

欧州における調査報告

1

海外調査の概要

1. 背景・目的

再生可能エネルギーの導入が先行する諸外国を対象に、普及見通しの策定プロセスや支援策、大量導入に伴い直面する課題、地域単位でのエネルギー自立に向けた動向等の実態調査を行うことにより、我が国における再生可能エネルギーの普及施策検討の参考とする。

2. 調査対象地域・国

欧州：ドイツ、英国

3. 訪問時期・期間

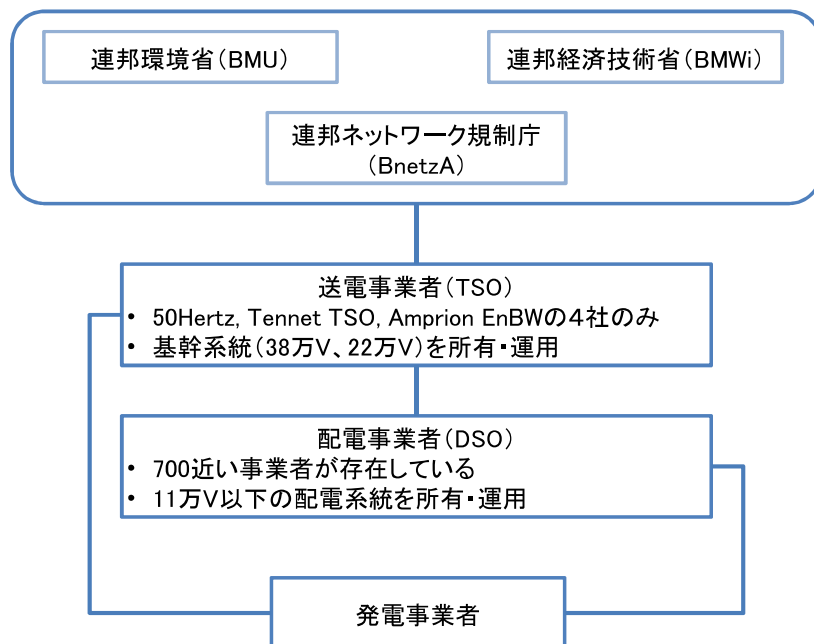
欧州：11/12～11/16

欧州における訪問先

	政府機関（主に支援策）	電力関係（主に系統運用）	地域ビジネス関係
11/12	● ドイツ環境省[BMU]（再エネ全般、FIT、再エネ熱、系統）	● 50Hertz（系統）	
11/13	● ドイツ連邦経済技術省[BMWi]（再エネ全般）	● BSW Solar（太陽光遠隔操作、太陽熱）	● Solar Complex（地域ビジネス）
11/14		● SMA Solar Technology（太陽光） ● Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology（太陽光）	● Solar Citizens Corporative（地域ビジネス）
11/15	● 連邦ネットワーク規制庁[BnetzA]（系統運用、出力抑制）	● ケルン大学エネルギー研究所（電力市場）	
11/16	● 英国エネルギー・気候変動省（英国ロードマップ、熱インセンティブ）		

3

ドイツ国内の政府機関及び系統運用機関の関係



4

ドイツの再エネ施策について（1/4）

■再生可能エネルギー導入拡大の意義

- | | |
|-------------|--|
| ①持続的エネルギー供給 | <ul style="list-style-type: none"> 持続的エネルギー供給は、政治的に非常に重要な課題。 新興国でのエネルギー需要の拡大に伴う化石燃料の価格上昇リスクへの対応を講じないことは政治的に無責任と言われかねない。 |
| ②エネルギー自給率向上 | <ul style="list-style-type: none"> 従来政治的に不安定な国からのエネルギー輸入に依存しており、燃料輸入依存からの脱却のために自給率を上げることが重視されるようになった。 |
| ③経済効果・雇用創出 | <ul style="list-style-type: none"> 再エネ拡大に同意が得られた最大の理由は、経済成長に貢献し、雇用も確保できるため（ドイツ一般国民は、再エネが盛んになったことを雇用増により実感）。 ドイツでは経済的なチャンスが最初に述べられ、その後にコストの議論がなされる。 |
| ④気候変動保護 | <ul style="list-style-type: none"> 京都議定書、EU目標への対応が必要であるが、2020年目標の達成は可能な見込みである。 特にエネルギー部門での貢献が大きく、電力の削減実績のうち半分は再生可能エネルギーの普及拡大によるもの。 |
| ⑤技術革新 | <ul style="list-style-type: none"> McKinseyやRoland Berger等の市場調査によると、再生可能エネルギーは市場規模が今後3倍、4倍と拡大することと予測されている。 世界市場に売り込んでいくためには、まずは国内での市場実績が問われる。 |

