

再生可能エネルギーを取り巻く状況と今後の方向性

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災および東電福島第一原発事故により、原子力エネルギーへの依存度を高めることを柱にしたそれまでのわが国のエネルギー政策の見直しが進められ、災害に強い自然エネルギーへの期待が高まってきている。また、2012年9月の政府のエネルギー・環境会議において、今後のエネルギー政策の見直しの基本方針となる「革新的エネルギー・環境戦略」が発表され、省エネと再生可能エネルギーの最大限の活用により2030年代に原発稼働ゼロを目指すことが示された。

このように現在わが国のエネルギー政策は大きな転換点にあるが、そうした中で注目を集めている再生可能エネルギーとそれを取り巻く状況について、以下に概観していく。

2. わが国のエネルギーを取り巻く状況

エネルギー資源に乏しいわが国では、1970年代のオイルショック以降、エネルギーの安定供給のためにエネルギー源の多様化に取り組んだことにより、石油依存度は8割から4割に下がった。しかしながら、天然ガス、石炭を含めた化石燃料への依存度は、依然として8割を超える極めて高い水準であり、そのほとんどを輸入に頼っている

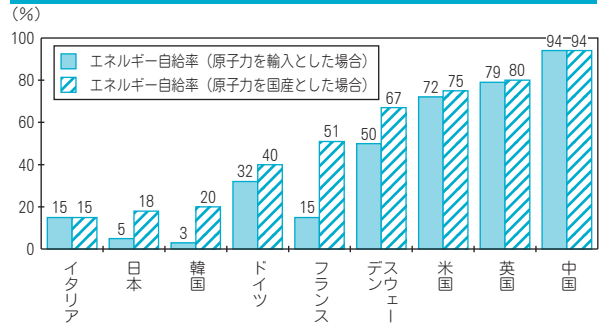
ため、エネルギー自給率はおよそ5%（2010年で4.8%）にとどまっている。

経済発展の著しい中国、インド等新興国のエネルギー需要は大幅に増加しており、世界のエネルギー需要は2030年には、現在の約1.3倍に急増すると見込まれている。

こうした状況の中、太陽光をはじめとする再生可能エネルギーは、永続的に利用可能で環境に優しい純国産のエネルギーとして、その重要性が高まっている。

エネルギー源にはそれぞれ長所、短所があり、エネルギー政策においては、エネルギーの安全保障、経済性、地球温暖化対策など世界的な要請への対応も踏まえ、多様なエネルギー源をどのように組み合わせていくかが重要となる。

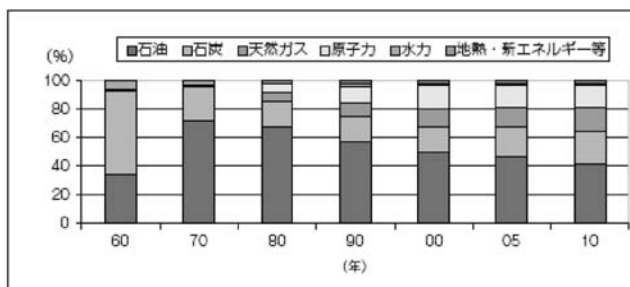
図表2 主要国のエネルギー自給率（2008年）



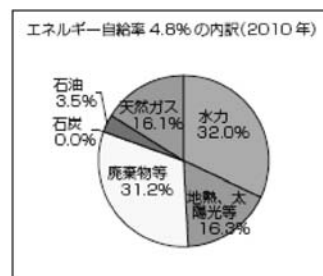
(注) 電力はその輸出入量を一次エネルギーとして計上している。ウランは一度輸入すると長期間使うことができ、また再利用できることから、原子力を準国産エネルギーと考えた場合のエネルギー自給率が右列。

資料：IEA "Energy Balances of OECD/non-OECD Countries 2010"

図表1 日本の一次エネルギー国内供給構成及び自給率の推移



| | | | | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| エネルギー自給率 (%) | 58.1% | 14.9% | 6.7% | 5.8% | 5.0% | 4.8% | 4.8% |
| (原子力含む) (%) | (58%) | (15%) | (13%) | (17%) | (20%) | (19%) | (19%) |



資料：資源エネルギー庁「エネルギー白書 2012」

3. 再生可能エネルギーを取り巻く状況

(1) 定義・現状

再生可能エネルギーとは、「エネルギー供給構造高度化法」において、「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」として規定されている、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、バイオマスを指す。

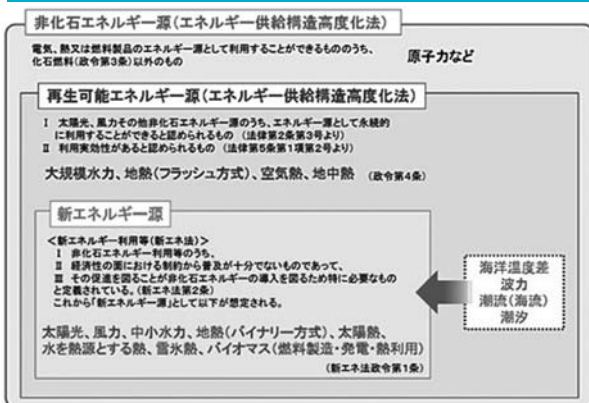
これらは、一度利用しても比較的短期間に再生が可能で、資源が枯渇せず使え、発電時や熱利用時に地球温暖化の原因となる二酸化炭素をほとんど排出しない優れたエネルギーである。

