

# 国立国会図書館 調査及び立法考査局

Research and Legislative Reference Bureau  
National Diet Library

論題 Title	再生可能エネルギーの現状と課題
他言語論題 Title in other language	Current Issues in Renewable Energy
著者 / 所属 Author(s)	永井 善一 (Nagai, Yoshikazu) / 国立国会図書館 前 調査及び立法考査局主任調査員 経済産業調査室
雑誌名 Journal	レファレンス (The Reference)
編集 Editor	国立国会図書館 調査及び立法考査局
発行 Publisher	国立国会図書館
通号 Number	819
刊行日 Issue Date	2019-04-20
ページ Pages	63-76
ISSN	0034-2912
本文の言語 Language	日本語 (Japanese)
摘要 Abstract	太陽光発電、風力発電、水力発電、地熱発電、バイオマス発電を中心に、国による再生可能エネルギーの大量導入に向けた取組が行われている。再生可能エネルギーの現状と課題を整理する。

\* 掲載論文等は、調査及び立法考査局内において、国政審議に係る有用性、記述の中立性、客観性及び正確性、論旨の明晰（めいせき）性等の観点からの審査を経たものです。

\* 意見にわたる部分は、筆者の個人的見解であることをお断りしておきます。

# 再生可能エネルギーの現状と課題

国立国会図書館 前 調査及び立法考査局  
主任調査員 経済産業調査室 永井 善一

## 目 次

はじめに

I 総論

II 再生可能エネルギーの現状と課題

1 太陽光発電

2 風力発電

3 水力発電

4 地熱発電

5 バイオマス発電

6 共通の課題

おわりに

キーワード：再生可能エネルギー、太陽光発電、風力発電、水力発電、地熱発電、バイオマス  
発電、電力系統、蓄電池

## 要 旨

- ① 再生可能エネルギーは、2015年に発表された「長期エネルギー需給見通し(エネルギーミックス)」において、2030年度の総発電電力量に占める割合が22～24%程度とされ、2018年に発表された第5次エネルギー基本計画において「主力電源化」を目指すとされた。
- ② 太陽光発電、風力発電、水力発電、地熱発電、バイオマス発電を中心に、長期安定的な主力電源として持続可能なものとなるよう、国による再生可能エネルギーの大量導入に向けた取組が行われている。
- ③ 太陽光発電の大規模な設備の設置については、自然環境への影響が懸念され、設備の立地地域の住民から反対運動が行われる場合がある。
- ④ 風力発電は、欧米に比べて日本の導入量が少なく、その要因として、建設費用が高額であること、環境影響評価の手續に時間がかかることなどが指摘されている。
- ⑤ 水力発電は、大規模水力発電と中小水力発電に分けられ、技術的・経済的に利用可能な水力エネルギー量の中で今後の開発が可能なものの8割以上は中小水力発電である。
- ⑥ 地熱発電は、一年を通して安定的な発電が可能なベースロード電源の一つである。我が国の地熱資源量は世界第3位であるが、十分に資源量をいかしきれていない。
- ⑦ バイオマス発電について、国産の木質バイオマス燃料は不足しており、多くを輸入に頼っている。木質バイオマス燃料の安定的な供給体制が必要とされている。
- ⑧ 発電・送電・変電等の設備がつながって構成される電力系統において、需要と供給を一致させる「同時同量」が前提であるが、供給が大きくなり過ぎる場合、再生可能エネルギーは出力が抑制される等の制約がある。
- ⑨ 再生可能エネルギーは、固定価格買取制度により導入が進んでいるが、賦課金という形で電気料金の一部に転嫁され、国民負担が大きくなっている。国民負担を抑制するため、発電コストの低下が課題である。

## はじめに

平成 30 年 7 月に公表された「第 5 次エネルギー基本計画」(平成 30 年 7 月 3 日閣議決定)においては、2030 年のエネルギーミックス<sup>(1)</sup>における電源構成比率の実現とともに、再生可能エネルギーについて「主力電源化」を目指す<sup>(2)</sup>とされた。再生可能エネルギーは、「現時点では安定供給面、コスト面で様々な課題が存在するが、温室効果ガスを排出せず、国内で生産できることから、エネルギー安全保障にも寄与できる有望かつ多様で、長期を展望した環境負荷の低減を見据えつつ活用していく重要な低炭素の国産エネルギー源」と位置付けられ<sup>(2)</sup>、長期安定的な主力電源として持続可能なものとなるよう、国による大量導入に向けた取組が行われている。本稿では、主な再生可能エネルギーの導入拡大について現状と課題を整理する。

## I 総論

「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」(平成 21 年法律第 72 号)においては、「再生可能エネルギー源」とは、太陽光、風力その他非化石エネルギー源のうち、エネルギー源として永続的に利用することができると認められるものとして政令で定めるもの(同法第 2 条第 3 項)と定義されており、具体的には政令<sup>(3)</sup>において、太陽光・風力・水力・地熱・太陽熱・大気中の熱その他の自然界に存する熱・バイオマスが「再生可能エネルギー源」として定められている。本稿では、再生可能エネルギー<sup>(4)</sup>のうち、太陽光発電、風力発電、水力発電、地熱発電、バイオマス発電について、現状と課題を整理する。

再生可能エネルギーは、2012 年 7 月の固定価格買取制度<sup>(5)</sup>(以下「FIT」という。)の開始により、急速に普及が進んでいる。FIT とは、再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定期間(以下「調達期間」という。)・一定価格(以下「調達価格」という。)で買い取ることを国が約束する制度である。FIT で買い取る費用は、使用電力量に応じた賦課金という形で電気料金の一部に転嫁され、需要家(消費者)が負担する<sup>(6)</sup>。調達価格や調達期間は、調達価格等算定委員会<sup>(7)</sup>の意見を尊重し、経済産業大臣が決定する。調達価格は、事業が効率的に行われた場合

\* 本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は、2019 年 2 月 28 日である。

(1) 2015 年 7 月に経済産業省が決定した 2030 年の長期エネルギー需給見通し。電源構成比率は、再生可能エネルギー 22~24%、原子力 22~20%、火力 56% (LNG27%、石炭 26%、石油 3%)。

(2) 「エネルギー基本計画」(平成 30 年 7 月 3 日閣議決定) p.17. 資源エネルギー庁ウェブサイト <[http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic\\_plan/pdf/180703.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/180703.pdf)> 政府は、エネルギー政策基本法(平成 14 年法律第 71 号)に基づき、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、おおむね 3 年ごとに「エネルギー基本計画」を定めている。

