

CO₂ 管理を支援する小規模建物向け ビルディングオートメーション・システムの開発

A Building Automation System for CO₂ Management in Small-Scale Buildings

株式会社 山武
ビルシステムカンパニー

真木 義郎
Yoshio Maki

キーワード

savic-net FX mini, FX, 小規模, CO₂ 管理, ビルディング・オートメーション・システム

エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）の改正により、小規模の建物においても省エネルギー・省 CO₂ が求められる時代が到来した。一方、既存システムも 1990 年代納入分を中心に更新時期を迎えており、更新需要も高まっている。この様な時代背景において、小規模建物における省エネ・省 CO₂ の要請に応え、既存システムの更新により省エネ・省 CO₂ を促進するため、CO₂ 管理を支援する小規模建物向けビルディング・オートメーション・システム savic-netTM FX mini を開発したので、その概要を紹介する。

As a result of the revision of Japan's energy conservation law (Act on the Rational Use of Energy), energy conservation and CO₂ reduction will be required even of small-scale buildings. Moreover, since the replacement period for our products that were launched in 1990 has arrived, there is an increasing replacement demand. Against this backdrop, we have developed "savic-netTM FX mini," a system that calculates and reduces energy consumption and CO₂ emissions and is swappable with existing models, allowing us to meet the demand for energy savings and CO₂ reduction for small buildings. This paper summarizes the development of the system.

1. はじめに

省エネ法の改正により、2009 年 4 月から従来のエネルギー指定管理工場ごとの規制に加え、事業者単位（企業）での総量管理と消費エネルギーの原単位の削減も求められることとなった。

この法律改正に対応するために、中・大規模ビルにおいては BEMS (Building and Energy Management System) の機能強化によりエネルギー・CO₂ 排出量管理が可能となるが、設備投資の厳しい小規模ビルにおいては、ビルごとに BEMS を入れることは難しい。そのため、小規模ビルでは BEMS 機能を内蔵し、設備監視からエネルギー使用量・CO₂ 排出量の管理、削減まで実現できるオールインワンのシステムが望まれている。また、複数の小規模ビルをまとめてエネルギー管理したいという要求もある。

一方、既存システムも 1990 年代納入分を中心に更新時期を迎えており、更新需要も高まっている。

この様な時代背景において、小規模建物における省エネ・省 CO₂ の要請に応え、既存システムの更新により省エネ・省 CO₂ を促進するため、CO₂ 管理を支援す

る小規模建物向けビルディング・オートメーション・システム savic-net FX mini を開発した。

savic-net FX mini は、

- ①エネルギー・CO₂ の見える化
- ②簡単監視・簡単操作
- ③簡単更新・簡単システム拡張

の 3 つのコンセプトに加え、高品質を達成する取り組みを実施している。その概要を紹介する。

2. savic-net FX mini の概要

savic-net FX mini は、延床面積 10,000m² 規模（管理点数 500 点）の建物を対象とした中央監視装置であり、図 1 のシステム構成例のように空調機コントローラや熱源コントローラをはじめとした各種機器が接続・監視可能である。メインの監視装置である SCSmini (System Core Server mini) には Web サーバを搭載しており、監視用パソコンの Web ブラウザを利用して設備監視を行うことができる。

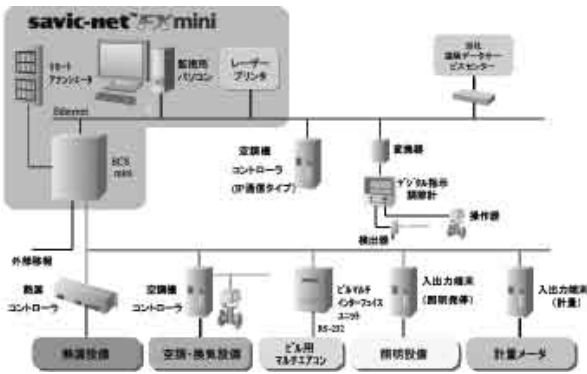


図1.savic-net FX mini システム構成例

機能面では、表1に示すように警報監視などの中央監視装置に求められる機能はもちろん、各種装置の運転状態を把握するのに十分な監視機能を装備しており、空調や電気に関わる範囲で各種制御機能も有している。また改正省エネ法に対応すべく、省エネ・省CO₂のためのエネルギー管理機能も充実している。それらのオペレータインターフェースとして豊富な画面(図2)も提供している。

