

**車載用電池工場での演算による
投資ゼロの新省エネ手法の確立**

2016年 3月 18日

パナソニック株式会社
オートモーティブ&インダストリアルシステムズ社
二次電池事業部 車載電池ビジネスユニット

取組み 1

効果の「見える化」による新省エネ手法の確立

取組み 2

新省エネ手法の活用による改善事例

パナソニック株式会社

オートモーティブ&
インダストリアルシステムズ社

アプライアンス社

エコソリューションズ社

AVCネット
ワークス社

<エネルギー事業担当>

二 次 電 池 部
事 業 部

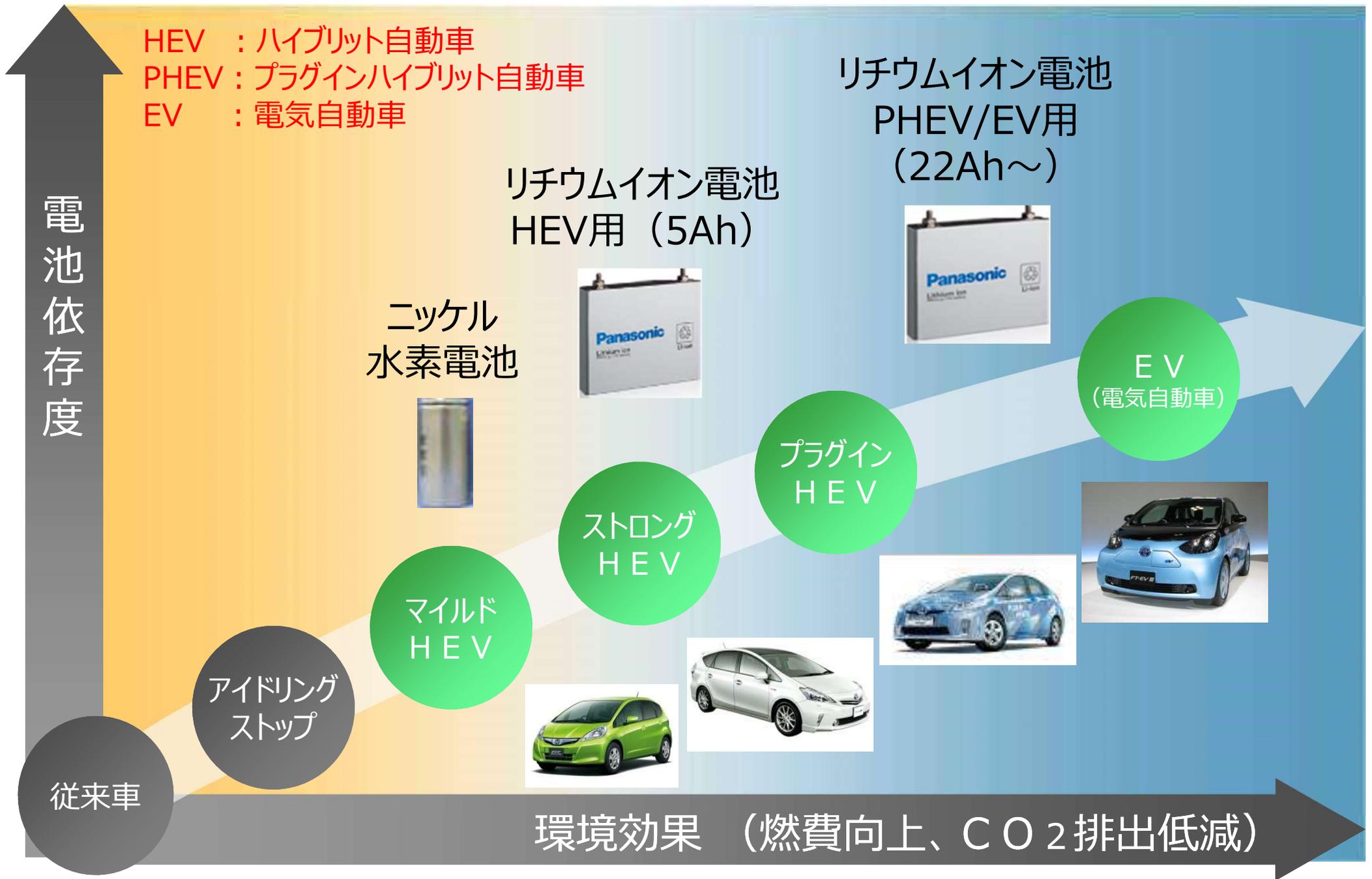
エ ナ ジ ー デ バ イ ス
事 業 部

パ ナ ソ ニ ッ ク ス ト レ ー ジ
バ ッ テ リ ー (株)

