



米国のスマートグリッド現状

執筆者

海部 美知 (エノテック・コンサルティング代表)

🕒 記事のポイント

サマリー

米国では、電力ネットワークが複雑に細分化して入り組んでおり、再生可能エネルギーの導入などの新しい要素を取り込むのは難しい。その環境で問題を解決する手段の一つとして、スマートグリッドが注目されている。オバマ政権の目玉政策の中でも、電力ネットワークの効率化・強化と再生可能エネルギーの導入推進を目的として、スマートグリッドを支援している。現状では、その第一歩としてのスマートメーター設置は徐々に進んでおり、電力料金プランへの適用も始まっているが、スマートグリッド構想は長期的なものでなかなか即効はなく、まだまだ緒についたばかりである。

主な登場者

オバマ大統領、米連邦エネルギー省、エンロン、PG&E、シルバースプリングス・ネットワーク

キーワード

スマートグリッド、スマートメーター、送電網、電力自由化、再生可能エネルギー、ARRA、変動料金、M2M、スマート家電、電気自動車

地域 米国

Title	Smart Grid status in the U.S.
Author	KAIFU, Michi CEO of ENOTECH Consulting
Abstract	<p>In the U.S., the power utility system is fragmented and complex, and as a result, it is difficult to integrate new elements such as renewable energy sources. As one of the remedy to the problems in such circumstances, smart grid is drawing attention. Obama administration is pushing smart grid for the purpose of grid modernization and promotion of renewable energy. Currently, smart meter installation is progressing as the first step and rate plans that utilizes smart meters are emerging. However, the smart grid project as a whole is a long-term undertaking and has just started.</p>
Keyword	Smart grid, Smart meter, Transmission lines, Electricity liberalization, Renewable energy, ARRA, SmartRate, M2M, Smart appliances, PHEVs
Region	U.S.

1. 電力業界とスマートグリッド

スマートグリッドとは、スマートメーターなどを利用した技術を活用することにより、電力ネットワークをより効率的に運用するという考え方である。米国では、特にオバマ大統領が就任して以来、資源・電力の有効利用や再生可能エネルギー発電の促進などを目的として、スマートグリッド技術普及を促進するための政策が推進されている。

本稿では、米連邦エネルギー省（Department of Energy, DoE）の議会報告書をベースに、米国のスマートグリッド政策の内容とその実現状況を報告する。

最初にまず、スマートグリッド政策の背景として、日本とはかなり異なる米国の電力業界の構造について解説する。また、原発問題をきっかけとして日本でも発電・送電の分離などの自由化を求める声が出ていることもふまえ、米国での電力自由化の経緯についても記述する。

2. 米国電力業界のおおまかな構造と競争環境

2 - 1. 通信と似た電力ネットワーク

このレポートを読んでいただいているのは、おそらく通信業界の方がほとんどと思われ、米国の通信業界の事情についてもある程度はご存知のことだろう。電力ネットワークの構造も通信と同様、歴史的事情から細分化されており、似た点が多いと考えていただくとわかりやすいだろう。

米国では、電話会社が無数にある。例えば、固定の地域電話会社（Local Exchange Carrier; LEC）の場合、業界団体National Exchange Carrier Association（NECA^{（脚注）}）に加盟しているメンバー数だけでも1300社以上ある。米国で発明されたばかりの頃の電話は、伝達距離が限られていたので、市町村程度の範囲でサービスを提供するLECが、ベンチャーとして多数立ち上がった。その後、長い歴史の間に買収合併・企業分割・業界再編などの紆余曲折を経たが、それでも現在の数が残っており、番号体系や相互接続の仕組みなどは、非常に多数の電話会社が存在することを前提として組み立てられている。

電力会社も、同様の歴史的背景を経て、現在も多数存在している。民間電力会社2000社以上、これに市町村や共同組合などが運営するものを加えて3000以上とされる。本稿では便宜上、市町村運営など民間会社でないものも含め、公益サービスとして電力サービスを提供する企業体をすべて「電力会社」と呼ぶこととする。いず

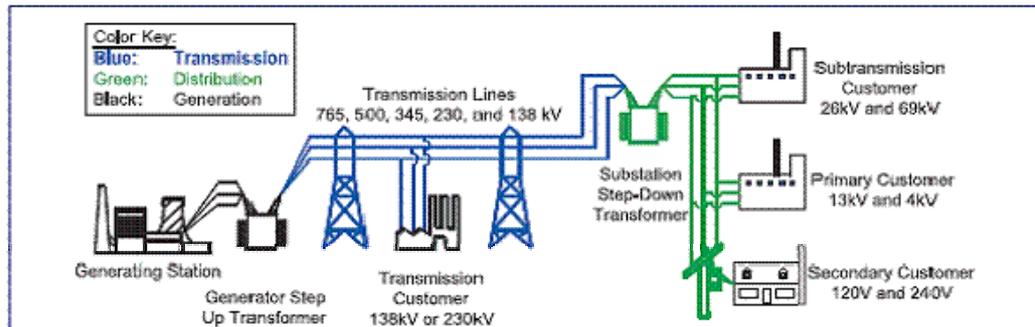


^{（脚注）} https://www.neca.org/cms400min/NECA_Templates/PublicInterior.aspx?id=7088

れも、直接の規制当局は州である。

電力ネットワークの構造は、大きく分けて「Generation（発電）」「Transmission（送電）」「Distribution（小売）」の3つの部分から成っている（図表1）。

【図表1】 米国の電力ネットワーク構造



出典：NERC^④（出典）

米国では基本的には、一つの地域で一つの電力会社がこの3つの部分をすべて提供する。ただし、図表1の青のtransmissionの部分だけは、複数の電力会社が相互に電力を融通できるように相互接続を行っており、相互接続状況を共同で管理するための団体がある。このため、グリッドは完全に個別電力会社の配下にあるわけではない。この相互接続管理会社がNorth American Electric Reliability Corporation（NERC）である。

