

平成25年度次世代エネルギー・社会システム実証事業 成果報告

補助事業者名 : 国立大学法人 大阪大学 大学院工学研究科

協同申請者名 : 国立大学法人 東京大学 生産技術研究所

補助事業の名称 : II-2 蓄電複合システム等共通基盤技術国際標準化研究開発事業

蓄電池を用いたエネルギーマネジメントシステム性能評価モデルの開発

全体の事業期間 : 平成23年4月1日から平成27年3月10日

事業の目標・目的

本事業は蓄電池を活用したエネルギーマネジメントシステムの性能評価を行うためのシミュレーションモデルを開発する。モデルは図1に示す4つのサブモデルにより構成される。1)は個々の住宅・建物、街区、地域等多様な空間スケールで時系列の電力需要および分散型電源発電量を推計し、2)は蓄電池の動作とその運用を模擬する。3)は1), 2)によって決定される電力システムの需要に応じて街区/需要家単位の配電網電圧、電力システムの系統周波数および需給運用を推計する。蓄電池等の技術が普及した将来の評価を行う場合、未知の条件が多数存在することから、4)は製品普及や技術等に関するシナリオを作成し、NEDO等のロードマップ等との整合性を確保しつつ、モデルの計算条件を整備する。本モデルは新しいユースケースを実証する前段階のテストベッドとして利用が可能であり、また、実証試験の結果を補完する機能を有する。本モデルを用いて次世代エネルギー・社会システム事業において開発される蓄電池利用システムの導入効果を評価する。

