

# 省エネ支援アプリケーション“EcoAdviser” 省エネ分析・診断アプリケーション

松本裕樹\*  
Hiroki Matsumoto  
坂本直聡\*  
Naotoshi Sakamoto

Energy Saving Support Software "EcoAdviser" Energy Saving Data Analysis and Diagnosis Software

## 要 旨

近年、国際的な目標である持続可能な開発目標(SDGs)への取組みがより一層求められている。中でも製造業での使用エネルギーの削減は重要な取組みの一つである。三菱電機はこれまで、充実したグラフ機能でエネルギー使用量の見える化や分析を容易にした省エネ支援アプリケーション“EcoAdviser”による運用改善での省エネを訴求してきた。今回開発したEcoAdviser“省エネ分析・診断アプリケーション”は、当社のAI技術“Maisart”を活用し、エネルギーロス抽出やエネルギーロス要因診断によって省エネ活動のPDCA(Plan Do Check Action)をトータルサポートする。

省エネ分析・診断アプリケーションは次の三つの機能から成る。

### (1) エネルギーロス抽出機能

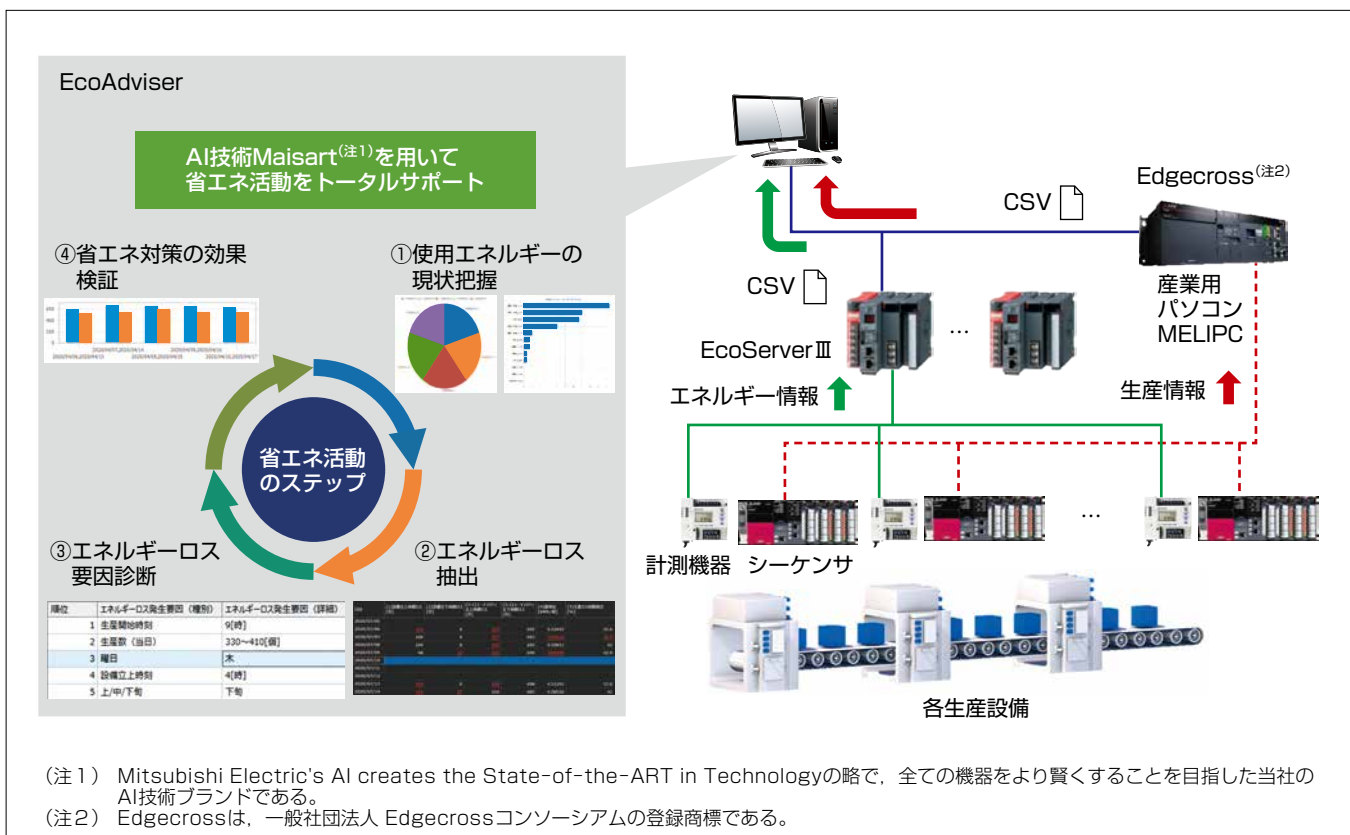
設備の電力量及び生産数の時系列データを自動収集し、“Maisart”で設備の動作状況を推定することで、エネルギーロスを自動で定量化する。

