

〈研究ノート〉

3E+S に関する新しい視点

大澤 正治

Note about the Integration of Energy Security, Environment, Reservation of Economic Efficiency

Osawa, Masaharu

Abstract

It is true that the all of the present energy countermeasures and policies aimed at the integration of 3E+S have been devised based on consciousness of environmental problems and consideration of sound development of the economy.

The Fifth Basic Energy Plan (formulated in 2018) was established from the basic viewpoints of 3E+S (Energy Security, Economic Efficiency, Environment Reservation, and Safety).

In this paper, I examine points that should be reflected in new energy policies, while taking into consideration the influence of recent trends in the basic perspectives of the Fifth Basic Energy Plan on 3E+S. Finally, requirements for the energy industry and effective energy policies for Supply and Demand are presented for the future era in which liberalization is advanced, and in the future era in which various technological innovations such as Smart Grid technology are developed.

1. エネルギー政策の基本的視点, 3E+S の新たなアプローチの必要性

わが国のエネルギー政策は2002年制定のエネルギー基本法に基づく。こ

のエネルギー基本法第12条により策定されるエネルギー基本計画の第1次は2003年10月、第2次は2007年3月、第3次は2010年6月、第4次は2014年4月に策定され、最新第5次は2018年7月に策定された。

エネルギー基本法（2002年制定）

（エネルギー基本計画）

第十二条 政府は、エネルギーの需給に関する施策の長期的、総合的かつ計画的な推進を図るため、エネルギーの需給に関する基本的な計画（以下「エネルギー基本計画」という。）を定めなければならない。

2 エネルギー基本計画は、次に掲げる事項について定めるものとする。

一 エネルギーの需給に関する施策についての基本的な方針

二 エネルギーの需給に関し、長期的、総合的かつ計画的に講ずべき施策

三 エネルギーの需給に関する施策を長期的、総合的かつ計画的に推進するために重点的に研究開発のための施策を講ずべきエネルギーに関する技術及びその施策

四 前三号に掲げるもののほか、エネルギーの需給に関する施策を長期的、総合的かつ計画的に推進するために必要な事項

3 経済産業大臣は、関係行政機関の長の意見を聴くとともに、総合資源エネルギー調査会の意見を聴いて、エネルギー基本計画の案を作成し、閣議の決定を求めなければならない。

4 経済産業大臣は、前項の規定による閣議の決定があったときは、エネルギー基本計画を、速やかに、国会に報告するとともに、公表しなければならない。

5 政府は、エネルギーをめぐる情勢の変化を勘案し、及びエネルギーに関する施策の効果に関する評価を踏まえ、少なくとも三年ごとに、エネルギー基本計画に検討を加え、必要があると認めるときには、これを変更しなければならない。

6 第三項及び第四項の規定は、エネルギー基本計画の変更について準用する。

7 政府は、エネルギー基本計画について、その実施に要する経費に関し必要な資金の確保を図るため、毎年度、国の財政の許す範囲内で、これを予算に計上する等その円滑な実施に必要な措置を講ずるよう努めなければならない。

東日本大震災は2011年3月であるので、第4次、第5次が震災後のエネ

ルギー計画である。

エネルギー基本計画の基本的視点は第1次より「安定供給の確保」「環境への適合」「市場原理の活用」が三本柱となっていたが、3E (Energy Security, Environment Reservation, Economic Efficiency) の言葉で表現されはじめたのは第3次(2010年)からであり、東日本大震災を経て、3EにS (Safety) が加えられるようになった。

2014年第4次エネルギー基本計画では、3E+Sに「国際性」と「経済成長」がエネルギー政策の基本視点として加わっている。「国際性」は地球温暖化対策と福島第一原子力発電所事故による核不拡散への国際協調への配慮であり、「経済成長」は東日本大震災被害からの復興活動への配慮と考えられる。

2018年第5次エネルギー基本計画では、再び、3E+Sをエネルギー政策の基本的視点とみなし、以下のとおりの見解を示している。

第5次エネルギー基本計画(2018年7月策定)

第2章 2030年に向けた基本的な方針と政策対応

第1節 基本的な方針, 1. エネルギー政策の基本的視点(3E+S)の確認

(1) エネルギー政策の基本的視点(3E+S)

「エネルギーの政策の要請は、安全性(Safety)を前提とした上で、エネルギーの安定供給(Energy Security)を第一に、経済効率性の向上(Economic Efficiency)による低コストでのエネルギー供給を実現し、同時に、環境への適合(Environment)を図るため、最大限の取組を行うことである」具体的にはエネルギーミックスの確実な実現を目指すことを求めている。

第3章 2050年に向けたエネルギー転換・脱炭素化への挑戦

第2節 2050年シナリオの設計, 1. 「より高度な3E+S」

「より高度な3E+S」を評価軸として設定することが適切である。具体的には、不確実な状況の中での対応力を重視し、次の4点をエネルギー選択の評価軸とする。

- 1) 安全最優先を、技術革新とガバナンス改革による安全の革新により実現する。
- 2) 資源自給率に加え、技術自給率の向上と様々なリスク^{*}の最小化のためのエネルギー選択の多様化を確保する。
※間欠性のある電源の出力変動に伴う需給調整リスク、事故・災害リスク、化石資源の地政学リスク、希少資源リスク（蓄電池のレアメタル等）、先端技術の他国依存リスクなど
- 3) 環境適合においては、脱炭素化への挑戦に取り組む。
- 4) 国民負担抑制に加え、自国産業競争力の強化を図る。

もっとも、注意すべきは、3EあるいはSについては、個別の長所を評価するプラス点評価ではなく、減点主義による評価方式での3E+Sの総合評価が重要と考えることが最近の傾向で、従来に増して3E+Sの総合化への関心が高まっている。

「エネルギーミックス」の概要も長所が短所を補い合うことではなく、短所が致命傷ではないことの確認が前提となり、長所を組み合わせることによるより高いエネルギーミックスを目指すことが要請されている。

わが国のエネルギー政策は、地球温暖化対策に対して「エネルギーミックス」の考え方から化石エネルギー資源について「エネルギーミックス」の中での立ち位置を求めていた。しかしながら、今では、化石エネルギー資源の中でも最もエネルギー単位でCO₂排出量が多い石炭への逆風は一層、強まり、「エネルギーミックス」の中での地球温暖化貢献度の緩和の論理だけでは否定されつつあり、世界からのわが国の石炭利用への批判は強まる一方で

ある。

福島第一原子力発電所事故がわが国のすべての原子力発電所稼働をとめたことも同じ考え方である。原子力発電所の安全性がマイナス点であるかぎり、「エネルギーミックス」への第一関門をくぐることができない状態とあってよい。

3Eについて、例えば、環境対策に力を入れるならば経済にはブレーキになるとか、エネルギーを取り出して利用しようとするれば環境へのマイナスの影響が大きくなるとかの課題は従前からわかっていることで、3Eの調和を求めることが一層、難しくなってきた。また、3E+Sのそれぞれ固有の課題への取り組みも複雑化し、費用便益の差し引きが良ければよいのではなく、先ず、それぞれの基本的視点ごとの費用の削減が求められるようになってきている。

本論では、以上の状況をふまえ、エネルギー政策の基本的視点である3E+Sへの新たな取り組みについて検討し、新しい考え方を提示してみたい。

2. Energy Securityに関する新しい見方

Energy Security 即ちエネルギーの安定した供給が重要であることに基づき、エネルギーの取引は規制下にあるべきとの考え方及び必需性の高さから Basic Human Needs を配慮する福祉からの考え方が長い間、常識とされてきた。供給側には供給責任を課す政策がエネルギー市場では当然のことと考えられてきた。このため、市場の自由化には慎重と考えられてきた^(注1)。

いずれにしても、エネルギーの取引は Supply への関心が高くなり、Supply Side で考えられる傾向が続いた。Supply が市場を整備し、Demand を開拓すると考えられてきた。

しかしながら、いつまで Supply がリードするのだろうか。化石エネルギー資源の枯渇性による資源制約を考えると Supply Side はさらに強まる

ように考えられるが、しかしながら、化石エネルギーの可採年数^(注2)は稀少性を必ずしも表現することではない。

2018年に発刊され松尾博文『「石油」の終わり』（日本経済新聞出版社）では、これまでの人類の歴史で資源を最後まで使い切った事例はないことが指摘されている。資源の有限性に対して技術と市場メカニズムが常に挑戦している。

