

JRI リポート：東日本大震災 日本の復興・再生に向けて

次世代のエネルギー政策②

需要家主導の次世代エネルギーシステム

前回の提言（次世代エネルギー政策①）では、今夏の電力需給ギャップ解消策について述べたが、福島第1原子力発電所事故が電力供給システムに与える影響は、今夏だけに留まらない。福島第1原子力発電所自身の運転停止はもちろんのこと、長期エネルギー計画で見込まれていた原子力発電所の新增設や、点検状態にある原子力発電所の再稼動も難しい状態である。さらに、電力供給力不足の問題だけでなく、災害多発国でありエネルギー自給率も低いわが国の電力のシステムのあり方自体も、根本的に見直すべき契機となったといえる。また、エネルギー分野はスマートグリッドなど、付加価値に高いビジネスが生まれる場でもある。

以上の認識にもとづき、今夏対策だけでなく、中長期の視点でエネルギーシステムのあり方を考察していかなければならない。この次世代エネルギーシステムに向けての提言は、複数回に分けて継続的に実施していくが、本リポートでは、軸となる考え方について整理して述べる。

2011年5月26日

株式会社 日本総合研究所

次世代のエネルギー政策②

—需要家主導の次世代エネルギーシステム—

《要約》

1. 今後のエネルギーシステムは、特定のリスク対策に偏ることなく、エネルギーに関わる3つのリスク、すなわち、①エネルギー供給システムに関わるリスク ②資源調達に対するリスク ③温暖化リスク それぞれに対応するものでなければならない。特に今後、原子力発電所の新增設が困難になることを踏まえると、中長期的に再生可能エネルギーを増やしつつ、エネルギー利用効率を最大化していかなければならない。また、電源立地場所のみにリスクを押し付けず、需要家のエネルギー需給への参画意識を醸成していくことが大切である。
2. そのために有効なのが、需要側で主体的にエネルギー源を確保し、自律的にエネルギー需給バランスを図る分散型エネルギーシステムである。これに相対する大規模集中システムは、これまで発電効率や管理の容易さから是とされてきたが、今回の事故のようにリスクが広範囲に拡大すること、需要家のNIMBY意識を助長することなどから、これのみに依存する仕組みには課題がある。
3. 以上から、我々は次世代エネルギーシステムの基本理念として、「**需要家主導のエネルギーシステム (DEmand Side Driven Energy System: DES²)**」を提唱する。具体的には、①需要家レベルのエネルギーシステム ②コミュニティレベルのエネルギーシステム ③ナショナルレベルのエネルギーシステムから構成される。これらを有機的に組み合わせ、2050年までの長期的なロードマップを想定しながら**需要家や地域が主体的にエネルギー需供に参画していくシステムを構築していく。**
4. 次世代エネルギーシステムの検討にあたっては、いかに活力のある市場を生み出すか、という観点が不可欠である。大規模集中システムに比べ、**需要サイドに視点を当てた産業戦略は先進的な市場の創出を活性化することが見込まれる。**
5. これらの仕組みを構築していくためには、**電力供給の完全自由化を含む抜本的なエネルギー政策の見直しが必要である。**エネルギー需給のあり方は需要家や地域の選択によらなければならない。一方、次世代エネルギーシステムは既存の電力会社と対立する存在ではなく、電力会社にも**需要家レベル、コミュニティレベルのエネルギービジネスに積極的に取り組むことが期待される。**

1. 次世代エネルギーシステムの前提条件

東日本大震災による電源喪失や原子力発電所の事故により、次世代に向けてどのようなエネルギーシステムを構築するかが問われている。エネルギーシステムのあり方は、以下に示すエネルギーに関わるリスクにいかに対処するかに集約される。

一つ目は、エネルギー供給システムに関するリスクである。個々の発電施設、送配電網の技術的信頼性を高めると同時に、災害時等におけるシステム崩壊リスクを最小にしないといけない。今般の長期にわたる供給システムの減退、原子力発電所の事故は、こうした供給システムのリスクに関する理解に甘さがあったことを示している。エネルギー政策は、供給システムリスクが国民生活に直結することを十二分に認識した上で、特定の技術論に奢ることなく検討されなくてはならない。

二つ目は、資源調達リスクである。資源の安定的な調達環境の確保と共に将来の需給ひっ迫への耐性を高めることが必要である。以前より中期的な資源の枯渇リスクが指摘されてきたが、近年では新興国の経済発展などにより短期的な資源調達リスクも高まっている。

三つ目は、温暖化リスクである。地球レベルのリスク低減については世界有数の経済大国に相応しい貢献を示すことが必要である。原子力発電に伴う原発由来の電力供給量の低下が避けられなくなり、日本では改めて長期的な視野に基づく低炭素化のロードマップ作りが求められている。

以上の三点を踏まえたエネルギー政策の基本理念は以下の5点である。

- **多様性**

特定の技術、資源、供給システムに頼らない多様なエネルギーシステムを構築する必要がある。そのためには、技術開発支援の拡充、再生可能エネルギー等の供給事業者の育成、大規模集中型から分散型への電力供給理念の転換等が不可欠である。

- **持続性**

特定の資源への依存度が少なく、持続可能で地球環境に貢献し得るエネルギーシステムを構築することが必要である。そのためには、再生可能エネルギーの導入等と並行して、一元的な理念に立脚したエネルギー関連諸税（炭素税も含む）も視野に入れた改革が求められる。

- **効率性**

限りある資源と再生可能エネルギーの効用を最大限に発揮する効率的なエネルギーシステムを構築することが必要である。そのためには、省エネルギーに関する事業者の育成、技術開発支援の拡充が不可欠である。

- **透明性**

需要家サイドではエネルギーの供給状況を把握でき、供給サイドでは需要状況を把握できるエネルギーシステムを構築することが必要である。そのためには、スマートメータを始めとするエネルギー情報機器・システムの普及を進め、需給間での情報の透明性を高めることが不可欠である。

・ 自律性

常時、災害時等を問わず、需給を自律的に制御されるエネルギーシステムを構築することが必要である。そのためには、電気事業者においてはデマンドサイド・マネジメントの機能を高め、政策サイドにおいてはエネルギーの自由なやり取りができる制度を構築することが求められる。

