

はじめに

東日本大震災と福島第一原子力発電所の事故を契機に、全国的な電力需給の逼迫という問題が発生した。また、震災と原子力発電所の事故は、国民の価値観やライフスタイルに大きな影響を与え、安定・安価なエネルギー供給のみならず、省エネ意識の醸成、環境への負荷の少ない再生可能エネルギーの導入拡大、災害に強い街づくりといったことに関心が高まっている。

このような社会状況の変化の中、急速に発展している情報通信技術を活用し、再生可能エネルギーを導入しつつ、エネルギーシステムのみならず、水道や交通など社会インフラを整備し、地域社会全体をスマート化していく取組みが注目されている。

本調査は、スマートコミュニティ構想の実証事業の具体的な取組みについて、どのような特徴があるのか、その取組みの現状と課題について整理するとともに、中国地域の地域特性に適合したプロジェクトのあり方を考察したものである。

第1章 エネルギーのネットワーク

1. ネットワーク

ネットワークについては、情報通信ネットワーク、人的ネットワークなどという使われ方がされているが、エネルギーについても「膨大な量の電力やガスなどのエネルギー」を複数の供給設備から複数の需要家に送る網の目状のシステムであるといえる。

2. グリッド (grid)

中でも電力についてはネットワークが焼き網のような形状をしていることからグリッドといわれる。

3. 電気事業のビジネスモデル

電気事業については、以下の3点の特徴があるといわれている。

- ①ネットワークを繋いで、需要を集約し安価に供給する
- ②発電設備を大きくすることで発電コストを下げる
- ③巨額の設備投資を要するので、経営安定化のため規制料金の地域独占企業とする

4. 負荷率 (load factor)

電気事業においては、負荷率が事業経営にとって大きな課題である。最大電力に対する年平均需要電力の比率が年負荷率であり、数値が大きいほど設備が有効利用され、小さいほど未利用設備が多くなる。また、電気の供給は、「貯蔵できない」という特徴から「負荷率」の向上は重要課題である。

5. 需要と供給の一致

電気は、消費財であるが、財の特性として在庫ができない。電力会社が需要を想定し、それに見合った大規模発電所の運転を行い、需要に合わせた供給を行っている。

6. 電力自由化

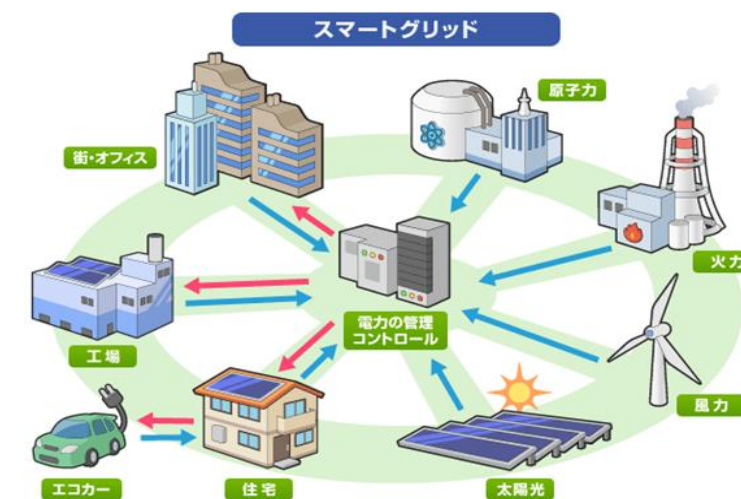
電力システム改革の議論の中で、電力自由化についても検討されている。これには、自然独占性のあるネットワーク部門（送電・配電）以外の発電・小売分野の競争促進、太陽光や風力など分散型電源の普及や電気事業者以外の事業参入の促進が背景にある。

