づく見える化

③エネルギー回帰分析

概要

- ① エネルギー関連データ（目的変数）と生産関連データ等（説明変数）の相関を明確にします。

エネルギーデータ(目的変数)

- ・ 電気
- ・ LPガス
- ・ A重油
- ・ 電力原単位
- ・ LPガス原単位
- ・ A重油原単位

×

生産関連データ等（説明変数）

- ・ 生産量
- ・ 稼働時間
- ・ 非稼働時間（切替、故障他）
- ・ 良品率/不良率
- ・ 外気温
- ・ :

手順

- ① 取得したエネルギー種別に、エネルギー消費に関連しそうなデータを散布図で表示します。
- ② 回帰線図を引き、相関係数R（又は決定係数 R^2 ）を求めます。（エクセルの活用）

考察の方向性

- ① 散布図をみて大きくずれている点（異常値）が無いかを確認します。ある場合はその考察を行ないます。（データ自体に誤りがある場合も多々あります。）
- ② 例えばエネルギーと生産量の月次データの散布図に回帰直線を引いた図に対して、回帰直線の上の点（エネルギー消費が大きい月）と線の下の方では何が違うのかを考察します。
- ③ 相関係数R又は決定係数を確認し、相関の有無、強さを考察します。（ $R > 0.7$ 強い相関、 $0.7 > R > 0.4$ 相関あり、 $0.4 > R > 0.2$ やや相関あり $0.2 > R$ 相関なし）

ポイント

- ① 一見相関が無いと思われても説明変数を区別することで相関を示すこともあります。（例：夏場とそれ以外の月を分ける、年度を分けるなど）
- ② 上記は簡易的に1:1の相関を見る方法です。一つのデータ（目的変数）に対して、複数のデータ（説明変数）の相関をみるには重回帰分析を行ないます。また回帰線図がデータを表していることの検定を行います。

1. 既存のエネルギー及び生産関連データに基づく見える化

④エネルギー固定/変動分析

概要

- ① 生産に寄与しないエネルギーがどの程度あるかを見積もります。

手順

- ① Step 5 のエネルギーと生産量の回帰直線において、生産量がゼロの時のエネルギー消費量を求めます。（近似的固定エネルギー）
- ② エネルギー消費の平均に対する固定エネルギーの比率を求めます。

考察の方向性

- ① 近似的固定エネルギーの大きさを共有し、固定エネルギーの原因を徹底的に究明します。（固定エネルギーは生産に寄与しないエネルギーであり、いわばロスです。これを如何に削減できるかが重要です）

ポイント

- ① 一般的に固定エネルギーになりやすい設備や作業は以下のようなものがあります。
 - ✓ 空調・換気設備
 - ✓ 照明設備
 - ✓ ボイラー、冷温水発生機、上水設備などユーティリティ設備のポンプ
 - ✓ 品種切替時のエネルギー消費
 - ✓ 原料・製品などの加温、保温、冷蔵・冷凍設備
 - ✓ 管理・保安・環境設備（事務所、食堂、消火設備、安全等、排水・排ガス設備等）

2. エネルギーベースラインの明確化

概要

- ① どこでどれだけエネルギーが消費されているかを見える化します。
- ② 電力計など計測機器が設置されていなくとも概算を想定できます。

手順

- ① 対象範囲の全てのエネルギー機器をリストアップします。
- ② 機器毎に定格電力を調査します。
- ③ 機器毎に電力使用時間を想定します。
- ④ 負荷率を設定します。（定格電力と実際使用されている電力の比）
- ⑤ 上記を掛け合わせて年間の消費電力を算定します。
- ⑥ 総合計した数値と実際の年間エネルギー量を比較して、必要に応じて使用時間や負荷率を調整し最終結果とします。

考察の方向性

- ① 空調、照明、コンセント、動力などのエネルギー用途別の電力消費量を明確にします。
- ② エリア別、部門別等の電力消費量を明確化します。
- ③ 上記を踏まえて、省エネの方向性を考察します。

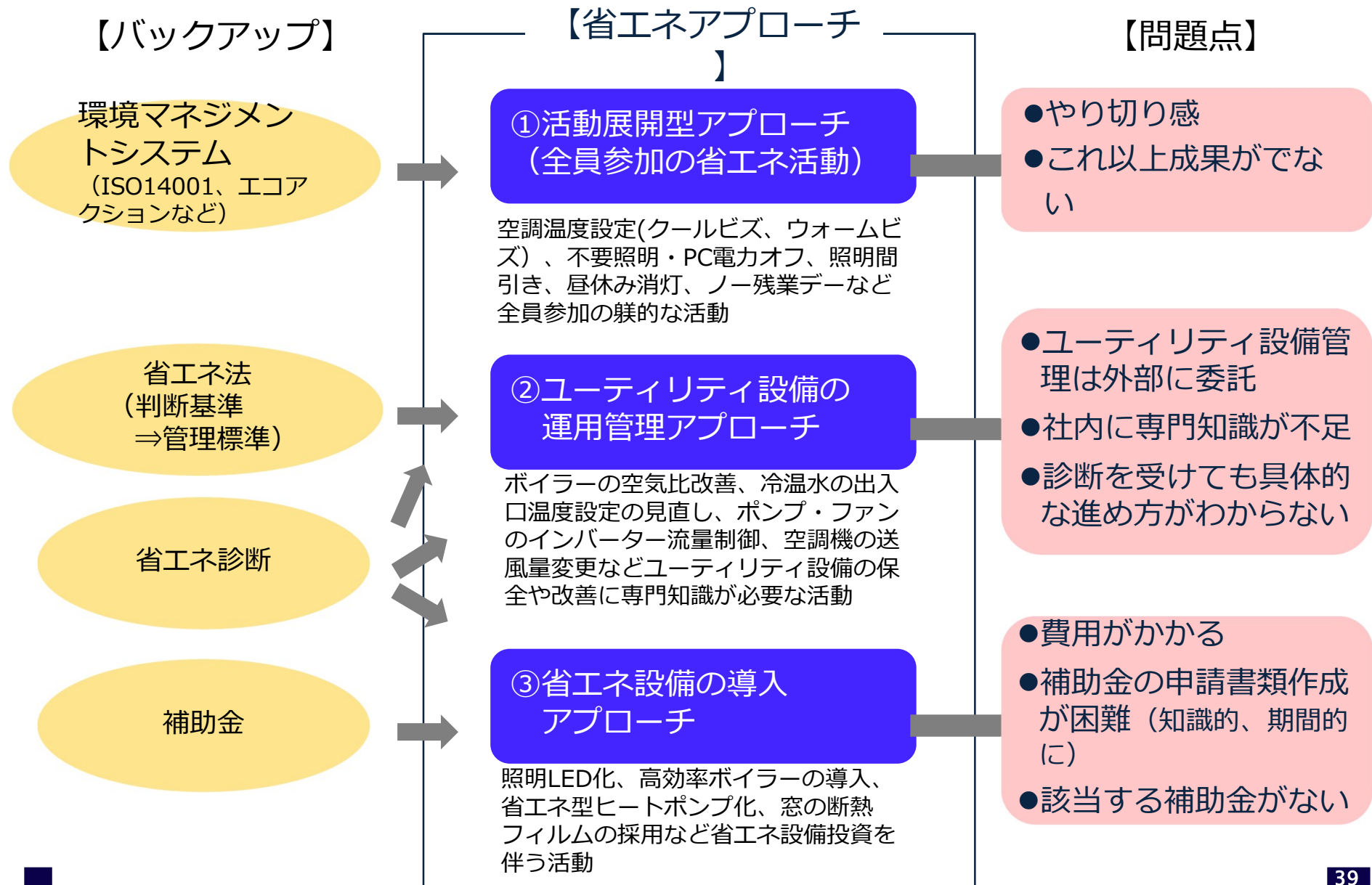
ポイント

- ① 正確な電力がわかる範囲で実施します。
- ② 電気系統図面、機器リストの閲覧、現物確認（銘板等）により全ての電力機器をリストアップする努力をします。
- ③ 不明な機器は能力などを想定し、1割程度は不明分が出てもよしとします。

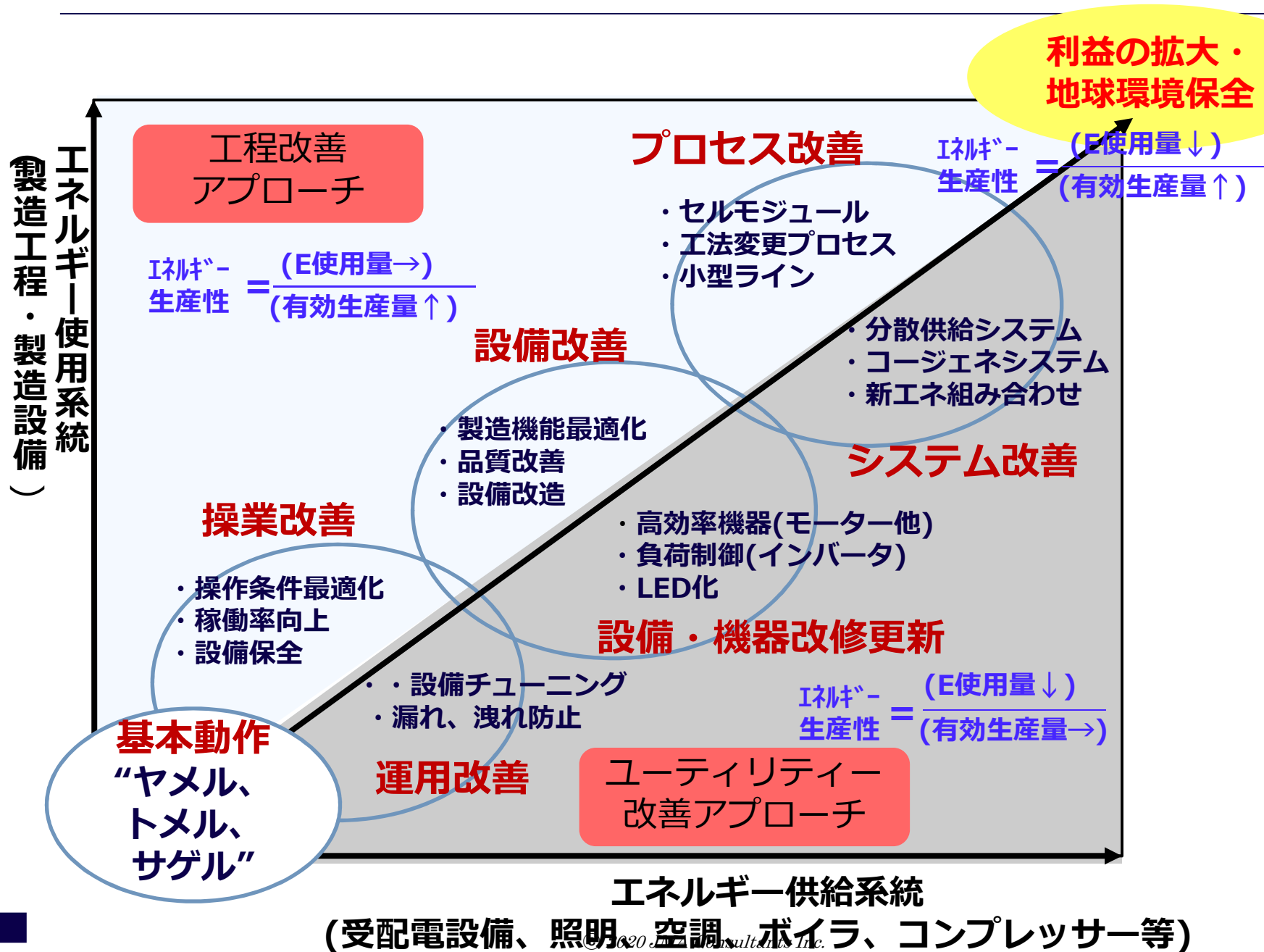


(2) 工程を基軸としたアプローチ

日本の省エネアプローチと問題点



省エネルギー（Iねが-生産性向上）実践の方向性



省エネルギーの目的 (再確認)

1. エネルギー効率向上

エネルギー資源の約90%を海外からの輸入に頼るわが国において、資源の有効利用の観点から総合的にエネルギー効率を上げてエネルギー消費を少なくする。

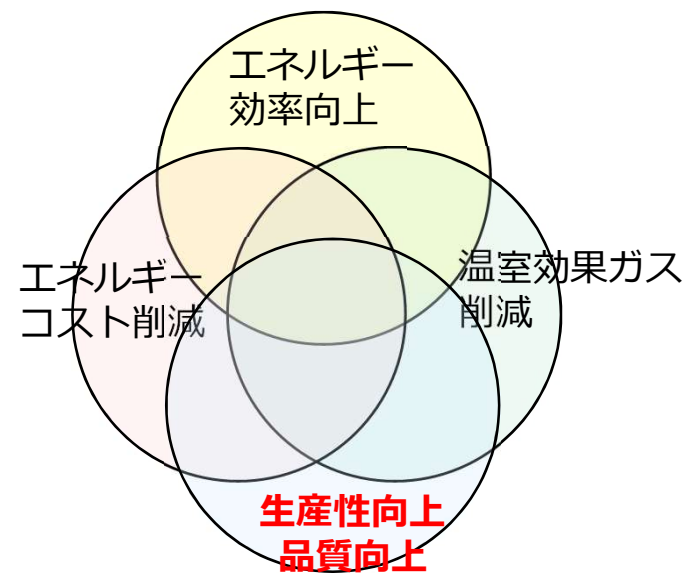
2. エネルギーコスト削減

エネルギーはコストである。このコストは一度対策を実施すれば継続的に削減効果は維持される。

3. 温室効果ガス排出量削減

気候変動の原因となる温室効果ガスの約9割近くがエネルギー起源によって発生している。気候変動を抑制するためには省エネルギーは喫緊の課題である。

4. 生産性向上 (品質向上)

