

次世代エネルギー・社会システム実証事業成果報告

【平成26年度報告】

事業者名 : トヨタ自動車株式会社
 補助事業の名称 : I-1-2 エネルギーマネジメントシステムに関する調査・研究事業
 エネルギー情報マネジメントシステム(EDMS)サービスの実証検証、
 及び調査・研究(交付決定番号:3211201)
 全体の事業期間 : 平成23年4月～平成27年3月

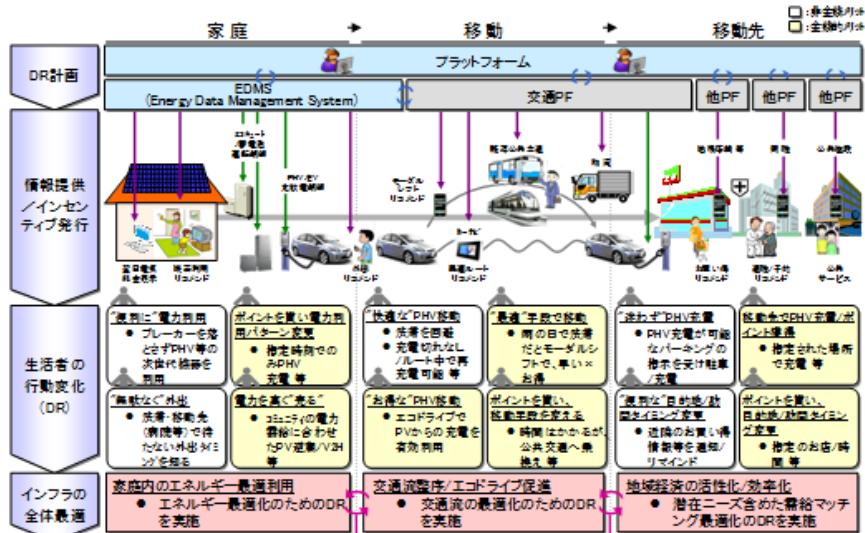
実証事業の目的・目標

本実証は、生活者の受容性を担保し、生活者のQoLを維持しながら低炭素／ピーク抑制を行う「生活者視点のエネルギーマネジメント」の実現を目指すものである。大規模な機器制御や自動制御を前提としたモデルではなく、生活者の省エネ／ピーク抑制行動の誘発に重きを置くことで、追加的な社会コストを抑制し、世界でも広く受け入れられる低炭素社会システムを目的とする。また、太陽電池(PV)、プラグインハイブリッド自動車(PHV)／電気自動車(EV)の大量導入等、今後の社会環境変化によるエネルギーインフラの課題に対応すると共に、低炭素社会を実現／促進するシステムの構築も目指している。

本実証においては、変動電力価格やリコメンド、電力需給逼迫時のCPP(クリティカルピークプライシング)、機器制御サービス等の種々のエネルギーマネジメント手法に加え、家庭部門以外の他部門の連携も実施し、生活圏全体で▲2%～▲10%の低炭素化、約▲25%のピークシフトの実現を目指す。本実証において新規に開発導入したシステム、アプリケーションについては、利用者の方々からの反応を参考に継続的にサービスの改善を図ることで、生活者のQoLに配慮した効率の高い電力需要のマネジメントを実現することを目指す。

実証事業の概要

世界で広く受け入れられる低炭素社会システムを目指し、多大な社会コスト投資を前提とせず、また生活者視点での低炭素化／ピーク抑制を実現する仕組みを構築する。具体的には、太陽電池(PV)発電やプラグインハイブリッド自動車(PHV)／電気自動車(EV)等の制御だけでなく、生活者のQoL(Quality of Life)を意識した需要側のエネルギーマネジメントを実現する社会システム構築を目指す



