

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】

補助事業者名：トヨタ自動車

共同申請者名：株式会社デンソー、トヨタ自動車株式会社、中部電力株式会社、シャープ株式会社

KDDI株式会社、東邦ガス株式会社、アイシン精機株式会社

補助事業の名称：I-1-1. エネルギーマネジメントシステムの構築事業

B. 家庭部門での実証 (HEMS (CEMS との連携のもと)) (豊田市)

創エネ・省エネ機器と蓄電池付きHEMSの連携及びV2Hシステムの研究開発と実証検証

事業の目的・目標

目的：豊田市の低炭素社会構築実証計画（以下、豊田市実証計画）における『家庭内エネルギー利用最適化』の実現に向けた技術開発と、その技術を用いた社会システム実証における家庭内での効果の検証を目的とする。

目標：V2Hにより1.5kW程度のピークカット効果、及びCO2低減効果（V2H可能頻度による）を目指している。また非常時（災害時など）や電力逼迫時に役立つ機能を目標としている。

事業の概要

平成23年度、平成24年度で車両を中心としたV2Hシステムの開発を実施し、平成24年度、平成25年度に実証宅への開発車両の配車を行った。その後V2Hに関連する住宅・車両データの収集、及びその解析を実施した。更にそこで得られたデータをベースとし、V2Hによる車両への影響評価、V2Hエネマネの経済的メリット、非常時（災害時など）や電力逼迫時等、V2Hの有用性についての検証を行った。

事業全体イメージと各社分担

・事業全体イメージ

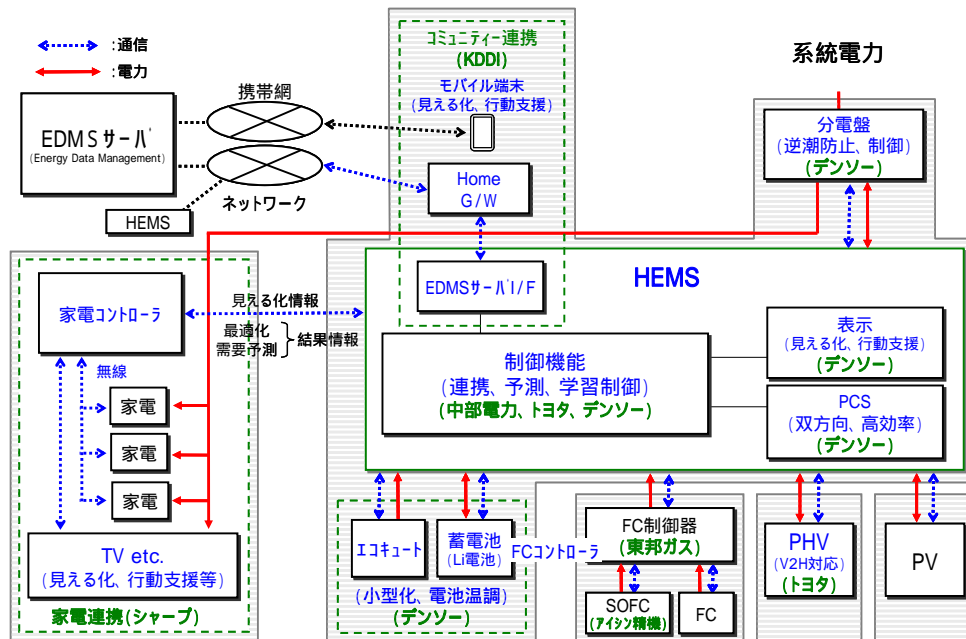


図1 事業全体イメージ

・役割分担

⑤トヨタ自動車株式会社が車両とHEMS接続時の制御システム開発、HLC通信システム開発等車両側の開発、株式会社デンソーが家側のシステム開発を行い、両社で実証実験を行う。

実証スケジュール

項目	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
通信システム機器開発 (フェーズ3)	システム開発		データ収集・解析	
車載放電器開発 (フェーズ3)	システム開発		データ収集・解析	
大容量充放電(DC)開発 (フェーズ4)			並列接続システム開発	評価
AC充放電システム機器 (フェーズ5)	システム開発		評価・解析	

