

我が国のエネルギー政策を巡る諸課題

平成30年8月16日 林 勉

1. 第5次エネルギー基本計画の内容
2. 第5次エネルギー基本計画の真意
3. 第5次エネルギー基本計画の問題点
4. 蓄電技術に向けてのチャレンジ
5. 調整電源として何が考えられるか
6. 我々としてなすべきことは？

1. 第5次エネルギー基本計画の内容

- ・本文は105ページに及ぶ詳細な記述。
- ・今回の改定は基本的に前回計画の踏襲とみられているが、右の目次に示したように黄色部分は前回からの修正箇所であり、現状認識を反映している。
- ・要点を「あとがき」から下記する。
 - 1) 2030年エネルギーミックスの実現と脱炭素化に向けた2050年シナリオを統合した計画
 - 2) 福島事故を踏まえた原発依存の低減と再生可能エネルギーの拡大を目指す中で我が国のエネルギー環境の特殊性も考えての対応を展開
 - 3) 再エネと原子力によるゼロエミッションを目指す中で、産業競争力強化につながるエネルギー転換・脱炭素化に挑戦
 - 4) 本格的な科学的レビューメカニズムを導入する中で、エネルギー転換・脱炭素化につながるあらゆる選択肢に関して、官民協調の開発プロジェクトを立ち上げ、国際協力体制を構築
 - 5) エネルギー転換投資を促す政策を展開する。エネルギー産業の体制強化をはかり、エネルギー転換に向けた金融対話も実行

目次	
はじめに	2
第1章 構造的課題と情勢変化、政策の時間軸	4
第1節 我が国が抱える構造的課題	4
1. 資源の海外依存による脆弱性	
2. 中長期的な需要構造の変化（人口減少等）	
3. 資源価格の不安定化（新興国の需要拡大等）	
4. 世界の温室効果ガス排出量の増大等	
第2節 エネルギーをめぐる情勢変化	7
1. 脱炭素化に向けた技術間競争の始まり	
2. 技術の変化が増幅する地政学的リスク	
3. 国家間・企業間の競争の本格化	
第3節 2030年エネルギーミックスの実現と2050年シナリオとの関係	10
第2章 2030年に向けた基本的な方針と政策対応	12
第1節 基本的な方針	12
1. エネルギー政策の基本的視点（3E+S）の確認	
2. “多層化・多様化した柔軟なエネルギー需給構造”の構築と政策の方向	
3. 一次エネルギー構造における各エネルギー源の位置付けと政策の基本的な方向	
4. 二次エネルギー構造の在り方	
第2節 2030年に向けた政策対応	26
1. 資源確保の推進	
2. 徹底した省エネルギー社会の実現	
3. 再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取組	
4. 原子力政策の再構築	
5. 化石燃料の効率的・安定的な利用	
6. 水素社会実現に向けた取組の技術強化	
7. エネルギーシステム改革の推進	
8. 国内エネルギー供給網の強靱化	
9. 二次エネルギー構造の改善	
10. エネルギー産業政策の展開	
11. 国際協力の展開	
第3節 技術開発の推進	87
1. エネルギー関係技術開発の計画・ロードマップ	
2. 取り組むべき技術課題	
第4節 国民各層とのコミュニケーション充実	90
1. エネルギーに関する国民各層の理解の増進	
2. 双方向的なコミュニケーションの充実	
第3章 2050年に向けたエネルギー転換・脱炭素化への挑戦	93
第1節 野心的な複線シナリオ～あらゆる選択肢の可能性を追求～	93
第2節 2050年シナリオの設計	96
1. 「より高度な3E+S」	
2. 科学的レビューメカニズム	
3. 脱炭素化エネルギーシステム間のコスト・リスク検証とダイナミズム	
第3節 各選択肢が直面する課題、対応の重点	99
第4節 シナリオ実現に向けた総力戦	102
おわりに	105

2. 第5次エネルギー基本計画の真意？

本エネルギー基本計画は政府の制約の中でのギリギリの政策展開であるがその中で下記のような真意も見える。

1) 「原子力は可能な限り削減する」の真意

福島事故以前の2010年は原子力25%であった。これを2030年では20～22%に削減した。削減は2050年に向けてではないとの解釈。

2) 再生可能エネルギーはFIT無しでの経済的自立化を目指すことの真意 わが国ではFIT無しでの自立化はかなり困難とみられており、この中で再生可能エネルギーの伸び悩みを予見しているのではないか。