表1. savic-net FX mini 機能一覧

機能	項目	機能概要	
システム	Web機能	Webブラウザによる基本操作と監視	
管理点数	実ポイント:500点	実入出力ありの最大監視ポイント数	
監視	ソフトウェア	発停・設定操作	運転/停止、温度設定、モード切替等の操作、状態の表示
	アラーム	アラーム発生	故障機器の点検表示、プザー鳴動
	アナログ	アナログの計測値	温度センサーの計測値の監視
	計算	計算の計測値	電力量、熱量などメータの計測値の監視
	アクセス	アクセスレベル管理	「表示のみ」表示+操作」性、監視レベルのパスワード設定
	グラフ	ポイントグラフ表示	グラフィック画面でのポイント状態表示
	編集	ポイントグラフ編集	ポイントグラフ上の表示位置・背景面の編集
	一覧	ポイント一覧表示	ポイント種別で一覧表示
	監視	計測値上下限・偏差監視	上下範囲範囲から外れたら計測値の監視(警報発報)
	監視	運転時間・投入回数計算	機器の運転時間、投入回数管理
	監視	連続運転時間監視	給排水ポンプなど連続運転時間を監視、超過時は警報発報
	外部	外部移機	警報発生時に一括警報を挿入番号で出力
外部	警報E-mail通知	発生警報のE-mailによる通知	
制御	共通	カレンダー制御	平日、休日、特別日1、特別日2のカレンダー情報を管理
	共通	タイムプログラム制御	機器の運転スケジュール制御
	共通	イベントプログラム	設備機器間の運転運転/停止制御
	空調	数値演算	計測点や演算点の四則演算(+、-、x、÷)結果の出力
	空調	論理演算	運転状態点、計測点の論理演算(AND、OR)結果の出力
	空調	季節切替制御	空調・熱源制御用季節モードの年間スケジュール制御
	空調	設定値スケジュール制御	室温設定値の年間スケジュール制御
	空調	空調機最速起動停止制御	空調機立ち上り時のウォーミングアップ時間短縮と早めの停止制御
	空調	熱源最速起動停止制御	空調機最速起動停止と連携した熱源機運転停止制御
	空調	新風運転制御	室内温度が維持できる目標範囲内で空調機間欠運転制御
空調	外気冷房制御	室内と外気を比較して、外気冷房有効/無効の判断制御	
受電	停電処理	停電時の警報抑制、復電時の復旧処理	
	電力デマンド制御・履歴	目標デマンド値の超過抑制(停止、インバータ出力の絞り)制御	
	力率改善制御	力率低下の改善(逐相コンデンサの投入/逐断)制御	
防災	自家発負荷配分制御	自家発負荷余裕時の優先機優先運転/停止制御	
	火災処理	空調・換気設備などの停止、復旧処理	
データ管理	システム履歴	警報、状態変化、操作設定の履歴を管理	
	96時間データ表示・蓄積	全点、過去96時間分のデータを蓄積	
	96時間データ出力	全点、過去96時間分のデータをCSV形式でファイル出力	
	ファンポイントトレンド表示	ポイントごとに蓄積データをトレンド/バーグラフで表示	
	1分マルチトレンド表示	温度設定と計測値など1分蓄積データを同時に6点まで表示	
	日半年報表示・蓄積・出力	日半年報データを蓄積、CSV形式でファイル出力	
	日半年報印刷	日・月・年報を標準形式で印刷(プリンタ、PDFファイル蓄積)	
	エネルギー・CO ₂ 換算	発熱量・原油換算値・CO ₂ 排出量に換算する係数を管理	
	使用量演算	エネルギー種別ごとにエネルギー使用量を加減算処理	
	エネルギー・CO ₂ 総量演算	複数のエネルギー使用量を、発熱量などに換算して合計	

エネルギー管理機能を用いてエネルギー使用量・CO₂排出量を把握した後は、エネルギー使用量・CO₂排出量を削減していくことになる。savic-net FX miniではsavic-net FXのもつ豊富な省エネメニュー(表2)を利用できるようにした。それにより、オフィスビルはもちろんのこと、商業ビル、病院、工場、学校など建物の特性に応じてメニューを組み合わせてエネルギー使用量・CO₂排出量を削減することが可能である。

