

我が国の再生可能エネルギー導入率について

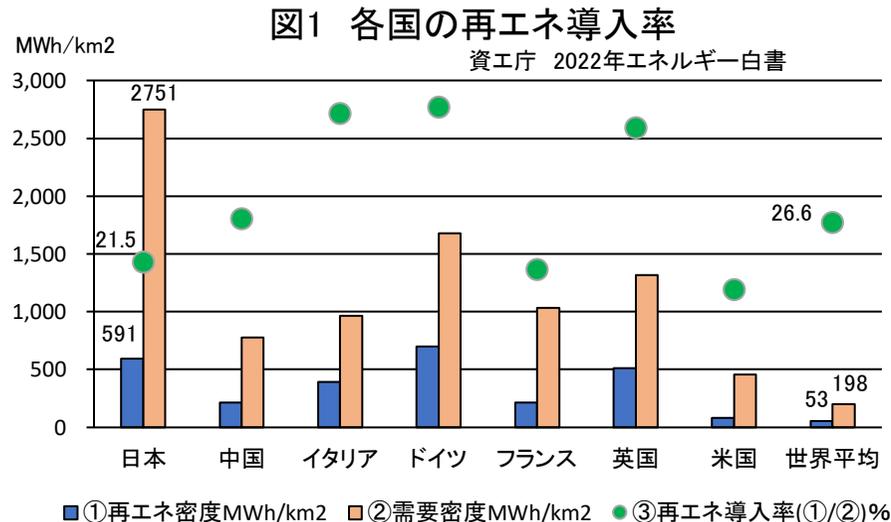
(日経提案「導入率70%」への意見として)

2022.10.17
新田目倅造

1. 再エネ導入率の国際比較

1-1 再エネ導入率の国際比較の問題点

- ・国土面積あたりの再エネ発電量(再エネ密度)は、自然条件・土地条件によって決まる限界がある。
- ・再エネ導入率=再エネ密度/需要密度 だから、日本は再エネ密度を高めても需要密度が高いために、再エネ導入率は高くなりにくい。図1のように、日本の再エネ密度は世界平均の11倍だが、需要密度が高いために、再エネ導入率は世界平均より低くなっている。
- ・これについて資源エネルギー庁の2019年エネルギー白書では、「電力供給における再エネ導入率は、再エネの導入量が国土面積による制約を受けること、需要密度の違いによって再エネ導入量に対する感応度が異なることから、こうした国情を踏まえずに単純に再エネ導入率を各国と横断的に比較することは、エネルギーの脱炭素化に向けた取組への評価をミスリードする恐れがある。」としている。



再エネ導入率(再エネ比率)

= 再エネ発電量 / 総発電量 (= 需要)

= (再エネ発電量 / 国土面積) / (需要 / 国土面積)

= 再エネ密度 / 需要密度

日本は再エネ密度は世界平均の11倍だが、
需要密度が世界平均の14倍なので、
⇒再エネ導入率は
世界平均26.6%の11/14=0.8倍の
21.5%と低くなっている。

