

# 「エネルギーの見える化」システムの構築と省エネ活動

河野 良紀\*

志立 和之\*\*

Yoshinori Kawano

Kazuyuki Shitate



弊社伊万里事業所はエネルギーの使用の合理化に関する法律（以降は省エネ法と略記する）に基づき、第一種エネルギー管理指定工場等に指定されており、省エネ法にて義務づけられているエネルギー使用量の削減及び合理化対策について定期報告（定期報告書、中長期計画書を経済産業省に毎年提出）を行うために詳細なエネルギー監視データ取得やデータ分析を実施する必要がある。

エネルギー使用量削減に対するの取り組みとして、伊万里事業所内各作業エリア毎の電力使用量や工業用ガス使用量を既存のエネルギー監視システムより取得・集計し、一月の推移や一日の推移または原単位のデータ取得と公開までを自動で行うことを目的としたシステムを構築したので紹介する。

また、高効率機器導入（コンプレッサリプレース、総合事務所空調設備リプレース、LED照明装置）による省エネ効果及び上記「エネルギーの見える化システム」を活用した今後の省エネ活動について紹介する。

## 1. 省エネ法

「エネルギーの見える化システム」構築に至る背景として省エネ法の存在が大きい。又、今後の省エネ活動にも密接に関連する法律につき、その概要について説明する。

### 1. 1 省エネ法制定の背景

エネルギーは国民生活や産業活動の基盤をなすものであるが、わが国のエネルギー供給構造は、一次エネルギーの輸入依存度が非常に高く、極めて脆弱な状況が続いていた。

1970年代に発生した石油危機（オイルショック）は石油を輸入に依存する先進諸国に経済面で大きな打撃を与え、わが国も例に洩れず石油製品の価格高騰や買い占めなど大きな混乱が発生した。これらの苦い経験を踏まえ、官民一体となった省エネルギー対策推進を目的として、1972年6月に制定されたのが省エネ法である。

省エネ法制定当初の法規制対象工場は産業部門総エネルギー消費量の約7割ことどまっていたが、これまで6回の法改正により、2008年には約9割の工場を法規制下におさ

めている。又、当初は産業部門のみが規制対象であったが、民生部門（一般家庭等）及び運輸部門（貨物、旅客）にまで規制範囲を拡大させている。規制範囲拡大の他にも定期報告制度導入やトップランナー制度導入等、省エネ法の強化がこれまで行われてきた。これら省エネ法の強化には、地球規模で深刻な問題となりつつある地球温暖化に対する取組を早急に強化したいという国の意向が色濃く反映されている。

### 1. 2 省エネ法が求めるもの

法律の名称にもある様、エネルギーを合理的に使用する事を求めており、下記3項目は必須である。

- エネルギー使用量を把握する事。（原則設備毎）
- エネルギー使用量の原単位管理を行う事。
- 年平均1%以上のエネルギー原単位の低減に努める事。

闇雲にエネルギー使用量を削減するのが目的ではなく、エネルギー管理標準（省エネを行う為のマニュアル）を設定し、遵守する事で省エネ対策を講じ、その結果としてエ

原稿受理日：July 31, 2014

\*株式会社名村造船所 生産業務本部 工場管理部 設備管理グループ  
\*\*株式会社名村造船所 生産業務本部 工場管理部 外注管理グループ

エネルギー原単位が継続的に改善されていく事を求めている。

尚、省エネ法におけるエネルギーとは燃料（燃料油、可燃性ガス等）、熱（蒸気、温水等）、電気を指しており、弊社においては電気、ガソリン、軽油、灯油、A重油、エチレンガス、LPガス、都市ガスが該当する。

弊社伊万里事業所の省エネ活動はエネルギー管理標準の整備及び遵守による合理的なエネルギー使用を優先的に進めてきた。しかし、エネルギー使用量の把握及び原単位管理を同時に行えるシステムが無い為、省エネ活動の効果を定量化する事が非常に困難で、省エネ法が求めている「エネルギー使用量を把握する事。（原則設備毎）」「エネルギー使用量の原単位管理を行う事。」への対応を十分に行う事が出来なかった。

又、省エネ法が求めている「年平均1%以上のエネルギー原単位の低減」を達成すべく省エネ活動を伊万里事業所に展開していくには、部から課へ、課から係へと管理メッシュを細かくしていくと共に、それぞれの目標値設定及びフォローが必要だが、前述の通り定量化が困難な為、省エネ活動が行き詰まっていたのも事実である。