(3) 「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律施行令」(平成 21 年政令第 222 号) 第 4 条

(4) 詳細は、「再生可能エネルギーをめぐる科学技術政策—科学技術に関する調査プロジェクト調査報告書—」国立国会図書館調査及び立法考査局, 2014. <<http://www.ndl.go.jp/jp/diet/publication/document/2014/index.html>>

(5) 「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」(平成 23 年法律第 108 号)(以下「FIT 法」という。)の施行により開始された。

(6) 渡邊太郎「再生可能エネルギーの固定価格買取制度—これまでの経緯と今後の方向性—」『調査と情報—ISSUE BRIEF—』906 号, 2016.3.25, pp.4-5. <[http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo\\_9917299\\_po\\_0906.pdf?contentNo=1](http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_9917299_po_0906.pdf?contentNo=1)>

(7) FIT 法により設置された委員会であり、委員は電気事業、経済等に関して専門的な知識と経験を有する者のうちから、両議院の同意を得て、経済産業大臣が任命する。

に必要となるコストを基礎に、適正な利潤などを勘案して電源ごとに定められる。

エネルギーミックスでは、2030年度の国内発電電力量のうち、再生可能エネルギーが占める割合は22～24%程度とされている<sup>(8)</sup>。現在は、再生可能エネルギーが発電電力量に占める割合は16.1%（2017年度）<sup>(9)</sup>である。

しかし、再生可能エネルギーの発電コストは海外に比べて高い状態であり（第Ⅱ章6参照）、国民負担の増大をもたらしている。エネルギーミックスにおいて、2030年度の導入水準（22～24%）を達成する場合のFITにおける買取費用総額は、3.7～4兆円程度<sup>(10)</sup>と見込まれているが、2018年度において、買取費用総額は既に3.1兆円程度<sup>(11)</sup>に達すると想定されており、エネルギーミックスの想定以上に買取費用総額が膨れ上がることが強く懸念される。したがって、再生可能エネルギーの主力電源化に向けては、国民負担の抑制が課題となる<sup>(12)</sup>。

このため、再生可能エネルギーのコスト低減を図り、主力電源として持続可能なものになるよう、様々な取組が進められている。

## Ⅱ 再生可能エネルギーの現状と課題

### 1 太陽光発電

太陽光発電は、シリコン半導体などに光が当たると電気が発生する現象を利用し、太陽の光エネルギーを太陽電池（半導体素子）により直接電気に変換する発電方法である。この太陽光発電の2018年9月末時点のFIT認定量は、家庭用（出力10kW未満）が5865百万ワット（MW）、事業用（出力10kW以上）は6万5846MWになっている<sup>(13)</sup>。一方で、事業用太陽光発電の設備には、FIT導入当初に高い価格での買取り認定<sup>(14)</sup>を受けながら、長期間運転開始をしない案件（以下「未稼働案件」という。）も多い（表1）。

(8) 経済産業省「長期エネルギー需給見通し」2015.7, p.7. <[https://www.meti.go.jp/press/2015/07/20150716004/20150716004\\_2.pdf](https://www.meti.go.jp/press/2015/07/20150716004/20150716004_2.pdf)>

(9) 資源エネルギー庁「平成29年度（2017年度）エネルギー需給実績を取りまとめました（速報）」2018.11.15. <[http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total\\_energy/pdf/stte\\_025.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/pdf/stte_025.pdf)>

(10) 資源エネルギー庁「長期エネルギー需給見通し関連資料」2015.7, p.42. <[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/mitoshi/011/pdf/011\\_07.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/011/pdf/011_07.pdf)>

(11) 資源エネルギー庁「再生可能エネルギーの主力電源化に向けた今後の論点 第5次エネルギー基本計画の策定を受けて」2018.8.29, p.8. 経済産業省ウェブサイト <[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/saisei\\_kano/pdf/007\\_01\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/007_01_00.pdf)>

(12) 「エネルギー基本計画」前掲注(2), p.39.

(13) 「2018年9月末時点の状況」2019.2.5. 固定価格買取制度再生可能エネルギー電子申請ウェブサイト <<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfoSummary>>

(14) FIT導入当初の事業用（出力10kW以上）の調達価格は、2012年度は40円/kWhであり、2013年度は36円/kWh、2014年度は32円/kWhであった。毎年度、調達価格は下がっており、2018年度は18円/kWhとなった（調達期間は全て20年間）。また、出力2000kW以上の大規模な事業用の太陽光発電は、2017年度から入札制へ移行された。なお、家庭用（出力10kW未満）の調達価格は、2012年度は42円/kWhであり、2013年度は38円/kWh、2014年度は37円/kWhとなり、2018年度は26円/kWh（出力制御対応機器設置義務なし）となった（調達期間は全て10年間）。資源エネルギー庁「既認定案件による国民負担の抑制に向けた対応」2018.10.15, p.8. 経済産業省ウェブサイト <[http://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/saisei\\_kano/pdf/009\\_02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/009_02_00.pdf)>

表1 事業用太陽光発電のFIT認定案件の稼働状況

(単位：MW)

	既稼働	未稼働	合計
2012年度認定	11,472	3,345	14,817
2013年度認定	13,547	12,841	26,388
2014年度認定	5,163	7,329	12,492
2015年度認定	1,741	1,771	3,512
2016年度認定	1,421	6,542	7,963
2017年度認定 <sup>(注1)</sup>	164	2,469	2,633
合計 <sup>(注2)</sup>	33,508	34,297	67,805

(注1) 2017年度認定には、2018年4月以降9月末までに新規認定された2017年度価格案件も含む。ただし、数値は暫定集計値である。

(注2) 「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法の一部を改正する法律」(平成28年法律第59号)(改正FIT法)による2017年3月末までの失効分を反映済。改正FIT法による2017年4月失効分については2,430MW(約1.9万件)を確認している。

(出典) 資源エネルギー庁「既認定案件による国民負担の抑制に向けた対応」2018.10.15, p.6. 経済産業省ウェブサイト <[http://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/saisei\\_kano/pdf/009\\_02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/009_02_00.pdf)> を基に筆者作成。