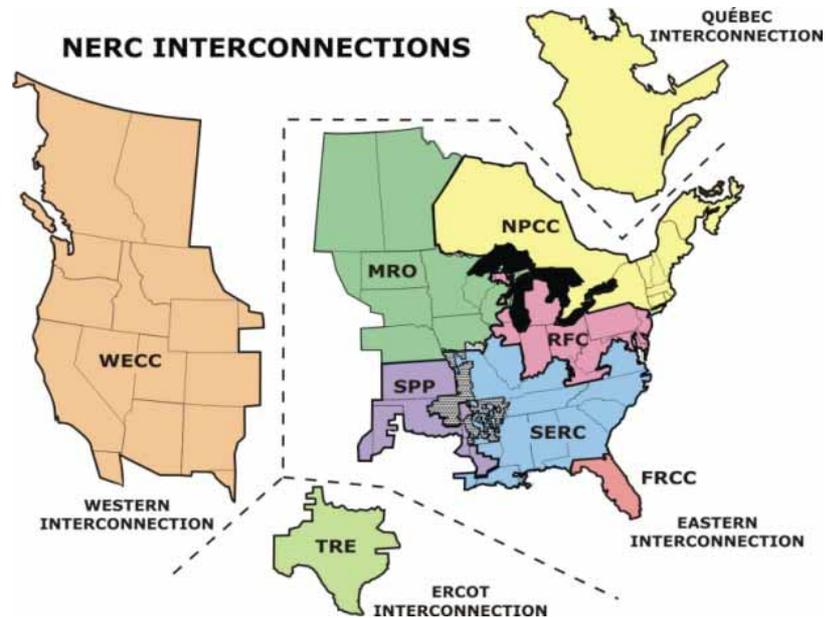
送電網相互接続を行なっているグループは、大きいものは「東」と「西」と「テキサス」の3つがあり、それぞれEastern Interconnection, Western Interconnection, ERCOT Interconnectionとよばれる。東の中はさらにいくつかのグループに分かれ、またカナダとアラスカはより小さい相互接続グループを形成する（図表2）。それぞれのInterconnection内では、電力の周波数や位相などを統一してあり相互接続ができるが、Interconnection同士の間は、いったん直流変換する数力所の接続点のみでしか繋げない。日本でも東日本と西日本では周波数が異なり接続が困難である状況と似ている。

電力「グリッド」の本来の定義は、図表1の青い「transmission」の部分を目指す。個別のオフィスや家庭に小売するための配電ネットワークは「グリッド」ではない。ただし、広義には「（自家発電に対する）商用発電ネットワーク」という意味もあるため、「スマートグリッド」の概念は、transmissionとdistributionの両方にまたがる。



④（出典） <http://www.nerc.com/page.php?cid=1|15>

【図表2】 米国の送電網相互接続グループ

出典：GENI^④（出典）

2 - 2 . 電力自由化の顛末

米国の発電エネルギー源は、石炭と天然ガスが中心である。石油はほとんど使われておらず、原子力発電は、1970年代以降ほとんど新規に建設されていないが、現在でも、日本同様、20%程度を占めている。

このうち、発電を止めたり再開したりするのが大変な石炭と原子力は、継続的に稼働するベースロードとし、使用量が多いときに比較的短時間でタービンを稼働できる天然ガスで変動部分をカバーする、というのが基本的な考え方である。

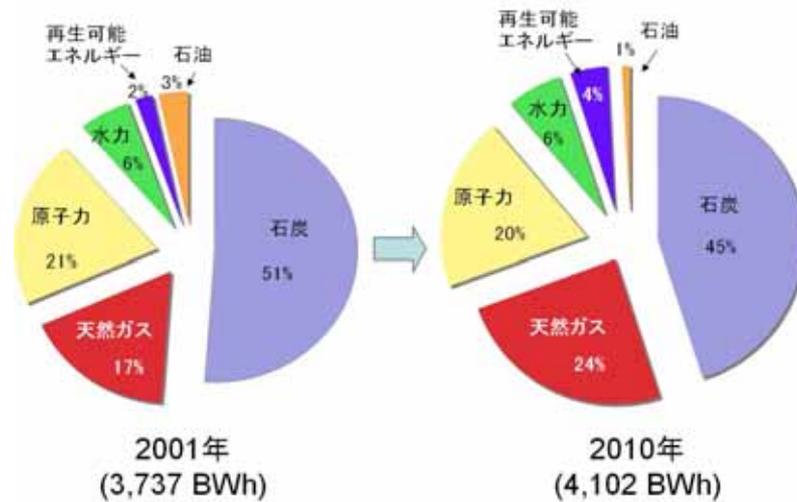
技術革新による単位あたり発電コストの低下は1960年代頃にはスローダウンし、1970年代には資源価格や環境コストが上がったためにコストが上昇。1978年には、輸入資源への依存度を下げするために、国内の独立系発電事業者（一部は再生可能エネルギーだが、大半は小規模な化石燃料発電機）から、高コストであっても電力を調達するように法制化された。こうしたコストは、電力小売価格に転嫁された。



④（出典）

http://www.geni.org/globalenergy/library/articles-renewable-energy-transmission/graphics/NERC_Interconnections_color.jpg

【図表3】 米国の発電エネルギーのシェア

出典：坂口幸雄^① (出典1)

注：BWh=Billion Watt Hour、10億ワット時

この時期まで、公益企業としての電力会社（utility）は、地域独占を認められる代わりに料金を厳しく規制されていたが、1990年代に電力自由化の動きが始まる。参入を求めてロビイングを行なったのは、エンロンに代表される非公益企業の「発電事業者」（non-utility）であり、1992年と1996年の二つの法律で、新規参入の発電事業者がグリッドに接続して電力会社に電力を供給できるようになった。新規参入の主力は、比較的小規模な投資で参入できる天然ガス発電であった。エンロンも、もとは天然ガスの会社である。ちなみにこの動きは、地域電話市場に競争地域電話事業者（CLEC）が参入した1996年の新通信法と時期を同じくしている。