将来的に、コミュニティ全体のエネルギーと交通流を合わせた最適化の実現を目指す

実証体制

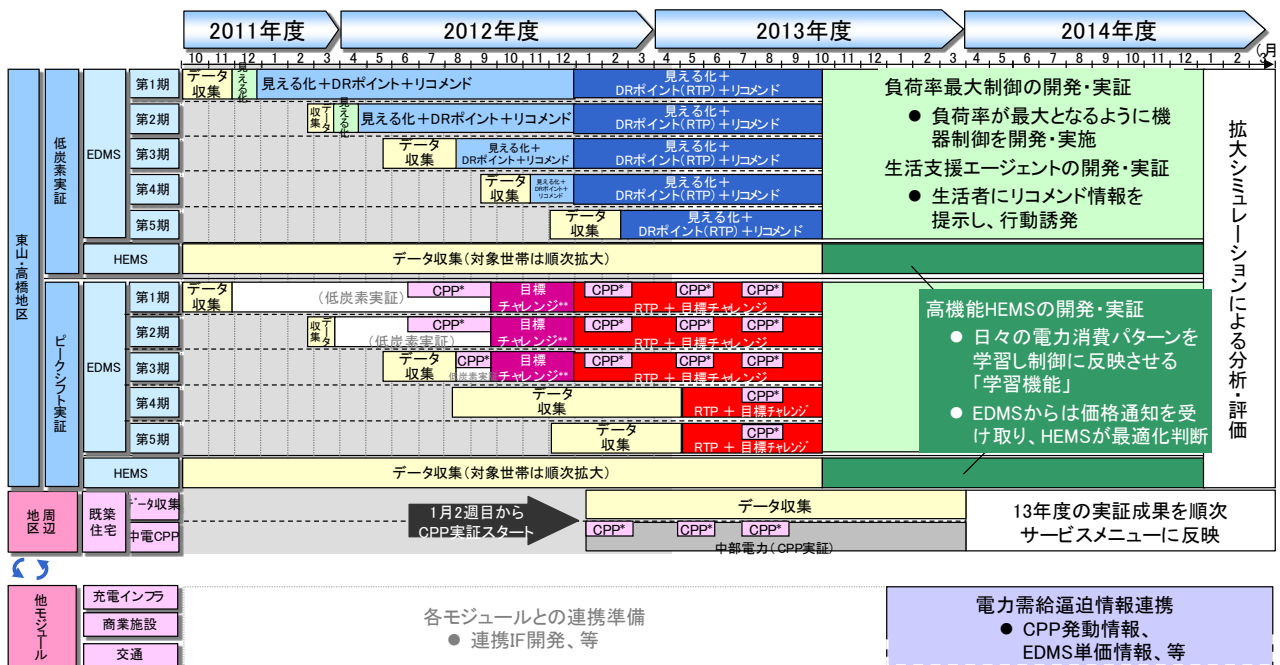
本実証の5か年の実証体制を下記に示す。平成23年度から平成26年度までトヨタ自動車が主体となり実証を行なった。

システム構成	平成22年度/平成23年度		平成24年度/平成25年度		平成26年度	
	東山・高橋地区	周辺地域	東山・高橋地区	周辺地域	東山・高橋地区	周辺地域
アプリケーション (デマンドレスポンスサービス)	トヨタ自動車 (主体)		トヨタ自動車 (主体)		トヨタ自動車 (主体)	
共通基盤 I/F	トヨタ自動車 (主体) ※委託先: 富士通	未実施	富士通 (主体)	中部電力 (主体)	富士通 (主体)	未実施
DB層	トヨタ自動車 (主体)		トヨタ自動車 (主体)		トヨタ自動車 (主体)	
I/O層	トヨタ自動車 (主体)	当初計画より繰り込み済み	トヨタ自動車 (主体)		トヨタ自動車 (主体)	当初計画より繰り込み済み
機器	HEMS チーム* (他事業) トヨタ自動車** (主体)		デンソー* (他事業) トヨタ自動車** (主体)		デンソー* (他事業) トヨタ自動車** (主体)	

* HEMS、家電コントローラー、スマートフォン、蓄電池、PHV、エコキュート、エネファーム、各種センサー等
** フォトフレーム

実証スケジュール

本実証における、全体の実証内容及び実証スケジュールを書きに示す。詳細は別紙に記載する



* CPPは期間中の特定の日・時間帯に絞り実施

各期間のねらい

- 将来に向けた基礎実証**
 - データ収集・動作確認が目的
 - 行動誘発の初期的な効果検証
- 家庭部門でのデータ収集**
 - 実証世帯数、実証期間の拡大
 - 行動誘発手法の進化・多様化
- 実証データの拡充**
 - コントロール群として、周辺地域の実証と連携
- 生活圏全体の実証**
 - HEMSとの連携(機器制御)
 - 他モジュールとの連携
- 実証成果の取り纏め**
 - 拡大シミュレーションによる効果検証

平成23年度の成果

平成23年度実証においては、生活者に対してEDMSサービスを提供することで実証実験を行った。

サービス提供の成果

平成23年度、EDMSコミュニティにおいては、サービス提供を行わないデータ収集期間(10月)を設定した後、見える化(11月)／DRポイント(12月)／リコメンドサービス(1月)の3つを順次提供した。その概要は、平成23年度実証 サービス提供の成果概要を参照のこと。

平成24年度の成果

平成24年度実証においては、平成23年度に継続して地域の低炭素化を目的としてEDMS各種サービスの提供を実施し、データの収集・分析及び評価を行った。また平成24年度からは、地域のピーク抑制を目的として新規サービスを開発し、平成24年度12月より本格的なサービス提供を開始した。

サービス提供の成果

平成24年度は、コミュニティ全体での低炭素化を目的とした「低炭素実証」と系統からの引き込み電力量を平準化し、系統への負荷を減らすことを目的とした「ピークシフト実証」を実施した。結果、EDMS導入世帯では未導入世帯と比較し、月次の電力消費量の変化が小さくなり、住民のピークシフトを意識した行動を誘発することができた。詳細な成果は別紙を参照のこと

平成25年度の成果

平成25年度実証においては、昨年度と継続して、EDMS各種サービスの提供を実施し、データの収集・分析及び評価を行いながらも、他機器(特にPHV)・他システムとの連携の有用性に着手し、複合的な実証サイトを通じた検証を行った。