車 載 電 池 ビ ジ ネ ス ユ ニ ッ ト

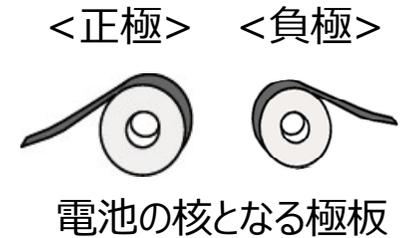


車載電池BU商品Map



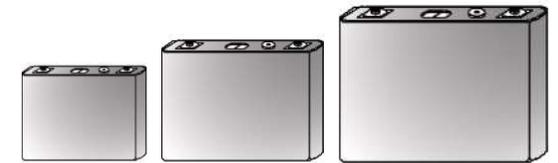
極板製造

正極・負極の極板材料を混ぜ
合わせ母材に塗布、乾燥する



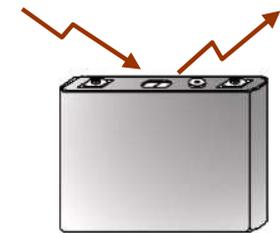
組立

電池の形に組み立てる



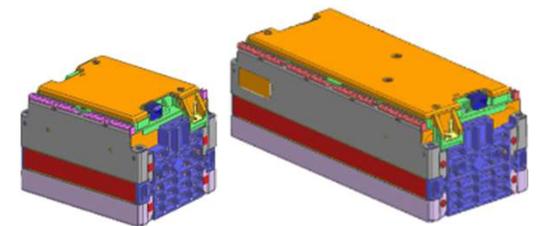
検査

充放電を行い
要求される検査を行う



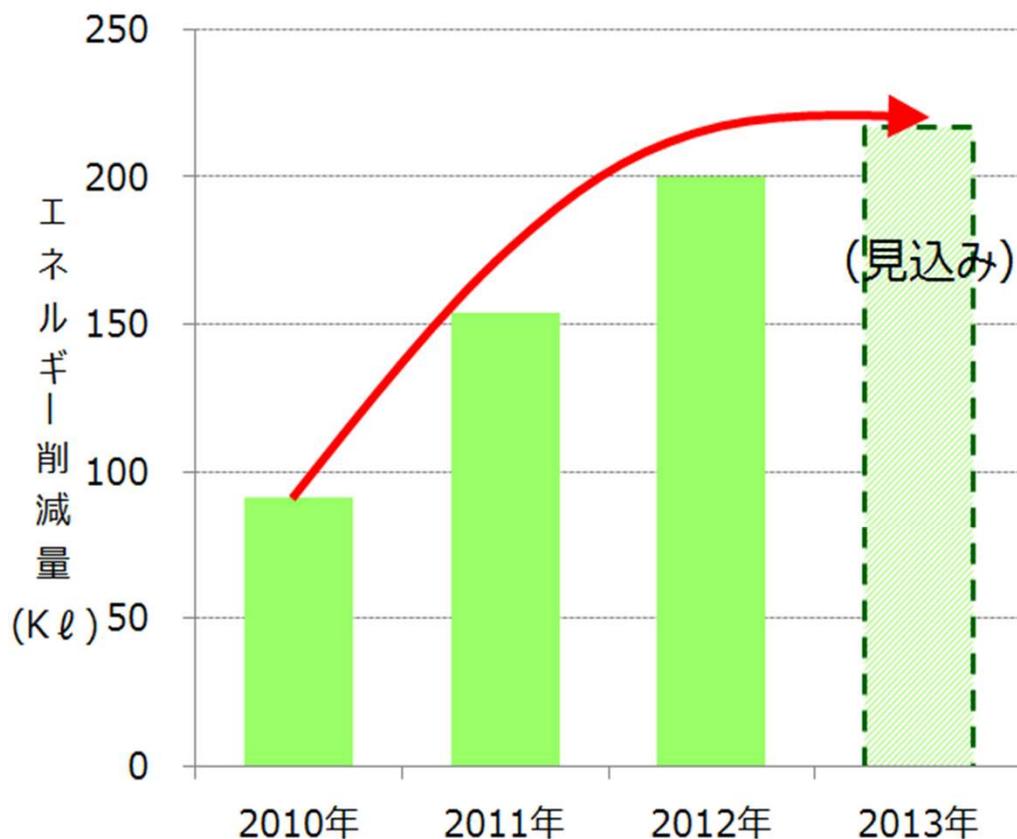
モジュール

お客様の用途に合わせて
組み合わせる



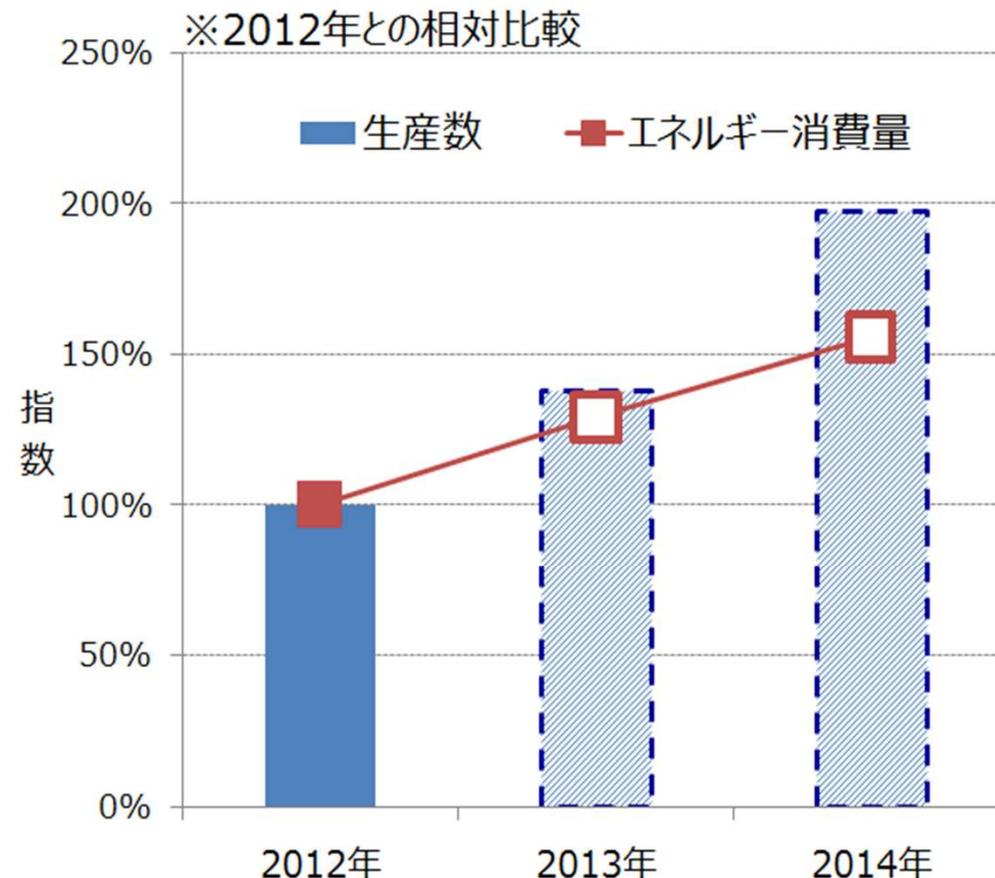
増加するエネルギー消費量に対し、新たな省エネ手法による抑制が急務

省エネによるエネルギー削減量の推移



削減量の積み上げが頭打ち
→打開策が必要

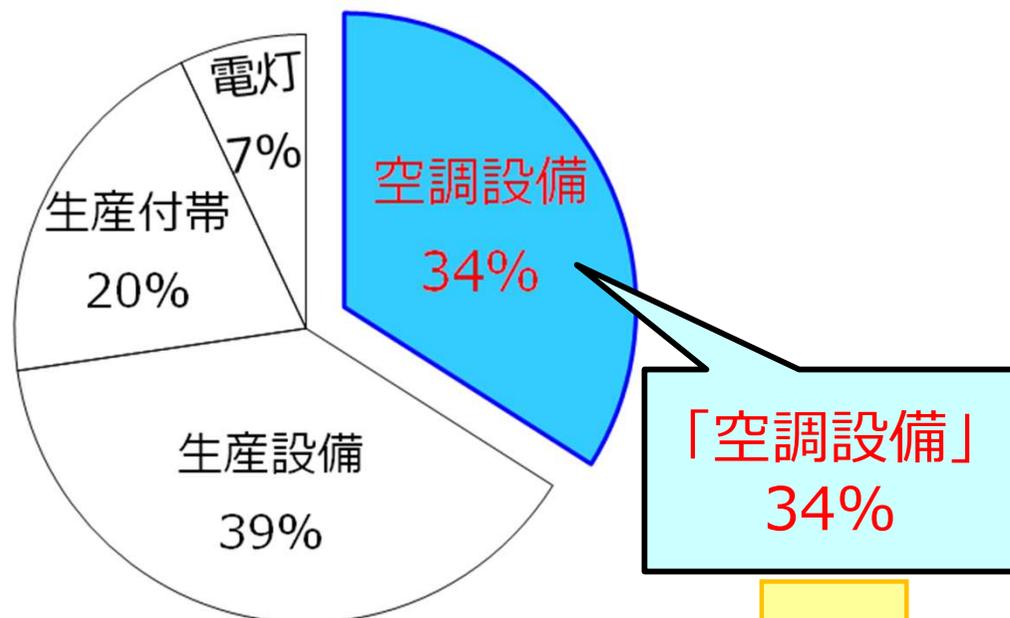
生産数とエネルギー消費量の推移



生産数の増加に伴い
エネルギー消費量も増加

取組みのポイントはエネルギー消費量の大きい空調設備の高効率化

工場の消費エネルギーの割合



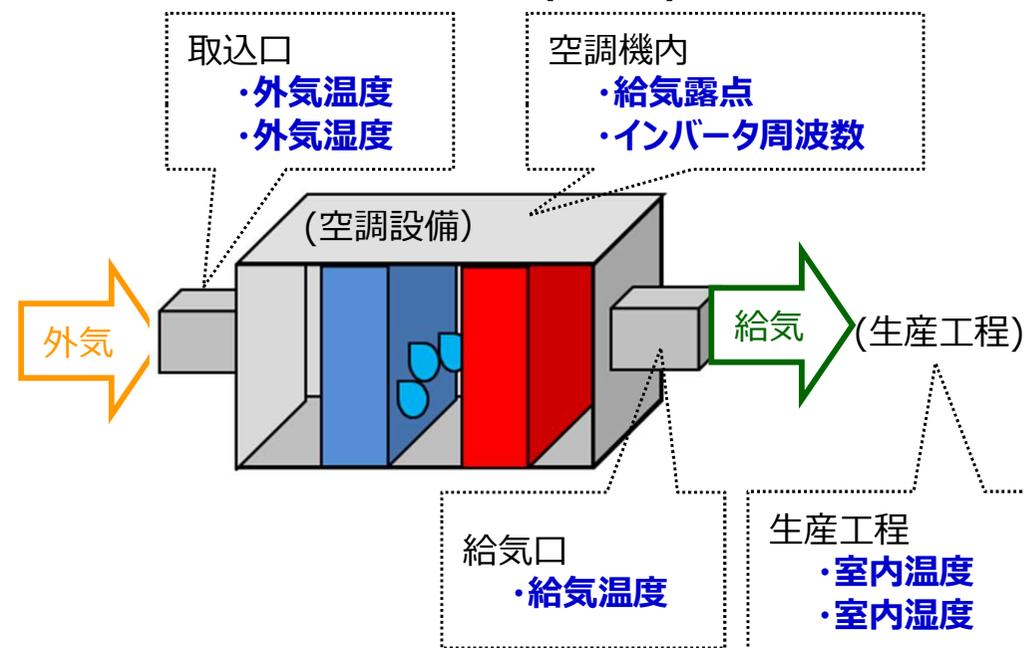
※設備省エネ化取組み推進中

「空調設備」
34%

高効率化

空調設備の省エネに着目
高効率化に取り組む

◆空調設備の測定データ(因子)