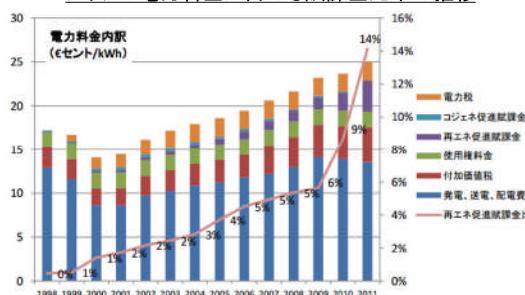
5

ドイツの再エネ施策について（2/4）

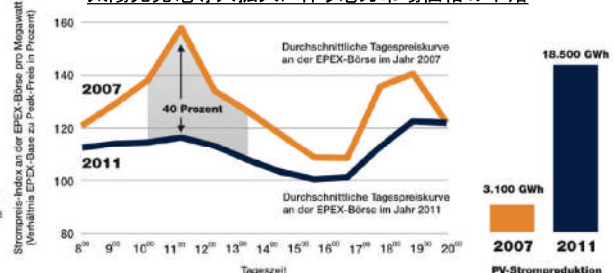
■再生可能エネルギー導入にあたっての課題と対応方針

- ① 固定価格買取制度の賦課金比率が上昇しており、制度全体の見直しが求められている。
 - 買取制度の見直しが議論されているところ。
- ② 南部の原子力を停止させる一方、北部での風力導入が進んでおり、南北間の送電線整備が必要となる、住民反対などにより整備が滞っている。
 - 送電事業者に系統開発計画を策定させ、連邦レベルでの系統開発計画を策定中。
- ③ 電力全体に占める再生可能エネルギーの比率が上昇しており、電力需給調整が難しくなっている。
 - 出力抑制についてのルールを策定。
- ④ 再エネ発電量増加によりピーク時の市場価格が抑制されており、新規に火力発電を建てるインセンティブがなくなっている中、バックアップ電源の確保が課題となってくる。
 - キャパシティマーケットの整備を検討。

ドイツの電力料金に占める賦課金比率の推移



太陽光発電導入拡大に伴う電力市場価格の下落



6

ドイツの再エネ施策について（3/4）

■再生可能電力の支援策（FITについて）

- 太陽光が52GWに達した後も、優先規定は続ける。現時点では価格は市場に任せるつもりである。
- 現行のプレミアムマーケット制度は、発電事業者に市場価格の動きを学習させるために入れた制度であり、FITより儲かるという点は問題と認識している。いずれはFIP制度。
- 再エネ電力が全体の40～45%まで入ったら、EEG法ではない別の形になる。RPSは高く付くと考えており、入札制を考えている。

■再生可能エネルギー熱の支援策

再生可能エネルギー熱法	• 2020年までに14%を再生可能エネルギーで賄うことを目標としたもの。対象は新築の建築物であり、新築時に一定割合の再生可能エネルギーを暖房に利用することまたはエネルギー効率を高めることが要求される。 • 過去約10年間では、地中熱・空気熱ヒートポンプ、太陽熱、バイオマスが進展している。
市場インセンティブプログラム	• 既存の建築物を対象とした助成制度。革新的な熱利用の取り組みに対して、初期費用の15～20%を補助するものであり、古い暖房機器からの買換えについても補助対象となる。 • 経験上、低利融資よりは補助金の方がインセンティブが働く。<u>補助金の財源は税金であるが、助成の結果、民間投資が増え、税収は増えることとなる。</u> • 建築物の寿命が100～150年と長く、賃貸物件であってもオーナーはリフォームに関する関心が高い。 • いずれ手を加えるのであれば、補助金等を利用してエネルギー効率向上に取り組むのは抵抗なく行われている（テナントに費用を転嫁）。

