



省エネ診断から切り込む  
カーボンニュートラル化の  
取り組み事例

北海道電力株式会社  
野川 貴史

## <状況を正しく把握する観点>

自社の工場が、どのエネルギーリソースを、いつ、どれくらい使っているか

自社の  
一次エネルギー使用量分析

## <効率化と省力化の観点>

エネルギーの効率化に寄与する  
「運用改善」「設備投資計画」

省エネ法を意識した  
省エネ診断から  
削減・非化石導入

## <経営の観点>

カーボンニュートラルロードマップ  
中長期経営計画への反映

ロードマップ  
策定



# ものづくり産業の脱炭素に繋がる道

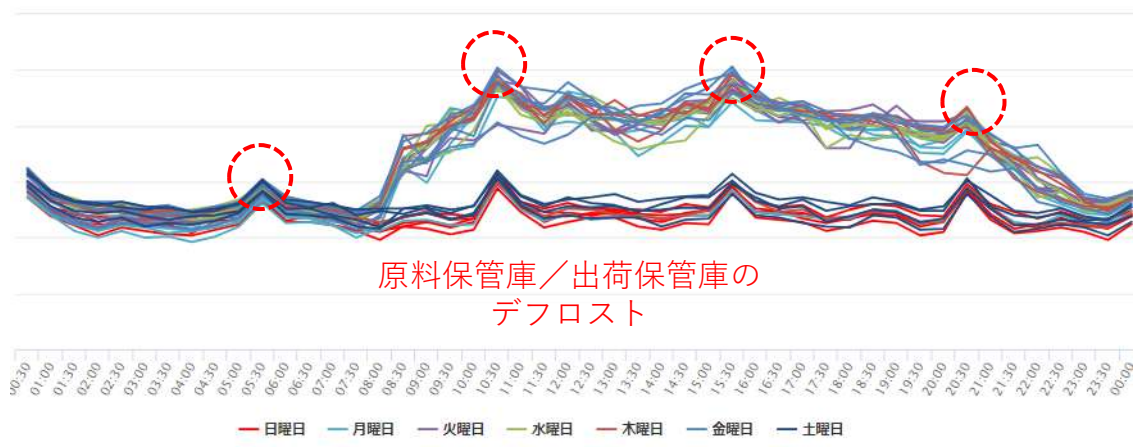
少エネ  
省エネ



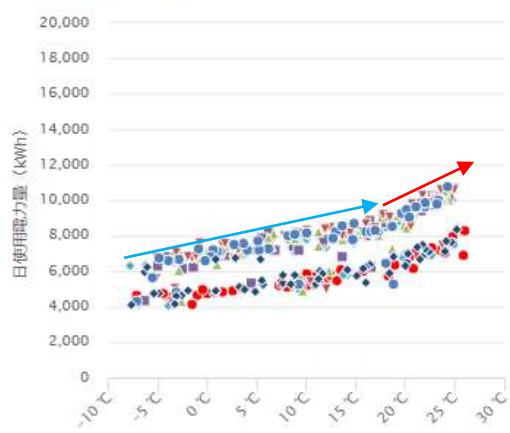
エネルギー  
使用合理化

自社の30分単位の電力推移  
知っていますか？

集計期間全日ロードカーブ



日使用電力量と日平均気温の相関



従前：デマンド監視装置を設置し、データをダウンロードし、エクセルでデータ処理

手間がかかりやらなくなる



高圧・特別高圧のお客さま向け 無料デマンド分析Webツール

「e-Demand Manager」(イー・デマンドマネージャー)で見えるだけ！

「気づきのノウハウ」  
Intelligence

「分析の省力化」  
Digital transformation(Dx)

「脱炭素化と生産改善」  
Green Transformation(Gx)

# CN化プラン

日糧製パン株式会社 様を例として

(本内容の公表は、日糧製パン様の了解を得ています)

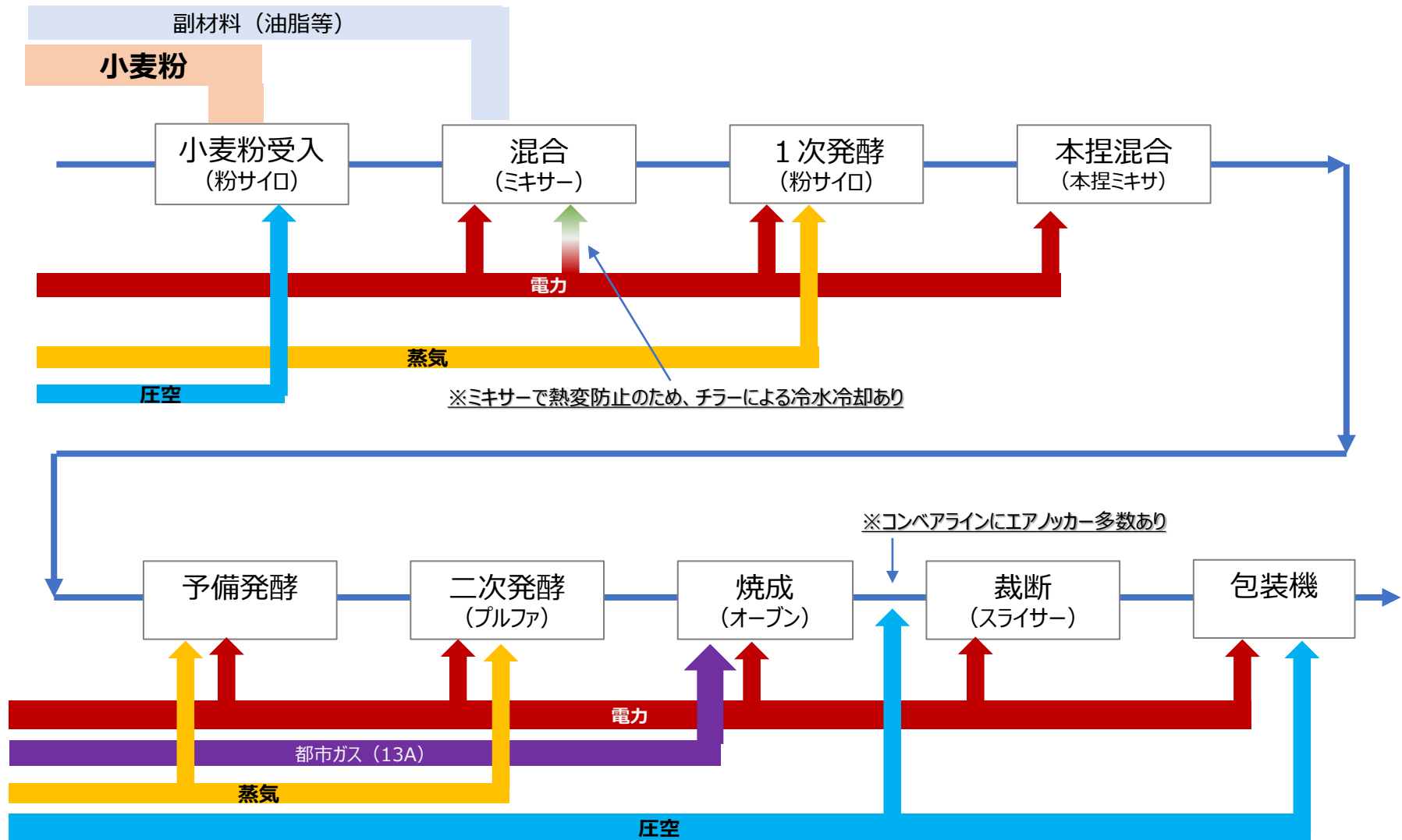
北海道庁『カーボンニュートラル加速化先導モデル構築事業委託業務』(2022)

カーボンニュートラル加速化先導モデル構築事業委託業務受託コンソーシアム



## II. 現況把握

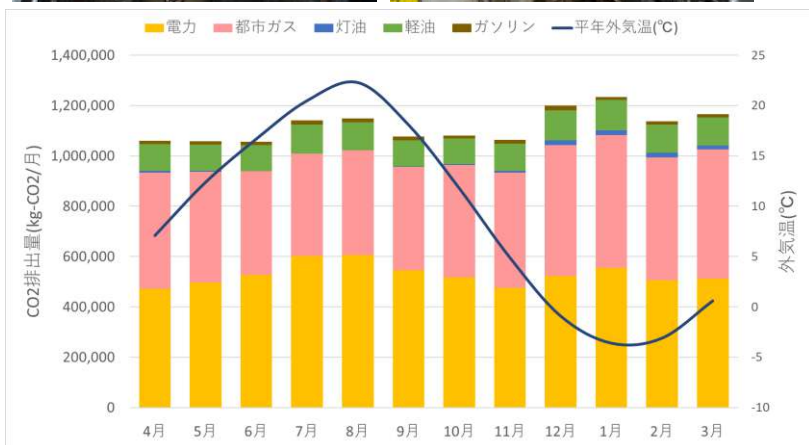
### 1. マテリアルフロー・エネルギーフロー（日糧・月寒工場）



- 主要なパンラインについて記載
- 醗酵では加温・加湿があり、焼成したパンはコンベヤ上で衝撃を与えるなど独特のエネルギー消費が特徴

## II. 現況把握

### 2. 排出源・排出分析（日糧製パン・月寒工場）



#### 施設概要

- ◆ 所在地：札幌市豊平区月寒東1条18丁目5-1
- ◆ 稼働年月：昭和39年10月
- ◆ 売上高：16,980 百万円(2021年 有価証券報告書)
- ◆ 生產品目：食パン、菓子パン、調理パン、和菓子、洋菓子、おにぎり

#### CO2排出状況

- ◆ 主なCO2排出源は電気および都市ガス
- ◆ 電気が5割、都市ガスが4割程度
- ◆ 電気は夏期がピーク、都市ガスは冬期がピークとなりますが変動は大きくありません
- ◆ 電気のCN化、都市ガスの電化がCNのカギ

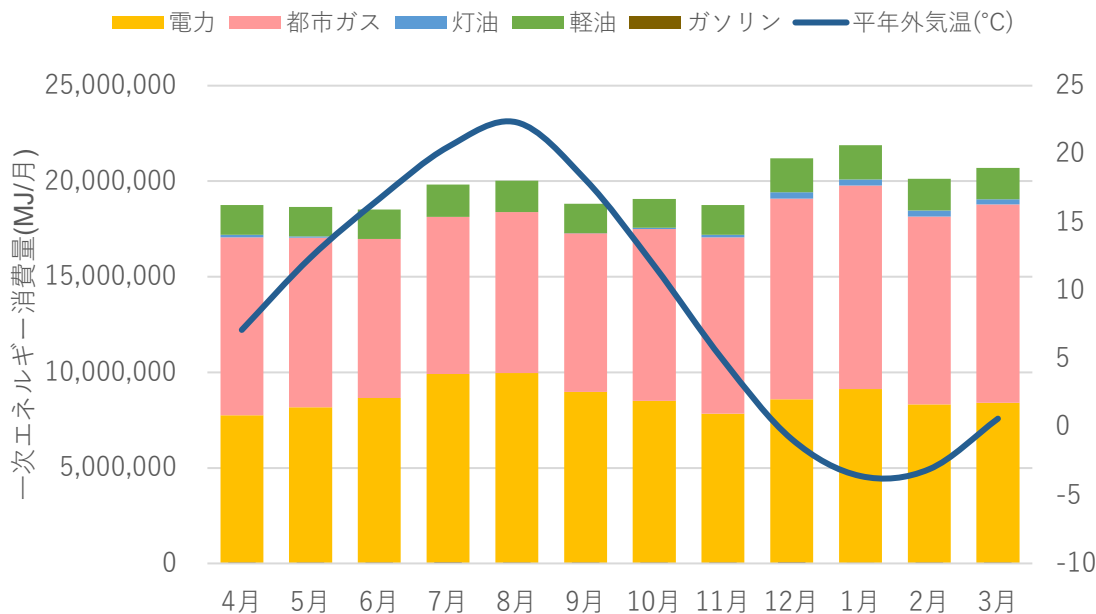
#### CNに向けた検討事項

- ◆ 受電設備容量の最適化
- ◆ 蒸気ボイラ(都市ガス)の電化
- ◆ ボイラ空気比の低減
- ◆ コンプレッサの設定圧の見直し
- ◆ 冷凍庫のデフロスト制御の見直し
- ◆ 社有車の電動化
- ◆ カーボンフリー電力の利用

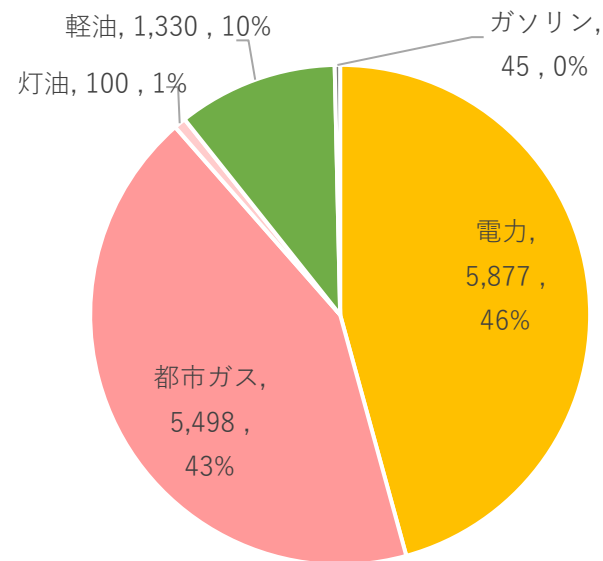
## II. 現況把握

### 2. 排出源・排出分析（日糧製パン・月寒工場）

#### エネルギー消費構造（2021年度）



#### CO<sub>2</sub>排出状況（2021年度）



- 電気は夏場の使用量が多く、冷凍冷蔵関係が影響しています。
- 電気の主用途は照明・ライン動力・焼成オーブン、冷凍・空調・圧縮空気・ブロワ等です。
- 都市ガスは冬場が多く、蒸気ボイラによる加温と加湿（醗酵）用途
- 運輸（パン配送）の燃料である軽油が通年で安定して消費されています

- 13,425t-CO<sub>2</sub>/年
- 主なCO<sub>2</sub>排出源は電気および都市ガス
- 電気が46%、都市ガスが43%を占めます
- 運輸（パン配送）のトラック燃料が10%あり、燃料転換などの取組が必要です

## II. 現況把握

### 2. 排出源・排出分析（日糧製パン・琴似工場）



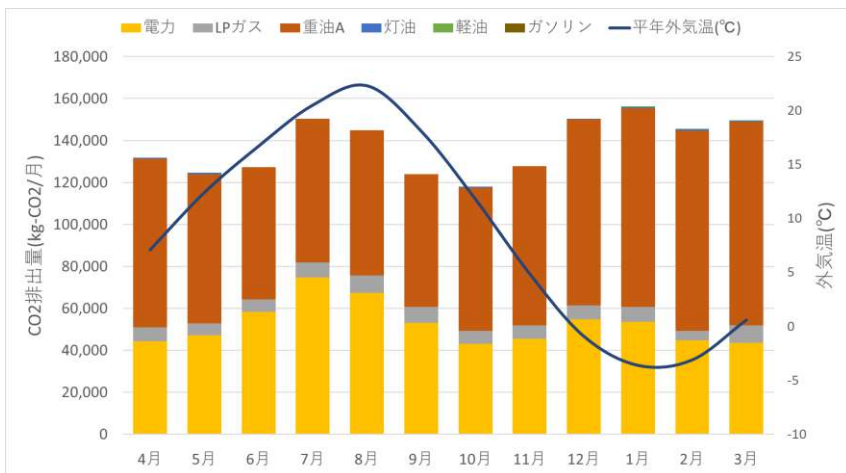
#### 施設概要

- ◆ 所在地：札幌市西区琴似4条7丁目4-7
- ◆ 稼働年月：昭和38年1月
- ◆ 生産品目：和菓子（大福、焼菓子、中華まんじゅう、朝生）



#### CO<sub>2</sub>排出状況

- ◆ 主なCO<sub>2</sub>排出源は電気およびA重油
- ◆ 電気が3割、重油で6割程度を占める
- ◆ 電気は夏がピーク、重油は冬がピーク
- ◆ 重油の削減がCN化のカギ