石油等の化石燃料は有限な資源であり、いつかは枯渇してしまう。それに代わるクリーンなエネルギーとして、政府も再生可能エネルギーの導入・普及の促進に力を入れている。

また、再生可能エネルギーの導入拡大により、環境関連産業の育成や雇用の創出といった経済面も含む、総合的な効果が期待されている。具体的には、

- ①化石燃料価格の高騰等に備えたエネルギーセキュリティの向上
- ②地球温暖化対策（二酸化炭素削減）への貢献
- ③実証事業の実施と導入モデルとしての貢献
- ④新産業創出による地域振興

図表3 エネルギーの概念図

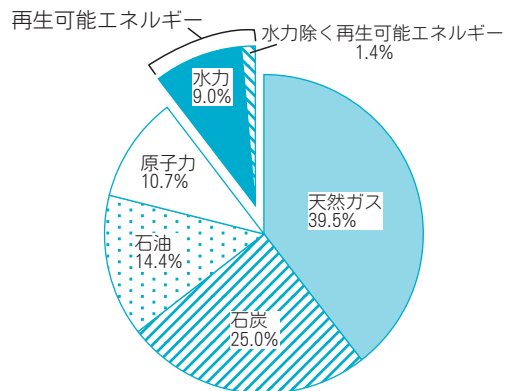


資料：資源エネルギー庁

などが挙げられる。

しかしながら、2011年度のわが国の発電電力量のうち、水力、太陽光などの再生可能エネルギーが占める割合は約10%であり、水力を除くと1.4%しかないのが現状である。

図表4 日本の年間発電電力量の構成（2011年度）



資料：資源エネルギー庁「電源別発電電力量構成比」

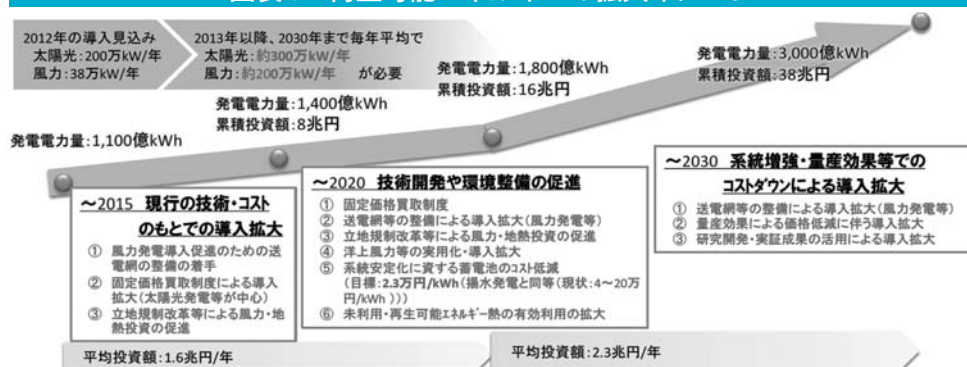
(2) 導入目標

先に述べたように、2012年9月、政府のエネルギー・環境会議は、2030年代に原発稼働ゼロを可能とするためあらゆる政策資源を投入することなどを盛り込んだ「革新的エネルギー・環境戦略」を発表した。

再生可能エネルギーについては、導入目標を、2010年の1,100億kWhから、2030年までに3,000億kWhと3倍（水力を除く場合、2010年の250億kWhから、2030年までに1,900億kWhと8倍）以上の開発を実現することが記され、現行のエネルギー基本計画よりもさらに高い目標が掲げられている。

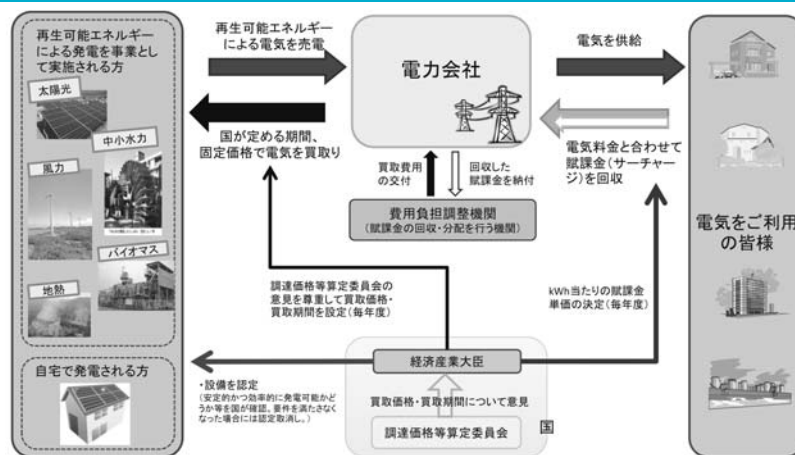
しかしながら、「柔軟性を持って不断の検証と見直しを行いながら遂行する」との文書を閣議決定するにとどめ、戦略そのものの閣議決定は見送った。さらに、12月の政権交代を受けて、今後の情勢を鑑みたエネルギー戦略見直しの可能性もあり、状況は流動的である。