不安定な分散型電源を巨大な電力システムに取り込んでいくには、送配電システムを適切に制御できる「スマート化」が不可欠であるといえる。

第2章 スマートグリッド

1. スマートグリッドの導入の経緯

スマートグリッドが導入される理由には、欧州において再生可能エネルギーの導入拡大に伴う系統運用技術の高度化の必要性、米国における電力インフラのトラブルを発端とした大停電の発生などがある。我が国では、既存の高度な電力系統技術があつて、さらに再生可能エネルギーの大量導入にも対応できるものを目指す。



2. 送電・配電の仕組み

発電所から工場・ビル・家庭に向けて電気が送られる送配電ネットワークは、高度な情報通信システムにより、事故が発生しても停電を最小限に抑えるようになっている。

3. スマートグリッド化した場合の構成要素

- スマートグリッドを構成する要素を上流部と下流部に分けると以下のようなになる。
- ・上流部：発電所（風力発電、メガソーラーを含む）から送電ネットワーク。この部分は高度な情報通信システムにより制御されている。
 - ・下流部：配電用変電所、配電線、柱上変圧器、引込線、スマートメーター、住宅用太陽光発電、電気自動車、燃料電池などからなる。中でもスマートメーターは、スマートグリッドの構築に欠かせない機器といわれ、細かい電力の消費状況の把握や、リアルタイムの料金設定が可能となる。

4. エネルギー管理システムの開発

家庭・ビル・工場，都市・地域という各階層におけるエネルギー管理システム（EMS）の開発が進められている。

5. スマートコミュニティの意義

スマートグリッドのような新しい電力制御技術とICTを組み合わせた電気の有効利用に加え，熱や未利用エネルギーも含めたエネルギー全体の需給体制の構築，地域の交通システムや市民のライフスタイルの変革まで幅広く含んだ「コミュニティ」のエリアでの次世代のエネルギー・社会システムの考え方といえる。

第3章 スマートコミュニティ構想の現状

第1節 スマートコミュニティ構築に向けた動き

- 2009年12月，スマートコミュニティ関連システムフォーラムの設立
- 2010年4月，スマートコミュニティ・アライアンスの設立
- 2010年度，経済産業省の次世代エネルギー・社会システム実証事業の開始
- 2011年度，同省の次世代エネルギー技術実証事業の開始

この調査では，次世代エネルギー・社会システム実証事業と次世代エネルギー技術実証事業に焦点を当てて，現地調査を実施した。

第2節 次世代エネルギー・社会システム実証事業

エネルギーの有効利用という観点だけではなく，ユーザーにどのようなサービスや付加価値を提供し，持続させていくのかを，まさに次世代の社会システムとして機能するかを実証する。大都市部や比較的大きな住宅地域が実証地域に選定されている。

- (1) 横浜スマートシティプロジェクト
- (2) 豊田市低炭素社会システム実証プロジェクト
- (3) けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト
- (4) 北九州スマートコミュニティ創造事業

図表. 次世代エネルギー・社会システム実証事業

実証地域	タイプ	特徴	特徴
横浜市	広域大都市型	広域な既成市街地にエネルギー管理システムを導入。	サンプル数（4千世帯）が多く多様な仮説を実証可能。
豊田市	個別住宅型	67戸において家電の自動制御。車載型蓄電池を家庭のエネルギー供給（V2H）に役立てる。運転者に対して渋滞緩和の働きかけ。	
けいはんな学研都市	住宅団地型	新興住宅地にエネルギー管理システムを導入。約700世帯を対象に，電力需給予測に基づき翌日の電力料金を変動させる料金体系を実施。	
北九州市	特定供給エリア型	新日鐵により電力供給が行われている区域において，50事業所，230世帯を対象に，電力料金を変動させる料金体系を実施。	

第3節 次世代エネルギー技術実証事業

異なったロケーションで特定の技術に焦点を当てて，全国の9地域で実証が行われており，鳥取市など3か所について調査を実施した。

- (1) スマート・グリッド・タウン技術実証事業（鳥取県鳥取市）
- (2) 防災と自給自足を目指した臨海型スマートシティ（広島県福山市）
- (3) 柏の葉スマートシティプロジェクト（千葉県柏市）