#### CNに向けた検討事項

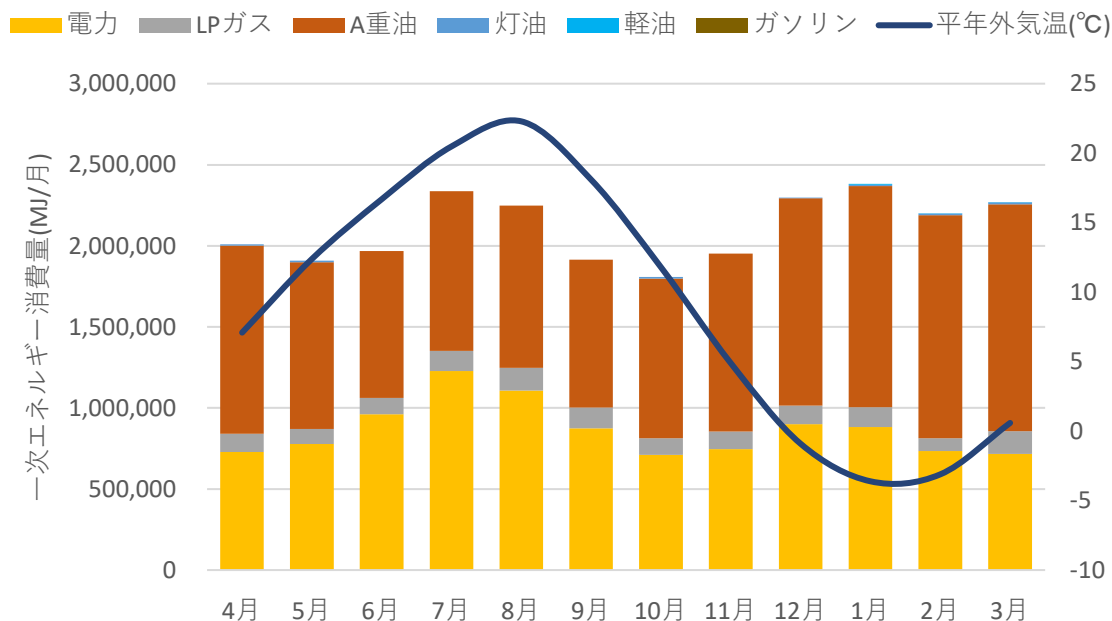
- ◆ 受電設備容量の最適化
- ◆ 蒸気ボイラ(A重油)の電化
- ◆ ボイラ空気比の低減
- ◆ 蒸気配管断熱
- ◆ コンプレッサの設定圧の見直し
- ◆ 冷凍庫のデフロスト制御の見直し
- ◆ カーボンフリー電力の利用



## II. 現況把握

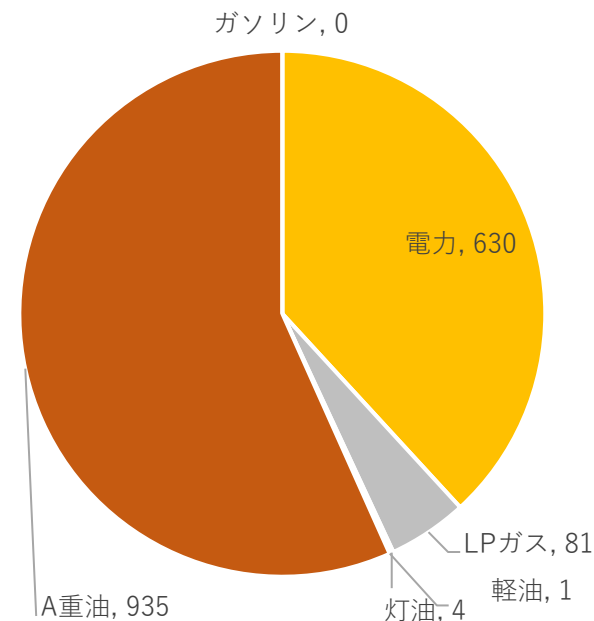
### 2. 排出源・排出分析（日糧製パン・琴似工場）

#### エネルギー消費構造（2021年度）



- 電気は夏場の使用量が多く、冷凍冷蔵関係が影響しています。
- 電気の主用途は照明・ライン動力・焼成オーブン、冷凍・空調・圧縮空気・ブロワ等です。
- A重油は冬場が多く、蒸気ボイラによる加温と加湿（醗酵）用途
- 他のエネルギーの割合は小さいです

#### CO<sub>2</sub>排出状況（2021年度）



- 1,650t-CO<sub>2</sub>/年
- 主なCO<sub>2</sub>排出源はA重油および電気
- A重油が57%、電気が38%を占めます
- 焼成用のLPガス燃料が5%あります
- 燃料転換などの取組が必要です

## 2. 排出源・排出分析（日糧製パン・函館工場）



### 施設概要

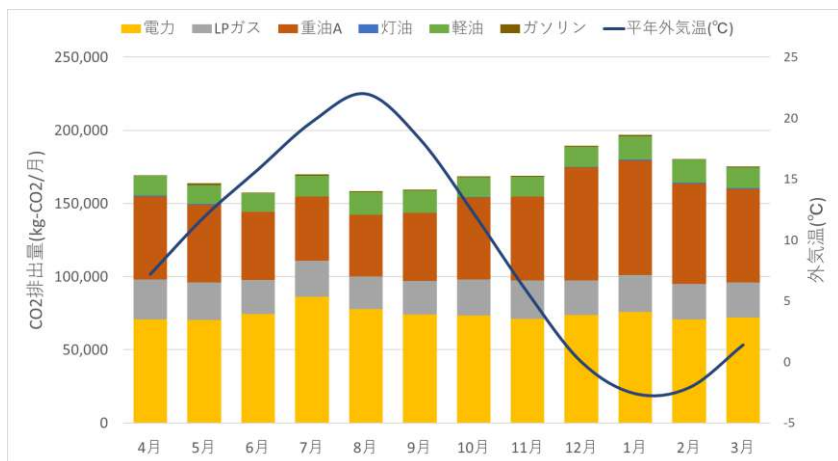
- ◆ 所在地：函館市昭和4丁目23-1
- ◆ 稼働年月：昭和43年5月
- ◆ 生產品目：食パン、菓子パン

### CO2排出状況

- ◆ 主なCO2排出源は電気、LPGおよびA重油
- ◆ 電気が4割、LPGが1.5割、重油が3割程度
- ◆ 電気は年間を通じて変動が小さく、重油は冬期がピークとなります
- ◆ 電気のCN化、重油の削減がCNのカギです

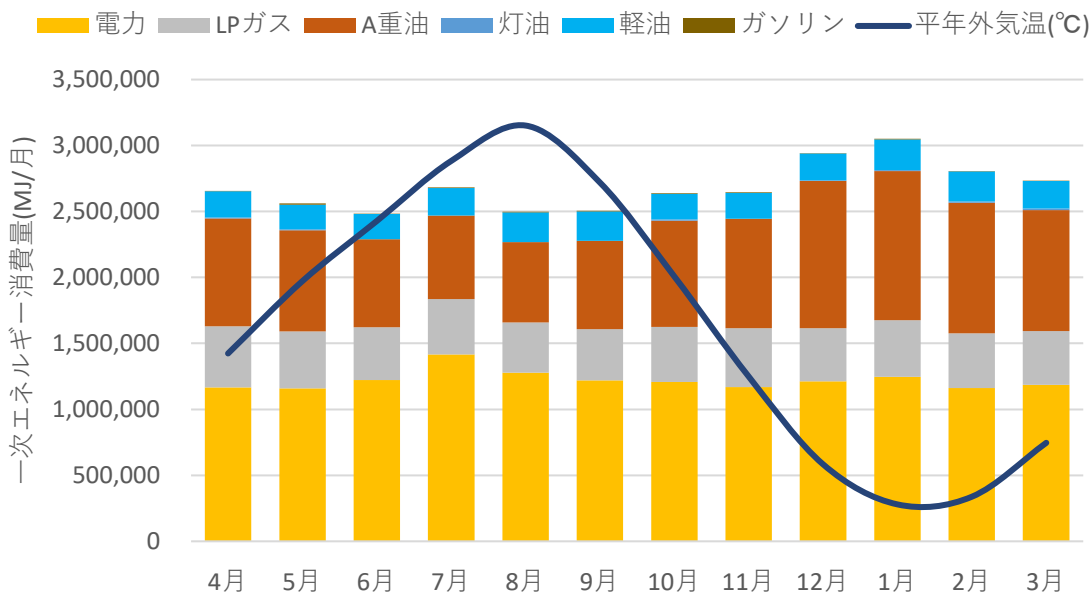
### CNに向けた検討事項

- ◆ 受電設備容量の最適化
  - ◆ 蒸気ボイラ(A重油)の電化
  - ◆ ボイラ空気比の低減
  - ◆ 窓や蒸気配管の断熱強化
  - ◆ コンプレッサの設定圧の見直し
  - ◆ 社有車の電動化
  - ◆ カーボンフリー電力の利用
- ※LPGでパンを焼いているのをどうやってCN化するか

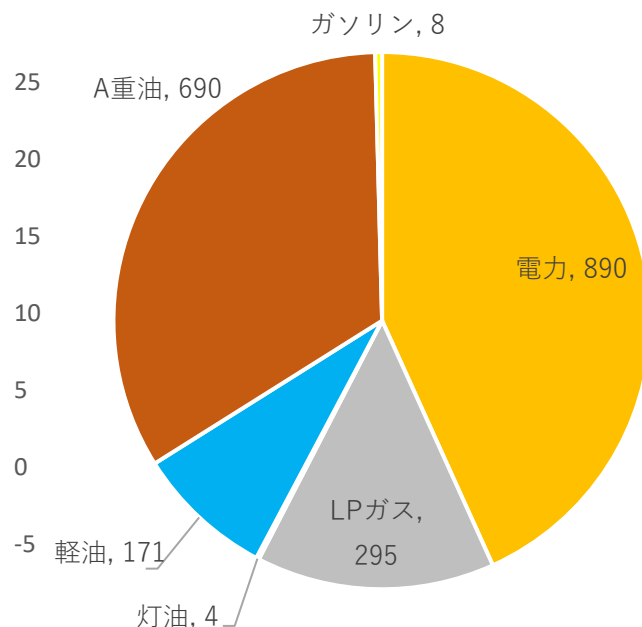


2. 排出源・排出分析（日糧製パン・函館工場）

エネルギー消費構造（2021年度）



CO<sub>2</sub>排出状況（2021年度）

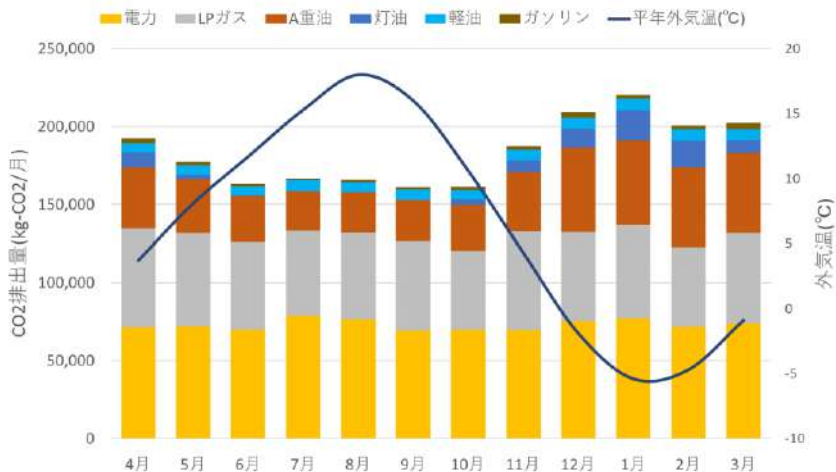


- 電気は通年の使用量に差異が少ない状況です。
- 電気の主用途は照明・ライン動力・焼成オーブン、冷凍・空調・圧縮空気・ブロワ等です。
- 焼成用のLPガス消費量が多くなっています。
- A重油は冬場が多くなっています。

- 2,058t-CO<sub>2</sub>/年
- 主なCO<sub>2</sub>排出源はA重油および電気
- 電気43%、A重油34%、LPガス14%を占めます。
- 燃料転換などの取組が必要です。

## II. 現況把握

### 2. 排出源・排出分析（日糧製パン・釧路工場）



#### 施設概要

- ◆ 所在地：釧路市鳥取南6丁目2-18
- ◆ 稼働年月：昭和41年4月
- ◆ 生産品目：食パン、菓子パン、和菓子・洋菓子

#### CO<sub>2</sub>排出状況

- ◆ 主なCO<sub>2</sub>排出源は電気、LPGおよびA重油
- ◆ 電気が4割、LPGが3割、重油が2割程度
- ◆ 電気は年間を通じて変動が小さく、重油は冬期がピークとなります
- ◆ 電気のCN化、重油の削減がCNのカギです

#### CNに向けた検討事項

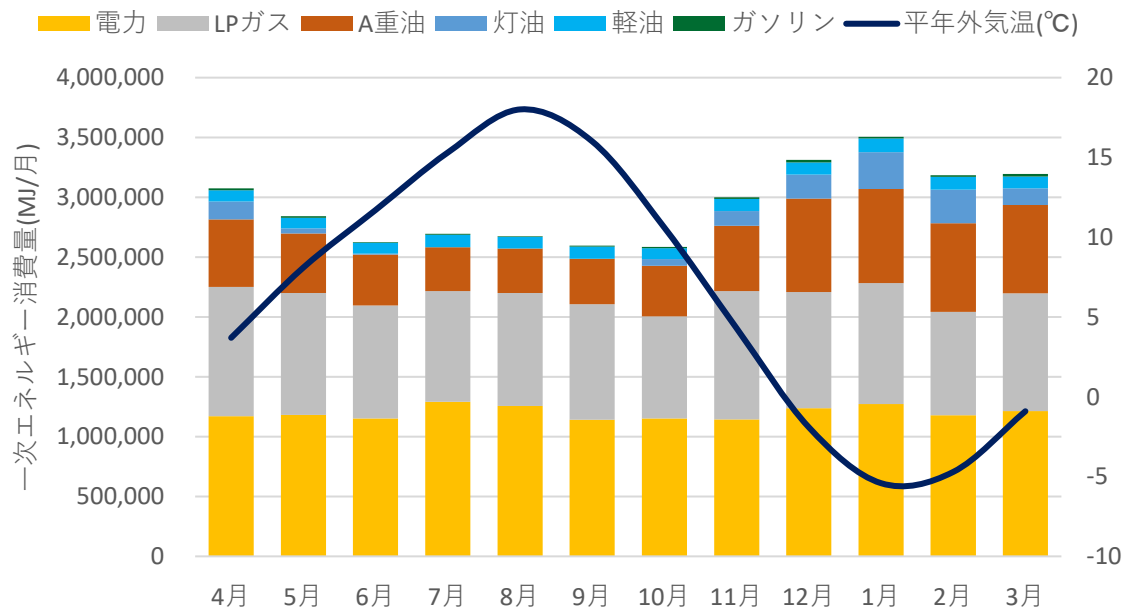
- ◆ 受電設備容量の最適化
- ◆ 蒸気ボイラ(A重油)の電化
- ◆ ボイラ空気比の低減
- ◆ 蒸気配管断熱
- ◆ コンプレッサの設定圧の見直し
- ◆ 社有車の電動化
- ◆ カーボンフリー電力の利用