3) パリ協定の80%削減の本気度

次ページに示すように世界各国の削減表明値は単なる意気込みに過ぎない。我が国としてはどう臨むのか。電源の高騰への配慮が必要。

4) 再生可能エネルギーに注力する真意

世界的ブームの中で技術的ブレークスルーが起きないとも限らない。我が国としてもこれに遅れない対応が必要。

5) 原子力問題が言及されていないことの真意

現状は言えないが第6次に向けて手を打つ。今回の次世代炉開発への官民協調政策はその一つか。

6) エネルギー転換投資政策を展開することの真意

原子力の新增設投資が可能となるような政策展開もその中に織り込まれるのではないか。

2050年に向けた主要国の戦略

	削減目標	柔軟性の確保	主な戦略・スタンス		
			ゼロエミ化	省エネ・電化	海外
米国	▲80%以上 (2005年比)	削減目標に向けた 野心的ビジョン (足下での政策立案を意図するものではない) providing <u>an ambitious vision</u> to reduce net GHG emissions by 80 percent or more below 2005 levels by 2050.	ゼロエミ比率 引き上げ 変動再エネ + 原子力	大幅な電化 (約20%→45~60%)	米国製品の 市場拡大を 通じた貢献
カナダ	▲80% (2005年比)	議論のための 情報提供 (政策の青写真ではない) not a blue print for action. Rather, the report is meant to <u>inform the conversation</u> about how Canada can achieve a low-carbon economy.	電化分の確保 水力・変動再エネ + 原子力	大幅な電化 (約20%→40~70%)	国際貢献を 視野 (0~15%)
フランス	▲75% (1990年比)	目標達成に向けた あり得る経路 (行動計画ではない) the scenario is not an action plan: it rather <u>presents a possible path</u> for achieving our objectives.	電化分の確保 再エネ + 原子力	大幅な省エネ (1990年比半減)	仏企業の 国際開発支援 通じて貢献
英国※	▲80%以上 (1990年比)	経路検討による今後数年の 打ち手の参考 (長期予測は困難) exploring the plausible potential pathways to 2050 <u>helps us to identify low-regrets steps we can take in the next few years</u> common to many versions of the future	ゼロエミ比率 引き上げ 変動再エネ + 原子力	省エネ・電化を 推進	環境投資で 世界を先導
ドイツ	▲80~95% (1990年比)	排出削減に向けた 方向性を提示 (マスタープランを模索するものではない) ※定期的な見直しを行う not a rigid instrument; it points to <u>the direction</u> needed to achieve a greenhouse gas-neutral economy.	引き上げ 変動再エネ	大幅な省エネ (1990年比半減)	途上国 投資機運の 維持・強化

※ 長期戦略としてはUNFCCCに未提出。The Clean Growth Strategy (2017年10月)を基に作成。

3. 第5次エネルギー基本計画の問題点

1). 坂根会長(エネ調基本政策調査会)のコメント(平成30年5月16日)

- ・今回は2050年も視野に入れた点が前回と異なる。
- ・技術という点ではこれまで日本は比較的優位を保ってきたが、このまま推移すると2050年には日本に何の技術も残らなくなるのが心配。
- ・先のビジネスが見えないと研究開発も進まず、投資機関も金を貸さない。
- ・投資が行われているのは殆どが太陽光発電。それも中国向けが多く、日本がリードする再エネ新技術も見えていない。
- ・原子力や高効率火力など高技術と人材が失われていくことに大きな危惧がある。
- ・これまで情勢懇以来何回も政治が原子力から逃げるなど言ってきたが、行政の人はその部分をどうしても突破できない。
- ・日本に技術が残らずに再エネだけで何兆円もの金が失われ、すごい金額になる。
- ・2050年に向けて本当に日本ならではの新たな技術に目をつけ、そこに「投資をしていくように変えるべきだ。

