

3. 再生可能エネルギーの大量導入に向けた課題と対応方策

3.1 再生可能エネルギー電気支援施策

本節では、再生可能エネルギー電気に対する支援施策として、固定価格買取制度を始めとする国内外の政策動向を述べる。その後、我が国の固定価格買取制度について、課題と改善方策について述べる。

3.1.1 再生可能エネルギー電気の支援策に関する国内外の動向

(1) ドイツの再生可能エネルギー法改正動向

ドイツでは、2000年に制定された再生可能エネルギー法 (Erneuerbare-Energien-Gesetz : EEG) に基づき、固定価格買取制度 (Feed-in Tariff : FIT) を導入した。同制度により、太陽光をはじめとする再生可能エネルギーの導入量は急拡大したものの、電力需要家への賦課金の上昇など、制度の継続性に係る大きな課題に直面している。

同制度はこれまで複数回改正 (2004年、2009年) されており、2012年の改正法 (以下、EEG2012) では主に以下の点について改正がなされた。

- ・ 導入目標の引き上げ: 2020年までの再生可能エネルギーの導入目標を30%から35%に引き上げ
- ・ 買取価格の改正: 太陽光発電・風力発電の買取価格を引き下げ。バイオマスについては、小規模システムを優遇する価格に改定。
- ・ 価格改定方法の変更: 太陽光発電について月ごとに価格改定を行うメカニズムを導入。
- ・ 導入量の上限設定: FITで買取対象とする太陽光発電の導入量の上限を52GWに設定。
- ・ Feed-in Premium (FIP) 制度の導入: FIP制度 (再生可能エネルギー電気を卸電力市場に直接販売し、卸電力価格に市場プレミアムを上乗せする方式) の導入により、電力市場をベースとした再生可能エネルギー支援施策を開始。

さらにドイツ経済技術省 (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie : BMWi) により取りまとめられた EEG 法見直しの要点を踏まえ、2014年7月に改正法 (以下、EEG2014) が制定され、2014年8月1日に施行された。EEG2014の主な改正点を表3-1に示す。

表 3-1 EEG2014 の主な改正点

項目	主な改正事項
導入目標・導入上限	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再生可能エネルギーの導入目標を引き上げ ・ 再生可能エネルギー種別に導入目標（年間設置容量の上限）を設定 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 太陽光：2.5GW/年 ➢ 陸上風力：2.5GW/年 ➢ バイオマス：100MW/年 ➢ 洋上風力：2020年までに6.5GW、2030年までに15GW ➢ 地熱・水力：目標値を定めず
買取価格	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2015年に新規設置される再生可能エネルギー発電設備に適用する平均買取価格を12ユーロセント/kWhまで引き下げ <ul style="list-style-type: none"> ➢ （2014年対象設備の平均買取価格は17ユーロセント/kWh）
買取価格の見直し期間	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光発電の買取価格調整の仕組みは現行方式（月ごと）を維持 ・ 陸上風力・バイオマスについて、2016年以降、直近1年間の新規導入設備容量に応じて買取価格の低減率を調整の上、四半期ごとに買取価格を調整
卸電力市場への直接販売	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新規再生可能エネルギー発電設備は、段階的に市場での直接販売及び市場プレミアム制度の適用を義務化 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 2014年8月1日以降：設備容量500kW以上の新規発電設備 ➢ 2016年1月1日以降：設備容量250kW以上の新規発電設備 ➢ 2017年1月1日以降：設備容量100kW以上の新規発電設備
入札制度の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・ 遅くとも2017年以降は、新規設備に適用する支援水準を入札により決定する仕組みを導入 ・ 制度移行のためのパイロット計画として、太陽光発電向けの入札方式を試行導入、毎年400MW規模の新規設備を募集
賦課金の徴収対象	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新規の全自家発電設備を、再生可能エネルギー法に基づくEEG賦課金の徴収対象に追加

出典) [BMWi, 2014]より作成

1) 導入目標・上限

EEG2012では、太陽光発電の導入量上限として52GWが設定されたことに加え、EEG2014では、再生可能エネルギー種別に以下の導入目標が設定された。これは、導入目標という形で年間の導入量に上限を設けることで、再生可能エネルギーの持続可能な導入を実現すること、従来型電源と再生可能エネルギーの最適統合を行うこと、系統増強との協調を図ることを目的としたものである⁵。

- ・ 太陽光：2.5GW/年
- ・ 陸上風力：2.5GW/年
- ・ バイオマス：100MW/年
- ・ 洋上風力：2020年までに6.5GW、2030年までに15GW
- ・ 地熱・水力：目標値を定めず

⁵ BMWi “Eckpunkte für die Reform des EEG” (2014年1月)

2) 買取価格・見直し期間

2015年に新規設置される再生可能エネルギー発電設備に適用する買取価格について、全体的に買取価格を引き下げるとともに、相対的にコストの低い陸上風力発電、太陽光発電に集中させることで、平均買取価格を12ユーロセント/kWhまで引き下げることが想定している(図3-1)。

なお、平均買取価格よりも買取価格が高いバイオマス発電は、廃棄物・残渣利用設備に集中させることで導入量を大幅に制限する方針としている。他方、洋上風力発電については、未成熟な技術で買取価格が高いが、経済成長・雇用確保と結びついた技術革新・産業上のポテンシャルがあり、この技術へのさらなる投資は正当化されるとしている。

買取価格の見直し期間については、太陽光発電は現行方式(月ごと)を維持することとし、加えて陸上風力・バイオマスについては、2016年以降、直近1年間の新規導入設備容量に応じて買取価格の低減率を調整の上、四半期ごとに買取価格を調整する方式に変更された。

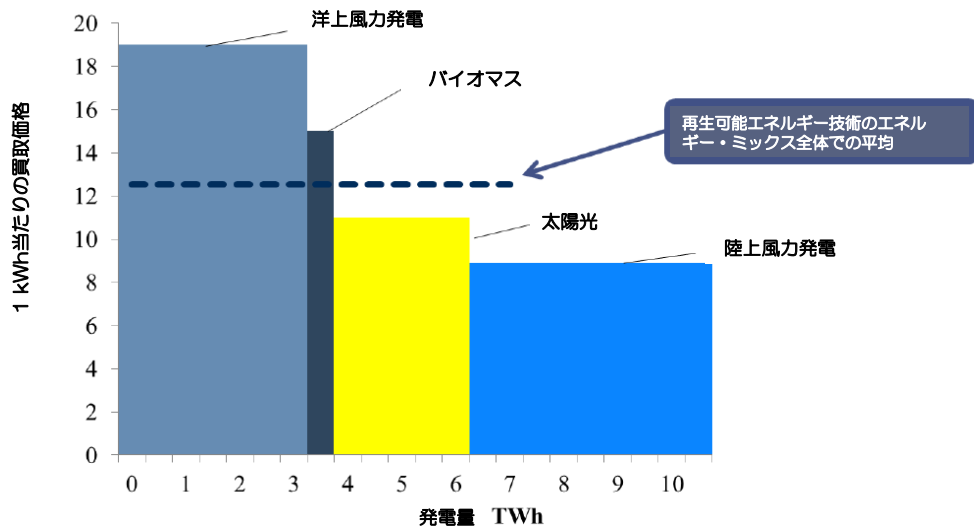


図 3-1 2015年の新規再生可能エネルギー発電設備の平均買取価格のイメージ図

出典) [BMWi, 2014]より作成

3) 卸電力市場への直接販売

新規の再生可能エネルギー発電設備は、段階的に市場での直接販売及び FIP 制度の適用が義務化される。施行時期及び対象設備要件を表 3-2 に示す。

表 3-2 卸電力市場への直接販売の施行時期と対象設備要件

施行時期	義務化される対象設備要件
2014年8月1日以降	設備容量 500kW 以上の新規発電設備
2016年1月1日以降	設備容量 250kW 以上の新規発電設備
2017年1月1日以降	設備容量 100kW 以上の新規発電設備

出典) [BMWi, 2014]

また EEG2012 では、FIP 制度を選択した発電者に対し、FIP 制度への移行に伴い発生するであろう諸経費を補填する「管理プレミアム」が付与されていたが、EEG2014 ではこの管理プレミアムが廃止された。あわせて、グリーン電力利用の小売事業者を対象とした賦課金の軽減も廃止された。

ドイツで採用されている FIP のスキーム (Spot Market Gap Model) については、3.1.1 (3) にて概説する。

4) 入札制度の導入

遅くとも 2017 年以降については、新規設備に適用する支援水準 (市場プレミアムの額) を入札により決定する仕組みを導入することとなった。こうした制度へ移行するためのパイロット計画として、太陽光発電設備向けの入札方式を試行的に導入し、毎年 400MW 規模の新規設備を募集するとしている。入札方式の試行的導入に伴い、地上設置型太陽光発電設備は、すべて入札制度に移行することとなっている。入札制度の詳細は 3.1.1 (4) にて詳述する。

5) 賦課金の徴収対象

これまで、自家消費電力は再生可能エネルギー法に基づく賦課金を免除されてきたが、EEG2014 の改正により、原則として全ての新規の自家発電設備が、再生可能エネルギー法に基づく EEG 賦課金の徴収対象に追加された。2014 年 8 月 1 日以降に稼働した自家発電設備は、基本的に再生可能エネルギー法賦課金を全額支払う必要がある。

ただし、再生可能エネルギー発電設備および高効率コージェネレーション設備による自家発電については、2015 年末までは本来の賦課金の 30%、2016 年末までは本来の賦課金の 35% に軽減される。この軽減措置の実施期間は 2015~2016 年までであり、この間に運転開始された設備と、その後運転開始された設備については、2017 年から本来の賦課金の 40% に軽減された額を支払う必要がある。

なお、2014 年 8 月 1 日より前に稼働した既存設備については、EEG 賦課金の徴収対象にはならず、設備を更新した場合についても、設備容量の増加率が 30%以下であればそのまま賦課金が免除される。

10kW 以下の小規模設備については、自家消費した分が 10MWh を超えない限りにおいて、自家消費に対する賦課金を免除される。更に、「未連系設備」、発電所による自家消費、かつ補助金請求権を行使せずに再生可能エネルギー設備だけから自家消費する最終消費者も、賦課金を免除される。

(2) 欧州におけるポスト FIT の外観

欧州では、FIT 開始から約 10 年経過し、太陽光発電を中心に再生可能エネルギーの導入量が大きく拡大した。その結果システム価格が大幅に低下しており、グリッドパリティの実現という FIT の目標が一定程度達成されているといえる。一方で、ドイツ等において賦課金の上昇など、費用負担の増大が社会問題となっており、再生可能エネルギー導入支援に係るコストの削減が求められている。このような状況下で、ポスト FIT に向けた動きが進んでおり、施策の方向性は主に以下の 2 つに分けられる。

● Feed-in Premium (FIP) の導入

FIP (再生可能エネルギー電気を卸電力市場に直接販売し、卸電力価格に市場プレミアムを上乗せする方式) を導入することにより、将来的な FIT からの自立・卸電力市場における完全自由競争に向けて、再生可能エネルギー事業者の経験値を向上させる。

● 入札による支援対象及び支援水準の決定

FIT または FIP による支援対象および支援水準 (買取価格や市場プレミアム額) を入札で決定することにより、低コストに導入可能な再生可能エネルギー電源を優先的に支援し、事業者間の競争を活発化させ、施策の費用対効果を向上する。

図 3-2 に、太陽光発電を想定した場合の導入量・発電コストに応じた支援施策の移行イメージを示す。FIT は初期市場を創出し、大量生産・スケールメリットによる低コスト化を進展させ、グリッドパリティを達成することが目的である。従って FIT 導入により、グリッドパリティが達成されれば、FIT は終了し、再生可能エネルギー電気は電力卸市場への直接販売による完全自由競争の下で取引されることとなる。

この時、FIT の終了に伴い、スムーズに市場への直接販売に移行できるよう、再生可能エネルギー事業者の経験を蓄積させる必要があり、その方策の一つとして、欧州では FIP の導入が開始されている。また、再生可能エネルギー導入量の増加に伴い、賦課金の増大等の課題が顕在化しており、施策の費用対効果を向上することを目的に、入札制度の導入も同時に進められている。

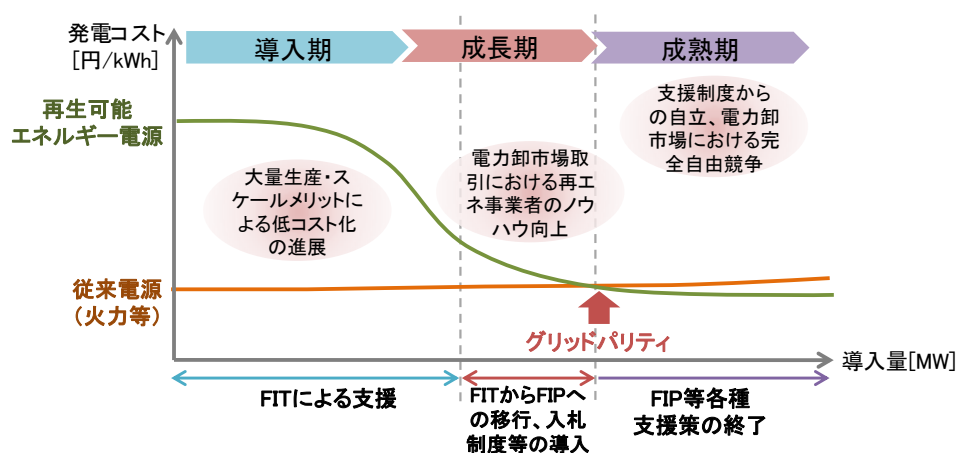


図 3-2 再生可能エネルギーの導入量・発電コストに応じた支援施策の移行イメージ

(3) 諸外国における FIP の事例

FIP とは、再生可能エネルギー電気を卸電力市場に直接販売し、卸電力価格に市場プレミアムを上乗せした額を再生可能エネルギー事業者に支払う方式の総称である。FIP には様々な種類があり、プレミアムを付加する方法により、表 3-3 に示す 5 種類に大別される。いずれの方式も、再生可能エネルギー種類、システム規模等により、プレミアム価格が異なる。なお、ここでの分類名は、本節を取りまとめるにあたり参考とした米国国立再生可能エネルギー研究所 (National Renewable Energy Laboratory : NREL) が、その論文の中で用いている分類名であり、一般的な用語でない点に留意が必要である。

表 3-3 FIP の種類と採用国

FIP 制度の種類 (※)		概要	採用実績のある国
Constant Premium Price FIT (プレミアム固定型 FIP)		電力卸市場価格に固定されたプレミアムを付加。	スペイン、チェコ、スロベニア
Sliding FIP (プレミアム変動型 FIP)	Caps and Floors on Total Premium Amount	売電価格の下限と、プレミアムを付加した売電価格に上限を設定する方式。	スペイン
	Caps and Floors on Total Payment Amount	売電価格の下限と、プレミアムを付加した売電価格に上限を設定し、さらに卸電力市場における売電価格にも上限を設定。	デンマーク
	Spot Market Gap Model	売電価格の下限を設定し、その額を補償するために必要なプレミアムを付加。	オランダ、スイス、ドイツ
	Percentage Based Premium Price Model	卸電力価格に対するプレミアムの割合を設定。	スペイン

(※) 下記出典における分類名であり、一般的用語ではない点に注意

出典) [NREL, 2010]

“Constant Premium Price FIT” とは、電力卸市場価格の上下に関わらず、固定されたプレミアムを付加する方式である (以下、プレミアム固定型 FIP とする)。

“Sliding FIP” とは、電力卸市場価格の上下に応じて、付加するプレミアムが変動する方式である。(以下、プレミアム変動型 FIP とする)。プレミアム変動型 FIP は、プレミアムの付加方法によって、以下の 4 種類に大別される。

- ・ Caps and Floors on Total Premium Amount (以下、売電価格下限・プレミアム上限設定方式)
- ・ Caps and Floors on Total Payment Amount (以下、売電価格下限・上限設定方式)
- ・ Spot Market Gap Model (以下、売電価格下限設定方式)
- ・ Percentage Based Premium Price Model (以下、プレミアム割合設定方式)

以下、各方式について概説する。

1) プレミアム固定型 FIP

図 3-3 にプレミアム固定型 FIP の概念図を図 3-3 に示す。本方式は、卸電力価格に固定のプレミアムを付加する方式で、売電価格は卸電力価格に合わせて変動する。

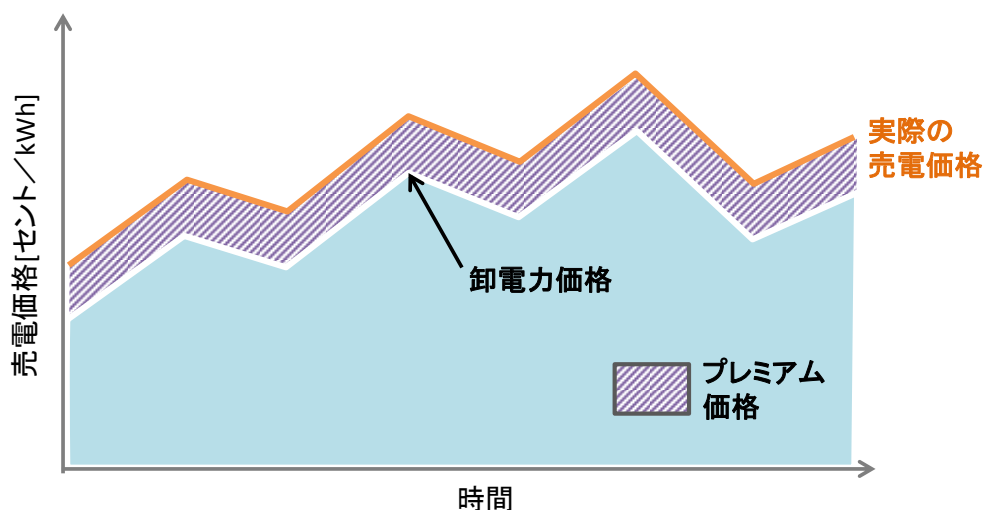


図 3-3 プレミアム固定型 FIP の概念図

出典) [NREL, 2010]より作成

本方式のメリット・デメリットを表 3-4 に示す。メリットとしては、卸電力価格が高くなる電力需要が大きい時間帯における再生可能エネルギーの供給インセンティブが高まるため、石油火力等の発電原価の高い発電設備の稼働を抑えられる点が挙げられる。一方でデメリットとしては、卸電力価格が高いときは再生可能エネルギー事業者に過度な利益を与える可能性がある点や、逆に卸電力価格が低いときは再生可能エネルギー事業者の収益が悪化する点が挙げられる。また、再生可能エネルギー事業の収益が、卸電力価格の変動に大きく影響されるため、事業リスクが高い点も事業者にとってのデメリットとなる。

表 3-4 プレミアム固定型 FIP のメリット・デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> 電力需要が大きい時間帯（高い卸電力価格）における、再生可能エネルギーの供給インセンティブが高まる。 	<ul style="list-style-type: none"> 卸電力価格が高いとき、再生可能エネルギー事業者に過度な利益を与える可能性がある。 卸電力価格が低いとき、再生可能エネルギー事業の収益性が悪化する。 再生可能エネルギー事業の収益が、卸電力価格の変動に大きく影響されるため、事業リスクが高い。

出典) [NREL, 2010]

2) プレミアム変動型 FIP : 売電価格下限・プレミアム上限設定方式

売電価格下限・プレミアム上限設定方式の概念図を図 3-4 に示す。本方式は、売電価格の下限と、プレミアムを付加した売電価格に上限を設定する方式である。

卸電力価格が基準を下回る場合（この場合は 35 ユーロ/MWh）は、売電価格の下限と卸電力価格の差額を補填するプレミアムが付加される。卸電力価格が基準を上回る場合（この場合は 35 ユーロ）は、プレミアムを付加した支払価格の上限と卸電力価格の差額を補填するようプレミアムが付加される。卸電力価格がプレミアムを付加した売電価格の上限を上回る場合は、プレミアムは付加されないが、再生可能エネルギー事業者は卸電力価格で売電することができる。

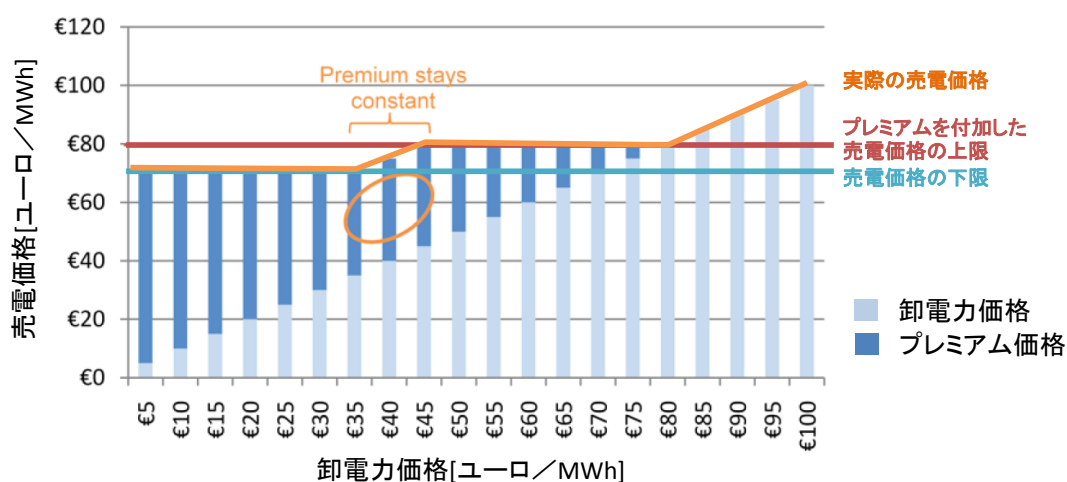


図 3-4 売電価格下限・プレミアム上限設定方式の概念図

出典) [NREL, 2010]より作成

本方式のメリット・デメリットを表 3-5 に示す。メリットとしては卸電力価格の変動による事業収益性への影響を低減できる点や、卸電力価格が高騰した際の収益性が向上するため、再生可能エネルギー事業者の投資インセンティブが向上する点が挙げられる。デメリットとしては、適正な下限・上限の設定が難しい点や、卸電力価格の高騰時でも、再生可能エネルギー電気の売電価格に上限がないため、結果的に FIT 時よりも、電力消費者の負担が大きくなる可能性がある点が挙げられる。

表 3-5 売電価格下限・プレミアム上限設定方式のメリット・デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> 卸電力価格の変動による事業の収益性への影響（事業リスク）を低減できる。 卸電力価格高騰時に、再生可能エネルギー事業者の収益性が上がるため、投資インセンティブが向上する。 	<ul style="list-style-type: none"> 適正な上限値、下限値の設定が難しい。 卸電力価格の高騰時でも、再生可能エネルギー電気の売電価格に上限がないため、結果的に FIT 時よりも、電力消費者の負担が大きくなる可能性がある。

出典) [NREL, 2010]

3) プレミアム変動型 FIP : 売電価格下限・上限設定方式

売電価格下限・上限設定方式の概念図を図 3-5 に示す。本方式は、売電価格の下限と上限を設定する方式である。

卸電力価格が基準（この場合は 35 ユーロ/MWh）を下回る場合は、売電価格の下限と卸電力価格の差額を補填するプレミアムが付加される。卸電力価格が基準（この場合は 35 ユーロ/MWh）を上回る場合は、売電価格の上限と卸電力価格の差分を補填するようプレミアムが付加される。本方式では、卸電力価格の高騰時においても、再生可能エネルギー事業者は売電価格の上限を上回る価格で売電することはできない。

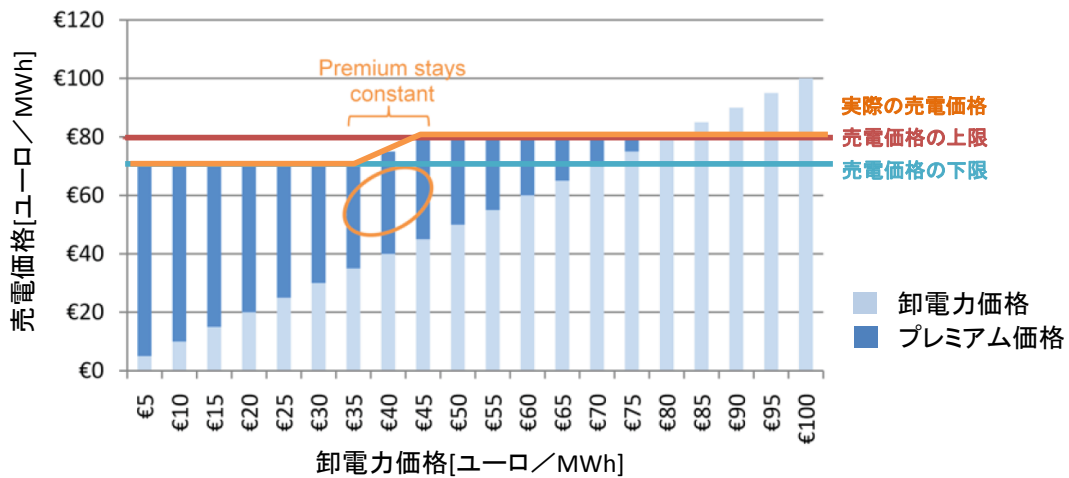


図 3-5 売電価格下限・上限設定方式の概念図

出典) [NREL, 2010]より作成

本方式のメリット・デメリットを表 3-6 に示す。メリットとしては卸電力価格の変動による事業収益性への影響を低減できる点や、卸電力価格高騰時に電力消費者の負担を軽減できる点が挙げられる。デメリットとしては、適正な下限・上限の設定が難しい点や、卸電力価格の高騰時の収益性が低下するため、再生可能エネルギー事業者の投資インセンティブが低下する点が挙げられる。

表 3-6 売電価格下限・上限設定方式のメリット・デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> 卸電力価格の変動による事業の収益性への影響（事業リスク）を低減できる。 卸電力価格の高騰時に、電力消費者の負担を軽減できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 適正な上限値、下限値の設定が難しい。 卸電力価格高騰時でも得られる利益が増加しないため、投資インセンティブが低下する。

出典) [NREL, 2010]

4) プレミアム変動型 FIP : 売電価格下限設定方式

売電価格下限設定方式の概念図を図 3-6 に示す。本方式は、最低売電価格を設定し、卸電力価格と最低売電価格の差分をプレミアムとして付加する方式である。卸電力価格が最低売電価格を上回った場合、再生可能エネルギー事業者は卸電力価格での売電が可能である。

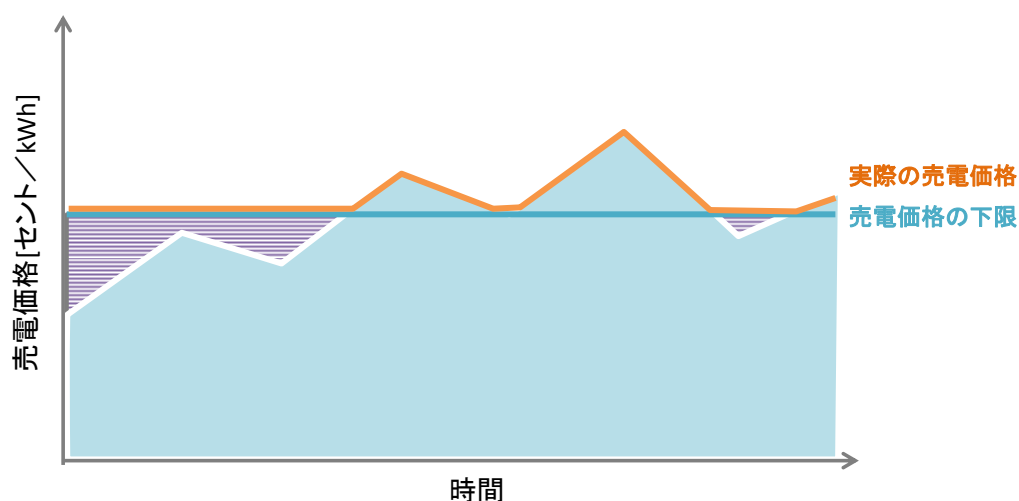


図 3-6 売電価格下限設定方式の概念図

出典) [NREL, 2010]より作成

本方式のメリット・デメリットを表 3-7 に示す。メリットとしては最低売電価格が設定されていることから事業予見性が高い点や、卸電力価格高騰時に収益性が上がるため投資インセンティブが向上する点が挙げられる。また、他の方式よりシンプルであり、運用しやすいというメリットがある。デメリットとしては、卸電力価格の高騰時でも、再生可能エネルギー電気の売電価格に上限がないため、結果的に FIT 時よりも、電力消費者の負担が大きくなる可能性がある点が挙げられる。

表 3-7 売電価格下限設定方式のメリット・デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> 最低売電価格が設定されているため、FITと同様に事業予見性が高い。 卸電力価格高騰時に、再生可能エネルギー事業者の収益性が上がるため、投資インセンティブが向上する。 制度が他の方式よりシンプルで運用しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> 卸電力価格の高騰時でも、再生可能エネルギー電気の売電価格に上限がないため、結果的に FIT 時よりも、電力消費者の負担が大きくなる可能性がある。

出典) [NREL, 2010]

5) プレミアム変動型 FIP : プレミアム割合設定方式

プレミアム割合設定方式の概念図を図 3-7 に示す。本方式は、電力卸市場価格に対するプレミアムの割合を固定する方式である。

再生可能エネルギー事業の収益性が、卸電力価格の変動に大きく影響されるため事業リスクが高い、卸電力価格高騰時に必要となるプレミアムの支払い額が高額となり電力料金が上昇する等のデメリットにより、採用事例は限定的である。

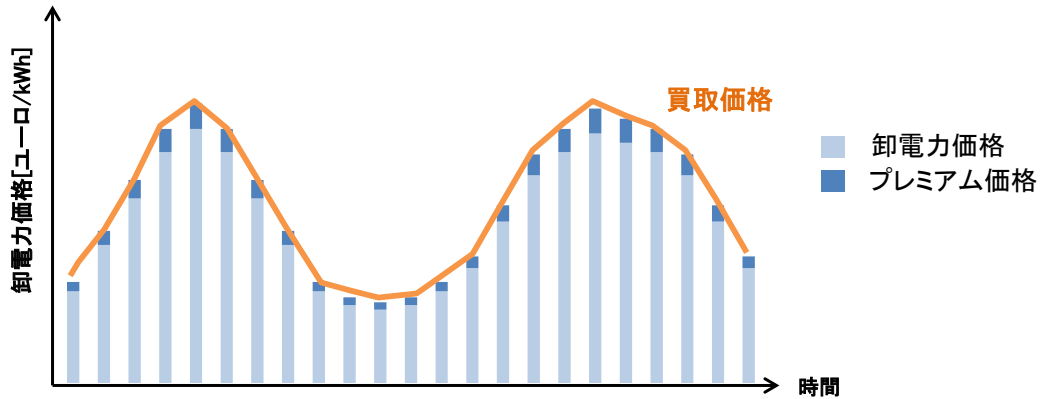


図 Percentage Based Premium Price Modelの概念図

※模式的に、卸電力価格の10%をプレミアム価格にするとした場合

図 3-7 プレミアム割合設定方式の概念図

出典) [NREL, 2010]より作成

表 3-8 プレミアム割合設定方式のメリット・デメリット

メリット	デメリット
—	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギー事業の収益性が、卸電力価格の変動に大きく影響されるため事業リスクが高い。 卸電力価格高騰時に必要となるプレミアムの支払い額が高額となり電力料金が上昇する

出典) [NREL, 2010]

6) 各種 FIP のまとめ

各種 FIP の特徴を表 3-9 にまとめる。現時点でより優れた FIP 方式が提唱されているわけではなく、それぞれのメリット・デメリットを踏まえ、各国の政策状況により各種方式が採用されている状況にある。我が国に類似の制度導入を検討する場合には、これから蓄積される各国の FIP による売電実績に基づき、より精緻な分析が必要となる。

表 3-9 FIP 制度の種類と特徴

FIP 制度の種類		概要	メリット	デメリット
プレミアム固定型 FIP		電力卸市場価格に固定されたプレミアムを付加。	<ul style="list-style-type: none"> 電力需要が大きい時間帯（高い卸電力価格）における、再生可能エネルギーの供給インセンティブが高まる。 	<ul style="list-style-type: none"> 卸電力価格が高いとき、再生可能エネルギー事業者に過度な利益を与える可能性がある。 卸電力価格が低いとき、再生可能エネルギー事業の収益性が悪化する。 再生可能エネルギー事業の収益が、卸電力価格の変動に大きく影響されるため、事業リスクが高い。
プレミアム変動型 FIP	売電価格下限・プレミアム上限設定方式	売電価格の下限と、プレミアムを付加した売電価格に上限を設定する方式。	<ul style="list-style-type: none"> 卸電力価格の変動による事業の収益性への影響（事業リスク）を低減できる。 卸電力価格高騰時に、再生可能エネルギー事業者の収益性が上がるため、投資インセンティブが向上する。 	<ul style="list-style-type: none"> 適正な上限値、下限値の設定が難しい。 卸電力価格の高騰時でも、再生可能エネルギー電気の売電価格に上限がないため、結果的に FIT 時よりも、電力消費者の負担が大きくなる可能性がある。
	売電価格下限・上限設定方式	売電価格の下限と、プレミアムを付加した売電価格に上限を設定し、さらに卸電力市場における売電価格にも上限を設定。	<ul style="list-style-type: none"> 卸電力価格の変動による事業の収益性への影響（事業リスク）を低減できる。 卸電力価格の高騰時に、電力消費者の負担を軽減できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 適正な上限値、下限値の設定が難しい。 卸電力価格高騰時でも得られる利益が増加しないため、投資インセンティブが低下する。
	売電価格下限設定方式	売電価格の下限を設定し、その額を補償するために必要なプレミアムを付加。	<ul style="list-style-type: none"> 最低売電価格が設定されているため、FIT と同様に事業予見性が高い。 卸電力価格高騰時に、再生可能エネルギー事業者の収益性が上がるため、投資インセンティブが向上する。 制度が他の方式よりシンプルで運用しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> 卸電力価格の高騰時でも、再生可能エネルギー電気の売電価格に上限がないため、結果的に FIT 時よりも、電力消費者の負担が大きくなる可能性がある。
	プレミアム割合設定方式	卸電力価格に対するプレミアムの割合を設定。	—	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギー事業の収益性が、卸電力価格の変動に大きく影響されるため事業リスクが高い。 卸電力価格高騰時に必要となるプレミアムの支払い額が高額となり電力料金が上昇する

出典) [NREL, 2010]

(4) 諸外国における入札制度の事例

1) EUの再生可能エネルギー支援に関するガイダンス・ガイドライン

2013年11月、欧州委員会は「再生可能エネルギー支援及びバックアップ電源に関するガイダンス」 [European Commission, 2013]を公表した。この中で、「再生可能エネルギー支援に関する原則」として、以下の見解を示している。

- ・ 再生可能エネルギーの支援スキームは必要最低限のものとし、電力市場における自由競争を阻害するような支援スキームについては撤廃すること。
- ・ 支援された技術が成熟し、投資コストが下がれば、当該技術は市場に出されるべきであり、その支援自体を撤廃すること。

さらに欧州委員会は、2014年4月に「環境保護およびエネルギーへの政府支援に関するEUガイドライン」 [European Commission, 2014]を公表した。この中で、再生可能エネルギーへの支援スキームの見直し方針として、以下を提示している。本ガイドラインは、加盟各国に対する法的拘束力を持たないものの、今後の再生可能エネルギー電気の支援スキームに影響を与えるものと想定される。

- ・ 2015年から2016年を移行期間と位置づけ、新設予定の再生可能エネルギー発電設備の少なくとも5%で競争入札を実施。2017年1月1日以降の再生可能エネルギー支援は原則として競争入札方式で実施。
- ・ 2016年1月1日以降、再生可能エネルギー発電事業者が電力を市場で直接販売する場合には、市場価格に上乗せされるプレミアム (Feed-in premium) の形態で政府支援を付与。

2) ドイツにおける入札制度の概要

3.1.1 (1) にて記載したとおり、法改正により、EEG2014 では遅くとも 2017 年以降には、新規設備に適用するプレミアムの水準 (p.91, 図 3-6 における売電価格の下限に該当) を入札により決定する仕組みを導入することとなった。また、制度移行のためのパイロット計画として、太陽光発電設備向けの入札方式を試行的に導入することとなった。

パイロット計画の概要を表 3-10 に示す。年 3 回入札が実施される予定となっており、原則 8 週間前に連邦ネットワーク庁 (Bundesnetzagentur : BnetzA) から入札が公示されることとなっている。

表 3-10 入札制度パイロット計画の概要

年	入札期限・規模
2015 年	2015 年 4 月 15 日 150MW 2015 年 8 月 1 日 150MW 2015 年 12 月 1 日 200MW 合計：500MW
2016 年	2016 年 4 月 1 日 125MW 2016 年 8 月 1 日 125MW 2016 年 12 月 1 日 150M 合計：400MW
2017 年	2016 年 4 月 1 日 100MW 2016 年 8 月 1 日 100MW 2016 年 12 月 1 日 100MW 合計：300MW

出典) [BnetzA, 2015]

2015 年第 1 回入札の概要を表 3-11 に示す。入札上限額は 11.29 セント/kWh、対象設備容量は 100kW 以上 10MW 以下となっている。

表 3-11 2015 年第 1 回入札の概要

項目	概要
入札期限	2015 年 4 月 15 日
容量	150MW
入札上限額	11.29 セント/kWh
対象設備容量	100kW 以上 10MW 以下

出典) BnetzA ウェブサイト

(http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1411/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/PV-Freiflaechenanlagen/Gebotstermin_15_04_2015/Gebotstermin_15_04_2015_node.html)