サービス提供成果

平成25年度は昨年度に引き続き、EDMSのサービス提供を通じて、「低炭素」「ピークシフト」効果の検証を行なった。加えて、平成25年度の実証では、「低炭素」「ピークシフト」の両観点で住民のPHV利用の変化を誘発するような様々なサービス提供を行なった。サービス提供の結果、電化走行率の向上や充電時間のシフトなどの行動変化が見受けられた。詳細な成果に関しては別紙を参照のこと。

平成26年度の成果

平成26年度実証においては、昨年度と同様のEDMS各種サービスに加えて、新規サービスの提供を実施し、継続的なデータの収集・分析及び評価を行った。また、本年度では5か年の取り纏めとして、シミュレーションを開発・活用し、各種のサービスの効果を豊田市全体に拡大した場合の効果を検証を行ない、当初掲げていた目標値に対して、実証成果が目標達成したのかどうかの評価を行なった。

サービス提供の成果

今年度では、EDMSの新規サービスとして負荷率最大化サービスと生活支援エージェントの提供を行なった。負荷率最大化サービスではPHV充電時間のシフトを誘発し、生活支援エージェントではより住民に必要な省エネ情報提示が可能になるなど、「低炭素」「ピークシフト」の両観点で成果を挙げる事が出来た。

実証事業全体のこれまでに得られた成果

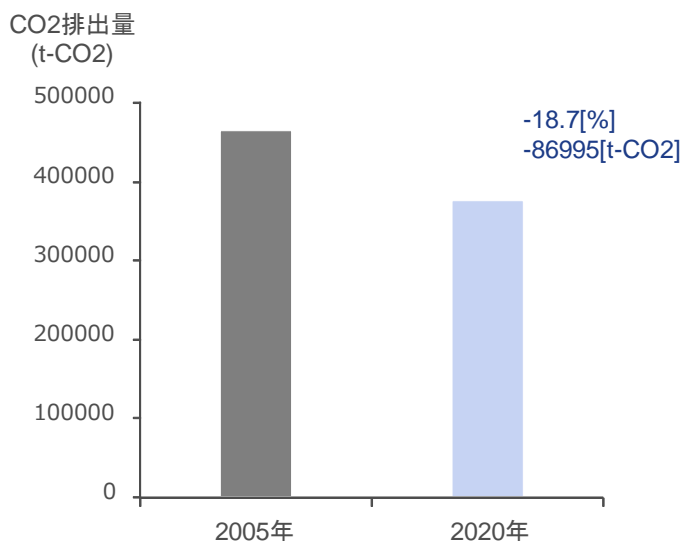
実証5か年を通じ、生活者のQoLを維持しながら低炭素／ピーク抑制を行う「生活者視点のエネルギーマネジメント」の実現を目指し、実証に取り組んできた。ここでは実証事業全体の成果として「低炭素」「省エネ」「ピークシフト」に関して、当初掲げていた目標値に対する成果を、下記にまとめて記述する。下記表からも分かるように当初掲げていた目標は達成できた。

<実証におけるEDMSの定量目標と結果>

	目標	成果
低炭素	<p>削減目標：2～10%</p> <p>－実証地域内において、一般的な機器・ガソリン車を用いる場合と比較し、低炭素機器・次世代自動車の導入に加えてEDMSによる追加のCO2削減</p>	<p>EDMS単体効果で10.59%CO2削減</p> <p>－HEMS棟単体効果 49.10%×EDMS導入効果20.80%=10.59%</p> <p>－CO2排出量削減の主要要素は節電効果とPV発電の地域融通が大</p>
省エネ	<p>系統引込量削減目標：-25%</p> <p>－実証地域内のTreatment Group（東山・高橋地区EDMS棟）とControlGroup（寺部・三好地区）の各家庭の1日の系統引込量(kWh)の比較</p>	<p>Control Groupと比較し-28.8%消費電力削減</p> <p>－EDMS棟は5月、既存住宅は6月にもっとも消費電力量が少なくなっており、5月で最大48.5%の削減</p>
ピークシフト	<p>ピークシフト目標：-25%(夏季)</p> <p>－実証地域内のTreatment Group（東山・高橋地区）にて夏季(7月～8月の数日間)のピーク時間帯(13時～16時)でのポイント付与によるピークシフト効果</p>	<p>夏季日中で-33%ピークシフトを達成</p> <p>－通年で平均30.0%の効果。 春を除いた場合、32.2%の効果。</p>

また、実証成果に基づいてシミュレーションを行なった結果、2020年における豊田市の家庭部門全体で、約87,000t-CO2の削減が可能であることが判明した。シミュレーションの詳細は別紙を参照のこと。

<豊田市の家庭部門全体のCO2削減効果>



別紙1:実証内容・スケジュール詳細

平成23年度

先行して実証に参加頂いた11世帯(うち6世帯がEDMSサービス提供世帯、5世帯がEDMSサービス非提供世帯)を対象に、データ収集及び行動誘発の初期的な検証等、基礎実証の位置付けで実証実験を実施した。