図表5 再生可能エネルギーの拡大イメージ



資料: エネルギー・環境会議「革新的エネルギー・環境戦略」

図表6 「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」の基本スキーム図



資料: 経済産業省

(3) 「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」

再生可能エネルギー源(太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス)を用いて発電された電気を、再生可能エネルギー発電事業者から全量・固定価格で電力会社買い取ることを義務づける「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」が、2012年7月から始まった。買取価格及び買取期間は、原則毎年度見直される予定である。

この制度は、エネルギー自給率の向上、地球温暖化対策、産業育成を図ると共に、コストダウンや技術開発によって、再生可能エネルギーを日本のエネルギーを支える存在に育てていくことを目的としている。

(4) 導入状況

資源エネルギー庁によると、2012年4~11月に運転を開始した再生可能エネルギー発電設備の最大出力は、144.3万kW(キロワット)。内訳は、住宅用太陽光発電が102.7万kWと最大で、次いで工場など非住宅用の太陽光発電(37.1万kW)、バイオマス発電(2.8万kW)、風力発電(1.4万kW)、水力発電(0.3万kW)となっている。4月以降に運転開始した設備の約97%を太陽光発電が占めており、やや偏った導入状況になっている。

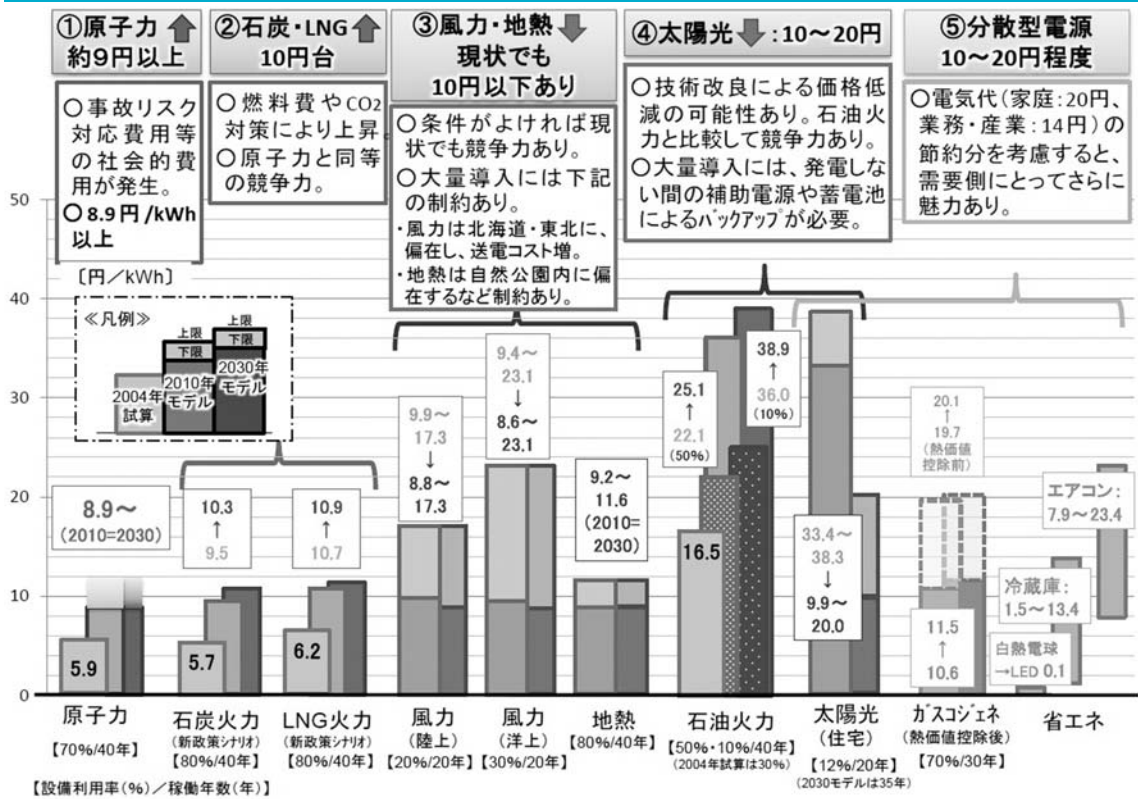
電源ごとの長所、短所を踏まえて、コスト動向、リスク分散、費用対効果等様々な観点から、最適な電源の組み合わせを検討していく必要がある。