一方、エネルギー市場の自由化がDemandに取り引きの自由を与え、エネルギー利用についての主体性をもたせるようになってきている。情報システムとエネルギーシステムの融合によるスマートグリッドの普及がエネルギー取り引きにおけるDemandに力を与え始めていることも確かである。

しかしながら、エネルギー供給においてインフラが必要であるかぎり、そのインフラ整備をSupplyに委ねなければならないのでSupplyの力は減退することはないと考えられる。

このような状況を考え合わせると、今後、Supplyの変化よりも大きく変わるのはDemandの自由と責任の拡大と考えられる。Demandのエネルギー利用に関する責任が増すと、Energy Securityのあり方は大きく変わると考えられる。Demandが自らの責任をはたすための視野の広さでエネルギー利用の代替財を求める可能性があるからである。

さらに、もう一点、Demand Sideが強まる可能性を指摘したい。今まで述べてきたSupplyはすべて商業エネルギーとしてのSupplyである。商業エネルギーを調達し、取り引きしようとする人間にDemandが対処するので、どちらの力が強いかということになる。

しかしながら、非商業エネルギーのSupplyを受けることに対してDemandはSupply Sideの人との取り引きを必要としない。Demandは太陽のEnergy Supplyを受けている。もともとDemand自ら、そのエネルギー利用の合理化をはかるために費用をかけなければならないかもしれない（後述するDemand同士のシェアリング導入による合理化も可能と考えられ

る)が、エネルギーそのものの取り引きのために費用を負担するわけではない。

商業エネルギーであれば、市場における原因、あるいは物理的な原因でエネルギーの価格は変動するが、非商業エネルギーについては、エネルギー市場の価格にかかわらず求めることができる。

実は、私たちの暮らしにおいて非商業エネルギーを利用している量は商業エネルギーを上回っているものと推測する。仮に、昼間もすべて夜であるとすれば、どれほどの照明用エネルギーを昼間必要とするか推測できれば、現在、非商業エネルギーに依存しているエネルギー量（一般的に、商業エネルギーを節約していると考えられているエネルギー量）を推測することができる。

昼間の照明エネルギー、あるいは乾燥用の熱エネルギーとして依存している太陽エネルギーの供給量を増やそうとすることは、Energy Security Freeであり、商業エネルギーに依存せずに Demand Side でエネルギー利用をはかることになる。

エイモリーロビンズが説明したマイナスの Supply とは商業エネルギーをプラスと考え、対比するための表現であった。省エネルギーとは商業、非商業にかかわらずエネルギーを利用しないことと非商業エネルギーを利用することの二通りの意味がある。

Demand Side でエネルギー利用を考えていくということは、エネルギー利用を必要とするかどうかの判断を自らすることであるが、この場合のエネルギーとは一般的には商業エネルギーのことである。

太陽エネルギーは Renewable Energy であり、Demand が利用しなくとも Supply をし続けている。

絶えることのない Renewable Energy の Supply に対して人間ができるエネルギー利用とは、エネルギーを制御することである。エネルギーを制御する方法は建築技術である。家屋でいえば窓をどのように設計するかである。

建築技術はエネルギー利用の制御を目的とし、エネルギー利用を代替する効果があると考えられる。エネルギー利用のために建築技術を考えるということは、土地、空間利用とエネルギー利用の関係を求めるということである。

土地とエネルギーの関係ということ、エネルギーを国内の問題、ドメスティックに考えることである。Energy Security のために国際性が重要との基本的視点とは異なる考え方であり、国際性と国内性の Security のバランスが実はこれから重要であることと言いたい。

このような考え方を前提として、商業エネルギーに限定して Energy Security について検討するならば、国際性、エネルギー資源採掘、一次エネルギーから二次エネルギーへの変換、エネルギー効率の向上、エネルギー輸送など技術のシステム化とインフラ整備が重要であることは従来から変わらない。

しかしながら、わが国においては、現在、戦後、短期間に整備したインフラの更新期に入っている。この設備をどのように更新していくのか、更新は Energy Supply にとって新しいアプローチをする良い機会と考えるべきである。今まで、整備されたインフラが Energy Security へのアプローチを物理的に制約していたと考えることができる。また、原子力発電所の稼働、廃炉に関する議論はインフラの更新問題の難しさを示している。

エネルギーのインフラ問題の更新問題は世代を超えるタイムスケジュールで考えることが必要であり、このように考えると、非商業エネルギーの利用について本腰を入れて考える時期に今、あり、エネルギー供給（この場合、いわゆる再生可能エネルギーは商業エネルギーに分類される）の代替を真剣に考える必要性が増しているといえる。

(注1) 供給責任と地域独占は必ずしも同じ理由によるものではない。地域独

3E+Sに関する新しい視点

占は送電網などネットワークインフラの効率的利用をはかる観点からである。エネルギー市場の自由化には、供給責任との関連から、また、地域独占との関連からそれぞれ考えられなければならない。

(注2) 可採年数とは、ある年の年末における埋蔵量 (R : Reserve) に対して、その年の生産量 (P : Product) のデータを用いてこのペースで生産を続けるとあと何年生産できるか求めた指標である。

埋蔵量が増え、あるいは生産量が減るならば、可採年数は増える。埋蔵量が減り、あるいは生産量が増えるならば可採年数は減る。

エネルギー資源埋蔵量

		石油	天然ガス	石炭
可採年数	1992年時点	45年	64年	219年
	2014年時点	53年	54年	110年
確認可採埋蔵量	1995年時点	9970億バレル 〈中東依存度：66%〉	141兆 m ³ 〈中東依存度：31%〉	10392億トン 〈中東依存度： 〉
	2014年時点	17001億バレル 〈中東依存度：48%〉	187兆 m ³ 〈中東依存度：43%〉	8915億トン 〈中東依存度：0%〉
年生産量	1992年時点	60.0百万 b/d	216百億 m ³	47.5億トン
	2014年時点	88.7百万 b/d	346百億 m ³	81.6億トン

資料：BP 統計
出拠：愛知大学経済学会経済論集第202号，2016年12月

3. Environment に関する新しい見方

わが国のエネルギー政策の基本的視点の移り変わりを振り返ると、3Eのうち、Energy Security, Economic Efficiency に比べて Environment Reservation の視点が変わっていることに気づく。

1994年の総合エネルギー調査会基本政策委員会中間報告『強靱かつ、しなやかなエネルギー・ビジョン』においては、すでに3Eがエネルギー政策

の基本的視点となっていた。そこでは、Environment Reservation は、「地球環境問題への対応」となっている。1992年に地球サミットが開催され、気候変動枠組み条約への署名が始まった直後であることから、環境への関心が地球温暖化問題に集中していた時代背景がよく理解できる。

その後、地球温暖化防止への危機感が高まり、その国際的な取り組みは持続しているが、わが国における環境問題への関心は範囲を広げていると考えることができる。それだけに、環境問題への関心は分散し、集中することが難しくなっていると考えることができる。即ち、環境への取り組みは抽象化し、その目指すところがあいまいになっているといえる。

20世紀後半、3Eは3Eのトリレンマととらえられていた。とくに、環境と経済の関係については、環境コストの負担の理解が進みつつあったが、環境とエネルギーの関係は、費用便益の差し引きを指標としてとらえ、環境の絶対値としての価値を見損なう傾向にあった。

そして、費用便益の差し引きの指標で定量的にとらえようとするのは、不確実性を排除して身近に見える地理的範囲でとらえるとともに時間軸でも現時点を中心とする傾向につながり、環境の総合的把握に正確さを欠いていたと考えたいところであり、その後、視野を広げて環境をとらえようとしているが、不確実性への対処の方法を見いだしていないかぎり、環境への取り組みの抽象性は増していると考えたい。

問題の焦点は不確実性への対処である。不確実性への対処となるとSafetyと重なるところである。Safetyには起こる確率が技術的アプローチから求められる。環境に関する不確実性は必ずしも、技術的アプローチでは求めることができるわけではなく、重要となることは環境の循環性であり、環境は不変、不動ではないことである。

環境が循環し、動いているということはその動きを理解することが必要であり、不確実性を考えるべき対象の動きの時間を意識することが大事であり、現時点だけ考えればよいということではない。このことから、

