

蒸気低減活動「エコプラン 350」*

The “Eco-Plan 350” Steam Reduction Project

森島 弘

Hiroshi MORISHIMA

With the introduction of our all-company direct-charge (charge-by-amount-used) steam scheme in 2012 we launched the “Eco-Plan 350” Steam Reduction Project. Our goal was to thoroughly examine our steam usage that had not yet been improved and to reduce its cost 50% in three years. We applied our air-conditioner energy saving technologies and know-how to this three-year improvement activity.

Key words :

Reducing steam losses by thoroughly applying air-conditioner energy saving technologies

まえがき

当社の環境方針「エコビジョン 2015」では CO₂ 排出量を 2015 年までに 1990 年比 7% 削減することを目標としており、当部ではこれを受け CO₂ とリンクしているエネルギー費の低減活動として Fig. 1 に示すようにダントツものづくりの実現に向け「エコプラン 350 作戦」の戦略を立案し活動を開始した。

その蒸気低減の考え方は、まずは 2 次側の自分達（製造部）でできる改善を効果の大きい対象から進め、次に 1 次側を含めた改善を進めた。今回はその中から難易度が高く効果の大きい改善として、事例①として特殊空調制御改善の進化を、事例②では蒸気ドレンの再利用を、事例③で空調エアハンの改善を各パート毎で順に紹介する。

1. 事例①特殊空調制御改善の進化 (12年:パートI)

1.1 善明空調の課題

事例①として過去実施した特殊空調設定温度のリニア制御を進化させた改善を紹介する。Fig. 2 に示すように善明空調は冬なのに冷房が入ってしまうという課題があり、原因は室内の発熱源によるものであった。空調負荷は外気の温湿度による外気負荷と設備・人の発熱源による室内負荷の二つに分けられ、それぞれの調査により判明した原因の詳細を説明する。

一つ目の外気負荷に対する外気制御は、過去、西尾



Fig. 1 “Eco-Plan 350” Steam Project

* (一財) 省エネルギーセンターの了解を得て「平成 25 年度省エネ大賞」発表資料に加筆し転載

工場（以下：西尾）で実施した外気温度により設定温度を 20～26℃の規格内で比例制御させ 1 日の外気温度の変化に対しエネルギーロスを最小限にするリニア制御の展開で問題ないが、二つ目の室内負荷に対する内気制御は、善明工場（以下：善明）は密閉工場で西尾のように排熱を簡単に屋外排出できず排熱ダクト工事に膨大なコストが掛かるため実施しておらず、これにより室温が上昇し冷房が入っている事がわかった。これらの原因から冬場のムダな冷房を無くす為には室内発熱に対する技術改善が必要と考えた。

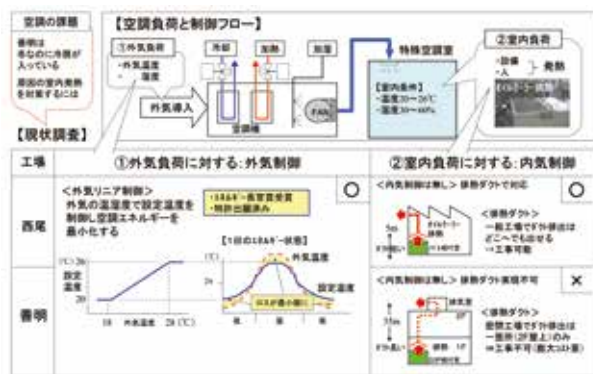


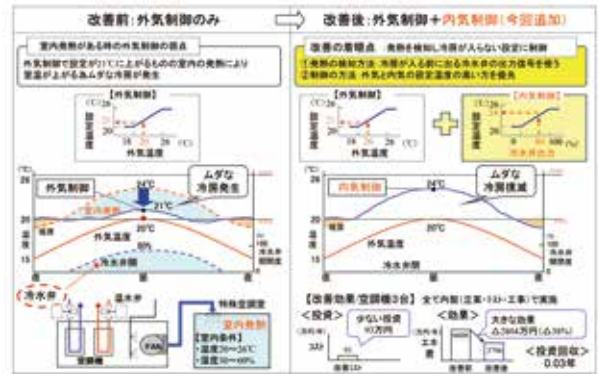
Fig. 2 Zenmyo Air Conditioner Issues

1.2 我々が考案した制御改善

そこで我々が考案した制御改善を説明する。Table 1 に示すように、外気制御の問題点は、外気温が 20℃に上昇すると比例制御により設定温度も 21℃に上がるが、室内の発熱により室温も上がるため空調の冷水弁が開き無駄な冷房が入る事である。

