

# エネルギーの有効利用から工場パフォーマンスの向上へ - ENERGY CLOUD Factory<sup>®</sup>の誕生 -

## Improving Overall Performance of Factories - Launch of ENERGY CLOUD Factory<sup>®</sup> -



池田 龍司\*<sup>1</sup>  
Ryuji Ikeda

錦 尚志\*<sup>2</sup>  
Hisashi Nishiki

沢田 洸\*<sup>3</sup>  
Hikaru Sawada

企業がグローバルに競争力を維持するためには、魅力ある商品・サービスの提供だけでなく、この過程において、モノ創りの Quality, Cost, Delivery (以下 QCD)に加えて、CO<sub>2</sub> 排出量低減など、エネルギー利用の QCD も考慮した差別化が必要となる。

当社が提供する総合的なエネルギーソリューションサービスである ENERGY CLOUD<sup>®</sup> Service の工場向けパッケージである ENERGY CLOUD Factory<sup>®</sup>では、AI・IoT 技術を使って当社の持つモノ創りとエネルギー利用のノウハウを融合させ、工場の個別最適のみならず、国内外等拠点の地域性を限定せずグローバルな企業運営まで含めた全体最適化を進めている。

本報では、これに向け開発した、独自の KPI (重要業績評価指標)となる ENERGY CLOUD<sup>®</sup> Score とその表示システムについて紹介する。

## 1. はじめに

当社グループは、製造事業者として生産プロセスの主幹をなす生産設備から、その生産に必要な発電設備まで幅広い製品群を製造しており、様々なモノ創りとエネルギー利用ノウハウを保有している。

同時に、モノ創りの最適化に向けた取り組みとして、各事業所で IoT 推進活動が進んでおり、工場単位での見える化やスケジューラの活用を実現するとともに、取得したデータ分析を行うデータサイエンティスト集団も組織している。

一方で、一般的に企業価値向上のためには、自身のパフォーマンスを KPI で客観的に把握する必要がある。当社グループ内でも工場の製品特性にあわせ、様々な KPI を用いて製造現場をモニタリングしているが、工場間で比較可能かつ客観的な KPI を工場パフォーマンスの向上に活かしたい、というニーズが強く、多くの企業でも同様のニーズを抱えているものと考えられる。

そこで、当社グループの強みである様々なモノ創りノウハウと、エネルギーソリューションサービスで培った独自の AI・IoT 技術を融合させることにより、モノ創り、エネルギーの両面から、工場の総合的なパフォーマンス評価が可能な KPI となる ENERGY CLOUD<sup>®</sup> Score を独自に定義した。その特徴は以下の3点となる。

- ① モノ創りだけでなく、エネルギー利用のパフォーマンスも考慮した KPI であること。
- ② 製造現場における問題点の抽出、改善につながり、かつ、工場間でのパフォーマンスの比較を可能とするため、客観的かつグローバルな KPI であること。

\*1 ICT ソリューション本部 EPI 部

\*2 パワードメイン パワー&エネルギーソリューションビジネス(PESB)総括部 PESB 企画室 主席技師

\*3 三菱重工航空エンジン(株) 経営管理部

- ③ 現状の見える化だけでなく、予測することにより、将来を見据えた企業運営につなげられる KPI であること。

## 2. ENERGY CLOUD® Score のコンセプトと表示システムの開発

ENERGY CLOUD® Score のコンセプトとその表示システムの開発にあたっては、①KPI のコンセプトの設定と将来予測、②システム化の手順を進めた。以下にその詳細を示す。

### 2.1 KPI のコンセプトと将来予測

従来は、製造現場、ユーティリティ管理部門それぞれが、個別にモノ創り、エネルギー利用の分析・最適化に取り組んでいた。

その課題に対して、モノ創りとエネルギーを融合させた総合評価 KPI となる ENERGY CLOUD® Score を独自に定義し、モノ創り、エネルギーの両面から、工場の総合的なパフォーマンス評価を可能とした。ENERGY CLOUD® Score のコンセプトを図1に示す。