2). 2030年電源ミックス実現の問題点

2030年電源ミックス 火力56%、再エネ23%(水力9.0、太陽光7.0、風力1.7バイオ4.3、地熱1.0)、原子力21%の問題点を考える。

火力、安定再エネ、原子力もそれぞれ設備利用率があるが、その分は設備を増やすことで必要発電量を賄うことができる。しかし変動再エネについては設備利用率が極端に少なく、設備を過大にしなければならない。どれだけ過大にするかというと太陽光、が主体なので太陽光で考えると設備利用率は約13%なので電源ミックスの8.7%を賄うには、設備としては47%分(需要率70%)が必要になる。この設備が夏の最大発電時に余剰電力を生み出す。試算によると調整電源を火力と安定再エネとした場合、最大需要時には余剰は発生しないが。週末の需要が減る時には発電量の約17%が余剰になる。この余剰電力をどうするかであるが一番簡単なのはカットすることだがそれでは変動再エネ8.7%を守れなくなる。余剰電力を蓄電池にためて必要時に放出する方法であるが、これもコストへの影響が多く現実的ではない。蓄電量の評価についてはシミュレーションによる年間余剰電力量の評価が必要である。

2050年ではさらに再エネ拡大の方向であり、その主力は変動再エネであることを考えると問題は一層深刻になる。電源ミックスを火力1/3、再エネ1/3、原子力1/3のケースを考えると夏の太陽光の最大発電時で、最大需要時でも発電量の34%が余剰電力になる。このことは変動再エネの拡大には大きな問題があることが解る。

3). エネ基、情勢懇における再エネ自立化の問題点。

- ・エネ基では2030年に向けては再エネの経済的自立を目指すとしている。経済的自立とはFIT支援なく他電源と競合できるようにするということだが、実際には再エネのコスト低減が進まず、目標を達成できない可能性がある。
- ・情勢懇では2050年に向けては経済的自立はもとより、変動再エネについては蓄エネ設備を備えた変動を吸収した完全自立化を目指すとしている。このために蓄電池の最適容量を決める手法を紹介しているが、具体的数値はなくイメージ図と言いながら蓄電池量を2日分としている。この二日分の蓄電池により発電単価は95円/kWhなるとしている。これを目標単価に引き下げるには、蓄電池価格を1/28にしなければならないとしている。ところが実際の事例に基づくシミュレーションを行った新田目論文では55日分が必要としており、米国での論文では60~70日分が必要としており、2日分とは約30倍の開きがる。30倍と考えると発電単価は約3000円/kWhとなり、蓄電池価格も1/840にしなければならないことを示している。

アゴラの池田信夫氏は「経済産業省の試算では、再エネ+蓄電池だけで電力供給を実現するには、今の1/28になる必要があるが、蓄電池の技術革新は遅い。楽観的な予想でも、蓄電コストは2020年代に今の半分になる程度だ。」とのべている。この資エネ庁の1/28が独り歩きしている。

4). 火力頼みの問題点

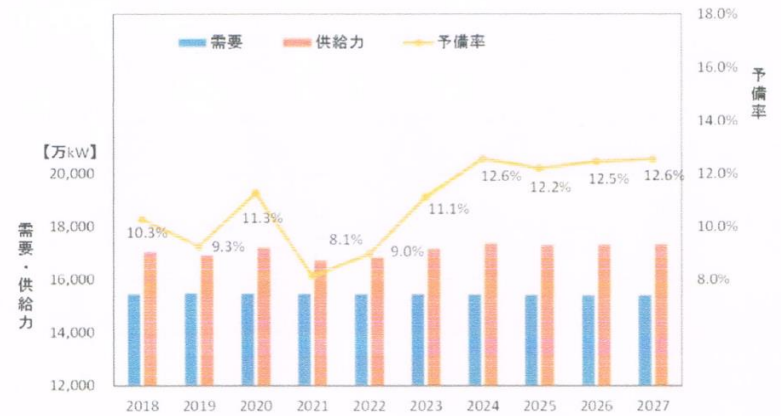
再エネの伸び悩み、原子力再稼働の遅れなどの帰結として火力頼みが長期化する可能性があるが火力にどこまで頼めるのか。

右図は日経エネルギーNext(2018/4/24)に掲載された供給計画である。右上図は予備率を示しているが、2021年に8.12%でぎりぎりである。問題は今年の計画では10.7%であったが、1年間で2.6ポイント下降した点にある。更に来年はもっと下降する可能性もあり、予備率不足に陥る可能性を指摘している。