事業全体イメージと分担

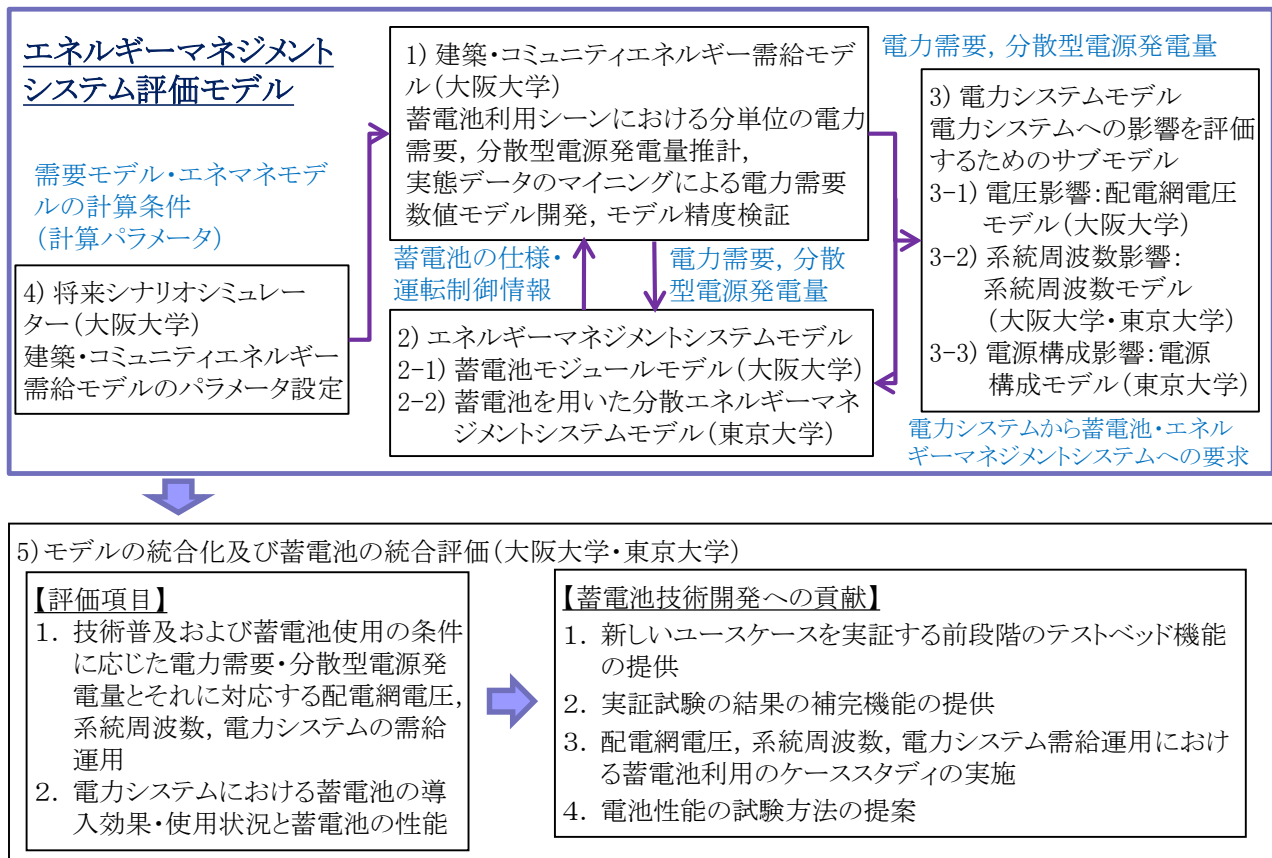


図1 エネルギーマネジメントシステム性能評価モデルの全体像

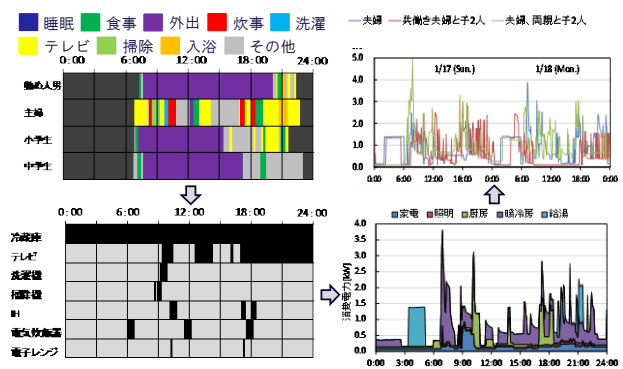
事業の概要

図1の1) ~3) のモデルを組み合わせにより、定量的な評価機能を提供することができる。また、4) のシミュレーターによって、次世代エネルギー・社会システム実証事業で行われている現在のエネルギー需要に対する蓄電池性能評価のみならず、各種省エネルギー技術、分散型電源技術が同時並行に普及した社会や、ライフスタイルや人口構成が変化した社会などを考慮して蓄電池の評価を行い、蓄電池技術開発、導入・普及への貢献が可能となる。図2に定量的な評価モデルによって得られる結果のイメージを示す。