表2. 豊富な省エネメニュー

電気・床下設備の省エネ	空調機設備の省エネ	空調/水循環設備の省エネ	室内環境による省エネ
<ul style="list-style-type: none"> 電力デマンド制御 力率改善制御 閉鎖全灯/半灯タイムプログラム制御 	<ul style="list-style-type: none"> 熱源機台数制御 熱源機最速起動停止制御 送水温度設定制御 冷却水流量制御 フリークーリング制御 蓄熱調整運転制御 	<ul style="list-style-type: none"> 換気ポンプ台数制御 指定末端圧制御 流量計測制御電圧付アクティブバルブによる空調機エネルギー消費制御(インテリジェントバルブ) 空調機変風量(VAV)制御 ファン回転数制御 給気温度ロードリセット制御 宴会場換気ファンCO₂濃度制御 恒温恒湿制御 	<ul style="list-style-type: none"> タイムプログラム制御 空調機最速起動停止制御 外気冷房制御 新風運転制御 自然換気制御 最小外気吸入率制御(CO₂濃度制御) ゼロエネルギー/レンド制御 設定値スケジュール制御 宴会場換気ファンCO₂濃度制御 恒温恒湿制御



図2. 豊富な画面群

3. エネルギー・CO₂の見える化

省エネ法、地球温暖化対策の推進に関する法律(温対法)の改正に伴い、ビル全体のエネルギー使用量を把握し、省エネ・省CO₂活動を実施する必要がある。savic-net FX miniではエネルギー・CO₂を見える化し、ビル全体のエネルギー使用量・CO₂排出量を容易に把握できる機能を提供している。

(1) エネルギー・CO₂の見える化

省エネ・省CO₂活動は以下の作業を繰り返し実施することでエネルギー使用量・CO₂排出量を削減していく活動である。

- ①エネルギー使用量、CO₂排出量の把握
- ②対策の実施
- ③対策結果の評価

①のエネルギー使用量、CO₂排出量の把握では、エネルギー使用量、CO₂排出量を見たいときにすぐに、容易に把握できることが重要である。

エネルギー使用量、CO₂排出量をすぐに見えるようにするため、図3のようにオペレータが常時見ている監視画面からワンクリックで現在の電力量をグラフ表示できるようにしている。また、データシート形式で見たい場合にも対応するため、ワンクリックで日月年報を表示できるようにしている。

エネルギー使用量、CO₂排出量を容易に把握できるようにするために、グラフの表現力を高めている。図4のように電力量のグラフ表示からワンクリックでエネルギー使用量、CO₂排出量、原油換算量へのグラフに切替ができ、また、今月の使用量や今年の使用量を容易に把握できるように累計値もグラフ表示している。

このようにして把握した結果を元に対策②を実施する。その後、③の対策結果を評価する際にも、対策結果を容易に把握できるように、グラフ上で過去データとの比較表示を出来るようにしており、さらに図4のように比較結果をグラフ上に分かりやすく表示している。

一方、複数の電力量の情報をまとめて見たい場合や、電力量とCO₂排出量、エネルギー使用量、原油換算量の推移をまとめて見たい場合もある。その際には、図5のようにデータシート形式の日月年報表示で見ることできる。この日月年報の画面は後述するヒストリカルツールを利用して、帳票形式で印刷して管理することもできる。