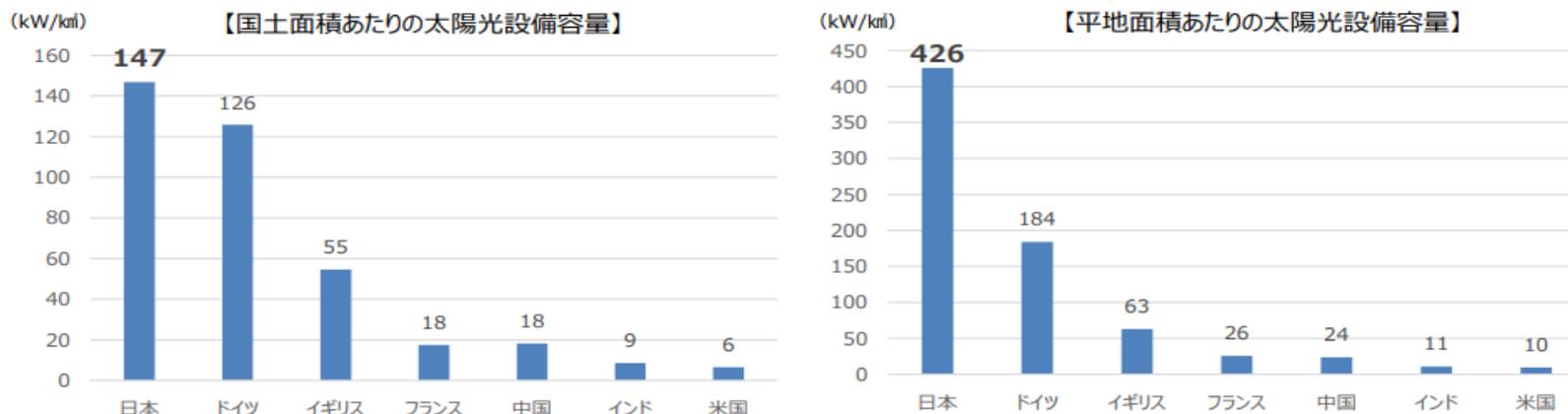
1-2 日本の国土面積あたりの太陽光発電設備は世界最大

(2021年10月14日、資工庁:2030年に向けた今後の再エネ政策)

図2

【太陽光発電】面積あたりの各国太陽光設備容量

- 国土面積あたりの日本の太陽光導入容量は主要国の中で最大。平地面積で見るとドイツの2倍。



	日	独	英	仏	中	印	米
国土面積	38万km ²	36万km ²	24万km ²	54万km ²	960万km ²	329万km ²	963万km ²
平地面積※ (国土面積に占める割合)	13万km² (34%)	25万km ² (69%)	21万km ² (88%)	37万km ² (69%)	740万km ² (77%)	257万km ² (78%)	653万km ² (68%)
太陽光の設備容量 (GW)	56	45	13	10	175	28	63
太陽光の発電量 (億kWh)	690	462	129	102	1,969	361	872
発電量 (億kWh)	10,277	6,370	3,309	5,766	71,855	15,832	44,339
太陽光の総発電量 に占める比率	6.7%	7.3%	3.9%	1.8%	2.7%	2.3%	2.0%

(出典) 外務省HP (<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html>)、Global Forest Resources Assessment 2020 (<http://www.fao.org/3/ca9825en/CA9825EN.pdf>)
IEA Market Report Series - Renewables 2019 (各国2018年度時点の発電量)、総合エネルギー統計(2019年度速報値)、FIT認定量等より作成
※平地面積は、国土面積から、Global Forest Resources Assessment 2020の森林面積を差し引いて計算したものである。