平成24年度

実証世帯数・実証期間を拡大し家庭部門での実証データ拡充を図るとともに、コミュニティ内での再生可能エネルギーの地産地消を促す行動誘発手法の多様化・高度化を行った。

平成25年度

他部門との連携により地域全体でのエネルギー最適利用の実現を目指した。具体的には、HEMSとの連携強化を行い、大きな電力消費インパクトを有する機器を自動最適制御(蓄電池、PHV、エコキュート等の機器が対象)することにより、地域の低炭素化/ピーク抑制の効果検証及び、生活者の受容性検証を行った。また家庭外のコンビニ等の商業施設、学校、交通システム、公共充電器等とも連携を行い、生活圈全体での最適化を検証した。

平成26年度

継続的なデータ収集及び分析を行うとともに、5か年の取り纏めとして、シミュレーションを開発・活用し、各種のサービスの効果を豊田市全体に拡大した場合の効果を検証を行ない、当初掲げていた目標値に対して、実証成果が目標達成したのかどうかの評価を行なった。

以下に、平成23年度から継続して実施するEDMSによる行動誘発の内容を示す。

1. ポイントインセンティブの提供

- コミュニティ内の電力需給に応じて、ポイントインセンティブの付与/マイナスを行うことで、生活者の行動変化を促し、需要側のエネルギーマネジメントを実現する。
具体的には、ポイントを活用することで低炭素な電力を優先的に利用すると共に、コミュニティ電力需要のピーク時におけるピークシフトを実現するような行動誘発を図る。

2. 非金銭的インセンティブの活用

- コミュニティに着目し、生活者による相互作用(協調・競争)や群集心理等を活用することで、効果的に生活者の行動誘発を行い、エネルギー需要のマネジメントを行う。
具体的には、EDMSのポータルサイト、コミュニティ内のランキング、掲示板、地域情報配信等のサービスを提供することで、生活者の意識変革・行動変化を促す。

3. リコmend(行動支援)

- 生活者属性や行動予測を行い、個々の生活者にカスタマイズされたリコmendを行うことでより高い確度で生活者の行動誘発を行い、需要側のエネルギーマネジメントを行う。

4. 制御

- 機器による制御は実行の確実性が高くリアルタイムに反応できるので、不確実性やタイムラグの存在する生活者の行動誘発等の間接制御による需要側のエネルギーマネジメントを補完する役割を果たす。特に、PHVについては、生活者の行動スケジュールとエネルギーマネジメントの観点からPHVの最適充電サービスに関する実証を行う。

別紙2:平成23年度の成果詳細

平成23年度、EDMSコミュニティにおいては、サービス提供を行わないデータ収集期間(10月)を設定した後、見える化(11月)／DRポイント(12月)／リコmendサービス(1月)の3つを順次提供した。その結果、EDMSコミュニティ全体としては、通期でサービス提供を行わなかったEDMS未導入コミュニティに対し、図表6に示すような成果を達成できた。各期間での成果の概要を以下に示す。

見える化期間(11月6日～12月3日)

- 検証期間を通じて、世帯平均ではEDMS未導入棟に対して4.4%のCO₂排出量の削減を達成できた。このことから、見える化による低炭素意識の啓蒙効果があったと言える。
- 行動変化としては、主に省エネ行動を誘発できており、具体的には、エアコンにおいて省エネが促進した

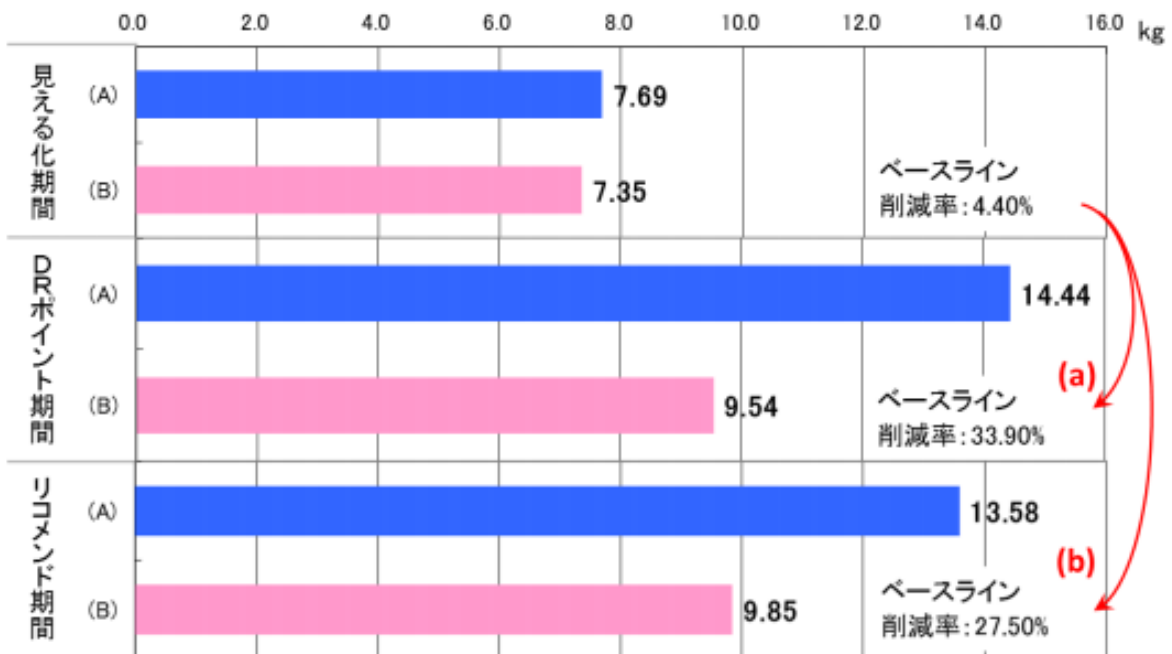
DRポイント期間(12月5日～1月11日)

