

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
インド共和国(印国)におけるスマートグリッド関連技術に係る実証事業」
個別テーマ／事後評価分科会 資料7

エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
インド共和国(印国)におけるスマートグリッド関連技術に
係る実証事業

事業原簿

担当部	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 スマートコミュニティ部
-----	--

—目次—

本紙	1-3
用語集	1-17

最終更新日	2019年9月13日
-------	------------

事業名	エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業		
実証テーマ名	インド共和国(印国)におけるスマートグリッド関連技術に係る実証事業	プロジェクト番号	P93050
担当推進部/ PM、PTメンバー	スマートコミュニティ部	責任担当	楠瀬 暢彦
		PM	佐野 亨
		PTメンバー	中 博一
		PTメンバー	永吉 剛
	国際部	PTメンバー	大嶋 修

1. 事業の概要

(1) 概要	<p>【事業の背景と目的】</p> <p>我が国を始め世界各国は、エネルギー需要拡大に伴う地球温暖化対策やエネルギー安定確保などエネルギー・環境分野における様々な問題を抱えており、これらを我が国の先進的な技術により解決していくことはグローバル市場における信任と評価を高める視点からも重要である。とりわけインド共和国(以降インドという)では経済成長に伴う電力需要の増大に対するインフラ整備の遅れから慢性的に電源が不足しているため、負荷ピークの低減、停電の少ない高品質な電力供給、配電線路における技術的・商業的ロス低減などを実現するスマートメータを始めとしたスマートグリッド関連技術の導入による配電設備・システムの拡充及びアップグレードは喫緊の課題となっている。</p> <p>本事業の前に実施した2014年3月から7月までの基礎調査の結果、そのうちのひとつであるハリヤナ州パニパットの配電事業者(北ハリヤナ配電公社 Uttar Haryana Bijli Vitran Nigam Limited: 以下「UHBVN」という。)が、①電力供給量の不足、②長い事故停電時間、③盗電、電力メータ改ざん、料金徴収漏れなどの問題を解決する我が国の優れたスマートグリッド関連技術及びその運用ノウハウや高効率、高品質、高信頼度の電力供給システム構築にかかる知見の共有などへのニーズと高い期待を有していることが判明した。</p> <p>本事業では、当該地域の課題解決のためにスマートグリッド関連技術を用いた実証システムを構築して効果検証し、その改善効果をもってインド国内でのスマートグリッドシステム事業の展開の足掛かりを築くとともに、事業成果の効果的な普及展開を目指して、日本が保有する配電事業の運用ノウハウをユーザ企業に共有する普及促進事業(キャパシティ・ビルディング事業)を実施した。</p>
	(2) 目標

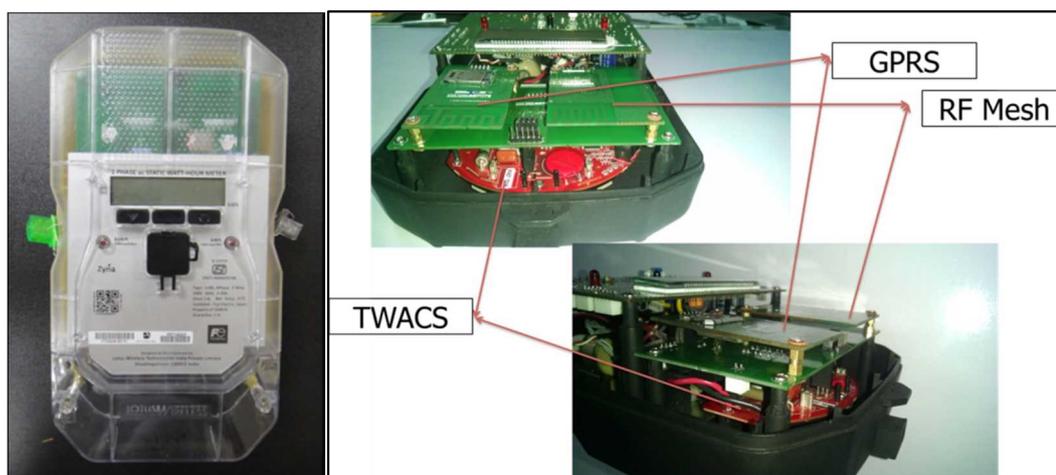
	<p>2. ピークロード低減技術の実証(実証事業)【課題①】 実証対象4フィーダの需要家に設置したスマートメータの収集電力量から、電力需要を分析し、デマンドレスポンスをシミュレーションし、ピークロード低減効果を予測する。</p> <p>3. 配電系統の供給信頼度改善および配電系統監視・制御技術の実証 (普及促進事業、実証事業)【課題②、③】 実証対象4フィーダに日本で適用されている3分割3連系技術を導入し、SAIFI/SAIDIを約1/3に低減する。また、配電監視・制御システムの構築による事故停電時間短縮効果を検証する。</p> <p>4. 技術的・商業的ロスの低減および配電ロス低減技術の実証 (普及促進事業、実証事業)【課題③】 日本で適用されている配電ロス解析手法を用いて、技術的ロス内の盗電と純粋な技術的ロスを切り分け、技術的ロスを低減する。また、スマートメータから得られる電力量と柱上変圧器の電力量から配電ロス量を算出し、配電ロス低減に向けた方策を検討する。</p> <p>5. 柱上変圧器故障率の低減(普及促進事業)【課題②】 日本で適用されている配電設備管理手法を導入し、変圧器メータによる柱上変圧器の負荷管理と故障分析により、柱上変圧器の故障率を低減する。</p>						
(3)内容・計画	主な実施事項	2014fy	2015fy	2016fy	2017fy	2018fy	
	① 実証システムの設計		→				
	② 実証システムの調達・設置			→	→	→	
	③ 実証システムの調整				→	→	
	④ 実証システムの運転					→	
	⑤ キャパシテイ・ビルディング事業(分析)	→					
⑥ キャパシテイ・ビルディング事業(実践)		→	→	→	→		
(4) 予算 (単位:百万円)	会計・勘定	2014fy	2015fy	2016fy	2017fy	2018fy	総額
契約種類: (委託)	特別会計(需給) 【実証事業】	-	351	1,243	540	160	2,294
	特別会計(需給) 【普及促進事業】	45	226	210	51	17	550