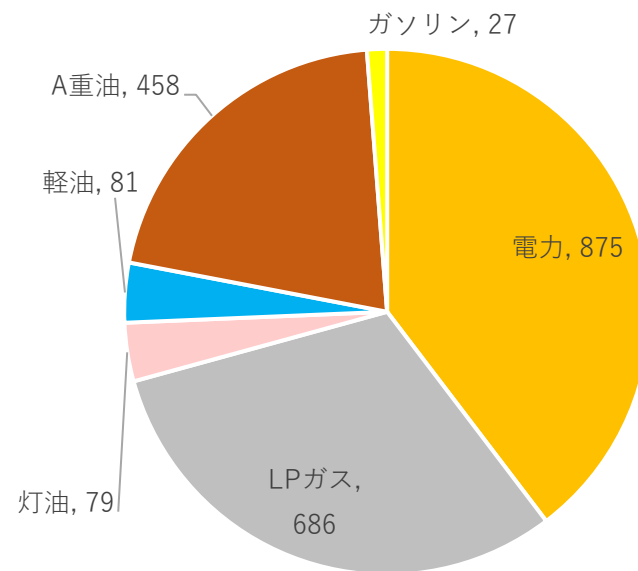
## II. 現況把握

### 2. 排出源・排出分析（日糧製パン・釧路工場）

#### エネルギー消費構造（2021年度）



#### CO<sub>2</sub>排出状況（2021年度）



- 電気は夏場の使用量がやや多く、冷凍冷蔵関係が影響しています。
- 電気の主用途は照明・ライン動力・焼成オーブン、冷凍・空調・圧縮空気・ブロワ等です。
- 焼成関係でLPガス消費量が多い、A重油で蒸気ボイラによる加温と加湿（醗酵）に利用されています。

- 2,208t-CO<sub>2</sub>/年
- 主なCO<sub>2</sub>排出源はA重油および電気
- 電気が40%、LPガスが31%、A重油21%と大きく3つに分類されます。
- 燃料転換などの取組が必要です。

### 3. 診断結果 エネルギー管理体制(CN推進体制)

■ 第1種エネルギー管理指定工場でもあるため、施設部をはじめとして省エネに関する意識はかなり高く、省エネ・CN化に向けた推進体制もしっかりと整っています。一方でエネルギー管理体制について、施設部への依存度が高いことがわかりました。

区分	項目	質問事項	判定
管理体制	組織の有無	エネルギーを管理する責任者や部署を決めているか	○
	トップの意思表示	ポスターやスローガン等で周知を図っているか	○
	関連部署の連携	複数部署からのメンバーが活動に参加しているか	×
	活動記録	エネルギー管理活動の記録はあるか	○
	計画的な人材育成	エネルギー管理に関する人材育成をしているか	×
運転管理	運転基準	主要設備の運転基準はあるか	○
	運転管理する人	基準に従って、運転管理する人を決めているか	○
	最大電力管理	デマンド計などで最大電力に注意を払っているか	○
	基準の見直し	運転基準は必要に応じて見直しているか	○
計測・記録	エネルギー使用量	エネルギー使用量の伝票等の記録はあるか	○
	設備稼働時間	燃焼、空調、照明等主要設備の稼働時間記録はあるか	○
	個別エネルギー量	部門又は用途別のエネルギー資料を把握しているか	○
	設備運転状況データ	温度、照度、電流値など運転データを計測しているか	○
	精度管理	主要な計測器の校正等精度管理を実施しているか	○

区分	項目	質問事項	判定
保守・監理	保守点検基準	主要設備の保守点検の基準はあるか	○
	保守点検記録	主要設備の保守点検の記録はあるか	○
	図面整備	竣工図、系統図等整備されているか	○
	補修・更新計画	保守点検記録により、補修・更新計画をたてているか	○
エネルギーの見える化	エネルギーのグラフ化	エネルギーデータをグラフ化しているか	×
	過年度データ比較	エネルギーの前年度等データはあるか	○
	共有	エネルギー使用状況等を社内に共有しているか	○
	原単位管理 データ解析	原単位管理しているか エネルギーの増減等について原因を解析しているか	○ ○
PDCA管理サイクル	目標設定	省エネ等の目標設定があるか	○
	目標見直	省エネ目標を見直しているか	○
	設備改善	設備改善・対策の見直しをしているか	○
	改善効果	改善・対策の効果の検証をしているか	○

## II. 現況把握

### 3. 診断結果

省エネ項目		燃料種別	削減エネルギー量	CO2削減量 (t-CO2/年)	削減コスト (千円/年)	概算投資費用 (千円)	
1	照度の適正化	運用	電力	41,943kWh	23t	1,552千円/年	不要
2	冷凍庫（2階製菓B冷凍機）の除霜制御	運用	電力	10,074kWh	6t	373千円/年	1,200千円 or 不要（直営）
3	ボイラの空気比低減	運用	都市ガス	39,970m <sup>3</sup>	89t	4,603千円/年	不要
4	受電設備に関する省エネ I. 高効率Trへの更新	改修	電力	21,218kWh	12t	785千円/年	12,020千円
	受電設備に関する省エネ II. 低負荷率Trの統合	改修	電力	1,463kWh	1t	43千円/年	1,769千円
5	番重洗浄ラインの蒸気配管断熱	改修	都市ガス	646m <sup>3</sup>	1t	74千円/年	56千円
6	番重洗浄ラインポンプのINV化	改修	電力	41,346kWh	23t	1,530千円/年	806千円

・削減コスト : 8,960 千円/年  
・削減CO2 : 155 t/年

(概算投資費用 : 14,651 千円)

## II. 現況把握

### 3. 診断結果 ① 照度の適正化

- 現状は、室内を均一に高い照度(500lx程度)に保つレベルで照明設備が設置され、連続運転しています。しかし、工場内の作業場所によってはJIS規格よりも過剰な照度であり、製造機器の直上部分も点灯させている箇所も見受けられ、照度を調整することによる省エネルギー化が可能です。
- そこで、以下の条件に基づき、「検品作業を行う場所のゾーニング（作業（task）領域とそれを取り巻く周辺（ambient）をちょうどよく照らす照明）」による省エネルギー効果を試算すると、次の結果が得られました。
- 試算条件
  - ・工場全体面積(29,630㎡)の2割のエリアをタスクアンビエント照明対象と仮定
  - ・対象となるエリアの2割の灯具についてスイッチまたは灯具切り離しで消灯  
灯数は遠藤照明HPによる想定  $29,630\text{m}^2 \times 0.2 \times 16\text{灯}/100\text{m}^2 \times 0.2 = 189\text{灯}$
  - ・照明設備はパナソニック(株)ベースライト(32W)、点灯時間は番重ラインの稼働時間である19時間と設定
  - ・削減電力量  $189\text{灯} \times 32\text{W} \times 19\text{時間} \times 365\text{日} = 41,943\text{kWh}$   
※概算工事費 0千円（スイッチ無い場合は電源切り離し必要）

CO2削減量

一次エネルギー削減量

エネルギー削減量

省コスト効果

23t-CO2/年

409GJ/年

41,943kWh/年

1,552千円/年

- なお、今回は既存設備の活用を前提として「間引き」に関する効果を検討いたしましたが、調光できるタイプの照明設備を導入すれば、より広範囲でこまめなタスク&アンビエント化が可能となり、省エネルギー効果も大きくなります。



## II. 現況把握

### 3. 診断結果 ① 照度の適正化

■ 工場						
領域、作業、又は活動の種類	維持照度 $E_{m}$ (lx)	照度均斉度 $U_0$	眩光-グレア指標 $UGR$	平均演色評価数 $R_a$	注記	
作業	精密機械、電子部品の製造、印刷工場での極めて細かい視作業、例えば、組立a、検査a、試験a、選別a	1500	0.7	16	80	色が重要な場合は $R_a \geq 90$ 、超精密な視作業の場合には2000lxとする。
	繊維工場での選別、検査、印刷工場での植字、校正、化学工場での分析などの細かい視作業、例えば、組立b、検査b、試験b、選別b	750	0.7	19	80	色が重要な場合は $R_a \geq 90$ 、精密な視作業の場合には1000lxとする。
	一般の製造工場などでの普通の視作業、例えば、組立c、検査c、試験c、選別c、包装a	500	0.7	—	60	色が重要な場合は $R_a \geq 90$ とする。
	粗な視作業で限定された作業、例えば、包装b、荷造a	200	—	—	60	
	ごく粗な視作業で限定された作業、例えば、包装b、荷造b・c	100	—	—	60	
	設計、製図	750	0.7	16	80	
	制御室などの計器盤及び制御盤などの監視	500	0.7	16	80	1) 制御盤は多くの場合鉛直 2) 調光が望ましい
	倉庫内の事務	300	—	19	80	
	荷積み、荷降ろし、荷の移動など	150	—	—	40	
共用空間	作業を伴う倉庫	200	—	—	60	
	倉庫	100	—	—	60	常時使用する場合は200lx

※JIS Z 9110:2010より抜粋



事務室照明の部分消灯



通路照明の部分消灯



倉庫照明の部分消灯

※東北電力株式会社HPより

事例



※一財) 省エネルギーセンター「ビルの省エネルギーガイドブックより」

- 工場の照明は、作業に必要な明るさを確保するだけでなく、明るさの分布や、グレア（まぶしさ）、演色性、光の方向性、ちらつきなどについても配慮する必要があります。また、これら照明の要件は工場で行う作業の内容に合わせて適宜変更する必要があり、色の見え方の忠実性が重要視される作業場所（検品）では、作業面の最小照度は、原則として、1000 lx以上とされています。
- 一方で、工場においてもタスク・アンビエント照明のような考え方に則り、作業環境を第1に適正な照明配置を行うことで省エネが可能となります。

## 3. 診断結果 ②冷凍庫(2階製菓B冷凍機)の除霜制御

- 現状は、冷凍機の除霜運転が初期設定同様に4回/日となっています。その場合、庫内の着霜が見られない状況であっても除霜運転を行っており、除霜運転回数を調整することで省エネルギー化が可能です。そこで、以下の条件に基づき、除霜運転の最適化による省エネルギー効果を試算すると、次の結果が得られました。

## ■ 試算条件

- ・冷凍機の省エネ装置を取り付け
- ・2階製菓B冷凍庫 定格入力21.3kW（実測結果から平均消費電力5kW）  
1日4回のデフロスト動作確認
- ・稼働時間8,760h
- ・省エネ率は上記消費電力の23%（弊社実証試験例より）で算出
- ・削減電力  $5\text{kW} \times 8,760\text{h} \times 0.23 = 10,074\text{kWh}$
- ※概算工事費1,200千円程度

CO2削減量

一次エネルギー削減量

エネルギー削減量

省コスト効果

6t-CO2/年

98GJ/年

10,074kWh/年

373千円/年

- なお、今回は既存設備の活用を前提として、省エネシステムを導入した場合の実証値をもとに「除霜回数の削減」に関する効果を検討いたしましたが、省エネシステムの導入や季節による小まめな運用変更を行うことができれば、より省エネルギー効果も大きくなります。
- また、貴社では、複数の冷凍倉庫を所有しており、除霜回数を季節によって変化させているケースもありましたが、多くの冷凍庫は初期設定のままで運用されています。（管理標準にもデフロストに関する記載はなし）

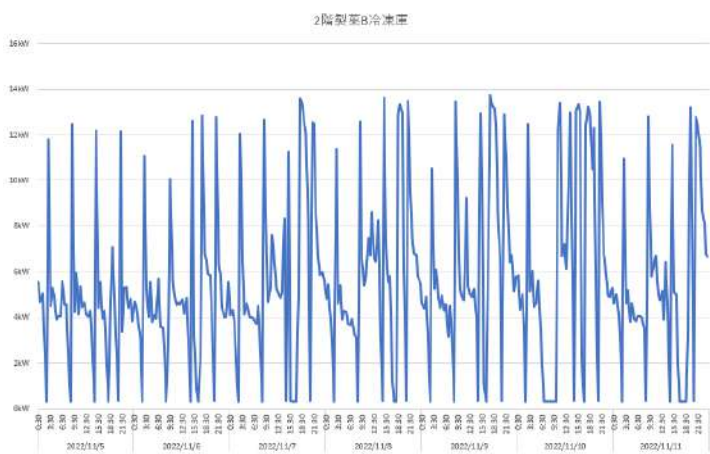
## II. 現況把握

### 3. 診断結果 ②冷凍庫(2階製菓B冷凍機)の除霜制御

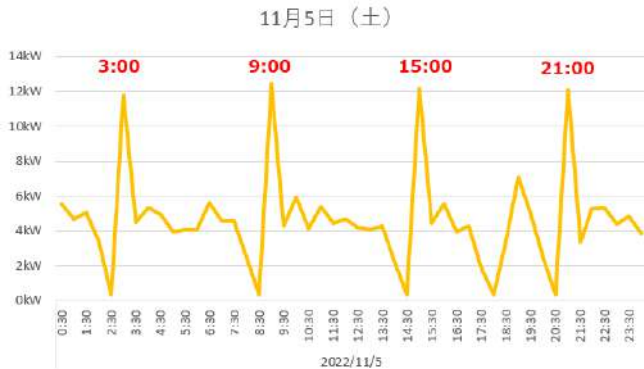
#### 現地の状況

- 多くの冷凍庫では、除霜回数の設定変更を行っていない状況です。
- 管理標準にも設定温度などの項目はあるが、除霜に関する記載はありませんでした。
- 季節的な面もありますが、他工場においても倉庫内の着霜は、ほとんど見受けられませんでした。

【11月5日～11月11日の2階製菓B冷凍庫 LC】



【11月5日の2階製菓B冷凍庫 LC】

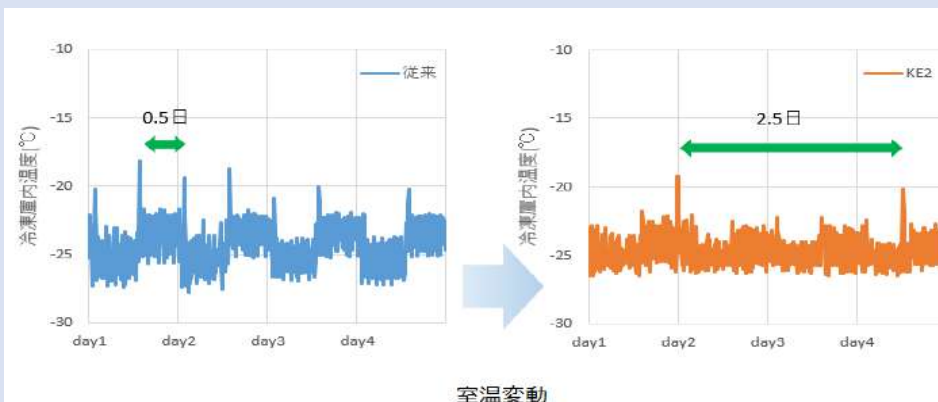


#### 冷凍庫の省エネルギー化運用ポイント

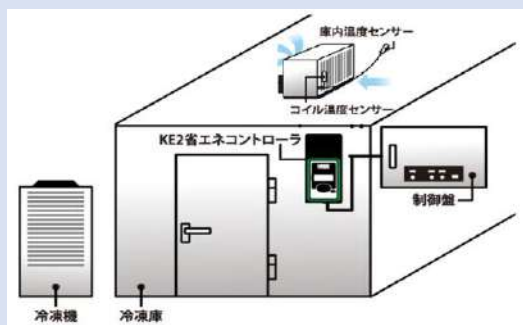
- 引き続き冷凍庫設備に関する管理標準に則った管理を行う。
- ファンの点検・清掃(年次点検)は、7-9月の間に実施し、着霜の有無を確認。
- 年2回(7/1,9/30)に除霜運転タイマーの設定変更を実施。  
→例：7/1(2回→4回)、9/30(4回→2回)
- 除霜運転タイマーは、最大DM発生時間帯を避けて設定。