2. 新たな視点

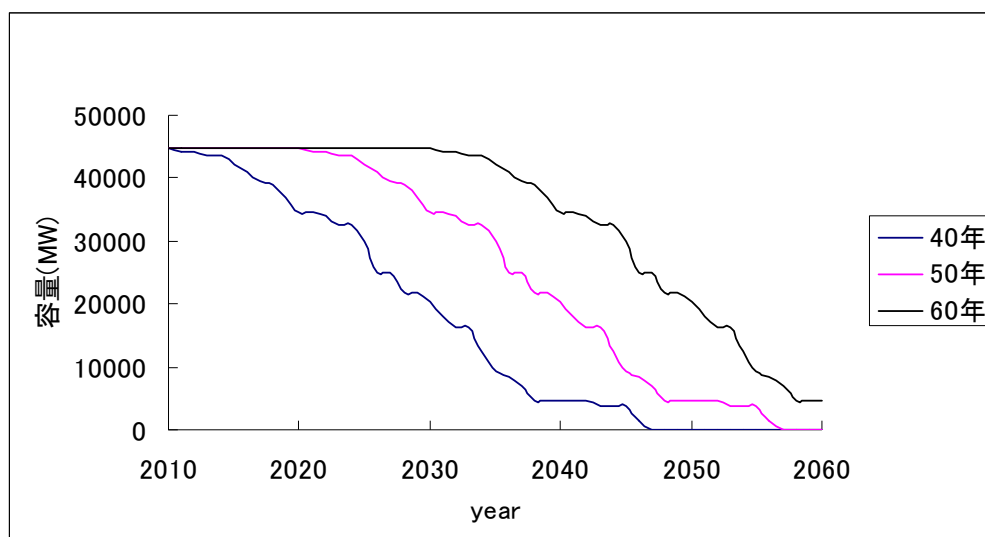
次世代エネルギーシステムを検討するに当たっては、上記に加えて、以下の二点を考慮することが必要である。

一つ目は、原発事故に伴う電源への影響である。東京電力福島第一原発の事故を収束し、発電所を解体処理するには20年から30年を要するとされる。この間、原子力発電所の事故の悲惨さとそれを処理するためのコストの膨大さが国民の目に晒されることになる。原子力発電所の建設、運転には立地地域の知事の認可が必要なため、今後電源の確保を考えるに当たっては、当分の間原子力発電所の新規建設は難しいことを想定しなければならない。

一方で、現在稼働中の原子力発電所を見ると、東京電力福島第一原発と同年代の発電所が既に稼働開始から40年を経過する等、稼働開始から長期間を経過した発電所が少なくない。原子力発電所の安全性の核となる圧力容器は高温、高圧、放射性物質の放射を受けるため長期間の使用による強度劣化が懸念されることから、電源確保を理由に稼働期間を無理に伸ばすべきではない。

仮に、今後30年間原子力発電所の新規建設がなく、原子力発電所の実質的な耐用年数を40年とすると、20年後に原子力発電所の発電容量は半減することになる。今後のエネルギー計画においては、これをいかに埋めるかが重要な検討テーマとなるが、そのための方法は3つしかない。

【図表1. 原子力発電所の設備容量の推移】



一つ目は、需要サイドでの徹底したエネルギー利用効率の向上である。エネルギー消費機器の高効率化に加えて、無駄のないエネルギーの賢い利用方法を普及しなくてはならない。

二つ目は、再生可能エネルギーの大幅な導入である。既に、異論のない施策であるが、技術改善、コスト低減、再生可能エネルギーならではの変動を吸収する仕組み、社会的なコスト移転の仕組み等、検討すべき課題が多く、実現には長い時間を要する。

そこで重要になるのが、三つ目の化石燃料の利用効率の徹底的な向上である。平成22年に出されたエネルギー基本計画にまつわる議論では原子力発電の割合を50%まで高めるとされた。原子力発電のリスクを身をもって体験した今となっては勇み足を否定できない。こうした計画が策定された一つの原因は、再生可能エネルギーが十分に普及するまでの過渡期をいかに過ごすかに関する考慮が欠けていたことである。

ポスト京都の長期目標では、2050年までに温室効果ガスの排出量を1990年対比80%削減することが掲げられている。温室効果ガスの排出を構造的にゼロにできない産業活動等があることを考えるとエネルギー供給においては化石燃料の使用を限りなく小さくすることが必要となる。

しかし、2050年までには発電設備の一般的な耐用年数を超える40年間近い期間があることから、長期目標の達成には段階的なプロセスを経るべきである。もちろん、それは長期的に目標とするエネルギーシステムへの円滑な移行を可能とするものでなくてはならない。

再生可能エネルギーのコストと技術レベルに関する長期的な動向が必ずしも明確でない上、原子力発電の安全性と社会的な受容に関する慎重な議論が必要となった日本においては、国民が納得できる方向性を得るための段階的なプロセスが特に重要となっている。

本稿で追加すべきもう一つの観点は電源立地負担の解消である。

今回の原子力発電所の事故では、東京電力管内に電力を供給するために、管外の福島県の方々が悲惨な負担を負うことになった。東京の電力のために故郷を追われる姿に多くの人が深い憤りを感じたはずだ。

いわゆる迷惑施設の一つとされる大規模発電所の立地については、電源立地対策交付金制度より、発電所を受け入れる地域については巨額の資金が投入された。電源を受け入れる地域の負担を補うために施策だが二つの矛盾を呈した。

まずは、こうした政策が電源立地の本質的な地域振興にどれほど役立ったのか、という点である。電源立地対策交付金が地方の箱モノ行政を助長したという指摘は多い。

もう一つ言えるのは、いわゆるNIMBY (Not In My Back Yard) を助長したことである。東京のような大都市部の需要家に「金を出せば自分の近くに発電所を作らずに電力を好きなだけ使える」という意識を植え付けた。今回の事故でも、「事故に間接的に関わっている」という意識を持っている東京電力管内の需要家は必ずしも多くないと考えられる。

原子力発電所に限らず、大型の発電所には、ひとたび事故を起こせば取り返しのつかない

い被害を生み出すリスクがある。今回の原発事故は、大型発電所に万が一のことがあった場合の被害は電源立地対策交付金で埋め合わせられるものではないことを教えてくれた。

以上の2点に冒頭で示した5つの理念を加味すると、次世代エネルギーシステムは以下の要素を含まなくてはならない。

- 再生可能エネルギーを最大限に活用すること
- エネルギー消費機器の効率を最大限とすること
- 化石燃料の利用効率を最大化すること
- エネルギー供給システムのリスク耐力を向上すること
- 需要家の主体的な意識を醸成すること
- 需要サイドと供給サイド間の双方向的な情報流を構築すること