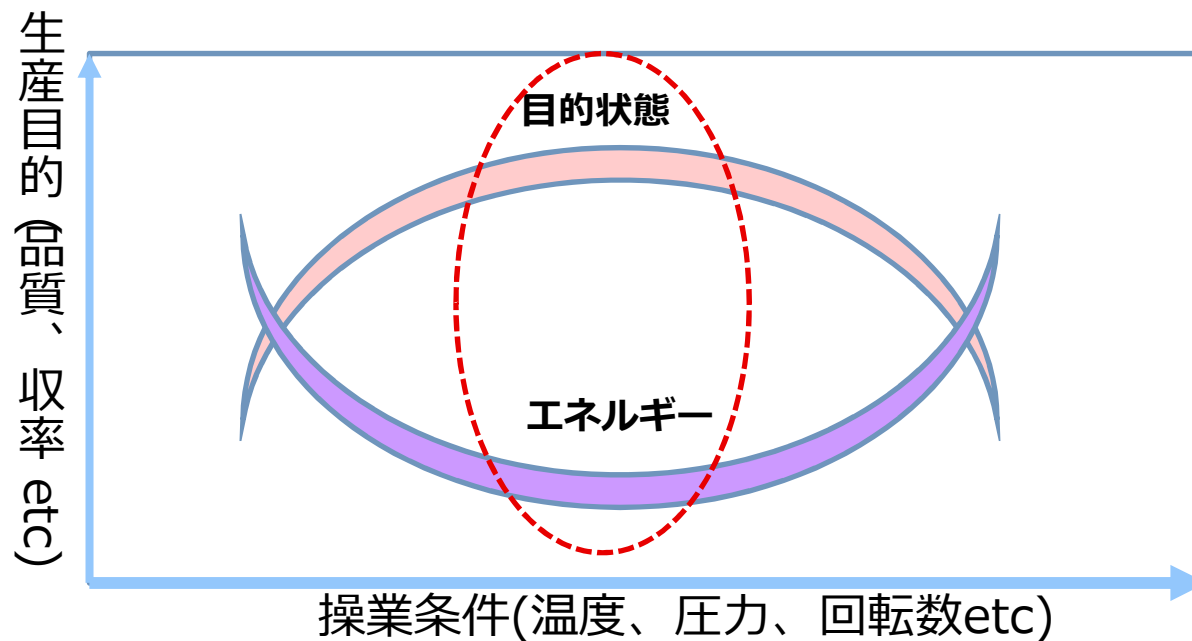


モノづくりに何故省エネが大切か？

エネルギーはコストであり、エネルギー効率が、稼働率、品質、歩留の総合生産性を左右します。

- ・切替段取ロス、チョコ停ロス、故障トラブルロスetcが多いことがエネルギーロスとなります
- ・品質が安定せずバラツキが大きいとエネルギーロスとなります
- ・直行率が低く完成品歩留が低いとエネルギーロスが大きくなります

最適・最小エネルギーの状態が、実は稼働率max,品質最適、歩留maxの状態です。即ち、エネルギーを見える化・数値化してコストを管理して利益化につなげることがモノづくりの省エネです。



モノづくりの基本は、マテリアルとエネルギーの2軸構成

マテリアルとエネルギーは、表裏一体の見直し!

製造工程は、2軸の要素から成り立ちます。

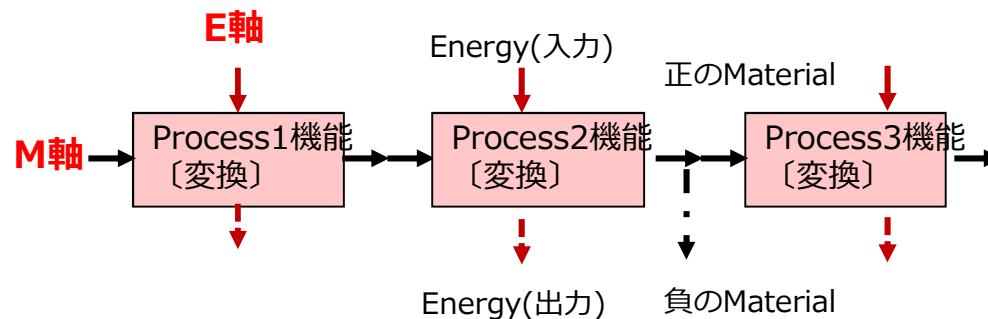
M軸： 物質(Material)の流れで、直接の付加価値の主体要素です。

- ・次工程に行くものを正のMaterial、工程落ち、Returnするものを負のMaterialといいます。(MFCA)
- ・有害物質、廃棄物の発生は、負のMaterialに含まれます。

E軸： Energyは、付加価値に変換するための作用要素です。

- ・入力を全て変換に用いることはできません。
(熱力学の第二法則)
- ・入力と活用されない出力の差が、有効Energyで、最少の入力で有効Energyをどう最大化できるかが本質的な省Energyです。

マテリアルフローに注目すれば、マテリアルロスが見えます。マテリアルロスは、製品にならなかった全てのマテリアルロス(負の製品と呼ぶ)です。端材、切粉、切替残材、試材、不良品、回収再投入品・・・全てが負の製品で、全てがエネルギーロスです。



※負の製品(マテリアルロス)を物量とコストの両面から見える化する方法をMFCA(マテリアル・フロー・コスト・アカウントィング)と言います。

負の製品コストには、材料費、エネルギー費、加工費、廃棄費を含みます。

省エネの改善は、工程機能にあり!

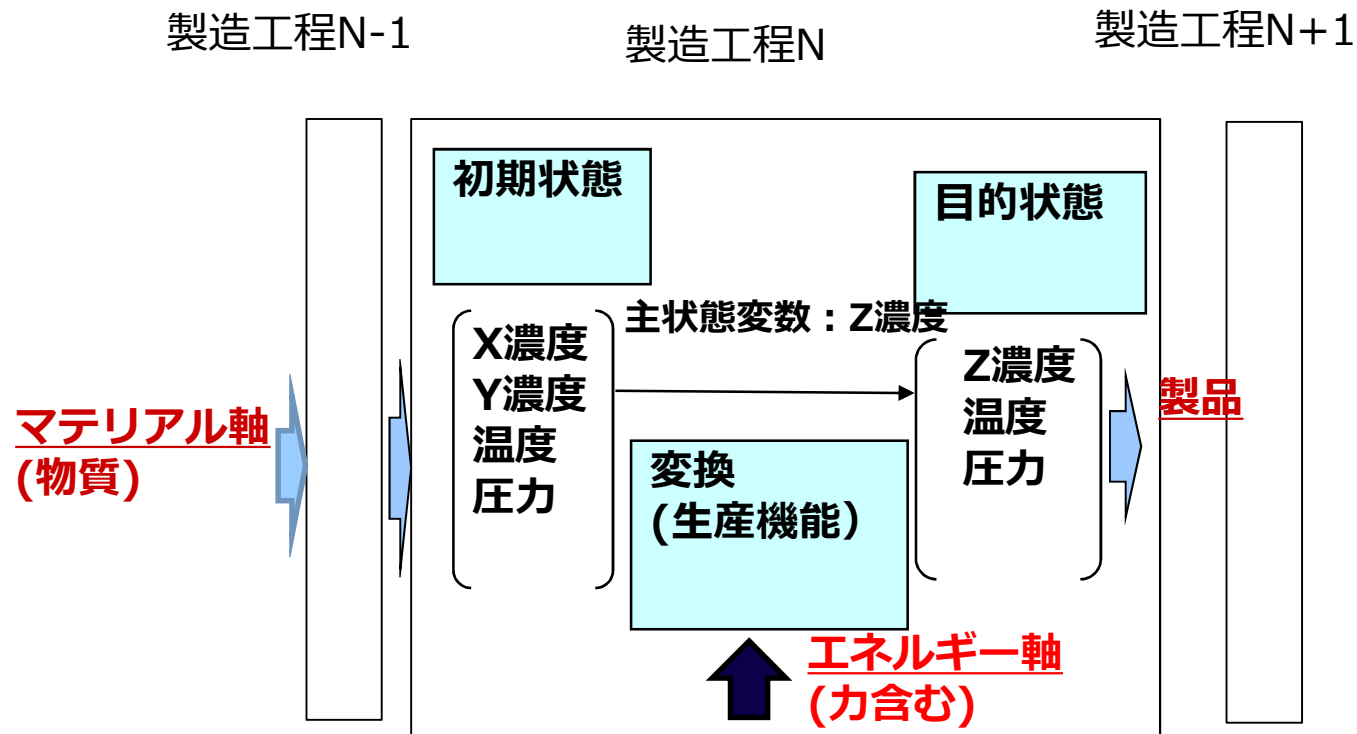
製造工程とは、材料を製品に変換し付加価値に替えることです。エネルギーは、この目的変換のための作用媒体です。

エネルギーを切り口に工程全体の機能の適正化と最適化を見直し計画化することが、今までの改善の限界を打破します!

私達が常に観念に於いているQCDの最小単位は、工程の安定化でこの鍵がエネルギー効率化です。

目的変換のためには、**マテリアル(物質)とエネルギー(力を含む)**が必要です。物質、エネルギー、力は全て保存則に従います。

・Q(品質)は、目的状態が安定していること。C(コスト)は、マテリアルとエネルギーが最適・最小であること、D(時間)は変換に至る時間が短いこと・・・と定義出来ます。



目的変換とエネルギーの駆動伝達過程の考察

生産プロセスでの目的変換(機能の定義)のために、エネルギーが必要であり、そのエネルギーの駆動伝達過程を考察することにより、白紙に戻した目的最適のエネルギーの投入の仕方が導出できる。

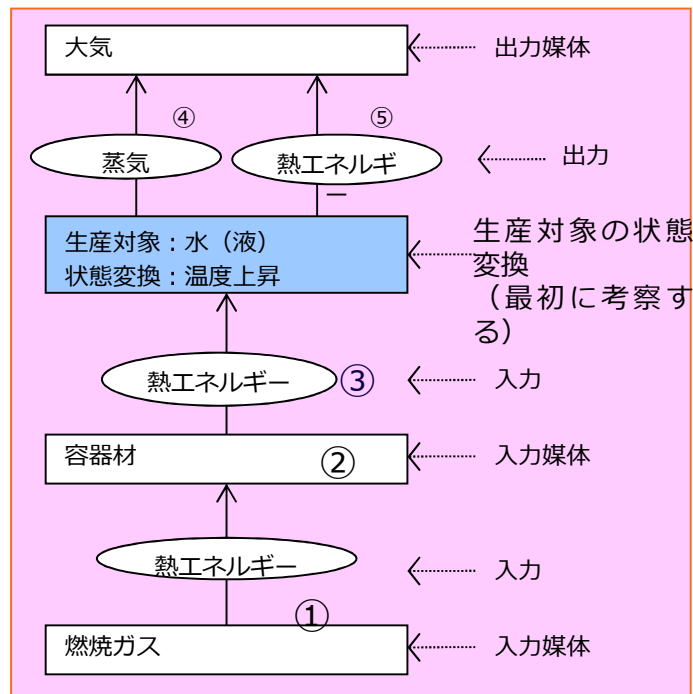
目的変換(機能の定義):お湯を沸かす場合の例

機能とは、
生産(処理)対象の初期状態から目的状態(終期状態)への状態変換であり、この3項目で表現できる。
生産対象

初期状態 → 目的状態
20℃ → 85℃



入出力の場の構造化/駆動伝達過程の考察/状態変数考察例



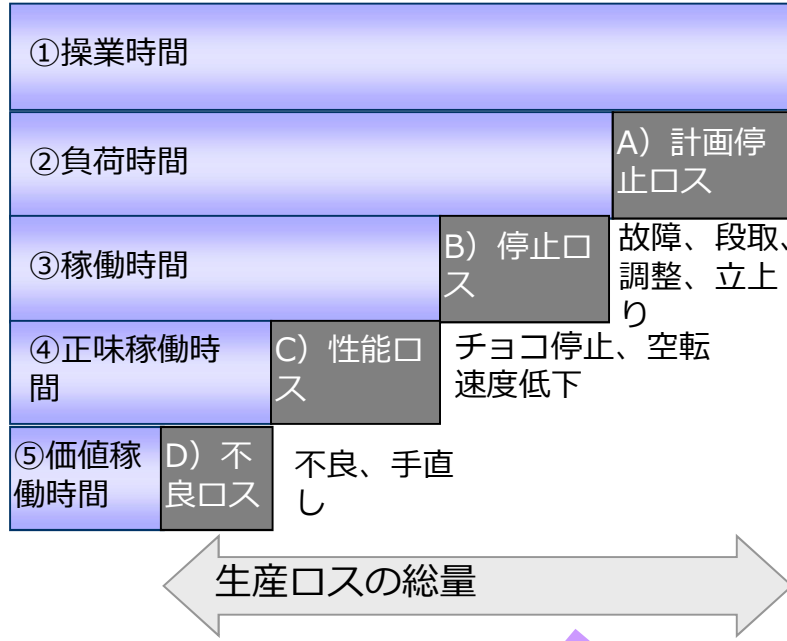
エネルギー伝達過程の考察と改善指針例

伝達過程	仮説の観点及び状態変数の展開	大きくするか 小さくするか	対策案
① 「燃焼ガスからの熱流束」	燃焼ガスの熱流束 放射熱流束 対流熱流束 燃焼ガス温度 燃焼ガス温度 燃焼ガス流速 燃焼ガス通過時間	↑ ↑ ↑ ↑	・他の熱源に変更
② 「容器壁から水への伝熱熱流束」	伝熱熱流束 容器の熱伝導率 容器内外温度差 容器厚み 燃焼ガス温度	↑ ↑ ↓	・材質を変える ・薄い容器にする
③ 「水自体の対流熱流束」	対流熱流束 水の流速 器壁と水の温度差 気泡による同伴流	↑ ↑ ↑	・容器を小さくする
受熱面積	受熱面積	↑	・炎のあたる面積を大きくする