このように、電力自由化といっても、実際に新規参入があったのは図表1の黒で示した「発電」の部分である。ユーザー宅に電気を届ける「小売」でも、理論上は参入が可能で、ユーザーは複数の電力会社から「選べる」はずであった。しかし、2007年の時点で92%の消費者は選択肢がなく、残りの8%もほとんどはutilityの子会社から電力を調達するリセラーが形式的に存在するに過ぎず^② (出典2)、実質的には全く競争は存在していないに近い。

発電側については、96年の連邦レベルの法制化に押されて、24の州で発電自由化



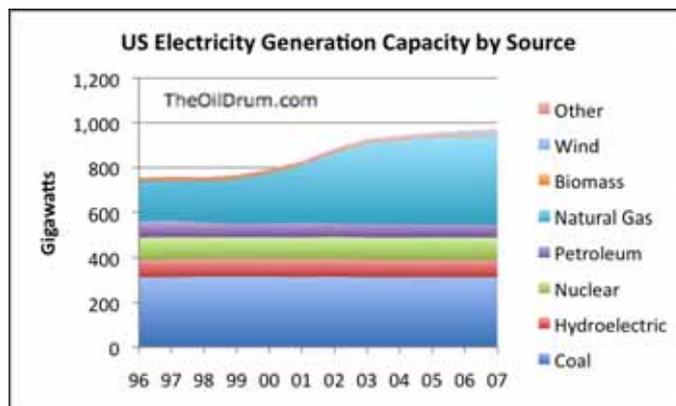
^①(出典1) <http://d.hatena.ne.jp/YukioSakaguchi/20110121/1295675261>

^②(出典2) <http://www.citizen.org/documents/USdereg.pdf8>

が決定され、12の州でutilityは発電設備を別会社としてスピンオフした。(それ以外の州は、2001年のカリフォルニア州電力危機の後、自由化をとりやめた。)

しかし、単位当たりのコストが下がるような技術革新があった場合ならば、新規参入者が新規に投資を行なって設備を作ればコストが安くなるが、この場合はベースロードとなる石炭や原子力にそれほど大きな技術革新があった訳ではない。この時期にも投資額の大きい石炭発電所や原子力発電所は新規に建設されることはなかった。天然ガスは、この時期以前と比べてコストは下がったが、それでもまだ石炭などに比べて高かった。図表4に見るように、自由化以降に発電能力が増えたのは天然ガス発電のみであるが、石炭・原子力に対して競争力があつた訳ではなく、ピーク時のためのスポット向けにとどまり、本格的な競争ではなく、ベースロードの供給が増える状況にはなっていない

【図表4】 米国の発電能力の推移



出典：TheOilDrum.com [\(出典1\)](#)

一方で、1990年代後半の好景気やドットコムバブルで電力需要は増大したこともあり、自由化した州ではむしろ、発電事業者が「自由に高く販売できる」ことから、電力の卸売コストも小売料金も上昇してしまった。2007年の時点で、自由化州の平均電力料金は、非自由化州よりも48%高くなっている [\(出典2\)](#)。

また、新規参入といっても、新規に設備を建設するのではなく、Utilityからスピンオフされた既存設備を安く買って高く転売するといった「マネーゲーム」が多く行われた。小売をしない発電事業者は最終ユーザーとは直接接がないため、値上げに対するユーザーからの圧力を直接受けることもなく、そのために卸価格吊り上げを狙った売り惜しみも横行した。もともと大規模発電所から小売に分配するために



<http://www.theoil Drum.com/node/5312> [\(出典1\)](#)

<http://www.citizen.org/documents/USdereg.pdf8> [\(出典2\)](#)

作られた固定的なネットワークに、小規模発電所からの電力を流し込んだり、スポット販売分を遠方の卸顧客に送電しようとしたりすると、一時的にネットワークに想定外の負荷をかけることもある。細分化した米国の電力ネットワークの中では、誰がどこまで責任をもって供給の品質を管理するのかがはっきりしていないという問題もあった。NERCは標準化団体のようなもので、全体の需要と供給をきちんと管理する責任は負っていない。

こうした矛盾と異常高温が重なり、2001年夏にカリフォルニア電力危機が発生し、大規模な計画停電が実施された。

発電事業は、(1)設備投資額が大きい、(2)電力はほとんど蓄積できない、(3)需要の価格弾力性^{☞(脚注)}が小さい、(4)送電距離の制約、などの多くの要因があるため、通常の商品のような競争を導入することは難しく、垂直統合(上流から下流までの一貫保有)のほうが現時点では優れている、という見方が現在では主流となっている。

また、供給側の効率を上げ、コストを下げるような大きな技術革新がない時期の「自由化」は、効果を上げにくいということも言えるだろう。またこの時期でも、「配電」の部分では技術革新や新設備建設によるコストの低下要因がなく、すでに償却の終わった配電設備に新規参入が対抗できる優位はなかった。この点も、自由化が効果を上げなかった理由であり、その事情は地域電話の競争促進が不発に終わったのと同様である。

3. オバマ政権のスマートグリッド政策

3 - 1 . アメリカ復興再投資法 (ARRA)

こうした経験の上に、オバマ政権のエネルギー政策がある。

オバマ大統領就任直後の2009年に、アメリカ復興再建法 (American Recovery and Reinvestment Act of 2009, ARRA^{☞(参照)}) が成立した。この法律は、2000年代後半の不況に対して景気を刺激する施策を総合的に網羅したもので、低所得者層への補



^{☞(脚注)} 一般に商品の価格が下がる(上がる)と需要が増える(減る)が、その度合いのこと。電気やガス、食品など生活必需品は少々価格が上がっても買わざるを得ないので、価格弾力性は小さい。