解決すべき課題

- ・効率や能力等を導出する為に必要なデータの種類が足りない
- ・データを使いこなす力不足

膨大な取得データの有効活用(新省エネ手法)による原動費の削減

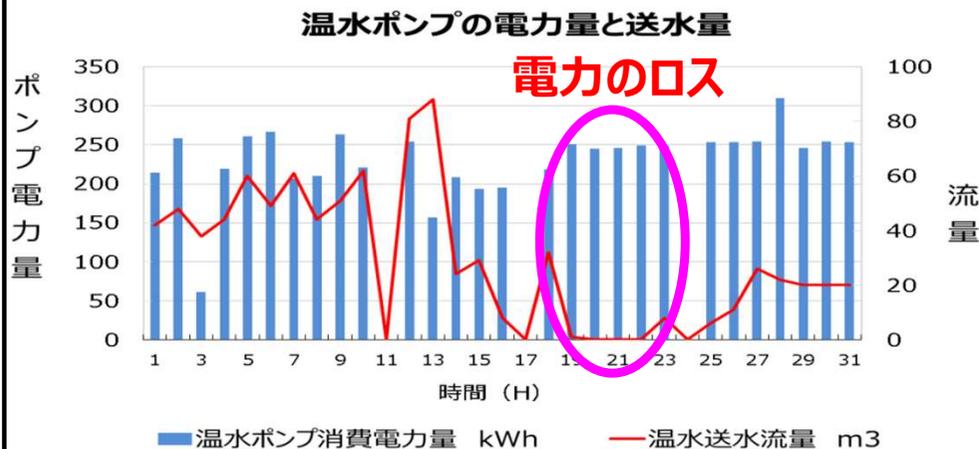
従 来

エネルギーロスの「見える化」が出発点

■ 計測器を用いたムダ取り

【問題点】

- ・分かりやすいロスしか見つけられない
- ・蓄積した膨大な数のデータを活用出来ていない
- ・調整のまずさによって発生しているロスについては、わかり難い



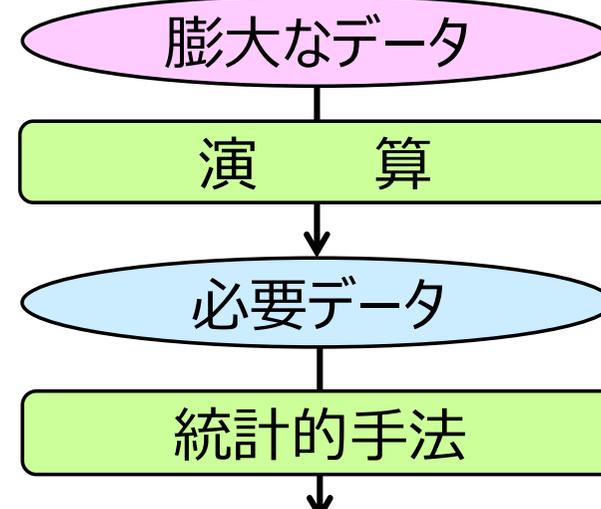
今 回

取組み効果の「見える化」が出発点

■ データの有効活用による省エネ

- ・演算による必要データの導出
- ・統計的手法による省エネ効果の「見える化」

【イメージ図】



効果の「見える化」による省エネ

取組み1：「新省エネ手法の確立」－データ活用技術の確立

データ活用の基盤となる空気線図の自動計算システムを構築

現状のデータ種類

温度 湿度 蒸気流量 都市ガス量
電流値 総温水熱量 ポンプ周波数 等

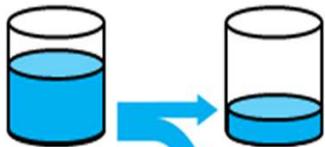
設備高効率化に必要なデータの種類

水分量 熱量
外気露点温度 除湿量

◆空調機の効率評価

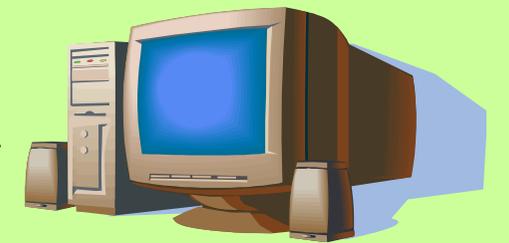
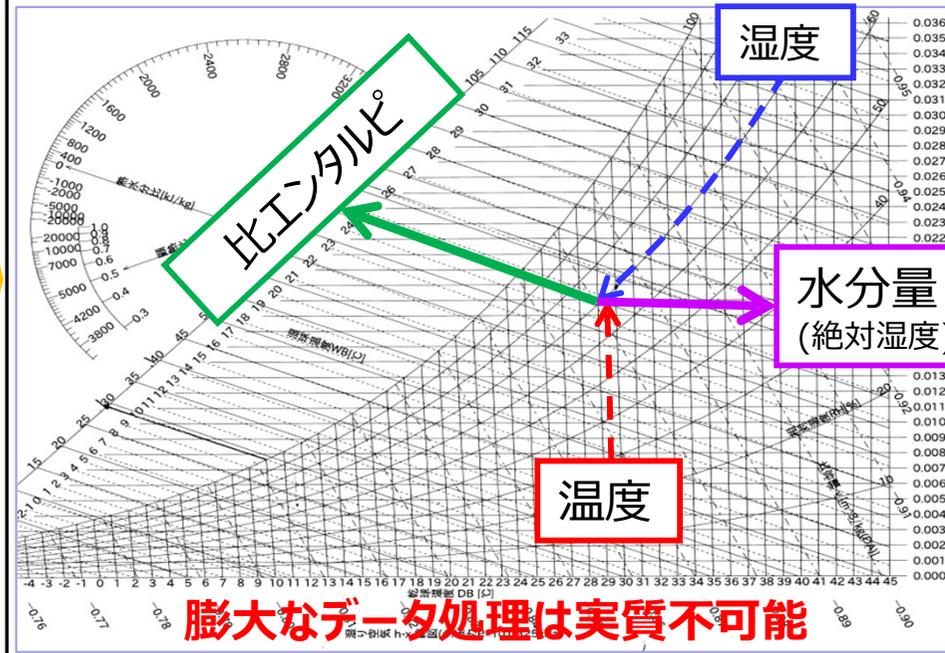
【例】デシカント
空調機必要データ