7

ドイツの再エネ施策について（4/4）

■EEG法に関する環境大臣発表の概要

- EEG法は成功例であり、期待以上にきてきたものの、エネルギー転換の更なる拡充を適切に遂行出来る状況にないことは明らか。
- これまでの修正や適合の枠を超えた、EEG法の根本的改革が必要。
- 2020年に電力供給の40%を再生可能エネルギーとすることを目指す（従来は35%）。
- 太陽光発電の52GWでの買取終了に加え、風力とバイオマスに対しても類似の枠設定を検討。
- 市場経済の原則に立つ必要がある。市場プレミアム制度、自家消費の拡大を想定しつつ、入札モデルや割当モデルの適否も検討する。
- 拡充目標と拡充対象の絞り込みを政治的に確定させた上で、確実な遵守を目指す。
- 送電線拡充の必要性を明らかにした上で、2013年当初に連邦レベルの送電網計画を可決させる。
- 2013年5月までに、以下の5つのテーマについて議論を進める。
 - ① 太陽光発電（市場性獲得への道）
 - ② バイオガスの潜在能力とその役割
 - ③ 陸上及び洋上風力
 - ④ 貯蔵（Power to gasを含む）
 - ⑤ 拡充の道筋、シナリオ、モデル、コスト

8

ドイツの地域ビジネスを支える仕組みについて (1/3)

■市民組合の概要

- 2006年は新設3件程度、現在は150件/年ペースで増加。ドイツ国内で600程度存在。
- 増加の要因は、①EEG法の存在、②2006年組合法改正（審査が容易に）、③出資を集める際の目論見書作成免除、④政治に対する不満、共同決定権・オーナー地位獲得、⑤プロジェクト開発支援ツールの存在、があげられる。
- 「市内」という地理的範囲の定義は組合により様々、全体の1/3程度は居住地制限有り。