^{☞(参照)} <http://www.recovery.gov/Pages/default.aspx>

助、交通インフラ、医療、教育、エネルギー、国防・保安など広範囲な分野への税控除や資金援助を定めている。景気刺激が最大の目的であるが、これに加え、(1) エネルギーや医療など硬直化している分野の効率化・コスト削減、(2) 環境対策・省エネ化、(3) (外交戦略としての) 外国産石油への依存度低下、(4) 国防・保安といった、相互に関連する目的も同時に達成しようとしている。

本稿で参照しているレポートは、この政策の進行状況を議会に報告するためにDoEが作成した年次報告書(2012年2月発行版^④(出典))である。

税控除と各種の支出・支援・ローンなどを含め、全体の予算規模は8400億ドル、このうちエネルギー・環境分野は261億ドルとなっている。そのうちグリッド近代化に45億ドルで、その大半がスマートグリッド向け補助金交付が34億ドルとなっている。この補助金は、全部の費用を政府のお金でまかなうのではなく、民間企業が自前で投資すると、それに合わせて一定比率で政府もお金を出す「マッチング」方式であり、すべて使われれば民間投資部分も合わせると82億ドルがスマートグリッドに投資される。DoE議会報告書の執筆時までに、99件の補助金が承認されている。スマートグリッド推進政策においても、電力ネットワークの効率化・環境対策・外国産石油依存度低下という複数の目的をターゲットにしている。

スマートグリッドという考え方自体は以前からあったが、複雑な電力業界の構造のために投資してから効果が出るまでの段階が多く、また単独の電力会社だけで推進しても効果が限定的であるなどの問題があり、進み方が遅かった。この法律ではスマートグリッドをエネルギー分野の問題を解決するための重要な手段の一つと位置づけ、政府による刺激でその展開を促進しようとしている。

3 - 2 . ARRAにおけるスマートグリッドの定義とスコープ

スマートグリッドと一口で言っても、電力ネットワークに関わる多くの部分を含んでいる。

ARRAにおいて、スマートグリッド政策といった場合に含めている分野は、電力ネットワーク全般にわたる広範囲なもので、発電 送電 配電 利用、という流れに当てはめると図表5のようになる。



^④(出典) <http://energy.gov/oe/downloads/2010-smart-grid-system-report-february-2012>

【図表5】 ARRAにおけるスマートグリッドの範囲



Figure 1.1. Scope of Smart Grid Concerns

出典：Department of Energy (出典)

このように適用先は多岐にわたるが、「特徴/目的」という点からは、図表6の6つに整理することができる。厳密ではないが、これらの項目はほぼ重要度の順に並んでいると考えてよい。

【図表6】 ARRAにおけるスマートグリッドの特徴・目的

特徴/目的	内容	具体的施策
(1) 顧客への情報提供と顧客参加	強制ではなく、情報を提供した上で、電力ユーザー自らが選択して、供給と需要をバランスさせたり、使い方を変えたりして、ネットワークの信頼性をサポートするように持っていく。	スマートメーター、需給状況に応じて変化する変動料金体系、スマート家電など
(2) 発電・蓄電多様化への対応	大規模発電所で集中して発電を行うのではなく、分散した多種の発電源からの電力を活用できるようにする。	システム内のコーディネーション、システムの標準化、再生可能エネルギーや電気自動車の発電対応など

(出典) <http://energy.gov/oe/downloads/2010-smart-grid-system-report-february-2012>

(3) 新プロダクト・サービス・市場を可能にする	システムが正しくコストとベネフィットを反映できるようになれば、新しいサービスが参入しやすくなる。	スマート家電、ベンチャー投資、電気自動車(EV)など
(4) 電力品質の多様化と災害耐性	ユーザーのニーズに応じた品質の電力が提供できるようにし、また災害発生時への対応をしやすくなる。	品質メーター、蓄電技術など
(5) 設備利用率・運用効率を上げる	外部の状況によってリアルタイムに定格を変動させ、送電設備の利用効率を上げる。	ダイナミック送電定格など
(6) 突発事態への対応力強化	事故・自然災害・テロ攻撃などがあつた場合でも、すぐに対応し、最低限の機能を維持し、自動的にシステムを回復できるようにする。	管理システム、フェーズ検出ユニット(PMU) ^{④(脚注)} など

出典：Department of Energy^{④(出典)}

4．スマートグリッドの現状

本章では、図表6の(1)から(6)に沿って、米国のスマートグリッドの現状を見ていく。

4 - 1 . 「顧客の参加」の現状

スマートメーター

スマートグリッドの最も代表的な形は、各ユーザー宅の電力メーターを「スマートメーター (advanced meters and their supporting infrastructure, AMI)」におきかえるところから始まる。AMIでは、使用量の読み取りを遠隔で自動的に行うことと、ユーザーのホーム・エリア・ネットワーク (HAN) を通じて種々の情報を電力会社から送り込む「双方向」の通信が可能となる。接続には、電力線通信、近距離無線などが使われている。

AMIでは、リアルタイムの料金情報、グリッドの状況、ユーザーの使用量情報のやりとりができる。これに、サーモスタットやスマート家電の遠隔制御やデータ管理などの技術を組み合わせると、需要に応じた変動料金や負荷管理などが可能となる



^{④(脚注)} 電力ネットワーク監視機器の一つ。Phaser Management Unit,の略。

^{④(出典)} <http://energy.gov/oe/downloads/2010-smart-grid-system-report-february-2012>

が、現在はここまで至っておらず、スマートメーターの設置推進と、設置済みユーザーに対する利用状況の見える化や変動料金の提供を行うフェーズである。

米国内のAMIの設置件数は、2006年の90万台から2009年には795万台にまで急増している。DoEレポート時点で、AMI設置のためにARRAに基づき政府が支出した予算は8億1250万ドルとなり、民間支出分を含めて20億ドル以上となると見られる。特に投資が進んでいるのは、テキサス、メリーランド、メイン、アリゾナの各州で、これらも含めて19の州でAMI設置計画が進められている。