この未稼働案件は、高い調達価格の権利を保持したままで大量に滞留しており、今後稼働した場合は高い価格で20年間の買取が行われる<sup>(15)</sup>ことになり、再生可能エネルギーの最大限の導入と国民負担の抑制の両立を図る<sup>(16)</sup>というFITの趣旨に反することから、総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会/電力・ガス事業分科会再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会で審議された。この審議を踏まえ、経済産業省は2018年12月に、事業用太陽光発電の未稼働案件による国民負担の抑制に向けた新たな対応について、方針を決定した<sup>(17)</sup>。この方針によれば、2012年度から2014年度に認定された事業用太陽光発電設備のうち、運転開始期限(系統連系工事の着工申込みの受領日から1年間)までに運転開始準備段階に入れなかったものは、受領日の2年前の調達価格が適用されるなどの対応がとられる。2019年3月31日までに着工申込みが受領されたものは、これまでどおりの調達価格が適用され、2019年4月1日以降に着工申込みが受領されたものは、2012~2014年度よりも低額の2年前の調達価格が適用されることになる<sup>(18)</sup>。

また、大規模な太陽光発電設備(以下「メガソーラー」という。)の設置に際しては、大規模な森林伐採等を伴うものが見られる。これらによる、土砂流出や濁水、生態系への影響、景観への影響が懸念され、立地地域の住民によるメガソーラーの建設計画への反対運動が行われた

(15) 調達期間は、再生可能エネルギー電気の供給開始の時から、再生可能エネルギー発電設備の重要な部分の更新の時までの標準的な期間を勘案して定められるものである(FIT法3条5項)。このため、調達価格等算定委員会では、法定耐用年数(減価償却資産の耐用年数等に関する省令(昭和40年大蔵省令第15号)1条1項2号・別表第2第31号参照)を基礎とするのを適当とした(調達価格等算定委員会「平成24年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2012年4月27日))。「その調達価格による調達に係る期間(以下「調達期間」という。)」と規定されており(FIT法3条1項)、いったん適用された調達価格は、その調達期間中はその価格が継続される。深津功二『再生可能エネルギーの法と実務』民事法研究会、2013, p.31.

(16) 資源エネルギー庁「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法(FIT法)等の一部を改正する法律」が公布されました」2016.6.3, p.1. 経済産業省ウェブサイト <<http://www.meti.go.jp/press/2016/06/20160603009/20160603009.pdf>>

(17) 「FIT制度における太陽光発電の未稼働案件への新たな対応を決定しました」2018.12.5. 同上 <<http://www.meti.go.jp/press/2018/12/20181205004/20181205004.html>>

(18) なお、大規模事業(2MW以上の事業用太陽光発電)については2019年10月1日が施行期日となり、条例に基づく環境影響評価対象事業については2020年4月1日が施行期日となる。

り<sup>(19)</sup>、訴訟が提起されたりする場合もある<sup>(20)</sup>。さらに、製品寿命を迎えた設備や災害等により使用不能となった設備の不法投棄・放置や有害物質の流出等の問題も懸念されている<sup>(21)</sup>。このため、環境省は検討会<sup>(22)</sup>を設置して、大規模太陽光発電事業を環境影響評価法（平成9年法律第81号）の対象事業に加える可能性も含め、太陽光発電施設に係る環境影響評価の基本的考え方等に関する検討を進めている。

## 2 風力発電

風力発電は、風の運動エネルギーを風車の回転により電気エネルギーに変換する発電方法である。陸上と洋上の両方で発電できるエネルギーであるが、日本には陸上風力発電の適地が少ないため、大きな導入ポテンシャル（エネルギーの採取・利用に関する種々の制約要因による設置の可否も考慮に入れたエネルギー資源量）を持つ洋上風力発電が注目されている<sup>(23)</sup>。

一般的に、経済性の観点から、水深が50mくらいまでの海域では、着床式洋上風力発電（基礎（風車等の風力発電機やタワーを支える支持構造物）を海底に固定する方式）に優位性があり、水深が50m以上では、浮体式洋上風力発電（海上に風車を浮かべる方式）に優位性があると言われている<sup>(24)</sup>。

世界の風力発電導入量（稼働している発電設備の設備容量<sup>(25)</sup>）は、2017年末時点の累積は約539十億ワット（GW）、年間導入量は約52GWであるが、日本の風力発電導入量は、2017年末時点で累積約3.5GW、年間導入量は約0.2GWにとどまっている<sup>(26)</sup>。

欧米に比べて日本の導入量が少ない要因は、風況<sup>(27)</sup>の良い地域に限られること、地元との調整が必要であること、建設費用が高額であること、環境影響評価の手續に時間がかかる<sup>(28)</sup>ことなどと指摘されている<sup>(29)</sup>。

2018年12月に、我が国の海洋において、利用ルールを整備し、海洋再生可能エネルギーを円滑に導入できる環境を整備するため、「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の

(19) 「「太陽光」建設トラブル 森林伐採で土砂災害懸念 環境省、影響評価義務化へ」『読売新聞』2018.8.27.

(20) 越智敏裕「メガソーラー設置等差止請求事件判決（大分地裁平成28.11.11）」2017.4.28. TKC ローライブラリーウェブサイト <[https://lex.lawlibrary.jp/commentary/pdf/z18817009-00-140681482\\_tkc.pdf](https://lex.lawlibrary.jp/commentary/pdf/z18817009-00-140681482_tkc.pdf)>

(21) 田仲絢子「使用済太陽光発電設備をめぐる問題」『調査と情報—ISSUE BRIEF—』1015号, 2018.10.4. <[http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo\\_11162767\\_po\\_IB1015.pdf?contentNo=1](http://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_11162767_po_IB1015.pdf?contentNo=1)>

(22) 環境省総合環境政策統括官グループ「太陽光発電施設等に係る環境影響評価の基本的考え方に関する検討会開催要綱」2018.8.6. <[http://www.env.go.jp/policy/assess/5-14solarpower/solar\\_h30\\_1/mat\\_1\\_2.pdf](http://www.env.go.jp/policy/assess/5-14solarpower/solar_h30_1/mat_1_2.pdf)>

(23) 環境省地球環境局地球温暖化対策課「平成27年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」2016.3, pp.15-71. <[http://www.env.go.jp/earth/report/h28-03/h27\\_whole.pdf](http://www.env.go.jp/earth/report/h28-03/h27_whole.pdf)>

(24) 「風力発電分野の技術戦略策定に向けて」『技術戦略研究センターレポート』Vol.27, 2018.7, p.4. 新エネルギー産業技術総合開発機構ウェブサイト <<http://www.nedo.go.jp/content/100880815.pdf>>

(25) 設備容量は発電設備における単位時間当たりの最大仕事量。単位はワット（W）あるいは実用的にキロワット（kW）が用いられる。環境省地球環境局地球温暖化対策課「平成21年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査 調査報告書」2010.3, p.6. <<https://www.env.go.jp/earth/report/h22-02/full.pdf>>

(26) 「風力発電分野の技術戦略策定に向けて」前掲注<sup>(24)</sup>, pp.5, 8.