入札参加要件および入札後のルール・罰則を表 3-12 に示す。参加時・落札後の保証金の支払いや、ルール違反をした際のプレミアム価格の低減などの罰則が規定されている。

表 3-12 入札に係るルール・罰則の概要

項目	概要
参加要件	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト計画書を提出すること。 入札にあたり保証金（4ユーロ/kW）を支払うこと（不正な入札を防ぐため）。ただし、プロジェクト計画が公開されているなど、事業実施の確実性が高い計画については保証金は半額となる。 入札回数は、1 公示あたり 1 回までとする。
入札後のルール・罰則	<ul style="list-style-type: none"> 落札したプレミアムの受領権利を、他の人に譲渡することは出来ない。 落札した場合、罰則時（プロジェクトが実現しない場合や遅延する場合）の入札保証金として、50 ユーロ/kW を支払わなくてはならない。ただし、プロジェクト計画が公開されているなど、事業実施の確実性が高い計画については入札保証金は半額となる。 運転開始時に、入札時に提出したプロジェクト計画書に記載した場所に設置されたことを示さなくてはならない。もし、プロジェクトが他の場所で実施された場合、助成金額は 0.3 セント/kWh 低減される。 落札後、24 ヶ月以内にプロジェクトを実施しなくてはならない。期間内にプロジェクトが実施されなかった場合、入札保証金（50 ユーロ/kW）が罰金として徴収される。

出典) BnetzA ウェブサイト

(http://www.bundesnetzagentur.de/clin_1411/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/PV-Freiflaechenanlagen/Gebotstermin_15_04_2015/Gebotstermin_15_04_2015_node.html)

3) 英国における入札制度の概要

英国では、支援対象を決定するために、発電事業者間の入札競争制度として、Contracts for Difference (CfD) 制度を導入している。CfD は、5MW 以上の再生可能エネルギー発電設備が対象となっており、5MW 未満の再生可能エネルギー設備は FIT による支援を継続している。

図 3-8 に CfD の概念図を示す。CfD とは、入札により決定された最低買取額 (CfD strike price) での買取りを行う制度である。落札された再生可能エネルギー発電事業者は、卸電力価格が買取価格を下回った場合には、その差額 (Difference) を受け取ることができる。逆に卸電力価格が買取価格を上回った場合は、その差額を払い戻す必要がある。

入札では、発電事業者が事業を実施する最低買取額を提示させる。買取価格は、各事業者から提示された価格を見て、最終的に政府が決定する。

CfD の運用は、政府が株式を 100% 保有している民間事業者 (Low Carbon Contract Company) が行っており、再生可能エネルギー事業者との契約業務に加えて、事業者が申請時の計画通りにプロジェクトを進めているか等の確認を毎年行っている。

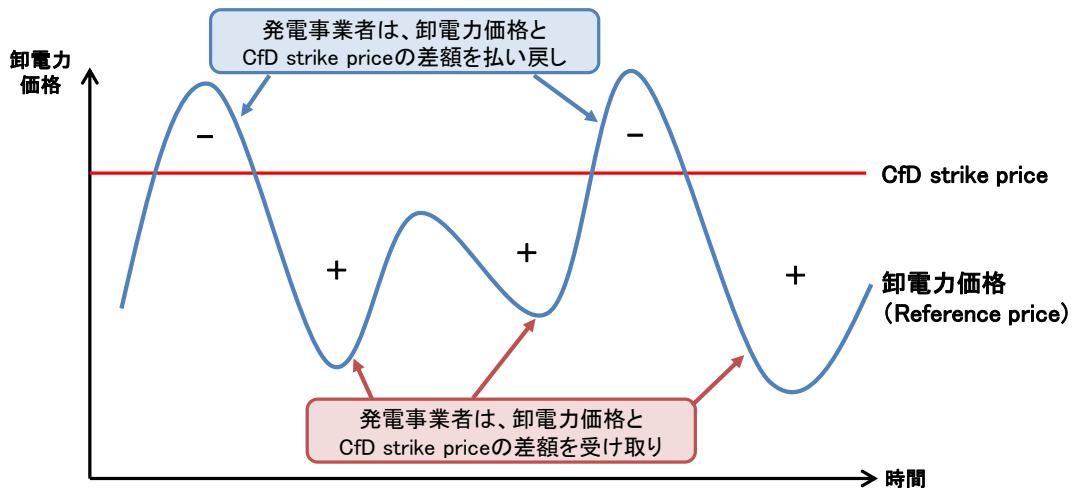


図 3-8 CfD における買取りの仕組み

出典) DECC 提供資料より作成

英国政府は、CfD の予算として総額 3 億ポンドを用意しており、CfD の対象カテゴリを Pot 1~3 に分けている (図 3-9)。

- ・ Pot1 (6,500 万ポンド) : 成熟技術 (太陽光、陸上風力、廃棄物バイオマス、水力等)
- ・ Pot2 (2 億 3,500 万ポンド) : 未成熟技術 (洋上風力、海洋エネルギー、バイオメタン、地熱等)
- ・ Pot3 (予算未措置) : バイオマス関連技術 (政策上の理由で設定)

各 Pot について、再生可能エネルギー種類別の予算枠は設定されておらず、再生可能エネルギー間の自由競争によって予算が消化される。従って、安価な再生可能エネルギー (例えば陸上風力) が予算の大半を消化する場合も想定される。ただし、Pot 2 の中で海洋エネルギーに対し 10MW 分の予算枠を確保することは決定されている。



図 3-9 CfD の予算 (Pot1~Pot3)

出典) DECC 提供資料

4) オランダにおける入札制度の概要

オランダでは再生可能エネルギー支援策として、入札によりプレミアムを付与するスキーム（SDE+）が2011年7月より実施されている。表3-13に制度の概要を示す。オランダ経済省が支援の年間予算を決定し、最大6回実施される入札により、再生可能エネルギー電力・熱及びCHPの新規プロジェクトに対しプレミアムを付与する仕組みである。

表 3-13 2014年 SDE+の概要

特徴	概要
対象設備	新規プロジェクトのみ
対象技術	再生可能エネルギー電力（陸上・洋上風力、太陽光、水力、バイオマス、地熱）、再生可能エネルギー熱、CHP。 但し、小規模事業者（設備容量15kW未満のPV等）、開発途上の技術等は対象外。
支援枠（予算上限）	オランダ経済省が、前年の予算消化状況、落札したプロジェクトの実現状況、電力価格見通しのシナリオの変化等を踏まえ毎年決定 2011年：15億ユーロ 2012年：17億ユーロ 2013年：30億ユーロ 2014年：35億ユーロ
支援原資	電力料金の賦課金を充当。
支援額	火力発電と再生可能エネルギー電力の発電コストの差額をプレミアムとして付与（但し、入札回及び対象技術ごとに上限あり）。
支援期間	対象技術、規模に応じ設定。 風力：15年 太陽光：15年 バイオマス（下水汚泥）：12年 水力：15年
入札	年6回開催（但し、予算枠に達した時点で終了）。 （実績） 2011年：4回（7/1より） 2012年：5回 2013年：6回 2014年：6回
落札後の要件	落札後1年以内に設備を発注し、一定期間内（1.5年～5年）に敷設しなかった場合、罰則規定あり。

出典） [オランダ経済省, 2014]及び [Ecofys, 2014]

入札は年間で最大6回実施され、年間予算枠に達した時点で当該年の入札は終了となる。

プレミアムの上限は、全ての再生可能エネルギー技術を対象とした入札回ごとの自由枠のほか、再生可能エネルギー技術ごとに設定されている。回を重ねるごとに、自由枠のプレミアム上限は上昇するが、回を追うごとに年間予算枠に達するリスクが大きくなる。

入札の実績は、2011年は4回、2012年は5回、2013年は6回、2014年は6回であった。2011年は7月から制度が開始されたため4回にとどまっている。続く2015年は5回であったが、その2年間は6回入札が実施されている。

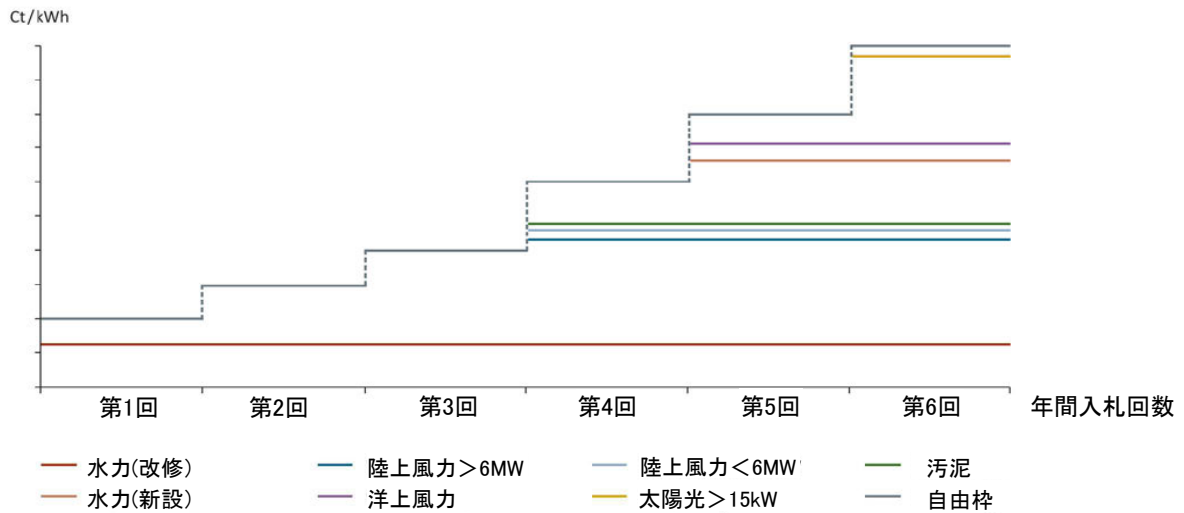


図 3-10 SDE+における年間の入札回数及各入札回のプレミアムの上限

出所) [Ecofys, 2013]より作成

5) 各国における入札制度のまとめ

ドイツ、英国、オランダの入札制度の概要を表 3-14 にまとめる。

表 3-14 ドイツ・英国・オランダにおける入札制度の概要

項目	ドイツ	英国	オランダ
制度概要	FIP による支援対象を入札で決定	CfD による支援対象を入札で決定	FIP (SDE+) による支援対象を入札で決定
対象規模	上限：25MW 未満 下限： 2014 年 8 月 1 日以降： 500kW 以上 2015 年 1 月 1 日以降： 250kW 以上 2016 年 1 月 1 日以降： 100kW 以上	下限：5MW 以上	下限：大規模事業者（太陽光発電の場合 15kW 以上）
入札金額	入札により決定される最低買取額に上限を設定（太陽光発電は 9 セント/kWh 前後予定）	入札により決定される最低買取額 (administrative CfD strike price) に上限を設定	入札により決定される最低買取額に上限を設定
入札回数	年 2~3 回 (予定)	年 1 回 (予定)	年 6 回
原資・予算管理方法	電力料金の賦課金を充当 太陽光については、買取量の上限として 52GW を設定	政府予算が原資 総額 300 百万ポンドを用意	電力料金の賦課金を充当 政府が支援額の上限を毎年決定

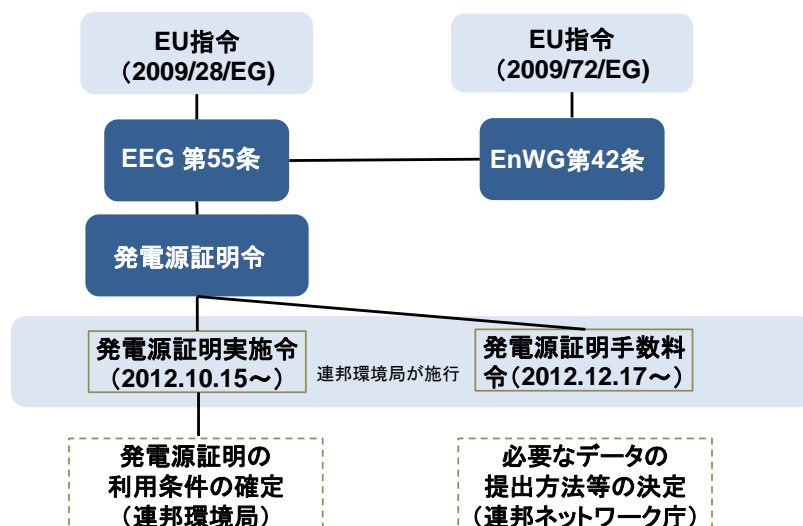
(5) ドイツにおける発電源証明の動向

1) ドイツにおける発電源証明の法的枠組み

発電源証明とは、電力小売事業者の供給電力における再生可能エネルギーの比率もしくは発電量を証明するために用いられる証明書である。電力小売自由化にともない、消費者に対する電力に関する正確な情報公開と証明の必要性が高まったことから、EU では発電源証明（Guarantee of Origin：GoO）の制度化が、2001年のEU 自然エネルギー指令（Directive 2001/77/EC）をもとに進められた。

ドイツにおいては、小売事業者に供給電力の電源構成の開示を義務化しており、供給電力における再生可能エネルギーの比率もしくは発電量を証明する電子証明書として発電源証明が活用されている。

制度はドイツ連邦環境庁（Umweltbundesamt：UBA）が管轄しており、主な枠組みは、2011年12月8日施行の発電源証明令において規定されている。また、制度の詳細（電子登録手続き、証明の発行、承認、移転及び無効化等）は、連邦環境庁の発電源証明令実施令において規定されている（図 3-11）。



※ EnWG：エネルギー事業法

図 3-11 ドイツにおける発電源証明の法的枠組み

出典) [UBA, 2014]より作成

2) 発電源証明の認証プロセス・有効期間

発電源証明を必要とする発電事業者、電力取引業者、電力小売事業者は連邦環境庁が管理する電子登録簿にアカウントを開設した上で、必要に応じ、証書の発行、移転、無効化を連邦環境庁に申請する仕組みとなっている（図 3-12）。

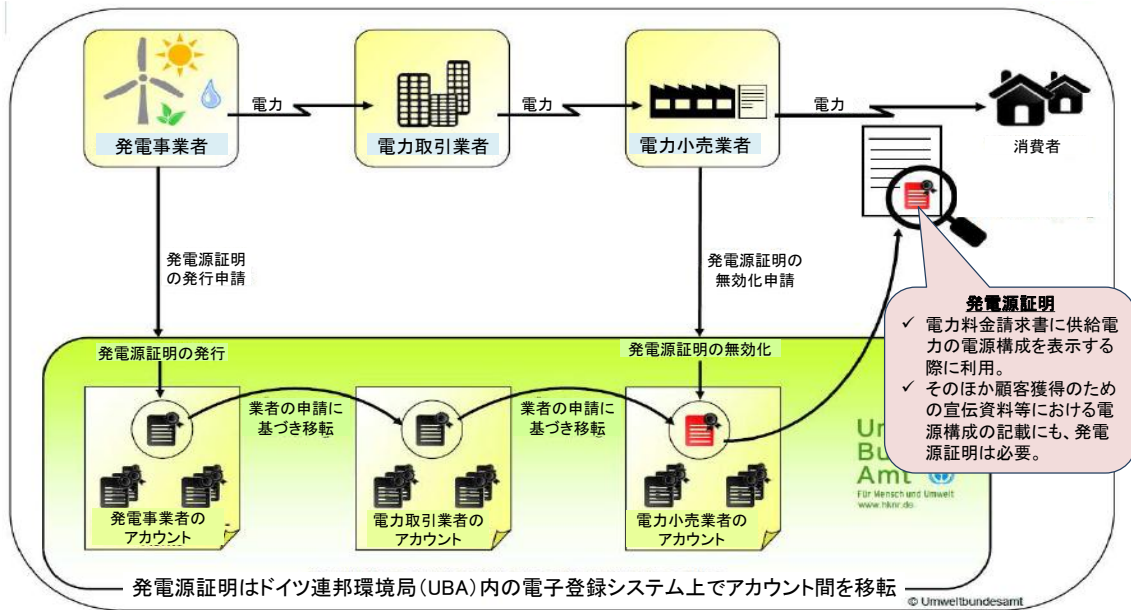


図 3-12 ドイツにおける発電源証明の認証プロセス

出典) [UBA, 2013a]より作成

発電源証明は、電源構成の証明書として利用された時点で無効化される。また、対象電力の発電から 12 ヶ月以内に発電源証明が利用されない場合も無効化される。例として、2013 年 1 月に発電された再生可能エネルギー電力の無効化と有効期間について整理すると、図 3-13 のとおりとなる。

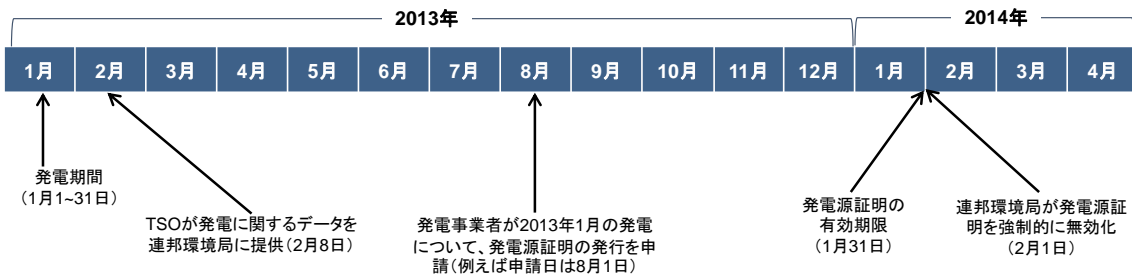


図 3-13 ドイツにおける発電源証明の無効化と有効期間

出典) [UBA, 2014]より作成

3) 発電源証明制度の対象電力

発電源証明制度は、EEGに基づくFIT及び市場プレミアムの対象電力以外の、その他の再生可能エネルギー電力（その他の直接販売電力、EEG39条に基づくグリーン電力特権の対象電力）が交付対象となっている（図 3-14）。ドイツにおける発電源証明制度の目的としては、以下の3つが挙げられる。（イ）及び（ウ）の観点から、EEGに基づくFIT及び市場プレミアムの対象電力は同制度の対象外となっている。

- （ア）再生可能エネルギー電力であることを示す表示の改善による、消費者に対する透明性及び信頼性の向上。
- （イ）同一電力について複数の証書を取得することによる重複販売や複数の助成受給の防止。
- （ウ）再生可能エネルギー電力の普及促進（発電源証明の取得により、EEGの助成対象外の電力の販売促進を期待）。

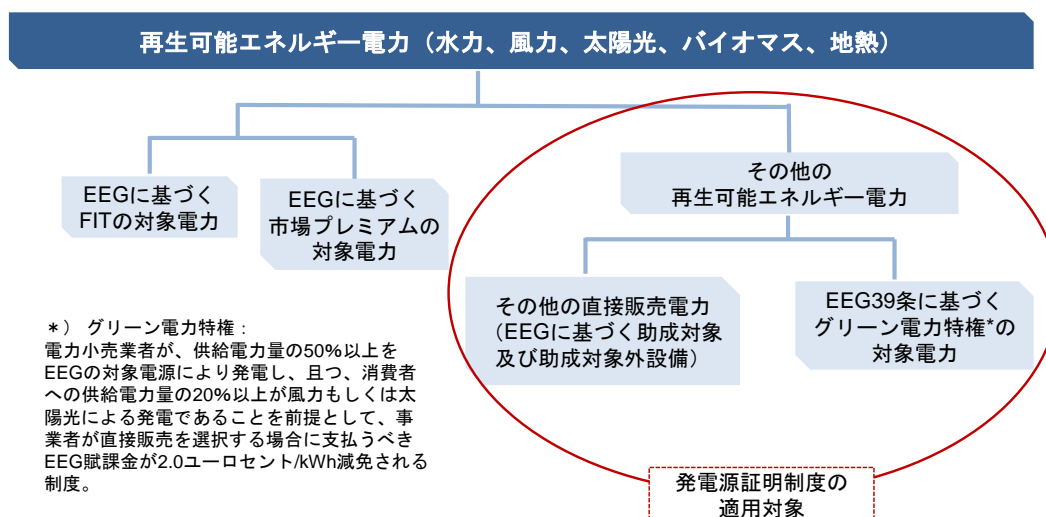


図 3-14 ドイツにおける発電源証明の対象電力

出典) [BMU, 2012], [BMU, 2011]より作成

4) 発電源証明の記載内容

発電源証明には最低限盛り込まれるべき内容として、表 3-15 に示す項目の記載が義務付けられている（発電源証明令 2 条）。このほか、専門家の見解を得ていることを条件に、当該電力の付加価値を高めるための情報を付加することも可能となっている。

また、ドイツでは、供給電力のすべてもしくは大半が再生可能エネルギー電源により生産されていることを示す品質保証書として「グリーン電力証書」が発行されており、発電源証明の記載情報は、グリーン電力証書の交付の際の情報としても使用できる（表 3-16）。

表 3-15 ドイツにおける発電源証明の記載事項

発電源証明の記載事項	
1)	ID 番号
2)	証明の発行年月日と発行国
3)	発電に用いたエネルギーの種類とその主な構成要素
4)	証明書発行の対象となる電力の発電開始及び終了期日
5)	発電設備の立地、タイプ、発電容量、運転開始日
6)	a) 発電設備が受けた投資助成の種類と金額 b) EU 指令 2009/28/EG2 条の意味における助成の対象となる電力量

出典) [BMU, 2011]より作成

表 3-16 発電源証明とグリーン電力証書の概要

発電源証明	グリーン電力証書
<ul style="list-style-type: none"> 供給電力における再生可能エネルギーの比率もしくは発電量を証明する電子証明書 発電事業者が発行を申請し、小売事業者が電源構成の証明に利用。利用時に連邦環境庁が無効化 記載内容は発電源証明令で規定 	<ul style="list-style-type: none"> 供給電力のすべてもしくは大半が再生可能エネルギー電源により生産されていることを示す品質保証書 主に、消費者による小売事業者の選択の際の判断基準として用いられる 記載内容等に関して法令による規定はなし

出典) [UBA, 2013b]より作成

5) 手数料体系

発電源証明の発行に係る手数料体系を表 3-17 に示す。連邦環境庁は発電源証明の発行に必要なアカウントの管理費用、及び証明の発行・移転・無効化に係る事務手数料を、発電事業者、電力取引業者、電力供給事業者等から徴収している。料金体系は、2012年12月17日付（同年12月31日施行）の発電源証明令手数料令において規定されている。

表 3-17 ドイツにおける発電源証明の手数料体系

発電源証明の発行、認証、移転及び無効化	
発電源証明に係る手数料	証明 1 件あたり
発行・移転	0.01 ユーロ
無効化	0.02 ユーロ
設備に係る手数料	1 回の手続きあたり
対象設備の登録	50 ユーロ
対象設備の所有者の変更もしくは登録アカウントの変更	10 ユーロ
登録に係る手数料	
アカウント管理手数料	1 アカウントあたりの年間手数料
年間証明件数：50 万件超	750 ユーロ
年間証明件数：15,001~500,000 件	500 ユーロ
年間証明件数：2,501~15,000 件	250 ユーロ
年間証明件数：2,500 件以下	50 ユーロ

出典) [BMU, 2011]より作成

6) ドイツ電力小売業者の電源構成の例

ドイツ大手電力会社 RWE の小売子会社 RWE Vertrieb AG が 2012 年に供給した電力の電源構成、及び 2012 年のドイツ全体の電源構成を図 3-15 に示す。

再生可能エネルギー電力のほとんどは EEG 対象であり、発電源証明の発行対象となる再生可能エネルギーは 0.1%と非常に小さい。同様に、ドイツ国内における供給電力の電源構成のうち、発電源証明の発行対象となる再生可能エネルギーの占める比率は 3.5% (EEG 電力は 20.8%) であり、発電源証明が利用される電力市場は現状では小さい状況にある。

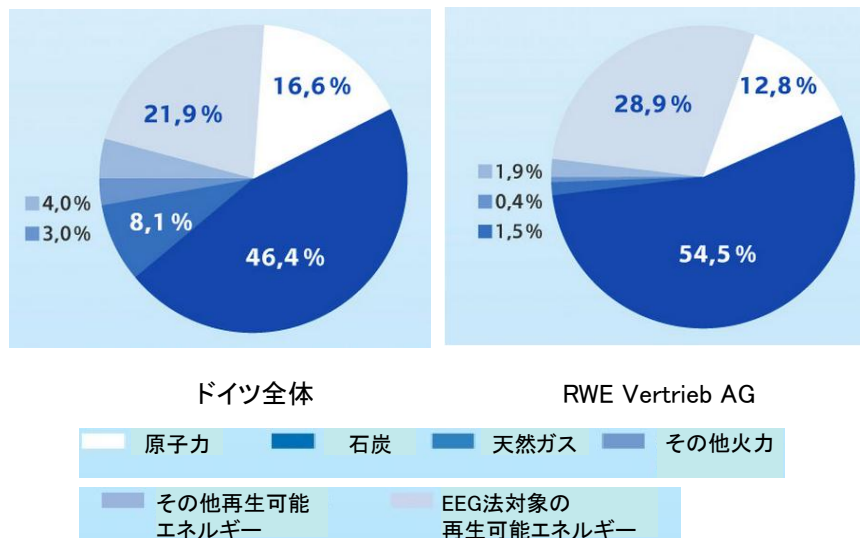


図 3-15 ドイツ及び RWE Vertrieb AG の電源構成 (2013 年 7 月～2014 年 7 月)
出典) RWE Vertrieb AG ウェブサイト

(<https://www.rwe.de/web/cms/de/2110296/geschaeftskunden/ihre-services/stromkennzeichnung/>)

3.1.2 固定価格買取制度の課題及び改善方策

(1) 固定価格買取制度をめぐる我が国の状況

固定価格買取制度の最終目標は、再生可能エネルギーのグリッドパリティの達成にあり、目標達成までのフェーズを大別すると、図 3-16 に示す 3 つフェーズに分けられる。

フェーズ 1 は、制度導入による市場の創出・拡大である。現状では、再生可能エネルギーは市場競争力がないため、固定価格買取制度により、政策的に再生可能エネルギーの経済性を向上させ、導入拡大を図るフェーズである。

フェーズ 2 は、市場が拡大した結果、大量生産によるスケールメリットが働き、再生可能エネルギーの低コスト化が進展するフェーズである。

フェーズ 3 は、低コスト化の進展によりグリッドパリティが達成され、再生可能エネルギーが経済的に自立するフェーズである。このフェーズにおいては、環境価値の取引等、再生可能エネルギーの普及に基づく新規市場の拡大も見込まれる。

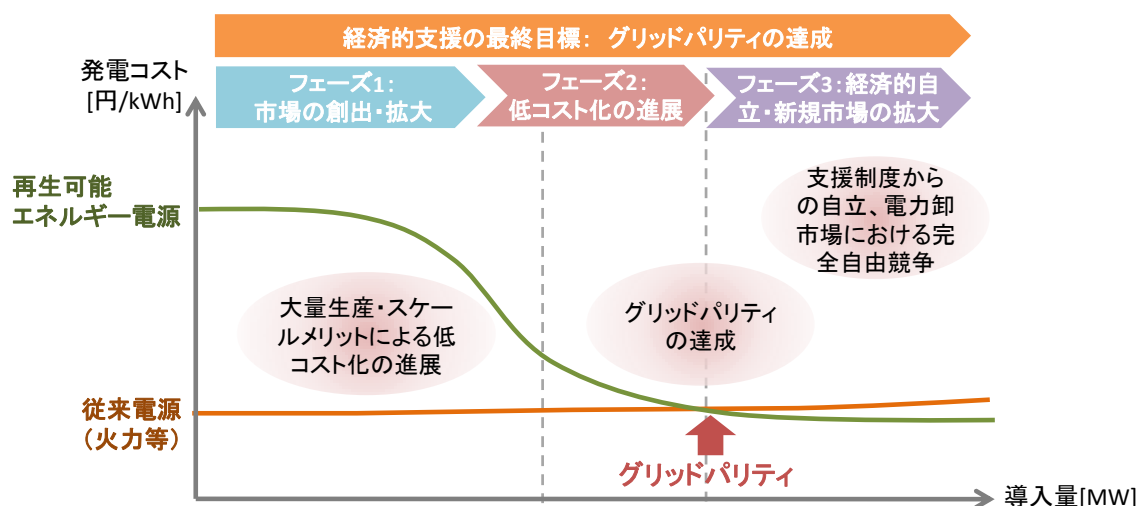


図 3-16 固定価格買取制度によるグリッドパリティ達成のイメージ図

我が国は固定価格買取制度開始後 3 年目を迎えており、太陽光発電の導入量が倍増するなど、フェーズ 1 の市場の創出・拡大は達成されたと考えられる。一方で、主に太陽光発電を中心に様々な課題が顕在化している。

市場の状況としては、設備認定が太陽光発電に偏っており、リードタイムの長い電源の導入の遅れ等が課題となっている。また、調達価格の高い太陽光発電が導入容量の 9 割以上を占めており、将来的な賦課金・消費者負担の増大が懸念されている（図 3-17）。

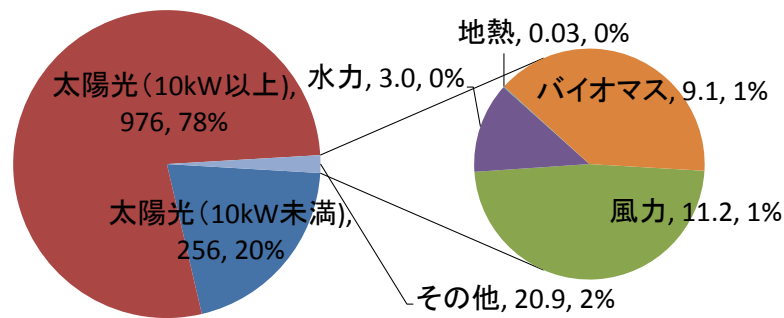


図 3-17 再生可能エネルギー導入量（新規認定分）の内訳[万 kW]（2014年8月末時点）
出典） [資源エネルギー庁, 2015a]より作成

また、導入拡大によりフェーズ 2 の低コスト化も一定程度達成しているものの、近年下げ止まりの状況にあり、グリッドパリティの達成水準に至っていない。固定価格買取制度導入後、太陽光発電のシステム価格（設計費、設備費、工事費等の合計）は住宅用では 15% 程度低減した（図 3-18）。しかし、非住宅用のシステム価格に関しては、特に 500kW 以上の設備において、固定価格買取制度導入後も横ばいか、微減程度にとどまっている（図 3-19）。

国内におけるモジュール価格も国際水準に及んでいない（図 3-20）。モジュール及び付属機器については円安の影響が、工事費に関しては五輪対応や震災復興需要に伴う労務費上昇の影響があることから、価格低下が望みにくい現状にある [調達価格等算定委員会, 2015a]。

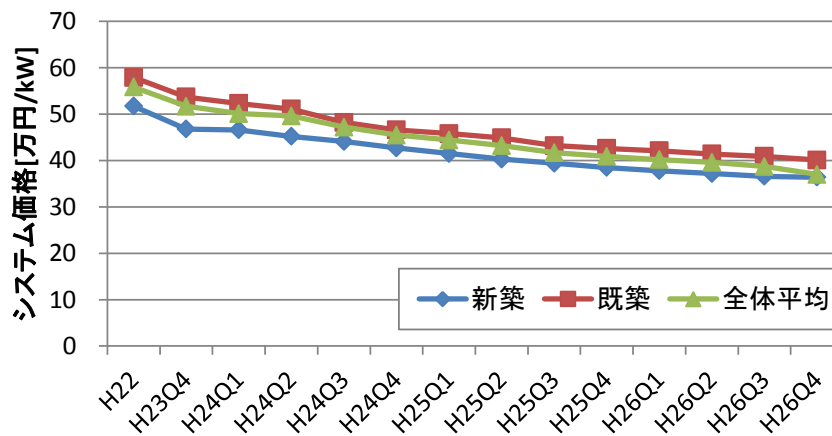


図 3-18 国内太陽光発電（住宅用）のシステム価格推移
出典） [調達価格等算定委員会, 2015b], [資源エネルギー庁, 2013]より作成

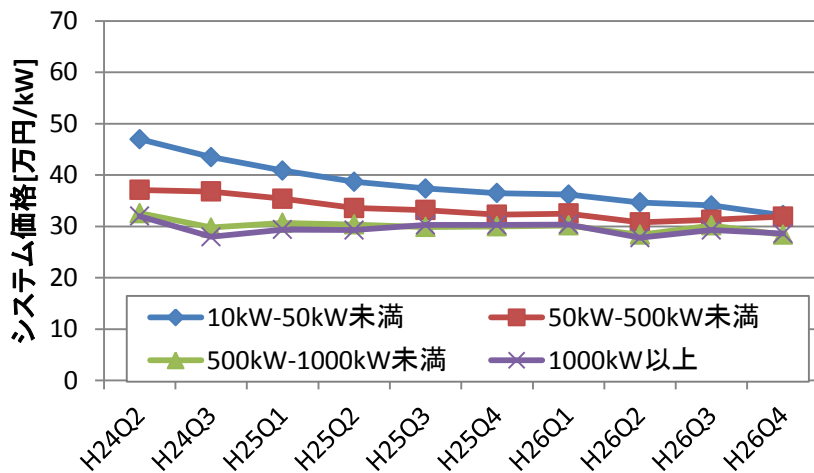


図 3-19 国内太陽光発電（非住宅用）のシステム価格推移

出典) [調達価格等算定委員会, 2015b]より作成

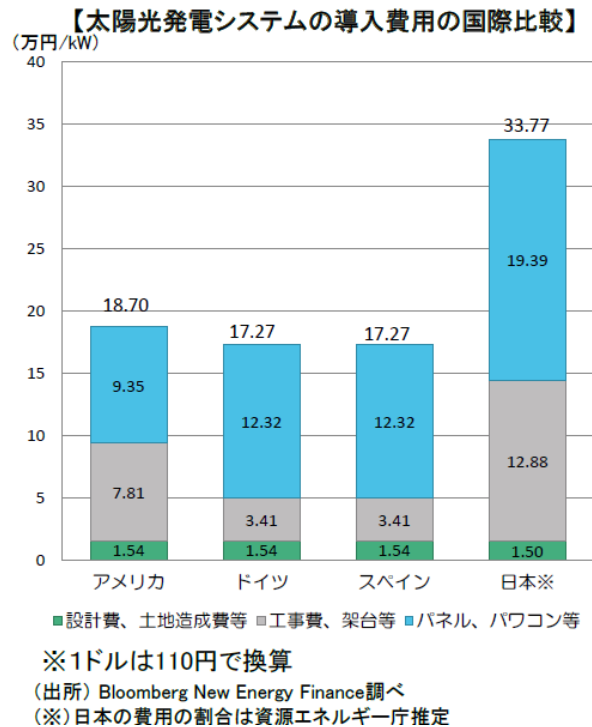


図 3-20 太陽光発電システムの導入費用の国際比較

出典) [新エネルギー小委員会, 2014a]

さらに、主に太陽光発電の急激な普及により、再生可能エネルギーによる電力が昼間の消費電力を上回り、電力の安定供給が困難となる可能性が発生するなど、システムの需給バランスに係る問題が顕在化した。2014年9月には、九州電力、北海道電力、東北電力、四国電力が相次いで、現状で可能な最大限の需給バランスの改善策により再生可能エネルギーをどこまで受け入れることができるかを見極める検討を行うため、再生可能エネルギー発電設備に

対する接続申込みの回答保留を決定する事態となった。これを受けて、経済産業省の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 新エネルギー小委員会 系統ワーキンググループにおいて、その解決方策について議論が進められている（詳細は 3.2.2 で述べる）。

(2) 固定価格買取制度の改善方策案

以上の状況を踏まえ、図 3-16 に示したフェーズ別に、我が国の固定価格買取制度における課題・その要因、およびそれに対する改善方策案を整理したものを図 3-21 に示す。ここに挙げている改善方策案のうち、より抜本的な改善となると想定される 6 つの方策案について、以降に詳述する。

経済的支援の最終目標：グリッドパリティの達成							
フェーズ1：市場の創出・拡大				フェーズ2：低コスト化の進展		フェーズ3：経済的自立・新規市場の拡大	
	市場	賦課金	系統	熱	システム価格	地域	ポストFIT
課題	◎設備認定の太陽光への偏り、リードタイムの長い電源の導入遅れ・伸び悩み ◎認定済設備の運転開始率の低迷、市場の不健全化	◎賦課金の上昇、制度運用の不安定化	◎系統影響懸念による導入拡大困難化	○再生可能エネルギー熱市場との競合	◎太陽光のシステム価格の下げ止まり	○地域密着・小規模事業の採算性悪化	○将来制度の不透明性による市場停滞
課題の要因	・太陽光に対する高い調達価格の設定 ・認定要件の不備 ・太陽光以外電源の事業見直し（調達価格）の不透明さ	・同左 ・回避可能費用算定における再生可能エネルギー電源の過少評価	・系統影響の考慮不足	・再生可能エネルギー熱の考慮不足	・メーカにおけるコスト削減インセンティブの不足	・地域経済波及効果の考慮不足	・「ポストFIT」（固定価格買取制度以後の制度）の議論の遅れ
固定価格買取制度の改善方策	□認定取消し（報告徴収）、認定要件の厳格化（土地・設備の確保） □運用改善 ■より抜本的な改善	□再生可能エネルギー電源のピークカット効果等を考慮した回避可能費用算定方法 ■「環境価値」保留オプションの付与⑤	■住宅太陽光の全量買取への移行とデマンドレスポンスの活用①	■バイオマス熱電併給、太陽光・熱併設時の優遇調達価格の設定②	■導入量等に応じた調達価格の逡減率設定③	■地域貢献のある事業の優遇（固定価格買取制度以外の方策を含む）④	■固定価格買取制度の終了と制度移行⑥ ■「環境価値」の取引市場の拡大⑤