←タイマー運転によるデフロスト運転を確認  
6時間ごとに動作

### 3. 診断結果 ②冷凍庫(2階製菓B冷凍機)の除霜制御

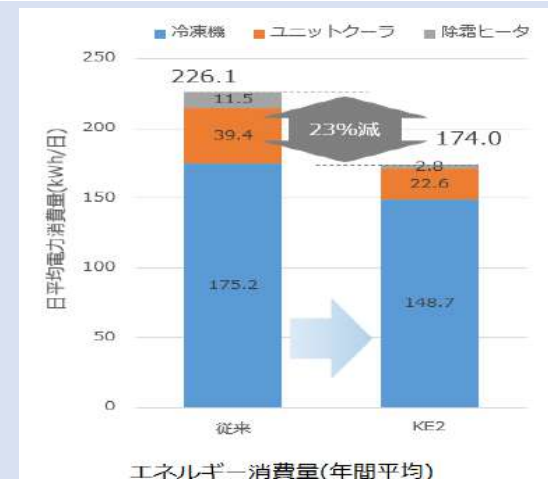


室温変動



【冷凍庫用省エネ機器の主な特徴】

- ①霜取学習機能：タイマー制御と比べて大幅に霜取回数を削減
- ②除霜ヒータ制御：霜取ヒータの余分な加熱を抑制し、電力消費量を削減
- ③ユニットクーラファン制御：適切なファン制御を行い、電力消費量を削減
- ④庫内の環境改善：除霜とファン制御により、庫内の霜付きを減少
- ⑤運転時間の短縮：蒸発器コイルの蓄熱利用による運転時間の削減
- ⑥多様な重要警報(OP)：システム問題が発生する前に迅速に通知
- ⑦電子膨張弁制御(OP)：従来の機械式膨張弁より、効率・省エネ率を向上



エネルギー消費量(年間平均)

■ 冷凍倉庫は、倉庫本体の中に設置されるユニットクーラ、それに送る冷熱を製造する冷凍機、冷凍機で発生する温熱を放出する凝縮器(冷凍機と凝縮器が一体型で屋外に設置するタイプもある)で構成されています。ユニットクーラ部分で着霜することから、除霜用のデフロストヒータが設置され、安全側の設定でタイマーにより2~4回/日のデフロスト運転をしている場合が多く見受けられます。しかし、実際には着霜していない場合も多く、除霜に伴うエネルギー消費量のロスや室温安定性等に改善の余地があります。



## II. 現況把握

### 3. 診断結果 ③ボイラの空気比の適正化

- 既存のボイラ設備を大きく変更せずに省エネルギー化する手法として、ボイラの空気比低減に関して検討いたしました。
  - 現状運用されているボイラの空気比1.51～1.65となっています。しかし、気体燃料を使用している場合の空気比としては、空気比が過剰であるため空気比を調整することにより省エネルギー化が可能です。
  - そこで、以下の条件に基づき、ボイラの空気比適正化による省エネルギー効果を試算すると、次の結果が得られました。
  - 試算条件
    - ・月寒工場ボイラ室貫流ボイラ(2t×4台)を対象。
    - ・ボイラ4台の測定時空気比(1.51～1.65)を調整により1.25に調整。
    - ・ボイラ各号機の外気温を20℃、排ガス温度を300℃と設定。
    - ・省エネ計算ツール“エネカルグ” Ver3徹底解説(〈一財〉省エネルギーセンター発行)空気比低減効果に基づき試算。
- ※概算費用 0円(メンテナンス時調整として)

ボイラ名	燃料消費量	13A単価	空気比改善前	空気比改善後	削減量	削減率	削減額
EQO-2000NM ガス炊き貫流ボイラー1	257,415m <sup>3</sup>	115.17円	1.51	1.25	7,969m <sup>3</sup>	3.1%	918千円
EQO-2000NM ガス炊き貫流ボイラー2	257,415m <sup>3</sup>	115.17円	1.62	1.25	10,602m <sup>3</sup>	4.1%	1,221千円
EQO-2000NM ガス炊き貫流ボイラー3	257,415m <sup>3</sup>	115.17円	1.6	1.25	10,156m <sup>3</sup>	3.9%	1,170千円
EQO-2000NM ガス炊き貫流ボイラー4	257,415m <sup>3</sup>	115.17円	1.65	1.25	11,243m <sup>3</sup>	4.4%	1,295千円
合計					39,970m <sup>3</sup>		4,603千円

CO2削減量

一次エネルギー削減量

エネルギー削減量

省コスト効果

89t-CO2/年

1,799GJ/年

39,970m<sup>3</sup>/年

4,603千円/年

- ボイラは、燃料の不完全燃焼による煤の発生を防ぐため、空気比を高く設定(過剰な状態)している場合が多く見られます。月寒工場では管理標準に則り、定期的なメンテナンスを行っているかつ気体燃料へ転換していることから、空気比を高く設定する必要はなく、空気比を低減することで省エネルギー効果が期待されます。
- なお、現地で確認できた点検表以降で空気比の設定変更を行っている可能性もあるため、既に設定変更済であった場合には、省エネルギー効果が低くなる場合があります。

## II. 現況把握

### 3. 診断結果 ④受電設備の更新 (I)変圧器の高効率化

- 既存の受電設備を設備投資によって省エネルギー化する手法として、(I)変圧器の高効率機器への更新および(II)変圧器のダウンサイジング(更新)を検討いたしました。
- 現状は、計画的な設備更新により各受電設備が適正に管理されています。しかし、既存の変圧器において、トッランナー制度以前の物が複数台設置されているため、高効率機器へ更新することで省エネルギー化が可能です。
- そこで、以下の条件に基づき、高効率機器への更新による省エネルギー効果を試算すると、次の結果が得られました。
- 試算条件
  - ・ 平均負荷率は、貴社「2022年 電気低圧幹線調査表」で設定。
  - ・ トッランナー制度以前の変圧器を対象。
  - ・ 更新後の変圧器には、アモルファス変圧器を選定。
  - ・ 1年間の等価平均負荷率 $P_e$ 、無負荷損 $W$ 、負荷損 $Z$ とした上で、下記の計算式で電力削減量を算出。  
年間電力損失量 =  $(W + P_e^2 \times Z) \times 8,760h$
  - ・ 各変圧器の力率は、動力85%・電灯100%と設定。

CO2削減量

一次エネルギー削減量

エネルギー削減量

省コスト効果

12t-CO2/年

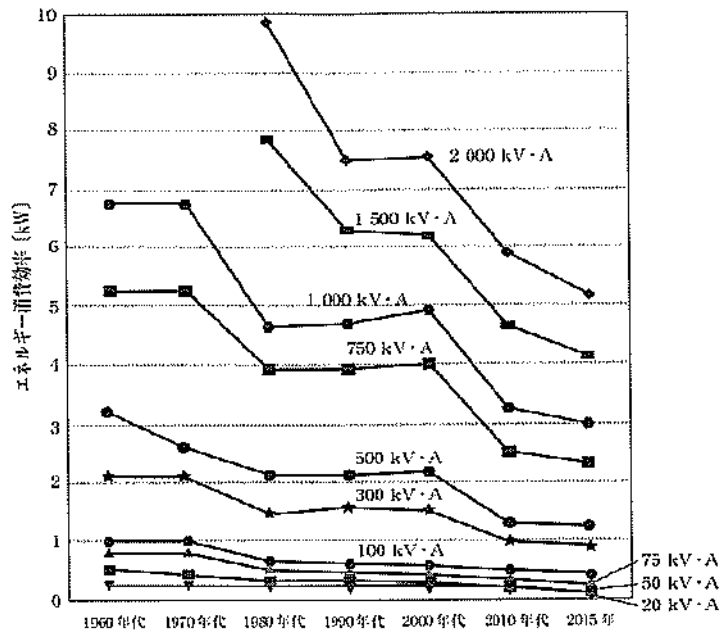
207GJ/年

21,218kWh/年

785千円/年

- なお、今回は同容量への更新を前提として、効率機器へ更新する効果を検証いたしましたが、継続的な計測・記録を行い、負荷変動を把握することで、ダウンサイジングによる省コスト効果や更新する際の適正な変圧器選定につながり、更なる省コスト・省エネルギー効果が見込まれます。
- 概算費用（標準価格合計）12,020千円

3. 診断結果 ④受電設備の更新 (I)変圧器の高効率化



※一財)省エネルギーセンター「省エネルギー手帳より」

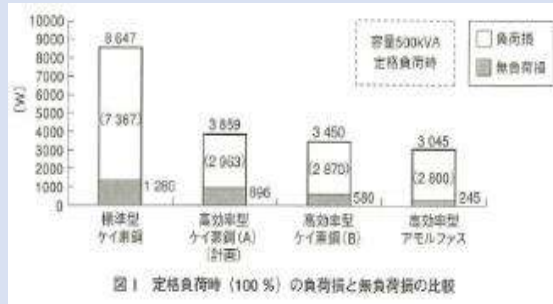


図1 定格負荷時 (100%) の負荷損と無負荷損の比較

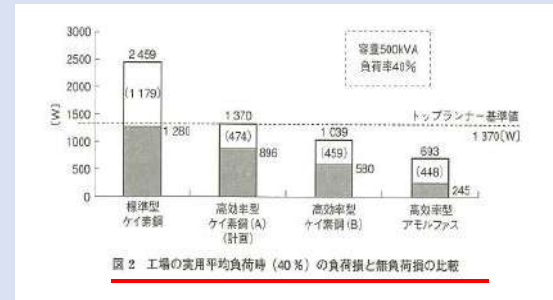
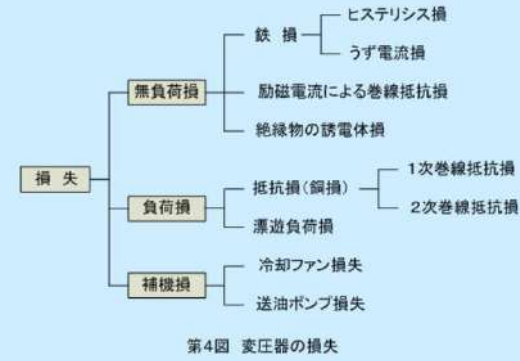


図2 工場の実用平均負荷時 (40%) の負荷損と無負荷損の比較

※一財)省エネルギーセンター「エネルギー管理のためのデータシート」より



第4図 変圧器の損失

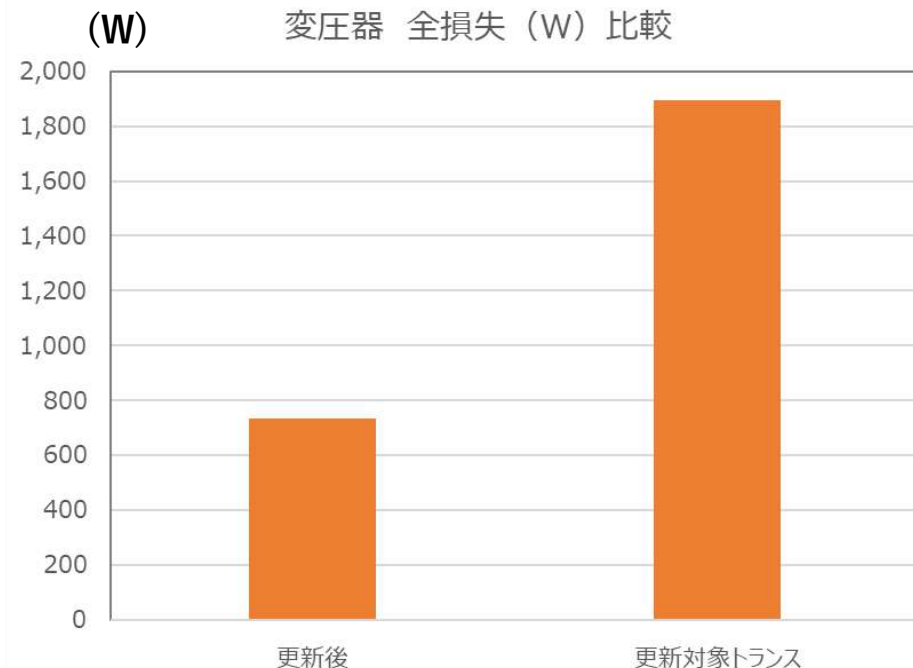
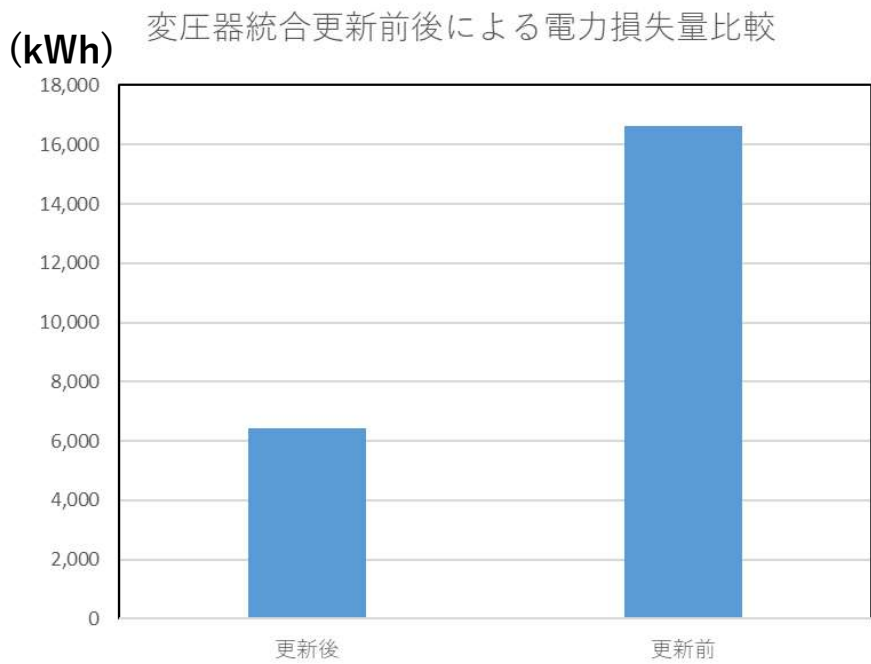
※(公)社)日本電気技術者協会 HPより

- トップランナー制度の「第一次判断基準」では、油入変圧器は2006年度、モールド変圧器は2007年度を目標年度として、エネルギー消費効率目標基準を達成することが義務付けられ、トップランナー以前の製品に対して、32.8%の効率改善が行われました。近年では、さらに省エネ性能を向上するため「第二次判断基準」が2014年度を目標として改定が行われております。変圧器容量は、概ね負荷率50~60%が効率的だと言われており、貴社の管理基準である30~70%内となっております。
- 変圧器損失は、大きく分類すると下記のとおりです。
  - 無負荷損(鉄損など)・・・負荷に関係なく発生する損失
  - 負荷損(銅損など)・・・負荷電流によって変化する損失

### 3. 診断結果 ④受電設備の更新 (I)変圧器の高効率化

#### 参考)現地の状況

■ i. 製菓ポンプ室 動力変圧器 (500kVA)



	無負荷損 ①	定格負荷損 ②	等価負荷率 Pe	実負荷損 ③=Pe <sup>2</sup> *②	全損失 ①+③	削減率	年間損失 電力量	電力料金	削減コスト	C02 排出量	削減C02 排出量
	(W)	(W)	(%)	(W)	(W)	(%)	(kWh)	(千円/年)	(千円/年)	(kg/年)	(kg/年)
更新後	210	4260	35.0%	522	<b>732</b>	61.4%	<b>6,412</b>	237	<b>378</b>	3,527	5608
更新対象トランス	1035	7025	35.0%	861	<b>1896</b>	-	16,609	615	-	9,135	