	総予算額	45	577	1,453	591	177	2,844
(5)実施体制	MOU 締結先	電力省(MOP)、財務省(MOF)、ハリヤナ州電力局、ハリヤナ州北部配電公社(UHBVN)					
	委託先	実証事業: 富士電機、住友電気工業 キャパシティ・ビルディング事業: THEパワーグリッドソリューション					
	実施サイト企業	ハリヤナ州北部配電公社(UHBVN)					

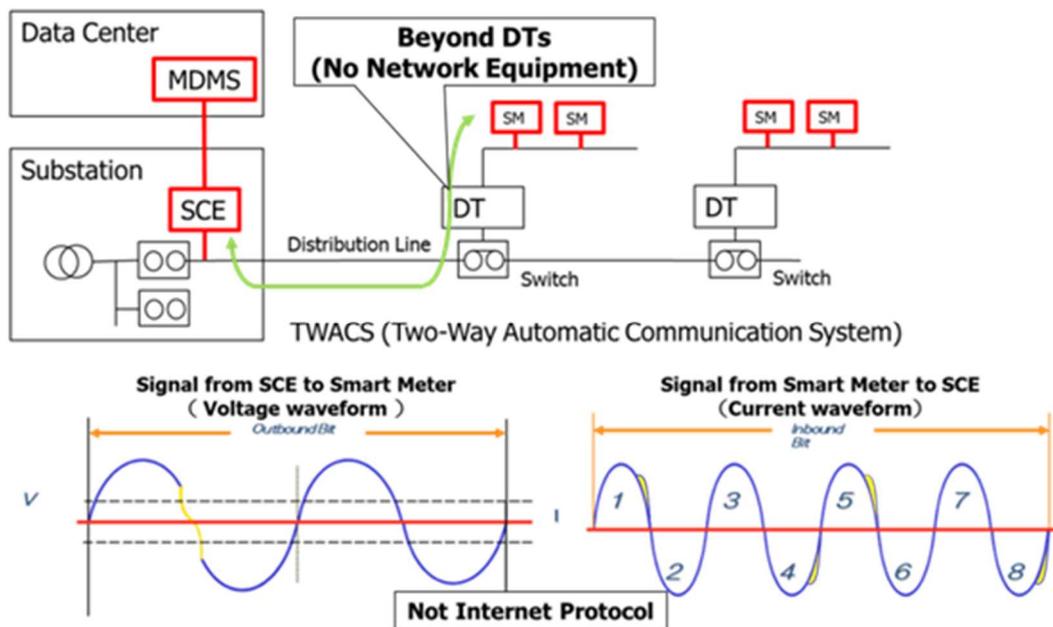
2. 事業の成果

2.1 スマートメータ通信技術の実証

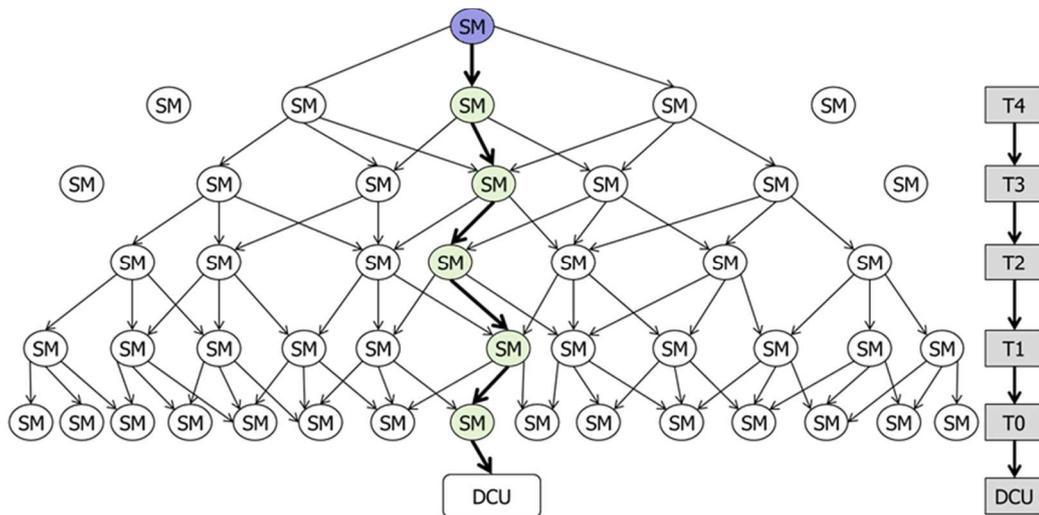
- (1) 本実証で開発したスマートメータは、実証後も UHBVN が継続してスマートメータによる料金徴収運用ができるように、インドの工業規格である BIS(Bureau of Indian Standards)規格の認証をインド国内の第1号機として取得(RF Mesh にて)し、BIS 規格準拠のスマートメータを開発・製造した。
- (2) スマートメータの通信方式は、TWACS 通信方式と RF Mesh 通信方式を採用した。加えて実証後も UHBVN が継続してメータ運用することを考慮し、従来の通信方式である GPRS 通信方式も実証スマートメータに搭載し、バックアップ通信として動作する構成とした。よって、スマートメータと上位システムとの通信は、3つのルートで接続されている。