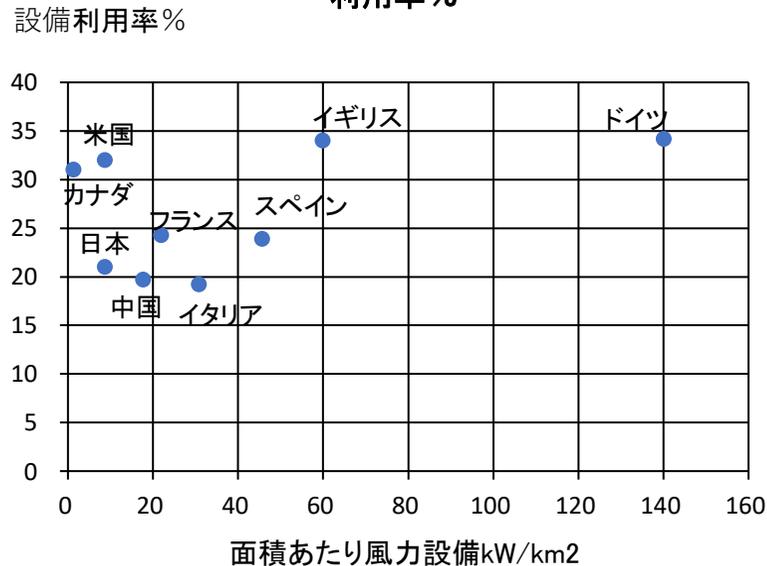
1-3 日本は欧州に比べて風速が弱いため風力発電設備利用率は低い

- ・日本は欧州に比べて風速が弱いため、陸上風力の設備利用率は約20%と低く(図3, 縦軸)、土地利用面の制約もあって、面積当たりの風力発電設備(kW/km²)は、欧州よりは少なく、米国並みである。(図3、横軸)

$$\text{設備利用率} = \frac{\text{年間発電電力量}}{(\text{定格発電電力} \times 8760 \text{時間})}$$

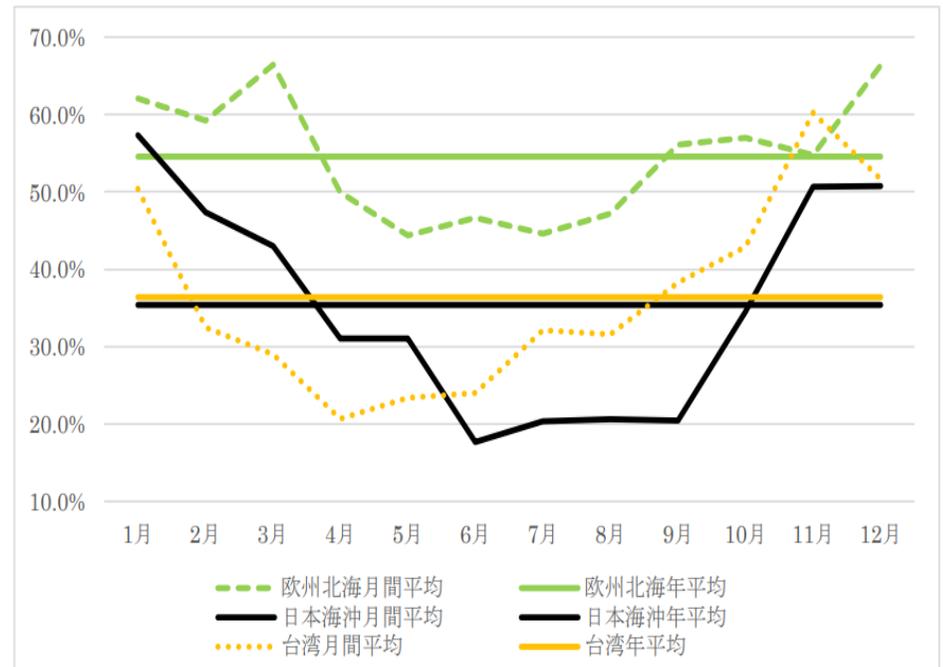
- ・今後の大規模洋上発電が計画されている日本海沖の風力発電設備利用率も、欧州北海の55%程度に対して35%程度と想定されており、コスト低減対策が必要とされている。(図4)

