

次世代エネルギーとスマートコミュニティ構想

Advanced energy systems and smart communities concept

柏木 孝夫 (東京工業大学)

1. 低炭素社会の実現に向けた国内外の潮流

政権交代により自然エネルギーの導入促進が一層加速される。11月からは、前政権が打ち出した太陽光発電からの余剰電力を売電価格の約2倍の固定価格で買い取り、電気料金に上乗せすることにより全員参加型の新エネルギー政策が開始される。現状では割高なシステムを市場に導入する訳であるから誰かがそのコスト負担をしなければならない。強力に新エネルギーの市場導入を推進するためには、最終的には政治的決断が必要となり、民主党政権では以前より強力に新エネルギー政策を推進することになる。国民に負担を強いることになるため、その決断は複眼的、多角的、分析的に十分な検討が必要であるが、太陽光発電に関しては、エネルギー・環境政策のみならず、産業、雇用政策上のシナジー効果も大きいことがあげられる。

2. 政治決断された「新エネ・モデル国家日本」の誕生

我国は国際的に「Cool Earth 50」を提唱し、2050年までに二酸化炭素の排出を全世界で現状の半分に低減させようとしている。ここで、重要なことはこれを達成するために、次の3原則を主張していることである。まず、① 主要排出国が全て参加し、京都議定書を超え、世界全体での排出削減につながる。② 各国の事情に配慮した柔軟かつ多様性のある枠組みとすること。③ 省エネ・新エネなどの技術を活かし、環境保全と経済発展とを両立すること、である。民主党政権でも上記①に示した中国、インドをはじめとする主要排出国の参画をベースにした中期目標の策定を主張していることを忘れてはならない。

さて、地球環境問題の理念とは何であろうか？私は「衡平性」であると考えている。IPCCでは「DES」Development, Equity, Sustainability問題について記述されている。すなわち地球環境問題は、人類みな衡平性を保ちながら持続可能な開発・発展をするためには、どのような課題を解決しなければならないか、という難問に取り組んでいることになる。国連加盟国192ヶ国が皆手をつなぎ、192人193脚で走れるような環境をどう作るか問われている。

低炭素型エネルギーシステムに対し、我国では当初、強力に省エネルギーを推進し、供給サイドは原子力のシェア拡大で対応することが、工業国という我国の特性や国民経済を考えると、最も好ましいと考えていた。しかし、現状で着工している新設原子炉が3基であることなどを考えると、再生可能エネルギーを含め低炭素社会が必要とする供給サイドでのエネルギー選択や技術開発など総合的な戦略が極めて重要となっており、低炭素化に対する国際的に共通なコンセンサスは再生可能エネルギー比率であると言っても過言ではない。

さて、これまでの経緯を振り返ってみたい。私は2008年6月9日に発表された福田ビジョンで新エネルギーに対する政治的決断が成され、麻生政権に引き継がれ、さらに新政権で加速されたと考えている。今後は新しい技術革新を通して省エネルギー・新エネルギーの一体化政策を強力に推進することがCO₂原単位の大幅な低減をもたらす、世界的にみて経済への貢献も極めて大きい。まさに、効率的な新しいグリーンエネルギー事業の誕生といっても過言ではない。

3. 新たなエネルギーシステムとスマートグリッド

低炭素社会の実現には、その元となる21世紀型の経済成長エンジンが必要であり、太陽光、風力、太陽熱などの自然エネルギー系の再生可能エネルギーを前面に出したエネルギーシステムを構築していかなければならない。これらを具体

化した国が、世界のエネルギー政策をリードしていくことになる。つまり、低炭素社会へのパラダイムシフトを促すための技術開発、そしてイノベーションが求められる。

ここで重要なことは、イノベーションとは「新たな知や技術が牽引する社会経済システムの構造改革」を意味する点である。最初に「開発技術がもたらす新たな価値創造」を明確に示した上で、そのための技術開発はどうあるべきかを描く必要がある。日本の場合、全体として技術先導型のアプローチを取るケースが多く、この面では欧米の取り組みに学ぶことが多い。

例えば、米国のオバマ政権はグリーン・ニューディール政策の大きな柱として、「スマートグリッド」という新たなエネルギーシステムを最初に掲げた。スマートグリッドとは、太陽電池や風力発電などの自然エネルギー系の低圧電源、しかもディマンド側で使われた余剰電源を既存の系統制御に取り込むことができるシステムである。現在、世界各国のいずれにおいても化石燃料系や原子力などのメガインフラが中枢を成している。中国では電力全体の80%を石炭火力が占め、これを系統制御でディマンド側に流し込んでいる。これからはその系統制御が変わってくる。