- 検証期間を通じて、世帯平均ではEDMS未導入棟に対して33.9%のCO₂排出量の削減を達成できた。このことから、インセンティブの設計で生活者の低炭素行動を誘発できたと言える。
- 行動変化としては、省エネ行動だけでなく、地産地消促進や電力消費のシフトも誘発できていた。具体的には、省エネはエアコンとエコキュートで促進しており、PHV充電の深夜時間帯へのシフトも誘発されていた。

リコmend期間(1月12日～1月31日)

- 検証期間を通じて、世帯平均ではEDMS未導入棟に対して27.5%のCO₂排出量の削減を達成できた。但し、DRポイント期間と比較し削減効果が向上しなかったことから、リコmendの発行内容が効果的に生活者に実践されたとは言いがたい。
- CO₂削減効果がDRポイント期間より低下した理由は、DRポイント期間と比較し低炭素化が大きく促進された機器がなかったことに加え、外部要因である気温の低下により、EDMS棟でこれまで省エネされてきた暖房器具の使用が活発になったことが想定される。

<平成23年度の低炭素効果>



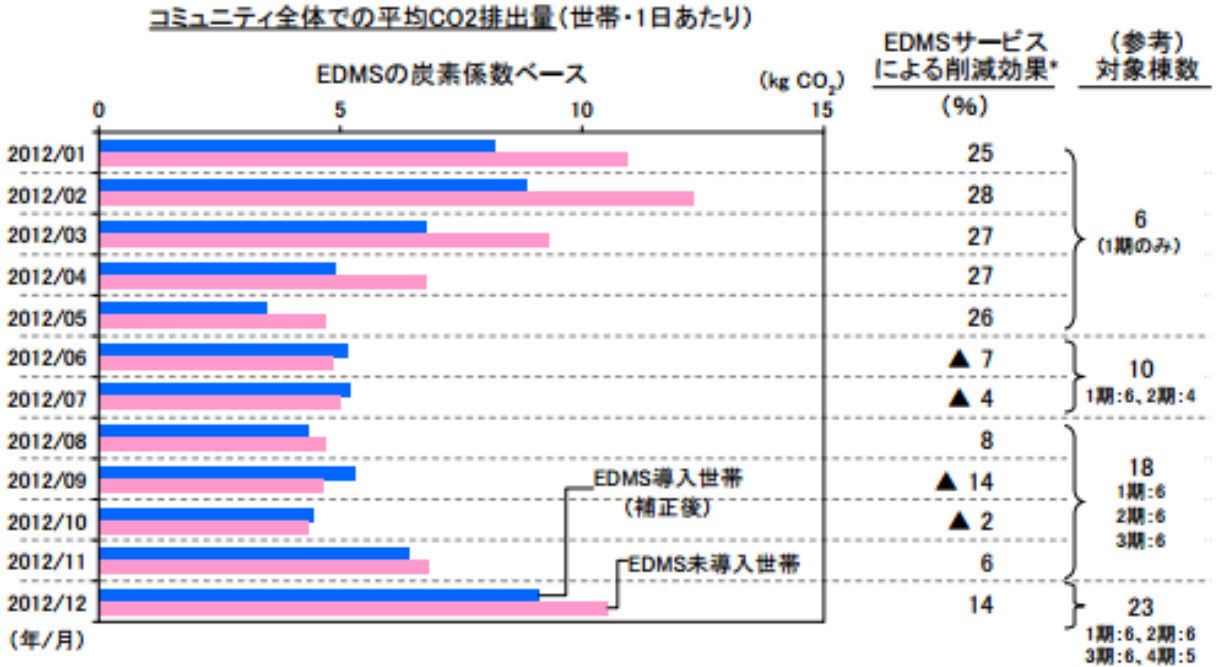
別紙3:平成24年度の成果詳細(1/2)

平成24年度は、コミュニティ全体での低炭素化を目的とした「低炭素実証」と系統からの引き込み電力量を平準化し、系統への負荷を減らすことを目的とした「ピークシフト実証」を実施した。「低炭素効果」及び「ピークシフト効果」を以下に記載する。またEDMSでは生活者視点でのエネルギーマネジメントを目指しているため、「サービスに対する生活者の評価」を合わせて記載する。

低炭素効果

- EDMS導入世帯と、通期でサービスの提供を行わなかったEDMS未導入世帯を対象にCO2排出量削減効果を下図に示す通り比較した。特に電力消費量の大きな冬季期間を中心として、EDMSサービスの提供により、15~25%程度の低炭素化を達成できたといえる。
- 6月、7月、9月、10月では、EDMSサービス未導入世帯と比較して、導入世帯でCO2排出量が多い結果となったが、これは、エアコン等生活者の消費意識によって電力消費量が異なる機器が少なかったことが大きな原因であった