Economic Efficiency とは視点の据え方が違うことを認識して環境と経済の関係を考えることが重要となる。

時間を意識することは、予防への取り組み、事後処理への取り組みを現時点で考え合わせることである。

次世代の環境問題と地球温暖化問題をとらえているがこのあたりへの理解が十分に進んでいるとは考えられない。

環境への対処における時間軸で考える考え方をエネルギーへの視点に重ね合わせるが大変に難しく、その調整が重要なことと考える。

注意すべきは、環境に対する予防対策、現実への対処、事後への対処を混合すると、環境対策費用が増嵩してしまうことである。

また、時間の軸を意識して環境への対処を考えることは技術による対処とともにより多くの世代を超えるステークホルダーを登場させることであり、その多くのステークホルダーとの間で費用負担を見定めることである。環境への対処は人々の共助が重要であることを改めて認識すべきである。

次に、Environment Reservation への取り組みとしてこれからさらに重要に考えるべきことは環境容量 (Carrying Capacity) を指標とすることである。環境について、時間を止めて環境の絶対的価値を知ろうとするのではないとともに、環境と人との関係における相対的価値が重要であり、その価値は変化すると考えることが重要である。相対的に環境をとらえるためには、環境を見るだけでなく自らの姿を鏡にうつすことも重要であるということである。人間の環境との係わり方の変化によって環境の価値は変わるということである。人間の環境との係わりとは、人間が環境をどこまで許容できるかということであり、許容範囲を広げるためにも技術が役立ち、エネルギーの投入も役立つことになる。

環境に対して時間の帯で考えることが有効となるのは、環境は回復することができるからである。回復するまで人間が待つということが大事であると

いうことである^(注3)。

とくに、事前の段階で予防措置を講じるのか人間が我慢するのかの判断は難しい。当事者だけではなくより多くの人間の判断を重ねあわせることが適切さに近づくことになる。仮にリスクが現実となった場合でもより多くの人間が関心を寄せていれば、リスクシェアが可能となる。予防は環境対策として重要であるが、予防措置に依存しすぎることは禁物である。あくまで起こるかどうかはわからないからであるが、もしも起こった場合の共助体制を事前から構築しておくことが意味のあることである。そして、当事者は予防措置に頼らずに自らが環境に対座し、我慢することが大切であり、その姿勢が共助体制の信頼を築くことになる。

くり返しになるが、環境には不確実性が多い。事前に不確実性を予測することが難しいだけでなく、環境問題が実際に起こってもその原因、その影響には不確実なことが多くわからないことが多い場合がある。さらに、事後においても環境問題が終わったのかどうかもよくわからないことがある。

このような状況をふまえるならば、環境に関する情報収集と分析が重要となる。このためには、環境に関する情報をいかに求めるかが情報収集の仕組みをつくることと、いかに情報を共助のために共有するかが重要となる。環境の情報を共有するためには、公的情報との認識が重要となるが、資本主義社会では、環境は、私有権を介しての事象である場合がほとんどであり、その私有権に基づく私的情報とそこが起因となったり、そこから醸される環境に関する一見公的情報の私的情報と本来の私的情報を仕分けし、流通する情報の管理が重要となる。

環境に対する目標として環境負荷を軽減することを目指すのが大切であるが、ゼロエミッションを目指すことは難しいことで、3Eの調和にも無理な力を及ぼすことになる。むしろ、環境容量 (Carring Capacity) の範囲内で環境負荷を認めつつ、環境からの便益を引き出し、発生する負荷に時間をかけて対処することが大事である。

(注3) ハーマンデーレーは、人間と環境との関わりについて循環が進むまで待つべきだと考え、以下のように主張した。

- ①汚染の排出量は環境の吸収能力を上回るべきではない。
- ②再生可能な資源の消費はその再生ペースを上回るべきではない。
- ③再生不能資源の消費はそれに代替する再生可能資源が開発されるペースを上回るべきではない。

また、カール・ヘリンク・ロベールは、食物連鎖から生物濃縮によって毒の連鎖に発展することに注目し、自然環境の質的回復を待つことが重要であり、自然の質を人工的に操作することは慎むべきと主張した。

- ①生物圏のなかで、地殻から掘り出した物質の濃度を増やし続けてはならない
- ②生物圏のなかで、人工的に製造した物質の濃度を増やし続けてはならない
- ③循環と多様性を支える自然基盤を劣化させ続けてはならない
- ④世界の人々が自らと将来世代のニーズを満たすべく、効率的で公平な資源の利用を実現する

4. Economic Efficiency に関する新しい見方

Economic Efficiency については、取引における価格が指標となる。エネルギー資源の取引には Equity が価格に大きく影響している。経済が発展していない発展途上国の多くにエネルギー資源が多く賦存しているが、Supply と Demand との力関係で先進国の Demand が発展途上国の資源を占有する Equity が優勢となっているからである。便益による価値に基づき価格が決まっているといえる。OPEC による産油国は何とか Supply Side で価格づけの主導権をとろうとしているが、その効果をあげるのは大変に難しいことを示している。

一方、最終エネルギーである電力、都市ガスのエネルギー価格は概して、便益による価値ではなく Supply コストとなる費用を基礎としている。いわ

ゆる原価主義が基本となっており、エネルギーの取り引きが Supply Side で進んでいることを裏づけている。

しかしながら、電力や都市ガスなどはエネルギーを貯蔵しづらいので同時同量の Supply を行い、そのために送配電線や都市ガスなど固有のネットワークによる Supply を行っている。在庫調整ができないことが電力や都市ガス産業の特徴となっている。

Demand は常に一定ではなく、Supply 設備の経済性を最大に求める稼働ができず、同時同量の Supply のためには、Demand あたりの原価は異なることになる。従って、原価主義であっても、Supply はある期間の Supply コストをならして平均費用を価格として提示している。もっとも、平均費用は単純に平均化するのではなく、Demand の実績、予測（負荷曲線）とその Demand に対応する電源のベストミックスを考慮している価格設定を行っている。

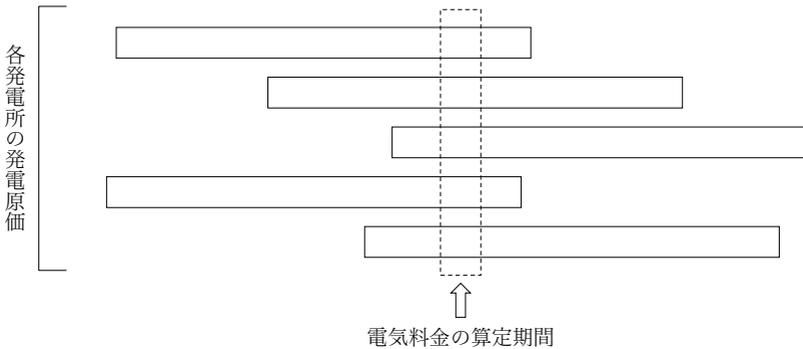
また、固有の流通設備で専用に輸送し、Demand に配分することは、特定の Demand へ向けた Supply コストが算定されるわけではない。常に、規模の経済性を求める Supply から流通がなされ、Supply コストは Demand 間で配分されていることになる。即ち、エネルギーが分散型 Supply システムとしてではなく集中型 Supply システムが指向されてきた理由がここにある。Supply コストは時間軸でも配分され、地理軸としても Demand 間で配分されていることになる。これらの配分をこれまでは Supply で行っていたためにエネルギーの取り引きが Supply Side で進むことになる。

これから、エネルギー取り引き市場の自由化が進み、Demand が Supply と対等の立場となるためには、エネルギーの取り引きにおける価格交渉にあたって、少しでも価格を Demand Side に引き寄せる必要があるが、貯蔵しにくく同時同量の Supply を続けるかぎり難しいことになる。しかしながら、貯蔵システムの技術のイノベーションは進んできている、また、情報技術の

活用により Supply 設備の効率的利用も可能となっており、Supply Side の優位性は少しずつ揺らいできています。従って、Demand Side から、少なくとも需給対策を考慮しながらエネルギー取り引きを行うためには、このような技術の力とともにエネルギー価格の考え方を原価主義からエネルギー利用の便益に基づく価値主義に変えて行くことが求められる。

ところで、エネルギー価格の代表例として電気料金についてみると、地域独占のもと、電気料金が認可されている仕組みについて一般的に誤解されていることがある。根本的に自由化されても電気料金の費用構造は変わっていない。

