

研究指導 石光 真 教授

# スマートグリッドの実用化の必要条件

橋谷田 眞美

## 1. 研究目的

2011年3月11日の東日本大震災以降、原子力発電所の停止などから自然エネルギーへの期待が高まるようになった。しかし、自然エネルギーは供給が少なく不安定であり、原子力に代替する発生源になるわけではない。そこで、節電が一番先に取り組むことができるのではないかと筆者は考えスマートグリッドに着目するようになった。

スマートグリッドは、日本ではまだ実証実験の段階にある。そこで、本研究ではスマートグリッド実用化に向けた条件を考察することを目的とする。

## 2. スマートグリッドとは

「スマート(賢い)」「グリッド(網)」のことを言い、通信・制御機能を用いて送電調整を行うシステムである。電力の流れを供給側・需要側の両方から調節することができ、以下の効果が期待できる。

### 1) ピークカットによる電力の有効活用と省エネ

電気使用状況とピークがいつ訪れるかをスマートメーターで把握し、時間別に価格変動を行うことでピーク時の電力使用量を消費が少ない夜や朝に一部移すことができる。電気は保存が利かないため、発電した電気はすぐに使用しなければならない。ピークをカットすることで設備のキャパシティを少なくすることができ、発電所の稼働率を上げることができる。

### 2) 再生可能エネルギーの導入

太陽光発電や風力発電は天候や気候に左右され発電量が不安定であり、供給量が急激に増減すると電力消費とのアンバランスにより周波数が変動する危険が生ずる(系統不安定)。そこでスマートグリッドによる価格調整で需要に合わせて供給量を調節することによって電力バランスを安定に近づけることができる。

### 3) エコカーインフラの整備

電気自動車は、ガソリンでなく電気が動力となる。

電気自動車のバッテリーをスマートグリッドのネットワークに組み込むことができる。また、充電量、料金、利用可能なスタンドの位置情報などを、利用者が把握できるようになる。

### 4) 停電対策

電力系統が通信網で結ばれているため、事故や災害による送配電でのトラブルが瞬時に把握でき、復旧作業も迅速に行うことができる。また蓄電池(エコカーのバッテリーに限らない)に電力を蓄積することで臨時電源として活用することができる。

## 3. スマートグリッドの現状

### 3.1 日本のスマートグリッド

経済産業省は2009年11月に省内に「次世代エネルギー・社会システム協議会」を設置した。その後公募に応じた19の地域から以下の4地域が選定され、現在スマートグリッド/スマートシティの社会実証実験に5年計画で取り組んでいる。

図表1 スマートグリッド実証実験における主要機器導入計画

		2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
横浜市	住宅用PV	100	400	1200	1200	1300
	中/大型ソーラー	0	100	2000	5600	6700
	H E M S	0	100	1100	1800	1000
	次世代自動車	10	110	500	620	740
	充電施設	0	125	125	125	125
豊田市	住宅用PV	-	70	-	~230	-
	スマートハウス	-	70	-	~230	-
	H E M S	-	70	-	~230	-
	次世代自動車	21	443	1242	1242	1246
	充電施設	5	3	6	3	-
けいはんな市	住宅用PV	10	70	280	270	270
	スマートハウス	-	10	90	100	100
	H E M S	100	10	90	100	100
	次世代自動車	8	20	20	20	40
	充電施設	8	30	30	30	60
北九州市	P V	300kw	300kw			
	燃料電池	110kw			300kw	
	スマートメーター	270		400か所	400か所	
	次世代自動車	10	70	70	150	
	充電施設	7	10	15	18	

出所: 麿秀樹・宇津木聡史『スマートグリッド産業のすべて』(2011)p.103を元に作成

### 横浜市

横浜市はみなとみらい、港北ニュータウン、横浜グリーンバレーへの太陽光発電システム、ビルへの河川ヒート

ポンプ、H E M S<sup>1</sup>、B E M S<sup>2</sup>の設置を行っている（「CO-DO30<sup>3</sup>」）。

#### 豊田市

「家庭・コミュニティ型」低炭素都市構築実証プロジェクトとして、家庭セクターに着目してH E M S構築を行っている。次世代自動車の普及や、トヨタすまいるライフとトヨタホームが宅地開発・分譲する住宅17戸にH E M Sによる見える化を図り、次世代自動車搭載蓄電池の活用で二酸化炭素を70%以上削減しようとしている。