図3 面積当たり風力設備と設備利用率%



松信：日本風力エネルギー学会誌2017年

図4 欧州、日本の仮想立地点の月間平均設備利用率



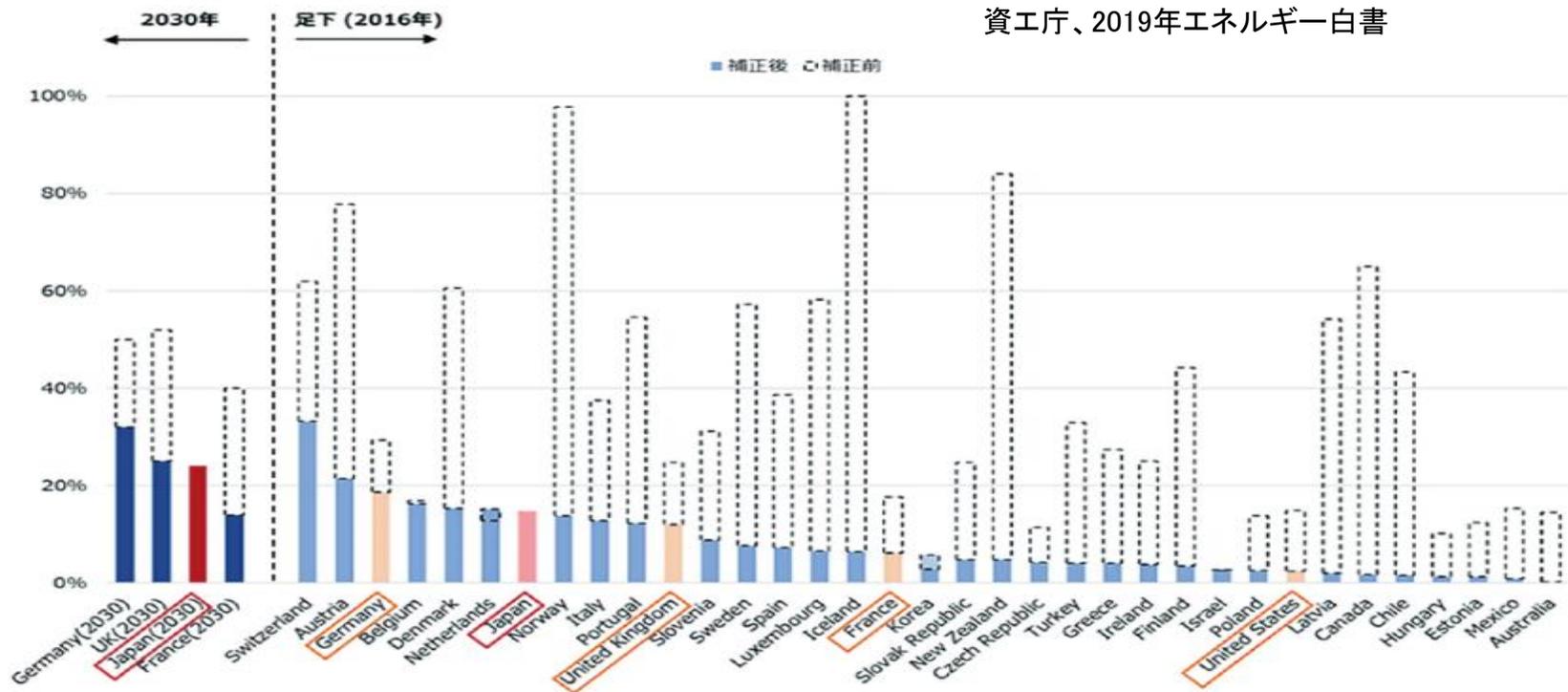
本部：東大公共政策大学院ワーキング・ペーパーシリーズ2021年1月

1-4 需要密度で補正した各国の再エネ導入率

各国の再エネ導入率を日本の需要密度で補正すると(日本と需要密度が等しいとすると)、次のように日本の再エネ導入率は各国に比べて低くはない。(図5、資工庁、2019年エネルギー白書)

- ・日本の2030年度の再エネ導入率 22~24%(第5次エネルギー基本計画)は英独仏の2030年の目標と遜色のない水準
- ・日本の2016年の再エネ導入率はOECD35か国中28位程度だが、需要密度で補正すると第7位

