

(技術資料)

データ可視化による省エネ事例

Energy Saving by Data Visualization



西田博之*1
Hiroyuki NISHIDA



服部雅弘*1
Masahiro HATTORI



六ヶ所昭一*2
Shoichi ROKKASHO

At Chofu Works, an attempt was made to visualize process data on, e.g., operating conditions and energy consumption. Those data are supplied to the equipment operators to help them improve the method of operation and reduce unnecessary energy consumption. This paper introduces examples of data visualization based on manual calculation, Excel macros, and QlikView, followed by examples of energy saving by the use of visualized data.

ま え が き = 当社アルミ・銅事業部門長府製造所は第一種エネルギー管理指定工場となっており、省エネ法に定められたエネルギー原単位低減目標年率1%を達成するため種々の省エネ活動を行ってきた。しかしながら、近年は原単位の改善が鈍化し、新たな切り口が必要な状況となっていた。このため、2013年度末から2014年度にかけて全員参加の『大省エネ活動』を展開した。

大省エネ活動においては、生産設備のエネルギー使用量の瞬時値や原単位などのデータを可視化することにより、原料の溶解から製品出荷までのすべての工程においてオペレータ主体で操業方法の改善・無駄なエネルギー消費の削減に取り組んだ。

本稿では、データ可視化の事例、およびデータを活用して省エネを実現した事例を紹介する。

1. 大省エネ活動の概略

1.1 長府製造所の概要と課題

長府製造所には銅板工場とアルミ押出工場がある。銅板工場では、半導体のリードフレームや自動車のワイヤーハーネスの端子に使われる銅合金のコイルを月に約5,000トン生産している。アルミ押出工場では、自動車のバンパや新幹線のボデーに使用される型材などを月に約3,000トン生産している。

エネルギーは電力、LNG、LPGおよび灯油を使用しており、電力とLNGで約9割を占めている。LNGは直接加熱に使用されるケースと、蒸気を発生させる燃料に使用されるケースがある。

2014年度予算策定時には、生産量増に伴いエネルギー使用量が2013年度比9%増加する見込みだったことに加えて、エネルギー単価が2013年度比8~9%上昇の見込みであった。このため、エネルギー原単位の低減が長

府製造所としての課題となった。

いっぽうで長府製造所では、省エネ法に定められたエネルギー原単位低減目標年率1%を達成するため、従来、スタッフを主体とした設備改善活動に取り組んできた。すなわち、2008年以前はインバータ化や断熱対策など設備スタッフを主体とした活動を行った。また2008年のリーマンショック直後は熱精算、加熱炉の改善、ユーティリティの共有化など、設備や製造スタッフを主体とした活動を行った。図1は横軸に長府製造所の生産量、縦軸に原単位を年度ごとに整理したもので、原単位は2008年度→2009年度→2010年度→2011年度と改善傾向にあった。しかし、近年は改善が鈍化し新たな切り口が必要となっていた。

そこで、長府製造所全体の活動として所長のトップダウンで『大省エネ活動』を立ち上げ、現場オペレータを巻き込んだ省エネ活動に着手した。

1.2 大省エネ活動の推進体制

活動の推進体制は、長府製造所の所長を推進責任者と

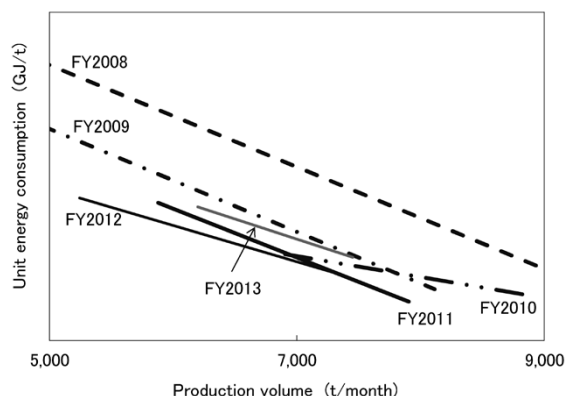


図1 エネルギー原単位推移
Fig. 1 Transition of unit energy consumption

*1 アルミ・銅事業部門 長府製造所 銅板工場 *2 アルミ・銅事業部門 長府製造所 設備室 (現 Kobelco Aluminum Products & Extrusions Inc.)