#### けいはんな市

100戸規模の既存住宅に対するスマートタップと通信機能付きガスメータの設置や、約900世帯からなる新興住宅団地へのスマートグリッドの設置、廃棄物発電などを行っている。2011年5月から2012年3月まで京都大学と富士通が共同で行った、消費電力量を提示し「見える化」するスマートコンセントの実験では消費電力を10%以上削減できた。

#### 北九州市

新日鉄の工場跡地で、北九州博覧祭2001終了後の再開構想として、2004年に「八幡東田グリーンビレッジ構想」が策定された。この構想の下、工場の跡地再開発を行い、環境ミュージアム、いのちのたび博物館、環境共生マンション、エコハウスなど多くの施設が建設されてきた。すでにコジェネによる電力供給により、約30%のCO<sub>2</sub>削減が達成されている。今回の北九州スマートコミュニティ創造事業では、さらに約20%上積みをして、50%削減を目標とした。2012年4月から季節、曜日、時間帯に応じて電気料金が変化するダイナミック・プライシング<sup>4</sup>が導入されている。

### 3.2 日本のスマートグリッドの現状のまとめ

今回の実証実験に選ばれた地域はスマートグリッドの為に新たに作られたり、実証実験が始まる前から既に独自に取り組みを行っていたりした特殊な土地である。この実証実験の工程や結果は、既存の住宅地で全国的に展開し、自治体規模で独自に運営する参考になるとは限らず、実証実験段階で終了してしまうおそれもある。

<sup>1</sup> home energy management system の略

<sup>2</sup> Building Energy Management Systems の略

<sup>3</sup> 2050年までに二酸化炭素排出量を30%削減する取り組み

<sup>4</sup> 電力需要がピークとなる13時～17時の時間帯の電力料金単価を一時的に変動させる（従来、約23円/kWh、15円/kWh～150円/kWhの間で5段階に変動させてきた）。

## 4. 諸外国のスマートグリッド

### 4.1 アメリカのスマートグリッド

アメリカのスマートグリッドはオバマ大統領就任後の「グリーンニューディール政策(2009)」から始まる。世界金融危機後の低迷した経済状態からの立て直しを図るため、300万人から400万人の新規雇用創出と、自然災害(ハリケーン)による大規模停電に対応するインフラ整備目的のためにスマートグリッド導入が行われた。料金変動型のスマートグリッドによって電力消費を20～30%減らすことができた。

### 4.2 EUのスマートグリッド

EUは今後のエネルギー政策として持続可能性、競争力確保、安全保障を実現するため、2008年に「エネルギーパッケージ保安条約」を策定した。その中で2020年までに二酸化炭素排出量を20%削減し、再生可能エネルギーを20%増やし、電力需要を20%削減する「20-20-20目標」が制定された。その背景の中にはロシアからの天然ガス依存がある。2004年以前のEU加盟15カ国の全エネルギー源に占めるロシアの天然ガス比率は30%であるのに対し、それ以後の新規加盟12カ国では85%を超えた。

イタリアの電気料金システムについては、検針員がならず口頭で年一回電気使用量を伝えるだけであり、盗電はイタリアの他イギリス等にもあることからEU指令により改革が行われた。ロシアからの天然ガスに依存せず風力発電などの地産できる自然エネルギー比率を増やすため、人口の少ない場所に偏在する再生可能エネルギー電源を長距離輸送するための送電網の広域化と隣接するTSO<sup>5</sup>の協調運用などが行われた。北欧では暖房を確保するために配電熱を利用した取り組みやデンマークでは風力発電を積極的に取り入れるなど国や地域ごとに政策を進めた結果、イタリア・スウェーデンではスマートグリッド普及率が100%となり、再生可能エネルギーの普及についてもドイツ・オランダ・デンマークは20%を超えた。またコジェネの発電量のシェアは2006年の0.9%から2010年には18%に上げることに成功した。