この統計ソースであるCleantech Groupの予測では、2010年までにAMIの数は1600万台となり、米国全体のメーターのうち10.7%がAMIになると見込まれている^④（出典）。

【図表7】 筆者宅（北カリフォルニア）に設置されたAMI



注：ハードウェアはGE、通信とデータ処理はSilver Springs Networkが提供。電力会社はPacifric Gas and Electric (PG&E)である。設置時期は不明。

撮影：海部美知

変動料金体系

次の段階は「変動料金」により、需要と供給のバランスをとることである。変動料金は、（１）1日のうち時間により異なる料金（Time of use, TOU）（２）年のうち特に使用量がピークとなる時間のみ特に高くなるクリティカル・ピーク料金（Critical peak pricing, CPP）（３）コスト変動により、一時間ごと程度のリアルタイムで料金変動するリアルタイム料金（Real-time pricing, RTP）の3つに分けられる。

DoEレポートで調査対象となった電力会社3407社（50州）のうち、変動料金を採用している数は図表8のとおり。カバーしている顧客数は最も簡易なTOUだけしか発



^④（出典） 出典：DoEレポート（引用）

表されていないが、これで顧客数127万人、全米世帯数の1.1%にすぎないが、2年前の前回調査より大幅に増加している。調査対象の企業のうち、50%がTOUを計画しており、残りは変動料金の計画をしていない。

【図表8】 変動料金採用企業数

Table 3.2. Number of Entities Offering and Customers Served by Dynamic Pricing Tariffs (FERC 2008)

Method of Pricing	Number of Entities in 2006	Number of Entities in 2008	Customers Served	
			Number	Share of Total
Real-Time Pricing	60	100	--	--
Critical-Peak Pricing	36	88	--	--
Time-of-Use Pricing	366	315	1,270,000	1.1%

出典：Department of Energy ^④(出典1)

料金体系を変えるまでは至らず、使用量の状況を見える化したり、一定以上の使用量になるとユーザーに通知するなどのプログラムを提供しているケースもある。

筆者の居住地の電力会社PG&Eでは、CPP料金体系をオプションとしてオファーしており、またウェブやスマートフォンを使った「見える化」も行なっている。

PG&E SmartRate Planの概要 ^④(出典2)

対象ユーザー	PG&Eサービス地域内でスマートメーター設置済みの家庭
特徴	夏の間のうち特に需要の大きい15日間までの「SmartDay」の午後2時から7時までの間は、電力の利用に割増料金が課される。それ以外の日については、すべて割引料金が適用される。ユーザーは、SmartDayの午後のみ、電力使用を控えることで全体料金を低減できる。
割引対象期間	6月から9月まで
SmartDay対象期間	5月から10月までのうち最大15日間まで。どの日をSmartDayと指定するかはPG&Eが事前に決定する。



^④(出典1) <http://energy.gov/oe/downloads/2010-smart-grid-system-report-february-2012>

^④(出典2)

<http://www.pge.com/myhome/saveenergymoney/energysavingprograms/smartrate/plandetails/>

SmartDayの連絡方法	あらかじめ登録された顧客の電話番号とメールアドレスに事前に通知する。
割引・割増料金	ユーザー使用量レベルによるが、割増料金は家庭用最大\$0.60/kWhまで（業務用最大\$0.75/kWhまで）。現在は、プランに登録すると25ドルのキャンペーン割引あり。
申し込み方法	同社ウェブサイトでアカウントを作成しログインするか、または電話で申し込む。

DoEレポートによると、PG&Eは2008年にこの家庭向けSmartRateプランを開始し、08年10,000軒、09年25,000軒がこのプランを利用し、ピーク時の使用量を家庭用全体で15%、低所得家庭では7.5%抑えることができた。ユーザーがSmartDayの事前通知を正確に受け取れた場合には、低減効果は19.2%となった。

米エネルギー情報局（U.S. Energy Information Administration, EIA）の統計によると、従来からのピーク時節電プログラム（冷暖房や食器洗い機などを止めたり調節したりする）では、多い年でもピーク時需要量の2%以下相当しか節電できていない。しかし、変動料金の導入により、2019年までに4%のピーク時節電が可能になる、と米連邦エネルギー規制委員会（Federal Energy Regulation Commission, FERC）では予測している^④（出典）。

4 - 2 . 「発電多様化」の現状

小規模発電の現状

スマートグリッド政策の重要な目的の一つは、小規模な発電・蓄電設備をグリッドに接続しやすくし、供給が変動する状態を管理できるようにすることで、再生可能エネルギーのグリッド化を推進することである。

DoEレポートにおける「小規模発電」の定義は、「10KVA以下の容量」である。太陽光、太陽熱、風力、地熱、バイオマスなどの小規模発電の供給を促進する政策を導入している州は多い。ウィンド・ファーム（大規模風力発電設備）などは「小規模発電」の統計には含まれないが、「多様化」政策の一環としてはスマートグリッド政策に含まれている。



^④（出典） 出典：DoEレポート（引用）

【図表9】 ウィンド・ファーム（カリフォルニア州パーム・スプリングス近郊）



撮影：海部美知

実際には小規模発電の78%は火力・水力・バイオ燃料などで、風力など再生可能エネルギーによるものは残り22%であり、これは発電能力全体の0.16%にすぎない。

相互接続標準

こうした多様な発電源と数多くの電力会社のグリッドをつないで活用するためには、接続の標準化が必要である。

2005年のEnergy Policy Actでは、各州が技術的にはIEEE1547に準拠するように求めている。このほか、接続プロセスや料金などについても、標準化するよう促進しているが、進み方については州によりばらつきがある。