<平成24年度の低炭素効果>



* EDMS導入世帯での実績に世帯特性を考慮した補正を行い、EDMS未導入世帯の実績と比較した際の削減率

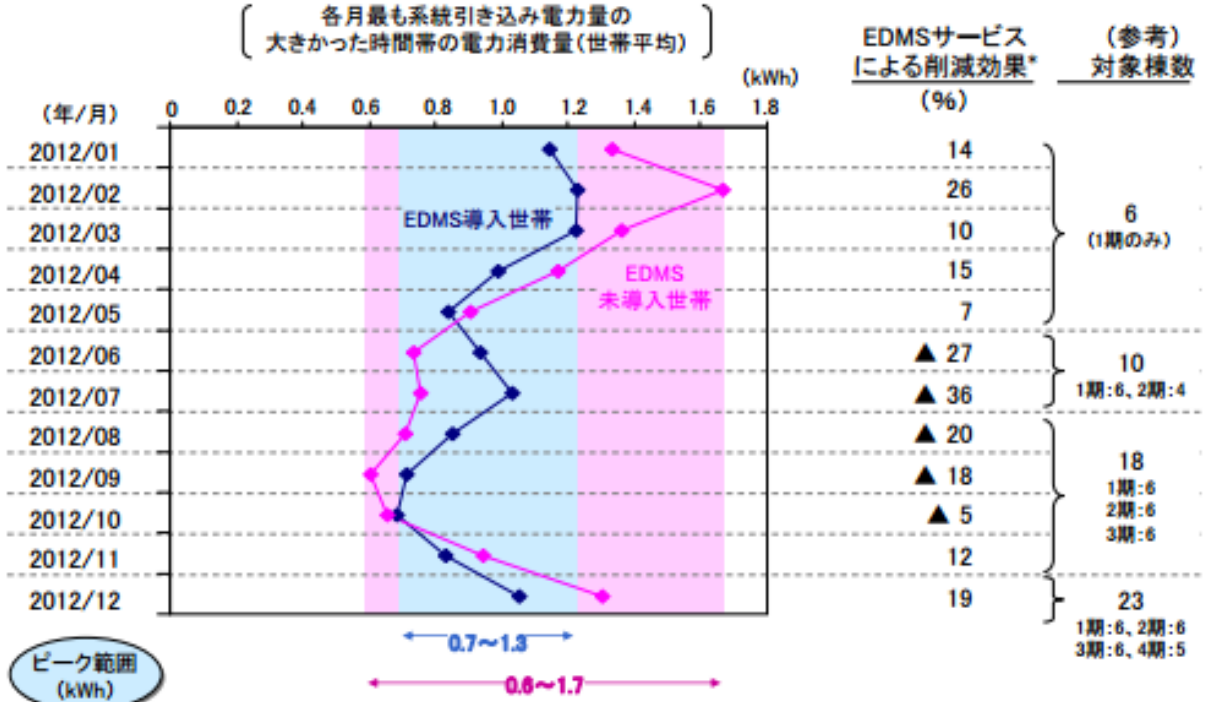
ピークシフト効果

- 下図にEDMS未導入世帯、EDMS導入世帯それぞれの発生ピークの月次を示した。ここで発生ピークとは、各月を30分単位で見た際に、系統から買電する電力量の世帯平均値が最も大きかった日の値としている。EDMS導入棟では、電力消費量の多い冬季に効果的に最大で25%程度のピークカット効果が得られており、年間通してみると発生ピークの平準化を達成出来ていることが窺える。これは、EDMS導入により積極的な節電が進んだことに加え、生活者に日頃からピークを意識させることを目的としたピークシフトサービスによる効果と考えられる。