3. 分散型エネルギーシステムの必要性

以上の条件を満たす可能性があるのが分散型エネルギーシステムである。分散型エネルギーシステムとは、需要側でエネルギー源を確保し、自律的にエネルギーの需給バランスを図るシステムである。

これに対して原子力発電所を始めとする大型発電所を需要地から遠く離れた地域に建設し、広大なエリアに送電線を張り巡らせて需要家に電気を供給する仕組みを大規模集中型システムと呼ぶ。

これまで大規模集中型システムが是とされてきたのには2つの理由がある。

一つ目は、発電効率が高いことである。放熱や摩擦によりエネルギーを損失する従来型の発電システムでは、規模が大きいほど発電効率を高くすることができた。

二つ目は、発電所が集中的に立地することによる燃料供給や管理の容易さである。

こうした理由を背景に、日本では世界でも最も信頼性の高いエネルギーシステムが構築され、長らく日本の成長を支えてきた。日本が世界最高レベルの製造業を擁することができたことは、信頼性の高いエネルギーシステムの存在なしに語ることはできない。

一方で、大規模集中型システムにはいくつかの課題がある。

一つ目は、燃料の利用効率が低いことである。発電効率は高くとも、発電に伴って発生する大量の熱エネルギーが利用されずに自然界に放出される。分散型システムであれば、コージェネレーションにより熱エネルギーを有効利用することができる。最新鋭の火力発電所の発電効率は送電ロスを含めた末端で50%程度である。熱エネルギーの利用を含めたコージェネレーションの総合効率の上限が70、80%程度であることから、分散電源を上手く使えばエネルギー効率を20、30%程度改善することができる。

二つ目は、送電ロスが生じることである。大規模集中型システムが需要地と発電現場の距離を拡大した結果、現在でも5%程度の送電ロスが発生する。分散型システムでは送電ロスは無視できるほど小さい。

三つ目は、送電線網の敷設と維持管理に膨大なコストと土地を必要とすることである。

日本では電力会社が送配電網の維持管理に要するコストが発電設備に要するコストを上回るという。世界最低の停電リスクはこうしたコストに支えられている。今般の電力不足を契機に、大規模集中型システムを維持したまま、電力供給システムの信頼性を高めようとするれば、送配電コストは一層増大することになる。また、送電線の敷設には広大な用地を必要とする上、高圧線直下では不動産取得が敬遠される傾向があることから、送配電網整備は土地の利用機会と不動産の価値を減じる。分散型システムではこうした経済的ロスを低減することができる。

四つ目は、リスクが広範囲に拡大する可能性があることだ。大規模集中型システムは広範囲の電力供給を高度な技術によって管理するシステムである。平時であれば信頼性の高いシステムだが、ひとたびトラブルが発生すると影響が広範囲に及び、回復には長い時間を要する。これに対して分散型エネルギーシステムでは、トラブルの影響が及ぶ範囲が限られている上、回復にかかる期間も短い。広い範囲のリスクを高度な技術で抑え込む大規模集中型システムを「剛システム」とすれば、トラブルの範囲を限定し短期での回復を図る分散型エネルギーシステムは「柔システム」とすることができる。

例えば、小型コジェネレーションと太陽電池、更に蓄電池を配した家庭用のエネルギーシステムでは、家庭は系統電力、都市ガス、太陽光といった三つの資源から電力を確保することができる。家屋そのものが崩壊しない限り、電力供給が止まるケースは想定しにくい。大規模集中型システムで同等のセキュリティを確保することは困難と考えられる。分散型エネルギーの普及は究極の防災システムとなり得るのである。

五つ目は、先に述べたNIMBYを助長することである。電源立地を遠ざける大規模集中型システムは需要家の環境負荷に対する意識を低下せしめた。需要家の意識の向上なしに環境政策や正当なエネルギーコストに対する認識を高めることはできない。分散型エネルギーは、需要家に自らのエネルギー利用のあり方を考える機会を提供する。

六つ目は、再生可能エネルギーの利用に必ずしも適していないことである。大規模集中型の送配電線は大型発電所で超高圧の電気を生み出し、これを使用電圧に従って、超高圧、高圧、低圧の順に送配電することを目的に構築されている。そのため、例えば、太陽電池で発生する低圧の電力を配電するためには必ずしも効率的なシステムとは言えない。分散型システムでは、例えば、太陽光発電の電力はできるだけ自家利用、近隣利用に供する等、電源の性格に合わせた利用が可能となる。

4. 分散型エネルギーシステムの普及を阻んだもの

以上のような分散型システムの長所と大規模集中型システムの短所を鑑み、これまでも分散型エネルギーシステムが提唱されたことがあったが、十分に普及したとは言い難い。

そこには3つの理由がある。

一つ目は、技術が十分に発達していなかったからである。例えば、前回分散型システムが提唱された2000年代冒頭においては、太陽光発電の発電効率は10%台前半、同発電コストは80円/kWh、ガスエンジンの発電効率は40%弱、PEFC型の家庭用燃

料電池の発電効率は35%程度に過ぎなかった。また、インターネットが登場してから5年程度だったこともあり、ネットワークされたエネルギーシステムの運用のための技術も十分に発達していなかった。

これが現在では、太陽光発電の発電効率は18%、同発電コストは40円/kWh程度、ガソリンエンジンの発電効率は45%、SOFC型の家庭用燃料電池の発電効率は45%に達している。ネットワークされたエネルギーシステムの運用のための情報通信技術も大きく進歩した。

二つ目は、分散型エネルギーシステムが大規模集中型システムの基準で評価されたからである。上述したように、現状の送配電線は大規模集中型システムを前提として構築されているため、全ての電源はその運用基準に沿って、接続させるか否か、あるいは質の良い電気か否か、が評価される。そこでは、上述した大規模集中型、分散型のメリット/デメリットの評価はなされない。こうした大規模集中型の価値基準こそ、再生可能エネルギーを補助電源と位置付けるに至った理由である。

