

# 大阪ビジネスパークにおける EV/PHVを活用した電力供給 システムに関する技術実証

吉村 隆 Takashi Yoshimura  
中橋拓也 Takuya Nakahashi  
鈴木義康 Yoshiyasu Suzuki  
北村清之 Kiyoyuki Kitamura  
片桐正明 Masaaki Katagiri  
浜崎恵二 Keiji Hamasaki  
三神 敬 Takashi Mikami

キーワード V2X, V2B, EMS, スマートグリッド, ピークカット, 充放電料金, デマンドレスポンス, ダイナミックプライシング

## 概要



電力利用状況画面例

OBP V2Xプロジェクトは、経済産業省の次世代エネルギー技術実証事業で、電気自動車（EV）やプラグインハイブリッド車（PHV）を活用した電力供給システムに関する技術実証事業である。また、国内初である5台のEV・PHVが同時に充放電できる機器の開発やEV・PHVのバッテリーを活用して、ビルの負荷平準化や電力のピークカット、災害時などの停電発生時を想定した電力供給の有効性を検証する。

当社グループは、このプロジェクトで、EMS（Energy Management System）と予約・課金システムの2つを2013年度に受注・開発した。これらのシステムは2014年7月1日からの実証実験で運用されている。

## 1 まえがき

当社グループは、大阪城公園に隣接し、水と緑に囲まれ、自然環境に恵まれたビジネス街である大阪ビジネスパーク（OBP）で実証が進められている「V2Xプロジェクト」に参画し、技術実証試験をスタートした。

OBP V2Xプロジェクトは、経済産業省の次世代エネルギー技術実証事業で、電気自動車（EV）やプラグインハイブリッド車（PHV）を活用した電力供給システムに関する技術実証事業である。また、国内初である5台のEV・PHVが同時に充放電できる機器の開発やEV・PHVのバッテリーを活用して、ビルの負荷平準化や電力のピークカット、災害時などの停電発生時を想定した電力供給の有効性を検証する。

「V2X」はVehicle to Xの略称で、Vehicleは自動車、Xはオフィスビルやマンションを示し、これらへ使用用途が広がることを意味する。

このプロジェクトは総合不動産会社であるMID都市開発(株)をリーダーとし、(株)日建設計総合研究所・(株)竹中工務店・関西電力(株)・(株)アイケイエス・大阪ビジネスパーク開発協議会が参画している。

本稿では、当社グループが2013年度に受注・開発した本プロジェクトのEMS（Energy Management System）と予約・課金システムを紹介する。

## 2 プロジェクト概要

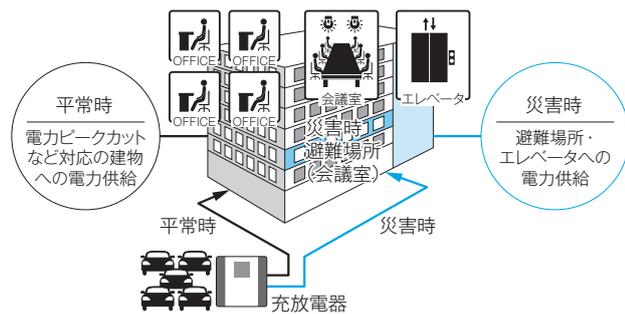
第1図にプロジェクト概要図を示す。ビルへEV

充放電器やEMS, 予約・課金システムを導入し, EV・PHVのバッテリーをビルの電源として活用し, 平常時・災害時に対応可能な電力供給システムを構築する。第2図に技術実証システム概念図を示す。平常時にはビルの電力ピークカットのための電力供給を行う。