その改善の着眼点は「発熱を検知し冷房が入らないように制御」するもので、発熱の検知方法としては冷房が入る前に入る冷水弁の出力信号を使い、制御方法は従来の外気制御に今回追加した内気制御の設定温度の高い方を優先し制御する事で冬場のムダな冷房を無くすことができた。その効果は特殊空調機 3 台を全て内製で実施し、少ない投資で蒸気費を年間 2,800 万円低減させ大きな効果を上げる事が出来、外気負荷プラス室内発熱にも対応した業界初の空調制御を完成した。

Table 1 The Industry-first Air-Conditioning Control that We Devised



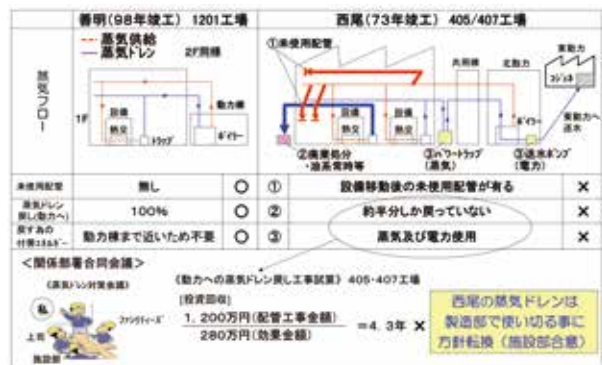
2. 事例②蒸気ドレン再利用 (13年：パートII)

2.1 西尾工場蒸気の課題

次に事例②の蒸気ドレン再利用を説明する。Table 2 に示すように西尾の蒸気の使われ方を善明と比較すると、西尾は工場が古いことから蒸気ドレンを油系常時へ捨てており動力棟へは半分しか戻ってなく、更にその蒸気ドレンを戻す為に、蒸気や電力の付帯エネルギーを使っていることが分かった。

この問題点を施設部を交え、施設基準どおり動力棟へ蒸気ドレンを全て戻す為の工事試算をしたが、工事費が膨大で実現困難なことが分かった。しかし我々は西尾工場の蒸気ドレンは製造部で使い切りたい、という強い思いから施設部合意のもと自前で蒸気ドレンを 100%使い切る改善にチャレンジすることにした。

Table 2 Nishio Plant Steam Consumption Issues



工場エネマネ

2.2 蒸気ドレンを自前で使い切る検討

そこで Fig. 3 に示すように関係部署と「蒸気ドレンをそのまま使う」を着眼点に検討した結果、我々が提案したドレンを槽へ直接投入するダイレクト方式は、省エネは問題ないがドレンの水質が懸念された為、水質調査をした結果、工水と比較し連休後の鉄分が少し高めではあるが、水質基準から粗湯洗槽（以下：粗洗）では十分使えることが分かった。しかし水質基準の厳しい仕上湯洗槽（以下：仕上洗）では使えない為、仕上洗のドレンについてはダイレクト方式以外の検討をした。

その着眼点は「蒸気ドレンを熱と水に分けて使い切る」考えて、ステップ①の「まず熱を取る」ことの課題は、潜熱を取った蒸気ドレンは熱伝導率が悪いということから熱を使い切る機器の選定が必要で、ステップ②の「水を使い切る」ことの課題は、熱を取ったあとの冷えた水を使い切る方法の確立が必要なことである。



Fig. 3 Steam Drain Obstacles to More Efficiently Using Heat and Water

2.3 熱と水を分けて使い切る方法の検討

まず「熱を使い切る」課題については Fig. 4 に示すように、熱交換器タイプの中から熱交換率が最も良いプレート式熱交換を採用することで対応した。その熱交換器はプレートを何枚も重ね接触面積を広くすることにより、熱伝導率を99%まで高めることが出来、例えば、100°Cの蒸気を入れると30°Cの工水が99°Cとなって出てくる優れたものである。その確証を得る為の内製テスト結果においても、熱交換率の温度差と蒸気弁の開閉時間、共に良好で削減効果は52%低減と目標を