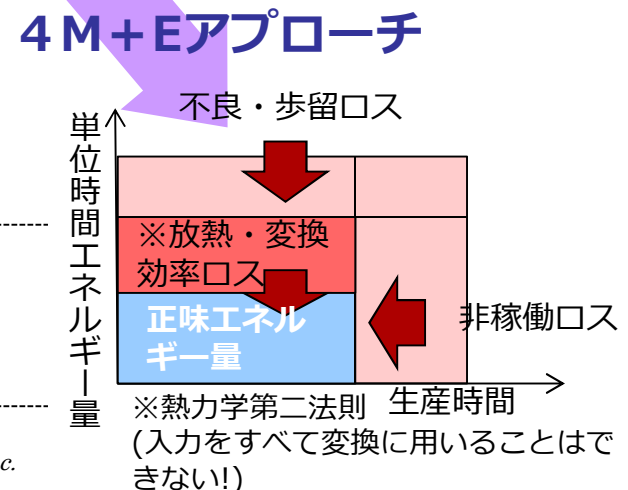
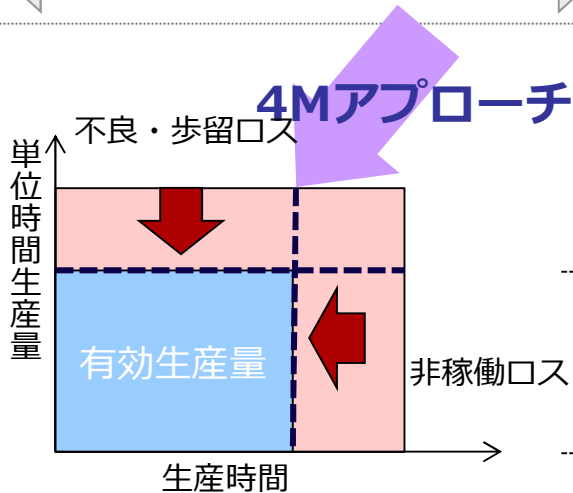
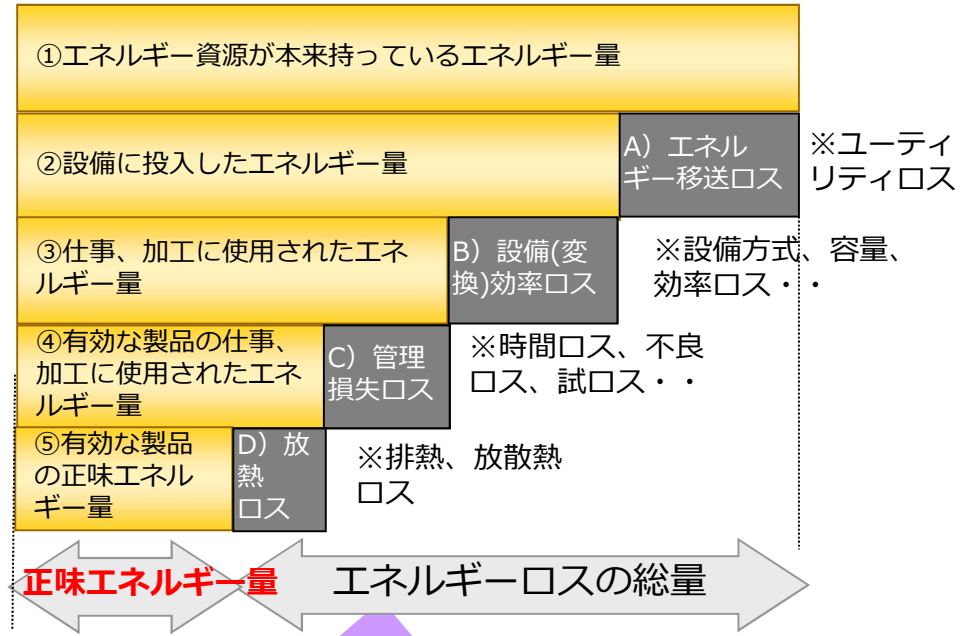
エネルギーは、ロスの塊。ロスを定量化することからスタート

省エネルギー = p(生産性、品質、歩留、時間) × 改善率で現わされる!

TPMによるロス区分



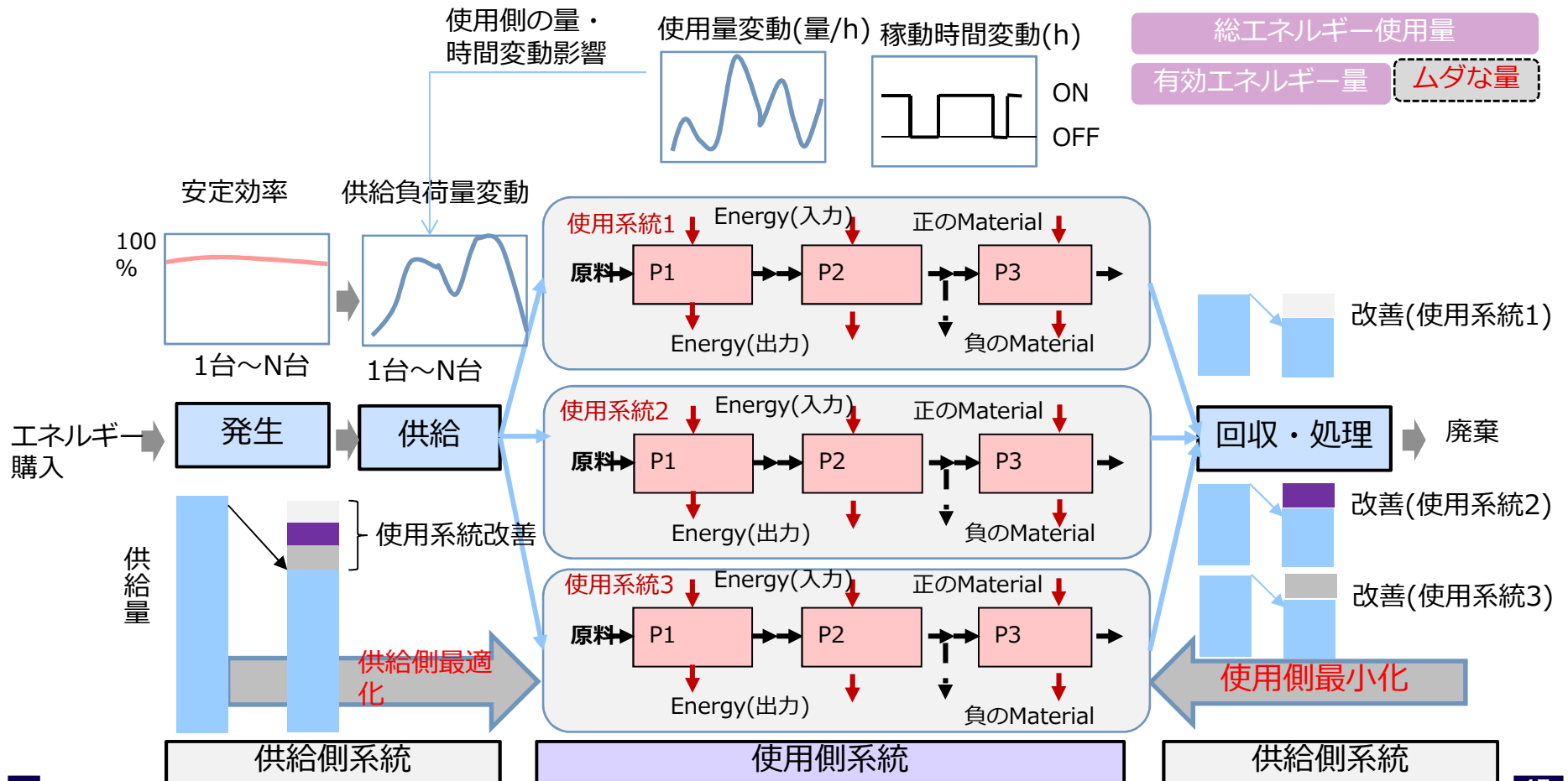
エネルギーのロス区分例



■ 使用側を優先し合わせて供給側を最適化する

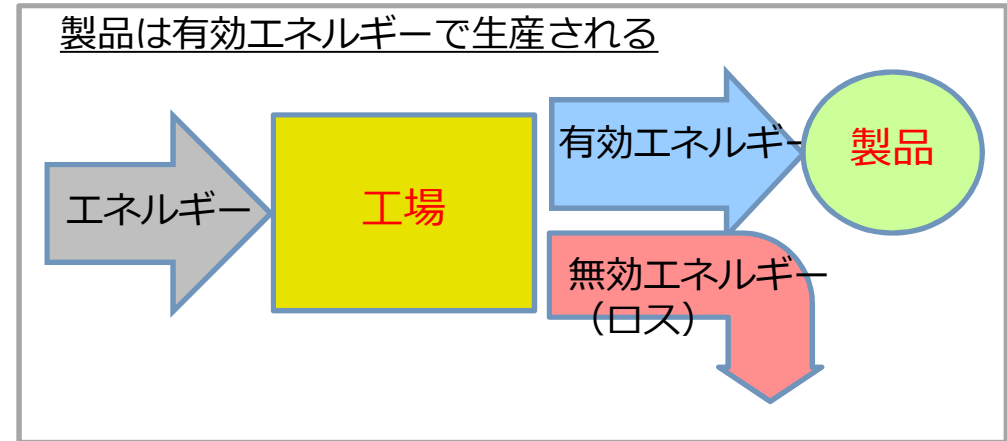
- ・ 製造業のエネルギーの80%以上は、製造工程で使用される。
- ・ 製造工程でのエネルギーの使用特性(量・時間)を把握して、ムダなエネルギーを評価してなくすことが省エネの基本。
- ・ 製造工程でのエネルギー最小の生産方式・方法(運用含む)に代えて、工場全体の供給システムを最適化する。

使用量×稼働時間=総エネルギー使用量



原単位管理

$$\text{エネルギー消費原単位} = \frac{\text{エネルギー使用量}}{\text{生産数量等}}$$



原単位のブレイクダウン

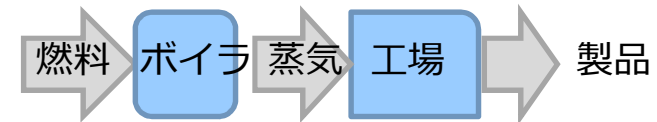
$$\text{工場原単位} = \frac{\text{工場エネルギー使用量}}{\text{工場生産量}}$$