発電所レベルの発電原価と原価主義の基礎となる小売りされる電気料金の算定原価の違いが混同されがちである。発電原価は15年程度の期間を対象に、Demand を想定して、一 Demand 単位当たりの原価である。一方、電気料金の算定は1，2年程度の期間を対象としている。発電原価は長期が対象であるのに対して、Demand の電気料金は短期が対象である。



発電原価と電気料金の関係

発電原価は、発電所建設のために投資される各機器の建設費を経済的耐用年数に基づき減価償却されることから算定される。

電気料金は各発電所の減価償却状況を組み合わせることなので、変動する

需要負荷曲線への同時同量の極めて短期的視野からとなる。この短期的な電気料金算定の見方と各発電所の長期的視野からの各発電所発電原価の経済的状况を組み合わせることが電気事業者の経営戦略となる。

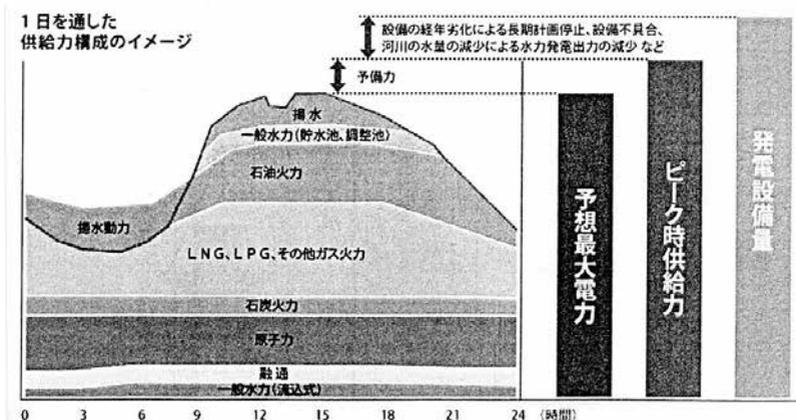
電気事業者は、規模の経済性の観点から長期間で回収するほどの大型の Supply 設備を用意し、範囲の経済性の観点から Demand に対して Supply できる電源のベストミックスを求めることになる。

これからは、規模の経済性、範囲の経済性に加えて連結の経済性を追究し、Economic Efficiency を求めることが新しい考え方となる。

なかでも、Demand 同士による連結の経済性が期待される。Demand 同士の連結による共助は、Supply に対して Economic Efficiency の向上を提示することになる。

必ずしも、Supply Side に分散型 Supply システムを求めることではない。規模の経済性、範囲の経済性を損なう連結の経済性は有効とはならない。

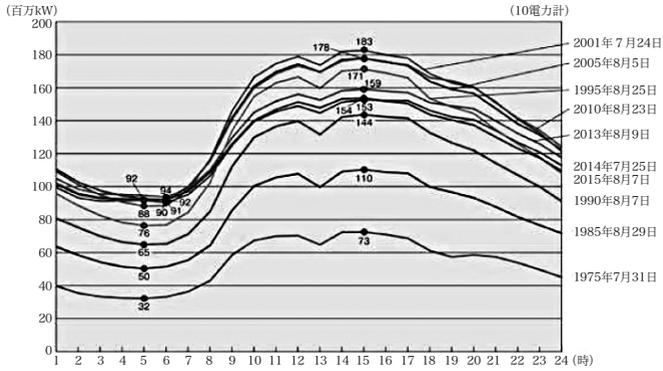
そして、Economic Efficiency を求める新しい考え方のために必要なことは、エネルギーの取り引きを固有のものにせず、他の取り引きとつなげ



電力需要と日々のピーク時供給力の関係

出典：東京電力資料 資料：日本電気協会

3E+Sに関する新しい視点



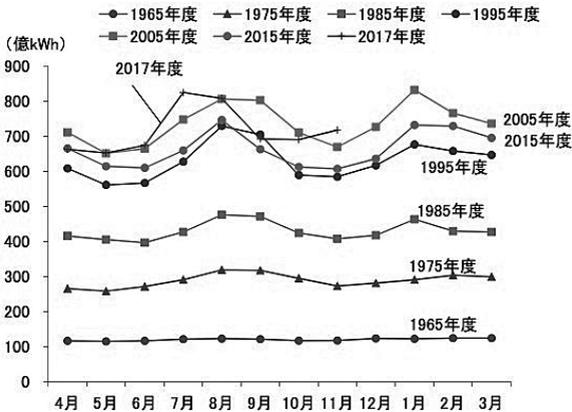
最大電力発生日における1日の電気使用量の推移（10電力^(注)計）

(注) 北海道電力、東北電力、東京電力、中部電力、北陸電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、沖縄電力

(注) 1975年度は沖縄電力を除く。

出典：日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集2016」

資料：エネルギー白書2018



年負荷曲線の推移

(注1) 2015年度までは10電力計。1965、1975、1985年度は沖縄電力を除く。

(注2) 2017年度は10エリア計。

出典：2015年度までは電気事業連合会「電力需要実績」，2017年度は電力広域的運営推進機関「需給関連情報」を基に作成

資料：エネルギー白書2018

年度	1951	1955	1965	1975	1985	1990	1995	2000	2005
年負荷率	72.9	66.9	68.0	59.9	59.0	56.8	55.3	59.5	62.4

2010	2012	2013	2014	2015	2016
62.5	66.9	65.4	67.2	63.3	65.8

電力^(注)年負荷率（送電端）の推移

(注) 北海道，東北，東京，中部，北陸，関西，中国，四国，九州，沖縄電力

※：1975年度以前分は沖縄を除く9社平均を，1985年度から2015年度分までは10社平均を，

※：1965年度分から2015年度分までの数値は，年間平均電力／年間最大電力3日平均により算定。

※：2016年度分の数値は，年間電力量／（年間最大電力×暦時間数（24時間×年間日数））により算定。

資料：電気事業便覧2017年版

ることである。電力，都市ガスなどの個別のエネルギー市場を総合エネルギー市場化することはその一つの考え方である。何とエネルギーを結びつけるか，Supplyによる技術よりもDemandがリスク，市場取り引きの波及性など従来より広範に取り引きをとらえ，新たに見いだすニーズから新しい考え方が見つかる可能性があると期待したい。そのためには，エネルギーDemandの用途別分析が有効となる。

Economic Efficiencyを高めて調達するためには，需給間の取り引きよりも，Demand間の共助あるいは配分次第であると考えたい。それだけ，エネルギー資源を海外に求めるわが国にとって，国際関係は資源供給国との間もSecurity上，重要であるが，さらに，Demand国間の関係の重要性は今後高まると考えられる。

5. Safetyに関する新しい見方

2011年の東日本大震災以降，エネルギーの基本的視点にSafetyが加えられた。このため，Safetyは自然災害を対象としているように思えるが，Safetyの対象は自然災害だけではない。Energy Security, Environment

Reservation, Economic Efficiency すべてに起こるリスクに対処する概念であり、3Eにプラスすべき概念であるとは言い難いところがある。大切なことは様々なリスクに総合的に対処することがSafetyをえるために重要なことである。様々なリスクに対処していても、対処していないSafetyを損なうことがすべてのSafety対策を無駄にしてしまう可能性がある。とくに、Safetyには3E全体との連携が重要となる。

Safetyは基本的に起こるかどうかわからずに、事前の段階である予防の対処が重要となるが、必ずしも事前とは限らない。運用を誤るリスクもあり、事後となってリスクが判明し、その影響を受けることがある。

また、起こるかどうかの確率も、予測がつく場合から予測がつかない場合まで様々ある。起こることがわかっているリスクも事前にSafetyを目指して準備できることと準備できないことがある。場合によっては、小さなリスクだと思っけていても、そのリスクの影響が大きく、結果、Safetyを損なうこともある。

起こらないと思っけていても想定外にリスクが発生する場合もある。このように起こる確率が低いと思っけることへの対策は、起こらないで対策が無駄になることも十分、考えられる。無駄になることを恐れるのはEconomic Efficiencyを確保する観点を優先するからである。

また、Safetyをえるための対策をSupply Sideに求める傾向があるが、Demand Sideの対策によりリスクが削減できる場合もあり、需給双方から対策が必要であり、SafetyをえるためにDemand, Supplyの施策を実施するための調整、費用負担のための調整が重要となる。とくに、Supplyが実施する対策の費用はエネルギー取り引きによって最終消費者に費用負担が転嫁されることになることに注意すべきである。