図3. 監視画面からのグラフ・日月年報表示

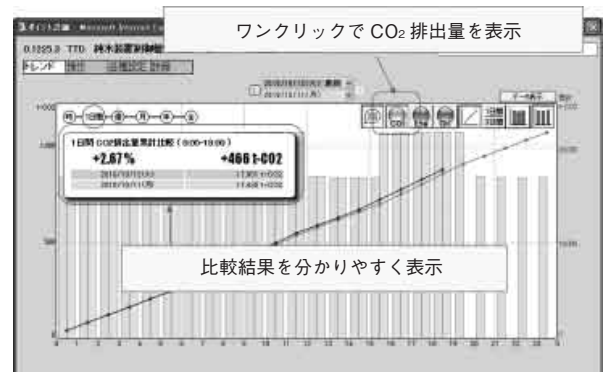


図4. トレンドグラフの比較表示

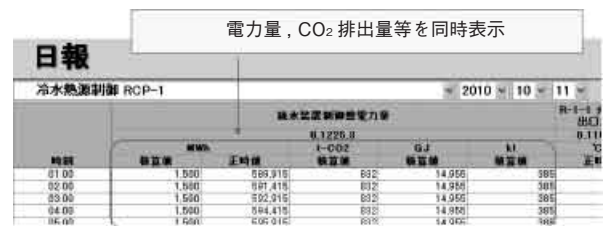


図5. 日月年報のCO₂排出量等の同時表示

(2) ビル全体のエネルギー使用量の算出

省エネ法、温対法の改正に伴い、ビル全体のエネルギー使用量・CO₂排出量(総量)を把握する必要がある。その算出方法を説明する。

まず総量を演算する前段階として、savic-net FX miniはビルで使用した燃料、熱、ガス、電気などの各種メータのエネルギー使用量を管理点としてシステムに取り込む。メータからのデータ取込みができないシステムについては、手入力エネルギーデータをシステムに投入することも可能である。取り込まれたエネルギー使用量は、システム内でデータ蓄積され、エネルギー・CO₂換算機能(図6)によりエネルギー換算値、CO₂換算値、原油換算量に変換される。さらに、エネルギー・CO₂総量管理機能(図7)で、ビル全体の総量または該当系統ごとに集計される。これらの値は前述のトレンドグラフや日月年報でリアルタイムに画面表示可能であり、総量または該当系統におけるエネルギー使用量の経緯を随時、的確に把握できる。

演算結果の用途としては、エネルギー消費量を的確に把握するだけでなく、原油換算値であれば省エネ法対応の報告書作成に利用することができ、CO₂換算値であれば温対法や東京都の東京都環境確保条例の報告書作成に利用することができる。

なお、総量データの算出方法として、単純に各メータの合計値として算出することも可能ではあるが、電力量に関しては夜間の買電(22時～8時)は昼間買電(8時～22時)よりも省エネ法対応上の一次エネルギー換算係数が低く設定されているのに対応し、同じメータからの入力であっても時間帯別に分別できる機能も装備した。また、同一建物内であっても、テナント分と共用分を切り分けるなどのニーズにも柔軟に対応される様、メータ入力同士の減算にも対応した(例えば受電電力量計とテナント分の電力量計が設置されている場合、受電分からテナント分を引けば、共用部の電力量を計算できる)。これにより、より正確かつ厳密なエネルギー管理が可能である。



図 6. エネルギー・CO₂換算設定画面



図 7. エネルギー・CO₂総量演算設定画面

4. 簡単操作・簡単監視

小規模ビルでは非専任オペレータが操作することが多いと想定されるため、オペレータが直感的に簡単に操作できる必要がある。

そのため、savic-net FX miniでは設備の状態を簡単

に監視、操作できるシンプルで分かりやすい監視機能と、設備の動作履歴やエネルギー使用量・CO₂排出量等を簡単に印刷したり、長期データ蓄積ができるデータ管理機能を提供している。

(1) 簡単監視のソフトウェアアナナシエータ

設備の状態を簡単に監視、操作できる基本機能がソフトウェアアナナシエータ機能である。

ソフトウェアアナナシエータでは、1つの設備の状態を1つのボタンで表現し、それを複数並べて表示する。高齢の管理者や離れた場所からでも一目で把握できるように、ボタン全体の色を変化させて設備の状態を表現している(従来システムはボタン内の一部の色のみ変化していた)。

ボタンをクリックすることで操作画面やトレンドグラフ画面を表示でき、設備の発停操作やエネルギー使用量、CO₂排出量の把握が簡単に行える。また、オペレータが自由に設備をグループ化したり、ボタンの配置も設定できるため、オペレータ自身で監視しやすい画面を構築することができる。



図 8. ソフトウェアアナナシエータ画面

設備の運転状態は、文字(運転/停止)と背景色の変化で分かりやすく表示し、警報発生時には背景色が点滅するとともにブザーが鳴動することで直感的に異常が起きたことが分かるようにしている。