少なくとも、長期のロードマップの中で技術が発展し需給間で双方向性のあるエネルギーシステムが構築されることを前提とするなら、「再生可能エネルギーは火力発電や原子力発電を代替し得ない」という指摘は正確さを欠いている。

例えば、風力発電協会や環境省の発表によれば、洋上風力発電の大量導入を前提とした風力発電の潜在設備容量は10億kWを超える。また、太陽光の設備容量は日本の戸建て住宅約2千6百万戸に3kWの太陽光発電設備を設置しただけでも7千万kW近くに達する。この他にも、公共施設、工場、商業ビル、未利用地等の設置場所がある上、太陽光発電の発電効率は今後も大幅な向上が見込まれているため、将来的には数億kWの最大設備容量を見込むことは可能である。バイオエネルギーについては、木材、下水、廃棄物、家畜排せつ物などのバイオマスを最大限発電に供した場合の電熱エネルギーは日本の電力需要の10%程度(1500万kW相当程度)に達する。賦存量だけを見た場合、「再生可能エネルギーがエネルギー需要を賄えない」、という指摘は正確ではない。

再生可能エネルギーによる発電の変動に対する指摘もある。再生可能エネルギーが従来型のエネルギー源に比べて変動が大きいことは否定できない。しかし、こうした指摘の裏には「需要家が好きなだけ使った電力を供給する」という従来型の供給責任の理念があることを認識する必要がある。

また、下記にあげる手段を駆使した調整により、再生可能エネルギーの変動をどれだけ吸収できるかを全体システムとして検討した経緯もない。さらに、送電線を広域に連結した上で再生可能エネルギーを接続した場合、電力の変動は相当程度平準化されるという指摘も加味されていない。

- 供給状況に合わせてある程度需要を変動する、必要に応じて自己責任で電力を調達する、等の需要者意識の転換
- 調整電源による変動調整
- 蓄電池、揚水発電による蓄電

「再生可能エネルギーは高い」、という指摘もある。しかしながら、長期的な視点でエネルギーシステムを検討する場合、以下の理由でこうした指摘は必ずしも正確とは言えない。

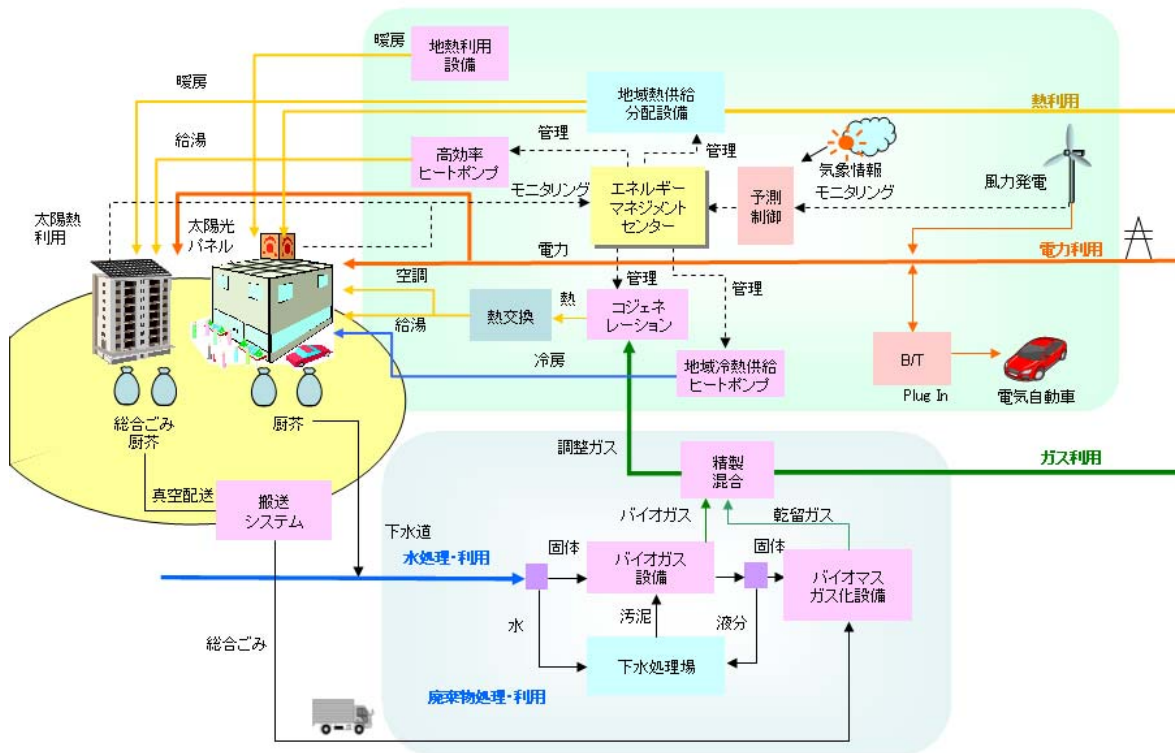
- 再生可能エネルギーのコストは下がり続けている。大規模な風力発電のコストは調整コストを除けば天然ガスの火力発電のコストと遜色ない。バイオ発電のコストは既存の発電インフラを使えば天然ガスのコージェネレーションと同等である。太陽光発電については、グリッドパリティを目指した開発が進んでいる。
- 化石燃料のコストは高止まり傾向にある。
- 原子力発電の実際のコストは公表されているコストよりはるかに高い。分散型エネルギーの普及を阻んだのは大規模集中型システムとのコスト差であり、その一つ理由となったのは原子力発電のコストである。しかし、今回の原発の事故に関わる総コストは日本の原子力発電所の全ての建設費に匹敵するレベルに達しよう。これに震災対策により上積みされたコスト、電源立地のためのコスト、放射廃棄物の処理コスト、解体コスト、研究開発費、等を含めたコストこそ原子力発電の本来のコストである。

三つ目は、再生可能エネルギーの適切な利用方法が体系化されなかったからである。まず、太陽光発電については上述した通り、高圧送電を行っている既存系統への接続を前提とした利用は合理的ではない。また、未利用地が少ない日本では海外で行われているようなメガソーラーは不動産コストの面から採用できる機会が多くない。したがって、屋根や施設用地内で分散的に配置し、できるだけ自家利用、近隣利用に供するシステムを主とするのが合理的である。