(1) EV・PHVへの充電料金・放電料金の単価を変動させ, 充電負荷の平準化を実施

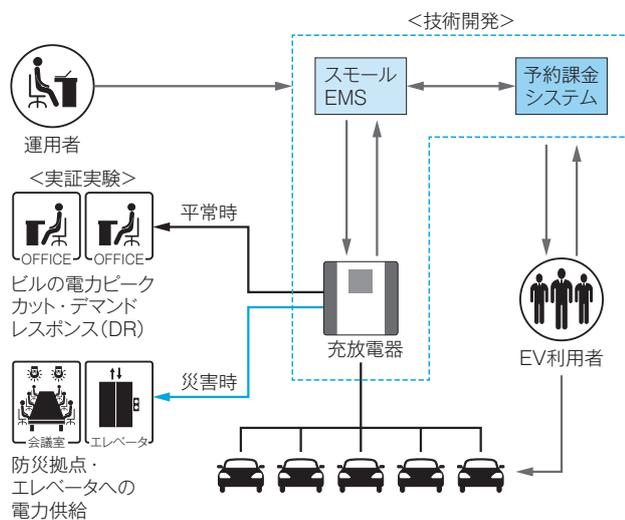
(2) 車両バッテリーを使用し, ビルの電力ピークカットを実施

災害時には, 避難場所・エレベータへの電力供給を行う。災害発生に伴う停電を想定し, 電力供給源を系統電力からEV・PHVのバッテリーに切り替え, ビル内の防災拠点やエレベータに電力供給を行い, その有効性を検証する。



第1図 プロジェクト概要図

平常時及び災害時に対応可能なシステムを構築する。



第2図 技術実証システム概念図

システム・機器と運業者・EV利用者との関係を示す。

今後, 実証実験を進める中で, 機器及びシステムの改善やビジネスモデルの検討を進め, 地域単位で最適なエネルギーマネジメントを実現できる仕組みの構築を目指す。

### 3 プロジェクトスケジュール

第1表にプロジェクトスケジュールを示す。本プロジェクトは2013年6月に採択され, EMS, 予約・課金システムとEV充放電システムを開発し, 2014年7月1日から技術実証試験を開始した。2015年度までの2年間で, データ収集・分析及びシステムの改良を進め, 地域単位での最適なEMSを実現できる仕組みを構築していく。

第1表 プロジェクトスケジュール

2014年7月から実証実験を開始した。

検討項目	2013年度	2014年度	2015年度
技術開発	(1) スモールEMSの開発 (2) EV充放電システムの開発 (3) 予約システム・課金システムの開発	開発・製作・設置	改良
実証実験	実験準備(関係者周知など) 電力・通信ネットワーク工事など		
■平常時		データ収集・分析	本格運用
(1) EV利用(充放電)			
(2) EV充放電予約・課金			
(3) EV充電の負荷平準化			
(4) ビルの電力ピークカット			
(5) アグリゲータ契約を準用したDR			
■災害時		データ収集・分析	本格運用
(1) 防災拠点などへの電力供給			
(2) エレベータへの電力供給			
分析評価			
EVを利用したDRの仕組み検討・効果検証			
(1) 開発技術の検証			
(2) DRシミュレーション			
(3) 経済波及効果などに関する考察			

## 1. 実証実験ビル内容



松下IMPビル 地上26階、地下2階  
・事務所／87% ・商業／7%  
・会議室／1% ・ホール／5%  
屋内駐車場  
・平面290台(うち機械駐車58台)

## 2. OBP概要

OBPとは？

- (1)水と緑に囲まれた豊かな自然環境、まとまった広場・公開空地を有する。
- (2)地区内に約2600台の駐車場。うち約1700台が社有車。
- (3)2012年1月 都市再生緊急整備地域に指定



・地区総面積	約26ha
・建築施設延床面積	約85万4千m <sup>2</sup>
・用途地域	商業地域400%
・就業者人口	約38,000人
・昼間人口	約100,000人

### 第3図 実証実験ビル内容とOBP概要

松下IMPビル（地上26階・地下2階）で実施した。

## 4 実証実験ビル、OBP概要

第3図に実証実験ビル内容とOBPの概要を示す。OBPは、水と緑に囲まれた豊かな自然環境、まとまった広場・公開空地を有する。地区内に約2600台の駐車場があり、その内約1700台が社有車である。また、2012年1月に都市再生緊急整備地域に指定されている。

OBP内にある松下IMPビルは、地上26階、地下2階、地下に290台の駐車場がある。

## 5 EMS, 予約・課金システムの開発

EMSは、ビルの電力消費量や移動中のEVの位置情報・バッテリー残量を監視し、EVの充放電を行うタイミングを指令することで、ビルの負荷平準化や電力のピークカットを行う。また災害などによる停電時にエレベータや照明・エアコンなどのビル内施設に電力を供給するもので、(株)明電舎・(株)明電エンジニアリングの2社で開発した。