外気水分量 給気水分量



除湿量が必要

従来は空気線図表を用いて導出



PCを有効活用した、
空気線図自動計算
システムを構築

※空気線図表とは
温度・湿度から、空気 1 kg
当りのエネルギー・水分量等
を表を用いる事で導出可能

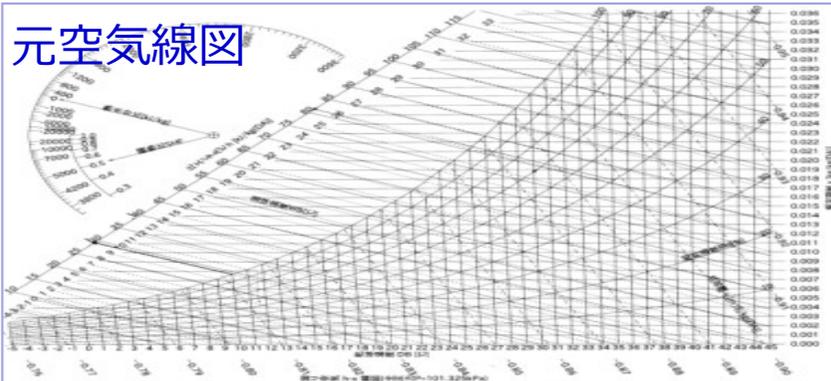
取組み1：「新省エネ手法の確立」－データ活用技術の確立

効果の「見える化」に必要なレベルの空気線図簡易モデル式を導出

【導出に際しての留意点】・出来るだけシンプルな形で、応用が利くよう、
内容が理解しやすい式にする

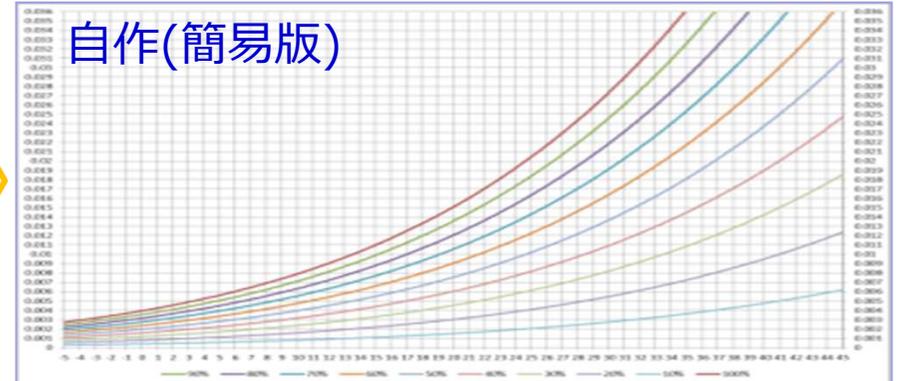
	式名	演算式	備考
1	飽和蒸気圧力式 (湿度100%の水蒸気分圧)	$= \text{EXP}(-6096.9385 * ((t+273.15)^{-1}) + 21.2409642 - 2.711193 * (10^{-2}) * (t+273.15) + 1.673952 * (10^{-5}) * ((t+273.15)^2) + 2.433502 * (\text{LN}(t+273.15)))$	公開されている式を対数関数から変換し導出
2	絶対湿度式 (含まれる水分量を表す)	$= (P_w / (461.7 * (273.15 + t))) / (1.275 * (273.15 / (273.15 + t)) - P_w / (461.7 * (273.15 + t)))$	公開されている式を使わず、内容の理解できるボイル・シャルルの式にて導出
3	比エンタルピ式 (持っている熱を表す)	$= (P_w / (461.7 * (273.15 + t))) / (1.275 * (273.15 / (273.15 + t))) * (2501 + 1.805 * t) + 1.006 * t$	絶対湿度式を加工する事で導出
4	露点温度式 (結露する温度)	$= (237.3 * (\text{LOG}_{10}(P_w / 611))) / (7.5 - (\text{LOG}_{10}(P_w / 611)))$	2つの式の使い分けが必要で、式が複雑だった為自分達が使いやすい式を導出

元空気線図



誤差：
2～3%

自作(簡易版)



効果の「見える化」を図るシミュレーション技術の習得と活用

- ◆ 空気線図簡易モデル式導出により、必要データ導出技術は確立できた

が、しかし

データ分析による省エネが不得意

データ活用によるシミュレーション
技術の習得と活用へ取組む

- ◆ シミュレーション作成に必要な要素

特性方程式

入力

$$= (2.52e^{(-6096.9385*((t+273)^{-1})} \dots + 309.7)$$

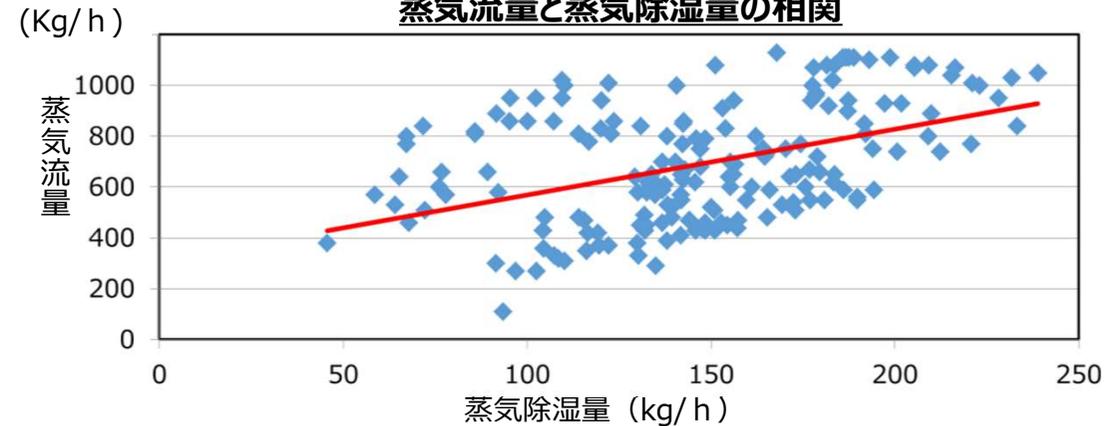
を導出

出力に対する入力の
大まかな規則性を表す

- ◆ 分散から特徴を見る傾向分析技法を導入

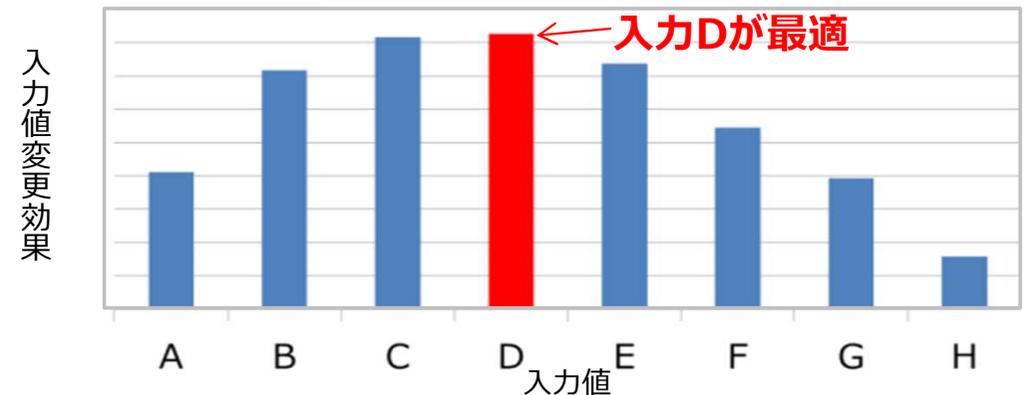
※(例：デシカント空調機)