(27) 風況とは、一般的にはその場における風の性質を意味し、特に風力発電に係る項目として、平均風速・風速頻度分布・風向出現率（卓越風向）・乱流強度などが挙げられる。小長谷瑞木・根本潤哉「海域の風況をどのように調査するのか？—洋上風力発電の事業性を検討するために—（特集 地球温暖化対策と省エネ・新エネ技術の新しい流れを探る）」『産業と環境』44巻2号, 2015.2, p.10.

(28) 環境省は環境影響評価の手續の迅速化として、審査期間の短縮等により、3年から4年程度とされる環境影響評価の手續期間を半減する取組を進めている。環境省環境影響評価課「最近の風力発電所に係る環境影響評価手續の迅速化状況」2018.4. <<https://www.env.go.jp/policy/assess/3-3statistic/pdf/report201804.pdf>>

(29) 風力発電競争力強化研究会「風力発電競争力強化研究会報告書」2016.10, p.6. 経済産業省ウェブサイト <[http://www.meti.go.jp/shingikai/santeei/pdf/025\\_s02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/shingikai/santeei/pdf/025_s02_00.pdf)>

利用の促進に関する法律」(平成30年法律第89号)が制定された(平成31年4月1日施行)。政府は、関係自治体や漁業団体などの利害関係者から構成される協議会を設置し、促進区域を指定し、事業者を公募する。選定された事業者には、最大30年間の海域の占有が認められる。

### 3 水力発電

水力発電は、水の位置エネルギーを水車の回転により電気エネルギーに変換する発電方法であり、大規模水力発電と中小水力発電に分けられる。大規模水力発電は、ダムなどの大型施設を建造して大量の水を利用して発電する方法である。中小水力発電は、河川の流水のほか、農業用水や上下水道を利用して発電する方法であり、様々な規模のものがある。両者を区別する規模についての、唯一の明確な定義はなく、国や機関によってその基準は異なる。1万kW(一般家庭約3,300世帯分)から5万kW(一般家庭約16,000世帯分)の間で、中小水力発電と大規模水力発電の境界が定義されることが多い。FITにおいては、中小水力発電とは、3万kW未満のものを対象としている<sup>(30)</sup>。我が国では、大規模水力発電の多くが開発済みであり、未開発(包蔵水力(発電水力調査により明らかとなった水資源のうち、技術的・経済的に利用可能な水力エネルギー量)の中で今後の開発が可能なもの)の8割以上は中小水力発電である(表2)。

表2 日本の水力エネルギー量(一般水力)(2017年3月31日現在)

出力区分 (kW)	既開発		工事中		未開発		
	地点数	出力(kW)	地点数	出力(kW)	地点数	出力(kW)	割合(%)
1,000未満	556	230,782	43	15,167	369	240,630	83.6
1,000～3,000	430	766,055	6	9,990	1,227	2,256,000	
3,000～5,000	167	629,865	1	3,490	523	1,961,900	
5,000～10,000	285	1,935,948	5	31,420	336	2,257,000	
10,000～30,000	368	6,153,570	1	11,700	206	3,267,900	
30,000～50,000	89	3,380,500	0	0	21	801,900	16.4
50,000～100,000	67	4,384,050	2	117,290	13	782,100	
100,000以上	26	4,938,500	1	153,400	3	378,000	
合計	1,988	22,419,270	59	342,457	2,698	11,945,430	100

(出典)「日本の水力エネルギー量 出力別包蔵水力(一般水力)」2017.3.31. 資源エネルギー庁ウェブサイト <[http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity\\_and\\_gas/electric/hydroelectric/database/energy\\_japan006/](http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/hydroelectric/database/energy_japan006/)> を基に筆者作成。

河川の流水、農業用水、水道用水などを利用して水力発電を行う場合、手続が必要である<sup>(31)</sup>。

<sup>(30)</sup> 「固定価格買取制度 買取価格・期間等」資源エネルギー庁ウェブサイト <[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/kaitori/fit\\_kakaku.html](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/fit_kakaku.html)>

<sup>(31)</sup> 「小水力発電を行うために必要な手続」国土交通省ウェブサイト <<http://www.mlit.go.jp/river/riyou/syosuiryoku/index.html>>



河川の流水利用は全て許可制であったが、2013年12月に、改正河川法<sup>(32)</sup>が施行され、農業用水や水道用水など、既に許可を得ている流水を利用して水力発電を行う場合は、河川環境等に新たな影響を与えないことから、許可制に代えて登録制になった。この登録制への変更により、申請書類や手続の簡素化、水利権取得までの期間の大幅な短縮化などが図られている<sup>(33)</sup>。

#### 4 地熱発電

地熱発電は、地下から噴出する天然の蒸気や熱水を利用してタービンを回転させる発電方法である。地熱発電の主な発電方法には、地熱貯留層から生産井と呼ばれるパイプを通して取り出した蒸気を直接タービンに送って発電する「フラッシュ発電」と、生産井からの蒸気や熱水で水より沸点の低い媒体を沸騰させてタービンに送り発電させる「バイナリー発電」という二つの方法がある。バイナリー発電は、生産井から汲み出される蒸気や熱水の温度が低くても利用できるため、地熱開発に適した地域を広げることができる。

地熱発電は、季節や天候、時間などに左右されることなく、一年を通して安定的な発電が可能なベースロード電源<sup>(34)</sup>の一つである。また、太陽光発電や風力発電に比べて、地熱発電は設備利用率が高い<sup>(35)</sup>。

我が国の地熱資源量は、アメリカ、インドネシアに次いで、世界第3位（2347万kW）であること<sup>(36)</sup>から導入拡大が期待されているが、その設備容量は約52万kWと世界第8位にとどまっており、十分に資源量をいかしきれていない<sup>(37)</sup>。

地熱発電は、調査から運転開始までのリードタイム（着手時期から完了時期に至るまでの期間）が長く（調査や環境影響評価等の期間を含め、約15年かかる場合がある。）、また、自然保護や温泉資源保護等に関する地元理解が得られないと調査が開始できない<sup>(38)</sup>。なお、国立公園内の開発については、規制が緩和<sup>(39)</sup>され、第1種特別地域（特別保護地区に準ずる景観を有し、特別地域のうちでは風致を維持する必要性が最も高い地域であって、現在の景観を極力保護することが必要な地域）について、地表に影響がないこと等を条件に、地下部への傾斜堀削が認められた。

<sup>(32)</sup> 「水防法及び河川法の一部を改正する法律」（平成25年法律第35号）

<sup>(33)</sup> 「慣行水利権に係る小水力発電の水利使用手続の簡素化について」（平成25年12月11日国水調第35号、国水流第9号）2013.12.11. 国土交通省ウェブサイト <[http://www.mlit.go.jp/river/riyou/syosuiryoku/131211\\_kankou\\_kansoka.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/riyou/syosuiryoku/131211_kankou_kansoka.pdf)>

<sup>(34)</sup> 発電（運転）コストが低廉で、安定的に発電することができ、昼夜を問わず継続的に稼働できる電源。地熱、一般水力（流れ込み式）、原子力、石炭が、ベースロード電源として位置付けられる。「エネルギー基本計画」前掲注(2), p.17.