### (2) エネルギーロス要因診断機能

エネルギーロスの発生要因を“Maisart”が自動で診断し、エネルギーロスと相関が高い項目(日時、設備、製造品目等)をランキング表示することで、エネルギーロスの発生要因を明確化する。

### (3) 省エネ対策の効果検証機能

生産現場での省エネ対策実施後の効果を簡単に把握するために、対策実施前後のグラフ比較・効果表示をする。



## 省エネ分析・診断アプリケーションのシステム構成

EcoAdviserは省エネデータ収集サーバ“EcoServer III”又はエッジコンピューティングプラットフォームEdgecrossのCSV(Comma Separated Values)ファイルを自動収集可能で、収集したエネルギー情報・生産情報をグラフやダッシュボード機能によって見える化することで容易に現状把握を可能にした。今回開発した省エネ分析・診断アプリケーションは、当社のAI技術“Maisart”を活用した、エネルギーロス抽出、エネルギーロス要因診断、省エネ対策の効果検証の三つの機能によって、省エネ活動のPDCAのトータルサポートを可能にする。

## 1. ま え が き

近年、国際的な目標である持続可能な開発目標(SDGs)への取り組みがより一層求められている。中でも使用エネルギーの削減はSDGs達成に向けた取り組みの一つであり、特にエネルギー消費の大きい製造業での改善は重要な要素である。

当社はこれまで、充実したグラフ機能によってエネルギー使用量の見える化や分析を容易にした省エネ支援アプリケーション“EcoAdviser”による運用改善での省エネを訴求してきた。

今回開発したEcoAdviser省エネ分析・診断アプリケーションは、当社のAI技術“Maisart”を活用し、エネルギーロス抽出やエネルギーロス要因診断によって省エネ活動のPDCAをトータルサポートする。