蒸気流量と蒸気除湿量の相関



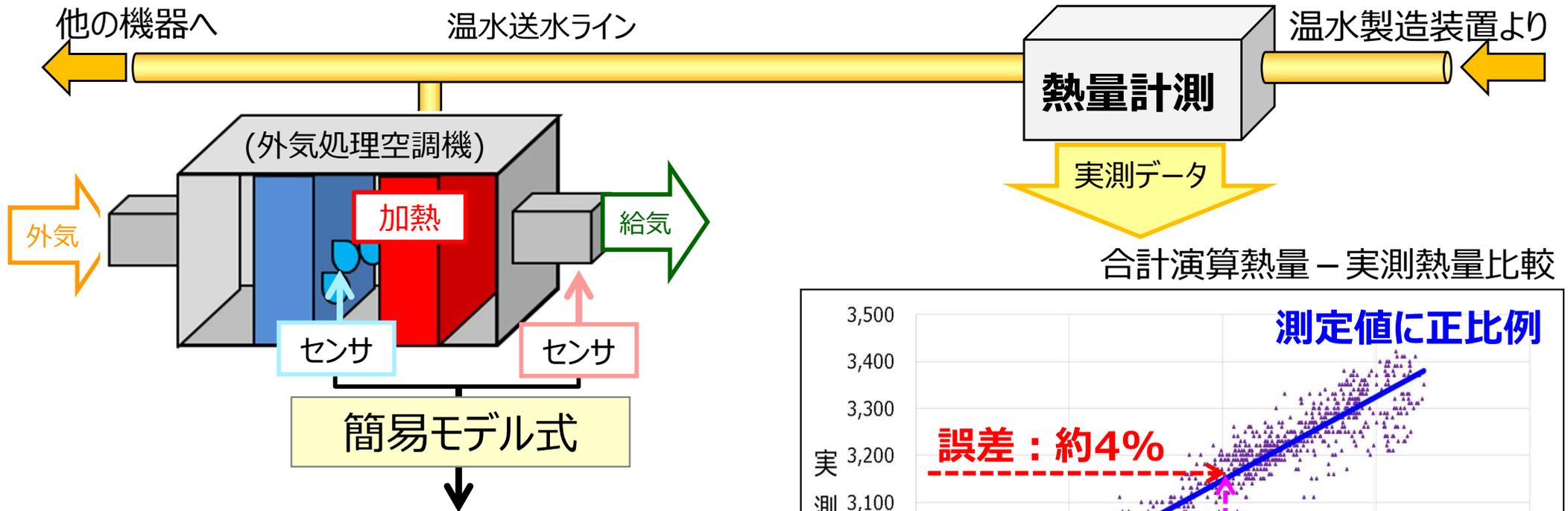
- ◆ 特性方程式を元にシミュレーションを行い入力の最適解を導出する

入力変更効果シミュレーション

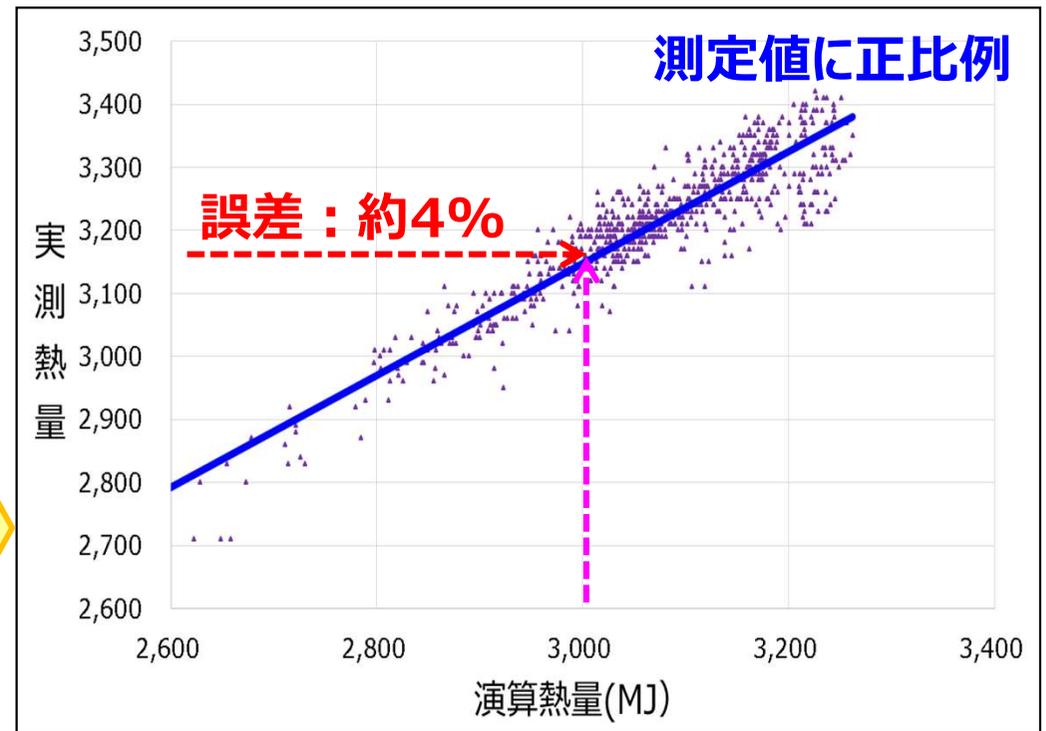


取組み1：「新省エネ手法の確立」－実測データとの比較検証

実測値との比較評価により簡易モデル式の実用性を検証



合計演算熱量－実測熱量比較



「見える化」として使用可能と判断

(OHU-C1-1) 定格風量25,000m ³ /h 周波数35HZ			
時間	再熱除湿後 エンタルピ	給気エンタルピ	加熱エネルギー MJ/h
0時00分	23.07	36.94	231.05
1時00分	23.71	37.27	225.89
2時00分	23.71	37.27	225.89
3時00分	24.14	37.49	222.44

全機
合計

※外気処理空調機加熱エネルギーの時間毎の記録

取組み1：「新省エネ手法の確立」－新手法の有効性評価

事例適用による効果確認で新省エネ手法の有効性を検証

設備改善ポイントを「見える化」

(例：デシカント空調機)

◆簡易モデル式から導出

空気線図簡易モデル式

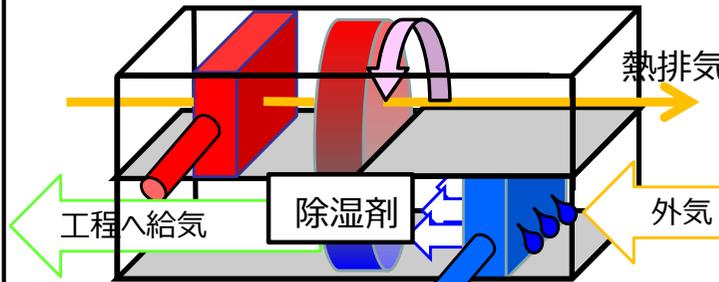
導出

- ・時間毎の除湿効率 ・除湿量
- ・冷水熱量 ・蒸気熱量

デシカント空調機 定格風量26,000m/h 周波数51HZ

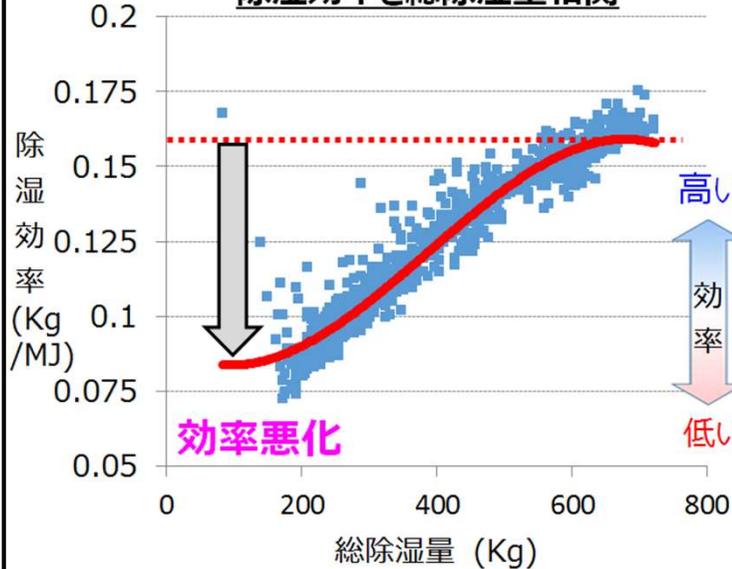
時間	外気温度	外気湿度	蒸気流量 (kg)	外気水分量 (kg/m ³)	給気水分量 (kg/m ³)	除湿水量 (kg)	除湿効率 (kg/MJ)
0時00分	19.2	78	910	0.012862	0.007697	212.14	0.0972
1時00分	19.5	77	910	0.012924	0.007798	211.50	0.0960
2時00分	19.6	77	920	0.013000	0.007798	214.50	0.0958
3時00分	19.6	76	840	0.012831	0.007848	205.90	0.1010
4時00分	19.6	74	870	0.012493	0.007401	204.94	0.0989
5時00分	19.6	73	840	0.012324	0.007353	197.70	0.0995
6時00分	20.2	71	830	0.012416	0.007401	200.23	0.0999
7時00分	20.8	70	830	0.012676	0.007401	210.52	0.1021
8時00分	21.7	67	840	0.012783	0.007499	212.57	0.0993
9時00分	23.3	62	820	0.012967	0.007450	220.89	0.1006
10時00分	24.1	61	840	0.013351	0.007499	234.96	0.1011
11時00分	24.4	60	840	0.013357	0.007401	237.36	0.1015
12時00分	24.3	60	820	0.013282	0.007353	235.45	0.1032
13時00分	23.8	61	820	0.013126	0.007401	228.23	0.1020