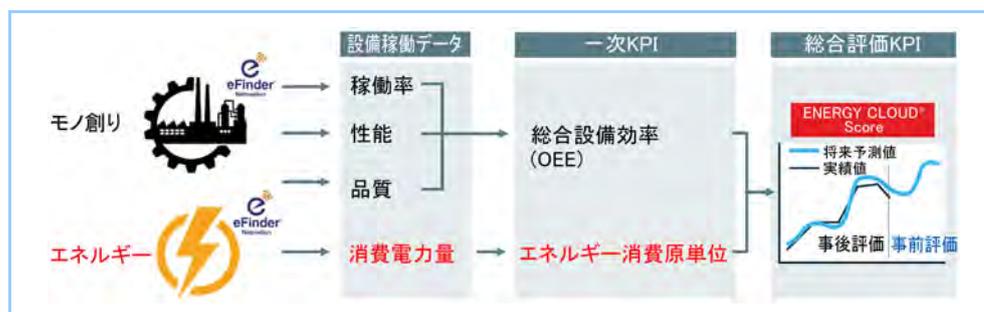


図1 工場の総合評価 KPI ENERGY CLOUD® Score のコンセプト

この ENERGY CLOUD® Score から、その構成要素であるモノ創りの KPI(OEE)、エネルギーの KPI(エネルギー消費原単位)へのブレークダウンが可能となり、問題がある KPI の特定・事後評価・問題の解決につなげることができる。

なお、モノ創りの KPI、エネルギーの KPI の選定については以下のとおりである。

#### 2.1.1 モノ創りの KPI

以下の理由から、OEE (Overall Equipment Efficiency)を選定した。

- ・ OEE は“稼働率”×“性能”×“品質”で定義され、構成する要素に QCD が含まれることから、製造現場における問題点の抽出、改善につなげやすい。
- ・ 製造業 KPI の国際標準である ISO22400<sup>(1)</sup>に規定された客観的な KPI で、グローバルに広く適用されている。

#### 2.1.2 エネルギーの KPI

以下の理由から、エネルギー消費原単位を選定した。

- ・ 単位量の製品を生産するのに必要なエネルギー消費量の総量で、エネルギー効率を表し、ユーティリティ管理部門における問題点の抽出、改善につなげやすい。
- ・ エネルギーの使用の合理化等に関する法律(省エネ法)で規定された客観的な KPI である。

#### 2.1.3 KPI の将来予測

これまで製造現場で都度対応・事後対応となっていた課題に対して、AI を用いた予測技術の適用により、予防保全や操業最適化など事前評価による工場管理の高度化につなげることができる。図1の右のグラフに示す通り、当社の持つモノ創りとエネルギー利用のノウハウを融合させた独自の AI 技術により、上述の KPI の将来予測値を算出した。

### 2.2 表示システムの概要

ENERGY CLOUD® Score 算出のためのデータ取得に際し、設備の種類を問わず、容易に取付け可能な、独自開発の AI 導入に最適な簡単設置 IoT ツールである MHPS コントロールシステム

ズ社製、Netmation eFinder<sup>®</sup>を選定した。

取得した設備稼働データを活用し、生産性、エネルギー消費からなる ENERGY CLOUD<sup>®</sup> Score の実績値及び将来予測値を表示し、ENERGY CLOUD Factory<sup>®</sup>を実現するシステムを構築した(図2)。



図2 ENERGY CLOUD Factory<sup>®</sup>を実現するシステム

モノ創りの KPI である OEE の構成要素の内、稼働率は稼働時間÷負荷時間、性能は正味稼働時間÷稼働時間、から算出する。

図3に Netmation eFinder<sup>®</sup>の設備稼働データから、設備の負荷時間、稼働時間、正味稼働時間を算出する方法を示す。Netmation eFinder<sup>®</sup>で設備から設備稼働データとして主電源電流値及び加工信号を計測する。その2つの信号値に対して負荷時間、稼働時間、正味稼働時間を判断するための所定の閾値を設定する。単位時間において信号が閾値を超える時間を、負荷時間、稼働時間、正味稼働時間として算出することができる。