満足したことからプレート式熱交換器が使えると判断した。

次に「水を使いきる」課題に対しては、冷えた水をそのまま使うを着眼点に絶対に増エネさせないという強い思いで検討し、黒染め装置の中から3つの水洗槽を抽出し、水質・水量で評価した結果、粗2の水洗槽で使えることが分り、蒸気ドレンの熱・水を使い切る改善案を確立した。

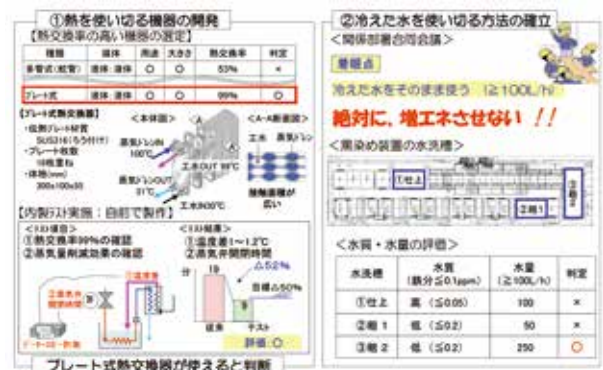


Fig. 4 Investigating How to More Efficiently Use Heat and Water

2.4 蒸気ドレン再利用システム

今回の再利用システムをまとめてみると Table 3 に示すように、改善前はまだまだ使える蒸気ドレンを廃棄していたものを、改善後はドレンを直接洗浄槽へ入れるダイレクト方式と、まずは熱交換器で熱を取り、残りの水は他の水洗槽で使い切るという二つの方式を、洗浄槽の水質基準に合わせ使い分けることにより、蒸気ドレンを自前で使い切る全社初の再利用システムを構築した。

Table 3 Steam Drain Recycling System

改善前	改善後	高気圧シリンダ
<p>ダイレクト方式 ドレンを直接洗浄槽に入れ熱・水を使い切る</p>	<p>①熱交換器を新たに設置し熱を使い切る ②冷えた水を粗2水洗槽で使い切る</p>	5槽×2台 132L/h
<p>熱交換器方式 まだまだ使える蒸気ドレン(熱・水)を廃棄</p>	<p>①熱を使い切る ②水の使い切り</p>	1槽×2台 270L/h
高気圧使用金額 1500万円/年	720万円/年	
高気圧ドレン廃棄量 400L/h	熱・水を使い切りドレン廃棄ゼロ	

3. 事例③西尾空調エアハンの改善 (14年:パートIII)

3.1 空調エアハンの課題抽出

最後の事例③の改善を説明する。まず現状の課題について関係部署である施設部とファシリティーズを交え合同会議を実施し、1次側から2次末端までの問題点の吸上げとスルー改善のベクトル合わせを実施した結果、Fig. 5に示す様な以下の課題が明確となった。

今回の対象は西尾北工場の設置後45年になる55台のエアハンで、その冷房の空調フローを説明すると1次側のファシリティーズから蒸気を基に作られた冷水が2次側の空調エアハンに供給され冷房運転を行っており、そこでの課題を整理してみると1次側は冷凍機の運転基準が曖昧で見直す必要があり、冷水ポンプは常時商用運転の為インバーター（以下:INV）制御化、次に2次側は空調制御弁の2方弁化と空調ファンの可変制御化と各々に課題があり、これらは全て1次から2次側の制御が大きく関連する為、ファシリティーズと協業でスルー改善に取り組む事にした。



Fig. 5 AC Air-Handling Unit Issues

3.2 空調ファンの可変制御化

その中から空調ファンの可変制御化を説明するとFig. 6に示すように、空調ファンが常時吹きっ放しで蒸気ロスが大きいという問題に対して生産課も交え調査した所、エアハン1台で広範囲を空調をしている為、ライン毎で個別に空調を止められない、又、休日出勤では出勤していないエリアにも空調が入るといった問題があることが分かった。