予約・課金システムは、EV・PHVの充放電の予約管理や時間帯別充放電料金の設定と、これに従って課金する管理システムで、(株)明電舎・明電システムソリューション(株)・(株)明電エンジニアリングで開発した。

## 5.1 仕様書

### 5.1.1 システム概要

(1) EMS EV用EMSに機能を絞ったもので、ビルの電力デマンド・EVの情報・電池残量などを監視し、EV充放電のタイミングや電力ピークカットの指令を行う。

ピークカット放電時には、対象ビルの受電点電力計測値を既設電力監視システムから取り込み、システム運用者による電力目標値及びピーク時間帯の設定、ビルの負荷が電力目標値を超える場合のEV充放電器への放電指令をコントロールする。

また非常時には、運用者が供給指令をした構内電力系統や切り替え開閉器の状態などの情報を表示する。収集したデータはリアルタイムに保存され、帳票表示・グラフ化表示などが行える。

(2) 予約・課金システム EV充放電器利用のための予約システム及び利用時の充放電量と料金テーブルに従って課金するシステムである。課金システムは、ビルのピークカットのためのデマンドレスポンス(DR)及び電力会社とのアグリゲータ契約を準用したDRに対応できる。

予約・課金システムの画面は、全てWeb画面で実装する。EMS運用者やEV所有者は、パソコンもしくはスマートフォン・タブレットなどの携帯端末から、Webブラウザを使用して予約・課金システムにアクセスする。予約・課金システムで予約したEV充放電器を利用する場合は、EV充放電器に設置された操作タッチパネルとカードリーダーで予約認証を行った後に、EV充放電器で充電もしくは放電を行う。

### 5.1.2 機能仕様

(1) 一般機能

- 一覧表示形式監視機能
- グラフィック表示機能
- 警報監視・警報出力機能
- メッセージログ機能
- 日報・月報・年報機能
- 日報・月報グラフ機能
- トレンドグラフ機能
- 接点制御機能
- 数値設定機能

- (j) デマンド機能
- (k) ピークカット放電機能（デマンド監視連動）
- (l) システム監視機能
- (m) 各設定変更機能
- (2) V2X 機能
  - (a) 基本機能
    - (i) 料金表の設定 充電料金表及び放電料金表の設定ができ、季節別時間帯別の料金設定が可能
    - (ii) 電力目標値の設定 ピークカットを行うときの電力目標値の設定が可能
    - (iii) 充放電スタンドの予約 EV運用者がパソコン又はスマートフォンで充放電スタンドを予約
    - (iv) 手動の充電 充放電スタンドの表示パネルでEV運用者の認証をICカードなどで実施
      - ・充電ガンを接続し、開始ボタンを押すことで充電を実施
      - ・停止ボタンを押すことで充電が終了
    - (v) 手動の放電
      - ・充放電スタンドの表示パネルにEV運用者の認証をICカードなどで実施
      - ・充電ガンを接続し、開始ボタンを押すことで放電を実施
      - ・停止ボタンを押すことで放電が終了
    - (vi) 課金処理 充放電スタンドで充放電が行われたときに、時間帯別料金表を参照し、充放電料金を算出する。
  - (b) 平常時機能
    - (i) ピークカット 電力負荷が電力目標値を超えているときに、双方向PCS（Power Conversion System）及び充放電スタンドに放電指令を実施
    - (ii) スマート充電 充電負荷のスマート化（平準化）は、時間帯別料金表の設定で充電時間帯が分散化されることを期待
    - (iii) 電力会社のアグリゲータ契約を準用したDR 電力会社の需給ひっ迫が予想される日の前日に、EV運用者へ翌日のDR時間帯を提示し、翌日のDRの実施を依頼
    - (iv) ビル単体のDR ビル単体の電力需要超過が予想される日の前日に、EV運用者へ翌日のDR時間帯を提示し、翌日のDRの実施を依頼
    - (v) 電力会社とビル単体双方のDR 電力会社の需給ひっ迫及びビルの電力需要超過が予想される日の前日に、EV運用者へ翌日のDR時間帯を提示し、翌日のDRの実施を依頼
    - (vi) ダイナミックプライシング 翌日の料金表を一時的に変更することで、ダイナミックプライシングを実施
  - (c) 災害時機能
    - (i) 災害開始時
      - ・EMSのモードを手動で災害時モードに切り替え
      - ・ビル構内主回路を手動で災害時用に切り替え
      - ・EVを充放電スタンドに接続
      - ・画面上、手動で双方向PCSに自立運転を指令し、双方向PCSは負荷に追従して放電
    - (ii) 災害終了時
      - ・画面上、手動で双方向PCSに放電停止を指令
      - ・ビル構内主回路を手動で平常時用に切り戻し
      - ・EMSのモードを手動で平常時モードに切り替え
- (3) 画面仕様
 