電気自動車・プラグインハイブリッド車

こうした小規模発電のグリッド化の一つの目的は、将来的に、電気自動車（EV）およびプラグインハイブリッド車（PHEV）に家庭用蓄電池の役割りを担わせることを念頭に置いている。家庭内でのみの利用だけでなく、「Vehicle-to-grid (V2G)」ソフトウェアを利用し、充電のタイミングやペースを調整し、リアルタイムの使用状況データをアップロードしたりして、夜中などのオフピーク時に充電し、ピーク時にはグリッドに戻すことが可能となる。

これについてはまだ実験段階で、Idaho National Laboratory、Seattle City Light、Duke Energy、Progress Energy、Advanced Energyなどの電力会社および傘下の研究所でフィールド試験が行われている。

4 - 3 . 「新プロダクト・サービス」の現状

スマート家電

4-1で述べたスマートメーターも「新プロダクト」の一つとして扱われており、さらにスマートメーターと通信できるサーモスタット、電子レンジ、洗濯機 / 乾燥機、温水器などの「スマート家電」も期待される。現在は構想・実験段階。

2009年から、電器大手のGEが電力会社と共同で、テキサス州やケンタッキー州においてスマート家電の実証実験を行なっている。

電気自動車 (EV)・プラグインハイブリッド車 (PHEV)

EVの販売数は、2008年には26,823台で、運行中のライトデューティー車両の0.01%となっている。また、DoEでは2020年にPHEVの販売は408,498台 (ライトデューティー車両の2.3%) になり、運行車両数は330万台 (同1.2%) と見込んでいる。

投資回収保護

通常の状態では、電力のピーク需要が増えれば料金が上がり、新しく発電設備などに投資して供給を拡大すると売上が増える。値上げと需要増が投資回収につながるわけだが、この因果関係は「値下げと需要減」を目指すスマートグリッド政策とは全く逆に働いてしまう。たとえ競争があっても、「需要減」の方向に向かうことはできない。スマートグリッド向けの投資を促進するためには、この因果関係を逆転させなければならない。

このため、スマートグリッド政策の中では、販売エネルギー量と電力会社の売上のつながりを切る「decoupling (切断)」政策を奨励している。Decouplingは、一定の投資回収率を定め、売上がそれ以下の場合には公的に補償するものである。また、より詳細に、エネルギー効率化や供給管理による売上減少を追跡してその分を補償する喪失売上補償機能 (Lost Revenue Adjustment Mechanisms, LRAMs) や、あるいはそれ以外の形でパフォーマンス・インセンティブもある。

2010年現在で、decouplingポリシーを導入済みが13州、検討中が8州、LRAMs導入済みが9州、パフォーマンス・インセンティブ導入済みが21州となっている。

ベンチャー投資とR&D投資

このように、事業環境が整ったため、スマートグリッド分野へのベンチャー投資は近年急増している。Cleantech Groupによると、2009年のスマートグリッド投資は4億1400万ドルとなった。

この金額はクリーンテック全体の7%で、太陽光発電 (12億ドル)、交通 (11億ドル)、エネルギー効率化 (10億ドル)、バイオ燃料 (5億5400万ドル) に次ぐ。

【図表10】 スマートグリッド向けベンチャー投資額推移

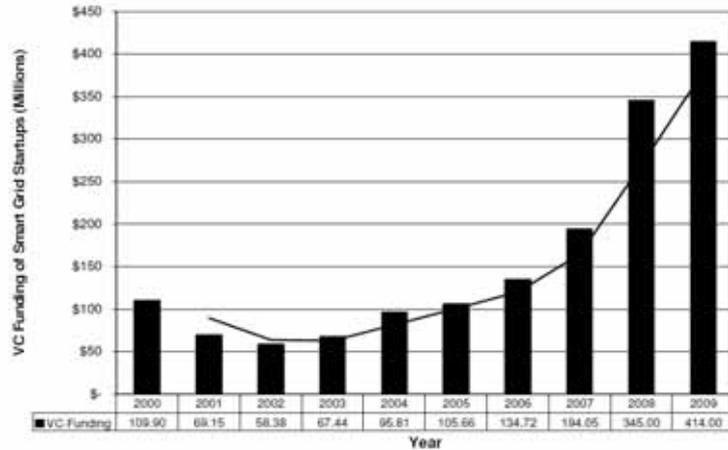


Figure 3.11. Venture Capital Funding of Smart Grid Startups (2002 through 2009)

出典 : Department of Energy, Cleantech Group

スマートグリッド分野の中では、スマートメーターが半分以上を占め、またスマートメーターの中ではメーターによる通信が半分以上（約100億円）となっている。例えば、筆者宅のスマートメーターの通信・データ処理を提供するシルバースプリングス・ネットワーク（本拠地カリフォルニア州レッドウッドシティ）は、こうしたスマートメーター通信ベンチャーの最も代表的な例で、シリコンバレーにおけるスマートグリッド分野のリーダー格である。

【図表11】 スマートグリッド向けベンチャー投資内訳

Smart Grid Venture Capital Spending; 2007-2010

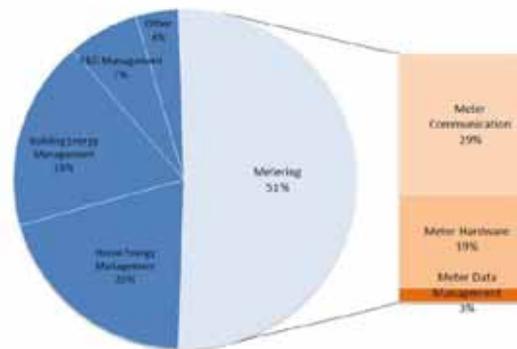


Figure 3.12. Venture Capital Spending by Company Type (2007 through 2010)