## II. 現況把握

### 3. 診断結果 ④受電設備の更新 (II)変圧器のダウンサイジング

- 変圧器容量は、概ね負荷率50~60%が効率的だと言われており、貴社の管理基準でも30~70%内となっています。しかし、既存の変圧器において、負荷率が30%未満で運用されているため、変圧器をダウンサイジング(更新)することで省エネルギー化のみならず省コスト化が可能です。
- そこで、以下の条件で、変圧器のダウンサイジング(更新)による省エネルギー効果を試算すると、次の結果が得られました。
- 試算条件
  - ・ 平均負荷率は、11月5日(土)~11月11日(金)までの実測値。
  - ・ 更新変圧器は、アモルファス変圧器を設定。
  - ・ 1年間の等価平均負荷率 $P_e$ 、無負荷損 $W$ 、負荷損 $Z$ とした上で、下記の計算式で電力削減量を算出。  
年間電力損失量 =  $(W + P_e^2 \times Z) \times 8,760h$
  - ・ 変圧器の力率は、85%と設定。
  - ・ ダウンサイジングのみの試算。(統合による試算は除外)
  - ・ 省コストは、保安費用を含んで算出。

CO2削減量

一次エネルギー削減量

エネルギー削減量

省コスト効果

1t-CO2/年

14GJ/年

1,463kWh/年

43千円/年

- なお、今回は実測した汚水処理施設QBの変圧器のみを対象としましたが、①高効率機器への更新でも触れましたが、他の変圧器についても同様に継続的な計測・記録を行うことでダウンサイジングの可能性がります。
- 昨今の情勢に応じて工場の生産設備に関する設備投資状況なども多く変化しているものと想定されますが、明らかに負荷率が低いものでありかつ容量の大きな変圧器から対応していくことで、省エネルギー効果および省コスト効果も大きくなります。
- 概算費用(標準価格) 1,769千円

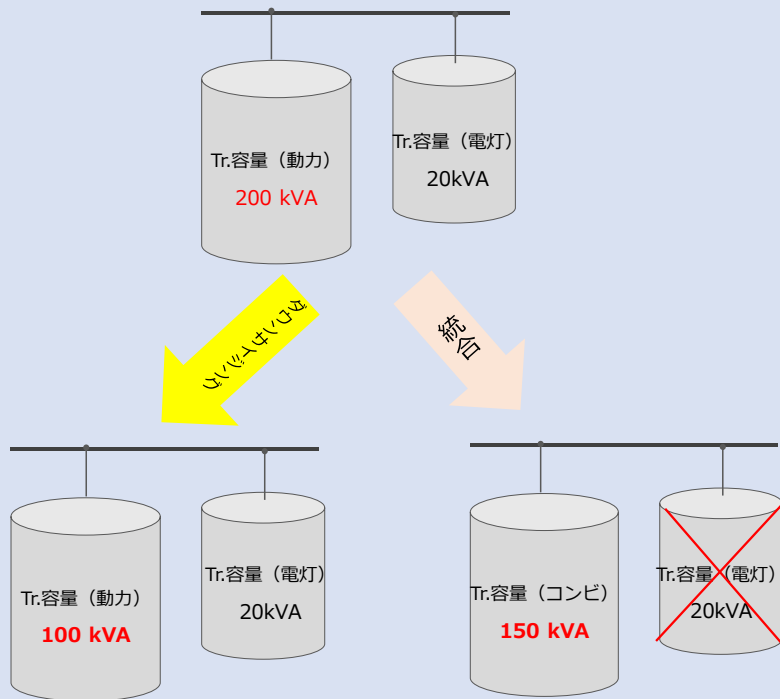




## II. 現況把握

### 3. 診断結果 ④受電設備の更新 (II)変圧器のダウンサイジング

#### 現地の状況



3. 変圧器  
3.1 変圧器 (6.6 kV/210 V) の特性値

仕様	種類	油入変圧器				モールド変圧器						
		1970		2015		1980		2015		2015 アモルブナス 変圧器 (油入)		
容量 (kVA)	周波数 (Hz)	無負荷損 (W)	負荷損 (W)	無負荷損 (W)	負荷損 (W)	無負荷損 (W)	負荷損 (W)	無負荷損 (W)	負荷損 (W)	無負荷損 (W)	負荷損 (W)	
三相	100	50	720	1 620	215	1 180	530	1 355	281	1 306	70	1 290
		60	720	1 620	200	1 190	530	1 355	280	1 317	70	1 240
	200	50	1 240	3 085	315	2 140	820	2 260	439	2 100	100	2 150
		60	1 240	3 085	285	2 125	820	2 260	444	2 120	120	2 000
	300	50	1 470	3 990	420	2 845	1 000	2 995	508	3 067	155	2 680
		60	1 470	3 990	415	2 530	1 000	2 995	532	3 109	165	2 400
500	50	1 500	6 700	560	4 280	1 300	4 070	657	4 734	210	4 260	
	60	1 500	6 700	565	3 710	1 300	4 070	683	4 826	250	3 560	
750	50	2 900	9 500	450	7 600	2 300	5 085	1 100	6 013	320	4 800	
	60	2 900	9 500	455	6 900	2 300	5 085	983	6 164	350	4 400	
1 000	50	3 900	11 500	535	9 700	2 650	6 780	1 203	7 881	390	6 300	
	60	3 900	11 500	540	8 800	2 650	6 780	1 083	8 141	440	5 800	
三相	50	50	170	770	85	660	220	620	107	806	35	700
		60	170	770	85	645	220	620	92	820	30	720
100	50	380	1 490	135	1 160	380	1 355	198	1 059	50	1 000	
	60	380	1 490	130	1 120	380	1 355	189	1 080	50	980	
200	50	560	2 600	220	1 910	620	2 145	321	1 704	80	1 750	
	60	560	2 600	185	2 050	620	2 145	306	1 742	90	1 650	
300	50	830	3 800	310	2 600	800	2 710	341	2 751	110	2 250	
	60	830	3 800	310	2 195	800	2 710	324	2 812	120	2 160	
500	50	2 000	5 480	370	4 240	1 200	4 500	498	3 748	180	3 750	
	60	2 000	5 480	430	3 540	1 200	4 500	478	3 878	170	3 780	

(出典) 資料提供: 09日立産機システム

※一財)省エネルギーセンター  
「省エネルギー手帳より」

- 前記の説明によるダウンサイジングのほか、電灯変圧器と動力変圧器が一体となった灯動併用変圧器への統合による小容量化も損失軽減に繋がります。
- 電灯および動力負荷が安定している場合に適しており、省スペース化も期待できます。

## II. 現況把握

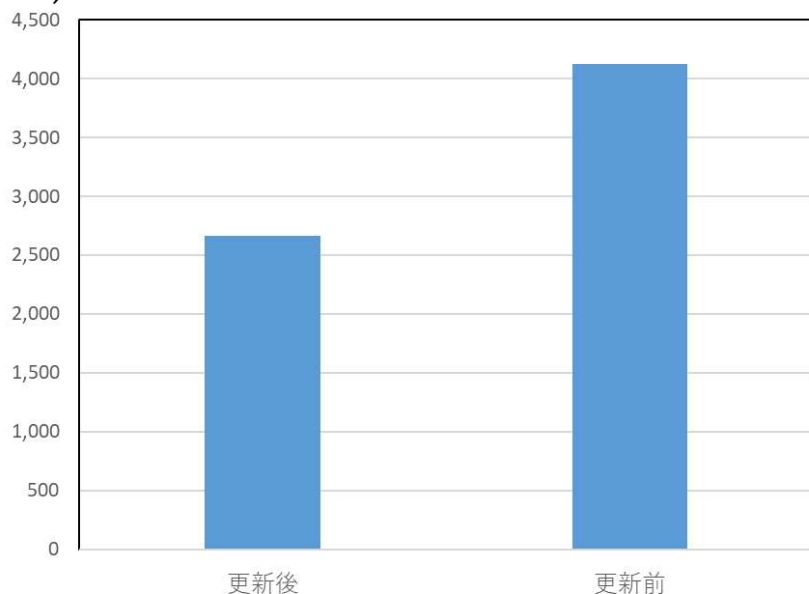
### 3. 診断結果 ④受電設備の更新 (II)変圧器のダウンサイジング

#### 参考)汚水処理施設キュービクル変圧器の容量変更 (200kVA→100kVA)

- ・対象変圧器の負荷変動は、年間を通じて変化は僅少であると想定されます。
- ・変圧器の省エネルギー効果および負荷変動は、以下のとおりです。

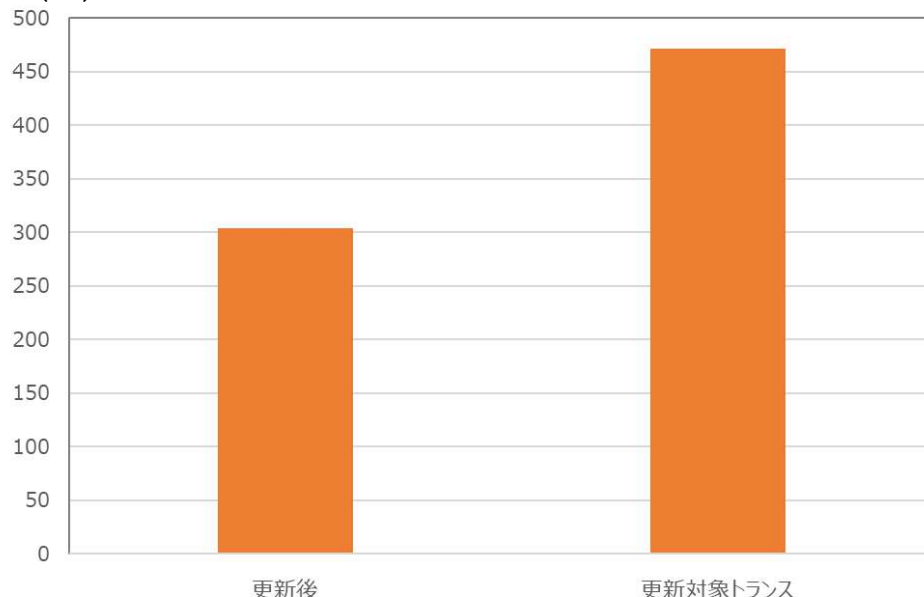
(kWh)

変圧器更新前後による電力損失量(kWh)比較



(W)

変圧器 全損失 (W) 比較



	無負荷損 ①	定格負荷損 ②	等価負荷率 $P_e$	実負荷損 ③= $P_e^2 * ②$	全損失 ①+③	削減率	年間損失 電力量	電力料金	削減コスト	CO2 排出量	削減CO2 排出量
	(W)	(W)	(%)	(W)	(W)	(%)	(kWh)	(千円/年)	(千円/年)	(kg/年)	(kg/年)
更新後	70	1290	42.6%	234	<b>304</b>	35.5%	<b>2,663</b>	99	<b>54</b>	1,465	805
更新対象トランス	361	2428	21.3%	110	<b>471</b>	-	4,126	153	-	2,269	

## II. 現況把握

### 3. 診断結果 ⑤断熱補強（番重洗淨ライン）に関する省エネルギー

- 既存の蒸気配管設備を設備投資によって省エネルギー化する手法として、蒸気配管の断熱補強(保温)に関して検討いたしました。
- 現状は、ボイラ室のヘッダーバルブなどはしっかりと保温ジャケットが施工されています。また、工場内の蒸気輸送配管についても多くが断熱施工されています。
- 蒸気輸送配管のバルブやフランジなどの一部が未断熱となっており、保温ジャケットによる断熱補強をすることで省エネルギー化が可能です。そこで、以下の条件に基づき、保温ジャケット施工による省エネルギー効果を試算すると、次の結果が得られました。
- 試算条件
  - ・ 蒸気温度を160.9℃と設定。
  - ・ 周囲温度は、年間平均9℃と設定。
  - ・ ボイラ運転時間は、番重洗淨ライン稼働時間19hと設定。

CO2削減量	一次エネルギー削減量	エネルギー削減量	省コスト効果
1t-CO2/年	29GJ/年	646m <sup>3</sup> /年	74千円/年

- 蒸気配管は、蒸気が流れる単なる配管ではなく、放熱や蒸気漏れによる蒸気損失は大きなエネルギー損失につながります。既設の蒸気配管、バルブ、配管接続部などの保温を適正化することで、エネルギー損失を減らすことが可能となります。
- 一般に、蒸気配管系統のバルブ・フランジ部は、漏れ発見や修理のため、慣習的に未保温の状態であるケースが多いです。しかし、その形状が複雑で表面積が大きいいためその放熱量は大きく、断熱施工するメリットが大きくなります。

### 現地の状況および断熱補強試算

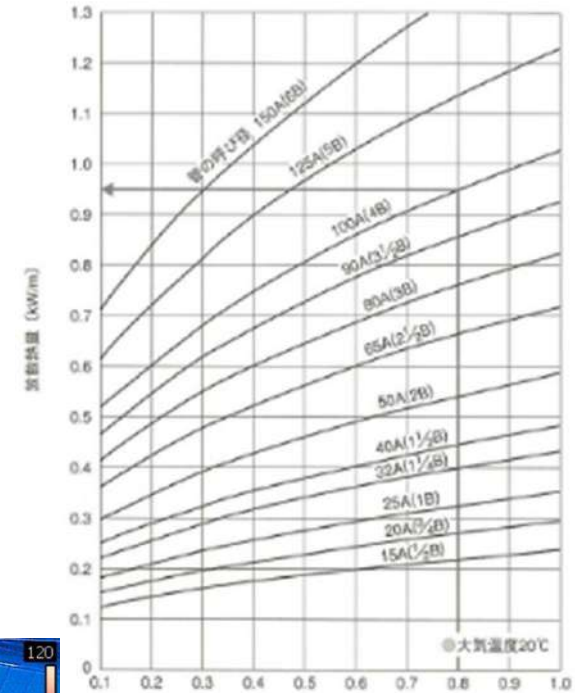
(計算条件)

蒸気圧	0.54	(MPa)	蒸気温度	160.9	℃
周囲室温	9	℃			
蒸気ボイラ燃料種	13Aガス	(-)			
蒸気ボイラ熱効率	96%	(LHV基準)			
日使用時間	19	時間 ×	稼働日数	365	日
運転時間	6,935	時間			

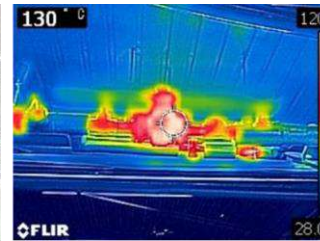


#### <施工提案箇所>

①	フランジ	32	(A)	⇒	保温カバー	30	(mm)
	相当長	0.47	(m)				
	対象個数	2					
②	玉型バルブ	40	(A)	⇒	保温カバー	30	(mm)
	相当長	1.11	(m)				
	対象個数	2					



蒸気圧力 (ゲージ圧力) (MPa)  
 図1 蒸気輸送管からの放散熱量 (保温がない場合)





## II. 現況把握

### 3. 診断結果 ⑤断熱補強（番重洗浄ライン）に関する省エネルギー

#### 現地の状況および断熱補強試算

計算シート

現状									
①	仕切弁 放熱量	32 A⇒	0.3796 kW/m×	相当長	0.47 m×個数	2 =	0.357 kW		
②	仕切弁 放熱量	40 A⇒	0.4157 kW/m×	相当長	1.11 m×個数	2 =	0.923 kW		
						(小計)	1.280 kW	.....①	
断熱後									
①	仕切弁 放熱量	32 A⇒	0.0463 kW/m×	相当長	0.47 m×個数	2 =	0.044 kW	グラスウール保温(30mm)	
②	仕切弁 放熱量	40 A⇒	0.0534 kW/m×	相当長	1.11 m×個数	2 =	0.119 kW	グラスウール保温(30mm)	
						(小計)	0.163 kW	.....② 出典：保温手帳（2002）日本保温保冷工業協会	
								出典：保温手帳（2002）日本保温保冷工業協会	
熱量									
	削減できる放熱量は	{ (削減前)	1.28 kW -	(断熱後)	0.163 kW }	×	6,935 h =	7,746 kWh	
	削減燃料消費量は	7,746 kWh×	3.6 MJ/kWh÷	(発熱量)	45 MJ/m3÷	96% =	646 m3	ボイラの効率はカタログ値参照	
	燃料単価	115.17 円/m3×	646 m3			=	74,400 円	原油換算省エネ 都市ガス 115.17円と仮定	
								※北海道ガス(株) 12月分料金 (コージェネレーションシステムA第I種)	
						削減コストは	74 千円		
参考									
断熱材									
①	フランジ	32 A⇒	2 個×	単価	6,100 円	=	12,200 円		
②	玉型バルブ	40 A⇒	2 個×	単価	10,100 円	=	20,200 円		
							32,400 円		
						断熱材コストは	32 千円		