Safetyに関してSupply, Demandの調整が必要であることは、安全と安心を重ねることが大事であることから理解できる。安全とは技術によってえられることであるが、安心は人間の精神的なことであり、安全が必ずしも

安心につながるとは言えない。

電力会社が原子力発電の予防段階で安全対策を実施しようとする人々はリスクが起る確率よりもリスクの事象に関心が集まり、安全を求めれば求めるほど安心が損なわれるために、安全対策を積極的に情報提供しない傾向が見られた。

技術的な安全と人々の安心をつなげるために、Supply と Demand との調整、情報の共有化が重要である。実際にリスクが現実となった時の情報は確認された事実であることが大事であるが、予防段階では、起るかどうかわからないために事実の確認ができないので、リスクシェアが公平に行われるように、情報の事実の程度、情報の扱いに関する情報を共有する情報の対称性が重要となる。

とくに、Demand から見れば、取り引きに係わる費用を負担する他に Safety のための情報収集を行い、費用負担することが必要となるということになる。

Safety のための費用負担は取り引きに係わる費用負担に比べてどこまで負担するのが適当であるかの判断は難しい。

とくに、Safety や環境対策への関心が高まっているとは言え、エネルギー市場の自由化による競争原理が機能すれば、Supply は Safety をえるための費用、環境対策の費用をエネルギー価格から切り離すことにより価格の低廉化をはかろうとする。切り離される Safety や環境対策を Demand が自ら確保しなければならない時代がやってきているとも考えることができ、需給ともに Safety や環境対策に取り組むべき共助が求められていると考えたい。温暖化対策のための排出権取り引きはその例である。

Safety や環境対策のために共助すべきは Demand と Supply だけの共助に限定する必要はない。Safety や環境対策のために有効である。保険会社は共助に加わるステークホルダーである。共助の輪を広げることは便益を共有するだけでなく、リスクもシェアし、費用の分担しあうことになり、

それぞれの分担を小さくする効果を期待される。例えば、同じ立地地域にあり、同種のリスクをかかえる異業種とリスクシェアしあう共助も有効である。

ただし、共助の輪が広がるほど共助に参加する人々の調整が必要となり、共助のための規範をつくることが大事となる。エネルギーの取り引きが Supply と Demand の他に第3のステークホルダーとしての調整役が必要となってくる。また、Safety や環境対策には予防段階の必要性が高いことから、この調整役には情報の分析も期待される。

一方、Safety をえるためには、それぞれの技術が必要となる。その技術を導入するための費用をどのように分担するかとともに、その技術の運用をめぐる課題がある。

とくに、事前の段階のためにその技術を導入する場合、予知、予防のためであれば、予知、予防効果を計測すれば分担しあえる共有できるスタンダードがそろうが、リスクが起こるときのために事前に準備しておく技術にはいつでも使えるように、施設や使いこなせる技術のメンテナンスのために管理しておく必要があり、そのための費用もかかる。いつその技術が必要となるかわからないために準備しておかなければならない期間、費用を予測することは難しい。

このためには、Safety をえるために準備する技術、施設を使わないままにするのではなく、ローリングストックし、日常化する工夫が必要となる。Safety となるために使うか使わないのかわからないままにするのではなく、ある一定期間後、日常用として使うことで日常に組み込むことである。緊急時と日常時の共助と考えてもよい。

Safety をえることと環境対策が大切であることを考慮し、エネルギー Supply に支障とならないように、費用負担が増嵩しないように備えることが大事である。言い換えれば、持続性をえるためと考えられる。Safety をえることも環境対策を実施することも長期的な視野に立つということであ

る。このためには、リスクが起こるかどうかの見通しを明らかにすることへの関心よりも大事なことは Safety をえることあるいは環境対策を次世代に引き継ぐ、そのための不可欠な社会的費用と考えることが重要と考える。

6. 国際性に関する新しい見方

わが国のエネルギー問題にとって国際性が重要となるのは、化石エネルギー資源を安定的に輸入することと地球温暖化対策への国際的協調のためと思われる。2011年の東日本大震災以降、原子力発電所の稼働がとまりその代替とし化石エネルギーへの依存がたかまることを懸念してその必要性は強くなったと考えられる。

しかしながら、国際性とは資源というモノを介しているだけではなく、カネ、ヒトなど様々なインターフェースで考えなければならない。

わが国では、電気事業の国際化について、わが国が海で囲まれていて送電網が連結していないので現実感なく考えられ、資源の調達、技術の導入が唯一の分野であるとする傾向にあった。従って、わが国電気事業者による他国の電気事業への投資が始まるのは電力市場の自由化の進展に遅れた。わが国の場合、電力市場の自由化が国際化を伴わないという他国にはない特殊な形で進んだ。しかしながら、発送配電の分離が進んでいることもあり、送電線が繋がっていても電気事業の国際化は進む。

わが国が政策としてエネルギーに係わる国際性として重視しなければならないことはわが国の外交とリンクする国際情勢の分析とその情報の共有である。海外のエネルギー市場における活動は民間のエネルギー事業者の自由を尊重すべきであり、事業を進めるにあたってのリスクもそのエネルギー事業者の自由と責任と考えるべきである。むしろ、政策は民間のエネルギー事業者の海外進出が政策によって支援する立場にあると考える。外交がらみのリスクについては海外進出する民間エネルギー事業者が守られるべき自由があ

チョークポイントリスクの推移（推計）

チョークポイント比率 (%)	2000年代	2013年	2015年
フランス	51.8	26.7	38.3
ドイツ	5	7.3	9.8
英国	3.2	3.8	5.5
米国	23.4	25.9	20.7
中国	104.6	121.7	119.5
日本	171.4	160.2	167.4
韓国	156.4	180.5	167.1



(注1) 「2000年代」及び「2013年」の数値はエネルギー白書2015より引用。なお、2000年代は2000～2008年の平均値

(注2) 2015年の数値は、IEA「oil information 2016」のデータを基に、「平成21年度エネルギー環境総合戦略調査等（各国のエネルギー安全保障政策と実態の調査分析）」における算出方法に当てはめ算出。チョークポイントを通過する各国の輸入原油総量が総輸入量に占める割合をチョークポイント比率として算出。チョークポイントを複数回通過する場合は、100%を越えることがある。

出典：「平成21年度エネルギー環境総合戦略調査等（各国のエネルギー安全保障政策と実態の調査分析）」、IEA「oil information 2016」、中国輸入統計を基に作成

ると考えたい。

わが国にとって最も心配すべき地域は化石エネルギー資源が眠る中東であり、中東からの調達ルートの確保に係わるリスクにもっとも焦点があたる。

中東はバーレーンやドバイなど化石エネルギー資源によって発展する地域とその他の地域との格差が拡大する一方で、サウジアラビアやイランなどの重鎮が今後どのようになるのか、その影響が中東全般にどのような新しい勢力図を示すか大きな不確定要素があり、わが国にとっても最も関心を寄せなければならないところである。

とくに、サウジアラビアは2016年に「ビジョン2030」を発表し脱石油経済を指向することを発表し、その動向が注目される。エネルギー分野では化石エネルギーから核エネルギーへの転換を目指しているが、この動きを中国も関心を示し、世界の原子力市場に大きなインパクトを与えている。

中東をめぐる地政学は世界のパワーバランスから理解しなければならない。米国、ロシアの動向を理解して中東の情勢を分析することができる。

また、エネルギーに関して世界の情勢を分析する場合、一国一国の動向に

注目するのでは十分ではない。エネルギー流通のためのエネルギー輸送ネットワークとして国々の連携に注目することも大事である。資源が世界のどこに賦存しているかを知っても、それをわが国まで運ばなければわが国でそのエネルギー資源を利用することはできない。

エネルギーの流通ネットワーク施設をどのルートで布設するかはただエネルギーを運ぶだけではなく、そのネットワークで結ばれる国々の政治経済の連結の経済性を高め、世界の勢力図に大きな影響を与える。

現在、中国は一带一路構想で世界の新たな道をつくろうとしている。排除を求めないつながりであると中国は表明しているが、強弱は別として連結の経済性が発揮されることが狙いであることは確かなことである。けして、規模の経済性、範囲の経済性ではない、新しい道を混雑しないで移動することを目指している。