<sup>(35)</sup> 2017年度の設備利用率は、太陽光発電は12.3%、風力発電は20.6%、地熱発電は56.0%である。電力広域的運営推進機関「平成30年度（2018年度）年次報告書—供給計画の取りまとめ—」2018.3, p.21. <[https://www.occto.or.jp/houkokusho/2018/files/nenjihoukokusho\\_h30\\_kyoukyuukeikaku\\_180330.pdf](https://www.occto.or.jp/houkokusho/2018/files/nenjihoukokusho_h30_kyoukyuukeikaku_180330.pdf)>

<sup>(36)</sup> 新エネルギー・産業技術総合開発機構編『NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版』2014, pp.12-13. <<https://www.nedo.go.jp/content/100544822.pdf>>

<sup>(37)</sup> 資源エネルギー庁「再生可能エネルギー各電源の導入の動向について」2015.3, p.6. <[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/mitoshi/004/pdf/004\\_06.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/004/pdf/004_06.pdf)>

<sup>(38)</sup> 日本地熱協会「わが国の地熱発電—現状と課題—」2018.10.24, p.5. 経済産業省ウェブサイト <[http://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/039\\_03\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/039_03_00.pdf)>

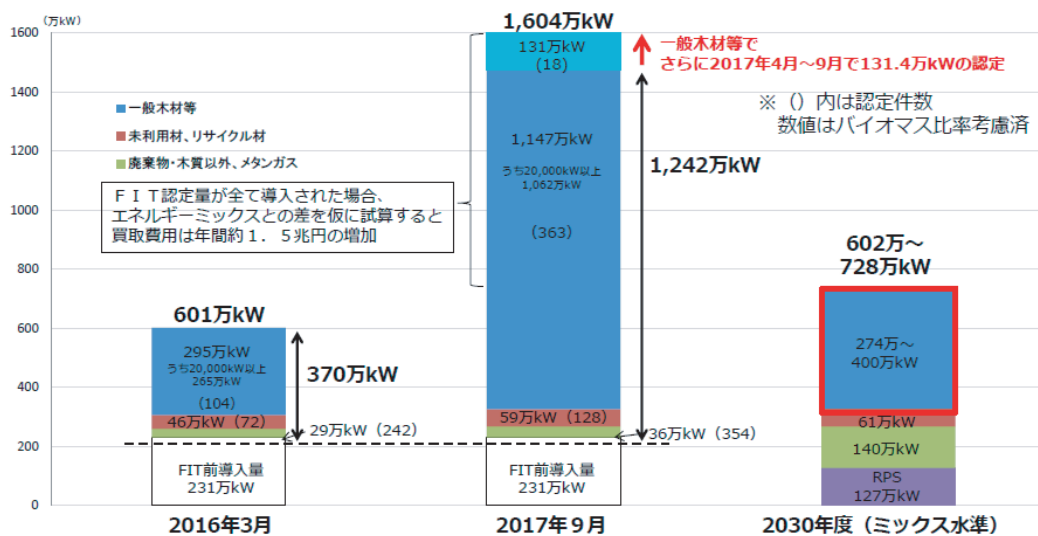
<sup>(39)</sup> 環境省自然環境局長通知「国立・国定公園内における地熱開発の取扱いについて」（平成27年10月2日 環自国発第1510021号）<<https://www.env.go.jp/press/files/jp/28244.pdf>>

## 5 バイオマス発電

バイオマスとは、動植物などから生まれた生物資源で化石資源を除いたもの<sup>(40)</sup>であり、バイオマス発電では、この生物資源を直接燃焼、あるいはガス化することにより発電する。「光合成によりCO<sub>2</sub>を吸収して成長するバイオマス資源を燃料とした発電は「京都議定書」<sup>(41)</sup>における取扱上、CO<sub>2</sub>を排出しないもの<sup>(42)</sup>とされており、地球温暖化対策として期待されている。

2017年9月末時点で我が国のバイオマス発電設備のFITの認定量は、1370万kWを超えた。エネルギーミックスにおいて、2030年度時点で想定しているバイオマス発電の容量である602万~728万kWを既に大きく上回っている。特に、一般木材等を利用したバイオマス発電のFITの認定量が急増している<sup>(43)</sup>（図1）。

図1 一般木材等バイオマス発電について



(出典) 資源エネルギー庁「一般木材等バイオマス発電について」2017.11, p.2. 経済産業省ウェブサイト <[http://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/032\\_01\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/032_01_00.pdf)>

急増した認定量が全て稼働すると仮定した場合、買取費用はエネルギーミックスの想定から大きく乖離してしまい、国民負担への影響が大きくなるおそれがある<sup>(44)</sup>。このため、バイオマス発電は、2018年度から一般木材等は三つの区分に分けられ、一般木材等（出力1万kW未満）はFITの認定の対象であるが、一般木材等（出力1万kW以上）とバイオマス液体燃料<sup>(45)</sup>（全規模）は2018年度から入札制に移行された<sup>(46)</sup>。

(40) バイオマスは「再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」である。「バイオマス・ニッポン総合戦略」（平成18年3月31日閣議決定）p.1. 農林水産省ウェブサイト <[http://www.maff.go.jp/j/biomass/pdf/h18\\_senryaku.pdf](http://www.maff.go.jp/j/biomass/pdf/h18_senryaku.pdf)>

(41) 「気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書」（平成17年条約第1号）

(42) 「バイオマス発電」資源エネルギー庁ウェブサイト <[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/renewable/biomass/index.html](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/renewable/biomass/index.html)>

(43) 資源エネルギー庁「一般木材等バイオマス発電について」2017.11, p.2. 経済産業省ウェブサイト <[http://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/032\\_01\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/032_01_00.pdf)>