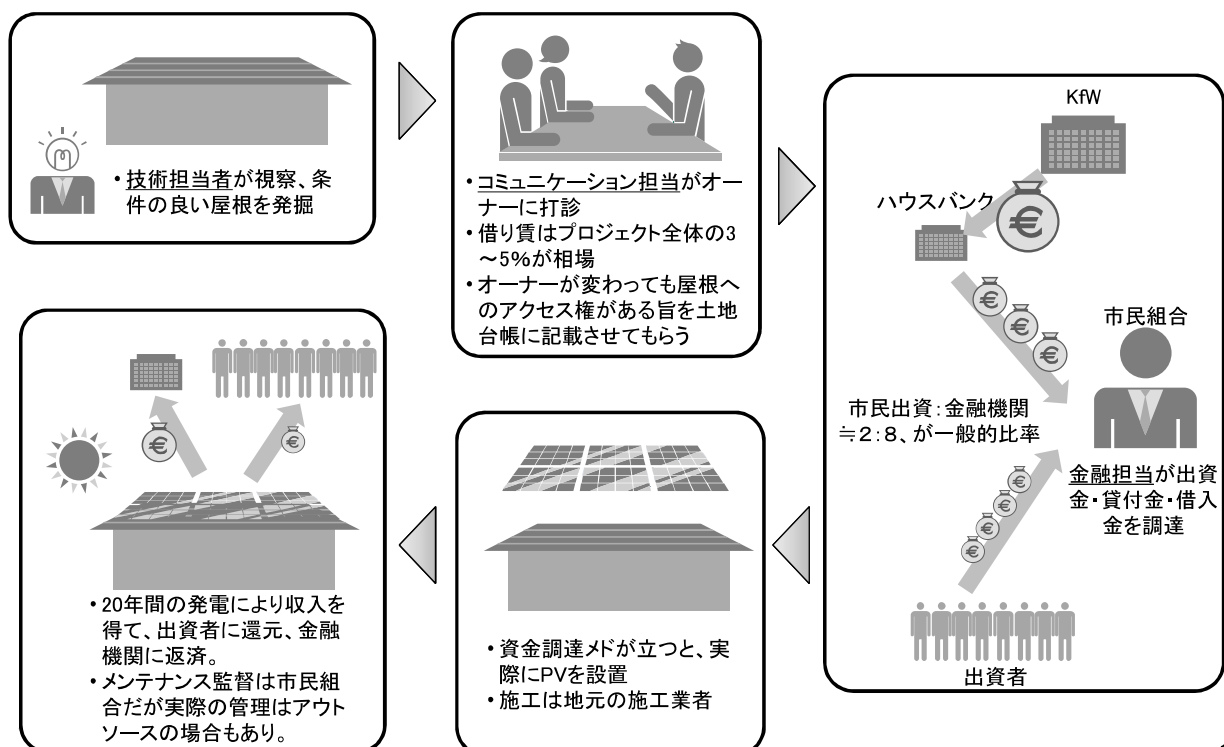
■資金調達

- 組合の資金源は、①出資金、②貸付金、③銀行からの借入金の3タイプ
- 出資金は最低100～1,000ユーロ/1口。組合バランスに配慮し上限を設ける場合もある。
- 貸付金は案件ごとに組合員から追加的に出資を求めるもの。
- 市民が他の金融商品と比較して市民組合に出資する理由は以下の3点。
 - ① 全体的にドイツの投資商品、金利が低い。安全な商品は、1%程度しか金利がつかない。
 - ② 道徳的な、社会に役立つ投資が重要というマインドがある。投資するなら、その目的が何か、ということに関心を持つ。特にエネルギー転換は関心度が高い。
 - ③ ローカルで組織されている組合に投資するのは、知っている人が運営しており、人と人との繋がりの中で安心出来る。
- 借入金の元はドイツ復興金融公庫（KfW）であるが、ドイツにはハウスバンク制度があり、実際の申請手続きなどはハウスバンクを通じて行う。KfWの戦略として地域の取組を特に重視するような考え方はない。

9

ドイツの地域ビジネスを支える仕組みについて (2/3)

■市民組合のビジネスモデル(屋根を借りてPVを設置するケース)



10

ドイツの地域ビジネスを支える仕組みについて (3/3)

■市民組合の発展形態

- ・リスクが小さく確実なリターンが得られるPV案件で経験を積み、資金力・信用力を高めてから風力やバイオマスも投資対象とする。
- ・将来的にコジェネ普及、省エネ推進やまちづくり事業に移行出来るかどうかが課題である。

	フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3
投資先規模・種類	・ 10数kWのPVからスタート（公共施設の屋根借り等） 	・ 多数のPV案件を抱える 	・ PV以外の大型案件も扱う 
資金調達	・ 金融機関を使わず自己資金のみの場合もあり。	・ 経験を積み、資金力・信用力を高め、金融機関からの融資も活用。	・ 市民組合間での資金融通も行う。 ・ 金融機関にとって対等のパートナーになる。
組織形態	・ 無償で動ける篤志家の存在が必要。	・ 安定したリターンを生み出し、雇用者も確保	・ 複数の組合で構成される協会組織に移行。 ・ 個々の案件でリターンが下ブレしてもカバー出来るポートフォリオを構築。 （雇用と収益のバランスを異なる事業の組み合わせで確保）

11

ドイツの系統安定化対策について

■課題認識

- ・ 直近における太陽光発電の急増等、従来の予想を上回るペースで再生可能エネルギーが拡大。発電量に占める再生可能エネルギー比率は2011年時点で20%、2012年末には25%に達する見込み。
- ・ 各種対策のリードタイム等も踏まえると、電力の安定供給を大前提とした再生可能エネルギーの大量導入を実現する上で、系統インテグレーションは大きな挑戦と認識。