◆相互の関係の「見える化」



$$\text{総除湿量} = \text{外気水分量} - \text{給気水分量}$$

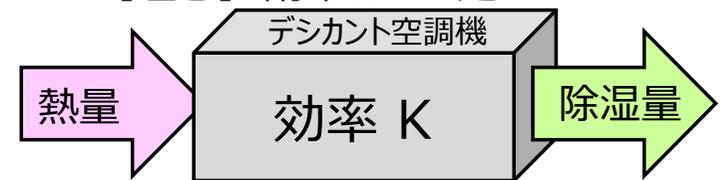
除湿効率と総除湿量相関



総除湿量が少ない = 効率悪化

◆省エネ取組みポイントの抽出

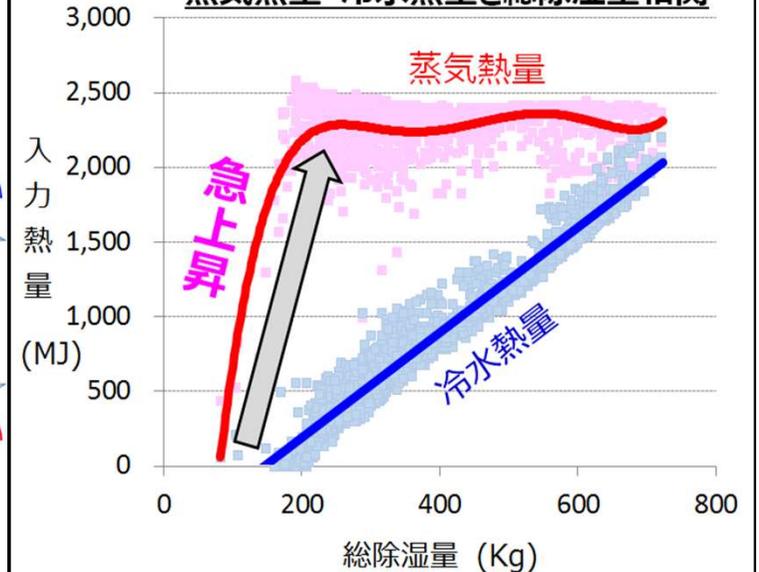
【理想】 効率K = 一定



【実際】 効率Kが変動

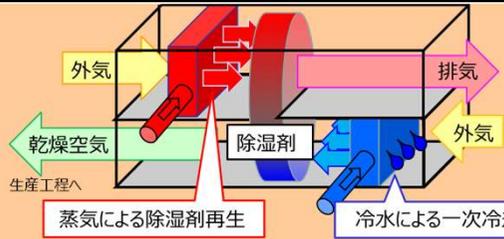
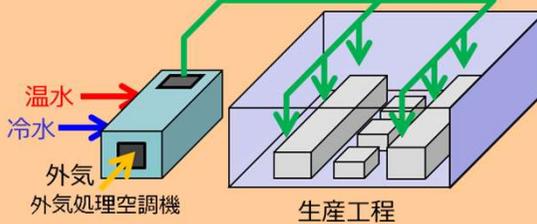
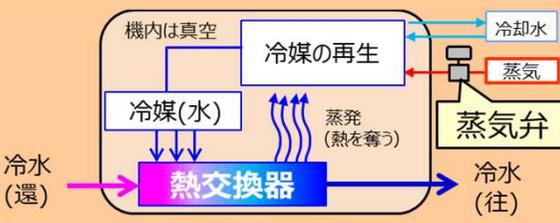
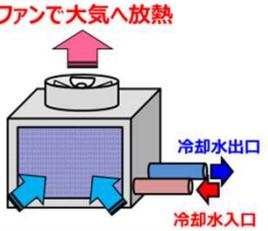
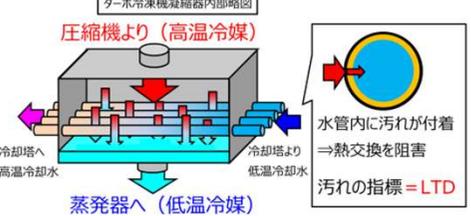
改善ポイントがあるのでは？

蒸気熱量・冷水熱量と総除湿量相関



蒸気流量の急激な上昇

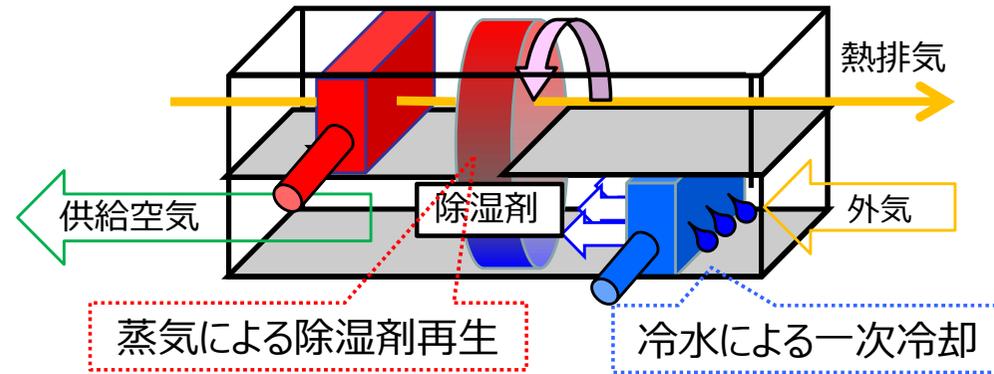
取組み2：具体的改善取組み事例

	目的	対象設備
事例①	一次冷却温度の最適化	デシカント空調機 
事例②	吹出し温度の低温化	外気処理空調機 
事例③	蒸気弁制御設定の最適化	吸収式冷凍機 
事例④	冷却水温度の低温化	冷凍機冷却塔 
事例⑤	LTD管理基準値の最適化	ターボ冷凍機 