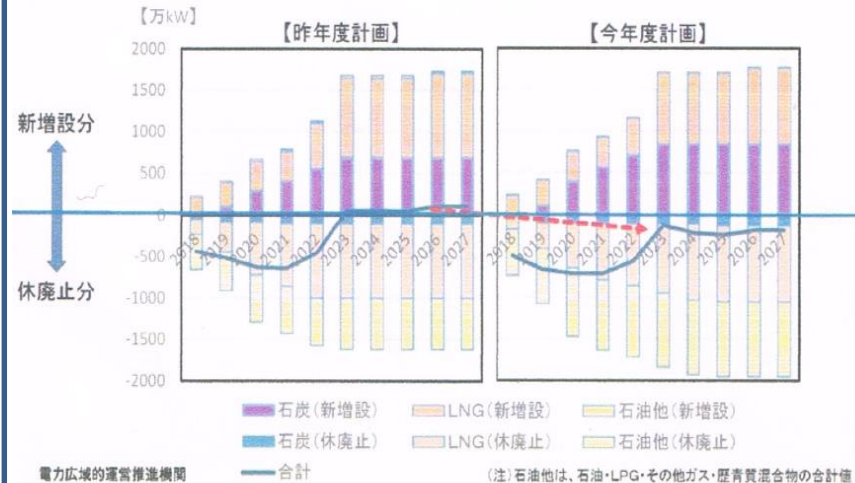
この原因は新電力に顧客を奪われた大手電力の自社需要が減り、経営上の判断から余剰発電所を休止させるケースが年々増えてきているからと分析されている。

右下図は新增設分と休廃止分を昨年と今年の比較で示している。青い曲線は、増設一休廃止を示しているが、今年は昨年に比べてマイナスが拡大している。

新增設の中で石炭火力が4割程度を占めているが、近年石炭火力への投資が困難になっている点も懸念される。



中長期の電源開発及び休廃止計画(設備量ベース、初年度からの累計値)



4. 蓄電技術に向けてのチャレンジ

1). 蓄電池の開発

電中研の池谷知彦氏は次のように指摘している。(原子力国民会議セミナー講演)

- ・低炭素社会の実現には高効率な技術と低炭素化電源の組み合わせ利用が重要。
- ・電力供給・系統の安定化を備えた電源の低炭素化には電力貯蔵システムは不可欠。
- ・蓄電池の高性能化は、まだ、進展途上。課題は多くあるが、可能性は広がっている。
- ・安全と低コスト化、延命活用が課題。

以上からわかるように現状はいろいろな可能性を探る研究段階であり、大規模な実用段階に至る道筋は見えていない。

2). 水素による蓄電技術の開発

変動再エネの余剰電力を利用して水分解等により水素を発生させ燃料として利用し、発電する方法であるが、効率が非常に悪いことと貯蔵・輸送の困難もあるが、「ドイツではガスパイプライン網に入れて活用することが試みられているが、我が国ではガスパイプライン網の整備が不十分でこれも困難。(次ページのドイツ・我が国ガスパイプライン網の比較参照)



図 3.1 天然ガスパイプライン整備規模の日独比較

出所：“Natural Gas Information 2015”, IEA

注・陸線のみを表示している。

5. 調整電源には何が考えられるか

- ・変動再エネが過大になった時にそれを生かすためには安定電源側の発生電力を引き下げて対応する必要がある。このために使用する電源を調整電源という。
- ・調整電源としてはCO₂を発生する火力が最も適しており、現在も使用されている。しかし火力には系統安定化のための役割もあり、最低でも火力発電量の30%程度は確保する必要があるとされている。
- ・次に考えられるのは揚水である。わが国の揚水発電所は40ヶ所あり、2600万kWという世界最大規模の容量がありこれを活用すべき。これまでの夜間揚水(原子力)→昼発電から昼揚水(変動再エネ)→夜発電方式に改めることも検討すべき。しかし揚水発電の設備利用率は3%程度と非常に低く、どこまで寄与できるか疑問も残る。
- ・水力の利用も考えられる。ダムに余力のある水力については発電を止め、貯水量を増加させる対策は有力である。
- ・バイオ・地熱等の安定再エネの利用はせつかくの安定再エネでありもったいない。
- ・原子力の利用等も考えられるが、CO₂フリーの安定電源であり、発電コストに占める建設費の割合が大きく、調整電源として使用することによる利用率の低下によるコストアップが大きくなる問題がある。更に原子力の場合は我が国では一定出力で運転することが行われており、これを変更するには実証研究や設置許可のやり直し等の問題がある。原子力は調整電源とするのではなく、調整力を利用すべきだ。調整力とは定期検査時期を太陽光発電の高い6, 7, 8月に行うことで調整力を発揮できる。原子力の半数をこの時期に集中させれば可成りな調整力になると考えられる。
- ・以上の状況を考慮すると調整電源は火力と水力とすべきである。