### 1. 3 義務

#### 1. 3. 1 事業者全体でのエネルギー使用量把握

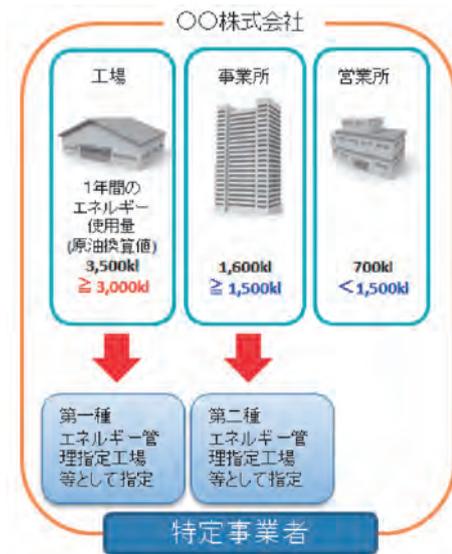
前年度における事業者全体（企業単位）のエネルギー使用量（原油換算値）を把握しなければならない。

弊社では国内各拠点（大阪・東京・名古屋・福岡・佐賀・伊万里）のエネルギー使用量を把握しており、後述の定期報告書に記載し、経済産業省に報告している。

#### 1. 3. 2 特定事業者の指定

事業者のエネルギー使用量の合計が原油換算 1,500kL/年以上であった場合、経済産業省に「エネルギー使用状況届出書」を提出しなければならない。届出を行った事業者は特定事業者指定され、特定事業者のうちエネルギー使用量が原油換算 3,000kL/年以上の工場は「第一種エネルギー管理指定工場等」に、1,500kL/年以上の工場は「第二種エネルギー管理指定工場等」に指定される。（第1図）

弊社のエネルギー使用量は原油換算 11,609kL（2012年度実績）で特定事業者指定されており、うち伊万里事業所のエネルギー使用量は原油換算 11,548kLで第一種エネルギー管理指定工場等に指定されている。弊社のエネルギー使用量の99%超を伊万里事業所が占めており、伊万里事業所の省エネが弊社にとって最も重要である。

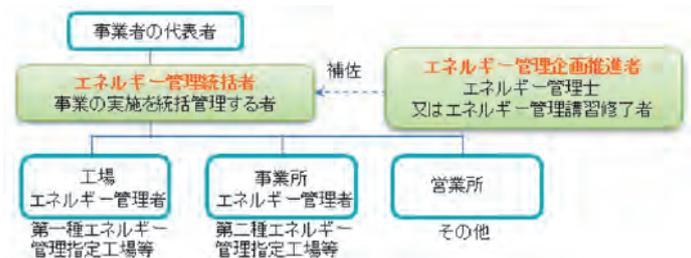


第1図 特定事業者のイメージ

#### 1. 3. 3 エネルギー管理統括者等の選任

特定事業者は「エネルギー管理統括者」、「エネルギー管理企画推進者」をそれぞれ1名選任し、経済産業省に「エネルギー管理統括者/エネルギー管理企画推進者選任届出書」を提出しなければならない。又「第一種エネルギー管理指定工場等」を有している場合、当該工場ごとに「エネルギー管理者」を選任し、経済産業省に「エネルギー管理者選任届出書」を提出しなければならない。（第2図）

弊社は伊万里事業所長をエネルギー管理統括者に、工場管理部長をエネルギー管理企画推進者に、設備管理グループ担当者を伊万里事業所のエネルギー管理者に選任している。



第2図 特定事業者におけるエネルギー管理体制

#### 1. 3. 4 定期報告書・中長期計画書の提出

特定事業者は「定期報告書」及び「中長期計画書」を毎年経済産業省に提出し、「第一種エネルギー管理指定工場等」を有している場合は、事業者全体の定期報告書の内訳として当該工場のエネルギー使用量等を記載しなければならない。又、中長期計画書にはエネルギー使用の合理化計画を記載しなければならない。