その一带一路にはエネルギー輸送のためのネットワークも含まれている。そのエネルギーのネットワーク構想に、島国であるわが国がどう接続できるか、その成否でわが国の将来のエネルギー問題の解決は大きく異なってくる。エネルギーネットワーク整備は物理的な工事だけではなく、運用をめぐる調整、費用分担の調整にも時間がかかる。中東から化石エネルギー輸送の安定化にも寄与するはずである。わが国にとっては情報収集だけではなく、実行へ向けた国際性として外交などのバランスのもと一带一路構想を政策課題の位置づけで考えなければならない時期に来ていると考えるべきである。

エネルギー資源の配分をきっかけとして世界は何度も戦争に突入している。戦争を避ける目的も視野に入れ、エネルギー資源の配分をめぐる、先ず手を結んだ事例は、1951年の欧州石炭鉄鋼共同体の発足である。欧州はパリ条約で過度経済力集中を排除することを協定したなかで、例外として欧州石炭鉄鋼共同体が発足し、生産割当や価格制限などを認めている。一種の規範として連結の経済性を求めている。

また、1953年、国連における米国アイゼンハワー大統領による「Atoms

3E+Sに関する新しい視点

for Peace」演説に端を発している1957年のIAEA（国際原子力機関）の発足も核エネルギーをめぐる国際間の枠組みである。この枠組みに基礎をおき、1970年にNPT（核不拡散条約）が締結され、枠組みの規範が成立している。

原子力関連の歩み

年	国際・原子力関連	日本・原子力関連	原子力事故	政治・経済
1951	日米安全保障条約（第一次）、1960第二次	9電力体制発足		
1953	米国アイゼンハワー大統領「Atoms for Peace」			
1956		日本原子力委員会発足		
1957	IAEA（国際原子力機関）発足			
1958		日米原子力協定		
1963		日本の電源構成火主水従へ		
1966		日本ではじめての商業炉、東海発電所営業運転		
1970	NPT（核不拡散条約）発効 ☆核兵器国（米、旧ソ連、英、仏、中）認定 ☆国際保障措置制度（査察） ☆NPTに参加しない国：インド、パキスタン、イスラエル ☆査察受入問題：イラン、北朝鮮			
1971		福島第一1号機運転開始		ニクソンショック
1973				第1次石油危機
1978	ロンドンガイドライン（原子力輸出に関する）			
1979			TMI事故（レベル5）	第2次石油危機
1986			チェルノブイリ事故（レベル7）	
1987	核物質防護条約発効			

年	国際・原子力関連	日本・原子力関連	原子力事故	政治・経済
1989				ベルリンの壁崩壊
1991				ソ連崩壊
1993				EU 誕生
1996	原子力安全条約発効			
1999			JCO ウラン加工工場臨界事故 (レベル4)	
2000	核兵器国に対する CTBT (包括的核実験禁止条約) 及び カットオフ条約 (兵器用核物質生産禁止条約)			
2008				リーマンショック
2011			福島第一事故 (レベル7)	
2017	核兵器禁止条約採択 (注1)			

(注1) 2018年9月末現在、69カ国が批准署名。50カ国が批准して90日後に採択。
作成：大澤正治

しかしながら、この核エネルギーをめぐる枠組みは最近では大いに揺らいでいる。福島第一原子力発電所事故もきっかけとなり世界的な原子力発電離れが進もうとしているなかで、中東における石油離れが原子力需要を拡大する動きもある。世界の原子力発電のパワーバランスが大きく変わる可能性がある。

また、NPT に対して、2017年の核兵器禁止条約が採択されたこともこのような世界の原子力発電のパワーバランスの変化に拍車を与える可能性がある。

わが国は現在、原子力発電所の稼働率が極めて低いものの、世界で第3位の原子力発電所設備容量を所有している。世界の原子力発電のパワーバランスの変化にどう対処していくかは福島第一原子力発電所への対処と同等にわが国のエネルギー問題として重くのしかかっている課題である。

以上のとおりわが国のエネルギーの安定供給のために政策レベルとして考えなければならない国際性をめぐる課題は多く、エネルギーの国際化される市場へ Player として参入する国内エネルギー事業者の動きに円滑性を与えることにも配慮することが重要である。

しかしながら、国際性の課題としてもっと直接的に重要なことは Energy Security の観点として述べたが、エネルギーの Demand Side として消費国側の連携を保ちながら、世界のエネルギー資源の配分を確保することである。

エネルギー資源をめぐる連携は OPEC のように Supply Side だけではない。Supply Side の連携に対して消費側が Supply Side の連携と均衡のとれる需給バランスを保っていくために消費国連携を進めることが大事である。

石炭については、CIAB（石炭産業諮問機関）が IEA（国際エネルギー機関）のもとでとくに消費国側の連携を実現している。天然ガスについても消費国側の連携が進んでいる。もっとも、石油については米国が OPEC の基礎を作った経緯もあり、消費国側の連携がとれないなかで、シェールオイル、シェールガスなどの非在来側の Supply 積み増しが始まり、相変わらず Supply が先行する動きが続いている。

エネルギー資源を海外に依存するわが国としては、消費国側の連携により、Supply Side と均衡のとれた調整をはかることにより Demand としての立ち位置を安定化させる目標のもと、国際性に取り組むことが最も重要なことと考える。その重要性はエネルギーの Supply Side の情報収集より具体的であり、はるかにまさっていると考ええる。

7. 経済成長に関する新しい見方

経済成長がエネルギーの基本的視点として強調されたのは2014年の第4次エネルギー基本計画からである。東日本大震災及び福島第一原子力発電

所の被災以降の復興を念頭に置いての経済成長が重視されたからと考える。従って、ここでの経済成長という言葉はとらえ方に注意が必要である。

復興という意味合いから、エネルギー利用が活性化、とくに地域の活性化につながるように、Demand 創出効果を求めていると考えられ、成熟期に入っているわが国全体に適用できる視点とは異なると考えられる。2018年の第5次エネルギー基本計画では基本的視点としての際立つ位置づけはなくなっている。けして、震災復興課題が達成されたからではない。わが国のエネルギー政策としての判断の結果と考えられる。

本稿では、エネルギー-Demand の新しいとらえ方、エネルギー-Demand が経済にどのような影響を与えるか、エネルギー-Demand に対して人々がどう係わるべきか検討する。

ただエネルギーが安定的に Supply されればよいと考える Supply Side 先行の考え方が変わりつつあると考えたい。Supply Side で省エネルギー管理と称して Demand におけるエネルギー利用まで低減するとなると、Supply Side の考え方がさらに強まるように受けとることができるが、Demand の多様性への配慮への関心が Supply Side の対応への多様化を導いているととらえることもできる。

Supply Side の考え方が強まっても、Demand が自ら判断するところを増やす努力が必要である。問題は Demand がどのように Supply のメニューを選択できるかである。

一般的に、Demand の多様化は経済の成長がもたらすところでもある。エネルギー分野特有のことではない。とくに、経済社会の発展に伴い情報技術の発達により Demand 同士の共助が進み、一人あたりの費用の増嵩を招かずに多様な Demand の機会をみんなで受け取ることができるようになっていると考えたい。

このために、エネルギーを共有のものと考える傾向が進んでいると考えられる。スマートグリッド構想はその典型的な事例である。エネルギーを共有

するとの考え方に基づき、貯めることのできないエネルギーの負荷平準化が進み、少ない Supply でより多くの Demand が可能となり始めている。

もつとも、この傾向で注意すべきは、従来の経済学の目標である少ない資源の最適配分を達成することには限らないことである。再生可能で無尽蔵の商業エネルギーと非商業エネルギーを Demand Side が主体となって調達できる Supply に組みこみ、Demand Side で Supply を組む工夫が進んでいる。

この Demand Side で進めるエネルギーシステムはエネルギー貯蔵、通信技術の進歩により実現できることであり、その技術の専門的見地からの管理、あるいは当事者間の調整などエネルギー-Demand 以外の新たなステークホルダーの力を必要とし、彼らによる新しいビジネスの抬頭により、エネルギー需給の安定化に加えて、新たな経済成長が可能となる。