図 3-21 固定価格買取制度の課題・要因と改善方策案

1) 住宅太陽光の全量買取への移行とデマンドレスポンスの活用

系統の需給バランスに係る課題に対し、余剰電力発生緩和を目的に、住宅太陽光についても全量買取に移行することが改善方策案として考えられる。また、過剰な余剰電力の発生緩和に対してはデマンドレスポンスを活用することとする。

現在の「余剰買取」の価格設定では、売電収入を増やすために通常以上に節電インセンティブが働くことで余剰電力が増えるため、系統全体で、需要に見合う以上の電気を増やすことになり、需給バランスの確保が難しくなるという悪影響が懸念される。この課題に対し、仮に購入電力単価を下回る水準に余剰買取価格を設定すれば、自家消費の方が経済的となるため、自家消費を最大化するインセンティブが働き、需給バランスの改善につながる可能性がある。しかしながら、適正な余剰買取価格の設定が難しいなど、制度運用は容易でないことが予想される。この点に関し、「全量買取」では、売電収入を増やすことを目的とした節電インセンティブは働かないため、通常以上に余剰電力を増加させる電力消費行動は回避される。加えて、全量買取への統一は、制度の複雑化を回避し、スムーズな運用・制度改正を進める上でも重要である。余剰買取、全量買取における価格設定による住宅用太陽光発電設置者の行動について表 3-18 にまとめる。

また、住宅用太陽光の出力抑制が必要になる期間・時間は限られており、デマンドレスポンスによる技術的な方策により、当該時間帯の需要を創出（電気自動車、ヒートポンプ式給湯器等）し、余剰電力発生緩和、出力抑制量の削減を図ることが有効である。

なお、住宅用太陽光を余剰買取とする理由として、「自己消費分を減少させることにより、太陽光発電の売電量が増やせるため、省エネルギーの促進効果がある」[調達価格等算定委員会, 2012]ことが挙げられているが、全量買取であっても、省エネのインセンティブがなくなるものではなく、省エネの推進は固定価格買取制度とは別の施策により推進することが可能である。

表 3-18 各価格設定による住宅用太陽光発電設置者の行動

	PV電力販売の 価値	PV電力自家消 費の価値	消費者の 電力消費行動
余剰買取	P1 (余剰買取単価)	> P0 (購入電力単価)	最大限の節電・ 販売量の最大化
	P1' (余剰買取単価)	< P0 (購入電力単価)	自家消費の最大 化
全量買取	P2 (全量買取単価)	—	成り行きで消費

2) バイオマス熱電併給、太陽光・熱併設時の優遇調達価格の設定

調達価格等算定委員会での議論を経て、平成 27 年度から、2,000kW 未満の未利用材を燃料とした木質バイオマスプラントに対する優遇調達価格が設定された。これは主に、小規模木質バイオマスの事業採算性への配慮が理由となっている。

上記に加え、バイオマス発電については、総合エネルギー効率の向上を目的に、熱電併給プラントに対する優遇調達価格（バイオマスコジェネプレミアム価格）を設定することが改善方策案として考えられる。

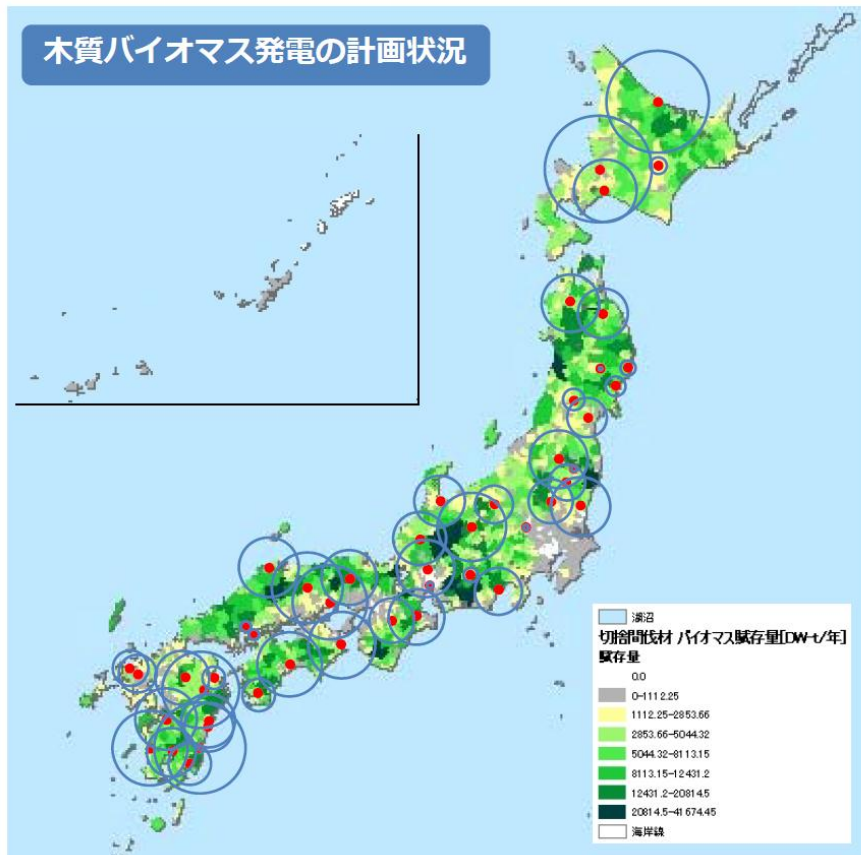
木質バイオマス発電の発電効率向上のためには大規模化が必要である一方、大規模プラントには大量の木材供給が必要であり、複数プラントが同一地域に集中した場合、国内の木材需給が逼迫することが懸念されている[調達価格等算定委員会, 2015]。平成 26 年 11 月時点で計画されている木質バイオマス発電の状況を図 3-22 に示すように、九州に計画が集中している。このようなプラントの一部は輸入バイオマスの利用を見込んでいるが、輸入バイオマスの利用は国内の雇用創出に寄与しないことから、地域活性化や事業の持続可能性の観点も含め、地域の実情に応じた適正な規模のプラント設計を行うことが重要である。

その際、中小規模の木質バイオマス発電の効率は低いことから、電力単体利用ではなく、地域の熱需要に応じた「熱主電従」としたコジェネプラントとすることが、総合エネルギー効率を向上する有効な方策である。

ドイツの買取制度では、コジェネレーションに対するプレミアム支払や、バイオマスの場合のコジェネ義務化を制度化している。

ただし、バイオマス熱供給設備に対しては補助金が支給されている場合が多く、優遇調達価格を設定した場合に二重支援となる可能性がある点に留意が必要である。

また、熱利用促進の観点からは、給湯エネルギー消費量の大きい家庭における太陽熱利用の普及を促進するため、太陽光発電と太陽熱利用設備の両方を設置した場合の優遇調達価格（ダブルソーラープレミアム価格）の設定が考えられる。



(資料) 「バイオマス貯存量・有効利用可能量の推計」(NEDO) に、FIT の設備認定を受けた木質バイオマス発電設備のうち未利用間伐材等の利用割合が最も多い設備について、燃料を年間 6 万 t 使用する発電所の集材想定範囲を半径 50km 圏内として試算。実際の集材範囲は、森林密度や地形等により異なり、同心円状にはならない。

図 3-22 木質バイオマス発電の計画状況 (平成 26 年 11 月時点)

出典) [調達価格等算定委員会, 2015]

3) 地域貢献のある事業の優遇

地域貢献度の高い事業については、固定価格買取制度やポスト FIT で優遇を行うことが考えられる。地域の発電設備の立地による雇用創出・固定資産税増収に加え、地域の組織・金融機関の活用、市民出資・参加により、より多くの社会的・経済的便益が地域に生まれることとなる (表 3-19、図 3-23)。

例えば、世界風力エネルギー協会 (World Wind Energy Association) では、地域貢献型事業に求められる原則について、「地域の利害関係者がプロジェクトの大半もしくはすべてを所有している」こと、「プロジェクトの意思決定はコミュニティに基礎をおく組織によっておこなわれる」こと、「社会的・経済的便益の多数もしくはすべては地域に分配される」ことの 3 つを「コミュニティ・パワー三原則」として提唱している [IESP ウェブサイト]。

表 3-19 地域貢献が発生するための発電事業の条件

関係者	地域貢献が生じる条件	経済的便益	社会的便益
被雇用者	発電事業者が地元住民を雇用する、地元企業の売上増に伴い雇用が発生する	人件費	雇用発生
メーカー・建設会社等	発電事業者が地元の企業に設備・施工・メンテナンス・燃料調達（バイオマスの場合）を発注する	売上増加	
金融機関	発電事業者が地元金融機関からの融資を受ける	利子	
出資者	発電事業者が地元住民からの出資を募る	配当	参加意識の高まり
地方公共団体	発電事業者が地域に立地する	固定資産税	
地方公共団体・市民等	保有土地で発電事業が行われる	土地賃借料	
	地域の発電事業者から電力供給を受ける		防災・低炭素化
市民	発電事業に意思決定に関わる		参加意識の高まり

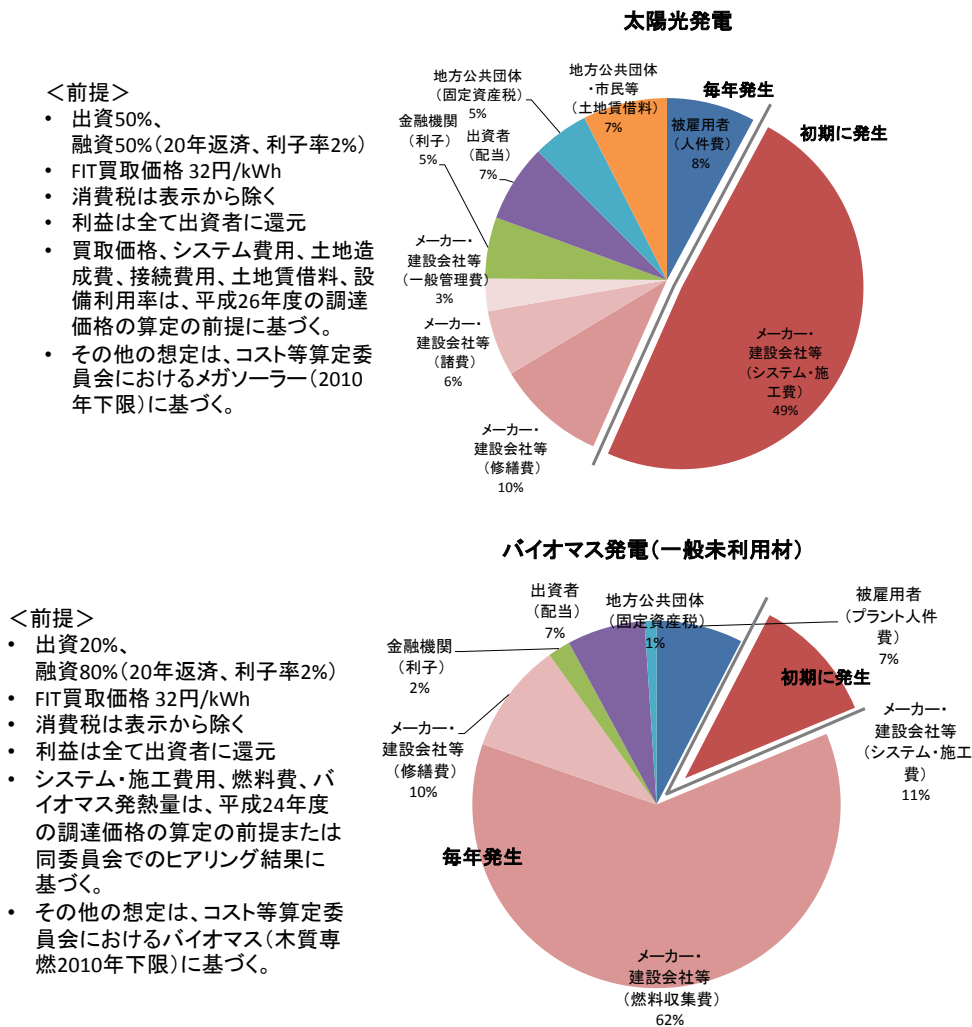


図 3-23 関係者別の経済的便益 (設備設置後 20 年間の平均)
(上：太陽光発電、下：バイオマス発電)

出典) 各種資料から作成

地方公共団体において、地域貢献のある再生可能エネルギー事業等を優遇している施策事例が存在する。表 3-20 に、施策オプションを事例として示す。地方公共団体において、単に域内での発電を推進するのみでなく、その他の地域貢献がある事業について、調達時に優遇したり、補助金の要件としたり、税減免の対象としたりするなどの方法で優遇している事例がある。

総務省でも、地域のエネルギー事業の展開を支えるため、自治体主導の「地域インフラ会社」整備に向けた検討を行っている。

国としても、FIT の料金設定やポスト FIT の設計等を通じて、地域貢献のある事業を推進できる可能性がある。

表 3-20 地方公共団体による地域貢献型再生可能エネルギー事業等の支援施策例

事例	重視する地域貢献の種類	概要	具体的な考慮方法
京都府 一般競争入札 等	域内企業（施工工事）の利用	公共施設への太陽光発電設置工事において、府内企業を下請先とする企業を優遇	落札者は原則府内企業を下請負先として選定 府内企業の下請け比率に応じた工事成績評定を実施
北海道苫小牧市「苫小牧市企業立地振興条例に基づく優遇措置」	税収増加 域内での雇用創出	工場等誘致支援の対象のなかに、再生可能エネルギー発電設備を含む	一定規模の固定資産取得の場合、当初は固定資産税減免 一定人数の雇用に対して雇用助成金
長野県飯田市「木質バイオマス機器設置補助金」	域内企業（設備、燃料供給）の利用	ペレットストーブ・ペレットボイラー補助金の要件として、地域の設備・バイオマス供給企業の利用を含める	補助金の要件として、以下を規定 長野県内に事業所・代理店を有する者から購入 長野県内で加工した長野県産間伐材を利用したペレットの 3 年以上利用
長野県飯田市「飯田市再生可能エネルギーの導入による持続可能な地域づくりに関する条例」	「地域環境権」（再生可能エネルギー資源を利用する権利）の行使	条件を満たす事業に対し、計画策定・運営への助言、信用力の付与、補助金交付・資金の貸付け、当該市有財産に係る利用権原の付与	次に挙げる事業を支援 地域団体（地縁による団体等）の意思決定を経て、地域団体が自ら行う事業や、地域団体及び公共的団体等が協力して行う事業
京都市「市民協働発電制度運営主体募集」	域内企業（施工工事）の利用 地域への利益の還元	公共施設の屋根貸しにおいて、運営主体に地域経済の活性化策を求める	選定において、以下を評価 利益の還元方法が地域に資する形であること 機材・工事事業者について、市内事業者への受注機会の拡大に努めている提案であること
小田原市「市民参加型再生可能エネルギー事業」の認定	防災対策の推進 域内企業（設備、施工工事）の利用	市民の参加などの一定の要件を満たす事業を、再生可能エネルギーの普及促進におけるパートナーとして市が認定	以下を認定基準とする 認可地縁団体・市民団体による運営、もしくは市民 30 人以上出資 停電時に地域施設に電気を供給 市内に事業所を置く事業者に、材料及び工事総額のおおむね 2 分の 1 以上を発注

出典) 各地方公共団体資料より作成

4) 導入量等に応じた調達価格の逓減率の設定

我が国ではシステム価格の現状を踏まえて次年度の調達価格を決定する方法を取っているが、このことがメーカー等におけるコスト削減インセンティブを下げている可能性がある。低コスト化をさらに推進するためには、導入量等に応じた調達価格の逓減率を設定し、メーカー等のコスト削減努力を促すことが改善方策案として考えられる。

調達価格の逓減率の設定には、現在の調達価格設定方法と比較して、事業見通しが立てやすくなることや、制度の運用コストを下げられる（現在の調達価格算定のプロセスを省力化できる）等のメリットがある。

日本の設置コストが諸外国と比較して高くなる要因としては、前述のとおり、モジュール及び付属機器については円安の影響が、工事費に関しては五輪対応や震災復興需要に伴う労務費上昇の影響が考えられる【調達価格等算定委員会, 2015a】。加えて、同じ国内メーカーであっても、当該市場のシェアや競合企業の動向等に合わせて海外での販売価格と国内での販売価格に差を設けていることなどが挙げられる⁶。図 3-24 に国際市場におけるメーカー国籍別の平均モジュール価格の推移を示す。本データでは、国内メーカーのモジュールコストは、海外メーカーと比して決して高くない状況にある。

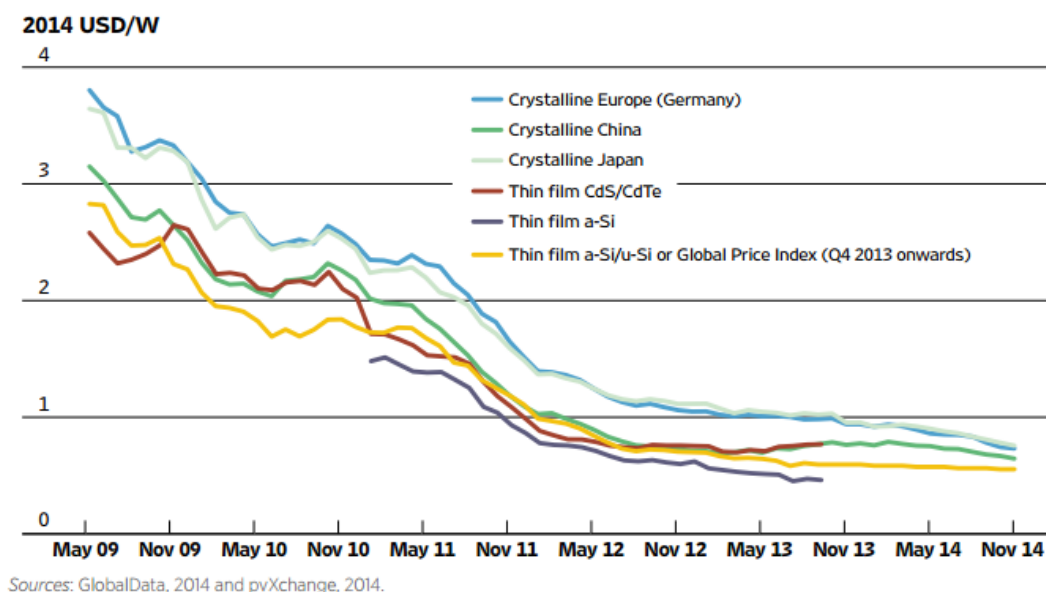


図 3-24 国際市場におけるメーカー国籍別の平均モジュール価格の推移
出典) [IRENA, 2014]

⁶ 関連事業者へのヒアリング調査より。

5) 「環境価値」保留オプションの付与

賦課金の抑制や、新たな市場創出の観点から、再生可能エネルギー発電者に「環境価値を売却しない」という選択権を与え、環境価値が市場で評価されるようにしていくことが改善方策案として考えられる。

将来的に、経済的に自立した再生可能エネルギー電気は、再生可能エネルギー由来であることを競争力として、市場等で取引されていくべきものである。一方で、現在の固定価格買取制度においては、「電気が再生可能エネルギー由来であることの価値（環境価値を含む）は、強制的に買い取られ、その費用は一般需要家が負担している」と整理されている。「電気が再生可能エネルギー由来であることの価値」を固定価格買取とは異なる方法で取引できるオプションを制度的に担保し、市場で評価されるようにしていくことが一案として考えられる。その際、何らかの義務的制度和組み合わせること等により、環境価値等に対する需要を創出することも重要となる。

また、固定価格買取制度とは異なるスキームで取引される再生可能エネルギー電力が増加すれば、固定価格買取制度下の賦課金の抑制にもつながることが期待される。

固定価格買取制度内外における環境価値の位置づけについて図 3-25 に整理する。固定価格買取制度内では、発電事業者が環境価値をグリーン電力証書等にて取引することが想定される。

固定価格買取制度外では、小売事業者が証書として、または環境価値やそれ以外の価値（発電した”地域”など）を含めた電力として取引する形態が考えられ、後者においては発電源証明（p.100 参照）の仕組みが必要となる。

このような環境価値の取引市場を形成するためには、環境価値市場の拡大や、環境価値の適正な評価が必要となる。

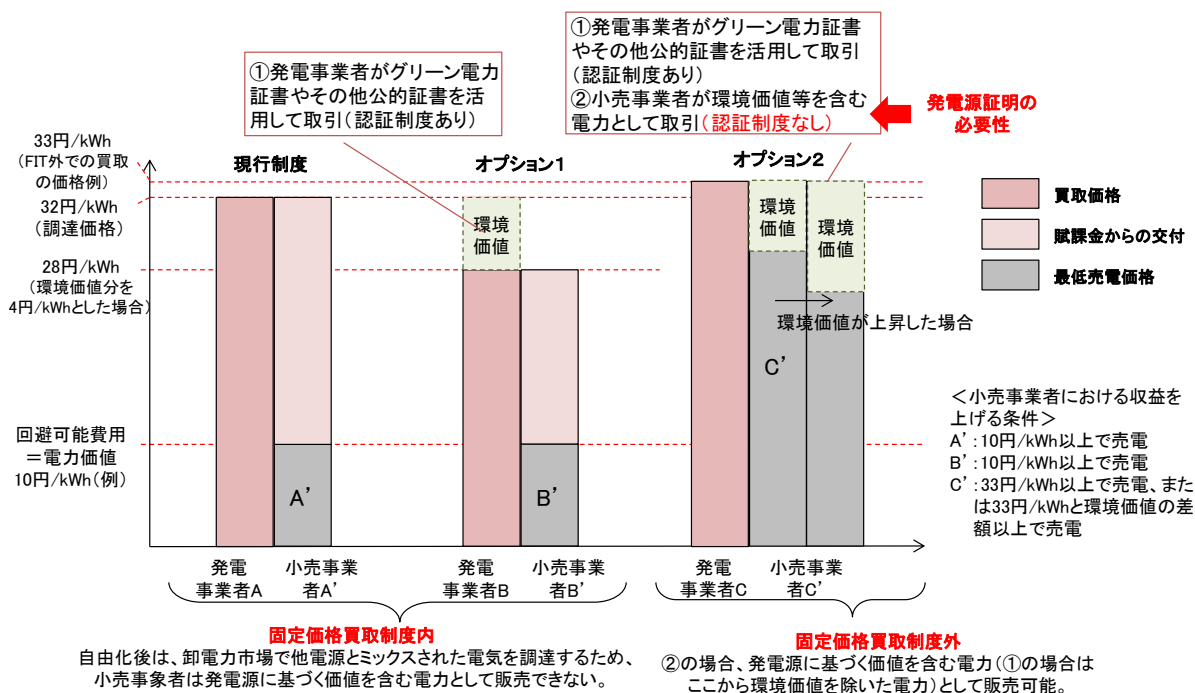


図 3-25 固定価格買取制度内外における環境価値の位置づけ

環境価値市場の拡大や、環境価値の適正な評価のためには、制度による環境価値の需要を創出することが重要と考えられる。制度による環境価値市場の創出には、以下の方策例が考えられる。

- 低炭素社会実行計画における CO₂ 削減の自主目標の達成手段の一つとして環境価値をオプション化
- 大規模事業者に対する CO₂ 排出枠の設定と、義務量達成手段の一つとして環境価値をオプション化

エネルギー供給構造高度化法では、非化石電源の比率を 2020 年までに 50%に引き上げる目標が掲げられており（原子力の稼働に変化がないことが前提）、本目標の動向により、環境価値の市場価値が上昇する可能性がある。

また現在、環境省の「温対法に基づく事業者別排出係数の算出方法等に係る検討会」において、電気事業者の CO₂ 排出係数の算定方法の改定について検討されている。これまでは、固定価格買取制度（FIT）で調達した再生可能エネルギーの費用は、賦課金として電力消費者が負担しているにも関わらず、電気事業者の排出係数を過剰に引き下げる算定方法となっていた。この点が見直され、新たな算定方法の下では、再生可能エネルギー導入による電気事業者の CO₂ 排出係数の引き下げ効果は大きく縮小されることになる。本改定により CO₂ 排出係数の削減目標達成や小売自由化における販売戦略の中で、固定価格買取制度の枠外での取引や、環境価値の取引市場が拡大する可能性がある。

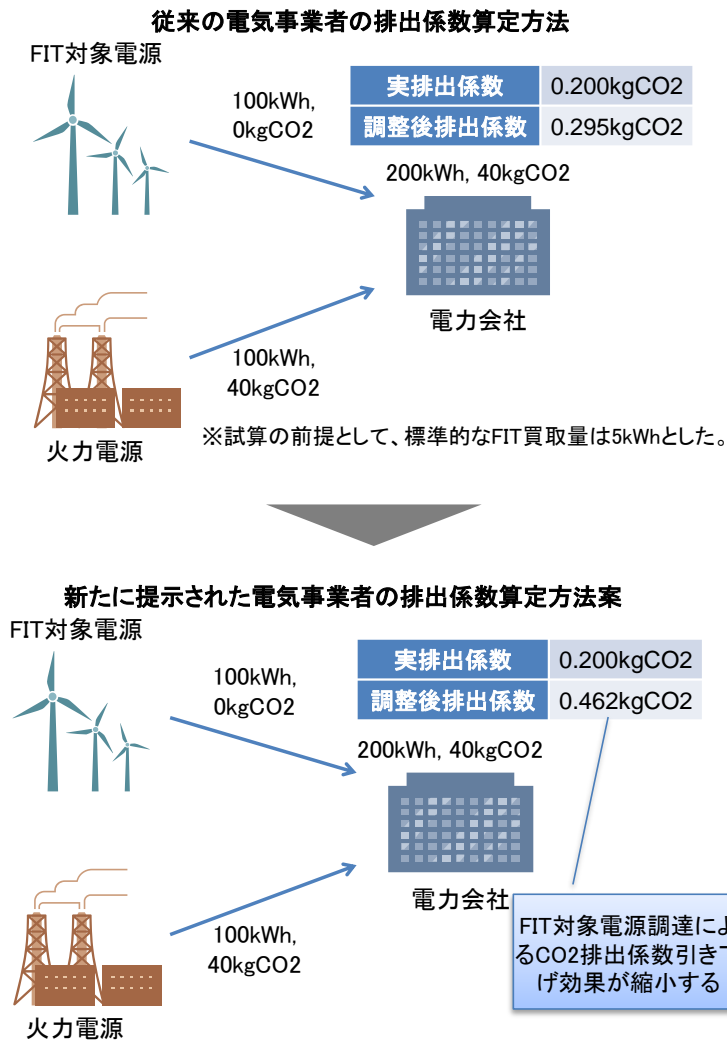


図 3-26 新たな電気事業者の CO₂ 排出係数の算定方法による調整後排出係数の変化
出典) [温対法に基づく事業者別排出係数の算出方法等に係る検討会, 2015]より作成

6) 固定価格買取制度の終了と制度移行（ポスト FIT の検討）

3.1.1 に整理したとおり、先進的に FIT を導入したドイツ・英国では FIT からポスト FIT へ移行しつつある。我が国においても、そうした先進事例を参考として、長期的なスパンでの再生可能エネルギー普及の道筋や、ポスト FIT を検討することが重要と考えられる。

ドイツおよび英国におけるポスト FIT の移行に係る状況について表 3-21 に整理する。

また、ドイツおよび英国におけるポスト FIT の移行に係る状況を参考に、我が国のポスト FIT を検討する上での論点を表 3-22 に整理する。

我が国においては、FIT 開始後 3 年目であり、ポスト FIT に移行するフェーズにはないものの、将来的な制度移行を踏まえ、ここに挙げている論点を含めて、幅広い議論を前広に実施することが重要と考えられる。

表 3-21 ドイツおよび英国におけるポスト FIT の移行に係る状況

			ドイツ	英国
FIT 導入・ポスト FIT に係る動向			2000年 FIT 導入 2012年 FIT・FIP の選択性に変更 2014年 段階的な FIP、入札制度への移行	2008年 5MW 以下を対象として FIT を導入 2013年 5MW 以上を対象に、入札制度(CfD)を導入
移行時期に関する観点	再生可能エネルギーの導入状況	目標 (水力含む)	電力消費に占める再生可能エネルギーの割合を、2025 年までに 40~45% (EU 指令を上回る独自目標)	最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合を、2020 年までに 15% (電力消費に占める再生可能エネルギーの割合を、2020 年までに 30%(シナリオ分析結果))
		目標達成度状況	電力消費に対して 6.2% (2000 年) →25.4% (2013 年) <u>⇒一定程度目標に近づきつつあるものの、引き続き導入量の大幅な拡大が必要</u>	最終エネルギー消費に対して約 5% (2013 年) 電力消費に対して 4.8% (2007 年) →14.9% (2013 年) <u>⇒一定程度目標に近づきつつあるものの、引き続き導入量の大幅な拡大が必要</u>
		実績*1 (水力含まず)	電力消費の 2.4% (2000 年) →20.9% (2013 年) 太陽光：5.0% 風力：8.3% バイオマス：7.6% 地熱：0.01%	電力消費の 1.3% (2000 年) →13.6% (2013 年) 太陽光：0.6% 風力：7.9% バイオマス：5.1%
	発電コストの低下状況*2	太陽光：23 円/kWh 風力：8.1 円/kWh <u>⇒風力はグリッドパリティを達成</u>	太陽光：35 円/kWh 風力：7.3 円/kWh <u>⇒風力はグリッドパリティを達成</u>	
	賦課金の増大状況*3	8.7 円/kWh (2014 年) <u>⇒賦課金の増大が社会的問題に</u>	2.0 円/kWh (2014 年、RPS による影響を含む推計値)	
	その他外的要因	過剰な再生可能エネルギー支援が自由競争市場を歪めていることに対する EU からの是正要請	同左	
	移行後制度の選択に関する観点	今後拡大させたい再生可能エネルギーの種類	北部を中心としたコストの低い風力発電等 小規模プロジェクト (地域主体)	コストの低い風力発電等、北海において開発が急速に進展している洋上風力等 小規模プロジェクト (地域主体)
	現在の経済的支援策の主目的	卸電力市場における <u>再生可能エネルギーの本格的な自立</u> を目指す	競争原理を取り入れた <u>再生可能エネルギーの導入コスト削減の加速</u>	
	原資に関する考え方	電力料金への賦課金を利用	政府予算を活用。最小・予見性高い予算で、最大の再生可能エネルギーを導入したい	
	電力系統・市場状況	欧州大の系統ネットワークの存在、 <u>卸電力市場の成熟</u>	欧州大の系統ネットワークの存在、 <u>卸電力市場の成熟</u>	

*1:IEA “Renewables Information 2014”

*2: World Energy Council, “World Energy Perspective Cost of Energy Technologies”, 2013 (原典は Bloomberg New Energy Finance)。1US\$=100 円で換算

*3:1€=140 円、1£=170 円にて計算

表 3-22 我が国のポスト FIT を検討する上での論点

			日本
FIT 導入・ポスト FIT に係る動向			2009 年 太陽光発電余剰買取制度開始 2012 年 7 月 固定価格買取制度全面導入
移行時期に関する観点	再生可能エネルギーの導入状況	目標 (水力含む)	2020 年の発電電力量の 13.5% を上回る水準*4 2030 年に 2140 億 kWh を上回る水準*4
		目標達成度状況	884 億 kWh (2007 年) → 1004 億 kWh (2013 年)
	実績*1 (水力含まず)	2013 年時点で電力消費の 2.2% (204 億 kWh) *2 太陽光：1.0% 風力：0.5% 地熱：0.3% バイオマス・廃棄物：0.4% FIT 認定設備が全て運転開始した場合 11.7% (1,198 億 kWh) *2 太陽光：8.3% 風力：0.7% 地熱：0.4% バイオマス・廃棄物：2.5% <u>⇒ドイツ・英国と比較して電力消費に占める RE 比率は小さい。現在の FIT 認定設備が全て運転開始した場合は目標には近づくが、ドイツ・英国等に大きく遅れを取る。</u>	
	発電コストの低下状況*2	太陽光：43 円/kWh 風力：22 円/kWh <u>⇒ある程度は低下しているが、自立のレベルには至っていないのではないか。太陽光は急速に導入が拡大しているにも関わらず、コストの下げ止まりが見られる*2。</u>	
	賦課金の増大状況*3	0.75 円/kWh (2014 年)、3.12 円/kWh*2 (FIT 認定設備が全て運転開始した場合)	
	その他外的要因	—	
移行後制度の選択に関する観点	今後拡大させたい再生可能エネルギーの種類	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ために、各再生可能エネルギー電源のポテンシャルをバランスよく活かしていく*3	
	現在の経済的支援策の主目的	導入の拡大 <u>⇒導入量やコストの状況から、FIT や入札制度等に移行するフェーズではない一方で、太陽光のコストが下げ止まっている状況にあり、導入コスト削減を加速させる政策を織り込むことも必要。また、導入拡大によりコスト低下が見込みにくい再生可能エネルギー種類に対しては、FIT 以外の支援措置が必要ではないか。</u>	
	原資に関する考え方	基本的には電力料金への賦課金を利用、他の便益が大きいバイオマス導入等については補助措置を併用	
	電力系統・市場の状況	電力会社別の独立性の高い系統、卸電力市場は未発展 <u>⇒成熟した卸電力市場を前提とする FIT は当面導入が困難。FIT 移行のためには市場整備が必要。</u>	

*1: World Energy Council, “World Energy Perspective Cost of Energy Technologies”, 2013 (原典は Bloomberg New Energy Finance)。1US\$=100 円で換算

*2: 第 16 回調達価格等算定委員会 2015 年 1 月 15 日資料 1「最近の再生可能エネルギー市場の動向について」

*3: [新エネルギー小委員会, 2014a]

*4: エネルギー基本計画 2014 年 4 月

3.1.3 経済面以外の課題

2012年7月より固定価格買取制度が導入されたことで、再生可能エネルギーの種類に応じた一定の支援が行われることとなった。前述のとおり、今後、固定価格買取制度が安定的かつ実効的に運用されるため、必要に応じて制度見直しを行っていく必要がある。

その他の非経済的な課題として、新エネルギー小委員会等において表 3-23 に示す事項が示されている。これらについても並行して取り組んでいく必要がある。

表 3-23 再生可能エネルギー電気の導入拡大に向けた非経済的な課題

	規制・制度的な課題	技術的な課題	情報的な課題	社会的な課題
太陽光	<ul style="list-style-type: none"> 禁止区域の使用など、法令違反事業者への対応*2 	<ul style="list-style-type: none"> 設置技術などの向上など、ハードウェア以外のコスト低減支援*2 小規模太陽光の出力抑制による調整の実効性確保*3 結晶 Si 太陽電池や新型太陽電池の技術開発*2 数十年後に予想される大量廃棄に対するリサイクルや処理技術の開発*1 	<ul style="list-style-type: none"> 地域の実情に応じた各地方自治体の取組みの推進に資する情報提供*2 コスト低下情報の公開*1 悪質な販売行為への対応*2 	<ul style="list-style-type: none"> メガソーラーの急増に対する景観問題や森林伐採問題*1 系統へ負担のかからない自家消費の推進*2 夏のピーク時などにおけるピーク対処策としての活用*3 固定価格買取制度終了後（ポスト FIT）の検討*1
風力	<ul style="list-style-type: none"> 風力発電に係る環境影響評価の迅速化*2 	<ul style="list-style-type: none"> 出力抑制の円滑な実施*2 着床式および浮体式洋上風力の推進*2 風車の発電効率の向上および大型化*2 乱流、台風、落雷等への対策*2 	<ul style="list-style-type: none"> メーカー、事業者の設備投資、開発研究を促進するための中長期目標の設定*1 	<ul style="list-style-type: none"> 事業者と住民の合意形成の円滑化*2 海域利用者との地域協調*2 適地における送電網の脆弱性*2 港湾インフラなど洋上風力設備の整備*2 風力を中心としたデータ収集基盤の整備*2
中小水力	<ul style="list-style-type: none"> 水利権取得手続きの簡素化、円滑化*1 ダム水路主任技術者の許可選任範囲の見直し等*4 	<ul style="list-style-type: none"> 低落差水路での発電手法や高効率水車形状の開発*2 効率的な維持、管理技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 水利用に際しての地元調整*2 多様な開発モデルの具体化による、地域にとっての利点の見える化*1 	<ul style="list-style-type: none"> 開発地点の奥地化、小規模化への対応*2 既存設備の更新件数増加への対応*2
地熱	<ul style="list-style-type: none"> 発電出力最大化の障壁となる国立・国定公園第 2・3 種地域における高さ規制*2 現在約 4 年程度を要する環境影響評価の円滑かつ迅速な実施*2 新規地点の創出につながる国 	<ul style="list-style-type: none"> 現状の掘削成功率（50%）を高めるための地熱資源探査技術等の高度化*2 	<ul style="list-style-type: none"> 国主導のポテンシャル調査およびその情報公開*1 	<ul style="list-style-type: none"> 地元との合意形成の促進*2 発電後の熱水利用など、エネルギーの多段階利用*2

