

社会制度
Chapter 7

「エネルギーの情報化」を実現する ソーシャルエンジニアリングに関する 一考察

Social Engineering Approach to Realize Informatization of Energy

加藤敏春（一般社団法人スマートプロジェクト／元東京大学大学院）

「スマートグリッドの進化モデル」

■ 「You Energy」へのパラダイムシフト

情報通信ネットワークにおいては、インターネットでの動画共有サービスを提供している「YouTube」に象徴されるように、「あなたを作るテレビ」という段階にまで発展して「個人が番組を作り、配信して楽しむ」というパラダイムが出現している。新しいエネルギーネットワークであるスマートグリッドにおいても、再生可能エネルギーの全量買取制度の進展等に伴って、この方向、言ってみれば「You Energy」に向けた進化が起こることが予想される。

図-1は、情報通信に限らずエネルギーを含めた公益事業ネットワークへの進化のパターンを示したものであるが、縦軸は、消費者主導権が低いか高いか、ネットワークを供給側だけで管理するのか、供給側だけでなく需要側を含めて需給両面で管理するのか、横軸は、ネットワークの構造が集中型のものか、分散型のものなのかを表している。これが、「スマートグリッドの進化モデル」である。この図において、現在のエネルギーネットワークはA象限にあるが、スマートグリッドの登場はこれがB象限（主としてアメリカの動き）またはC象限（主として欧州や中国、韓国などのアジアの動き）に移行しようという動きであると理解できる。

A象限は、従来型の公益事業市場構造が優勢であり、消費者は伝統的な供給者と消費者の関係を好んで選択しているかもしくは受け入れている領域である。これに対して、B象限は、消費者がさらなる主

導権の確保に向けて着実に前進しているものの、規制または技術的な制約によりその影響力は一定の範囲に限られている領域、C象限は、進展する送配電グリッドおよびネットワーク技術の組合せがエネルギー利用に関する責任の共有化を可能にしているものの、消費者はそれほど主導権を発揮できず、利点の多くは公益事業者側に有利に働いている領域である。

この図が端的に示すように、B象限またはC象限の行き着く先がD象限である。D象限は、多種多様な送配電グリッドおよびネットワーク技術によって責任の共有化が次第に可能になり、特定のエネルギー利用に関する目標に対する消費者の関心が新しい市場と新しい製品需要を生み出し、利点が消費者と公益事業者間でうまくバランスされている領域である。D象限へ移行しようという動きの典型は、京都大学の松山隆司教授が提唱する「オンデマンド電力ネットワーク」構想である。ここでは、分散構造がネットワーク化されて「エネルギーウェブ」が形成される。IT革命時の「誰もが情報発信できる」に相当する「You Energy!誰もがエネルギーを作れる」=「新しいビジネスを創造できる」という「You Energy」へのパラダイムシフトがD象限では起こる。

このD象限への移行が現実に起こり得ることに関しては、IBMの2007年6カ国調査（日本、ドイツ、オーストラリア、アメリカ、イギリス、オランダ）でうかがい知ることができる。「IBM Institute for Business Value 2007」によると、6カ国の企業経営者のトップにある人々にアンケート調査したところ、日本とドイツにおいて、D象限を選択した企業経営者の数がA象限を選択した企業経営者の数を