図表7 2012年度における再生可能エネルギー発電設備の導入状況(11月末時点)

| | 2011年度末時点における累積導入量 | 2012年4月～11月末までに運転開始した設備容量(速報値※1) | 2012年度末までの導入予測 | (参考)11月末までに認定を受けた設備容量 |
|----------------|--------------------|----------------------------------|----------------|----------------------------|
| 太陽光(住宅) | 約400万kW | 102.7万kW (4～6月 30.0万kW) | 約150万kW | 72.7万kW (前月比+1.4, 1万kW) |
| 太陽光(非住宅) | 約80万kW | 37.1万kW (4～6月 0.2万kW) | 約50万kW | 253.5万kW (前月比+90.8万kW) |
| 風力 | 約250万kW | 1.4万kW (4～6月 0万kW) | 約38万kW | 34.3万kW (前月比+0.7万kW) |
| 中小水力(1000kW以上) | 約935万kW | 0.1万kW (4～6月 0.1万kW) | 約2万kW | 0万kW |
| 中小水力(1000kW未満) | 約20万kW | 0.2万kW (4～6月 0.1万kW) | 約1万kW | 0.2万kW (前月比+0万kW) |
| バイオマス | 約210万kW | 2.8万kW※2 (4～6月 0.6万kW) | 約9万kW | 4.0万kW (前月比+3.4万kW) |
| 地熱 | 約50万kW | 0万kW | 0万kW | 0.1万kW (前月比+0.1万kW) |
| 合計 | 約1,945万kW | 144.3万kW | 約250万kW | 364.8万kW |

資料：資源エネルギー庁

図表8 各電源のコスト検証一覧



4. 主な再生可能エネルギーの特徴

(1) 太陽光発電

再生可能エネルギーの中でも近年最も急速に普及が進んでいるのが太陽光発電である。半導体を使用した太陽電池により、太陽のエネルギーを直

接電気に変換する。2012年度の国内の太陽電池出荷量は、約250万kWと前年度比約2倍に膨らむ見通しだ。

出力が1メガワット(1,000kW)以上の規模の発電設備をメガソーラーと呼ぶが、2012年7月

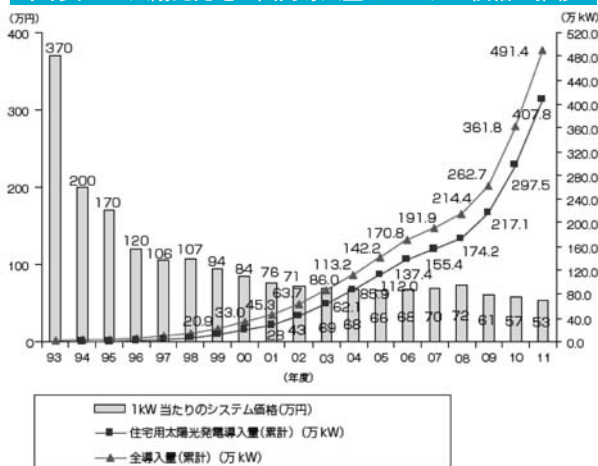
に始まった前述の再生可能エネルギーの固定価格買取制度を受けて、このメガソーラーの建設が急ピッチで進んでいる。日照条件に恵まれた北海道や九州での導入事例が多くなっている。

太陽光は事実上無尽蔵のエネルギー源であり、設置が簡単で一度設置すると発電は自動的に行われ、系統的に可動部分が少なく機器のメンテナンスはほとんど不要。寿命も数十年と長く、電源送電設備のない遠隔地（山岳部、農地など）の電源としても活用できるといった特長がある。

一方ネックとしては、夜間の発電が不可能で、気候条件により発電出力が左右されやすく、大量発電には広い敷地を必要とする点が挙げられる。

太陽光発電のビジネスは、サプライチェーンを構成する各機器の製造・販売、発電事業など裾野が広いが、関連装置産業は近年、中国勢等による低価格攻勢で厳しい戦いを強いられている。

図表 9 太陽光発電の国内導入量とシステム価格の推移



資料：資源エネルギー庁「エネルギー白書 2012」

【日本最古級の太陽電池】

1983年の設置以来30年近く稼働し続ける、国内最古級の太陽電池が奈良県高取町の壺阪寺（南法華寺）にある。同寺は大宝三年（西暦703年）に創建された古刹で、西国三十三箇所第六番札所としても知られている。

先代住職・常盤勝憲氏のインドでのハンセン病患者救済事業の縁で同国から招来した「天竺渡来大観音像」の設置の際、像の夜間ライトアップ用の電源としてシャープ製の太陽電池を導入したもので、採用の理由は、常盤勝憲氏がシャープ創業者の早川徳次氏と親交が深かったためという。