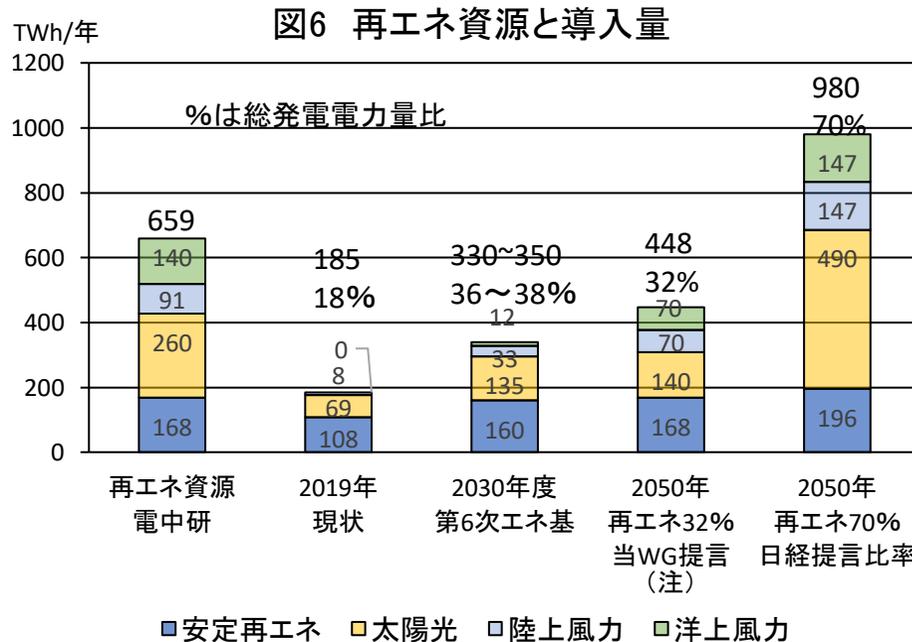
図 5 日本の需要密度で補正した再生可能エネルギー比率(OECD諸国)



※リトアニアは2018年加盟のため含まず

2. 日本の再エネ資源

- ①再エネ資源：・2050年の年間発電量を 1400TWh程度とするとその70%は980TWh
 - ・電力中央研究所が環境庁の導入ポテンシャルをもとに、法規制の影響、他の土地利用との競合を考慮した「受容性重視シナリオ」から推定すれば、再エネ資源は659TWh程度
 - ・したがって、 $980 - 659 = 321$ TWh(年間発電量の22%)程度不足、太陽光、風力も資源不足となる。(図6)
- ②2030年目標の積み上げ経緯：第6次エネルギー基本計画(2021年)では、2030年の再エネ発電電力量はそれまでの計画237TWhから、政策強化、2度にわたる追加導入、さらなる追加追いこみ量を加えてやっと330~350TWh(総発電電力量の36~38%)に積み上げた経緯があり、再エネ70%はこれをさらに倍増する必要がある。
- ③日本の太陽光発電密度は現在世界第1位で、年間太陽光発電電力量は69TWh。これを2050年に490TWhと7倍以上に増加するのは極めて困難。



3. 再エネのメーカーシェア

- ・世界の太陽光パネル生産の71%は中国で、日本1%。日本は太陽光パネルの79%を中国から輸入している。(図7, 8) 風力発電機の生産も世界の47%が中国。(図9)日本メーカーはすべて生産から撤退している。このように再エネの主力となる太陽光、風力発電の生産は中国が圧倒的シェアを占めている。
- ・日本の再エネ発電機は殆ど輸入で、中でも中国のウエイトが高く、中国が再エネ発電事業主体になるケースも増えており、エネルギー安全保障上のリスクが懸念される。