■安定化対策の方向性

- ・ 連邦環境省（BMU）では、従来電源、再生可能電源、需要側といった各分野から計約20件の対策オプションを比較し、経済的な対策のあり方を検証。再生可能電力の比率が約4割以下では、蓄電池不要との試算結果を提示。
- ・ 系統運用事業者（TSO）の1社50Hertzは、短期的将来の有効策として系統マネジメント（再生可能エネルギーの出力予測、アンシラリーサービス等）、中期的対策として事業環境改善（規制改革、欧州大での電力マーケット構築等）、系統インフラ開発、長期的トピックスとして、蓄電技術、スマートグリッド等を位置づけている。

※50 Hertz：総発電容量に占める風量発電比率は2011年時点で31%（世界トップクラス）

12

ドイツの系統増強について

■系統増強の必要性について

- 風力発電の適地である北部地域から、需要地である南部・北部への広域送電の必要性が高い。
- 北部における洋上風力の拡大、エネルギー政策の転換に伴う原発の停止等が見込まれる中、安定的な広域送電を実現するため系統整備の重要性がより一層高まる。

■系統増強に向けた法的整備の動向

- 送電網整備は国家的事業と捉え、送電線建設の迅速化を進めている。
- 連邦ネットワーク規制庁（BnetzA）は、各送電事業者（TSO）から提出された系統開発計画を取りまとめ、ドイツ初となる連邦全体での系統開発計画を策定中。国会を経て、法律として成立する予定。
- 同計画における送電線の整備延長は3,800km（既存送電線の約1割の水準）。

■事業スキーム

- 系統増強事業に対して、TSOは自己資金の9%の利益を上乗せすることが出来る（自己資金のみか総額か確認中）。
- 自己資金は総事業費の40%に制限されており、残り60%は資本市場で賄う必要がある。
- 一部を市民出資で賄い、送電線付近の住民を優先する等、受容性を高めるための仕組みを設けることが検討されている。

13

ドイツの出力抑制について（1/2）

■出力抑制の仕組みについて

- 系統不安定時には、エネルギー事業法（EnWG）第13条(1)の規定に基づき、潮流制御や従来電源の出力調整等が実施される。それでも問題が残る場合、再生可能エネルギー法（EEG）第11条やエネルギー事業法（EnWG）第13条(2)の規定に基づき、再生可能エネルギーの出力抑制が実施される。
- EEGによる出力抑制は、機会損失費用の補填対象となる。
- これら系統安定化対策費用は需要家に転嫁される。料金明細で、送電料金の内訳として系統安定化対策コスト等が表示されることはない。
- 出力抑制の手順を定めたfeed in management ruleがある。

■太陽光発電に対する遠隔制御装置の導入

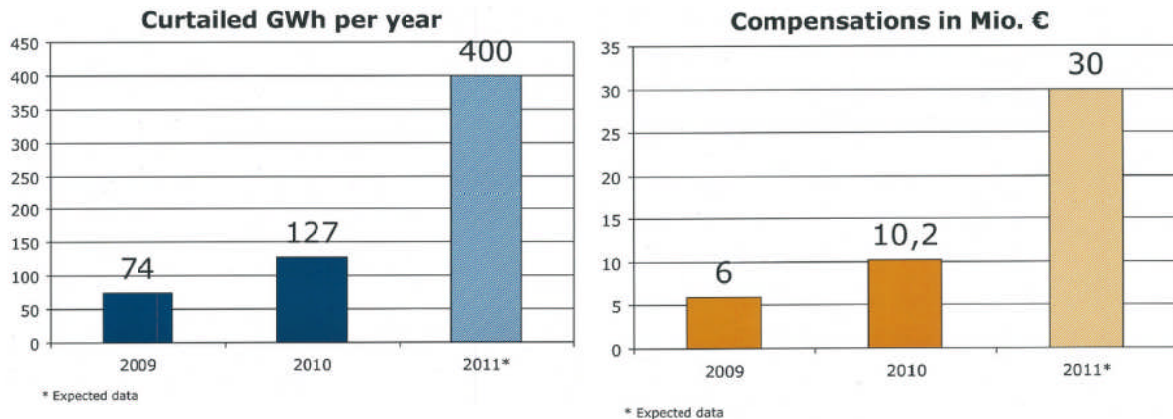
- EEGにより、100kW以上の太陽光発電施設に対して遠隔制御装置の設置が義務付けられているが、2012年のEEG改正により、100kW以下の太陽光発電施設についても当該義務が課されることとなった。
- 30kW以下の太陽光発電施設については、遠隔制御装置を設置するか、もしくはインバータの最大出力を抑えて連系点の最大有効電力を設備容量の70%に制限するか、いずれかを選択することができる。
- 経過規定として、100kW以上の既設施設は2012年6月末までに、2009年1月以降に設置された30～100kWの既存施設は2013年末までに遠隔制御装置を設置することが義務付けられている。
- 出力のモニタリングは15分刻みで行われる。100kW以上の施設の場合、遠隔制御は100%、60%、30%、0%の4ステップで実施。30～100kWの施設の場合、出力抑制の仕組みは4ステップではなく、多くの配電事業者（DSO）はオン・オフ制御のみ。