## 2. 省エネ分析・診断アプリケーションの仕様

今回開発した省エネ分析・診断アプリケーションの主な仕様を表1に示す。

表1. 省エネ分析・診断アプリケーションの主な仕様

項目	仕様	
接続機器	接続台数	最大20台
	対象機器(収集元)	EcoServerⅢとEdgecrossヒストリカルデータインタフェースのCSVファイル
データ収集機能	ファイル収集	CSVファイルを収集し、内蔵データベースに格納(HTTP通信/フォルダ参照)
	自動収集	可(1時間に1回)
グラフ機能	グラフ種類	時系列グラフ、箱ひげグラフ、円グラフ、順位グラフ、散布図、ヒストグラム、パレート図
	表示間隔	時間ごと、日ごと、月ごと、年ごと から選択
ダッシュボード機能	配置可能なパネル	グラフパネル(グラフ機能で作成) 診断パネル(エネルギーロス抽出機能・エネルギーロス要因診断機能・省エネ対策の効果検証機能で作成) 数値パネル(収集したデータの最新格納値) 画像パネル(画像ファイル:png, jpg, bmp, gif)
	保存数	最大5ファイル、1ファイル当たり最大10シート
	自動出力	可(HTML形式で出力、ファイル保存先パスを指定)
	帳票作成	Excel <sup>(注3)</sup> 形式の日報、月報、年報ファイルを作成
エネルギーロス抽出機能	機能	設備の電力量及び生産数の時系列データから設備の動作状況を推定し、五つの視点“省エネ重点5視点”によるエネルギーロスを自動算出
	登録設備数	最大50点
エネルギーロス要因診断機能	機能	エネルギーロスの発生要因を“Maisart”が自動で診断し、エネルギーロスと相関が高い項目(日時、設備、製造品目等)をランキング表示
	追加情報設定登録数	最大20点/設備
省エネ対策の効果検証機能		省エネ対策実施前後のデータを比較し、省エネ対策実施による使用電力量や省エネ視点の改善効果を確認

(注3) Excelは、Microsoft Corp.の登録商標である。  
HTTP: HyperText Transfer Protocol

## 3. 省エネ分析・診断アプリケーションの構成

従来のEcoAdviser<sup>(1)</sup>はEcoServerⅢやEdgecrossのCSVファイルから収集したデータのグラフ化等の機能で使用エネルギーの現状把握を支援することが可能であった。

EcoAdviserの今回開発した省エネ分析・診断アプリケーションは、収集した設備の電力量及び生産数の時系列のデータを基にした次に述べる“エネルギーロス抽出”“エネルギーロス要因診断”“省エネ対策の効果検証”の三つの機能で構成しており、省エネ活動のPDCAを強力にサポートする。

### (1) エネルギーロス抽出機能

従来は、どういった視点でロスを捉えるのかという難しさや、日々変化するロスを発見する手間など、ロスの抽出は非常に困難であった。その課題に対して、設備の電力量及び生産数の時系列データを自動収集し、“Maisart”で設備の動作状況を推定することで、エネルギーロスを自動で抽出して見える化する機能を実現した。

### (2) エネルギーロス要因診断機能

エネルギーロスの発見を具体的な改善につなげるには、現場の詳細な運用状況を、膨大なデータと関連付けて確認する必要があり、人手で行うには限界があった。その課題に対して、エネルギーロスの発生要因を“Maisart”で自動診断する機能を実現した。

### (3) 省エネ対策の効果検証機能

省エネ対策実施前後のデータを比較し、対策実施による使用電力量の削減量や削減金額などの効果を見える化する機能を搭載した。

## 4. 省エネ分析・診断アプリケーションの特長と実現技術

### 4.1 エネルギーロス抽出

当社が長年培ってきたノウハウから五つの視点“省エネ重点5視点”に着目し、エネルギーロスを自動算出することを可能にした。また、エネルギーロスの算出結果に対して、平常時との比較による強調(赤字)表示や各視点でのエネルギーロスの時系列グラフ等、エネルギーロスを簡単に見える化する機能を搭載した。

#### 4.1.1 “省エネ重点5視点”でエネルギーロスを自動算出

設備の電力量及び生産数の時系列データを自動収集し、“Maisart”で設備の動作状況を推定することで、次の省エネ重点5視点での日々のエネルギーロスの自動算出を可能にした(図1)。