$$\text{部門原単位} = \frac{\text{部門エネルギー使用量}}{\text{部門生産量}}$$

$$\text{工程原単位} = \frac{\text{工程エネルギー使用量}}{\text{工程生産量}}$$

$$\text{設備原単位} = \frac{\text{設備エネルギー使用量}}{\text{設備生産量}}$$

原単位の展開例



$$\text{ボイラー設備エネルギー原単位} = \frac{\text{ボイラ燃料使用量}}{\text{関係生産量}}$$

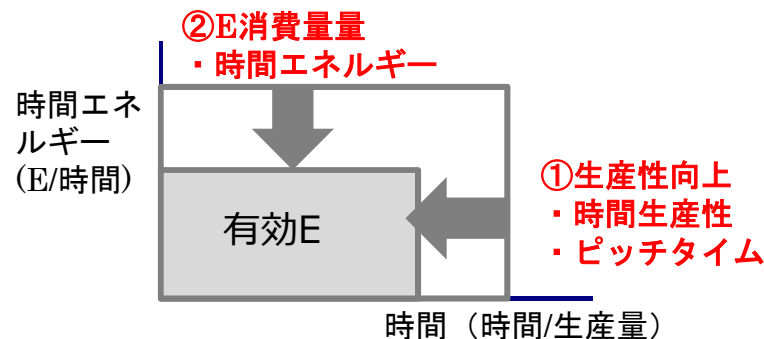
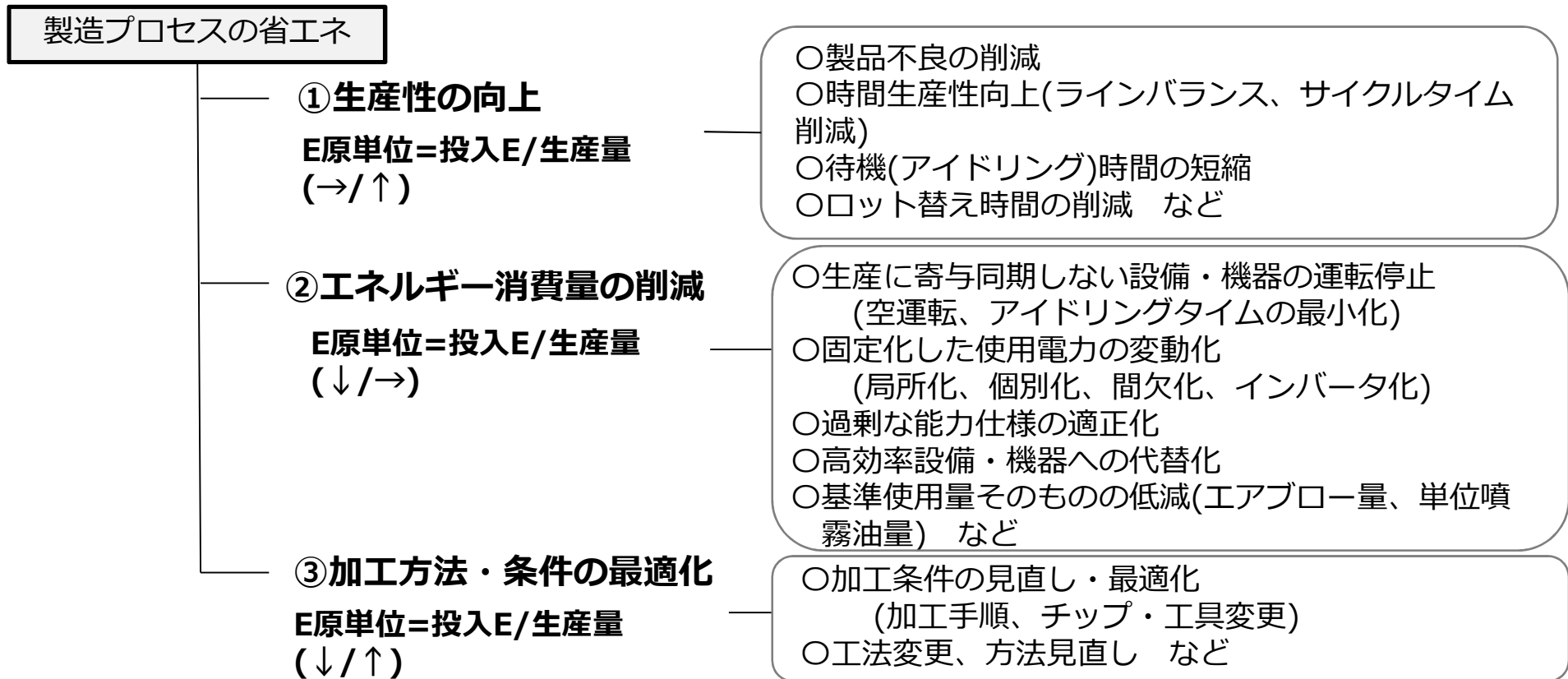
$$\text{ボイラー設備エネルギー原単位} = \frac{\text{ボイラ燃料使用量}}{\text{蒸気量}} \times \frac{\text{蒸気量}}{\text{関係生産量}}$$

ボイラ燃料原単位

生産部門蒸気原単位

■ 製造プロセスの省エネ改善の目の付け所

加工・組立の省エネは**エネルギー原単位**(E原単位と略)の向上の視点で見ていくことが肝。

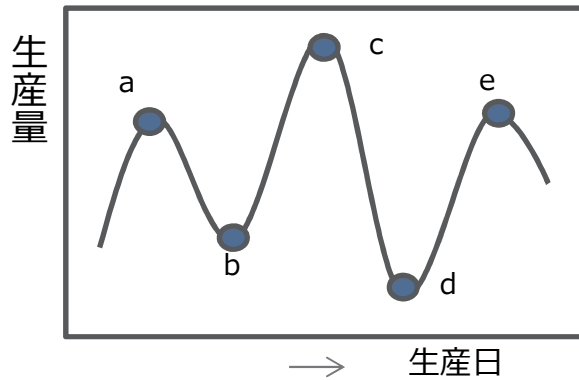


工場のエネルギーロスは、常に埋没化する

製品変更、生産量の変動、作りやすさ、作りにくさ、季節変動等々により、必然的にエネルギー使用量は変化します。固定エネルギーが、全体消費エネルギーの30~40%強を占める！その半分は、本来不要なエネルギーである。(成形機メーカーの例)

生産に関与していない固定エネルギーの引き下げこそ投資ゼロの省エネルギー

生産量は、変動します！



変動エネルギーの引き下げ

生産に結びつく
正味エネルギー！

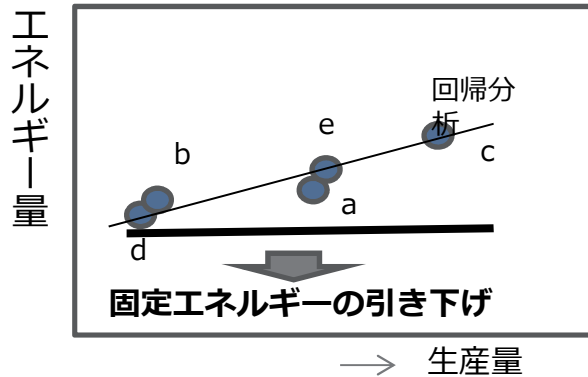
生産に関与しているが、その正体はエネルギーロス！

生産に寄与する有効エネルギー

・変形、変質等の正味エネルギー

生産中のエネルギーロスの発掘改善

- ・放熱ロス
- ・回収されない排熱ロス
- ・照明、空調等ベース基準の見直しetc



固定エネルギーの引き下げ

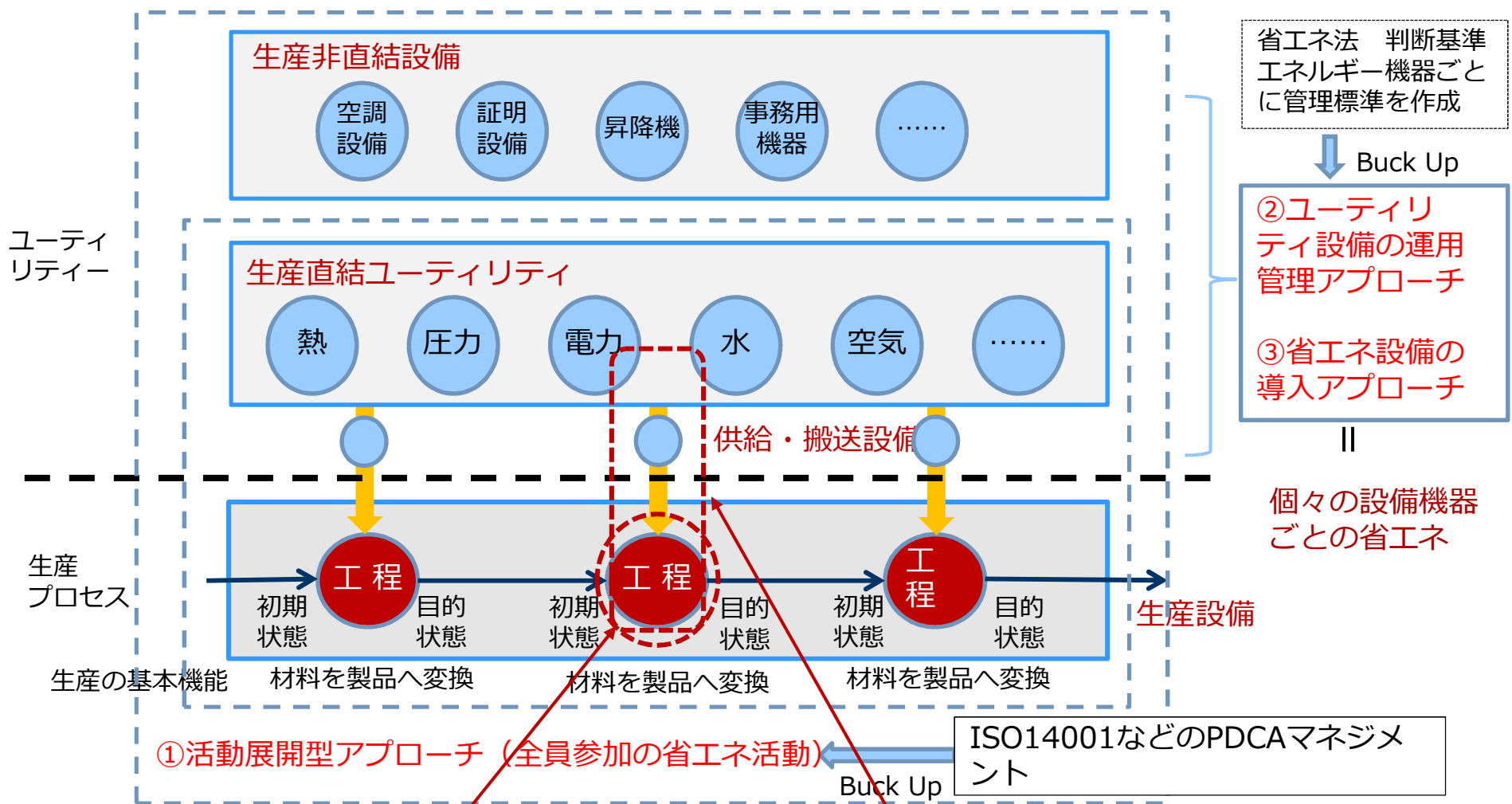
生産に関与しないエネルギーの排除
または変動化！

慢性化して隠れたエネルギーロスの発掘改善

- ・待機、空運転、アイドリングロス
- ・非同期生産付帯設備の運転ロス
- ・品質不良、廃棄、スクラップロスetc



第4のアプローチ：工程を基軸としたアプローチ



- 第4のアプローチ ④生産工程を基軸としたアプローチ**
- (1) 各工程の初期状態を目的換するためのエネルギーをミニマム化する
 - (2) 工程と生産直結ユーティリティ設備との最適な連携を図る

必要な時に必要なだけのエネルギーを工程に供給する。

生産工程を基軸としたアプローチの進め方

活動手順

1. 各工程の初期状態を目的状態に変換するためのエネルギーをミニマム化する

■ 生産工程に潜む非効率（ロス・ムダ）の顕在化と徹底排除

- ①製品（物質）ロス 例）不良、歩留ロスなどロスを造るためのエネルギー ⇒手法例：MFCA
- ②時間的ロス 例）非生産エネルギー、チョコ停・速度低下による過剰エネルギー
⇒手法例：TPM、エネルギー固定・変動分析

■ 「生産条件のゆるさ」によるエネルギーロスの徹底排除

- ①加温や冷却温度、加温時間、温度変動幅などのゆるさによる過剰エネルギー

2. 工程と生産直結ユーティリティ設備との最適な連携を図る

■ 生産プロセスに必要なときに必要なだけのエネルギーを供給することの徹底追求

- ・もらうべきエネルギー量（量と時間）がわかっているか？
- ・ユーティリティ設備が必要エネルギーを供給する最適プロセスになっているか？

■ 工程からエネルギーシステム全体の最適設計

- ・機器メーカーは設備売りが主で全体プロセス最適化が不十分。設備能力のマージン過剰の場合もある

3. ユーティリティ設備に潜む非効率（ロス・ムダ）の顕在化とロスの徹底排除

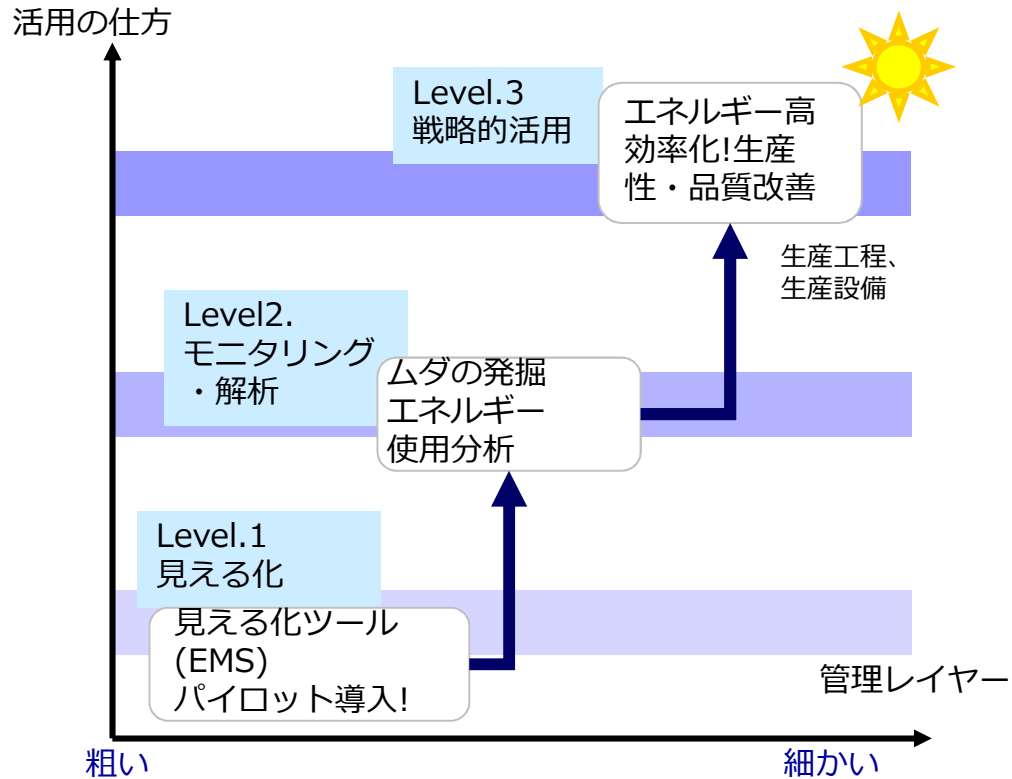
■ 機器の保全およびチューニングによる改善

- ・ボイラー、冷凍機、空調機、コンプレッサー、ファン、ポンプなど機器ごとの保全/チューニング

～事例1. EMSを活用した生産プロセスの見える化事例～

① エネルギー計測データの戦略的活用

エネルギー計測データ(EMS等のITツール活用)を活用してモノづくり工程のエネルギー消費の構造を定量的に把握して、エネルギー削減の余地を明らかにするとともに生産性・品質改善との関連を明らかにして総合的な改善につなげる