この分散型エネルギーシステムが普及するためには、新たな技術の他、「所有」から「利用」へシフトする経済の新しい考え方の浸透が必要となる。所有権に代わり利用権の管理は、新しいステークホルダーのプラットフォームにより管理されることになるが、Demand が利用権になれるためには相当の試行錯誤が必要であり、経験の積み重ねが必要と考える。シェアリング経済の普及はこの点で有力な支援となると考えられる。

また、この分散型エネルギーシステムでは、共有すべきエネルギーをどのように利用すべきか新しい Demand を創出することが求められる。従来の省エネルギー指向でエネルギー問題に取り組む姿勢はブレーキ効果となってしまう。

この観点から、自治体が Public Utility として積極的に Supply となることは歓迎される。地域資源の管理の観点の他に、地域の公共施設にエネルギーが安定的に Supply され、新しい Demand を喚起することは少子高齢化の人口減少時代、縮退型地域の活性化として直接的な効果をもたらし、地方自治としての役割に大いに貢献する。

また、Public Utility は様々なエネルギーSupply を組み合わせる総合エネルギーだけではなく、公営から民営への改革が始まっている水道 Supply もその範疇に入ってくる可能性がある。環境、防災への自治体としての対応も視野に入れるべきである。

このためには、エネルギー用途のなかで複数のエネルギーSupply が可能な熱 Demand に対して、個人の選択ではなく社会としての選択を受け入れることが必要となる。熱のカスケード利用をエネルギー利用の共助として進めることである。そして、熱の新たな Demand を開発し、新たな Demand も含めた新たな Supply Side の費用分担を Supply ベースではなく Demand ベースで考えることが必要である。とくに、防災など社会全体で享受できる Demand が望ましい。

改めて、社会としてどのような経済の Demand が必要なのか、そのためにどのようなエネルギーSupply が必要となるのか Demand ベースで考えることである。人口減少時代の社会にとって、ヒトの代わりにエネルギーがどのような仕事をするのか考えることが重要となる。

なお、このように分散型エネルギーシステムを構築することは従来からの集中型エネルギーシステムとどちらかではなく、集中型エネルギーシステムとの役割分担で分散型エネルギーシステムを位置づけることが重要であり、化石エネルギーシステムなど従前エネルギー資源の合理的活用を同時にはかる観点が重要である。

経済成長のベースを無尽蔵の再生可能エネルギーで賄い、化石エネルギー資源の利用を効率的な輸送システムで流通させ、地域ごとの社会経済の安定性をえる考え方である。このためには、地域社会経済単位で化石エネルギー資源を調達し配分するという考え方と拡大する Demand が費用とリスクを分担する考え方が重要となる。

8. スマートグリッドシステム

わが国における最終エネルギー消費に占める電力比率即ち電力化率は30%に近づきつつある。世界平均が20%弱、北米、欧州 OECD 諸国が20%強であるのと比べるとわが国の電力への依存度は世界的に高いといえる。見えないさわれない電気エネルギーは専用の送電、変電設備によるネットワークを介して運ぶことになる。その電力流通ネットワークにおいてスマートグリッドシステムは次世代の電力ネットワークとして期待されている。

ただし、スマートグリッドシステムの具体的な定義は各国によって異なり、国際電気標準会議（IEC）では、「情報、通信、制御、計測などの情報通信技術（ICT）を活用する電力供給システム」と定め、スマートグリッドシステムの目的として、「電力ネットワークの利用者やその他の利害関係のさまざまな行動を統合し、持続可能で安価で安定な電力を効率的に供給すること」を述べ、経済性と供給安定性を求めている。

横山明彦は、スマートグリッドについて「従来からの集中型電源と送電ネットワーク系統との一体運用に加え、情報通信技術の活用により、太陽光発電などの分散型電源や需要家の情報を統合・活用して、高効率、高品質、高信頼度の電力供給システムの実現を目指す」と説明している。

IEC の解釈とは、以下の点で異なり、日本固有のスマートグリッドシステムについて説明しているのとらえることができる。第一に、これまでの集中型電源と送電ネットワーク系統との一体運用をベースにその延長線上にとらえているという点である。第二は、太陽光発電など再生可能エネルギーの分散型電源の活用を視野に入れているところである。

わが国では、東日本大震災の後、2012年より再生可能エネルギー電源を政府が定める固定価格で小売り電力会社が買い取る制度（FIT）が始まっており、地球温暖化防止の効果を求めて再生可能エネルギー利用の普及を進め

るため、FIT は経済面から、スマートグリッドシステムは技術面からの支援策と考えられた。

このような日本の特別の背景を考慮するとして、スマートグリッドシステムはエネルギー（電力流通技術）システムと情報技術システムの合作であることには間違いない。

スマートグリッドシステムが必要とする技術には、エネルギーのながれをエネルギーとしてではなくながれの情報として把握し、情報の再構築をはかるためのスマートメーター、地域単位でエネルギー需要管理を行う CEMS、家庭単位の HEMS、ビル単位の BEMS、工場単位の FEMS など、エネルギー貯蔵のための蓄電池、あるいは電気自動車の充放電制御装置などがある。

スマートグリッドシステムの機能について、IEC は以下の 8 点を指摘している。

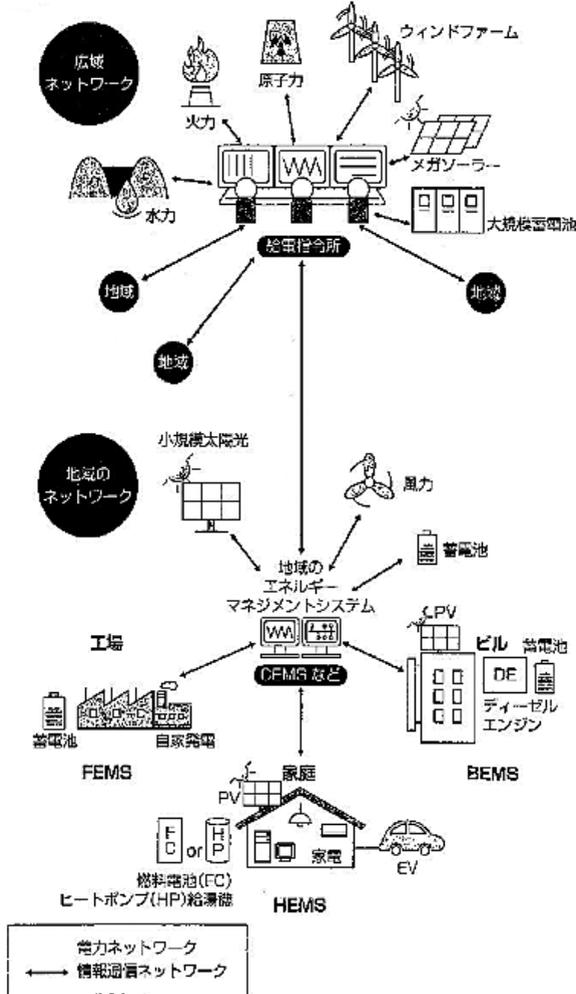
- ①系統運用の自動化
- ②電力品質の管理
- ③再生可能エネルギー電源を利用する分散型電源の管理
- ④電気料金などに反応して需要家が電気の消費量を是押弦させるデマンドレスポンス
- ⑤スマートメータリング
- ⑥停電を起こさないように設備をしっかりとメンテナンスする予防保全
- ⑦一旦停電が発生するとその範囲をできるだけ小さくしてできるだけ停電のダメージの縮小化をはかる
- ⑧エネルギー貯蔵の管理

IEC が分類したスマートグリッドの機能を改めてまとめると、Supply Side を集中型電力システムを補充するために Supply Side の機能を補強する機能、Demand Side にある分散型電源を Demand Side として地産地消を進めるための Demand Side であるが電力供給を担う機能、Demand

3E+S に関する新しい視点

Side にあり、Demand 調整を行い、電力需給の安定化に機能する役割が統合していると考えることができる。

日本型スマートグリッド完成予想図



資料：横山明彦著『新スマートグリッド』日本電気協会新聞部 p.61

このために、各国の電力需給及び流通の現況に即して、スマートグリッドの役割は異なることになる。

欧米では配電自動化システムはそれほど普及していないのに対してわが国では配電自動化システムは整備され、自動的に事故発生地点の影響が他に及ばない対策が整備されているために、スマートグリッドは、電力供給、輸送側にメリットが及ぶように考えられている。昨今、再生可能エネルギー電源が電力系統上の理由から送電を拒否されるケースが出現している。スマートグリッドも含め電力輸送に必要な情報がすべき Supply Side で整備されており、Demand、そして再生可能エネルギー電源の設置者はその話を聞く側にまわっているといえる。