＜平成24年度のピークシフト効果＞

「系統引き込み電力量」ピークの月次推移

〔 各月最も系統引き込み電力量の大きかった時間帯の電力消費量(世帯平均) 〕



* EDMS導入世帯での実績に世帯特性を考慮した補正を行い、EDMS未導入世帯の実績と比較した際の削減率

サービスに対する生活者の評価

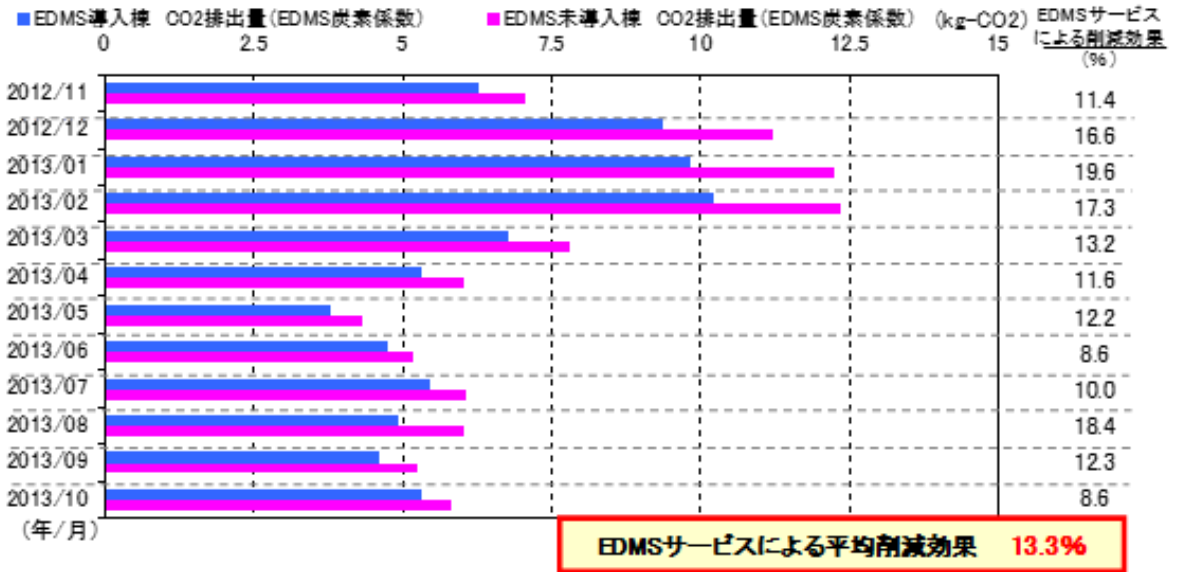
- EDMS各種サービスに対する生活者の受容性とQoLを評価する為、生活者へのアンケート及びインタビューを実施した。その結果、金銭的なインセンティブの存在が行動誘発に協力する原因として最も大きく、また多くの行動では生活者自らが費用対効果の評価を行った上で、行動を決定しているため、生活者はEDMSサービス提供による負担感をほとんど感じていないことが分かった。
- 一方で、実際に生活者が行動を決める際に参考に行っている情報等を評価・分析すると、第一期入居者等、先行して実証世帯での生活の仕方を身に付けた世帯程、効率的に情報の取捨選択を行い、結果としても高い成果を上げていることが確認できた。逆に自分の日々の電力利用状況に対する理解が十分に形成されていないと思われる入居時期の浅い世帯では、電力単価高騰時に「調理・食事」等、QoLに影響を与える可能性のある行動まで変化させているものの、全体としての省エネやピークシフトに対する貢献度は小さかった。少ない労力でより高い効果が期待される方が、生活者への負担も少なく、サービスの継続性も期待できると考えると、金銭的なインセンティブのみならず、電力の使い方に関するリテラシーの向上が重要であることが明らかになった。

別紙4:平成25年度の成果詳細(1/2)

平成25年度実証においては、昨年度と継続して、EDMS各種サービスの提供を実施し、データの収集・分析及び評価を行いながらも、他機器(特にPHV)・他システムとの連携に着手した。ここでは継続的に行なっているEDMSのサービス提供による低炭素効果、ピークシフト効果に関して記載する。

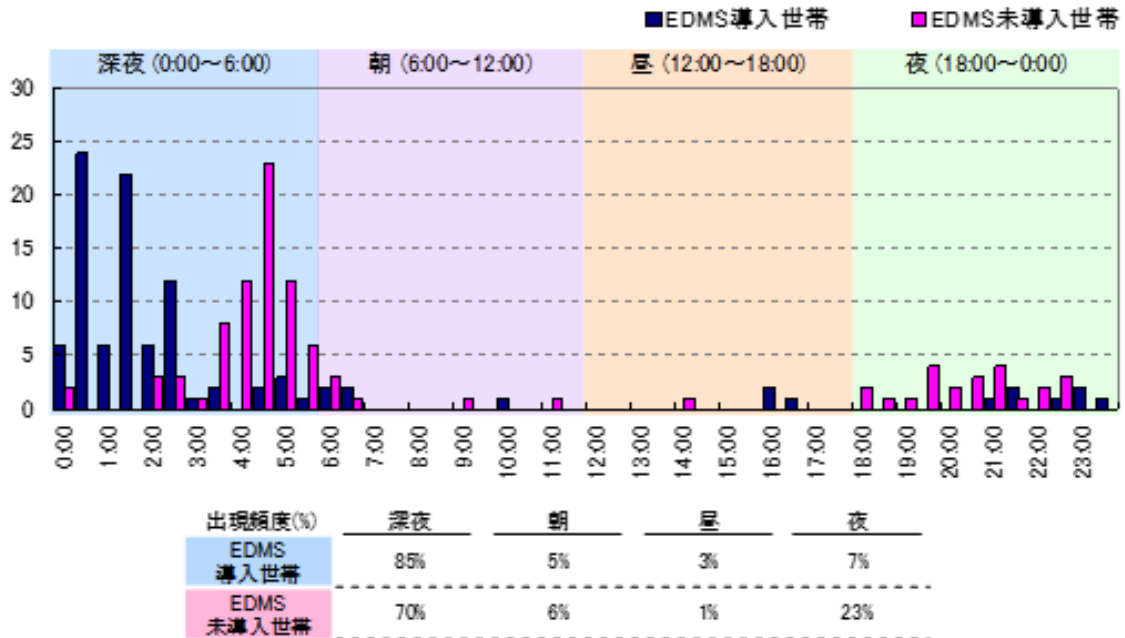
低炭素効果

EDMS導入世帯の実績値と、2013年10月末でサービスの提供を行わなかったEDMS未導入世帯の実績値の算出したCO2削減率は下図に示す通りであり、通年を通してEDMSサービスの提供により低炭素化を達成できたといえる。



