



スマート社会への 大きなステップ

——電力とインターネット：融合の先にある社会

中島 洋 (なかじま・ひろし)

国際大学 GLOCOM 主幹研究員・教授

■ 目前に迫った新たなビジネス革命——スマート社会がもたらすビッグバンへの期待

不幸な福島第一原子力発電所の事故とそれに引き続く電力不足によって、日本のエネルギー政策の在り方は根底から問い直されざるを得なくなった。原発を低炭素社会の軸、さらに重要な輸出産業として国家の成長戦略に位置づけた政府の長期計画が大きく転換を迫られたことは、多くの国民が深く感じたところである。広域に拡散した放射性物質の農水産物、公共空間、建築資材、人体や家畜への汚染などが明らかになるにつれて、国民の反原発感情は強固なものになっていくことが予想される。

電力不足をきっかけにして、電力の効率的な生産と消費の仕組みが再点検され、発・送電の分離という運営形態の再編成などの大きなうねりとともに、インターネットと電力網を融合させるスマートグリッドが脚光を浴びることになった。インターネットの新しい展開ステージは、ICT（情報通信技術）をベースにしたエネルギーの効率的な利用の仕組みである。その規模によって、スマート社会、スマート都市、スマートハウスなどの概念が次々と登場している。しかし、それはインターネットの新しいステージのごく一部にすぎない。さらにその延長線上には、モノとモノがインターネットにつながって新しい仕組みを構築する「IOT (Internet Of Things)」の世界が待っている。



中島 洋

国際大学 GLOCOM 主幹研究員・教授。東京大学大学院(倫理学)修士修了。日本経済新聞社編集委員、慶應義塾大学教授(大学院政策・メディア研究科特別研究担当)を経て、現在、MM 総研・代表取締役所長(2003年12月1日～)、首都圏ソフトウェア協同組合理事長、全国ソフトウェア協同組合連合会会長を兼務。公職として、情報化推進国民会議・特別委員会委員長、IPA 未踏ソフトウェア創造事業審議委員、BPIA 常任理事、企業情報化協会(IT協会)理事、内閣府・沖繩 IT 津梁パーク構想検討委員会座長、ASP・SaaS 普及促進協議会副会長、情報サービス産業協会評議員などを務めている。

■ 見直される日本のエネルギー資源

(1) 豊富な新エネルギー源の開発

電力不足を契機に、低炭素社会のエネルギー源として、原発や化石燃料以外の新しいエネルギー源への認識が広がっている。太陽光、風力のほかに、地熱、河川の小水力、地中熱、間伐材チップ、潮力、海洋温度差、また化石燃料の中でも水素の利用に着目した燃料電池などのエネルギー源が注目されている。さらに、地域に密着した電力を供給する専門電力会社の存在が見直されている。必ずしも広域供給を目指すものではなく、中規模ないし小規模の電力源として「地産地消」のエネルギーの性格を濃くしている。

すでに商用化されている風力発電については、立地場所の確保難やメンテナンスコストなどから、今後のビジネスとしての進展の可能性について議論が分かれるところだが、欧米では発電量の増大が進み、また、海上施設や水平回転翼などの新しい技術も進展しているため、検討の余地は残されている。

家庭用や工場、事業施設など、自家使用が中心だった太陽光発電も、「再生可能エネルギー特別措置法」によって2012年7月から太陽光発電の固定価格買い取りが保証されるため、大規模な外部への販売を目指す新たな電力会社が各地に誕生することになる。中規模の発電能力で、比較的広域に電力供給する電力会社が多数、誕生することになる。

火山国として潜在能力があるにもかかわらず開発が停滞していたが、電力不足問題が深刻になってから再認識されているのが日本の地熱発電である。日本全国に18カ所の地熱発電所しかなく、国内の総発電設備容量のうちわずか0.2%を占めるにとどまる。

地熱発電能力を世界的に見ると、第1位の米国が253万kW、第2位のフィリピンが193万kW、以下、メキシコ(95万kW)、インドネシア(79万kW)、イタリア(79万kW)などに次いで、日本は世界第7～8位のレベルの53万kWとなっている。

日本列島全体が火山帯の上にあつて、どこでも天然温泉が利用できるにもかかわらず、米国の4分の1、フィリピンやインドネシアに比較しても4分の1から2分の1の能力しか保有していない。その分だけ開発の余地がある。天然温泉も、かつては温泉を掘り当てるのは「ばくち」のように思われていたが、現在では、日本中のほとんどの地点で、千数百mパイプを地中に下ろせば、パイプの径に応じて何度の温泉が毎分何リットル湧出するか、計算できるようになっている。地熱発電に適切な場所を見出すのも難しくなくなる時期が来るだろう。