## 2. 「エネルギーの見える化」システムの構築

### 2. 1 経緯

省エネを進めるには必要な情報が最低3つある。

- 1) いつエネルギーを使っている？
- 2) どこでエネルギーを使っている？
- 3) どれだけエネルギーを使っている？

弊社伊万里事業所は建設当初から特別高圧 (66, 000V) で受電、変圧器で6, 600V に降圧した後、事業所内二次変電所に送電する方式を採用していた為、電気工作物の保守・監視面に重点をおいたデータロガーシステムが当初から採用されており、数回のシステム更新を経て、現在の監視パソコン (写真 1) に至っている。この監視パソコンは特別高圧受変電所や二次変電所に設置している電気機器や、動力供給設備 (コンプレッサ、ガスプラント、上工水ポンプ室等) の状態監視の他、二次変電所毎の消費電力量日報・月報出力機能も有しているが、消費電力量の分析を行うには大量の日報・月報データを膨大な時間を掛けて人間が集計・編集しなければならず、既存の監視パソコンを省エネ目的で使うにはどうしても限界があった。

又、省エネ法では設備毎のエネルギー使用量を把握し、原単位を用いたエネルギー管理が求められている為、既存のデータロガーシステムだけではそれに対応出来るものではなく、省エネに特化した新しいシステム開発の必要があった。



写真1 既存のデータロガーシステム

### 2. 2 システムの構築

省エネを進めていく上で最も重要な事は、エネルギーを使用する側が、分かりやすい情報でなければならない。又、目標が明確に設定でき、管理可能な数値でなければなら

ない。前述した3つの情報をいかに効率良く開示するかを検討した。

- 1) いつエネルギーを使っているのか？

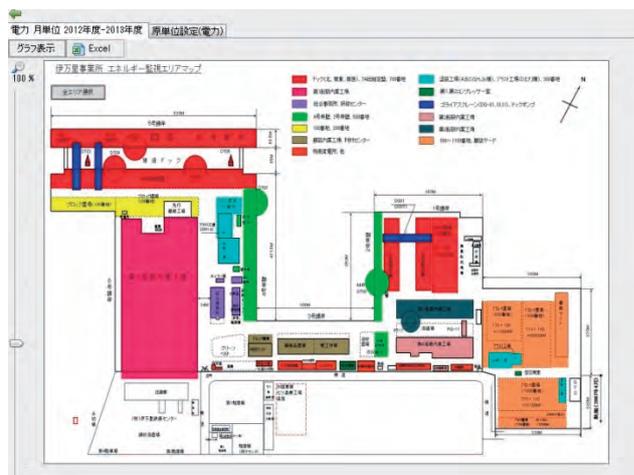
当初、時間単位での公開を検討したが、目標を立て管理していく上で、弊社建造工程から1ヶ月単位で十分であると判断した。(第3図)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
平成24年度	電力量(kWh)	557,000	541,500	562,000	626,400	648,900	570,700
	原単位分母	241,396.0	224,735.5	241,745.0	202,542.0	222,061.0	206,752.0
	原単位(kWh/H)	2.31	2.41	2.32	3.09	2.92	2.76
平成25年度	電力量(kWh)	493,200	499,500	544,400	521,500	521,100	539,000
	原単位分母	215,673.0	210,127.5	197,972.5	191,703.5	202,541.0	223,278.0
	原単位(kWh/H)	2.29	2.38	2.75	2.72	2.57	2.41
平成26年度	電力量(kWh)	464,400	472,700	497,300			
	原単位分母	205,204	213,209	204,902			
	原単位(kWh/H)	2.26	2.22	2.43			
	①原単位分母平準	241,870	199,122	203,821	226,923	181,918	216,704
	②目標原単位(前年度原単位の1%)	2.26	2.35	2.72	2.69	2.55	2.39
	計画電力量(kWh) ①×②	547,576	468,606	554,877	611,137	463,361	517,899
	計画計画電力量(kWh)	547,576	1,016,182	1,571,059	2,182,196	2,645,558	3,163,457
	累計実績電力量(kWh)	464,400	937,100	1,434,400			

第3図 コンプレッサ電力量及び原単位

- 2) どこで使っているのか？

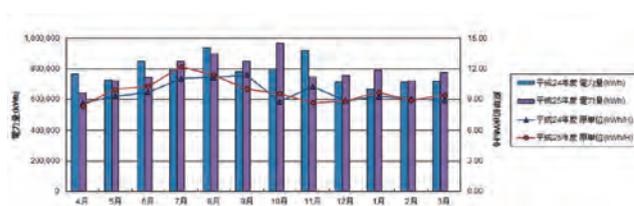
当初、いかに細かくエリアを分割し、公開する事を目標としていたが、どこで、だれが管理していくのかを検討していく中で、伊万里事業所を13エリアに分割するのが最も管理しやすく目標を設定できると判断した。(第4図)