日本を例に取れば、今は電柱に6.6キロボルトの送配電システムを設け、引き込み線で100ボルト、200ボルトに分けて家庭に送り込んでいるが、このシステムが変わる。各家庭の太陽電池などで発電された100ボルトの電源が系統制御に入り込み、いわば電力に下からの噴出し口ができた形になってくる。その場合、電柱にもICT(情報通信技術)を装着する必要が生ずる。各家庭にもスマートメーターと呼ばれるICTの計器をつけて、太陽電池などのディマンド側からの逆潮流をすべてチェックする。ICTを活用することでメガインフラとディマンド側を双方向で管理する電力の新しい系統制御を作り出すことになる。

その結果、自然エネルギーを最大限取り込むことでエネルギーコストを大幅に削減したシステムが生まれ、人々に豊かさゆとりのある暮らしがもたらされる。これが、オバマ政権が「スマートグリッド」という新しいエネルギーシステムを通じ掲げたイノベーション、すなわち「新たな知や技術が牽引する社会経済システムの構造改革」であり、米国経済再生の一つのシナリオになる。

欧州ではさらに進んだシステムが議論されている。例えば、オランダにナビゲーションの専門会社がある。この会社は、全世界のナビゲーションの約4割のシェアを握っており、事業戦略としてナビゲーションによる高度情報処理を活かした次世代インフラの構築を目指している。ナビゲーションの端末は日本が優れた機器を提供しているが、システム構築については米国、そして欧州が先導する状況にある。こうした中でその企画は、ナビゲーションを核とした新たなエネルギーシステムの構築を狙っている。

想定しているシナリオは次のようなものである。いままでの系統制御では、メガインフラで発電した電力を上から下に流すだけだった。ところが、これからは自然エネルギー系の電力がディマンド側に入ってくる。技術開発が進み太陽電池の発電コストが化石燃料並みに下がれば、家庭用電源としてスタンダード化され、住宅地一体のすべての屋根に太陽電池が設置されるようになる。すなわち、各団地に発電所の機能が付与される。団地は電力の消費地でもあるので、その結果、団地の発電量や消費量が全体の系統制御にかなりの影響を持つようになる。太陽電池の発電量は天候によって左右される。雨の日は発電しないし、晴れの日も日照によって発電量

が変わってくる。このため、宇宙衛星の GPS を経由したナビゲーションを使って各地の発電状況を随時チェックするシステムが、全体の鍵を握るようになる。

ナビゲーションとスマートメーターを連動させれば、戸別の発電出力も把握できる。携帯電話などの ICT と組み合わせることで、「家庭内の電力を無駄なく使う(例えば、冷蔵庫など常時必要な電力を上回った発電が得られた時に洗濯機を動かす)」「地域の余剰電力を他の地域に回す(例えば、日照の強い地域から雨がふっている地域に電力を融通する)」ことなども可能になってくる。つまり、エネルギーシステムそのものがスマート化する。その上で、車の電化がスマート化に拍車をかける。プラグイン・ハイブリッド車や電気自動車が普及すると、ガソリンではなく電気で車を動かすようになるため、運輸用途にも余剰電力を回すルートが拓けるからである。

結果として、地域のエネルギーシステム全体をナビゲーションで制御しながら最適化するシステムが生まれてくる。これは「新たな知や技術が牽引する社会経済システムの構造改革」がもたらされる一例を述べたにすぎない。