(2) エネルギーの地産地消

大規模なダムによる水力発電や化石燃料による火力発電、原子力発電によって集中的に電気を生成して超広域に配給する、という従来の電力システムは、発電技術の専門性が高かった時代に確立されたものである。安定的な周波数、安定的な電圧、さらに送電時の高圧から利用時の低圧に変換する変電システムなど、電力には複雑な技術が組み合わされているという専門性の壁があるように思われてきた。

しかし、家庭での太陽光発電の経験、工場や事業所での太陽光・風力・火力・燃料電池などの自家発電の経験が重なってきて、電力は普通の技術になってきた。消費地に近いところに小電力の発電所を分散配置することで、既存の電力配給システムとは別のエネルギー配給システムが構想できるようになった。多くの企業、個人、自治体などの組織に、新しいビジネス機会が提供される可能性が出てきた。

また新しい電力システムでは、従来のように発電した電気は同時に消費しなければならない、という「生産即消費」の考え方が改められ、余剰電力は蓄電し、必要なときに使用する考え方が広がっている。従来のように、余剰電力を既存の電力会社の系統電力網に引き受けてもらうことは必須ではなくなった。この点で従来の電力ネットワークとは一線を画する新しい発電ビジネスが生まれる余地が出てきている。

現在の蓄電装置は、コストの割に寿命が短く、投資回収が難しいとも指摘されている。電気自動車が登場した際にも、蓄電池の性能や容量、コストの点からみて普及は不可能という指摘があった。しかし、蓄電池の技術革新の進展で着実に走行速度が上がり、走行距離も伸びて商業的に成り立つようになり、電気自動車の市場が大きく開かれつつある。今後、電力システムの主要なサブシステムとしてのニーズが高まるため、蓄電池の技術革新は大きく前進することになるだろう。

(3) 発・送電の分離に伴うビジネス機会の増大

電力業界は北海道から沖縄までの十電力が、発電設備から送電、変電、家庭・事業所への引き込みまで、一貫してサービスをしている。1995年の電気事業法の改



定により、工場や都市部の地域などで、ガスタービンや石油火力、水力などによる発電ビジネスが数多くスタートした。多くは余剰電力を電力会社に送って収入を得る計画だったが、送電網を握る電力会社は技術的理由を盾に、これら発電会社からの受電に消極的で、新規にビジネスを始めた発電会社は収益的に苦戦を強いられてきた。

しかし、状況は2011年3月の福島原発事故に伴う電力不足で一変した。たとえば、森ビルと東京ガスの出資により2000年8月に設立された特定電気事業および熱供給事業を行う事業会社「六本木エネルギーサービス」は従来、技術的理由で東京電力への電力供給が十分に行われてこなかったが、原発事故や津波による火力発電所の操業停止などが相次ぐなかで電力不足が発生すると、事故後まもなくの3月17日には、東京電力側の要請で技術的問題は乗り越えて「六本木エネルギーサービス」が系統に電気を供給し始めた。

これまで、十電力が新興の発電サービス会社の電力受け入れに消極的なのは発電と送電を一体運営しているためだ、という批判がなされてきたが、それを実証するような事例で、今後の電力サービスの進展には、発・送電を分離すべきだという要求が行政からも経済界からも強まっている。発・送電分離が実現すれば、これまでとは違った自由度の高いビジネスモデルが出現し、日本の産業、経済の活性化を促すことは確実だろう。

この状況は、電話機の自由化（電気通信事業者の指定する製品に限っていた電話端末機の自由化）に始まる通信市場の自由化とその後の発展と同様の経済刺激を期待できる。

■ スマート社会の出現

(1) 電力の利用効率を向上させる「スマート」

急速に議論が進展した電力産業の再編成とともに議論が進んできたのが、スマート社会、スマートコミュニティ、スマートシティ、スマートタウン、スマートブラネットなどの「スマート××」の構想である。論者によって「スマート」の意味には大きな相違がある。たとえば「スマートタウン」という同じ用語でも、中身は大きく異なっているケースがあるが、共通しているのは、ICTをベースにしてエネルギー利用効率が飛躍的に向上した都市を創造しようという点である。

その際には各家庭や事業所が使用する電力量をリアルタイムで計測し、地域の総需要量を集計して、需要に合わせて発電し、最適な電力供給を行う。発電も従来の火力、原子力、水力だけでなく、太陽光、風力、小水力などの再生可能エネルギーを地域の発電施設から供給する絵が描かれている。また、蓄電池が重要な役割を果