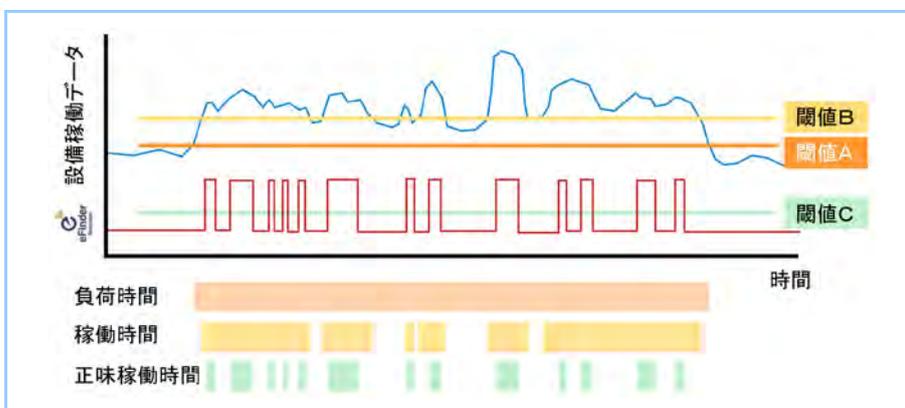


図3 負荷時間、稼働時間、正味稼働時間の自動算出

図4に対象とする工場全体のパフォーマンスを表示するシステムの画面を示す。工場全体を示す画面では、ENERGY CLOUD<sup>®</sup> Score、及びその構成要素であるエネルギー消費原単位・OEE の実績値・予測値のトレンドグラフを表示する。また、図5に各設備の状況を示すシステムの画面を示す。各設備の状況を示す画面では、工場を構成する各設備のエネルギー消費原単位、OEE の実績値・予測値と、それらの構成要素の実績値のトレンドグラフを表示する。

製造現場ではこれらの画面を参照することで、ENERGY CLOUD<sup>®</sup> Score の値の変化が、どの構成要素による影響であるか掘り下げて確認できるため、工場全体の変動から要因の確認まで容易に分析できる。

このように、工場の KPI を算出・将来予測し、その表示を行う“ENERGY CLOUD Factory<sup>®</sup>”のシステムを構築し、モノ創りとエネルギーの両面から総合的なパフォーマンスを客観的に見える化した KPI である ENERGY CLOUD<sup>®</sup> Score を表示した。

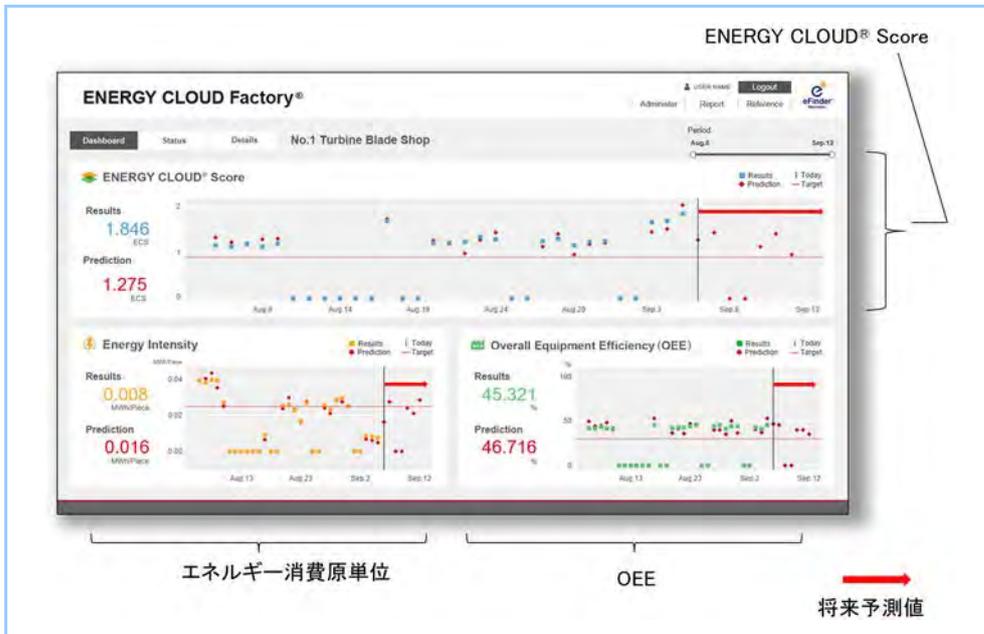


図4 ENERGY CLOUD® Factory 表示システム(工場全体)