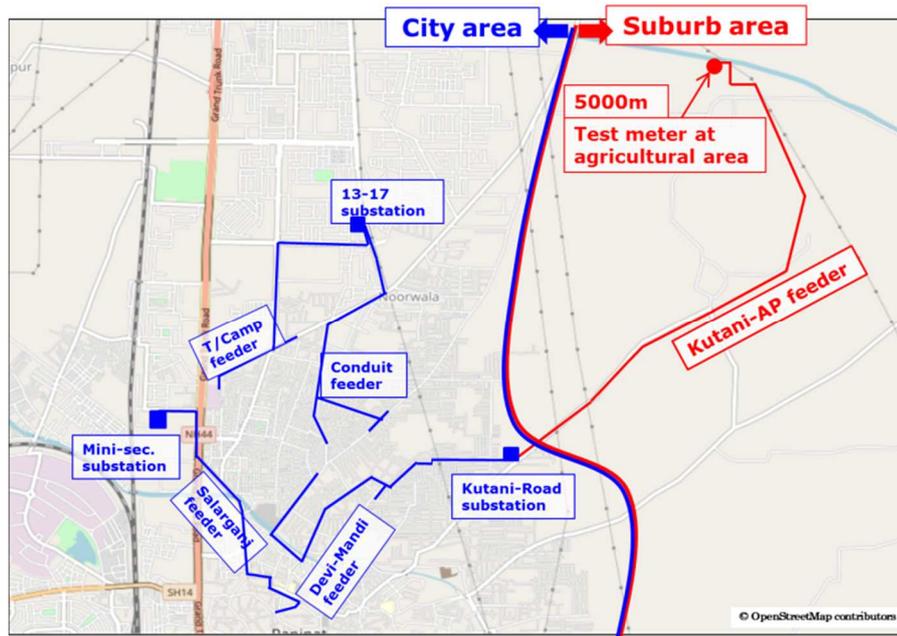
- (3) TWACS 通信は、TWACS 通信ポートと SCE(Substation Communication Equipment)間を TWACS プロトコルで通信し、SCE からの要求に基づき、TWACS 通信ボードが制御される仕組みである。また、TWACS プロトコルは、配電線を介して通信するが、その方式はインターネット通信とは異なり、電圧および電流の波形に歪みを入れ、その歪みを 1 ビットとして通信する方式である。電圧・電流の歪みにより通信する技術であることから、変電所の SCE からフィーダ上の柱上変圧器を越えて需要家に設置しているスマートメータとの通信を可能にする。SCE とスマートメータ間が配電線で接続され、通電されている条件下で通信できる技術である。すなわち、脆弱なインドの配電線であっても、変電所から需要家へ給電されていれば、スマートメータの制御およびスマートメータからのデータ収集ができる通信技術である。



- (4) 一方、RF Mesh 通信は、メータ同士が通信しメッシュネットワークを構成してマルチホップ通信を行って効率よくスマートメータ情報を上位システムに通信するスマートメータの一般的な方式である。本実証で開発した RF Mesh 通信は、5 階層までメッシュネットワークを構成することができ、各メータは無線強度の強いルートを定期的に検索し、最大 3 ルートまで記憶し DCU まで通信を行う。



- (5) インドの郊外エリアを対象としたスマートメータ市場は、規模が大きく、且つ変電所からメータまでの距離が中長距離になる。TWACS 通信は、中長距離通信を特長の一つとしていることから、その適用可否を確認するため、UHBVN と協議し、実証対象範囲とは別に中長距離 (5km) での TWACS 疎通確認試験を実施した。



(6) TWACS 通信方式は中長距離通信も含め 99%以上の通信成功率であったのに対し、RF Mesh 通信方式は、通信回数が多い 30 分値データ(Interval Read) 取得において、85%から 90%の通信成功率であった。以上より、TWACS 通信方式がより高い通信成功率となることを確認した。

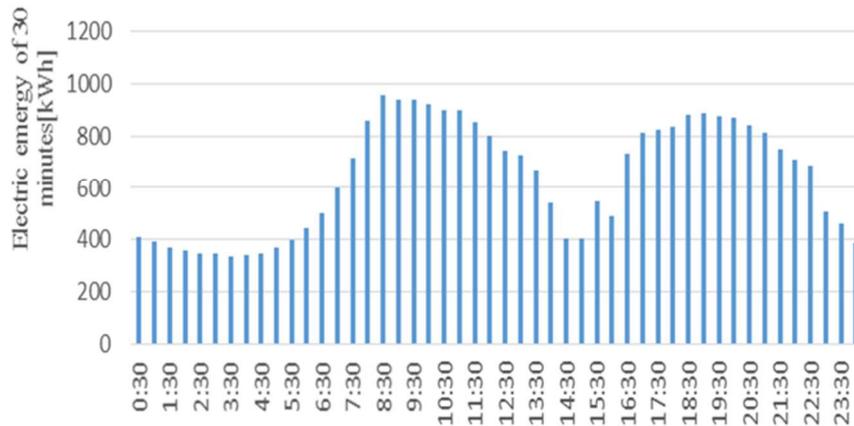
評価項目	TWACS 通信方式	RF Mesh 通信方式
Scalar Read (計量値:1 回/日)	99%以上	99%以上
Interval Read (30 分値)	99%以上	85%~90%
中長距離通信:追加検証 (1 回/時間 通信試験)	99%以上	—
評 価	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 通信品質が高い ✓ 3G 通信の範囲外もしくは不安定なエリア(郊外の農村地域)でも通信可能 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 通信品質が低く、30 分値ではデータ欠損が発生する ✓ 3G 通信の範囲外もしくは不安定なエリア(郊外の農村地域)では、DCU が通信できず適用不可

2.2 ピークロード低減技術の実証

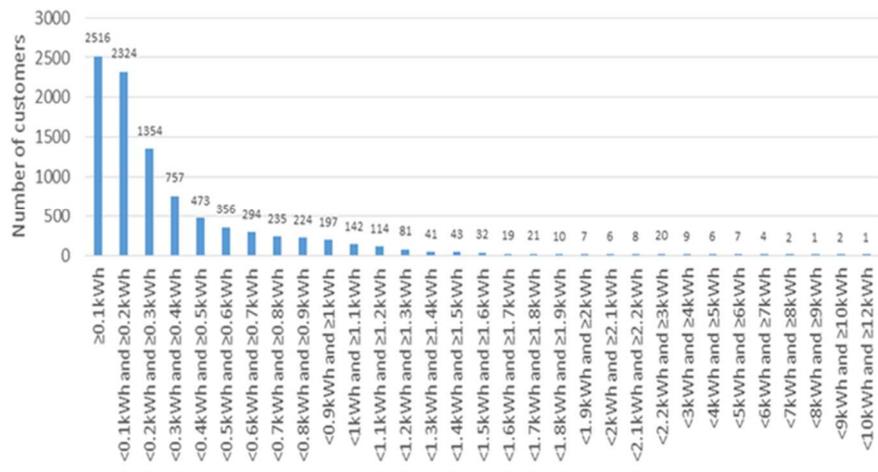
(1) 電力需要分析

- ① ピークロード低減に係る分析の事前準備として、実証対象の 4 つのフィーダに設置したスマートメータの収集電力量により、電力需要を分析した。
- ② 2019 年 1 月 1 日から 1 月 31 日までを対象に電力需要傾向を分析した結果、平日・休日の明確な差は無く、需要のピークは午前中(7:00~10:00 近辺)と夜間(18:00~21:00 近辺)の 2 回発生していることを確認した。また、集計の結果、電力需要の少ない需要家が多く存在することを確認した。