定量評価モデルの機能

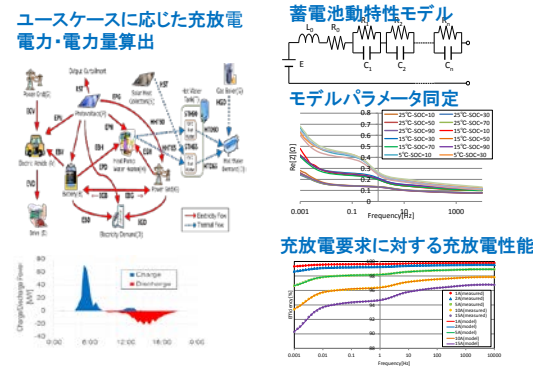
建築・コミュニティエネルギー需給モデル

生活行動⇒機器操作・機器稼動⇒電力需要・調整能力



エネルギーマネジメントシステムモデル

蓄電池充放電要求 ⇒ 充放電応答・性能



地域エネルギー需要
分散型電源発電電力・電力量

エネルギー需給
調整ニーズ

蓄電池性能
電力システムの性能

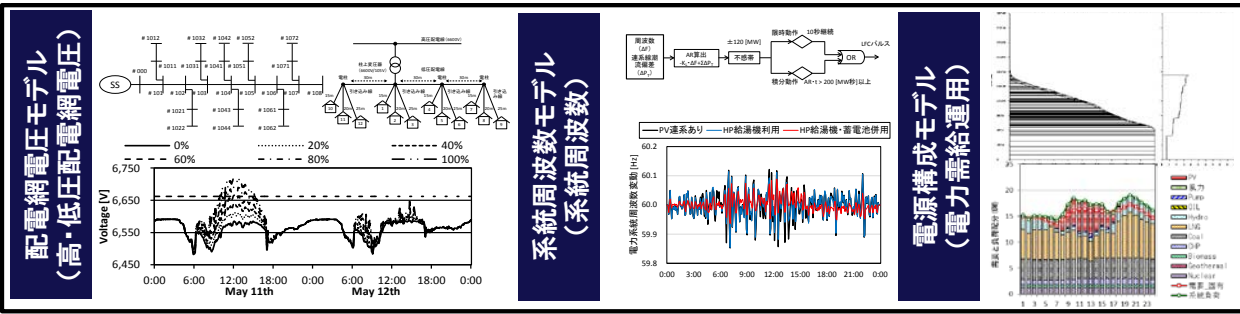


図1 エネルギーマネジメントシステム性能評価モデルの全体像

3分野のモデルで得られる定量的な評価によって、次のような機能が提供される。

- 建築・コミュニティエネルギー需給モデル，エネルギーマネジメントシステムモデルにより対象とする地域（コミュニティ・都市圏など）における電力需要，分散型電源発電量を算出し，電力システムモデルによってそれに対応する配電網電圧，系統周波数，需給運用を模擬することができる。
- PVの大量連系による電気事業法が定める電圧範囲の逸脱回避など，電力システムが満足しなければならない条件を想定することによって，電力需給の調整ニーズを推定することができる。
- 調整ニーズに対応する蓄電池や需要家可制御負荷の運用を決定し，それによる電力システム性能の向上の効果を評価することができる。加えて，蓄電池の充放電効率や劣化についても評価が可能である。

実証スケジュール

サブテーマ	H23	H24	H25	H26
1) 建築・コミュニティエネルギー需給モデルの開発	■	■	■	■
2-1) 蓄電池モジュールモデル	■	■	■	■
2-2) 分散エネルギーマネジメントシステムモデルの開発	■	■	■	■
3-1) 配電網電圧モデルの開発	■	■	■	■
3-2) 系統周波数モデルの開発	■	■	■	■
3-3) 電源構成モデルの開発	■	■	■	■
4) 将来シナリオシミュレーターの開発	■	■	■	■
5) 統合モデルによる評価および国際標準化への貢献	■	■	■	■

平成23年度までの成果

上記4つのサブモデルを開発した。また，開発の対象となるエネルギー消費量，蓄電池性能，電力システム，技術普及動向などに関する情報の収集，実験・実測を行い，モデル検証用データ，モデルの入力条件として整備した。加えて，収集した情報，データに基づいて開発課題を抽出した。

平成24年度までの成果

- 1) 建築・コミュニティエネルギー需給モデルでは、電力需要、分散型電源発電量の挙動を決定付ける因子を特定し、時系列のエネルギー需要の変動、世帯・建物間の差異、空間スケールの拡大に伴う需要の重ね合わせなど、エネルギー需要をモデル上で表現するために必要となる仕様を明らかにした。また、モデルの基本形を完成し、モデルの精度検証を実施した。
- 2) エネルギーシステムマネジメントモデルでは、蓄電池仕様評価手法を確立し、蓄電池サンプルの仕様を特定した。加えて、住宅需要家の経済性を考慮して蓄電池の運用最適化を行う方法論を確立し、ケーススタディを通してその適用可能性を確認した。
- 3) 電力システムモデルでは、街区/需要家単位の配電網電圧、電力システムの系統周波数、需給運用を模擬する電力システムモデルの基本形の開発を完了した。
- 4) 将来シナリオシミュレーターの基本形の開発を完了した。加えて、分散型電源、蓄電池、住宅エネルギーマネジメントシステムの普及状況、各種エネルギー需要決定要因の実態と将来動向について調査し、シミュレーターやデータベースとして将来シナリオシミュレーターに統合化した。