バイオエネルギーについては、広大な耕作地が少ない日本では海外のようなエネルギー作物による、いわゆる「動脈系のバイオマス」を確保する余地は少ない。そのため、一般廃棄物、家畜排せつ物、下水、あるいは廃材といったいわゆる「静脈系のバイオマス」が中心となる。こうしたバイオマスの多くは人間の活動に応じて発生するための、バイオマスの利用はコミュニティ単位となる。

筆者等は、中国天津で建設が進んでいる世界最先端の環境都市「中新天津生態城」の再生可能エネルギーの計画策定・実施支援に関わっている。ここで考えられているのは、下水などを中心とした湿潤系のバイオマスから発生するメタンガスと、紙などの乾燥系のバイオマスから発生する水素、一酸化炭素を混合した上で、天然ガスで熱量調整を行い高効率のガスエンジンでコージェネレーションに供する、というシステムである。こうしたシステムにより、再生可能エネルギー部分だけで都市のエネルギー需要の4、5%を賄うことができる。

【図表 2. 中新天津生態城のエネルギーシステム】



風力発電については発電規模や発電設備が大きいこと、変動量が大きいこと、大型の設備は施設近傍での設置が困難なことなどから、広域・高圧の送電線に接続することを基本とする再生可能エネルギーと考えられる。

この他にも、今後拡大が期待される再生可能エネルギー源であるヒートポンプも太陽光発電と同様、自家利用、近隣利用に供すべきエネルギー源とすることができる。また、小水力は自家利用からコミュニティ利用に適しており、日本には比較的豊富に賦存する地熱は風力と同様、広域・高圧の利用に適している。

再生可能エネルギーを効率的に活用するには以上のようなエネルギー源ごとの特性を考慮したエネルギーシステムを考えることが必要である。

重要なことは、「地域によって再生可能エネルギーによる潜在力は異なり、そのベストの組み合わせは地域によって考案すべきである」、ということである。加えて、どのようなエネルギー源を選択するかは、どのようにエネルギーを使うか、即ち需要サイドの理念と切り離して語ることはできない。

ここから、「次世代のエネルギーシステムでは需要家や地域が主体的に需要と供給のあり方を考えるべき」、とすることができる。

5. 需要家主導のエネルギーシステム

以上から、我々は次世代エネルギーシステムの基本理念として、「需要家主導のエネルギーシステム (DEmand Side Driven Energy System : DES²)」を提唱する。

具体的には以下のような仕組みである。即ち、技術の向上によりローカルなエネルギーシステムの可能性が高まったことを受け、当該システムの持つメリットを需要家が主体的に享受していこうとするものである。

- a. 賦存量と技術開発可能性の最も大きな太陽光発電を軸とし、他の再生可能エネルギーや高効率エネルギー利用技術、エネルギー管理技術を組み合わせた家庭、施設単位の需給一体管理型のエネルギーシステムを普及する。
- b. 前項のエネルギーシステムの安定化、効率化を図るために、家庭間、施設間のエネルギー融通システムを取り入れる（前項と合わせ、以下、需要家レベルのエネルギーシステムという）。
- c. 需要家レベルのエネルギーシステムの供給安定性を高めるために、地域単位で収集されるバイオマス、未利用地での太陽光発電や風力発電、小水力等の利用、あるいは産業を巻き込んだエネルギーのカスケード利用（工場等から排出される熱や燃料資源を地域に供給すること）による供給システムを構築する（以下、コミュニティレベルのエネルギーシステムという）。
- d. コミュニティレベルのエネルギーシステムは、将来太陽光発電の変換効率が向上した場合、需要家レベルのエネルギーを融通するエネルギー基盤ともなり得る。
- e. コミュニティレベルのエネルギーシステムの供給安定性の向上とバックアップ、及び情報通信、交通などの社会基盤を含む大口需要家へのエネルギー供給のために、全国に張り巡らせた送電線を基盤とする信頼性の高いエネルギーシステムを構築する（以下、ナショナルレベルのエネルギーシステムという）。
- f. いずれのレベルにおいても冒頭で示した理念を踏まえた機能整備を図る。

上記の仕組みを前提とした上で、エネルギーシステムを「需要家レベル」「コミュニティレベル」「ナショナルレベル」の3つにわけ、それぞれの特徴にあった運用を進めることを提唱したい。以下、各レベルの運用について詳細を述べていく。

I. 需要家レベルのエネルギーシステム

「対 象」

- 戸建住宅、集合住宅、中小規模公共施設、中小規模事業所等

「目 的」

- 太陽光やヒートポンプ等を中心に再生可能エネルギー利用を最大化
- 化石燃料等による適切なバックアップにより重層的でセキュアなエネルギー供給を確保

- 家電等の制御と一体化することで利便性の高い生活環境を実現
- 需要家に関わる需給状況の情報を把握

「設備等の概要」

- 太陽光発電、コジェネレーションないしはヒートポンプ、蓄電池、エネルギーマネジメントシステムの設置
- コジェネレーションは当初は安価なガスエンジンを利用、将来的には SOFC 等の高性能燃料電池に転換
- コジェネレーションの燃料は当面都市ガスないしは LPG を利用。将来はバイオ燃料や水素の利用を拡大
- コミュニティレベルのエネルギーシステムからのバックアップ、余剰電力の供給のために送電線に接続

「導入支援策」

- 設備資金については延払い方式を導入（リース会社等が設備を所有、補助金を受け入れ。需要家は従前のエネルギー料金に近い料金をリース会社等に10年程度の長期で支払い。リース会社の回収リスクについて支援措置）
- 住宅会社等と協力して新築へのシステム導入率を向上
- 公共施設については PFI 方式を導入

II. コミュニティレベルのエネルギーシステム

「対 象」

- 集合住宅、大規模公共施設、中規模事業所 等

「目 的」

- 地域としての発電能力を確保し、地域の社会基盤を中心とした電力供給、周辺への熱供給を行う。
- 需要家サイドのエネルギーシステムへのバックアップ機能、災害時における地域の中核機能へのエネルギー供給力を確保
- 工場排熱等のエネルギーカスケード利用を推進
- 地域内での需給間での情報の双方向性を確保

「設備等の概要」

- 下水処理場におけるバイオガス製造施設の整備
- 一般廃棄物の湿乾分別およびバイオマス調達
- 下水処理、廃棄物処理と一体となった農林水産系廃棄物のバイオ燃料化
- 化石燃料との適切な調和によるバイオマスの安定利用（地域コジェネレーション、自