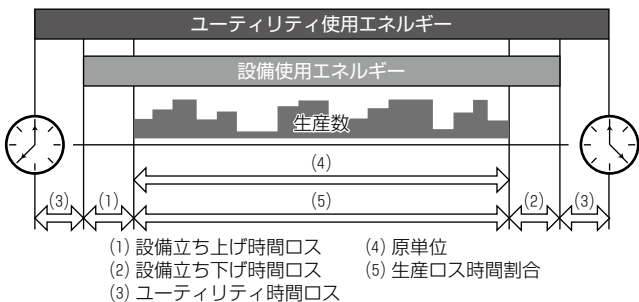


図1. 省エネ重点5視点

- (1) 設備立ち上げ時間ロス：生産設備立ち上げ～生産開始の時間
- (2) 設備立ち下げ時間ロス：生産終了～生産設備立ち下げの時間
- (3) ユーティリティ時間ロス：ユーティリティ立ち上げ～生産設備立ち上げの時間，生産設備立ち下げ～ユーティリティ立ち下げの時間
- (4) 原単位：生産開始～生産終了の原単位
- (5) 生産ロス時間割合：生産開始～生産終了の非生産時間の割合

エネルギーロス抽出機能は省エネ重点5視点によって抽出した日々のエネルギーロスを図2のように表示し、ユーザーのエネルギーロスの把握を簡単にした。

4.1.2 抽出したエネルギーロスの見える化

エネルギーロス抽出機能は図2で示した省エネ重点5視点の結果に加えて、平常時との比較による悪化箇所の強調(赤字)表示機能、各視点でのエネルギーロスの時系列グラフの表示機能及びエネルギーロスの設備順でのランキング表示機能によって、エネルギーロスを簡単に確認可能にした(図3)。

4.2 エネルギーロス要因診断

エネルギーロスの発見を具体的な改善につなげるために、対策すべき要因を明確化するエネルギーロス要因診断機能を搭載した。

また、ユーザーの省エネ活動を支援するため、要因診断の結果として抽出されたそれぞれの項目に対して、改善したときの期待される改善効果を年間換算の金額で表示する、期待改善効果表示機能等の活動支援機能を搭載した。

4.2.1 “エネルギーロス要因診断”で対策を明確化

エネルギーロスの発生要因を“Maisart”が自動で診断し、エネルギーロスと相関が高い項目(日時、設備、製造品目等)をランキング表示することで、エネルギーロスの発生要因を明確化することを可能にした。例えば、設備立ち上げ時間ロスの要因診断を行い、図4のように“月曜日”が項

日付	(1)設備立ち上げ時間ロス [分]	(2)設備立ち下げ時間ロス [分]	(3-1)ユーティリティ立ち上げ時間ロス [分]	(3-2)ユーティリティ立ち下げ時間ロス [分]	(4)原単位 [kWh/個]	(5)生産ロス時間割合 [%]
2020/07/05						
2020/07/06	122	0	216	695	4.52945	35.6
2020/07/07	109	0	217	693	4.74133	47.3
2020/07/08	109	0	215	695	4.99813	42
2020/07/09	98	12	221	699	4.81608	42.9
2020/07/10						
2020/07/11						
2020/07/12						
2020/07/13	119	0	216	698	4.53191	37.6
2020/07/14	111	17	210	685	4.58536	41

図2. エネルギーロスの自動算出画面

エネルギーロスの設備順でのランキング表示  
省エネ重点5視点の結果を表示(平常時との比較による悪化箇所の強調(赤字)表示)