EMSの活用を単なる見える化レベルからさらに進化して、企業価値向上といった戦略的なレベルでの活用を目的とする。

Level.3 : 戦略的活用

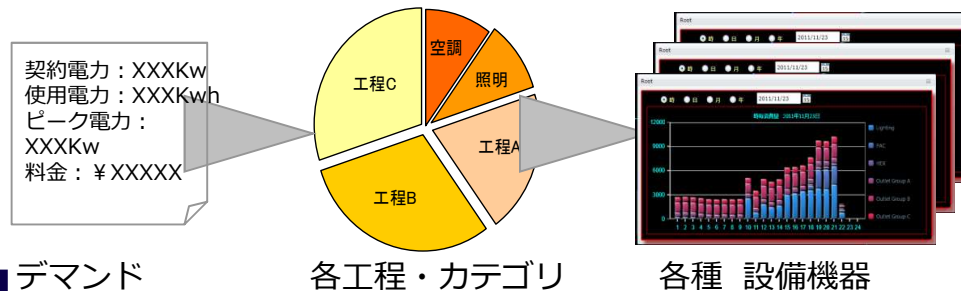
省エネを現場における生産改善、品質改善と連動させることにより、企業の付加価値、競争力のUPをはかる。**エネルギー計測データを基に、省エネ+品質・生産性向上を実現する。**

Level.2 : モニタリング・解析

エネルギー使用実態を解析して、工程及び設備機器のエネルギーのムダを省いた最適運転・運用を行う。

Level.1 : 見える化

単なるエネルギーの視覚化ツール。この段階ではパイロット導入により見える化の適用効果を試算することが大切。



② 改善手順とアプローチ

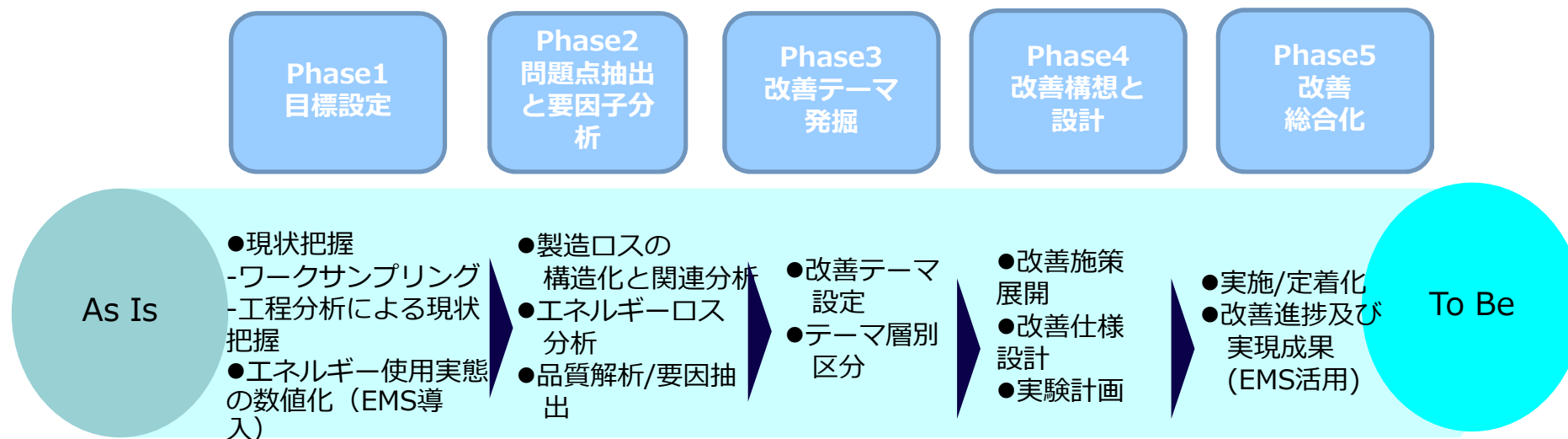
活動の手順を下記に示します。

エネルギー改善の定石は、下記のとおりです。

- ① **エネルギー使用量を数値化して、エネルギー使用の挙動特性を把握する**
 - ・エネルギーの使用の挙動傾向から生産特性とムダを把握する
- ② **エネルギー使用量の消費構造を明らかにして消費構造区分に合わせた問題を定義する**
 - ・損失ロスと管理ロスは優先的目の付け所
- ③ **改善案を導出して、具体的な施策を練る**
 - ・現場と一緒に改善しなければモノづくり改善につながらない。

というように進めます。いきなり投資議論に持ち込んでお金をかける取り組みは感心しません。またあまり緻密に分析に時間をかけるよりも早く改善に持ち込むことが大切です。

改善手順



③ EMSを活用したダイキャストメーカーの遠隔監視画面

The screenshot displays a web-based monitoring interface for a die-casting manufacturer. The interface is organized into several sections:

- Header:** Shows the user 'admin', the current page '電力監視' (Power Monitoring), and the date/time '2013 9/12 08:25:57'. There are also navigation icons and a 'ログアウト' (Logout) button.
- Navigation Menu:** Includes buttons for '承認' (Approval), '電力監視' (Power Monitoring), '温度監視' (Temperature Monitoring), '監視画面' (Monitoring Screen), 'トレンド' (Trends), 'BEMS', '警報ログ' (Alarm Log), '帳票' (Reports), and 'アラームサマリ' (Alarm Summary).
- Sub-Menu:** Lists specific furnace groups: '東京1~4号炉' (Tokyo 1-4 furnaces), '東京5~8号炉' (Tokyo 5-8 furnaces), '東京9・10号炉' (Tokyo 9-10 furnaces), '茨城1~4号炉' (Ibaraki 1-4 furnaces), and '茨城5号炉' (Ibaraki 5 furnace).
- Main Monitoring Area:** Contains four panels for '東京工場' (Tokyo Plant) furnaces:
 - No.1 炉:** 機検部 使用電力 7.458kW, 電気炉 炉内温度 751.00°C, 電気炉 使用電力 30.249kW.
 - No.2 炉:** 機検部 使用電力 6.983kW, 電気炉 炉内温度 728.00°C, 電気炉 使用電力 0.000kW.
 - No.3 炉:** 機検部 使用電力 21.485kW, 電気炉 炉内温度 706.00°C, 電気炉 使用電力 35.619kW.
 - No.4 炉:** 機検部 使用電力 6.247kW, 電気炉 炉内温度 707.00°C, 電気炉 使用電力 25.535kW.

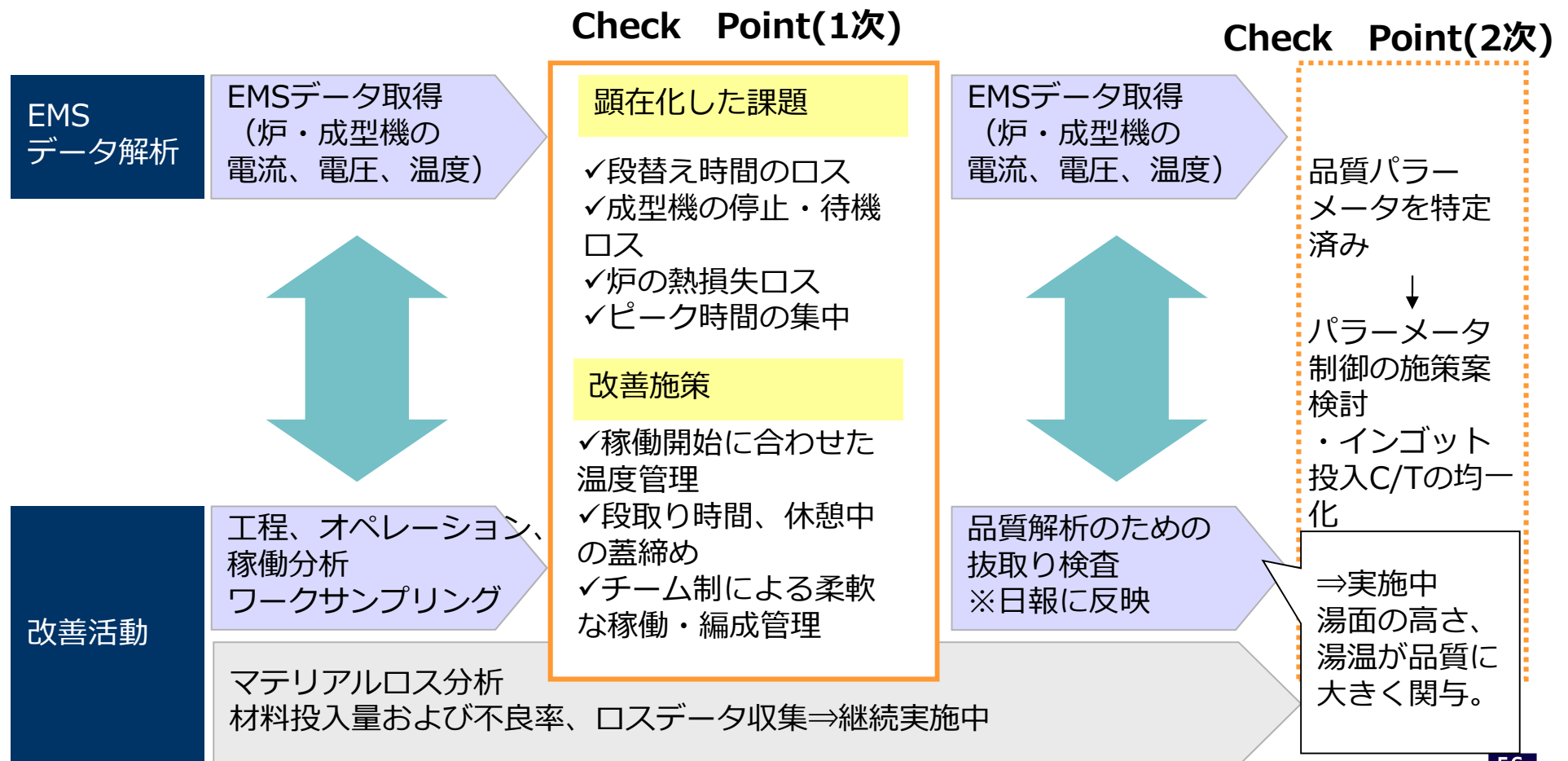
④ 実行ステップ

本ダイキャストメーカーにおいては、EMSから取得されたエネルギーデータをもとに改善活動を進めています。

[経営課題] 品質不良の低減(発生原因の90%は、鑄造工程)

多頻度の金型交換時間ロス(30分~120分)

上記全てがエネルギーロスに帰結し、かつエネルギー消費の90%が鑄造工程。



⑤ 熱解析による電気炉ロス考察

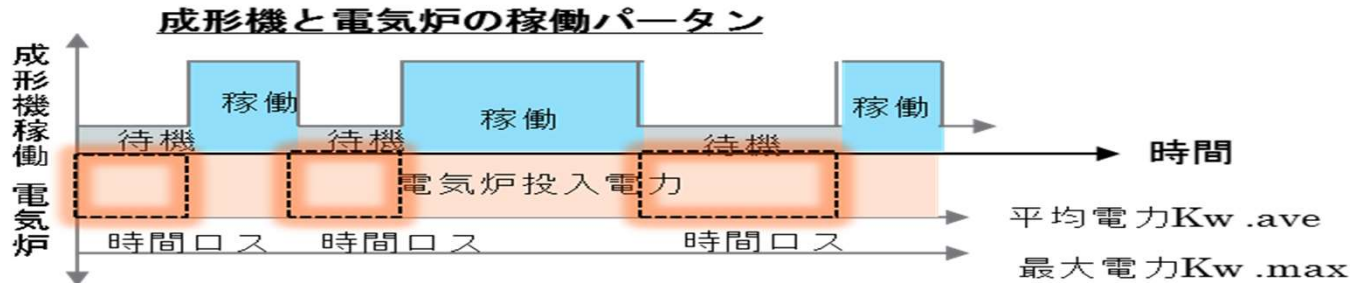
電気炉のエネルギー投入量に対してのエネルギー消費の区分を熱解析を含めて解析したものです。全体の電力投入量は、EMSより取得しています。生産投入量は、製造日報から生産数量を割り出しています。