以降、バッテリーのみ一度交換したが、太陽光パネルに関しては30年近く交換もメンテナンスもなしに、安定稼働し続けている。

この事例はシャープや素材メーカーによっても調査され、日本製太陽電池の信頼性や耐久性の高さを証明するものとして紹介されている。

現住職の常盤勝範氏は、「今後は蓄電技術や送電効率の向上がさらなる太陽光発電普及のカギになるのではないか」と話している。



高さ20メートルの大観音像（上）、像の傍らに並ぶ太陽光パネル（右上）、パネルの裏側に「SHARP」のロゴが見える（右下）

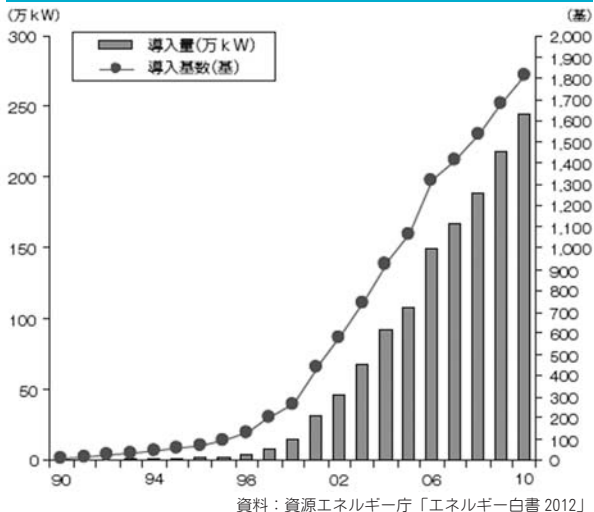
(2) 風力発電

風力発電は、風車を回しその回転運動を発電機に伝えて電気を起こすもので、太陽光発電と並ぶ再生可能エネルギーの代表格である。欧米、中国などをはじめ世界的に導入量が急速に拡大しており、わが国では2011年度末時点で424カ所の発電所（出力10kW以上）、1,855基の風車が稼働し、累計の設備容量は255.7万kWに達する。

太陽光発電と異なり、風さえあれば夜間でも発電でき、エネルギーの変換効率も比較的高い。しかし、陸上風力の潜在的な導入可能性を探った国の調査によると、北海道と東北の可能性が大きい。他地域では適地は限られている。設備のメンテナンスなどは比較的容易であるが、風切音による騒音問題や景観問題等の周辺環境との調和、台風等の気象条件に対応した風車の開発、出力の大きな変動が電力系統に与える悪影響の回避などが今後の課題とされている。

風力発電関連のビジネスとしては、構成部材の製造・販売、風力発電システムの製造・販売などが挙げられ、軸受や増速機、発電機、炭素繊維など、日本企業が国際競争力を有する技術も多い。

図表10 日本における風力発電導入の推移



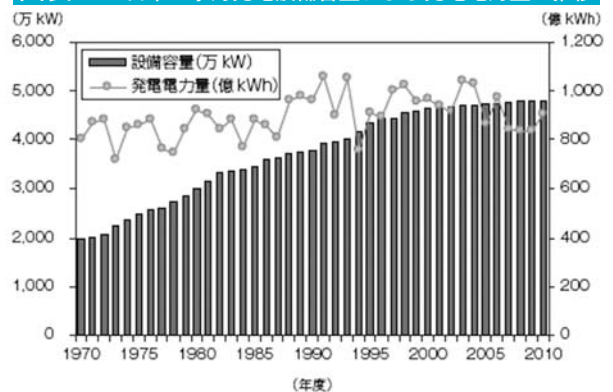
(3) 水力発電（小水力）

水の流れと高低差を利用して水車を回し、電気を生み出す水力発電は、古くからわが国のエネルギー供給源として重要な役割を果たしてきた。

発電能力1,000kW以下のものは一般的に小水力発電と呼ばれ、今まで未利用だった中小規模の河川や農業用水路などを水力発電に利用することが可能で、太陽光や風力に比べ昼夜や季節を問わず安定して稼働することから、分散型電源として注目を集めている。