14

ドイツの出力抑制について (2/2)

■出力抑制の発生状況について

- EEG第11条に基づく出力抑制の発生規模は急増中。2011年の太陽光・風力・バイオマスの発電電力量は約1,000億kWh（総発電電力量は約4,870億kWh）のところ、出力抑制量は4億kWh/年、費用は30百万€/年（平均単価は7.5ユーロセント/kWh）。
- 2010年時点では、太陽光・風力・バイオマスの発電量に対する再生可能エネルギーの出力抑制率はドイツ全体で0.16%。抑制対象電源の99%は風力発電。



出典: BnetzA資料

15

英国の再エネ施策について (1/4)

■ロードマップについて

- 2020年までの道筋を示すにあたり、産業界ヒアリングを行い、可能な発電量の最大・最小を聞き取り、その中間を採用した。
- ロードマップは毎年更新を行う。この12月に改訂版が公開される。そこでは主要技術の1つとして太陽光発電も加えている。最近の普及が急速で、コストが削減されたため、主要技術の扱いとした。
- 発電電力量は増えたが、熱と運輸についてはほとんど増えていない。熱は新たな施策を導入したので、これから増える見込み。

■再生可能エネルギー普及拡大の意義

- 国民の理解を得るためには、雇用と投資がキーファクターである。ロードマップ改訂版では、投資と雇用の章を追加している。
- 政治的なレベルでは、国内に良い面を強調する必要がある。安全保障、化石燃料依存度低下、CO2排出量の削減が遡及ポイントである。国民はかなりの情報を与えられており、CO2削減への意識が高い。
- 化石燃料の価格変動が大きいため、暖房・電力の価格が跳ね上がることが問題になってきた。再生可能エネルギーは一度設置されればランニングが安いことがポイント。

■再エネデータベース

- 再エネプロジェクトをデータベース化しており、認可済、開発中、運用中のボリュームがわかっている。例えば洋上風力では開発中まで7GWあることを把握している。
- データベースは登録制ではなく、コンサルタントに外注して整備している。
- データベースには誰でもアクセス可能。用地、位置情報、パートナー情報、運用時期などを含んでいる。（<https://restats.decc.gov.uk/cms/planning-database>）

16

英国の再エネ施策について（2/4）

■再生可能電力の支援策(ROとFIT)

- ROは大規模に向いている。保証レベルがしっかりして、市場メカニズムの中で動いている。メカニズム自体は少し複雑である。
- 小規模はシンプルな制度として買取制度を導入した。
- 原子力を含む低炭素電源に対するスキームは、あと数週間で公表される見込み。議会では4月以降に法案が議論される。

■再生可能エネルギー熱の支援策(RHI)

- 再生可能熱インセンティブ（RHI）の概要は以下のとおり（第2回資料再掲）

制度	施策	対象	概要
再生可能熱インセンティブ (Renewable Heat Incentive)	再エネ熱使用への 固定価格支払い ・ 原資は政府予算	非住宅 ・ 2011年11月～	・ 買取期間は20年 ・ バイオマス、ヒートポンプ（地中熱、水熱、地熱利用）、太陽熱、バイオメタン・バイオガス ・ 熱消費量の計量メータが必要 ・ 対象拡大や、予算に応じた買取価格調整スキームを検討中
		住宅 ・ 検討中	・ 買取期間は7年間 ・ 大気熱ヒートポンプの一部、バイオマスボイラ、地中熱ヒートポンプ、太陽熱 ・ 認証された機器の利用、グリーンディール指定の断熱対策の実施が必要 ・ 熱消費量は見なし推計案が有力