第4図 エネルギー監視エリアマップ

- 3) どれだけエネルギーを使っているか？

当初、使用量だけの公開を検討していたが、前年度の比較或いは目標値を設定していく中で、原単位で公開するのが最も効率が良く判断した。(第5図)



第5図 電力使用量及び原単位グラフ

2. 3 公開

分かりやすい情報であったとしても、誰もみる人がいなければ、まったく意味をなさない。与えられた情報を基に分析し、改善してこそはじめて情報が生きてくる。そこで、月1回、電子メールでの自動配信を実施する事とした。又、日常業務で慣れ親しんでいるノーツを利用してシステムを構築し、公開することとした。(第5図)



第5図 「エネルギーの見える化」システム

3. システムの活用

3. 1 原単位設定

前述した13エリア各々に原単位分母を設定した。原単位はエリア毎に異なっており、操業時間、ブラスト施工面積或いは出勤日数等さまざまである。(第6図)

ドック、7A総組定盤、700番地	分母	H	43,217.5	44,658.5
	分母予想	H	52,141	43,671
4号岸壁、2号岸壁、500番地	分母	日	7	28
	分母予想	日	7	28
塗装工場、ブラスト工場、300番地	分母	m <sup>2</sup>	296,719	294,822
	分母予想	m <sup>2</sup>	274,985	289,388
800-1100番地・塗装ヤード	分母	H	54,789.5	53,762.5
	分母予想	H	63,449	52,517

第6図 原単位分母の設定

3. 2 原単位の活用

原単位を設定し、活用していく事で、省エネはもちろんの事、生産効率の向上や生産計画の精度向上に繋がる。また、原単位を用いて分析する事で、効果も分かりやすく、悪化した箇所の分析も容易になる。原単位の活用についての一例を紹介する。

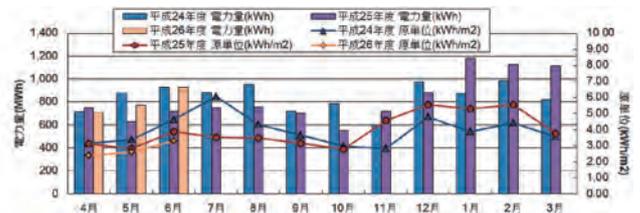
1) 高効率機器の導入による原単位の低減

今までは高効率機器を導入しても使用量は把握できていたが、本当にどれくらい効果が出ているのか不明瞭であった。高効率機器導入の効果なのか生産量が減少して使用量が少なくなっているのかが分からなかった。原単位を用いる事で効率での比較となり、効果がよく分かるようになった。

た。高効率機器の導入の効果に関しては後述する。

2) 生産効率の向上

ブラスト工場を例にとりて紹介する。(第7図)ブラスト工場の原単位分母は施工面積である。原単位は電力使用量を施工面積で除した値となる。ブラスト工場でも電力が高い設備は除湿機である。除湿機は工場全体の温湿度管理に使用している。工場内に無駄なくブロックを配置し施工することを検討すれば電力使用量の増加がなく施工面積が増加する為、原単位の低減に繋がり、生産効率の向上に繋がることになる。原単位に関しては、毎月フォローを実施している。(第8図)



第7図 塗装・ブラスト工場

ドック(北、南東、南西)、7A総組定盤、700番地 (kWh/日)	平成25年度実績	5.50	6.02	9.16
	平成26年度目標	5.44	5.96	9.08
	平成26年度実績	7.28	5.79	9.94
4号岸壁、2号岸壁、500番地 (kWh/日/艇)	平成25年度実績	18,456.19	16,680.65	23,566.11
	平成26年度目標	18,271.63	16,513.85	23,330.44
	平成26年度実績	35,940.85	15,451.11	17,900.34
塗装工場(1-7A棟)(発電機含む)、300番地 (kWh/m <sup>2</sup> )	平成25年度実績	3.13	2.84	3.73
	平成26年度目標	3.10	2.81	3.69
	平成26年度実績	2.39	2.62	3.28
800-1100番地、塗装ヤード (kWh/H)	平成25年度実績	0.16	0.13	0.14
	平成26年度目標	0.16	0.13	0.14
	平成26年度実績	0.15	0.13	0.22