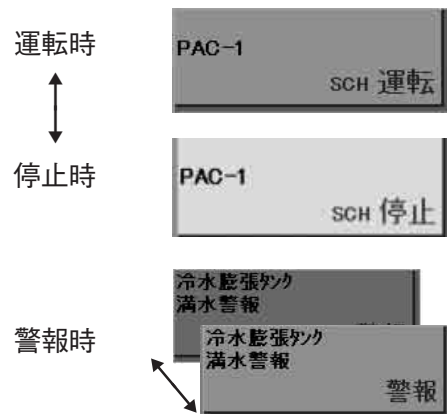


図 9. ソフトウェアアナナシエータの表示

(2) グラフィカル監視のポイントグラフ

設備の状態を平面図/断面図/系統図など、グラフィック形式で表示して監視、操作を行うのがポイントグラフ機能である。

ポイントグラフでは、前述のソフトウェアアナシエータと同様に、設備の状態を高齢の管理者や離れた場所からでも一目で把握できるように、色や表現方法を工夫している。

ポイントグラフを構成している絵・文字・線などのパーツは静止画と動画の2つに分類される。動画は設備の運転状態や設定値、計測値、積算値といったシステムが監視している設備の状態を表す管理点動画と、他のグラフに遷移するためのリンク動画に分かれる。部屋レイアウトや空調機シンボル、空調機名称などは静止画となる。

上位機種の savic-net FX では空調機シンボルなども管理点動画として定義可能だが、savic-net FX mini では設備の状態をより分かりやすく表現するために、管理点動画を統一している。具体的には、図 10 のように、形状を四角で統一し、さらに静止画とコントラストをつけることで、静止画上で管理点動画を目立たせ、設備の状態を一目で把握できるようにしている。

ソフトウェアアナシエータとポイントグラフを併用して監視する場合や、ソフトウェアアナシエータからポイントグラフに監視方法を切り替える場合も想定される。その際にもオペレータが戸惑うことなく簡単に監視できるようにするため、管理点動画の色とクリック時の動作はソフトウェアアナシエータと共通化している。

部屋の間仕切りの変更や、テナントの入れ替えによる名称変更などにも対応できるように、静止画や動画は専用のエンジニアリングツール(ポイントグラフジェネレータ)を使ってオペレータが自由に変更することができ、オペレータ自身で監視しやすい画面を構築することができる。



図 10. ポイントグラフ画面

このポイントグラフジェネレータは、上位機種の savic-net FX 用のツールと操作方法を共通化しており、

savic-net FX のツールに慣れた人であれば、マニュアルを見なくても作業できるようにしている。さらに動画の位置を分かりやすく表示するイメージ表示機能や、設定項目をできるだけ少なくする等の工夫を行っており、オペレータが簡単に操作できるようにしている。



図 11. ポイントグラフジェネレータ

(3) 長期データ蓄積と汎用ファイル出力

SCSmini には 96 時間分の 1 分データや最大 10 年分の日月年報データを蓄積している。それ以上の長期データを蓄積したり、CSV ファイルや PDF ファイルといった汎用ファイルへの出力、及び紙への印刷をするためにはパソコン上で動作する専用のツール(ヒストリカルツール)を利用する。

ヒストリカルツールは SCSmini 本体からパソコンにダウンロードでき、設定情報も自動作成するためダウンロード後、すぐに利用できる。

ヒストリカルツールは SCSmini が蓄積している設備の動作履歴や 1 分データ、日月年報データなどのデータをパソコンに取りだし、CSV ファイル、PDF ファイルでデータ出力したり、紙に印刷することができる。さらに、自動設定をすることで自動的にパソコン上で動作し、オペレータが何も操作しなくても、毎日、自動的に日報を印刷したり、CSV ファイル、PDF ファイルでデータ出力することができる。出力されたデータはハードディスクに保存されるため、ハードディスク容量の制限内で長期間のデータ蓄積が可能である。

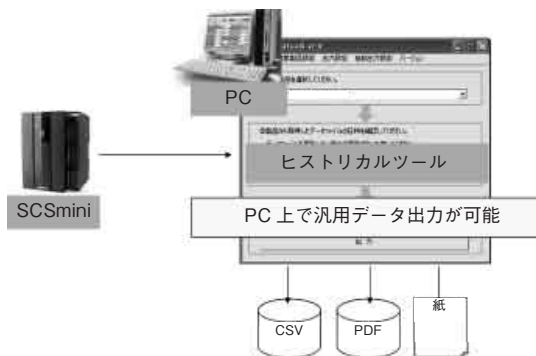


図 12. ヒストリカルツール

図 13. 日報印刷

5. 簡単更新・簡単システム拡張

既存システムからの更新では、低コストで簡単に短時間で更新できることが重要である。

そのため、savic-net FX mini では一部の既存システムのハードウェア資産を再利用可能としており、低コストで簡単に短時間で更新するための機能を提供している。また、更新の付加価値として、柔軟な拡張性も実現している。