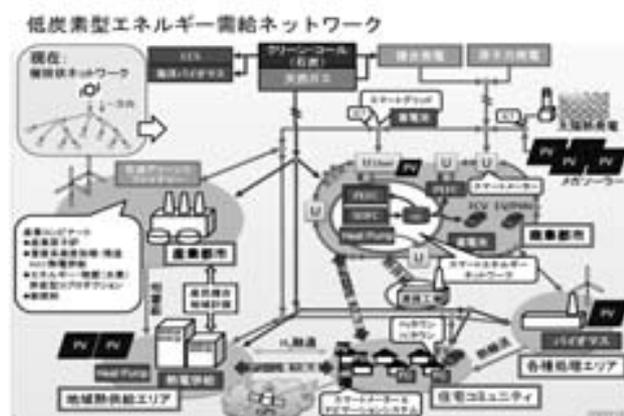


Fig. 1: Demand / supply energy infrastructure for low carbon society

コミュニティレベルのエネルギー融通システム



Fig. 2: Energy interchange system in advanced community

4. 都市エネルギー全体最適化に向けて

我国は低炭素モデル国家として省エネ性、自律性、環境性に富んだ低炭素エネルギー需給構造のグランドデザインを明確に示す責務がある。

私は科学的検証から、電力に関しては、原子力・石炭・天然ガスなどのメガインフラが全体のベースを担い、その基盤の上に燃料電池、ヒートポンプなど、省エネルギー性に富んだトランザクション機器群や自立性の高い地域共生型の新エネルギーが適切な規模でクラスターを形成してゆくことになるかと確信している。

低炭素社会に向けた都市エネルギーシステムのグランドデ

ザインには、例えば都市内の商業施設・ビルなどを良質な拠点ストックとして捉え、エネルギー管理システム(BEMS)などの導入により、新たな省エネルギーをネットワーク的に達成してゆくことが必要となる。これら広域BEMSを都市集積部に構築し、最先端超省エネ ICT インフラを整備できれば、今後問題となる中小規模施設への双方向遠隔制御インフラとしても利用可能となり、CO₂削減ポテンシャルは極めて大きい。

また、都市部のバイオマス系エネルギー拠点である清掃工場や下水処理場の存在も重要となる。膨大な都市型排熱が有効利用できる面的・ネットワークインフラ、いわば循環型静脈インフラの整備が成されてこそ、低炭素都市が機能する。今後、太陽光発電や燃料電池などの分散型電源が建築物内や屋根などに大量導入されると、既存電力系統のスマートグリッド化はもとより、これらの管理システムは需要地に導入された分散型発電システムとエリア内に形成された電力だけでなく熱力でも融通するスマートエネルギーネットワークと一体化して CO₂ を削減するアドバンスシステムへと発展させるための新しいインフラとなり、低炭素社会の実現には欠かせないものとなる。

一方、燃料電池を見据えた水素社会の到来も電力化傾向の高まりと共に必ず訪れる。

将来的には需要地に知能を備えた各種分散型システム群が大規模送電系統の一端に最適潮流制御を可能とするスマートネットワークが形成され、系統との調和を図りつつ、既存の空間インフラを高度に活用しながら、電力だけでなく熱や物質(例えば水素)までも併給する統合型インフラ構造を適切に整備することが、究極の省エネルギーを実現し、再生可能エネルギーを最大限とり込める低炭素社会の公共インフラそのものとなり、結果として社会コストミナムを達成する。我国は愛知万博をはじめとし、すでにマイクログリッドという型で 2030 年の低炭素社会の姿を世界に先駆け発信している。

5. エネルギーシステムのグランドデザイン

すでに述べてきたが、世界は今、低炭素社会を実現するためのパラダイムシフトの中にある。今後 10~20 年をかけて、新たなエネルギーシステムを構築していく必要がある。そのために、最初にシステムとしての全体像を描く、つまり研究の出口イメージを明確に示した上で、基礎から応用までカバーしたシームレスな研究を展開しなければならない。

では、2050 年に向け我々が目指すべき未来、エネルギーシステムのグランドデザインとはどのようなものか。すでにおわかりと思うが、私はエネルギーシステムに、二者択一はないと考えている、革新的システムとは、決して、原子力、石炭、天然ガスなどによる既存システムをすべて太陽光や風力発電で置き換えるような二者択一を迫るものではない。

農業国ならば太陽光や風力だけで国内需要に応えることも不可能ではない。だが、工業国や商業国においてその産業を動かすには、自然エネルギーの利用だけではパワーが不足する。原子力、石炭、天然ガスなどによる既存のメガインフラをグリーン化した上で安定供給しながら、全体のエネルギー構造を低炭素型へと変革させていく必要がある。工場や事業所、住宅といった需要により近い場所に太陽光や風力発電、燃料電池などのシステムを導入すると共に、分散したエネルギー供給源をネットワーク化し、上位の基幹系統と融合させる。

その際、ポイントとなる点は情報インフラとしての ICT の活用である。情報通信そのものを省エネ化する「グリーン in ICT」だけでなく、スマートグリッド構想のようにグリーンビジネスの新たなモデルを情報通信で創造していく「グリーン by ICT」を積極的に展開することが大きな効果を発揮することを強調しむすびとした。