し、銅板工場およびアルミ押出工場それぞれの工場長に加えて総務部長を実行責任者とした。銅板工場とアルミ押出工場は同じ敷地内にあるものの、取り扱っている金属が異なるためプロセスに共通する部分が少なく、両部門で一緒に改善活動を行うことはほとんどなかった。そこで大省エネ活動では、業種の異なる二つの工場が効果を競いつつも、改善事例を共有、横展開することで大きな効果を生み出すことを意識した。

1.3 大省エネ活動の進め方

活動期間中、1回/月の頻度で報告会を開催した。参加者は事務局、管理監督職、スタッフ、オペレータおよび関連会社のオペレータとし、毎回100名近い参加者があった。

第一回の報告会では、近年のエネルギー使用量、原単位および単価の推移に基づいて省エネの必要性を所長自ら説明し、省エネが重要課題であることを現場に示した。

第二回、第三回報告会では、可視化されたデータの見方、省エネ案件への活用方法および効果試算方法の教育をスタッフがオペレータに対して行った。

第四回報告会以降は活動も軌道に乗り、銅板工場2件/月、アルミ押出工場2件/月のペースでオペレータから活動事例の報告を行った。

2. データ可視化事例

2.1 手集計によるデータ可視化

従来、1回/月の頻度で設備室が各設備のエネルギー積算計を検針し、エネルギー消費量を把握していた。このデータは現場オペレータには開示されておらず、原単位が悪化した場合は製造の担当スタッフが設備の点検を行っていた。そのため、オペレータの省エネに対する関心が低い、設備不具合による原単位悪化時に処置が遅れるなどの問題があった。そこで大省エネ活動を展開するにあたっては、各設備のエネルギー積算計の場所および検針の仕方をオペレータに教育し、原単位の日計・累計グラフを手書きで作成させた(図2)。また、これを現場の掲示板に掲示(可視化)することで、省エネに対する意識向上および原単位悪化要因への迅速な対応が図られるようになった。

2.2 操業データ活用によるデータ可視化

2.2.1 自社開発システムによるトレンド可視化

長府製造所では、銅板工場を中心に工場の実態把握や迅速な不具合対応を図るため、設備の操業条件やエネルギー使用量のデータをサーバに収集する操業情報システムを導入している¹⁾。現場の各設備には収集したデータをトレンド表示する端末が設置されている。

図3は連続焼鈍ラインのトレンド表示データの一例で、ライン停止している間もライン運転中とほぼ同量の蒸気を消費していることが読み取れる。長府製造所では設備あるいはエネルギー種別ごとにエネルギー積算計1台という設備が多く、構成機器ごとのエネルギー使用量が分からない。このため、オペレータは活動当初、何から改善に着手していいか分からない状態だった。そこ

で、月一回行われる計画修理の前に構成機器を一つずつ停止していき、図3に例示したようなトレンドの変化を読み取ることによる構成機器ごとのエネルギー使用割合推定法をオペレータに教育した。

2.2.2 Excelマクロ機能の活用による可視化

電力使用量がとくに大きい銅板工場の熱間圧延機については、操業情報システムで収集したデータをExcelのマクロ機能を使って加工し、設備操業状況(圧延中、昼休みなど)とエネルギー使用量を日報の形で可視化した(図4)。横棒グラフは熱間圧延機の電力使用量を表しており、昼休みの部分を太枠で囲っている。

2.2.3 市販のデータ可視化ソフト活用による可視化

操業情報システムで収集したデータを加工し、図4のように日常的に可視化するにはAccessやExcelマクロ機能の利用スキルが要求され、利用者はごく一部のスタッフに限られていた。いっぽう、社内のシステム部門でデータの可視化を行うには半年前後の開発期間とコストを要するという問題があった。