そこで、社内のベンチマークをしても改善の実績は無く同様の問題で困っているのが実態であった為、全社に先駆け改善することにした。

改善の着眼点は「空調JIT（ジャストインタイム）の原点に還り」ステップ1の必要な所は、暑い寒いラインだけに空調し不要な所はダンパーで止める、ステップ2の必要な量は、不要箇所を止めた後が過剰にならないようにINVで風量を絞る考えで安全・やり易く等のポイントで検討した結果、不要な所をダンパーで止めるについては、ワンタッチダンパーをダクトの根元に設置することにより脚立を使わず一秒で開閉OKと、ダンパー個数の低減につながり、安全でやり易く低コストを実現した。次に、INVで風量を絞るについては、ダンパーのリミットスイッチで開閉状態を確認しその開閉個数で段階的に制御するロスのない最適な空調制御の改善を実施した。



Fig. 6 Modifying the AC Fan Inverter Control

3.3 ワンタッチダンパーを活用した改善

その内容はFig. 7に示すように、不要時はライン毎で空調を止めることを狙いに、ダクトのメイン管からサブに分岐している所にワンタッチダンパーを設置し、週末はライン毎で閉じて帰り、休日は出勤ラインのみ空けて運転する運用ルールを設定し、戸締りチェックシートと閉じ状態の見える化により管理を徹底した。

次にファンのINV制御化については、課題であるダンパー開閉に対応した最適風量をテストで確立した。その方法は、まずダンパーを一台ずつライン毎に閉め、次に、吹き出し口の風量を測定しそのデータを基にINVで最適風量に調整、具体的には周波数を上

下に振り基準風量に合った周波数を設定し最適な段階制御を確立した。



Fig. 7 Improvement by Using One-Touch Dampers

3.4 空調エアハンのスルー改善

今回の空調エアハンの改善をまとめると Fig. 8 に示すように、空調ダンパーについてはワンタッチダンパーを取付け不要時はライン毎で閉じ、空調制御弁は2方弁化で空調負荷が減ったら冷水量を低減させ、冷水ポンプは INV 化で冷水負荷が減ったら送水量を低減し、最後に冷凍機について運転基準見直しにより運転台数を適正化した。

以上の改善により、一次から二次末端まで関連した究極の空調改善が完成し、その効果は蒸気では 53% 低減、年間 5,800 万円の大きな効果あげる事ができ全社初の空調エアハン省エネ制御を構築した。



Fig. 8 AC Air-Handling Unit Energy Use Improvement

4. 蒸気エコプラン 350 活動のまとめ

4.1 省エネ効果

以上、「エコプラン 350」の活動をまとめると、今回紹介した3つの事例を初め計36件の改善を、ほとんど内製で取り組み Fig. 9 に示すように、省エネ効果は3年で54%の低減(△3.7億円)で目標の半減を達成した。

その結果、部のCO₂原単位低減の目標を大幅に達成させることができた。

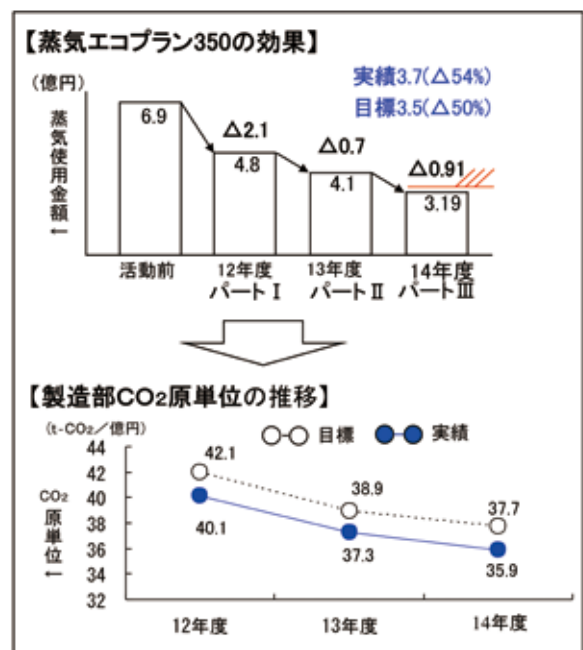


Fig. 9 “Eco-Plan 350” Steam Project Activity’s Results

4.2 今後の進め方

今回の改善内容を省エネ仕様書としてまとめ施設部へ反映し施設部から全社へ展開して頂く。

又、今後も蒸気の省エネにおいて常に全社のリーダー役を目指して行きたいと考えている。

著者



森島 弘

もりしま ひろし

ディーゼル噴射製造部

省エネ、設備改善等の経費低減活動に
従事