図7 世界の太陽光パネル生産シェア

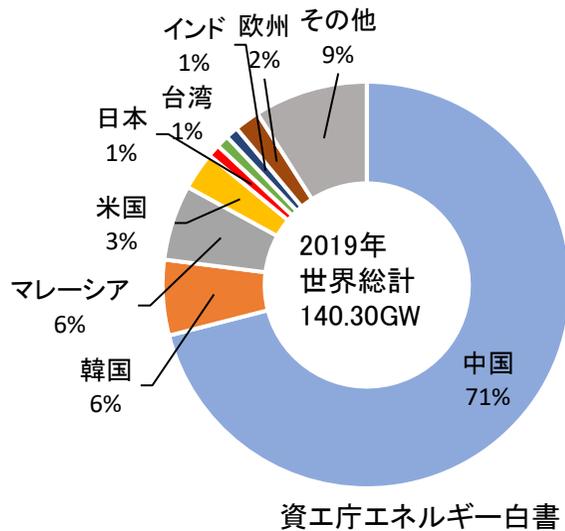


図8 日本の太陽光パネルの輸入先

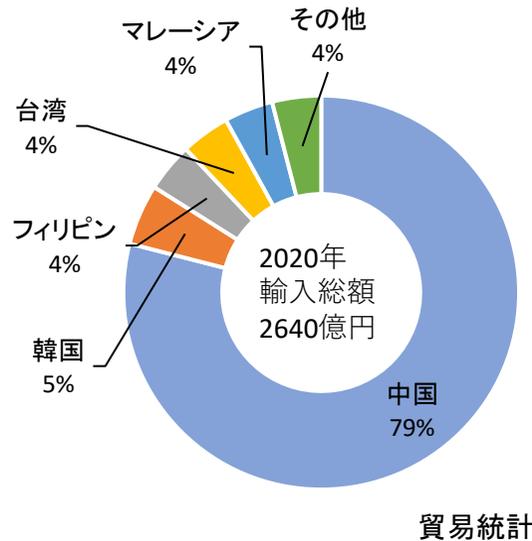
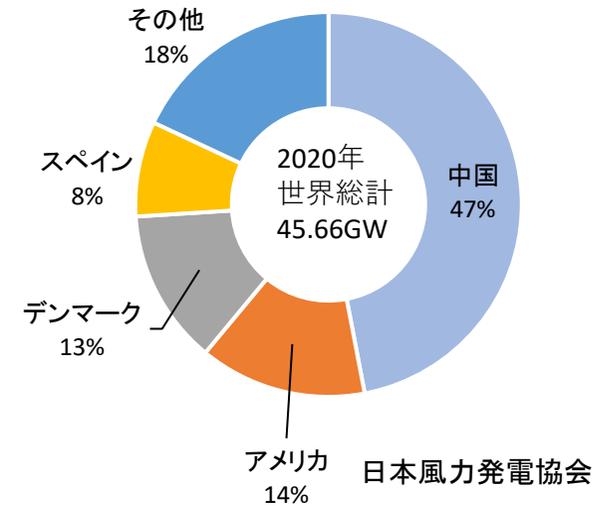


図9 世界の風力発電機生産シェア



4. 再エネの安定供給と経済性

4-1 太陽光発電の出力抑制実施

九州エリアでは昼間に太陽光発電が需要電力まで増加し、火力の抑制、揚水発電所での蓄電、他エリアへの送電を行っても余剰電力が残り、太陽光発電を抑制(捨てる)せざるを得ない状況にあり、九州以外でも太陽光発電の抑制が行われている。2020年度で九州の太陽光発電は総発電電力量の15%でそのうち0.5ポイントを抑制している。今後全国的に太陽光、風力発電の変動再エネが増加すると、余剰電力(発電抑制)がさらに増加するものと見られる。また日本は海外との送電連系がなく、欧州のように再エネ余剰電力の国際間融通による調整ができない。

4-2 2050年、再エネ70%時の安定供給リスクと発電コスト

4-2-1 余剰電力を蓄電池などに貯蔵する場合(図10, 11)

余剰電力を貯蔵するためには電力需要の5.4%(2050年の想定需要14000億kWh×5.4%=756億kWh,1台60kWhの蓄電池の電気自動車12.6億台分)の膨大な電力貯蔵設備が必要となる。蓄電池を使った場合、蓄電池の大幅なコストダウンを見込んでも、蓄電池などの追加コストが増えるために、総発電コストは変動再エネがない時(再エネ導入率12%)の5倍以上となる。大規模電力貯蔵設備としては、蓄電池は数日間の無風曇天や季節間の長期電力貯蔵には適さず、揚水発電所は今後の新增設地点は少なく、水素貯蔵は実用の見通化しが立っていない。