そこで、市販ソフトであるQlikView(QlikTech社製)を導入し、データ可視化に要する期間の短縮とコスト削

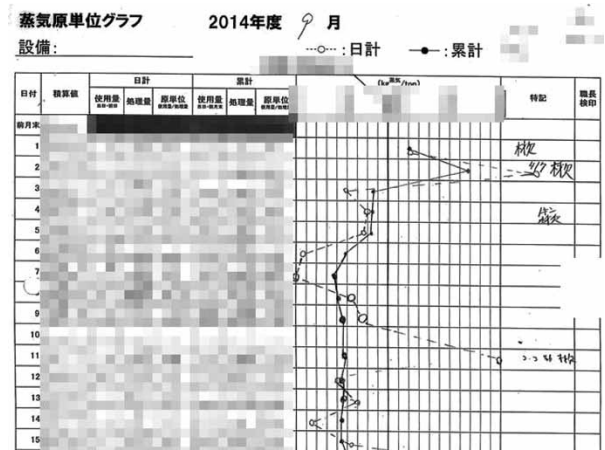


図2 手集計によるデータ可視化事例
Fig. 2 Example of data visualization by hand calculation

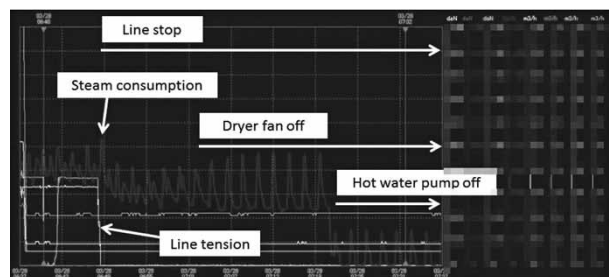


図3 自社開発システムによるデータ可視化事例
Fig. 3 Example of data visualization by in-house developed system



図4 Excelマクロ機能の活用によるデータ可視化事例
Fig. 4 Example of data visualization with using Excel macro-function

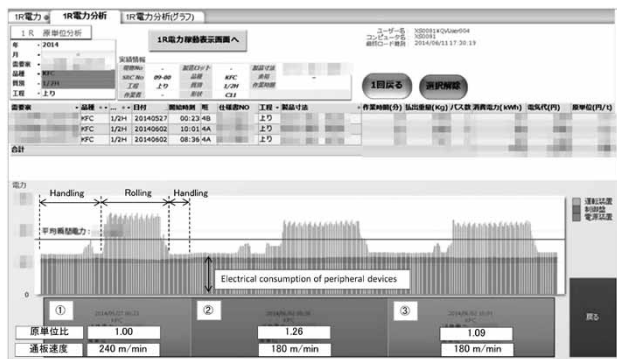


図5 QlikViewによるデータ可視化事例-1
Fig.5 Example-1 of data visualization with using QlikView

減に活用した。図5はQlikViewを用いて冷間圧延機の電力原単位を可視化した事例である。需要家、品種、調質、寸法などの条件を指定することによって過去の実績データを検索することができる(図5上段)。また、電力使用量のトレンドも表示でき、同一条件のコイルごとの原単位を容易に比較することができる(図5下段)。この事例では同じ品種・寸法のコイルであるにもかかわらず、通板速度の速いコイルは遅いコイルに比べて圧延時間が短く、電力原単位が約20%小さいことが分かった。

3. 改善事例

3.1 意識付けによる省エネ

待機時の消費電力が大きい熱間圧延機や粗圧延機、冷間圧延機、および連続焼鈍ラインについては、これまでから昼休みなどの休止時に不要な電源のスイッチを切ることにより省エネを試みてきた。しかしながら、スイッチの個数が多いうえに距離も離れており、現実問題として実施が困難であった。さらに、オペレータにとっては効果が見えず、管理監督者にとっては実施状況の把握が難しいなどの問題があって定着しなかった。

そこで、2.2.2項で述べたExcelマクロ機能を用いた可視化ソフト(図4)を作製することにより、不要な電源スイッチが切られているかを管理監督者が容易に確認できる体制を整えた。本ソフトでは、圧延していない状態の電力使用量を待機エネルギーとみなし、休止時に電力を落すことによって待機エネルギーを下回った部分の電力を日ごとに積算できる。また、別画面では省エネ効果を把握できるようにした。その際、金額換算の効果を併記することによってオペレータの省エネに対する意識付けを行った。

その結果、休止時に不要な電力を落とす運用を積極的に行うようになった。また、オペレータからの提案で複数の電力スイッチを一括で操作できるスイッチを設置したことによって実施が容易になり、2015年3月の活動終了から現在に至るまで本運用の風化を防止できている。

3.2 アイドリングストップによる省エネ

銅板工場で消費するエネルギーの内、蒸気が約11%を占めている。主な使用設備は研磨ライン、脱脂ライン、および連続焼鈍ラインである。これらのラインの中には、アキュムレータを持たずコイル入れ替えのたびにラインが停止する間欠ラインがある。間欠ラインでは、ラ