図2 実証スケジュール

平成23年度及び平成24年度の事業内容と成果

1. 平成23年度実証成果

平成23年度は主に機器の開発を実施した。V2H(車両搭載電力利用)を含めた車両とHEMS間の通信内容・制御シーケンス・ロジックについて、充電と放電を1系統方式としたものを構築した。実車両とHEMS実機の接続確認評価を行い、HEMSにより充電と放電を制御することを確認した。

2. 平成24年度実証成果

通信機器及びフェーズ3、フェーズ4の機器開発を完了し、実証に先立ちデモを実施した。

<フェーズ3の成果>

通信機器及び車載放電機器の開発を完了し、2012/06/04 豊田市実証モデル棟にてデモンストレーションを実施した。デモンストレーションの結果は、充放電制御へフィードバックし、実証車製作に向けてレベルアップを図り11台の実証車を投入し、実証を開始した。



写真1 デモ(V2L 炊飯器で炊飯する)



写真2 通常のPHV(充電)及びV2H(放電)が可能

<フェーズ3>

(1) 車載放電器

平成25年度より、実証住宅に配車した実証車における使用状況の分析（V2Hの頻度、充電頻度、電気代、CO2排出量など）、車両の分析（蓄電池劣化、SOC分布）を実施している。

車種	充電						放電(発電)						その他の情報			
	HEMS充電			モード1充電			V2H			非常用発電			プレ空調		マイルーム	
	回数	頻度 (回/日)	電力 (kWh)	回数	頻度 (回/日)	電力 (kWh)	回数	頻度 (回/日)	電力 (kWh)	回数	頻度 (回/日)	電力 (kWh)	回数	使用率 (回/日)	回数	使用率 (回/日)
1	89	0.26	-53.50	74	0.22	-99.12	172	0.51	41.56	40	0.12	28.81	61	0.18	60	0.18
2	263	0.78	-534.37	1	0.00	-1.24	129	0.38	178.91	4	0.01	0.02	6	0.02	8	0.02
3	355	1.05	-813.86	15	0.04	-24.19	0	0.00	0.00	3	0.01	0.02	3	0.01	3	0.01
4	126	0.37	-239.72	31	0.09	-63.59	84	0.25	89.98	5	0.01	-0.10	1	0.00	1	0.00
5	363	1.08	-721.54	30	0.09	-59.17	161	0.48	98.73	3	0.01	0.02	20	0.06	16	0.05
6	348	1.03	-831.60	4	0.01	-9.80	44	0.13	59.36	4	0.01	0.02	9	0.03	9	0.03
7	390	1.16	-843.96	1	0.00	-0.22	109	0.32	79.42	2	0.01	0.00	12	0.04	71	0.21
8	282	0.84	-696.57	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2	0.01	0.00	55	0.16	28	0.08
9	210	0.62	-441.48	1	0.00	0.00	1	0.00	1.47	3	0.01	0.02	2	0.01	1	0.00
10	224	0.66	-491.69	26	0.08	-37.43	0	0.00	0.00	2	0.01	0.02	0	0.00	0	0.00
11	302	0.90	-483.46	106	0.31	-181.93	0	0.00	0.00	3	0.01	0.03	45	0.13	20	0.06
12	242	0.72	-536.47	37	0.11	-59.68	6	0.02	1.46	2	0.01	0.00	15	0.04	8	0.02

表2 実証車両の充放電状況まとめ

V2Hの回数は家庭間の差が大きい。理由として消費電力や生活パターンの影響を大きく受けている事が解ってきている。また平成25年度は、制御方式の違い、蓄電池の容量の違い、生活パターンの違いの組合せにて比較できるように実証車を追加導入した。

(2) V2Hの有用性検討

実証住宅による実証では、制御方式・各機器容量（車載蓄電池容量・家庭用蓄電池容量・太陽光発電容量など）が限定的である為、(1)の実証実験により得られる実データをもとに各機器の容量や充放電効率などを仮想的に増減させシミュレーションを行い、将来的な技術革新や低価格化によってもたらされる効果も含めて検証を実施した。