17

英国の再エネ施策について（3/4）

■再生可能エネルギー熱の支援策(RHI)

- ① 市場環境整備
 - 制度設計の際には、ボイラ更新時に強制的に非化石ボイラ（HP含む）への更新も検討したが、市場がそこまで成熟していないため、まずは市場を育てることからスタートした。
 - 英国ではボイラの更新需要が5,000件/日あるが、地中熱HPの需要は年間で2,000件程度。強制的に再生可能熱に変えるには業界全体の転換が必要。
 - ヒートポンプ等再生可能熱の設備はドイツ、オーストリア、スウェーデンからの輸入が多く、こうした国・地域の企業が英国に工場誘致を考えており、RHIは工場誘致に貢献すると期待している。
- ② 計量メータ
 - 大規模産業であって熱の使用量が大きければメーターコストは得られる支援と比較して問題ない。
 - 中小規模の事業所の場合、得られる支援5千ポンドに対して、メータ価格が1.5千ポンドということで、相対的に設置コストが問題になってくる。
 - 熱計量メータの精度そのものに加えて、設置の技術が問題になる。メータの精度は英国産業基準が存在しているが、設置については基準が存在していない。
 - 家庭用にはメーター設置はまったく考えてなく、みなしを行う。みなし制度では、エンジニアが家に来て熱需要を推定する。
- ③ 制度運用
 - FITの制度運用も担っているOFGEM（Office of the Gas and Electricity Markets）が運用を担当する。
 - 家庭用以外を対象とした初年度は、申請が500件、1件あたりがそれぞれ数MWクラスなので、運用コストという点でも比較的効率がよい。
 - 家庭用は初年度に7,000件が想定されている一方、1件あたりは数kWクラスになるため、運用コストが莫大になる恐れがある。

18

英国の再エネ施策について（4/4）

■再生可能エネルギー熱の支援策(RHI)

④ その他

- 2020年目標のEU指令があるため、基本的にRHIも2020年までの制度と考えている。ただし、EUが2030に向けた目標を定める可能性はある。
- 導入がある程度進めば、規制的な措置になっていくだろう。
- エネルギー法制定時の政府は、素早く導入するために、コスト増は受け入れることにしていた。景気後退、緊縮財政で、時間を掛けても安くというのが今の流れになってきた。