取組み2：事例① – デシカント空調機の省エネ取組み

一次冷却設定温度の最適化による原動費の抑制取組み

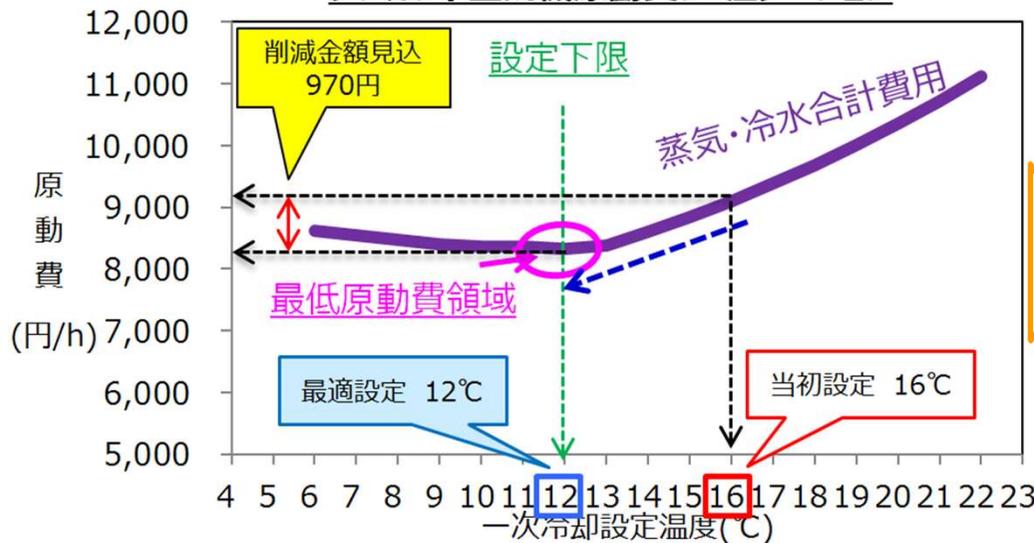
◇取組み対象：デシカント空調機
目的：外気の除湿



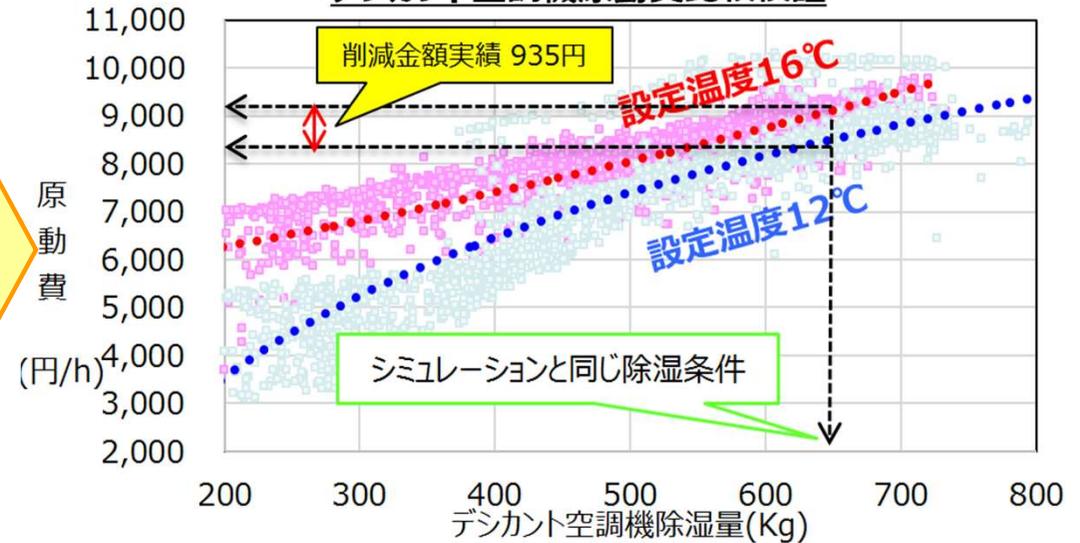
取組みステップ

1. 除湿量等必要データを「見える化」
2. 改善ポイント：蒸気流量の急上昇
⇒ 一次冷却設定温度が鍵
3. 入力毎の複数シミュレーション
4. 原動費最小条件を導出
5. 実機設定にて効果刈り取り

デシカント空調機原動費シミュレーション



デシカント空調機原動費比較検証

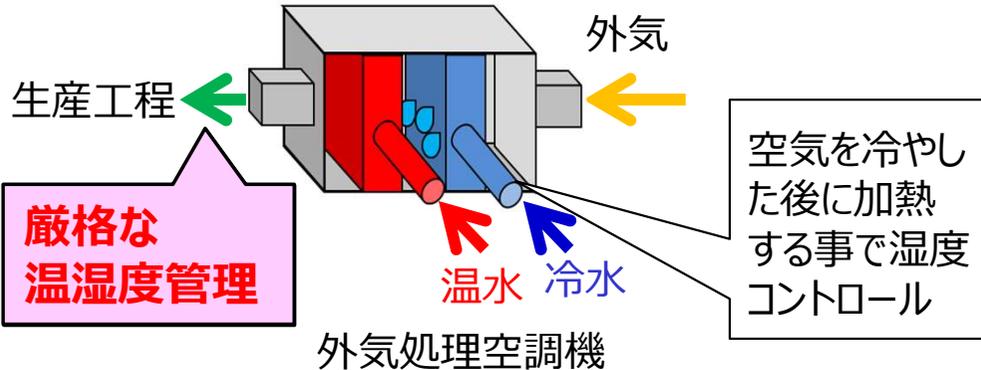


□エネルギー削減量(原油換算)：83.5 K ℓ /年 □効果金額：6,939千円/年

取組み2：事例②－外気処理空調機の省エネ取組み

生産工程内温湿度シミュレーションによる給気温度の低温化

◇取組み対象：外気処理空調機
目的：外気の温・湿度調整

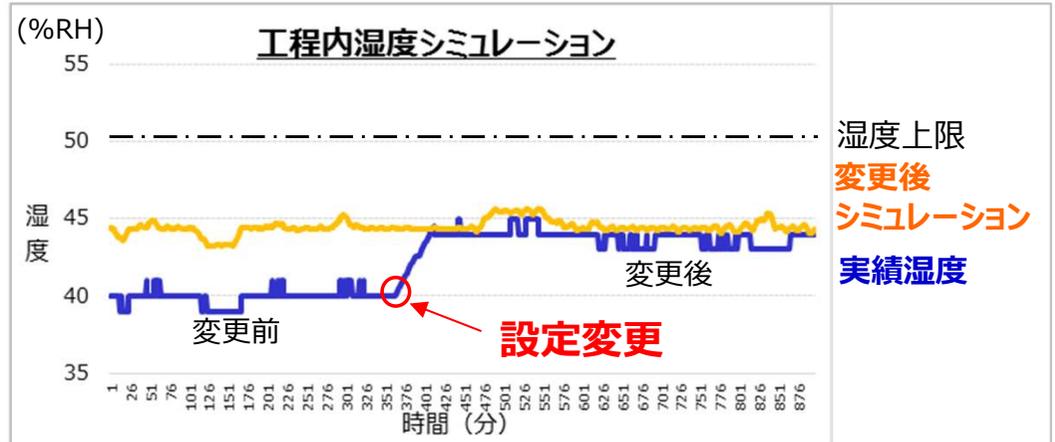


- ### 取組みステップ
1. 除湿量等必要データを「見える化」
 2. 空気線図モデル式応用によるシミュレーション
 3. 効果を最大化できる最低給気温度導出
 4. 実機設定にて温湿度検証、効果刈り取り

通常：温度・湿度⇒熱量 応用：熱量⇒温度・湿度へ

工程内熱量 (変更後)	工程内蒸気圧 (変更後)	飽和蒸気圧	工程内温度 (変更後)	工程内湿度 (変更後)
46.70	1330.49	3209.64	25.21	41.45
46.36	1343.51	3170.34	25.00	42.38
46.35	1343.51	3168.66	24.99	42.40
46.54	1351.62	3180.48	25.06	42.50
46.99	1367.95	3217.49	25.25	42.52
47.67	1392.79	3271.18	25.53	42.58
47.94	1401.15	3297.74	25.66	42.49
48.70	1426.53	3368.81	26.02	42.35

◆数式の応用によるシミュレーションに取組む



吹出し温度低温化を実施【平均給気温度23⇒20℃】

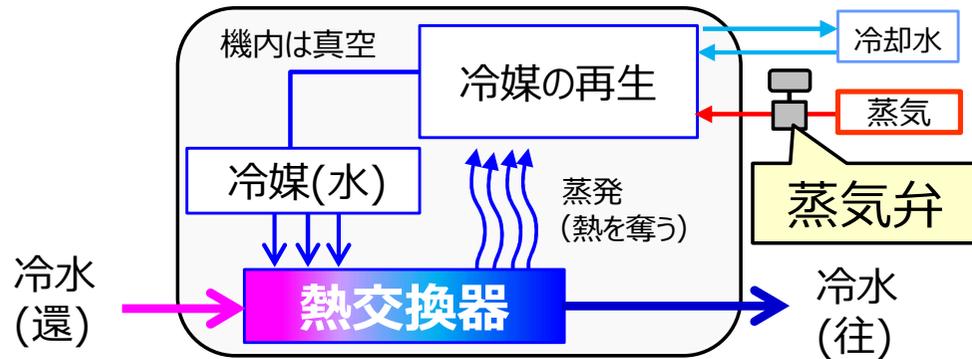
□エネルギー削減量(原油換算) : 240.7K ℓ /年 □年効果金額: 19,986千円/年