正味エネルギー: 材料を溶解して目的温度に持っていくためのエネルギー

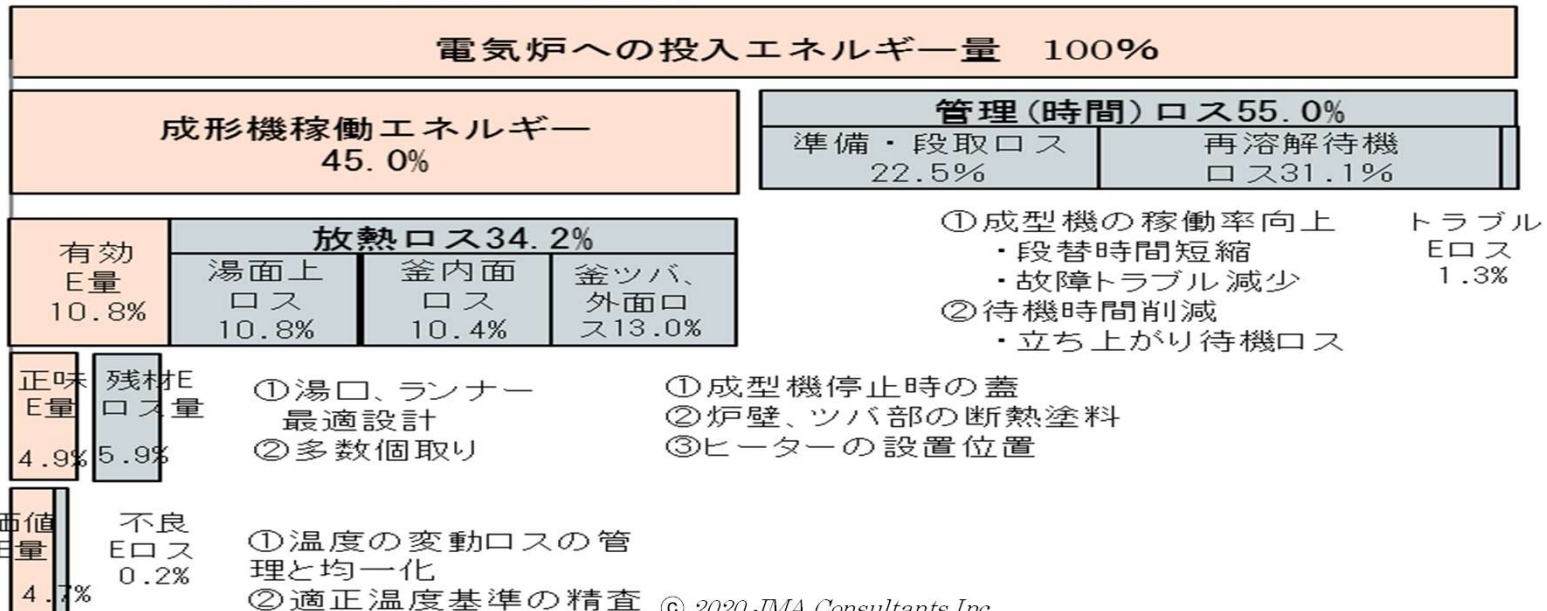
設備必要エネルギー: 生産に必要な状態に持っていくためのエネルギー

設備損失エネルギー: 炉壁(熱伝導、熱伝達)、炉上面(熱伝達、輻射)により損失するエネルギー

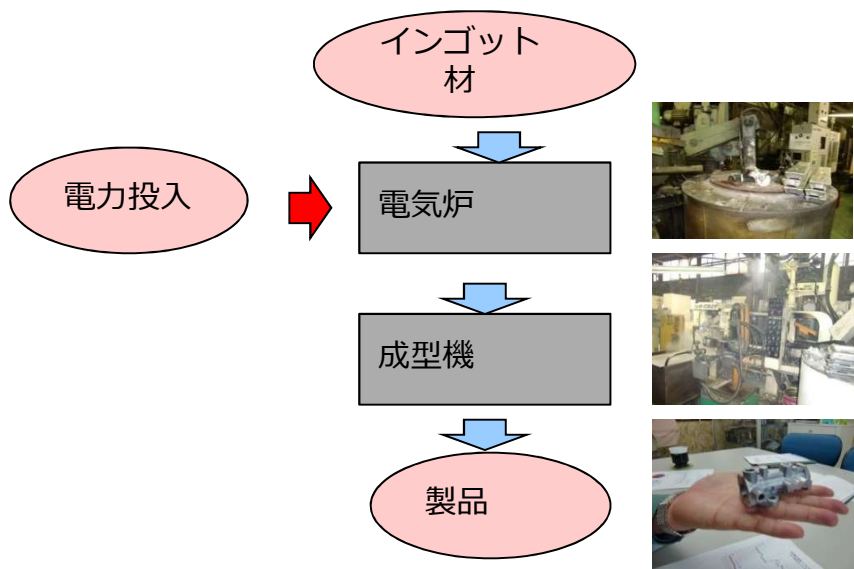
管理損失エネルギー: 段替時間等のアイドルタイム及び不良ロスによる再生のためのモノづくり損失ロス



電気炉の熱解析と考察例

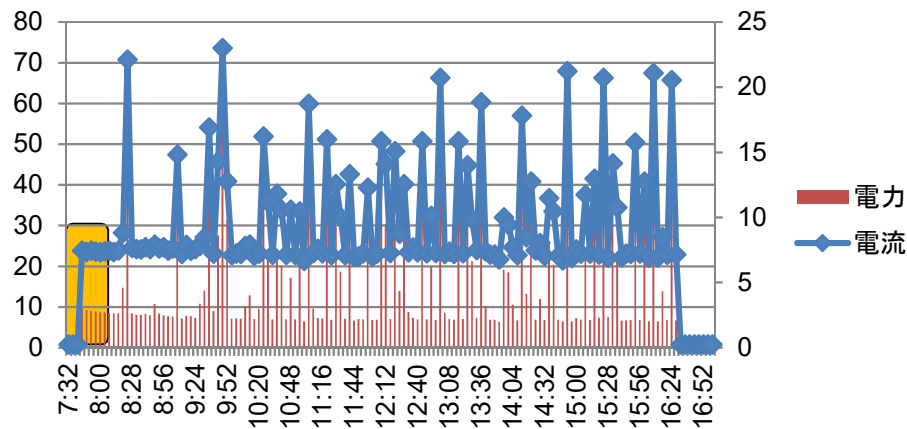


⑥ 改善活動:有価作業実態分析による成型機の稼働パターン把握



- ☑電気炉は、温度でOn-Off制御
- ☑電気炉の30%は、放熱損失(正味エネルギーは、10%)
- ☑成型機が、停止すれば、電気炉のエネルギーロスが発生
(段替ロス、トラブルロス、待機ロスの生産性ロス)
- ☑成型機が停止すれば、エネルギー原単位が悪くなる(利益の逸失)

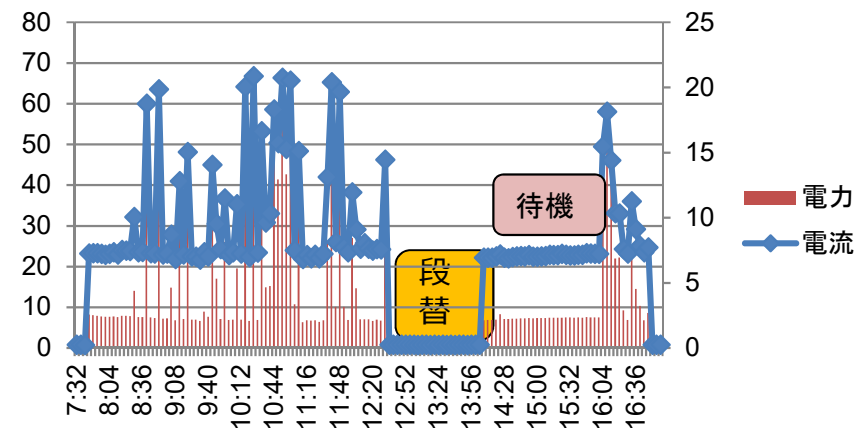
エネルギー効率が良い!⇒有価作業率高!



始業前段替で、エネルギーが、成形に有効に利用されている。

エネルギー効率が悪い!⇒有価作業率低!