図10 蓄電池必要量

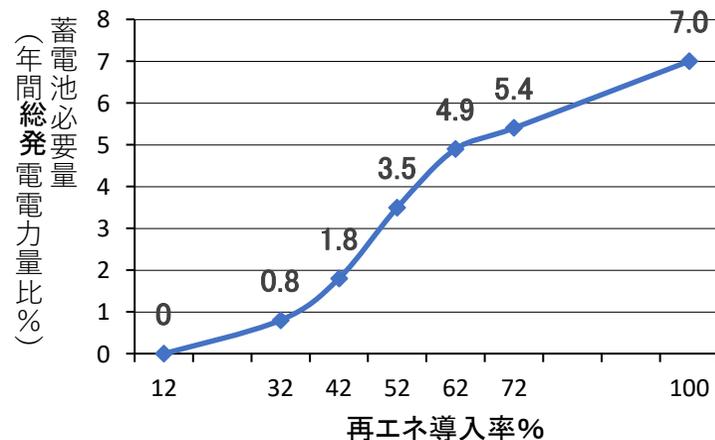
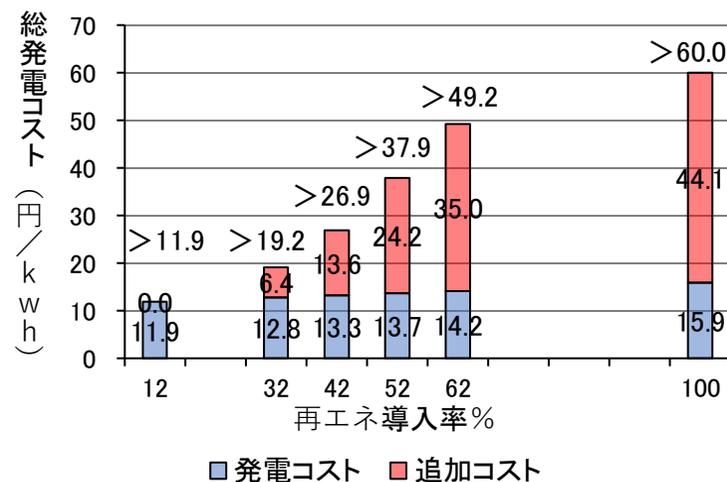
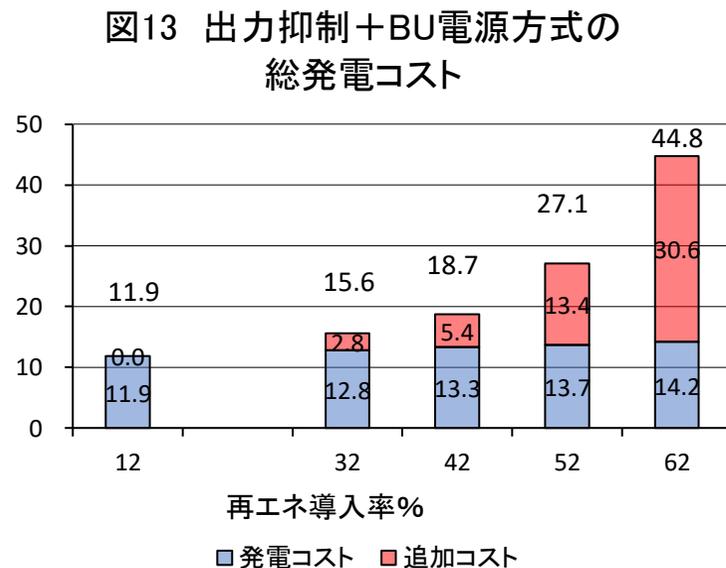
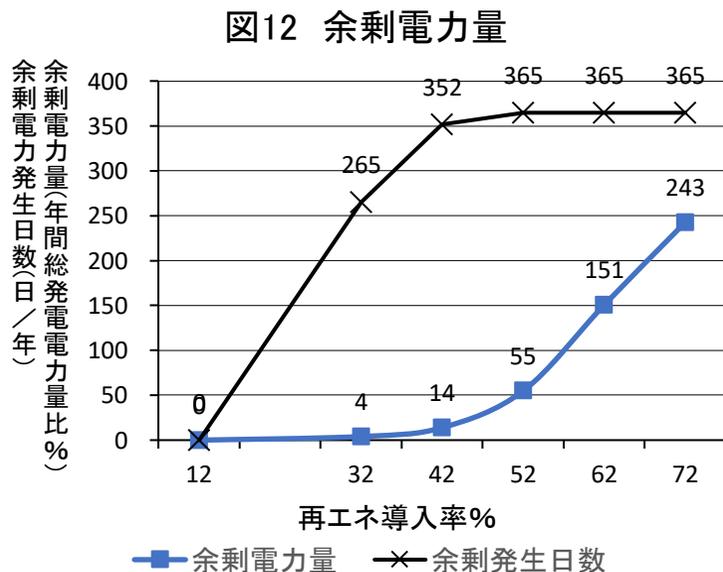