動車用バイオ燃料供給等)

- 産業系施設からのエネルギー資源（熱エネルギー、水素等）の調達と地域への供給
- 地域内のエネルギーマネジメントシステムの整備
- 地域のエネルギーマネジメントセンターの設置（地域のエネルギー資源の調達管理、地域内のエネルギー供給管理、主要施設のエネルギー利用の監視、地域のエネルギーセキュリティの維持、バイオマス利用施設の運営、災害時におけるエネルギー供給管理、地域における省エネルギーの推進、等）

「導入支援策」

- 地域内での施設整備、運営のために PFI を適用
- PFI の整備対象施設に適宜補助金を導入

Ⅲ. ナショナルレベルのエネルギーシステム

「対 象」

- 大規模事業所、情報通信・交通等の社会基盤

「目 的」

- コミュニティレベル、需要家レベルをバックアップ
- 大規模需要家へ電力供給
- 再生可能エネルギーを含む全ての電源にとっての公道としての機能を持つ送電網を整備
- 全国レベルでの需給間の情報の双方向性を確保

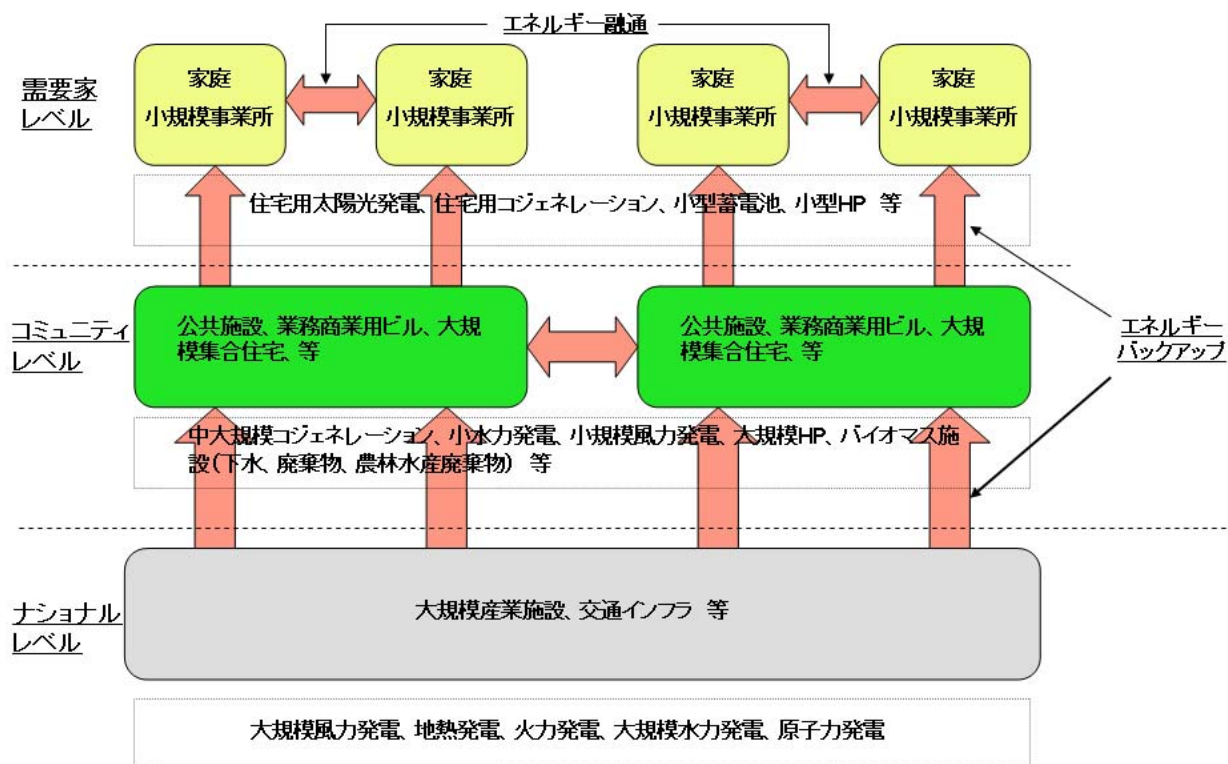
「設備等の概要」

- 大規模風力発電、メガソーラー、地熱発電等の広域・高圧型の再生可能エネルギーの整備
- 送電網の広域統合
- 送電網の変動調整機能の向上
- スマートメータの設置

「導入支援策」

- 洋上風力発電、自然公園内への地熱発電等設置のための規制緩和
- 再生可能エネルギーに対するインセンティブ政策
- 広域送電網への接続支援策

【図表 3. 需要家主導のエネルギーシステム】



IV. 次世代エネルギーシステム実現に向けたロードマップ

上述した次世代エネルギーシステムの実現に当たっては、技術開発レベル、コストレベル、実現に要する期間等を考慮して以下のようなロードマップを想定する。

① 基盤構築段階

a. 期間

～2025年

b. 目的

➤ システムパッケージの形成

(需要家レベル、コミュニティレベルでのシステムパッケージ形成)

➤ 規制緩和の推進、導入促進策等事業環境整備

(自由化の推進、システム導入支援制度の構築・適用、エネルギー関連の規制緩和、FIT・RPS・炭素税等の導入 等)

➤ 先行モデルの形成

(モデル事業・モデル開発区の設定・事業推進、公共分野での PFI 等先行事業の実施)

➤新規参入の促進

(各レベルに応じた事業者の想定、参入支援策の検討・実施)

c. 整備内容等

- 風力発電については FIT・RPS・炭素税によりコスト競争力を確保
- 太陽光発電については期間中に自家発利用での採算性を確保、前段においては補助金等で採算性補完
- 化石燃料を利用したコージェネレーションを普及
- バイオ燃料、水素等の供給体制を整備
- 需要家レベルでのクラスター形成
- コミュニティレベルでのエネルギー供給拠点形成
- 広域システムのスマート化、スマートメータの利用促進