6. 我々として何をなすべきか

1) ドイツではなく英国に学ぶべき

・ドイツでは右図に示すように2010 → 2015年で再エネを3倍以上に増やし原子力を34%減少させた。その結果としてCO2排出量は殆ど減少せず発電単価は40円/kWhと高騰している。



・英国では右図に示すように2010 → 2015で再エネを3.2倍に拡大し、原子力も1.13倍に拡大し、火力は35%減少させる政策をとっている。その結果としてCO2は30%削減に成功し、発電単価も27円/kWhにとどまっている。



ドイツでは原子力を今後順次閉鎖する政策としているが、英国では新規原発の建設計画を推進中である。建設予定地はヒンクリーポイント、アングルシー島が挙げられている。

後者のアングルシー島計画では日立製作所のABWR136万kW 2基が検討されている。英国政府はFIT方式での建設を予定している。日立側としては原発リスクを避けるために、融資条件、FIT価格、資本参加条件等について交渉を進めている。3兆円とも言われている建設費(建中利子含む)の債務保証2兆円は英国政府、残りの1/3は日立、1/3は英国企業等、1/3は日本企業等で負担する計画としている。。それに加えて日立ではFIT価格の引き上げと資本は49%以下にして本体との連結業績を避ける方向での条件交渉を行っているという。わが国で今後原発建設を行うには同じように政府がコミットした対策が必要になろう。

2) 我々としてなすべきことは？

- ・英国はわれわれと同じように島国である。電力網やガスパイプラインはヨーロッパと連携されているが、状況によっては切断される恐れもあり、独自エネルギー政策が必要となっている点では我が国と状況が似ている。英国に学ぶ要点は何か？私はキーポイントとして下記2点を挙げたい。
 - ①再エネ優先社会の中では、再エネ／原子力の協調路線を考える。
 - ②発電単価は個々の電源ごとで考えるのではなく、電源ミックスとしての発電単価で評価し、ベストなものを追求する。
 - ①としては再エネを拡大する方針の下で、CO2削減の方向での原子力拡大、火力減少の可能性を検討する。原子力の調整力も活用する。
 - ②としては2030年電源ミックスを出発点として、再エネ拡大、原子力拡大、火力減少の一つの可能性として各々1／3ずつの電源ミックスも検討する。
- ・変動再エネが増えると、余剰電力の発生が増える。(2030年電源ミックスでも発生する)これを吸収するには蓄電システムが必要となる。蓄電池システムは現状では非常に高価でありこれによる変動再エネ価格の高騰が問題になる。この状況を新田目倖造氏がシミュレーションを実施してくれた。この結果を次ページに示す。
- ・これらの結果を踏まえて、次の第6次エネルギー基本計画に向けての提言をまとめていくべきと考える。

電源ミックスのシミュレーション

- ・目的: 変動再エネによる余剰電力の発生量とそれを吸収する蓄電池量をシミュレーションで求める。
- ・手法: 2015年の東北エリアの実績需要を最大電力1kWに圧縮したモデルを使用。
- ・検討ケース: ケース1: 2030年電源ミックス
 ケース2: 再生エネ(変動: 19. 1%、安定: 14. 3%)
 原子力、火力各々1/3ずつの電源ミックス

・検討結果

1) 蓄電池なしの場合の余剰電力量

ケース1: 年間需要電力量の0. 4%(変動再エネの発電電力量の4. 1%)

ケース2: 年間需要電力量の5. 8%(変動再エネの発電電力量の30. 5%)

2) 蓄電池付きの場合の再エネ発電単価の評価

ケース1: 必要蓄電池は年間需要電力量の0. 02%、

再エネ発電単価は1. 4~2. 0倍

ケース2: 必要蓄電池は年間需要電力りよの0. 68%

再エネ発電単価は7. 8~18. 1倍

・評価

シミュレーションからわかるように変動再エネが20%程度の規模になると余剰電力が大きくなりこれを抑制すると再エネの%が守れなくなる。抑制をなくすには蓄電池が必要となるがこれによる再エネ発電単価が相当に高騰する。

ケース2では余剰電力の大半が発生しているのは5, 6, 7月頃でありこの時期に火力、原子力の定検時期を持ってくれば余剰の発生を軽減できると考えられる。