図11 蓄電池方式の総発電コスト



4-2-2 余剰電力を抑制し、不足分をバックアップ(BU)火力で補充する場合(図12, 13)

図12の再エネ72%の場合は、電力需要の3倍の変動再エネを導入しても、需要に供給できるのはそのうちの2割(60%程度)で、残りの8割(240%程度)は余剰電力となって出力を抑制せざるを得なくなる。余剰電力は年間を通して毎日発生する。出力抑制、BU火力の補充発電費などの追加コストの増加により、総発電コストは変動再エネがない時(再エネ導入率12%)の4倍以上に増加する。ただし蓄電池方式よりは総発電コストは少なくなる。



5. まとめ

- ・再エネ導入率は、再エネ密度/需要密度だから、日本は国土面積あたりの太陽光発電設備が世界最大で、再エネ密度が世界平均の10倍以上であるにもかかわらず、面積当たりの需要(需要密度)が高いために再エネ導入率は世界平均以下となっている。再エネ導入率は再エネの導入量が国土面積で制約され、需要密度に左右されるから、再エネ導入率だけで各国を横断的に比較することは、脱炭素化に向けた取組への評価をミスリードする恐れがある。
- ・2050年の再エネ導入率を70%とすると、日本の法規制、土地利用を考慮した再エネ資源では不足する。また、第6次エネルギー基本計画の2030年度の再エネ目標36~38%は、最後は内訳のない再三の追加ででやっと積み上げたもので、これをさらに倍増するのは困難とみられる。
- ・世界の太陽光パネルの生産シェアの7割は中国で、日本は国内需要の8割を中国から輸入している。風力発電機生産も中国が世界の半分を占めており、日本メーカーはすべて生産から撤退している。最近では日本で中国が再エネ発電事業主体となるケースも増えており、再エネ導入率の増加はエネルギー安全保障上のリスクが懸念される。
- ・九州エリアでは、昼間の太陽光発電が需要電力まで増加し、火力抑制、揚水発電調整、他エリアへの送電を行っても余剰電力が残り、太陽光発電の抑制が行われている。太陽光発電の抑制は他のエリアでも行われており、今後全国的に太陽光、風力発電が増加すると余剰電力(発電抑制)がさらに増加するものと見られる。
- ・2050年に70%の再エネを導入するためには、余剰電力を貯蔵するとすれば膨大な電力貯蔵設備が必要となり、また、余剰電力を抑制するとすれば需要の3倍の再エネ設備が必要となり、いずれも総発電コストは再エネが少ない時の数倍となる。
- ・以上のことから、2050年に再エネを70%導入することは、日本の再エネ資源、電力安定供給、電力コスト、エネルギー安全保障面から困難と考えられる。
- ・当WG(注)では、2050年の再エネ導入率は32%程度が適当とみており、脱炭素準国産ベース電源の原子力と、再エネの出力変動対策など電力需給調整に不可欠な火力(CCS付)を各1/3とする、調和電源ミックスを提案している。