これまでは水利権の取得などの煩雑な手続きが普及の壁となってきたが、政府は規制緩和や手続きの簡素化を進めている。

図表11 日本の水力発電設備容量および発電電力量の推移

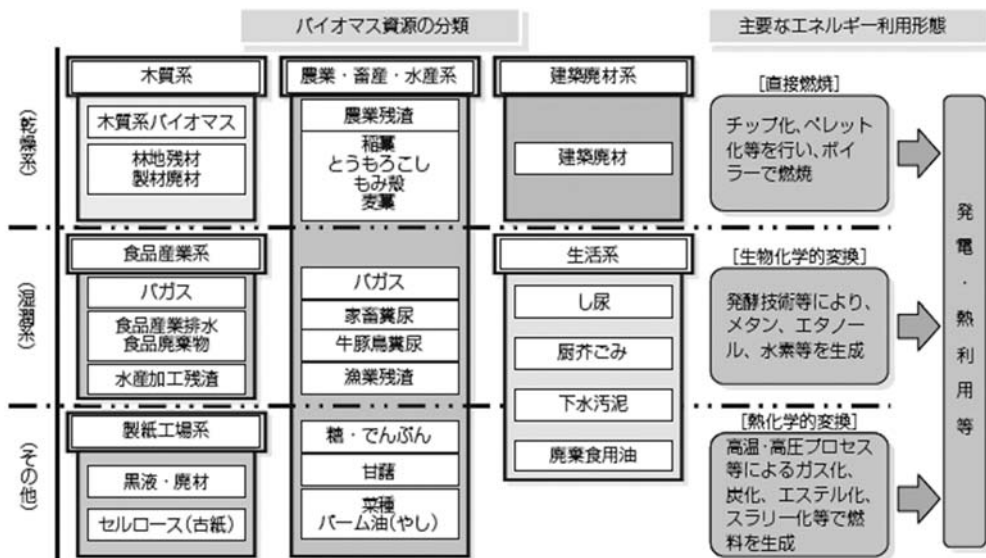


(4) バイオマス発電

バイオマスとは動植物などから生まれた生物資源の総称で、バイオマス発電では、この生物資源を「直接燃焼」したり「ガス化」するなどして発電する。

バイオマスに含まれる炭素は、そのバイオマスが成長過程で光合成により大気中から吸収した二酸化炭素に由来する。そのため、バイオマスを使用しても全体として見れば大気中の二酸化炭素量を増加させていない（カーボンニュートラル）とみなすことができ、環境負荷が低い。

図表12 バイオマス資源の分類及び主要なエネルギー利用形態



資料：資源エネルギー庁「エネルギー白書 2012」

年に運転を開始、現在では東北や九州を中心に展開されている。総発電電力量はまだ少ないものの、化石燃料のように枯渇する心配が無く、長期間にわたる供給が期待されている。一方で、立地候補となる地区は国立公園や温泉などの施設が存在する地域と重なるため、地元関係者と

また廃棄物の再利用や減少につながり、それが農山漁村の自然環境循環機能を維持増進させ、循環型社会の構築に寄与することになる。

今後、バイオマス原料として期待されるのが、山林における間伐材などの未利用木材で、商業利用できれば森林保全の費用確保にもつながる。

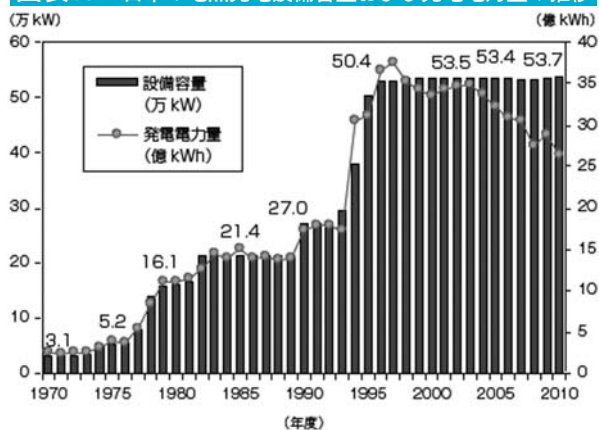
バイオマスは資源が広い地域に分散しているため、収集・運搬・管理にコストがかかる傾向があり、小規模分散型の設備が中心となる。

(5) 地熱発電

地熱発電とは、地下のマグマが発する熱エネルギーによる蒸気でタービンを回し発電するものである。日差しや一定量の風がなければ発電できない太陽光発電や風力発電と違い、安定的な発電が可能で、発電所の設備利用率（発電設備をフル稼働させ続けた場合の発電量と実際の発電量の比率）は太陽光が約12%、風力が約20%であるのに対し、地熱は約70%に達する。

日本は火山帯に位置するため地熱利用は早くから注目されており、本格的な地熱発電所は1966

図表13 日本の地熱発電設備容量および発電電力量の推移



資料：資源エネルギー庁「エネルギー白書 2012」

5. 奈良県における再生可能エネルギーの状況

奈良県においては、地理的条件から、太陽光発電、中小水力発電、バイオマスといった再生可能エネルギーの導入可能性が高く、それらを中心に様々な検討が行われている。風力発電や地熱発電については、各種調査の結果から見ても、ポテンシャルの高い適地が比較的少ない。