	規制・制度的な課題	技術的な課題	情報的な課題	社会的な課題
	<ul style="list-style-type: none"> 立・国定公園内等での空中物理探査の円滑な実施*2 小型フラッシュタイプ発電設備に関するボイラー・タービン主任技術者の選任範囲等の見直し*4 			
バイオマス	<ul style="list-style-type: none"> 発電量の安定性を考慮した系統接続ルールを検討*1 柔軟な発電が可能なバイオマス発電の詳細な優先給電ルールの明確化*3 	<ul style="list-style-type: none"> 熱電併給、小規模発電技術の開発*2 木質バイオマス原料の搬出、運搬、チップ加工などサプライチェーン全体の低コスト化*2 	<ul style="list-style-type: none"> 新規参入リスクの低減に資する地域の資源量および利用可能量に関する情報整備*2 メタン発酵消化液の有用性の認知拡大*2 	<ul style="list-style-type: none"> 木材の安定供給に資する路網等の整備*2 メタン発酵槽の原料収集体制の構築*2 資源が豊富な地方の系統が脆弱であることによる送配電の容量制約への対応*2 海外燃料より地域活性化に資する燃料利用の推進*3
共通		<ul style="list-style-type: none"> 系統における電力量の予測技術の開発 発電変動に対応するための柔軟性の確保 		<ul style="list-style-type: none"> 適地の減少および FIT 価格の低下 再生可能エネルギー間のバランスの取れた導入*2
系統	<ul style="list-style-type: none"> 送電における広域的運用の拡大*2 出力抑制ルールの見直し*1 系統増強時の費用負担ルールの見直し 地域間連携線のきめ細かい運用ルールの設定*3 		<ul style="list-style-type: none"> 系統対策費用の上昇および予見可能性を確保するための情報公開 	<ul style="list-style-type: none"> 高度な需給監視や自動制御システムなどインフラの整備*2 地域間の再生可能エネルギーの導入バランスの確保
地熱	<ul style="list-style-type: none"> 発電出力最大化の障壁となる国立・国定公園第 2・3 種地域における高さ規制*2 現在約 4 年程度を要する環境影響評価の円滑かつ迅速な実施*2 新規地点の創出につながる国 	<ul style="list-style-type: none"> 現状の掘削成功率（50%）を高めるための地熱資源探査技術等の高度化*2 	<ul style="list-style-type: none"> 国主導のポテンシャル調査およびその情報公開*1 	<ul style="list-style-type: none"> 地元との合意形成の促進*2 発電後の熱水利用など、エネルギーの多段階利用*2

	規制・制度的な課題	技術的な課題	情報的な課題	社会的な課題
	<ul style="list-style-type: none"> 立・国定公園内等での空中物理探査の円滑な実施*2 ・ 小型フラッシュタイプ発電設備に関するボイラー・タービン主任技術者の選任範囲等の見直し*4 			

出典) *1 [新エネルギー小委員会, 2014b]、*2 [新エネルギー小委員会, 2014a]、*3 [新エネルギー小委員会, 2014c]、*4 [産業構造審議会保安分科会電力安全小委員会, 2014]

3.1.4 (参考) 固定価格買取制度に関する一般市民の認知・賛同状況

再生可能エネルギー事業等に対する意識や関心度、エネルギー消費実態等についての比較検討を行うことを目的に、日本・英国・ドイツの3か国の一般消費者を対象にインターネットアンケートを実施した。結果の全体は参考資料に示す。

以降、固定価格買取制度に関する一般市民の認知・賛同状況を中心に、結果について述べる。

表 3-24 再生可能エネルギーに対する意識やエネルギー消費実態等に関するアンケートの実施概要

対象国	日本、英国、ドイツ
対象者数	各国 1,000 件
対象者	一般消費者 (20 歳以上 (学生除く))
実施時期	2014 年 11 月
割付条件	おおよそ均等割合になるように、以下の条件にて割付を実施 年代：20 歳台、30 歳台、40 歳台、50 歳以上 性別：男性、女性 居住地域：都市圏都市部、 都市圏郊外住宅地 都市圏ニュータウン、 地方都市街なか 地方都市郊外・農山村

(1) 固定価格買取制度の認知状況

日本、英国、ドイツの消費者の、固定価格買取制度の認知状況を図 3-27 に示す。

日本 60%、英国 62%、ドイツ 39%の消費者が、固定価格買取制度を知らないと回答した。制度内容まで含めて知っているのは、日本 15%、英国 17%、ドイツ 19%と、各国状況に大きな差がない。固定価格買取制度が導入されて 10 年以上経過しているドイツにおいても、固定価格買取制度の認知度は一定水準に留まる。

また、固定価格買取制度による賦課金額の認知状況を図 3-28 に示す。ドイツにおいても、おおよその金額を知っているのは 3%にとどまり、金額までは知らないと回答している消費者 57%に上った。

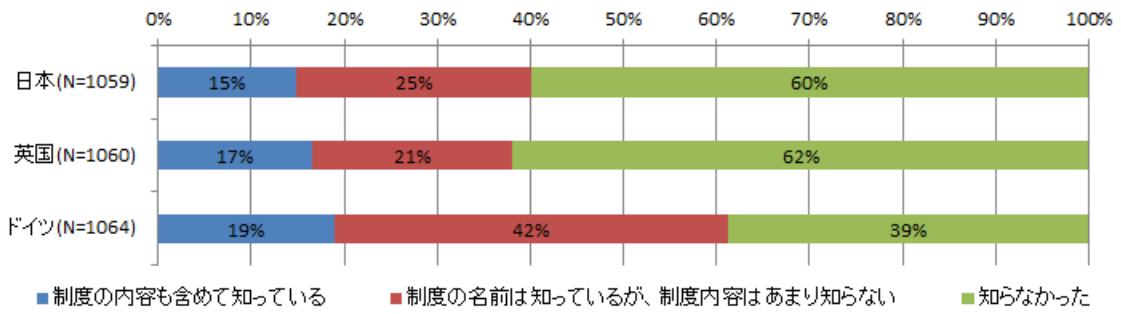


図 3-27 固定価格買取制度の認知状況

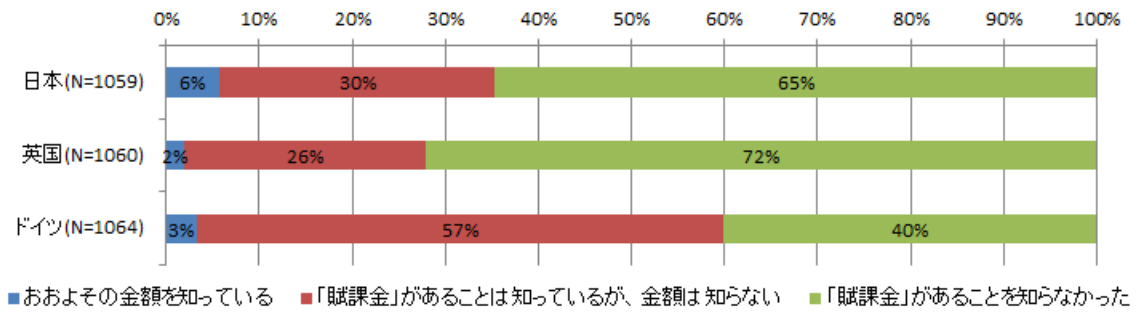


図 3-28 固定価格買取制度による賦課金額の認知状況

(2) 固定価格買取制度における賦課金の許容金額

固定価格買取制度での月別の賦課金の許容金額について尋ねた結果から、月別の賦課金額別の許容割合を算出した結果を図 3-29 に示す。ドイツの消費者が最も許容割合が高い。日本 37%、英国 48%、ドイツ 28%の消費者が、賦課金の負担に反対（0 円でも許容しない）と回答した。

2014 年度の月額賦課金（300kWh/月の家庭の場合）は、日本 225 円、英国 612 円、ドイツ 2621 円である。各国それぞれの賦課金（2014 年度）程度以上の金額でも許容できるとの回答は、日本 38%、英国 36%、ドイツ 6%であった。

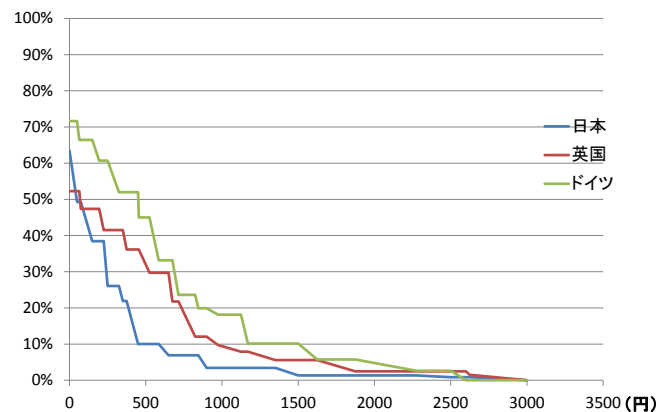


図 3-29 固定価格買取制度による賦課金額別の許容割合

注) 横軸が月別の賦課金額であり、縦軸はその賦課金額を許容する消費者の比率を示す。

注) 1 ユーロ=140 円、1 ポンド=170 円にて円換算。

賦課金の許容と、固定価格買取制度や賦課金額の認識の関係について、ドイツの例を以下で示す。

図 3-30 は固定価格買取制度の認知状況別、図 3-31 は賦課金額の認知状況別に、賦課金の最大許容金額を示したものである。いずれも、固定価格買取制度の制度や賦課金額をよく認識している消費者は、負担を許容していることを示している。また、負担を許容できる金額については、これらの認識の他、電気料金が多いほど大きく、年収が高いほど大きいという関係も見られた（図 3-32、図 3-33）。

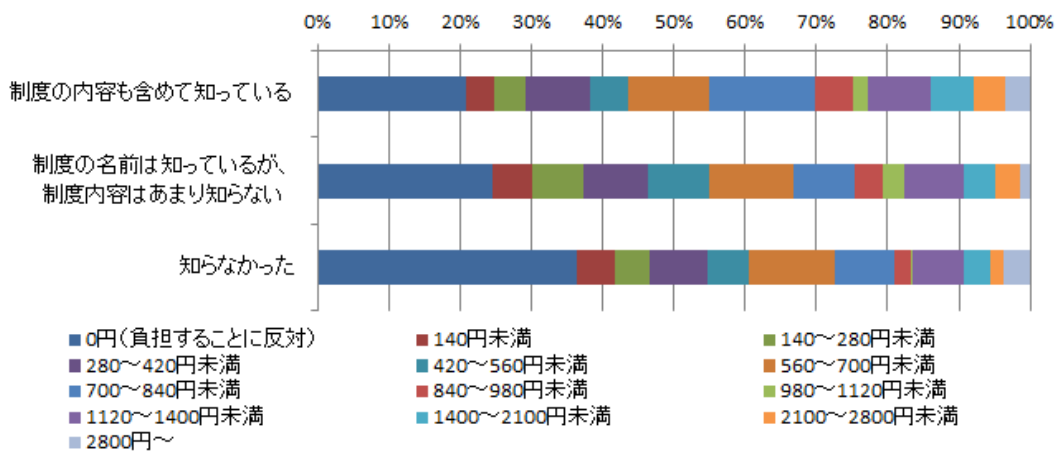


図 3-30 固定価格買取制度の認知状況別の賦課金の最大許容金額

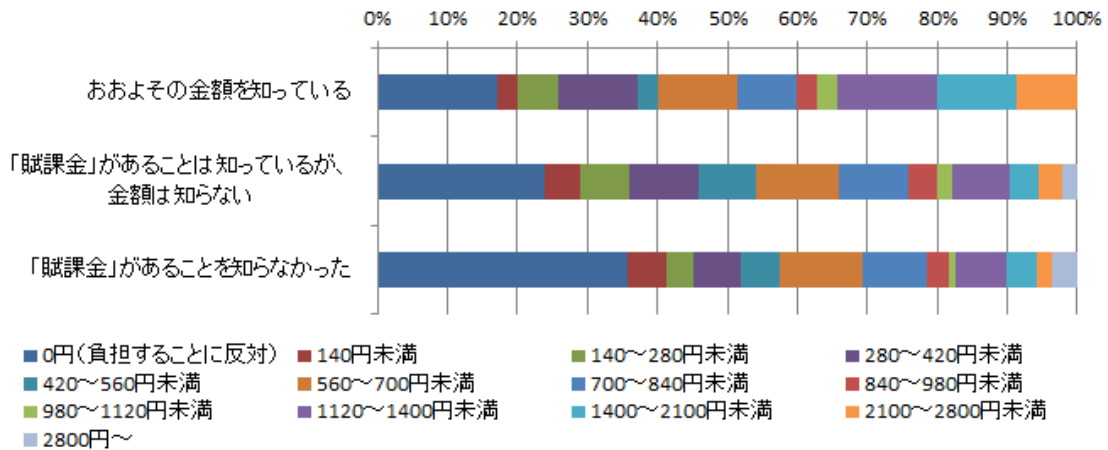


図 3-31 賦課金額の認知状況別の賦課金の最大許容金額

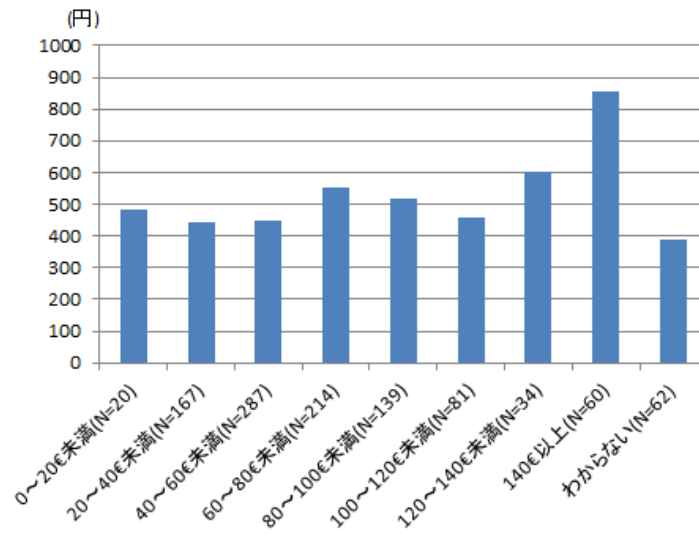


図 3-32 月別電気料金区分別の賦課金の許容金額 (平均)

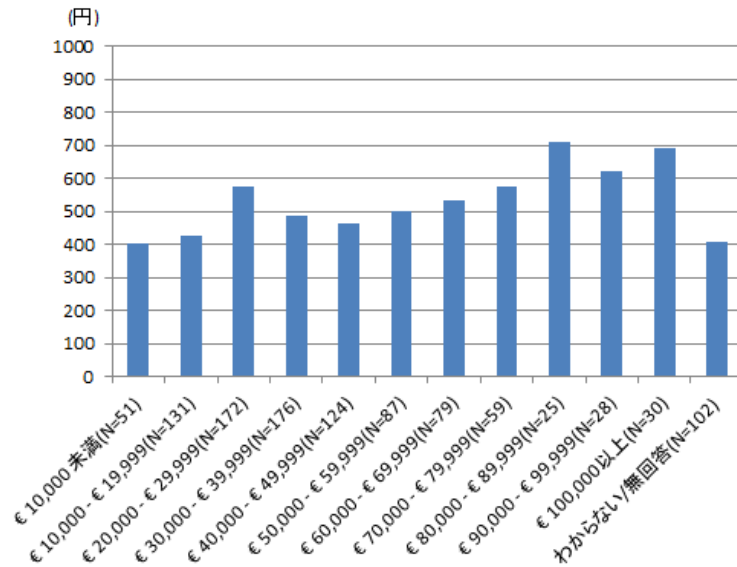


図 3-33 世帯年収区分ごとの賦課金の許容金額 (平均)

(3) 再生可能エネルギーの導入メリット・デメリットの認識

日本・英国・ドイツの消費者が最も重要であると認識している、再生可能エネルギーの導入メリット・デメリットを図 3-34、図 3-35 にそれぞれ示す。

再生可能エネルギーのメリットとして、各国の消費者は、地球温暖化対策に貢献するものと評価している。それ以外では、我が国は「非常用エネルギー源」、英国では「国富の流出抑制」、ドイツでは「原発依存度の低減」との回答の比率が他国より高い。ここには我が国では東日本大震災の経験、ドイツでは脱原子力発電政策の進展など、各国の状況が反映されている。なお、「わからない」との回答は、我が国が最も多かった。

再生可能エネルギーのデメリットとしては、「設置費用などが高い」が共通で挙げられた。それ以外では、我が国は「不安定であり系統整備などが必要」、ドイツは「景観を損なう」ことを懸念している比率が他国より高い。各国における利害関係団体の論調が反映されていると考えられる。なお、「再生可能エネルギーにデメリットはない」との回答は、ドイツで他国より高かった。

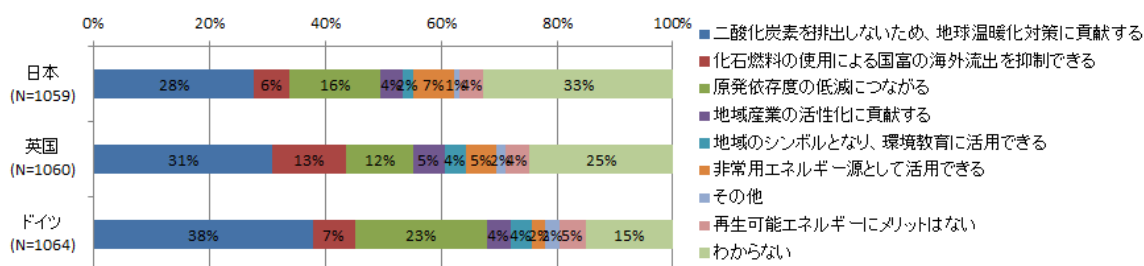


図 3-34 再生可能エネルギーの導入メリット（最も重要と思うもの）の認識

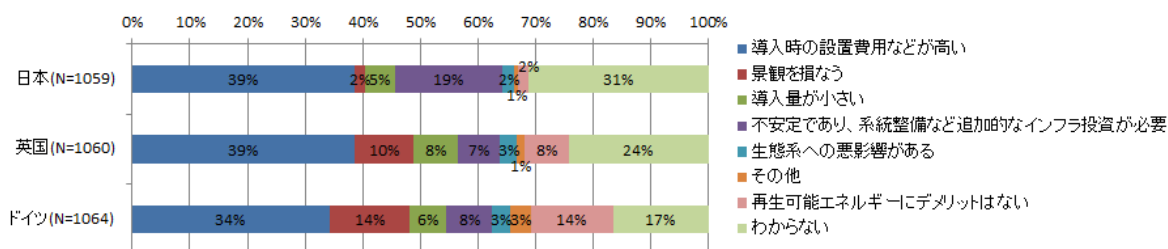


図 3-35 再生可能エネルギーの導入デメリット（最も重要と思うもの）の認識

(4) 自宅の近隣に計画された再生可能エネルギー関連事業への賛同

再生可能エネルギー発電設備や、それを支えるための送電設備は、総論としてはメリットがあると考えられていても、自宅の近隣に計画された場合には NIMBY(Not In My Back Yard)問題を引き起こす可能性がある。

自宅の近隣に計画された再生可能エネルギー関連事業（太陽光発電事業、風力発電事業、送電線設置）に対し、それへの賛否を尋ねた結果を図 3-36 に示す。我が国とドイツは、風力発電より太陽光発電のほうが賛同率が高いが、英国では同率である。各国の消費者が、身近に感じている発電方式の違いが現れていると考えられている。

また、ドイツは、全体的に他国より賛同率が高いものの、送電線への賛同率は最も低いという結果であった。

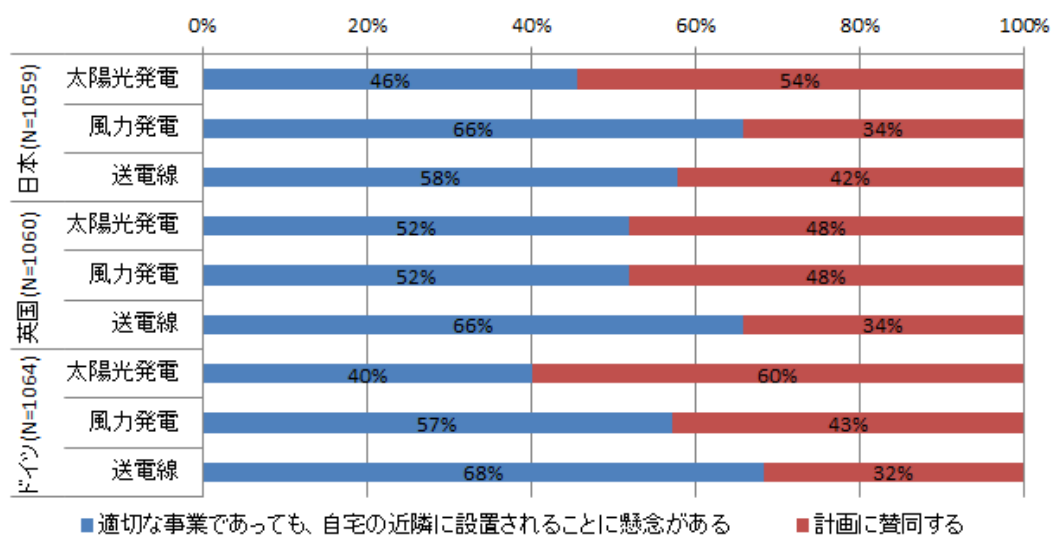


図 3-36 近隣に計画された再生可能エネルギー関連事業への賛否

設問) 例えば、法令遵守はもちろんのこと、自主的に環境アセスメントを実施するなど、周辺環境や生態系にも配慮された太陽光発電所の建設計画があるものとします。自治体からの支援や資金調達の見途もついており、事業者の説明も丁寧だったことから、適切な事業計画と評価できましたが、もしこの計画予定地がご自宅の近隣だった場合、あなたの考えは次のどちらに近いですか。

また、前問で、自宅の近隣に計画された再生可能エネルギー関連事業に懸念を示した消費者に、メリット・魅力を感じ賛同するための条件について尋ねた。太陽光発電事業、風力発電事業、送電線事業それぞれに対する結果を、図 3-36、図 3-37、図 3-38 に示す。

計画に対する追加条件としては、各国ともに金銭的な「補償」のほか、「地域への経済的便益がもたらされること」を求める消費者が多い。また、日本は「信頼できる優良企業が実施主体であること」、英国は「住民が計画段階から関わり、住民に出資の機会が与えられること」との条件を選択した消費者が他国より多い。

送電線については、英国、ドイツでは「いかなる条件があっても賛同できない」が最も多かった。これらの国では送電線が景観へ与える問題が指摘されており、これが反映されているものと考えられる。

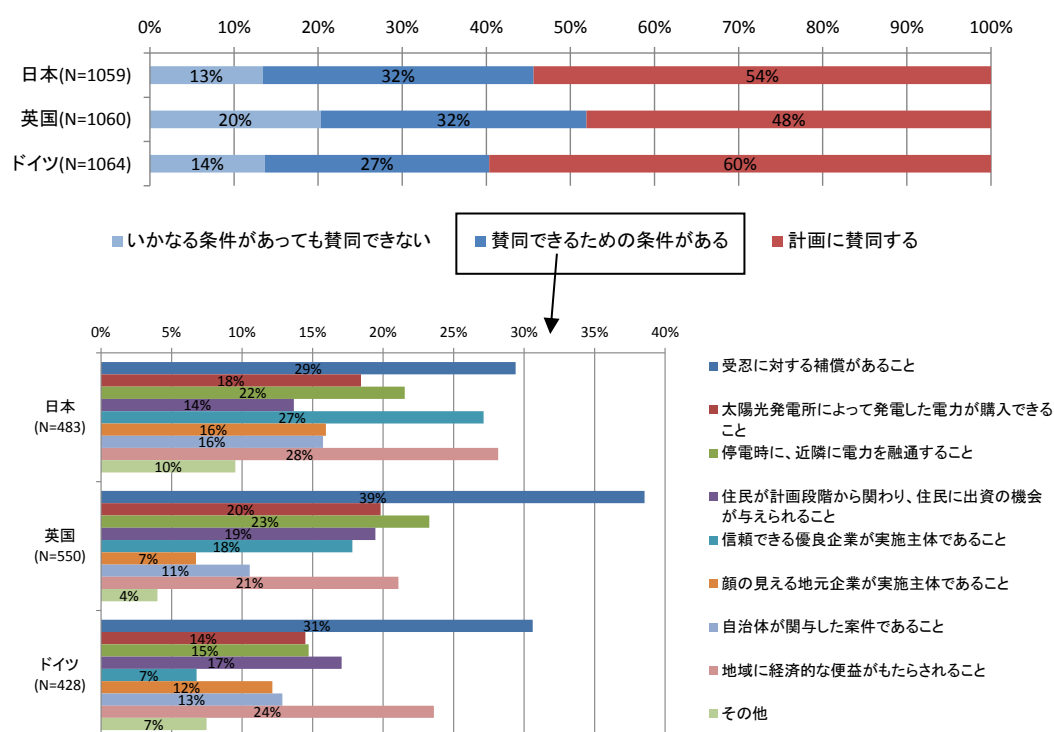


図 3-37 近隣に計画された太陽光発電事業に賛同するための条件

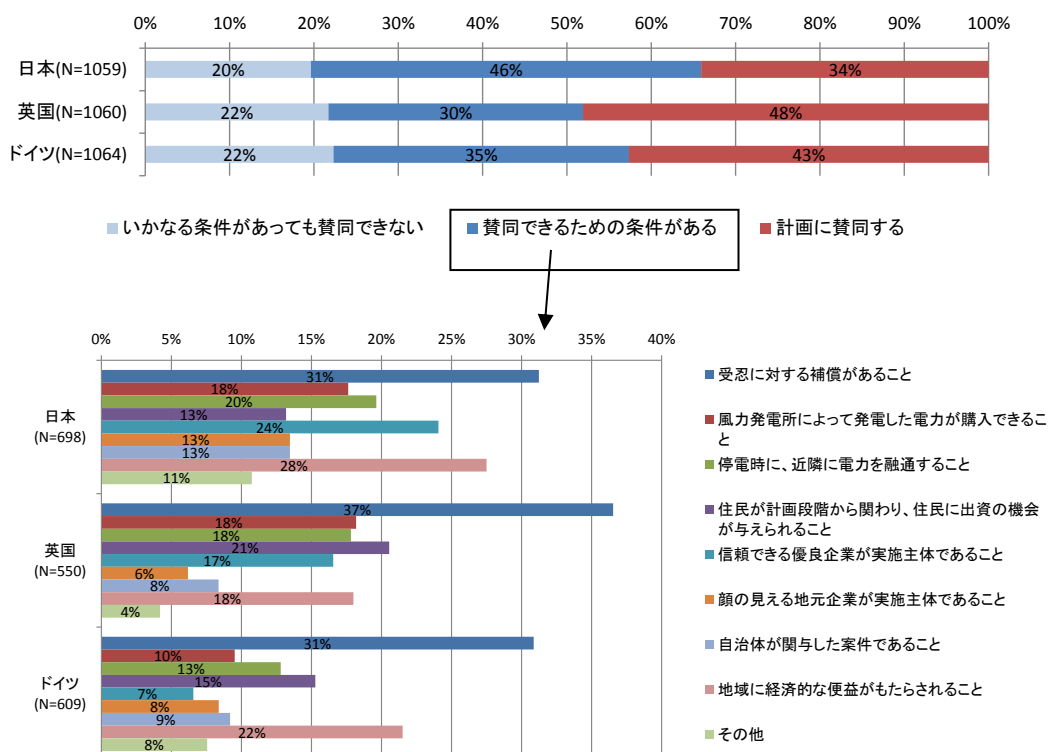


図 3-38 近隣に計画された風力発電事業にメリット・魅力を感じるための条件

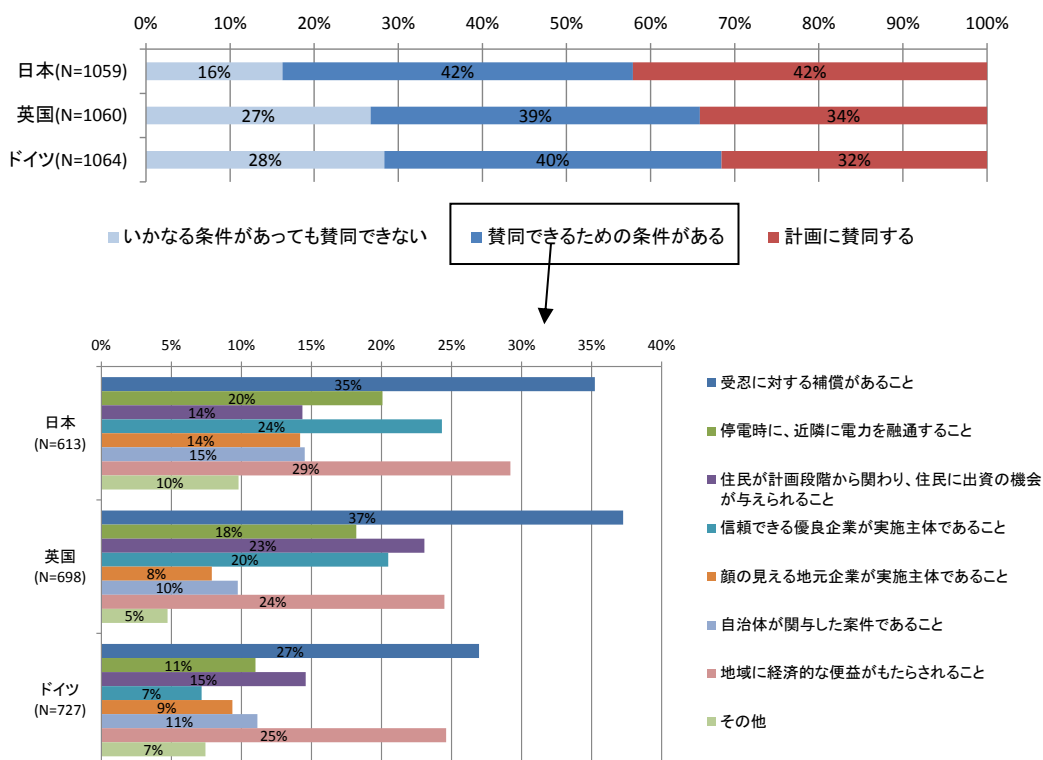


図 3-39 近隣に計画された送電線事業にメリット・魅力を感じるための条件

3.2 電力需給システム整備

太陽光発電や風力発電といった、天候や時刻によって出力が変動する自然変動電源の大量導入を実現するためには、既存の電力インフラ、関連制度を段階的に再構築していき、需要側、火力発電等の従来型電源、再生可能エネルギー電源等がネットワークを介して協調した柔軟性の高い電力需給システムを実現することが望ましい。

既往調査では、自然変動電源の導入が先行する欧州、特にドイツに注目して、送電ネットワーク整備、電力市場整備、再生可能エネルギーの出力抑制の各種対策の検討状況について把握していた。

本業務では、各種対策のうち、新たな取り組みとして期待される需要側の対策を中心に調査を実施した。ここでは、脆弱な送電線網への対応として需要側との協調の取り組みを従来より志向してきた米国、特に、自然変動電源の普及拡大に伴い電力需給システムの運用や設備形成に対する影響が顕在化しつつあるカリフォルニア州に注目し、その影響の実態および自然変動電源への対応としての需要側対策の検討状況等について把握する。

3.2.1 米国における再生可能電源大量導入時の需給調整方策

(1) カリフォルニア州における再生可能エネルギー普及に伴う課題

1) カリフォルニア州の電源構成

カリフォルニア州の電源構成を図 3-40、図 3-41 に示す。カリフォルニア州では、天然ガス火力および州外からの調達（石炭火力等）が中心である。近年では、大規模水力を除く再生可能電源の成長が著しく、特に風力発電と太陽光発電が急増しており、2013 年における再生可能電源のシェアは発電電力量比で約 19%に達した。屋根置き太陽光発電については、州政府、もしくは電気事業者が設置量の正確なデータを把握するメカニズムがないため、以下の統計には含まれておらず、統計上は需要が減少しているように見えている。なお、日本の 2013 年時点の発電量に占める、水力を除く再生可能電源のシェアは 2.2%である。

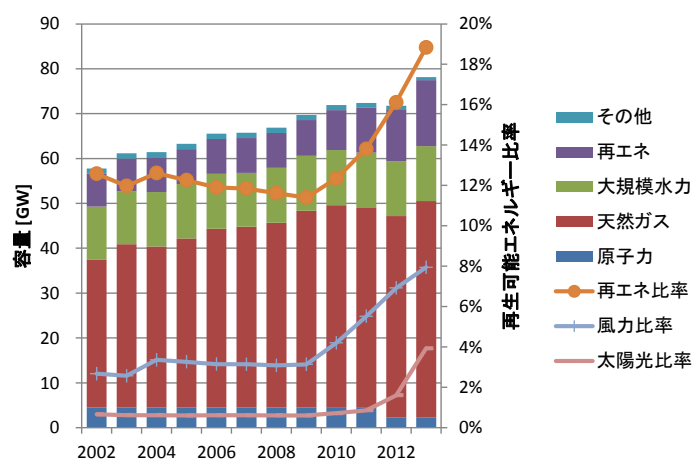


図 3-40 電源別発電容量の推移（州内立地電源のみ）

注） 1MW 未満の電源（屋根置き太陽光発電、小規模分散型電源等）は含まず

出典） California Energy Commission ウェブサイトより作成

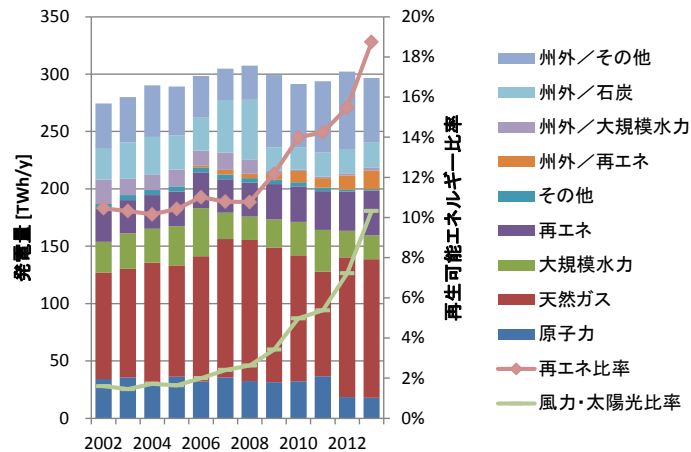


図 3-41 電源別発電量の推移

注) 1MW 未満の電源（屋根置き太陽光発電、小規模分散型電源等）は含まず。

出典) California Energy Commission ウェブサイトより作成

2) カリフォルニア州の RPS の現状と動向

カリフォルニア州は、表 3-25 に示すように、2002 年に RPS 制度を導入し、その後 2 回の法改正を経て、現行法では 2020 年までに販売電力量に占める再生可能電源の比率 33% へと目標を引き上げた。

現地の電気事業者へのヒアリング⁷⁾によると、足元の再生可能電源の導入量は当初の見込みを上回るペースで進んでおり、2020 年 RPS 目標は達成される見通しである。RPS 制度における目標と再生可能電源の導入量、導入見込量を、図 3-42 に示す。

この結果、後述のとおり系統安定化に係る課題が顕在化している。このため、現地の電気事業者によると、今後の RPS 見直しに際しては、RPS 目標値の議論と系統対策とを一体的に検討したり、再生可能電源の出力抑制を可能とすべきとの問題意識を有しているとのことである⁸⁾。

⁷⁾ PG&E 社ヒアリングより

⁸⁾ PG&E 社ヒアリングより

表 3-25 RPS 制度の変遷

制定年	概要
2002 年 : Senate Bill 1078	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2017 年までに販売電力量に占める再生可能エネルギー比率 20% ・ 対象は民間小売事業者のみ
(2003 年 : Energy Action Plan) →2006 年 : Senate Bill 107I	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目標年を 2010 年に前倒し
(2005 年 : Energy Action Plan II) →2011 年 : Senate Bill 2	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2020 年までに再生可能エネルギー比率 33% ・ 対象を全小売業者に拡大
(2013 年 : AB 377)	<ul style="list-style-type: none"> ・ カリフォルニア州公益事業委員会 (CPUC) に対して現行目標を上回る義務付けを行う権限を付与

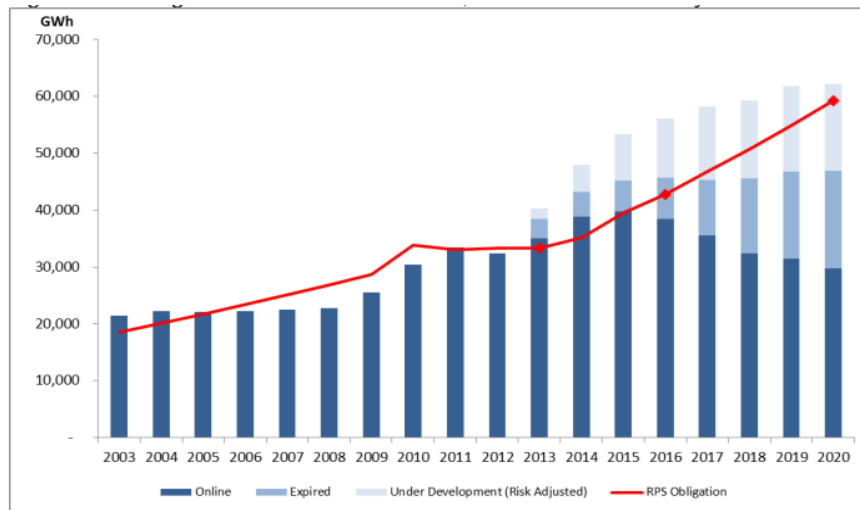


図 3-42 RPS 目標と再生可能電源の導入見込み

出典) California Public Utility Commission, “RPS Quarterly Report/ 2nd Quarter 2014” . 2014