図表. 次世代エネルギー技術実証事業

実証地域	モデル	特徴
鳥取市	スマート・グリッド・タウン技術実証	スマートハウス，植物工場，介護サービス施設で蓄電池を共有・共用することでコミュニティ全体のコストを抑制
福山市	船舶を活用した臨海・防災型EMSモデル	災害時の非常用電源として船舶内のディーゼル発電機から電気自動車（EV）へ給電し，EV経由で需要家に電力を給電するシステムの構築
柏市	複合施設における電力融通モデル	ショッピングモール，オフィス，ホテル，集合住宅の間の自営線による電力融通によりピークカットや省エネを実施。災害時に，太陽光やNAS電池からの電力融通を行う。

第4節 株式会社東芝のスマートコミュニティへの取組み

東芝がスマートコミュニティ事業に取り組む背景には，新興国の「人口増加」と人口の「都市集中化」，エネルギー・環境問題，情報インフラの整備の必要性などがある。

効率性だけでなく，快適な居住環境，充実した教育環境，文化・スポーツ，アメニティなどの諸条件が総合的に整備されている。それが東芝の考える「スマートコミュニティ」である。

図表. 株式会社東芝の参画プロジェクト



資料. 株式会社東芝

第4章 スマートコミュニティの課題

1. 経済性

- ・コミュニティという単位にも大小あって、スケールメリットを考えるとできるだけ大規模に展開することが望ましい。
- ・太陽光発電などの大量導入が進めば、蓄電池とのセットは不可欠であり、蓄電池の低コスト化と大型化が必要となる。

図表. 各種蓄電池の比較

電池の種類	鉛	NAS	リチウム	(揚水発電)
コスト (円/kWh)	約5万円	約4万円	約20万円	約2.3万円
大容量化	○ ~MW級	◎ ~MW级以上	○ ~MW級	100~200万kW
安全性	○	△	△	◎
寿命	約17年	約15年	6~10年	約60年

資料. 蓄電池戦略 (2012年7月) 経済産業省蓄電池戦略プロジェクトチーム

2. コージェネの限界

- ・スマートコミュニティにおいては、電気に加え熱の利用が重要である。
- ・コージェネレーション (熱電併給) が有効であると考えられるが、ある程度の熱需要がないと効率性が悪い。また、配管などが必要で高コストとなる。

3. 系統制御上の制約

- ・太陽光や風力など不安定な再生可能エネルギーをいかに制御するか。
- ・蓄電池の充電・放電のタイミングをいかにするか。

4. DR (デマンドレスポンス) 参加へのインセンティブ構築

- ・DRは需要側の電力消費を抑制することになる。
- ・快適性と両立が大きな課題で日常生活において電気料金が高くなるから冷暖房を止めるということに果たしてなるのか、一時的にはよいが継続できるか。
- ・個人情報を知られることへの違和感もある。
- ・自主的に参加しやすい仕組みづくりが必要となる。

5. セキュリティ

- ・個人情報などのデータ漏洩やCEMS (セムス) などの管理システムへのサイバー攻撃のリスクが考えられる。

6. 事業の運営の継続性

- ・補助金が出ている時は続くが、補助金の交付が終わった後どうするか、継続性の確保が大きな課題である。
- ・自治体 (コミュニティ) の熱意 (やる気) と運営組織の主体性が重要である。

7. 採算性の評価

- ・プロジェクトの投資に対する収益性の評価・検証が必要であり、場合によっては事業の縮小や中止などの見直しも必要となる。

8. 国際標準化

- ・実証の次の段階が事業化であり、ビジネスとして新技術や製品を普及させるには、国際標準化が不可欠である。また、できるだけ早期の海外での事業展開も必要である。

9. 規制緩和

- ・設備投資など経済的な負担となる特定供給の要件などに対する規制緩和が求められる。

10. まとめ

- ・スマートコミュニティを継続的に推進していくためには、何のために、どのような街を作っていくかという、明確な目的の設定が必要となる。安全・安心な街づくりを通して快適な市民生活が実現できるものとし、地域の産業の活性化や雇用創出につなげていかなければならない。