② ネットワーク構築段階

a. 期間

2025～2040年

b. 目的

- システムパッケージのネットワーク化
(需要家レベルでの連携促進、モデル事業・モデル地区の普及)
- レベル間の連携
(ナショナルレベル⇒コミュニティレベル⇒需要家レベルのバックアップ、連携機能の構築)
- 低炭素基盤の拡大
(化石燃料から低炭素燃料への転換)
- スマートグリッドの完成

c. 整備内容等

- 太陽光発電については自家発電の回収期間短縮、商業ベース化
- コージェネレーション等へのバイオ燃料、水素の適用拡大
- 地域内でのエネルギー補完システムの構築
- 各レベルでのエネルギーマネジメントシステムを構築
- ナショナルレベルでの化石燃料火力の縮減

③ グレードアップ段階

a. 期間

2040～2050年

b. 目的

- 各レベルでの機能の一層の向上
(新技術への転換、制御機能の向上)
- 低炭素化の一層の促進

(燃料低炭素化の促進、エネルギー利用形態の一層の改善)

c. 整備内容等

- 太陽光発電、燃料電池、蓄電池等について新技術に転換
- スマートメータ、エネルギーマネジメントシステムの普及等に伴い各レベルでの制御機能を向上
- 化石燃料利用の最小化

【図表 4. 次世代エネルギーシステムのロードマップ】

段階	期間	目的	実施内容
基盤構築段階	～ 2025年	<ul style="list-style-type: none"> ・システムパッケージ形成 ・規制緩和、導入促進策等事業環境整備 ・先行モデルの形成 ・新規参入の促進 	<ul style="list-style-type: none"> ・FIT・RPS・炭素税整備 ・太陽光発電の採算性を確保 ・コジェネレーションを普及 ・バイオ燃料、水素の供給体制整備 ・クラスター形成 ・エネルギー供給拠点形成 ・システムスマート化の推進
ネットワーク構築段階	2025年 ～ 2040年	<ul style="list-style-type: none"> ・パッケージのネットワーク化 ・レベル間の連携構築 ・低炭素基盤の拡大 ・スマートグリッドの完成 	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電の商業ベース化 ・バイオ燃料、水素燃料を普及 ・地域エネルギー補完システム構築 ・エネルギーマネジメントシステム構築 ・化石燃料火力の縮減
グレードアップ段階	2040年 ～ 2050年	<ul style="list-style-type: none"> ・機能の一層の向上 ・低炭素化の一層の促進 	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電、燃料電池、蓄電池等の新技術への転換 ・各レベルでの制御機能を向上 ・化石燃料利用の最小化

6. 次世代市場の創出

次世代エネルギーシステムの検討に当たっては、「いかに活力のある市場を生み出すか」という観点が不可欠である。活力ある市場が効率的なエネルギーシステムを生み出すことにつながる上、エネルギー分野は日本経済の将来の占う次世代産業の主戦場であるからだ。

日本では1995年から電力自由化が進められてきたが、その延長での市場創出論では不十分である。そもそも当該の自由化論が大規模集中型システムを前提としたものであったからである。さらに、大規模集中型システムを前提とした技術の多くが成熟している上、大型の発電所等の市場は事業者が世界的に見ても限定されている市場である。また、技術開発が一定レベルに達していることから事業者間での差別化が難しい。こういった理由から、大規模集中型を前提とした市場論だけでは、次世代に向けた産業創出を行うことはできない。

高い技術力を有する日本の産業が世界の市場で高い競争力を得るためには、技術的なフロンティアが必要である。現在、エネルギー分野で最も注目されている技術はスマートグリッドである。スマートグリッドは、狭義には広域電力系統の制御機能であるが、狭義の市場規模は必ずしも大きいとは言えない。また、広域電力系統に直接的に関わる技術を提供できる企業数は限られている。

にもかかわらず、多くの企業がスマートグリッドに関心を寄せているのは、例えば、電気自動車との接続、エネルギーマネジメントシステムの整備、情報系との一体化等、需要サイドに多くの事業機会があるからである。需要サイドに視点を当てた産業戦略はスマートグリッドと調和し、先進的な市場の創出を活性化する。

上述したエネルギーシステムのうち、需要家レベル、コミュニティレベルにはネットワーク技術やサービス等のフロンティアが豊富である。また、需要家や地域のニーズに沿って多様な技術要素を組み合わせる（日本が得意とする）「摺り合わせ」の余地も大きい。さらに、こうした分野には、重電関連、電力・ガス・石油等のエネルギー関連企業はもちろんのこと、世界の競争市場で戦っている家電、情報通信、自動車、あるいは付加価値の高いビルやマンションを提供している不動産会社等に関わる企業の参入が期待できる。

世界中で低炭素型産業が期待されているが、既に日本は最大市場の一つである風力発電の分野において、欧米・中国の後塵を拝し、今後も挽回の可能性は少ない。太陽光発電でも中国に世界最大の生産国の座を譲った。10社以上が海外市場で上場した同国の太陽光発電産業との競争は今後も苦戦が予想される。そうした中、「DEmand Side Driven」、つまり需要家が主導するエネルギーシステムによって生み出される需要家レベル、コミュニティレベルでのシステムは日本の太陽光発電産業への活路を与える。

「日本には省エネルギー産業がある」という指摘がある。事実であるが、自動車を始めとする多くの製品において省エネルギー技術が競争力を支えていることから、省エネルギー技術のかなりの部分は既に日本の競争力に織り込まれている。

一方で、エネルギー消費機器やエネルギー管理システム等の典型的な省エネルギー商品はまだまだ十分普及しているとは言えない。省エネルギーの掛け声の割には具体的な戦略や商品が見えていないのがグローバルな省エネルギー市場の現状なのである。

省エネルギーを新たな商品とするために必要なのは、いわゆるシステム化と言われる技術の組み合わせである。需要家レベルのエネルギーシステム、コミュニティレベルのエネルギーシステムはこうした商品を生み出す場になる。

中国を始めとする新興国では省エネルギー、エネルギーマネジメント、エネルギーセキュリティなどに関するニーズが立ち上がっており、需要サイドに焦点を当てた産業戦略は日本の国際競争力の強化につながる。

7. 地域主導のシステム構築

2001年の第二次電力自由化から停滞している自由化の議論は上述した次世代エネルギー

ギーシステムに関わる観点を踏まえた上で再スタートしなくてはならない。その際には以下の観点が重要である。

一つ目は、電力供給の完全自由化である。需要家レベルのエネルギーシステム、コミュニティレベルのエネルギーシステムを実現するためには、住民同士のエネルギー融通、コミュニティから住民へのエネルギー供給を自由化することが不可欠である。