3) 電力市場におけるネガティブプライスの発生

再生可能電源の普及拡大に伴い、電力市場では電力需要が低い春季を中心に、ネガティブプライス（電力の卸市場価格が負となる現象）が発生する頻度が増えている。これまでは夜間にネガティブプライスが発生していたが、屋根置き太陽光発電の普及拡大に伴い、昼間の電力需要が減少したことから、近年は昼間でもネガティブプライスが発生する頻度が増えているのが特徴である。

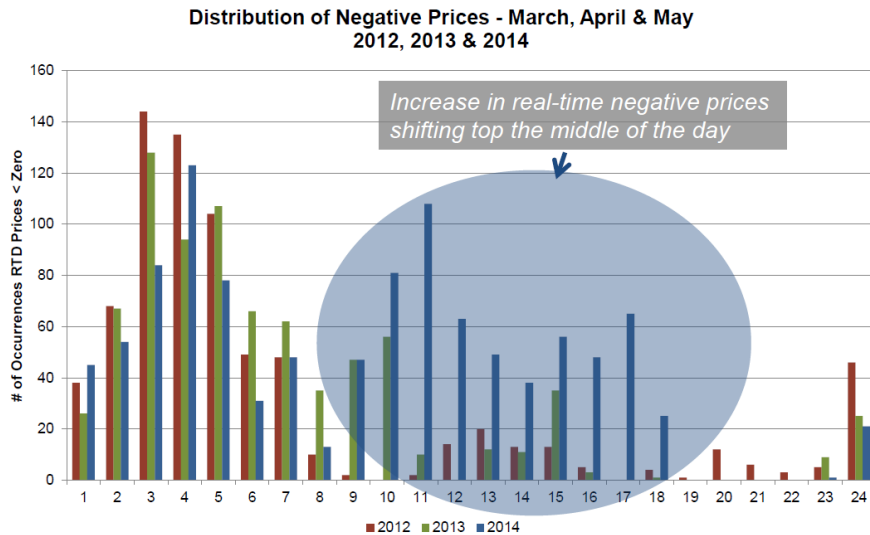


図 3-43 ネガティブプライスの発生状況（2012、2013年、2014年の3～5月）

出典) NERC(North America Electric Reliability Corporation) Essential Reliability Services Task Force Meeting（2014年9月17～18日）資料より作成

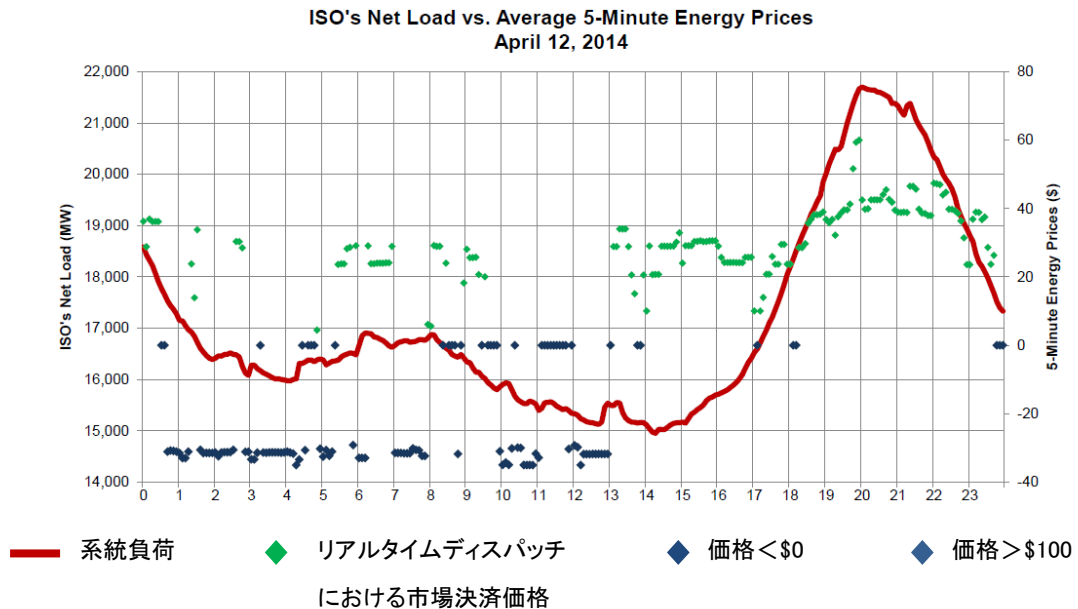


図 3-44 ネガティブプライス発生時の負荷カーブ（2014年4月12日）

出典) NERC(North America Electric Reliability Corporation) Essential Reliability Services Task Force Meeting（2014年9月17～18日）資料より作成

4) ダックカーブの発生

2020年に向けて、屋根置き太陽光発電の更なる普及拡大に伴い、「ダックカーブ」の出現が見込まれている。ダックカーブとは、系統負荷が朝方から日中にかけて落ち込み、その後夕方から日没にかけて急増する現象である。負荷曲線がアヒル（duck）の姿に見えることから、ダックカーブ（Duck Curve）と呼ばれている。

これに伴い、昼間の下げ代不足、朝・夕の負荷の急減・急増（ランピング）への対応能力が系統運用上の喫緊の課題として浮上している。

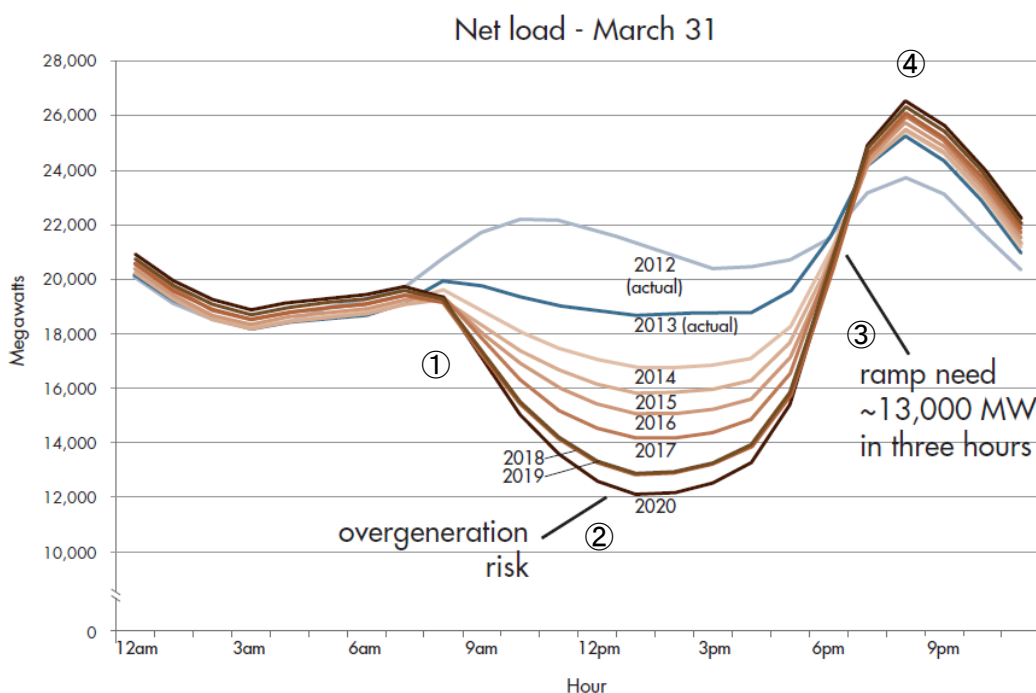


図 3-45 ダックカーブの発生およびそれに伴う系統運用上の課題

注) 図中の番号は表 3-26 に対応。

出典) [California ISO, 2013]より作成

表 3-26 ダックカーブ発生時の系統運用上の主要課題

①【朝方】下げ方向のランプ能力	・ 朝方の太陽光発電の出力増に対応できるように、夜間に運転していた火力発電の出力抑制、停止を行う必要がある。
②【日中】最低出力の柔軟性	・ 火力の出力を最低部分負荷まで絞ったとしても、再生可能電源の大量導入時には発電が需要を上回り、下げ代不足が生じる。 ・ 火力の最低出力を下げられるよう系統の柔軟性を高める必要がある。
③【夕刻】上げ方向のランプ能力	・ 日没直後のピーク負荷に備え、火力の出力を最低部分負荷から急激に立上げたり新たに火力ユニットを起動する必要がある。
④【夕刻～日没】ピーク能力	・ ピーク負荷に対して十分な信頼性が確保できるように電源を確保する必要がある。

(2) ダックカーブ発生時の系統対策

前述のとおり、カリフォルニア州では再生可能電源の大量導入に伴いダックカーブが発生し、様々な系統対策が必要になる見込みである。

現地エキスパートへのヒアリング⁹の結果、米国では主に、表 3-27 に示す系統対策オプションが検討されており、とりわけ柔軟性の高い火力発電設備の導入、及びデマンドレスポンスが有力な対応策として検討されている。カリフォルニア州ではエネルギー貯蔵を電気事業者に義務化しているが、ヒアリングではエネルギー貯蔵は試行的な取り組みであるとの評価が多く、経済的、技術的に大規模導入が可能になるには一定の時間を要すると理解されていた。

また、再生可能電源の出力抑制については、ゼロエミッションの電源を抑制することになるため、議論になりにくい状況にあるとのことであった。

表 3-27 ダックカーブ発生時の系統対策

	概要	主な事例・企業	
デマンドレスポンス (DR)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在はピークカットを主目的として実施されている ・ ただし、将来はダックカーブへの対応へと役割を変化（負荷の上げ下げを任意の時間で柔軟に実施） ・ 家庭用 DR への期待も拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ・ Opower は家庭向けの間接制御型 DR を展開（直接制御よりもより多くの需要家にアプローチ可能であるため） ・ アンシリラー的なベンチャーは他州ではいくつか出ている（Enbala、EnerNOC に買収された M2M 等） 	カリフォルニアにおける主要対策
火力発電の柔軟性拡大	<ul style="list-style-type: none"> ・ 起動特性に優れた火力発電の新設 ・ Flexible Resource Adequacy Capacity の創設に向けた手続き中 		
蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蓄電技術の導入義務は政治主導で、現時点で経済合理性があるわけではない ・ 電気自動車については、将来的に DR に活用可能性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギー貯蔵法（Assembly Bill No. 2514：AB 2514）の元で、大手民間小売事業者 3 社に対してエネルギー貯蔵設備の調達を義務化 	
再生可能電源の出力抑制	<ul style="list-style-type: none"> ・ 出力抑制の実施は、困難 		

以降、主要な対策である、「デマンドレスポンス」と「火力発電の柔軟性拡大」について述べる。

⁹ PG&E 社、California Energy Commission などへのヒアリングより

(3) デマンドレスポンス

1) 家庭用デマンドレスポンス：Opower の Baltimore での事例

産業や業務用のデマンドレスポンスについては、需給調整契約など既存の取り組みでもカバーされているが、家庭用については小口でトランザクションコストが高いことから、これまで十分に手が付けられていなかった。

具体的には、これまではサーモスタット等により家庭内の機器を制御する直接制御手法が米国で商用化されていたが、制御可能な機器を需要家が設置しなければならないため、初期投資コストが高く、普及率は5%程度と低かった（Opower 社へのヒアリングによる）。

こうした背景から、電力関係のベンチャー企業である Opower が、ICT の活用によりトランザクションコストを下げた上で、家庭を対象にデマンドレスポンスのサービスを提供している例がある。具体的には、メール等によってピークカットを促し、ベースラインに足して省エネできた場合に対価を支払うようという、間接制御手法を取っている。

実例として、BG&E (Baltimore Gas & Electric) は Opower と提携し、2013 年に大規模なダイナミック料金プログラムを実施している。メールや電話等で需要家とコミュニケーションを図ることで、20 万件以上の需要家に対して世帯あたり平均約 5%のピークカット効果が得られたとしている。なお、需要家へのインセンティブの支払には、PJM の容量市場を活用している。

以上のような家庭用デマンドレスポンスの手法と、それぞれの手法における顧客規模のイメージを図 3-46 に示す。

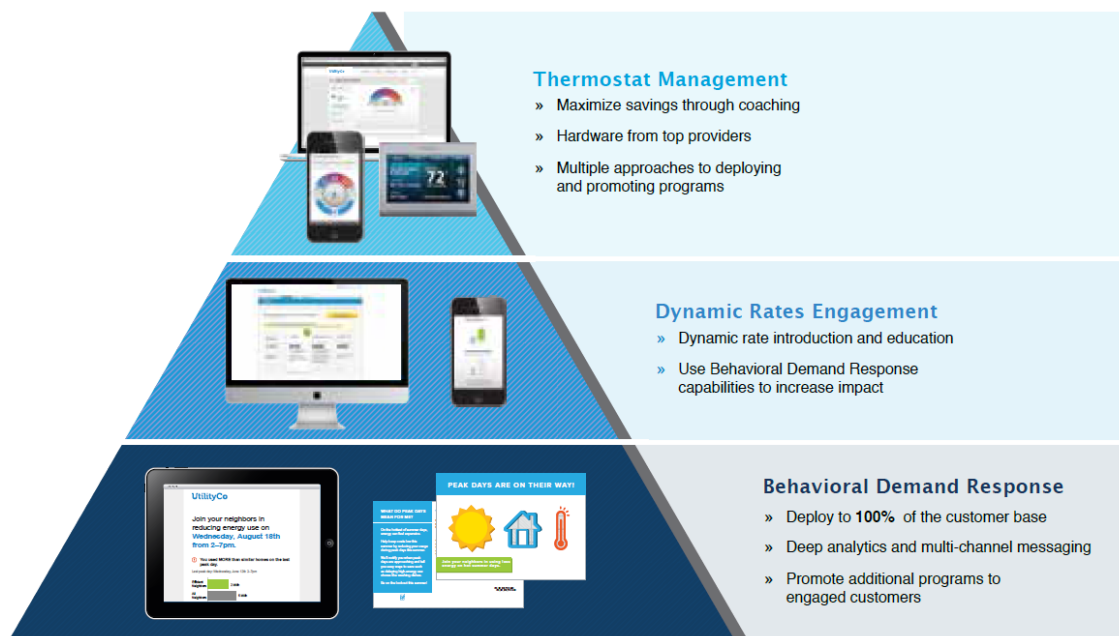


図 3-46 家庭用デマンドレスポンスの手法と顧客規模イメージ

出典) [Opower, 2014]

2) アンシラリー向けデマンドレスポンス：Enbala の事例

アンシラリー向けのデマンドレスポンスの事例としては、Enbala 社が PJM 地域において提供するアンシラリーサービスがある。具体的には、産業や業務部門におけるポンプ、ファン、圧縮機、空調機等を制御対象とし、周波数調整サービスを提供している。概要を図 3-47 に示す。

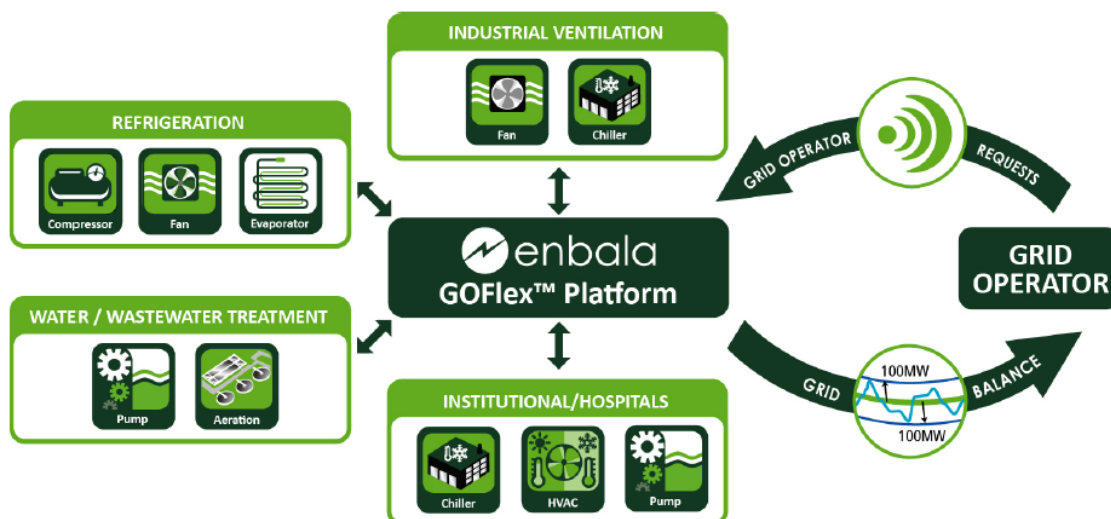


図 3-47 アンシラリー向けデマンドレスポンスの例：Enbala 社

出典) [Enbala, 発行年不明]

3) 自動デマンドレスポンスに関する技術的環境整備：Open ADR

Open ADR (Open Automated Demand Response) とは、米国ローレンスバークレー国立研究所によって開発され、2009 年 4 月に公開された、自動デマンドレスポンス用の通信規格である。Open ADR におけるデータ通信体制の概要を図 3-48 に示す。

電気事業者、系統運用機関、需要家側のエネルギー管理制御システムとの間で、ダイナミック電力料金や系統信頼性等の自動デマンドレスポンスに用いる情報を授受するための通信データ規格であり、需要家側のエネルギー管理制御システムに依存せず、オープンで相互運用可能な通信を実現するためのプラットフォームとなっている。

2010 年 10 月に、国際団体 OpenADR Alliance を設立し、規格の普及促進や製品認定を展開中である。



図 3-48 Open ADR におけるデータ通信体制

出典) [Open ADR Alliance, 2013]

4) デマンドレスポンスの位置付け

① 全米大の動向

連邦エネルギー規制委員会 (Federal Energy Regulatory Commission : FERC) は、卸電力市場においてデマンドレスポンスに対する対価が十分に補償されていないことから、2012年に FERC 指令 745 を発行し、デマンドレスポンスに対して従来型発電源と同様の対価を支払うことを、独立系統運用機関 (Independent System Operator : ISO) や地域送電機関 (Regional Transmission Organization : RTO) へ義務付けた。

その後、発電事業者や石炭業界による訴訟の結果、ワシントン DC 巡回裁判所は 2014 年 5 月、同指令を無効化した。同判決によって FERC 指令 745 は廃止となり、デマンドレスポンスの価値が再び不透明になっている。

2014 年 12 月現在、連邦政府は同判決を覆すために上訴する構えを見せている。アグリゲーターや市場関係者は、今後の審議に注視している。

② カリフォルニア州の動向

カリフォルニア州におけるデマンドレスポンスの活用状況の概要を表 3-28 に示す。

カリフォルニア州には容量市場は存在しないものの、1999 年よりカリフォルニア独立系統運用機関 (California Independent System Operator : CAISO) はデマンドレスポンスの活用促進に向けて、デマンドレスポンスリソースによる卸電力市場への参画を可能とするよう制度を整えてきている。

また、カリフォルニア州公益事業委員会 (California Public Utilities Commission : CPUC) は、2012 年にカリフォルニア州規則ルール 24 を発行し、電力会社が実施するデマンドレスポンスプログラムやデマンドレスポンスプロバイダ (アグリゲーター) が卸電力市場へ参加することを許可した。

表 3-28 CAISO におけるデマンドレスポンスリソースの
卸電力への市場参加に関するプロダクト

制定年	プロダクト	概要
1999 年	Participating Load	・ 負荷削減が可能となるリソースやアグリゲーターに対して、アンシラリーサービス市場（瞬動予備力（spinning reserve）への参加を許可
2010 年	Proxy Demand Resources (PDR)	・ 大幅な負荷削減が可能となる大口顧客やアグリゲーターに対して、エネルギー市場（1 日前市場、リアルタイム市場）、アンシラリーサービス市場（瞬動予備力、待機予備力（non-spinning reserve）への参加を許可
2012 年	Non-Generator Resources (NGR)	・ 蓄電や電気自動車などのリソースに対して、エネルギー市場（1 日前市場、リアルタイム市場）、アンシラリーサービス市場（瞬動予備力、待機予備力、周波数調整）への参加を許可

出典） CAISO 各種情報より作成

(4) 火力発電の柔軟性拡大

カリフォルニア州には、中長期の供給力および短期の調整力を確保するための仕組みとして、表 3-29 に示す制度が設けられている。

表 3-29 カリフォルニア州における供給力、調整力確保の仕組み

仕組み	概要
長期調達計画 (Long-Term Procurement Plan : LTPP)	・ 大手民間事業者 3 社に対して、将来 10 年間の電力調達計画を 2 年ごとに CPUC に提出することを義務付け。
供給力確保プログラム (Resource Adequacy Program : RA)	・ 電力小売事業者に対して、1 年間と毎月の需要想定に基づき、供給力の確保を義務付け。 ・ (→現在、柔軟性容量の調達に関するカテゴリの新設に向けた手続きが進められている)
供給力調達メカニズム (Capacity Procurement Mechanism : CPM)	・ CAISO に対して、必要電源を指定して非常時に運転維持を指示する権限を付与（非常時に電力小売業者に代わり CAISO が供給力を調達）。
アンシラリーサービス市場	・ 一日前市場、リアルタイム市場において、調整力を確保する仕組み。

出典） [海外電力調査会, 2012]より作成

さらに、系統の柔軟性確保の課題の高まりを受けて、供給力確保プログラム（RA）に関して、柔軟性容量の調達（Flexible Resource Adequacy Capacity）に関するカテゴリの新設に向けた手続きが進められている。このように、市場の整備を通じて柔軟性の高い火力発電所の新設を支援している。

(5) 米国調査から得られた我が国への示唆

我が国において、系統の安定性を維持しつつ、再生可能エネルギーを大量に導入していくために必要な方策を検討する上で、米国調査から示唆される点は以下の4点である。

① 柔軟な火力と系統広域化が最初の対策

カリフォルニアにおいても、ダックカーブ対策として、まずは柔軟な火力電源の確保、系統の広域化などの対応が取られている。火力や系統拡大による調整力の確保が現実的に最も安い系統対策と考えられており、我が国が目指している方向性とも一致している。

② デマンドレスポンスは米国が進んでいる分野の一つ

カリフォルニアにおいて、現在はピークカット主体ではあるものの、家庭セクターへのデマンドレスポンスの導入が商業サービスとして進んでいるのは日本ではみられない事象である。今後は、デマンドレスポンスが再生可能エネルギー導入により生じるダックカーブ対策に使われる見込みであり、日本でも導入を検討すべきである。

③ カリフォルニアにおける蓄電は産業振興目的

ヒアリングによると、カリフォルニアにおける蓄電義務化は産業振興を狙った動きであり、必ずしも経済合理性に基づいた政策ではないと考えられていた。また、温室効果ガス削減の観点から、出力抑制の議論が行いにくい状況にある。こうした背景から、蓄電は推進される一方、出力抑制の議論が後退し、包括的な議論はなされにくい状況にある。

④ デマンドレスポンス市場を創出するには マネタイズできる市場メカニズムが必要

カリフォルニアの場合、キャパシティーマーケット等のデマンドレスポンスをマネタイズする市場がないため、デマンドレスポンスを担う事業者が少ない。他方、そういった市場が整備されている Baltimore では商用化されている。このように、ダックカーブ対策にデマンドレスポンスを商業的に適用するためには、マネタイズできる市場メカニズムの整備が必要と考えられる。

(6) 今後の検討課題

米国調査結果、ならびに他省庁の検討状況を踏まえ、今後検討すべき課題は以下のとおりである。

まず、我が国においても今後、屋根置き太陽光発電によるダックカーブが系統関連の課題となると考えられ、また我が国でも屋根置き太陽光発電が抑制対象となったことから、逆潮流が困難な時間帯の電力を家庭内で有効利用する必要性が生まれる。このため、家庭における太陽光発電と需要を連動させた制御の重要性が高まるとみられ、この分野の検討を深める必要がある。

取り分け、検討すべきはマネタイズの手法（規制・ビジネスモデル）とシステムとしての実証である。これは、家庭内機器（空調、給湯、EV、バッテリー）の制御技術はほぼ確立している一方、出力抑制時にこれら機器をどのように制御し、マネタイズしていくかが確立されていない。従って、デマンドレスポンスの規制、マネタイズ手法とビジネスモデルの構築が不可欠である。また、要素技術は確立しているものの、システムとして組み上げ、システム・ビジネスとしての機能を実証する必要がある。

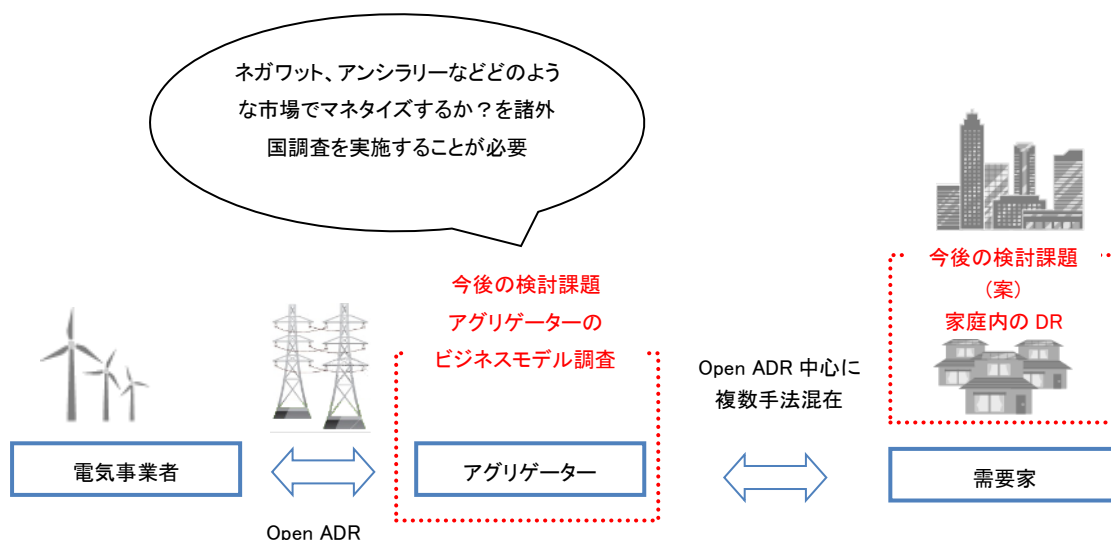


図 3-49 デマンドレスポンスの中で対処すべき課題

ここで、デマンドレスポンスの種類や、デマンドレスポンスに係る検討課題は多いことから、表 3-30 のとおりデマンドレスポンスの種類と課題を構造化する。

まず、デマンドレスポンスを「クリティカルピーク時の需要抑制」、「負荷平準のための需要抑制」、「再生可能エネルギー統合のための需要制御」の3つのパターンに分けるならば、「クリティカルピーク時の需要抑制」タイプが現時点で最も普及しているものであり、他の2つは今後商用化が期待されるものである。また前者2つは手動でも実現可能であるが、「再

「再生可能エネルギー統合のための需要制御」は需要の上げ下げの双方を適時調整する必要があり、自動制御でなければ実現が困難である。

これら 3 つのパターンのうち、特に自動制御が必要となり、新しい考え方である「再生可能エネルギー統合のための需要制御」を主軸に検討を進めるべきである。

併せて、各パターンに共通する課題として、政策・規制、規格化、技術的実現性、ビジネスモデル、プライバシーなどが考えられることから、他省庁などでの検討動向を踏まえつつ、扱うべきテーマを押さえていくべきである。まずは、潜在的な制御ボリュームを定量化し、諸外国における政策・規制の動向を踏まえつつ、我が国であるべき規制とマネタイズのメカニズムを検討することが求められる。また、それを実現するための「技術的課題（追従速度、確実性）」などが検討課題として挙げられる。

表 3-30 デマンドレスポンスのモデルと課題の構造化

デマンドレスポンスの種類	市場ポテンシャル・コスト効率	政策規制	規格化	技術	ビジネスモデル	プライバシー・セキュリティ
クリティカルピーク時の需要抑制		市場規模はきちんと押さえる				
負荷平準化のための需要制御						
再生可能エネルギー統合のための需要制御	マネタイズするための規制の在り方		今後の検討課題（追従速度確保等）		諸外国の先行事例調査	

今後の検討課題

3.2.2 電力需給システム整備に関する我が国の動向

(1) 再生可能エネルギー発電設備の接続可能量と出力抑制に関する議論

固定価格買取制度導入後、メガソーラーに代表される太陽光発電の導入が著しく拡大し、2014年秋ごろから、電力会社が系統への接続申込みへの回答を保留するといった事態が相次いで発生した。このため、資源エネルギー庁は、2014年10月に新エネルギー小委員会の下に「系統ワーキンググループ」を設置し、現状の電力システムにおける系統への再生可能エネルギー発電設備の接続可能量の検証や、その拡大方策についての検討を行っている。

系統ワーキンググループには、電力システム規模が小さく再生可能エネルギーの導入影響を比較的受けやすい、北海道電力、東北電力、北陸電力、中国電力、四国電力、九州電力、沖縄電力の各社が、共通の考え方によって、現状の電力システムで受け入れ可能な自然変動電源（太陽光発電・風力発電）の量の算定結果を提出した。算定に用いられた基本的な考え方は表3-31のとおりである。

また、出力抑制のルールの変更や連系線の活用といった、接続可能量を拡大するための方策の効果についても、感度分析としての試算が行われ、表3-32のような結果を得ている。出力抑制については、当時のルールでは500kW以上は年間30日まで無補償で実施可能というものであったが、これを日単位ではなく時間単位での出力抑制に変更することは、事業者の負担が比較的小さい一方で、効果は大きいという結果が示された。

これを受けて、資源エネルギー庁は、2015年1月に「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施行規則の一部を改正する省令」〔資源エネルギー庁、2015b〕を公布し、太陽光発電については年間360時間まで、風力発電については年間720時間まで、無補償で出力抑制を行えることとした。また、電力会社は再生可能エネルギー電源の接続条件として、出力制御のための機器設置等の対策実施を求めることができるようになった。なお、後述する電力システム改革小委員会 制度設計ワーキンググループの議論を踏まえ、バイオマス発電（地域型のものを除く）についてのきめ細かい出力制御順序も定められた。

さらに、これらの出力抑制の運用の透明化に向けて、電力会社には出力制御の見通しの公表が義務付けられ、資源エネルギー庁は、接続可能量の定期的な検証、出力抑制に関するルールやその遵守状況をチェックする仕組み等の整備の必要性にも言及している。

系統ワーキンググループでは引き続き、具体的な出力抑制の運用や、連系線利用ルール等の見直しについて検討が行われているところである。

表 3-31 系統ワーキンググループにおける接続可能量の算定の考え方

項目		基本的考え方
評価期間	算定断面	1年(8760時間)
需要	需要想定・需要カーブ	2013年度実績(余剰買取による太陽光発電の自家消費分を考慮した実際の需要。)
供給 (自然変動)	風力・太陽光	・2013年度発電実績を元に試算 ・太陽光発電と風力発電の合成出力を月別、時間帯別の最大出力で(2σ評価)で評価
	合成最大出力(2σ)の発生日	一部予測 (雨天、曇天の日は2σ出力は発生しないと予測)
供給 (ベース)	一般水力・原子力・地熱	震災前過去30年間の設備利用率平均×設備容量 ・調整池式水力、貯水池式水力については、他の再エネ発電時にはできる限り抑制 ・水力、地熱、バイオマスについては、設備容量に今後の導入見込みを考慮
供給 (調整)	火力	安定的な供給が持可能な最低出力等まで調整
	揚水式水力	最大限の活用(※発電余力として最大発電機相当を確保)
その他	再エネ出力抑制	500kW以上の風力発電、太陽光発電については、年間30日を上限として考慮
	連系線を利用した取引の活用	現行制度下で各社が自主的な取り組みとしてコミットできる分は、接続可能量に含める。また、各社の自主的取組を超えるような更なる活用については、拡大策のオプションとして検討。
	実績ベースによる8760hの需給解析	算出された各社の接続可能量について、風力発電と太陽光発電の出力想定を需要と連動した8760時間の実績ベースの出力を使用して需給解析を行った場合の出力抑制日数、抑制量(kWh)等を参考として示す。

出典) [系統ワーキンググループ, 2014]

表 3-32 系統ワーキンググループにおける接続可能量拡大方策等の感度分析結果

項目	ベース	感度分析	結果
出力抑制	500kW 以上は年間 30 日まで無補償で実施可能	新たに接続される電源について出力抑制ルールを変更	・現行ルールでの接続承諾量が既に接続可能量に近づいている場合は効果が小さい ・日単位ではなく時間単位での出力抑制は事業者の負担が比較的小さく、効果が高い
		既接続・500kW 未満を含めた全ての電源について30日まで実施	・一定の効果がある
連系線の活用	各社の自主的な取り組み等	空き容量があれば活用	言及なし*1
蓄電池の導入	—	発電設備に設置または系統設備に設置	言及なし*1
電源間の比較	—	風力発電の導入量増加	・風力発電の導入量を増やしても、太陽光発電の接続可能量は大きくは減少しない

*1 試算結果は示されているものの、資料として特に評価がされていない。

出典) [系統ワーキンググループ, 2014]より作成

(2) 電力システム改革と再生可能エネルギーに関する議論

2013年4月に閣議決定された「電力システム改革に関する改革方針」は、これまで10電力会社が地域独占的に行ってきた日本の電力市場に対し、「安定供給を確保する」「電気料金を最大限抑制する」「需要家の選択肢や事業者の事業機会を拡大する」という3つの目的に向けた改革を行うものである。具体的には、「広域系統運用の拡大」「小売および発電の全面自由化」「送配電部門の中立性の一層の確保」という3つの改革が、3段階に分けて行われる予定であり、関連する電気事業法改正法も、2013年11月、2014年6月に順次成立した。

これらの電力システム改革が、再生可能エネルギーに与える影響について、表3-33にまとめた。

具体的な制度設計は、総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会の下に設置された、電力システム改革小委員会 制度設計ワーキンググループにおいて、2013年8月から議論が続けられている。

表 3-33 電力システム改革と再生可能エネルギー

改革の段階	時期	再生可能エネルギーへの影響
広域系統運用機関の設立	2015年目処	<ul style="list-style-type: none"> ・全国大での需給調整機能の強化等により、出力変動のある再生可能エネルギーの導入拡大 ・系統に関する情報公表、優先給電・出力抑制のルール、需給調整・送電線敷設の費用負担等の明確化
電気の小売業への参入の全面自由化	2016年目処	<ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギー電気を選びたいという需要家に対する選択肢の創出 ・固定価格買取制度の契約応諾者の変更
法的分離による送配電部門の中立性の一層の確保、電気の小売料金の全面自由化	2018～2020年目途	<ul style="list-style-type: none"> ・新規参入の再生可能エネルギー発電会社などによる送配電網の公平な利用

出典) [経済産業省, 2013], [電力システム改革専門委員会, 2013]等より作成

「広域系統運用機関の設立」については、2015年4月からの「広域的運営推進機関」の業務開始に向けて、送電部門の分離も見据えた業務内容についての議論が行われ、「送配電等業務指針案」が2015年2月に策定された。ここでは、系統増強の費用負担のありかたを含む「流通設備の形成」、系統情報の公表や接続受付のルール等を含む「系統アクセス」、将来の需給・設備形成計画に関する「計画業務」、優先給電・出力抑制のルール等を含む「運用業務」、そして「情報公開」の項目についての指針が定められている。これらは当然電力システムを利用する再生可能エネルギー発電事業者にも適用されるものである。

「電気の小売業への参入の全面自由化」については、まず、固定価格買取制度における調

達義務は、現在は一般電気事業者・特定電気事業者・特定規模電気事業者に課せられているが、小売電気事業者が契約応諾することに変更となる。また、回避可能費用の算定方法については、新エネルギー小委員会下の買取制度運用ワーキンググループにおいて、現行のコストベースのままとするか市場価格連動に変更するか、また発電量が変動したときの調整コストをどう扱うかが議論されている。

また、小売自由化によって、再生可能エネルギーを中心とする契約メニュー等を提示する小売事業者が増加することが期待されている。ただし、固定価格買取制度を利用した再生可能エネルギー電気を調達した小売事業者は、回避可能費用との差分を賦課金を財源とした交付金から補償を受けられることから、制度設計ワーキンググループでは、このような電気に対しては、再生可能エネルギーにより発電された電気であることを付加価値とした説明をし、販売することを認めるべきではないとの方向性が示されている。

これらの小売自由化に関する議論は、2015年度も引き続き行われる予定である。

3.3 再生可能エネルギー熱等支援施策

本節では、再生可能エネルギー熱に対する支援施策として、諸外国の政策動向についてとりまとめた。その後、我が国のバイオマス熱の利用状況について事例を元に現状や課題を分析し、これらを踏まえ、再生可能エネルギー熱支援施策の方向性について検討を行った。

3.3.1 海外の再生可能エネルギー熱支援施策

再生可能エネルギー熱支援施策には、過年度 [環境省, 2013b]の整理も踏まえると、図 3-50 に挙げるように、経済的支援、導入義務化、情報提供等のオプションがある。

本節では、海外の再生可能エネルギー熱支援施策として、特に経済的支援の一つである、英国における再生可能エネルギー熱に対する固定価格買取制度について重点的に調査を行った。また、ドイツとフランスにおける施策について調査を行った。