EMSに以下の画面を実装した。

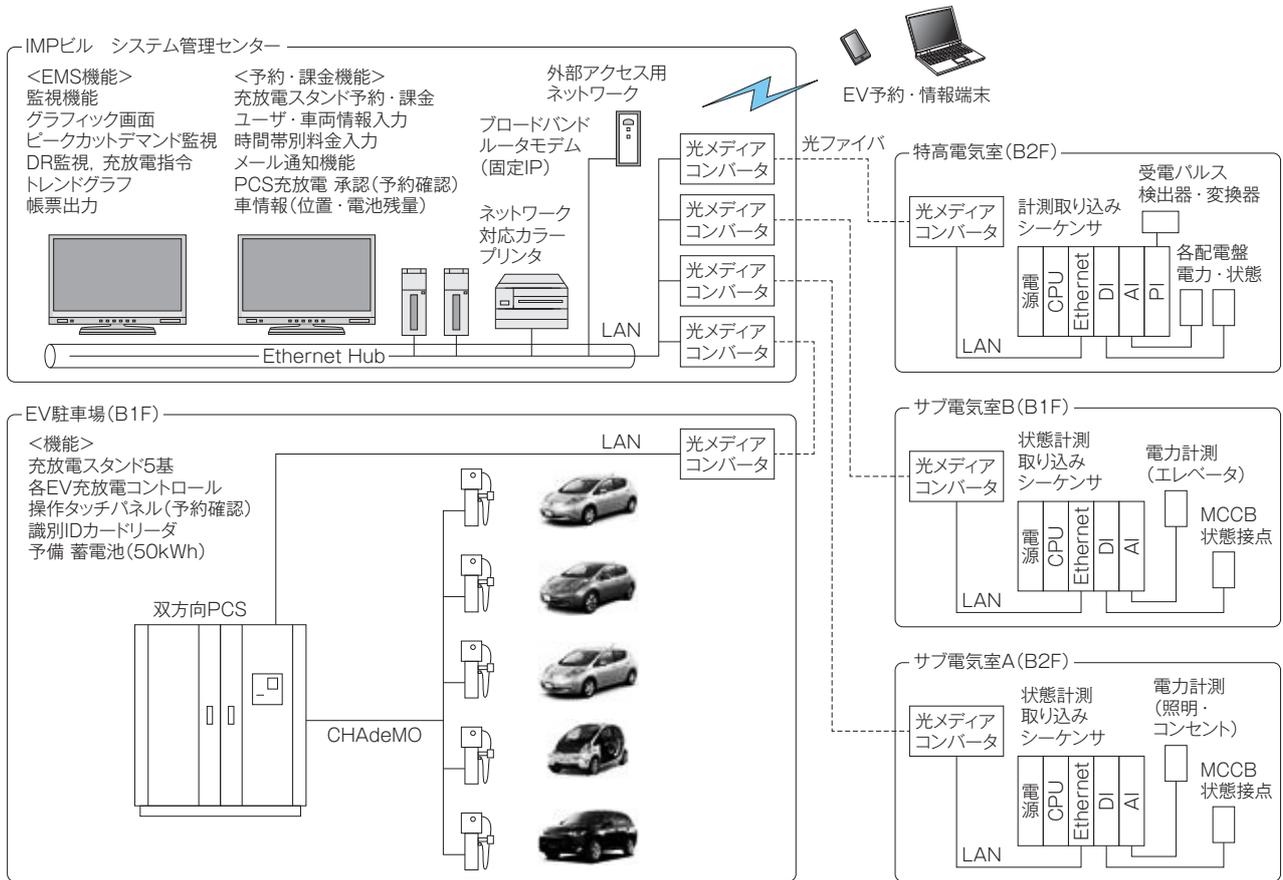
  - (a) システム画面（トップメニュー）
  - (b) 電力利用状況画面
  - (c) PCS詳細画面
  - (d) PCS・EV数値入力画面
  - (e) PCS・EV・システム操作画面
  - (f) 電源回路・単線接続図画面
  - (g) システム構成ブロック画面