第8図 原単位のフォロー

3) 生産計画の精度向上

現在、半期毎に各エリア毎の予想電力量を算出している。算出方法は、前年同月の原単位を1%減した値に原単位分母に設定した計画値を乗じた値としている為、原単位分母が非常に重要になる。生産計画と実績に大きな乖離が生じれば、予想電力量と実績が大きく乖離することになる。原単位を公開し、分析していく事で生産計画の精度向上に繋がる。(第9図)



第9図 計画と実績の比較

#### 4. 高効率機器導入

高効率機器導入事例及び省エネ効果を紹介する。

##### 4. 1 コンプレッサリプレース (写真2)



写真2 630kW ターボコンプレッサ

##### 4. 1. 1 工事概要

伊万里事業所全域に圧縮空気を供給しているコンプレッサのうち、老朽化が進んだ1972年製570kW給油式スクリーコンプレッサ3台を高効率630kWターボコンプレッサ2台にリプレースした。(2013年3月完工)

機械効率の良い最新型ターボ式コンプレッサと圧縮機台数制御盤(写真3)を組み合わせた運転による省エネ効果が出ている。

このリプレースで570kW×3台から630kW×2台に台数を減らし、設備容量を450kW([570kW×3台]-[630kW×2台])削減している。従来570kWコンプレッサの運用は3台のうち2台を運転し、1台は休止(圧縮空気不足時のバックアップ用もしくはメンテナンス用)させていた。コンプレッサを合理的に運用するには、フルロード(100%負荷率)運転が理想につき、伊万里事業所の圧縮空気使用量を計測し、高負荷率で運転可能な必要最低限の台数に絞り込んだ。無論、バックアップ及びメンテナンス面も考慮しており、既設250kWコンプレッサも含めた運用で安定した圧縮空気の供給が可能である。

今回のリプレースで異なる設備容量(250kW及び630kW)のコンプレッサが混在する事を考慮し、それぞれの負荷率を監視すると共に、小型機から大型機への運転切替もしくは大型機から小型機への運転切替を行い、効率の高い自動台数制御を可能にすべく圧縮機台数制御盤を設置している。

又、圧縮空気配管における圧力損失の要因となっていた570kWコンプレッサ用脱湿脱油装置を撤去し、圧縮空気送

気圧力を見直した結果、送気圧力を約12%下げる事が可能となり、エネルギー原単位改善に大きな効果をもたらした。



写真3 圧縮機台数制御盤

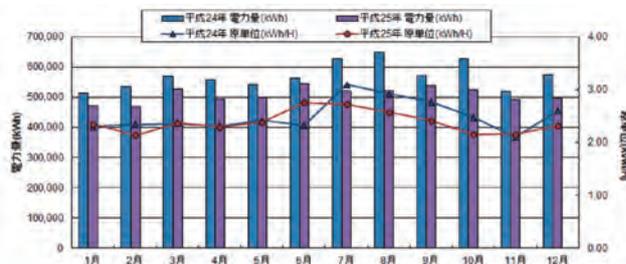
##### 4. 1. 2 省エネ効果 (第10図)

コンプレッサ全体(リプレース機以外含む)の効果は下記の通り。

消費電力量: 6,844千kWh/年 → 6,093千kWh

原単位(操業度): 2.48kWh/H → 2.37kWh/H

エネルギー原単位の4.4%改善を達成した。



第10図 リプレース前後の比較

#### 4. 2 総合事務所空調設備リプレース

##### 4. 2. 1 工事概要

総合事務所の空調設備(水冷方式と空冷方式が混在)を最新型の空冷方式空調設備にリプレース。(2014.7現在工事中)

水冷方式空調設備の運用には蒸気ボイラ及びクーリングタワーが必要だが、空冷式空調設備にリプレースする事で両者とも不要となり、燃料(A重油)及び消費電力量の削減が見込まれる。あわせて近年目覚ましく進化している最新型の高効率空冷式空調設備導入による消費電力量削減も見込まれる。尚、空調設備リプレースに伴う蒸気ボイラ廃

止に合わせ、給湯設備も蒸気ボイラから最新型高効率ヒートポンプ式給湯設備へのリプレースを行うので、更なる省エネ効果が期待出来る。

又、空調集中管理装置導入（写真4）により、

- ・設定温度（冷房：28℃ 暖房：20℃）の厳守
- ・自動停止（スケジュール運転）による空調切忘れ防止等が可能となり、無駄な空調運転が一切出来ない環境が整う。