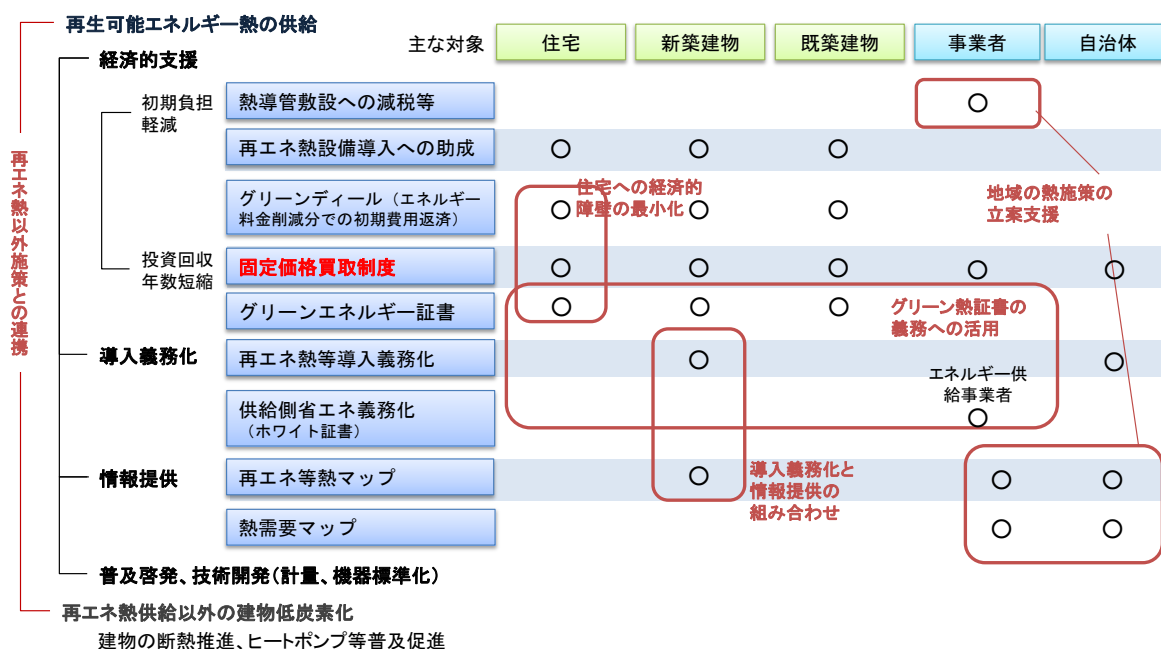


図 3-50 再生可能エネルギー熱支援施策のオプション

出典) [環境省, 2013]に加筆修正

(1) 諸外国の再生可能エネルギー熱導入目標と支援施策

諸外国の再生可能エネルギー熱導入目標と支援施策を、表 3-34 に示す。ドイツ、英国、フランスとも、法および行動計画において、高い再生可能エネルギー熱導入目標を掲げている。一方、導入目標の達成に向けた施策体系は、各国で異なっている。ドイツは建物への再生可能エネルギー熱等利用設備の導入義務化、フランスでは設置費補助を中心とした支援策を実施している。また、英国においては、再生可能エネルギー熱の買取制度が開始された。これらの主要な熱支援施策の制度概要を出典) 各種資料より作成表 3-35 に示す。

表 3-34 諸外国の再生可能エネルギー熱導入目標と支援施策の概要

	ドイツ	英国	フランス																																																																		
再生可能エネルギー導入目標	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">2013年 実績</th> <th colspan="2">2020年目標</th> </tr> <tr> <th>法定</th> <th>行動計画</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電力</td> <td>25.3%</td> <td>35.0%超</td> <td>38.6%</td> </tr> <tr> <td>熱</td> <td>9.1%</td> <td>14.0%</td> <td>15.5%</td> </tr> <tr> <td>輸送燃料</td> <td>5.5%</td> <td>—</td> <td>13.2%</td> </tr> <tr> <td>最終エネ</td> <td>12.0%</td> <td>18.0%</td> <td>18.0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 2013年実績は、連邦経済・エネルギー省「Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland」(2014年8月時点)を利用</p>		2013年 実績	2020年目標		法定	行動計画	電力	25.3%	35.0%超	38.6%	熱	9.1%	14.0%	15.5%	輸送燃料	5.5%	—	13.2%	最終エネ	12.0%	18.0%	18.0%	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">2013年 実績</th> <th colspan="2">2020年目標</th> </tr> <tr> <th>法定</th> <th>行動計画</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電力</td> <td>13.9%</td> <td>—</td> <td>31.0%</td> </tr> <tr> <td>熱</td> <td>2.8%</td> <td>—</td> <td>12.0%</td> </tr> <tr> <td>輸送燃料</td> <td>4.4%</td> <td>—</td> <td>10.3%</td> </tr> <tr> <td>最終エネ</td> <td>5.2%</td> <td>(15.0%)</td> <td>15.0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 2013年実績は、エネルギー・気候変動省「Digest of UK Energy Statistics 2014」</p>		2013年 実績	2020年目標		法定	行動計画	電力	13.9%	—	31.0%	熱	2.8%	—	12.0%	輸送燃料	4.4%	—	10.3%	最終エネ	5.2%	(15.0%)	15.0%	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">2013年 実績</th> <th colspan="2">2020年目標</th> </tr> <tr> <th>法定</th> <th>行動計画</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電力</td> <td>16.7%</td> <td>—</td> <td>27.0%</td> </tr> <tr> <td>熱</td> <td>17.2%</td> <td>—</td> <td>33.0%</td> </tr> <tr> <td>輸送燃料</td> <td>7.1%</td> <td>—</td> <td>10.5%</td> </tr> <tr> <td>最終エネ</td> <td>13.7%</td> <td>23.0%</td> <td>23.0%</td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 2013年実績は、環境・持続可能な開発・エネルギー省「Chiffres clés des énergies renouvelables Édition 2014」</p>		2013年 実績	2020年目標		法定	行動計画	電力	16.7%	—	27.0%	熱	17.2%	—	33.0%	輸送燃料	7.1%	—	10.5%	最終エネ	13.7%	23.0%	23.0%
	2013年 実績			2020年目標																																																																	
		法定	行動計画																																																																		
電力	25.3%	35.0%超	38.6%																																																																		
熱	9.1%	14.0%	15.5%																																																																		
輸送燃料	5.5%	—	13.2%																																																																		
最終エネ	12.0%	18.0%	18.0%																																																																		
	2013年 実績	2020年目標																																																																			
		法定	行動計画																																																																		
電力	13.9%	—	31.0%																																																																		
熱	2.8%	—	12.0%																																																																		
輸送燃料	4.4%	—	10.3%																																																																		
最終エネ	5.2%	(15.0%)	15.0%																																																																		
	2013年 実績	2020年目標																																																																			
		法定	行動計画																																																																		
電力	16.7%	—	27.0%																																																																		
熱	17.2%	—	33.0%																																																																		
輸送燃料	7.1%	—	10.5%																																																																		
最終エネ	13.7%	23.0%	23.0%																																																																		
うち熱分野の導入目標	<ul style="list-style-type: none"> 2020年までに、暖房、冷房、プロセス熱および温水等の熱の最終エネルギー消費における再生可能エネルギー割合を14%にする。(再生可能エネルギー熱法 第1条) 	<ul style="list-style-type: none"> 2020年15%目標を達成するための各主体の役割を示した「再生可能エネルギー戦略(The UK Renewable Energy Strategy)」(2009)の主要シナリオ(lead scenario)において、熱分野の導入予測を12%として設定。 	<ul style="list-style-type: none"> 2010年までの目標として、2005年実績から再生可能エネルギー熱生産量を50%増加させる目標を設定していた。(2005年エネルギー政策基本法) 																																																																		
熱分野の促進施策体系	<ul style="list-style-type: none"> コージェネのうち、小規模バイオマスコージェネは、再生可能エネルギー法に基づく固定価格買取制度に基づき支援。 再生可能エネルギー熱法で新築建物への再生可能エネルギー熱設備もしくは熱供給を義務付けるとともに、既存建物向けには市場促進プログラムで設置費補助を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 産業部門、家庭部門双方において、再生可能エネルギー熱の買取制度(再生可能エネルギー熱インセンティブ)を開始。 買取制度実施以前は、設置補助を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 家庭部門では、再生可能エネルギー機器やヒートポンプ等への投資に対して、投資額の一定金額を払い戻す制度を実施。 大規模設備には別途、設置費補助を実施。 																																																																		

出典) 各種資料より作成

表 3-35 諸外国の再生可能エネルギー熱の主要支援支援施策の概要

	ドイツ（導入義務化）	英国（買取制度）	フランス（財政的支援）																							
制度名 （開始年）	再生可能エネルギー熱法（2009） 〔Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz〕	再生可能エネルギー熱インセンティブ （2011） 〔Renewable Heat Incentive（RHI）〕	エネルギー投資額還付制度（2005） 〔 Le crédit d'impôt dédié au développement durable〕																							
対象者	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーが冷暖房に使用され且つ 50 m² 以上の有効面積を有するすべての新築建物の所有者（当該建物を賃貸している場合も適用対象）。 公的機関の既存建物が大規模な改修を行う場合も義務対象。 	<ul style="list-style-type: none"> 2009年7月15日以降に設置された事業部門、産業部門、公共部門の再生可能エネルギー熱生産設備。 家屋の所有者、個人家主、社会住宅の登録供給事業者、ヒーティングシステムの第三所有者の再生可能エネルギー熱生産設備。 	<ul style="list-style-type: none"> 個人家庭 																							
制度概要	<ul style="list-style-type: none"> 冷熱需要の一定比率の再生可能エネルギー利用を義務付け。 <table border="1" data-bbox="427 774 952 1070"> <thead> <tr> <th rowspan="2">エネルギー源</th> <th colspan="2">達成基準</th> </tr> <tr> <th>新築建物</th> <th>公的建物改修</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>太陽エネルギー</td> <td>15%</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>地熱</td> <td>50%</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>空気・水熱源 HP</td> <td>50%</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>固形バイオマス</td> <td>50%</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>バイオガス</td> <td>30%</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>液体バイオマス</td> <td>50%</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 義務履行の代替手段として CHP や地域熱供給からの熱利用、省エネ令の基準を 15% 以上上回る省エネ効率の達成も認められている。 	エネルギー源	達成基準		新築建物	公的建物改修	太陽エネルギー	15%	15%	地熱	50%	15%	空気・水熱源 HP	50%	15%	固形バイオマス	50%	15%	バイオガス	30%	25%	液体バイオマス	50%	15%	<ul style="list-style-type: none"> 支援対象設備によって生産された再生可能エネルギー熱に対し、一定期間、一定額での買取を実施。 買取期間、買取額は、部門や再生可能エネルギー種類、設備規模により異なる。 2013年度までは家庭部門以外の大規模熱生産事業者のみが対象であったが（家庭部門は設置費補助）、2014年度以降は家庭部門も本制度に統合して支援。 買取費用は政府支出から直接に支出されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 各個人家庭における再生可能エネルギー機器やヒートポンプ、熱グリッドへの接続等にかかる投資に対して、投資額の一定金額を払い戻す制度。 2006年から2009年までは、設置する再生可能エネルギー熱生産設備に対しては、投資額の 50% を上限とした還付を実施。移行、税額控除率は徐々に引き下げられている。 2013年には、再生可能エネルギー熱生産設備の場合は投資額の 32%、ヒートポンプ・熱供給ネットワークへの接続設備の場合は投資額の 26% を上限とした還付を実施。 2015年まで制度継続が決定。
エネルギー源	達成基準																									
	新築建物	公的建物改修																								
太陽エネルギー	15%	15%																								
地熱	50%	15%																								
空気・水熱源 HP	50%	15%																								
固形バイオマス	50%	15%																								
バイオガス	30%	25%																								
液体バイオマス	50%	15%																								

出典) 各種資料より作成

(2) 英国の再生可能エネルギー熱インセンティブ制度

英国では、再生可能エネルギー熱を、一定期間、固定価格で買い取る「再生可能エネルギー熱インセンティブ制度」(Renewable Heat Incentive : RHI)を導入している。家庭部門向けの制度設計に時間を要した関係から、2011年11月より非家庭部門において先行的に開始し、2014年4月より家庭部門においてもRHIが開始した。

1) 制度の背景¹⁰

EUの「再生可能エネルギー利用促進指令」における英国の導入目標(2020年までに最終エネルギー消費量のうち15%)を達成するためには、熱需要の12%を再生可能エネルギー熱源で賄う必要がある。再生可能エネルギー熱の利用をさらに推進するために、熱の買取制度であるRHIが導入されることになった。

RHI以前は、補助金制度により再生可能エネルギー熱利用設備の導入を支援してきたが、イニシャル費用の補助では、設備を導入しても、故障やうまく利用できないために化石燃料利用の熱源に戻ってしまうケースがあるなど、確実に再生可能エネルギー熱が利用されることを担保できないという問題があった。再生可能エネルギー熱の利用を確実に推進するためには、運用時の支援が重要であると判断され、再生可能エネルギー熱利用設備の継続的な利用の実現を期待し、RHIへと移行した。

また、英国政府として、補助金によるイニシャル費用の支援は高額であり、買取制度による運用時の支援の方が、低コストに再生可能エネルギー熱の導入が図ることができ、政府の財政負担を軽減できると考えられていた。

2) 対象設備

対象となる再生可能エネルギー熱生産設備は、非家庭部門に対しては表3-36、家庭部門に対しては表3-37のとおりである。ここで、非家庭部門とは、事業部門、産業部門、公共部門の再生可能エネルギー熱生産設備であり、家庭部門とは家屋の所有者、個人家主、社会住宅の登録供給事業者、ヒーティングシステムの第三所有者、自宅を自身で建設する者である。

非家庭部門における設備容量45kWth以下の固形バイオマス、地中熱/水熱ヒートポンプ、太陽熱設備は、Microgeneration Certificate Scheme (MCS)と呼ばれる産業界主導の独立の認証プログラムを用いて設備認定を行うことが要件となっている。また、熱量を計測するメータの設置が義務付けられている。

家庭部門においては、全ての設備についてMCS認証を受けた設備を設置することが条件となる。また、政府が定める水準以上の屋根裏・中空壁断熱のエネルギー効率を満たしていることが条件となる。基本的にメータの設置は不要だが、政府が定める要件に該当する場合、メータの設置が必要となる。

¹⁰ 英国政府へのヒアリング結果を含む。

表 3-36 RHI における非家庭部門の対象技術

エネルギー種類	規模要件等
固形バイオマス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設備容量制限なし ・ 但し、45kWth 以下の設備は MCS 認証が必要
固形バイオマス（都市固形廃棄物を含む）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設備容量制限なし
地中熱・水熱ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設備容量制限なし ・ 但し、45kWth 以下の設備は MCS 認証が必要
地熱	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設備容量制限なし
太陽熱	<ul style="list-style-type: none"> ・ 200kWth 未満の設備 ・ 但し、45kWth 以下の設備は MCS 認証が必要
バイオガス燃焼	<ul style="list-style-type: none"> ・ 200kWth 未満の設備

注) kWth (kilowatt thermal) : 熱発生設備の規模を表す単位。1 時間に 1kWh (3.6MJ) の熱を発生する場合、1kWth (もしくは単に 1kW) と表記。

出典) Ofgem ウェブページ

表 3-37 RHI における家庭部門の対象技術

エネルギー種類	規模要件等
バイオマスボイラ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般家庭向け住宅の暖房または暖房・給湯兼用 ・ バイオマスシステムは、適格性要件として給湯機能を有する必要はないが、あってもよい
バイオマスペレットストーブ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般家庭向け住宅の暖房または暖房・給湯兼用
空気熱ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般家庭向け住宅の暖房または暖房・給湯兼用 ・ ヒートポンプは、適格性要件として給湯機能を有する必要はないが、あってもよい
地中熱ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般家庭向け住宅の暖房または暖房・給湯兼用 ・ ヒートポンプは、適格性要件として給湯機能を有する必要はないが、あってもよい
太陽熱	<ul style="list-style-type: none"> ・ 家庭向け給湯設備

出典) Ofgem ウェブページ

なお、MCS は、設備容量 50kW 以下の小型発電（発熱）設備の製品およびサービスに対し、一貫性のある基準に基づき独立して認証を与えることを目的とした制度である。本制度の下、「MCS マーク」を表示/使用する製品および設置者は MCS の認証を受けることが求められ、設置者については、公正取引庁による消費者規範認証機構（Consumer Code of Approval Scheme : CCAS）に沿った実施基準に参加/登録することが求められる。国から認可を受けた MCS 認証機関が、MCS 基準を満たしている製品および設置者を認証しており、認証を受けた製品または設置者は「MCS マーク」を表示/使用することが可能となる。

制度の執行機関である電力・ガス市場規制局（Ofgem）は、Web サイトで MCS 認証を受けた製品および設置者の情報を公開している。

3) 買取価格

RHI の支援対象設備には、その適用技術や設備規模に応じて設定された買取価格（ペンス/kWh）で、非家庭部門は 20 年間、家庭部門は 7 年間にわたり買取が行われる。家庭部門は買取期間が短いため、非家庭部門より高い買取価格が設定されている。非家庭部門では、設備寿命に合わせて買取期間は 20 年に設定された。家庭部門では、非定期に行われる移住等を考慮し、7 年に設定された。

買取価格は、適正な利潤（IRR）の確保や、確実な投資回収を考慮し設定されている。導入実績を踏まえ、定期的に買取価格の見直しが行われている。RHI にかかる追加費用は政府支出から直接支出されており、2014 年度は 424 百万ポンド（721 億円¹¹）、2015 年度は 430 百万（731 億円）ポンドの予算が割り当てられている。

表 3-38 RHI における非家庭部門の買取価格

技術	規模	買取価格（ペンス/kWh）	
		2014/10/1～2014/12/31	2015/1/1～
固形バイオマス	小規模（200kW 未満）	第 1 段階: 7.6 第 2 段階: 2.0	第 1 段階: 6.8 第 2 段階: 1.8
	中規模（200kW～1MW）	第 1 段階: 5.1 第 2 段階: 2.2	第 1 段階: 5.1 第 2 段階: 2.2
	大規模（1MW 以上）	2.0	2.0
	コージェネレーション	4.1	4.1
地中熱・水熱ヒートポンプ		第 1 段階: 8.7 第 2 段階: 2.6	第 1 段階: 8.7 第 2 段階: 2.6
空気熱ヒートポンプ		2.5	2.5
地熱		5.0	5.0
太陽熱	200kWth 未満	10.0	10.0
バイオメタン注入		7.5	6.8
バイオガス燃焼	小規模（～200kWth）	7.5	7.5
	中規模（200kW～600kWth 未満）	5.9	5.9
	大規模（600kWth 以上）	2.2	2.2

出典) Ofgem ウェブページ

表 3-39 RHI における家庭部門の買取価格

	空気熱ヒートポンプ	バイオマス	地中熱・水熱ヒートポンプ	太陽熱
買取価格 (ペンス/kWh)	7.3	12.2	18.8	19.2

出典) Ofgem ウェブページ

¹¹ 1 ポンド=170 円換算。

4) 制度による導入実績¹²

① 非家庭部門

非家庭部門の導入実績を図 3-52、図 3-52 に示す。2014 年までに 3,830 設備が認定を受けている。熱としての導入量は 1GWh 程度である。

導入量は安定的に伸びているものの、固形バイオマスの利用に申請が集中している。化石燃料利用設備はバイオマス熱利用設備と使い方が似ており、需要家にとって導入しやすかったことが理由の一つと考えられる。また、設備導入のコスト負担が小さく、加えてバイオマス熱利用設備の買取価格が高かった点も理由と考えられる。

全体として、RHI による再生可能エネルギー熱利用設備の導入は期待したほど進んでいないと評価されている。導入が進まない理由の一つとして、電力市場とは異なり、再生可能エネルギー熱設備の供給事業者はまだ少なく、産業が未成熟である点が挙げられる。

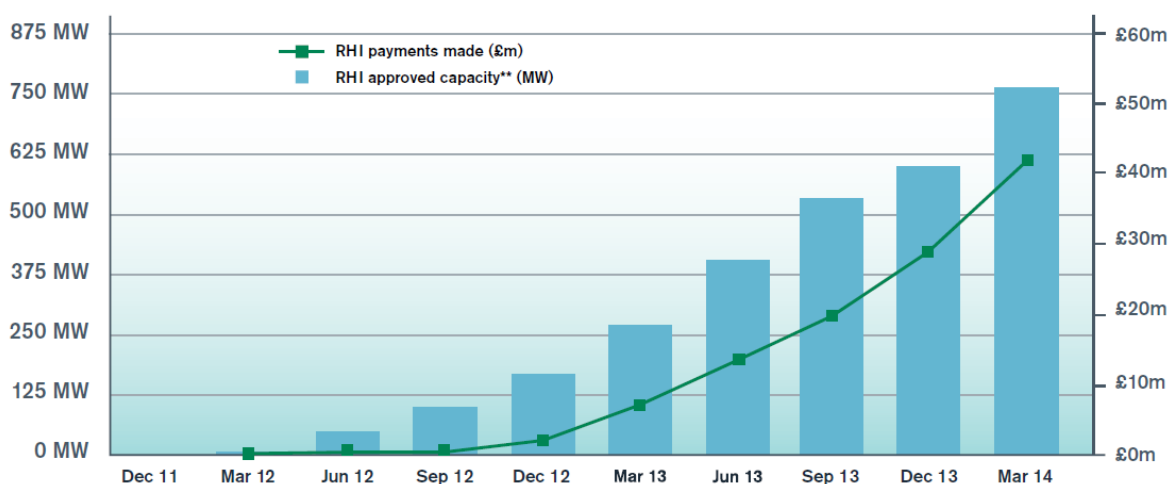


図 3-51 RHI（非家庭部門）における再生可能エネルギー熱設備の導入実績の推移
出典） [Ofgem, 2014]

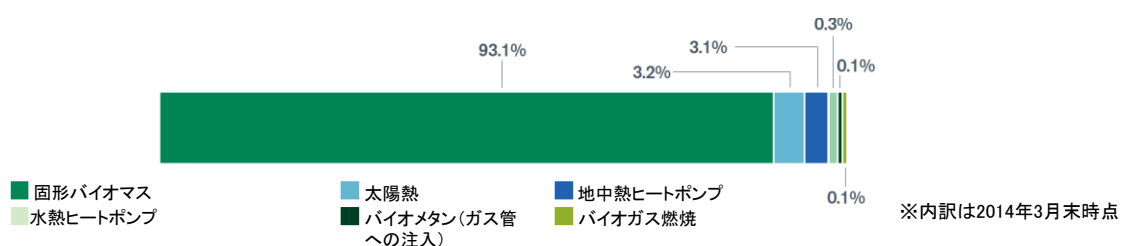


図 3-52 RHI（非家庭部門）における再生可能エネルギー熱設備の導入実績の内訳
出典） [Ofgem, 2014]

¹² 電力・ガス市場規制局（Ofgem）へのヒアリング結果を含む。

② 家庭部門

家庭部門の導入実績を図 3-53、図 3-54 に示す。2014 年 10 月末時点で 13,327 設備が認定を受けている。ただし、その多くが RHI 導入以前に既に設置されていて移行措置を受けたものであり、制度導入後に新規に導入された設備数は少ない。非家庭部門と比較すると、エネルギー種別にはバランスよく導入が進んでおり、空気熱ヒートポンプの導入数が多い。

また産業部門と同様、現状では期待したほど再生可能エネルギー熱の導入は進んでいない。その理由としては、RHI 自体の認知度が低いことや、再生可能エネルギー熱産業そのものが未成熟であることが挙げられる。

家庭部門において RHI による再生可能エネルギー熱の導入が進んでいる地域は、ガスパイプラインが通っていない地域が多い。ガスパイプラインが通っていない地域では、原油や灯油等の化石燃料を使用した暖房設備と比較して、再生可能エネルギー熱を利用した暖房設備の方が費用が安く済むためである。

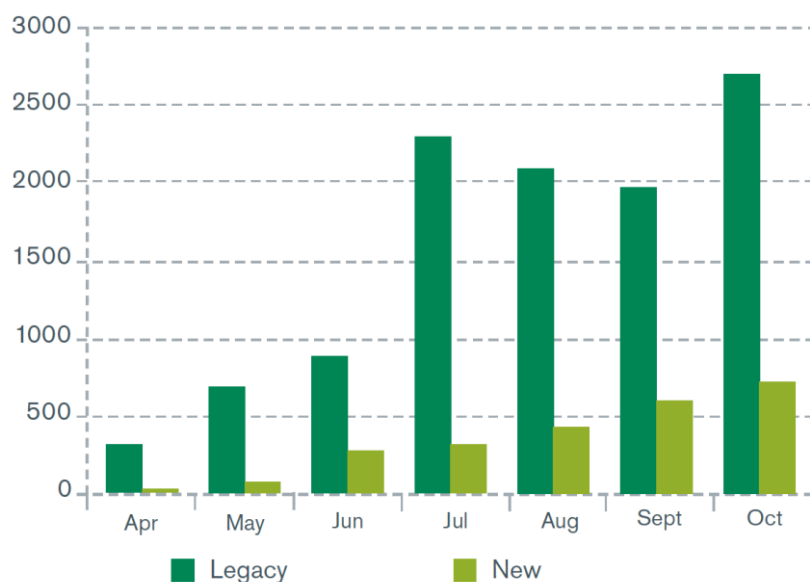
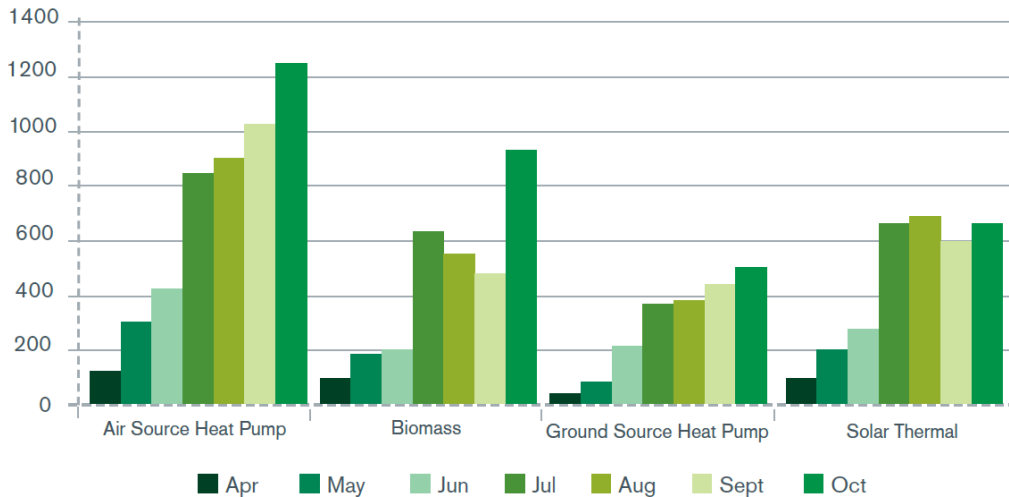


図 3-53 RHI（家庭部門）における認定設備数（月別）

出典) [Ofgem, 2014]



種類	空気熱ヒートポンプ	バイオマス	地中熱ヒートポンプ	太陽熱
件数	4,954	3,062	2,050	3,261

図 3-54 RHI (家庭部門)における認定設備数 (種類別)

出典) [Ofgem, 2014]

5) 制度の課題¹³

導入実績が伸びていないことに加え、RHI は熱という計量が難しいエネルギーを扱う点において、制度上、いくつかのリスクを抱えている。

非家庭部門の場合、製造した熱を計量するためのメータの設置が義務付けられている。しかし、夏などに熱需要が存在しないのに大量に再生可能エネルギー熱を製造して買取を受ける可能性がある。また、旧来の設備を一部改良して再生可能エネルギー熱を化石燃料熱と混合する形で導入することも多いが、計量された熱量のどの程度の割合が申請された再生可能エネルギー熱で賄われたかを判別するのは、技術的にも非常に難しい。また、熱計量メータ設置方法等が RHI の要件を満たしているかどうかを審査するためには、申請者の設備の技術的部分も含めて行政側が理解する必要があり、認可に非常に労力を要している。

家庭部門の場合、熱計量メータが設置されていないため、RHI で買取を受けているにも関わらず、実際には熱需要を化石燃料で賄う不正が行われる可能性が考えられる。制度の対象者に対し、Ofgem の担当者が、申請どおりに再生可能エネルギー熱利用設備が利用されているか不定期に立ち入り検査を実施している。また、再生可能エネルギー熱利用設備を利用し続けていることを宣言する誓約書を、年に 1 回提出させている。なお、自主的にメータを導入すると、年間£200～£230 の追加的なインセンティブが貰える Metering & Monitoring Service Package 制度も導入されているが、2014 年 11 月時点で申請は行われていない。

¹³ 英国政府、Ofgem へのヒアリング結果を含む。

(3) まとめ

本項では、海外の再生可能エネルギー熱支援施策として、英国を中心とし、ドイツ、フランスについての調査を行った。

各国は再生可能エネルギー熱に特化した法律や制度によって、再生可能エネルギー熱の導入を支援している。これは、再生可能エネルギー熱に対する継続的な支援制度のない我が国とは大きな違いである。

具体的な支援の方法には各国で異なり、ドイツでは建物に対する再生可能エネルギー熱等の導入義務付け、英国では電気の固定価格買取制度に似た再生可能エネルギー熱利用に応じたランニングコストの支援、フランスでは税還付や補助金によるイニシャルコストの支援を実施していた。また、今年度は調査対象としなかったが、北欧諸国では、既に敷設されている熱導管を活用し、バイオマス熱や都市ごみ排熱などを利用している例もある。

ただし、再生可能エネルギー熱支援施策を我が国への参考とするためには、各国の自然条件等の違いによる、熱に関する需要や再生可能エネルギー供給可能量の違いについて把握する必要がある。

ドイツ、英国、日本の、再生可能エネルギー熱利用に影響を与える要因について比較を行ったものを、表 3-40 に示す。我が国の特徴として、大都市圏が比較的温暖な地域に集中しているということが、ひとつの大きな違いである。これが、家庭・業務部門において、再生可能エネルギー熱のみでなく、建物の断熱や高効率な暖房設備に対する投資回収がしにくく、投資が進まない要因となっている。また、冷房需要が比較的大きいことや、国内の電機メーカーが進んで開発販売したことから、家庭エアコン普及率が圧倒的に高い。また、近年は電気式給湯器の普及も進んでおり、これら暖房・給湯の電化は、発電における再生可能エネルギー等の活用による低炭素化の可能性を持つ一方で、バイオマス・太陽熱等の再生可能エネルギー熱の利用とは相容れにくい。

なお、欧州では空気熱ヒートポンプにおける「空気熱」を再生可能エネルギー熱利用として認めている。これは、欧州ではヒートポンプ技術がまだ普及していないため、再生可能エネルギー熱として支援対象に含めることでその普及を促していきたいという背景がある。

表 3-40 諸外国との再生可能エネルギー熱利用の要因の比較

再生可能エネルギー熱利用に影響する要因		ドイツ	英国	日本	評価	
需 要	熱需要	暖房度日／冷房度日 (2009年)* ¹	2,998／53 (ベルリン)	2,461／17 (ロンドン)	3,268／2 (札幌) 2,164／19 (仙台) 1,528／174 (東京)	日本は大都市圏が温暖地に位置 給湯需要は相対的に多い
		給湯需要* ² [GJ/世帯・年]	7	18	14	
供 給	ポテンシャル	太陽熱 (日照時間)* ³				この中では日本の条件が最も良い
		バイオマス (丸太生産量と近年20年の成長率)* ⁴	4205万 m ³ (+1.21%)	924万 m ³ (+1.19%)	2106万 m ³ (-0.65%)	日本は林業生産量が減少中
	競合技術	家庭エアコン普及率* ⁵	10%未満	10%未満	85%	日本が圧倒的に高い
	インフラ	熱導管延長* ⁶	20,151km	NA	656km	日本はドイツの数%、その約5分の1が北海道
	化石燃料価格* ⁷ (家庭) 2006年→2013年	軽質油[\$/kL]	734.0 → 1108.1	674.7 → 1090.9	683.9 → 1013.6	日本ではガスが相対的に高価
	都市ガス[\$/MWh]	79.4 → 94.6	50.8 → 75.6	106.5 → 146.1		
	電力[\$/MWh]	221.7 → 387.6	179.2 → 229.2	178.1 → 242.1		

*1 暖房度日は、平均気温が15℃を下回る日の、18℃との差の累積と定義。ドイツ・英国はEurostatデータ、日本は気象庁データより算出。

冷房度日は、平均気温が24℃を上回る日の、24℃との差の累積と定義。ドイツ・英国は<http://www.degreedays.net/>にて算出、日本は気象庁データより算出。

*2 “International Comparison of Household Energy Consumption and Its Indicator” (住環境計画研究所)

*3 SolarGIS © 2015 GeoModel Solar

*4 FAOSTAT

*5 <http://www.floatingpath.com/2013/07/17/global-penetration-rates-of-home-appliance-ownership/>

*6 Euroheat&Power District Heating and Cooling Country by Country 2013 survey (2011年の値)

*7 OECD “Energy Prices and Taxes”, 2014

3.3.2 国内のバイオマス熱の利用状況

表 3-41 に、農林水産省が定めた「バイオマス・ニッポン総合戦略」と「バイオマス活用推進基本計画」における、バイオマス資源活用実績と目標を示す。なお、黒液と製材工場廃材の一部を除き、実績の「利用率」は非エネルギー利用である。ここで示されているように、2010 年実績において、国内のバイオマスのうち、家畜排泄物、製材工場等残材、建設発生木材、黒液といった廃棄物系バイオマスの活用率は既に高い。一方で、2020 年に向けた目標として今後活用を進めていく対象としては、食品廃棄物（約 250 万トン）、下水汚泥（約 620 万トン）、林地残材（約 240 万トン）、農作物非食用部（約 210 万トン）などがある。

ここでは、これらのバイオマスのエネルギー利用方法として、木質バイオマス（林地残材など）熱の利用、バイオガス（食品廃棄物や下水汚泥などから発生）の都市ガス導管注入といった使用方法について、現状の利用実態について調査を行った。

表 3-41 バイオマス資源活用実績と目標

	上段：発生量（物量） 下段：利用率	2002 実績 （バイオマス・ニッポン 総合戦略策定時）	2005 実績	2010 目標 （バイオマス・ニッポン 総合戦略）	2010 実績 （バイオマス活用推進基 本計画策定時）	2020 目標 （バイオマス活用推進基 本計画）
廃棄物系	家畜排せつ物	9100 万トン 80%	8900 万トン 90%	—	8800 万トン 90%	90%
	食品廃棄物	1900 万トン 10%未満	2200 万トン 10%未満	—	1900 万トン 27%	40%
	製材工場等残材	610 万トン 90%	500 万トン 90%	—	340 万トン 95%	95%
	建設発生木材	480 万トン 40%	460 万トン 60%	—	410 万トン 90%	95%
	下水汚泥	7600 万トン 60%	7500 万トン 64%	—	7800 万トン 77%	85%
	黒液	—	—	—	1400 万トン 100%	100%
	紙	—	—	—	2700 万トン 80%	85%
	合計*1	70%	76%	80%	86% (黒液・紙を除くと 85%)	—
未利用系	林地残材	390 万トン ほとんど未利用	370 万トン ほとんど未利用	—	800 万トン ほとんど未利用	30%
	農作物非食用部 (すきこみ利用除 く)	1300 万トン 30%	1300 万トン 30%	—	1400 万トン 30%	45%
	合計*1	21%	21%	25%	17%*2	—

注) *1 各「合計」は炭素トン換算の上、加重平均で算出。

*2 林地残材の発生量は、バイオマス活用推進基本計画策定時に、バイオマス・ニッポン総合戦略時から見直された。このため、未利用系の利用率が低下している。

出典) 2002 年、2005 年実績は農林水産省「バイオマスの利用状況」(2005 年) http://www.maff.go.jp/j/biomass/pdf/riyo_zyokyo.pdf

2010 年実績は [バイオマス活用推進会議, 2012]

(1) 木質バイオマス熱の利用実態

1) 調査方法

木質バイオマス利用は、他の再生可能エネルギーや廃棄物利用と異なり、継続的な資源確保の取組みが必要となることから、その資源収集・運転実態を把握することが必要である。このことから、国内の木質バイオマス利用設備の事例について、現在の運転状況や、費用に関する定量的な情報収集した。

調査対象とした事例、主要な設問、回収数について、表 3-42 に示す。なお、調査対象となる事例を把握するために補助金受給事業者一覧を用いたことから、補助金受給の事例が多く含まれていることには留意が必要である。

表 3-42 木質バイオマスの利用実態にかかる事例調査の概要

調査名	「木質バイオマス熱利用実態調査」
対象者	バイオマス熱供給の国内先進事例（平成 25 年度バイオマスエネルギービレッジ構築可能性調査事業） 平成 23 年度「再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策事業」補助事業者 平成 24 年度「再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策事業」補助事業者 グリーン熱設備認定施設（平成 26 年 6 月 30 日現在）
主要な設問 （参考資料に調査票を示す）	導入目的 主要設備・出力・利用バイオマス・稼働時間 熱利用用途・熱利用量 事業収支（導入費用・助成金・ランニングコスト・収入・削減経費） バイオマス供給事業者・体制整備 バイオマス調達範囲・調達に係る支障 導入目的達成及び事業継続のために重要と考えられる項目
実施時期	平成 26 年 12 月
発送数・回収数	発送数 46（民間 23 地公 10 非営 13） 回収数 16（民間 5 地公 5 非営 6）

2) 事業実績の自己評価

調査では各事業者に対し、事業の実績の計画値との比較を、自己評価で尋ねた。「計画より良い」で最も多かったのは「稼働率」「燃料供給量の確保」「熱の自家消費量」であり、「課題がある」で最も多かったのは「導入費用」「維持管理」であった。