※「放散熱量削減計算プログラム」（野川作成）を使用

設備投資に係る費用(概算)

概算工事金額：56千円※

※概算費用は、弊社調べで算出。(工事費別)

ボイラの省エネルギー化運用ポイント

・ボイラの空気比最適化と同様のポイント。

### 3. 診断結果 ⑥番重洗浄ラインポンプのインバータ化に関する省エネルギー

- 既存の番重洗浄ラインの洗浄用ポンプを設備投資によって省エネルギー化する手法として、ポンプのインバータ化に関して検討しました。
- 現状は、工場内のファン・ポンプ類についてはインバータが設置されており、回転数の制御(概ね90%制御)を行っています。
- しかし、番重洗浄ラインの洗浄用ポンプなど一部がインバータ化未実施となっており、インバータを設置し、ポンプの回転数を制御することで省エネルギー化が可能です。
- そこで、以下の条件に基づき、インバータ設置による省エネルギー効果を試算し、次の結果が得られました。
  
- 試算条件
  - ・ 番重洗浄ラインの洗浄用ポンプ(5.5kW×4台)を対象。
  - ・ 流量を10%削減と設定(周波数50Hz→45Hz)、消費電力は72.9%
  - ・ 番重洗浄ラインの稼働時間、19hと設定。

CO2削減量	一次エネルギー削減量	エネルギー削減量	省コスト効果
23t-CO2/年	404GJ/年	41,346kWh/年	1,530千円/年

- なお、番重洗浄ラインについては、インバータによる回転数制御を行うことで、汚れが落ち切らない懸念があるとのことでしたので、10%の削減としました。また、一般的なポンプ選定では通常10~20%の余裕をみた選定がされているため、設計流量まで10%程度回転数を落とすことが出来ることが多く、省エネルギー効果も見込めます。
- なお、回転数制御については削減率20%を目安とすることで費用対効果を高めることが可能となります。(効果がないのではなく、労力の割に効果が少ない)

- 設備投資に係る費用(概算) 概算工事金額：806千円※(工事費別)
- ポンプの省エネルギー化運用ポイント
  - ・ポンプに関する管理標準作成。
  - ・インバータ設定は、ぎりぎりではなくアバウト(20%目安)に取り組む。
  - ・番重に商品を詰める際には目視確認を行う。

- 当該工場では第1種エネルギー管理指定工場であることから省エネルギー化に関する意識は非常に高く、製造プロセスごとのエネルギー消費量も概ね把握できています。一方で、当該工場を除く他工場では、主要設備のエネルギー消費量を一部把握している工場もありますが、多くは把握できていない現状でした。
- エネルギー消費量の現状把握は、省エネルギー化を進める上で重要なことですので、各工場においても現状把握を行う必要があります。
- 一方で、産業用の分野においては、製造プロセスが特殊なケースが多い上、各種製造機器もオーダーメイドで製造されているケースが多くなっています。また、古い製造機器では、その工程において人力となる部分が多いため、省人化などを中々行えず、施設・設備管理に人員を割くことができず、属人的となりやすい状況です。
- よって、今回の検討によらず各生産設備の運用マニュアルの策定が必要と考えますが、各工場で専門技術者の雇用継続が今後困難である場合も想定し、簡易な日常管理の視点、点検結果の見方等の情報を充実させることにより、管理体制の平準化を行うことが重要です。

項目	内容	備考
全体	・ エネルギー消費量把握を各工場へ水平展開	・ 負荷が多い時間帯のバッチ計測から大まかな消費量を算出するだけでもOK
	・ 省エネルギー推進体制、人材育成	・ 属人化しないよう人材育成への投資要
ボイラ	・ 年次点検表にある空気比確認 気体燃料1.25 液体燃料1.3	・ 費用が掛からないように点検時にメーカーへ依頼
	・ 供給圧力の最適化(現状0.35～0.6 MPaと管理標準に記載されている。)	・ 問題なければ、0.35MPa

## 3. 診断結果 運用改善マニュアル(2/2)

項目	内容	備考
照明	<ul style="list-style-type: none"> <li>JIS照度基準の3点セット 事務室：750lx 倉庫：300lx(荷積み、荷卸し150lx) 通路：100lx</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工場内の安全および作業効率へ配慮しつつも、過剰な明るさ注意</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>照度測定の基準(指定無) 床上：80cm±5cm 作業台上面：上面±5cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全管理の配慮は必要、過剰な明るさは不要</li> </ul>
冷凍	<ul style="list-style-type: none"> <li>最大DM発生時間帯の除霜運転回避</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>回数削減の前にはできる対策を実施</li> </ul>
受電設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器更新後の負荷率確認 負荷率：50%目標</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>省エネ機器へ更新した場合には負荷率に注意</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>受電設備の更新時は、負荷率に応じた容量選定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダウンサイジングによる経費削減の効果有</li> </ul>
コンプレッサー	<ul style="list-style-type: none"> <li>吐出圧力は、0.6MPa以下を目標</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>末端圧との差圧0.1MPaを確実に実行</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>インバータ機器への更新</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>インバータ機器でも正常に稼働しているかは必ず確認</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>配管のループ化検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各工場の配管ループは簡易な工事で実施(可能)</li> </ul>
ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>管理標準の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプも省エネ法に基づく管理標準要</li> </ul>
インバータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>インバータ設定はアバウトに検討 回転数：20%削減を目指す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>インバータによる電力量削減が効果的</li> </ul>

### CNを左右する要素

#### 01 政策・ルール

- カーボンプライシング、炭素税（政策的ムチ）
- 補助金・減税（政策的アメ）
- 情報開示ルール

#### 02 技術革新

- 排出減らす技術の確立（電動化・再エネ・水素等）
- 回収技術の確立
- 非連続なイノベーションの発生

#### 03 意識変化

- 消費者・取引先・投資家の環境問題への意識の深化
- 環境プレミアムのプロダクト・サービス価格への織り込み
- 環境目線での事業者の淘汰

### CN実現の目的

地球温暖化対策  
としてのCN

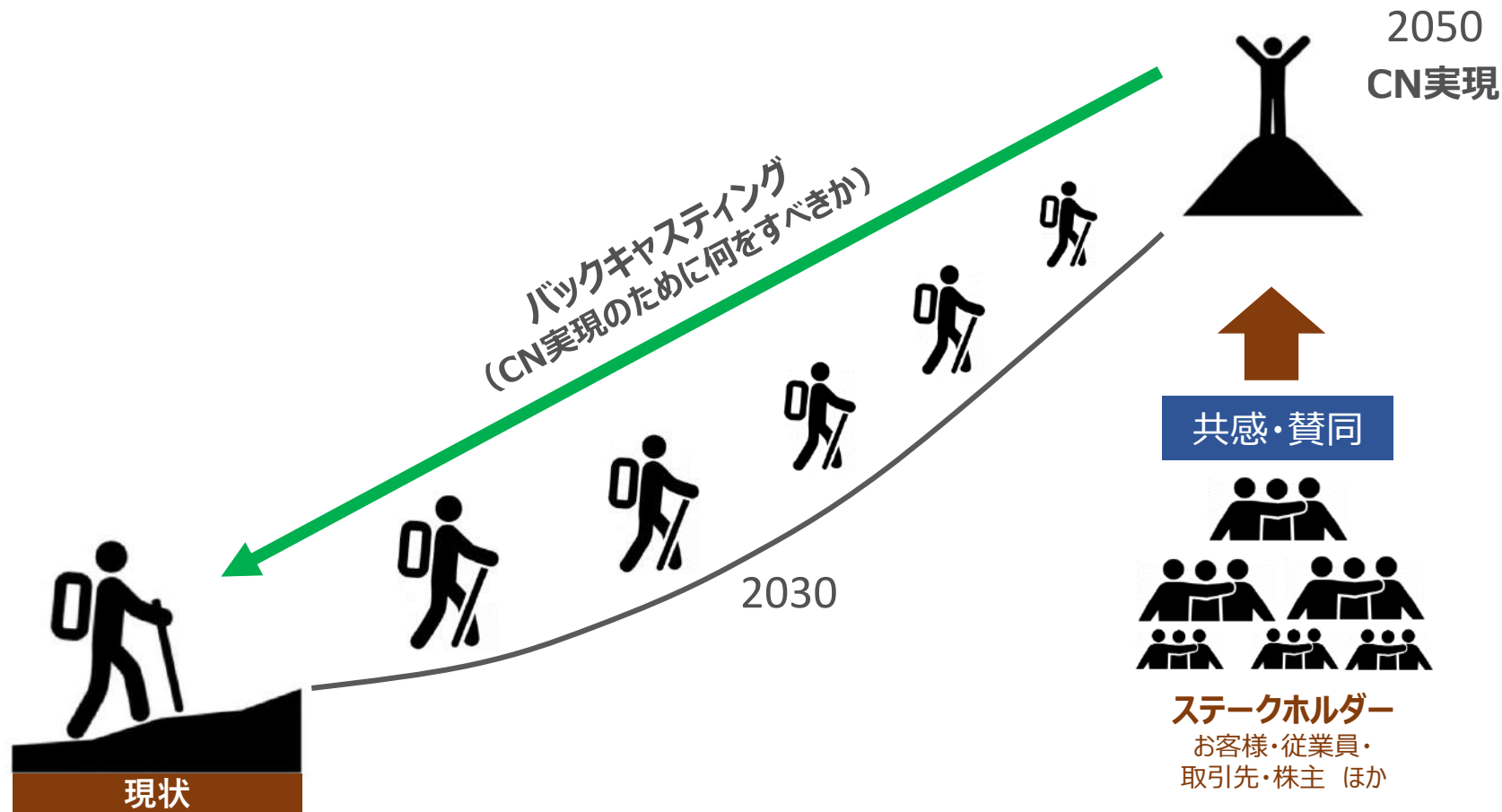
成長戦略  
としてのCN

自社経営  
への  
落とし込み

- CN実現は現在の経営の延長線上では困難であると考えられており、CNを左右する未確定要素（政策・ルール、技術革新、消費者等の意識変化）の潮目を読みながら、温暖化対策のみならず、自社の成長戦略に結び付けて、自社経営（計画）への落とし込むが必要である。



## 1. ロードマップ\_ CN実現に向けた道程



- CN実現は途方もなく高い山で、登りきるには超長期的な行動が必要であり、現状から「できること」の積み上げを図るフォアキャスティング手法では実現は困難と言える。最初に未来（2050年CN実現）を描き、その未来像を実現する道程を探索するバックキャスティング手法を用いた野心的な行動や計画が求められる。
- お客様・従業員等貴社を取り巻くステークホルダーの共感や賛同がCN実現には不可欠であり、適切な情報開示により、ステークホルダーを巻き込んだ、志の高い行動や計画が必要である。

## 1. ロードマップ\_多角的視点の必要性

01

### 虫の目

✓「虫の目」は複眼であり、近づいて様々な角度から物事を見ること

1. 現在のCO2排出量
2. 組織・ガバナンス状況
3. サプライチェーン
4. 財務やキャッシュフローの状況 ほか

02

### 鳥の目

✓「鳥の目」は高い位置から、俯瞰して全体像を見ること

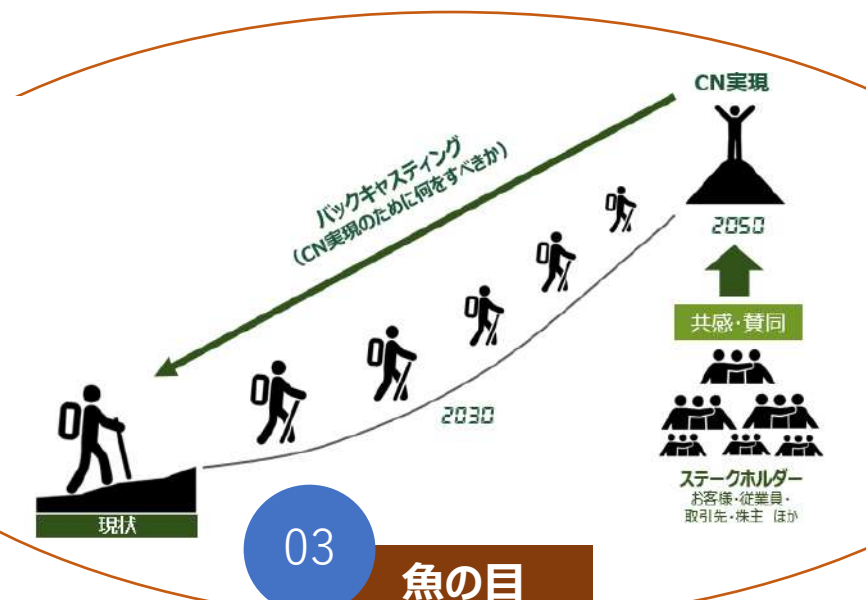
1. 同業他社と自社
2. 海外から見た日本
3. 目先に捕らわれない考え方 ほか

03

### 魚の目

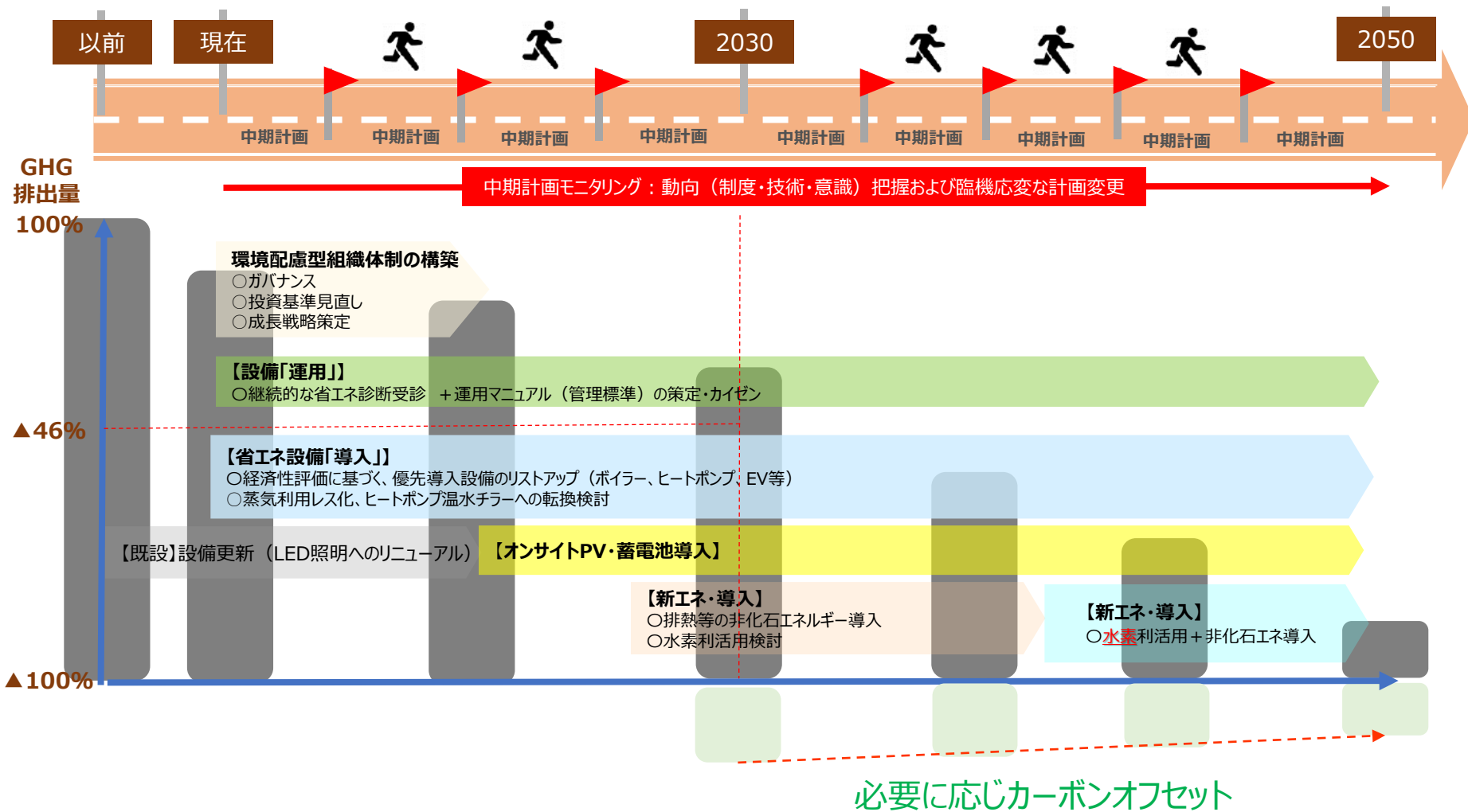
✓「魚の目」は水の流れや潮の満ち引きを感じ、時代の変化をとらえて先を読むこと

1. 政策・ルール of 状況
2. 技術革新の動向
3. 消費者等の意識の変化 ほか



- 短期的な課題解決であれば近視眼的な「虫の目」の視点で課題解決を行えば良いが、CN実現を目指す超長期の道程を検討するにあたっては、「虫の目」「鳥の目」「魚の目」といった多角的な視点での検討が必要である。
- 特に、政策・ルール、技術革新、意識の変化等未確定要素が多い中では、時間の流れにより起こるだろう「変化（潮目）」への適切な対応が重要であり、「魚の目」による計画等の柔軟な軌道修正がCN実現のカギとなる。