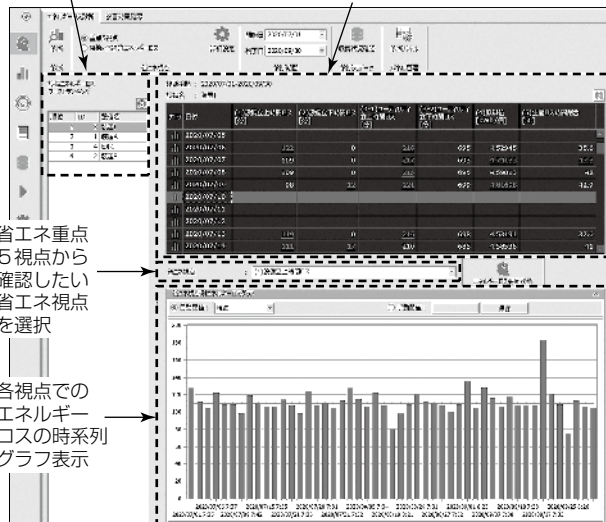


図3. エネルギーロス抽出機能の画面レイアウト

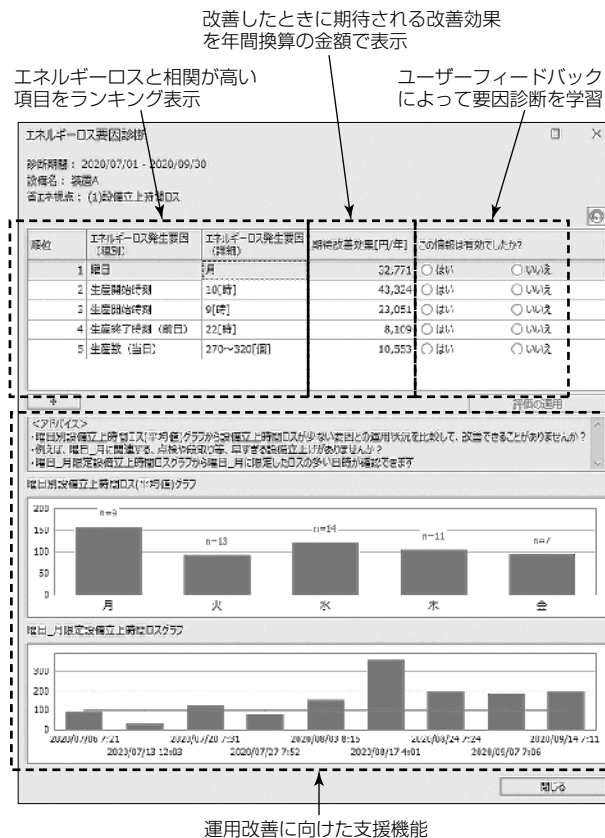


図4. エネルギーロス要因診断機能の画面レイアウト

目として表示された場合、ユーザーは週明けの該当設備の立ち上げの時刻の運用にロスがないかを確認でき、具体的な対策を実施できる。

#### 4.2.2 充実した活動支援機能

ユーザーの省エネ対策を支援するため、エネルギーロス要因診断の結果に加えて、次の付加機能を搭載した。

##### (1) 期待改善効果表示機能

要因診断の結果として抽出されたそれぞれの項目に対して、改善したときの期待される改善効果を年間換算の金額で表示する。

##### (2) ユーザーフィードバックによる要因診断の学習機能

“この情報は有効でしたか？”にユーザーがはい／いいえの評価を行うことで、“Maisart”が有効性を学習し、次回以降の診断へ反映する。これによって、ユーザーの現場に即した要因診断への進化が可能になった。

##### (3) 運用改善に向けた支援機能

例えば“月曜日”を選択した場合、月曜日の運用から想定される運用改善アドバイスの表示をすることで、ユーザーに気づきを与えることを可能にした。また、他の曜日と比較したエネルギーロスの比較グラフの表示や、“月曜日”に限定したエネルギーロスの時系列グラフの表示によって、更なる気づきを与えることを可能にした。