4フィーダ全体の電力需要(2019年1月10日)



電力需要毎の需要家数(2019年1月10日)

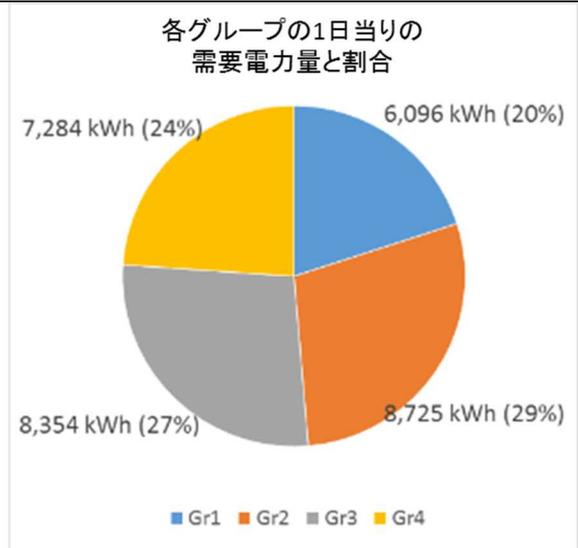
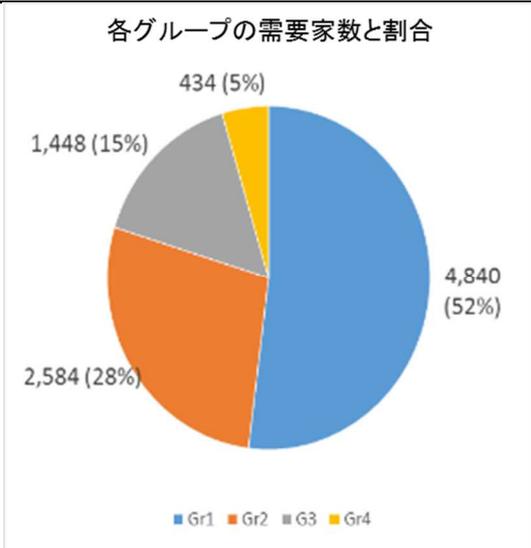


③ 分析のため、需要家を電力需要量の少ない順に以下の基準で Gr1～Gr4 の 4 グループに分類した。電力需要が日本平均以上の需要家を大規模需要家と位置付け、日本平均未満を中小規模需要家とし、中規模需要家を2つに分類して3グループに分け、合計4グループに分類した。

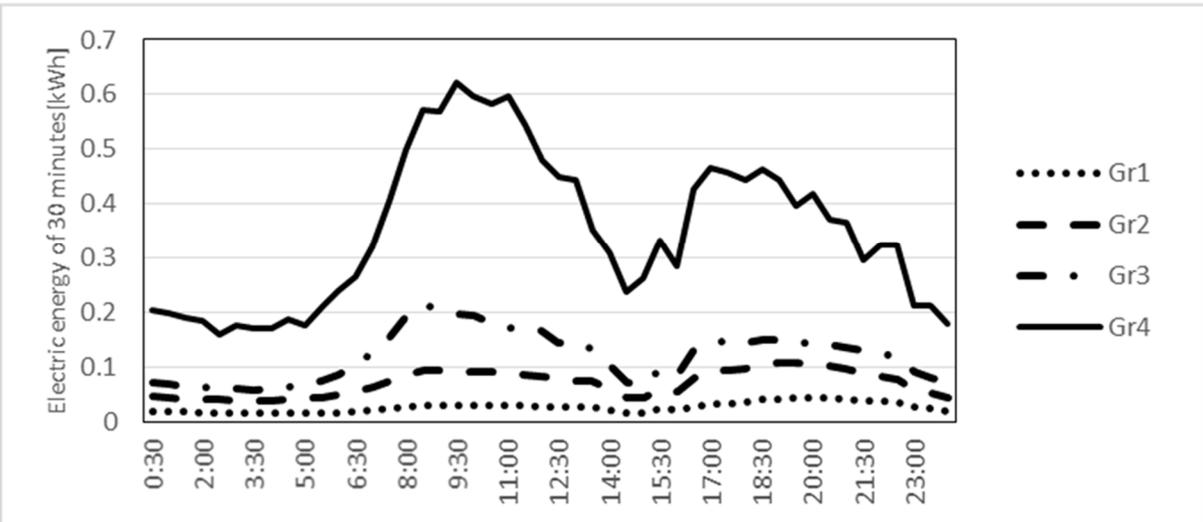
グループ	分類基準
Gr1	1カ月の電力需要から見て、ほとんど家電を所有していないと思われる需要家
Gr2	1カ月の電力需要が日本の平均*の 1/2 未満、かつ Gr1 を除く
Gr3	1カ月の電力需要が日本の平均*の 1/2 以上、かつ日本の平均*未満
Gr4	1カ月の電力需要が日本の平均*以上

(*)日本の1世帯当たり電力需要量は、2015年度 247.8 kWh/月(出典:電気事業連合会)

④ 4グループに分類した結果、今回の分類基準では各グループの電力使用量はほぼ同じになった。これは、Gr1は需要家数の過半数を占めるが、個々の電力使用量が非常に小さく、一方でGr4は需要家数が少ないが、個々の電力使用量が大きいためである。また、電力需要のピークは、全てのグループにおいて午前中と夜間の2回発生していることを確認した。