(44) 調達価格等算定委員会「平成30年度以降の調達価格等に関する意見」2018.2.7, p.42. 同上 <[http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/data/pdf/20180207001\\_1.pdf](http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/data/pdf/20180207001_1.pdf)>

(45) バイオエタノールやバイオディーゼル燃料

(46) 「再生可能エネルギーの2018年度の買取価格・賦課金単価等を決定しました」2018.3.23. 経済産業省ウェブサイト <<http://www.meti.go.jp/press/2017/03/20180323006/20180323006.html>>

国産の木質バイオマス燃料は不足しており、多くを輸入に頼っている。今後、木質バイオマス燃料の安定的な供給体制が必要とされている。そのためには、供給サイドで森林の林道等の整備や林業の機械化を進めるとともに、需要サイドでは、小規模で持続可能な木質バイオマスの熱利用等の導入を促す仕組み作りが急がれる<sup>(47)</sup>。

## 6 共通の課題

### (1) 系統制約への対応について

再生可能エネルギーの導入拡大に向けた課題として、系統制約への対応がある。

発電・送電・変電・配電の設備がつながって構成されるシステム全体は電力系統と呼ばれる。この電力系統の中で重要な点は、需要と供給のバランスを保つということである。需給バランスが崩れると、周波数に乱れが生じ、発電所の発電機や工場の機器に悪い影響を与え、最悪の場合は大規模停電につながってしまう。2018年に北海道胆振東部地震のため、苫小牧火力発電所が操業を停止し、需給バランスが乱れ、多くの発電所が停止し、大規模停電に至った<sup>(48)</sup>のがその一つの例である。電力系統においては、需要と供給を常に一致させる「同時同量」が前提である。

太陽光発電や風力発電による発電電力量は自然条件に左右されるため、需要以上に発電され、供給が大きくなり過ぎる場合がある。このような場合、供給が大きくなり過ぎないように火力発電の出力を抑制したり、ダムへ水をくみ上げて電力を消費する揚水発電を行ったりする。さらに供給が大きくなり過ぎる場合は、太陽光発電等の再生可能エネルギーによる出力が抑制される。2018年10月に、九州電力は、離島を除き国内初の出力抑制を行った<sup>(49)</sup>。晴天で太陽光発電による発電量が増加したことを受け、電力の需給バランスが崩れて大規模な停電になることを防ぐため、「優先給電ルール」<sup>(50)</sup>と呼ばれる手順に基づき、太陽光発電等の再生可能エネルギーの出力抑制を行った<sup>(51)</sup>。他方、電力の供給が不足する場合には、大規模な蓄電池により電力系統の安定化を図る実証事業等の取組が行われている<sup>(52)</sup>。

今後、再生可能エネルギーの導入量が更に拡大していけば、現在の送電設備では、送電できる容量の限界に達してしまうおそれがある。発電事業者から系統への接続契約の申込みがあっ

(47) 石丸美奈「木質バイオマス発電事業の拡大と輸入バイオマス燃料」『共済総研レポート』142号, 2015.12, pp.48-53. <<https://www.jkri.or.jp/PDF/2015/Rep142ishimaru.pdf>>

(48) 平成30年北海道胆振東部地震に伴う大規模停電に関する検証委員会「平成30年北海道胆振東部地震に伴う大規模停電に関する検証委員会 最終報告」2018.12.19. 電力広域的運営推進機関ウェブサイト <[https://www.occto.or.jp/iinkai/hokkaido\\_kensho/files/181219\\_hokkaido\\_saishu\\_honbun.pdf](https://www.occto.or.jp/iinkai/hokkaido_kensho/files/181219_hokkaido_saishu_honbun.pdf)>

(49) 「平成30年度10月13日(土曜日)の需給実績」2018.10.13. 九州電力ウェブサイト <[http://www.kyuden.co.jp/notice\\_181013.html](http://www.kyuden.co.jp/notice_181013.html)>; 「平成30年度10月14日(日曜日)の需給実績」2018.10.15. 同 <[http://www.kyuden.co.jp/notice\\_181014.html](http://www.kyuden.co.jp/notice_181014.html)>

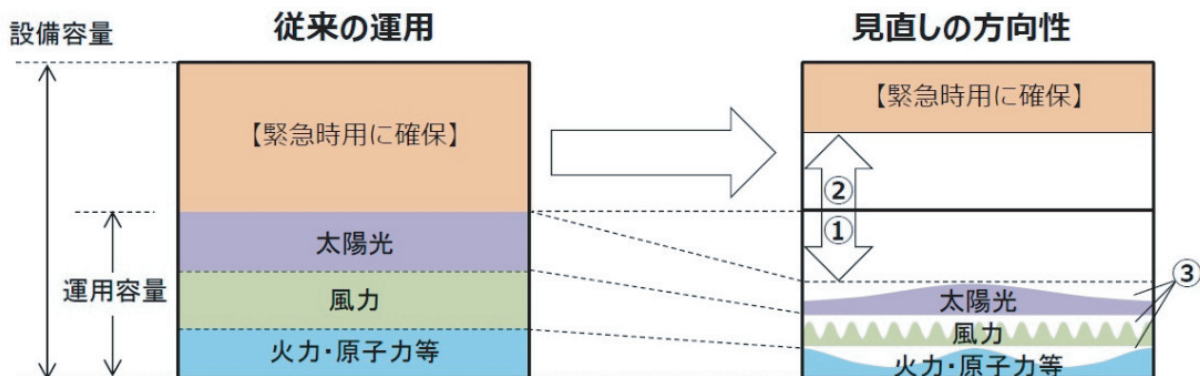
(50) 出力抑制に関する条件や順番を定めた優先給電ルールは国の審議会等で議論され、電力広域的運営推進機関において整備された。電力広域的運営推進機関「送配電等業務指針」(2015.4.28 施行・2017.4.1 変更) <<https://www.occto.or.jp/article/files/shishin170401.pdf>> の第173条(下げ調整力の活用)、第174条(下げ調整力が不足する場合の措置)、第175条(出力抑制又は揚水運転の実施に係る事前協議)を参照。

(51) 電力広域的運営推進機関「九州本土における再エネ出力抑制の事後検証の総合評価(2018年10月度)」2018.11.21. <[https://www.occto.or.jp/oshirase/shutsuryokuyokusei/2018/files/181121\\_2018\\_jigokensyou\\_sougouhyuka.pdf](https://www.occto.or.jp/oshirase/shutsuryokuyokusei/2018/files/181121_2018_jigokensyou_sougouhyuka.pdf)>