出典 : Department of Energy, Cleantech Group

ベンチャーキャピタルではなく、政府による研究投資は、2009年で、世界全体で5億3000万ドルとなっており、米国・イタリア・日本などで多い。

4 - 4 . 「電力品質」の現状

電力サービスにおいても、すべてのユーザーにおいて同等の品質のサービスが必要な訳ではない。スマートグリッド技術（電力品質メーター、モニタリング、需要対応プログラムなど）を使った細かい品質管理により、異なるグレード（無停電保障期間・出力のゆらぎ許容などの品質が極めて高くないと困るユーザーは高グレード、そうでないユーザーには低グレード）のサービスをニーズの異なるユーザーに提供することが可能となると見られる。

一方で、災害や攻撃に対する電力ネットワークの耐性を高めることも必要である。Primenによる推計では、2002年に米国全体の経済に対する電力品質問題によるコストは150～240億ドルにも達するとしている^④（出典）。

蓄電技術との組み合わせも期待をされている。ARRA予算対象プロジェクトのうち6億3700万ドルが蓄電技術開発に、240億ドルが電気自動車バッテリー活用向けに投入されている。

4 - 5 . 「効率化」の現状

米国の発電そのものの効率は1960年代以来ほとんど向上していない。ガスタービンだけが、複合サイクル発電による効率化が実現している程度である。

現在、米国の発電設備容量は、通常では半分以下しか使われていないが、夏のピーク時には使用率80%以上に達する。スマートグリッド技術による送電・配電（T&D）効率化により、ピーク時の発電設備逼迫緩和が期待されている。

気温・太陽放射・風などにより送電線が限界を超えると送電品質が落ちるため、通常はこれらの制約条件を高め想定した保守的な固定定格値を適用する。これに対し、ダイナミック送電定格（Dynamic line rating, DLR）システムでは、実際の気温などの変化に応じて定格値も変化させるため、通常の状態ではより高い定格値を適用でき、その分「余裕分」の設備が少なく済む。このため、送電容量を10～15%向上させることができるとされる。ただし、このシステムの導入はまだ進んでおらず、ニューヨークなど各地で試験が行われている段階である。

また、前述したユーザー側の変動料金による需要誘導も、ピーク時逼迫緩和に役立つが、まだユーザー全体の8%程度程度までしか利用が進んでいない。

図表12は、発電（左）から電力の最終利用（右）までのエネルギーの使われ方を表している。これによると、発電されたエネルギーのうち2/3近くが、発電時の変換



^④（出典） 出典：DoEレポート（引用）

ロスとして失われる。それに比べて送電によるロス（T&D Losses）は比率としては小さいが、絶対量としては大きく、送電効率化の意義はある。

【図表12】 電力におけるエネルギーフロー

（左から右に流れるエネルギー量を示す。石炭・天然ガス・原子力などを一番左からインプットし、一本にまとまった部分が「発電所」で、右にアウトプットされる際、二股に分かれた上側（ほぼ2/3）が発電時の変換ロスである。）

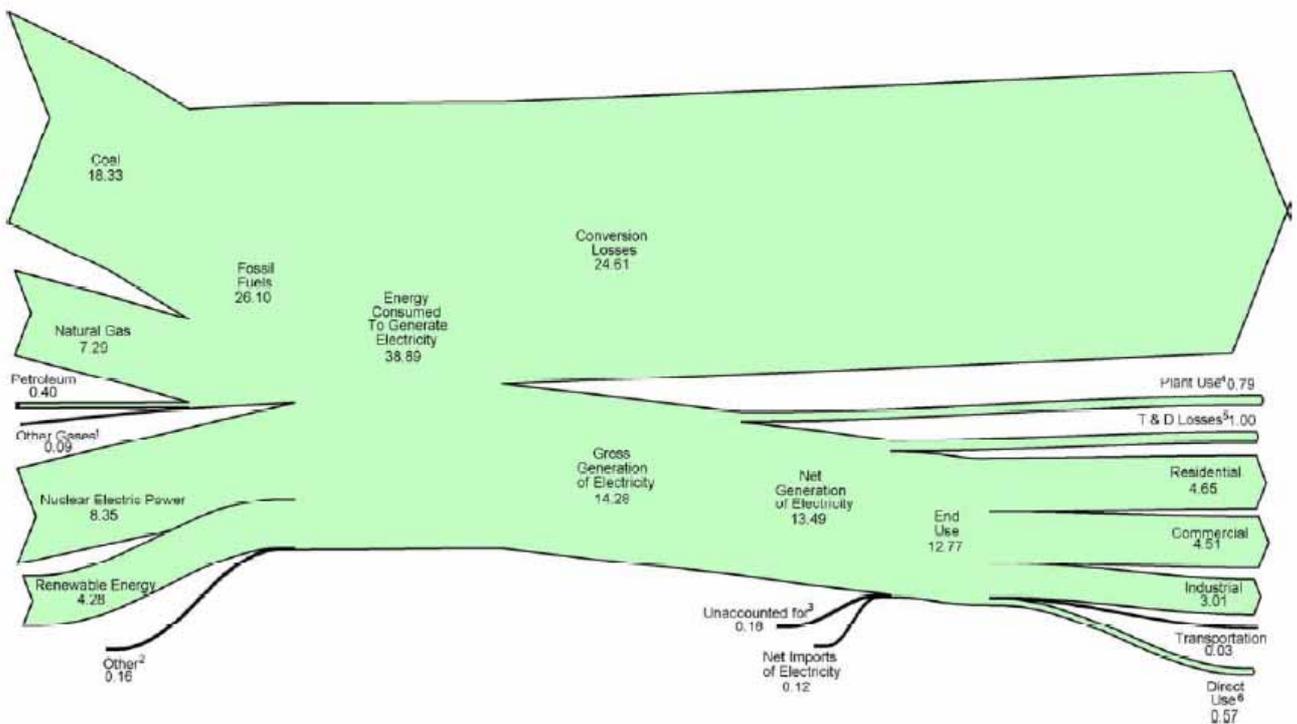


Figure 3.17. Electricity Flow Diagram 2009 (Quadrillion Btu) (EIA 2009)