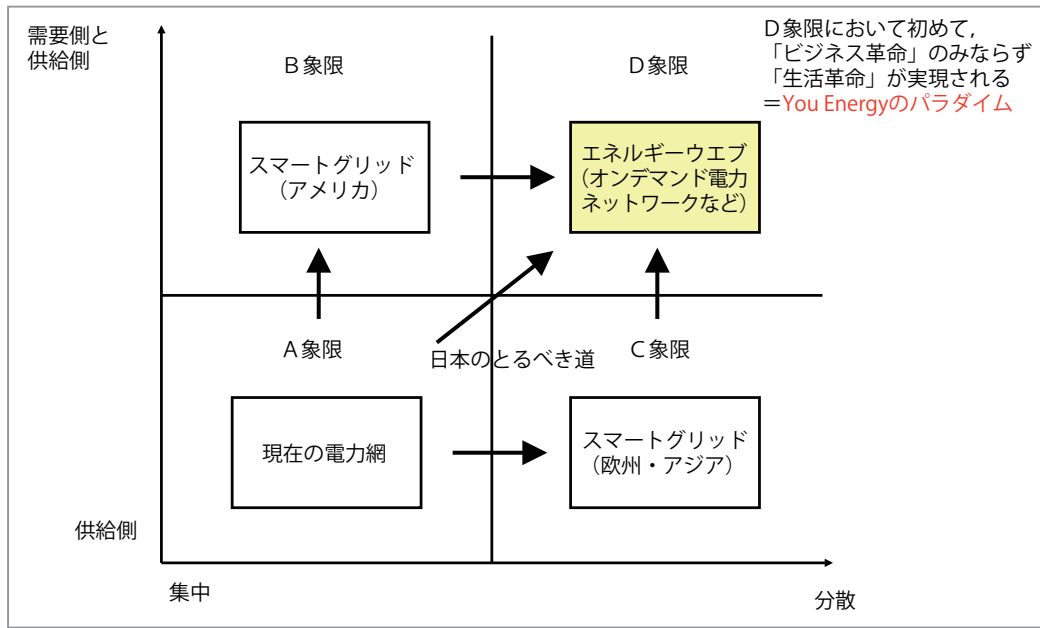


図-1 スマートグリッドの進化モデル

上回っている。この調査結果は、一般の想定とは異なったものと言えるが、それだけ新しいビジネスモデルに対する期待が日本とドイツにおいて高いことの反映と言えるのではないかと考えられる。

■ エネルギーネットワークも「デジタル」・「非同期型」へ

情報通信ネットワークは、10年ごとに段階を追って進化してきている。1980年代のPCの時代から、90年代によりややくインターネットがネットワークの基盤となった。2000年代に入ると、それがウェブ2.0やクラウドコンピューティングへと進化してきた。インターネットの社会変革の力は誰もが共通して認めているところであり、その力の源泉はネットワークが生命のように進化していく「自己組織化」にあると考えられる。環境エネルギー問題についても、その解決のためにこれから長い時間がかかるであろうが、今必要なことは、エネルギーネットワークにも「自己組織化」という息吹きを吹き込むことである。

エネルギーネットワークも、これからは情報通信ネットワークと同様に、「自己組織化」のダイナミズムの下で進化していくものと考えられる。図-2に

示すように、情報通信ネットワークの進化とこれからのエネルギーネットワークの進化を対比させて考えると、図-2の上欄に示すように、情報通信ネットワークの進化は、「アナログ」・「同期型」から「デジタル」・「非同期型」へという大きな方向に向かって進化してきたことが分かる。この大きな進化の方向性は、情報通信であれエネルギーであれ、ネットワークに共通するパターンであると考えられる。

そうすると、現状における「アナログ」・「同期型」エネルギーネットワークは、図-2の下欄のように、これから「自己組織化」のダイナミズムの下で、「デジタル」・「非同期型」へ進化していくと言えるのではないだろうか。私たちは、今後のエネルギーネットワークの発展を構想するにあたり、このような「ネットワークの進化」の視点を忘れてはならない。