インが停止中も防錆(ぼうせい)処理を行う温水が循環したり、表面を洗浄するための温水が出続けたりするなど無駄な蒸気使用量が多かった。銅板工場の脱脂ラインの例では、ライン停止中も通板中の約70%の蒸気を使用しており、省エネの余地があった(図6)。従来、半日以上ラインが休止する場合は蒸気の元栓を締めることによって省エネを行ってきた。しかし、コイルの入れ替えなどの短時間のライン停止時には実施することが困難であった。そこで、車のアイドリングストップを参考に、温水を循環するポンプや材料を乾燥させるドライヤのファンなどの蒸気を使用する装置の電源をラインの運転に連動して自動でON⇔OFFするよう改善した。

脱脂ラインにおけるアイドリングストップ実施前後の一箇月ごとの処理量と蒸気使用量の関係を図7に示す。この図において、原点から任意の点に引いた線の傾きがその月の蒸気原単位となる。ライン停止中の蒸気使用量がなく、回帰直線が原点を通るのが理想であるが、現実には図7に示したように切片を持つ。この切片を無駄エネルギーと定義すると、アイドリングストップにより約65%の無駄エネルギーを削減することができた。

この事例は大省エネ活動報告会で共有し、12設備37箇所に横展開を実施した。その結果、銅板工場全体の蒸気は無駄エネルギーを35%削減できた。

3.3 生産性向上による省エネ

銅板工場の冷間圧延機では、図5から同じ品種・寸法のコイルでも電力原単位が約20%異なることに着目し、製造条件の比較を行った。その結果、冷間圧延機は油圧機器、エアコンプレッサ、ヒュームエキゾーストのプロ

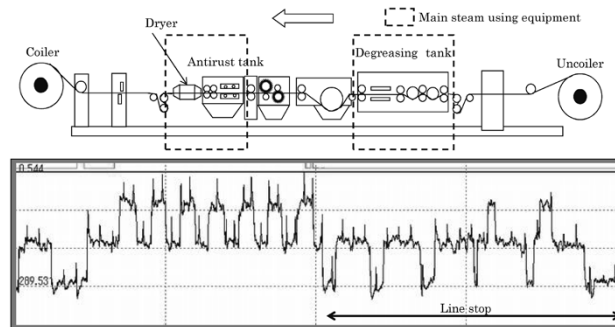


図6 脱脂ラインの概略および蒸気使用量推移
Fig.6 Outline of degreasing line and transition of steam consumption

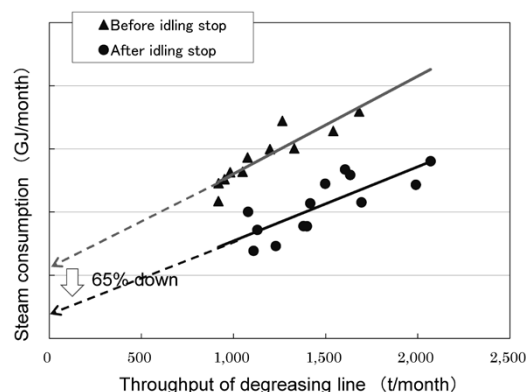


図7 脱脂ラインの処理量と蒸気使用量の関係
Fig.7 Relationship between throughput of degreasing line and steam consumption

アなどの付帯設備の消費電力が大きいことが分かった。すなわち、圧延中の消費電力の瞬時値は増大するものの、通板速度を上げることによって1コイルあたりの作業時間が短くなって付帯設備の消費電力が減少し、電力原単位が改善されると考えられる。

長府製造所には全設備共有のエアコンプレッサがあるが、冷間圧延機は自前のエアコンプレッサを使用しているため、付帯設備の消費電力が高くなっていた。そこで、共有のエアコンプレッサに集約することによって付帯設備の消費電力を低減した。

いっぽう、銅板の約半数は半導体用途であり、光沢むらなどの表面品質が厳しい。このため、表面性状に大きな影響を及ぼす圧延速度に関して、電力原単位の改善を図るべく圧延速度を上げるなど、一律に標準化することは困難であった。新人オペレータが品種・調質・寸法などに応じた圧延速度の上限を判断できるようになるまでは年月を要し、生産性がばらつく要因になっていた。そこで、QlikViewで作成した図5の可視化ツールを活用し、需要家・品種・調質・寸法といった明細情報から過去の圧延速度実績を取得できる仕組みにし、OJT (On the Job Training) 支援に活用した。また、オペレータからの要望を受け、班別の生産性・電力原単位の日計、班・品種別の生産性・電力原単位の月累計を表示する画面を作成した(図8)。従来、生産性は班別で集計する程度にとどまっておられ、各班の頑張りが品種影響でばやけてしまうという問題があった。今回開発したツールによってコイルごとの原単位、班・品種ごとの生産性の可視化を行った結果、現場オペレータの生産性改善意欲が