また、予約・課金システムに以下の画面を実装した。

  - (a) ログイン画面
  - (b) EMS運用者メニュー画面
  - (c) ユーザ情報設定画面
  - (d) EV情報設定画面
  - (e) 料金設定画面
  - (f) 充電料金パターン設定画面
  - (g) 放電料金パターン設定画面
  - (h) EV所有者メニュー画面
  - (i) EVスタンド予約画面
  - (j) 予約課金実績画面
  - (k) EV情報画面

## 5.2 システム構成図

第4図にシステム構成図を示す。EV充放電器5台と双方向PCS 1台が接続，双方向PCSとEMS及び予約・課金システムが接続されている。特高電気室やサブ電気室の計測情報をEMSへ取り込んでいる。



第4図 システム構成図

ビルの管理センターにシステムを設置し，システムと充放電PCSを連携した。

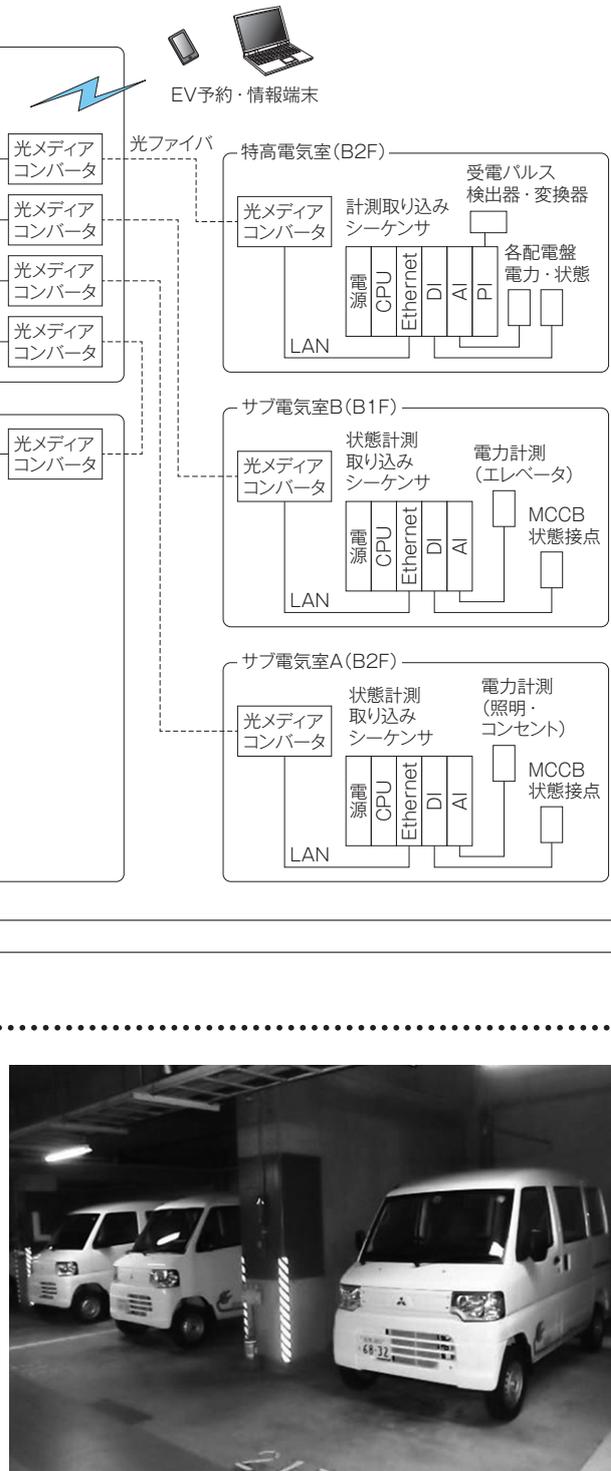


第5図 充放電PCSと日産リーフ

地下駐車場に設置した充放電PCS及び実験に使用している日産リーフを示す。