たす。太陽光や風力が利用できない際には、専用の蓄電池が電力供給源になるのはもちろん、家庭で駐車している時間帯には電気自動車が電源代わりになる。電力を大規模発電で一方向的に消費地に供給する仕組みではなく、多数の小規模発電所が組み合わされて地域にエネルギーを供給する。

(2) スマート電力システムとインターネットの類似性

これはWeb2.0時代のインターネットを思い起こさせる。放送局や新聞社、雑誌社などのメディアがニュースやエンターテインメントコンテンツを視聴者に一方的に提供した時代を乗り越えて、インターネットは、ネットワークにつながる情報発信者がいたところで生成した情報がインターネット空間を飛び交う。電力で同様の形態が出現するのである。

リアルタイムに情報交換する電話の仕組みに対して、インターネットは蓄積交換型である。発信した情報はサーバに蓄積されて必要に応じて先方に送られる。太陽光や風力、あるいは外部の系統から供給される電気が一度、蓄電池にためられてから利用者に供給される構造は、情報通信における蓄積交換型のそれと同型である。

リアルタイムでの情報交換が重要だった電話ネットワークを基礎に構築された通信ネットワークは、蜘蛛の巣のように張り巡らされた蓄積交換型のインターネットに置き換えられて、その効用を飛躍的に拡大させた。消費水準に合わせてリアルタイムに電力生産を行う従来型の電力配給システムは、電力使用のピークにも電力の生成が不足しないように余剰な施設を準備した。これが「安定供給」の義務という重い課題を電力業界に課したが、時代は変わった。「消費のピーク時にリアルタイムで不足してはならない」というのは、技術的に「蓄積」が難しかった時代の仕組みだったと言える。電話ネットワークとの類似から、ネットワークの進展の一つの類型を読みとることができるかもしれない。

■ Web進化のスケッチ——「IoT」へのステップ

(1) インターネットを利用する主体は行政、企業、個人そしてモノ

インターネットは1990年代の第1期を経て、2000年代に入って第2期に入り、通常「Web2.0」と呼ばれてきた。インターネットを情報の相互交換の手段としてとらえると、第1期は、電子メールのような個人と個人の情報交換の要素はもとより、企業と企業との電子商取引、企業と消費者(個人)との電子商取引、行政と企業との電子申請や電子通達などによって、社会の主体間の取引のプロセスを劇的に革新した時代と特徴づけることができる。

インターネット第1期で、行政をA (Administration)、企業をB (Business)、個人を



C (Consumer, Citizen)と表すと、インターネットの社会的機能は、AtoB, BtoB, BtoCなどで表された。インターネットを利用した行政同士の情報共有や情報交換が大規模に行われる可能性があったが、日本では電子行政は、欧州や韓国などとは異なって十分な展開をみせることはなかった。

AtoB, BtoB, BtoCの情報交換がインターネット第1期に経済価値を生み出す仕組みだったとすれば、第2期は、個人と個人のCtoCや、個人から企業向けのCtoBの情報発信が経済価値を創造し始めた時期である。いわゆるWeb2.0時代がこれである。アマゾンのレコメンデーションエンジンやアクセスの多い順番に並ぶグーグルの表示順位の仕掛けは、個人のアクセス数(投票)や購買活動の在り方が価値を生む構造である。また、Twitter, Facebook, mixi, GREE, Mobage, ニコニコ動画, YouTubeなどの個人発信の活動が、インターネットを流れる情報の主流をなすようになった。その道具としてパソコンだけでなく、持ち歩くケータイ、スマートフォン、タブレット端末が猛烈な勢いで増加している。

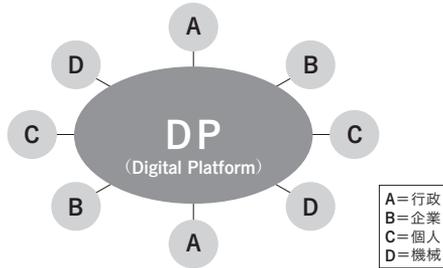
(2) 代わる主役——RFID, センサー, スマートメーター

インターネット第3期に新たに追加される主体は「モノ」である。インターネットはRFID(ICタグ)と結びついて、RFIDを搭載したモノの流れを管理する仕組みに利用され、サプライ・チェーン・マネジメント(SCM)の仕組みが構築されてきた。部品、組立工程、製品納入、小売店陳列、消費者と流れていくが、インターネットを通じてこのモノの流れを管理している。モノの情報がインターネットで交流し、モノが制御される構造で、「IOT (Internet Of Things)」と呼ばれ始めている。