**思い切った
ソーシャルエンジニアリングが必要**

■ 「スマート・パス」への道

ここで Amory Lovins 著「ソフトエネルギー・パス」¹⁾を取り上げ、D象限へとスマートグリッドを進化させるためには、思い切ったソーシャル・エンジニアリ

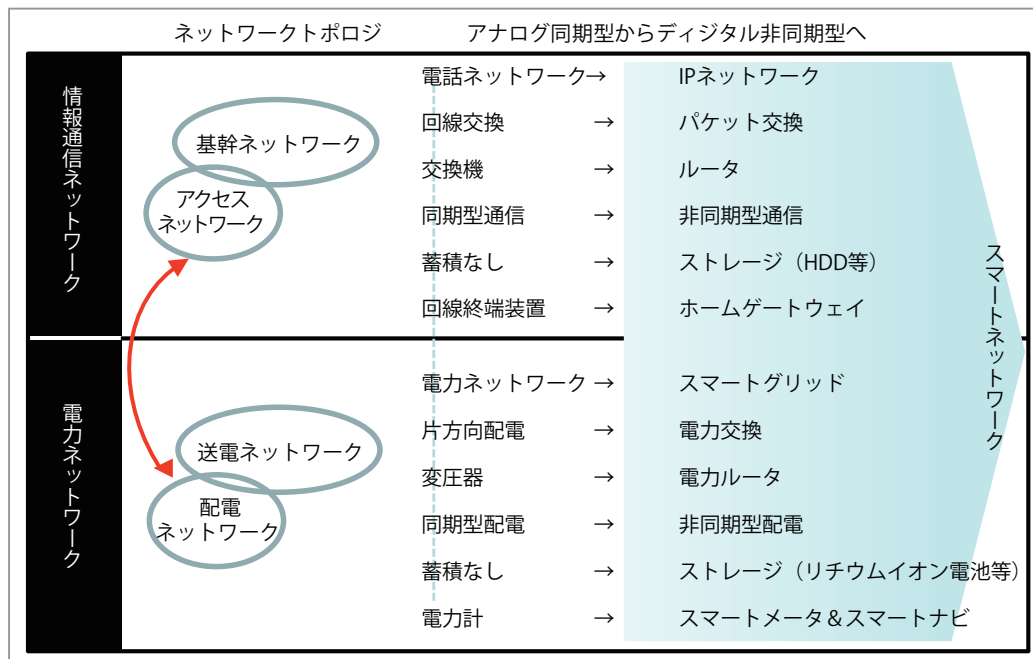


図-2 情報通信ネットワークとエネルギーネットワークの「進化」の対比

ングが必要なこと、特に、ソフト・パスとハード・パスの調和を図る「スマート・パス」を採るべきことの重要性を強調したい。

30年以上前の1977年に出版されたこの本は、当時はブームとなったものであるが、いまや忘れ去られた感がある。しかし、この本にはまさに今の「ピークオイル」問題も地球温暖化問題も包含されていて、スマートグリッドのあり方を真剣に議論しなければならない今だからこそ、再び、Lovinsが提起した問題の重要性を想起することが必要である。結論を先に言えば、この本でLovinsがアピールした永遠のメッセージは、環境エネルギー問題は技術の問題を遥かに超えたものであり、社会的合意形成を含むソーシャルエンジニアリングの問題として捉えなければ、解決の入り口には立てないということである。

まず、Lovinsは、環境エネルギー問題を解決するアプローチには、資本や技術で克服するという「ハード・パス」とそのエネルギーが持っている特性にあった活用をするという「ソフト・パス」があるとす。化石燃料発電や原子力発電などはハードエネルギーパスそのものであるから、それらを

ひたすら推進する「需要を賄うための供給力増強」路線を批判して、需要端管理 (DSM: Demand Side Management) の重要さを明確にしたことがこの本の警告書としての価値であった。しかし、実際は、石油ショック後のアメリカのエネルギー需要・供給構造にはDSMが社会システムとして定着せず、Lovinsが危惧したような推移をしてきたことは、あまり注目されていないが重要なことである。アメリカのスマートグリッドにおいて強調される需要応答 (Demand Response) は、ようやくこの点に注目したものである。

ここで今日的な問題設定をしてみたい。

我々は現在、地球温暖化問題や「ピークオイル」問題に直面し、中期目標としての2020年さらには長期目標に向けて、太陽光発電など再生可能エネルギーを大量に導入することを前提としてエネルギーネットワークや社会経済システムを構築しなければならない。これは喫緊の課題である。ここで注意が必要なのは、一般的にはソフトエネルギーパスの代表と思われる再生可能エネルギーの導入にあたり、実はハードとソフトの2つの路線が存在するということである。太陽光発電など再生可能エネルギーが

持つ「間欠性」や「稀薄性」といったエネルギー特性に対して、このハードな路線とソフトな路線では、次のように、まったく異なった設計思想で対応が行われることになる。

1. 「間欠性」、すなわち時間変動があることに対しては、以下のような対応が考えられる。
 - ・ **ハード路線**：蓄電システム付きの大規模な容量のものにするなど
 - ・ **ソフト路線**：需要に供給規模を合わせた補助的なエネルギー源とするなど
2. 「稀薄性」、すなわちエネルギーが広い範囲に分布し、密度が小さいことに対しては、以下のような対応が考えられる。
 - ・ **ハード路線**：太陽光パネル等を広大な面積に設置するなど
 - ・ **ソフト路線**：需要端に必要最小限度のシステムを導入するなど

再生可能エネルギーの大量導入にあたってソフト・パスとハード・パスとは技術的には両立するが、Lovins は、ハード・パスを中止しないかぎり人的資源、資金、時間が奪われてソフト・パスへの移行が困難になるとして、両者は社会的・文化的・政治的に排他的であるとした。私が主張したいのは、今後スマートグリッドの構築にあたり、両者の調和を図る「スマート・パス」が考えられないかどうかということである。というのは、ソフト・パスとハード・パスのいずれかという問題設定では、電力会社にしる、ガス会社にしる、従来型のエネルギーサービス供給者の存在意義そのものを問うこととなり、「改革勢力 vs 抵抗勢力」という図式となって、現状からの変革への合意を取り付けることが困難になるからである。

この問題は、従来型の集中エネルギー供給システムとの関係をどう考えるか、どの程度切り離して独立したものとし得るか、という観点から考える必要がある。この問題に対してソフト・パスを採用すれ