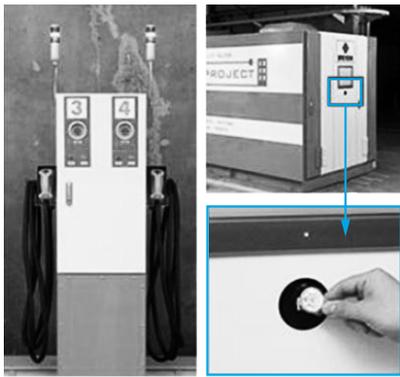
## 6 導入したEV・設備・システムの紹介

第5図に充放電PCSと日産リーフを，第6図に三菱MINICAB-MiEVを示す。実証には日産リーフを4台，三菱MINICAB-MiEVを3台導入している。



第6図 三菱MINICAB-MiEV

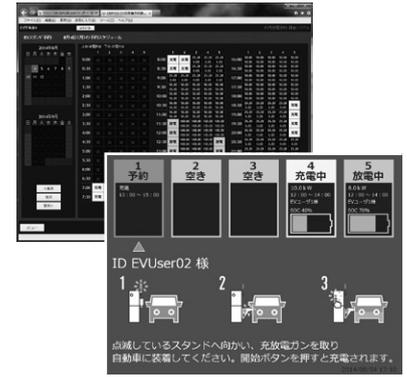
実験に使用している三菱MINICAB-MiEVを示す。



(a) 充放電器



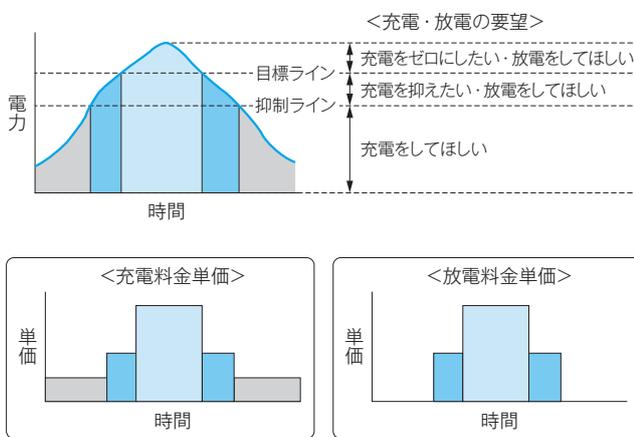
(b) スモールEMS



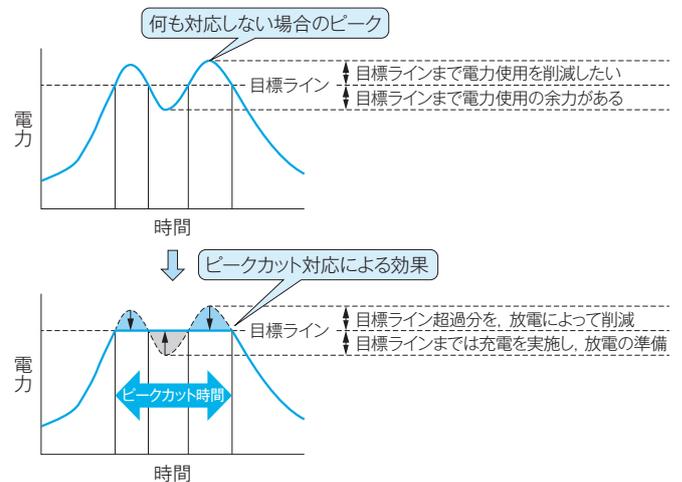
(c) 予約・課金システム

**第 7 図 EV 充放電器, スモールEMS, 予約・課金システム**

充放電器及びシステムの画面イメージを示す。



(a) ダイナミックプライシング(DP)



(b) EV固定接続(FIX)