出典：Department of Energy, EIA

4 - 6 . 突発事態への対応力強化

事故・自然災害・テロ攻撃などへの即時対応・運用維持・早期回復のためには、種々の監視・管理システムが必要だが、その設置はまだあまり進んでいない。

Lawrence Berkley National Laboratoryの調査によると、2004年から2006年にかけて、停電時間や件数などはかなり増加しており、例えば地域あたりの年間障害時間は106分から244分に増加している。

リアルタイムでグリッド内の電力状況の情報をとるためのフェーザー検出ユニッ

ト（PMU）の設置にもARRAの予算が充当されており、米国内での設置件数は2004年の140から2010年には166、2014年までには1043に増加すると見られている。

さらに、サイバー攻撃対策として、セキュリティ対策方法が州ごとに異ならないよう、同一標準を採用するよう推奨している。

5. まとめ

電力会社が細分化し、規制当局も各州に分散しているという米国の事情は、より整然とした日本と比べて政策による「強制」がしづらく、その代わり「自律的」に望ましい方向に持っていくような政策が必要である。

90年代の電力自由化の失敗、エンロン事件、カリフォルニア電力危機、数多くの大規模停電などの混乱を経て、今度は環境対策という難問にも対応せざるを得なくなっているが、大きな技術革新の見込めない電力分野では、市場に任せておいては問題が解決できなくなっている。

その中で、スマートグリッド政策は必ずしも画期的な「魔法の杖」にはならないと見られる。連邦の政策が州の方針に反映され、それがさらに個別電力会社の施策として実行されるまでに何段階もあり、仕組みや技術もまだあまり追いついていない。効果が出てくるまでには時間がかかる。

さしあたり、大きな前提となるスマートメーターの設置は徐々に進んできているようである。これにより、双方向データの流れることができるユーザーが大多数となれば、種々の手が打てるようになってくるだろう。

現段階では、スマートメーターの通信部分は電力線通信（BPL）やメッシュ型短距離無線などで運用されることが多く、通信量も少ないため、通信事業者のM2M事業のユーザーとしてはあまり大きくない。通信事業者はスマートグリッド分野を一つの「将来的な可能性」分野として位置づけているようだが、現在のところは「視野の隅に置いて一応動きを見ている」状況で、具体的な関与は小さい。

ただし、今後一步進んでスマート家電の制御まで進めば、ブロードバンドやホームゲートウェイを使ったホーム・オートメーションとの関連で、通信事業者の活躍場面が出てくる可能性もあると期待される。

📖 執筆者コメント

筆者自身は、カリフォルニアに引っ越して日も浅い時期に、電力危機が起こった。そのときの印象はとても強い。我が家はもともと気温の高い地域にはなく、しかもアウトドア大好きな人の多い土地柄で、ランプやバーベキューグリルやクーラーボックスがどの家にも標準装備されていて、住民は「電力会社けしからん」と大騒ぎする割には、半分キャンプ気分の気楽なものだったのが逆に面白かったのである。

病院やデータセンターなど、停電しては困る設備は自家発電などの対策がもともと備わっている。我が家では仕事部屋にUPS（無停止電源）を設置した。エレベーターや冷房など、電気に高度に依存する高層ビルには縁がないので、生活の上ではそれほど苦しいことはなかった。しかし、内陸部の高温地帯では被害が大きく、その後電力会社PG&Eはいったん破綻している。

その数年後には冬に特にひどい暴風雨が襲って、数日間停電から回復しなかったこともある。以前と比べると、停電や瞬断はやや減っているように思われるが、電力料金は相変わらず高い。一方、よく子供を連れて行くサンディエゴの遊園地から見える海沿いに原子力発電所があることにも最近気づいた。

電力を素材としているIT産業が支える土地柄にも関わらず、カリフォルニアの電力事情はお粗末である。しかし、「電力自由化」はその解決策にならなかったどころか、かえって状況を悪化させてしまった。長い間、複雑に絡まったしがらみがあり、これまで誰も解決できなかったものが、たかがスマートメーター一つで一気に解決できるなど、そもそも期待していない。

それでも、現在は少しは合理的な改善策と思われるものが動き始めている。時間はかかるし、効果は限定的かもしれない。ただ、スマートメーターからとれる情報は「ビッグデータ」の素材として大きく期待されており、いったんデジタルデータが取れるようになれば、電力会社でなくてもどこかの誰かが、思いもかけない新しい料理の仕方を思いつくかもしれない。その意味で、引き続き興味を持っている。

【執筆者プロフィール】

氏 名： 海部 美知

経 歴： 本田技研、ペイン・アンド・カンパニーを経て、1989年よりニューヨークのNTT米国現地法人にて、米国事業立ち上げおよび海外投資を担当。1996年、米国の携帯電話ベンチャー、ネクストウェーブ・テレコム社に移り、事業開発ディレクターとして、電話事業者との戦略提携を担当。1998年独立してエノテック・コンサルティングを設立、1999年にシリコンバレーに移り、現在に至る。日米双方の業界インサイダー、およびシリコンバレーのインサイダーとしてのユニークな経験・人脈を生かし、通信事業専門の経営戦略アドバイス、市場調査分析、提携斡旋などを行っている。取り扱い分野は、携帯電話、ブロードバンド、ネットビジネス、デジタルメディア、通信機器など、通信事業全般と周辺分野まで広範囲にわたる。一橋大学社会学部卒、スタンフォード大学経営学修士（MBA）。著書に『パラダイス鎖国 忘れられた大国・日本』（アスキー新書）がある。

WEBサイト：<http://www.enotechconsulting.com>

Blog：<http://d.hatena.ne.jp/michikaifu/>

Twitter：<http://twitter.com/MichiKaifu>