(52) 「大型蓄電システム実証事業」北海道電力ウェブサイト <[https://www.hepco.co.jp/energy/recyclable\\_energy/large\\_accumulator/index.html](https://www.hepco.co.jp/energy/recyclable_energy/large_accumulator/index.html)>

でも、送電容量の空きがなくなれば、発電事業者の新しい接続ができない状態になってしまう（送電設備の新設にはコストや時間がかかる。）。この制約を緩和する方法として、既存の設備を最大限に活用する電力系統の運用ルールである「日本版コネクト & マネージ」<sup>(53)</sup>が検討されている。この「日本版コネクト & マネージ」においては、①長期休止電源等を考慮して空き容量を算定すること（想定潮流の合理化）、②故障時用に空けてある容量の一部を平常時に活用すること（N-1 電制）、③系統混雑発生時に出力抑制することを条件に系統増強をせずに新規接続を可能とすること（ノンファーム型接続）等を行うことが想定されている（図2）。

図2 「日本版コネクト & マネージ」について

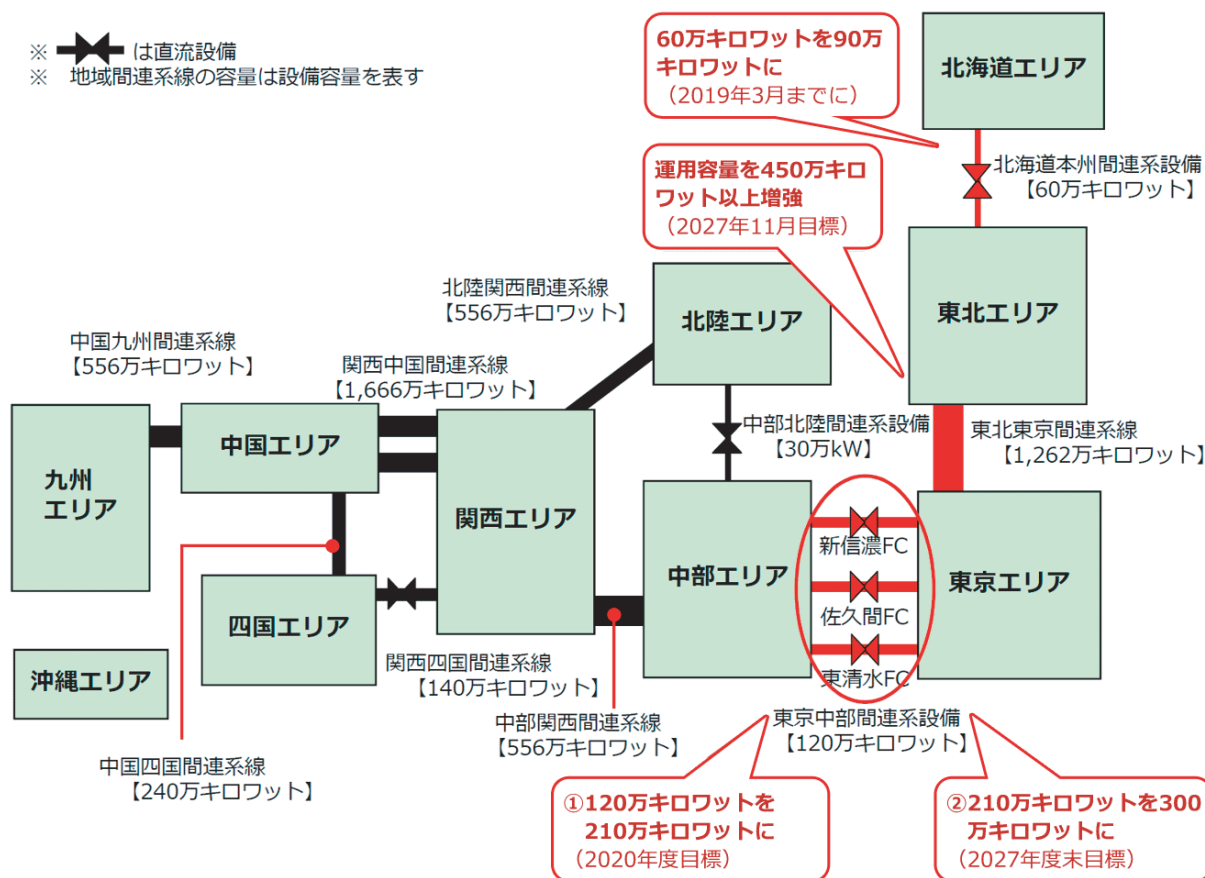


- ①全ての電源がフル稼働した前提ではなく、実際の利用率に近い想定で空き容量を算定  
 ②緊急時用に空けてある容量の一部を、もしも事故が起こった時には瞬時に遮断する装置を使うなどして、平常時にも活用する。  
 ③他の電源が稼働している間など、系統の混雑時には制御することを前提とした新規の接続を可能とする。  
 (出典) 資源エネルギー庁「送電線「空き容量ゼロ」は本当に「ゼロ」なのか? 再エネ大量導入に向けた取り組み」  
 2017.12.26. <<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoku/akiyouryou.html>> を基に筆者作成。

これら既存の系統の最大活用の検討とともに、地域間連系線（異なる供給区域の系統設備を相互に接続する送電線）を増強して、異なる供給区域から電力を融通しやすくすることも計画されている。具体的には、東京エリアと、東北エリア及び中部エリアとの増強計画や、北海道エリアと本州間との増強計画である（図3）。

53) イギリスのコネクト & マネージはファーム電源（平常時の出力抑制がないように十分な設備形成をした上で系統に接続した電源）の系統増強完了前の接続を許容する限定的な仕組みである。電力広域的運営推進機関「広域機関における「日本版コネクト & マネージ」の検討について」2018.12.26, pp.18, 25. 経済産業省ウェブサイト <[http://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/saisei\\_kano/pdf/011\\_02\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/011_02_00.pdf)>

図3 地域間連系線の増強計画



(出典)「再エネの大量導入に向けて「系統制約」問題と対策」2017.10.5. 資源エネルギー庁ウェブサイト <<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/saiene/keitouseiyaku.html>>