**第 8 図 ビルの電力ピークカット方法**

ダイナミックプライシング方式とEV固定接続方式を示す。

- (a) ビルの電力状況に応じて、充電抑制・放電促進のために料金単価を変動
- (b) 電力の目標ラインに応じて、EVからの放電・充電を実施し、目標ラインを達成

る。第 7 図にEV 充放電器, スモールEMS, 予約・課金システムを示す。予約・課金システムで充放電を予約した後, 充放電器に認証コインをかざすと, 充放電ガンの使用方法などが表示される。EMSの電力利用状況画面には, ビルの受電電力やEV 充放電電力が表示される。

**7 実証実験概要**

**7.1 平常時の実験 (ビルの電力ピークカット)**

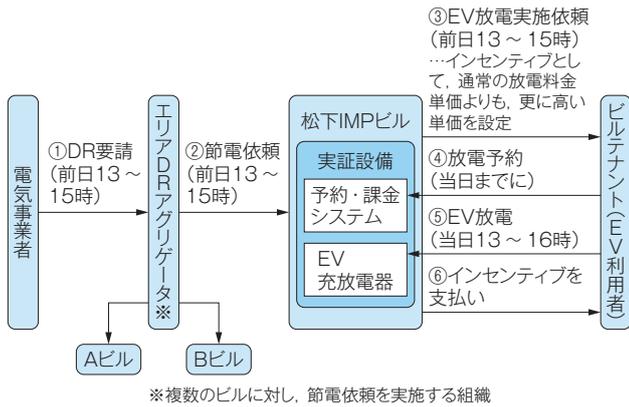
第 8 図にビルの電力ピークカット方法を示す。

**7.1.1 ダイナミックプライシング (DP)**

ビルの電力使用量が多い時間帯は高い充放電料金単価を設定し, また, 電力使用量が少ない時間帯は安い充放電料金単価を設定する。EVの充放電実施はEV運用者に任せるが, 電力ピーク時間帯の充電抑制・放電追加が促されることで, ピークカットが行われる。

**7.1.2 EV固定接続 (FIX)**

電力使用のピーク日にシステム運用者がEVを確保し, ビルの受電電力目標値を設定する。受電電力が目標値を超えないように, EMSからEVへ放電指令を出力することで, ピークカットを行う。



## 第9図 DRの業務フロー

前日に電気事業者からDR要請を受け、当日EVから放電する。

### 7.2 平常時の実験 (DR)

第9図にDRの業務フローを示す。電力会社の需給ひっ迫が予想されるときにDR要請を受け、通常の放電料金単価よりも更に高い単価を設定し、EV運用者へ放電実施依頼を発信することで、需給ひっ迫の緩和を促進する。

### 7.3 災害時の実験

災害発生に伴う停電を想定し、電力供給源を系統電力からEV・PHVのバッテリーに切り替え、ビル内の防災拠点やエレベータに電力を供給し、その有効性を検証する。

## 8 むすび

本技術実証の概要を紹介した。当社グループが開発を行ったEMSと予約・課金システムの仕様策定にあたっては、特にシステムの運用方法やEV運用者の行動想定、EVの特徴を把握することが重要で

あり、それぞれの利用シーンについて、ユースケースという形式で、プロジェクト関係各位に確認しながら進めた。その際、ご指導・ご協力いただいた方々に感謝の意を表する次第である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

### 《執筆者紹介》



**吉村 隆**  
Takashi Yoshimura  
MID 都市開発(株)



**中橋 拓也**  
Takuya Nakahashi  
MID 都市開発(株)



**鈴木 義康**  
Yoshiyasu Suzuki  
(株)日建設計総合研究所



**北村 清之**  
Kiyoyuki Kitamura  
システム事業企画部  
スマートEMSの企画・開発業務に従事



**片桐 正明**  
Masaaki Katagiri  
(株)明電エンジニアリング  
ICT関係の企画・開発に従事



**浜崎 恵二**  
Keiji Hamasaki  
(株)明電エンジニアリング  
スマートEMSの開発業務に従事



**三神 敬**  
Takashi Mikami  
明電システムソリューション(株)  
組み込みシステム及びWeb関連システムの開発に従事