(1) ハードウェア資産の再利用

既存システムでリモートアンサンシエータを使用している場合に、リモートアンサンシエータと幹線はそのまま、SCSmini に差し替えるだけで継続して利用可能としている。また、新規に savic-net FX 用のリモートアンサンシエータに更新したい場合にも対応している。このリモートアンサンシエータの再利用機能により、使い慣れた既存システムのハードウェア資産をそのまま継続利用でき、更新時間の短縮と更新コストを低減することができる。

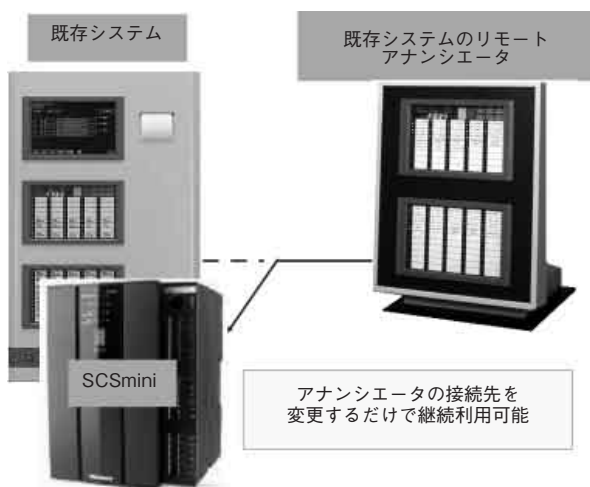


図 14. リモートアンサンシエータの再利用

(2) 既存システムの設定データの自動変換

既存システムから簡単に短時間で更新ができるよう

に、既存システムの設定データを savic-net FX mini 用に自動変換することができる。さらに自動変換が難しい情報は帳票出しする機能も用意している。それにより既存システムの設定内容を確実に savic-net FX mini に引き継ぐことができる。

(3) savic-net FX への接続性・拡張性

savic-net FX mini は 2 章で述べた単体の構成だけでなく、savic-net FX への柔軟な接続性と拡張性を持っている。例えば、複数の小規模ビルに savic-net FX mini を設置し、それらをまとめて管理ビルの savic-net FX で管理することも可能である。また、savic-net FX mini で納入した後に管理点数が増えて savic-net FX mini で収まりきらなくなった場合も、SCSmini を MIS (Management Integration Server) + SCS (System Core Server) に更新することで、それ以外の設備は変更せずに拡張可能である。

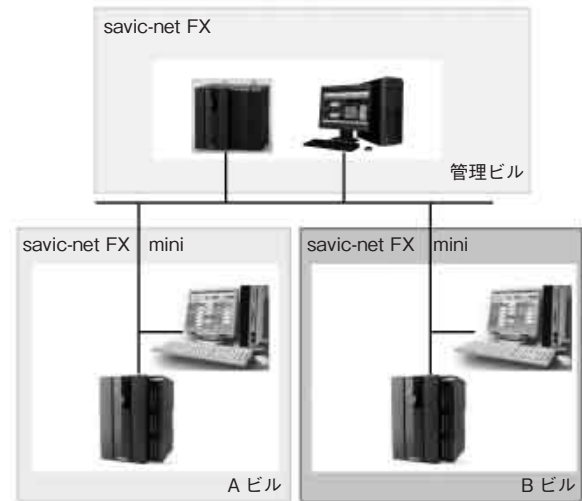


図 15. savic-net FX システムへの接続例

(4) CO₂ マネジメントシステムへの接続性

複数の小規模ビルをまとめてエネルギー管理するには、CO₂ マネジメントシステム（事業者全体の温室効果ガス排出量やエネルギー消費量の総量把握・管理を支援する当社山武のインターネット ASP（アプリケーション・サービス・プロバイダ）サービスを利用することができる。CO₂ マネジメントシステムでは小規模ビルに設置されている savic-net FX mini のデータを当社山武のデータセンターで収集し、インターネットを通じて、お客様のパソコンから、お客様が所有されている複数の小規模ビルのエネルギー使用量・CO₂ 排出量をまとめて管理することができる。