これより、木質バイオマス熱利用に関する課題を、「収支に関する課題」「設備稼働に関する課題」「燃料調達に関する課題」に分類し、以降でそれぞれの状況を見ていく。

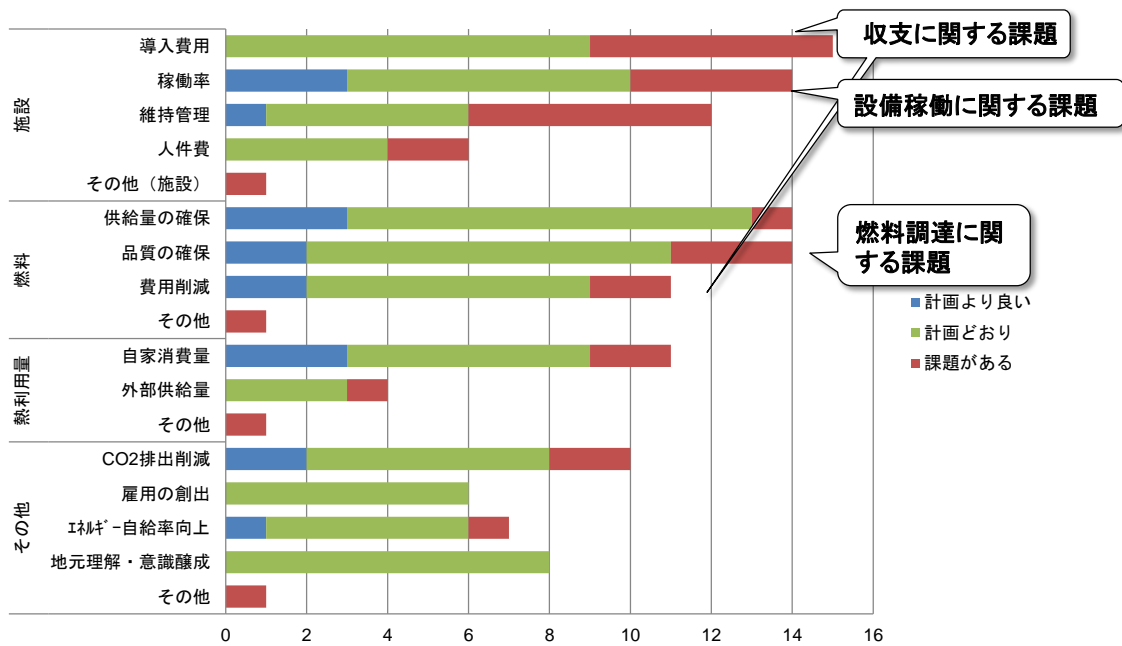


図 3-55 木質バイオマス熱利用事業の自己評価

3) 収支に関する課題

図 3-56 に、木質バイオマスの熱利用量あたりの化石燃料費削減効果の分布を示す。大半の事業者ではバイオマス利用により化石燃料費を削減できており、化石燃料価格高騰の折には、設備稼働率を上げてさらに燃料費削減を図れたという事業者もいた。ただし、バイオマス燃料の原価である電気代が上昇したことで、バイオマス燃料価格の高騰に直面している事業者もいた。

図 3-57 には、木質バイオマス熱利用事業の収支の分布を示す。単年黒字の事業者は、全体の 3 分の 2 であった。維持管理費・人件費が収支を圧迫している場合が多かった。

化石燃料削減費が大きく、投資回収年数が短めの事業として、化石燃料費単価の高い LPG からの燃料転換が挙げられる。一方で、イニシャルコストとして 1/2 以上の補助金を受給している事業者が多く、この補助金がなければ、設備寿命内での投資回収は困難であったと見られる事業者も多かった。

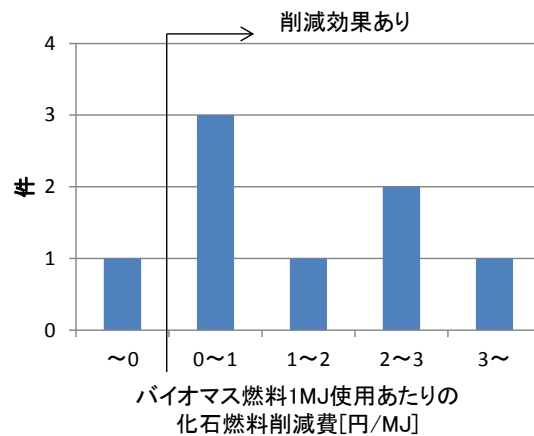


図 3-56 木質バイオマス熱利用における化石燃料費削減効果の分布

注) 書面調査の平成 25 年度運転実績より算出。ペレット発熱量は 17MJ/kg、チップ発熱量は 12MJ/kg として評価。

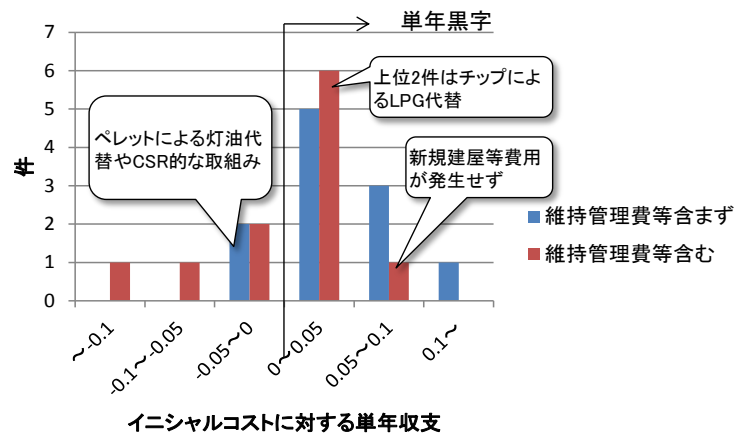


図 3-57 木質バイオマス熱利用事業の収支の分布

注) 書面調査の結果より算出。

4) 燃料調達に関する課題

燃料調達において、チップの形態での調達者は「品質」（含水率、粒度など）を、ペレットの形態での調達者は「燃料費」を課題に挙げることが多かった。森林組合からチップを調達している事業者には、「施設側での含水率測定の実施などにより、生産現場における品質確保に対する意識向上を図る」対策をとっているが、このように基本的な品質管理がまだ不十分である事例もあった。一方で、チップ価格が割高でも、「投入しやすい量に小分けして供給してもらえる」ことを評価する事業者もいた。木質バイオマス熱利用においては、原料供給者と使用現場の情報共有による、品質や供給方法についての理解共有が重要であるといえる。

なお、一部ではあるが、バイオマス電気の固定価格買取制度が今後の調達へ与える影響を懸念する声があった。

表 3-43 事業者別の燃料単価・調達方法

	バイオマス 単価 [万円/t]	ボイラ 出力 [kW]	調達元	燃料供給にかかる現状認識 △：課題あり 無印：計画どおり ◎：計画より良い	
				品質	燃料費
チップ 平均 0.99 万円/t	0.53	350	廃棄物事業者	△	
	0.80	350	森林組合	△	
	0.84	80	不明		
	1.05	582	木材製造事業者		
	1.05	450	森林組合・木材製造事業者	△	
	1.30	233	新規組織	◎	
	1.33	2,150	その他		
ペレット 平均 3.6 万円/t	2.86	105	施工業者		
	2.90	105	施工業者		
	3.41	150	その他		△
	3.70	300	新規組織		◎
	3.91	220	森林組合・木材製造事業者	◎	△
	4.70	不明	その他		

注) 書面調査の結果より作成。

ペレットの発熱量は 17MJ/kg 程度、チップは含水率によるが 8~16MJ/kg 倍程度。

5) 設備稼働に関する課題

木質バイオマス熱利用事業の設備稼働率の分布を、計画値と実績値のそれぞれについて図 3-58 に示す。ここでは計画稼働率が 20%未満と低調な事業者もあり、投資回収可能性を引き下げる要因となる。設備容量の適切化、熱用途の多様化（暖房のみの利用ではなく給湯にも利用する等）が必要と考えられる。

稼働が計画どおりでない原因の多くは、チップ形状・粒度に起因する燃料詰まり、含水率に起因する発生熱不足等の燃料の品質によるものであった。また、維持管理の点では、従来システムがオール電化であった場合など、従来システムに比較して手間がかかるようになったという意見があった。

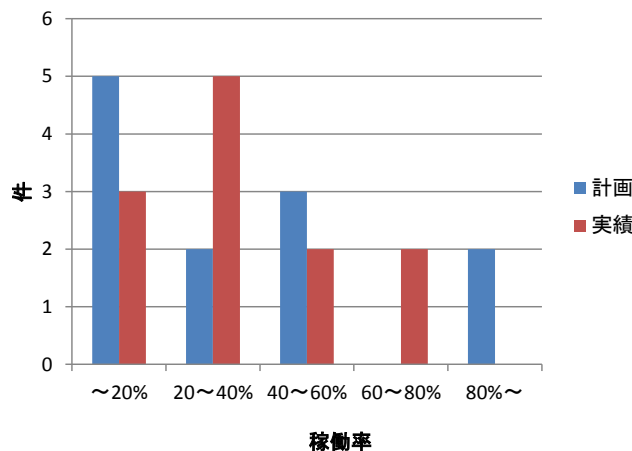


図 3-58 木質バイオマス熱利用事業の設備稼働率の分布

(2) バイオガスの都市ガス導管注入の事例

1) エネルギー供給構造高度化法

2010年に策定された「エネルギー供給構造高度化法」では、表 3-44 に示すように、一般電気事業者等、一般ガス事業者等及び石油精製業者に対して、再生可能エネルギー等の利用目標が示されている。大規模な一般ガス事業者に対しては、その賦存量及び経済性等を考慮しつつ、バイオガスの導入によるガス供給の拡大へ取り組むべき事項と定めている。具体的に対象となっているのは、東京ガス株式会社、大阪ガス株式会社、東邦ガス株式会社の大手3社である。

表 3-44 エネルギー供給構造高度化法

	非化石エネルギー源の利用に関する一般電気事業者等の判断基準	非化石エネルギー源の利用に関する一般ガス事業者の判断の基準	非化石エネルギー源の利用に関する石油精製業者の判断の基準
利用目標	<ul style="list-style-type: none"> 一般電気事業者：平成 32 年における非化石電源比率を原則 50%以上とする。 特定規模電気事業者：平成 32 年に非化石電源比率を 2%以上とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 平成 27 年において、下水処理場等で発生する余剰バイオガスの推定量（適正なコストで調達できるもの）の 80%以上を利用すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 2017 年度におけるバイオエタノールの利用目標量（総計）を 50 万 kl とする。
実施方法	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所の新增設の計画的かつ着実な実施、設備擁立の向上。 再生可能エネルギー源を利用した電源の新增設、系統安定化対策 等 	<ul style="list-style-type: none"> バイオガスの調達条件の策定・公表 等 	<ul style="list-style-type: none"> バイオエタノールをガソリンに混合して自動車の燃料として供給 ライフサイクルでの CO₂ 削減効果を評価したバイオエタノールを利用 等

出典) エネルギー供給構造高度化法より作成

2) 都市ガス事業者の取組み

このうち、東京ガス株式会社、大阪ガス株式会社の取組みを表 3-45 に示す。これらの取組みにおいて、都市ガス導管に注入するためのガス精製設備については、経済産業省の「バイオマス等未活用エネルギー実証試験費補助金」が使用されている。

バイオガスの導管注入量は、100 万 m³/年前後である。なお、ガス供給において 10 万 m³/年以上の需要家は「大口」として扱われる規模であるため、これらのバイオガス導管注入は大規模な需要家数件のガスを供給していることになる。

表 3-45 エネルギー供給構造高度化法に基づくバイオガス都市ガス導管注入の事例

一般ガス事業者	バイオガスの種類	導管注入量	取組みの概要
東京ガス株式会社	食品廃棄物のメタン発酵によるバイオガス (バイオエナジー株式会社)	80 万 m ³ /年	食品廃棄物のメタン発酵によるバイオガスを精製し都市ガス導管注入。 このバイオガスは、コジェネレーションにも用いられている (熱はプラントの自家消費)。
大阪ガス株式会社	下水汚泥由来バイオガス (株式会社神鋼環境ソリューション、神戸市)	100 万 m ³ /年 (2012 年度)	市の下水汚泥処理過程で発生する消化ガスを精製し、この一部を精製し都市ガス導管注入。 このバイオガスは、天然ガス自動車燃料供給としても使用されている。

出典) 各社資料より作成

バイオガスを都市ガス導管に注入している取組みについて、東京ガス株式会社にヒアリングを行った結果を表 3-46 に示す。

表 3-46 東京ガス株式会社におけるバイオガス都市ガス導管注入の事例

経緯	<ul style="list-style-type: none"> バイオエナジー社では、食品リサイクル法対応を含め食品廃棄物由来バイオガス事業を行っていた。このバイオガスが余剰となったため、東京ガスグループに相談があった。 東京ガスでも、エネルギー供給構造高度化法の対応を考えており、検討を開始した。
現状	<ul style="list-style-type: none"> 余剰バイオガスを都市ガスと同等まで精製・熱量調整し、都市ガス導管へ注入している(約 2,400m³/日、年間約 80 万 m³)。 設備の維持管理については、発電設備はラインナップも充実しており、メーカーによる体制が整っているのに比較して、導管注入のための精製設備等は実績がほとんどないため、エンジニアリング会社が都度、対応している状況である。 バイオガスは、東京ガスが公表しているバイオガス購入要領に従い、東京ガスの販売価格相当を目安として買い取りをしている。
今後の展開可能性	<ul style="list-style-type: none"> 自家消費であればガスの性状のばらつきが許容されることや、現在では導管注入よりも固定価格買取制度による売電の方が事業性があることから、バイオガスは導管注入よりも自家消費か発電に使用されるケースが多いただろう。 ガス製造工場が直接バイオガスを受け入れることができれば、個別に精製・調整する工程は既存の設備で対応できる可能性がある。 導管へのバイオガス受入量を増やすとすれば、精製・調整設備の費用を鑑みると、条件にもよるが、少なくとも年間 100 万 m³前後のガスが確保できなければ事業として難しい。 バイオガス発生源として下水処理場が候補にも挙がるが、下水処理場では汚泥の乾燥など場内に熱需要があるため、外部に払い出し可能な量が少ない。 仮にバイオガス受入量が大幅に増えたときに考えられる問題は、導管の圧力管理である。

出典) 東京ガス株式会社ヒアリングより作成

(3) まとめ

バイオマスは、発電利用することに比較すれば、コージェネレーションを行うことにより総合効率を高めることが可能であり、また熱利用ができれば、同じバイオマス量でもより多くの CO₂ 削減が可能である。低炭素化の観点からは、バイオマスが熱利用可能である場合には、熱利用することのほうが望ましい。

現在の木質バイオマス熱の利用においては、投資回収可能性において課題のある事業が多く見られた。LPG 燃料からの代替など化石燃料削減効果を十分に得ている事業がある一方で、計画稼働率自体が低かったり、燃料供給において課題があったりするために、設備が十分に稼働していない事業例も見られた。稼働率の再生可能エネルギー熱利用として全面的に推進するのではなく、林業政策、地域政策としての意義がある場合に、低炭素化の価値を追加的に評価するための施策が必要ではないかと考えられた。また、支援策を導入することで、投資回収可能性や、燃料供給の持続可能性の点から、事業を評価し改善を促すための介入が可能となる利点もある。

また、今回得られた事例は少なかったが、生産工程等の熱需要への供給など、需要自体の大きくかつ季節変動の少ない用途に対しては、投資回収可能性は改善する可能性がある。

バイオガスの都市ガス導管注入は、再生可能エネルギー熱を、既存インフラを通じて大量導入することのできる可能性がある技術である。しかし、欧州では精製前のガスを送配しているためバイオガスの導管注入への親和性が高い一方、国内では精製後のガスを送配しているため、導管注入の前にバイオガスの精製・調整が必要となる。精製・調整に設備投資が必要であることや、都市ガス導管が利用可能な範囲でバイオガスの発生量が限られていることから、大幅拡大は見込みにくい。

ただし、現状ではバイオガスを発電に利用し固定価格買取制度下で売電することによる収入が大きく、バイオガスの熱利用を阻害している場合がある。電気の固定価格買取制度の見直しも含め、バイオマスの電気利用・熱利用が低炭素化効果の点では同等に評価されるような支援が必要である。

3.3.3 再生可能エネルギー熱支援施策の方向性

(1) 特に支援すべき再生可能エネルギー熱

再生可能エネルギー熱利用は、暖房・冷房・給湯、乾燥等の「熱需要」の低炭素化の一手段であり、再生可能エネルギー熱利用の拡大のみを主目的とした支援を行うことは適当ではない。断熱等による熱需要自体の削減、化石燃料を含むコジェネレーションによる高効率な熱の供給、熱利用の電化と低炭素な電力の供給など、熱需要の低炭素化に係る各種対策との比較の観点から、導入意義を検討していくべきである。

再生可能エネルギー熱には、表 3-47 に示すように、エネルギー源のみではなく、熱の取得方法、配送方法も含めると様々な利用形態が存在する。再生可能エネルギー熱について、どのような利用形態のものであれば、低炭素化という観点から意義があるかについて、検討する。

表 3-47 再生可能エネルギー熱の利用形態の例

エネルギー源	エネルギー源の配送可能性	熱の取得方法	熱媒体	熱の配送可能性	用途
太陽熱	なし	太陽熱温水器	温水	あり	給湯
		パッシブソーラー	空気	なし	暖房
		吸収式冷凍機	冷水	あり	冷房
固体バイオマス バイオガス	あり	燃焼 (ストーブ、ボイラ等)	空気	なし	暖房、乾燥、厨房
			温水	あり	給湯、暖房
			蒸気	あり	暖房、乾燥
地中熱・水熱・ 空気熱	なし	ヒートポンプ	温水 冷水	あり	給湯、暖房、冷房
温泉熱（温泉水）	あり	熱交換	温水	あり	給湯、暖房
		直接利用	温水	あり	給湯、暖房

1) 地域と用途

我が国は全国的には欧州よりも温暖な地域に位置しており、暖房需要が小さく、比較的冷房需要が多いという特徴がある。特に家庭・業務部門においては、再生可能エネルギー熱導入による光熱費削減メリットが少ないことが、イニシャルコストの高い再生可能エネルギー熱の利用において不利になっている。

しかし、寒冷地・準寒冷地に着目すれば、暖房需要も大きく、また日射や森林資源など熱供給ポテンシャルがある地域も多い。また業務部門にも、洗濯・理容・美容・浴場業や宿泊業等、業種によっては熱需要が大きい業種が存在しており、農業の温室、林業・木材加工業における乾燥といった一次産業においても熱需要が発生する。

熱需要の低炭素化に向けて、再生可能エネルギー熱利用に適した、地域や用途に絞った検討を行うことが必要である。表 3-48 には、熱需要別の低炭素化のための方策について、地域差によって得られる効果が異なる可能性について整理した。ここで、地域差としては、気温・積雪等の気候の差と、都市・地方といった熱需要密度・保有インフラの差に着目した。

表 3-48 熱需要の低炭素化のための各方策の地域による効果の違い

用途	低炭素化のための方策	気候の違いによる効果への影響	都市・地方の違いによる効果への影響
暖房 (冷房)	共通	○灯油暖房地域ではガス暖房地域に比較し、削減効果が高め ●暖房稼働率の高い寒冷地では投資回収しやすい	
	断熱	□特に寒冷地で QOL の向上が大きい	
	ヒートポンプ式エアコン (大気熱)	○寒冷地では COP が低下 ●冷房用エアコン不要な地域では追加投資必要	
	ヒートポンプ式エアコン (地中熱)		
	バイオマス熱の個別利用	●積雪地域では冬季の資源貯蔵必要	●農山村地域では近隣に資源があり
	地域熱供給での再生可能エネルギー利用	●同上 (バイオマスの場合)	●需要密集地でなければ配管費用が大きい
	再生可能エネルギー由来ガスの導管注入		●ガス導管未整備地域では費用大 ●大規模バイオガスポテンシャルは都市部に存在
	温泉熱		●一部地域にはポテンシャルあり
給湯	共通	○灯油給湯地域ではガス暖房地域に比較し、削減効果が高め ●給湯稼働率の高い寒冷地では投資回収しやすい ●温水暖房と共通化できる場合は追加投資費用少ない	○LPG 給湯地域ではガス暖房地域に比較し、CO ₂ 削減効果や光熱費削減効果が高め
	ヒートポンプ式給湯	○寒冷地では COP が低下	
	太陽熱利用	●日射量の少ない地域で集熱量減少	
	再生可能エネルギー由来ガス個別利用 (コージェネ等含む)		●ガス導管未整備地域では費用大きい

○：主に CO₂ 削減量への影響 (同一熱量供給時)

●：主に費用への影響

□：エネルギー面以外への影響

同量の暖房熱を供給するときの、暖房方法の違いによる CO₂ 排出量について、図 3-59 に試算した。寒冷地では COP の低下するヒートポンプ式エアコンより、再生可能エネルギー等の熱利用のほうが低 CO₂ 排出が大きくなりやすい。また、電気の排出係数が一定程度低下するのであれば、再生可能エネルギー熱と化石燃料の混合利用がヒートポンプ式エアコンよりも低 CO₂ 排出となるのは、再生可能エネルギーが数割のオーダーで混合されるときである。

家庭での太陽熱温水器利用、少量の助燃材を用いるバイオマスのボイラ燃焼などは、中期的には十分な低炭素効果がある。地域熱供給により低炭素化を図る場合には、これらの低炭素なエネルギー源が豊富に利用可能であることが必要条件となる (表 3-49)。

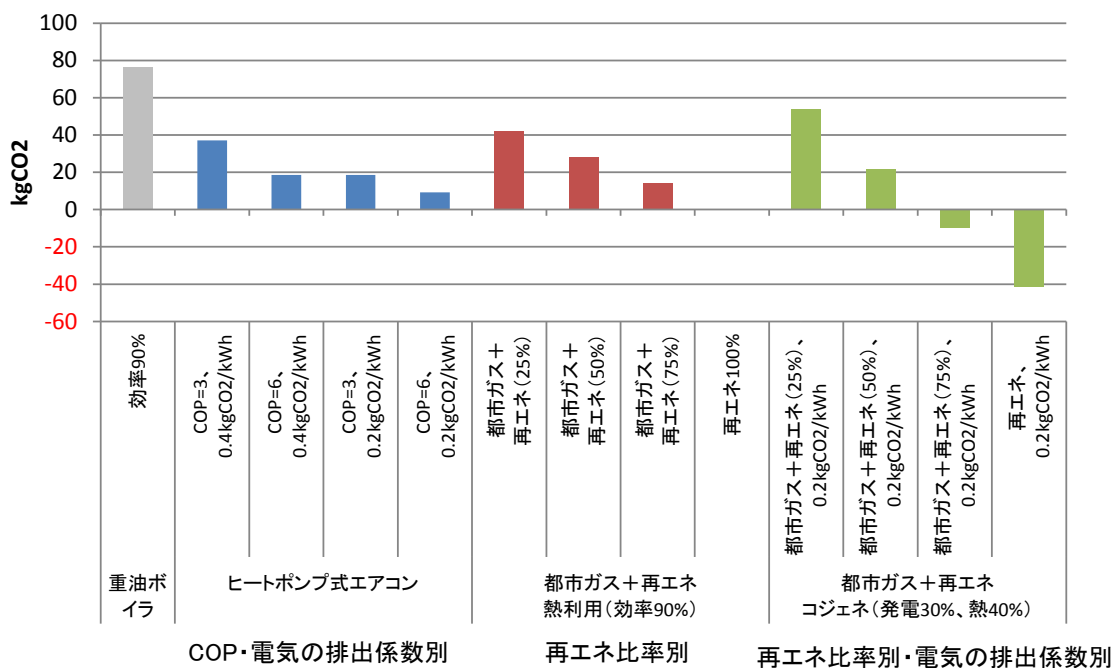


図 3-59 1GJ の暖房熱を供給する際の CO₂ 排出量

注) 「再エネ」は、バイオマス、バイオガス、太陽熱、再生可能エネルギー由来水素等、都市ガスまたは都市ガス由来熱と混合して利用できる再生可能エネルギー熱全般を指す。

注) コージェネレーションは、熱と同時に電力を発生する。ここでは、発電された電力が置換する同量の系統電力からの CO₂ 排出量相当を差し引くことで評価しているため、排出量が負になることがある。他の評価方法として、CO₂ 排出量を、熱・電気の熱量比で按分する方法などがある。

表 3-49 既存の地域熱供給における再生可能エネルギー等利用率

供給区域	エネルギー	比率
札幌新都心	木質バイオマス	28%
札幌市真駒内	ごみ焼却排熱	27%
日立駅前	工場排熱	70%
千葉ニュータウン	ごみ焼却排熱	40%
新宿南口西	地下鉄排熱	0.02%
光ヶ丘団地	ごみ焼却排熱	41%

出典) 熱供給便覧 (平成 25 年度) から作成

2) エネルギー源や熱の配送形態

再生可能エネルギー電気であれば、発電した電気を系統に流せばよいが、再生可能エネルギー熱には、エネルギー源のまま需要家まで配送したり、熱として熱媒体を需要家まで配送したり、配送をせず個別建物で熱取得・利用を行ったりといった、様々な配送形態がある。

これらの配送形態別の特徴を、表 3-50 にまとめた。

各配送形態の優劣はつけがたく、配送形態によって、解決すべき技術的課題・必要なインフラ等は異なり、必要な支援施策の方向性も異なる。

表 3-50 エネルギー源・熱の配送形態別の特徴

熱の配送形態		個別建物での熱取得・利用	エネルギー源を配送した上での利用		熱として配送	
			混合して既存インフラにて配送	独立して配送	熱導管を通じた配送	蓄熱材で蓄熱した上での配送
該当する例		太陽熱温水器・地中熱ヒートポンプの建物への設置	バイオガスのガス管注入、バイオ燃料の液体燃料混合	バイオマス燃料	複数建物間に導管整備、熱を融通利用	トランスヒートコンテナ
CO ₂ 削減への寄与	導入ポテンシャル発現への寄与(需要量が導入制約となる場合あり)	建物単位で再生可能エネルギー熱利用可能量に見合った需要が必要	<u>既存インフラ網規模は大きい</u> ため <u>相当量受入可能</u>	流通規模が小さければ需要が不足する可能性あり	限られた導管網範囲での需要家確保が必要	同左
	配送に伴う CO ₂ 発生、熱ロス	建物内利用のため少ないが需給の時間が異なれば大きい	<u>配送される熱量に比べて小さい</u>	配送される熱量に比べてあまり大きくない	配送時の熱ロスを考慮する必要あり	蓄熱時損失は考慮する必要あり
	その他	—	将来的に Power to Gas (電力を用いたガス製造) は再生可能エネルギー電気拡大に寄与する可能性	—	排熱活用にも資する	排熱活用にも資する
実現可能性	配送に係る技術的な課題	<u>特になし</u>	要求される性状への精製・改質	<u>特になし</u>	<u>特になし</u>	技術自体が実証段階
	新規の配送インフラ整備	<u>不要</u>	<u>不要</u>	主に体制面での整備が必要	投資回収年数の長い熱導管整備が必要	体制面での整備や蓄熱設備が必要
他便益	地域貢献	<u>特になし</u>	<u>特になし</u>	<u>エネルギー備蓄効果(燃料の場合)</u>	<u>まちづくりとの関係、高い利便性</u>	<u>エネルギー備蓄効果</u>

下線部は他の配送形態に比較して優れていると思われる部分。

(2) 再生可能エネルギー熱へのランニング支援制度の素案

固定価格買取制度導入後、再生可能エネルギー電気を取り巻く環境は大きく変化した。ア
ナウンスメント効果も大きく、再生可能エネルギー電気への人々の関心を集め、関係するビ
ジネスが多く生まれた。これに比較した、再生可能エネルギー熱の現状を表 3-51 にまとめ
る。

再生可能エネルギー熱市場に対しても同様の変革をもたらすため、ここでは「再生可能エ
ネルギー熱へのランニング支援制度」について、その可能性を検討した。これは再生可能エ
ネルギー熱利用の環境価値やその他エネルギーとしての一義的な価値を評価するための共
通の制度であり、例えばまちづくりの一貫として熱導管を整備するというのであれば、そ
の価値は別途評価され支援されるべきものである。

表 3-51 再生可能エネルギー電気と再生可能エネルギー熱の現状の比較

	市場	コスト	支援のスキーム
再生可能エネ ルギー電気を取り 巻く環境の変化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業参入者の増加による市場の拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市場の拡大を通じた導入コストの低下の見込み 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 個々の電力需要家による再生可能エネルギー導入負担
再生可能エネ ルギー熱の現状	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽熱設備は大手メーカーが撤退 ・ バイオマス熱は、住宅用で一部寒冷地で新ビジネスモデル ・ バイオガスの都市ガス管注入、バイオマスを用いた地域熱供給は自治体の取組みが中心 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽熱設備は大量生産によるコスト低下の余地有り ・ 化石燃料高騰で重油・LPG 代替のコスト競争力が高まる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 経済的支援策は国・自治体によるイニシヤル補助金 ・ グリーン熱証書のスキームはあるが活用されず

1) 「固定価格買取制度」方式

ランニング支援のための方法のひとつとして、英国が導入している RHI に似た、「固定価格買取制度」方式がある。

買取価格は、再生可能エネルギー電気に対するものと同様、再生可能エネルギー熱源や利用方法等ごとに政府が決定する。例えば、電気の固定価格買取制度で受けられるのと同等の投資回収性が得られる価格がひとつの価格の決め方の目安となると考えられる。

電気とは異なり、再生可能エネルギー熱は自家消費が大半である。電気であれば再生可能エネルギー電気が電力会社買い取られ需要家に配分されている、との理由により需要家からの賦課金の徴収が可能であったが、熱はネットワークに連結されていない以上、需要家負担とすることが困難である。また、熱エネルギーに関する事業者としては都市ガス、LPG、灯油など種類も規模も様々であり、事業者を通じた買取や賦課金の調整が困難である。

ここでも英国の制度と同様に、熱を買い取るのは政府であるとし、買取の原資は税金とす

ることが考えられる。

本制度の課題としては、買取の対象とする設備の認定、計量が困難な小規模設備の扱い、熱の過剰な発生等の不正の防止など英国の RHI で挙げられていたものと共通なものが想定される。

2) 「熱証書取引制度」方式

「熱証書取引制度」は、再生可能エネルギー熱の使用を認証し、熱証書を発行する制度である。事業者に対する何らかの義務制度と組み合わせて運用し、当該義務制度を自らの努力では遵守できない事業者が、この熱証書の取得により義務を達成する。義務制度としては、例えば事業者に対する CO₂ 排出量制約、建物所有者に対する建物の低炭素化義務、エネルギー事業者に対する需要家の省エネルギー義務などが考えられる。

熱証書の価格は、その熱証書を必要とする事業者の数と、発行された熱証書の量によって市場で定まる。費用は熱証書を必要とする事業者が自主的に負担することになる。

税金や一般消費者への負担がない制度であるが、熱証書にどれだけの価値がつくかの見通しは当初は困難であり、再生可能エネルギー熱に対する事業者の投資判断や、それに融資し得る銀行等の判断を変化させることは困難である。また、「固定価格買取制度」方式と同様、買取の対象とする設備の認定、計量が困難な小規模設備の扱い、熱の過剰な発生等の不正の防止などは、これらの業務は行政ではなく証書発行機関が負うという違いはあるが、依然として課題である。

表 3-52 再生可能エネルギー熱へのランニング支援制度の素案

論点		案1：再生可能エネルギー熱の固定価格買取制度	案2：義務遵守にも利用可能な再生可能エネルギー熱の証書取引制度
対象	エネルギー源	当面はバイオマスとし、順次拡大 ・ 資源調達・発電効率の点で問題が出やすい規模のバイオマス発電よりも、小規模熱利用やコージェネレーションの選択を後押しする。	
	熱の利用方法	再生可能エネルギー熱の自家消費量、熱または燃料（ガス等）の形態での他者への払出量の両方	
価格決定の方法		電気の固定価格買取制度で受けられるのと同等の投資回収性が得られる価格を設定 ・ 英国では数円/MJ。 ・ 環境価値の位置づけは、電力の扱いに準じる。 ・ 回避可能費用（化石燃料削減メリット）は、支払価格の計算時に予め考慮。	証書市場に任せる ・ CO ₂ 削減価値のみで判定されたとすると、仮にCO ₂ 価格が3000円/tであれば、重油1MJを代替する再生可能エネルギー熱証書は約0.2円/MJの価値。 ・ より達成が困難な規制遵守のための証書であれば、より高い価格で取引されると考えられる。
原資		税金 ・ 直近～2030年高位までのバイオマスの導入見込量増分は132万kLであり、3円/MJの支援を行うとすると約1500億円が必要。 ・ 英国の熱買取制度では、年間700億円規模の予算を計上。 ・ 例えば「地球温暖化対策のための税」の税込規模は2,623億円。 ・ 電気の固定価格買取では、2014年6月末までの認定量が全て運転開始した場合、単年度総額は2.7兆円【新エネルギー小委員会, 2014d】。	義務的制度を組み合わせ、当該制度を遵守したい事業者が自主的に負担 ・ 建築物に対する再生可能エネルギー導入義務、事業者に対するCO ₂ 削減義務、エネルギー供給構造高度化法におけるガス等事業者への義務付け等。 ・ 東京都や埼玉県のCO ₂ 排出量取引制度では、グリーンエネルギー証書の活用が可能。
運用		・ 行政が、個別に設備認定、従来熱源の判定を行う。 ・ その際、バイオマスの調達方法や設備容量の適切性についても事前審査・助言を行う。	・ 証書発行機関が、個別に設備認定・来熱源の評価を行う。 ・ その際、バイオマスの調達方法や設備容量の適切性についても事前審査・助言を行う。

(3) 再生可能エネルギー熱の非経済的な課題

再生可能エネルギー熱ごとに、表 3-53 のような非経済的な課題も指摘されている。規制・制度的な課題については規制緩和等、技術的な課題は技術開発等、情報的な課題は普及開発や情報基盤の整備など、個別の対策による課題解決が必要である。再生可能エネルギー電気に比較すると、指摘されている非経済的な課題は少ないが、これは再生可能エネルギー熱利用事業自体が拡大していないために、課題として顕在化しているものが少ないためと考えられる。

表 3-53 再生可能エネルギー熱の非経済的な課題

	規制・制度的な課題	技術的な課題	情報的な課題	社会的な課題
太陽熱利用		<ul style="list-style-type: none"> ・ システム大規模化、集熱器や貯水タンクの性能向上による高効率化^{*3} ・ 大量生産によるコスト低下 ・ 廉価で高精度な熱計測技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 認知度の拡大^{*1} 	
地中熱利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水利用に関する規制^{*5} 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 先進諸国に比べて柔らかい地層など、厳しい施工条件への対応^{*4} ・ 地中熱ヒートポンプの性能向上^{*4} 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 認知度の拡大^{*1} ・ 有効熱伝導率などの地質、地盤情報の整理^{*4} ・ 認知度向上に資する公共施設への積極的な導入^{*4} 	
バイオマス熱利用		<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱電併給、小規模発電技術の開発^{*2} ・ 木質バイオマス原料の搬出、運搬、チップ加工などサプライチェーン全体の低コスト化^{*2} 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 認知度の拡大^{*1} ・ 新規参入リスクの低減に資する地域の資源量および利用可能量に関する情報整備^{*2} ・ メタン発酵消化液の有用性の認知拡大^{*2} 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 木材の安定供給に資する路網等の整備^{*2} ・ メタン発酵槽の原料収集体制の構築^{*2}
熱供給	<ul style="list-style-type: none"> ・ 料金規制及び供給義務^{*6} ・ 不十分な需要家保護^{*6} 			

*1 [新エネルギー小委員会, 2014e]

*2 [新エネルギー小委員会, 2014a]

*3 経済産業省ウェブサイト

(http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/attaka_eco/system/mitoushi.html)

*4 [横浜市, 2015]

*5 [環境省, 2012a]

*6 [ガスシステム改革小委員会, 2015]

(4) 今後の課題

再生可能エネルギー熱についての有識者検討において、支援すべき再生可能エネルギー熱利用の方法について、表 3-54 のように、合意が得られた点と、今後さらなる検討が必要である点があった。

バイオマスのように、固定価格買取制度が再生可能エネルギー電気を偏重させていることには、おおむね合意があった。このため、固定価格買取制度自体の改善もしくは、別途熱に対する支援が必要であると考えられる。

また、再生可能エネルギー熱利用は、省エネルギーや熱の電化といった熱全体の低炭素化との比較により、その効果を検討すべきである。熱の低炭素化における再生可能エネルギー熱利用の役割は、地域等の条件による差が大きい。具体的にどの地域でどのような熱利用方法を推進するかを、特定する必要がある。特定された後には、地方公共団体が具体的な普及施策を主導できるよう、情報整備や能力開発を行うべきである。