なお、エネルギーロス発生要因として診断する項目を表2に示す。さらに、ユーザーが追加したい任意の情報(生産

表2. 要因診断項目

診断項目	詳細
設備立ち上げ時刻	設備が立ち上がった時刻(0~23時の1時間単位)
設備立ち下げ時刻	設備が立ち下がった時刻(0~23時の1時間単位)
生産開始時刻	生産が立ち上がった時刻(0~23時の1時間単位)
生産終了時刻	生産が立ち下がった時刻(0~23時の1時間単位)
生産終了時刻(前日)	前日の生産が立ち下がった時刻(0~23時の1時間単位)
ユーティリティ立ち上げ時刻	ユーティリティの立ち上げ時刻(0~23時の1時間単位)
ユーティリティ立ち下げ時刻	ユーティリティの立ち下げ時刻(0~23時の1時間単位)
生産ロス時間割合の悪化時刻	生産開始から生産終了までの生産ロス時間割合を1時間区切りで計算したときの最も高い時刻(0~23時の1時間単位)
原単位の悪化時刻	生産開始から生産終了までの原単位を1時間区切りで計算したときの最も高い時刻(0~23時の1時間単位)
曜日	対象日の曜日 (月曜, 火曜, 水曜, 木曜, 金曜, 土曜, 日曜)
稼働日種別	“前日:稼働日 翌日:稼働日”, “前日:稼働日 翌日:非稼働日”, “前日:非稼働日 翌日:稼働日”, “前日:非稼働日 翌日:非稼働日”に分類
上/中/下旬	1~10日⇒月上旬, 11~20日⇒中旬, 21日~⇒下旬
月	対象日の月
生産数(前日)	前日の生産数
生産数	当日の生産数
生産停止回数	当日の生産開始~生産終了までで生産0のまとまりの回数
生産停止時間	当日の生産開始~生産終了までで生産0のまとまりごとの時間の合計値

省エネ対策前後の比較グラフ

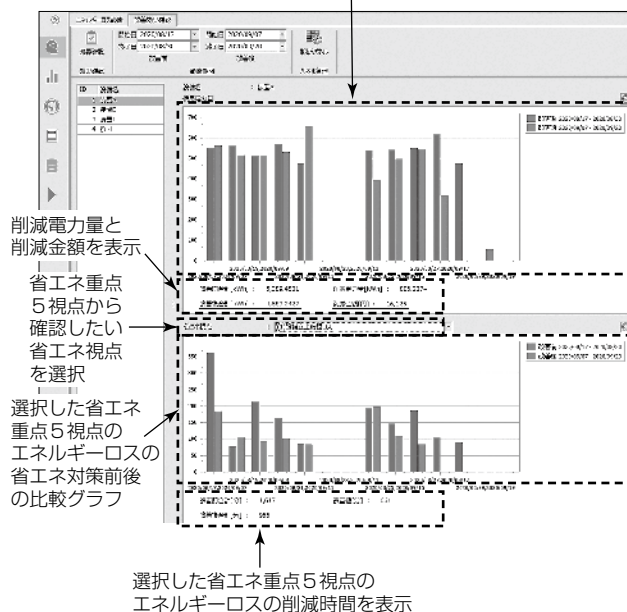


図5. 省エネ対策の効果検証機能の画面レイアウト

品種・エラー情報・温湿度等)も追加設定して診断することを可能にした。様々な項目を診断することで、人手では見つけられない要因の発見に貢献できる。

#### 4.3 省エネ対策の効果検証

従来は省エネ対策前後の効果把握をする際には、膨大なデータから対策前後の期間を抽出して集計及びグラフ作成をする必要があった。それに対して、省エネ対策の効果検証機能は対策実施前後の期間を選択するだけで、対策実施前後の比較グラフや、削減電力量・削減金額・選択した省エネ重点5視点のエネルギーロスの削減時間等を表示する(図5)。

これによって、ユーザーは省エネ対策効果の確認や見直しを行い、省エネ活動を継続的に実施できる。

## 5. むすび

省エネの見える化から自動診断への進化を目指し、エネルギーロス抽出やエネルギーロス要因診断などの機能によって省エネ活動のPDCAをトータルサポートする、省エネ支援アプリケーションEcoAdviserの省エネ分析・診断アプリケーションについて述べた。

今後は、クラウド技術とAI技術の連携を行い、多種多様な工場から収集したデータを用いて学習する機能を付与することで、省エネ活動に一層貢献していく。

#### 参考文献

- (1) 武田泰治: 省エネ支援アプリケーション“EcoAdviser”, 三菱電機技報, 94, No.4, 248~251 (2020)