取組み2：事例③－吸収式冷凍機の省エネ取組み

傾向分析とシミュレーションの活用による蒸気弁制御の改善－課題抽出

◇取組み対象：吸収式冷凍機

目的：空調用冷水を製造

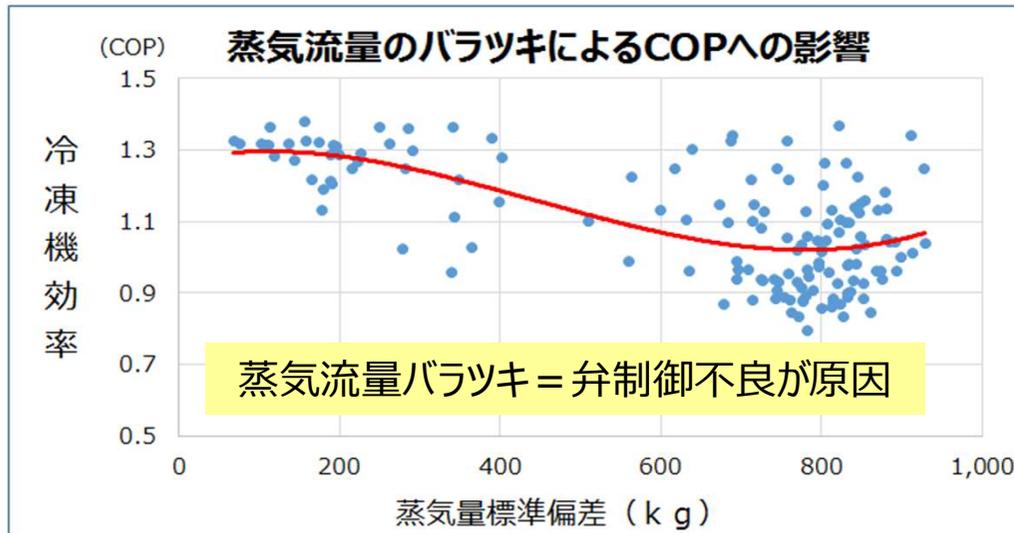


効率(COP)が悪い⇒従来の「見える化」では原因不明

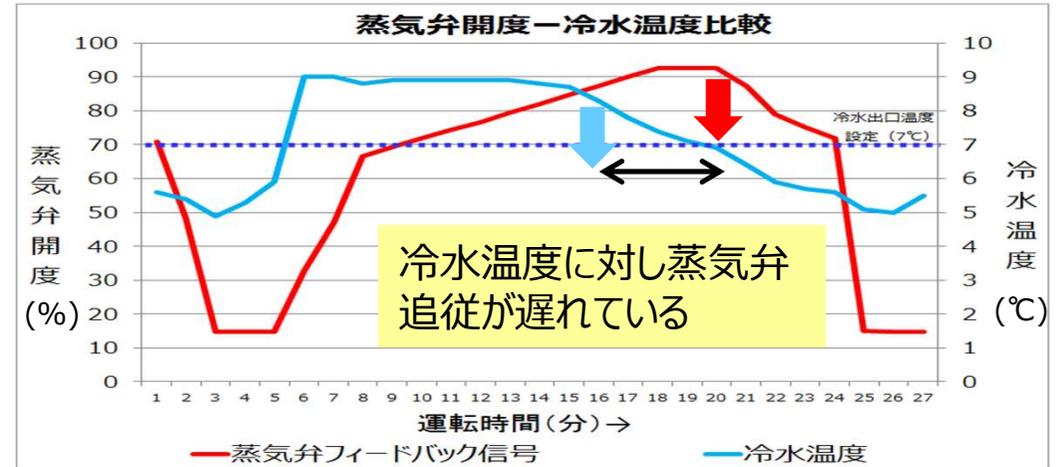
取組みステップ

1. 効率悪化原因発見
⇒蒸気流量バラツキ増大
2. 改善ポイント発見
⇒蒸気弁制御の積分係数が過小
3. 蒸気弁動作シミュレーション
4. 制御が最も安定する積分係数を導出
5. 実機設定にて制御検証、効果刈り取り

◆統計的手法によるデータ活用で原因を検証



◆1回の蒸気弁開動作に着眼

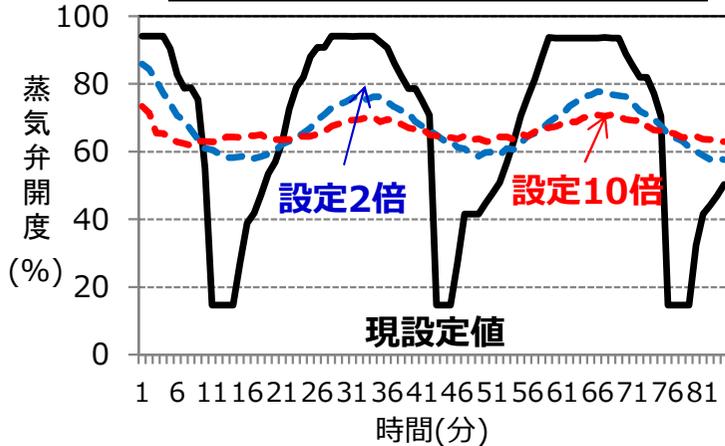


【改善ポイント】制御の積分係数が過小

取組み2：事例③－吸収式冷凍機の省エネ取組み

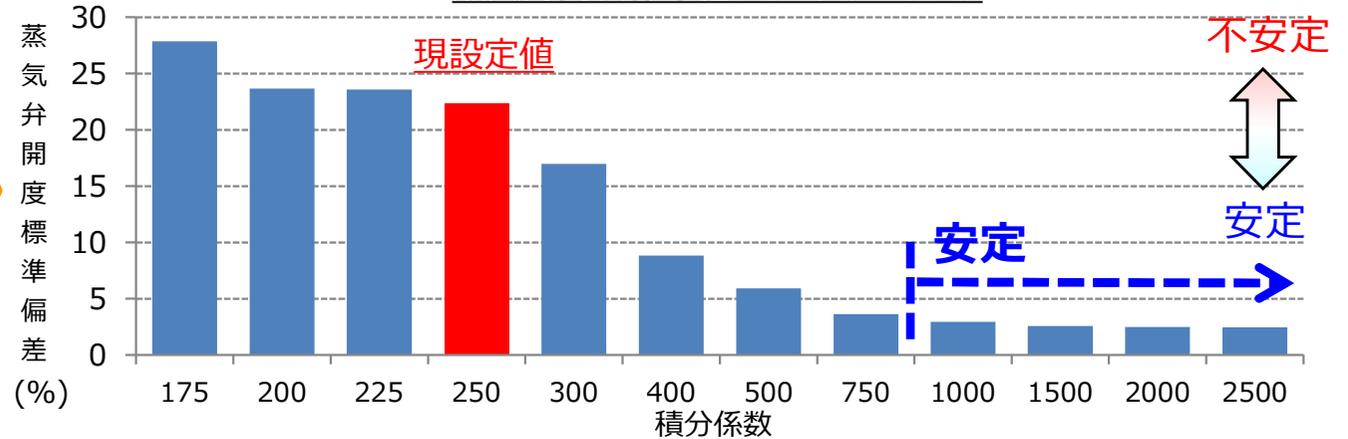
傾向分析とシミュレーションの活用による蒸気弁制御の改善－最適化

蒸気弁開度のバラツキシミュレーション



設定値を増加すると波形が安定

蒸気弁開度標準偏差シミュレーション



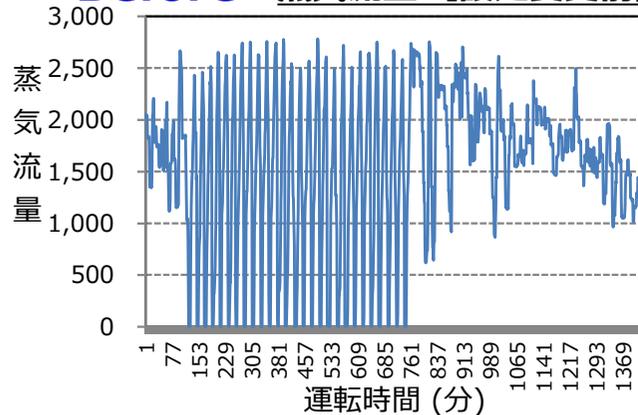
積分係数を1,000以上にすれば安定する結果となった

結果を元に冷凍機メーカーへ確認



積分係数を1500に設定変更

Before 蒸気流量【設定変更前】



After 蒸気流量【設定変更後】



設定変更後安定を確認⇒大幅に効率上昇

□エネルギー削減量(原油換算)366.5K ℓ /年 □冷凍機全体効果金額 26,743千円/年

- ◆ 工場で使用するエネルギーを原油換算で690.7K ℓ /年の削減
- ◆ 原動費は、投資金額0円で合計53,668千円/年の削減
→活動を行わなかった場合より、年間4.5%の削減
- ◆ CO2は、合計1,356.8 t /年の削減

No.	取組み内容	年間削減 エネルギー量 原油換算 (KL)	年間CO2 削減量 (t)	年間 効果金額 (千円)	投資 (円)
事例 1	デシカント空調機 設定最適化	83.5	156.8	6,939	0
事例 2	外気処理空調機 吹出し低温化	240.7	468.0	19,986	0
事例 3 事例 4 事例 5	冷凍機高効率化	366.5	732.1	26,743	0
合計		690.7	1,356.8	53,668	0



ご清聴、有難うございました

Panasonic
AUTOMOTIVE