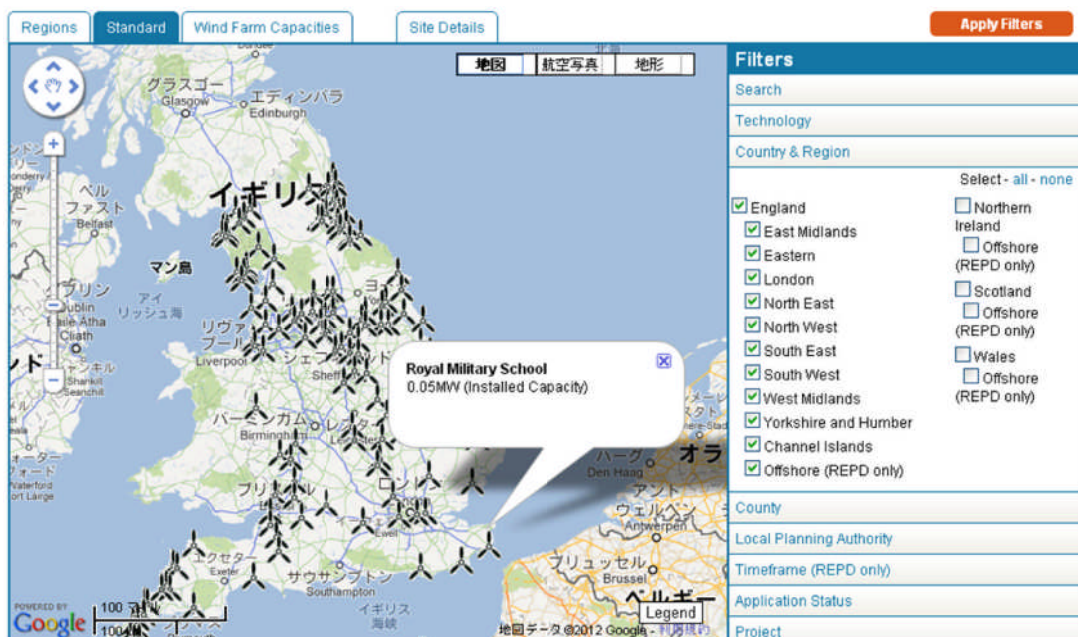
■熱需要マップ

- 熱マップは、相当の資金と時間を投入している。地域熱供給という点では、熱需要マップは非常に重要である。マスタープランニングにおいては、熱需要マップは非常に有益である。
- 英国の熱需要マップは熱需要の計画を満たすためのものであり、再生可能熱のためというわけではない。
- マップの作成は政府が一元的にやるほうがよい。地方が作成すると数値が異なることになり、特にエリアをまたがると面倒なことになる。

19

再エネデータベースについて（参考）

- 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、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。
- 地図情報の他に、データベースへのアクセスも可能。

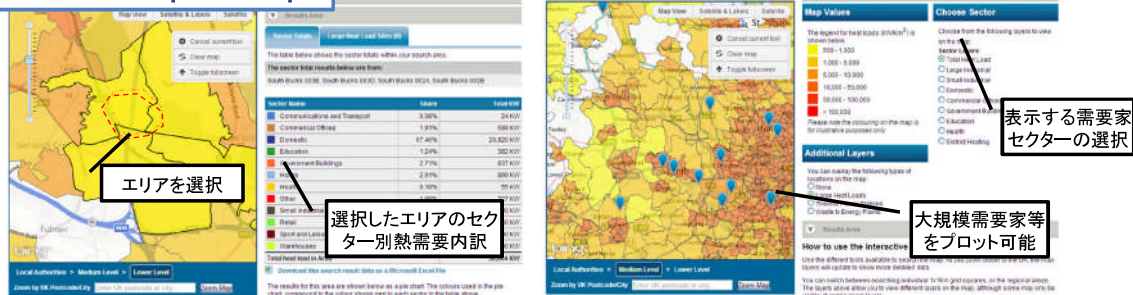


20

熱需要マップについて（参考）

- エネルギー・気候変動省は、発電事業者・CHP事業者を対象とした熱需要マップCHP Development Mapや、地域の低炭素エネルギー計画・推進を目的とした熱需要マップNational Heat Mapを公開している。

UK CHP Development Map



<http://chp.decc.gov.uk/developmentmap/>

National Heat Map



<http://ceo.decc.gov.uk/nationalheatmap/>

21

英国のエネルギー法案について（参考）

■エネルギー法案に関する決定事項

- 低炭素電力プロジェクトにおいて、新たに長期間の電力価格との差額精算方式(CfD; Contract for Difference)を開始する投資家へ確実性を提供するため、単一の取引相手として機能する国有企業を設立する。
- 電力会社はキャパシティ・マーケット（容量市場）を導入し、2014年より2018/19年冬季の容量供給のオークションを開始、電力需要ピーク時にも電気を確保する。
- エネルギー法案を変更し、2030年の脱炭素化目標範囲の設定を外す。気候変動委員会による第5次カーボンバジェット（2028-2033年の期間における英国の法的炭素削減計画）への勧告が2016年に出次第、炭素削減目標範囲についての決定を行う。
- 低炭素電源への投資をサポートするため、2020年までに76億ポンド（2012年実質価格）の公共支出を合意。これにより、現在11%程度の再生可能エネルギーからの電力を2030年までに30%程度にまで増加すると共に、原子力およびCCS商業化を支援し、過度のガス輸入依存を避け、英国のエネルギーミックスを多角化する。

22