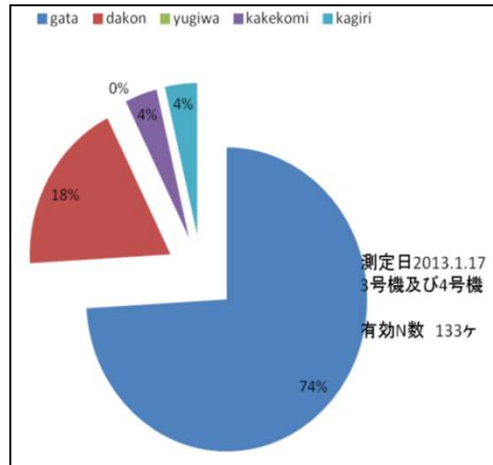
※投入エネルギーの50%がムダ



段替、待機ロスがあり、エネルギーが有効に製品を作ることに利用されていない。

⑦ 改善活動：品質解析

サンプル中の不良内訳



多変量解析

```
Call:
lm(formula = defect.total ~ chipatumi + cycletime +
kata.atstu +
kataondo + seihinomosa + yukuchiomosa + yuon.ems
+ yuondo +
yutakasa, data = Dataset)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.41766	-0.22639	-0.15588	-0.01725	0.95445

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	21.9292144	15.0633364	1.456	0.1480
chipatumi	-0.0192610	0.0346386	-0.556	0.5792
cycletime	-0.0959983	0.0614258	-1.563	0.1207
kata.atstu	0.0015916	0.0022838	0.697	0.4872
kataondo	0.0001002	0.0040923	0.024	0.9805
seihinomosa	-0.1282794	0.1040187	-1.233	0.2198
yukuchiomosa	0.0035697	0.0040225	0.887	0.3766
yuon.ems	0.0012272	0.0025471	0.482	0.6308
yuondo	-0.0047714	0.0022066	-2.162	0.0325 *
yutakasa	0.0263540	0.0117434	2.244	0.0266 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

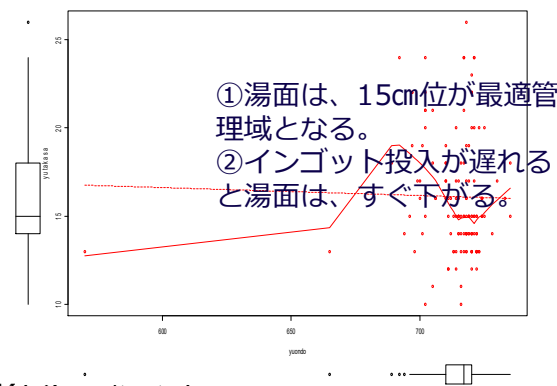
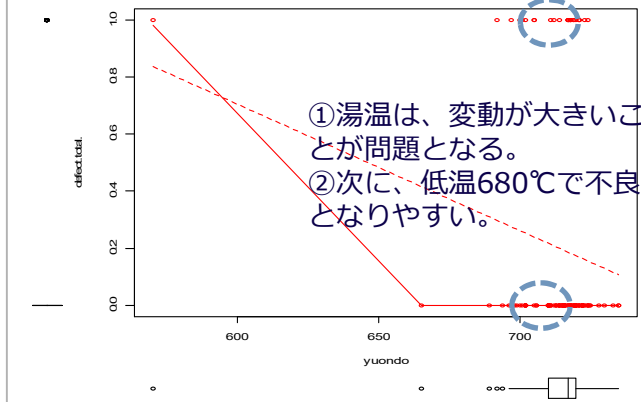
Residual standard error: 0.3963 on 123 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.1025, Adjusted R-squared: 0.03685
F-statistic: 1.561 on 9 and 123 DF, p-value: 0.1343

温度の変化と湯面位置の変化

全体不良は、0.1%以下の有意差で「湯面の高さ」、「湯温」に関する。(但し寄与率が低い!)

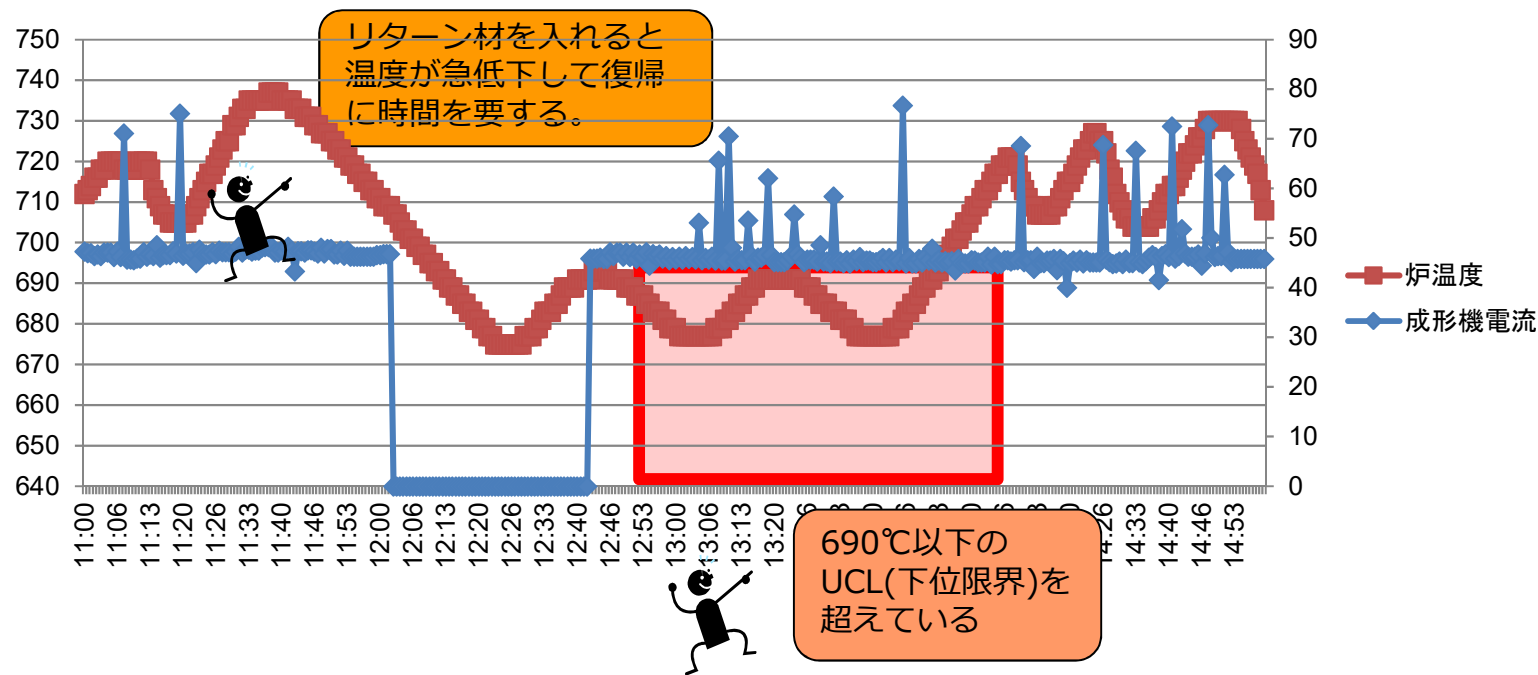
分布図

全体不良と湯温分布



⑧ 改善活動：品質の決め手となる炉温度の関係パターン分析例

この炉の温度基準は、 $710^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ とされている。 700°C を下回る低温度域では不良になりやすいことは、統計的にも経験的にも確認されて認識されている。
しかし、現場の温度モニターは、 670°C を示している。しかも成型をしている。



炉温度の管理は、現場作業者に依存するしかないが、中々厄介である。

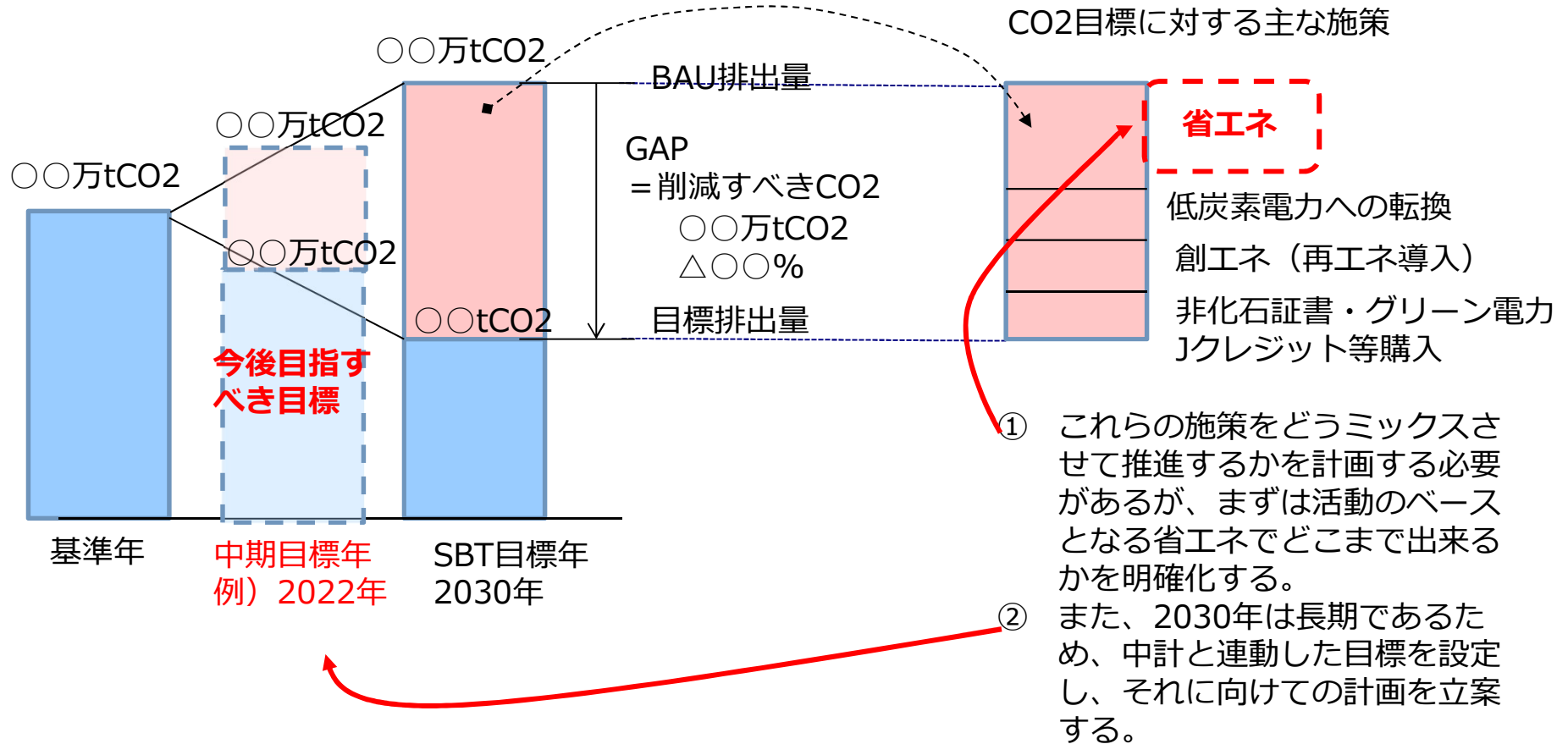
[現在の検討施策]

- ①現場作業者が、正しいと思いやっている稼働時のリターン材投入廃止
- ②湯面の入っている管理のためのインゴット材の2段投入。粉碎化
- ③非生産温度域での作業者へのアラーム警告
- ④データをフィードバックして、出荷前検査で確認して、顧客に品質不良を流出させない。



2. グループ全体の省エネルギー推進

SBT目標達成方策



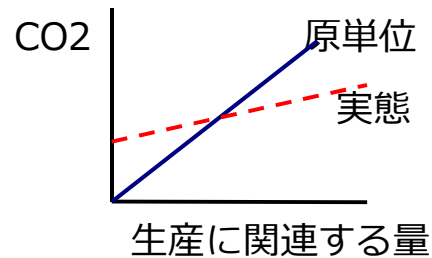
BAU (Business as usual : 成り行きの結果)

そもそも目標をどう考えるか？

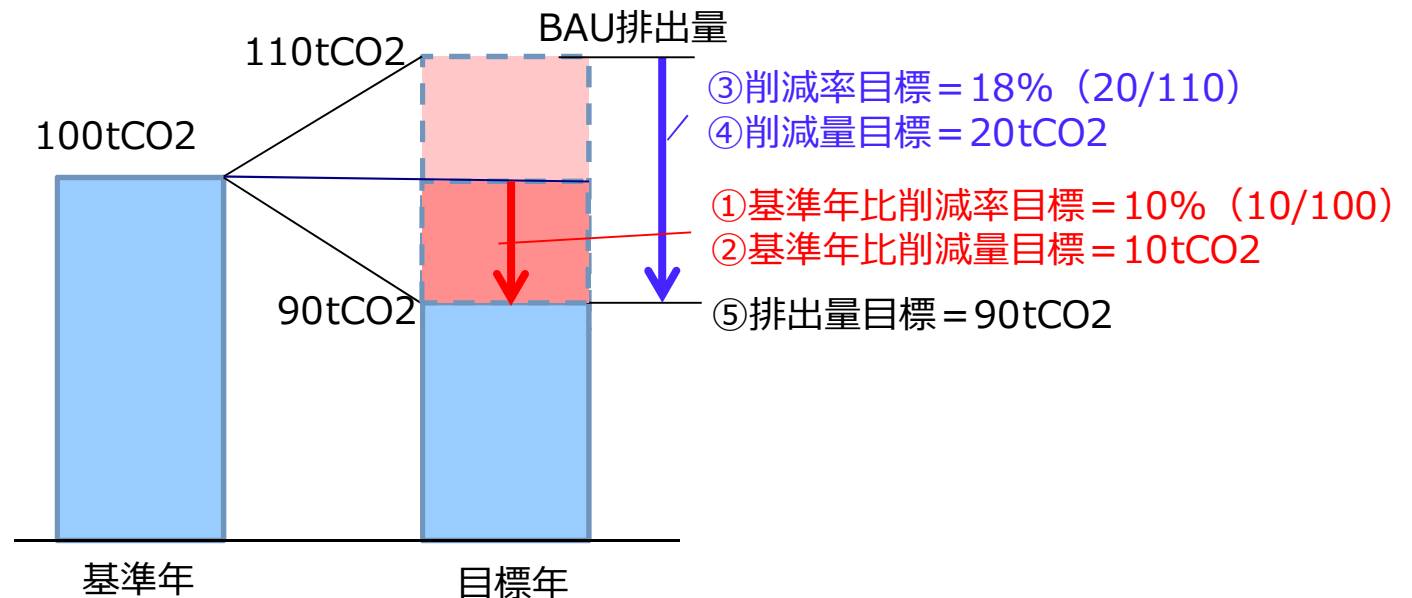
2019年度目標 どう設定しましたか？

- 例) ①2018年度比総量で●%削減⇒総量数値化・・・地球環境への影響考慮。 ← SBTは総量目標
②2018年度比原単位で●%削減⇒原単位数値化・・・努力度合い考慮。管理指標としてベター

原単位は問題も含んでいる



何を以て目標としますか？



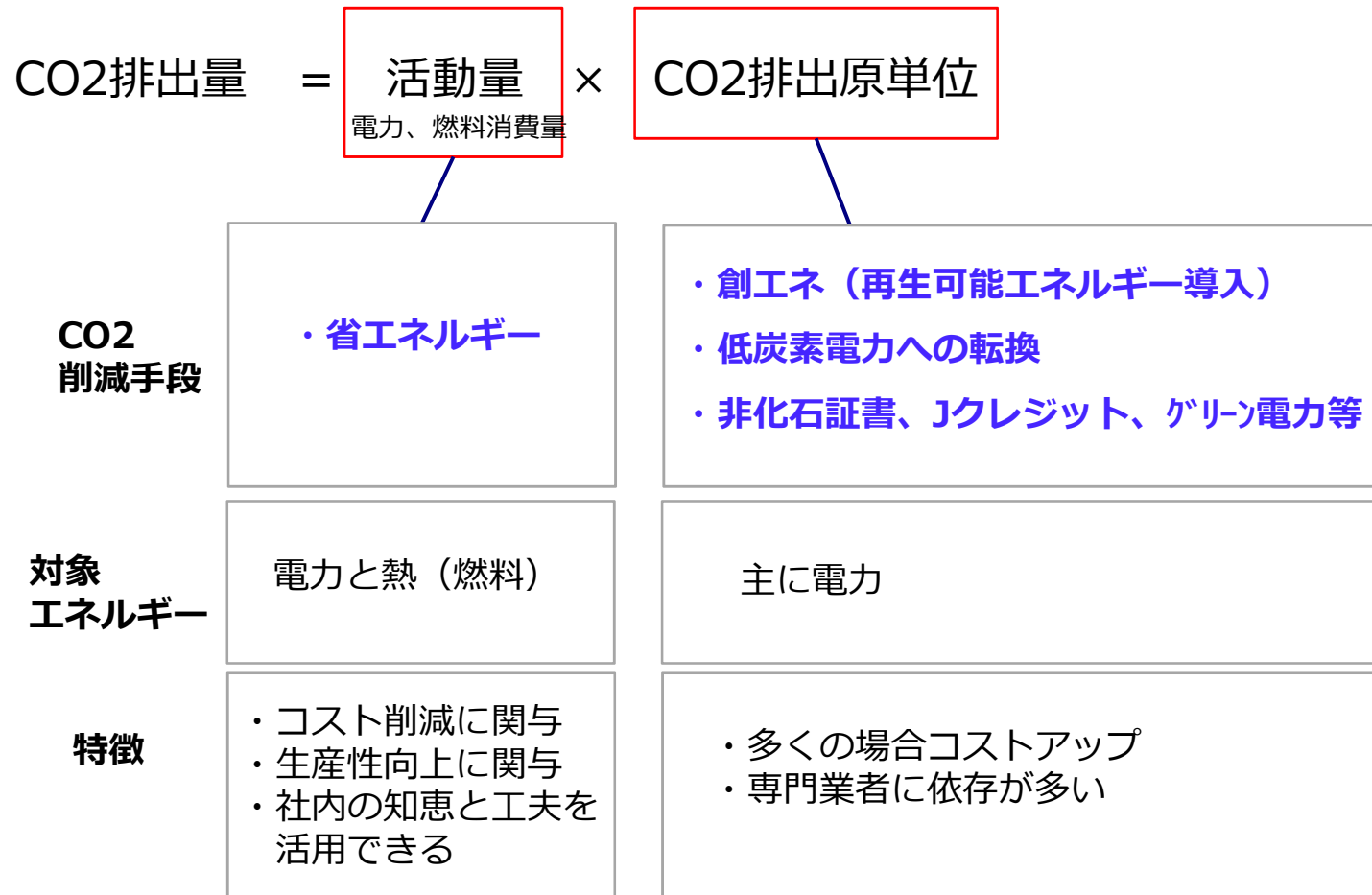
BAU (Business as usual : 成り行きの結果)

各拠点の目標設定の考え方

	全体目標	各拠点目標	評価視点		
			目標設定の容易さ	目標値の公平感	やるべきことの明確化
案1	エイヤ！で設定 (例15%)	全拠点全体と同じ削減率を設定 (例15%)	○	×	×
案2	拠点の積上げで設定	従来どおりの原単位削減目標に年数を乗じて設定 (例1%/年×年数)	○	×	×
案3	拠点の積上げで設定	各拠点の省エネやり切り余地を算出し目標設定	×	○	○
	:				

CO2削減手段と省エネの重要性

基本式



まずここを徹底的にやり切る！

省エネでどこまでできるか？

■ 中長期目標・計画策定で重要なこと

目指す姿：各拠点が切磋琢磨しながら積極的にCO2削減を推進している状況

その為には…

各拠点を健全な競争状態に置くこと

具体的には…

① 各拠点が不公平感のない公平な削減目標を設定自主的に策定する。

今回の
メイン

② CO2削減がインセンティブになる仕組みを構築する。

- ✓ CO2を金額化し活用する。（カーボンプライシング）
 - ・ 排出量取引に活用
 - ・ 投資採算性評価に活用 など
- ✓ ランキング制度/表彰制度
など

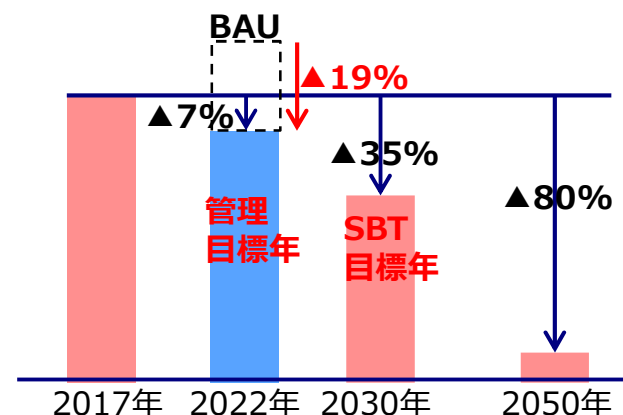
事例：多拠点におけるCO2削減推進の仕組み化

A社

グループ拠点：12カ国主力工場30拠点

従来の省エネ活動

- 全拠点一律年1%原単位改善
- 手段は各工場におまかせ（環境部は集計とフィードバック）



環境部門の悩み

環境部主導で、かつてないレベルのCO2削減を、全グループ（主力30拠点）で、いかに効果的・効率的に進めるか！

問題認識（工場の声）

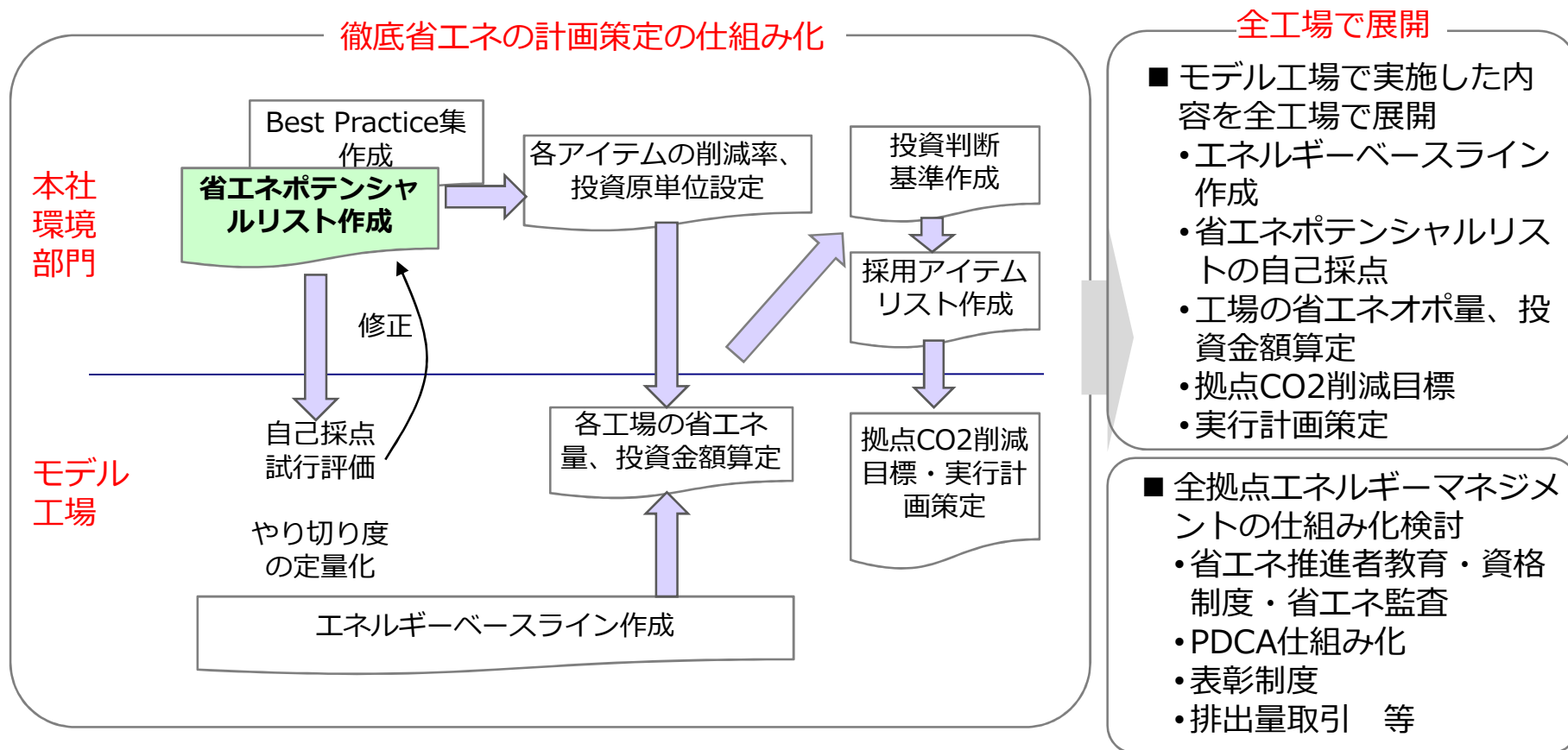
- ①省エネはもうやりつくした！との工場の思い。
- ②今後何をやったらよいか分からない！との工場の声。
- ③工場間の省エネ実践レベル差大きい。
（一律削減目標は不平等）
- ④建屋単位でしか電力使用量がわかっていない工場多い。

やったこと

- ①省エネやり切り度を数値化