<フェーズ5>

AC充放電システム機器

走行用インバータを用いたAC出力では、発電波形品質に課題（高調波成分の含有）があったが、高調波補償制御及び2つあるインバータのキャリア位相同期等の対策を行い改善した。精密電子機器等の負荷に対する配慮は必要となる可能性があるが、炊飯器・電気ポットなどの一般家電には問題ないレベルでありその有用性を実験により確認した。



写真4 IHヒーター動作確認

<フェーズ3>

(1) 車載放電器

実証宅に配車された車両データを解析し、V2Hによる車両への影響（車載蓄電池の劣化）等について、実証評価、データの解析を行ったが、V2Hの影響による電池劣化に関して因果関係を示す明確な結果は得られなかった。

(2) V2H有用性検討

本実証におけるV2Hシステムは家庭用蓄電池を介した系統出力となるため、車両への充電、V2H、家庭用蓄電池への充電、系統への出力の各段階で電力変換を繰り返した後のV2H電力利用が前提であり、個々のインバータ/コンバータの効率が重なり合い、V2Hの経済性評価を行う上では条件の良くないシステム仕様であるといえる。このような条件下でV2Hの経済性を向上させるためには、車両への充電を行う際、極力系統からの引き込みを行わず、太陽光発電電力のみで充電することが望ましいが、実際には太陽光発電は非常に不安定で、またある程度安定して発電がおこなわれている場合においても、家庭で利用される電力の変動により、系統電力の引き込みが発生するケースも存在する。

そこで1日の充電用コンタクトの開閉回数に上限を持たせた比較的実用的な充電システムにおいて、極力系統引込を行わない充電制御法を考案し、実証家庭のデータに適用してシミュレーションを行った結果、本実証システムの仕様においても、生活パターンによっては経済効果があることが確認できた。

<フェーズ5>

(1) AC充放電システム機器

平成25年度に開発した走行用インバータを用いたAC大電力出力のトランスレスシステムの信頼性等の評価・検証を行った。電力波形、漏洩電流が目標を満足することを確認した。

(2) AC100V-1.5kW出力の並列接続による大電力合成可能な車載インバータ開発・評価

2台または3台の車両を専用のハーネスで接続することにより同期を取り、車載AC100V（1.5kW）インバータ出力を並列接続し、それぞれ3kW、4.5kWの合成出力を得ることが可能な車載ACインバータを開発。また各車両からの出力は0°/60°/120°/240°の位相差を持たせることが可能で、単相100Vの単一の大電力だけでなく、後段に3相の昇圧トランスを用いることで3相200Vなど、動力用電力の生成も可能な並列接続システムを開発した。