表 3-54 再生可能エネルギー熱普及施策に関するまとめ

	おおむね合意が得られている点	今後検討が必要である点
再生可能エネルギー熱の位置づけ	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギー熱利用は、熱全体の低炭素化（省エネ等を含む）の点から検討すべき。 エクセルギー（エネルギー価値）の高いエネルギーを熱に変換すべきでない。 	
必要な熱施策	<ul style="list-style-type: none"> 熱利用に関する認知度が電気よりも相対的に低いことが課題。 	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギー熱等導入義務／熱版の固定価格買取制度のいずれが効果的か。
地域の観点	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギー熱利用の効果は地域等の条件差が大きいため、地域ごとに検討すべき。 地方公共団体が一定の役割を持つ。 	
地域熱供給の役割		<ul style="list-style-type: none"> 個別建物の断熱や省エネルギー進展も鑑みた上で、熱導管が再生可能エネルギー熱利用のために有効な役割を果たすための条件は何か。
コージェネ		<ul style="list-style-type: none"> 都市におけるコージェネレーションが低炭素のために有効な役割を果たすための条件は何か。
バイオマス	<ul style="list-style-type: none"> 現在、固定価格買取制度において増加しているバイオマス発電には課題がある。 	

3.4 エネルギーデータベース等情報基盤の整備

再生可能エネルギーの導入拡大を進めるためには、導入実績等のデータが適切に把握され公開されている必要がある。ここでは海外における再生可能エネルギーに関する統計整備の状況を整理しつつ、我が国の状況を対比する意味で整理し、再生可能エネルギーに関するデータベースの必要性をとりまとめた。

3.4.1 海外における再生可能エネルギーに関する統計整備状況

(1) EUの再生可能エネルギー統計

EUでは、統計専門サイト eurostat の中で、「Renewable Energy Statistics」が整備されている。主要統計は表 3-55 に示す4分野に分かれている。4分野それぞれの表示イメージを表 3-56 及び図 3-60～図 3-62 に示す。

表 3-55 EUの Renewable Energy Statistics における主要統計分野

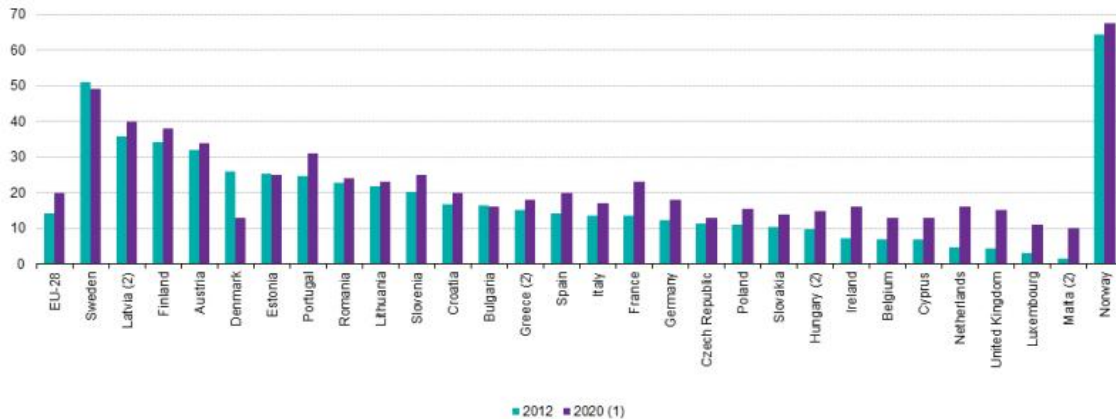
一次生産	再生可能エネルギーの一次生産量と、太陽光、バイオマス、地熱、水力、風力の種類別シェアが整理されている。
(最終)消費	再生可能エネルギーによる最終エネルギー消費量のほか、最終消費に対するシェア、2020年の国別目標との比較などが整理されている。
電力	再生可能エネルギーによる発電電力量のほか、発電電力量に対するシェアなどが整理されている。
輸送	輸送分野での再生可能エネルギーの導入量のほか、輸送部門の最終消費に対するシェアなどが整理されている。

表 3-56 EU 各国の一次エネルギーに対する再生可能エネルギーのシェア

	Primary production (1 000 toe)		Share of total, 2012 (%)				
	2002	2012	Solar energy	Biomass & waste	Geothermal energy	Hydropower	Wind energy
EU-28	97 755	177 269	5.1	65.5	3.2	16.2	10.0
Euro area (EA-18)	87 353	125 603	6.8	62.7	4.4	15.4	10.8
Belgium	576	2 816	7.1	83.3	0.2	1.1	8.4
Bulgaria	832	1 638	5.2	69.4	2.0	16.9	6.4
Czech Republic	1 594	3 247	6.1	87.2	0.0	5.6	1.1
Denmark	1 991	3 114	1.2	70.1	0.2	0.0	28.4
Germany	10 783	32 913	8.6	72.3	0.3	5.5	13.2
Estonia	568	1 056	0.0	96.1	0.0	0.3	3.5
Ireland	261	744	1.4	43.0	0.0	9.3	46.3
Greece	1 393	2 275	14.5	53.3	1.0	16.6	14.6
Spain	6 894	14 488	16.6	41.7	0.1	12.2	29.4
France	15 025	20 766	2.0	66.4	0.9	24.3	6.2
Croatia	757	1 181	0.6	62.6	0.6	33.8	2.4
Italy	9 249	17 894	9.9	36.7	27.7	19.2	6.4
Cyprus	45	106	62.5	21.2	1.4	0.0	15.0
Latvia	1 575	2 331	0.0	85.9	0.0	13.7	0.4
Lithuania	773	1 198	0.0	92.8	0.3	3.0	3.9
Luxembourg	38	94	5.3	78.9	0.0	8.9	6.8
Hungary	877	1 965	0.3	89.9	5.5	0.9	3.4
Malta	1	6	36.1	63.9	0.0	0.0	0.0
Netherlands	1 618	3 779	1.3	86.9	0.3	0.2	11.3
Austria	6 491	9 623	2.1	56.2	0.4	39.1	2.2
Poland	4 141	8 478	0.2	92.8	0.2	2.1	4.8
Portugal	3 552	4 358	2.3	63.3	3.1	11.1	20.2
Romania	3 749	5 242	0.0	75.4	0.4	19.8	4.3
Slovenia	715	990	2.4	60.5	3.3	33.8	0.0
Slovakia	744	1 434	2.9	72.0	0.4	24.6	0.0
Finland	7 826	9 931	0.0	85.0	0.0	14.6	0.4
Sweden	13 123	18 508	0.1	59.9	0.0	36.7	3.3
United Kingdom	2 566	7 095	3.6	66.2	0.0	6.4	23.7

Source: Eurostat (online data codes: ten00081 and nrg_107a)

出典) Eurostat. Renewable Energy Statistics.



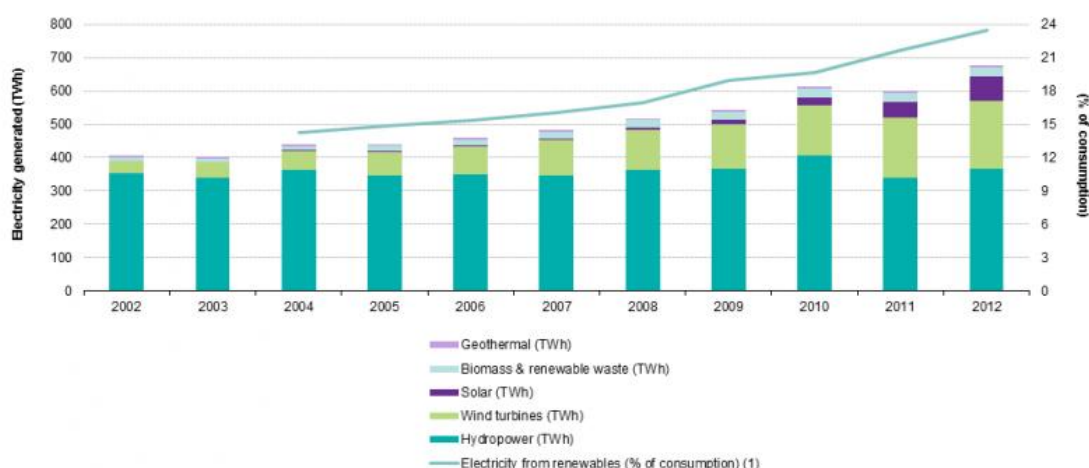
(1) Legally binding targets for 2020.

(2) 2012: estimate.

Source: Eurostat (online data code: t2020_31)

図 3-60 最終消費に対する再生可能エネルギーシェアと目標値との比較

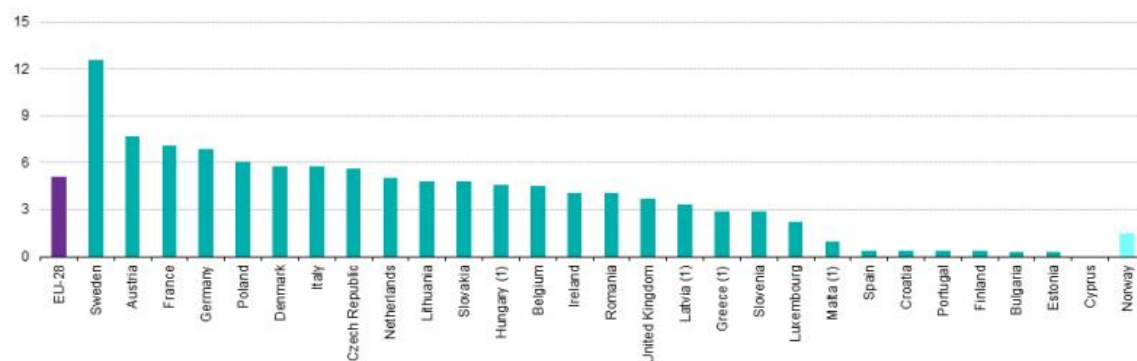
出典) Eurostat. Renewable Energy Statistics.



(¹) 2002 and 2003: not available.
 Source: Eurostat (online data codes: nrg_105a and tsdcc330)

図 3-61 再生可能エネルギーによる発電電力量と総発電電力量に占めるシェア

出典) Eurostat. Renewable Energy Statistics.



(¹) Estimate.
 Source: Eurostat (online data code: tsdcc340)

図 3-62 輸送分野の最終消費に対する再生可能エネルギーシェア

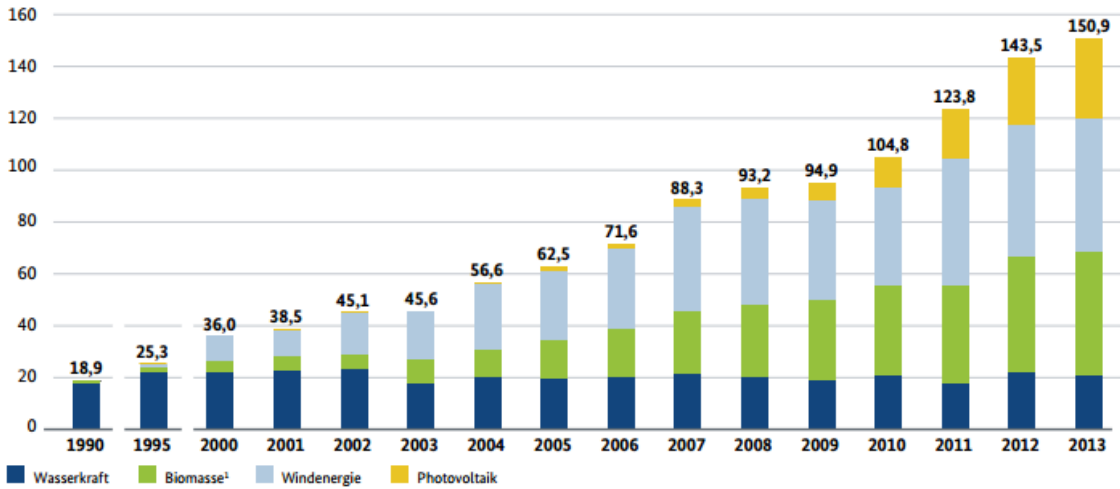
出典) Eurostat. Renewable Energy Statistics.

(2) ドイツの AGEE-stat

ドイツでは、再生可能エネルギーの統計に関するワーキンググループ（Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien: AGEE）が 2004 年 2 月に立ち上げられ、データ整備が進められている。ワーキンググループには、BMW_i、BMUB、BnetzA などの政府機関がメンバーとなっている。

ドイツ国内の統計として活用されるだけでなく、EU や国際機関への報告データとしても用いられている。統計の活用先のひとつに、BMU 及び BMW_i から毎年公表されている「Renewable Energy Sources in Figures」がある。図 3-63、図 3-64 及び図 3-65 に示すように、1990 年以降の毎年の再生可能エネルギーの種類別導入量などが整理されている。

Abbildung 7: Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland
Bruttostromerzeugung in TWh



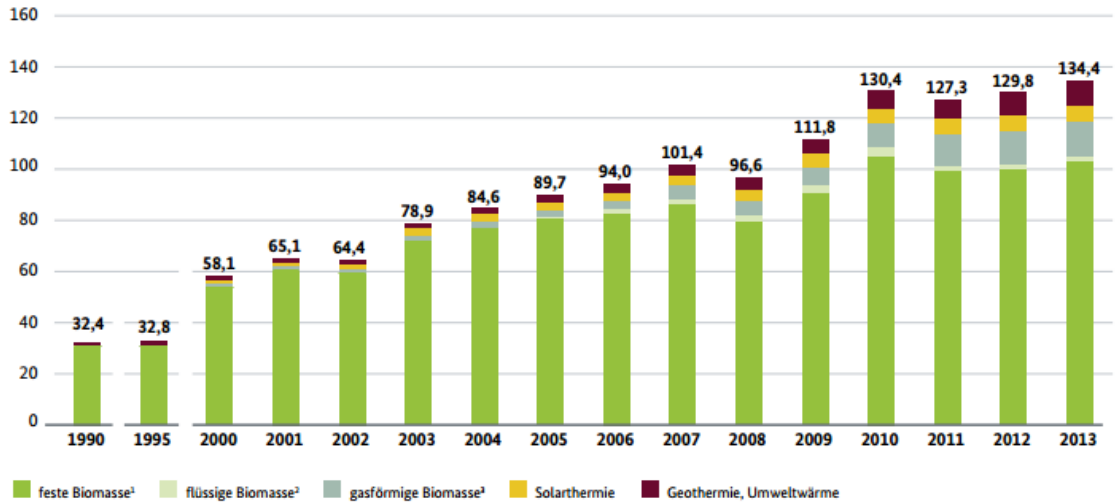
Geothermische Stromerzeugung aufgrund geringer Strommengen nicht dargestellt.

1 inkl. feste und flüssige Biomasse, Biogas (inkl. Biomethan), Deponie- und Klärgas und dem biogenen Anteil des Abfalls, ab 2013 inkl. Klärschlamm

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Abbildung 8

図 3-63 ドイツにおける 1990 年以降の再生可能エネルギー電気の発電電力量
出典) [BMWi, 2014b]

Abbildung 15: Entwicklung des Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energien in Deutschland
Endenergieverbrauch Wärme (in TWh)



1 inkl. biogenem Anteil des Abfalls, ab 2013 inkl. Klärschlamm

2 inkl. Biodieselvebrauch in der Landwirtschaft

3 Biogas (inkl. Biomethan), Klär- und Deponiegas

Quellen: BMWi auf Basis AGEE-Stat sowie weiterer Quellen, siehe Abbildung 16

図 3-64 ドイツにおける 1997 年以降の再生可能エネルギー熱の供給量
出典) [BMWi, 2014b]

(3) ドイツにおける太陽光と風力の発電電力量データ

ドイツでは、フラウンホーファーISE (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems : 太陽エネルギーシステム研究所) が、欧州エネルギー取引所 (European Energy eXchange: EEX) のドイツ国内の再生可能エネルギーの発電電力量等のデータを一般に公表しており、毎週アップデートされている (図 3-66 及び図 3-67)。

なお、EEX では電力取引周期が 15 分刻みとなっているため、ドイツのパワーコンディショナーメーカーである SMA Solar Technology AG のデータ収集周期も 15 分となっている。

発電電力量: 従来型エネルギーと太陽光と風力

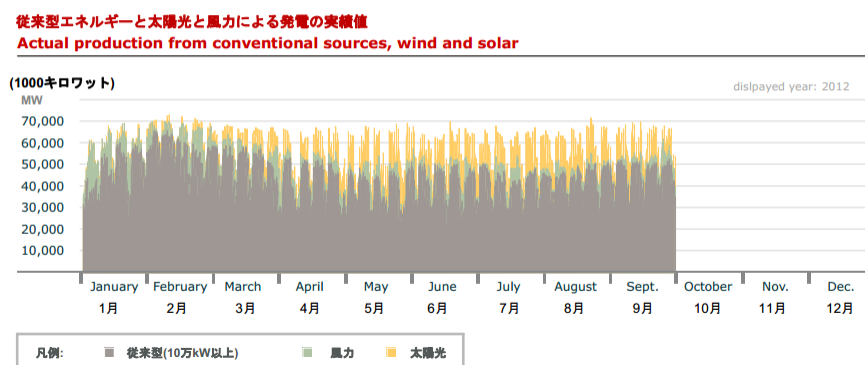


図 3-66 ドイツにおける発電電力量：従来型エネルギーと太陽光風力
出典) [環境省, 2012b]

ドイツにおける発電電力量: 第20週

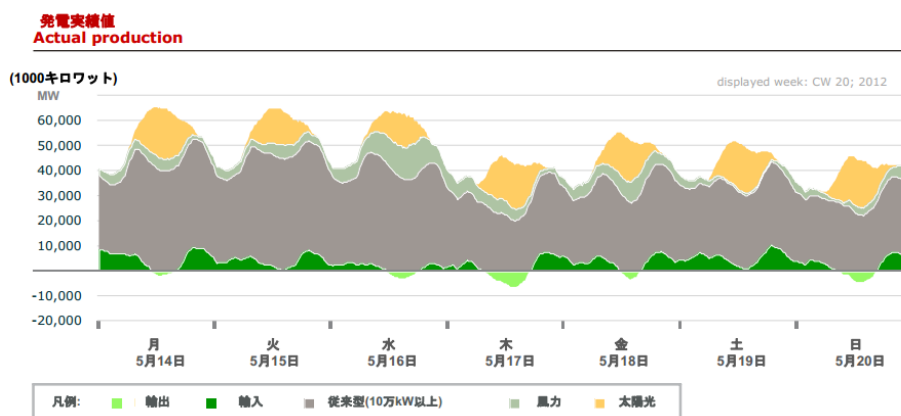


図 3-67 ドイツにおける発電電力量：第 20 週
出典) [環境省, 2012b]

(4) 英国の再生可能エネルギーデータベース

英国エネルギー・気候変動省 (Department of Energy & Climate Change: DECC) では、EU 目標に向けた進捗確認のため、Planning Database Project が運用されている。プロジェクトは「Planning Database Extracts & Statistics」と「Interactive Maps」に大別され、利用目的に応じて使い分けることが出来る。

「Planning Database Extracts & Statistics」では、再生可能エネルギーの種類別の現状と将来見通しを把握することが可能となっている。さらに、表 3-58 に示すように、4,980 件に及ぶ地点毎のサイト名、住所、再生可能エネルギー種類、設備容量、運転開始までの進捗状況などをダウンロードすることが可能となっている。

表 3-58 Planning Database Extracts & Statistics における表示例

January 2015	Pre consent		Post Consent					
	Application Submitted		Awaiting Construction		Under Construction		Operational	
	No.	Capacity (MW)	No.	Capacity (MW)	No.	Capacity (MW)	No.	Capacity (MW)
Advanced Conversion Technologies	7	76	33	399	8	190	3	14
Anaerobic Digestion	9	21	58	164	18	46	62	123
Biomass (co-firing)	1	70	0	0	0	0	1	35
Biomass (dedicated)	6	96	50	2,558	11	276	38	2,760
EfW Incineration	6	107	22	642	11	221	33	772
Hot Dry Rocks (HDR)	0	0	2	15	0	0	0	0
Landfill Gas	1	2	5	9	0	0	266	742
Large Hydro	1	9	3	18	0	0	21	370
Sewage Sludge Digestion	0	0	1	1	1	4	4	16
Shoreline Wave	1	7	1	50	0	0	2	26
Small Hydro	5	7	29	45	4	8	35	92
Solar Photovoltaics	136	1,441	327	3,167	82	854	362	2,545
Tidal Barrage and Tidal Stream	4	308	5	96	2	7	3	6
Wind Offshore	4	7,570	19	10,204	3	1,055	27	4,050
Wind Onshore	228	5,688	238	5,232	58	1,314	475	8,101
Total	409	15,401	793	22,600	199	3,976	1,331	19,651

出典) UK DECC. Interactive Maps. (<http://restats.decc.gov.uk/app/pub/map/map/>)

「Interactive Maps」では、再生可能エネルギー電源の種類、地域、開発ステータスなどの条件を入力してフィルタを実行すると、図 3-68 に示すように地図上に設備情報が可視化される。地図上のアイコンをクリックすると、詳細な情報を得ることが出来る。なお、2015 年 3 月時点では、更新中でありサイト自体が公開されていない。

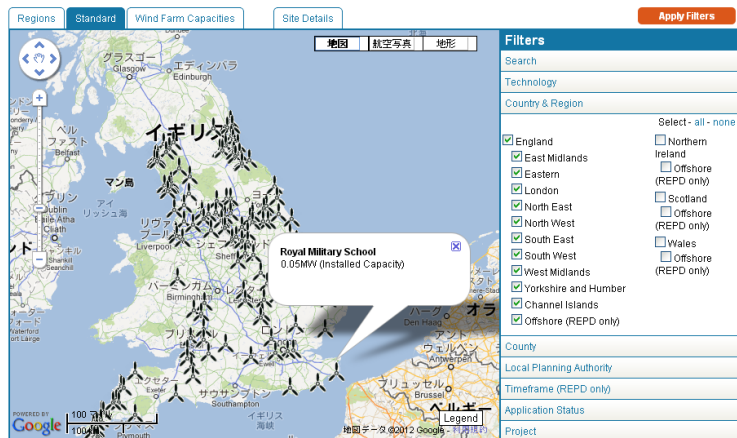


図 3-68 Interactive Maps における表示例

出典) UK DECC. Planning Database Extract.

(<https://restats.decc.gov.uk/app/reporting/decc/monthlyextract>)

(5) 米国の EIA データベース

米国エネルギー省のエネルギー情報局 (Department of Energy / Energy Information Administration: DOE/EIA) では、太陽光、集中太陽熱、風力、地熱の資源量マップなどの情報が整備されている。図 3-69 には風況マップを、図 3-70 には地熱資源マップのイメージを示す。

また、再生可能エネルギー電気の州別・種別・月別の発電量については、データベースシステムからデータを取得することができる。表 3-59 にはカリフォルニア州を例に、州別の再生可能エネルギー種別の導入量を示す。

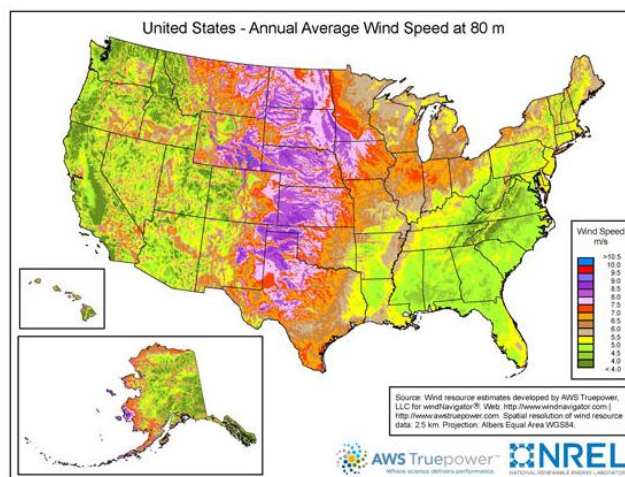


図 3-69 米国における風況マップ

出典) DOE/EIA. Map of U.S. Wind Resources.

(http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=wind_where)

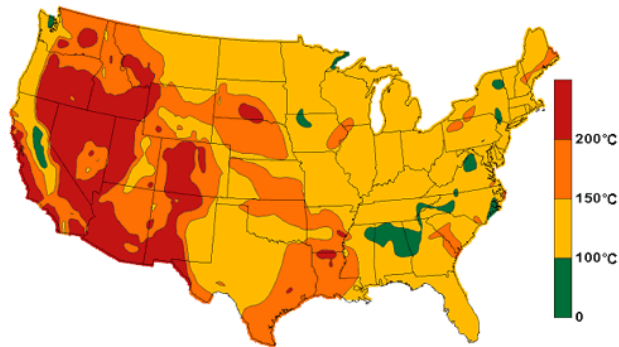


図 3-70 米国における地熱資源マップ

出典) DOE/EIA. U.S. Geothermal Resource Map.

(http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=geothermal_where)

表 3-59 州別・種類別再生可能エネルギー導入量データベースの例

		Sep 2014	Oct 2014	Nov 2014	Dec 2014
Net generation for California (thousand megawatthours)					
All sectors					
Conventional hydroelectric		1,242	1,001	827	985
Other renewables					
Wind		995	829	810	656
Solar		1,045	929	769	565
Geothermal		1,049	1,069	1,072	1,077
Biomass (total)		586	591	566	587

出典) DOE/EIA. Electricity Data Browser. (<http://www.eia.gov/electricity/data/browser>)

3.4.2 我が国の再生可能エネルギーに関する統計整備状況

(1) 公的な統計整備

我が国における再生可能エネルギーに関する統計としては、二次統計である総合エネルギー統計が存在するが、そこで把握されている範囲は表 3-60 に示すとおり限定的なものであり、主に電気事業者の自社設備分、1,000kW 以上の自家発電のみである [戒能, 2012]。

表 3-60 総合エネルギー統計における再生可能エネルギーの把握方法

	出典統計	捕捉範囲
太陽光発電	「電力調査統計（資源エネルギー庁）」における発電電力量。	一般電気事業者、自家発電（1000kW未満は対象外）
風力発電	「電力調査統計（資源エネルギー庁）」における発電電力量	一般電気事業者、自家発電（1000kW未満は対象外）
中小水力発電	「電力調査統計（資源エネルギー庁）」における発電電力量（ただし大規模水力との合計値）	一般電気事業者、卸電気事業者、自家発電（1000kW未満は対象外）
地熱発電	「電力調査統計（資源エネルギー庁）」における発電電力量	一般電気事業者、卸電気事業者、自家発電（1000kW未満は対象外）
バイオマス発電	「電力調査統計（資源エネルギー庁）」における発電量 「石油等消費動態統計（経済産業省）」における投入分のうち発電利用分（発電と熱利用の内訳は推計）	一般電気事業者、特定規模電気事業者、自家発電（1000kW未満は対象外） 石消対象事業所
太陽熱利用	資源エネルギー庁推計値	家庭・業務
バイオマス熱利用	「石油等消費動態統計（経済産業省）」における投入分のうち発電利用分（発電と熱利用の内訳は推計）	石消対象事業所

出典) [戒能, 2012]より作成

我が国でも固定価格買取制度が導入され、徐々にこの制度の中での情報開示が進められてきた。2015年3月時点では、「固定価格買取制度情報公開用ウェブサイト」が運用されており、表 3-61 に示すとおり、都道府県別及び市町村別に、導入済又は認定済の件数と設備容量が再生可能エネルギーの種類別に閲覧可能となっている。

なお、買取電力量と買取金額は全国計のみ閲覧可能である。都道府県別・市町村別の買取電力量は、当該地方公共団体が独自に掲げる再生可能エネルギーの導入目標の達成状況を把握するための重要な指標であり、今後開示が進むことが期待される。

表 3-61 固定価格買取制度における公開データの構成

ファイル	シート	集計領域	ステータス	ベース	認定種別(※)	ダウンロード形式
A表	①—1	都道府県	導入	件数	新規認定設備	EXCELファイル
	①—2	都道府県	導入	件数	移行認定設備	
	②—1	都道府県	導入	容量	新規認定設備	
	②—2	都道府県	導入	容量	移行認定設備	
	③	都道府県	認定	件数	新規認定設備	
	④	都道府県	認定	容量	新規認定設備	
B表	①—1	市町村	導入	件数	新規認定設備	EXCELファイル
	①—2	市町村	導入	件数	移行認定設備	
	②—1	市町村	導入	容量	新規認定設備	
	②—2	市町村	導入	容量	移行認定設備	
	③	市町村	認定	件数	新規認定設備	
	④	市町村	認定	容量	新規認定設備	
C表	①—1	全国	買取	電力量	区分けなし	EXCELファイル
	①—2	全国	買取	金額	区分けなし	

出典) [資源エネルギー庁, 2015a]

(2) 民間主体の統計整備

我が国では、前述のとおり公的な統計整備がまだ発展段階である一方、再生可能エネルギーに関する統計について民間独自の取組が展開されている。

1) 自然エネルギー白書

「自然エネルギー白書」[環境エネルギー政策研究所, 2014]は環境エネルギー政策研究所 (Institute for Sustainable Energy Policies: ISEP) が2011年以降、毎年度公表しているものであり、表 3-62 に示す構成のもと、再生可能エネルギーに関する定性的・定量的データが整理されている。

表 3-62 自然エネルギー白書 2014 の構成

第1章「国内外の自然エネルギーの概況」
第2章「自然エネルギー政策と市場」
第3章「自然エネルギーのトレンドと現況」 →電源種別別発電電力量実績、熱利用分野の導入量など
第4章「自然エネルギー100%への中長期シナリオ」
第5章「地域別導入状況とポテンシャル」 →都道府県別自然エネルギー供給の割合など
第6章「提言とまとめ」

出典) [環境エネルギー政策研究所, 2014]

2) 永続地帯報告書

「永続地帯報告書」 [千葉大学倉阪研究室&認定 NPO 法人環境エネルギー政策研究所, 2013]は千葉大学倉阪研究室及び ISEP が公表しているデータで、ある「区域」において、再生可能エネルギーの供給量とその区域内のエネルギー需要量をそれぞれ推計し、そのバランスを算出している。

報告書データの対象とした再生可能エネルギーの種類は、太陽光発電、風力発電、地熱発電、小水力発電 (1 万 kW 以下)、バイオマス発電 (バイオマス比率 50%以上)、バイオマス熱利用 (木質に限る)、太陽熱利用、地熱利用である。

また、報告書データの対象としたエネルギー需要は、民生部門(家庭用及び業務用)と農林水産業部門の年間消費電力量と年間消費熱量を市町村毎の区域別に推計している。

さらに報告書本体の他に、都道府県別分析表及び市町村別エネルギー自給率のデータを公表している。

3.4.3 エネルギーデータベースの必要性

3.4.1 及び 3.4.2 に示したとおり、海外では再生可能エネルギーについてのデータベースが整備され、容易にアクセスできる状態にある一方で、我が国では公的な再生可能エネルギーのデータベース整備は発展段階にとどまっている。

再生可能エネルギーのデータベースには様々な内容が考えられるが、各内容の必要性については概ね表 3-63 のとおりに整理できる。

表 3-63 エネルギーデータベースの必要性

①進捗の管理	<p>設備容量、発電電力量といった情報は、再生可能エネルギーの導入がある時点でどこまで進んでいるかという進捗管理を行う上で欠かせない情報である。なお、ここで言う進捗管理の主体は国のみに限らず、地方公共団体等も含むものとする。</p> <p>年次毎の情報が整備されることで、固定価格買取制度による導入促進効果や、今後制度変更などが行われた場合にその影響を把握することにも繋がる。</p>
②導入余地の把握	<p>再生可能エネルギーの導入実績と導入ポテンシャル量が地点別に把握され、導入コストと紐付く情報（例えば送電線からの距離、土地造成の状況など）が整備されることで、今後期待される導入見込量を積上により把握することが可能となる。</p>
③導入適地の把握	<p>②と同様に、導入ポテンシャル量が地点別に把握され、導入コストと紐付く情報（例えば送電線からの距離、土地造成の状況など）が整備されることで、再生可能エネルギーの導入を計画する事業者等にとって、導入適地の絞り込みが可能となる。</p>
④発電電力量の予測	<p>太陽光発電と風力発電は、発電電力量が気象条件に左右されるため出力の変動が大きい電源である。過去の気象データと自然変動電源の発電電力量実績データをもとに発電電力量の予測が可能になれば、系統運用事業者は気象の予測データさえ入手できれば自然変動電源の出力予測が可能となる。また、発電電力量の予測をサービスとする新たなビジネスも生まれる可能性がある。</p>

3.5 参考文献

- BMU. (2011). Verordnung über Herkunftsnachweise für Strom aus erneuerbaren Energien. 参照先:
http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/herkunftsnachweisv_bf.pdf
- BMU. (2012). Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien. 参照先:
http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2012_bf.pdf
- BMWi. (2014a). Eckpunkte für die Reform des EEG.
- BMWi. (2014b). Renewable Energy Sources in Figures.
- BnetzA. (2015). Verordnung zur Ausschreibung der finanziellen Förderung für Freiflächenanlagen. 参照先:
<http://www.gesetze-im-internet.de/ffav/BJNR010810015.html>
- California ISO. (2013). Flexible Resources to Help Renewables - Fast Facts.
- Ecofys. (2013). Wege in ein wettbewerbliches Strommarktdesign für erneuerbare Energien.
- Ecofys. (2014). Design features of support schemes for renewable electricity.
- Enbala. (発行年不明). Supply/Demand Optimization/ Optimizing Generation Using Continuously Connected Demand-Side Loads.
- European Commission. (2013). Delivering the internal electricity market and making the most of public intervention.
- European Commission. (2014). Guidelines on State aid for environmental protection and energy 2014-2020.
- IESP ウェブサイト. (日付不明). 参照先: <http://isepjapan.tumblr.com/about>
- IRENA. (2014). Renewable Power Generation Costs in 2014.
- NREL. (2010). A Policymaker's Guide to Feed-in Tariff Policy Design.
- Ofgem. (2014). Renewable Heat Incentive Annual Report.
- Open ADR Alliance. (2013). Enabling The Standard for Automated Demand Response.
- Opower. (2014). Transform Every Customer into a Demand Response Resource.
- UBA. (2013a). Das System der Herkunftsnachweise in Deutschland.
- UBA. (2013b). Was unterscheidet einen Herkunftsnachweis von einem Ökostromlabel?
参照先:
<http://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-unterscheidet-einen-herkunftsnachweis-von-einem>
- UBA. (2014). Das Herkunftsnachweisregister (HKNR) im Umweltbundesamt für Strom aus erneuerbaren Energien.
- オランダ経済省. (2014). SDE+ 2014 o vraagt u subsidie aan voor de productie van duurzame energie.

ガスシステム改革小委員会. (2015). ガスシステム改革小委員会 報告書.

バイオマス活用推進会議. (2012). バイオマスをめぐる現状と課題.

横浜市. (2015). 平成 24 年度泉区地中熱利用普及可能性調査報告書. 参照先:
<http://www.city.yokohama.lg.jp/izumi/02suishin/02kikaku/pdf/03sansho-hokokus-ho-chichu.pdf>

温対法に基づく事業者別排出係数の算出方法等に係る検討会. (2015). 第 10 回資料 2 「現行の係数算出方法における課題と対応について」(平成 27 年 2 月 6 日).

戒能一成. (2012). 総合エネルギー統計の解説.

海外電力調査会. (2012). カリフォルニア州における供給力確保の取り組み(米国). 著: 海外電力.

環境エネルギー政策研究所. (2014). 自然エネルギー白書.

環境省. (2012a). 水・大気環境局「地中熱利用にあたってのガイドライン」. 参照先:
<http://www.env.go.jp/water/jiban/gl-gh201203/main.pdf>

環境省. (2012b). Electricity production from solar and wind in Germany in 2012 (2012 年ドイツにおける太陽光、風力からの発電)(仮訳). 参照先:
http://www.challenge25.go.jp/roadmap/media/Solar_Wind_2012_12b_j.pdf

環境省. (2013). 平成 24 年度 2050 年再生可能エネルギー等分散型エネルギー普及可能性検証検討委託業務報告書.

系統ワーキンググループ. (2014). 第 3 回資料 9 「各社接続可能量の算定結果(暫定)」.

経済産業省. (2013). 電力システムに関する改革方針.

産業構造審議会保安分科会電力安全小委員会. (2014). 第 6 回資料 4 「時代が要請する新たな課題への対応状況について(規制見直し一覧)」.

資源エネルギー庁. (2013). 平成 24 年度太陽光発電システム等の普及動向に関する調査.

資源エネルギー庁. (2015a). 固定価格買取制度情報公開用ウェブサイト.

資源エネルギー庁. (2015b). 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施行規則の一部を改正する省令.

新エネルギー小委員会. (2014a). 第 7 回資料 1 「再生可能エネルギー電源別の課題と推進策について」.

新エネルギー小委員会. (2014b). 第 5 回資料 5 「再生可能エネルギーの最大限の導入拡大に当たって直面する課題の整理」.

新エネルギー小委員会. (2014c). 第 8 回資料 2 「新たな出力制御システムの活用によるバランスの取れた再生可能エネルギーの導入について(案)」.

新エネルギー小委員会. (2014d). 第 4 回資料 8 「直近の認定量が全て運転開始した場合の賦課金等について(事務局)」.

新エネルギー小委員会. (2014e). 第 1 回資料 3 「再生可能エネルギーを巡る現状と課題」.

千葉大学倉阪研究室; 環境エネルギー政策研究所. (2013). 永続地帯 2013 年版報告書.

調達価格等算定委員会. (2012). 平成 24 年度調達価格及び調達期間に関する意見.

調達価格等算定委員会. (2015). 第 18 回(平成 27 年 2 月)資料 2 「小規模な木質バイオマ

ス発電の推進について」.

調達価格等算定委員会. (2015a). 第 18 回資料 1「前回のご指摘事項について」.

調達価格等算定委員会. (2015b). 平成 27 年度調達価格及び調達期間に関する意見.

電力システム改革専門委員会. (2013). 電力システム改革専門委員会報告書.