# 1. カーボンニュートラルロードマップ概要 (Scope1,2)



- 2050年CN実現という野心的なロードマップを策定した上で、新型コロナウイルス等不確定要素はあるが、その時点での時間の流れでの変化（政策・ルール、技術革新、意識変化）や業績（キャッシュフロー等）、投資の見通しを加味した3~5年程度の中期計画策定に落とし込みながら、ロードマップを紡いでいくことが得策である。
- 中期計画の定期的なモニタリングを通じて、潮目の変化を先読みして、計画途上においても、臨機応変かつ大胆な計画変更等を行うことがCN実現の近道と言える。

### Ⅲ. CN化に向けた取組

## 2. 短期的取組\_運用改善マニュアルの考え方

項目	内容	備考
全体	・エネルギー消費量把握を各工場へ水平展開	・負荷が多い時間帯のバッチ計測から大まかな消費量を算出して把握
	・省エネルギー推進体制、人材育成	・属人化しないよう人材育成への投資要
ボイラ	・年次点検表にある空気比確認 気体燃料1.25、液体燃料1.3	・費用が掛からないように点検時にメーカーへ依頼
	・供給圧力の最適化(現状0.35~0.6 MPaと管理標準に記載されている。)	・問題なければ、0.35MPa
照明	・JIS照度基準の3点セット 事務室：750lx、通路：100lx 倉庫：300lx(荷積み、荷卸し150lx)	・工場内の安全および作業効率へ配慮しつつも、過剰な明るさ注意
	・照度測定の基準(指定無) 床上：80cm±5cm、作業台上面：上面±5cm	・安全管理の配慮は必要、過剰な明るさは不要
冷凍	・最大DM発生時間帯の除霜運転回避	・回数削減の前にできる対策を実施
受電設備	・機器更新後の負荷率確認 負荷率：50%目標	・省エネ機器へ更新した場合には負荷率に注意
	・受電設備の更新時は、負荷率に応じた容量選定	・ダウンサイジングによる経費削減の効果有
コンプレッサー	・吐出圧力は、0.6MPa以下を目標	・末端圧との差圧0.1MPaを確実に実行
	・インバータ機器への更新	・インバータ機器でも正常に稼働しているかは必ず確認
	・配管のループ化検討	・各工場の配管ループは簡易な工事で実施(可能)
ポンプ	・管理標準の作成	・ポンプも省エネ法に基づく管理標準要
インバータ	・インバータ設定はアバウトに検討 回転数：20%削減を目指す	・インバータによる電力量削減が効果的

■ 第一種指定管理工場のカイゼン意識の高さを他の工場へ水平展開することが重要です

### 3. 中期的（2030年）取組\_\_設備投資の考え方

#### 取組の方向性

01

##### 企業維持投資

- 恒常的に発生する維持投資でのCN強化

02

##### ZEB化等大型投資

- 増築・建替時のZEB化によるCN強化

03

##### 補助金等の活用

- 設備投資にかかる補助金・減税活用によるCN強化

04

##### 成長戦略によるCF創出

- CNをビジネスチャンスと捉えた戦略の立案・実行

#### 具体的検討事項

- CN要素を組み込んだ投資基準の検討
- ICP（内部炭素価格）の設定検討
- 省エネ改修、設備の電化 ほか

- 財務規律（自己資本対固定資産比率、自己資本比率等）を維持できる範囲内の借入等による大型投資検討
- ZEB化、太陽光パネル、蓄電池 ほか

- 企業維持投資・大型工事の際の補助金等活用によるCN化実現のスピードアップ
- 情報収集体制の強化 ほか

- CNをコストではなく成長機会と捉える全社的な考え方の浸透・醸成
- CNの取組強化による差別化等、CF（収益）向上戦略の検討 ほか

- 「おいしさ」と「安全・安心」を追求していくためにも、継続的な維持更新投資が必要であり、加えてZEB化等の大型投資を行うには、事業が創出するキャッシュフローではCN実現は相当期間を要し、2050年実現は非常に厳しい道のりです。
- CN実現に向けては、CNを成長機会と捉える考え方を浸透させ成長戦略を描き、財務規律を維持できる事を前提とした上での借入等による大型投資等も不可避です。また、CN実現のスピードアップ策として、補助金や減税等の政策的な支援の大胆な活用を検討する必要があります。



### 3. 中期的（2030年）取組\_\_設備投資の考え方

- CNの実現には、徹底した省エネルギー化に取り組んだうえで、脱炭素効果の大きい大型設備投資について、中期(2030年)に向けたCN化手法として捉え検討していくことが必要になります。
- 製造設備や、ユーティリティ設備の効率化といった従来手法に捉われず、カーボンフリー電源の導入比率を上げるための対策を考えていく、をコンセプトに検討した内容を以下に列挙いたします。

項目	内容	CO2削減量	単位
CN1	社有車のEV化	479	t-CO2
CN2	太陽光発電の導入	133	t-CO2
CN3	洗浄工程へのヒートポンプ技術導入	176	t-CO2
CN4	水素ボイラ等の導入	5,238	t-CO2

- 今後の脱炭素政策や、最新技術の潮目の変化の読みが重要になります。
- 政策的な補助金・減税の情報収集や、活用等も検討を継続する必要性が有ります。

### Ⅲ. CN化に向けた取組

## 3. 中期的（2030年）取組\_\_設備投資の考え方

### CN1 社有車の電動化 EV化投資に係る費用(概算)

- 既存の営業車・構内車を投資によってCN化する手法として、社有車の電動化に関して検討いたしました。
  - 社有車は、配送車・構内車のトラックは軽油、営業車はガソリンと化石燃料が使用されており、それらを電動化することでCO2排出量を大きく低減することができます。
  - 北海道においては、暖房使用時の航続距離が減少することや冬季気象条件下での充電環境などEV普及における各種課題はあるものの、日本全体のEVインフラ整備が遅れを除けば、都府県と比較しても問題ないレベルです。(特に道央圏)
  - そこで、以下の条件に基づき、社有車の電動化によるCN化効果を試算すると、以下の結果が得られました。
- 試算条件
- ・ 配送車および構内車は、eCANTER(三菱ふそうトラック・バス株式会社)で設定。
  - ・ eCANTER価格はカタログ値で、積載重量3t超積で設定。
  - ・ 営業車は、リーフ(日産自動車株式会社)で設定。
  - ・ リーフの電費は、航続可能距離÷バッテリー(40kWh)容量で算出。

CO2削減量

一次エネルギー削減量

エネルギー削減量

省コスト効果

479t-CO2/年

4,205GJ/年

※

3,767千円/年

※電気と軽油、各々のエネルギー消費量が関係するため、固有単位での量は表現していません。

- なお、今回は回生ブレーキ※によるメリットは検討していませんが、エコドライブを意識することや回生ブレーキを意識することで、走行距離を伸ばすことができるため、さらにCN化効果が大きくなりますが、現状の性能自体はさほど高くありません。  
(電費:1.92km/kWh)
- ※回生ブレーキ…車の減速時にタイヤの回転力でモーターを回転させることで、運動エネルギーを電気として回収すること。

CN1 社有車の電動化

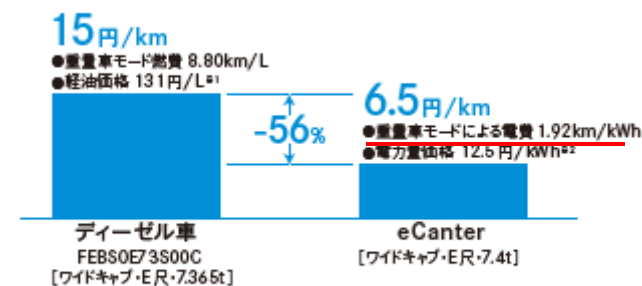
【日本における次世代自動車（EV/HV/PHV/FCV、クリーンディーゼルなど）の普及目標と現状】

	2020年 (新車販売台数)	2030年 (政府目標)
従来車	60.58% (231万台)	30~50%
次世代自動車	39.42% (150万台)	50~70%
ハイブリッド自動車	34.77% (132万台)	30~40%
プラグイン・ハイブリッド自動車	0.39% (1.5万台)	20~30%
電気自動車	0.38% (1.5万台)	
燃料電池自動車	0.02% (0.08万台)	~3%
クリーンディーゼル自動車	3.86% (14.7万台)	5~10%

※(一社)日本自動車工業会調べ



「燃費」「電費」比較



※1: 経済産業省資源エネルギー庁石油製品価格調査より、2020年2月3日時点の全国平均値  
 ※2: 東京電力 高圧季節別時間帯別電力Aの夜間(22:00~8:00)  
 ※夜間前提の為、ピーク電力は昼間より低くなることを考え、基本料金のアップは無しとしています。

※三菱ふそうトラックバス  
株式会社カタログより

「第26回国連気候変動枠組み条約締約国会議（COP26）」で、自動車分野に関しては、「世界のすべての新車販売について、主要市場で2035年までに、全世界では2040年までに、電気自動車等、二酸化炭素を排出しないゼロエミッション車とすることを目指す」という共同声明が発表されています。日本では、上記声明への署名は行っていないものの、我が国のCO2排出量の約2割を占める運輸部門での環境性能に優れてクリーンエネルギー自動車の普及は重要視されています。

## CN2 太陽光発電の導入（オンサイト）

- 投資によってCN化する手法として、太陽光発電導入に関して検討いたしました。
- 現状、太陽光発電の導入にあたっては、敷地内に遊休スペースがないことや建物の耐久性の問題から野立て型および屋根型どちらの形態も難しいと考えられます。
- 一方で、建物の耐久性問題は解決が難しいですが、駐車スペースの集約化(または近隣の駐車場を利用など)により、野立てによる導入を行うことでCO2排出量を低減することができます。また、太陽光発電設備の下に芝生などを施工することで、緑地面積(重複緑地扱い)も増えるなど副次的な効果も期待できます。
- 以下の条件に基づいた、太陽光発電導入によるCN化効果を示します。

### ■ 試算条件

- ・ 将来的な系統制約などを考慮し、オンサイトでの設置を想定。
- ・ 設置可能面積、容量などの設置条件は、当社データに基づき算出。  
→太陽光設置可能面積より設置可能容量を算出。
- ・ 敷地内の駐車スペースおよび車路などを配慮。配送車および構内車は、図のABに設置する。(ABの車をC～Eへ集約する)
- ・ 各スペースの設置可能面積(m<sup>2</sup>)は、下記のとおり算出。  
A.1,001m<sup>2</sup> B.2,389m<sup>2</sup> C.3,213m<sup>2</sup> D.2,308m<sup>2</sup> E.1,491m<sup>2</sup>



CO2削減量

133t-CO2/年

一次エネルギー削減量

2,358GJ/年

エネルギー削減量

241,560 kWh/年

省コスト効果

8,938千円/年

- なお、今回は敷地内の駐車スペースを集約することによる対応となるため、従業員や搬入業者などに影響が出ることを考慮し、太陽光発電導入可能箇所※を限定的としました。
- 一般的な野立て型太陽光発電導入よりもコストが大きく増える形ではありますが、駐車スペースを確保しつつ導入する方法としては、ソーラーカーポート型太陽光発電などの検討を行うことでさらなるCN化効果も期待できると考えられます。



### 3. 中期的（2030年）取組\_設備投資の考え方

## CN2 太陽光発電の導入



<野立て型太陽光発電>

<屋根置型太陽光発電>

<カーポート型太陽光発電>



※引用：左から順に  
・北海電気工事株式会社HP  
・オリックス株式会社HP  
・オリックス株式会社HP

太陽光発電は、シリコン半導体などに光が当たると電気が発生する現象を利用し、光エネルギーを太陽電池(半導体素子)により直接電気に変換する技術です。

CN化に向けては、再生可能エネルギーを導入することは必須であり、その中でも太陽光発電は場所に合わせた設置が可能です。二酸化炭素を全く排出しないクリーンなエネルギーであり、企業価値向上・光熱費の削減などのメリットもあります。

一方で、系統連系制約や設置コスト、天候に左右される発電量などのデメリットもあります。また、特に工場系の建物については、建物の耐久性問題から、屋根置き型での設置が難しく、設置場所についての検討が重要となります。



### Ⅲ. CN化に向けた取組

## 3. 中期的（2030年）取組\_設備投資の考え方

### CN2 太陽光発電の導入（概算）

概算費用(補助金無)

設置形態	PV設置可能面積 (㎡)	PV容量(kW)	年間発電時間(h)
野立て (PV角度：33°)	3390	180	1342
削減電力量(kWh)	年間削減コスト(千円)	イニシャルコスト(千円)	投資回収年
241,560	8,938	49,300	5.5年

※PV容量は、設置可能面積および設置方法から算出しております。

※年間発電時間は、太陽光パネルの設置方法および設置場所所在地を基に想定しております。

パネルの設置位置や方角、日照時間や積雪の影響、気温による効率低下等は加味しておりません。

※設置の条件、お客さまの電力ご使用状況等により太陽光パネルの合計出力容量は増減します。

※イニシャルコストは、標準的な設置費用等を基に算出しております。(受電設備工事などは含まず)

そのため、現地調査により、イニシャルコストが大きく変動する場合がございます。

### CN3 洗浄工程へのヒートポンプ技術導入の削減

- 投資によってCN化する手法として、洗浄工程へのヒートポンプ技術導入に関して検討いたしました。
  - 現状、製造プロセスでの温熱需要は、蒸気によるエネルギー消費が太宗を占めています。調理・焼成や乾燥での温熱需要については、電化技術が既に開発されているとは言え、温度と湿度の微妙な関係から仕上がりに変化が生じる業種であることから、中々置き換えが進みにくいと想定されます。一方で、番重洗浄ラインのように要求温度帯が60℃程度であり、負荷変動も少ない洗浄工程などにおいても蒸気を使用されており、それらを電化へシフトしていくことは可能と考えられます。
  - そこで、以下の条件に基づき、洗浄工程へのヒートポンプ技術導入によるCN化効果を試算すると、表の結果が得られました。
  - 試算条件
    - ・ 番重洗浄ラインなどの洗浄工程を想定。
    - ・ 洗浄工程で使用される蒸気は、蒸気ボイラ燃料使用量の8.6%※と設定。
- ※(株)富士経済「産業施設におけるエネルギー消費の実態調査2022」
- ・ ヒートポンプのCOPを年間3.3と設定。