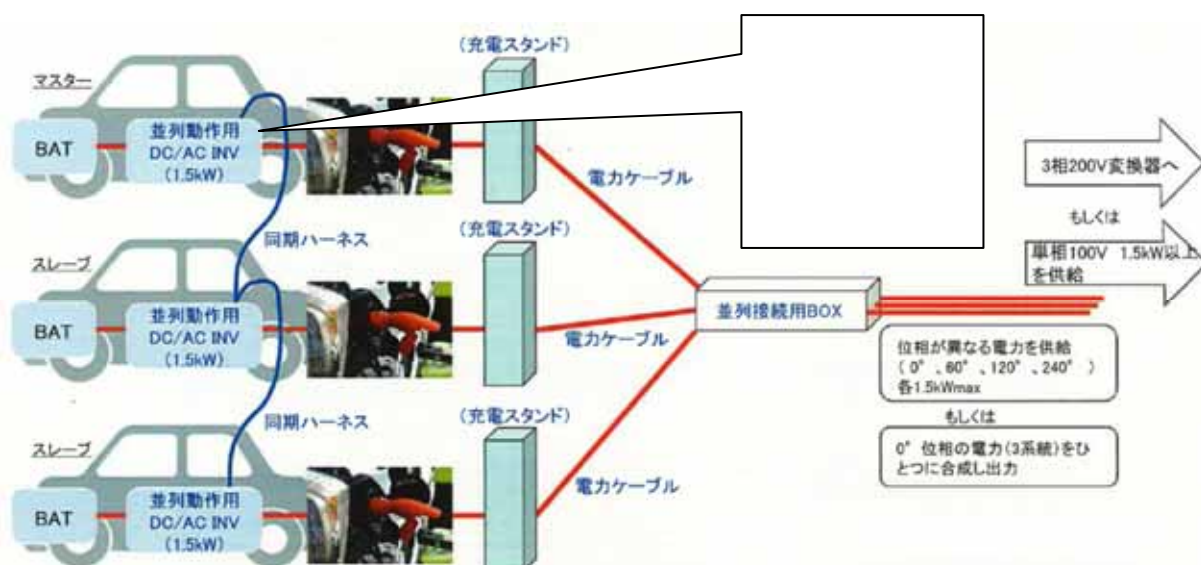


図3 並列接続システム構成図

実証事業全体の成果

実証実験を通して、V2Hは技術的側面から見れば十分実現可能であると考えているが、車両の耐用年数を考慮したうえで、今回の限られた実証期間の中では十分な評価ができたとは言えず、今後も継続した評価が必要であると考えている。

一方、V2Hのビジネス展開においては、経済的メリットが少なれば普及の速度は鈍く、本実証結果においても、ユーザーが魅力と感じる程の経済性は得られていない。今後、電力小売自由化が進行していく中、将来の電気料金体系の不透明感と合わせて、V2Hの市場性も未だ不確かな状況であると考えている。

CO2削減効果としては、太陽光発電余剰電力による充電を行えば確実に得られるものであるが、そのためには、それが可能な場所に在車していなければならない制約もある。また実証結果から、PHVは蓄電池代わりに使うよりも、走行に電力を使用した方がCO2削減効果・経済的メリット共に大きいという結果を得ており、今回実施した平常時のエネマネとしてのV2Hは、有効とは言い難い面もある。しかしながらPHVは移動できる蓄電池であり発電機でもある。EVとは違い、電気を使い切っても燃料で走行が可能であることはPHVの利点であり、燃料が続く限り放電することも可能である。無論、アイドリングストップ条例や系統連系等、法令の壁はあるものの、災害時などの非常用電源としては有効な手段と考えられ、今後は非常時を中心に、より広く社会インフラ・システムと連携することも検討していく。

【 開発・評価段階成果 】平成23年度～平成24年度

- ・非接触充電システム開発^{※1}
- ・通信機器（ISO/IEC15118に準拠したInband通信手順）で充放電操作や制御を行うための通信ソフトを開発

<フェーズ3>

- ・車載放電機器の開発
- ・開発技術を基に実証車両を製作、平成24年度後半から実証住宅に11台のV2Hが可能な実証車両を配備し実証実験を開始

<フェーズ4>^{※2}

- ・EV車両においてDCによる充電、放電を1系統方式としたシステムを開発、実証地域に導入し、エネマネの評価は㈱デンソーが担当して実施

<フェーズ5>

- ・走行用インバータによるAC出力方式の開発

【 実証・評価段階成果 】平成25年度～平成26年度

<フェーズ3>（実証、評価）

- ・平成25年度に実証住宅へ更に10台の実証車両を追加配備し、実証住宅全66戸の約1/3にまでV2Hが可能な実証車両を拡充
- ・上述実証実験では、多様な生活パターンでのV2Hの効果の検証と、V2Hによる車両への影響を検証
- ・実証実験で得られた実データをもとに、各機器（車載蓄電池容量・家庭用蓄電池容量・太陽電池容量など）を仮想的に増減させ、V2Hの有用性を検証

<フェーズ5>（開発、評価）

（1）走行用インバータによるAC出力方式

- ・平成24年に開発したシステムのベンチ試験による発電品質の改善、検証
- ・低コスト化を睨んだトランスレスシステムの機器開発と評価・検証

（2）AC100V-1.5kW出力の並列接続による大電力合成

- ・並列接続による大電力合成技術の検証
- ・車載AC100Vインバータ出力の並列接続による大電力合成技術の開発及び評価・検証

※1：平成25年度以降、非接触充電システムについては実証事業の対象外としている。

※2：フェーズ4については、平成24年度で補助事業を終了