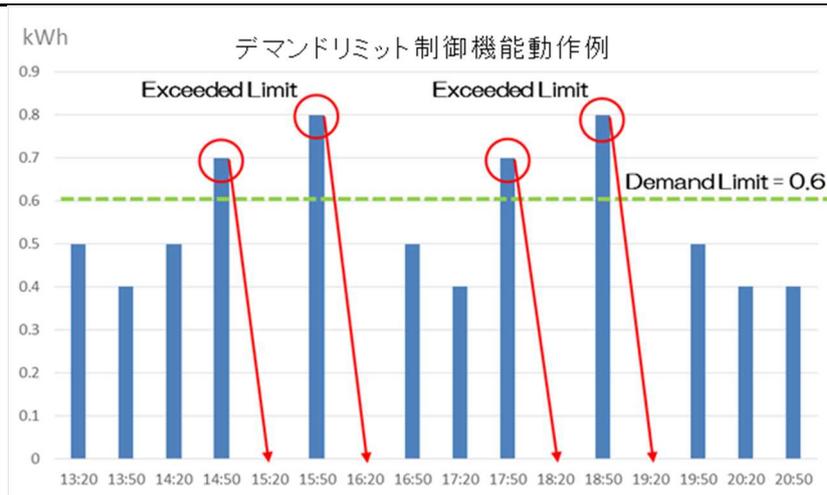


各グループの1需要家当りの平均需要電力量

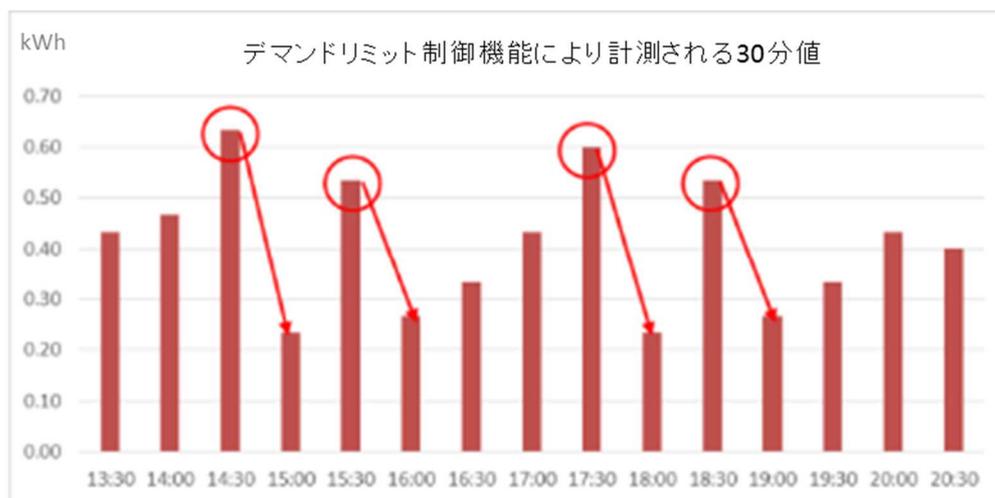


(2) デマンドリミット制御による需要削減効果の予測

- ① 今回の実証で開発したスマートメータには、電力需要を抑制するための機能として、デマンドリミット制御機能を実装している。デマンドリミット制御機能は、30分毎に消費電力量をチェックし、事前にスマートメータに設定した電力消費リミットを超過した場合に電力供給を遮断し、30分後に自動的に電力供給を開始する仕様とし、UHBVN と協議した上で採用した。スマートメータが毎時 00 分と 30 分に記録する電力量の計測とは非同期に動作する。デマンドリミット制御が毎時 20 分と 50 分に動作した場合の計測イメージを以下に示す。



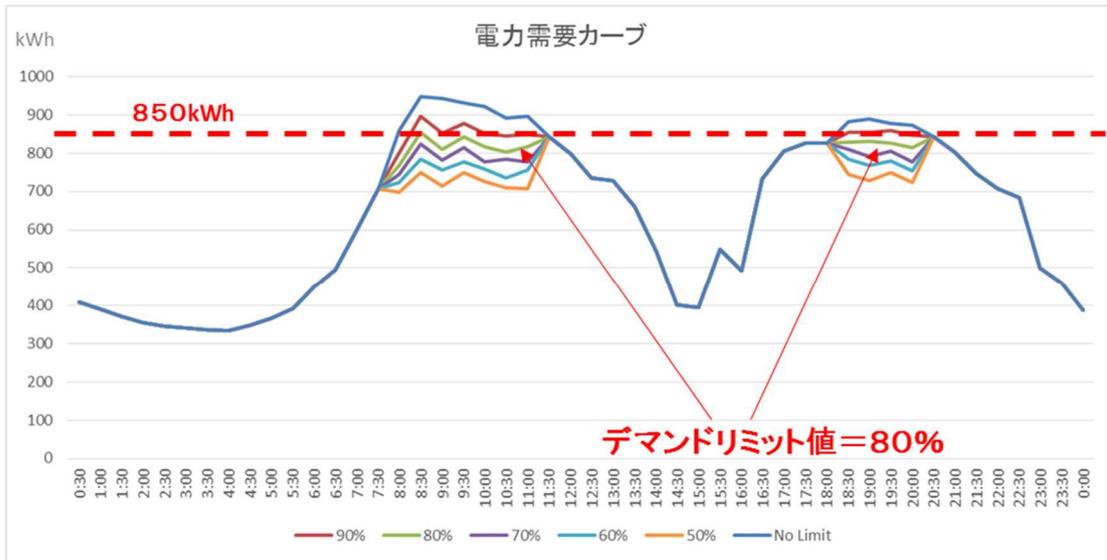
デマンドリミット制御の動作タイミングと電力量計測タイミングの差異により、電力量は下記のとおり計測される。