第5章 中国地域におけるスマートコミュニティの展開のあり方

1. 中国地域にとっての必要性

- ・中国地域は、人口減が進んでおり、スマート化によって、より住みやすい環境を整備し、UターンやIターンなど社会増につなげるものである。また、広島市などの郊外の住宅団地の衰退が顕著になっており、スマート化によって活性化を図る。

2. 中山間地域におけるスマートグリッドの適用

- ・中山間地域の小都市において、既存電源に加え、再生可能エネルギーと大容量蓄電池を組み合わせることが考えられる。

- ・瀬戸内海や日本海の島嶼部では洋上風力、バイオマス、小水力などの開発の可能性がある。

3. EVの利用、鉄道やバスへの蓄電池車両の導入

- ・消防法の改正でガソリンスタンドの廃業が進んでおり、家庭でも充電できる電気自動車の活用が考えられる。EVの普及には急速充電器などの充電インフラの設置拡大が必要である。

- ・鉄道や市内電車における蓄電池電車の開発が望まれる。

4. オンデマンド型交通システムの導入

- ・郊外団地では路線バスの廃止・減便が進んでおり、オンデマンド型の運行、バスの小型化、電気バスの開発などが考えられる。

5. DRの普及

- ・デマンドレスポンスには費用負担の問題があり、関連機器の設置費用は約15万円程かかるといわれている。そのため、普及にはリース制度の導入などが考えられる。

- ・ポイント制度などによってクーポン券を発行することも効果的である。

6. スマートコミュニティに関連したサービスの提供

新たなビジネス展開としては、以下のものが考えられる。

- ・時間帯別電気料金など多様な料金メニューによるサービス
- ・省エネルギーのアドバイス
- ・家電の異常検知、高効率機器への買い替えアドバイス

7. 災害時の早期復旧

- ・中国地域においても南海トラフ大地震による大きな被害が見込まれており、災害時に、エネルギーインフラの早期復旧が必要であり、福山市の船舶の発電機とEVを活用した電力供給モデルなどは有効であると考えられる。

まとめ

スマートコミュニティは、多様な主体と構成要素とによって成立している。スマートコミュニティを実現するには、それぞれの主体が連携をとりながら、一つ一つの構成要素の技術的な課題を克服し、全体として最適なシステムを構築していくことにある。

スマートコミュニティが世界的に注目されるのは、人口問題、エネルギー・環境問題、経済問題（雇用創出や産業活性化）といった諸課題の解決策の一つとなる可能性が高いからであろう。わが国は、今後、人口減少や高齢化、経済の停滞が懸念されるが、中国地域においても、このスマートコミュニティの事業と関連技術を活用できれば、経済・産業の振興策として大いに有望な施策になるものと期待できる。

今回の調査によって、既存の系統電力との調整、特に分散型電源の大量導入に伴う電力の安定供給の問題、プロジェクトの事業化に伴う採算性や継続性などが課題であることが明らかとなり、そのため、技術開発や国際標準化の取組みの一層の推進が必要であると考えられる。

電力システム改革の議論の中で、発送電分離などが検討されているが、電力の安定供給は、わが国経済を持続的に成長させる原動力であり、電源設備や送配電設備の維持・更新が円滑に行われるような制度が是非とも必要となる。補助金を受けたスマートコミュニティの中だけが経済的で安全・安心な生活を享受できるというのはスマート（賢い）とはいえない。社会全体のエネルギーのさらなる安定供給を目指して、より経済的な各種エネルギーの最適利用を実現するのがスマートコミュニティであろう。

以上