ピークシフト効果

EDMS導入世帯のピーク発生時間帯の約85%が深夜帯であるのに対して、EDMS未導入世帯の深夜帯のピークは約70%である。EDMS導入世帯ではEDMS未導入世帯に比べ、ピークの時間帯が一般家庭の活動時間外に約15%シフトされている。



別紙5:平成26年度の成果詳細(1/2)

平成26年度実証においては、実証5カ年のとりまとめとして、実証の成果を元に2020年における豊田市全体での効果を予測するシミュレーションの開発・予測結果の検証を行なった。ここでは具体的なシナリオを記載するとともに、予測結果を記載する。

シミュレーションシナリオ

2020年における豊田市において、各世帯におけるEDMS加入率を考慮し、下図に示すような様々なシナリオの検討を行なった。ちなみに本実証の成果としてはPV世帯が50%加入/既存世帯が20%か加入し、全体として29%の世帯にEDMSが普及した場合の試算結果を用いている。

<シミュレーションシナリオの詳細>

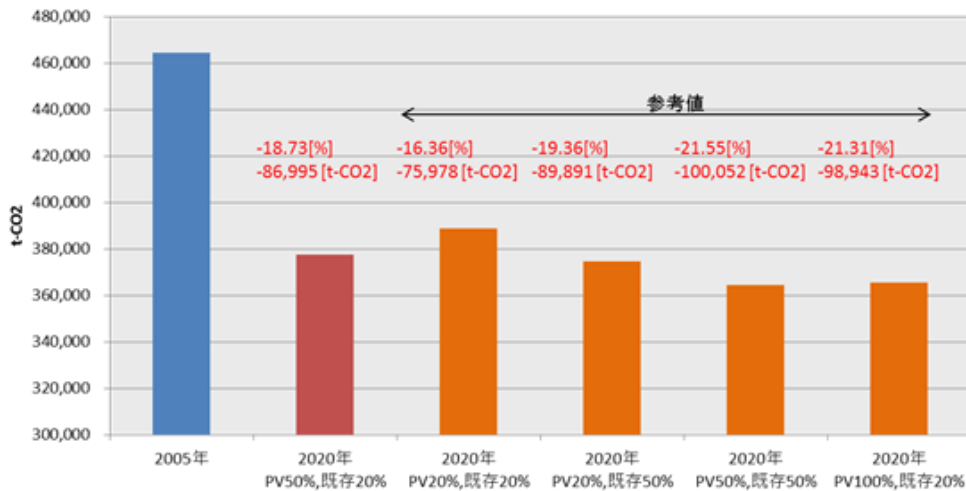
シミュレーションパターン (EDMS加入率を変化)	1	参考2	参考3	参考4	参考5
	PV世帯 50% 既存20%	PV世帯 20% 既存20%	PV世帯 20% 既存50%	PV世帯 50% 既存50%	PV世帯 100% 既存50%
EDMS加入率	29%	24%	48%	53%	37%
集合／一般（非オール電化） EDMS未加入	61%	61%	38%	38%	61%
集合／一般（非オール電化） EDMS加入	15%	15%	38%	38%	15%
集合／一般（オール電化） EDMS未加入	2%	2%	1%	1%	2%
集合／一般（オール電化） EDMS加入	1%	1%	2%	2%	1%
スマートハウス(PVのみ) EDMS加入	9%	4%	4%	9%	17%
スマートハウス(PVのみ) EDMS未加入	8%	13%	13%	8%	0%
スマートハウス(PV+蓄電池) EDMS加入	4%	4%	4%	4%	4%

シミュレーション結果

低炭素効果

上述のシミュレーションの考え方に基づいて試算したCO2削減効果を図表6に示す。EDMSの加入率により、CO2削減効果にはばらつきがあるものの、EDMS加入率がPV導入住宅で50%、既存住宅で20%の場合、家庭部門で約87,000t-CO2削減効果が見込める。また、EDMS加入率変化によるCO2排出量変化は既存住宅1%あたり480t-CO2、PV導入住宅1%あたり287t-CO2と試算された。

<低炭素効果(シミュレーション結果)>



ピークシフト効果(通年)

また、同様の条件でシミュレーションを実施、ピークシフト効果を算出した結果を図表7に示す。ピーク電力量削減量は平均3.11%削減できた。(最大:6.87%削減(3月)、最小:2.27%増加(9月))但し、ここでのピークシフト効果は通年の効果であり、目標として掲げた夏季のCPPIによるピークシフトとは異なるので、注意する。一部の季節でピーク電力量が増えるのはPHV普及が進むことで深夜時間帯の充電が集中することに起因する。

<ピークシフト効果(シミュレーション結果)>