又、ノーツを利用しての空調運転依頼をシステム化し、自動で管理する事も現在検討している。必要なエリアを必要な時間運転を許可するシステムとする事で徹底したエリア管理が可能となる。これらの機能は省エネ法に基づく管理標準の遵守に非常に役立つものであり、総合事務所エネルギー原単位の継続的な改善に繋がると期待している。

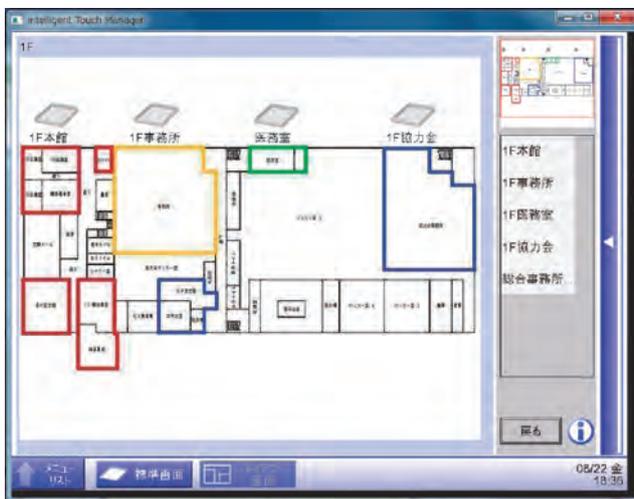


写真4 空調集中管理装置

#### 4. 2. 2 省エネ効果

蒸気ボイラ廃止による燃料（A 重油）使用量削減、及び高効率機器導入（空冷式空調設備、ヒートポンプ式給湯設備）による消費電力量削減が見込まれる。

確定仕様書ベースでの省エネ効果（見込み）は下記の通り。

- ・A 重油使用量：105kL/年 → 0kL/年
- ・消費電力量：397 千 kWh/年 → 343 千 kWh/年

エネルギー使用量（原油換算）トータル 120kL/年削減

#### 4. 3 LED 照明設備導入検討

LED 照明設備について工場照明の代替としてこれまで情報収集及び検討を行ってきたが、弊社工場照明の大半が 1,000W 型高輝度放電ランプ（水銀灯、ナトリウム灯）を採用しているのに対し、LED 照明市場の主流は長い間 400W 型

水銀灯相当品が大半を占めており、弊社の要求仕様を満たす機器が市場に出回る事は殆ど無かった。しかし、近年の目覚ましい技術進化により 1,000W 型水銀灯相当品が市場に姿を現し、普及も徐々に広がっている事もあり、弊社でも 2014 年度中の一部採用に向けて検討を進めている。

今後、弊社工場照明への採用を拡大すれば、エネルギー原単位低減につながるものである。

### 5. 今後の省エネ活動

今後進めていく省エネ活動について紹介する。

#### 5. 1 高効率機器の導入

工場内天井灯の LED 照明化を進めていく。また、老朽化した変圧器は、随時高効率変圧器（トッランナー）への更新を進めていく。

#### 5. 2 工業用ガスの「見える化」

電力量同様に工業用ガスもエリア毎の「見える化」を進めていく。エリア毎に原単位での管理、分析を行う事で無駄を削ぎとり、エネルギー効率の高いガスの使用を目指していく。

#### 5. 3 工業用ガスの漏れ撲滅

配管、ホース類からのガス漏れは一番の無駄である。ガス漏れをゼロにする事が省エネの第 1 歩である。工場配管の気密試験及び週 1 回ホースからの漏れを製造部門に報告し是正しているが、まだまだ漏れは散見される。今後の活動として各所に圧力計を取付け日々監視できるような方法を検討していく。

#### 5. 4 生産現場と一体となった省エネ活動

前述したシステムを最大限に生かす為には、生産現場と一体となった分析と改善が急務である。何故、原単位が低減したのか或いは悪化させたのかをエリア毎に細かく分析し、生産現場に反映していく事で生産効率の向上に繋げエネルギー効率の良い造船所を目指していく。

### 謝辞

設備導入、システム開発にあたり、多大なご尽力を頂きました(株)IHI 回転機械、ダイキンMR エンジニアリング(株)関係者の皆様と名村情報システム(株)関係者の皆様に深く御礼申し上げます。