モノが直接にインターネットにつながるのではなく、デバイス(Device)を通じてつながるので、「モノ」をDeviceの「D」で表せば、インターネットを通じたさまざまな事象は「IOT」というコンセプトで統合できる。情報通信産業にとって、「IOT」は大きなビジネスチャンスを提供する。

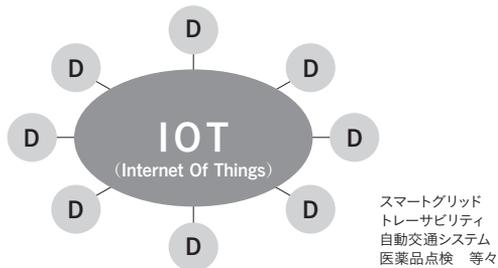
従来、インターネットの構造を表してきた「ABC」の構造は、「D」を加えて「ABCD」という構造に移行する。もちろん、「モノ」どうしが連動するだけではない。行政や企業、個人も従来通りにインターネットの向こう側にある「D」をコントロールする。走行中の自動車から集められる情報をもとに渋滞状況を把握して交通規制を行い、その情報で自動車の経路選択が制御される、というような「AtoD」が登場するかもしれない。家電製品の状況をメーカーが把握して遠隔保守を行うような「BtoD」も出てくるし、当然、スマートフォンなどを遠隔操作の入力機器として、個人が外出先から家庭内の家電製品を操作する「CtoD」もあり得る。行政、企業、個人、モノをインターネットが支える社会構造は図1のようになる。

図1: インターネットが支える社会構造



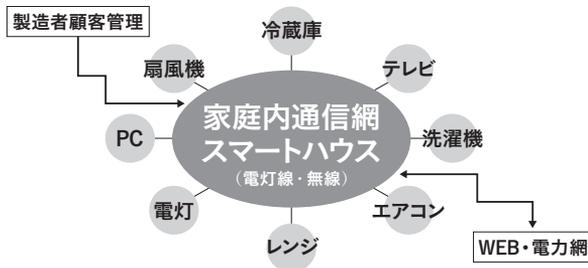
出所: 筆者作成

図2: 世界全体をオペレートするIOT



出所: 筆者作成

図3: 家電製品のスマート化とIOT化



出所: 筆者作成



インターネットはそれが発展した時点で厳密な意味でのインターネットではなくなるかもしれないので、一般的に「デジタル基盤」と呼ぶことにして、行政、企業、個人、そしてモノが情報交換しながら活動していく。

この世界の中で「モノ」どうして情報交換し、連動していくのが「DtoD」の新しい構造である(図2)。

次世代の電力網であるスマートグリッドは、スマートメーターが「D」になったものである。最も簡略な形は、各家庭の電力量計にスマートメーターを設置したものである。家庭の中の家電製品にスマートメーターがつけば、「D」のところに家電製品が位置することになる(図3)。インターネットを通じて、外部の電力網との情報のやり取りもある。

メーカーや専門事業者のサーバや顧客管理データベースにつながって、作動状況を監視したり、制御したり、作動記録を継続的に記録し、製品のライフサイクルを最適に管理するサービスも登場するだろう。もちろん、地域全体の機器をインターネットにつないで、監視、管理、稼働状況を記録して最適な管理をする仕組みにまで発展させられるだろう。

(3) さまざまなビジネス、雇用を生み出す社会変革

家庭のスマート化(インターネットに接続してさまざまな機能が付加される)は、家電製品の制御だけでなく、太陽光や風力などの自家発電システムや電気自動車もつながって、エネルギー生産、消費、蓄積の新しい仕組みをつくり出す。家庭から範囲を広げて、地域全体をICTをベースに効率化するスマートタウン、スマートシティが誕生するだろう。もちろん、ICTをエネルギーの制御にだけ利用しているのはもったいないので、同時に経営管理、生産管理、物流管理、交通管制などさまざまな機能が付与されていく。

それを支える新しい製品やサービスが必要になる。国内に新しいビジネスを生む原動力としなければならない。

国際大学GLOCOMでは、イノベーションを起こす未来技術の動向を予測し、そうした技術の登場で発生する諸問題を検討しようというプロジェクト「FTM(Future Technology Management)フォーラム」をスタートさせた。今後、スマート化による社会変動の中でどのように雇用を生み出す仕組みをつくることができるのか、多くの知識を集めて明らかにしていく計画である。