## 5. 欧米でのスマートグリッド成功の要因と日本の問題点

<sup>5</sup> Transmission System Operator の略。地域の超高压基幹系統を所管・運用する会社。

### 5.1 アメリカとEUの成功要因

第一に国が主体的に行っており政策や目的のビジョンが明確に示されていることが挙げられる。第二に発送電分離であるという点だ。発送電分離により多くの電力会社が存在し、競争力・サービスの向上や再生可能エネルギーの導入が容易になる。顧客は自分自身の志向に合わせて自由に電力会社を選定できる。第三に、特にヨーロッパはデンマークの風力や北欧の地中熱利用など、地域の地理的条件に合わせた発電を行っているという点だ。

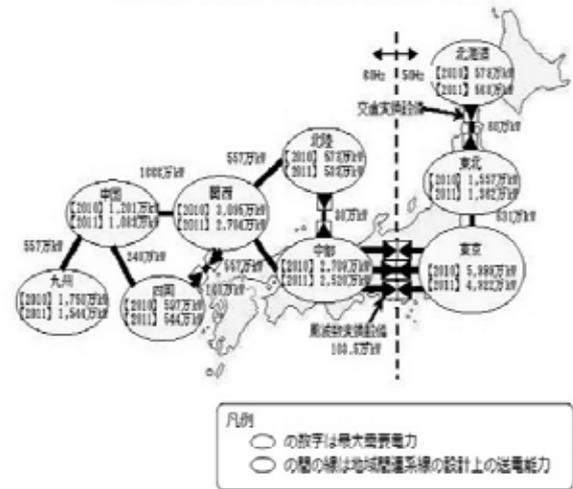
### 5.2 日本の問題点

第一に国は実証実験を行っているだけで全国向けの政策を出していないことだ。日本では経済産業省の他に平成22年度から法務省も実証実験を始めており、二重予算になってしまっている。また、経済産業省の「日本版スマートシティ推進」という目的に対し、総務省は「環境にやさしいまちづくり支援」とスマートグリッド導入の目的が異なる。東日本大震災の被災地にも現在予算が振り分けられているが、どのように利用してよいかわからない状況だ。

第二に日本の電力システムが電力会社の独占状態にあるという点だ。一部自由化はされているが、新規参入事業者が顧客に電力を売る際には、電力会社の所有する送電網を利用する。その際に発生する託送料が特別高圧電力<sup>6</sup>で 2.57 円/kWh、高圧託送電力で 4.89 円/kWh である。これはアメリカの3倍以上の価格だ。そのため市場が育たずほぼ独占状態にある。欧米では既に発送電分離が行われているのに対し、日本では行われていない。

第三に送電網が弱いことだ。今まで以上に電力システムを強化しなければ自然エネルギーを増やすことはできない。今後、北海道・東北・九州に多く存在する自然エネルギーを活用するためにも送電網の強化が求められている。電力会社が地域独占のため電力の需給バランスを自社内で維持する考えであったため、電力会社間・地域間を結ぶ送電線の整備は進まなかった。そのため、東日本大震災時も電力不足の東京に電力を送ることに限界があった。また、スマートメーターの価格も諸外国では1万円台であるのに対し、日本では3万円と価格差もある。これは需要の低さから量産効果が出しにくく、また東西で電力の周波数が異なるからだ。

図表 2 日本の電力送電網システム



出所: 経済産業省地域関連系線等の強化に関するマスタープラン研究会資料  
([http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/denryoku\\_system\\_kaikaku/pdf/004\\_10\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/denryoku_system_kaikaku/pdf/004_10_00.pdf))

## 6. 発送電分離

### 6.1 発送電分離の意義

発送電分離とは電力会社の発電事業と送電事業を分離して行うことである。その意義は地域独占がなくなることによって市場がオープンになり、競争相手が生まれ料金値下げにつながることである。実際に欧米では平均 5% ほどの値下げが実現した。また消費者が自由に電力会社を選ぶことができ、多くの企業が存在することで災害が生じても対応しやすい面もある。