図表14 奈良県における再生可能エネルギー等の利活用状況（2010年度末時点）

| エネルギー種別 | 現状と課題 | 県内導入件数 | 県内年間発電量 | 県内導入ポテンシャル ^{※1} |
|--|--|---------|----------|-------------------------------------|
| 太陽光発電 | <ul style="list-style-type: none"> ・盆地部には平地未利用地は少なく、いわゆるメガソーラーの適地は限定されている。 ・日照運動による電圧変動のため、製造ライン等への使用は困難で、蓄電や系統電力（電力会社が発電する既存電力）での補完が必要となる。 | 13,341件 | 49,985kW | 非住宅：101万kW 住宅：71万kW 合計：172万kW |
| 中小水力発電 (出力1,000kW以下) | <ul style="list-style-type: none"> ・発電場所と電力使用場所が近接していることが条件となる。 ・水利権問題もネック。水利権許可の不要適地等の探索が必要となる。 | 4件 | 375kW | 6.6万kW |
| バイオマス | <ul style="list-style-type: none"> ・県内賦存量^{※2}のうち、87%が廃棄物系である。 ・種類別では、生活污泥が56%。林地残材、食品廃棄物の割合も高い。 ・各種別とも、供給安定性と経済性についてメリット・デメリットがある。建設廃材や鶏糞等は安価だが安定供給が難しい、林地残材は供給量はあるが、搬出等のコストが高いなど。 | 3件 | 7,060kW | |
| 風力発電 | <ul style="list-style-type: none"> ・風況運動による電圧変動のため、蓄電または系統電力の補完が必須。 ・適地となる場所も、山岳地域のため、自然公園法や世界遺産登録地などの規制が多い。 | 5件 | 61kW | 139万kW |
| 地熱発電 | <ul style="list-style-type: none"> ・県内74温泉のうち70℃以上の熱を有するのは十津川村の3カ所のみ。 ・採算性は極めて低い。 ・温泉地のため、源泉への影響の有無や景観問題など、地元の了解が必要。 | 0件 | 0kW | 0.99万kW |
| コージェネレーション ^{※3} 等 (エネルギーの高度利用) | <ul style="list-style-type: none"> ・民間による個別の普及は進んでいる（家庭用コージェネレーション設備は約7,000件導入済）。 ・今後、まちづくりを含めた面的な検討が必要。 | 181件 | 65,507kW | |
| 【参考】 大規模水力発電 | <ul style="list-style-type: none"> ・主に関西電力の発電施設（揚水発電^{※4}所を含む）。 ・本県は揚水発電で電力供給に大きな役割を果たしている。 | — | 約174万kW | |

※1：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を考慮したエネルギー資源量のこと。

※2：バイオマスの利用の可否に関わらず、理論上1年間に発生・排出される量のこと。

※3：発電時に発生した排熱を利用して、冷暖房や給湯などに利用する熱エネルギーを供給する仕組みのこと。

※4：夜間などの余剰電力を用いて、下の池から上の池に水を汲み上げておき、必要時に落下させ発電する仕組み。電力需要・供給の平準化を図るための巨大な蓄電施設と考えることができる。

資料：奈良県「奈良県の再生可能エネルギー等利活用の基本的な考え方」を基に当研究所にて作成

（1）太陽光発電

県内の住宅全体の戸数に占める太陽光発電設置率は約2.5%で、近畿府県に比較しても普及の割合は高い。本県では家庭用の電力利用の割合が他府県と比較して高いことから、家庭における太陽光発電のさらなる普及・促進が見込まれる。

（2）風力発電

本県における風力発電設備は最大のもので出力60kWであり、他府県と比べても規模は小さい。一定の風力が確保できるとみられる適地は、南部山間の自然公園や世界遺産の指定地域に多く、現時点の技術的制約の枠内ではさらなる普及は難しいとみられる。

（3）水力発電

本県における水力発電設備の多くは関西電力の大規模発電施設である。発電能力が1,000kW以下の小水力発電については、まず既存公共施設等で一定の流量が確保できる場所での導入検討が進められており、2007年4月から奈良県水道管理センター（大和郡山市）で、10年4月から桜井浄水場（桜井市）でそれぞれ、高台の浄水場からの標高差を利用した小水力発電システムが運用されている。

（4）バイオマス発電・熱利用

県内での発電施設の導入例は少ないが、五條市と吉野町に集成材工場等で発生する木屑を利用し

た発電施設がある。また、県内のごみ処理施設において、焼却した際の余熱を場内温水に利用している例が多い。

県土の8割を山林が占める本県においては、山間地域の産業振興・雇用の確保につながり、災害時における地域のエネルギー源にもなることから、木材バイオマス発電・熱利用のさらなる活用が望まれる。

(5) 地熱発電

県内では地熱発電の実績はない。本県においては摂氏120度を超える地熱を有する地点はなく、70度を超える地点も3カ所と少ないため、現時点での地熱発電導入は困難である。