ば、再生可能エネルギーは補助的な用途に用い、主たるエネルギーを電力会社などの系統ネットワークに頼るシステムを構築することができる。その逆にハード路線を採用する場合は、必然的に大容量で、蓄電システムなどを完備したものにせざるを得ない。

つまり結論は、一般的なイメージのハード・パスとソフト・パスとは正反対の現れ方をすることになる。ハード・パスの方が従来システムとの相性が悪く、ソフト・パスは相性が良いということになる。この点について、ともすればソフト・パスを賛美しがちな環境市民運動派は認識を改める必要がある。

より多くの市民、消費者がハードな再生可能エネルギーへの道を選択するようになれば、従来型のエネルギー供給者は役割を縮小していくことになる。逆に多くの市民、消費者がソフトな再生可能エネルギーへの道を選択すればするほど、従来型のエネルギー供給者は生き残るだけでなく、役割を拡大することになる。スマートグリッドのあり方を論じるときに最終的な判断はユーザである市民、消費者、国民にあるが、思い切った「スマート・パス」の重要性をアピールしていくことが必要である。

■ 「社会的要請の特定が先、技術はその次」によるアプローチが必要

視点を変えて強調したいのは、今後「スマート・パス」によるスマートグリッド構築にあたり必要なのは、「社会的要請の特定が先、技術はその次」によるアプローチであるということである。この点に関して、シリコンバレーは、スマートグリッド構築へのアプローチでも秀でたモデルを提示している。シリコンバレーのパロアルト市には、アメリカの電力業界の研究所である EPRI があるが、EPRI はコンソーシアム「Intelligrid」を結成し、スマートグリッドに関するアーキテクチャ、オープンスタンダード、データ統合手法の開発などを行っている。

そのスマートグリッド構築へのアプローチは、ともすれば技術集団が陥りやすい技術最優先のアプローチとは異なり、“ソーシャルエンジニアリング”に重点を置き、「社会的要請の特定が先、技術はその

次」(Requirements First, Technology Second)となっている。具体的には、まず、あるべき社会システムの概念を発展させるための社会的要請を分析し、次に論理モデルを展開し、その次にサブシステム、構成要素ごとのアーキテクチャを開発するという手法を採っている。

スマートグリッドのように複雑なシステムを構築することは、技術最優先のアプローチでは不可能である。技術集団が陥りやすい陥穽は、ある構成要素の技術を基にアプリケーションを展開するアプローチでは、所詮、部分最適は実現できても複雑なシステムの全体最適を実現することはできないということである。EPRIの「Intelligrid」のアプローチは、「馬車の前に馬を据える」(Putting the horse before the cart.)ものと言え、我々も同様のアプローチを採るべきである。

「エネルギーの情報化」から 「エネルギーの民主化」へ

■ 「発電源証明」(GO)と「コミュニティによるエネルギー選択」(CCA)

「エネルギーウェブ」の世界は、世界をつなぐコミュニケーション・ウェブの延長線上にある当然の帰結とも言える。双方向コミュニケーションと双方向エネルギーのネットワークは、多大に補い合い、利用し合える関係にある。これらの2つのネットワークが統合、融合する過程で、新しい種類の経済と社会に向けた基盤ができる。新しい世界では、エネルギー消費量とCO₂排出量の増加に対して、これまでとは違ったシステムで対処することができる。そのシステムは、人類の歴史上初めて、分散的な性質と真に民主的な形態へと発展するであろう。これが「エネルギーの民主化」である。

「エネルギーの民主化」を促進するスマートレギュレーションとして、欧州やアメリカで始まっている「発電源証明」(Guarantee of Origin : GO)や「コミュニティによるエネルギー選択」(Community Choice Aggregation : CCA)という制度を日本に導

入することが必要である。このうちGOは、電力の取引に伴って発電源の情報をやりとりするもので、欧州やアメリカで、電力の自由化の展開とともに制度化され整備されている。2009年4月より実施に移されているEU再生可能エネルギー指令においては、最終消費者に対する情報提供を目標として発行され移転も行うことができるとされたが、再生可能エネルギーの国別導入目標あるいは指示的軌道の達成としてはカウントできないこととなった。この点に関しては、当初EU委員会としてはそのような案を提示しEU内で多くの議論がなされた点であるが、CO₂の排出量取引のようなスキームの導入は見送られた形である。今後の制度の発展に期待したい。