平成25年度の成果

- 1) 建築・コミュニティエネルギー需給モデルの入力条件、エネルギー需要を推計するための入力データベースを整備した。また、業務施設を対象とするエネルギー需要推計計算機能を追加開発し、昨年度までに開発したモデルと統合し、ソフトウェア化した。
- 2) エネルギーシステムマネジメントモデルでは、2種のサブモデル開発を進め、開発を完了した。
 - 2-1) 蓄電池モジュールモデルでは、電池容量を基準とした単位量でのモデル化を行うことで、小電流から大電流までに対応した蓄電モジュールの評価・検討を可能にし、単位化表現を行うことで実験データのベンチマーク化を実現した。また、構築した充放電動作のベンチマークケースに従い、充放電過渡応答特性を評価し、解析結果の妥当性を評価した。さらに、蓄電装置の要素モデルを作成し、蓄電装置としてのシミュレーションモデル構築のための基礎データを取得した。
 - 2-2) サブテーマ1)との統合的運用を行うため、計算速度の向上を実現した。また、サブテーマ3-3)より得られる電力システムの需給運用に基づく電気料金のデータとの連携を行うため、モデルの入出力ファイルのフォーマットや、入出力データの仕様を修正した。
- 3) 電力システムモデルでは、3種のサブモデル開発を完了し、モデルを統合した評価の準備を進めた。
 - 3-1) 街区/需要家単位の配電網電圧を推計する配電網電圧モデルでは、PV連系に伴う電圧上昇の生じやすい住宅エリアを対象に自動電圧調整機器を考慮できるようモデルを改良した。加えて、2-1)で開発している正弦波入力時の充放電効率評価手法を拡張し、充放電損失の評価手法を開発した。この手法は配電網内の住宅需要家の蓄電池充放電出力を念頭に正弦波以外の出力を可能にするものであり、開発手法を用いて様々な充電電流や変動周期の充放電パターンに対応する蓄電池の充放電損失特性を評価した。
 - 3-2) 関西電力管内を対象として系統周波数制御を模擬するモデルの開発を終了した。有識者から開発したモデルのレビューを受け、妥当性を確認した。可制御負荷として家庭用ヒートポンプ給湯機、蓄電池を設定し、可制御負荷の周波数制御への適用効果を評価した。なお、可制御負荷の推計にはサブテーマ1)の建築・コミュニティエネルギー需給モデルを用いた。
 - 3-3) 電力システムの需給運用モデルとして、関西電力管内を対象に、蓄電池導入量や省エネルギー量などをパラメータとしたケーススタディを実施し、需給調整力、経済性、二酸化炭素排出量により蓄電池の導入効果を評価した。さらに、本モデルでの解析結果に基づいて時系列で系統運用を評価し、電力需給の多様な構成要素の相互関係の中での蓄電池導入効果の評価を可能とした。
- 4) 将来シナリオシミュレーターでは、フォアキャスティング型シナリオ設計方法論、バックキャスティング型シナリオ設計方法論、what-if分析手法、派生シナリオ作成支援手法を将来シナリオシミュレーターに実装した。また、クリーンエネルギー自動車の普及による影響を反映した地域エネルギー需給シナリオのプロトタイプを作成した。
- 5) モデルの統合評価では、サブモデル間で受け渡すデータを定義し、モデル間での連携が可能となった。これにより、蓄電池による電圧調整をケーススタディとして評価手順を確立した。さらに、関西電力管内を対象とするケーススタディを行い、複数の蓄電池利用シーンにおける蓄電池導入効果を推計した。また、当事業からの標準化への貢献として、①新しいユースケースを実証する前段階のテストベッド機能の提供、②実証試験の結果の補完機能の提供、③配電網電圧、系統周波数、電力システム需給運用における蓄電池利用のケーススタディの実施、④電池性能の試験方法の提案が可能であることを確認した。