	CO2削減量	一次エネルギー削減量	エネルギー削減量	省コスト効果
合計	176t-CO2/年	3,784GJ/年	—	7,658千円/年
ガス	269t-CO2/年	5,248GJ/年	120,641m <sup>3</sup> /年	
電気	-93t-CO2/年	-1,645GJ/年	-168,556kWh/年	

- なお、各製造プロセスでの洗浄がピークとなる夕方17時頃については、給湯量が足りなくなることも予想されるため、貯湯槽などの選定は余裕を持つ必要があると想定されますが、番重洗浄ラインなど一次的に稼働を停止できると想定されるプロセスなどを精査することで、HPの容量のみならず付帯する設備への初期投資も抑制することが可能です。
- また、その他の製造プロセスにおいても、要求温度帯がさほど高くない製造プロセスが多いことから、技術開発が進めばCN化が更に進むと期待できます。
- なお、当該工場においては、ドレン回収なども行っているため、給水予熱への電化導入(ハイブリッド)での効果はさほど期待されないと想定されますので、検討からは除外しました。

### Ⅲ. CN化に向けた取組

## 3. 中期的（2030年）取組\_設備投資の考え方

# CN3 洗浄工程へのヒートポンプ技術導入の削減

**POINT!** 再生可能エネルギーの活用で、さらなる省エネルギーを

**ヒートポンプ機器は「1」の電気エネルギーで「3～7倍」の熱エネルギーの利用が可能!**

自然の熱を「集めて」利用するから高効率

すべてのヒートポンプ機器は「熱と圧力の性質」を利用して、空気や水などから自然の熱（再生可能エネルギー）を「集めて」、必要となるに「運ぶ」ことによって、空気や水や物などを暖めたり冷やしたりしています。これによって暖房や冷房や給湯をはじめ、工場や製造工程にも利用されているのです。電気エネルギーだけでなく、再生可能エネルギーを「集めて」、熱を作るから高効率な運転が可能です。

1の電気エネルギー + 2～6の再生可能エネルギー = 3～7の熱エネルギー

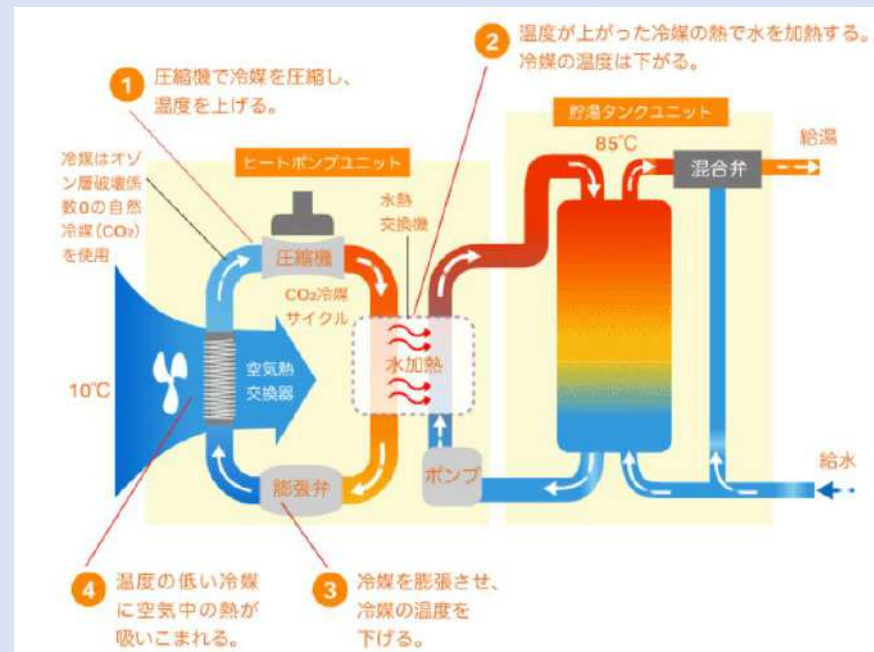
**ヒートポンプ機器の活用で再生可能エネルギー\*の利用を促進!**

空気や河川、地中などの熱を有効活用

ヒートポンプ機器は、空気をはじめ河川や地中、海水など、気道とほとんど温度差がないので、そのままでは利用できない熱を「集めて」、高温の熱として利用したり、低温の熱として利用することができます。これがヒートポンプの非常に優れた特徴です。

また、ヒートポンプが集める熱は太陽によって、くり返し採られる再生可能エネルギーなので、空調や給湯に必要な燃料消費量やCO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減することができます。

\*「1」番目の再生可能エネルギーは、(2019年時点)より、ヒートポンプの熱効率と自然の熱を「集めて」利用する再生可能エネルギーと認識されています。



※(一財)ヒートポンプ・蓄熱センター「CHOICEおよびHP」より

エコキュートは、空気や水などから自然の熱を「集めて」、必要となる場所に「運ぶ」ことによって、空気や水や物を暖めたり冷やしたりするヒートポンプ技術を利用し、お湯を製造する機器です。また、「1」の投入エネルギーに対して「3～4」倍の熱エネルギーを得ることができる省エネ性に優れた機器です。

パン・菓子製造業では、調理・焼成と乾燥などの温度域の高い熱需要が比較的多い傾向にありますが、高効率なヒートポンプをさらに効率良く使うために洗浄工程への給湯利用が最適です。

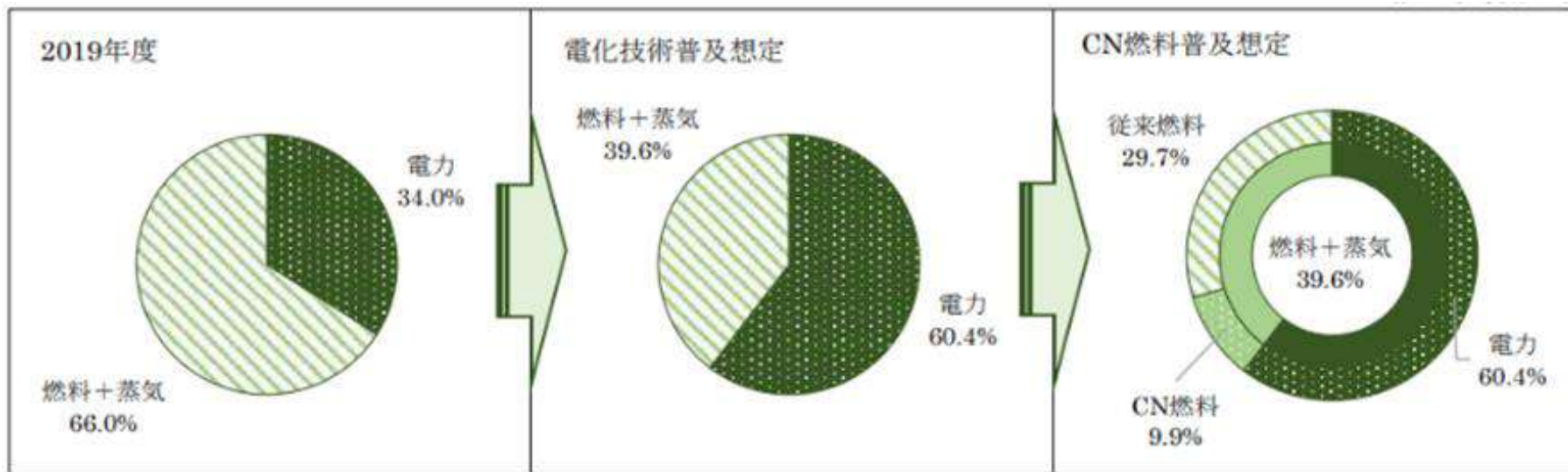
### 3. 中期的（2030年）取組\_設備投資の考え方

#### CN3 洗浄工程へのヒートポンプ技術導入の削減 設備投資に係る費用(概算)

受電設備総容量からの概算工事金額：12,847千円※

※概算費用は、弊社調べで算出。(工事費除く)

参考) 電化/脱炭素による消費エネルギーの変化



※出典：(株)富士経済「産業施設におけるエネルギー消費の実態調査2022」より

## CN4 水素ボイラ等の導入

- 既存のガス炊き小型貫流ボイラを投資によってCN化する手法として、水素燃料小型貫流ボイラの導入検討をいたしました。
  - 現状、製造プロセスでの温熱需要は、蒸気によるエネルギー消費が大宗を占めます。その他、調理・焼成など燃料を直接使用するケースも多くある業種であります。③にも記載したとおり、電化技術への移管が課題となります。
  - そのため、CN燃料である水素の導入は、電化技術の革新を待つよりも商品への影響等を鑑みてもよりCNに向けて現実的であると考えられます。
  - 2021年に閣議決定された「第6次エネルギー基本計画」でも、2030年には電源構成に初めて位置づけられるなど、2050年のCN達成に向け、強靱な大規模サプライチェーンの構築と社会実装の加速化が国を挙げての課題ともなっています。
  - そこで、水素活用に向けた技術開発は、今後更に進められることを前提に、以下の条件に基づき、水素ボイラ等導入によるCN化効果を試算すると、表の結果が得られました。
- 試算条件
- ・ 都市ガス使用量を全て水素エネルギーへ転換。
  - ・ グリーン水素導入と設定。
  - ・ 一次エネルギー換算係数は、0 GJ/m<sup>3</sup>と設定。
  - ・ 灯油(暖房用途)であるため、蒸気での供給を設定。
  - ・ 水素コストは政府目標価格30円/m<sup>3</sup>で設定。

CO2削減量	一次エネルギー削減量	エネルギー削減量	省コスト効果
5,238t-CO2/年	103,846GJ/年	※	22,261千円/年

※ガスと水素、各々のエネルギー消費量が関係するため、固有単位での量は表現していません。

- 一方で、普及しない大きな理由としては、技術に対して高額なコストを要することです。コストへの対策としては、国を挙げて普及に向けての取り組みが掲げられており、モビリティを中心に既存技術(例：FCVとHV)との価格差を2025年(目標)までに大きく縮めるだけでなく、水素インフラを整備しつつ、供給価格が現在百円台/m<sup>3</sup>であるものを2030年までに30円/m<sup>3</sup>、将来的には20円/m<sup>3</sup>にするという目標も掲げられています。





### 3. 中期的（2030年）取組\_設備投資の考え方

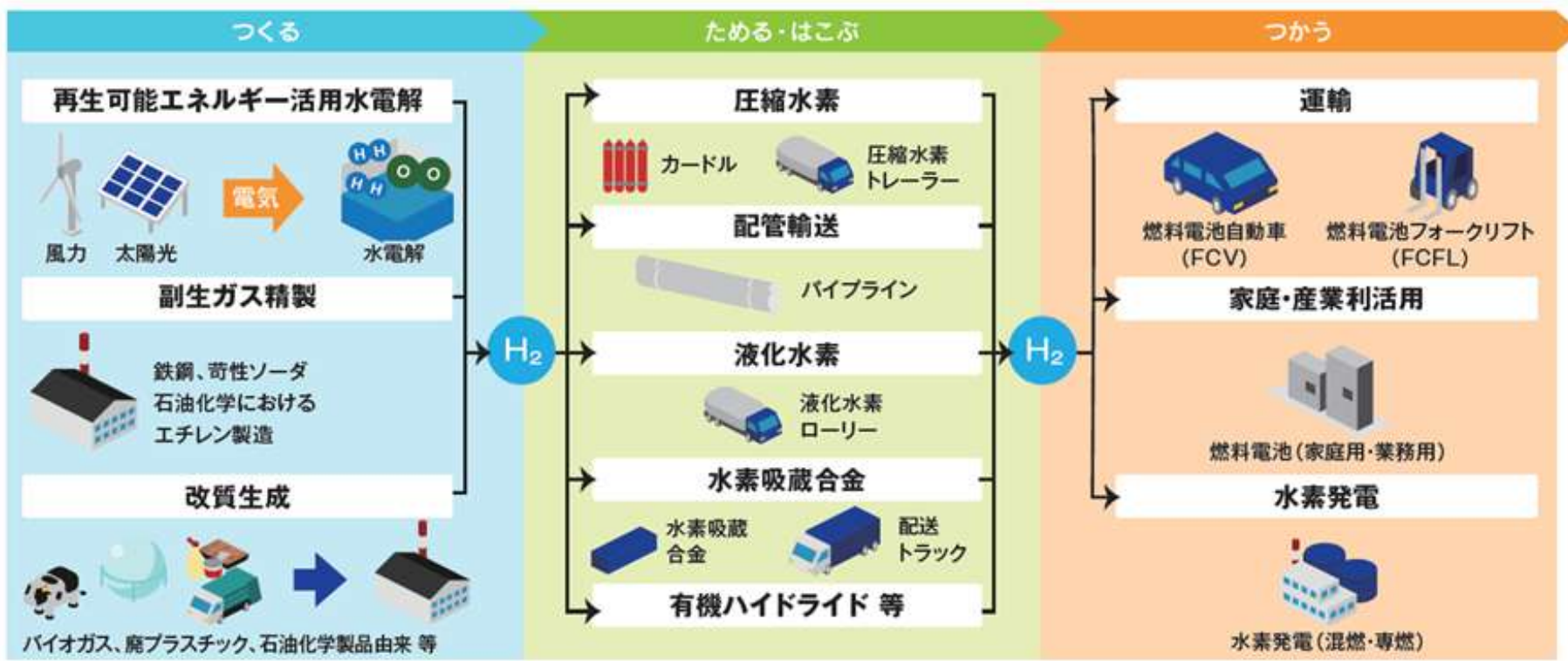
#### CN4 水素ボイラ等の導入 設備投資に係る費用(概算)

概算工事金額：81,000千円/台  
※概算費用は、三浦株式会社蒸気ボイラ参考価格。

参考)

## 脱炭素化にむけたサプライチェーンとは？

水素利活用による脱炭素化のためには、利用時のみではなく製造時や貯蔵・輸送時なども含め、一貫した取り組みが必要です。



※出典：環境省「水素社会実現にむけた取り組み」パンフより

# 脱炭素で今後取り組むべき方向性

安易に再エネ発電に走らず  
**省エネが一丁目一番地！**

再エネは電気だけではない  
**身近にある環境熱に着目を！**  
(電熱ヒータは断熱を！)

太陽光だけではなく、  
地中熱、空気熱、太陽熱  
(効率の観点、エネルギー自給率の観点)

高温蒸気を低温需要に用いる  
全くのナンセンス  
(質の観点：エクセルギー)

## 最近の欧州事例

電氣新聞  
ENERGY & ELECTRICITY

### TOPニュース

環境熱、見える化を／統計上は「存在せず」、脱炭素推進へ重要性高く

New 2023/07/12 1面 ツイート シェアする 7

◆環境熱 = ヒートポンプが取り込む自然の熱

脱炭素化の加速に向けて、ヒートポンプがくみ上げる再生可能エネルギー量を「見える化」する重要性が指摘されている。国内では、ヒートポンプが利用する大気熱、地中熱といった「環境熱」を再エネと定義するものの、総合エネルギー統計には計上されていない。電気事業連合会などの有志は、既に統計化を始めた欧州の状況を調査。5月下旬にまとめた報告書で、環境熱の統計化について「最終需要の適切な把握や一次エネルギー自給率向上のためにも重要」と強調した。



ユーロスタットを訪ねた調査団（左側）は再エネの統計手法などについて聴き取った



(射出成型機 断熱カバー)  
スリーハイ株式会社



環境負荷の少ないものづくりへ