また、CCAは、カリフォルニア州、オハイオ州、マサチューセッツ州などで州の法律を根拠に始まっている試みである。CCAは、地方自治体の決定によって市、郡、合同エネルギー機関(Joint Power Authority)が代表となって地域の電力需要を束ね、その地域のすべての需要家に対する電力会社や電気の種類を選択できるというものである。たとえば、サンフランシスコ市は、「民主主義の復権」と「地域による電力市場の管理」のために、CCAを用いて従来の電力会社から離脱することを決め、電力供給の51%以上を再生可能エネルギーによる電力供給と需要応答による省エネにより賄うことを目標としている。現在CCAの実効性を高めるため、連邦エネルギー規制委員会(FERC)において全米レベルの制度改正の検討が進んでおり、日本としてもその成果を取り入れていくことが必要である。

エネルギーの民主化の過程においては、「エネルギーウェブ」の建設と維持管理にかかる費用と利益をどういったスキームで分担すればよいか解決する必要が出てくる。「エネルギーウェブ」の体制は、私有財産的な側面と共有資源的な側面を併せ持つことになるので、それを基盤にした新しい経済にもこの特徴を反映した革新的な構造が求められる。私たちは、民営と公営、営利と非営利の両者が共生する関係を社会にビルトインしなければならないであろう。

■「エネルギーの民主化」の内実を創造することが必要

今まで出現した組織形態の中で「エネルギーの民主化」に一番適しているのは、おそらく協同組合であろう。それを今日的課題に対応したものに進化させる必要がある。協同組合の原則には、資本の公正な配分、加入の自由、民主的管理、自治と自立、協同組合間の協働、地域社会への関与などがある。大正・昭和のキリスト教社会運動家の賀川豊彦（1888～1960年）は、「生産（者）組合」と「消費（者）組合」による競争と協調の調和を説き、ノーベル文学賞候補に2回、ノーベル平和賞候補に3回名を連ねたといった人物であるが、彼の理想を今流に言えば「環境エネルギー協同組合」ということになるのではないだろうか。

この点で、アメリカのイリノイ州で消費者のリアルタイム・プライシングをサポートしている非営利団体「CNT Energy」や全米46州において活動している680のエネルギー協同組合（Energy Cooperatives）をサポートしている「Touchstone Energy Cooperatives」の活動や日本のおひさまファンドの活動が参考になる。おひさまファンドは長野県飯田市で始まった試みであるが、長野県、岡山県、北海道という全国3拠点での自然エネルギー事業および省エネルギーの事業への出資を募集するファンド（匿名組合方式）にも拡大している。

また、2009年12月「原口ビジョン」の「緑の分権改革」のモデルとなっている滋賀県東近江市の「東近江モデル」の動きも注目される。従来の市民共同発電所は地域内の特定の太陽光発電所や風力発電だけを対象にしたものであり、その仕組みに関しても、(1) 出資組合からの分配金の使用先が決まっていな

い、(2) 本来、地域の再生可能エネルギー導入に伴う負担はすべての電力使用者で支えるものであるが、すべて出資者の経済的負担となっている、という2つの問題点が指摘されている。

これに対して「東近江モデル」では、市民共同発電所だけでなく個人住宅の太陽光発電など市民が所有するすべての再生可能エネルギーの発電設備を地域社会全体で支える仕組みであることが従来の市民共同発電所とは異なっている。また、仕組みに関しても、(1) 分配金を市内限定・期間限定の地域商品券とすることで、分配金を市内に循環させ、市民共同発電所を地域経済に活力を与えるツールとする、(2) すべての市関連の事業者や市民が支えるため、「風と光の未来基金」を設立する、という工夫を行っている。

「エネルギーウェブ」の体制の下では、NPOや社会起業家など「社会的企業」が主導して地域社会での雇用創造が推進され、「新しい公共」の担い手が登場する。今後、政府に置かれている「新しい公共円卓会議」（座長：金子郁容慶應義塾大学教授）のような動きもにらみながら、「エネルギーの民主化」の内実を創造していかなければならない。

以上の詳細については、文献2)を参照されたい。

参考文献

- 1) Lovins A. (室田泰弘, 樋屋治紀訳): ソフトエネルギー・パス: 永続的平和への道, 時事通信社(1979).
- 2) 加藤敏春: スマートグリッド革命: エネルギーウェブの時代, NTT出版(2010).

(平成22年6月3日受付)

加藤敏春 kato.toshiharu@gmail.com

1977年東京大法卒業、84年米国タフツ大学フレッチャー・スクールにて修士号取得。通産省サービス産業課長、東京大学大学院客員教授、内閣審議官等を歴任。2010年一般社団法人スマートプロジェクトを設立。東洋経済・高橋亀吉記念最優秀賞等受賞。著書「シリコンバレー・モデル」(1995年、NTT出版)、「安心革命」(2003年、ビジネス出版社)ほか多数。