② デマンドリミット制御による需要削減効果確認

デマンドリミット制御機能を使った需要削減効果を確認するため、以下の条件でシミュレーションを実施した。

- I. デマンドリミット制御実施時間帯は、需要のピーク時間帯である午前中(8:00~11:00)と夜間(18:30~20:00)の2回
 - II. Gr1 は、電力使用量が非常に少ないため、デマンドリミット制御対象外とする
 - III. 各需要家の1日のピーク使用電力に対して、デマンドリミット値に90%~50%の範囲を10%刻みで設定した場合のシミュレーションを行う
- 上記の条件でシミュレーションした結果を以下に示す。



上記シミュレーション結果から、デマンドリミット制御により電力需要が削減できることを確認した。また、ピーク需要の 90%に相当する 850kWh をピークカット目標電力需要とした場合、デマンドリミット値を 80%にすれば良いことが確認でき、ピークカット目標に応じてデマンドリミット値を調整して対応できることを確認した。

(3) 電力料金反映に向けた分析

① 分析の目的

前述のシミュレーションでは、Gr1 を除く全ての需要家を対象にデマンドリミット制御機能を適用したが、停電対策のために個人で自家発電を設置している需要家があり、追加料金を支払ってでもできるだけ停電させたくないと考えている需要家もいると想定される。ここでは通常の電気料金に加え、追加料金を支払ってデマンドリミット対象外とする契約(優先供給料金契約)を設定した場合について確認した結果を報告する。

具体的には、電力需要の多い Gr2~Gr4 の需要家に対して、優先供給料金契約を設定した場合に、どのような条件であれば制度が成立するかを確認する。

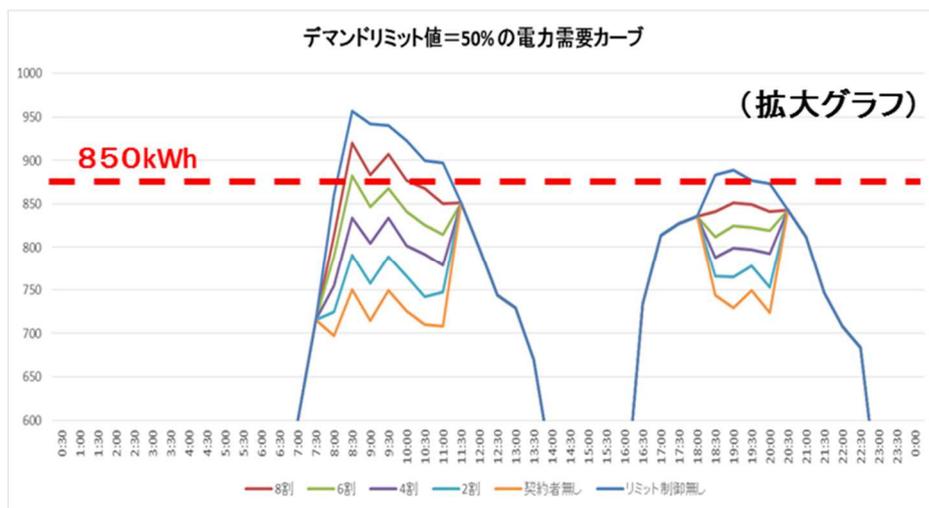
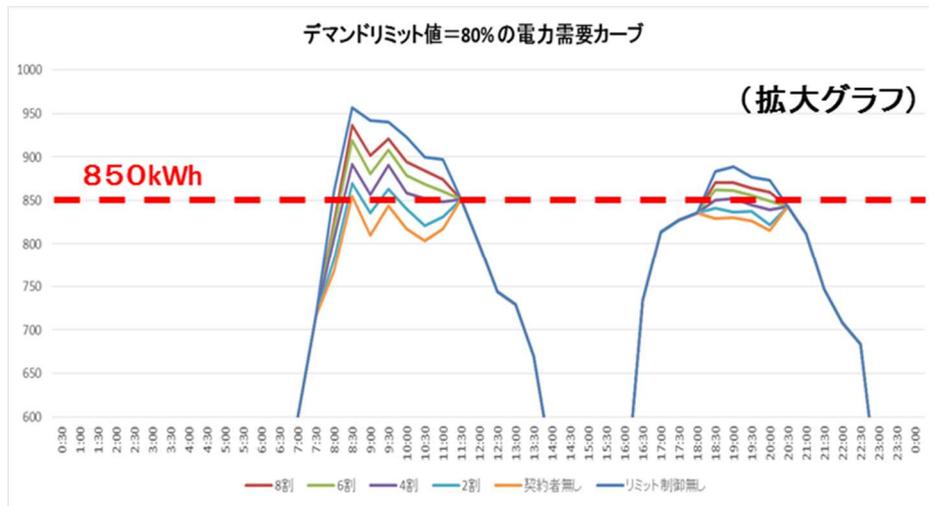
② シミュレーションケース

Gr2~Gr4 の需要家に対して、どの程度の割合で優先供給料金契約することができるか、およびデマンドリミット値をどのように設定すれば良いかを確認する。具体的には、以下のケースでシミュレーションを行う。なお、ピークカット目標は、ピーク需要の 90%に相当する 850kWh とした。

デマンドリミット値	優先供給料金契約率			
	2割	4割	6割	8割
80%	シミュレーションケース			
70%				
60%				
50%				

③ シミュレーション結果

以下に、デマンドリミット値を 80%、7に設定した場合と、50%に設定した場合に、優先供給料金契約者の割合を 8 割、6 割、4 割、2 割に変化させたシミュレーション結果を示す。



④ 分析結果まとめ

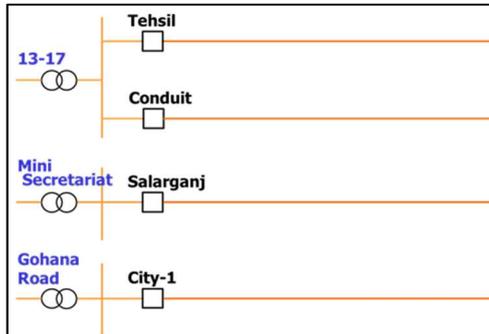
シミュレーションの結果、デマンドリミット制御で 10%のピークカットを実現するには、優先供給料金契約者数が、Gr2～Gr4 の需要家の 4 割以下でないと、制度が成立しないことが確認できた。