図5 ENERGY CLOUD® Factory 表示システム(各設備)

### 3. ENERGY CLOUD® Score の実証

ENERGY CLOUD® Score の有効性を評価するため、航空機用エンジンの加工・組み立てを行う、三菱重工航空エンジン(株)(以下、MHIAEL)をフィールドとして実証を行った。

MHIAEL では従来より IoT を活用した製造データの取得に取り組んでおり、豊富な製造データが保管されている。このデータと実際の製造現場の意見を活用し、ENERGY CLOUD® Score を使った生産性向上・エネルギーコスト低減に取り組んだ。

実証では、機械加工工程を対象とした。本工程は複数の機械加工設備からなり、工程完了後、機械加工の良否判定検査を行う。

これら機械加工設備の主電源、主軸電源などに Netmation eFinder®を取付け、設備稼働データを取得し、ENERGY CLOUD® Score の実績値及び将来予測値の活用方法の実証を行った。

#### (1) 実績値の活用

ENERGY CLOUD® Score を構成する OEE の変化と設備の稼働データを比較することにより、加工がない状況で設備の電源が投入されている、いわゆる設備の待機状態を見える化し

た。これら不要な待機時間を短縮することにより、リードタイムの短縮やエネルギーコスト低減が期待できることが分かった。

## (2) 将来予測値の活用

ENERGY CLOUD® Score の構成要素である稼働率、性能、品質の KPI のうち、製造現場のニーズが高いという理由から、品質 KPI の予測に着目した。

設備稼働データと検査結果データを対象とした分析により、品質予測モデルが得られる。品質予測モデルは、加工対象が加工後に良品/不良と判断される度合いを予測することが出来る。この品質予測モデルをシステムに組み込むことで、良否判断の度合いを品質 KPI として導き出すことが可能となる。システムは、品質 KPI の予測値とともに、これと相関の強い設備をリストアップすることができ、技術者はリストアップされた設備に対し、優先的に品質改善などの問題解決に取り組むことで生産性向上が期待できることが分かった。

上述のとおり、ENERGY CLOUD® Score の実測値及び将来予測値がエネルギーコスト低減・生産性向上につながることを目途を得た。

## 4. まとめ

独自の AI・IoT 技術によりモノ創りとエネルギーを融合させた ENERGY CLOUD® Score の定義を行い、表示システムを“ENERGY CLOUD Factory®”として開発し、当社グループ内の工場をフィールドとして実証した。

この結果、工場のモノ創りとエネルギー双方のパフォーマンスを客観的に見える化・予測する ENERGY CLOUD® Score を使った生産性向上、エネルギーコスト低減の目途を得た。

引き続き、当社グループ内の複数の工場に“ENERGY CLOUD Factory®”を導入し、様々な製造現場に ENERGY CLOUD® Score を適用することにより、その有効性を評価する。同時に有効となる新たな KPI の取り込みや、複数工場にまたがる全体最適評価の開発を進め、新たなソリューションサービスとして進めていく。

さらに当社グループ内工場の取組みで得られた知見を、お客様の工場に提供する準備を進め、一つでも多くの工場で、モノ創りとエネルギーの全体最適に貢献することを目指す。

ENERGY CLOUD®, ENERGY CLOUD Factory®及び関連するマーク・ロゴは、三菱重工業(株)の日本における登録商標です  
Netmation eFinder®及び関連するマーク・ロゴは、三菱日立パワーシステムズ(株)の日本における登録商標です

## 参考文献

- (1) ISO 規格 22400 (2014)