6. 今後のエネルギーマネジメントの方向性

(1) スマートコミュニティ

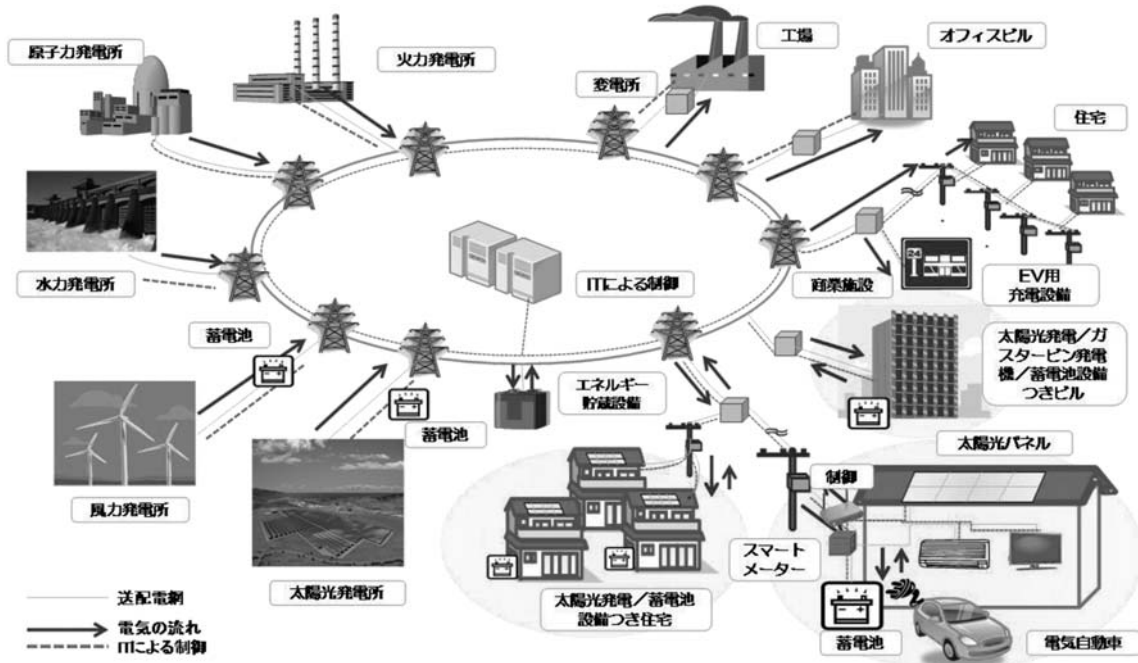
大量の再生可能エネルギーを安定的に受け入れるとともに、節電やピークカットを行うためには、

ICT（情報通信技術）と蓄電池を用いて、需給両面の最適制御を行うスマートグリッド技術などを活用し、家庭、産業、交通などの分野でエネルギーの効率的な活用を行う社会システム（スマートコミュニティ）の形成が必要となる。

このスマートコミュニティの構築を目指し、国内4地域（横浜市、豊田市、けいはんな学研都市（京都府）、北九州市）において、住民の参画を得て、関連技術の実証やビジネスモデルの確立を図るべく、2010年度から実証実験が進められている。また、小規模なものも含めれば全国で200以上のスマートコミュニティプロジェクトが進行中という。

スマートコミュニティは新しい社会インフラであるとともに、新しい街づくりのコンセプトでもある。新しい情報ネットワーク・エネルギーシステム・交通システムの構築や、快適性向上と省エネを両立した新しい街づくりなど、その関連分野

図表15 スマートグリッド概念図



資料：経済産業省「次世代エネルギーシステムに係る国際標準化に向けて」

図表16 スマートコミュニティのイメージ図



資料：資源エネルギー庁

や裾野は非常に広い。

また、わが国の蓄電池技術は世界トップレベルにあり、今後のスマートコミュニティ技術開発の国際競争においてさらに磨きをかけていきたい分野である。

(2) スマートハウス

スマートコミュニティの構成単位の一つがスマートハウスで、ICTを活用して家庭内のエネルギー消費が最適になるように制御する住宅を指す。

そしてこのスマートハウスの制御の要となるのがHEMSである。HEMSは、Home Energy Management Systemの頭文字を取ったもので、センサーやICTの技術を活用して、太陽光発電システムや蓄電池などのエネルギー機器や住宅機器、家電製品などを適切にコントロールし、エネルギーマネジメントを効果的に行うことにより、大幅な省エネ・創エネを可能とするシステムのことだ。

2011年7月には、HEMSおよびスマート家電普及の環境整備に関する検討を行う「HEMSアライアンス」が、KDDI、東芝、パナソニック、東京電力など10社により設立された。

スマートハウスの中核をなすこのHEMSやスマートメーター（電力会社と需要者の間をつないで電力使用量などのデータをやり取りしたり、需要先の家電製品などと接続してそれを制御したりすることができる通信機能を備えた電力メーター）の通信プロトコルの標準規格を巡っても、わが国の“ECHONET Lite”に対して、欧州の“KNX”、米国の“SEP2.0”と激しい国際競争が起こっており、これらの融合・連携をどう進めるかも大きな課題となっている。

7. おわりに

以上概観してきたとおり、再生可能エネルギーや省エネに関する産業は今後ますます重要度を増す見込みで、中でもスマートコミュニティ関連産業の市場規模は、2020年に国内だけで4兆円、世界では40兆円になるとの試算もある。

これらの産業が次世代の成長産業の基盤となる可能性は高く、高齢化、人口減少に対応した低環境負荷型コンパクトシティの実現や、関連産業への波及による地域経済の活性化につなげる観点からも、市場参入と事業拡大に向けて官民を挙げて積極的に取り組んでいく必要がある。

(吉村謙一)

【参考文献】

- 資源エネルギー庁 (2012) 『エネルギー白書 2012』
- エネルギー・環境会議 (2012) 『革新的エネルギー・環境戦略』
- エネルギー・環境会議 コスト等検証委員会 (2011) 『コスト等検証委員会報告書』
- 奈良県 (2012) 『奈良県の再生可能エネルギー等利活用の基本的な考え方』
- 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2010) 『NEDO 再生可能エネルギー技術白書』
- 経済産業省 (2010) 『次世代エネルギーシステムに係る国際標準化に向けて』