- ②省エネ方法論を体系化し、やるべき事の明確化
- ③削減余地に応じた工場の目標設定
- ④計測不要で機器単位の電力使用量見える化

■ 省エネポテンシャルに基づく各拠点のCO2目標・計画策定の流れ

- 本社環境部門が省エネのやり切り度に基づく各拠点のCO2目標・計画策定の仕組みを構築する。
- モデル工場にてトライアルを行い仕組みの完成を目指す。
- その後全拠点に展開する。
- また全拠点での実施計画必達のためのマネジメントの仕組みを構築する。



投資採算性について

工場にとっての省エネは次の効果がある。

- ①コストダウン（エネルギー費削減）
- ②生産性向上
- ③CO2削減

しかし、一般的に①しかみていない場合が多い。

GOが出にくい

$$\text{投資効率} = \text{投資回収年} = \frac{\text{投資金額（円）}}{\text{年間エネルギー削減額（円/年）}}$$

一つの考え方

$$\text{投資回収年} = \frac{\text{投資金額}}{\text{年間エネルギー削減額} + \text{生産性向上の効果金額} + \text{CO2削減効果金額}}$$

生産性向上の効果金額： $\text{生産性向上} = \frac{\text{アウトプット}}{\text{インプット}}$ アウトプット一定とすると低減されたインプットが効果金額となる。（原材料費、労務費、償却費など）

CO2削減効果金額： 内部カーボンプライシング（CO2に社内価格をつけること）
これによりCO2削減活動は大幅に促進される。こうした投資判断の他、工場間排出量取引などにもできる。
例) 25-50US\$/t-CO2



徹底省エネの計画策定の仕組み化のメリット/デメリット

メリット

- ① 省エネ技術の集大成が出来る（今後の省エネ活動に大きく貢献）
- ② 短期間に工場を訪問（診断）せずに多拠点の省エネやり切り余地を把握できる。
- ③ 各工場で省エネに関するやるべきことが明確になる。
- ④ 現状どこでどれだけのエネルギーが消費されているかが見える化できる。（I初キ-バ-スライ）
- ⑤ 工場の省エネ技術レベルの向上になる。（省エネ教育）
- ⑥ 各拠点の納得性のある省エネ目標が設定できる。（工場間の健全な競争環境に不可欠）
- ⑦ 今後のIoTなどスマート生産システム構築のベースが出来る。

デメリット

- ① 環境部門の業務工数が大きい。
 - ② 環境部門の省エネ技術力が必要。
- } 人員増強など運営体制の見直しが必要となる場合がある。



省エネ以外の手段について

省エネ以外のCO2削減手段

(1) 低炭素電力への転換

よりCO2排出係数が小さい電力事業者に替える。

温対法で用いる電力小売事業者のCO2排出係数

【小売電気事業者】					
登録番号	電気事業者名	基礎排出係数 (t-CO ₂ /kWh)	調整後排出係数 (t-CO ₂ /kWh)	各事業者の 把握率(%)	把握できなかった理由
A0001	(株)F-Power	0.000502	0.000513	96.18	係数を公表していない事業者からの受電のため
A0002	イーレックス(株)	0.000539	0.000765	98.34	係数を公表していない事業者からの受電のため
A0003	リエスパワー(株)	0.000521	0.000000	100.00	
A0004	イーレックス・スパーク・マーケティング(株)	0.000501	0.000460	100.00	
A0005	イーレックス・スパーク・エリアマーケティング(株)	0.000501	0.000459	100.00	
A0007	(株)SEウイングス	0.000453	0.000438	100.00	
A0008	(株)イーセル	0.000584	0.000592	100.00	
A0009	(株)エネット	0.000423	メニューA	0.000000	100.00
			メニューB	0.000350	
			メニューC(残差)	0.000442	
			(参考値)事業者全体	0.000441	
A0011	須賀川瓦斯(株)	0.000426	0.000499	100.00	
A0012	昭和シェル石油(株)	0.000359	0.000476	100.00	
A0013	(株)ケイ・オブティコム	0.000593	0.000574	100.00	
A0014	エネサーブ(株)	0.000410	0.000645	100.00	
A0015	(株)サイサン	0.000476	0.000518	100.00	
A0016	ミツウロコグリーンエネルギー(株)	0.000337	メニューA	0.000431	100.00
			メニューB	0.000000	
			メニューC(残差)	0.000493	
			(参考値)事業者全体	0.000556	
A0018	ネクストパワーやまと(株)	0.000487	0.000545	100.00	
A0019	日本テクノ(株)	0.000366	0.000416	100.00	
A0020	中央電力エナジー(株)	0.000547	0.000538	100.00	
A0021	(株)Looop	0.000513	メニューA	0.000000	100.00
			メニューB	0.000349	
			メニューC(残差)	0.000601	
			(参考値)事業者全体	0.000505	

出所：環境省ホームページ

進め方

基本的に複数業者にコンタクトしてCO2削減と費用の見積を取り検討を進める。特に(1)と(3)は電気事業者がセットでメニューをそろえていることが多い。

(2) 創エネルギー導入

自社で再生可能エネルギーを創る。太陽光、風力、バイオマス等設備を導入。

(3) 非化石証書等による調整

非化石証書、J-クレジット、グリーン電力証書などを購入し、調整。

山田 朗

(株)日本能率協会コンサルティング
生産コンサルティング事業部 品質革新センター
シニア・コンサルタント
E-mail: akira_yamada@jmac.co.jp

- 経済産業省 エネルギー管理士
- (社)省エネルギーセンター エネルギー診断プロフェッショナル
- 環境省 環境カウンセラー (元)
- (社)産業環境管理協会 エコリーフ環境ラベルレビューパネル委員
- (社)日本能率協会 IE士補、設計管理士
- IQA/JAB主任審査員養成コース修了 (ISO9000)
- CEAR/JEMAI認定環境審査員補(ISO14001)

※本資料は以下の利用条件をご確認の上、ご利用ください。

1. 本資料に関する著作権、商標権、意匠権等を含む一切の知的財産権はJMACに帰属しています。
2. JMACの事前の書面による承諾を受けた場合をのぞき、本資料の一部又は全部を複製、転載、転用、翻案することは禁止されています。

 **株式会社 日本能率協会 コンサルティング**

〒105-0011 東京都港区芝公園3-1-22 日本能率協会ビル7F
TEL: 03-4531-4311 FAX: 03-4531-4301