その CO₂ マネジメントシステムに低コストで簡単に接続するために、従来の接続方式では小規模ビル側に専用のデータ収集 PC を設置し、その PC を介してデータセンターに接続していた。savic-net FX mini ではデータ収集 PC を設置せずに直接データセンターと接続で

きるようにしている。この接続機能はCO₂マネジメントシステムのエネルギーデータ自動収集端末機「CO₂モニタリングターミナル」にも活かされている。

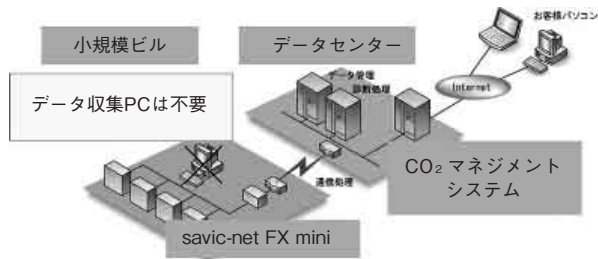


図 16. CO₂ マネジメントシステム接続



図 17. プロジェクト管理ツールで一元管理

6. 高品質

近年、品質への要求は高まり続けている。特に小規模ビルは常駐管理者がない場合もあり、竣工後にシステムに問題が発生すると気づくのが遅れる可能性があるため、従来製品以上の高品質が求められる。そのため、製品開発時から「開発プロセスを改善することで品質を向上させる」という方針のもと従来の開発プロセスを改善して、開発の上流工程から品質を向上する取り組みを実施している。

また、小規模ビルでは中・大規模ビルに比べて、システムの更新、新規立ち上げに与えられる期間はかなり短い。そのため短期間で品質良く立ち上げができる必要がある。そのための取り組みも実施している。

(1) 開発プロセスの見える化による品質向上

開発プロジェクトでは、開発部門以外にもマーケティング部門や営業、製造、エンジニアリング部門など様々な部門の人がプロジェクトに参加している。そのようなプロジェクトで各部門ごとに作業計画を立て進捗管理を行うと、他部門との連携が必要な作業で待ちが発生し進捗が遅れるなど、開発の最終段階で対応に追われることがある。Savic-net FX miniの開発プロジェクトでは、開発に入る前に全部門の作業をプロセスとして定義し、プロジェクト管理ツールで全部門のプロセスを一元管理している。開発の全プロセスを見える化することで、プロジェクトに参加している全員が開発の全プロセスを把握できるようになった。その効果として、他部門のプロセスに関しても問題点を指摘し合えるようになり、部門間の連携が強化されている。また、部門をまたがったクリティカルパスを洗い出し対策を取ることで、開発の最終段階で無理することなく、納期を守ることに成功し、高品質も達成している。

(2) 仕様品質の見える化による仕様品質の向上

高品質を達成するためには、上流工程である仕様の品質を上げることが重要である。しかし、仕様の品質は個人の感覚に依存することが多く、明確な基準を示すのが難しかった。そこで仕様品質を見える化する取り組みを行い、基準以上のレベルを確保しなければ次工程に進めないようにした。具体的には、仕様レビューの場で参加者全員がレビューした仕様書に対して100点満点で点数を付け、基準点以上確保することを完了基準とした。それにより、仕様品質の底上げに成功するとともに、次工程以降の障害件数を大幅に減らすことに成功している。

(3) システム立ち上げ時の品質向上

システムの製造工程の工夫と、立ち上げに使用するエンジニアリングツールの改善により、短期間で品質の高いシステムを納入できるようにしている。

Savic-net FX miniを立ち上げるエンジニアリングツールはSavic-net FXを立ち上げるエンジニアリングツールと共通化しており、Savic-net FXのエンジニアリングツールに慣れた人であれば、簡単にマニュアルを見るだけで操作できるようにしている。さらにワンクリックでSCSminiを立ち上げる機能も追加し、エンジニアリングツールの表示、設定項目もSavic-net FX mini用に最適化することで、立ち上げ時間の短縮とヒューマンエラーの防止を実現している。

7. おわりに

Savic-net FX miniの開発は継続して実施しており、今後、さらなるエネルギー・CO₂の見える化、エネルギー・CO₂の削減機能を開発し、また簡単更新・簡単システム拡張のための開発、高品質への取り組みも実施していく。

<商標>

savic-net は、株式会社 山武の登録商標です。

<著者所属>

真木 義郎 ビルシステムカンパニー
 開発本部開発1部
 コントローラソフトウェア1グループ