### 6.2 日本の発送電分離の限界

日本では 1999 年、自家発電や、他社から電力を仕入れ大口顧客向けに電気を供給する「特定規模電気事業者 (PPS)」が解禁された。その後も電力の小売自由化の範囲は徐々に広げられ、家庭やコンビニなどを除き、電力需要全体の 6 割以上は自由化済みになった。しかし、電力会社による域外への電力供給はほとんど広がらず、新規事業者は 3% と PPS に限界がある。なぜならば、日本の電力システムはまだ発送電一貫体制であり、新規事業者が顧客を得ようとしても高額な託送料金が生じるからだ。

また震災後の計画停電時には PPS の発電施設は平常通り稼働していても、電力会社が送電網を握っているため、計画停電中は PPS と契約しているにもかかわらず

<sup>6</sup>工場などで、標準電圧 20,000 ボルト以上で電気を使う場合の料金メニュー

工場に電気が送られず東京電力が決めたスケジュール通りに停電になった事例がある。

さらに、停電などの際に企業が自家発電した電力を一般家庭に供給することが禁止されている。これは、原子力安全・保安院の「電気設備の技術基準の解釈」という通達で自家発電装置について域内で停電が生じたときは、送電網と遮断し送電網への電気の流れ(逆潮流)を防止しなければならないと定められているからだ。

実際に東日本大震災後の計画停電で病院が停電になった際、小水力の自家発電設備から供給を行いたいという要望があったものがこの規制により断られた。これまで電力会社は電力の安定供給のために発送電一貫体制が必要だと主張してきたが、今回の震災により、発送電一貫体制が安定供給を妨げていることが明らかになった。

## 7. 日本のスマートグリッド実用化の必要条件

以上から、日本がスマートグリッドを普及させ実用化するには、次の条件が必要である。

第一に、電力の安定供給への妨害を排除するために発送電分離を行い、新規参入事業者を取り入れる必要がある。

第二に、東西の送電網の接続を太くすることだ。全域自由化するには多くの費用と日数がかかる。そこで筆者はまずは電力会社間の接続を強化することで電力系統を効率化することが取り組みやすい条件ではないかと考える。送電網を太くすることで周波数の違いは放置したまま送電ネットワークを拡げることができるからだ。

## 8. 課題

今回の結論として発送電分離を挙げたが、現在の日本における発電はほぼ独占状況にあり、発送電分離システムに移行してもライバル企業がない。そのため、既存の電力会社の支配力が強まり、電力自由化によって自由に電力料金を決められることができるため、かえって電力料金が高くなり、このことがスマートグリッドによる電力の節約を打ち消してしまうおそれがある。スマートグリッドを成功させるためには、電力事業への新規事業者参入をうながすことが必要である。

## 9. 参考文献・URL

- 加藤敏晴『スマートグリッド「プラン B」』(NTT 出版)  
 澤昭弘『知らないではすまされない、エネルギーの話』(ワック株式会社)  
 八田達夫『ミクロ経済学 市場の失敗と政府の失敗への対策』(東洋経済新報社)  
 原英史『「規制」を変えれば電気も足りる』(小学館)  
 星川淳、飯田哲也、山下紀明、開沼博、竹村英明、及川斉史、小田嶋電哲、平田仁子『脱原発と自然エネルギー社会のための発送電分離』(合同出版)  
 麿秀樹・宇津木聡史『スマートグリッド産業のすべて!』(シーエムシー出版)  
 山田光『発送電分離は切り札か』(日本評論社)  
 山藤泰『よくわかる最新スマートグリッドの基本と仕組み』(秀和システム)  
 経済産業省地域関連系線等の強化に関するマスタープラン研究会資料  
[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/denryoku\\_system\\_kaikaku/pdf/004\\_10\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/denryoku_system_kaikaku/pdf/004_10_00.pdf) (2012)  
 (株)日本政策金融公庫国際協力銀行フランクフルト事務所「EUのスマートグリッド政策とEU諸国における対応」  
[http://www.jbic.go.jp/ja/report/reference/2011-041/jbic\\_RRJ\\_2011041.pdf](http://www.jbic.go.jp/ja/report/reference/2011-041/jbic_RRJ_2011041.pdf)  
 蓮見雄「EUのエネルギー政策とロシア要因について」  
[http://oilgas-info.jogmec.go.jp/pdf/4/4493/201109\\_001a.pdf](http://oilgas-info.jogmec.go.jp/pdf/4/4493/201109_001a.pdf)