デマンドリミット値	優先供給料金契約率			
	8割	6割	4割	2割
80%	×	×	×	×
70%	×	×	×	○
60%	×	×	○	○
50%	×	×	○	○

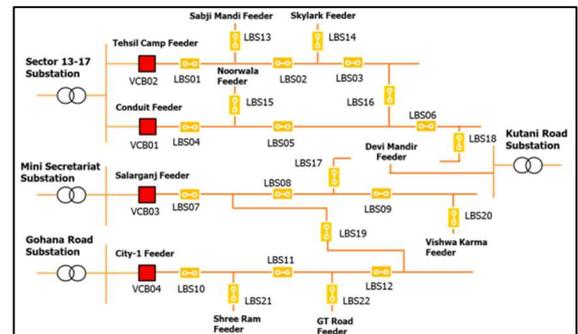
○:ピークカット可能
×:ピークカット不可能

2.3 配電系統監視・制御技術の実証／供給信頼度の改善

- (1) キャパシティブルディングチームにより現地調査を実施し、DSS/EAM を活用して、配電系統監視・制御システム適用に関する系統設計(3分割3連系方式)を実施した。3分割3連系方式とは、フィーダを3つに区分し、区間ごとに隣接するフィーダとの連系点を設け、ある区間が停電しても隣接するフィーダから電力供給し、停電範囲を一つの区間に極小化する方式である。



従来系統



3分割3連系方式

- (2) 配電系統監視・制御システム導入後の運転者教育として、3分割3連系方式の運用法、停電発生時の復旧手順について、キャパシティブルディングチームによる教育を実施した。
- (3) 配電系統監視・制御システム導入後、事故発生から事故復旧までの所要時間を分析し、事故区間以外の停電時間短縮効果を確認した。

No.	項目	計算方法	ケース1	ケース2	ケース3
①	事故発生日時	-	2018年11月8日 07:11:42	2018年11月13日 23:28:53	2019年1月25日 02:32:33
②	事故発生フィーダ	-	Conduit	Salarganj	Salarganj
③	事故発生区間	-	第3区間(LBS05～LBS06間)	第1区間(VCB03～LBS07間)	第1区間(VCB03～LBS07間)
④	事故区間以外の区間への電力供給が行われた日時	-	2018年11月8日 08:07:36	2018年11月14日 00:26:00	2019年1月25日 07:24:01
⑤	事故復旧日時	-	2018年11月8日 09:23:12	2018年11月14日 00:46:29	2019年1月25日 16:45:22
⑥	事故区間以外の区間への電力供給までの所要時間	④-①	00:55:54	00:57:07	04:51:28
⑦	事故復旧までの所要時間	⑤-①	02:11:30	01:17:36	14:12:49
⑧	事故区間以外の区間の停電短縮時間	⑦-⑥	01:15:36 短縮	00:20:29 短縮	09:21:21 短縮

- (4) 配電系統監視・制御システム運転員への教育を通じたスキルアップにより、さらに停電時間を短縮できることも判明した。

- ① 事故発生から再閉路までの時間短縮(1分以内に短縮)
自動再閉路機能の使用により、瞬時故障か継続故障かを判定する時間を1分以内に短縮
- ② 再閉路失敗から事故点の切り離しまでの時間短縮(2分以内に短縮)
SCADAの運用習熟により、再閉路失敗以降の事故点切り離し操作を2分以内に短縮
- ③ 事故点の切り離しから電力融通までの時間短縮(2分以内に短縮)
SCADAの運用習熟により、事故点の切り離しから電力融通操作を2分以内に短縮

No.	項目	ケース1	ケース2	ケース3	改善方法
		改善効果	改善効果	改善効果	
⑨	事故発生から再開路までの時間	00:34:58	-	03:20:10	自動再開路機能の使用
⑩	再開路失敗から事故点の切り離しまでの時間	00:16:51	00:32:58	00:24:12	SCADA運用方法改善
⑪	事故点の切り離しから電力融通までの時間	-	00:19:35	01:02:06	SCADA監視範囲拡張
⑫改善効果(停電短縮時間)		00:51:49	00:52:33	04:46:28	
⑦事故復旧までの所要時間		02:11:30	01:17:36	14:12:49	
⑥事故区間以外の停電復旧時間		00:55:54	00:57:07	04:51:28	
運用改善を含む事故区間以外の停電復旧時間 (⑥-⑫)		00:04:05 で復旧	00:04:34 で復旧	00:05:00 で復旧	

(5) 配電会社から入手した SAIDI・SAIFI 情報と、配電系統監視・制御システム導入後の SAIDI・SAIFI を比較し、下表のとおり改善されたことを確認し、SCADA の運用習熟により、さらに停電復旧時間が改善されることが期待される。

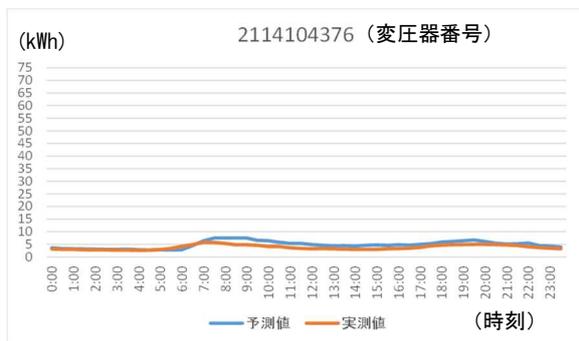
指標	UHBVN提供値 (2017年の年間平均)	SCADA測定値 (2019年1月)	改善率
SAIDI	54 [時間/月]	18 [時間/月]	66%
SAIFI	17 [回/月]	13 [回/月]	26%

2.4 配電ロス低減技術の実証／技術的・商業的ロス低減

- (1) 配電システムロスの分析に向け、各需要家のスマートメータ、および配電変圧器に設置したメータのデータを元に、電力負荷予測手法を活用し、需要家の需要予測式を作成した。また、需要予測式が実測値を再現していることを確認した。
- (2) 配電システムロスの分析として、配電変圧器のメータデータと、各配電変圧器に接続している需要家の需要予測値の比較を実施し、盗電など何らかの異常が疑われる変圧器を抽出した。