図8 QlikViewによるデータ可視化事例-2

Fig.8 Example-2 of data visualization with using QlikView

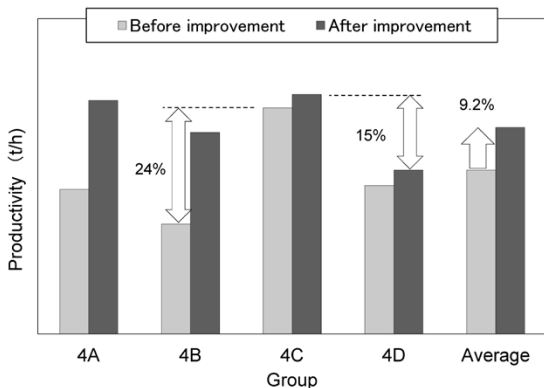


図9 改善前後の冷間圧延機の実産性比較

Fig.9 Productivity comparison of cold rolling mill between before and after improvement

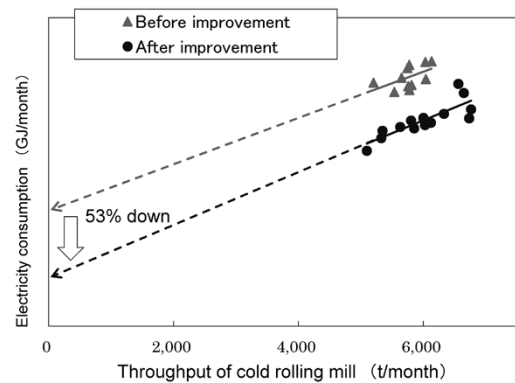


図10 冷間圧延機の処理量と電力使用量の関係

Fig.10 Relationship between throughput of cold rolling mill and electric power consumption

刺激されることによって圧延速度の平準化およびハンドリング時間の短縮が図れ、生産性改善に大きな効果を生んだ。

図9は冷間圧延機の班別の生産性を可視化前後で比較した結果である。生産性の最大・最小のばらつき(最大差異)は、改善前の24%から15%に取れんし、実働生産性が平均で9.2%向上した。省エネ効果として、無駄エネルギーを53%削減できた(図10)。

4. 製造所全体での省エネ効果

長府製造所全体の約200設備を対象に大省エネ活動を展開した結果、エネルギー原単位は増産効果も含め約9%改善できた(図11)。

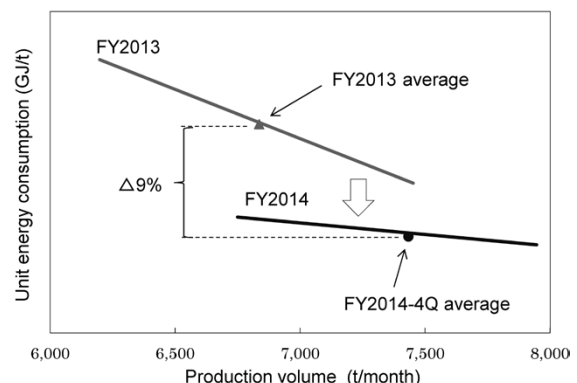


図11 長府製造所全体の省エネルギー効果

Fig.11 Energy-saving effect of whole Chofu works

むすび=本稿では、当社長府製造所で取り組んだ『大省エネ活動』について、データ活用の観点から事例を紹介した。

省エネの手法としては目新しいものはないかもしれないが、さまざまな方法でデータの可視化を行った結果、オペレータが主体的に省エネ活動に取り組み、大きな成果を得ることができた。

今後も操業情報収集システムで収集したデータを活用し、品質向上や工程能力改善、生産性向上、さらなる省エネに役立てていく考えである。

参考文献

- 1) 藤平雅信ほか. R&D神戸製鋼技報. 2012, Vol.62, No.2, p.73-76.