このほか、再生可能エネルギーの電力が持つ出力変動を調整するための仕組みとして、蓄電池が期待されている。例えば、北海道は風力発電に適した地域であり、大量の風力発電による出力が見込まれている。北海道電力は、風力発電設備の出力変動緩和対策として、風力発電事業者には、発電所ごとに蓄電池等を設置して出力変動が一定の範囲内になるよう、要件を定めた<sup>(54)</sup>。また、発電所ごとに蓄電池を置くだけでなく、電力系統側に蓄電池を設置し、この蓄電池に係る費用を複数の風力発電事業者が共同で負担<sup>(55)</sup>して、効率的に運用することも検討されている。電力系統側に蓄電池を配置することにより、再生可能エネルギーの出力が急激に減っても、蓄電池にためた電力を出力することで、電力系統への電力供給の変動を抑えることが期待され、蓄電池の性能向上や低コスト化に向けた取組が進められている<sup>(56)</sup>。

## (2) コストについて

再生可能エネルギーの発電コストは、世界的には大幅に低下しており、例えば、太陽光発電

(54) 北海道電力株式会社「風力発電設備の出力変動緩和対策に関する技術要件」2016.4. <[http://www.hepco.co.jp/energy/recyclable\\_energy/fixedprice\\_purchase/pdf/wind\\_power\\_pv\\_tec.pdf](http://www.hepco.co.jp/energy/recyclable_energy/fixedprice_purchase/pdf/wind_power_pv_tec.pdf)>

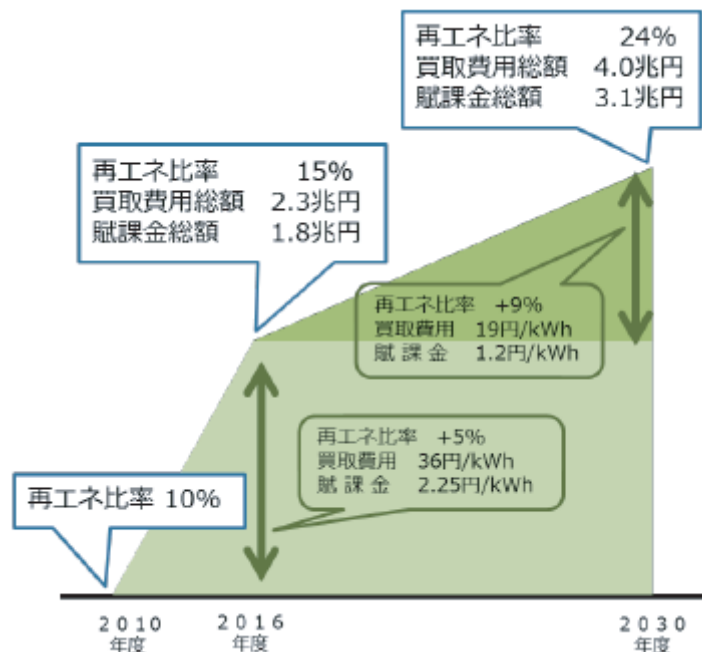
(55) 北海道電力株式会社「系統側蓄電池による風力発電募集プロセス (I期) の概要について【説明会資料】」2018.4.25. <[http://www.hepco.co.jp/energy/recyclable\\_energy/wind\\_power/pdf/recruit\\_1st\\_briefing\\_doc.pdf](http://www.hepco.co.jp/energy/recyclable_energy/wind_power/pdf/recruit_1st_briefing_doc.pdf)>

(56) 「再エネの安定化に役立つ「電力系統用蓄電池」」2018.2.27. 資源エネルギー庁ウェブサイト <<http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/keitoyochikudenchi.html>>

のコストは2017年上半期時点で0.10米ドル/kWhである<sup>(57)</sup>。発電コストが低下することにより、さらなる導入につながる好循環が生じている。我が国においては、FIT開始当初は40円/kWhであった事業用太陽光発電の調達価格が、2018年度には18円/kWhにまで低下したが、海外に比べるとまだ高い状況にある。

発電コストが高い中で、日本における再生可能エネルギーの導入が進んでいるのは、FITによる支援が大きい。しかし、2016年度のFITによる賦課金総額は約1.8兆円であり、2030年度のエネルギーミックスの水準では、賦課金総額は約3兆円が想定されている(図4)。また、2018年度において、買取費用総額は既に3.1兆円程度に達すると想定されており、エネルギーミックスの想定以上に買取費用総額が膨れ上がることが強く懸念され(第I章参照)、賦課金総額も更に大きくなる可能性がある。これら国民負担を抑制するためには、発電コストの更なる低下が課題であり、入札制の活用等の対応が進められている。

図4 FIT制度による国民負担の推移



(出典)「総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会/電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会 中間整理」2018.5, p.5, 図1. 経済産業省ウェブサイト <[http://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/saisei\\_kano/pdf/20180522001\\_01.pdf](http://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/20180522001_01.pdf)>

## おわりに

第5次エネルギー基本計画では、2030年の温室効果ガス26%削減(基準年は2013年度)に向けてエネルギーミックスを確実に実現していくこと、さらに2050年の温室効果ガス80%削減(基準年は2013年度)という高い目標の達成に向けて「エネルギー転換」と「脱炭素化」に挑戦していく方針が掲げられた。2030年の再生可能エネルギーの電源構成比率22~24%の実現を目指し、再生可能エネルギーを主力電源化していくために、低コスト化や安定した電力供給へ

<sup>(57)</sup> IRENA, *Renewable Power Generation Costs in 2017: Key Findings and Executive Summary*, 2018, p.2. <[https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA\\_2017\\_Power\\_Costs\\_2018\\_summary.pdf?la=en&hash=6A74B8D3F7931DEF00AB88BD3B339CAE180D11C3](https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018_summary.pdf?la=en&hash=6A74B8D3F7931DEF00AB88BD3B339CAE180D11C3)>

の対応が求められている<sup>(58)</sup>。また、この2030年の再生可能エネルギーの電源構成比率22～24%の目標は、スペイン、イギリス、イタリアが2020年に30～40%を目標にし、ドイツが2030年に50%を目標にしていることに比べて低すぎるという指摘<sup>(59)</sup>もある。今後、再生可能エネルギーを主力電源にするために、国は事業者と協力し、環境影響等に配慮しながら、様々な課題に対応する必要がある。

(ながい よしかず 収集書誌部逐次刊行物・特別資料課長)

(本稿は、筆者が経済産業調査室在職中に執筆したものである。)

---

<sup>(58)</sup> 「エネルギー基本計画」前掲注(2), pp.3, 10, 39, 87.

<sup>(59)</sup> 「低すぎる日本の自然エネルギー導入目標」2018.1.17. 自然エネルギー財団ウェブサイト <<https://www.renewable-ei.org/activities/statistics/20180117.html>>