需要家の規模に応じて段階的に市場を開放した従来の自由化政策の下では、新たな電気業者（PPS）のシェアは極めて限られた。新規事業者が取引範囲を制限されれば、強大な影響力を有する電力会社と競争することは困難だったことが一つの理由である。政府は既存の自由化政策の失敗を認めなくてはならない。

二つ目は、再生可能エネルギー導入政策の根本的な見直しである。日本は再生可能エネルギーの導入のために電力会社に再生エネルギーの導入義務を課すR P S（Renewable Portfolio Standard）方式を採用してきた。しかし、導入目標のレベルが低すぎたこと等から、他先進国に比べ再生可能エネルギーの導入が大幅に遅れることとなった。また、自家発電に供する場合にはインセンティブが得られない等の歪みもあった。今後は、導入支援効果を強化すると共により広い範囲で導入支援が得られるような制度設計が必要である。そのためには、海外で広く導入されているF I T（Feed-In-Tariff：固定価格買取制度）の導入ないしはR P Sの抜本的な強化と自家発電を含めた適用範囲の拡大、及びエネルギー関連諸税の炭素税化といった政策の導入に向けた検討が必要である。

三つ目は、エネルギー関連機器に関する徹底した規制緩和である。例えば、日本でコージェネレーションを設置する場合、過剰な規制が理由でコージェネレーション本体に相当する建設コストがかかる。また、電気設備、燃料設備の管理についても今般の情報通信技術の進歩を理解しているとは思えないような規制がコストを押し上げている。こうした日本独自の規制が分散電源のコスト競争力を減じた。

四つ目は、送電網の接続環境の改善である。需要家主導のエネルギーシステムは「需要家をコミュニティが支え、コミュニティを国が支える」という理念をもって成立する。その意味で、再生可能エネルギーによる電力が事業の安定、変動吸収、稼働率低下時のバックアップ等を理由に系統電力への接続を希望する場合は、原則として接続を受け入れる環境を整備すべきである。

五つ目は、情報と政策議論の徹底した公開である。これまでのエネルギー政策はエネルギー事業者の中での閉じられた議論によって検討されてきた面がある。上述した次世代エネルギーシステムを構築するに当たっては、国レベル、コミュニティレベル双方において需要家主体の開かれた議論の場を形成する必要がある。そのためにはエネルギーに関する徹底した情報公開が必要である。多くの国民負担を投じながら原子力発電のコスト構造さえ公開されていない現状の議論と情報公開のあり方を根本的に改める必要がある。

最後に、次世代エネルギーシステムについて二点指摘する。

まずは、エネルギーシステムの検討体制である。次世代のエネルギーシステムは供給体制のみならずエネルギーの使い方に関する考え方を合わせて検討しなくてはならない。そ

して、前述したとおり再生可能エネルギーの賦存量は地域によって異なり、どのような使い方をすべきかは、需要家や地域の選択によらなくてはならない。

次世代エネルギーシステムは、需要者においては供給の状況や需要家として成すべきことを理解し、供給者においては需要家のニーズとメリットを最も重視した事業運営を行うべきである。そのためには、需給が一体となった施策の検討、展開が必要である。

こうした観点から、次世代エネルギーのあり方は地域での検討をベースとする必要がある。地域は単なる電気の需要者としての立場から、地域の資源でエネルギーを創出し、自らエネルギーの使い方を決め、需給を管理する、という立場に転じるのである。それは、地域のエネルギーセキュリティを高めるだけでなく、地域住民の環境意識を高揚し、地域独自の環境エネルギー産業を生み出すことにつながるはずである。

地域に賦存している再生可能エネルギーの利用、あるいは地域住民や事業者の努力に帰すべき省エネルギーを国の政策に依存してきた姿勢を改めることは、エネルギーに関わる議論の枠組みを大きく転換する。その時、政府は、地域の検討に資する技術開発、情報提供、安全基準等の整備、ナショナルレベルのエネルギーシステムの信頼性の維持・向上、関連産業の育成等に注力すべきである。

もう一つは、電力会社との関係である。次世代型エネルギーシステムは既存の電力会社の存在を否定するものではない。電力自由化への反論の裏には、電力会社の厳しい財務状況があったとされる。高品質な電力供給のための投資と閉鎖的な産業構造によりコストが高んだ上に需要の頭打ちが加わり、電力会社は苦しい財務運営を強いられた。本来であれば電力自由化によるコスト削減により財務体質の改善が図られるべきであったが、地域独占への固執、需要コントロールへのアレルギー、高コストな政官財との体制などにより実現されなかった。日本の高度経済成長を支えた電力供給体制の改革は不可避だったといえる。

その意味で、電力会社には需要家レベル、コミュニティレベルのエネルギービジネスを積極的に取り組むことが期待される。送配電網との利益相反問題を整理することは必要だが、エネルギーシステムの管理に最も深い知見と経験を有するのが電力会社であることは論を俟たない。

同様に、需要家主導のエネルギーシステムは広域のエネルギーシステムの重要性を否定するものではない。本稿で示したナショナルレベルのエネルギーシステムには高度な信頼性と品質が求められる。同時に、今までの高品質な日本のエネルギーシステムが日本の高度な産業を支えてきた歴史認識が変わるものでもない。重要なのは役割分担の必要性に関する認識である。ホストコンピュータとパーソナルコンピュータが役割を分担しているように、発電技術と情報通信技術の顕著な向上により、エネルギーの分野でもホストと分散の役割分担が求められているのである。

「電力会社対新規参入者」という対立の構図を生んだことが、過去の電力自由化において不毛な議論と中途半端な結果を生んだことを全ての関係者が真摯に反省しなくてはならない。官民を問わず、エネルギーに関わる者は国民に対してセキュアなエネルギーシステ

ムを提供することが本来の役割であることを改めて認識しなくてはいけない。

今、求められているのは過去の摩擦や不毛な議論を排し、国民視点に立ち戻り、一丸となって、セキュアで日本を元気にする次世代に向けたエネルギーシステムの構築に向かうことなのである。

(本件に対するご照会は、創発戦略センター 井熊・松井・瀧口 (TEL : 03-3288-4143) までをお願いします。)

日本総研創発戦略センターでは、中長期的な視点に立ったエネルギー政策のフレーム、及びその中の中心となる具体的な施策について順次情報発信を行っていく予定です。