予測値との差分が大きく異常が疑われる変圧器



予測値と一致しており異常がないと思われる変圧器

- (3) 配電システムロス分析により、盗電など何らかの異常が疑われる変圧器を抽出し、差異分析・確認のため、現地調査を実施した。

- ① 変圧器に接続されるメータ情報(顧客情報)が間違っており、顧客情報のリストに記載の無いメータが、5箇所存在したことが主要因であった。
 - ② また、現地調査の結果、実際の盗電箇所を発見した。
- (4) 盗電に関する低減策の提案を実施し、UHBVNにより盗電の低減策を適用した。
- ① 盗電に対する主な方策は以下のとおり。
 - A) 定期的な盗電の検査や監視
 - B) 電線の被覆電線への張替え
 - ② メータに関する主な方策は以下のとおり。
 - A) メータの現地調査、再構成、試験、封印、取替え
 - B) メータ収納ボックスの採用
 - C) メータの柱上への移動
 - D) 配電用変圧器に対し、チェック用の変圧器メータの取り付け
- (5) UHBVN は、スマートメータの遠隔遮断機能により、電気料金未払い顧客の電力供給を遮断した。2018年10月～2019年1月の間に、約1,300件の顧客に対する電力供給を遮断し、電力供給遮断による電気料金徴収効果を試算した。
- (6) 技術的・商業的ロスの対策により、技術的・商業的ロスが約34%(実証前)から、18.6%(2018実績)に改善した。

2.5 柱上変圧器の故障率低減

- (1) 柱上変圧器の故障原因の分析を実施した。
- ① 柱上変圧器の故障分析を実施し、浸水による絶縁破壊が主要因であることを特定した。
 - ② 修理箇所の分析から、気密漏れが浸水の主要因であることを特定した。
 - ③ 修理工程の改善策について提案実施した。
- (2) 柱上変圧器の現地巡視・補修作業において、現地教育を実施した。
- (3) 柱上変圧器の点検表を活用し、現地巡視を実施し、変圧器のランク分けを行った。これにより、変圧器故障率を約6%に低減できる見込みである。

3. 事業成果の普及可能性

3.1 配電監視・制御システム(SCADA)

今後 15 年間でインド全土に配電監視・制御システムが普及すると予測し、市場規模を推定した。その上で、実証事業で得られた SAIDI(顧客一軒当たりの停電時間)改善結果からシステム導入効果を試算し、投資回収期間を試算した。普及展開ステップは、実証で導入したシステムの拡張提案から行い、パニパット市内全域への展開を提案、さらに UHBVN 管轄への展開を目指す。また、他州への展開は、パニパット市内への展開成果をベースに、富士電機現地法人の拠点から各州の配電会社へのアプローチを検討する。

3.2 スマートメータ

実証開始時は、実証で TWACS の優位性を示した上で、RF Mesh や GPRS といったコモディティ技術でコスト競争にならないよう、TWACS でビジネス展開する計画であった。しかし、GPRS 方式のみでの商用スマートメータの入札が 2017 年 9 月に実施され、富士電機入札価格の 1/2 以下の価格で落札された。公募した EESL(Energy Efficiency Services Limited)は、購入予定価格の 40%~50%低い価格であったと報告している。今回の落札価格が①市場価格として定着しさらに低価格化が進むか、②品質は満足できるのか、③GPRS 方式のみでインド全土に展開できるのかを注視し、対策を検討する。引き続き、インドのスマートメータ市場のニーズをウォッチし、市場参入機会を狙って行く。

4. 代エネ効果・CO₂削減効果*

	実証事業段階	普及段階 (2020)	普及段階 (2030)
(1)省エネ効果による原油削減効果	51 KL/Year	51 KL/Year	29,247 KL/Year
(2)代エネ効果による原油削減効果	-	-	-
(3)温室効果ガス排出削減効果	198 ton/Year	198 ton/Year	112,665 ton/Year

※DRを実施した場合の電力需要ピークカットにより期待される CO₂削減効果

用語集

用語	意味
AMI	スマートメータ通信システム (Advanced Metering Infrastructure)
AT&C ロス	技術的・商業的ロス (Aggregate Technical & Commercial losses)
BIS	インドの標準規格 (Bureau of Indian Standards)
DSS	系統解析ソフトウェア (Decision Support System)
EAM	機器管理システム (Enterprise Asset Management)
EESL	電力省傘下の公営企業 (Energy Efficiency Serviced Limited)
GPRS	パケットデータ通信技術 (General Packet Radio Service)
ISGF	電力省傘下の官民連携組織 (India Smart Grid Forum)
MDMS	メータデータ管理システム (Master Data Management System)
MOF	財務省 (Ministry of Finance)
MOP	電力省 (Ministry of Power)
MOU	覚書 (Memorandum of Understanding)
RF-Mesh	ワイヤレス メッシュ ネットワーク通信 (Radio frequency mesh)
SAIDI	顧客一軒当たり年間停電時間 (System Average Interruption Duration Index)
SAIFI	顧客一軒当たり年間停電回数 (System Average Interruption Frequency Index)
SCADA	電力制御監視システム (Supervisory Control And Data Acquisition)
SCE	スマートメータと TWACS 通信する親機 (Substation Communication Equipment)
TWACS	米国 Aclara 社の電力線通信技術 (Two-Way Automatic Communication System)
UHBVN	北ハリヤナ配電公社 (Uttar Haryana Bijli Vitran Nigam Limited)
瞬時故障	雷サージフラッシュオーバや飛来物、鳥獣、樹木などが電線に瞬間的に接触することなどに起因する故障
継続故障	送電線または配電線の断線、機器の絶縁破壊及び他物との長時間接触などに起因する故障
再閉路	送電線または配電線の事故時に、事故で電流を遮断した遮断器の回路を閉じて再び電流が流れるようにすること
自動再閉路機能	送電線または配電線の事故時に、ある一定の無電圧時間において自動的に遮断器を再投入する機能 瞬時故障の場合は、自動で再送電が可能となる機能
デマンドリミット制御	電力需要が閾値を越えたら電力供給を遮断する機能