平成26年度の成果

- 1) 建築・コミュニティエネルギー需給モデルの開発を終了した。他のサブテーマとの統合的なモデル運用を可能とするため、関西電力管内を対象としてエネルギー需要を推計した。
- 2) エネルギーシステムマネジメントモデルでは、2種のサブモデル開発を進めた。
 - 2-1) 蓄電池モジュールモデルでは、数値解析シミュレーションに適用するための蓄電池モジュールの電気的特性を模擬するモデルの開発を終了した。また、他のサブテーマとの統合的なモデル運用を可能とするために、モデルの一般化と適用限界の評価を行った。この結果、蓄電池の充電状態が20%から80%の範囲で、任意の容量・出力に対応させることを可能とし、設備設計に用いる静的特性および運用制御に適用する動的特性の検討に用いることができるようになった。
 - 2-2) 他のサブテーマと連携し、関西電力管内を対象としたケーススタディを実施した。サブテーマ4)からの関西電力全体における将来シナリオに基づいて、サブテーマ1)により算出された電力需要量、給湯需要量、太陽光発電量、サブテーマ3)により作成された時刻別の電気料金に基づいて、2030年を想定した関西電力の住宅全体における電力消費量のエネルギーマネジメントによる効果の評価した。この算出結果をサブテーマ3-3)に渡すことで、地域全体における燃料費低減効果、二酸化炭素排出削減効果等の評価を行った。
- 3) 電力システムモデルでは、3種のサブモデル開発とモデルを用いたケーススタディを進めた。
 - 3-1) 低圧および高圧の配電網の潮流計算手法を用いて、需要側エネルギーマネジメント（需要家設置蓄電池）と電力会社の電圧制御機器等を考慮した電圧管理手法について検討した。加えて、サブテーマ2-1)で開発した蓄電池モデルを用いて電圧制御による充放電損失を評価した。
 - 3-2) 系統周波数モデルでは、可制御負荷として家庭用ヒートポンプ給湯機、蓄電池を設定し、可制御負荷を用いた周波数制御の導入効果を評価した。加えて、サブテーマ2-1)で開発した蓄電池モデルを用いて周波数制御による充放電損失を評価した。
 - 3-3) 蓄電池の運用や需要と分散電源の運用の想定に、将来の電源構成を組み合わせ、電力システム全体の需給運用の解析・評価を行った。サブテーマ4)によるシナリオ設定、サブテーマ1)による電力需要推計結果、サブテーマ2-2)の結果得られた需要の変化の計算結果などを入力とした解析を行い、蓄電池の導入シナリオや蓄電池、省エネルギー、分散電源の導入とエネルギーマネジメントシステムの適用による需要の変化を考慮して、電力システム全体における需給調整力の確保、燃料費削減などによる経済性の向上、二酸化炭素排出量の削減効果等を評価した。
- 4) 将来シナリオシミュレーターの最終バージョンを完了した。関西電力管内を対象とした地域エネルギー需給シナリオを作成した。この結果を他のサブテーマの入力とし、統合的なモデル運用を行った。
- 5) サブテーマ5)では、サブテーマ1)～4)のサブモデルを統合化し、統合モデルを用いて蓄電池による電圧調整、周波数調整、電力システムの需給運用調整をケーススタディとして実施した。この結果、開発モデルは、新しいユースケースを実証する前段階のテストベッドとして利用が可能であり、また、実証試験の結果を補完する機能を有することを確認することができた。加えて、これまでの事業成果を具体的に示す資料を作成し、平成26年12月5日に開催されたスマートコミュニティアライアンス国際標準化ワーキングにおいて、報告を行った。

実証事業全体の成果

本事業は蓄電池を活用したエネルギーマネジメントシステムの性能評価を行うためのシミュレーションモデルとして、図1に示す4つのサブモデルにより構成されるモデルを開発した。本モデルは、蓄電池を用いたエネルギーマネジメントシステムの性能を評価する機能を有し、次の特徴を持つ。

- 地域（住宅・建物、街区、都市圏等）における時系列の電力需要および分散型電源発電量と、エネルギーマネジメントのポテンシャルを推計することができる。
- 配電網電圧、電力系統周波数、需給運用などの制御、計画・運用におけるエネルギーマネジメントシステムの導入効果を評価することができる。
- 蓄電池はユースケースによって充放電特性が異なり、蓄電池の性能に影響を及ぼす。ユースケースに応じた充放電特性の把握、蓄電池の性能の推計・評価を実施することができる。
- 蓄電池等の技術が導入・普及においては、様々な適用にあたっての条件が存在する。本モデルは将来シナリオシミュレーターを組み込むことで、技術開発ロードマップ等との整合性を確保しつつ、モデルの計算条件を整備する支援を行い、将来の適用可能性評価することができる。

以上の特徴により、本モデルは新しいユースケースを実証する前段階のテストベッドとして利用が可能であり、また、実証試験の結果を補完することができる。本事業では複数のケーススタディを実施し、開発モデルのデモンストレーションを実施した。