米国は国土面積も広く、わが国ほど集中型電力系統が整備されていなく、スマートグリッドは独立分散型としての目的意識が強く、電気自動車も電力輸送手段と考慮している。

このため、米国のスマートグリッドの進展はわが国においては防災用として検討する場合には役立つことになる。

9. 3E+S の統合

世界のエネルギー情勢は急激に多層的に変化している。

本稿の仕上げが迫った時期に、日本経済新聞（2019.1.14朝刊）の一面トップ記事は「エネルギー地政学一変」である。

この記事は2018年の最大の原油生産国は米国となったことを報じている。米国内におけるシェールオイル増産がここまで米国の石油市場における位置づけを押し上げるようになった。この結果、世界の石油市場ははかり知れないほど大きな構造変化が予想される。シェールオイル・ガスが世界的に化石エネルギーとして認知されたということである。OPECの石油価格決定への支配力が急激に低下するとともに、シェールオイル、シェールガスが既存の

化石エネルギー資源である原油，天然ガスより優位な立場にとつかわるところまで抬頭してきたことを裏付ける。一方，世界のエネルギー地政学としては，ロシア，中国などの今後の対応もますます不透明となり，その不透明さが不安定な中東を取り囲むことになる。

なお，この結果，米国における原油消費は輸入3割国産7割となり，数年先には米国は原油の輸出国になる可能性もでてきている。天然ガスはすでに1917年より輸出が始まっており，世界におけるエネルギー輸出国として米国の発言力が強まる可能性がある。

わが国においては，化石エネルギー資源への依存度が強いが，その理由については，化石エネルギー資源への安定感を信じ込んでいることもその一つではないかと考えられる。20世紀後半以降続いている中東の不安定性にもかかわらず未だ安定感を信じていることは，化石エネルギー賦存量に関する評価である可採年数が米国の動きが主因となって今や原油が天然ガスと変わらぬところまで肩を並べるところまで延びたことに目を奪われているからと考えられる。実は可採年数は世界が石油依存度を下げれば，即ち生産が削減されれば，増える結果となる。石油消費水準を維持しているわが国は世界の中でまれにみる国となっていることが化石エネルギーの安定感を未だに信じている証しである。

しかしながら，化石エネルギー資源への安定感を信じてこれたのはエネルギー輸入国として米国の傘の下での安定性に浸っていたからであると考えれば，その米国が今後，需給上，対極となるエネルギー輸出国の雄となるので同じ傘の下にはいられなくなるということである。

このような米国の立場の変化と，中国，ロシアなどの国際原子力市場への影響力の拡大はわが国にとって，戦後，最大の大きな激震となると考えられる。

このような激震は3E+Sすべてに及ぶ。Supply Side からみれば，エネルギー資源の種類により，3E+Sへの影響は様々であり，3E+Sへの影響に

よって Supply する資源、方法を選択することができる。時代背景が優位な Supply を選ぶといってもよい。

しかしながら、Supply を受ける Demand Side から見れば、必需性の高いエネルギーの補完・代替財を見つけることは難しく、3E+S への影響を回避することはできない。

それだけに、3E+S の統合・強化が望まれるところであり、Demand Side でその影響力を避けるためのオプションを選択できるよう努めることも重要となる。

Demand Side でできることは、3E+S を統合して望ましい3E+S をつくりあげる、自らのエネルギー選択の答を自ら用意することである。Demand Side は、3E、S を個別に対処するにはハードな技術、ソフトな技術力が不足している。できることは、Supply Side が提示する答えを信じるのではなく、個別の基本的な視点の相対的なバランスを自らとることである。

このためには、もっと評価、検討するために必要となるデータの重要性が高まる。そのデータをダイレクトに Supply Side に求めるのではない。Supply Side に求めるのは計測器具であり分析アプリである。そもそも、データはその地理位置、気象状況によって、さらに社会経済的によって分析される答えが異なるものである。

しかしながら、当然のことであるがこのような情報分析は Demand 一人一人には煩わしく、難しいことである。そこで、共助が求められる。一人一人ができないので諦める必要はない。

現在は、共助について理解が進み、普及が始まったところではないだろうか？ データの収集について共助ができれば、共助はここで終わるはずはなく、Supply Side に対する交渉力強化をも目指すことになるはずである。

幸い、自由化の進行シェア経済の浸透が Demand の自由、Demand 間の信用創造に基礎があることを踏まえるならば、Demand 間の共助を進めるための下地が整備されつつあると考えることができる。

前章で述べたスマートグリッドシステムは多様なメリットをもたらすが、わが国が検討すべきことは、スマートグリッドシステムの設置者、運用者はだれかということである。

これまでのわが国のスマートグリッドシステム開発の進め方をふり返ると、エネルギーSupplyが一貫して設置者、運用者として考えてきている。そして、スマートグリッドシステムが抱える課題もSupply Sideの立場から指摘されていることである。

デマンドレスポンスはスマートグリッドシステムが果たしたい目的の一つである。デマンドレスポンスは、エネルギー料金などに反応するエネルギー選択の市場分析のことである。デマンドレスポンスは先ず、Demandが主体となってSupply Sideに提出するのが当然であると考えられる。

このところ、すなわち、スマートグリッドシステムをDemand Sideに引き寄せるところがエネルギー需給関係に大きな変化をもたらすと考えられる。そのためにもDemand一人一人ではなくDemandの共助が力となることを改めて述べておきたい。

最後に、このようにエネルギーDemandがエネルギーSupplyのためのインフラに引きずられるのではなく、対等な交渉力をもつようになる過程における問題点を指摘しておきたい。特定のDemandと特定のSupplyのバイラテラルな関係を維持するために他者を排除するブロックチェーン化が進む心配がある。

電力自由化においても、相対取り引きと市場取り引きの位置づけをめぐる議論を重ねている。

Demand Sideの共助が進むほど、共助の構造を堅守するところにかかなりの時間と力を必要とし、マルチラテラルなSupply Sideとの取り引きに消極的になりがちである。

ブロックチェーンはプラットフォームが介在するネットワークの行き着くところであるが、バイラテラルにより排除性を強めることが特徴で、市場の

公開性に対して異議を唱えることであり、市場主義経済を根本から変えようとするとところもあることに注意深くなることが重要となる。

参考文献

- ・経済産業省編『エネルギー白書2018』経済産業調査会，2018年
- ・経済産業省資源エネルギー庁編『電気事業便覧2017年版』経済産業調査会，2018年
- ・松尾博文『「石油」の終わり』日本経済新聞出版社，2018年
- ・岩瀬昇『超エネルギー地政学』エネルギーフォーラム，2018年
- ・江田健二『ブロックチェーン×エネルギービジネス』エネルギーフォーラム，2018年
- ・諸富徹『電力システム改革と再生可能エネルギー』日本評論社，2015年
- ・レイシェル・ボッツマン他，小林弘人監修『シェア』NHK出版，2010年
- ・ジェレミー・リフキン，柴田裕之訳『限界費用ゼロ社会』NHK出版，2015年
- ・アレックス・モザド，ニコラス・L・ジョンソン，藤原朝子訳『プラットフォーム革命』
- ・アンドリュウ・マカフィー他，村井章子訳『プラットフォームの経済学』日経BP社，2018年
- ・根本龍之『プラットフォームの教科書』日経BP社，2018年
- ・通商産業省資源エネルギー庁編『強靱かつ，しなやかなエネルギービジョン』通商産業調査会，1994年
- ・通商産業省『エネルギー基本計画』平成30年
- ・大澤正治『エネルギー需給とエネルギー政策』愛知大学経済論集第204号・205号合併号，2017年
- ・諸富徹『人口減少時代の都市』中公新書，2018年
- ・山崎亮『縮充する日本』PHP新書，2016年
- ・横山明彦『新，スマートグリッド』日本電気協会新聞部，2015年
- ・横山隆一編『電力自由化と技術開発』電機大学出版局，2001年
- ・阿部力也『デジタルグリッド』エネルギーフォーラム，平成28年
- ・竹内純子編著『エネルギー産業の2050年 Utility3.0へのゲームチェンジ』日本経済新聞出版社，2017年